書面投票用

KHKS

安全係数 2.4 の特定設備に関する基準（案）

ＫＨＫＳ ０２２４（２０１９）

案

令和元年　月　日　改正

高圧ガス保安協会

2019

書面投票用

案

目　　次

1　適用範囲 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
1.1 適用範囲 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
1.2 特定設備の範囲 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

2　引用規格 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1

3　用語の定義 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 5

4　材料 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6
4.1 使用材料 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6
4.1.1　耐圧部分及び耐圧部分に直接溶接で取付ける非耐圧部分の材料 ・・・・ 6
4.1.2　溶接材料 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 6
4.1.3　ボルト及びナットの材料 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7
4.1.4　材料検査証明書 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7
4.2 材料の使用温度範囲 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7
4.3 材料の使用制限 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 7
4.4 材料の機械試験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8
4.4.1　材料の衝撃試験、落重試験又は破壊靱性試験の要否及び実施 ・・・・・・・ 8
4.4.2　材料の機械試験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 8
4.4.3　機械試験片の採取及び試験片の数 ・・・・・・・・・・・・・・ 9
4.4.4　試験板の熱処理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10
4.5　材料の非破壊試験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10
4.5.1　材料の超音波探傷試験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10
4.5.2　材料の磁粉探傷試験又は浸透探傷試験 ・・・・・・・・・・・・・・ 11
4.5.3　材料の目視検査 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 12
4.6　材料の諸物性値 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 12

5　設計 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13
5.1 一般事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13
5.1.1　一般 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13
5.1.2　考慮する荷重 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13
5.1.3　必要最小厚さ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 13
5.1.4　最小厚さ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14
5.2 許容応力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14
5.2.1　材料の許容引張応力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 14
5.2.2　材料の許容曲げ応力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 15

案

5.2.3 材料の許容せん断応力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 15
5.2.4 材料の許容圧縮応力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 15
5.2.5 組合せ荷重の場合の材料の許容応力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・ 16
5.3 溶接継手の効率 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 17
5.4 内圧を保持する胴又は管の最小厚さ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 17
5.5 内圧を保持する鏡板の最小厚さ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 17
5.6 外圧を保持する胴又は管の最小厚さ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18
5.7 外圧を保持する鏡板の最小厚さ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18
5.8 曲げ加工管の最小厚さ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 18
5.9 フランジ付き鏡板の鏡板及びフランジの最小厚さ ・・・・・・・・・・・・・ 18
5.10 穴補強 ・・・・・・・・・・・・・ 18
5.11 平鏡板、平ふた板等の平板でステーを取付けないものの最小厚さ ・・・・ 18
5.11.1 溶接によって取付ける円形平板 ・・・・・・・・・・・・・・ 18
5.11.2 ボルト締め円形平板 ・・・・・・・・・・・・・・ 19
5.11.3 はめ込みによって取付ける円形平板 ・・・・・・・・・・・・・・ 19
5.12 フランジ及び管継手 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 19
5.12.1 規格フランジ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 19
5.12.2 ロングネックフランジ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 19
5.12.3 計算フランジ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 20
5.12.4 継手類 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 22
5.13 熱交換器の管板 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 23
5.14 伸縮継手 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 23
5.14.1 記号の意味 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 23
5.14.2 伸縮継手の要否 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
5.14.3 伸縮継手の設計 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
5.15 ジャケット ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
5.15.1 ジャケットの形式 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
5.15.2 ジャケットの設計 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 25
5.15.3 内圧を保持する半割コイルジャケット ・・・・・・・・・・・・・ 26
5.16 疲労解析 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 27
5.16.1 疲労解析の対象とする荷重 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 27
5.16.2 疲労解析の省略 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 27
5.16.3 疲労解析の手順 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 27
5.16.4 局部的構造不連続の影響 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 27
5.16.5 耐圧部分のボルト及びナットのねじ部の疲労解析 ・・・・・・・・・ 28
5.16.6 設計疲労曲線 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 28
5.16.7 累積使用係数 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 28
5.17 耐震設計 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 28

案

5.18 局部応力が生じる部分の最小厚さ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 28
5.19 特定設備に設ける検査穴 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 29
5.19.1 検査穴の不要な特定設備 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 29
5.19.2 検査穴の寸法及び数 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 29

6 加工 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 31
6.1 成形前の材料検査 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 31
6.2 材料の切断 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 31
6.3 胴、鏡板等の成形 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 31
6.3.1 胴、鏡板等の成形 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 31
6.3.2 管の曲げ加工 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 32
6.3.3 成形加工後の熱処理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 33
6.3.4 加工による伸び率の計算 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 36
6.4 ハブ付きフランジ、ハブ付き管板又はハブ付き平板の加工及び検査 ・・・・・・ 37
6.4.1 ハブ付きフランジの加工及び検査 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 37
6.4.2 ハブ付き管板又はハブ付き平板の加工及び検査 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 37
6.5 熱交換器等の管の取付方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 38
6.6 漏れ止め溶接 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 38

7 溶接 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39
7.1 一般 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39
7.1.1 一般要求事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39
7.1.2 溶接継手間の距離 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39
7.1.3 溶接線上の溶接 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39
7.1.4 溶接士の資格 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 40
7.1.5 溶接士記録等の作成 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 40
7.2 溶接継手の分類 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 40
7.2.1 溶接継手の位置による分類、継手区分及び材料分類 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 40
7.2.2 溶接継手の使用制限 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 42
7.3 溶接方法の制限 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 45
7.4 溶接継手の形状 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 46
7.5 溶接施工方法の確認試験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 68
7.5.1 溶接施工方法の確認試験の認定 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 68
7.5.2 溶接施工方法の確認試験での衝撃試験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 68
7.6 溶接前の準備 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 68
7.6.1 溶接前の開先加工、開先合せ等 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 68
7.6.2 開先加工面、板端面等の検査 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 68
7.7 溶接後熱処理 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 69

案

7.7.1 溶接後熱処理の要求 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 69
7.7.2 溶接後熱処理の方法、保持温度及び保持時間 ・・・・・・・・・・・・・ 72
7.8 突合せ溶接継手の機械試験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 72
7.8.1 溶接継手の機械試験の種類 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 72
7.8.2 機械試験の方法及び判定基準 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 73
7.9 溶接部の非破壊試験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 73
7.9.1 目視検査 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 73
7.9.2 非破壊試験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 73
7.9.3 非破壊試験の方法と判定基準 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 82
7.9.4 非破壊試験の再試験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 85
7.10 余盛高さの制限 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 85
7.11 溶接継手部の食違い許容差 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 86
7.11.1 突合せ溶接継手の食違いの制限 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 86
7.11.2 形状の逸脱量の制限 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 87

8 構造 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 89
8.1 材料の識別表示 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 89
8.2 鏡板の形状 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 89
8.3 成形鏡板の公差 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 91
8.4 胴の真円度及び真円に対する偏差 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 92

9 耐圧試験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 95
9.1 耐圧試験前の検査 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 95
9.2 耐圧試験 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 95
9.2.1 一般 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 95
9.2.2 試験要領 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 95
9.2.3 試験圧力 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 96
9.2.4 耐圧試験の判定基準 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 98
9.3 耐圧試験後の検査 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 98

10 検査の方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 99
10.1 設計の検査の方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 99
10.2 材料の検査の方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 99
10.3 加工の検査の方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 100
10.4 溶接の検査の方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 100
10.5 構造の検査の方法 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 101

案

11 基準適用に係る追加要求事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 102
11.1 設計に係る追加要求事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 102
11.2 材料に係る追加要求事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 102
11.3 加工に係る追加要求事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 103
11.4 溶接に係る追加要求事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 103
11.5 構造、耐圧試験及び最終評価に係る追加要求事項 ・・・・・・・・・・・ 104
11.6 その他の追加要求事項 ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 104

附属書 **A**（規定） 材料の許容引張応力及び材料の諸物性値
附属書 **B**（規定） 使用可能な特定材料
附属書 **C**（規定） **JIS** 規格材料の P 番号グループ番号と特定材料の P 番号グループ番号との対比
附属書 **D**（規定） 内圧又は内圧と圧力以外の荷重を保持する胴、直管及び鏡板の最小厚さ
附属書 **E**（規定） 外圧を保持する胴、直管及び鏡板の最小厚さ
附属書 **F**（規定） フランジ付き鏡板
附属書 **G**（規定） 穴補強
附属書 **H**（規定） ステーを取付けない平板の最小厚さ
附属書 **I**（規定） 材料及び溶接部の衝撃試験等の規定
附属書 **J**（規定） 溶接後熱処理の方法
附属書 **K**（規定） 溶接継手の機械試験

解説

案

書面投票用

案

1　適用範囲

1.1　適用範囲

この **KHKS0224**（以下「本基準」という。）は、特定設備検査規則第８条及び第９条に定める技術的要件を満たす設計圧力が 70MPa 以下の安全係数が 2.4 の特定設備について、できる限り具体的に基準を示す。

ただし、次の **a)**～**d)**の特定設備には適用できない。

a)　平底円筒形貯槽

b)　バルク貯槽

c)　多層巻圧力容器

d)　非円形胴の圧力容器

1.2　特定設備の範囲

特定設備の範囲は、本体（胴、鏡板及びそれらに直接取付ける管台等をいう。）、特定支持構造物及び次の **a)**～**d)**の範囲をいう。

a)　管台と配管の接続部において、次の **1)**～**3)**の範囲

1)　管台と配管を溶接で接続する場合は、管台側の最初の周継手（溶接継手は含まない。）まで

2)　管台と配管をねじ継手で接続する場合は、管台側のねじ継手まで

3)　管台と配管をボルト締めフランジで接続する場合は、管台側のフランジ面まで

b)　耐圧部分に非耐圧部分を直接溶接で取付ける場合は、溶接継手まで

c)　マンホール、ハンドホール等の圧力を保持するふた板を取付ける場合は、ふた板まで

d)　圧力による荷重を受けるボルト及びナット（以下「ボルト及びナット」という。）。ただし、管台と配管をボルト締めフランジで接続する場合の接続部のボルト及びナットは除く。

案

2　引用規格

次に掲げる規格は、この基準に引用されることによって、この基準の規定の一部を構成する。

JIS B 0190 (2010)　圧力容器の構造に関する共通用語

JIS B 2220 (2012)　鋼製管フランジ

JIS B 2240 (2006)　銅合金製管フランジ

JIS B 2241 (2006)　アルミニウム合金製管フランジ

JIS B 2312 (2015)　配管用鋼製突合せ溶接式管継手

JIS B 2313 (2015)　配管用鋼板製突合せ溶接式管継手

JIS B 2316 (2017)　配管用鋼製差込み溶接式管継手

JIS B 2321 (1995)　（追補 1：2009）配管用アルミニウム及びアルミニウム合金製突合せ溶接式管継手

JIS B 8265 (2017)　圧力容器の構造－一般事項

JIS B 8266 (2003)　（追補 1：2006）圧力容器の構造－特定規格

JIS B 8274 (2008)　圧力容器の管板

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

JIS B 8277 (2008)　圧力容器の伸縮継手
JIS B 8278 (2003)　サドル支持の横置圧力容器
JIS B 8279 (2003)　圧力容器のジャケット
JIS B 8285 (2010)　圧力容器の溶接施工方法の確認試験
JIS G 0306 (1988)　（追補 1：2009）鍛鋼品の製造、試験及び検査の通則
JIS G 0564 (1999)　金属材料－平面ひずみ破壊じん(靭)性試験方法
JIS G 0587 (2007)　炭素鋼鍛鋼品及び低合金鋼鍛鋼品の超音波探傷試験方法
JIS G 0601 (2012)　クラッド鋼の試験方法
JIS G 0801 (2008)　圧力容器用鋼板の超音波探傷試験方法
JIS G 0802 (2016)　ステンレス鋼板の超音波探傷検査方法
JIS G 3101 (2015)　（追補 1：2017）一般構造用圧延鋼材
JIS G 3103 (2012)　ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板
JIS G 3106 (2015)　（追補 1：2017）溶接構造用圧延鋼材
JIS G 3115 (2016)　圧力容器用鋼板
JIS G 3118 (2017)　中・常温圧力容器用炭素鋼鋼板
JIS G 3119 (2013)　ボイラ及び圧力容器用マンガンモリブデン鋼及び
マンガンモリブデンニッケル鋼鋼板
JIS G 3120 (2018)　圧力容器用調質型マンガンモリブデン鋼及び
マンガンモリブデンニッケル鋼鋼板
JIS G 3124 (2017)　中・常温圧力容器用高強度鋼鋼板
JIS G 3126 (2015)　低温圧力容器用炭素鋼鋼板
JIS G 3127 (2013)　低温圧力容器用ニッケル鋼鋼板
JIS G 3202 (1988)　（追補 1：2008）圧力容器用炭素鋼鍛鋼品
JIS G 3203 (1988)　（追補 1：2008）高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品
JIS G 3204 (1988)　（追補 1：2008）圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品
JIS G 3205 (1988)　（追補 1：2008）低温圧力容器用鍛鋼品
JIS G 3206 (1993)　（追補 1：2008）高温圧力容器用高強度クロムモリブデン鋼鍛鋼品
JIS G 3214 (1991)　（追補 1：2009）圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品
JIS G 3454 (2017)　圧力配管用炭素鋼鋼管
JIS G 3455 (2016)　高圧配管用炭素鋼鋼管
JIS G 3456 (2014)　（追補 1：2016）高温配管用炭素鋼鋼管
JIS G 3458 (2018)　配管用合金鋼鋼管
JIS G 3459 (2016)　（追補 1：2017）配管用ステンレス鋼鋼管
JIS G 3460 (2018)　低温配管用鋼管
JIS G 3461 (2012)　ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管
JIS G 3462 (2014)　（追補 1：2016）ボイラ・熱交換器用合金鋼鋼管
JIS G 3463 (2012)　ボイラ･熱交換器用ステンレス鋼鋼管
JIS G 3464 (2018)　低温熱交換器用鋼管

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

JIS G 3601 (2012)　ステンレスクラッド鋼
JIS G 3602 (2012)　ニッケル及びニッケル合金クラッド鋼
JIS G 3603 (2012)　チタンクラッド鋼
JIS G 3604 (2012)　銅及び銅合金クラッド鋼
JIS G 4051 (2016)　機械構造用炭素鋼鋼材
JIS G 4107 (2007)　（追補 1：2010）高温用合金鋼ボルト材
JIS G 4108 (2007)　（追補 1：2010）特殊用途合金鋼ボルト用棒鋼
JIS G 4109 (2013)　ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板
JIS G 4110 (2015)　高温圧力容器用高強度クロムモリブデン鋼及び
クロムモリブデンバナジウム鋼鋼板
JIS G 4303 (2012)　ステンレス鋼棒
JIS G 4304 (2012)　（追補 1：2015）熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯
JIS G 4305 (2012)　（追補 1：2015）冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯
JIS G 4311 (2011)　耐熱鋼棒及び線材
JIS G 4312 (2011)　耐熱鋼板及び鋼帯
JIS G 4901 (1999)　（追補 1：2008）耐食耐熱超合金棒
JIS G 4902 (1991)　耐食耐熱超合金板
JIS G 4903 (2017)　配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管
JIS G 4904 (2017)　熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管
JIS H 3100 (2018)　銅及び銅合金の板及び条
JIS H 3250 (2015)　銅及び銅合金の棒
JIS H 3300 (2012)　銅及び銅合金の継目無管
JIS H 4000 (2014)　（追補 1：2017）アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条
JIS H 4040 (2015)　アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線
JIS H 4080 (2015)　アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管
JIS H 4100 (2015)　アルミニウム及びアルミニウム合金の押出形材
JIS H 4140 (1988)　アルミニウム及びアルミニウム合金鍛造品
JIS H 4551 (2000)　ニッケル及びニッケル合金板及び条
JIS H 4553 (1999)　ニッケル及びニッケル合金棒
JIS H 4600 (2012)　チタン及びチタン合金－板及び条
JIS H 4630 (2012)　チタン及びチタン合金－継目無管
JIS H 4631 (2012)　チタン及びチタン合金－熱交換器用管
JIS H 4635 (2012)　チタン及びチタン合金－溶接管
JIS H 4650 (2016)　チタン及びチタン合金－棒
JIS Z 2241 (2011)　金属材料引張試験方法
JIS Z 2242 (2005)　金属材料シャルピー衝撃試験方法
JIS Z 2320-1 (2017)　非破壊試験－磁粉探傷試験－第 1 部：一般通則
JIS Z 2320-2 (2017)　非破壊試験－磁粉探傷試験－第 2 部：検出媒体

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

JIS Z 2320-3 (2017)　非破壊試験－磁粉探傷試験－第 3 部：装置
JIS Z 2343-1 (2017)　非破壊試験－浸透探傷試験－第 1 部：一般通則
：浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類
JIS Z 3060 (2015)　鋼溶接部の超音波探傷試験方法
JIS Z 3080 (1995)　アルミニウムの突合せ溶接部の超音波斜角探傷試験方法
JIS Z 3081 (1994)　アルミニウム管溶接部の超音波斜角探傷試験方法
JIS Z 3082 (1995)　アルミニウムのＴ形溶接部の超音波探傷試験方法
JIS Z 3104 (1995)　鋼溶接継手の放射線透過試験方法
JIS Z 3105 (2003)　アルミニウム溶接継手の放射線透過試験方法
JIS Z 3106 (2001)　ステンレス鋼溶接継手の放射線透過試験方法
JIS Z 3107 (1993)　（追補 1：2008）チタン溶接部の放射線透過試験方法
JIS Z 3111 (2005)　溶着金属の引張及び衝撃試験方法
JIS Z 3121 (2013)　突合せ溶接継手の引張試験方法
JIS Z 3122 (2013)　突合せ溶接継手の曲げ試験方法
JIS Z 3221 (2013)　ステンレス鋼被覆アーク溶接棒
JIS Z 3224 (2010)　ニッケル及びニッケル合金被覆アーク溶接棒
JIS Z 3225 (1999)　（追補 1：2007）９％ニッケル鋼用被覆アーク溶接棒
JIS Z 3321 (2013)　溶接用ステンレス鋼溶加棒、ソリッドワイヤ及び鋼帯
JIS Z 3323 (2007)　ステンレス鋼アーク溶接フラックス入りワイヤ及び溶加棒
JIS Z 3324 (2010)　サブマージアーク溶接によるステンレス鋼溶着金属の品質区分
及び試験方法
JIS Z 3332 (1999)　（追補 1：2007）９％ニッケル鋼用ティグ溶加棒及びソリッドワイヤ
JIS Z 3333 (1999)　（追補 1：2007）９％ニッケル鋼用サブマージアーク溶接ソリッドワイヤ
及びフラックス
JIS Z 3334 (2017)　ニッケル及びニッケル合金溶接用溶加棒、ソリッドワイヤ及び帯
JIS Z 3801 (1997)　手溶接技術検定における試験方法及び判定基準
JIS Z 3805 (1997)　チタン溶接技術検定における試験方法及び判定基準
JIS Z 3811 (2000)　アルミニウム溶接技術検定における試験方法及び判定基準
JIS Z 3821 (2001)　ステンレス鋼溶接技術検定における試験方法及び判定基準
JIS Z 3841 (1997)　半自動溶接技術検定における試験方法及び判定基準
ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section II (2010)　ボイラ圧力容器規格（材料）
ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII Division 2 (2010)
ボイラ圧力容器規格（圧力容器：特定規格）
ASME B16.5 (2017)　管フランジ及びフランジ付管継手
ASME B16.9 (2018)　工場製作鋼製突合せ溶接式継手
ASME B16.11 (2016)　ソケット溶接式及びねじ込み式鍛造製継手
ASME B16.47 (2017)　大口径鋼製フランジ
ASTM E 208 (2017)　フェライト鋼の無延性遷移温度を求めるための落重試験の標準試験方法

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

ASTM E 1820 (2018)　破壊靭性測定に対する標準試験方法
BS EN 13445-3 (2009)　火なし圧力容器（設計）
KHKS 0220 (2016)　超高圧ガス設備に関する基準
KHKS 1222 (2016)　ねじ構造の強度設計指針

3　用語の定義

本基準で使用する用語の意味は、省令で使用する用語の例及び日本工業規格（以下「**JIS**」という。）**B 0190** によるほか、次の **a)**～**g)** による。

a)　耐圧部分

特定設備のうち、内面又は外面に圧力 0 Pa を超える圧力を保持する部分及び圧力によって生じる荷重を保持する部分をいう。ただし、次の **1)**及び **2)**を除く。

1)　特定設備の内部にあって圧力の保持の目的に直接供されないもの（邪魔板、ガイドパイプ等）

2)　耐圧部分に施すライニング、メッキ等強度部材以外のもの

b)　設計温度

特定設備を使用することができる最高及び最低の温度として設備の運転時、停止時、異常時、環境温度等を考慮して設定する温度をいう。

c)　設計圧力

特定設備の耐圧部分の使用し得る最高圧力（負圧の場合は、最低圧）をいい、熱交換器等の一つの特定設備の中に仕切られた複数の圧力室が存在する場合の差圧は含まない。ただし、複数の圧力室のいずれかが負圧である場合は、設計圧力とは差圧の最大値をいい、また、複数の圧力室を配管で連結し配管中に弁類がない場合は、差圧をもって設計圧力とみなしてもよい。

d)　炭素鋼

JISB 8285 附属書 A に規定する P 番号 1 に対応する種類の記号の鋼材及びこれらに類する鋼材をいう。

備考：　**4.1.1 b)**に規定する特定材料の P 番号及びグループ番号は **ASME Boiler and Pressure Vessel Code**（以下「**ASME**」という。）**Section II Part D** の Table 5A 又は Table 5B の規定により、「**JIS B 8285 附属書 A**」は「**ASME Section II Part D** の Table 5A 又は Table 5B」と読み替え、かつ、**JIS B 8285 附属書 A** の P 番号及びグループ番号と **ASME Section II Part D** の Table 5A 又は Table 5B の P 番号及びグループ番号の対比は**附属書 C** による（以下同じ。）。

e)　低合金鋼

JIS B 8285 附属書 A に規定する P 番号 3、4、5、9A 及び 9B に対応する種類の記号の鋼材及びこれらに類する鋼材をいう。

f)　高合金鋼

JIS B 8285 附属書 A に規定する P 番号 6、7、8A 及び 8B に対応する種類の記号の鋼材及びこれらに類する鋼材をいう。

g)　最低設計金属温度

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

特定設備を使用するときの最低の温度（運転開始時又は停止時の温度、最低運転温度、運転時の異常状態での温度、他の冷却源による温度、大気温度等を含み、耐圧試験時の加圧媒体の温度は含まない。）を考慮して定める温度で、**附属書 I** の規定より求める材料及び溶接継手の使用可能温度のうちの最も高い温度以上で、設計温度における最低の温度以下の温度。

4 材料

4.1 使用材料

4.1.1 耐圧部分及び耐圧部分に直接溶接で取付ける非耐圧部分の材料

耐圧部分及び耐圧部分に直接溶接で取付ける非耐圧部分は、次の **a)～d)** のいずれかの材料を使用する。

a) **附属書 A** の**表 A.1** に規定する規格に適合する材料（以下「規格材料」という。）

b) **ASME Section VIII Division 2** で使用できる材料のうち、**附属書 B** に規定する材料（以下「特定材料」という。）で、かつ、**ASME Section VIII Division 2** の材料の品質、試験、検査等の規定をすべて満足する材料

c) 規格材料と同等な他の公的な規格で規定する材料（以下「同等材料」という。）。ここで、同等材料とは、次の **1)～3)**のいずれかに適合する材料をいう。

1) 規格材料と化学的成分、機械的性質、試験方法及び試験片の採取方法が同一で、厚さの範囲が異なる材料。ただし、**附属書 A** の**表 A.1** で厚さの範囲の制限を規定している規格材料の同等材料は、規格材料の厚さの範囲を超えて使用できない。

2) 規格材料と化学的成分及び機械的性質が同一で、製造方法又は形状が異なる材料（例えば、鍛造品と鋼板の違いをいう。）

3) 規格材料と化学的成分、機械的性質、試験方法及び試験片の採取方法が同一で、規格の改正年度が異なる材料

d) クラッド鋼

クラッド鋼とは、次の **1)～7)** のいずれかの規格に適合し、かつ、母材及び合せ材がそれぞれ規格材料、特定材料又は同等材料の規格に適合するものをいう。

1) **JIS G 3601** ステンレスクラッド鋼

2) **JIS G 3602** ニッケル及びニッケル合金クラッド鋼

3) **JIS G 3603** チタンクラッド鋼

4) **JIS G 3604** 銅及び銅合金クラッド鋼

5) **ASME Section II SA-263** 耐食性クロム鋼クラッド鋼板

6) **ASME Section II SA-264** 耐食性クロムニッケル鋼クラッド鋼板

7) **ASME Section II SA-265** ニッケル及びニッケル合金鋼クラッド鋼板

4.1.2 溶接材料

耐圧部分の溶接及び耐圧部分と非耐圧部分の溶接に用いる溶接材料は、**JIS** 規格材料、**AWS** 規格材料又は **JIS** 規格材料と同等な他の公的な規格に規定する溶接材料を使用する。ここで、「同等」とは、**4.1.1c)**の規定を満足する場合をいう。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

4.1.3　ボルト及びナットの材料

ボルト及びナットの材料は、**JIS B 8265 附属書 B** の**表 B.4** で規定する材料及び **ASME Section VIII Division 2** の Table 3.4～Table 3.7（Table 3.4 の SA-449 を除く。）に規定する材料を使用する。ただし、**JIS G 3101** 及びその同等材料は使用できない。

4.1.4　材料検査証明書

耐圧部分の材料、耐圧部分に直接溶接で取付ける非耐圧部分の材料及び溶接材料の材料検査証明書は、次の **a)** 及び **b)**による。

a)　材料検査証明書は、**ISO 9001** の品質管理システムを有する材料製造者の製造部門より独立した品質管理部門により作成、承認されている。

b)　材料検査証明書は、**8.1** に規定する材料購入時の材料の識別表示と照合できる。

4.2　材料の使用温度範囲

耐圧部分及び耐圧部分に直接溶接で取付ける非耐圧部分の材料は、次の **a)**に規定する最高使用温度以下の温度及び **b)** に規定する最低使用温度以上の温度の範囲で使用する。

a)　最高使用温度

次の **1)**～**3)**に規定する温度をいう。

1)　規格材料及び同等材料は、材料の種類に応じて**附属書 A** の**表 A.1** に規定する許容引張応力に対応する温度の範囲のうちの最高の温度

2)　特定材料は、材料の種類に応じて **ASME Section II Part D** の Table 5A 又は Table 5B の最高使用温度の欄で規定する温度

3)　ボルト及びナットの材料は、材料の種類に応じて **JIS B 8265 附属書 B** の**表 B.4** に規定する許容引張応力に対応する温度の範囲のうちの最高の温度、及び **ASME Section II Part D** の Table 3 の最高温度制限の VIII-2 の欄で規定する温度

b)　最低使用温度

附属書 I の規定により求める材料の使用可能な最低温度をいう。

備考　：　クラッド鋼の最高使用温度及び最低使用温度は、次の **1)**及び **2)** による。

1)　最高使用温度　合せ材を強度に含める場合は、母材の最高使用温度又は合せ材の最高使用温度のいずれか低い温度とし、合せ材を強度に含めない場合は母材の最高使用温度とする。

2)　最低使用温度　母材の最低使用温度とする。

4.3　材料の使用制限

材料の使用制限は、次の **a)**～**c)**による。

a)　**表 4.1** に示す対象部分には、対象部分に対応する材料又はこれらの同等材料（クラッド鋼は、母材が同等材料の場合をいう。）を使用できない。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 4.1　材料の使用制限

対象部分	材料
・設計圧力が 1.6MPa を超える設備の耐圧部分 ・毒性ガスの設備の耐圧部分 ・厚さが 16mm を超える耐圧部分のうち、胴板鏡板、ﾏﾝﾎｰﾙ胴、管台、ふた板及びフランジ等の部分 ・設計圧力が 1MPa を超える設備の胴の長手継手を行う部分及び溶接により鏡板にする部分	**JIS G 3106** の種類の記号が SM400A、SM490A 及び SM490YA
設計圧力が 3MPa を超える設備の耐圧部分	**JIS G 3106**

b)　溶接する部分の材料の炭素含有量（溶鋼分析値）は、0.35% 以下とする。

c)　耐圧部分に直接溶接で取付ける強め輪、非耐圧部分等の材料は、規定最小降伏点又は 0.2% 耐力の値が、耐圧部分の材料の規定最小降伏点又は 0.2%耐力の値の 0.8～1.2 倍の値の材料とする。

ただし、強め輪、非耐圧部分等を取付ける耐圧部分の材料が 9% ニッケル鋼の場合は、強め輪、非耐圧部分等の材料は耐圧部分と同一材料、UNS N10665、UNS N10276 又は非空冷硬化形のオーステナイト系ステンレス鋼のいずれかとする。

案

4.4　材料の機械試験

4.4.1　材料の衝撃試験、落重試験又は破壊靭性試験の要否及び実施

材料の機械試験のうち、材料の衝撃試験、落重試験又は破壊靭性試験（以下「衝撃試験等」という。）の要否及び実施は、**附属書 I** の規定による。

4.4.2　材料の機械試験

材料の機械試験（**4.4.1** の衝撃試験等を除く。）は、次の **a)**～**c)** による。

a)　耐圧部分及び耐圧部分に直接溶接で取付ける非耐圧部分の材料は、材料規格に規定する機械試験を行い、材料規格に規定する機械的性質を満足することを、材料検査証明書又は実施した試験結果より確認する。

b)　次の **1)**の材料を使用し、製作中に熱処理を行う場合は、上記 **a)**に加えて、材料から 2 個の引張試験片及び 1 組（3 個の試験片からなる。）の衝撃試験片を採取し、次の **2)**及び **3)** に規定する熱処理を与えて、材料規格に規定する試験方法による引張試験及び設備の最低設計金属温度での衝撃試験を行い、2 個の引張試験結果は材料規格に規定する機械的性質を、衝撃試験結果は 3 個の平均値が 54J、1 個の最小値が 48J を満足することを確認する。

なお、上記の引張試験又は衝撃試験の試験条件が **a)**に規定する材料規格の機械試験の条件と同一の場合は、同一の機械試験を省略することができる。

1)　**JIS G 3206** の種類の記号が SFVCM F3V 及び SFVCM F22V の材料、**JIS G 4110** の種類の

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

記号が SCMQ4V 及び SCMQ5V の材料、これらの同等材料並びにこれらに相当する特定材料

備考：「これらに相当する特定材料」とは、次の材料をいう。
1) **SA-182** グレード F3V 及びグレード F22V
2) **SA-336** グレード F3V 及びグレード F22V
3) **SA-508** グレード 3V 及びグレード 22 ｸﾗｽ 3
4) **SA-541** グレード 3V、グレード 22V 及びグレード 22 ｸﾗｽ 3
5) **SA-542**（すべてのグレード）及び SA-832（すべてのグレード）

2) 1 個の引張試験片には、実際の最高熱処理温度から 14℃を減じた温度以上、最高熱処理温度以下の温度で、実際の熱処理の保持時間の 80%以上、保持時間以下の時間の熱処理

3) 1 個の引張試験片及び 1 組（3 個の試験片からなる。）の衝撃試験片には、実際の最低熱処理温度に 14℃を加えた温度以下、最低熱処理温度以上の温度で、実際の熱処理の保持時間の 120%以下、保持時間以上の時間の熱処理

c) クラッド鋼（肉盛クラッドを除く。）で合せ材を強度に含める場合は、**4.1.1 d)** のクラッド鋼の規格に規定する方法によりせん断強さ試験を行い、クラッド鋼の規格に規定するせん断強さを満足することを確認する。

案

4.4.3 機械試験片の採取及び試験片の数

4.4.1 及び **4.4.2** の試験に供する試験板（板以外の材料及び粗試験片を含む。以下同じ。）、試験板からの試験片の採取及び試験片の数は、次の **a)～d)** による。

a) 板の場合は、次の **1)** 及び **2)**による。

1) 試験板の採取、試験片の採取位置及び試験片の数は、材料規格の規定によるが、引張試験片及び衝撃試験片の採取方向は鋼板の最終圧延方向に直角な方向とする。なお、**4.4.2 b)** に規定する機械試験の試験片の数は、**4.4.2 b)** の規定による。

2) 焼ならし（加速冷却を含む。）、焼ならし焼戻し又は焼入れ焼戻しを行った鋼板又は試験板から試験片を採取する場合は、**1)**の規定に加え、試験片の端面が熱処理端から材料又は試験板の厚さ以上離れた位置となるように採取する。

b) 管の場合は、次の **1)** 及び **2)**による。

1) 試験板の採取、試験片の採取位置及び試験片の数は、材料規格の規定による。

2) 焼ならし（加速冷却を含む。）を行った鋼管から試験片を採取する場合は、**1)**の規定に加え、試験片の端面が熱処理端から材料又は試験材の厚さ以上離れた位置となるように採取する。

c) 棒鋼（ボルト用棒鋼及び鋼材を含む。）の場合は、次の **1)** 及び **2)**による。

1) 試験板の採取、試験片の採取位置及び試験片の数は、材料規格の規定によるが、試験片は材料表面又は圧延面から 0.25t（ここで、t は棒鋼の直径又は厚さをいう。）の位置（0.25t の位置で採取できない場合はできるだけその位置に近い位置とする。）から採取する。

2) 棒鋼を熱処理する場合は、試験片の端面が熱処理端から棒鋼の直径又は対辺距離の 1 倍以上離れた位置から採取する。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

d) 鍛鋼品の場合は、次の **1)** 及び **2)**による。

1) 試験板の採取、試験片の採取位置及び試験片の数は、材料規格及び **JIS G 0306** の **4.2.2**（供試材及び試験片の採り方、その数並びに試験方法）の（1）（圧力容器用鍛鋼品の場合）の規定による。ただし、**4.4.2 b)** に規定する機械試験の試験片の数は、**4.4.2 b)** の規定による。

2) 単純なリング状鍛鋼品の場合は、次の **2.1)**～**2.3)**のすべてを満足する別の鍛鋼品から採取してもよい。ただし、試験板又は試験片の軸は、第一の熱処理面から T/4 以上で、かつ、第二の熱処理面から T 以上離れた位置とする。ここで、T は鍛鋼品の熱処理厚さをいい、**JIS G 0306** の**図 2** による。

2.1) 鍛鋼品と同一溶鋼で、実質的に同一鍛錬比であり、かつ、同一種類の熱間加工を行う。

2.2) 鍛鋼品と同一熱処理炉で、同一条件で熱処理を行う。

2.3) 鍛鋼品の熱処理厚さが同一である。

4.4.4 試験板の熱処理

耐圧部分の材料に製作中に熱処理を行う場合、耐圧部分の試験板の熱処理は、次の **a)**～**e)**による。ここで、製作中の熱処理とは、炭素鋼及び低合金鋼は 482℃を超える温度での加工、溶接後熱処理等、オーステナイト鋼は 316℃を超える温度での加工、溶接後熱処理等をいう。

a) 熱処理は、**4.4.3** で採取した試験板に行う。

b) 試験板に行う熱処理は、製作中と同一の熱処理とする。ただし、熱処理が焼ならし又は焼入れ焼戻しの場合、冷却速度は材料の熱処理時の冷却速度と同じ程度で、かつ、早くない冷却速度とする。

c) クラッド鋼（肉盛溶接する場合を含む。）で、かつ、材料の熱処理でオーステナイト化温度から焼ならし又は急速冷却を行う場合、試験板は熱処理前の同寸法のクラッド鋼から採取する。

d) 試験板に溶接後熱処理に相当する熱処理を行う場合、熱処理は、連続する 1 回の熱処理で、設備が実際に受ける溶接後熱処理の合計保持時間の 80 % 以上の保持時間で行ってもよい。

e) **4.4.2 b)1)** に規定する材料の試験板の熱処理は、**4.4.2 b) 2)** 及び **3)** による。

4.5 材料の非破壊試験

4.5.1 材料の超音波探傷試験

材料の超音波探傷試験は、次の **a)** 及び **b)**による。

a) 耐圧部分の材料のうち、次の **1)**～**4)** の材料は超音波探傷試験を行い、判定基準で合格となることを確認する。

1) 厚さが 50mm 以上の鋼板

2) 合せ材を強度に含めるクラッド鋼の母材部及び接合部分

3) 厚さ又は径が 50mm 以上の鍛鋼品

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

4) 呼び径（ナットは高さ）が 50mm を超えるボルト及びナット

備考 ： ボルト及びナットの超音波探傷試験は、ねじ加工前に行う。

b) 材料の超音波探傷試験の方法及び判定基準は、次の **1)**～**4)** による。

1) 鍛鋼品は、**JIS G 0587** に規定の方法により最終熱処理後に超音波探傷試験を行い、規格の**附属書 B** の**表 B.2** の 1 類又は 2 類を合格とする。

2) 鍛鋼品以外（ボルト及びナットを除く。）は、**JIS G 0801** 又は **JIS G 0802** に規定の方法により最終熱処理後に超音波探傷試験を行い、規格による重欠陥又は重きずの個数、欠陥又はきず 1 個の最大指示長さ、密集度及び占有率の数値が材料の欠陥の程度に応じ、**JIS G 0801** の**表 13** 及び**表 14** に規定する数値以下又は **JIS G 0802** の**表 12** 及び**表 13** に規定する数値以下を合格とする。

3) クラッド鋼の接合部分は、**JIS G 0601** の **6**（超音波探傷試験）に規定の方法により最終熱処理後に超音波探傷試験を行い、**JIS G 3601** の**表 3** の等級 F を合格とする。

4) ボルト及びナットは、周波数 2.25MHz で面積 625mm^2 以下の探触子を用いて垂直探傷法で全体積について超音波探傷試験を行い、健全部の底面エコーの 20%を超える指示がある場合又は健全部の底面エコーと比較し底面エコーが 50%以下となる不連続部がある場合は不合格とする。

参考

4.5.2 材料の磁粉探傷試験又は浸透探傷試験

呼び径が 25mm を超えるボルト及びナットは、ねじ加工終了後の完成品の段階で全表面の磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行う。ここで、試験の方法は **a)** により、判定基準は **b)**による。

a) 磁粉探傷試験の方法は **JIS Z2320** により、浸透探傷試験の方法は **JIS Z 2343-1** による。

b) 次の **1)**～**4)**をすべて満足する場合を合格とする。

1) 表面に割れによる指示模様がない。

2) 線状の指示模様の最大長さが 4mm 以下である。

3) 円形状の指示模様の長径が 4mm 以下である。

4) 面積 2500mm の範囲内に最大長さ（又は長径）が 4mm 以下の線状の指示模様（又は円形状の指示模様）が多数ある場合は、**表 4.2** の指示模様の種類に対応する点数と個数の積の和が 12 以下である。

表 4.2 指示模様の種類と点数

指示模様の種類	最大長さ又は長径が 2mm 以下の指示模様の点数	最大長さ又は長径が 4mm 以下の指示模様の点数
線状の指示模様	3	6
円形状の指示模様	1	2

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

4.5.3　材料の目視検査

材料の目視検査は、次の **a)** 及び **b)**による。

a)　材料の表面に使用上有害な傷、打こん、腐食等の欠陥がないことを確認する。

b)　ボルト及びナットの表面（ねじ加工部を含む。）には、割れ、しわ、重なり部分等の不連続部分がないことを確認する。

4.6　材料の諸物性値

設計温度における材料の縦弾性係数及び線膨張係数の値は、**附属書 A** による。

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

5　設計

5.1　一般事項

5.1.1　一般

設計に係る一般事項は、次の **a)**～**c)** による。

a)　設計で使用する寸法は、腐れ代を除いた寸法とする。

b)　耐圧部分の材料が腐食又は摩耗するおそれがある場合は、1mm 以上の腐れ代を設ける。

c)　耐圧部分及び特定支持構造物の最小厚さ及び応力の検討は、考慮する荷重及びそれらの荷重の組合せのそれぞれに対して行う。

なお、考慮する荷重及びそれらの荷重の組合せは、使用者設計仕様書の指示による。

備考：　耐圧部分の最小厚さの検討の際は、局所的に作用する荷重（支持構造物からの反力、管台に作用する軸方向荷重、曲げモーメント等の外力等をいう。）による局部応力の検討を含める。

5.1.2　考慮する荷重

設計の際には、圧力（内圧及び外圧）に加え、必要に応じて次の **a)**～**j)**の荷重を考慮する。

a)　液頭圧

b)　支持構造物を含む設備の自重及び内部流体の重量

c)　内部充填物、内部附属品（トレイ、デミスター等）及び外部附属品（吊り金具、ステージ、ラダー等）の重量

d)　保温材（保冷材）、耐火材等の重量

e)　設備が支持する他機器（リボイラー等）の重量

f)　地震荷重、風荷重及び積雪荷重

g)　熱（温度）による荷重（弾性追従の荷重のみ考慮する。）

h)　支持構造物からの反力

i)　管台に作用する軸方向荷重、曲げモーメント等の外力

j)　その他の使用者設計仕様書で指示される荷重

案

備考：1. 地震荷重と風荷重が同時に作用することは、考慮しなくてよい。
2. 圧力及び **a)**～**j)** の荷重は、必要に応じて繰返し荷重及び動的荷重を考慮する。
3. **g)**の熱（温度）による荷重で、弾性追従しない荷重に対しては、**5.16**（疲労解析）で評価する。

5.1.3　必要最小厚さ

耐圧部分は、次の **a)**～**d)**の部分に用いる場合を除き、炭素鋼又は低合金鋼を使用する場合は 2.5mm に腐れ代を加えた厚さ（成形を行う場合は成形後の厚さをいい、クラッド鋼は母材の厚さをいう。）以上、高合金鋼、ニッケル･クロム･鉄合金又は非鉄金属を使用する場合は 1.5mm に腐れ代を加えた厚さ以上とする。

a)　プレート式熱交換器の伝熱板

b)　二重管式熱交換器の内管及び多管式熱交換器の伝熱管で、呼び径 150A（DN150）以下の管

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

c) 空冷式熱交換器の伝熱管で、次の **1)**～**4)**をすべて満足する管

1) 毒性ガスの設備に用いる管でない。

2) 伝熱管は、フィン又は他の機械的方法で保護されている。

3) 伝熱管の外径は、9.5mm 以上 38.1mm 以下である。

4) 伝熱管の厚さは、**5.1.4** の最小厚さ又は 0.6mm のいずれか大きい値の厚さ以上である。

d) 伸縮継手

5.1.4 最小厚さ

耐圧部分の最小厚さは、次の **a)**～**c)**による。

a) 最小厚さの計算は **5.4**～**5.18** による。

b) 最小厚さは、考慮する荷重及びそれらの組合せのそれぞれに対して計算し、最大となる厚さとする。

c) 上記 **b)**で得られた最小厚さに腐れ代を加えた厚さが **5.1.3** の必要最小厚さより小さい場合は、**5.1.3** の必要最小厚さを最小厚さとする。

5.2 許容応力

5.2.1 材料の許容引張応力

設計温度における材料の許容引張応力の値は、次の **a)**～**e)** による。

a) 規格材料の許容引張応力

設計温度における規格材料の許容引張応力の値は、**附属書 A** の**表 A.1** に規定する値以下とする。ただし、設計温度が 40℃未満の場合は、40℃の値以下とする。

b) 同等材料の許容引張応力

設計温度における同等材料の許容引張応力の値は、対応する規格材料の許容引張応力の値以下とする。

c) 特定材料の許容引張応力

設計温度における特定材料の許容引張応力の値は、**ASME Section II Part D** の Table 5A 又は Table 5B に規定する値以下とする。ただし、設計温度が－30℃未満の場合は、－30℃の値以下とする。

d) クラッド鋼の許容引張応力

設計温度におけるクラッド鋼の許容引張応力の値は、合せ材を強度に含めない場合は母材の設計温度における許容引張応力の値以下とし、合せ材を強度に含める場合は次式より求める値以下とする。

ただし、合せ材を強度に含める場合には、母材及び合せ材のそれぞれの許容引張応力のいずれか小さい値は、大きい値の 70%以上とする。

$$\sigma = \frac{\sigma_1 t_1 + \sigma_2 t_2}{t_1 + t_2}$$

ここで、t_1 、t_2、σ 、σ_1 及び σ_2 は、それぞれ次の値を表す。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

t_1 ： 母材の厚さ (mm)

t_2 ： 合せ材の厚さ (mm)

σ ： クラッド鋼の設計温度における許容引張応力 (N/mm^2)

σ_1 ： 母材の材料の設計温度における許容引張応力 (N/mm^2)

σ_2 ： 合せ材の材料の設計温度における許容引張応力 (N/mm^2)。ただし、$\sigma_2 \geq \sigma_1$ の場合は、$\sigma_2 = \sigma_1$ として計算する。

e) ボルト材料の許容引張応力

設計温度における規格材料及びその同等材料の許容引張応力は、**JIS B 8265 附属書 B** の**表 B.4** に規定する値以下とする。また、設計温度における特定材料の許容引張応力は、**ASME Section II Part D** の Table 3 に規定する値以下とする。

5.2.2 材料の許容曲げ応力

設計温度における材料の許容曲げ応力の値は、設計温度における許容引張応力の値の 1.5 倍の値以下とする。

5.2.3 材料の許容せん断応力

設計温度における材料の許容せん断応力の値は、設計温度における許容引張応力の値の 0.8 倍の値以下とする。

5.2.4 材料の許容圧縮応力

設計温度における材料の許容圧縮応力の値は、設計温度における許容引張応力の値又は次の **a)** 又は **b)**に示す許容座屈応力の式から求める値のいずれか小さい値以下とする。

a) 円筒胴

$$\sigma_{cr} = \frac{0.3Et}{D_m\left(1 + 0.004E/\sigma_y\right)}$$

ここで、D_m、E、t、σ_{cr} 及び σ_y は、それぞれ次の値を表す。

D_m ： 胴の平均直径 (mm)

E ： 設計温度における材料の縦弾性係数 (N/mm^2)

t ： 円筒胴の最小厚さ (mm)

σ_{cr} ： 許容座屈応力 (N/mm^2)

σ_y ： 設計温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力で、規格材料及び同等材料は**附属書 A**、特定材料は **ASME Section II Part D** の Table Y-1 による (N/mm^2)。

b) 管

次の条件式を満足する場合は **1)**、満足しない場合は **2)**に規定する算式により求まる値

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$\sqrt{\frac{2\pi^2 E}{\sigma_y}} \leq \frac{kl}{i}$$

1)条件式を満足する場合

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 E}{2\left(\frac{kl}{i}\right)^2}$$

2)条件式を満足しない場合

$$\sigma_{cr} = \frac{\sigma_y}{2}\left(1 - \frac{\frac{kl}{i}}{2\sqrt{\frac{2\pi^2 E}{\sigma_y}}}\right)$$

1）及び **2**）の式において、E、i、k、l、σ_{cr} 及び σ_y は、それぞれ次の値を表す。

i ： 管の断面二次半径 (mm)

k ： 管の支持の方法による係数で、**表 5.1** による。

表 5.1　係数 *k* の値

管の支持の方法	k
管板で支持する場合	0.6
管板とバッフル間で支持する場合	0.8
バッフル間で支持する場合	1.0

l ： 管の支持長さ (mm)

E、σ_{cr}、σ_y　： **a)** による。

5.2.5　組合せ荷重の場合の材料の許容応力

圧力（内圧又は外圧で、値が 0MPa の場合を含む。）と圧力以外の荷重の組合せ荷重の場合の設計温度における材料の許容応力の値は、次の **a)**～**d)** による。

a)　圧力と常時作用する荷重の組合せの場合、対象部位の応力計算結果を用いて**附属書 D** の **D.2.2** より求めるミーゼスの相当応力の値は、材料の設計温度における許容引張応力の値以下とする。

b)　圧力と一時的に作用する荷重の組合せの場合又は圧力と常時作用する荷重と一時的に作用する荷重の組合せ荷重の場合、対象部位の応力計算結果を用いて**附属書 D** の **D.2.2** より求めるミーゼスの相当応力の値は、設計温度における材料の許容引張応力の 1.5 倍の値又は設計温度における材料の降伏点（又は 0.2%耐力）の 90%の値のいずれか小さい値以下とする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

備考：一時的に作用する荷重とは、次の **1)** 及び **2)**による。

1) 外環境により作用する荷重で、季節、時期等によりその値が変動する荷重。例えば、地震荷重、風荷重、積雪荷重等をいう。

2) 設備の運転操作、運転条件等により作用する荷重で、設備運転中の一時期のみ作用する荷重。例えば、スタートアップ時の温度変動による熱応力、配管荷重等をいう。

c) 繰返し荷重（複数の荷重と周期の組合せ、及び脈動を含む。）が作用する場合は、**5.16** の規定による。

d) 高圧ガス設備等耐震設計基準（耐震告示）を適用する、圧力と地震動による荷重が作用する場合は、**5.17** の規定による。

5.3 溶接継手の効率

溶接継手の効率は、**7.9.2** に規定する試験グループに応じて**表 5.2** による。

表 5.2　溶接継手の効率

試験グループ	溶接継手の効率
1a	1.0
1b	1.0
3a	0.85
3b	0.85

備考 ： 試験グループ 1a、1b、3a 及び 3b の区分は、**7.9.2** の**表 7.5** の規定による。

5.4 内圧を保持する胴又は管の最小厚さ

内圧（内圧と圧力以外の荷重を含む。）を保持する胴又は直管の最小厚さは、次の **a)**～**c)**による。

a) 円筒胴又は直管の最小厚さは、**附属書 D** の **D.2.2** による。

b) 球形胴の最小厚さは、**附属書 D** の **D.2.3** による。

c) 円すい胴（円筒胴と円すい胴の接続部の補強を含む。）の最小厚さは、**附属書 D** の **D.2.4** 及び **D.4** による。

5.5 内圧を保持する鏡板の最小厚さ

内圧（内圧と圧力以外の荷重を含む。）を保持する鏡板の最小厚さは、次の **a)**～**d)**による。

a) さら形鏡板の最小厚さは、**附属書 D** の **D.3.2** による。

b) 全半球形鏡板の最小厚さは、**附属書 D** の **D.3.3** による。

c) 半だ円体形鏡板の最小厚さは、**附属書 D** の **D.3.4** による。

d) 円すい体形鏡板（円筒胴と円すい体形鏡板の接続部の補強を含む。）の最小厚さは、**附属書 D** の **D.3.5** 及び **D.4** による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

5.6 外圧を保持する胴又は管の最小厚さ

外圧を保持する胴又は直管の最小厚さは、次の **a)**～**c)**による。

a) 円筒胴又は直管の最小厚さは、**附属書 E** の **E.2.1** による。

b) 球形胴の最小厚さは、**附属書 E** の **E.2.2** による。

c) 円すい胴（円筒胴と円すい胴の接続部の補強を含む。）の最小厚さは、**附属書 E** の **E.2.3** による。

5.7 外圧を保持する鏡板の最小厚さ

外圧を保持する鏡板の最小厚さは、次の **a)**～**d)**による。

a) さら形鏡板の最小厚さは、**附属書 E** の **E.3.2** による。

b) 全半球形鏡板の最小厚さは、**附属書 E** の **E.3.3** による。

c) 半だ円体形鏡板の最小厚さは、**附属書 E** の **E.3.4** による。

d) 円すい体形鏡板の最小厚さは、**附属書 E** の **E.3.5** による。

5.8 曲げ加工管の最小厚さ

内圧又は外圧を保持する曲げ加工管の最小厚さは、次の **a)**又は **b)**による。

a) 内圧を保持する曲げ加工管の最小厚さは、**附属書 D** の **D.5** による。

b) 外圧を保持する曲げ加工管の最小厚さは、**附属書 E** の **E.4** による。

5.9 フランジ付き鏡板の鏡板及びフランジの最小厚さ

フランジ付き鏡板の鏡板及びフランジの最小厚さは、**附属書 F** による。

5.10 穴補強

耐圧部分の穴補強は、次の **a)**～**g)**による。

a) 胴及び管台の一般要求事項は、**附属書 G** の **G.3** による。

b) 胴又は鏡板に取付ける管台の穴補強は、**附属書 G** の **G.4** による。

c) 平板に取付ける単一の管台の穴補強は、**附属書 G** の **G.5** による。

d) 近接する２以上の管台の穴補強は、**附属書 G** の **G.6** による。

e) 圧縮応力が生じる部分の管台の穴補強は、**附属書 G** の **G.7** による。

f) 管台に外力が作用する場合の追加規定は、**附属書 G** の **G.8** による。

g) 管台及び管台を取付ける溶接継手の強度は、**附属書 G** の **G.9** による。

5.11 平鏡板、平ふた板等の平板でステーを取付けないものの最小厚さ

5.11.1 溶接によって取付ける円形平板

溶接によって取付ける円形平板は、次の **a)**及び **b)**による。

a) 円形平板又は円形平鏡板の構造は、**附属書 H** の **H.3.1** による。

b) 円形平板又は円形平鏡板の最小厚さは、**附属書 H** の **H.3.2** による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

5.11.2　ボルト締め円形平板

ボルト締め円形平板は、次の **a)**及び **b)**による。

a)　円形平板の構造は、**附属書 H** の **H.4.1** による。

b)　円形平板の最小厚さは、**附属書 H** の **H.4.2** による。

5.11.3　はめ込みによって取付ける円形平板

はめ込みによって取付ける円形平板は、次の **a)**及び **b)**による。

a)　円形平板の構造は、**附属書 H** の **H.5.1** による。

b)　円形平板の最小厚さは、**附属書 H** の **H.5.2** による。

5.12　フランジ及び管継手

5.12.1 規格フランジ

次の **a)～e)** に規定する規格（材料に係る部分を除く。）のいずれかに適合するフランジ（以下、規格フランジという。）は、使用するフランジ材料に応じて、規格に定める材料グループに対応する圧力−温度基準を用いて設計してよい。

ただし、規格フランジに内圧又は外圧に加えて軸方向荷重及び曲げモーメントが作用する場合は、**5.12.3** の規定による。

a)　**JIS B 2220**　鋼製管フランジ（**JIS B 2220** の**付表 6** に示す薄形フランジを除く。）

b)　**JIS B 2240**　銅合金製管フランジ

c)　**JIS B 2241**　アルミニウム合金製管フランジ

d)　**ASME B16.5**　管フランジ及びフランジ付管継手

e)　**ASME B16.47**　大口径鋼製フランジ（NPS26～NPS60 まで）

備考　：　「（材料に係る部分を除く。）」とは、**a)～e)** の規格中の材料の規定にかかわらず、本基準に規定する材料を使用することをいう。

5.12.2 ロングネックフランジ

ロングネックフランジ（内径寸法を除くフランジ部の形状及び寸法が規格フランジに同一で、まっすぐなハブ部をもつフランジをいう。）は、次の **a)～d)** を満足する場合に、規格に規定する圧力ー温度基準を用いて設計してよい。

a)　フランジ部の形状及び寸法は、**5.12.1** の **a)～e)**のいずれかの規格による。

b)　フランジ部の内径寸法は、規格で規定する同一の呼び径、呼び圧力の遊合形フランジ（ラップジョイント形フランジ）の内径寸法の値以下とする。ただし、**ASME B16.47** 及び呼び径が 650A 以上の **JIS** 規格フランジは、突合せ溶接式フランジのハブの径の小径端側の外径寸法の値以下とする。

c)　ハブの外径寸法は、規格で規定する同一の呼び径、呼び圧力の遊合形フランジ（ラップジョイント形フランジ）の大径側のハブの外径の寸法の値以上とする。ただし、**ASME B16.47** 及び呼び径が 650A 以上の **JIS** 規格フランジは、突合せ溶接式フランジのハブの径の大径端側の外径寸法の値以上とする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

d) 内圧又は外圧に加えて軸方向荷重及び曲げモーメントが作用する場合は、**5.12.3** の規定による。

5.12.3 計算フランジ

フランジ厚さを計算するフランジ（以下、計算フランジという。）は、次の **a)**～**g)**による。

a) フランジに作用する荷重は、内圧、外圧、軸方向荷重及びフランジを取付ける胴の全断面に作用する曲げモーメントとする。

b) フランジの形式は、**JIS B 8265 附属書 G** に規定するルーズ形フランジ（ラップジョイント形及び差込み形）、一体形フランジ、円形穴をもつ非円形フランジ及び **JIS B 8265 附属書 J** に規定するリバースフランジとする。

c) フランジと胴又は管の取付け溶接は、**図 7.7** による。

d) フランジに内圧又は外圧が作用する場合の計算は、フランジの形式に応じて **JIS B 8265 附属書 G** 又は**附属書 J** による。

e) フランジに軸方向荷重及び曲げモーメントが作用する場合の計算は､次の **1)** 及び **2)**による。

1) **JIS B 8265 附属書 G** で規定する使用状態でのボルトの必要総有効断面積（A_{m1}）を計算する式は、次式に置き換える。

$$A_{m1} = \frac{W_{m1} + F_A + \dfrac{4M_E}{G}}{\sigma_b}$$

2) **JIS B 8265 附属書 G** 及び**附属書 J** で規定する使用状態でのフランジに作用するモーメント（M_o）に次式より求める M_{oe} の値を加え、その絶対値を M_o とする。

$$M_{oe} = 4M_E\left[\frac{I}{0.3846I_p + I}\right]\left[\frac{h_D}{(C - 2h_D)}\right] + F_A h_D$$

1)及び **2)**の式において、A_{m1}、C、F_A、G、h_D、I、I_p、M_E、M_{oe}、W_{m1} 及び σ_b は、それぞれ次の値を表す。

A_{m1}、C、G、h_D、W_{m1} ： **JIS B 8265 附属書 G** の **G.2** の記号の意味による。

F_A ： 円筒胴の全断面に作用する軸方向荷重(N)で、圧縮の場合は 0 とする。

I ： フランジ断面での断面二次モーメントで、フランジの形式に応じて**表 5.3** の算式より求める値（mm^4）

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 5.3　フランジ断面での断面二次モーメント

	フランジの形式		
	一体形	ハブ付きのルーズ形	ハブ無しのルーズ形
I	$I=\dfrac{0.0874Lg_o^2h_oB}{V}$	$I=\dfrac{0.0874Lg_o^2h_oB}{V_L}$	$I=\dfrac{Bt^3\ln K}{6}$

ここで、B、g_0、h_0、K、L、t、V 及び V_L は、**JIS B 8265 附属書 G** の **G.2** の記号の意味による。

I_p　：フランジ断面での断面二次極モーメントで、フランジの形式に応じて次の **1)～3)** より求める値(mm^4)

1)　一体形フランジ又はハブ付きのルーズ形フランジで、$t \geqq 0.5(g_0+g_1)$ の場合

$$I_p=\frac{1}{2}(A-B)t^3\left[\frac{1}{3}-0.21\left(\frac{2t}{(A-B)}\right)\left(1-\frac{1}{12}\left\{\frac{2t}{(A-B)}\right\}^4\right)\right]$$
$$+h\left(\frac{g_0+g_1}{2}\right)^3\left[\frac{1}{3}-0.105\left(\frac{(g_0+g_1)}{2h}\right)\left(1-\frac{1}{192}\left\{\frac{(g_0+g_1)}{2h}\right\}^4\right)\right]$$

2)　一体形フランジ又はハブ付きのルーズ形フランジで、$t < 0.5(g_0+g_1)$ の場合

$$I_p=(h+t)\left(\frac{g_0+g_1}{2}\right)^3\left[\frac{1}{3}-0.21\left(\frac{g_0+g_1}{2(h+t)}\right)\left(1-\frac{1}{12}\left\{\frac{g_0+g_1}{2(h+t)}\right\}^4\right)\right]$$
$$+\frac{(A-B)-(g_0+g_1)}{2}t^3\left[\frac{1}{3}-0.105\left(\frac{2t}{(A-B)-(g_0+g_1)}\right)\left(1-\frac{1}{192}\left\{\frac{2t}{(A-B)-(g_0+g_1)}\right\}^4\right)\right]$$

3)　ハブ無しのルーズ形フランジの場合

$$I_p=0.5(A-B)t^3\left[\frac{1}{3}-0.21\left(\frac{t}{0.5(A-B)}\right)\left(1-\frac{1}{12}\left\{\frac{t}{0.5(A-B)}\right\}^4\right)\right]$$

1)~3)の式において、A、B、g_0、g_1、h 及び t は、**JIS B 8265 附属書 G** の **G.2** の記号の意味による。

M_E　：円筒胴の軸方向に作用する曲げモーメントの絶対値(N-mm)

M_{oe}：軸方向荷重及び曲げモーメントによるフランジに作用するモーメント (N-mm)

σ_b　：設計温度におけるボルト材料の許容引張応力（単位 N/mm^2）

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

f) **d)**又は **e)**の規定によるフランジ厚さの計算に加え、フランジの形式に応じて次の **1)**～**4)** に示す式により剛性係数（J）を計算し、採用するフランジ厚さがが、J≦1.0 を満足することを確認する。ここで、剛性係数の検討は、フランジの使用状態及びガスケット締付時のそれぞれについて行う。

1) 一体形フランジの場合

$$J = \frac{173.8VM}{LEg_o^2 h_o}$$

2) ハブ付きのルーズ形フランジの場合

$$J = \frac{260.7V_L M}{LEg_o^2 h_o}$$

3) ハブ無しのルーズ形フランジの場合

$$J = \frac{547M}{Et^3(\ln K)}$$

4) 一体形リバースフランジの場合

$$J = \frac{173.8VM}{L_r Eg_o^2 h_o}$$

ここで、E、g_o、h_o、K、L、L_r、M、t、V 及び V_L は、それぞれ次の値を表す。

E ： 設計温度又は常温におけるフランジの材料の縦弾性係数 (N/mm^2)

M ： **JIS B 8265 附属書 G** より求まるフランジに作用するモーメントで、使用状態及びガスケット締付時のそれぞれの値 (N-mm)

g_o、h_o、K、L、L_r、t、V 及び V_L: **JIS B 8265 附属書 G** の **G.2** 及び**附属書 J** の **J.2** の記号の意味による。

g) **計算フランジの材料の熱処理**

炭素鋼及び低合金鋼で製作するフランジで、フランジ部の断面の厚さが 76mm を超えるフランジには、焼ならし、完全焼なまし、焼入れ焼戻し又は焼ならし焼戻しの熱処理を行った材料を使用する。

5.12.4 継手類

継手類は、次の **a)**～**f)** に規定する規格（材料に係る部分を除く。）のいずれかに適合するもの又はこれらと同等以上と認められるものを用いる。

a) **JIS B 2312** 配管用鋼製突合せ溶接式管継手

b) **JIS B 2313** 配管用鋼板製突合せ溶接式管継手

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

c) **JIS B 2316** 配管用鋼製差込み溶接式管継手

d) **JIS B 2321** 配管用アルミニウム及びアルミニウム合金製突合せ溶接式管継手
（形状による種類のうち、スタブエンドを除く。）

e) **ASME B16.9** 工場製作鋼製突合せ溶接式継手
（形状による種類のうち、スタブエンドを除く。）

f) **ASME B16.11** ソケット溶接式及びねじ込み式鍛造製継手

備考 1： 「(材料に係る部分を除く。)」とは、**a)**～**f)**の規格の材料の規定にかかわらず、本基準に規定する材料を使用することをいう。

備考 2： **a)**～**f)**の継手類を使用する場合の設計圧力は、次の式により求める継手類の許容圧力以下とする。

$$P = \frac{P_o}{2.4}\left(\frac{\sigma_a}{\sigma_a'}\right)$$

ここで、P、P_o、σ_a 及び σ_a' は、それぞれ次の値を表す。

P ： 継手類の許容圧力(MPa)

P_o ： **a)**～**f)**の継手類の規格に規定する耐圧検査の破裂圧力(MPa)

σ_a ： 設計温度における継手類の材料の許容引張応力(N/mm^2)

σ_a' ： 常温における継手類の材料の許容引張応力(N/mm^2)

原案

5.13 熱交換器の管板

熱交換器またはこれに類する平らな管板で管ステーを取り付けないものの設計は、次の **a)** 及び **b)**による。

a) 管板の構造及び設計方法は、**JIS B 8274 附属書 B**（熱交換器用管板の代替設計法）による。ただし、次の **1)**～**3)**を満足すること。

1) **JIS B 8274** の **B.5.3.2**（管板と胴板とのつなぎ部の弾塑性計算）の方法 3 に規定の弾塑性計算及び **B.6.3.3** に規定する弾塑性計算は適用しない。

2) **JIS B 8274** の **B.9.1**（管と管板との接合方法）に規定する **JIS B 8274** の **5.4**（伝熱管と管板との接合方法）の**図 1** の**図 f)**～**i)**の伝熱管と管板溶接取付け構造は適用しない。

3) 応力計算において使用する許容引張応力及び降伏点（又は 0.2%耐力）の値は、**附属書 A** に示す値による。

b) 伝熱管及び管板は、**JIS B 8274** の **5.5**（伝熱管及び管板の保持力試験）の規定による。

5.14 伸縮継手

5.14.1 記号の意味

5.14 で用いる記号の意味は、次による。

A_s ： 胴板の横断面積 (mm^2)

A_t ： 管の断面積の合計 (mm^2)

D_i ： 胴の内径 (mm)

d ： 管の外径 (mm)

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

E_s ： 胴板の材料の縦弾性係数 (N/mm^2)

E_t ： 管の材料の縦弾性係数 (N/mm^2)

F_1 ： 胴板と管との温度差によって生じる力で、次式より求める値 (N)

$$F_1 = \frac{\delta A_s A_t E_s E_t}{l(A_s E_s + A_t E_t)}$$

F_2 ： 胴板と管に作用するそれぞれの設計圧力の差によって胴板に加わる力で、次式より求める値 (N)

$$F_2 = \frac{P_1 A_s E_s}{A_s E_s + A_t E_t}$$

F_3 ： 胴板と管に作用するそれぞれの設計圧力の差によって管に加わる力で、次式より求める値 (N)

$$F_3 = \frac{P_1 A_t E_t}{A_s E_s + A_t E_t}$$

l ： 管又は胴の常温における長さ (mm)

n ： 管の本数

P_s ： 胴の設計圧力 (MPa)

P_t ： 管の設計圧力 (MPa)

P_1 ： 次式より求める荷重 (N)

$$P_1 = \frac{\pi}{4}\left\{\left(D_i^{\,2} - nd^2\right)P_s + n\left(d - 2t_t\right)^2 P_t\right\}$$

T_o ： 常温 (℃)

T_s ： 胴板の設計温度 (℃)

T_t ： 管の設計温度 (℃)

t_t ： 管の厚さ (mm)

α_s ： 胴板の材料の線膨張係数(/℃)

α_t ： 管の材料の線膨張係数(/℃)

δ ： 胴と管との伸びの差で、次式より求める値 (mm)

$$\delta = \{\alpha_s(T_s - T_o) - \alpha_t(T_t - T_o)\}l$$

σ_s ： 胴板に生じる引張応力又は圧縮応力 (N/mm^2)

σ_t ： 管に生じる引張応力又は圧縮応力 (N/mm^2)

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

5.14.2 伸縮継手の要否

次の **1)**～**4)**のいずれかに該当する場合は、胴板に伸縮継手を取付ける。ただし、固定管板式熱交換器の胴に取付ける伸縮継手は、**JIS B 8274 附属書 B**（熱交換器用管板の代替設計法）により評価してもよい。

1) σ_s が引張応力で、胴板の材料の設計温度における許容引張応力の値を超える。

2) σ_s が圧縮応力で、胴板の材料の設計温度における許容圧縮応力の値を超える。

3) σ_t が引張応力で、管の材料の設計温度における許容引張応力の値を超える。

4) σ_t が圧縮応力で、管の材料の設計温度における許容圧縮応力の値を超える。

ここで、σ_s 及び σ_t は、次式による。

$$\sigma_s = \frac{-F_1 + F_2}{A_s}$$

$$\sigma_t = \frac{F_1 + F_3}{A_t}$$

案

5.14.3 伸縮継手の設計

伸縮継手の構造及び設計は、**JIS B 8277** の **4**（伸縮継手の形式及び一般事項）及び **5**（継手部の構造）を満足し、かつ、**6**（ベローズ形伸縮継手の設計）又は **7**（成形シェル形伸縮継手の設計）により設計を行い、**6** 又は **7** に規定する強度を満足することを確認する。ただし、設計には次の **1)**～**3)**を用いる。

1) **JIS B 8277** の **6.4.4b)**の外圧に対する強度の「**JIS B 8265 附属書 1** の計算」は、「**附属書 E** の計算」による。

2) **JIS B 8277** の **6.5.4 b)** の外圧に対する強度の「**JIS B 8265 附属書 1** の計算」は、「**附属書 E** の計算」による。

3) 伸縮継手の材料の許容引張応力の値は、**附属書 A** による。

5.15 ジャケット

5.15.1 ジャケットの形式

ジャケットの形式は、**JIS B 8279** の**図 1**（ジャケットの形式）及び半割コイルジャケット（**附属書 2** に規定する形式をいう。）とする。

5.15.2 ジャケットの設計

JIS B 8279 の**図 1**（ジャケットの形式）に示す形式のジャケットで、ステーを取付けないものの設計は、次の **a)**～**e)** による。

a) 本体の外圧計算に用いる円筒胴の設計長さ

本体の外圧計算に用いる円筒胴の設計長さは、**JIS B 8279** の **8.1 a)**, **b)**及び **d)**による。

b) ジャケットの胴の部分の最小厚さ

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

胴の形状に応じ、円筒胴は**附属書 D** の **D.2.2 a)**、球形胴は **D.2.3 a)**、円すい胴は **D.2.4.2 a)** 及び **D.4** に規定する算式より求める最小厚さ

c) ジャケットの鏡板の部分の最小厚さ

鏡板の形状に応じ、さら形鏡板は**附属書 D** の **D.3.2 a)**、全半球形鏡板は **D.3.3**、半だ円体形鏡板は **D.3.4 a)**、円すい体形鏡板は **D.3.5** に規定する算式により求める最小厚さ

d) ジャケット閉鎖部

ジャケット閉鎖部は、次の **1)** ～**3)** による。

1) ジャケット閉鎖部の形式及び構造は、**JIS B 8279** の**図 3**（ジャケット閉鎖部の形式及び構造）による。

2) ジャケット閉鎖部の設計及び製作は、**JIS B 8279** の **8.4.2**～**8.4.11** の規定による。ここで、**JIS B 8279** の **8.4.2 b)**、**8.4.3 c)2)** 及び **8.4.4 b)**に規定の「**JIS B 8265 附属書 1** の **2.4 a)**」は、「**附属書 D** の **D.2.4.2 a)**」に読み替える。

3) ジャケット閉鎖部に **JIS B 8279 図 3** の**図 a-1)**～**a-3)**、**図 d-1)**、**図 d-2)**、**図 e-1)**、**図 f-1)**～**f-3)**、**図 g-1)**～**g-3)**又は**図 i-1a)**～**i-2)**の構造を用いる場合は、次の **3.1)**及び **3.2)** を満足することを確認する。

3.1) ジャケット閉鎖部の材料の設計温度における降伏点又は 0.2%耐力（σ_{yT}）と材料の常温における規定最小引張強さ（σ_u）との比は、0.625 以下である。

$$\frac{\sigma_{yT}}{\sigma_u} \leq 0.625$$

3.2) ジャケット閉鎖部に繰返し荷重が作用しない、又は繰返し荷重は作用するが **5.16.2** の規定により疲労解析が省略できる。

e) ジャケット穴部

ジャケット穴部は、次の **1)** 及び **2)**による。

1) ジャケット穴部の設計は、**JIS B 8279** の **8.5.1**（一般）及び **8.5.2**（図 4 に示すジャケット穴の閉鎖部の設計）による。ここで、**JIS B 8279** の **8.5.1 a)**に規定の「**JIS B 8265 附属書 2**（圧力容器の穴補強）」は「**附属書 G**」に、**8.5.2 a), b)** 及び **d)**に規定の「**JIS B 8265 附属書 1** の **4.2**（円筒胴）」は「**附属書 E** の **E.2.1.1** 又は **E.2.1.2**」に読み替える。

2) ジャケット穴部の構造に **JIS B 8279 図 4** の**図 a)**～**図 f)**を用いる場合は、材料の設計温度における降伏点又は 0.2%耐力（σ_{yT}）と材料の常温における規定最小引張強さ（σ_u）との比は、0.625 以下とする。

$$\frac{\sigma_{yT}}{\sigma_u} \leq 0.625$$

5.15.3 内圧を保持する半割コイルジャケット

半割コイルジャケットの設計は、次の **a)**～**d)**による。

a) コイルの管寸法は、呼び径 2B～4B とする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

b) 半割コイルジャケットの種類は、**JIS B 8279 附属書 2** の **2**（コイルジャケットの種類）による。

c) 半割コイルの最小厚さは、次式による。

$$t = \frac{PD_i}{2\sigma_a \eta - 1.2P}$$

ここで、D_i、P、t、η 及び σ_a は、それぞれ次の値を表す。

D_i ： 半円筒の部分の腐れ後の内径 (mm)

P ： ジャケットの設計圧力 (MPa)

t ： 半円筒の部分の最小厚さ (mm)

η ： 溶接継手の効率で、0.8 とする。

σ_a ： 半円筒の部分の材料の設計温度における許容引張応力 (N/mm^2)

d) 半割コイルの溶接、溶接後熱処理、取付け及び試験・検査は、**JIS B 8279** の **4～7** による。

5.16 疲労解析

5.16.1 疲労解析の対象とする荷重

耐圧部分の疲労解析は、恒常的に一定又は変動して繰返し作用する荷重、一定の荷重に達するまでの脈動による荷重及び一時的であっても繰返しを考慮する必要のある荷重で、使用者設計仕様書で指示される荷重に対して行う。

5.16.2 疲労解析の省略

次の **a)**又は **b)**を満足する場合は、疲労解析を省略してもよい。

a) **JIS B 8266** の **6.4.3**（疲労解析の免除）の **a)**、**b)1)**又は **b)2)**のいずれかを満足する。

b) **ASME Section VIII Division 2** の Paragraph **5.5.2**（Screening Criteria for fatigue Analysis）の **5.5.2.2**、**5.5.2.3** 又は **5.5.2.4** のいずれかを満足する。

5.16.3 疲労解析の手順

疲労解析の手順は、次の **a)** 又は **b)**による。

a) **JIS B 8266 附属書 8**（圧力容器の応力解析及び疲労解析）の **3.2**（疲労解析の手順）に規定する方法

ここで、**JIS B 8266 附属書 8** の **3.2** の繰返し応力強さは、ミーゼスの相当応力を用いた繰返し応力強さとしてもよい。

b) **KHKS 0220** の **4.4.2**（疲労解析の手順）、**4.4.3**（ピーク応力の振幅）及び **4.4.4**（ピーク応力の平均）に規定する方法

5.16.4 局部的構造不連続の影響

疲労強度に及ぼす局部的構造不連続の影響（繰返し応力強さの振幅への影響）は、次の **a)** 又

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

は **b)**による。

a) **JIS B 8266 附属書 8** の **3.3**（局部的構造不連続の影響）の **a)**～**d)**及び **f)**並びに **3.4**（すみ肉溶接の疲労強度減少係数）の規定による方法。

b) **BS EN 13445-3** の Table 17-1 に規定する応力集中係数を用いる方法

5.16.5 耐圧部分のボルト及びナットのねじ部の疲労解析

耐圧部分のボルト及びナットのねじ部の疲労解析の方法は、**KHKS 1222** の **4**（ねじ部の疲労設計）、又は **JIS B 8266 附属書 8** の **3.5** に規定する方法による。

5.16.6 設計疲労曲線

疲労解析に用いる設計疲労曲線は、次の **a)**～**d)**のいずれかによる。ただし、平均応力の補正がされていない設計疲労曲線を用いる場合は、平均応力の補正を行う。

a) **JIS B 8266 附属書 8** に規定する設計疲労曲線

b) **KHKS 0220** に規定する設計疲労曲線

c) **KHKS 1222** に規定する設計疲労曲線

d) 公的な機関が定める設計疲労曲線

5.16.7 累積使用係数

疲労解析を行う部位における複数の使用繰返し回数 n_i と許容繰返し回数 N_i の比の総和として次式により求まる累積使用係数 U の値は、1.0 以下とする。

$$U = \sum_i \frac{n_i}{N_i}$$

5.17 耐震設計

塔槽類及び特定支持構造物（以下「耐震設計設備」という。）は、耐震設計設備の設計のための地震動（以下「設計地震動」という。）、設計地震動による耐震設計設備の耐震上重要な部分に生じる応力等の計算方法（以下この項において「耐震設計設備の応力等の計算方法」という。）、耐震設計設備の部材の耐震設計用許容応力その他の高圧ガス設備等耐震設計基準（耐震告示）で定める耐震設計の基準により、地震の影響に対して安全な構造とすること。ただし、耐震設計設備の応力等の計算方法については、経済産業大臣が耐震設計上適切であると認めたものによることができる。

5.18 局部応力が生じる部分の最小厚さ

耐圧部分のうち、局部応力が生じる部分の最小厚さは、次の **a)**～**d)**による。

a) 胴又は鏡板に取付ける管台に軸方向荷重、曲げモーメント等の外力が作用する場合の胴又は鏡板の最小厚さは、**附属書 D** の **D.2.2 b) 1)**の手順において「円筒胴又は直管」を「胴又は鏡板」と読み替えて求める。この場合、局部応力の計算は、次の規格のいずれかによる。

WRC Bulletin 107 Local stresses in spherical and cylindrical shells due to external loading

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

WRC Bulletin 297 Local Stresses in cylindrical shells due to external Loadings on nozzles

備考 ：WRC は、Welding Research Council の略を表す。

b) サドル支持の横置き円筒胴のサドル廻りの最小厚さは、**JIS B 8278** による。この場合、許容応力は **5.2** の規定による。

c) レグ支持又はラグ支持の胴又は鏡板の支持部廻りの最小厚さは、**附属書 D** の **D.2.2 b) 1)**の手順において「円筒胴又は直管」を「胴又は鏡板」と読み替えて求める。この場合、局部応力の計算は、次の規格のいずれかによる。

WRC Bulletin 107 Local stresses in spherical and cylindrical shells due to external loading

WRC Bulletin 198

Part 1 Secondary stress indices for integral structural attachment to straight pipe

Part 2 Stress indices at lug supports on piping system

WRC Bulletin 448 Evaluation of welded attachments on pipe and elbow

この場合、レグ又はラグは、構造不連続部、A 継手及び B 継手より $1.8\sqrt{Dt}$ 以上離して取付ける。ここで、D は胴の内径、t は胴の厚さを表す。

d) スカート支持の胴又は鏡板の支持部廻りの最小厚さの算定において、スカートを円筒胴の厚さの中心線とスカートの厚さの中心線が同一線上となるように取付ける場合は、局部応力を考慮しなくてもよい。なお、このように取付けることができない場合は、スカート支持部廻りの胴又は鏡板に生じる局部応力を適切な方法で検討する必要がある。

参考

5.19 特定設備に設ける検査穴

5.19.1 検査穴の不要な特定設備

設備には、検査、修理、清掃等の用に供する検査穴を設ける。ただし、次の **a)～d)** については、検査穴を設けなくてもよい。

a) 胴の内径が 305mm 以下の設備で、呼び径 20A（DN20）以上の取り外すことのできる管を 2 個以上有する設備

b) 胴の内径が 305mm を超え 406mm 未満の設備（設備を組立構造物から取り外さないと検査ができないように据付ける場合に限る。）で、呼び径 40A（DN40）以上の取り外すことのできる管を 2 個以上有する設備

c) 鏡板、ふた板等（取り外すことができ、その大きさが設備に必要な検査穴の大きさ以上であるものに限る。）を取付ける設備

d) 固定管板式熱交換器の胴側の胴

e) 構造、形状又は用途の関係で、検査、修理、清掃等の用に供する穴を設ける必要がない設備

5.19.2 検査穴の寸法及び数

検査穴の寸法及び数量は、次の **a)～d)** による。

a) 胴の内径が 305mm を超え 457mm 未満の設備は、長径 76mm 以上、短径 51mm 以上のハン

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

ドホールを 2 個以上又は呼び径 40A（DN40）以上のねじ込みプラグで閉止する検査穴を 2 個以上設ける。

b) 胴の内径が 457mm 以上 914mm 以下の設備は、長径 406mm 以上、短径 305mm 以上のだ円形若しくは長円形のマンホールを 1 個以上、直径 406mm 以上の円形のマンホールを 1 個以上、**a)**に規定するハンドホールを 2 個以上又は呼び径 50A（DN50）以上のねじ込みプラグで閉止する検査穴を 2 個以上のいずれかを設ける。

c) 胴の内径が 914mm を超える設備は、前号に規定するマンホールを 1 個以上設ける。ただし、マンホールが検査穴に適していない場合は、長径 152mm 以上、短径 102mm 以上のだ円形のハンドホールを 2 個以上又はこれと等価な面積を有する穴を 2 個以上設ける。

d) ジャケット付き容器のジャケット部は、ジャケットの径にかかわらず呼び径 50A（DN50）以上のねじ込みプラグで閉止する検査穴を 2 個以上設ける。

備考 1： フランジ継手、ネジ継手等の配管等が取り外せる管台で、管台の穴の径が検査穴の必要寸法以上で、かつ、検査穴と設備内部への視野が同等である場合は、管台を検査穴の代替とすることができる。

備考 2： 取り外しのできる鏡板及び平板に取り付く管台は、管台の穴の径が検査穴の必要寸法以上である場合に、管台を検査穴の代替とすることができる。

備考 3： 取り外しのできる鏡板及び平板にのみ単一の管台が取り付く場合で、管台が設備に必要な検査穴からの視野と同等以上の視野を有する場合は、管台をすべての必要な検査穴の代替とすることができる。

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

6　加工

6.1　成形前の材料検査

成形前の材料検査は、次の **a)**及び **b)**による。

a)　材料は、表面に使用上及び加工上有害な傷、打こん、腐食等の欠陥がないことを確認する。

b)　材料を成形する場合、成形前に材料の目視検査及び厚さ測定を行う。ただし、厚さ測定は、材料製造者による厚さ測定記録をもって替えることができる。

6.2　材料の切断

材料の切断は次の **a)**～**e)**により、切断後の材料の表面に使用上有害な傷、打こん、腐食等の欠陥が生じないようにする。

a)　材料の切断は、機械加工、せん断、研削等の機械的方法又は熱的方法による。なお、熱的方法による切断を行った場合は、すべてのスラグ、有害な変質部及び硬化した部分を機械的方法により除去し、平滑に仕上げる。ただし、炭素含有量が 0.35%（溶鋼分析値）を超える材料は、酸素切断を行ってはならない。

b)　管台、マンホール等の端部は、余長を切り落とした後に滑らかに仕上げる場合に限り、せん断で切断してもよい。ただし、切断した面は **7.9.3** に規定の方法で磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、割れ、線状の指示模様及び円形状の指示模様のいずれも無いことを確認する。

c)　9%ニッケル鋼をガス、アーク熱等で融断する場合で、切断面が溶接に供されない場合は、切断面を機械加工又は研削により 1.6mm 以上削り取り、**7.9.3** に規定の方法で磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、割れ、線状の指示模様及び円形状の指示模様のいずれも無いことを確認する。

d)　溶接に供する切断面は、均一で、かつ、滑らかとする。

e)　管台、マンホール等を取付ける場合は、設備の内側に露出した縁の部分は、丸みを設けるか又は面取りを行う。

6.3　胴、鏡板等の成形

6.3.1　胴、鏡板等の成形

胴、鏡板等の成形は次の **a)**～**d)** により、成形後の材料の表面に使用上有害な傷、打こん、腐食等の欠陥が生じないようにする。

a)　成形は、材料の機械的性質を不当に減じない方法により行う。

b)　板を曲げ加工で胴、鏡板等に成形する場合は、前もって板端部を適正な曲面に加工（端曲げ）してから、成形する。

c)　炭素鋼及び低合金鋼の板は、冷間鍛造で成形してはならない。

d)　熱間加工で成形する場合は、次の **1)**～**4)** による。

1)　一般事項

熱間加工の一般事項は、次の **1.1)**～**1.3)** による。なお、熱間加工とは、炭素鋼及び低合金鋼にあっては 482℃を超え、オーステナイト鋼にあっては 316℃を超える温度での加工をいう。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

1.1) 熱間加工の手順は、加熱速度、保持温度、加工の温度範囲及び時間並びに成形後に必要な熱処理を考慮して定める。

1.2) 材料の粗粒化を防ぐために、材料は適切な温度及び保持時間で成形し、かつ、加熱はできるだけ早く行うとともに、空気中で冷却する。

1.3) 焼ならし鋼の熱間加工は、結晶粒の粗大化、靭性の低下を生じないように適切な温度範囲及び時間で行う。なお、結晶粒の粗大化、靭性の低下が予測される場合は、加工終了後に適切な熱処理を施し、材料特性の回復を図る。

2) 焼ならし焼戻し鋼の熱間加工

焼ならし焼戻し鋼に熱間加工を行う場合は、焼戻しを熱間加工後に行ってもよい。

3) 焼入れ焼戻し鋼の熱間加工

焼入れ焼戻し鋼に熱間加工を行う場合は、熱間加工後に再度焼入れ焼戻しの熱処理を行う。

4) クラッド鋼

クラッド鋼の熱間加工と熱処理の条件は、母材と同一条件とする。ただし、クラッド鋼の合せ材に与える影響、特に耐食性に対する影響を考慮する。

案

6.3.2 管の曲げ加工

管の曲げ加工は、次の **a)**～**c)** による。

a) 最小曲げ半径

直管を曲げ加工する部分の管中心での曲げ半径は、管の外径の 1.5 倍以上とする。

b) 管の曲げ加工後の熱処理

管の曲げ加工後の熱処理は、**6.3.3** の規定による。

c) 外径変化率及び肉厚減少率の制限

外径変化率及び肉厚減少率の制限は、次の **1)**及び **2)**による。

1) 管の曲げ加工後の外径変化率（扁平率）及び肉厚減少率は、管の種類及び曲げ半径に応じて**表 6.1** に示す値以下とする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 6.1　管の曲げ加工後の外径変化率及び肉厚減少率の制限

管の種類	管の曲げ半径	外径変化率（%）		肉厚減少率（%）
		短径側	長径側	
鋼管の場合	$R \geqq 2D_o$	10 以下	10 以下	10 以下
	$2D_o > R \geqq 1.5D_o$	**JIS G 3461 附属書 2** の**表 1**（曲げ部の寸法許容差）に従うこと。		
鋼管以外の場合	$R \geqq 3D_o$	10 以下	10 以下	15 以下
	$3D_o > R \geqq 2D_o$	10 以下	10 以下	18 以下
	$2D_o > R \geqq 1.5D_o$	10 以下	10 以下	20 以下

備考：表中の記号の意味は、それぞれ次による。

D_o　：　管の呼び外径 (mm)

R　：　管中心での曲げ半径 (mm)

2)　管の曲げ加工後の外径変化率及び肉厚減少率は、同一条件で曲げ加工を行った同一呼び外径の管のうち、曲げ半径が最小のものから供試材を一本とり、**図 6.1** に示すように曲り部の 90 度位置における円周 2 方向の外径（最大径、最小径）と曲り部の切断面の円周上の外側 4 点の厚さを測定して求める。

参考

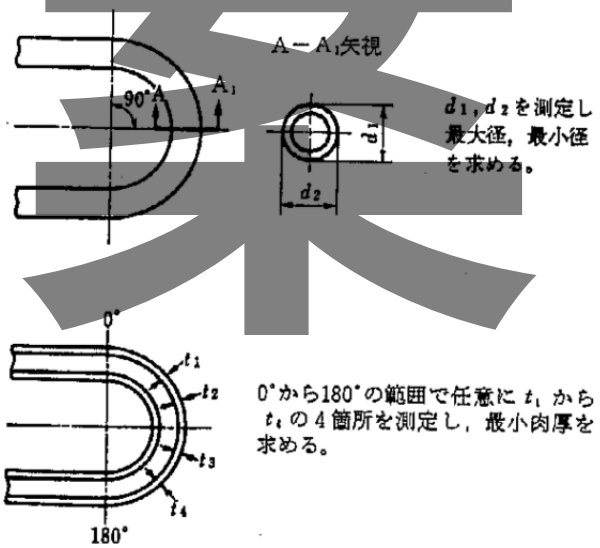


図 6.1　外径変化率及び肉厚減少率の測定位置

6.3.3　成形加工後の熱処理

成形加工後の熱処理は、次の **a)**～**e)** による。

a)　炭素鋼及び低合金鋼の板を熱間鍛造により成形する場合は、成形後に溶接後熱処理と同一の熱処理を行う。

b)　炭素鋼及び低合金鋼を冷間加工する場合で、次の **1)**又は **2)**に該当する場合は、溶接後熱処理と同一の熱処理を行う。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

1) **JIS B 8285 附属書 A** の P 番号 1 のグループ番号 1 及び 2 に対応する種類の記号の材料以外の材料で、加工後の伸び率が 5%を超える。

2) **JIS B 8285 附属書 A** の P 番号 1 のグループ番号 1 及び 2 に対応する種類の記号の材料で、次の **2.1)**又は **2.2)**に該当する。

2.1) 加工後の伸び率が 40%を超える。

2.2) 加工後の伸び率が 5%を超え、かつ、**2.2.1)**～**2.2.4)** のいずれかに該当する。

2.2.1) 毒性ガスの設備に用いる材料

2.2.2) 衝撃試験が要求される材料

2.2.3) 板厚の減少率が 10%を超える材料

2.2.4) 120℃以上 480℃以下の温度で加工する材料

c) 9%ニッケル鋼を冷間加工又は熱間加工する場合で、次の **1)**又は **2)**に該当する場合は、**1)**又は **2)**の熱処理を行う。

1) 材料規格に規定の焼入れ焼戻し後に最終の焼戻し温度未満の温度で加工を行い、加工後の伸び率が 5%を超える場合は、550℃以上 585℃以下の温度で、2hr 又は厚さ 25mm 当たり 1hr のいずれか長い時間を保持時間とする熱処理

2) 材料規格に規定の焼戻し温度以上の温度で加工を行う場合は、加工後の溶接取付けの前又は後に、材料規格に規定の熱処理

d) オーステナイト系ステンレス鋼を冷間加工する場合で、次の **1)**又は **2)**に該当する場合は、**3)**の熱処理を行う。ただし、材料規格の熱処理で熱加工制御を行った材料は熱処理を行なわない。

1) 加工終了時の温度が**表 6.2** に示す材料の種類の記号に対応する最低熱処理温度未満で、かつ、加工後の伸び率が**表 6.2** に示す設計温度に対応する伸び率の値以上

2) フレア成形、スエッジ成形又はアップセット成形を行う。

3) **表 6.2** の材料の種類の記号に対応する最低熱処理温度以上の温度で、1/6 hr 又は厚さ 1mm 当り 0.8 分のいずれか長い時間を保持時間し、保持終了後は急速冷却する熱処理
ただし、熱処理温度の上限は、材料の種類の記号が 347, 347H, 348 及び 348H は最低熱処理温度＋140℃、その他の材料は最低熱処理温度＋85℃とする。

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 6.2　オーステナイト系ステンレス鋼の冷間加工後の熱処理†

<table>
<tr><th rowspan="3">材料の
種類の記号</th><th colspan="3">伸び率</th><th rowspan="3">最低熱処理
温度

(℃)</th></tr>
<tr><th colspan="2">設計温度が 675℃以下の場合</th><th rowspan="2">設計温度が 675℃を超
える場合の伸び率
(%)</th></tr>
<tr><th>設計温度
(℃)</th><th>伸び率
(%)</th></tr>
<tr><td>304</td><td rowspan="8">580 を超え
675 以下</td><td rowspan="2">20</td><td rowspan="12">10</td><td>1040</td></tr>
<tr><td>304H</td><td>1040</td></tr>
<tr><td>304N</td><td>15</td><td>1040</td></tr>
<tr><td>309S</td><td rowspan="6">20</td><td>1095</td></tr>
<tr><td>310H</td><td>1095</td></tr>
<tr><td>310S</td><td>1095</td></tr>
<tr><td>316</td><td>1040</td></tr>
<tr><td>316H</td><td>1040</td></tr>
<tr><td>316N</td><td rowspan="4">15</td><td>1040</td></tr>
<tr><td>321</td><td rowspan="6">595 を超え
675 以下</td><td>1040</td></tr>
<tr><td>321H</td><td>1095</td></tr>
<tr><td>347</td><td>1040</td></tr>
<tr><td>347H</td><td>1095</td></tr>
<tr><td>348</td><td>1040</td></tr>
<tr><td>348H</td><td>1095</td></tr>
</table>

備考:　材料の種類の記号が 321 及び 321H で、呼び径 80A (DN80) 以下の管を曲げ加工する場合は、設計温度に対する伸び率は 20%とする。

案

e)　ニッケル･クロム･鉄合金を冷間加工する場合で、次の **1)**又は **2)**に該当する場合は、**3)**の熱処理を行う。

1)　加工終了時の温度が、**表 6.3** に示す材料の種類の記号に対応する最低熱処理温度未満で、かつ、加工後の伸び率が**表 6.3** に示す設計温度に対応する伸び率の値以上の場合

2)　フレア成形、スエッジ成形又はアップセット成形を行う場合

3)　**表 6.3** の材料の種類の記号に対応する最低熱処理温度以上の温度で、1/6 hr 又は厚さ 1mm 当り 0.8 分のいずれか長い時間を保持時間とし、保持終了後は急速冷却する熱処理

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 6.3　ニッケル･クロム･鉄合金の冷間加工後の熱処理†

材料の種類の記号	伸び率			最低熱処理温度
	設計温度が 675℃以下の場合		設計温度が 675℃を超える場合の伸び率	
	設計温度 (℃)	伸び率 (%)	(%)	(℃)
800	595 を超え 675 以下	15	10	985
800H				1120
800HT				

6.3.4　加工による伸び率の計算

6.3.3 の加工後の伸び率の算定方法は、次の **a)**～**d)**の算式による。

a)　球形部の加工の場合

$$d = \frac{75t}{R_m}\left(1 - \frac{R_m}{R_o}\right)$$

b)　球形ドーム、鏡板等のスピニング又はスタンピングによる加工の場合

$$d = 100 \ln\left[\frac{D_b}{D_f}\right]$$

c)　板の曲げ加工の場合

$$d = \frac{50t}{R_m}\left(1 - \frac{R_m}{R_o}\right)$$

d)　管の曲げ加工の場合

$$d = 100\frac{D_o}{2R} \quad \text{又は} \quad d = 100\left(\frac{t_A - t_B}{t_A}\right) \quad \text{のいずれか大きい値}$$

ここで、**a)**～**d)**の算式中の記号の意味は、次による。

D_b　：　成形前の平板の直径(mm)

D_f　：　成形後のドーム又は鏡板の内径(mm)

D_o　：　管の外径(mm)

d　：　成形後の伸び率(%)

R　：　管の中心での曲げ半径(mm)

R_m　：　板を曲げ加工する場合の成形後の板の厚さ中央における半径(mm)。ただし、円すい胴及び半だ円体形鏡板の場合は、次の **1)**～**3)** により求める値とする。

1)　円すい胴の場合　　$R_m = \dfrac{D_o}{2\cos\theta} - \dfrac{t_r}{2}$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

2) 半だ円体形鏡板のクラウン部 $R_m = 0.9045\dfrac{D_o + D_i}{2}$

3) 半だ円体形鏡板のナックル部 $R_m = 0.1727\dfrac{D_o + D_i}{2}$

ここで、D_i、D_o、t_r 及び θ は、次による。

D_i ： 半だ円体形鏡板のフランジ部の内径 (mm)

D_o ： 円すい胴の場合は小径端部の外径、半だ円体形鏡板の場合はフランジ部の外径 (mm)

t_r ： 円すい胴の厚さ (mm)

θ ： 円すい胴の頂角の 1/2 の値 (度)

R_o ： 板を曲げ加工する場合の成形前の板の厚さ中央における半径(mm)。ただし、平板の状態では無限大とする。

t ： 板の厚さ(mm)

t_A ： 曲げ加工前の管の厚さの平均値(mm)

t_B ： 曲げ加工後の管の外側の面での最小の厚さ(mm)

案

6.4 ハブ付きフランジ、ハブ付き管板又はハブ付き平板の加工及び検査

6.4.1 ハブ付きフランジの加工及び検査

ハブ付きフランジ（**JIS B 8265 附属書 G** 又は**附属書 J** により応力計算を行って必要な強度を有するフランジに限る。）の加工及び検査は、次の **a)**～**c)** による。

a) 熱間圧延、鍛造ビレット及び鍛造の棒材より加工し、フランジの軸は材料の長手軸（圧延方向、主鍛造方向をいう。）に平行とする。

b) 板材又は棒材をリング状に曲げ加工し、溶接により接続した後に機械加工により加工するハブ付きフランジは、次の **1)**及び **2)**による。ただし、**図 7.7** の No.6～8 のフランジ（突合せ溶接式（WN）フランジ）は、板から製作できない。

1) 板材を用いる場合は、板表面をリングの軸と平行にする。

2) 溶接部は、フランジ部の厚さ又はフランジの外径と内径との差の 2 分の 1 の値のいずれか小さい値を母材の厚さと読み替えて、**7.7.1** の溶接後熱処理の要求及び **7.9.2** の放射線透過試験の要否を判断する。

c) フランジ背面及びハブ部外周面は、溶接前に **7.9.3** の規定に基づく磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、次の **1)**～**3)**を確認する。

1) 線状の指示模様がない。

2) 円形状の指示模様は大きさが 4.8mm 以下である。

3) 一線上に並んでいる 4 個以上の円形状の指示模様が存在する場合は、円形状の指示模様のそれぞれの端と端との間隔が 1.6mm を超えている。

6.4.2 ハブ付き管板又はハブ付き平板の加工及び検査

ハブ付き管板又は平板の検査は、次の **a)** 及び **b)** による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

a) 管板及び平板のハブの部分は、次の **1)** 又は **2)** の製造方法に応じて **1)** 又は **2)** に規定する引張試験を行い、**1)**又は **2)**に規定する判定基準で合格することを確認する。この場合において、引張試験片の形状及び引張試験方法は、**JIS Z 2241** 又はこれと同等以上の規格による。

1) 一体で鍛造するもの及び鍛造材から機械加工により製造するものは、**図 7.5** に示すようにハブ部の近傍からハブの軸に平行に引張試験片を 1 個採取して引張試験を行い、引張強さ及び伸びの値が材料規格値以上を合格とする。

2) 板から板厚方向に機械加工により製造するものは、**図 7.5** に示すようにハブ部の近傍からハブの軸に平行に引張試験片を 2 個（1 個は圧延時の板幅の中心で板厚の 1/3 の位置から、もう 1 個は周方向に 90 度回転した位置から採取すること。）採取して引張試験を行い、引張強さ及び降伏点又は耐力の値が材料規格値以上で、かつ、炭素鋼及び低合金鋼は絞りの値が 30%以上（材料規格の絞りの規定値が 30%を超える場合は、規格値以上）を合格とする。

b) 管板及び平板のハブ部（板から板厚方向に機械加工により製造するものに限る。）は、ハブの半径方向及び軸方向の 2 方向からハブ部の全体積について **JIS G 0801** に従い検査を行い、次の **1)**及び **2)**を満足すること。

1) 対比試験片の底面エコーの 60%より大きい底面エコーの損失を伴う欠陥指示のないこと。

2) 対比試験片の底面エコーの 40%より大きいが、底面エコーの損失が 40%以下のこと。

案

6.5 熱交換器等の管の取付方法

熱交換器その他これに類するものの管板に管を取付ける方法は、溶接又は拡管による。拡管により取付ける場合は、次の **a)** 及び **b)** による。

a) 拡管によって管を取付ける管板の管穴の中心間の距離は、管の外径の 1.25 倍以上とする。

b) 拡管によって管を取付ける管板の管の取付部の厚さ（腐れしろを除いた厚さ）は、**表 6.4** の伝熱管の外径に対応する管板の厚さ以上で、かつ、腐れしろを含めた厚さは 19mm 以上とする。

表 6.4 管板の厚さ

伝熱管の外径（*do*） (mm)	管板の厚さ (mm)
25.4 以下	0.75 *do*
25.4 を超え、31.8 以下	22
31.8 を超え、38.1 以下	25
38.1 を超え、50.8 以下	32

6.6 漏れ止め溶接

可燃性ガス又は毒性ガスの設備において、拡管によって管を管板に取付ける場合は、漏れ止め溶接を行う。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

7　溶接

7.1　一般

7.1.1　一般要求事項

溶接（機械試験の再試験及び非破壊試験の再試験に係る溶接を含む。）の一般要求事項は、次の **a)**～**d)**による。

a)　溶接作業に先立って、次の **1)**及び **2)**について確認を行う。

1)　耐圧部分及び耐圧部分に直接溶接で取付ける非耐圧部分の材料は図面に規定する材料で、図面と照合するための識別表示又はそれに替わる表示を有していること。また材料は本基準に規定する要求事項（溶接前に行う熱処理（材料規格に規定の熱処理を含む。）が適切に行われていることを含む。）を満足する。

2)　胴、鏡板、管台、取付品等の耐圧部分及び耐圧部分に直接溶接で取付ける非耐圧部分は、形状寸法及び厚さが図面に規定する寸法である。

b)　溶接作業は、母材の温度が－20℃未満の場合、母材表面が濡れている場合、雨・雪等にさらされる場合及び強風の場合（十分な保護を施す場合を除く。）は行わない。また、母材の温度が－20℃～0℃の場合は、溶接を開始する点から 75mm の範囲を 15℃を超える温度まで加熱した後、溶接を行う。

c)　両側突合せ溶接は、表側の溶接終了後で裏側の溶接施工前に、表側溶接の初層溶接部を健全部が現れるまでチッピング、グラインダー、ガウジング等の方法により除去する裏はつりを行う。

d)　片側突合せ溶接は、溶接継手底部の全長に渡って完全な溶込みが得られるように、溶接作業中は開先面の表面合わせ及びルート間隔を保持する。

案

7.1.2　溶接継手間の距離

長手継手（鏡板を作るための継手を含む。以下、この項において同じ。）又は周継手の突合せ溶接とそれに近接する長手継手又は周継手の突合せ溶接との距離は、それぞれの母材の厚さのいずれか大なる値の 5 倍以上とする。ただし、二つの長手継手が近接する場合であって、当該溶接部を接続する周継手の交点からそれぞれの長手継手の 100mm 以上の長さの部分に放射線透過試験を行い、**7.9.3** に規定する判定基準で合格する場合は、この限りでない。

備考 1：「周継手の交点」とは、一つの長手継手に対してその両端部での周継手との交点をいう。
備考 2：ここで行う放射線透過試験は、**7.9.2** に規定する放射線試験の規定を満足するための試験として用いることはできない。

7.1.3　溶接線上の溶接

溶接線上の溶接の制限は、次の **a)**及び **b)**による。

a)　胴板又は鏡板の長手継手又は周継手の溶接線上に、管台、管台の強め材等の耐圧部分を取付ける溶接を行うことはできない。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

b) 胴板又は鏡板の長手継手又は周継手の溶接線上に、ラグ、クリップ等の非耐圧部分を取付けるための溶接を行う場合は、取付けるための溶接が長手継手又は周継手と重ならないようにラグ、クリップ等を切欠く。

7.1.4 溶接士の資格

溶接（機械試験の再試験及び非破壊試験の再試験に係る溶接を含む。）に従事する溶接士は、材料、溶接の方法等に応じて次の **1)～5)** の規格に基づく資格又はこれらと同等と認められる資格を有すること。

1) JIS Z 3801 手溶接技術検定における試験方法及び判定基準

2) JIS Z 3805 チタン溶接技術検定における試験方法及び判定基準

3) JIS Z 3811 アルミニウム溶接技術検定における試験方法及び判定基準

4) JIS Z 3821 ステンレス鋼溶接技術検定における試験方法及び判定基準

5) JIS Z 3841 半自動溶接技術検定における試験方法及び判定基準

備考： 「これらと同等と認められる資格」とは、次の **a)～c)** に示すものをいう。

a) 電気事業法に基づく溶接士

b) ガス事業法に基づく溶接士

c) 労働安全衛生法に基づく溶接士

7.1.5 溶接士記録等の作成

それぞれの溶接継手（機械試験の再試験及び非破壊試験の再試験に係る溶接を含む。）について、施工した溶接士又は溶接オペレータ名を示す記録を作成する。なお、記録の方法は、それぞれの溶接継手近傍への溶接士又は溶接オペレータの識別マークの打刻、追跡できる記録の作成等による。

案

7.2 溶接継手の分類

7.2.1 溶接継手の位置による分類、継手区分及び材料分類

溶接継手の位置による分類（以下「継手分類」という。）、継手区分及び材料分類は、次の **a)～c)**による。

a) 継手分類は、**図 7.1** による。ここで、A～E のそれぞれの継手は、次の **1)～5)**による。

1) A 継手とは、耐圧部分の長手継手、鏡板又は平板を構成する継手及び全半球形鏡板を胴等に取付ける周継手をいう。

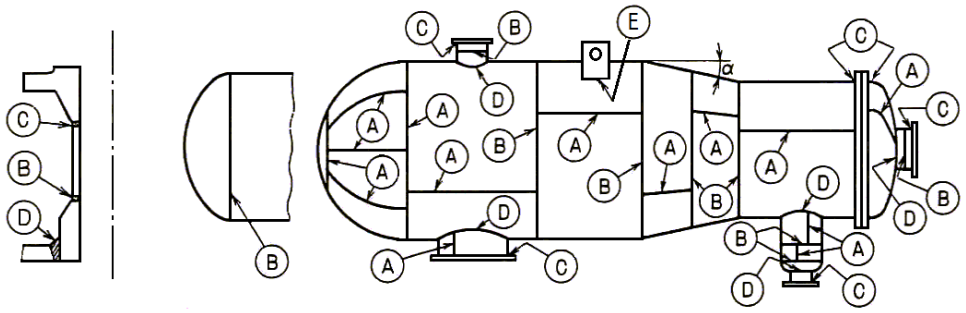
2) B 継手とは、耐圧部分の周継手及び管台を円すい体形鏡板の小径端に取付ける継手をいう。

3) C 継手とは、フランジ、スタブエンド、管板、平板等を円筒胴、鏡板、管台等に取付ける周継手をいう。

4) D 継手とは、管台及び強め材を円筒胴、鏡板、平板等に取付ける継手をいう。

5) E 継手とは、非耐圧部分及び強め輪を耐圧部分に取付ける継手をいう。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。



備考 α は、円すいの半頂角の値

図 7.1　継手分類†

b)　溶接継手の継手区分は、**表 7.1** による。

表 7.1　溶接継手の継手区分†

継手区分	詳細
1	完全溶込みの突合せ両側溶接継手及びコーナ部の角度が 30 度以下の完全溶込みの突合せ両側溶接の角度継手、又はこれらと同等な突合せ片側溶接で裏当て金を残さない継手
2	裏当て金を使用する完全溶込みの片側突合せ溶接継手で、裏当て金を残す継手
3	裏当て金を使用しない完全溶込みの片側突合せ溶接継手
7	完全溶込み溶接の角継手
8	完全溶込み溶接の角度継手で、コーナ部の角度が 30 度を超える継手
9	部分溶込みの角継手
10	すみ肉溶接継手

備考　角継手とはコーナ部の角度が 90 度の継手をいい、角度継手とはコーナ部の角度が 90 度未満の継手をいう。

c)　溶接継手の材料分類は、**表 7.2** による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 7.2　材料分類†

材料分類	詳細
1	・P 番号 1 グループ番号 1, 2, 及び 3 ・P 番号 3 グループ番号 3（**JIS G 3119** 及び **SA302** の材料を除く。） ・P 番号 4 グループ番号 1（**JIS G 4109** の SCMV2-1 及び 2-2 並びに **SA387** Gr.12 のみ。） ・P 番号 8A ・P 番号 9A
2	材料分類 1 、3 及び 4 以外の材料
3	9%ニッケル鋼
4	・P 番号 21～27 ・P 番号 31～35 ・P 番号 41～42

備考：　表中の詳細の P 番号及びグループ番号は **JIS B 8285 附属書 A** による P 番号及びグループ番号を表し、特定材料は、**附属書 C** の P 番号グループ番号の対比により適用する。

案

7.2.2　溶接継手の使用制限

継手分類に応じて使用できる溶接継手の継手区分は、次の **a)**～**f)**による。

a)　A 継手

A 継手は、次の **1)**及び **2)** による。

1)　A 継手は、継手区分 1 の溶接継手を使用する。使用できる A 継手の溶接継手の形状を**図 7.2** 及び**図 7.3** に示す。

2)　溶接する材料の厚さの差が薄い方の材料の厚さの 1/4 又は 3mm のいずれかを超える場合は、**図 7.2** 及び**図 7.3** に示すテーパを設ける。

b)　B 継手

B 継手は、次の **1)**～**4)** による。

1)　B 継手は、次の **1.1)** ～**1.5)**のいずれかによる。使用できる B 継手の形状を**図 7.2** 及び**図 7.3** に示す。

1.1)　継手区分 1 の溶接継手

1.2)　継手区分 2 の溶接継手

1.3)　継手区分 3 の溶接継手

1.4)　継手区分 8 の溶接継手

1.5)　継手区分 2 の溶接継手と継手区分 10 の溶接継手の組合せ

2)　継手区分 2 の溶接継手を用いる場合は、アクセス等が可能な限り裏当て金は溶接後に取

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

り除く。

3) 溶接する材料の厚さが異なる場合のテーパは、**a)2)**による。

4) 厚さの異なる管台と配管とのB継手は、**図 7.2** のNo.7及びNo.8の溶接継手を使用する。

c) C継手

C継手は、次の **1)**～**6)**による。使用できるC継手の形状を**図 7.2** 及び**図 7.4**～**図 7.7** に示す。

1) 継手区分1の溶接継手

2) 継手区分2の溶接継手

3) 継手区分3の溶接継手

4) 継手区分7の溶接継手

5) 継手区分7の溶接継手と継手区分10の溶接継手の組合せ

6) 継手区分10の溶接継手。ただし、**図 7.7** のNo.1及びNo.2のルーズ形フランジを取付ける溶接継手は、次の **6.1)**～**6.4)**をすべて満足する場合に限る。

6.1) フランジ及びフランジを取付ける胴の材料は、**表 7.2** の材料分類1に該当する材料で、フランジを取付ける胴の厚さは32mm以下である。

6.2) フランジ及びフランジを取付ける胴の材料の規定最小降伏点又は 0.2%耐力は552N/mm^{2}未満で、かつ、伸びは12%以上である。

6.3) フランジ（規格フランジを除く。）の設計温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力と常温における材料の規定最小引張強さの比は、0.625以下である。

6.4) 疲労解析が不要（疲労解析の省略規定が適用できる場合を含む。）な設備である。

d) D継手

D継手は、次の **1)** 、**2)**又は **1)** と **2)**の組合せによる。

1) D継手は、次の **1.1)**～**1.6)** のいずれかによる。使用できるD継手の形状を**図 7.2** 及び**図 7.8**～**図 7.11** に示す。

1.1) 継手区分1の溶接継手

1.2) 継手区分2の溶接継手

1.3) 継手区分3の溶接継手

1.4) 継手区分7の溶接継手

1.5) 継手区分10の溶接継手

1.6) 管台取付け部での継手区分7の溶接継手と継手区分10の溶接継手の組合せ、及び継手区分9の溶接継手と継手区分10の溶接継手の組合せ

2) 管台の取付け溶接継手は、次の **2.1)**及び **2.2)** による。

2.1) 胴、鏡板等の管台を取付けるための穴の径が64mm以上の場合は、継手区分1の溶接継手又は完全溶込みの溶接継手により取付ける。

2.2) 溶接継手は、管台の形状に応じて**図 7.8**～**図 7.11** による。

e) E継手

E継手は、次の **1)**～**4)** による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

1) 支持スカート、ラグ、強め輪、附属品等の非耐圧部分を耐圧部分に取付ける際に使用できるE継手の形状は、**図 7.12**～**図 7.14** による。

2) **表 7.2** の材料分類 2 に係る材料の溶接は、連続溶接とする。

3) **表 7.2** の材料分類 1 又は 4 に該当する材料の耐圧部分に非耐圧部分又は強め輪を取付ける溶接継手は、次の **3.1)**～**3.5)**のいずれかによる。

3.1) すみ肉溶接継手を用いる場合は、脚長が 13mm 以下で、かつ、溶接止端部が総体的構造不連続部より $\sqrt{Rt_s}$ 以上離れていること。ここで、R は胴の平均半径(単位 mm)を、t_s は胴の腐れ代を除く厚さ(単位 mm)を表す。

3.2) 部分溶込み溶接とすみ肉溶接を組合せる溶接継手を用いる場合は、取付物の厚さが 38mm 以下である。

3.3) 完全溶込み溶接継手又は完全溶込み溶接と両側すみ肉溶接を組合せる溶接継手である。

3.4) 支持スカート及びこれに類する取付物は、**3.2)** の溶接継手による方法に加え、厚さが 38mm 以下の場合は**図 7.14 (a)**～**(c)**に示すように取付けてもよい。

3.5) 強め輪の溶接継手は、次の **3.5.1)** 及び **3.5.2)**を満足する場合は断続溶接でもよい。

3.5.1) 疲労評価が不要（疲労解析の省略規定が適用できる場合を含む。）な設備である。

3.5.2) 強め輪の設計温度における材料の降伏点又は0.2%耐力と常温における材料の規定最小引張強さの比が 0.625 以下である。

4) **表 7.2** の材料分類 2 又は 3 に該当する材料の耐圧部分に非耐圧部分又は強め輪を取付ける溶接継手は、次の **4.1)**～**4.4)**のいずれかによる。

4.1) すみ肉溶接継手を用いる場合は、次の **4.1.1)** 又は **4.1.2)** による。

4.1.1) 荷重を受けない非耐圧部品を取付ける場合は、脚長が 10mm 以下で、かつ、溶接止端部を総体的構造不連続部より $\sqrt{Rt_s}$ 以上離す。ここで、R 及び t_s の記号の意味は、**3.1)**による。

4.1.2) 材料が 5%ニッケル鋼又は 9%ニッケル鋼の場合は、脚長が 10mm 以下で、かつ、溶接止端部が総体的構造不連続部より $\sqrt{Rt_s}$ 以上離れている。

4.2) 部分溶込み溶接とすみ肉溶接を組合せる溶接継手は、取付物の厚さが 19mm 以下の場合に使用できる。

4.3) 完全溶込み溶接継手、又は完全溶込み溶接と両側すみ肉溶接を組合せる溶接継手である。

4.4) 支持スカート及びこれに類する取付物は、完全溶込み溶接継手による方法に加え、**図 7.14 (a)**～**(c)**に示すように取付けてもよい。ただし、**図 7.14 (a)**又は**(c)**による場合は、支持スカート等の厚さは 19mm 以下とする。

f) 9%ニッケル鋼の溶接継手に対する追加規定

9%ニッケル鋼を用いて耐圧部分を製作する場合は、次の **1)**～**4)** を満足すること。

1) すべての A 継手は、継手区分 1 の溶接継手とする。

2) すべての B 継手は、継手区分 1 又は継手区分 2 の溶接継手とする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

3) すべての C 継手は、完全溶込み溶接継手とする。

4) 管台と胴及び強め材を取付けるすべての D 継手は、完全溶込み溶接継手とする。

7.3 溶接方法の制限

使用できる溶接方法を**表 7.3** に示す。ただし、次の **a)～f)** を満足すること。

a) 高合金鋼を－104℃未満の最低設計金属温度で使用する場合の溶接の方法は、ガスメタルアーク溶接、被覆アーク溶接、サブマージアーク溶接、プラズマ溶接又はティグ溶接のいずれかの方法による。

b) **JIS G 4110** の種類の記号が SCMQ5V 及び **JIS G 3206** の種類の記号が SFVCM F22V 並びにこれらの材料に相当する特定材料の溶接は、被覆アーク溶接又はサブマージアーク溶接のいずれかの方法による。

備考 :「これらの材料に相当する特定材料」とは、次の **1)～6)**の材料をいう。

1) **SA-182** Gr. F3V
2) **SA-336** Gr. F3V
3) **SA-508** Gr. 3V
4) **SA-541** Gr. 3V
5) **SA-542** Type C Class 4a
6) **SA-832** Gr. 21V

c) 9%ニッケル鋼の溶接は、ガスメタルアーク溶接、被覆アーク溶接又はティグ溶接のいずれかの方法による。ただし、溶接後熱処理を行う場合は、バナジウムの含有率が 0.06%を超える溶加材は使用できない。

d) 厚さが 38mm を超える炭素鋼及び低合金鋼のエレクトロスラグ溶接及び単一パスが 38mm を超えるエレクトロガス溶接は、**7.9.3** に規定の方法で溶接部の 100%放射線透過試験及び溶接部の全長にわたる超音波探傷試験を行い、**7.9.3** に規定する判定基準で合格する場合に限り、炭素鋼、低合金鋼及び次の **1)～4)**に規定する材料の突合せ溶接（設備の最低設計金属温度が－104℃以上の場合に限る。）に使用することができる。

1) **JIS G 4304** 及び **JIS G 4305** の種類の記号が SUS304，SUS304L，SUS316 及び SUS316L の材料

2) **JIS G 3214** の種類の記号が SUSF304，SUSF304L，SUSF316 及び SUSF316L の材料

3) 特定材料の材料番号 **SA-240** のタイプ 304, 304L, 316 及び 316L の材料

4) 特定材料の材料番号 **SA-182** のグレード F304, F304L, F316 及び F316L の材料

e) チタン及びチタン合金の溶接は、ティグ溶接、ガスメタルアーク溶接、プラズマ溶接、電子ビーム溶接又はレーザビーム溶接のいずれかの方法による。

f) 伸縮継手に係る溶接は、次の **1)～3)**による。

1) 伸縮継手の長手継手は、完全溶込みの突合せ溶接とする。

2) 胴板に伸縮継手を取付けるための溶接は、**JIS B 8277** の**図 4** による。

3) 伸縮継手を製作するための周溶接（**2)**の周溶接を除く。）は、行ってはならない。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 7.3　設備の製作に使用できる溶接方法†

溶接方法	適用材料	熱処理の要求事項
・ガスメタルアーク溶接 ・ティグ溶接 ・プラズマ溶接 ・レーザビーム溶接	すべての材料	―
・電子ビーム溶接	すべての材料	厚さ 3mm を超える炭素鋼及び低合金鋼の溶接に用いる場合、溶接後熱処理の免除規定は適用されない。
・被覆アーク溶接 ・サブマージアーク溶接	チタン以外の材料	―
・エレクトロガス溶接 ・エレクトロスラグ溶接	**6.3 d)**に示す材料	厚さが 38mm を超える炭素鋼及び低合金鋼のエレクトロスラグ溶接の継手、及び 1 パス当たりの厚さが 38mm を超えるエレクトロガス溶接の継手は、細粒化（ｵｰｽﾃﾅｲﾄ化）熱処理を行う。

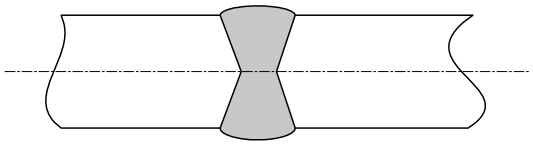
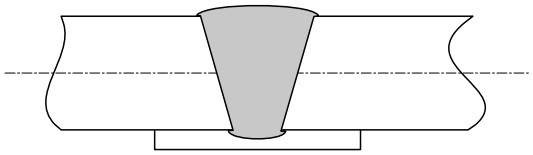
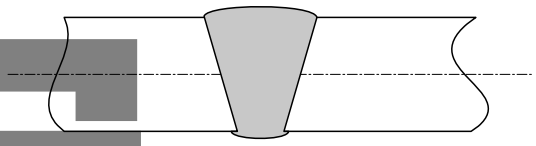
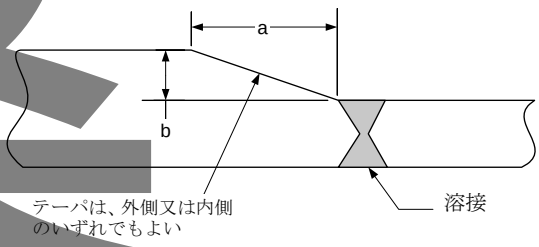
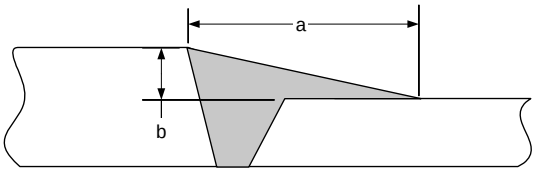
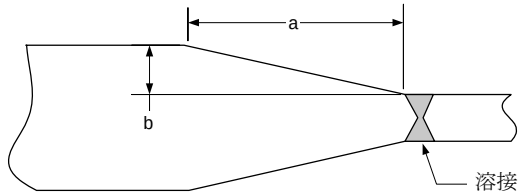
案

7.4　溶接継手の形状

継手区分及び継手分類に応じて使用できる継手タイプを、**図 7.2**～**図 7.14** に示す。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

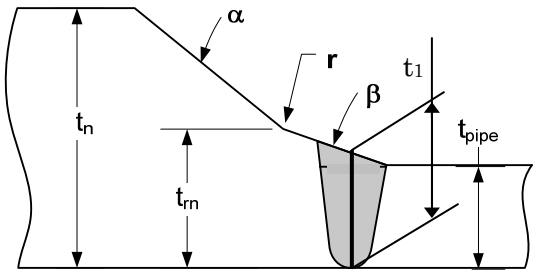
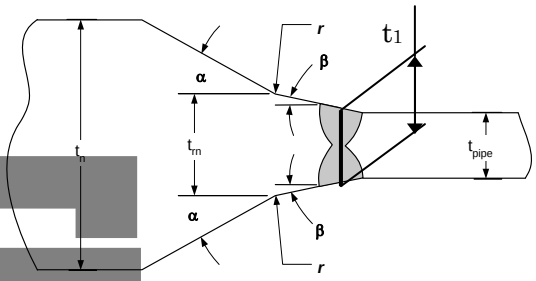
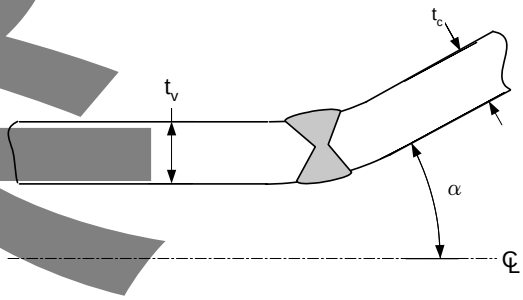
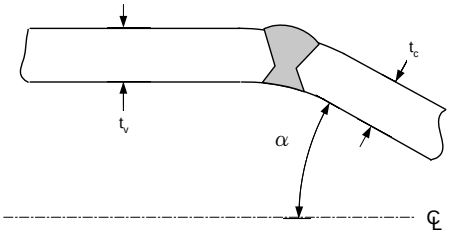
図 7.2　使用できる溶接継手の形状－胴†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
1	1	A,B,C,D		
2	2	B		
3	3	B		
4	1 2 3	A,B,C,D	• $a \geq 3b$ • テーパ長さ a に溶接を含めてもよい。	
5	1 2 3	A,B,C,D		
6	1 2 3	A,B,C,D		

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

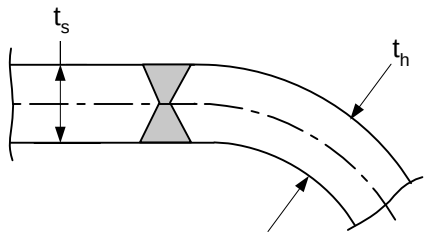
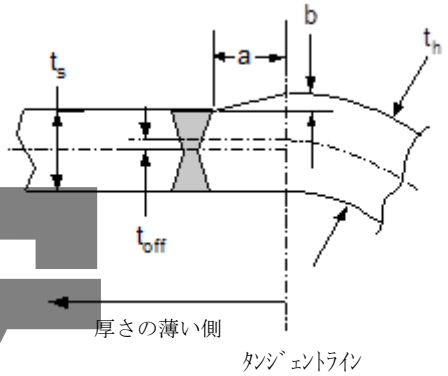
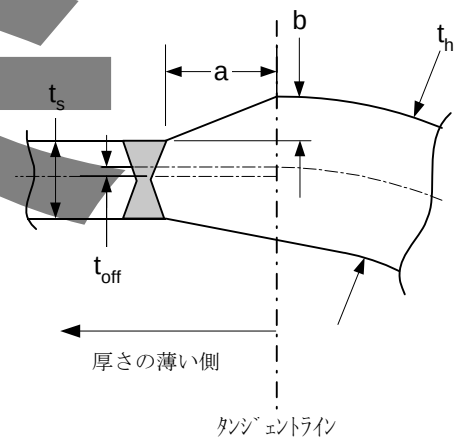
図 7.2　使用できる溶接継手の形状－胴†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
7	1 2 3	B	• 開先形状は図示による。 • $t_1 \geq max\lfloor 0.8t_{rn}, t_{pipe} \rfloor$ t_1 は厚板側の端部の厚さ • $\alpha \leq 30^\circ$ • $14^\circ \leq \beta \leq 18.5^\circ$ • $r \geq 6mm$	
8	1 2 3	B	• 開先形状は図示による。 • $t_1 \geq max\lfloor 0.8t_{rn}, t_{pipe} \rfloor$ t_1 は厚板側の端部の厚さ • $\alpha \leq 30^\circ$ • $14^\circ \leq \beta \leq 18.5^\circ$ • $r \geq 6mm$	
9	1 3	B	• $\alpha \leq 30^\circ$	
10	8	B	• $\alpha > 30^\circ$	
11	1 3	B	• $\alpha \leq 30^\circ$	
12	8	B	• $\alpha > 30^\circ$	

参考

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

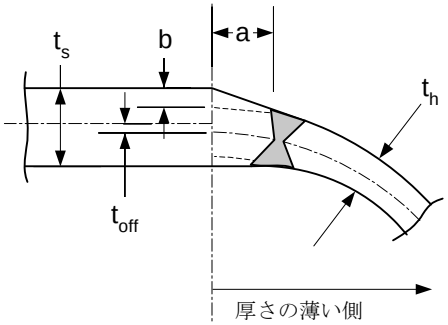
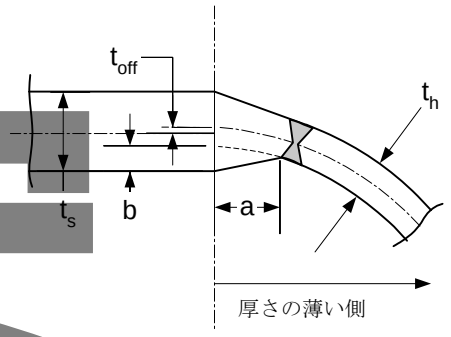
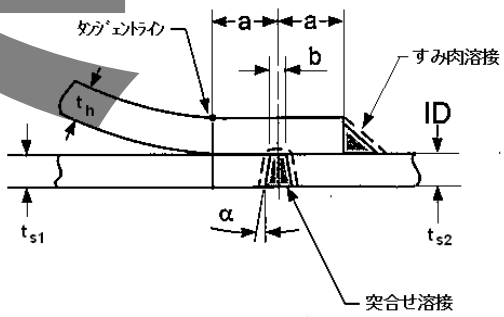
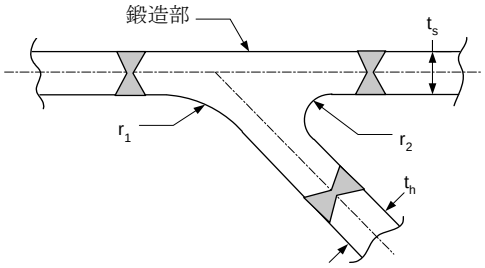
図 7.3　使用できる溶接継手の形状－鏡板†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
1	1 2 3	A,B		
2	1 2 3	A,B	• $t_h > t_s$ の場合、$a \geq 3b$ • $t_{off} \leq 0.5(t_h - t_s)$ • 鏡板フランジ部の最小長さは、必要なテーパ長さをとる場合を除き、下記とする。 $\min[3t_h,\ 38mm]$ • $t_h \leq 1.25t_s$ の場合、鏡板フランジ部の最小長さは、必要なテーパ長さをとるのに十分な長さとする。 • テーパ長さ a に溶接部を含めてもよい。 • 胴板の厚さ中心は鏡板の厚さ中心のいずれの側にあってもよい。	
3	1 2 3	A,B		

参考

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

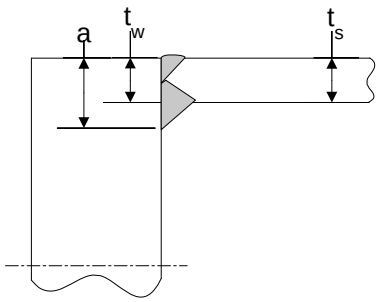
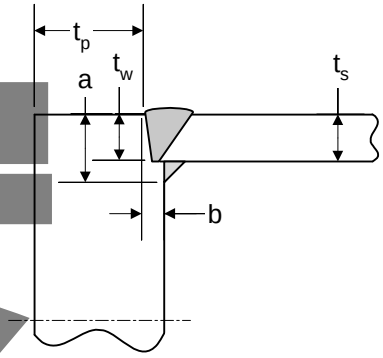
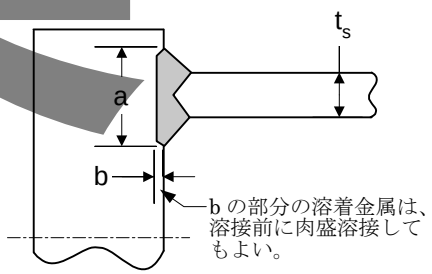
図 7.3　使用できる溶接継手の形状－鏡板†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
4	1 2 3	A,B	• $a \geq 3b$ • $t_{off} \leq 0.5(t_h - t_s)$ • テーパ長さ a に溶接部を含めてもよい。 • 胴板の厚さ中心は鏡板の厚さ中心のいずれの側にあってもよい。	
5	1 2 3	A,B		
6	2+10	B	• 突合せ溶接部の許容せん断荷重とすみ肉溶接部の許容せん断荷重の合計は、中間鏡で仕切られる室のいずれか大きい方の設計圧力によるせん断力の 1.5 倍以上とする。 • $a \geq \min[2t_h,\ 25mm]$ • b=13mm（最小） • 厚さ t_{s1} と t_{s2} は、異なる値でもよい。 • $15^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	
7	1 3	A,B	• $r_1 \geq 2r_2$ • $r_2 \geq \min[t_s,\ t_h]$	

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

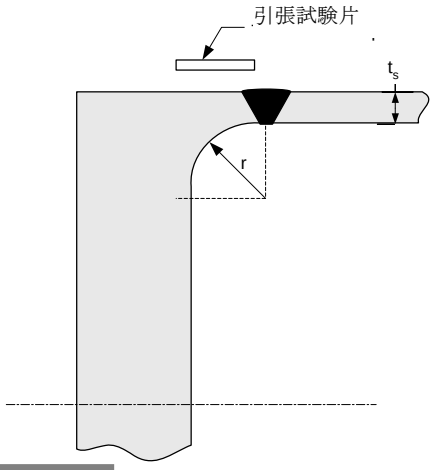
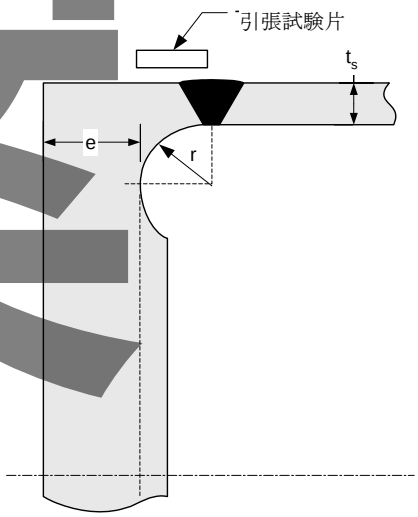
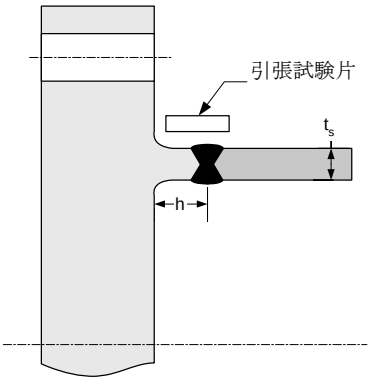
図 7.4　使用できる溶接継手の形状－平板及びボルト締めフランジの無い管板†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
1	7+10	C	• $a \geq 2t_s$ • $t_w \geq t_s$	
2	7 7+10	C	• $a+b \geq 2t_s$ • $t_w \geq t_s$ • $t_p \geq \min[t_s,\ 6mm]$ • 内面のすみ肉溶接は任意	
3	7+10	C	• $a+b \geq 2t_s$ • $b=0$ でもよい。	

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

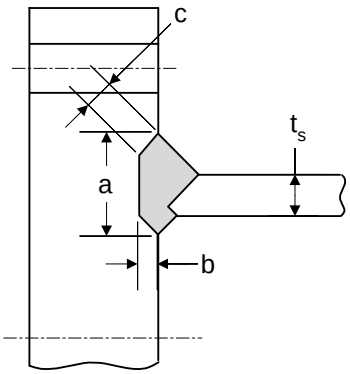
図 7.5　使用できる溶接継手の形状－突合せ溶接のハブ付き平板及び管板†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
1	1 2 3	C	• $t_s \le 38mm$ の場合 $r \ge 10mm$ • $t_s > 38mm$ の場合 $r \ge \min[0.25t_s,\ 19mm]$	
2	1 2 3	C	• $t_s \le 38mm$ の場合 $r \ge 10mm$ • $t_s > 38mm$ の場合 $r \ge \min[0.25t_s,\ 19mm]$ • $e \ge \max[t_s, T]$ T：平板の最小厚さ	
3	1 2 3	C	• $h \ge \max[1.5t_s,\ 19mm]$ ただし、51mm を超える必要はない。	

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

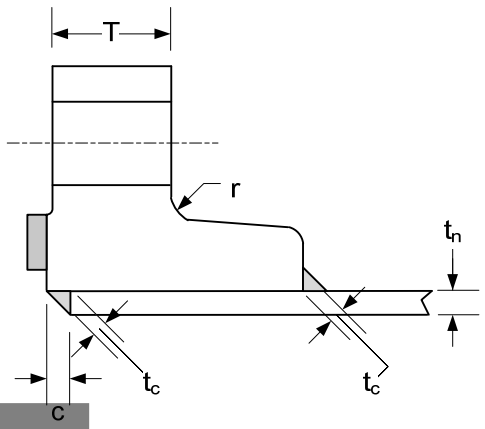
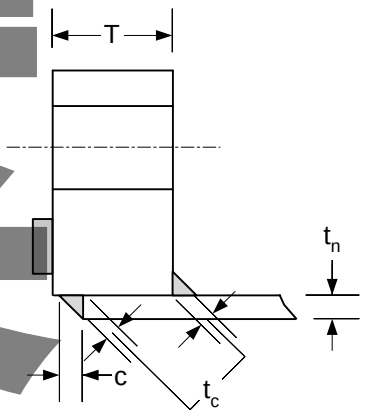
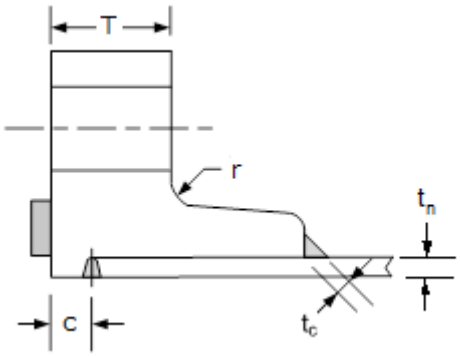
図 7.6　使用できる溶接継手の形状－ボルト締めフランジ付き管板†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
1	7+10	C	• $a+b \geq 2t_s$ • $b=0$ でもよい。 • $c \geq \min\left[0.7t_s, 1.4t_r\right]$ t_r：胴の最小厚さ	

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

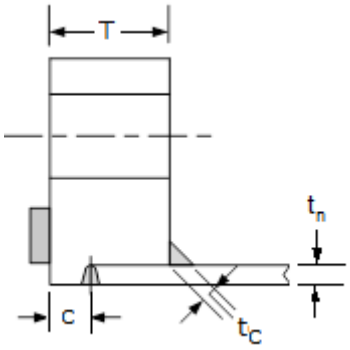
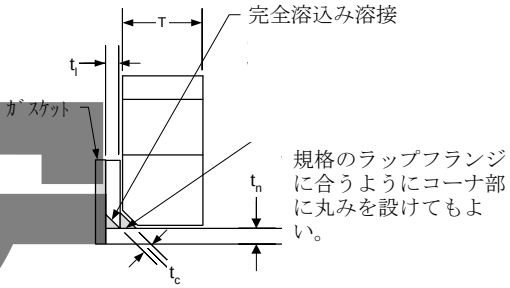
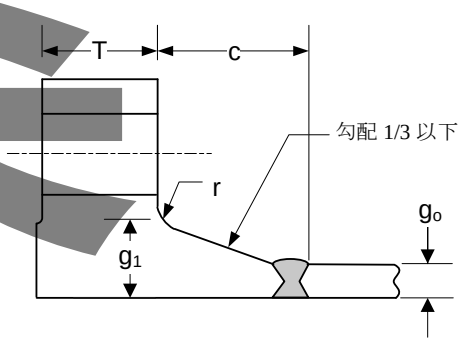
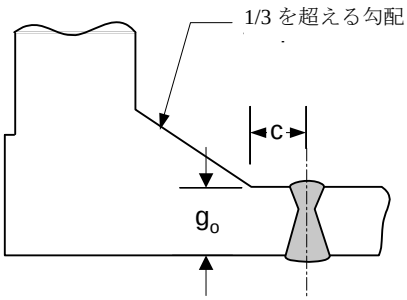
図 7.7　使用できる溶接継手の形状－フランジ†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
1	10	C	• ルーズ形フランジ • $t_c \geq 0.7t_n$ • $c \leq t_n + 6mm$ • $r \geq \max[0.25g_1,\ 5mm]$ g_1：フランジ背面のハブの厚さ • $t_n \leq 32mm$	
2	10	C	• ルーズ形フランジ • $t_c \geq 0.7t_n$ • $c \leq t_n + 6mm$ • $t_n \leq 32mm$	
3	7+10	C	• ルーズ形フランジ • $t_c \geq 0.7t_n$ • $c \leq 0.5T$ • $r \geq \max[0.25g_1,\ 5mm]$ g_1：フランジ背面のハブの厚さ	

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

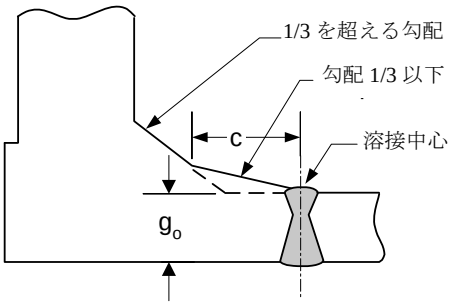
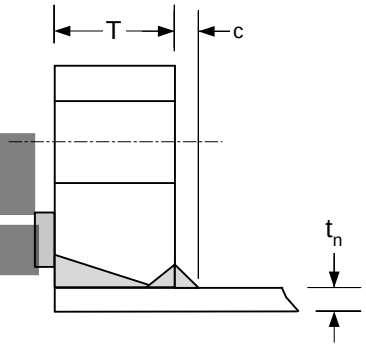
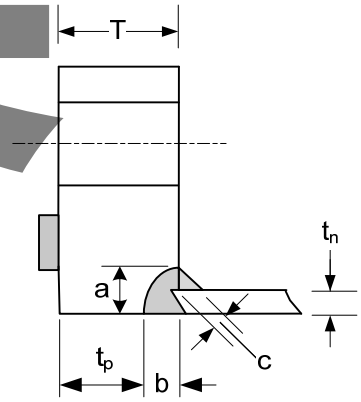
図 7.7　使用できる溶接継手の形状－フランジ†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
4	7+10	C	• ルーズ形フランジ • $t_c \geq 0.7t_n$ • $c \leq 0.5T$	
5	7+10	C	• ルーズ形フランジ • $t_c \geq 0.7t_n$ • $t_l \geq t_n + 5mm$	
6	1 2 3	C	• 一体形フランジ • $c \geq 1.5g_0$ • $r \geq \max[0.25g_1,\ 5mm]$	
7	1 2 3	C	• 一体形フランジ • $c \geq 1.5g_0$	

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

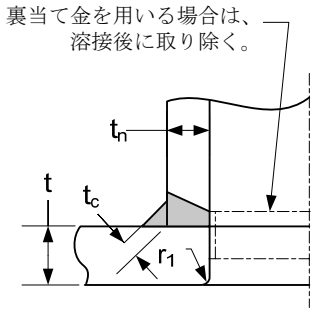
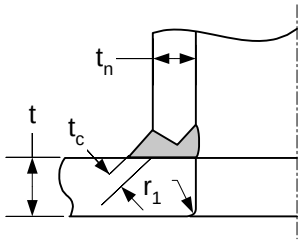
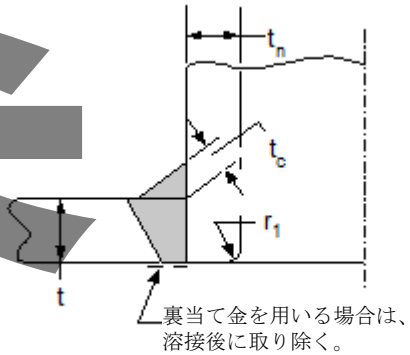
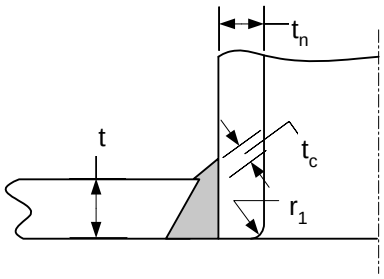
図 7.7　使用できる溶接継手の形状－フランジ†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
8	1 2 3	C	• 一体形フランジ • $c \geq 1.5g_0$	
9	7+10	C	• 一体形フランジ • $c \geq \min[0.25g_0,\ 6mm]$ g_0：ハブ先端の厚さで、g_0=t_n	
10	7+10	C	• 一体形フランジ • $a+b \geq 3t_n$ • $t_p \geq \min[t_n,\ 6mm]$ • $c \geq \min[t_n,\ 6mm]$	

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

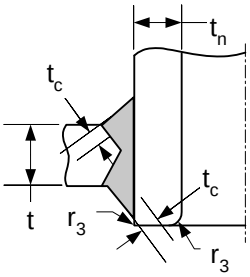
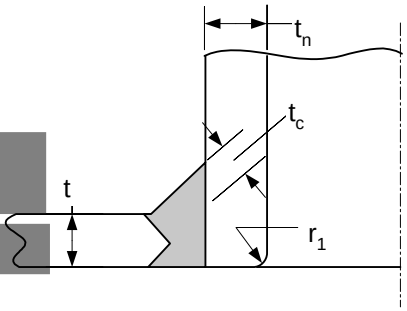
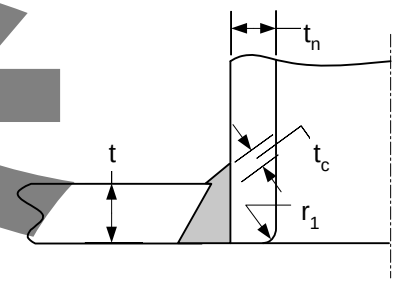
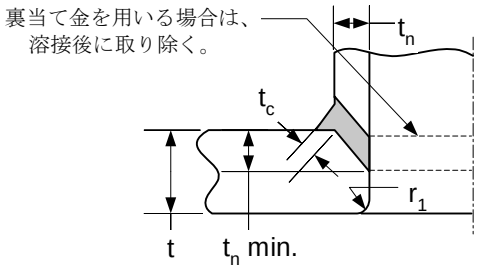
図 7.8　使用できる溶接継手の形状－管台†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
1	7+10	D	• $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$ • $r_1 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$	
2	7+10	D	• $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$ • $r_1 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$	
3	7+10	D	• $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$ • $r_1 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$	
4	7+10	D	• $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$ • $r_1 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$	

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

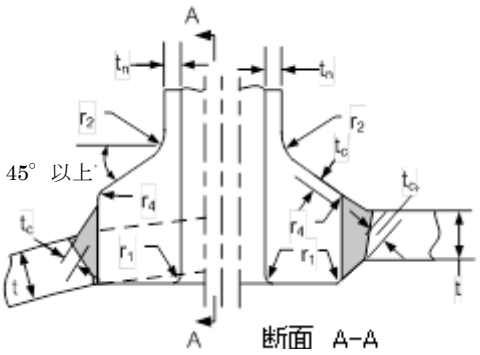
図 7.8　使用できる溶接継手の形状－管台†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
5	7+10	D	• $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$ • $r_3 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$ 又は下記を満足する 45 度の面取り $r_3 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$	
6	7+10	D	• $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$ • $r_1 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$	
7	7+10	D	• $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$ • $r_1 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$	
8	7+10	D	• $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$ • $r_1 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$	

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

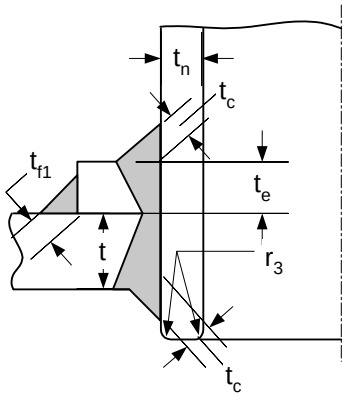
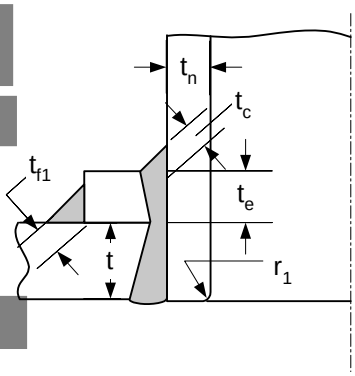
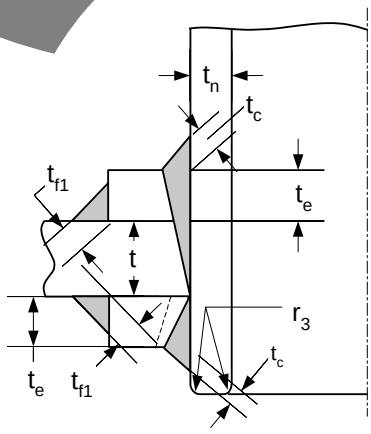
図 7.8　使用できる溶接継手の形状－管台†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
9	7+10	D	• $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$ • $r_1 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$ • $r_2 \geq 19mm$ • $r_4 \geq 6mm$	

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

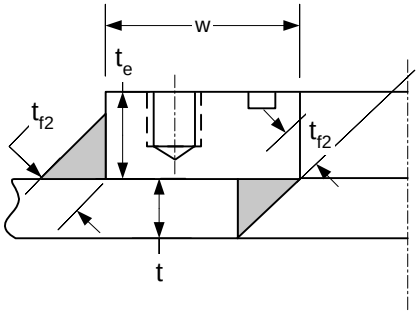
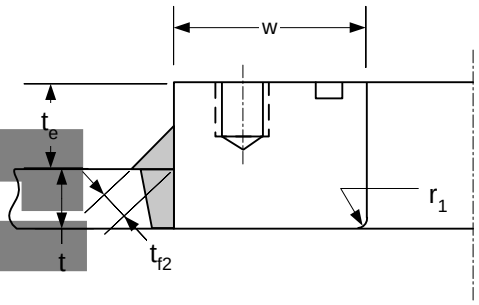
図 7.9　使用できる溶接継手の形状－管台（強め材タイプ）†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
1	7+10	D	• $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$ • $t_{f1} \geq \min[0.6t_e,\ 0.6t]$ • $r_3 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$ 又は下記を満足する 45 度の面取り $r_3 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$	
2	7+10	D	• $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$ • $t_{f1} \geq \min[0.6t_e,\ 0.6t]$ • $r_1 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$	
3	7+10	D	• $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$ • $t_{f1} \geq \min[0.6t_e,\ 0.6t]$ • $r_3 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$ 又は下記を満足する 45 度の面取り $r_3 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$	

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

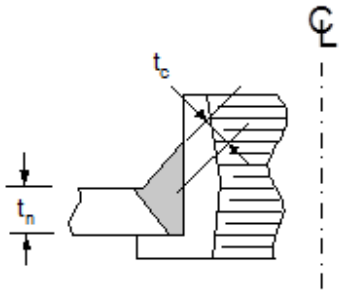
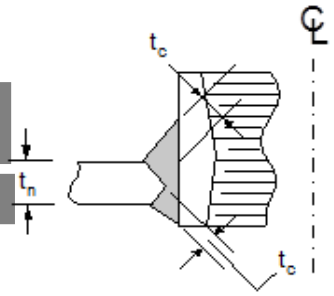
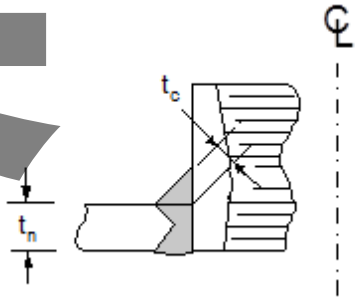
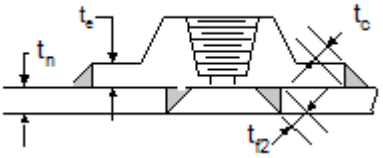
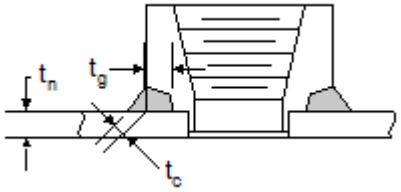
図 7.9　使用できる溶接継手の形状－管台（強め材タイプ）†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
4	10	D	• $t_{f2} \geq \min\left[0.7t_e,\ 0.7t\right]$ • 管台が外力を受ける場合は、適用できない。	
5	7+10	D	• $t_{f2} \geq \min\left[0.7t_e,\ 0.7t\right]$ • $r_1 \geq \min\left[0.25t,\ 3mm\right]$	

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

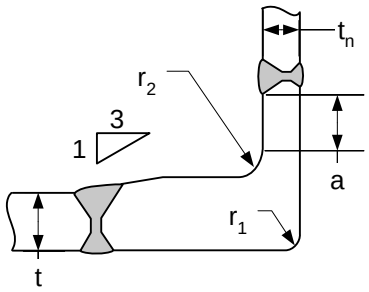
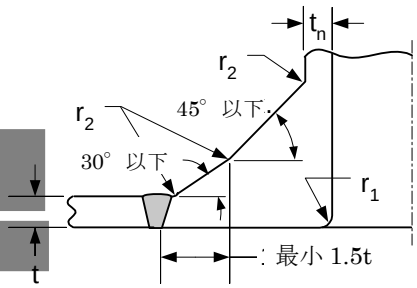
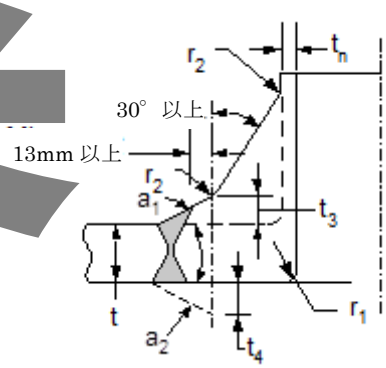
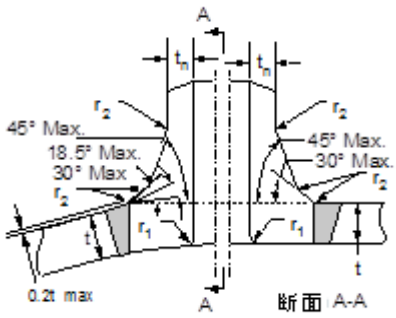
図 7.10　使用できる溶接継手の形状－管台（その他）†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
1	7+10	D	• 管の呼び径 50A（DN50）以下 • $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$	
2	7+10	D	• 管の呼び径 50A（DN50）以下 • $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$	
3	7+10	D	• 管の呼び径 50A（DN50）以下 • $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$	
4	10	D	• 管の呼び径 50A（DN50）以下 • $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$ • $t_{f2} \geq \min[0.7t_e,\ 0.7t_n]$	
5	9+10	D	• 管の呼び径 50A（DN50）以下 • t_g は Sch.160 の管の厚さ以上 • $t_c \geq \min[0.7t_n,\ 6mm]$	

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

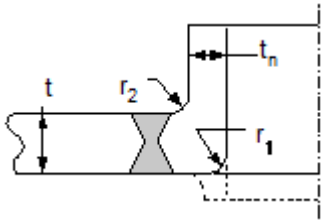
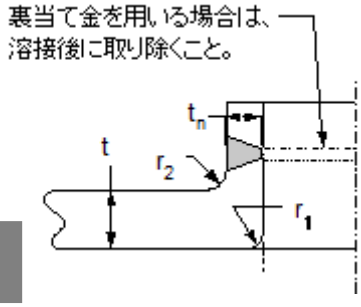
図 7.11　使用できる溶接継手の形状－管台（RT 検査可能な突合せ溶接）†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
1	1 2 3	D	• $r_1 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$ • $r_2 \geq \min[0.25t_n,\ 19mm]$	
2	1 2 3	D	• $r_1 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$ • $r_2 \geq \min[0.25t_n,\ 19mm]$	
3	1 2 3	D	• $r_1 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$ • $r_2 \geq \min[0.25t_n,\ 19mm]$ • $t_3 + t_4 \leq 0.2t$ • $a_1 + a_2 \leq 18.5^\circ$	
4	1 3	D	• $r_1 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$ • $r_2 \geq \min[0.25t_n,\ 19mm]$	

案

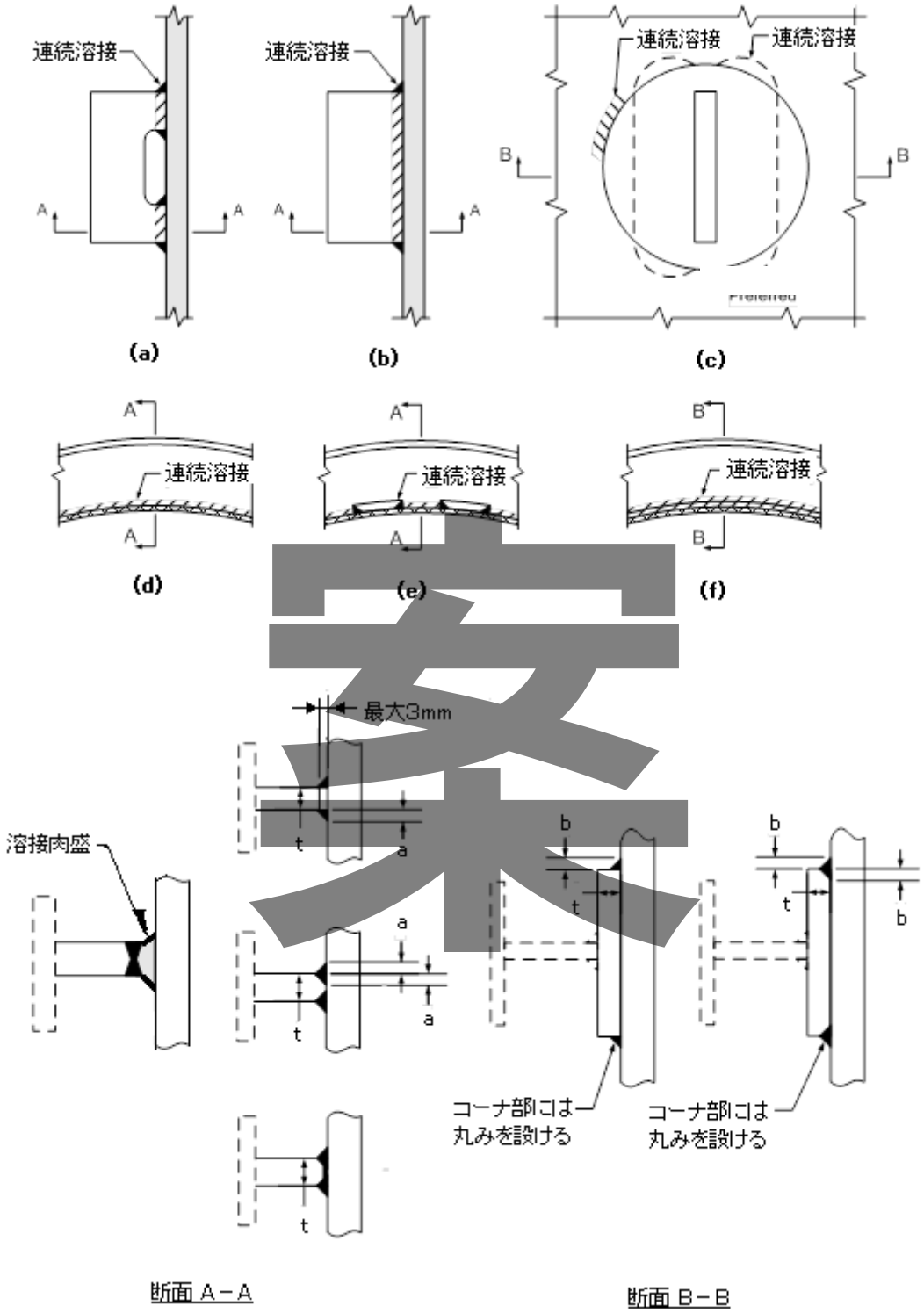
著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

図 7.11　使用できる溶接継手の形状－管台（RT 検査可能な突合せ溶接）†

No.	継手区分	継手分類	制限事項	形状図
5	1 2 3	D	• $r_1 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$ • $r_2 \geq \min[0.25t_n,\ 19mm]$	
6	1 2 3	D	• $r_1 \geq \min[0.25t,\ 3mm]$ • $r_2 \geq \min[0.25t_n,\ 19mm]$	

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

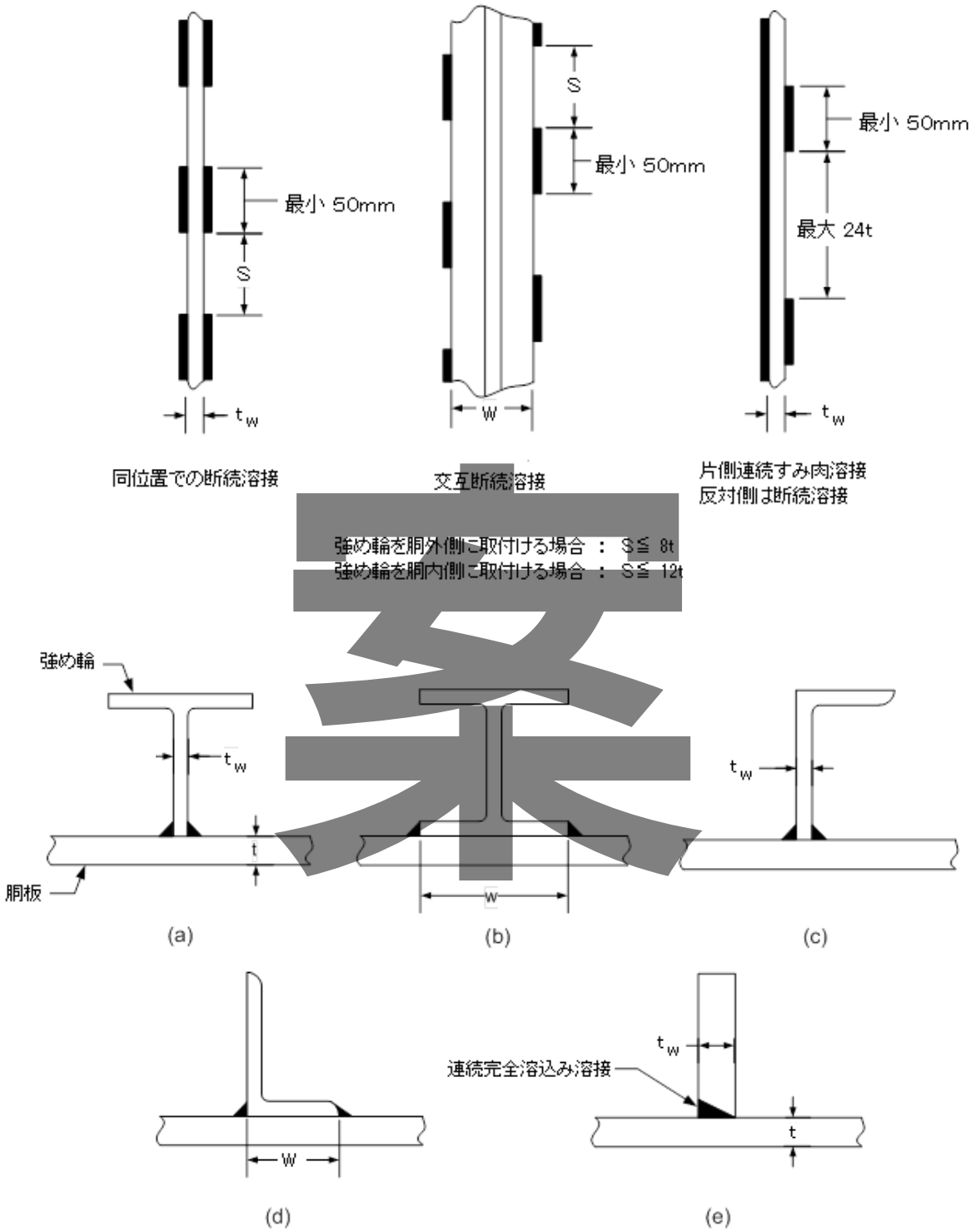


案

備考 1. 取付け溶接の寸法は、$a \geqq 0.25t$ 及び $b \geqq 0.5t$ とする。
2. 連続溶接で取付けられる当て板は、ベント穴を設けること。
3. 図(e)を用いる場合、ウェブ部の 50%以上を溶接し、非溶接部は均等に配置のこと。
4. 記号 t は、図示の部材の厚さ。

図 7.12　使用できる溶接継手の形状－ブラケット、ラグ、附属品取付け†

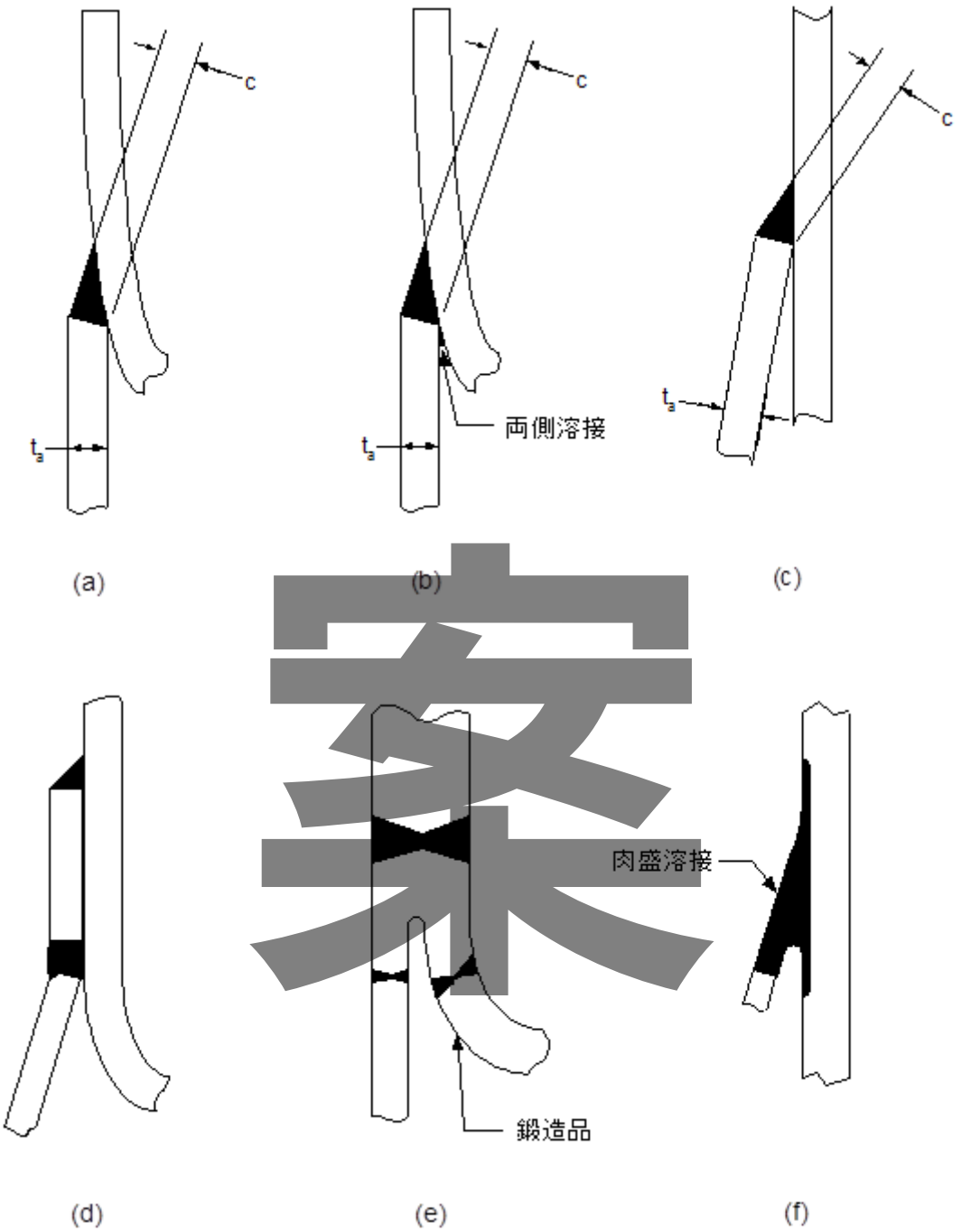
著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。



備考 1　強め輪の溶接継手の制限については、**6.2.2 e)**による。
　　2　記号 t は、強め輪の取付く胴板の厚さ。

図 7.13　使用できる溶接継手の形状－補強リング†

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。



案

備考 1. 溶接は、すべて連続溶接とすること。
2. 溶接部の寸法 c は、$c \geq t_a$ を満足すること。

図 7.14　使用できる溶接継手の形状－スカート†

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

7.5 溶接施工方法の確認試験

7.5.1 溶接施工方法の確認試験の認定

耐圧部分に係る溶接（機械試験の再試験及び非破壊試験の再試験に係る溶接を含む。）及び非耐圧部分を耐圧部分に取付けるための溶接は、**JIS B 8285** に基づき、あらかじめ検査機関によって認められた溶接施工方法又はこれと同等と認められる溶接施工方法の確認試験により行う。

備考 1： 「非耐圧部分を耐圧部分に取付けるための溶接」には、一時的なクリップ、ラグ等の溶接を含む。
2： 「検査機関」とは、経済産業大臣、高圧ガス保安協会、指定特定設備検査機関等をいう。
3： 「これと同等と認められる溶接施工方法の確認試験」とは、次の **a)**～**c)** に示すものをいう。
a)電気事業法に基づく溶接施工方法確認試験
b)ガス事業法に基づく溶接施工方法確認試験
c)労働安全衛生法に基づく溶接施工方法確認試験

7.5.2 溶接施工方法の確認試験での衝撃試験

溶接施工方法の確認試験における衝撃試験は、**附属書 I** の規定による。

7.6 溶接前の準備

7.6.1 溶接前の開先加工、開先合せ等

溶接前の開先加工、開先合せ、仮付溶接等は、次の **a)**～**d)**による。

a) 開先面は、溶接前にスケール、スラグ、油分、有害な酸化物等を除去する。

b) 溶接に際して、開先の位置を合わせて保持する。保持するために仮付溶接を用いた場合は、保持の目的を果たした後に仮付溶接を完全に除去する。ただし、仮付溶接の始端部及び終端部をグラインダー等で仕上げることにより、本溶接に完全に溶込む場合は、仮付溶接を残してもよい。

c) 仮付溶接は、**7.5.1** の規定によりあらかじめ認められたすみ肉溶接又は突合せ溶接の溶接施工方法による。また、溶接士は、**7.1.4** に規定する資格を有する者とする。

d) 突合せ溶接を行う場合、開先の位置合わせの食違いは、**7.11** の規定による。

7.6.2 開先加工面、板端面等の検査

開先加工面、板端面、平板等のハブ部等の検査は、次の **a)**～**d)**による。ここで、磁粉探傷試験又は浸透探傷試験の方法は **7.9.3** の規定による。

a) 呼び厚さが 38mm 超える切断面で溶接に供する面は、磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、**7.9.3** に規定する判定基準で合格すること。

b) **図 7.8** の No.1、2 及び 8 の開口部のように内面に露出している母材断面部は、磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、欠陥のないこと。

c) 厚さが 13mm を超える管板又は平板と胴を**図 7.4** 又は**図 7.6** に示すように角継手にする場合、平板の溶接に供する面及び平板の端面に磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、欠陥のない

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

こと。

d) 管板及び平板のハブ部（鋼板から板厚方向に機械加工により製造するものに限る。）は、磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、**7.9.3** に規定する判定基準で合格すること。

7.7 溶接後熱処理

7.7.1 溶接後熱処理の要求

設備の溶接部は、次の**a)**～**m)**のいずれかに該当する場合を除き、溶接後熱処理を行う。なお、特定材料を用いる場合の P 番号及びグループ番号の対比は**附属書 C** による。

a) **JIS B 8285 附属書 A** の P 番号 1 グループ番号 1, 2 及び 3 の材料を母材とする溶接部で、次の **1)**又は **2)**のいずれかに該当する場合。ただし、毒性ガスの設備の溶接部の場合、最低設計金属温度が－48℃未満で**附属書 I** の **I.2.1a)3)**による応力比の値が 0.24 以上の材料を溶接する場合及び溶接法が電子ビーム溶接で **m)**を満足できない場合は、溶接後熱処理を行う。

1) 溶接部の厚さが 32mm 以下

2) 溶接部の厚さが 32mm を超え 38ｍｍ以下で、予熱温度が 95℃以上

b) **JIS B 8285 附属書 A** の P 番号 3 グループ番号 1, 2 及び 3 の材料を母材とする溶接部で、次の **1)**又は **2)**のいずれかに該当する場合。ただし、毒性ガスの設備の溶接部の場合、最低設計金属温度が－48℃未満で**附属書 I** の **I.2.1a)3)**による応力比の値が 0.24 以上の材料を溶接する場合及び溶接法が電子ビーム溶接で **m)**を満足できない場合は、溶接後熱処理を行う。

1) **JIS B 8285 附属書 A** の P 番号 3 グループ番号 1 又は 2 の材料で、溶接部の厚さが 16mm 以下で、かつ、使用する材料の厚さ以上の厚さの材料を用いて溶接施工方法の確認試験が実施されている場合

2) 耐圧部分の溶接又は非耐圧部分を耐圧部分へ取付ける溶接で、次の **2.1)**～**2.4)**のいずれかに該当する場合

2.1) C≦0.25%（材料規格での規定値）の材料の耐圧部分の溶接の場合又は寸法が 13mm 以下の開先溶接もしくはのど厚が 13mm 以下のすみ肉溶接での非耐圧部品の取付け溶接の場合で、いずれの場合も予熱温度が 95℃以上

2.2) C≦0.25%（材料規格での規定値）の材料の管又は伝熱管で、溶接部の厚さが 13mm 以下の周継手の突合せ溶接部

2.3) C≦0.25%（材料規格での規定値）の材料の耐圧部分へのスタッド溶接で、予熱温度が 95℃以上

2.4) C≦0.25%（材料規格での規定値）の耐圧部分への肉盛溶接又はライニングの取付け溶接で、初層溶接の予熱温度が 95℃以上

c) **JIS B 8285 附属書 A** の P 番号 4 グループ番号 1 及び 2 の材料を母材とする溶接部で、次の **1)**～**3)**のいずれかに該当する場合。ただし、毒性ガスの設備の溶接部の場合、最低設計金属温度が－48℃未満で**附属書 I** の **I.2.1a)3)**による応力比の値が 0.24 以上の材料を溶接する場合及び溶接法が電子ビーム溶接で **m)**を満足できない場合は、溶接後熱処理を行う。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

1) 管又は伝熱管の周継手の突合せ溶接で、次の **1.1)～1.4)**をすべて満足する場合

1.1) 最大呼び外径≦100mm

1.2) 最大呼び厚さ≦16mm

1.3) C≦0.15%（材料規格での規定値）

1.4) 予熱温度が 120℃以上

2) **1)**の **1.1)～1.3)** を満足する管又は伝熱管に非耐圧部分を取付けるすみ肉溶接で、最大のど厚が 13mm 以下で、かつ、予熱温度が 120℃以上

3) **1)**の **1.1)～1.3)**を満足する管又は伝熱管にスタッドを取付ける溶接で、予熱温度が 120℃以上

d) **JIS B 8285 附属書 A** の P 番号 5 グループ番号 1、2 及び 3 の材料を母材とする溶接部で、次の **1)～3)**のいずれかに該当する場合。ただし、毒性ガスの設備の溶接部の場合、最低設計金属温度が－48℃未満で**附属書 I** の **I.2.1a)3)**による応力比の値が 0.24 以上の材料を溶接する場合及び溶接法が電子ビーム溶接で **m)**を満足できない場合は、溶接後熱処理を行う。

1) 管又は伝熱管の周継手の突合せ溶接で、次の **1.1)～1.5)**をすべて満足する場合

1.1) Cr≦3.0%（材料規格での規定値）

1.2) 最大呼び外径≦100mm

1.3) 最大呼び厚さ≦16mm

1.4) C≦0.15%（材料規格での規定値）

1.5) 予熱温度が 150℃以上

2) **1)**の **1.1)～1.4)**を満足する管又は伝熱管に非耐圧部分を取付けるすみ肉溶接で、最大のど厚が 13mm 以下で、かつ、予熱温度が 150℃以上

3) **1)**の **1.1)～1.4)** を満足する管又は伝熱管にスタッドを取付ける溶接で、予熱温度が 150℃以上

e) **JIS B 8285 附属書 A** の P 番号 6 の TP410 のステンレス鋼（C≦0.08％の材料に限る。）を、オーステナイト系クロムニッケル合金又は非空冷硬化形のニッケルークロムー鉄合金の溶着金属が得られる溶接材料で溶接する溶接部で、次の **1)** 又は **2)**のいずれかに該当する場合。ただし、いずれの場合にあっても 100%放射線透過試験を行うこととする。

1) 溶接部の厚さが 10mm 以下

2) 溶接部の厚さが 10mm を超え 38mm 以下で、予熱温度が 230℃以上

f) **JIS B 8285 附属書 A** の P 番号 7 の TP405 又は TP410S のステンレス鋼（共に C≦0.08％の材料に限る。）を、オーステナイト系クロムニッケル合金又は非空冷硬化形のニッケルークロムー鉄合金の溶着金属が得られる溶接材料で溶接する溶接部で、次の **1)** 又は **2)**のいずれかに該当する場合。ただし、いずれの場合にあっても 100%放射線透過試験を行うこととする。

1) 溶接部の厚さが 3mm 以下

2) 溶接部の厚さが 3mm を超え 38mm 以下で、予熱温度が 230℃以上

g) **JIS B 8285 附属書 A** の P 番号 9A の材料を母材とする溶接部で、次の **1)～6)**のいずれかに

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

該当する場合

1) 材料の使用厚さが 16mm 以下で、かつ、使用する材料の厚さ以上の厚さの材料を用いて溶接施工方法の確認試験が実施されている。

2) 管又は伝熱管の周継手の突合せ溶接で、次の **2.1)**～**2.4)** をすべて満足する。

2.1) 最大呼び外径≦100mm

2.2) 最大呼び厚さ≦13mm

2.3) 材料規格の化学成分規定値で、C≦0.15%

2.4) 予熱温度が 120℃以上

3) **2)**の **2.1)**～**2.3)** を満足する管又は伝熱管に、非耐圧部分を取付けるすみ肉溶接で、次の **3.1)**及び **3.2)** を満足する。

3.1) のど厚≦13mm

3.2) 予熱温度が 120℃以上

4) 非耐圧部分を耐圧部分に取付ける溶接で、寸法が 13mm 以下の開先溶接又はのど厚が 13mm 以下のすみ肉溶接で、予熱温度が 95℃以上

5) 耐圧部分へのスタッド溶接で、予熱温度が 95℃以上

6) 耐圧部分への肉盛溶接又はライニングを取付ける溶接で、初層溶接の予熱温度が 95℃以上

h) **JIS B 8285 附属書 A** の P 番号 9B の材料を母材とする溶接部で、次の **1)**～**4)**のいずれかに該当する場合

1) 材料の使用厚さが 16mm 以下で、かつ、使用する材料の厚さ以上の厚さの材料を用いて溶接施工方法の確認試験が実施されている。

2) 非耐圧部分を耐圧部分に取付ける溶接で、寸法が 13mm 以下の開先溶接又はのど厚が 13mm 以下のすみ肉溶接で、予熱温度が 95℃以上

3) 耐圧部分へのスタッド溶接で、予熱温度が 95℃以上

4) 耐圧部分への肉盛溶接又はライニングを取付ける溶接で、初層溶接の予熱温度が 95℃以上

i) **JIS G 4901**, **G4902**, **G4903** 及び **G4904** の種類の記号が NCF800（特定材料は UNS No. N08800 の材料をいう。）及び NCF800H（特定材料は UNS No. N08810 の材料をいう。）の鋼で、設計温度が 540℃以下の場合

j) P 番号 8A、P 番号 8B、P 番号 45（ただし、**i)**で規定する材料を除く。）及び非鉄金属を材料とする溶接部

k) クラッド鋼及び肉盛溶接（クロム系ステンレス鋼にクロム系ステンレス鋼の肉盛をする場合を除く。）で母材の溶接後熱処理が不要な場合、及び TP405 又は TP410S のクラッド鋼並びに TP405 又は TP410S でライニングする場合で、オーステナイト系の溶接材料又は非空冷硬化形のニッケルークロムー鉄合金の溶接材料で溶接する場合

l) 9%ニッケル鋼で、板厚が 50mm 以下の場合。ただし、電子ビーム溶接で厚さが 3mm を超

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

える材料を溶接する場合を除く。

m) 電子ビーム溶接で厚さが 3mm 以下の炭素鋼及び低合金鋼を溶接する場合

7.7.2 溶接後熱処理の方法、保持温度及び保持時間

溶接後熱処理の方法、保持温度及び保持時間等の熱処理の詳細は、**附属書 J** による。

7.8 突合せ溶接継手の機械試験

7.8.1 溶接継手の機械試験の種類

継手分類が A 継手及び B 継手の突合せ溶接継手は、母材の種類及び溶接継手部の厚さに応じ、**表 7.4** に示す機械試験を行う。

表 7.4 溶接継手の機械試験の種類

母材の種類	厚さ (mm)	機械試験の種類					
		FB	RB	SB	TT	IW, IH, K_{IC}	Mi
炭素鋼	12≧	○	○	―	○	**附属書 I** の規定による。	―
	12＜	―	―	○	○		―
焼ならし鋼 焼ならし／焼戻し鋼	12≧	○	○	―	○		―
	12＜	―	―	○	○		―
焼入れ／焼戻し鋼	12≧	○	○	―	○		―
	12＜	―	―	○	○		―
Cr-Mo 鋼	12≧	○	○	―	○		―
	12＜	―	―	○	○		―
フェライト系ステンレス鋼	12≧	○	○	―	○		―
	12＜	―	―	○	○		―
オーステナイト系 ステンレス鋼	12≧	○	○	―	○		○
	12＜	―	―	○	○		○
Ni 鋼	12≧	○	○	―	○		―
	12＜	―	―	○	○		―
２相系ステンレス鋼	12≧	○	○	―	○		○
	12＜	―	―	○	○		○
上記以外の材料	19＞	○	―	―	○		―
	19≦	―	―	○	○		―

備考 1： 表中の○印は、必要な試験を表す。
2： オーステナイト系ステンレス鋼のミクロ試験は、クロム含有量が 19%を超える場合に行う。
3： 表中の機械試験の種類の記号の意味は、次による。
FB ：表曲げ試験　SB ：側曲げ試験　Mi ：ミクロ試験
RB ：裏曲げ試験　IW ：溶接金属の衝撃試験　IH ：HAZ の衝撃試験

原案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

TT　：継手引張試験　　K_{IC}　：溶接金属及び熱影響部の破壊靭性試験

4：　表曲げ試験及び裏曲げ試験は、母材相互又は母材と溶接金属部の曲げ特性が著しく異なる溶接部の場合、縦表曲げ試験及び縦裏曲げ試験に替えてもよい。

7.8.2　機械試験の方法及び判定基準

機械試験のための試験板の作成、試験片の数量、採取方法等の機械試験の方法及び判定基準は、**附属書 K** の規定による。

7.9　溶接部の非破壊試験

7.9.1　目視検査

溶接部の目視検査は、次の **a)**～**e)** による。

a)　すべての溶接表面は、目視検査を実施する。また、設備の完成時に目視で確認できない箇所にある溶接部は、製作工程の中で目視検査を行う。

b)　すべての溶接部は、取付の位置合せ時及び裏はつり時に製作中の検査として目視検査を実施する。

c)　目視検査は、３年以上の実務経験を有する者が行う。

d)　目視検査により、溶接は、溶込みが十分であり、かつ、割れ又はアンダーカット、オーバーラップ、クレータ、スラグ巻込み等で有害な欠陥がないことを確認する。治具跡についても、同様とする。

e)　目視検査の結果は、記録する。

備考：「アンダーカット、オーバーラップ、クレータ、スラグ巻込みで有害な欠陥」とは、アンダーカットは深さ 0.4mm を超える欠陥、オーバーラップ及びクレータは長さ 4mm を超える欠陥をいう。また、スラグ巻込みは溶接表面にある場合は、不合格とする。

案

7.9.2　非破壊試験

溶接継手の非破壊試験は、次の **a)**～**e)**による。

a)　溶接継手は、継手分類、継手の種類、継手区分、試験グループ等に応じて非破壊試験を行う。ここで、試験グループは、溶接継手の効率、材料の種類、溶接部の最大厚さ及び溶接方法の制限に基づき**表 7.5** 及び **b)**により決定する。

b)　試験グループの適用範囲

設備全体に 1 つの試験グループを適用するが、**表 7.5** 及び次の **1)**～**3)** をすべて満足できる場合は、設備を複数のセクションに分割してセクションごとに異なる試験グループを適用してもよい。

1)　セクションは、セクションの主溶接継手（セクションの厚さを決定する溶接継手をいう。）の試験グループがセクション内のすべての溶接継手に適用できる範囲とする。

2)　異なる試験グループのセクション同士を接続する溶接継手には、要求が厳しい方の試験グループ（試験グループ 1 と 3 では、1 が厳しい方となる。）を適用する。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

3) 溶接継手を有するセクションと溶接継手の無いセクション、又は溶接継手の無いセクション同士を接続する溶接継手の試験グループは、溶接部の有効厚さを（実際の厚さ－腐れ代）として**表 7.5** により決定する。また、有効厚さが **5.1.4** に規定する最小厚さの 1.18 倍を超える場合は、試験グループ 3 としてもよい。

c) 非破壊試験の種類及び試験の範囲

継手分類、継手の種類、継手区分、試験グループ等に対応する非破壊試験の種類及び試験の範囲は、**表 7.6** による。ただし、次の **1)～4)**に示す溶接継手又は部分は、**1)～4)**に示す非破壊試験を溶接継手の全長（100%）に対して行う。

1) 放射線透過試験

設備の突合せ溶接に係る溶接継手のうち、次の **1.1)～1.8)**に示す継手

1.1) 毒性ガスの設備に係る継手

1.2) 疲労解析が必要な設備（疲労解析の省略規定が適用できる場合を除く。）の継手分類が A 継手及び B 継手のすべて

1.3) 高合金鋼で、次の **1.3.1)～1.3.5)**に規定する材料を母材とする溶接に純クロムの溶加材を用いる継手

1.3.1) **JIS G 3463** の種類の記号が SUS405TB

1.3.2) **JIS G 4303** の種類の記号が SUS405

1.3.3) **JIS G 4304** 及び **JIS G 4305** の種類の記号が SUS405

1.3.4) **JIS G 4311** 及び **JIS G 4312** の種類の記号が SUS405

1.3.5) 特定材料の材料番号 **SA-240** 及び **SA-268** のそれぞれに規定する TP405

1.4) クロム･ステンレスクラッド鋼を純クロムの溶加材を用いて溶接する場合で、クロム･ステンレス鋼の溶接部が母材側の溶接部に連続的に接する継手

備考 1： ライニングの場合は、母材の溶接部との交点を適切な方法により検査し、割れの無いことを検査する。

備考 2： クロム・ステンレス鋼をオーステナイト系クロムニッケル鋼の溶加材又は非空冷硬化型のニッケルークロムー鉄合金の溶加材を用いて溶接する場合は、25%以上の放射線透過試験（ライニングの場合は、母材の溶接部との交点の 1 箇所以上を適切な方法で試験）を行う。

1.5) 管板及び平板のハブ部（鋼板から板厚方向に機械加工により製造するものに限る。）に係る継手（溶接止端部から 13mm 以上のハブ部側の母材部分を含む。）。ただし、試験は超音波探傷試験に替えることができる。

1.6) 単一パスが 38mm を超えるエレクトロガス溶接に係る継手

1.7) エレクトロスラグ溶接に係る継手

1.8) 電子ビーム溶接に係る継手

2) 磁粉探傷試験

次の **2.1)～2.7)** に示す溶接継手又は部分。ただし、非磁性に係るものを除く。

2.1) 耐圧部分に肉盛溶接した場合の溶接部

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

2.2) 疲労解析が必要な設備（疲労解析の省略規定が適用できる場合を除く。）の継手分類がＣ継手、Ｄ継手及びＥ継手のすべて

2.3) 水圧試験の代替として気圧試験を行う設備の溶接部のうち、次の **2.3.1)**及び **2.3.2)**に示す溶接継手

2.3.1) 管台、強め材等を取付けるための溶接継手

2.3.2) **2.3.1)**の溶接継手以外ののど厚が 6mm を超えるすべての溶接継手（非耐圧部分を耐圧部分に取付けるための溶接継手を含む。）

2.4) 9%ニッケル鋼の母材に管台を取付けるための溶接部のうち、**図 7.8** の No.1、No.2 及び No.8 に示すように管台の内面に露出している胴板及び鏡板の断面部

2.5) 伸縮継手に係る溶接部のうち、次の **2.5.1)**及び **2.5.2)**に示す部分

2.5.1) すべての完全溶込みの突合せ溶接部で、成形加工前の内外面、成形加工後の外面及び検査可能な内面の範囲

2.5.2) 伸縮継手と胴板との周継手

2.6) 胴と厚さが 13mm を超える平板との角継手部で、平板の溶接に供する面で胴と溶接されないで残っている面及び平板の端面

2.7) 塔槽類と特定支持構造物との溶接継手

3) 浸透探傷試験

次の **3.1)**及び **3.2)** に示す溶接継手又は部分

3.1) **2)** に規定する磁粉探傷試験の対象部分のうち非磁性で磁粉探傷試験を行うことができない部分

3.2) 厚さが 19mm を超えるオーステナイト系ステンレス鋼の胴部の突合せ溶接継手及びすみ肉溶接継手。なお、溶接継手に熱処理を行う場合は、熱処理後に試験を行う。

4) 超音波探傷試験

1)の **1.5)**のただし書きに該当する場合、並びに次の **4.1)**～**4.4)** に規定する溶接継手（超音波探傷試験を行うことが困難なものを除く。）

4.1) 炭素鋼及び低合金鋼を母材とするエレクトロスラグ溶接による継手及び単一パスが 38mm を超える炭素鋼及び低合金鋼を母材とするエレクトロガス溶接による継手。なお、当該溶接部に熱処理を行う場合は、熱処理後に試験を行う。

4.2) 単一パスが 38mm を超えるエレクトロガス溶接に係る継手

4.3) エレクトロスラグ溶接に係る継手

4.4) 電子ビーム溶接に係る継手

d) 非破壊試験の検査割合が 100％未満の場合の検査位置の選定は、次の **1)**～**3)**による。

1) 胴板、鏡板等の長手継手及び周継手は、長手継手と周継手の交点を対象とする。

また、すべての交点を検査すると検査割合が**表 7.6** に示す継手分類、継手詳細に対応する非破壊試験の範囲を超える場合でも、すべての交点を検査する。

2) 複数の溶接士又は溶接オペレータが従事している場合は、すべての溶接士又は溶接オペ

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

レータが施工した溶接継手が必ず一つ以上含まれるように検査対象の溶接継手を選定する。ただし、同一の溶接継手に複数の溶接士又は溶接オペレータが従事している場合は、当該溶接継手の検査をもって当該溶接継手に従事した溶接士又は溶接オペレータの溶接継手を確認したこととする。

3) 管台は、**表 7.6** に示す継手分類、継手詳細に対応する非破壊試験の範囲が 10%の場合は同一試験グループの 10 個ごと及びその端数の管台に対して各 1 個の管台の検査、25%の場合は同一試験グループの 4 個ごと及びその端数の管台に対して各 1 個の管台の検査を行う。

e) 非破壊試験員及び試験結果の評価者の資格

非破壊試験の従事者は、第三者機関により技量を認定された技術者とする。また、試験結果の評価は上級レベル（試験技法ごとに定められた技術者の技術レベルがレベル 2 又は 3 をいう。）の有資格者が行う。

備考： 「第三者機関」とは、次に示す機関等をいう。

1) 一般社団法人日本非破壊検査協会

2) ASNT（American Society for Nondestructive Testing、Inc. - 米国非破壊検査協会）

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 7.5　材料の種類に対応する試験グループ†

	試験グループ注 1)			
	1a	1b	3a	3b
溶接継手の効率	1.0	1.0	0.85	0.85
材料の種類注 4)	すべての材料	P 番号 1 グループ番号 1 及び Gr.2 P 番号 8A 注 2)	P 番号 8A 注 3) P 番号 9A P 番号 9B P 番号 8B	P 番号 1 グループ番号 1 及び Gr.2 P 番号 8 A 注 2)
溶接部の最大厚さ	制限なし	制限なし	P 番号 8A 注 3)及び 8B に対して 16mm P 番号 9A 及び 9B に対して 30mm	P 番号 1 グループ番号 1 及び P 番号 8A 注 2)に対して 50mm P 番号 1 グループ番号 2 に対して 30mm
溶接方法の制限	制限なし			

注 1)　すべての試験グループに対し、可能な範囲で 100%目視検査を行う。
2)　材料規格規定の Cr 含有量が 19%以下のオーステナイト系ステンレス鋼
3)　材料規格規定の Cr 含有量が 19%を超えるオーステナイト系ステンレス鋼
4)　表中の材料の種類の P 番号グループ番号は **JIS B 8285 附属書 A** の P 番号グループ番号を表し、特定材料の P 番号グループ番号との対比は **附属書 C** による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 7.6　非破壊試験の検査割合†

試験グループ					1a	1b	3a	3b
溶接継手の効率					1.0	1.0	0.85	0.85
継手分類	継手詳細			非破壊試験の種類注 2)	非破壊試験の範囲注 1), 注 4)			
	継手の種類	継手区分	継手位置					
A	完全溶込み突合せ溶接	1	長手継手	RT MT 又は PT	100% 10%	100% 10% 注 6)	25% 10%	10% 10% 注 6)
B		1, 3	胴の周継手、及び胴と鏡板（球形鏡を除く。）の周継手	RT MT 又は PT	100% 10%	100% 10% 注 6)	10% 10%	10% 注 5) 10% 注 6)
B		2 2+10	裏当て金付きの胴の周継手、及び胴と鏡板（球形鏡を除く。）の周継手	RT MT 又は PT	NA NA	100% 10%	NA NA	25% 10%
B		1, 3	管台の周継手 d >150mm 又は t_n>16mm 注 11)	RT MT 又は PT	100% 10%	100% 10% 注 6)	10% 10%	10% 注 5) 10% 注 6)
B		2	裏当て金付きの管台の周継手 d> 150 mm 又は t_n>16mm 注 11)	RT MT 又は PT	NA NA	100% 10%	NA NA	25% 10%
B		1, 3	管台の周継手 d≤ 150 mm、かつ、 t_n≤ 16 mm 注 11)	MT 又は PT	100%	10%	10%	10%
A		1	球形胴の継手、鏡板又は平板を構成する継手又は全半球形鏡板と胴の継手	RT MT 又は PT	100% 10%	100% 10% 注 6)	25% 10%	10% 10% 注 6)

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 7.6　非破壊試験の検査割合（つづき）†

試験グループ					1a	1b	3a	3b
溶接継手の効率					1.0	1.0	0.85	0.85
継手分類	継手詳細			非破壊試験の種類注 2)	非破壊試験の範囲注 1), 注 4)			
	継手の種類	継手区分	継手位置					
B	完全溶込み突合せ溶接	1, 3	円すい胴と円筒胴の周継手 円すいの半頂角≤ 30°	RT MT 又は PT	100% 10%	100% 10% 注 6)	10% 10%	10% 10% 注 6)
B		1,8	円すい胴と円筒胴の周継手 円すいの半頂角> 30°	RT MT 又は PT	100% 10%	100% 10% 注 6)	25% 10%	10% 10% 注 6)
C	平板又は管板と円筒胴の継手	1, 2 3, 7, 7+10	完全溶込み	RT（UT）注 3) MT 又は PT	100% 10%	100% 10% 注 6)	25% 10%	10% 10% 注 6)
C	フランジと胴の継手	1, 2, 3 7+10	完全溶込み	RT（UT）注 3) MT 又は PT	100% 10%	100% 10% 注 6)	25% 10%	10% 10% 注 6)
C		10 7+10	部分溶込み	RT（UT）注 3) MT 又は PT	NA NA	NA NA	25% 10%	10% 10%
C	フランジと管台の継手	1, 2, 3 7+10	完全溶込み d ≤ 150 mm 又は tn≤ 16 mm	RT（UT）注 3) MT 又は PT	100% 10%	100% 10% 注 6)	25% 10%	10% 10% 注 6)
C		1, 2, 3 7+10	完全溶込み d ≤ 150 mm、かつ、tn≤ 16 mm	MT 又は PT	10%	10% 注 6)	10%	10% 注 6)
C		10 7+10	部分溶込み d ≤ 150 mm 又は tn≤ 16 mm	MT 又は PT	NA	NA	10%	10%

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

案

表 7.6　非破壊試験の検査割合（つづき）†

試験グループ					1a	1b	3a	3b
溶接継手の効率					1.0	1.0	0.85	0.85
継手分類	継手詳細			非破壊試験の種類注 2)	非破壊試験の範囲注 1), 注 4)			
	継手の種類	継手区分	継手位置					
C	フランジと管台の継手	10 7+10	部分溶込み $d \leq 150$ mm、かつ、$t_n \leq 16$ mm	MT 又は PT	10%	10% 注 6)	10%	10% 注 6)
D	管台 注 7)	1, 2, 3, 7+10	完全溶込みで $d > 150$ mm 又は $t > 16$ mm 注 11)	RT MT 又は PT	100% 10%	100% 10% 注 6)	25% 10%	10% 10% 注 6)
D	管台 注 7)	1, 2, 3 7+10	完全溶込みで $d \leq 150$ mm 、かつ $t \leq 16$ mm 注 11)	MT 又は PT	100%	10%	10%	10%
D		10	両側すみ肉溶接	MT 又は PT	NA	NA	10%	10%
D		9+10	管の呼び径 50A 以下	MT 又は PT	NA	NA	10%	10%
D	管と管板	3,7,10 9+10	---	MT 又は PT	100%	100%	25%	10%
E	耐圧部分に溶接で直接取付ける非耐圧部分 注 8)	1, 7, 7+10	完全溶込み	RT MT 又は PT	25% 注 9) 100%	10% 注 6) 10%	10% 100%	10% 注 6) 10% 注 6)
E		10 9+10	部分溶込み	MT 又は PT	100%	10%	100%	10% 注 6)

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

案

表 7.6　非破壊試験の検査割合（つづき）†

試験グループ					1a	1b	3a	3b
溶接継手の効率					1.0	1.0	0.85	0.85
継手分類	継手詳細			非破壊試験の種類注 2)	非破壊試験の範囲注 1), 注 4)			
	継手の種類	継手区分	継手位置					
NA	附属品、治具等を除去した後の耐圧部分	NA	---	MT 又は PT	100%	100%	100%	100%
—	溶接クラッド	—	---	RT MT 又は PT	注 10) 100%	注 10) 100%	注 10) 100%	注 10) 100%

備考 ：RT：放射線透過試験、　UT：超音波探傷試験、　MT：磁粉探傷試験、　PT：浸透探傷試験

注 1)　表面検査の検査割合(%)は、対象とする溶接部の内側及び外側の全溶接長さに対する検査割合を示す。

2)　MT 又は PT の両方が記されている場合は、MT 又は PT の試験を行う。なお、磁性材料の溶接継手は MT 試験を、非磁性材料の溶接継手及び磁性材料を非磁性の材料で溶接した溶接継手は PT 試験を行う。

3)　RT が出来ない場合は UT を用いてもよい。

4)　NA は、適用しないことを表す。

5)　炭素鋼及びオーステナイト系ステンレス鋼の場合、厚さが 30 ㎜以下で、長手継手と同一の溶接施工法を用いる場合は、2%にできる。

6)　厚さが 30mm を超える場合は 10%、厚さが 30mm 以下の場合は 0%とする。

7)　検査割合は、すべての管台の溶接長さの合計に対する値を示す。

8)　のど厚が 16mm 以下の場合は、RT は不要とする。

9)　オーステナイト系ステンレス鋼（規格規定の Cr 含有量が 19%を超えるものに限る。）、Ni 含有量が 10%以下の Ni 合金及び二相系ステンレス鋼の材料は、25%を 10%に低減してもよい。

10)　母材又は熱処理が原因で割れが生じる恐れのある場合は、全体積検査を行うこと。

11)　d の寸法は管台の内径（mm）、t は胴板の厚さ（mm）、t_n は胴板の厚さ（mm）を表す。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

7.9.3　非破壊試験の方法と判定基準

溶接部の非破壊試験は、次の **a)**～**f)** による。

a)　非破壊試験前の準備

非破壊検査を行う溶接部は、試験の実施及び試験結果に影響を与えないように、異物を除去し、表面は滑らかに仕上げる。

b)　放射線透過試験

放射線透過試験の方法及び判定基準は、次の **1)** 及び **2)**による。

1)　試験方法

放射線透過試験は、**表 7.7** の溶接金属の種類に対応する試験方法によって行う。ただし、感光材料の工業用Ｘ線フィルムの代替としてＸ線イメージ管、Ｘ線テレビカメラ、Ｘ線テレビモニタ、Ｘ線ビデオ装置等によって撮影、記録されたＸ線透過写真が、試験方法の欄に規定する規格に定める必要条件を満足することを確認できる場合は、その方法によることができる。

表 7.7　放射線透過試験の試験方法

溶接金属の種類	試験方法
炭素鋼及び低合金鋼	**JIS Z 3104** の **6**（透過写真の撮影方法）に規定する方法
アルミニウム及び アルミニウム合金	**JIS Z 3105** の **7**（透過写真の撮影方法）に規定する方法
ｽﾃﾝﾚｽ鋼､ﾆｯｹﾙ－ｸﾛﾑ－鉄合金、9%ﾆｯｹﾙ鋼、その他これらに類する材料	**JIS Z 3106** の **7**（透過写真の撮影方法）に規定する方法
チタン及びチタン合金	**JIS Z 3107** の **5**（透過写真の撮影方法）に規定する方法

備考：クラッド鋼での「溶接金属の種類」とは、母材の溶接金属の種類をいう。

2)　判定基準

放射線透過試験の結果は、**表 7.8** の溶接金属の種類に対応する判定基準で合格すること。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 7.8　放射線透過試験の判定基準

溶接金属の種類	判定基準
炭素鋼及び低合金鋼	**JIS Z 3104 附属書 4**（透過写真によるきずの像の分類方法）によるきずの分類が 1 類を合格とする。
アルミニウム及びアルミニウム合金	**JIS Z 3105 附属書 4**（透過写真によるきずの像の分類方法）によるきずの分類が 1 類を合格とする。
ｽﾃﾝﾚｽ鋼、ﾆｯｹﾙ－ｸﾛﾑ－鉄合金、9%ﾆｯｹﾙ鋼、その他これらに類する材料	**JIS Z 3106 附属書 4**（透過写真によるきずの像の分類方法）によるきずの分類が 1 類を合格とする。
チタン及びチタン合金	**JIS Z 3107 附属書**（透過写真によるきずの像の分類方法）によるきずの分類が 1 類を合格とする。

備考：クラッド鋼における「溶接金属の種類」とは、母材の溶接金属の種類をいう。

c)　磁粉探傷試験

磁粉探傷試験の方法及び判定基準は、次の **1)** 及び **2)**による。

1)　試験方法

磁粉探傷試験は、**JIS Z 2320-1** による。この場合、標準試験片は A2-30/100 を用いる。

2)　判定基準

磁粉探傷試験の結果が、次の **2.1)**～**2.4)**の判定基準をすべて満足する場合に、合格とする。

2.1)　表面に割れによる磁粉模様がない。

2.2)　線状磁粉模様（融合不良、スラグ巻込み及びオーバーラップに限る。）の最大長さは 4 mm 以下とする。

2.3)　円形状磁粉模様の長径は 4 mm 以下とする。

2.4)　面積 2500mm^2 の範囲内に最大長さ又は長径が 4mm 以下の線状の磁粉模様又は円形状の磁粉模様が多数ある場合は、**表 7.9** の磁粉模様の種類に対応する最大長さ又は長径についての点数と当該磁粉模様の個数との積の和が 12 以下とする。

表 7.9　磁粉模様の種類及び寸法に応じた点数

磁粉模様の種類	磁粉模様の最大長さ又は長径が 2mm 以下のものの点数	磁粉模様の最大長さ又は長径が 4mm 以下のものの点数
線状の磁粉模様	3	6
円形状の磁粉模様	1	2

d)　浸透探傷試験

浸透探傷試験の方法及び判定基準は、次の **1)** 及び **2)**による。

1)　試験方法

浸透探傷試験は、**JIS Z 2343-1** による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

2) 判定基準

浸透探傷試験の判定基準は、**c)2)**の磁粉探傷試験での判定基準による。ただしこの場合、「線状の指示模様」は「線状浸透指示模様」に、「円形状の指示模様」は「円形状浸透指示模様」に読み替える。

e) 超音波探傷試験

超音波探傷試験の方法及び判定基準は、次の **1)** 及び **2)**による。

1) 試験方法

超音波探傷試験は、**表 7.10** の溶接継手の種類に対応する試験方法に従って行う。

表 7.10　超音波探傷試験の試験方法

溶接継手の種類	試験方法
鋼の溶接継手	**JIS Z 3060** に規定する方法
アルミニウムの突合せ溶接継手	**JIS Z 3080** に規定する方法
アルミニウム管の溶接継手	**JIS Z 3081** に規定する方法
アルミニウムのＴ形溶接継手	**JIS Z 3082** に規定する方法
その他の溶接継手	**JIS Z 3060** に準ずる方法

2) 判定基準

超音波探傷試験の結果は、**表 7.11** の溶接継手の種類に対応する判定基準で合格となること。

表 7.11　超音波探傷試験の判定基準

溶接継手の種類	判定基準
鋼の溶接継手	**JIS Z 3060 附属書 7**（試験結果の分類方法）によるきずの分類が 1 類又は 2 類を合格とする。
アルミニウムの突合せ溶接継手	**JIS Z 3080 附属書**（試験結果の分類方法）によるきずの分類が 1 類又は 2 類を合格とする。
アルミニウム管の溶接継手	**JIS Z 3081 附属書**（試験結果の分類方法）によるきずの分類が 1 類又は 2 類を合格とする。
アルミニウムのＴ形溶接継手	**JIS Z 3082 附属書**（試験結果の分類方法）によるきずの分類が 1 類又は 2 類を合格とする。
その他の溶接継手	**JIS Z 3060 附属書 7**（試験結果の分類方法）によるきずの分類が 1 類又は 2 類を合格とする。

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

7.9.4 非破壊試験の再試験

非破壊試験の結果が不合格の場合の再試験は、次の **a)**及び **b)**による。

a) 非破壊試験の範囲が 100%の場合の放射線透過試験、超音波探傷試験、磁粉探傷試験又は浸透探傷試験

非破壊試験の範囲が 100%の場合の放射線透過試験、超音波探傷試験、磁粉探傷試験又は浸透探傷試験の結果が不合格の場合は、不合格の原因となった欠陥部を除去した上で再溶接その他の補修を行い、補修を行った部分について再度所定の試験を行うことができる。補修を行った部分の再試験の結果が合格する場合は、補修を行った部分が属する溶接部は所定の試験に合格したとする。

b) 部分放射線透過試験

表 7.6 により放射線透過試験の検査割合が 100%未満で、放射線透過試験の結果が不合格の場合は、同一溶接継手の同一溶接士又は同一溶接オペレータが施工した任意の 2 箇所について放射線透過試験を行い、次の **1)**又は **2)**のいずれかを満足する場合は、溶接継手は放射線透過試験に合格したとする。

1) 試験箇所として選択した任意の 2 箇所がともに合格し、かつ、当初の放射線透過試験において不合格の原因となった欠陥部を除去した上で再溶接その他の補修を行った後、再度放射線透過試験を行って合格するとき

2) 試験箇所として選択した任意の 2 箇所のうちのいずれかが不合格で、溶接部の全長について放射線透過試験を行い、放射線透過試験に不合格のすべての箇所を除去した上で再溶接その他の補修を行った後、再度放射線透過試験を行って補修を行った部分が放射線透過試験に合格するとき

案

7.10 余盛高さの制限

突合せ溶接継手の余盛高さは、**表 7.12** の母材厚さに対応する余盛高さ以下とする。ただし、9%ニッケル鋼の突合せ溶接継手、開先溶接継手及びすみ肉溶接継手の余盛高さは、**表 7.12** に示す母材厚さに対応する余盛高さ、母材厚さの 10%、又は 3mm のうちの最も小さい値以下の高さとする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 7.12　突合せ溶接継手の余盛高さ†

母材厚さ（t）	余盛高さ（最大）	
	管の周継手	その他の継手
t＜2.5mm	2.5mm	0.8mm
2.5mm≦t＜ 5mm	2.5mm	1.5mm
5mm≦t＜13mm	3.0mm	2.5mm
13mm≦t＜25mm	4.0mm	2.5mm
25mm≦t＜50mm	4.0mm	3.0mm
50mm≦t＜76mm	4.0mm	4.0mm
76mm≦t＜100mm	5.5mm	5.5mm
100mm≦t＜125mm	6.0mm	6.0mm
125mm≦t	8.0mm	8.0mm

案

7.11　溶接継手部の食違い許容差

7.11.1 突合せ溶接継手の食違いの制限

突合せ溶接継手の食違いの制限は、次の **a)** 及び **b)** による。

a) 厚さ中央での食違い

1) A 継手で、長手継手（下記 **2)**を除く。）の場合の食違いは、**表 7.13** に示す突合せ溶接の薄い方の厚さに対応する許容差以下の値とする。ただし、9%ニッケル鋼は、**表 7.13** より求まる許容差の値、板厚の 20%、2.5mm のうちの最も小さい値以下とする。

表 7.13　食違い許容差（A 継手で、長手継手の場合）

突合せ溶接の薄い方の厚さ（t）	許容差（最大）
t ≦2mm	0.5mm
2mm＜t≦4mm	t/4mm
4mm＜t ≦10mm	1.0mm
10mm＜t ≦30mm	t/10mm
30mm＜t ≦60mm	t/30+2mm
60mm＜t	4.0mm

2) A 継手で、鏡板を作るための継手、半球形鏡板の継手の場合の食違いは、**表 7.14** に示す突合せ溶接の薄い方の厚さに対応する許容差以下の値とする。ただし、9%ニッケル鋼は、**表 7.14** より求まる許容差の上記の値、板厚の 20%、2.5mm のうちの最も小さい値以下と

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

する。

表 7.14　食違い許容差（A 継手で、鏡板を作るための継手等の場合）

突合せ溶接の薄い方の厚さ（t）	許容差(最大)
t ≦2mm	0.5mm
2mm＜t≦4mm	t/4mm
4mm＜t ≦10mm	1.0mm
10mm＜t ≦30mm	t/10mm
30mm＜t ≦120mm	t/30+2mm
120mm＜t	6.0mm

3)　B, C 及び D 継手の場合の食違いは、**表 7.15** に示す突合せ溶接の薄い方の厚さに対応する許容差以下の値とする。ただし、9%ニッケル鋼で板厚が 90mm を超える場合は、6mm とする。

表 7.15　食違い許容差（B, C 及び D 継手の場合）

突合せ溶接の薄い方の厚さ（t）	許容差(最大)
t ≦30mm	t/10+1mm
30mm＜t ≦150mm	t/30+3mm
150mm＜t ≦10mm	8.0mm

b)　表面での食違いの制限

材料の溶接継手の表面に食違い（段差）がある場合は、食違い部を 1 : 3 の勾配で滑らかに仕上げる。なお、この勾配を溶接幅内で設けることができない場合は、次の **1)**又は **2)**のいずれかによる。

1)　断差部の高い方の側を、材料の呼び厚さより薄くならない範囲で削る。

2)　必要な勾配を設けるために、段差部の低い方の側に肉盛する。

7.11.2 形状の逸脱量の制限

設備の形状又は突合せ溶接継手部に、局部的な外側へのピーキング、内側への凹み等がある場合、その逸脱量の制限は、次の **a)** 及び **b)** による。

a)　設備の形状の局部的な逸脱量（ゲージからの逸脱深さ）は、20 度ゲージで測定した場合に、ゲージ長の 2%以下の値とする。

なお、この値は、逸脱範囲の長さが 2 本の周継手の間の胴の長さの 1/4（最大 1m）を超えない場合、2.5%としてもよい。

b)　形状の逸脱（ピーキング）が突合せ溶接継手部に生じた場合、その逸脱量は**表 7.16** に示す継手部の胴の厚さに対応する許容値以下の値とする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 7.16　形状の逸脱量の許容差

継手部の胴の厚さ（t）	許容値（最大）
t ＜3mm	1.5 mm
3mm≦t ＜6 mm	2.5 mm
6 mm≦t ＜9 mm	3.0 mm
9 mm≦t	t/3 又は 10mm のいずれか小さい値

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

8　構造

8.1　材料の識別表示

材料の識別表示は、次の **a)**及び **b)**による。

a)　識別表示

耐圧部分の材料及び耐圧部分に直接溶接で取付ける非耐圧部分の材料は、次の **1)**～**4)**のいずれかの方法により、使用材料が特定できるように材料の識別表示を行う。なお、材料購入時の材料の識別表示の方法は材料製造者の標準による。

1)　材料に識別可能な刻印を行う。なお、刻印を用いる場合は、低応力タイプの刻印を用い、板厚が 6mm 未満（9%ニッケル鋼は 13mm 未満）の場合は、刻印は使用しない。

2)　完成した設備の目立つ位置に材料のオリジナルの識別表示を残すとともに、材料の使用場所を示すマップ図を作成する。

3)　材料のオリジナルの識別表示まで追跡可能な、コード化した識別表示を行う。

4)　材料一覧表又はスケッチに、個々の材料のオリジナルの識別表示及び設備での使用場所を記録する。

b)　材料の識別表示の移し替え

成形、切断等によりオリジナルの識別表示が消失する場合は、次の **1)**又は **2)**により識別表示の移し替えを行う。なお、刻印を用いる場合は、上記 **a) 1)** による。

1)　事前に見やすい位置に識別表示を転刻する。なお、使用者設計仕様書で刻印による転刻が禁止されている場合は、別の板に刻印し、製作完了後も設備との対応が適切に管理できる措置を施す。

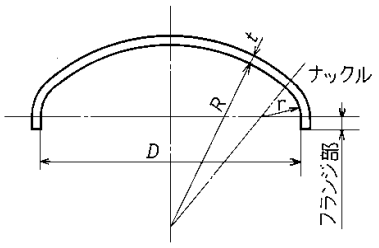
2)　設備製造者以外での成形、切断等によりオリジナルの識別表示が消失する場合は、その者が設備製造者の品質管理システムに従って、識別表示の転刻を行う。

案

8.2　鏡板の形状

鏡板の形状は、次の **a)**～**d)** による。

a)　さら形鏡板は、**図 8.1** による。



$r \geqq 3t$ かつ $r \geqq 0.06(D+2t)$、$0.7D \leqq R \leqq D$、$20t \leqq R \leqq 2000t$

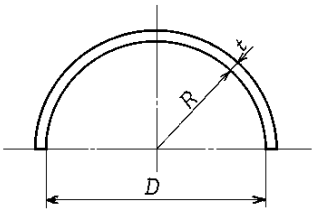
備考：この図において、r、t、D 及び R は、それぞれ次の値を表す。

r　：　鏡板のナックル部の内半径（単位 mm）
t　：　鏡板の厚さ（単位 mm）
D　：　鏡板の内径（単位 mm）
R　：　鏡板の中央部での内面の半径（単位 mm）

図 8.1　さら形鏡板の形状

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

b) 全半球形鏡板は、**図 8.2** による。



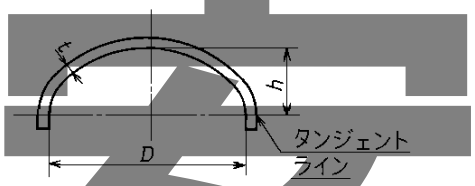
備考：この図において、*D* 及び *R* は、それぞれ次の値を表す。

D ： 鏡板の内径（mm）

R ： 鏡板の内面の半径（mm）

図 8.2　全半球形鏡板の形状

c) 半だ円体形鏡板は、**図 8.3** による。



$$1.7 \le \frac{D}{2h} \le 2.2$$

備考：この図において、*D* 及び *h* は、それぞれ次の値を表す。

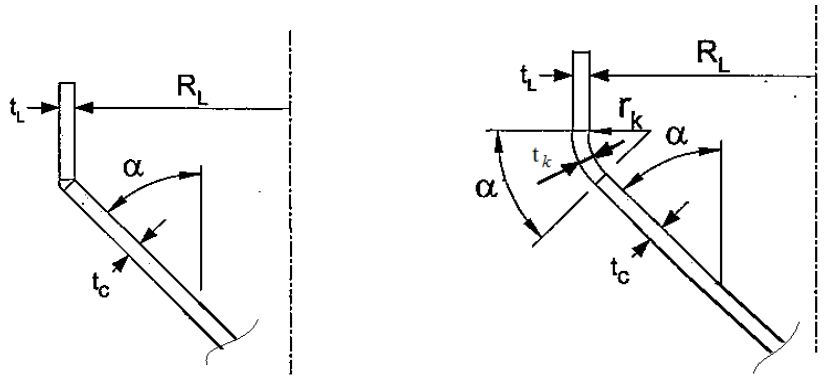
D ： 鏡板の内面での長径（mm）

h ： 鏡板の内面での短径の 2 分の 1（mm）

図 8.3　半だ円体形鏡板の形状

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

d)　円すい体形鏡板は、**図 8.4** による。



$$20 \le \frac{R_L}{t_L} \le 500$$

$$1 \le \frac{t_C}{t_L} \le 2$$

$$\alpha \le 60^\circ$$

a)　**接続部に丸みを設けない場合**

$$t_k \ge t_L$$

$r_k > 3t_k$ 、かつ、 $r_k > 0.03R_L$

$$\alpha \le 60^\circ$$

b)　**接続部に丸みを設ける場合**

備考：この図において、R_L、r_k、t_C、t_k、t_L 及び α は、それぞれ次の値を表す。

R_L ：　円すい体形鏡板の大径端部の内半径（mm）
r_k ：　円筒胴と円すい体形鏡板の接続部の丸み部の内半径（mm）
t_C ：　円すい体形鏡板の円すい部の厚さ（mm）
t_k ：　円筒胴と円すい体形鏡板の接続部の丸み部の厚さ（mm）
t_L ：　円すい体形鏡板の大径端部の円筒胴の厚さ（mm）
α ：　円すいの頂角の 2 分の 1 の値（度）

図 8.4　円すい体形鏡板の形状

8.3　成形鏡板の公差

成形鏡板の公差は、次の **a)**～**f)** による。

a)　さら形鏡板、すそに丸み部を有する円すい体形鏡板、全半球形鏡板及び半だ円体形鏡板の内面の公称内径に対する偏差は、外側に D の 1.25%以下、内側に D の 5/8%以下とする。この場合に、D は鏡板を取付ける胴の公称内径とする。

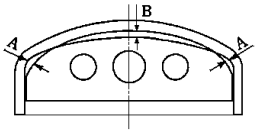
b)　鏡板のすその丸み部の半径は、公称寸法以上とする。

c)　外圧を保持する鏡板（円すい体形鏡板を除く。）の球形の部分は、上記 **a)**及び **b)**の規定に加え、偏差が、**8.4 c)** に規定する**図 8.5** 及び**図 8.6** から得られる真円に対する偏差 e の値又は腐れ代を除いた鏡板の厚さのいずれか小さい方の値以下の値とする。この場合に、**図 8.5** 及び**図 8.6** の L/D_o は 0.5 とする。

d)　鏡板スカート部の真円度は、鏡板スカート部の公称内径の 1%以下とする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

備考 1：「鏡板の成形の公差」は、下図に示すように型板を用いて測定する。この場合に、測定は板面で行い、溶接部で行なわない。



備考 2：「鏡板の直線部の真円度」とは、直線部の軸に垂直な断面での最大内径と最小内径の差をいう。

e) 鏡板中心での内面の高さ公差は、0.015D_e 又は 10mm のいずれか大きい値とする。ここで、D_e は鏡板の公称外径とする。

f) 鏡板スカート部の内側への倒れの公差は 2 度以内、外側への倒れの公差は 5 度以内とする。

8.4 胴の真円度及び真円に対する偏差

胴の真円度及び真円に対する偏差公差は、次の **a)**～**c)**による。

a) 胴の真円度

円筒胴、円すい胴の長手軸に対して垂直な断面及び球形胴の中心を通る断面での最大内径と最小内径の差は、それぞれ断面での公称内径の 100 分の 1（断面が胴に設けた穴又はその穴の縁から穴の内径寸法離れた位置までの範囲を通る場合は、断面での公称内径の 100 分の 1 に穴径の 100 分の 2 を加えた値。）以下とする。

b) 胴の平均直径

円筒胴及び円すい胴の長手軸に対して垂直な断面で、胴の外面又は内面において測定した周長から換算して得られる胴の平均直径と公称径（外面で測定した場合は公称外径、内面で測定した場合は公称内径による。）の差は、公称径の±1.5%以内とする。この場合、胴板の厚さの公差を公称径に考慮してもよい。

c) 胴の真円に対する偏差

外圧を保持する胴の真円に対する偏差は、**図 8.5** から得られる e の値又は腐れ代を除いた胴の厚さの 2 倍の値のいずれか小さい方の値以下の値とする。この場合に、胴の真円に対する偏差は、**図 8.6** から得られる弧の長さの 2 倍の長さの弦を有する弓形の型板を用い、**図 8.7** に示すように測定する。

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

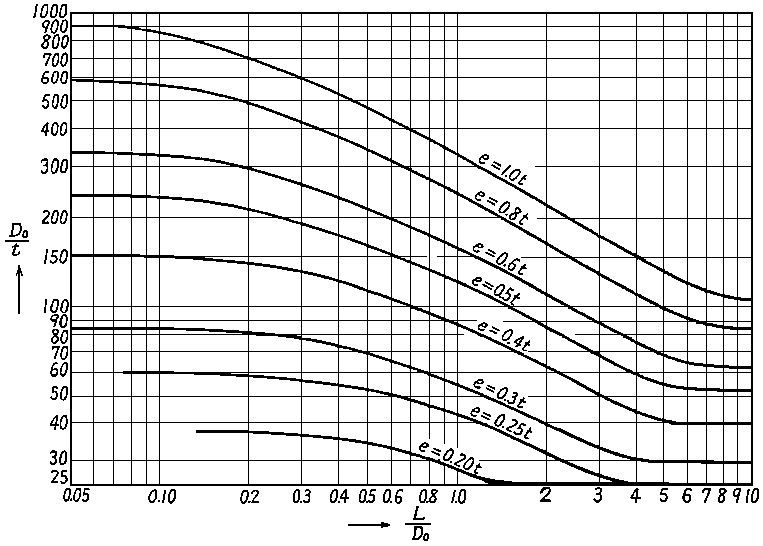


図 8.5　胴の真円に対する偏差(*e*)

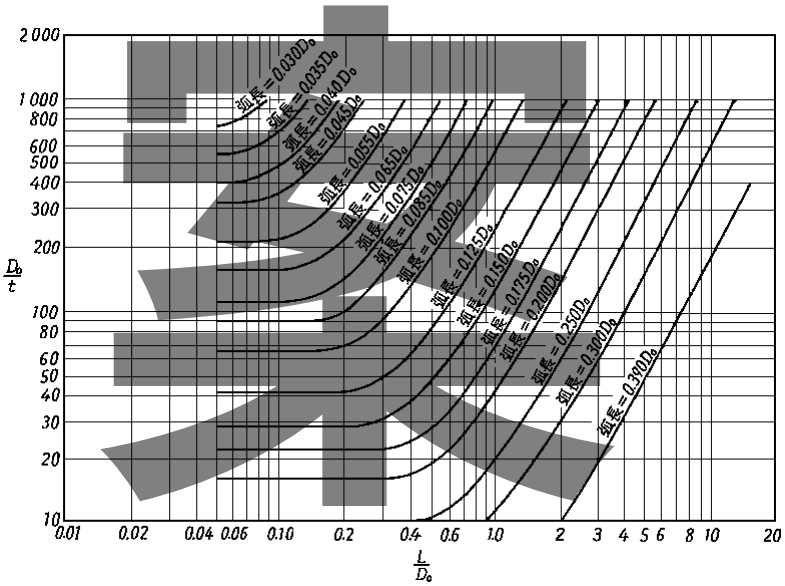


図 8.6　弧長

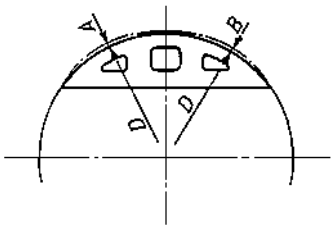


図 8.7　胴の真円に対する偏差

備考 1：　**図 8.5** において、縦軸 D_o/t の値と横軸 L/D_o の値の交点が e=1.0t の線より上にある場合は e=1.0t、e=0.2t の線より下にある場合は e=0.2t とする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

備考 2：**図 8.5** 及び **図 8.6** において、D_o、L 及び t は、それぞれ次の値を表す。

D_o: 円筒胴及び球形胴の場合は胴の外径、円すい胴の場合は測定位置に応じて次の **1)**～**3)**に規定する値 (mm)

1)大径端部 $D_o = D_L$

2)小径端部 $D_o = D_S$

3)大径端部と小径端部の間の任意の位置 $D_o = D_x$

ここに、D_L、D_S 及び D_x は、それぞれ次の値を表す。

D_L ： 円すい胴の大径端部の外径 (mm)

D_S ： 円すい胴の小径端部の外径 (mm)

D_x ： 円すい胴の任意の位置での外径 (mm)

L: 外圧を保持する胴の設計長さで、円筒胴の場合は**附属書 E** の **E.2.1.1 b)** 又は **E.2.1.2 d)** による値、球形胴の場合は $0.5D_o$ の値、円すい胴の場合は測定位置に応じて次の **1)**～**3)**に規定する値 (mm)

1)大径端部 $L = L_e$

2)小径端部 $L = L_e\ (D_L/D_S)$

3)大径端部と小径端部の間の任意の位置 $L = L_e\ (D_L/D_x)$

ここに、D_L、D_S 及び D_x は前記により、L_e は次の値を表す。

$$L_e = 0.5L_x(1+D_S/D_L)$$

ここに、L_x は円すい胴の軸方向の長さを表す。

t: 円筒胴及び球形胴の場合は胴の腐れしろを除いた厚さ、円すい胴の場合は円すい部の有効厚さで、円すい部の腐れしろを除いた厚さを $\cos\theta$（θ は、円すいの頂角の 2 分の 1 の値を表す。）で除して得られる値 (mm)

備考 3：円すい胴の場合は、少なくとも円すい胴の大径端部、小径端部及び中央部の 3 つの位置で測定する。

備考 4：測定は、溶接継手ではなく母材の部分で行う。

参考

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

9　耐圧試験

9.1　耐圧試験前の検査

耐圧試験に先立って、**10.1**～**10.5**（**10.5 a) 2)**及び **3)**を除く。）の規定を満足することを確認する。

9.2　耐圧試験

9.2.1　一般

耐圧試験の一般事項は、次の **a)**～**h)**による。

a)　内圧を保持する設備は、耐圧試験を水圧試験で実施する。

b)　外圧を保持するジャケットなしの設備は、外圧又は外圧に相当する内圧を用いて、耐圧試験を水圧試験で実施する。

c)　ジャケット付き容器の耐圧試験は、次の **1)**～**3)**による。

1)　ジャケット側の圧力が負圧の場合、本体側の試験圧力は、本体側の設計圧力にジャケット側の設計圧力の絶対値を加えた圧力を本体側の設計圧力として求める。

2)　ジャケット側の圧力が正圧の場合、本体側の試験圧力は、本体側の設計圧力を用いて求める。

3)　ジャケット側の試験圧力は、ジャケット側の設計圧力の絶対値をジャケット側の設計圧力として求める。

d)　水圧試験の代替としての気圧試験は、次の **1)** 又は **2)**に該当する場合にのみ用いてよい。

1)　設備の構造又は設備の支持サポートが、液体を満たすと永久変形を起こす恐れのある場合

2)　設備の内面が容易に乾燥しにくく、液体の微量な残存が許されない場合

e)　耐圧試験中、ハンマー試験のような衝撃荷重を設備に与えてはならない。

f)　耐圧試験時の設備は、内部に空気ポケットが出来ないようにベント等を設ける。

g)　水圧試験の代替として気圧試験を行う場合は、圧縮ガスの危険性を十分に考慮して試験を行うこと。また、安全対策として、試験場所、試験中の検査員及び検査員以外の者の立ち入りについても、十分に管理して試験を行う。

h)　耐圧試験時の圧力測定に用いる圧力計は、測定範囲が試験圧力の 1.5 倍以上 4 倍以下で、試験圧力の 2 倍の圧力が測定できるものを使用する。また、圧力計は、少なくとも 6 ヵ月毎に較正されていること。

9.2.2　試験要領

耐圧試験の試験要領は、次の **a)**～**d)** による。

a)　試験時期

耐圧試験の試験時期は、次の **1)** 及び **2)** による。

1)　耐圧試験は、設備の完成後の最終熱処理を終了し、かつ、**9.1** の耐圧試験前の検査終了後で、塗装前に行う。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

2) 設備の内面にライニング、ホーロー引き等の加工を行う場合は、その加工前に耐圧試験を行うことができる。なお、ライニング、ホーロー引き等の加工後に耐圧試験を行う場合は、ライニングの背面（設備とライニング等とのすきまをいう。）に試験媒体が侵入していないことを確認する。

b) 試験媒体

耐圧試験時の加圧に用いる試験媒体は、次の **1)** 及び **2)** による。

1) 水圧試験の試験媒体は水を用いることを原則とするが、水の使用が設備の用途から適さない場合は、次の **1.1)** 及び **1.2)** を満足する液体を用いてもよい。

1.1) 耐圧試験中の液体の温度は、液体の沸点未満の温度であること。

1.2) 可燃性の液体を使用する場合は、当該液体の引火点が 45℃以上で、かつ、試験中の液体の温度が常温であること。

2) 水圧試験の代替としての気圧試験に用いる気体は、乾燥した油分を含まない空気（露点が－20℃～－70℃の空気をいう。）又は不活性ガスを用いなければならない。また、空気又は不活性ガスが使用できない場合は、非可燃性で、かつ、非毒性の気体を用いなければならない。

c) 試験温度

耐圧試験時の設備表面の金属温度は、次の **1)** 及び **2)** による。

1) 水圧試験中の設備の金属温度は、最低設計金属温度（衝撃試験等を行い、衝撃試験等の判定基準で合格する場合は、衝撃試験等の試験温度）に 17℃を加えた温度以上の温度（17℃を加えた温度が 50℃を超える場合は、50℃とすることができる。）とする。

2) 水圧試験の代替として気圧試験を行う場合の試験中の設備の金属温度は、最低設計金属温度（衝撃試験等を行い、衝撃試験等の判定基準で合格する場合は、衝撃試験等の試験温度）に 17℃を加えた温度以上の温度とする。

d) 試験要領

耐圧試験の試験要領は、次の **1)**～**3)** による。

1) 加圧は、設備の表面の金属温度が試験媒体の温度とほぼ同じとなった後に開始する。

2) 規定試験圧力の 50％までは徐々に加圧し、その後は試験圧力の 10％ずつ増加させて、徐々に加圧する。

3) 試験圧力に到達後、設計圧力に試験温度における材料の許容引張応力（σ_t）と設計温度における材料の許容引張応力（σ_a）の比（σ_t /σ_a）を乗じて得られる圧力以上の圧力まで降圧し、設備の検査を行う間保持する。

ここで、$\dfrac{\sigma_t}{\sigma_a}$ の値は、設備の耐圧部分のそれぞれの材料に対して求め、その中の最小の値を用いる。

9.2.3 試験圧力

耐圧試験の試験圧力は、次の **a)**及び **b)** による。

a) 水圧試験圧力

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

水圧試験圧力は、次の **1)～4)** による。

1) 試験圧力は、次式より得られる圧力以上の圧力とする。

$$P_t = 1.25P_D \frac{\sigma_t}{\sigma_a} \text{ 又は } P_t = 1.43P_D \text{ のいずれか大きい値}$$

ここで、P_D、P_t 、σ_a 及び σ_t は、次による。

P_D ： 設計圧力（MPa）

P_t ： 試験圧力（MPa）

σ_t ： 試験温度における材料の許容引張応力（N/mm^2）

σ_a ： 設計温度における材料の許容引張応力（N/mm^2）

なお、$\frac{\sigma_t}{\sigma_a}$ の値は、設備の耐圧部分のそれぞれの材料に対して求め、その中の最小の値を用いる。

2) 試験圧力は、試験時の設備の試験姿勢で最上部に作用する圧力とする。また、設備の試験時の強度確認は、試験媒体の水頭圧を加えて行う。

3) 試験圧力の上限は、$P_m \le 0.95S_y$ で、かつ、下記を満足するように定める。

$\sigma_m \le 0.67S_y$ の場合 ： $\sigma_m + \sigma_b \le 1.43S_y$

$0.67S_y < \sigma_m \le 0.95S_y$ の場合 ： $\sigma_m + \sigma_b \le (2.43S_y - 1.5P_m)$

ここで、σ_b、σ_m 及び S_y は、次による。

σ_b ： 曲げ応力（N/mm^2）

σ_m ： 膜応力（N/mm^2）

S_y ： 材料の試験温度における降伏点又は 0.2%耐力（N/mm^2）

4) 複数の圧力室を有する設備で、各々の圧力室が独立した圧力室として設計されている設備の水圧試験圧力は、次の **4.1)**及び **4.2)**による。

4.1) 隣接する圧力室の設計圧力を超える差圧に基づいて設計されている共通部分の隔壁については、個々の独立した圧力室としての要求事項を満足するとともに、設計差圧による試験も実施する。

4.2) 隣接する圧力室の設計圧力より低い最大差圧で設計されている共通部分の隔壁を有する設備の共通部分の隔壁に対する試験圧力は、**a) 1)**の試験圧力を P_D の代わりに最大差圧を用いて求める。

b) 気圧試験圧力

水圧試験の代替として行う気圧試験の試験圧力は、次の **1)** 及び **2)** による。

1) 試験圧力は、次式より得られる圧力以上の圧力とする。

$$P_t = 1.15P_D \frac{\sigma_t}{\sigma_a}$$

ここで、P_D、P_t、σ_a 及び σ_t は、次による。

P_D ： 設計圧力（MPa）

P_t ： 試験圧力（MPa）

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

σ_t ： 試験温度における材料の許容引張応力(N/mm^2)

σ_a ： 設計温度における材料の許容引張応力(N/mm^2)

なお、$\dfrac{\sigma_t}{\sigma_a}$ の値は、設備の耐圧部分のそれぞれの材料に対して求め、その中の最小の値を用いる。

2) 試験圧力の上限は、$P_m \le 0.8S_y$ で、かつ、下記を満足するように定める。

$\sigma_m \le 0.67S_y$ の場合 ： $\sigma_m + \sigma_b \le 1.2S_y$

$0.67S_y < \sigma_m \le 0.8S_y$ の場合 ： $\sigma_m + \sigma_b \le (2.2S_y - 1.5P_m)$

ここで、σ_b、σ_m 及び S_y は、次による。

σ_b ： 曲げ応力(N/mm^2)

σ_m ： 膜応力(N/mm^2)

S_y ： 材料の試験温度における降伏点又は 0.2%耐力(N/mm^2)

9.2.4 耐圧試験の判定基準

水圧試験及び水圧試験の代替として行う気圧試験において、局部的なふくらみ又は伸び、漏れ等の異状が生じない場合は、合格とする。

参考

9.3 耐圧試験後の検査

耐圧試験に合格後、次の **a)**～**c)** の検査を行う。

a) 目視検査

耐圧試験終了後、設備の母材表面及び溶接部について目視試験を実施し、有害な欠陥のないことを確認する。

b) 磁粉探傷試験又は浸透探傷試験

次の **1)** 及び **2)** の部分は磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を行い、**3)**の判定基準で合格することを確認する。

1) 疲労解析が必要な設備（疲労解析が免除される場合を除く。）の耐圧部分の内外面及び溶着金属の全面

2) 9%ニッケル鋼を母材とする溶接部（耐圧部分に非耐圧部品を取付ける溶接部を含む。）のすべて、及び**図 7.8** の No.1、No.2 及び No.8 並びに**図 7.11** の No.6

3) 合格の判定は、**7.9.3 c)**又は **7.9.3 d)** の規定による。

c) ライニング容器の水圧試験後の検査

水圧試験に引き続いて設備の内面を検査し、ライニングの背面（設備とライニング等とのスキマをいう。）に試験媒体が侵入していないことを確認する。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

10　検査の方法

10.1　設計の検査の方法

設計の検査は、次の **a)**及び **b)** による。

a)　設計の検査の方法は、設備の製造に用いる設計書及び構造図が本基準の要求を満足するように作成されていることを確認することにより行う。ここで、設計書及び構造図は、次の **1)**～**6)** を含むこと。

1)　使用者設計仕様書

2)　図面

3)　計算書

4)　加工要領書

5)　製作・検査要領書

6)　設備の設計、製作、検査、試験に用いるその他の図書

b)　検査の結果を設計検査成績表に記録するとともに、材料、加工、溶接及び構造の検査について、次の **1)**～**3)**の検査対象部位毎に検査項目を材料・加工検査成績表、溶接検査成績表又は構造検査成績表にそれぞれ記入する。

1)　材料及び加工の検査の対象となる部材

2)　溶接の検査の対象とする溶接継手

3)　構造の検査の対象とする部分

10.2　材料の検査の方法

材料の検査は、次の **a)**及び **b)** による。

a)　材料の検査の方法は、次の **1)**～**7)**による。

1)　材料の外観が、**4.5.3** の規定を満足することを目視検査等により確認する。

2)　材料の製造者が発行した材料試験成績書に記載された材料の種類の記号と構造図に記載された材料の種類の記号を照合し、一致していることを確認する。

3)　材料の表示と材料試験成績書に記載された材料の種類の記号及び製鋼番号、製品番号又は検査番号等を照合し、一致していることを確認する。

4)　材料試験成績書に記載された材料の熱処理、機械的性質及び化学成分が、図面に記載された材料規格に適合していることを確認する。

5)　材料の機械的性質が **4.4** の規定を満足することを引張試験等により検査する。ただし、当該材料の製造業者が発行した材料試験成績書等により検査することができる。

6)　材料の内部及び表面の非破壊試験結果が **4.5** の規定を満足することを超音波探傷試験機等の非破壊試験機器により検査する。ただし、当該材料の製造業者が発行した非破壊試験成績書等により検査することができる。

7)　材料の寸法及び数量が、材料・加工検査成績書の記載どおりであるか確認する。

b)　材料の検査結果を、検査対象部位毎に材料・加工検査成績書に記録する。

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

10.3　加工の検査の方法

加工の検査は、次の **a)**及び **b)** による。

a)　加工の検査の方法は、次の **1)**～**9)**による。

1)　加工前の材料が **6.1** の規定を満足することを目視検査及び肉厚測定により検査する。

2)　加工後の材料が **6.2**、**6.3**、**6.4** 及び **8.3** の規定を満足することを目視検査等により検査する。

3)　加工後の材料の主要寸法は寸法測定器等を用いて測定し、設計書及び構造図どおりであることを検査する。ただし、鏡板等の購入部品は当該部品の製造業者が発行した試験成績書により検査することができる。

4)　加工後の熱処理が、設計書及び **6.3.3** の規定どおりに行われたことを熱処理温度チャートにより検査する。

5)　管の取付けが、**6.5** 及び **6.6** の規定を満足することを目視検査及び肉厚測定により検査する。

6)　フェライト鋼で製作するフランジで、フランジ部の断面の厚さが 76mm を超えるフランジは、熱処理が **5.12.3 g)**の規定を満足することを熱処理チャート等により検査する。

7)　ハブ付きフランジの加工、熱処理及び非破壊試験が **6.4.1** の規定を満足することを材料試験成績書、熱処理温度チャート、非破壊試験成績書等により検査する。

8)　管板及び平板のハブの部分の機械的性質が **6.4.2 a)** の規定を満足することを機械試験機を用いて検査する。ただし、当該材料の加工業者が発行した材料試験成績書等により検査することができる。

9)　管板及び平板のハブ部（板から機械加工により製造する場合に限る。）は、機械加工の前後に **6.4.2 b)** の規定を満足することを超音波探傷試験により検査する。ただし、当該材料の加工業者が発行した非破壊試験成績書により検査することができる。

b)　加工の検査結果を、検査対象部位毎に材料・加工検査成績表に記録する。

10.4　溶接の検査の方法

溶接の検査は、次の **a)**及び **b)** による。

a)　溶接の検査の方法は、次の **1)**～**5)**による。

1)　溶接部の形状、寸法等が、**7.1**～**7.4**、**7.6**、**7.9.1**、**7.10** 及び **7.11** の規定を満足することを目視、寸法測定器等により検査する。

2)　溶接部の溶接後熱処理が、設計書及び**附属書 J** の規定どおりに行われたことを熱処理温度チャートにより検査する。

3)　溶接部の機械試験は、**7.8.2** の規定を満足することを検査するために引張試験機、衝撃試験機及び寸法測定器等を用いて**附属書 K** に規定する試験方法により行う。

4)　溶接材料の衝撃試験は、**附属書 I** の規定を満足することを検査するために衝撃試験機を用いて **JIS Z 3111** に規定する試験方法により行う。 ただし、当該溶接材料の製造者が発行した衝撃試験成績書等により検査することができる。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

5) 溶接部の非破壊試験は、**7.9.3** の規定を満足することを検査するために非破壊試験機を用いて **7.9.3** に規定する試験方法により行う。

b) 溶接の検査結果を、検査対象部位毎及び試験項目毎に溶接検査成績表に記入する。

10.5 構造の検査の方法

構造の検査は、次の **a)**及び **b)** による。

a) 構造の検査の方法は、次の **1)**～**3)**による。

1) 設備各部の形状等は、**5**、**6.3**～**6.7**、**8.2** 及び **8.4** の規定及び構造図を満足することを目視、寸法測定器等により検査する。

2) 耐圧試験（水圧試験の代替として行う気圧試験を含む。以下同じ。）は、耐圧試験装置を用いて試験圧力まで昇圧し、その後 **9.2.2 d)**に規定する圧力まで降圧して、**9.2.4** に規定する耐圧試験の判定基準に合格することを目視により検査する。

3) 耐圧試験時の設備の表面温度を温度計等により測定し、**9.2.2 c)** の規定を満足することを検査する。

b) 構造の検査結果を、検査対象部位毎及び試験項目毎に構造検査成績表に記入する。

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

11　基準適用に係る追加要求事項

本基準を適用して設備を製作する製造者は、設備の材料、設計、加工、製作、試験及び検査に係る **1**～**10** の規定に加えて、次の **11.1**～**11.6** に掲げる追加要求事項を満足すること。

11.1　設計に係る追加要求事項

次の **a)**～**d)**による。

a)　設計に必要な手順が社内規格に定められ、適切に実施されていること。また、社内規格は **5** の規定を満足しており、かつ **b)**～**d)**に規定する内容を含むこと。

b)　設備の使用者より、設備の使用者設計仕様書を受領し、内容を確認するとともに、本基準の要求事項と矛盾しないことを確認すること。

なお、使用者設計仕様書には、少なくとも次の **1)**～**11)**の情報を含むこと。

1)　高圧ガスの種類

2)　設計圧力及び運転圧力

3)　設計温度、運転温度及び最低設計金属温度

4)　設備の各部の使用材料

5)　考慮する荷重の種類とその値、考慮する荷重の種類の組合せ等の最小厚さの計算に必要な条件情報

6)　設計で考慮する腐れ代

7)　疲労解析の条件（疲労解析の要否、変動荷重の種類及び変動幅、繰返し回数等）

8)　溶接後熱処理の要否（本基準によらない場合）

9)　試験グループの指示（必要な場合）

10)　水圧試験に替えての気圧試験の要求の有無

11)　材料刻印の転刻の可否

c)　使用者設計仕様書に基づき設計図書を作成すること（変更を含む。）。

d)　設計の最終段階において、当該設計図書が、使用者設計仕様書に記載された要求事項を満たしていることを確実にするため、**10.1** の規定に基づく設計の検査を行い、社内規格で認定された者による照査及び承認を確実に行うこと。

11.2　材料に係る追加要求事項

次の **a)**～**d)**による。

a)　材料管理に必要な手順が社内規格に定められ、適切に実施されていること。また、社内規格は **4** の規定を満足しており、かつ **b)**～**d)**に規定する内容を含むこと。

b)　材料、部品等の購買に関し必要な手順、受入検査を含む購買の方法、判定基準、記録様式等が定められ、社内規格に基づき購買が適切に行われていること。

c)　材料の識別表示について **8.1** の要求を満足するとともに、製品から材料（溶接材料を含む。）が追跡できること。

d)　材料の検査に関する検査項目、手順、方法、判定基準、記録様式等が定められていること。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

材料の検査は **10.2** の要求を満足すること。

11.3　加工に係る追加要求事項

次の **a)**～**c)**による。

a)　加工管理に必要な手順が社内規格に定められ、適切に実施されていること。また、社内規格は **6** の規定を満足しており、かつ **b)**及び **c)**に規定する内容を含むこと。

b)　加工に先立って、本基準に基づいて設備に適用する加工工程、加工方法、加工後の熱処理要求等の加工に係る詳細を記した「加工要領書」を作成し、**11.6 b)** の規定に基づいてその内容が適切であることを確認すること。

なお、この「加工要領書」は **11.4** に規定する「製作・検査要領書」に含めてもよい。

c)　加工の検査に関する検査項目、手順、方法、判定基準、記録様式等が定められていること。加工の検査は **10.3** の要求を満足すること。

11.4　溶接に係る追加要求事項

次の **a)**～**j)**による。

a)　溶接管理に必要な手順が社内規格に定められ、適切に実施されていること。また、社内規格は **7** の規定を満足しており、かつ **b)**及び **c)**に規定する内容を含むこと。

b)　溶接に先立って、本基準に基づいて設備に適用する溶接方法、溶接施工要領書（WPS）、溶接施工方法の確認試験記録（PQR）、溶接後熱処理に係る仕様、機械試験に係る仕様、非破壊試験に関する仕様等の溶接及び試験・検査に係る詳細を記した「製作・検査要領書」を作成し、**11.6 b)** の規定に基づいてその内容が適切であることを確認すること。

なお、この「製作・検査要領書」は **11.3** に規定する「加工要領書」に含めてもよい。

c)　社団法人日本溶接協会　溶接管理技術者資格２級又はそれと同等以上の資格を有する溶接管理者を従事させること。

d)　**7.1.4** に規定された溶接士の資格及び有効期限の管理につき定められ､実施されていること。

e)　自動溶接を行う溶接オペレータの教育、認証、更新等につき定められ、実施されていること。

f)　溶接士記録に係る **7.1.5** の要求を満足するとともに､溶接継手ごとに溶接士又は溶接オペレータが追跡できること。

g)　溶接材料の保管及び乾燥につき定められ、実施されていること。

h)　溶接継手毎に溶接施工要領書を添付した溶接施工記録を作成すること。

なお、溶接施工記録は、少なくとも次の **1)**～**12)**の情報を含むこと。

1)　溶接方法

2)　溶接姿勢

3)　溶接材料

4)　シールドガス

5)　予熱温度、後熱温度

6)　電流

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

7) 電圧

8) 溶接速度

9) 入熱量

10) パス間温度

11) 溶接士の資格

12) 溶接士の名称又は追跡可能な識別マーク

i) **7.9.2 f)** に規定された非破壊試験員の資格及び有効期限の管理につき定められ、実施されていること。

j) 溶接の検査に関する検査項目、手順、方法、判定基準、記録様式等が定められていること。溶接の検査は **10.4** の要求を満足すること。

11.5 構造、耐圧試験及び最終評価に係る追加要求事項

次の **a)**～**d)**による。

a) 構造、耐圧試験及び最終評価の管理に必要な手順が社内規格に定められ、適切に実施されていること。また、社内規格は **8** 及び **9** の規定を満足しており、かつ **b)**及び **c)**に規定する内容を含むこと。

b) 耐圧試験を行う際の安全対策につき定められ、実施されていること。安全対策については、**9.2.1** の規定を含むこと。

c) 耐圧試験終了後、設備の最終評価として材料、設計、加工、溶接及び検査が本基準及び設計図書（各種要領書を含む。）に従って適切に行われたことを、設備の品質に係る責任者が確認すること。

d) 構造の検査に関する検査項目、手順、方法、判定基準、記録様式等が定められていること。構造の検査は **10.5** の要求を満足すること。

11.6 その他の追加要求事項

次の **a)**～**i)**による。

a) 品質に影響する業務並びにこれらを行っている各組織と、品質管理組織との関係を示す文書が定められていること。また、現実の組織を反映した組織図が定められていること。

品質に影響する業務並びにこれらを行っている各組織の権限、責任及び相互関係が明確に定められていること。

b) 設備の製造に係る社内規格、作業指示書、仕様書その他の品質に関する文書の承認、発行、変更等に係る管理方法が定められ、管理が適切に行われていること。

c) 品質に影響する業務において使用する品質記録の種類やその管理その他必要な事項が社内規格に定められていること。また、品質記録の内容は、本基準に規定された要求事項の適合性を確認できるものであること。社内規格に基づき品質記録の管理が適切に行われていること。

d) 設備に係る製造工程、試験、製造設備及び検査設備の設備管理等の一部を外部の者に行わせている場合において、工程が本基準に規定された要求事項を満たすことを確実にするため

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

の管理方法が社内規格に定められていること。社内規格に基づき外注管理が適切に行われていること。

e) 設備の製作工程及び工程ごとの管理方法が社内規格に定められていること。また、当該社内規に基づき設備の製作が適切に行われていること。

f) 不適合品の使用等が行われないための管理及び不適合が発生した場合の是正及び予防に関する事項が社内規格に定められていること。また、再加工、補修等を行った不適合品に対する管理手順が社内規格に定められていること。これら社内規格に基づき不適合の管理が適切に行われていること。

g) 製造設備は、品質を確保するのに必要な性能を持ったものであること。また、品質を確保するのに必要な精度及び精度を保持するための点検、保守、較正などの基準を定めていること。社内規格に基づき製造設備の点検、保守などの管理が適切に行われていること。

h) 検査設備は、規定された試験、検査を実施できる設備であること。また、品質を確保するのに必要な精度及び精度を保持するための点検、保守、校正などの基準を定めていること。社内規格に基づき検査設備の点検、保守などの管理が適切に行われていること。

i) 品質に影響する業務において使用する品質記録の種類やその管理その他必要な事項が社内規格に定められていること。また、品質記録の内容は、特定則及び詳細基準の要求事項をすべて確認できるものであること。社内規格に基づき品質記録の管理が適切に行われていること。

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

書面投票用

案

附属書 A（規定）　材料の許容引張応力及び材料の諸物性値

表 **A.1**　各温度における材料の許容引張応力
表 **A.2**　各温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力
表 **A.3**　各温度における材料の縦弾性係数
表 **A.4**　各温度における材料の線膨張係数

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

書面投票用

規格名称	種類の記号	適用範囲	規定最小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点、又は0.2%耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800
JIS G 3103 ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板	SB410	6≦t≦200	410～550	225 以上	－	150	138	134	132	130	128	126	123	120	116	111	108	106	100	*89*	*75*	*52*	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SB450	6≦t≦200	450～590	245 以上	－	163	152	146	144	142	140	138	135	131	126	122	118	116	*109*	*95*	*80*	*63*	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SB480	6≦t≦200	480～620	265 以上	－	176	164	158	156	154	152	150	146	142	138	132	128	126	122	*101*	*84*	*67*	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SB450M	6≦t≦150	450～590	255 以上	－	170	163	159	156	153	152	152	150	148	146	144	142	140	137	135	132	127	*102*	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SB480M	6≦t≦150	480～620	275 以上	－	183	176	172	169	166	164	164	161	159	157	155	153	152	149	146	142	137	*104*	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材	SM400A, B, C	t≦16	400～510	245 以上	f)	163	153	147	144	140	137	130	124	120	118	118	116	116	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		16＜t≦40		235 以上	f)	156	147	140	137	134	130	124	118	114	112	111	110	109	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		40＜t≦100		215 以上	f)	143	140	127	124	120	118	111	104	101	99	98	96	96	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SM490A, B, C	t≦16	490～610	325 以上	f)	204	204	202	196	192	189	183	176	173	166	163	156	153	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		16＜t≦40		315 以上	f)	204	202	196	189	186	183	176	170	166	160	156	150	147	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		40＜t≦100		295 以上	f)	196	189	183	176	173	170	163	156	153	147	144	137	134	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SM490YA, YB	t≦16	490～610	365 以上	f)	204	204	204	204	204	204	204	199	192	188	186	178	172	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		16＜t≦40		355 以上	f)	204	204	204	204	204	204	200	192	186	182	179	172	164	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		40＜t≦75		335 以上	f)	204	204	204	202	196	191	186	180	172	169	166	156	152	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		75＜t≦100		325 以上	f)	204	197	189	181	175	169	163	159	154	151	148	145	141	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SM520B, C	t≦16	520～640	365 以上	f)	216	216	216	216	216	211	206	199	192	188	186	178	172	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		16＜t≦40		355 以上	f)	216	216	216	215	209	204	200	192	186	182	179	172	164	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		40＜t≦75		335 以上	f)	216	215	208	202	196	191	186	180	172	169	166	158	152	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		75＜t≦100		325 以上	f)	215	197	189	181	175	169	163	159	154	151	148	145	141	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SM570	t≦16	570～720	460 以上	f)	237	237	237	237	237	237	237	237	237	237	234	226	224	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		16＜t≦40		450 以上	f)	237	237	237	237	237	237	237	237	237	234	227	220	218	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		40＜t≦75		430 以上	f)	237	237	237	237	237	237	237	237	232	224	214	207	204	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		75＜t≦100		420 以上	f)	237	237	237	234	226	218	211	205	199	195	191	187	183	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 3115 圧力容器用鋼板	SPV235	6≦t≦50	400～510	235 以上	f)	156	147	140	137	134	130	124	118	114	112	111	110	109	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		50＜t≦100		215 以上	f)	143	140	127	124	120	118	111	104	101	99	98	96	96	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SPV315	6≦t≦50	490～610	315 以上	f)	204	202	196	189	186	183	176	170	166	160	156	150	147	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		50＜t≦100		295 以上	f)	196	189	183	176	173	170	163	156	153	147	144	137	134	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		100＜t≦150		275 以上	f)	183	170	167	164	162	159	156	154	150	147	143	137	134	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SPV355	6≦t≦50	520～640	355 以上	f)	216	216	216	215	209	204	200	192	186	182	179	172	164	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		50＜t≦100		335 以上	f)	216	215	208	202	196	191	186	180	172	169	166	158	152	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		100＜t≦150		315 以上	f)	210	191	183	176	169	164	158	154	149	146	143	140	137	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SPV410	6≦t≦50	550～670	410 以上	f)	229	229	229	229	229	229	229	216	216	211	211	206	202	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		50＜t≦100		390 以上	f)	229	229	228	228	219	219	219	205	205	201	201	196	192	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		100＜t≦150		370 以上	f)	229	225	215	207	199	192	186	181	176	172	168	165	161	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SPV450	6≦t≦50	570～700	450 以上	f)	237	237	237	237	237	237	237	237	237	237	227	220	218	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		50＜t≦100		430 以上	f)	237	237	237	237	237	237	237	237	232	224	214	207	204	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		100＜t≦150		410 以上	f)	237	237	237	229	220	213	206	200	195	190	186	182	179	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SPV490	6≦t≦50	610～740	490 以上	f)	254	254	254	254	254	254	254	254	254	253	248	238	228	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		50＜t≦100		470 以上	f)	254	254	254	254	254	254	254	254	244	240	235	225	216	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		100＜t≦150		450 以上	f)	254	254	254	251	242	234	226	220	214	209	204	200	196	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 3118 中・常温圧力容器用炭素鋼鋼板	SGV410	6≦t≦200	410～490	225 以上	f)	150	138	134	132	130	128	126	123	120	116	111	108	106	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SGV450	6≦t≦200	450～540	245 以上	a)	163	152	146	144	142	140	138	135	131	126	122	118	116	*109*	*95*	80	63	46	32	22	*14*	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SGV480	6≦t≦200	480～590	265 以上	a)	176	164	158	156	154	152	150	146	142	138	132	128	126	*118*	*101*	84	67	51	34	22	*14*	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

書面投票用

規格名称	種類の記号	適用範囲	規定最小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点、又は0.2%耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800
JIS G 3119 ボイラ及び圧力容器用マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板	SBV1A	6≦t≦150	520～660	315 以上	a)	210	199	194	190	187	186	184	182	180	177	175	173	170	168	164	160	139	*106*	*70*	*44*	*33*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SBV1B	6≦t≦150	550～690	345 以上	a)	229	220	216	212	208	206	204	202	199	196	194	192	189	186	183	178	172	*106*	*70*	*44*	*33*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SBV2	6≦t≦150	550～690	345 以上	a)	229	220	216	212	208	206	204	202	199	196	194	192	189	186	183	178	141	*106*	*70*	*44*	*33*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SBV3	6≦t≦150	550～690	345 以上	a)	229	220	216	212	208	206	204	202	199	196	194	192	189	186	183	178	141	*106*	*70*	*44*	*33*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS G 3120 圧力容器用調質型マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板	SQV1A	—	550～690	345 以上	a)	229	220	216	212	208	206	204	202	199	196	194	192	189	186	183	178	153	*107*	*77*	*44*	*33*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SQV1B	—	620～790	480 以上	—	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SQV2A	—	550～690	345 以上	—	258	220	216	212	208	206	204	202	199	196	194	192	189	186	183	178	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SQV2B	—	620～790	480 以上	—	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SQV3A	—	550～690	345 以上	—	229	220	216	212	208	206	204	202	199	196	194	192	189	186	183	178	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SQV3B	—	620～790	480 以上	—	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS G 3124 中・常温圧力容器用高強度鋼鋼板	SEV245	t≦50	510～650	370 以上	—	212	212	212	212	209	202	196	189	183	176	170	166	163	156	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		50＜t≦100	510～650	355 以上	—	212	212	212	212	209	202	196	189	183	176	170	166	163	156	150	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		100＜t≦125	500～640	345 以上	—	208	208	208	208	202	196	189	183	176	170	163	160	156	150	144	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		125＜t≦150	490～630	335 以上	—	204	204	204	202	196	189	182	176	170	163	156	153	150	143	137	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SEV295	t≦50	540～690	420 以上	—	225	225	225	225	225	225	225	222	216	209	202	199	196	189	183	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		50＜t≦100	540～690	400 以上	—	225	225	225	225	225	225	225	222	216	209	202	199	196	189	183	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		100＜t≦125	530～680	390 以上	—	220	220	220	220	220	220	220	215	209	202	196	192	189	182	176	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		125＜t≦150	520～670	380 以上	—	216	216	216	216	216	216	215	209	202	196	189	186	182	176	170	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SEV345	t≦50	590～740	430 以上	—	245	245	245	245	245	245	245	245	242	238	235	232	228	216	209	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		50＜t≦100	590～740	430 以上	—	245	245	245	245	245	245	245	245	242	238	235	232	228	216	209	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		100＜t≦125	580～730	420 以上	—	241	241	241	241	241	241	241	238	235	232	228	225	222	209	202	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		125＜t≦150	570～720	410 以上	—	237	237	237	237	237	237	235	232	228	225	222	218	215	202	196	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS G 3126 低温圧力容器用炭素鋼鋼板	SLA235A, B	6≦t≦40	400～510	235 以上	f)	156	146	142	140	138	136	134	131	128	125	122	118	115	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		40＜t≦50		215 以上	f)	143	133	130	128	126	124	122	120	117	115	111	108	105	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SLA325A, B	6≦t≦38	440～560	325 以上	f)	183	183	183	181	175	169	163	159	154	151	148	145	141	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SLA365	6≦t≦38	490～610	365 以上	f)	204	204	203	202	196	190	183	178	173	169	166	162	159	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SLA410	6≦t≦38	520～640	410 以上	f)	216	216	216	214	213	212	206	200	195	190	186	182	179	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS G 3127 低温圧力容器用ニッケル鋼鋼板	SL2N255	6≦t≦50	450～590	255 以上	a)	170	158	155	152	150	148	146	142	139	135	130	126	120	*112*	*95*	*80*	*65*	*49*	*36*	*24*	*14*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SL3N255	6≦t≦50	450～590	255 以上	a)	170	158	155	152	150	148	146	142	139	135	130	126	120	*112*	*95*	*80*	*65*	*49*	*36*	*24*	*14*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SL3N275	6≦t≦50	480～620	275 以上	a)	183	170	166	164	162	160	157	154	150	146	140	135	129	*121*	*101*	*84*	*67*	*50*	*36*	*24*	*13*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SL9N520	6≦t≦50	690～830	520 以上	b)	287	287	287	287	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SL9N590	6≦t≦100	690～830	590 以上	b)	287	287	287	287	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS G 4109 ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板	SCMV1	強度区分1	380～550	225 以上	a)	150	146	142	140	137	136	135	133	132	130	128	126	124	122	120	118	113	100	*76*	*51*	*41*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		強度区分2	480～620	315 以上	a)	200	200	196	193	189	186	183	180	178	176	173	170	168	164	161	157	153	130	*87*	*51*	*41*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SCMV2	強度区分1	380～550	225 以上	—	150	145	141	138	136	134	132	131	130	128	127	124	121	118	115	114	110	102	*88*	*63*	*41*	*27*	*18*	*12*	*8*	—	—	—	—	—	—
		強度区分2	450～590	275 以上	—	183	167	158	154	150	149	147	146	144	141	137	134	130	126	124	121	116	110	*93*	*63*	*41*	*27*	*18*	*12*	*8*	—	—	—	—	—	—
	SCMV3	強度区分1	410～590	235 以上	—	156	153	149	146	144	142	140	139	138	136	135	132	128	124	122	120	117	99	*75*	*53*	*37*	*26*	*18*	*12*	*8*	—	—	—	—	—	—
		強度区分2	520～690	315 以上	—	210	188	178	173	168	167	166	164	162	158	154	150	146	142	140	136	130	106	*75*	*53*	*37*	*26*	*18*	*12*	*8*	—	—	—	—	—	—
	SCMV4	強度区分1	410～590	205 以上	—	136	131	127	125	124	123	123	122	122	122	122	122	122	122	122	122	120	*99*	*81*	*64*	*48*	*35*	*24*	*16*	*10*	—	—	—	—	—	—
		強度区分2	520～690	315 以上	—	210	188	179	174	170	166	163	162	161	160	160	160	160	159	158	150	130	*114*	*90*	*65*	*46*	*31*	*20*	*13*	*8*	—	—	—	—	—	—
	SCMV5	強度区分1	410～590	205 以上	—	136	132	128	125	123	122	120	119	118	117	116	114	110	107	104	103	100	*90*	*69*	*55*	*44*	*34*	*25*	*17*	*10*	—	—	—	—	—	—
		強度区分2	520～690	315 以上	—	210	188	179	174	170	166	163	162	161	160	160	160	160	159	158	154	126	*99*	*74*	*55*	*41*	*30*	*21*	*15*	*9*	—	—	—	—	—	—
	SCMV6	強度区分1	410～590	205 以上	—	136	129	124	121	118	116	114	112	110	108	106	104	102	100	99	97	96	*80*	*62*	*47*	*35*	*26*	*18*	*12*	*7*	—	—	—	—	—	—
		強度区分2	520～690	315 以上	—	210	192	185	180	176	176	176	176	176	176	176	176	176	173	170	126	103	*81*	*62*	*47*	*35*	*26*	*18*	*12*	*7*	—	—	—	—	—	—

原案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

書面投票用

規格名称	種類の記号	適用範囲	規定最小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点、又は0.2%耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800
JIS G 4110 高温圧力容器用高強度ｸﾛﾑﾓﾘﾌﾞﾃﾞﾝ鋼及びｸﾛﾑﾓﾘﾌﾞﾃﾞﾝﾊﾞﾅｼﾞｳﾑ鋼鋼	SCMQ4E	－	580～760	380 以上		241	237	232	229	226	224	222	220	218	217	215	213	210	208	205	202	197	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SCMQ4V	－	580～760	415 以上		241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	240	235	231	226	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SCMQ5V	－	580～760	415 以上	c)	241	241	241	241	241	241	241	241	239	239	238	237	236	235	233	231	183	153	125	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 4303 ステンレス鋼棒	SUS304	－	520 以上	205 以上	l), m)	136	122	114	108	103	99	96	92	90	87	84	83	82	81	79	77	76	74	74	72	70	69	64	52	42	33	27	21	17	14	11
					k), l), m)	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	114	112	111	109	107	104	102	100	99	98	95	79	64	52	42	33	27	21	17	14	11
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯	SUS304L	－	480 以上	175 以上	－	116	103	96	92	87	84	81	78	76	74	72	70	69	68	67	66	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	116	116	116	116	116	114	109	106	102	99	98	95	93	92	90	89	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯	SUS309S	－	520 以上	205 以上	l), m)	136	128	122	119	116	113	110	107	104	102	99	97	94	92	91	89	87	86	84	77	60	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	134	131	127	125	123	120	117	116	114	87	60	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2
	SUS310S	－	520 以上	205 以上	l), m)	136	128	122	119	116	113	110	107	104	102	99	97	94	92	91	89	87	86	84	76	60	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	134	131	127	125	123	120	117	116	114	87	60	44	32	24	17	11	6	3	2	2	1
	SUS316	－	520 以上	205 以上	l), m)	136	124	117	112	107	103	99	96	92	90	87	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	77	74	65	50	39	30	23	18	14	11
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	115	114	112	110	109	108	108	107	106	105	98	81	65	50	39	30	23	18	14	11
	SUS316L	－	480 以上	175 以上	－	116	102	95	91	86	83	80	77	74	72	70	68	66	65	64	62	62	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	116	116	116	116	116	112	108	104	99	97	94	92	90	88	86	84	83	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SUS317	－	520 以上	205 以上	l), m)	136	124	117	112	107	103	99	96	92	90	87	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	77	74	65	50	39	30	23	18	14	11
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	115	114	112	110	109	108	108	107	106	105	98	81	65	50	39	30	23	18	14	11
	SUS317L	－	480 以上	175 以上	－	116	102	95	91	86	83	80	77	74	72	70	68	66	65	64	62	62	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	116	116	116	116	116	112	108	104	99	97	94	92	90	88	86	84	83	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SUS321	－	520 以上	205 以上	l), m)	136	123	115	110	104	100	95	92	88	86	84	83	82	80	80	79	78	78	77	77	75	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3
					k), l), m)	136	136	136	136	136	135	128	124	119	117	114	112	110	108	108	107	106	105	104	104	87	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3
	SUS347	－	520 以上	205 以上	l), m)	136	130	125	121	118	114	110	107	104	102	100	98	96	94	94	93	92	92	92	92	88	76	58	40	30	23	16	12	9	6	6
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	135	132	129	127	126	126	125	124	124	124	98	76	58	40	30	23	16	12	9	6	6
	SUS405	－	410 以上	175 以上	－	116	109	105	103	101	100	100	99	99	98	97	96	94	92	90	86	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SUS410	－	440 以上	205 以上	q)	136	130	126	124	122	120	120	119	118	118	117	115	112	111	108	104	100	89	69	52	38	27	18	12	7	－	－	－	－	－	－
	SUS410S	－	410 以上	205 以上	n)	136	128	124	122	120	120	119	118	117	116	116	114	112	110	106	103	99	87	69	52	38	27	18	12	7	－	－	－	－	－	－
	SUS429	－	450 以上	205 以上	n)	136	128	124	122	120	120	119	118	117	116	116	114	112	110	106	103	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SUS430	－	450 以上	205 以上	－	136	130	126	124	122	120	120	119	118	118	117	115	112	111	108	104	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 3202 圧力容器用炭素鋼鍛鋼品	SFVC1	－	410～560	205 以上	－	136	130	125	123	122	120	118	116	113	109	104	101	100	98	89	75	62	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SFVC2A	－	490～640	245 以上	－	163	155	150	148	146	144	142	138	135	130	125	121	119	116	101	84	67	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SFVC2B	－	490～640	245 以上	－	163	155	150	148	146	144	142	138	135	130	125	121	119	116	101	84	67	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 3203 高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品	SFVAF1	－	480～660	275 以上	a)	183	176	172	168	166	163	160	158	156	154	152	149	147	144	140	138	133	104	70	44	30	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SFVAF2	－	480～660	275 以上	a)	183	174	168	164	161	158	155	152	150	148	146	143	141	138	136	132	129	118	87	51	33	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SFVAF12	－	480～660	275 以上	－	183	174	168	164	161	158	155	152	150	148	146	143	141	138	136	132	129	114	95	63	41	27	18	12	8	－	－	－	－	－	－
	SFVAF11A	－	480～660	275 以上	－	183	174	168	164	161	158	155	152	150	148	146	143	141	138	136	132	129	101	75	53	37	26	18	12	8	－	－	－	－	－	－
	SFVAF11B	－	520～690	315 以上	－	210	196	189	186	181	178	174	172	168	166	164	161	158	155	152	149	141	106	75	53	37	26	18	12	8	－	－	－	－	－	－
	SFVAF22A	－	410～590	205 以上	－	136	131	127	126	124	124	123	123	123	123	123	123	123	123	123	122	114	99	81	64	48	35	24	16	10	－	－	－	－	－	－
	SFVAF22B	－	520～690	315 以上	－	210	195	188	184	180	178	176	174	172	170	168	166	164	163	160	157	154	114	90	65	46	31	20	13	8	－	－	－	－	－	－
	SFVAF21A	－	410～590	205 以上	－	136	131	128	125	123	122	120	119	118	118	116	114	110	108	104	103	92	90	69	55	44	34	25	17	10	－	－	－	－	－	－
	SFVAF21B	－	520～690	315 以上	－	210	195	188	184	180	178	176	174	172	170	168	166	164	163	160	157	154	99	74	55	41	30	21	15	9	－	－	－	－	－	－
	SFVAF5A	－	410～590	245 以上	d)	163	154	149	146	144	143	142	142	141	140	140	138	136	134	131	128	96	80	62	47	35	26	18	12	7	－	－	－	－	－	－
	SFVAF5B	－	480～660	275 以上	d)	183	172	165	162	160	158	158	157	156	156	154	153	152	149	146	117	102	81	62	47	35	26	18	12	7	－	－	－	－	－	－
	SFVAF5C	－	550～730	345 以上	d)	229	215	206	203	200	199	198	197	196	195	194	192	190	186	182	132	104	81	62	47	35	26	18	12	7	－	－	－	－	－	－
	SFVAF5D	－	620～780	450 以上	d)	258	258	258	258	258	258	256	255	254	253	252	250	246	242	236	133	104	81	62	47	35	26	18	12	7	－	－	－	－	－	－
	SFVAF9	－	590～760	380 以上	－	245	236	227	223	220	218	217	216	216	215	214	212	208	205	200	195	187	119	89	62	44	30	21	14	10	－	－	－	－	－	－

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

規格名称	種類の記号	適用範囲	規定最小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点、又は0.2%耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800
JIS G 3204 圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品	SFVQ1A	－	550～730	345 以上	－	229	220	216	212	208	206	204	202	199	196	194	192	189	186	183	178	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SFVQ1B	－	620～790	450 以上	e)	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	257	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SFVQ2A	－	550～730	345 以上	－	229	220	216	212	208	206	204	202	199	196	194	192	189	186	183	178	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SFVQ2B	－	620～790	450 以上	e)	258	258	258	258	258	258	258	258	258	257	254	251	247	243	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SFVQ3	－	620～790	490 以上	f)	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	258	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 3205 低温圧力容器用鍛鋼品	SFL1	－	440～590	225 以上	－	150	143	138	136	134	132	130	127	124	120	116	112	110	*98*	*89*	*76*	*57*	*39*	*25*	*15*	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SFL2	－	490～640	245 以上	a)	163	156	150	148	146	144	142	139	135	130	125	121	120	*116*	*101*	*84*	*67*	*51*	*34*	*22*	*14*	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SFL3	－	490～640	255 以上	f)	170	157	154	152	150	147	145	142	139	135	130	125	119	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 3206 高温圧力容器用高強度ｸﾛﾑﾓﾘﾌﾞﾃﾞﾝ鋼鍛鋼品	SFVCM F22V	－	580～760	415 以上	－	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	241	240	235	231	226	221	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SFVCM F3V	－	580～760	415 以上	c)	241	241	241	241	241	241	241	241	239	239	238	237	236	235	233	231	*183*	*153*	*125*	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 3214 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品	SUS F304	t＜130	520 以上	205 以上	l), m)	136	122	114	108	103	99	96	92	90	87	84	83	82	81	79	77	76	74	74	72	70	*69*	*64*	*52*	*42*	*33*	*27*	*21*	*17*	*14*	*11*
					k), l), m)	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	114	112	111	109	107	104	102	100	99	98	95	*79*	*64*	*52*	*42*	*33*	*27*	*21*	*17*	*14*	*11*
		130≦t≦200	480 以上	205 以上	l), m)	136	122	114	108	103	99	96	92	90	87	84	83	82	81	79	77	76	74	74	72	70	*69*	*64*	*52*	*42*	*33*	*27*	*21*	*17*	*14*	*11*
					k), l), m)	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	114	112	111	109	107	104	102	100	99	98	95	*79*	*64*	*52*	*42*	*33*	*27*	*21*	*17*	*14*	*11*
	SUS F304H	t＜130	520 以上	205 以上	－	136	122	114	108	103	99	96	92	90	87	84	83	82	81	79	77	76	74	74	72	70	*69*	*64*	*52*	*42*	*33*	*27*	*21*	*17*	*14*	*11*
					k)	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	114	112	111	109	107	104	102	100	99	98	95	*79*	*64*	*52*	*42*	*33*	*27*	*21*	*17*	*14*	*11*
		130≦t≦200	480 以上	205 以上	－	136	122	114	108	103	99	96	92	90	87	84	83	82	81	79	77	76	74	74	72	70	*69*	*64*	*52*	*42*	*33*	*27*	*21*	*17*	*14*	*11*
					k)	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	114	112	111	109	107	104	102	100	99	98	95	*79*	*64*	*52*	*42*	*33*	*27*	*21*	*17*	*14*	*11*
	SUS F304L	t＜130	480 以上	175 以上	－	116	103	96	92	87	84	81	78	76	74	72	70	69	68	67	66	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	116	116	116	116	116	114	109	106	102	99	98	95	93	92	90	89	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		130≦t≦200	450 以上	175 以上	－	116	103	96	92	87	84	81	78	76	74	72	70	69	68	67	66	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	116	116	116	116	116	114	109	106	102	99	98	95	93	92	90	89	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SUS F310	t＜130	520 以上	205 以上	l), m)	136	128	122	119	116	113	110	107	104	102	99	97	94	92	91	89	87	86	84	*76*	*60*	*44*	*32*	*24*	*17*	*11*	*6*	*4*	*3*	*2*	*2*
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	134	131	127	125	123	120	117	116	114	*87*	*60*	*44*	*32*	*24*	*17*	*11*	*6*	*3*	*2*	*2*	*1*
		130≦t≦200	480 以上	205 以上	l), m)	136	128	122	119	116	113	110	107	104	102	99	97	94	92	91	89	87	86	84	83	*60*	*44*	*32*	*24*	*17*	*11*	*6*	*4*	*3*	*2*	*2*
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	134	131	127	125	123	120	117	116	114	*87*	*60*	*44*	*32*	*24*	*17*	*11*	*6*	*4*	*3*	*2*	*2*
	SUS F316	t＜130	520 以上	205 以上	l), m)	136	124	117	112	107	103	99	96	92	90	87	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	*77*	*74*	*65*	*50*	*39*	*30*	*23*	*18*	*14*	*11*
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	115	114	112	110	109	108	108	107	106	105	*98*	*81*	*65*	*50*	*39*	*30*	*23*	*18*	*14*	*11*
		130≦t≦200	480 以上	205 以上	l), m)	136	124	117	112	107	103	99	96	92	90	87	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	76	75	*65*	*50*	*39*	*30*	*23*	*18*	*14*	*11*
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	115	114	112	110	109	108	108	107	106	105	*98*	*81*	*65*	*50*	*39*	*30*	*23*	*18*	*14*	*11*
	SUS F316H	t＜130	520 以上	205 以上	－	136	124	117	112	107	103	99	96	92	90	87	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	*77*	*74*	*65*	*50*	*39*	*30*	*23*	*18*	*14*	*11*
					k)	136	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	115	114	112	110	109	108	108	107	106	105	*98*	*81*	*65*	*50*	*39*	*30*	*23*	*18*	*14*	*11*
		130≦t≦200	480 以上	205 以上	－	136	124	117	112	107	103	99	96	92	90	87	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	76	75	*65*	*50*	*39*	*30*	*23*	*18*	*14*	*11*
					k)	136	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	115	114	112	110	109	108	108	107	106	105	*98*	*81*	*65*	*50*	*39*	*30*	*23*	*18*	*14*	*11*
	SUS F316L	t＜130	480 以上	175 以上	－	116	102	95	91	86	83	80	77	74	72	70	68	66	65	64	62	62	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	116	116	116	116	116	112	108	104	99	97	94	92	90	88	86	84	83	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		130≦t≦200	450 以上	175 以上	－	116	102	95	91	86	83	80	77	74	72	70	68	66	65	64	62	62	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	116	116	116	116	116	112	108	104	99	97	94	92	90	88	86	84	83	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SUS F317	t＜130	520 以上	205 以上	l), m)	136	124	117	112	107	103	99	96	92	90	87	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	*77*	*74*	*65*	*50*	*39*	*30*	*23*	*18*	*14*	*11*
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	115	114	112	110	109	108	108	107	106	105	*98*	*81*	*65*	*50*	*39*	*30*	*23*	*18*	*14*	*11*
		130≦t≦200	480 以上	205 以上	l), m)	136	124	117	112	107	103	99	96	92	90	87	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	76	75	*65*	*50*	*39*	*30*	*23*	*18*	*14*	*11*
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	115	114	112	110	109	108	108	107	106	105	*98*	*81*	*65*	*50*	*39*	*30*	*23*	*18*	*14*	*11*

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

参考

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

書面投票用

規格名称	種類の記号	適用範囲	規定最小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点、又は0.2%耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800
JIS G 3214 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品	SUS F317L	t＜130	480 以上	175 以上	—	116	102	95	91	86	83	80	77	74	72	70	68	66	65	64	62	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					k)	116	116	116	116	116	112	108	104	99	97	94	92	90	88	86	84	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		130≦t≦200	450 以上	175 以上	—	116	102	95	91	86	83	80	77	74	72	70	68	66	65	64	62	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
					k)	116	116	116	116	116	112	108	104	99	97	94	92	90	88	86	84	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SUS F321	t＜130	520 以上	205 以上	l), m)	136	123	115	110	104	100	95	92	88	86	84	83	82	80	80	79	78	78	77	77	75	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3
					k), l), m)	136	136	136	136	136	135	128	124	119	117	114	112	110	108	108	107	106	105	104	104	87	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3
		130≦t≦200	480 以上	205 以上	l), m)	136	123	115	110	104	100	95	92	88	86	84	83	82	80	80	79	78	78	77	77	76	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3
					k), l), m)	136	136	136	136	136	135	128	124	119	117	114	112	110	108	108	107	106	105	104	104	87	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3
	SUS F321H	t＜130	520 以上	205 以上	—	136	123	115	110	104	100	95	92	88	86	84	83	82	80	80	79	78	78	77	77	75	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3
					k)	136	136	136	136	136	135	128	124	119	117	114	112	110	108	108	107	106	105	104	104	87	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3
		130≦t≦200	480 以上	205 以上	—	136	123	115	110	104	100	95	92	88	86	84	83	82	80	80	79	78	78	77	77	76	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3
					k)	136	136	136	136	136	135	128	124	119	117	114	112	110	108	108	107	106	105	104	104	87	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3
	SUS F347	t＜130	520 以上	205 以上	l), m)	136	130	125	121	118	114	110	107	104	102	100	98	96	94	94	93	92	92	92	92	88	76	58	40	30	23	16	12	9	6	6
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	135	132	129	127	126	126	125	124	124	124	98	76	58	40	30	23	16	12	9	6	6
		130≦t≦200	480 以上	205 以上	l), m)	136	130	125	121	118	114	110	107	104	102	100	98	96	94	94	93	92	92	92	92	91	76	58	40	30	23	16	12	9	7	6
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	135	132	129	127	126	126	125	124	124	124	96	76	58	40	30	23	16	12	9	7	6
	SUS F347H	t＜130	520 以上	205 以上	—	136	130	125	121	118	114	110	107	104	102	100	98	96	94	94	93	92	92	92	92	88	76	58	40	30	23	16	12	9	6	6
					k)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	135	132	129	127	126	126	125	124	124	124	98	76	58	40	30	23	16	12	9	6	6
		130≦t≦200	480 以上	205 以上	—	136	130	125	121	118	114	110	107	104	102	100	98	96	94	94	93	92	92	92	92	91	76	58	40	30	23	16	12	9	7	6
					k)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	135	132	129	127	126	126	125	124	124	124	96	76	58	40	30	23	16	12	9	7	6
JIS G 3454 圧力配管用炭素鋼鋼管	STPG370	S	370 以上	215 以上	—	143	129	124	123	122	120	118	115	112	108	104	101	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STPG410	S	410 以上	245 以上	—	163	151	146	144	142	140	138	135	131	126	122	118	116	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS G 3455 高圧配管用炭素鋼鋼管	STS370	S	370 以上	215 以上	—	143	129	124	123	122	120	118	115	112	108	104	101	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STS410	S	410 以上	245 以上	e)	163	151	146	144	142	140	138	135	131	126	122	118	116	113	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STS480	S	480 以上	275 以上	a)	183	173	167	164	162	160	158	154	150	145	139	138	137	123	101	84	67	51	34	22	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS G 3456 高温配管用炭素鋼管	STPT370	S	370 以上	215 以上	—	143	129	124	123	122	120	118	115	112	108	104	101	100	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STPT410	S	410 以上	245 以上	e)	163	151	146	144	142	140	138	135	131	126	122	118	116	113	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STPT480	S	480 以上	275 以上	a)	183	173	167	164	162	160	158	154	150	145	139	138	137	123	101	84	67	50	33	21	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS G 3458 配管用合金鋼鋼管	STPA12	S	380 以上	205 以上	a)	136	132	129	126	124	123	122	121	119	118	117	115	114	111	110	106	102	99	68	42	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STPA20	S	410 以上	205 以上	a)	136	130	126	123	120	118	116	115	113	111	109	107	106	104	102	99	96	93	75	51	41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STPA22	S	410 以上	205 以上	—	136	132	128	125	123	122	120	119	118	117	116	114	110	107	104	103	100	98	86	63	41	27	18	12	8	—	—	—	—	—	—
	STPA23	S	410 以上	205 以上	—	136	132	128	125	123	122	120	119	118	117	116	114	110	107	104	103	100	97	75	53	37	26	18	12	8	—	—	—	—	—	—
	STPA24	S	410 以上	205 以上	—	136	131	127	125	124	123	123	122	122	122	122	122	122	122	122	122	120	99	81	64	48	35	24	16	10	—	—	—	—	—	—
	STPA25	S	410 以上	205 以上	—	136	129	124	121	118	116	114	112	110	108	106	104	102	100	99	97	90	80	62	47	35	26	18	12	7	—	—	—	—	—	—
	STPA26	S	410 以上	205 以上	—	136	129	124	121	118	116	114	112	110	108	106	104	102	100	99	97	92	85	79	61	44	30	21	14	10	—	—	—	—	—	—
JIS G 3460 低温配管用鋼管	STPL380	S	380 以上	205 以上	a)	136	129	124	123	122	120	118	116	114	110	105	103	100	98	95	79	62	45	31	21	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		E	380 以上	205 以上	a)	115	109	105	104	103	102	100	98	96	93	89	87	85	83	80	67	53	38	26	18	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STPL450	S	450 以上	245 以上	f)	163	152	149	146	144	142	140	137	134	130	126	120	115	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STPL690	S	690 以上	520 以上	—	287	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS304TP	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	122	114	108	103	99	96	92	90	87	84	83	82	81	79	77	76	74	74	72	70	69	64	52	42	33	27	21	17	14	11
					k), l), m)	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	114	112	111	109	107	104	102	100	99	98	95	79	64	52	42	33	27	21	17	14	11
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	104	97	92	88	84	82	78	77	74	71	71	70	69	67	65	65	63	63	61	60	59	54	44	36	28	23	18	14	12	9
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	114	110	106	103	99	97	95	94	93	91	88	87	85	84	83	81	67	54	44	36	28	23	18	14	12	9

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

書面投票用

規格名称	種類の記号	適用範囲	規定最小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点、又は0.2%耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS304HTP	S	520 以上	205 以上	－	136	122	114	108	103	99	96	92	90	87	84	83	82	81	79	77	76	74	74	72	70	69	64	52	42	33	27	21	17	14	11
					k)	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	114	112	111	109	107	104	102	100	99	98	95	79	64	52	42	33	27	21	17	14	11
		W	520 以上	205 以上	o)	116	104	97	92	88	84	82	78	77	74	71	71	70	69	67	65	65	63	63	61	60	59	54	44	36	28	23	18	14	12	9
					k), o)	116	116	116	116	116	114	110	106	103	99	97	95	94	93	91	88	87	85	84	83	81	67	54	44	36	28	23	18	14	12	9
	SUS304LTP	S	480 以上	175 以上	－	116	103	96	92	87	84	81	78	76	74	72	70	69	68	67	66	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	116	116	116	116	116	114	109	106	102	99	98	95	93	92	90	89	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		W	480 以上	175 以上	o)	99	87	82	78	74	71	69	66	64	62	61	60	58	58	57	56	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k), o)	99	99	99	99	99	97	93	90	87	84	83	81	79	78	77	75	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SUS309TP	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	128	122	119	116	113	110	107	104	102	99	97	94	92	91	89	87	86	84	77	60	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	134	131	127	125	123	120	117	116	114	87	60	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	109	104	101	99	96	94	91	88	87	84	82	80	78	77	76	74	73	71	65	51	37	27	20	14	9	5	3	3	2	2
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	114	111	108	106	105	102	99	99	97	74	51	37	27	20	14	9	5	3	3	2	2
	SUS309STP	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	128	122	119	116	113	110	107	104	102	99	97	94	92	91	89	87	86	84	77	60	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	134	131	127	125	123	120	117	116	114	87	60	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	109	104	101	99	96	94	91	88	87	84	82	80	78	77	76	74	73	71	65	51	37	27	20	14	9	5	3	3	2	2
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	114	111	108	106	105	102	99	99	97	74	51	37	27	20	14	9	5	3	3	2	2
	SUS310TP	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	128	122	119	116	113	110	107	104	102	99	97	94	92	91	89	87	86	84	76	60	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	134	131	127	125	123	120	117	116	114	87	60	44	32	24	17	11	6	3	2	2	1
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	109	104	101	99	96	94	91	88	87	84	82	80	78	77	76	74	73	71	65	51	37	27	20	14	9	5	3	3	2	2
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	114	111	108	106	105	102	99	99	97	74	51	37	27	20	14	9	5	3	2	2	1
	SUS310STP	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	128	122	119	116	113	110	107	104	102	99	97	94	92	91	89	87	86	84	76	60	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	134	131	127	125	123	120	117	116	114	87	60	44	32	24	17	11	6	3	2	2	1
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	109	104	101	99	96	94	91	88	87	84	82	80	78	77	76	74	73	71	65	51	37	27	20	14	9	5	3	3	2	2
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	114	111	108	106	105	102	99	99	97	74	51	37	27	20	14	9	5	3	2	2	1
	SUS316TP	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	124	117	112	107	103	99	96	92	90	87	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	77	74	65	50	39	30	23	18	14	11
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	115	114	112	110	109	108	108	107	106	105	98	81	65	50	39	30	23	18	14	11
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	105	99	95	91	88	84	82	78	77	74	72	71	71	70	69	68	68	67	66	65	65	63	55	43	33	26	20	15	12	9
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	116	114	110	106	103	99	98	97	95	94	93	92	92	91	90	89	83	69	55	43	33	26	20	15	12	9
	SUS316HTP	S	520 以上	205 以上	－	136	124	117	112	107	103	99	96	92	90	87	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	77	74	65	50	39	30	23	18	14	11
					k)	136	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	115	114	112	110	109	108	108	107	106	105	98	81	65	50	39	30	23	18	14	11
		W	520 以上	205 以上	o)	116	105	99	95	91	88	84	82	78	77	74	72	71	71	70	69	68	68	67	66	65	65	63	55	43	33	26	20	15	12	9
					k), o)	116	116	116	116	116	116	114	110	106	103	99	98	97	95	94	93	92	92	91	90	89	83	69	55	43	33	26	20	15	12	9
	SUS316LTP	S	480 以上	175 以上	－	116	102	95	91	86	83	80	77	74	72	70	68	66	65	64	62	62	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	116	116	116	116	116	112	108	104	99	97	94	92	90	88	86	84	83	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		W	480 以上	175 以上	o)	99	87	81	77	73	70	68	65	62	61	59	58	56	55	54	53	52	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k), o)	99	99	99	99	99	95	91	88	84	82	80	78	76	74	73	71	71	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SUS317TP	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	124	117	112	107	103	99	96	92	90	87	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	77	74	65	50	39	30	23	18	14	11
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	115	114	112	110	109	108	108	107	106	105	98	81	65	50	39	30	23	18	14	11
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	105	99	95	91	88	84	82	78	77	74	72	71	71	70	69	68	68	67	66	65	65	63	55	43	33	26	20	15	12	9
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	116	114	110	106	103	99	98	97	95	94	93	92	92	91	90	89	83	69	55	43	33	26	20	15	12	9
	SUS317LTP	S	480 以上	175 以上	－	116	102	95	91	86	83	80	77	74	72	70	68	66	65	64	62	62	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	116	116	116	116	116	112	108	104	99	97	94	92	90	88	86	84	83	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		W	480 以上	175 以上	o)	99	87	81	77	73	70	68	65	62	61	59	58	56	55	54	53	52	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k), o)	99	99	99	99	99	95	91	88	84	82	80	78	76	74	73	71	71	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

見本

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

書面投票用

規格名称	種類の記号	適用範囲	規定最小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点、又は0.2%耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS321TP	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	123	115	110	104	100	95	92	88	86	84	83	82	80	80	79	78	78	77	77	75	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3
					k), l), m)	136	136	136	136	136	135	128	124	119	117	114	112	110	108	108	107	106	105	104	104	87	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	105	98	94	88	85	81	78	75	73	71	71	70	68	68	67	66	66	65	65	64	51	37	28	21	15	11	8	5	3	3
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	115	109	105	101	99	97	95	94	92	92	91	90	89	88	88	74	51	37	28	21	15	11	8	5	3	3
	SUS321HTP	S	520 以上	205 以上	—	136	123	115	110	104	100	95	92	88	86	84	83	82	80	80	79	78	78	77	77	75	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3
					k)	136	136	136	136	136	135	128	124	119	117	114	112	110	108	108	107	106	105	104	104	87	60	44	33	25	18	13	9	6	4	3
		W	520 以上	205 以上	o)	116	105	98	94	88	85	81	78	75	73	71	71	70	68	68	67	66	66	65	65	64	51	37	28	21	15	11	8	5	3	3
					k), o)	116	116	116	116	116	115	109	105	101	99	97	95	94	92	92	91	90	89	88	88	74	51	37	28	21	15	11	8	5	3	3
	SUS347TP	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	130	125	121	118	114	110	107	104	102	100	98	96	94	94	93	92	92	92	92	88	76	58	40	30	23	16	12	9	6	6
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	135	132	129	127	126	126	125	124	124	124	98	76	58	40	30	23	16	12	9	6	6
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	111	106	103	100	97	94	91	88	87	85	83	82	80	80	79	78	78	78	78	75	65	49	34	26	20	14	10	8	5	5
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	115	112	110	108	107	107	106	105	105	105	83	65	49	34	26	20	14	10	8	5	5
	SUS347HTP	S	520 以上	205 以上	—	136	130	125	121	118	114	110	107	104	102	100	98	96	94	94	93	92	92	92	92	88	76	58	40	30	23	16	12	9	6	6
					k)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	135	132	129	127	126	126	125	124	124	124	98	76	58	40	30	23	16	12	9	6	6
		W	520 以上	205 以上	o)	116	111	106	103	100	97	94	91	88	87	85	83	82	80	80	79	78	78	78	78	75	65	49	34	26	20	14	10	8	5	5
					k), o)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	115	112	110	108	107	107	106	105	105	105	83	65	49	34	26	20	14	10	8	5	5
JIS G 3461 ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管	STB340	S	340 以上	175 以上	a)	116	110	106	105	104	102	100	99	96	93	89	86	85	84	76	66	53	49	36	24	18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		E	340 以上	175 以上	a)	99	93	90	89	88	86	85	84	81	79	75	73	72	71	65	56	45	41	30	20	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STB410	S	410 以上	255 以上	a)	170	160	154	152	150	148	146	142	139	134	128	124	119	105	89	75	62	45	31	21	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		E	410 以上	255 以上	a)	144	136	130	129	127	125	124	120	118	113	108	105	101	90	76	64	53	38	26	17	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STB510	S	510 以上	295 以上	—	196	189	183	176	173	170	163	156	153	147	144	137	134	122	115	98	69	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		E	510 以上	295 以上	—	166	160	155	149	147	144	138	132	130	124	122	116	113	103	98	83	59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS G 3462 ボイラ・熱交換器用合金鋼鋼管	STBA12	S	380 以上	205 以上	a)	136	132	129	126	124	123	122	121	119	118	117	115	114	111	110	106	102	97	68	42	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		E	380 以上	205 以上	a)	116	112	109	107	105	104	103	102	101	100	99	97	96	94	93	90	86	82	57	35	25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STBA13	S	410 以上	205 以上	a)	136	132	129	126	124	123	122	121	119	118	117	115	114	111	110	106	102	88	70	44	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		E	410 以上	205 以上	a)	116	112	109	107	105	104	103	102	101	100	99	97	96	94	93	90	86	75	59	37	28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STBA20	S	410 以上	205 以上	a)	136	132	129	126	124	123	122	121	119	118	117	115	114	111	110	106	102	97	75	51	41	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		E	410 以上	205 以上	a)	116	112	109	107	105	104	103	102	101	100	99	97	96	94	93	90	86	82	64	43	35	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STBA22	S	410 以上	205 以上	—	136	132	128	125	123	122	120	119	118	117	116	114	110	107	104	103	100	97	86	63	41	27	18	12	8	—	—	—	—	—	—
		E	410 以上	205 以上	—	116	112	108	106	104	103	102	101	100	99	98	96	93	90	88	87	85	82	73	53	35	23	15	10	8	—	—	—	—	—	—
	STBA23	S	410 以上	205 以上	—	136	132	128	125	123	122	120	119	118	117	116	114	110	107	104	103	100	97	75	53	37	26	18	12	8	—	—	—	—	—	—
	STBA24	S	410 以上	205 以上	—	136	131	127	125	124	123	123	122	122	122	122	122	122	122	122	122	120	99	81	64	48	35	24	16	10	—	—	—	—	—	—
	STBA25	S	410 以上	205 以上	—	136	129	124	121	118	116	114	112	110	108	106	104	102	100	99	97	96	80	62	47	35	26	18	12	7	—	—	—	—	—	—
	STBA26	S	410 以上	205 以上	—	136	129	124	121	118	116	114	112	110	108	106	104	102	100	99	97	96	92	79	61	44	30	21	14	10	—	—	—	—	—	—
JIS G 3464 低温熱交換器用鋼管	STBL380	S	380 以上	205 以上	e)	136	129	124	123	122	120	118	116	114	110	105	101	96	94	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		E	380 以上	205 以上	e)	116	109	105	104	103	102	100	98	96	93	89	85	81	79	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STBL450	S	450 以上	245 以上	f)	163	152	149	146	144	142	140	137	134	130	126	120	115	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	STBL690	S	690 以上	520 以上	b)	287	287	287	287	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS304TB	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	122	114	108	103	99	96	92	90	87	84	83	82	81	79	77	76	74	74	72	70	69	64	52	42	33	27	21	17	14	11
					k), l), m)	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	114	112	111	109	107	104	102	100	99	98	95	79	64	52	42	33	27	21	17	14	11
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	104	97	92	88	84	82	78	77	74	71	71	70	69	67	65	65	63	63	61	60	59	54	44	36	28	23	18	14	12	9
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	114	110	106	103	99	97	95	94	93	91	88	87	85	84	83	81	67	54	44	36	28	23	18	14	12	9

見本

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

書面投票用

規格名称	種類の記号	適用範囲	規定最小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点、又は0.2%耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS304HTB	S	520 以上	205 以上	－	136	122	114	108	103	99	96	92	90	87	84	83	82	81	79	77	76	74	74	72	70	69	64	52	42	33	27	21	17	14	11
					k)	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	114	112	111	109	107	104	102	100	99	98	95	79	64	52	42	33	27	21	17	14	11
		W	520 以上	205 以上	o)	116	104	97	92	88	84	82	78	77	74	71	71	70	69	67	65	65	63	63	61	60	59	54	44	36	28	23	18	14	12	9
					k), o)	116	116	116	116	116	114	110	106	103	99	97	95	94	93	91	88	87	85	84	83	81	67	54	44	36	28	23	18	14	12	9
	SUS304LTB	S	480 以上	175 以上	－	116	103	96	92	87	84	81	78	76	74	72	70	69	68	67	66	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	116	116	116	116	116	114	109	106	102	99	98	95	93	92	90	89	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		W	480 以上	175 以上	o)	99	87	82	78	74	71	69	66	64	62	61	60	58	58	57	56	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k), o)	99	99	99	99	99	97	93	90	87	84	83	81	79	78	77	75	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SUS309TB	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	128	122	119	116	113	110	107	104	102	99	97	94	92	91	89	87	86	84	77	60	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	134	131	127	125	123	120	117	116	114	87	60	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	109	104	101	99	96	94	91	88	87	84	82	80	78	77	76	74	73	71	65	51	37	27	20	14	9	5	3	3	2	2
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	114	111	108	106	105	102	99	99	97	74	51	37	27	20	14	9	5	3	3	2	2
	SUS309STB	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	128	122	119	116	113	110	107	104	102	99	97	94	92	91	89	87	86	84	77	60	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	134	131	127	125	123	120	117	116	114	87	60	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	109	104	101	99	96	94	91	88	87	84	82	80	78	77	76	74	73	71	65	51	37	27	20	14	9	5	3	3	2	2
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	114	111	108	106	105	102	99	99	97	74	51	37	27	20	14	9	5	3	3	2	2
	SUS310TB	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	128	122	119	116	113	110	107	104	102	99	97	94	92	91	89	87	86	84	76	60	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	134	131	127	125	123	120	117	116	114	87	60	44	32	24	17	11	6	3	2	2	1
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	109	104	101	99	96	94	91	88	87	84	82	80	78	77	76	74	73	71	65	51	37	27	20	14	9	5	3	3	2	2
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	114	111	108	106	105	102	99	99	97	74	51	37	27	20	14	9	5	3	2	2	1
	SUS310STB	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	128	122	119	116	113	110	107	104	102	99	97	94	92	91	89	87	86	84	76	60	44	32	24	17	11	6	4	3	2	2
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	134	131	127	125	123	120	117	116	114	87	60	44	32	24	17	11	6	3	2	2	1
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	109	104	101	99	96	94	91	88	87	84	82	80	78	77	76	74	73	71	65	51	37	27	20	14	9	5	3	3	2	2
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	114	111	108	106	105	102	99	99	97	74	51	37	27	20	14	9	5	3	2	2	1
	SUS316TB	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	124	117	112	107	103	99	96	92	90	87	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	77	74	65	50	39	30	23	18	14	11
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	115	114	112	110	109	108	108	107	106	105	98	81	65	50	39	30	23	18	14	11
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	105	99	95	91	88	84	82	78	77	74	72	71	71	70	69	68	68	67	66	65	65	63	55	43	33	26	20	15	12	9
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	116	114	110	106	103	99	98	97	95	94	93	92	92	91	90	89	83	69	55	43	33	26	20	15	12	9
	SUS316HTB	S	520 以上	205 以上	－	136	124	117	112	107	103	99	96	92	90	87	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	77	74	65	50	39	30	23	18	14	11
					k)	136	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	115	114	112	110	109	108	108	107	106	105	98	81	65	50	39	30	23	18	14	11
		W	520 以上	205 以上	o)	116	105	99	95	91	88	84	82	78	77	74	72	71	71	70	69	68	68	67	66	65	65	63	55	43	33	26	20	15	12	9
					k), o)	116	116	116	116	116	116	114	110	106	103	99	98	97	95	94	93	92	92	91	90	89	83	69	55	43	33	26	20	15	12	9
	SUS316LTB	S	480 以上	175 以上	－	116	102	95	91	86	83	80	77	74	72	70	68	66	65	64	62	62	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	116	116	116	116	116	112	108	104	99	97	94	92	90	88	86	84	83	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		W	480 以上	175 以上	o)	99	87	81	77	73	70	68	65	62	61	59	58	56	55	54	53	52	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k), o)	99	99	99	99	99	95	91	88	84	82	80	78	76	74	73	71	71	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SUS317TB	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	124	117	112	107	103	99	96	92	90	87	85	84	83	82	81	80	80	79	78	77	77	74	65	50	39	30	23	18	14	11
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	134	129	125	121	117	115	114	112	110	109	108	108	107	106	105	98	81	65	50	39	30	23	18	14	11
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	105	99	95	91	88	84	82	78	77	74	72	71	71	70	69	68	68	67	66	65	65	63	55	43	33	26	20	15	12	9
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	116	114	110	106	103	99	98	97	95	94	93	92	92	91	90	89	83	69	55	43	33	26	20	15	12	9
	SUS317LTB	S	480 以上	175 以上	－	116	102	95	91	86	83	80	77	74	72	70	68	66	65	64	62	62	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	116	116	116	116	116	112	108	104	99	97	94	92	90	88	86	84	83	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		W	480 以上	175 以上	o)	99	87	81	77	73	70	68	65	62	61	59	58	56	55	54	53	52	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k), o)	99	99	99	99	99	95	91	88	84	82	80	78	76	74	73	71	71	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－

参考

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

書面投票用

規格名称	種類の記号	適用範囲	規定最小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点、又は0.2%耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS321TB	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	123	115	110	104	100	95	92	88	86	84	83	82	80	80	79	78	78	77	77	*75*	*60*	*44*	*33*	*25*	*18*	*13*	*9*	*6*	*4*	*3*
					k), l), m)	136	136	136	136	136	135	128	124	119	117	114	112	110	108	108	107	106	105	104	104	*87*	*60*	*44*	*33*	*25*	*18*	*13*	*9*	*6*	*4*	*3*
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	105	98	94	88	85	81	78	75	73	71	71	70	68	68	67	66	66	65	65	64	*51*	*37*	*28*	*21*	*15*	*11*	*8*	*5*	*3*	*3*
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	115	109	105	101	99	97	95	94	92	92	91	90	89	88	88	*74*	*51*	*37*	*28*	*21*	*15*	*11*	*8*	*5*	*3*	*3*
	SUS321HTB	S	520 以上	205 以上	—	136	123	115	110	104	100	95	92	88	86	84	83	82	80	80	79	78	78	77	77	*75*	*60*	*44*	*33*	*25*	*18*	*13*	*9*	*6*	*4*	*3*
					k)	136	136	136	136	136	135	128	124	119	117	114	112	110	108	108	107	106	105	104	104	*87*	*60*	*44*	*33*	*25*	*18*	*13*	*9*	*6*	*4*	*3*
		W	520 以上	205 以上	o)	116	105	98	94	88	85	81	78	75	73	71	71	70	68	68	67	66	66	65	65	64	*51*	*37*	*28*	*21*	*15*	*11*	*8*	*5*	*3*	*3*
					k), o)	116	116	116	116	116	115	109	105	101	99	97	95	94	92	92	91	90	89	88	88	*74*	*51*	*37*	*28*	*21*	*15*	*11*	*8*	*5*	*3*	*3*
	SUS347TB	S	520 以上	205 以上	l), m)	136	130	125	121	118	114	110	107	104	102	100	98	96	94	94	93	92	92	92	92	*88*	*76*	*58*	*40*	*30*	*23*	*16*	*12*	*9*	*6*	*6*
					k), l), m)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	135	132	129	127	126	126	125	124	124	124	*98*	*76*	*58*	*40*	*30*	*23*	*16*	*12*	*9*	*6*	*6*
		W	520 以上	205 以上	l), m), o)	116	111	106	103	100	97	94	91	88	87	85	83	82	80	80	79	78	78	78	78	75	*65*	*49*	*34*	*26*	*20*	*14*	*10*	*8*	*5*	*5*
					k), l), m), o)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	115	112	110	108	107	107	106	105	105	105	*83*	*65*	*49*	*34*	*26*	*20*	*14*	*10*	*8*	*5*	*5*
	SUS347HTB	S	520 以上	205 以上	—	136	130	125	121	118	114	110	107	104	102	100	98	96	94	94	93	92	92	92	92	*88*	*76*	*58*	*40*	*30*	*23*	*16*	*12*	*9*	*6*	*6*
					k)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	135	132	129	127	126	126	125	124	124	124	*98*	*76*	*58*	*40*	*30*	*23*	*16*	*12*	*9*	*6*	*6*
		W	520 以上	205 以上	o)	116	111	106	103	100	97	94	91	88	87	85	83	82	80	80	79	78	78	78	78	75	*65*	*49*	*34*	*26*	*20*	*14*	*10*	*8*	*5*	*5*
					k), o)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	115	112	110	108	107	107	106	105	105	105	*83*	*65*	*49*	*34*	*26*	*20*	*14*	*10*	*8*	*5*	*5*
	SUS405TB	S	410 以上	205 以上	a)	136	128	124	122	120	120	119	118	119	116	116	114	112	110	106	103	99	93	*68*	*42*	*19*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		W	410 以上	205 以上	a)	116	109	105	104	102	102	101	100	101	99	99	97	95	94	90	88	84	79	*58*	*36*	*16*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SUS410TB	S	410 以上	205 以上	—	136	130	126	124	122	120	120	119	118	118	117	115	112	111	108	104	100	*87*	*69*	*52*	*38*	*27*	*18*	*12*	*6*	—	—	—	—	—	—
		W	410 以上	205 以上	—	116	111	107	105	104	102	102	101	100	100	99	98	95	94	92	88	85	*74*	*59*	*44*	*32*	*23*	*15*	*10*	*5*	—	—	—	—	—	—
	SUS430TB	S	410 以上	245 以上	—	163	152	149	146	144	143	142	141	140	140	138	136	134	131	128	123	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		W	410 以上	245 以上	—	139	129	127	124	122	122	121	120	119	119	117	116	114	111	109	105	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

規格名称	種類の記号	適用範囲	規定最小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点、又は0.2%耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	825	850	875	899
JIS G 4901 耐食耐熱超合金棒	NCF600-B	－	550 以上	245 以上	－	163	159	149	147	145	144	143	143	141	141	140	139	138	136	136	134	132	115	86	60	41	28	19	15	14	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	155	122	86	60	41	28	19	15	14	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	NCF800-B	－	520 以上	205 以上	p)	136	128	125	122	120	119	117	116	114	113	112	110	109	108	107	105	104	103	102	101	99	96	84	64	45	30	16	12	9	7	6	4	－	－	－
					k), p)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	128	108	84	64	45	30	16	12	9	7	6	4	－	－	－
	NCF800H-B	－	450 以上	175 以上	－	116	109	106	103	101	98	95	93	90	88	86	84	83	81	80	78	76	75	74	73	72	71	68	62	51	41	34	28	23	18	15	12	9	7	6
					k)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	114	112	109	108	105	103	102	100	98	96	90	76	62	51	41	34	28	23	18	15	12	9	7	6
	NCF825-B	－	580 以上	235 以上	a)	156	146	143	139	136	133	130	128	125	122	120	119	117	116	115	115	113	113	113	111	108	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					a), k)	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	155	155	153	153	152	150	147	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 4902 耐食耐熱超合金板	NCF600-P	－	550 以上	245 以上	－	163	159	149	147	145	144	143	143	141	141	140	139	138	136	136	134	132	115	86	60	41	28	19	15	14	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	155	122	86	60	41	28	19	15	14	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	NCF800-P	－	520 以上	205 以上	p)	136	128	125	122	120	119	117	116	114	113	112	110	109	108	107	105	104	103	102	101	99	96	84	64	45	30	16	12	9	7	6	4	－	－	－
					k), p)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	128	108	84	64	45	30	16	12	9	7	6	4	－	－	－
	NCF800H-P	－	450 以上	175 以上	－	116	109	106	103	101	98	95	93	90	88	86	84	83	81	80	78	76	75	74	73	72	71	68	62	51	41	34	28	23	18	15	12	9	7	6
					k)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	114	112	109	108	105	103	102	100	98	96	90	76	62	51	41	34	28	23	18	15	12	9	7	6
	NCF825-P	0.5＜t	580 以上	235 以上	a)	156	146	143	139	136	133	130	128	125	122	120	119	117	116	115	115	113	113	113	111	108	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					a), k)	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	155	155	153	153	152	150	147	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管	NCF600TP	外径≦127	550 以上	205 以上	h)	136	131	129	126	124	122	119	117	115	113	111	110	108	107	105	104	103	101	84	60	41	28	19	15	14	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					h), k)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	117	86	60	41	28	19	15	14	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		外径＞127	520 以上	175 以上	h)	116	112	110	108	106	104	102	100	99	97	95	94	92	91	90	89	88	86	78	60	41	28	19	15	14	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					h), k)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	115	112	86	60	41	28	19	15	14	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		外径≦127	550 以上	245 以上	i)	163	159	149	147	145	144	143	143	141	141	140	139	138	136	136	134	129	115	86	60	41	28	19	15	14	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					i), k)	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	155	122	86	60	41	28	19	15	14	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		外径＞127	550 以上	205 以上	i)	136	131	129	126	124	122	119	117	115	113	111	110	108	107	105	104	103	101	84	60	41	28	19	15	14	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					i), k)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	117	86	60	41	28	19	15	14	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	NCF800TP	－	450 以上	175 以上	h), p)	116	109	106	103	101	98	95	93	90	88	86	84	83	81	80	78	76	75	74	73	72	71	70	62	51	41	34	28	23	18	15	－	－	－	－
					h), k), p)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	114	112	109	108	105	103	102	100	98	96	90	76	62	51	41	34	28	23	18	15	－	－	－	
		520 以上	205 以上	i), p)	136	128	125	122	120	119	117	116	114	113	112	110	109	108	107	105	104	103	102	101	99	96	84	64	45	30	16	12	9	7	6	4	－	－	－
					i), k), p)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	128	108	84	64	45	30	16	12	9	7	6	4	－	－	－
	NCF800HTP	－	450 以上	175 以上	j)	116	109	106	103	101	98	95	93	90	88	86	84	83	81	80	78	76	75	74	73	72	71	68	62	51	41	34	28	23	18	15	12	9	7	6
					j), k)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	114	112	109	108	105	103	102	100	98	96	90	76	62	51	41	34	28	23	18	15	12	9	7	6
	NCF825TP	－	580 以上	235 以上	a), i)	156	146	143	139	136	133	130	128	125	122	120	119	117	116	115	115	113	113	113	111	108	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					a), i), k)	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	155	155	153	153	152	150	147	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管	NCF600TB	－	550 以上	245 以上	－	163	159	149	147	145	144	143	143	141	141	140	139	138	136	136	134	132	115	86	60	41	28	19	15	14	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					k)	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	163	155	122	86	60	41	28	19	15	14	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	NCF800TB	－	520 以上	205 以上	p)	136	128	125	122	120	119	117	116	114	113	112	110	109	108	107	105	104	103	102	101	99	96	84	64	45	30	16	12	9	7	6	4	－	－	－
					k), p)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	128	108	84	64	45	30	16	12	9	7	6	4	－	－	－
	NCF800HTB	－	450 以上	175 以上	－	116	109	106	103	101	98	95	93	90	88	86	84	83	81	80	78	76	75	74	73	72	71	68	62	51	41	34	28	23	18	15	12	9	7	6
					k)	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	116	114	112	109	108	105	103	102	100	98	96	90	76	62	51	41	34	28	23	18	15	12	9	7	6
	NCF825TB	－	580 以上	235 以上	a)	156	146	143	139	136	133	130	128	125	122	120	119	117	116	115	115	113	113	113	111	108	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
					a), k)	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	156	155	155	153	153	152	150	147	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－

備考 ： 適用範囲欄の記号 S は継目無管を、記号 E は電気抵抗溶接管を、記号 W は自動アーク溶接管又は電気抵抗溶接管を示す。

注記

a) 当該材料の最高使用温度は、538℃とする。
b) 当該材料の最高使用温度は、121℃とする。
c) 当該材料の最高使用温度は、482℃とする。
d) この欄の値でクリープ特性が要求される場合は、不純物としてのニッケル含有量は0.5%以下とする。
e) 当該材料の最高使用温度は、371℃とする。
f) 当該材料の最高使用温度は、343℃とする。
g) この欄の許容引張応力の値は、焼なましを行った材料に適用する。
h) この欄の許容引張応力の値は、熱間仕上げ後、焼なましを行う材料に適用する。
i) この欄の許容引張応力の値は、冷間仕上げ後、焼なましを行う材料に適用する。
j) この欄の許容引張応力の値は、固溶化熱処理を行う材料に適用する。
k) この欄の許容引張応力の値は、変形がある程度許容できる場合に適用でき、わずかな変形が漏洩や故障の原因となるようなガスケット継手のフランジの用途には、適用できない。
l) 550℃以上の値は、炭素含有量 0.04%以上の材料に適用する。
m) 525℃を超える値は、1040℃以上の温度から急冷する固溶化熱処理を行った材料に適用する。
n) 鋼板又は鋼帯に適用する。
o) この欄の350℃を超える値は、溶加材を用いない自動アーク溶接によって製造し、冷間加工後母材及び溶接部の完全な耐食性を得るための最適な固溶化熱処理を行った材料に適用する。
p) 当該材料の最高使用温度は、816℃とする。
q) **JIS G 4303**のSUS410は、熱処理が焼なましの場合の値を示す。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

書面投票用

規格名称	記号	質別	規定最小引張強さ (N/mm^2)	規定最小降伏点又は耐力 (N/mm^2)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm^2) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
JIS H 3100 銅及び銅合金の板並びに条	C 4640 P	F	345（厚さ 20mmを超え 40mm以下）	138	a)	92	92	92	91	90	46	*21*	—	—	—	—	—	—
	C 7060 P	F	275（厚さ 0.5mm以上 50mm以下）	103	a)	68	67	65	63	62	61	59	59	56	*51*	*45*	—	—
	C 7150 P	F	345（厚さ 0.5mm以上 50mm以下）	138	a)	92	88	86	84	82	81	79	78	76	75	74	73	72
JIS H 3250 銅及び銅合金の棒	C 1020 BE C 1100 BE	F	195（径 6mm以上）	55	a)	36	31	29	29	27	*22*	*17*	—	—	—	—	—	—
JIS H 3300 銅及び銅合金の継目無管	C 4430 T C 4430 TS	O	315（外径5mm以上 250mm以下、肉厚0.8mm以上 10mm以下）	103	a), b)	68	68	68	68	68	68	*31*	*16*	—	—	—	—	—
	C 7060 T C 7060 TS	O	275（外径5mm以上 250mm以下、肉厚0.8mm以上 5mm以下）	103	a)	68	67	66	64	63	62	61	60	56	*51*	*45*	—	—
	C 7150 T C 7150 TS	O	365（外径5mm以上 50mm以下、肉厚0.8mm以上 5mm以下）	125	a)	70	79	78	76	~~75~~ 74	73	71	70	69	68	67	*66*	*65*

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

書面投票用

規格名称	記号	質別	規定最小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点又は耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
JIS H 4000 アルミニウム及びアルミニウム合金の板及び条	A 3003 P	O	95（厚さ 0.3mmを超え 75mm以下）	35	—	23	23	23	22	*16*	*13*	*10*	—	—	—	—	—	—
		H112	120（厚さ 4mm以上 13mm以下）	70	c)	46	45	43	40	36	32	*17*	—	—	—	—	—	—
			110（厚さ 13mmを超え 50mm以下）	40	c)	26	26	26	24	*16*	*13*	*10*	—	—	—	—	—	—
			100（厚さ 50mmを超え 75mm以下）	40	c)	26	26	26	24	*16*	*13*	*10*	—	—	—	—	—	—
	A 3004 P	O	155（厚さ 0.8mmを超え 3mm以下）	60	—	40	40	40	38	*34*	*27*	*18*	—	—	—	—	—	—
	A 5052 P	O	170（厚さ 0.3mmを超え 75mm以下）	65	—	43	43	43	43	*38*	*29*	*18*	—	—	—	—	—	—
		H112	195（厚さ 4mm以上 13mm以下）	110	c)	73	73	73	60	*42*	*29*	*18*	—	—	—	—	—	—
			175（厚さ 13mmを超え 75mm以下）	65	c)	43	42	42	42	*41*	*29*	*18*	—	—	—	—	—	—
	A 5083 P	O	275（厚さ 0.5mm以上 40mm以下）	125	d)	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			270（厚さ 40mmを超え 80mm以下）	115	d)	76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			260（厚さ 80mmを超え 100mm以下）	110	d)	73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		H112	275（厚さ 4mm以上 40mm以下）	125	c), d)	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			275（厚さ 40mmを超え 75mm以下）	120	c), d)	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A 5086 P	O	245（厚さ 0.5mm以上 50mm以下）	100	d)	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		H112	255（厚さ 4mm以上 6.5mm以下）	125	c), d)	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			245（厚さ 6.5mmを超え 13mm以下）	125	c), d)	83	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			245（厚さ 13mmを超え 25mm以下）	110	c), d)	73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			245（厚さ 25mmを超え 50mm以下）	100	c), d)	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			235（厚さ 50mmを超え 75mm以下）	100	c), d)	66	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A 5454 P	O	215（厚さ 0.5mm以上 50mm以下）	85	—	56	56	56	*50*	*38*	*29*	*22*	—	—	—	—	—	—
	A 6061 P	T4	205（厚さ 0.5mmを超え 6.5mm以下）	110	e)	73	72	71	70	70	70	*33*	—	—	—	—	—	—
		T451	205（厚さ 6.5mm以上 75mm以下）	110	e)	73	72	71	70	70	70	*33*	—	—	—	—	—	—
		T6	295（厚さ 0.5mmを超え 6.5mm以下）	245	e)	122	122	122	122	*113*	*75*	*33*	—	—	—	—	—	—
		T651	295（厚さ 6.5mm以上 100mm以下）	245	e)	122	122	122	122	*113*	*75*	*33*	—	—	—	—	—	—
JIS H 4040 アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線	A 3003 BE A 3003 BES	H112	95	35	c)	23	23	23	22	*16*	*13*	*10*	—	—	—	—	—	—
	A 3003 BD A 3003 BDS	O	95（径又は最小対辺距離 3mmを超え 100mm以下）	35	—	23	23	23	22	*16*	*13*	*10*	—	—	—	—	—	—
	A 5052 BE A 5052 BES	H112	175	70	c)	46	46	46	46	*38*	*29*	*18*	—	—	—	—	—	—
	A 5052 BE A 5052 BES	O	175	70	—	46	46	46	46	*38*	*29*	*18*	—	—	—	—	—	—
	A 5052 BD A 5052 BDS	O	170（径又は最小対辺距離 3mmを超え 100mm以下）	65	—	43	43	43	43	*41*	*29*	*18*	—	—	—	—	—	—
	A 5083 BE A 5083 BES	H112	275（径又は最小対辺距離 130mm以下、ただし断面積 200cm²以下）	140	c), d)	93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A 5083 BE A 5083 BES	O	275（径又は最小対辺距離 130mm以下、ただし断面積 200cm²以下）	110	d)	73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A 5083 BD A 5083 BDS	O	275（径又は最小対辺距離 3mmを超え 100mm以下）	110	d)	73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A 6061 BE	T4	180	110	e)	73	72	71	70	70	70	*32*	—	—	—	—	—	—
	A 6061 BES	T6	260	240	e)	108	108	108	108	108	*75*	*33*	—	—	—	—	—	—

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

書面投票用

規格名称	記号	質別	規定最小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点又は耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
JIS H 4040 アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線	A 6061 BD A 6061 BDS	T6	290（径又は最小対辺距離 3mmを超え 100mm以下、ただし断面積 300cm²以下）	240	e)	120	120	120	120	120	*75*	*33*	—	—	—	—	—	—
	A 6063 BE A 6063 BES	T5	150（径又は最小対辺距離 12mm以下）	110	e)	62	62	62	*35*	*31*	*24*	*15*	—	—	—	—	—	—
			145（径又は最小対辺距離 12mmを超え 25mm以下）	105	e)	60	60	60	*35*	*29*	*24*	*15*	—	—	—	—	—	—
		T6	205（径又は最小対辺距離 25mm以下）	170	e)	85	85	85	*45*	*34*	*24*	*15*	—	—	—	—	—	—
JIS H 4080 アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管	A 3003 TE A 3003 TES	H112	95	35	c)	23	23	23	22	*16*	*13*	*10*	—	—	—	—	—	—
	A 3003 TD A 3003 TDS	O	95（肉厚 0.4mm以上 12mm以下）	35	—	23	23	23	22	*16*	*13*	*10*	—	—	—	—	—	—
	A 5052 TE A 5052 TES	H112, O	175	70	c)	46	46	46	46	*38*	*29*	*18*	—	—	—	—	—	—
	A 5052 TD A 5052 TDS	O	175（肉厚 0.6mm以上 12mm以下）	70	—	46	46	46	46	*38*	*29*	*18*	—	—	—	—	—	—
	A 5083 TE A 5083 TES	H112, O	275（断面積が 200cm2以下）	110	c), d)	73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A 5083 TD A 5083 TDS	O	275（肉厚 0.6mm以上 12mm以下）	110	d)	73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A 5454 TE A 5454 TES	H112, O	215（肉厚 130mm以下、断面積 200cm²以下）	85	c)	56	56	56	*50*	*38*	*29*	*22*	—	—	—	—	—	—
	A 6061 TE	T4	175	110	e)	72	72	71	70	70	70	*32*	—	—	—	—	—	—
	A 6061 TES	T6	265	245	e)	110	110	110	110	110	*75*	*33*	—	—	—	—	—	—
	A 6061 TD	T4	205（肉厚 0.6mm以上 12mm以下）	110	e)	73	72	71	70	70	70	*33*	—	—	—	—	—	—
	A 6061 TDS	T6	295（肉厚 0.6mm以上 12mm以下）	245	e)	122	122	122	122	*113*	*75*	*33*	—	—	—	—	—	—
	A 6063 TE A 6063 TES	T5	155（肉厚 12mm以下）	110	e)	64	64	64	*35*	*31*	*24*	*15*	—	—	—	—	—	—
			145（肉厚 12mmを超え 25mm以下）	110	e)	60	60	60	*33*	*30*	*24*	*15*	—	—	—	—	—	—
		T6	205（肉厚 25mm以下）	175	e)	85	85	85	*45*	*34*	*24*	*15*	—	—	—	—	—	—
	A 6063 TD	T6	225（肉厚 0.6mm以上 12mm以下）	195	e)	93	93	93	*49*	*37*	*24*	*15*	—	—	—	—	—	—
JIS H 4100 アルミニウム及びアルミニウム合金の押出形材	A 3003 S A 3003 SS	H112	95	35	c)	23	23	23	22	*16*	*13*	*10*	—	—	—	—	—	—
	A 5052 S A 5052 SS	H112, O	175	70	c)	46	46	46	46	*38*	*29*	*18*	—	—	—	—	—	—
	A 5083 S A 5083 SS	H112	270（試験箇所の厚さ 130mm以下、断面積 200cm²以下）	140	c), d)	93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		O	275（試験箇所の厚さ 38mm以下、断面積 200cm²以下）	120	d)	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			275（試験箇所の厚さ 38mmを超え 130mm以下、断面積200cm²以下）	110	d)	73	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A 5086 S A 5086 SS	H112, O	240（試験箇所の厚さ 130mm以下、断面積 200cm²以下）	95	c) ,d)	63	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A 5454 S A 5454 SS	H112, O	215（試験箇所の厚さ 130mm以下、断面積 200cm²以下）	85	c)	56	56	56	*50*	*38*	*29*	*22*	—	—	—	—	—	—
	A 6061 S	T4	175	110	e)	72	72	71	70	70	70	*32*	—	—	—	—	—	—
	A 6061 SS	T6	265	245	e)	110	110	110	110	110	*44*	*33*	—	—	—	—	—	—
	A 6063 S A 6063 SS	T5	150（試験箇所の厚さ 12mm以下）	110	e)	62	62	62	*35*	*31*	*24*	*15*	—	—	—	—	—	—
			145（試験箇所の厚さ 12mmを超え 25mm以下）	105	e)	60	60	60	*33*	*29*	*24*	*15*	—	—	—	—	—	—
		T6	205（試験箇所の厚さ 25mm以下）	170	e)	85	85	85	*45*	*34*	*24*	*15*	—	—	—	—	—	—

参考

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

書面投票用

規格名称	記号	質別	規定最小引張強さ (N/mm^2)	規定最小降伏点又は耐力 (N/mm^2)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm^2) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350
JIS H 4140 アルミニウム及びアルミニウム合金鍛造品	A 5052 FH	O	175（熱処理時の最大厚さ 200mm以下）	70	－	46	46	46	46	*38*	*29*	*18*	（**JIS H 4100** の A 5052 Sと同じ値とする。）					
	A 5083FD	H112	275（熱処理時の最大厚さ 100mm以下）	125	c), d)	83	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		O	275（熱処理時の最大厚さ 100mm以下）	120	d)	80	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A 5083 FH	H112	275（熱処理時の最大厚さ 200mm以下、試験片の採取方向 L）	125	c), d)	83	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
			275（熱処理時の最大厚さ 200mm以下、試験片の採取方向 LT）	110	c), d)	73	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		O	275（熱処理時の最大厚さ 200mm以下、試験片の採取方向 L）	120	d)	80	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
			275（熱処理時の最大厚さ 200mm以下、試験片の採取方向 LT）	110	d)	73	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A 6061 FD	T6	265（熱処理時の最大厚さ 100mm以下）	245	e)	110	110	110	110	110	*44*	*33*	（**JIS H 4100** の A 6061S-T6 と同じ値とする。）					
	A 6061 FH	T6	265（熱処理時の最大厚さ 100mm以下、試験片の採取方向 L, LT）	245	e)	110	110	110	110	110	*44*	*33*						
			255（熱処理時の最大厚さ 100mm以下、試験片の採取方向 ST）	225	e)	106	－	－	－	－	－	－						
			255（熱処理時の最大厚さ 100mmを超え 200mm以下、試験片の採取方向 L, LT）	235	e)	106	－	－	－	－	－	－						
			245（熱処理時の最大厚さ 100mmを超え200mm以下、試験片の採取方向 ST）	225	e)	102	－	－	－	－	－	－						

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

書面投票用

規格名称	合金番号	合金記号	質別	規定最小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点又は耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500
JIS H 4551 ニッケル及びニッケル合金板及び条	NW2200	Ni99.0	A	380	100	—	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	—	—	—	—	—	—	—	—
	NW2201	Ni99.0-LC	A	345	80	—	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	53	—	—	—	—	—	—	—	—
	NW4400	NiCu30	A	480	195	—	130	116	111	106	105	102	102	102	102	102	102	102	102	102	100	*99*	*79*	*61*	—
						f)	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	*105*	*79*	*61*	—
	NW0001	NiMo30Fe5	A	790（厚さ 4mm以下）	345	—	230	213	206	201	196	192	189	185	183	180	178	176	174	172	170	170	—	—	—
						f)	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	230	229	—	—	—
				690（厚さ 4mmを超えるもの）	315	—	210	194	189	184	180	176	172	170	167	164	162	160	159	157	155	155	—	—	—
						f)	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	209	—	—	—
	NW0665	NiMo28	A	750	350	—	233	222	217	212	207	202	198	195	192	190	187	185	183	181	179	176	—	—	—
						f)	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	—	—	—
	NW0276	NiMo16Cr15Fe6W4	A	690	275	—	183	171	165	159	153	148	143	139	134	130	126	123	121	118	116	114	113	112	111
						f)	183	183	183	183	183	183	183	183	181	176	171	167	163	160	157	154	153	151	150
	NW6007	NiCr22Fe20Mo6Cu2Nb	A	620（厚さ 19mm以下）	240	—	160	147	142	137	133	129	126	122	120	118	116	114	113	112	111	110	110	110	109
						f)	160	160	160	160	160	160	160	160	160	159	156	155	153	151	150	149	148	148	148
				580（厚さ 19mmを超えるもの）	205	—	136	126	121	117	113	110	107	104	102	101	99	97	96	95	95	94	94	93	93
						f)	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136	133	131	130	129	128	127	127	126	126
	NW6002	NiCr21Fe18Mo9	A	660（厚さ 0.5mm以上 4mm以下）	245	—	163	151	145	139	134	129	125	121	117	113	111	109	107	105	104	103	102	101	—
						f)	163	163	163	163	163	163	163	163	158	153	150	147	144	141	140	139	138	137	—
				660（厚さ 4mmを超えるもの）	240	—	160	148	142	136	131	126	122	118	114	111	108	106	104	102	102	100	100	99	—
						f)	160	160	160	160	160	160	160	160	155	150	146	144	141	138	138	136	135	134	—
JIS H 4552 ニッケル及びニッケル合金継目無管	NW2200	Ni99.0	A	380（外径 125mm以下）	105	—	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	—	—	—	—	—	—	—	—
				380（外径 125mmを超えるもの）	85	—	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	—	—	—	—	—	—	—	—
			SR	450	275	—	183	176	176	175	175	175	175	174	172	170	168	—	—	—	—	—	—	—	—
	NW2201	Ni99.0-LC	A	345（外径 125mm以下）	85	—	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	56	50	*42*	*33*	*27*
				350（外径 125mmを超えるもの）	70	—	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	*42*	*33*	*27*
			SR	410	205	—	136	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	NW4400	NiCu30	A	480（外径 125mm以下）	190	—	126	116	111	108	106	104	102	102	102	102	102	102	102	102	100	98	*79*	*61*	—
						f)	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	126	*105*	*79*	*61*	—
				480（外径 125mmを超えるもの）	170	—	113	102	98	94	92	90	89	89	89	89	89	89	89	88	88	86	*79*	*61*	—
						f)	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	105	*79*	*61*	—
			SR	590	380	—	245	238	222	215	208	202	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	—	—	—
						f)	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	—	—	—
	NW0276	NiMo16Cr15Fe6W4	S	690	260	—	173	161	156	150	145	140	135	131	127	123	120	116	114	112	110	108	107	105	105
						f)	173	173	173	173	173	173	173	173	171	167	162	157	154	151	148	146	144	143	142
	NW6002	NiCr21Fe18Mo9	S	690	275	—	183	169	162	156	150	144	140	135	131	127	124	122	119	118	116	115	114	114	113
						f)	183	183	183	183	183	183	183	182	177	172	168	165	161	159	157	156	155	154	154
JIS H 4553 ニッケル及びニッケル合金棒	NW2200	Ni99.0	A	380	105	—	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	—	—	—	—	—	—	—	—
	NW2201	Ni99.0-LC	A	340	65	—	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	43	—	—	—	—	—	—	—	—
	NW4400	NiCu30	A	480	170	—	113	102	98	94	92	90	89	89	89	89	89	89	89	88	88	86	*78*	*61*	—
						f)	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	113	*105*	*78*	*61*	—
	NW0001	NiMo30Fe5	S	790（径、辺又は対辺距離 6mm以上 40mm以下）	315	f)	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	—	—	—
				690（径、辺又は対辺距離 40mmを超え 90mm以下）	315	f)	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	210	—	—	—
				620（径、辺又は対辺距離 90mmを超えるもの）	275	—	183	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	NW0665	NiMo28	S	760（径、辺又は対辺距離 6mm以上 90mm以下）	350	—	233	222	217	212	207	202	198	195	192	190	187	185	183	181	179	176	—	—	—
						f)	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	233	—	—	—
				620（径、辺又は対辺距離 90mmを超えるもの）	275	—	183	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	NW0276	NiMo16Cr15Fe6W4	S	690（径、辺又は対辺距離 90mm以下）	275	—	183	176	165	159	153	148	143	139	134	130	126	123	121	118	116	114	113	112	111
						f)	183	183	183	183	183	183	183	183	181	176	171	167	163	160	157	154	153	151	150
				620（径、辺又は対辺距離 90mmを超えるもの）	275	—	183	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

見本

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

書面投票用

規格名称	合金番号	合金記号	質別	規定最小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点又は耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500
JIS H 4553 ニッケル及びニッケル合金棒	NW6007	NiCr22Fe20Mo6Cu2Nb	S	625（径、辺又は対辺距離 6mm以上 20mm以下）	245	—	163	148	145	140	136	132	128	125	122	120	118	117	115	114	113	113	112	112	111
						f)	163	163	163	163	163	163	163	163	163	162	160	158	156	154	153	152	151	151	*136*
				590（径、辺又は対辺距離 20mmを超え 90mm以下）	210	—	140	129	124	120	116	112	110	107	105	103	101	100	98	98	97	96	96	96	96
						f)	140	140	140	140	140	140	140	140	140	139	136	135	133	132	131	130	130	129	129
				550（径、辺又は対辺距離 90mmを超えるもの）	195	—	130	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	NW6002	NiCr21Fe18Mo9	S	660（径、辺又は対辺距離 90mm以下）	240	f)	160	160	160	160	160	160	160	160	155	151	147	144	141	139	137	136	135	134	—
				585（径、辺又は対辺距離 90mmを超えるもの）	215	—	143	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

規格名称	合金番号	合金記号	質別	規定最小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点又は耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) 525	550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800	825	850	875	899
JIS H 4551 ニッケル及びニッケル合金板及び条	NW0276	NiMo16Cr15Fe6W4	A	690	275	—	110	108	106	*99*	*82*	*67*	*55*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						f)	149	142	119	*99*	*82*	*67*	*55*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	NW6007	NiCr22Fe20Mo6Cu2Nb	A	620（厚さ 19mm以下）	240	—	108	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						f)	132	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				580（厚さ 19mmを超えるもの）	205	—	93	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						f)	125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS H 4552 ニッケル及びニッケル合金継目無管	NW2201	Ni99.0-LC	A	345（外径 125mm以下）	85	—	*23*	*19*	*16*	*13*	*10*	*8*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				350（外径 125mmを超えるもの）	70	—	*23*	*19*	*16*	*13*	*10*	*8*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	NW0276	NiMo16Cr15Fe6W4	S	690	260	—	104	*103*	102	*98*	*82*	*67*	*55*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						f)	141	*138*	*119*	*99*	*82*	*67*	*55*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	NW6002	NiCr21Fe18Mo9	S	690	275	—	112	111	110	109	*95*	*77*	*65*	*55*	*45*	*36*	*29*	*24*	*19*	*15*	*11*	*8*
						f)	153	151	*140*	*115*	*95*	*77*	*65*	*55*	*45*	*36*	*29*	*24*	*19*	*15*	*11*	*8*
JIS H 4553 ニッケル及びニッケル合金棒	NW0276	NiMo16Cr15Fe6W4	S	690（径、辺又は対辺距離 90mm以下）	275	—	110	*108*	*106*	*99*	*82*	*67*	*55*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						f)	149	142	*119*	*99*	*82*	*67*	*55*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	NW6007	NiCr22Fe20Mo6Cu2Nb	S	625（径、辺又は対辺距離 6mm以上 20mm以下）	245	—	111	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						f)	*132*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
				590（径、辺又は対辺距離 20mmを超え 90mm以下）	210	—	95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
						f)	128	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表A.1 各温度における材料の許容引張応力

書面投票用

規格名称	種類	記号	規定小引張強さ (N/mm²)	規定最小降伏点又は耐力 (N/mm²)	(注)	各温度における材料の許容引張応力 (N/mm²) 温度(℃) ～40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300
JIS H 4600 チタン及びチタン合金－板及び条	3種	TP 480 H TR 480 H TP 480 C TR 480 C	480（厚さ 0.2mm以上 50mm以下）	345	－	200	200	197	180	162	144	121	108	91	76	64
	13種	TP 480Pd H TR 480Pd H TP 480Pd C TR 480Pd C	480（厚さ 0.2mm以上 50mm以下）	345	－	200	200	197	180	162	144	121	108	91	76	64
JIS H 4630 チタン及びチタン合金－継目無管	3種	TTP 480 H TTP 480 C	480（外径 10mm以上 80mm以下、肉厚 1mm以上 10mm以下）	345	a)	200	200	197	180	162	144	121	108	91	76	64
	13種	TTP 480Pd H TTP 480Pd C	480（外径 10mm以上 80mm以下、肉厚 1mm以上 10mm以下）	345	a)	200	200	197	180	162	144	121	108	91	76	64
JIS H 4631 熱交換器用チタン管及びチタン合金管	3種	TTH 480 C	480（外径 10mm以上 60mm以下、肉厚 1mm以上 5mm以下）	345	a)	200	200	197	180	162	144	121	108	91	76	64
		TTH 480 W TTH 480 WC	480（外径 10mm以上 60mm以下、肉厚 0.3mm以上 3mm以下）	345	a)	170	170	167	153	138	122	103	91	77	65	54
	13種	TTH 480 Pd C	480（外径 10mm以上 60mm以下、肉厚 1mm以上 5mm以下）	345	a)	200	200	197	180	162	144	121	108	91	76	64
		TTH 480 Pd W TTH 480 Pd WC	480（外径 10mm以上 60mm以下、肉厚 0.3mm以上 3mm以下）	345	a)	170	170	167	153	138	122	103	91	77	65	54
JIS H 4635 チタン及びチタン合金の溶接管	3種	TTP 480 W TTP 480 WC	480（外径 10mm以上 150mm以下、肉厚 1mm以上 10mm以下）	345	a)	170	170	167	153	138	122	103	91	77	65	54
	13種	TTP 480 Pd W TTP 480 Pd WC	480（外径 10mm以上 150mm以下、肉厚 1mm以上 10mm以下）	345	a)	170	170	167	153	138	122	103	91	77	65	54
JIS H 4650 チタン及びチタン合金－棒	3種	TB 480 H TB 480 C	480（径 8mm以上 100mm以下）	345	－	200	200	197	180	162	144	121	108	91	76	64
	13種	TB 480 Pd H TB 480 Pd C	480（径 8mm以上 100mm以下）	345	－	200	200	197	180	162	144	121	108	91	76	64

参考

注記

a) 0.2%耐力の値が、規定最小降伏点又は耐力の欄の値以上であることが、確認されていること。
b) 設計圧力が外圧の場合には、当該外圧に対する設計温度は 175℃以下とする。
c) 質別 H112 を溶接に用いる場合には、質別 O の許容引張応力の値を用いること。
d) 40℃を65℃に読み替える。
e) 溶接又は熱切断を行う場合にあっては、この欄の許容引張応力を使用することは出来ない。
f) この欄の許容引張応力の値は、変形がある程度許容できる場合に適用でき、わずかな変形が漏洩や故障の原因となるようなガスケット継手のフランジの用途には、適用できない。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 A.2　各温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力

規格名称	種類の記号	板厚　(mm)	注	温度　(℃)																				
				各温度における材料の降伏点又は 0.2%　耐力　(N/mm²)																				
				40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	538
JIS G 3103 ボイラ及び圧力容器用炭素鋼及びモリブデン鋼鋼板	SB 410	―	―	225	208	201	198	195	192	189	185	180	175	167	162	160	158	154	147	143	140	137	128	123
	SB 450	―	―	245	228	220	217	214	211	207	203	197	190	183	178	175	173	168	161	156	154	149	140	134
	SB 480	―	―	265	246	238	235	232	228	226	220	214	207	199	192	190	188	182	175	170	167	162	152	145
	SB 450M	―	―	255	245	239	234	230	229	228	225	222	219	216	213	210	206	203	198	191	180	168	153	145
	SB 480M	―	―	275	265	259	254	249	247	246	242	239	236	233	230	228	224	220	214	206	195	181	166	157
JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材	SM 400A, B, C	16 以下	―	245	230	221	216	211	206	196	186	181	178	177	175	174	―	―	―	―	―	―	―	―
		16 を超え 40 以下	―	235	221	211	206	201	196	186	177	172	169	167	165	164	―	―	―	―	―	―	―	―
		40 を超え 100 以下	―	215	211	191	186	181	177	167	157	152	149	147	145	144	―	―	―	―	―	―	―	―
	SM 490A, B. C	16 以下	―	325	314	304	294	289	284	275	265	260	250	245	235	230	―	―	―	―	―	―	―	―
		16 を超え 40 以下	―	315	304	294	284	279	275	265	255	250	240	235	226	221	―	―	―	―	―	―	―	―
		40 を超え 100 以下	―	295	284	275	265	260	255	245	235	230	221	216	206	201	―	―	―	―	―	―	―	―
	SM 490YA, YB	16 以下	―	365	352	341	332	324	317	310	299	288	283	279	268	258	―	―	―	―	―	―	―	―
		16 を超え 40 以下	―	355	342	331	323	314	307	300	289	279	274	269	258	247	―	―	―	―	―	―	―	―
		40 を超え 75 以下	―	335	323	312	303	294	287	280	270	259	254	249	235	228	―	―	―	―	―	―	―	―
	SM 520B, C	16 以下	―	365	352	341	332	324	317	310	299	288	283	279	268	258	―	―	―	―	―	―	―	―
		16 を超え 40 以下	―	355	342	331	323	314	307	300	289	279	274	269	258	247	―	―	―	―	―	―	―	―
		40 を超え 75 以下	―	335	323	312	303	294	287	280	270	259	254	249	238	228	―	―	―	―	―	―	―	―
	SM 570	16 以下	―	460	434	421	416	409	403	397	388	379	367	351	340	336	―	―	―	―	―	―	―	―
		16 を超え 40 以下	―	450	425	411	406	399	393	387	379	369	351	341	330	327	―	―	―	―	―	―	―	―
		40 を超え 75 以下	―	430	405	391	386	380	374	368	359	349	337	322	311	307	―	―	―	―	―	―	―	―
JIS G 3115 圧力容器用鋼板	SPV 235	6 以上 50 以下	―	235	221	211	206	201	196	186	177	172	169	167	165	164	―	―	―	―	―	―	―	―
		50 を超え 100 以下	―	215	211	191	186	181	177	167	157	152	149	147	145	144	―	―	―	―	―	―	―	―
	SPV 315	6 以上 50 以下	―	315	304	294	284	279	275	265	255	250	240	235	226	221	―	―	―	―	―	―	―	―
		50 を超え 100 以下	―	295	284	275	265	260	255	245	235	230	221	216	206	201	―	―	―	―	―	―	―	―
	SPV 355	6 以上 50 以下	―	355	342	331	323	314	307	300	289	279	274	269	258	247	―	―	―	―	―	―	―	―
		50 を超え 100 以下	―	335	323	312	303	294	287	280	270	259	254	249	238	228	―	―	―	―	―	―	―	―
	SPV 410	6 以上 50 以下	―	410	380	359	359	345	345	345	324	324	317	317	310	303	―	―	―	―	―	―	―	―
		50 を超え 100 以下	―	390	362	342	342	329	329	329	308	308	302	302	295	288	―	―	―	―	―	―	―	―
	SPV 450	6 以上 50 以下	―	450	425	411	406	399	393	387	379	369	357	341	330	327	―	―	―	―	―	―	―	―
		50 を超え 100 以下	―	430	405	391	386	380	374	368	359	349	337	322	311	307	―	―	―	―	―	―	―	―
	SPV 490	6 以上 50 以下	―	490	476	461	449	436	427	417	402	386	380	373	358	343	―	―	―	―	―	―	―	―
		50 を超え 100 以下	―	470	456	441	430	417	407	397	382	367	360	353	338	324	―	―	―	―	―	―	―	―
JIS G 3118 中・常温圧力容器用炭素鋼鋼板	SGV 410	―	―	225	208	201	198	195	192	189	185	180	175	167	162	160	158	154	147	143	140	137	128	123
	SGV 450	―	―	245	228	220	217	214	211	207	203	197	190	183	178	175	173	168	161	156	154	149	140	134
	SGV 480	―	―	265	246	238	235	232	228	226	220	214	207	199	192	190	188	182	175	170	167	162	152	145
JIS G 3119 ボイラ及び圧力容器用マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板	SBV 1A	―	―	315	299	291	286	281	279	277	273	270	266	263	260	256	252	247	241	232	220	205	186	176
	SBV 1B	―	―	345	331	324	318	312	309	307	303	299	295	292	288	284	279	275	268	258	244	228	207	196
	SBV 2	―	―	345	331	324	318	312	309	307	303	299	295	292	288	284	279	275	268	258	244	228	207	196
	SBV 3	―	―	345	331	324	318	312	309	307	303	299	295	292	288	284	279	275	268	258	244	228	207	196

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 A.2　各温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力（つづき）

書面投票用

規格名称	種類の記号	板厚　(mm)	注	温度　(℃)																				
				各温度における材料の降伏点又は 0.2% 耐力　(N/mm²)																				
				40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	538
JIS G 3120 圧力容器用調質型マンガンモリブデン鋼及びマンガンモリブデンニッケル鋼鋼板	SQV 1A	—	—	345	331	324	318	312	309	307	303	299	295	292	288	284	279	275	268	258	244	228	207	196
	SQV 1B	—	—	480	467	457	450	444	439	435	432	431	430	428	426	420	412	403	390	—	—	—	—	—
	SQV 2A	—	—	345	331	324	318	312	309	307	303	299	295	292	288	284	279	275	268	258	244	228	207	196
	SQV 2B	—	—	480	467	457	450	444	439	435	432	431	430	428	426	420	412	403	390	—	—	—	—	—
	SQV 3A	—	—	345	331	324	318	312	309	307	303	299	295	292	288	284	279	275	268	258	244	228	207	196
	SQV 3B	—	—	480	467	457	450	444	439	435	432	431	430	428	426	420	412	403	390	—	—	—	—	—
JIS G 3124 中・常温圧力容器用高強度鋼鋼板	SEV245	50 を超え 100 以下	h)	355	342	333	323	314	304	294	284	275	265	255	250	245	235	226	—	—	—	—	—	—
	SEV295	50 を超え 100 以下	h)	400	389	382	372	363	353	343	333	324	314	304	299	294	284	275	—	—	—	—	—	—
	SEV345	50 を超え 100 以下	h)	430	407	392	387	382	377	373	368	363	358	353	348	343	324	314	—	—	—	—	—	—
JIS G 3126 低温圧力容器用炭素鋼鋼板	SLA 235A, B	6 以上 40 以下 40 を超え	— —	235 215	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
	SLA 325A, B	—	—	325	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SLA 365	—	—	365	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	SLA 410	—	—	410	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS G 3127 低温圧力容器用ニッケル鋼鋼板	SL 9N590	— —	e) f)	590 362	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —	— —
JIS G 3202 圧力容器用炭素鋼鍛鋼品	SFVC 1A	—	—	205	195	188	185	183	180	178	174	170	164	157	152	150	148	144	138	133	132	128	121	115
	SFVC 2A	—	—	245	233	226	223	220	217	213	208	203	196	188	182	179	178	173	166	156	154	149	140	134
	SFVC 2B	—	—	245	233	226	223	220	217	213	208	203	196	188	182	179	178	173	166	156	154	149	140	134
JIS G 3203 高温圧力容器用合金鋼鍛鋼品	SFVA F1	—	—	275	265	258	253	249	245	240	237	234	231	228	224	221	217	211	207	200	194	187	178	174
	SFVA F2	—	—	275	262	253	247	242	237	233	229	226	222	219	215	212	208	204	199	194	189	183	177	173
	SFVA F12	—	—	275	262	253	247	242	237	233	229	226	222	219	215	212	208	204	199	194	189	183	177	173
	SFVA F11A	—	—	275	262	253	247	242	237	233	229	226	222	219	215	212	208	204	199	194	189	183	177	173
	SFVA F11B	—	—	315	294	284	279	272	267	262	258	253	249	246	242	238	233	229	224	219	213	206	198	194
	SFVA F22A	—	—	205	197	191	189	187	186	185	185	185	185	185	185	185	185	185	184	181	178	173	167	164
	SFVA F22B	—	—	315	293	283	277	270	268	265	261	258	255	253	250	247	245	241	236	231	226	219	210	205
	SFVA F21A	—	—	205	197	192	188	185	183	181	179	178	177	174	171	166	162	157	155	150	146	143	138	135
	SFVA F21B	—	—	315	293	283	277	270	268	265	261	258	255	253	250	247	245	241	236	231	226	219	210	205
	SFVA F5A	—	—	245	232	224	220	217	215	214	213	212	211	210	208	205	202	197	192	184	177	168	158	153
	SFVA F5B	—	—	275	258	248	244	240	238	237	236	235	234	232	230	228	224	219	213	205	197	186	176	170
	SFVA F5C	—	—	345	323	310	305	300	299	297	296	295	293	291	289	285	280	274	267	256	246	233	220	213
	SFVA F5D	—	—	450	420	404	397	390	387	385	383	382	380	379	376	370	364	355	346	333	320	303	285	276
	SFVA F9	—	—	380	355	341	335	330	328	326	325	324	323	321	318	313	308	301	293	281	271	256	241	233

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 A.2　各温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力（つづき）

規格名称	種類の記号	板厚　(mm)	注	温度　(℃)																				
				各温度における材料の降伏点又は 0.2%　耐力　(N/mm^2)																				
				40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	538
JIS G 3204 圧力容器用調質型合金鋼鍛鋼品	SFVQ 1A	－	－	345	331	324	318	312	309	307	303	299	295	292	288	284	279	275	268	258	244	228	207	196
	SFVQ 2A	－	－	345	331	324	318	312	309	307	303	299	295	292	288	284	279	275	268	258	244	228	207	196
JIS G 3205 低温圧力容器用鍛鋼品	SFL1	－	－	225	215	208	205	202	199	196	191	186	180	174	168	165	164	159	152	143	140	137	128	123
	SFL2	－	－	245	234	226	223	220	217	214	209	203	196	188	182	180	178	173	166	161	159	154	145	138
	SFL3	－	－	255	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 3454 圧力配管用炭素鋼鋼管	STPG 370	－	－	215	194	187	185	183	180	178	173	169	163	157	152	150	－	－	－	－	－	－	－	－
	STPG 410	－	－	245	227	219	216	214	210	207	203	197	190	183	178	175	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 3455 高圧配管用炭素鋼鋼管	STS 370	－	－	215	194	187	185	183	180	178	173	169	163	157	152	150	－	－	－	－	－	－	－	－
	STS 410	－	－	245	227	219	216	214	210	207	203	197	190	183	178	175	－	－	－	－	－	－	－	－
	STS 480	－	－	275	260	251	247	244	240	237	231	226	218	209	203	200	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 3456 高温配管用炭素鋼管	STPT 370	－	－	215	194	187	185	183	180	178	173	169	163	157	152	150	148	144	137	133	131	127	121	115
	STPT 410	－	－	245	227	219	216	214	210	207	203	197	190	183	178	175	173	168	161	156	154	149	140	134
	STPT 480	－	－	275	260	251	247	244	240	237	231	226	218	209	203	200	198	192	184	178	－	－	－	－
JIS G 3458 配管用合金鋼鋼管	STPA 12	－	－	205	199	194	190	186	185	184	182	179	178	176	173	171	167	165	160	154	146	136	124	118
	STPA 20	－	－	205	196	190	185	181	178	175	173	170	167	164	161	159	156	153	149	145	142	137	132	129
	STPA 22	－	－	205	198	192	188	185	183	181	179	178	176	174	171	166	161	157	155	150	146	143	138	135
	STPA 23	－	－	205	198	192	188	185	183	181	179	178	176	174	171	166	161	157	155	150	146	143	138	135
	STPA 24	－	－	205	197	191	188	186	185	185	184	184	184	184	184	184	184	184	184	181	178	173	167	164
	STPA 25	－	－	205	194	187	182	178	175	171	168	165	162	159	156	154	151	149	146	144	139	134	127	125
	STPA 26	－	－	205	194	187	182	178	175	171	168	165	162	159	156	154	151	149	146	144	139	134	127	125
JIS G 3460 低温配管用鋼管	STPL 380	－	－	205	194	187	185	183	180	178	175	171	165	158	152	150	－	－	－	－	－	－	－	－
	STPL 450	－	－	245	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	STPL 690	－	－	520	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 3461 ボイラ・熱交換器用炭素鋼鋼管	STB 340	－	－	175	166	160	158	157	154	151	149	145	140	134	129	128	127	123	117	115	112	110	103	98
	STB 410	－	－	255	240	231	228	226	223	220	214	209	201	193	187	185	182	176	170	－	－	－	－	－
	STB 510	－	－	295	284	275	265	260	255	245	235	230	221	216	206	201	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 3462 ボイラ・熱交換器用合金鋼鋼管	STBA 12	－	－	205	199	194	190	186	185	184	182	179	178	176	173	171	167	165	160	154	146	136	124	118
	STBA 13	－	－	205	199	194	190	186	185	184	182	179	178	176	173	171	167	165	160	154	146	136	124	118
	STBA 20	－	－	205	199	194	190	186	185	184	182	179	178	176	173	171	167	165	160	154	146	136	124	118
	STBA 22	－	－	205	198	192	188	185	183	181	179	178	176	174	171	166	161	157	155	150	146	143	138	135
	STBA 23	－	－	205	198	192	188	185	183	181	179	178	176	174	171	166	161	157	155	150	146	143	138	135
	STBA 24	－	－	205	197	191	188	186	185	185	184	184	184	184	184	184	184	184	184	181	178	173	167	164

原案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 A.2　各温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力（つづき）

書面投票用

規格名称	種類の記号	板厚　(mm)	注	温度　(℃)																				
				各温度における材料の降伏点又は 0.2%　耐力　(N/mm²)																				
				40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	538
JIS G 3462 ボイラ・熱交換器用合金鋼鋼管	STBA 25	－	－	205	194	187	182	178	175	171	168	165	162	159	156	154	151	149	146	144	139	134	127	125
	STBA 26	－	－	205	194	187	182	178	175	171	168	165	162	159	156	154	151	149	146	144	139	134	127	125
JIS G 3464 低温熱交換器用鋼管	STBL 380	－	－	205	194	187	185	183	180	178	175	171	165	158	152	150	－	－	－	－	－	－	－	－
	STBL 450	－	－	245	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	STBL 690	－	－	520	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS G 4109 ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板	SCMV 1	－	c)	225	219	214	210	206	205	203	200	198	195	192	190	187	184	181	177	170	161	150	136	128
		－	d)	315	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	SCMV 2	－	c)	225	218	212	208	204	201	199	197	196	193	191	187	182	178	173	171	165	161	157	152	149
		－	a),d)	275	251	237	231	226	224	221	219	216	212	206	201	195	189	186	182	174	165	165	－	－
	SCMV 3	－	c)	235	230	224	220	217	214	211	209	208	205	203	199	193	187	183	180	176	171	167	161	158
		－	a),d)	315	282	267	260	253	251	249	246	243	238	231	226	220	213	210	204	195	185	182	－	－
	SCMV 4	－	c)	205	197	191	188	186	185	185	184	184	184	184	184	184	184	184	184	181	178	174	167	164
		－	d)	315	282	269	262	255	250	245	243	242	241	241	240	240	239	237	234	231	226	220	210	203
	SCMV 5	－	c)	205	198	192	188	185	183	181	179	178	176	174	171	166	161	157	155	150	146	143	138	135
		－	d)	315	282	269	262	255	250	245	243	242	241	241	240	240	239	237	234	231	226	220	210	203
	SCMV 6	－	c)	205	194	187	182	178	175	171	168	165	162	159	156	154	151	149	146	144	139	134	127	125
		－	d)	315	289	278	271	265	265	265	265	265	265	265	265	264	260	255	247	238	228	215	201	194

原案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 A.2　各温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力（つづき）

規格名称	種類の記号	注	温度 (℃)																				
			各温度における材料の降伏点又は 0.2% 耐力 (N/mm^2)																				
			40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	538
JIS G 3214 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品	SUS F304 SUS F304H																						
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS 304TP SUS 304HTP																						
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS 304TB SUS 304HTB																						
JIS G 4303 ステンレス鋼棒																							
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯	SUS 304																						
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 3214 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品	SUS F304L																						
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS 304LTP																						
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS 304LTB																						
JIS G 4303 ステンレス鋼棒																							
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯	SUS 304L																						
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS 309TP																						
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS 309TB																						
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS 309STP																						
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS 309STB																						
JIS G 4303 ステンレス鋼棒																							
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯	SUS 309S																						
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 A.2　各温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力（つづき）

書面投票用

規格名称	種類の記号	注	温度 (℃)																				
			各温度における材料の降伏点又は 0.2% 耐力 (N/mm^2)																				
			40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	538
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS 310TP SUS 310STP																						
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS 310TB SUS 310STB																						
JIS G 4303 ステンレス鋼棒	SUS 310S	－	205	193	184	179	175	170	165	161	157	153	149	146	142	139	137	134	131	129	127	124	124
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 3214 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品	SUS F316 SUS F316H																						
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS 316TP SUS 316HTP																						
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS 316TB SUS 316HTB																						
JIS G 4303 ステンレス鋼棒	SUS 316	－	205	187	176	168	161	155	149	144	139	135	131	128	127	125	123	122	121	120	119	118	118
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 3214 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品	SUS F316L																						
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS 316LTP																						
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS 316LTB																						
JIS G 4303 ステンレス鋼棒	SUS 316L	－	175	154	143	137	130	125	120	116	111	108	105	103	100	98	96	94	93	91	88	86	85
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS 317TP																						
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS 317TB																						
JIS G 4303 ステンレス鋼棒	SUS 317	－	205	187	176	168	161	155	149	144	139	135	131	128	127	125	123	122	121	120	119	118	118
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 A.2　各温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力（つづき）

規格名称	種類の記号	注	温度 (℃) 40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	538
			各温度における材料の降伏点又は 0.2% 耐力 (N/mm^2)																				
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS 317LTP																						
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS 317LTB																						
JIS G 4303 ステンレス鋼棒	SUS 317L	－	175	154	143	137	130	125	120	116	111	108	105	103	100	98	96	94	93	91	88	86	85
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 3214 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品	SUS F321 SUS F321H																						
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS 321TP SUS 321HTP																						
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS 321TB SUS 321HTB																						
JIS G 4303 ステンレス鋼棒	SUS 321	－	205	185	173	165	156	150	143	138	133	130	127	125	123	121	120	119	118	117	116	116	115
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 3214 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品	SUS F347 SUS F347H																						
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS 347TP SUS 347HTP																						
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS 347TB SUS 347HTB																						
JIS G 4303 ステンレス鋼棒	SUS 347	－	205	195	188	182	177	171	166	161	157	153	150	147	144	142	141	140	139	138	138	138	138
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 4303 ステンレス鋼棒	SUS 405																						
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯		－	175	164	158	155	152	151	150	149	149	147	146	144	142	138	135	130	126	119	112	104	99
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS 410TB																						
JIS G 4303 ステンレス鋼棒	SUS 410	i)	205	196	189	186	183	181	180	179	178	177	176	173	168	167	163	157	150	142	133	124	119
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 A.2　各温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力（つづき）

書面投票用

規格名称	種類の記号	注	温度 (℃)																				
			各温度における材料の降伏点又は 0.2% 耐力 (N/mm^2)																				
			40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	538
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS 430TB	－	245	229	224	220	217	215	214	212	211	210	208	205	202	197	192	185	－	－	－	－	－
JIS G 4303 ステンレス鋼棒	SUS 430	－	205	196	189	186	183	181	180	179	178	177	176	173	168	167	163	157	150	142	133	124	119
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯																							
JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管	NCF 800TP	g)	205	196	189	184	179	176	173	170	168	166	165	164	163	162	161	159	－	－	－	－	－
	NCF 800HTP	－	175	161	154	149	145	142	139	135	132	130	127	125	122	120	119	118	115	114	113	111	110
JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管	NCF 600TB	－	245	230	225	219	214	210	207	203	199	196	194	191	188	185	182	180	－	－	－	－	－
	NCF 800TB	－	205	196	189	184	179	176	173	170	168	166	165	164	163	162	161	159	－	－	－	－	－
	NCF 800HTB	－	175	161	154	149	145	142	139	135	132	130	127	125	122	120	119	118	115	114	113	111	110

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 A.2　各温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力（つづき）

538℃を超える温度での降伏点又は 0.2%耐力

規格名称	種類の記号	注	温度　(℃)				各温度における材料の降伏点又は 0.2%　耐力　(N/mm^2)						
			550	575	600	625	650	675	700	725	750	775	800
JIS G 3214 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品	SUS F304 SUS F304H												
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS 304TP SUS 304HTP												
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS 304TB SUS 304HTB												
JIS G 4303 ステンレス鋼棒													
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯	SUS 304	―	107	104	101	99	97	94	91	87	82	76	71
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯													
JIS G 3214 圧力容器用ステンレス鋼鍛鋼品	SUS F316 SUS F316H												
JIS G 3459 配管用ステンレス鋼管	SUS 316TP SUS 316HTP												
JIS G 3463 ボイラ・熱交換器用ステンレス鋼鋼管	SUS 316TB SUS 316HTB												
JIS G 4303 ステンレス鋼棒													
JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯	SUS 316	―	117	115	114	113	112	109	106	104	100	97	93
JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帯													
JIS G 4109 ボイラ及び圧力容器用クロムモリブデン鋼鋼板	SCMV 4	b),c)	160	150	138	126	112	―	―	―	―	―	―
JIS G 4903 配管用継目無ニッケルクロム鉄合金管	NCF 800HTP	―	110	109	108	107	106	104	101	100	97	94	91
JIS G 4904 熱交換器用継目無ニッケルクロム鉄合金管	NCF 800HTB												

案

備考 1　この表において、各温度の中間における降伏点又は 0.2%耐力の値は、比例法によって計算する。

2　この表の注の欄において示した数字は、それぞれ次による。

a)　500 ℃を 482 ℃に読み替える。

b)　650 ℃を 649 ℃に読み替える。

c)　この欄の値は、強度区分 1 の材料に適用する。

d)　この欄の値は、強度区分 2 の材料に適用する。

e)　この欄の値は、溶接継手なしの材料又は共金溶接を行う材料に適用する。

f)　この欄の値は、**JIS Z 3332** に規定する YGT9Ni-1、YGT9Ni-2 又は YGT9Ni-3、及び **JIS Z 3225** に規定する D9Ni-1 又は D9Ni-2 並びに **JIS Z 3333** に規定するワイヤ YS9Ni、フラックス FS9Ni-F 又は FS9Ni-H を使用した異材溶接を行う材料に適用する。

g)　この欄の値は、冷間仕上げ後焼なましを行った管に適用する。

h)　厚さ 100mm を超え 125mm 以下の場合は、この表の値からから 10 N/mm^2 を、125mm を超え 150mm 以下の場合は、この表の値から 20 N/mm^2 を減じる。

i)　**JIS G 4303** の SUS410 は、熱処理が焼なましの場合の値を示す。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 A.2　各温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力（つづき）

書面投票用

規格名称	記号	質別	板厚(mm)	注	温度　(℃)									各温度における材料の降伏点又は 0.2% 耐力　(N/mm²)											
					40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	538
JIS H 3100 銅及び銅合金の板並びに条	C4640P	F	75 以下	—	138	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	C7150P	F	60 以下	—	138	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	C7060P	F	60 以下	—	103	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS H 3300 銅及び銅合金の継目無管	C4430T,　C4430TS	O	—	—	103	103	103	103	103	103	103	95	88	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	C7150T,　C7150TS	O	—	—	125	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	C7060T,　C7060TS	O	—	—	103	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS H 4551 ニッケル及びニッケル合金板及び条	NiCu30	A	—	—	195	174	167	160	154	154	153	153	153	153	153	153	153	153	150	147	—	—	—	—	—
JIS H 4552 ニッケル及びニッケル合金継目無管	NiCu30	A	外径 125 以下	—	190	174	167	163	159	157	153	153	153	153	153	153	153	153	150	147	—	—	—	—	—
		SR	—	—	380	357	333	323	312	304	301	301	301	301	301	301	301	301	301	301	—	—	—	—	—

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 A.2　各温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力（つづき）

規格名称	記号	質別	板厚(mm)	注	温度　(℃)																				
					各温度における材料の降伏点又は 0.2% 耐力　(N/mm²)																				
					40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	538
JIS H 4000 アルミニウム及び アルミニウム合金 の板及び条	A3003P	O	－	－	35	35	35	33	31	28	26	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		H112	4 以上 13 以下 13 を超え 75 以下	－	70 40	68 40	65 40	60 40	54 36	48 33	41 29	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A3004P	O	－	－	60	60	60	60	60	55	52	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A5052P	O	－	－	65	65	65	65	65	65	59	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		H112	4 以上 13 以下 13 を超え 75 以下	－	110 65	110 64	110 64	104 64	97 64	87 64	76 64	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A5083P	O	0.5 を超え 40 以下 40 を超え 80 以下 80 を超え 100 以下	a) a) a)	125 115 110	125 115 110	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		H112	4 以上 40 以下 40 を超え 75 以下	a) a)	125 120	125 120	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A5086P	O	－	a)	100	100	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		H112	4 以上 13 以下 13 を超え 25 以下 25 を超え 75 以下	a) a) a)	125 110 100	125 110 100	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A5454P	O	－	－	85	85	85	85	85	80	77	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A6061P	T4	－	－	110	108	107	106	106	106	84	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		T451	－	－	110	108	107	106	106	106	84	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		T6	－	－	245	236	230	219	187	154	101	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		T651	－	－	245	236	230	219	187	141	99	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS H 4040 アルミニウム及び アルミニウム合金 の棒及び線	A3003BE A3003BES	H112	－	－	35	35	35	33	31	29	26	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A3003BD A3003BDS	O	－	－	35	35	35	33	31	29	26	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A5052BE A5052BES	H112 O	－	－	70	70	70	70	70	70	59	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A5052BD A5052BDS	O	－	－	65	65	65	65	65	65	59	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A5083BE A5083BES	H112 O	－	a)	140 110	140 110	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A5083BD A5083BDS	O	－	a)	110	110	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A6061BE A6061BES	T4	－	－	110	108	107	106	106	106	84	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		T6	－	－	240	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A6061BD A6061BDS	T6	－	－	240	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
	A6063BE A6063BES	T5	径又は対辺距離 12 以下	－	110	105	103	99	90	63	39	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
			径又は対辺距離 12 を超え 25 以下	－	105	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
		T6	－	－	170	162	158	147	106	62	38	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－

参考

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 A.2　各温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力（つづき）

規格名称	記号	質別	板厚(mm)	注	温度 (℃)　各温度における材料の降伏点又は 0.2% 耐力 (N/mm^2)																				
					40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	538
JIS H 4080 アルミニウム及びアルミニウム合金継目無管	A3003TE A3003TES	H112	—	—	35	35	35	33	31	29	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A3003TD A3003TDS	O	—	—	35	35	35	33	31	29	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A5052TE A5052TES	H112 O	—	—	70	70	70	70	70	70	59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A5052TD A5052TDS	O	—	—	70	70	70	70	70	70	59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A5083TE A5083TES	H112 O	—	a)	110	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A5083TD A5083TDS	O	—	a)	110	110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A5454TE A5454TES	H112 O	—	—	85	85	85	85	85	80	77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A6061TE A6061TES	T4	—	—	110	108	107	106	106	106	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		T6	—	—	245	236	230	219	187	141	99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A6061TD A6061TDS	T4	—	—	110	108	107	106	106	106	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		T6	—	—	245	236	230	219	187	141	99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A6063TE A6063TES	T5	—	—	110	105	103	99	90	63	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		T6	—	—	175	164	158	146	108	65	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A6063TD	T6	—	—	195	182	177	165	122	73	44	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
JIS H 4100 アルミニウム及びアルミニウム合金の押出形材	A3003S A3003SS	H112	—	—	35	35	35	33	31	29	26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A5052S A5052SS	H112 O	—	—	70	70	70	70	70	70	59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A5454S A5454SS	H112 O	—	—	85	85	85	85	85	80	77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A5083S A5083SS	H112	—	a)	140	140	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		O	試験箇所の厚さ 38 以下 38 を超え 130 以下	a) a)	120 110	120 110	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A5086S A5086SS	H112 O	—	a)	95	95	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A6061S A6061SS	T4	—	—	110	108	107	106	106	106	84	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		T6	—	—	245	236	230	219	187	141	99	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	A6063S A6063SS	T5	試験箇所の厚さ 12 以下	—	110	105	103	99	90	63	39	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
			試験箇所の厚さ 12 を超え 25 以下	—	105	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		T6	—	—	170	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。
案

表 A.2　各温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力（つづき）

規格名称	記号	質別	板厚(mm)	注	温度　(℃)																				
					各温度における材料の降伏点又は 0.2% 耐力　(N/mm^2)																				
					40	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350	375	400	425	450	475	500	525	538
JIS H 4600 チタン及びチタン合金－板及び条	TP480H,　TR480H TP480C,　TR480C	－	－	－	345	324	296	270	244	216	182	162	137	115	96	82	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS H 4630 チタン及びチタン合金－継目無管	TTP480H, TTP480C	－	－	－	345	324	296	270	244	216	182	162	137	115	96	82	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS H 4631 熱交換器用チタン管及びチタン合金管	TTH480C,　TTH480W TTH480WC	－	－	－	345	324	296	270	244	216	182	162	137	115	96	82	－	－	－	－	－	－	－	－	－
JIS H 4650 チタン及びチタン合金－棒	TB480H,　TB480C	－	－	－	345	324	296	270	244	216	182	162	137	115	96	82	－	－	－	－	－	－	－	－	－

備考 1　この表において、各温度の中間における降伏点又は 0.2%耐力の値は、比例法によって計算する。

2　この表の注の欄において示した数字は、次による。

a)　75 ℃を 65 ℃に読み替える。

参考

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

書面投票用

表 A.3　各温度における材料の縦弾性係数

種類の記号	縦　弾　性　係　数　（×1000　N/mm^2）																								
	温　度　（℃）																								
	-195	-125	-70	25	50	100	125	150	175	200	250	300	350	375	400	425	450	475	500	550	600	650	700	750	800
炭素鋼　C≦0.3 %	216	212	208	203	201	198	197	195	193	191	189	186	179	175	171	167	162	156	150	137	－	－	－	－	－
炭素鋼　C＞0.3 %	215	211	207	202	200	197	195	194	192	190	187	184	178	174	170	166	161	155	149	136	－	－	－	－	－
材料グループ A	214	210	206	201	199	196	195	193	191	189	187	184	178	174	170	165	160	155	148	135	－	－	－	－	－
材料グループ B	204	200	196	192	190	187	185	184	182	180	178	175	171	169	167	165	163	161	158	153	147	140	133	124	－
材料グループ C	218	213	209	205	203	200	198	196	195	193	190	187	183	181	179	176	174	172	169	163	158	150	142	132	－
材料グループ D	225	220	216	211	209	205	204	203	201	199	196	192	189	187	184	182	179	177	174	168	162	155	146	136	－
材料グループ E	227	222	218	213	211	207	206	205	203	200	198	194	190	188	184	180	176	172	166	153	－	－	－	－	－
材料グループ F	215	211	207	201	199	196	194	192	190	189	185	181	178	176	174	171	166	161	156	145	－	－	－	－	－
材料グループ G	209	205	200	195	193	190	188	186	185	183	179	175	173	171	169	166	164	163	160	156	152	146	140	134	127
アルミニウム合金（3003, 3004, 6061, 6063）	77	74	72	69	68	66	65	63	62	60	57	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
アルミニウム合金（5052, 5454, 5652）	78	76	74	70	69	67	66	65	64	62	58	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
アルミニウム合金（5083, 5086）	79	77	75	71	70	67	67	65	64	62	57	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
銅合金（C4640）	110	107	106	103	102	101	100	99	98	97	96	93	90	88	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
銅合金（C1100、C4430）	116	114	114	110	108	107	106	106	105	104	102	99	96	94	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
銅合金（C1020）	124	122	121	117	116	114	113	112	112	111	108	105	102	100	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
銅合金（C7060）	131	129	128	124	122	121	120	119	118	117	115	112	108	106	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
銅合金（C7150）	161	158	156	152	150	148	146	145	144	143	140	136	132	129	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
チタン、チタン合金	－	－	－	107	105	103	102	101	99	97	93	88	84	82	80	－	－	－	－	－	－	－	－	－	－
ニッケル合金（NW2200, NW2201）	221	217	213	207	204	202	200	199	198	197	194	192	190	188	186	184	182	180	179	－	－	－	－	－	－
ニッケル合金（NW4400）	192	188	185	179	177	175	174	172	172	171	168	167	165	163	161	159	158	156	155	－	－	－	－	－	－
ニッケル合金（NW6002）	210	206	203	196	194	191	190	189	189	187	184	183	180	178	177	175	174	172	170	－	－	－	－	－	－
ニッケル合金（NW6007）	－	－	－	192	189	186	185	184	183	182	180	178	176	174	172	170	169	168	166	－	－	－	－	－	－

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 A.3　各温度における材料の縦弾性係数（つづき）

種類の記号	縦弾性係数（×1000 N/mm²）																								
	設計温度（℃）																								
	-195	-125	-70	25	50	100	125	150	175	200	250	300	350	375	400	425	450	475	500	550	600	650	700	750	800
ニッケルクロム鉄合金（NCF600）	229	224	220	214	211	208	207	206	205	204	201	199	196	194	192	190	189	187	185	—	—	—	—	—	—
ニッケルクロム鉄合金（NCF800、NCF800H）	210	206	203	196	194	191	190	189	188	187	184	183	180	178	177	175	174	172	170	—	—	—	—	—	—
ニッケルクロム鉄合金（NCF825）	207	202	198	193	190	188	186	185	184	184	181	179	177	176	174	172	170	168	167	—	—	—	—	—	—
ニッケル合金（NW0001）	230	225	220	214	212	209	208	206	205	204	201	199	197	195	193	191	189	187	185	—	—	—	—	—	—
ニッケル合金（NW0665）	232	227	222	216	214	211	210	208	207	206	203	200	199	199	195	195	191	189	187	—	—	—	—	—	—
ニッケル合金（NW0276）	220	218	211	205	202	200	198	197	196	195	193	191	188	188	185	185	181	179	177	—	—	—	—	—	—

備考　(1)　材料グループ A の材料は、次のものを示す。

C-1/2Mo　　Mn-1/4Mo
Mn-1/2Mo　　Mn-V

(2)　材料グループ B の材料は、次のものを示す。

3/4Ni-1/2Mo-Cr-V　　1Ni-1/2Cr-1/2Mo
1/2Ni-1/2Mo-V　　3/4Ni-1Mo-3/4Cr
3/4Ni-1/2Mo-1/3Cr-V　　1/2Ni-1/2Cr-1/4Mo-V
3/4Cr-3/4Ni-Cu-Al　　2Ni-1Cu
3/4Cr-1/2Ni-Cu　　2.5Ni
3/4Cr-1/2Cu-Mo　　3.5Ni

(3)　材料グループ C の材料は、次のものを示す。

1/2Cr-1/2Mo　　1-1/4Cr-1/2Mo
1Cr-1/2Mo　　2Cr-1/2Mo
1 -1/4Cr-1/2Mo-Si

(4)　材料グループ D の材料は、次のものを示す。

2-1/4Cr-1Mo　　3Cr-1Mo

(5)　材料グループ E の材料は、次のものを示す。

5Cr-1/2Mo　　7Cr-1/2Mo
5Cr-1/2Mo-Si　　9Cr-Mo
5Cr-1/2Mo-Ti

(6)　材料グループ F の材料は、次のものを示す。

12Cr-Al　　15Cr
13Cr　　17Cr

(7)　材料グループ G の材料は、次のものを示す。

18Cr-8Ni　　18Cr-10Ni-Cb
18Cr-8Ni-N　　18Cr-18Ni-2Si
16Cr-12N i　　20Cr-6Ni-9Mn
18Cr-13Ni-3Mo　　22Cr-13Ni-5Mn
16Cr-12Ni-2Mo-N　　23Cr-12Ni
18Cr-3Ni-13Mn　　25Cr-20Ni
18Cr-10Ni-Ti

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

書面投票用

表 A.4　各温度における材料の線膨張係数

材料の線膨張係数（表中の数値 X 10^{-6}／℃）　（基準温度 20 ℃）

温度 (℃)	炭素鋼、炭素モリブデン鋼、低クロム鋼 (3CrMo 以下)	クロム含有量 5%以上 9%以下合金鋼 (5CrMo～9CrMo)	オーステナイト系ステンレス鋼 (18Cr8Ni)	フェライト系ステンレス鋼 (12Cr,17Cr,27Cr)	オーステナイト系ステンレス鋼 (25Cr20Ni)	ニッケル 及びニッケル合金 (NiCu30)	3.5%ニッケル鋼 (3.5%Ni)	アルミニウム	銅合金 (C7150)	ニッケルクロム鉄合金 (NiFeCr)
－198	9.00	8.46	14.67	7.74	－	10.00	8.57	17.83	11.97	－
－180	9.17	8.63	14.82	7.88	－	10.39	8.88	18.15	12.23	－
－160	9.35	8.81	14.99	8.02	－	10.83	9.21	18.53	12.50	－
－140	9.53	8.99	15.16	8.18	－	11.28	9.59	18.90	12.78	－
－120	9.71	9.17	15.33	8.32	－	11.72	9.89	19.27	13.06	－
－100	9.91	9.37	15.49	8.47	－	12.16	10.07	19.65	13.33	－
－80	10.10	9.52	15.67	8.67	－	12.42	10.31	20.10	13.59	－
－60	10.29	9.68	15.89	8.87	－	12.68	10.49	20.56	13.85	－
－40	10.48	9.85	16.05	9.04	－	12.92	10.63	20.97	14.09	－
－20	10.61	9.99	16.15	9.17	－	13.09	10.78	21.31	14.27	－
0	10.75	10.14	16.27	9.28	－	13.26	10.98	21.65	14.47	－
20	10.92	10.31	16.39	9.43	－	13.46	11.25	22.03	14.69	－
40	11.05	10.44	16.50	9.54	－	13.61	11.40	22.34	14.85	－
60	11.21	10.61	16.61	9.68	－	13.80	11.48	22.71	15.04	－
80	11.36	10.77	16.73	9.81	15.82	13.99	11.56	23.07	15.23	14.22
100	11.53	10.91	16.84	9.93	15.84	14.16	11.65	23.32	15.41	14.32
120	11.67	11.01	16.93	10.04	15.89	14.27	11.78	23.60	15.53	14.60
140	11.81	11.10	17.01	10.14	15.94	14.39	11.91	23.81	15.63	14.90
160	11.98	11.20	17.09	10.25	15.99	14.51	12.08	24.02	15.75	15.19
180	12.10	11.30	17.17	10.34	16.02	14.62	12.13	24.23	15.88	15.48
200	12.24	11.39	17.25	10.44	16.05	14.74	12.22	24.43	15.99	15.78
220	12.38	11.49	17.32	10.54	16.06	14.86	12.30	24.64	－	15.83
240	12.51	11.60	17.39	10.63	16.06	14.99	12.38	24.83	－	15.95
260	12.64	11.70	17.46	10.73	16.07	15.12	12.47	25.02	－	16.02
280	12.77	11.80	17.54	10.84	16.07	15.24	12.58	25.22	－	16.08
300	12.90	11.91	17.62	10.95	16.07	15.36	12.67	25.42	－	16.14
320	13.04	12.01	17.69	11.06	16.09	15.47	12.77	25.56	－	16.21
340	13.17	12.10	17.76	11.15	16.11	15.60	12.87	－	－	16.28
360	13.31	12.20	17.83	11.22	16.11	15.73	12.95	－	－	16.34
380	13.45	12.29	17.89	11.30	16.13	15.86	13.03	－	－	16.40
400	13.58	12.39	17.99	11.40	16.13	15.97	13.12	－	－	16.47

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 A.4　各温度における材料の線膨張係数（つづき）

材料の線膨張係数（表中の数値 X 10^{-6}／℃）　（基準温度 20 ℃）

温度 （℃）	炭素鋼、炭素ﾓﾘﾌﾞﾃﾞﾝ鋼、低ｸﾛﾑ鋼 （3CrMo 以下）	ｸﾛﾑ含有量 5%以上 9%以下合金鋼 （5CrMo～9CrMo）	ｵｰｽﾃﾅｲﾄ系ｽﾃﾝﾚｽ鋼 （18Cr8Ni）	ﾌｪﾗｲﾄ系ｽﾃﾝﾚｽ鋼 （12Cr,17Cr,27Cr）	ｵｰｽﾃﾅｲﾄ系ｽﾃﾝﾚｽ鋼 （25Cr20Ni）	ﾆｯｹﾙ 及びﾆｯｹﾙ合金 （NiCu30）	3.5%ﾆｯｹﾙ鋼 （3.5%Ni）	ｱﾙﾐﾆｳﾑ	銅合金 （C7150）	ﾆｯｹﾙｸﾛﾑ鉄合金 （NiFeCr）
420	13.72	12.49	18.06	11.48	16.14	16.09	13.19	－	－	16.53
440	13.86	12.60	18.14	11.55	16.15	16.21	13.26	－	－	16.59
460	13.98	12.68	18.21	11.65	16.17	16.34	13.34	－	－	16.66
480	14.10	12.77	18.28	11.73	16.20	16.47	13.40	－	－	16.73
500	14.19	12.85	18.36	11.81	16.32	16.60	13.46	－	－	16.79
520	14.28	12.93	18.45	11.87	16.44	16.71	13.52	－	－	16.86
540	14.36	13.00	18.53	11.94	16.53	16.83	13.59	－	－	16.93
560	14.46	13.07	18.60	12.00	16.58	16.95	－	－	－	16.99
580	14.55	13.14	18.67	12.06	16.63	17.07	－	－	－	17.05
600	14.63	13.19	18.72	12.11	16.68	17.18	－	－	－	17.12
620	14.69	13.26	18.79	12.15	16.79	17.29	－	－	－	17.19
640	14.72	13.31	18.84	12.19	16.87	17.41	－	－	－	17.25
660	14.77	13.37	18.89	12.23	16.96	17.53	－	－	－	17.34
680	14.84	13.42	18.93	12.28	17.06	17.64	－	－	－	17.44
700	14.89	13.47	18.97	12.32	17.14	17.76	－	－	－	17.53
720	14.94	13.52	19.01	12.35	17.16	17.86	－	－	－	17.63
740	15.00	13.56	19.05	12.39	17.18	17.97	－	－	－	17.72
760	15.05	13.59	19.08	12.42	17.21	18.07	－	－	－	17.82
780	－	－	19.18	－	－	－	－	－	－	17.92
800	－	－	19.25	－	－	－	－	－	－	18.01
816	－	－	19.35	－	－	－	－	－	－	－

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

書面投票用

案

附属書 B（規定）　使用可能な特定材料

序文

この附属書は、使用可能な特定材料について規定する。

表 B.1　炭素鋼及び低合金鋼

材料番号及びグレード記号		附属書 I の図 I.3 及び図 I.4 での曲線区分
SA-36		A
SA-105		B
SA-106	グレード A, B 及び C	B
SA-178	グレード C	B
SA-181		B
SA-182	グレード FR, F1, F2, F3V, F5, F5a, F9, F11 ｸﾗｽ 1&2, F12 ｸﾗｽ 1&2, F22V 及び F91	B
	グレード F21 及び F22 ｸﾗｽ 1&3	焼ならし焼戻しを行う場合　：C その他の場合　：B
SA-203	グレード A, B, D, E 及び F	D
SA-204	グレード A, B 及び C	A
SA-209	グレード T1, T1a 及び T1b	B
SA-210	グレード A-1 及び C	B
SA-213	グレード T2, T5, T5b, T5c, T9, T11, T12, T21, T22 及び T91	B
SA-234	グレード WPB, WPC, WP1, WP5, WP9, WP11 ｸﾗｽ 1, WP12 ｸﾗｽ 1 及び WP22 ｸﾗｽ 1	B
SA-266	グレード 1, 2, 3 及び 4	B
SA-283	グレード A, B, C 及び D	A
SA-285	グレード A 及び B グレード C	B A
SA-299		A
SA-302	グレード A 及び B	A
	グレード C 及び D	C
SA-333	継目無管 ：グレード 1, 3, 4, 6 及び 9 溶接管　：グレード 1	—
SA-334	継目無管 ：グレード 1, 3 及び 9 溶接管　：グレード 1	—

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 B.1　炭素鋼及び低合金鋼（つづき）

材料番号及びグレード記号		**附属書 I** の**図 I.3** 及び**図 I.4** での曲線区分
SA-335	グレード P1, P2, P5, P5b, P5c, P9, P11, P12, P21, P22 及び P91	B
SA-336	グレード F1, F3V, F5, F5A, F9, F11 ｸﾗｽ 2&3, F12 及び F22V	B
	グレード F21 ｸﾗｽ 1&3 及び F22 ｸﾗｽ 1&3	焼ならし焼戻し、又は焼入れ焼戻しを行う場合　：C その他の場合　：B
SA-350	グレード LF1, LF2, LF3 及び LF9	―
SA-369	グレード FP1, FP2, FP5, FP9, FP11, FP12, FP21 及び FP22	B
SA-387	グレード 2, 5, 11, 12, 21, 22 及び 91	A
	グレード 21 及び 22	焼ならし焼戻し、又は焼入れ焼戻しを行う場合　：C その他の場合　：A
SA-420	グレード WPL3, WPL6 及び WPL9	―
SA-423	継目無管 ：グレード 1 及び 2	B
SA-455		A
SA-508	グレード 1 及び 1A	D
	グレード 2 ｸﾗｽ 1,　2 ｸﾗｽ 2,　3 ｸﾗｽ 1, 3 ｸﾗｽ 2,　3V, 4N ｸﾗｽ 3 及び 22 ｸﾗｽ 3	B
SA-515	グレード 60	B
	グレード 65 及び 70	A
SA-516	グレード 55 及び 60	焼ならしを行う場合　：D 焼ならしを行わない場合　：C
	グレード 65 及び 70	焼ならしを行う場合　：D 焼ならしを行わない場合　：B
SA-524	グレード I 及び II	D
SA-533	グレード A ｸﾗｽ 1&2,　D ｸﾗｽ 2	A
	グレード B ｸﾗｽ 1&2,　C ｸﾗｽ 1&2	C
SA-537	クラス 1, 2 及び 3	D
SA-541	グレード 1, 1A,　2 ｸﾗｽ 1,　2 ｸﾗｽ 2, 3 ｸﾗｽ 1&2,　3V,　22 ｸﾗｽ 3 及び 22V	B

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 B.1　炭素鋼及び低合金鋼（つづき）

材料番号及びグレード記号		**附属書 I** の**図 I.3** 及び**図 I.4** での曲線区分
SA-542	タイプ B ｸﾗｽ 4,　C ｸﾗｽ 4a 及び D ｸﾗｽ 4a	A
SA-662	グレード A	焼ならしを行う場合　：D その他の場合　：C
	グレード B	焼ならしを行う場合　：D 焼ならしを行わない場合　：B
	グレード C	焼ならしを行う場合　：D その他の場合　：A
SA-675	グレード 45, 50, 55, 60, 65 及び 70	A
SA-727		B
SA-737	グレード B 及び C	A
SA-738	グレード A	D また、規格規定に従ってバナジウム及びコロンビウムを付加し、かつ、最低設計金属温度が－29℃以上の場合も D とする。
	グレード B	最低設計金属温度が －29℃以上の場合　：D その他の場合　：A
	グレード C	A
SA-739	グレード B11 及び B22	A
SA-765	グレード Ⅰ,Ⅱ及びⅢ	－
SA-832	グレード 21V 及び 22V	A
SA/EN 10028-2	グレード P355GH	焼ならしを行う場合　：D 圧延のままの場合　：B

案

備考　：1. 材料番号のみが規定され、グレード記号が規定されていない材料にあっては、当該材料番号に規定される全てのグレード記号を含むものとする。

2. 曲線区分 A の材料を細粒鋼で製造して焼ならしを行う場合で、曲線 C 又は D に区分されていない材料は曲線区分 B とする。

3. 曲線区分 B の材料（備考 2 により曲線 B とする材料、鋼管、熱交換器用鋼管、継手類及び鍛鋼品の材料を除く。）を細粒鋼で製造し、材料規格で許容される焼ならし、焼ならし焼戻し又は焼入れ焼戻しの熱処理を行う場合で、曲線区分 D に区分されていない材料は曲線区分 C とする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 B.2　高合金鋼

材料番号	グレード記号又はタイプ記号
SA-182	FXM-11, FXM-19, F304, F304L, F304H, F310, F316, F316L, F316H, F321, F321H, F347, F347H, F348, F348H
SA-213	TP304, TP304L, TP304H, TP304N, TP309S, TP309H, TP309Cb, TP310S, TP310H, TP310MoLN, TP316, TP316L, TP316H, TP316N, TP321, TP321H, TP347, TP347H, TP348, TP348H 及び XM-15
SA-240	XM-19, XM-29, 302, 304, 304L, 304H, 304N, 309S, 309H, 309Cb, 310S, 310H, 310MoLN, 316, 316L, 316N, 317, 317L, 321, 347, 347H, 348, XM-15, 405, 410, 410S, 429, 430 及び 26-3-3
SA-249	TPXM-19, TPXM-29, TP304, TP304L, TP304H, TP304N, TP309S, TP309H, TP309Cb, TP310S, TP310H, TP310Cb, T310MoLN, TP316, TP316L, TP316H, TP316N, TP317, TP321, TP321H, TP347, TP347H, TP348 及び TP348H
SA-268	継目無管 ：TP405, TP410, TP429, TP430, 26-3-3 溶接管　：26-3-3
SA-312	TPXM-19, TPXM-11, TP304, TP304L, TP304H, TP304N, TP309S, TP309H, TP309Cb, TP310S, TP310H, TP310Cb, TP310MoLN, TP316, TP316L, TP316H, TP316N, TP317, TP321, TP321H, TP347, TP347H, TP348, TP348H 及び TPXM-15 ただし、TP310Cb 及び TP310MoLN は溶接管のみ適用
SA-336	FXM-11, F304, F304L, F304H, F304N, F310, F316, F316L, F316H, F316N, F321, F321H, F347, F347H
SA-403	XM-19, 304, 304L, 304H, 304N, 309, 310, 316, 316L, 316N, 317, 317L, 321, 321H, 347, 347H, 348, 348H ただし、304L, 316, 317 及び 317L は継目無管のみ適用
SA-479	XM-19, 309H
SA-666	XM-11
SA-688	TP304, TP304L, TP316 及び TP316L
SA-803	TP26-3-3
SA-813	TP309S, TP309Cb, TP310S 及び TP310Cb
SA-814	TP309S, TP309Cb, TP310S 及び TP310Cb

参考

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 B.3　9%ニッケル鋼関係

材料番号	グレード記号又はタイプ記号
SA-333	8（継目無管）
SA-334	8（継目無管）
SA-353	
SA-420	WPL8（継目無管）
SA-522	I
SA-553	I

表 B.4　銅及び銅合金

材料番号	UNS 番号
SB-96	C65500
SB-98	C65100, C65500 及び C66100
SB-111	C28000, C44300, C44400, C44500, C60800, C70600, C71500
SB-169	C61400
SB-171	C46400, C70600 及び C71500
SB-187	C10200 及び C11000
SB-395	C70600 及び C71500

表 B.5　アルミニウム及びアルミニウム合金

材料番号	記号又は UNS 番号
SB-209	A93003, A93004, A95052, A95083, A95086, A95454 及び A96061
SB-210	Alclad 3003 A93003, A96061 及び A96063
SB-221	A93003, A95083, A95454, A96061 及び A96063
SB-241	Alclad 3003 A93003, A95083, A95454, A96061 及び A96063
SB-308	A96061

参考

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 B.6　ニッケル及びニッケル合金関係

材料番号	UNS 番号
SB-127	N04400
SB-160	N02200 及び N02201
SB-161	N02200 及び N02201
SB-162	N02200 及び N02201
SB-163	N02200, N02201, N04400, N06600, N08800, N08810 及び N08825
SB-164	N04400 及び N04405
SB-165	N04400
SB-166	N06600
SB-167	N06600
SB-168	N06600
SB-333	N10001, N10665
SB-335	N10001, N10665
SB-366	N06022, N06059, N10276, N10665
SB-407	N08800, N08810
SB-408	N08800, N08810
SB-409	N08800, N08810
SB-423	N08825
SB-424	N08825
SB-425	N08825
SB-434	N10003
SB-435	N06002
SB-462	N06022, N06059, N10276 及び N10665
SB-511	N08330
SB-514	N08800 及び N08810
SB-515	N08800, N08810
SB-516	N06600
SB-517	N06600
SB-536	N08330
SB-564	N04400, N06022, N06059, N06600, N08800, N08810
SB-572	N06002
SB-573	N10003
SB-574	N06022, N06059, N06455 及び N10276
SB-575	N06022, N06059, N06455 及び N10276
SB-581	N06007
SB-582	N06007

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 B.6　ニッケル及びニッケル合金関係（つづき）

材料番号	UNS 番号
SB-619	N06002, N06007, N06022, N06059, N06455, N10001, N10276, N10665
SB-622	N06002, N06007, N06022, N06059, N06455, N10001, N10276, N10665
SB-626	N06002, N06007, N06022, N06059, N06455, N10001, N10276, N10665

表 B.7　チタン及びチタン合金

材料番号	UNS 番号
SB-265	R50250, R50400, R50550, R52400, R52402 及び R53400
SB-338	R50250, R50400, R50550, R52400, R52402 及び R53400
SB-348	R50250, R50400, R50550, R52400, R52402 及び R53400
SB-381	R50250, R50400, R50550, R52400, R52402 及び R53400
SB-861	R50250, R50400, R50550, R52400 及び R53400
SB-862	R50250, R50400, R50550, R52400 及び R53400

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

書面投票用

案

附属書 C（規定）　JIS 規格材料の P 番号グループ番号と特定材料の P 番号グループ番号との対比

序文

この附属書は、**JIS** 規格材料と特定材料の P 番号グループ番号の対比について規定する。

表 C.1　JIS 規格材料と特定材料の P 番号の対比

JIS B 8285 附属書 A による材料の P 番号グループ番号	**ASME Section II Part D** による材料の P 番号グループ番号
P 番号 1 グループ番号 1, 2 及び 3	P 番号 1 グループ番号 1, 2 及び 3
P 番号 3 グループ番号 1, 2 及び 3	P 番号 3 グループ番号 1, 2 及び 3
P 番号 4 グループ番号 1 及び 2	P 番号 4 グループ番号 1 及び 2
P 番号 5 グループ番号 1, 2 及び 3	P 番号 5A グループ番号 1 P 番号 5B グループ番号 1 P 番号 5C グループ番号 1
P 番号 6	P 番号 6 グループ番号 1, 2 及び 3
P 番号 7	P 番号 7 グループ番号 1 及び 2
P 番号 8A 材料規格規定での Cr 含有量≦19% 材料規格規定での Cr 含有量＞19%	 P 番号 8 グループ番号 1 及び 3 P 番号 8 グループ番号 2 及び 3
P 番号 8B	P 番号 10H グループ番号 1
P 番号 9A	P 番号 9A グループ番号 1
P 番号 9B	P 番号 9B グループ番号 1
P 番号 11A	P 番号 11A グループ番号 1
P 番号 21	P 番号 21
P 番号 22	P 番号 22
P 番号 23	P 番号 23
P 番号 25	P 番号 25
P 番号 27	－
P 番号 31	P 番号 31
P 番号 32	P 番号 32
－	P 番号 33
P 番号 34	P 番号 34
P 番号 35	P 番号 35
P 番号 41	P 番号 41
P 番号 42	P 番号 42

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 C.1　JIS 規格材料と特定材料の P 番号の対比（つづき）

JIS B 8285 附属書 A による材料の P 番号グループ番号	**ASME Section II Part D** による材料の P 番号グループ番号
P 番号 43	P 番号 43
P 番号 45	P 番号 45
P 番号 51	P 番号 51
P 番号 52	P 番号 52

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

附属書 D（規定）　内圧又は内圧と圧力以外の荷重を保持する胴、直管及び鏡板の最小厚さ

D.1 適用範囲

この附属書は、内圧又は内圧と圧力以外の荷重を保持する胴、直管及び鏡板の最小厚さについて規定する。

D.2 内圧又は内圧と圧力以外の荷重を保持する胴又は直管の最小厚さ

D.2.1 記号の意味

D.2 で用いる記号の意味は、次による。

D_i ： 胴又は直管の内径 (mm)。ただし、円すい胴の場合は、最小厚さを求める位置での内径で、円すい胴の軸に垂直に測った値

D_o ： 胴の外径(mm)。ただし、円すい胴の場合は、最小厚さを求める位置での外径で、円すい胴の軸に垂直に測った値

F ： 胴又は直管の軸方向に作用する軸力［**図 D.2** 参照］(N)

M ： 胴又は直管の軸方向に作用する曲げモーメント［**図 D.2** 参照］(N-mm)

P ： 設計圧力(MPa)

T ： 胴又は直管の軸回りに作用する捩りモーメント［**図 D.2** 参照］(N-mm)

t ： 胴又は直管の最小厚さ(mm)

α ： 同心の円すい胴の円すいの頂角の 1/2 の角度 (度)

α_1 ： 斜めの円すい胴の円すいの頂角の 1/2 の角度 (度) ［**図 D.1** 参照］

α_2 ： 斜めの円すい胴の円すいの頂角の 1/2 の角度 (度) ［**図 D.1** 参照］

η ： 溶接継手の効率

ϕ ： 球形胴の評価する円周位置までの角度で、球形胴の中心を通る垂線から測った値 (度)［**図 D.2** 参照］

θ ： 円すい胴等の水平断面での評価する円周位置までの角度で、中心軸から測った値 (度)［**図 D.2** 参照］

σ_a ： 設計温度における胴又は直管の材料の許容引張応力(N/mm^2)

σ_{eq} ： ミーゼスの相当応力(N/mm^2)

σ_r ： 半径方向応力(N/mm^2)

σ_θ ： 円周方向応力(N/mm^2)

σ_1，σ_2，σ_3 ： 主応力(N/mm^2)

σ_x，σ_y，σ_z ： 3 軸（x, y, z）方向の引張応力(N/mm^2)

τ_{xy}，τ_{yz}，τ_{zx} ： 3 軸（x, y, z）の xy, yz, zx 方向のせん断応力(N/mm^2)

D.2.2 円筒胴又は直管の最小厚さ

円筒胴又は直管の最小厚さは、次の **a)** 又は **b)** による。

a) 内圧のみを保持する場合の最小厚さは、次式による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$t = \frac{D_i}{2}\left(\exp\left[\frac{P}{\sigma_a \eta}\right] - 1\right)$$

b) 内圧と圧力以外の荷重が同時に作用する場合の最小厚さ（総体的構造不連続部より $2.5\sqrt{Rt}$ 以上離れた場所での最小厚さで、胴の内径と胴の厚さの比が 3.0 を超える場合に限る。）は、次の **1)** 及び **2)** による。

1) 内圧と圧力以外の荷重が同時に作用する場合の最小厚さは、次の手順により求める。

手順 1　円筒胴又は直管の最小厚さを仮定する。

手順 2　圧力及び作用する各荷重により円筒胴又は直管に生じる応力成分（σ_x、σ_y、σ_z、τ_{xy}、τ_{yz}、τ_{zx}）を圧力及び各荷重のそれぞれに対して求める。

手順 3　手順 2 で求めた圧力及び各荷重の応力成分を代数和により合成し、合成した値を用いて主応力（σ_1、σ_2、σ_3）を求める。
主応力は、次式を満足する三根として求める。

$$\sigma^3 - (\sigma_x + \sigma_y + \sigma_z)\sigma^2 + (\sigma_y\sigma_z + \sigma_z\sigma_x + \sigma_x\sigma_y - \tau_{xy}^2 - \tau_{yz}^2 - \tau_{zx}^2)\sigma$$
$$- \sigma_x\sigma_y\sigma_z + \sigma_x\tau_{yz}^2 + \sigma_y\tau_{xz}^2 + \sigma_z\tau_{xy}^2 - 2\tau_{yz}\tau_{zx}\tau_{xy} = 0$$

手順 4　手順 3 で求めた主応力を用いて、次式によりミーゼスの相当応力を求める。

$$\sigma_{eq} = \frac{1}{\sqrt{2}}\left[(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2\right]^{0.5}$$

手順 5　最小厚さ
手順 4 で求めたミーゼスの相当応力が **5.2.5** の規定を満足する場合は、手順 1 で仮定した厚さを最小厚さとする。
満足しない場合は、円筒胴又は直管の最小厚さの仮定値を増し、手順 1 から手順 5 を、手順 5 を満足するまで繰り返す。

2) 内圧及び圧力以外の各荷重による応力成分は、次の **2.1)**～**2.4)**による（**図 D.2** 参照）。

2.1) 円筒胴又は直管が内圧を保持する場合の応力成分

円周方向応力　$\sigma_y = \sigma_\theta = \dfrac{PD_i}{\eta(D_o - D_i)}$

軸方向応力　$\sigma_z = \dfrac{PD_i^2}{\eta(D_o^2 - D_i^2)}$

半径方向応力　$\sigma_x = \sigma_r = -0.5P$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$\sigma_x = \tau_{xy} = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$$

2.2) 円筒胴又は直管の軸方向に曲げモーメント M が作用する場合の応力成分

軸方向応力 $$\sigma_z = \pm \frac{32 D_o M}{\eta \pi \left(D_o^{\ 4} - D_i^{\ 4} \right)} \cos\theta$$

$$\sigma_x = \sigma_y = \tau_{xy} = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$$

2.3) 円筒胴又は直管の軸方向に軸力 F が作用する場合の応力成分

軸方向応力 $$\sigma_z = \frac{4}{\eta \pi \left(D_o^{\ 2} - D_i^{\ 2} \right)} F$$

$$\sigma_x = \sigma_y = \tau_{xy} = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$$

2.4) 円筒胴又は直管の軸回りに捩りモーメント T が作用する場合の応力成分

せん断応力 $$\tau_{xy} = \frac{16 D_o}{\pi \left(D_o^{\ 4} - D_i^{\ 4} \right)} T$$

$$\sigma_z = \sigma_x = \sigma_y = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$$

案

D.2.3 球形胴の最小厚さ

球形胴の最小厚さは、次の **a)** 又は **b)** による。

a) 内圧のみを保持する場合の最小厚さは、次式による。

$$t = \frac{D_i}{2} \left(exp\left[\frac{0.5P}{\sigma_a \eta} \right] - 1 \right)$$

b) 内圧と圧力以外の荷重が同時に作用する場合の最小厚さ（総体的構造不連続部より $2.5\sqrt{Rt}$ 以上離れた場所での最小厚さで、胴の内径と胴の厚さの比が 3.0 を超える場合に限る。）は、**D.2.2 b) 1)** と同じ手順による。

また、内圧及び圧力以外の各荷重による応力成分は、次の **1)**～**4)**による（**図 D.2** 参照）。

1) 球形胴が内圧を保持する場合の応力成分

円周方向応力 $$\sigma_y = \sigma_\theta = \frac{P D_i^{\ 2}}{\eta \left(D_o^{\ 2} - D_i^{\ 2} \right)}$$

軸方向応力 $$\sigma_z = \frac{P D_i^{\ 2}}{\eta \left(D_o^{\ 2} - D_i^{\ 2} \right)}$$

半径方向応力 $$\sigma_x = \sigma_r = -0.5P$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$\sigma_x = \tau_{xy} = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$$

2) 球形胴の軸方向に曲げモーメント M が作用する場合の応力成分

軸方向応力 $$\sigma_z = \pm \frac{32 D_o \cos\theta}{\eta\pi\left(D_o{}^4 - D_i{}^4\right) \sin^3\phi} M$$

せん断応力 $$\tau_{xy} = \frac{32 D_o M}{\pi\left(D_o{}^4 - D_i{}^4\right)} \frac{\cos\phi}{\sin^3\phi} \sin\theta$$

$$\sigma_x = \sigma_y = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$$

3) 球形胴の軸方向に軸力 F が作用する場合の応力成分

軸方向応力 $$\sigma_z = \frac{4}{\eta\pi\left(D_o{}^2 - D_i{}^2\right)\sin^2\phi} F$$

$$\sigma_x = \sigma_y = \tau_{xy} = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$$

4) 球形胴の軸回りに捩りモーメント T が作用する場合の応力成分

せん断応力 $$\tau_{xy} = \frac{16 D_o}{\pi\left(D_o{}^4 - D_i{}^4\right)\sin^2\phi} T$$

$$\sigma_z = \sigma_x = \sigma_y = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$$

参考

D.2.4 円すい胴の最小厚さ

D.2.4.1 適用条件

次の **a)** 又は **b)** による。

a) 同心の円すい胴の頂角の 2 分の 1 の値（α）は、60 度以下とする。

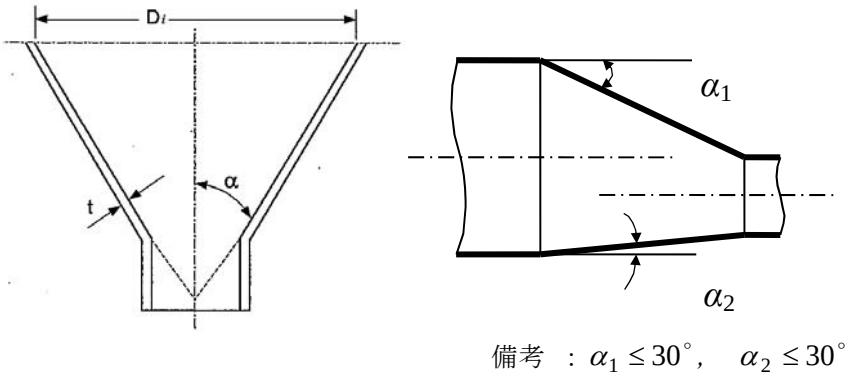
b) 斜めの円すい胴は、次の **1)**～**3)** による。

1) 最小厚さの計算に用いる円すいの頂角の 2 分の 1 の値は、**図 D.1** に示す α_1 又は α_2 のいずれか大なる値とする。

2) 最小厚さの計算に用いる円すい部の内径は、円筒胴の軸に対し垂直に測った値とする。

3) 円すい胴の大径側に取付く円筒胴の軸と円すい胴の大径側に取付く円筒胴の軸は、平行とする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。



a) 同心の円すい胴　　**b)** 斜めの円すい胴

図 D.1　円すい胴†

D.2.4.2　最小厚さ

円すい胴の円すい部の最小厚さは次の **a)** 又は **b)** に、円筒胴と円すい胴の接続部の最小厚さは **D.4** による。

a) 内圧のみを保持する場合の最小厚さは、次式による。

$$t = \frac{D_i}{2\cos\alpha}\left(\exp\left[\frac{P}{\sigma_a \eta}\right] - 1\right)$$

b) 内圧と圧力以外の荷重が同時に作用する場合の最小厚さ（総体的構造不連続部より $2.5\sqrt{Rt}$ 以上離れた場所での最小厚さで、胴の内径と胴の厚さの比が 3.0 を超える場合に限る。）は、**D.2.2 b) 1)** と同じ手順による。

また、内圧及び圧力以外の各荷重による応力成分は、次の **1)**～**4)**による（**図 D.2** 参照）。

1) 円すい胴が内圧を保持する場合の応力成分

円周方向応力　$\sigma_y = \sigma_\theta = \dfrac{PD_i}{\eta(D_o - D_i)\cos\alpha}$

軸方向応力　$\sigma_z = \dfrac{PD_i^{\,2}}{\eta(D_o^{\,2} - D_i^{\,2})\cos\alpha}$

半径方向応力　$\sigma_x = \sigma_r = -0.5P$

$\sigma_x = \tau_{xy} = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$

2) 円すい胴の軸方向に曲げモーメント M が作用する場合の応力成分

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

軸方向応力 $$\sigma_z = \pm \frac{32 D_o \cos\theta}{\eta\pi\left(D_o{}^4 - D_i{}^4\right)\cos\alpha} M$$

せん断応力 $$\tau_{xy} = \frac{32 D_o M}{\pi\left(D_o{}^4 - D_i{}^4\right)}(\tan\alpha)(\sin\theta) M$$

$$\sigma_x = \sigma_y = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$$

3) 円すい胴の軸方向に軸力 F が作用する場合の応力成分

軸方向応力 $$\sigma_z = \frac{4}{\eta\pi\left(D_o{}^2 - D_i{}^2\right)\cos\alpha} F$$

$$\sigma_x = \sigma_y = \tau_{xy} = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$$

4) 円すい胴の軸回りに捩りモーメント T が作用する場合の応力成分

せん断応力 $$\tau_{xy} = \frac{16 D_o}{\pi\left(D_o{}^4 - D_i{}^4\right)} T$$

$$\sigma_z = \sigma_x = \sigma_y = \tau_{yz} = \tau_{zx} = 0$$

案

D.3 内圧又は内圧と圧力以外の荷重を保持する鏡板の最小厚さ

D.3.1 記号の意味

D.3 で用いる記号の意味は、次による。

C_1 ： さら形鏡板の形状係数

C_2 ： さら形鏡板の形状係数

D_i ： さら形鏡板の円筒胴に接続する部分の内径、又は半だ円体形鏡板の内側の長径 (mm)

E_t ： 設計温度におけるさら形鏡板の材料の縦弾性係数 (N/mm^2)

G ： P_e/P_y の値

h ： 半だ円体形鏡板の内側の短径の 2 分の 1 の長さ(mm)

K ： 半だ円体形鏡板の形状によって定まる係数で、次式より求める値

$$K = \frac{1}{6}\left\{2 + \left(\frac{D_i}{2h}\right)^2\right\}$$

P ： 設計圧力（単位 MPa）

P_{ac} ： さら形鏡板のクラウン部の破裂破壊に対する許容圧力(MPa)

P_{ak} ： さら形鏡板のナックル部の座屈破壊に対する許容圧力(MPa)

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

P_{ck} ： さら形鏡板のナックル部に座屈破壊を生じる圧力(MPa)

P_e ： さら形鏡板のナックル部に弾性座屈を生じる圧力(MPa)

P_y ： さら形鏡板のナックル部が降伏する圧力(MPa)

R_e ： さら形鏡板のナックル部の応力計算に用いる等価半径(mm)

R_i ： さら形鏡板のクラウン部の内半径(mm)

r ： さら形鏡板のナックル部の内半径(mm)

$S_{y/t}$ ： 設計温度におけるさら形鏡板の材料の降伏点又は 0.2%耐力(N/mm^2)

t ： さら形鏡板の仮定した最小厚さ(mm)

X ： 許容応力を定めるための係数の値で、次の **1)**～**3)** による。

1) 設計温度が材料のクリープ温度未満で、かつ、設計温度における材料の許容引張応力の値が設計温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力の 1.5 分の 1 以下の値で定まっている場合は、1.5

2) 設計温度が材料のクリープ温度未満で、かつ、設計温度における材料の許容引張応力の値が設計温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力の 90%以下の値で定まっている場合は、1.1

3) 設計温度が材料のクリープ温度以上の場合は、1.0

β_{th} ： さら形鏡板のクラウン部の角度の 2 分の 1 の値(ラジアン)

η ： 溶接継手の効率

σ_a ： 設計温度におけるさら形鏡板の材料の許容引張応力(N/mm^2)

ϕ_{th} ： さら形鏡板の最小厚さの計算に用いる角度(ラジアン)

D.3.2 さら形鏡板の最小厚さ

a) 内圧のみを保持するクラウン部とナックル部が同一厚さのさら形鏡板の最小厚さは、次の手順による。

手順 1 最小厚さ t を仮定する。

手順 2 次式により鏡板の形状係数 β_{th}、ϕ_{th} 及び R_e を求める。

$$\beta_{th} = \arccos\left(\frac{0.5D_i - r}{R_i - r}\right)$$

$$\phi_{th} = \frac{\sqrt{R_i t}}{r}$$

$\phi_{th} < \beta_{th}$ の場合 ： $R_e = \dfrac{0.5D_i - r}{\cos(\beta_{th} - \phi_{th})} + r$

$\phi_{th} \geq \beta_{th}$ の場合 ： $R_e = 0.5D_i$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

手順 3　次式により係数 C_1 及び C_2 を求める。

$\frac{r}{D_i} \leq 0.08$ の場合　：　$C_1 = 9.31\left(\frac{r}{D_i}\right) - 0.086$

：　$C_2 = 1.25$

$\frac{r}{D_i} > 0.08$ の場合　：　$C_1 = 0.692\left(\frac{r}{D_i}\right) + 0.605$

：　$C_2 = 1.46 - 2.6\left(\frac{r}{D_i}\right)$

手順 4　次式によりナックル部に弾性座屈（P_e）を生じる圧力を求める。

$$P_e = \frac{C_1 E_t t^2}{C_2 R_e\left(\frac{R_e}{2} - r\right)}$$

手順 5　次式によりナックル部の最大応力が材料の降伏点に等しくなる圧力（P_y）を求める。

$$P_y = \frac{XS_{y/t}t}{C_2 R_e\left(\frac{R_e}{2r} - 1\right)}$$

手順 6　次式によりナックル部の座屈破壊圧力（P_{ck}）を求める。

$G \leq 1.0$ の場合 ：$P_{ck} = 0.6P_e$

$G > 1.0$ の場合 ：

$$P_{ck} = \left(\frac{0.77508G - 0.20354G^2 + 0.019274G^3}{1 + 0.19014G - 0.089534G^2 + 0.0093965G^3}\right)P_y$$

ここで、G は次式より求める値を表す。

$$G = P_e / P_y$$

手順 7　ナックル部の座屈破壊に対する許容圧力（P_{ak}）を求める。

$$P_{ak} = \frac{P_{ck}}{1.5}$$

手順 8　クラウン部の破裂破壊に対する許容圧力（P_{ac}）を求める。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$P_{ac} = \frac{2\sigma_a \eta}{\frac{R_i}{t} + 0.5}$$

手順 9　手順 7 及び手順 8 で求めた P_{ak} 及び P_{ac} が、次式を満足することを確認する。満足しない場合は、鏡板の最小厚さの仮定値を増し、手順 1 から手順 9 を、手順 9 を満足するまで繰り返す。

$$min[P_{ak}, P_{ac}] \geq P$$

b)　内圧と圧力以外の荷重が同時に作用する場合の最小厚さ（総体的構造不連続部より $2.5\sqrt{Rt}$ 以上離れた場所での最小厚さで、胴の内径と胴の厚さの比が 3.0 を超える場合に限る。）は、**D.2.3 b)**と同じ手順による。

この場合、球形胴の内径は、さら形鏡板のクラウン部の内半径の 2 倍の値とする。

案

D.3.3　全半球形鏡板の最小厚さ

全半球形鏡板の最小厚さは、**D.2.3** による。

D.3.4　半だ円体形鏡板の最小厚さ

a)　内圧のみを保持する半だ円体鏡板の最小厚さは、**D.3.2** の R_i 及び r をそれぞれ次式から求める値に置き換えて **D.3.2** による。

$$R_i = D_i(0.44K + 0.02)$$

$$r = D_i\left(\frac{0.5}{K} - 0.08\right)$$

b)　内圧と圧力以外の荷重が同時に作用する場合の最小厚さの（総体的構造不連続部より $2.5\sqrt{Rt}$ 以上離れた場所での最小厚さで、胴の内径と胴の厚さの比が 3.0 を超える場合に限る。）は、**D.2.3 b)**と同じ手順による。

この場合、球形胴の内径は、上記 **a)**より求めた R_i の値の 2 倍の値とする。

D.3.5　円すい体形鏡板の最小厚さ

円すい体形鏡板の円すい部の最小厚さは **D.2.4** に、円筒胴と円すい体形鏡板の大径端接続部の最小厚さは **D.4** による。

D.4 内圧を保持する円筒胴と円すい胴又は円すい体形鏡板の接続部

D.4.1　記号の意味

D.4 で用いる記号の意味は、次による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

B ： 形状係数で、 $B = tan\,\alpha$

D_i ： 円すい胴大径端部の接続部の丸みを含まない部分の内径(mm)

H ： 形状係数で、次式による。

大径端部： $H = \sqrt{\dfrac{R_L}{t_L}}$ 、 小径端部： $H = \sqrt{\dfrac{R_S}{t_S}}$

K_{cpc}： 円筒胴と円すい胴の小径端部の接続部の塑性補正係数

K_{pc} ： 円筒胴と円すい胴の大径端部の接続部の塑性補正係数

K_m ： 円すい胴の丸みの計算に用いる長さ係数

L_C ： 円すい胴の軸に平行に測った丸みを含まない円すい胴の長さ［**図 D.3** 参照］(mm)

L_{1f} ： 円すい胴小径端部の丸みの応力計算に用いる長さ(mm)

L_{1k} ： 円すい胴大径端部の丸みの応力計算に用いる長さ(mm)

L_f ： 円すい胴小径端部の丸みの応力計算に用いる長さ［**図 D.4** 参照］(mm)

L_k ： 円すい胴大径端部の丸みの応力計算に用いる長さ［**図 D.4** 参照］(mm)

M_{SN}： 円筒胴に作用する子午線方向モーメント

M_{CSP}: 円筒胴と円すい胴の接続部で内圧により円すい胴に作用する子午線方向モーメント(N-mm/mm)

M_{SP} ： 円筒胴と円すい胴の接続部で内圧により円筒胴に作用する子午線方向モーメント(N-mm/mm)

N_{CS} ： 内圧による円すい胴に作用する子午線方向膜力(N/mm)

$N_{C\theta}$： 内圧による円すい胴に作用する周方向膜力(N/mm)

N_S ： 内圧による円筒胴に作用する子午線方向膜力(N/mm)

N_θ ： 内圧による円筒胴に作用する周方向膜力(N/mm)

n ： 形状係数

P ： 設計圧力(MPa)

P_e ： 円すい胴端部の丸みの応力計算に用いる等価圧力(MPa)

Q_C ： 円すい胴に作用するせん断力(N)

Q_N ： 円筒胴に作用するせん断力(N)

Q_P ： 円筒胴と円すい胴の接続部で内圧により円筒胴に作用するせん断力(N)

R_C ： 円すい胴の等価半径(mm)

R_L ： 円すい胴大径端部に接続する円筒胴の内半径［**図 D.3** 及び**図 D.4** 参照］(mm)

R_S ： 円すい胴小径端部に接続する円筒胴の内半径［**図 D.3** 及び**図 D.4** 参照］(mm)

R_f ： 円すい胴小径端部の丸みの厚さ中心での半径(mm)

R_k ： 円すい胴大径端部の丸みの厚さ中心での半径(mm)

r_f ： 円すい胴小径端部の丸みの内半径［**図 D.3** 及び**図 D.4** 参照］(mm)

r_k ： 円すい胴大径端部の丸みの内半径［**図 D.3** 及び**図 D.4** 参照］(mm)

t_C ： 円すい胴の最小厚さで、厚さを検討する位置での円すい胴の内径に応じた最小厚

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

さを用いてもよい。［**図 D.3** 及び**図 D.4** 参照］(mm)

t_f ： 円すい胴小径端部の丸みの最小厚さ［**図 D.4** 参照］(mm)

t_j ： 丸みを設けない場合の大径端接続部又は小径端接続部の円筒胴及び円すい胴の厚さで、大径端では t_L 又は t_C の厚い方の厚さ以上、小径径端では t_S 又は t_C の厚い方の厚さ以上とする。［**図 D.4** 参照］(mm)

t_k ： 円すい胴大径端部の丸みの最小厚さ［**図 D.4** 参照］(mm)

t_L ： 円すい胴大径端部に接続する円筒胴の最小厚さ［**図 D.3** 及び**図 D.4** 参照］(mm)

t_S ： 円すい胴小径端部に接続する円筒胴の最小厚さ［**図 D.3** 及び**図 D.4** 参照］(mm)

α ： 円すい胴の半頂角［**図 D.3** 及び**図 D.4** 参照］(度)

β_{co} ： 円すい胴の形状係数(mm^{-1})

β_{cy} ： 円筒胴の形状係数(mm^{-1})

η ： 溶接継手の効率

ν ： 材料のポアソン比

σ_a ： 設計温度における円すい胴の材料の許容引張応力(N/mm^2)

σ_{sm} ： 円筒胴、円すい胴の子午線方向膜応力(N/mm^2)

σ_{sb} ： 円筒胴、円すい胴の子午線方向曲げ応力(N/mm^2)

$\sigma_{\theta m}$ ： 円筒胴、円すい胴の周方向膜応力(N/mm^2)

$\sigma_{\theta b}$ ： 円筒胴、円すい胴の周方向曲げ応力(N/mm^2)

D.4.2 円すい胴と円筒胴の接続部—丸みを設けない場合

D.4.2.1 形状制限

円筒胴と円すい胴とを丸みを設けないで接続する場合は、次の **a)** 及び **b)** による。

a) 円筒胴と円すい胴の接続部の形状は、**図 D.3(a)**並びに**図 D.4(a)**及び**(b)**による。

b) 円すい胴の長さ（Lc）は、次式による。ここで、右辺の t_C は、第 1 項は大径端接続部、第 2 項は小径端接続部の円すい胴の最小厚さを表す［**図 D.4** 参照］。

$$L_C \geq 2.0\sqrt{\frac{R_L t_C}{\cos\alpha}} + 1.4\sqrt{\frac{R_S t_C}{\cos\alpha}}$$

D.4.2.2 円すい胴大径端

円筒胴と円すい胴の接続部の最小厚さは、次の手順による。

手順 1　円筒胴の最小厚さ t_L を求める。

手順 2　円すい胴大径端部の最小厚さ t_C を求める。

手順 3　次の条件をすべて満足することを確認する。

$$20 \leq \frac{R_L}{t_L} \leq 500、\qquad 1 \leq \frac{t_C}{t_L} \leq 2、\qquad \alpha \leq 60^\circ$$

手順 4　次式の値を用い、**表 D.2** より M_{SN} 及び Q_N を求める。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$n = t_C / t_L$$

$$H = \sqrt{\frac{R_L}{t_L}}$$

$$B = \tan\alpha$$

手順 5　次の **1)**及び **2)**より、円筒胴及び円すい胴に作用する荷重を求める。

1)　円筒胴

$$M_{SP} = Pt_L^2 M_{SN}$$

$$Q_P = Pt_L Q_N$$

$$\beta_{cy} = \left[\frac{3\left(1-\nu^2\right)}{R_L^2 t_L^2}\right]^{0.25}$$

$$N_S = \frac{PR_L}{2}$$

$$N_\theta = PR_L + 2\beta_{cy} R_L \left(-M_{SP}\beta_{cy} + Q_P\right)$$

$$K_{pc} = 1.0$$

2)　円すい胴

$$M_{CSP} = M_{SP}$$

$$Q_C = Q_P \cos\alpha + N_S \sin\alpha$$

$$R_C = \frac{R_L}{\cos\alpha}$$

$$\beta_{co} = \left[\frac{3(1-\nu^2)}{R_C^2 t_C^2}\right]^{0.25}$$

$$N_{CS} = N_S \cos\alpha - Q_P \sin\alpha$$

$$N_{C\theta} = \frac{PR_L}{\cos\alpha} + 2\beta_{CO} R_C \left(-M_{CSP} - Q_C\right)$$

$$K_{cpc} = 1.0$$

手順 6　次の **1)**及び **2)**より、円筒胴及び円すい胴の応力を求める。

1)　円筒胴部

$$\sigma_{sm} = \frac{N_S}{t_L}$$

$$\sigma_{sb} = \frac{6M_{SP}}{t_L^2 K_{pc}}$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$\sigma_{\theta m} = \frac{N_\theta}{t_L}$$

$$\sigma_{\theta b} = \frac{6\nu M_{SP}}{t_L^2 K_{pc}}$$

2) 円すい胴

$$\sigma_{sm} = \frac{N_{CS}}{t_C}$$

$$\sigma_{sb} = \frac{6M_{CSP}}{t_C^2 K_{cpc}}$$

$$\sigma_{\theta m} = \frac{N_{C\theta}}{t_C}$$

$$\sigma_{\theta b} = \frac{6\nu M_{CSP}}{t_C^2 K_{cpc}}$$

手順 7　最小厚さの検討

円筒胴及び円すい胴のそれぞれが、次式を満足することを確認する。

$$\sigma_{sm} \le 1.5\sigma_a$$

$$\sigma_{sm} \pm \sigma_{sb} \le 2.0\sigma_a$$

$$\sigma_{\theta m} \le 1.5\sigma_a$$

$$\sigma_{\theta m} \pm \sigma_{\theta b} \le 2.0\sigma_a$$

手順 8　手順 7 を満足しない場合は、手順 1 及び手順 2 の最小厚さを増し、手順 1 から手順 7 を、手順 7 を満足するまで繰り返す。

D.4.2.3　円すい胴小径端

小径端部についても、**表 D.1** に示すように大径端に係る寸法を小径端に係る寸法に置き換え、大径端部と同様の手順及び算式により、円筒胴及び円すい胴の最小厚さの確認を行う。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 D.1　大径端部寸法の小径端部寸法への置き換え

大径端部	小径端部
R_L	R_S
t_C　（大径端）	t_C　（小径端）
t_L	t_S
M_{SN}　（**表 D.2**）	M_{SN}　（**表 D.3**）
Q_N　（**表 D.2**）	Q_N　（**表 D.3**）

D.4.3　円すい胴と円筒胴の接続部—丸みを設ける場合

D.4.3.1　形状制限

円筒胴と円すい胴とを丸みを設けて接続する場合の形状は、**図 D.3(a)～(c)**及び**図 D.4 (a)**及び**(d)**による。

D.4.3.2　円すい胴大径端

コンパクトナックルを用いる円すい胴大径端部の設計は、次の手順による。

注：コンパクトナックルとは、手順 3 に示す条件を満足するナックルをいう（以下、同じ。）。

手順 1　円筒胴の最小厚さ t_L を求める。

手順 2　円すい胴の最小厚さ t_C を求める。

手順 3　次の条件をすべて満足することを確認する。

$$t_k \geq t_L、\quad r_k \geq 3t_k、\quad r_k \geq 0.03R_L、\quad \alpha \leq 60^\circ$$

$$\frac{\pi}{180}\alpha r_k < 2K_m\left[\left\{R_k\left(\left(\frac{\pi}{180}\alpha\right)^{-1}\tan\alpha\right)^{0.5} + r_k\right\}t_k\right]^{0.5}$$

ここで、K_m=0.7 とする。

手順 4　次式により、接続部の応力を求める。

$$\sigma_{sm} = \frac{PL_{1k}}{2t_k}$$

$$\sigma_{\theta m} = \frac{PK_m\left(R_L\sqrt{R_L t_L} + L_k\sqrt{L_k t_C}\right) + \left(\frac{\pi}{180}\alpha\right)\left(PL_{1k}r_k - 0.5P_e L_{1k}{}^2\right)}{K_m\left(t_L\sqrt{R_L t_L} + t_C\sqrt{L_k t_C}\right) + \frac{\pi}{180}\alpha t_k r_k}$$

ここで、

$$L_k = \frac{R_k}{\cos\alpha} + r_k$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$L_{1k} = R_k \left[\left(\frac{\pi}{180} \alpha \right)^{-1} \tan \alpha \right]^{0.5} + r_k$$

K_m=0.7

手順 5 最小厚さの検討

手順 4 で求めた応力が、次式を満足することを確認する。

$$\sigma_{sm} \leq \sigma_a$$

$$\sigma_{\theta m} \leq \sigma_a$$

手順 6　手順 5 を満足しない場合は、手順 1 及び手順 2 の最小厚さを増し、手順 1 から手順 5 を、手順 5 を満足するまで繰り返す。

D.4.3.3　円すい胴小径端

コンパクトナックルを用いる円すい胴小径端部の設計は、次の手順による。

手順 1　円筒胴の最小厚さ t_S を求める。

手順 2　円すい胴の最小厚さ t_C を求める。

手順 3　次の条件をすべて満足することを確認する。

$$t_f \geq t_S 、\quad r_f \geq 3t_f 、\quad r_f \geq 0.03R_S 、\quad \alpha \leq 60^\circ$$

$$\frac{\pi}{180} \alpha r_f < 2K_m \left[\left\{ R_f \left(\left(\frac{\pi}{180} \alpha \right)^{-1} \tan \alpha \right)^{0.5} - r_f \right\} t_f \right]^{0.5}$$

ここで、K_m=0.7 とする。

手順 4　次式により、接続部の応力を求める。

$$\sigma_{sm} = \frac{PL_{1f}}{2t_f}$$

$$\sigma_{\theta m} = \frac{PK_m \left(R_S \sqrt{R_S t_S} + L_f \sqrt{L_f t_C} \right) + \left(\frac{\pi}{180} \alpha \right) \left(PL_{1f} r_f - 0.5 P_e L_{1f}{}^2 \right)}{K_m \left(t_S \sqrt{R_S t_S} + t_C \sqrt{L_f t_C} \right) + \frac{\pi}{180} \alpha t_f r_f}$$

ここで、

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$L_f = \frac{R_f}{\cos\alpha} - r_f$$

$$L_{1f} = R_f \left\{ \left(\frac{\pi}{180}\alpha \right)^{-1} \tan\alpha \right\}^{0.5} - r_f$$

$$K_m = 0.7$$

手順 5 接続部の応力評価

手順 4 で求めた応力が、次式を満足することを確認する。

$$\sigma_{sm} \le \sigma_a$$

$$\sigma_{\theta m} \le \sigma_a$$

手順 6　手順 5 を満足しない場合は、手順 1 及び手順 2 の最小厚さを増し、手順 1 から手順 5 を、手順 5 を満足するまで繰り返す。

参考

D.4.4 内圧と圧力以外の荷重を保持する円筒胴と円すい胴又は円すい体形鏡板の接続部

円筒胴と円すい胴又は円すい体形鏡板の接続部に内圧と圧力以外の荷重が作用する場合の接続部の最小厚さは、適切な方法を用いて定める。

D.5 内圧を保持する曲げ加工管の最小厚さ

D.5.1 記号の意味

D.5 で用いる記号の意味は、次による。

D_o ： 管の外径(mm)

P ： 設計圧力(MPa)

R ： 管の中心での曲げ半径(mm)

t ： 曲げ加工する管の曲げ加工後の最小厚さ(mm)

η ： 溶接継手の効率

σ_a ： 設計温度における曲げ加工する管の材料の許容引張応力(N/mm^2)

D.5.2 曲げ加工後の最小厚さ

管を **6.3.2** に基づき曲げ加工する場合は、曲げ加工後の管の最小厚さは、次式より求めた厚さ以上とする。

$$t = \frac{PD_o}{2\sigma_a\eta}\left(\frac{2R - 0.5D_o}{2R - D_o}\right) \times 1.15$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 D.2　大径端部の M_{SN} 及び Q_N†

大径端接続部でのモーメント： M_{SN}					
式の係数 C_i	n				
	1	**1.25**	**1.5**	**1.75**	**2**
C_1	－3.065534	-3.113501	-3.140885	-3.129850	-3.115764
C_2	3.642747	3.708036	3.720338	3.674582	3.623956
C_3	0.810048	0.736679	0.623373	0.490738	0.360998
C_4	-0.221192	-0.239151	-0.241393	-0.224678	-0.209963
C_5	-0.081824	-0.075734	-0.056744	-0.034581	-0.013613
C_6	0.035052	0.083171	0.157222	0.240314	0.316184
C_7	0.025775	0.027432	0.027393	0.025163	0.023508
C_8	-0.015413	-0.015659	-0.017311	-0.019456	-0.021796
C_9	0.002102	0.000993	-0.004600	-0.011145	-0.017172
C_{10}	-0.005587	-0.013283	-0.025609	-0.039144	-0.050859
大径端接続部でのせん断力：Q_N					
C_1	-1.983852	-1.911375	-1.893640	-1.852083	-1.816642
C_2	2.410703	2.292069	2.253430	2.184549	2.126469
C_3	0.626443	0.478030	0.364794	0.251818	0.152468
C_4	-0.119151	-0.079165	-0.075123	-0.059024	-0.048876
C_5	-0.115841	-0.074658	-0.047032	-0.024214	-0.007486
C_6	0.122993	0.219247	0.282565	0.343492	0.390839
C_7	0.012160	0.007250	0.007505	0.006116	0.005632
C_8	-0.016987	-0.021607	-0.024667	-0.027144	-0.029118
C_9	0.010919	-0.003818	-0.012439	-0.018971	-0.023076
C_{10}	-0.016653	-0.033814	-0.043500	-0.052435	-0.058417

$$M_{sN}, Q_N = -\exp\left[\begin{array}{l} C_1 + C_2\ln[H] + C_3\ln[B] + C_4\left(\ln[H]\right)^2 + C_5\left(\ln[B]\right)^2 + C_6\ln[H]\ln[B] + \\ C_7\left(\ln[H]\right)^3 + C_8\left(\ln[B]\right)^3 + C_9\ln[H]\left(\ln[B]\right)^2 + C_{10}\left(\ln[H]\right)^2\ln[B] \end{array}\right]$$

原案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 D.3　小径端部の M_{SN} 及び Q_N†

小径端接続部でのモーメント： M_{SN}					
式の係数 C_i	n				
	1	**1.25**	**1.5**	**1.75**	**2**
C_1	-9.603864	-10.120204	-11.590094	-14.736086	-19.665953
C_2	1.757570	1.865549	2.194962	3.000388	4.147060
C_3	3.922662	4.216682	4.896021	6.275540	8.608657
C_4	-0.044136	-0.054687	-0.083049	-0.159865	-0.251860
C_5	-1.030010	-1.096878	-1.215038	-1.433226	-1.814677
C_6	-0.009443	-0.035894	-0.129454	-0.354361	-0.716397
C_7	0.004233	0.004680	0.005673	0.008393	0.010707
C_8	0.114139	0.120581	0.128474	0.140881	0.162459
C_9	0.014907	0.016652	0.024109	0.041024	0.069480
C_{10}	-0.007855	-0.006866	-0.003471	0.006310	0.021241
小径端接続部でのせん断力：Q_N					
C_1	0.028230	0.138738	0.229994	0.324683	0.572060
C_2	0.000020	0.000018	0.000017	0.000012	-0.000020
C_3	0.001668	0.004442	0.007178	0.009745	0.010806
C_4	0.002986	0.003013	0.003070	0.003111	0.002863
C_5	0.001134	0.003375	0.006121	0.008046	0.002508
C_6	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
C_7	0.000001	-0.000002	-0.000005	-0.000007	-0.000008
C_8	-0.000122	-0.000121	-0.000120	-0.000120	-0.000118
C_9	-0.000181	-0.000185	-0.000204	-0.000217	-0.000152
C_{10}	0.000001	0.000001	0.000001	0.000000	0.000001
C_1	-0.004724	-0.004449	-0.004196	-0.003937	-0.003618

$$M_{sN} = \exp\left[\begin{array}{l} C_1 + C_2 \ln\left[H^2\right] + C_3 \ln\left[\alpha\right] + C_4 \left(\ln\left[H^2\right]\right)^2 + C_5 \left(\ln\left[\alpha\right]\right)^2 + C_6 \ln\left[H^2\right] \ln\left[\alpha\right] + \\ C_7 \left(\ln\left[H^2\right]\right)^3 + C_8 \left(\ln\left[\alpha\right]\right)^3 + C_9 \ln\left[H^2\right] \left(\ln\left[\alpha\right]\right)^2 + C_{10} \left(\ln\left[H^2\right]\right)^2 \ln\left[\alpha\right] \end{array}\right]$$

$$Q_N = \left(\frac{C_1 + C_3 H^2 + C_5 \alpha + C_7 H^4 + C_9 \alpha^2 + C_{11} H^2 \alpha}{1 + C_2 H^2 + C_4 \alpha + C_6 H^4 + C_8 \alpha^2 + C_{10} H^2 \alpha}\right)$$

参考

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

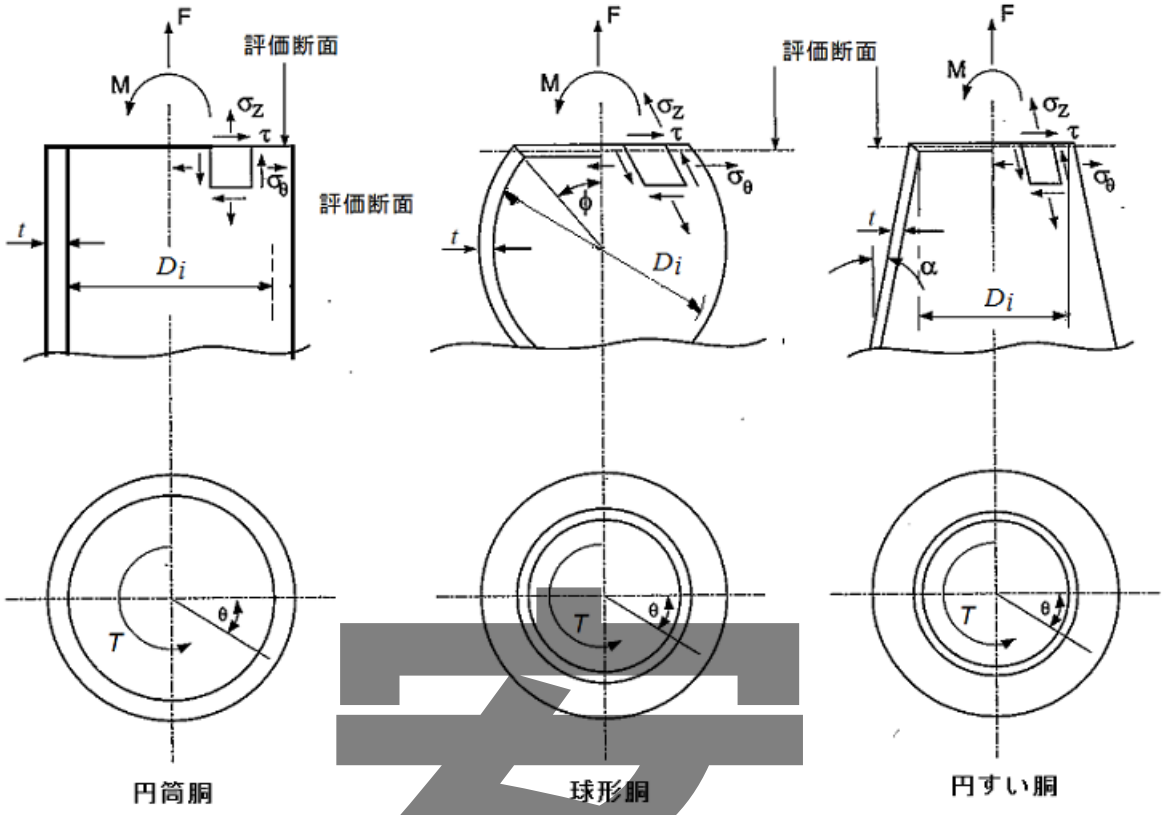
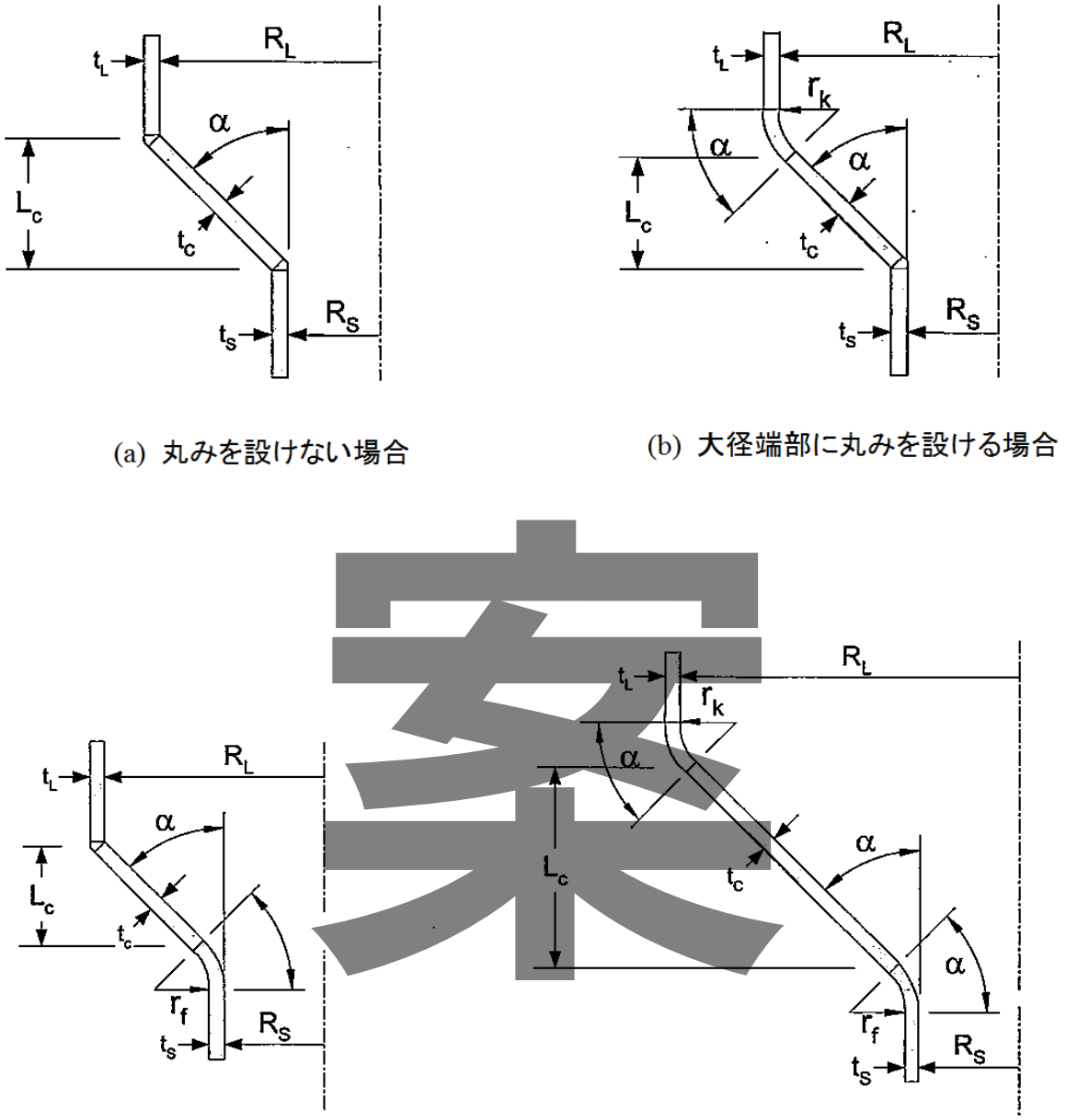


図 **D.2**　円筒胴、球形胴及び円すい胴における荷重の作用†

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。



(a) 丸みを設けない場合

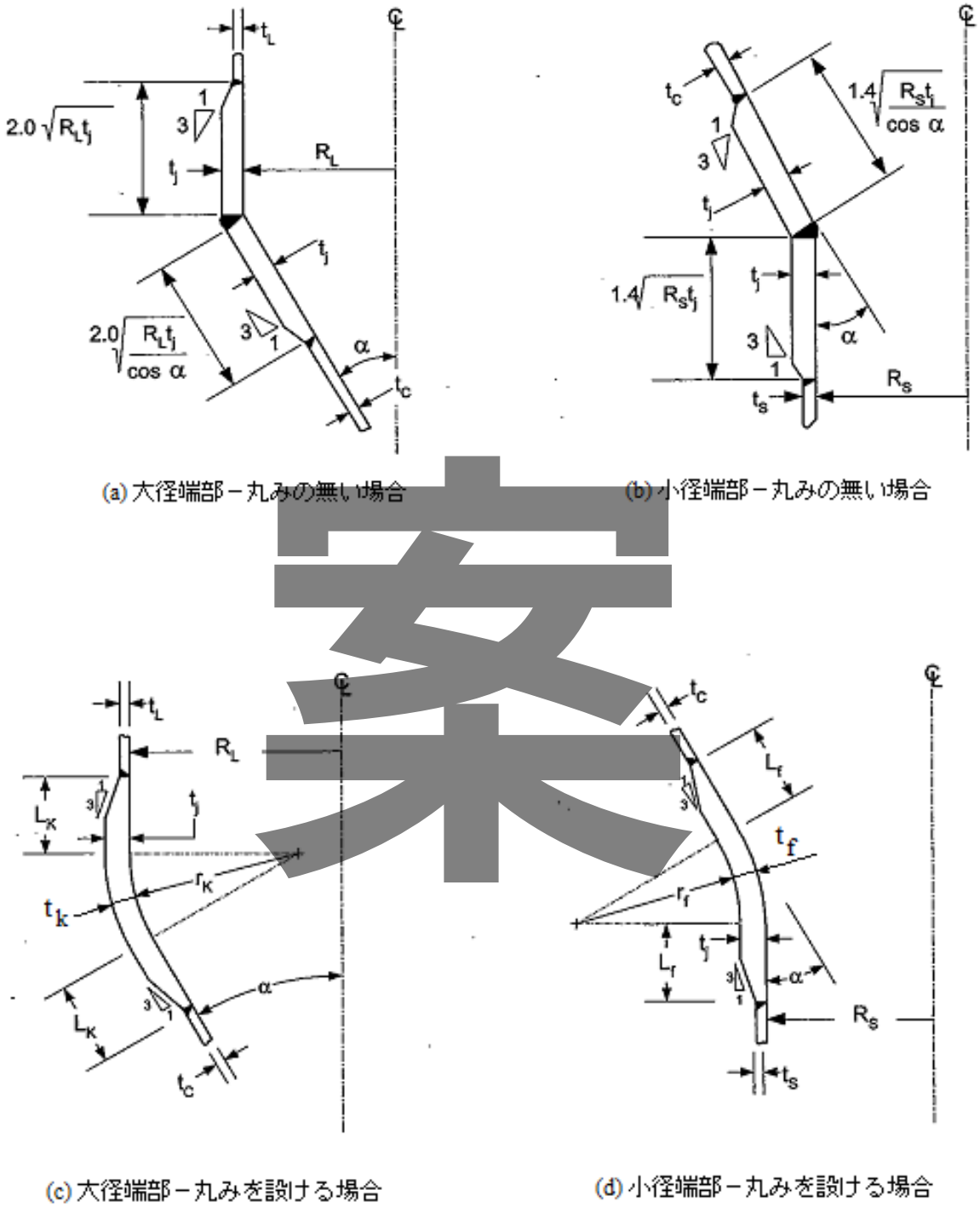
(b) 大径端部に丸みを設ける場合

(c) 小径端部に丸みを設ける場合

(d) 大径端部及び小径端部に丸みを設ける場合

図 D.3　　円すい胴の形状†

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。



(a) 大径端部－丸みの無い場合

(b) 小径端部－丸みの無い場合

(c) 大径端部－丸みを設ける場合

(d) 小径端部－丸みを設ける場合

案

図 D.4　円筒胴と円すい胴の接続部の補強形状†

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

書面投票用

案

附属書 E（規定）　外圧を保持する胴、直管及び鏡板の最小厚さ

E.1 適用範囲

この附属書は、外圧を保持する胴、直管及び鏡板の最小厚さについて規定する。

E.2 外圧を保持する胴又は直管の最小厚さ

E.2.1 円筒胴（直管を含む。以下同じ。）の最小厚さ

E.2.1.1 強め輪を取付けない場合

a) 記号の意味

E.2.1.1 で用いる記号の意味は、次による。

E ： 設計温度における胴、直管又は鏡板の材料の縦弾性係数(N/mm^2)

h, h', h'' ： 鏡板の深さで、鏡板のタンジェントラインから鏡板の最深部までの距離［**図 E.1** 参照］(mm)

L ： 外圧計算に用いる円筒胴の長さ［**図 E.1** 参照］(mm)

L_{cyl} ： 円筒胴部のタンジェントライン間の長さ又はタンジェントラインから円すいとの接続部までの長さ［**図 E.1** 参照］(mm)

L_{con} ： 円すい体形鏡板の軸方向の長さ［**図 E.1** 参照］(mm)

n_{cyl} ： 強め輪を取付けない胴又は直管の座屈モードで、座屈による円周方向の波数

P ： 設計外圧(MPa)

P' ： 胴、直管又は鏡板の許容崩壊圧力(MPa)

P_m ： 胴、直管又は鏡板の弾性不安定（座屈）圧力(MPa)

P_r ： **図 E.5** より求めた胴、直管又は鏡板の崩壊圧力(MPa)

P_y ： 胴、直管又は鏡板の降伏開始圧力(MPa)

R ： 胴又は直管の板厚中心での半径(mm)

t ： 胴又は直管の最小厚さ(mm)

Z ： 次式より求めた値

$$Z = \frac{\pi R}{L}$$

α ： 円すい胴又は円すい体形鏡板の頂角の 2 分の 1 の値（°）

ε ： 胴又は直管の弾性不安定（座屈）時の円周方向の弾性ひずみで、次式又は**図 E.4** より求めた値。

$$\varepsilon = \frac{1}{n_{cyl}^2 - 1 + \frac{Z^2}{2}} \left\{ \frac{1}{\left(\frac{n_{cyl}^2}{Z^2} + 1 \right)^2} + \frac{t^2}{12R^2\left(1-\nu^2\right)} \left(n_{cyl}^2 - 1 + Z^2 \right)^2 \right\}$$

σ_e ： 設計温度における胴、直管又は鏡板の材料の弾性限度で、次の **1)**及び **2)**による(N/mm^2)。

1) フェライト鋼の場合　：$\sigma_e = \sigma_y$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

2) オーステナイト鋼及び非鉄材料の場合 ：$\sigma_e = \sigma_y / 1.25$

σ_y ： 設計温度における胴、直管又は鏡板の材料の降伏点又は 0.2%耐力(N/mm^2)

v ： 胴、直管又は鏡板の材料のポアソン比

b) 外圧計算に用いる円筒胴の長さ

外圧計算に用いる長さ (L) は、次の **1)** 及び **2)** による。

1) 円筒胴の両端にさら形、だ円体形又は全半球形鏡板を取付ける場合は、円筒胴の長さに両端に取付けるそれぞれの鏡板の深さの 40%を加えた長さ

$$L = L_{cyl} + 0.4h' + 0.4h''$$

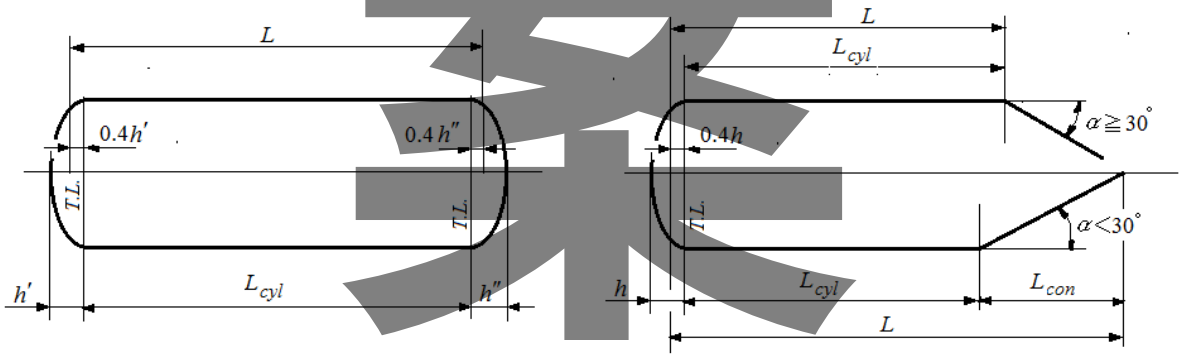
2) 円筒胴の一方の端に円すい体形鏡板を取付け、他方の端にさら形鏡板、だ円体形鏡板又は全半球形鏡板を取付ける場合は、次の **2.1)**又は **2.2)** による。

2.1) $\alpha \geqq 30°$ の場合は、次式による。

$$L = L_{cyl} + 0.4h$$

2.2) $\alpha < 30°$ の場合は、次式による。

$$L = L_{cyl} + 0.4h + L_{con}$$



a) **b)**

図 E.1 計算に用いる円筒胴の長さ(L)

c) 最小厚さ

外圧を保持する円筒胴の最小厚さは、次の **1)**又は **2)** の最小厚さのいずれか大きい厚さ以上とする。

1) 設計外圧（P）と同じ圧力の内圧を保持する円筒胴の最小厚さ。ここで、計算に用いる溶接継手の効率は、1.0 とする。

2) 次式より求めた圧力 P'が設計外圧（P）以上となるときの P'を求めるために仮定した最小厚さ

$$P' = \frac{P_r}{1.5}$$

ここで、P_rは、最小厚さ（t）を仮定して次式の P_m及び P_yの値並びに**図 E.5** の曲線(1)

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

より求める。

$$P_m = \frac{E\varepsilon t}{R}$$

$$P_y = \frac{\sigma_e t}{R}$$

E.2.1.2　強め輪を取付ける場合

a)　記号の意味

E.2.1.2 で用いる記号の意味は、**E.2.1.1a)** 及び次による。

A_e　：強め輪と円筒胴の有効範囲の合成断面積で、次による (mm^2)。

小型の強め輪の場合：$A_e = A_s + t_a L_e$

大型の強め輪の場合：$A_e = A_s + t_a L_{eH}$

A_m　：強め輪の修正断面積で、次式による (mm^2)。

$$A_m = A_s \left(\frac{R}{R_s} \right)^2$$

A_s　：強め輪の断面積 (mm^2)

C　：強め輪の横方向ねじれに対する係数

d　：強め輪ウェブ部の高さ［**図 E.3** 参照］(mm)

$\overline{d}$　：強め輪外周までの距離(mm)

E_s　：設計温度における強め輪の材料の縦弾性係数 (N/mm^2)

I_e　：小型の強め輪と円筒胴の有効範囲の合成断面積に対する円筒胴の中心線に平行な中立軸回りの断面二次モーメント (mm^4)

I_s　：強め輪の断面に対する円筒胴の中心線に平行な中立軸回りの断面二次モーメント (mm^4)

I_{eH}　：大型の強め輪と円筒胴の有効範囲の合成断面積に対する円筒胴の中心線に平行な中立軸回りの断面二次モーメント (mm^4)

L_e　：小型の強め輪が取付く部分の円筒胴の有効長さ (mm)

L_{eH}　：大型の強め輪が取付く部分の円筒胴の有効長さ (mm)

L_H　：大型の強め輪とその両側の大型の強め輪までのそれぞれの距離の和の 2 分の 1 の値 (mm)

L_{H1}, L_{H2}, L_{Hi}　：大型の強め輪間の距離［**図 E.2** 参照］(mm)

L_S　：小型の強め輪とその両側の小型又は大型の強め輪までのそれぞれの距離の和の 2 分の 1 の値 (mm)

L_{S1}, L_{S2}, L_{Si}　：小型の強め輪間の距離［**図 E.2** 参照］(mm)

L^*　：円筒胴に取付く大型の強め輪の間隔の最大値。円筒胴に大型の強め輪が取付かない場合は、円筒胴の両端の鏡板の形状に応じて **E.2.1.1 b) 1)** 又は **b) 2)**の外圧計算に用いる円筒胴の長さ（L）の値 (mm)

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

N ： 小型の強め輪の崩壊圧力に対するパラメータ

N_H ： 大型の強め輪の崩壊圧力に対するパラメータ

n ： 小型の強め輪の取付く円筒胴の座屈モードで、座屈による円周方向の波数

P_g ： 小型の強め輪の取付く円筒胴の弾性不安定（座屈）圧力(MPa)

P_H ： 大型の強め輪の弾性不安定（座屈）圧力 (MPa)

P_{ys} ： 強め輪の円周方向応力の降伏開始圧力 (MPa)

R_f ： 強め輪フランジ部の外半径［**図 E.3** 参照］(mm)

R_s ： 強め輪断面の図心位置での半径［**図 E.3** 参照］(mm)

r_i ： 強め輪ウェブ部の内半径［**図 E.3** 参照］(mm)

S_f ： 強め輪の製作方法による係数で、次の **1)**又は **2)**による。

1) 溶接組立て又は熱間曲げ加工による場合 ：1.20

2) 冷間曲げ加工による場合 ：1.33

t_a ： 円筒胴の厚さ［**図 E.3** 参照］(mm)

t_f ： 強め輪フランジ部の厚さ［**図 E.3** 参照］(mm)

t_w ： 強め輪ウェブ部の厚さ［**図 E.3** 参照］(mm)

u ： L_e 及び L_{eH} の計算に用いるパラメータ

w_f ： 強め輪の外側フランジ部の幅［**図 E.3** 参照］(mm)

w_i ： 強め輪の内側フランジ部の幅で、強め輪の内側にフランジ部を取付けない場合は強め輪ウェブ部の厚さに同じとする。［**図 E.3** 参照］(mm)

X_e ： 円筒胴の内面から小型の強め輪と円筒胴の有効範囲の合成断面の図心までの距離［**図 E.3** 参照］(mm)

X_{eH} ： 円筒胴の内面から大型の強め輪と円筒胴の有効範囲の合成断面の図心までの距離［**図 E.3** の X_e 参照］(mm)

x ： L_e 及び L_{eH} の計算に用いるパラメータ

Y_1, Y_2, Y_3 ： L_e 及び L_{eH} の計算に用いる係数

β ： P_g の計算に用いる係数

δ ： P_{ys} の計算に用いるパラメータ(mm^{-1})

λ ： 強め輪の取付け位置による係数で、強め輪を円筒胴の内側に取付ける場合は「+1」の値、強め輪を外側に取付ける場合は「－1」の値

σ_{es} ： 設計温度における強め輪の材料の弾性限度で、次の **1)**及び **2)**による(N/mm^2)。

1) フェライト鋼の場合 ：$\sigma_{es} = \sigma_{ys}$

2) オーステナイト鋼及び非鉄材料の場合 ：$\sigma_{es} = \sigma_{ys} / 1.25$

σ_i ： 横方向ねじれに対する強め輪の不安定（座屈）応力 (N/mm^2)

σ_H ： 大型の強め輪に生じる最大応力(N/mm^2)

σ_s ： 小型の強め輪に生じる最大応力(N/mm^2)

σ_{ys} ： 設計温度における強め輪の材料の降伏点又は 0.2%耐力(N/mm^2)

b) 適用条件

適用条件は、次の **1)**～**3)**による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

1) 強め輪の間で円筒胴の厚さは、一様とする。

2) 円筒胴の全周に取付ける強め輪の非接合部の長さは、円筒胴の周長を $4n$ で割って求めた値以下とする。

3) 円筒胴の最小厚さは、設計外圧（P）と同じ圧力の内圧を保持する円筒胴の最小厚さ以上とする。ここで、計算に用いる溶接継手の効率は、1.0 とする。

c) 強め輪の種類

強め輪の種類は、次の **1)**及び **2)** の 2 種類とする。

1) 小型の強め輪：リング、T 形鋼、アングル形鋼、I 形鋼等による強め輪

2) 大型の強め輪：胴フランジ、ダイアフラム、他の同様な構成部材による強め輪

d) 外圧計算に用いる円筒胴の長さ

外圧計算に用いる円筒胴の長さ(L)は、小型及び大型の強め輪に係わらず次の **1)**～**3)**による。

1) 強め輪間の距離（**図 E.2** の L_{s2}、L_{s3} 等）

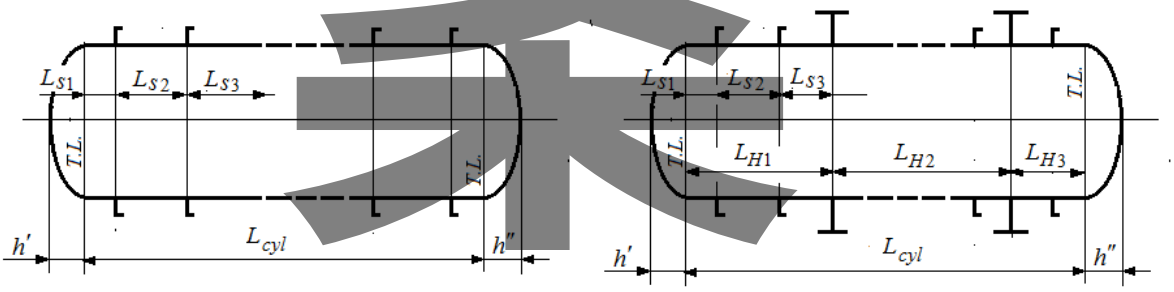
2) 強め輪の片側がさら形、だ円体形又は全半球形鏡板の場合は、強め輪から鏡板のタンジェントラインまでの距離に鏡板の深さの 40%を加えた長さ

3) 強め輪の片側が円すい体形鏡板の場合は、次の **3.1)**又は **3.2)**による。

3.1) $\alpha \geqq 30°$ の場合は、強め輪から鏡板のタンジェントラインまでの長さ

3.2) $\alpha < 30°$ の場合は、強め輪から鏡板のタンジェントラインまでの長さに円すい体形鏡板の軸方向の長さを加えた長さ

案



a) 小型の強め輪による補強　　b) 小型の強め輪と大型の強め輪による補強

図 E.2　強め輪の取付け

e) 小型の強め輪だけを取付ける円筒胴の最小厚さ及び強め輪の強度

円筒胴の最小厚さ及び強め輪の強度は、次の **1)**～**3)**による。

1) 強め輪間の胴板の最小厚さ

胴板の最小厚さは、外圧計算に用いる円筒胴の長さ（L）を **d)**より求めた値とし、**E.2.1.1 c)** の規定による。

2) 強め輪の弾性不安定に対する確認

強め輪の形状及び円筒胴の厚さ（t_a）を仮定し、設計外圧（P）が次式を満足すること。ここで、P_g は n=2,3,4,5 及び 6 の場合について計算し、n=2,3,4,5 及び 6 のすべてに対し

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

て満足すること。

$$P \leq \frac{P_g}{1.5S_f}$$

ここで、P_g は次式による。

$$P_g = \frac{Et_a\beta}{R} + \frac{\left(n^2 - 1\right)}{R^3 L_S} EI_e$$

ここで、β 及び I_e は、それぞれ次式による。

$$\beta = \frac{1}{\left[n^2 - 1 + 0.5\left(\frac{\pi R}{L^*}\right)^2\right]\left[n^2\left(\frac{L^*}{\pi R}\right)^2 + 1\right]^2}$$

$$I_e = \frac{{t_a}^3 L_e}{3} + I_s + A_s\left[\frac{t_a}{2} + \lambda\left(R - R_s\right)\right]^2 - A_e {X_e}^2$$

ここで、X_e 及び L_e は、それぞれ次式による。

$$X_e = \frac{\left[\left(\frac{{t_a}^2}{2}\right)L_e + A_s\left(\frac{t_a}{2} + \lambda\left(R - R_s\right)\right)\right]}{A_e}$$

$$L_e = \frac{Y_1\sqrt{Rt_a}}{\sqrt{Y_3 x + \sqrt{1 + Y_2 x^2}}}$$

ここで、x、Y_1、Y_2 及び Y_3 は、それぞれ次式による。

$$x = n^2\left(\frac{t_a}{R}\right)$$

$$Y_1 = \frac{u}{0.03u^3 + \left(1/1.098\right)} \quad (u \leqq 2.9 \text{ の場合})$$

$$= 1.2 + 1.642/u \quad (2.9 < u < 4.1 \text{ の場合})$$

$$= 1.556 + 0.183/u \quad (4.1 \leqq u \text{ の場合})$$

$$Y_2 = 0 \quad (u \leqq 1 \text{ の場合})$$

$$= u - 1 \quad (1 < u < 2.2 \text{ の場合})$$

$$= 1.2 \quad (2.2 \leqq u \text{ の場合})$$

$$Y_3 = 0.6\left(1 - 0.27u\right)u^2 \quad (u \leqq 2.9 \text{ の場合})$$

$$= 0.75 + 1/u \quad (2.9 < u < 5 \text{ の場合})$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$= 0.65 + 1.5/u$　　（5≦u の場合）

ここで、u は次式による。

$$u = \frac{L_s}{\sqrt{Rt_a}}$$

3) 強め輪の最大応力に対する確認

強め輪に生じる最大応力（σ_s）は、次式を満足すること。ここで、σ_s は n=2, 3, 4, 5 及び 6 の場合について計算し、n=2, 3, 4, 5 及び 6 のすべてに対して満足すること。

$$0 \le \sigma_s \le \sigma_{es}$$

ここで、σ_s は次による。

$$\sigma_s = 1.5S_f\left(\frac{P\sigma_{es}}{P_{ys}}\right) + \frac{0.0075E\bar{d}\left(n^2 - 1\right)PS_f}{R\left(P_g - 1.5PS_f\right)}$$

ここで、P_g は **2)** により、$\bar{d}$ 及び P_{ys} はそれぞれ次式による。

$$\bar{d} = max\left[\left\{\lambda\left(R - R_f\right) - X_e + \frac{t_a}{2}\right\},\quad X_e\right]$$

ここで、X_e は、**2)**による。

$$P_{ys} = \frac{\sigma_{es}t_aR_f}{R^2\left(1 - \frac{\nu}{2}\right)}\left(1 + \frac{A_m}{w_it_a + \frac{2Nt_a}{\delta}}\right)$$

ここで、N 及び δ は、次式による。

$$N = \frac{cosh\left(\delta L_{Si}\right) - cos\left(\delta L_{Si}\right)}{sinh\left(\delta L_{Si}\right) + sin\left(\delta L_{Si}\right)}$$

$$\delta = \frac{1.28}{\sqrt{Rt_a}}$$

f) 大型の強め輪だけを取付ける円筒胴の最小厚さ及び強め輪の強度

円筒胴の最小厚さ及び強め輪の強度は、次の **1)**～**3)**による。

1) 強め輪間の胴板の最小厚さ

胴板の最小厚さは、外圧計算に用いる円筒胴の長さ（L）を **d)** より求めた値とし、**E.2.1.1 c)** の規定による。

2) 強め輪の弾性不安定に対する確認

強め輪の形状及び円筒胴の厚さ（t_a）を仮定し、設計外圧（P）が次式を満足すること。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$P \le \frac{P_H}{1.5S_f}$$

ここで、P_Hは次式による。

$$P_H = \frac{3}{R^3 L_H} EI_{eH}$$

ここで、I_{eH}は、次式による。

$$I_{eH} = \frac{{t_a}^3 L_{eH}}{3} + I_s + A_s\left[\frac{t_a}{2} + \lambda(R - R_s)\right]^2 - A_e {X_{eH}}^2$$

ここで、X_{eH}及びL_{eH}は、それぞれ次式による。

$$X_{eH} = \frac{\left[\left(\frac{{t_a}^2}{2}\right)L_{eH} + A_s\left(\frac{t_a}{2} + \lambda(R - R_s)\right)\right]}{A_e}$$

$$L_{eH} = \frac{Y_1\sqrt{Rt_a}}{\sqrt{Y_3 x + \sqrt{1 + Y_2 x^2}}}$$

ここで、xは次式に、Y_1、Y_2及びY_3は次式のuの値を用いて **e) 2)**による。

$$x = 4\left(\frac{t_a}{R}\right)$$

$$u = \frac{L_H}{\sqrt{Rt_a}}$$

3) 強め輪の最大応力に対する確認

強め輪に生じる最大応力（σ_H）は、次式を満足すること。

$$0 \le \sigma_H \le \sigma_{es}$$

ここで、σ_Hは次式による。

$$\sigma_H = 1.5S_f\left(\frac{P\sigma_{es}}{P_{ys}}\right) + \frac{0.0225E\bar{d}PS_f}{R(P_H - 1.5PS_f)}$$

ここで、$\bar{d}$及びP_{ys}は次式に、P_Hは **2)**による。

$$\bar{d} = max\left[\left\{\lambda(R - R_f) - X_{eH} + \frac{t_a}{2}\right\},\quad X_{eH}\right]$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

ここで、X_{eH}は、**2)**による。

$$P_{ys} = \frac{\sigma_{es} t_a R_f}{R^2\left(1-\frac{\nu}{2}\right)}\left(1+\frac{A_m}{w_i t_a + \frac{2N_H t_a}{\delta}}\right)$$

ここで、N 及びδは、次式による。

$$N_H = \frac{cosh(\delta L_{Hi}) - cos(\delta L_{Hi})}{sinh(\delta L_{Hi}) + sin(\delta L_{Hi})}$$

$$\delta = \frac{1.28}{\sqrt{Rt_a}}$$

g) 小型の強め輪と大型の強め輪を組合せて取付ける円筒胴の最小厚さ及び強め輪の強度
小型の強め輪と大型の強め輪を組合せて取付ける場合は、**e)**及び **f)**の両方を満足すること。

h) 強め輪の横方向ねじれ（Sideway tripping）に対する強度の確認
小型の強め輪又は大型の強め輪にかかわらず、強め輪は次の **1)**又は **2)**を満足すること。

1) 強め輪の形状がフラットバー以外の場合
強め輪は、次の **1.1)** 及び **1.2)** を満足すること。

1.1) 横方向ねじれに対する不安定応力(σ_i) が次式を満足すること。

$$\sigma_i = E_s C\left(\frac{P_{ys}}{P}\right) \le \sigma_{es}$$

ここで、P_{ys}は、小型の強め輪は **e)3)** に、大型の強め輪は **f)3)** により、C は強め輪の形状に応じて次式による。

T 型、H 型の強め輪の場合 ： $C = \dfrac{dt_w{}^3 + 8t_f w_f{}^3}{r_i\left[6d^2 t_w + 12 t_f w_f (2d + t_f)\right]}$

L 型の強め輪の場合 ： $C = \dfrac{t_f w_f{}^3}{r_i\left[6d^2 t_w + 6 t_f w_f (2d + t_f)\right]}\left[\dfrac{4dt_w + 8w_f t_f}{dt_w + 3w_f t_f}\right]$

1.2) **図 E.3** に示すように強め輪のフランジ部が胴板から離れた位置にある強め輪は、次式を満足すること。

$$\frac{d}{t_w} \le max\left(1.1\sqrt{\frac{E_s}{\sigma_{es}}}\ ,\ 0.67\sqrt{\frac{E_s P_{ys}}{\sigma_{es} P}}\right)$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$\frac{w_{\mathrm{f}}}{t_{\mathrm{f}}} \leq max\left(0.5\sqrt{\frac{E_s}{\sigma_{es}}}\ ,\ 0.32\sqrt{\frac{E_s P_{ys}}{\sigma_{es} P}}\right)$$

ここで、P_{ys} は、小型の強め輪は **e)3)** に、大型の強め輪は **f)3)** による。

2) 強め輪の形状がフラットバーの場合

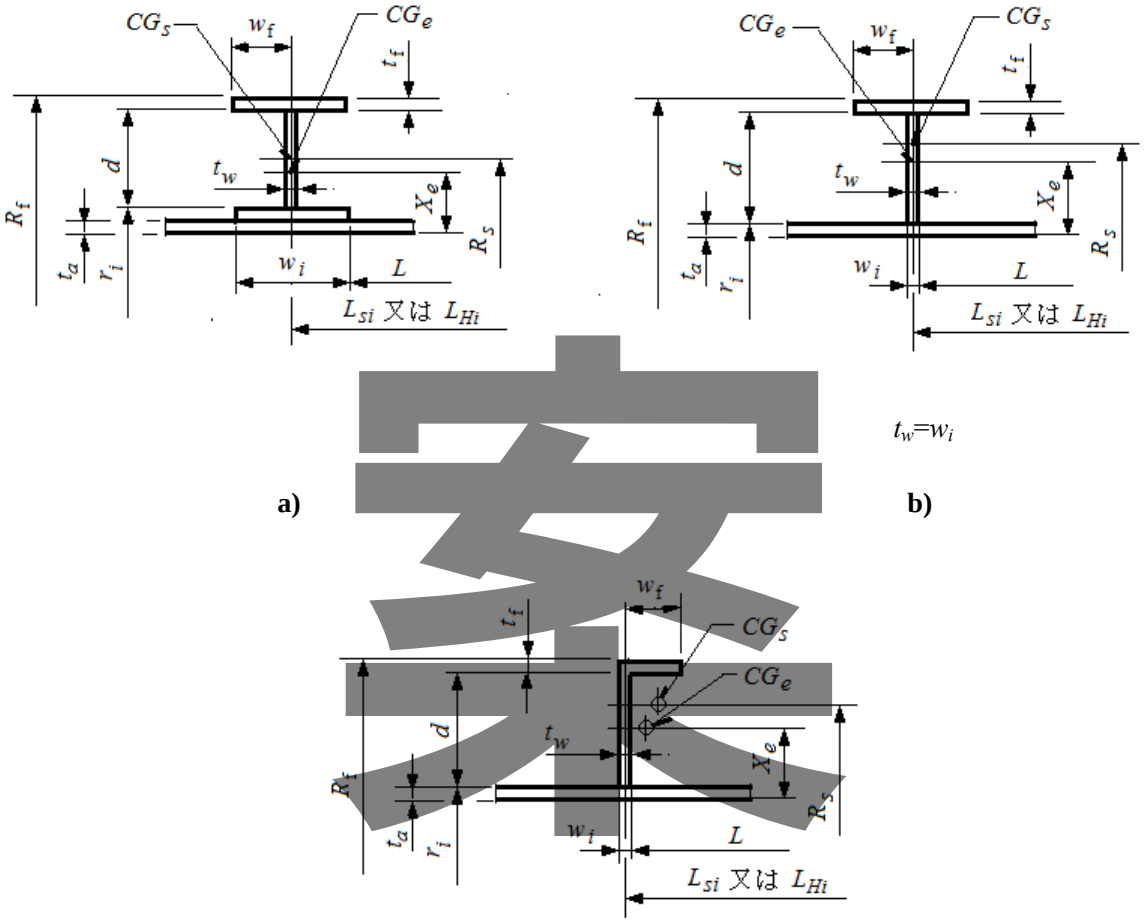
強め輪は、次式を満足すること。

$$\frac{\sigma_i}{4} > \frac{P\sigma_{es}}{P_{ys}}$$

ここで、P_{ys} は、小型の強め輪は **e)3)** に、大型の強め輪は **f)3)** により、σ_i は**表 E.1** 又は**表 E.2** より求めた値とする。

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。



注記： *CGs* は強め輪の図心位置を、*CGe* は強め輪と胴の有効範囲の合成断面の図心位置を示す。

図 E.3　強め輪の形状例（胴の外側に取付ける場合）

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

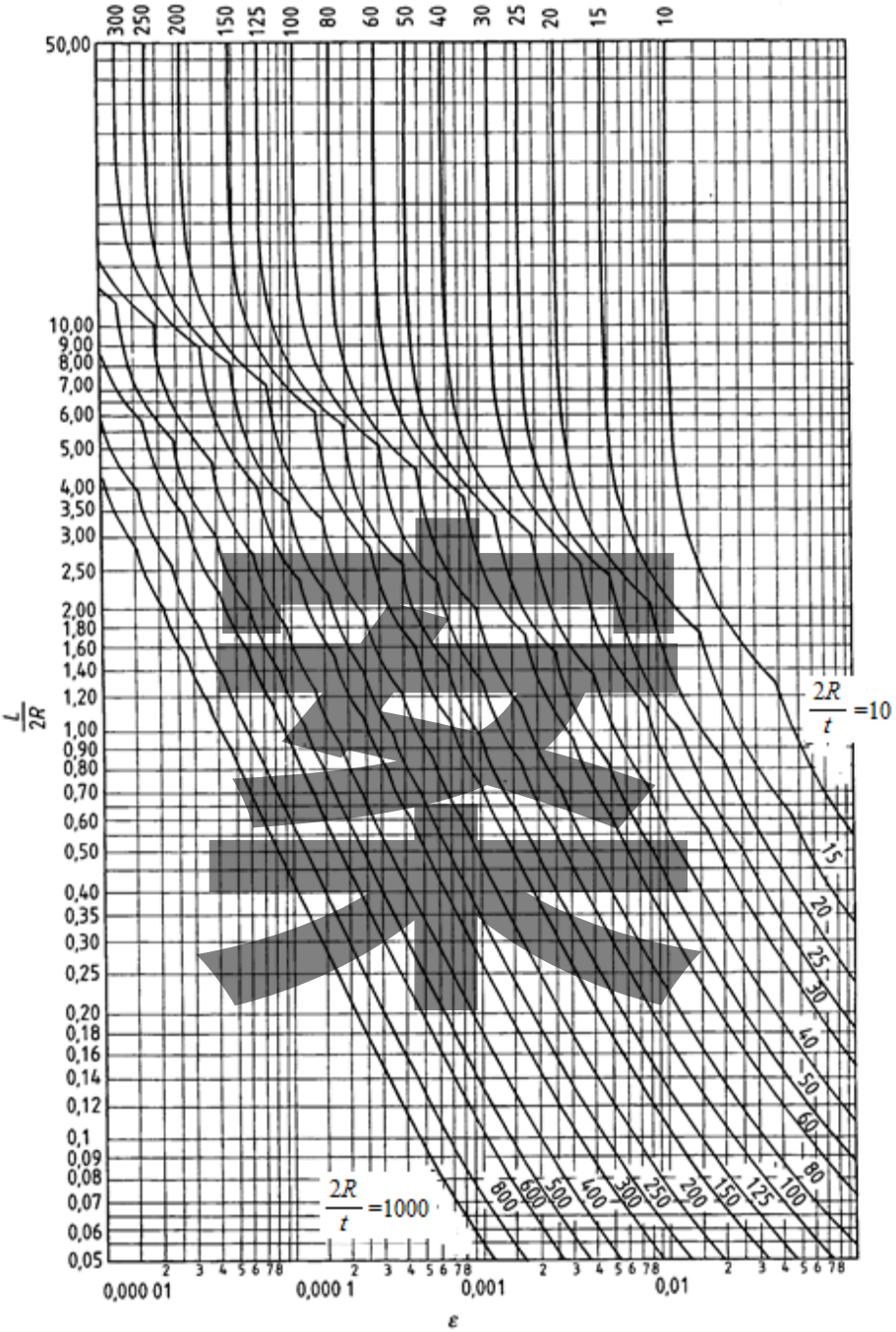
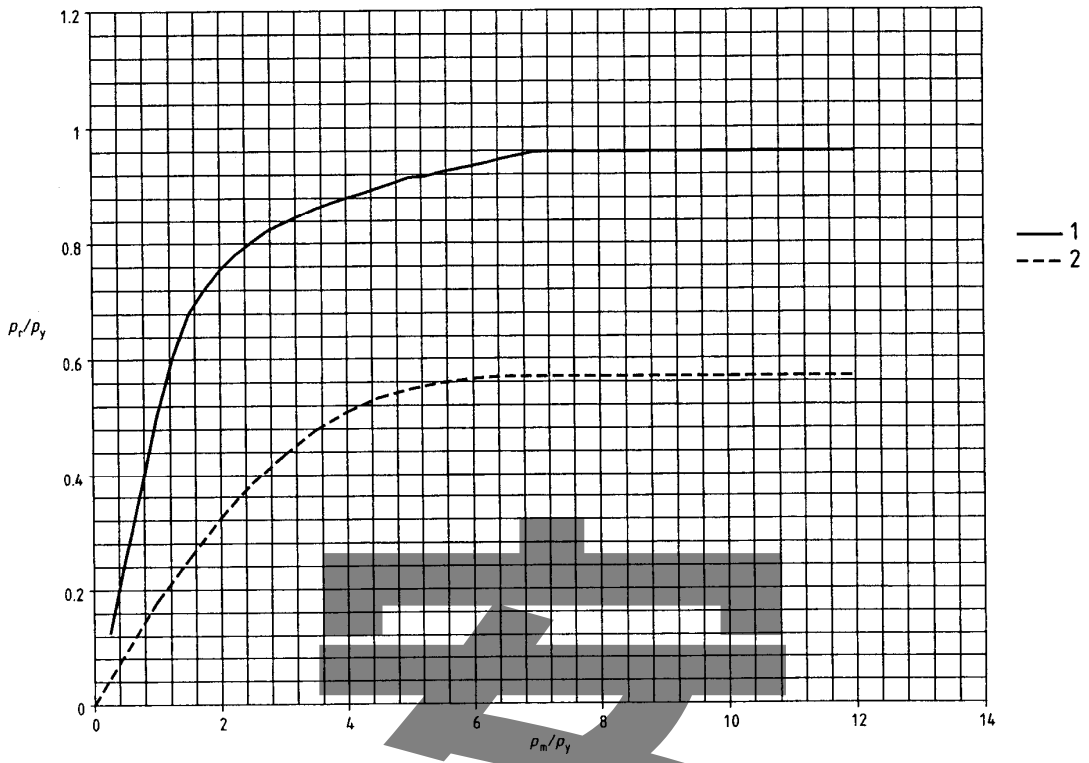


図 E.4　ε の値

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。



曲線(1)　円筒胴の場合

P_m/P_y	0	0,25	0,5	0,75	1,0	1,25	1,5	1,75	2,0	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5
P_r/P_y	0	0,125	0,251	0,375	0,5	0,605	0,68	0,72	0,755	0,78	0,803	0,822	0,836	0,849	0,861
P_m/P_y		3,75	4,0	4,25	4,5	4,75	5,0	5,25	5,5	5,75	6,0	6,25	6,5	6,75	≥ 7,0
P_r/P_y		0,87	0,879	0,887	0,896	0,905	0,914	0,917	0,923	0,929	0,935	0,941	0,947	0,953	0,959

曲線(2)　全半球形鏡板及びさら形鏡板の場合

P_m / P_y	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3,0	3,5	4	4,5	5,0	5,5	6	≥ 6,5
P_r / P_y	0	0,09	0,18	0,255	0,324	0,386	0,435	0,479	0,51	0,533	0,548	0,565	0,56	0,57

図 E.5　P_r/P_yの値

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

E.2.2　球形胴の最小厚さ

E.2.2.1　記号の意味

E.2.2 で用いる記号の意味は、**E.2.1.1a)**による。

E.2.2.2　最小厚さ

外圧を保持する球形胴の胴板の最小厚さは、次の **a)** 又は **b)** の最小厚さのいずれか大きい厚さ以上とする。

a)　設計外圧（P）と同じ圧力の内圧を保持する球形胴の最小厚さ。ここで、計算に用いる溶接継手の効率は、1.0 とする。

b)　次式より求めた圧力 P'が設計外圧（P）以上となるときの P'を求めるために仮定した最小厚さ

$$P' = \frac{P_r}{1.5}$$

ここで、P_rは、最小厚さ（t）を仮定して次式の P_m及び P_yの値並びに**図 E.5** の曲線(2)より求める。

$$P_m = \frac{1.21Et^2}{R}$$

$$P_y = \frac{2\sigma_e t}{R}$$

案

E.2.3　円すい胴の最小厚さ

E.2.3.1　強め輪を取付けない場合

a)　記号の意味

E.2.3.1 で用いる記号の意味は、**E.2.1.1a)** 及び次による。

n_C　：　円すい胴の座屈モードで、座屈による円周方向の波数

L_C　：　円すい胴の長さ［**図 E.6** 参照］(mm)

R_L　：　円すい胴大径端部に接続する円筒胴の板厚中心での半径［**図 E.6** 参照］(mm)

R_n　：　円すい胴の長さの中央における円すい胴の板厚中心の半径(mm)

b)　適用条件

この規定を用いる円すい胴は、次の **1)**～**4)** による。

1)　$\alpha \leqq 60^\circ$

2)　円筒胴と円すい胴の接続部の形状は、**D.4.2.1 a)** の制限による。

3)　円すい胴の真円度公差及び真円に対する偏差は **8.4** の規定による。

4)　円すい胴の厚さは、一様とする。

c)　最小厚さ

外圧を保持する円すい胴の最小厚さは、次の **1)**又は **2)** の最小厚さのいずれか大きい厚さ以

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

上とする。

1) 設計外圧（P）と同じ圧力の内圧を保持する円すい胴の最小厚さ。ここで、計算に用いる溶接継手の効率は、1.0 とする。

2) 円すい胴の取付け方法に応じ、次の **2.1)**～**2.4)** より求めた最小厚さ。

2.1) 円すい胴と円筒胴の接続部の大径端部及び小径端部のいずれにも丸みを設けず、$\alpha<30°$ 及び $n_C=2$（円筒胴の座屈モードで、座屈による円周方向の波数が 2。）の両方又は一方を満足する場合、円すい胴は円筒胴の一部（**図 E.1 b)**参照）として円筒胴の最小厚さによる。この場合、計算に用いる円筒胴の板厚中心での半径は、大径端部に取付く円筒胴の寸法とする。

2.2) 円すい胴と円筒胴の接続部の大径端部及び小径端部のいずれか一方にのみ丸みを設ける場合で、$\alpha<30°$ 及び $n_C=2$ の両方又は一方を満足する場合、接続部の丸み部は強め輪とみなし、丸みを設けずに接続する円すい胴は円筒胴の一部として円筒胴の最小厚さによる。この場合、計算に用いる円筒胴の板厚中心での半径は、大径端部に取付く円筒胴の寸法とする。

2.3) 円すい胴と円筒胴の接続部の大径端部及び小径端部の両方に丸みを設ける場合、又は円すい胴と円筒胴の接続部の大径端部及び小径端部のいずれにも丸みを設けず、$\alpha\geqq30°$ で、かつ、$n_C\neq2$（円筒胴の座屈モードで、座屈による円周方向の波数が 2 でない。）の場合、次式より求めた圧力 P'が設計外圧（P）以上となるときの P'を求めるために仮定した最小厚さ

$$P'=\frac{P_r}{1.5}$$

ここで、P_rは、最小厚さ（t）を仮定して次式の P_m 及び P_y の値並びに**図 E.5** の曲線(1)より求める。

$$P_m=\frac{E\varepsilon t\cos^3\alpha}{R_n}$$

$$P_y=\frac{\sigma_e t\cos\alpha}{R_L}$$

ここで、ε は、**図 E.4** において、$L/2R$ を $L_C/(2R_n\cos\alpha)$ に、$2R/t$ を $2R_n\cos\alpha/t$ に置きかえて求めた値

E.2.3.2 強め輪を取付ける場合

a) 記号の意味

E.2.3.2 で用いる記号の意味は、**E.2.1.1 a)** 及び次による。

A_f ： 強め輪フランジ部の断面積 (mm^2)

A_m ： 強め輪の修正断面積で、次式による (mm^2)。

$$A_m=A_s\left(\frac{R_i}{R_s}\right)^2$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

A_s ： 強め輪の断面積 (mm^2)

A_w ： 強め輪ウェブ部の断面積(mm^2)

$\overline{d_C}$ ： 強め輪と円すい胴の有効範囲の合成断面の図心から強め輪フランジ部の外面までの距離(mm)

I_{eC} ： 小型の強め輪と円すい胴の有効範囲の合成断面積に対する円すい胴の中心線に平行な中立軸回りの断面二次モーメント (mm^4)

I_{eCH} ： 大型の強め輪と円すい胴の有効範囲の合成断面積に対する円すい胴の中心線に平行な中立軸回りの断面二次モーメント (mm^4)

I_f ： 強め輪フランジ部の円すい胴の中心線に平行な中立軸回りの断面二次モーメント (mm^4)

I_w ： 強め輪ウェブ部の円すい胴の中心線に平行な中立軸回りの断面二次モーメント (mm^4)

L_{CH} ： 円すい胴に取付く大型の強め輪の間隔の最大値。ここで、円すい胴と円筒胴の接続部は大型の強め輪とみなす(mm)。

L_e', L_e'' ： 小型の強め輪の両側に隣接する円すい胴の有効長さ (mm)

L_{eH}',L_{eH}'' ： 大型の強め輪の両側に隣接する円すい胴の有効長さ (mm)

L_S ： 小型の強め輪間の距離［**図 E.6** 参照］(mm)

L_H ： 大型の強め輪間の距離［**図 E.6** 参照］(mm)

L_{SL} ： 小型の強め輪とその両側の小型又は大型の強め輪までのそれぞれの距離の和の 2 分の 1 の値 (mm)

N_C ： 小型の強め輪の崩壊圧力に対するパラメータ

N_{CH} ： 大型の強め輪の崩壊圧力に対するパラメータ

n_{CS} ： 小型の強め輪の取付く円すい胴の座屈モードで、座屈による円周方向の波数

P_{gC} ： 小型の強め輪の取付く円すい胴の弾性不安定（座屈）圧力(MPa)

P_{HC} ： 大型の強め輪の取付く円すい胴の弾性不安定（座屈）圧力(MPa)

P_{ys} ： 強め輪の降伏開始圧力 (MPa)

R_f ： 強め輪フランジ部の外半径［**図 E.7** 参照］(mm)

R_i ： 円すい胴に取付く i 番目の小型の強め輪の取付け位置での円すい胴の板厚中心での半径［**図 E.6** 参照］(mm)

R_{LS} ： 円すい胴に大型の強め輪が取付かない場合は円すい胴の大径端部に接続する円筒胴の板厚中心の半径、大型の強め輪が取付く場合は大型の強め輪の取付け位置での円すい胴の板厚中心の半径の最大値［**図 E.6** 参照］(mm)

R_{nS} ： 隣りあう 2 つの小型の強め輪間の円すい胴の長さの中央における円すい胴の板厚中心の半径［**図 E.6** 参照］(mm)

R_s ： 強め輪断面の図心位置での半径［**図 E.7** 参照］(mm)

S_f ： 強め輪の製作方法に応じた係数で、次の **1)**又は **2)**による。

1) 溶接組立て又は熱間曲げ加工による場合 ：1.20

2) 冷間曲げ加工による場合 ：1.33

t_a ： 円すい胴の厚さ［**図 E.7** 参照］(mm)

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

t_f ： 強め輪フランジ部の厚さ［**図 E.7** 参照］(mm)

t_w ： 強め輪ウェブ部の厚さ［**図 E.7** 参照］(mm)

u ： 小型の強め輪の L_e', L_e''の計算に用いるパラメータ

u_H ： 大型の強め輪の L_{eH}', L_{eH}''の計算に用いるパラメータ

w_f ： 強め輪フランジ部の幅［**図 E.7** 参照］(mm)

w_i ： 強め輪の内側フランジ部の幅で、強め輪の内側にフランジ部を取付けない場合は強め輪ウェブ部の厚さに同じとする［**図 E.7** 参照］(mm)。

x ： L_e', L_e''の計算に用いるパラメータ

X_f ： 強め輪フランジ部の図心から、強め輪と円すい胴の有効範囲の合成断面の図心までの距離［**図 E.7** 参照］(mm)

X_s',X_s'' ： 強め輪の両側に隣接するそれぞれの円すい胴の有効範囲の図心から強め輪と円すい胴の有効範囲の合成断面の図心までの距離［**図 E.7** 参照］(mm)

X_w ： 強め輪ウェブ部の図心から、強め輪と円すい胴の有効範囲の合成断面の図心までの距離［**図 E.7** 参照］(mm)

β_C ： P_{gC} の計算に用いる係数

δ_C ： P_{ys} の計算に用いるパラメータ(mm^{-1})

σ_{CS} ： 円すい胴に取付く小型の強め輪に生じる最大応力(N/mm^2)

σ_{CH} ： 円すい胴に取付く大型の強め輪に生じる最大応力(N/mm^2)

σ_{es} ： 設計温度における強め輪の材料の弾性限度で、次の **1)**及び **2)**による(N/mm^2)。

1) フェライト鋼の場合 ：$\sigma_{es}= \sigma_{ys}$

2) オーステナイト鋼及び非鉄材料の場合 ：$\sigma_{es}= \sigma_{ys} / 1.25$

b) 適用条件

適用条件は、**E.2.3.1 b)**による。

c) 強め輪の種類

強め輪の種類は、**E.2.1.2 c)**による。

d) 小型の強め輪だけを取付ける円すい胴の最小厚さ及び強め輪の強度

円すい胴の最小厚さ及び強め輪の強度は、次の **1)**～**3)**による。

1) 強め輪間の胴板の最小厚さ

胴板の最小厚さは、**E.2.3.1 c) 2.3)** による。ここで、R_n は R_{nS} に、R_L 及は R_{LS} に、L_C は L_S に置きかえて計算する。

2) 強め輪の弾性不安定に対する確認

強め輪の形状及び円すい胴の厚さ（t_a）を仮定し、設計外圧（P）が次式を満足すること。ここで、P_{gC} は n_{CS}=2, 3, 4, 5 及び 6 の場合について計算し、n_{CS}=2, 3, 4, 5 及び 6 のすべてに対して満足すること。

$$P \le \frac{P_{gC}}{1.5S_f}$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

ここで、P_{gC}は次式による。

$$P_{gC} = \frac{Et_a\beta_C \cos^3\alpha}{R_{nS}} + \frac{\left(n_{CS}{}^2 - 1\right)\cos\alpha}{R_{LS}{}^3 L_S} EI_{eC}$$

ここで、β_C及びI_{eC}は、それぞれ次式による。

$$\beta_C = \frac{1}{\left[n_{CS}{}^2 - 1 + 0.5\left(\frac{\pi R_{nS}\cos\alpha}{L_{CH}}\right)^2\right]\left[n_{CS}{}^2\left(\frac{L_{CH}}{\pi R_{nS}\cos\alpha}\right)^2 + 1\right]^2}$$

$$I_{eC} = A_f X_f{}^2 + A_w X_w{}^2 + \left(\frac{t_a L_e{}'}{2}\right)\left(X_s'\right)^2 + \left(\frac{t_a L_e{}''}{2}\right)\left(X_S{}''\right)^2 + I_f + I_w + \left(\frac{t_a}{12}\right)\sin^2\alpha\left[\left(\frac{L_e{}'}{2}\right)^3 + \left(\frac{L_e{}''}{2}\right)^3\right] + \left(\frac{t_a{}^3}{12}\right)\cos^2\alpha\left(\frac{L_e{}'}{2} + \frac{L_e{}''}{2}\right)$$

ここで、L_e'及びL_e"は、強め輪の両側の胴板のそれぞれに対して、**E.2.1.2 e) 2)** に示すL_eの算式において、x及びuをそれぞれ次式に置き換えて求めた値とする。

$$x = n_{CS}{}^2\left(\frac{t_a}{R_i\cos\alpha}\right)$$

$$u = L_{SL}\Big/\sqrt{t_a R_i\cos\alpha}$$

3) 強め輪の最大応力に対する確認

強め輪に生じる最大応力（σ_{CS}）は、次式を満足すること。ここで、σ_{CS}はn_{CS}=2, 3, 4, 5 及び 6 の場合について計算し、n_{CS}=2, 3, 4, 5 及び 6 のすべてに対して満足すること。

$$0 \le \sigma_{CS} \le \sigma_{es}$$

ここで、σ_{CS}は次による。

$$\sigma_{CS} = 1.5S_f\left(\frac{P\sigma_{es}}{P_{ys}}\right) + \frac{0.0075E\overline{d_C}\left(n_{CS}{}^2 - 1\right)PS_f}{R_{LS}\left(P_{gC} - 1.5PS_f\right)}$$

ここで、P_{gC}は **2)** により、$\overline{d_C}$及びP_{ys}はそれぞれ次式による。

$$\overline{d_C} = X_{\mathrm{f}} + \frac{t_{\mathrm{f}}}{2}$$

$$P_{ys} = \frac{\sigma_{es}t_a R_f\cos\alpha}{R_{LS}{}^2\left(1 - \frac{\nu}{2}\right)}\left(1 + \frac{A_m}{w_i t_a + \frac{2N_C t_a\cos\alpha}{\delta_C}}\right)$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

ここで、N_C 及び δ_C は、次式による。

$$N_C = \frac{cosh(\delta_C L_S) - cos(\delta_C L_S)}{sinh(\delta_C L_S) + sin(\delta_C L_S)}$$

$$\delta_C = 1.28\sqrt{\frac{cos\alpha}{R_i t_a}}$$

e) 大型の強め輪だけを取付ける円すい胴の最小厚さ及び強め輪の強度

円すい胴の最小厚さ及び強め輪の強度は、次の **1)～3)**による。

1) 強め輪間の胴板の最小厚さ

胴板の最小厚さは、**E.2.3.2 d) 1)** による。

2) 強め輪の弾性不安定に対する確認

強め輪の形状及び円すい胴の厚さ（t_a）を仮定し、設計外圧（P）が次式を満足すること。

$$P \le \frac{P_{HC}}{1.5S_f}$$

ここで、P_{HC} は次式による。

$$P_{HC} = \frac{3}{R_{LS}{}^3 L_{CH}} EI_{eCH}$$

ここで、I_{eCH} は、次式による。

$$I_{eCH} = A_f X_f{}^2 + A_w X_w{}^2 + \left(\frac{t_a L_{eH}{}'}{2}\right)(X_s')^2 + \left(\frac{t_a L_{eH}{}''}{2}\right)(X_S'')^2 + I_f + I_w +$$
$$\left(\frac{t_a}{12}\right) sin^2\alpha\left[\left(\frac{L_{eH}{}'}{2}\right)^3 + \left(\frac{L_{eH}{}''}{2}\right)^3\right] + \left(\frac{t_a{}^3}{12}\right) cos^2\alpha\left(\frac{L_{eH}{}'}{2} + \frac{L_{eH}{}''}{2}\right)$$

ここで、L_{eH}'及び L_{eH}"は、強め輪の両側の胴板のそれぞれに対して、**E.2.1.2 e) 2)** に示す L_e の算式において、x 及び u をそれぞれ次式の x 及び u_H に置き換えて求めた値とする。

$$x = 4\left(\frac{t_a}{R_i\, cos\alpha}\right)$$

$$u_H = L_{CH} \Big/ \sqrt{t_a R_i\, cos\alpha}$$

3) 強め輪の最大応力に対する確認

強め輪に生じる最大応力（σ_{CH}）は、次式を満足すること。

$$0 \le \sigma_{CH} \le \sigma_{es}$$

ここで、σ_{CH} は次式による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$\sigma_{CH} = 1.5S_f\left(\frac{P\sigma_{es}}{P_{ys}}\right) + \frac{0.015E\overline{d_C}PS_f}{R_{LS}\left(P_{HC} - 1.5PS_f\right)}$$

ここで、P_{HC}は **2)** により、$\overline{d_C}$及びP_{ys}はそれぞれ次式による。

$$\overline{d_C} = X_{\mathrm{f}} + \frac{t_{\mathrm{f}}}{2}$$

$$P_{ys} = \frac{\sigma_{es}t_a R_f \cos\alpha}{R_{LS}{}^2\left(1-\frac{\nu}{2}\right)}\left(1 + \frac{A_m}{w_i t_a + \frac{2N_{CH}t_a \cos\alpha}{\delta_C}}\right)$$

ここで、N_{CH}及びδ_Cは、次式による。

$$N_{CH} = \frac{\cosh(\delta_C L_H) - \cos(\delta_C L_H)}{\sinh(\delta_C L_H) + \sin(\delta_C L_H)}$$

$$\delta_C = 1.28\sqrt{\frac{\cos\alpha}{R_i t_a}}$$

f) 小型の強め輪と大型の強め輪を組合せて取付ける円すい胴の最小厚さ及び強め輪の強度

小型の強め輪と大型の強め輪を組合せて取付ける場合は、**d)**及び **e)**の両方を満足すること。

g) 強め輪の横方向ねじれ（Sideway tripping）に対する強度の確認

小型の強め輪又は大型の強め輪にかかわらず、強め輪は**E.2.1.2 h)**を満足すること。ここで、P_{ys}は、小型の強め輪は **d)3)** に、大型の強め輪は **e)3)** による。

E.2.3.3 円筒胴と円すい胴の接続部の強度

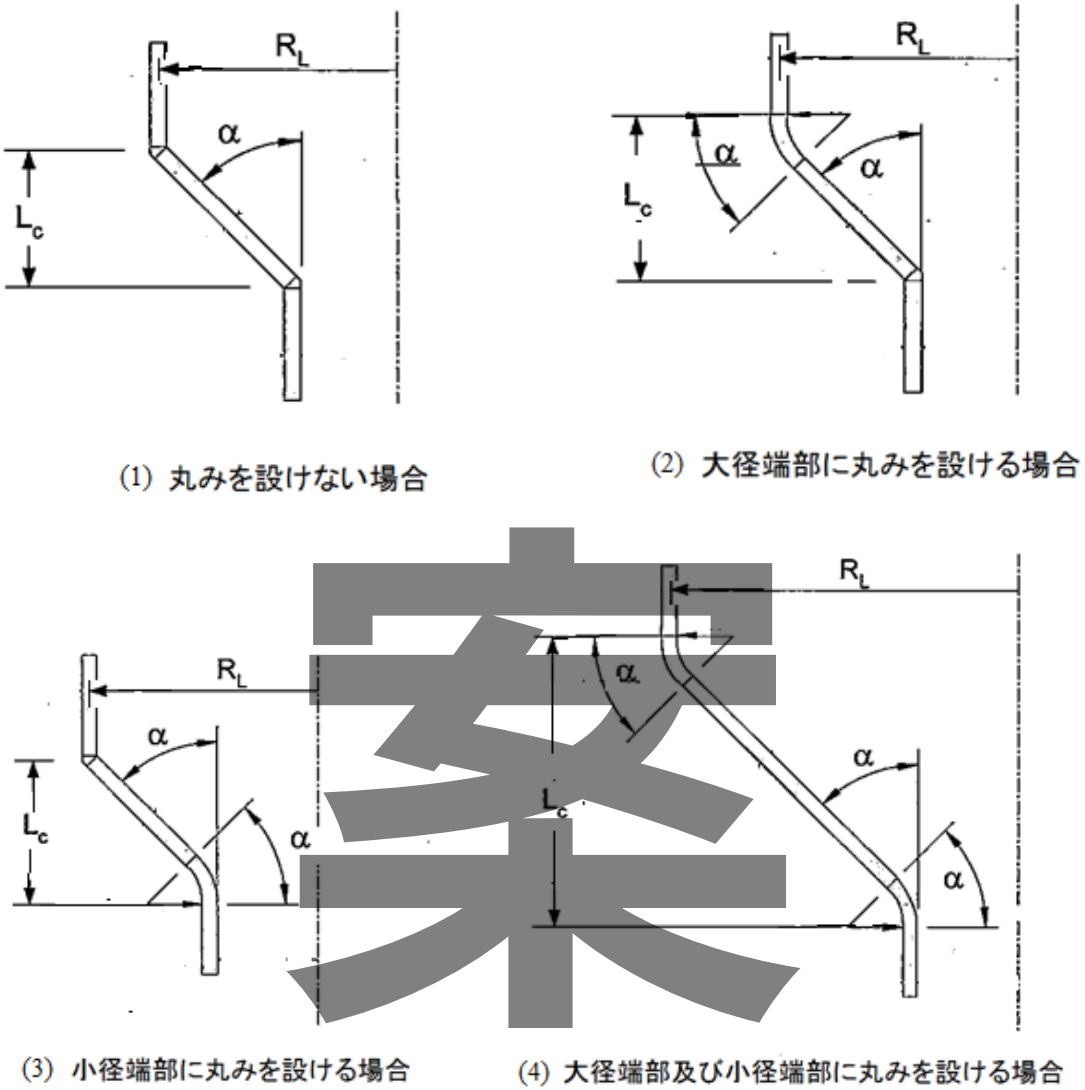
a) 接続部に丸みを設けない場合

円筒胴と円すい胴の接続部に丸みを設けない場合の接続部は、**D.4.2** を満足すること。ここで、計算に用いる圧力は、設計外圧（*P*）を負値で表した値とする。

b) 接続部に丸みを設ける場合

円筒胴と円すい胴の接続部に丸みを設けない場合の接続部は、**D.4.3** を満足すること。ここで、計算に用いる圧力は、設計外圧（*P*）を負値で表した値とする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

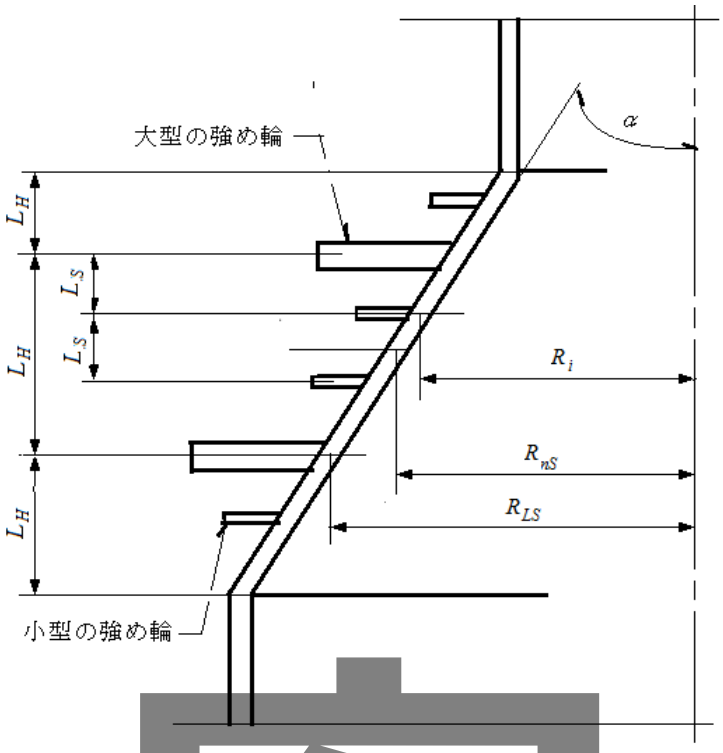


案

a) 強め輪を取付けない場合

図 E.6 円すい胴の強め輪

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。



b)　強め輪の取付く場合

図 E.6　円すい胴の強め輪（つづき）

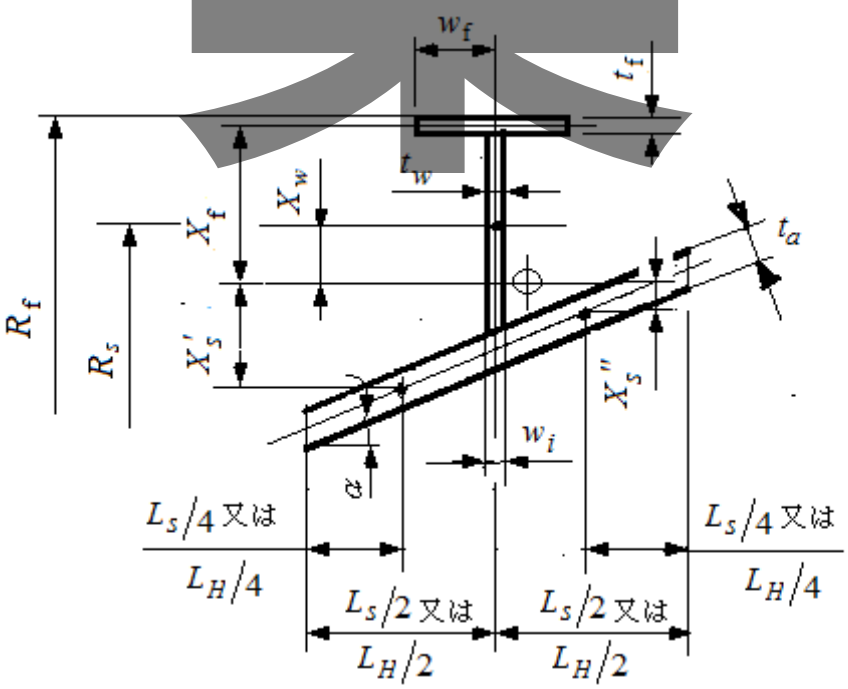


図 E.7　円すい胴の強め輪回りの寸法

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

E.3 外圧を保持する鏡板の最小厚さ

E.3.1 記号の意味

E.3 で用いる記号の意味は、次による。

D_o ： 半だ円体形鏡板の外面で測った長径(mm)

h_o ： 半だ円体形鏡板の外面で測った短径の 1/2 の値(mm)

R ： 鏡板の最小厚さの計算に用いる半径(mm)

E.3.2 さら形鏡板の最小厚さ

E.2.2 の規定より求める最小厚さ。ここで、計算に用いる半径（R）の値は、さら形鏡板のクラウン部の外半径の値とする。

E.3.3 全半球形鏡板の最小厚さ

E.2.2 の規定より求める最小厚さ

E.3.4 半だ円体形鏡板の最小厚さ

E.2.2 の規定より求める最小厚さ。ここで、計算に用いる内半径（R）の値は、次式による。

$$R = \frac{D_o^2}{4h_o}$$

E.3.5 円すい体形鏡板の最小厚さ

E.2.3 の規定より求める最小厚さ

E.4 外圧を保持する曲げ加工管の最小厚さ

E.4.1 記号の意味

E.4 で用いる記号の意味は、次による。

D_o ： 管の外径(mm)

P ： 設計外圧(MPa)

R ： 管の中心線での曲げ半径(mm)

t ： 曲げ加工する管の曲げ加工後の最小厚さ(mm)

σ_a ： 設計温度における曲げ加工する管の材料の許容引張応力(N/mm^2)

η ： 溶接継手の効率

E.4.2 曲げ加工後の最小厚さ

管を **6.3.2** に基づき曲げ加工する場合の曲げ加工後の管の最小厚さは、次式による。

$$t = \frac{PD_o}{2\sigma_a\eta}\left(\frac{2R - 0.5D_o}{2R - D_o}\right) \times 1.15$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 E.1　強め輪の形状がフラットバーで、胴の内側に取付く場合の $(\sigma_i/E)(d/t_w)^2$ の値

n_{cyl} \ d/R	0.01	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14	0.16	0.18	0.20
2	0.0119	0.0236	0.0466	0.0691	0.0913	0.114	0.135	0.157	0.180	0.202	0.225
3	0.0239	0.0461	0.0865	0.123	0.156	0.187	0.217	0.247	0.276	0.305	0.334
4	0.0395	0.0734	0.130	0.176	0.216	0.252	0.286	0.319	0.353	0.386	0.421
5	0.0577	0.103	0.171	0.223	0.266	0.304	0.341	0.378	0.416	0.456	0.498
6	0.0778	0.132	0.208	0.262	0.306	0.347	0.387	0.428	0.472	0.517	0.570
7	0.0981	0.160	0.240	0.294	0.340	0.382	0.427	0.474	0.527	0.580	0.643
8	0.119	0.186	0.268	0.322	0.369	0.415	0.465	0.517	0.580	0.647	0.725
9	0.139	0.210	0.290	0.345	0.394	0.445	0.502	0.565	0.638	0.720	0.812
10	0.158	0.231	0.31	0.365	0.417	0.474	0.536	0.614	0.696	0.792	0.903
11	0.176	0.249	0.328	0.383	0.440	0.502	0.575	0.662	0.758	0.874	1.010
12	0.193	0.266	0.343	0.400	0.461	0.531	0.614	0.715	0.831	0.966	1.121
13	0.209	0.280	0.356	0.416	0.483	0.560	0.657	0.768	0.903	1.058	―
14	0.224	0.293	0.368	0.431	0.502	0.594	0.700	0.831	0.981	―	―
15	0.237	0.304	0.379	0.446	0.527	0.628	0.749	0.894	1.068	―	―
16	0.249	0.314	0.389	0.461	0.551	0.662	0.797	0.961	―	―	―
17	0.260	0.324	0.399	0.476	0.575	0.696	0.850	1.034	―	―	―
18	0.270	0.332	0.409	0.493	0.599	0.734	0.903	1.106	―	―	―
19	0.279	0.339	0.418	0.507	0.623	0.773	0.961	―	―	―	―
20	0.287	0.346	0.427	0.522	0.652	0.816	1.019	―	―	―	―

注記 1 : $(\sigma_i/E)(d/t_w)^2$ の値の最大値は 1.14 とし、その値を超えて補間して求めることはできない。

2 :表中の中間の値は、対数補間により求める。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 E.2　強め輪の形状がフラットバーで、胴の外側に取付く場合の $(\sigma_i/E)(d/t_w)^2$ の値

n_{cyl} ＼ d/R	0.010	0.011	0.012	0.015	0.020	0.025	0.030	0.040	0.045	0.050	0.060	0.080	0.100	0.120	0.140	0.160	0.180	0.200
2	0.012	0.0132	0.0144	0.0180	0.0241	0.0303	0.0366	0.0492	0.0557	0.0622	0.0755	0.103	0.133	0.164	0.198	0.236	0.277	0.324
3	0.0257	0.0284	0.0311	0.0374	0.0537	0.0687	0.0846	0.119	0.138	0.157	0.201	0.310	0.462	0.695	1.10	1.99※	―	―
4	0.0466	0.0517	0.0570	0.0734	0.103	0.137	0.175	0.268	0.326	0.395	0.581	1.44※	―	―	―	―	―	―
5	0.0768	0.0860	0.0955	0.126	0.187	0.263	0.361	0.679	0.965	1.46※	―	―	―	―	―	―	―	―
6	0.120	0.136	0.153	0.211	0.340	0.537	0.881	1.44※	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―
7	0.183	0.211	0.242	0.356	0.677	1.48※	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―
8	0.279	0.331	0.390	0.648	1.92※	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―
9	0.438	0.541	0.676	1.49※	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―
10	0.736	0.998	1.42※	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―
11	1.49※	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―	―

注記 1 :※印の値は、中間の値の補間用に記載。

2 : $n>10$ で $d/R>0.01$ の場合は、外圧による座屈は生じない。

3 : $(\sigma_i/E)(d/t_w)^2$ の値の最大値は 1.14 とする。

4 : d/R の中間の値は、対数補間により求める。

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

書面投票用

案

附属書 F（規定）　フランジ付き鏡板

F.1 適用範囲

この附属書は、内圧又は外圧を保持するフランジ付き鏡板の鏡板及びフランジの最小厚さについて規定する。

F.2 記号の意味

この附属書で用いる記号の意味は、次による。

A ： フランジの外径（mm）

B ： フランジの内径（mm）

C ： ボルト円の直径（mm）

F ： 次式より求める値

$$F = \frac{PB\sqrt{4R^2 - B^2}}{8\sigma_{af}(A - B)}$$

G ： ガスケット反力円の径（mm）

H_D ： フランジの内径に鏡板から作用する荷重で、次式より求める値（**図 F.1(b)**参照）（N）

$$H_D = \frac{\pi}{4}B^2P$$

H_r ： フランジの内径と鏡板の板厚中心との交点に、鏡板からフランジに作用する荷重の半径方向成分で、次式より求める値（**図 F.1(b)**参照）（N）

$$H_r = H_D \cot\beta_1$$

h_r ： H_rのフランジ図心に対するモーメントアーム（**図 F.1(b)**参照）（mm）

J ： 次式より求める値

$$J = \left(\frac{M}{\sigma_{af}B}\right)\left(\frac{A+B}{A-B}\right)$$

M ： **図 F.1(b)**のフランジ厚さの計算に用いるモーメントで、**JIS B 8265 附属書 G** の **G.4.2** より求める使用状態でのフランジに作用するモーメント M_oに H_rh_rを加算又は減算（鏡板とフランジの取付け部の位置がフランジの図心の下方にあるときは加算、上方にあるときは減算）した値及びガスケット締付時にフランジに作用するモーメント M_gの値（N·mm）

P ： 設計圧力（MPa）

R ： 鏡板中央部の内面の半径（mm）

T ： フランジの最小厚さ（mm）

t ： 鏡板の最小厚さ（mm）

β_1: 鏡板とフランジとの取付け部において、鏡板の板厚中心線の接線と鏡板の中心軸に直交する線とがなす角度で、次式より求める値（**図 F.1(b)**参照）（度）

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$\beta_1 = sin^{-1}\left(\frac{B}{2R+t}\right)$$

σ_{ah} ： 設計温度における鏡板の材料の許容引張応力（N/mm^2）

σ_{af} ： 設計温度におけるフランジの材料の許容引張応力（N/mm^2）

σ_u ： 材料の規格に規定の最小引張強さ（N/mm^2）

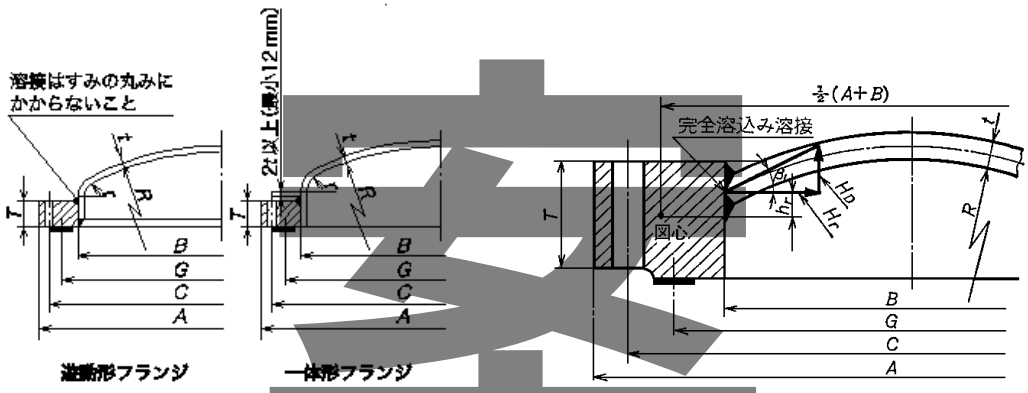
σ_{yT} ： 設計温度における材料の降伏点又は 0.2%耐力（N/mm^2）

F.3 フランジ付き鏡板の形状及び制限

フランジ付き鏡板の形状は **a)**、制限は **b)** による。

a) フランジ付き鏡板の形状

フランジ付き鏡板の形状は、**図 F.1** による。



(a) **(b)**

図 F.1 フランジ付き鏡板の形状

b) 制限

図 F.1 (a)に示すフランジ付き鏡板の形状は、次の **1)**及び **2)**の両方を満足する場合に、使用できる。

1) 疲労解析が不要（疲労解析の省略規定を適用する場合を含む。）な特定設備である。

2) 鏡板及びフランジの材料は、次式を満足する材料を使用する。

$$\frac{\sigma_{yT}}{\sigma_u} \leq 0.625$$

F.4 フランジ付き鏡板の最小厚さ

F.4.1 鏡板の部分

フランジ付き鏡板の鏡板の部分の最小厚さは、次の **a)** 又は **b)** による。

a) **図 F.1 (a)**の場合

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

1) 内圧を保持する場合

鏡板の形状に応じて **D.3.2** 又は **D.3.4** による。

2) 外圧を保持する場合

鏡板の形状に応じて **E.3.2** 又は **E.3.4** による。

b) **図 F.1 (b)**の場合

1) 内圧を保持する場合

次式より求める最小厚さ。

$$t = \frac{PR}{1.2\sigma_{ah}}$$

2) 外圧を保持する場合

E.3.3 による。

F.4.2 フランジの部分

フランジ付き鏡板のフランジの部分の最小厚さは、次の **a)** 又は **b)** による。

a) **図 F.1 (a)**の場合

JIS B 8265 附属書 G による。

b) **図 F.1 (b)**の場合

次式より求める最小厚さ。

$$T = F + \sqrt{F^2 + J}$$

備考 1 : 計算は、使用状態とガスケット締付時の両方の場合について行い、いずれか大きい値を T とする。

備考 2 : P 及び M の値は、その絶対値を用いる。

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

書面投票用

案

附属書 G（規定）　穴補強

G.1 適用範囲

この附属書は、胴、鏡板等に取付ける管台の穴補強及び管台の溶接継手の強度について規定する。

G.2 記号の意味

この附属書で用いる記号の意味は、次による。

A_1 ： 胴、鏡板等の穴補強に寄与する断面積(mm^2)

A_2 ： 管台（胴、鏡板等の外側）の穴補強に寄与する断面積(mm^2)

A_3 ： 管台（胴、鏡板等の内側）の穴補強に寄与する断面積(mm^2)

A_{41} ： 管台の取付け溶接（胴、鏡板等の外側）の穴補強に寄与する断面積(mm^2)

A_{42} ： 強め材と胴、鏡板等との溶接の穴補強に寄与する断面積(mm^2)

A_{43} ： 管台の取付け溶接（胴、鏡板等の内側）の穴補強に寄与する断面積(mm^2)

A_5 ： 強め材の穴補強に寄与する断面積で、A_{5a} 又は A_{5b} のいずれか小さい値(mm^2)

A_{5a} ： 強め材の断面積(mm^2)

A_{5b} ： 胴、鏡板等の補強の有効範囲にある強め材の断面積(mm^2)

A_p ： 管台開口部の不連続力を決めるために用いる圧力の保持面積(mm^2)

A_r ： 胴、鏡板等が圧縮応力を受ける場合の穴補強の必要面積(mm^2)

A_T ： 補強の有効範囲内の合計面積(mm^2)

C_1 ： パラメータ

C_2 ： パラメータ

C_3 ： パラメータ

C_L ： パラメータ

C_n ： パラメータ

C_p ： パラメータ

C_t ： パラメータ

D_i ： 円筒胴又は球形胴の内径、円すい胴は管台中心線と円すい胴との交点での円すい胴の内径又は鏡板のスカート部の内径(mm)

D_R ： 鏡板中心線から管台の取付け中心までの距離（**図 G.9** 及び**図 G.10** 参照）(mm)

D_T ： 鏡板のタンジェントラインから管台中心までの距離（**図 G.10** 参照）(mm)

D_x ： 管台を円筒胴に偏心して取付ける場合の胴断面の中心軸から管台中心の長手軸までの距離（**図 G.4** 参照）(mm)

D ： 管台取付け部の穴の径(mm)

F_p ： 管台取付け係数

f_N ： 内圧により管台に作用する力(N)

f_Y ： 内圧による不連続力(N)

f_{rn} ： 管台の材料の強度係数で、σ_n/σ_s より求める値

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

f_{rp} ： 強め材の材料の強度係数で、σ_p/σ_s より求める値

f_S ： 内圧により胴、鏡板等に作用する力(N)

h ： 内面で測った鏡板のタンジェントラインからの高さ（**図 G.10** 参照）(mm)

L ： さら形鏡板の球形部の内半径(mm)

L_H ： 管台の有効長さ（胴、鏡板等の外側）（**図 G.2** 及び**図 G.3** 参照）(mm)

$L_{H1,2,3}$ ： 管台の外側への有効長さを求める際の長さで、添え字は各要素を表す(mm)。

L_I ： 管台の有効長さ（胴、鏡板等の内側）（**図 G.2** 及び**図 G.3** 参照）(mm)

$L_{I1,2,3}$ ： 管台の内側への有効長さを求める際の長さで、添え字は各要素を表す(mm)。

L_{pr1} ： 管台の突出し高さ（胴、鏡板等の外側）（**図 G.2** 及び**図 G.3** 参照）(mm)

L_{pr2} ： 管台の突出し高さ（胴、鏡板等の内側）（**図 G.2** 及び**図 G.3** 参照）(mm)

L_{pr3} ： 管台の厚さが変化する部分までの突出し高さ（**図 G.2** 及び**図 G.3** 参照）(mm)

L_R ： 胴、鏡板等の補強の有効範囲(mm)（**図 G.2** 及び**図 G.3** 参照）

L_{Ra}, L_{Rb}, L_{Rc} ： 近接する管台で、各管台を単独で取付けるとした場合の各管台に対する胴、鏡板等の補強の有効範囲(mm)（**図 G.11** 及び**図 G.12** 参照）

$L_{R1,2,3}$ ： 胴又は鏡板の有効長さを求める際の長さで、添え字は各要素を表す(mm)。

$L_s, L_{s1}, L_{s2}, L_{s3}$ ： 近接する管台での管台の外表面での管台間の間隔(mm)（**図 G.11** 及び**図 G.12** 参照）

L_{41} ： 管台（胴、鏡板等の外側）の取付け溶接の溶接脚長（**図 G.2** 及び**図 G.3** 参照）(mm)

L_{42} ： 強め材の取付け溶接の脚長（**図 G.2** 及び**図 G.3** 参照）(mm)

L_{43} ： 管台（胴、鏡板等の内側）の取付け溶接の溶接脚長（**図 G.2** 及び**図 G.3** 参照）(mm)

M_o ： 管台と平板との取付け部に作用する最大モーメント(N-mm/mm)

P ： 設計圧力(MPa)

P_{max} ： 管台の穴補強部での最大許容圧力(MPa)

R ： 円筒胴又は円すい胴の内半径(mm)

R_{eff} ： 胴、鏡板等の有効圧力半径(mm)

$R_n, R_{na}, R_{nb}, R_{nc}$ ： 管台の内半径(mm)

R_n' ： A_pを求める際の管台開口部の計算半径(mm)

R_{nc1} ： 管台を偏心又は傾けて取付ける場合の開口部の半径（**図 G.4**、**図 G.5**、**図 G.7** 及び**図 G.8** 参照）(mm)

R_{nm} ： 管台の厚さの中心での半径(mm)

R_{xn} ： 荷重計算に用いる管台の半径(mm)

R_{xs} ： 荷重計算に用いる胴、鏡板等の半径(mm)

t ： 胴、鏡板等の厚さ(mm)

t_e ： 強め材の厚さ(mm)

t_{eff} ： 管台の開口部まわりの応力計算に用いる胴、鏡板等の有効厚さ(mm)

t_n ： 管台の厚さ(mm)

t_{n2} ： 管台の厚さが変化する場合の薄い方の部分の厚さ(mm)

t_r ： 円筒胴又は円すい胴の外圧を含まない軸方向圧縮荷重に対する最小厚さ (mm)

t_{rf} ： **附属書 H** より求める平板の最小厚さ(mm)

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

W ： 強め材の幅(mm)

x_t ： 平板の穴補強計算に用いる係数

α ： 円すいの頂角の 2 分の 1 の値 (ラジアン)

η ： 溶接継手の効率で、管台が胴等の溶接線と交差しない場合は 1.0

λ ： 胴、鏡板等の有効範囲の算出に用いる係数

λ_n ： 平板の穴補強計算に用いる係数

σ_a ： 設計温度における胴、鏡板又は平板の材料の許容引張応力(N/mm^2)

σ_{allow} ： 穴補強部の最大許容圧力の計算に用いる許容値で、管台が内圧を保持する場合は σ_a の値、外圧を保持する場合は σ_c の値(N/mm^2)

σ_{Lav} ： 平均膜応力(N/mm^2)

$\sigma_{L\,max}$ ： 胴、鏡板等と管台の取付け部での膜応力の最大値(N/mm^2)

σ_c ： 設計温度における管台の取付く胴、鏡板又は平板の材料と管台の材料のそれぞれの材料の許容圧縮応力のいずれか小さい値 (N/mm^2)

σ_n ： 設計温度における管台の材料の許容引張応力(N/mm^2)

σ_p ： 設計温度における強め材の材料の許容引張応力(N/mm^2)

$\sigma_{m\theta}$ ： 円周方向膜応力(N/mm^2)

θ ： 管台を円筒胴に傾けて取付ける場合の管台の軸と胴の軸の間の角度 (ラジアン)

G.3 胴及び管台の一般要求事項

管台を取付ける胴及び管台は、次の **a)**～**e)** による。

a) 管台の胴、鏡板等への取付けは、溶接による。

b) 管台を取付ける胴の内径と呼び厚さの比は、400 以下とする。

c) 管台と胴の交差により生じる穴の最大径と最小径の比は、1.5 以下とする。

d) 管台（検査用及びアクセス用の管台を除く。）の管の最小厚さは、設計圧力（内圧及び外圧）による最小厚さ以上で、かつ、管台を取付ける胴の腐れ後の厚さ又は**表 G.1** に示す腐れ代を付加する前の最小必要厚さのいずれか小さい厚さ以上とする。

表 G.1 管の呼び径に応じた最小必要厚さ†

管の呼び径		最小必要厚さ
A 系列	B 系列	
6	1/8	1.51 mm
8	1/4	1.96 mm
10	3/8	2.02 mm
15	1/2	2.42 mm
20	3/4	2.51 mm
25	1	2.96 mm

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 G.1　管の呼び径に応じた最小必要厚さ†

管の呼び径		最小必要厚さ
A 系列	B 系列	
32	1 1/4	3.12 mm
40	1 1/2	3.22 mm
50	2	3.42 mm
65	2 1/2	4.52 mm
80	3	4.80 mm
90	3 1/2	5.02 mm
100	4	5.27 mm
125	5	5.73 mm
150	6	6.22 mm
200	8	7.16 mm
250	10	8.11 mm
300 以上	12 以上	8.34 mm

e)　検査用及びアクセス用の管台の管の最小厚さは、設計圧力（内圧及び外圧）に対する最小厚さ以上とする。

G.4 胴又は鏡板に取付ける管台の穴補強

穴補強は、管台の胴又は鏡板への取付け位置、取付け角度等に応じて次の **a)**～**g)**による。

a)　管台を円筒胴の半径方向に取付ける場合

管台を**図 G.1** に示すように円筒胴の半径方向に取付ける場合の穴補強は、次の手順による。

手順 1：次式により、胴の有効圧力半径 R_{eff} を求める。

$$R_{eff} = 0.5D_i$$

手順 2：次式により、胴板の面に沿う方向の補強の有効範囲 L_R を求める。

1)　一体形補強の場合

$$L_R = min\left[\sqrt{R_{eff}t}, 2R_n\right]$$

2)　補強板形補強の場合

$$L_R = min\left[L_{R1}, L_{R2}, L_{R3}\right]$$

ここで、L_{R1}、L_{R2} 及び L_{R3} は次による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$L_{R1} = \sqrt{R_{eff} t} + W$$

$$L_{R2} = \sqrt{(R_{eff} + t)(t + t_e)}$$

$$L_{R3} = 2R_n$$

手順 3： 次式により、管台の面に沿う外側方向の補強の有効範囲 L_H を求める。

$$L_H = min[L_{H1}, L_{H2}, L_{H3}]$$

ここで、L_{H1}、L_{H2} 及び L_{H3} は次による。

$$L_{H1} = t + t_e + \sqrt{R_n t_n}$$

$$L_{H2} = L_{pr1} + t$$

$$L_{H3} = 8(t + t_e)$$

手順 4： 次式により、管台の面に沿う内側方向の補強の有効範囲 L_I を求める。

$$L_I = min[L_{I1}, L_{I2}, L_{I3}]$$

ここで、L_{I1}、L_{I2} 及び L_{I3} は次による。

$$L_{I1} = \sqrt{R_n t_n}$$

$$L_{I2} = L_{pr2}$$

$$L_{I3} = 8(t + t_e)$$

手順 5： 次式により、補強の有効範囲で荷重を受け持つ断面積 A_1、A_2、A_3、A_{41}、A_{42}、A_{43}、A_5 及び合計面積 A_T を求める。

$$A_1 = (tL_R) \times max\left[\left(\frac{\lambda}{5}\right)^{0.85}, 1.0\right]$$

ここで、λ は次式による。

$$\lambda = min\left[\left\{\frac{2R_n + t_n}{\sqrt{(D_i + t_{eff}) t_{eff}}}\right\}, 12.0\right]$$

ここで、t_{eff} は胴の有効厚さで、次式による。

$$t_{eff} = t\left(\frac{tL_R + A_5 f_{rp}}{tL_R}\right)$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$A_2 = t_n\left(L_{pr3} + t\right) + 0.78\left(\frac{t_{n2}^2}{t_n}\right)\sqrt{R_n t_{n2}}$$ （管台厚さが変化し、$L_H > L_{pr3} + t$の場合）

$A_2 = t_n L_H$（管台厚さが一様な場合又は管台厚さが変化し$L_H \le L_{pr3} + t$　の場合）

$$A_3 = t_n L_I$$

$$A_{41} = 0.5L_{41}^2$$

$$A_{42} = 0.5L_{42}^2$$

$$A_{43} = 0.5L_{43}^2$$

$$A_5 = min\left[A_{5a}, A_{5b}\right]$$

ここで、A_{5a}及びA_{5b}は次式による。

$$A_{5a} = Wt_e$$

$$A_{5b} = L_R t_e$$ （セットイン管台の場合）

$$A_{5b} = \left(L_R - t_n\right)t_e$$ （セットオン管台の場合）

$$A_T = A_1 + f_{rn}\left(A_2 + A_3\right) + A_{41} + A_{42} + A_{43} + f_{rp}A_5$$

ここで、f_{rn}及びf_{rp}は次式による。

$$f_{rn} = \frac{\sigma_n}{\sigma_a}, \quad f_{rp} = \frac{\sigma_p}{\sigma_a}$$

手順 6：次式により、穴の開口部の回りに作用する荷重f_N、f_S及びf_Yを求める。

$$f_N = PR_{xn}\left(L_H - t\right)$$

$$f_S = PR_{xs}\left(L_R + t_n\right)$$

$$f_Y = PR_{xs}R_n$$

ここで、R_{xn}及びR_{xs}は次式による。

$$R_{xn} = \frac{t_n}{\ln\left[\frac{R_n + t_n}{R_n}\right]}$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$R_{xs} = \frac{t_{eff}}{\ln\left[\dfrac{R_{eff} + t_{eff}}{R_{eff}}\right]}$$

手順 7： 次式により、胴の平均膜応力（σ_{Lav}）及び膜応力（$\sigma_{m\theta}$）を求める。

$$\sigma_{Lav} = \frac{\left(f_N + f_S + f_Y\right)}{A_T}$$

$$\sigma_{m\theta} = \frac{PR_{xs}}{t_{eff}}$$

手順 8：次式により、管台取付け部の膜応力の最大値（σ_{Lmax}）を求める。

$$\sigma_{L\max} = \max\left[\left(2\sigma_{av} - \sigma_{m\theta}\right),\ \sigma_{m\theta}\right]$$

手順 9： 次式により、管台取付け部の膜応力の最大値（σ_{Lmax}）が、許容値以下となることを確認する。

1) 内圧を保持する場合　$\sigma_{Lmax} \le 1.5\sigma_a\eta$

2) 外圧を保持する場合　$\sigma_{Lmax} \le \sigma_c$

手順 10： 次式により、管台の最大許容圧力（P_{max}）を求め、設計圧力以上となることを確認する。

$$P_{max} = min\left[P_{max1}, P_{max2}\right] \ge P$$

ここで、P_{max1} 及び P_{max2} は次式による。

$$P_{max1} = \frac{\sigma_{allow}}{\dfrac{2A_p}{A_T} - \dfrac{R_{xs}}{t_{eff}}}$$

$$P_{max2} = \sigma_a\left(\frac{t}{R_{xs}}\right)$$

ここで、A_p の値は次式による。

$$A_p = R_{xn}\left(L_H - t\right) + R_{xs}\left(L_R + t_n + R_n\right)$$

手順 11： 手順 9 及び 10 を満足しない場合は、胴又は管台の厚さ、強め材の厚さ又は大きさを変更して手順 1 から手順 10 までを、手順 9 及び 10 を満足するまで繰り返し行う。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

b) 管台を円筒胴の断面の軸に平行に取付ける場合

管台を**図 G.4** に示すように円筒胴の断面の軸に平行に取付ける場合の穴補強は、**a)** の計算における A_p の値を、次式より求めた A_p に置き換えて **a)**による。

$$A_p = R_{xn}\left(L_H - t\right) + R_{xs}\left(L_R + t_n + R_n^{'}\right)$$

ここで、$R_n^{'}$ の値は次式による。

$$R_n^{'} = max\left[\left(\frac{R_{nc1}}{2}\right), R_n\right]$$

ここで、R_{nc1} は次式による。

$$R_{nc1} = R_{eff}\left(\theta_1 - \theta_2\right)$$

ここで、θ_1 及び θ_2 は次式による。

$$\theta_1 = cos^{-1}\left(\frac{D_X}{R_{eff}}\right)$$

$$\theta_2 = cos^{-1}\left(\frac{D_X + R_n}{R_{eff}}\right)$$

c) 管台を円筒胴の断面の軸に対して傾いて取付ける場合の穴補強

管台を**図 G.5** に示すように円筒胴の断面の軸に傾いて取付ける場合の穴補強は、**a)** の計算における A_p の値を、次式より求めた A_p に置き換えて **a)**による。

$$A_p = R_{xn}\left(L_H - t\right) + R_{xs}\left(L_R + t_n + R_{nc1}\right)$$

ここで、R_{nc1} の値は次式による。

$$R_{nc1} = \frac{R_n}{sin\,\theta}$$

d) 管台を円すい胴の面に垂直に取付ける場合

管台を**図 G.6** に示すように円すい胴の板の面に対して垂直に取付ける場合の穴補強は、**a)** の計算における f_S、f_Y、$\sigma_{m\theta}$、P_{max} 及び A_P を、それぞれ次式に置き換えて **a)** による。

$$f_S = \frac{P}{cos\,\alpha}\left(R_{eff} + \frac{L_c}{2}sin\,\alpha\right)\left(L_R + t_n\right)$$

$$f_Y = \frac{P}{\cos\alpha}\left(R_{eff} + \frac{R_n}{2}\sin\alpha\right)R_n$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$\sigma_{m\theta} = \frac{P\left(R_{eff} + L_c \sin\alpha\right)}{t_{eff} \cos\alpha}$$

$$P_{\max} = \frac{\sigma_{allow}}{\dfrac{2A_p}{A_T} - \dfrac{R_{eff} + L_c \sin\alpha}{t_{eff} \cos\alpha}}$$

$$A_P = R_{xn}\left(L_H - t\right) + \left(R_{eff} + \frac{L_c}{2}\sin\alpha\right)\left(\frac{L_R + t_n}{\cos\alpha}\right) + \frac{R_n\left(R_{eff} + 0.5R_n \sin\alpha\right)}{\cos\alpha}$$

ここで、L_c は次式による。

$$L_c = L_R + t_n + R_n$$

e) 管台を円すい胴の軸に対して垂直又は平行に取付ける場合

管台を**図 G.7** 又は**図 G.8** に示すように円すい胴の軸に対して垂直又は平行に取付ける場合の穴補強は、**d)** の計算において、R_n の値を次式より求めた R_{nc1} に置き換えて、**d)** による。

1) 円すい胴の軸に対して垂直に取付ける場合

$$R_{nc1} = \frac{R_n}{\cos\alpha}$$

2) 円すい胴の軸に対して平行に取付ける場合

$$R_{nc1} = \frac{R_n}{\sin\alpha}$$

f) 管台を球形胴又は鏡板の半径方向に取付ける場合

管台を**図 G.9** に示すように球形胴又は鏡板の半径方向に取付ける場合の穴補強は、次の手順による。

手順 1： 次式により、球形胴又は鏡板の有効圧力半径 R_{eff} を求める。

1) 球形胴又は全半球形鏡板の場合

$$R_{eff} = 0.5D_i$$

2) 半だ円体形鏡板の場合

$$R_{eff} = \frac{0.9D_i}{6}\left[2 + \left(\frac{D_i}{2h}\right)^2\right]$$

3) さら形鏡板の場合

$$R_{eff} = L$$

手順 2： 次式により、球形胴又は鏡板の板面に沿う方向の補強の有効範囲 L_R を求める。

1) 球形胴、全半球形鏡板又は半だ円体形鏡板に取付ける一体形管台の場合

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$L_R = \min[\sqrt{R_{eff}t},\ 2R_n]$$

2) さら形鏡板に取付ける一体形管台の場合

$$L_R = \min\left[L_{R1},\ L_{R2}\right]$$

ここで、L_{R1} 及び L_{R2} は次式による。

$$L_{R1} = \frac{D_i}{2} - \left(D_R + R_n + t_n\right)$$

$$L_{R2} = \min[\sqrt{R_{eff}t},\ 2R_n]$$

3) 補強板形管台の場合

$$L_R = \min\left[L_{R1}, L_{R2}, L_{R3}\right]$$

ここで、L_{R1}、L_{R2} 及び L_{R3} は次式による。

$$L_{R1} = \sqrt{R_{eff}t} + W$$

$$L_{R2} = \sqrt{\left(R_{eff} + t\right)\left(t + t_e\right)}$$

$$L_{R3} = 2R_n$$

手順 3： 次式により、管台の面に沿う外側方向の補強の有効範囲 L_H を求める。

1) セットイン管台の場合

$$L_H = min\left[t + t_e + F_p\sqrt{R_n t_n},\quad L_{pr1} + t\right]$$

2) セットオン管台の場合

$$L_H = min\left[t + t_e + F_p\sqrt{R_n t_n},\quad L_{pr1}\right]$$

ここで、F_p は、次の **2.1)**又は **2.2)**による。

2.1) 半だ円体形鏡板又はさら形鏡板の場合

$D_R + R_n + t_n > 0.35D_i$ の場合 ： $F_p = \min\left[C_n,\ C_p\right]$

$D_R + R_n + t_n \le 0.35D_i$ の場合： $F_p = C_n$

ここで、

$$C_n = min\left[\left(\frac{t + t_e}{t_n}\right)^{0.35}, 1.0\right]$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

半だ円体形鏡板の場合：$C_p = exp\left[\dfrac{0.35D_i - \left(D_R + R_n + t_n\right)}{16t}\right]$

さら形鏡板の場合　　：$C_p = exp\left[\dfrac{0.35D_i - \left(D_R + R_n + t_n\right)}{8t}\right]$

2.2)　球形胴又は全半球形鏡板の場合

$$F_p = min\left[\left(\frac{t + t_e}{t_n}\right)^{0.35}, 1.0\right]$$

手順 4：次式により、管台の面に沿う内側方向の補強の有効範囲 L_I を求める。

$$L_I = \min\left[F_p\sqrt{R_n t_n}, L_{pr2}\right]$$

手順 5：次式により、補強の有効範囲で荷重を受け持つ断面積 A_1、A_2、A_3、A_{41}、A_{42}、A_{43}、A_5 及び合計面積 A_T を求める。

$$A_1 = \left(tL_R\right)$$

$$A_2 = t_n\left(L_{pr3} + t\right) + 0.78\left(\frac{t_{n2}^2}{t_n}\right)\sqrt{R_n t_{n2}}$$ （管台厚さが変化し、$L_H > L_{pr3} + t$　の場合）

$$A_2 = t_n L_H$$ （管台厚さが一様な場合又は管台厚さが変化し $L_H \le L_{pr3} + t$　の場合）

$$A_3 = t_n L_I$$

$$A_{41} = 0.5L_{41}^2$$

$$A_{42} = 0.5L_{42}^2$$

$$A_{43} = 0.5L_{43}^2$$

$$A_5 = min\left[A_{5a}, A_{5b}\right]$$

ここで、A_{5a} 及び A_{5b} は次式による。

$$A_{5a} = Wt_e$$

$$A_{5b} = L_R t_e$$ （セットイン管台の場合）

$$A_{5b} = \left(L_R - t_n\right)t_e$$ （セットオン管台の場合）

$$A_T = A_1 + f_{rn}\left(A_2 + A_3\right) + A_{41} + A_{42} + A_{43} + f_{rp}A_5$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

ここで、f_{rn} 及び f_{rp} は次式による。

$$f_{rn} = \frac{\sigma_n}{\sigma_a} \text{、} \qquad f_{rp} = \frac{\sigma_p}{\sigma_a}$$

手順 6： 次式により、穴の開口部の回りに作用する荷重 f_N、f_S 及び f_Y を求める。

$$f_N = PR_{xn}\left(L_H - t\right)$$

$$f_S = \frac{PR_{xs}\left(L_R + t_n\right)}{2}$$

$$f_Y = \frac{PR_{xs}R_n}{2}$$

ここで、R_{xn} 及び R_{xs} は次式による。

$$R_{xn} = \frac{t_n}{\ln\left[\dfrac{R_n + t_n}{R_n}\right]}$$

$$R_{xs} = \frac{t_{eff}}{\ln\left[\dfrac{R_{eff} + t_{eff}}{R_{eff}}\right]}$$

ここで、t_{eff} は球形胴又は鏡板の有効厚さで、次式による。

$$t_{eff} = t\left(\frac{tL_R + A_5 f_{rp}}{tL_R}\right)$$

手順 7： 次式により、球形胴又は鏡板の平均膜応力（σ_{Lav}）及び膜応力（$\sigma_{m\theta}$）を求める。

$$\sigma_{Lav} = \frac{\left(f_N + f_S + f_Y\right)}{A_T}$$

$$\sigma_{m\theta} = \frac{PR_{xs}}{2t_{eff}}$$

手順 8： 次式により、管台取付け部の膜応力の最大値（σ_{Lmax}）を求める。

$$\sigma_{L\,max} = max\left[\left(2\sigma_{av} - \sigma_{m\theta}\right),\ \sigma_{m\theta}\right]$$

手順 9： 次式により、管台取付け部の膜応力の最大値（σ_{Lmax}）が、許容値以下となることを確認する。

1) 内圧を保持する場合　　$\sigma_{L\,max} \le 1.5\sigma_a\eta$

2) 外圧を保持する場合　　$\sigma_{L\,max} \le \sigma_c$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

手順 10： 次式により、管台の最大許容圧力（P_{max}）を求め、設計圧力以上となることを確認する。

$$P_{max} = min\left[P_{max1}\ ,P_{max2}\right] \geq P$$

ここで、P_{max1} 及び P_{max2} は次式による。

$$P_{max1} = \frac{\sigma_{allow}}{\dfrac{2A_p}{A_T} - \dfrac{R_{xs}}{2t_{eff}}}$$

$$P_{max2} = \sigma_a \left(\frac{t}{R_{xs}}\right)$$

ここで、A_p は次式による。

$$A_p = R_{xn}\left(L_H - t\right) + \frac{R_{xs}\left(L_R + t_n + R_n\right)}{2}$$

手順 11： 手順 9 及び 10 を満足しない場合は、胴又は鏡板の厚さ、管台の厚さ、強め材の厚さ又は大きさを変更して手順 1 から手順 10 までを、手順 9 及び 10 を満足するまで繰り返し行う。

g) 管台を鏡板の長径の面又は短径の面に対して垂直に取付ける場合

管台を**図 G.10** に示すように鏡板の長径の面又は短径の面に対して垂直に取付ける場合の穴補強は、管台を取付ける鏡板が半だ円体形鏡板の場合は D_R を次の **1)**よる求めた D_R に、鏡板がさら形鏡板の場合は R_n を次の **2)** より求めた R_{nc1} に置き換えて、**f)**による。

1) 半だ円体形鏡板の場合

$$D_R = \frac{D_i}{2}\sqrt{1 - \frac{{D_T}^2}{h^2}}$$

2) さら形鏡板の場合

$$R_{nc1} = R_{eff}\left(\theta_1 - \theta_2\right)$$

ここで、

$$\theta_1 = \cos^{-1}\left(\frac{D_R}{R_{eff}}\right)$$

$$\theta_2 = \cos^{-1}\left(\frac{D_R + R_n}{R_{eff}}\right)$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

G.5 平板の面に垂直に取付ける単一管台の穴補強

平板の面に垂直に取付ける単一管台の円形穴の穴補強は、次の手順による。

手順 1： 次式により、管台の平板への取付け部における単位長さ当たりの最大モーメントを求める。

$$M_o = \frac{\sigma_a t_{rf}^4}{6\left(t + C_p t_e\right)^2}$$

ここで、

$$C_p = min\left[\left\{\frac{\left(W + 0.5L_{42}\right)t_e}{R_n t}\right\}, 0.6\right]$$

手順 2： 次式により、パラメータ C_1、C_2、C_3 及び C_t の値を求める。

$$C_1 = sinh^2\left[C_L\right] + sin^2\left[C_L\right]$$

$$C_2 = sinh^2\left[C_L\right] - sin^2\left[C_L\right]$$

$$C_3 = \frac{L_{pr1} + t}{L_{pr1} + t + min\left[\left(\lambda_n\right)^{-1}, \quad L_{pr2}\right]}$$

$$C_t = exp\left(-x_t\right)$$

ここで、C_L、λ_n 及び x_t は次式による。

$$C_L = min\left[\lambda_n\left(L_{pr1} + t + L_{pr2}\right), 6.0\right]$$

$$\lambda_n = \frac{1.285}{\sqrt{R_{nm} t_n}}$$

ここで、R_{nm} は次式による。

$$R_{nm} = R_n + 0.5t_n$$

$x_t = 0.5\lambda_n\left(t + t_e + L_{41} + L_{43}\right)$（セットイン管台の場合）

$x_t = 0.5\lambda_n\left(t_e + L_{41}\right)$（セットオン管台の場合）

手順 3： 次式により、管台取付け部の膜応力の最大値（σ_{Lmax}）を求める。

$$\sigma_{L\,max} = \frac{2M_o \lambda_n^2 R_{nm} C_t C_1 C_3}{t_n C_2} + \frac{PR_{xn}}{t_n}$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

ここで、R_{xn} は次式による。

$$R_{xn} = \frac{t_n}{ln\left(\frac{R_n + t_n}{R_n}\right)}$$

手順 4： 次式により、管台取付け部の膜応力の最大値（σ_{Lmax}）が、許容値以下となることを確認する。

1) 内圧を保持する場合　$\sigma_{Lmax} \leq 1.5\sigma_a\eta$

2) 外圧を保持する場合　$\sigma_{Lmax} \leq \sigma_c$

手順 5： 手順 4 を満足しない場合は、平板又は管台の厚さ、強め材の厚さ又は大きさを変更して手順 1 から手順 4 までを、手順 4 を満足するまで繰り返し行う。

G.6 近接する 2 以上の穴の穴補強

胴又は鏡板に複数の管台を取付けることにより、胴又は鏡板の補強の有効範囲が重複する場合は、次の **a)**～**c)** による。

a) 2 つの管台を管台外面で *Ls* の間隔で近接して取付ける場合は、管台を取付ける胴又は鏡板の補強の有効範囲（L_R ）を管台 A 及び管台 B のそれぞれに対して次式より求めた値に置き換えて、**G.4** の規定による（**図 G.11** 参照）。

管台 A　$L_R = L_s\left(\frac{R_{na}}{R_{na} + R_{nb}}\right)$

管台 B　$L_R = L_s\left(\frac{R_{nb}}{R_{na} + R_{nb}}\right)$

b) 3 つの管台を管台外面で管台 A と管台 B の間は L_{s1}、管台 B と管台 C の間は L_{s2}、管台 C と管台 A の間は L_{s3} の間隔で近接して取付ける場合は、管台を取付ける胴又は鏡板の補強の有効範囲（L_R ）を管台 A、管台 B 及び管台 C のそれぞれに対して次式より求めた値に置き換えて、**G.4** の規定による（**図 G.12** 参照）。

管台 A　$L_R = min\left[L_{s1}\left(\frac{R_{na}}{R_{na} + R_{nb}}\right),\ L_{s2}\left(\frac{R_{na}}{R_{na} + R_{nc}}\right)\right]$

管台 B　$L_R = min\left[L_{s1}\left(\frac{R_{nb}}{R_{na} + R_{nb}}\right),\ L_{s3}\left(\frac{R_{nb}}{R_{nb} + R_{nc}}\right)\right]$

管台 C　$L_R = min\left[L_{s2}\left(\frac{R_{nc}}{R_{na} + R_{nc}}\right),\ L_{s3}\left(\frac{R_{nc}}{R_{nb} + R_{nc}}\right)\right]$

c) 4 つ以上の管台を近接して取付ける場合は、管台 A に対しては管台 A と管台 B、管台 A と管台 C、管台 A と管台 D 等のように隣接する管台との組合せで **a)**又は **b)**による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

G.7 圧縮応力が生じる部分の穴補強

円筒胴又は円すい胴の圧縮応力が生じる部分の管台（穴の径が胴の径の 25%又は強め輪間の間隔の 80%を超えない管台に限る。）の穴補強は、次の **a)**～**d)**による。

a) 圧縮応力が外圧のみにより生じる場合は、**G.3.d)**により管台の最小厚さを求め、穴補強は管台の取付け位置に応じて **G.4** の **a)~e)** による。

b) 圧縮応力が外圧以外の軸方向荷重又は曲げモーメント等の外力のみにより生じる場合、穴補強は管台の取付け位置に応じて **G.4** の **a)~e)** による。ただし、穴補強に必要な面積（A_r）は次の **1)**～**3)**により、穴補強に有効な範囲は **d)**による。

1) $d \le 0.4\sqrt{Rt}$ の場合　　$A_r = 0$

2) $d > 0.4\sqrt{Rt}$ 及び $\dfrac{d}{2\sqrt{Rt}} \le \left[\dfrac{(R/t)}{291} + 0.22\right]^2$ の場合　　$A_r = 0.5dt_r$

3) $d > 0.4\sqrt{Rt}$ 及び $\dfrac{d}{2\sqrt{Rt}} > \left[\dfrac{(R/t)}{291} + 0.22\right]^2$ の場合　　$A_r = dt_r$

c) 圧縮応力が外圧と軸方向荷重又は曲げモーメントとの組合せによる場合、穴補強は、外圧による **a)**の穴補強、及び軸方向荷重又は曲げモーメントによる圧縮応力による **b)**の穴補強のいずれも満足すること。この場合、穴補強に有効な範囲は、いずれの場合も **d)**による。

d) **b)**及び **c)**の穴補強に有効な範囲は、胴の板面に沿う方向には穴の端部から $0.75\sqrt{Rt}$ の範囲、管台の板面に沿う方向には胴の外面から $2.5t_n$ 又は $0.5\sqrt{0.5dt_n}$ のいずれか小さい方の範囲とし、管台の補強に有効な厚さは管台厚さ又は管台の取付く胴の厚さのいずれか小さい厚さとする。

G.8 管台に外力が作用する場合の追加規定

管台に軸方向荷重、曲げモーメント等の外力が作用する場合の胴、鏡板等と管台の接続部の胴、鏡板等と管台の最小厚さは、**5.18** による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

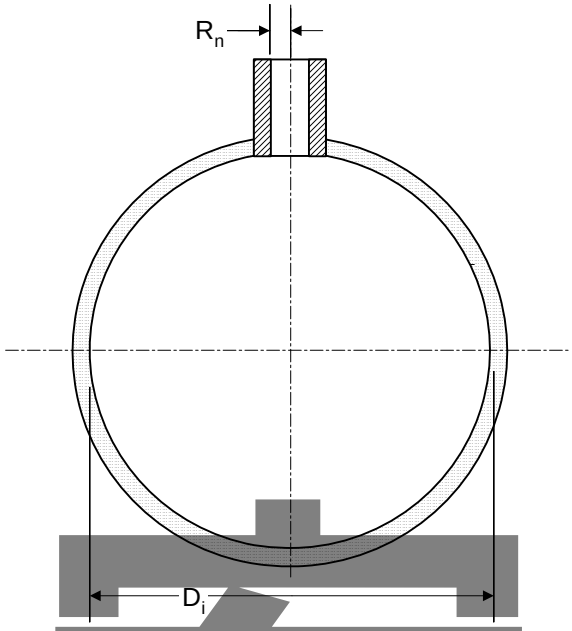


図 G.1　円筒胴の半径方向に取付ける管台（円筒胴の軸方向に垂直な断面）†

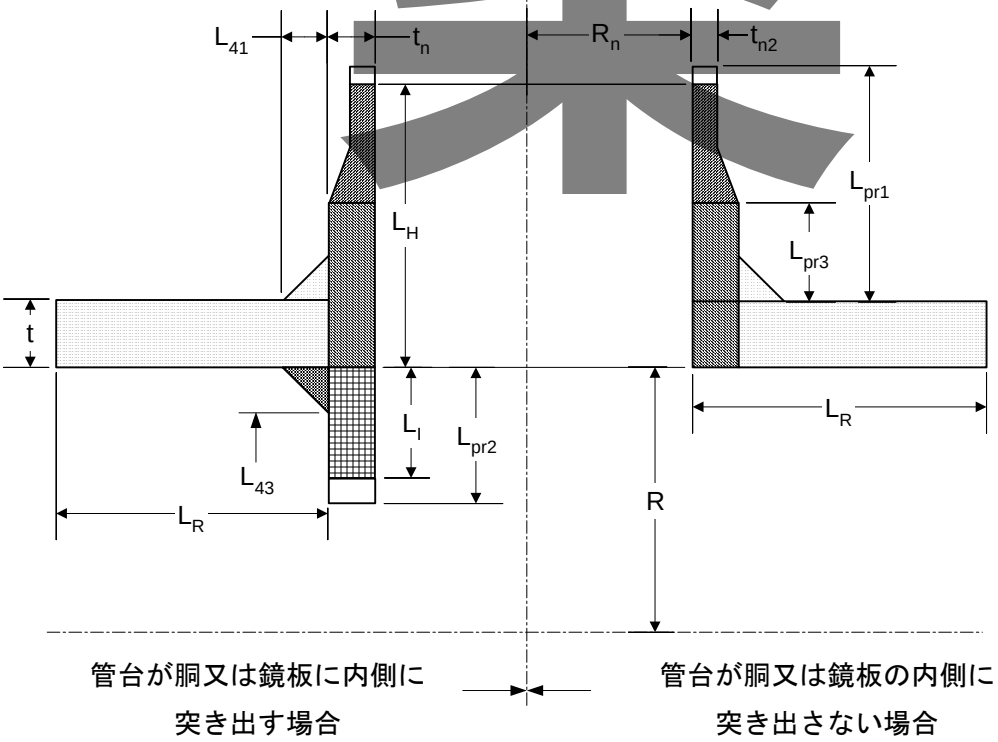
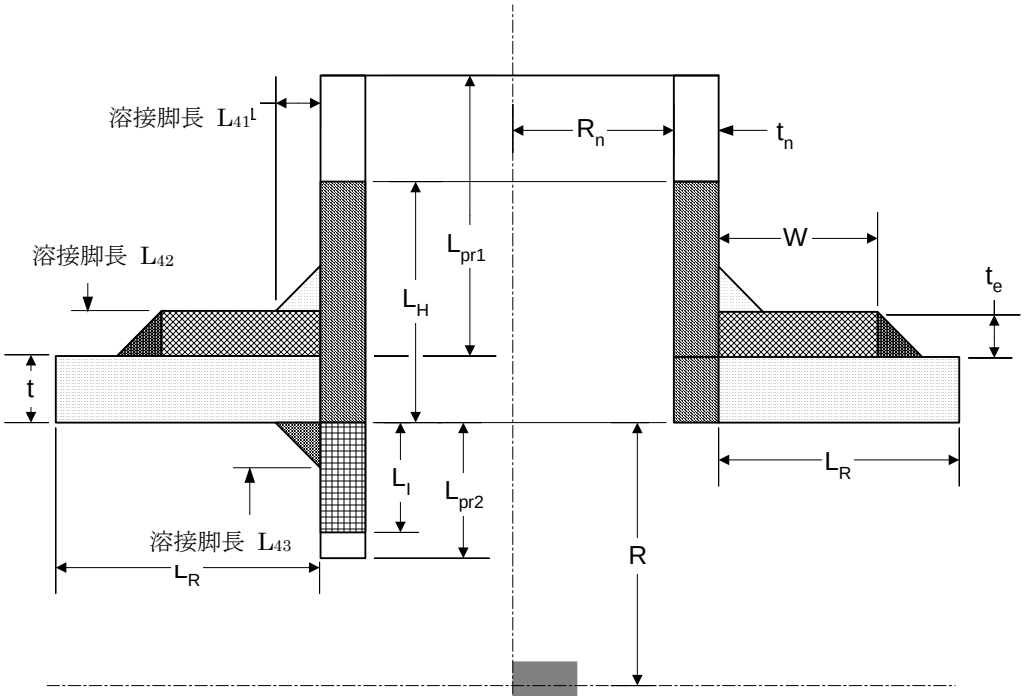


図 G.2　管台の穴補強－一体形の場合†

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。



= A_1 胴又は鏡板の穴補強に寄与する面積

= A_2 管台（胴又は鏡板の外側）の穴補強に寄与する断面積

= A_3 管台（胴又は鏡板の内側）の穴補強に寄与する断面積

= A_{41} 管台取付け溶接（胴又は鏡板の外側）の穴補強に寄与する断面積

= A_{42} 強め材と胴又は鏡板との溶接の穴補強に寄与する断面積

= A_{43} 管台取付け溶接（胴又は鏡板の内側）の穴補強に寄与する断面積

= A_5 強め材の穴補強に寄与する断面積

$A_T=A_1+(A_2+A_3)\,f_{rn}+A_{41}+A_{42}+A_{43}+A_5 f_{rp}$ 合計面積

図 G.3　管台の穴補強－補強板形の場合†

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

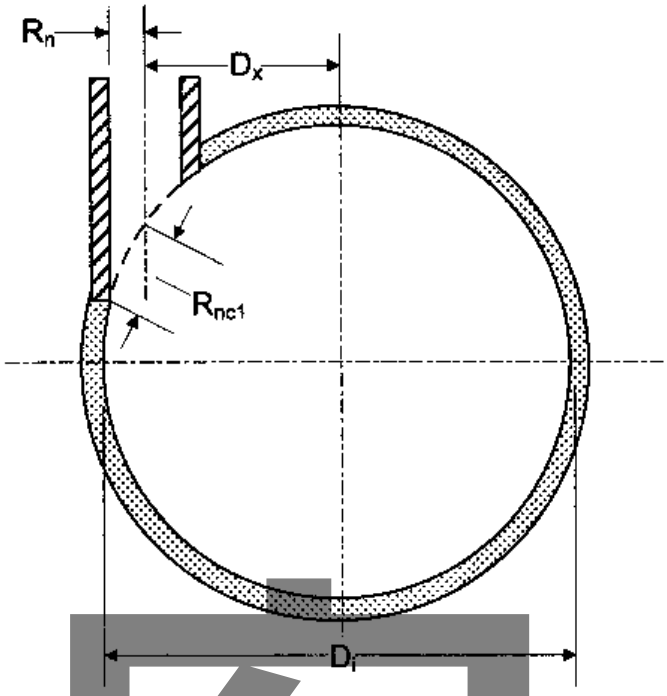


図 G.4　管台を胴の断面の軸に平行に取付ける場合†

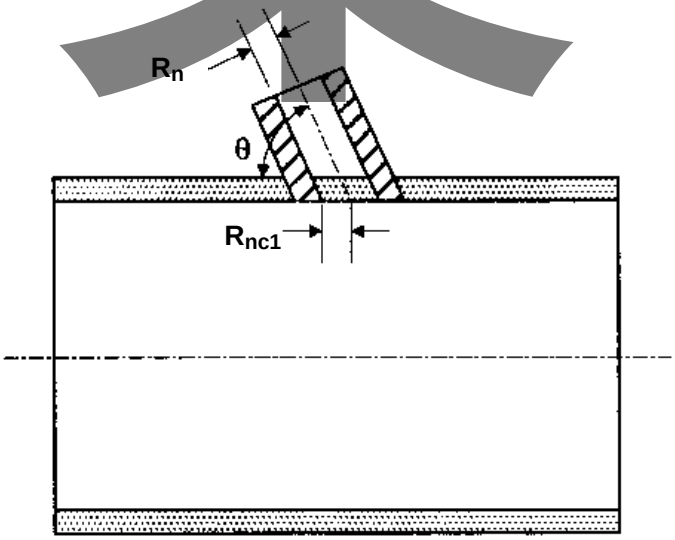


図 G.5　管台を胴の断面の軸に対して傾けて取付ける場合†

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

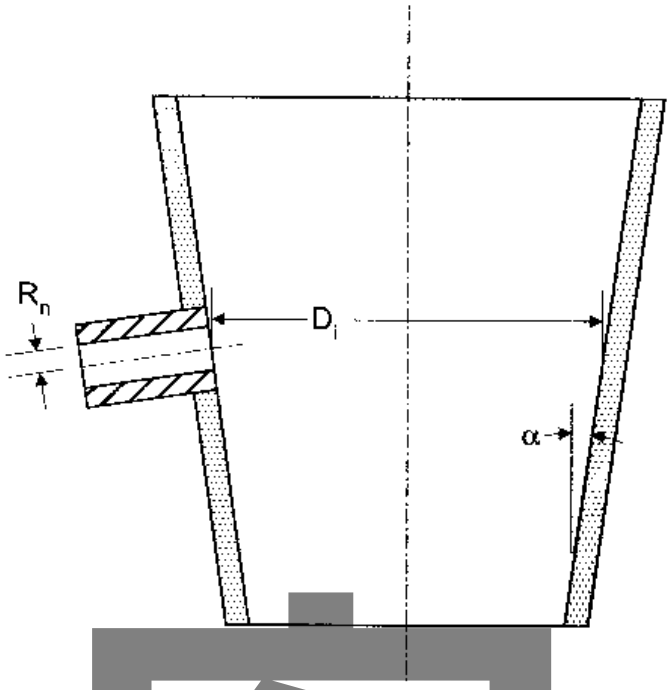


図 **G.6**　管台を円すい胴の面に垂直に取付ける場合†

案

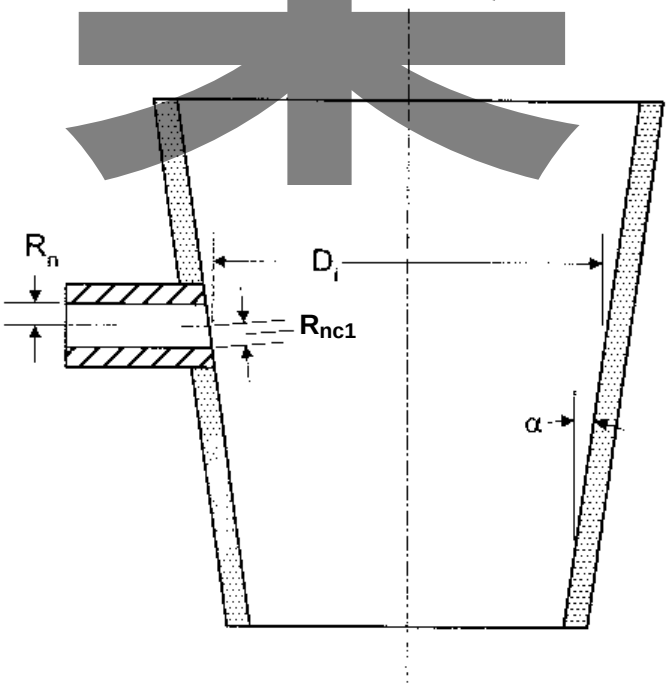


図 **G.7**　管台を円すい胴の軸に対して垂直に取付ける場合†

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

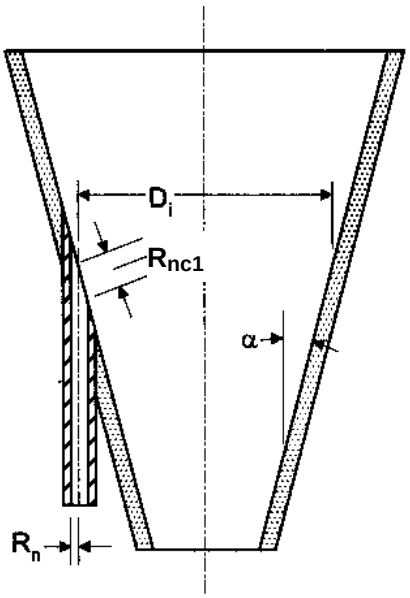


図 G.8　管台を円すい胴の軸に対して平行に取付ける場合†

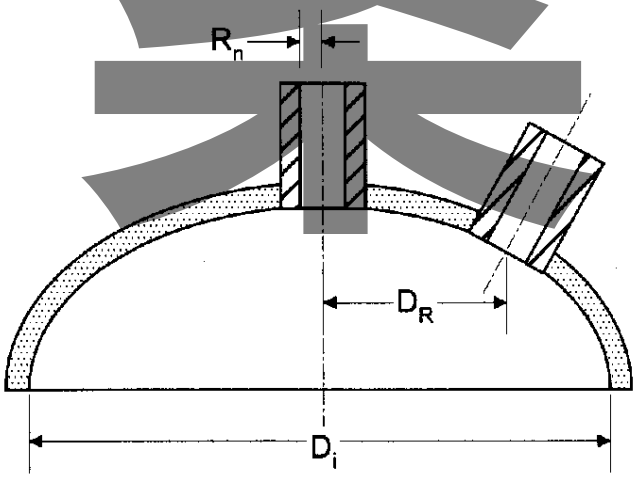


図 G.9　管台を球形胴又は鏡板の半径方向に取付ける場合†

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

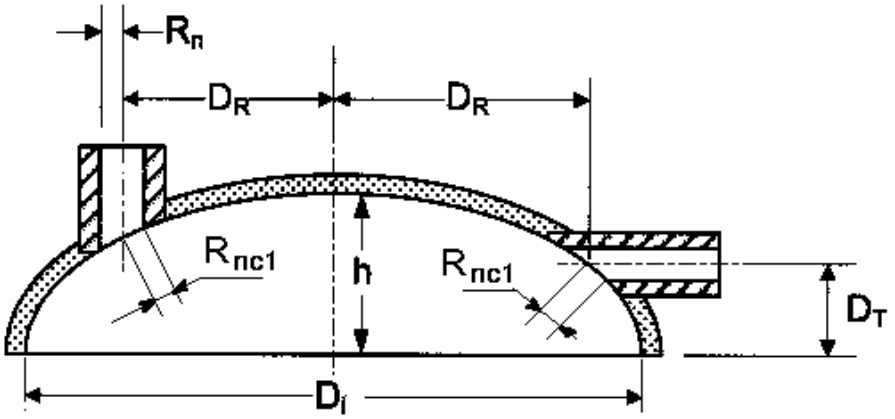


図 **G.10**　管台を鏡板の長径の面又は短径の面に対して垂直に取付ける場合†

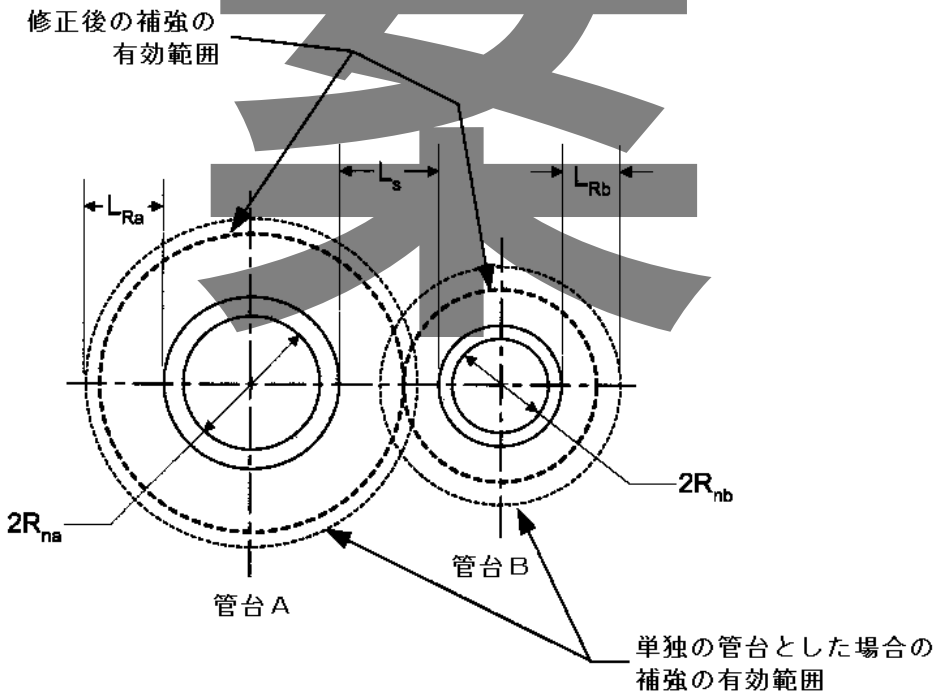


図 **G.11**　2 つの近接する管台の穴補強の有効範囲†

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

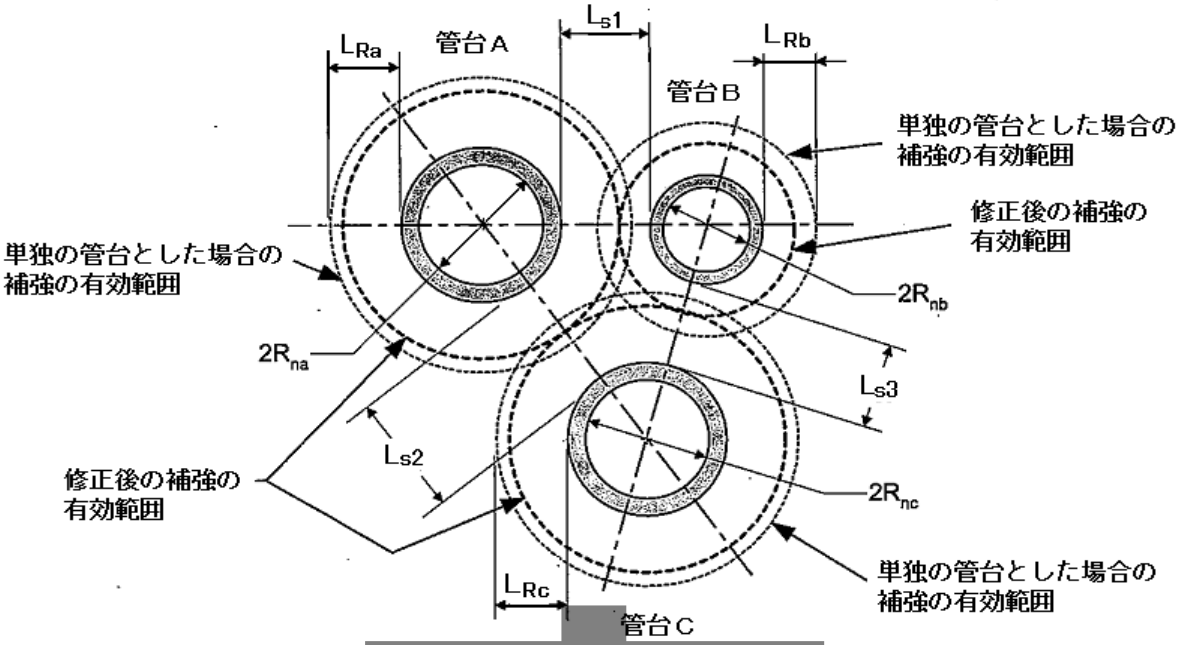


図 **G.12**　3 つの近接する管台の穴補強の有効範囲†

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

G.9 管台及び管台を取付ける溶接継手の強度

G.9.1 記号の意味

G.9 で用いる記号の意味は、**G.2** に加えて、次による。

f_{weld} ： 溶接継手に作用する荷重 (N)

f_{wp} ： 胴と強め材の溶接継手で保持する不連続力 (N)

f_{ws} ： 胴と管台の溶接継手で保持する不連続力 (N)

k_y ： 荷重係数で、次の **1)**又は **2)**による。

1) セットオン管台の場合は、k_y =1.0

2) セットイン管台の場合は、$k_y = \dfrac{R_{nc} + t_n}{R_{nc}}$

$L_{41\mathrm{T}}$ ： 管台の外側部でのすみ肉溶接ののど厚で、0.7071L_{41} の値 (mm)

$L_{42\mathrm{T}}$ ： 胴、鏡板又は平板と強め材とのすみ肉溶接ののど厚で、0.7071L_{42} の値 (mm)

$L_{43\mathrm{T}}$ ： 管台の内側部でのすみ肉溶接ののど厚で、0.7071L_{43} の値 (mm)

L_τ ： 胴又は鏡板と管台の溶接の溶接長さで、次の **1)**又は **2)**による (mm)。

1) 管台を胴又は鏡板の半径方向に取付ける場合 $L_\tau = \dfrac{\pi}{2}\left(R_n + t_n\right)$

2) **1)** 以外の場合 $L_\tau = \dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{\left(R_{nc} + t_n\right)^2 + \left(R_n + t_n\right)^2}{2}}$

$L_{\tau p}$ ： 胴又は鏡板と強め材の溶接の溶接長さで、次の **1)**又は **2)**による (mm)。

1) 管台を胴又は鏡板の半径方向に取付ける場合 $L_{\tau p} = \dfrac{\pi}{2}\left(R_n + t_n + W\right)$

2) **1)** 以外の場合 $L_{\tau p} = \dfrac{\pi}{2}\sqrt{\dfrac{\left(R_{nc} + t_n + W\right)^2 + \left(R_n + t_n + W\right)^2}{2}}$

M_o ： 管台と胴の交差部に作用する単位長さ当りの曲げモーメント (N-mm/mm)

t_{w1} ： 胴、鏡板又は平板と管台との開先溶接の開先深さ (mm)

t_{w2} ： 管台と強め材との開先溶接の開先深さ (mm)

t_{x1} ： せん断に対して有効な厚さ (mm)

t_{x2} ： せん断に対して有効な厚さ (mm)

V_s ： 単位長さ当りのせん断荷重 (N/mm)

τ ： 圧力荷重による溶接継手の平均有効せん断応力 (N/mm^2)

τ_n ： 補強板形管台の管台部のせん断応力(N/mm^2)

τ_1 ： 管台の内側部の溶接継手に作用するせん断応力(N/mm^2)

τ_2 ： 管台の外側部の溶接継手に作用するせん断応力(N/mm^2)

τ_3 ： 胴、鏡板又は平板と強め材とのすみ肉溶接に作用するせん断応力(N/mm^2)

G.9.2 考慮すべき荷重

溶接継手の強度評価に際しては、圧力に加えて、管台に作用する軸方向荷重、曲げモーメ

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

ント等の外力も考慮する。

G.9.3 胴又は鏡板に取付ける管台及び管台の溶接継手の強度

圧力荷重を保持する胴又は鏡板に取付ける管台及び管台の溶接継手の強度は、管台の形状に応じて次の **a)**～**c)** による。

a) 管台が補強板形の場合の管台のせん断応力

次式より求めた管台のせん断応力 τ_n は、設計温度における管台の材料の許容引張応力の 1.5 倍以下の値とする。

$$\tau_n = \frac{\left(P_L - \frac{PR_n}{t_n}\right)t_e}{1.4t_n} \leq 1.5\sigma_n$$

ここで、P_L は **G.4 a)** の手順 8 による。

b) 管台が一体形補強の場合の溶接継手のせん断応力

管台が**図 G.2** に示す一体形の場合、次式より求めた溶接継手の有効せん断応力 τ は、管台を取付ける胴又は鏡板の材料の許容引張応力の値以下とする。

$$\tau = \frac{f_{weld}}{L_\tau\left(0.49L_{41T} + 0.6t_{w1} + 0.49L_{43T}\right)} \leq \sigma_a$$

ここで、f_{weld} は次式による。

$$f_{weld} = min\left[f_Y k_y、1.5\sigma_n\left(A_2 + A_3\right)\right]$$

ここで、f_Y は **G.4 a)** の手順 6 による。

c) 管台が補強板形の場合の溶接継手のせん断応力

管台が**図 G.3** に示す補強板形の場合、次式より求めた溶接継手の有効せん断応力 τ は、管台を取付ける胴又は鏡板の材料の許容引張応力の値以下とする。

$$\tau = max\left[\tau_1, \tau_2, \tau_3\right] \leq \sigma_a$$

ここで、τ_1、τ_2 及び τ_3 は次式による。

$$\tau_1 = \frac{f_{ws}}{L_\tau\left(0.6t_{w1} + 0.49L_{43T}\right)}$$

$$\tau_2 = \frac{f_{wp}}{L_\tau\left(0.6t_{w2} + 0.49L_{41T}\right)}$$

$$\tau_3 = \frac{f_{wp}}{L_{\tau p}\left(0.49L_{42T}\right)}$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

ここで、f_{wp} 及び f_{ws} は次式による。

$$f_{wp} = \frac{f_{weld} k_y t_e \sigma_p}{t\sigma_a + t_e \sigma_p}$$

$$f_{ws} = \frac{f_{weld} k_y t \sigma_a}{t\sigma_a + t_e \sigma_p}$$

ここで、 f_{weld} は **a)**による。

G.9.4 平板に取付ける管台の溶接継手の強度

圧力荷重を保持する平板に取付ける管台の溶接継手の強度は、管台の形状に応じて次の **a)**～**c)** による。

a) 管台が一体形補強で、管台を平板にセットインで取付ける場合

次式より求めた溶接継手の有効せん断応力 τ は、管台を取付ける平板の材料の許容引張応力の値以下とする。

$$\tau = max[\tau_1, \tau_2] \leq \sigma_a$$

ここで、 τ_1 及び τ_2 は次式による。

$$\tau_1 = \frac{V_s}{0.6t_{x1} + 0.49L_{43T}}$$

$$\tau_2 = \frac{V_s}{0.6t_{x2} + 0.49L_{41T}}$$

ここで、t_{x1}、t_{x2} 及び V_s は次式による。

$$t_{x1} = min[t_{w1}, 0.5t]$$

$$t_{x2} = min[max[(t_{w1} - 0.5t), 0], 0.5t]$$

$$V_s = \frac{0.3\sigma_a t_{rf}^4}{t^3}$$

b) 管台が補強板形で、管台を平板にセットインで取付ける場合

次式より求めた溶接継手の有効せん断応力 τ は、管台を取付ける平板の材料の許容引張応力の値以下とする。

$$\tau = max[\tau_1, \tau_2, \tau_3] \leq \sigma_a$$

ここで、 τ_1 、 τ_2 及び τ_3 は次式による。

$$\tau_1 = \frac{V_s}{0.6t_{w1} + 0.49L_{43T}}$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

$$\tau_2 = \frac{V_s}{0.6t_{w2} + 0.49L_{41T}}$$

$$\tau_3 = \frac{V_s\left(R_n + t_n\right)}{0.49L_{42T}\left(R_n + t_n + W\right)}$$

ここで、V_s は次式による。

$$V_s = \frac{0.3\sigma_a t_{rf}^4}{t^3}$$

c) 管台が一体形補強で、管台を平板にセットオンで取付ける場合

次式より求めた溶接継手の有効せん断応力 τ は、管台を取付ける平板の材料の許容引張応力の値以下とする。

$$\tau = \frac{2M_o}{t\left(0.6t_{w1} + 0.49L_{41T}\right)} \leq \sigma_a$$

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

書面投票用

案

附属書 H（規定）　ステーを取付けない平板の最小厚さ

H.1 適用範囲

この附属書は、溶接によって取付ける円形平板又は円形平鏡板、ボルト締め円形平板及びはめ込みによって取付ける円形平板で、ステーを取付けないものの最小厚さについて規定する。

H.2 記号の意味

この附属書で用いる記号の意味は、次による。

C ： 溶接によって取付ける円形平板又は円形平鏡板の取付方法による係数で、**H.3.2** による。

d ： 溶接によって取付ける平板は胴の内径（**図 H.1** 参照）、ボルト締め円形平板はボルト円径又はガスケット反力円の径（**図 H.2** 参照）、はめ込みによって取付ける平板は平板の外径又はガスケット取付け位置の径（**図 H.3** 参照）(mm)

h_G ： モーメントアームで、ボルト中心円の直径と d との差の 1/2 (mm)

P ： 設計圧力 (MPa)

t ： 平板の最小厚さ (mm)

t_n ： ボルト締め円形平板のガスケット溝を除いた最小厚さ（**図 H.2** 参照）(mm)

W ： ボルト締め円形平板の最小厚さの計算に用いるボルト荷重で、**JIS B 8265 附属書 G** の **G.4.1** による (N)。

η ： 平板の溶接継手の効率

σ_a ： 設計温度における平板の材料の許容引張応力(N/mm^2)

H.3 溶接によって取付ける円形平板又は円形平鏡板

H.3.1 溶接によって取付ける円形平板又は円形平鏡板の構造

構造は、**図 H.1** による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

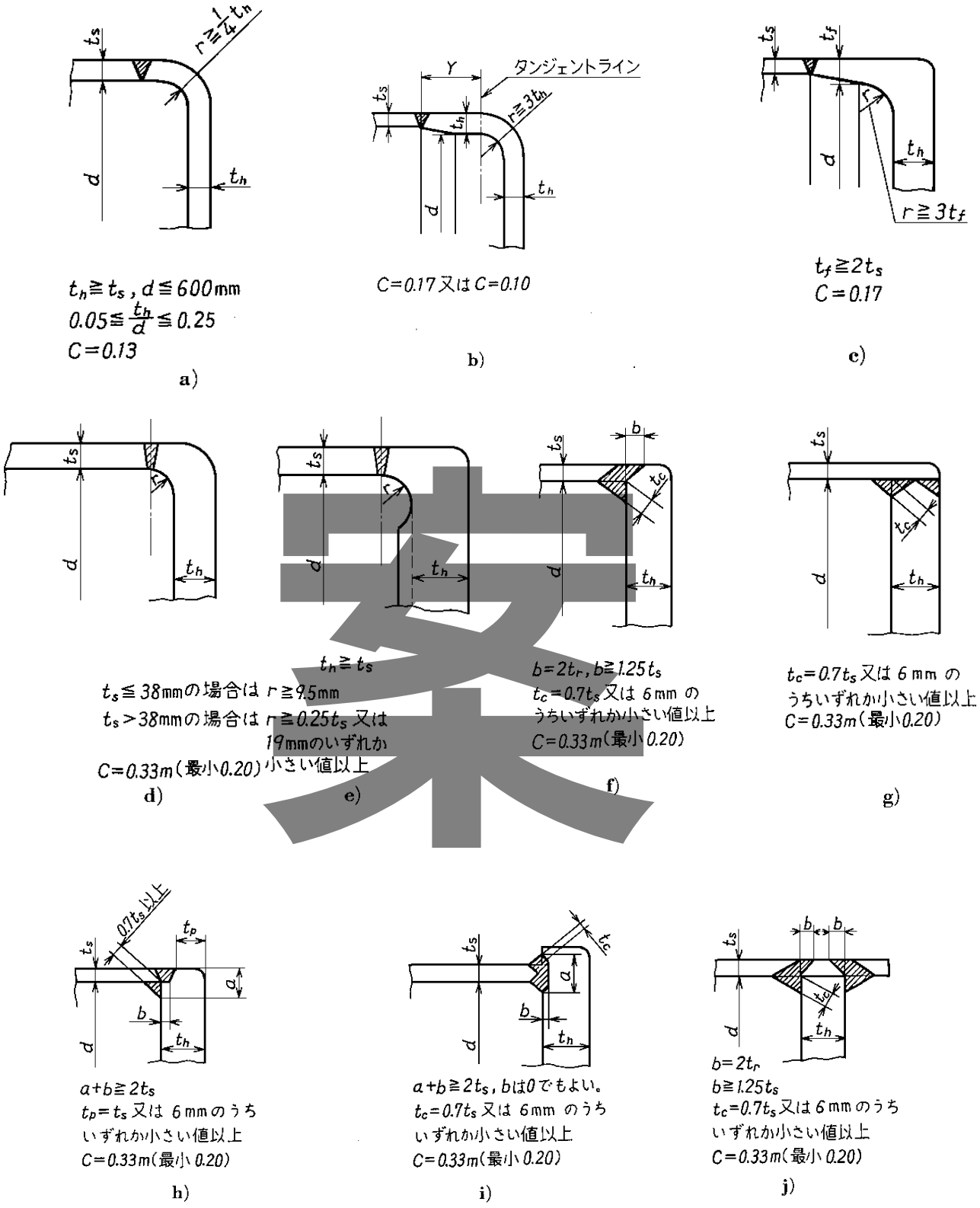
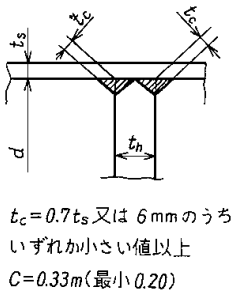


図 H.1　溶接によって取付ける円形平板又は円形平鏡板の構造

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。



k)

図中の記号の意味は次による。

t_s ： 胴板の腐れ後の厚さ (mm)
t_h ： 平板の最小厚さ (mm)
t_r ： 継目なし胴の最小厚さ (mm)
r ： 平板のコーナー部の内半径 (mm)
m ：t_r / t_s
Y ： ﾀﾝｼﾞｪﾝﾄﾗｲﾝから測ったフランジ部の長さ (mm)

図 H.1　溶接によって取付ける円形平板又は円形平鏡板の構造（つづき）

H.3.2 溶接によって取付ける円形平板又は円形平鏡板の最小厚さ

最小厚さは、次式による。

$$t = d\sqrt{\frac{CP}{\sigma_a \eta}}$$

ここで、係数 C は取付方法による定数で、次の **a)**～**k)** による。

a)　**図 H.1 a)** に示すように内径 d が 600mm 以下の円形平板で胴と一体形のもの又は完全溶込みの突合せ溶接で取付けるもの　$C = 0.13$

b)　**図 H.1 b)** に示すようにフランジ付円形平板で胴と一体形のもの又は完全溶込みの突合せ溶接で取付けるものは、次の **1)**、**2)**又は **3)**による。

1)　フランジ部の長さ Y が次の **2)**又は **3)**以外のもので、かつ、フランジ部のこう配が 1/3 以下のもの　$C = 0.17$

2)　フランジ部の長さが次式の Y の値以上で、かつ、フランジ部のこう配が 1/3 以下のもの　$C = 0.10$

$$Y \geq \left\{1.1 - 0.8\left(\frac{t_s}{t_h}\right)^2\right\}\sqrt{dt_h}$$

3)　フランジ部の長さが **2)**の Y の値未満の場合で、胴板の腐れ後の厚さ（t_s）が溶接部の中心から胴側へ $2\sqrt{dt_s}$ 以上の長さにわたって次式を満足し、かつ、フランジ部のこう配が 1/3 以下のもの　$C = 0.10$

$$t_s \geq 1.12t_h\sqrt{1.1 - \frac{Y}{\sqrt{dt_h}}}$$

c)　**図 H.1 c)** に示すようにハブ付き円形平板で胴と一体形のもの又は完全溶込みの突合せ溶接で取付けるもので、フランジ部のこう配が 1/3 以下のもの　$C = 0.17$

d)　**図 H.1 d)** に示すようにフランジ付き円形平板で胴と一体形のもの又は完全溶込みの突合

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

せ溶接で取付けるもの　C=0.33m（最小 0.20）

e)　**図 H.1 e)** に示すようにフランジ付き円形平板で胴と一体形のもの又は完全溶込みの突合せ溶接で取付けるもので、内側コーナー部に半球状の溝を設けたもの

C=0.33m（最小 0.20）

f)　**図 H.1 f)** に示すように円形平板を胴、管等の端部に完全溶込み溶接で取付けるもの

C=0.33m（最小 0.20）

g)　**図 H.1 g)** に示すように円形平板を胴、管等の端部に完全溶込み溶接で取付けるもの

C=0.33m（最小 0.20）

h)　**図 H.1 h)** に示すように円形平板を胴、管等の端部に溶接で取付けるもの

C=0.33m（最小 0.20）

i)　**図 H.1 i)** に示すように円形平板を胴、管等の端部に完全溶込み溶接で取付けるもの

C=0.33m（最小 0.20）

j)　**図 H.1 j)** に示すように円形平板を胴、管等に完全溶込み溶接で取付けるもの

C=0.33m（最小 0.20）

k)　**図 H.1 k)** に示すように円形平板を胴、管等に完全溶込み溶接で取付けるもの

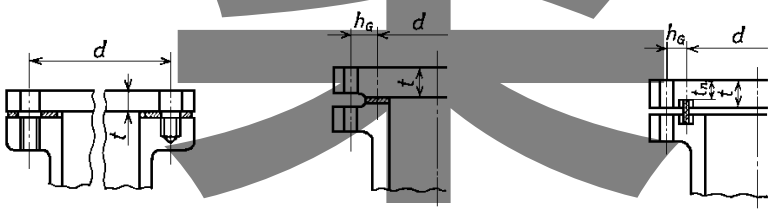
C=0.33m（最小 0.20）

案

H.4 ボルト締め円形平板

H.4.1 ボルト締め円形平板の構造

構造は、**図 H.2** による。



(a)　**(b)**　**(c)**

図 H.2　ボルト締め円形平板の構造

H.4.2 ボルト締め円形平板の最小厚さ

最小厚さは、次の **a)** ～**c)**による。ただし、**b)**及び **c)** については、それぞれガスケット締付け時（P=0）及び使用状態の両方の W の値について計算し、いずれか大きい方の厚さとする。

a)　**図 H.2 (a)** に示すボルト締め円形平板の最小厚さは、次式による。

$$t = d\sqrt{\frac{0.25P}{\sigma_a \eta}}$$

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

b)　**図 H.2 (b)** 及び**(c)** に示すボルト締め円形平板の最小厚さは、次式による。

$$t = d\sqrt{\frac{0.3P}{\sigma_a \eta} + \frac{1.9Wh_G}{d^3 \sigma_a \eta}}$$

c)　**図 H.2 (c)** に示すようにボルト締め円形平板にガスケット溝を設ける場合の溝部でのガスケット溝を除いた部分の最小厚さは、次式による。

$$t_n = \sqrt{\frac{1.9Wh_G}{d\sigma_a}}$$

H.5 はめ込みによって取付ける円形平板

H.5.1 はめ込みによって取付ける円形平板の構造

構造は、**図 H.3** による。

案

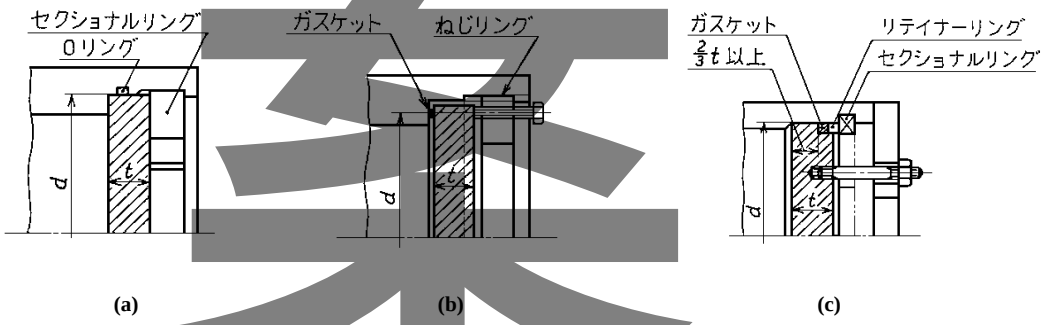


図 H.3　はめ込みによって取付ける円形平板の構造

H.5.2 はめ込みによって取付ける円形平板の最小厚さ

最小厚さ及びセクショナルリング等の強度は、次の **a)** 及び **b)** による。

a)　最小厚さは、次式による。

$$t = d\sqrt{\frac{0.3P}{\sigma_a \eta}}$$

b)　円形平板が内圧を保持する場合、ねじ部にはせん断応力が、セクショナルリングには曲げ応力、せん断応力及び支圧応力が作用する。また、胴の溝部には、曲げ応力及びせん断応力が作用する。これらの機械的取付け部の強度は、破壊に対して 4 以上の安全係数を有する必要がある。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

書面投票用

案

附属書 I （規定） 材料及び溶接部の衝撃試験等の規定

I.1 適用範囲

この附属書は、材料及び溶接部の衝撃試験、落重試験及び破壊靭性試験（以下「衝撃試験等」という。）について規定する。また、この附属書は、設備の最低設計金属温度を定めるために用いてもよい。

I.2 材料の衝撃試験等

I.2.1 材料の衝撃試験が不要な場合

耐圧部分に使用する材料（溶接の裏当て金を含む。）及び耐圧部分に直接溶接により取付ける非耐圧部分に使用する材料は、材料規格に規定する試験に加え、材料の種類及び支配的厚さ（**図 I.1** より求める厚さをいう。以下同じ。）に応じて衝撃試験を行い、判定基準を満足すること。 ただし、次の **a)**～**e)**に規定する材料は、衝撃試験を不要とする。

a) ボルト及びナットの材料以外の炭素鋼及び低合金鋼の材料（**I.2.3** に規定の材料を除く。）で、次の **1)**～**5)**のいずれかに該当する材料

1) 厚さが 2.5mm 以下の材料（採取可能な衝撃試験片の幅が 2.5mm 未満となる場合を含む。）で、最低設計金属温度が－48℃以上の設備に用いる材料

2) 材料の種類及び材料の支配的厚さに応じて**図 I.2** 又は**図 I.3** より求める衝撃試験が免除される温度（以下「衝撃試験免除温度」という。）が、設備の最低設計金属温度以下となる材料。ただし、支配的厚さが 38mm を超える材料で、溶接後熱処理を行わない溶接部を有する材料は、衝撃試験を行う。

3) 最低設計金属温度が－104℃以上の設備に用いる材料で、次式より求める値（以下「応力比」という。）が 0.24 以下の材料

$$\frac{t_r\eta^*}{t} \text{ 又は } \frac{\sigma_a^*\eta^*}{\sigma_a\eta} \text{ 又は } \frac{P}{P_{rating}}$$

この式において、P、P_{rating}、t、t_r、η、η^*、σ_a 及び σ_a^* は、それぞれ次の値を表す。

P ： 設計圧力(MPa)

P_{rating} ： 規格フランジ等の温度－圧力基準による最高許容使用圧力(MPa)

t ： 材料の腐れ代を除いた厚さ (mm)

t_r ： 材料の対象としている部分（溶接継手を含む）の最小厚さ (mm)

η ： t_r の算出に用いる溶接継手の効率

η^* ： η と同じ値。ただし、η の値が 0.80 より小さい場合は 0.80 とする。

σ_a ： 最低設計金属温度における材料の許容引張応力 (N/mm^2)

σ_a^* ： 一次一般膜応力 (N/mm^2)

備考： 一次一般膜応力とは、圧力によって生じる膜応力で、総体的及び局部的な構造上の不連続がない部分の応力をいう。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

4) 次の **4.1)** 又は **4.2)** に規定するフランジに用いる材料。ただし、材料規格により熱処理（焼ならし、焼ならし焼戻し又は焼入れ焼戻し）した材料の場合は設備の最低設計金属温度が－29℃以上、鍛造のままの材料を用いる場合は設備の最低設計金属温度が－18℃以上とする。

4.1) 次の **4.1.1)**～**4.1.3)** に規定する規格フランジで、炭素鋼及び低合金鋼により製作するフランジ

4.1.1) JIS B 2220 鋼製溶接式管フランジ（**JIS B 2220** の**付表 2**～**4** に示す薄形フランジを除く。）

4.1.2) ASME B 16.5 管フランジ及びフランジ付管継手

4.1.3) ASME B 16.47 大口径鋼製フランジ（NPS26～NPS60 まで）

4.2) 鍛造で製作するロングネックフランジ（**5.12.2** の **b)**及び **c)**に適合するフランジで、フランジ部の寸法は **4.1.1)**又は **4.1.2)**に規定する規格フランジに適合するフランジに限る。）

5) 呼び径 100A（DN100）以下の管を **JIS B 8285 附属書 A** に規定する P 番号 1 に対応する種類の記号の材料で製作する場合で、材料の厚さが**表 I.1** の材料の規定最小降伏点又は 0.2%耐力に対応する厚さ以下で、かつ、最低設計金属温度が－104℃以上の場合

表 I.1 衝撃試験が不要な管の厚さ

規定最小降伏点又は 0.2%耐力（N/mm^2）	管の厚さ（mm）
140 以上 240 以下の場合	6.0
240 を超え 310 以下の場合	3.2
310 を超える場合	2.5

備考： クラッド鋼は、母材の規定による。

b) ボルト及びナットの材料以外の高合金鋼の材料で、次の **1)**～**6)**のいずれかに該当する材料

1) 厚さが 2.5mm 未満の材料（採取可能な衝撃試験片の幅が 2.5mm 未満となる場合を含む。）

2) オーステナイト系クロムニッケルステンレス鋼で、次の **2.1)**～**2.4)**のいずれかに該当する材料

2.1) 種類の記号が 304、304L、316、316L、321 及び 347 の材料で、最低設計金属温度が－196℃以上の設備に用いる材料。ただし、製作時に 480℃以上 900℃以下の温度で熱処理を行う材料を除く。

2.2) 種類の記号が 304、304L、316 及び 316L の材料で、最低設計金属温度が－29℃以上の設備に用いる材料。ただし、製作時に 480℃以上 705℃以下の温度で熱処理を行い、同時に熱処理されたＡ継手及びＢ継手に **I.2.4** の規定による衝撃試験を行う材料に限る。

2.3) 種類の記号が 304、304L、316、316L、321 及び 347 以外の材料（炭素含有量が 0.10%以下の材料に限る。）で、最低設計金属温度が－196℃以上の設備に用いる材料。ただし、製作時に 480℃以上 900℃以下の温度で熱処理を行う材料を除く。

2.4) 炭素含有量が 0.10%を超える材料で、最低設計金属温度が－48℃以上の設備に用いる材料。ただし、製作時に 480℃以上 900℃以下の温度で熱処理を行う材料を除く。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

3) 二相ステンレス鋼（材料の厚さが 10mm 以下の材料に限る。）で、最低設計金属温度が－29℃以上の設備に用いる材料。ただし、製作時に 315℃以上 955℃以下の温度で熱処理を行う材料を除く。

4) フェライト系クロムステンレス鋼（材料の厚さが 3mm 以下の材料に限る。）で、最低設計金属温度が－29℃以上の設備に用いる材料。ただし、製作時に 425℃以上 730℃以下の温度で熱処理を行う材料を除く。

5) マルテンサイト系クロムステンレス鋼（材料の厚さが 6mm 以下の材料に限る。）で、最低設計金属温度が－29℃以上の設備に用いる材料。ただし、材料に製作時に 425℃以上 730℃以下の温度で熱処理を行う材料を除く。

6) 上記 **a)3)** の算式より求める値が 0.24 未満の材料。 ただし、材料の種類に応じて **2)～5)** のただし書による熱処理を行う材料を除く。

備考 ：炭素含有量は購入者が指示する値であり、材料の材料規格で規定する値の範囲内とする。

c) ニッケルクロム鉄合金及び非鉄金属で、次の **1)～4)**のいずれかに該当する材料

1) 最低設計金属温度が－198℃以上の設備に用いるニッケルクロム鉄合金

2) 最低設計金属温度が－269℃以上の設備に用いるアルミニウム合金

3) 最低設計金属温度が－198℃以上の設備に用いる銅及び銅合金並びにニッケル及びニッケル合金

4) 最低設計金属温度が－59℃以上の設備に用いるチタン及びチタン合金

d) **JIS G 3126**、**JIS G 3127**、**JIS G 3205**、**JIS G 3460** 及び **JIS G 3464** の規格に適合する材料（特定材料にあっては、**SA-333**, **SA-334**, **SA-350**, **SA-420** 及び **SA-765** に適合する材料）で、材料規格に従って衝撃試験を行い、最低設計金属温度が材料規格に規定する衝撃試験温度より 3℃以上低くない設備に用いる材料

備考： **JIS G 3126** 低温圧力容器用炭素鋼鋼板
JIS G 3127 低温圧力容器用ニッケル鋼鋼板
JIS G 3205 低温圧力容器用鍛鋼品
JIS G 3460 低温配管用鋼管
JIS G 3464 低温熱交換器用鋼管

e) ボルト及びナットの材料は、**表 I.2** のボルト及びナットの材料の種類の記号に対応する最低設計金属温度以上の温度で用いる場合に、衝撃試験を不要とする。

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 I.2　衝撃試験を不要とするボルト及びナットの材料注)の最低設計金属温度

材料の種類の記号	寸法	最低設計金属温度
JIS G 4051		
S25C, S35C, S45C	すべての寸法	0 ℃
JIS G 4107		
SNB5, SNB16	すべての寸法	−29 ℃
SNB7	*d*≦64mm	−48 ℃
	d＞64mm	−40 ℃
JIS G 4108		
SNB23-1, SNB23-2	すべての寸法	衝撃試験が必要
SNB23-3, SNB23-4	*d*≦150mm	材料規格での衝撃試験温度より 3℃を減じた温度
	150mm＜d≦240mm	衝撃試験が必要
SNB23-5	*d*≦200mm	材料規格での衝撃試験温度より 3℃を減じた温度
	200mm＜d≦240mm	衝撃試験が必要
SNB24-1	*d*≦150mm	材料規格での衝撃試験温度より 3℃を減じた温度
	150mm＜d≦200mm	衝撃試験が必要
SNB24-2	*d*≦175mm	材料規格での衝撃試験温度より 3℃を減じた温度
	150mm＜d≦200mm	衝撃試験が必要
SNB24-3, SNB24-4	*d*≦200mm	材料規格での衝撃試験温度より 3℃を減じた温度
	200mm＜d≦240mm	衝撃試験が必要
SNB23-5	すべての寸法	材料規格での衝撃試験温度より 3℃を減じた温度
JIS G 4303		
SUS304, SUS316 SUS321, SUS347	すべての寸法	−196 ℃
JIS G 4901		
NCF600	すべての寸法	−196 ℃

注）特定材料のボルト及びナットの材料の衝撃試験を不要とする温度は、**ASME Section VIII Division 2 Part 3** の Table 3.4～Table 3.7 による。

参考

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

I.2.2　応力比による使用できる温度の低減

I.2.2.1　衝撃試験を行わずに使用できる温度の低減

I.2.1 の **a) 1)**、**a) 2)**又は **a) 5)** に規定する材料で、**I.2.1** の **a)3)**による応力比の値が 0.24 を超える場合は、次の **a)**及び **b)**により衝撃試験を行わずに使用できる最低設計金属温度を低減することができる。

a)　次の手順により、温度低減量を求める。

手順 1　：　**I.2.1** の **a) 3)** に規定のいずれかの算式を用いて応力比の値を求める。

手順 2　：　温度低減量を次の **1)** 又は **2)** により求める。

1) 材料の材料規格による降伏点又は 0.2%耐力の値が 450N/mm^2 以下の場合は、溶接の有無又は溶接後熱処理の有無に応じて**図 I.4** 又は**図 I.5** より応力比の値に対応する温度低減量の値（T_R）を求める。

材料の材料規格による降伏点又は0.2%耐力の値が450N/mm^{2}を超える場合は、次式より温度低減量の値（T_R）を求める。

$$T_R = min\left[55,\ \frac{5}{9}\left(\frac{-27.20656-76.98828R_{ts}+103.0922R_{ts}{}^2+7.433649x10^{-3}Sy}{1-1.986738R_{ts}-1.758474x10^{-2}Sy+6.479033x10^{-5}Sy^2}\right)\right]$$

ここで、R_{ts}、Sy 及び T_R は、それぞれ次の値を表す。

R_{ts}：**I.2.1** の **a) 3)**による応力比の値

Sy：材料の材料規格による規定最小降伏点又は 0.2%耐力(ksi)

T_R：温度低減量の値(℃)

2) 溶接により取付けられるフランジの温度低減量は、フランジを取付ける胴又は管の温度低減量を用いてもよい。

b)　材料の最低設計金属温度より **a)** で求めた温度低減量の値を減じた温度が設備の最低設計金属温度以下の場合は、衝撃試験を省略することができる。ただし、設備の最低設計金属温度が－48℃未満の場合、又は温度低減して求めた温度が－48℃未満で、その温度を最低設計金属温度とする場合は、衝撃試験を行う。

I.2.2.2　衝撃試験を行った材料の使用できる温度の低減

衝撃試験を行った材料は、次の **a)**又は **b)**により使用できる材料の最低設計金属温度を低減することができる。

a)　ボルト及びナットの材料以外の炭素鋼、低合金鋼又は 9%Ni 鋼の材料は、**I.2.2.1 a)**の応力比の値に応じて**図 I.4** 又は**図 I.5** から求めた温度低減量を衝撃試験温度から減じた温度を最低設計金属温度とすることができる。ただし、減じて求めた温度は－104℃以上とする。

b)　9%Ni 鋼の材料で、**I.2.2.1 a)**の応力比の値が 0.24 以下の場合は、最低設計金属温度を－104℃とすることができる。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

I.2.3　衝撃試験の実施

I.2.1 又は **I.2.2** の規定により衝撃試験が必要となる場合、及びボルト材料以外の炭素鋼及び低合金鋼の材料で次の **a)**～**d)** のいずれかに該当する場合は、衝撃試験を行う。

a)　**4.4.2 b) 1)**に規定する材料の場合

b)　最低設計金属温度が－48℃未満の場合

c)　材料規格の降伏点又は 0.2%耐力が 450 N/mm^2 を超える場合

d)　支配的厚さが 100mm を超える場合で、最低設計金属温度が 43℃未満の場合

I.2.4　材料の衝撃試験等の方法

I.2.4.1　衝撃試験等の種類

材料の衝撃試験等の種類は、**表 I.3** の材料の種類及び区分に対応する試験の種類とする。

表 I.3　衝撃試験等の種類

材料の種類	区分	試験の種類
炭素鋼及び低合金鋼	σ＜655 N/mm^2 の場合	衝撃試験による吸収エネルギーの測定
	σ≧655 N/mm^2 の場合	衝撃試験による横膨出の測定
9%ニッケル鋼	1) MDMT≧－29℃	衝撃試験による横膨出の測定
	2) MDMT＜－29℃ 但し、落重試験は、下記①～③による。 ①**SA-522** は、MDMT に係わらず実施 ②**JIS G 3127**(SL9N520 及び SL9N590)、**SA-353** 及び **SA-553** type.I は、MDMT≧－196℃の場合に実施 ③鋼板は 16mm 以上、鍛造品はすべての厚さに対して実施	衝撃試験による横膨出の測定 及び 落重試験
高合金鋼	MDMT≧－196℃の場合	衝撃試験による横膨出の測定
	1) MDMT<－196℃で、材料が溶接されない場合 2) MDMT<－196℃で、かつ、材料の溶接をフェライト番号 5 未満の 316L の溶加材を用いて行う場合	衝撃試験による横膨出の測定
	MDMT<－196℃で、かつ、材料の溶接を 316L 以外の溶加材を用いて行う場合	破壊靭性試験による平面ひずみ破壊靭性 K_{IC} の測定

備考 1：　σ は、材料の材料規格に規定する規定最小引張強さ (N/mm^2)を表す。
備考 2：　MDMT は、材料が用いられる設備の最低設計金属温度（℃）を表す。
備考 3：　材料の種類には、ボルト及びナットの材料を含む。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

I.2.4.2　衝撃試験の方法

I.2.4.1 に規定する試験の種類に応じた試験の方法は、次の **a)～c)** による。

a)　材料の衝撃試験は、次の **1)～5)**により行う。

1)　衝撃試験の方法は、**JIS Z 2242** による。

2)　衝撃試験は衝撃試験片 3 個を 1 組とし、衝撃試験片の形状は、採取可能な場合には **JIS Z 2242** の **6**（試験片）の**図 2**（V ノッチ試験片）による。ただし、次の **2.1)**又は **2.2)**のいずれかに該当する場合は、**2.1)**又は **2.2)**によることができる。

2.1)　衝撃試験温度における吸収エネルギーが 244J を超える場合は､試験片の幅を 6.7mm とすることができる。

2.2)　材料の形状又は厚さより 10mm 幅の試験片が採取できない場合は、採取可能な最大寸法のサブサイズ試験片又は材料の全厚さ（機械加工により表面の凹凸を取り除いてよい。）のいずれかとすることができる。

3)　一つの試験温度で用いる衝撃試験片の数量は 1 組とし、その採取要領及び採取位置は、次の **3.1)～3.6)**による。

3.1)　板材は、**JIS G 3115** の **10.2.1 b)**（衝撃試験片の数及び採取方向）及び **d)**（衝撃試験片の採取位置）による。ただし、試験片の採取方向は、最終圧延方向に直角な方向とする。

3.2)　配管用鋼管は、**JIS G 3460** の **10.2.1**（供試材の採り方及び試験片の数）の **b)**による。

3.3)　熱交換器用鋼管は、**JIS G 3464** の **10.2.1**（供試材の採り方及び試験片の数）の **b)**による。

3.4)　鍛鋼品は、**JIS G 0306** の **4.2.2(1)**（圧力容器用鍛鋼品の場合）による。

3.5)　管継手は、同一とりべの同時熱処理製品毎に 1 組の試験片を管継手の長手軸と平行な方向（管の厚さが 25mm 以下の場合には試験片の中心軸が管の厚さの中央となる位置から採取し、管の厚さが 25mm を超える場合は、中心軸が管の外表面から 12.5mm 離れた位置から採取する。）から採取し、切り欠きの軸は継手の外表面に垂直な方向とする。なお、溶接管継手の溶接部からの試験片は、可能な限り溶接線の方向に直角な方向から採取し、切り欠きは溶接部に位置し、その軸は継手の外表面に垂直な方向とする。

備考 1：管継手からの試験片は、素材又は完成品のどちらから採取してもよい。
備考 2：管継手からの試験片は、同時熱処理品の継手で、継手の厚さが試験片を採取した継手の厚さの±6mm 以内の範囲にある継手を代表することができる。

3.6)　9%ニッケル鋼の場合、試験片は最終熱処理後の状態の材料から採取し、板材は板毎に最終圧延方向に直角な方向から 1 組の試験片を、鍛鋼品及び管類は同時熱処理製品毎に主鍛造又は主圧延方向に直角な方向から 1 組の試験片を、圧延鋼材及び棒鋼等は同時熱処理製品毎に 1 組の試験片を採取する。

4)　材料に製作中に熱処理（溶接後熱処理、炭素鋼及び低合金鋼は 482℃を超える温度での熱間加工及び高合金鋼は 316℃を超える温度での熱間加工等をいう。）を行う場合は、試験片にこれと同一の条件による熱処理を行う。ただし､**I.2.3** の **a)**に規定の材料の熱処理は、**4.4.2 b) 3)**の規定による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

5) 衝撃試験は、次の **5.1)**～**5.4)**に規定する温度で行う。

5.1) 炭素鋼又は低合金鋼（材料規格に規定する最小引張強さが 655N/mm^2 未満の材料に限る。）は、次の **5.1.1)**～**5.1.4)**に規定する温度

5.1.1) 材料の厚さが 10mm 以上で、衝撃試験片の採取可能な最大幅が 8mm 以上の場合及び材料の厚さが 10mm 未満で、試験片の採取可能な最大幅が厚さの 80%以上の場合は、設備の最低設計金属温度以下の温度

5.1.2) 材料の厚さが 10mm 以上で衝撃試験片の採取可能な最大幅が 8mm 未満の場合（**I.2.4.2** の **a)2)**の **2.1)**の規定により試験片の幅を 6.7mm とする場合を除く。）は、設備の最低設計金属温度から、**表 I.4** の試験片の幅に対応する低減温度の値を減じた温度以下の温度

表 I.4　試験片の幅に応じた低減温度

試験片の幅（mm）	10	9	8	7.5	7	6.65	6	5	4	3.33	3	2.5
低減温度　（℃）	0	0	0	3	4	6	8	11	17	19	22	28

備考 ： 中間値は、比例計算により求めてよい。

5.1.3) 材料の厚さが 10mm 未満で、衝撃試験片の採取可能な最大幅が厚さの 80%未満の場合（**I.2.4.2** の **a)2)**の **2.1)**の規定により試験片の幅を 6.7mm とする場合を除く。）は、設備の最低設計金属温度から、材料の厚さ及び試験片の幅を **5.1.2)**に規定する**表 I.4** の試験片の幅と読み替え、それぞれの値に対応する**表 I.4** の低減温度の値の差を減じた温度以下の温度

5.1.4) **I.2.4.2** の **a)2)**の **2.1)**の規定により試験片の幅を 6.7mm とする場合は、設備の最低設計金属温度以下の温度

5.2) 炭素鋼又は低合金鋼で、材料規格による規定最小引張強さが 655N/mm^2 以上の材料の場合は、設備の最低設計金属温度以下の温度

5.3) 9%ニッケル鋼の場合は、設備の最低設計金属温度（最低設計金属温度が 0℃を超える場合には 0℃）以下の温度

5.4) 高合金鋼の場合は、設備の最低設計金属温度以下の温度（最低設計金属温度が－196℃未満の場合には－196℃とする）。 ただし、**I.2.1 b)2)**～**6)**のただし書に規定する熱処理を行う場合には、最低設計金属温度又は 21℃のいずれか低い温度以下の温度

b) 材料の落重試験は、鋼板は板毎に、鍛造品は同時熱処理ロットのヒート毎に、2 個 1 組の試験片を **ASTM E 208** の規定に基づき採取し、同規格に基づき試験を行う。

c) 材料の破壊靭性試験は、**JIS G 0564** の**附属書 B**（曲げ試験片）又は**附属書 C**（コンパクト試験片）もしくはこれらと同等以上の規格により、2 個 1 組の試験片を接線方向から作成して最低設計金属温度以下の温度で行う。

備考 ：「これらと同等以上の規格」とは、**ASTM E 1820** をいう。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

I.2.5　材料の衝撃試験等の判定基準

衝撃試験等を実施した場合において、試験の結果が**表 I.3** の試験の種類に応じて次の **a)**～**d)**の規定を満足する場合に、合格とする。

a)　衝撃試験による吸収エネルギー

次の **1)**～**3)**に規定する値以上の場合

1)　**I.2.3** の **a)**に規定する材料は、3 個の試験片の吸収エネルギーの平均値及び 2 個の試験片の吸収エネルギーがそれぞれ 54J で、かつ、1 個の試験片の吸収エネルギーが 48J

2)　**I.2.4.2** の **a) 2.1)**に規定する吸収エネルギーの値が 244J を超えるために試験片の幅を 6.7mm とする場合には、3 個の試験片の吸収エネルギーがそれぞれ 102J

3)　**1)**及び **2)**以外の場合は、3 個の試験片の吸収エネルギーの平均値及び 2 個の試験片の吸収エネルギーが、それぞれ材料の厚さと規定最小降伏点又は耐力及び溶接後熱処理の有無に応じて**図 I.6** 又は**図 I.7** より求めた最小平均吸収エネルギーの値（試験片の幅が 10mm より小さい場合は、最小平均吸収エネルギーの値に試験片の幅と 10mm との比を乗じて求める値）で、かつ、1 個の試験片の吸収エネルギーが最小平均吸収エネルギーの値の 2/3 の値

b)　衝撃試験による横膨出

衝撃試験片の幅にかかわらず、次の **1)**及び **2)**に規定する値以上の場合

1)　炭素鋼、低合金鋼、9%ニッケル鋼は、3 個の試験片の横膨出がそれぞれ材料の厚さに応じて**図 I.8** より求めた最小横膨出の値

2)　高合金鋼は、設備の最低設計金属温度に応じて次の **2.1)**及び **2.2)**に規定する値

2.1)　最低設計金属温度が－196℃以上の場合には、3 個の試験片の横膨出がそれぞれ 0.38mm

2.2)　最低設計金属温度が－196℃未満の場合には、3 個の試験片の横膨出がそれぞれ 0.53mm

c)　落重試験

試験温度において、2 個 1 組のそれぞれの試験片が **ASTM E 208** に規定する「破損無し（no-break）」の基準に適合する場合

d)　破壊靭性試験

2 個 1 組のそれぞれの試験片の平面ひずみ破壊靭性（K_{IC}）の値が $132MPa\sqrt{m}$ 以上の場合

I.2.6　再試験

I.2.6.1　判定基準を満足しないことによる再試験

I.2.5 の試験に不合格となり、その結果が次の **a)**～**e)**に規定する試験の種類に応じて **a)**～**e)**に規定する基準に適合する場合は、材料より同一の要領により採取した試験片を用いて再試験を行うことができ、再試験の結果が **a)**～**e)**に規定する基準を満足する場合に、その材料は合格とする。

a)　**I.2.5a)**の **2)**に規定する判定基準の衝撃試験による吸収エネルギーの測定を行った場合でいずれか（2 以上の場合を含む。）の試験片の吸収エネルギーの値が 102J 未満となる場合。

再試験は、3 個の 10mm 幅の試験片を用いて行い、3 個の試験片のすべての吸収エネルギーが**図 I.6** 又は**図 I.7** より求めた最小平均吸収エネルギー以上の場合に、合格とする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

b) **I.2.5 a)**の **3)**に規定する判定基準の衝撃試験による吸収エネルギーの測定を行った場合で次の **1)**又は **2)**のいずれかに該当する場合

再試験は、3 個の試験片のすべての吸収エネルギーが**図 I.6** 又は**図 I.7** より求めた最小平均吸収エネルギー以上の場合に、合格とする

1) 3 個の試験片の吸収エネルギーの値がそれぞれ**図 I.6** 又は**図 I.7** より求めた最小平均吸収エネルギーの値の 2/3 以上で、その平均値及び２個以上の試験片の吸収エネルギーの値が同図より求めた最小平均吸収エネルギーの値の 2/3 以上最小平均吸収エネルギーの値未満の場合

2) 3 個の試験片の吸収エネルギーの平均値及び 2 個の試験片の吸収エネルギーがそれぞれ**図 I.6** 又は**図 I.7** より求めた最小平均吸収エネルギーの値以上で、1 個の試験片の吸収エネルギーのみが同図より求めた最小平均吸収エネルギーの値の 2/3 未満の場合

c) **I.2.5b)**の **1)**に規定する判定基準の衝撃試験による横膨出の測定を行った場合で、3 個の試験片の横膨出の平均値が**図 I.8** より求めた最小横膨出の値以上で、1 個の試験片の横膨出だけが同図より求めた最小横膨出の値未満の場合

再試験は、3 個の試験片のすべての横膨出が同図より求めた最小横膨出の値以上となる場合に、合格とする。

d) **I.2.5 b) 2)** の **2.1)** に規定する判定基準の衝撃試験による横膨出の測定を行った場合で、3 個の試験片の横膨出の平均値が 0.38mm 以上で、1 個の試験片の横膨出だけが 0.25mm 以上 0.38mm 未満の場合

再試験は、3 個の試験片の横膨出がそれぞれ 0.38mm 以上となる場合に、合格とする。

e) **I.2.5b.2)**の **2.2)**に規定する判定基準の衝撃試験による横膨出の測定を行った場合で、3 個の試験片の横膨出の平均値が 0.53mm 以上で、1 個の試験片の横膨出だけが 0.53mm 未満の場合

再試験の方法は **I.2.4.2 c)**に規定する破壊靭性試験とし、最低設計金属温度以下の温度で 2 個 1 組のそれぞれの試験片の平面ひずみ破壊靭性（K_{IC}）の値が $132MPa\sqrt{m}$ 以上となる場合に、合格とする。

I.2.6.2 試験片等の不具合による再試験

欠陥のある試験片を用いたために試験結果に誤りが生じた場合、又は試験方法に不確定な要素がある場合は、再試験してもよい。

I.3 溶接施工方法の確認試験における衝撃試験等

I.3.1 衝撃試験等の実施

溶接施工方法の確認試験での衝撃試験等は、次の **a)**～**d)**による。

a) 母材が炭素鋼及び低合金鋼の場合は、次の **1)**～**3)** による。

1) 溶加材を使用する溶接で、次の **1.1)**～**1.3)**のいずれかに該当する場合は、溶接金属部の衝撃試験を行う。

1.1) 母材に、衝撃試験が要求される場合

1.2) 母材の衝撃試験が **I.2.1a)**、**I.2.1 d)** 又は **I.2.2.1** の規定により不要となる場合で、設備の

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

最低設計金属温度が－48℃未満の場合

1.3) 母材が**図 I.2** 又は**図 I.3** の曲線 C 又は D に該当する材料で衝撃試験が不要となる場合又は母材が **I.2.1d)**に該当する材料で衝撃試験が不要となる場合で、いずれの場合においても設備の最低設計金属温度が－48℃以上－29℃未満の場合。ただし、溶接材料規格により設備の最低設計金属温度以下の温度で衝撃試験が実施されている溶接材料を使用する場合を除く。

2) 溶加材を使用しない溶接で、次の **2.1)** 又は **2.2)** のいずれかに該当する場合は、溶接金属部の衝撃試験を行う。ただし、材料規格に規定する製造方法に含まれる溶接部の衝撃試験は、不要とする。

2.1) 溶接部の厚さが 13mm を超える場合

2.2) 溶接部の厚さが 8mm を超え、かつ、設備の最低設計金属温度が 10℃未満の場合

3) 溶加材の使用の有無にかかわらず、次の **3.1)～3.3)** のいずれかに該当する場合は、熱影響部の衝撃試験を行う。

3.1) 母材に衝撃試験が要求される場合

3.2) 溶接のいずれかの 1 パスの厚さが 13mm を超え、かつ、設備の最低設計金属温度が 21℃未満の場合

3.3) **I.2.1** の **d)**により衝撃試験が不要となる材料同士を溶接する場合で、設備の最低設計金属温度が－48℃未満の場合

b) 母材が高合金鋼の場合は、次の **1)～3)** による。

1) 次の **1.1)～1.3)** のいずれかに該当する場合は、溶接金属部の衝撃試験は不要とする。ただし、**I.2.1 b)**の **2.1)**, **2.3)**, **2.4)**及び **3)～4)**のただし書に規定する熱処理を行う場合を除く。

1.1) 炭素の含有率が 0.10%以下のオーステナイト系ステンレス鋼を溶加材を用いないで溶接する場合で、設備の最低設計金属温度が－104℃以上の場合

1.2) オーステナイト系ステンレス鋼の溶接部で、次の **1.2.1)** 又は **1.2.2)** のいずれかに該当する場合

1.2.1) **JIS Z 3221**, **JIS Z 3224**, **JIS Z 3321**, **JIS Z 3323**, **JIS Z 3324** 又は **JIS Z 3334** の溶接材料規格に適合する溶接材料並びにこれらに相当する **ASME** 規格の溶接材料を用い、溶接金属中の炭素の含有量が 0.10%以下で、設備の最低設計金属温度が－104℃以上の場合

1.2.2) **JIS Z 3221**, **JIS Z 3224**, **JIS Z 3321**, **JIS Z 3323**, **JIS Z 3324** 又は **JIS Z 3334** の溶接材料規格に適合する溶接材料もしくはこれらに相当する **ASME** 規格の溶接材料を用い、溶接金属中の炭素の含有量が 0.10%を超える場合で、設備の最低設計金属温度が－48℃以上の場合

備考 1： **JIS Z 3221** ステンレス鋼被覆アーク溶接棒
JIS Z 3224 ニッケル及びニッケル合金被覆アーク溶接棒
JIS Z 3321 溶接用ステンレス鋼溶加棒及びソリッドワイヤ
JIS Z 3323 ステンレス鋼アーク溶接フラックス入りワイヤ
JIS Z 3324 ステンレス鋼サブマージアーク溶接ソリッドワイヤ及びフラックス

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

JIS Z 3334 ニッケル及びニッケル合金溶加棒及びソリッドワイヤ
2： 「これらに相当する **ASME** 規格の溶接材料」とは、**ASME Section II Part C** に規定の SFA-5.4, SFA-5.9, SFA-5.11, SFA-5.14 及び SFA-5.22 の溶接材料をいう。

1.3) 二相ステンレス鋼、フェライト系ステンレス鋼及びマルテンサイト系ステンレス鋼の溶接部で、溶接部の化学成分と類似の化学成分を有する母材の衝撃試験等が **I.2.1** の **b)3)～5)**の規定により免除される場合で、設備の最低設計金属温度が－29℃以上の場合

2) 母材の衝撃試験が不要な場合は、熱影響部の衝撃試験は不要とする。

3) 設備の最低設計金属温度が－104℃未満の場合のオーステナイト系ステンレス鋼の溶接の方法等及び溶接材料は、次の **3.1)～3.4)**による。

3.1) 溶接の方法は、**7.3 a)** による。

3.2) 溶加材の使用の有無にかかわらず、溶接金属部の炭素含有率が 0.10%未満のこと。

3.3) 溶接施工方法の確認試験において衝撃試験が設備の最低設計金属温度以下の温度で実施されていること。

3.4) 溶接金属は **JIS Z 3221**, **JIS Z 3224**, **JIS Z 3321**, **JIS Z 3323**, **JIS Z 3324** 又は **JIS Z 3334** の溶接材料規格に適合する溶接材料若しくはこれらに相当する **ASME** 規格の溶接材料で製作され、かつ、次の **3.4.1)～3.4.5)**を満足すること。

3.4.1) 被覆アーク溶接及びガスメタルアーク溶接に用いる溶接材料は、溶接材料の溶解毎又はロット毎に最低設計金属温度以下の温度で衝撃試験を行い、**3.4.5)** の規定を満足すること。

3.4.2) サブマージアーク溶接に用いる溶接材料は、溶接材料のロット毎又はバッチ毎に最低設計金属温度以下の温度で衝撃試験を行い、**3.4.5)** の規定を満足すること。

3.4.3) **JIS Z 3224** の溶接棒の種類が DNiCrFe-1J, DNiCrFe-3, DNiCrMo-3 及び DNiCrMo-4 の溶接材料、**JIS Z 3334** の棒及びワイヤの種類が YNiCr-3, YNiCrMo-3 及び YNiCrMo-4 の溶接材料並びに **JIS Z 3221** の溶接棒の種類が D-310-15/16 の溶接材料で、同一製造者の同一タイプの溶接材料を用いて最低設計金属温度以下の温度で衝撃試験を行い、**3.4.5)** の規定を満足している場合は、溶解毎又はロット毎の衝撃試験を省略できる。ただし、最低設計金属温度が－196℃未満の場合は、省略できない。

3.4.4) **JIS Z 3321** の棒及びワイヤの種類が Y308L, Y316L 及び Y310L-3 をティグ溶接又はプラズマアーク溶接に使用し、最低設計金属温度以下の温度で衝撃試験を行い、**3.4.5)** の規定を満足している場合は、溶解毎又はロット毎の衝撃試験を省略できる。ただし、最低設計金属温度が－196℃未満の場合は、省略できない。

3.4.5) **3.4.1)～3.4.4)** の衝撃試験の判定基準は、衝撃試験温度に応じて **I.2.5 b)**の **2)**の規定による。ただし、最低設計金属温度が－196℃未満で、**I.2.5 b)**の **2)**の判定基準を満足しない場合は、**I.2.4.2 c)** に規定する破壊靭性試験により、判定基準は **I.2.5 d)**の規定による。

備考 1 ： 試験板の作成は、溶接の方法毎、溶接材料の溶解毎又はロット毎に行う。
2 ： 「これらに相当する **ASME** 規格の溶接材料」とは、上記 **1.2)**の備考 2 による。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

c) 母材が 9%ニッケル鋼の場合は、溶接金属部及び熱影響部の衝撃試験を行う。

d) クラッド鋼で、母材が炭素鋼又は低合金鋼の場合は、**a)**の規定による。

I.3.2 衝撃試験等の方法

I.3.2.1 衝撃試験等の種類

衝撃試験等の種類は、**表 I.5** の母材の種類及び区分に対応する試験の種類とする。

表 I.5 衝撃試験等の種類

母材の種類	区分	試験の種類
炭素鋼及び低合金鋼	σ＜655 N/mm^2 の場合	衝撃試験による吸収エネルギーの測定
	σ≧655 N/mm^2 の場合	衝撃試験による横膨出の測定
9%ニッケル鋼	－	衝撃試験による横膨出の測定
高合金鋼	－	衝撃試験による横膨出の測定

備考 1： σ は、材料の材料規格に規定する規定最小引張強さ (N/mm^2)を表す。
備考 2： MDMT は、材料が用いられる設備の最低設計金属温度（℃）を表す。

I.3.2.2 衝撃試験の実施要領

衝撃試験の実施要領は、次の **a)**～**d)**による。

a) 試験片の数量及び形状

衝撃試験片の数量は、溶接金属部から 1 組 3 個（厚さが 38mm を超える場合は、2 組 6 個）、熱影響部から 1 組 3 個（組み合わせる母材の P 番号及びグループ番号が異なる場合は、それぞれの熱影響部から 1 組 3 個）とし、試験片の採取要領は、**附属書 K** の**図 K.1** 及び**図 K.2** による。

また、衝撃試験片の形状は、**I.2.4.2** の **a)2)**の規定による。

b) 試験片の熱処理

溶接部に製作中に熱処理を行う場合は、**JIS B 8285** の **4**（溶接施工方法の区分）の **j)**（溶接後熱処理）に規定する区分を同一熱処理条件毎と読み替えて、試験片を作製する。

備考 ：熱処理には、炭素鋼及び低合金鋼で 482℃以下での熱間加工、高合金鋼で 316℃以下の温度での熱間加工、火炎切断等による局部加熱及び溶接による加熱を含まない。

c) 試験の方法

衝撃試験の方法は、**JIS Z 2242** による。

d) 試験温度

衝撃試験の温度は、母材の衝撃試験温度以下の温度とする。

I.3.2.3 試験結果の判定

衝撃試験の結果が、母材の種類に応じて次の **a)**～**c)** に規定する値以上の場合に、合格とする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

a) 母材が炭素鋼及び低合金鋼の場合は、**表 I.5** の試験の種類に応じて **I.2.5** の **a)**又は **b)1)**に規定する値で、溶接施工方法の確認試験における試験材の厚さに応じて確認される母材の厚さの区分の上限の厚さに対応する値

b) 母材が 9%ニッケル鋼の場合は、**I.2.5** の **b) 1)**に規定する値

c) 母材が高合金鋼の場合は、設備の最低設計金属温度に応じて **I.2.5** の **b) 2)**に規定する値

I.4 機械試験における衝撃試験等

I.4.1 衝撃試験等の実施

母材又は溶接施工方法の確認試験で衝撃試験等が必要な場合は、溶接施工方法の確認試験が異なる毎に、A 継手及び B 継手の溶接の溶接金属部及び熱影響部の衝撃試験等を行う。ただし、次の **a)**又は **b)**に該当する場合は、**a)**又は **b)**に規定する衝撃試験は省略してもよい。

a) 母材が炭素鋼又は低合金鋼で、次の **1)～4)**のいずれかに該当する溶接部は、**1)～4)**の衝撃試験

1) 母材の衝撃試験が **I.2.1 a)**、**I.2.1 d)** 又は **I.2.2.1** の規定により不要となる場合で、設備の最低設計金属温度が－29℃以上の場合は、溶接金属部の衝撃試験

2) 母材の衝撃試験が **I.2.1 a)**、**I.2.1 d)** 又は **I.2.2.1** の規定により不要となる場合であって、設備の最低設計金属温度が－48℃未満の場合に、溶接金属部の衝撃試験

3) 母材が**図 I.2** 又は**図 I.3** の曲線 C もしくは D に該当する材料で衝撃試験が不要となる場合又は **I.2.1 d)** に該当する材料で衝撃試験が不要となる場合で、いずれの場合も設備の最低設計金属温度が－48℃以上－29℃未満の場合は、溶接金属部の衝撃試験。ただし、溶接材料規格により設備の最低設計金属温度以下の温度で衝撃試験が実施されている溶接材料を使用する場合に限る。

4) 母材の衝撃試験が **I.2.1 a)**、**I.2.1 d)** 又は **I.2.2.1** の規定により不要となる場合は、熱影響部の衝撃試験。ただし、**I.2.1d)** の規定により衝撃試験が免除される材料を溶接する場合で、設備の最低設計金属温度が－48℃未満の場合を除く。

b) 母材が高合金鋼で、溶接施工方法の確認試験で衝撃試験等が不要な場合

I.4.2 衝撃試験等の方法

I.4.2.1 衝撃試験等の種類

衝撃試験等の種類は、**表 I.6** の母材の種類及び区分に対応する試験の種類とする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 I.6　衝撃試験等の種類

母材の種類	区分	試験の種類
炭素鋼及び低合金鋼	σ＜655 N/mm^2 の場合	衝撃試験による吸収エネルギーの測定
	σ≧655 N/mm^2 の場合	衝撃試験による横膨出の測定
9%ニッケル鋼	－	衝撃試験による横膨出の測定
高合金鋼	MDMT≧－196℃の場合	衝撃試験による横膨出の測定
	MDMT<－196℃で、かつ、材料の溶接をフェライト番号 5 未満の 316L の溶加材を用いて行う場合	衝撃試験による横膨出の測定
	MDMT<－196℃で、かつ、材料の溶接を 316L（フェライト番号 5 未満に限る。）以外の溶加材を用いて行う場合	破壊靭性試験

備考 ： σ は、材料の材料規格に規定する規定最小引張強さ（単位 N/mm^2）を表す。

案

I.4.2.2　衝撃試験等の実施要領

衝撃試験等の実施要領は、次の **a)**～**d)**による。

a)　試験片の数量及び形状は、衝撃試験は **I.3.2.2** の **a)**に、破壊靭性試験は **I.2.4.2** の **c)**による。

b)　試験片の熱処理は、**I.3.2.2** の **b)**による。

c)　試験の方法は、衝撃試験は **I.3.2.2** の **c)**に、破壊靭性試験は **I.2.4.2** の **c)**による。

d)　試験温度は、母材の衝撃試験温度以下の温度とする。

I.4.2.3　試験結果の判定

衝撃試験等の結果が、母材の種類に応じて次の **a)**～**d)** に規定する値以上の場合に、合格とする。

a)　母材が炭素鋼及び低合金鋼の場合は、**表 I.6** の試験の種類に応じて **I.2.5** の **a)**又は **b)1)**に規定する値

b)　母材が 9%ニッケル鋼の場合は、**I.2.5** の **b) 1)** に規定する値

c)　母材が高合金鋼で、**表 I.6** の試験の種類が衝撃試験の場合は、設備の最低設計金属温度に応じて **I.2.5** の **b) 2)** に規定する値

d)　母材が高合金鋼で、**表 I.6** の試験の種類が破壊靭性試験の場合は、**I.2.5** の **d)**に規定する値

I.4.3　衝撃試験の再試験

衝撃試験の再試験は、次の **a)**～**c)**による。

a)　再試験の条件

衝撃試験に不合格となり、かつ、その結果が母材の種類に応じて **I.2.6.1** の **a)**～**e)**のいずれかに該当する場合、又は **I.2.6.2** に該当する場合は、再試験を行うことができる。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

b) 再試験に用いる試験片（以下「再試験片」という。）の数量及び試験の方法

再試験片の数量及び試験の方法は、次の **1)** 及び **2)** による。

1) 衝撃試験（母材が高合金鋼の溶接部で、設備の最低設計金属温度が－196℃未満の場合に対する衝撃試験を除く。）は、当初の試験の試験片の数と同じとし、試験の方法は当初の試験と同じとする。

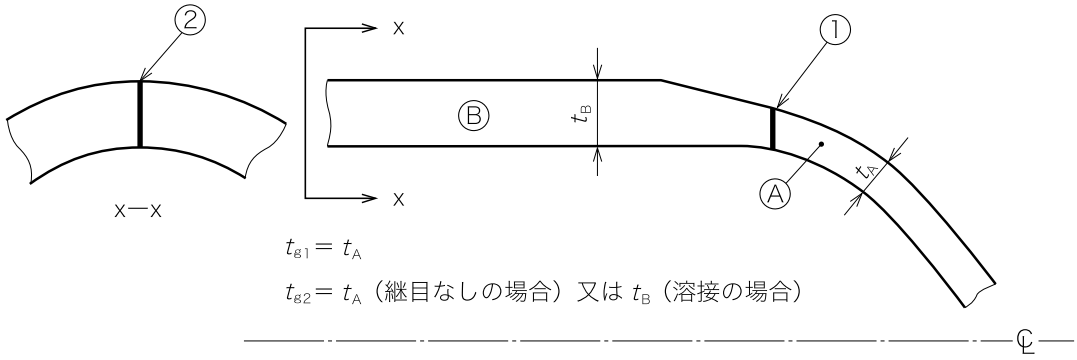
2) 母材が高合金鋼の溶接部で、設備の最低設計金属温度が－196℃未満の場合は、衝撃試験に替えて **I.4.2** に規定する破壊靭性試験を行い、再試験片の数量は 2 個 1 組とする。

c) 判定基準

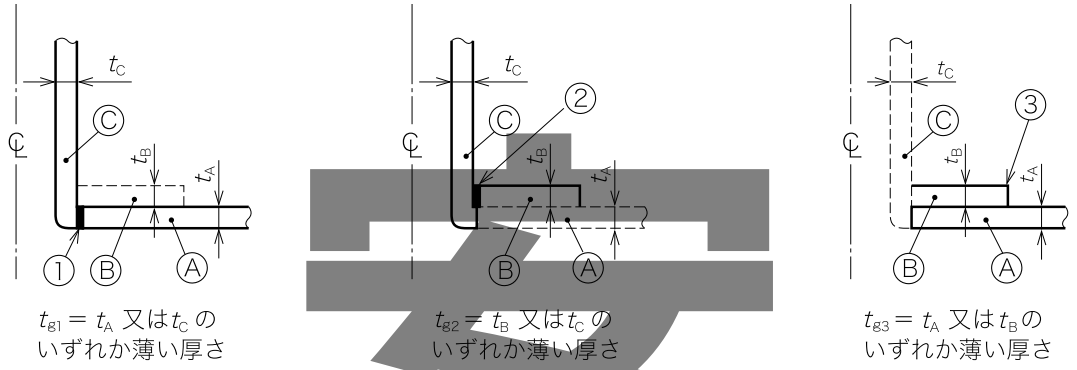
母材の種類に応じて **I.2.6.1** の **a)**～**e)**のいずれかに適合するとき、再試験片を採取した試験板の溶接部は、試験に合格とする。

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

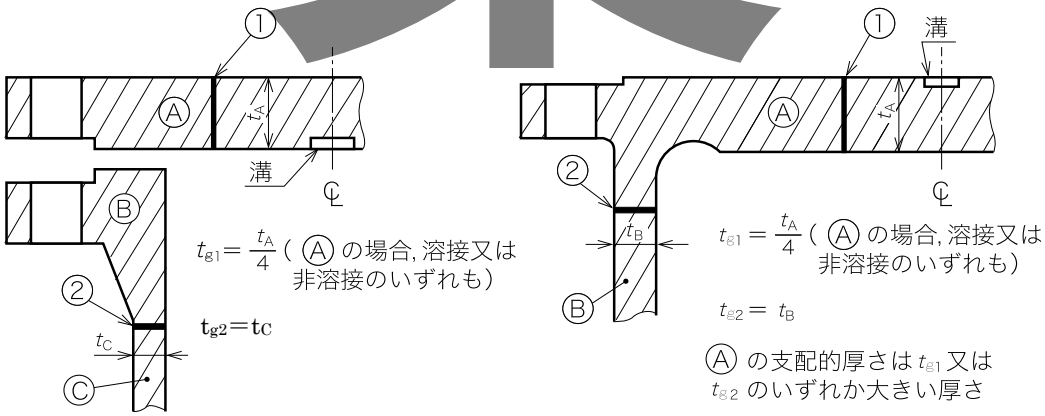


a)　突合せ溶接継手の構成部品



注記　t_{g1}，t_{g2} 及び t_{g3} のそれぞれに対する最低設計金属温度を求め，そのうち最も高い温度を溶接構造の最低設計金属温度とする。

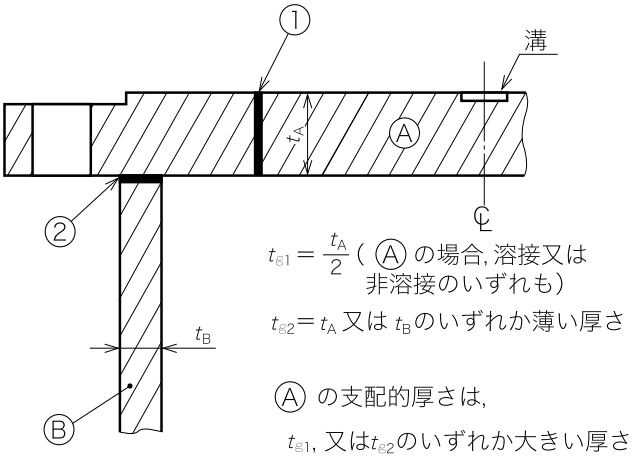
b)　強め材付き溶接部材



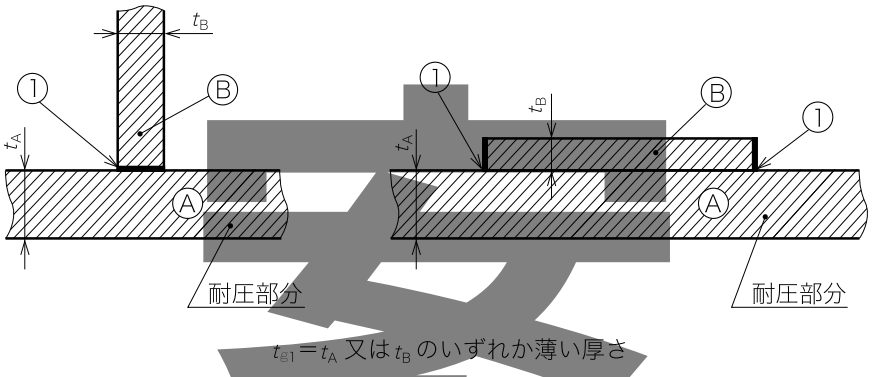
c)　ボルト締め平鏡板，又は管板及びフランジ　　**d)　一体形平鏡板又は管板**

図 I.1　代表的な構造における支配的厚さの例†

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

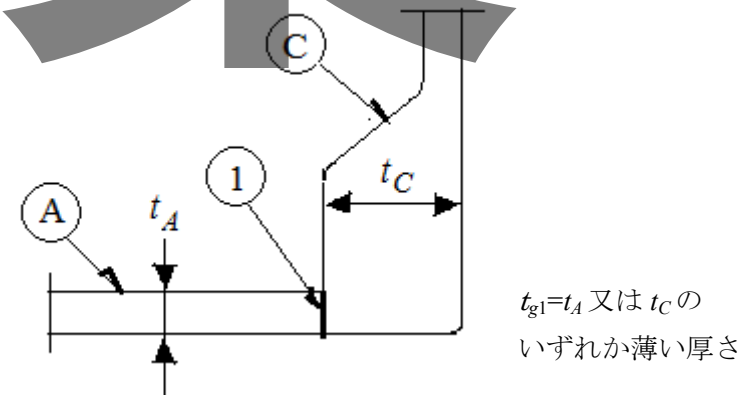


e)　角継手をもつ平鏡又は管板



注記　t_g は，**R.2.1.1 d) 2)**で定義する溶接継手の支配的厚さ

f)　附属品の溶接取付物



g)　補強が一体形の管台

図 I.1　代表的な構造における支配的厚さの例（つづき）†

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

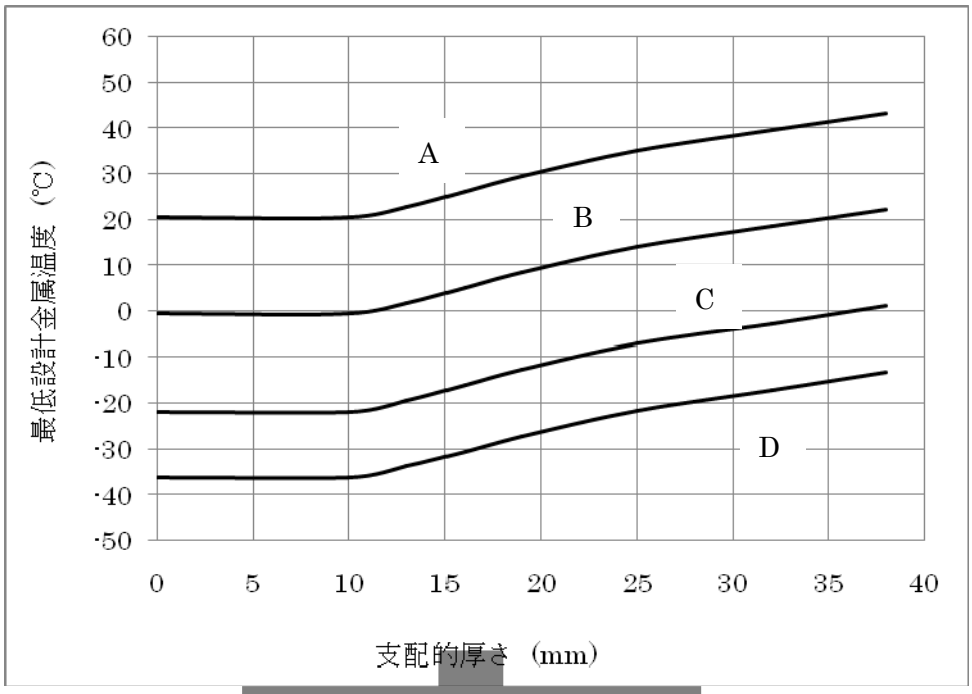


図 I.2　衝撃試験免除曲線－溶接後熱処理を行わない場合†

参考

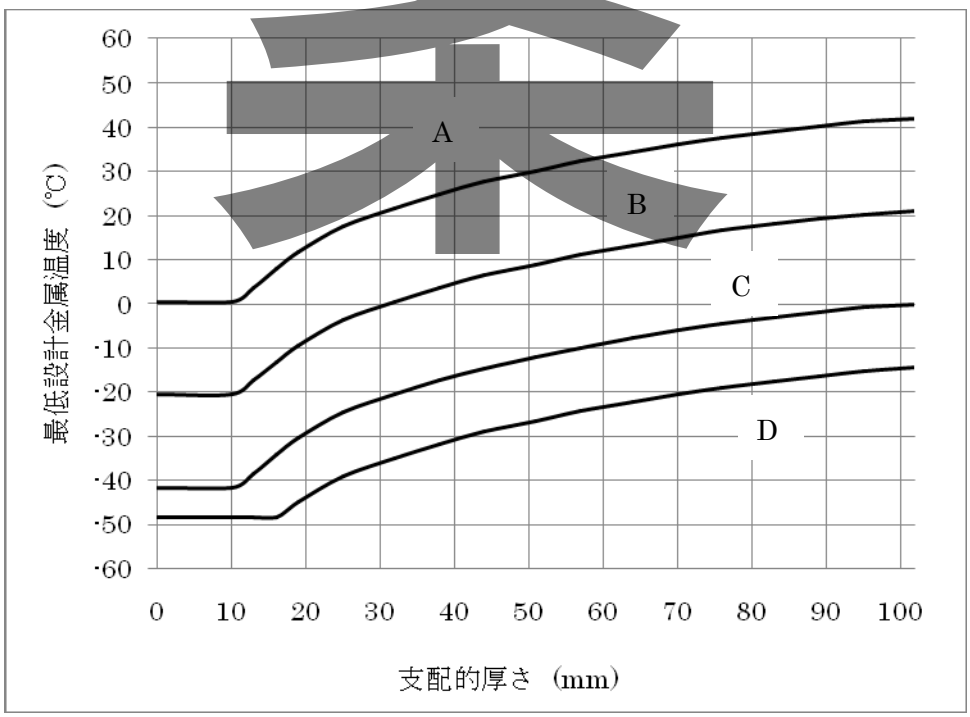


図 I.3　衝撃試験免除曲線－溶接後熱処理を行う場合又は溶接のない場合†

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

（**図 I.2** 及び**図 I.3** 備考）

備考 1　図中の曲線 A～D に対応する材料は，次による。

曲線 A

曲線 B～D に対応する材料のない炭素鋼又は低合金鋼の板，棒及び型鋼

曲線 B

JIS G 3118　SGV450 及び SGV480（いずれも焼ならしを行わない場合）

JIS G 3103　SB410

曲線 C 及び D に対応する材料のない炭素鋼又は低合金鋼の鋼管，鍛鋼品及び管継手

規格フランジ（曲線 A，C 及び D に対応する材料の板で製作する場合も含む。）

鋳鋼品を除く曲線 A に対応する材料の細粒鋼で，かつ，焼ならしを行う場合で，曲線 C 及び D にない材料

曲線 C

JIS G 3119　SBV2，SBV3

JIS G 3120　SQV2A，SQV2B，SQV3A，SQV3B

JIS G 4109　SCMV4 及び SCMV5（いずれも焼ならし焼戻しを行う場合）

JIS G 3203　SFVAF21A，SFVAF21B，SFVAF22A，SFVAF22B
（いずれも焼ならし焼戻しを行う場合）

曲線 B に対応する材料の細粒鋼で，かつ，焼ならしを行う場合で，曲線 D にない材料

曲線 D

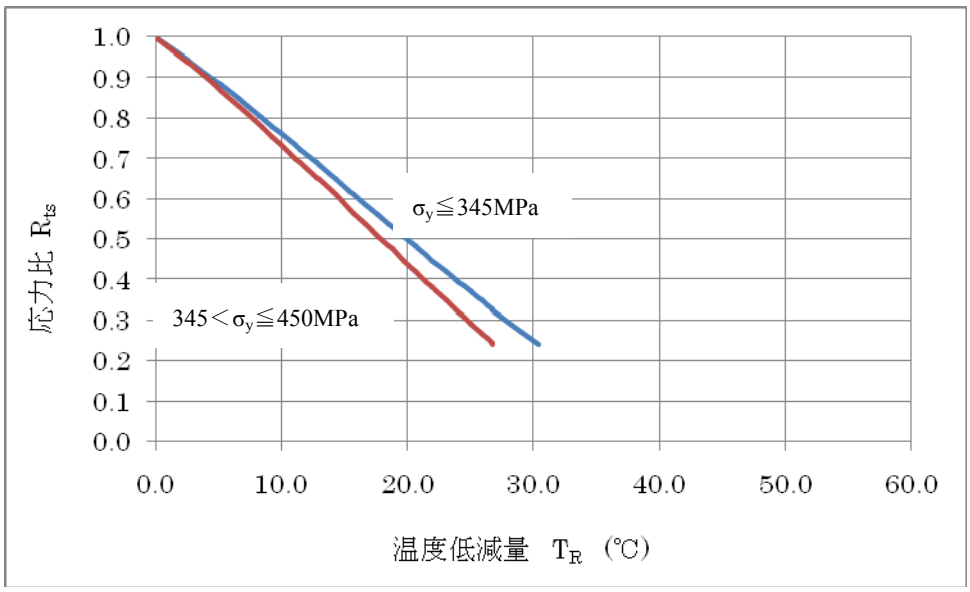
JIS G 3118　SGV450 及び SGV480（いずれも焼ならしを行う場合）

JIS G 3127　SL2N255，SL3N255，SL3N275

備考 2　特定材料の曲線 A～D への対応は、**附属書 B** による。

案

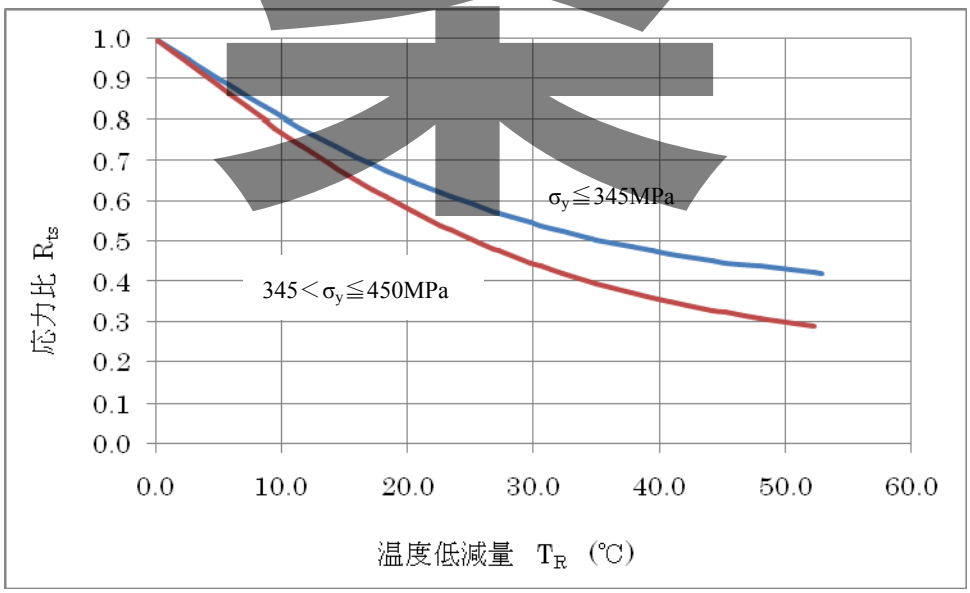
著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。



注) σ_yは、材料の規定最小降伏点又は規定最小 0.2%耐力を表す。

図 I.4　温度低減曲線－溶接後熱処理を行わない場合†

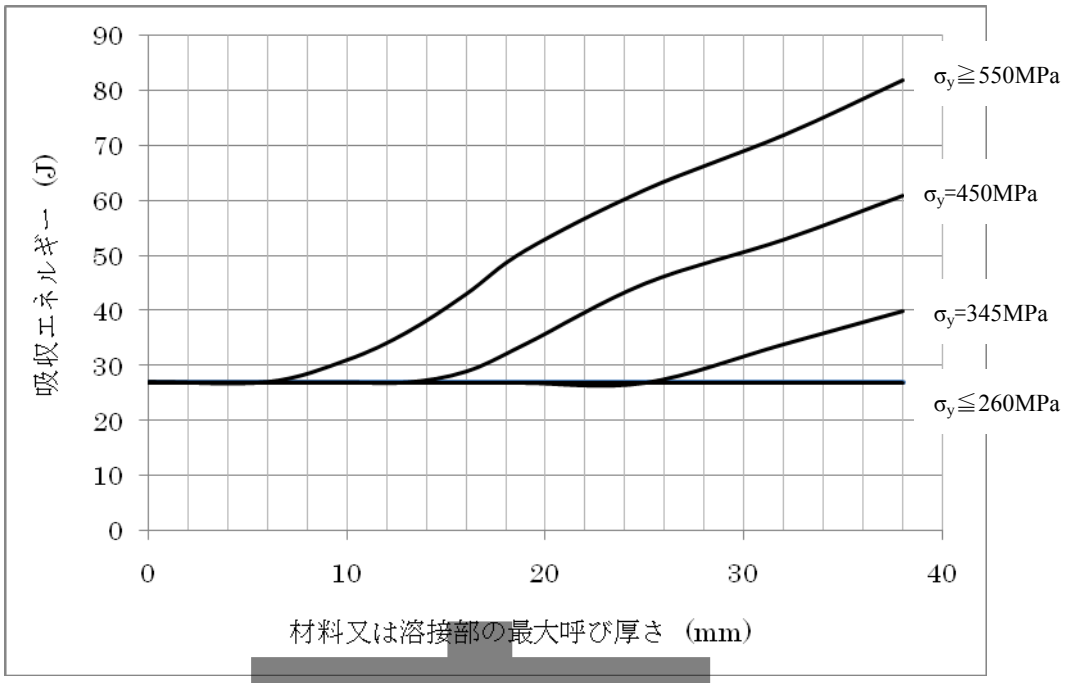
案



注) σ_yは、材料の規定最小降伏点又は規定最小 0.2%耐力を表す。

図 I.5　温度低減曲線－溶接後熱処理を行う場合又は溶接のない場合†

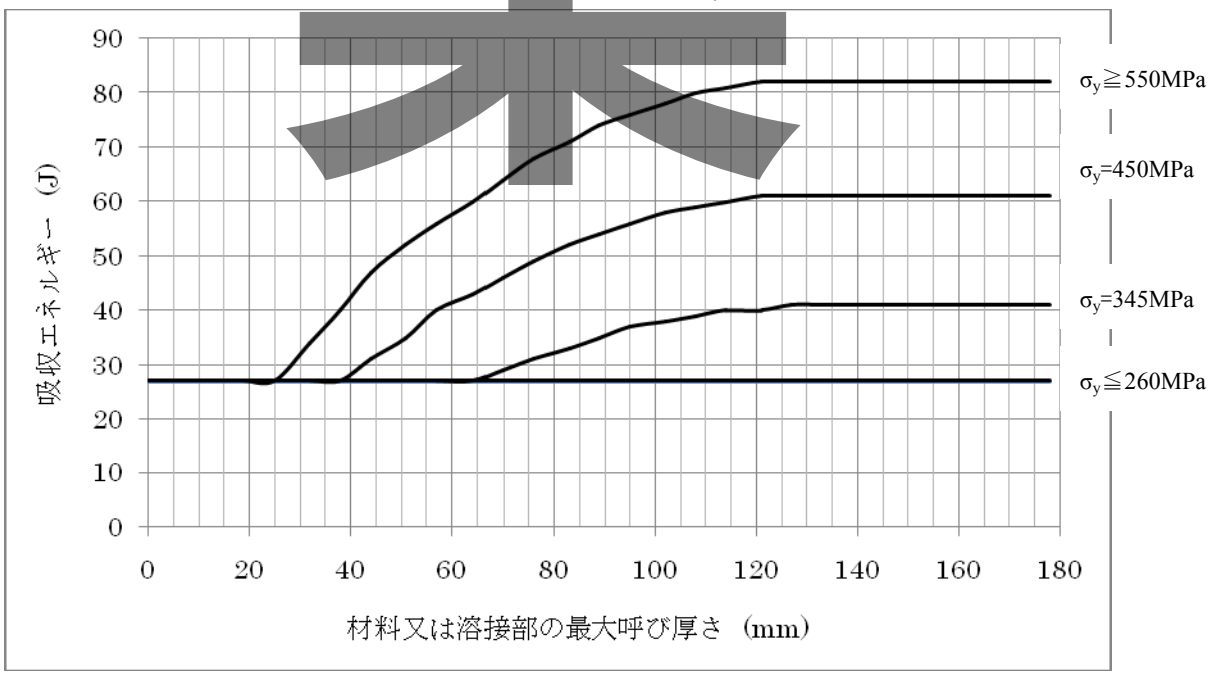
著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。



注) σ_y は、材料の規定最小降伏点又は規定最小 0.2%耐力を表す。

図 I.6　要求吸収エネルギー－溶接後熱処理を行わない場合†

案



注) σ_y は、材料の規定最小降伏点又は規定最小 0.2%耐力を表す。

図 I.7　要求吸収エネルギー－溶接後熱処理を行う場合又は溶接のない場合†

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

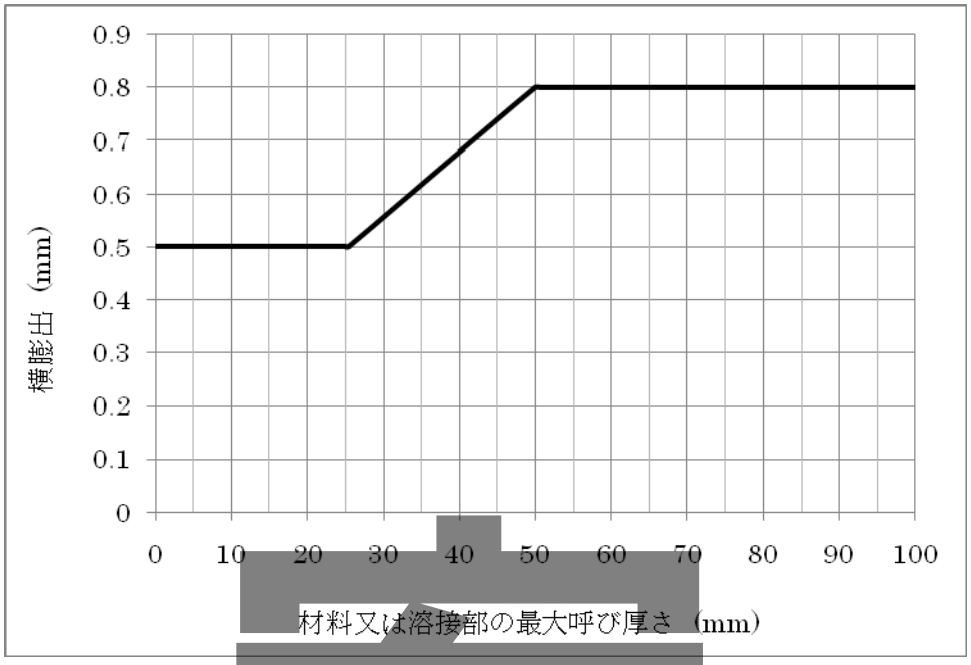


図 I.8　要求横膨出†

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

書面投票用

案

附属書 J （規定） 溶接後熱処理の方法

J.1 適用範囲

この附属書は、溶接後熱処理の方法について規定する。

J.2 溶接後熱処理の時期

溶接後熱処理は、すべての溶接完了後で、耐圧試験の前に行う。ただし、すべての溶接完了後では溶接後熱処理が適切に行えない場合は、製作の途中段階に行ってもよい。

J.3 溶接後熱処理における厚さ

溶接後熱処理における厚さは、次の **a)**～**f)** による。

a) 完全溶込みの突合せ溶接で、材料の呼び厚さが同じ場合は、材料の呼び厚さ

b) 開先溶接の場合は、開先の深さ

c) すみ肉溶接の場合は、すみ肉溶接ののど厚

d) 開先溶接とすみ肉溶接を併用している場合は、開先の深さ又はすみ肉溶接ののど厚のいずれか大きい値

e) スタッド溶接の場合は、スタッドの直径

f) 厚さが異なる材料を溶接する場合は、次の **1)**～**8)** による。

1) 胴と鏡板の溶接を含む突合せ溶接の場合は、薄い方の板の厚さ

2) 胴に中間鏡板をすみ肉溶接で取付ける場合は、胴板の呼び厚さ又はすみ肉溶接ののど厚のいずれか大きい厚さ

3) 胴と平板、平鏡板、ふた板、フランジ等との溶接の場合は、胴板の呼び厚さ

4) 管台を取付ける溶接の場合は、管台の呼び厚さ、管台を取付ける胴、鏡板又は平板の呼び厚さ、強め材の呼び厚さ又は取付ける部分のすみ肉溶接ののど厚のうちで、最も大きい厚さ

5) 管台とフランジの溶接の場合は、管台の呼び厚さ

6) 耐圧部分に非耐圧部分を取付ける溶接の場合は、非耐圧部分の取付け溶接の厚さ

7) 管板に管を取付ける溶接の場合は、管の取付け溶接の厚さ

8) クラッド鋼又は肉盛溶接を施した材料を溶接する場合は、クラッド鋼又は肉盛溶接を施した材料の厚さ

J.4 溶接後熱処理における最低保持温度及び最小保持時間

J.4.1 溶接後熱処理における最低保持温度

溶接後熱処理における最低保持温度は、次の **a)**～**c)** による。

a) 溶接後熱処理における最低保持温度は、**表 J.1** による。なお、特定材料を用いる場合は、特定材料の P 番号及びグループ番号を**附属書 C** により **JIS B 8285 附属書 A** の P 番号及びグループ番号に読み替える。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 J.1　溶接後熱処理の最低保持温度

区分	母材の種類 （**JIS B 8285 附属書 A** による P 番号）	最低保持温度 （℃）
(1)	P 番号 1 グループ番号 1，2 及び 3	595 以上
(2)	P 番号 3 グループ番号 1，2 及び 3	595 以上
(3)	P 番号 4 グループ番号 1 及び 2	650 以上
(4)	P 番号 5 グループ番号 1，2 及び 3	675 以上
(5)	P 番号 6	760 以上
(6)	P 番号 7	730 以上
(7)	P 番号 9A	595 以上
(8)	P 番号 9B	595 以上 635 以下
(9)	P 番号 11A	550 以上 585 以下 (注)
(10)	P 番号 45 の種類の記号が NCF800 及び NCF800H（設計温度が 540 ℃以上である場合に限る。）及びこれらに相当する特定材料	885 以上

注　：　熱処理温度は、当該材料の焼戻し温度以下とする。
備考：「これらに相当する特定材料」とは、特定材料の UNS 番号が N08800、N08810 及び N08811 の材料をいう。

原案

b)　9%ニッケル鋼は、保持時間中における**表 J.1** に規定する温度の変動が、±15℃を超えないこと。

c)　フェライト鋼をオーステナイト系ステンレス鋼又は二相系ステンレス鋼と併せて用いる場合は、固溶化熱処理を行わないこと。

J.4.2　溶接後熱処理における最小保持時間

溶接後熱処理における最小保持時間は、次の **a)** 又は **b)** による。

a)　最小保持時間は、**表 J.2** による。ただし、**表 J.1** に規定する熱処理温度に保持することが困難な場合で、母材の種類に応じて次の **1)**又は **2)**に規定する熱処理を行う場合は、**表 J.2** によらなくてもよい。

1)　**表 J.1** の区分(1)、(2)、(7) 及び(8)に規定する材料を母材とする場合は、**表 J.1** に規定する最低保持温度から**表 J.3** の温度低下量を減じた温度（P 番号 9A 及び P 番号 9B の材料の溶接部の場合は、減じた温度は 540℃以上とする。）で、**表 J.3** の温度低下量に対応する温度低下した場合の最小保持時間以上保持する熱処理。

2)　**表 J.1** の区分(4)に規定する材料を母材とする場合は、650℃以上の熱処理温度で最小保持時間を母材の呼び厚さが 51mm 以下のものに対しては 25mm 毎に 4hr（ただし、最小 4hr）、母材の呼び厚さが 51mm を超え 127mm 以下のものに対しては 25mm 毎に 4hr、母材の呼び厚さが 127mm を超えるものに対しては 20hr に 127mm を超える 25mm 毎に 1hr を加えた時間以上とする熱処理。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 J.2　最小保持時間

表 J.1 の区分番号	溶接後熱処理における厚さ(t)に対する最小保持時間		
	t≦51mm	51mm＜t≦127mm	127mm＜t
(1)及び(2) （備考 1）	25mm 毎に 1hr ただし、最小 0.25hr	2hr に 51mm を超える 25mm 毎に、0.25hr を加えた値	
(3) 及び(4) （備考 1）	25mm 毎に 1 hr ただし、最小 1 hr		5hr に 127mm を超える 25mm 毎に、0.25 hr を加えた値
(5)及び(6) （備考 1）	25mm 毎に 1 hr ただし、最小 1 hr	2 hr に 51mm を超える 25mm 毎に、0.25 hr を加えた値	
(7)及び (8) （備考 1,2）	25mm までは 1hr 25mm を超える場合は、1hr に 25mm を超える 25mm 毎に 0.25hr を加えた値		
(9)（備考 1）	25mm 毎に 1hr。ただし、最小 2hr		
(10) （備考 1）	25mm までは 1.5hr 25mm を超える場合は、1.5hr に 25mm を超える 25mm 毎に 1hr を加えた値		

備考 1 ： 最小保持時間は連続である必要はなく、何回かに分けて行う場合は、その合計時間としてもよい。

備考 2 ： **表 J.1** の区分(7)及び(8)の母材の種類の場合は、430℃から**表 J.1** の最低保持温度まで加熱するための 1 時間当りの温度差が 30℃未満の場合又は母材の厚さの全範囲が**表 J.1** に規定する最低保持温度に到達していることが証明できる場合は、25mm を超える毎に 0.25hr を加える必要はない。

表 J.3　温度低下した場合の最小保持時間†

温度低下量（℃）	温度低下した場合の最小保持時間（hr）
30	2
55	4
（85）	（10）
（110）	（20）

備考 1 ： 表中の最小保持時間は、母材の呼び厚さが 25mm 以下の場合の最小保持時間をいい、母材の呼び厚さが 25mm を超える場合は、25mm を超える 25mm 毎に 0.25hr を加えた値とする。

備考 2 ： かっこ内の数字は、P 番号 1 グループ番号 1 及び 2 の材料に対してのみ適用できる。

b) 異なる P 番号の材料の異材継手の溶接後熱処理は、次の **1)** 及び **2)** による。

1) 異なる P 番号のフェライト鋼の耐圧部分同士を溶接する場合は、溶接後熱処理温度が高い方の条件で、最小保持時間以上保持する熱処理を行う。

2) 非耐圧部品を耐圧部分に溶接する場合は、耐圧部分の材料の溶接後熱処理温度を最小保持時間以上保持する熱処理を行う。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

J.5 溶接後熱処理の方法

J.5.1 一般事項

溶接後熱処理は、次の **a)**～**e)** による。

a) 加熱炉に入れる場合又は取出す場合の炉内温度は、430℃以下とする。

b) 430℃以上における加熱時の昇温速度は、220℃/hr を *t*/25 で除した値以下とする。ただし、最大 220℃/hr で、56℃/hr より遅くしなくてもよい。ここで、*t* は、設備の溶接後熱処理対象部位について **J.3** より求めた厚さの中の最大の厚さ（単位 mm）を表す。

c) 保持中の加熱部全体にわたる温度差は、特別に規定されている場合を除き、85℃以下とする。

d) 次の **1)**及び **2)**を除き、430℃を超える温度からの冷却速度は、280℃/hr を *t*/25 で除した値以下とする。ただし、最大 280℃/hr で、55℃/hr より遅くしなくてもよい。また、430℃からは大気放冷で冷却できる。ここで、*t* は、設備の溶接後熱処理対象部位について **J.3** より求めた厚さの中の最大の厚さ（mm）を表す。

1) **表 J.1** の区分(6)に規定する材料を母材とする場合は、650℃までの冷却は 1 時間の温度差が 55℃以下となるように行い、650℃からの冷却は十分早い速度とする。

2) **表 J.1** の区分(9)に規定する材料を母材とする場合で、材料規格で焼戻し温度からの急速冷却が規定されている場合は、材料規格に規定する最小冷却速度とする。

e) 加熱中及び冷却中の温度差は、任意の 4.6m の間隔で 140℃以下とする。

J.5.2 加熱の方法

溶接後熱処理における加熱の方法は、次の **a)**及び **b)** による。

a) 加熱炉による方法

加熱炉による方法を用いる場合は、次の **1)**又は **2)**による。

1) 1 回の加熱により炉内で加熱する。

2) 1 回を超える加熱により炉内で加熱する場合は、次の **2.1)**及び **2.2)** による。

2.1) 設備を一つの炉で 2 回に分けて加熱する場合、重なり合う加熱部の長さは 1.5m 以上とする。また、炉と炉外の境界に管台、構造不連続部等が位置しないようにする。なお、炉外の部分は温度遮蔽して温度勾配を緩やかにし、材料に有害な影響を与えないようにする。

2.2) 部分的に溶接後熱処理した設備を周継手で溶接する場合、周継手を **J.5.2 b)**を用いて溶接後熱処理してもよい。

b) 局部加熱により加熱する方法

局部加熱を用いる場合は、次の **1)**及び **2)** による。

1) 周継手の局部加熱

周継手を、全周を覆う加熱帯で加熱する。この場合、加熱帯の幅は周継手の溶接ビードの幅に溶接部の厚さ又は 50mm のいずれか小さい値の 2 倍を加えた値以上とし、外側を断熱材で覆い温度勾配を緩やかにし、材料に有害な影響を与えないようにする。

原案

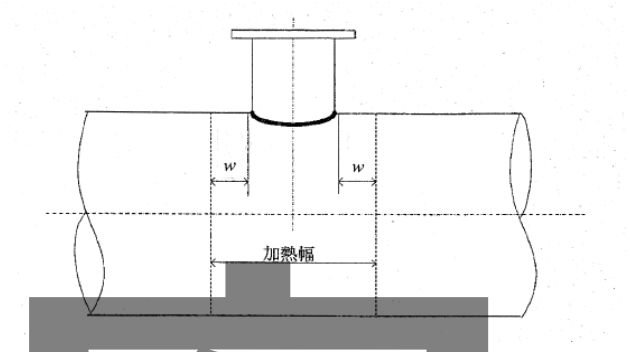
著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

2) 管台等の取付け溶接継手の局部加熱

管台等の取付け溶接継手の局部加熱は、次の **2.1)**及び **2.2)** による。

2.1) 管台等の取付け溶接継手は、帯状に加熱する。この場合、加熱幅全体を均一に温度上昇させ、最小保持時間以上保持する。

2.2) 加熱幅は、管台の溶接ビードの外径に溶接後熱処理における厚さ又は 50mm のいずれか小さい値の 2 倍を加えた値以上とする（**図 J.1** 参照）。



注記　*w*：溶接後熱処理における厚さ又は 50 mm のいずれか小さい値

図 J.1　管台取付け溶接継手に局部加熱熱処理を行う場合の加熱幅

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

書面投票用

案

附属書 K（規定）　溶接継手の機械試験

K.1 適用範囲

この附属書は、溶接継手の機械試験について規定する。

K.2 機械試験の試験板及び試験片

K.2.1 機械試験板の作製

試験板の作製は、次の **a)**～**e)** による。

a) 試験板は、母材材料の残部（母材の厚さが異なる部分の溶接継手の場合は、薄い方の厚さの母材材料の残部）から作製する。

b) 溶接継手の継手分類 A の長手継手、及び球形胴、鏡板又は平板を製作する溶接を行う場合は、同一の溶接条件ごとに 1 個の試験板を作製する。試験板は、胴端等に取付け、かつ、溶接線が継手と一直線上に位置するようにして、継手と同時に溶接を行う。

c) 溶接継手の継手分類 A の周継手及び継手分類 B の溶接を行う場合は、同一の溶接条件ごとに 1 個の試験板を作製する。ただし、**b)** の試験板を同一の溶接条件で溶接する場合は、省略できる。試験板は、母材材料の残部から別に作製し、継手の溶接に引き続いて、同一条件によって溶接を行う。

d) 溶接継手に製作中に熱処理（溶接後熱処理、炭素鋼及び低合金鋼では 482℃を超える温度での熱間加工、高合金鋼では 316℃を超える温度での熱間加工等をいう。）を行う場合は、試験板の継手にこれと同一の条件の熱処理を行う。

e) 試験板は、溶接によって反りを生じないようにする。溶接によって反りを生じた場合は、継手に溶接後熱処理等の熱処理を行う前に整形する。

備考 ：**b)** 及び **c)** の「同一の溶接条件」とは、次の 1)～12) の区分がすべて同一の場合をいう。

1) 溶接方法の区分
JIS B 8285 の **4**（溶接施工方法の区分）に規定する溶接方法の区分とする。
2) 母材の種類の区分
JIS B 8285 の **4**（溶接施工方法の区分）に規定する母材の種類の区分とする。
3) 溶接材料の区分
JIS B 8285 の **4**（溶接施工方法の区分）に規定する溶接棒、溶接ワイヤー、溶加材及び溶接フラックスの各区分とする。
4) 予熱の区分
JIS B 8285 の **4**（溶接施工方法の区分）に規定する予熱の区分とする。
5) 熱処理の区分
同一熱処理条件を区分とする。
6) シールドガスの区分
JIS B 8285 の **2**（溶接施工方法の区分）に規定するシールドガスの区分とする。
7) 裏面からのガス保護の区分
JIS B 8285 の **4**（溶接施工方法の区分）に規定する裏面からのガス保護の区分とする。
8) 裏当ての区分
JIS B 8285 の **4**（溶接施工方法の区分）に規定する裏当ての区分とする。
9) 電極の区分
JIS B 8285 の **4**（溶接施工方法の区分）に規定する電極の区分とする。
10) 層盛りの区分
層盛りの区分は、片側毎に一層盛り又は多層盛りの区分とする。
11) 溶接姿勢の区分

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

溶接姿勢の区分は、上向き、下向き、立向き又は横向きの区分とする。

12) 母材の厚さの区分

母材の厚さの区分は、母材の厚さ 10mm 毎に一区分とする。

K.2.2 機械試験の種類及び試験片の数

機械試験の種類及び試験片の数は、次の **a)** 及び **b)** による。

a) 試験の種類

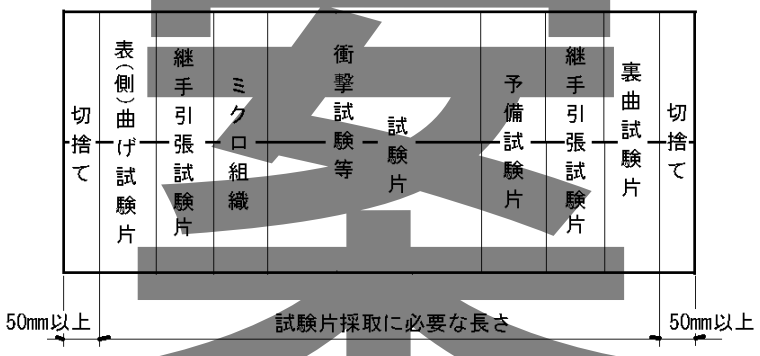
試験の種類は、**7.8** の**表 7.5** による。

b) 試験片の数

試験板から採取する試験片の数は、衝撃試験は 1 組（母材の厚さが 38mm を超える場合は 2 組で、1 組は 3 個の試験片からなる。）、破壊靭性試験は 2 個 1 組、その他の試験は機械試験の種類毎に各 1 個とする。

K.2.3 機械試験片の採取

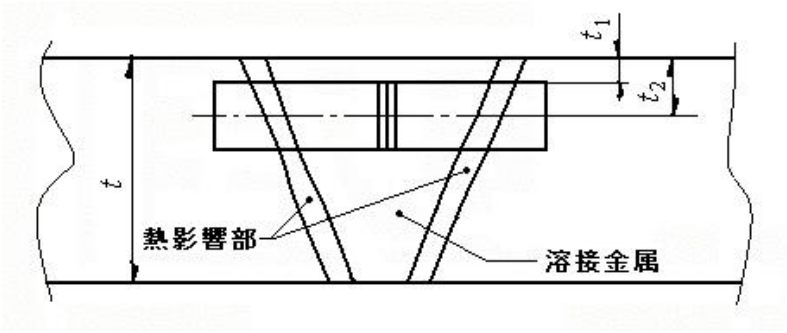
機械試験片は、試験板から**図 K.1** によって採取する。また，衝撃試験片及び破壊靭性試験片の採取要領は，**図 K.2** による。



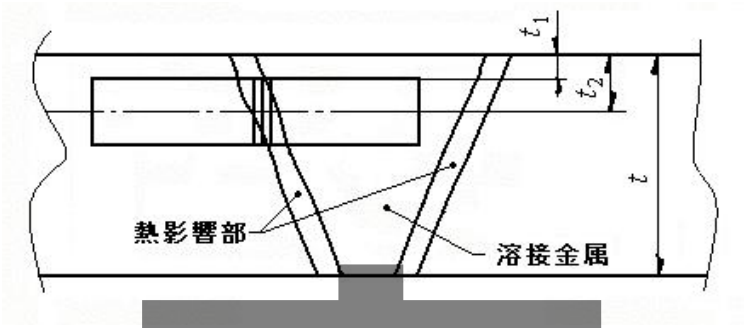
注記　図中の「衝撃試験等」とは、衝撃試験、落重試験及び破壊靭性試験をいう。

図 K.1　試験片の採取の例

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。



a)　溶接金属の場合



b)　熱影響部の場合

注記 1　図中の記号の意味は，次による。

t：母材の厚さ

t_1：母材表面と試験片表面の距離。なお，t_1 は 1.6 mm 以内とする。ただし，サブサイズの試験片の場合，t_1 は 1 mm 未満でもよい。

t_2：母材表面と試験片の軸の距離。なお，t_2 は 0.25 t とする。ただし，試験片の軸がこの位置にとれない場合は，0.25 t～0.5 t の範囲の適切な位置にとる。

注記 2　熱影響部の試験片のノッチの位置は，熱影響部の幅の中心（エッチング処理で確認）になるように決定する。

注記 3　厚さが 38 mm を超える場合の 2 箇所からの試験片は，図示の位置からの採取に加えて，試験片の軸が反対側の母材表面から 0.25 t となる位置から採取する。

参考

図 K.2　衝撃試験片及び破壊靭性性試験片の採取要領

K.3 機械試験の方法及び判定基準

K.3.1 継手引張試験

継手引張試験は、次の **a)**～**c)** による。

a)　試験片の形状及び寸法

継手引張試験片の形状及び寸法は、**JIS Z 3121** の **3**（試験片）の 1 号試験片、3 号試験片又は 4 号試験片による。

b)　試験方法

継手引張試験の方法は、**JIS Z 3121** の **5**（試験方法）による。ただし、試験機の能力が不足で、試験片の厚さのままでは試験ができない場合は、薄のこぎりで試験片を所要の厚さに切り分けて試験してもよい。この場合は、切り分けた試験片の全部について継手引張試験を行う。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

c) 判定基準

次の **1)** 又は **2)** による。

1) 試験片（試験片を切り分けた場合は、すべての試験片）の引張強さが母材の材料規格による規定最小引張強さ以上の場合、合格とする。

2) アルミニウム及びアルミニウム合金、銅及び銅合金、チタン及びチタン合金又は 9%ニッケル鋼を母材とし、材料の許容引張応力を**附属書 A** に規定する許容引張応力の値未満の値（以下「低減許容引張応力」という。）とする場合は、継手引張試験での引張強さが低減許容引張応力の 2.4 倍の値以上であればよい。ただし、40℃を超える設計温度での低減許容引張応力は、設計温度で高温引張試験を行い、確認する。

K.3.2 曲げ試験

曲げ試験は、次の **a)**～**c)** による。

a) 試験片の形状及び寸法

表曲げ試験片、側曲げ試験片、裏曲げ試験片、縦表曲げ試験片及び縦裏曲げ試験片の形状及び寸法は、**JIS Z 3122** の **4**（試験片）による。この場合、溶接余盛りは母材と同一面まで削り取り、試験片の長手方向以外に刃物跡は無いこと。また、ガス切断した場合は、切断した端面を 3mm 以上削り取る。

b) 試験方法

曲げ試験の方法は、**JIS Z 3122** の **5.1**（型曲げ試験方法）又は **5.2**（ローラ曲げ試験方法）による。また、曲げ半径は、母材の区分に応じて**表 K.1** に示す値とする。

参考

表 K.1 曲げ試験の曲げ半径

単位 mm

母材の区分	曲げ半径
P-1, P-3, P-4, P-5, P-6, P-7, P-8A, P-8B, P-9A, P-9B, P-21, P-22, P-31, P-32, P-34, P-42, P-43, P-45	20 (2*t*)
P-11A, P-25 [a)]	33 (10*t*/3)
P-51	40 (4*t*)
P-27 [a)], P-52	50 (5*t*)
P-23 [a)], P-2X [b)], P-35	80 (8*t*)

注記 1 曲げ半径の括弧内の値は、試験片の厚さ *t* が 10 mm 未満の場合に適用する。

注記 2 曲げ半径が 5 *t* 以上の場合は、試験片の厚さを薄くできる。ただし、下限値は 3.2 mm とする。

注記 3 母材の区分の P 番号は、規格材料は **JIS B 8285 附属書 A**、特定材料は **ASME Section II Part D** により、規格材料と特定材料の P 番号の対比は、**附属書 C** による。

注 [a)] 異材継手の場合を含む。

注 [b)] **JIS B 8285 附属書 B** の **表 B.2** に示す Y-23 の溶接材料を用いて溶接する P-21，P-22，P-25 及び P-27 の材料を示す。

c) 判定基準

外側にした溶接金属及び熱影響部に 3.2mm を超える開口欠陥がない場合、合格とする。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

K.3.3 衝撃試験

衝撃試験は、次の **a)**～**c)** による。

a) 試験片の形状及び寸法

附属書 I の **I.4.2.2 a)** 及び **I.4.2.2 b)**による。

b) 試験方法

附属書 I の **I.4.2.2 c)** 及び **I.4.2.2 d)** による。

c) 判定基準

附属書 I の **I.4.2.3 a)**～**c)** による。

K.3.4 破壊靱性試験

破壊靱性試験は、次の **a)**～**c)** による。

a) 試験片の形状及び寸法

附属書 I の **I.4.2.2 a)** 及び **I.4.2.2 b)**による。

b) 試験方法

附属書 I の **I.4.2.2 c)** 及び **I.4.2.2 d)** による。

c) 判定基準

附属書 I の **I.4.2.3 d)** による。

K.3.5 ミクロ試験

ミクロ試験は、次の **a)**及び **b)** による。

a) 試験方法

試験板 1 枚に対して溶接部の 1 断面（溶着金属部及び熱影響部）に対し、ミクロ組織を観察する。

b) 評価

欠陥がなく、冶金的に組織及び形態が材料に応じて正常で、欠陥がないこと。

K.4 再試験

機械試験の結果が次の **K.4.1**～**K.4.3** のいずれかに該当する場合は、当該各試験に使用した試験片を採取した試験板と同時に作成した試験板から採取した試験片（以下この項において「再試験片」という。）を使用して、再試験ができる。

K.4.1 継手引張試験の再試験

継手引張試験の再試験は、次の **a)**～**c)** による。

a) 継手引張試験に不合格となり、かつ、試験片が溶接部で破断したときの引張強さが母材の材料規格による規定最小引張強さの 90%以上の場合は、再試験ができる。

b) 再試験片の数は当初の試験に使用する試験片の数の 2 倍とし、試験の方法は当初の試験と同じとする。

c) 再試験の結果、すべての試験片が **K.3.1 c)** の判定基準で合格すること。

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

K.4.2 曲げ試験の再試験

曲げ試験の再試験は、次の **a)**～**c)** による。

a) 表曲げ試験、側曲げ試験、裏曲げ試験、縦表曲げ試験又は縦裏曲げ試験に不合格となり、かつ、その不合格の原因が溶接部の欠陥以外にあることが明らかな場合は、再試験ができる。

b) 再試験片の数は当初の試験に使用する試験片の数の 2 倍とし、試験の方法は当初の試験と同じとする。

c) 再試験の結果、すべての試験片が **K.3.2 c)** の判定基準で合格すること。

K.4.3 衝撃試験の再試験

衝撃試験の再試験は、**附属書 I** の **I.4.4** による。

案

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。