



高圧ガスの配管に関する基準

KHKS 0801 (20XX)

令和 XX 年 XX 月 XX 日 改正

高圧ガス保安協会

20XX

免責条項

高圧ガス保安協会は、この基準に関する第三者の知的財産権にかかわる確認について責任を負いません。この基準に関連した活動の結果発生する第三者の知的財産権の侵害に対し補償する責任は使用者にあることを認識し、この基準を使用しなければなりません。

高圧ガス保安協会は、この基準にかかわる個別の設計、製品等の承認、評価又は保証に関する質問に対しては、説明する責任を負いません。

著作権に関する同意事項

著作権者

まえがき

この「高圧ガスの配管に関する基準（KHKS0801）」（以下「配管基準」という。）は、高圧ガス保安協会が昭和 53 年 3 月に制定し、昭和 57 年 3 月に改訂したものを再改訂したものである。

この改訂に当たっては、技術委員会 機器・材料部会、一般ガス部会、化学・石油部会のもとに高圧ガスの配管に関する基準見直し検討専門委員会を設け、配管基準の見直し検討を行った。専門委員会は、学識者、事前見直し検討関係者、ユーザー関係者及び行政関係者で構成され、配管基準は各方面の専門委員によって見直し検討されたものである。

今回の改訂は、大臣認定試験者協議会が事前に見直し検討して作成した案をもとに、配管基準の目次構成を踏襲しながら内容をアップデートし法規制、JIS、団体規格等などと整合性をとることを基本として行った。法規制の対象は、一般高圧ガス保安規則、液化石油ガス保安規則、コンビナート等保安規則及び各保安規則関係例示基準とし、法規制、及び規格など等との整合性は、法規制を優先して遵守している。そのため、例示基準が JISANSI 規格の旧版を指定している場合については、ANSI 規格 B16.5 などの規格の最新版が発行されている場合であっても、例示基準に基づいた年度版を適用表記している。その他の引用規格については、その規格の内容に応じて、年度版を指定しているものと、していないものがある。

法規制で規定されていない内容については、JIS、JPI-7S-77、石油工業用プラントの配管基準及び ASME B31.3 “PROCESS PIPING—Chapter IX High Pressure Piping” の各最新版と整合を図った。

この配管基準は、高圧ガス保安協会の自主基準として作成されたものであり、事業所の高圧ガスの配管の設計、材料、製作、施工、検査及び保守・保全の基準として、また、事業所の自主基準を制定するときの参考として活用し、高圧ガスの自主保安の確立の一助とされることを希望するものである。

なお、本基準の引用規格については、年度版を指定しているものと、していないものとが混在しているが、本基準は法的に拘束するものではないことから、本基準を利用する者が、その内容について技術的な問題がないことを自主的に確認した場合にあっては、本基準で指定された年度版以外の版の規格を適用することを妨げるものではありません。

高圧ガス保安協会 高圧ガス規格委員会 構成表
(敬称略・順不同)

	氏 名	所 属
(委員長)	土橋 律	東京理科大学
(副委員長)	阪上 隆英	大阪工業大学
(委員)	伊里 友一朗	横浜国立大学
	佐分利 禎	国立研究開発法人産業技術総合研究所
	百瀬 英毅	大阪大学
	千葉 剛史	三菱ケミカル株式会社
	日野 圭太	三井化学株式会社
	三浦 晃	ENEOS 株式会社
	渡辺 要	KW 保安管理システム研究所
	大沼 倫晃	エア・ウォーター株式会社
	西浦 崇司	日本酸素株式会社
	佐々木 元	アストモスエネルギー株式会社
	田中 均	株式会社巴商会
	都藤 秀二	レイズネクスト株式会社
	鶴岡 崇	千代田化工建設株式会社
	中西 博幸	テックプロジェクトサービス株式会社
	大場 明彦	ガス保安検査株式会社
	齋藤 美子	茨城県

	氏 名	所 属
(委員長)	木 村 雄 二	工学院大学
(副委員長)	大 谷 英 雄	横浜国立大学
(委員)	土 橋 律	東京大学
	堀 口 貞 茲	東京理科大学
	三 宅 淳 巳	横浜国立大学
	渡 辺 要	JX エンジニアリング株式会社
	金 井 宏 樹	JX エネルギー株式会社
	齋 藤 哲 朗	三菱化学株式会社
	岡 野 俊 博	三井化学株式会社
	三 宅 博 之	大陽日酸株式会社
	加 藤 保 宣	エア・ウォーター株式会社

佐々木 元	アストモスエネルギー株式会社
小 澤 正	株式会社巴商会
鶴 岡 崇	千代田化工建設株式会社
志 賀 啓 介	新興プランテック株式会社
天 野 博	東洋エンジニアリング株式会社
栗 田 茂 樹	茨城県
梶 野 昭 彦	ガス保安検査株式会社

(令和 8 平成 28 年 812 月)

株式会社

高圧ガス保安協会 高圧ガスの配管に関する基準検討分科会 構成表

(敬称略・順不同)

	氏 名	所 属
(主査)	阪上 隆英	大阪工業大学
(副主査)	中村 いずみ	東京都市大学
(委員)	小松 竜司	株式会社キッツ
	清水 康雄	山九株式会社
	松尾 洋	日本製鉄株式会社
	吉岡 樹男	ENEOS 株式会社
	千葉 剛史	三菱ケミカル株式会社
	大沼 倫晃	エア・ウォーター株式会社
	齋木 貴史	アストモスエネルギー株式会社
	市川 雄策	千代田化工建設株式会社
	竹中 慎	日揮株式会社
	大場 明彦	ガス保安検査株式会社
	齋藤 美子	茨城県
	中条 孝之	三重県

(令和8年8月)

この基準に関する質問等について

1. 技術的内容に関わる質問

この基準を使用するにあたって、規定について不都合があり改正が必要と考えられる場合、追加の規定が必要と思われる場合、又は規定の解釈に関して不明な点がある場合には、以下の方法に従って技術的質問状を提出してください。技術的質問状は、高圧ガス保安協会の公正性、公平性、公開性を原則とする技術基準策定プロセスを用いて運営される担当委員会組織により検討された後、書面にて回答されます。

1. 1 技術的質問状の作成方法

1. 1. 1 必要事項

技術的質問状には、以下の事項について明確に示してください。

a) 質問の目的

下記の中の一つを明示してください。

- 1) 現状の基準の規定の改正
- 2) 新しい規定の追加
- 3) 解釈

b) 背景の情報

高圧ガス保安協会及びその担当委員会が、質問の内容について正しく理解するために必要な情報を提供してください。また、質問の対象となっている基準の名称、発行年、該当箇所を明示してください。

c) 補足説明の必要性

技術的質問状を提出する人は、その内容に関してさらに詳細な説明をするため、又は委員会委員から受けるであろう質問に関しての説明を行うため、担当委員会の会議に出席することができます。当該説明の必要がある場合には、その旨明記してください。

1. 1. 2 書式

a) 基準の規定の改正又は追加の場合

基準の改正又は追加に関する質問を提出する場合には、下記の項目を記してください。

1) 改正又は追加の提案

改正又は追加の提案を必要とする基準の該当規定を明確にするため、該当部分のコピーに手書き等で明示するなど、できるだけわかりやすく示したものを添付してください。

2) 必要性の概要説明

改正又は追加の必要性を簡単に説明してください。

3) 必要性の背景の情報

高圧ガス保安協会及びその担当委員会が提案された改正又は追加について

て、十分に評価し検討できるように、その提案の根拠となる技術的なデータ等の背景情報について提供してください。

b) 解釈

解釈に関する質問を提出する場合には、下記の事項を記してください。

1) 質問

解釈を必要とする規定について明確にし、できるだけ簡潔な表現を用いて質問の提出者の当該規定に関する解釈が正しいか又は正しくないかを尋ねる形式の文章により提出してください。

2) 回答案

解釈に関する質問を提出する人が、上記1)に対する回答案がある場合には、“はい”又は“いいえ”に加えて簡単な説明又はただし書きを付した形式の回答案を付してください。

3) 必要性の背景の情報

高圧ガス保安協会及びその担当委員会が提案された解釈に関する質問について、十分に評価し検討できるように、その提案の背景を示してください。

1. 1. 3 提出形式

技術的質問状は原則ワープロ等で作成し、必要に応じて明瞭な手書きの書類等を添付してください。技術的質問状には、質問者の名前、所属先名称、住所、電話番号、FAX番号、電子メールアドレスを明記し、下記宛に電子メール、FAX又は郵送により送付してください。なお、提出された情報（個人情報も含む）は、高圧ガス保安協会及びその担当委員会における必要な作業を行うために利用され、原則的に一般に公開する担当委員会において公表されることがあります。また、高圧ガス保安協会及びその担当委員会から質問の内容について確認のための問い合わせを行う場合があります。

2. 技術的内容に関わる質問以外の質問

技術的内容に関わる質問以外の質問については、高圧ガス保安協会の基準担当がお答えいたしますので、電子メール、FAX又は郵送により下記宛にお問い合わせください。

3. 問い合わせ先及び技術的質問状の送付先

この基準に関するご質問は下記までお問い合わせください。また、技術的質問状については書面で下記宛にお送り下さい。

記

高圧ガス保安協会 保安技術部門

保安基準グループ 保安基準チーム 協会技術基準担当宛

〒105-8447 東京都港区虎ノ門 4-3-13 ヒューリック神谷町ビル

E-mail : hpg@khk.or.jp

T E L : 03-3436-6103

改訂版

目次

1	適用範囲.....	1
2	引用規格.....	1
3	用語及び定義.....	3
4	材料.....	6
4.1	材料一般.....	6
4.2	材料の使用制限.....	6
4.3	ボルト材の使用制限.....	8
4.4	表示及び識別.....	8
5	設計.....	8
5.1	設計一般.....	8
5.2	設計圧力.....	9
5.3	設計温度.....	9
5.4	配管系に及ぼす諸影響.....	10
5.5	圧力・温度条件の異なる場合の考慮.....	12
5.6	腐れ代.....	12
5.7	ライニングの強さ.....	12
6	許容応力.....	13
6.1	材料の許容引張応力.....	13
6.2	材料の許容圧縮応力.....	17
6.3	材料の許容曲げ応力.....	18
6.4	材料の許容せん断応力.....	18
6.5	材料の許容支圧応力.....	18
6.6	長期荷重及び変位ひずみによる計算応力の許容限界.....	18
6.7	短期荷重による計算応力の許容限界.....	21
7	配管部品の圧力設計.....	23
7.1	内圧を受ける直管の最小厚さ.....	23
7.2	外圧を受ける配管の厚さ.....	23
7.3	外圧を受ける配管の強め輪.....	24
7.4	ねじ及びみぞ.....	24
7.5	管継手及び曲り管.....	24
7.6	分岐.....	25
7.7	取付物.....	30
7.8	ふた板.....	30
7.9	管フランジ.....	30
7.10	レジューサ.....	32
7.11	規格に規定されていない配管部品の圧力設計.....	32
7.12	バルブ.....	33
7.13	ガスケット.....	34

7.14	ボルト・ナット	34
8	配管接続方法の選定及び制限	34
8.1	一般	34
8.2	溶接継手	35
8.3	フランジ継手	35
8.4	ねじ込み継手	35
8.5	ねじ接合継手	36
8.6	フレアー式、くい込み式及び圧縮式チュービング継手	36
8.7	コーキング継手	36
8.8	ろう付継手	36
9	配管系の可とう性	37
9.1	一般	37
9.2	可とう性の解析項目	37
9.3	可とう性解析に用いる物性値	38
9.4	可とう性解析	39
9.5	反力	43
9.6	分離解析時の移動量及び回転角の考慮	44
9.7	可とう性を高める方法	44
9.8	長期荷重の解析	44
10	配管サポート	46
10.1	配管サポートにかかる荷重	46
10.2	配管サポートの設計	47
11	圧力放出配管の設置基準	50
11.1	圧力放出配管の設置	50
11.2	フレアースタックの場合	51
11.3	貯槽の放出管の開口部の位置	51
12	溶接	52
12.1	溶接一般	52
12.2	溶接設計	52
12.3	溶接施工前の条件	59
12.4	溶接材料	60
12.5	溶接施工	60
12.6	溶接分岐接続部	62
12.7	切断及び開先加工	65
12.8	付属品溶接部	66
12.9	欠陥の補修	66
12.10	熱処理	67
12.11	天候条件など	67
13	ろう付	67
13.1	ろう付作業	67

13.2	ろう付継手の試験	68
13.3	検査	68
14	曲げ加工及び部品の成形	69
14.1	管の曲げ加工	69
14.2	成形	69
14.3	曲げ加工又は成形後の熱処理	69
15	熱処理	69
15.1	熱処理一般	69
15.2	予熱	70
15.3	後熱	71
15.4	溶接後熱処理 (PWHT)	71
16	組立	87
16.1	一般	87
16.2	溶接以外の管継手	87
16.3	配管支持具の取付け	88
16.4	配管取付け	90
17	配管の清掃・洗浄	91
18	検査	91
18.1	一般	91
18.2	工事着手前の検査	92
18.3	工事中の検査	92
18.4	工事終了時の検査	93
18.5	検査記録	93
18.6	引渡し検査	94
18.7	試運転時の検査	94
18.8	溶接部の検査の適用	94
18.9	溶接部の検査の方法及び判定基準	96
19	耐圧試験及び気密試験	98
19.1	耐圧試験	98
19.2	気密試験	100
19.3	安全対策	101
19.4	試験記録	101
20	保安及び保全	101
20.1	一般	101
20.2	配管の取替限界	102
20.3	装置の運転開始又は停止操作時の点検	102
20.4	装置の運転中の点検	102
20.5	点検の頻度	102
20.6	記録	103
20.7	保全工事	103

改訂版

1 適用範囲総則

1.1 適用範囲

この基準は、高圧ガス保安法一般高圧ガス保安規則（以下、「一般則」という。）、液化石油ガス保安規則（以下、「液石則」という。）、又はコンビナート等保安規則（以下、「コンビ則」という。）の適用を受ける配管系（高圧ガスを輸送するもの）に限り、以下、「配管系」という。）の設計、材料、製作、施工、検査及び保守・保全に適用する。

この場合において、配管系とは配管、及びバルブ、流量計、ストレーナなどの機器で構成されるものをいう。また、配管とは、管、及び管継手等々で構成されたものをいい、管継手等とは管継手、フランジ、ボルト、ナット、ガスケットなど等で構成されるものをいう。ただし、次に掲げるものを除く。

- a) 設計圧力が 100MPa 以上の配管系
- b) 導管
- c) 移動式製造設備内の配管系

1.2 圧力の単位

また、この基準に使用する全ての圧力は、特に指定のない限りゲージ圧力とし、単位は MPa とする。

2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成している。これらの引用規格のうち、高圧ガス保安法の省令、例示基準などに西暦年を付記してあるものは、記載の年の版を適用し、その後の改訂版（追補を含む。）は適用しない。西暦年の付記がない引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS B 0203 管用テーパねじ

JIS B 1181 六角ナット

JIS B 2071 鋼製弁

JIS B 2220 鋼製管フランジ

JIS B 2251 フランジ継手締付方法

JIS B 2312 配管用鋼製突合せ溶接式管継手

JIS B 2313 配管用鋼板製突合せ溶接式管継手

JIS B 2316 配管用鋼製差込み溶接式管継手

JIS B 2401-1 O リンガー 第 1 部：O リング

JIS B 2404 管フランジ用ガスケットの寸法

JIS B 8265 圧力容器の構造—一般事項

JIS B 8270 圧力容器（基盤規格）

JIS B 8283 圧力容器の耐圧試験及び漏れ試験

JIS B 8285 圧力容器の溶接施工方法の確認試験

JIS G 0565 鉄鋼材料の磁粉探傷試験方法及び磁粉模様の分類

JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材

[JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材](#)

[JIS G 3108 みがき棒鋼用一般 鋼材](#)

[JIS G 3115 圧力容器用鋼板](#)

[JIS G 3126 低温圧力容器用炭素鋼鋼板](#)

[JIS G 3131 熱間圧延軟鋼板及び鋼帯](#)

[JIS G 3452 配管用炭素鋼鋼管](#)

[JIS G 3457 配管用アーク溶接炭素鋼鋼管](#)

[JIS G 5101 炭素鋼鋳鋼品](#)

[JIS G 5102 溶接構造用鋳鋼品](#)

[JIS G 5501 ねずみ鋳鉄品](#)

[JIS G 5502 球状黒鉛鋳鉄品](#)

[JIS G 5705 可鍛鋳鉄品](#)

[JIS R 3453 ジョイントシート](#)

[JIS Z 2320-1 非破壊試験－磁粉探傷試験－第1部：一般通則](#)

[JIS Z 2320-2 非破壊試験－磁粉探傷試験－第2部：検出媒体](#)

[JIS Z 2320-3 非破壊試験－磁粉探傷試験－第3部：装置](#)

[JIS Z 2343-1 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 2343-2 非破壊試験－浸透探傷試験－第2部：浸透探傷剤の試験](#)

[JIS Z 2343-3 非破壊試験－浸透探傷試験－第3部：対比試験片](#)

[JIS Z 2343-4 非破壊試験－浸透探傷試験－第4部：装置](#)

[JIS Z 2355-1 非破壊試験－超音波厚さ測定－第1部：測定方法](#)

[JIS Z 3050 パイプライン溶接部の非破壊試験方法](#)

[JIS Z 3060 鋼溶接部の超音波探傷試験方法](#)

[JIS Z 3080 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 アルミニウム管溶接部の超音波斜角探傷試験方法](#)

[JIS Z 3104 鋼溶接継手の放射線透過試験方法](#)

[JIS Z 3105 アルミニウム溶接継手の放射線透過試験方法](#)

[JIS Z 3106 ステンレス鋼溶接継手の放射線透過試験方法](#)

[JIS Z 3107 チタン溶接部の放射線透過試験方法](#)

[JIS Z 3261 銀ろう](#)

[JIS Z 3262 銅及び銅合金ろう](#)

[JIS Z 3263 アルミニウム合金ろう及びブレーシングシート](#)

[JIS Z 3264 りん銅ろう](#)

[JIS Z 3265 ニッケルろう](#)

[JIS Z 3266 金ろう](#)

[JIS Z 3267 パラジウムろう](#)

[JIS Z 3621 ろう付作業標準](#)

[JIS Z 3700 溶接後熱処理方法](#)

[JIS Z 3801 手溶接技術検定における試験方法及び判定基準](#)

[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](#)

[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](#)

[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](#)

[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](#)

[JPI-7S-15 石油工業用フランジ](#)

[JPI-7S-23 石油工業用リングジョイントガスケット及びみぞ](#)

[JPI-7S-31 溶接士技量検定基準](#)

[JPI-7S-36 鋼製小形弁](#)

[JPI-7S-41 配管用うず巻き形ガスケット](#)

[JPI-7S-43 石油工業用大口径フランジ](#)

[JPI-7S-46 鋳鋼製フランジ形及び突合せ溶接形弁](#)

[JPI-7S-48 鋼製フランジ形ボール弁](#)

[JPI-7S-57 軽量型鋼製小型弁\(2B 以下\)\(クラス 150～800\)](#)

[JPI-7S-58 ステンレス鋼鋳鋼製フランジ形軽量耐食弁](#)

[JPI-7S-67 石油工業用バルブの基盤規格](#)

[JPI-7S-69 軽量型鋼製弁\(2 1/2B 以上\)\(クラス 150～2500\)](#)

[JPI-7S-77 石油工業用プラントの配管基準](#)

[JPI-7S-79 配管用膨張黒鉛シートガスケット](#)

[JPI-7S-81 配管用ガスケットの基準](#)

[JPI-7S-82 鋼製小型高压弁](#)

[JPI-7S-83 石油工業用バタフライ弁](#)

[JPI-7S-84 石油工業用鋼製ボス、ブランチアウトレット及びプラグ](#)

[WES 8103 溶接管理技術者認証基準](#)

[ASME B18.2.2, Nuts for General Applications: Machine Screw Nuts; and Hex, Square, Hex Flange, and Coupling Nuts \(Inch Series\)](#)

[ASME BPVC.II.C, BPVC Section II-Materials-Part C-Specifications for Welding Rods, Electrodes, and Filler Metals](#)

[ASME BPVC.IX, BPVC Section IX-Welding, Brazing, and Fusing Qualifications](#)

[注記 高压ガス保安法の省令には、一般則、液石則、コンビ則、特定設備検査規則（以下、特定則という。）などがある。](#)

3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、次による。

3.1

アーク切断

一群の切断方法をいい、金属の分離又は除去を電極棒と母材との間のアークの熱によって融解することによって行う。（カーボンアーク切断、メタルアーク切断、ガスタングステンアーク切断、プラズマアーク切断及び空気・炭素アーク切断がある。）

3.2

アーク溶接

一個又は複数のアークによって金属を加熱し結合させる方法。一群の溶接方法をいい、圧力はかけてもかけなくてもよく、また溶加材を用いても用いなくてもよい。

3.3

アンダカット

溶接の止端に沿って母材が掘られて、溶接金属が満たされないで溝となつて残っている部分。

3.4

開先溶接

接合される二部材の間の開先になされる溶接。

3.5

加工（又は製作）

切断、ねじ込み、開先加工、曲げ加工及び半組立部品の接続を行うことを含む配管組立のための準備。（加工にはいくつかの外観試験を含むことがある。）加工は、工場又は現場で行うことが可能である。

3.6

管

流体を運ぶために又は流体圧力を伝達するために使用される耐圧円筒で、通常該当する材料規格では管と呼ぶ。材料規格でチューブ又はチュービングと呼ぶ材料は、耐圧部に使用する場合は管として取り扱われる。製造法による管の代表的なものの用語は次の定義による。

3.6.1

電気抵抗溶接管

管が回路の一部となっている回路に電流を流して生じる抵抗を利用した熱と加圧することによって結合された長手方向の突合せ継手のある管。一本ごと又はコイルに巻かれたスケルプ（帯板）から連続した長さで生産される。連続した長さで生成されたものは、その後で一本ごとに切断される。

3.6.2

鍛接管

熱間成形し鍛接する端部を加熱したスケルプ（帯板）を円筒状で通過させる一組のロールを通すことで生じる機械的圧力で鍛接された長手方向の突合せ継手のある管。コイルに巻かれたスケルプ（帯板）から連続した長さで生産され、その後、一本ごとに切断される。

3.6.3

アーク溶接管

あらかじめ成形したチューブの継手部に手動又は自動のアーク溶接で結合された長手方向の突合せ継手のある管。溶接は、片面（一方の側から溶接したもの）又は両面（内側及び外側から溶接したもの）のいずれでもよく、また、溶接材料を用いても用いなくてもよい。

3.6.4

継目無管

鋼片をせん孔し、圧延若しくは引抜き又はその組合せによって形成された管

3.7

組立

設計で仕様を指定された、ボルト締め、溶接、接着、ねじ込み、ろう付け、はんだ付け、接合剤による接合又は詰め物をする装置を用いることによって、二つ以上の配管部品を接ぎ合わせること。

3.8

コールドスプリング

配管組立時に故意に配管に変形を与え、必要な初期変異及び初期応力を生じさせること。

3.9

最低設計温度

使用中に作用すると予想される温度で、部品の最も低い温度。

3.10

シール溶接

漏れを防ぐことを第一の目的とする溶接。

3.11

すみ肉溶接

重ね継手、T 継手又は角継手において、互いにほぼ直交する二つの面を接合するほぼ三角形の断面をもつ溶接。

3.12

スラグ巻込み

溶接金属内又は溶接金属と母材との間にスラグが残ること。

3.13

熱処理

熱処理の種々の形式及び方法における記載を記述するのに用いられる用語の定義は、次のとおりである。

3.13.1

焼なまし

硬さの低減、被削性の向上、冷間加工の容易性、所要の結晶組織の精製、又は所要の機械的、物理的、その他の性質を得るために、適切な温度に加熱し、その温度に保持した後に適切な温度で冷却すること。

3.13.2

焼ならし

鉄系金属が変態範囲を超える適切な温度まで加熱され、その後、室温の静止した空气中で冷却される方法。

3.13.3

予熱

成形、溶接又は切断工程の前か最中に直接母材を加熱すること。

3.13.4

焼戻し

じん性を向上させるために、硬化した金属を変態範囲未満の温度まで再加熱すること。

4 材料

4.2.1 材料一般

配管系の圧力を受ける部分(以下、「耐圧部分」という。)に使用する材料は、次に定める材料を使用する。

- a) 一般高圧ガス保安規則の機能性基準の運用について(20121204 保局第 3 号 商局第 6 号)の別添 一般高圧ガス保安規則関係例示基準(以下「一般高圧ガス保安規則関係例示基準 (以下、一般則例示基準という。) 」という。)「9. ガス設備等に使用する材料」に規定する材料
- b) 液化石油ガス保安規則の機能性基準の運用について(20190606 保局第 4 号 20160920 商局第 3 号)の別添 液化石油ガス保安規則関係例示基準(以下「液化石油ガス保安規則関係液石則例示基準 (以下、液石則例示基準という。) 」という。)「12. ガス設備等に使用する材料」に規定する材料
- c) コンビナート等保安規則の機能性基準の運用について(20190606 保局第 5 号 20121204 商局第 7 号)の別添 コンビナート等保安規則関係例示基準(以下「コンビナート等保安規則コンビ則関係例示基準 (以下、コンビ則例示基準という。) 」という。)「3. ガス設備に使用する材料」に規定する材料
- d) a) から c) に示す材料と同等以上の化学成分及び機械的性質を有する材料 a) ～ c) に示す材料 (以下、規定材料という。) と同等の材料 (以下、同等材料という。) 。なお、同等材料とは次のいずれかに適合するものとする。
 - 1) 規定材料と化学成分及び機械的性質が同等で、板厚の範囲が異なる材料。
 - 2) 規定材料と化学成分及び機械的性質が同等で、製造方法又は形状が異なる材料 (例えば、鍛造品と鋼板との違いをいう。)
 - 3) 規定材料と化学成分及び機械的性質が同等で、規定材料の規格の改正年度が異なる材料。
- e) 特定設備検査規則の機能性基準の運用について(20190606 保局第 9 号 20160920 商局第 4 号)の別添 特定設備検査規則の機能性基準の運用についての「別添 1 特定設備の技術基準の解釈」(以下「特定設備検査規則関係則例示基準 (以下、特定則例示基準という。) 」別添 1」という。)第 4 条第 3 項に規定する特定材料

4.2.2 材料の使用制限

4.2.2.1 材料の一般使用制限

使用する材料は、次による。なお、年号を指定していない JIS 規格は、特定則例示基準別添 1 第 4 条第 6 項で引用している場合はその年号の JIS 規格を参照し、引用していない場合は最新の年号の JIS 規格を参照する。ただし、JPI 規格で年号を規定している JIS 規格は、その年号の JPI 規格を参照する。

- a) 42.1 に示す材料は、材料の種類に応じて箇条 46 に規定する許容応力の値に対応する温度範囲を超えて使用してはならない。ただし、ライニング及びガスケットに用いるものを除く。
- b) 設計温度が 0℃未満で使用するガス設備の配管材料は、24.1 に示す各規則の例示基準の「ガス設備等に使用する材料」の規定によること。
- c) 次に示す材料は、配管系の耐圧部分に使用してはならない。
- 1) 溶接構造に使用される規格材料であって、炭素含有率が 0.35%以上(炭素含有率の規定のない規格材料であって、現に炭素含有率が 0.35%未満のものをは除く。) の炭素鋼鋼材及び低合金鋼鋼材
 - 2) JIS G 3452 配管用炭素鋼鋼管 SGP
 - 3) JIS G 3457 配管用アーク溶接炭素鋼鋼管 STPY
 - 4) JIS G 5501 ねずみ鋳鉄品 FC
 - 5) 配管系設備内のガスと反応する材料
 - 6) 機械的強度保証のない材料

24.2.2 炭素鋼鋼材の使用制限

炭素鋼鋼材の使用制限は、次による。

- a) JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材に規定する材料、JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材の SM400A、SM490A 及び SM490YA 並びに JIS G 3131 熱間圧延軟鋼板及び鋼帯に規定する材料は、次に示すものには使用しないこと。
- 1) 毒性ガスに使用する配管
 - 2) 設計圧力が 1.6MPa を超える配管
 - 3) 設計圧力が 1.0MPa を超える長手継手を有する管又は管継手
 - 4) 肉厚が 16mm を超える配管
- b) JIS G 3106 溶接構造用圧延鋼材に規定する材料(SM400A、SM490A 及び SM490YA を除く。) は、設計圧力が 3.0MPa を超える配管に使用しないこと。

24.2.3 鋳鉄品の使用制限

鋳鉄品の使用制限は、次による。

- a) JIS G 5502 球状黒鉛鋳鉄品の FCD500-7、FCD600-3 及び FCD700-2 並びに JIS G 5705 可鍛鋳鉄品の黒心可鍛鋳鉄品 FCMB27-05、FCMB31-08、白心可鍛鋳鉄品及びパーライト可鍛鋳鉄品は、次に示すものには使用しないこと。
- 1) 毒性ガスに使用する配管及びバルブ
 - 2) 設計圧力が 0.2MPa 以上の可燃性ガスに使用する配管及びバルブ
 - 3) 設計圧力が 1.6MPa を超える可燃性ガス及び毒性ガス以外のガスに使用するバルブ
 - 4) 設計圧力が 1.1MPa を超える可燃性ガス及び毒性ガス以外のガスに使用する配管
 - 5) 設計温度が 0℃未満又は 250℃を超える配管及びバルブ

- 6) __—安全弁
- b) __—JIS G 5502 球状黒鉛鑄鉄品の FCD400-15 及び FCD450-10 並びに JIS G 5705 可鍛鑄鉄品の黒心可鍛鑄鉄品 FCMB34-10 及び FCMB35-10 は、__次を示すものに使用しないこと。
- 1) __—毒性ガスに使用する配管及びバルブ
 - 2) __—設計圧力が 1.6MPa を超える可燃性ガスに使用するバルブ並びに可燃性ガス及び毒性ガス以外のガスに使用するバルブ
 - 3) __—設計圧力が 0.2MPa 以上の可燃性ガスに使用する配管
 - 4) __—設計圧力が 1.1MPa を超える可燃性ガス及び毒性ガス以外のガスに使用する配管
 - 5) __—設計温度が 0℃未満又は 250℃を超える配管及びバルブ
 - 6) __—安全弁
- c) __—JIS B 8270(1993) 圧力容器 (基盤規格) —基盤規格附属書 5 のダクタイル鉄鑄造品及びマレアブル鉄鑄造品は、__次を示すものに使用しないこと。
- 1) __—毒性ガス (ホスゲン及びシアン化水素に限る。) に使用する配管及びバルブ
 - 2) __—設計圧力が 2.4MPa を超えるバルブ
 - 3) __—設計圧力が 1.8MPa を超える配管
 - 4) __—設計温度が -5℃未満又は 350℃を超える配管及びバルブ

42.2.4 銅及び銅合金の使用制限

銅及び銅の含有量が 62%を超える銅合金は、__内部の流体にアセチレンガスが含まれるものには使用してはならない。

24.2.5 厳しい繰り返し条件における配管材料の使用制限

35.4.3 に示す厳しい繰り返し条件に使用する配管材料の使用制限は、__JPI-7S-77-201810 石油工業用プラントの配管基準の規定による。

24.3 ボルト材の使用制限

ボルト材の使用制限は、__次による。

- a) ボルト材は、__材料の種類に応じて 4-箇条 6 に規定する許容応力の値に対する温度範囲を超えて使用してはならない。
- b) JIS G 3101(202210) 一般構造用圧延鋼材及び JIS G 3108(200421) みがき棒鋼用一般鋼材は、__次を示すものに使用してはならない。
 - 1) 毒性ガスに使用する配管系
 - 2) 設計圧力が 1.6MPa を超える耐圧部分
 - 3) 流体温度が 0℃未満又は 225℃を超える配管系

24.4 表示及び識別

配管系部品は、__JIS 規格、__又は注文者の識別基準__に従って識別表示を行う。

3—5 設計

35.1 設計一般

配管系の設計を行う際に考慮すべき一般事項は、__次による。

- a) 配管系は、使用状態における内圧及び温度並びに 35.4 に規定する配管系に及ぼす諸影響を考慮して十分な強度を有するように設計しなければならない。
- b) 配管系の保守・保全を容易にするため、設計上次の事項について考慮しなければならない。
- 1) 機械、装置との取り合い部は、それらを解体、修理など等を行うときに配管系の取り外しが容易であり、かつ、これらの作業がし易いように考慮すること。
 - 2) 運転開始時、修理時など等に内部のガスを容易に置換、洗浄など等ができる可能である放出口を設けておくなど等の措置を講じておくこと。
 - 3) 保守点検作業など等の際に容易に仕切板を入れられる箇所を設けるか、又は取り外しできる可能である短管を設けておくことが望ましい。
 - 4) 使用していないときに有害又は危険な異種流体が浸入してくるおそれのある箇所の仕切弁は、二重としてその中間にブリード弁を設けるか、又は仕切板を挿入し易いようにしておくこと。

35.2 設計圧力

設計圧力とは、配管系が使用することのできる可能である最高の圧力として設計された圧力をいい、次に掲げる圧力を下まわらない圧力とする。

- a) 配管系の各部ごとに、使用状態において作用すると予想される圧力 $\leftarrow$ (流体の水頭を含む。 $\rightarrow$)とその時の温度との組み合わせで最も過酷な条件となる内圧
- b) 配管系の各部ごとに、使用状態において作用すると予想される内外差圧 $\leftarrow$ (流体の水頭を含む。 $\rightarrow$ と $\rightarrow$ と)とその時の温度との組み合わせで最も過酷な条件となる外圧
- c) 内外圧の一方の不測の圧力低下を含めて、接合された 2 つの室の間の最大差圧 $\leftarrow$ (例、二重管 $\rightarrow$)

35.3 設計温度

配管系の各部ごとの設計温度は、35.2 に定める圧力との組み合わせで最も過酷な条件となる温度であって、次に掲げるところによる。

- a) 65℃未満の流体温度について保温又は保冷されない配管系の設計温度は、流体温度と同じ温度以下とする。ただし、太陽の輻射その他の影響によって、高い温度となる場合は除く。
 - b) 65℃以上の流体温度について保温されない配管系の設計温度は、次の値より低くならないこと。ただし、試験又は熱伝達計算によって厚さ方向の平均温度を求めた場合には、その温度を設計温度とすることが可能である。
- 1) バルブ、管、スタブエンド、溶接式管継手及び管と等しい厚さのその他の配管部品にあつては、流体温度の 95%
 - 2) フランジ $\leftarrow$ (フランジ式の管継手及びバルブのフランジを含む。ただし、遊合形管フランジを除く。 $\rightarrow$)にあつては、流体温度の 90%
 - 3) 遊合形管フランジにあつては、流体温度の 85%
 - 4) ボルト・ナットにあつては、流体温度の 80%

c) 外側から保温又は保冷された配管系の設計温度は 流体温度と同一又は厳しい値とする。ただし 計算 予備試験又は計測に基づいた運転経験に よってより 流体温度以外の温度を使用する根拠が証明された場合は その温度を設計温度とすることが できる可能である。

配管系がトレース 若しくは又は ジャケットで加熱 又は冷却 される場合は その熱効果を考慮して設計温度を定める こと。

d) 内部から断熱された配管系の設計温度は 計算 予備試験又は計測に基づいた運転経験で使用する根拠が証明された場合は その温度を設計温度としてよい。

35.4 配管系に及ぼす諸影響

35.4.1 圧力に影響する冷却効果

配管系内のガス又は蒸気は 冷却した場合 圧力が低下し真空に近い状態になることがあるので このような状態になるおそれがある配管系については 低下した温度において外圧に耐え得るようにするか又は真空にならない方法をとる こと。

35.4.2 流体の膨脹効果

配管系は系内の静止流体の温度上昇によって増加する圧力に耐えるようにするか又はその圧力を逃す方法をとる こと。

35.4.3 厳しい繰り返し条件

79.4.4 でにて 計算された $-S_E$ が $0.8S_A$ (S_A は 46.6 d) に規定される) を超え 、同時に等価全変位サイクル数 N (46.6 d) に規定される) が 7,000 を超える条件で使用する配管系又は設計者が決める他の条件が同等の影響を生じるとされる配管系の耐圧部分に使用する材料の使用制限は 24.2.5 による。また 溶接部の試験・検査については 4618.8.3 d) 4618.9.2 e) 4618.9.3 b) 4618.9.4 b) 及び 4618.9.5 b) の規定による。ただし 次に示す継手は 厳しい繰り返し条件下では原則として使用してはならない。

a) ねじ込み継手

b) ねじ接合継手

c) フレア式 くい込み式及び圧縮式チュービング継手

35.4.4 大気中の水分の氷着

配管系の最低設計温度が 0°C 未満の場合 水蒸気の凝縮及び氷の生成を考慮し 、かつ 機能の低下を避ける設計としなければならない。この こと れ は 吐出管を含む圧力放出装置その他 の 配管部品の可動部表面にも適用する。

35.4.5 低外気温度

変位による応力解析を行う場合は 低外気温度を考慮する (79.3.1 参照)。

35.4.6 衝撃力

配管系の設計には 配管内の流体の流速及び圧力の急激な変化による衝撃力を考慮する。なお 次の措置によって衝撃力を緩和することが できる可能である。

a) バルブの操作に際して 配管内の圧力が異常に上昇しないように急激な開閉を避ける こと。

- b) サージタンク、ガスチャンバ、スプリング作動の逃し弁などを設置することによって流体の過渡的な圧力変動を緩和する。
- c) ショックアブソーバなどを設置することによって配管系の機械的応答を低減する。
~~b) サージタンク、ガスチャンバ、スプリング作動の逃し弁又はショックアブソーバ等を用いること。~~

35.4.7 風荷重

風を受ける配管系の設計には、風荷重の影響を考慮しなければならない。風荷重は、配管系又は配管系架台に対して水平方向に作用するものとし、次の式によって算出する。

$$F_w = C q A$$

ここに、

F_w : 風荷重(N)

C : 風力係数で個々の配管に対しては 0.7、並列配管をのせる架台に対しては架台について 1.0、並列配管に対しては、次表による。

配管数	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13以上
C	1.190	1.540	1.778	1.946	2.065	2.149	2.205	2.247	2.275	2.296	2.310	2.450

q : 平均速度圧(N/m²)で、建築基準法施行令第 87 条(告示 平 12 建告第 1454 号)による。

A : 配管系又は配管系架台の風向投射面積(見付面積)(m²)で 2 本以上の場合は、平均径(保温、保冷厚さを含む。)を見付け幅とする。ただし、径の差が大きすぎる場合は、風荷重 F_w を求める式中 CA は $A_{\max}$ (配管系の最大径) $\times 0.7$ 又は A_{mean} (平均径) $\times C$ の大きいほうを取る。

35.4.8 地震力

配管系は、耐震に関する性能を有する地震の影響に対して安全な構造となるよう設計し、地震時の耐震性能評価は、経済通商産業省告示第 220515 号(昭和 56 平成 30 年 11 月 14 日付)「高圧ガス設備等の耐震性能を定める告示高圧ガス設備等耐震設計基準」(以下、耐震告示という。)による。また、耐震性能評価は例示基準などによる。

35.4.9 振動

配管系は、過大、かつ、有害な振動の影響を除くように設計し、配置し、かつ、支持しなければならない。なお、これらの振動は、衝撃、圧力脈動、圧縮機の共振、風荷重などの原因で生じるものをいう。配管系は、衝撃、圧力脈動、コンプレッサー及び風との共振等に起因する振動の悪影響を取り除く設計をすること。

35.4.10 重量による荷重

配管系の設計は、次の荷重を考慮する。

- a) 輸送される流体、試験流体、雪又は氷の荷重からなる変動荷重
- b) 配管部品、保温材その他配管系にかかる永久荷重

35.4.11 熱膨張及び熱収縮荷重

熱影響としては、次の荷重を考慮すること。

- a) 配管系が固定又は拘束され、自由な熱膨張又は熱収縮ができないときに生じる推力（スラスト）及びモーメント
- b) 二重管などで熱膨張量の異なる材料を組合せて使用する時発生する荷重
- c) 急速で大きな熱衝撃、不均一な温度変化、温度分布などによってより生じる荷重

35.4.12 流体の反力

流体の吐出及び減圧による反力に対して適切なサポートを設置するなど等の設計上の考慮をする。

35.4.13 配管系支持点及び接続機器の移動による影響

配管系の設計は、地盤沈下による配管系支持点の移動、及び熱膨張、風など等による接続機器の移動による影響を考慮する。

35.5 圧力・温度条件の異なる場合の考慮

圧力・温度条件が異なる場合に考慮すべき事項は、次による。

- a) 異なる圧力・温度条件で運転される 2 つの配管が接続している場合、この 2 つの配管を分離するバルブは、過酷な側の運転条件の圧力・温度基準圧力・温度段階に従うこと。
- b) 1 つの配管がその配管より高い圧力・温度条件で運転される処理設備の一部に接続している場合、その配管と処理設備とを分離するバルブは、処理設備の運転条件の圧力・温度基準圧力・温度段階に従うこと。
- c) a)及び b)の規定にかかわらず、バルブが過酷な側の運転条件で運転されている配管又は処理設備の一部から十分離れて、このバルブの温度がその過酷な運転条件より低い場合は、このバルブがその位置において運転中に実際にうける圧力・温度条件の最高のものに従うことが出来る可能である。ただし、過酷な側の条件で運転されている配管又は処理設備の一部とバルブとの間の配管は、それが接続する処理設備又は配管の運転条件に耐えるように設計すること。

35.6 腐れ代

腐食、摩耗その他の損傷が予想される配管系については、算式によって定められる最小必要厚さに対し、腐れ代、摩耗代その他の損傷に対する余裕（以下これらを総称して「腐れ代」という。）を加えること。腐れ代は内面に対して原則として 1mm 以上とする。ただし、使用する流体に浸されない耐食材料を用いるか、又は使用する流体が配管系に対して腐食性がないと認められるときは腐れ代を考慮しなくてもよい。

35.7 ライニングの強さ

腐食又は摩耗を防ぐためにライニングを設けるときは、ライニングの強さは配管の強さに算入しないこと。

46 許容応力

46.1 材料の許容引張応力

46.1.1 内圧のみで配管系の肉厚を計算する場合

内圧のみで肉厚を計算する場合の材料の許容引張応力は、 特定則例示基準 別添 1 の別表第 1 による。ただし、 これらに示されていない同等材料にあっては、 次による。また、 ASME 材料 (特定材料) については、 特定則例示基準 別添 1 の第 8 条第 4 項による。

a) 設計温度がクリープ領域に達しない配管系材料の許容引張応力は、 次による。なお、 2) に示す材料にあっては、 次 4) 又は 2) のいずれかを用いることができる可能である。

1) 鉄鋼材料及び非鉄金属材料の許容引張応力は、 次の値のうち最も小さい値とする。

1.1) 常温における規定最小引張強さの 1/4

1.2) 設計温度における引張強さ ¹⁾ の 1/4

1.3) 常温における規定最小降伏点又は 0.2% 耐力の 1/1.5

1.4) 設計温度における降伏点又は 0.2% 耐力 ¹⁾ の 1/1.5 又は 0.9²⁾

注 1) 設 設計温度における引張強さ又は設計温度における降伏点若しくは 0.2% 耐力は、 権威ある機関が実施、 収集又は評価した試験データ及び実績に基づいて、 次のようにして求めた値とする。

設計温度における引張強さ = $1.1\sigma_r R_r$

設計温度における降伏点又は 0.2% 耐力 = $\sigma_y R_y$

ここに、

σ_r : 常温における規定最小引張強さ

σ_y : 常温における規定最小降伏点又は 0.2% 耐力

R_r : 引張強さの温度によって変化する平均曲線を求め、 それぞれの温度における値の常温における値に対する比

R_y : 降伏点又は 0.2% 耐力の温度によって変化する平均曲線を求め、 それぞれの温度における値の常温における値に対する比

注 2) オーステナイト系ステンレス鋼鋼材及びニッケルクロム鉄合金であって、 使用箇所によってやや変形が許される場合には、 設計温度における 0.2% 耐力の 90% までをとることができる可能である。ただし、 フランジその他 ひずみが大きく影響するものの設計には用いてはならない。

2) JIS G 3115(1990) 圧力容器用鋼板又は JIS G 3126(1990) 低温圧力容器用炭素鋼鋼板に定める鉄鋼材料と同等以上の化学的成分及び機械的性質を有する鉄鋼材料であって、 配管系の製作に使用されるものの許容引張応力は、 次の値のうち最も小さい値とすることができる可能である。この場合の板厚は 50mm 以下とし、 特定則例示基準 別添 1 別表第 1 注(43)による試験を行い、 合格しなければならない。

2.1) 常温における最小降伏点又は最小 0.2% 耐力の $0.5(1.6 - \gamma)$ 倍の値

- 2.2) —設計温度における最小降伏点又は最小 0.2%耐力の $0.5(1.6-\gamma)$ 倍の値
 この場合 γ は最小降伏点又は最小 0.2%耐力の最小引張強さに対する
 比率とし 0.7 未満のときは 0.7 とする。
- b) —次の各項に掲げる材料を鑄造製品の材料として使用する場合における当該材
 料の許容引張応力の値は 当該各項に定める値以下としなければならない。
- 1) —鑄鋼品 a) 1)又は a) 2)に よってより 求めた値に 鑄造品質係数 0.8 (次の
 1.1)又は 1.2) に掲げる場合にあっては それぞれ 1.1)又は 1.2)に定める
 値) を乗じて得た値)
- 1.1) —非破壊試験に よってより 鑄鋼品の表面及び内部に欠陥がない事を確か
 めた場合 0.8 以上 1.0 以下
- 1.2) —JIS G 5101(1991) 炭素鋼鑄鋼品及び JIS G 5102(1991) 溶接構造用鑄
 鋼品においてその化学的成分のうち 炭素 珪素 マンガン 燐
 又は硫黄の含有量が著しく多い場合 0.67
- 2) —非鉄金属鑄造品 a) 1)から求めた値に 0.8 を乗じた値
- c) —設計温度がクリープ領域に達する材料の許容引張応力の値は 次の値のう
 ち最も小さい値とする。
- 1) —設計温度において 1,000 時間に 0.01%のクリープ歪みを生じる応力の
 平均値 (同じ種類の材料から作られた複数のクリープ試験片のクリープ試
 験に よってより 得られた応力の平均の値であって クリープ試験について
 十分な知見を有する者が定めたものをいう。)
- 2) —設計温度において 100,000 時間でクリープ破断を生じる応力の平均値
 (同じ種類の材料から作られた複数のクリープ試験片のクリープ試験に よ
 ってより 得られた応力の平均の値であって クリープ試験について十分な
 知見を有する者が定めたものをいう。) の 1/1.5
- 3) —設計温度において 100,000 時間でクリープ破断を生じる応力の最小値
 (同じ種類の材料から作られた複数のクリープ試験片のクリープ試験に よ
 ってより 得られた応力のうち最も小さい値であって クリープ試験につい
 て十分な知見を有する者が定めたものをいう。) の 1/1.25
- d) —溶接管及び鍛接管の許容引張応力は 次の 1) から 4) までによる。
- 1) —鍛接管の許容引張応力は 継目無管の値に継手効率 0.65 を乗じた値とす
 る。
- 2) —突合せ内外面サブマージ溶接によって製造された管の許容引張応力は
 非破壊検査を行わない場合は継目無管の値に継手効率 0.7 を乗じた値とし
 非破壊検査を行う場合は 4)による。
- 3) —電気抵抗溶接管及び溶加材を用いない自動アーク溶接管の許容引張応力
 は 超音波探傷検査の有無にかかわらず継目無管の値に継手効率 0.85 を乗
 じた値とする。ただし 溶接線全線に放射線透過試験を実施し これに
 合格した場合は 溶接継手効率を 1 とすることが できる可能である。
- 4) —溶加材を用いるアーク溶接に よってより 製造する管の許容引張応力は
 製造に用いた板材の許容引張応力に 特定則第 19 条に示す溶接継手効率

を乗じた値とする。

- e) クラッド鋼(合わせ材及び母材が完全に接着されているものであって突合せ溶接部の合せ材が耐腐食性の溶接金属によって完全に融着されているものに限る。以下同じ。) の許容引張応力の値は、 a) 1) の規定にかかわらず、 次の算式に よってより 得られる値以下としなければならない。

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

この式において σ 、 σ_1 、 σ_2 、 t_1 及び t_2 は、 それぞれ次の値を表すものとする。

- σ : クラッド鋼の許容引張応力(N/mm²)
- σ_1 : 母材の設計温度における許容引張応力(N/mm²)
- σ_2 : 合せ材の設計温度における許容引張応力(N/mm²)
- t_1 : 母材の厚さ(mm)
- t_2 : 合せ材の厚さ(mm)

- f) 一般則例示基準 9.、液石則例示基準 12. 又はコンビ則例示基準 3. に規定するねずみ鋳鉄品及び可鍛鋳鉄品の許容引張応力は、 JIS B 8265(2000) 圧力容器の構造 一般事項 一般事項付表 2.1.1 による。ただし、 同表に示されていない材料にあつては、 次の 1) から 3) までによる。
- 1) 常温以上の設計温度における許容引張応力は、 次の値のうち最も小さい値とする。
 - 1.1) 常温における規定最小引張強さの 1/10
 - 1.2) 設計温度における引張強さ ³⁾ の 1/10
 - 2) 常温未満の設計温度における許容引張応力は、 上記 1.1) の値とする
 - 3) ねずみ鋳鉄品及び可鍛鋳鉄品には、 鋳造品質係数を適用しない。
 - 注 ³⁾ a) 1) の注 ¹⁾ 参照
- g) 一般則例示基準 9.、液石則例示基準 12. 又はコンビ則例示基準 3. に規定するダクタイル鉄鋳造品及びマレアブル鉄鋳造品の許容引張応力は、 JIS B 8270(1993) 圧力容器(基盤規格) 付表 2.1 による。ただし、 同表に示されていない材料にあつては、 次による。
- 1) 常温以上の設計温度における許容引張応力は、次の値のうち最も小さい値とする。
 - 1.1) 常温における規定最小引張強さの 1/6.25
 - 1.2) 設計温度における引張強さ ⁴⁾ の 1/6.25
 - 1.3) 常温における規定最小降伏点又は 0.2%耐力の 1/1.5
 - 1.4) 設計温度における降伏点又は 0.2%耐力 ⁴⁾ の 1/1.5
 - 注 ⁴⁾ a) 1) の注 ¹⁾ 参照
 - 2) 常温未満の設計温度における許容引張応力は、上記 1) 1.1) 又は 1) 1.3) の値のうち小さい値のものとする。
- h) 一般則例示基準 9.、液石則例示基準 12. 又はコンビ則例示基準 3. に規定

する球状黒鉛鋳鉄品及び黒心可鍛鋳鉄品の許容引張応力は、JIS B 8265(2000) 圧力容器の構造 一般事項 一般事項付表 2.1.1 による。なお、JIS G 5502(20201) 球状黒鉛鋳鉄品に定める材料と同等の性質を持つ球状黒鉛鋳鉄品及び JIS G 5705(201800) 可鍛鋳鉄品に定める材料と同等の性質をもつ黒心可鍛鋳鉄品の許容引張応力は、設計温度における最小引張強さの 1/8 以下とする。

64.1.2 内圧及び配管系に及ぼす諸影響を考慮して管の肉厚を計算する場合

内圧及び、35.4 に規定された配管系に及ぼす諸影響を考慮して、管の肉厚を計算する場合の複合許容応力は、JPI-7S-77-201018 石油工業用プラントの配管基準付属書 A の表 A-1「基本許容引張応力値」による。ただし、同表に示されていない材料で特に認められた材料については、次の値のうち最も小さい値とする。

また、4.1.2 の規定により算定した管の肉厚が、4.1.1 の規定により算定される肉厚未満となる場合は、管の最小厚さは 4.1.1 によらなければならない。

- a) 常温における規定最小引張強さ(S_t)の 1/3
- b) 設計温度における引張強さ¹⁾の 1/3
- c) 常温における規定最小降伏点又は 0.2%耐力(S_y)の 2/3
- d) 設計温度における降伏点又は 0.2%耐力¹⁾の 2/3 又は 0.9²⁾
- e) 設計温度において、1,000 時間当たり 0.01%の割合でクリープを生じる応力の平均値
- f) 設計温度において、100,000 時間後にラプチャーを生じる応力の平均値の 1/1.5
- g) 設計温度において、100,000 時間後にラプチャーを生じる応力の最小値の 1/1.25
 - 注¹⁾ 46.1.1 a) 1)の注¹⁾参照
 - 注²⁾ 46.1.1 a) 1)の注²⁾参照

46.1.3 ボルトの許容引張応力

ボルトの許容引張応力は、JIS B 8265(20170) 圧力容器の構造 一般事項 一般事項 表 B.45 ボルト材料の許容引張応力による。ただし、同表に示されていない同等の材料にあつては、次による。

- a) 熱処理又はひずみ硬化で強度を高めたボルト材のクリープ領域未満の設計各温度における許容引張応力は、次による¹⁾。
 - 注¹⁾ 熱処理又はひずみ硬化で強度を高めたボルト材の室温未満における 46.1.3 1) 1.1)の値が、焼きなまししたボルト材の 1.1)の値より小さい場合は、1.1)の焼きなまししたボルト材の値を用いる。
 - 1) 常温以上の設計各温度における許容引張応力は、次の値のうち最も小さい値とする最小のもの以下とする。
 - 1.1) 常温における規定最小引張強さの 1/5
 - 1.2) 設計各温度における引張強さ²⁾の 1/4
 - 1.3) 常温における規定最小降伏点又は 0.2%耐力の 1/4
 - 1.4) 設計各温度における降伏点又は 0.2%耐力²⁾の 1/1.5

——注²⁾ 46.1.1 a) 1)の注¹⁾参照

—2)——常温未満の設計各温度における許容引張応力は、——上記 1) 1.1)又は 1) 1.3)の値のうち小さい値のものとする小さい方以下とする。

b) ——焼きなまし焼鈍なまししたボルト材のクリープ領域未満の設計各温度における基本許容応力は、——次による。

—1)——常温以上の設計温度における許容引張応力は、——次の値のうち最も小さい値とする最小のもの以下とする。

——1.1)——常温における規定最小引張強さの 1/4

——1.2)——設計各温度における引張強さ³⁾の 1/4

——1.3)——常温における最小降伏点又は 0.2%耐力の 1/1.5

——1.4)——設計各温度における降伏点又は 0.2%耐力³⁾の 1/1.5

——注³⁾ 46.1.1 a) 1)の注¹⁾参照

—2)——常温未満の設計各温度における許容引張応力は、——上記 1) 1.1)又は 1) 1.3)の値のうち小さい値のものとする小さい方以下とする。

c) ——クリープ領域のボルト材の設計各温度における許容引張応力は、——熱処理、ひずみ硬化又は焼きなましの有無にかかわらず、——46.1.2 の e)～から g)までの規定による。

46.2 材料の許容圧縮応力

設計温度における管の長手方向の許容圧縮応力の値は、——次に掲げる a)～から c)までによる。

a) ——圧力だけを受ける場合にあっては、——設計温度における 46.1.1 に規定する許容引張応力の値又は d)の許容座屈応力の値のいずれか小さい値

b) ——圧力及び配管系に及ぼす諸影響を受ける場合にあっては、——次の 1)及び 2)の値とする。

—1)——圧力によって発生する圧縮応力に対しては、——設計温度における 46.1.1 に規定する許容引張応力の値又は d)の許容座屈応力の値のいずれか小さい値

—2)——圧力及び配管系に及ぼす諸影響によって発生する圧縮応力に対しては、——設計温度における 46.1.2 に規定する複合許容応力の値又は d)の許容座屈応力の値のいずれか小さい値

c) ——圧力の影響を受けない場合にあっては、——設計温度における 46.1.2 に規定する複合許容応力の値又は d)の許容座屈応力の値のいずれか小さい値

d) ——許容座屈応力の値は、——次による。

$$\sigma_a = 0.3E t / D_m (1 + 0.004E / \sigma_y)$$

——この式において σ_a 、E、t、 D_m 及び σ_y は、——それぞれ次の値を表すものとする。

—— σ_a : 許容座屈応力(N/mm²)

——E : 材料の設計温度における縦弾性係数(N/mm²)

——t : 管の最小厚さ(mm)

—— D_m : 管の平均直径(mm)

— σ_y : 材料の設計温度における降伏点又は 0.2%耐力(N/mm²)

46.3 材料の許容曲げ応力

材料の設計温度における許容曲げ応力の値は、設計温度における 46.1.1 に規定する許容引張応力の値の 1.5 倍の値以下の値とする。

46.4 材料の許容せん断応力

材料の設計温度における許容せん断応力の値は、次による。

- a) 圧力だけを受ける場合にあつては、設計温度における 46.1.1 に規定する許容引張応力の値の 80%の値
- b) 圧力及び配管系に及ぼす諸影響を受ける場合にあつては、次の 1)及び 2)の値とする。
 - 1) 圧力によって発生するせん断応力に対しては、設計温度における 46.1.1 に規定する許容引張応力の値の 80%の値
 - 2) 圧力及び配管系に及ぼす諸影響によって発生するせん断応力に対しては、設計温度における 46.1.2 に規定する複合許容応力の値の 80%の値
- c) 圧力の影響を受けない場合にあつては、設計温度における 46.1.2 に規定する複合許容応力の値の 80%の値

46.5 材料の許容支圧応力

許容支圧応力は、46.1.2 に規定する複合許容応力の値の 1.6 倍とする。

46.6 長期荷重及び変位ひずみによる計算応力の許容限界

長期荷重及び変位ひずみによる計算応力の許容限界は、次による。

- a) 内圧について計算した円周方向応力は、46.1.1 に規定した許容引張応力値以下であることとする。また、溶接管の継手部の許容引張応力値は、管の長手継手効率を考慮しなければならない。
- b) 外圧を受ける管は、57.2 に規定された要求事項を満足しなければならない。
- c) 圧力、重量その他長期荷重による長手方向応力の和 S_L は、配管系のいかなる部品においても d)に規定された S_h を超えてはならない。 S_h は、JPI-7Ss-77- 石油工業用プラントの配管基準 2018 附属書 A の表 A-1 に記載されている運転中金属材料の温度に対する応力値を参照すること。ただし、 S_L の計算に用いる管の厚さは、呼び厚さ T から公差、3.6 の腐れ代及び 5.4 のねじ又はみぞの深さの合計を差し引いたものとする。また、管及び管継手の重量は、呼び厚さをもとに算出すること。ただし、より厳密な解析手法により正当化される場合はこの限りではない。
- d) 熱による許容変位応力範囲(S_A)は、次の式(46.6.1)によって求める。なお、配管系の解析された変位応力範囲 S_E (79.4.4 参照)は、許容変位応力範囲(S_A)を超えてはならない。

$$S_A = f (1.25S_c + 0.25S_h) \cdots (46.6.1)$$
 なお、 S_h が S_L より大きい場合は、それらの差を式(46.6.1)の中の $0.25S_h$ の項に加えることができる可能である。そのときの許容変位応力範囲は、次の式(46.6.2)による。

$$S_A = f [1.25(S_c + S_h) - S_L] \cdots (46.6.2)$$

ここに、

S_A : 許容変位応力範囲(N/mm²)

S_c : 解析を行う変位サイクル期間中に予想される最低金属温度における材料の基本許容引張応力¹⁾(N/mm²)

S_h : 解析を行う変位サイクル期間中に予想される最高金属温度における材料の基本許容引張応力¹⁾(N/mm²)

S_L : サポートが有効に機能している箇所又または機能していない箇所含めて、全サポートの状況を加味した最大長期荷重による発生応力の和(N/mm²)

f : 応力範囲減少係数²⁾で、図 46.1 による。

$$f = 6.0 [N]^{-0.2} \leq f_m \cdots (46.6.3)^3$$

ここに、

f_m = 応力範囲減少係数の最大値で 1.2 となる。この最大値は規格最小引張強さが 517N/mm² 以下で、設計温度 371℃ 以下の鉄鋼材に適用される。その他の材料は $f_m = 1.0$ である。

N = 配管系が正味運転されると予想される寿命中の等価全変位サイクル数⁴⁾

注¹⁾ 材料の基本許容引張応力とは、46.1.2 の規定によるもので、溶接管にあっては長手継手効率を含まない許容引張応力のことである。鑄造製品には 6.1.1 b) 1) に定める対応する鑄造品質係数を乗じた値を用いる。

注²⁾ 腐食されない配管に適用する。腐食は、サイクルを行う寿命を急減させる。このため回数の多い、大きい応力サイクルが予想される場合には、耐食性材料を考慮することが望ましい。

注³⁾ 式(46.6.3)は、最小値は 0.15 となり、無限回に適用できる可能性がある。

注⁴⁾ 予想される寿命とは、配管系が正味運転される合計年数のことである。

高温で運転される材料の疲労寿命は、低下するおそれがあることに注意する。解析を行う応力範囲が、熱膨張又は他の条件によって変わる場合、 S_E は解析を行う最大の変位応力範囲として定義される。そのような場合の N 値は、次の式(46.6.4)によって計算することが可能である。

$$N = N_E + \sum [r_i^5 N_i] \quad i = 1, 2, \cdots, n \cdots (46.6.4)$$

ここに、

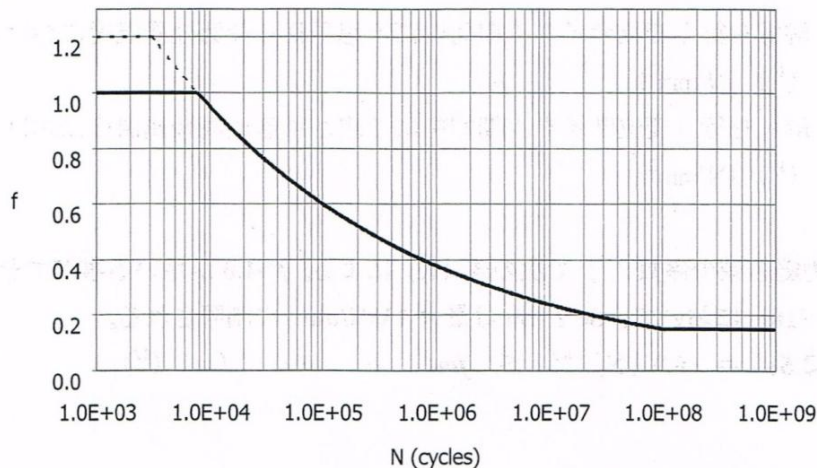
N_E = 最大変位応力範囲 S_E を計算したときのサイクル数

$$r_i = S_i / S_E$$

S_i = S_E より小さい解析された任意の変位応力範囲

N_i = 変位応力範囲 S_i と関連するサイクル数

改訂版



——点線：規格最小引張強さが 517N/mm^2 以下で、設計温度 371°C 以下の鉄鋼材

——実線：上記以外の 全てすべての 材料

図 46.1 - 応力範囲減少係数

46.7 短期荷重による計算応力の許容限界

46.7.1 運転時

運転時の計算応力の許容限界は、次による。

- 圧力、重量その他 の 長期荷重による長手方向の応力の和 S_L と風荷重によって生じる長手方向の応力の合計は、設計温度における 46.1.2 に規定された複合許容応力値 S_h の $1\frac{1}{3}$ 倍を超えない ことようにする。ただし、複合許容応力値が設計温度における降伏点又は 0.2% 耐力の $1/1.5$ を超える材料については、その降伏点又は 0.2% 耐力の $1/1.5$ の $1\frac{1}{3}$ 倍を超えない ことようにする。
- 地震を受ける場合の材料の許容応力は、例示基準など耐震告示第 16 条 による。
- 風荷重 などの短期荷重及び 地震荷重は、同時に作用するものとして設計する必要はない。
- 地震力による応力と 79.4.4 b) に示す S_E とを合計して評価する必要はない。

46.7.2 試験時

試験時の計算応力の許容限界は、次による。

- 耐圧試験時の圧力、重量その他 の 負荷荷重に よってより 生じる長手方向応力の合計は、試験温度における降伏点又は 0.2% 耐力を超えない ことようにする。
- 試験時の風荷重は、変動荷重及び試験荷重と同時に加わると考える必要はない。
- 耐圧試験時に、通常の運転状態における高压ガスの重量を超える水 など等 の液体又は不活性ガスを満たそうとする場合は、各規則の例示基準の「耐圧試験及び気密試験」の規定による こと。

改訂版

5—7 配管部品の圧力設計

57.1 内圧を受ける直管の最小厚さ

— 管の肉厚の算定は、次の式による。

—— $P \leq \sigma_a \eta / 2.6$ の場合

$$t = \frac{PD_o}{2\sigma_a \eta + 0.8P} + C$$

—— $P > \sigma_a \eta / 2.6$ の場合

$$t = \frac{D_o}{2} \left[1 - \sqrt{\frac{\sigma_a \eta - P}{\sigma_a \eta + P}} \right] + C$$

—— これらの式において t 、 D_o 、 P 、 σ_a 及び η は、それぞれ次の値を表すものとする。

—— t : 管の最小厚さ(mm)

—— D_o : 管の外径 (ただし、管の公差は含まない。) (mm)

—— P : 設計圧力(MPa)

—— σ_a : 46.1.1 に規定する材料の許容引張応力(N/mm²)

—— η : 特定則第 19 条に規定する溶接効率。ただし、電気抵抗溶接管など等で許容引張応力の値にあらかじめ溶接効率が乗じられているものは、1 とする。

—— C : 35.6 に規定する腐れ代

57.2 外圧を受ける配管の厚さ

外圧を受ける配管の厚さは、次の式による。

a) — 外圧を受ける配管の最高許容外圧は、JIS B 8265(20170) 圧力容器の構造 — 一般事項 — 一般事項 附属書 E の外圧を保持する円筒胴の算定方法による。

b) — 外圧を受ける配管の最高許容外圧を求める場合の距離 L のとり方は、次のよう (図 57.1 参照)。

— 1) — フランジ間、フランジから強め輪の間又は強め輪間の距離であって、曲り部を含み管軸 (中心線) に沿って測定した長さとする。

— 2) — 一端がキャップである場合は、キャップの深さの 1/3 を含める。

— 3) — レジューサは L 寸法に含める。レジューサの板厚は隣り合う管の板厚以上とし、両側の管について最高許容外圧を求め、その低い値をもって当該配管部の最高許容外圧とする。

— 4) — $L / D_o > 50$ の場合は、 $L / D_o = 50$ とする。

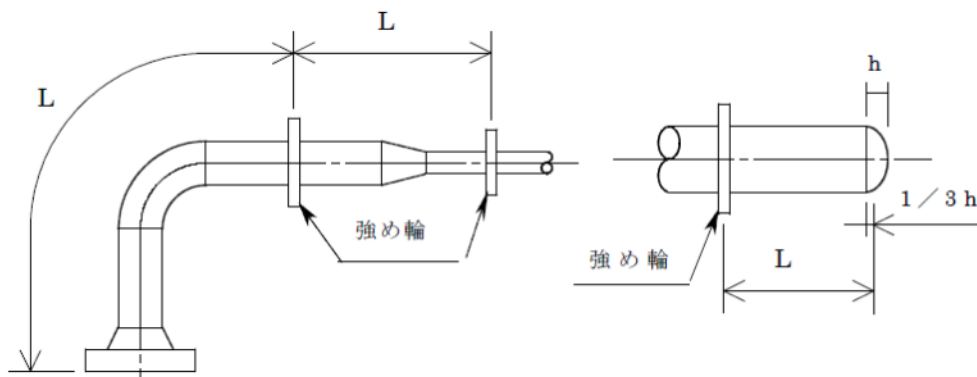


図 57.1 - 最高許容外圧を求める場合の距離 L のとり方

57.3 外圧を受ける配管の強め輪

外圧を受ける配管の強め輪の設計は、次による。

- 外圧を受ける配管の強め輪は、JIS B 8265(20170) 圧力容器の構造一般事項一般事項 附属書 E の外圧を保持する円筒胴の強め輪の算出方法による。
- 強め輪は、管に密着して、両側を断続又は連続溶接で取り付けること。強め輪を断続溶接で取り付ける場合にあっては、強め輪のそれぞれの片側の断続溶接の合計長さは、管の外周の 1/2 以上とし、断続溶接の間隔は腐れ代を除いた管の肉厚の 8 倍以下とする。
- 強め輪は一般に原則として直管に設けるものとし、レジューサなどに設ける場合は特別の設計とする。

57.4 ねじと及びみぞ

配管にねじ又はみぞを切った場合、ねじの深さ又はみぞの切込深さを差し引いた当該部の厚さは、計算上必要な厚さ以上とする。この場合において、みぞの切込深さは、図面上に公差が指定されていないときは、図面上のみぞ切込深さに 0.5mm を加える。

57.5 管継手及び曲り管

57.5.1 管継手

次の JIS 規格に規定された管継手は、当該 JIS 規格の規定に従う。ただし、配管用鋼製差込み溶接式管継手は、いかなる場合でも当該 JIS 規格に示された呼び厚さスケジュール 80 の肉厚以上とする。また、他の公的に認められた規格など等に規定されたものは、その規格に従って使用することができる。

JIS B 2312(201509) 配管用鋼製突合せ溶接式管継手

JIS B 2313(201509) 配管用鋼板製突合せ溶接式管継手

JIS B 2316(201707) 配管用鋼製差込み溶接式管継手

57.5.2 曲り管(管ベンド)

曲げ加工後の曲り管の厚さは、任意断面における最大外径と最小外径との差が公称外径に対し、内圧を受ける管については 8%、外圧を受ける管については 3%以下の場合、直管と同じ厚さでよい。それを超える場合は、57.11 の規定による。この場合、曲げに用いる管の厚さは、曲げによって生じる薄肉部の厚さが曲り管の必要な厚さ以下にならないような十分に厚い管を用いること。

57.6 分岐

57.6.1 分岐接続部一般

分岐接続部の設計に関する一般事項は、次による。

- a) 分岐接続部は、原則として分岐管の軸と主管の軸とのなす角度を 45°以上 90°以下とする。
- b) 次に示す分岐接続部は、57.6.2～57.6.4 の規定は適用せず、特別の設計及び製作をすること。この場合、安全性を保証する十分な強度を付加するため、57.11 の規定に従うこと。
 - 1) 分岐管の軸と主管の軸とのなす角度が 45°未満の分岐接続部
 - 2) 分岐管の軸と主管の軸とが交差しない分岐接続部
 - 3) 分岐管の外径が主管の外径の 1/2 以上かつ、主管の肉厚が外径の 1/100 未満の分岐接続部
- c) 分岐管の主管への取り付け方法は、次による。
 - 1) 主管に直接溶接で取り付ける。
 - 2) 鍛造のノズル、ブランチアウトレット、ハーフカップリング(3B 以下のものに限る。)など等を主管に溶接で取り付け、分岐管に突合せ溶接、ソケット溶接、ねじ込み又はフランジで接続する。
 - 3) 57.5.1 に規定する管継手のうち、ティー、45°Y 又はクロスを使用して取り付ける。

57.6.2 補強を要しない分岐接続部

分岐接続部は、一般に原則として補強する。ただし、次の分岐接続部にあつては、この限りではない。

- a) 57.5.1 に規定された管継手のうち、ティー、45°Y 又はクロスを使った分岐接続部。なお、突合せ溶接式管継手の公称厚さは、接続する管の公称厚さより薄くしないこと。
- b) JPI-7S-84-96 石油工業用鋼製ボス、ブランチアウトレット及びプラグに規定されたボス又はブランチアウトレットを使った分岐接続部
- c) ねじ込み形又はソケット溶接形ハーフカップリングを 120 の規定に従って主管に溶接した分岐接続部であつて、分岐管の呼び径が 2B 又は主管の呼び径の 1/4 のいずれか小さい値以下のもの。なお、ハーフカップリングの最小肉厚は、補強の有効範囲内では分岐管の肉厚以上であつて、かつ、呼び厚さが JIS B 2316(201707) 配管用鋼製差込み溶接式管継手に規定するスケジュール 80 以上のものを使用すること。

57.6.3 溶接分岐接続部の補強

分岐管と主管との間の中心角が 45° 以上 90° 以下の場合における分岐接続部の補強の計算は、次のa)～d)による。

分岐接続部の補強説明図を図 75.2 に示す。なお、図中に示す記号は、次のようにする。

- β — : 分岐管と主管との中心線のなす角度 (度)
- b — : 分岐管に対する添字
- C — : 腐れ代 (mm)
- d — : 管の設計内径 (腐れ代及び公差を除く。) (mm)
- d_1 — : 主管から取り去る有効の長さ $= [D_{ob} - 2(T_b - C)] / \sin \beta$ (mm)
- D_o — : 管の外径
- d_2 — : 補強の有効範囲の幅の半分で、 d_1 又は $[(T_b - C) + (T_h - C) + d_1 / 2]$ のいずれか大きいほうの値 (mm)。ただし、いずれの場合も D_{oh} 以下とする。
- h — : 主管又はヘッダーに対する添字
- L_4 — : 主管の外面から補強の有効範囲までの高さ (mm)
 $= 2.5(T_h - C)$ 又は $[2.5(T_b - C) + t_r]$ のいずれか小さいほうの値
- t_r — : 管材から作る場合の補強板又はサドルの最小厚さ (mm)
 $(\text{板材から作る場合は公称厚さとする。})$
- T — : 管の実際肉厚 (実際の測定値又は購入仕様書によってより許容し得る最小肉厚) (mm)
- $\bar{T}$ — : 管の呼び肉厚 (mm)
- t — : 57.1 の計算式によって求めた管の必要肉厚 (腐れ代を含まない。) (mm)
 この場合において、分岐管が主管の長手溶接継手と交差しない場合、補強計算の t_h を決定するための許容引張応力は継目無管の値とする。主管の長手溶接継手と交差する場合は主管の溶接継手効率を計算に算入する。分岐管が溶接してある場合は、分岐管の t_b は溶接継手効率を計算に算入する。

a) 補強に必要な面積 A_1 は、それぞれ次の値とする。

— 1) 内圧をうける場合 $A_1 = (t_h \times d_1)(2 - \sin \beta)$ (mm²)

— 2) 外圧をうける場合 $A_1 = 0.5(t_h \times d_1)(2 - \sin \beta)$ (mm²)

b) 補強有効面積は、次に定義する面積 A_2 、 A_3 及び A_4 の和とする。

— なお、補強有効面積は、a)の補強に必要な面積 A_1 以上でなければならない。

— 1) 面積 A_2 とは、主管において補強の有効範囲内にある面積であって、

主管の実際肉厚から管の必要肉厚及びと腐れ代を引いた残りの肉厚によって定めるものをいい、次式によって算出する。

$$A_2 = (2d_2 - d_1)(T_h - t_h - C)$$

- 2) 面積 A_3 とは、分岐管において補強の有効範囲内にある面積であって、主管の場合と同様に定めたものをいい、次式によって算出する。

$$A_3 = 2L_4(T_b - t_b - C) / \sin\beta$$

- 3) 面積 A_4 とは、補強の有効範囲にある A_2 及び A_3 以外の全ての金属の面積であって、主管及び分岐管に適切に取り付けた溶接金属及び補強金属の面積の和をいう。なお、溶接部の面積を計算する場合には 4012 で規定する最小寸法を用いなければならない。ただし、特別により大きい寸法で溶接するように手順書で明確に指示した場合は、その寸法を計算に用いることができる。

なお、補強材料が主管の材料と異なっていて、その材料の許容応力が主管の許容応力より小さい場合は、補強有効面積を許容応力の比率で低減すること。主管の許容応力以上の材料を補強材料に使っても補強面積の割増しをしないこと。

- c) 補強の有効範囲は、図 57.2 に示す四辺形で囲まれた範囲とし、その一辺の長さは分岐管の中心線から両側にそれぞれ主管軸に平行に d_2 をとりその間の距離とし、また他の一辺の長さは主管外面から主管軸に垂直に内面へ $T_h - C$ 及び外側へ L_4 をとりその間の距離とする。

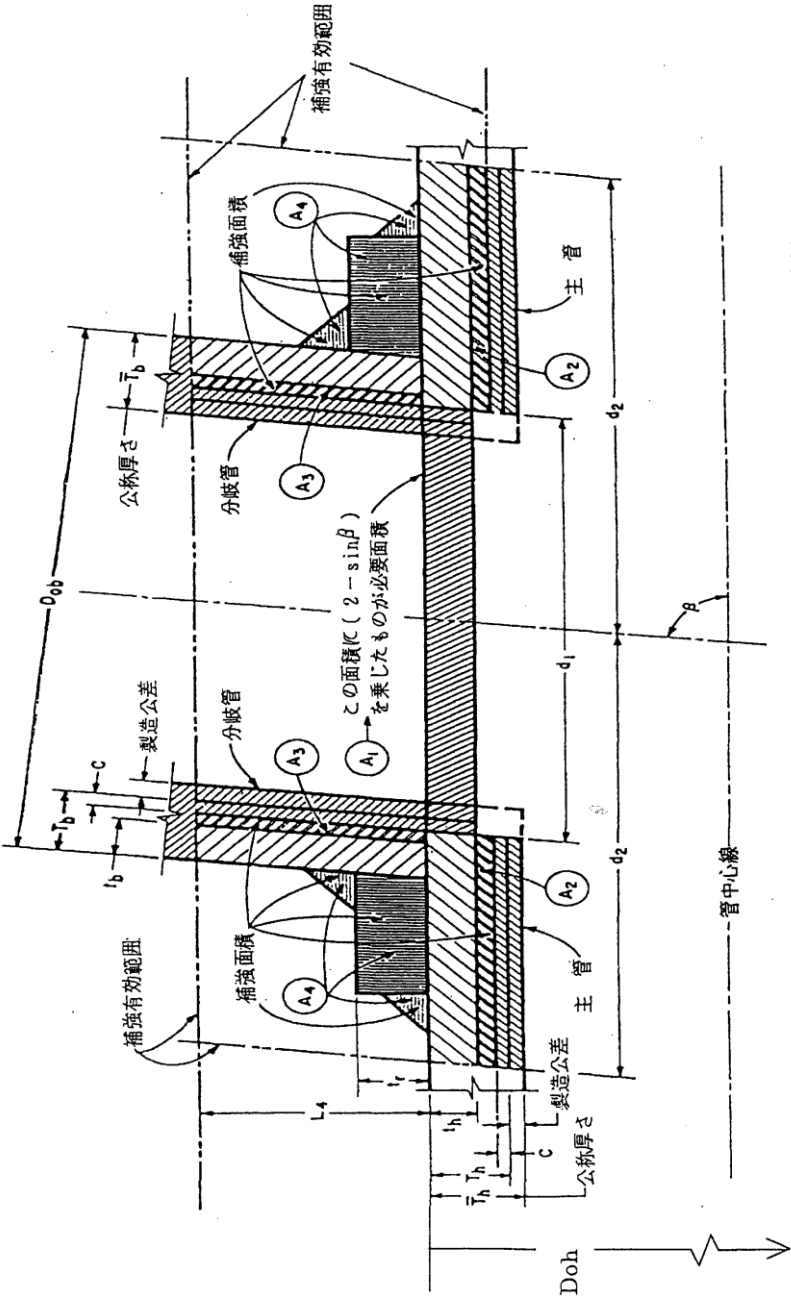
- d) 二つ以上の開口部が接近し、それぞれの開口部の補強の有効範囲が重なる場合は、次による。

- 1) 近接する二つの開口部の中心間の距離は、それぞれの開口部の直径を平均した値の 1.5 倍以上とする事が望ましい。

- 2) 複数の開口部に共通の補強を行う場合の補強に必要な面積は、それぞれの開口部の補強に必要な面積の和以上とし、かつ、近接する二つの開口部に挟まれた部分の補強面積は、それぞれの開口部の補強に必要な面積の和の 1/2 以上とする。

—なお、開口部の補強に必要な面積及び補強有効面積の計算方法は b) 及び c) による。

- e) A_4 の部分としてリング又はサドルの形で設ける補強（補強板などをいう。）は、適度に一定の幅をもち、周方向の幅が長手方向の幅より著しく狭くならないようにすること。



註： この図は 5.6.3 の記号について示すだけで溶接の詳細や組立ての方法を示すものではない。

図 5. 2 分岐接続部の補強説明図

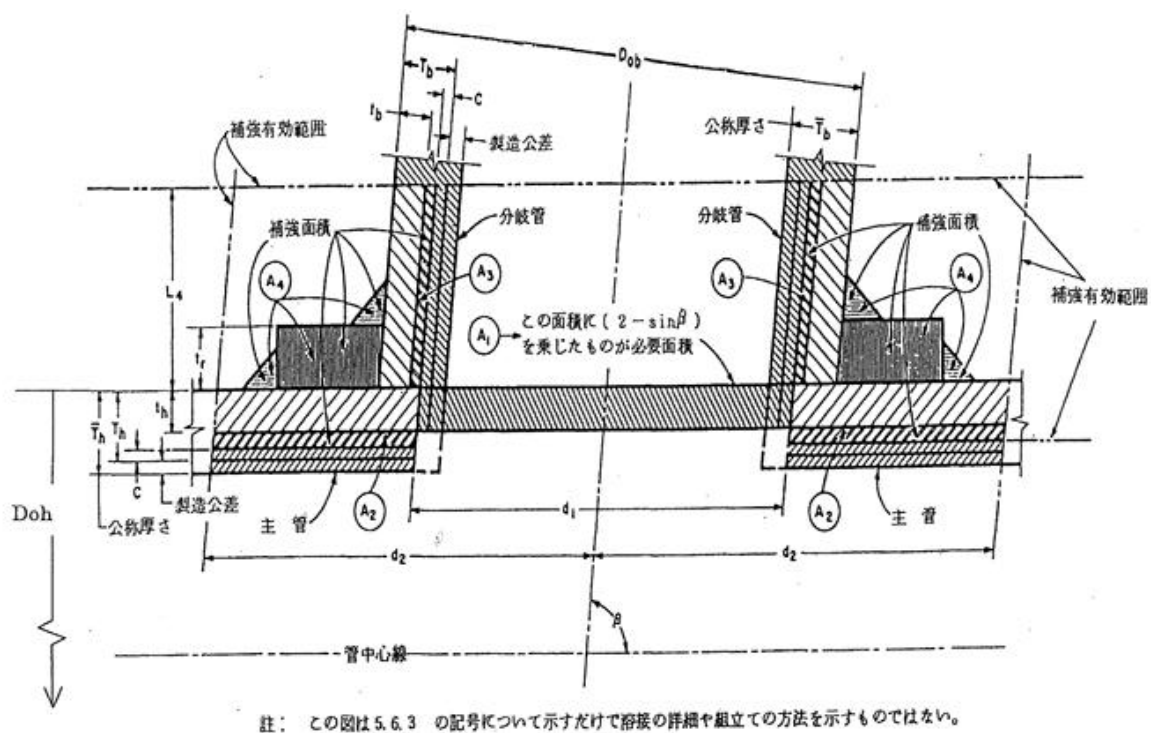


図 7.2 - 分岐接続部の補強説明図

57.6.4 押出し成形の分岐接続部の補強

押出し成形の分岐口を有するヘッダーは、JPI-7S-77-201810 石油工業用プラントの配管基準 46.3.4 によってより設計すること。

57.6.5 その他の設計上の考慮事項

分岐接続部は、圧力のほかに熱膨張及び収縮、配管、バルブ、被覆物及び内容物の重量、不等沈下など等による外力が加わることから、これらに耐えるように次に掲げるところによってより補強すること。

- a) 分岐管の直径が主管の直径に近い場合又は振動、脈動圧力若しくは温度サイクルによる繰返し応力が分岐接続部に加わる場合は、設計は 57.5.1 管継手に規定するティーを使用するか又は全周補強をすること。

注記(注) 冷間拡管された管(冷間拡管量を最大 1.5%に制限したもの及び加工硬化を受けない材料のものを除く。)は、分岐管の直径が主管の直径にほぼ等しくなると破壊する傾向があるので使用しないこと。

- b) リブ、ガセット及びクランプは、分岐接続部の補強に使ってもよいが、それらの面積は補強に有効な面積として算入しないこと。
- c) 大口径で比較的厚肉の主管から出る小さな分岐管の設計は、主管の熱膨張及び他の移動に適応するために、分岐管に適切なたわみ性をもたせること。

57.7 取付け物

配管に部品を取付ける場合は、管の偏平、過剰な局部応力及び管の厚さ方向に危険な熱勾配が生じないように設計すること。また、繰返し使用による応力集中を最小にするように設計すること。

57.8 ふた板

ふた板の設計は次による。

- a) ボルト締め平ふた板、皿形ふた板など等の強さは、JIS B 8265(201710) 圧力容器の構造—一般事項—一般事項 附属書 L(圧力容器のふた板)に規定する範囲にある場合は当該 JIS 規格の規定による。
- b) ふた板に開口部を設ける場合にあっては、開口部の穴の直径はふた板の内径の 1/2 以下とする。穴の補強は、JIS B 8265(201710) 圧力容器の構造—一般事項—一般事項 附属書 F(圧力容器の穴補強)の規定による。ただし、開口接続部が 57.6.2 b)又は c)に従っている場合は、その開口部は適切な補強を有しているとみなすことができる可能である。

57.9 管フランジ

57.9.1 JIS 規格のに規定された管フランジ

JIS 規格のに規定された管フランジの使用条件は、次による。

- a) JIS B 2220(2012) 鋼製管フランジは、同規格のに規定された範囲内で配管系に使用することができる可能である。ただし、呼び圧力 10K 未満のクラスの管フランジ及び鋳鉄製管フランジは使用しないこと。
- b) JIS 規格のに規定された管フランジの厚さは、その適用範囲内における管フランジの最小必要厚さと考えること。

- c) — JIS 規格 のに規定された 管フランジと管との取 り 付け方法は — JIS 規格に規定されたものを除き — 差込み溶接式管継手又はこれと同等以上の強度を有すること。

57.9.2 JIS 規格以外の管フランジ

JIS 規格以外の規格 のに規定された 管フランジの使用制限は — 次による。

- a) — 次に示すフランジは — その規格 のに規定された 範囲内で配管系に使用 する ことができる可能である。

— JPI-7S-15-2011 石油工業用フランジ (ただし、「圧力—温度基準」は、JPI-7S-15-1999 によること。)

— JPI-7S-43-2008 石油工業用大口径フランジ (クラス 75 の管フランジは除く。)

(ただし、「圧力—温度基準」は、JPI-7S-43-2001 によること。)

- b) — a) 以外のフランジであって公的に認められた規格 のに規定された 管フランジは — その規格 ので規定された 材料 及びと圧力—温度基準圧力温度段階 の範囲内で — 配管系に使用 することができる可能である。ただし — JIS 規格で規定する呼び圧力 10K のフランジに相当するクラス未満の管フランジ及び鋳鉄製管フランジは使用しない こと。

- c) — a) — b) の規格 のに規定された 管フランジの厚さは — その適用範囲内における管フランジの最小必要厚さと考える こと。

57.9.3 規格に規定されていない管フランジ

規格に規定されていない管フランジは — 計算によって — その寸法を決定すること。管フランジの計算式は — 一般に原則として JIS B 8265(201710) 圧力容器の構造 — 一般事項 — 一般事項 附属書 G～I に定められた計算式による。

57.9.4 閉止 (ブラインド) フランジ

閉止フランジの使用制限は — 次による。

- a) — 規格に規定された閉止フランジは — その規格に規定された材料 及びと圧力—温度基準圧力温度段階 の範囲内で — 配管系に使用 することができる可能である。

- b) — 規格に規定されていない閉止フランジは — 57.8 ふた板のうちボルト締め平ふた板の規定に よってより 計算すること。

57.9.5 仕切板

図 57.3 に示す仕切り板の最小厚さは — 次の式による。

$$t_b = d_b \sqrt{\frac{3P}{16\sigma}} + C$$

— ここに —

— t_b : 仕切板の最小厚さ(mm)

— d_b : 平面座及び全面座のフランジの場合にあつてはガスケットの内径(mm) — リングジョイント座 — みぞ形及びはめこみ形フランジの場合にあつてはガスケットの中心径(mm)

- P : 設計圧力(MPa)
- σ : 設計温度における材料の許容引張応力(N/mm²)
- C : 腐れ代(mm)

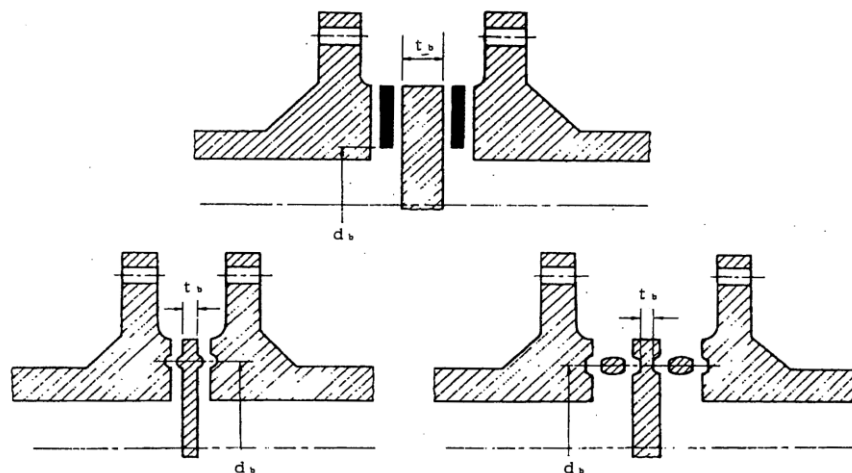


図 57.3 - 仕切板

57.10 レジューサ

57.5.1 で規定されていないレジューサは、次による。

a) 同心レジューサ

円すい若しくは逆転曲線断面又はこの 2 つの形を組み合わせる同心レジューサの最小厚さは、JIS B 8265(201710) 圧力容器の構造 一般事項 一般事項 附属書 E の内圧を保持する円すい胴又は円すい形鏡板の計算厚さの計算式による。

なお、端部に丸みを設けないレジューサの頂角の最大は 60° とする。

b) 偏心レジューサ

偏心レジューサの最小厚さの算定は、同心レジューサの最小厚さの計算式において、円すいの頂角の 1/2 をとることになっている θ の数値に偏心円すいの頂角をとることによって、同心レジューサの最小厚さの計算式を用いることができる可能である。

57.11 規格に規定されていない配管部品の圧力設計

圧力を受ける配管部品であって、その計算式又は設計手順が公的に認められた規格及び本基準にないものは、次による。

a) 圧力部品の設計は、本基準に具体的に示された設計体系に矛盾しない解析法に基づいて、次の少なくとも 1 つによって実証されたものであることとする。

- 1) エンジニアリング計算 (応力解析)
- 2) 実験的応力解析
- 3) 検定水圧試験

検定水圧試験によって最高許容圧力を求める方法は、JIS B

8283(1993) 圧力容器の耐圧試験及び漏れ試験の検定水圧試験の規定による。

- b) —類似の形で、寸法及び比例関係がわずかに異なった配管部品で、十分な性能を持っていることを証明できる可能である 部品の間では、—、内挿法で設計することができる可能である。

57.12 バルブ

57.12.1 バルブの選択

—バルブの選択は、次の条件及び KHK E 009 バルブ取扱指針(五訂版)を満足するものであることバルブの選択は、KHK E 009 バルブ取扱指針(五訂版)を参考とし、次の条件を満足する。

- a) —バルブは、使用される圧力、温度など等の条件に適した強度を有していること。
- b) —バルブは、流体など等による腐食、摩耗など等を起こさないような材料及び構造であること。
- c) —バルブは、設置場所、流体の性質、事故発生時の危険度など等保安上の重要度に対応したものであること。
- d) —配管系には、ねずみ鋳鉄を用いたバルブを使用しないこと。
- e) —標準化弁類(VPN 弁)は、一般高圧ガス保安規則第 6 条第 1 項第 11 号等の規定による試験を行う者及び同項第 13 号等の規定による製造を行う者の認定等について一般則第 6 条第 1 項第 11 号の規定による試験を行う者及び同項第 13 号等の規定による製造を行う者の認定等について (20180323 保局第 12 号) に規定する標準化弁類 (VPN 弁) は、口径及び仕様区分に応じて定められた必要最小肉厚を下回らないこと。

57.12.2 JIS 規格のに規定されたバルブ

JIS B 2071(2000) 鋼製弁その他 JIS 規格に規定されたバルブは、JIS B 2071(2000)鋼製弁、及びその他の JIS 規格のに規定されたバルブは、本基準の制限内で使用することができる可能である。ただし、呼び圧力 10K 未満のクラスのバルブは使用しないこと。

57.12.3 JIS 規格以外のバルブ

JIS 規格以外のバルブの使用制限は、次による。

- a) —次の JPI 規格ので規定されたバルブは、本基準の制限内で使用することができる可能である。

- JPI-7S-36-2015 鋼製小形弁
- JPI-7S-46-201814 鋳鋼製フランジ形及び突合せ溶接形弁
- JPI-7S-48-2007 鋼製フランジ形ボール弁
- JPI-7S-57-2014 軽量型鋼製小型弁(2B 以下)(クラス 150～800)
- JPI-7S-58-2007 ステンレス鋼鋳鋼製フランジ形軽量耐食弁
- JPI-7S-67-201806 石油工業用バルブの基盤規格
- JPI-7S-69-2007 軽量型鋼製弁(2 1/2B 以上)(クラス 150～2500)
- JPI-7S-82-2015 鋼製小型高圧弁
- JPI-7S-83-2007 石油工業用バタフライ弁

- b) —a)以外のもので公的に認められた規格のに規定されたバルブは—、その規格に従って本基準の制限内で使用することができる可能である。ただし—、JIS規格で規定された呼び圧力 10K 未満のクラスと同等のバルブは使用しないこと。
- c) —公的に認められた規格に規定されていないバルブは—、その設計が本基準の 57.11 の規定に合致する場合は使用することができる可能である。

57.13 ガasket

57.13.1 ガasketの選定

ガasketの選定は—次による。

- a) —ガasketは—、流体の性質又は予期される運転条件下の温度及び圧力によって有害な影響を受けない材料によって作られたものを選定すること。
- b) —ガasketは—、使用する流体—、温度—、圧力など等の条件によってよりガasketメーカが定める使用区分範囲内でガasketの品質及びとグレードの最適品を選定して使用すること。

57.13.2 JIS 規格のに規定されたガasket

次の JIS 規格のに規定されたガasketは—、本基準の制限内で使用することができる可能である。

- JIS B 2401-1(2012) O リング—第 1 部：O リング
- JIS B 2404(201806) 管フランジ用ガasketの寸法
- JIS R 3453(2001)(追補 1 を含む。)—ジョイントシート

57.13.3 JPI 規格のに規定されたガasket

次の JPI 規格のに規定されたガasketは—、本基準の制限内で使用することができる可能である。

- JPI-7S-23-20181998 石油工業用リングジョイントガasket及びみぞ
- JPI-7S-41-20182005 配管用うず巻き形ガasket
- JPI-7S-79-20181998 配管用膨張黒鉛シートガasket
- JPI-7S-81-2015 配管用ガasketの基準

57.14 ボルト・ナット

ボルト・ナットは—、使用するフランジに定められた寸法及び運転条件に適した材料のものを使用すること。

スタッドボルトに使用するナットは—、原則として 10 割ナット(ナットの厚みがボルトの外径に等しいナットをいう。)とする。—一般に原則として、ASME B 18.2.2 の heavy hex nut 又は、又は、JIS B 1181 六角ナットのスタイル 2 のナットとする。

注記 これらの規格のナットを慣用的に 10 割ナットと呼ぶことがある。

6—8 配管接続方法の選定及び制限

68.1 一般

配管接続方法は—、圧力・温度条件に適合するものであり—、かつ—、—運転条件（(熱膨張を含む。)—、使用流体の性状など等を考慮して選定すること。なお—、厳しい繰り返し条件下で使用する場合は—、35.4.3 によるを参照のこと。

68.2 溶接継手

溶接継手は、次による。

- a) 溶接継手は、簡条 120の規定による。
- b) 毒性ガスのガス設備に係る配管及びバルブの接合は、溶接によってより行うこと。ただし、次の各項のいずれかに該当する場合であって溶接によることが適当でないときは、68.3 又は 68.5 に示すフランジ継手又はねじ接合継手による接合をもって代えることができる可能である。
 - 1) しばしば分解して清掃又は点検をしなければならない箇所を接合する場合
 - 2) 特に腐食が起こりやすいことにによってより、当該部分をしばしば点検又は交換する必要がある場合
 - 3) 定期的に分解して内部の清掃、点検、修理をしなければならない反応器、塔槽、熱交換器又は回転機械と接合する場合、(第一継手に限る)
 - 4) 修理、清掃時に仕切板の挿入を必要とする箇所を接合する場合及び伸縮継手の接合箇所を接合する場合

68.3 フランジ継手

フランジ継手は、57.9の規定による。

68.4 ねじ込み継手

ねじ込み継手は、次の制限範囲内で使用することができる可能である。

- a) 配管部品にねじを用いる場合は、JIS B 0203(1999) 管用テーパねじに適合したものであること。
- b) 毒性ガスの管の接合にねじ込み継手を使用する場合は、4012.2.4 の規定による漏れ止め溶接を行わなければならない。
- c) 熱電対用保護管取付け部のように外部モーメントを受けない特殊なねじ部品及び平行ねじ付部品を除き、厳しい繰り返し条件下では使用しないこと。なお、ねじ込み継手を使用するに当たっては、次のことを考慮しなければならない。また、すき間腐食、厳しいエロージョン又は繰り返し荷重が生じる用途には使用しないこと。
 - 1) ねじ込み継手を漏れ止め溶接するときは、ねじ込みシール剤を使用しないこと。
 - 2) ねじ込み継手を使用する配管は、熱膨張及びバルブ、(特に自由端にあるバルブ) 操作による外力を考慮して、継手に生じる応力を最小にする配置としなければならない。また、継手のねじが緩まない手段を講じなければならない。
 - 3) レンズリング又は類似のガスケットを使用するために特別に設計した継手を除き、管端がガスケット面の役目をするために突き出ているねじ込み式フランジは使用しないこと。
- d) 溶接可能な材料のねじ込み継手は、次に掲げるものは漏れ止め溶接をすることを推奨する。
 - 1) 設計条件が 2.0MPa 又は 400°C を超える可燃性の流体を取り扱う配管に

おけるねじ込みフランジのハブ部

—2) —可燃性の流体を取り扱う配管のねじ込み継手部

68.5 ねじ接合継手

—ねじ接合継手は、—、次の制限内で使用することができる可能である。

a) —毒性ガスのガス設備に係る配管にねじ接合継手を使用する場合は、—、一般則
例示基準 26「保安上必要な強度を有するフランジ接合又はねじ接合継手」の規定によること。

b) —継手は、—、製造者の推奨する圧力—温度基準圧力温度段階を超えて使用しないこと。

68.6 フレア=式、—、くい込み式及び圧縮式チュービング継手

フレア=式、—、くい込み式及び圧縮チュービング継手は、—、分解・組立、—、繰り返し荷重、—、振動、—、衝撃、—、熱伸縮など等継手に有害な影響をあたえる要因を配慮して選定しなければならない。

68.7 コーキング継手

印ろう形の継手であって、—、コーキングによって漏えい洩を止めるコーキング継手は、—、配管系に使用しないこと。

68.8 ろう付継手

ろう付け継手の選定及び使用制限は、—、次による。

a) —ろうは、—、母材の材質及び用途に応じて次の規格に規定するものの中から選定する。

—JIS Z 3261(1998) 銀ろう

—JIS Z 3262(1998) 銅及び銅合金ろう

—JIS Z 3263(2002) アルミニウム合金ろう及びブレージングシート

—JIS Z 3264(1998) りん銅ろう

—JIS Z 3265(1998) ニッケルろう

—JIS Z 3266(1998) 金ろう

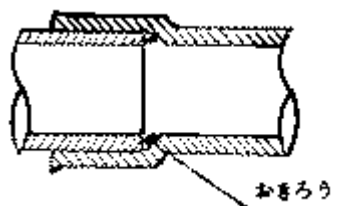
—JIS Z 3267(1998) パラジウムろう

b) —ろう付けソケット継手は、—、57.11 の規定に従って設計すること。

c) —すみ肉ろう付継手は、—、使用しないこと。

d) —ろう付継手は、—、母材の強度以上となる形状とし、—、2つの母材が強度を異にする場合は弱い方を基準とする。

e) —ろう付部の継手効率は、—、ろうが接合面に完全に浸透していることを目視で確認できない場合にあつては 0.5 とする。ただし、—、図 68.1 のようにろうを円形、—、リング状、—、リボン状、—、粉末状など等の状態で挿入しておき、—、ろう



が接合面に完全に浸透していることを目視で確認できる可能である場合は 1.0 を採用することができる可能である。

図 68.1

- f) ソケット型継手のろう付部の重なりは、管厚さの 4 倍以上としなければならない。

7—9 配管系の可とう性

79.1 一般

79.1.1 基本要件

配管系は、熱伸縮、配管サポート、又は接続端の移動など等によってより、次の不具合が生じないように十分な可とう性を有することようにする。

- a) —過大な応力、疲労による配管系又はサポートの破損
- b) —管継手等々からの漏れ
- c) —接続機器に生じる有害な応力又は変形

79.1.2 可とう性の解析方法

配管系の可とう性に係る解析方法は次によること。

- a) —配管系の変位によって生じる任意点における応力計算値は、46.6 d)に規定する許容変位応力範囲を超えてはならない内であること。
- b) —79.5 によって計算した反力がは、サポート又は接続機器に悪影響を及ぼしてはならないこと。
- c) 配管系は十分な可とう性を有するように必要に応じて 79.7 に従って可とう性を向上させる手段を講じること。

79.2 可とう性の解析項目

79.2.1 全変位ひずみ

全変位ひずみとは全変位によって生じたものをいい、全変位とは次の a)～から c)に掲げる変位が同時に生じたものとしてそれぞれを合計したものをいう。

- a) —熱による変位（配管系が温度変化によって寸法が変化し、接続機器、ガイド、アンカなど等の拘束点によって自由伸縮が拘束された位置から拘束されない時の位置迄の変位をいう。）
- b) —弾性支持による変位（拘束点の剛性が高くなく配管系の反力によって拘束点が移動することによる変位をいう。）
- c) —外的要因による変位（ドック配管など等に作用する潮位の変化、風による揺れ、接続機器の温度変化など等外部からの強制力を受けることで生じる変位をいう。）

79.2.2 全変位ひずみによる応力

ひずみが比較的均等に分布し、どの点にも過大なひずみが発生していない配管系（以下、平衡系配管系という。）では発生応力は、全変位ひずみに比例しているとみなすことができる可能である。一方、局部的に過大なひずみが発生

する可能性のある配管系(以下、不平衡系配管系という。)では発生応力は、全変位ひずみに比例するとみなすことはできない。

不平衡な配管は、設計において最小にすることとし、そのためには次に掲げる場合に当てはまらないように設計すること。ただし、不平衡系配管系が避けられない場合にあつては、延性の低い材料の使用を避けること、コールドスプリングを採用すること、79.4に従って適切な解析を行い十分な可とう性を確保させることなど等によってより対応すること。

- a) 大口径又は相対的に剛性の高い主管に直列に接続し、かつ高い応力が発生している小口径主管がある場合
- b) 口径又は厚さが局部的に減少している場合及び降伏点の低い材料(母材より低い強度の溶接部を含む。)を局部的に使用している場合
- c) 直線的な配管に小さなループを付けて、その部分で配管系の熱伸縮の大部分を吸収しなければならないような配管形状の場合
- d) 複数の材質使用、不均一な温度分布など等要素の弾性係数の相違によってより応力の分布状態への著しい影響が予想される配管系の場合

79.2.3 変位応力範囲

変位による応力は、内圧、又は自重などの長期荷重から生じる応力とは異なり、配管系の種々の部位に局部降伏を生じさせるほどの大きさに達するまで許容することができる可能である。配管系が据付状態から最大変位状態(最高若しくは最低温度又は最大強制変位)に達すると、降伏又はクリープによってより応力の低下又は緩和が生じる。その後、元の据付状態に戻ると、配管系には前述の最大変位状態の時とは逆符号の応力分布を生じることになる。これをセルフスプリングといい、コールドスプリングと似た効果をもっている。

変位ひずみにによってより生じる応力は、降伏又はクリープによってより時間とともに減少する傾向にあるが、配管系の最大変位状態と元の据付状態(又はまたはそれ以上の変動幅効果が予想される状態)とのひずみの差は、どの1周期の運転期間をとってもほぼ一定な値となる。このひずみの差は、相当する応力の差、すなわち、可とう性に関する配管系の設計における基準として用いられる変位応力範囲を生じる。許容変位応力範囲(S_A)については46.6d)に、計算上の変位応力範囲(S_E)については79.4.4 b)によること。なお、ある条件など等でサポートが変動する配管系において(例えば、サポートから浮き上がっている配管)、このひずみの代数差は、長期荷重の配分が変わることによって影響を受けることがある。そのようなケースにおいて、変位ひずみ範囲は、範囲を限定する配管の計算された位置間での代数差に基づく。変位ひずみに加えて、計算されたそれぞれの位置には、その状態における長期荷重の影響が含まれている。

79.3 可とう性解析に用いる物性値

79.3.1 熱膨張量

配管の応力範囲及び支持装置など等に作用する反力を計算するための熱による変位を求めるのに用いる熱膨張量は次の値とする。

- a) 応力範囲の計算に用いる値は、解析する熱サイクルの金属部の最高温度と最

低温度との熱膨張量の代数差として、JPI-7S-77-201810 石油工業用プラントの配管基準 付属書 B で求めた値

- b) 反力の計算に用いる値は、解析する熱サイクルの最高又は最低温度と据付温度との熱膨張量の代数差として、JPI-7S-77-201810 石油工業用プラントの配管基準 付属書 B で求めた値

9.3.2 縦弾性係数

各温度における縦弾性係数の値は JPI-7S-77-201810 石油工業用プラントの配管基準 付属書 B による。ただし、据付時の縦弾性係数は 20℃の値を使用するし、てよい。

9.3.3 ポアソン比

ポアソン比は、正確な資料が使える場合を除いて、全ての金属と温度に対して 0.3 とする。

9.3.4 許容応力

主として曲げ及びねじりによってより生じる配管系の変位応力に対する許容変位応力範囲(SA)は、46.6 d)に掲げるところによる。

9.3.5 寸法

可とう性の計算は、管及び管継手の呼び厚さと呼び外径を用いること。

9.3.6 たわみ性係数及び応力集中係数

たわみ性係数(k)及び応力集中係数(i)は、一般に、原則として JPI-7S-77-201018 石油工業用プラントの配管基準 付属書 C に示す係数を使用すること。

なお、JPI-7S-77-201810 石油工業用プラントの配管基準 付属書 C の表中にない配管部品及び付属品(バルブ、ストレーナ、アンカリング、バンド状のものなど等)については、付属書 C の表中に示す部品に幾何学的に似ているものと比較して、適切な応力集中係数を定めることができる可能である。

9.4 可とう性解析

9.4.1 解析の要否

次の配管系は、可とう性についての解析を要しない。

- a) 良好な運転記録のある配管系と同じもの又は大幅な変更を伴わないで取り替える配管系
- b) 解析済みの配管系との比較によって容易に適切と判断できる可能である配管系
- c) 管径が一定で、固定点が 2 箇所、中間拘束がなく、かつ、次の経験式¹⁾の制限内にある配管系

$$DY / (L-U)^2 \leq K_1$$

ここに、

D = 管の外径(mm)

Y = 配管が吸収しなければならない全変位ひずみの合成値(mm)

L = 固定点間の配管の延べ長さ(m)

U = 固定点間の直線距離(m)

$$K_1 = 208,000 S_A / E_a$$

- ここに、
- S_A = 許容変位応力範囲(N/mm^2)
- E_a = 据付温度における縦弾性係数(N/mm^2)
- 注¹⁾ この経験式が正確な又は終始一貫して安全側の結果をもたらすという一般的な証明がないため、厳しい繰返し条件下で使用する配管系には適用しないこと。また、次のような形状の配管系には注意して用いること。なお、配管系がこの経験式の制限内であっても固定端反力が許容しうるほど小さいという保証はないため、固定端反力が問題となる場合にあっては別途解析を行うこと。
 - 1) 不等脚Uベンドであって $L/U > 2.5$ の配管系
 - 2) 直線に近いのこ歯形の配管系
 - 3) 大口径の薄肉管 ($i \geq 5$)
 - 4) 固定点を結ぶ方向以外の外的要因による変位が全変位の大部分を占める配管系

79.4.2 解析

79.4.1 に よってより 解析が必要であると判断された配管系は、次に示す 簡便法簡易法、近似解析法 又は 詳細解析法 によって解析すること。

- a) 簡便法簡易法 又は 近似解析法 は、それらの妥当性が実証されている形状範囲内で用いる場合のみ適用することが できる可能である。
- b) 詳細解析法 は、変位ひずみによって生じる荷重、モーメント及び応力を求める理論解析法又は図式法によるものとし、直管以外のあらゆる配管部品に対して応力集中係数を計算に入れなければならない。また、可とう性に優れている部品は、その可とう性の効果を計算に入れることが できる可能である。

79.4.3 解析の前提条件

解析を行う際の前提条件は、次による。

- a) 79.3 に規定した物性値は、全てすべて の配管系に適用する。
- b) 固定点間の配管系の可とう性を計算する場合にあっては、その配管系は一体として扱う。
- c) 配管系又は機器に働くモーメント及び力を減少させるために設ける全ての拘束点の影響並びにサポートの摩擦によって生じる拘束の影響を検討すること。
- d) 79.2.1 に示す全ての変位は、97.3.1 に規定する温度範囲について検討すること。

79.4.4 可とう性の応力

可とう性の応力計算方法は、次による。

- a) 軸、曲げ応力とねじり応力 は、据付時の縦弾性係数(E_a)を用いて算定する。この場合において 79.2.2 d) にあっては、曲げ応力とねじり応力は、各要素ごとに予想される運転温度での縦弾性係数(E_m)を用いて算定したのち、その算定値に各要素ごとの据付時の縦弾性係数と運転温度での縦弾性係数との比(E_a/E_m)を乗じて算定する。

- b) —変位応力範囲(S_E)は次式によってより求める。ただしこの変位応力範囲は46.6 d) に規定する許容変位応力範囲(S_A)を超えてはならない。

$$S_E = \sqrt{(|S_a| + S_b)^2 + (2S_t)^2} \quad S_E = \sqrt{(|S_a| + S_b)^2 + (2S_t)^2}$$

$$S_E = \sqrt{(|S_a| + S_b)^2 + (2S_t)^2} \quad S_E = \sqrt{(|S_a| + S_b)^2 + (2S_t)^2}$$

—ここに、

— A_p = 管の断面積(mm²)

— F_a = 評価対象の 2 つの条件間における軸力範囲(N)

— i_a = 軸方向応力集中係数

適用可能なデータがない場合、エルボ、パイプベンド、マイタベンド
(単文節、間隔の狭い、間隔の広い) は、 $i_a = 1.0$

— i_t = ねじり応力集中係数

適用可能なデータがない場合、 $i_t = 1.0$

— S_b = 合成曲げ応力であって c) 又は d) により求めた値(N/mm²)

— S_t = ねじり応力 = $M_t / 2Z$ (N/mm²)

— M_t = 評価対象の 2 つの条件間におけるねじりモーメント範囲(N-mm)

— S_a = 変位ひずみによる軸応力範囲 = $i_a F_a / A_p$ (N/mm²)

— S_b = 変位ひずみによる曲げ応力範囲 合成曲げ応力であって c) 又は d) に
よってより求めた値(N/mm²)

— S_t = 変位ひずみによるねじり応力 = $M_t / 2Z$ (N/mm²)

— Z = 管の断面係数(mm³)

- c) —エルボ及び同径分岐接続部(脚 1、脚 2 及び脚 3)における変位ひずみによる曲げ応力範囲 合成曲げ応力(S_b) は、図 79.1 及び図 79.2 に示すモーメントを用いて次の式よってより求める。

$$S_b = \frac{\sqrt{((i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2)}}{Z}$$

—ここに、

— S_b = 合成曲げ応力(N/mm²)

— i_i = JPI-7S-77-201018 石油工業用プラントの配管基準 付属書 C に示す面内応力集中係数

— i_o = JPI-7S-77-201840 石油工業用プラントの配管基準 付属書 C に示す面外応力集中係数

— M_i = 面内曲げモーメント(N-mm)

— M_o = 面外曲げモーメント(N-mm)

- d) —異径分岐接続部における場合にあっては、c) の式で用いる変位ひずみによる曲げ応力範囲 合成曲げ応力(S_b) は、図 79.2 に示すモーメントを用いて次

の式によって求めらる。

——主管(脚 1 と脚 2)に対して

$$S_b = \frac{\sqrt{((i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2)}}{Z}$$

——分岐管(脚 3)に対して

$$S_b = \frac{\sqrt{((i_i M_i)^2 + (i_o M_o)^2)}}{Z_e}$$

——ここに

—— Z_e = 分岐管の有効断面係数 $= \pi r_2^2 T_s$ (mm³)

—— r_2 = 分岐管の平均半径(mm)

—— T_s = 分岐管の有効厚さであって T_h と $(i_i \times T_b)$ のいずれか小さい方の値(mm)

—— T_h = 分岐管が取り付けられる主管の厚さ(mm) (補強材は含まない)

—— T_b = 分岐管の厚さ(mm)

—— i_i = 面内応力集中係数

—— i_o = 面外応力集中係数

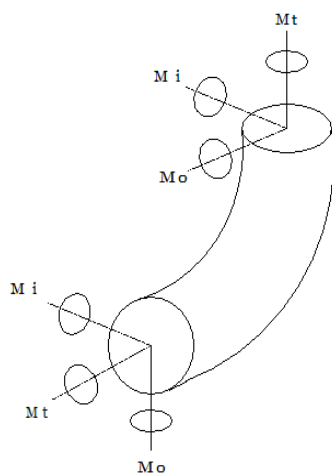


図 79.1 - 曲管部に作用するモーメント

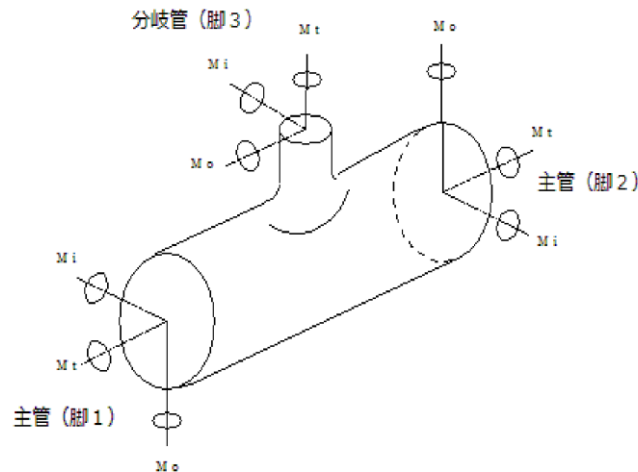


図 79.2 - 分岐管部に作用するモーメント

79.5 反力

サポートの設計及び接続機器に与える影響の評価に用いる反力又はモーメントは、重力、内圧及び他の長期荷重を含んだ運転状態の最大荷重、熱変位、そして適切な短期荷重に基づくこととし、次による。なお、反力は運転条件による弾性係数 E_m を使って計算されることとする（それがより安全側の結果を与える時には、 E_a を E_m の代わりに用いてよい）。温度条件は、配管系の各部ごとに異なることがある。経験上、配管系にコールドスプリングを用いた場合、その効果が 100%期待できる可能であるわけではないことが分かっている。したがって反力は、設計コールドスプリングの 2/3 倍及び 4/3 倍の両方の値を用いて計算する。常温における反力を決定しなければならない場合は、設計者は設計コールドスプリングによってより計算した反力に加えて、管のセルフスプリングによる荷重を考慮すべきである。配管系の運転状態における応力が材料の降伏点を越えているか、又または、材料のクリープの範囲の温度で配管が運転されるならば、セルフスプリングは起こり得る次による。

a) 単純な配管系（中間拘束のない 2 点固定配管系の場合）に生じる反力又はモーメントは、次の 1) 及び 2) による。

— 1) 最大変位状態における反力(R_m)

$$R_m = R(1 - 2C/3)E_m / E_a$$

— ここに、

— C = コールドスプリング係数とし、コールドスプリングのない場合にあっては 0 とし、100%のコールドスプリングの場合にあっては 1 とする。

— E_a = 据付時における縦弾性係数（20°Cの値を使用する。N/mm²）

— E_m = 金属部の最高又は最低温度における縦弾性係数(N/mm²)

— R = 可とう性解析から求められた最大反力又はモーメント（N 又は N-mm）

—— R_m = 金属部の最高又は最低温度において生じる反力又はモーメント
 (N 又は $N\text{-mm}$)

—2)— 据付状態における反力(R_a)

—— $R_a = CR$ 又は C_1R のいずれか大きい値

—— ここに、

—— $C_1 = 1 - S_h E_a / S_E E_m$ (推定セルフスプリング係数又は緩和 (自己平衡) 係数を示し、 “ C_1 ” の値が負の場合は 0 とする。)

—— R_a = 据付状態において生じる最大反力又はモーメント (N 又は $N\text{-mm}$)

—— $S_E = 79.4.4\text{ b})$ で規定する変位応力範囲の値 (N/mm^2)

—— $S_h = 46.6\text{ d})$ で規定する基本許容引張応力値 (N/mm^2)

b) — 複雑な配管系 (多点固定の配管系又は中間拘束のある 2 点固定配管系の場合) にあつては、 a) に掲げる式が適用できない。この場合は、最大変位状態及び据付状態において詳細解析を行い反力又はモーメントを求めること。

79.6 分離解析時の移動量及び回転角の考慮

剛性の高い主管に取付けた複数の小口径配管を個々に計算する場合にあつては、主管の解析による小口径配管接続点の移動量及び回転角を小口径配管の解析に用いること。

79.7 可とう性を高める方法

配管系には、通常曲がり部があるため全変位量のほとんどは当該曲がり部の曲げ及びねじり変形で吸収される。軸方向の引張又は圧縮によるひずみ量は、大きな反力を生じるが通常小さい。配管系の曲がり部の数が少ない場合、又または配管系が不平衡になっている場合には、大きい反力、又は過大なひずみを生じることがある。このような場合にあつては、次のいずれか一つ又は幾つかの方法を使って可とう性を高めるようにすること。

なお、次以下の方法を使用する場合は、流体圧力、移動に対する摩擦抵抗その他の原因によって生じる軸方向の力に耐えるために必要に応じて適切なアンカ、タイロッドその他の装置を取り付けること。また、伸縮管継手等々を取り付ける場合にあつては、それらの継手の剛性を考慮に入れて配管の可とう性解析を行うこと。

a) — 曲がり管、ループ管又はオフセットの追加

b) — スイベル管継手の使用

c) — 波形管の使用

d) — ベローズ形又はすべり形の伸縮管継手の使用

e) — 角変位、回転又は軸方向の移動を許す継手類の使用

79.8 長期荷重の解析

79.8.1 基本的な前提条件及び要求

長期荷重の状態は、詳細解析、近似法、または簡素化されたスパン表などの方法によってより評価が可能である。詳細な解析をする時、長期荷重に

よる応力 “ S_L ”は、この項に示された方法によってより計算し、JPI-7S-77 石油工業用プラントの配管基準 22.3.5 c)に示される許容値を越えないようにしなければならない。重量による荷重は、呼び厚さに基づく。応力計算に用いる断面係数及び断面積は、公称の管寸法から機械加工代（ねじ又は溝深さ）、内部及びおよび外部の腐食代を引いた値に基づく。JPI-7S-77 石油工業用プラントの配管基準付属書 D にない配管部品の長期応力指数 l_a 、 l_i 、 l_o 、 l_t は、設計者の責任で決定する。長期応力指数は、1.00 より低くあってはならない。

79.8.2 長期荷重による応力

内圧、重量など等の長期荷重による応力 S_L は、次の式 (249.1a) によってより求める。なお、長期曲げモーメントによる応力 S_b は、次の式 (9.224b) によってより求める。

$$S_L = \sqrt{(|S_a| + S_b)^2 + (2S_t)^2} \quad \dots\dots\dots (9.124a)$$

$$S_b = \frac{\sqrt{(I_i M_i)^2 + (I_o M_o)^2}}{Z} \quad \dots\dots\dots (9.224b)$$

ここに、

l_i = 長期面内モーメント指数

適用可能なデータが無い場合、 l_i は 0.75 l_i 又はまたは 1.00 の大きい方を用いる。

l_o = 長期面外モーメント指数

適用可能なデータが無い場合、 l_o は 0.75 l_o 又はまたは 1.00 の大きい方を用いる。

M_i = 内圧、重量など等の長期荷重による面内曲げモーメント (-(N-mm)-)

M_o = 内圧、重量など等の長期荷重による面外曲げモーメント (-(N-mm)-)

Z = 長期断面係数 (947.8.1 参照) (-(mm³)-)

長期ねじりモーメントによる応力 S_t は、次の式 (9.324c) によってより求める。

$$S_t = \frac{I_t M_t}{2Z} \quad \dots\dots\dots (9.324c)$$

ここに、

l_t = 長期ねじりモーメント指数

適用可能なデータが無い場合、 l_t は 1.00 を用いる。

M_t = 内圧、重量など等の長期荷重によるねじりモーメント (-(N-mm)-)

長期軸方向荷重による応力 S_a は、次の式 (9.424d) によってより求める。

$$S_a = \frac{I_a F_a}{A_p} \quad \text{..... (9.424d)}$$

ここに、

A_p = 管の断面積 (947.8.1 参照) ~~—((mm²)—)~~

F_a = 内圧、重量など等の長期荷重による軸方向荷重 ~~—((N)—)~~

I_a = 長期軸方向荷重指数

適用可能なデータが無い場合、 I_a は 1.00 を用いる。

圧力スラスト（内圧推力）を支持又はバランスさせる構造の伸縮管継手が使われている配管系を除き、長期軸方向荷重 F_a は、内圧による長期軸方向荷重 $P_i A_f$ を含む。

ここに、

P_i = 検討される条件の運転内圧 ~~—((MPa)—)~~

$A_f = \pi d^2 / 4$ ~~—((mm²)—)~~

d = 管内径 (947.8.1 参照) ~~—((mm)—)~~

伸縮管継手を含む配管系において、内圧推力の問題を解決することは設計者の役務である。

注記 注：伸縮継手を含む配管系では、内圧による軸方向の荷重 $P_i A_f$ は、一般に圧力スラスト、内圧推力と呼ばれている。

108 配管サポート

108.1 配管サポートにかかる荷重

配管サポートにかかる荷重は、次に掲げるところによる。

- a) 配管及びバルブを支持又は拘束する装置は、サポートに同時に働く全ての荷重を基にして設計すること。また、荷重として重量の他に、53.4 に述べたものを付加すること。
- b) サポートの負荷荷重には、使用流体又は試験用流体のいずれか重い方の重量を含むこと。ただし、配管系に液体の入る可能性がなく、しかも建設時又はその後の検査で水圧試験を行わない場合においては、試験流体の重量を付加する必要はない。
- c) スプリング又はカウンターウェイトのようなバリエブル及びコンスタント式サポートの負荷計算は、配管系の運転条件に基づいて行わなければならない。これらの計算には、水圧試験用流体の重量は含めない。ただし、水圧試験時に仮サポートを追加しない場合にあっては、試験中の全荷重を支えることができないといけない。

—備考：

—ここで用いられる配管サポートとは、次のものをいう。

—1) 配管及びバルブを支持するもの

- 2) —熱膨張による配管系の動きを拘束又は制御するもの
- 3) —機械振動、~~や~~衝撃、~~、~~地震、~~、~~風など等配管重量又は~~や~~膨張以外の原因で配管が移動又は振動することを制限するもの

810.2 配管サポートの設計

108.2.1 一般

配管サポート設計上の一般事項は、次による。

- a) —配管サポートは、810.1 に規定した荷重の合計で設計すること。また、次に掲げる事項のいずれにも該当しないサポート配置で設計する。
- 1) —本基準で許容される応力以上の配管系応力
 - 2) —配管系支持部材に生じる過大な応力
 - 3) —継手類からの漏えい洩
 - 4) —接続機器 (~~(~~ポンプ、タービン、バルブなど) ~~)~~ 等) にかかる過大な力及びモーメント
 - 5) —振動源との共振
 - 6) —配管系の可とう性を損なう過度の拘束
 - 7) —配管系の移動による支持装置からの配管系の離脱
 - 8) —排水勾配を必要とするスロープ 配管系における過大なたわみ
 - 9) —繰り返し熱サイクル条件下でクリープを生じる配管の過大なねじれ及びやたわみ
 - 10) —設計許容限界を超える極端な温度にサポートをさらす過大な熱の流れ
- b) —配管サポートに使用する材料の許容応力は、次による。
- 1) ~~スプリングの許容応力は、JIS B 2704-1(201809) コイルばね—第1部：圧縮及び引張コイルばね基本計算設計方法によること。~~
 - 12) —1) で規定するものを除き、サポートの構造部材の許容応力及び計算応力の制限は、64.1～64.5 ~~(ただし、64.1.1は除く。)~~ の規定に従うこと。
 - 23) —サポートに使用される溶接製配管部品の許容応力は、長手継手の効率を適用する必要はない。
 - 34) —ねじ込み部品及び支持部材の溶接部の許容応力は、25%減じること。なお、ねじ部の応力は、ねじの谷の断面積を基準にすること。
- c) —配管サポートに使用する材料は、次による。
- 1) —恒久的なサポートは、使用条件に適した材料で作らなければならない。板の曲げ半径（板厚の中心）が板厚の 2 倍未満になるように冷間加工した鋼材は、成型後に焼なまし又は焼ならしを行わなければならない。サポートは、使用条件に対して適切な耐久性のある材料であること。
 - 2) —材料の使用制限
 - 2.1) —~~铸铁は、ローラースタンド、ローラ、アンカ、ベース、ブラケット及び主として静的圧縮荷重を受ける支持部材以外に使用してはならない。~~
 - 2.2) —黒心可鍛铸铁又は球状黒鉛铸铁は、パイプクランプ、ビームク

ランプ、ハンガーフランジ、クリップ、ベース及びスイベルリング以外に使用してはならない。

—2.3) 木材及び低熱伝導率の材料は、配管の金属温度が常温未満で主として圧縮荷重を受ける支持部材以外に使用してはならない。

d) 使用するねじは、次による。

—1) ねじは、高荷重のもとで調整を容易にするために使われる特殊ねじを除いて、メートルねじを用いること。

—2) ターンバックル及び調整ナットは、全長にねじを切る。また、ねじの全長にわたり使用できる可能であるようにすること。

108.2.2 取付具

取付具の設計は、次による。

a) アンカ及びガイドの設計は、次による。

—1) アンカは、固定位置に配管を確実に固定するように設計しなければならない。

—2) 接続機器又は配管系の他の弱い部分を保護するため、配管の移動量を制限する場合したり、又はある部分の伸びを他のフレキシビリティのある部分に吸収させようとする場合にあってはアンカ又はガイドを設けること。

—3) アンカ及びガイドの設計は、108.1 a)に掲げる荷重の他に配管系の支持部における摩擦の影響を付加すること。

b) 伸縮継手のためのアンカ及びガイドの設計は、次による。

—1) ベローズ形又はスリップ式の伸縮継手に対するアンカは、次に示す力の代数和に耐えるように設計すること。

—1.1) 圧力スラストの大きさは、正常運転中に継手が受ける最大圧力に有効スラスト面積を掛けた積として得られる。スリップ式の伸縮継手の有効スラスト面積は、管の外径を用いて計算すること。ベローズ形伸縮継手の有効スラスト面積は、継手製造業者の推奨する面積とする。この情報が得られない場合は、ベローズの最大内径を用いて有効スラスト面積を計算すること。

—1.2) 計算された伸縮量に等しい量だけ、伸縮継手を伸縮するのに要する力

—1.3) 取付け位置から運転位置までの間で、管がその支持部上を移動するときの管の静止摩擦にうち勝つために必要な力（管の長さは、アンカと伸縮継手との間にある管の長さとする。）

—2) 取付具は、蛇行を避け、伸縮継手の真直ぐな軸方向の作動を保証するためにアンカと伸縮継手との間には適当な間隔でガイドを設けること。

c) アンカ及びガイド以外の非伸縮性サポートは、次に掲げるところに、よってより設計すること。

—1) ねじ込みハンガーロッドの安全荷重は、ねじの谷の断面積を基準に決定すること。管、チェーン、ストラップ又は棒でハンガーロッドと同等

の強度及び有効面積を有するものは、ハンガーロッドとして使用することができる可能である。

- 2) チェーンは、パイプハンガーとして用いることができる可能である。
 - 3) スライディングサポート(又はシュール)とブラケットは、支持する荷重に加えて支持部の摩擦による力に耐えるよう設計すること。なお、支持の寸法は、支持する管の計画移動量で決定すること。
 - 4) 取付具は、熱膨張及び収縮による配管系の移動を妨げない構造とすること。
- d) バリアブルスプリングサポートは、次に掲げるところによってより設計すること。
- 1) バリアブルスプリングサポートは、支持荷重とサポート自身の重量(サポート本体及び附属物の重量)に耐え得るよう設計すること。
 - 2) バリアブルスプリングサポートは、スプリングの偏心、座屈を防ぎ、スプリングに過大な応力が生じない構造とすること。
 - 3) バリアブルスプリングサポートは、配管系の移動量を表示する位置指示計を取付けること。
- e) コンスタントサポートは、次に掲げるところによってより設計すること。
- 1) コンスタントサポートは、計画移動範囲にわたり、本質的に支持力が一定になるように設計すること。
 - 2) カウンターウエイトサポートは、過大な移動量を防ぐためにストッパーを取付けること。錘は、ボルトで確実に固定するか、又は適当な箱の中に納めておかなければならない。チェーン、ケーブル、ハンガーロケットアーム及びカウンターウエイト荷重を配管にかけるのに用いる取付具は、108.2.2 c)の規定に従うこと。
 - 3) 一定の支持力を与えるために油圧シリンダを利用する装置を使用することが可能である。コンスタントサポートは、油圧等流体の圧力を利用する形式のものを使用することができる可能である。ただし、圧力機構に故障が生じたときの安全装置を取り付けなければならない。
- f) 振動による配管の動きを抑える必要のある箇所は、ブレース、防振ダンパーなど等を取付けるなければならない。

108.2.3 構造付属物

構造付属物の設計は、次による。

- a) 非一体形構造付属物の設計は、次に掲げるところによる。
 - 1) クランプを垂直配管系の支持のために用いる場合は、滑りを防ぐためにストッパーラグを管に溶接し、クランプの滑りを防ぐため管継手又はフランジの下に取付けること。
 - 2) 垂直配管系を支持するクランプは、配管、バルブ又はサポートの動きによる荷重の移動を考慮し、両腕支持タイプのクランプであっても片側で全荷重を受けることができる可能である設計としなければならない。
- b) 一体形構造付属物の設計は、次に掲げるところによる。

- 1) —配管の支持又はガイドの構成部材として用いられるプラグ、板、及び
アングルクリップなど等の一体形構造付属物は、溶接性のよい材料が用い
られており、かつ、使用温度及び荷重に耐えるような設計がされている
場合にあつては管に直接溶接してもよい。
- 2) —高温で使用する配管系に溶接する付属物は、管と付属物との間に有害
な伸び差が出ない構造としなければならない。
- 3) —溶接を行う場合、許容せん断応力は JPI-7S-77-201018 石油工業用プ
ラントの配管基準付属書 A の表 A-1 又は表 A-2 に示す基本許容引張応力の
0.8 倍とする。
- 4) —配管部分と付属品材質との間で許容応力値が異なる場合は、2 つの値
のうち、より小さい値を使用することとする。
- 53) —極端に大きな荷重を受ける一体形構造付属物は、付属物によって配管
部品に過大な局部応力が発生しないように設計しなければならない。

9—11 圧力放出配管の設置基準

圧力放出配管などの安全装置は、通商産業省告示第 291 号（昭和 50 年 8 月 1 日
付け）「製造施設の位置、構造及び設備並びに製造の方法等に関する技術基準の細
目を定める告示」第 7 条に基づき、常用の圧力が異なる区分ごとに設置する。

911.1 圧力放出配管の設置

- 圧力放出配管の設置の一般的な条件は、次による。
- a) —圧力放出配管は、曲がり避け、かつ、短い距離で屋外又は安全な場
所へ導くよう設置する。また、圧力放出配管に不当な応力（反力、熱応力
を含む。）が生じないように適切に支えなければならない。
- b) —圧力放出配管は、配管系本体に振動が生じないようにすること。
- c) —圧力放出配管の内径は、放出ガスを圧力損失なしに流出できるできる大き
さ可能であるものであるでなければならないこと。
- d) —圧力放出配管を共用する場合のヘッダーは、放出に影響を与えない十分な
容量のものとする。ただし、酸素と可燃性ガス、又は反応しやすい流体放
出管とを 1 本に集約しないこと。
- e) —圧力放出配管は、ドレン、雨水、雪、塵埃など等が侵入又は滞留しな
い措置を講ずること。
- f) —ガスと液（大気温度において凝縮する蒸気を含む。）との混合物からなる放
出ガスは適切な設備によってよりガスと液とを分離し、ガスのみを放出する
こと。
- g) —可燃性ガスを大気中に放出する場合は、次による。
 - 1) —可燃性ガスの放出は、火気を取り扱う場所又は発火性の物を堆積した
場所及びその付近以外の通風のよい大気中に導くこと。
 - 2) —大気に放出した際、発火する温度以上の可燃性流体は、それ以下の
温度に冷却するか又は発火しても安全な場所に導くこと。
 - 3) —直接大気放出を行う可燃性流体の圧力放出配管は、放出管をボンドで

接続してアースすることによってより静電気を除去する構造とすること。

h) —毒性ガスの放出は—、当該毒性ガスの除害の設備内に導くこと。

i) —ベントスタックの場合は—、コンビ則例示基準 38「ベントスタック」の規定によること。

911.2 フレアースタックの場合

高圧ガス設備及び圧力放出配管がフレアーラインに放出する場合は—、911.1 に従い—次のものとする。

a) —可燃性液化ガスの放出は—、適当な設備によってより液化分離したガスのみとする。

b) —腐食性のある可燃性ガス(大気温度において凝縮しないもの)を放出する場合にあっては—、腐食対策を講ずること。

c) —フレアースタックの位置—、高さ—、構造については—、コンビ則例示基準 39「フレアースタック」の規定によること。

911.3 貯槽の放出管の開口部の位置

放出管の開口部の位置は—、一般則例示基準 14「安全弁、破裂板及び圧力リリーフ弁の放出管の開口部の位置」、液石則例示基準 18「安全弁、破裂板の放出管の開口部の位置」及びコンビ則例示基準 8「安全弁、破裂板及び圧力リリーフ弁の放出管の開口部の位置」の規定に従い—次による。

a) —可燃性ガス又は特定不活性ガスの貯槽に設けた圧力放出管の開口部の位置は—、地盤面から 5m の高さ又は当該貯槽の頂部から 2m の高さのいずれか高い位置以上の高さであって—、周囲に着火源等(フレアースタック、加熱炉、分解炉、改質炉、ボイラー、非防爆形電気設備など等)で火気を使用するもの及び火気となるものをいう。以下同じ)のない安全な位置(放出したガスが拡散して当該ガスが爆発限界以下となる位置をいう。以下同じ)とすること。

b) —毒性ガスの高圧ガス設備、貯槽設備など等に設けた安全弁などの圧力放出管の開口部の位置は—、当該毒性ガスの除害の為の設備内とすること。

c) —第 7 条の 3 第 2 項、第 7 条の 4 第 1 項、第 2 項及び第 12 条の 2 第 2 項の圧縮水素スタンドの液化水素、圧縮水素の貯槽（蓄圧器を含む。）又は容器に設けた圧力放出管の開口部の位置は—、地盤面から 5m の高さ又は液化水素、圧縮水素の貯槽（蓄圧器を含む。）若しくは容器の頭頂部から 2m の高さのいずれか高い位置以上の高さであって—、敷地境界上の鉛直面及び放出管開口部の周囲の着火源等から 6m 以上離れた安全な位置とすること。

d) 一般則—第 8 条の 2 及び第 12 条の 3 の移動式圧縮水素スタンドの高圧ガス設備に設けた圧力放出管の開口部の位置は—、移動式圧縮水素スタンドの上部又は近接する建築物若しくは工作物（当該建築物又は工作物が火気を取り扱う施設である場合にあっては放出管から 8m 以内にあるもの、その他の場合にあっては 5m 以内にあるものをいう。）の高さ以上であって—、周囲に着火源等のない安全な位置とすること。

ee) —a)から及びdb)に掲げるもの以外の高圧ガス設備に設けた圧力放出管は—、

近接する建築物又は工作物(当該建築物又は工作物が火気を取扱う施設である場合にあっては放出管から 8m 以内にあるもの、その他の場合は 5m 以内にあるものをいう。)の高さ以上であって、周囲に着火源等のない安全な位置とする。

40—12 溶接

4012.1 溶接一般

配管の耐圧部分及び耐圧部分部に直接取り付け非耐圧部材の溶接は、4012.2 から 4012.10 までの規定に従って行わなければならない。

4012.2 溶接設計

4012.2.1 溶接設計の一般

溶接設計の一般事項は、次による。

- a) 突合せ溶接は、完全溶込みとする。
- b) すみ肉溶接は、次の場合に限る。
 - 3B 以下の差込み溶接式管継手の溶接
 - 差込み溶接形フランジの溶接
 - 分岐接続部の溶接
 - 耐圧部分部に直接取り付け非耐圧部材の溶接
- c) 長手継手は、突合せ両側溶接とする。

— ただし、曲がり部の二重管外管、補強バンドなどで実用的でない場合にあっては、片側突合せ溶接とすることが可能である。
- d) 裏当て又はインサートリングは、4012.2.2 の規定に従って使用することが可能である。
- e) 裏当て金を残す突合せ片側溶接及びすみ肉溶接は、腐食、摩耗などが予期される場合並びに温度変化及び荷重条件による繰り返し応力が著しい場合には、使用しない。

4012.2.2 突合せ溶接継手の開先

突合せ溶接継手の開先は、次による。

- a) 継手部の基本的な形状は、図 4012.1 によることとし、溶接施工要領書(WPS)など等によって定める。

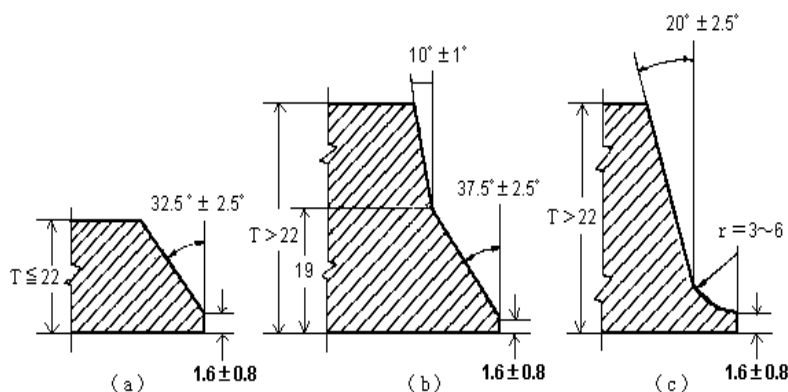


図 4012.1 - 突合せ継手の基本的開先形状

- b) 厚さの異なる部材を突合せ溶接するときは、厚い方の部材の溶接端を薄い方の部材にそろえるように削る。厚さの相違による合せ面の段差が、外面で 4mm、内面で 3mm（溶接部の溶込みが十分に得られる段差が 3mm 未満の場合にあっては、当該段差の距離）を超えるときは、溶接端を 1/3 以下の勾配に削る（図 4012.2 参照）。特に、バルブ、フランジ、管継手等々の溶接端の厚さは、溶接する管の厚さより厚い場合が多い。一方の厚さが他方の 1.5 倍以上ある不等厚継手の場合は、図 4012.3 のようにする。

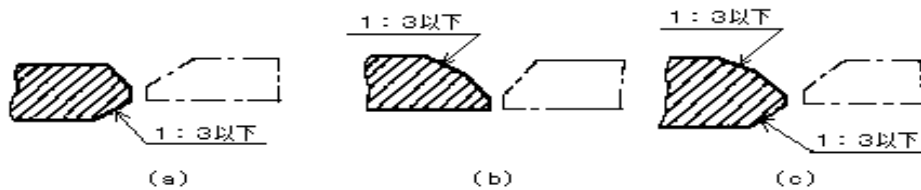


図 4012.2 - 厚さが異なる場合の溶接端の形状

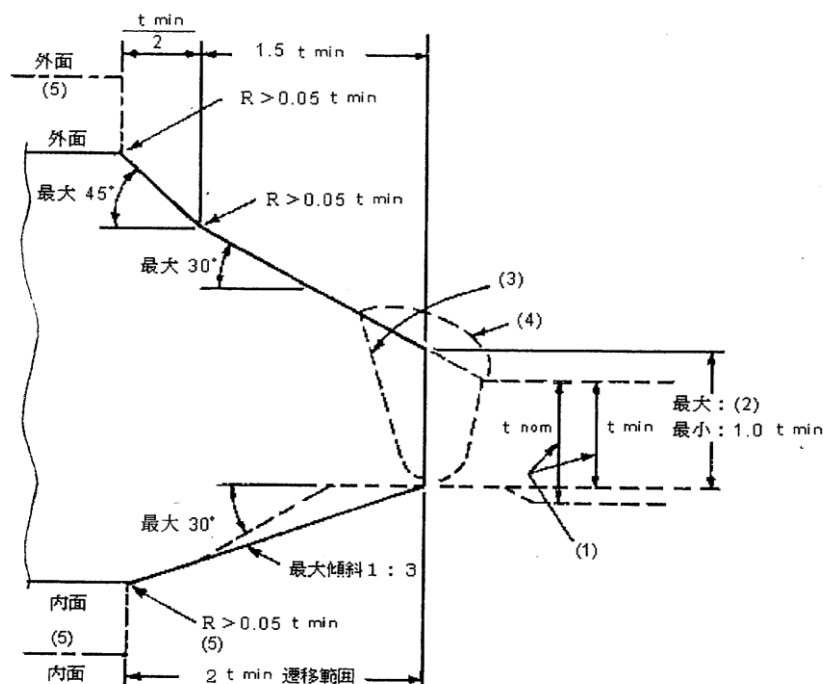


図 12.3 - 不等厚継手の開先形状

- 注(1)— $t_{\min}$ の値は、次のいずれかにする。
- a) — 管の購入仕様最小厚さ
 - b) — スケジュール管の呼び厚さから、負側の最大公差 12.5% を差し引いた値
 - c) — 管以外の配管部品と配管部品とを溶接する場合は、それぞれの購入仕様の最小厚さのうち、薄いものの値
- (2) 部品端での最大厚さは、次のによる。
- a) — 最小厚さ基準で購入のものにあつては、 $t_{\min} + 4\text{mm}$ 又は $1.15 t_{\min}$ のいずれかのうち、厚いものの値
 - b) — 呼び厚さ基準で購入のものにあつては、 $t_{\text{nom}} + 4\text{mm}$ 又は $1.10 t_{\text{nom}}$ のいずれかのうち、厚いものの値
- (3) 図 120.1 突合せ継手の基本的開先形状による。
- (4) 余盛の高さは、適用規格において許容される範囲内で勾配切削面から突き出してもよい。
- (5) 最大傾斜線が、遷移範囲($2 t_{\min}$)内で管内面及び管外面まで達しない場合は、最大傾斜線又は $0.05 t_{\min}$ 以上の半径の円を用いて図の一点鎖線のように仕上げる。

図 10.3 — 不等厚継手の開先形状

- c) 裏あてを用いる突合せ溶接継手は、次による。
- 1) 裏あて金の材質は、一般に、原則として母材と同種の材質とする。
 - 2) 裏あて金を用いる突合せ継手の一般的な形状は、図 4012.4 による。
 - 3) 母材と異なる材質の裏当て金、非金属製の裏当て金及び非鉄金属製の裏当て金を用いて溶接を行うときは、溶接施工法試験で確認したものでなければならない。

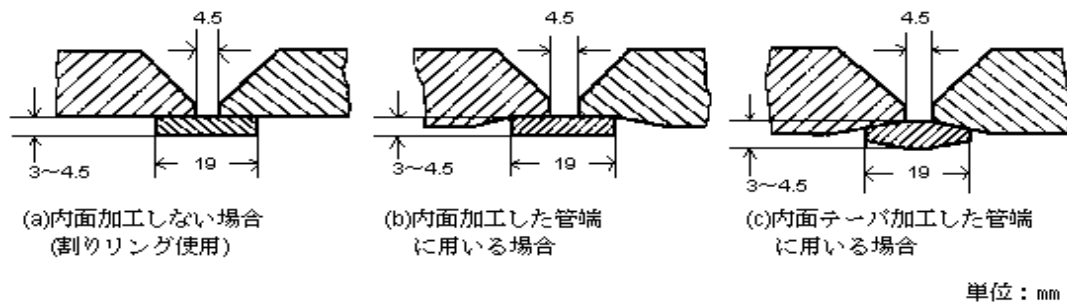


図 4012.4 - 裏当て金を用いる一般的な形状

- d) インサートリングを用いる突合せ溶接継手は、次による。
- 1) インサートリングを用いる場合は、開先形状をインサートリングの形状に合うよう機械加工する。
 - 開先内面を削る場合は、削られた部分の厚さが必要最小厚さ未満となつてはならない。
 - 2) インサートリングは、溶接施工法試験で確認したものでなければならない。

4012.2.3 すみ肉溶接

すみ肉溶接は、次による。

- a) すみ肉溶接の形状及び寸法は、図 4012.5 a)及び b)による。
- すみ肉溶接部は、設計上必要など厚(図 4012.5 a)及び b)の理論のど厚をいう。又は脚長を有したもので、溶接止端が滑らかな断面形状のものでなければならない。

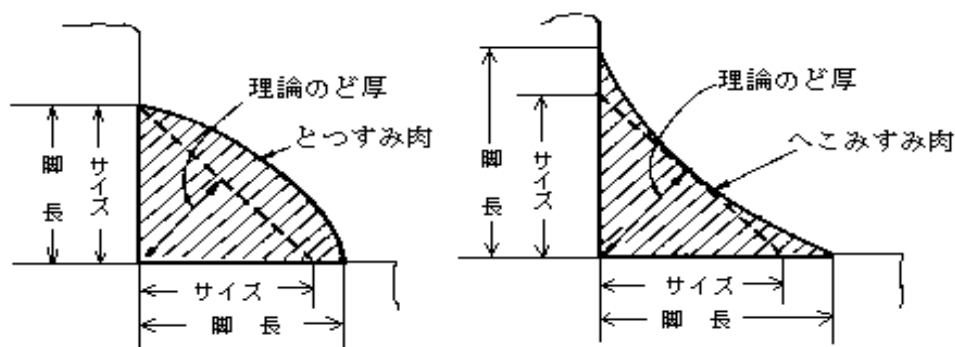


図 4012.5 a) - 等脚すみ肉溶接

改訂版

——注記(注) 等脚すみ肉溶接のサイズは、内接する最大直角二等辺三角形の直角を挟む辺の長さをいう。 (理論のど厚=0.707×サイズ)

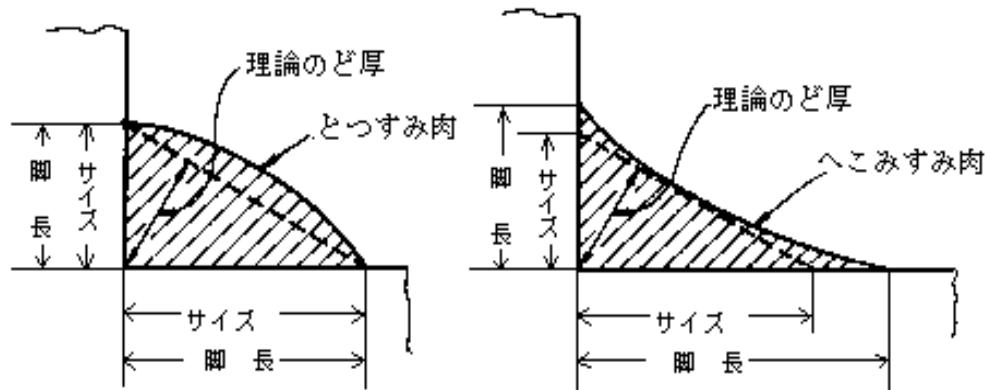


図 4012.5 b) - 不等脚すみ肉溶接

——注記 (注) 不等脚すみ肉溶接のサイズは、断面に内接する最大直角三角形の直角を挟む二つの辺の長さをいう。

b) 差込み溶接式フランジのすみ肉溶接の基本的な寸法は、図 4012.6 の寸法以上とする。

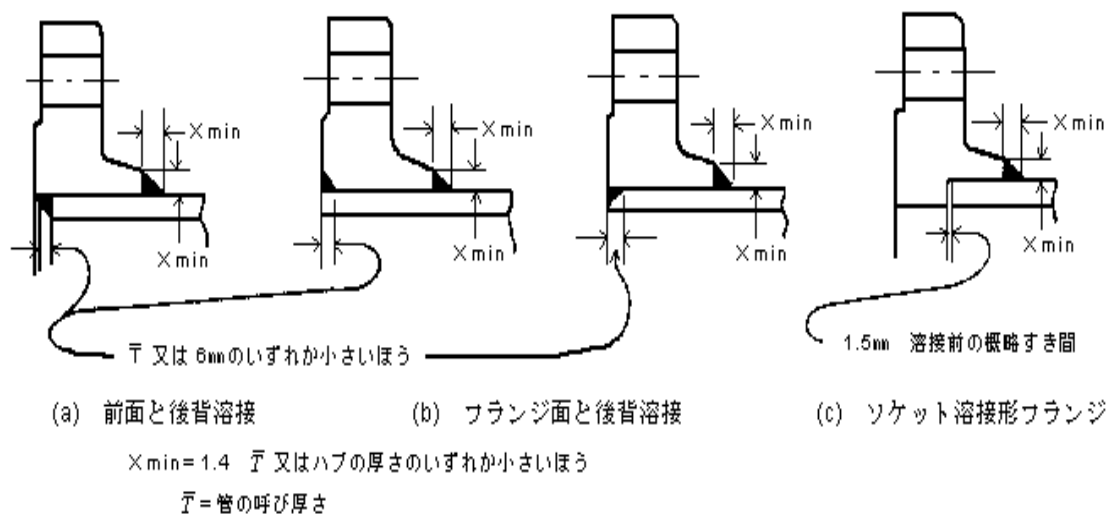


図 4012.6 - 差込み溶接式フランジのすみ肉溶接詳細

c) 差込み溶接式管継手のすみ肉溶接の基本的な寸法は、図 12.7 の寸法以上とする。

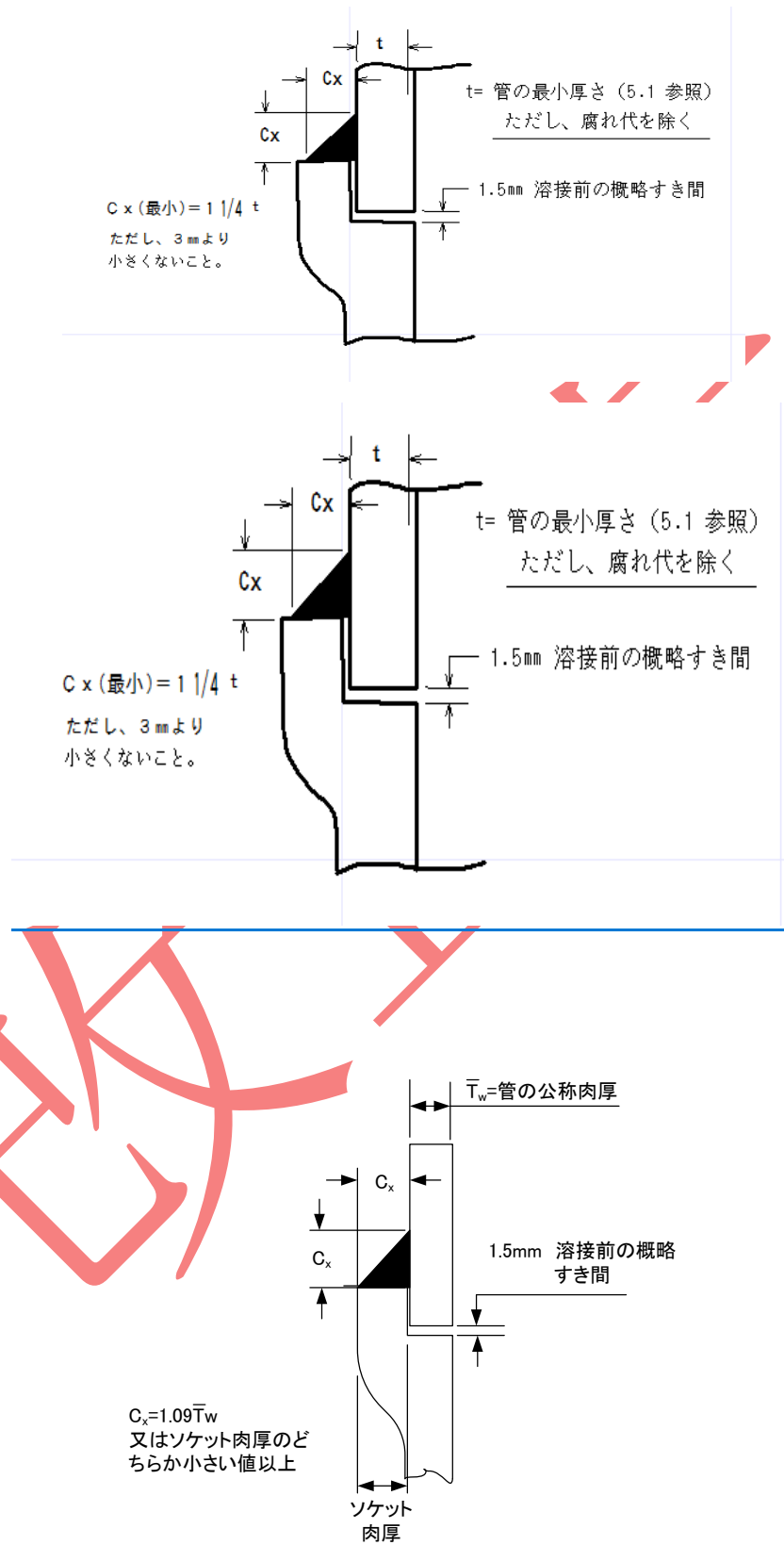


図 12.7 - 差込み溶接式管継手のすみ肉溶接詳細

12.2.4 漏れ止め溶接

ねじ込み継手の漏れ止め溶接を行う場合は、露出したねじ部は全て溶接で覆うものとする。

12.3 溶接施工前の条件

12.3.1 溶接施工要領書

耐圧部分及び耐圧部分に直接取付ける非耐圧部分の溶接は、前もって全ての継手の溶接方法を規定した溶接施工要領書を作成し、施工する。なお、溶接施工要領書に規定する溶接方法は、12.3.2に規定する溶接施工法確認試験によって確認されていなければならない。

12.3.2 溶接施工法確認試験

12.3.1に規定する溶接施工要領書は、JIS B 8285 圧力容器の溶接施工方法の確認試験、又はこれと同等と認められる溶接施工法確認試験によって、あらかじめ確認された溶接方法でなければならない。なお、溶接施工法確認試験は、溶接施工法確認試験記録(PQR)として記録すること。

12.3.3 溶接施工管理者

溶接施工管理は、(一社)日本溶接協会が認証する WES 8103 溶接管理技術者認証基準の2級以上の有資格者又はこれと同等以上の能力を有するものが行うこと

12.3.4 溶接技能者

配管の溶接技能者は、次に定めるところによる。

a) 手溶接士及び半自動溶接士は、溶接方法、材料の種類、寸法及び溶接姿勢に応じて下記の規格に基づく資格認証を受けた者又は同等以上の技術を有した者とする。

- 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 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
- 3) 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
- 4) 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
- 5) 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
- 6) JPI-7S-31 溶接士技量検定基準

b) 自動溶接を行う溶接作業者は、実際の工事で使用される自動溶接法、溶接機器、溶接材料及び母材に十分習熟した者とする。

10.3 溶接施工法確認試験及び溶接施工者の資格条件

10.3.1 溶接施工法確認試験

溶接施工法確認試験は、JIS B 8285(2010) 圧力容器の溶接施工方法の確認試験又はこれと同等と認められる規定に従い、あらかじめ溶接施工法確認試験を行い、当該規定の要求を満たすものでなければならない。その試験の結果は、溶接施工法確認試験記録(PQR)として記録しなければならない。

10.3.2 溶接施工者の資格条件

配管の溶接施工者は、次に定めるところによる。

a) 手溶接士及び半自動溶接士は、溶接方法、材料の種類、寸法及び溶接姿

勢に応じて下記資格を有する者又は同等以上の技術を有した者とする。

- 1) JIS Z 3801(19972018) 手溶接技術検定における試験方法及び判定基準
- 2) JIS Z 3821 JIS Z 3821(201801) 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
- 3) JIS Z 3841(20181997) 半自動溶接技術検定における試験方法及び判定基準
- 4) JIS Z 3811(2000)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
- 5) JIS Z 3805(20221997) チタン溶接技術検定における試験方法及び判定基準
- 6) JPI 7S-31(202107) 溶接士技量検定基準(石油工業関係)

b) 自動溶接を行う溶接作業者は、実際の工事で使用される自動溶接法、溶接機器、溶接材料及び母材に十分習熟した者とする。

4012.4 溶接材料

40.4.1 電極と溶加材 消耗インサートを含む溶接電極及び溶加材は、JIS 又は ASME BPVC.II.C, BPVC Section II-Materials-Part C-Specifications for Welding Rods, Electrodes, and Filler MetalsASME BPV 規格 Section II Part C の規定に従うものとする。ただし、上記要求を満足しない電極又は溶加材は、WPS を作成し、その WPS に従って ASME Section IX の要求に従って認証された溶接士であれば、使用しても良い。設計者によって他に規定されなければ、使用される溶接電極及び溶加材は以下を満足する溶接金属を生成しなければならない。

- a) 溶接金属の公称引張強さは、母材の規定最小引張強さ以上でなければならない。強さの異なった金属が溶接される場合は、弱い方の金属の規定最小引張強さ以上でなければならない。
- b) 溶接金属の公称化学成分は、母材の主要合金成分と同等でなければならない（例えば、2- 1/4 Cr -1Mo 鋼は、2- 1/4 Cr-1Mo 溶加材を使用して溶接しなければならない。）
- c) 化学成分の異なった金属が溶接される場合、溶接金属の公称化学成分は二つの金属に同等か、その中間でなければならない。ただし、次以下に規定するオーステナイト鋼とフェライト鋼とを溶接する場合を除く。
- d) オーステナイト鋼とフェライト鋼とを溶接する場合、オーステナイト組織が優勢でなければならない。
- e) 非鉄金属の場合、母材となる非鉄金属の製造者又はあるいは協会のリコメン
ドを得る。

溶接材料は、JIS 規格、ASME 規格等で規定されたもので、溶接施工法確認試験において確認した溶接材料と同一区分のものとする。

4012.5 溶接施工

4012.5.1 溶接施工要領書

溶接の施工は、前もって溶接継手の種類毎に作成した溶接施工要領書(WPS)に
基づいて施工しなければならない。この溶接施工要領書の溶接方法は、4012.3.24
に規定する溶接施工法確認試験によってより確認されていること必要がある。

4012.5.2 溶接施工管理

—溶接接施工管理は、十分な経験及び知識を有する溶接管理者によって行うこと。

4012.5.3 溶接一般要求事項

溶接施工の一般要求事項は、次による。

- a) 仮付けは、次による。
 - 1) 継手内の仮付けは、一般に、原則として本溶接の初層部に適用する溶接法、溶接材料及び溶接士によって行う。
 - 2) ジグなど等の取付け溶接は、母材に欠陥その他の有害な影響を与えないような取付け位置、溶接法、溶接材料及び溶接条件で行う。
- b) 本溶接で予熱が必要なものは、仮付け溶接についても溶接施工要領書に従って予熱を行う。予熱の詳細は、4315.2 による。
- c) 突合せ溶接継手部は、溶接の全長にわたって溶込み不良、割れなど等の欠陥がなく、余盛りは滑らかに盛り上っていないなければならない。また、アンダカット、オーバーラップ、スラグ巻き込み、ブローホールなど等の有害な欠陥があってはならない。
- d) 突合せ片側溶接部の裏側（内面）は、溶込みが十分で、有害な欠陥がなく、かつ、著しい形状不良があってはならない。
- e) 差込み溶接のすみ肉溶接継手部は、必要など厚又は脚長を有し、著しいつつ形その他大きな応力集中の原因となるような形状不良がないようにしなければならない。
 のど厚又は脚長の過大は好ましくないが、形状をなだらかにするために脚長を大きくすることは差し支えない。
- f) 必要と認められる場合には、溶接継手部をグラインダなどで滑らかに仕上げる。

4012.5.4 芯出し及び溶接前の継手の状態

芯出し及び溶接前の継手の状態は、次による。

- a) 溶接のための配管部材の芯出しは、直径、厚さ及び真円度について適用規格で定められた公差の範囲内で正確に行う。
- b) 芯出しした継手は、その継手の溶接が完了するまで配管部材が移動しないよう保持する。
- c) 継手部の形状及び寸法は、図面、溶接施工要領書など等によって定められたものでなければならない。
- d) 開先面及びその近傍部分は、溶接に有害な水分、塗料、ごみ、さび、溶けかす、その他異物など等を除去する。
- e) 突合せ溶接継手の食違いは、次に掲げる値を超えないものとする。ただし、片側突合せ溶接の内面食違いは、十分な溶込みが得られる範囲内の食違い量とする。なお、裏あて金を使用する場合、インサートリングを用いる場合及び管端の内面を機械加工で合わせる場合は、次に掲げる食違い量を適用しない。

—————((母材の厚さの区分)) ——— ((食
違い量))

—————厚さが 8mm 以下のとき 2mm

—————厚さが 8mm を超え 20mm 以下のとき 厚さの
25%

—————厚さが 20mm を超えるとき 5mm

f) — 食違いの修正のために開先部分を図 4012.8 のように削る場合には、削られ
た部分の厚さが必要最小厚さ未満となつてはならない。

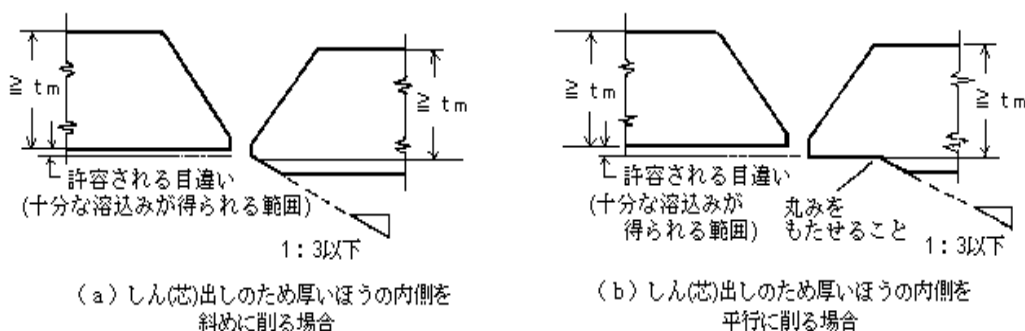


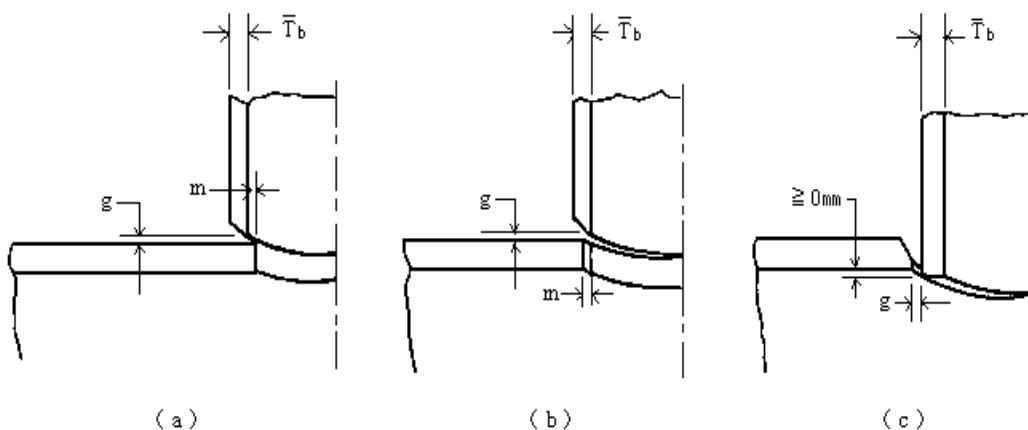
図 4012.8 - 食違いのある管の削り方

4012.6 溶接分岐接続部

溶接分岐接続部は、次による。

a) — 補強材付き及び補強材のない場合の分岐接続部の溶接開先は、図 4012.9 に
よる。

— なお、実際の分岐接続部の溶接開先は、材質、寸法及び使用目的に応じ
て、適切な溶接開先を図面、溶接要領書などに定めること。

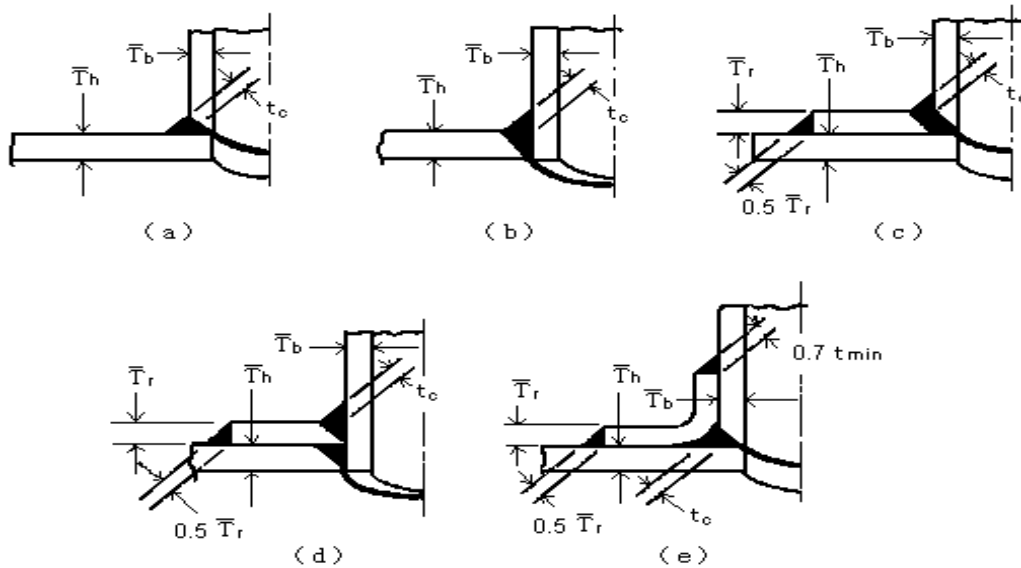


開先角度 α 、ルート間隔(g)、ルート高さは WPS による。

m : 3.2mm 又は $0.5 \bar{T}_b$ のいずれか小さい値

図 4012.9 - 分岐接続部の開先詳細 (例)

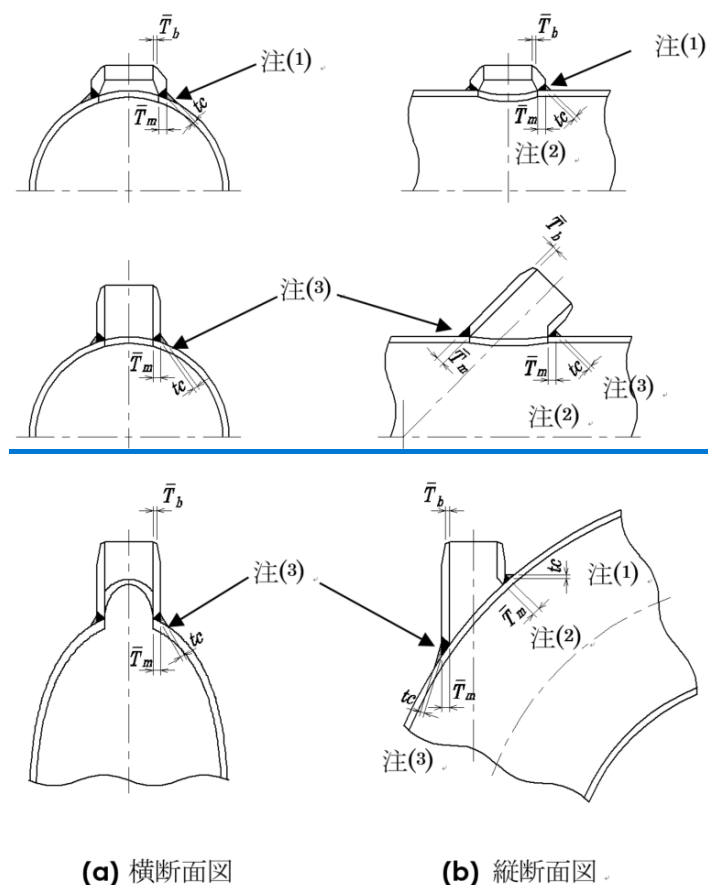
b) 分岐接続部の製作に用いられる溶接継手は、図 4012.10 による。



t_c = $0.7 \bar{T}_b$ 又は 6mm のいずれか小さいほう
 $\bar{T}_b$ = 分岐管の呼び厚さ
 $\bar{T}_h$ = 主管の呼び厚さ
 $\bar{T}_r$ = 補強板又はサドルの呼び厚さ
 t_{min} = $\bar{T}_b$ 又は $\bar{T}_r$ のいずれか小さいほう

ここに示した寸法は容認される最小溶接寸法であり、それ以上の寸法としてもよい。

図 12.10-分岐取付け溶接部の詳細 (代表例)

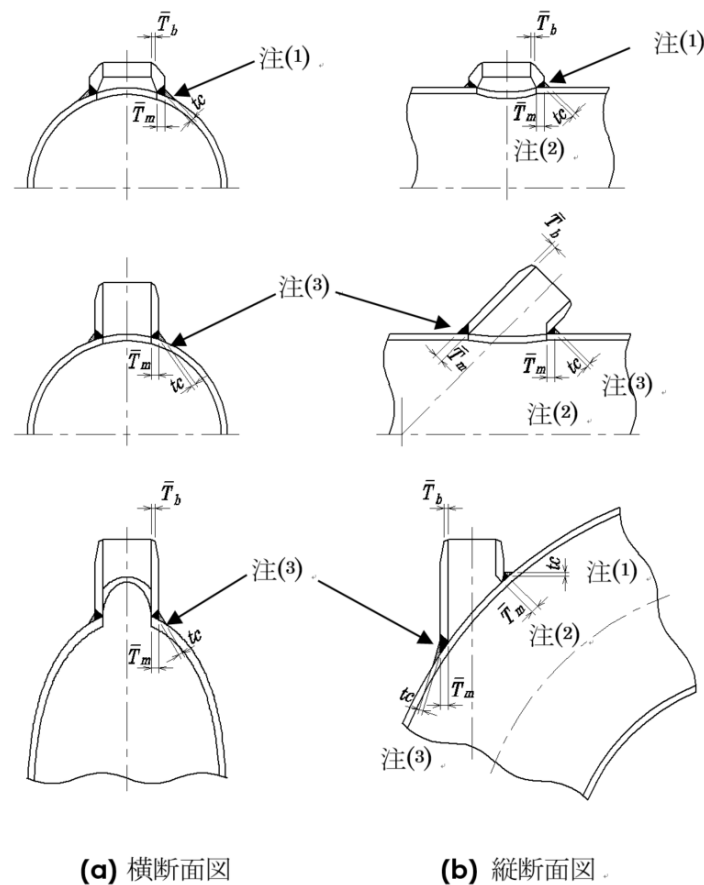


一体補強形分岐管継手の一般的注意事項：溶接は 24.5.4(i) の規定に従う。

図 10.10 分岐取付溶接部の詳細(例)

- c) 分岐管 (特別に作られた補強材と一体形の分岐管を含む。) を本管の外表面に載せる場合又は本管に挿入する場合には、本管に正確な寸法の穴をあけ、分岐管は本管の開口部の形状に合わせて継手部を加工して、完全溶け込みの突合せ溶接によって取り付けられる。(図 4012.10 参照)。
- d) 補強材を本管及び分岐管に取り付ける溶接は、次による。
- 1) 補強材と分岐管とを完全溶込みの突合せ溶接で接合する場合は、 t_c 以上の最小のど厚のすみ肉溶接で補強する。補強材の外周と本管とをすみ肉溶接で接合する場合は、 $0.5 t_r$ 以上の最小のど厚とする(図 4012.10(c)、(d)参照)。
 - 2) 補強材と分岐管とをすみ肉溶接で接合する場合(図 4012.10(e)参照)は、 $0.7 t_{\min}$ 以上のど厚とする。また、分岐管と本管とを接合する突合せ溶接は、図 4012.10(a)に準じ、補強材の外周と本管とを接合するすみ肉溶接は、図 4012.10(b)に準じる。
- e) 補強材には、分岐管の中心を通る本管の軸線上に知らせ穴を設ける。
- f) 主管の外表面に完全溶け込みの開先溶接により取り付けられる代表的な JPI-7S-84

石油工業用鋼製ボス、ブランチアウトレット及びプラグの一体補強型分岐管継手を図 12.11 に示す。溶接はすみ肉ののど寸法が t_c より大きくなるように行う。すみ肉溶接は、主管又は附属品の取付け溶接部が滑らかになるように盛る。



T_m = 継手メーカー又は設計者により指定された一体補強型分岐管継手の公称肉厚、JPI-7S-77 石油工業用プラントの配管基準の 4.7.2 の規定に基づき計算されたもの
 一体補強形分岐管継手の一般的注意事項：溶接は 12.6 f) の規定に従う。

図 12.11 - 一体補強形分岐取付け溶接部の詳細 (例)

4012.7 切断及び開先加工

4012.7.1 切断

切断の方法は、次による。

- 分岐管など等の不規則な形状の切断が必要な場合は、型板など等を使用して切断する。
- 管の切断には、一般に、原則としてパイプカッター又は高速切断機など等の機械切断機を用いる。
- 大径管など等の場合で、機械切断が適当でない場合は、次による。
 - 炭素鋼鋼管及び低合金鋼鋼管は、自動又は手動のガス切断による。
 - ステンレス鋼鋼管は、パウダー切断、プラズマアーク切断、イナートガスアーク切断、レーザービーム切断又はアークエアガウジングによる。

4012.7.2 開先加工

開先加工は、次による。

- a) 開先加工は、一般に、原則として機械加工による。機械加工が適当でない場合には、120.7.1 の加工方法によるものとするが、必要に応じて加工面の仕上げを行い、適正な開先面を作らなければならない。
- b) ガス切断で開先加工を行うときは、開先面を正しくかつ平滑になるようにガス切断面をグラインダなど等で仕上げを行う。
- c) 開先面及びその近傍は、さび、油、塗料、スケールなど等の溶接に有害な付着物がないように洗浄する。

102.8 付属品溶接部

付属構造物の溶接には完全溶込み、部分溶込み、又はすみ肉溶接のいずれかが適用される。低エネルギーコンデンサー放電式溶接法は、一時的な付属物の溶接（例えば熱電対）及び P-No.1 (ASME BPVC.IX, BPVC Section IX-Welding, Brazing, and Fusing Qualifications の P 番号を指す。以下同じ。) から P-No.5B までの材料による、10℃以上の予熱のない場合、もしくはその後の溶接後熱処理を必要としない場合の恒久的に取り付ける非強度付属物に対して、次の下記条件によってより使用してよい。

a) 溶接施工要領書

低エネルギーコンデンサー機器、接合材料の組み合わせ、及びおよびアプリケーションの技術の説明の記載があり、溶接施工法の確認を必要としない。

b) 溶接の放出エネルギーは 125W-sec 以下であること。

c) P-No.5A 及び P-No.5B 材料における、炭素含有量は 0.15%以下であること。

d) 熱電対を取り除いた後に、該当部位に修理の必要な欠陥がないか、目視試験検査をする。

備考：

供用中の欠陥などにあつては、次以下の規格が参考となる。

WES 7700-1 圧力設備の溶接補修 第1部：一般

WES 7700-2 圧力設備の溶接補修 第2部：きず除去と肉盛溶接補修

JPI-8R-16 溶接補修

4012.98 欠陥の補修

欠陥の補修は、次による。

- a) 補修を必要とする溶接部の欠陥は、ガス、アークエアガウジング、グラインダ、たがね、機械切削など等を用いて完全に取り除き、必要な場合には補修溶接を行う。
- b) 補修溶接は、4012.3.24 の溶接施工法試験で確認された溶接施工要領書に従い、4012.3.42 の有資格者が行わなければならない。
- c) ガス又はアークエアガウジングを用いる場合には、材料の硬化性を考慮し

て、必要なときには予熱を行う。

- d) 補修後の溶接部は、溶接施工要領書などで定められた非破壊試験、熱処理、検査などを原則として行うこと。

4012.910 熱処理

熱処理は、箇条 4315 の熱処理による。

4012.1140 天候条件など等

天候条件など等による溶接制限は、次による。

- a) 降雨、降雪、強風、寒冷、暑熱、多湿など等の条件が溶接に悪影響を及ぼすおそれがある場合は、溶接を行ってはならない。ただし、条件に対して有効な措置を講じたときは、この限りではない。
- b) 気温が 0℃以下の場合は溶接を行わない。ただし、4315.2.1 に従って予熱するときはこの限りではない。

44—13 ろう付

4413.1 ろう付作業

ろう付作業は、次による。

- a) ろう付作業は、JIS Z 3621(1992) ろう付作業標準による。
- b) ろう付方法は、次以下の種類のうちから母材の材質、形状、寸法及び用途に適する方法を選ばなければならない。
- 1) トーチろう付方法
 - 2) 炉内ろう付方法
 - 3) 誘導加熱ろう付方法
 - 4) 抵抗ろう付方法
 - 5) ディップろう付方法
- c) ろう付継手の隙間は、毛細管現象によって、ろうが広く分布するようにできる可能なだけ狭くする。ろう付継手の強さは隙間が増加するにつれて低下する傾向にあるので、ろう付を行う部品の継手の設計に当たっては、ろう付施工の試験を行って適切な継手の隙間を確認しなければならない。
- ろう付継手の隙間は、母材の熱膨張を考慮し、ろう材及び母材の種類によって、適切な継手の隙間寸法に保持しなければならない。ろう材及び母材の種類ごとによる継手の隙間寸法は、表 4413.1 による。

表 4413.1 - ろう付温度における隙間の参考値

単位 mm

ろう材	母 材		
	銅	銅合金	炭素鋼及び合金鋼
銅ろう	—	—	0.05 以下
黄銅ろう	0.07～0.38	0.07～0.33	0.05～0.25

りん銅ろう	0.05～0.25	0.07～0.38	—
銀ろう	0.05～0.38	0.05～0.38	0.02～0.15

4413.2 ろう付継手の試験

4413.2.1 ろう付施工法の確認

製作者は、 ろう付継手の品質について責任を有しているため、 あらかじめろう付施工法試験を行い、 ろう付方法の適正を確認すること。

ろう付施工法の確認は、 ろう付方法の区分（(4413.1 b)参照）に応じて、 [ASME BPVC.IX, BPVC Section IX-Welding, Brazing, and Fusing Qualifications](#) ~~ASME Boiler and Pressure Vessel Code Sec.IX "Welding, Brazing, & Fusing Qualifications"~~ に準じた方法に によって 行うこと。

4413.2.2 ろう付作業者の技量の確認

製作者は、 ろう付作業者の技量試験を行い、 ろう付作業者の技量を確認すること。

ろう付作業者の技量の確認は、 ろう付方法の区分（(4413.1 b)参照）に応じて、 [ASME BPVC.IX, BPVC Section IX-Welding, Brazing, and Fusing Qualifications](#) ~~ASME Boiler and Pressure Vessel Code Sec.IX "Welding, Brazing, & Fusing Qualifications"~~ 又は同等以上の方法に によって 行うこと。

4413.3 検査

製作者は、 次の検査を行うこと。

- a) ろう付作業者が、 ろう付作業者技量試験に合格した者であることを確認する。
- b) 各種のろう付継手のろう付け方法は、 ろう付施工法試験に合格した方法であることを確認する。
- c) ろう付継手は、 次の外観検査を行う。
 - 1) できる 可能な限り、 フラックス残留物を除去した後、 継手の両面を目視に によって 検査を行う。閉鎖部継手のように片側のみしか検査できない場合は、 ろうが前もって継手内に配置されたことを確認するほか、 設計上継手効率が適切であることを確認する。
 - 2) ろうがすきまに浸透したことを確認する。
 - 3) ろうに割れがある場合は補修する。
 - 4) ろう付部に隣接する母材に割れがある場合は、 補修を行わず廃却する。
 - 5) 目視で確認 できる 可能なピンホール又は開口部欠陥は不合格とし、 補修する。
 - 6) 粗雑なフィレット、 特に凹みのあるものは補修又は廃却する。

42—14 曲げ加工及びと部品の成形

4214.1 管の曲げ加工

管の曲げ加工は、次による。

- a) 管の曲げ加工は、57.5.2 の規定を満足するように行う。
- b) 管の曲げ加工は、冷間曲げ又は熱間曲げのいずれかの方法による。
- c) 管の曲げ加工は、なるべくパイプベンダーを使用して冷間で行う。
- d) 管の熱間曲げは、材料の特性、用途及び溶接後熱処理に見合った温度範囲で行う。この場合、フェライト鋼では、その遷移温度範囲より高い温度で行う。なお、遷移温度範囲より低い温度の加熱による曲げ加工は、冷間曲げとみなす。

4214.2 成形

配管部品の成形は、次による。

- a) 配管部品は、材料の特性及び用途に適した方法ならば、熱間又は冷間のプレス、圧延、鍛造、ハンマリング、すえ込み、引き抜きなど等の方法で成形を行う。
- b) 熱間成形は、材料の特性、用途及び溶接後熱処理に見合った温度範囲で行う。

4214.3 曲げ加工又は成形後の熱処理

管の曲げ加工又は配管部品の成形を行ったときは、必要に応じて熱処理を行う。熱処理は、一般に原則として 4315.4 の規定によるが、材料特性、用途及び曲げ加工の条件によっては 4315.4 の規定にかかわらず、あらかじめ定められた適切な熱処理条件による。

- a) 表 4315.2 による母材の区分の P-3、P-4、P-5A、P-5B、P-6 又は P-10 の材料を熱間曲げ又は熱間加工した場合は、熱処理を行わなければならない。
- b) 次の場合には、冷間曲げ又は冷間成形の後に熱処理を行わなければならない。
 - 1) P-1 から P-6 までの材料で、曲げ又は成形後の計算最大伸びが材料の伸びの規格値の 50% を超える場合。ただし、材料と加工方法との組み合わせが加工後に最大伸びひずみの部分でさらに 10% 以上の伸びを示すことが確認されているときはこの限りでない。
 - 2) 設計条件から必要と考えられる場合
 - 3) 衝撃試験された材料を用い、かつ、加工による最大伸びの値が 5% を超える場合

43—15 熱処理

4315.1 熱処理一般

4315.1.1 熱処理の目的

予熱、後熱、溶接後熱処理など等の熱処理は、溶接中の高温及び著しい温度勾配による悪影響を防止又は除去するために行われる。また、曲げ及び成形加工の作業で生じた残留応力を除去するためにも行われる。

4315.1.2 加熱及び冷却の方法

熱処理のための加熱は、密閉炉、局部燃焼加熱、電気抵抗、電気誘導、発熱化学反応など等の適切な方法で行い、加熱の設備は、所定の加熱速度、要求される保持金属温度までの昇温及び加熱中の金属間温度差の均一性を得るための温度管理ができる可能であるものでなければならない。冷却は、炉冷、空冷（熱又は保温材の使用による局部温度管理を行う方法）又はその他の方法で行い、所定の冷却速度が得られるものでなければならない。315℃以上の場合、加熱及び冷却速度は、1 時間当たり 335℃を T/2 インチで除した値を超えてはならない。ただし、1 時間当たり 335℃/hを超えないこととする。P-番号7、P-10I、P-11A、及び P-62 の材料において、冷却速度は表 15.2 表 26.4.1 の注記を参照すること。

4315.2 予熱

4315.2.1 予熱一般

溶接部の予熱は、必要の有無、予熱温度及び温度管理の方法を溶接施工要領書に定めておかなければならない。予熱温度は、溶接施工法試験で確認しておかなければならない。

なお、本章の規定及び推奨事項は、突合せ溶接、すみ肉溶接（付属品の取付けを含む）、ソケット溶接、仮付け溶接など等に適用する。P 番号の材料における最低予熱温度の規定値と推奨値は、表 4315.1 による。ただし、大気温度が 0℃未満のときは、表 4315.1 の推奨値を規定値とする。なお、表 4315.1 に規定していない材料の予熱温度の規定値は、溶接施工要領書に定めておかなければならない。

4315.2.2 異種金属溶接の際の予熱

予熱温度が異なる異種金属を溶接するときは、表 4315.1 の双方の母材の予熱温度のうち、予熱温度が高い金属の温度を適用すること。

4315.2.3 予熱の範囲及び温度の確認

予熱は、溶接線のみではなく溶接線の近傍を含めてできるだけ温度が均一になるように行わなければならない。予熱範囲は溶接の各縁から 75mm 以上又は呼び厚さの 1.5 倍以上の範囲で、規定温度以上でなければならない。タック溶接の場合、溶接の、溶接線の各縁から少なくとも 25mm 以上の範囲で、規定温度以上でなければならないの幅に広がっていないなければならない。なお、温度指示クレヨン、熱電対温度計その他の適切な方法で、溶接施工要領書で定められた温度が溶接前及び溶接作業中に保持されていることを確認しなければならない。

4315.2.4 溶接の中断

溶接を中断する場合は、配管への有害な影響を防ぐために冷却速度を制御するか、その他の手段を施さなければならない。溶接を再開する前に、溶接施工要領書に規定する予熱を行わなければならない。

P-番号 P-3, P-4, P-5A, P-5B 及び P-6 の場合、最低予熱温度は PWHT が完了するまで保持する。ただし、次以下の条件を全て満たす場合を除く。

a) 少なくとも 10mm か、溶接開先の 25%以上の溶接を完了すること。（溶接

部を移動させたり、荷重を加えるなどの場合、溶接部に過度な応力が発生しないように十分にサポートを設置する。) 冷却する前に溶接部の表面がなめらかで不連続部のないようにする。

- b) P 番号 P-3, P-4 及びおよび P-5A 材料の場合、ゆるやかに徐冷してもよい。
- c) P 番号 P-5B 及びおよび P-6 材料の場合、冷却速度を制御した中間熱処理を行わなければならない。中間熱処理なしで、ルート検査を行う場合には予熱温度を 95°C (最小) まで減じることが可能である。低水素系溶接棒、拡散性水素がグレード H4 (4ml/100g 以下) より上の溶加材、若しくは水素発生源となる物質の混入防止が適切に行われた溶加材の採用によって、P-P 番号 5B 材料の中間熱処理を実施しなくてもよい。ただし、母材表面はごみなどの汚染物がないこと。
- d) 冷却後及びおよび溶接が再開する前に目視試験検査を行い、亀裂が発生していないことを確認する。
- e) 溶接を再開する前に、規定する予熱を行わなければならない。

4315.2.5 パス間温度

材料、溶接施工法及び使用条件から必要と認められる場合には、パス間温度の下限又は上限、若しくは、下限及び上限を溶接施工要領書に定めておき、かつ、溶接実施の際に守らなければならない。

4315.3 後熱

後熱は、水素による遅れ割れなど等を防止するために、溶接直後に行う。後熱を行うときは、温度、保持時間、後熱の方法及び温度管理の方法を溶接施工要領書に定めておかなければならない。後熱温度及び保持時間は、溶接施工法試験で確認しておかなければならない。

4315.4 溶接後熱処理 (PWHT)

4315.4.1 溶接後熱処理条件

溶接後熱処理条件は、次による。

- a) 配管は、溶接後に表 153.2 による母材の区分 (P 番号又は S 番号) 及び厚さに対する要求に従って溶接後熱処理を行わなければならない。溶接後熱処理の条件、方法及び温度管理の方法は、溶接施工要領書に定めておかなければならない。溶接後熱処理条件は、溶接施工法試験で確認しなければならない。加熱温度は、50°C (又は±25°C) の範囲内で溶接施工要領書に定めておかなければならない。
- b) 配管は、4214 に従って曲げ加工又は成形を行ったときは、表 4315.2 に従って熱処理しなければならない。
- c) 焼きならし、焼きならし焼き戻し又は焼きなましは、これらの熱処理後に溶接部及び母材 (熱影響部を含む。) の性質が使用条件及び設計条件に適合するときは、溶接、曲げ又は成形後の表 4315.2 による熱処理に代えて適用してもよい。この場合も、熱処理条件、及び方法など等は溶接施工要領書に定めておき、熱処理条件は溶接施工法試験で確認しておかなければならない。

表 26.1.3—溶接後熱処理に関する免除規定

母材の区分 P 番号 (4)	母材の種類	管理厚さ (mm) (2)	溶接種類	PWHT 免除のための追加規定 (3) (4) (5)
4	炭素鋼	すべて	すべて	呼び厚さが 25mm 以上の任意な材料に対して、 95℃の予熱が実施される。 材料の呼び厚さが 5mm 以上で、多層溶接が 使用される場合。(6)
3	合金鋼 $Cr \leq 1/2\%$	$\leq 16mm$	すべて	呼び厚さが 16mm 以上の任意な材料に対して、 95℃の予熱が実施される。 指定された母材の炭素含量が 0.25% 以下の 場合。 材料の呼び厚さが 5mm 以上で、多層溶接が 使用される場合。(6)
4	合金鋼 $1/2\% < Cr \leq 2\%$	$\leq 16mm$	開先	規定予熱がすでに実施された場合。 指定された母材の炭素含量が 0.15% 以下の 場合。 材料の呼び厚さが 5mm 以上で、多層溶接が使 用される場合。(6)
		$\leq 16mm$ 、ソケット溶接フィッ ティングもしくはフランジの厚 さを考慮する必要がない場合を除く	ソケット溶 接及び隅肉 溶接	規定予熱がすでに実施された場合。 隅肉溶接もしくはソケット溶接のど厚が 13mm 以下の場合。 指定された配管材の炭素含量が 0.15% 以下 の 場合。 配管の呼び厚さ 16mm 以下の場合。 材料の呼び厚さが 5mm 以上で、多層溶接が使 用される場合。(6)

<u>—</u>	<u>—</u>	<u>≤16mm</u>	<u>シール溶接</u> <u>及び非強度</u> <u>部材取付品</u> <u>—(7)—</u>	<u>規定予熱がすでに実施された場合。</u> <u>材料の呼び厚さが 5mm 以上で、多層溶接</u> <u>が使用される場合。—(6)—</u>
<u>5A</u>	<u>合金鋼</u>	<u>≤16mm</u>	<u>開先</u>	<u>規定予熱がすでに実施された場合。——</u> <u>指定された母材の炭素含量が 0.15% 以下の</u> <u>場合。</u> <u>材料の呼び厚さが 5mm 以上で、多層溶接</u> <u>が使用される場合。—(6)—</u>
<u>—</u>	<u>—</u>	<u>≤16mm、ソケ</u> <u>ット溶接フイッ</u> <u>ティングもしくは</u> <u>フランジの厚</u> <u>さを考慮する必</u> <u>要がない場合を</u> <u>除く</u>	<u>ソケット溶</u> <u>接及び隅肉</u> <u>溶接</u>	<u>規定予熱がすでに実施された場合。</u> <u>隅肉溶接もしくはソケット溶接ののど厚が</u> <u>13mm 以下の場合。</u> <u>指定された配管材の炭素含量が 0.15% 以下</u> <u>の場合。</u> <u>配管の呼び厚さが 5mm 以下の場合。——</u> <u>材料の呼び厚さが 5mm 以上で、多層溶接</u> <u>が使用される場合。—(6)—</u>
<u>—</u>	<u>—</u>	<u>≤16mm</u>	<u>シール溶接</u> <u>及び非強度</u> <u>部材取付品</u> <u>—(7)—</u>	<u>規定予熱がすでに実施された場合。</u> <u>材料の呼び厚さが 5mm 以上で、多層溶接</u> <u>が使用される場合。—(6)—</u>
<u>5B</u>	<u>合金鋼</u>	<u>...</u>	<u>...</u>	<u>PWHT 免除対象外</u>
<u>母材の区</u> <u>分</u> <u>P 番号</u> <u>—(4)—</u>	<u>母材の種類</u>	<u>—</u> <u>管理厚さ</u> <u>—(mm)—(2)—</u>	<u>—</u> <u>溶接種類</u> <u>—</u>	<u>—</u> <u>PWHT 免除のための追加規定 —(3)—(4)—</u> <u>—(5)—</u> <u>—</u>
<u>6</u>	<u>マルテンサイト</u> <u>系ステンレス鋼</u>	<u>すべて</u>	<u>すべて</u>	<u>指定された母材の炭素含量が 0.08% 以下の</u> <u>場合。</u> <u>材料の呼び厚さが 10mm 以下の場合。</u> <u>溶加材成の成分が A-No.8, A-No.9 もしくは</u> <u>F-No.43 である場合 —(8)—</u>
<u>7</u>	<u>フェライト系</u> <u>高合金鋼</u>	<u>すべて</u>	<u>すべて</u>	<u>指定された母材の炭素含量が 0.08% 以下の</u> <u>場合。——</u> <u>材料の呼び厚さが 10mm 以下の場合。</u> <u>溶加材の成分が A-No.8, A-No.9 もしくは</u> <u>F-No.43 である場合 —(8)—</u>
<u>8</u>	<u>オーステナイト</u> <u>系高合金鋼</u>	<u>すべて</u>	<u>すべて</u>	<u>PWHT の要求及び禁止のいずれも規定がな</u> <u>い</u>

9A	ニッケル合金鋼	すべて	すべて	指定された配管材の炭素含量が 0.15% 以下の 場合。 材料の呼び厚さが 13mm 以下の場合。 規定予熱がすでに実施された場合。
9B	ニッケル合金鋼	すべて	すべて	材料の呼び厚さが 16mm 以下及び製品溶接 に使用される同等もしくはより大きい厚さ の材料を使用して WPS が検定された場 合。
10H	二相ステンレス 鋼	すべて	すべて	PWHT の要求及び禁止のいずれも規定がな い
10I	27Cr 鋼	すべて	すべて	PWHT の要求及び禁止のいずれも規定がな い
11A-SG1	9Ni 鋼	≤50mm	すべて	
62	ZrR60705			PWHT 免除対象外

注 (1) 付属書 A の表 A-1 の P 番号と異なる場合、ASME BPV Code Section IX の P 番号を適用する。

(2) 管理厚さは 26.1.3 に規定される。

(3) 材料の呼び厚さは 26.1.3(c) に規定される。

(4) 設計者若しくは WPS に要求される PWHT は免除不可とする。

(5) 24.7 に適用した溶接は、追加免除が可能とする。

(6) ±10% の入熱で実施のワンパス溶接で認定された WPS が適用され、他の免除条件を全て満足すれば、単層あるいはワンパス溶接の PWHT は免除される。

(7) 荷重を負担しない付属品は、圧力荷重あるいは大きな機械的荷重を配管や耐圧力部材に伝えない部材として定義される。

(8) A 番号及び F 番号がそれぞれ ASME BPV Code Section IX に示される。

4315.4.2 硬さ試験

硬さ試験は、次による。

a) 硬さ試験は、溶接、曲げ又は成形後の熱処理が適切に行われたことを確認するために行う。表 4315.2 に硬さが規定されている場合及び溶接施工要領書で硬さの測定を定めている場合には、炉内熱処理にあつては各熱処理バッチの 10% 以上、局部熱処理にあつては熱処理が行われたものは全て硬さ試験を行わなければならない。硬さの規定は、溶接部及び熱影響部に適用するものとし、熱影響部の硬さ試験は溶接部との境界にできる可能なだけ近い点で行わなければならない。

b) 異種金属の溶接継手については、表 4315.2 で規定している母材及び溶接材料における硬さの制限をそれぞれの材料に適用しなければならない。

13.4.3 異種材料溶接継手の熱処理

異種材料溶接継手の熱処理は、次による。

- a) 異種フェライト系金属間又はフェライト系金属と異種フェライト系溶接金属との間の溶接部の溶接後熱処理は、接合されるそれぞれの材料について表 13.2 で要求される温度範囲のいずれか高い値の温度で行わなければならない。
- b) フェライト系及びオーステナイト系の溶接又は部材を含む異材継手の熱処理は、溶接施工要領書で別に定め、かつ、溶接施工法試験で確認される場合を除きフェライト系材料における要求に従って溶接後熱処理を行わなければならない。

13.4.4 温度の確認

熱電対温度計、その他の適切な方法を用いて、熱処理温度が WPS に定めた溶接後熱処理条件を満足していることを確認する。コンデンサ放電式溶接法による熱電対の取り付けに関しては JPI-7S-77 石油工業用プラントの配管基準 25.1.3 b) を参照のこと。

- (a) 熱処理炉を使用する場合、要求された温度範囲内に、PWHT の温度の制御が可能であること。
- (b) 全ての PWHT に対して、認定 WPS であること。
- (c) 表 15.226.1.1 に PWHT の要求される溶接について、材料の温度は指定された範囲内でなければならない。設計者によってより指定されれば、表 15.326.1.2 に材料の温度下限を越えない範囲まで緩和が可能である。

13.4.4 温度の確認

熱処理温度は、熱電対温度計又はその他の適切な方法を用いて温度測定を行い、溶接施工要領書に定めた溶接後熱処理条件の温度を満足していることを確認しなければならない。

- a) 熱処理炉を使用する場合、要求された温度範囲内に、PWHT の温度が制御できること可能である。
- b) すべての PWHT に対して、認定 WPS であること。
- c) 表 13.2 に PWHT の要求される溶接について、材料の温度は指定された範囲内でなければならない。

13.4.5 溶接後熱処理規定による厚さ

- (a) 表 15.226.1.1 及びおよび表 15.426.1.3 における管理厚さは、次以下の小さい値とする。
 - (1) 溶接厚さ。
 - (2) 耐圧部材に非耐圧部材を取り付ける場合、耐圧部材の継手部の厚さ、若しくは耐圧部材の厚さ。
- (b) 管理厚さを決めるための溶接厚さは、次以下による。
 - (1) 開先溶接（周及び長手方向溶接） 内径合わせを含め溶接準備終了した際、付き合わせた二つの開先の厚い方。
 - (2) すみ肉溶接 溶接ののど厚。

- (3) 部分溶け込み溶接 溶接の開先の深さ。
 (4) 補修溶接 補修深さ。
 (5) 分岐部の溶接 長手方向の断面に投影した溶接厚さ寸法であり、その詳細は図 12.10.24.5.4D 及び 図 12.1124.5.4F に示されている。具体的に次の式による。

—(1) 図 12.1024.5.4D を使用する時

詳細図 (a) における溶接厚さ $= \bar{T}_b + t_c$

(b) における溶接厚さ $= \bar{T}_h + t_c$

(c) における溶接厚さ $= \bar{T}_b + t_c$ 又は $\bar{T}_r + t_c$ のいずれか大きいほう

(d) における溶接厚さ $= \bar{T}_h + \bar{T}_r + t_c$

(e) における溶接厚さ $= \bar{T}_b + t_c$

—(2) 図 12.24.115.4F を使用する時

全てすべての図においては $T_m + t_c$ を用いる。

(c) 表 15.426.1.3 における呼び厚さを使用する時は接合される溶接部の厚い方を用いる。

13.4.5 熱処理要求と厚さ

a) 表 13.2 の溶接後熱処理条件における呼び厚さ管理厚さは、以下の小さい値とする次による。

1) 溶接厚さ

2) 耐圧部材に非耐圧部材を取り付ける場合、耐圧部材の継手部の厚さ、若しくは耐圧部材の厚さ

b) 管理厚さを決めるための溶接厚さは、以下による。

1) 開先溶接(周および長手方向溶接) 内径合わせを含め溶接準備終了した際、付き合わせた二つの開先の厚い方

2) すみ肉溶接 溶接ののど厚

3) 部分溶け込み溶接 溶接の開先の深さ

4) 補修溶接 補修深さ

5) 分岐部の溶接 長手方向の断面に投影した溶接厚さ寸法であり、その詳細は図 24.5.4D 及び図 24.5.4F に示されている。具体的に次の式による。

(a) 図 24.5.4D を使用するとき

詳細図 (1) における溶接厚さ $= \bar{T}_b + t_c$

(2) における溶接厚さ $= \bar{T}_h + t_c$

~~(3)における溶接厚さ $= \overline{T}_b + t_e$ 又は $\overline{T}_r + t_e$ のいずれか大きい方~~

~~(4)における溶接厚さ $= \overline{T}_h + \overline{T}_r + t_e$~~

~~(5)における溶接厚さ $= \overline{T}_b + t_e$~~

~~(b) 図 24.5.4F を使用するとき~~

~~全ての図においては $T_m + t_e$ を用いる。~~

~~(c) 表 26.1.3 における呼び厚さを使用するときは接合される溶接部の厚い方を用いる。~~

~~a) 配管の突合せ溶接部の場合にあつては、母材の厚さのいずれか小なる値をいう。~~

~~b) 分岐接続部の溶接の場合にあつては、図 10.10 において $\overline{T}_b$ 又は $\overline{T}_h$ の値をいう。ただし、熱処理を要求される呼び厚さ未満であっても、次の式で得られる値が熱処理を要求される $\overline{T}_b$ 又は $\overline{T}_h$ の値が表 13.2 において呼び厚さの 2 倍を超えるときは、熱処理が必要となる。~~

~~図 10.10 の詳細 (a) $\overline{T}_b + t_e$~~

~~詳細 (b) $\overline{T}_h + t_e$~~

~~詳細 (c) $\overline{T}_b + t_e$ 又は $\overline{T}_r + t_e$ のいずれか大きい値~~

~~詳細 (d) $\overline{T}_h + \overline{T}_r + t_e$~~

~~詳細 (e) $\overline{T}_b + t_e$~~

~~c) 配管の外面にラグピース、配管サポート等を取り付ける溶接の場合にあつては、すみ肉溶接部ののど厚寸法をいう。~~

~~d) 差し込み溶接、ソケット溶接、すみ肉溶接(分岐溶接部を除く。)及び漏れ止め溶接の場合にあつては、母材の厚さのいずれか小なる値をいう。~~

135.4.6 局部熱処理

~~局部熱処理は、全周の加熱帯を加熱することによる局部的な溶接後熱処理である。規定温度範囲まで加熱される加熱帯の幅は、溶接部の最も厚い部分の板厚さに対して、最低 3 倍とする。ノズル及びおよび補強板の溶接について、規定温度範囲までに加熱される加熱帯の幅は、溶接の両側から、母材厚さの 2 倍~~

以上とし、主管の全周に加熱すること。

周方向の突き合わせ溶接における熱電対の配置手法は JIS Z 3700 溶接後熱処理方法による。バルブ、継手などの熱容量の大きいものと隣接している時、または、異なる厚さの部材が接合される場合、熱電対の配置に留意する。JPI-7S-77 石油工業用プラントの配管基準 26.2.1 に許可された場合を除き、加熱される部材は、A1 変態点を越えてはならない。異なる P 番号材料の場合、PWHT の温度が材料の A1 変態点に近い時、特別な配慮を必要とする。

オーステナイト化熱処理には、この方法は適用できない場合がある。

13.4.6 局部熱処理

局部熱処理は、全周にわたって主管及び分岐管の加熱帯を規定の温度範囲になるように加熱する。この際、加熱帯は、溶接部、曲げ加工部及び成形加工部を含み、それらの端部から 25mm 以上とする。また、加熱帯の端から外側に向かって緩やかな温度勾配をとるようにしなければならない。

13.15.4.7 熱処理の管理及び記録

熱処理の管理及び記録は、次による。

- a) 加熱速度及び冷却速度の上限（必要な場合には下限）、加熱保持温度、保持時間など等の必要な条件を定め、かつ、熱処理の管理及び温度計測によって実施しなければならない。
- b) 熱処理の際の温度は、適切な位置で記録温度計を用いて、加熱、保持、冷却の温度記録をとる。
- c) 加熱部の酸化を避けるようにする。

13.15.4.8 溶接後熱処理及び非破壊試験

溶接後熱処理は、溶接、溶接部の仕上げ、非破壊試験、補修その他の作業及び試験が完了してから行うことを原則とする。ただし、材料の種類及び寸法によっては、熱処理後に非破壊試験を行ってもよい。この場合には、非破壊試験の結果によってより補修溶接が行われたときは、溶接後熱処理を再び行わなければならない。また、必要に応じ、溶接後に放冷せず、直ちに溶接後熱処理を行ってもよい。

表 1525-1.1 予 熱 温 度

母材の 区分 P 番号 a) (1)	母材の種類	より厚い 材料の 呼び厚さ mm	母材の規定最小引 張強さ 又は 炭 素 含有量	規定最低 予熱温度 ℃
1	炭素鋼	≤ 25 > 25 > 25	$C > 0.30\%^{b)}$ (2) $C \leq 0.30\%^{b)}$ (2) $C > 0.30\%^{b)}$ (2)	10 10 95
3	合金鋼 — , $Cr \leq 1/2\%$	≤ 13 > 13 全てすべ で	$\leq 450MPa$ $\leq 450MPa$ $> 450MPa$	10 95 95
4	合金鋼 — , $1/2\% < Cr \leq 2\%$	全てすべ で	—	120
5A	合金鋼	全てすべ で	$\leq 414MPa$ $> 414MPa$	150 200
5B	合金鋼	全てすべ で 全てすべ で ≤ 13	$\leq 414MPa$ $> 414MPa$ $Cr > 6.0\%^{b)}$ (2)	150 200 200
6	マルテンサイト系ステンレ ス鋼	全てすべ で	—	200 ^{c)} (3)
9A	ニッケル合金鋼	全てすべ で	—	120
9B	ニッケル合金鋼	全てすべ で	—	150
10I	27Cr 鋼	全てすべ で	—	150 ^{d)} (4)
---	それ以外の全てすべでの材 料	---	—	10

注 a) P 番号及び母材の種類は JPI-7S-77 石油工業用プラントの配管基準の表 A-1 による。

注 b) 化学成分は、取鍋分析、製品分析又は規定限界に基づくことが可能である。

注 c) 最大パス間温度 315℃。

注 d) パス間温度 150℃～230℃を保持する。

- ~~注 (1) P 番号及び母材の種類は付属書 A の表 A-1 による。~~
- ~~(2) 化学成分は、取鍋分析、製品分析または規定限界に基づくことができる。~~
- ~~(3) 最大パス間温度 315℃。~~
- ~~(4) パス間温度 150℃～230℃を保持する。~~

草案

表 13.1 推奨予熱条件

母材の区分 ⁽¹⁾ (P 番号又は S 番号)	母材の種類	呼び厚さ	母材の規定最小 引張強さ	最低予熱温度	
				規定値	推奨値
		mm	N/mm ²	℃	℃
4	炭素鋼	<25	≤490	＝	40
		≥25	すべて	＝	79
		すべて	>490	＝	79
3	合金鋼-Cr≤1/2%	<13	≤490	＝	40
		≥13	すべて	＝	79
		すべて	>490	＝	79
4	合金鋼- 1/2%<Cr≤2%	すべて	すべて	149	＝
5A、5B、5C	合金鋼- 2 1/4%≤Cr≤10%	すべて	すべて	177	＝
6	マルテンサイト系高合 金鋼	すべて	すべて	＝	149 ⁽²⁾
7	フェライト系高合金鋼	すべて	すべて	＝	40
8	オーステナイト系高合 金鋼	すべて	すべて	＝	40 ⁽⁴⁾
9A、9B	ニッケル合金鋼	すべて	すべて	＝	93
10	Cr-Cu 鋼	すべて	すべて	149～204	＝
10+	27Cr 鋼	すべて	すべて	149 ⁽³⁾	＝
11A SG1	8%、9%Ni 鋼	すべて	すべて	＝	40
11A SG2	5% Ni 鋼	すべて	すべて	40	＝
21-52	＝	すべて	すべて	＝	40

- 注 (1) P 番号及び S 番号は、JPI-7S-77-20108 石油工業用プラントの配管基準 付属書 A の表 A-1 による。
- (2) パス間温度の最高は、316℃とする。
- (3) パス間温度を 177℃から 232℃の間で保持する。
- (4) オーステナイト系ステンレス鋼のパス間温度は、主に高温割れの観点から 150℃以下とする。
- (5) P-1 材料において口径 24B を超える場合は、「特定則例示基準 別添 1 第 38 条第 1 号」の予熱条件を採用してもよい。

表 15.2 - 溶接後熱処理条件

母材の区分 P 番号	母材の種類	保持温度範囲 °C ^{a(4)}	管理厚さにおける温度での 最小保持時間 ^{b(2)}	
			50mm まで	50mm 以上
1	炭素鋼	595~650	1 時間/25mm	50mm 以上
3	合金鋼 $\rightarrow$, Cr $\leq$ 1/2%	595~650	最小 15 分	2 時間
4	合金鋼 $\rightarrow$, 1/2% < Cr $\leq$	650~705		25mm 追加ごと
5A	2%	675~760		+15 分
5B	合金鋼	675~760		
6	合金鋼	760~800		
7 ^{c(3)}	マルテンサイト系ステンレス鋼	730~775		
8	フェライト系高合金鋼 オーステナイト系高合金鋼	WPS に要求しない限り $\rightarrow$ PWHT を要求しない		
9A		595~650		
9B	ニッケル合金鋼	595~650		
10H	ニッケル合金鋼 二相ステンレス鋼	WPS に要求しない限り $\rightarrow$ PWHT を要求しない 実施する場合 ^{d(4)} 参照		
10I ^{c(3)}		730~815		
11A-SG4	27Cr 鋼	550~585 ^{e(5)}		
62	9Ni 鋼 ZrR60705	540~595	...	注記 1 を参照。
他の全て の材料		WPS に要求される PWHT	WPS に従う	WPS に従う

注記 1 溶接後、14 日以内に熱処理すること。保持時間は、厚さが 25mm を超える場合、
25mm ごとに 1.2 時間増加しなければならない。425°C までは 280°C/h 以下で冷却する
こと。

注 a) 保持温度範囲は JPI-7S-77 石油工業用プラントの配管基準 26.1.5 (c) 及び表 15.3 を参
照のこと。

注 b) 管理肉厚は JPI-7S-77 石油工業用プラントの配管基準 26.1.3 の規定に従う。

注 c) 冷却速度は、650°C までは 55°C/h 以下で徐冷し、650°C 以下は脆化を起こさない速度で
急冷しなければならない。

注 d) PWHT を行う場合、以下に示す温度範囲内とし、その後急冷のこと：
S31803、S32205 : 1020°C~1100°C
S32550 : 1040°C~1120°C
S32750 : 1025°C~1125°C
上記以外 : 980°C~1040°C

注 e) 冷却速度は、165°C/h~315°C/h とする。

母材の区分 (P 番号 又は S 番号) ⁽⁴⁾	母材の種類	呼び厚さ	母材の 規定最 小引張 強さ	金属温度 範囲	呼び厚さ 1mm 当たり の保持時間	最小 保持 時間	最高ブ リネル 堅さ ⁽²⁾
		mm	N/mm ²	℃	min	h	
4	炭素鋼	≤19	すべて	熱処理不要	—	—	—
		>19	すべて	593～649	2.4	1	—
3	合金鋼 Cr≤1/2%	≤19	≤490	熱処理不要	—	—	—
		>19	すべて	593～718	2.4	1	225
		すべての厚さ	>490	593～718	2.4	1	225
4 ⁽⁴⁾	合金鋼— 1/2%<Cr≤2%	≤13	≤490	熱処理不要	—	—	—
		>13	すべて	704～746	2.4	2	225
		すべての厚さ	>490	704～746	2.4	2	225
5A ⁽⁴⁾ 5B ⁽⁴⁾ 5C ⁽⁴⁾	合金鋼— 2 1/4%≤Cr≤10%	≤13 で Cr≤3%かつ C≤0.15%のとき	すべて	熱処理不要	—	—	—
		>13 で Cr≤3%かつ C≤0.15%のとき すべての厚さで Cr>3% 又は C>0.15%のとき	すべて	704～760	2.4	2	241
6	マルテンサイト系高合金鋼	すべて	すべて	732～788	2.4	2	241
	A240Cr429	すべて	すべて	621～663	2.4	2	241
7	フェライト系高合金鋼	すべて	すべて	熱処理不要	—	—	—
8	オーステナイト系高合金鋼	すべて	すべて	熱処理不要	—	—	—
9A	ニッケル合金鋼	≤19	すべて	熱処理不要	—	—	—
9B		>19	すべて	593～635	1.2	1	—
10	Cr—Cu 鋼	すべて	すべて	760～816 ⁽⁵⁾	1.2	0.5	—
10-H	二相ステンレス鋼	すべて	すべて	— ⁽⁶⁾	1.2	0.5	—
10-I	27Cr 鋼	すべて	すべて	663～704 ⁽⁴⁾	2.4	1	—
11A-SG1	8Ni、9Ni 鋼	≤51	すべて	熱処理不要	—	—	—
		>51	すべて	552～585 ⁽⁶⁾	2.4	1	—
11A-SG2	5% Ni 鋼	>51	すべて	552～585	2.4	1	—
62	Zr-R60705	すべて	すべて	538～593 ⁽⁷⁾	— ⁽⁷⁾	1	—

注 (1) P 番号及び S 番号は、JPI 7S-77-20108 石油工業用プラントの配管基準
付属書 A の表 A-1 による。

(2) 13.4.2 を参照。

(3) 保持時間が経過後、可能な限り急冷する。

(4) 急冷速度は、649℃までは 56℃/h 以下で除冷し、649℃以下は脆化を起
こさない速度で冷却しなければならない。

(5) 熱処理は、一般には要求も禁止もされていない。しかし、何らかの熱処
理を行う場合は、材料仕様書の規定に従う。

(6) 冷却速度は、316℃までは 167℃/h 以上とする。

(7) 溶接後、14 日以内に熱処理することを行う。保持時間は、厚さ 25mm
ごとに 0.5 時間増加しなければならない。427℃までは 25mm 当り 278℃/h
以下で冷却(最高 278℃/h)、427℃からは空冷しなければならない。

(8) 熱処理温度と材料規格に規定された母材の最小焼戻し温度との関係に注意
を要するし、熱処理温度は、母材の最小焼戻し温度未満とする。また、高
張力鋼の焼きなまし、焼戻し材は、特に高温で長時間保持、使用され

た場合は、母材の引張強さ特性が減少する可能性があるので、注意を要する。

- (9) P-1 材料において口径 24B を超える場合は、「特定則例示基準 別添 1 第 38 条(1)」の溶接後熱処理条件を採用してもよい。
- (10) P-1 の材料にあつては、溶接のど厚が 16mm 以下の場合には、母材の呼び厚さに関係なく熱処理を必要としない。
- (11) P-3、P-4、P-5 及び P-10 の材料にあつては、溶接のど厚 13mm 以下、かつ表 13.1 の推奨温度以上の予熱が行われ、母材の規格最小引張強さが 490 N/mm²未満の材料の場合には、母材の呼び厚さに関係なく熱処理を必要としない。
- (12) フェライト系材料にあつては、空冷硬化しない溶接材料を用いて溶接を行う場合には、熱処理を必要としない。

表 15.3 炭素鋼と低合金鋼溶接後熱処理の代替要求

規定温度からの低減速度 ℃	低減された PWHT 温度での最小保持時間 h ⁽¹⁾
<u>30</u>	<u>2</u>
<u>55</u>	<u>4</u>
<u>85⁽²⁾</u>	<u>10</u>
<u>110⁽²⁾</u>	<u>20</u>

注(1) 肉厚 ≤ 25mm 当たりの時間を示している。25mm を超える場合、厚さ 25mm ごとに 15 分増加すること。（表 15.4 を参照のこと）

注(2) 規定最低温度より 55℃以上の温度緩和について、P-1 材料のみを対象とされている。

表 15.4 溶接後熱処理に関する免除規定

母材の区分 P 番号 a)	母材の種類	管理厚さ (mm) ^{b)}	溶接種類	PWHT 免除のための追加規定 c) d) e)
1	炭素鋼	全てすべて	全てすべて	呼び厚さが 25mm 以上の任意な材料に対して、95℃の予熱が実施される。 材料の呼び厚さが 5mm 以上で、多層溶接が使用される場合。 ^り
3	合金鋼 Cr ≤ 1/2%	≤ 16mm	全てすべて	呼び厚さが 16mm 以上の任意な材料に対して、95℃の予熱が実施される。 指定された母材の炭素含量が 0.25% 以下の場合。

母材の区分 P 番号 a)	母材の種類	管理厚さ (mm) ^{b)}	溶接種類	PWHT 免除のための追加規定 ^{c) d) e)}
				材料の呼び厚さが <u>5mm</u> 以上で、 <u>多層溶接</u> が使用される場合。 ^{f)}
4	合金鋼 <u>1/2%<Cr≤2%</u>	<u>≤16mm</u>	開先	規定予熱がすでに実施された場合。 指定された母材の炭素含量が <u>0.15%以下</u> の場合。 材料の呼び厚さが <u>5mm</u> 以上で、 <u>多層溶接</u> が使用される場合。 ^{f)}
		<u>≤16mm</u> , ソケット溶接フィッティングもしくはフランジの厚さを考慮する必要がある場合を除く	ソケット溶接及び隅肉溶接	規定予熱がすでに実施された場合。 隅肉溶接もしくはソケット溶接のどの厚が <u>13mm</u> 以下の場合。 指定された配管材の炭素含量が <u>0.15%以下</u> の場合。 配管の呼び厚さが <u>16mm</u> 以下の場合。 材料の呼び厚さが <u>5mm</u> 以上で、 <u>多層溶接</u> が使用される場合。 ^{f)}
		<u>≤16mm</u>	シール溶接及び非強度部材取付け品 ^{g)}	規定予熱がすでに実施された場合。 材料の呼び厚さが <u>5mm</u> 以上で、 <u>多層溶接</u> が使用される場合。 ^{f)}
5A	合金鋼	<u>≤16mm</u>	開先	規定予熱がすでに実施された場合。 指定された母材の炭素含量が <u>0.15%以下</u> の場合。 材料の呼び厚さが <u>5mm</u> 以上で、 <u>多層溶接</u> が使用される場合。 ^{f)}
		<u>≤16mm</u> , ソケット溶接フィッティングもしくはフランジの厚さを考慮する必要がある場合を除く	ソケット溶接及び隅肉溶接	規定予熱がすでに実施された場合。 隅肉溶接もしくはソケット溶接のどの厚が <u>13mm</u> 以下の場合。 指定された配管材の炭素含量が <u>0.15%以下</u> の場合。 配管の呼び厚さが <u>5mm</u> 以下の場合。 材料の呼び厚さが <u>5mm</u> 以上で、 <u>多層溶接</u> が使用される場合。 ^{f)}

母材の区分 P 番号 a)	母材の種類	管理厚さ (mm) ^{b)}	溶接種類	PWHT 免除のための追加規定 ^{c) d) e)}
—	—	≤16mm	シール溶接 及び非強度 部材取付け 品 ^{g)}	規定予熱がすでに実施された場合。 材料の呼び厚さが 5mm 以上で、多層溶接 が使用される場合。 ^{h)}
5B	合金鋼	...	...	PWHT 免除対象外
6	マルテンサイト 系ステンレス鋼	全てすべて	全てすべて	指定された母材の炭素含量が 0.08% 以下の 場合。 材料の呼び厚さが 10mm 以下の場合。 溶加材の成分が A-No.8, A-No.9 もしくは F-No.43 である場合。 ^{h)}
7	フェライト系 高合金鋼	全てすべて	全てすべて	指定された母材の炭素含量が 0.08% 以下の 場合。 材料の呼び厚さが 10mm 以下の場合。 溶加材の成分が A-No.8, A-No.9 もしくは F-No.43 である場合。 ^{h)}
8	オーステナイト 系高合金鋼	全てすべて	全てすべて	PWHT の要求及び禁止のいずれも規定がな い。
9A	ニッケル合金鋼	全てすべて	全てすべて	指定された配管材の炭素含量が 0.15% 以下 の場合。 材料の呼び厚さが 13mm 以下の場合。 規定予熱がすでに実施された場合。
9B	ニッケル合金鋼	全てすべて	全てすべて	材料の呼び厚さが 16mm 以下及び製品溶接 に使用される同等もしくはより大きい厚さ の材料を使用して WPS が検定された場 合。
10H	二相ステンレス 鋼	全てすべて	全てすべて	PWHT の要求及び禁止のいずれも規定がな い。
10I	27Cr 鋼	全てすべて	全てすべて	PWHT の要求及び禁止のいずれも規定がな い。
11A	9Ni 鋼	≤50mm	全てすべて	...
62	ZrR60705	...	...	PWHT 免除対象外
注 a) JPI-7S-77 石油工業用プラントの配管基準の表 A-1 の P 番号と異なる場合、ASME BPV Code Section IX の P 番号を適用する。				
注 b) 管理厚さは 15.4.5 に規定される。				

注 c) 材料の呼び厚さは 15.4.5c) に規定される。

注 d) 設計者若しくは WPS に要求される PWHT は免除不可とする。

注 e) 12.8 に適用した溶接は、追加免除が可能とする。

注 f) ±10% の入熱で実施のワンパス溶接で認定された WPS が適用され、他の免除条件を全て満足すれば、単層又はワンパス溶接の PWHT は免除される。

注 g) 荷重を負担しない付属品は、圧力荷重又は大きな機械的荷重を配管及び耐圧力部材に伝えない部材として定義される。

注 h) A 番号及び F 番号がそれぞれ ASME BPV Code Section IX に示される。

又は又は

164 組立

164.1 一般

配管部材の組立は、164.2 から 164.4 までの規定に従って行われなければならない。

164.2 溶接以外の管継手

164.2.1 ねじ込み継手

ねじ込み継手は、次による。

- a) ねじは、特に指定のない限り JIS B 0203(1999) 管用テーパねじによる。
- b) ねじ切りは、一般に原則として、ねじ切盤又は旋盤を使用する。オスターなど等のハンドダイスでねじを切る場合は、潤滑剤を用い、粗いねじ及び金属の表面にひっかき傷がつかないようにする。
- c) ねじは、十分清掃し、不完全なねじを使用しない。
- d) ねじ込みに際しては、発注者の承認を得た方法で管内を流れる流体に適したコンパウンド又はテフロン製シールテープを使用する。
ねじ込みの際、一度ねじ込んだものは逆に回して、ゆるめて取り付けない。
ねじ込みに際しては、麻、ジュート、鉛クズ、白ペンキなど等の充填材を使用しない。
- e) 規定のはめあい長さ未満のねじ込みは避ける。
- f) ねじ込みフランジに管をねじ込んだあとは、管の先端がフランジ面と同一になるようにする。
管端が少しでもガスケット面より突出しているときは、ガスケット面を傷つけないようにグラインダ又はヤスリにて仕上げる。
- g) シール溶接されるねじ込み継手は、いかなるねじ込みシール剤も用いないでねじ込みを行うとともに、必要に応じてより脱脂処置を行う。

164.2.2 フランジ継手

フランジ継手は、次による。

- a) 全てのフランジ継手のボルトは、均一に締め付けを行う。ボルトの最終締め付けは、一般に原則としてトルクレンチを使用する。
- b) 締め付けボルトは、規定の材質のものであって、ボルトの有効ねじ部の

頭端が完全にナットから出る長さのものを使用する。

- c) —高温用配管に用いるボルト・ナットで、—焼付きなど等によってより取り外しが不可能となるおそれがある箇所には、—焼付防止剤を塗布し、—ねじの焼付きを防止する。
- d) —鋳鉄製のフランジは、—トルクレンチを使って均一に締め、—局部的な偏心及び過度な締め付けによってフランジを割らないようにする。
- e) —ポンプ、—コンプレッサーなど等の機器類と配管とのフランジ接続部は、—全てすべてのボルトを締め終わってから、—フランジの間隔を隙間ゲージなど等を使用して測定し、—ボルトが均一に締まっているかどうかを確認する。フランジ継手から水圧試験時に漏えいしたときは、—ボルトを増締めする前にトルクレンチで締め加減を検査する。トルクメーターのトルク読み値で十分締まっていることが確認された場合は、—増締めを行わない。この場合には、—フランジのひずみ、—ガスケットの取付けミス、—フランジ面の異物、—キズなど等の異常について検査を行う。異常があった場合は、—それを修正する。この際フランジ面にキズを付けないように注意する。
- f) —ボルト穴の配置は、—中心振り分けを原則とする。

備考：

必要に応じて次以下の規格が参考となる。

JIS B 2251 フランジ継手締付方法

JPI-8R-15 フランジ・ボルト締付管理

4416.2.3 ねじ接合継手

毒性ガスに係る配管及び管継手の接合に、—ねじ接合継手を用いる場合は、—一般則例示基準 26.「保安上必要な強度を有するフランジ接合又はねじ接合継手」に示される施工基準に従って組立施工を行う。

4416.3 配管支持具の取付け

4416.3.1 配管サポートの設置

配管サポートの設置は、—次による。

- a) —サポートは、—配管の芯出しを容易にするため、—水平及び垂直度を出して取り付ける。
- b) —避けられぬ事情のために配管取付け前に配管サポートを設置できないときは、—仮設材を利用しても差し支えない。この仮設材は、—十分堅固で配管の芯を狂わせないものとする。
- c) —配管にサポートを溶接する場合は、—一般に原則として配管と同材質の当て板を付けるか又は同材質のサポートを使用する。当て板及びサポートの溶接は、—配管の強度その他に有害な影響のないようにする。

4416.3.2 可動配管用サポート

可動配管用サポートの取付けは、—熱膨張、—熱収縮など等による配管の移動に支障がないように行うこと。

4416.3.3 ハンガー及び振止め

ハンガー及び振止めは、—次による。

a) 一取^り付けに~~当~~^あたっては膨張又は収縮が生じたとき、パイプから支持部材へ又は支持部材から支持部材へと過度の荷重の移動によって配管に荷重を加えるようなことがないことようにする。

b)



b) 振止めの取付けに際しては、通常の熱膨張のための移動に対する拘束が最小になっていることを確認する。

1416.4 配管取付け

1416.4.1 配管の取付け

配管の取付けは、次による。

- a) 配管系は、工場製作又は現場製作後、管内を十分清掃する。
- b) 可燃性のガス及び液化ガスで静電気帯電のおそれのある場所には、必要に応じ静電気除去の対策を講じる。
- c) コールドスプリングを必要とする配管は、拘束点が所定の位置に設置されていることを確認後取付ける。

1416.4.2 バルブの取付け

バルブの取付けは、次による。

- a) 溶接及び熱処理によって、バルブシート部の変形、バルブの開閉などの機能が損なわれないようにする。
- b) バルブは、そのバルブの自重など等によって、配管に異常な応力を発生させないように取付ける。
- c) 一般に原則として、バルブは閉止の状態で取付け、開閉方向表示の取付けを確認する。
- d) グローブ弁、逆止弁、調節弁など等は、取付け後に流体の流れ方向を確認する。

1416.4.3 伸縮継手の取付け

伸縮継手の取付けは、次による。

- a) 伸縮継手は、配管図面又は詳細図面で指示された位置に寸法どおり取付けし、偏心が生じないように取付ける。
- b) 伸縮継手は、その取付け箇所の配管系統が全部組立を完了し、かつ、アンカ、ガイド、ストッパーなど等が関連配管図面どおり施工されていることを確認後に取付ける。取付けに際しては、伸縮許容方向以外に荷重の掛からないよう留意し、取付け完了後 SHIPPING ボルト又は SHIPPING 用金具を取り外し、周囲に伸縮継手の動きを妨害する原因のないことを確認する。
- c) 管内にスリーブのある伸縮継手は、取付け後に流体の流れ方向を確認する。

1416.4.4 機器(ポンプ、コンプレッサーなど等)まわり配管

機器(ポンプ、コンプレッサーなど等)まわり配管は、次による。

- a) 機器との接続部は、機器の最終芯出し後に機器側の芯と配管の芯との間に相違があるときは、配管側で修正を行い、機器の芯を狂わせないようにする。その際、配管の熱膨張、収縮による応力を機器に及ぼさないようにする。
- b) 機器の吸い込み側にストレーナのついていない場合は、配管の耐圧試験及び機器の始動前に仮設のストレーナを取付けて、機器に損傷を及ぼさないようにする。

4416.4.5 計器の取付け

計器の取付けは、次による。

- a) 全ての計器は、取付け完了後に計器番号及び取付け状況(水平度、方向など等)を確認する。
- b) 全ての計器は、配管及び塔槽内を清掃するときには一旦取り外す。構造上の制約によってより計器を取り外すことができない場合は、計器に保護具を取り付けて清掃する。

15—17 配管の清掃・洗浄

配管の清掃・洗浄は、次による。

- a) 配管の清掃及び洗浄は、管内の流体種別、管の材質及び管の内面状態を考慮して次の方法のいずれかで行う。
 - 1) 水洗浄及びスチーム洗浄
 - 2) エアブロー
 - 3) クッションボール及びピグ洗浄
 - 4) 酸洗浄及びアルカリ洗浄
 - 5) 油洗浄
 - 6) 有機溶剤洗浄
 - 7) その他薬液洗浄
 - 8) 上記のものの併用
- b) 清掃は次の段階で行い、洗浄は必要に応じて次のいずれかの段階で行う。
 - 1) 素材受入のとき
 - 2) プレハブ加工管出荷時
 - 3) 配管の完成時(圧力試験完了後)
- c) 全体洗浄の検査を受けたものはマーキングを行い、境界部を明確にしておく。
- d) 配管のフラッシングは、次による。
 - 1) 全ての配管は、配管内部の異物を完全に取り除くため、組立後にフラッシングを行う。
 - 2) 水又はスチームでフラッシングを行った場合、フラッシング完了後、配管中に水が残り有害となる場合は、水を完全に抜き取る。

46—18 検査

4618.1 一般

配管系の検査は、簡条 18 本章「検査」及び簡条と 197「耐圧試験及び気密試験」において規定するところによる。4618.2 から 4618.7 までに各工程において行う検査の項目を規定し、4618.8 及び 4618.9 までに溶接部の検査の適用、方法及び判定基準を規定しているので、これらの規定に従って検査を実施すること。耐圧試験及び気密試験の方法及び判定基準については、4719.1 から 4719.4 までの規定に従って実施すること。

4618.2 工事着手前の検査

配管系は、工事着手前に次の検査を行う。

- a) 配管系に使用する材料（管、管継手、フランジ、バルブ、ガスケット、ボルトなど等の配管耐圧部品）は、材料の発注仕様書、工事仕様書など等に合致していることを確認する。
- b) 使用する溶接材料（溶接棒、ワイヤーなど）は、溶接施工要領書に規定された材料と同一であることを確認する。
- c) 溶接施工法及び溶接士の確認は、次による。
 - 1) 溶接施工法は、4012.3.24「溶接施工法確認試験」に従って確認する。
 - 2) 溶接士は、4012.3.42「溶接技能者施工者の資格条件」に規定された技量を有する者であることを確認する。

4618.3 工事中の検査

4618.3.1 加工検査

配管は、加工完了後に次の検査を行う。

- a) 切断作業の検査は、4012.7.1の規定に従って行われていることを確認する。
- b) 曲げ加工の検査は、57.5.2 及び 4214.1の規定に従って行われていることを確認する。
- c) 突合せ溶接の管端形状の検査は、4012.2.2、4012.7.1 及び 4012.7.2 に従って加工されていることを確認する。
- d) ねじ込み継手のねじ部の検査は、ねじゲージで検査し、公差範囲内であることを確認する。

4618.3.2 溶接検査

配管は、溶接作業中及び溶接作業後に次の検査を行う。

- a) 配管の溶接は、溶接作業中に次の確認を行う。
 - 1) 溶接施工法及び溶接士（4012.3の規定）の確認
 - 2) 開先及び仮付け状態の確認
 - 3) 溶接材料の種類及び乾燥・保管状態の確認
 - 4) 溶接条件（電流、電圧、速度など等）の確認
 - 5) 予熱・後熱の方法及び温度（4315.2 及び 4315.3の規定）の確認
 - 6) 溶接欠陥の削除及び補修方法の確認
- b) 配管の溶接部は、溶接作業後に次の検査を行う。
 - 1) 外観検査は、4618.9.1の方法及び判定基準による。
 - 2) 非破壊試験は、材料及び配管仕様に応じて、次の試験方法によって検査を行い、合格していることを確認する。
 - ・放射線透過試験（4618.9.2の方法及び判定基準）
 - ・超音波探傷試験（4618.9.3の方法及び判定基準）
 - ・磁粉探傷試験（4618.9.4の方法及び判定基準）
 - ・浸透探傷試験（4618.9.5の方法及び判定基準）
 - 3) 溶接部の仕上り寸法検査は、4012の規定の該当項目に従い、かつ、その規定値に合格していることを確認する。

- 4) 1315.4 によってより溶接後熱処理が行われた場合には、加熱及び冷却速度、加熱温度、保持時間など等の熱処理条件が規定どおり通り施工されていることを確認する。
- また、C-Mo 鋼、Cr-Mo 鋼など等の低合金鋼及びマルテンサイト系のステンレス鋼など等の溶接後熱処理を行った場合は、硬さ試験を行い、その結果があらかじめ規定された値に合格していることを確認する。
- 5) —その他のの検査として、フランジのガスケット当たり面など等が、溶接作業によってその性能に影響を及ぼすような損傷を受けていないことを確認する。

4618.3.3 肉厚の確認

配管は、配管の用途先（配管ライン番号、取付け部位番号など等の決定時）が特定された段階で肉厚確認を行い、その測定個所及び測定方法は、次による。

- a) —肉厚確認の測定個所は、配管ラインごとに材質、口径、曲げ加工など等を考慮し決定する。
- b) —測定方法は、ノギス、マイクロメータなど等の測定器具又は JIS Z 2355(201605) 超音波パルス反射法による厚さ測定方法 JIS Z 2355-1 (2016) 非破壊試験—超音波厚さ測定—第1部：測定方法を用いる方法とする。

4618.4 工事終了時の検査

配管系は、工事終了時に次の検査を行う。

- a) —組立、仕上り検査は、管、バルブ、フランジ、継手、ボルト、ガスケット、配管サポート、バンド、ハンガーなど等の組立取り付け状態を設計図書との照合を行い、規定どおり施工されていることを確認する。
- b) —配管フラッシング検査は、4517 によってより規定どおり施工されていることを確認する。
- c) —耐圧試験は、工事中の検査が全てすべて完了した後に、4719.1 の規定に従って実施し、合格していることを確認する。
—試験後に溶接補修、改造工事など等を行った場合は、再度試験を実施し、合格していることを確認すること。
- d) —気密試験は、耐圧試験が完了し、試運転に入る前に、4719.2 の規定に従って実施し、合格していることを確認する。
—試験後に溶接補修、改造工事など等を行った場合は、再度耐圧試験及び気密試験を実施し、合格していることを確認すること。
- e) —塗装は、規定どおり施工されていることを確認する。
- f) —保温、保冷の工事が行われている場合は、規定どおり施工されていることを確認する。
- g) —標識及び表示は、規定どおり施工されていることを確認する。

4618.5 検査記録

配管系の施工者は、4618.2 から 4618.4 までの検査について、全てすべての 検査記録を作成し、工事発注者の了解後、保存すべき記録を明確にし、保存期間を定めて適切に保管する。

4618.6 引渡し検査

配管系の施工者は、工事完了後に引渡し検査を行い、検査記録と設計図書、工事仕様書、要領書など等とを照合し、全ての検査が完了し、合格していることを確認する。

4618.7 試運転時の検査

配管系は、試運転時に最小限次の項目について検査を行うものとし、検査の実施に当たっては、あらかじめ、検査要領を作成しておくこと。

- a) 配管の漏れ
- b) 配管フランジ接続部、ねじ接続部の不良の有無
- c) 配管のゆれ、振動の状況
- d) 配管外表面の外観
- e) バルブの作動状況、バルブの開閉表示
- f) 保温、保冷、塗装及び表示（流体の種類、及び流れ方向など等）の状況
- g) 配管サポート類の状況
- h) 局部過熱部及び過冷部の有無
- i) 水封装置など等の機能の点検
- j) 接地の点検（アースボンドを含む。）

4618.8 溶接部の検査の適用

4618.8.1 検査の適用一般

溶接部の検査は、高圧ガス保安法、本基準、JIS など等の規定に基づき、あらかじめ検査要領書を定めて、これに従って実施しなければならない。

4618.8.2 外観検査の適用

外観検査は、全ての溶接部に適用する。ただし、配管の内側など等で反射鏡など等の補助器具を利用しても観察できない箇所は、外観検査の適用範囲に含めない。

4618.8.3 非破壊試験一般

非破壊試験は、次による。

- a) 溶接部の非破壊試験は、日本非破壊検査協会など等が認証した試験技術者又は同等以上の技量を有している試験技術者が行わなければならない。
非破壊試験を抜取り検査で実施する場合は、検査結果が不合格の場合の追加検査について、あらかじめ検査要領書で明確に定めておかなければならない。
- b) 試験方法及び判定基準は、4618.9 の規定による。
- c) 欠陥の補修は、4012.8 の規定による。
- d) 35.4.3 に定める厳しい繰り返し条件下で使用される配管の溶接部は、設計図書など等の個別指示によってより、全線について放射線透過試験（設計図書など等で規定した場合は、超音波探傷試験で代える。）を行う。なお、放射線透過試験を行わないソケット溶接部及び溶接分岐接続部は、磁粉探傷試験又は浸透探傷試験を実施する。
- e) 毒性ガスに使用される配管の周継手突合せ溶接部は、その全長の 20% 以上の長さの部分（溶接継手が交差する部分がある場合にあつては、溶接継手が

交差する部分を含む。)) について放射線透過試験 (放射線透過試験が困難な場合にあつては、 超音波探傷試験)) を行う。

ただし、 配管の周継手突合せ溶接部において、 溶接継手が交差する部分がない場合にあつては、 全継手数の 20%以上の継手について行うことができる可能である。この場合においては、 溶接方法及び溶接士ごとの抜き取り検査とし、 抜き取った継手は、 その全周を放射線透過試験 (放射線透過試験が困難な場合にあつては、 超音波探傷試験)) を行う。

f) — 上記 d)及び e)以外の配管又は配管部品の溶接部は、 溶接方法及び溶接士ごとに周継手突合せ溶接部の継手数の 5%以上について、 その全周を放射線透過試験 (放射線透過試験が困難な場合にあつては、 超音波探傷試験)) を行う。

g) — 空気その他の気体による耐圧試験を行う配管溶接部は、 安全確保のために 4719.1.2 g)に規定する非破壊試験を耐圧試験前に実施する。

h) 高温流体仕様の配管の試験は、 JPI-7S-77 石油工業用プラントの配管基準の 30.4.4 の規定に従い実施する。

4618.8.4 放射線透過試験の適用

溶接部は、 4618.8.3 の規定に基づいて放射線透過試験を行う。

a) — 全線放射線透過試験は、 指定された配管溶接部の 全ての全長について放射線透過試験を行う。

b) — 抜き取り検査による放射線透過試験は、 4618.8.3 の規定に基づいてあらかじめ定められた抜き取りの範囲及び方法に従って放射線透過試験を行う。

c) — バルブ及び管継手のような配管部品及び保守の困難な溶接部については、 重点的に放射線透過試験を適用すること。

186.8.5 超音波探傷試験の適用

溶接部は、 4618.8.3 の規定に基づいて、 次の場合に超音波探傷試験を適用する。

a) — 放射線透過試験が困難な場合

b) — 品質管理の目的で行う場合

4618.8.6 磁粉探傷試験の適用

溶接部は、 4618.8.3 の規定に基づいて、 次の場合に磁粉探傷試験を適用する。

a) — 放射線透過試験の抜き取り検査を考慮し、 隅肉溶接部の表面欠陥を検査する場合

b) — 厳しい繰り返し条件下で使用する配管の溶接部の表面欠陥を検査する場合

c) — 欠陥除去部を検査する場合

4618.8.7 浸透探傷試験の適用

溶接部は、 4618.8.3 の規定に基づいて、 次の場合に浸透探傷試験を適用する。

a) — 非磁性材料、 試験場所 など等 で磁粉探傷試験が困難な場合

b) — ガウジングの表面、 初層の表面 など等 を検査する場合

c) — 厳しい繰り返し条件下で使用する配管の溶接部の表面欠陥を検査する場合

4618.8.8 硬さ試験の適用

硬さ試験は、次の場合に適用する。

- a) C-Mo 鋼、Cr-Mo 鋼~~など~~等の合金鋼、マルテンサイト系ステンレス鋼~~など~~等を溶接後熱処理した場合~~(表 4315.2 参照)~~
- b) 硬さの管理のため必要な場合~~(上記 a)を除く。)~~

4618.8.9 検査に関する注意事項

検査の実施に際しては、次のことに注意する。

- a) 溶接部は、検査に影響がないよう滑らかに仕上げる~~こと~~。
- b) 非破壊試験の後は、有害な残留物が残らないように清掃する~~こと~~。

4618.9 溶接部の検査の方法及び判定基準

4618.9.1 外観検査

溶接部~~(治具跡を含む。)~~の外観検査は、目視観察で行い、溶接部の溶け込みが十分であり、溶接形状が滑らかで、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、ブローホール~~など~~等であつて、有害なものがあつてはならない。

4618.9.2 放射線透過試験

放射線透過試験の方法~~及び~~判定基準は、次による。

- a) 放射線透過試験の方法は、次の中の適切なものを用いる。
 ——JIS Z 3050(1995) パイプライン溶接部の非破壊試験方法
 ——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(2004) ステンレス鋼溶接継手の放射線透過試験方法
 ——JIS Z 3107(20081993) チタン溶接部の放射線透過試験方法
- b) 透過写真の透過度計識別度は、a)に掲げる規格の規定に従う。
- c) フィルムの濃度は、a)に掲げる規格の規定に従う。
- d) 撮影方法は、内部線源方法、内部フィルム撮影方法又は二重壁片面撮影方法によることを原則とする。小径管に二重壁両面撮影方法を適用する場合は、あらかじめ撮影方法の詳細、透過写真の品質~~など~~等について定めておく。
- e) 判定基準は、長手継手及び周継手は、JIS Z 3104(1995) 鋼溶接継手の放射線透過試験方法に基づく 1 類又は 2 類、JIS Z 3105(2003) アルミニウム溶接継手の放射線透過試験方法に基づく 1 類又は 2 類、JIS Z 3106(2004) ステンレス鋼溶接継手の放射線透過試験方法に基づく 1 類又は 2 類、JIS Z 3107(20081993) チタン溶接部の放射線透過試験方法に基づく 1 類又は 2 類~~若しくは又は~~JIS-Z-3050(1995) パイプライン溶接部の非破壊試験方法に基づく B 基準を満足するものを合格とする。

ただし、厳しい繰り返し条件下で使用される配管の溶接部は、JPI-7S-77-20108 石油工業用プラントの配管基準の 30.3.2 の表 30.3.2~~(溶接部の合否判定基準/ 厳しい繰り返し条件)~~に規定する基準を~~満足満~~するものを合格とする。

4618.9.3 超音波探傷試験

超音波探傷試験の方法及び判定基準は、次による。

- a) 超音波探傷試験の方法は、JIS Z 3060(201502) 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 3050(1995) パイプライン溶接部の非破壊試験方法の中の適切なものを用いる。
- b) 判定基準は、特定則例示基準別添 1 第 63 条又は JIS Z 3050 パイプライン溶接部の非破壊試験方法に基づく B 基準を満足するものを合格とする。
- ただし、厳しい繰り返し条件下で使用される配管の溶接部は、JPI-7S-77-20108 石油工業用プラントの配管基準の 30.3.2 の表 30.3.2 (溶接部の合否判定基準/厳しい繰り返し条件) に規定する基準を満足するものを合格とする。

4618.9.4 磁粉探傷試験

磁粉探傷試験の方法及び判定基準は、次による。

- a) 磁粉探傷試験方法は、JIS Z 2320-1 非破壊試験—磁粉探傷試験—第 1 部：一般通則、JIS Z 2320-2 非破壊試験—磁粉探傷試験—第 2 部：検出媒体、及び JIS Z 2320-3 非破壊試験—磁粉探傷試験—第 3 部：装置による。ただし、標準試験片、磁化の方法及び磁粉のかけ方は特定則例示基準別添 1 第 64 条による。なお、当該例示基準に示す磁粉模様のうち、線状の磁粉模様は磁粉模様においてその長さが幅の 3 倍以上のものを、円形状の磁粉模様は戦場の磁粉模様以外のものをそれぞれ指すものとする。磁粉探傷試験の方法は、例示基準に準拠し JIS G 0565(1992) 鉄鋼材料の磁粉探傷試験方法及び磁粉模様の分類による。硬化性の材料については、原則として極間法を用いる。
- b) 判定基準は、特定則例示基準別添 1 第 64 条又は JIS Z 3050(1995) パイプライン溶接部の非破壊試験方法に基づく B 基準を満足するものを合格とする。
- ただし、厳しい繰り返し条件下で使用される配管の溶接部は、JPI-7S-77-20108 石油工業用プラントの配管基準の 30.3.2 の表 30.3.2 (溶接部の合否判定基準/厳しい繰り返し条件) に規定する基準を満足するものを合格とする。

4618.9.5 浸透探傷試験

浸透探傷試験の方法及び判定基準は、次による。

- a) 浸透探傷試験方法は JIS Z 2343-1 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 2343-2 非破壊試験—浸透探傷試験—第 2 部：浸透探傷剤の試験、JIS Z 2343-3 非破壊試験—浸透探傷試験—第 3 部：対比試験片、及び JIS Z 2343-4 非破壊試験—浸透探傷試験—第 4 部：装置による。浸透探傷試験方法は蛍光浸透探傷試験又は染色浸透探傷試験として例示基準に準拠し JIS Z 2343(201719921992) 浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類による。
- b) 判定基準は、特定則例示基準別添 1 第 65 条又は JIS Z 3050(1995) パイプライン溶接部の非破壊試験方法に基づく B 基準を満足するものを合格とする。

ただし、厳しい繰り返し条件下で使用される配管の溶接部は、JPI-7S-77-20108
 石油工業用プラントの配管基準の30.3.2の表 30.3.2 (溶接部の合否判定基準/厳しい繰り返し条件)に規定する基準を満足するものを合格とする。

168.9.6 硬さ試験

硬さ試験を行うときは、試験の種類、機器、測定方法及び判定基準をあらかじめ定めておく。(4315.4.2 参照)

47—19 耐圧試験及び気密試験

4719.1 耐圧試験

4719.1.1 試験に用いる流体

試験に用いる流体は、次による。

- a) 試験は、一般に原則として水圧試験とする。ただし、次に該当し保安上支障がない場合は、b)に定める水以外の液体を用いることができる可能である。
 - 1) 凍結による損傷の可能性があるとき
 - 2) 運転流体、又は配管材料などが水の残存の悪影響を受けるとき
 - 3) その他水を満たすことが不適当なとき
- b) 水以外の液体を用いる場合は、非毒性液体であり、かつ、次に掲げる条件に適合するものであること。
 - 1) 使用する液体が、耐圧試験温度において沸点以下であること。
 - 2) 可燃性液体の場合は、その引火点が 40℃より高いものであり、かつ、常温付近で試験する場合に限る。
 - 3) 液体を満たすことが不適当な場合には、空気又は危険性のない気体によって行うことができる可能である。

4719.1.2 試験準備

耐圧試験実施前の試験準備は、次による。

- a) 全ての接合部は、溶接部も含み試験中露出しておく溶接部も含めて試験中は露出しておく。ただし、接合部があらかじめこの基準に従って試験されている場合には、その部分は保温、保冷又は被覆してあっても差し支えない。
- b) 耐圧試験に用いる液体の重量を支持することが必要な場合には、仮設のサポートを設ける。
- c) 伸縮継手は、耐圧試験の際の付加荷重によってより変形が生じるおそれがある場合には、仮設の拘束材を設けるか又は試験中隔離しておく。
- d) 耐圧試験の対象ではない機器は、試験中取り外すか又は仕切板その他の方法で隔離しておく。バルブが耐圧試験圧力に相当であるときは隔離のために用いてもよい。
- e) 事前に試験された配管部材及び部分組立品を接続するフランジ継手及び他の機器と縁切りする閉止フランジ継手は、1934.1の規定に従った試験の必要はない。

- e) ~~試験中、他の機器を遮断するために仕切板が差し込まれているフランジ継手の接合部は、試験の対象としなくてもよい。ただし、このフランジ継手部の接合部は仕切板を外した後、気密試験により接合部から漏えいがないことを確認する。~~
- f) ~~— 耐圧試験の圧力保持中に、その系内にある流体が熱膨張する場合は、このために圧力が過大にならないよう予防手段をとる。~~
- g) ~~— 耐圧試験を空気その他の気体によって行う場合には、当該作業の安全を確保するために、溶接部について耐圧試験前に、次に定める非破壊試験を実施する。~~
- ~~— 1) — 当該設備の長手継手、周継手（配管及び導管にあっては、その設置場所で溶接を行った外径 160 mm を越える管の周継手に限る。）及び鏡板を作るための継手に係る突合せ溶接による溶接部の全長（管にあっては、溶接部の全長の 20% 以上）について、JIS Z 3104(1995) 鋼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など等によってより放射線透過試験を行い、その等級分類が 4618.9.2 e) の判定基準の 1 類又は 2 類であることを確認する。~~
- ~~ただし、完成検査（法に基づく完成検査のことをいう。）の場合、配管及び導管の長手継手において当該配管又は導管の製造を行った事業所において耐圧試験を行い、当該試験の成績書など等によってより確認できる可能であるものにあつてはこの限りでない。~~
- ~~2) — 次に示す溶接部については、JIS G 0565(1992) 鉄鋼材料の磁粉探傷試験方法及び磁粉模様分類による磁粉探傷試験又は JIS Z 2343-1(20171992) 非破壊検査—浸透探傷試験—第 1 部浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類による浸透探傷試験を行い、表面その他に有害な欠陥がないことを確認する。~~
- ~~2.1) — 引張り強さの規格最小値が 570N/mm² 以上の炭素鋼鋼板を使用した配管の溶接部~~
- ~~— 2.2) — 板の厚さが 25mm 以上の炭素鋼鋼板を使用した配管の溶接部~~
- ~~— 2.3) — 配管の周継手に係る溶接部であつて、その設置場所で溶接を行ったもののうち放射線透過試験を行わないもの~~

4719.1.3 試験方法及び判定基準

耐圧試験の試験方法及び判定基準は、次による。

- a) ~~— 内圧を受ける配管の試験圧力は、次による。~~
- ~~— 1) — 内圧を受ける配管の耐圧試験圧力は、液体を使用する場合は常用の圧力又は設計圧力の 1.5 倍以上（気体を使用する耐圧試験圧力は常用の圧力又は設計圧力の 1.25 倍以上）の圧力とする。~~
- ~~— 2) — 容器に接続される配管の試験圧力が容器の試験圧力以下の場合は、配管の試験圧力によって容器と配管を同時に試験することができる可能である。ただし、配管の試験圧力が容器の試験圧力を越える場合、配管と容器とを隔離して配管の試験を別途に行う。~~

- b) — 外圧を受ける配管の試験圧力は、次による。
- 1) — ジャケット付き配管のジャケットは、a)の規定に従い、ジャケットの設計圧力を基準として耐圧試験を行う。内管は、内圧及び外圧のうち厳しい方の圧力を基準として耐圧試験を行う。ただし、設計で制限されている場合はこの限りでない。
 - 2) — 外圧を受ける配管を内圧で試験する場合の耐圧試験圧力は、差圧を考慮した外圧の 1.5 倍の圧力以上とする。ただし、105kPa 未満の圧力としてはならない。
- c) — 耐圧試験圧力の保持時間は、5～20 分間（危険物の規制に関する政令（昭和 34 年政令第 306 号）第 8 条の 2 第 3 項第 3 号に定める事項についての完成検査のうち水圧検査を必要とする設備にあっては 10～20 分間）を標準とする。
- d) — 耐圧試験は、耐圧試験圧力においてふくらみ、伸び、漏えいなど等の異常がないとき、これを合格とする。
- e) — 耐圧試験を空気その他の気体によって行う場合は、まず常用の圧力又は耐圧試験圧力の 1/2 の圧力まで昇圧し、その後常用の圧力又は耐圧試験圧力の 1/10 の圧力ずつ段階的に昇圧し、耐圧試験圧力に達したとき漏えいなど等の異常がなく、また、その後圧力を下げて常用の圧力にしたとき、ふくらみ、伸び、漏えいなど等の異常がないとき、これを合格とする。
- f) — 耐圧試験において、一般則第 6 条第 1 項第 17 号など等に規定する耐震設計構造物については、一般則例示基準 7.「耐圧試験及び気密試験」など等の規定による。

4719.2 気密試験

気密試験の方法及び判定基準は、次による。

- a) — 気密試験は、一般に原則として空気その他の危険性のない気体によって行う。
- b) — 気密試験の試験圧力は、常用の圧力又は設計圧力以上とし、漏えいの確認は規定圧力を 10 分間以上保持した後に行う。
- c) — 検査の状況によって危険がないと判断される場合は、当該高压ガス設備によって貯蔵又は処理されるガスを使用して気密試験を行うことができる。この場合、圧力は段階的に上げ異常のないことを確認しながら昇圧する。
- d) — 気密試験は、耐圧試験完了の後に行うことを原則とする。
- e) — 漏れの検査は、継手部に発泡剤を塗布する方法又はこれと同等以上の検出力のある方法で行う。
- f) — 気密試験圧力において漏えいなど等の異常がないとき、これを合格とする。
- g) — 気密試験において、一般則第 6 条第 1 項第 17 号など等に規定する耐震設計構造物については、一般則例示基準 7.「耐圧試験及び気密試験」など等の規定による。

4719.3 安全対策

耐圧試験及び気密試験を行う時の安全対策は、次による。

- a) 耐圧試験及び気密試験に従事する者は、作業に必要な最小限度の人数の者とし、観測など等は、適切な障害物を設けて行うようにすること。
- b) 耐圧試験及び気密試験を行う場所及びその付近は、よく整頓して緊急の場合の避難の便を図るとともに、二次的な人体への危害が生じないように行うこと。
- c) 耐圧試験及び気密試験の際、脆性破壊を起こさないよう試験温度と材料の性質に十分考慮を払うこと。
- d) 水圧又は液圧試験のときは、空気を十分に排除すること。

4719.4 試験記録

耐圧試験及び気密試験の記録は、各配管設備について作成すること。この試験記録には次の事項を記載すること。

- a) 試験日時の日付
- b) 試験した配管の範囲
- c) 試験の種類及び流体
- d) 試験圧力
- e) 検査員による結果の証明

48—20 保安及び保全

2048.1 一般

配管系の保安及び保全を行う場合の一般事項は、次による。

- a) 高压ガスを取り扱う事業者は、あらかじめ高压ガス保安法に基づいた保安、保全関係の規程類を作成し、これに従うものとする。
- b) 保安及び保全の担当者は、次の定期運転停止時まで高い信頼性のもとに、安全に運転できる可能であるように装置を整備する。
- c) 一般則例示基準などで規定された点検、修理、措置など等に関する基準を遵守するとともに、2048.2～から2048.7の項目に従って行う。

備考：

その他、保安及び保全に当あたり必要に応じて次以下の規格が参考となる。

KHKS 0850-1 保安検査基準（一般高压ガス保安規則関係（スタンド及びコールド・エバポレータ関係を除く。））

KHKS 0850-2 保安検査基準（液化石油ガス保安規則関係（スタンド関係を除く。））

KHKS 0850-3 保安検査基準（コンビナート等保安規則関係（スタンド及びコールド・エバポレータ関係を除く。））

KHKS 1850-1 定期自主検査指針（一般高压ガス保安規則関係（スタンド及びコールド・エバポレータ関係を除く。））

KHKS 1850-2 定期自主検査指針（液化石油ガス保安規則関係（スタンド関係を除く。））

KHKS 1850-3 定期自主検査指針（コンビナート等保安規則関係（スタンド及びコ

ールド・エバポレータ関係を除く。))

JPI-8S-1 配管維持規格

JPI-8R-13 検査技術

2048.2 配管の取替限界

性能の劣化した配管は、危険な状態となる以前に取り替又は補修をする。また、管内に堆積物が生じた場合には、適切な清掃を行う。

肉厚減少による取替限度は次による。

- a) 一管の廃却肉厚は、57.1 の算式から腐れ代を除いた値に配管の伸縮、外的条件など等によって管に加わる荷重の応力を負担するために必要な肉厚を加算した値とし、その値は、あらかじめ過去の実績又は規格類(技術文献を含む。)によって規定しておくこと。
- b) 一バルブは、形状が複雑なために内部圧力のみによる応力の大きさと、廃却肉厚を決定することは實際上困難であり、さらに温度変化など等からくる膨脹、収縮及びバルブを閉じたときのシート圧力など等によって、付加される応力も廃却肉厚を決定する上で考慮する必要がある。あらかじめ、バルブの廃却を決定する肉厚は、バルブ取扱指針(KHK 五訂版)-KHK E 009 バルブ取扱指針(五訂版)、及び過去の実績など等によってより規定しておくこと。

2048.3 装置の運転開始又は停止操作時の点検

装置の運転開始又は停止操作時には、通常の運転時の諸条件に比べ温度、圧力、流量、振動など等が大きく変動するので、各機器及び配管に対する負荷が非常に大きくなる場合がある。したがって、破損、膨脹収縮、漏えい、摩耗、異物堆積、詰りなど等の起こる可能性がきわめて大きいので、たえず各機器及び配管の作動状況、振動及び漏えいを点検して異常の有無を確認する。

もし、異常が発見されたときは、直ちに運転の停止又は応急措置を行う。装置運転停止時或いは装置内部作業を行う場合のガス置換については、一般則例示基準など等で規定された該当項目に従って行う。

2048.4 装置の運転中の点検

装置運転中は、故障、破損など等による事故発生を予防するために、あらかじめ点検箇所、点検頻度、点検項目など等を定めた点検要領書を作成し、この点検要領書に従って確実な点検を行うこと。

2048.5 点検の頻度

点検は、定期的に巡回して行う必要があるが、次のような状態の場合には点検頻度を増加する。

- a) 一経年変化によってより劣化した場合
- b) 一使用条件が過酷な場合
- c) 一腐食、摩耗が著しい場合
- d) 一振動、過負荷及び疲労に対する問題が考慮される場合
- e) 一肉厚の余裕が小さい場合
- f) 一2048.6による点検記録よってより必要とされる場合

2048.6 記録

工事完成後、担当者は、仕様書、計算書、図面、試験成績記録、実測肉厚記録及びその他必要なデータに基づいて、保全管理用の保全記録カードを作成する。

この保全記録カードには、次の項目を含めて記録し、点検を行うごとにその結果を記入する。

a) 工事完成時の記載事項にあつては、次に掲げる項目

—1) 完成検査年月日

—2) 配管(ライン)番号

—3) 材質、常用の圧力、常用の温度、測定肉厚及び最小許容厚さ(廃却基準)

—4) 安全弁の設定圧力

—5) 耐圧試験圧力及び気密試験圧力

b) 自主検査時の記載事項にあつては、次に掲げる項目

—1) 検査年月日

—2) 検査部の位置、肉厚、腐食形態並びに腐食率

—3) 気密試験圧力(必要があれば耐圧試験圧力)

—4) 次期検査予定日

—5) 検査担当者氏名

—6) その他の特記事項

2048.7 保全工事

保全工事は、漏えい、破損、故障など等による災害の発生を未然に防止するために行われるもので、運転中の点検結果による修理工事及びあらかじめ工事発注者が定めた周期による修繕工事がある。これらの保全工事は、確実に行うことが必要であり、一般的に工事期間が限定されていることから、保全工事の実施に当たっては、事前に工事内容、手順などを決めて万全の計画を立てること。