

# KHK/PAJ/JPCAS



## 高压ガス設備の供用適性評価に基づく 耐圧性能及び強度に係る 次回検査時期設定基準

KHK/PAJ/JPCAS 0851(2022)

令和4年4月1日改正

高压ガス保安協会

石油連盟

石油化学工業協会

2022

## 免責条項

高圧ガス保安協会、石油連盟及び石油化学工業協会は、この高圧ガス設備の供用適性評価に基づく耐圧性能及び強度に係る次回検査時期設定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。この高圧ガス設備の供用適性評価に基づく耐圧性能及び強度に係る次回検査時期設定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、この高圧ガス設備の供用適性評価に基づく耐圧性能及び強度に係る次回検査時期設定基準を使用しなければなりません。

高圧ガス保安協会、石油連盟及び石油化学工業協会は、この高圧ガス設備の供用適性評価に基づく耐圧性能及び強度に係る次回検査時期設定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。

## まえがき

従来、供用中の高圧ガス設備は、個々の仕様、使用環境及び管理方法等によらず、一律の検査が適用されてきました。近年、欧米諸国において、供用中の設備の健全性評価手法として供用適性評価 (Fitness For Service) の考え方の導入が進められており、設備毎の使用環境及び運転実績データ等を踏まえた、より合理的な設備の余寿命予測及び維持管理手法を適用できるようになってきました。

我が国においても、供用適性評価の考え方を導入し、より合理的な設備の余寿命予測及び維持管理手法の適用を可能とするため、平成17年より高圧ガス保安協会と石油業界及び石油化学業界が共同で余寿命予測規格勉強会を設置し、我が国の設備の使用環境及び実績データ等に基づく供用適性評価手法を規格化するための素案作成を開始いたしました。平成19年より高圧ガス保安協会に供用適性評価規格委員会が設置され、本格的な規格化に向けた検討作業が開始されました。その後、慎重かつ活発な検討及び議論を経て、平成21年10月26日に「高圧ガス設備の供用適性評価に基づく耐圧性能及び強度に係る次回検査時期設定基準 (KHK/PAJ/JPCA S.0851)」を石油連盟 (Petroleum Association of Japan, PAJ)、石油化学工業協会 (Japan Petrochemical Industry Association, JPCA) 及び高圧ガス保安協会 (KHK) の3者共同規格として制定いたしました。

平成26年4月18日には、利便性向上を目的に規定の一部改正を行いました。

改正後も利便性向上・高度化を目指し、平成30年には、高度化検討分科会を設置して検討を継続し、令和4年4月1日には、評価区分Ⅱの減肉評価方法に係る規定と溶接補修後の耐圧試験の省略に係る規定を追加するための改正を行いました。

今後も引き続き本基準についての不断の見直しによる改善を行っていくとともに、保安の確保を大前提として、より合理的な基準として発展させるため、邁進いたします。

最後に、本基準が今後の石油業界及び石油化学業界を含めた高圧ガス関連事業者による自主保安の推進をより合理的にするものであることを期待します。

令和4年4月  
石油連盟・石油化学工業協会・高圧ガス保安協会

## 発刊にあたって

本基準で引用した規格、基準及び文献等の資料について、その掲載につき快く許諾いただいた関係機関及び関係者の皆様に対し、ここに感謝の意を表します。

令和4年4月

高圧ガス保安協会

印刷不可

高圧ガス保安協会 供用適性評価規格委員会 構成表  
 (令和4年3月末現在)

氏名	所属
(委員長) 鴻巣 眞二	茨城大学
(副委員長) 小川 武史	青山学院大学
(副委員長) 中曾根 祐司	東京理科大学
三浦 晃	ENEOS 株式会社
渡辺 要	KW保安管理システム研究所
矢野 昌也	住友化学株式会社
鬼木 一敬	三菱ケミカル株式会社
佐藤 信義	元 旭化成株式会社
板谷 重基	東洋エンジニアリング株式会社
木曾 朋顕	日揮グローバル株式会社
弥富 政享	株式会社 I H I
島川 貴司	川崎重工業株式会社
津野 和裕	レイズネクスト株式会社
松本 俊一	茨城県
森村 高幸	三重県
保坂 由文	神奈川県
事務局	高圧ガス保安協会 保安技術部門

高圧ガス保安協会 供用適性評価規格委員会  
高度化検討分科会 構成表  
(令和4年3月末現在)

	氏名	所属
(主査)	中曾根 祐司	東京理科大学
(副主査)	高橋 邦夫	東京工業大学
	三浦 直樹	一般財団法人 電力中央研究所
	渡邊 知寛	三菱ケミカル株式会社
	小山 聡	住友化学株式会社
	鶴澤 勝義	コスモ石油株式会社
	中川 祐一	三井化学株式会社
	山本 栄一	山本技術士事務所
	木曾 朋顕	日揮グローバル株式会社
	津乗 充良	株式会社 I H I
	松本 俊一	茨城県
	保坂 由文	神奈川県
事務局	高圧ガス保安協会	保安技術部門

# 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つい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、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 KHKS 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

F A X : 03-3438-4163



## 目 次

1. 総則	1
1.1 基準の目的	1
1.2 高圧ガス設備の耐圧性能及び強度に係る検査	1
1.3 設備管理帳票類の作成及び損傷の管理	1
1.4 供用適性評価と設備の余寿命	2
1.5 次回検査時期の設定	2
1.6 用語の定義	2
2. 適用範囲	3
2.1 適用法規及び関連規格	3
2.2 適用設備	3
2.3 適用対象の損傷	5
2.4 損傷と供用適性評価区分	5
2.5 複数の損傷が混在する場合の供用適性評価	6
2.6 高圧ガス設備等の耐震性能を定める告示 （平成30年経済産業省告示第220号）の取り扱いについて	6
3. 減肉の供用適性評価	17
3.1 適用対象設備	17
3.2 減肉の検査点及び検査方法	17
3.3 減肉速度	19
3.4 減肉の供用適性評価	21
3.5 外面腐食の取り扱い	23
3.6 減肉の発生のおそれがない設備の取り扱い	23
4. 減肉以外の損傷に対する供用適性評価	26
4.1 供用適性評価のための損傷の検査	26
4.2 クリープ損傷の供用適性評価	27
4.3 水素侵食の供用適性評価	33
4.4 き裂状欠陥の供用適性評価	37
5. 次回検査時期の設定	40
5.1 次回検査時期	40
5.2 損傷が単独で存在する場合の次回検査時期の設定	40
5.3 損傷が複数存在する場合の次回検査時期の設定	42
5.4 厚さ測定又は開放検査に伴う次回検査時期の見直し	42

6.	運転条件の変更等に伴う供用適性評価の再評価	44
6.1	供用適性評価の再評価	44
6.2	運転条件の変更を行う場合の再評価	44
6.3	設備に防食対策を行う場合の再評価	45
6.4	設備に補修を行う場合の再評価	47
7.	基準適用のための運用体制	50
7.1	体制	50
7.2	役割	50
7.3	FFS組織の長及び要員の資格	50
7.4	検査員の資格	51
7.5	基準類の整備・活用	52
8.	記録の作成及び保管	55
8.1	記録の作成	55
8.2	記録の保管	55
<b>附属書</b>		
附属書 1	設備管理帳票類（規定）	附属書 1-1～3
附属書 2	用語の定義（規定）	附属書 2-1～5
附属書 3	減肉－評価区分Ⅰ 追加規定（規定）	附属書 3-1～9
附属書 4	損傷の種類と特徴（参考）	附属書 4-1～32
附属書 5A	減肉の評価区分Ⅱの供用適性評価－ p-M法による評価（規定）－	附属書 5A-1～6
附属書 5A-1	直胴部の単一の減肉の p-M法による評価（規定）	附属書 5A-1～15
附属書 5A-2	複数の減肉部を有する円筒形圧力設備の p-M法による評価（規定）	附属書 5A-16～25
附属書 5A-3	オーバーラップする複数の減肉部を有する円筒形圧力設備の p-M法による評価（規定）	附属書 5A-26～33
附属書 5A-4	減肉部を有するエルボの p-M法による評価：内圧及び面内曲げモーメントが作用する場合（規定）	附属書 5A-34～42
附属書 5A-5	減肉部を有するエルボの p-M法による評価：内圧及び面外曲げモーメントが作用する場合（規定）	附属書 5A-43～49
附属書 5A-6	円筒形圧力設備のノズル近傍の減肉部の p-M法による評価（規定）	附属書 5A-50～61
附属書 5B	減肉の評価区分Ⅱの供用適性評価－ WES2820による評価（規定）－	附属書 5B-1～2
附属書 6	設備及び部材の標準検査点又は検査箇所並びに検査方法（参考）	

.....	附属書 6-1～42
<b>附属書 7</b> 熱交換器伝熱管の減肉の供用適性評価（参考）	..... 附属書 7-1～7
<b>附属書 8</b> 外面腐食に対する措置例（参考）	..... 附属書 8-1～25
<b>附属書 9</b> クリーブ損傷の供用適性評価（参考）	..... 附属書 9-1～17
<b>附属書 10</b> 水素侵食の供用適性評価（参考）	..... 附属書 10-1～8
<b>附属書 11</b> き裂状欠陥の供用適性評価（規定）	..... 附属書 11-1～13
<b>附属書 12</b> ベイズの定理（参考）	..... 附属書 12-1～6
<b>附属書 13</b> 環境遮断、電気防食及び環境改善の防食対策（参考）	附属書 13-1～11
<b>附属書 14</b> 補修溶接施工要領書の内容例（参考）	..... 附属書 14-1～27
<b>附属書 15</b> 溶接補修後の耐圧試験の省略（規定）	..... 附属書 15-1～4
<b>解説</b> .....	解説 1～6
<b>参考</b> 「認定完成検査実施者及び認定保安検査実施者の認定について（内規）（〇〇〇〇保局第〇号）」等における本規格の引用について	
.....	参考

## 1. 総則

### 1.1 基準の目的

この基準は、高圧ガス保安法に基づいて設計、製作された高圧ガス設備のうち、石油精製プラント及び石油化学プラントの装置に用いる静機器、配管系及び導管系（以下、“設備”という。）を対象として、設備の供用期間中に検出される損傷に対し、供用適性評価の方法及び供用適性評価の結果にもとづく高圧ガス設備の耐圧性能及び強度に係る検査（外部目視検査を除く。以下、同じ。）の次回検査時期の定め方を規定する。

- 備考 1 石油精製プラントの装置とは、総務省作成の日本標準産業分類による大分類 E（製造業）、中分類 17（石油製品・石炭製品製造業）の小分類 171（石油精製業）に示す製品の製造に用いる装置をいう。
- 2 石油化学プラントの装置とは、日本標準産業分類による大分類 E（製造業）、中分類 16（化学工業）、小分類 161（化学肥料製造業）の細分類 1611（窒素質・りん酸質肥料製造業）及び小分類 163（有機化学工業製品製造業）の細分類 1631（石油化学系基礎製品製造業）、1632（脂肪族系中間物製造業）、1634（環式中間物・合成染料・有機顔料製造業）、1636（合成ゴム製造業）並びに 1639（その他の有機化学工業製品製造業）に示す製品の製造に用いる装置をいう。
- 3 石油精製プラント及び石油化学プラントの装置には、石油精製及び石油化学を主事業とする事業所の施設内に設けられるその他の製造装置を含む。

### 1.2 高圧ガス設備の耐圧性能及び強度に係る検査

この基準で定める耐圧性能及び強度に係る検査とは、次の a)～d)に定める検査をいう。

- a) **KHKS 0850-1**: 保安検査基準(一般高圧ガス保安規則関係(スタンド関係を除く。))の **4.3** 高圧ガス設備の耐圧性能及び強度 及び **7.4** 耐圧性能及び強度
- b) **KHKS 0850-3**: 保安検査基準(コンビナート等保安規則関係(スタンド関係を除く。))の **4.3** 高圧ガス設備の耐圧性能及び強度 及び **7.1.4** 耐圧性能及び強度
- c) **KHKS 1850-1**: 定期自主検査指針(一般高圧ガス保安規則関係(スタンド関係を除く。))の **4.3** 高圧ガス設備の耐圧性能及び強度 及び **7.4** 耐圧性能及び強度
- d) **KHKS 1850-3**: 定期自主検査指針(コンビナート等保安規則関係(スタンド関係を除く。))の **4.3** 高圧ガス設備の耐圧性能及び強度 及び **7.1.4** 耐圧性能及び強度

### 1.3 設備管理帳票類の作成及び損傷の管理

- a) この基準の適用にあたっては、設備に生じる損傷を識別し、静機器は機器ごとに、配管系及び導管系はほぼ同一の損傷環境下にあつて類似の損傷を受ける範囲ごとに、発生が予測される損傷を網羅的に抽出し、損傷を分類、管理、検査及び評価するための“設備管理帳票類”を作成しなければならない。設備管理帳票類の作成ができない設備は、この基準の適用対象外とする。設備管理帳票類に記載が必要な内容を**附属書 1**に示す。
- b) 設備の供用中、設備管理帳票類に示す各損傷は管理され、損傷の進行に関するデータを継続的に検査し、記録しなければならない。
- c) 設備に変更、発生が予測される損傷の変更などが生じた場合には、遅滞なく変更の内容を設備管理帳票類に反映させなければならない。

備考 保安検査基準及び定期自主検査指針においては、配管系と導管系について別途規定されているが、これ以降、この基準においては特に断らない限り、配管系に関する規定を導管系に対して準用する。この場合においては“配管系”とあるのを“導管系”と読み替える。

#### 1.4 供用適性評価と設備の余寿命

##### a) 供用適性評価と余寿命

供用適性評価とは、設備が供用中、十分な耐圧性能及び強度を維持できるか否かを評価することをいう。また、設備の余寿命とは、供用適性評価の実施時点からの設備の供用可能期間をいい、供用適性評価の結果より定める。

##### b) 供用適性評価の管理単位

- 1) 供用適性評価は、静機器は機器ごとに、配管系はほぼ同一の損傷環境下にあつて類似の損傷を受ける範囲（以下、“管理単位”という。）ごとに行い、管理する。ただし、損傷の進行速度が部位により異なる等の理由により、さらに細分化し管理単位を設けてもよい。
- 2) 管理単位は、設備管理帳票類に明示しなければならない。

#### 1.5 次回検査時期の設定

この基準では、設備の余寿命に応じて次の a) 及び b) の二つに区分して検査時期を設定する。なお、開放検査を行う場合には、厚さ測定も必ず行うこととする。

- a) 厚さ測定（1.2 に定める検査のうち導管系にかかる非破壊検査を含む。以下、同じ。）の次回検査時期
- b) 開放検査の次回検査時期

#### 1.6 用語の定義

この基準で用いる用語の定義は、**附属書 2**による。

## 2. 適用範囲

### 2.1 適用法規及び関連規格

#### a) 適用法規

高圧ガス保安法及びその関連規則

#### b) 関連規格

- 1) **KHKS 0850-1** : 保安検査基準(一般高圧ガス保安規則関係(スタンド関係を除く。))
- 2) **KHKS 0850-3** : 保安検査基準(コンビナート等保安規則関係(スタンド関係を除く。))
- 3) **KHKS 1850-1** : 定期自主検査指針(一般高圧ガス保安規則関係(スタンド関係を除く。))
- 4) **KHKS 1850-3** : 定期自主検査指針(コンビナート等保安規則関係(スタンド関係を除く。))

#### c) 引用規格

この基準の規定の中で他規格の引用が規定されている場合には、引用の範囲内で、この基準の規定の一部を構成する。なお、引用規格に発行年を付記してあるものは、付記する発行年の版のみが有効であって、その後の改正版及び追補は適用しない。

## 2.2 適用設備

### 2.2.1 適用対象設備

この基準は、次の **a)～d)** の条件を満足する設備に適用する。

#### a) 設備の設計条件

設備の設計圧力が、30MPa 以下の設備

#### b) 設備の技術基準の条件

設備の建設時に、高圧ガス保安法で定める次の **1)～3)** の技術基準に従って、設計、製作、検査及び試験された設備

##### 1) 特定設備検査規則又は特定設備検査規則に係る例示基準。

なお、特定設備検査規則制定以前に建設された設備で、次の **1.1)** 又は **1.2)** のいずれかを満足する場合には、設備の技術基準の条件を満足する設備とする。

**1.1)** 設備の建設時の強度計算書(設計条件及び強度計算条件を含む。)を有している設備

**1.2)** 現行の特定設備検査規則に従って耐圧部の強度計算を行い、計算より得られた最小厚さを用いてこの基準に従って供用適性評価を行う場合。この場合において、強度計算に用いる溶接継手の効率は、設計条件書又は非破壊検査記録等より明らかな場合を除いて、設備の溶接継手と同一の溶接継手に対して現行の特定設備検査規則が定める溶接継手の効率の中の最も小なる値とする。

##### 2) 一般高圧ガス保安規則又は一般高圧ガス保安規則に係る例示基準

##### 3) コンビナート等保安規則又はコンビナート等保安規則に係る例示基準

#### c) 設備の検査実績の条件

設備の完成検査後 2 年以上の運転実績と 2 回以上の耐圧性能及び強度に係る検査の実績があ

る設備。ただし、設備の厚さ測定で、測定間隔 1 年を標準とする 3 回以上の厚さ測定データ（設備の完成検査時の厚さ測定データを含めてもよい。）を有する設備に限る。

**d) 設備の運転実績の条件**

設備は、適切に運転管理されている設備であること。

備考 常用の圧力を用いて最小厚さを再計算し、許可基準としている場合は、この基準の適用にあたっては、“設計圧力”とあるのを“常用の圧力”と読み替える。この場合、安全弁等の安全装置の作動圧力についても見直すこと。

**2.2.2 新設設備の類似又は同等の取扱い**

新設設備の供用を開始する場合で、すでにこの基準を適用して耐圧性能及び強度に係る検査の次回検査時期を管理している設備（以下「管理設備」という。）があり、新設設備が次の **a)～c)** のいずれかに該当する場合には、新設設備を管理設備と類似又は同等な設備とみなし、**2.2.1 c)** の条件に係らず管理設備の供用適性評価に用いたデータを類似又は同等設備の供用適性評価に用いることができる。ただし、新設設備の対象は、管理設備のある場所と同一事業所で、かつ、同一系内に存在する場合に限るものとし、管理設備の存在が、新設設備の検査及び試験の実施を免除することにはならない。

なお、類似又は同等の取り扱いとなる新設設備であっても、初回の開放検査は使用開始後 4 年以内に行わなければならない。ただし、管理設備のデータ及び製作施工条件を考慮し、当該期間内の供用に支障のある損傷の発生する恐れのある場合には、必要に応じて初回の開放検査までの期間を短縮すること。

また、この規定により類似又は同等な設備とみなした判断根拠について、設備管理帳票類に明記しなければならない。

- a) 管理設備と同一形状、同一材料で製造された設備で、かつ、管理設備と同等の運転条件で使用される設備**
- b) 管理設備と同一形状を有し、かつ、同等の運転条件で使用される設備で、材料のみが損傷に対して管理設備の材料より明らかに優れている設備。ただし、その変更が新たな損傷の発生原因とならないことを条件とする。**
- c) 管理設備と形状及び材料は異なるが同等の運転条件で使用される設備で、既存の他の管理設備の検査データより、管理設備に較べて損傷の発生及び進展が同等又は緩やかであることが明確な設備**

備考 1 同等の運転条件とは、設備に対して定められている使用流体、流量、運転圧力、運転温度などの運転条件が運転の管理変動範囲内にある運転をいう。

2 同一材料とは、次の 1)～3) の材料をいう。

- 1) 材料規格及び材料の種類の見号が同じ材料
- 2) 特定設備検査規則 例示基準 別添 1（特定設備の技術基準の解釈）第 4 条第 2 項及び別添 7（第二種特定設備の技術基準の解釈）第 4 条第 2 項に定める同等材料
- 3) 特定設備検査規則 例示基準 別添 1（特定設備の技術基準の解釈）第 4 条第 3 項及び別添 7（第二種特定設備の技術基準の解釈）第 4 条第 3 項に定める特定材料で、管理設備の JIS 規格材料と、化学的成分、機械的性質、試験方法及び試験片採取方法が極めて近似的な材料であっ

て、性質が極めて類似した材料（管理設備の材料が特定材料の場合には、同様の判断を JIS 規格材料について行う。）

- 3 損傷に対して管理設備の材料より明らかに優れている設備とは、学術的又は経験的に、同一損傷に対する抵抗性が優れていることが明確で、かつ、管理設備には生じていない新たな損傷が生じないことが明確な設備をいう。

### 2.2.3 適用対象外の設備

次の a)～d) の設備は、この基準の適用対象外とする。

- a) 2.2.1 又は 2.2.2 のいずれにも該当しない設備
- b) 設備の管理単位に、この基準の適用対象の損傷と適用対象外の損傷が混在する設備
- c) ポンプ、圧縮機などの動機器
- d) 設備の建設時の技術上の基準にしたがって、損傷を有する部材の最小厚さ又は最高許容使用圧力を求めることのできない設備

### 2.3 適用対象の損傷

この基準の適用対象とする損傷（損傷の原因による分類、この基準での適用の可否及びこの基準での区分）を表 2.1 に、損傷の特徴を附属書 4 に示す。

なお、表 2.1 に示す適用対象とする損傷に加え、次の a)～c) についても、この基準の適用対象とする。

- a) 適用対象の減肉と適用対象外の損傷の水素脆化（表 2.1 No.404）又は焼戻し脆化（表 2.1 No.405）とが混在する場合、ホットスタートにより脆性破壊を起こさない温度域にて使用する場合に限り、減肉として評価できる。
- b) 外面腐食（表 2.1 No.217）は、外面腐食の進行を防止する措置を施す場合に限り、減肉速度を有さない減肉として、この基準により評価することができる。
- c) 減肉の発生のおそれがない設備又は管理単位であっても、損傷の区分を減肉として、この基準により評価することができる。

### 2.4 損傷と供用適性評価区分

供用適性評価は評価区分 I と評価区分 II の二つに区分する。評価対象とする損傷の区分又は損傷の区分の組合せに応じて、評価区分 I 又は評価区分 II の適用区分は、次の 2.4.1～2.4.4 による。供用適性評価の全体フローを図 2.1 に、損傷の区分ごとの評価手順を図 2.2～2.5 に示す。評価対象とする各損傷の供用適性評価区分を表 2.2 に示す。

備考 1 評価区分 I 及び評価区分 II の両方が適用できる場合、その選択は事業者の任意とする。

- 2 事業者は、評価区分 I 又は評価区分 II の適用区分に応じ、7. に規定する事業者の要件を満足しなければならない。

#### 2.4.1 損傷の区分が減肉の場合

- a) 評価区分 I

設備の管理単位におけるリガメント厚さが、設備の供用期間中に設備建設時の技術基準によ



る最小厚さ未満とならないことを前提として行う供用適性評価をいう。

**b) 評価区分Ⅱ**

設備の供用期間中に、設備の管理単位におけるリガメント厚さが設備建設時の技術基準による最小厚さ未満となることを前提として行う供用適性評価をいう。

**2.4.2 損傷の区分がクリーブ損傷の場合**

クリーブ損傷の評価区分は、評価区分Ⅰとする。

**2.4.3 損傷の区分が水素侵食の場合**

水素侵食の評価区分は、評価区分Ⅰとする。

**2.4.4 損傷の区分がき裂状欠陥の場合**

き裂状欠陥の評価区分は、評価区分Ⅱとする。

**2.5 複数の損傷が混在する場合の供用適性評価**

評価対象とする管理単位に複数の損傷が混在する場合は、次の **a)** 又は **b)** による。

**a) 2.3** に示す適用対象の損傷が混在する場合の取扱いは、**表 2.3** による。

**b) 2.3** に示す適用対象の損傷とこの基準の適用対象外の損傷とが混在する場合は、この基準の適用対象外とする。

**2.6 高圧ガスの耐震性能を定める告示（平成 30 年経済産業省告示第 220 号）の取り扱いについて**

供用適性評価での地震等による曲げモーメントの考慮は、設備の荷重条件として重要な因子であるが、この基準での高圧ガス設備等の耐震性能を定める告示の取扱いは、次の **a)** 又は **b)** による。

**a)** 評価区分Ⅰを採用する場合にあっては、高圧ガス設備等の耐震性能を定める告示の適用対象設備か否かに拘わらず、高圧ガス設備等の耐震性能を定める告示の考慮は不要とする。

なお、この場合、**2.4.1a)** で規定する最小厚さとは、設計圧力及び高圧ガス設備等の耐震性能を定める告示の両方を満足する最小厚さとする。

**b)** 評価区分Ⅱを採用する場合で、かつ、設備が高圧ガス設備等の耐震性能を定める告示の適用範囲に該当する場合には、高圧ガス設備等の耐震性能を定める告示の定める設計地震動を考慮して供用適性評価を行わなければならない。

表 2.1 石油精製、石油化学プラントで発生する主な損傷の分類

損傷の原因による分類		損傷形態					この基準での供用適性評価の 対象項目
		全面腐食		局部腐食			
		均一 全面腐食	不均一 全面腐食	孔食	隙間腐食	粒界腐食	
101	酸露点腐食	この基準では経時的に厚さを管理できるものを適用対象とする。					3. 減肉の供用適性評価
102	エロージョン						
103	エロージョン・コロジション						
104	脱成分腐食						
104-1	脱亜鉛						
104-2	脱アルミニウム						
104-3	脱ニッケル						
201	異種金属接触腐食						
202	酸素濃淡電池腐食						
203	無機酸による腐食						
203-1	硫酸腐食						
203-2	塩酸腐食						
203-3	硝酸腐食						
203-4	炭酸腐食						
204	有機酸による腐食						
205	アルカリ腐食						
206	アミン腐食						
207	ハロゲン化物腐食						
208	湿潤塩素、次亜塩素酸腐食						
209	冷却水、工業用水腐食						
210	海水腐食						

著作権法により無断での複製、転載等は禁止されております。

表 2.1 石油精製、石油化学プラントで発生する主な損傷の分類 (つづき)

損傷の原因による分類		損傷形態					この基準での供用適性評価の対象項目
		全面腐食		局部腐食			
		均一 全面腐食	不均一 全面腐食	孔食	隙間腐食	粒界腐食	
211	湿潤硫化物腐食	この基準では経時的に厚さを管理できるものを適用対象とする。					3. 減肉の供用適性評価
212	水硫化アンモニウム腐食						
213	HCl-H <sub>2</sub> S-H <sub>2</sub> Oによる腐食						
214	迷走電流腐食、土壌腐食						
215	液体金属腐食						
216	微生物腐食						
217	外面腐食 <sup>注)</sup>						
218	高温酸化						
219	高温ハロゲン腐食						
220	水蒸気酸化						
221	高温硫化						
222	熔融塩腐食、バナジウムアタック						
223	浸炭、メタルダスティング						
224	窒化						
225	黒鉛化						

表 2.1 石油精製、石油化学プラントで発生する主な損傷の分類（つづき）

損傷の原因による分類		この基準での適用の可否	この基準での供用適性評価の対象項目
【応力腐食割れ】			4.4 き裂状欠陥の供用適性評価
300	ハロゲン化物応力腐食割れ	●	
301	ポリチオン酸応力腐食割れ	●	
302	塩化物応力腐食割れ	●	
303	アルカリ応力腐食割れ（苛性脆化）	●	
304	アミン応力腐食割れ	●	
305	外面応力腐食割れ（ESCC）	●	
306	アンモニア応力腐食割れ	●	
307	カーボネイト応力腐食割れ	●	
308	水素助長割れ、オーバーレイ剥離	●	
309	水素誘起割れ（HIC）、水素膨れ	●	
310	SOHIC	●	
311	硫化物腐食割れ	●	
【クリープ】			4.2 クリープ損傷の供用適性評価
312	クリープ損傷	○	
313	クリープ脆化	●	
【疲労】			4.4 き裂状欠陥の供用適性評価
314	高サイクル疲労	○	
315	低サイクル疲労	○	
316	熱疲労	●	
317	腐食疲労	●	

表 2.1 石油精製、石油化学プラントで発生する主な損傷の分類 (つづき)

損傷の原因による分類		この基準での適用の可否	この基準での区分	
【その他】				
401	遅れ割れ	○	4.4 き裂状欠陥の供用適性評価	
402	脆性破壊	●		
403	水素侵食	○	4.3 水素侵食の供用適性評価	
404	水素脆化	当該損傷に起因する脆性破壊を生じないように設備が 運転管理される場合には、損傷とは見なさない。		
405	焼戻し脆化			
406	475℃脆化		●	—
407	シグマ相脆化		●	
408	等温時効脆化		●	
409	チタンの水素脆化	●		
501	製作時の検査では未検出の欠陥の検出	△		

備考：表中の記号は、下記を表す。

○：この基準の適用対象とする損傷

●：この基準の適用対象外の損傷

△：欠陥の特徴、形状に応じて対象損傷（減肉又はき裂状欠陥）に区分される場合には、この基準の適用対象とする。

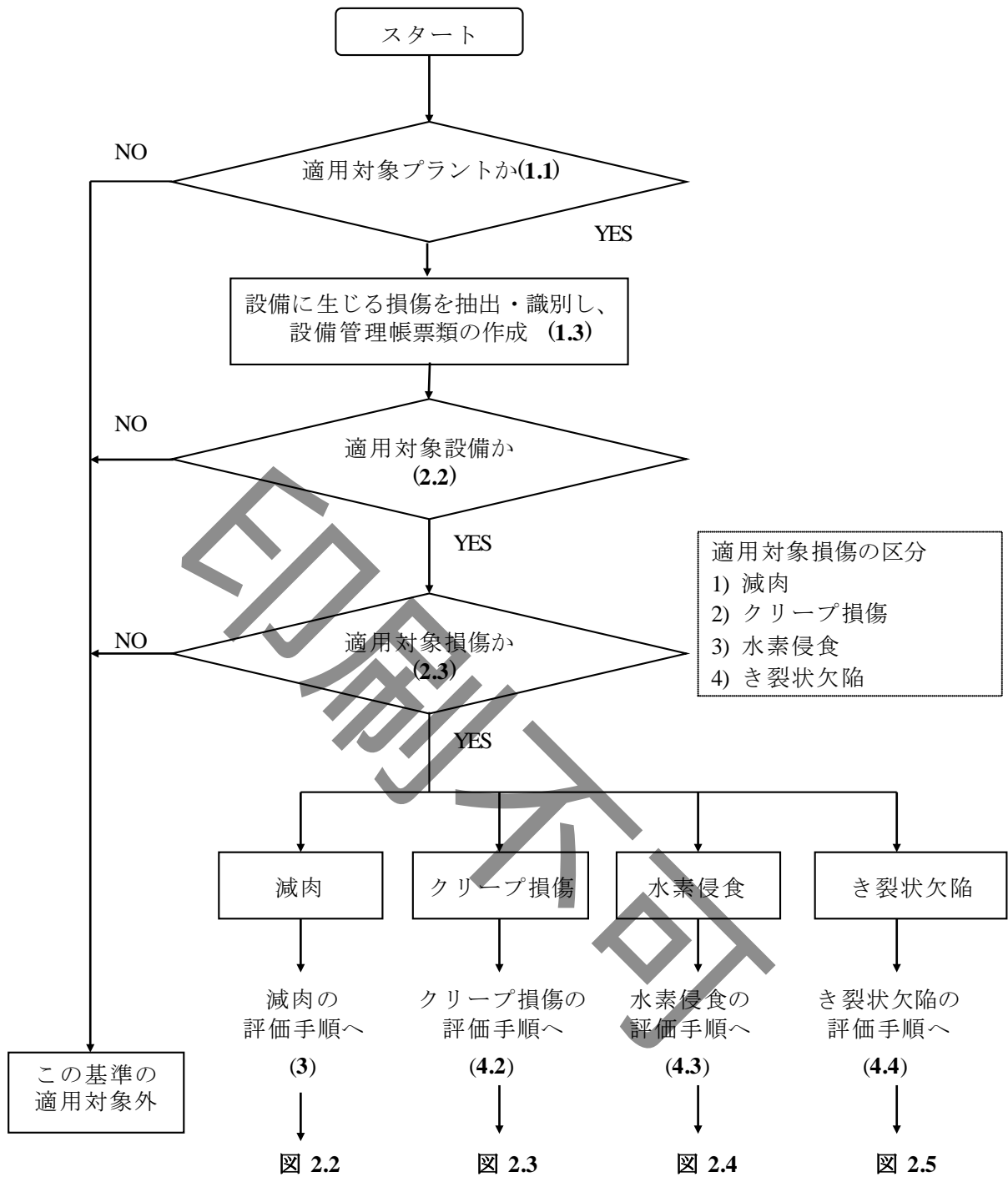
注）：217 外面腐食の取り扱いについては 2.3 b) を参照。

表 2.2 評価対象とする各損傷の供用適性評価区分

供用適性 評価区分	減肉	クリープ損傷	水素侵食	き裂状欠陥
I	リガメント厚さが設備の製造時の技術基準に從う最小厚さ未満にならない減肉の余寿命評価	マスター線図により得られる残存寿命による余寿命評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ C-0.5Mo 鋼以外については、ネルソン線図による余寿命評価</li> <li>・ C-0.5Mo 鋼については、ネルソン線図による余寿命評価又は水素侵食発生までの潜伏期間による余寿命評価</li> </ul>	—
II	リガメント厚さが設備の製造時の技術基準に從う最小厚さ未満になる減肉の余寿命評価	—	—	き裂状欠陥を除去せずに行う余寿命評価 (HPIS Z101-1 に定める評価不要欠陥寸法以下の場合 (第 1 段階評価))

表 2.3 適用対象損傷の組合せ及び評価区分

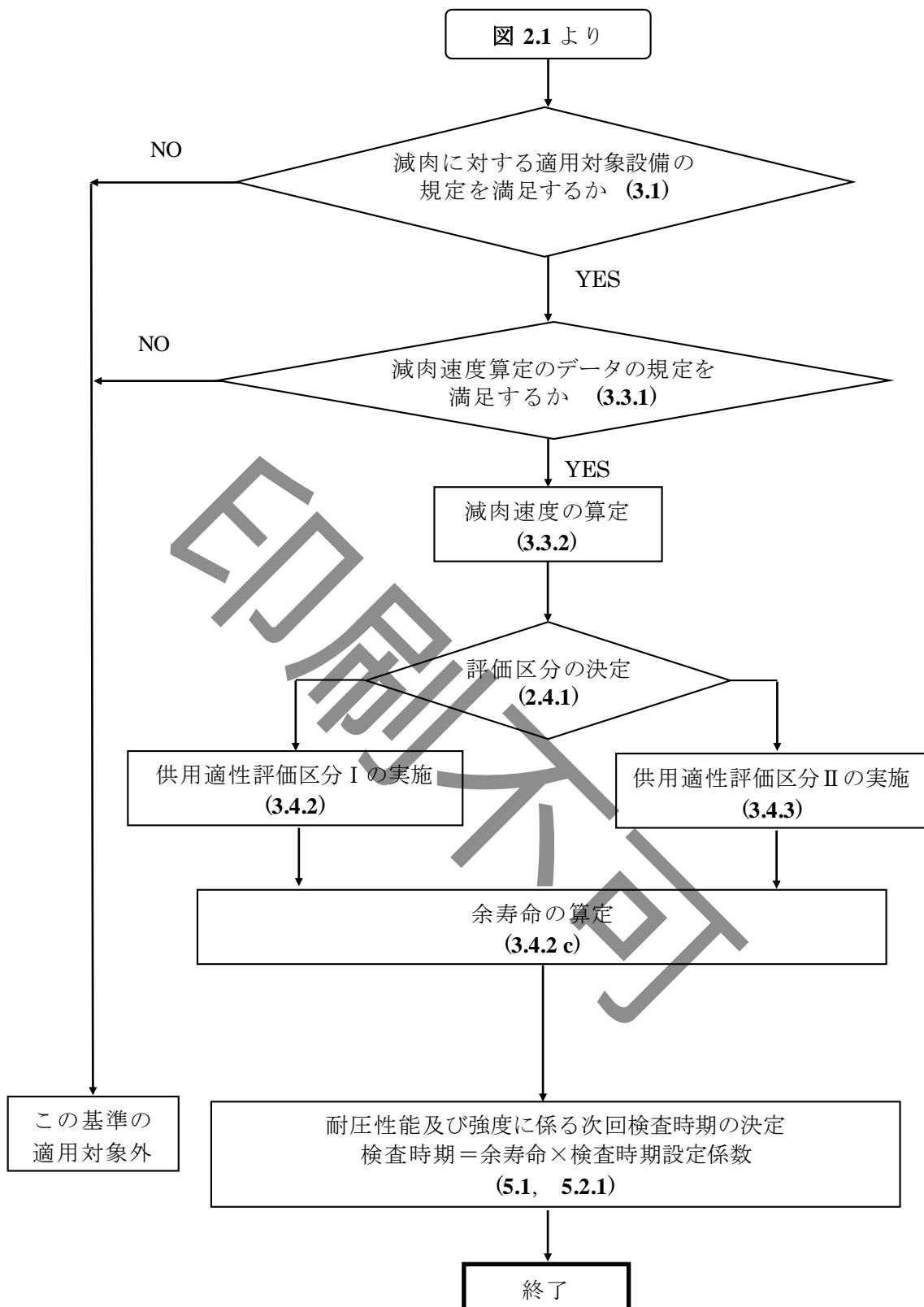
損傷の区分の組合せ		評価区分 I	評価区分 II	備考
複数の損傷の混在	減肉＋水素侵食	減肉を評価区分 I で評価し、かつ、水素侵食を評価区分 I で評価	減肉を評価区分 II で評価し、かつ、水素侵食を評価区分 I で評価	—
	減肉＋クリープ損傷	減肉を評価区分 I で評価し、かつ、減肉を考慮したクリープ損傷を評価区分 I で評価	減肉を評価区分 II で評価し、かつ、減肉を考慮したクリープ損傷を評価区分 I で評価	—
	減肉＋き裂状欠陥	き裂状欠陥の研削除去後の設備のリガメント厚さが最小厚さ以上で、かつ、供用中に最小厚さ未満とならないことを前提とする評価で、減肉の評価区分 I として評価	き裂状欠陥の研削除去後の設備のリガメント厚さが供用中に最小厚さ未満となることを前提とする評価で、減肉の評価区分 II として評価	き裂状欠陥は研削等で除去し、かつ、き裂状欠陥再発の可能性が無いことを条件とする。



注) ( ) 内の数字は、この基準の主たる該当項目の番号を示す。

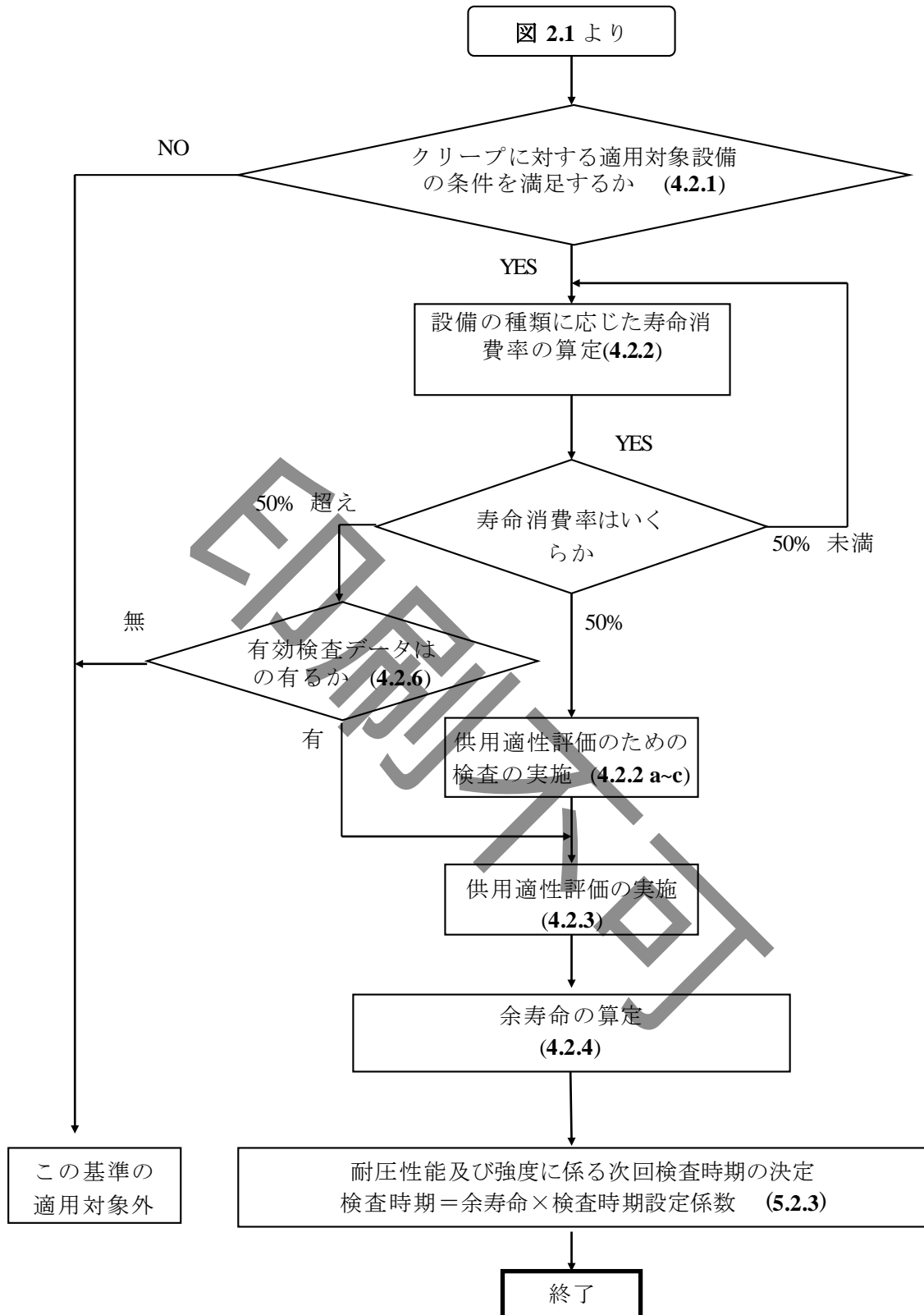
図 2.1 供用適性評価の全体フロー





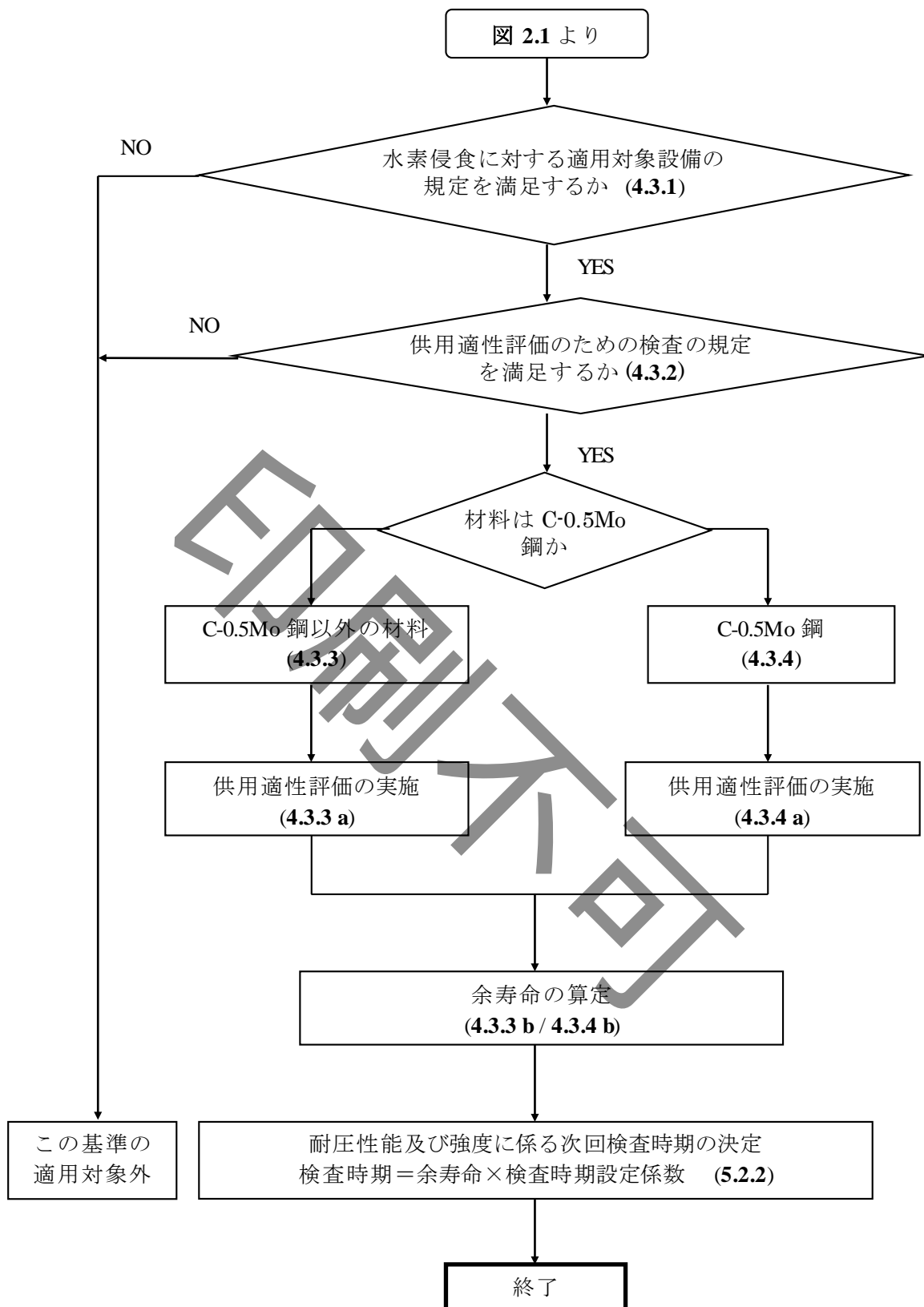
注 ( ) 内の数字は、この基準での主たる該当項目の番号を示す。

図 2.2 減肉の評価手順



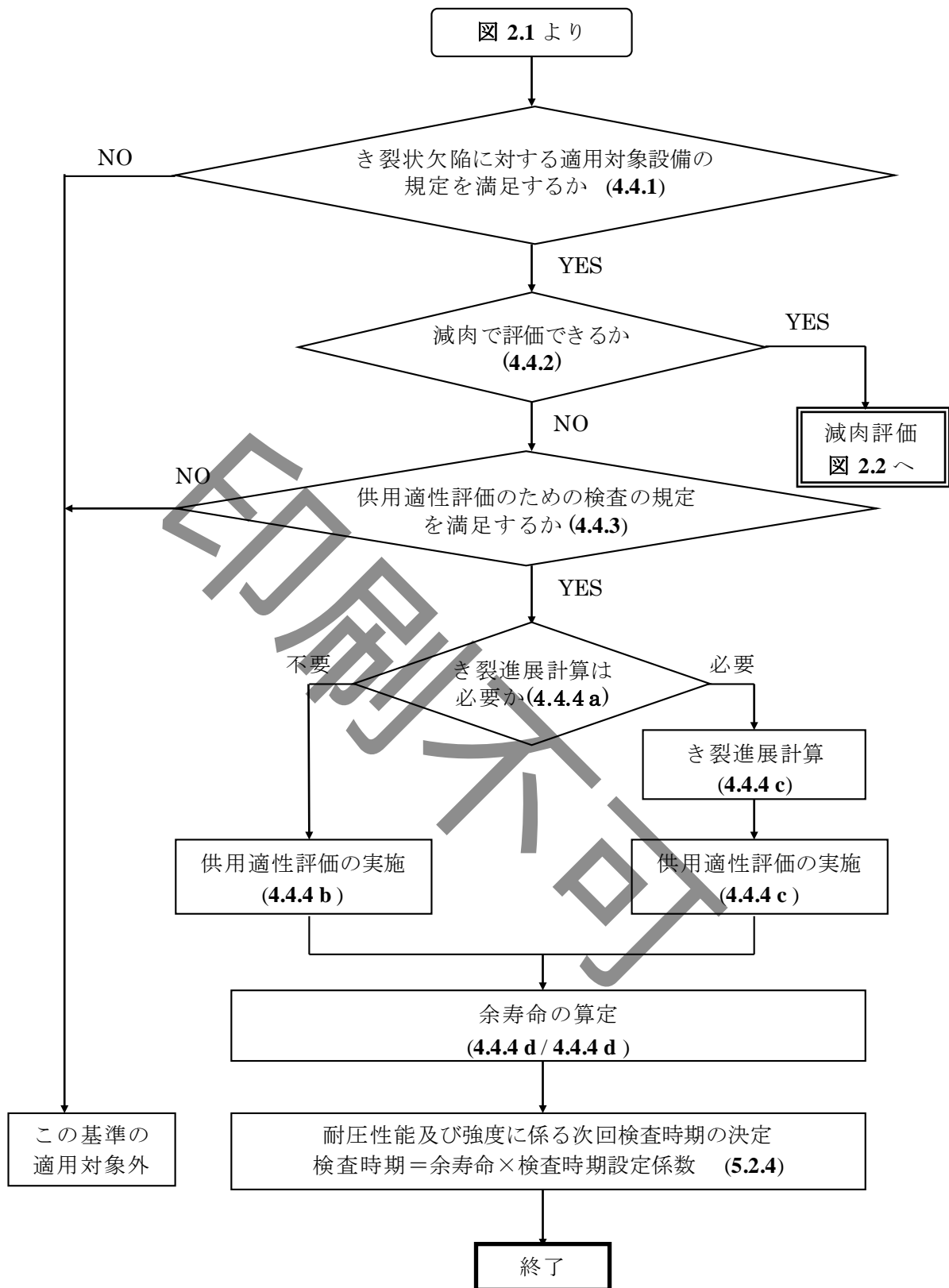
注) ( ) 内の数字は、この基準での主たる該当項目の番号を示す。

図 2.3 クリープ損傷の評価手順



注) ( ) 内の数字は、この基準での主たる該当項目の番号を示す。

図 2.4 水素侵食の評価手順



注) ( ) 内の数字は、この基準での主たる該当項目の番号を示す。

図 2.5 き裂状欠陥の評価手順

### 3. 減肉の供用適性評価

この基準は、損傷が **2.3** に示す減肉の供用適性評価について規定する。

なお、熱交換器用伝熱管の減肉の供用適性評価については、本項の規定の対象外とし、適切な方法によることとする。熱交換器用伝熱管の減肉の評価区分 I の供用適性評価の方法の例を、**附属書 7** (参考) に示す。

#### 3.1 適用対象設備

**2.2.1** 及び **2.2.2** の規定による。

#### 3.2 減肉の検査点及び検査方法

##### 3.2.1 検査点の設定

減肉管理のための検査点の設定は、次の **a)~d)** による。

- a)** 検査点は、設備の運転条件、材料、形状、構造及び予測される減肉の形態と位置などに応じて定める。
- b)** 目視検査、厚さ測定又は開放検査の結果、検査点以外の箇所が検査点の減肉速度よりも大きいと推定される場合には、その箇所を新たに検査点に追加する。  
なお、従来設定している検査点及び新たな検査点の減肉速度のモニタリング等については、**3.3.3** による。
- c)** 検査点は位置が分かるように設備管理帳票類などに記録して管理し、検査点に変更が生じた場合には、記録書類の変更を行う。
- d)** 検査点は、**a)**及び**b)**に定める他、次の **1)** 及び **2)** に示す部位を考慮し、**附属書 6** を参考に決定する。

##### 1) 腐食による場合

###### 1.1) 静機器の場合

- 1.1.1)** 液相と気相の境界面 (気液の界面)
- 1.1.2)** 腐食性物質の濃縮部 (機器底部、流れのないノズル等の滞留部)
- 1.1.3)** 腐食の発生しやすい温度域に曝される部位
- 1.1.4)** 流れの滞留部
- 1.1.5)** 内容物の堆積部
- 1.1.6)** 異材継手部

###### 1.2) 配管系の場合

- 1.2.1)** 流れの滞留部
- 1.2.2)** 内容物の堆積部
- 1.2.3)** 流体の蒸発する部位 (気相中の腐食性物質の濃縮部)
- 1.2.4)** 凝縮部
- 1.2.5)** 異材継手部

##### 2) エロージョン又は流れ加速腐食による場合

###### 2.1) 静機器の場合

- 2.1.1) 流体の衝突部
- 2.1.2) 入口／出口ノズル部
- 2.1.3) フラッシュゾーン

## 2.2) 配管系の場合

- 2.2.1) 管路の曲り部
- 2.2.2) 流れの分流又は合流部
- 2.2.3) 流れが絞られるなど、管路の断面積が急変する部位
- 2.2.4) 管路への注入部
- 2.2.5) 高流速で乱流の激しい箇所
- 2.2.6) 管固体又は液滴、気泡を含む流速のある配管系

## 3.2.2 検査方法

- a) 減肉の検査は、**3.2.1 a)～d)** で定めた検査点を定点として継続的に目視検査及び厚さ測定を行う定点測定による。
- b) 目視検査
  - 1) 目的
 

内外面の減肉、膨れ、割れなどの損傷の有無、及びライニング、コーティングなどの被覆材の損傷の有無を目視検査によって確認し、設計仕様、運転条件、使用履歴などを考慮して以下の評価を行うことを目的とする。ここで、具体的な目視検査の区分は、次の **2)** による。

    - 1.1) 厚さ測定、非破壊検査、破壊検査などの詳細検査の要否
    - 1.2) 関連設備等への拡大検査の要否
    - 1.3) 供用適性評価、変更、補修又は更新の要否
  - 2) 目視検査の区分
 

設備の内部状況を検査する内部目視検査と、設備の外部状況を検査する外部目視検査とに区分する。

    - 2.1) 内部目視検査は、内部の汚れ、詰まり状況、内表面の減肉、膨れ、割れなどの異常の有無、及びライニング、コーティングなどの被覆材の損傷の有無を確認する。このとき、検査項目及び検査部位に応じ、ファイバースコープ、工業用カメラなどの検査機器を有効に活用する。
    - 2.2) 外部目視検査は、設備外部の損傷の検査を行う。目視検査の対象部位は、**附属書 8** の **2.** (機器・配管における外面腐食に対する点検ポイントの具体例) を参考に、適切に定める。
 

なお、保温、保冷等が施工してある機器については、**附属書 8** を参考に適宜必要な処置を行い、保温材等の下での減肉発生の可能性を評価するため、保温、外装材、外装板のシールなどの健全性を評価することとする。
- 3) 減肉以外の損傷が確認された場合の措置
 

目視検査により減肉以外の損傷が検出された場合には、損傷を識別し、必要な措置を講

じる。

c) 厚さ測定

厚さ測定は、次の**1)~3)**による。

なお、厚さ測定に際しては、被測定物の形状、寸法及び減肉面の状態について検討を行い、適切な検査方法を選定して厚さ測定を行う。

- 1) **JIS Z 2355-1** 非破壊試験 ー超音波厚さ測定ー第1部：測定方法及び**JIS Z 2355-2** 非破壊試験 ー超音波厚さ測定ー第2部：厚さ計の性能測定方法又はそれと同等以上の超音波厚さ測定法によることとするが、測定対象、測定箇所、測定環境、形状等に応じて超音波厚さ測定法以外の測定方法を用いてもよい。ただし、同じ測定方法で継続して測定することが望ましい。

なお、超音波厚さ測定法以外の測定方法を用いる場合には、その測定法は減肉測定量と実際の減肉量に定量的な相関関係が明確になっていることとする。

- 2) 配管系の場合には、超音波厚さ測定法に替えて放射線透過画像検査による厚さ測定を適用することができる。放射線透過画像検査による厚さ測定については、**附属書 6**を参考として示す。

備考 放射線透過画像検査で厚さ測定を行う場合は、エッジ法による。

- 3) 減肉の深さの測定には、デプスゲージ、超音波厚さ計などを用いる。

d) 厚さの測定精度

c) の厚さ測定に用いる測定機器の精度（又は対比試験片での設定感度）は、次の**1)**及び**2)**による。

- 1) 超音波厚さ計の精度及びデプスゲージの精度は、 $\pm 0.1\text{mm}$ 以下とする。

なお、超音波厚さ計を用いる場合には、被測定物の温度に応じて温度補正を適切に行わなければならない。

- 2) 放射線透過画像検査の測定精度は、**附属書 6**を参考にして基準寸法試験片を用いて事前に確認する。

### 3.3 減肉速度

#### 3.3.1 減肉速度の算定に必要なデータ

厚さ測定データから減肉速度を求める場合は、次の**a)**及び**b)**による。

a) 厚さ測定データ

厚さ測定データは、**3.2.1**で定める各検査点（定点測定）で継続して検査されたデータとする。

b) 必要データ数

過去2年以上の運転期間内に測定された3回以上のデータを使用する。ただし、測定間隔は、1年を標準とする。

なお、設置、更新などの完成検査時の厚さ測定値を、必要データ数の一部として用いても

よい。また、減肉速度を直線近似で表わすと非安全側と認められる場合は、測定間隔を短くし適切な管理を行う。

### 3.3.2 減肉速度の設定

減肉速度は、厚さ測定データを用い、**図 3.1** に示す直線近似として、次の **a)~c)** による。なお、減肉速度は、管理単位ごとに定点測定 of 各検査点に対して求めることとし、減肉速度の算定にあたっては測定誤差を考慮し、安全側に適切に定めることとする。

**a)** 直近 2 回の厚さ測定データから、次式により減肉速度を求める。

$$c = \frac{t_2 - t_1}{t_2 \text{ から } t_1 \text{ までの供用期間}}$$

ここに、 $c$  : 減肉速度 (mm/年)

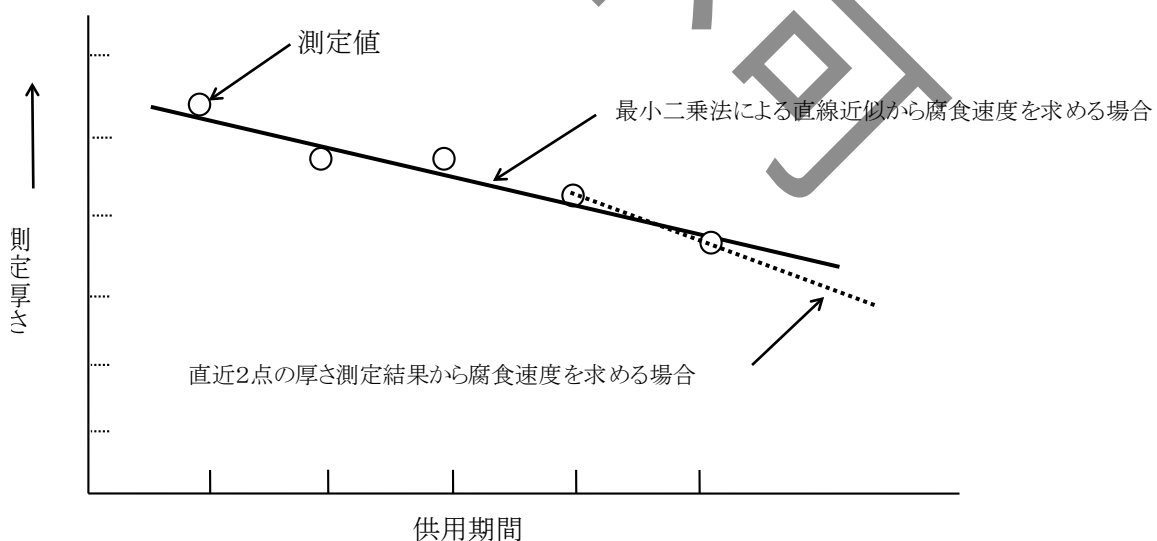
$t_1$  : 最も直近の厚さ測定での検査データ (供用適性評価を行う際に厚さ測定も行う場合には、その測定厚さ) (mm)

$t_2$  :  $t_1$  の厚さ測定の前回の厚さ測定での検査データ (mm)

**b)** 直近 3 回以上の厚さ測定データを用いて、最小二乗法による回帰直線の傾きから、減肉速度を求める。

備考 最小二乗法による回帰直線を求める場合、直近から連続して 3 回分より以前の測定データについては、損傷の原因、予測される傾向、考えられる現象の変化などを考慮し、適切に用いること。

**c)** **a)** と **b)** を比較し、いずれか大きい方の値を検査点の減肉速度とする (**図 3.1** 参照)。



**図 3.1** 減肉速度算定のための直線近似

備考 直近 2 回の厚さ測定の結果から求めた腐食速度が選択された場合又は最小二乗法により求まる減肉速度の傾向に変化が見られる場合には、その理由が測定誤差によるものなのか、その他の何らかの原因があるものなのかについて考察し、**3.3.3** に定める減肉速度のモニタリング等を実施する他、必



要に応じて、適切な措置を講ずること。

### 3.3.3 減肉速度のモニタリング等

次の **a)** 又は **b)** に該当する場合には、それぞれ **a)** 又は **b)** に定める検査点について、以後2年の間は1年間隔を標準とする厚さ測定検査を行い、当該2年間の厚さ測定の結果（計3回分）を用いて2年後に供用適性評価を実施し、次回検査時期について見直すこととする。

- a)** 従来設定している検査点における厚さ測定検査の結果、減肉速度が直近2回のデータから決定された場合であって、既に設定されていた次回の厚さ測定検査時期又は開放検査時期に変更を必要とした場合：当該検査点
- b)** 従来設定している検査点よりも減肉速度の大きい箇所が発見された場合：新たな検査点として追加する当該箇所

備考 ここでモニタリングとは、随時適切な頻度で厚さ測定を行うなどの措置を講ずることをいう。

## 3.4 減肉の供用適性評価

### 3.4.1 供用適性評価の評価区分

減肉の供用適性評価の区分は評価区分Ⅰ及び評価区分Ⅱとし、供用適性評価は管理単位ごとに行う。減肉に対する供用適性評価フローを、図 3.3 に示す。評価区分Ⅰを選択する場合には 3.4.2、評価区分Ⅱを選択する場合には 3.4.3 による。

### 3.4.2 評価区分Ⅰの供用適性評価

#### a) 評価に必要なデータ

評価区分Ⅰには、次の 1)～3) のデータを用いる。

- 1) 管理単位に含まれる各検査点での減肉速度
- 2) 管理単位に含まれる各検査点の厚さ測定データ
- 3) 評価対象部材の最小厚さ

#### b) 最小厚さの算定

- 1) 設備の製造時の技術基準に従って評価対象部材の最小厚さを算出する。この場合、設備に設計地震動、風荷重が作用する場合には、これらの荷重も考慮して求めた最小厚さとする。なお、この時、地震動、風荷重の設計基準、許容応力等の規定は、設備の建設時に用いた技術基準によるものとする。
- 2) 次の 2.1)～2.3) に生じる減肉の供用適性評価を行う場合には、**附属書 3**により補強に対する影響についても評価する。
  - 2.1) ノズルの穴補強部
  - 2.2) 円筒胴と円すい胴の接続部に取り付ける強め材の有効範囲
  - 2.3) 外圧を受ける胴の強め輪による補強の有効範囲

- 3) ベンド、エルボ、ティー等の管継手に生じる減肉の供用適性評価は、**附属書 3**による。  
 4) 計算フランジの内面に生じる減肉の供用適性評価は、**附属書 3**による。

備考 計算フランジとは、特定設備検査規則例示基準の規定により、**JIS B 8265 附属書 3**に従いフランジの最小厚さの算定又は発生応力の評価を行うフランジをいう。

c) 各検査点での余寿命の算定

- 1) 最小厚さからの余寿命の算定は、次式による。

$$L_R = \frac{t_1 - t_a}{c}$$

ここに、

- $L_R$  : 余寿命 (年)  
 $t_1$  : 最も直近に実施した厚さ測定での厚さ測定データ (mm)  
 $t_a$  : 評価対象部材の最小厚さ (mm)  
 $c$  : 各検査点での **3.3.2** による減肉速度 (mm/年)

- 2) ベンド、エルボ、ティー等の最高許容使用圧力からの余寿命の算定は、次の **2.1)~2.5)** による。

- 2.1)** 評価対象部材の厚さを均一に  $t_1$  (mm) と仮定する。ここで、 $t_1$  は評価対象部材に含まれる各検査点での厚さ測定データの最小値を用いる。  
**2.2)** 評価対象部材に含まれる各検査点での減肉速度の最大値を、評価対象部材の減肉速度 (mm/年) とする。  
**2.3)** 今後の供用予定期間 (年) を仮定し、 $t_1$ 、減肉速度及び仮定した供用予定期間より、次式により仮定した供用予定期間を経過した時点での部材の厚さ ( $t_1^*$ ) を求める。

$$t_1^* = t_1 - (\text{減肉速度}) \times (\text{供用予定期間})$$

- 2.4)**  $t_1^*$  を用い、**附属書 3** により最高許容使用圧力を求める。  
**2.5)** 最高許容使用圧力  $\geq$  設計圧力となる場合の供用予定期間の仮定値を、評価対象部材の余寿命とする。  
 3) 計算フランジに生じる減肉の供用適性評価における余寿命は、フランジに生じる応力が規格規定の許容値内となる場合の供用予定期間とする。

d) 余寿命の算定

設備ごと又は管理単位ごとの余寿命は、設備内又は管理単位内に含まれる各検査点での余寿命のうちの最短の期間とする。

### 3.4.3 評価区分Ⅱの供用適性評価

a) 評価に必要なデータ

評価区分Ⅱでは、**3.4.2 a)**に掲げるデータの他、評価対象となる管理単位及びその周囲に生じる減肉の種類、部材の材質及び減肉速度等を考慮し、供用予定期間経過時の減肉部を含む

管理単位の形状を予測することにより、次のデータを設定した上で評価を行う。

- 1) 供用予定期間  $T$  (年) 経過時に予測される評価対象部材の減肉部以外の健全部の厚さ
- 2) 供用予定期間  $T$  (年) 経過時に予測される減肉形状 (軸方向長さ、円周方向長さ及び減肉深さなど)

b) 減肉の評価区分Ⅱの評価方法の選択と供用適性評価

減肉の評価区分Ⅱの供用適性評価は a)のデータを用いて、**附属書 5A** 又は**附属書 5B** により行い、適合と判断された場合には a)で設定した供用予定期間  $T$  (年) を評価対象となる管理単位の余寿命とする。

なお、**附属書 5A** 又は**附属書 5B** の選択<sup>\*1)\*2)</sup>については、用いられる係数 ( $M_t$ 、 $M_s$  など)、参照応力の定義、塑性崩壊条件の定義及び許容基準の考え方を含めた両附属書に定める評価法の違いや特徴を十分に理解した上で、事業者の責任において判断しなければならない<sup>\*3)</sup>。

注)

- ※1 **附属書 5A** 及び**附属書 5B** は、それぞれ独立した規定であり、両附属書を併せて評価に用いてはならない。
- ※2 **附属書 5A** 又は**附属書 5B** の選択にあたり、事業者は個々の適用に際して、必ずしも両方の附属書の評価を実際に行う必要はない。
- ※3 ある設備の評価に際して選択した附属書については、当該設備の供用期間中においては同じ附属書を適用する。

c) 設備ごと又は管理単位ごとの余寿命の算定

設備ごと又は管理単位ごとの余寿命は、設備内又は管理単位内に含まれる評価を行った部位の余寿命のうちの最短の期間とする。

### 3.4.4 減肉と他の損傷が混在する場合の供用適性評価

減肉と減肉以外の基準適用対象の損傷が混在する場合の供用適性評価は、次の a)～c) による。

- a) 減肉とクリープ損傷が混在する場合の供用適性評価は、**4.2.5** による。
- b) 減肉と水素侵食が混在する場合の供用適性評価は、**4.3.5** による。
- c) 減肉とき裂状欠陥が混在する場合の供用適性評価は、**4.4.5** による。

## 3.5 外面腐食の取り扱い

### 3.5.1 外面腐食の減肉としての評価

外部目視検査によって**表 2.1** の損傷の原因による分類のうち外面腐食 (**表 2.1** No.217) による減肉が認められた場合、外面腐食が進行しない措置を実施した場合に限り、次の **3.5.2** 又は **3.5.3** により減肉として評価を行うことができる。外面減肉が進行しない措置の例を、**附属書 8** の **3.** に示す。

なお、当該部位を適宜検査点に追加することとする。

### 3.5.2 減肉の評価区分Ⅰとしての外面腐食の評価

#### a) 外面減肉同士が近接して存在する場合の評価

外面が均一に減肉しているとし、評価区分Ⅰにより評価を行う。

#### b) 外面減肉と内面減肉とが近接する場合の評価

1) 図 3.2 a) に示すように外面と内面の減肉部の軸方向の距離が  $2.5\sqrt{Rt}$  以上離れている場合は、それぞれの減肉を単独の減肉として、評価区分Ⅰを用いて評価することができる。

2) 外面と内面の減肉部の軸方向の距離が  $2.5\sqrt{Rt}$  未満であるが、図 3.2 b) に示すように外面と内面の減肉部の間の厚さが最小厚さ以上ある場合は、内面及び外面ともに均一に減肉しているとして評価区分Ⅰを用いて評価することができる。

3) 図 3.2 c) に示すように外面と内面の減肉部が同一平面内にある場合

##### 3.1) 地震モーメントその他の曲げモーメントが作用しない場合

外面と内面の減肉部の周方向の距離が  $2.5\sqrt{Rt}$  以上離れている場合には、評価区分Ⅰを用いて評価することができる。

##### 3.2) 地震モーメントその他の曲げモーメントが作用する場合

外面と内面の減肉部の周方向の距離に拘わらず、内面及び外面ともに均一に減肉しているとして評価区分Ⅰを用いて評価することができる。

### 3.5.3 減肉の評価区分Ⅱとしての外面腐食の評価

3.4.3 により評価を行う。

### 3.6 減肉の発生のおそれがない設備の取り扱い

2.3 c)の規定により、減肉の発生のおそれがない設備又は管理単位を減肉として評価する場合は、次の a)～d)による。

a) 設備管理帳票類において、減肉の発生のおそれがない設備であることを明記する。

b) 減肉の発生のおそれがない設備であっても、異常の有無を確認するため、3.2 に従って厚さ測定及び開放検査を行い、結果を記録する。

c) b)における厚さ測定及び開放検査の次回検査時期の設定については、3.4.2d)における設備ごと又は管理単位ごとの余寿命は十分にあるものとして 5. 次回検査時期の設定に従い決定する。

d) b)の厚さ測定又は開放検査の結果、当該設備又は管理単位において減肉その他の異常が発生していることが判明したときには、その原因を調査して設備管理帳票類を見直し供用適性評価の再評価を行うなど必要な措置を講ずる。

### 3.5.3 減肉の評価区分Ⅱとしての外面腐食の評価

3.4.3 により評価を行う。

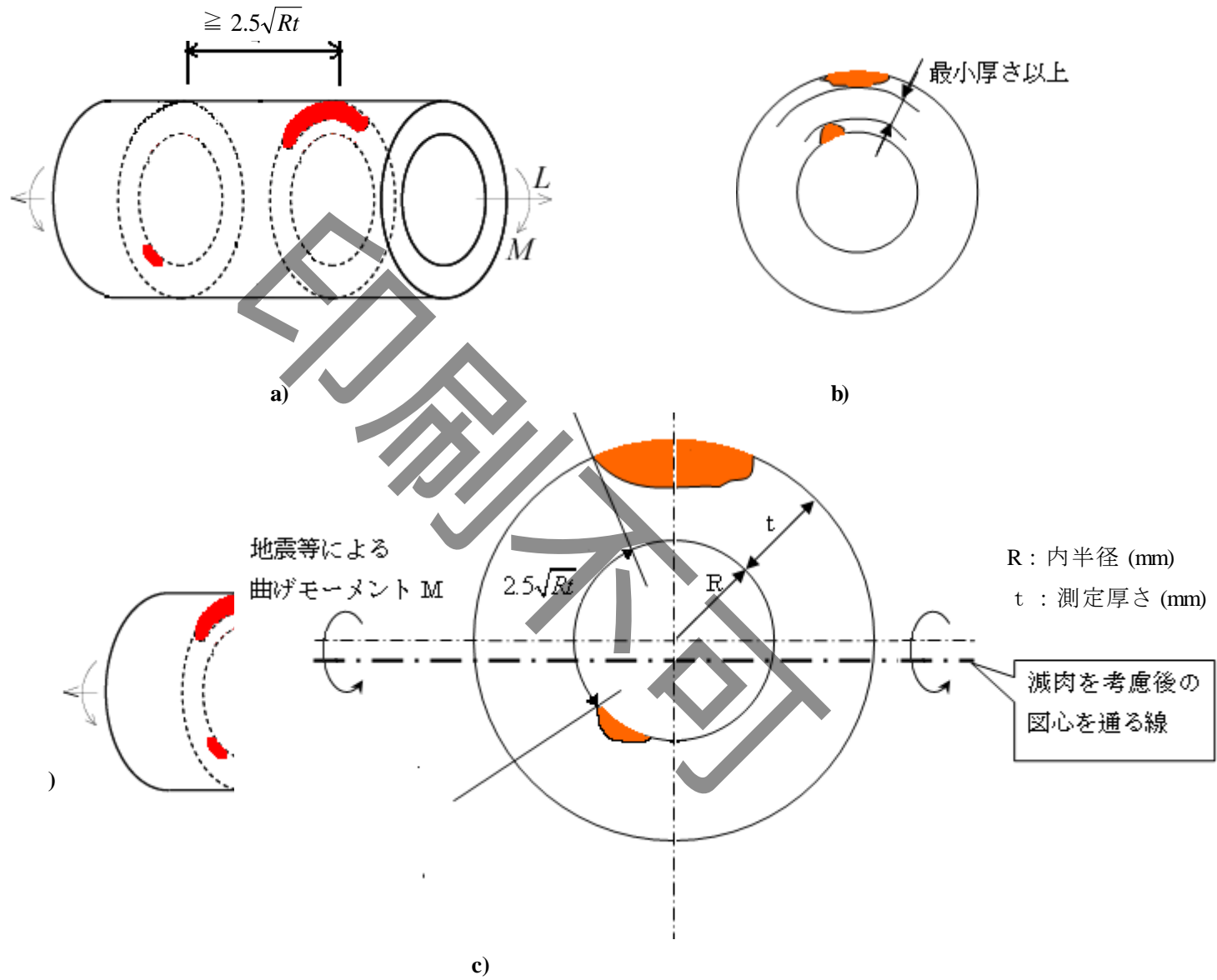


図 3.2 外面と内面の減肉部の近接

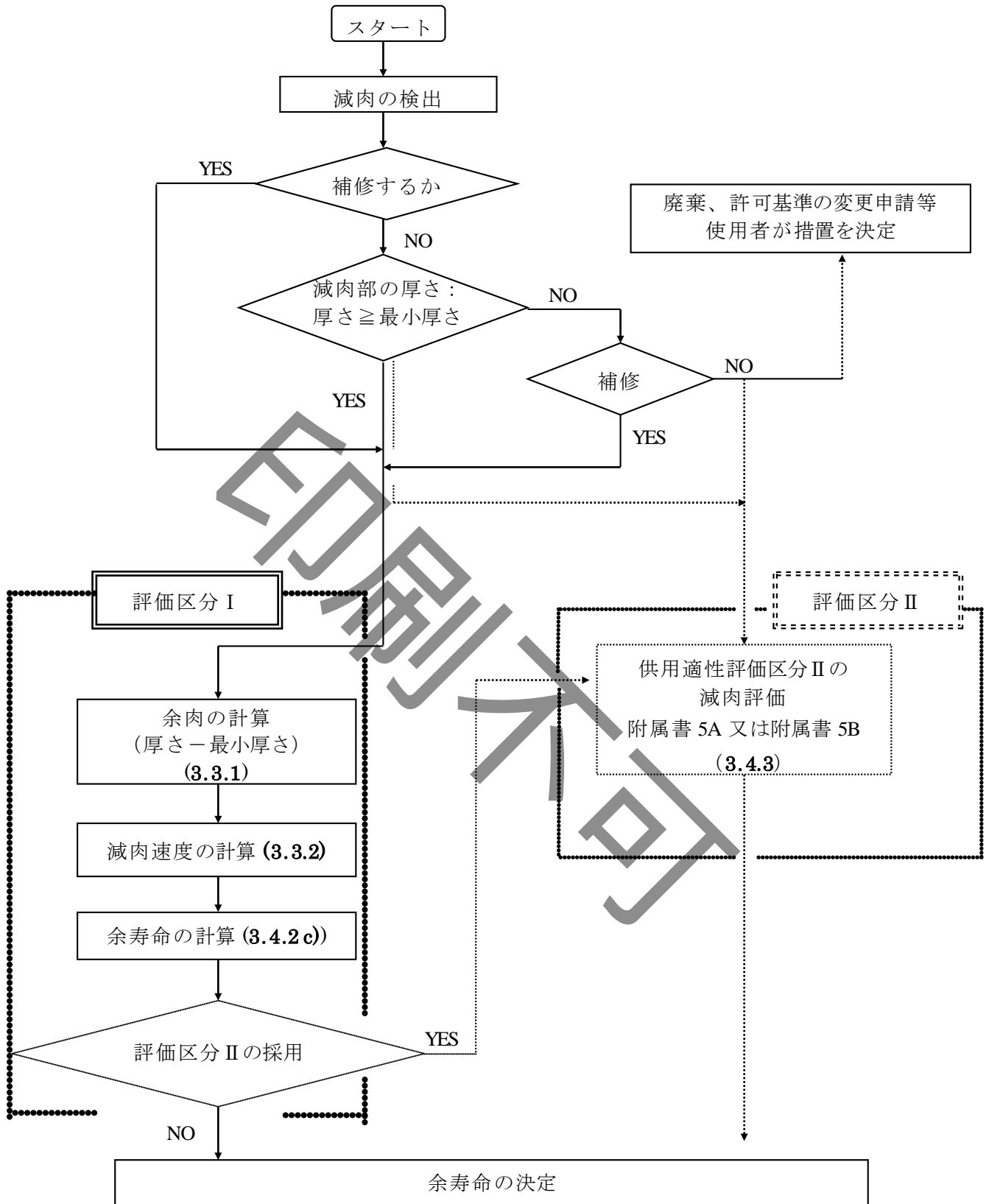


図 3.3 減肉に対する供用適性評価フロー

## 4. 減肉以外の損傷に対する供用適性評価

### 4.1 供用適性評価のための損傷の検査

#### 4.1.1 検査箇所の設定

供用適性評価のための検査箇所は、次の a)～c) により設定する。

- a) 設備の運転条件、材料、形状、設備に発生が予測される損傷及び損傷の原因などに応じて、定期的に検査を行う設備の検査箇所を設定する。検査箇所の標準的な設定方法については**附属書 6**を参考にできる。
- b) 定期的な検査などを行ったことにより、検査箇所以外の箇所に検査箇所での損傷進行速度よりも大きい損傷進行速度を有する損傷の発生が検出された場合には、その箇所を新たに検査箇所に追加する。
- c) 検査箇所は設備管理帳票類に記録して管理し、検査箇所に変更が生じた場合には、その変更を記録する。

#### 4.1.2 検査方法の選定

- a) 損傷の種類に応じ、**表 4.1** に示す中から設備の運転条件、材料、形状、検査箇所の位置などに応じて適切な検査方法を選定する。検査方法の詳細は、**附属書 6**を参考として示す。

**表 4.1** 減肉以外の損傷に対する供用適性評価のための検査方法及び評価方法

損傷の種類	供用適性評価のための検査方法	評価方法
クリープ損傷	クリープ破断試験	クリープ破断線図による評価 1) パラメータ法 2) 等応力法
	金属組織観察法	金属組織の経年変化の評価 1) 組織対比法 2) A パラメータ法 3) ボイド面積率法
水素侵食	—	ネルソン線図による評価 (C-0.5Mo 鋼以外の材料)
	金属組織検査	1) ネルソン線図 (炭素鋼の評価ライン) による評価 2) Pv, Pw 値による評価 (C-0.5Mo 鋼のみに適用)
き裂状欠陥	超音波探傷試験 (TOFD 法又は同等のき裂検出性能を有する探傷法)	・き裂形状のモデル化による評価 不要欠陥の判定 ・き裂進展評価

- b) 設備の各検査箇所に対し、適用する検査方法は原則として同一の検査方法とする。

#### 4.1.3 検査結果の評価

- a) 供用適性評価のための検査結果にもとづき、**4.2**～**4.4** によって供用適性評価を行い、余寿命を算出する。
- b) 非破壊検査で欠陥が検出された場合には、使用環境の調査及び組織検査などを実施し、欠陥の識別を行う。識別の結果、欠陥がこの基準の適用対象外の損傷の場合には、当該設備は供用適性評価の対象としてはならない。

### 4.2 クリープ損傷の供用適性評価

#### 4.2.1 適用対象設備

- a) この規定は、**2.2.1** 及び **2.2.2** の規定に加え、次の **1)** 及び **2)** を満足する設備の供用適性評価に適用する。
- 1) 設備建設時の設備データ、運転履歴及び保守履歴が明確な設備
  - 2) クリープ損傷に伴う溶接補修が行なわれていない設備
- b) クリープ損傷を生じる可能性がある石油精製および石油化学装置の例を、**附属書 9** に示す。
- c) 局部加熱、コーキング等を受けた部位のクリープ損傷の評価は適用対象外とする。参考として **附属書 9** に局部加熱、コーキング等の管理方法を示す。

#### 4.2.2 設備の種類による供用適性評価

クリープ損傷に対する評価区分 I の供用適性評価は、設備の種類に応じて次の **a)**、**b)** 又は **c)** のいずれかの方法により行う。ただし、同一設備又は管理単位に複数の検査箇所が存在する場合、各検査箇所での評価は、同一の評価方法を用いることとする。

- a) 加熱炉管、反応管又はそれらに類する管であって、クリープ寿命評価への熱応力の影響を考慮する必要がないと判断する場合
- 1) 初回の供用適性評価の実施時期
 

初回の供用適性評価は、設計温度、設計圧力及び検査箇所の測定厚さ並びに材料のマスター線図（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破断試験により得られた、設計温度において 10 万時間でクリープ破断を生じる応力の最小値であって、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。ただし、クリープ試験について十分な知見を有する者が API STANDARD 530 の図表を用いることが適当と判断する場合には、API の図表を用いてもよい。以下、同じ。）を用いて寿命消費率を算定し、寿命消費率が 50% となる時期に行う。ここで、評価しようとする検査箇所の金属温度及び運転圧力の履歴が利用可能な場合には、これらの値を用いて寿命消費率を計算してもよい。
  - 2) 供用適性評価のための検査手法
 

供用適性評価のための検査手法は、金属組織観察法又はサンプリングした管を用いたクリープ破断試験による。
  - 3) 供用適性評価のための検査を実施する検査箇所



供用適性評価のための検査は、初回の供用適性評価時も含めて、全ての検査箇所について実施する。ただし、各検査箇所では明確な損傷の差異があると判断される場合には、評価は、損傷が最も厳しい検査箇所に対してのみ行ってもよい。

- b)** 加熱炉管、反応管又はそれらに類する管であって、クリープ寿命評価への熱応力の影響を考慮する必要があると判断する場合（熱応力の影響が不明である場合を含む。）

**1)** 初回の供用適性評価の実施時期

初回の供用適性評価は、設計温度、設計圧力及び製作時の採用厚さ並びに材料のマスター線図を用いて、有限要素法等適切な方法により熱応力を考慮して寿命消費率を算定し、寿命消費率が50%となる時期に行う。ここで、評価しようとする検査箇所の金属温度及び運転圧力の履歴が利用可能な場合には、これらの値を用いて寿命消費率を計算してもよい。

- 2)** 供用適性評価のための検査手法は、サンプリングした管を用いて行い、クリープ破断試験及び浸炭部などの非健全部を確認するための断面組織観察による。

**3)** 供用適性評価のための検査を実施する検査箇所

供用適性評価のための検査は、初回の供用適性評価時も含めて、全ての検査箇所について実施する。ただし、各検査箇所では明確な損傷の差異があると判断される場合には、評価は、損傷が最も厳しい検査箇所に対してのみ行ってもよい。

- c)** ノズル取り付け部などの応力集中部を有する反応器など、**a)** 及び **b)** に掲げるもの以外の設備を評価する場合

**1)** 初回の供用適性評価の実施時期

初回の供用適性評価は、同一の設備の中で内圧による周方向の膜応力が最大となる検査箇所について、設計温度、設計圧力及び測定厚さ並びに材料のマスター線図を用いて寿命消費率を算定し、寿命消費率が50%となる時期に行う。

**2)** 供用適性評価のための検査手法

供用適性評価のための検査手法は、金属組織観察法とする。

**3)** 供用適性評価のための検査を実施する検査箇所

供用適性評価のための検査は、初回の供用適性評価時も含めて、全ての検査箇所について実施する。ただし、各検査箇所では明確な損傷の差異があると判断される場合には、評価は、損傷が最も厳しい検査箇所に対してのみ行ってもよい。

**4.2.3** 供用適性評価の実施

**a)** クリープ寿命評価者

クリープ寿命評価は、評価対象設備のクリープ損傷及び適用しようとする評価方法について十分な知見を有する者が実施する。

**b)** 金属組織観察法による評価

- 1)** 金属組織観察法による評価は、**図 4.1 (A)** の評価フローに従い、**表 4.1** に示す中から適切な評価方法を選択して実施する。

- 2)** 金属組織観察法に用いるマスター線図、標準組織図等は、評価対象設備のクリープ損傷について十分な知見を有する者が定めたものを用いることとし、適切な設計マージンが考慮さ

れていること。

- 3) 金属組織観察法による評価の詳細例を**附属書 9**に参考として示す。
- c) サンプルングした管を用いるクリープ破断試験による評価
  - 1) クリープ破断試験は、**図 4.1 (B)** の評価フローに従い、**表 4.1** に示す中から適切な評価方法を選択して実施する。
  - 2) クリープ破断試験の結果を評価するための未使用材のマスター線図は**4.2.2a)1)**による。
  - 3) サンプルングした管の試験結果より求めるマスター線図は未使用材のマスター線図の傾向より非安全側の傾向とならないようにし、適切な設計マージンが考慮されていること。
  - 4) サンプルングした管のマスター線図による評価においては、非健全部を除いた厚さを用いて内圧による膜応力を算定すること。
  - 5) 熱応力を考慮する場合、厚さは実測厚さとし、非健全部の厚さも含めて熱応力を算定すること。また、熱応力の緩和特性は未使用材の場合のデータを用いてよい。
  - 6) クリープ破断試験による評価方法の詳細例を**附属書 9**に参考として示す。

#### 4.2.4 余寿命の算定

- a) 金属組織観察法による評価の場合
  - 1) マスター線図より得られた残存寿命を余寿命とする。
  - 2) 組織対比法を用いる場合、各判定基準におけるしきい値の上限の値を寿命消費率の算定に用いる。
  - 3) ボイドが発見されなかった場合には、組織対比法に代えて A パラメータ法又はボイド面積率法のボイドがある場合とない場合のしきい値を用いて寿命消費率の算定を行うことができる。
- b) クリープ破断試験による評価の場合  
マスター線図より得られた残存寿命を余寿命とする。

#### 4.2.5 減肉とクリープ損傷が混在する場合の供用適性評価

- a) 供用適性評価の評価区分  
供用適性評価は、**2.5** に示す評価区分 I 及び評価区分 II とする。
- b) 供用適性評価  
減肉に対しては**3.2**、**3.3** 及び **3.4** により、クリープ損傷に対しては**4.2.2~4.2.4** により、それぞれ個別に供用適性評価を行う。この場合、クリープ損傷の評価は減肉を考慮した状態で行う。
- c) 余寿命の算定  
余寿命は、減肉及びクリープ損傷のそれぞれの供用適性評価の結果より求まる余寿命のいずれか短い方の余寿命とする。

#### 4.2.6 この基準の適用時、既に設備の寿命消費率が 50% を超えている設備の取り扱い

既存設備等で、**2.2.1 c)** に示す設備の検査実績の条件を満足し、かつ、**4.2.2** における初回の供用適性評価の実施時期に関する算定において既に寿命消費率が 50% を超えている場合、供用適性

評価のための検査は、次の **a)** 又は **b)** による。

- a)** 設備の寿命消費率が 50%前後の時期以降に **4.2.2** の方法で検査を行っている場合には、直近の検査データを用いて **4.2.2**～**4.2.4** に従って供用適性評価を行う。ただし、この場合の余寿命算定の起点は、使用する検査データを得た検査時期とする。
- b)** 検査データが不十分な場合又は過去の検査方法が **4.2.2** の方法と異なる場合には、**4.2.2** の検査方法を用いて供用適性評価のための検査を行うまで、この基準の適用対象外とする。

印刷不可

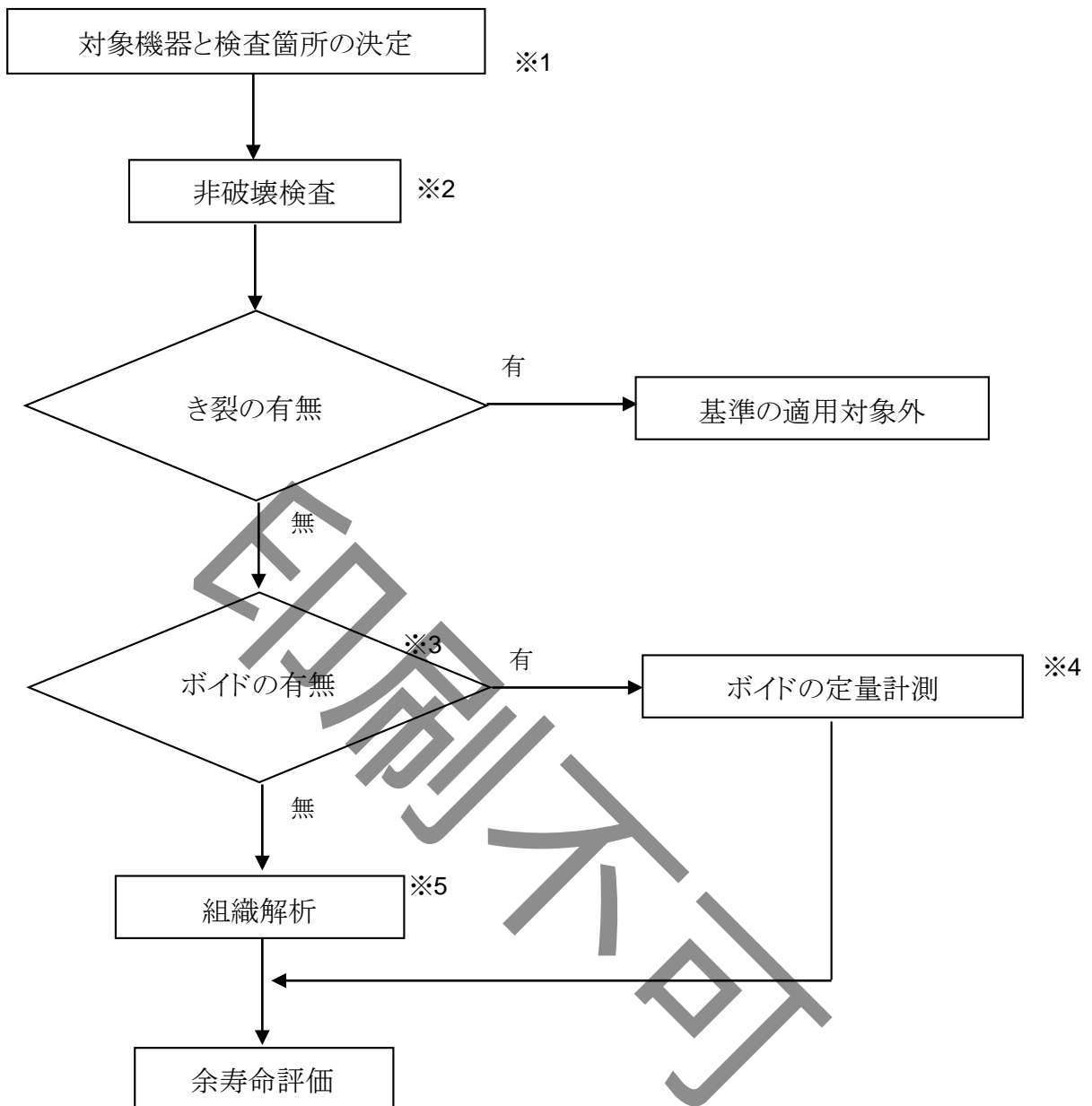


図 4.1 (A) クリープ損傷の供用適性評価のフロー（金属組織観察法による評価の場合）

注)

- ※1 4.1.1 を基に決定する。
- ※2 MT 検査又は PT 検査を行い、き裂の有無を確認する。き裂が内部に発生する可能性のある場合には、RT 検査又は UT 検査を実施する。
- ※3 レプリカなどに転写しボイドの有無を調査する。
- ※4 A パラメータ法又はボイド面積率法を用いて供用適性評価を行う。
- ※5 組織対比法を用いて供用適性評価を行う。又は、A パラメータ法又はボイド面積率法のボイドがある場合とない場合のしきい値を用いて供用適性評価を行ってもよい。

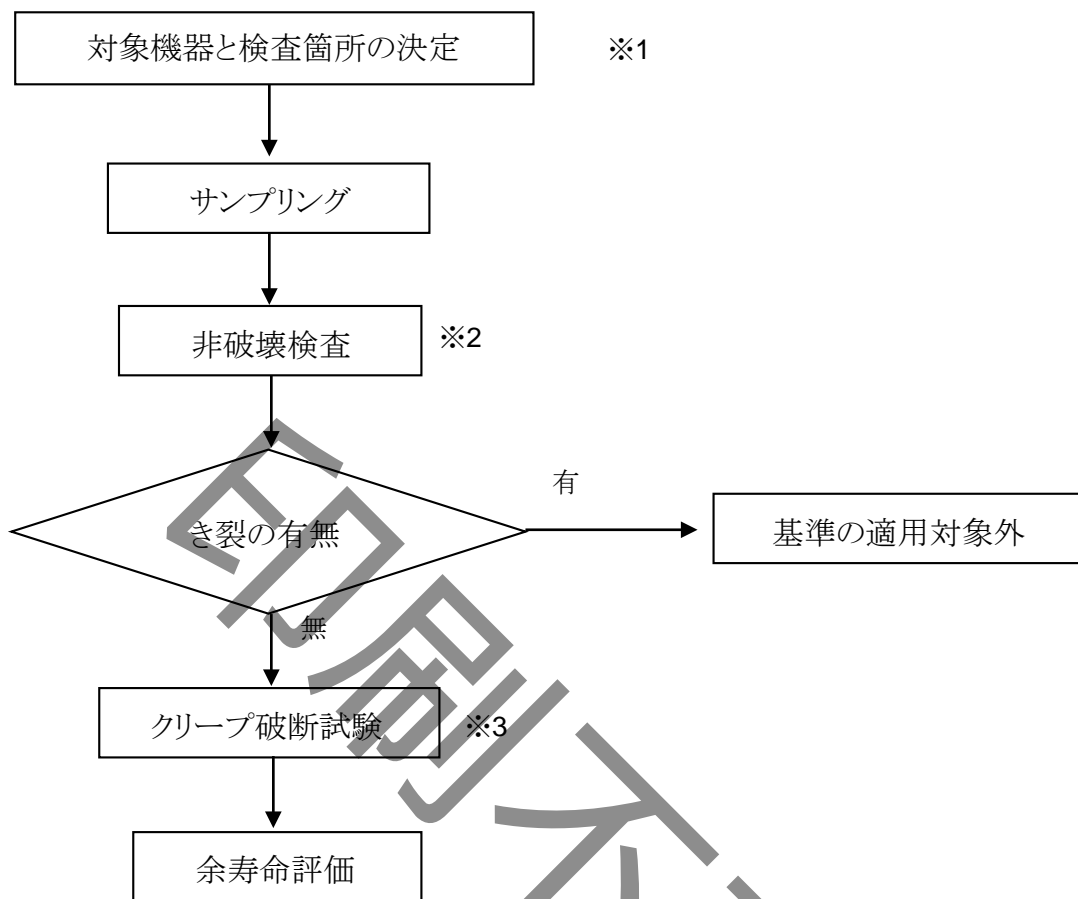


図4.1 (B) クリープ損傷の供用適性評価のフロー  
(サンプリングした管を用いるクリープ破断試験を行う場合)

注)

- ※1 4.1.1 を基に決定する。
- ※2 MT 検査又は PT 検査を行い、き裂の有無を確認する。き裂が内部に発生する可能性のある場合には、RT 検査又は UT 検査を実施する。
- ※3 パラメータ法又は等応力法を用いて供用適性評価を行う。

### 4.3 水素侵食の供用適性評価

#### 4.3.1 適用対象設備

この規定は、**2.2.1** 及び **2.2.2** の規定に加え、次の **a)** 又は **b)** を満足する設備の供用適性評価に適用する。

- a) 設備の材料が C-0.5Mo 鋼以外の材料で、かつ、材料が運転条件の温度及び水素分圧に対応して **API RP 941** のネルソン線図に示されている場合
- b) 設備の材料が C-0.5Mo 鋼の場合

備考 1 設備の材料が C-0.5Mo 鋼で、1990 年より前の API Publication 941 のネルソン線図によって選定されている場合にあつては、**4.3.4** の規定による。

- 2 **API RP 941** のネルソン線図の改訂版が発行された場合には、最新版に従って見直しを行わなければならない。

#### 4.3.2 供用適性評価のための検査

- a) 設備の材料が C-0.5Mo 鋼の場合には、**4.1.1** で定めた水素侵食に対する各検査箇所に対し、供用適性評価のための開放検査時に**表 4.1** に示す検査方法により検査を行う。
- b) 設備の材料が C-0.5Mo 鋼以外の場合には、供用適性評価のための開放検査時に**附属書 10** を参考に適切な検査方法を用いて健全性を評価する。

#### 4.3.3 設備の材料が C-0.5Mo 鋼以外の場合の供用適性評価

##### a) 評価区分 I の供用適性評価

水素侵食に対する評価区分 I の供用適性評価は、設備の運転温度及び水素分圧に対応して、**API RP 941** のネルソン線図を用い、次の **1)** 及び **2)** により評価する。

- 1) 運転温度及び水素分圧のプロット点が当該設備の材料に該当する材料線上又は材料線より下の領域に位置する場合には、水素侵食は生じないと評価する。
- 2) 運転温度及び水素分圧のプロット点が当該設備の材料に該当する材料線より上の領域に位置する場合には、水素侵食が生じると評価する。

##### b) 余寿命の算定

- 1) 評価結果で水素侵食が生じないと評価される場合には、余寿命は十分にあるものとする。
- 2) 評価結果で水素侵食が生じると評価される場合には、この基準の適用対象外とする。

#### 4.3.4 設備の材料が C-0.5Mo 鋼の場合の供用適性評価

##### a) 評価区分 I の供用適性評価

次の **1)** 又は **2)** により評価する。

- 1) **API RP 941** のネルソン線図を用い、運転温度及び水素分圧のプロット点が炭素鋼の材料線上又は材料線より下の領域に位置する場合には、水素侵食は生じないと評価する。
- 2) 水素侵食発生までの潜伏期間により評価することとし、Pv または Pw パラメータを用いて次の手順により評価する。

ここで、 $P_v$ は日本材料学会がネルソン線図の時間依存線図を Larson-Miller のパラメータで近似したものであり、 $P_w$ は P.G.Shewman が提案したメタンバブルの生成における膨張速度式を基にしたものである。

手順1： $P_v$  又は  $P_w$  値を、次の式(1)又は(2)より求める。

$$P_v = \log(10.2PH_2) + 3.09 \times 10^{-4}T(\log(t) + 14) \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$P_w = 3\log(PH_2) + \log(t) - 9918/T \quad \dots\dots\dots (2)$$

ここに、

- $PH_2$  : 設備の運転中の水素分圧 (MPa)  
 $T$  : 運転温度 (K)  
 $t$  : 運転時間 (hr)

このとき、水素分圧及び運転温度が運転中に通常の変動範囲で変動する場合には、水素分圧と温度との組合せに係わらず、通常の変動範囲での最大の水素分圧及び最高の運転温度を用いる。

備考 “通常の変動範囲”とは、設備の安全、製品の品質を正常に維持するために管理面から必要とされる運転の変動範囲であり、一般に常用の運転管理値として設定する範囲をいう。

手順2： 手順1で得られた  $P_v, P_w$  を表 4.2 より得られる水素侵食発生限界値  $P_v^{cr}$ 、 $P_w^{cr}$  と比較し、 $P_v \leq P_v^{cr}$  あるいは  $P_w \leq P_w^{cr}$  であれば手順3に進む。 $P_v > P_v^{cr}$  あるいは  $P_w > P_w^{cr}$  の場合はこの基準の対象外とする。

手順3： 手順2において  $P_v = P_v^{cr}$  あるいは  $P_w = P_w^{cr}$  となる時間  $t_1$  を、運転開始から水素侵食発生までの潜伏期間とする。

表 4.2 水素侵食発生限界値  $P_V^{cr}$ ,  $P_W^{cr}$ [1-3]

評価対象部位	$P_V^{cr}$	$P_W^{cr}$
母材及び熱影響部（溶接後熱処理を実施し、熱影響部の硬度が 230HV 以下の場合）	1) 母材の組織検査を行い、 <b>図 4.2</b> 及び <b>図 4.3</b> のそれぞれの曲線より求まる $P_V$ 値のいずれか小さい値。ただし、上限を 5.60 とする。 2) 組織検査を行わない場合は、4.95	1) 母材の組織検査を行い、 <b>図 4.4</b> の曲線より求まる $P_W$ 値。 2) 組織検査を行わない場合は、-9.1
熱影響部（熱影響部の硬度が 230HV 超の場合、又は溶接後熱処理を行わない場合）	4.90	-10.9

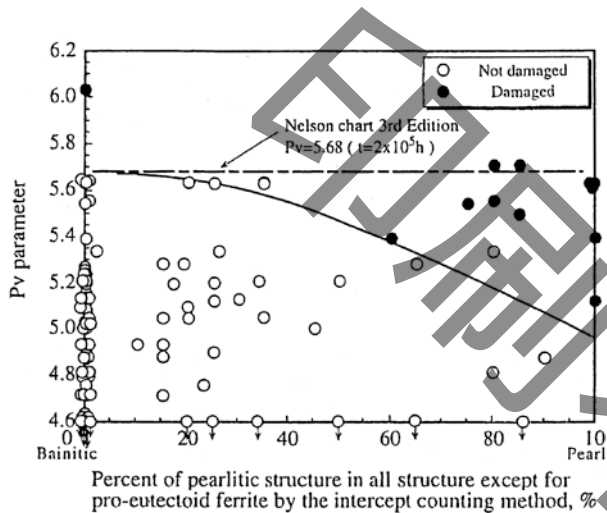


図 4.2 ベイナイト／パーライト面積比と  $P_V$  値の関係<sup>[1]</sup>（実線は  $P_V^{cr}$  を示す。）

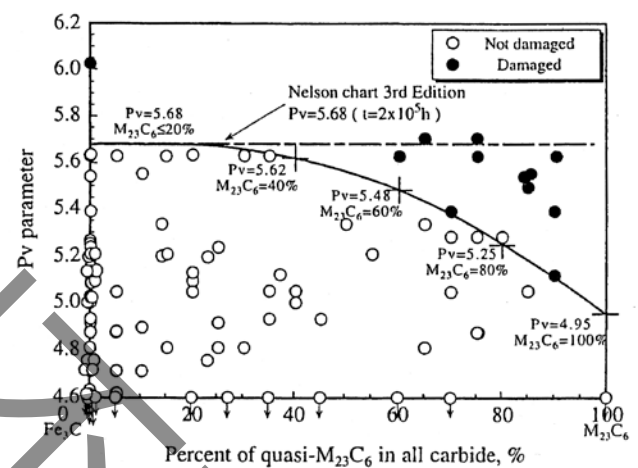


図 4.3 全炭化物中の  $M_{23}C_6$  の割合と  $P_V$  値の関係<sup>[1]</sup>（実線は  $P_V^{cr}$  を示す。）

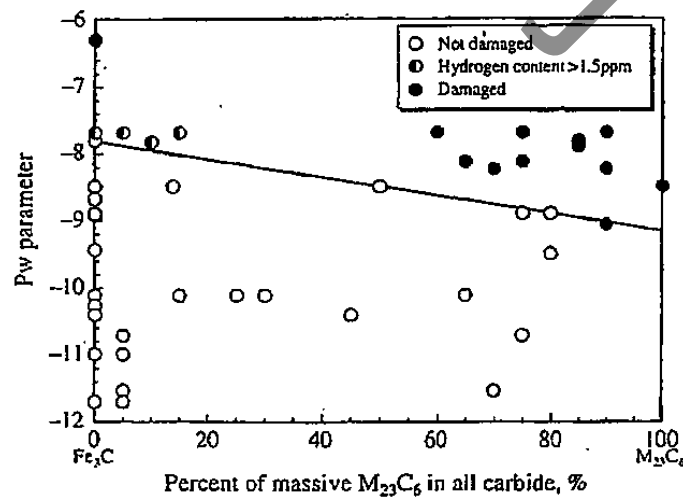


図 4.4 全炭化物中の  $M_{23}C_6$  の割合と  $P_W$  値の関係<sup>[2]</sup>（実線は  $P_W^{cr}$  を示す。）



b) 余寿命の算定

水素侵食発生までの潜伏期間により評価した場合は、潜伏期間  $t_1$  よりこれまでの使用期間を除いた期間を余寿命とする。

**4.3.5 減肉と水素侵食を併せて評価する場合の供用適性評価**

a) 供用適性評価の評価区分

供用適性評価は、**2.5** に示す評価区分 I 及び評価区分 II とする。

b) 供用適性評価

減肉に対しては **3.2**、**3.3** 及び **3.4** により、水素侵食に対しては **4.3.3** 又は **4.3.4** により、それぞれ個別に供用適性評価を行う。

c) 余寿命の算定

減肉及び水素侵食のそれぞれの供用適性評価の結果より求まる余寿命の、いずれか短い方の余寿命を設備の余寿命とする。

**4.3.6 水素侵食の供用適性評価の例**

水素侵食の供用適性評価の例として、**附属書 10** を参考に示す。

[参考文献]

- [1] 木村公俊、石黒徹、茅野林造、服部恭司、川野浩二、山本寛：“0.5Mo 鋼機器の水素侵食実体調査と金属組織要因の抽出” 鉄と鋼、V61.85 No.10、(社) 日本鉄鋼協会、1999
- [2] 服部恭司、木村公俊、山本寛、岡田八郎：“0.5Mo 鋼製機器の水素侵食予測手法の構築” 鉄と鋼、V61.85 No.10、(社) 日本鉄鋼協会、1999
- [3] “HYDROGEN ATTACK LIMIT OF C-1/2Mo STEEL”, Subcommittee on Hydrogen Embrittlement, Material Division, The Japan Pressure Vessel Research Council, 1987

## 4.4 き裂状欠陥の供用適性評価

### 4.4.1 適用対象設備

この規定は、**2.2.1** 及び **2.2.2** の規定に加え、かつ、次の **a)～f)** をすべて満足する設備の供用適性評価に適用する。

- a) 設備の設計温度は、設備の材料のクリープ温度未満の温度であること。
- b) き裂状欠陥を有する部材の内半径  $R$  と呼び厚さ  $t$  との比は、 $R/t \geq 5$  であること。
- c) き裂状欠陥を有する部材の呼び厚さ  $t$  が、150mm 以下であること。
- d) き裂状欠陥の位置は、応力集中箇所又は構造不連続部より  $2.5\sqrt{Rt}$  (mm) 以上離れていること。
- e) 設備に負荷する荷重は内圧のみであること。耐震設計設備は適用対象外とする。
- f) き裂状欠陥の進展が内圧の繰返し以外では生じないことが明らかなこと。

### 4.4.2 き裂状欠陥を除去し、減肉として評価する場合の供用適性評価

**4.4.1** の規定にかかわらず、次の **a)～c)** をすべて満足する場合には、き裂状欠陥をグラインダー、研削加工等により機械的に除去し、除去後の供用適性評価として **3.減肉の供用適性評価** に従ってもよい。

- a) き裂状欠陥の発生原因を特定でき、再発防止されていること。
- b) **3.減肉の供用適性評価** を適用するための条件を満足していること。
- c) き裂状欠陥を完全に除去すること。

### 4.4.3 供用適性評価のための検査

**4.1.1** で定めたき裂状欠陥に対する各検査箇所に対し、**附属書 6の 3.** に示す検査方法を参考にして検査を行う。

### 4.4.4 供用適性評価

#### a) 評価区分Ⅱの供用適性評価

き裂状欠陥に対する評価区分Ⅱの供用適性評価は、次の **1)** 又は **2)** による。

- 1) き裂状欠陥の発生原因が、**表 2.1** における製作時の検査では未検出の欠陥又は遅れ割れによる場合であって、この基準を適用する事業者が、き裂進展についての評価は不要であると判断する場合は、下記の **b)** に示す手順による。
- 2) この基準を適用する事業者が、き裂進展についての評価は必要であると判断する場合は、下記の **c)** に示す手順による。

#### b) き裂進展計算が不要な場合の評価

次の手順により行う。

#### 手順 1：き裂状欠陥のモデル化

**4.4.3** の検査によりき裂状欠陥寸法の特定制を行い、欠陥形状のモデル化を行う。欠陥の方向、位置及び寸法決定の手順は、次の **1)～7)** による。

- 1) 欠陥の方向及び欠陥の投影
- 2) 欠陥位置（表面への投影、軸方向に垂直な平面上及び周方向に垂直な平面上への投影）が溶接部にあるかどうかの判定
- 3) 欠陥の深さ方向の寸法及び欠陥深さの測定
- 4) 欠陥の長さ方向の寸法及び欠陥深さの測定
- 5) 欠陥の形状に応じて内接する半楕円又は半円の特定制
- 6) 接近する複数の欠陥の間隔寸法の測定
- 7) 接近する複数の欠陥の欠陥深さ及び欠陥の長さの測定

手順 2 : 次の **1)~4)** により、き裂状欠陥が存在する箇所の材料の最小許容金属温度 (MAT: °C) を決定する。

- 1) 材料が経年劣化しない環境で使用されている場合であって、欠陥が溶接部（溶接金属および溶接熱影響部など残留応力の影響をうける位置：欠陥位置が溶接線中央より  $2t$  以内の距離）になく、衝撃吸収エネルギーのデータを所有していない場合には、**附属書 11 図 1** の衝撃試験免除曲線から評価すべき材料の MAT を求める。
- 2) 材料が経年劣化しない環境で使用されている場合で、衝撃吸収エネルギーのデータを所有している場合は、**附属書 11 表 1~4** の要求吸収エネルギー値を満たす MAT を求める。
- 3) Cr-Mo 鋼は、供用後の韌性値や FATT 等の変化から、MAT を求めることができる (**附属書 11-3** 参照)。
- 4) 焼戻し脆化による脆性破壊の防止に対応すべくホットスタートの要領が確立している設備の運転温度は、MAT 以上と判定できる。

手順 3 : 次の **1)** 及び **2)** により、評価不要欠陥寸法を求める。

- 1) モデル化された欠陥が表面欠陥の場合には、**附属書 11 図 2** より評価不要欠陥寸法を求める。
- 2) モデル化された欠陥が内部欠陥の場合には、**附属書 11 表 5** より評価不要欠陥寸法を求める。

手順 4 : 評価

設備の運転温度が手順 2 で求めた MAT 以上で、かつ、モデル化された欠陥寸法が手順 3 で求めた評価不要欠陥寸法以下の場合には、継続使用が可能と評価する。

**c) き裂進展計算が必要な場合の評価**

次の手順により行う。

手順 1 : き裂状欠陥のモデル化

**4.4.3** の検査によりき裂状欠陥寸法の特定制を行い、**b)** の手順 1 に従い欠陥形状のモデル化を行う。

手順 2 : 応力拡大係数を求める。

- 1) き裂進展計算に採用する負荷応力変動は、運転開始、停止による内圧の変動（生産計画及び計画外の運転開始・停止操作による運転～停止の圧力変動を含む。）とする。
- 2) 応力拡大係数は、**附属書 11** の **5.**の規定に従って、算出する。

手順 3：次の **1)～3)** のいずれかの方法により、き裂状欠陥の進展計算を行う（**附属書 11** の **5.2)**）。

- 1) モデル化された欠陥の深さ方向及び長さ方向それぞれ独立に応力拡大係数範囲を求めて疲労き裂進展評価を行う方法。
- 2) モデル化された内部欠陥の深さ方向の疲労き裂進展評価を行い、欠陥のアスペクト比を一定として欠陥長さを予測する方法。
- 3) モデル化された表面欠陥の深さ方向の疲労進展評価を行い、欠陥の形状変化予測式を用いて欠陥長さを予測する方法。

手順 4：き裂進展を考慮して、**b)** の手順 1 から手順 3 までの評価を行う。

手順 5：評価

設備の運転温度が **b)** の手順 2 で求めた  $MAT$  以上で、かつ、き裂状欠陥がき裂進展を考慮しても評価不要欠陥寸法以下となる繰り返し回数に対応する期間内であれば継続使用が可能と評価する。

#### d) 余寿命の算定

- 1) き裂進展計算が不要な場合の評価による場合
  - 1.1) 継続使用が可能と評価される場合、余寿命は十分にあるものとする。
  - 1.2) 継続使用が可能と評価されない場合は、この基準の適用対象外とする。
- 2) き裂進展計算が必要な場合の評価による場合
  - 2.1) 継続使用が可能と評価される場合、供用適性評価時点のき裂状欠陥が、き裂進展を考慮して評価不要欠陥となるまでの期間を余寿命とする。
  - 2.2) 継続使用が可能と判断されない場合は、この基準の適用対象外とする。

#### 4.4.5 減肉とき裂状欠陥が混在する場合の供用適性評価

減肉とき裂状欠陥とが混在する場合には、き裂状欠陥が **4.4.2** の規定を満足する場合にのみ、次の **a)～c)** により供用適性評価を行うことができる。

##### a) 供用適性評価の評価区分

供用適性評価は、**2.5** に示す評価区分 I 及び評価区分 II とする。

##### b) 供用適性評価

き裂状欠陥をグラインダー等で機械的に除去し、除去後の形状及び減肉の腐食速度を用いて **3.4** の規定により供用適性評価を行う。

##### c) 余寿命の算定

**3.4** の規定により、余寿命を算出する。

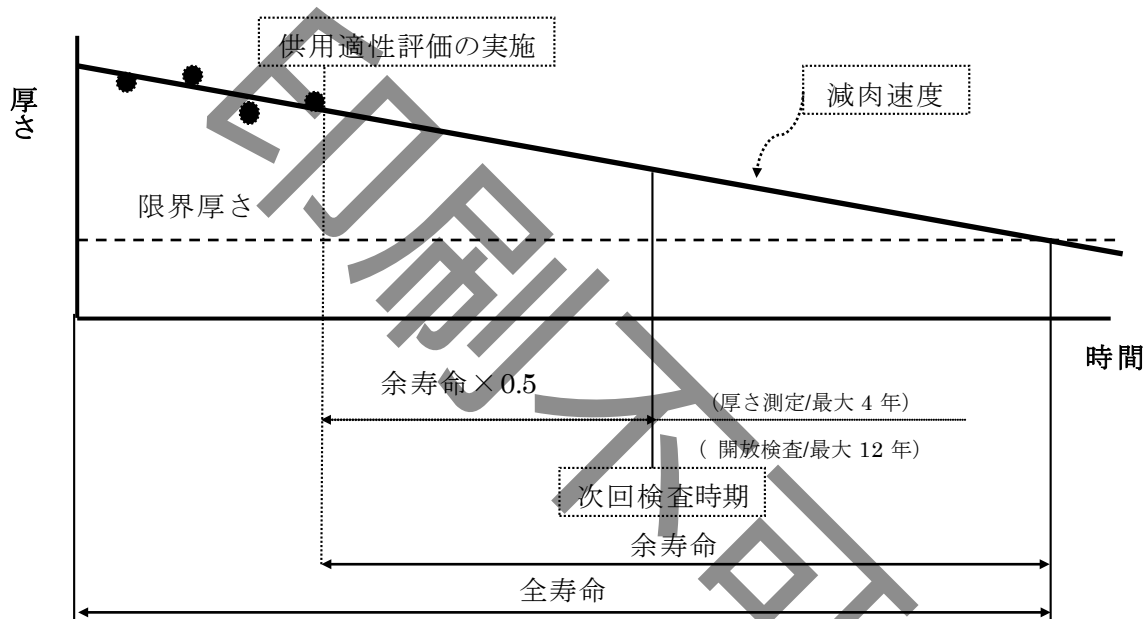
## 5. 次回検査時期の設定

### 5.1 次回検査時期

1.5 に規定する設備の耐圧性能及び強度に係る検査の次回検査時期は、損傷の種類に応じて 3. 又は 4. より得られる余寿命に検査時期設定係数を乗じて設定する。

#### 5.1.1 検査時期設定係数

次回検査時期の余寿命に対する余裕度で、損傷の進展速度のバラツキと検査精度のバラツキの両方を考慮して設定する。損傷が減肉の場合の検査時期設定例を、図 5.1 に示す。図 5.1 の例では、検査時期設定係数は 0.5 としている。



備考：限界厚さとは、評価区分 I の場合は最小厚さをいう。

図 5.1 次回検査時期の設定例（損傷が減肉で検査時期設定係数=0.5 の場合）

#### 5.1.2 次回検査時期の区分

設備の余寿命に応じて定める設備の耐圧性能及び強度に係る検査の次回検査時期は、次の a) 及び b) の二つに区分する。

- a) 厚さ測定の次回検査時期
- b) 開放検査の次回検査時期

### 5.2 損傷が単独で存在する場合の次回検査時期の設定

この基準の適用対象損傷が、供用適性評価の管理単位に単独で生じる場合の次回検査時期は、次の 5.2.1～5.2.4 による。

### 5.2.1 損傷が減肉の場合

#### a) 検査時期設定係数

厚さ測定及び開放検査に対する検査時期設定係数は、次の 1)～3) による。

- 1) 設備の過去の検査実績又は 2.2.2 の類似又は同等の設備の条件を満足する設備の過去の検査実績により、減肉速度が  $0.2\text{mm}/\text{年}$  以下であることが確認されている場合、検査時期設定係数は、0.8 とする。
- 2) 減肉速度が  $0.2\text{mm}/\text{年}$  を超え、かつ、ベイズの定理などにより減肉のバラツキ（「減肉量 ÷ 呼び厚さ」のバラツキをいう。）が  $\pm 1\%$  以内である確信の度合いが 95% 以上となることが確認できる場合、検査時期設定係数は、0.8 とする。ベイズの定理の解説を、**附属書 12** に示す。
- 3) 1) 又は 2) 以外の場合、検査時期設定係数は 0.5 とする。

#### b) 次回検査時期

- 1) 厚さ測定の次回検査は、余寿命に検査時期設定係数を乗じて得られる期間内に行う。ただし、次回厚さ測定検査までの最大間隔は、4 年とする。
- 2) 開放検査の次回検査は、余寿命に検査時期設定係数を乗じて得られる期間内に行う。ただし、次回開放検査までの最大間隔は、12 年とする。

### 5.2.2 損傷が水素侵食の場合

#### a) 検査時期設定係数

厚さ測定及び開放検査に対する検査時期設定係数は、0.5 とする。

#### b) 次回検査時期

- 1) 厚さ測定の次回検査は、余寿命に検査時期設定係数を乗じて得られる期間内に行う。ただし、次回厚さ測定検査までの最大間隔は、4 年とする。
- 2) 開放検査の次回検査は、余寿命に検査時期設定係数を乗じて得られる期間内に行う。ただし、次回開放検査までの最大間隔は、12 年とする。

### 5.2.3 損傷がクリーブ損傷の場合

#### a) 検査時期設定係数

厚さ測定及び開放検査に対する検査時期設定係数は、0.5 とする。

#### b) 次回検査時期

- 1) 厚さ測定の次回検査は、余寿命に検査時期設定係数を乗じて得られる期間内に行う。ただし、次回厚さ測定検査までの最大間隔は、4 年とする。
- 2) 開放検査の次回検査は、余寿命に検査時期設定係数を乗じて得られる期間内に行う。ただし、次回開放検査までの最大間隔は、12 年とする。

#### 5.2.4 損傷がき裂状欠陥の場合

**a) 検査時期設定係数**

厚さ測定及び開放検査に対する検査時期設定係数は、0.5とする。

**b) 次回検査時期**

- 1) 厚さ測定の次回検査は、余寿命に検査時期設定係数を乗じて得られる期間内に行う。ただし、次回厚さ測定検査までの最大間隔は、4年とする。
- 2) 開放検査の次回検査は、余寿命に検査時期設定係数を乗じて得られる期間内に行う。ただし、次回開放検査までの最大間隔は、12年とする。

#### 5.3 損傷が複数存在する場合の次回検査時期の設定

この基準の適用対象損傷が、供用適性評価の管理単位に重複して存在する場合の次回検査時期は、次の手順により定める。

**a) 損傷ごとに厚さ測定及び開放検査の次回検査時期を求める。**

**b) 厚さ測定及び開放検査について、それぞれ a) で求めた次回検査時期のうち最も直近の時期を次回検査時期とする。**

#### 5.4 厚さ測定又は開放検査に伴う次回検査時期の見直し

厚さ測定又は開放検査を行った場合には、損傷の種類に応じて3.又は4.の供用適性評価により新たに余寿命の算定を行い、次のa)及びb)により厚さ測定及び開放検査の次回検査時期の見直しを行う。ただし、損傷の発生及び進展に関し、新たな検査データが前回の供用適性評価で用いたデータより緩やかな結果を示すデータであることが明らかな場合には、再評価は行わず、既定の次回検査時期を適用してもよい。開放検査の検査時期の見直し例を、図5.2に示す。

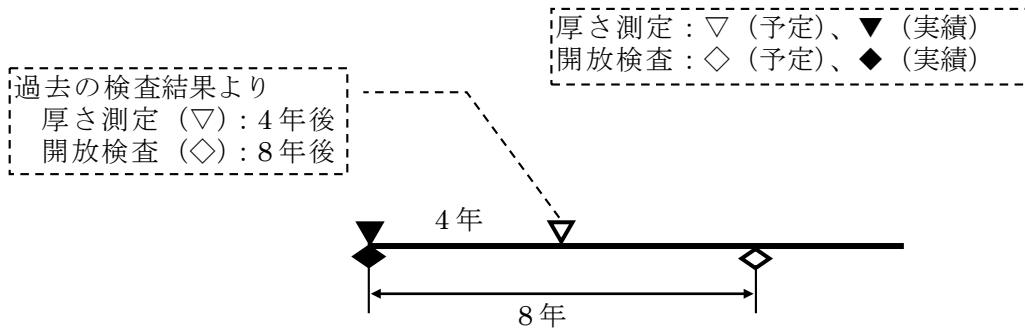
**a) 厚さ測定と開放検査の両方を行う時点での見直し**

供用適性評価により求まる余寿命より、厚さ測定及び開放検査の次回検査時期を定める。

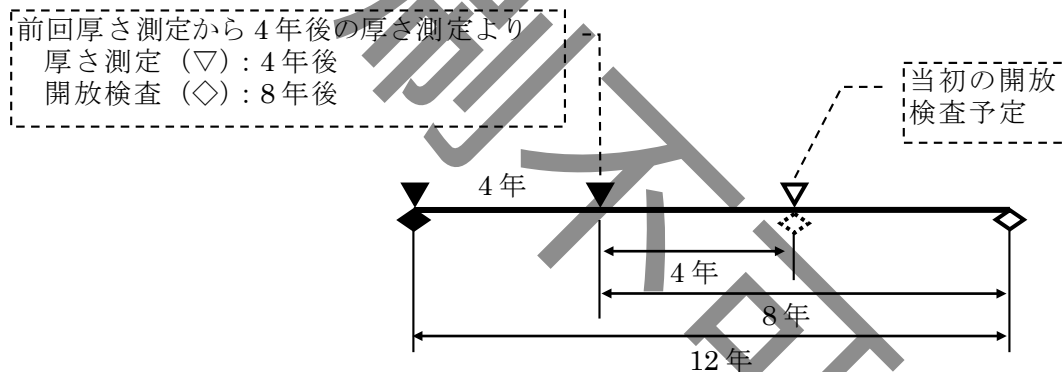
**b) 厚さ測定のみを行う時点での見直し**

- 1) 厚さ測定の次回検査時期は、供用適性評価により求まる余寿命より定める。
- 2) 開放検査の次回検査時期は、前回の開放検査の検査時期を定めた時点を開始点として、起点から今回の見直しまでの経過期間に、今回新たに定めた開放検査の検査周期を加えた期間内に行う。ただし、いずれの場合にあっても、起点から開放検査までの期間は、12年以下とする。
- 3) また、見直しの結果、すでに次回検査時期を経過している場合には、速やかに開放検査を行う。

< ① 当初検査時期設定時 >



< ② 前回厚さ測定から4年後（前回開放検査から4年後） >



開放検査時期の見直し：

- ① 過去の検査結果より、次回厚さ測定時期 4 年後、次回開放検査時期 8 年後と設定。
  - ② 前回厚さ測定時期より 4 年後（前回開放検査から 4 年後）の検査より、開放検査時期を 8 年後に変更（当初 4 年後に開放検査予定）。
- ただし、上記のように開放検査時期を延長する場合でも、前回開放検査から 12 年以内とする。

図 5.2 開放検査の検査時期の見直し例



## 6. 運転条件の変更等に伴う供用適性評価の再評価

### 6.1 供用適性評価の再評価

設備の供用中に、次の **a)～c)** のいずれかに該当する事象が生じた場合には、設備管理帳票類の変更も含め、供用適性評価の再評価及び次回検査時期の再設定を行う。

- a) 運転条件の変更を行う場合
- b) 設備に防食対策を行う場合
- c) 設備に補修を行う場合

### 6.2 運転条件の変更を行う場合の再評価

#### 6.2.1 再評価の条件

運転条件（流体性状、運転温度、運転圧力、流体成分等）が、通常の変動範囲を超えて変更された場合には、供用適性評価及び余寿命の再評価を実施する。

- 備考 1 “運転条件の変更”とは、許認可を受けた運転条件の範囲内での変更をいい、認可条件の範囲を超える変更は含まない。
- 2 “通常の変動範囲”とは、設備の安全、製品の品質を正常に維持するために管理面から必要とされる運転の変動範囲であり、一般に常用の運転管理値として設定する範囲をいう。

#### 6.2.2 再評価の方法

再評価の方法は、損傷の種類に応じて次の **a)～d)** による。

- a) 損傷が減肉の場合には、次の **1)** 及び **2)** により再評価を行う。
  - 1) 運転条件の変更時に厚さ測定を行う。
  - 2) 運転条件の変更後 2 年の間は 1 年間隔を標準とする厚さ測定検査を行い、当該 2 年間の厚さ測定の結果（計 3 回分）を用いて、**3.3.2** の規定により減肉速度を求め、**3.4** の規定により供用適性評価を行う。
- b) 損傷がクリープ損傷の場合には、次の **1)～3)** により再評価を行う。
  - 1) 運転条件等の変更時点での寿命消費率が 50% 未満で、まだ初回検査を行っていない場合には、変更条件も加味して新たに累積寿命消費率が 50% 前後となる時期を想定し、その時期に初回検査を行い、**4.2** の規定により供用適性評価及び余寿命の算定を行なう。
  - 2) 運転条件等の変更時点での寿命消費率が 50% 以上であるが、まだ初回検査を行っていない場合には、速やかに初回検査を行い、**4.2** の規定により供用適性評価及び余寿命の算定を行う。
  - 3) 運転条件等の変更時点での寿命消費率が 50% 以上で、かつ、すでに初回検査を行って余寿命の評価を行っている場合には、速やかに新たな運転条件等にもとづいて **4.2** の規定により供用適性評価及び余寿命の算定を行う。
- c) 損傷が水素侵食の場合には、新たな運転条件のデータを用いて **4.3** の規定により水素侵食に対する供用適性評価を再度行う。なお、運転条件の変更により **4.3** の規定が適用できなくなる

場合には、設備はこの基準の適用対象外とする。

- d) 損傷がき裂状欠陥の場合で、前回検査時の供用適性評価の結果として、き裂状欠陥をそのまま残して使用している場合には、新たな運転条件のデータを用いて、**4.4**の規定によりき裂状欠陥の供用適性評価を再度行う。なお、評価に際しては、前回評価から今回の再評価までのき裂状欠陥の進展による影響も考慮する。

### 6.2.3 次回検査時期の再設定

設備の次回検査時期は、供用適性評価の再評価により求めた設備の余寿命を用いて **5.0**の規定による。

## 6.3 設備に防食対策を行う場合の再評価

### 6.3.1 防食対策の種類

設備の供用中に減肉に対する防食対策を目的として、次の **a)～c)** の措置を講じる場合には、措置後に供用適性評価の再評価を実施する。防食対策の具体策については、**附属書 13** を参考にできる。

- a) 環境遮断：減肉部分を曝露環境から遮断する方法をいう。
- b) 電気防食：減肉部分の電位を制御する方法をいう。
- c) 環境改善：減肉部分の環境条件を制御する方法をいう。

### 6.3.2 適用条件

**6.3.1 a)～c)** に規定する防食対策は、措置を講ずる箇所以外への影響を含め、その措置に起因する新たな損傷（混在する場合を含む。）が生じることなく、かつ、次の **a)～d)** をすべて満足する場合にのみ、適用できる。

- a) 損傷が減肉のみで、かつ、減肉の原因が明確である。
- b) 原因に対して、適切な対策及び施工方法が選定される。
- c) 措置前に当該措置に係る事項を定めた施工要領書を作成し、要領書に従って施工を行い、かつ、要求された仕様を満足していることを検査で確認する。
- d) 措置後に、防食対策として要求される機能、性能、耐用期間などを定期的にモニタリングし、効果を確認する（**6.3.7** を参照。）。

### 6.3.3 再評価のための要件

防食対策に伴う供用適性評価の再評価は、講ずる措置の種類に応じて、次の **a)～c)** を満足する場合に、適用できる。

- a) 環境遮断の場合には、適用した被覆材の施工後からその被覆機能又は性能を喪失するまでの期間（以下「耐用期間」という。）が明らかな場合
- b) 電気防食の場合には、適用仕様条件に対する防食材の有効寿命が明らかな場合
- c) 環境改善の場合には、適用しようとする環境条件の制御方法が、減肉速度を緩和することに

有効であることが明らかな場合

備考 被覆材の耐用期間、防食材の有効寿命又は環境条件の制御方法の有効性は、変更対象の設備と類似又は同等な環境下で確認されたそれぞれの実績により明らかであることを確認する。

#### 6.3.4 再評価の方法

再評価の方法は、防食対策の種類に応じて次の **a)** 又は **b)** による。

**a)** 環境遮断又は電気防食の場合は、次の **1)** 又は **2)** により再評価を行う。

**1)** 環境遮断又は電気防食により減肉の原因が全て排除される場合には、防食対策の種類に応じて次の **1.1)** 又は **1.2)** により余寿命を求める。

**1.1)** 環境遮断で被覆材の取付けを行う場合には、被覆材の耐用期間に到るまでの期間を、防食対策前の余寿命に加算した期間を余寿命とする。

**1.2)** 電気防食を行う場合には、電気防食の有効寿命に至るまでの期間を、防食対策前の余寿命に加算した期間を余寿命とする。

**2)** 環境遮断又は電気防食により減肉の原因の一部しか排除されない場合には、防食対策措置時に厚さ測定を行い、以後2年の間は1年間隔を標準とする厚さ測定検査を行い、当該2年間の厚さ測定の結果(計3回分)を用いて、**3.3.2**に従い減肉速度を設定し、**3.4**により供用適性評価を行い、余寿命を求める。

**b)** 環境改善の場合は、**a)2)** により再評価を行う。

#### 6.3.5 防食対策の実施範囲による余寿命の再設定

防食対策を行った場合の設備の余寿命は、次の **a)** 又は **b)** による。

**a)** 管理単位の全域に、防食対策を実施する場合

設備の変更に応じて、**6.3.4 a)** 又は同 **b)** の再評価から求まる余寿命

**b)** 管理単位に、防食対策を実施する部分と実施しない部分とが存在する場合

次の **1)** 又は **2)** のいずれか短い方の期間を、管理単位の余寿命とする。

**1)** **6.3.4 a)** 又は同 **b)** の再評価から求まる余寿命

**2)** 防食対策を講じない各検査点での余寿命の中の最短余寿命

#### 6.3.6 次回検査時期の再設定

厚さ測定及び開放検査の次回検査時期は、**6.3.5** より求まる余寿命を用いて **5.** の規定による。ただし、次回検査時期を求めるときに用いる検査時期設定係数は、損傷の種類に係らず **0.5** とする。

#### 6.3.7 モニタリング

適用した防食対策の機能、性能、耐用期間など効果の確認を、次の **a)~c)** に示す方法により随時適切な頻度で行う。

**a)** 環境遮断

機器の開放時に内部の目視検査、膜厚検査又はピンホールテスト等を行い、被覆材の有効性

を確認する。また、被覆材の有効性を外部から確認することを目的として、厚さ測定を **6.3.6** に定める厚さ測定の次回検査時期までの間に行い、補完する。

#### b) 電気防食

対象物の電位を外部から定期的に測定し、減肉環境（埋設管の場合は地表面）と対象物との電位差が防食電位に維持されていることを確認する。なお、外部から防食電位を測定できない場合は、防食対象部位の厚さ測定から減肉傾向を把握し、有効性を確認する。また、犠牲陽極の消耗傾向又は発生電流値から電気防食の有効寿命を見直す。

#### c) 環境改善

効果を把握するための管理項目、管理値の範囲及び点検時期を定め、管理項目の実測値が管理範囲内で維持されていることを確認する。

### 6.4 設備に補修を行う場合の再評価

#### 6.4.1 再評価の条件

設備の供用中に、損傷に対する延命対策を目的として、次の **a)～c)** の補修を行う場合には、補修後に供用適性評価の再評価を実施する。

備考：補修とは、設備の配置又は主要部を変更することなく、損傷個所を修復することをいう。

#### a) 研削除去による補修

損傷が減肉又はき裂状欠陥の場合で、次の **1)** 又は **2)** を満足する場合

- 1) 損傷が減肉の場合で、応力集中部などの除去を目的とするグラインダーなどによるスムーズアップを目的とする補修
- 2) 損傷がき裂状欠陥の場合で、き裂状欠陥をグラインダーなどにより除去することを目的とする補修。ただし、この場合には、次の **2.1)** 及び **2.2)** を満足することを条件とする。
  - 2.1) き裂状欠陥発生の原因が明確で、かつ、き裂状欠陥発生に影響している範囲を研削除去した後、次回検査時期までに再びき裂状欠陥が発生しないこと。
  - 2.2) き裂状欠陥の除去部と同一部位又は近傍の減肉速度が分かっていること。

#### b) 肉盛溶接補修

減肉部を肉盛溶接補修する場合には、次の **1)～4)** をすべて満足することを条件とする。

- 1) 補修により材料強度が低下しないこと。
- 2) 補修により材料に有害な材質変化を生じないこと。
- 3) 補修により切欠き、応力集中部が新たに生じないこと。
- 4) 補修を原因に、同じ部位に減肉以外の新たな損傷が生じないこと。

#### c) 当て板溶接補修

損傷が減肉の場合で、減肉部を当て板溶接補修する場合には、使用する当て板材の減肉に対する耐用期間が分かっていることを条件とする。なお、当該当て板は最小厚さには含めないものとする。

#### 6.4.2 補修方法

##### a) 研削除去

- 1) 研削除去を行う場合には、事前に適切な仕様を含む施工要領書を作成しなければならない。
- 2) 研削除去による補修の対象とする減肉部又はき裂状欠陥を、グラインダーなどによりスムーズに加工する。また、き裂状欠陥の場合には、欠陥を完全に取り除くまでスムーズに加工する。
- 3) 研削除去後の加工部に非破壊検査を行い欠陥のないことを確認する。なお、欠陥の除去後の形状は、応力集中を生じないようになめらかに仕上げる。その他、施工要領書の仕様を満足していることを適切に確認する。

##### b) 溶接補修

- 1) 肉盛溶接補修及び当て板溶接補修を行う場合には、事前に補修溶接施工要領書を作成しなければならない。補修溶接施工要領書の内容例として**附属書 14**を参考にできる。
- 2) 補修後に補修溶接施工要領書によって試験及び非破壊検査を行い、欠陥などの異常のないことを確認する。

#### 6.4.3 再評価方法

再評価の方法は、補修方法に応じて次の **a)～c)** による。

##### a) 研削除去部の再評価

研削除去後の当該部の供用適性評価及び余寿命の算定は、研削後の実際の厚さを用いて、**3.**の規定により評価する。なお、このとき、研削後であっても、減肉速度は、研削前と同じとする。

##### b) 肉盛溶接補修部の再評価

肉盛溶接補修後の当該部の供用適性評価及び余寿命の算定は、補修後の実際厚さを用いて、**3.**の規定により評価する。なお、このとき、肉盛溶接補修後であっても、減肉速度は、補修前と同じとする。

##### c) 当て板溶接補修部の再評価

当て板溶接補修後の当該部の余寿命は、当て板の耐用期間とする。

#### 6.4.4 余寿命の設定

設備に補修を行った場合の設備の余寿命は、次の **a)** 又は **b)** による。

##### a) 余寿命の管理単位の全域に、設備の変更を実施する場合

設備の補修に応じて、**6.4.3 a)～c)** の再評価から求まる余寿命

##### b) 余寿命の管理単位に、補修を実施する部分と実施しない部分とが存在する場合

次の **1)** 又は **2)** のいずれか短い方の期間を、管理単位の余寿命とする。

- 1) 余寿命の管理単位に含まれる補修に応じ、**6.4.3 a)～c)** の再評価から求まる余寿命
- 2) 余寿命の管理単位に含まれる各検査点で、補修を伴わない各検査点での余寿命の中の最

## 短余寿命

**6.4.5 次回検査時期の再設定**

設備の次回検査時期は、新たに求めた設備の余寿命を用いて **5.**の規定による。

**6.4.6 追加要求事項**

補修が肉盛溶接補修又は当て板溶接補修の場合には、次の **a)～e)** を満足しなければならない。

- a)** 補修後には、原則耐圧試験を行う。なお、耐圧試験の基準は、コンビ則関係例示基準（「コンビナート等保安規則の機能性基準の運用について」別添）4. 耐圧試験及び気密試験の規定による。また、必要に応じて、補修部について耐圧試験後に目視検査又は適切な非破壊検査を行い異常のないことを確認する。
- b)** 補修後4年以内に開放検査を実施し、割れ等の異常のないことを確認する。
- c)** **b)** の開放検査以降の次回開放検査の時期は、**5.**の規定による。
- d)** **a)** の耐圧試験は、補修を行った部位についての耐圧性能を確認できれば、設備全体について行わなくともよい。
- e)** **a)** の耐圧試験の実施の要否の判断に際しては、肉盛溶接補修による場合にあつては、保安検査基準 **KHKS 0850-3** の **4.3.5b)**（いわゆる6点法）又は**附属書 15**の規定による。

## 7. 基準適用のための運用体制

### 7.1 体制

この基準を適用する事業者は、次の **a)～d)** を含め、検査の計画、実施、評価、判定及び判定後の措置等の供用適性評価に係る業務を自社内で確実にを行うための体制を有し、かつ、経験と知識を有する技術者を業務に従事させなければならない。

- a) 検査の計画、実施、評価、判定、判定後の措置及び記録の保管等の供用適性評価に係る規定基準類を整備・活用して、供用適性評価を自社内で確実に実施するための組織（以下、FFS 組織という。）の設置と、FFS 組織の長及び供用適性評価の最終承認者、評価者、実施者などの要員の選任
- b) 業務範囲と責任の明確化
- c) FFS 組織と設備管理部門、運転管理部門等の他関連組織との関係の明確化
- d) FFS 組織の長及び要員の選任基準

備考 既存の組織又は体制で 7.1 に規定する要件を満足し、かつ、「供用適性評価に係る業務を自社内で確実に行う」ことが可能な場合には、既存の組織又は体制を活用することができる。ただし、この場合にあっても、既存の組織又は体制が供用適性評価に係る業務を実施することを明確にしなければならない。

### 7.2 役割

FFS 組織の役割には、次の **a)～j)** を含むものとする。

- a) 供用適性評価の対象設備の的確な把握及び検査計画の作成
- b) 供用適性評価の対象設備（又は管理単位）ごとの損傷要因の把握及び評価
- c) 検査箇所及び検査方法の選定並びに検査の実施及び定期的な見直し
- d) **附属書 1** に定める設備管理帳票類の作成
- e) 供用適性評価の実施及び評価
- f) 厚さ測定検査時期、開放検査時期の決定及び周知連絡
- g) 評価対象設備の継続的管理
- h) 保安管理部門との的確な連携
- i) 検査体制の確認及び改善
- j) 記録の保管及び管理

### 7.3 FFS 組織の長及び要員の資格

FFS 組織の長及び要員は、その担当職務及び供用適性評価の適用評価区分に応じ、**表 7.1** に示す資格又は実務への従事経験を有していなければならない。

表 7.1 評価者の資格又は実務への従事経験

職務区分	評価区分 I	評価区分 II
FFS 組織の長	高圧ガス製造保安責任者（甲機）の資格に加え、次のいずれかの要件を満たしている者 ・ 5年以上の実務経験 ・ 本社又は事業所等における、保安管理、設備管理又は運転管理を担当する部門の経験年数が通算して 10年以上あること	
供用適性評価の最終承認者	高圧ガス製造保安責任者（甲機）の資格に加え、次のいずれかの要件を満たしている者 ・ HPI 設備診断技術者レベル 1 又はレベル 2 の資格 ・ 5年以上の実務経験	高圧ガス製造保安責任者（甲機）の資格及び HPI 設備診断技術者レベル 2 の資格に加え、5年以上の実務経験を有している者
供用適性評価の評価者	高圧ガス製造保安責任者（甲機又は乙機）の資格に加え、次のいずれかの要件を満たしている者 ・ HPI 設備診断技術者レベル 1 又はレベル 2 の資格 ・ 石油学会設備維持管理士（配管・設備）の資格 ・ 5年以上の実務経験	高圧ガス製造保安責任者（甲機又は乙機）の資格に加え、次のいずれかの要件を満たしている者 ・ HPI 設備診断技術者レベル 1 又はレベル 2 の資格 ・ 5年以上の実務経験
供用適性評価の実施者	次のいずれかの要件を満たしている者 ・ 3年以上の実務経験 ・ HPI 設備診断技術者レベル 1 又はレベル 2 の資格 ・ 石油学会設備維持管理士（配管・設備）の資格	次のいずれかの要件を満たしている者 ・ 5年以上の実務経験 ・ HPI 設備診断技術者レベル 1 又はレベル 2 の資格 ・ 石油学会設備維持管理士（配管・設備）の資格

- 備考 1 FFS 組織の長は、この基準を適用し、検査の計画、実施、評価、判定、判定後の措置及び記録の保管等の供用適性評価に係る規定基準類を整備・活用して、供用適性評価を自社内で確実に実施することに関する総括的な責任を有する者をいう。
- 2 供用適性評価の最終承認者とは、損傷及び損傷を有する設備等に関するデータ・状況を総合的に踏まえ、この基準を適用し、供用適性評価に基づく次回検査時期の設定の可否について最終的な判断を行う者をいう。なお、供用適性評価の最終承認者は、FFS 組織の長を兼ねることができる。
- 3 供用適性評価の評価者とは、この基準を適用し、供用適性評価に基づき、次回検査時期を設定する者をいう。なお、供用適性評価の評価者は、供用適性評価の実施者を兼ねることができるが、供用適性評価の最終承認者を兼ねることはできない。
- 4 供用適性評価の実施者とは、この基準に定める手順に従って供用適性評価のための作業を実施する者をいう。
- 5 実務経験とは、損傷の検査、識別、判定などに係る業務をいう。
- 6 4.2 に定めるクリープ損傷の供用適性評価に関する供用適性評価の実施者及び評価者の資格については、本表の規定にかかわらず 4.2.3a) に定めるクリープ寿命評価者の規定による。

## 7.4 検査員の資格

供用適性評価のための検査データは、次の a)～c) までの検査に応じた検査員が測定したもので



なければならない。

**a) 目視検査の検査員**

目視検査の検査員は、設備に発生する損傷に対する知識を有し、かつ、検査に関する実務経験を3年以上有していなければならない。

**b) 目視検査以外の非破壊試験〔渦流探傷試験（ET）、磁粉探傷試験（MT）、浸透探傷試験（PT）、放射線透過試験（RT）、超音波探傷試験（UT）〕の検査員**

目視検査以外の非破壊試験の検査員は、非破壊試験の種類に応じて（一社）日本非破壊検査協会などの第三者機関が認定する資格を有していなければならない。

**c) a) 又は b) 以外の金属組織検査、引張試験等の検査員**

行おうとする検査の実務経験を3年以上有していなければならない。

## 7.5 基準類の整備・活用

この基準を適用する事業者は、供用適性評価に係る業務を確実にを行うための必要な基準類を整備し、活用しなければならない。

この基準類は、少なくとも次の **a)～h)** の事項を満足するよう定めるものでなければならない。

**a) 検査計画の作成**

- 1) 静機器ごと又は配管系の管理単位ごとに、検査結果を評価解析し、重要度、最近の運転実績及び保全履歴の確認等を分析及び評価し、その結果に基づいて検査計画が立案されること。
- 2) 設備等及び運転条件の変更が行われる時には、損傷の進展に対する影響を評価し、その都度検査計画の見直しを行うこと。
- 3) 検査記録、保全履歴が適切に管理され、検査計画の立案に際して活用されること。
- 4) 設備等の設計及び建設段階にて考慮された損傷の対策（薬液の注入、ライニング、電気防食、構造設計上の配慮等）の性能が維持されていることを確認し、運転条件の変更、改造などによる環境変化がある場合には、性能の低下及びその防止対策の必要性について、調査及び検討を行うこと。
- 5) 設備維持に関する新しい知見が得られた場合には、必要に応じて設計基準、保全基準及び運転基準などの関係基準にその内容が反映されること。

**b) 損傷要因の把握及び評価**

- 1) 高圧ガス設備の内外面に発生する可能性のある損傷が網羅的に抽出され、分類・整理し、管理単位を明確にすること。
- 2) 配管系について、ほぼ同一の腐食環境下にあつて類似の腐食形態を受ける範囲（腐食系）ごとに適切に区分し管理単位を明確にすること。

**c) 検査点又は検査箇所を選定**

- 1) 損傷要因ごとの検査点又は検査箇所は、静機器ごと（配管系にあつては、腐食系単位ごと）に、材料と流体の腐食性、温度・流速等の運転条件、形状、構造、流れの状態を考慮した適切な検査点又は検査箇所が選定されること。
- 2) 厚さ測定に関して、測定する検査点の考え方、設定の方法を明確にすること。

- 3) 静機器においては、目視検査の結果を踏まえ、検査点又は検査箇所を選定の方法を明確にすること。
- d) 検査方法の選定  
目視検査、厚さ測定検査、非破壊検査、破壊検査及びこれらの検査の適切な組み合わせが選定されること。
- e) 余寿命管理  
損傷に対して、次の事項を明確にし、的確な余寿命予測を実施することにより、次回検査時期までの耐圧性能・強度が担保されること。
- 1) 損傷の長期間の傾向や短期間の変動を的確に把握し、損傷要因に応じた損傷進行速度の決定方法、余寿命評価の算定方法を明確にすること。
  - 2) 算出された余寿命に基づく次回検査時期の設定方法を明確にすること。
- f) 検査及び評価体制  
a)～e)までの検査計画から余寿命管理を行えるだけの十分な技術的な検討体制を明確にすること。ただし、供用適性評価に係る業務の一部を委託する場合は、外注協力会社又は各種試験を実施する外部専門会社等の技術力の判断を行った上で委託の可否を決定する体制を明確にすること。
- g) 外注協力会社又は各種試験を実施する外部専門会社等の活用  
供用適性評価に係る業務の一部を外注協力会社又は外部専門会社等（以下、「外部組織」という。）に委託する場合には、次による。
- 1) 委託業務の範囲  
委託できる業務範囲は、次による。ただし、委託する業務に関しては供用適性評価の最終承認者が内容を確認しなければならない。
    - 1.1) 供用適性評価の対象とする設備ごとの損傷要因の把握及び評価
    - 1.2) 検査箇所の選定及び決定
    - 1.3) 検査方法の選定、見直し
    - 1.4) 供用適性評価の実施及び評価
  - 2) 外部組織の資格
    - 1) の業務を実施する外部組織の担当者は、その業務内容に応じて **7.3** 又は **7.4** に定める資格を有すること。
  - 3) 委託業務の管理  
委託を行う事業者は、次の **3.1)～3.4)** の事項について定める基準類を具備し、活用すること。
    - 3.1) 作業範囲及び責任の所在に関する事項
      - －単独の外部組織を使用する場合
      - －複数の外部組織を使用する場合
    - 3.2) 外部組織の選定に関する事項
    - 3.3) 外部組織の管理に関する事項
    - 3.4) 外部組織の評価に関する事項

**h) 検査記録の作成、保存及び活用**

設備の設置以降実施した耐圧性能・強度に係る検査記録が作成され、保存されること。また、その検査結果が設備管理に活用され、供用適性評価に供されること。

印刷不可

## 8. 記録の作成及び保管

### 8.1 記録の作成

a) 供用適性評価に係る記録は、この基準に適合していることを証明する手段として作成する。

b) 供用適性評価に係る記録は、少なくとも次の**1)～10)**に示す記録を含める。

- 1) 検査実施日
- 2) 検査員名\*及び資格
- 3) 検査点又は検査箇所
- 4) 検査方法及び仕様
- 5) 検査データ及び前回検査データと比較ができる資料
- 6) 必要に応じ、損傷の写真又はスケッチ
- 7) 減肉又は損傷に係る進展把握資料／グラフ
- 8) 供用適性評価計算書又は評価書（適用する本規格の発行年を含む。）
- 9) 供用適性評価の実施者名\*、評価者名\*、最終承認者名及びそれぞれの資格
- 10) FFS 組織の長の名

(\*）外部組織を用いた場合は、その名称を含む。

### 8.2 記録の保管

#### 8.2.1 保管すべき書類

a) **8.1** で作成する記録のほか、次の**1)～5)**に示す記録又は書類を保管する。

- 1) 設備の製造時のデータ（設備仕様、製造時検査記録）
- 2) 設備の供用期間中のデータ（検査履歴、補修履歴、運転履歴）
- 3) 損傷のモニタリングを行う場合にあつては、モニタリング要領書
- 4) 設備の延命対策を行う場合にあつては、延命対策に係わる書類
- 5) 補修を行う場合にあつては、補修要領書、補修後の検査記録など、補修に係わる書類

b) この基準に基づく供用適性評価とは直接関係しない検査記録等の書類は、この基準での保管の適用除外とする。

#### 8.2.2 保管要領

a) 事業者は、保管の方法、保管担当者等の保管管理に係わる手順を規定し、これに基づき保管しなければならない。

b) 事業者は、書類の所在を明らかにし、供用適性評価に係る関連担当者が閲覧できるようにしなければならない。

#### 8.2.3 保管期限

書類の保管期限は、設備を廃棄するまでの期間とする。