

HPIS

信頼性に基づく圧力設備の 減肉評価方法

Metal loss assessment for pressure equipment based on reliability

HPIS Z 109TR:2016

2016年9月29日制定
一般社団法人日本高圧力技術協会
High Pressure Institute of Japan

目次

	ページ
序文	1
1 適用範囲	1
1.1 適用範囲及び目的	1
1.2 適用する圧力設備	1
1.3 適用するきず又は損傷	1
2 引用規格	1
3 用語及び定義	2
4 記号の意味	3
5 信頼性に基づく代表的減肉評価方法	3
6 評価に用いる情報	3
7 想定する破損モード	4
8 一次近似信頼性手法を用いた減肉評価方法	4
9 部分安全係数法を用いた減肉評価方法	7
10 信頼性向上策	9
附属書 A (参考) 信頼性工学の基本的事項	10
附属書 B (参考) 受容破損確率の考え方	27
附属書 C (参考) 減肉評価における代表的な基本変数の確率特性及びその調査例	29
附属書 D (参考) 局部減肉の強度評価モデル	52
附属書 E (参考) 局部減肉評価モデルの検証例	59
附属書 F (参考) 各種の破損モードに対する裕度評価	75
附属書 G (参考) 部分安全係数の例	123
日本高圧力技術協会規格 信頼性に基づく圧力設備の減肉評価方法 解説	解 1
信頼性に基づく圧力設備の減肉評価方法 原案作成委員会 構成表	解 7

日本高圧力技術協会規格
信頼性に基づく圧力設備の減肉評価方法
Metal loss assessment for pressure equipment based on reliability

序文

この文書は、検査によってきず又は損傷が発見された圧力設備の供用適性評価のうち、当該設備の信頼性に基づく減肉評価手順及び関連する技術基盤並びに技術情報を示した技術報告書である。この技術報告書は、信頼性工学の基本事項、減肉評価の概要、関連する確率特性データ、減肉配管の破壊試験データなどを含む。

1 適用範囲

1.1 適用範囲及び目的

この技術報告書（以下、TR という。）は、検査によってきず又は損傷が発見された圧力設備（圧力容器、配管及び貯槽）に対して、信頼性に基づく減肉評価の手順を示すものであり、当該設備の信頼度の算定及び継続供用可否の判断において圧力設備診断技術者を支援するものである。

信頼性に基づく評価を適用する際には、信頼性工学の基本事項を理解し、関連する基本変数の確率特性を十分把握していることが望ましい。この TR の一つの目的は、信頼性に基づく圧力設備の減肉評価に有用な技術基盤及び技術情報を圧力設備診断技術者に提供することである。

1.2 適用する圧力設備

この TR は、一般に認められた規格によって設計製作された圧力設備の耐圧部に適用する。

ただし、次のいずれかに該当する圧力設備には適用しない。

- a) クリープ温度域で運転されている圧力設備
- b) 疲労設計がされているもの。

1.3 適用するきず又は損傷

この TR は、次の a)~d) に示すきず又は損傷に適用する。

- a) 腐食
- b) 磨耗
- c) エロージョン／コロージョン
- d) 検査等によって発見されたきず又は損傷（応力腐食割れ、疲労で発生した亀裂など先端が鋭いきず、機械的に生じたきず）をグラインディングで滑らかにしたもの

ただし、残存厚さが公称厚さの 20%未満、又は 2.5mm 未満となるきず又は損傷には適用しない。

2 引用規格

次に掲げる規格は、この TR に引用されることによって、この TR の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版（追補版を含む。）を適用する。

API 579-1/ASME FFS-1 Fitness-For-Service

ASTM E 606 Standard Test Method for Strain-Controlled Fatigue Testing

日本高圧力技術協会規格

信頼性に基づく圧力設備の減肉評価方法 解説

1 制定の趣旨及び経緯

プラント圧力設備は、高度経済成長期に建設された経年化プラントを中心に、保温材下腐食などの減肉損傷が顕在化している。一方で、圧力設備の設計時の計算厚さを下回る減肉損傷については、減肉を残したまま継続運転が可能か判断するための評価法が、海外を中心に規格化、実運用されている。この減肉評価法の結果から、そのまま供用を継続するか、部分改造するか、補修するか、取り替えるかのより適切で安全な判断を行うベースが与えられ、計画的な設備の運用が可能となることが期待されている。減肉評価に際しては、損傷の種類を特定し、確実な検査を行うことによって設備の信頼性を向上させ、設計時の計算厚さを下回る減肉を有する設備の継続供用可否判断を可能としている。減肉評価法の理解をより深めるためには、検査などをはじめとする日常の設備保全活動と安全係数の関係が技術的に整理される必要があるが、現状は解析評価されたものではなく、プラント圧力設備の継続供用可否判断のためにも早急に解決しなければならない課題であった。

以上の背景から、この課題に関心のある石油精製及び石油化学事業者、エンジ会社、圧力設備製造者、関連する研究者によって、日本高圧力技術協会に、信頼性に基づく減肉評価手順及び関連する技術基盤並びに技術情報を示した技術報告書を制定することの要請があった。これを受けて、日本高圧力技術協会において、2012年4月に「信頼性に基づく減肉評価専門研究委員会（通称MLR委員会）」が発足し、4年間の技術報告書作成活動を行った。

作成した最終案は、圧力設備規格審議委員会の審議を経て、理事会によって承認され、日本高圧力技術協会テクニカルレポート **HPIS Z 109TR** として制定された。

国内の一般圧力設備を対象とした代表的な減肉評価規格には、**KHK/PAJ/JPCA S 0851**、**WES 2820**がある。**KHK/PAJ/JPCA S 0851** は次回検査時期までに設計時の計算厚さを下回らない場合の評価方法を示している。**WES 2820** は **API 579-1/ASME FFS-1** における残存強度係数の考え方を採用することで、次回検査時期までに設計時の計算厚さを下回る場合にも評価を可能としている。これらの既存の規格と比較して、この **TR** は次の特徴がある。

- ・ 減肉を有する圧力設備の供用適性評価に確率論を利用する信頼性工学的手法を適用し、検査結果のばらつき、荷重のばらつき、設備の重要性などによって、合理的に継続供用の可否判断をする方法を整理した。これによって、検査、運転状況のモニタリングなどの日常の設備保全活動と、減肉評価法の安全裕度との関係が明確になる。
- ・ 具体的な評価方法として、一次近似信頼性手法を用いた減肉評価方法及び部分安全係数法を用いた減肉評価方法を記載し、利用者は、必要に応じて使い分けることが可能である。
- ・ 附属書において、信頼性工学的手法を適用する意義及び関連する技術情報を詳細に記載した。専門家でなくても、評価方法の技術的背景及び概要が理解できるように、減肉配管の