

供用適性評価規格へのWES2820(API法)採用について

2021年11月15日

石油連盟

石油化学工業協会

石油連盟並びに石油化学工業協会として兼ねてから要望しているAPI 579-1 /ASME FFS-1に準拠した減肉に対する供用適性評価規格についての説明を下記の通りにまとめます。本件のKHKS0851減肉評価方法への採用をよろしくご検討願います。

1. 提案内容

- 1) 貴協会技術基準策定プロセス (https://www.khk.or.jp/technical_standards/) に従い、いわゆるAPI法に準拠した国内減肉評価規格であるWES 2820をKHKS0851附属書の中に「WES2820最新版規定に従う」等と引用していただき、採用することを提案します。尚、WES2820は[溶接技術情報センターwebページ](#)にて閲覧可能です。
- 2) WES2820は減肉評価に特化した評価規格であるAPI 579-1/ASME FFS-1規格の減肉評価規定(Part 4及びPart5)と同等です。き裂と減肉を区別するため寸法制限規定が明確化されています。
- 3) WES2820が基本としているAPI579-1/ASME FFS-1減肉評価規定は20年以上にわたり広く実機適用され検証も行われており、安全性に実績があることは添付資料-1スライド23に示す通り明確です。
- 4) WES2820はISOに認められた規格であり、著作権はISOに帰属しています。ISOでは規格文章(の大部分)をそのまま他の出版物に用いることは、たとえ規格作成者であっても認められないことになっています。このため「最新版に従う」等の形で引用すべきです。
- 5) WES2820は既に民間規格として活用され、細かい規定表現含めて検討済みで実績もあるWES2820をKHKS0851附属書に引用し活用するのは合理的です。
- 6) WES2820(API法)を採用するにあたり提案する附属書5B(案)は添付資料-2の通りです。
- 7) WES2820を採用するにあたっては軸方向荷重評価の中に耐震設計が存在することになりますが、これについては添付資料-2に附属書5B案を示す通り、耐震設計用許容応力はRSF=0.9の適用対象外とすることが合理的であると考えます。

2. 三つの論点に対する考え方

2021 年 7 月 7 日開催の第五回分科会で整理された三つの論点に対する考え方は、WES2820 (API 法) においては以下の通りです。

① Ms の定義/参照応力の定義(根拠箇所及び式を明示、算定結果を確認・検証)

- a) Mt については添付資料 1 P6~P8 の説明の通り塑性崩壊においては健全容器と貫通キズのある容器の崩壊荷重比であり、理論的に導出された上に実験にて裏付けもされているものであり、広く認められている。
- b) 上記 a) を基に Maxey 並びに Chell が理論的に「健全容器の限界圧力/表面キズのある容器の限界圧力」としてそれぞれの Ms を導出 (添付資料-1 P45 以降を参照)。
- c) 理論式が実験結果と合致することは添付資料-1 P15~P16、P21、P26~P28、P42 に示している通り。

② 局部崩壊か全体崩壊か (塑性崩壊条件の確認・検証)

- a) 塑性崩壊条件は全断面降伏としている。ここにおける全断面降伏とは JISB0190 で定義されているとともに公に広く認められている、降伏強さと引張強さの平均値である流動応力を基準としたものとしている。
- b) 添付資料 1 P8 の通り API 法は局部崩壊モデルである。
- c) 局部崩壊は両端健全部の効果を含めて評価すべきものであり、API 法の局部崩壊モデルは両端健全部の影響を加味したものである。
- d) 局部崩壊は小林らの論文(腐食容器と人工欠陥容器の欠陥評価, 2001 年, 日本機械学会論文集(A 編) 67 巻 662 号)並びに Kiefner らの論文(Failure Stress Levels of Flaws in Pressurized Cylinders, 1973 年, ASTM STD 536.)に示されている通り、周辺健全部とキズ底部の相対的な強度差により生じるものである。API 法は同資料 P8 に示す通り Maxey(Kiefner)の式にて評価することとなっており、Kiefner らの論文の通り局部崩壊と全体崩壊のいずれのモードで崩壊するかも論ずることができるモデルである。
- e) 上記塑性崩壊条件が理論だけではなく実験においても正しさが裏付けられていることは②項 c) の通りである。

③ 温度依存性の考慮

- a) 健全容器の限界圧力 L_{UC} は②-a) で述べた塑性崩壊により決定され、材料の引張強さ σ_{uts} と降伏点 σ_y という二つの温度依存性を持つ要素で決まる。
- b) 減肉容器の限界圧力 L_{DC} は健全容器の限界圧力 L_{UC} を Ms で割ったものになる。

- c) M_s は、添付資料 1 P8 に示す通り、キズ及び容器のサイズ(キズの深さ a 、キズの軸方向長さ $2C$ 、板厚 t 、機器の内径 D_i) という材料物性に関係しない幾何学的要素のみで決定される係数となる。
- d) 評価基準に用いる RSF は健全容器の限界圧力 L_{uc} と減肉容器の温度限界圧力 L_{DC} の比率なので、温度依存性を持つ項である健全容器の限界圧力 L_{uc} はキャンセルされ、 $RSF=1/M_s$ と最終的に表現される。
- e) これをあらかじめ定めた一定の破壊圧マージン低下率 ($RSF=0.9$) の下に許容するというのが API 法の考え方である。温度依存性は評価の基準点となる健全容器の破壊圧において考慮されている。

3. API 法に対する疑問点に対する回答

前回 2021 年 7 月 7 日開催の第五回分科会を踏まえて、事務局に整理していただいた採用に当たっての疑問点に対する回答は添付資料-1 に示す通りです。問題はありません。

添付資料-1 API 法による供用適性評価規格について

添付資料-2 附属書 5B 減肉の評価区分 II の供用適性評価;WES2820 に基づく場合(案)

添付資料-3 評価限界温度における FEM 評価結果について

以上