

参考資料-2 METI殿 2月取りまとめ APIによる評価方法とHPI (p-M) 法の比較 (案)

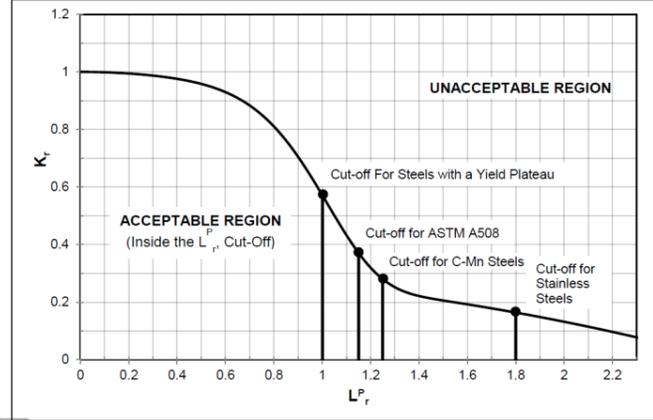
項目	API579に基づく評価方法	HPI (p-M) 法
1. 概要		
1.1 国内外の類似規格類	国内; ガス協会維持管理規格及びWES2820(減肉評価)、JSME 原子力設備の維持管理規格(割れ評価) 国外; API579/ASME FFS-1	国内: (一社) 日本高圧力技術協会規格 HPIS Z101-2(2011) 圧力機器のき裂状欠陥評価方法-第2段階評価、茨城県高圧ガス設備維持基準「圧力容器の外面腐食に対する評価規格(案)2006」 国外: French RSE-M Code, ASME Sec. XI Code Case N-597-2-3622.4
1.2 国際整合性	有り	有り
1.3 国内外の運用実績	国内外含めて豊富	実験データに関して適用実績あり。
1.4 ソフトウェア	ソフトウェア市販多数。一部企業は海外事業所対応含め保有/運用。	Excelで自作又は提供可能。
1.5 教育体制	石連/石化で長年実施。	HPIで講習会を実施(圧力診断技術者レベル2講習テキストにHPIS Z101-2及びp-M法を採録)。
1.6 発展性	海外含めた使用実績のフィードバックに基づき、規定詳細に都度明確化や改善の必要があれば改定。特に現場測定結果の詳細解釈ケースや検査測定技術の進歩/改善に伴う対応議論の場もAPI/ASME委員会に有り。	<ul style="list-style-type: none"> <li>力学的な根本原理から出発しているため、現場技術者による新たなFFS技術の創出も可能であり、技術者育成にも役立つ。</li> <li>日本発のFFS規格として、API等よりも優れた点をASME PVP会議やその国際誌等で公表し、API等の規格の改善を促し、FFS技術の発展に寄与することを目標としている。</li> <li>HPI(p-M)法の内容についてはその導出が明確であるため、各種セミナーや図書の発行を通じて、p-M法の理論的背景を含め広く説明可能であり、もって安全・安心で適切な利用促進を図ることが可能である。</li> </ul>
2. 評価手法の概要		
2.1 対象材料制限	特に制限無	特に制限はないが、金属材料であること。
2.2 適用圧力制限	制限なし	特に制限はない。
2.3 使用可能な環境	材質劣化しない材料損傷要因環境	材質劣化しない材料損傷要因環境
円管等、曲面で構成される部材への適用	下記WES2820 表2の抜粋の通り。 <b>【全面減肉及び局部減肉評価の適用対象】</b> a) 圧力容器の円筒胴、円すい胴 b) 球形圧力容器、球形タンク c) 全半球形、半だ円形、皿形の鏡板 d) 配管の直管部 e) 取付物のないエルボ、曲げ管 f) 常圧タンクの側板 <b>【全面減肉評価のみの適用対象】</b> g) ノズル接続部 h) 円すい胴と円筒胴の接続部 i) フランジ部	<ul style="list-style-type: none"> <li>Foliasの提案による「膨れ係数(bulging factor)とChell式並びにWilloughbyの提案による等価欠陥深さ<math>\alpha</math>を組合せて、エルボ、ノズル周り等、他国の類似規格(API、BS等)よりも広範な種類の実用的な形状の部材に適用可能としている。</li> </ul>
2.4 繰返疲労環境の制限	繰返し運転環境でないこと (繰返し回数 $\leq 150$ 又は 免除規定を満足)	HPISZ101-2は疲労き裂進展評価あり。減肉についてはき裂進展を考慮すべき減肉欠陥形状に対してはHPISZ101-2を利用して評価可能
2.5 適用温度制限	クリープ温度域以下の温度	クリープ支配温度域以下であること。減肉については脆性破壊しない温度以上であること。
参照応力解 (問題になっている部分)	<ul style="list-style-type: none"> <li>健全な部材とキズのある部材の強度比である<math>M_s</math>から求めている。</li> <li>コンセンサスに基づいて決定されている許容応力に基づく設計の考え方の裕度を尊重し、これに対して一定の比率(0.9)にて設定。設計時の考え方を踏襲して裕度が確保される。</li> <li>温度依存性は許容応力並びに元の設計に沿って決まる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>力学の根本原理である「つり合い式」より求めている。</li> <li>残断面の応力評価を考慮しているため、欠陥寸法依存性を考慮した評価が可能。</li> <li>クライテリオンが欠陥前面で全断面降伏する条件に対して完全裕度を常に1.5に保つことにより、合理的である。</li> <li>そのクライテリオンで材料の強度特性が組み込まれているため、温度依存性を考慮した評価が可能。</li> </ul>

<p>2.6 参照応力解の基礎とした表面き裂の式と根拠</p>	<p>WillongbyらによるRigid Restraint Modelの式の解。  参照文献;  ①Plastic Collapse in Part-Wall Flaws in Plates(1989), Anthony A. Willoughby I and Tim G. Davey.  ②Finite element analysis of limit loads for surface cracks in plates (1994), Sattari-Far et al,</p>	<p>○Willoughby AA, Davey TG. Plastic collapse in part-wall flaws in plates, fracture mechanics. In: Wei RP, Gangloff RP, editors. perspectives and directions(twenties symposium), ASTM STP 1020. Philadelphia: American Society for Testing and Materials; 1989. p. 390-409.  ○Sattari-Far. Finite element analysis of limit loads for surface cracks in plates. Int J Pres Ves Piping 1994;57:237-43.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Validity of Procedure for Plastic Collapse Assessment of Local Thin Area near Vessel and Nozzle Intersections Subjected to Internal Pressure and External Loadings, K. Oyamada, S. Konosu, T. Miyashita and T. Ohno, PVP2015-45512, 2015/07/21</li> <li>Procedure for Plastic Collapse Assessment of a Local Thin Area near Vessel and Nozzle Intersections Subjected to Internal Pressure and External Loadings, S. Konosu, K. Ogasawara and K. Oyamada PVP2015-45538, 2015/07/21</li> <li>Multiple Fatigue Crack Growth Prediction Using Stress Intensity Factor Solutions Modified by Empirical Interaction Factors, S. Konosu, K. Kasahara, Trans. of ASME, Journal of Pressure Vessel Technology, 134, 011404, 2012/02.</li> <li>Fatigue Crack Growth Prediction Using Stress Intensity Factor Solutions Modified by Empirical Interaction Factors, S. Konosu, K. Kasahara, Trans. of ASME, Journal of Pressure Vessel Technology, 134, 011404, 2012/02.</li> <li>Plastic Interaction Factors on Failure Assessment Diagram, S. Konosu, Strength, Fracture and Complexity, 7, 309-314, 2012</li> <li>Development of A Plastic Collapse Assessment Procedure in the p-M Diagram Method for Pipe Bends with a Local Thin Area under Combined Internal Pressure and External In-plane Bending Moment, K. Oyamada, S. Konosu, T. Ohno, Nuclear Engineering and Design, 247, 42-47, 2012/05</li> <li>Buckling Assessment Procedure for Large Diameter Vessel with Multiple Local Thin Areas Subjected to External Moment, N. Mukaimachi, S. Konosu, Nuclear Engineering and Design, 241, 3632-3644, 2011/08</li> <li>Proposal of reference stress for a surface flaw on a cylindrical component from a review-with-comparison of the local metal loss assessment rule between API 579-1 and the p-M diagram method, K. Oyamada, S. Konosu, T. Ohno, International Journal of Pressure Vessels and Piping, 8, 1-11, 2011/08</li> <li>Assessment of Overlapped Internal and External Volumetric Flaws in p-M Diagram, S. Konosu, H. Miyata, Trans. of ASME, Journal of Pressure Vessel Technology, 133/3, 031208, 2011/06</li> <li>Validity of Assessment Procedure in p-M Method for Multiple Volumetric Flaws, S. Konosu, M. Kano, N. Mukaimachi, S. Kanamaru, Trans. of ASME, Journal of Pressure Vessel Technology, 132/2, 021402, 2010/02.</li> <li>Proposal of acceptance criterion for plastic collapse assessment rule on local metal loss, K. Oyamada, S. Konosu, H. Miyata and T. Ohno, Strength, Fracture and Complexity, 6/ 3, 115-127, 2010/11</li> <li>Approximation Expressions of Stress Intensity Factor Interaction for Non-Aligned Unequal Parallel Cracks, S. Konosu and K. Kasahara, The 12th International Conference on pressure Vessel Technology, T3D.4, 1-13, 2009/09</li> <li>Discussion on a Comparative Study among FFS Rules, K. Oyamada, S. Konosu and T. Ohno, PVP2009, 77606 -1-15, 2009/07</li> <li>Plastic collapse assessment procedure for vessels with deep local thin area subjected to internal pressure, N. Mukaimachi and S. Konosu, Nuclear Engineering and Design, 239, 1171-1179, 2009/07</li> <li>Assessment Procedure for Multiple Cracklike Flaws in Failure Assessment Diagram(FAD), S. Konosu, Trans. of ASME, Journal of Pressure Vessel Technology, 131/4, 041402, 2009/06.</li> <li>Assessment Procedure for Multiple Volumetric Flaws in p-M Diagram, S. Konosu, Trans. of ASME, Journal of Pressure Vessel Technology, 131/3, 031407, 2009/06.</li> <li>Plastic Collapse Load for Vessel With External Flaw Simultaneously Subjected to Internal Pressure and External Bending Moment: Experimental and FEA Results, S. Konosu, M. Kano, N. Mukaimachi, H. Komura, H. Takada, Trans. of ASME, Journal of Pressure Vessel Technology, 131/2, 021206, 2009/01</li> <li>Buckling assessment procedure for large diameter vessel with local thin area subjected to combined pressure and external moment, N. Mukaimachi, S. Konosu, Nuclear Engineering and Design, 239, 221-230, . 2009/01/25</li> <li>Deployment of Simplified Plastic Collapse Assessment Procedure for Elbow with an External Surface Flaw Simultaneously Subjected to Internal Pressure and External Bending Moment, K. Oyamada, S. Konosu, ASME PVP2008, 2008/07/27</li> <li>Plastic Collapse Assessment Procedure for Internal Pressure and External Bending Moment, S. Konosu, N. Mukaimachi, Trans. of ASME, Journal of Pressure Vessel Technology, 130/1, 011207, 2008/02.</li> </ol>
<p>2.7 用いる係数Msの定義</p>	<p>用いるMsはSurface Correction Factorであり、以下の式にて定義。  <math>Ms = (\text{キズの無い同一形状部材の破断荷重}(Ly)) / (\text{キズのある同一形状部材の破断荷重}(L1))</math>  この関係に対して以下論文で等式を導いており、それぞれをChellの式、Kiefnerの式としている。  ①Application of the CEGB Failure Assessment Procedure, R6, to Surface Flaws, Chell et al,  ②STP-536 Failure Stress Levels of Flaws in Pressurized Cylinders, Kiefner et al,</p>	<p>Msは膨れ係数 (Bulging Factor) であり、Msの定義は円筒の肉厚で考えて、Chellが提案しているように非貫通欠陥を健全部とFoliasの欠陥貫通部に分けてバルジングファクターから導いた理論式 (<math>1 \leq Ms \leq Mt</math>) である。  Folias ES. Failure correlation between cylindrical pressurized vessels and flat plates. Press Vessels Piping 1999;76:803-11  Chell, GG, 1990, Application of the CEGB Failure Assessment Procedure, R6, to Surface Flaws, ASTM STP1074, pp. 525e544.</p>

3. 減肉評価方法の概要比較		
3.0 評価の概要	減肉断面を矩形モデルとした簡便な全面減肉評価と、減肉断面をより詳細にモデル化する局部減肉方法の二種類の評価を用意。	p-M法は、材料を弾完全塑性体とみなし、圧力設備の減肉部を設備の軸方向及び周方向のき裂状欠陥としてそれぞれ投影した場合の参照応力を求め、最大せん断応力説 (Trescaの降伏条件) による主応力の3軸性を考慮した塑性崩壊条件に基づき、塑性崩壊圧力pL及び塑性崩壊曲げモーメントMLを導出し、pLとMLのそれぞれに対する安全係数を考慮し、供用状態で当該減肉部に作用する内圧pと主に地震による外力である曲げモーメントMのそれぞれの塑性崩壊荷重に対する比 (p/pL, M/ML) を、p-M線図で図示することにより評価する手法。
3.1 Msとして用いる式	Kiefnerの式 (Ms_Kiefner)	2.7に同じ。
3.2 評価対象範囲	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ gr/(1-Rt)tcが0.5以上を減肉として扱う。これ未满是割れとして分類評価。</li> <li>・ 圧力容器は残存厚さが公称厚さの20%以上で且つ残存厚さが2.5mm以上のもの。</li> <li>・ 配管の場合は残存厚さが公称厚さの20%以上で且つ残存厚さが1.3mm以上のもの。</li> <li>・ 局部減肉評価は円筒胴、円錐胴、球形胴、半楕円/皿型/半球鏡板、エルボなどに適用可能。全面減肉評価はこれらに加えてノズル接続部、円錐胴と円筒胴の接続部、フランジ部等に適用可能。</li> </ul>	<p>評価対象の減肉：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>① 直管の単独の減肉 <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 外表面の減肉</li> <li>2) 内表面の減肉</li> </ol> </li> <li>② 直管の複数の減肉 <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 内表面と外表面で重なり合わない複数の減肉</li> <li>2) 内表面と外表面で重なり合う複数の減肉</li> </ol> </li> <li>③ 曲げ管の減肉 <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 内圧+面内曲げ</li> <li>2) 内圧+外面曲げ</li> </ol> </li> <li>④ ノズル近傍の減肉 内圧+ノズルに曲げモーメントが作用、内圧+母管に曲げモーメントが作用</li> </ol> <p>リガメント厚さは2.5mm以上とする。</p>
3.3 減肉形状の測定方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 格子グリッドによる減肉プロファイルの測定。測定間隔の基準値も肉厚に依存した式にて明確に規定</li> </ul>	<p>腐食欠陥の形状 (欠陥最大深さ、軸方向最大欠陥長さおよび周方向最大欠陥長さ) を把握することが必要である。ここで、腐食欠陥領域とは健全領域の厚さより0.1mm下回る領域をいう。</p> <p>腐食減肉欠陥において最大減肉位置を決定して、そこを原点として周方向をX軸、軸方向をY軸とする基準線を定める。さらに、周方向および軸方向のそれぞれに対して規定の式から求まるグリッド間隔を用いてその基準線に対して平行に引いたグリッド線の交点によって肉厚測定位置を決定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 周方向グリッド間隔</li> <li>・ 軸方向グリッド間隔</li> </ul> <p>周方向の最小肉厚の点を結んで周方向欠陥長さを決定し、軸方向の最小肉厚の点を結んで軸方向欠陥長さを決定する。また、局所の凹凸での肉厚方向の曲率半径 (mm) を測定する。測定された が次式を満たさないときはスムーズアップ処理を行って次式を満たすようにする。 注) スムーズアップ処理によって周方向欠陥長さや軸方向欠陥長さを必要以上に大きくしないように留意すること。</p>
3.4 合否基準概要	RSF (=1/Ms_kiefner) が0.9以上を合格とする。	参照応力が使用温度における材料の降伏強さの1/1.5以下であれば合格とする。ただし、地震等による曲げモーメントが作用する場合には、上記に加え、許容座屈モーメント以下 (Donnelの式) であること。
3.5 供用限界-内圧のみの場合	<p>【全面減肉評価】 下記を全て満足すれば合格。  <math>ts\_am - tFCA \geq 0.9 \cdot tc\_min</math>  <math>tc\_am - tFCA \geq 0.9 \cdot tL\_min</math>  <math>tmm - tFCA \geq 0.5 \cdot tmin</math>  ここで、ts_amは軸方向平均測定厚さ、tc_amは周方向平均測定厚さ、tFCAは使用来腐食代、tmmは最小測定厚み、tc_minは周方向応力に対する計算厚さ、tL_minは軸方向応力に対する計算厚さ、tminは必要肉厚。</p> <p>【局部減肉評価】 設計圧力pが下記を満足していれば合格。  <math>p \leq \text{MIN}[RSF \cdot MAWP/0.9, MAWP]</math>  ここでMAWPは最高許容圧力。</p>	p-M線図によるp/pL ≤ 1であること。pLは使用温度における材料の降伏強さの1/1.5から求める。

<p>3.6 供用限界-曲げのみ の場合</p>	<p>【全面減肉評価】 3.5に同じ 【局部減肉評価】 減肉部の中央で円筒胴中心から最も離れている点Aと、減肉部の端点で円筒胴中心から最も離れている点Bのそれぞれのミーゼス応力<math>\sigma_A</math>、<math>\sigma_B</math>に対して下記が成立していれば供用可能。 <math>MAX[\sigma_A, \sigma_B] \leq Hf(\sigma_a/0.9)</math> ここで<math>\sigma_a</math>は許容引張応力、Hfは定数であり、サプリメンタル荷重による応力が一次応力の場合又はない場合はHf=1.0、同応力が一次応力と二次応力の和の場合はHf=3.0。</p>	<p>p-M線図による<math>M/ML \leq 1</math>であること。MLは使用温度における材料の降伏強さの1/1.5から求める。 ただし、MLは<math>Mr\_Cutoff</math>（許容座屈モーメント）以下であること。</p>
<p>3.6 供用限界-曲げと内 圧が同時に作用する場合</p>	<p>【全面減肉評価】 3.5に同じ。 【局部減肉評価】 3.5及び3.6を満足し手入れれば供用可能。</p>	<p>3.5及び3.6を満たし、かつp-M線図の合格範囲であること。</p>

3.7 破裂試験データの検証(次のタブ。WES2820解説に詳細記載)との検証比較		実験による検証
3.7.1 破裂試験体1 (破裂圧力37.2MPa)	<p>【局部減肉評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最高使用可能圧力;7.0MPa</li> <li>・安全裕度(最高使用可能圧力/破裂圧力);5.2</li> </ul> <p>【全面減肉評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最高使用可能圧力;4.27MPa</li> <li>・安全裕度(最高使用可能圧力/破裂圧力);8.7</li> </ul>	<p>経済産業省委託 既設高圧ガス設備の耐震性評価基準に関する調査研究 平成22年度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・単独の減肉を有する直管(直胴部)</li> </ul> <p>加圧試験、曲げ試験、加圧曲げ試験、加圧なし/加圧保持繰り返し曲げ試験に関するFEM解析及び小規模モデル実験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・同エルボ(曲げ管)</li> </ul> <p>加圧試験、曲げ試験(面内/面外曲げ)、加圧曲げ試験(面内曲げ)、加圧なし/加圧保持繰り返し曲げ試験(面内曲げ、面外曲げ(加圧なしのみ))に関するFEM解析及び小規模モデル実験</p>
3.7.2 破裂試験体2 (破裂圧力31.2MPa)	<p>【局部減肉評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最高使用可能圧力;5.4MPa</li> <li>・安全裕度(最高使用可能圧力/破裂圧力);5.6</li> </ul> <p>【全面減肉評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最高使用可能圧力;4.37MPa</li> <li>・安全裕度(最高使用可能圧力/破裂圧力);7.1</li> </ul>	<p>同 平成23年度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ノズル近傍に減肉を有する直管(セットインノズル突出あり、グループ溶接、隅肉補強あり)</li> </ul> <p>加圧試験、曲げ試験(純曲げ、ノズル面内曲げ)、加圧曲げ試験(純曲げ、ノズル面内曲げ)、加圧保持繰り返し曲げ試験(ノズル面内曲げ、)に関するFEM解析及び小規模モデル実験</p> <p>※ 純曲げ:直管に曲げモーメントが作用 ノズル面内曲げ:ノズルに曲げモーメントが作用(ノズル及び直管の対称面内)</p>
3.7.3 破裂試験体3 (破裂圧力24.8MPa)	<p>【局部減肉評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最高使用可能圧力;4.5MPa</li> <li>・安全裕度(最高使用可能圧力/破裂圧力);5.4</li> </ul> <p>【全面減肉評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最高使用可能圧力;4.06MPa</li> <li>・安全裕度(最高使用可能圧力/破裂圧力);6.1</li> </ul>	<p>同 平成24年度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・複数減肉を有する直管(直胴部)</li> </ul> <p>加圧試験、曲げ試験、加圧曲げ試験、加圧保持繰り返し曲げ試験に関するFEM解析及び小規模モデル実験</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ノズル近傍に減肉を有する直管(平成23年度と同仕様)</li> </ul> <p>曲げ試験(ノズル面外曲げ)、加圧曲げ試験(ノズル面内曲げ)に関するFEM解析及び小規模モデル実験</p> <p>※ノズル面外曲げ:ノズルに曲げモーメント作用(ノズル及び直管の対称面外)</p>
3.7.2 破裂試験体4 (破裂圧力20.8MPa)	<p>【局部減肉評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最高使用可能圧力;3.8MPa</li> <li>・安全裕度(最高使用可能圧力/破裂圧力);5.4</li> </ul> <p>【全面減肉評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最高使用可能圧力;3.53MPa</li> <li>・安全裕度(最高使用可能圧力/破裂圧力);5.89</li> </ul>	<p>同 平成25年度</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ノズル近傍に減肉を有する直管(平成23・24年度と異なる仕様(母管、ノズルの径を変更、セットオン・ノズル突き出しなし、etc.))</li> </ul> <p>加圧試験、曲げ試験(純曲げ、ノズル面内/面外曲げ)、加圧曲げ試験、加圧保持繰り返し曲げ試験に関するFEM解析及び小規模モデル実験</p>
3.7.2 破裂試験体5 (破裂圧力24.5MPa)	<p>【局部減肉評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最高使用可能圧力;4.2MPa</li> <li>・安全裕度(最高使用可能圧力/破裂圧力);5.8</li> </ul> <p>【全面減肉評価】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・最高使用可能圧力;3.95MPa</li> <li>・安全裕度(最高使用可能圧力/破裂圧力);6.2</li> </ul>	<p>平成18年度茨城県高圧ガス維持基準策定事業「圧力容器の強度実証試験 業務委託結果報告書」茨城県産業技術課、平成19年3月(主に単数欠陥)</p> <p>平成19年度茨城県高圧ガス維持基準策定事業「圧力容器の強度実証試験 業務委託結果報告書」茨城県産業技術課、平成19年3月(主に複数欠陥)</p>
その他公開されている安全率検証データ	WRC505、圧力技術/44巻(2006)5号/圧力機器の供用適性評価技術 第2報 各種減肉評価法と破壊安全性の検討	Oyamada, K., Konosu, S., Miyata, H., and Ohno, T., 2010, "Proposal of acceptance criterion for plastic collapse assessment rule on local metal loss", Strength, Fracture and Complexity, 6, pp.115-127, DOI 10.3233/SFC-2010-0110, IOS Press (クリープ支配温度以下の比較的高温領域を含む材料の降伏強さに対する安全裕度1.5の検証(FEM))

4. き裂評価方法の概要		
4.1 Msとして用いる式	Kiefnerの式（国内採用では安全側にKiefnerの式のみとする）	2.7に同じ。
4.2 評価対象範囲	<p>評価対象部位は直胴のみ。 減肉の評価制限に加えて、次のケースは適用できない。従って、評価は割れが進展するかどうかの判断となり、進展性のあるものの余寿命評価は行えない。</p> <p>A) 衝撃荷重が作用する場合 b) 疲労や環境腐食要因によって割れが進展する場合 c) 溝状腐食の底部にある割れ</p>	<p>クリープ支配温度域以下であること。 リガメント厚さは2.5mm以上とする。</p>
4.3 き裂形状の測定とモデル化	超音波探傷等を用いてキズをモデル化	評価するき裂状欠陥が近接して複数ある場合には、相互干渉を行うかどうかの判定を行う。
4.4 評価及び合否基準概要	<p>FADにより脆性破壊進展可能性と延性破壊可進展能性の両面を評価。国内高圧ガス適用に当たっては安全側に<math>L_r \leq 1</math>としてMsはKiefnerを採用する。</p> 	<p>HPISZ101-2規格で定める第2段階評価では、弾塑性破壊力学評価法と限界荷重評価法とを包括する2パラメータ評価法に基づく評価となっており、ぜい性破壊パラメータである靱性比<math>K_r</math>と塑性崩壊パラメータである荷重比<math>L_r</math>の2つのパラメータを座標軸とする破壊評価線図 (FAD: Failure Assessment Diagram) において、第1段階評価 (KHK/PAJ/JPCA S0851 (2014) に定めるき裂状欠陥評価 (HPIS Z101-1)) で許容されなかった欠陥に対して、その欠陥の設計条件下における<math>K_r</math>と<math>L_r</math>が破壊評価線 (FAC) の内側に位置する場合にはその欠陥を許容するものである。</p> <p>減肉欠陥の評価においては、内圧を評価する縦軸の<math>p_r = p/p_L</math>と地震等の外部曲げモーメントを評価する横軸<math>M_r = M/M_L</math>で<math>p</math>-<math>M</math>線図の継続使用可能領域内に収まるかどうかで評価するが、地震によって座屈するような形状に対しては<math>M_{r\_cutoff}</math> (許容座屈モーメント) が式で与えられており座屈破壊を防ぐ制限が考慮されている。</p> <p>いずれの場合も、欠陥前面で塑性変形が拡大して自由表面にまで到達する限界条件に対して、約1.5倍以上の安全裕度を有するように決められている。</p>
破裂評価試験との比較 (要検討)		