



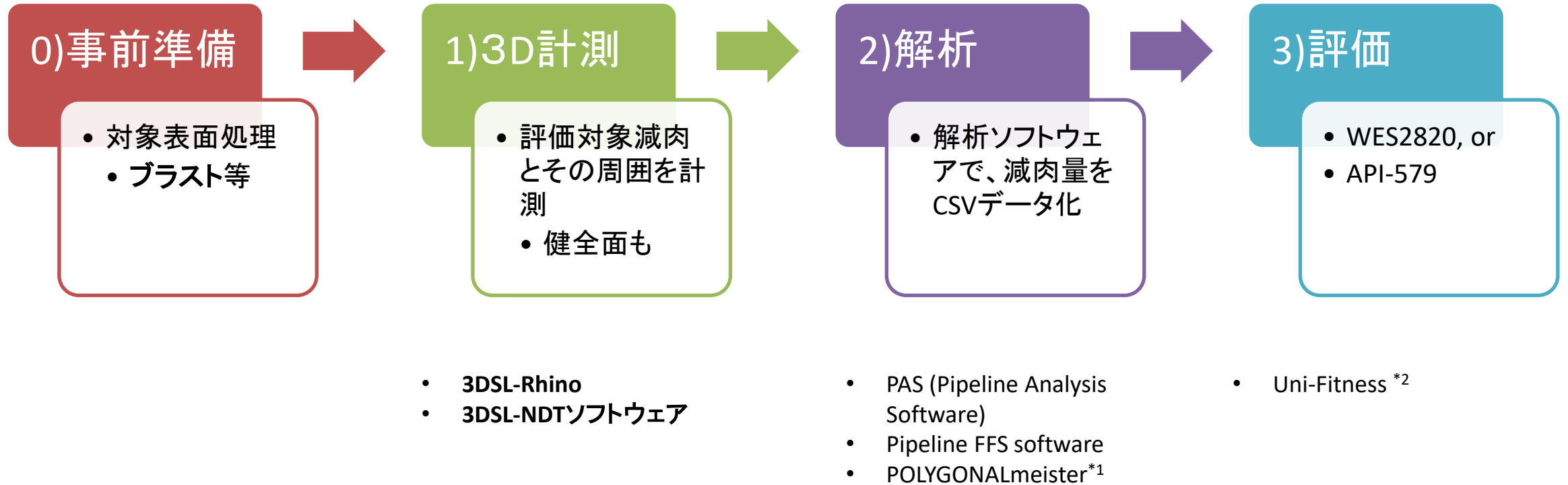
AP39 - 圧力機器の供用適性評価 セイコーウェーブの製品を使った作業手順

2022/04/28

株式会社セイコーウェーブ

規格に基づいた減肉評価手順

3D計測から評価まで、すべてセイコーウェーブの提供する製品で完結できます。



準拠基準

https://www.khk.or.jp/technical_standards/sc_ffs/khkpajpcas0851.html



高圧ガス保安協会
The High Pressure Gas Safety Institute of Japan

文字サイズ 背景色

> 採用情報 > ISO審査センター > English

[🏠](#) [協会案内](#) [検査・認定等](#) [資格試験・講習](#) [技術基準作成](#) [研究開発](#) [出版物・情報提供](#)

高圧ガス保安協会 ウェブサイト (期間限定ページ) > ホーム > 技術基準作成 > 供用適性評価規格委員会 > 第16回供用適性評価規格委員会 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(2014))

技術基準作成

技術委員会

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(2022))

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)
-------	-------------------------------------

<https://www.khk.or.jp/Portals/0/khk/hpg/FFS%E6%94%B9%E6%AD%A3/16fuzokusho5B.pdf>

1) 3D計測作業

セイコーウェーブ社製 三次元計測装置
3DSL-Rhino



解析可能な表面形状

<減肉形態>

- 全面減肉
- 局部減肉

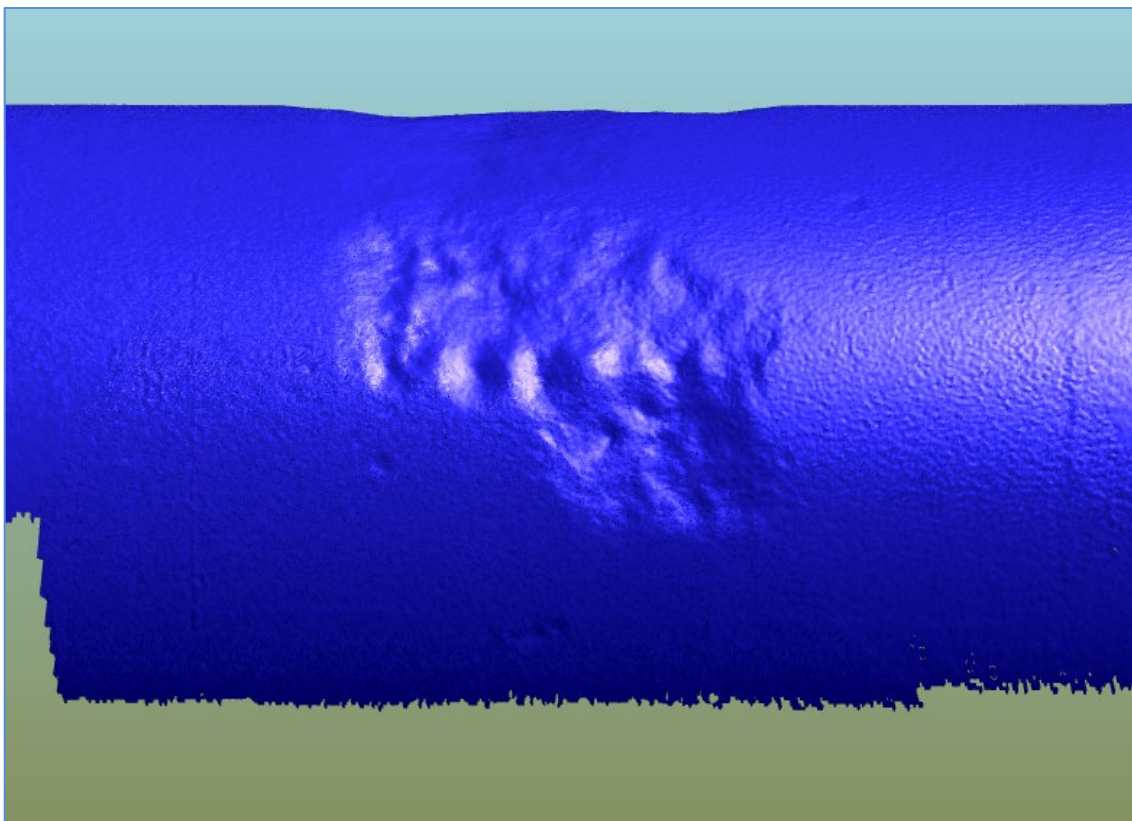
<部位形状>

- 円筒胴
- 円錐胴
- 球形胴
- 直管
- 半球型鏡板
- 半楕円型鏡板
- 皿型鏡板
- エルボ一



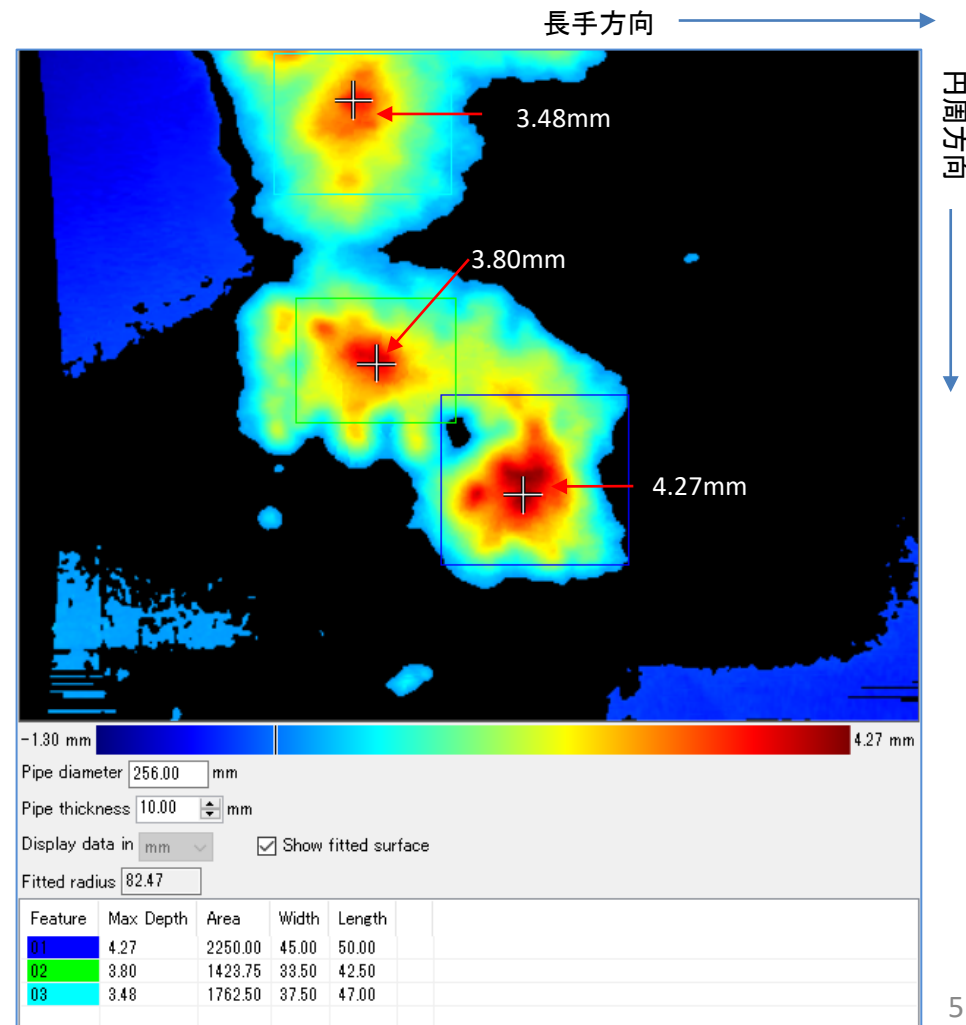
2) 解析作業

外面減肉した配管の3Dデータ画像



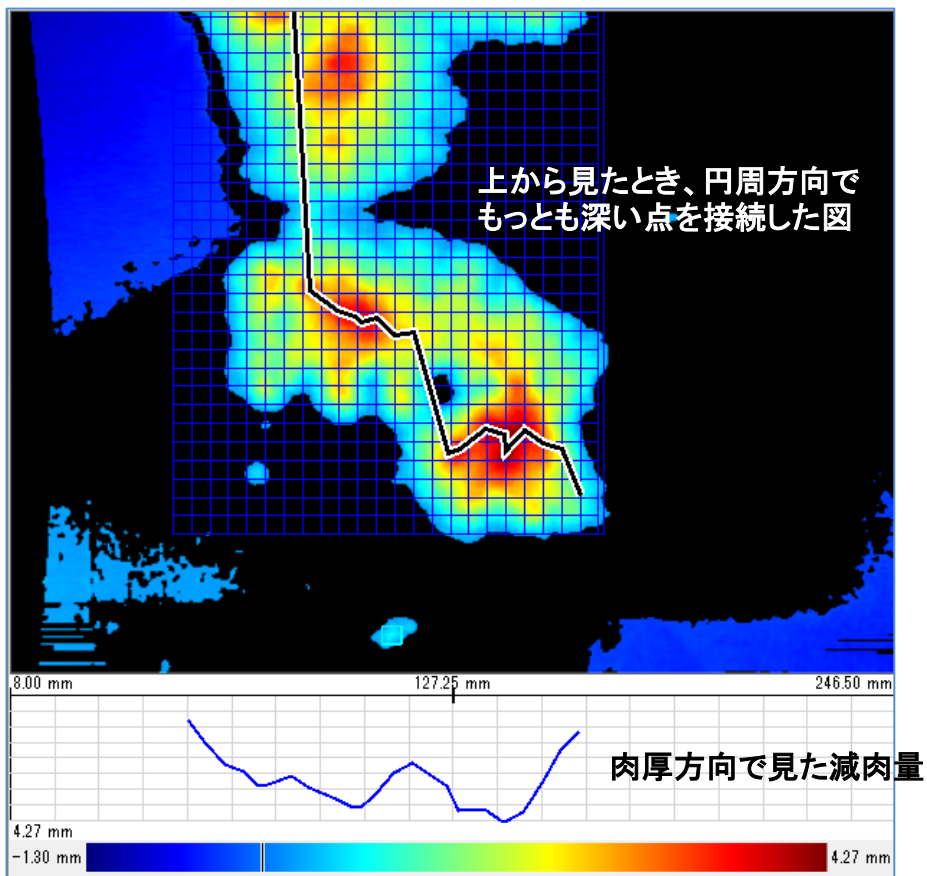
データ分解能:
XY: 0.4mm, Z: 0.05mm

減肉量の見える化(2D展開図)



3) 評価作業 (データ準備作業)

River Bottom Profile の生成



csvファイル生成

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1		0	2	4	6	8	10	12	14	16
2	0.00 mm	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	5.00 mm	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	10.00 mm	0	-0.38	-0.36	-0.35	-0.32	0	0	0	0
5	15.00 mm	-0.35	-0.38	-0.39	-0.35	-0.35	-0.33	-0.33	-0.33	-0.33
6	20.00 mm	-0.35	-0.34	-0.35	-0.33	-0.33	-0.33	-0.32	-0.32	-0.33
7	25.00 mm	0	-0.31	-0.31	-0.31	-0.3	-0.3	-0.32	-0.29	-0.39
8	30.00 mm	-0.26	-0.33	-0.3	-0.29	-0.31	-0.29	-0.28	-0.26	-0.27
9	35.00 mm	0	-0.25	-0.27	-0.26	-0.23	-0.24	-0.24	-0.23	-0.29
10	40.00 mm	-0.26	-0.32	-0.28	-0.26	-0.26	-0.25	-0.24	-0.22	-0.24
11	45.00 mm	-0.27	-0.27	-0.27	-0.27	-0.28	-0.28	-0.26	-0.26	-0.26
12	50.00 mm	-0.25	-0.26	-0.27	-0.26	-0.27	-0.27	-0.25	-0.25	-0.26
13	55.00 mm	-0.26	-0.25	-0.25	-0.25	-0.26	-0.25	-0.24	-0.23	-0.22
14	60.00 mm	-0.18	-0.2	-0.18	-0.21	-0.2	-0.19	-0.19	-0.2	-0.19
15	65.00 mm	-0.15	-0.16	-0.17	-0.19	-0.18	-0.17	-0.17	-0.17	-0.16
16	70.00 mm	-0.15	-0.16	-0.16	-0.13	-0.15	-0.17	-0.17	-0.18	-0.13
17	75.00 mm	-0.12	-0.14	-0.13	-0.15	-0.15	-0.16	-0.16	-0.15	-0.13
18	80.00 mm	-0.1	-0.14	-0.13	-0.13	-0.14	-0.13	-0.13	-0.13	-0.14
19	85.00 mm	-0.07	-0.09	-0.09	-0.13	-0.13	-0.12	-0.13	-0.12	-0.13
20	90.00 mm	-0.07	-0.09	-0.11	-0.12	-0.12	-0.12	-0.14	-0.15	-0.13
21	95.00 mm	-0.07	-0.09	-0.11	-0.13	-0.15	-0.12	-0.13	-0.15	-0.15
22	100.00 mm	0	-0.09	-0.11	-0.13	-0.13	-0.13	-0.15	-0.21	-0.24
23	105.00 mm	-0.05	-0.11	-0.1	-0.12	-0.1	-0.13	-0.32	-0.77	-0.75
24	110.00 mm	-0.05	0.06	0.04	-0.08	-0.08	-0.1	-0.23	-0.77	-0.81
25	115.00 mm	-0.06	-0.07	-0.07	-0.05	-0.09	-0.09	-0.12	-0.18	-0.58
26	120.00 mm	0.05	0.06	-0.08	-0.05	0.05	-0.06	-0.09	-0.07	-0.08
27	125.00 mm	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	-0.08	-0.07	0.08	-0.06
28	130.00 mm	0.07	0.07	0.05	-0.05	-0.06	-0.04	-0.05	-0.05	-0.07
29	135.00 mm	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05

周方向2度、長手方向5mmで減肉量を数値化
(プラス数値が減肉)

減肉評価ソフトウェア Uni-Fitness

B. 減肉評価

1. 適用範囲

圧力設備の供用運転中における検査等によって減肉が発見された場合に、当該設備を継続して運転するか、補修、取替えなどの対応策を行うかを決定するための、定量的評価を支援するソフトウェアです。

評価手法は、API 579-1/ASME FFS-1 2007 Fitness-For-Service PART 4 – ASSESSMENT OF GENERAL METAL LOSS、PART 5 – ASSESSMENT OF LOCAL METAL LOSS及びWES 2820-2015「圧力機器の供用適性評価方法－減肉評価」に準拠しています。API 579-1/ASME FFS-1 2007によるLevel 1及びLevel 2の評価が可能です。タイプB部材の評価機能は含まれていません。WES 2820-2015によるタイプB部材は、ノズル接続部の評価が可能です。

適用対象設備、適用可能期間、評価対象欠陥等に関してはAPI 579-1/ASME FFS-1 及びWES 2820-2015を参照願います。

最小厚さ、最大許容圧力(MAWP)及び最大液面高さ(MFH)は、ASME B&PV Code Section VIII Division 1にもとづき計算されます。

Uni-Fitnessが提供する機能

機能No	機能・規格内容
①	API-FFS Part 4,5(減肉)
②	WES2820規格(減肉)
③	HPIS Z101規格(き裂状欠陥)
④	ボルトナット減肉評価

3) 評価作業 (配管パラメータと運用条件入力)

uni-Fitness

減肉 データ保存 変更取消 データ保管 システム設定 終了

項目を選択し、マウス右ボタンをクリックすることにより、各評価対象項目データの編集ができます。

WES 2820-2015 01 API 579-2/ASME FFS-2 Example |< < > >| 33 / 38

02 LOCAL METAL LOSS 5.91 HMI RR pipe

形状・材質 | 厚さ計測データ | 判定結果 | 計算データ |

対象部位

円筒胴 半球形鏡板 直管 円すい胴と円筒胴の接続部

円すい胴 半楕円形鏡板 エルボ・ベント管

球形胴 皿型鏡板 常圧円筒タンク

きず・損傷位置

内部 外部

サブメンタル荷重

有り 無し



不連続部からの距離 [mm] 1,000.00

公称厚さ tnom [mm] 7.20

内径 Di [mm] 165.00

許容引張応力を自動計算する 材質 ASME SA/CSA-G40.21 38W Plate, bar Carbonsteel

許容引張応力 [MPa] (*) 118.00 評価温度 [°C] 50.00 **評価圧力 p [MPa] 4.50**

フェライト系ステンレス鋼 他の延性を有する金属

オーステナイト系ステンレス鋼

(*) 設計温度における値 最小必要厚さを自動計算する

	内部	外部	軸方向	周方向
一様減肉量 [mm]	0.00	0.00	---	---
将来腐食代 [mm]	0.00	0.00	1.00	1.00
最小必要厚さ [mm]	---	---	---	---
溶接継手効率	1.00	1.00	1.00	1.00

機械的余裕代 MA [mm] 0.00

02 WES 2820-2015 解説

5 例題

5.3 全面減肉(解 20)

5.4 局部減肉(解 21)

5.5 pipe sample

xxx 新規部位

03 その他

01 接続部

接続部

評価条件

3) 評価作業 (測定データの取り込み(残肉量に自動変換))

uni-Fitness

減肉

データ保存 変更取消

データ保管 システム設定 終了

項目を選択し、マウス右ボタンをクリックすることにより、各評価対象項目データの編集ができます。

WES 2820-2015

01 API 579-2/ASME FFS-2 Example

02 LOCAL METAL LOSS

5.91 HMI RR pipe

形状・材質 厚さ計測データ 判定結果 計算データ

厚さ測定法

点厚さ測定法 詳細厚さ測定法 グループ

測定点数 軸方向 51 周方向 52

Excelデータの貼付け

グリッド間隔 [mm] 軸方向 5.00 周方向 6.26

3DSLデータの取込み

厚さ計測点



	位置	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C
M1	0.00	7.01	6.84	6.86	7.05	6.91	7.08	6.91	6.93	6.95	6.95	7.01	7.05	
M2	6.26	6.85	6.83	6.86	6.89	6.91	6.93	6.93	6.93	6.93	6.95	7.01	7.02	
M3	12.52	7.04	6.85	6.87	6.90	6.90	6.97	6.95	6.92	6.93	6.95	7.01	7.03	
M4	18.78	7.20	6.87	6.88	6.90	6.93	6.97	6.97	6.94	6.95	6.97	7.01	7.03	
M5	25.04	7.20	6.88	6.86	6.82	6.93	6.92	6.96	6.96	6.96	6.98	7.00	7.04	
M6	31.30	7.20	6.87	6.88	6.83	6.93	6.92	6.93	6.94	6.94	6.93	6.95	6.93	
M7	37.56	7.20	6.79	6.85	6.81	6.81	6.86	6.90	6.89	6.90	6.87	6.91	6.88	
M8	43.82	7.20	6.85	6.86	6.82	6.90	6.91	6.87	6.90	6.90	6.92	6.88	6.89	
M9	50.08	7.20	6.90	6.87	6.87	6.90	6.89	6.93	6.92	6.93	6.92	6.93	6.93	
M10	56.34	7.20	6.91	6.88	6.90	6.90	6.91	6.95	6.92	6.94	6.96	6.92	6.94	
M11	62.60	7.20	6.93	6.96	6.93	6.95	6.96	6.93	6.95	6.95	6.97	6.99	6.91	
M12	68.86	7.20	7.02	7.00	7.00	7.00	7.00	6.98	7.02	7.03	7.02	6.99	6.97	
M13	75.12	7.20	7.04	7.03	7.00	7.04	7.02	7.03	7.03	7.03	7.02	7.03	6.98	
M14	81.38	7.20	7.08	7.08	7.08	7.06	7.05	7.08	7.05	7.06	7.06	7.04	7.01	
M15	87.64	7.20	7.22	7.14	7.13	7.12	7.14	7.11	7.12	7.06	7.09	7.09	7.04	

021 Example Problem 2
022 Example Problem 2
030 Example Problem 3
040 Example Problem 4
050 Example Problem 5
070 Example Problem 7
080 Example Problem 8
090 Example Problem 9
100 HPI RR pipe
101 HPI RR pipe
255 OSL
256 OSL
257 OSL

WES 2820-2015

01 API 579-2/ASME FFS-2

01 GENERAL METAL LOSS

4.1 Example Problem 1
4.2 Example Problem 2
4.3 Example Problem 3
4.4 Example Problem 4

02 LOCAL METAL LOSS

5.1 Example Problem 1
5.10 test sample 1
5.2 Example Problem 2
5.2 Example Problem 2
5.3 Example Problem 3
5.4 Example Problem 4
5.5 Example Problem 5
5.7 Example Problem 7
5.8 Example Problem 8
5.9 HPI RR pipe
5.91 HMI RR pipe

02 WES 2820-2015 解説

評価結果(現状)

uni-Fitness

減肉 データ保存 変更取消 データ保管 システム設定 終了

項目を選択し、マウス右ボタンをクリックすることにより、各評価対象項目データの編集ができます。

WES 2820-2015 01 API 579-2/ASME FFS-2 Example |< < > >| 33 / 38

02 LOCAL METAL LOSS 5.91 HMI RR pipe

形状・材質 | 厚さ計測データ | 判定結果 | 計算データ

tFCA [mm] tmin_S [mm] tmin_C [mm] tmm [mm] **供用可能**

全面減肉(詳細厚さ測定法)

合格 tam_S [mm]

tc [mm] tam_C [mm]

tam_S - tFCA [mm] 0.9 * tmin_C [mm]

>=

tam_C - tFCA [mm] 0.9 * tmin_S [mm]

>=

tmm - tFCA [mm] 0.5 * tmin [mm]

>=

tmm - tFCA [mm] Max (0.2*tnom, 2.5[mm])

>=

軸方向 CTP [mm] — CTP S - - - trd



周方向 CTP [mm] — CTP C - - - trd



将来腐食代 tFCA = 1.0mmの場合

uni-Fitness

減肉

データ保存 変更取消

データ保管 システム設定 終了

項目を選択し、マウス右ボタンをクリックすることにより、各評価対象項目データの編集ができます。

WES 2820-2015 01 API 579-2/ASME FFS-2 Example 33 / 38

02 LOCAL METAL LOSS 5.91 HMI RR pipe

形状・材質 | 厚さ計測データ | 判定結果 | 計算データ

tFCA [mm] 1.00 tmin_S [mm] 1.67 tmin_C [mm] 3.33 tmm [mm] 2.96 判定不能

全面減肉(詳細厚さ測定法)

判定不能 tam_S [mm] 3.04

tc [mm] 6.20 tam_C [mm] 2.97

tam_S - tFCA [mm] $0.9 * tmin_C [mm]$

2.04 < 3.00

tam_C - tFCA [mm] $0.9 * tmin_S [mm]$

1.97 >= 1.50

tmm - tFCA [mm] $0.5 * tmin [mm]$

1.96 >= 1.66

局部減肉(最高許容圧力による判定:軸方向)

判定不能 pMAW [MPa] 8.49

λc

RSF 0.604 12.8266 > 9

Id [mm] $1.8 * (D * tc)^{0.5}$

1,000.00 >= 57.57

p [MPa] $\text{Min}(pMAW * RSF / 0.9, pMAW)$

4.50 <= 5.70

tmm - tFCA [mm] $\text{Max}(0.2 * tnom, 2.5 [mm])$

1.96 < 2.5

軸方向 CTP [mm] — CTP S — trd

周方向 CTP [mm] — CTP C — trd



将来腐食代を加味したとき、残肉量が最小許容厚さを下回るため、供用不可

記号の説明

B. 減肉評価

8. 記号の意味

記号	単位	意味
c	mm	周方向減肉長さ
Cn	-	詳細厚さ測定法計測箇所(軸方向)
COV	%	点厚さ測定法の変動係数
CTP	-	減肉特性形状
D	mm	一様減肉量と将来腐食代により補正した内径
Di	mm	初期内径
F	N	円筒胴, 又は円すい胴に負荷される軸方向荷重
FCA	mm	将来腐れ代(API 579-1/ASMA FFS-1)
gd	mm	グループ溝の深さ
gl	mm	グループ溝長さ
gr	mm	グループ溝底半径
gw	mm	グループ溝幅
h	mm	液面高さ
hMF	m	常圧タンクの最高許容液面高さ
MAWP	MPa	圧力設備の最高許容圧力(API 579-1/ASMA FFS-1)
MAWP_C	MPa	圧力設備の最高許容圧力(周方向)
MAWP_S	MPa	圧力設備の最高許容圧力(軸方向)
Mn	-	詳細厚さ測定法計測点(周方向)
Mt	-	フォリアス係数
MT	N-mm	円筒胴, 又は円すい胴に負荷されるトルク

記号	単位	意味
Mx	N-mm	円筒胴, 又は円すい胴に負荷される曲げモーメント
My	N-mm	Mxと直交する方向に負荷される曲げモーメント
N	-	点厚さ測定法の測定点数
L	mm	減肉平均化長さ(減肉部の厚さ平均化長さ)
Lmsd	mm	主要構造不連続部からきず, 又は損傷までの距離
p	MPa	評価に用いる圧力
pMAW	MPa	圧力設備の最高許容圧力(WES 2820-2015)
Q	-	減肉平均化長さを求めるときに用いる係数
RSF	-	残存強度係数
RSFa	-	許容残存強度係数
Rt	-	残存厚さ比
Rtcritical	-	残存厚さ比の上限值
S	mm	軸方向減肉長さ
S1	mm	軸方向平均測定厚さにおける $\Sigma(t-FCA)$
S2	mm ²	軸方向平均測定厚さにおける $\Sigma(t-FCA)^2$
t	mm	測定厚さ
tam	mm	平均測定厚さ
tam_C	mm	平均測定厚さ(周方向)
tam_S	mm	平均測定厚さ(軸方向)
tc	mm	きず, 又は損傷の無い箇所の測定厚さから将来腐れ代を減じたもの($t_{rd}-FCA$)
tFCA	mm	将来腐れ代(WES 2820-2015)

記号の説明

記号	単位	意味
tmin_S	mm	計算厚さ(軸方向)
tmin_C	mm	計算厚さ(周方向)
tlim	mm	限界厚さ
tmm	mm	最小測定厚さ
tnom	mm	公称厚さ
trd	mm	減肉部から十分離れた部位における、評価時点での厚さ
V	N	円筒胴、又は円すい胴に負荷されるせん断荷重
WeldJ.Effect_C	-	溶接継手効率(周方向)
WeldJ.Effect_S	-	溶接継手効率(軸方向)
α	度	円すい胴の頂角の1/2(円筒胴の場合は $a=0$)
β	度	グループ角度
λ_s	-	シェルパラメータ(軸方向)
λ_c	-	シェルパラメータ(周方向)
σ_a	N/mm ²	許容引張応力
σ_c	N/mm ²	周方向応力(サプリメンタル荷重を考慮するときの減肉部に発生する軸方向応力)
σ_e	N/mm ²	ミーゼス応力(サプリメンタル荷重を考慮するときの減肉部に発生するミーゼス応力)
σ_s	N/mm ²	軸方向応力(サプリメンタル荷重を考慮するときの減肉部に発生する軸方向応力)
σ_Y	N/mm ²	降伏応力、又は0.2%耐力

連絡先



志田 寛

株式会社セイコーウェーブ
営業統括部長

〒190-0011
東京都立川市高松町 1-24-11
ブロードマンション205号
メール： k.shida@seikowave.jp
Web： https://seikowave.jp
オフィス電話： 042-595-7041
オフィスFAX： 042-595-7043
携帯電話： 090-9015-6362



新村 稔

株式会社セイコーウェーブ
代表取締役社長

〒190-0011
東京都立川市高松町 1-24-11
ブロードマンション205号
メール： m.niimura@seikowave.jp
Web： https://seikowave.jp
オフィス電話： 042-595-7041
オフィスFAX： 042-595-7043
携帯電話： 070-6524-3081