

附属書 11 き裂状欠陥の供用適性評価（規定）

序文

この附属書は、基準におけるき裂状欠陥の供用適性評価について規定する。

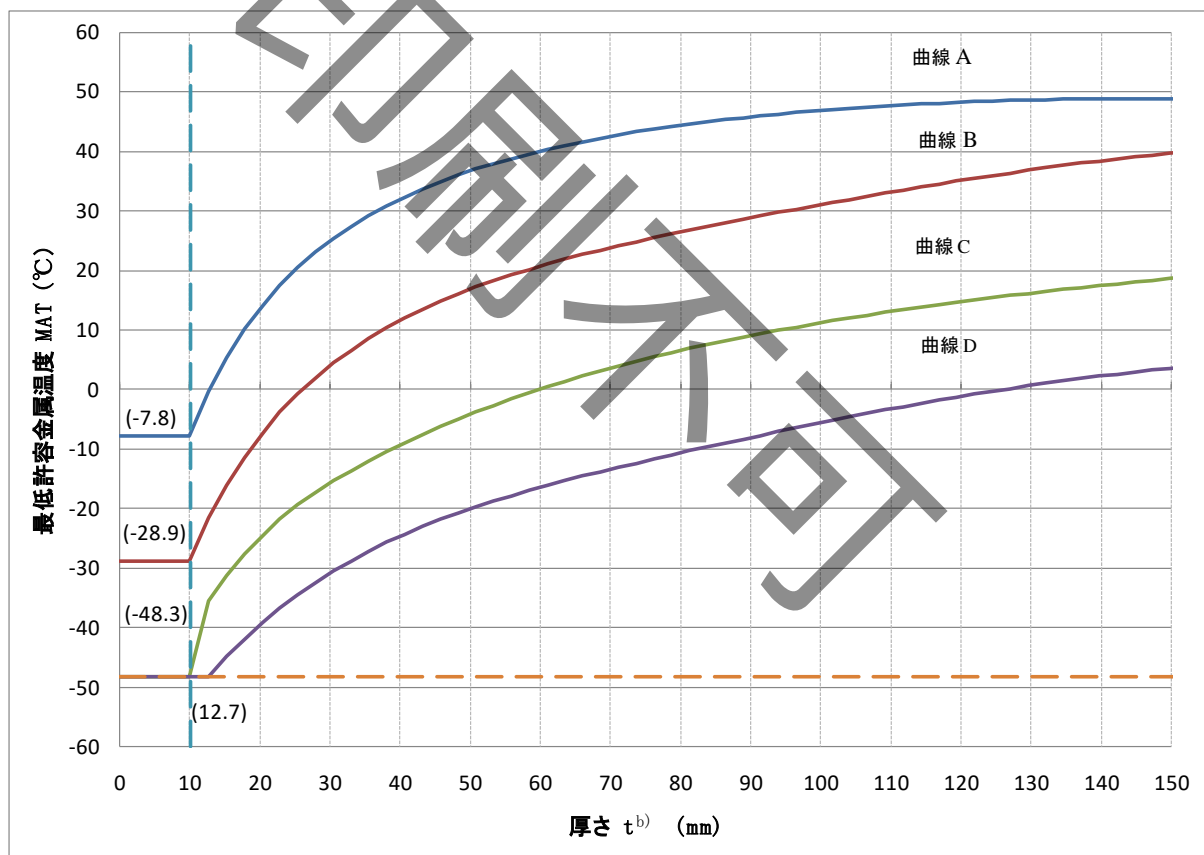
1. 適用範囲

この附属書は、本文 4.4 で規定するき裂状欠陥の供用適性評価についての必要事項をまとめている。

2. 衝撃試験免除曲線及び衝撃吸収エネルギー

2.1 衝撃試験免除曲線

本文 4.4.4b) 手順 2 の 1) で定める衝撃試験免除曲線は、次の附属書 11 図 1 による。



附属書 11 図 1 衝撃試験免除曲線^[1]

注 1) 附属書 11 図 1 の曲線 A から曲線 D に該当する材料は、次による。
 曲線 A : 曲線 B、C 及び D の欄にないすべての炭素鋼及び低合金鋼

- 曲線 B : 1) JIS G 3103 SB410
 2) JIS G 3118 SGV450, SGV480 (いずれの材料も、焼ならしの熱処理を実施しない場合)
 3) 曲線 A の欄に掲げる材料に細粒化処理 (細粒とは、オーステナイト結晶粒度が 5 以上をいう。以下同じ。)を施し、かつ、焼ならしを実施した場合で、曲線 C 及び D の欄にない材料
 4) すべての鋼管、熱交換器用鋼管、管継手及び鍛鋼品の材料で、曲線 C 及び D の欄

附属書 11-1

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。

にない材料

- 5) 規格品のフランジ及び管継手
- 曲線 C : 1) JIS G 3119 SBV2, SBV3
2) JIS G 3120 SQV2A, SQV2B, SQV3A, SQV2B
3) JIS G 4109 SCMV4, SCMV5 (いずれの材料も、焼ならし焼戻しを実施する場合)
4) JIS G 3203 SFVAF21A, SFVAF21B, SFVAF22A, SFVAF22B (いずれの材料も、焼ならし焼戻しを実施する場合)
5) 曲線 B の材料に細粒化処理を施し、かつ、焼ならし処理を実施する場合で、曲線 D の欄にない材料
- 曲線 D : 1) JIS G 3127 SL2N255, SL3N255, SL3N275
2) JIS G 3118 SPV450, SGV480 (いずれの材料も焼ならしを実施する場合)

注 2) 焼戻しに引続いて、当該材料の材料規格で規定する空冷より速い速度で冷却を行う場合には、焼ならし又は焼ならし焼戻しと同等の処理とすることができる。

注 3) ASME 規格材料での曲線 A~D の区分は、ASME Boiler and Pressure Vessel Code Section VIII Div.1 (2001) の UCS-66 の規定による。

2.2 衝撃吸収エネルギー

本文 4.4.4 b) 手順 2 の 2) で定める要求吸収エネルギー値は、次の**附属書 11 表 1~表 4**による。

なお、**附属書 11 表 1~表 4**において、 r_0 (残留応力が作用する溶接ボンドからの距離) は、

HPIS Z101-1 (2008) の**附属書 7**の規定による。

附属書 11 表 1 要求吸収エネルギー値-第 1 種特定設備の場合^[2]

(厚さ $t = 7 \text{ mm}$ 以上, 100 mm 以下)

規定引張強さ* (MPa)	状態		設計内圧に対する作用内圧の割合					
			100%以下 75%超	75%以下 50%超	50%以下 25%超	25%以下 10%超	10%以下	
400	非溶接部 $> W/2+r_0$		18 J **					
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	20 J	18 J **			
		溶接のまま	縦割れ	18 J **				
			$> W/2+r_0^*$	46 J	39 J	32 J	25 J	20 J
			$\leq W/2+r_0^*$	72 J	67 J	62 J	57 J	53 J
		$\leq W/2$	86 J	82 J	78 J	73 J	70 J	
450	非溶接部 $> W/2+r_0$		18 J **					
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	29 J	21 J	18 J **		
		溶接のまま	縦割れ	18 J **				
			$> W/2+r_0^*$	57 J	51 J	44 J	37 J	32 J
			$\leq W/2+r_0^*$	85 J	81 J	76 J	70 J	67 J
		$\leq W/2$	96 J	92 J	88 J	84 J	81 J	
483	非溶接部 $> W/2+r_0$		20 J **					
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	35 J	27 J	20 J **		
		溶接のまま	縦割れ	23 J	20 J **			
			$> W/2+r_0^*$	64 J	58 J	51 J	44 J	39 J
			$\leq W/2+r_0^*$	93 J	88 J	83 J	78 J	75 J
		$\leq W/2$	102 J	98 J	94 J	90 J	87 J	
520	非溶接部 $> W/2+r_0$		20 J **					
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	41 J	32 J	23 J	20 J **	
		溶接のまま	縦割れ	29 J	20 J **			
			$> W/2+r_0^*$	72 J	65 J	58 J	51 J	46 J
			$\leq W/2+r_0^*$	100 J	96 J	91 J	86 J	83 J
		$\leq W/2$	109 J	105 J	101 J	96 J	93 J	
586	非溶接部 $> W/2+r_0$		27 J **					
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	52 J	43 J	33 J	27 J **	
		溶接のまま	縦割れ	38 J	28 J	27 J **		
			$> W/2+r_0^*$	83 J	77 J	70 J	63 J	58 J
			$\leq W/2+r_0^*$	112 J	108 J	104 J	99 J	96 J
		$\leq W/2$	118 J	115 J	111 J	106 J	104 J	
660	非溶接部 $> W/2+r_0$		27 J **					
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	62 J	53 J	43 J	31 J	27 J **
		溶接のまま	縦割れ	47 J	37 J	27 J **		
			$> W/2+r_0^*$	95 J	88 J	82 J	75 J	70 J
			$\leq W/2+r_0^*$	123 J	120 J	115 J	111 J	108 J
		$\leq W/2$	128 J	124 J	120 J	116 J	114 J	

注 * この数値以下の値に適用される **JIS B 8265 の規定吸収エネルギー

W : 溶接線全幅

r_0^* : 残留応力が $1.0\sigma_{mean}$ である溶接ボンドからの距離

r_0 : 残留応力が作用する溶接ボンドからの距離

附属書 11 表 2 要求吸収エネルギー値—第 1 種特定設備の場合^[2]
(厚さ t = 100 mm 超, 150 mm 以下)

規定引張強さ* (MPa)	状態		設計内圧に対する作用内圧の割合					
			100%以下 75%超	75%以下 50%超	50%以下 25%超	25%以下 10%超	10%以下	
400	非溶接部 > W/2+r ₀		18 J **					
	溶接部 ≤ W/2+r ₀	溶接後熱処理したもの	横割れ	33 J	24 J	18 J **		
			縦割れ	22 J	18 J **			
		溶接のまま	> W/2+r ₀ *	60 J	53 J	46 J	38 J	33 J
			≤ W/2+r ₀ *	88 J	83 J	77 J	72 J	68 J
≤ W/2	102 J	98 J	93 J	89 J	86 J			
450	非溶接部 > W/2+r ₀		18 J **					
	溶接部 ≤ W/2+r ₀	溶接後熱処理したもの	横割れ	43 J	34 J	24 J	18 J **	
			縦割れ	31 J	21 J	18 J **		
		溶接のまま	> W/2+r ₀ *	73 J	66 J	59 J	51 J	46 J
			≤ W/2+r ₀ *	101 J	96 J	91 J	86 J	83 J
≤ W/2	112 J	107 J	104 J	99 J	96 J			
483	非溶接部 > W/2+r ₀		20 J **					
	溶接部 ≤ W/2+r ₀	溶接後熱処理したもの	横割れ	49 J	40 J	30 J	20 J **	
			縦割れ	36 J	26 J	20 J **		
		溶接のまま	> W/2+r ₀ *	80 J	73 J	66 J	58 J	53 J
			≤ W/2+r ₀ *	108 J	104 J	99 J	94 J	91 J
≤ W/2	118 J	114 J	110 J	105 J	103 J			
520	非溶接部 > W/2+r ₀		20 J **					
	溶接部 ≤ W/2+r ₀	溶接後熱処理したもの	横割れ	56 J	46 J	36 J	25 J	20 J **
			縦割れ	42 J	32 J	20 J **		
		溶接のまま	> W/2+r ₀ *	87 J	81 J	74 J	66 J	61 J
			≤ W/2+r ₀ *	116 J	111 J	107 J	102 J	99 J
≤ W/2	124 J	120 J	116 J	112 J	109 J			
586	非溶接部 > W/2+r ₀		27 J **					
	溶接部 ≤ W/2+r ₀	溶接後熱処理したもの	横割れ	67 J	57 J	47 J	35 J	27 J **
			縦割れ	52 J	41 J	29 J	27 J **	
		溶接のまま	> W/2+r ₀ *	99 J	93 J	86 J	78 J	74 J
			≤ W/2+r ₀ *	127 J	123 J	119 J	114 J	111 J
≤ W/2	133 J	130 J	126 J	122 J	119 J			
660	非溶接部 > W/2+r ₀		27 J **					
	溶接部 ≤ W/2+r ₀	溶接後熱処理したもの	横割れ	77 J	68 J	57 J	45 J	37 J
			縦割れ	62 J	51 J	38 J	27 J **	
		溶接のまま	> W/2+r ₀ *	110 J	104 J	97 J	90 J	86 J
			≤ W/2+r ₀ *	138 J	134 J	130 J	126 J	123 J
≤ W/2	142 J	139 J	135 J	131 J	129 J			

注 * この数値以下の値に適用される **JIS B 8265 の規定吸収エネルギー

W : 溶接線全幅

r₀* : 残留応力が 1.0σ_{mean} である溶接ボンドからの距離

r₀ : 残留応力が作用する溶接ボンドからの距離

附属書 11 表 3 要求吸収エネルギー値—第 2 種特定設備の場合^[2]
(厚さ $t = 7\text{ mm}$ 以上, 100 mm 以下)

規定引張強さ* (MPa)	状態		設計内圧に対する作用内圧の割合					
			100%以下 75%超	75%以下 50%超	50%以下 25%超	25%以下 10%超	10%以下	
400	非溶接部 $> W/2+r_0$		20 J **					
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	24 J	20 J **			
			縦割れ	20 J **				
		溶接のまま	$> W/2+r_0^*$	49 J	42 J	34 J	26 J	20 J **
			$\leq W/2+r_0^*$	75 J	69 J	64 J	57 J	54 J
$\leq W/2$	88 J	84 J	79 J	74 J	71 J			
450	非溶接部 $> W/2+r_0$		20 J **					
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	34 J	25 J	20 J **		
			縦割れ	23 J	20 J **			
		溶接のまま	$> W/2+r_0^*$	61 J	54 J	46 J	38 J	32 J
			$\leq W/2+r_0^*$	88 J	83 J	77 J	71 J	67 J
$\leq W/2$	99 J	94 J	89 J	84 J	81 J			
483	非溶接部 $> W/2+r_0$		20 J **					
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	40 J	30 J	20 J **		
			縦割れ	28 J	20 J **			
		溶接のまま	$> W/2+r_0^*$	68 J	61 J	53 J	45 J	39 J
			$\leq W/2+r_0^*$	95 J	90 J	85 J	79 J	75 J
$\leq W/2$	105 J	100 J	95 J	90 J	87 J			
520	非溶接部 $> W/2+r_0$		27 J **					
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	46 J	36 J	27 J **		
			縦割れ	34 J	27 J **			
		溶接のまま	$> W/2+r_0^*$	75 J	68 J	60 J	52 J	47 J
			$\leq W/2+r_0^*$	103 J	98 J	93 J	87 J	83 J
$\leq W/2$	111 J	106 J	102 J	97 J	94 J			
586	非溶接部 $> W/2+r_0$		27 J **					
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	56 J	46 J	36 J	27 J **	
			縦割れ	43 J	32 J	27 J **		
		溶接のまま	$> W/2+r_0^*$	87 J	80 J	72 J	64 J	59 J
			$\leq W/2+r_0^*$	115 J	110 J	105 J	100 J	96 J
$\leq W/2$	120 J	116 J	112 J	107 J	104 J			

注 * この数値以下の値に適用される **ASME VIII Div.1 の規定吸収エネルギー

W : 溶接線全幅

r_0^* : 残留応力が $1.0\sigma_{mean}$ である溶接ボンドからの距離

r_0 : 残留応力が作用する溶接ボンドからの距離

附属書 11 表 4 要求吸収エネルギー値-第 2 種特定設備の場合^[2]
(厚さ $t = 100 \text{ mm}$ 超, 150 mm 以下)

規定引張強さ* (MPa)	状態			設計内圧に対する作用内圧の割合				
				100%以下 75%超	75%以下 50%超	50%以下 25%超	25%以下 10%超	10%以下
400	非溶接部 $> W/2+r_0$			24 J **				
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	37 J	28 J	24 J **		
			縦割れ	27 J	24 J **			
		溶接のまま	$> W/2+r_0^*$	64 J	56 J	48 J	39 J	34 J
			$\leq W/2+r_0^*$	90 J	85 J	79 J	73 J	69 J
$\leq W/2$	104 J	99 J	95 J	89 J	86 J			
450	非溶接部 $> W/2+r_0$			31 J **				
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	48 J	38 J	31 J **		
			縦割れ	36 J	31 J **			
		溶接のまま	$> W/2+r_0^*$	76 J	69 J	61 J	52 J	46 J
			$\leq W/2+r_0^*$	103 J	98 J	93 J	87 J	83 J
$\leq W/2$	114 J	110 J	105 J	100 J	97 J			
483	非溶接部 $> W/2+r_0$			35 J **				
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	54 J	44 J	35 J **		
			縦割れ	42 J	35 J **			
		溶接のまま	$> W/2+r_0^*$	83 J	76 J	68 J	59 J	54 J
			$\leq W/2+r_0^*$	111 J	106 J	100 J	95 J	91 J
$\leq W/2$	120 J	116 J	111 J	106 J	103 J			
520	非溶接部 $> W/2+r_0$			40 J **				
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	61 J	51 J	40 J **		
			縦割れ	48 J	40 J **			
		溶接のまま	$> W/2+r_0^*$	91 J	84 J	76 J	67 J	61 J
			$\leq W/2+r_0^*$	118 J	113 J	108 J	103 J	99 J
$\leq W/2$	126 J	122 J	117 J	112 J	109 J			
586	非溶接部			50 J **				
	溶接部 $\leq W/2+r_0$	溶接後熱処理したもの	横割れ	71 J	61 J	50 J **		
			縦割れ	58 J	50 J **			
		溶接のまま	$> W/2+r_0^*$	102 J	95 J	88 J	79 J	74 J
			$\leq W/2+r_0^*$	129 J	125 J	120 J	115 J	112 J
$\leq W/2$	135 J	131 J	127 J	122 J	119 J			

注 * この数値以下の値に適用される ** ASME VIII Div.1 の規定吸収エネルギー

W : 溶接線全幅

r_0^* : 残留応力が $1.0\sigma_{mean}$ である溶接ボンドからの距離

r_0 : 残留応力が作用する溶接ボンドからの距離

3. Cr-Mo 鋼の MAT の算出

本文 4.4.4 b) 手順 2 の 3) で規定する Cr-Mo 鋼の使用後の MAT の求め方は、次による。

3.1 適用範囲

- a) 3. の規定は、劣化が予想される環境で使用される圧力容器部材の靱性の推定に使用する。
- b) 実際の部材を用いた試験により得られた衝撃吸収エネルギーデータを有している場合は、そのデータを使用することができる。そのデータを有していない場合は、3.2 に示す方法により、劣化予想材のじん性を推定することができる。

3.2 Cr-Mo 鋼の焼戻し脆化を考慮した MAT の推定

鋼の化学組成（微量不純物元素を含む）に基づいて推定することができる。この手法により推定された破壊靱性が、焼戻し脆化が生じないとして扱った推定値より大きい場合は、焼戻し脆化が生じないとして扱った推定値を採用する。

a) 1.25Cr-0.5Mo 鋼

$$\bar{X} = (10 \%P + 5 \%Sb + 4 \%Sn + \%As) \times 10^2 \quad \dots\dots(1)$$

$$FATT|_{upperbound} = -87.355 + 11.437\bar{X} - 0.14712\bar{X}^2 \quad \dots\dots(2)$$

式(1) 及び (2) の関係は、溶接金属と母材のいずれにも成り立つもので、靱性に及ぼす微量不純物元素の影響のみを考慮している。炭化物析出による脆化が大きい場合には、この評価では非安全側となるので、より高い $FATT$ （破面遷移温度）を用いる。

式(2) で求めた $FATT$ を、式(3) 及び式(4) の T_{ref} に代入して焼戻し脆化した場合の破壊靱性 K_{IC} あるいは K_{IR} を推定できる。

$$K_{IC} = 36.5 + 3.084 \exp[0.036(T - T_{ref} + 56)] \quad \dots\dots(3)$$

$$K_{IR} = 29.5 + 1.344 \exp[0.0260(T - T_{ref} + 89)] \quad \dots\dots(4)$$

b) 2.25Cr-1Mo 鋼¹²⁾

$$J_{TE} = (\%Mn + \%Si)(\%P + \%Sn) \times 10^4 \quad \dots\dots(5)$$

$$FATT|_{mean} = -77.321 + 0.57570J_{TE} - 5.5147(10^{-4})J_{TE}^2 \quad \dots\dots(6)$$

$$FATT|_{95\%} = -48.782 + 0.77455J_{TE} - 8.5424(10^{-4})J_{TE}^2 \quad \dots\dots(7)$$

$$FATT|_{99\%} = -15.416 + 0.72670J_{TE} - 8.0043(10^{-4})J_{TE}^2 \quad \dots\dots(8)$$

J_{TE} は J -Factor と呼ばれ、上記の関係は母材に対して成り立つものである。靱性に及ぼす P や Sn の微量不純物元素以外に合金元素の Mn や Si の影響を考慮している。

式(6)～式(8)で求めた $FATT$ を、式(3)及び式(4)の T_{ref} に代入して焼戻し脆化した場合の破壊靱性 K_{IC} あるいは K_{IR} が推定される。

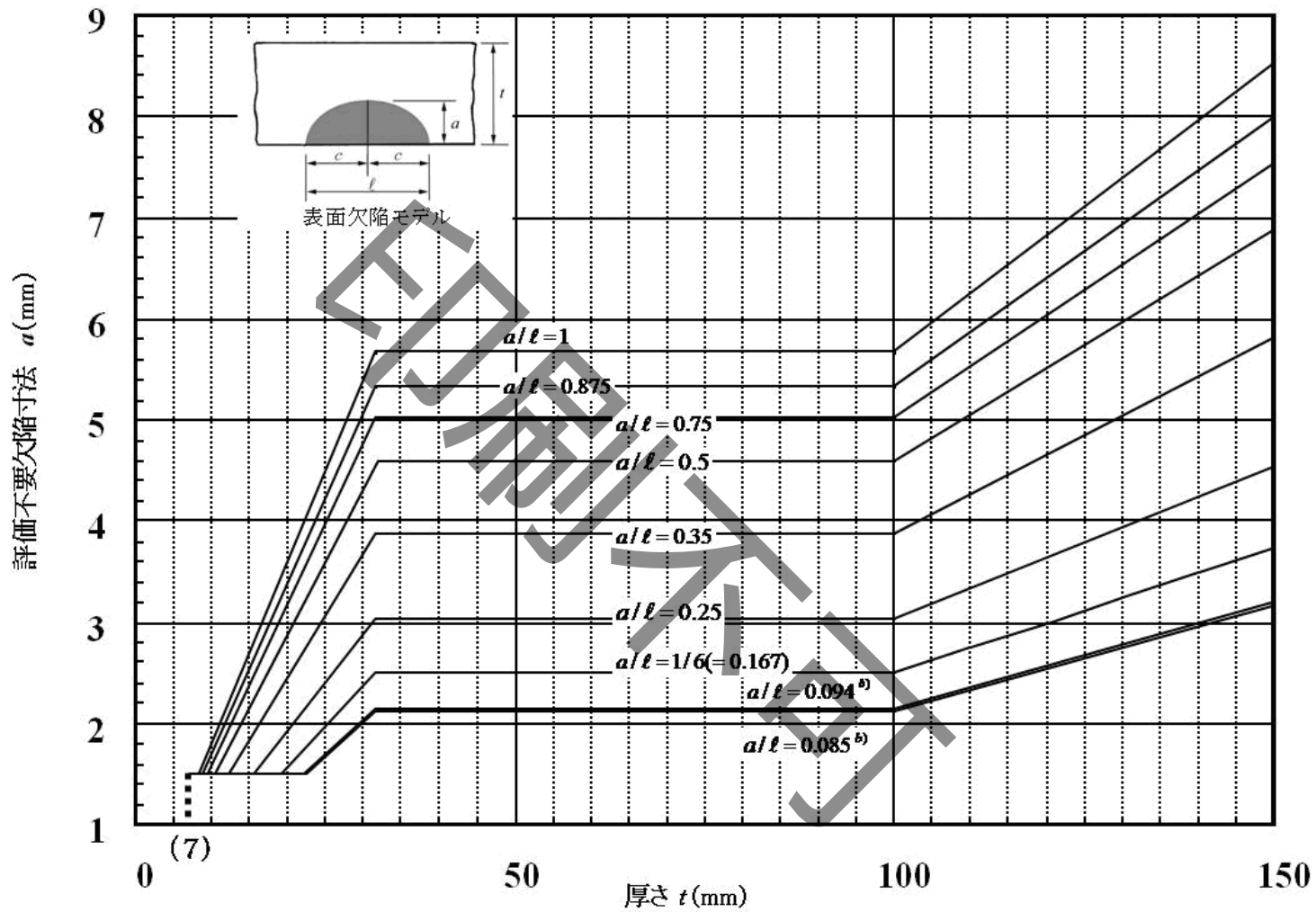
4. 評価不要欠陥寸法

本文 4.4.4 b) 手順 3 で規定する評価不要欠陥寸法は、欠陥の位置に応じて次の 4.1 及び 4.2 による。

4.1 表面欠陥における評価不要欠陥寸法

附属書 11 図 2 による。

評価不要



注 a) a/l の値の間にある場合には内挿で求める。

b) 特定則例示別添 1 (安全係数 4.0 ベース) の場合: $a/l \geq 0.085$

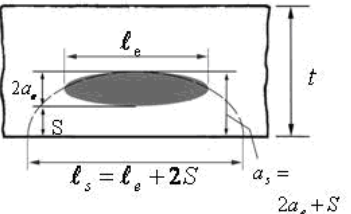
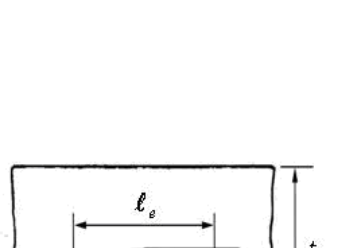
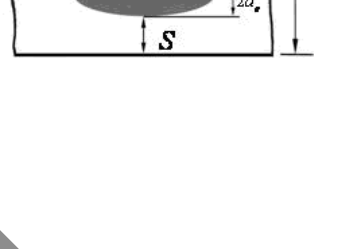
特定則例示別添 7 (安全係数 3.5 ベース) の場合: $a/l \geq 0.094$

附属書 11 図 2 表面欠陥における評価不要欠陥寸法^[2]

4.2 内部欠陥の評価方法

附属書 11 表 5 による。

附属書 11 表 5 内部欠陥の評価方法 ($a_e/l_e \leq 0.5$) [2]

<p>(a): 表面欠陥とみなされる場合</p> <p>$Y \leq Y^*$</p>	<p>内部欠陥 (a_e, l_e) を表面欠陥 (a_s, l_s) に置き換えて図 2 で評価。</p> <p>ここで、</p> $\begin{cases} a_s = 2a_e + S \\ l_s = l_e + 2S \end{cases}$	
<p>(b): (a)(c)の中間の場合</p> <p>$Y^* < Y \leq 1.54$</p>	<p>内部欠陥の評価不要寸法 $2a_e^*$ は次式から求める。</p> $2a_e^* = 2(\beta/f)^2 \cdot a_s^*$ <p>ここで、a_s^* は内部欠陥の a_e/l_e と肉厚 t から図 3.4 を用いて得られる表面欠陥評価不要寸法。</p>	
<p>(c): 孤立内部欠陥とみなされる場合</p> <p>$Y > 1.54$</p>	<p>内部欠陥の評価不要寸法 $2a_e^*$ は次式から求める。</p> $2a_e^* = 2\beta^2 \cdot a_s^*$ <p>ここで、a_s^* は内部欠陥の a_e/l_e と肉厚 t から図 2 を用いて得られる表面欠陥評価不要寸法。</p>	

$$Y = S/a_e$$

$$Y^* = \begin{cases} 0.60 - 0.51\sqrt{a_e/l_e} & : \text{特定則例示別添1 (安全係数4.0ベース)} \\ 0.75 - 0.64\sqrt{a_e/l_e} & : \text{特定則例示別添7 (安全係数3.5ベース)} \end{cases}$$

$$f = 1 + \{A + B \log(1/Y)\}^4$$

$$A = 0.55 - 0.13(a_e/l_e) + 0.02(a_e/l_e)^2$$

$$B = 0.42 + 0.01(a_e/l_e) - 0.01(a_e/l_e)^2$$

($Y > 1.54$ のとき、 $f = 1$)

$$\beta = 1.13 - 0.18(a_e/l_e)$$

5. き裂状欠陥の進展計算

本文 4.4.4c) 手順 4 で規定するき裂状欠陥の進展計算の方法は、次による。

5.1 欠陥形状のモデル化

き裂進展計算において、欠陥の形状はモデル化を行って計算に用いるものとする。なお、モデル化の方法としては、**HPIS Z 101-1 (2008)** を参考にすることができる。

5.2 き裂状欠陥の進展計算の方法

き裂進展計算は、次のいずれかによる。

- a) モデル化された欠陥の深さ方向及び長さ方向に対して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 (5.2.1 参照)
- b) 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 (5.2.2 参照)
- c) モデル化された表面欠陥の深さ方向の疲労き裂進展評価を行い、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 (5.2.3 参照)

5.2.1 モデル化された欠陥の深さ方向及び長さ方向に対して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

この方法では、欠陥深さ方向、長さ方向のそれぞれについて応力拡大係数を算出してき裂進展量の評価を行う。

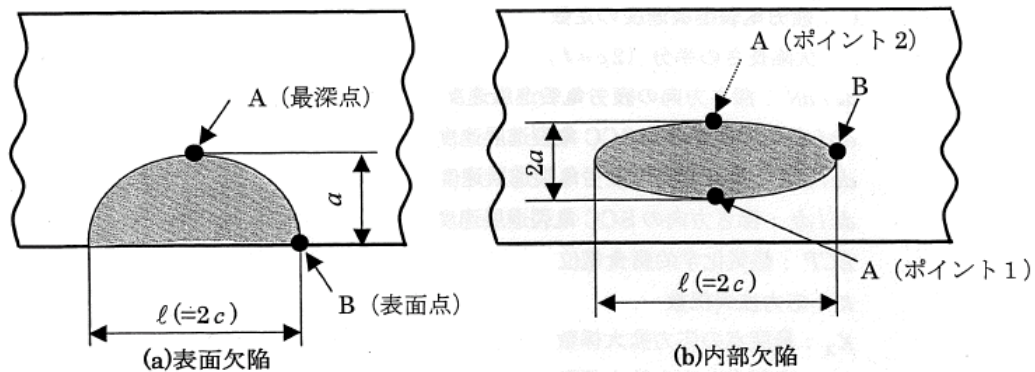
- a) 平面欠陥（深さ a 、長さ l ）について、負荷条件に対する応力拡大係数の変動範囲 ΔK を求める。応力拡大係数 K 及び応力拡大係数範囲 ΔK は、深さ方向及び長さ方向のそれぞれについて求める。
- b) a) で評価された K あるいは ΔK に対するき裂進展速度を求め、想定される繰返し増分 ΔN に対応する欠陥深さ方向及び欠陥長さ方向の進展量 Δa 及び Δl をそれぞれ求める。進展前の欠陥深さ a 及び長さ l に進展量を加え、進展後の欠陥深さを $a + \Delta a$ 、欠陥長さを $l + \Delta l$ とする。
なお、繰返し増分 ΔN は、き裂の増分区間内で応力拡大係数 K を一定とみなせるき裂の微小増分量を設定する。
- c) 欠陥が複数個あって互いに接近している場合、接近している欠陥は、5.2.4 の合体条件に従い評価する。合体条件を満足する場合には、合体後の欠陥深さを $a + \Delta a$ 、欠陥長さを $l + \Delta l$ とする。
- d) $a + \Delta a$ を a 、 $l + \Delta l$ を l に置き換え、次の負荷条件に進む。
- e) a)～d) の作業を繰返して全ての負荷条件に対してき裂進展評価を行い、必要期間後における平面欠陥の予測寸法 a_f 及び l_f を求める。

5.2.2 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

この方法では、欠陥の深さ方向の進展量を求め、内部欠陥のアスペクト比 (a / l) を一定として欠陥長さを評価する。

- a) 内部欠陥（深さ $2a$ 、長さ l ）について、負荷条件に対する応力拡大係数の変動範囲 ΔK を求

める。応力拡大係数 K 及び応力拡大係数範囲 ΔK は、深さ方向について求める。このとき、**附属書 11 図 3** に示す深さ方向のポイント 1、ポイント 2 のうち、応力拡大係数範囲の大きいほうを評価の対象とする。



、**附属書 11 図 3** 欠陥の最深点及び表面点 [2]

- b) a) で評価された ΔK に対するき裂進展速度を求め、想定される繰返し増分 ΔN に対応する欠陥深さ方向の進展量 Δa を求める。進展前の欠陥深さ a に進展量を加え、進展後の欠陥深さを $a + \Delta a$ とする。さらに、アスペクト比を一定とした内部欠陥の形状評価方法により、 $a + \Delta a$ から進展後の欠陥長さ $l + \Delta l$ を求める。
- c) 欠陥が複数個あって互いに接近している場合、接近している欠陥は、**5.2.4** の合体条件に従い評価する。合体条件を満足する場合には、合体後の欠陥深さ $a + \Delta a$ 、欠陥長さを $l + \Delta l$ とする。
- d) $a + \Delta a$ を a 、 $l + \Delta l$ を l に置き換え、次の負荷条件に進む。
- e) a)~d) の作業を繰返して全ての負荷条件に対してき裂進展評価を行い、必要期間後における平面欠陥の予測寸法 a_f 及び l_f を求める。

5.2.3 モデル化された表面欠陥の深さ方向の疲労き裂進展評価を行い、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

この方法では、欠陥の深さ方向の進展量を求め、表面欠陥の形状変化予測式により欠陥長さを評価する。

- a) 表面欠陥（深さ a 、長さ l ）について、負荷条件に対する応力拡大係数の変動範囲 ΔK を求める。応力拡大係数範囲 ΔK は、深さ方向について求める。
- b) a) で評価された ΔK に対するき裂進展速度を求め、想定される繰返し増分 ΔN に対応する欠陥深さ方向の進展量 Δa を求める。進展前の欠陥深さ a に進展量 Δa を加えて、進展後の欠陥深さ $a + \Delta a$ を求める。さらに、表面欠陥の形状変化予測式による評価法により、 a 及び $a + \Delta a$ から進展後の欠陥長さ $l + \Delta l$ を求める。
- c) 欠陥が複数個あって互いに接近している場合、接近している欠陥は、**5.2.4** の合体条件に従い評価する。合体条件を満足する場合には、合体後の欠陥深さ及び欠陥長さをそれぞれ $a + \Delta a$ 及び $l + \Delta l$ とする。
- d) $a + \Delta a$ を a 、 $l + \Delta l$ を l に置き換え、次の負荷条件に進む。
- e) a)~d) の作業を繰返して全ての負荷条件に対してき裂進展評価を行い、必要期間後における

平面欠陥の予測寸法 a_f 及び l_f を求める。

5.2.4 応力拡大係数、応力拡大係数範囲、接近している欠陥の合体条件等の求め方

5.2.1～5.2.3において、応力拡大係数、応力拡大係数範囲、接近している欠陥の合体条件等の求め方は、次の a)～d) による。

- a) 応力拡大係数 K 及び応力拡大係数範囲 ΔK は、**HPIS Z101-1 (2008) の附属書 4 及び附属書 5**
- b) 欠陥が複数個あって互いに接近している場合、接近している欠陥の合体条件は、**HPIS Z101-1 (2008) の附属書 3**
- c) アスペクト比を一定とした内部欠陥の形状評価方法は、**HPIS Z101-1 (2008) の附属書 5**
- d) 表面欠陥の形状変化予測式による評価法は、**HPIS Z101-1 (2008) の附属書 5**

<参考文献>

- [1] NISA-2510c-03-13 「特定設備検査規則の機能性基準の運用について（平成13・12・27 原院第5号）」の一部改正について、別添7「第二種特定設備の技術基準の解釈」、経済産業省 原子力安全・保安院、平成15年3月
- [2] HPIS Z101-1:2008 圧力機器のき裂状欠陥評価方法—第1段階評価、(社)日本高圧力技術協会、2008