

艦船用鋼材の溶接部の非破壊試験方法

制定 平成 2年 9月 5日
改正 令和 5年 2月 22日

及びその試験結果の分類方法

目 次

1 総 則	1
1.1 適用範囲	1
1.2 非破壊試験の種類・目的	1
1.3 試験実施者の資格	1
2 引用規格	2
3 磁粉探傷試験	3
3.1 一般事項	3
3.2 試験実施者の資格	3
3.3 装置・磁粉・検査液	3
3.4 標準試験片	3
3.5 試験方法	3
3.5.1 試験方法	3
3.5.2 試験の操作	3
3.5.3 前処理	4
3.5.4 磁 化	4
3.5.5 磁粉の適用	4
3.5.6 磁粉模様の観察	4
3.5.7 試験の実施に際しての注意事項	4
3.6 試験結果の分類	5
3.6.1 分類の手順	5
3.6.2 磁粉模様の種類	5
3.6.3 磁粉模様の分類	5
3.7 試験記録	6
4 浸透探傷試験	6
4.1 一般事項	6
4.2 試験実施者の資格	6
4.3 探傷剤	6

4.4 対比試験片	6
4.5 探傷剤の点検・保守	6
4.6 試験方法	7
4.6.1 試験の方法	7
4.6.2 試験の手順	7
4.6.3 試験の操作	7
4.7 試験結果の分類	7
4.7.1 分類の手順	7
4.7.2 浸透指示模様の種類	7
4.7.3 浸透指示模様の分類	7
4.8 試験記録	8
5 放射線透過試験	9
5.1 一般事項	9
5.2 試験実施者の資格	9
5.3 放射線透過装置及び附属機器	9
5.3.1 放射線透過装置	9
5.3.2 感光材料	9
5.3.3 透過度計	9
5.3.4 階調計	9
5.3.5 観察器	9
5.3.6 濃度計	9
5.4 透過写真の撮影方法	9
5.4.1 線源と感光材料の組合せ	9
5.4.2 記号	9
5.4.3 放射線の照射方向	9
5.4.4 透過度計の使用	10
5.4.5 階調計の使用	10
5.5 撮影配置	10
5.6 透過写真の必要条件	10
5.6.1 透過度計の識別最小線径	10
5.6.2 透過写真の濃度範囲	10
5.6.3 階調計の値	10
5.6.4 試験部の有効長さ	10
5.7 透過写真の観察	10
5.7.1 観察器	10
5.7.2 観察方法	10

5.8 きずの像の分類方法	10
5.8.1 分類手順	10
5.8.2 きずの種別	11
5.8.3 きず点数	11
5.8.4 第2種のきずの長さ	12
5.8.5 きずの分類	13
5.8.6 総合分類	14
5.9 試験記録	15
6 超音波探傷試験	15
6.1 一般事項	15
6.2 試験実施者の資格	15
6.3 探傷装置及び附属品	15
6.3.1 探傷器	15
6.3.2 斜角探触子	16
6.3.3 垂直探触子	18
6.4 標準試験片・対比試験片	18
6.4.1 標準試験片	18
6.4.2 対比試験片	19
6.5 接触媒質	21
6.6 探傷面の手入れ	21
6.7 斜角探傷	22
6.7.1 探触子の選定	22
6.7.2 エコー高さ区分線の作成	22
6.7.3 エコー高さ区分線と領域の決定	23
6.7.4 探傷装置の調整及び点検	24
6.7.5 探傷面及び探傷方法	28
6.7.6 探傷試験	29
6.8 垂直探傷	30
6.8.1 エコー高さ区分線の作成	30
6.8.2 エコー高さ区分線と領域の決定	31
6.8.3 探傷装置の調整及び点検	31
6.8.4 探傷試験	32
6.9 試験結果の分類	32
6.10 試験記録	33
附属書A（参考）非破壊試験におけるデジタルRT, フェーズドアレイUT, TOFD法の適用について	35

艦船用鋼材の溶接部の非破壊試験方法

制定 平成 2 年 9 月 5 日
改正 令和 5 年 2 月 22 日

及びその試験結果の分類方法

1 総 則

1.1 適用範囲

この規格は、表 1 に示す艦船用鋼材の溶接部に対する磁粉探傷試験、浸透探傷試験、放射線透過試験及び超音波探傷試験による非破壊試験並びにその試験結果の分類方法について規定する。

表 1－艦船用鋼材

規格番号	規格名称	種類
NDS G 3131	艦船用圧延調質高張力鋼板	N S 4 6, N S 6 3
NDS G 3111	艦船用超高張力鋼板	N S 8 0, N S 9 0
NDS G 3108	艦船用調質鍛鋼品	N F 4 6, N F 6 3
NDS G 3112	艦船用超高張力鍛鋼品	N F 8 0
NDS G 5102	艦船用調質鋳鋼品	N C 6 3
NDS G 5103	艦船用超高張力鋳鋼品	N C 8 0
NDS G 3121	艦船用超高張力鋼板 (N S 1 1 0)	N S 1 1 0
NDS G 3122	艦船用超高張力鍛鋼品 (N F 1 1 0)	N F 1 1 0
NDS G 3141	艦載液体酸素タンク用 9 % ニッケル鋼板	N S 9 N I
NDS G 3142	艦載液体酸素タンク用 9 % ニッケル鍛鋼板	N F 9 N I

1.2 非破壊試験の種類・目的

非破壊試験の種類及び目的は、次のとおりとする。

- 磁粉探傷試験 この試験は、溶接部の表面及び溶接部表面に近い内部のきずを検出することを目的とする。
- 浸透探傷試験 この試験は、溶接部の表面のきずを検出することを目的とする。
- 放射線透過試験 この試験は、溶接部の内部きずを検出することを目的とする。
- 超音波探傷試験 この試験は、溶接部の内部きずを検出することを目的とする。

1.3 試験実施者の資格

試験実施者は、JIS Z 2305 に定める各試験のレベル 1 技術者以上の資格を有し、該当する試験体及びその試験方法並びに試験結果の分類方法について経験と技術を有している者とする。

2 引用規格

次に掲げる規格は、本規格に引用されることによって、本規格の一部を構成する。これらの引用規格は、その最新版を適用する。

- JIS G 3101 一般構造用圧延鋼板
- JIS G 4304 熱間圧延ステンレス鋼板及び鋼帶
- JIS G 4305 冷間圧延ステンレス鋼板及び鋼帶
- JIS Z 2305 非破壊試験技術者の資格及び認証
- JIS Z 2306 放射線透過試験用透過度計
- JIS Z 2320 非破壊検査－磁粉探傷試験
- JIS Z 2343 非破壊検査－浸透探傷試験
- JIS Z 2344 金属材料のパルス反射法による超音波探傷試験方法通則
- JIS Z 2345 超音波探傷試験用標準試験片
- JIS Z 2350 超音波探触子の性能測定方法
- JIS Z 2352 超音波探傷装置の性能測定方法
- JIS Z 3060 鋼溶接部の超音波探傷試験方法
- JIS Z 3081 アルミニウム管溶接部の超音波斜角探傷試験方法
- JIS Z 3104 鋼溶接継手の放射線透過試験方法
- JIS Z 4560 工業用 γ 線装置
- JIS Z 4561 工業用放射線透過写真観察器
- JIS Z 4606 工業用 X 線装置
- NDS G 3108 艦船用調質鍛鋼品
- NDS G 3111 艦船用超高張力鋼板
- NDS G 3112 艦船用超高張力鍛鋼品
- NDS G 3121 艦船用超高張力鋼板 (NS110)
- NDS G 3122 艦船用超高張力鍛鋼品 (NF110)
- NDS G 3131 艦船用圧延調質高張力鋼板
- NDS G 5102 艦船用調質鋳鋼品
- NDS G 5103 艦船用超高張力鋳鋼品
- NDS G 3141 艦載液体酸素タンク用 9 %ニッケル鋼板
- NDS G 3142 艦載液体酸素タンク用 9 %ニッケル鍛鋼品

3 磁粉探傷試験

3.1 一般事項

一般事項は、次のとおりとする。

- a) この項は、表1に示す艦船用鋼材の溶接部の磁粉探傷試験方法及びその試験結果の分類方法について規定する。
- b) ここに定める以外の磁粉探傷試験方法に関する一般事項については、JIS Z 2320-1による。

3.2 試験実施者の資格

試験実施者は、JIS Z 2305に定める極間法磁粉探傷検査レベル1技術者、磁粉探傷試験レベル1技術者以上の資格を有する者とする。

3.3 装置・磁粉・検査液

装置、磁粉及び検査液は、次のとおりとする。

- a) 磁化装置は、交流極間磁粉探傷器（ACヨーク法）とし、2極又は4極式で電流の種類及び周波数が明確なものでなければならない。
- b) 紫外線照射装置は、JIS Z 2320-3 5の試験装置による。
- c) 磁粉及び検査液は、JIS Z 2320-2 5.2～5.4の磁粉及び検査液による。

3.4 標準試験片

標準試験片は、次のとおりとする。

- a) 標準試験片は、JIS Z 2320-1 附属書JAの標準試験片及び対比試験片に規定するA形標準試験片のA1-7/50又はA1-15/100及びC形標準試験片のC1とする。
- b) C形標準試験片は、溶接部の開先面などの狭い部分で、寸法的にA形標準試験片の適用が困難な場合に、A形標準試験片の代わりに用いる。

3.5 試験方法

3.5.1 試験方法

試験方法は、表2のとおりとする。

表2－磁粉探傷試験方法

試験条件	試験方法
(1) 磁粉の適用時期	連続法
(2) 磁粉の種類	蛍光磁粉、非蛍光磁粉
(3) 磁粉の分散媒	湿式法、乾式法
(4) 磁化電流の種類	交流
(5) 磁化方法	極間法（2極式、4極式）

3.5.2 試験の操作

試験は、前処理、磁化、磁粉の適用、磁粉模様の観察及び記録の諸操作からなる。

3.5.3 前処理

前処理は、JIS Z 2320-1 7 の前処理によるほかは、次のとおりとする。

- 前処理の範囲は、試験範囲より広く取らなければならない。溶接部の場合には、試験範囲より母材側に約 20 mm 広くとるのを原則とする。
- 溶接したままの状態で試験を行うことを原則とするが、グラインダ仕上げが指示されている溶接部はグラインダ仕上げ後に行う。また、判定に影響があるビードの不連続、アンダカット、オーバラップ、汚れなどがある場合はそれらを取除く。

3.5.4 磁化

磁化は、次のとおりとする。

- 磁化には 3.4 に規定する標準試験片を使用し、磁場の方向及び強さを確認して探傷有効範囲を設定する。ただし、探傷有効範囲は両磁極間の内接円で囲まれた範囲を超えてはならない。かつ両磁極近傍の不感帯部を除くものとする。
- 磁化操作は、目的とする溶接線に対し、磁場が直角及び平行となる 2 方向（図 1 (a)）で行うことを原則とするが、この方法で行うことが困難な場合は、30°～45° の 2 方向（図 1 (b)）で行う。
- 磁場の方向は、原則として予想されるきずの方向に対して直角に、また、試験面に平行にする。
- 通電時間は、通電中に磁粉の適用を完了できるよう設定する。
- 4 極式の標準試験片は 3.4 a) に規定するもので円形を使用し、円形型磁粉模様が明りよう確認できる探傷有効範囲及び磁化移動速度を設定する。

(a)

(b)

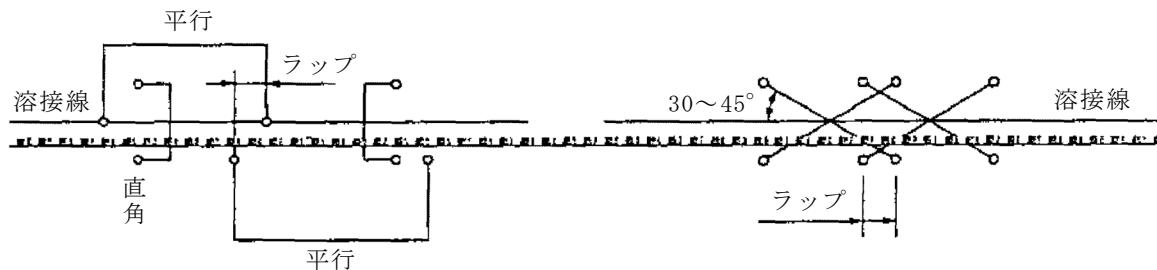


図 1－磁極の配置（2 極式）

3.5.5 磁粉の適用

磁粉の適用は、JIS Z 2320-1 9.3 の磁粉の適用による。

3.5.6 磁粉模様の観察

磁粉模様の観察は、JIS Z 2320-1 10 の磁粉模様の観察による。

3.5.7 試験の実施に際しての注意事項

試験の実施に際しての注意事項は、JIS Z 2320-1 の試験の実施に際しての注意事項による。

3.6 試験結果の分類

3.6.1 分類の手順

磁粉模様が疑似模様でないことを確認した後、3.6.2 及び 3.6.3 によって分類を行う。

3.6.2 磁粉模様の種類

磁粉探傷試験で得られた磁粉模様を形状及び集中性によって次の4種類とする。

- a) 割れによる磁粉模様 磁粉模様において、割れと識別された磁粉模様。
- b) 線状の磁粉模様 磁粉模様において、その長さが幅の3倍以上のもの。
- c) 円形状の磁粉模様 磁粉模様において、割れ及び線状の磁粉模様以外のもの。
- d) 分散した磁粉模様 磁粉模様が一定の領域に複数個存在するもの。

3.6.3 磁粉模様の分類

磁粉模様の分類は、次のとおりとする。

- a) 割れ、線状及び円形状の磁粉模様の種類ごとの分類は、その長さ又は長径に従って、表3のとおりとする。

表3－割れ、線状及び円形状の磁粉模様の分類

分類	割れによる磁粉模様	線状の磁粉模様 (長さ)	円形状の磁粉模様 (長径)
1類	磁粉模様なし	磁粉模様なし	磁粉模様なし
2類	-----	1.5 mm 以下	1.0 mm 以下
3類	-----	1.5 mm を超え 3.0 mm 以下	1.0 mm を超え 3.0 mm 以下
4類	検出したすべての磁粉模様	3.0 mm を超えるもの	3.0 mm を超えるもの

- b) 分散した磁粉模様の分類は、溶接長 150 mm 中に存在する線状の磁粉模様の長さの合計値に従って、表4のとおりとする。

表4－分散した磁粉模様の分類

分類	分散した磁粉模様の長さの合計
1群	磁粉模様なし
2群	3 mm 以下
3群	3 mm を超え 6 mm 以下
4群	6 mm を超えるもの 又は2個のきずで相互の距離が 25 mm 以内のもの

- c) 磁粉模様がほぼ同一線上に連なって存在している場合、磁粉模様相互の距離がいずれか短い方の磁粉模様の長さより短いときは、磁粉模様の長さ及び相互の距離を含め連続した一つの磁粉模様とみなし、分類方法は表3による。

3.7 試験記録

試験記録には、次の事項を含めるものとする。

- a) 試験体（品名・形状・寸法・材質・表面状態）
- b) 試験番号又は記号
- c) 試験年月日、試験場所及び試験実施者
- d) 磁粉の種類
- e) 磁粉の分散媒及び検査液中の磁粉分散濃度（g/ℓ）
- f) 試験装置（名称・型式）
- g) 通電時間
- h) 標準試験片
- i) 試験結果
 - 1) 磁粉模様の位置及び形状
 - 2) 磁粉模様の分類

4 浸透探傷試験

4.1 一般事項

一般事項は、次のとおりとする。

- a) この項は、表1に示す艦船用鋼材の溶接部の浸透探傷試験方法及びその試験結果の分類方法について規定する。
- b) ここに定める以外の浸透探傷試験方法に関する一般事項については、JIS Z 2343-1による。

4.2 試験実施者の資格

試験実施者は、JIS Z 2305に定める溶剤除去性浸透探傷検査レベル1技術者、浸透探傷試験レベル1技術者以上の資格を有する者とする。

4.3 探傷剤

使用する探傷剤は、次のとおりとする。

- a) 探傷剤は、浸透液、洗浄液及び現像剤で構成する。
- b) 探傷剤は、きずを検出するために十分な性能を有し、試験体に対して腐食性がなく、かつ、安全に使用できるものでなければならない。

4.4 対比試験片

対比試験片は、JIS Z 2343-3が規定するタイプ3対比試験片とし、その使用方法は、JIS Z 2343-1による。

4.5 探傷剤の点検・保守

探傷剤の点検及び保守は、JIS Z 2343-1の探傷剤及び装置の点検、保守による。

4.6 試験方法

4.6.1 試験の方法

試験方法は、溶剤除去性染色浸透液及び速乾式現像剤を用いる溶剤除去性染色探傷試験とする。

4.6.2 試験の手順

試験の手順は、表5に示す順序で行う。

表5－試験の手順

使用する浸透液と 現像剤の種類	試験方法 の記号	試験の手順								
		前処理	浸透 処理	除去 処理	現像 処理	観察	後処理			
溶剤除去性染色浸透液	速乾式 現像剤 VC-S	○	→	○	→	○	→	○	→	○

4.6.3 試験の操作

試験の操作は、表5の試験の手順に従って、JIS Z 2343-1の試験の操作によって行うものとする。

4.7 試験結果の分類

4.7.1 分類の手順

分類の手順は、次による。

- 指示模様の分類は、4.6.1～4.6.3に示した方法によってきずを検出した後に行う。
- 指示模様の分類を行う際には、試験面に生じた指示模様が疑似指示でないことを確認してから行う。

4.7.2 浸透指示模様の種類

浸透探傷試験で得られた指示模様は、形状及び集中性によって、次の4種類とする。

- 割れによる指示模様 指示模様において、割れと識別された指示模様。
- 線状の指示模様 指示模様において、その長さが幅の3倍以上のもの。
- 円形状の指示模様 指示模様において、割れ及び線状の指示模様以外のもの。
- 分散した指示模様 指示模様が一定の領域に複数個存在するもの。

4.7.3 浸透指示模様の分類

指示模様の分類は、次のとおりとする。

- 割れ、線状及び円形状の指示模様の種類ごとの分類は、その長さ又は長径に従い、表6のとおりとする。

表 6－割れ、線状及び円形状の指示模様の分類

分類	割れによる指示模様	線状の指示模様 (長さ)	円形状の指示模様 (長径)
1 類	指示模様なし	指示模様なし	指示模様なし
2 類	-----	1.5 mm 以下	1.0 mm 以下
3 類	-----	1.5 mm を超え 3.0 mm 以下	1.0 mm を超え 3.0 mm 以下
4 類	検出した全ての指示模様	3.0 mm を超えるもの	3.0 mm を超えるもの

備考 割れについては、指示模様の有無によって 1 類と 4 類の 2 種類に分類する。

- b) 分散した指示模様の分類は、溶接長 150 mm 中に存在する線状の指示模様の長さの合計値に従って、表 7 のとおりとする。

表 7－分散した指示模様の分類

分類	分散した指示模様の長さの合計
1 群	指示模様なし
2 群	3 mm 以下
3 群	3 mm を超え 6 mm 以下
4 群	6 mm を超えるもの 又は 2 個のきずで相互の 距離が 25 mm 以内のもの

- c) 指示模様がほぼ同一線上に連って存在している場合、指示模様相互の距離がいずれか短い方の指示模様の長さより短い時は、指示模様の長さ及び相互の距離を含め連續した一つの指示模様とみなす。

4.8 試験記録

試験記録には、次の事項を含めるものとする。

- 試験体（品名・形状・寸法・材質・表面状態）
- 試験番号又は記号
- 試験年月日、試験場所及び試験実施者
- 浸透液及び浸透時間
- 洗净液
- 現像剤及び現像時間
- 試験温度（周囲温度）
- 試験結果
 - 浸透指示模様の位置及び形状
 - 浸透指示模様の分類

5 放射線透過試験

5.1 一般事項

一般事項は、次のとおりとする。

- a) この項は、表1に示す艦船用鋼材の溶接部の放射線透過試験方法及びその試験結果の分類方法について規定する。
- b) ここに定める以外の放射線透過試験に関する一般事項については、JIS Z 3104による。
- c) 透過写真の像質は、原則として余盛の有無に応じて次のように分類する。
 - 1) A級：両面又は片面に余盛のある場合及び裏あて金のある場合。
 - 2) B級：両面の余盛が削除されている場合。
- d) 試験体表面は、透過写真の判定を妨げるような著しい凹凸があつてはならない。

5.2 試験実施者の資格

試験実施者は、JIS Z 2305に定める放射線透過試験レベル1技術者以上の資格を有する者とする。

5.3 放射線透過装置及び附属機器

5.3.1 放射線透過装置

放射線透過装置は、JIS Z 4606に規定するX線装置及びJIS Z 4560に規定するγ線装置並びにこれらと同等以上の性能をもつ装置とし、γ線の種類はIr-192とする。

5.3.2 感光材料

X線フィルムは、低感度・極超微粒子、低感度・超微粒子または中感度・微粒子とする。増感紙は、鉛はく増感紙を使用するものとする。板厚30mmを超える場合は金属蛍光増感紙を使用してもよい。

5.3.3 透過度計

透過度計は、JIS Z 2306に規定する一般形のF形若しくはS形の透過度計による。

5.3.4 階調計

階調計の種類、構造及び寸法は、JIS Z 3104の階調計の種類、構造、寸法による。階調計の材質は、JIS G 3101に規定する鋼材、JIS G 4304またはJIS G 4305に規定するSUS304とする。

5.3.5 観察器

観察器は、JIS Z 4561に規定するもの又は同等以上の性能をもつものとする。

5.3.6 濃度計

濃度計は、校正用の標準濃度フィルムで管理されたものとする。

5.4 透過写真の撮影方法

5.4.1 線源と感光材料の組合せ

線源と感光材料は、透過度計の識別最小線径が識別できるように組合せる。

5.4.2 記号

撮影に際しては、透過写真が記録と照合できるように、記号を用いる。

5.4.3 放射線の照射方向

透過写真は、原則として試験部を透過する厚さが最小になる方向から放射線を照射して撮影する。

5.4.4 透過度計の使用

透過度計の使用は、JIS Z 3104 附属書1の透過度計の使用による。

5.4.5 階調計の使用

階調計の使用は、JIS Z 3104 附属書1の階調計の使用による。

5.5 撮影配置

線源、透過度計、階調計及びフィルムの関係位置は、原則としてJIS Z 3104 附属書1の撮影配置による。

5.6 透過写真の必要条件

5.6.1 透過度計の識別最小線径

撮影された透過写真の試験部において透過度計の識別最小線径は、JIS Z 3104 附属書1表4の値以下とする。

5.6.2 透過写真の濃度範囲

透過写真の濃度は、5.3.6に規定する濃度計によって測定する。試験部のきずの像以外の写真濃度は表8に示す範囲を満足しなければならない。

表8－透過写真の濃度範囲

A 級	1.3 以上	4.0 以下
B 級	1.8 以上	4.0 以下

5.6.3 階調計の値

階調計の値は、JIS Z 3104 附属書1の階調計の値による。

5.6.4 試験部の有効長さ

1回の撮影における試験部の有効長さ L_3 は透過度計の識別最小線径、透過写真の濃度範囲及び階調計の値を満足している範囲とする。

5.7 透過写真の観察

5.7.1 観察器

透過写真の観察には、5.3.5に規定する観察器を用いる。

5.7.2 観察方法

観察方法は、JIS Z 3104の観察方法による。

5.8 きずの像の分類方法

5.8.1 分類手順

きずの像の分類は次の手順による。

- a) きずの分類を行う透過写真は、5.3.5に規定する観察器によって観察する。
- b) きずの分類を行う透過写真は、5.6に適合するものであることを確認する。

- c) 分類は母材の厚さ（呼び厚さ）で区分して行う。鋼材の突合せ溶接継手の両側で厚さが異なる場合は、薄い方の厚さを母材の厚さとする。
- d) 試験部に存在するきずを4種別に区分して分類する。
- e) きずの種別ごとに1類、2類、3類及び4類に分類した結果に基づいて、総合分類を行う。

5.8.2 きずの種別

きずは表9によって4種別に区別する。ここで、第1種のきずか第2種のきずか区別が困難なきずの分類番号は、それらを第1種のきず又は第2種のきずとしてそれぞれ分類し、そのうち大きい方を採用する。

表9－きずの種別

きずの種別	き　ず　の　種　類
第1種	丸いブローホール及びこれに類するきず
第2種	細長いスラグ巻込み、パイプ、溶込み不良
	融合不良及びこれに類するきず
第3種	割れ及びこれに類するきず
第4種	タンクステン巻込み

5.8.3 きず点数

第1種のきず点数及び第4種のきず点数を求める方法は次による。

- a) きず点数は表10に示す試験視野を設定して測定する。きずが試験視野の境界線上にかかる場合は、視野外の部分も含めて測定する。
- b) 試験視野は、試験部の有効長さのうちできず点数が最も大きくなる部位に適用する。試験視野の近傍にきずが少なく、定められた試験視野のみで分類するのが不適当と考えられる場合は、溶接線の方向に3倍に拡大した試験視野のきずの点数の総和を求め、1/3の値をきずの点数とする。
- c) 第1種のきずが1個の場合のきず点数は、きずの長径の寸法に応じて、表11の値を用いる。ただし、きずの長径が表12に示す値以下のものは、きず点数として算定しない。
- d) 第4種のきずは、第1種のきずと同様にa), b)及びc)の方法によって点数を求める。ただし、きず点数はきずの長径の寸法に応じて表11の値の1/2とする。
- e) きずが2個以上の場合のきず点数は、試験視野内に存在する各きずのきず点数の総和とする。
- f) 第1種のきずと第4種のきずが同一試験視野内に共存する場合は、両者の点数の総和をきず点数とする。

表 10—試験視野の大きさ

単位 mm

母材の厚さ	25 以下	25 を超え 100 以下	100 を超えるもの
試験視野の大きさ	10 × 10	10 × 20	10 × 30

表 11—きず点数

きずの長径単位 mm	1.0 以下	1.0 を超え 2.0 以下	2.0 を超え 3.0 以下	3.0 を超え 4.0 以下	4.0 を超え 6.0 以下	6.0 を超え 8.0 以下	8.0 を超えるもの
点 数	1	2	3	6	10	15	25

表 12—算定しないきずの寸法

単位 mm

母材の厚さ	きずの寸法
25 以下	0.5
25 を超え 50 以下	0.7
50 を超えるもの	母材の厚さの 1.4%

5.8.4 第2種のきずの長さ

第2種のきずの長さを求める方法は、次のとおりとする。

- 試験視野 第2種のきずにおける試験視野は、透過写真の有効視野内の全面積とする。
- きず長さ 第2種のきずの長さは、測定したきず長さに、きずの種類に応じた表 13 に示す係数を乗じた値とする。ただし、きずときずとの間隔が表 14 に示す値以上の場合は、それぞれ独立のきずとみなすが、表 14 に示す値以下の場合は、それぞれのきずの長さの総和をそのきず群のきず長さとする。きずが接近した場合のきず長さの算出法を表 15 に示す。

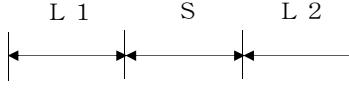
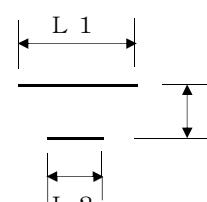
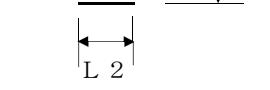
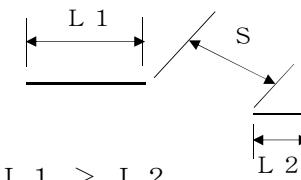
表 13—きずの種類と係数

きずの種類	係数
スラグ巻込み及びパイプ	1
溶込み不良及び融合不良	2

表 14—きずの種類と間隔

きずの種類	きずときずの間隔
スラグ巻込み及びパイプ	大きい方のきずの寸法
溶込み不良及び融合不良	大きい方のきずの寸法の2倍

表 15—きずが接近した場合のきず長さの算出法

きずの種類	きずの接近状況	きず長さの算出法
スラグ巻込み 及び パイプ状のきず	 $L_1 > L_2$	(1) $S > L_1$ のとき それぞれ別のきず (2) $S \leq L_1$ のとき $L_1 + L_2$
溶込み不良 及び 融合不良	 $L_1 > L_2$	(1) $S > 2L_1$ のとき それぞれ別のきず (2) $S \leq 2L_1$ のとき $L_1 + L_2$
スラグ巻込み 及び パイプ状のきず		(1) $S > L_1$ のとき それぞれ別のきず (2) $S \leq L_1$ のとき $L_1 + L_2$
溶込み不良 及び 融合不良	 $L_1 > L_2$	(1) $S > 2L_1$ のとき それぞれ別のきず (2) $S \leq 2L_1$ のとき $L_1 + L_2$

5.8.5 きずの分類

- a) 第1種及び第4種のきずの分類 透過写真によって検出されたきずが第1種及び第4種のきずである場合の分類は、表16の基準に従って行う。表中の数字はきずの点数の許容限度を示す。ただし、きずの長径が母材の厚さの1/2を超えるときは4類とする。
- なお、きずの長径が表12に示す値以下のものでも、1類にあっては試験視野内に10個以上ある場合は2類とする。

表 16—第 1 種及び第 4 種のきず分類

試験視野 mm	10 × 10		10 × 20		10 × 30
	母材の厚さ mm	10 以下	10 を超え 25 以下	25 を超え 50 以下	50 を超え 100 以下
1 類	1	2	4	5	6
2 類	3	6	12	15	18
3 類	6	12	24	30	36
4 類	きずの点数が 3 類より多いもの				

b) 第 2 種のきずの分類 透過写真によるきずが第 2 種のきずである場合の分類は、表 17 の基準に従って行う。表中の数値は、きず長さの許容限度を示す。ただし、1 類と分類された場合でも、溶込み不良又は融合不良があれば 2 類とする。

表 17—第 2 種のきずの分類

単位 mm

分 類	母 材 の 厚 さ		
	12 以下	12 を超え 48 未満	48 以上
1 類	3 以下	母材の厚さの 1/4 以下	12 以下
2 類	4 以下	母材の厚さの 1/3 以下	16 以下
3 類	6 以下	母材の厚さの 1/2 以下	24 以下
4 類	きずの長さが 3 類より長いもの		

c) 第 3 種のきずの分類 透過写真によって検出されたきずが第 3 種のきずである場合の分類は 4 類とする。

5.8.6 総合分類

試験部の有効長さを対象として、きずの種別ごとに分類した結果に基づいて決定する総合分類は次による。

- a) きずの種別が 1 種類の場合は、その分類を総合分類とする。
- b) きずの種別が 2 種類以上の場合は、そのうちの分類番号の大きい方を総合分類とする。ただし、第 1 種のきず及び第 4 種のきずの試験視野に分類の対象とした第 2 種のきずが混在する場合で、きず点数による分類ときず長さによる分類がともに同じ分類であれば、混在する部分の分類は分類番号を一つ大きくする。このとき、1 類については、第 1 種と第 4 種のきずがそれぞれ単独に存在する場合、又は共存する場合の許容きず点数の 1/2 及び第 2 種のきずの許容きず長さの 1/2 を、それぞれ超えた場合にだけ 2 類とする。

5.9 試験記録

試験記録には、次の事項を含めるものとする。

- a) 試験体（品名・母材の板厚）
- b) 試験番号又は記号
- c) 撮影年月日、試験場所及び試験実施者
- d) 放射線装置名
- e) 線源寸法
- f) 電圧、電流及び露出時間
- g) フィルムの種類及び増感紙の種類
- h) 線源と透過度計間の距離及び透過度計とフィルム間の距離
- i) 現像液、現像温度及び現像時間
- j) 透過写真の識別最小線径、階調計の値（濃度差／濃度）及び試験部の濃度
- k) きずの像の分類結果
 - 1) きずの位置及び形状
 - 2) きずの分類

6 超音波探傷試験

6.1 一般事項

一般事項は、次のとおりとする。

- a) この項は、厚さ 6 mm 以上、曲率外半径 50 mm 以上で表 1 に示す艦船用鋼材の完全溶込み溶接部の超音波探傷試験方法及びその試験結果の分類方法について規定する。
- b) ここに定める以外の超音波探傷試験方法に関する一般事項は、JIS Z 2344 による。
- c) 探傷法は、斜角法、垂直法とする。

6.2 試験実施者の資格

試験実施者は、JIS Z 2305 に定める超音波探傷試験レベル 1 技術者以上の資格を有する者とする。

6.3 探傷装置及び附属品

6.3.1 探傷器

探傷器の機能、性能及び点検は、次のとおりとする。

- a) **探傷器に必要な機能** 探傷器は、パルス反射式とし少なくとも 2 MHz 及び 5 MHz の周波数で使用できなければならない。
- b) **探傷器に必要な性能**
 - 1) 増幅直線性は、JIS Z 2352 6.2.2 の増幅直線性によって測定し、±3 % の範囲内でなければならない。
 - 2) 時間軸直線性は、JIS Z 2352 6.1.1 の時間軸直線性によって測定し、直線性はフルスケールの±1 % 以内でなければならない。

- 3) 感度余裕値は、JIS Z 2352 6.5 垂直探傷の感度余裕値によって測定し、40 dB 以上でなければならない。
- c) 探傷器の点検 探傷器の点検は、b)に示す事項について、装置を初めて使用する時、補修を行った時及び12ヶ月以内ごとに点検しなければならない。点検の結果、b)の規定された性能に満たない場合には、使用してはならない。

6.3.2 斜角探触子

斜角探触子の機能、性能及び点検は、次のとおりとする。

a) 探触子に必要な機能

- 1) 探触子は、使用する探傷器に適合したものでなければならない。
- 2) 試験周波数は、5 MHz (又は2 MHz) を原則とする。
- 3) 探触子の振動子公称寸法と公称屈折角は、原則として表18のとおりとする。

表 18—斜角探触子の振動子の公称寸法と公称屈折角

公称周波数 MHz	振動子の公称寸法 mm	公称屈折角 度
2	14 × 14	70, 60, 45
	20 × 20	
5	10 × 10	
	8.5 × 5	
	6.6 × 5	
	5.8 × 5	
	5.4 × 5	

- b) 探触子に必要な性能 探触子に必要な性能は、次に示すほか JIS Z 3060 附属書 A の斜角探触子に必要な性能による。

- 1) 接近限界長さ 接近限界長さは、表19に示す値以内でなければならない。

表 19—接近限界長さ

振動子の公称寸法 mm	接近限界長さ mm
20 × 20	25
14 × 14	20
10 × 10	15

- 2) 屈折角 公称屈折角とSTB屈折角ならびに表25のRB-A1型で測定した探傷屈折角との差異は、常温(10~30°C)において、±2°範囲以内でなければならない。

3) **分解能** 使用する探傷器と組み合わせたときの分解能は、JIS Z 2352 6.4 の斜角探傷の分解能によって測定し、表 20 に示す値以下とする。

表 20-斜角探触子の分解能

公称周波数 MHz	分解能 mm
2	9
5	5

4) **不感帯** 使用する探傷器と組み合わせたときの不感帯の範囲は、JIS Z 2350 8.3.7 の不感帯によって測定し、表 21 に示す値以下でなければならない。

表 21-斜角探触子の不感帯

公称周波数 MHz	振動子の公称寸法 mm	不感帯 mm
2	14 × 14	25
	20 × 20	15
5	10 × 10	10

5) **ビーム中心軸の偏り** ビーム中心軸の偏りは、JIS Z 2350 の非集束探触子のビーム中心軸の偏りと偏り角によって測定し、探触子の側面と試験片の端面の法線とのなす角が 2° を超えてはならない。

c) **探触子の点検** 使用する探触子の点検は、b) に示す事項について表 22 に規定した期間内に点検しなければならない。点検の結果、b) に規定された性能に満たない場合は、使用してはならない。

表 22-斜角探触子の性能点検時期

点検項目	点検時期
接近限界長さ 屈折角 分解能 不感帯 ビーム中心軸の偏り	購入時及び補修を行った直後ならびに 12 か月ごと

6.3.3 垂直探触子

a) 探触子に必要な機能

- 1) 探触子は、使用する探傷器に適合したものでなければならない。
- 2) 試験周波数は、5 MHz (又は2 MHz) を原則とする。
- 3) 振動子の寸法は、円形の振動子とし、その公称直径は表 23 のとおりとする。

表 23—垂直探触子の公称直径

公称周波数 MHz	振動子の公称直径 mm
2	20, 28
5	10

- b) 探触子に必要な性能 使用する探傷器と組み合わせたときの分解能は、JIS Z 2352 の垂直探傷の遠距離分解能によって測定し、表 24 に示す値以下とする。

表 24—垂直探触子の分解能

公称周波数 MHz	分解能 mm
2	9
5	6

- c) 探触子の点検 使用する探触子の点検は、b) に示す事項について、始めて使用する時及び少なくとも 12 か月ごとに点検しなければならない。点検の結果、b) に規定された性能に満たない場合には、使用してはならない。

6.4 標準試験片・対比試験片

6.4.1 標準試験片

標準試験片は、次のとおりとする。

- a) S T B - A 1 S T B - A 1 は、JIS Z 2345 に規定するものを使用する。
- b) S T B - A 2 S T B - A 2 は、JIS Z 2345 に規定するものを使用する。

6.4.2 対比試験片

対比試験片は、次のとおりとする。

試験片は、穴、スリット及びR等の加工前に上面及び側面から全面を局部水浸法によって 5 MHz 直径 20 mm の探触子を用いて超音波探傷し、JIS Z 2345 に規定する STB-GV2 のエコー高さの 1/4 より大きなきずエコーがあつてはならない。

ただし、試験片の鋼材は表 25 のとおりとする。

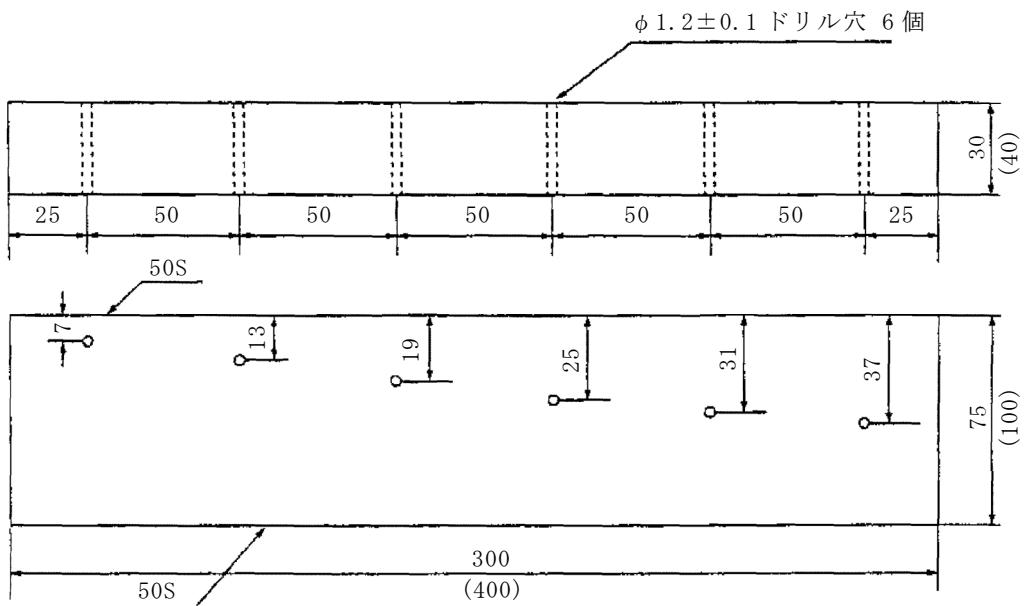
- a) **RB-A1NS** RB-A1NS は、JIS Z 2345 に規定する STB-A1 と同じ形状寸法とする。
- b) **RB-A3NS** RB-A3NS は、JIS Z 2345 に規定する STB-A3 と同じ形状寸法とする。

表 25—RB-A1NS 及び A3NS の鋼材と適用する試験体の鋼材

記号	試験片の鋼材	試験体の鋼材
RB-A1NS 4 6 RB-A3NS 4 6	NS 4 6	NS 4 6, NF 4 6
RB-A1NS 6 3 RB-A3NS 6 3	NS 6 3	NS 6 3, NF 6 3, NC 6 3
RB-A1NS 8 0 RB-A3NS 8 0	NS 8 0	NS 8 0, NF 8 0, NC 8 0
RB-A1NS 9 0 RB-A3NS 9 0	NS 9 0	NS 9 0
RB-A1NS 11 0 RB-A3NS 11 0	NS 11 0	NS 11 0, NF 11 0
RB-A1NS 9 NI RB-A3NS 9 NI	NS 9 NI	NS 9 NI, NF 9 NI

- c) **RB-4NS** RB-4NS は、図 2 に示す形状のもの 2 種類とする。ただし、試験片の鋼材は、表 26 のとおりとする。標準穴と仕上げ面との平行度は、0.3 mm、両仕上げ面の平行度は 0.1 mm 以内でなければならない。

単位 mm



備考 () 内寸法は、RB-4NSE80を示す。

なお、RB-4NSE80の $\phi 1.2$ mm ドリル穴は、上記ドリル穴以外に深さ43 mm 及び49 mmに設けて、ドリル穴相互の間隔は50 mmとする。

図2-RB-4NSの形状及び寸法

表26-RB-4NSの鋼材と適用する試験体の鋼材

記号	試験片の鋼材	試験体の鋼材
RB-4NS46	NS46	NS46, NF46
RB-4NS63	NS63	NS63, NF63, NC63
RB-4NS80	NS80	NS80, NF80, NC80
RB-4NSE80	NS80	NS80, NF80, NC80
RB-4NS90	NS90	NS90
RB-4NS110	NS110	NS110, NF110
RB-4NS9NI	NS9NI	NS9NI, NF9NI

d) RB-A7NS RB-A7NSは、曲率外半径250 mm未満の長手継手に適用する対比試験片で、図3及び表27に示す形状寸法のものとする。ただし、試験片の鋼材は、表28のとおりとする。標準穴と接触面との平行度は0.5 mm以内でなければならない。

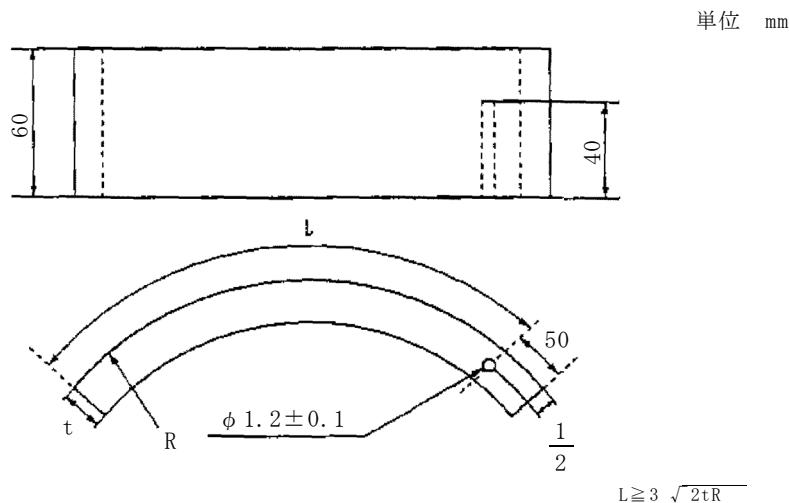


図 3 - RB-A7NS の形状及び寸法

表 27 - RB-A7NS と試験体の曲率半径

単位 mm

試験片	試験片寸法		試験体の曲率外半径
	曲率外半径 R	板厚 t	
R 1	50	10	50 ≤ R < 60
R 2	75	10	60 ≤ R < 80
R 3	100	20	80 ≤ R < 125
R 4	150	20	125 ≤ R < 175
R 5	200	20	175 ≤ R < 250

表 28 - RB-A7NS の鋼材と適用する試験体の鋼材

記 号	試験片の鋼材	試験体の鋼材
RB-A7NS 4 6	NS 4 6	NS 4 6, NF 4 6
RB-A7NS 6 3	NS 6 3	NS 6 3, NF 6 3, NC 6 3
RB-A7NS 8 0	NS 8 0	NS 8 0, NF 8 0, NC 8 0
RB-A7NS 9 0	NS 9 0	NS 9 0
RB-A7NS 11 0	NS 11 0	NS 11 0, NF 11 0
RB-A7NS 9 NI	NS 9 NI	NS 9 NI, NF 9 NI

6.5 接触媒質

接触媒質は、濃度 75% 以上のグリセリン水溶液、油又はこれに準ずるものを使用する。

6.6 探傷面の手入れ

探触子を接触させる面に、さび、スパッタなど超音波の伝達を妨げるような異物が存在する場

合は、これらを除去する。面が粗い場合は仕上げを行う。

6.7 斜角探傷

6.7.1 探触子の選定

探触子の選定は、次のとおりとする。

- a) 平板継手溶接部及び曲率半径が 1 000 mm 以上の円周継手溶接部及び曲率半径が 1 500 mm 以上で肉厚対外径比が 13% 以上の長手継手溶接部に使用する探触子は、平板と同じ取扱いとして探触子を選定する。原則として公称屈折角 70° を使用する。ただし、板厚が 60 mm を超える場合は、公称屈折角 45° を併用する。完全溶込みすみ肉継手では、開先のある部材側から探傷する場合（図 14(a), (b)）には、屈折角は 45° 又は 60° を使用する。
- b) 円周継手溶接部及び長手継手溶接部に使用する探触子で、曲率外半径が 250 mm 未満では、原則として振動子の寸法の一辺が 5 mm のものを使用する。
- c) 長手継手溶接部に使用する探触子の公称屈折角は、対象とする試験部の板厚 t と外直径 D の比 t / D の範囲によって、表 29 に示すものの中から選択する。

表 29—使用する探触子の公称屈折角

t / D	使用できる公称屈折角（度）
2.3% 以下	70, 60, 45
2.3% を超え 5.8% 以下	60, 45
5.8% を超え 13.0% 以下	45

- d) 長手継手溶接部で、曲率外半径が 250 mm 未満の場合は、探触子の接触面は表 27 に示す試験片の曲率に併せて、曲面加工を施さなければならない。

6.7.2 エコー高さ区分線の作成

エコー高さ区分線の例を図 5 に示す。エコー高さ区分線の作成手順は、次のとおりとする。

- a) 図 4 に例示する①の位置に探触子を置いて、その穴からエコー高さを 80% の感度に調整する。次に各位置（②, ③ …）でのエコー高さのピーク位置をプロットし、各点を直線で結ぶ。
- b) 上記感度より 6 dB 差の感度ごとに、各位置（①, ②, ③ …）でのエコー高さのピーク位置を順次プロットし、エコー高さが下側 10% 以下になる位置までプロットし、各点を直線で結ぶ。また、上側にも同様に 6 dB 差で最大使用ビーム路程において 40% を切らない位置までプロットし、各点を直線で結ぶ。
- c) ビーム路程が①の位置よりも短い範囲のエコー高さ区分線は、①の位置でエコー高さとし、直線で結ぶ。

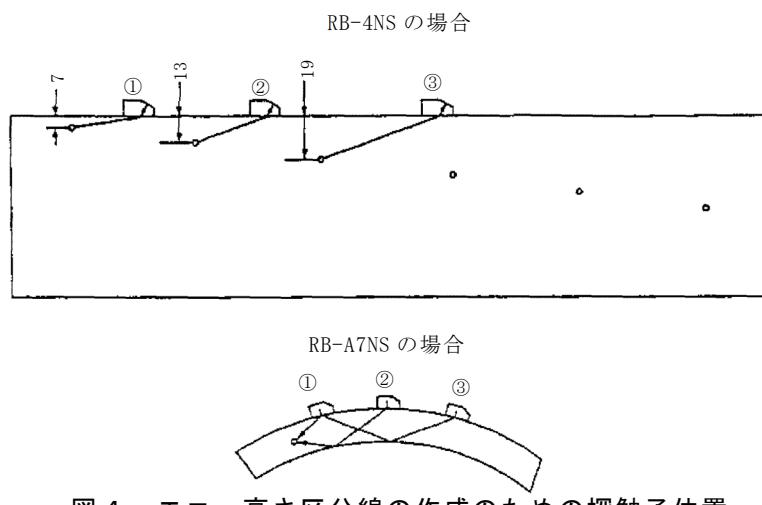


図 4 — エコー高さ区分線の作成のための探触子位置

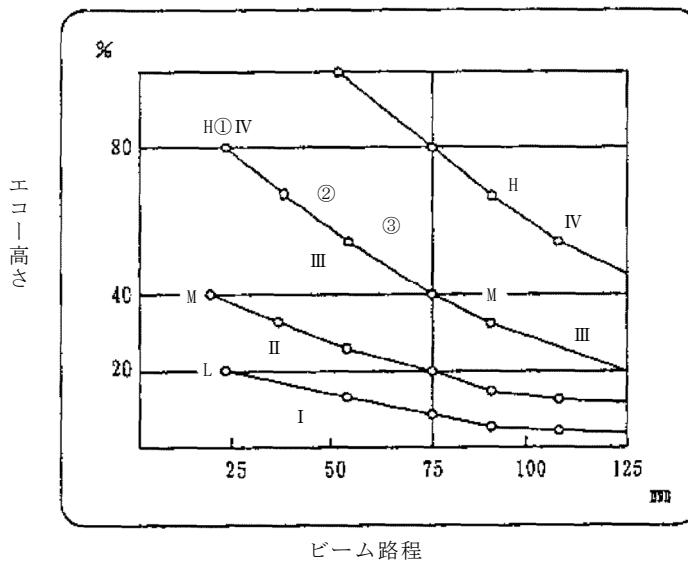


図 5 — エコー高さ区分線の作成例

6.7.3 エコー高さ区分線と領域の決定

エコー高さ区分線と領域の決定は、次のとおりとする。

- H線, M線及びL線の決定** H線の決定は、6.7.2で作成したエコー高さ区分線のうち、少なくとも下位から3番目以上の線を選びH線とし、これを感度調整基準線とする。H線は原則としてきずエコーの評価に用いられるビーム路程の範囲で、その高さが40%以下になる場合は、更に上位の線をH線とする。H線より6 dB低いエコー高さ区分線をM線とし、12 dB低いエコー高さ区分線をL線とする。
- エコー高さの領域区分** エコー高さの領域区分は、H線、M線及びL線で仕切られた領域を表30のとおりとする。

表 30—エコー高さの領域区分

エコー高さの範囲	エコー高さの領域
L線以下	I
L線を超えM線以下	II
M線を超えH線以下	III
H線を超えるもの	IV

6.7.4 探傷装置の調整及び点検

探傷装置の調整及び点検は、次のとおりとする。

- a) 曲率外半径 250 mm 未満の長手継手溶接部を除く試験体の場合
- 1) 入射点の測定とマーク 入射点は、原則として RB-A 3 NS 又は RB-A 1 NS を用いて ± 1 mm の精度で測定し、その位置を探触子の両側にマークする。
 - 2) 屈折角の測定 屈折角は、原則として RB-A 3 NS 又は RB-A 1 NS を用いて 0.5° の単位まで読み取る。
 - 3) 測定範囲の調整 測定範囲は、使用するビーム路程以上で必要最小限とする。調整は、原則として RB-A 3 NS 又は RB-A 1 NS を用いて、 $\pm 1\%$ の精度で行う。
 - 4) 探傷感度の調整 探傷感度の調整は、次による。
 4. 1) 平板、曲率外半径 1 000 mm 以上の円周継手及び曲率外半径 1 500 mm 以上の長手継手の探傷感度の調整は、RB-4 NS のドリル穴のエコー高さが H 線に合うようにゲイン調整し、これを探傷感度とする。
 4. 2) 曲率外半径 250 mm 以上 1 000 mm 未満の円周継手及び曲率外半径 250 mm 以上 1 500 mm 未満の長手継手の探傷感度の調整は、次による。
 4. 2. 1) 曲率による探傷感度補正值は、使用する接触媒質に応じて、円周継手の場合は、図 6 又は図 7、長手継手の場合は、図 8 又は図 9 から 1 dB 単位（四捨五入）で求める。ただし、図 6、図 7 及び図 8 及び図 9 の感度補正值は、試験体の外面（凸面）から探傷する場合に使用する。試験体の内面（凹面）から探傷する場合は、RB-4 NS 及び試験体を使用し、V 走査によって探傷感度の補正值を求める。
 4. 2. 2) 曲率による探傷感度の調整については、RB-4 NS のドリル穴のエコー高さが H 線に合うようゲイン調整し、さらに 6.7.4 a) 4. 2. 1) で求めた曲率による感度補正值を加えたものを探傷感度とする。ただし、曲率による感度補正值が 2 dB 以下の場合、補正は必要ない。
 4. 3) 曲率外半径 75 mm 以上 250 mm 未満の円周継手の探傷感度の調整については、振動子寸法が一边 5 mm の探触子を用いて RB-4 NS のドリル穴エコー高さが H 線に合うようにゲイン調整し、これを探傷感度とする。

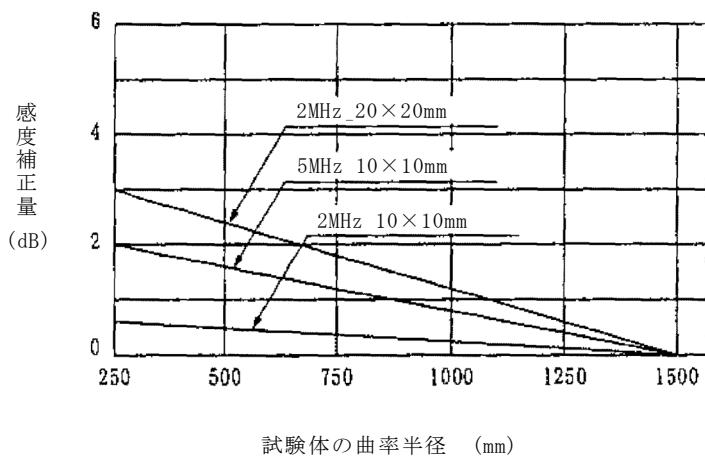


図 6－円周継手の曲率による感度補正值
(接触媒質：75%以上のグリセリン水溶液)

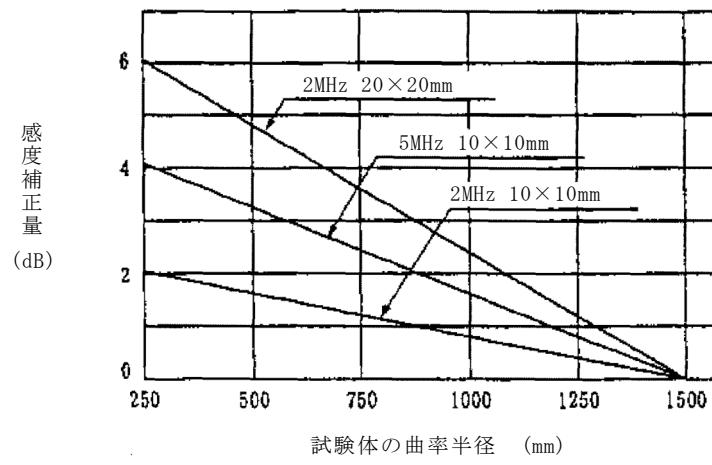


図 7－円周継手の曲率による感度補正值
(接触媒質：油)

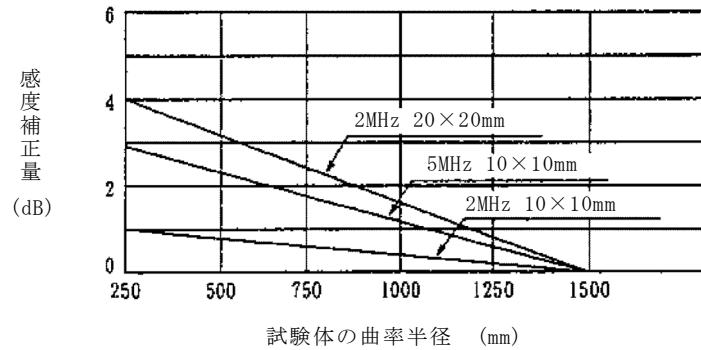


図 8－長手継手の曲率による感度補正值
(接触媒質：75%以上のグリセリン水溶液)

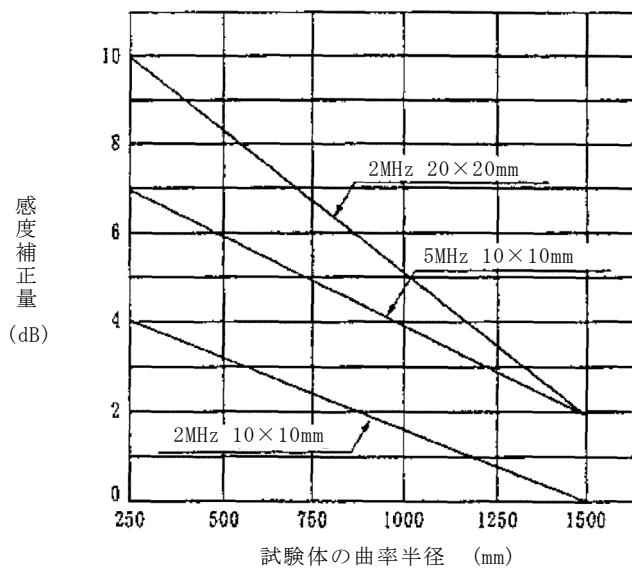


図9－長手継手の曲率による感度補正值
(接触媒質：油)

- 5) SN比の測定 SN比は、使用する探傷器と斜角探触子を組み合わせて、探傷感度における探傷器のゲイン値 (S dB) と、使用するビーム路程の範囲で、最大ノイズエコー高さがH線に到達するように感度を高め、その場合のゲインの値 (N dB) を測定し、(S - N dB) が-22 dB以下であることを確認する。
- 6) 点 検 入射点、屈折角、測定範囲、探傷感度及びSN比は、作業開始時及び作業時間4時間ごとに点検し、調整する。
- b) 曲率外半径 250 mm 未満の長手継手の試験体の場合
- 1) 入射点及び屈折角 入射点及び屈折角は、振動子寸法が一辺 5 mm の探触子を用いて、図10に示すようにR B - A 7 N S の標準穴を直射法 (P) 及び一回反射法 (Q) によってねらい、そのときの標準穴の中心から探触子前面までの探傷面に沿った距離 y_p , y_q を計測し、次式により算出する。探触子前面から入射点までの距離Aは1 mm 単位で、また屈折角 θ は0.5 度単位で求める。

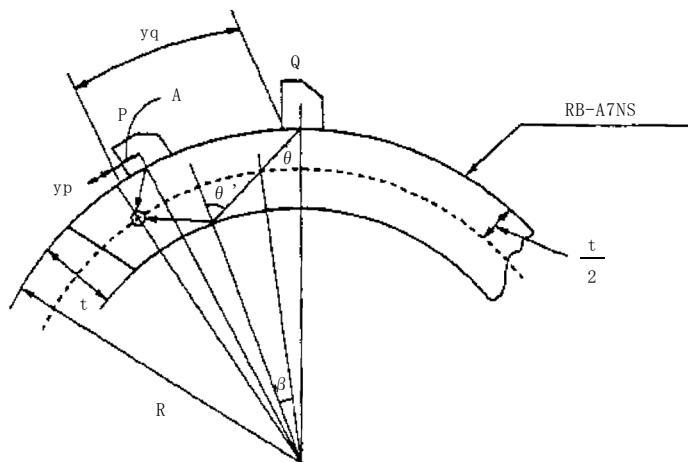


図 10—入射点及び屈折角

$$A = \frac{R(\theta' - \theta)}{57.3} - \frac{y_p + y_q}{2} \text{ (mm)}$$

$$\theta = \sin^{-1} \left[\left(1 - \frac{t}{R} \right) \sin \theta' \right] \text{ (度)}$$

$$\text{ただし, } \theta' = \tan^{-1} \left[\frac{(2R-t) \sin \beta}{(2R-t) \cdot \cos \beta - 2(R-t)} \right] \text{ (度)}$$

$$\beta = 28.7 \frac{y_q - y_p}{R} \text{ (度)}$$

- 2) 測定範囲の調整 測定範囲は、使用するビーム路程以上で必要最小限とする。調整は、原則としてRB-A3NS又はRB-A1NSを用いて、±1%の精度で行い、RB-A7NSで原点の修正を行う。
- 3) 探傷感度の調整 探傷感度の調整は、RB-A7NSの穴をH線に合うようにゲイン調整し、これを探傷感度とする。
- 4) SN比の測定 SN比は、使用する探傷器と斜角探触子を組み合わせて、探傷感度における探傷器のゲイン値 (S dB) と、使用するビーム路程の範囲で、最大ノイズエコー高さがH線に到達するように感度を高め、その場合のゲインの値 (N dB) を測定し、(S - N dB) が-22 dB以下であることを確認する。
- 5) 点 檢 入射点、屈折角、測定範囲、探傷感度及びSN比は、作業開始時及び作業時間4時間ごとに点検し、調整する。

6.7.5 探傷面及び探傷方法

探傷面及び探傷方法は、次のとおりとする。

- a) 突合せ継手 探傷の面及び側は、図 11 とする。探傷方法には、図 12 に示す直射法及び図 13 に示す反射法がある。探傷は、両面両側からの直射法を原則とし、直射法による探傷が困難な箇所は、反射法を用いる。

なお、電子ビーム溶接等が適用される板厚 40 mm 以上の I 開先部の探傷には、タンデム探傷法を用いててもよい。

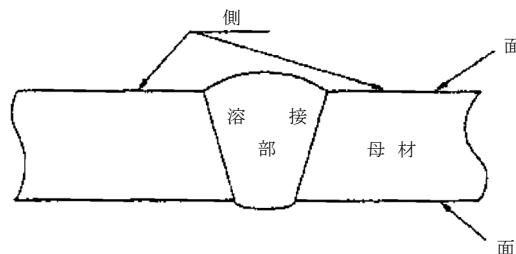


図 11-面と側

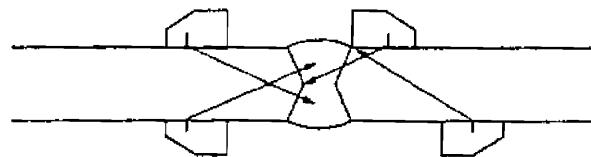


図 12-突合せ継手の直射法による探傷

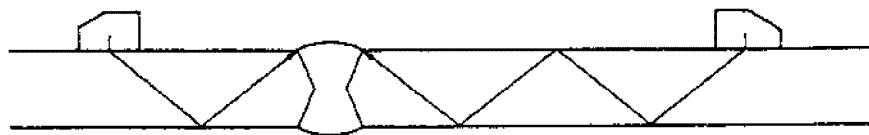


図 13-突合せ継手の反射法による探傷

- b) 完全溶込みすみ肉継手 開先を取った側からの探傷は、両面からの直射法を原則とし、図 14(a)の要領で探傷する。連続する部材側からの探傷は、図 14(b)の要領で行う。直射法のみによる探傷が困難な場合は、図 15 に示す要領で反射法で探傷する。

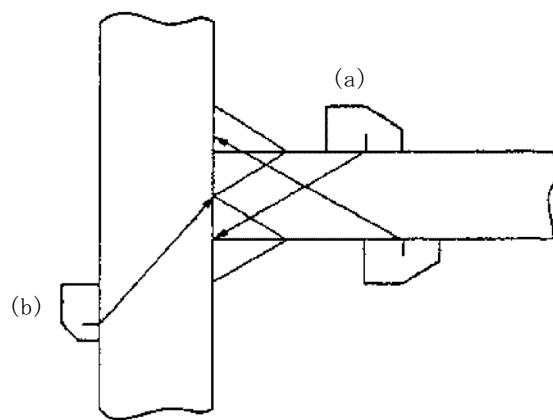


図 14—完全溶込みすみ肉継手の直射法による探傷

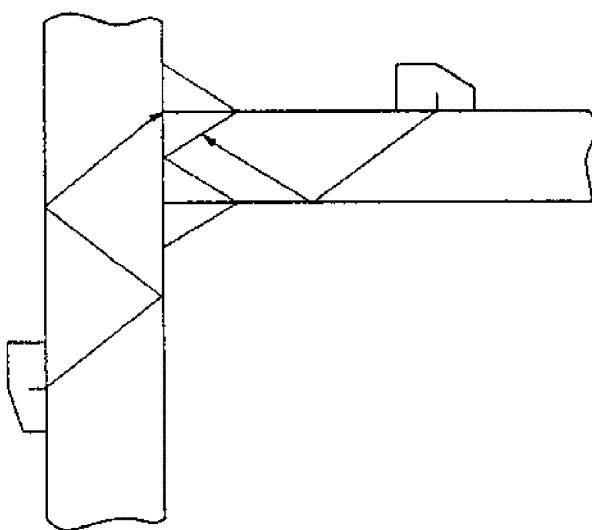


図 15—完全溶込みすみ肉継手の反射法による探傷

6.7.6 探傷試験

- a) 探傷は、試験体に応じて 6.7.4 a) 4) 又は 6.7.4 b) 3) に規定された探傷感度で行う。ただし、きずの見落としを防ぐために、規定された探傷感度より 6 dB 以上高い感度で探傷することができる。
なお、エコー高さの測定及びきずの指示長さの測定を行うときは、規定の探傷感度とする。
- b) 探触子の走査方法はジクザク走査方法と斜め平行走査方法を行う。きずエコーを検出した時は左右、前後、首振り及び振子走査方法を行う。
- c) エコー高さの測定は、最大エコー高さを示す位置及び方向に探触子を置き、その最大エコー高さがどの領域にあるかを読み取る。

- d) 評価の対象とするきずは、最大エコー高さがL線を超えるきずとし、試験結果の分類の対象とする。
- e) きずの指示長さの測定は、最大エコー高さを示す探触子溶接部距離において左右走査を行う。この場合、若干の前後走査を行うが、首振り走査は行わない。エコー高さがL線を超える範囲の移動距離を1 mmの単位で測定して、きずの指示長さとする。
- f) きずの位置の測定は次による。
 - 1) 平板状の試験体（曲率外半径1 000 mm以上の円周継手及び曲率外半径1 500 mm以上の長手継手を含む）のきずの位置（溶接線方向の位置、探傷面からの深さ、探触子から溶接部までの距離及びビーム路程）は、最大エコー高さを示す位置で測定する。
 - 2) 曲率外半径1 000 mm未満の円周継手及び曲率外半径250 mm未満の長手継手の横断面におけるきずの位置の測定は、平板状の試験体と同じ方法で行う。
 - 3) 曲率外半径250 mm以上1 500 mm未満の長手継手の横断面におけるきずの位置の測定はJIS Z 3060の附属書Dのきず位置の推定方法による。

6.8 垂直探傷

6.8.1 エコー高さ区分線の作成

エコー高さ区分線の例（ビーム路程50 mmの場合）を図16に示す。エコー高さ区分線の作成手順は、次のとおりとする。

- a) 図17に例示する①の位置に探触子を置いて、その穴からのエコー高さを80%の感度に調整する。次に各位置（②, ③・・・）でのエコー高さのピーク位置をプロットし、各点を直線で結ぶ。
- b) 上記感度より6 dB差ごとに各位置（①, ②, ③・・・）でのエコー高さのピーク位置を順次プロットし、エコー高さが下側10%以下になる位置までプロットし、各点を直線で結ぶ。また上側にも同様に6 dB差で最大使用ビーム路程において40%を切らない位置までプロットし、各点を直線で結ぶ。
- c) ビーム路程が①の位置より短い範囲のエコー高さ区分線は①の位置でのエコー高さとし、直線で結ぶ。

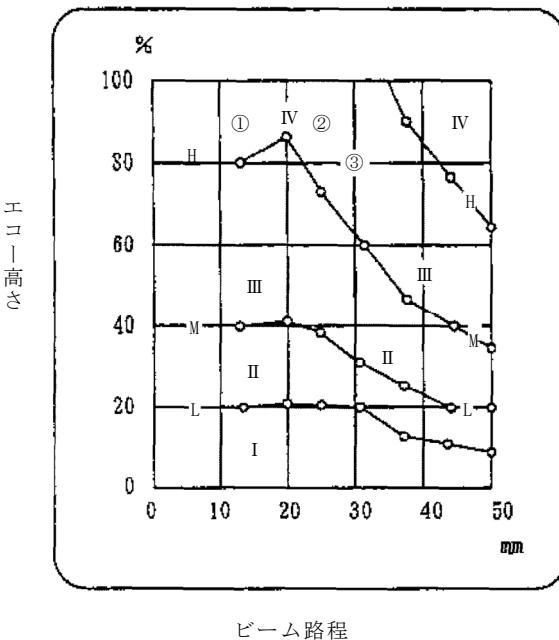


図 16—エコー高さ区分線の作成例

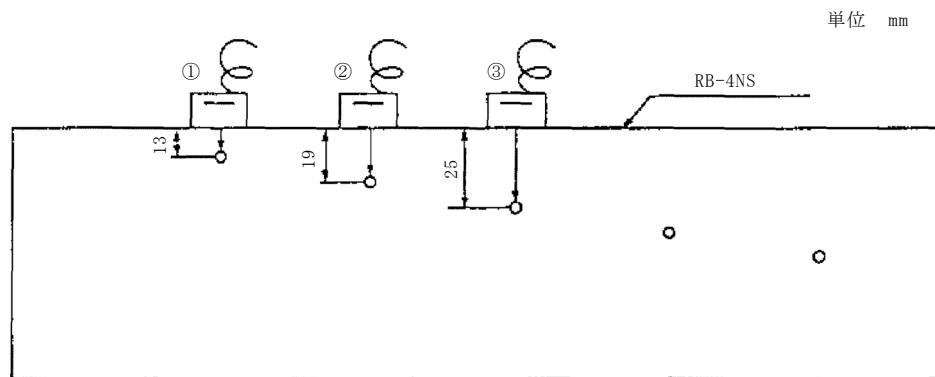


図 17—エコー高さ区分線の作成のための探触子位置

6.8.2 エコー高さ区分線と領域の決定

H線, M線及びL線と領域の決定は, 6.8.1 で作成したエコー高さ区分線を用い, 6.7.3 の要領による。

6.8.3 探傷装置の調整及び点検

探傷装置の調整及び点検は, 次のとおりとする。

- 測定範囲の調整は, 使用するビーム路程以上で R B - 4 N S を用いて $\pm 1\%$ の精度で行う。
- 探傷感度の調整は, R B - 4 N S のドリル穴のエコー高さが H 線に合うようにゲイン調整し, これを探傷感度とする。
- 垂直探触子の不感帶は, 使用する探傷感度で, 送信パルスの立ち上がりの点から送信パルスが, 最後に 20% となる点までの長さを鋼中距離として読み取り, 5 MHz の場合 8 mm 以下, 2 MHz の場合 15 mm 以下であることを確認する。
- 測定範囲、探傷感度及び不感帶は, 作業開始時及び作業時間 4 時間ごとに点検し調整する。

6.8.4 探傷試験

- a) 探傷は、6.8.3 b)に規定された探傷感度で行う。ただし、きずの見落しを防ぐために、規定された探傷感度より 6 dB 以上高い感度で探傷することができる。
なお、エコー高さの測定及びきずの指示長さの測定を行うときは、規定の探傷感度とする。
- b) 探触子の走査方法は図 18 に示す要領で行う。

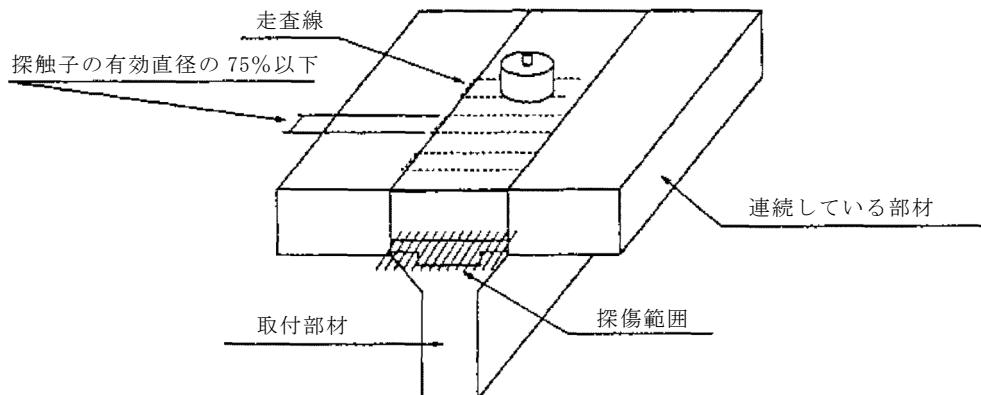


図 18—完全溶込みすみ肉継手の垂直探傷法

- c) エコー高さの測定は、最大エコー高さを示す位置に探触子を置き、その最大エコー高さがどの領域にあるかを読み取る。
- d) 評価の対象とするきずは、最大エコー高さが L 線を超えるきずとし、試験結果の分類の対象とする。
- e) きずの指示長さの測定は、最大エコー高さを示す位置を中心にその周囲の移動距離を 1 mm の単位で測定して、きずの指示長さとする。
- f) きずの位置（溶接線方向位置及び探傷面からの深さ）は、最大エコー高さを示す位置で測定する。

6.9 試験結果の分類

試験結果の分類は、きずエコー高さの領域が II 及び III の場合ときずの指示長さに応じて表 31 に従って行い、2 方向上以上から探傷した場合で、同一のきずの分類が異なるときは、下位の分類を採用する。

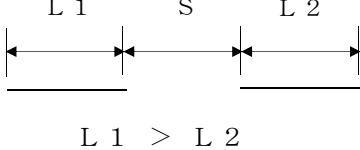
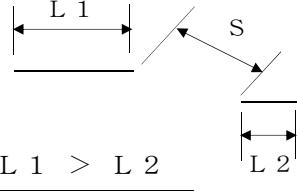
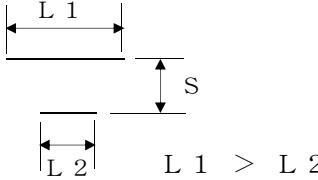
表 31-超音波探傷試験のきずエコー高さの領域ときずの指示長さによるきずの分類

領 域	II . III			IV
板 厚	6 mm 以上 70 mm 以下		70 mm を超えるもの	6 mm 以上
評価単位 分類	1 つのきずの指示長さ 長さにおけるきずの指示長さの合計	任意 300 mm 長さにおけるきずの指示長さの合計	1 つのきずの指示長さ 任意 300 mm 長さにおけるきずの指示長さの合計	1 つのきずの指示長さ
1 類	$t/4$ 以下	t 未満	17 mm 以下	t 未満
2 類	$t/2$ 以下	2 t 未満	35 mm 以下	2 t 未満
3 類	t 以下	4 t 未満	70 mm 以下	4 t 未満
4 類	t を超えるもの	4 t 以上	70 mm を超えるもの	4 t 以上 領域IVのものすべて

備 考 t は開先を取った側の母材の厚さ (mm) とする。ただし、突合せ継手で母材の厚さが異なる場合は、薄い方の厚さとする。

なお、この表 31 の適用にあたり、きずの指示長さの算出は、表 32 による。

表 32-きずが接近した場合のきずの指示長さの算出法

きずの接近状況	きずの指示長さの算出法
 $L_1 > L_2$	(1) $S > 2L_1$ のとき それぞれ別のきず (2) $S \leq 2L_1$ のとき $L_1 + L_2 + S$
 $L_1 > L_2$	(1) $S > 2L_1$ のとき それぞれ別のきず (2) $S \leq 2L_1$ のとき $L_1 + L_2$
 $L_1 > L_2$	(1) $S > 2L_1$ のとき それぞれ別のきず (2) $S \leq 2L_1$ のとき $L_1 + L_2 + S$

備考 L はきずの指示長さとし、 S はきずの端部間の距離とする。

6.10 試験記録

試験記録には、次の事項を含めるものとする。

- 試験体 (品名・形状・寸法・材質・表面状態)
- 試験番号又は記号

c) 試験年月日, 試験場所及び試験実施者

d) 探傷方法

e) 探傷器名

f) 探触子名

g) 試験片

h) 探傷位置

i) 接触媒質

j) 試験結果

1) きずのエコー高さ (領域)

2) きずの指示長さ

3) きずの位置

4) きずの分類

附属書 A

(参考)

非破壊試験におけるデジタルRT, フェーズドアレイUT, TOFD法の適用について

1 適用範囲

今回のNDS規格改正に合わせて、現状のNDS規格には織り込まれていない3手法、デジタルRT・フェーズドアレイUT・TOFD法について、NS鋼試験体による検証試験を実施し、適用性を調査・検討した。これらの手法は従来法と比較して、非破壊検査の信頼性、客観性、作業性の向上に極めて有効であると考えられるため、今後の適用に向けて、試験方法、課題について調査・検討し、その結果として本附属書に記載した。今回検討した試験方法を基に、データを蓄積の上、探傷条件、評価要領などについて更なる検討を行い、実艦への適用へ繋げるものとする。なお、実艦への適用については、従来法との併用を原則とし、合否判定は従来法で行う。

2 引用規格

次に挙げる規格は、新技術を適用する場合に引用される。これらの引用規格は、その最新版を適用する。

JIS Z 2300 非破壊試験用語

JIS Z 2305 非破壊試験技術者の資格及び認証

JIS Z 2306 放射線透過試験用透過度計

JIS Z 2307 放射線透過試験用複線形像質計による像の不鮮鋭度の決定

JIS Z 3104 鋼溶接継手の放射線透過試験方法

JIS Z 3110 溶接継手の放射線透過試験方法—デジタル検出器によるX線及び γ 線撮影技術

JIS Z 3060 鋼溶接部の超音波探傷試験方法

JIS Z 4606 工業用X線装置

Class NK フェーズドアレイ超音波探傷試験による非破壊検査ガイドライン

3 デジタル検出器による放射線透過試験（デジタルRT）

3.1 一般事項

デジタルラジオグラフィ（Digital Radiography）による放射線透過試験方法（以下D-RT）について適用する。

3.2 試験実施者の資格

試験実施者は、JIS Z 2305に定める放射線透過試験レベル1技術者以上の資格を有する者とし、D-RTについて十分な知識・技量をもち、かつD-RTにおける教育及び訓練を受けたものとする。

3.3 装置及び附属品

3.3.1 放射線透過装置

放射線透過装置は、JIS Z 4606 に規定するX線装置並びにこれらと同等以上の性能をもつ装置とする。

3.3.2 デジタル検出器

デジタル検出器は、JIS Z 3110 検出器システムによる。

3.3.3 透過度計

透過度計は、JIS Z 2306 に定めるものを使用する。

3.3.4 複線形像質計

複線形像質計は、JIS Z 2307 に定めるものを使用する。

3.4 試験方法

D-R-T による試験方法は、JIS Z 3110 デジタル撮影のための推薦技法による。

3.5 デジタル画像の要求事項

デジタル画像の要求事項は、JIS Z 3110 一般要求事項による。

3.6 試験結果の分類

試験結果の分類は、NDS Z 2004D 本文 5.8 きずの像の分類方法による。ただし、合否判定については、従来法で分類されたもので行うものとする。

3.7 試験記録

試験記録には、次の事項を含めるものとする。

- a) 試験体（品名・母材の板厚）
- b) 試験番号又は記号
- c) 撮影年月日、試験場所及び試験実施者
- d) 放射線装置名
- e) 線源寸法
- f) 電圧、電流及び露出時間
- g) 検出器の種類及び増感紙の種類
- h) 線源と試験体間の距離及び試験体と検出器間の距離
- i) デジタル画像の最小 IQI 値、基本空間分解能(SR_b)、正規化された信号対ノイズ比(SNR_N)
- j) きずの像の分類結果
 - 1) きずの位置及び形状
 - 2) きずの分類

※保存するデジタル画像データは、画像処理前のものとする。

4 フェーズドアレイUT法による超音波探傷試験

4.1 一般事項

フェーズドアレイUT法による超音波探傷試験方法（以下P A U T とする）について適用する。

4.2 試験実施者の資格

試験実施者は、JIS Z 2305 に定める超音波探傷試験レベル2技術者以上の資格を有する者とし、PAUTの探傷について十分な知識・技量をもち、かつ、PAUTにおける教育及び訓練を受けたものとする。

4.3 装置及び附属品

4.3.1 超音波探傷装置

PAUTで使用する超音波探傷装置は、NKフェーズドアレイ超音波探傷試験による非破壊検査ガイドラインによる。

4.3.2 探触子・くさび

a) 試験周波数

探触子の試験周波数は、原則として2 MHz以上5 MHz以下とする。必要に応じて5 MHzより高い周波数又は2 MHzより低い周波数を用いることができる。

b) 探触子の素子

探触子の素子は、選定した試験周波数、走査方法の条件、使用するビーム路程、組み合わせるくさび等を考慮して、素子形状、素子配列、素子幅、素子長さ、素子数、素子ギャップ、素子ピッチを選定する。

c) くさび

くさびは使用する探触子、探傷範囲及び電子走査の屈折角・屈折角の範囲等を考慮して選定する。

4.4 試験片

PAUTで使用する標準試験片及び対比試験片は、NDS Z 2004D本文6.4に規定するもの内、以下の通りのものとする。

4.4.1 標準試験片

a) STB-A 1

4.4.2 対比試験片

a) RB-A 1 NS

b) RB-4 NS

4.4.3 接触媒質

接触媒質は、濃度75%以上のグリセリン水溶液、油又はこれに準ずるものを使用する。

4.5 音速の測定

探傷に先立ち、試験箇所の音速を、横波垂直探触子等を用いて母材部で測定する。

4.6 探傷面の手入れ

探触子を接触させる面に、さび、スパッタなど超音波の伝達を妨げるような異物が存在する場合は、これらを除去する。面が粗い場合は仕上げを行う。

4.7 探傷装置の調整及び点検

探傷装置の調整及び点検は、次のとおりとする。

4.7.1 フォーカルロウの設定及び探触子配置

試験体の板厚及び開先形状により、適切なフォーカルロウの設定及び探触子配置を決定する。

4.7.2 探傷感度の設定

探傷装置のTCG機能を用いて、すべてのフォーカルロウで、PB-4NSの $\phi 1.2$ mm標準穴のエコー高さ80%に調整し、これを探傷感度とする。

4.7.3 エコー高さの領域区分

エコー高さの領域については、次表のように定義する。

エコー高さの範囲	エコー高さの領域
20%以下	I
20%を超え40%以下	II
40%を超え80%以下	III
80%を超える	IV

4.7.4 測定範囲の調整

測定範囲は、使用するビーム路程以上で必要最小限とする。

4.7.5 点検

測定範囲及び探傷感度は、作業開始時及び作業時間4時間ごとに点検し、調整する。

4.8 試験方法

PAUTによる試験方法は、次のとおりとする。

4.8.1 探触子の走査方法

溶接線と平行に自動もしくは半自動走査する。走査方向のデータ取得間隔は1 mm以下とする。

4.8.2 探傷面

探傷する面は、次のとおりとする。

- 突合せ継手** 探傷の面及び側は試験体の板厚及び開先形状により、NDS Z 2004D本文6.7.5による突合せ継手の片面両側及び両面両側とする。
- 完全溶込みすみ肉継手** 探傷の面は、NDS Z 2004D本文6.7.5図14、15に示す方法又はNDS Z 2004D本文6.8.4図18に示す方法による。

4.8.3 評価の対象とするきず

評価の対象とするきずは、最大エコー高さの領域がII以上のものとし、試験結果の分類の対象とする。

4.8.4 きずの位置及び指示長さの測定方法

きずの位置及び指示長さの測定は、以下の通りとする。

- きずの位置の測定** きずの位置は、最大エコー高さを示す位置において、溶接線方向の探触子位置、きずの深さ及び溶接継手に直交方向の探触子位置を読み取る。
- きずの指示長さの測定** 最大エコー高さが20%を超える範囲を1 mm単位で読み取り、きずの指示長さとする。

4.9 試験結果の分類

試験結果の分類は、NDS Z 2004D本文6.9試験結果の分類による。ただし、合否判定については、従来法で分類されたもので行うものとする。

4.10 試験記録

試験記録には、次の事項を含めるものとする。

- a) 試験体（品名・形状・寸法・材質・表面状態）
- b) 試験番号又は記号
- c) 試験年月日、試験場所及び試験実施者
- d) 探傷方法
- e) 探傷器名
- f) 探触子名
- g) 試験片
- h) 探傷位置
- i) 接触媒質
- j) 試験結果
 - 1) きずのエコー高さ（領域）
 - 2) きずの指示長さ
 - 3) きずの位置
 - 4) きずの分類

5 T O F D 法による超音波探傷試験

5.1 一般事項

T O F D (Time Of Flight Diffraction) 法による超音波探傷試験方法（以下 T O F D とする）について適用する。

5.2 試験実施者の資格

試験実施者は、JIS Z 2305 に定める超音波探傷試験レベル2技術者以上の資格を有する者とし、T O F D 法の探傷について十分な知識をもち、かつ、T O F D 法の適用に関する教育及び訓練を受けたものとする。

5.3 装置及び附属品

5.3.1 超音波探傷装置

超音波探傷装置は、JIS Z 3060 附属書 I に規定するものを使用する。

5.3.2 探触子

使用する探触子は、二つの同一の公称周波数、振動子の公称寸法及び公称屈折角の縦波探触子を送信及び受信に組み合わせる。

- a) **周波数** 使用する探触子の公称周波数は、1 MHz～15 MHz を用いる。試験体の厚さ又は深さ方向の探傷範囲に応じて附属書 A 表 1 を参考にして選定する。
- b) **振動子寸法** 使用する探触子の振動子寸法は、2 mm～20 mm を用いる。試験体の厚さ又は深さ方向の探傷範囲に応じて附属書 A 表 1 を参考にして選定する。
- c) **屈折角** 使用する探触子の公称屈折角は、40°～70° を用いる。試験体の厚さ又は深さ方向の探傷

範囲に応じて附属書 A 表 1 を参考にして選定する。

附属書 A 表 1 - T O F D 法において使用する探触子及びビームの交軸深さの例

試験体の厚さ (t) mm	深さ方向の 探傷範囲	公称周波数 MHz	振動子寸法 mm	公称屈折角 °	ビームの交軸深さ
6 以上～10 以下	0～t	10～15	2～3	70	2t/3
10 超え～20 以下	0～t	7～10	3～5	60～70	2t/3
20 超え～35 以下	0～t	5～10	5～7	60	2t/3
35 超え～50 以下	0～t	5～7	5～10	60	2t/3

5.4 試験片

T O F D で使用する標準試験片及び対比試験は、 NDS Z 2004D 本文 6.4 に規定するものの内、以下のものとする。

a) R B - 4 N S

5.5 探傷装置の調整

探傷装置の調整は、次のとおりとする。

5.5.1 入射点の測定

入射点の測定は、送信探触子と受信探触子の超音波の入射面とを合わせ、直接受信したパルス波形が最大ピークとなる位置から求める。

5.5.2 音速値の設定

音速値の設定は、試験体の縦波音速とし、縦波音速は、試験体の母材で、垂直探触子を使用して有効数字 3 衡まで測定したものとする。

5.5.3 測定範囲の調整

測定範囲の調整は、使用する範囲以上で、必要最小限とする。

5.5.4 探触子の保持機構

探触子の保持機構は、探触子が探傷面に良好な音響結合で保持されるように調整する。

5.5.5 探触子間隔の設定

探触子間隔は試験体の厚さ又はきずの深さに応じて附属書 A 表 1 のビームの交軸深さを参考にして設定する。

5.5.6 波形収録ゲートの調整

a) 波形収録ゲートの起点 波形収録ゲートの起点は、ラテラル波の伝搬時間以前とする。

b) 波形収録ゲートの範囲 波形収録ゲートの範囲は、起点から最初の裏面反射波の伝搬時間以上とする。

5.5.7 探傷感度の調整

探傷感度は、試験体においてラテラル波の波高値が 80% 程度となるように調整する。

5.6 探傷方法

T O F D 法による探傷方法は、次のとおりとする。

5.6.1 走査方法

走査方法は、**附属書A図1**に示すD-スキャンとする。

5.6.2 走査装置の配置

走査装置は、溶接部中心が探触子間隔の中央になるように配置する。

5.6.3 走査速度

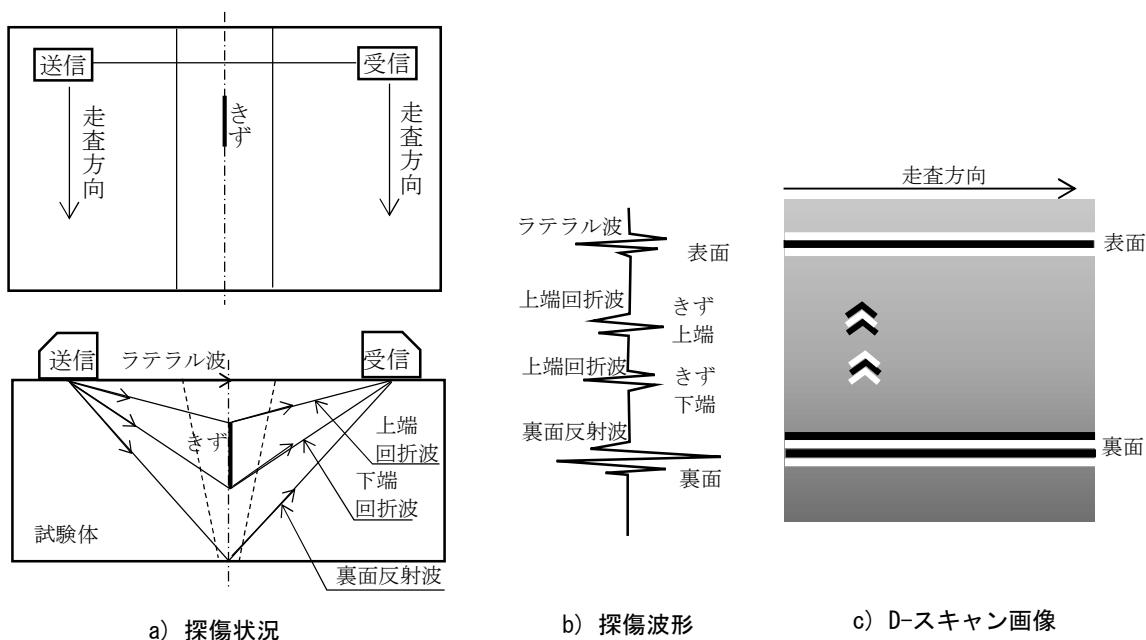
走査速度は、所定のデータ収録点において、データ収録を行える速度以下とする。

5.6.4 データ収録点の間隔の選定

データ収録点の間隔は、0.5 mm, 1 mm, 2 mmから選定する。

5.6.5 母材の走査

溶接部での探傷に先立ち、母材での走査を行う。母材の走査は、送信探触子及び受信探触子が共に探傷する溶接部のいずれかの母材面を走査する。



附属書A図1-D-スキャン

5.6.6 溶接部の走査

溶接部の走査は、250 mm～300 mm程度の単位長さごとに行い、各探傷箇所を識別できるようにする。

5.6.7 音響結合の確認

ラテラル波又は裏面反射波の表示画像で、音響結合の状態を確認する。画像が連続して表示されていない場合は音響結合が不良と判断し、再度探傷を行う。

5.7 探傷面

探傷する面は、NDS Z 2004D 本文 6.7.5 a)による突合せ継手の両面からとする。

5.8 きずの位置の測定方法

きずの位置の測定は、探傷時に収録した画像より行い、以下の通りとする。

a) きずの深さの測定 きずの深さは、収録されたきずの画像より、上端回折波及び下端回折波のピ

クにカーソルを合わせ、1 mm 単位で深さ方向の位置を読み取り、それぞれの位置の中心をきずの深さとする。

- b) **きずの指示長さの測定** 収録されたきずの画像より、探傷装置のゲート機能を使用して上端回折波の端部にカーソルを合わせ、1 mm 単位で溶接線方向の位置を読み取り、それぞれの端部の位置の差をきずの指示長さとする。上端回折波の端部が不鮮明な場合は下端回折波の端部で測定する。

5.9 試験結果の分類

試験結果の分類は、NDS Z 2004D 6.9 試験結果の分類 表 31 の領域 II・III による。ただし、合否判定については、従来法で分類されたもので行うものとする。

5.10 試験記録

試験記録には、次の事項を含めるものとする。

- a) 試験体（品名・形状・寸法・材質・表面状態）
- b) 試験番号又は記号
- c) 試験年月日、試験場所及び試験実施者
- d) 探傷方法
- e) 探傷器名
- f) 探触子名
- g) 試験片
- h) 探傷位置
- i) 接触媒質
- j) 試験結果
 - 1) きずの位置（溶接線方向）
 - 2) きずの指示長さ
 - 3) きずの深さ
 - 4) きずの分類

附屬書 B

(参考)

非破壊試験における FMC/TFM 法の適用について

1 適用範囲

今回の改正において、現状の NDS 規格には織り込まれていない非破壊試験方法として FMC/TFM(Full Matrix Capture / Total Focusing Method)法について検証試験を実施した。その結果、平板の突合せ継手という限定的な検査対象ながら、従来法よりも検査精度に優れることが確認されたことから、将来的な規格化を睨み、国内外の規格を調査し規格へ反映する場合に規定すべき項目を抽出した。

ただし、現状では附属書Aで示したデジタル RT, フェーズドアレイ UT, TOFD 法のように参考可能な国内規格も整備されておらず、規格化のためには更なる検討が必要なことから、附属書Aで示した 3 手法とは分け FMC/TFM 法の適用についてと題し附属書Bとして纏めた。

2 引用規格

次に挙げる規格は、新技術を適用する場合に引用される。この引用規格は、その最新版を適用する。

ASME Section V Article 4 Mandatory Appendix XI FULL MATRIX CAPTURE

3 FMC/TFM 法による超音波探傷試験

FMC/TFM 法を NDS 規格へ反映する場合に規定すべき項目を抽出するため、国内外の規格を調査した結果を示す。調査の結果、ASME Section V Article 4 Mandatory Appendix XI FULL MATRIX CAPTURE が抽出された。NDS 規格への反映にあたって、規定すべき項目として抽出した結果を表 1 に示す。FMC/TFM 法の NDS 規格への反映にあたっては、表 1 に示す各項目について規定内容を検討する必要がある。

FMC/TFM 法を適用するにあたってはつぎに示すような適用方法が考えられる。将来的に従来法の代替手法として適用するためには、判定基準設定の設定に必要なデータを蓄積することが必要である。

FMC/TFM 法の適用方法例

(1) 従来法との併用による試験作業の効率化

探傷対象範囲に対して、まず作業効率に優れる FMC/TFM 法によって探傷を実施し、欠陥が存在する範囲を特定うえで、従来手法による探傷を実施し、合否判定を行う。従来手法による探傷範囲を限定することで試験作業の効率化が期待される。

(2) 従来法との併用による不合格欠陥の補修効率化

従来手法で不合格となった欠陥に対して、方位分解能が高く、欠陥のサイジング性に優れる FMC/TFM 法による探傷を行う。欠陥に関するより詳細な情報（欠陥高さ、長さ、位置）を取得することで、効率的な補修範囲・方法の検討が可能になると期待される。

(3) 従来法の代替

従来の超音波探傷試験に代わり、FMC/TFM 法によって探傷試験を実施し合否判定を行う。従来法と比較し、欠陥検出性、欠陥サイジング性に優れるとともに、試験結果を画像化して容易に、かつ効率的に評価できるため、試験技術者の熟練度による影響の軽減が期待される。

表 1 FMC/TFM 法 要求項目の整理

*1) ○必須項目 △必須ではない項目

要求項目	区分 ^{*1)}	本技術の固有項目
試験対象物の形状(溶接厚さ, 素材/パイプ・板等)	○	
試験面	○	
技法の選択(垂直法/斜角法, 直接法/水浸法)	○	●
感度校正方法(校正用試験片と手法)	○	●
欠陥指示と疑似指示の識別方法	○	●
試験技術者に対する要件	○	●
探傷器の製造者・型式	○	●
コンピュータ・ソフトウェアのバージョン	○	●
探触子の製造者・型式	○	●
くさびの形状・寸法	○	
試験対象範囲	○	
振幅忠実性	○	●
表示フレーム(時間範囲, 解像度)	○	●
後処理グリッド(高さ, 幅, 解像度)	○	●
画像再構成技術	○	●
走査方法	○	
スキャナの製造者・型式	○	
走査技術(自動または半自動)	○	
走査・固定・ガイド機構	○	
欠陥サイジング手法(長さ, 深さ)	○	
溶接基準位置	△	
試験技術者の認証要求	△	
表面状態(試験対象, 校正試験片)	△	
接触媒質: ブランド名, または, 型式	△	
後処理方法	△	
自動アラーム, 記録装置(適用する場合)	△	
記録	△	

艦船用鋼材の溶接部の非破壊試験方法

及びその試験結果の分類方法 解 説

この解説は、本体に規定・記載した事柄及びこれらに関連した事柄を説明するもので、規格の一部ではない。

I. 作成経緯

この規格は、艦船用鋼材の溶接部の非破壊試験方法及びその試験結果の等級分類方法について、59 N D T 委員会で規格原案が作成され、平成2年9月に防衛庁規格として制定、平成7年5月にN S 80鋼板の板厚拡大に伴う改正、平成11年11月に艦載液体酸素タンク用9%ニッケル鋼及びN S 110鋼の追加に伴う改正が行われた。

(1) 平成2年9月制定時の基本方針

この規格が作成されるまでは、SI-1259（防衛庁海上幕僚監部艦船検査共通仕様書船体部工程中検査附属書船殻工事溶接部探傷）によって非破試験が実施されていたが、これは米海軍の NAVSHIPS 0900-006-9010 (Fabrication Welding and Inspection of HY-80 Submarine Hulls 1966) を基に作成されたものである。

その後の非破壊試験技術の進歩に伴い、等級分類方法の導入などが日本工業規格（JIS）及び日本溶接協会規格（WES）などでなされており、この規格の作成にあたっては、SI-1259には規定されていなかった試験方法及び等級分類方法を導入し、より合理的な方法を規定することとした。

この規格では、試験方法及び等級分類方法についてのみ規定するものとし、最近のJISを骨子として潜水艦構造を対象にして適用すべき試験方法の内容を抽出し、等級分類方法については現行SI-1259の合否判定基準を参考にして等級分類を規定した。

なお、試験体への各試験の適用、抜取率、試験時期及び欠陥の許容等級は、潜水艦の各部の構造に対する設計条件、使用条件、材料、工作法、使用実績などによって異なるため、この規格には含めないこととした。

(2) 平成7年5月改正時の主な変更点

NDS G 3111（艦船用超高張力鋼板）でN S 80鋼板の最大板厚が拡大されたのに伴い、この規格の内、溶接部の超音波探傷試験について見直しの必要が生じたため、規格内容を見直し、改正の運びとなった。主な変更点を以下に示す。

1) 超音波探傷試験

1.1) 超音波探傷試験の適用板厚の上限を従来の65 mmから100 mmに変更し、これに対する探傷方法を追加した。

1. 2) 探傷装置の性能点検方法を従来の **JIS Z 2344** (金属材料のパルス反射法による超音波探傷試験方法通則) から **JIS Z 2352** (超音波探傷装置の性能測定方法) によることとした。

2) 磁粉探傷試験

2. 1) 磁化装置は、従来の二極式に加え 4 極式を追加した。

3) 共通

3. 1) 試験実施者の資格を、**NDIS 0601** (非破壊検査技術者技量認定規定) に定める各試験の 2 種技術者以上の者から、1 種技術者以上の者に変更した。

3. 2) 用いられる用語及び引用規格の名称などを最新のものとした。

改正にあたっては、9 2 及び 9 3 NHA 委員会（委員長：稻垣道夫 日本溶接技術センター会長）が組織され、学識経験者、防衛庁、造船会社、製鋼会社及び溶材会社の各委員のもと、審議を行い規格改正案を作成した。

(3) 平成 11 年 11 月改正時の主な変更点

液体酸素タンク製造に伴う新たな鋼材規格、**NDS G 3141** (艦載液体酸素タンク用 9 %ニッケル鋼板) 及び **NDS G 3142** (艦載液体酸素タンク用 9 %ニッケル鍛鋼品) が制定されたこと、さらに既に 9 6 N S U - N D S 小委員会が組織され、審議を行い規格化されている **NDS G 3121** (艦船用超高張力鋼板 (N S 1 1 0)) 及び **NDS G 3122** (艦船用超高張力鍛鋼品 (N F 1 1 0)) 並びに 9 5 ~ 9 6 N S U - N S W 小委員会での N S 1 1 0 鋼の非破壊試験技術関連試験結果を踏まえて本規格に追加された。

また、液体酸素タンク用極低温用鋼材の溶接部の非破壊試験については、平成 6 ~ 8 年度に 9 4 ~ 9 6 N L T 委員会（委員長：豊田政男 大阪大学教授）で防衛庁技術研究本部試作「潜水艦用新型推進システムの研究試作」の関連試験として液体酸素タンク (L O X タンク) に関する工作法確立のための試験及び安全性評価のための試験等に関わる審議を行い潜水艦用の L O X タンクの設計、工作、検査等に関する技術資料を得たので、その技術資料を基に **NDS Z 2004B** “艦船用鋼材の溶接部の非破壊試験方法及びその試験結果の等級分類方法” と試験方法の特性及びきず検出精度が同等であることを確認したので、**NDS Z 2004B** に組み入れて、改正案をまとめた。主な変更点を以下に示す。

- 1) 適用鋼材として、**NDS G 3141**, **NDS G 3142**, **NDS G 3121** 及び **NDS G 3122** を追加して記述した。
- 2) **JIS Z 8301** (規格票の様式) の改正に伴い、細別の変更、図の題名位置の変更、引用規格を備考から新項目へ変更、表の両端への線の追加などを行った。

また、引用した規格の項目番号を項目名に変更した。
- 3) 各非破壊試験手順、項目名称、用語等を本規格で引用している非破壊試験関連の最新の内容に可能な限り整合させるとともに等級分類を廃止し、きずの分類とした。
- 4) 各種試験の内、放射線透過試験の **JIS** の改定作業は、1968 年に制定されて以来、改正されていなく、1995 年 2 月に改正された。これにより本規格の放射線透過試験については、**JIS** の改定後に見直しを行うことについていた項目も含め、ほぼ全文の見直しを行った。

- 5) 本体の平成7年改正時の改正点は、今回の改正点と差別するために可能な限り併記し記述することとした。

改正にあたっては、(社)日本溶接協会に98NLT委員会(委員長:豊田政男 大阪大学教授)が組織され、学識経験者、防衛庁、造船会社、製鋼会社及び溶材会社の各委員の出席のもとに審議を行い、規格改正案を作成した。

II. 主な改正点

今回の改正では、以下に示した観点から従来の規格の該当箇所を見直した。改正の概要を解説表1に示す。

- (1) 最新のJIS規格を参考に様式を修正した。
- (2) 引用規格の改廃に伴い、引用規格番号及び名称を改めた。
- (3) 非破壊検査技術者の規定の移行内容を解説付表3(NDS Z 2004C(1)防衛庁規格改正票による)として追加した。
- (4) JIS規格の改正に伴い、超音波探傷試験における点検・確認項目、確認内容を見直した。
- (5) デジタルRT、フェーズドアレイUT、TOFD法の3手法について、20NDS委員会で実施したNS鋼への適用性試験結果を元に試験方法例を纏め、**附属書A**として追加した。
- (6) FMC/TFM法について、20NDS委員会で実施したNS鋼への適用性試験結果を元に、今後規格化を行う際に規定すべき項目をまとめ、**附属書B**として追加した。

改正にあたっては、20NDS委員会(委員長;豊田政男 大阪大学名誉教授、副委員長;望月正人 大阪大学大学院教授)が組織され、学識経験者、造船会社、鋼材製造会社、溶接材製造会社の各委員出席の下に審議を行い、規格改正案を作成した。

解説表1-改正の概要、補足説明

項目番号	項目	説明
-	表題	表題の“防衛庁規格”を“防衛省規格”に改める。
1.3	試験実施者の資格	引用規格の移行に伴い、規格番号、名称及び試験実施者の資格名を改める。
2	引用規格	引用規格の改廃に伴い、引用規格番号および名称を改める。
3.1	一般事項	引用規格の改廃に伴い、引用規格番号および名称を改める。
3.2	試験実施者の資格	引用規格の移行に伴い、規格番号、名称及び試験実施者の資格名を改める。
3.3	装置・磁粉・検査液	引用規格の改廃に伴い、引用規格番号を改める。
3.4	標準試験片	引用規格の改廃に伴い、引用規格番号を改める。
3.5.3	前処理	引用規格の改廃に伴い、引用規格番号を改める。

項目番号	項目	説明
3.5.5	磁粉の適用	引用規格の改廃に伴い、引用規格番号を改める。
3.5.4	磁化	探傷有効範囲の規定について、最新の JIS 規格の記載に合わせた。
3.5.6	磁粉模様の観察	引用規格の改廃に伴い、引用規格番号を改める。
3.5.7	試験実施に際しての注意事項	引用規格の改廃に伴い、引用規格番号を改める。
4.2	試験実施者の資格	引用規格の移行に伴い、規格番号、名称及び試験実施者の資格名を改める。
4.4	対比試験片	最新に JIS 規格の内容に倣い、対比試験片の種類を変更する。
5.2	試験実施者の資格	引用規格の移行に伴い、規格番号、名称及び試験実施者の資格名を改める。
5.3.6	濃度計	廃止された引用規格を削除し、類似する規格やガイドブックの記載内容に変更する。
5.8.5 c)	第3種のきずの分類	他の項レベルに合わせ、5.8.6 から 5.8.5 c)に改める。
6.2	試験実施者の資格	引用規格の移行に伴い、規格番号、名称及び試験実施者の資格名を改める。
6.3.2	斜角探触子	(1) 最新の JIS 規格の内容に倣い、表 18、表 19、表 21、表 22 の内容を改める。 (2) JIS 規格の改正に伴い、A1 感度及び A2 感度の項を廃止する。 (3) 最新の JIS 規格の記載内容に倣い、“分解能”の項の記載内容を改める。
6.3.3	垂直探触子	最新の JIS 規格の内容に倣い、“感度余裕値”及び“不感帶”の項を削除する。また、探触子の点検頻度を改める。
6.7.4 a)		(1) 4.2)内の項番号の誤記を修正する。 (2) 最新の JIS 規格の内容に倣い、SN 比の調整を 5)に追加する。
6.7.4 b)		他の項レベルに合わせ、6.7.4 a) 6)から 6.7.4 b)に改める。また、これ以下の項目番号を繰り上げる。
6.7.6 f)		記載漏れや引用元不明箇所を、最新の JIS 規格の内容に改める。
6.8.3 c)		最新の JIS 規格に倣い、垂直探触子の不感帶の確認を本項に追記する。

III. 主な項目の説明

主な項目に関する細かい説明など参考となる事項は、次のとおりである。なお、項目番号は、規格本体の項目番号と対応させてある。

1 総則

1.1 適用範囲

平成 11 年の改正で、表 1 の適用鋼材に NDS G 3141, NDS G 3142, NDS G 3121 及び NDS G 3122 を追加して記述した。9 %ニッケル鋼材 (NS 9 NI 及び NF 9 NI) は、96 NLTにおいて、放射線透過試験及び超音波探傷試験について性能確認試験を行った。

また、NS 110 及び NF 110 についても 95 NSU-NSW 小委員会で性能確認試験を行った。それらの結果を基に NS 80 鋼と同等の試験方法及びきずの分類方法を適用することで問題ないことが確認され、特に変更すべき点はないので、これらの鋼材の溶接部についても本規格を適用することとして、これら 4 種類の鋼材規格を追記・適用することとした。

1.2 非破壊試験の種類・目的

非破壊試験の種類を対象とするきずから大別すると、表面のきずの探傷試験と内部のきずの探傷試験に二分して考えることができ、この規格ではいずれも一般的で実績のある試験方法を適用することとし、表面のきずの探傷試験には磁粉探傷試験及び浸透探傷試験を、また内部のきずの探傷試験には、放射線透過試験及び超音波探傷試験を用いることとした。

なお、一般的には非破壊試験の中に外観試験が含まれるが、潜水艦においては工作基準等でアンダカット、オーバラップ、余盛高さが規定されており、これに基づいて外観検査が実施されているので、この規格からは外観試験を除外して取り扱うこととした。日本溶接協会の鋼溶接部の非破壊試験適用通則 (WES2004: 2016 年廃止) の解説を参考に、各試験の目的とそれぞれの検出能力について説明するところ次のとおりである。

a) 磁粉探傷試験 (MT) は、表面きず及び表面直下のきずの検出が目的であり、一般に割れや線状のきずの検出度が高い。

また、表面のきずでも開口部がつぶれていれば、きずの内部に水や油脂類あるいは非金属介在物などの異物が存在する場合でも、検出能力の低下が浸透探傷試験よりも少ない。

b) 浸透探傷試験 (PT) は、表面に開口したきずの検出が目的である。表面に開口したきずでも内部に油脂類が存在する場合は、検出度が大きく低下するおそれがある。しかしピンホールのような円形状のきずで内部に異物が存在しない場合は、磁粉探傷試験よりも検出程度が優れている。

また、非磁性鋼材との溶接部及び異種金属の肉盛溶接部の表面に開口しているきずの検出に有効である。

c) 放射線透過試験 (RT) は、内部きずの全般の検出が目的であり、ブローホールなど比較的小さいきずを含め、溶接部全体のきずを検出し、フィルムによる記録性においても優れている。一般に突合せ継手全般に適用され実績も多い。

d) 超音波探傷試験 (UT) は、内部きずの検出を目的とするが、通常ブローホールの検出は困難なため、球状のきずを除く各種の割れ、溶込み不良及び融合不良のような面状のきずの検出が主たる目

的となる。

また、極厚の継手や完全溶込みすみ肉継手など放射線透過試験では検査が困難な箇所に対する内部きずの検出に有効である。

1.3 試験実施者の資格

平成 7 年の改正で、総則において、各試験に従事する試験実施者の資格を、**“NDIS 0601 に定める各試験の 1 種技術者以上の資格を有する者”** と明記した。

試験方法と分類方法を規定する本規格においては、**解説付表 1** に示すように 1 種技術者が適合しているものと判断した。

本規格の対象が潜水艦という複雑かつ特殊な構造物であることから、試験実施者は非破壊試験方法及び分類のほかに構造、工作及び溶接などの関連知識に習熟していることが要求される。

なお、**解説付表 1** に示すように手順書の作成、試験結果の判定、1 種技術者が対応できない内容については、当然 2 種あるいは 3 種技術者が対応すべきである。

平成 16 年の規格改正票 : **NDS Z 2004C(1)** では、平成 15 年より非破壊試験実施者の資格認定制度が、日本非破壊検査協会規格 **NDIS 0601** に基づく認定から **JIS Z 2305** に基づく認定に移行された直後であったことを受けて、両規格の資格を認める内容に改められた。今回の改正では、**NDIS 0601** に基づく認定から **JIS Z 2305** に完全に移行されていたため、**NDIS 0601** は削除した。

2 引用規格

平成 11 年の改正で、**JIS Z 8301** の改正に伴い、新たに項目を立てた。また、新たに追加した材料規格及び本体の見直しにより追加された関連規格を追加・記述した。

今回の改正では、規格の改廃状況を反映した。

3 磁粉探傷試験

平成 11 年の改正で、**JIS G 0565**（鉄鋼材料の磁粉探傷試験方法及び磁粉模様の分類）の規定から、等級分類が廃止されたことに伴い、本規格では“等級分類”を“磁粉模様の分類”とし“級”を“類”とした。

また、今回の改正では、**JIS G 0565** が廃止されていたため、移行先の **JIS Z 2320** に引用先を改めた。

3.1 一般事項

潜水艦の艦船用鋼材溶接部に適用する交流極間法磁粉探傷試験について規定するもので、試験の装置及び方法などは、**JIS G 0565** と同様の内容である。

磁粉模様のきずの分類は、**SI-1259** の判定基準も参考にして規定した。

なお、平成 7 年の改正で、引用規格の **JIS G 0565** の表題が変更されたのに伴い、従来の“鉄鋼材料の磁粉探傷試験方法及び欠陥磁粉模様の等級分類”を“鉄鋼材料の磁粉探傷試験方法及び磁粉模様の分類”に変更した。また、“欠陥”と“きず”的使い分けを明確にした。

3.2 試験実施者の資格

平成 7 年の改正で試験実施者の資格を従来の“磁粉探傷検査 2 種技術者以上の資格を有するものと判定されたものとする。”から“極間法磁粉探傷検査 1 種技術者以上の資格を有する者とする。”に変更した。

今回の改正では、平成 15 年からの資格認定制度の移行内容を反映し、試験実施者の資格を“極間法磁粉探傷検査レベル 1 技術者、磁粉探傷試験レベル 1 技術者以上の資格を有する者とする。”に変更した。

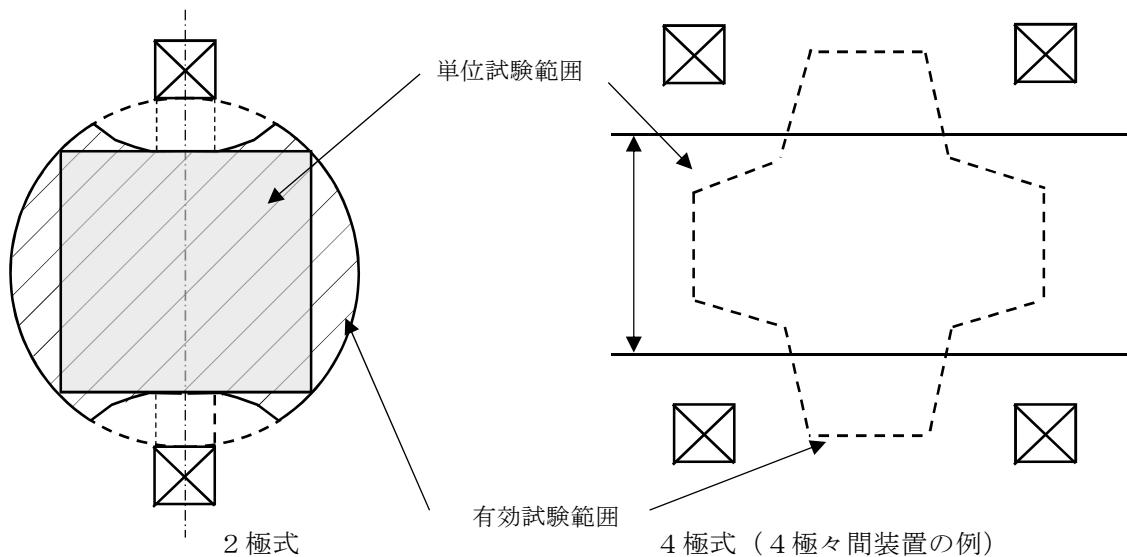
この詳細は、**本解説Ⅲ. 1.3 項**を参照されたい。

3.3 磁化装置

この規格では、次の理由で原則として AC ヨーク法を用いることとした。

- a) プロッド法では、スパーク、加熱、焼け焦げを生じやすく、母材を傷つけるおそれがある。
- b) AC ヨーク法と DC ヨーク法を比べると、表面のきずの検出については、表皮効果のため AC ヨーク法の方が優れている。
- c) AC ヨーク法において 4 極式連続法の適用については、近年精度、信頼性を確認した上で平板状広範囲な試験面、単純形状の溶接線上検査に多用されている。したがって、要求検査精度を維持できることが、本文 3.5.4 で確認させた範囲内で、平面試験体に限定して適用してもよいこととした。これら平板状試験体に対して、参考のために、有効試験範囲と単位試験範囲の設定例を**解説図 1**に、2 極式及び 4 極式の特徴を**解説表 2**に示す。

今回の改正で、最新 JIS 規格で規定されている探傷有効範囲を設定する際の注意点を本文 3.5.4 に追記しており、その内容に合わせて**解説図 1**も変更した。



解説図 1－有効試験範囲と単位試験範囲の設定例

解説表 2－2 極式と 4 極式の特徴

項 目	2 極 式	4 極 式
適用箇所	複雑な形状や局部的な試験面に適している。さらにあらゆる磁化姿勢がとれる。	平面状広範囲の試験面に限り適用できる。
検出できるきず	磁束とほぼ直角方向のきずが検出される。	あらゆる方向のきずが 1 回の探傷で検出できる。
検査の精度	正しく磁化の方向を変えて 2 方向で試験面を探傷する必要があるが、方向の採り方で検査漏れのおそれがある。	回転磁場で、連続的に一定条件で探傷できるので検査漏れの生じるおそれがないが、一定の精度で探傷できる。 ただし、磁極と試験面のギャップ量及び検査速度については注意を要する。
その 他	装置が比較的軽便で、取扱が容易である。	重量はあるが移動用車輪がついているので、操作が比較的容易で、かつ、鉄心が非接触なので試験体に傷をつけることがない。 ただし、検査面が平面上のものに限定される。

3.4 標準試験片

本体で示す標準試験片は、一般の構造物溶接部で探傷に必要な磁場の強さが、連続法では 15~25 (Oe) であることと、日本溶接協会の鋼溶接部の非破壊試験適用通則 (WES2004: 2016 年廃止) の最上位技術区分とを考慮して選定した。

3.5.1 試験方法

蛍光磁粉は、非蛍光磁粉に比べ、磁粉模様の観察が容易であり、それだけ検出精度も良い。したがって、試験方法は、蛍光磁粉を用いた湿式法を原則として用いなければならない。ただし、非蛍光磁粉の乾式法は、予熱部など加熱された試験体に適用するものとする。

3.5.4 磁化

a) きずの検出感度は、主に試験体の磁化状態と磁粉の適用状態に依存する。試験体の磁化状態は、試験体の形状及び磁気特性と、試験体に作用する磁場の方向と強さによって定まる。試験体に必要な磁場の強さは、試験体の磁気特性、試験面の形状、粗さ及び検出しようとするきずの存在位置、形状、大きさによって異なるため、単位試験範囲の設定は、あらかじめ有効試験範囲を求めてから行う必要がある。

今回の改正では、探傷有効範囲を設定する際の注意点として、JIS Z 2320 に記載されている内容を追記した。

- b) 磁極の配置は、溶接部のきずの方向の大部分が縦及び横方向であることから本文図 1 のとおりとした。
- c) 検出すべききずが異なる方向をもつ場合には、それぞれについて磁場の方向及びその強さが適性であることを検討する必要がある。

3.6 試験結果の分類

- a) SI-1259 に規定されている内容を参考として分類を設定した。NDS Z 2004 の分類と SI-1259 の合否基準を解説表 3 に示す。

解説表 3—NDS Z 2004 の磁粉模様の分類と SI-1259 の合否基準

○ 合格 × 不合格

NDS Z 2004			SI-1259		
種 別	分 類	磁粉模様の長さ (分散した磁粉模様は合計さ)	N S 8 0	N S 6 3	
				グラインダ 仕上げ部	その 他
割れによる 磁 粉 模 様	1 類	磁粉模様なし	○	○	○
	4 類	検出したすべての磁粉模様	×	×	×
線 状 の 磁 粉 模 様	1 類	磁粉模様なし	○	○	○
	2 類	1.5 mm 以下	×	○	○
	3 類	1.5 mm を超え 3.0 mm 以下	×	×	○
	4 類	3.0 mm を超えるもの	×	×	×
円 形 状 の 磁 粉 模 様	1 類	磁粉模様なし	○	○	○
	2 類	1 mm 以下	○	○	○
	3 類	1 mm を超え 3 mm 以下	×	×	○
	4 類	3 mm を超えるもの	×	×	×
分散した磁粉 模 様 溶 接 長 150 mm に お ける線状磁粉 模 様	1 群	磁粉模様なし	○	○	○
	2 群	3 mm 以下	×	○	○
	3 群	3 mm を超え 6 mm 以下	×	×	○
	4 群	6 mm を超えるもの又は 2 個の磁 粉模様で相互の距離が 25 mm 以 内のもの	×	×	×

- b) 分散した磁粉模様で「2 個の磁粉模様相互の距離が 25 mm 以内のものは 4 群」との規定は SI-1259 並びに NAVSHIPS 0900-006-9010 の 7.4.1 項 MT 検査溶接部の規定に準じて定めた。
- c) SI-1259 では「深さ 1.5 mm 以内のグラインダで消える磁粉模様は、きずとみなさない」と規定しているが、これは、きずの処置に対する項目であるので、本体に規定することはさけた。
- d) 長さのつながった一つのきずであっても、検出した磁粉模様がところどころ寸断している場合もある。したがって、JIS G 0565 に準じて近接した磁粉模様の長さを規定した。

4 浸透探傷試験

平成 11 年の改正で、JIS Z 2343（浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類）の規定から、等級分類が廃止されたことに伴い、本規格では、“等級分類”を“浸透指示模様の分類”とし“級”を“類”とした。

4.1 一般事項

潜水艦の艦船用鋼材溶接部に適用する浸透探傷試験について規定するもので、試験の方法等は、JIS Z 2343 と同様の内容である。

浸透指示模様のきずの分類は、SI-1259 の判定基準も参考にして規定した。

なお、平成 7 年の改正で、引用規格の JIS Z 2343 の表題が変更されたのに伴い、従来の“浸透探傷試験方法及び欠陥指示模様の等級分類”を“浸透探傷試験方法及び浸透指示模様の分類”に変更した。また、“欠陥”と“きず”的使い分けを明確にした。

4.2 試験実施者の資格

平成 7 年の改正で試験実施者の資格を従来の“浸透探傷検査 2 種技術者以上の資格を有するものと判定されたものとする。”から“溶剤除去性浸透探傷検査 1 種技術者以上の資格を有する者とする。”に変更した。

今回の改正では、平成 15 年からの資格認定制度の移行内容を反映し、試験実施者の資格を“溶剤除去性浸透探傷検査レベル 1 技術者、浸透探傷試験レベル 1 技術者以上の資格を有する者とする。”に変更した。

この詳細は、**本解説 III. 1.3 項**を参照されたい。

4.3 探傷剤

本規格では試験の方法は溶剤除去性染色探傷試験と規定されており、特別な装置を必要としないため 3.3.1 試験装置の項を全文削除した。

4.6.3 試験の操作

除去処理が不足のときは、試験体の表面全体が発色して浸透指示模様の識別を困難にし、また、除去が過度の場合は、きずを検出しないことがある。この処理は、各操作のうち最も経験を必要とするもので、必要にして最小限度の洗浄を行うことが大切である。乾燥処理において溶剤除去性浸透液と速乾式現像剤を組み合わせて用いる方法（V C - S）では加熱してはならない。これは溶剤除去性浸透液は揮発性が強く、加熱すると、きず中の浸透液が揮発し、検出感度が低下するためである。したがって、この規格では現像前の乾燥は工程から省いた。

また、現像処理で使用する速乾式現像剤は、分散媒である溶剤の浸透性が強いので、試験体を浸せきしてはならない。

4.4 対比試験片

今回の改正で、JIS Z 2343 の改正に伴い対比試験片を“A型対比試験片”から“タイプ 3 対比試験片”に変更した。

4.7.1 b) 平成 7 年の改正で、JIS Z 2343 の改正に伴い “疑似模様” の表現を “疑似指示” に変更した。

5 放射線透過試験

平成 11 年改正では、JIS Z 3104 が 1968 年に制定されて以来、改正されていなかったが、日本工業標準調査会溶接部会の審議を経て 1995 年 2 月 1 日に改正されたことに伴い、この間の放射線透過試験に関する研究成果から、より充実した試験方法及び技術的内容が整備され規格化されたので、それらを本規格にも反映させるべく本項の見直しを行った。ただし、きずの長さの算定方法については、きずの分類に影響し、従来艦とのきずの評価に差が生じるので変更しないこととし、試験方法を中心とした見直しを行い、項目を整理することとした。

この規格は、潜水艦の艦船用鋼材溶接部に適用する放射線透過試験について規定するもので、試験の装置及び方法等は、JIS Z 3104 (鋼溶接継手の放射線透過試験方法) とおおむね同等の内容である。透過写真のきずの像の分類は SI-1259 の判定基準も参考に規定した。

5.1 一般事項

- a) この試験の適用範囲は、突合せ継手の溶接部とした。放射線透過試験を、すみ肉継手に適用する場合には、JIS Z 3104 を準用することが望ましい。
- b) この規格での放射線透過試験は、フィルムに直接撮影する方法のみを規定し、透視及び間接撮影による方法は規定しないこととした。
- c) 平成 11 年の改正で、透過写真の像質を、JIS Z 3104 に整合させ、普通級及び特級から、それぞれ A 級及び B 級とした。
- d) 平成 7 年の改正で “欠陥” と “きず” の使い分けを明確にした。

5.2 試験実施者の資格

平成 7 年の改正で試験実施者の資格を従来の “放射線透過検査 2 種技術者以上の資格を有するものと判定されたものとする。” から “放射線透過検査 1 種技術者以上の資格を有する者とする。” に変更した。

今回の改正では、平成 15 年からの資格認定制度の移行内容を反映し、試験実施者の資格を “放射線透過試験レベル 1 技術者以上の資格を有する者とする。” に変更した。

この詳細は、**本解説 III.1.3 項**を参照されたい。

5.3 放射線透過装置及び附属機器

平成 11 年の改正で、従来 “試験用具の性能” として透過写真の撮影方法の中で断片的に記述されていたが、JIS Z 3104 に整合させ、放射線透過試験に必要な装置・機器をまとめて、その性能を記述した。

5.3.6 濃度計

今回の改正を行うにあたって、従来、濃度計の要求事項として引用されていた JIS K 7652, JIS K 7653 が廃止されていたが、移行先に当たる規格はなく、JIS Z 3104 内でも引用されたままとなっていた。また、他の規格においても “適正な方法で性能が確認されたものとする。” といったあいまいな表

現に留まっていた。そこで、濃度計の確認に一般的に用いられている校正用の標準濃度フィルムで管理することとした。

5.4 透過写真の撮影方法

平成 11 年の改正で、従来“透過写真の撮影方法”として“試験用具の性能”と合わせて記述されていたが、JIS Z 3104 に整合させ、放射線透過試験の撮影に必要な項目のみをまとめて、その方法を記述した。

5.6 透過写真の必要条件

平成 11 年の改正で、従来“透過写真の具備すべき条件”として記述していたが、JIS Z 3104 に整合させ“透過写真の必要条件”として記述した。

5.6.1 透過度計の識別最小線径

平成 11 年の改正で、従来“透過写真の具備すべき条件”として“透過度計識別度”が使用されていたが、JIS Z 3104 の“透過度計の識別最小線径”によることとして記述した。

5.6.2 透過写真の濃度範囲

平成 11 年の改正で透過写真の濃度範囲は、JIS Z 3104 に整合させ、実際の撮影における露出量の最適濃度に対する変動を考慮して、高輝度の観察器である D35 形の使用を前提に上限を 4.0、下限を像質の種類にあわせ A 級の場合を 1.3、B 級では 1.8 とした。

5.6.3 階調計の値

平成 11 年の改正で、階調計の濃度差は、JIS Z 3104 に整合させ、新たに規定した。階調計が配置された周辺の母材部と階調計の中央の濃度を測定して両者の濃度差を求める。透過写真の像質は、この濃度差を母材部の濃度で除した値とした。

5.6.4 試験部の有効長さ

平成 11 年の改正で、試験部の有効長さを新たに規定した。

5.7 透過写真の観察

平成 11 年の改正で、観察器及び観察方法を新たに規定した。

今回の改正で、観察器の規程の引用元を JIS Z 3104 からではなく、既に記述がある 5.3.5 に変更した。

5.8 きずの像の分類方法

平成 11 年の改正で、“等級分類”を JIS Z 3104 に整合させ“きずの像の分類”とした。また分類手順を更に具体的な記述とした。

なお、JIS Z 3104 では、第 2 種のきずの長さの係数が廃止、更に一線上に存在するきずときずの間隔が大きい方のきず長さ以下の場合にその間隔を含めてきず長さを求めるようになったが、本規格では、従来艦との溶接品質評価の方法が異なることは好ましくないので、きず長さの取扱については、変更しないこととした。

5.8.1 分類手順

今回の改正で、観察器の規程の引用元を JIS Z 3104 からではなく、既に記述がある 5.3.5 に変更した。

5.8.2 きずの種別

平成 11 年の改正で、きずの種別を JIS Z 3104 の附属書 4 表 1 きずの種別の表現に合わせた。

5.8.5 きずの分類

平成 11 年の改正で、従来の規格では“等級分類”であったが、JIS Z 3104 に整合させ、“きずの分類”とした。

5.8.5 b) 第 2 種のきずの分類

平成 11 年の改正で、従来規格では、“1 類については溶込み不良、あるいは融合不良があつてはならない”としていたが、2 類とすることを明記した。

5.8.5 c) 第 3 種のきずの分類

この項は、従来 5.8.6 として独立した項となっていたが、記載内容が 5.8.5 の a), b) と同列であつたため、今回の改正で項番号を 5.8.6 から 5.8.5 c) に変更した。

5.8.6 総合分類

平成 11 年の改正で、従来の規格には、総合分類の規定はなかつたが、常識的に技術者の判断で行われていた事項であり、JIS Z 3104 の総合分類に整合させ、追加・記述した。

6 超音波探傷試験

平成 11 年の改正で、主には適用鋼材の追加、“等級分類”を“きずの分類”に変更、並びに斜角探傷の探触子の選定及び用語・字句の見直しを行つた。

なお、平成 7 年改正時の改正点は、文章に“平成 7 年の改正で・・・”と記述して以下に示す。

6.1 一般事項

a) この規格は、潜水艦の艦船用鋼材溶接部に適用する超音波探傷試験方法及び分類について規定するもので、JIS Z 3060（鋼溶接部の超音波探傷試験方法）を骨子とし、曲率外半径に応じた適用条件を定めた試験方法とした。

また、きずの分類方法については、SI-1259 の判定基準に対応させて分類し、規定した。

b) 探傷方法の選定は、試験体の溶接部の形状寸法を考慮し、適切な探傷方法を採用することが大切である。

6.2 試験実施者の資格

平成 7 年の改正では、試験実施者の資格を従来の“超音波検査 2 種技術者以上の資格を有すると判定された者とする。”から“超音波探傷検査 1 種技術者以上の資格を有する者とする。”に変更した。

今回の改正では、平成 15 年からの資格認定制度の移行内容を反映し、試験実施者の資格を“超音波探傷試験レベル 1 技術者以上の資格を有する者とする。”に変更した。

この詳細は、本解説 III.1.3 項を参照されたい。

6.3.1 a) 探傷器に必要な機能

探傷器に必要な機能は、JIS Z 3060 の規定と重複する部分は極力削除し、必要最小限の記述とした。

6.3.1 b) 探傷器に必要な性能

超音波探傷装置の性能測定方法として新たに JIS Z 2352 が制定され、これに伴い、增幅直線性及び

時間軸直線性の測定方法を従来の JIS Z 2344 の附属書から JIS Z 2352 によることに、それぞれ変更した。

6.3.1 b) 3) 感度余裕値

ここでの感度余裕値は探傷器の性能として規定されたものであることから、今回の改正で、JIS Z 3060 附属書 A の記載内容に倣い、従来の“垂直探傷の感度余裕値”から“感度余裕値”に変更した。

6.3.2 斜角探触子

6.3.2 a) 2) 周波数の選定

一般に周波数が高いほど小さいきずを検出しやすく、分解能が高く、また、きずの位置及び寸法を測定しやすいので、5 MHz を原則とした。平成 7 年の改正では、JIS Z 3060 の規定にも適応するよう に 2 MHz も使用できるようにした。2 MHz の超音波特性は、100 mm 材と 65 mm 材の超音波特性の比較に示すように 5 MHz のそれと同等であることによる。

6.3.2 a) 3) 振動子寸法

曲率外半径 250 mm 未満の探傷面では試験体への超音波の伝達率が低下する。また、肉厚の薄い試験体の探傷では近距離音場の影響を受けるだけでなく、接近限界長さが大きいため直射法による探傷範囲が狭くなる。そこで振動子寸法を小さくし、試験体中に屈折して伝播した超音波ビームの断面寸法、言い換えれば振動子の見掛けの寸法が一辺 5 mm の正方形となるような振動子寸法を使用することとした。

表 18 に示す振動子の一辺が 5 mm の探触子については、JIS Z 3081（アルミニウム管溶接部の超音波斜角探傷試験方法及び試験結果の等級分類方法）のアルミニウム溶接部に対する振動子寸法を適用しているが、鋼の場合には 5 × 5 mm のビームを得るために振動子寸法は、アルミニウムとの音速の差により長辺を大きくする必要がある。

しかし、解説表 4 に示すようにその差は、屈折角 70° のもので、0.4 mm 程度であり、本規格では、制定当時の JIS Z 3081 の規格のものを用いることとした。平成 11 年の改正では、JIS Z 3081 に、一辺が 5 mm の振動子を使用することを規定したので、本規格もそれに倣うこととした。

なお、JIS Z 3060 に規定する探触子の振動子の公称寸法の大きなものも使用することができるものとし、14 mm × 14 mm 及び 20 mm × 20 mm を表 18 にも追加記述した。同時に表 18 に公称周波数を追加・記述した。

解説表 4 一振動子の公称寸法

振動子の公称寸法 mm		公称屈折角度
アルミニウム	鋼	
8.5 × 5	8.9 × 5	70
6.6 × 5	6.8 × 5	60
5.8 × 5	5.9 × 5	50
5.4 × 5	5.5 × 5	40

今回の改正では、JIS Z 3060 の改正で記載がなくなった、公称周波数 2 MHz の 10 mm × 10 mm の振動子、5 MHz の 14 mm × 14 mm の振動子を表 18 から削除した。

6.3.2 b) 探触子に必要な性能

振動子の一辺が 5 mm の探触子は、JIS Z 3081 にも性能が規定されていないため規定しなかった。

6.3.2 b) 1) 接近限界長さ

平成 7 年の改正で、6.3.2 a) 3) で追加した振動子公称寸法に対する公称屈折角及び接近限界長さを表 19 に追加・規定した。

今回の改正では、JIS Z 3060 の改正に伴い、附属書 A 表 A. 1 に記載がなくなった項目を表 19 から削除した。

6.3.2 b) 3) A 1 感度及び A 2 感度 [今回削除]

平成 7 年の改正で、A 1 感度及び A 2 感度の測定は JIS Z 2352 の制定に伴い従来の JIS Z 2344 の附屬書 2 の 4.2.4 から JIS Z 2352 の斜角探傷の A 1 感度及び A 2 感度に変更した。

その後、JIS Z 3060 の 2002 年(平成 14 年)の改正で、斜角探触子の性能点検項目から A 1 感度及び A 2 感度の項目が廃止された。

今回の改正では、JIS Z 3060 の内容に倣い、A 1 感度及び A 2 感度に関する項目を廃止した。

6.3.2 b) 3) 分解能

平成 7 年の改正で、遠距離分解能の測定は、JIS Z 2344 の附屬書 1 の 3.6.2 から JIS Z 2352 の斜角探傷の分解能に変更した。

また、平成 11 年の改正で、遠距離分解能の値は、JIS Z 3060 の斜角探傷の分解能の値に整合させた。

今回の改正では、JIS Z 3060 の記載内容に倣い、“遠距離分解能”を“分解能”に改めた。

6.3.2 b) 4) 不感帯

平成 7 年の改正で、不感帯の測定は、JIS Z 2350 (超音波探触子の性能測定方法) の制定に伴い、従来の JIS Z 2344 附屬書 2 の 4.2.3 から JIS Z 2350 の不感帯に変更した。

なお、不感帯の規定値を JIS Z 3060 に合わせて表 21 に公称周波数及び公称寸法ごとに規定した。

今回の改正では、その後の JIS Z 3060 附屬書 A の改正で振動子の公称寸法とそれに対する不感帯寸法が見直された内容に合わせて変更した。

6.3.2 c) 探触子の点検

今回の改正で、斜角探触子に要求される点検項目及び点検時期を、最新の JIS Z 3060 附屬書 A の規定内容と整合させた。

6.3.3 a) 2) 平成 7 年の改正で、試験周波数は、5 MHz を原則としていたが、2 MHz も使用できることにした。

6.3.3 a) 3) 平成 7 年の改正で、振動子の公称寸法に 2 MHz の寸法を表 23 に追加・規定した。

平成 11 年の改正で、振動子寸法を、JIS Z 3060 に整合させた。

今回の改正で、JIS Z 3060 の振動子寸法が改正されていたことから、最新の内容に整合させた。

6.3.3 b) 1) 感度余裕値 [今回削除]

平成 7 年の改正で、感度余裕値の測定は、JIS Z 2344 の附屬書 1 の 3.2.2 から JIS Z 2352 の垂直探傷の感度余裕値に変更した。

今回の改正で、最新の JIS 規格では削除されているため、本規格からも削除した。

6.3.3 b) 1) 分解能

平成 7 年の改正で、遠距離分解能の測定は、JIS Z 2344 の附屬書の 3.6.1 から JIS Z 2352 の垂直探傷の遠距離分解能に変更した。

なお、分解能の規定値は NDS Z 2003 の規定に倣い 2 MHz は 9 mm を表 24 に追加・規定した。

なお、平成 11 年の改正で、5 MHz の場合の分解能は、JIS Z 3060 の分解能の値に整合させた。

今回の改正では、JIS Z 3060 の表現に合わせて、“遠距離分解能”を“分解能”に改めた。

6.3.3 b) 3) 不感帯 [今回削除]

平成 7 年の改正で、不感帯の範囲は従来 10 mm 以下と規定されていたが、NDS Z 2003 の規定に倣い、5 MHz の場合 10 mm 以下、2 MHz の場合 15 mm 以下を追加・規定した。

なお、平成 11 年の改正で、5 MHz の場合の不感帯は、JIS Z 3060 の不感帯の値に整合させた。

今回の改正では、最新の JIS Z 3060 では垂直探触子の要求項目として不感帯は削除されていることから、本規格から削除した。

6.3.3 c) 探触子の点検

今回の改正で、点検時期を最新の JIS Z 3060 附属書 A の内容と整合させた。

6.4 標準試験片・対比試験片

それぞれの試験片の主な使用目的を解説表 5 に示す。

解説表 5－標準試験片及び対比試験片の使用目的

試験片		探傷方法	主な使用目的
標準試験片	S T B - A 1	斜角	時間軸の調整 探触子の入射点、屈折角の測定 A 1 感度の測定
	S T B - A 2	斜角	A 2 感度の測定
対比試験片	R B - 4 N S	斜角	感度の調整
		垂直	時間軸の調整 感度の調整
	R B - A 3 N S R B - A 1 N S	斜角	探触子の入射点、屈折角の測定 時間軸の調整
		斜角	感度の調整 曲率を有する長手継手の時間軸の原点修正 〃 屈折角の測定 〃 ビーム路程の補正
	R B - R A R B - R B	垂直	分解能の測定
		斜角	分解能の測定

6.4.1 標準試験片

平成 7 年の改正で、対比試験片は、JIS Z 2345（超音波探傷用標準試験片）に規定する S T B - A 1 と同一形状、寸法の R B - A 1 N S を使用できるように追加・規定した。

6.4.2 b) R B - A 3 N S

平成 11 年の改正で、試験体の鋼材規格が追加されたので、表 25 に鋼材規格を追加・記述した。

6.4.2 c) R B - 4 N S

この項の記述内容は、6.4.2の記述と同じ内容が重複するので一部修正の上、重複部分は削除した。なお、平成7年の改正で、適用板厚100mmに対応して対比試験片RB-4NSE（深さ100mm）を使用することにし、その寸法を図2に追加した。

また、平成11年の改正で、試験体の鋼材規格が追加されたので、表26に鋼材規格を追加・記述した。

6.4.2 d) RB-A7NS

曲率外半径250mm未満の長手継手に使用する対比試験片は、相対エコー高さがほぼ±1dBを超えない条件で、表27に示す曲率外半径と試験体の曲率外半径との関係を定めた。

なお、平成11年の改正で、試験体の鋼材規格が追加されたので、表28に鋼材規格を追加・記述した。

6.5 接触媒質

斜角探傷の場合、エコー高さの低下量と探傷面の粗さ、接触媒質の種類（音響インピーダンスの大きさ）との関係より、伝達損失を小さくし、探傷を安定して行うためには、音響インピーダンスの大きい接触媒質を利用するのがよい。

しかし、探傷面の粗さが小さい場合は、探傷面の粗さや接触媒質の音響インピーダンスは、伝達損失にさほど影響を与えない。したがって、このような場合には、経済性や後工程への影響も考えて、グリセリン以外の接触媒質、例えば、水、油やペースト（CMC水溶液）でもよい。

ただし、対比試験片のRB-4NS又はFB-4NSEの接触面の粗さは、実際の試験体の粗さが、一般に50S以下であることから50Sと規定されており、感度調整の時にマシン油を接触質に使用した場合、水、油、CMC、グリセリン等何を使用してもよいものとし、グリセリンを使用し、感度調整を行った場合は実作業にグリセリン以外の接触媒質を使用すると探傷感度が低下するので、実作業にもグリセリンを使用する必要がある。また、曲率外半径250mm未満の探傷では、振動子の一辺が5mmの探触子を使用し、感度の調整及び実作業にもグリセリンを使用する必要がある。

6.6 探傷面の手入れ

探傷面の手入れとして、探傷に不適当な表面は適切な方法で仕上げを行う必要がある。一般に問題となる表面状況は、①浮いたスケール、②異物の付着、③塗装、④溶接スパッタなどである。これらの探傷面は、探触子と試験体との超音波伝達に影響を与えるから探傷に不適当な表面は、その状況に応じて適切な方法で50S以下に仕上げを行う必要がある。

ただし、通常の膜厚（15μm～25μm）を有するウォッシュプライマーを除去する必要はない。

6.7.1 探触子の選定

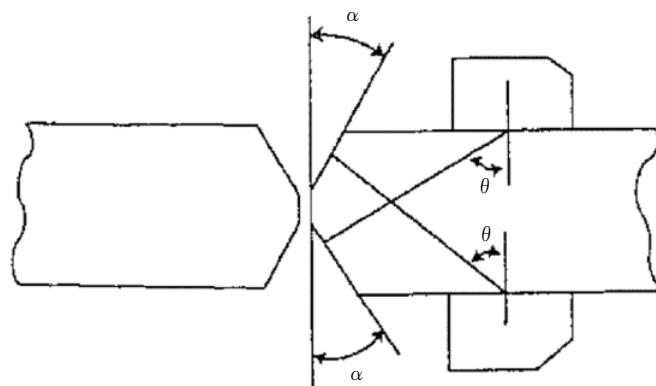
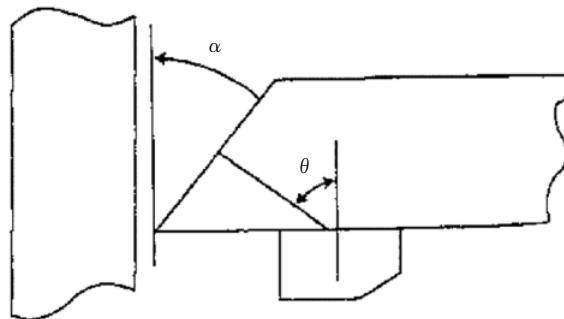
屈折角の小さい探触子を用いると余盛の幅及び探触子の接近限界長さの影響で探傷不能領域が生じるので一般の探傷には屈折角70°を原則とした。また、70°で探傷した場合ビーム路程が長くなるときは、60°、45°を併用すると良い。曲率外半径75mm以上250mm未満の長手継手については板厚tと曲率外直径Dとの比t/Dが大きいと屈折角70°では板の裏面に超音波ビームが当たらなくなるので、t/Dによって表29から選ぶ探触子とした。

なお、開先面に沿ってきずが検出された場合には、開先面の融合不良の評価には解説図2に示すビ

ームと開先面のなす角度は $90^\circ \pm 5^\circ$ 以内が望ましいため、式(1)によって、屈折角 (θ) を求め、表 18 から最も近い屈折角の探触子で再探傷すると良い。

$$\theta = 90^\circ - \alpha \quad \cdots \cdots \text{式(1)}$$

θ : 屈折角 (度), α : ベベル角 (度)



解説図 2 ビームと開先面の関係

6.7.1 a) 平成 7 年の改正で、JIS Z 3060 の規定に従って、板厚が 60 mm を超える場合は、公称屈折角 45° を併用することにした。

なお、平成 11 年の改正で、継手の種類及び曲率の大きさに合わせて、探触子を選定することを明記した。

6.7.2 エコー高さ区分線の作成

超音波探傷において、同一の寸法、形状のきずであっても、ビーム路程が異なると、そのエコー高さが悪化する。したがって、ビーム路程にかかわらず適切にエコー高さを評価できるように距離振幅特性曲線によるエコー高さ区分線を作成することを規定した。周波数、振動子寸法、屈折角及び製造業者が同一の探触子であっても距離振幅特性に差異があることがある。そのため、使用する探触子により距離振幅特性を求めてエコー高さ区分線を作成することとした。しかし、実用的には板厚に応じて距離振幅特性曲線を各探触子ごとにその都度測定するのは不便であるので、あらかじめ平均的な特性の探触子で測定範囲 125 mm, 200 mm, 250 mm 等に分けて標準距離振幅特性曲線を測定した目盛板を作成しておき、測定範囲に応じてそれを差し替え、エコー高さ区分線として使用すればよい。しかし、

探傷時には、使用的する探傷器と探触子で標準距離振幅特性曲線との偏差を測定し、その偏差が使用するビーム路程において 1 dB 以内であれば、標準距離振幅特性曲線を使用する。偏差が 1 dB を超える時には実測値によって距離振幅特性曲線を新しく測定して使用する。きずの種類、方向などが異なると、ほとんど同じ大きさのきずが等しいビーム路程であっても、それからのエコー高さはかなり異なる。したがって、エコー高さを細かく区分しても、きずの評価には余り効果がない。そこで現状としては 6 dB の感度差で区分線を作成することとした。6.7.3 に規定するエコー高さの領域区分を定めるためには 3 本のエコー高さ区分線があればよい。しかし、探傷に使用するビーム路程範囲が広くなると、ビーム路程の長いところでは区分線が低くなり、しかも互いに接近する。そのためエコー高さ区分線の作成に当たっては、エコー高さ区分を読み取るビーム路程において、最高の区分線は目盛板の 40%以上にする必要がある。そのため、それらを考慮して 3 本以上の距離振幅特性曲線によってエコー高さ区分線を作成することとした。

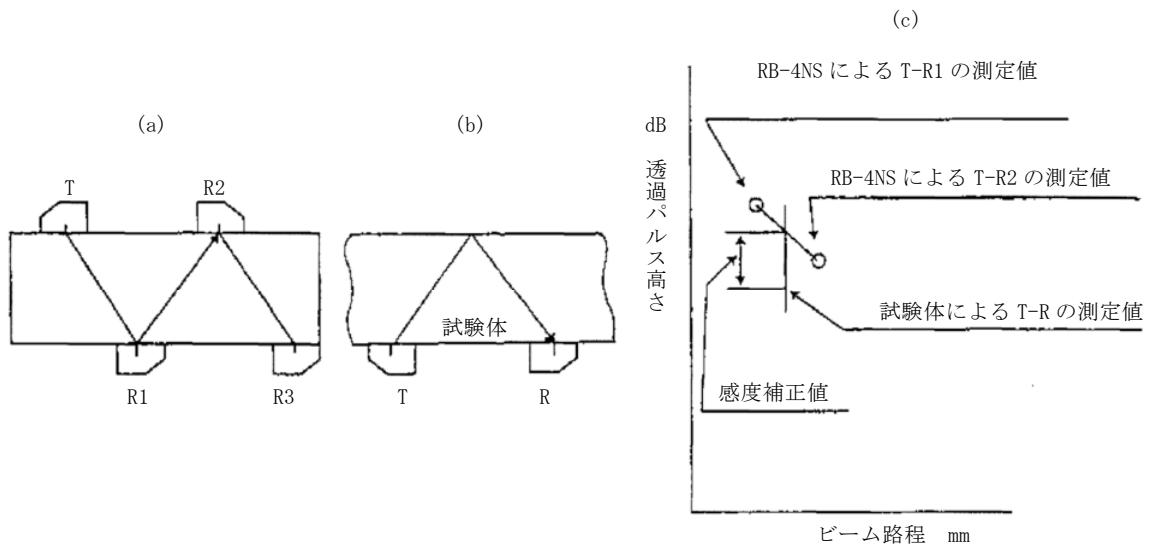
6.7.4 a) 3) 測定範囲の調整

平成 7 年の改正で、RB-A 1 NS を使用できることにした。

6.7.4 a) 4) 探傷感度の調整

曲率のある試験体を探傷するときの問題点として、円周継手、長手継手とともに、探触子の接触面と試験体の探傷面は線接触となって超音波の入射効率は悪くなり、探傷感度は低下する。一方、探傷感度の調整に用いる RB-4 NS 又は RB-4 NSE は探傷面が平面であるため超音波の入射効率は良い。そのため試験体の探傷面の曲率外半径に応じて感度補正する必要がある。図 6、図 7、図 8 及び図 9 は、外面（凸面）から探傷する場合の探傷面の曲率外半径、使用する探触子の周波数、振動子寸法及び接触媒質から探傷感度の補正值を求める図である。これらの図には、接触媒質が濃度 75% のグリセリン水溶液の場合と、油の場合の二通りがある。これらの図に見られるように、油の場合は、グリセリンに比べて音響インピーダンスが小さいので感度補正值は大きい。これらの感度補正值はいずれも JIS Z 3060 から引用したものである。ただし、内面（凹）面から探傷する場合の感度補正值の求め方は、RB-4 NS 又は RB-4 NSE 及び試験体を使用し V 走査によって求める。その方法は次に示す要領で行う。

- (1) 使用する斜角探触子と同じ形式の斜角探触子二つを、解説図 3 (a) に示すように向かい合わせ、透過走査 (T-R 1 の配置) 及び V 走査 (T-R 2 の配置) 又は V 走査及び T-R 3 の配置で最大透過パルスが得られるように探触子間距離を調整する。求めた二つの最大透過パルス高さをプロットし、直線で結ぶ。
- (2) (1) と同じ感度で、解説図 3 (b) に示すように二つの探触子を円周方向に向かい合わせて配置し、V 走査を行い、最大透過パルスが得られるように探触子間距離を調整する。次に、そのビーム路程における透過パルス高さの差を 1 dB 単位（四捨五入）で読み取り、それを感度補正值とする。



解説図 3－感度補正方法

6.7.4 a) 5) SN 比の測定

2002年（平成14年）のJIS Z 3060の改正により、斜角探触子の要求性能（点検項目）としてSN比が追加された。その後2005年の改正で、SN比は斜角探触子の点検項目から除外され、探傷装置と探触子の組み合わせで行う点検項目に変更された。

今回の改正では、上記経緯を踏まえ、探傷装置と斜角探触子の組み合わせで確認する内容として、本項を新たに追加した。また、6.7.4 a) 6)の点検項目にSN比を追加した。

なお、6.7.4 b) 4) SN比の測定についても、上記と同じ理由により、今回の改正で追加した。

6.7.5 探傷面及び探傷方法

直射法の探傷は、両面から探傷することによって探傷可能領域を大きくできることと、距離振幅特性が標準反射源と異なるきずを正当に評価できること及びきずの指示長さの測定精度が良くなることを考慮して直射法を原則として使用することを規定した。

6.7.5 a) 突合せ継手

平成7年の改正で、探傷方法にタンデム探傷法を用いてもよいことにした。

タンデム探傷法は、板厚が40mm以上の突合せ継手で電子ビーム溶接を適用するI開先面の探傷に、通常の一探触子による斜角法を補完するのに使用してもよいことにした。

試験の方法は、JIS Z 3060に規定する方法で実施する。

6.7.6 探傷試験

平成7年の改正で、予備探傷はJISにもその呼称がなく、一般的には粗探傷のイメージがあるので予備探傷の名称を廃止すると共に、規定探傷の呼称も廃止し、予備探傷と規定探傷の内容を統合して探傷試験に変更した。

6.7.6 f) 2) NDS Z 2004Cでは、きずの位置の測定対象として、“曲率外半径250mm未満の円周継手”及び“曲率外半径250mm未満の長手継手”が抜けていた。JIS規格では、曲率外半径250mm未

満の継手のきずの位置の測定方法は、JIS Z 3081(アルミニウム管溶接部の超音波斜角探傷試験方法)を基に規定されており、平板と同じく最大エコー高さを示す位置としている。

今回の改正では、上記内容を踏まえ、曲率外半径 250 mm 未満の継手を本項に含めることとした。

6.7.6 f) 3) 今回の改正で、最新の JIS 規格の内容に合わせ、JIS Z 3060 附属書 D を引用することとした。

6.8.3 c) 最新の JIS 規格では、垂直探触子単体での不感帯の確認(NDS Z 2004C の 6.3.3 b) 3)に該当)は廃止され、探傷装置と組み合わせた状態で確認することとなっている。今回の改正では、JIS 規格の内容を本項に追記した。

6.8.4 探傷試験

平成 7 年の改正で、探傷範囲の図 6.18 を削除した。

探傷範囲が斜線で明記されているが実際には斜線部分のみのきずの検出に限定するべきではないので一般的な完全溶込みすみ肉継手の形状として探傷範囲を図 18 に示した。

- (1) 平成 7 年の改正で、予備探傷の記述は 6.7.6 と同様の取扱いとした。
- (2) 平成 7 年の改正で、探触子の走査方法の図 18 に斜線で表示されていた探傷範囲を一般的な開先を有したすみ肉継手として図示した。

6.9 試験結果の分類

SI-1259 では、きずの分類は設定されていなかったが、この規格では日本工業規格の分類と同様に 1 類～4 類の分類を設けることとした。その分類の設定は、SI-1259 の合否判定の合格基準を 2 類として領域 II, III のきずの指示長さをその境界値とし、1 類はその 1/2, 3 類は 2 倍のきず指示長さとし、領域 IV は、全て 4 類とした。NDS Z 2004 の分類と SI-1259 の合否基準を解説表 6 に示す。

なお、NDS Z 2004 では SI-1259 合否基準に倣い、エコー高さときずの指示長さを骨子として、分類を設定した。しかしえコー高さときずの指示長さで分類を行うことには、融合不良や割れに対し直角に近い角度でビームが当たらない場合には、エコー高さを低めに測定する可能性があり、また、ビーム幅が大きいと小さいきずの長さを大きめに評価する場合が生じるなど探傷に当たっては、十分注意を払う必要がある。

解説表 6—NDS Z 2004 のきずの分類と SI-1259 の合否基準

○ 合格 × 不合格

	NDS Z 2004				SI-1259	
領 域	II ・ III			IV		
板 厚	6 mm 以上 70 mm 以下		70 mm を超えるもの		6 mm 以上	
評価 単位 分類	1 つのきず の指示長さ	任意 300 mm 長における きずの指示 長さの合計	1 つのきず の指示長さ	任意 300 mm 長における きずの指示 長さの合計	1 つのきずの 指示長さ	
1 類	$t/4$ 以下	t 未満	17 mm 以下	t 未満	—	○
2 類	$t/2$ 以下	2 t 未満	35 mm 以下	2 t 未満	—	○
3 類	t 以下	4 t 未満	70 mm 以下	4 t 未満	—	×
4 類	t を超える もの	4 t 以上	70 mm を超 えるもの	4 t 以上	領域IVのもの すべて	×

附属書A

1 適用範囲

20NDS委員会でのNS46, NS80に対する適用性評価試験結果を分析したところ、本附属書に示す3手法（デジタルRT・フェーズドアレイUT・TOFD法）により得られる探傷データの特性が従来法と異なることが判明したため、上記3手法による非破壊試験結果の分類及び合否判定に従来法の基準は準用できないと判断した。よって、実艦への適用については、従来法との併用を原則とし、合否判定は従来法で行うこととした。

3 デジタル検出器による放射線透過試験（デジタルRT）

3.1 一般事項

デジタルRTによる試験手順を定めるに当たって、1) 原理・特徴について 2) 溶接試験体を使用した確認試験の2点について調査・検証を実施した。以下にその結果を示す。

1) デジタルRTの原理・特徴

デジタルRTの原理は、試験体を透過した放射線の情報を検出器からデジタル信号として取り出し、画像化する方法であり、特徴としては、以下項目が挙げられる。

- ①撮影後に目的に応じた画像処理が可能であり、肉厚差の大きい試験体の検査が可能となる。
- ②必要な部分を拡大して観察が可能である。
- ③フィルム法のような現像設備を必要としない。
- ④画像データをデジタル保存するため、画像劣化がない
- ⑤観察時に暗室や、観察器が必要なく計測が容易である。

2) 溶接試験体での検証結果及び従来法との比較結果

JIS Z 3110「溶接継手の放射線透過試験方法—デジタル検出器によるX線及びγ線撮影技術」を基に人工欠陥（以下きず）を導入した溶接試験体で撮影を行い、得られた画像の像質について要求された項目（IQI, SRb, SNR_N）の値について満足しているかを確認した。

その結果D-RTにおける像質の要求値は満足していることが確認された。

また、今回の試験で使用した溶接試験体を従来のフィルムRT法により撮影を行い、撮影したフィルムの像質（透過度計識別最小線径、階調計の値、濃度範囲）について確認した。

各試験体の像質の測定結果より規定された値は満足していることを確認した。

確認試験の結果より、板厚40mm程度の突合せ継手では、通常の撮影方法で実施した場合、JIS Z 3110に定められた各像質の要求値（IQI値, SRb, SNR_N）を満足することが確認された。よって板厚40mm程度までの突合せ溶接継手についてはJIS Z 3110に定められた試験方法により適用が可能であると考えられる。また、D-RTを適用することにより、現像設備、暗室が必要なくなり、電子データ化によりフィルムの経年劣化による問題も解決される。

なお、今後の課題については以下の点が挙げられる。

- ①D-RTは散乱線の影響を受け易いため、板厚が厚くなると像質が満足しなくなる可能性が考えられる。より多くの試験対象での像質の確認、及び散乱線を低減させる撮影方法を検討する必要がある

る。

②D-R Tで得られた画像データについては、試験結果の観察のために必要な画像処理を行うことが考えられるが、データの改ざんを防止するためのデータの保管要領を検討する必要がある。

以上の調査・検証試験結果を受けて、デジタルR Tの試験手順としては、JIS Z 3110の規定に準じて定めることとした。

3.2 試験実施者の資格

デジタルR T法について現在公的な資格はない。装置の取扱い方法を熟知していれば、撮影方法自体は従来のフィルムR T法とは大きく変わらない。ただし、撮影で得られた画像処理については知識、技量が必要となるため、デジタルR T法に関する専門の技術講習会を受講する必要があると考える。

(例：(一社)日本溶接協会主催 デジタルラジオグラフィに関する技術講習会)

3.3 装置及び附属品

装置及び附属品については、JIS Z 3110に定めるものを使用することとした。

3.4 試験方法

試験方法については、JIS Z 3110に定める方法によることとした。

3.6 試験結果の分類

試験結果の分類については、JIS Z 3110には撮影方法のみの規定であるため、従来のフィルムR Tでの分類で行うこととした。

4 フェーズドアレイ法による超音波探傷試験

4.1 一般事項

フェーズドアレイUT（以下PAUT）による試験手順を定めるに当たって、1) 原理・特徴について 2)溶接試験体を使用した確認試験の2点について調査・検証を実施した。以下にその結果を示す。

1) フェーズドアレイUTの原理・特徴

フェーズドアレイUT（以下PAUT）とは、複数の超音波振動子をもつアレイ探触子を用いて探傷を行うもので、それぞれの振動子を電子的に制御することによって、超音波を任意の位置に集束させたり、任意の方向に超音波を伝搬させることが可能である。

PAUTの特徴として、以下項目が挙げられる。

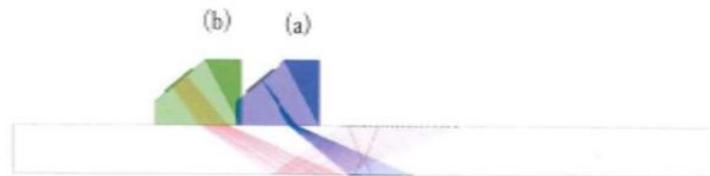
- ① 走査範囲の小さな箇所においても、探傷範囲を網羅できる。
- ② 超音波ビームを集束させることにより、きず測定精度が向上する。
- ③ 画像処理が可能で、記録性に優れる。

2) 溶接試験体での確認結果

Class NK 「フェーズドアレイ超音波探傷試験による非破壊検査ガイドライン」を基に溶接試験体について、PAUTによる探傷を行った。

各試験体での測定結果について、きずの位置精度について従来法との比較を実施した。

まず探傷に先立ち、フォーカルロウの設定についてシミュレーションにより検討した。シミュレーションソフトを利用し、開先面への超音波ビームの入射角が $90^\circ \pm 5^\circ$ 以内となるように設定した。また探傷作業の効率化のために板厚 20 mm 程度では 1 回反射法を利用して片面側からの探傷で行えるようにした。解説図 4 にシミュレーション結果の一例を示す。



解説図 4 一超音波ビーム模式図

またフォーカルロウの設定において、超音波ビームの焦点位置についても検討した。横穴対比試験片を利用して焦点位置を変化させた場合、板厚近傍に焦点位置を合わせた場合が最も良好な結果が得られたため、検証試験の焦点位置は板厚近傍として探傷条件を設定した。

以上のシミュレーションによる検討結果を受けて、探傷条件を設定し、溶接試験体を探傷し、きずの位置精度について従来法との比較を実施した。

確認試験の結果よりきずの深さの精度については、計画値に対しての誤差は MUT とほぼ同等で、またきず指示長さについては MUT と同等もしくは過大評価の傾向であった。

P AUT を適用することにより、従来の MUT では難しかった試験結果の可視化が可能になる。試験対象に合わせた最適な探傷条件を設定することにより、結果の客観性、探傷作業の脱技量化、記録性の向上が図られると考えられる。

なお、今後の課題については以下の点が挙げられる。

- ①MUT と比較して、きずの傾きによってきず長さが過大評価される傾向があるため、きず長さの測定方法、分類方法については検討する必要がある。
- ②MUT と比較して、探傷条件の設定項目が多いため、事前のシミュレーション等による検討が必要である。

以上①、②から、より多くの試験対象についてのデータを蓄積することが必要であると考える。

以上の調査・検証試験結果を受けて、P AUT の試験手順としては基本的に NK フェーズドアレイ超音波探傷試験による非破壊検査ガイドラインに定めるものによることとした。

4.2 試験実施者の資格

P AUT について、現在国内に公的な資格はない。装置の取扱い方法を含めて従来の UT 法と比較して高度な知識、技量が必要となるため、フェーズドアレイ UT 法に関する専門の技術講習会を受講する必要があると考える。(例：(一社)日本非破壊検査工業会主催フェーズドアレイ超音波探傷装置講習会)

4.3 装置及び附属品

P AUT で使用する装置及び附属品については、基本的に NK フェーズドアレイ超音波探傷試験による非破壊検査ガイドラインに定めるものとした。

4.5 音速の測定

フォーカルロウの設定に当たって、試験体の音速値が必須であるため、横波垂直探触子等を用いて事前に試験体の音速を測定することとした。

4.7.1 フォーカルロウの設定及び探触子配置

試験体の板厚及び開先形状により、探傷範囲内に超音波ビームを適切に設定する必要があるため、事前にシミュレーションソフトを利用し、適切なフォーカルロウの設定及び探触子配置を決定する必要がある。(シミュレーションソフトの例：NDT セットアップビルダー)

4.7.2 探傷感度の設定

探傷感度の設定に当たっては、MUTで使用する横穴対比試験片を使用し、試験体の板厚に応じた範囲で探傷装置のTCG機能を用いて感度設定を行うこととした。

4.8.3 評価の対象とするきず

評価の対象とするきずは、MUTと同様、最大エコー高さが基準感度-12 dBを超えるものとした。

4.8.4 きずの位置及び指示長さの測定方法

きずの位置及び寸法の測定は、基本的にNKフェーズドアレイ超音波探傷試験による非破壊検査ガイドラインに定める方法と同等とした。ただし、本手法ではきずの指示長さが過大評価になる傾向があることから、測定方法について更なる検討を要する。

4.9 試験結果の分類

MUTと比較して過大評価される傾向はあるが、試験結果の分類は、従来のMUTでの試験結果の分類によるものとした。

5 T O F D法による超音波探傷試験

5.1 一般事項

T O F D法（以下T O F D）による試験手順を定めるに当たって、1) 原理・特徴について 2) 溶接試験体を使用した確認試験の2点について調査・検証を実施した。以下にその結果を示す。

1) T O F D法の原理・特徴

T O F Dとは、送信探触子と受信探触子を対向させて配置し、欠陥の上端部及び下端部で生じる回折波を受信することで欠陥を検出し、回折波の伝搬時間から欠陥の位置及び欠陥の高さを高精度で計測できる手法である。

T O F Dの特徴としては、以下項目が挙げられる。

- ① 指向性の鈍い超音波を送受信しているため、バルス反射法のような前後走査を必要とせず、高速で板厚方向に対して広い範囲の探傷が可能である。
- ② きずの検出力、きず高さの測定精度が優れている。
- ③ きずの形状や傾きによる影響が少ない。
- ④ 送受信の探触子の位置を固定する必要があり、自動探傷向きである。
- ⑤ 試験体の表面近くにあるきずの測定が困難である。

2) 溶接試験体での確認結果

JIS Z 3060 附属書Iを基に、溶接試験体について、TOFDによる探傷を行った。各試験体での探傷結果について、測定されたきずの寸法、位置等の精度を従来法と比較した結果、きずの深さについては、TOFD法の誤差は非常に少なく、きずの指示長さについてはMUTとほぼ同等の誤差範囲であった。

TOFDを適用する対象としては、突合せ継手に限定されるが、NDS Z 2004 附属書A本文に記した走査装置を使用することで、高速で簡便な探傷が可能である。AUTと同様に記録性に優れるため、試験結果の客観性の向上、探傷作業の脱技量化が図られる。またきずの検出性能が高く、板厚方向のきずの位置精度が正確である。

なお、今後の課題については以下の点が挙げられる。

- ①表面近傍のきずの検出が難しいため、両面側より探傷する必要がある。
- ②溶接線に直行方向の位置が得られないため、他の手法で確認する必要がある。
- ③得られるデータとして、従来法によるエコー高さに相当するものがないため、それに代わる分類方法、例えばきずの高さ×指示長さによるきずの断面積等を検討する必要がある。

以上の調査・検証試験結果を受けて、TOFDの試験手順としては基本的にJIS Z 3060 附属書I「TOFD法によるきず指示高さの測定方法」を基にするものとした。

5.2 試験実施者の資格

TOFD法について、現在国内に公的な資格はない。前述のフェーズドアレイUT法と比較するとそれほど高度な知識、技量は必要ではないが、従来UT法とは相違箇所が多いため、やはりTOFD法に関する専門の技術講習会を受講する必要があると考える。

5.3 装置及び附属品

TOFDで使用する装置及び附属品については、JIS Z 3060 附属書I「TOFD法によるきず指示高さの測定方法」によるものとした。

5.5 探傷装置の調整

探傷装置の調整についても概ねJIS Z 3060 附属書Iによるものとしたが、探傷感度については、きずの検出を目的とするため、ラテラル波を80%程度となるようにした。

5.6.1 走査方法

走査方法については、JIS Z 3060 附属書Iで、D-スキャン及びB-スキャンが規定されているが、きずの検出を目的とするため、D-スキャンのみとした。

5.6.6 溶接部の走査

全ての走査範囲においてデータを収録する必要があるため、250 mm～300 mm程度の単位長さを設定して探傷し、各探傷箇所を識別できるようにすることとした。

5.8 b) きずの指示長さの測定

きずの指示長さの測定については、JIS Z 3060 附属書Iに規定はないが、探傷装置のゲート機能を用いてきず端部の位置を測定することが妥当と考えられるため、それによることとした。

5.9 試験結果の分類

試験結果の分類については、従来UT法での領域に関するデータがないため、測定したきず指示長

さで領域Ⅱ、Ⅲの分類表に当てはめて分類することとした。

附屬書B

1 適用範囲

新しい非破壊検査法であるFMC/TFM法について、今回の改正における調査、試験結果から得られた特徴的な事項と、今後規格化を行う際に更なる検討の上に規定すべき項目を解説として取り纏めた。

3 FMC/TFM法による超音波探傷試験

3.1 原理、特徴について

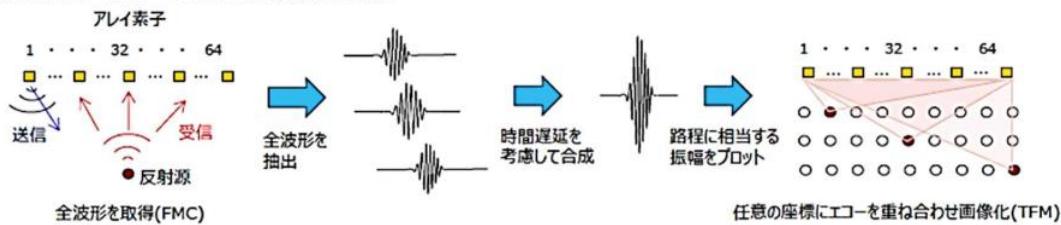
FMC/TFM法の原理を解説図5に示す。また、本技術の主な特徴を従来法と比較して示す。

- ① 欠陥信号とノイズ信号の比(SN比)が高く、欠陥検出性が優れる。
- ② 方位分解能が高く、欠陥のサイジング(高さ、長さ、位置)性が優れる。
- ③ 探傷範囲の断面を画像化することで、欠陥の位置や大きさを容易に把握できる。
- ④ 従来法では、探触子を動かした位置と、生波形の路程(入射角度による補正を行う)を手書きで作図し、断面図を作る。これに対して、本手法では、計測データから瞬時に作画出力されることとなり、計測～結果整理に要する時間は大幅に短縮される。
- ⑤ 探傷条件の設定が、フェーズドアレイ法と比較して、容易である。
- ⑥ 専用の探触子と探傷器が必要になる。

FMC/TFM (FSAP)

1素子で送信し、全素子で受信する。それを素子数分繰り返す*。
送受信波形データを用い、任意のグリッドで細分化した断面内にエコーを重ね合わせ、探傷画像を再構成(ポスト処理)する。
※ 64ch素子の場合、 $64 \times 64 = 4096$ 個の波形を取得し、評価する。

FSAP: Full-wave Sampling and Processing
FMC: Full Matrix Capture
TFM: Total Focusing Method



解説図5—FMC/TFM 法の原理

3.2 溶接試験体での検証結果及び従来法との比較結果

新たな超音波探傷技術の一つであるFMC/TFM法のNS鋼への適用性に関するデータを取得するため、人工欠陥(以下、きず)を付与した突合せ継手試験板に対して探傷を行った。なお、本試験では、FMC/TFM法をNS鋼へ適用した場合の欠陥の検出傾向を確認することを目的とし、簡易的な手法によって探傷条件の設定を行い、各きずに対して、それぞれ信号の最大値が概ね50%程度となるように感度を設定し、探傷を実施した。

各試験体に対する探傷結果について、きず深さを従来法（以下、MUT）と比較した。その結果、きず深さについては、MUTでは、きず深さが大きくなるにつれ、計画値からのはらつきが大きくなる傾向にある。一方、FMC/TFM法では、きず深さに関わらず一定範囲のはらつきで精度よく検出できていることを確認した。また、きず深さの検出精度は下がるもの、MUTではきずを検出できなかった探傷面においても、FMC/TFM法ではきずを検出できたケースがあった。

本手法は、従来法に比べて、欠陥検出性、欠陥サイジング性に優れるとともに、試験結果を画像化して容易に、かつ効率的に評価できるため、評価時間の短縮と試験技術者の熟練度による影響の軽減が可能となる。従って、本技術の適用により、試験結果の信頼性が向上し、更なる製品品質の向上に寄与できるものと期待できる。

3.3 FMC/TFM法適用における要求事項

附属書B本文 表1の各項目に対する要求事項として、ASME Section V Article 4 Mandatory Appendix XI FULL MATRIX CAPTURE を参考とした。

解説付表 1—NDS Z 2004 の試験実施者の資格の改正経緯

解説 32

項目		昭和 60 年 原 案	平成 2 年 制 定	平成 7 年 改 正
1. 総則	資格	試験を行う技術者は、各試験で規定する資格を有するものであり、該当する鋼材及びその試験方法並びに等級分類方法について経験と技術を有している者とする。	試験実施者は、各試験で規定する資格を有し、該当する鋼材及びその試験方法並びに等級分類方法について経験と技術専門員を有している者とする。	試験実施者は NDIS 0601 (略) に定める 1 種技術者以上の資格を有し、該当する鋼材及びその試験方法並びに等級分類方法について経験と技術を有している者とする。
	解説	この規格では試験実施者は、各試験の項で試験実施者の資格として NDIS 0601 (非破壊検査技術者認定規程) で認定された資格を有するとともに対象が潜水艦など高強度、高品質を要求される鋼材であることから非破壊試験方法及び等級分類方法の他に該当する鋼材とその要求仕様などの関連知識に習熟していることが要求される。	同 左	省 略
2. 磁粉探傷	規格	試験実施者は NDIS 0601 (非破壊検査技術者技量認定規程) に基づき社団法人「日本非破壊検査協会」において認定された磁粉探傷試験技術 2 級以上の資格を有する者、あるいはこれと同等の技術を有すると判定された者とする。	試験技術者は NDIS 0601 (非破壊検査技術者技量認定規程) に定める磁気検査 2 種技術者以上の資格を有すると判定された者とする。	試験実施者は NDIS 0601 に定める極間法磁粉探傷検査 1 種技術者以上の資格を有する者とする。
	解説	本文に規定する同等の技術を有する者とは、社団法人「日本非破壊検査協会」において認定された極間式磁粉探傷試験技術者などを指す。	本体に規定する「以上の技術を有するものと判定される者」とは、社団法人「日本非破壊検査協会」において認定された極間法磁粉探傷検査 1 種技術者などを指す。	省 略
3. 浸透探傷	規格	試験実施者は、 NDIS 0601 (非破壊検査技術者技量認定規程) に基づき社団法人「日本非破壊検査協会」において認定された浸透探傷試験技術 2 級以上の資格を有する者、あるいはこれと同等の技術を有すると判定された者とする。	試験実施者は NDIS 0601 に定める浸透探傷検査 2 種技術者以上の資格を有すると判定された者とする。	試験実施者は NDIS 0601 に定める溶剤除去性浸透探傷検査 1 種技術者又は水洗性浸透探傷検査 1 種技術者以上の資格を有する者とする。
	解説	本文に規定する同等の技術を有するものと判定される者とは、社団法人「日本非破壊検査協会」において認定された溶剤除去性浸透探傷試験者を指し、溶剤除去性浸透探傷試験に限定して検査することができる。	本体に規定する「以上の技術を有するものと判定される者」とは、社団法人「日本非破壊検査協会」において認定された溶剤除去性浸透探傷検査 1 種技術者を指し、溶剤除去性浸透探傷試験に限定して検査することができる。	省 略
4. 放射線透過	規格	試験実施者は、 NDIS 0601 (非破壊検査技術者技量認定規程) に基づき、社団法人「日本非破壊検査協会」において認定された放射線透過試験技術 2 級以上の資格を有すると判定された者、あるいはこれと同等の技術を有すると判定された者とする。	試験実施者は NDIS 0601 に定める放射線検査 2 種技術者以上の資格を有すると判定された者とする。	試験実施者は NDIS 0601 に定める放射線透過検査 1 種技術者以上の資格を有する者とする。
	解説	なし	なし	省 略
5. 超音波探傷	規格	試験実施者は、 NDIS 0601 (非破壊検査技術者技量認定規程) にもとづいて、社団法人「日本非破壊検査協会」が認定した超音波探傷試験技術 2 級以上の資格を有する者とする。	試験実施者は NDIS 0601 に定める超音波検査 2 種技術者以上の資格を有すると判定された者とする。	試験実施者は NDIS 0601 に定める超音波探傷検査 1 種技術者以上の資格を有する者とする。
	解説	なし	なし	省 略

備考 1. 昭和 60 年原案と平成 2 年制定時の資格の記述が異なるのは、**NDIS 0601** が昭和 63 年に改正され、資格の種類が変更されたことによる。資格の種類と内容及び旧資格との対応は解説付表 2 に示す。
 2. 昭和 60 年原案で、鋼板及び鍛鋼品の超音波探傷試験並びに放射線透過試験に解説の記述がないのは、**NDIS** の旧規格では、改正後の 1 種技術者に相当する資格認定の規定がなかったためであろう。

解説付表2－NDIS 0601 非破壊検査技術者技量認定規程における資格の種類と内容

NDIS 0601 の資格の種類と内容

資格の種類	内容
1. 非破壊検査3種技術者 (1) 放射線検査3種技術者 (2) 超音波検査3種技術者 (3) 磁気検査3種技術者 (4) 浸透検査3種技術者 (5) 電磁誘導検査3種技術者 (6) ひずみ測定3種技術者	次の事項を実施することができる高度の知識と経験を有し、また指導者としての能力を有する者。 (1) 非破壊検査仕様書の作成又は承認 (2) 非破壊検査要領書の作成又は承認 (3) 非破壊試験施行方法の確認、試験の管理及び報告書の作成 (4) 手順書の作成又は承認 (5) 試験結果の評価及び合否判定 (6) 試験成績書の作成又は承認 (7) 関係技術者の教育計画の立案及び実施要領の作成並びに教育の実施
2. 非破壊検査2種技術者 (1) 放射線検査2種技術者 (2) 超音波検査2種技術者 (3) 磁気検査2種技術者 (4) 浸透検査2種技術者 (5) 電磁誘導検査2種技術者 (6) ひずみ測定2種技術者	該当する技術部門について、次の事項を正しく実施できる者。 (1) 手順書の作成 (2) 試験作業の管理 (3) 試験の実施 (4) 試験結果の解説及び規格により定められた方法に基づいた等級分類及び判定 (5) 試験成績書の作成 (6) 1種技術者の指導
3. 非破壊検査1種技術者 (1) 放射線部門 放射線透過検査1種技術者 (2) 超音波部門 超音波探傷検査1種技術者 超音波厚さ測定1種技術者 (3) 磁気部門 極間法磁粉探傷検査1種技術者 通電法磁粉探傷検査1種技術者 コイル法磁粉探傷検査1種技術者 (4) 浸透部門 溶剤除去性浸透探傷検査1種技術者 水洗性浸透探傷検査1種技術者 (5) 電磁誘導部門 内挿コイル渦流探傷検査1種技術者 (6) ひずみ部門 電気抵抗ひずみ測定1種技術者	該当する技術部門について、手順書に従い次の事項を正しく実施できる者。 (1) 試験作業の実施 (2) 試験記録の作成 (3) 試験結果の等級分類

NDIS 0601 は昭和 63 年に改正が行われており、資格の種類の読み替えは下表のように実施された。

昭和 63 年改正時の旧規格からの資格の読み替え

旧規格による資格	改正後の規格による資格
放射線透過試験1級技術者 超音波探傷試験1級技術者 磁気探傷試験1級技術者 浸透探傷試験1級技術者 電磁誘導試験1級技術者 ひずみ測定1級技術者	放射線検査3種技術者 超音波検査3種技術者 磁気検査3種技術者 浸透検査3種技術者 電磁誘導検査3種技術者 ひずみ測定3種技術者
放射線透過試験2級技術者 超音波探傷試験2級技術者 磁気探傷試験2級技術者 浸透探傷試験2級技術者 電磁誘導試験2級技術者 ひずみ測定2級技術者	放射線検査2種技術者 超音波検査2種技術者 磁気検査2種技術者 浸透検査2種技術者 電磁誘導検査2種技術者 ひずみ測定2種技術者
放射線透過写真撮影技術者 超音波厚さ測定技術者 極間式磁粉探傷技術者 溶剤除去性浸透探傷技術者	放射線透過検査1種技術者 超音波厚さ測定1種技術者 極間法磁粉探傷検査1種技術者 溶剤除去性浸透探傷検査1種技術者

解説付表 3-JIS Z 2305 非破壊試験－技術者の資格及び認証における資格の種類と内容

JIS Z 2305 に基づく資格の種類と内容

資 格 の 種 類	内 容
1. レベル 3 放射線透過試験レベル 3 (RT3) 超音波探傷試験レベル 3 (UT3) 磁粉探傷試験レベル 3 (MT3) 浸透探傷試験レベル 3 (PT3) 渦流探傷試験レベル 3 (ET3) ひずみ測定レベル 3 (SM3)	レベル 3 に認証された技術者は、認証されている NDT 方法において、どのような操作についても指示することが認められる。これには次のことを含む。 a) NDT 設備と職員についての全責任をもつ。 b) NDT 技法及び NDT 手順を確立して認可する。 c) コード、規格、NDT 仕様書及び NDT 手順を解釈する。 d) 特定の NDT 作業に対して使用しなければならない NDT 方法、NDT 技法及び NDT 手順を指定する。 e) 現行のコード、規格及び NDT 仕様書によって NDT 結果を解釈し、評価する。 f) 認証機関から認可された場合には、資格試験を管理する。 g) レベル 1 及びレベル 2 のすべての職務を実施するか、又は監督する。 レベル 3 に認証された技術者は、次の能力ももたなければならない。 a) NDT 方法を選択して NDT 技法を確立できるように、及び他に判定基準が存在しない場合には合否基準の確立を補佐できるように、適用する材料、製造及び製品技術についての十分な実用的な基礎知識をもっている。 b) 他の NDT 方法に関する一般的な知識に精通している。 c) レベル 3 より下の技術者を訓練又は指導する能力をもっている。
2. レベル 2 放射線透過試験レベル 2 (RT2) 超音波探傷試験レベル 2 (UT2) 磁粉探傷試験レベル 2 (MT2) 極間法磁粉探傷検査レベル 2 (MY2) 浸透探傷試験レベル 2 (PT2) 溶剤除去性浸透探傷検査レベル 2 (PD2) 渦流探傷試験レベル 2 (ET2) ひずみ測定レベル 2 (SM2)	レベル 2 に認証された技術者は、確立されている又は認可されている NDT 手順書に従って、NDT を実施したり、指示する資格がある。これには次のことを含む。 a) レベル 2 が認証されている NDT 方法の適用限界を決定する。 b) NDT コード、NDT 規格、NDT 仕様書及び NDT 手順を、実際の作業条件に適した実行可能な NDT 指示書に書き換える。 c) NDT 機器の調整と校正を行う。 d) NDT を実施したり、監督する。 e) 適用されるコード、規格及び NDT 仕様書に従って NDT 結果を解釈し、評価する。 f) NDT 指示書を作成する。 g) レベル 1 のすべての職務を実施するか、又は監督する。 h) レベル 2 より下の技術者を訓練するか、又は指導する。 i) NDT 結果をとりまとめて報告する。
3. レベル 1 放射線透過試験レベル 1 (RT1) 超音波探傷試験レベル 1 (UT1) 超音波厚さ測定レベル 1 (UM1) 磁粉探傷試験レベル 1 (MT1) 極間法磁粉探傷検査レベル 1 (MY1) 通電法磁粉探傷検査レベル 1 (ME1) コイル法磁粉探傷検査レベル 1 (MC1) 浸透探傷試験レベル 1 (PT1) 溶剤除去性浸透探傷検査レベル 1 (PD1) 水洗性浸透探傷検査レベル 1 (PW1) 渦流探傷試験レベル 1 (ET1) ひずみ測定レベル 1 (SM1)	レベル 1 に認証された技術者は、指示書に従って、レベル 2 又はレベル 3 技術者の監督のもとで、NDT 作業を実施する資格がある。NDT レベル 1 に認証された技術者は、次の事項ができなければならない。 a) NDT 機器を調整する。 b) NDT を実施する。 c) 文書化された判定基準に従って NDT 結果を記録し、分類する。 d) NDT 結果を報告する。 レベル 1 に認証された技術者は、使用する NDT 方法又は NDT 技法を選択する責任はない。

なお、この解説付表に用いる用語は、JIS Z 2305 による。

非破壊試験実施者の資格認定制度は平成 15 年より NDIS 0601 に基づく認定から、JIS Z 2305 に基づく認証に下表のように移行する。

NDIS 0601 による資格と JIS Z 2305 に基づく資格の対比

NDIS 0601 による資格	JIS Z 2305 に基づく資格
放射線検査 3 種 (RT3) 超音波検査 3 種 (UT3) 磁気検査 3 種 (MT3) 浸透検査 3 種 (PT3) 電磁誘導検査 3 種 (ET3) ひずみ測定 3 種 (SM3)	放射線透過試験レベル 3 (RT3) 超音波探傷試験レベル 3 (UT3) 磁粉探傷試験レベル 3 (MT3) 浸透探傷試験レベル 3 (PT3) 渦流探傷試験レベル 3 (ET3) ひずみ測定レベル 3 (SM3)
放射線検査 2 種 (RT2) 超音波検査 2 種 (UT2) 磁気検査 2 種 (MT2) 極間法磁粉探傷検査 2 種 (MY2) 浸透検査 2 種 (PT2) 溶剤除去性浸透検査 2 種 (PD2) 電磁誘導検査 2 種 (ET2) ひずみ測定 2 種 (SM2)	放射線透過試験レベル 2 (RT2) 超音波探傷試験レベル 2 (UT2) 磁粉探傷試験レベル 2 (MT2) 極間法磁粉探傷検査レベル 2 (MY2) 浸透探傷試験レベル 2 (PT2) 溶剤除去性浸透検査レベル 2 (PD2) 渦流探傷試験レベル 2 (ET2) ひずみ測定レベル 2 (SM2)
放射線透過検査 1 種 (RT1) 超音波探傷検査 1 種 (UT1) 超音波厚さ測定 1 種 (UM1) 極間法磁粉探傷検査 1 種 (MY1) + 通電法磁粉探傷検査 1 種 (ME1) + コイル法磁粉探傷検査 1 種 (MC1) 溶剤除去性浸透探傷検査 1 種 (PD1) + 水洗性浸透探傷検査 1 種 (PW1) 溶剤除去性浸透探傷検査 1 種 (PD1) 水洗性浸透探傷検査 1 種 (PW1) 内挿コイル渦流探傷検査 1 種 (ET1) 電気抵抗ひずみ測定 1 種 (SM1)	放射線透過試験レベル 1 (RT1) 超音波探傷試験レベル 1 (UT1) 超音波厚さ測定レベル 1 (UM1) 磁粉探傷試験レベル 1 (MT1) 極間法磁粉探傷検査レベル 1 (MY1) 通電法磁粉探傷検査レベル 1 (ME1) コイル法磁粉探傷検査レベル 1 (MC1) 溶剤除去性浸透探傷検査レベル 1 (PD1) + 水洗性浸透探傷検査 1 種 (PW1) 溶剤除去性浸透探傷検査 1 種 (PD1) 水洗性浸透探傷検査 1 種 (PW1) 渦流探傷試験レベル 1 (ET1) ひずみ測定レベル 1 (SM1)