

コーティング上からのタンク板厚の測定に使用するデジタル表示超音波厚さ計の性能等に関する型式試験確認実施要領書

目次

- I コーティング上からのタンク板厚の測定に使用するデジタル表示
超音波厚さ計の性能等に関する型式試験確認実施要領・・・・・・・・・・ 17

- II コーティング上からのタンク板厚の測定に使用するデジタル表示
超音波厚さ計の性能試験方法に係る基準・・・・・・・・・・ 21

- III コーティング上からのタンク板厚の測定に使用するデジタル表示
超音波厚さ計の性能試験方法に係る基準 解説・・・・・・・・・・ 31

I コーティング上からのタンク板厚の測定に使用するデジタル表示超音波厚さ計の性能等に関する型式試験確認実施要領

1 試験確認実施要領

(1) 試験確認項目と実施方法は下表による。

番号	試験確認項目	実施方法	備考
1	直線性試験	基準の3-3項によって行う。	
2	コーティング厚さに対する試験	基準の3-4項によって行う。	
3	腐食部に対する試験	基準の3-5項によって行う。	
4	温度安定性試験	基準の3-6項によって行う。	
5	時間安定性試験	基準の3-7項によって行う。	
6	感度試験	別紙1によって行う。	感度を性能表示中に記載すること。
7	性能表示の内容確認	基準の4項によって行う。	

備考

(1) 供試厚さ計は、型式試験確認の作業上から、同一型式のものを2基用意し、次に示す試験項目のA、B群別に各1基試験確認できるものとする。

A 群

- 直線性試験
- コーティング厚さに対する試験
- 腐食部に対する試験
- 感度試験

B 群

- 温度安定性試験
- 時間安定性試験

感 度 試 験

(1) 感度試験方法

深触子と装置本体間に減衰器を接続し、STB-A1, STB-G等より最良の反射源を選び、表示限界値1dB単位にて測定する。

(2) 感度表示方法

感度試験に使用した試験片名称、及びその使用厚さと減衰器の目盛り値により表示する。

表示例

STB-GV3, 50mm, -42dB

Ⅱ コーティング上からのタンク板厚の測定に使用するデジタル表示超音波厚さ計に関する性能試験方法に係る基準

コーティング上からのタンク板厚の測定に使用するデジタル表示超音波厚さ計に関する性能試験方法に係る基準

1 目的及び適用範囲

1-1 目的

この基準は、コーティング、塗装又はライニング（以下「コーティング」という。）上からの屋外貯蔵タンク底板（アニュラ板を含む。）の板厚測定に使用するデジタル表示超音波厚さ計（以下「厚さ計」という。）の性能試験方法及びその表示方法を定めることを目的とする。

1-2 適用範囲

1-2-1

この基準の対象とする厚さ計は周波数 5 MHz、振動子寸法 直径 10 mm又は 12.7 mmの探触子を使用するものとする。

1-2-2

この基準において測定の対象とするコーティングの種類、厚さ及びタンク底板の呼称板厚は原則として付表-1「コーティング厚さ確認試験片」に示す範囲とするが、ここに規定するもの以外のコーティング材についても、あらかじめこの基準に規定する性能試験方法により使用する厚さ計の性能を確認しておかなければならない。

2 用語

この基準で用いる用語は、特に定めのない限り J I S 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）及び J I S Z 2355（超音波パルス反射法による厚さ測定方法）で規定されたものによる。

2-1 腐食部検出器

裏面に腐食のない健全部及び比較的健全部に近い裏面状態での鋼材厚さを安定してデジタル表示し、腐食の激しい箇所においては不表示となる厚さ計をいい、腐食部における鋼材厚さの測定を主たる目的としないものをいう。

2-2 腐食部厚さ測定器

裏面の腐食の状態にかかわらず、鋼材厚さをコーティング上から測定した場合、コーティング無し状態で、R-B1方式厚さ計を使用して測定した場合と同等の精度で、安定してデジタル表示する厚さ計をいい、健全部及び腐食部の鋼材厚さの測定を目的としたものをいう。

2-3 異常表示

厚さ測定において、腐食及びコーティング等の影響により実際の厚さと著しく異な

る値を表示する状態をいう。

2-4 不表示

厚さ計の表示部が全く点灯しないか、「0」又は特殊な記号が点灯し、板厚測定不能を示す状態をいう。

3 性能試験方法

3-1 試験の条件

「腐食部検出部」又は「腐食部厚さ測定器」に関する全ての試験の実施中に、厚さ計と探蝕子及びケーブルの組合せや感度等の設定条件は変更しないものとする。ただし、変更した設定条件を再現できる厚さ計においては、コーティング材質に適する設定条件を変更してもよい。

3-2 測定方法

厚さ計による測定においては、同一測定点を各5回繰り返し測定し、算術平均した値の小数点以下2桁目を四捨五入して測定値とする。ただし、1回でも不表示となる場合は不表示として取り扱う。

3-3 直線性試験

RB-T (JIS Z 2355) 及びRB-D (JIS G 0801) を使用して、実厚値、厚さ計による測定値及びその差を記録する。実厚値は、マイクロメータにより探蝕子の当たる部分を3～4点測定し、平均した厚さの小数点以下3桁目を四捨五入した値とする。

3-3 記録例

単位：mm

試験板厚	実厚値	測定値	差
0.8	0.79	0.8	0.01
1.0	0.95	1.0	0.05
1.5	1.45	1.5	0.05
2.0	2.05	2.0	0.05
3.0	3.00	3.0	0.05
4.0	4.05	4.1	0.05
48.0	47.95	48.0	0.05

3-4 コーティング厚さに対する試験

適用しようとするコーティングの種類により、そのコーティング厚さ範囲をカバー

するように、付表－1「コーティング厚さ確認試験片」のA、Bグループから各3種の試験片を選択する。

次に、同一箇所を表裏から測定し、その測定値及び測定値差を記録する。

3-4 記録例

コーティング材の種類：エポキシ

Aグループ

単位：mm

コーティング厚さ	測定値 1	測定値 2	測定値差 (1-2)
1.0	4.4	4.4	0
0.5	4.4	4.4	0
0.1	4.5	4.5	0

Bグループ

単位：mm

コーティング厚さ	測定値 1	測定値 2	測定値差 (1-2)
1.0	32.0	32.0	0
0.5	31.8	31.9	-0.1
1.0	31.9	32.0	-0.1

測定値1：表面からの測定値

測定値2：裏面からの測定値

3-5 腐食部に対する試験

腐食部に対する試験(1)は、「腐食部検出部」及び「腐食部厚さ測定器」について実施し、腐食部に対する試験(2)は、「腐食部厚さ測定器」についてのみ実施する。

3-5-1 腐食部に対する試験(1)

適用しようとするコーティングの種類及び最大厚さをカバーするように、付表－2「異常表示確認試験片」から試験片を選択し、コーティング上からの厚さ測定を行い、測定値及び測定値差を記録する。

3-5-1 記録例

コーティング材の種類：FRP

単位：mm

試験片名称	実測値	測定値	測定値差
FR-2.0-RC	9.0	9.1	+0.1

実測値：コーティング前の試験片を、R-B1方式厚さ計によって測定した値

3-5-2 腐食部に対する試験(2)

適用しようとするコーティングの種類及び最大厚さをカバーするように、付表-3「検出能確認試験片」から試験片を選択し、コーティング上からの測定を行い、測定値及び測定値差を記録する。

3-5-2 記録例

コーティング材の種類：タールエポキシ

単位：mm

試験片名称	実測値	測定値	測定値差
TE-0.1-2.0φ	20.0	20.1	+0.1

実測値：コーティング前の試験片を、R-B1方式厚さ計によって測定した値

3-6 温度安定性試験

R-B-T又はR-B-Dから任意の厚さを選択し、20℃における状態での測定値を記録した後、本体の温度を±20℃変化させた後の測定値を記録する。

ただし、各温度での測定は保持時間30分経過後とする。

3-7 時間安定性試験

R-B-T又はR-B-Dから任意の厚さを選択し、室温において電源投入後、3時間以上、1時間ごとに測定を行う。

4 性能表示方法

この基準に関する厚さ計の性能について仕様書等に記載する内容は、下記の規定による。

4-1 鋼材の測定可能範囲

3-3(直線性試験)の結果、測定範囲が連続して±0.1mm以内である板厚範囲を鋼材の測定可能範囲として表示する。

例)

実	厚	誤	差	
0.8		+0.2		
1.0		+0.2		
1.5		+0.2		
2.0		+0.1		
3.0		+0.1		
4.0		0		
↙		↙		
48.0		0		

表示例
鋼材の測定可能範囲
2.0mm~48.0mm

4-2 測定可能なコーティング材の種類及び厚さ

3-4 (コーティング厚さに対する試験) の結果、測定値差が±0.1mm以内であり、かつ、3-5-1 (腐食部に対する試験(1)) の結果、測定値差が±0.2mm以内又は不表示となるものを、測定可能なコーティング材の種類及び厚さとして表示する。

表示は、上記を満たした最大コーティング厚さとする。

表 示 例

<u>測定可能なコーティング材料</u>	<u>最 大 厚 さ</u>
FRP	3.0mm
ガラスフレーク	1.0mm
エポキシ	1.0mm
タールエポキシ	0.7mm

4-3 腐食部検出器または腐食部厚さ測定器の表示

3-5-1の結果において異常表示がなく、測定値差が±0.2mm以内又は不表示となるものを「腐食部検出器」として表示し、3-5-1及び3-5-2の結果において異常表示がなく、測定値差が±0.2mm以内のものを「腐食部厚さ測定器」として表示する。

4-4 温度安定性

20℃における測定値と温度を変化させた時の得られた測定値との最大差を表示する。

例)

<u>温 度</u>	<u>測 定 値</u>	<u>表 示 例</u>
20℃	32.0mm	→ 温度安定性 +0.1mm/20±20℃
0℃	32.0mm	
40℃	32.1mm	

4-5 時間安定性

室温において電源投入後約5分経過後の測定値と時間経過後の測定値との最大差を表示する。

例)

<u>時 間</u>	<u>測 定 値</u>	<u>表 示 例</u>
0	32.0 mm	
1 H	32.0 mm	→ 時間安定性
2 H	32.0 mm	+ 0.1 mm/3 H
3 H	32.1 mm	

付表-1

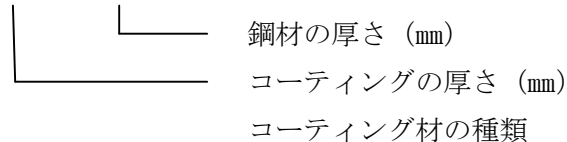
コーティング厚さ確認試験片《CT-1》

コーティング材の種類	コーティング厚さ (mm)	試験片名称	
		Aグループ	Bグループ
エポキシ	1.0	E-1.0-4.5	E-1.0-32
	0.7	E-0.7-4.5	E-0.7-32
	0.5	E-0.5-4.5	E-0.5-32
	0.3	E-0.3-4.5	E-0.3-32
	0.2	E-0.2-4.5	E-0.2-32
	0.1	E-0.1-4.5	E-0.1-32
タールエポキシ	1.0	TE-1.0-4.5	TE-1.0-32
	0.7	TE-0.7-4.5	TE-0.7-32
	0.5	TE-0.5-4.5	TE-0.5-32
	0.3	TE-0.3-4.5	TE-0.3-32
	0.2	TE-0.2-4.5	TE-0.2-32
	0.1	TE-0.1-4.5	TE-0.1-32
ガラスフレーク	1.0	GF-1.0-4.5	GF-1.0-32
	0.7	GF-0.7-4.5	GF-0.7-32
	0.5	GF-0.5-4.5	GF-0.5-32
	0.3	GF-0.3-4.5	GF-0.3-32
	0.15	GF-0.15-4.5	GF-0.15-32
FRP	4.0	FR-4.0-4.5	FR-4.0-32
	3.0	FR-3.0-4.5	FR-3.0-32
	2.0	FR-2.0-4.5	FR-2.0-32
	0.6	FR-0.6-4.5	FR-0.6-32
亜鉛塗料	3	Z-0.3-4.5	Z-0.3-32
	1	Z-0.1-4.5	Z-0.1-32
	0.05	Z-0.05-4.5	Z-0.05-32
アルミ溶射	3	AL-0.3-4.5	AL-0.3-32
	2	AL-0.2-4.5	AL-0.2-32
	0.1	AL-0.1-4.5	AL-0.1-32

材質はSS41、SM41又はSB42とする。

試験片名称の記号及び数字

E-1.0-4.5



形状寸法は約100×100mmとする。

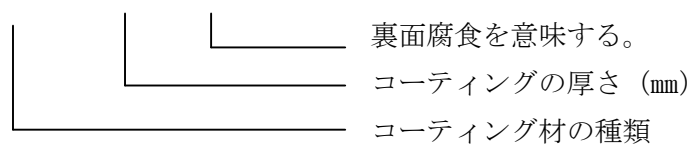
付表-2

異常表示確認試験片《CT-2》

コーティング材の種類	コーティング厚さ	試験片名称
エポキシ	1.0	E-1.0-RC
	0.7	E-0.7-RC
	0.5	E-0.5-RC
	0.3	E-0.3-RC
	0.2	E-0.2-RC
	0.1	E-0.1-RC
タールエポキシ	1.0	TE-1.0-RC
	0.7	TE-0.7-RC
	0.5	TE-0.5-RC
	0.3	TE-0.3-RC
	0.2	TE-0.2-RC
	0.1	TE-0.1-RC
ガラスフレーク	1.0	GF-1.0-RC
	0.7	GF-0.7-RC
	0.5	GF-0.5-RC
	0.3	GF-0.3-RC
	0.15	GF-0.15-RC
FRP	4.0	FR-4.0-RC
	3.0	FR-3.0-RC
	2.0	FR-2.0-RC
	0.6	FR-0.6-RC
亜鉛塗料	0.3	Z-0.3-RC
	0.1	Z-0.1-RC
	0.05	Z-0.05-RC
アルミ溶射	0.3	AL-0.3-RC
	0.2	AL-0.2-RC
	0.1	AL-0.1-RC

試験片名称の記号及び数字

E-1.0-RC



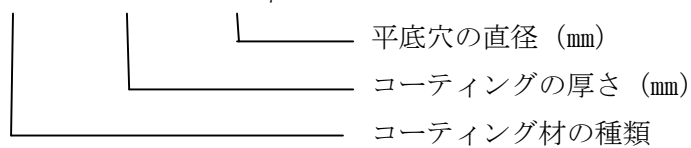
付表-3

検出能確認試験片《CT-3》

コーティング材の種類	コーティング厚さ	試験片名称
エポキシ	1.0	E-1.0-2.0φ
	0.7	E-0.7-2.0φ
	0.5	E-0.5-2.0φ
	0.3	E-0.3-2.0φ
	0.2	E-0.2-2.0φ
	0.1	E-0.1-2.0φ
タールエポキシ	1.0	TE-1.0-2.0φ
	0.7	TE-0.7-2.0φ
	0.5	TE-0.5-2.0φ
	0.3	TE-0.3-2.0φ
	0.2	TE-0.2-2.0φ
	0.1	TE-0.1-2.0φ
ガラスフレーク	1.0	GF-1.0-2.0φ
	0.7	GF-0.7-2.0φ
	0.5	GF-0.5-2.0φ
	0.3	GF-0.3-2.0φ
	0.15	GF-0.15-2.0φ
FRP	4.0	FR-4.0-2.0φ
	3.0	FR-3.0-2.0φ
	2.0	FR-2.0-2.0φ
	0.6	FR-0.6-2.0φ
亜鉛塗料	1.3	Z-0.3-2.0φ
	1.1	Z-0.1-2.0φ
	0.05	Z-0.05-2.0φ
アルミ溶射	1.3	AL-0.3-2.0φ
	1.2	AL-0.2-2.0φ
	0.1	AL-0.1-2.0φ

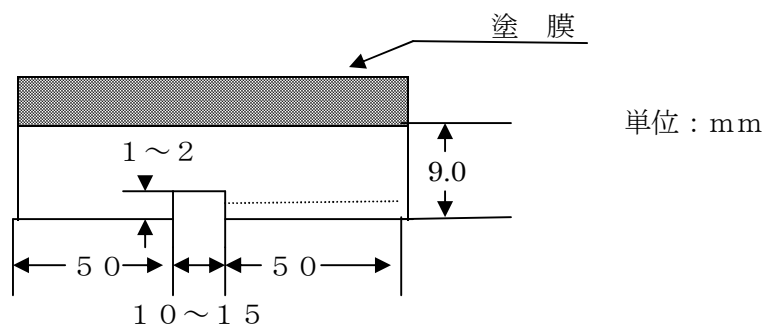
試験片名称の記号及び数字

E-1.0-2.0φ

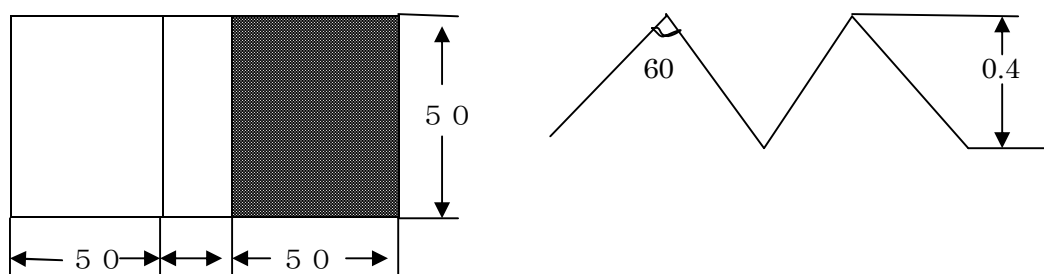


Ⅲ. コーティング上からのタンク板厚の測定に使用する
デジタル表示超音波厚さ計に関する性能試験方法に
係る基準 解説

異常表示確認試験片《CT-2》

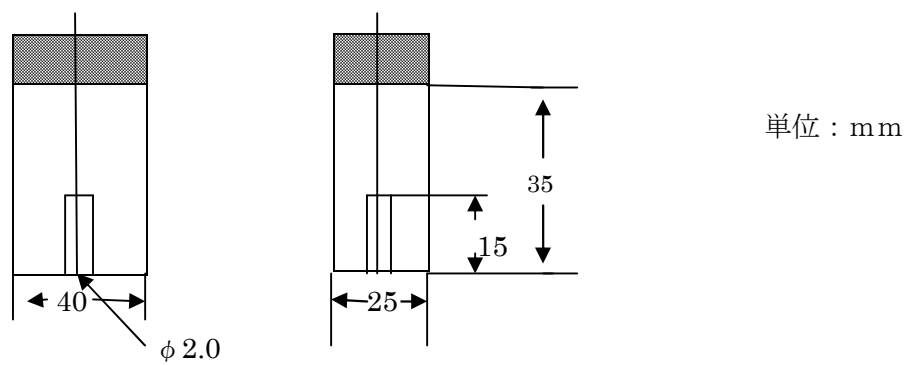


平坦 クロス



(裏面)

検出能確認試験片《CT-3》



< 図 1 >

- ※ 塗膜表面は、鋼材表・裏面と平行な表面仕上げを行う
- ※ 鋼材質 SB42
- ※ 塗膜材質 各種コーティング材料

コーティング上からのタンク板厚の測定に使用するデジタル表示

超音波厚さ計に関する性能試験方法に係る基準 解説

1 目的及び適用範囲

タンク底板の板厚測定は、従来コーティング剥離後に通常R-B1方式厚さ計を使用して実施する方法が一般的であるが、コーティング上からの測定では装置の測定方式とともにコーティング条件（種類、厚さ等）及び底板の腐食状況に起因する諸々の問題があり、結果として「異常表示」（2-3項参照）となる場合のある事が実験過程においてわかった。

したがって、この基準では、コーティング上からの板厚測定に使用するデジタル表示超音波厚さ計が、正常に動作するための適用範囲、及び信頼性を確保するための性能試験方法とその表示方法について規定することを目的とする。

本基準の対象とする厚さ計は、一連の実験確認に基づき5MHz、10φ又は12.7φの探接子と組合わせて使用する場合に限定した。

測定の対象とするコーティング材の種類、厚さ、及びタンク底板の呼称板厚は、現状の一般的な施工条件を調査して、本基準の付表1に示す範囲とした。

ただし、将来ここに規定する以外のコーティング材の種類、厚さが用いられる場合は、当該コーティングについて3に規定する性能試験方法を準用して、使用する厚さ計の性能を確認する必要がある。

2 用語

この基準で用いる用語は、特に定めのない限りJISZ2344及びJISZ2355で規定されたものによるが、特殊な用語の定義は次のとおり。

2-1 腐食部検出器

健全部及び軽微な腐食部については正常な板厚測定値を表示し、かつ、顕著な腐食部については「不表示」（2-4項参照）指示によって、腐食部の存在を検出する機能の確認をもって「腐食部検出器」とする。

2-2 腐食部厚さ測定器

従来の、コーティング剥離後にR-B1方式によって板厚測定を行う方法は、現状のB1-B2方式に比較して顕著な腐食部の板厚測定がより広範囲に可能であることが確認されている。

コーティング上からの板厚測定において、上記コーティング剥離後のR-B1方式と同等の腐食部板厚測定性能を持つ厚さ計を「腐食部厚さ測定器」とし、「腐食部検出器」と区別し、近い将来実用装置が開発された場合にも対応できるようにした。

2-3 異常表示

コーティング上からのデジタル表示超音波厚さ測定方式として、B₁-B₂（多重エコー）方式が現状技術では最も適用可能な方式として重点的に実験検討したが、この過程において底板の裏面腐食が顕著な箇所では腐食部分の実際の板厚を表示せず、異常に薄い値又は厚い値を表示する等の「異常表示」を示す場合が度々発生し、コーティング上からの板厚測定の解決すべき問題点として提起された。探触子と測定面の接触状態やコーティング材の超音波特性及び鋼板表裏腐食部の凹凸の程度によっては、同一測定点においても実際の板厚とは異なる不規則な表示値を断続的に示す場合がある。

この原因はコーティング層及び腐食部での複雑な超音波反射による干渉やモード変換等によるものと推定され、「異常表示」と呼ぶこととする。

2-4 不表示

異常表示をさけるためには、上記干渉、モード変換等による不要雑エコーが厚さ測定に悪影響を及ぼさない程度まで測定装置の感度を低く押える必要があるが、逆にこの状態では、厚さ測定に必要な超音波エコーが得られず正確な厚さ測定が不可能となり、「不表示」指示とする事によって顕著な腐食部分の存在を検出する考え方を導入する。

この場合は厚さ計の表示部を全く点灯させないか、「0」又は特殊な記号を表示することにより厚さ測定が不能である事を明示して、この状態を「不表示」と呼ぶこととする。

3 性能試験方法

3-1 試験の条件

厚さ計と組み合わせて使用するケーブルと探触子、厚さ計の感度等の設定条件は、コーティング上からの厚さ測定においては、「異常表示」発生の有無と強い関係がある。

したがって、これらの設定条件はこの基準による全ての試験中を通じて原則として変更しない状態で測定することとする。

ただし、例えば測定の対象とするコーティング材の種類、厚さ及びタンク底板板厚に対して最適なゲート設定を選択する等、測定条件ごとに対応する設定条件があらかじめ定められていて容易に再現可能な機能を持つ装置については、その指定する設定変更機能を使用できるものとする。

音速調整については、必要に応じて被測定材又は基準試験片等により最適調整することが、測定精度の点から望ましい。

3-2 測定方法

厚さ計による測定結果の安定性及び信頼性を増すために一測定点について5回測定し、測定データの算術平均値を測定値とする。

ただし、1回でも不表示を示した場合は、その他の値を測定データとして採用せずに、その測定点全体を不表示として取り扱う。

また、測定者は測定にあたって探触子の接触状態の不安定等、厚さ計自体の性能に係わらない要因は避けるように注意する。

3-3 直線性試験

厚さ計自体の実厚値に対する測定精度を確認する試験で、実際のタンク底板の板厚範囲を参考にして基準試験片板厚の上限値を4.8mmとする。

3-4 コーティング厚さに対する試験

健全な鋼材に各種コーティングを施した「コーティング厚さ確認試験片」(CT-1)を使用して、コーティングによる測定精度の影響限界を確認する試験であり、各試験片ごとの音速、減衰の違いによる測定値の差異を相互補正(キャンセル)するために、表裏面同一箇所を測定した値の測定値差で評価することとする

3-5 腐食部に対する試験

自然腐食部はその形状が複雑で、ごく僅かな位置ずれによって測定結果が大きく変化する可能性がある。

また、装置の性能試験用として多数の基準試験片を全く同一条件で準備することも極めて難しい。

この理由から本基準では、一般的な自然腐食部に対応する人工腐食試験片への置換えを試みた。

自然腐食部を「腐食部検出器」で測定して、正常な板厚表示から不表示を示す限界腐食状態を、第1回底面エコー対第2回底面エコー比(B_1/B_2)で評価して人工腐食試験片に対応した結果、60°V溝型スリットで深さ0.4mmの裏面クロス(2方向)加工がほぼ上記自然腐食部に相当することが確認されている。

この試験片に付表-2の各種コーティング材を塗布して、「異常表示確認試験片」(CT-2)とする。

「腐食部厚さ測定器」の性能試験用としては、従来の5MHz、10φ二振動子(分割型)探触子によるR-B1方式の人工欠陥検出性能を平底穴試験片で置換えた結果、φ2.0mm相当である事が確認され、これと同等の平底穴を持つ試験片に付表-3の各種コーティング材を塗布して「検出能確認試験片」(CT-3)とする。

これらの試験確認結果はいずれも5MHz、10φ又は12.7φ探触子との組合わせで得られたデータであり、周波数及び振動子寸法が変化するとそれぞれ異なる結果となり得る。

したがって、本基準による性能試験に際して厚さ計と組合わせ使用する探触子は上記の仕様と同等でなければならない。

3-5-1 腐食部に対する試験(1)

3-5-2 腐食部に対する試験(2)

「腐食部検出部」及び「腐食部厚さ測定器」区分の考え方（2-1、2-2項参照）に基づき、「異常表示確認試験片」（CT-2）に対する試験は「腐食部検出器」及び「腐食部厚さ測定器」の両方について、また、「検出能確認試験片」（CT-3）に対する試験は「腐食部厚さ測定器」についてのみ行うこととする。

3-6 温度安定性試験

この試験に対する測定条件は電子装置に要求される一般的な温度範囲が指定されているが、実際の測定時の周囲環境条件によっては、ここに規定する温度範囲を超えることも予想される。

この場合には事前にその温度範囲について、使用する装置の正常な機能と3-3の試験方法による測定精度の変化の有無を確認しておくことが望ましい。

3-7 時間安定性試験

電子装置としての厚さ計の時間変化に対する安定性確認のために実施することとする。

性能表示方法

コーティング上からの板厚測定に適合するデジタル表示超音波厚さ計として、3の試験方法による性能測定結果をもとに、仕様書、カタログ等に記載する際の表示方法について規定する。

4-1 鋼材の測定可能範囲

デジタル表示超音波厚さ計が本来もち得る測定値表示誤差 ± 0.1 mmを考慮して、測定精度（誤差）が連続して ± 0.1 mm以内の範囲とする。

4-2 測定可能なコーティングの種類及び厚さ

上記鋼材の測定可能範囲（非コーティング状態）内でコーティングによる影響が無視できる範囲として、各種コーティング材の種類とその最大厚さで表示する。

実験結果によれば、ここに表示する最大厚さ以下のコーティング厚さについては、特に異常表示の無いことが確認されているので最大値表示のみとする。