

JIS 意見受付

JIS Z 2355-1 超音波厚さ測定試験
原案作成委員会

この JIS は日本非破壊検査協会規則「JIS 原案作成に関する規則」に基づき関係者に JIS の制定前の意見提出期間を設けるために掲載するものです。

意見は規格原案決定の際の参考として取り扱いさせていただきます。

掲載されている JIS についての意見提出は下記メールアドレスまでお願いいたします。

意見受付締切日：2026 年 3 月 23 日（月）

意見提出先：Email:bsn@jsndi.or.jp

目 次

	ページ
1 序文	1
2 1 適用範囲	1
3 2 引用規格	1
4 3 用語及び定義	1
5 4 測定方式	2
6 5 一般的要求事項	5
7 5.1 測定装置	5
8 5.2 接触媒質	6
9 5.3 調整用試験片	6
10 5.4 試験体	7
11 5.5 試験技術者	7
12 6 超音波厚さ測定の適用	7
13 6.1 測定面の状態と処理	7
14 6.2 厚さ測定	7
15 6.3 探触子の選定	10
16 6.4 厚さ測定器の選定	11
17 6.5 調整用試験片とは異なる材料	11
18 6.6 特別な測定条件	11
19 7 厚さ測定器の調整	12
20 7.1 一般	12
21 7.2 調整方法	12
22 7.3 調整値の確認	13
23 7.4 測定装置の保守及び点検	14
24 8 測定精度への影響	14
25 8.1 作業上の条件	14
26 8.2 測定装置	16
27 8.3 厚さ測定に影響するパラメータ	17
28 9 材料の影響	17
29 9.1 一般	17
30 9.2 不均一性	17
31 9.3 音響異方性	17
32 9.4 超音波の減衰	17
33 9.5 測定面の状態	17
34 10 報告書	19
35 10.1 一般	19

38	10.2 一般情報	19
39	10.3 測定データ	20
40	附属書 A (参考) 測定条件の選定	21
41	附属書 B (参考) 鋼の腐食	23
42	附属書 C (参考) 厚さ測定器の調整	25
43	附属書 D (参考) 厚さ測定に影響のあるパラメータ	27
44	附属書 JA (参考) 管材の厚さ測定方法	29
45	附属書 JB (参考) 高温試験体の厚さ測定方法	31
46	附属書 JC (参考) コーティング上からの厚さ測定方	32
47	附属書 JD (参考) 日常点検記録例	35
48	附属書 JE (参考) JIS と対応国際規格との対比表	38
49		
50		

51

まえがき

52 この規格は、産業標準化法第 12 条第 1 項の規定に基づき、一般社団法人日本非破壊検査協会
53 (JSNDI) 及び一般財団法人日本規格協会 (JSA) から、産業標準原案を添えて日本産業規格を改正すべ
54 きとの申出があり、日本産業標準調査会の審議を経て、経済産業大臣が改正した日本産業規格である。こ
55 れによって、**JIS Z 2355-1:2016** は改正され、この規格に置き換えられた。

56 この規格は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

57 この規格の一部が、特許権、出願公開後の特許出願又は実用新案権に抵触する可能性があることに注意
58 を喚起する。経済産業大臣及び日本産業標準調査会は、このような特許権、出願公開後の特許出願及び実
59 用新案権に関わる確認について、責任はもたない。

60 **JIS Z 2355** 規格群（非破壊試験—超音波厚さ測定）は、次に示す部で構成する。

61 **JIS Z 2355-1** 非破壊試験—超音波厚さ測定—第 1 部：測定方法

62 **JIS Z 2355-2** 非破壊試験—超音波厚さ測定—第 2 部：厚さ測定装置の性能測定方法

63

日本産業規格（案）

JIS
Z 2355-1 : 0000

非破壊試験—超音波厚さ測定—第 1 部：測定方法

Non-destructive testing-Ultrasonic thickness measurement-Part 1:
Measurement method

序文

この規格は、2025 年に第 3 版として発行された **ISO 16809** を基とし、国内における超音波厚さ測定の実態を踏まえ、その円滑な運用を可能とするため、技術的内容を変更して作成した日本産業規格である。

なお、この規格で、**附属書 JA～附属書 JD** は、対応国際規格にない事項である。側線又は点線の下線を施してある箇所は、対応国際規格を変更している事項である。技術的差異の一覧表にその説明を付けて、**附属書 JE** に示す。

1 適用範囲

この規格は、超音波パルスによる超音波厚さ測定装置（以下、測定装置という。）を用いて、金属材料及び非金属材料に対して保守検査又は製品検査を行う場合の厚さ測定方法について規定する。

注記 この規格の対応国際規格及びその対応の程度を表す記号を、次に示す。

ISO 16809:2025, Non-destructive testing—Ultrasonic thickness determination (MOD)

なお、対応の程度を表す記号“MOD”は、**ISO/IEC Guide 21-1** に基づき、“修正している”ことを示す。

2 引用規格

次に掲げる引用規格は、この規格に引用されることによって、その一部又は全部がこの規格の要求事項を構成している。これらの引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JIS B 0601 製品の幾何特性仕様（GPS）—表面性状：輪郭曲線方式—用語、定義及び表面性状パラメータ

JIS G 0431 鉄鋼製品の雇用主による非破壊試験技術者の資格付与

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 2353 超音波パルス法による固体中の音速の測定方法

JIS Z 2355-2 非破壊試験—超音波厚さ測定—第 2 部：厚さ測定装置の性能測定方法

3 用語及び定義

この規格で用いる主な用語及び定義は、次によるほか、**JIS Z 2300** による。

3.1**元厚**

測定物製作時の板、管などの厚さ

注釈 1 元厚は、経年変化の追跡時に初期値として利用される。

3.2**減厚値**

腐食、浸食、壊食又は摩耗による厚さの減少量

3.3**残存厚さ**

元厚から減厚値を差し引いた値

3.4**表示値**

厚さ測定器の表示部に厚さとして表示される数値

3.5**測定値**

最終測定結果として採用した厚さ値

3.6**(厚さ測定)の測定可能範囲**

厚さ測定装置と垂直探触子の組合せによる測定装置における測定が可能な厚さ範囲

3.7**調整用試験片**

厚さ測定器の調整（音速調整及びゼロ点調整）に用いる選定された適切な厚さの試験片

3.8**調整値**

厚さ測定前に行う厚さ測定装置の最終調整（音速調整及びゼロ点調整）時に表示された調整用試験片の既知の値

3.9**表示分解能**

表示器に表示されたエコーから厚さ値を決定して、表示する厚さ測定器の表示器（液晶など）での横軸の解像度による厚さ値の表示単位

3.10**測定誤差**

厚さ測定器と探触子などの組合せによる測定装置における既知の厚さ値とのばらつき度合いの最大値

4 測定方式

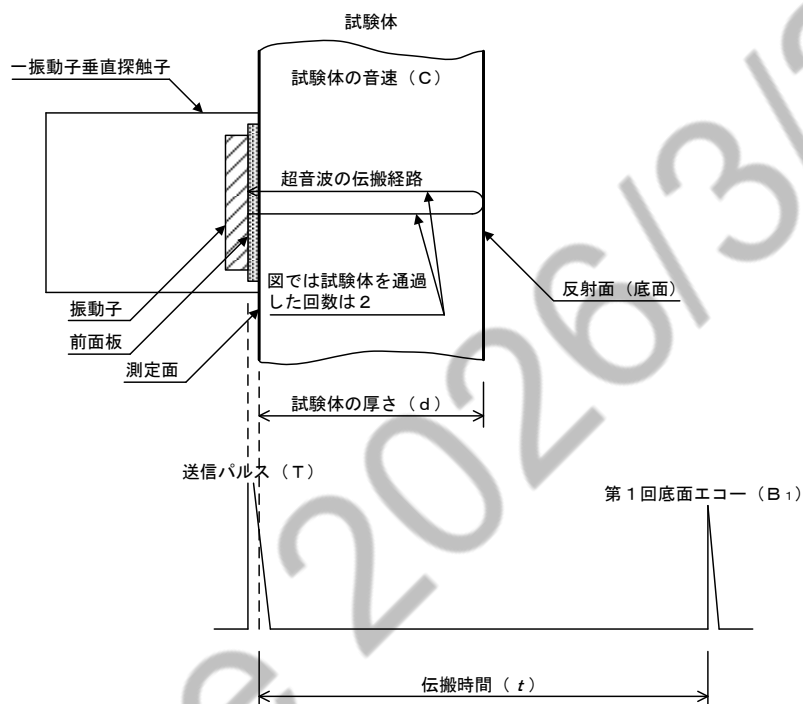
図 1 に示すように試験体を通過する超音波の伝搬時間を計測し、その値及び既知の音速（JIS Z 2353 参照）から、式(1)によって厚さを求める。

$$d = \frac{1}{n} C \times t \quad \dots\dots\dots (1)$$

132

ここで、
 d : 試験体の厚さ (m)
 C : 試験体の音速 (m/s)
 t : 超音波が試験体中を伝搬する時間 (s)
 n : 試験体を通過した回数

133



134

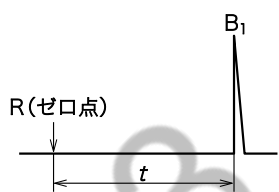
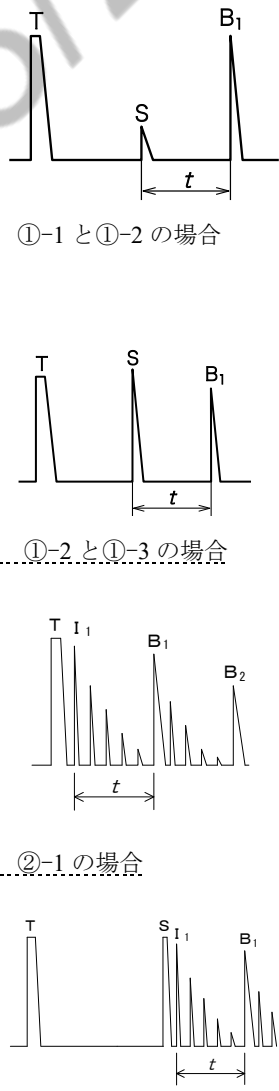
図 1—超音波厚さ測定の原理

135

136 測定方式は、表 1 のとおり区分する。

137

表 1—測定方式の区分

	測定方式及び使用探触子例	エコーの種類	A スコープ表示
方式 1	<p>ゼロ点・第 1 回底面エコー方式 R-B₁ 方式</p> <p>使用する探触子例 一振動子垂直探触子 二振動子垂直探触子</p>	<p>指定された試験片，及び使用する探触子を用いて，ゼロ点を設定する。そのゼロ点と，第 1 回底面エコー (B₁) との間隔から厚さを求める。ゼロ点とは試験体の表面に相当する時間的な位置である。</p>	
方式 2	<p>表面エコー・第 1 回底面エコー方式 ① S-B₁ 方式</p> <p>使用する探触子例 二振動子垂直探触子 遅延材付き二振動子垂直探触子 水浸探触子</p> <p>境界面エコー・第 1 回底面エコー方式 ② I-B₁ 方式</p> <p>使用する探触子例 一振動子垂直探触子 遅延材付き一振動子垂直探触子</p>	<p>測定箇所表面エコー (S) と第 1 回底面エコー (B₁) との間隔から厚さを求める。</p> <p>①-1 二振動子垂直探触子 試験体表面からの表面エコー (S) と第 1 回底面エコー (B₁) との間隔から厚さを求める。</p> <p>①-2 遅延材付き一振動子垂直探触子 試験体表面 (遅延材底面) からの表面エコー (S) と第 1 回底面エコー (B₁) との間隔から厚さを求める。</p> <p>①-3 水浸探触子 (水浸法による場合) 試験体表面からの表面エコー (S) と第 1 回底面エコー (B₁) との間隔から厚さを求める。</p> <p>測定箇所の境界面エコー (I) と第 1 回底面エコー (B₁) との間隔から厚さを求める。</p> <p>②-1 一振動子垂直探触子 測定面下のコーティングと試験体との境界面エコー (I) と第 1 回底面エコー (B₁) との間隔から厚さを求める。</p> <p>②-2 遅延材付き一振動子垂直探触子 測定面下のコーティングと試験体との境界面エコー (I) と第 1 回底面エコー (B₁) との間隔から厚さを求める。</p>	 <p>①-1 と①-2 の場合</p> <p>①-2 と①-3 の場合</p> <p>②-1 の場合</p> <p>②-2 の場合</p>

138

139

140

表 1－測定方式の区分（続き）

	測定方式及び使用探触子例	エコーの種類	A スコープ表示
方式 3	<p>多重エコー方式</p> <p>① B₁－B₂ 方式</p> <p>使用する探触子例</p> <p>a.一振動子垂直探触子</p> <p>b.二振動子垂直探触子</p> <p>c.遅延材付き一振動子垂直探触子</p> <p>d.水浸探触子</p> <p>② B_m－B_n 方式</p> <p>使用する探触子例</p> <p>a.一振動子垂直探触子</p> <p>b.二振動子垂直探触子</p> <p>c.遅延材付き一振動子垂直探触子</p> <p>d.水浸探触子</p>	<p>底面の多重エコーの間隔から厚さを求める。状況に応じて使用する底面エコーを変える必要がある。</p> <p>① B₁－B₂ 方式</p> <p>第 1 回底面エコー（B₁）が明瞭に確認でき、第 2 回底面エコー（B₂）との識別が十分可能な場合に用いる。</p> <p>② B_m－B_n 方式</p> <p>第 1 回底面エコー（B₁）が確認できない場合に用いる。n は m＋1 である。</p>	
方式 4	<p>透過方式</p> <p>R－U 方式</p> <p>使用する探触子例</p> <p>一振動子垂直探触子</p>	<p>試験体を透過したパルスを用いて厚さを求める。エコーが得られにくい高減衰材の測定に用いることができる。</p>	

141 5 一般的要求事項

142 5.1 測定装置

143 5.1.1 一般

144 測定装置は、使用目的を達成し得る 5.1.2 の厚さ測定器と 5.1.3 の探触子との組合せを選定する。

145

5.1.2 厚さ測定器

厚さ測定器は、次による。

a) 超音波厚さ計

1) **数値表示超音波厚さ計** 表 1 の測定方式によって厚さを測定し、測定結果をデジタル値で表示する、小型で一般に用いられる超音波厚さ計。

2) **A スコープ表示器付き超音波厚さ計** 数値表示超音波厚さ計に、超音波探傷器同様の A スコープ表示機能が付加された超音波厚さ計。腐食部の厚さ測定でエコーの状況を確認したり、複合材料、コーティングなどの上からの厚さ測定で適切なエコーを選択するためには、A スコープ表示器付き超音波厚さ計を用いることが望ましい。

b) **超音波探傷器** 材料中を伝搬した超音波パルスの反射源からのエコーを観察するための装置で、A スコープ表示（探傷図形）からきずなどの位置情報を知ることができるもの。

5.1.3 探触子

探触子は、種々から選定されるが、一例として次に示す型式の探触子が多く使用される。

a) 一振動子垂直探触子

b) 二振動子垂直探触子

c) 遅延材付き一振動子垂直探触子

d) 水浸探触子

また、垂直探触子の接触方法（直接接触法、ギャップ法、水浸法など）と厚さ測定時の移動方法（連続あるいは等間隔での測定など）によって適切な探触子を選定することを推奨する。

探触子ケーブルは、測定装置の製造業者によって指定されたケーブルを用いる。

探触子の選定は 6.3 による。

5.2 接触媒質

水浸法以外で特に指定のない場合は、測定面の粗さに応じて、表 2 によって選定する。測定面の粗さ μmRz は、JIS B 0601 による。

表 2—接触媒質の選定

測定面の粗さ	
25 μmRz 未満	25 μmRz 以上
規定しない。ただし、試験技術者、試験体及び測定装置に有害でないもの。	濃度 75 %以上のグリセリン水溶液、グリセリンペースト又はこれらと同等の音響結合が得られることが確認されたもの。かつ、試験技術者、試験体及び測定装置に有害でないもの。

5.3 調整用試験片

測定装置は、測定対象を代表する 1 点の厚さ又は複数の厚さの調整用試験片で調整する。調整用試験片は、音速及び厚さが試験体にほぼ等しいもので、測定面と反射面とが平行なものが望ましい。使用する調整用試験片は測定対象の厚さの範囲を網羅していることが望ましい。

5.4 試験体

試験体は、次による。

- a) 試験体は、超音波が伝搬する材料であり、探触子と音響結合が可能な表面でなければならない。
- b) 測定面に超音波の伝搬を阻害するような汚れ、グリース、綿くず、スケール、溶接のフラックス及びスパッタ、油などの異物がある場合は、それを除去する。
- c) 測定面にコーティング層がある場合は、そのコーティング層は材料に対して音響的に結合していなければならない。そうでない場合はコーティングを除去する。

5.5 試験技術者

試験技術者は、測定装置を調整して測定作業を実施するとともに、測定結果を記録・分類・報告するために必要な資格を有し、経験、知識及び技能をもつ者とする。

なお、試験技術者の資格及び認証は、JIS G 0431 又は JIS Z 2305 に規定する超音波探傷試験の資格者 (UT1, UT2, UT3) ¹⁾、限定 NDT 方法のうち超音波厚さ測定レベル 1 (UM1) の資格者又はこれと同等の有資格者とする。

注 ¹⁾ : UT1 : 超音波探傷試験レベル 1, UT2 : 超音波探傷試験レベル 2, UT3 : 超音波探傷試験レベル 3

6 超音波厚さ測定の適用

6.1 測定面の状態と処理

測定面に測定の妨げになるものがある場合には、前処理を行う。前処理に当たっては、その方法などを受渡当事者間で協議し、測定面をきずついたり、うねらせたりしないように注意を払い、厚さ測定が可能な状態にする。

6.2 厚さ測定

6.2.1 一般

a) **測定点又は測定線の選定** 測定点又は測定線は、特に指定がない場合、測定目的、試験体、測定する範囲、使用状況、経年変化、腐食状況などに応じて、次のいずれかの方法を参考にして、受渡当事者間で選定する。

- 1) 試験体を適宜に区分した各範囲を代表する 1 点
- 2) 試験体の形状変化部などを適宜に区分した各範囲内の数点
- 3) 測定する範囲に適切な間隔で設けた格子線の交点
- 4) 試験体の減厚状況によって選定された必要な点又は線

b) **測定方式の選定** 表 1 によって測定方式を選定する。

c) **測定方法の選定** 表 3 によって測定方法を選定する。測定方法は、測定値を得る手順によって、次に示す 5 種類に区分する。

- 1) **1 回測定法** 指定された測定点を 1 回測定する方法。

この測定方法では二振動子垂直探触子を選定した場合、音響隔離面の方向については規定しない。

- 2) **2 回測定法** 二振動子垂直探触子によって直交する 2 方向について各々測定する方法。同一の測定点において、音響隔離面の方向を 90 度異なる 2 方向で各々測定し、得られた小さい方の表示値を測定値とする。

- 3) **連続測定法** 測定線上を 1 回測定法を用いて、指定された測定間隔で、又は連続的に、探触子を移動させながら厚さを測定する方法。測定線に沿う厚さ変化を断面表示することが可能である。
- 二振動子垂直探触子で厚さを測定する場合は、音響隔離面の方向は測定線と直角に保つものとする。また、測定間隔の指定がない場合は 5 mm 以下とすることを推奨する。
- 4) **多点測定法** 一測定点を中心に、測定する範囲を拡大し、その範囲内の多数の点を測定して、表示値の最も小さい値を測定値とする方法。測定する範囲の拡大は、通常、腐食又は減厚の状況によって判断され、受渡当事者間で選定する。指定のない場合、拡大の大きさは直径 30 mm 円内を多点測定する範囲としてもよい。本測定方法では二振動子垂直探触子の音響隔離面の方向については規定しない。
- 5) **精密測定法** 指定された範囲について測定点を増加させ、厚さの変化状態を推定する方法。測定の結果は、等高線などによって平面表示してもよい。厚さ測定を行う範囲及び測定間隔の指定がない場合、あるいは適用する探触子について受渡当事者間で適宜選定する。

表 3－測定方法の種類

分類	測定方法	二振動子垂直探触子の場合の音響隔離面の方向
個別測定点による測定方法	1 回測定法	規定しない
	2 回測定法	90 度異なる方向
測定線上の移動による測定方法	連続測定法	音響隔離面の方向は測定線と直角
測定範囲の拡大による測定方法	多点測定法	規定しない
	精密測定法	規定しない

6.2.2 製品検査における厚さの測定

測定装置は、5.1 から選定する。探触子の選定には測定を行う試験体の厚さ、形状、目的などを考慮し、探触子の種類（一振動子又は二振動子）、周波数、振動子寸法、接触面の寸法、遅延材の可否などを決定する。附属書 A の図 A.1 が選定の参考となる。

なお、二振動子垂直探触子を用いる場合は、測定する厚さ範囲に対して測定装置の測定範囲が適切なものを選定する。集束垂直探触子を用いる場合も測定する厚さ範囲に対して測定装置の測定範囲が適切なものを選定する。

特に超音波の減衰が大きく、反射波を利用できない場合には (R-U) 方式とするのがよい。多くの場合、周波数は 1 MHz 以下とすることが望ましい。

6.2.3 保守検査における残存厚さの測定

6.2.3.1 一般

測定装置は、5.1 から選定する。探触子の選定には、測定を行う試験体の予想される厚さ、形状などを考慮し、探触子の種類（一振動子又は二振動子）、周波数、振動子寸法、接触面の寸法、遅延材の可否などを決定する。附属書 A の図 A.2 が選定の参考となる。

なお、二振動子垂直探触子を用いる場合は測定する厚さ範囲に対して測定装置の測定範囲が適切なものを選定する。集束垂直探触子を用いる場合も測定する厚さ範囲に対して測定装置の測定範囲が適切なものを選定する。

二振動子垂直探触子を直接接合法で用い、2 回測定法、連続測定法などにおいて、探触子の向きを変えたり、移動をする場合は、供給者の推奨する移動方法によって処置を行う。多くの場合、その都度測定面から探触子を離すことが推奨されている。

6.2.3.2 一般的な平面試験体の厚さ測定

a) 数値表示超音波厚さ計を用い、異常がない場合、表示値を測定値とする。

なお、異常とは次の場合をいう。

- 1) 表示値が、推定した厚さの 2 倍程度の場合
- 2) 表示値が、推定した厚さの 1/2 程度の場合
- 3) 表示値がばらつく場合（受渡当事者間で決めた許容値以上の誤差又は表示値が安定しないとき）
- 4) 表示値が得られない場合

b) 異常がある場合、次のいずれかの方法によって、その原因に関する所見及び表示値を記録することが望ましい。

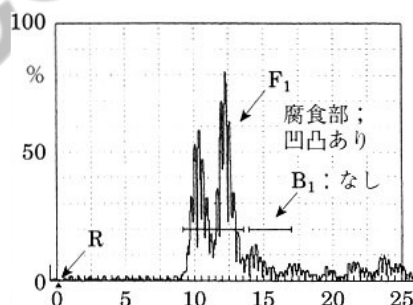
- 1) 多点測定法のほか、連続測定法又は精密測定法を追加し、測定点近傍の全般的な状況から原因を判断する。
- 2) 超音波探傷器又は A スコープ表示器付き超音波厚さ計を用い、その A スコープ表示から、きずエコーの有無、底面エコーの現れ方などを観察して、ビーム路程によって厚さを求める。

6.2.3.3 腐食部の厚さ測定における留意点

容器、配管などにおける腐食は、異なるメカニズムによって発生し得る。各種腐食の原因及びメカニズムについて附属書 B に参考として示す。

測定面又は反射面に腐食が予測される試験体の場合は、次の点に留意する。

- a) **測定面が腐食している場合** 測定面に腐食による凹凸がある場合には、超音波の伝達を妨げたり、反射したりするため、表示値が得られない場合又は接触媒質の層によって表示値が誤って表示される場合がある。
- b) **反射面が腐食している場合** 比較的なだらかな形状をした腐食は、表示値が比較的安定した測定が可能である。しかし、針状の孔食は、その孔食の先端からのエコーは得られにくく、周辺のなだらかな腐食部分の厚さを表示する場合又は表示値が得られない場合がある。
- c) **処置方法** 腐食又は孔食によって表示値が安定しない、又は表示値が得られない場合は、超音波探傷器又は A スコープ表示器付き超音波厚さ計を用い、A スコープ表示からエコーを観察し、腐食の状況・程度・残存厚さを測定する。腐食部からのエコーは図 2 に示されるように多峰性となる場合が多く、残存厚さを読み取る方法は、ピーク法ではなく、しきい値法又はゼロクロス法を用いる。図 3 に厚さの読み取り方法を示す。



R : ゼロ点
F₁ : 腐食部からのエコー
B₁ : 底面エコー

図 2—腐食部からのエコーの例¹⁾

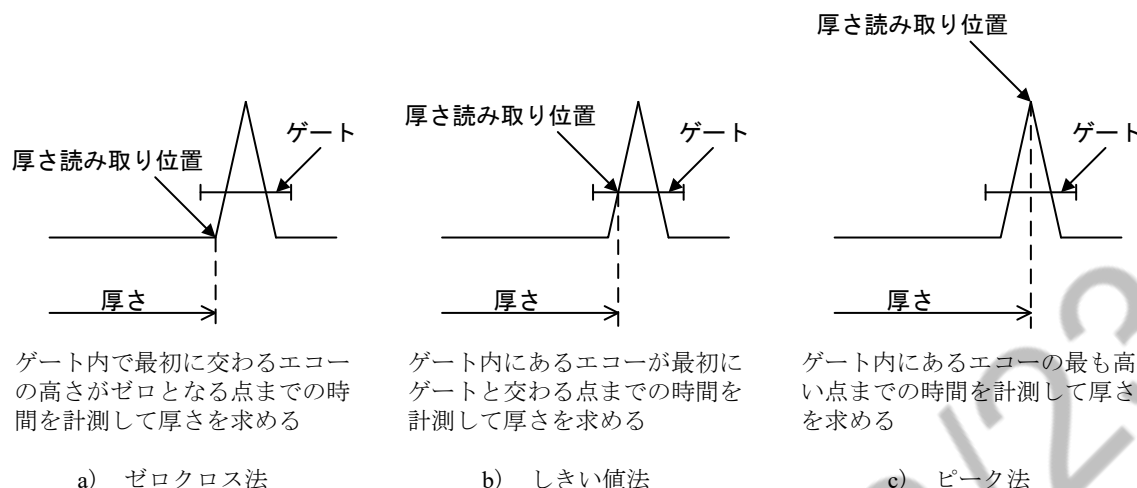


図 3—厚さの読み取り方法

6.2.3.4 管材の厚さ測定

附属書 JA に管材の厚さ測定における留意点を参考として示す。

6.3 探触子の選定

探触子の選定は次による。

- 6.2 に従って適切な測定値を得る手順を選び、探触子の種類（一振動子又は二振動子）を選定する。その後、探触子が測定条件に適合するように、他の条件を考慮して選定する。
- 薄いシート又はコーティング層を測定する場合は、狭帯域探触子に比べてパルスが短く、分解能のよい広帯域探触子を用いる。
- 超音波が減衰しやすい材料の試験体を測定する場合は、安定したエコーが得られるよう、より低い周波数の探触子又は広帯域探触子を用いる。
- 振動子寸法は、探触子接触面の形状、大きさ（面積）などを考慮し、また周波数は、厚さ測定を行う測定物の元厚又は、減厚量を考慮して選定する。例えば、極薄い管の厚さ測定を行う場合、振動子寸法は小さく、また周波数は高い探触子を選定する。なお、周波数は測定値の精度（距離分解能）に影響することから留意が必要である。
- 遅延材付き一振動子垂直探触子を使用し、(I-B_I) 方式を採用する場合は、遅延材の材料が試験体と同じ場合、境界面エコーが発生しない可能性があるため、遅延材の材料は適切なものを選定する。金属材料の試験体に接触したプラスチック遅延材のように遅延材の材料の音響インピーダンスが試験体よりも小さいと、境界面エコーの位相が変化する。そのため、正確な結果を得るには補正が必要となるが、厚さ測定器によってはこの補正を自動で行う機能を持つものもある。
- 高温の測定面では、探触子の性能に適した温度範囲とそれらの温度での使用時間、冷却方法などを明示した探触子供給者の使用方法を参考にして垂直探触子を選定して用いる。この場合、温度が遅延材の音響的な性質へ与える影響（減衰及び音速の変化）は既知でなければならない。なお、高温の測定面で厚さ測定を行う場合、遅延材付き一振動子垂直探触子又は二振動子垂直探触子が多く用いられている。

6.4 厚さ測定器の選定

厚さ測定器は、5.1.2 から選定する。

6.5 調整用試験片とは異なる材料

附属書 C を参照する。

なお、音速による表示値の補正を行えば、他の試験片を用いてもよい。

6.6 特別な測定条件

6.6.1 一般

特別な測定条件における一般事項は、次による。

a) 厚さ測定を行う環境及び試験体について、安全規則又は基準に関連する法規を遵守する。

b) 使用する調整用試験片の温度は試験体の温度と同じでなければならない。

6.6.2 低温での厚さ測定

測定面が 0 °C 未満の場合は、次による。

a) 接触媒質は、その音響的な性質が保たれ、その凝固点は測定面の温度以下でなければならない。

b) 一般的な探触子の仕様は、0 °C ~ 50 °C の温度範囲が多く、0 °C 未満の温度では、測定温度で動作が保証された専用の探触子を用いる。

c) 接触時間は、供給者が推奨する範囲内とする。

6.6.3 高温での厚さ測定

測定面が 50 °C を超える場合は、次による。

a) 探触子は、高温用探触子を用いる。

b) 接触媒質は、測定面の温度で十分性能を発揮するものを使用する。

c) 超音波厚さ計を用いる場合は、探傷図形（A スコープ）記憶機能付き探傷器が望ましい。

d) 探触子の接触時間は、供給者が推奨する接触可能時間を遵守し、その後の探触子の処置についても供給者推奨の方法による処置を行う。

附属書 JB に高温試験体の厚さ測定における留意点を参考として示す。

6.6.4 有害な雰囲気

有害な雰囲気内で厚さ測定を行う場合は、次による。

a) 爆発の危険のある雰囲気内での厚さ測定作業では事前に探触子、ケーブル及び厚さ測定器の組合せが安全であることを確認する。

b) 腐食性の雰囲気内では、接触媒質は環境に悪影響を与えることなく音響的な性質を保つ必要がある。

6.6.5 コーティング上からの厚さ測定

コーティング上からの厚さ測定は、 $(B_1 - B_2)$ 又は $(B_m - B_n)$ 方式を適用する。

なお、コーティング層と試験体との境界面エコーが得られる場合には、表面エコーに代わり境界面エコー

を用いた (I-B₁) 方式を適用できる。

附属書 JC にコーティング上からの厚さ測定における留意点を参考として示す。

7 厚さ測定器の調整

7.1 一般

厚さ測定器の調整は、厚さ測定に使用するものと同じ測定装置で行う。また、その手順は、供給者の取扱説明書、手順書、又は JIS Z 2355-2 の 9.15 (調整値の確認) に従って行う。

7.2 調整方法

7.2.1 一般

厚さ測定器の調整方法は、測定方式及び使用する測定装置に適した方法で実施する。また、調整は試験体の厚さ測定時と同じ環境条件で行う。

附属書 C に参考として厚さ測定器の調整について示す。

7.2.2 超音波厚さ計

超音波厚さ計の調整は、次による。

- a) (R-B₁) 方式を用いる場合は、ゼロ点調整及び音速調整を必要に応じて調整用試験片によって行う。
- b) (B₁-B₂) 又は (B_m-B_n) 方式あるいは (S-B₁) 方式を用いる場合は、調整用試験片を用いて表示値がその厚さを示すように音速を調整する。また、超音波厚さ計の設定音速が試験体の音速と一致するように調整してもよい。

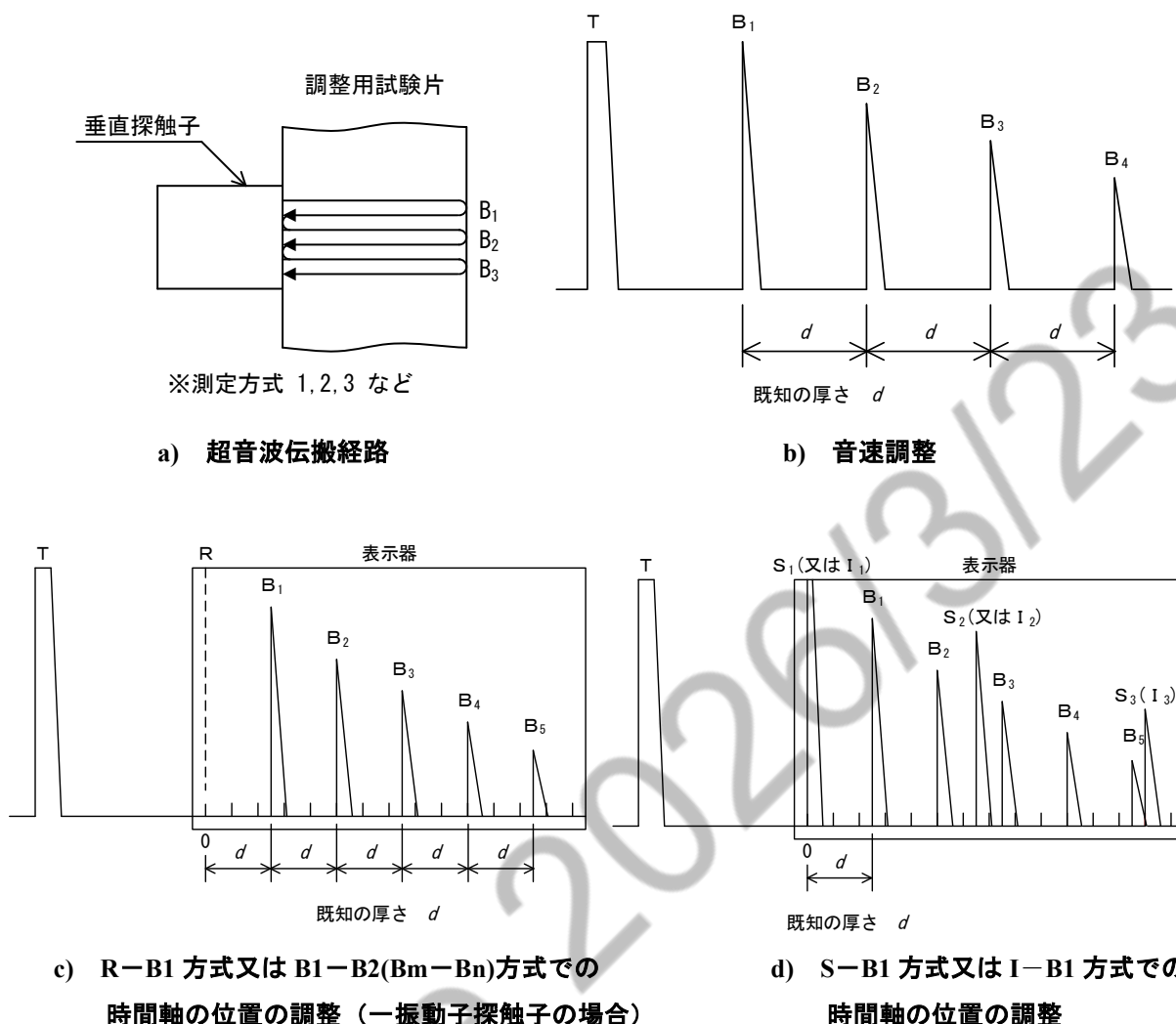
なお、調整完了後には調整用試験片の既知の厚さが表示されることを確認する。

7.2.3 超音波探傷器

超音波探傷器を用いて A スコープ表示から厚さを読み取る場合の時間軸 (横軸) の調整は、次による。

- a) **音速調整** 音速調整は、対比試験片の多重エコーの間隔のビーム路程が、調整用試験片の厚さに対応するように時間軸を調整する [図 4 a) 及び図 4 b)]。
- b) **ゼロ点調整** ゼロ点調整は、一振動子垂直探触子を用いた場合での (R-B₁) 方式では送信パルスを、また、二振動子垂直探触子、遅延材付き一振動子垂直探触子を用いた場合での (S-B₁) 方式及び (I-B₁) 方式では表面エコー又は境界面エコーを表示遅延機能によって横軸目盛のほぼゼロに合わせる。次に最初の底面エコー (B₁) を確認し、このエコーをゼロ点調整機能によって調整用試験片の既知の厚さに対応するビーム路程の位置に合わせる [図 4 c) d)]。

(B_m-B_n) 方式の場合は、最初の底面エコーをゼロ点調整機能によって調整用試験片の既知の厚さに対応するビーム路程の位置に合わせる [図 4 c)]。



記号説明

- T : 送信パルス
R : ゼロ点
S1, S2 : 表面エコー
I1, I2 : 境界面エコー
B1~Bn : 底面エコー

図 4—表示器の時間軸の調整

7.3 調整値の確認

特に指定がない場合、測定開始時、測定終了後及び必要に応じて測定中任意の時間内に、調整値の確認を行う。調整値が前回の調整値に比べ許容値を超えている場合、前回の調整値を確認した後に測定した箇所について全て再測定を実施する。なお、測定中任意の時間内とは、受渡当事者間で設定した時間間隔をいう。時間間隔の設定がない場合は 1 時間間隔での調整値の確認を推奨する。

また、次の場合には必ず再度、調整を行う。

- a) 超音波上の問題ではなく、測定装置の動作不良などの異常があると判断した場合
b) 測定装置の全部又は一部を交換した場合

- 419 c) 試験技術者が交替した場合
- 420 d) 電源を再投入した場合
- 421 e) 試験体の材料が異なる場合
- 422 f) 試験体又は測定装置の温度が著しく変化した場合

423 なお、許容値及び厚さ測定作業中の許容値の確認頻度については事前に受渡当事者間で取り決めておく
424 必要がある。

425 7.4 測定装置の保守及び点検

426 7.4.1 一般

427 測定装置の保守は、次による。

- 428 a) 探触子の接触面にきず、凹凸、片減りなどがある場合、エコー高さの低下及び測定値のばらつきによ
429 って測定不能となりうる。測定する厚さ範囲に対して測定誤差の測定を行い、許容値を超えてばらつ
430 く場合は探触子を交換する。また、受渡当事者間で許容値を設定していない場合は $\pm 0.1 \text{ mm}$ とするこ
431 とを推奨する。
- 432 b) 接触媒質が長時間にわたって付着している場合、内部に浸透して機器損傷の原因になる。探触子、探
433 触子ケーブルの接栓、又は超音波厚さ計の本体に付着している接触媒質は、測定後、確実に拭き取る。
434 また、探触子の接触面の接触媒質は測定終了後（又は自動カット OFF 機能が作動した場合も）、確実
435 に拭き取る。

436 7.4.2 日常点検

437 JIS Z 2355-2 の箇条 11 [試験区分 3 (日常点検)] による。

438 なお、附属書 JD には日常点検記録表の例を示す。

439 7.4.3 定期点検

440 JIS Z 2355-2 の箇条 10 (試験区分 2) によって、1 年以内ごとに行い、その結果を記録する。

441 7.4.4 特別点検

442 測定装置が落下した場合、運搬中に衝撃を与えた場合、温度など環境条件が供給者の仕様範囲を超えた
443 場合などは、定期点検と同様の点検を実施する。

444 8 測定精度への影響

445 8.1 作業上の条件

446 8.1.1 測定面の状態

- 447 a) 清浄度 測定面の清浄度は測定値に影響し、測定面の前処理が不適切な場合は、測定値が不正確にな
448 ることがある。このため、測定面が厚さ測定に支障となる場合は、適切な方法によって測定前に除去
449 する。
- 450 b) 測定面の粗さ 測定面の粗さは、探触子と測定面との接触面積を減少させ超音波の伝達を妨げ、損失
451 させるほか、著しく粗いところでは、接触媒質の厚さの影響によって表示値が厚く表示される。なお、
452 測定面又は反射面が著しく粗い場合は、超音波探傷器又は A スコープ表示器付き超音波厚さ計を用い

て A スコープ表示によってエコーを確認しながら厚さ測定を行うことを推奨する。

- c) **測定面の形状** 図 5 に示すように、測定面が凹凸を生じて粗い場合（凹凸面）は、超音波の音響結合が低下する可能性があるため、次に挙げる項目に留意し、適切な条件を選択する必要がある。

- ・ 接触媒質
- ・ 垂直探触子の型式（周波数を含む）
- ・ 測定方式

また、必要に応じて測定面の処理方法の検討も必要となる。

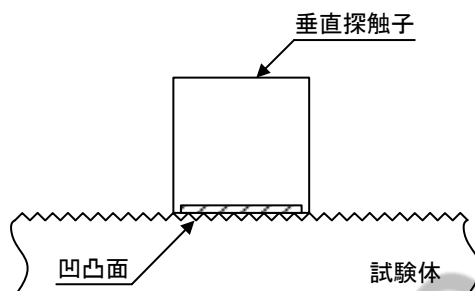


図 5-凹凸面（粗い面）での厚さ測定

測定面に局所的な凹部又は凸部がある場合（凹凸部）に測定面上を直接接触型の探触子で測定するときは、部分的に接触媒質層が厚くなる場合があります（図 7 参照）、（R-B₁）方式及び（R-U）方式では接触媒質層の伝搬時間が表示値に含まれ、表示値が大きくなる。接触媒質と材料との音速比が 1 : 4 のときには、この差は接触媒質の実際の厚さの 4 倍になる。なお、測定面又は反射面が平滑でない、凹凸を有しているなどの場合は、超音波探傷器又は A スコープ表示器付き超音波厚さ計を用いて A スコープ表示によりエコーを確認しながら厚さ測定を行うことを推奨する。

また、探触子の接触面は、常に十分な音響結合が得られるようにすることが重要であり、図 6 に示すように、厚さ測定面が腐食などによって形状変化した部位で、凹部又は凸部の半径が小さい場合は、直径の小さい探触子を選定する。

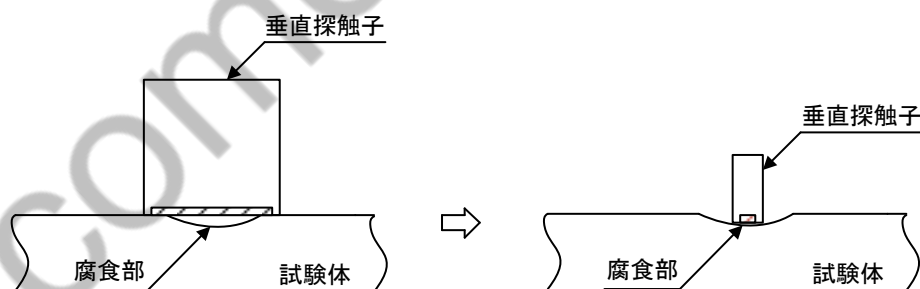


図 6-凹部での垂直探触子の選択

8.1.2 測定面の温度

温度変化は、探触子の遅延材内及び試験体の音速と超音波の減衰量とに影響を与えるため、試験体の厚さを測定する必要がある場合には、温度変化及び次に挙げる項目などに留意する必要がある。

- a) 厚さ測定器、垂直探触子、超音波ケーブル、遅延材の材質
- b) 調整用試験片
- c) 接触媒質

491 また、安全に対する計画を行う。

492 音速は、多くの金属及びプラスチックでは温度が上がると減少するが、ガラス及びセラミックスでは増
493 加する場合がある。温度変化が金属の音速へ与える影響は、通常は無視できるほど小さい。鋼の場合、縦
494 波の音速はおよそ $0.8 \text{ m/s/}^{\circ}\text{C}$ の割合で減少する。

495 くさびとして一般的に使われるアクリル樹脂の音速は、 $2.5 \text{ m/s/}^{\circ}\text{C}$ の割合で減少する。そのため、温度変
496 化がくさびの音速に与える影響は大きく、補正が必要な場合もある。

497 8.1.3 コーティング

498 コーティングは、測定値の誤差要因となるため、コーティング上からの測定方法は、附属書 JC による
499 ことが望ましい。

500 8.1.4 形状

501 形状に対する要求は、次による。

502 a) **平行度** 試験体(部品)の両面は平行であることが望ましい。傾斜がある場合、底面エコーがひず(歪)
503 んだり減衰したりするため、測定が困難又は不正確になる場合がある。

504 b) **曲面** 測定面が曲率をもつ場合、探触子と試験体との接触面積が減少し、超音波の伝達が妨げられ、
505 表示値が不安定となる場合がある。そのため、探触子は、超音波が試験体の曲率中心に向かうように
506 配置する。表示値がばらつく場合、超音波の伝達(音響結合)を向上させるために、振動子寸法を小
507 さくする。さらに、遅延材付き一振動子垂直探触子を選択し、遅延材の接触面を曲面に合わせて成形
508 加工するとよい。なお、附属書 JA には管材の厚さ測定方法を示す。

509 8.1.5 材料音速の不均一

510 正確な測定は、厚さ方向に沿った材料の均一性に依存する。組成の局部的又は全面的な変化は、調整用
511 試験片の材料と比べた音速の差異により測定誤差が発生する。

512 8.2 測定装置

513 8.2.1 表示分解能

514 a) 厚さ測定器の有効な表示桁数は、そのシステムによって確認できる測定値の変化の最小値である。例
515 えば、 0.001 mm で表示可能な厚さ測定器でも信頼できる有効な表示桁数は 0.1 mm の場合が多い。A
516 スコープ表示器付き超音波厚さ計又は、超音波探傷器を用いた厚さ測定での有効な表示桁数は、サン
517 プリング周波数、測定範囲の設定値に対する表示器の分解能(ピクセル数)などの要因に依存してい
518 る場合がある。

519 b) 測定装置の分解能は、厚さ測定器の性能に依存するだけでなく、垂直探触子の型式(周波数を含む)
520 の影響も受ける。6.3 に探触子の選定に関わる留意事項が示されているが、厚さ測定時の分解能は厚さ
521 測定器と探触子の組み合わせにより決定される。

522 8.2.2 測定可能な範囲

523 厚さ測定器の数値表示の桁数は単に表示できる数字の範囲だけを意味しており、使用する垂直探触子に
524 よって測定範囲が供給者によって明記されている。厚さ測定が可能な測定範囲は、一般に垂直探触子の型
525 式(周波数を含む)又は試験体の材料などによって左右され、特に用途(材料、曲率などの条件)によっ
526 て測定範囲は左右されることから事前に模擬試験片を作成し、使用する測定装置によって確認試験を行う
527 ことを推奨する。

528 垂直探触子の型式は、測定可能な範囲（測定範囲）に影響する。また、測定可能な厚さの最小値は主に
529 垂直探触子の型式、性能と試験体の音速で定まる。

530 試験体の材料によって音速と減衰とは異なるため、探触子の周波数は、試験体の材料及び厚さに応じて
531 選定する。高い周波数は低い周波数より材料を伝搬しにくいため、周波数は測定できる最大厚さにも影響
532 する。

533 厚さ測定器は、測定する試験体の厚さがその測定範囲内に含まれているものを選定する。超音波探傷器
534 で A スコープ表示を用いて厚さ測定する場合には、適切な時間軸を設定する。時間軸（表示器の横軸）の
535 範囲は、少なくとも測定する厚さ範囲の最小値～最大値の厚さが表示されるように調整することを推奨す
536 る。

537 8.3 厚さ測定に影響するパラメータ

538 厚さ測定に影響する重要なパラメータ及びその対応方法を附属書 D に示す。

539 9 材料の影響

540 9.1 一般

541 測定対象物の組織、超音波の減衰特性、表面状態は、測定値に影響することを考慮する。

542 9.2 不均一性

543 合金元素及び不純物を含む材料組成と材料の加工プロセスは、結晶粒組織の構造と方向性と共に影響し、
544 そのことによって金属組織の均一性に影響する。

545 このことは局部的に試験体内部の音速又は超音波の減衰の変動の要因となり、誤差の発生又は測定値が
546 得られない原因になり得る。

547 9.3 音響異方性

548 音響異方性のある材料では、組織の向きに対する超音波の入射方向によって音速が異なる場合があるの
549 で留意する。圧延又は押し出し成形によって加工された材料、特にオーステナイト鋼、銅及び銅合金、鉛及
550 び全ての繊維強化樹脂などの例がある。音速の違いによる誤差を最小にするためには、測定面の組織に対
551 する超音波の入射方向は、調整用試験片及び試験体のいずれも合わせる必要がある。

552 9.4 超音波の減衰

553 超音波の減衰は、エコー高さの低下又は波形の変化の原因となる。減衰は吸収（例えば、ゴム）による
554 エネルギーの損失又は散乱（例えば、粗い結晶粒）によって起きる。

555 一般的に鋳物の測定では、散乱による減衰があり、表示値の消失又は誤差の原因となる。プラスチック
556 の測定では、吸収だけで超音波が大きく減衰する。

557 9.5 測定面の状態

558 9.5.1 一般

559 測定面の状態確認を怠った場合、又は測定面の状態確認が不十分な場合、測定値が得られない又は誤差
560 の原因となる場合がある。

561

9.5.2 接触面

測定面がコーティングされている場合、コーティング材が母材に対して音響的に結合していればコーティングを通して厚さ測定が可能である（6.6.5 参照）。コーティング材と母材との間に隙間が生じている場合はコーティングを剝離する必要がある。

磨耗及び／又は腐食による測定面の粗さは、音響結合に影響し、さらには、厚さ測定結果へ影響する。測定面での凹凸部の深さが大きいと、 $(R-B_1)$ 方式は不適切であり、 $(S-B_1)$ 方式及び (B_1-B_2) 又は (B_m-B_n) 方式が有効となる。測定面の凹凸部の影響で超音波が試験体へ伝達しない場合は、測定面を研磨することで厚さ測定ができるようになる可能性があるが、残存厚さの少ない部分を更に削ることになるので実施には注意を要する。

図 7 は、各測定方式において凹部を測定している場合の一例を図示している。この部位において $(R-B_1)$ 方式を選択した場合の厚さ表示値には、接触媒質層の厚さに相当する伝搬時間を含んでいる。

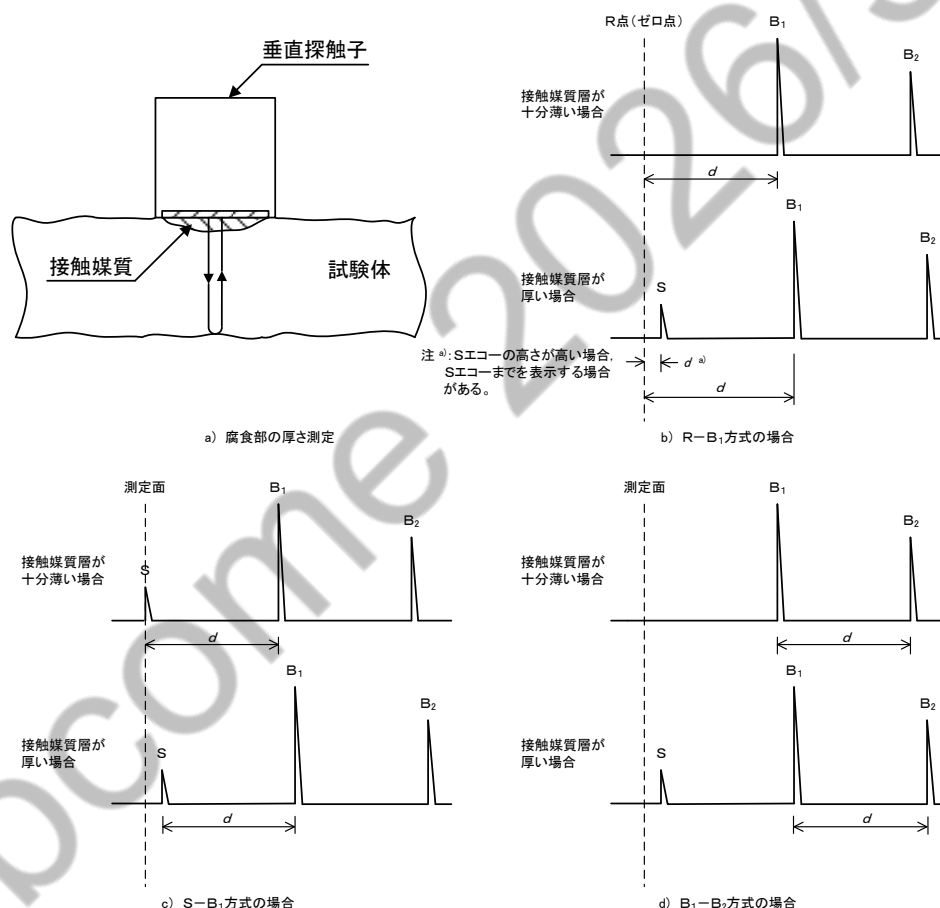


図 7—接触媒質層が厚い場合の伝搬経路

9.5.3 反射面

供用中に発生した腐食又は侵食部分の測定を行う場合、それらは異常な反射面となるため、予想される腐食の種類などを勘案しながら測定方法及び使用探触子を選定する必要がある。なお、附属書 B に鋼の腐食について特徴を紹介しているので参考とすることを推奨する。

599 **9.5.4 腐食**

600 石油，ガス，発電などのエネルギーの配送，製品の貯蔵，輸送などの産業では，圧延鋼板，継目無鋼管
601 及び溶接接合物などの金属材料で作られた容器及びパイプが使用されている。これらの材料は様々な環境
602 で使用され，部分的又は全面にて腐食が発生，進行する。

603 鋼の容器及び配管類の腐食部に適用する厚さ測定の方法を選定する場合，次の腐食の種類を考慮し，測
604 定すべき厚さ範囲，位置の決定及び測定時期の間隔などを決定する必要がある。

- 605 a) 均一腐食
- 606 b) 孔食
- 607 c) 析出腐食
- 608 d) 隙間腐食
- 609 e) 電解腐食
- 610 f) 流れ誘起腐食（流れ加速腐食）
- 611 g) 溶接部腐食
- 612 h) 上記の腐食の種類の一つ以上の組合せ

613 **附属書 B 表 B.1** は，考慮することが必要な腐食の種類及び反射面の形と分布とを示している。

614 **10 報告書**

615 **10.1 一般**

616 受渡当事者間で取り決めた特定の要求も考慮して，**10.2** 及び **10.3** に示した項目の内容を記録する。

617 **10.2 一般情報**

618 一般情報は，次による。

619 a) **参考とした図書** 手順書，規格，仕様書

620 b) **測定年月日**

621 c) **測定者名（試験技術者名）及び保有資格**

622 d) **測定器材** 測定器材は，次による。

623 1) 厚さ測定器の型式，製造番号など

624 2) 探触子の型式，製造番号など

625 3) 点検年月日

626 4) 測定時に使用した調整用試験片の名称及び管理番号

627 5) 接触媒質の種類又は名称

628 e) **測定条件** 測定条件は，次による。

629 1) 試験体の名称

630 2) 試験体の材料及び厚さ

631 3) 測定面の状態（測定面の仕上げ程度，腐食の程度，コーティングの有無及び種類，コーティングの
632 厚さなど）

633 4) 測定箇所（必要なときは，詳細図の表示）

634 5) 測定方式及び測定方法の種類

635 10.3 測定データ

636 測定データは、次による。

637 a) 測定結果 測定結果は、次による。

638 1) 測定値 一つの測定点ごとの測定値を記録するか、又は受渡当事者間で取り決めた値以下の測定値
639 及びその位置を記録する。また、必要に応じ、測定線に沿う厚さ変化を断面表示するか、測定範囲
640 内の同一の厚さの点を線で結んだ等高線などによって平面表示して記録する。また、各測定点での
641 設定音速値及び測定点の測定面温度を記載する。ただし、測定値へ温度の影響がないことが確認さ
642 れている場合は記録は不要である。

643 2) 特記事項

644 b) その他の事項 指定事項、立会者、所見など

645

附属書 A (参考) 測定条件の選定

A.1 測定条件の選定

測定条件の選定は、次の図 A.1 及び図 A.2 のフローチャートによる。

なお、管材での厚さ測定は管材外面を測定面とした場合を想定している。管材の内面からあるいは曲管での厚さ測定を計画する場合は別途、測定方式及び使用する探触子の選定を検討する必要がある。

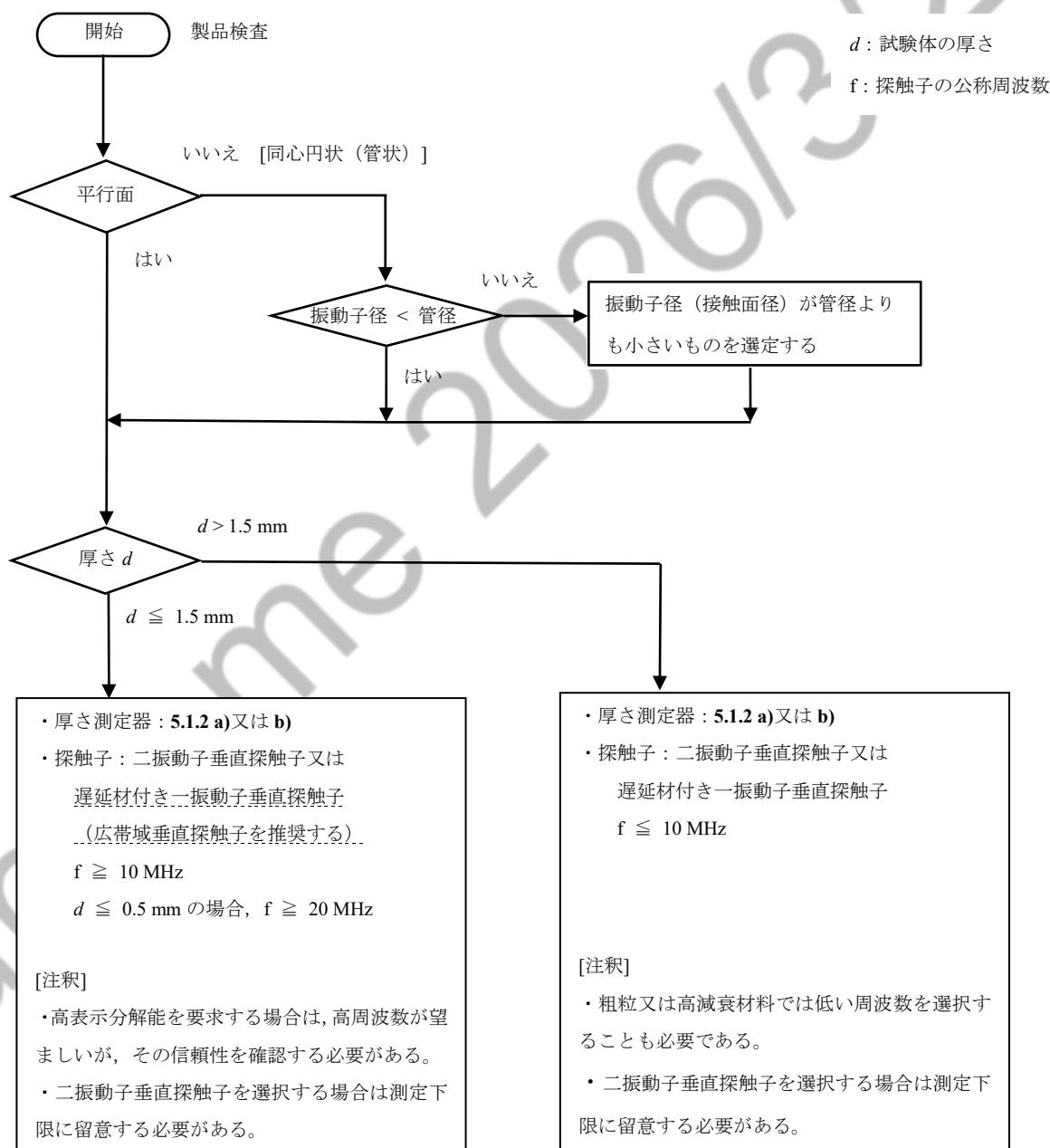


図 A.1—保守検査のフローチャート

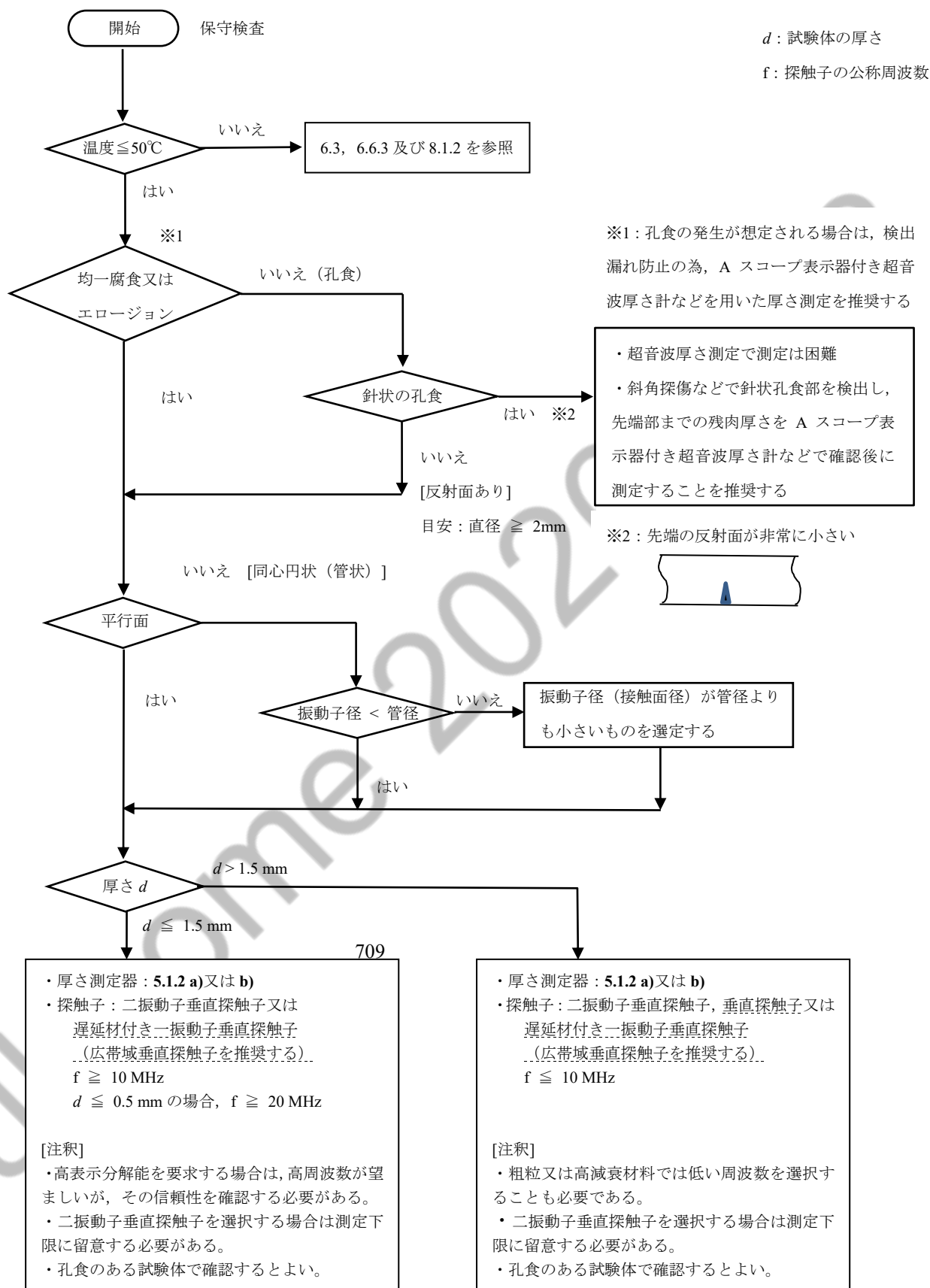


図 A.2—保守検査のフローチャート

附属書 B (参考) 鋼の腐食

B.1 腐食の分類

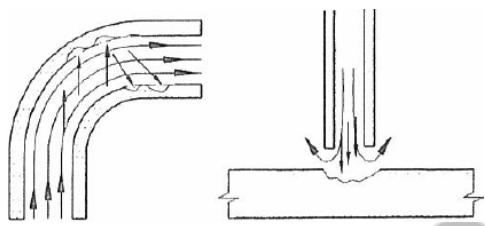
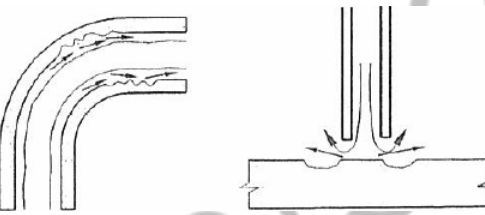
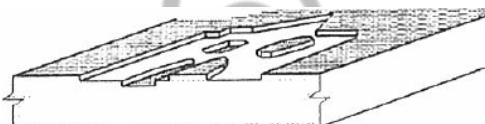
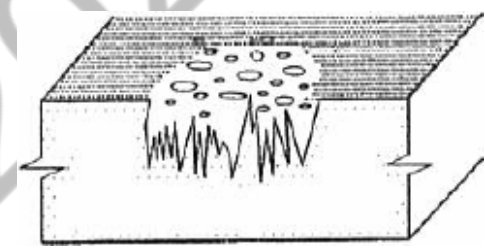

腐食の分類（一例）は、表 B.1 による。

表 B.1—腐食の分類

No.	種類	典型的な腐食原因及びそのメカニズム	説明図	厚さ測定時の注意点
1	均一腐食 ^{a)} 又はエロージョン ^{a)} 注釈 1 エロージョンは機械的に起こる摩耗作用コロージョンが腐食	次のような腐食環境で起きる。 — 酸素で飽和した水 — 酸性溶液 — 湿潤気体からの凝縮水		6.2.3.3 参照 A スコープ表示器付き超音波厚さ計によりエコーを観察して厚さ値を得ることを推奨する
2	孔食 ^{a)} 注釈 1 金属内部に向かって孔状に進行する局部腐食	腐食領域には明確な境界があり、その周囲は典型的には未腐食である。孔食は材料の結晶構造及び集合組織、表面状態によって形態が異なる。		6.2.3.3 参照 A スコープ表示器付き超音波厚さ計によりエコーを観察して厚さ値を得ることを推奨する
2a	孔食 ^{a)}	分布パターン		注 a) 参照
2b	孔食 ^{a)} 注釈 1 針状に進行する局部腐食	単独で針状に進行する、あるいは均一腐食の範囲に局所的に針状部が進行するなどがある。		附属書 A 参照 厚さ測定によって検出することは極めて困難、他の手法と併用するとよい
3	析出腐食 ^{a)} 隙間腐食 ^{a)} 注釈 1 金属間又は金属と他の材料との隙間が存在する場合、隙間の内外においてイオン、酸素などの濃淡電池が構成されて生じる腐食	堆積物の下又は水で満たされた狭い隙間で起きる。		注 a) 参照
4	電解腐食 ^{a)} 注釈 1 異種金属接触腐食 異種金属が直接接触されて、両者間に電池が構成されたときに生じる腐食	異種金属		注 a) 参照

726

表 B.1－鋼の腐食分類（続き）

No.	種類	典型的な腐食原因及びそのメカニズム	説明図	推奨する超音波技術
5	流れ誘起腐食 ^{a)}			注 ^{a)} 参照
6	乱流腐食 ^{a)}			注 ^{a)} 参照
7	メサ型腐食 ^{a)}			注 ^{a)} 参照
8	キャビテーション腐食 ^{a)} 注釈 1 金属表面に接触する液体に急激な圧力減少を与えるとき真空状の気泡が発生し、それが崩壊するときに表面被膜又は金属を損傷して生じる腐食			注 ^{a)} 参照
9	溶接部腐食 ^{a)} 注釈 1 熱影響部に発生するきずなどに起因する。応力腐食割れ			注 ^{a)} 参照
注 ^{a)} これらの腐食形式は腐食の検出と定量化を達成するときに出会う可能性と困難性とを図解するために示している。図解は情報として示すことだけを目的にしている。個々の場合に適用する技術は対象への接近条件、材料の厚さその他のパラメータによるため、それについて具体的に推奨することはできない。				

727

附属書 C

(参考)

厚さ測定器の調整

C.1 一般

厚さ測定器の調整は、通常厚さ測定に用いる垂直探触子と厚さ測定を行う試験体と同材料で製作された調整用試験片を用いて行う。また、調整用試験片の調整に用いる厚さは、厚さ測定を行う試験体の設計板厚と推定される最小の残存厚さの2種類の厚さで行うことを推奨する。しかしながら、多くの場合は1種類の厚さで調整しているのが実態である。ここでは、厚さ測定を行う試験体と調整に用いる調整用試験片の測定面の状態又は材料が異なっている場合の留意点などを記載するが、規定の一部ではない。

C.2 調整用試験片と異なる材料の厚さ測定

C.2.1 厚さ測定器の調整に用いる調整用試験片

厚さ測定器の調整には、厚さ測定を行う試験体の材料と同じ材料の調整用試験片を準備する必要がある。同材料又は類似（縦波の音速が近似している）の材料が準備できない場合は、C.2.2 又は C.2.3 による。

C.2.2 試験体に端部がある場合の調整

厚さ測定を行う測定物に端部（断面が確認され、測定物の測定面と反射面に垂直探触子を接触させる面積があり、この面はいずれも平行である）がある場合は同部位を利用して次に示す要領によって測定物の音速を測定する。

- a) 機械的な計測方法（マイクロメータなど）によって測定物端部の厚さを測定する。測定は 1/100 mm 単位で行う。測定された厚さ値 (T) を記録する。
- b) 厚さ測定器のゼロ点調整後、測定部の端部を厚さ測定し、表示値が厚さ値 (T) になるように音速調整を行う。調整された音速値 (C) を記録する。なお、厚さ測定器の表示桁が 1/10 mm の場合は、厚さ値 (T) の小数点以下第二位を切り捨てて小数点第一位までを厚さ値として音速調整を行う。また、音速調整時の測定物端部の表面温度も記録しておくが良い。

C.2.3 試験体に端部がない場合の調整

厚さ測定を行う測定物に端部がない場合は次のいずれかの方法によって調整、厚さ測定を行う。

- a) 厚さ測定を行う測定物の音速が計測できない場合は、文献などによって音速値を選定する。
この音速値を用いて厚さ測定器の音速を設定して厚さ測定を行う。
- b) 使用する厚さ測定器が鋼以外の音速へ変更できない場合、すなわち音速調整機能が付属していない厚さ測定器を用いる場合は、供給者指定の音速値 ($C_{鋼}$) を設定、記録する。

次に a) で選定した音速 ($C_{異材}$) を用いて音速補正係数 (K) を下式により算出する。

音速補正係数 $K = C_{異材} / C_{鋼}$ ※小数点第二位まで求める

鋼の音速によって測定された測定値 (T_0) に音速補正係数 K を乗じて異材の厚さ測定値 ($T_{異材}$) を求める。

C.3 調整用試験片と異なる表面状態の厚さ測定

C.3.1 試験体の表面状態

厚さ測定を行う材料の測定面の状態は平準・平滑が望ましい。

C.3.2 表面状態の改善

測定面の粗さが $100 \mu mR_z$ を超える場合は適正な方法にて測定面の状態改善を行うことが望ましい。改善処置が困難な場合は、 $(R-B_1)$ 方式及び $(S-B_1)$ 方式は選択せず、 (B_1-B_2) 方式によって厚さ測定器の調整及び測定を行う。

C.3.3 試験体に端部がある場合の処置

C.2.2 と同様に測定物に端部が存在する場合は端部を用いて厚さ測定器の調整を行った後、厚さ測定を行うとよい。

附属書 D

(参考)

厚さ測定に影響のあるパラメータ

D.1 厚さ測定に影響のあるパラメータ

厚さ測定に影響のあるパラメータを、表 D.1 に示す。

表 D.1—厚さ測定に影響のあるパラメータの表

項目		パラメータ	結果	可能性のある改良
試験体	材料	組成	減衰, 吸収, 散乱, 音速の局所変動	試験体と同じ材料による装置の調整
		構造		
		異方性		
	表面状態	清浄さ	測定面の状態の局所変動による接触媒質厚さの変動	清浄する
		粗さ		要求に従った測定面の研磨
		測定面の形状		径の小さい振動子寸法の探触子を使う
	コーティング	材料	母材音速とコーティング音速との差による不正確性	コーティングの除去又は方式 3 の利用（ 附属書 JC 参照。）
		厚さ		
		測定面の処理		
	形状	非平行性	底面エコーの消失又はひず（歪）み	平行度は探触子の指向角以内 （ $\pm 1.22 \sin^{-1}(\lambda/d)$ ）
曲率		音響結合効率の低下	径の小さい振動子寸法の探触子を使う	
範囲		減衰による底面エコーのひず（歪）み	方式 1 で低周波数垂直探触子を使う 方式 4 を使う	
調整	方法	調整法	不正確な表示値	・ 試験部を代表する調整用試験片を使う ・ 残存厚さの推定値より薄い厚さと設計板厚より厚い厚さを使う ・ 調整法の選定（ 附属書 B 参照）
	調整用試験片	厚さ及び音速	測定精度は試験片の精度	調整用試験片の既知の厚さ値と音速値の正確な測定
測定	装置	分解能	厚さ測定器の分解能を超えない	高精度の厚さ測定器, 高周波数の垂直探触子, 広帯域垂直探触子を使う（ 8.2.1 a) b) 参照）
		ケーブル長	余分なケーブル長は信号にひず（歪）みを生じさせる	短いケーブルを使用する
		時間軸の直線性	不正確な表示値	直線性が良好な装置を使用する
		ゼロ点	不正確な表示値	最適なゼロ点の調整

表 D.1－厚さ測定に影響のあるパラメータの表（続き）

項目		パラメータ	結果	可能性のある改良
	測定	二振動子垂直探触子によるルーフ角	超音波の経路（路程）が厚さ（表面－裏面最短距離）と異なることによる不正確な表示値	<ul style="list-style-type: none"> ・一振動子垂直探触子を使う ・二振動子垂直探触子を使う場合、推定される厚さと同等厚さの調整用試験片にて調整を行う
	測定	位相のシフト	誤った表示値	位相の反転が懸念される場合は A スコープ表示によって確認する。
再現性	方法	方法	不適切な操作	正しい手順又は取扱説明の提供 使用者の訓練
		音響結合	音響結合の不良による表示値のばらつき	測定面の状態に合った接触媒質の選定 可能ならば方式 3 を使う
		使用者の訓練	表示値の誤差	使用者の熟練度
その他	温度	音速の変動	表示値の誤差	試験体と同じ温度で調整，又は試験体測定面の温度を測定し，温度変化に伴い変化する音速に適合させるため測定値を補正

附属書 JA (参考) 管材の厚さ測定方法

JA.1 一般

この附属書は、超音波パルス反射法によって、管材の厚さ測定をするときの留意点などについて記載するもので、規定の一部ではない。

JA.2 管材の測定方法

JA.2.1 一般

管材の厚さ測定は管材の内外面を測定面とする 2 方法があり、その測定面の状況に応じて適切な測定条件を設定する必要がある。厚さ測定器は 5.1.2、探触子は 5.1.3 から選定する。

垂直探触子の選定には測定を行う管材の材料、外径、内径、厚さなどを考慮し、探触子の種類、周波数、振動子寸法、接触面の寸法、遅延材の要否などを決定する。

決定に際しては模擬試験片を作成し、厚さ測定器と垂直探触子との組合せによって確認試験を行うことを推奨する。

JA.2.2 数値表示超音波厚さ計を用いる場合

数値表示超音波厚さ計と二振動子垂直探触子との組み合わせを用いて管材の厚さ測定を行う場合、1 回測定法では音響隔離面の方向を管軸方向に対し直角(図 JA.1 参照)に配置して測定するが、2 回測定法では音響隔離面の方向を管軸方向に対し直角と平行に配置して測定する。

なお、接触媒質は線接触での音響結合が可能な限り良好に得られる方法で塗布する必要がある。

二振動子垂直探触子

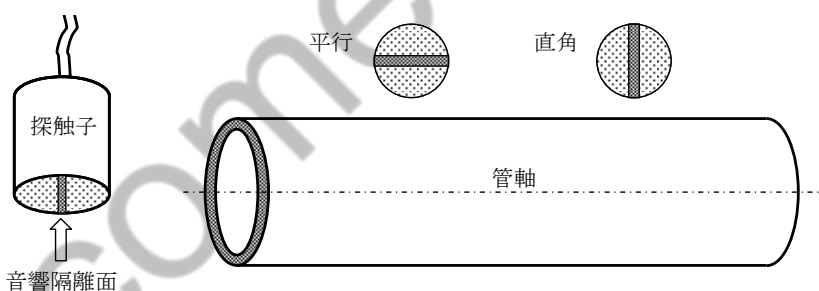


図 JA.1—音響隔離面と管材管軸方向との関係 (一般管材直管部)

- a) 管材の厚さ測定を行う場合、薄い厚さの管材が多いことから始業前点検にて測定下限の確認を行い記録しておくことを推奨する。
- b) 管材の外径が小さくなると安定した厚さ測定が困難になる場合がある。このような状況の場合は、探触子の種類などを適切に決定する必要がある。
- c) 管材の厚さが薄い場合、 $(R-B_1)$ 方式の測定方法では厚さ測定が困難になる場合がある。この場合は (B_1-B_2) 又は (B_m-B_n) 方式によって厚さ測定を行うことを推奨する。さらに、JA.2.2 の A スコープ表示器付き超音波厚さ計又は超音波探傷器の使用を推奨する。

JA.2.3 A スコープ表示器付き超音波厚さ計又は超音波探傷器を用いる場合

図 JA.2 に管材内面からの厚さ測定例を示し、図 JA.3 に管材内面からの腐食部の厚さ測定例を示す。

なお、近年では遅延材付き垂直探触子で遅延材の接触面又は振動子寸法のごく小さいもの、周波数が 20 MHz 以上の広帯域垂直探触子などが多く使用されている。

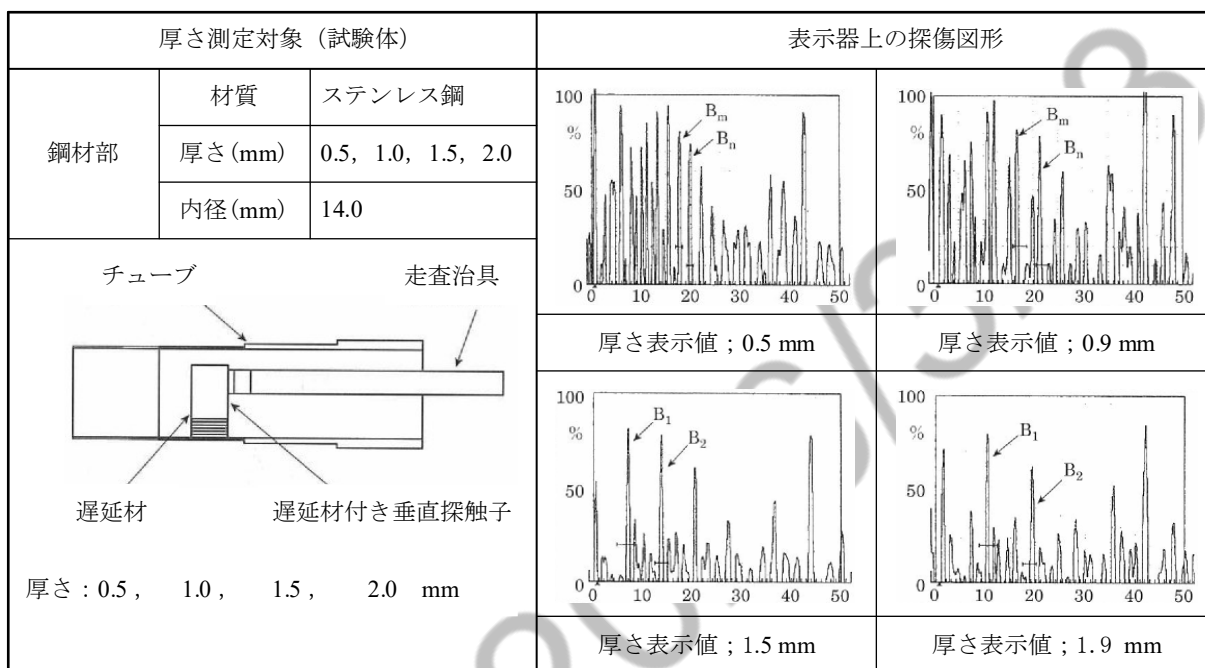


図 JA.2—管材内面からの厚さ測定 (遅延材付き広帯域垂直探触子の場合) の例^[3]

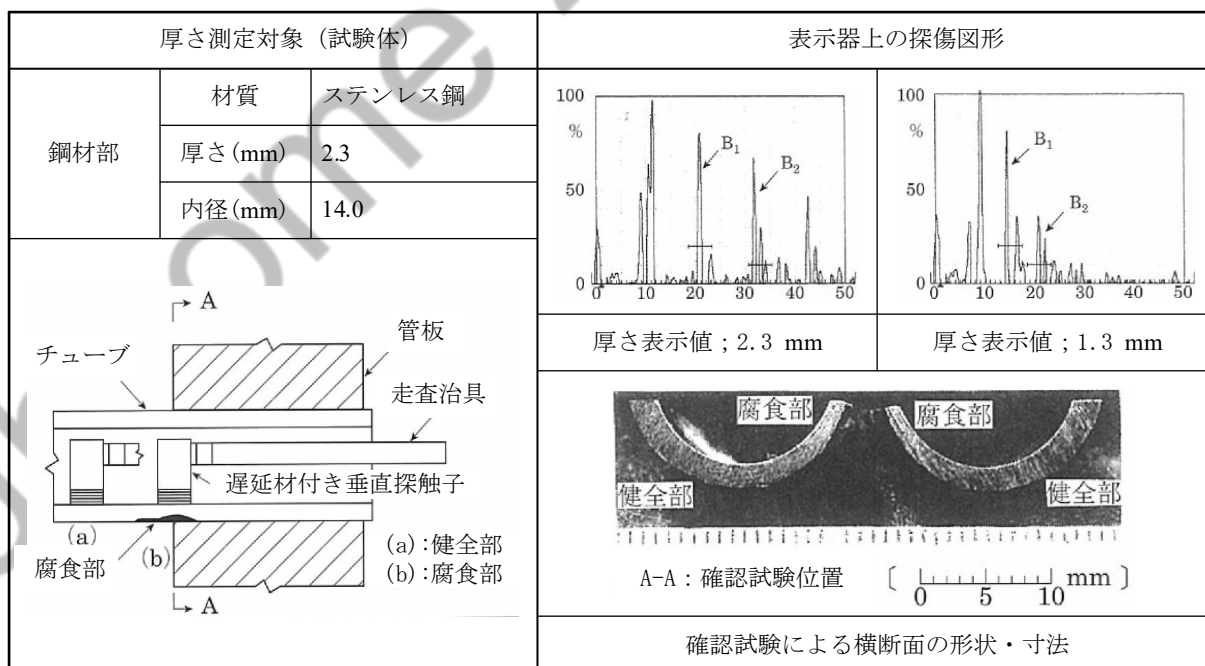


図 JA.3—管材内面からの腐食部の厚さ測定 (遅延材付き広帯域垂直探触子の場合) の例^[3]

附属書 JB

(参考)

高温試験体の厚さ測定方法

JB.1 一般

この附属書は、超音波パルス反射法によって高温試験体の厚さを測定するときの留意点について記載するもので、規定の一部ではない。

なお、ここでいう高温とは、測定物（試験体）の測定面の温度が 50 °C を超えるものをいう。

JB.2 高温試験体の厚さ測定における注意点

高温試験体の厚さ測定を行う場合、高温に耐えられる遅延材などを介して超音波を伝搬するのが一般的な方法である。この遅延材の種類によっては試験体の測定面の温度が 300 °C ~ 500 °C まで耐えられるものもある。

- 接触媒質は、高温専用のものを使用する必要がある。
- 試験体の温度が高温になっているときは、音速も常温のときと比べて変化している。図 JB.1 に鋼材の温度による音速変化の一例を示す。音速は温度が高くなると遅くなるため、厚さ測定での表示値に対して音速の違いを補正する必要があることから、各測定点での厚さ測定時には測定面の温度測定を併せて行っておくことを推奨する。しかし、ここで測定している温度は、測定物の測定面温度であり、内部の温度は測定できない。内部の温度が測定面の温度と同じとは限らないが、実際には内部の温度は測定できないので、測定結果には温度差分の誤差が含まれていることは承知しておく必要がある。
- 高温試験体の厚さ測定を行う場合、使用する垂直探触子によって適用温度範囲、高温試験体への接触時間、探触子の冷却方法、冷却時間などが供給者から指定又は推奨されている場合があることから探触子の取扱いには十分に注意が必要である。

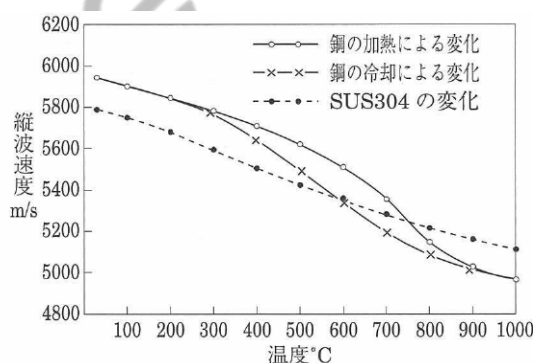


図 JB.1—鋼材の温度による縦波音速の変化の測定例^[4]

- 音速は、多くの金属及びプラスチックでは温度が上がると減少するが、ガラス及びセラミックスでは増加する場合がある。温度変化が金属の音速へ与える影響は、通常は無視できるほど小さい。鋼の場合、縦波の音速はおよそ 0.8 m/s/°C の割合で減少する。くさびとして一般的に使われるアクリル樹脂の音速は、2.5 m/s/°C の割合で減少する。そのため、温度変化がくさびの音速に与える影響は大きく、補正が必要な場合もある。

附属書 JC

(参考)

コーティング上からの厚さ測定方

JC.1 一般

この附属書は、超音波パルス反射法によって、測定面にコーティングが施された試験体の厚さを測定する場合の留意点などについて記載するもので、規定の一部ではない。コーティングには、樹脂系、金属系、ゴム系、ガラス系など様々な材料が用いられている。

JC.2 コーティング上からの厚さ測定

厚さ測定器は、5.1.2、垂直探触子は5.1.3 から選定する。

なお、探触子の選定には測定を行う試験体の予想される厚さ、腐食の種類及び程度、使用されているコーティング材料などを考慮し、探触子の種類、周波数、振動子寸法、接触面の寸法、遅延材の要否などを決定する。

また、決定に際しては模擬試験片を作成し、厚さ測定器と探触子との組合せによって確認試験を行うことを推奨する。

JC.2.1 数値表示超音波厚さ計を用いる場合

コーティング上からの厚さ測定には、 $(B_1 - B_2)$ 又は $(B_m - B_n)$ 方式が適用できる。また、コーティング材と試験体との境界面エコーを明瞭に分離できる場合は、 $(I - B_1)$ 方式も適用できる。

$(R - B_1)$ 方式及びコーティング面からの表面エコーを用いた $(S - B_1)$ 方式の場合は、図 JC.1 に示されるように表示値にコーティングの影響が含まれる。コーティングの音速 C_c 及び厚さ T_c が分かれば、次の式(JC.1)によってコーティング厚さを減じて試験体の厚さを算出することができる。

$$T = Dm - (T_c \times C / C_c) \quad \text{..... (JC.1)}$$

ここで、

T : 試験体の厚さ (m)
 Dm : 表示値 (m)
 T_c : コーティングの厚さ (m)
 C_c : コーティングの音速 (m/s)
 C : 試験体の音速 (m/s)

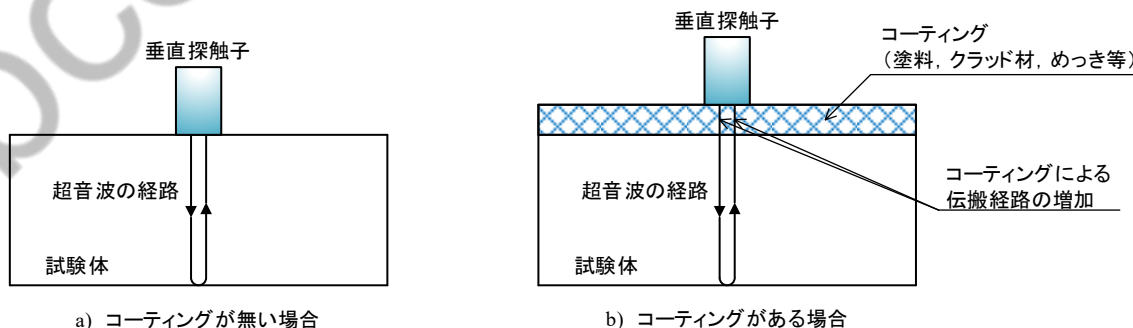


図 JC.1—コーティングの通過による伝搬経路の増加

(R-B₁) 方式, (S-B₁) 方式におけるコーティングの影響は次のとおりである。

なお, コーティング材料が次の場合は, 期待どおりの測定が難しいこともある。

- ・試験体と同じような音響的な性質の材料 ⇒ 境界面エコーが得にくいことがある。
- ・厚さが試験体に比べて十分に薄くない場合 ⇒ エコーが重複することがある。

- a) **金属コーティング** 張り合わせされている材料は, クラッド材 (構造, 組成, 厚さ, クラッド加工法, 層の数など) を考慮しないと, 材料厚さの見掛けの増加 (又は熱処理材の場合には見掛けの減少さえも) が起こり得る。

めっき試験体についてめっき厚さを考慮するかどうかは要求される測定精度による。

例えば, 鋼用に調整した装置では,

- 鋼 $T=1\text{ mm}, C=5\,920\text{ m/s}$
- 亜鉛 (めっき) $T_c=20\text{ }\mu\text{m}, C_c=4\,100\text{ m/s}$
- 実際の厚さ $1\text{ mm}+20\text{ }\mu\text{m}=1.02\text{ mm}$

$$\frac{(1 \times 10^{-3})}{5\,920} + \frac{(20 \times 10^{-6})}{4\,100} = 1.738 \times 10^{-7} \text{ s} \quad \dots\dots\dots (\text{JC.2})$$

$$1.738 \times 10^{-7} \times 5\,920 = 1.029\text{ mm} \quad \dots\dots\dots (\text{JC.3})$$

- 測定厚さ $Dm=1.029\text{ mm}$
- 偏差 0.009 mm

また, クラッド厚さも測定可能である。測定精度は母材の厚さ測定時と同じパラメータに依存する。

- b) **非金属コーティング** コーティング上から厚さを測定する場合の測定誤差は, コーティング材と試験体の音速の差による (図 JC.1 参照)。

- 鋼 $T=1\text{ mm}, C=5\,920\text{ m/s}$
- 塗料 (コーティング) $T_c=100\text{ }\mu\text{m}, C_c=2\,100\text{ m/s}$ (これは一般的な数値で代表値ではない。)
- 実際の厚さ $1\text{ mm}+100\text{ }\mu\text{m}=1.1\text{ mm}$

$$\frac{(1 \times 10^{-3})}{5\,920} + \frac{(100 \times 10^{-6})}{2\,100} = 2.165 \times 10^{-7} \text{ s} \quad \dots\dots\dots (\text{JC.4})$$

$$2.165 \times 10^{-7} \times 5\,920 = 1.282\text{ mm} \quad \dots\dots\dots (\text{JC.5})$$

- 測定厚さ $Dm=1.282\text{ mm}$
- 偏差 0.182 mm

JC.2.2 コーティング上からの厚さ測定における留意点

コーティング上からの厚さ測定を行う場合, 次の状況が考えられることから c) の処置を推奨する。

- a) **超音波減衰及び腐食の有無** コーティング上からの厚さ測定で留意しなければならない点は, そのコーティング内での超音波の減衰とコーティングの厚さである。また, 試験体の測定面側及び反射面における腐食発生の有無及び程度である。これらに起因し, 試験体の厚さを表示しない, 又は測定値が安定しない場合がある。

- b) **腐食がある場合** 反射面側に腐食がある場合, エコー B₁, B_n ともエコー高さが低下し, 厚さ測定器の

しきい値をエコー高さが超えないために、厚さ測定が困難になる。

- c) 処置方法 a), b)などの状況となった場合は、JC.2.3 の A スコープ表示器付き超音波厚さ計又は超音波探傷器を用い、A スコープ表示からのエコーを観察し、適切なエコー高さ、測定条件に厚さ測定器を調整し、厚さを測定する。

JC.2.3 表示器付き超音波厚さ計又は超音波探傷器を用いる場合

図 JC.2 にコーティング上（例：塗膜）からの腐食をもつ鋼板の厚さ測定例を示し、図 JC.3 にゴム材でコーティングされた鋼板の厚さ測定例を示す。

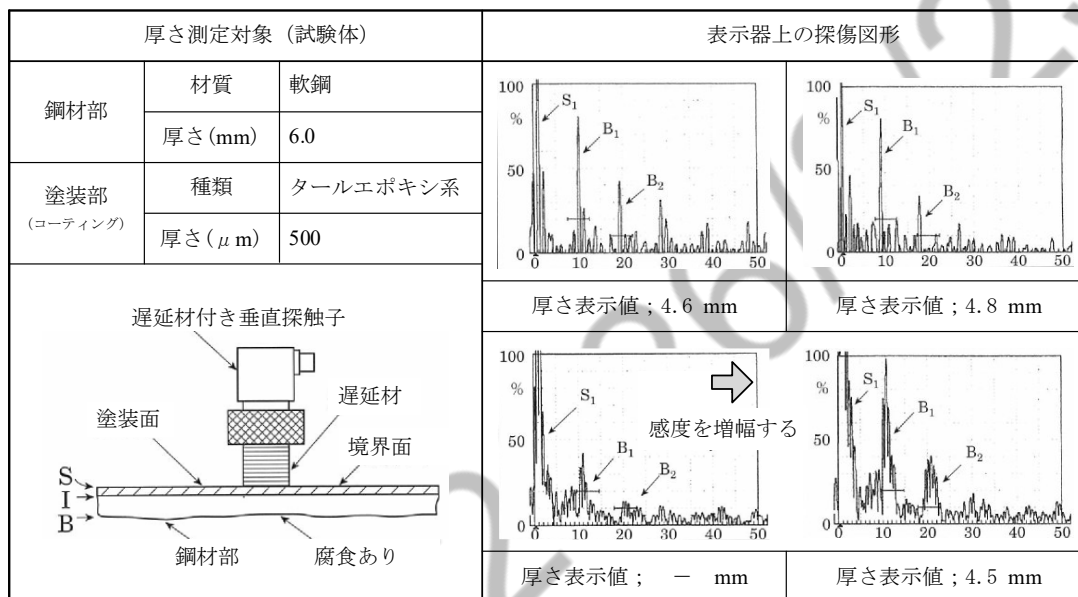


図 JC.2—塗装鋼板の塗膜上からの鋼材部の厚さ測定例^[5]

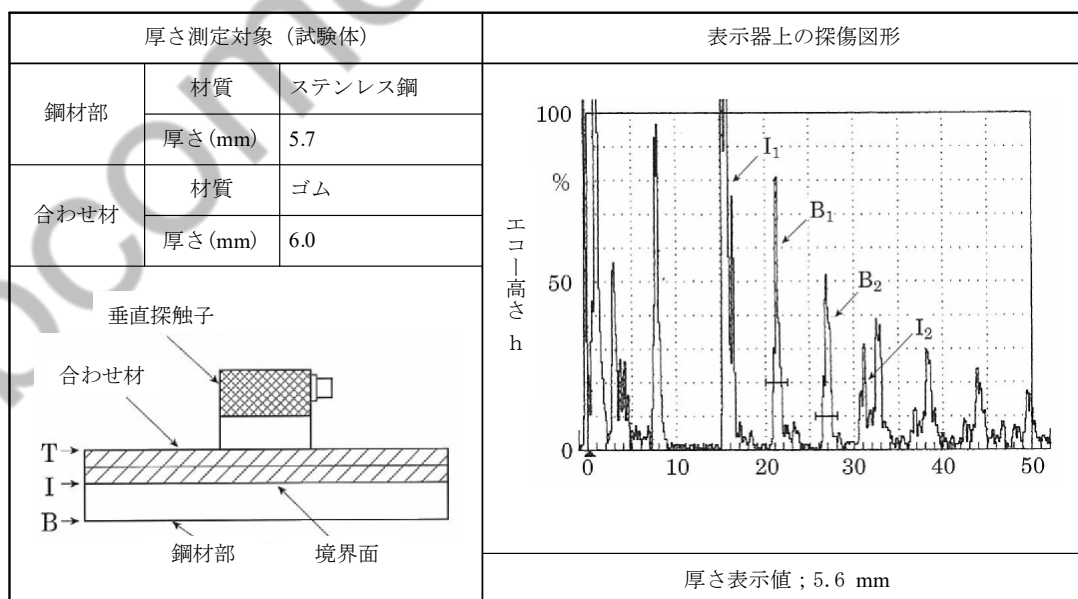


図 JC.3—ゴムライニング材の鋼材部の厚さ測定例^[5]

988 附属書 JD
989 (参考)
990 日常点検記録例

991 **JD.1 一般**

992 日常点検は、JIS Z 2355-2 の**箇条 11**〔試験区分 3 (日常点検)〕による。

993 **JD.2 日常点検**

994 日常点検は、厚さ測定作業における測定装置の健全性の確認及び厚さ測定結果の品質保証のために試験
995 技術者が行う、始業前点検及び測定作業前後、途中に実施される点検である。

996 これらは以下による。

997 a) 始業前点検 厚さ測定作業前に行うもので、目視点検及び測定誤差の確認を行う。また、必要に応じ
998 て測定下限の確認、調整値の確認及びデータ保存の確認を行う。

999 b) 測定作業前後、途中の点検 目視点検と調整値の確認を行う。

1000 **JD.3 日常点検記録**

1001 表 JD.1 は、“始業前点検及び日常点検記録表”様式の一例である。
1002
1003
1004

表 JD.1－日常点検記録表の様式例
超音波厚さ測定装置 日常点検記録表

承認

【点検日時】 年 月 日 , 時 分

【使用装置及び点検者】

点検者名		資格種別	資格番号	測定対象物の材料, 設計板厚(mm)	
				材料 :	板厚 :
超音波厚さ 測定装置	管理番号	形式	製造番号	製造業者名	定期点検有効期限
垂直探触子	形式	製造番号	種別	周波数	振動子寸法
			一振動子 二振動子	MHz	mm

【始業前点検：目視点検結果】

区分	点検項目	点検基準及び試験基準	合否判定
厚さ測定 装置	外観	接触媒質などの付着及び損傷のないこと。	合・否
	ねじ締付部	ねじ類の脱落及び締付部にがたのないこと。	合・否
	コネクタ部	接触媒質などの付着及び緩みのないこと。	合・否
探触子	外観	変形及び損傷がないこと。	合・否
	接触面	接触面が平滑で損傷のないこと。	合・否
	コネクタ部	接触媒質などの付着及び緩みのないこと。	合・否
ケーブル	外観	被覆などに損傷がなく使用時に異常が予想されないこと。	合・否
	コネクタ部	接触媒質などの付着及び緩みのないこと。	合・否

※異常が認められた場合は, 別途定める様式により報告する。

【始業前点検：性能測定結果】

接触媒質 : , 温度 : °C

1. 測定誤差の測定 (測定方法 : JIS Z 2355-2) 試験片形式 : 管理番号 :

試験片厚さ (mm)		表示値 (mm)					測定値 M (mm)	誤差 T-M (mm)	調整値の確認	
公称 厚さ	機械的寸法 T	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目			測定前	測定後
音速設定値 :		m/s					測定誤差(誤差の最大値)		mm	

2. 測定下限の測定 (測定方法 : JIS Z 2355-2) 試験片形式 : 管理番号 :

試験片厚さ (mm)							調整値の確認
測定値 (mm)							測定前 測定後
測定下限値 (mm)	mm						

測定下限の測定は必要に応じて実施する。

【調整値の確認】

時間	測定前	:	:	:	:	:	:	測定後
試験片厚さ (mm)								

1017

-
- | | | |
|------|-------------|--|
| 1018 | 参考文献 | [1] 日本非破壊検査協会編 超音波厚さ測定 I (2009 年版) p.56 |
| 1019 | 参考文献 | [2] (一社) 日本非破壊検査協会編 超音波厚さ測定 I (2021 年版) p.37, p.44 |
| 1020 | 参考文献 | [3] (一社) 日本非破壊検査協会編 超音波厚さ測定 I (2001 年版) p.74 |
| 1021 | 参考文献 | [4] (一社) 日本非破壊検査協会編 超音波厚さ測定 I (2021 年版) p.50 |
| 1022 | 参考文献 | [5] (一社) 日本非破壊検査協会編 超音波厚さ測定 I (2001 年版) p.75 |

附属書 JE
(参考)
JIS と対応国際規格との対比表

JIS Z 2355-1:xxxx 非破壊試験—超音波厚さ測定—第 1 部：測定方法		ISO 16809:2025 Non-destructive testing—Ultrasonic thickness determination (MOD)		
a) JIS の箇条番号	b) 対応国際規格の対応する箇条番号	c) 箇条ごとの評価	d) JIS と対応国際規格との技術的差異の内容及び理由	e) JIS と対応国際規格との技術的差異に対する今後の対策
1 適用範囲	1	一致	JIS では保守検査又は製品検査と規定、ISO では直接接触法と水浸法と明示しているが、いずれも本文内部では同様である。	—
2 引用規格	2	変更	ISO では対応する国際規格 (ISO 5577, ISO 16831, ISO 22232-1, ISO 22232-2) が引用されているが、JIS では国内規格 (JIS B 0601, JIS G 0431, JIS Z 2300, JIS Z 2305, JIS Z 2353, JIS Z 2355-2) を引用している。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。
3 用語及び定義	3	変更	JIS では JIS Z 2300 を引用するほか、厚さ測定に関して国内で用いられているいくつかの用語の具体的な説明を追加した。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。
4 測定方式	4	一致	—	—
5 測定装置 5.1.1 一般		追加	JIS では厚さ測定器 (厚さ計及び超音波探傷器) と探触子との組合せとして測定装置を規定した。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う。
5.1.2 厚さ測定器	5.1	変更	ISO では ISO 22232-1 または ISO 22232-2 の要件を満足するものと規定されている。	ISO 22232-1, ISO 22232-2 に対応した JIS が制定後に見直しを行う
5.1.3 探触子	5.2	変更	ISO では ISO 22232-2 の要件を満足するものと規定されている。	ISO 22232-2 に対応した JIS が制定後に見直しを行う
5.2 接触媒質	5.3	変更	JIS では表面粗さ 25 μmRz 以上でグリセリン系の接触媒質を使用することを規定した。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う。
5.3 調整用試験片	5.4	変更	JIS では、測定面と反射面とが平行なものが望ましいと規定。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う。
5.4 試験体	5.5	一致	—	
5.5 試験技術者	5.6	変更	JIS では JIS G 0431 又は JIS Z 2305 に規定する超音波厚さ測定レベル 1 (UM1) の資格者又はこれと同等の有資格者としている。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。
6.1 表面状態及び測定面の処理	6.1	変更	ISO では腐食面の測定において探触子径の 2 倍の領域内で研磨することを規定しているが、JIS では表面の研磨は規定せず前処理の方法を受渡当事者間で協議すると規定した。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う。
6.2.1 一般	6.2.1	変更	旧 JIS (JIS Z 2355:1994, 2005) の頃から国内で一般的に適用されている測定の手順を鑑み、JIS では「測定点の選定」や「測定方法の選定」を規定した。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。

6.2.2 製品検査における厚さの測定	6.2.2	追加	ISO ではフローチャート(参考)を用いて機器選定の指針を示している。 JIS では測定する厚さ範囲に対して測定装置の測定範囲が適切なものを選定することを規定した。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う
6.2.3 保守検査における残存厚さの測定	6.2.3	変更	旧 JIS (JIS Z 2355:1994, 2005) の頃から国内で一般的に適用されている測定の手順を鑑み、表示値の扱い方、異常の定義と異常時の対応に関して規定を入れている。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う
6.2.3.3 腐食部の厚さ測定における留意点	—	追加	腐食部位が多い保守検査においては表示値が安定しない場合があり、 JIS では処置方法を規定した。また、波形からの厚さの読み取り方法について説明図を追加した。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う
6.2.3.4 管材の厚さ測定	—	追加	保守検査においては配管の測定が行われることが多いことを鑑み、管材の測定における留意点を附属書 JA に記載した。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う
6.3 探触子の選定	6.3	追加	減衰材料の測定において、 ISO では広帯域探触子を推奨しているが、 JIS では低い周波数の探触子も追加した。また、振動子寸法、周波数の選定の考え方を追加した。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う
6.4 厚さ測定器の選定	6.4	変更	ISO では測定方式に応じて使用する厚さ計が対応付けされているが、 JIS ではその部分は削除した。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う
6.5 調整用試験片とは異なる材料	6.5.2	変更	JIS では音速による表示値の補正を行えば、他の試験片を用いてもよいことを明記した。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う
6.6.1 一般	6.5.1	一致	標準試験片と対比試験片を調整用試験片と読み替えた。	—
6.6.2 低温での厚さ測定	6.5.3	変更	低温の範囲を ISO では $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 未満と規定しているが、 JIS では $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 未満と規定した。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。
6.6.3 高温での厚さ測定	6.5.3	変更	高温の範囲を ISO では $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ を超える範囲と規定しているが、 JIS では $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ を超える温度の範囲と規定し、さらに探傷後の探触子の処置についても追記した。 ISO で探傷図形 (A スコープ) を使用する場合、フリーズモードがあると測定に便利と記述されているが、削除した。 附属書 JB に高温試験体の厚さ測定における留意点を参考として示した。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。
6.6.4 有害な雰囲気	6.5.4	一致		—
6.6.5 コーティング上からの厚さ測定		追加	ISO には記載がなく、 JIS はこの節を設け、 $(B_1 \sim B_2)$ 又は $(B_m \sim B_n)$ 方式や I-B ₁ 方式を適用することを記載した。 附属書 JC にコーティング上からの測定における留意点を記載した。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う。
7.1 一般	7.1	削除(移動) 追加	ISO 7.1 項に記載の測定原理について JIS では 4 測定方式に記載している。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行

			手順に JIS Z 2355-2 を含めた。	わない。
7.2.1 一般	7.2.1	変更	ISO では附属書 B, JIS では附属書 C を参照している。	—
7.2.2 超音波厚さ計	7.2.2	追加 変更	JIS では測定方式毎に調整方法を記載をした。 JIS は調整後の確認を追加した。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。
7.2.3 超音波探傷器	7.2.3	変更	ISO では時間軸設定(音速設定)については ISO 16811 を参照となっている。 JIS は一振動垂直探触子と二振動子垂直探触子それぞれの調整方法を記載した。 ゼロ点の調整について JIS には透過方式の記載がない。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。
7.3 調整値の確認	7.3	追加	測定開始時について、 ISO では入っていないが JIS では含めた。また、時間間隔については、 JIS では設定が無い場合は 1 時間間隔での確認を推奨とした。さらに JIS では、許容値を超えている場合の措置について規定した。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。
7.4 測定装置の保守及び点検		追加	ISO にはないが、重要な項目のため JIS では規定した。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う。
8.1.1 測定面の状態	8.1.1	変更 追加	付着した汚れとスケールについて、 ISO では測定前のブラシ掛けによって除去とあるが、 JIS では「適切な方法によって」として具体的な手法については規定していない。さらに表面・裏面が粗い場合、平滑でない測定面の場合に、A スコープ表示によって対処する旨を規定した。 ISO の Irregular surface を凹凸面と訳した。 ISO では接触媒質の厚みが測定値に与える誤差についてのみ説明をしているが、 JIS では適切な条件選択を加えた。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。
8.1.2 測定面の温度	8.1.2	追加	JIS では安全に対する計画を行うことを追加した。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。
8.1.3 コーティング	8.1.3	変更	ISO では金属コーティングと非金属コーティングを 8.1.3 および 8.1.4 で分けているが、 JIS では 8.1.3 に纏め、具体的な内容は附属書 JC で参考として記載した。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。
8.1.4 形状	8.1.5	変更	平行度に関して、 ISO では $\pm 10^\circ$ 以内と規定されているが、 JIS では平行であることが望ましいと規定した。 曲面材の場合、振動寸法の小さい探触子を用いると伝達効率が良くなることを追加した。 ISO では音響隔離面について記載があるが、管材の厚さ測定について附属書 JA で参考として記載した。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。
8.1.5 材料音速の不均一	8.1.6	一致		—

8.2.1 表示分解能	8.2.1	追加	厚さ測定時の分解能は厚さ測定器と探触子の組合せによって決定されることを JIS では追加した。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う。
8.2.2 測定可能な範囲	8.2.2	追加 削除	JIS では測定範囲は模擬試験片を作製し、使用する測定装置によって確認試験を行うことを推奨することを追加した。 ISO では目安として 1 波長未満を測定できないとされている部分は JIS では削除した。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う。
8.3 厚さ測定に影響するパラメータ	8.3.	一致	ISO では附属書 C に記載 JIS では付属書 D に記載	—
9.1 一般	9.1	変更	ISO では材料の音波特性が測定方式の選択に影響するとしているのに対し、 JIS では測定値に影響する、とした。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う。
9.2 不均一性	9.2	一致	—	—
9.3 音響異方性	9.3	一致	—	—
9.4 超音波の減衰	9.4	変更	鋳物での減衰原因に対し ISO では吸収と散乱を挙げているが、散乱が主要因であることから、 JIS では散乱のみとした。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う。
9.5 測定面の状態	9.5	一致	—	—
9.5.1 一般	9.5.1	一致	—	—
9.5.2 接触面	9.5.2	追加	JIS ではコーティング材と母材との間に隙間が生じている場合はコーティングを剥離する必要があることを追加した。また、凹凸の影響については、測定面の研磨により測定できる可能性があるが、残存厚さの少ない部分を更に削ることになるので実施には注意を要する旨を追記した。 また、接触媒質層の各測定方式への影響について図を追加して示した。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う。
9.5.3 反射面	9.5.3	一致	—	—
9.5.4 腐食	9.5.4	変更	JIS では腐食の種類を考慮して測定方法(測定範囲、位置、時期など)を決定する必要があると規定した。	対応国際規格の見直しの際、改訂提案を行う。
10.1 一般	10.1	一致	—	—
10.2 一般情報	10.2	削除	ISO には含まれている「作業者の署名」は JIS では省いた。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。
10.3 測定データ	10.3	追加	ISO では測定データとして記録されるべき項目を列挙しているが、 JIS では「必要に応じ」として例を挙げるにとどめ、受渡当事者間での取り決めに追加した。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。
	附属書 A(参照)容器と配管の腐食	削除	JIS では 6.2.3, 6.6.5 に規定しているため削除した。	我が国の事情のため、対応国際規格への提案は行わない。
附属書 A(参	附属書 D	変更	選定の参考となるフローチャートを JIS で	対応国際規格の見直しの

考)測定条件 の選定			は2つに整理するとともに 実情に合わせて具体的にした。また、孔状腐 食の場合の分岐を追加した。	際、改訂提案を行う。
附属書 B (参 考)鋼の腐食	附属書 A(参 照)容器と配 管の腐食—表 A.1	追加	JIS では、針状に進行する局部腐食の説明図 を追加した。	対応国際規格の見直しの 際、改訂提案を行う。
附属書 C (参 考)厚さ測定 器の調整	附属書 B (参 照)装置の設 定	変更	ISO では表で示されているが、 JIS では実情 を鑑みた調整の留意点を文章で記載した。	我が国の事情のため、対 応国際規格への提案は行 わない。
附属書 D (参 考)厚さ測定 に影響のあるパラ メータ	附属書 C (参 照)精度に影 響のあるパラ メーター	変更	ISO に記されている表に対し、 JIS で用いら れている用語への変更、追記などを行った。 また、V パス補正については使用されてい ないため削除した。	対応国際規格の見直しの 際、改訂提案を行う。
附 属 書 JA (参考)管材 の厚さ測定 方法		追加	JIS では管材の厚さ測定における留意点を 追加している。旧 JIS (JIS Z 2355-1:2016) の内容を見直した。	対応国際規格の見直しの 際、改訂提案を行う。
附 属 書 JB (参考)高温 試験体の厚 さ測定方法		追加	JIS では高温試験体の厚さ測定における留 意点を追加している。旧 JIS (JIS Z 2355- 1:2016) の内容を見直した。	対応国際規格の見直しの 際、改訂提案を行う。
附 属 書 JC (参考)コー ティング上 からの厚さ 測定方法		追加	JIS ではコーティング上からの厚さ測定に おける留意点を追加している。旧 JIS (JIS Z 2355-1:2016) の内容を見直した。	対応国際規格の見直しの 際、改訂提案を行う。
附 属 書 JD (参考)点検 記録例		追加	JIS では点検記録例を追加している。旧 JIS (JIS Z 2355-1:2016) の内容を見直した。	我が国の事情のため、対 応国際規格への提案は行 わない。
<p>注記 1 箇条ごとの評価欄の用語の意味を、次に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> — 一致：技術的差異がない。 — 削除：対応国際規格の規定項目又は規定内容を削除している。 — 追加：対応国際規格にない規定項目又は規定内容を追加している。 — 変更：対応国際規格の規定内容又は構成を変更している。 — 選択：対応国際規格の規定内容とは異なる規定内容を追加し、それらのいずれかを選択するとしている。 — 同等でない：技術的差異があり、かつ、それが明確に識別されていないか又は説明されていない。 <p>注記 2 JIS と対応国際規格との対応の程度の全体評価の記号の意味を、次に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> — MOD：対応国際規格を修正している。 — NEQ：IDT 及び MOD に相当していない。 				

JIS Z 2355-1 : 0000
(ISO 16809 : 2025)

非破壊試験—超音波厚さ測定—第 1 部：測定方法
解 説

この解説は、規格に規定・記載した事柄を説明するもので、規格の一部ではない。

この解説は、日本規格協会が編集・発行するものであり、これに関する問合せ先は日本規格協会である。

1 制定時の趣旨及び今回の改正までの経緯

超音波厚さ計に関する規格は、1987 年に **JIS Z 2355** として制定された後、1994 年、2005 年に改正され、さらに関連する ISO 規格への整合を目的に旧 **JIS Z 2355** は廃止され、2016 年に **JIS Z 2355-1**（以下、旧規格という）として制定された。今回、現状の超音波厚さ測定技術を反映するとともに記載されている規定などの理解を促す文章への変更などを目的に **JIS Z 2355-1** を改正することに至った。

2022 年に一般社団法人日本非破壊検査協会に JIS 原案作成準備 WG を設置し、旧規格をベースとして検討作業を行い、改正原案の素案をまず作成した。

その後、2025 年から、一般社団法人日本非破壊検査協会内に JIS 改正原案作成委員会を組織し、この改正原案の素案を基に今回の JIS 改正原案を作成した。

2 今回の改正の趣旨

超音波厚さ測定に関する規格は、**JIS Z 2355** として 1987 年に制定され、1994 年、2005 年の改正を重ねたが、2012 年に超音波厚さ計の性能規定に関する **ISO 16809** が発行されたため、それを踏まえて 2016 年に全面見直しが行われ、**JIS Z 2355-1** として制定されている。その後 5 年が経過し、この間に寄せられた質問などから、誤記の部分及び分かりにくい部分があることが判明してきており、それらの修正が必要となっていたことから今回改正するに至った。**ISO 16809** については 2025 年に改訂されており、JIS 改正原案作成委員会ではその内容の確認も行い、必要な見直しを行った。

3 審議中に特に問題となった事項

今回のこの規格の改正審議において問題となった主な事項及び審議結果は、次のとおりである。

- a) 種々の測定方式あるいは測定面などの状況による使用可能な垂直探触子について近年の情勢を加味した。旧規格での超音波厚さ測定の原理を説明する垂直探触子として二振動子垂直探触子を用いていたが、一振動子垂直探触子を用いた原理図とした。
- b) 試験技術者（5.5）についての問い合わせが多かったことからこの規格では資格を明確にし、その役割の理解を促すためこの解説にて補足することとした。
- c) 測定条件の選定（附属書 A）についてその考え方を近年の情勢を加味して再構成した。対応国際規格の附属書 D の内容は厚さ測定における測定条件の選定に参考になるため、この規格においても含めることとし、我が国にて一般に適用されている範囲となるように見直しを行った。

1061 d) ISO16809:2025 では measurement が determination に変更されたが、JIS Z 2355-1 では表示値から測定値
1062 を決定するという概念が入っているため、測定方法の表記は変更しないこととした。

1063 4 主な改正点

1064 4.1 本体

1065 4.1.1 適用範囲（箇条 1）

1066 この規格では、金属材料及び非金属材料の保守検査及び製品検査における厚さ測定方法を対象とし、更
1067 に対応国際規格が述べている超音波厚さ測定における原理的な記述を入れ込むことで、種々の超音波厚さ
1068 測定へ適用できるようにした。適用対象は金属材料に限らず非金属材料も含まれ、組成が均一で超音波が
1069 伝搬しやすい固体材料を想定している。また、対応国際規格では直接接触法を対象としているが、この規
1070 格では特にその限定はせず、製品の自動厚さ測定で広く用いられている水浸法でも適用できるようにした。

1071 4.1.2 用語及び定義（箇条 3）

1072 JIS Z 2355-2 と整合をとるため JIS Z 2355-1 においても定義することとし明確にした。

1073 旧規格から追加した用語は、元厚（3.1）、減厚値（3.2）、（厚さ測定の）測定可能範囲（3.6）、調整用試験
1074 片（3.7）、調整値（3.8）、表示分解能（3.9）、測定誤差（3.10）である。

1075 4.1.3 測定方式（箇条 4）

1076 旧規格での超音波厚さ測定の原理を説明する垂直探触子として二振動子垂直探触子を用いていたが、一
1077 振動子垂直探触子を用いた原理図とした。

1078 表 1—測定方式の区分においては、近年の厚さ測定の実施状況を考慮して次のように追記、修正を行っ
1079 た。

- 1080 ・ 方式 1 使用する探触子例に一振動子垂直探触子を追記した。
- 1081 ・ 方式 2 ①-3 水浸探触子を用いる場合として、（水浸法による場合）を追記し、用途を明確にした。
1082 また、A スコープ表示の例について使用探触子を明記した。
1083 ①（S-B₁）方式と区分するために、②（I-B₁）方式を追加し、A スコープ表示の例では一振動子
1084 垂直探触子、遅延材付き一振動子垂直探触子の場合を明記した。
- 1085 ・ 方式 3 使用する探触子例に①（B₁-B₂）方式では、遅延材付き一振動子垂直探触子を、②（B_m-
1086 B_n）方式では、二振動子垂直探触子、遅延材付き一振動子垂直探触子を追記した。また、A スコー
1087 プ表示の例では二振動子垂直探触子、遅延材付き一振動子垂直探触子、水浸探触子の場合を追記し
1088 た。
- 1089 ・ 方式 4 対応国際規格の方式 4 である。方式 4 の“透過方式”は、規格で追加した方式で、コンク
1090 リート床板又は複合材の厚さ測定での適用例が出てきていることから含めている。なお、旧規格で
1091 は透過方式の記号は（R-T₁）であったが検討した結果、JIS Z 2353:2021 に合わせてこの規格では
1092 （R-U）方式と定義した。また、A スコープ表示も改正した。

1093 4.1.4 一般的要求事項（箇条 5）

1094 一般的要求事項は、次のとおりである。

- 1095 a) 一般に普及している超音波厚さ計は専用の探触子と組み合わせて用いられることが多いため、この規
1096 格では測定装置を厚さ測定器と探触子との両方を含むものとして位置付け、測定装置（5.1）に規定し

ている。

- b) **厚さ測定器 (5.1.2)** 数値表示超音波厚さ計, A スコープ表示器付き超音波厚さ計, 超音波探傷器の3種類として対応国際規格と同じ内容としている。

なお, **JIS Z 2355:2005** で記載があった特定機能厚さ計については, いずれも上記の厚さ測定器に含まれているため削除されている。したがって, 一般的に使用されている超音波パルス反射式の厚さ計のみならず電磁超音波厚さ計なども含まれている。

- c) **探触子 (5.1.3)** 対応国際規格の記載に合わせているが, この規格では, 遅延材付き一振動子垂直探触子と水浸探触子を追加し, これらの探触子が多く使用されているとの記載にした。

- d) **接触媒質 (5.2)** 対応国際規格には表面粗さに応じた規定がないため旧規格を踏襲して表面粗さに応じた種類を規定している。

- e) **調整用試験片 (5.3)** 測定装置の調整に用いる厚さを, 測定対象を代表する1点の厚さ又は複数の厚さの調整用試験片としている。この厚さとは, 例えば, 厚さ測定を行う試験体の設計板厚をいう, 又はその前後の厚さをいう。さらに, 調整用試験片の音速と試験体の音速がほぼ等しいものとは, それぞれの音速の差が $\pm 0.5\%$ 以内が目安である。

- f) **試験体 (5.4)** 対応国際規格の内容としている。測定面の付着物あるいはコーティングに関する説明は8.1.1又は9.5.2と重複するが, 試験体に必要な規定としてここに残している。

- g) **試験技術者 (5.5)** 対応国際規格の記載にも対応している。名称は他の**JIS**に合わせて“試験技術者”としている。試験技術者の要件については, “**JIS G 0431** 又は **JIS Z 2305** に規定する超音波探傷試験の資格者 (UT1, UT2, UT3), 限定 NDT 方法のうち超音波厚さ測定の資格者 (UM1) 又はこれと同等の有資格者とする”として明確化している。

JIS Z 2305 では超音波厚さ測定と結果の分類が可能な試験技術者としてレベル1 (UM1, UT1) の資格とレベル1の実施可能な業務に加えて, 計画, 文章の作成 (NDT 手順書, 指示書の作成), 測定作業の管理・監督, 測定結果の解釈が可能なレベル2 (UT2), レベル3 (UT3) の資格がある。また, **JIS Z 2305** にはレベル1試験技術者の役割として次の記載がある。

- ・ NDT 装置を調整する。
- ・ NDT を実施する。
- ・ 記載された基準に従って NDT 結果を記録し, 分類する。
- ・ 結果を報告する。

4.1.5 超音波厚さ測定の適用 (箇条 6)

超音波厚さ測定の適用については, 次のとおりである。

- a) **測定面の状態と処理 (6.1)** 測定面の粗さが $100\ \mu\text{mRz}$ を超えると超音波の伝達性が悪くなり測定できない又は接触媒質の厚さの影響で誤差が増えるといった問題がある。残存厚さが十分に残っており表面仕上げによる減肉が許容される場合は, 受渡当事者間で協議を行った上で, 表面を仕上げて測定することは妨げない。

- b) **一般 (6.2.1)** 対応国際規格が厚さ測定の解説的な記載となっていることに対し, **JIS Z 2355:2005** に規定されていた測定方法の選定を取り入れている。**JIS Z 2355:2005** 及び **JIS Z 2355-1:2016** で明確でない部分及び受渡当事者間で決めるべき内容に関してはこの規格では区分されている測定方法について次のように修正し, 明確にした。

- 1) 二振動子垂直探触子を用いる場合の音響隔離面の方向について明確にした。
- 2) 多点測定法の指示がない場合の測定範囲の拡大の範囲については, 受渡当事者間で選定するとし, 従来の測定する範囲の直径 $30\ \text{mm}$ 円内への拡大は参考としてとどめている。

- 3) 精密測定法の測定する範囲と測定間隔についても受渡当事者間で選定するものとしている。なお、精密測定法によって厚さ測定を行う範囲と測定間隔については、明確な判断基準がない場合は、旧規格にある測定点を中心とした 50 mm 四角の範囲を 10 mm 間隔で測定する方法を用いてもよい。また、旧規格では連続測定法で“直接接触法でない場合”は“指定された測定間隔”を規定していたが、近年は連続的に探触子を移動しながら測定できる測定装置もあるため、“直接接触法でない場合”の規定は削除することにした。

表 3 の各測定方法の使い分けについて、これも受渡当事者間で選定することが適切であるため、本体の規定として含めていないが、腐食の状況に応じてそれぞれ次のような状況を参考とするとよい。

- 1 回測定法：全く腐食が見られない場合又は腐食の程度が小さい試験体に適用する。
- 2 回測定法：腐食が認められ、その程度が大きい試験体では、1 回測定法よりも 2 回測定法の適用が望ましい。
- 連続測定法：測定断面の厚さ変化から裏面の状況を推測したり、監視部位の経年の減厚変動を監視する場合などに適用する。
- 多点測定法：局部減肉又は減厚部で厚さの最小点を求めたい場合に適用する。
- 精密測定法：腐食が著しい場合などに減厚の分布を把握・可視化したい場合に適用する。近年では、半自動化あるいは自動化によって 1 mm～2 mm 間隔で測定値を得て、マッピング図の作成に用いられている。

- c) **製品検査における厚さの測定 (6.2.2)** 旧規格では、対応国際規格の記載に基づいて規定している。しかし、選定した二振動子垂直探触子個々の交軸範囲及び交軸距離を厚さ測定装置の使用者が求めることは困難であり、また、集束垂直探触子を用いる場合の測定する厚さに対する集束範囲が適切なものかの判別も超音波探傷器を用いての確認が必要であることから、この規格では、測定する厚さ範囲に対して測定装置の測定可能範囲が適切なものを選定することとして規定した。これによって供給者が開示している測定装置（厚さ測定器と探触子の組み合わせ）の測定可能範囲を参考に選定が可能となる。保守検査における残存厚さの測定 (6.2.3) でも同様である。

- d) **保守検査における残存肉厚の測定 (6.2.3)** 対応国際規格の記載に基づいた上で、JIS Z 2355:2005 における二振動子垂直探触子を用いた保守検査を想定した次の内容を含めている。

- 1) 二振動子垂直探触子では、材料の表面粗さの影響で遅延材がきずついたりすり減ったりすると測定精度へ影響するため、旧規格では、探触子の向きを変えたり、移動をしたりする場合にその都度測定面から探触子を離して行うとしていた。しかしながら、近年では探触子を試験体に接触した状態で移動などが可能な探触子の供給があることから、供給者の推奨する移動方法によって処置を行うと規定を修正し、測定面から探触子を離すことは推奨とした。

- 2) 数値表示超音波厚さ計を用いる場合の“異常”を定義し、“異常”がない場合には表示値を測定値として扱うこととしている。

なお、この記述については、事前に測定条件を確立してから連続的に実施する製造中の測定（製品検査）には合わないため 6.2.3 に含めている。

- 3) “異常”がある場合には、他の測定方法又は A スコープ表示から異常の原因に関する所見及び表示値を記録することが望ましいとしている。

- 4) 腐食部の厚さ測定における留意点 (6.2.3.3) c) 処置方法での残存厚さを読み取る方法としてその手法（しきい値法又はゼロクロス法）を明記した。また、それら手法の解説を図 3—厚さの読み取り方法として追加した。

- e) **探触子の選定 (6.3)** 対応国際規格の内容としている。

振動子寸法について厚さ測定を行う試験体の状況に応じた選定例も記載し、留意点についても追記した。また、高温の測定面では探触子の使用時間のみならず冷却方法についても考慮し、製造業者の使用方法を参考することとして明記した。さらに近年では高温での厚さ測定に二振動子垂直探触子も製造業者から供給されていることから追記した。

- f) **厚さ測定器の選定 (6.4)** 個々の要求を満たすように 5.1.2 の中から選定している。対応国際規格では表 1 に示す各測定方式に応じて 5.1.1 に示す各厚さ測定器を示しているが、それに限られることはないため、細かい限定はしていない。

- g) **調整用試験片とは異なる材料 (6.5)** 附属書 C を“厚さ測定器の調整”として、調整用試験片と異なる材料の厚さ測定と調整用試験片と異なる表面状態の厚さ測定に分けてより具体的に記載した。

- h) **特別な測定条件 (6.6)** 対応国際規格の内容としている。

温度範囲については、国内で一般に流通している厚さ計の仕様を考慮し、低温は 0 °C 未満、高温は 50 °C 超えと ISO 規格を修正して規定している。6.6.3 (高温での厚さ測定) については、高温試験体の測定における注意点として一部内容を追記して附属書 JB に示した。また、本文では、高温測定後の探触子の処置についても追記した。

コーティング上からの厚さ測定 (6.6.5) については、対応国際規格では箇条 8 の精度への影響で記載されている。国内では境界面エコーを用いた (I-B₁) 方式での測定が行われているので、旧規格で記載のあった (S-B₁) 方式は誤解を生じる可能性があることから削除した。附属書 JC には、コーティング上からの厚さ測定方法 (参考) として示している。

4.1.6 厚さ測定器の調整 (箇条 7)

厚さ測定器の調整については、次のとおりである。

- a) **一般 (7.1)** 対応国際規格の内容としている。

- b) **方法 (7.2)** 対応国際規格ではデジタル表示厚さ計と A スコープ厚さ計とで分け、前者では対比試験片を用いた調整方法、後者では A スコープ表示範囲の調整方法について記載しているのに対し、この規格では、厚さ計である数値表示超音波厚さ計と A スコープ表示器超音波厚さ計と、A スコープから値を読み取る超音波探傷器とで分けている。それぞれ表 1 に示す測定方式に応じた調整方法を示している。

超音波厚さ計 (7.2.2) の (R-B₁) 方式の調整では、ゼロ点調整及び音速調整の順序が様々であることから順序を規定するような記載は排除した。また、調整完了後に調整用試験片の既知の値が表示されることを確認する“調整値の確認”を追記した。超音波探傷器 (7.2.3) では、音速調整とゼロ点調整を定義し、それぞれについてその方法を示した。ゼロ点調整においては、種々の垂直探触子における具体的な方法を示した。なお、超音波探傷器の調整時には図 2 に示したような腐食部での反射エコーの場合、図 3 に示したビーム路程の読み取り方法の内、ピーク法では正しい残存厚さの測定が困難な場合が多いことが予想されるため、ゼロクロス法又はしきい値法で行うことを推奨する。さらに、しきい値法で調整した後に厚さ測定を行うときはしきい値の高さを変更すると表示値が変化することに留意する必要がある。

- c) **調整値の確認 (7.3)** 旧規格では、測定開始時、測定終了時及び必要に応じて測定中任意の時間内に、調整値の確認を行うと規定した。この規格では、測定中任意の時間内を受渡当事者間で設定した時間間隔として明らかにした。また、参考として時間間隔の設定がない場合は 1 時間間隔での調整値の確認を推奨すると示した。

- d) **測定装置の保守及び点検 (7.4)** 対応国際規格にはない項目であるが、日常点検、定期点検については厚さ測定の精度維持管理 (品質保証) において重要な項目であることからこの規格には項目を入れることとしている。日常点検及び定期点検については、JIS Z 2355-2 を引用して規定した。また、附属書 JD に日常点検の記録例 (参考) を載せた。これは規定ではなく、記録が推奨される項目を示した例である。

1224 4.1.7 測定精度への影響（箇条 8）

1225 測定精度への影響については、次のとおりである。

1226 a) **作業上の条件（8.1）** 対応国際規格の内容としている。

1227 1) 表面形状 [8.1.1 c)] の影響について、平滑でない測定面上で直接接触型の垂直探触子を用いて（R—
1228 B₁）方式で測定する場合に問題となることを明確にしている。なお、この規格では、汚れ、異物及
1229 び手法などを特定しない表現での記載にした。

1230 2) 表面粗さ [8.1.1 b)] については、表面粗さの影響及びこれによる表示値が厚く表示される要因を明
1231 らかにし、測定面が粗いときの厚さ測定での対処方法も参考として示した。

1232 3) 表面形状 [8.1.1 c)] について、旧規格では誤差が表示される事象についての記載であったが、この
1233 規格では、その事象に対する推奨する対処方法を示した。

1234 凹部及び凸部と区分するため凹凸面（粗い面）を定義し、理解を促すように図 5—粗い面での厚
1235 さ測定を追記して示した。また、測定における留意すべき項目を列記し、測定面の前処理について
1236 も注意喚起した。

1237 旧規格で凹面及び凸面と定義していた探触子の接触面をこの規格では、凹んでいる、あるいは突
1238 起している部位とし、凹部及び凸部（凹凸部）と定義を改めた。また、理解を促すように図 6—凹
1239 部での垂直探触子の選択を追記して示した。

1240 4) 表面温度（8.1.2）の影響について、この規格では、試験体の表面温度の変化によって厚さ測定及び
1241 測定結果に影響を及ぼす要因を明らかにした。また、安全に対しても注意喚起を促した。

1242 5) コーティング（8.1.3）の影響については、対応国際規格では測定方法も含めた詳細な解説があるが、
1243 この規格では 6.6.5 に測定方法を規定し、附属書 JC（参考）にはコーティング上からの厚さ測定方
1244 法として載せた。附属書 JC の中には ISO 規格の本体に記載されている数値例を含めている。

1245 6) 平行度 [8.1.4 a)] の影響については、対応国際規格では平行とは±10° 以内の傾きとして厚さ測定
1246 時はこの範囲内であることを推奨するとの記載があるが、この値は測定条件によっても変わって
1247 くるため、この規格では削除し、平行であることが望ましいとしている。これは、保守検査の場合で
1248 は試験体を平行に加工できない場合があるためである。平行ではない試験体を測定する場合は、あ
1249 らかじめ測定に用いる厚さ測定装置にて事前に測定誤差を確認しておくことが望ましい。

1250 7) 曲面 [8.1.4 b)] この規格では、曲率の影響によって表示値が不安定（ばらつく）となるときの対
1251 処方法を示した。

1252 8) **材料音速の不均一（8.1.4）** 組成の局部的又は全面的な変化は、調整用試験片の材料と比べた音速
1253 の差異によって測定誤差が発生することを注意喚起した。

1254 b) **測定装置（8.2）** 対応国際規格の内容としている。

1255 1) **表示分解能（8.2.1）** 旧規格で本項は分解能として示されていたが、厚さ測定における最小の表示
1256 桁数について記載されているものと解釈し、この規格では表示分解能とした。また、内容によって
1257 二つの項目として一つ目 a) は厚さ測定器に起因する要素を、二つ目 b) は垂直探触子の型式(性能)
1258 の影響について示した。その内容は、a) 表示桁数に係る要因について整理した。その中でサンプリ
1259 ングレートは、サンプリング周波数に変更し、読み取り精度に係る要因についても示した。b) は測
1260 定装置の分解能に起因する厚さ測定器と垂直探触子について示した。

1261 2) **測定可能な範囲（8.2.2）** 旧規格で本項は測定範囲として示されていたが、この規格では、（厚さ測
1262 定の）測定可能な範囲(3.6)にて定義したように測定装置（厚さ測定器と垂直探触子の組合せ）によっ
1263 て測定が可能な厚さ範囲と定義したことから本項では測定可能な範囲とした。この規格では、厚さ
1264 測定が可能な範囲が垂直探触子及び試験体によって影響を受けることを示すとともに、厚さ測定器
1265 と垂直探触子での組合せによる模擬試験片での確認試験によって有効性を検証することを推奨した。

旧規格で示されていた測定可能な厚さの最小値は主に垂直探触子の周波数と試験体の音速で定まるとの記載があった。これに対して補足として、一般的に1波長以下の厚さを測定することは困難と示されていた。

$\lambda = C/f$ ここに、 λ : 波長, C : 試験体の音速, f : 周波数

- c) **厚さ測定に影響するパラメータ(8.3)** ISO 16809 の**附属書 C.1** の内容を**附属書 D** として示している。一方、対応国際規格の**附属書 C.2** にある厚さ測定における推定最大偏差の合計を計算する方法については、国内の供給者においてはまだ一般的に普及している方法ではないことを鑑みて削除している。また、旧規格では本項は、測定精度に影響するパラメータで示されていたが、**附属書 D** が厚さ測定の測定条件設定時の留意事項及び測定結果へ影響を及ぼす試験体条件を示している参考資料であることから、この規格では、厚さ測定に影響するパラメータとして示した。

4.1.8 材料の影響 (箇条 9)

材料の影響については、次のとおりである。

- a) **一般 (9.1)** 対応国際規格の内容としている。この規格では、旧規格で訳されていなかった ISO の前段の文を意識して反映した。
- b) **表面状態 (9.5)** 旧規格では表面粗さが大きい場合の測定方式の記載が実際と逆で示されていたことから整理した。
- 1) **接触面 (9.5.2)** については、コーティングの母材との結合状態に関する注意点を含めている。また、この規格では**図 7**—接触媒質層が厚い場合の伝搬経路に接触面に腐食による減肉部があり、その上に垂直探触子を配置(保持)したときにおける**表 1** の測定方式 1, 2 及び 3 それぞれについて接触媒質が十分に薄い場合、接触媒質が厚い場合での探傷図形(A スコープ表示)を示し、理解を促すようにした。
 - 2) **反射面(9.5.3)**については、旧規格では、予想される腐食の種類について知識をもち、摩耗、腐食又は浸食の具体的な種類に応じた測定方法を適用するとの記載であったが、この規格では、注意喚起をするにとどめて、**附属書 B** を参考とすることを推奨した。
 - 3) **腐食 (9.5.4)** については、旧規格では、材料そのものが腐食の原因となっているかのような文章となっていたことから、文章を整理した。また、何を目的に腐食の種類などを考慮すべきなのかを明確にした。なお、9.2 及び 9.5.1 に誤差の発生及び原因についての記載があるが、ここでの"誤差"とは、機械的寸法測定値と厚さ計による測定値との差のことである。

4.1.9 報告書 (箇条 10)

JIS Z 2355:2005 の記録(**箇条 12**)を基本として見直しを行い規定している。具体的には、準拠した規格・図書など、接触媒質、各測定部位の測定音速値及び表面温度を追加している。また、測定値の記録に関しては、全ての点の記録だけでなく、受渡当事者間で取り決めた値以下の記録だけでもよいことを新たに含めた。

表面温度に関しては、**JIS Z 2355:2005** にはない規定だが、二振動子垂直探触子を(R-B_I)方式で用いる場合、解説の 4.1.7 a) 4) で述べたように表面温度が遅延材の音速に大きく影響し、誤差原因となるため、記録しておくことが望ましい。ただし、測定値へ温度の影響がないことが確認されている範囲では、記録は不要であることも追記した。

特記事項については、対応国際規格には項目がないが、表示値が異常の場合の所見の記録は重要な点であることから旧規格を引き継いで項目として含めた。

1305 なお、測定データ（**10.3**）は、対応国際規格では **10.3 Inspection data** となっている。旧規格制定時には、
1306 これを検査データと訳した場合は合否などの検査結果を記録項目に含めるべきとの議論があったが、合否
1307 判定は受渡当事者間で決めるものであり、ここではあくまで記録の意味で測定データとしている。

1308 4.2 附属書

1309 4.2.1 附属書 A（参考）測定条件の選定

1310 対応国際規格の**附属書 D**の内容は、厚さ測定における測定条件の選定に参考になるため、この規格にお
1311 いても含めることとしている。ただし、探触子の径は削除し、周波数については、我が国にて一般に適用
1312 されている範囲となるように見直しを行っている。なお、本附属書では対応国際規格で高精度と表現され
1313 ていたところは曖昧なため削除し、我が国で探触子を選定する場合に一般に適用されている範囲での記載
1314 とした。また、適用可能な垂直探触子の種類も我が国にて適用されているものを追記した。**図 A.1** 及び**図**
1315 **A.2** で選定する垂直探触子を区分する際に対応国際規格でも用いられている厚さ 1.5 mm をしきい値として
1316 用いた。この値は、厚さ測定に多く用いられている二振動子垂直探触子と数値表示超音波厚さ計の一般的
1317 な組み合わせによる測定下限値の値が 1.0 mm～1.5 mm であることから対応国際規格に採用された値と推
1318 察される。さらに針状の孔食の先端部を厚さ測定器にて検出、表示するのは困難であることから探傷試験
1319 を推奨する記載を追記した。本文中の順番を考慮し、**附属書 A** としている。

1320 4.2.2 附属書 B（参考）鋼の腐食

1321 対応国際規格の**附属書 A**の内容は鋼の腐食の理解に参考になるため、この規格においても含めることと
1322 している。なお、孔食の種類に我が国で認知されている針状の孔食を追加した。また、この附属書の各種
1323 腐食の種類に説明を追記した。本文中の順番を考慮し、**附属書 B** としている。

1324 対応国際規格の**附属書 A**には容器と配管の腐食部に対する厚さ測定方法が記載されているが、この規格
1325 では 6.2.3（保守検査）における残存厚さの測定に **JIS Z 2355:2005** の内容も引き継ぐ形で腐食部の測定方
1326 法と留意点について記載しているので、この規格の**附属書 B**からは削除している。また、表にある推奨さ
1327 れる超音波技術に関しては、6.2.3.3 を参照されたい。

1328 4.2.3 附属書 C（参考）装置の調整

1329 7.2.1 の厚さ測定器の調整方法の選定に参考となる対応国際規格の**附属書 B**をこの規格においても含め
1330 ることとしている。なお、この附属書では対応国際規格では表で示されているが、実情を鑑みた調整の留
1331 意点を文章で記載した。本文中の順番を考慮し、**附属書 C**とした。

1332 4.2.4 附属書 D（参考）厚さ測定に影響のあるパラメータ

1333 対応国際規格の**附属書 C.1**の内容は厚さ測定の精度に影響するパラメータの理解に参考になるため、**JIS**
1334 **Z 2355-1**においても残すこととしている。なお、対応国際規格にて用いられている各用語については、本
1335 文で用いられている用語への変更、追記を行った。また、V パス補正については国内で使われることはほ
1336 とんどないため削除した。本文中の順番を考慮し、**附属書 D**とした。

1337 対応国際規格の**附属書 C.2**（参考）に記載されている推定最大偏差の合計を計算する方法については、
1338 **JIS Z 2355-1**では削除しているが、その計算方法は次のとおりである。

1339 測定に影響を及ぼす全てのパラメータの推定最大偏差をそれぞれ求め、それらを合計する。

1340 なお、**ISO16809:2017**では推定最大偏差は不確かさと表現され、信頼度に応じた不確かさの計算式が掲
1341 載されていたが、**ISO16809:2025**では削除されている。

4.2.5 附属書 JA (参考) 管材の厚さ測定方法

旧規格の内容、用語などを見直し、管材の厚さ測定における留意点について参考として示している。

4.2.6 附属書 JB (参考) 高温試験体の厚さ測定方法

旧規格の内容、用語などを見直し、高温試験体の厚さ測定における留意点について参考として示している。

なお、**附属書 JB** では、高温試験体での校正は試験片の温度変化を考慮すると正確に行うことが困難である場合が多いため規定からは外し、表示値に対して音速の補正が必要であることを述べるにとどめている。また、試験体の表面温度と内部温度との差の存在によって厚さ測定値に誤差が存在する可能性があること、くさびの音速変化の影響が大きいことを明記した。

4.2.7 附属書 JC (参考) コーティング上からの厚さ測定方法

旧規格の内容、用語などを見直し、コーティング上からの厚さ測定における留意点について参考として示している。

4.2.8 附属書 JD (参考) 点検記録例

測定装置の保守及び点検 (7.4) に対応し、旧規格の内容を見直し、日常点検記録表の様式例を参考として示した。

5 その他の解説事項

5.1 JIS Z 2355:2005 における各種規定について

JIS Z 2355:2005 ではその改正の趣旨にも記載されているように、厚さ測定の計画及び／又は実行の具体的な指針になるような詳しい記載が追加されたが、現場の適用においては実行が難しかったり、理解が難しい点が指摘されてきた。例えば測定範囲及び／又は各許容値については、検査対象及び／又は検査目的に応じて本来個別に定められるものである。また、**JIS Z 2355:2005** の適用範囲は保守検査に限定していないものの、二振動子垂直探触子と数値表示超音波厚さ計を用いた保守検査が主たる方法とされていた規格であった。一方、現在では厚さ測定の適用対象は大きく広がっており、様々な対象と様々な目的で適用されることを考慮すると、一律の規定は不具合を生じる場合がある。そこで、**JIS Z 2355-1:2016** の制定の際には、それらの許容値などの規定は、基本的に受渡当事者間で規定するものとの考え方で広く適用できる規格として制定されている。

5.2 旧規格からの主な修正点

旧規格からの主な修正点は次のとおりである。

- a) 旧規格にて **JIS Z 2355** が 2 部 (第 1 部 : 測定方法, 第 2 部 : 厚さ測定の性能測定方法) に分離して規定された。この規格ではその間に明らかになった不明確点, 不具合部, 第 1 部と第 2 部での相違点などについて見直し, 整理を行い使用者が理解し, 使用しやすい内容とすることとした。
- b) 旧規格で用いられていた用語に違いがあったことから各用語を統一するとともに第 1 部及び第 2 部それぞれで同じ用語を定義した。
- c) 厚さ測定を行う際に選択する各測定方式における使用可能な垂直探触子の例及び様々な測定物, 事象時に使用する垂直探触子の例を国内での実情を鑑み追記して示した。

- d) 旧規格では厚さ測定の原理などを図示する場合、二振動子垂直探触子を用いて示していたが、この規格では一振動子垂直探触子を用いて図解した。
- e) この規格では **6.2.3.3 c)**で残存厚さを読み取る方法としてのピーク法、しきい値法、ゼロクロス法を図解して示すことでA スコープ表示器付き超音波厚さ計又は超音波探傷器使用時での厚さの読み取りに対する理解を促すこととした。

6 原案作成委員会の構成表

原案作成委員会の構成表を、次に示す。

JIS Z 2355-1（非破壊試験—超音波厚さ測定—第1部：測定方法）原案作成委員会 構成表

	氏名	所属
(委員長)	○ 長 秀 雄	青山学院大学
(幹事)	○ 飯 塚 幸 理	JFE スチール株式会社
	○ 原 田 浩 幸	株式会社カナデビアエンジニアリング
	○ 中 川 真 一	ベーカーヒューズ・エナジージャパン株式会社
(委員)	大 岡 紀 一	一般社団法人日本非破壊検査協会
	山 本 知 生	経済産業省製造産業局産業機械課
	吉 田 豊	一般社団法人日本規格協会
	榎 並 宏	一般社団法人日本LPガスプラント協会
	○ 森 下 正 浩	JFE アドバンテック株式会社
	○ 斎 藤 順 次	日本電磁測器株式会社
	○ 高 田 泰	ワブテック・インスペクション・テクノロジー・ジャパン株式会社
	○ 名 取 孝 夫	超音波計測技術合同会社
	松 島 勤	一般社団法人日本検査機器工業会
	前 川 真 一	一般社団法人日本非破壊検査工業会
	○ 熊 谷 昌 之	総合非破壊検査株式会社
	○ 辻 哲 平	株式会社ジャスト
	松 本 聡	一般社団法人日本鉄鋼連盟
(関係者)	吉 田 明 裕	経済産業省イノベーション・環境局国際標準課
(事務局)	山 口 光 輝	一般社団法人日本非破壊検査協会
	三 上 靖 浩	一般社団法人日本非破壊検査協会
	伊 藤 佳 亮	一般社団法人日本非破壊検査協会（2025年5月から）

注記 ○印は、分科会委員を兼ねる。
(執筆者 飯塚 幸理, 原田 浩幸, 中川 真一)