

薄膜 UT による音速補正を用いた  
プラントモニタリングの JIS Z 2355 適合性評価

報告書

令和 3 年 3 月

一般財団法人 発電設備技術検査協会

薄膜 UT による音速補正を用いたプラントモニタリングの  
JIS Z 2355 適合性評価委員会

この報告書は、薄膜 UT による音速補正を用いたプラントモニタリングの JIS Z 2355 適合性評価委員会における審議検討の結果をまとめたものです。

この報告書の著作権は、三菱重工業株式会社 原子力セグメント 品質保証部が有しています。

## 目 次

I. はじめに	
1. 背景 .....	1
2. 目的 .....	1
3. 実施内容 .....	2
4. 実施工程及び実施体制 .....	2
5. その他 .....	3
II. 評価結果	
1. JIS Z 2355(2005)に対する適合性評価結果 .....	5
2. JIS Z 2355-1(2016)及び JIS Z 2355-2(2016)に対する適合性の概略評価結果 .....	7
III. おわりに .....	10

### 添付表

「JIS Z 2355(2005) 超音波パルス反射法による厚さ測定方法」に対する適合性確認票

## I. はじめに

### 1. 背景

ボイラーや圧力容器を用いるプラント設備においては、供用期間中の健全性を確保する目的として、減肉に関する評価が行われる。

減肉評価は、供用期間中において設計基準値として定められた厚さを下回らないこと、あるいは設計基準値を下回る残存厚さとなった場合であっても、評価結果を踏まえて適切なプラント運用を行うことで、設備の破壊に至らないことを確認するための行為であり、厚さの測定及び評価方法については、例えば以下のような規格基準が存在する。

- ・ JSME S TB1-2016 火力設備配管減肉管理技術規格
- ・ JSME S NG1-2016 沸騰水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格
- ・ JSME S NH1-2016 加圧水型原子力発電所配管減肉管理に関する技術規格
- ・ JGA 指-109-20 容器・配管の腐食及び疲労割れに関する検査・評価・補修指針
- ・ KHKS/PAJ/JPCA S 0851(2014) 高压ガス設備の供用適性評価に基づく耐圧性能及び強度に係る次回検査時期設定基準

これらの規格では、減肉量の測定方法として超音波、放射線及びデプスゲージ等を用いた厚さ測定が採用されているが、超音波を用いた厚さ測定方法については、JGAの指針を除き、厚さ測定の規格である JIS Z 2355「非破壊試験-超音波厚さ測定-」を引用している。

また、これらの規格は、関連する各法規の検査基準との関係において用いられることがあるが、一般用ボイラーや圧力容器の性能検査において行われている超音波厚さ計を用いた厚さ測定では、JGAの指針と同様、具体的な規格は引用されていない。

実際に、プラント設備の供用適性評価として特に高温で運用される機器・配管に対して超音波を用いた厚さ測定を行う場合、機器・配管の温度が十分低下して人間がアクセスできる環境になってから、足場の設置や保温材の撤去等の付帯工事を行い、その後常温になった環境で、常温で校正した超音波厚さ計を用いて測定を行うことが主流となっている。

このような状況の中、三菱重工業株式会社（以下、三菱重工という）では、プラント設備の適切な保守管理を行うことを目的に、薄膜 UT を用いたプラントモニタリングシステムを開発した。同システムで適用される薄膜 UT を用いた厚さ測定方法（以下、本手法という）は、運転状態の機器・配管に薄膜 UT センサを設置して厚さの常時測定を行う。このため、測定に付帯する工事の必要性を低減できる。また、特徴として、高温での厚さ測定の際に音速補正を行うシステムを構築しており、その有効性を確立している。

### 2. 目的

超音波による厚さ測定方法を規定している JIS Z 2355 は、人間が対象物に直接アク

セスして厚さ測定を行うことを前提とした規格であり、常時測定を念頭においた薄膜 UT を用いる手法は想定されていない。そのため、JIS Z 2355 に従うか又は JIS Z 2355 と同等の測定方法により本手法を適用する必要がある。

そこで、三菱重工は、本手法の JIS Z 2355 への適合性について第三者による評価を受けるべく、一般財団法人 発電設備技術検査協会（以下、協会という）へ第三者評価を依頼した。これを受け、協会は“薄膜 UT による音速補正を用いたプラントモニタリングの JIS Z 2355 適合性評価委員会”（以下、CVT 委員会という）を設置し、本手法の JIS Z 2355 への適合性について第三者評価を実施する。

先述の JSME 規格は 2005 年版の JIS Z 2355 を引用している一方、KHKS/PAJ/JPCAS 0851(2014)は引用している JIS Z 2355 の年版を指定していない。その理由は、JIS の最新版の適用を必ずしも妨げないためであり、実際の現場においてもそのように運用されているが、基準の発行年と JIS の改正履歴を踏まえると 2005 年版を参照したと考えられる。

以上より、比較元となる JIS Z 2355 の年版は 2005 年版とするとともに、第三者評価結果の将来的な汎用性の観点から、最新版である 2016 年版に対する概略評価も併せて実施する。

### 3. 実施内容

#### ① JIS Z 2355(2005)に対する適合性評価

(1) JIS Z 2355(2005)で規定された超音波厚さ測定の技術的な要求事項と本手法の技術的内容とについて、条項毎に次の区分に従って比較検討を行う。

〈適合性評価の区分〉

区分 1：適合する

区分 2：準ずる

区分 3：適合又は準ずると判断するために追加の詳細検討が必要

区分 4：適合しない又は準じない

区分 5：評価対象外

ここで、区分 1 の「適合する」は、本手法が当該条項と一致していることを示し、区分 2 の「準ずる」は、規定と必ずしも一致しないが技術的な担保がなされ、技術的に妥当と判断されることを示す。

(2) 条項毎の比較検討結果に基づき、本手法が JIS Z 2355(2005)に従った方法か、あるいは同等の方法か等进行评估する。

#### ② JIS Z 2355-1(2016)及び JIS Z 2355-2(2016)に対する適合性の概略評価

JIS Z 2355-1(2016)及び JIS Z 2355-2(2016)の技術的な要求事項に対する本手法の適合性に関する概略評価を行う。

### 4. 実施工程及び実施体制

薄膜 UT による音速補正を用いたプラントモニタリングの JIS Z 2355 適合性評価の

実施工程を表 I-1、委員名簿を表 I-2、実施体制を図 I-1 にそれぞれ示す。

実施体制について、CVT 委員会は、関連する技術や法規に関する有識者、国内外での規格委員会等の委員経験者、あるいは規格の作成・改正活動を通じて規格としての必要要件や説明性について理解している者により組織する。

## 5. その他

公知性に配慮し、報告書を協会のウェブサイトで公開するとともに、国立国会図書館への納本（委員名簿含む）を行う。

表 I-1 適合性評価の実施工程

項 目	令和 2	令和 3		
	12	1	2	3
実施計画の検討				
規定内容との比較検討				
規格に対する適合性評価				
まとめ				
委員会		<b>29</b>	<b>25</b>	
報告書提出				<b>19</b>

表 I-2 薄膜 UT による音速補正を用いたプラントモニタリングの  
JIS Z 2355 適合性評価委員会（略称：CVT 委員会） 委員名簿（順不同、敬称略）

委員長	佐藤 長光	（一財）発電設備技術検査協会 規格基準室
委 員	小嶋 敏雄	（一財）発電設備技術検査協会 規格基準室
	種物谷 宣高	高压ガス保安協会 機器検査事業部
	長谷川 忠之	（一財）発電設備技術検査協会 規格基準室

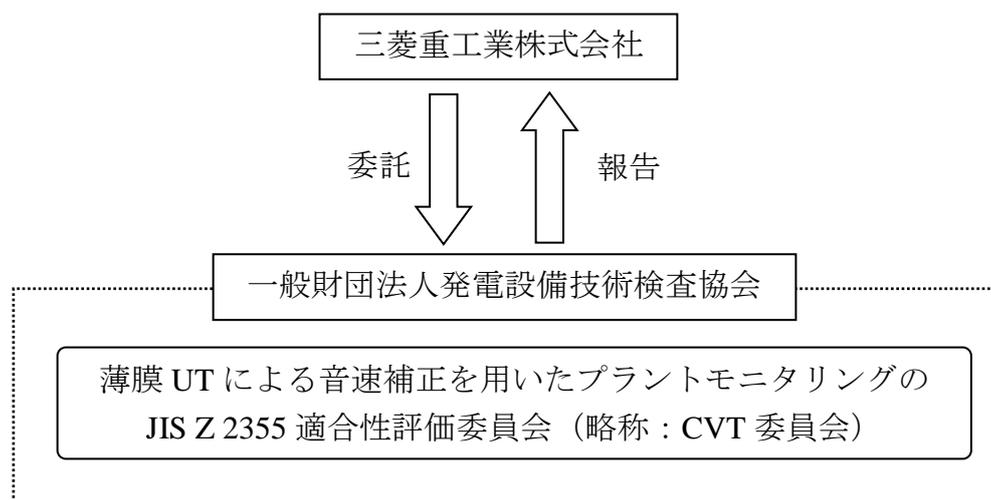


図 I-1. 適合性評価の実施体制

## II. 評価結果

### 1. JIS Z 2355(2005)に対する適合性評価結果

JIS Z 2355(2005)の各条項に対する本手法の適合性評価結果の一覧を表 II-1 に示す。詳細は添付表にまとめる。

評価の結果、区分 1 (JIS に一致)、区分 2 (JIS に準ずる) 又は区分 5 (対象外) のいずれかに分類できた。この結果、本手法は JIS Z 2355(2005)と同等な手法であり、技術的に妥当であると判断した。以下では区分 2 と評価した理由を記載する。区分 1 は JIS Z 2355(2005)に適合すると判断した項目のため、理由は記載していない。

#### (1) 9.3 接触媒質

接着剤の適用性に関する評価が行われており、評価に使用したデータ等は設備使用者を含む第三者からの要請に応じて確認できることを委員会として確認した。

また、使用される接着剤はグリセリン水溶液等と比べると測定時のエコー高さに違いがあるが、時間軸にずれが生じないことを委員会として確認した。

よって、区分 2 と評価した。

#### (2) 10.3 探触子の接触方法

接着剤の適用性に関する評価に加え、良好な波形が得られる状態で薄膜センサを固定するため、安定した表示値が得られることを委員会として確認した。

よって、区分 2 と評価した。

#### (3) 10.4 校正値の確認

常時測定であり、一般的な超音波厚さ測定のような測定の開始・終了という概念がないため、測定の都度、常設の熱電対によって得られた温度データを用いて音速補正が行われることを委員会として確認した。

また、装置異常が生じた場合や交換を行う場合には測定を中断するが、再開する際に音速補正が都度行われること、さらに、測定精度は JIS Z 2355(2005)の規定値を満たすことを委員会として確認した。

よって、区分 2 と評価した。

#### (4) 10.6 腐食部の厚さ測定方法

附属書 2 を適用するため、附属書 2 を参照。

#### (5) 10.8 管材の厚さ測定方法

附属書 4 を適用するため、附属書 4 を参照。

#### (6) 10.9 高温測定物の厚さ測定方法

附属書 5 を適用するため、附属書 5 を参照。

#### (7) 11.1 装置の保守

初めて厚さを測定する際、薄膜 UT センサを設置する前に JIS Z 2355(2005)に従って接触面の手入れを実施することを委員会として確認した。

測定開始後は常時測定となるため定期的な接触面の手入れは行わないが、接触媒質の代替である接着剤の適用性は評価されており、接触面の状態を含む測定時の異常は、常時測定中に連続的に取得されるデータの経時変化から判断できることを委員会として確認した。

接着剤が薄膜 UT センサケーブル又は装置本体から十分離れており、これらに接触する可能性がないため、接着剤が内部に浸透することはないことを委員会で確認した。よって、区分 2 と評価した。

#### (8) 11.2 始業点検

初めて厚さを測定する際、薄膜 UT センサを設置する前に JIS Z 2355(2005)に従って始業点検を行うことを委員会として確認した。

測定開始後は常時測定となるため測定作業ごとの定期的な始業点検は行わないが、JIS Z 2355(2005)で規定されている点検で発見されるような異常は、常時測定中に連続的に取得されるデータの経時変化から判断できることを委員会として確認した。

よって、区分 2 と評価した。

#### (9) 11.3 定期点検

初めて厚さを測定する際、薄膜 UT センサを設置する前に JIS Z 2355(2005)に従って点検することを委員会として確認した。

測定開始後は常時測定となるため 1 年ごとの点検は実施しないが、装置やセンサの異常は、常時測定中に連続的に取得されるデータの経時変化から判断できることを委員会として確認した。

よって、区分 2 と評価した。

#### (10) 附属書 2 (規定) 腐食部の厚さ測定方法

JIS Z 2355(2005)の規定に従って厚さ測定を実施することを委員会で確認した。附属書 2 では部分的に本体規定を引用しており、本手法は、本体規定に対して対象外となる区分 5 の項目を除いて、区分 1 又は区分 2 のいずれかで評価されている。

附属書 2 全体として考えた場合には JIS Z 2355(2005)の規定と完全に一致しないものの、技術的な担保はなされており、JIS Z 2355(2005)に準ずると判断できるため、区分 2 と評価した。

#### (11) 附属書 4 (規定) 管材の厚さ測定方法

JIS Z 2355(2005)の規定に従って厚さ測定を実施することを委員会で確認した。附属書 4 では部分的に本体規定を引用しており、本手法は、本体規定に対して対象外となる区分 5 の項目を除いて、区分 1 又は区分 2 のいずれかで評価されている。

附属書4全体として考えた場合にはJIS Z 2355(2005)の規定と完全に一致しないものの、技術的な担保はなされており、JIS Z 2355(2005)に準ずると判断できるため、区分2と評価した。

#### (12) 附属書5(規定) 高温測定物の厚さ測定方法

JIS Z 2355(2005)の規定に従って厚さ測定を実施することを委員会で確認した。附属書5では部分的に本体規定を引用しており、本手法は、本体規定に対して対象外となる区分5の項目を除いて、区分1又は区分2のいずれかで評価されている。

附属書5全体として考えた場合にはJIS Z 2355(2005)の規定と完全に一致しないものの、技術的な担保はなされており、JIS Z 2355(2005)に準ずると判断できるため、区分2と評価した。

## 2. JIS Z 2355-1(2016)及びJIS Z 2355-2(2016)に対する適合性の概略評価結果<sup>[1]</sup>

超音波厚さ測定の規格について、国内ではJIS Z 2355が1987年に制定され、1994年及び2005年に改正された。一方、国際規格としては2012年に超音波による厚さ測定方法を規定したISO 16809(2012)<sup>\*1</sup>と、厚さ測定機器の性能検証について規定したISO 16831(2012)<sup>\*2</sup>が発行されている。その後、国内では、JISの国際規格整合化の流れを受け、これらのISO規格との整合を目的にJIS Z 2355(2005)を廃止し、新たに超音波による厚さ測定方法の規格であるJIS Z 2355-1(2016)「第1部：測定方法」とJIS Z 2355-2(2016)「第2部：厚さ計の性能測定方法」が制定され、現行規格となっている。

ISO 16809(2012)はJIS Z 2355(2005)に対応する規格であるが、幅広い一般的な内容かつ解説的な内容を含んだ規格であるのに対し、JIS Z 2355(2005)は厚さ計に関する我が国での研究を踏まえて現場での使いやすさと信頼性とを念頭に作られた規格であるため、その性格が異なっていた。また、ISO 16831(2012)に対応する独立したJISは存在しないが、JIS Z 2355(2005)の附属書1が一部対応関係にあった。

規格の内容や構成についてこのような違いがあることから、ISO規格に整合させるJIS Z 2355-1(2016)及びJIS Z 2355-2(2016)の制定に当たっては、次の3つを基本方針とした。

- ① 超音波厚さ測定方法に関する規定内容の構成をISO 16809(2012)に合わせつつ、JIS Z 2355(2005)における我が国独自の技術的内容を入れ込むことで整合化を図り、対応国際規格を修正してJIS Z 2355-1として制定する。
- ② JIS Z 2355-1に含めるJIS Z 2355(2005)の内容に関しては、不備な点の見直しを反映する。
- ③ 超音波厚さ測定装置の規定であるISO 16831(2012)に対応する独立したJISが存在しないため、ISO 16831(2012)を基礎に国内の実情を鑑みて内容を見直しの上、対応国際規格を修正して新たにJIS Z 2355-2として規格を制定する。

このように、JIS Z 2355-1(2016)及びJIS Z 2355-2(2016)の制定の背景や基本方針を踏まえると、JIS Z 2355-1(2016)及びJIS Z 2355-2(2016)はJIS Z 2355(2005)の内容を包含する規格と判断できる。

したがって、本手法はJIS Z 2355-1(2016)及びJIS Z 2355-2(2016)に対してJIS Z

2355(2005)と同等なものと同略評価できる。

\*1 ISO16809(2012) “Non-destructive testing—Ultrasonic thickness measurement”

\*2 ISO16831(2012) “Non-destructive testing—Ultrasonic testing—Characterization and verification of ultrasonic thickness measuring equipment”

## II.の参考文献

[1] JIS Z 2355-1:2016—超音波厚さ測定—第1部：測定方法，解説

表 II-1. JIS Z 2355(2005)の各条項に対する本手法の適合性評価結果

JIS Z 2355(2005)の条項	適合性
1.適用範囲	◎
2.引用規格	—
3.定義	—
4.測定作業者及び管理者	◎
5.測定の原理	◎
6.測定方式の区分	◎
7.測定装置	
7.1 超音波厚さ計	◎
7.2 厚さ測定用超音波探触子	◎
7.3 探触子ケーブル	◎
7.4 校正用試験片	◎
7.5 超音波厚さ計の性能測定方法及び表示方法	◎
8.測定方法	
8.1 測定方法の種類	◎
8.2 測定方法の内容	◎
9.測定準備	
9.1 測定点又は測定線の選定	◎
9.2 測定面の前処理	◎
9.3 接触媒質	○
9.4 測定物の残存厚さの推定	—
9.5 校正	◎
10.測定	
10.1 測定方式の選定	◎
10.2 測定方法の選定	◎
10.3 探触子の接触方法	○
10.4 校正値の確認	○
10.5 一般的な平面測定物の厚さ測定方法	◎

表 II-1. JIS Z 2355(2005)の各条項に対する本手法の適合性評価結果

JIS Z 2355(2005)の条項	適合性
10.6 腐食部の厚さ測定方法	○
10.7 塗膜をもつ測定物の厚さ測定方法	—
10.8 管材の厚さ測定方法	○
10.9 高温測定物の厚さ測定方法	○
10.10 特定機能厚さ計による厚さ測定方法	—
11.装置の保守及び点検	
11.1 装置の保守	○
11.2 始業点検	○
11.3 定期点検	○
12.記録	◎
附属書 1 (規定) パルス反射式超音波厚さ計の性能測定方法及び表示方法	◎
附属書 2 (規定) 腐食部の厚さ測定方法	○
附属書 3 (規定) 塗膜をもつ測定物の厚さ測定方法	—
附属書 4 (規定) 管材の厚さ測定方法	○
附属書 5 (規定) 高温測定物の厚さ測定方法	○
附属書 6 (規定) 超音波厚さ計用対比試験片 (RB-T)	—
附属書 7 (参考) 特定機能厚さ計による厚さ測定方法	—
附属書 8 (参考) 試験報告書例	—

〈記号の意味〉

◎：区分 1 (JIS に一致)    ○：区分 2 (JIS に準ずる)    —：区分 5 (対象外)

### III. おわりに

発電技検では、CVT 委員会を設置し、三菱重工が開発した薄膜 UT による音速補正を用いた超音波厚さ測定手法（以下、本手法）の、JIS Z 2355(2005)への適合性に関する第三者評価を実施した。

評価に先立ち、適合性を評価するための評価基準を定め、本手法が JIS Z 2355(2005)の各条項に対していずれの評価基準に該当するか審議を行った。その結果、本手法は JIS Z 2355(2005)と同等な手法であり、技術的に妥当であると判断した。

また、本手法の JIS Z 2355-1(2016)及び JIS Z 2355-2(2016)に対する適合性については、JIS Z 2355(2005)と同等なものと同略評価した。

## 添 付 表

「JIS Z 2355(2005) 超音波パルス反射法による厚さ測定方法」に対する適合性確認票

(注) 確認票における適合性区分の記号の意味

適合性区分	記号	意味
区分 1	◎	JIS Z 2355(2005)に適合する
区分 2	○	JIS Z 2355(2005)に準ずる
区分 3	△	適合又は準ずると判断するために追加の詳細検討が必要
区分 4	×	適合しない又は準じない
区分 5	—	評価対象外

添付表. 「JIS Z 2355(2005) 超音波パルス反射法による厚さ測定方法」に対する適合性確認票 (1/5)

JIS Z 2355(2005)超音波パルス反射法による厚さ測定方法	薄膜 UT による音速補正を用いたプラントモニタリングの説明	適合性
1. 適用範囲	<p>薄膜 UT によるプラントモニタリングは超音波パルス反射法を用いた板厚計測であり、主に保守検査への適用を想定した技術である。</p> <p>計測は常設したセンサによる定点計測であり、探触子の走査は行わない手法である。</p> <p>薄膜 UT センサは薄型の一振動子垂直探触子であり、市販の探傷器、および三菱重工製探傷器（以降ではパルサー스코ープと呼称）を用いた測定が可能である。</p>	◎
2. 引用規格	対象外	—
3. 定義	対象外	—
4. 測定作業者及び管理者	<p>左記要求を満足するよう作業者及び管理者を任命し、測定作業を実施する。</p> <p>なお、薄膜 UT は、炭素鋼配管において 3mm～約 100mm の測定能力がある。厚さ測定の方法の適用限界は、上記の範囲のうち、要求される精度を満たす範囲で管理者が設定する。</p>	◎
5. 測定の原理	<p>薄膜 UT では計測した超音波の伝播時間と既知の音速から左記の式を用いて板厚を計測する。</p> <p>なお、パルサー스코ープでは校正試験片を用いて予め求めた温度-音速の関係式を使用し、計測点の温度から音速を求める。</p>	◎
6. 測定方式の区分	<p>パルサー스코ープを用いた薄膜 UT によるプラントモニタリングでは、以下の測定方式が使用可能となっている。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ R-B1 方式</li> <li>・ B<sub>n</sub>-B<sub>n+1</sub> 方式</li> </ul> <p>通常、B<sub>n</sub>-B<sub>n+1</sub> では B1-B2 方式を適用する。</p> <p>なお、パルサー스코ープ以外を用いる場合でも左記測定区分に即した測定方式を使用する。</p>	◎
7. 測定装置 7.1 超音波厚さ計	<p>薄膜 UT では、パルサー스코ープで取得した A スコープ波形を PC にて表示する。よって、b) 1) の超音波探傷器が該当し、b) 2)から b) 8)は対象外である。</p> <p>なお、使用者によっては、a)のはん用超音波厚さ計等の他の測定装置を使用する場合もある。</p>	◎
7.2 厚さ測定用超音波探触子	<p>薄膜 UT センサは一振動子垂直探触子であり、広帯域を持つ高分解能用探触子である。</p> <p>※一振動子垂直探触子高分解能用では、多重エコー (B<sub>1</sub>-B<sub>n</sub>) 方式と記載あるが、R-B1 方式で計測することもある。</p>	◎
7.3 探触子ケーブル	<p>薄膜 UT センサは振動子とケーブルが一体となっていることから、製造業者指定のケーブルとなる。</p>	◎
7.4 校正用試験片	<p>試験体と同材の階段試験片を準備、測定対象の厚さの範囲を網羅しているものを使用する。</p>	◎

添付表. 「JIS Z 2355(2005) 超音波パルス反射法による厚さ測定方法」に対する適合性確認票 (2/5)

JIS Z 2355(2005)超音波パルス反射法による厚さ測定方法	薄膜 UT による音速補正を用いたプラントモニタリングの説明	適合性
7.5 超音波厚さ計の性能測定方法及び表示方法	<p>パルサー스코ープは、附属書 1 に従い、RB-E を用いた性能評価を実施し、合格したパルサー스코ープを用いている。</p> <p>薄膜 UT での測定範囲の仕様は板厚 3mm 以上であり、測定誤差の評価は仕様に合わせ板厚 3mm を測定下限値と考える。供用期間中は使用者にて附属書 1 の 2.1 項、2.2 項に従った性能測定が実施される（附属書 1 の 2.3 項及び 2.4 項は対象外）。</p> <p>現状、JIS Z 2355(2005)に従った性能確認記録は作成していないが作成可能である。</p>	◎
8. 測定方法 8.1 測定方法の種類	左記の各測定への薄膜 UT の適用可否は 8.2 項参照。	◎
8.2 測定方法の内容	<p>薄膜 UT の各測定方法への適合性は以下と考える。</p> <p>a) 1 回測定法：指定された計測点に対し 1 回測定することは可能。</p> <p>b) 2 回測定法：薄膜 UT センサは一振動子垂直探触子であるため、適用対象外。</p> <p>c) 連続測定法：指定された測定間隔で探触子を設置することで適用可能。ただし、計測の間隔は振動子が重ならない範囲で設定が必要となる。</p> <p>d) 多点測定法：指定された測定範囲で探触子を設置することで適用可能。ただし、計測の間隔は振動子が重ならない範囲で設定が必要となる。</p> <p>e) 精密測定法：薄膜 UT センサを格子状に設置することで適用可能。ただし、計測の間隔は振動子が重ならない範囲で設定が必要となる。</p>	◎
9. 測定準備 9.1 測定点又は測定線の選定	薄膜 UT センサでの測定は、左記 a)～d)を参考に、受渡当事者間で選定した点で実施する。	◎
9.2 測定面の前処理	薄膜 UT では測定面の地金を露出させ 100 $\mu\text{mRz}$ 以下に仕上げてセンサを設置する。	◎
9.3 接触媒質	薄膜 UT センサの接着性並びに板厚計測への適用性を評価済の指定の接着剤を接触媒質として使用する。使用する接着剤は、厚さの測定においては JIS Z 2355(2005)に記載の接触媒質と同等と判断でき、また、測定作業、測定物及び測定装置に有害でないものである。	○
9.4 測定物の残存厚さの推定	残存厚さの推定は薄膜 UT による測定自体とは関係ないため対象外（使用者にて実施される）。	—
9.5 校正	<p>市販の探傷器を用いる場合は、校正用試験片を用いて校正する。</p> <p>パルサー스코ープで B1-B2 方式を用いる場合、校正用試験片を用いて規定の性能で表示されることを確認する。R-B1 方式を用いる場合は、校正用試験片を用い、既知の板厚が表示されるよう R の値を設定する。</p>	◎
10. 測定 10.1 測定方式の選定	「表 1 測定方式の区分」に従って実施する。	◎

添付表. 「JIS Z 2355(2005) 超音波パルス反射法による厚さ測定方法」に対する適合性確認票 (3/5)

JIS Z 2355(2005)超音波パルス反射法による厚さ測定方法	薄膜 UT による音速補正を用いたプラントモニタリングの説明	適合性
10.2 測定方法の選定	「表 3 測定方法の種類」に従って実施する。	◎
10.3 探触子の接触方法	薄膜 UT では、接触媒質として接着剤を使用し、良好な波形が得られるようセンサを押し付け固定する。	○
10.4 校正値の確認	<p>薄膜 UT 測定では、測定位置の温度を、薄膜 UT センサと同時に常時設置している熱電対によって測定し、得られた温度データを用いて音速補正を行う。</p> <p>常時測定であり、一般的な超音波厚さ測定のような測定の開始・終了という概念がないため、測定の都度、音速補正を実施することで校正を行っている。測定精度は JIS の規定値を満たしており、加えて、装置に異常が生じた場合あるいは装置の全部又は一部を交換する場合には、中断した計測を再開した都度、音速補正を行う。</p> <p>なお、薄膜 UT は常時計測のため、測定作業が存在せず c) は対象外である。</p>	○
10.5 一般的な平面測定物の厚さ測定方法	<p>パルサーコープを使用する場合、波形の確認が可能であり、異常が生じていない場合には表示値が測定値となる。異常が生じた場合には、表示値を基に c) 2) に従った評価を行う。</p> <p>また、市販の探傷器などを用いた測定において、異常が生じた場合の対応についても上記と同様である。</p>	◎
10.6 腐食部の厚さ測定方法	<p>薄膜 UT センサ(一振動子垂直探触子)及びはん用超音波厚さ計と同等の機能を有するパルサーコープを用いて測定を行う。腐食が進行し 10.5 項に示す波形異常が確認される場合、および腐食を詳細に測定する場合は別途の確認を実施する。</p>	○
10.7 塗膜をもつ測定物の厚さ測定方法	<p>薄膜 UT では塗膜を剥離して測定するため、附属書 3 は適用しない。</p>	—
10.8 管材の厚さ測定方法	<p>常設によるモニタリングが目的であり、薄膜 UT センサ(一振動子垂直探触子)及びはん用超音波厚さ計と同等の機能を有するパルサーコープを用いて測定を行う。薄膜 UT センサ設置時には規定に合致した校正用試験片を使用し、接触媒質に接着剤を用いて配管表面に接着することで固定する。薄膜 UT センサの適用可能範囲は外径 20mm 以上の曲率部であり、附属書 4 の 4 項は対象外となる。</p>	○
10.9 高温測定物の厚さ測定方法	<p>・ 附属書 5 の 3.4 項に高温測定物での校正について規定がある。</p> <p>薄膜 UT は遅延材がない探触子であり、高温での零点の変動はなく、測定物の温度と音速の関係を予め試験にて求めて計測時に音速補正を行う手法である。よって、高温での校正を省略できる。</p>	○
10.10 特定機能厚さ計による厚さ測定方法	<p>附属書 7 は「参考」であるため、対象外。</p>	—

添付表. 「JIS Z 2355(2005) 超音波パルス反射法による厚さ測定方法」に対する適合性確認票 (4/5)

JIS Z 2355(2005)超音波パルス反射法による厚さ測定方法	薄膜 UT による音速補正を用いたプラントモニタリングの説明	適合性
11. 装置の保守及び点検 11.1 装置の保守	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 薄膜 UT センサは設置時に左記 a)の手入れの後、接着剤にて固定され、接触面はセンサにより保護されるため、常時手入れされた状態が維持される。</li> <li>・ 薄膜 UT 測定では、振動子と探触子ケーブルの接栓との間、あるいは振動子と超音波厚さ計本体の間は十分に離れており、接触媒質が内部に浸透することは無い。</li> </ul>	○
11.2 始業点検	センサ設置前は左記 a)、b)に従った始業点検を行う。センサ設置後は連続データ取得となり、始業の概念が無い。なお、稼働後は 10.5 項の規定に従い異常を確認する。	○
11.3 定期点検	設置前に左記の目視点検、誤差及び測定下限の計測を実施した後、連続的にデータを取得し、10.5 項に従い異常を経年的に確認するため、1 年ごとの確認は要しない。 薄膜 UT センサで生じうる異常は、底面エコー消失もしくは SN 比の異常を伴う。初回の確認以降、時系列データから底面エコーが計測でき、SN 比が維持されている限りセンサは所定の性能が維持されていると評価できる。	○
12. 記録	左記で要求される事項を記録する。 パルサー스코プを用いた場合、データの記録は自動的に行われるが、解析を実施した測定者を記録する。 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ b)で規定された測定者について、薄膜 UT センサ設置前の始業点検や交換等によって実作業が発生する場合であって、作業と同時に解析評価を行う場合には、その実施者を「作業者」として記録する。一方、実作業が発生せず、常時測定によって自動的に収集・蓄積されたデータを抽出し解析評価を行う場合にあっては、その実施者を「解析者」として記録する。</li> <li>・ c) 3)は校正に使用した同型の薄膜 UT センサを用いて確認した際に使用した校正用試験片を記載する。</li> </ul>	◎

添付表. 「JIS Z 2355(2005) 超音波パルス反射法による厚さ測定方法」に対する適合性確認票 (5/5)

JIS Z 2355(2005)超音波パルス反射法による厚さ測定方法	薄膜 UT による音速補正を用いたプラントモニタリングの説明	適合性
<p>附属書 1 (規定) パルス反射式超音波厚さ計の性能測定方法及び表示方法</p>	<p>前述の通り                      (パルサー스코ープは、附属書 1 に従い、RB-E を用いた性能評価を実施し、合格したパルサー스코ープを用いている。                      薄膜 UT での測定範囲の仕様は板厚 3mm 以上であり、測定誤差の評価は仕様に合わせ板厚 3mm を測定下限値と考える。供用期間中は使用者にて附属書 1 の 2.1 項、2.2 項に従った性能測定が実施される (附属書 1 の 2.3 項及び 2.4 項は対象外)。                      現状、JIS Z 2355(2005)に従った性能確認記録は作成していないが作成可能である。)</p>	◎
<p>附属書 2 (規定) 腐食部の厚さ測定方法</p>	<p>前述の通り                      (薄膜 UT センサ(一振動子垂直探触子)及びはん用超音波厚さ計と同等の機能を有するパルサー스코ープを用いて測定を行う。腐食が進行し 10.5 項に示す波形異常が確認される場合、および腐食を詳細に測定する場合は別途の確認を実施する。)</p>	○
<p>附属書 3 (規定) 塗膜をもつ測定物の厚さ測定方法</p>	<p>適用外 (9.2 項参照)。</p>	—
<p>附属書 4 (規定) 管材の厚さ測定方法</p>	<p>前述の通り                      (常設によるモニタリングが目的であり、薄膜 UT センサ(一振動子垂直探触子)及びはん用超音波厚さ計と同等の機能を有するパルサー스코ープを用いて測定を行う。設置時には規定に合致した校正用試験片を使用する。常設時には接触媒質に接着剤を用い、配管表面に接着することで固定する。薄膜 UT センサの適用可能範囲は外径 20mm 以上の曲率部であり、附属書 4 の 4 項は対象外となる。)</p>	○
<p>附属書 5 (規定) 高温測定物の厚さ測定方法</p>	<p>前述の通り                      (・附属書 5 3.4 項に高温測定物での校正について規定がある。                      薄膜 UT は遅延材がない探触子であり、高温での零点の変動はなく、測定物の温度と音速の関係を予め試験にて求めて計測時に音速補正を行う手法である。よって、高温での校正を省略できる。)</p>	○
<p>附属書 6 (規定) 超音波厚さ計用対比試験片 (RB-T)</p>	<p>使用する対比試験片に関する規定であり測定自体とは関係がないため、対象外。</p>	—
<p>附属書 7 (参考) 特定機能厚さ計による厚さ測定方法</p>	<p>附属書 7 は「参考」であるため対象外。</p>	—
<p>附属書 8 (参考) 試験報告書例</p>	<p>附属書 8 は「参考」であるため、対象外。</p>	—