

軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査における超音波探傷試験規程（JEAC4207-2016）に関する技術評価について（案）

目次

4. 2. 1	試験部の表面状態	8
4. 2. 2	試験評価員及び試験員の資格	10
4. 2. 3	フェーズドアレイに使用する機材	16
4. 2. 4	超音波探傷装置の校正頻度	18
4. 2. 5	基準感度の調整	21
4. 2. 6	探触子の走査範囲	23
4. 2. 7	記録要領	30
4. 2. 8	欠陥寸法測定及び評価	36
4. 2. 9	容器の場合の適用範囲	40
4. 2. 10	斜角法の探傷角度	42
4. 2. 11	対比試験片	44
4. 2. 12	オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷方法 ...	50
4. 2. 13	基準感度の設定	61
4. 2. 14	タンデム法による欠陥深さ測定要領	67
4. 2. 15	端部エコー法での欠陥深さ寸法測定要領	69
4. 2. 16	TOFD 法による欠陥深さ寸法測定要領	73
4. 2. 17	フェーズドアレイ技術による欠陥深さ寸法測定要領	76
4. 2. 18	炉心シュラウドに適用する超音波探傷試験要領	79

4. 2. 1 2 オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷方法

オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷方法については、「4500 オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷方法」として新たに規定され、関連規定を「4200 配管の突合せ溶接継手」、「4211 縦波斜角法の校正用反射体」、及び「4212 2次クリーピング波法の対比試験片の形状」に規定している。

(1) 規定の内容

- ①オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷方法を追加した。（「4200 配管の突合せ溶接継手」及び「4500 番台（「表 4. 1. 12-2 追加された規定内容」参照）」）
- ②縦波斜角法の校正用反射体の規定からオーステナイト系ステンレス鋼溶接金属を透過させる探傷を除外し、縦波斜角法でそれ以外の溶接金属を透過させる探傷の校正用反射体は深さが板厚の 5%以内又は 1mm から板厚の 10%以内のノッチに変更した。（「4211 縦波斜角法の校正用反射体」）
- ③2次クリーピング波法の対比試験片における基準ノッチ深さの寸法許容差を規定文から削除した。（「42122 次クリーピング波法の対比試験片の形状」）
- ④縦波斜角法で溶接線を透過した探傷を実施する場合（溶接部の厚さが 40mm 以下のオーステナイト系ステンレス鋼溶接部を透過させる場合を除く。）の基準感度の設定方法を削除した。（超音波探傷試験指針 2008 の「4253 基準感度の設定（溶接線を透過した探傷を実施する場合）」を削除）

表 4. 2. 12-1 規定内容の変更点

超音波探傷試験規程 2016	超音波探傷試験規程 2008/2012
4200 配管の突合せ溶接継手 (略)容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手については 4300 項、オーステナイト系ステンレス鋼配管突合せ溶接継手については 4400 項、 <u>オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷方法</u> については 4500 項による。	4200 配管の突合せ溶接継手 (略)容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手については 4300 項、オーステナイト系ステンレス鋼配管突合せ溶接継手については 4400 項による。
4211 縦波斜角法の校正用反射体 縦波斜角法による場合（ <u>オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属を透過させる探傷を除く</u> ）には、横穴に加えてノッチを使用し、深さは板厚の 10%以内、長さは 40mm 以上とする。	4211 縦波斜角法の校正用反射体 縦波斜角法による場合（ <u>溶接線を透過した探傷を除く</u> ）には、横穴に加えてノッチを使用し、深さは板厚の 10%以内、長さは 40mm 以上とする。 <u>溶接線を透過した探傷を行う縦波斜角法の場合には、深さは板厚の 5%以内又は 1mm のノッチを用いる。</u>
4212 2次クリーピング波法の対比試験片の形状 (略)なお、基準とするノッチの深さは試験部の厚さの 5%以内又は 1mm、長さは使用する振動子寸法以上の長さを持つものとする。	4212 2次クリーピング波法の対比試験片の形状 (略)なお、基準とするノッチの深さは試験部の厚さの 5%以内又は 1mm±0.1mm、長さは使用する振動子寸法以上の長さを持つものとする。

(略)	る。
(なし)	<p>4253 基準感度の設定（溶接線を透過した探傷を実施する場合）</p> <p>対比試験片のノッチからのエコー高さが最大となる位置[(4/8)S]に探触子を置き、そのエコー高さが表示器の全目盛の80%になるように感度を調整する。対象の配管内面近傍を探傷するのに必要な時間軸範囲にわたって水平に延長し、DAC 曲線とする。この場合であって、DAC20%の線が周辺のノイズレベル以下になる場合には、識別可能なエコーを記録レベルとする。</p>

表 4.2.12-2 追加された規定内容

<p>4500 オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷の規定内容</p> <p>本項は、配管の突合せ溶接継手に対する超音波探傷試験のうち、試験部の厚さが40mm以下でオーステナイト系ステンレス鋼母材側からオーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させ、超音波入射側の反対側の母材の内表面を試験することを目的とした場合の試験要領を示す。なお、本項に記載なき事項については、第2章及び第4章の規定に準じる。</p>
<p>4510 探触子</p> <p>探触子は以下に定める項目以外は2320項に準じる。</p> <p>(1) 周波数は1~3MHzとし、広帯域型又はコンポジット型を用いる。</p> <p>(2) 公称屈折角は、45°、60°又は70°を標準とするが、45~70°の範囲で選定してもよい。</p> <p>(3) フェーズドアレイ技術（セクタ走査）を用いる場合、屈折角は少なくとも35~70°の範囲を含めて設定するものとする。</p> <p>フェーズドアレイ技術（リニア走査）を用いる場合、屈折角は(2)項に準じる。</p>
<p>4520 対比試験片</p> <p>対比試験片は、以下に定める項目以外は2340項に準じ、次に掲げるいずれかのものを使用する。</p> <p>(1) 対比試験片には、縦波を用いる場合はノッチを、横波を用いる場合は横穴を設ける。ノッチの深さは1mmとし、その加工精度は、ノッチの深さの±10%とする。ノッチの長さは少なくとも使用する振動子幅以上とする。なお、ここでいう横穴とは、本文の2340項で規定する横穴を指す。</p> <p>(2) RB-SDH 横穴は、試験部の厚さに相当する位置を含んで、厚さ方向に深さの異なる位置に設ける。</p>
<p>4530 探傷方法</p> <p>(1) 縦波による探傷を標準とする。なお、縦波による探傷に加えて横波による探傷を行ってもよい。</p> <p>(2) 少なくとも2つ以上の異なる探傷条件（超音波のモード、周波数、屈折角等が異なるもの）で探傷を行う。</p>
<p>4540 時間軸の調整及び基準感度の設定</p> <p>4541 時間軸の調整</p> <p>(1) フェーズドアレイ技術を用いる場合</p> <p>JIS Z 2345に規定する標準試験片かこれと同等の試験片、若しくは4520項で規定する対比試験片を用いて調整を行う。</p> <p>時間軸は、表示画面上で、表面から試験部底面までが直射法(0.5 スキップ)で観察できる範囲で適宜設定する。この時、4520項に規定する対比試験片に設けた校正用反射体を用いて、時間軸調整に誤りがないことを確認する。なお、セクタ走査については評価に用い</p>

<p>る屈折角振り幅のうち最大、最小及び中心の三角度で確認する。</p> <p>(2) フェーズドアレイ技術以外を用いる場合 2520 項に準じる。</p>
<p>4542 基準感度の設定</p> <p>(1) 横波を用いる場合 試験部の厚さに応じて 4241 項、4242 項又は 4243 項に準じる。</p> <p>(2) 縦波を用いる場合 (図-4542-1) 対比試験片の深さ 1mm ノッチからのエコー[(4/8)S]高さが表示器の全目盛の 80%になるように感度を設定する。 (「図-4542-1 突合せ溶接継手の基準感度の設定」は変更点一覧の No. 109 参照)</p> <p>(3) フェーズドアレイ技術 (セクタ走査) を用いる場合 対比試験片の深さ 1mm ノッチからのエコー[(4/8)S]高さが、評価に用いる最大及び最少屈折角の範囲の任意の一屈折角で表示器の全目盛の 80%になるように感度を設定する。そのままの感度で、評価に用いる最大及び最少屈折角の範囲で少なくとも 5° ごとにエコー高さを記録する。</p> <p>(4) フェーズドアレイ技術 (リニア走査) を用いる場合 対比試験片の深さ 1mm ノッチからのエコー[(4/8)S]高さが表示器の全目盛の 80%になるように感度を設定する。基準感度を確認する範囲は評価に用いるエレメント範囲とする。また、別途エレメント範囲によるエコー高さの差異が±2dB の範囲内にあることを確認するか、補正する方法を定めて補正する。</p>
<p>4550 走査方法</p> <p>走査方法は、自動 (又は半自動) 探傷とし、以下に定める項目以外及び横波を用いる探傷は 2610 項に準じる。</p> <p>(1) 探傷感度 4542 項で求めた基準感度 + α dB とする。ここで、α は任意とするが、表示器のノイズレベルを考慮した上で、可能な限り感度を上げる。</p> <p>(2) 探触子の走査方向 探触子の走査は、4254 項に準じるものとするが、超音波ビームの方向は溶接線に対して直角方向のみとする。</p> <p>(3) 探触子の走査範囲 探触子の走査範囲は、4240 項に準じた横波斜角法による探傷において、探傷不可能範囲の配管内面部分について探傷が可能な範囲とする。</p>
<p>4560 記録</p> <p>欠陥指示長さを除き、2710 項に示す要領に準じて、要記録エコーに対する必要事項を記録する。なお、すべての A スコープ及び位置信号を記録し、かつ再現可能な場合には、エコー高さ、指示長さ等の数値記録に代えて色調 (カラー階調及び白黒濃淡表示を含む) で示す記録とすることができる。</p> <p>(1) 欠陥指示長さは、反射源からのエコー高さが最大となる位置を中心に探触子を欠陥指示長さ方向に対し平行方向に移動させ、そのエコーが消失しない範囲を探触子の移動距離で測定し、記録する。</p>
<p>4570 評価</p> <p>複数の探傷条件による試験結果を用いて総合的に判定を行う。なお、欠陥長さについては、複数の探傷条件による探傷結果のうち、最も長い指示長さとする。</p>

(2) 日本電気協会による規定追加の理由

- ① 表面形状等により、従来は探傷不可能となったステンレス鋼溶接金属部裏側に対して溶接金属部を透過させる探傷方法が電力共通研究で開発・検証され、その成果を反映した。
- ② 溶接金属部を透過させる探傷方法として 4500 項を追加したため関連記述を削除し

た。

③2次クリーピング波法のノッチの長さに係る製作公差は図中に記載済みのため削除した。

④オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷を4500項に独立させたため削除した。

(3) 検討の結果

①「4500 オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷」の規定内容は、片側から探傷することを前提とした規定である。超音波探傷試験規程 2008/2012 の「4200 配管の突合せ溶接継手」は配管の突合せ溶接継手について両方向から探傷することを規定している。しかし、超音波探傷試験規程 2016 において「オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷方法については4500 項による。」を追加したことにより、片側からの探傷でも可と解釈可能な規定となっている。日本電気協会によれば「表面形状等により、従来は探傷不可能となった範囲に対して溶接線を透過した探傷を行うことで、探傷不可能範囲を低減する。」とされており¹³、片側が探傷不可能である場合の探傷方法であることが規定されていない点については妥当ではない。したがって「オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷方法については4500 項による。」は「オーステナイト系ステンレス鋼配管溶接部を両方向から探傷することが不可能な部位に探傷可能側から溶接金属部を透過させる探傷方法については4500 項による。」と読み替える必要がある。

オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷の技術的に参考になる以下の3つの文献に関し、日本電気協会は、試験項目の内容を「表 4.2.12-3 超音波探傷試験指針 2018 附属書Dにおける引用文献の記載項目」のとおりとしている。(資料1-5 2.(6)の質問回答)。

(文献1) 永田他：ステンレス鋼溶接金属を透過した UT (検出) 確認試験研究の成果、保全学、第9巻3号 p.19 (2010)

(文献2) 小林他：ステンレス鋼溶接金属を透過した UT (検出) 確認試験研究の成果、発電技検技術レビュー第7巻 p.25 (2011)

(文献3) 瀬良他：ステンレス鋼溶接金属を透過した超音波探傷性能の確認結果 (第2報)、保全学、第14巻2号 p.81 (2014)

表 4.2.12-3 超音波探傷試験指針 2018 附属書Dにおける引用文献の記載項目

項目	文献1及び2	文献3
フェーズドアレイ探触子の仕様 (素子寸法等)	文献1 3.5 項に屈折角及び周波数を記載しているが、振動子寸法は記載なし	Table 2-2 に記載

¹³ 第1回資料1-1

試験体の模擬性(母材、溶接部、欠陥の種類、亀裂性状)	母材:再循環系配管と同等材(SUS) 溶接部:再循環系配管と同等 欠陥の種類:SCC 亀裂性状の確認:記載なし	母材:SUS 管材-SUS 管材、SUS 管材-鋳造材 溶接部: 欠陥の種類:EDM、疲労割れ、SCC 亀裂性状の確認:破面解放等により性状の適切性を確認
実欠陥寸法の確認方法	<u>内表面の浸透探傷試験及びPD 認証に準じたきず高さ深さ測定を行って確認</u>	破面解放等により実高さ(深さ)を確認
ブラインド試験の欠陥数	5 個	<u>24 個(疲労:12 個、SCC:12 個)他に EDM:32 個でも確認</u>
SCC の高さ(深さ)	板厚の 15%~60%程度	評価不要欠陥寸法、板厚の 25%, 50% EDM:板厚の 8~50% 疲労:板厚の 9~48% SCC:板厚の 13~85%
無欠陥部の領域数	10 領域	<u>8 領域</u>
探傷面の制限方法	亀裂付与側の探傷面をマスクング	<u>亀裂付与側の探傷面をマスクング</u>
欠陥付与面のマスクング	短冊状試験体の側面及び欠陥付与をマスクング	<u>短冊状試験体の欠陥付与面をマスクング</u>
試験の環境	実験室環境 第三者が探傷状況を確認	実験室環境 半自動スキャナを使用 代表試験体に対して第三者が探傷状況を確認
探傷試験員の技量や経験	1 年から 15 年	<u>30 年以上</u>
試験員数又はチーム数	<u>2 チーム(全 7 名)</u>	<u>1 チーム(全 4 名)</u>

「(解説-4500-1) オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷」に、「4500 オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷」は、文献「ステンレス鋼溶接金属を透過した UT (検出) 確認試験研究の成果: 保全学 Vol. 9・No. 3・2010, 日本保全学会」及び「ステンレス鋼溶接金属を透過した超音波探傷性能の確認結果(第 2 報): 保全学 Vol. 14・No. 2・2015, 日本保全学会」に基づいて規定されたことが記載されている。これらの文献で用いられたプローブの仕様について日本電気協会は「いずれも電力共同研究として実施し、その主要部分を文献として公知化したものですが、紙面の都合等でプローブの仕様等は割愛しています」としている(資料 1-5 2.(1)の質問回答)。

- (a) 「ステンレス鋼溶接金属を透過した UT (検出) 確認試験研究の成果: 保全学 Vol. 9・No. 3・2010, 日本保全学会」で使用した探触子の仕様は以下に示す。

表 4. 2. 12-4 「ステンレス鋼溶接金属を透過した UT (検出) 確認試験研究の成果」
で使用した探触子の仕様

対象の試験体	概要	周波数 (MHz)	振動子寸法 (mm)	公称屈折角 (°)
150A 厚さ 10mm (ステンレス鋼 同士の継手)	縦波斜角(2分割)	3	10×5	45
	縦波斜角(2分割)	1.5	8×14	60
	縦波斜角	2.25	φ12.7	60
	縦波フェーズドアレイ(2分割)	1.5	40×20	セクタ走査
	横波フェーズドアレイ	1.5	16×11.8	セクタ走査
	縦波フェーズドアレイ	3	19.2×10	セクタ走査
350A 厚さ 25mm (ステンレス鋼 同士の継手)	縦波斜角(2分割), 焦点 20mm	2	13×6	45
	縦波斜角(2分割)	2	10×18	45
	縦波斜角(2分割)	1.5	15×25	60
	縦波斜角(2分割), 焦点 20mm	2	15×10	60
	縦波フェーズドアレイ(2分割)	1.5	40×20	セクタ走査
	縦波フェーズドアレイ	3	19.2×10	セクタ走査
600A 厚さ 35 mm (ステンレス鋼 同士の継手)	縦波斜角(2分割), 焦点 25mm	2	20×10	45
	縦波斜角(2分割)	2	10×18	45
	縦波斜角(2分割)	1.5	15×25	60
	縦波斜角(2分割), 焦点 35mm	2	15×10	60
	縦波フェーズドアレイ(2分割)	1.5	40×20	セクタ走査
	縦波フェーズドアレイ	2	24×13	セクタ走査

(b) 「ステンレス鋼溶接金属を透過した超音波探傷性能の確認結果 (第2報) : 保全学 Vol. 14・No. 2・2015, 日本保全学会」 で使用した探触子の仕様は以下に示す。

表 4. 2. 12-5 「ステンレス鋼溶接金属を透過した超音波探傷性能の確認結果 (第2報)」で使用した探触子の仕様

対象の試験体	概要	周波数 (MHz)	振動子寸法 (mm)	公称屈折角 (°)
100A, 厚さ 12.7mm (ステンレス鋼同士の 継手)	縦波斜角(2分割)	2	20×10	60
	横波斜角	2	φ15	70
	縦波フェーズドアレイ (2分割)	3	32×16	セクタ走査
100A, 厚さ 12.7mm (ステンレス鋼ース テンレス鋳鋼継手)	縦波斜角(2分割)	2	20×10	70
	横波斜角	1	φ15	70
	縦波フェーズドアレイ (2分割)	3	32×16	セクタ走査
150A, 厚さ 18.2mm (ステンレス鋼同士の 継手)	縦波斜角(2分割)	2	20×10	60
	横波斜角	2	φ15	70
	縦波フェーズドアレイ (2分割)	3	32×16	セクタ走査
150A, 厚さ 18.2mm (ステンレス鋼ース テンレス鋳鋼継手)	縦波斜角(2分割)	2	20×10	70
	横波斜角	1	φ20	70
	縦波フェーズドアレイ (2分割)	3	32×16	セクタ走査
250A,	縦波斜角(2分割)	2	29×15	60

厚さ 28.6mm (ステンレス鋼同士の 継手)	横波斜角	2	φ 25	70
	縦波フェーズドアレイ (2分割)	2	40×20	セクタ走査
250A, 厚さ 28.6mm (ステンレス鋼-ス テンレス鋳鋼継手)	縦波斜角(2分割)	2	29×15	70
	横波斜角	1	φ 25	70
	縦波フェーズドアレイ (2分割)	2	40×20	セクタ走査
300A, 厚さ 33.3mm (ステンレス鋼同士の 継手)	縦波斜角(2分割)	2	29×15	60
	横波斜角	2	φ 25	70
	縦波フェーズドアレイ (2分割)	2	40×20	セクタ走査
300A, 厚さ 33.3mm (ステンレス鋼-ス テンレス鋳鋼継手)	縦波斜角(2分割)	2	29×15	70
	横波斜角	1	φ 30	70
	縦波フェーズドアレイ (2分割)	2	40×20	セクタ走査

上記文献において使用された試験体の材質と応力腐食割れの実プラントとの模擬性について、日本電気協会は下記より十分としている。(資料1-5 2.(2)の質問回答)

(a) 「ステンレス鋼溶接金属を透過した UT (検出) 確認試験研究の成果」

- 当該研究で使用した試験体は、発電設備技術検査協会が保有している試験技術者の訓練用のステンレス鋼配管溶接部応力腐食割れ (SCC) 付与試験体を使用して行った。
- 使用した試験体は、過去の国プロ (原子力発電設備検査技術実証事業) 等で使用した SCC 付与試験体と同様の材質・方法で製作したもので、溶接継手を製作し、その後に鋭敏化熱処理を加え、欠陥付与位置に応力がかかるようにして高温水ループ中に長時間浸漬し、SCC を発生および進展させる方法である。

(b) 「ステンレス鋼溶接金属を透過した超音波探傷性能の確認結果 (第2報)」

- 当該研究で使用した試験体は、実機と同等の材質と過去の国プロ (原子力発電設備検査技術実証事業) や共同研究等で使用した SCC 及び疲労割れ付与試験体と同様の方法で製作したもので、上記 (a) と同様に、溶接継手を製作し、その後に鋭敏化熱処理を加え、欠陥付与位置に応力がかかるようにして高温水ループ中に長時間浸漬し、SCC を発生および進展させる方法である。

● 文献において使用された試験体の材質と応力腐食割れの実プラントとの模擬性について判断するには、実験結果等の技術的根拠が必要ではないか？

「2200 試験評価員及び試験員」に対して「4500 オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷」に関する教育訓練を要求事項としていないが、その理由

について日本電気協会は、「4500 オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷」では、自動探傷又は半自動探傷を前提としています（4550 項）。このため全ての探傷波形が記録されており、探傷（データ採取）後に探傷画像での判定や複数人での結果確認などが可能です。すなわち現場での探傷技量にはあまり依存せず、通常の ISI 経験などがあれば実施可能と考えます。探傷システムの取扱いに関しては、装置がユーザ別であるため、それぞれが自社システムを使用して訓練するのが適当と考えます。」としている。（資料 1-5 2. (3) の質問回答）

● **試験評価員については、オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過する探傷の場合に、超音波の屈折や減衰等当該溶接金属部を探傷するにあたっての特徴を理解しておくことは重要であり、教育訓練が必要ではないか？**

「図-4542-1 突合せ溶接継手の基準感度の設定」には溶接部の記載がない。基準感度の設定に用いる対比試験片について、日本電気協会は、以下の理由で母材の基準感度を用いることにしている（資料 1-5 2. (5) の質問回答）。

- 基準感度の設定では、母材部に付与した反射体（ノッチ）を用いる。探傷を行う際にはその基準感度からノイズレベルを考慮して感度を上げた探傷を行い（4550 項）、複数の探傷条件のデータを考慮して評価することとしている（4570 項）。これは「基準感度」は前回検査や他の継手との比較を行う観点で、エコーが安定して得られる母材に付与された反射体（ノッチ）を用いることとし、データ採取はノイズ等を考慮して適切な範囲で高い感度で行うためである。
- 溶接線を透過した探傷では、きず以外からの金属組織エコーなどが非常に多く観測されるため、画像化した探傷結果や複数の手法を総合的に見て、きずの信号を判断する必要がある、単に基準とするエコー高さを超えただけで有意な信号と判断することはできない。

母材部に設けた反射体に超音波が溶接金属部を透過しない方法で基準感度を設定することは妥当であるが、使用する探触子が欠陥の検出性を有していることの確認には溶接部を含む対比試験片が必要である。また、オーステナイト系ステンレス鋼の突合せ溶接部に使用される母材の組合せは、鋼管や鍛鋼品の他に超音波伝搬特性が異なる鋳鋼もあるので、対比試験片はその組合せを適切に反映したものである必要がある。これらを踏まえ、溶接部を含む対比試験片の図を追加することを要望する。

「4510 探触子」及び「4530 探傷方法」の横波使用について、「4510 探触子」(2)の選定、「4530 探傷方法」(2)の探傷条件には、公称屈折角として、 45° 、 60° 又は 70° を標準とし、 45° ～ 70° の範囲で選定してもよいとしているが「解説表-4510-1 探触子の仕様例（オーステナイト系ステンレス鋼同士の溶接継手の場合）」によると、横波 45° は実証されていない。また、「4510 探触子」には、周波数及び屈折角が任意で選択可能

な記載になっているが、オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷という特殊な探傷方法である。日本電気協会は、「2010 項において「あらかじめ欠陥検出精度を確認する」ことを求めており、JEAC4207 は実証された手法であることを求めています。つまり解説表にあるような条件での探傷を求めています。」としている。これは、「公称屈折角として、45°、60° 又は 70° を標準とし、45° ～70° の範囲で選定してもよいが、実証された手法に限る。」ということの意味しており、角度を規定する意味がないともとれる。「解説表-4510-1 探触子の仕様例（オーステナイト系ステンレス鋼同士の溶接継手の場合）」等の範囲が実証された範囲なのであれば、その範囲を規格の範囲として規定することを要望する。（参考資料 1-2 18）の質問回答）

「4542 基準感度の設定」(4) フェーズドアレイ技術（リニア走査）を用いる場合において、「基準感度を確認する範囲は評価に用いるエレメント範囲とする。また、別途エレメント範囲によるエコー高さの差異が±2dB の範囲内にあることを確認するか、補正する方法を定めて補正する。」と規定している。日本電気協会は「補正する方法」について、種々の方法があることから「特に規格で定めるものではない」としている。補正方法の妥当性の判断に資することから、補正方法の例を解説に追加することを要望する。（参考資料 1-2 19）の質問回答）

「4560 記録」において、「欠陥指示長さを除き、2710 項に示す要領に準じて、要記録エコーに対する必要事項を記録する。」と規定しているが、(1)においては反射源からの「エコーが消失しない範囲を測定し記録する」と規定している。欠陥指示長さは記録される必要があり、「欠陥指示長さを除き」の記載は妥当ではない。また、記録すべき指示エコーには要記録エコーの他にも形状エコーや金属組織エコーがある（「2711 記録、採取手順」(2)参照）が、「(解説-4560-1) 記録」には、「要記録エコーと分類されるエコー以外のエコーも記録することを制限しているものではない」としている。したがって、「欠陥指示長さを除き、2710 項に示す要領に準じて、要記録エコーに対する必要事項を記録する。」は「2710 項に示す要領に準じて必要事項を記録する。」と読み替える必要がある。なお、配管に係る記録については、「表 4.2.7-1 記録要領に関する規定の記載箇所」に記載するように各試験方法により規定されているが、全体としての整合が図れていないので、見直すことを要望する。（参考資料 1-2 20）の質問回答）

「(解説-4570-1) 評価」において、オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷評価は、「複数の探傷条件の結果を総合し、かつ探傷画像（採取したデータを合成処理したデータ等）を用いる等により、総合的に判定を行う」としている。日本電気協会は、探傷画像の他に探傷データ（A スコープ）の必要性について「自動探傷あるいは半自動探傷を要求しており、それらは A スコープをすべて保存しており、必要に応じて A スコープを見ることはできます。」とし、溶接線を透過した探傷では多くのエコーが観測されるとしている。「探傷画像（採取したデータを合成処理したデータ等）を用いる等」には、A スコープも含まれることから、A スコープも判

断材料であることを明確にすることを要望する（参考資料1-2 28）の質問回答)

- ②日本電気協会は「溶接金属部を透過させる探傷方法として4500項を追加したため関連記述を削除」としているが、4500項はオーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷の規定であり、溶接金属部としてはフェライト鋼-フェライト鋼の場合も存在する（配管に高ニッケル合金鋼-高ニッケル合金鋼の溶接部はないと推定）。「縦波斜角法による場合には、横穴に加えてノッチを使用し、深さは板厚の10%以内、長さは40mm以上とする。」とは「4300 容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手」の高ニッケル合金鋼の溶接部（4320 対比試験片）や「4400 オーステナイト系ステンレス鋼配管突合せ溶接継手」の「4420 対比試験片」の規定と同等のノッチ深さであり、溶接金属部の透過性が母材と同程度であるフェライト鋼溶接部に対して縦波斜角法で探傷する場合の校正用反射体としては妥当でない。フェライト鋼溶接部に対しては超音波探傷規程2008の規定の方が妥当と考える。したがって、「4211 縦波斜角法の校正用反射体」の「縦波斜角法による場合（オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属を透過させる探傷を除く）」には、横穴に加えてノッチを使用し、深さは板厚の10%以内、長さは40mm以上とする。」は「縦波斜角法による場合（オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属を透過させる探傷を除く）」には、横穴に加えてノッチを使用し、深さは板厚の5%以内又は1mm、長さは40mm以上とする。」と読み替える必要がある。
- ③2次クリーピング波法の感度調整に用いる基準ノッチの寸法公差の削除については、「4212 2次クリーピング波法の対比試験片の形状」に記載する「図-4212-1 平板の対比試験片の例」には（備考）2.に規定があるが、図の題目のとおり一例であり、削除によって寸法公差が不明となるため、削除は妥当ではない。
- ④超音波探傷試験指針2008の「4253 基準感度の設定」に規定する「対比試験片のノッチからのエコー高さが最大となる位置[(4/8)S]に探触子を置き、そのエコー高さが表示器の全目盛の80%になるように感度を調整する。」については、超音波探傷試験指針2016の「4542 基準感度の設定」(2)縦波を用いる場合の「対比試験片の深さ1mmノッチからのエコー[(4/8)S]高さが表示器の全目盛の80%になるように感度を設定する。」が対応する。ノッチの深さ1mmが追加されたが、「(解説-4520-1) 対比試験片」には「共研では、対比試験片の校正用反射体は、縦波の場合、深さ1mmのノッチを用いて基準感度を設定し、横波の場合は横穴を用いて設定していることから、これを反映した。」と記載している。超音波探傷試験指針2008の「4211 縦波斜角法の校正用反射体」においては「溶接線を透過した探傷を行う縦波斜角法の場合には、深さは板厚の5%以内又は1mmのノッチを用いる。」と規定しており、板厚が20mm未満の場合は非保守的な基準感度が設定される可能性も否定できないが、共研では検出性に問題ない結果が得られている。超音波探傷試験指針2008の「4253 基準感度の設定」に規定していた「対象の配管内面近傍を探傷するのに必要な時間軸範囲にわたって水平に延長し、DAC 曲線とする。この

場合であって、DAC20%の線が周辺のノイズレベル以下になる場合には、識別可能なエコーを記録レベルとする。」については削除されたままであるが、4500 項なお書きで「本項に記載なき事項については、第 2 章及び第 4 章の規定に準じる。」と規定しており、妥当と判断する。

超音波探傷試験規程針 2008 の縦波斜角法での「4253 基準感度の設定（溶接線を透過した探傷を実施する場合）」の規定は、溶接金属部を透過させる探傷を超音波探傷試験規程 2016 の「4500 オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷」に移動したため削除されている。「4500 オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷」は溶接部の厚さが 40mm 以下であるが、超音波探傷試験規程 2008 の「4253 基準感度の設定（溶接線を透過した探傷を実施する場合）」は、公称厚さ 6mm 以上 150mm 以下が対象である。日本電気協会は、40mm より厚い配管は、実証データがないことから超音波探傷試験規程 2016 の「4500 オーステナイト系ステンレス鋼溶接金属部を透過させる探傷」の適用外としたとのことであり、この変更は妥当と判断する。（参考資料 1-2 17）の質問回答）。

（4）適用に当たっての条件
追而