

日本電気協会

「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」(JEAC4207-2008)

に関する技術評価書

平成 2 1 年 2 月

原子力安全・保安院

独立行政法人原子力安全基盤機構

目次

| | |
|--|----|
| 1. はじめに..... | 1 |
| 2. 検討に当たっての基本的考え方..... | 2 |
| 2.1 検討の基本方針..... | 2 |
| 2.2 UT 規格 2008 年版の技術的妥当性に関する検討手順..... | 3 |
| 3. 規格の改訂・策定プロセス..... | 8 |
| 4. UT 規格 2008 年版の技術的妥当性..... | 10 |
| 4.1 UT 規格 2008 年版と 2004 年版との比較及び相違点..... | 10 |
| 4.2 相違点に関する技術的妥当性の検討..... | 10 |
| 4.3 技術評価のまとめ..... | 67 |
| 5. UT 規格 2008 年版の適用に当たっての条件と課題..... | 69 |
| 5.1 技術基準における位置付け..... | 69 |
| 5.2 適用に当たっての条件..... | 69 |
| 5.3 日本電気協会への要望事項..... | 69 |
| 5.4 今後の課題..... | 70 |

添付資料 リスト

| | |
|---|----|
| 添付資料-1 日本電気協会「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」に関する JEAG4207-2004 から JEAC4207-2008 への変更点一覧 | 71 |
| 添付資料-2 日本電気協会「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指針 (JEAG 4207-2004)」に関する技術評 価書 (平成 16 年 8 月 27 日) において、運用上の留意点及び今後 の課題とされた事項 | 77 |

1. はじめに

原子力発電設備の技術基準における学協会規格の活用のための仕組みとしては、学協会規格に対して、規制当局として規制上の要求を充足するものか否か等の技術評価を行うこととしており、技術評価における具体的な確認事項及び手続きは以下のとおりである（平成20年2月21日原子炉安全小委員会資料）。

（原子力安全・保安院（以下「保安院」という。）による技術評価における確認事項）

規格の策定プロセスが公正、公平、公開を重視したものであること

（偏りのないメンバー構成、議事の公開、公衆審査の実施、策定手続きの文書化及び公開など）

技術基準やその他の法令又はそれに基づく文書で要求される性能との項目・範囲において対応が取れること（規制の要求範囲との整合性）

技術基準で要求される性能を達成するための必要な技術的事項については、具体的な手法や仕様が示されていること。その他の法令又は法令に基づく文書で要求される事項を達成するための必要な技術的事項については、具体的な手法、仕様、方法や活動が示されていること。

民間規格に示される具体的な手法、仕様、方法や活動について、その技術的妥当性が証明あるいはその根拠が記載されていること。

また、海外規格が我が国の民間規格に取り込まれた場合には、上記の条件に加え、オリジナルの海外規格との相違点（変更点）や我が国の規制基準で要求する性能との関係も検討・評価する。

（技術評価の手続き）

学協会規格の技術評価に当たっては、保安院は、原子力安全基盤機構（以下「JNES」という。）の協力を得て技術評価書案を作成し、関係審議会（原子炉安全小委員会等）の意見を聴き、パブリックコメントを求めた上で、技術評価書を公開する。

（規制上の取り扱い）

技術評価にあわせて、行政手続法に基づく審査基準や行政文書により、当該学協会規格の規制上の取り扱いを明確に位置づける（エンドース）。その際には、技術評価の結果に基づき学協会規格の活用の際の条件を付すことがある。

本技術評価書は上記考えに基づき、保安院とJNESとが共同で「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」2008年版（以下「UT規程2008年版」という。）の技術的検討を行い、とりまとめたものである。

2. 検討に当たっての基本的考え方

2.1 検討の基本方針

UT 規程 2008 年版は、JEAG4207-2004 年版に JNES の試験研究成果等を反映して改訂され、あらたに規程として制定されたものである。JEAG4207-2004 年版は平成 16 年 8 月に技術評価し、保安院文書「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について（平成 16 年 9 月 22 日付け平成 16・09・08 原院第 1 号）」で、き裂の非破壊検査の仕様規定として引用した。その後、本指示文書は 2 回改定し、「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について（平成 20 年 7 月 11 日付け平成 20・07・04 原院第 1 号）」に至っているが、2004 年版をき裂の非破壊試験の仕様規定として引用していることから、新知見が反映された 2008 年版について技術評価してエンドースする必要がある。

本技術評価書では、1 項に示す技術評価における確認事項に基づき検討を行い、具体的には、以下の基本方針によった。

（規格策定プロセスに関する検討）

規格の改訂プロセスが公正、公平、公開を重視したものであること。

（偏りのないメンバー構成、議事の公開、公衆審査の実施、策定手続きの文書化及び公開など）

策定機関である日本電気協会の規格策定手続要領、UT 規程 2008 年版の策定手続きについて、公正、公平、公開を重視したものであるか否かにつき検討を行う。

UT 規程 2008 年版は原子力規格委員会において同委員会規約に基づいて策定されている。委員会の規約を確認した上で、実際の規格策定プロセス（公衆審査、委員会構成等）を確認する。

（規格の内容に関する検討）

技術基準や法令上の要求事項で要求される性能との項目・範囲において対応が取れていること（規制の要求範囲との整合性）。

技術基準や法令上の要求事項で要求される性能を達成するための必要な技術的事項について具体的な手法や仕様が示されていること。

民間規格に示される具体的な手法や仕様について、その技術的妥当性が証明されていること。

UT 規程 2008 年版のもとになった JEAG4207-2004 年版は、既に技術評価が終了してい

ることから、及びの要件は、技術評価で適用に当たって条件と課題としたものを除いて、満たしているものとみなし、2004年版からの変更点について、の条件を確認することとした。また、2004年版の技術評価において、適用に当たって条件、留意点及び課題としたものについても技術評価の対象とした。

2.2 UT 規程 2008 年版の技術的妥当性に関する検討手順

2.2.1 技術基準との対応

供用期間中の超音波探傷試験については、「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令」(以下「技術基準」という。)第9条の2に関連する性能規定があり、その具体的仕様の例示基準は、「発電用原子力設備に関する技術基準を定める省令の解釈」(以下「技術基準の解釈」という。)で定めている。

第9条の2は使用中のき裂等による破壊の防止に関する規定であり、本規定に適合するための具体的要件は、保安院文書(「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について(NISA-163c-06-2、H18.3.23)」)で規定しているが、その別紙1(非破壊試験の方法について)でJEAG4207-2004を引用している。

また、これらの文書で「沸騰水型軽水炉の炉心シュラウド(シュラウドサポートとの接合部を含む。以下同じ。)の試験方法、試験範囲、試験程度及び試験実施時期は、当院が炉心シュラウドの供用期間中検査に関する基準を別途指示するまでの間、維持規格の表IJG-2500-B-1(試験カテゴリと試験部位及び試験方法(シュラウドサポート))及び表IJG-2500-B-2(試験カテゴリと試験部位及び試験方法(シュラウド))によらず、「炉心シュラウド及び原子炉再循環系配管等のひび割れに関する点検について」(平成15年4月17日付け平成15・04・09原院第4号)によるものとする。」としており、「炉心シュラウド及び原子炉再循環系配管等のひび割れに関する点検について」ではJEAG4207-2000を引用している。

「技術基準」とJEAG4207-2000/2004との対応関係を整理したものを表1に示す。

表1 「技術基準」と日本電気協会「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指針」との対比表

| 技術基準 | 技術基準の解釈 | JEAG4207-2000/2004 |
|---|---|---|
| <p>(使用中のき裂等による破壊の防止) 第9条の2 使用中のクラス1機器、クラス1支持構造物、クラス2機器、クラス2支持構造物、クラス3機器、クラス4管、原子炉格納容器、原子炉格納容器支持構造物及び炉心支持構造物には、その破壊を引き起こすき裂その他の欠陥があつてはならない。</p> <p>2 使用中のクラス1機器の耐圧部分には、その耐圧部分を貫通するき裂その他の欠陥があつてはならない。</p> | <p>第9条の2 (使用中のき裂等による破壊の防止) 1 第1項に規定する「その破壊を引き起こすき裂その他の欠陥があつてはならない。」とは、「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について(内規)(平成20年7月11日付け平成20・07・04原院第1号)」の規定に適合するものであること。</p> <p>(別紙1)非破壊試験の方法について 維持規格のクラス1機器、クラス2機器、クラス3機器、クラスMC容器(鋼製)支持構造物及び炉内構造物に係る非破壊試験の方法は、次の条件を課した上で、維持規格に従い実施すること。</p> <p>また、維持規格において供用期間中検査の対象外となっている機器の非破壊試験の方法については、関係法令及びそれに基づく許認可若しくは届出された事項、原子力安全・保安院(以下「当院」という。)の指示、運転経験、使用・設置環境、劣化・故障モード、機器の構造等の設計的知見並びに各種科学的知見に照らし、き裂等を検出し、又はき裂等の大きさを特定するために十分なものであること。</p> <p>なお、当院が別途指示した場合には、この規定にかかわらず、当該指示に従って非破壊試験を実施すること。</p> <p>1. 非破壊試験の実施に当たっては、き裂等の検出に適した方法を選択するとともに、き裂等の検出精度を予め確認し記録しておくこと。また、き裂等の大きさの特定(以下「サイジング」という。)を実施する場合には、サイジングに適した方法を選択するとともに、サイジング誤差を予め確認し記録しておくこと。</p> <p>2. 維持規格IA-2360(接近性)の規定に基づき、構造上接近又は検査が困難であるとして試験が行われない箇所については、当院の指示、機器の構造等の設計的知見及び各種科学的知見を踏まえ、想定されるき裂等を検知するための代替試験及びき裂等の大きさを特定するための代替試験又は推定するための類似箇所の試験結果等を用いた評価等の代替措置を講じること。</p> <p>3. <u>超音波探傷試験の実施に当たっては、社団法人日本電気協会電気技術指針JEAG4207-2004「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指針」(以下「JEAG4207-2004」という。)に規定する方法を基に以下の方法により行うこと。</u> <u>また、き裂等のサイジングは、JEAG4207-2004に規定する方法又は欠陥評価の保守性を考慮して十分な精度を有すると認められた方法で行うこと。</u>その際、低炭素ステンレス鋼管及びSUS304管の応力腐食割れによるき裂のサイジングを行う場合にあっては、日本非破壊検査協会規格「超音波探傷試験システムの性能実証における技術者の資格及び認証」(NDIS0603:2005)の「附属書(規定)軽水型原子力機器に対するPD資格試験」に合格し認証を受けた超音波探傷試験(以下「UT」という。)技術者が同規格により認証された探傷装置を用い同規格により認証された手順書に従って行う方法(以下「PD認証方法」という。)又はJEAG4207-2004に規定された者がPD認証外方法(次に掲げる方法又はこれと同等以上の性能を有する方法)により行うこと。</p> | <p>第1章 総則 第2章 一般事項 第3章 容器の超音波探傷試験要領 第4章 配管の超音波探傷試験要領</p> <p>付録A 欠陥深さ寸法測定要領(2004年版で追加)</p> <p>第3章 容器の超音波探傷試験要領 第4章 配管の超音波探傷試験要領</p> <p>付録A 欠陥深さ寸法測定要領(2004年版で追加)</p> <p>第2章 一般事項 2200 試験評価員及び試験員</p> |

| 技術基準 | 技術基準の解釈 | JEAG4207-2000/2004 |
|------|--|---|
| | <p>ただし、PD認証外方法については、PD認証制度発足後の認証者が充足されるまでの当面の間における暫定的な措置として適用を認めることとする。</p> <p>(1)横波斜角探傷を用いて検出したき裂の疑いを否定できないエコー(DAC20%を超えるものをいう。)については、き裂であるかどうかを2次クリーピング波法により評価し、き裂でないと否定できない場合、その長さを測定する。</p> <p>なお、き裂であるかどうかを2次クリーピング波法により評価するに当たっては、同法による有意なエコー(ブラウン管全目盛の10%を超えるもの)は、原則としてき裂からのエコーと評価すること。ただし、このエコーにはき裂からのもの以外に裏波部からのものも考えられることから、このエコーをき裂からのものではないと評価する場合には、詳細な作図により溶接部近傍からのエコーではないことが確認されること、端部エコー法により端部エコーが確認されないこと又は探触子入射点が接近しすぎていること等の十分な根拠を示すこと。</p> <p><u>以上を踏まえ、き裂の判定に当たってはJEAG4207-2004に規定する方法に以下を補した方法で判定を行うこと。</u></p> <p>溶接部裏波の位置近傍より有意なエコーが検出された場合には詳細な垂直探傷(概ね2.5mm 間隔)による板厚測定等により溶接中心位置を確実に把握すること。</p> <p><u>過去の探傷結果を参考にする際に、JEAG4207-2004 発行以前に行われた2次クリーピング波法による探傷結果を用いて行おうとする場合は、対比試験片、感度校正方法、探傷感度等をJEAG4207-2004と比較し、その違いが探傷結果に与える影響を適切に評価した上で用いること。</u></p> <p>(以下、省略)</p> <p>4.(記載省略)</p> <p>5.(記載省略)</p> <p>6. 沸騰水型軽水炉の炉心シュラウド(シュラウドサポートとの接合部を含む。以下同じ。)の試験方法、試験範囲、試験程度及び試験実施時期は、当院が炉心シュラウドの供用期間中検査に関する基準を別途指示するまでの間、維持規格の表IJG-2500-B-1(試験カテゴリと試験部位及び試験方法(シュラウドサポート))及び表IJG-2500-B-2(試験カテゴリと試験部位及び試験方法(シュラウド))によらず、「炉心シュラウド及び原子炉再循環系配管等のひび割れに関する点検について」(平成15年4月17日付け平成15・04・09 原院第4号)によるものとする。</p> <p>(以下、省略)</p> <p>7.(記載省略)</p> | <p>第4章 配管の超音波探傷試験要領</p> <p>4260 2次クリーピング波法による探傷方法</p> |

| 技術基準 | 技術基準の解釈 | JEAG4207-2000/2004 |
|------|--|---------------------------|
| | <p>「炉心シュラウド及び原子炉再循環系配管等のひび割れに関する点検について」(平成 15 年 4 月 17 日付け平成 15・04・09 原院第 4 号)</p> <p>前文(記載省略。全文は本技術評価書の添付資料-4を参照)</p> <p>1. 炉心シュラウド(記載省略)</p> <p>2. 原子炉再循環系配管等</p> <p>(1) 原子炉再循環系配管等の点検</p> <p>点検の対象(記載省略)</p> <p>点検の頻度</p> <p>点検の方法</p> <p>点検は、中間とりまとめの 4. 原子炉再循環系配管の健全性評価に記載された原子炉再循環系配管に係る超音波探傷試験の試験手順に従って実施すること。また、具体的な検査方法については、<u>社団法人日本電気協会電気技術規程「軽水型原子力発電所用機器の供用期間中検査」(JEAC4205-2000)及び社団法人日本電気協会電気技術指針「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指針」(JEAG4207-2000)の該当部分に従い実施すること。</u></p> <p>なお、中間とりまとめに示されたとおり、原子炉再循環系配管の構造健全性の評価を行う場合には、データの信頼性が確認された方法により超音波探傷試験を実施することが必要である。</p> <p>(以下の記載省略)</p> | <p>第 4 章 配管の超音波探傷試験要領</p> |

2.2.2 技術的妥当性

2004年版からの改訂項目について、UT 規程 2008年版と2004年版との変更点を確認した上で、変更点について以下の4つに区分して検討する。

記載の適正化のための変更

用語の統一や表現の明確化など技術的事項でないと判断された事項については、内容を確認した上で適用を認める。

引用規格の追加、年度改正

引用規格の追加、年度改正の反映については、その内容を確認した上で、技術的に問題となる変更点のないことの確認を行う。

国内外の知見等の反映

上記、のいずれにも該当しない事項であり、国内外における運用経験、技術的知見等を取り込んだものについては、その根拠となる成果が公開されており、かつ、それを基に技術的妥当性が検討されたものであるか等を考慮し、技術的妥当性を判断する。

保安院文書の反映

「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について(内規)(平成20年7月11日付け平成20・07・04原院第1号)」では、超音波探傷試験の実施に関して、JEAG4207-2004年版の適用とこれに関する追加条件を規定している。技術評価では、UT 規程 2008年版で保安院が課した追加条件が適切に反映されているかの確認を行う。

また、2004年版の技術評価で適用に当たって、運用上の留意点及び今後の課題とされた事項(添付資料-2参照)について確認する。

3. 規格の改訂・策定プロセス

UT 規格 2008 年版は、日本電気協会に設置された原子力規格委員会、構造分科会及び供用期間中検査検討会により、改訂案が審議され、公衆審査手続きを経て策定されている。

供用期間中検査検討会（2005 年 11 月～2008 年 1 月）：計 15 回審議

構造分科会（2006 年 3 月～2008 年 3 月）：計 7 回審議

原子力規格委員会（2007 年 9 月～2008 年 3 月）：計 3 回審議

一般公衆の意見募集 2007 年 10 月 11 日～2007 年 12 月 10 日 2 ヶ月

（日本電気協会規約）

日本電気協会における規格策定手続きは、原子力規格委員会規約、原子力規格委員会分科会規約及び原子力規格委員会運営規約細則に規定されており、公正、公平、公開の観点から以下の規定が設けられている。なお、これらの規約は、同協会ホームページにて公開されている。

・委員会の構成

原子力規格委員会は、規約第 3 条において委員 25 名以内で構成し、委員は、特定の業種から最低 5 業種が含まれ、かつ同一業種からの委員が委員総数の 3 分の 1 以下と規定している。ただし、分科会長等については例外としている。また、分科会にあつては、委員数の規定はないが、一つの業種に属する委員が過半数を超えない範囲で構成するものと規定している。

なお、検討会については、その構成に関する要件はない。

・決議の手順

原子力規格委員会規約第 14 条において規格の制定、改定、廃止に当たっては、書面投票が要求され、具体的な手順が規定されている。

投票成立 = 委員総数の 5 分の 4 以上の投票

投票期限 = 原則 30 日以内（60 日まで延長可能）

1 次投票による成立 = 意見付反対票がなく、投票数の 3 分の 2 以上の賛成票

2 次投票による成立 = 反対意見が取り消されない場合、委員会を開催し出席者の過半数の承認を得て、2 次投票を行い、3 分の 2 以上の賛成

分科会においては、分科会規約第 12 条において上記規定に準じた決議の手順が規定されている。

・公開性

委員会等の公開については、以下のように規定されている。

- ・ 委員会の開催日時はあらかじめ委員等に連絡し、公開する。オブザーバの参加を認める。(原子力規格委員会規約第10条、同分科会規約第9条、第13条)
- ・ 審議内容は、原子力規格委員会、分科会及び検討会は、追跡可能な様式で記録し要求がある場合にこれを公表(各 第11条、第10条、第13条)する。
- ・ 原子力規格委員会は、規格の制定等に当たって、2ヶ月間の一般公衆の意見募集を実施する。一般公衆から意見があった場合には、文書等によりその対応を含め公表し、意見提出者に委員会の対応を連絡する。(第15条)

(UT 規程 2008 年版策定に当たっての委員会構成・審議内容等の公開)

・委員会構成

委員会構成 (最終審議時の委員構成)

| | 供用期間中検査検討会 | 構造分科会 | 原子力規格委員会 |
|------------|------------|-------|----------|
| 電気機械器具製造業 | 9 | 5 | 4 |
| 電力事業 | 12 | 11 | 4 |
| 建設業 | 0 | 0 | 1 |
| 鉄鋼・非鉄金属製造業 | 0 | 1 | 1 |
| 学術研究機関 | 3 | 6 | 3 |
| 保険業 | 0 | 0 | 1 |
| 関係官庁 | 2 | 3 | 4 |
| 学識経験者 | 1 | 7 | 10 |
| 非営利団体 | 2 | 1 | 2 |
| その他 | 2 | 0 | 0 |
| 合計 | 31 | 34 | 30 |

・審議内容等の公開

一般公衆の意見募集を 2007 年 10 月 11 日から 2007 年 12 月 10 日まで実施している。

審議内容については、日本電気協会ホームページにおいて、上記の各委員会の審議内容が公開されていることを確認した。

(UT 規程 2008 年版策定プロセスの評価)

UT 規程 2008 年版策定プロセスについては、規約により手続き等が明確化されており、また、規約に基づき、委員会構成・公開等が重視されていることを確認した。

4. UT 規程 2008 年版の技術的妥当性

4.1 UT 規程 2008 年版と 2004 年版との比較及び相違点

UT 規程 2008 年版は 2004 年版から、規格としての表現の適正化、最新引用規格の反映、国内外知見等の反映・変更等を行っていることから、2004 年版との比較を行った。その変更点を整理したものを添付資料 - 1 に示す。ただし、[3.1](#) については、本技術評価の対象とする技術事項には該当しないことから、[3.1.1](#) 項に該当するもののみをリストアップしている。変更点については、表 2 に示す 4 つの分類のうち、[3.1.1](#) について調査、検討を行い、それぞれの技術的妥当性を確認する。

表 2 UT 規程 2008 年版と 2004 年版の相違点に関する根拠の分類

| 根拠の分類 | 具体的内容 |
|--------------|---|
| 記載の適正化のための変更 | <ul style="list-style-type: none">・用語の統一・表現の明確化・補足説明の追記・タイトル修正・条項番号の変更・指針から規程への移行に伴う編集上の変更 |
| 引用規格の追加、年度改正 | <ul style="list-style-type: none">・引用規格の追加・引用規格の変更・引用規格の年度改正 |
| 国内外の知見等の反映 | <ul style="list-style-type: none">・JNES の試験研究成果の反映・国内外における経験の反映・ASME 規格の反映・質疑応答集の反映・技術的な判断基準の追加 |
| 保安院文書の反映 | <ul style="list-style-type: none">・き裂解釈の要求事項の反映 |

4.2 相違点に関する技術的妥当性の検討

2004 年版からの変更点のうち、[3.1.1](#) に分類される事項については呼び込まれた引用規格が年度変更も含め、技術的に問題ないこと、さらに [3.1.2](#) に分類される事項については技術に妥当であるかについて詳細な検討を行った。その技術評価の結果を次に示す。

4.2.1 引用規格の追加、年度改正

引用規格の追加、年度改正は表 3 のとおりである。これらについて技術的妥当性の評価を行った。

表 3 引用規格の追加、年度改正

| 規格番号 | 規格名称 | 引用規格 | 規定番号 |
|-------------------------|------------------------------------|------------------|---|
| S NA1-2004 (維持規格) | 日本機械学会 発電用原子力設備規格 維持規格 | 2002 年 2004 年 | 1100 1320(3) 2721 2722 2730 |
| S NC1-2005 (設計・建設規格) | 日本機械学会 発電用原子力設備規格 設計・建設規格 | 2000 年 2005 年 | 1320(4) 2730 |
| NDIS 0603 | 超音波探傷試験システムの性能実証における 技術者の資格及び認証 | 追加 2005 年 | 1320(11) 2010 |

上記の規格の改定においては、超音波探傷試験に係る内容の変更はなく、それぞれ技術評価が行われていることから、いずれの引用も妥当と評価する。なお、引用の内容は以下のとおり。

- (1) 維持規格(S NA1-2004)は、本規程の上位規格に相当するものとして、UT 規程 2008 年版の 1100 (目的) で維持規格に用いる超音波探傷試験について要領を示すものとして、2721、2722 及び 2730 で維持規格による欠陥評価を規定している。なお、維持規格(S NA1-2004)は平成 19 年 8 月に技術評価している。
- (2) 設計・建設規格 (S NC1-2005)は、UT 規程 2008 年版の解説-2730- 1 (追加の探傷)で、維持規格が引用している判定に対応する探傷内容を記載している。なお、設計・建設規格 (S NC1-2005)は平成 17 年 12 月に技術評価している。
- (3) 非破壊検査協会規格「超音波探傷試験システムの性能実証における技術者の資格及び認証 (NDIS 0603): 2005」は、UT 規程 2008 年版の解説-2010-1(事前確認)で PD 資格の認定規格として引用されている。なお、本非破壊検査協会規格は平成 17 年 11 月に技術評価している。

4.2.2 国内外の知見等の反映

4.1 の表 2 の に該当する変更は表 4 (1)、(2)のとおりである。

表 4 (1) UT 規程 本文変更内容

| No. | 規定番号 | 変更内容 |
|------|---|---|
| <1> | 2010 解説 2010-1 | 国内 PD 制度の確立により PD 合格基準の採用 |
| <2> | 2200 解説 2200-1 | 試験評価員の資格をレベル 3 からレベル 2 に変更 |
| <3> | 2320 解説 2320-1 | 対象箇所に対する超音波モードの選定を追加 |
| <4> | 2342 解説 2342-1 4211 | 縦波斜角法の校正用反射体にノッチ使用を追加 |
| <5> | 2350 解説 2350-1 | 自動探傷装置を使用する場合の原則を追加 |
| <6> | 2510 | 試験員の交代時のキャリブレーションを省略 自動探傷時の 12 時間ごとのキャリブレーションを省略 |
| <7> | 2520 | 基準感度の調整値の許容値を設定 |
| <8> | 2712 解説 2712-1 解説表 2712-1 | 反射源位置の作図において、詳細板厚測定等による溶接継手中心の明確化方法を追加 反射源分類の表を追加 |
| <9> | 2720 解説 2720-1 解説 2720-2 | クラッド付きノズルコーナ部の欠陥長さ推定方法を追加 |
| <10> | 2721 解説 2721-1 | 欠陥指示の有意な差の判断方法を追加 |
| <11> | 2800 | 不可範囲の考え方を明確化 |
| <12> | 3211 | 欠陥かどうか疑わしい場合の追加探傷方法の追加(容器) |
| <13> | 4200 | 配管の突合せ溶接継手から「容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手」と「オーステナイト系ステンレス鋼配管突合せ溶接継手」の項を分割 |
| <14> | 4221 解説 4221-2 解説 4221-3 解説 4221-4 | 垂直法の省略 欠陥かどうか疑わしい場合の追加探傷方法の追加(配管) 周方向探傷の屈折角の明確化 |
| <15> | 4244 解説 4244-2 4250 ~ 4255 | 溶金越え探傷の縦波斜角法による探傷方法を追加 |
| <16> | 4263 解説 4263-1 | 2 次クリーピング波法の探傷感度を基準感度と合わせてもよいことを追加 |
| <17> | 4270 ~ 4275 | 欠陥かどうか疑わしい場合のフェーズドアレイ法による探傷方法を追加 |
| <18> | 4300 ~ 4360 | 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探傷方法を追加 |

| | | |
|------|-------------|---------------------------------|
| <19> | 4400 ~ 4460 | オーステナイト系ステンレス鋼配管突合せ溶接継手の探傷方法を追加 |
|------|-------------|---------------------------------|

表 4 (2) UT 規程 付属書変更内容

| No. | 規定番号 | 変更内容 |
|------|---|--|
| <20> | A-1100 解説 A-1100-1 解説 A-1100-2 | PD 認証手法の同等性を明確化 複数手法の組合せを追加 |
| <21> | A-1200 解説 A-1200 A-1223 A-1224 A-4000 A-5000 | 欠陥深さ寸法測定要領に「容器管台内面丸みの部分」と「容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手」を追加 |
| <22> | A-1210 A-1222 解説 A-1400 | 欠陥深さ測定要領にタンデム法を追加 |
| <23> | 解説 A-1220 | タンデム法の適用部位、容器管台内面丸みの部分、及び容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手を追加 |
| <24> | A-1300 解説 A-1300 | 試験評価員の資格をレベル 3 からレベル 2 に変更 |
| <25> | A-3000 ~ A-3740 | タンデム法による欠陥深さ測定要領を追加 |
| <26> | A-4500 ~ A-4573 | 端部エコー法による容器管台内面丸みの部分の欠陥深さ寸法測定要領を追加 |
| <27> | A-4600 ~ A-4673 | 端部エコー法による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欠陥深さ寸法測定要領を追加 |
| <28> | 解説 A-4730 | 表面形状の計測を追加 |
| <29> | A-5500 ~ A-5573 | TOFD 法による容器管台内面丸みの部分の欠陥深さ寸法測定要領を追加 |
| <30> | A-5600 ~ A-5673 | TOFD 法による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欠陥深さ寸法測定要領を追加 |
| <31> | A-6272 | フェーズドアレイ法による寸法測定に当たりモード変換波法を追加 |

以上の変更内容に対し、それぞれの技術的妥当性を検討した結果を以下に示す。

<1>国内 PD 制度の確立により PD 合格基準の採用

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|---|---|
| <p>2010 事前確認 (前略) 欠陥寸法測定誤差のうち、欠陥深さ寸法測定誤差に関しては、付録「欠陥深さ寸法測定要領」で示す手法のうち適用したものについて確認し、記録として残さなければならない。(解説-2010-1)</p> | <p>2010 事前確認 (前略) 欠陥寸法測定誤差のうち、欠陥深さ寸法測定誤差に関しては、<u>附属書 A</u>「欠陥深さ寸法測定要領」で示す手法のうち適用したものについて確認し、記録として残す。(解説-2010-1)</p> |
| <p>(解説 2010-1) 事前確認 <u>国内では、超音波探傷試験の PD(Performance Demonstration)に関する制度が整備されていないことから、当面、欠陥評価を行う上で、適用する手法の能力[欠陥検出精度及び欠陥寸法測定誤差(欠陥長さ及び欠陥深さ)]を確認しておくことを求めた。</u> 適用する手法と試験対象部位との組合せで、「UTS」又は「PLR 配管サイジング精度確性試験」での成果と同等の精度が得られるものと判断されれば、「UTS」又は「PLR 配管サイジング精度確性試験」の成果を活用することができる。また、米国 ASME 等の海外 PD に合格したものであれば、PD 合格基準の値を活用することができる。</p> | <p>(解説-2010-1) 事前確認 欠陥評価を行う上で、適用する手法の能力[欠陥検出精度及び欠陥寸法測定誤差(欠陥長さ及び欠陥深さ)]を確認しておく<u>ものとした。</u> 適用する手法と試験対象部位との組合せで、「UTS」又は「PLR 配管サイジング精度確性試験」での成果と同等の精度が得られるものと判断されれば、「UTS」又は「PLR 配管サイジング精度確性試験」の成果を活用することができる。また <u>NDISO603 あるいは米国 ASME 等の PD 資格試験に合格したものの(探傷装置、手順書、試験員の組合せ)であれば、PD 合格基準の値を活用することができる。</u></p> |

オーステナイト系ステンレス鋼配管の深さ寸法測定に関する国内の PD 制度が確立したことにより反映したものであり、妥当であると判断する。

<2>試験評価員の資格をレベル3からレベル2に変更

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|--|--|
| <p>2200 試験評価員及び試験員（解説 2200-1） (1) 試験評価員は、下記の規格・基準のいずれかに従って所定の認定機関により3種若しくはレベル3と認定された者、又はこれらと同等以上の技術レベルを有する者でなければならない。 (後略)</p> | <p>2200 試験評価員及び試験員 (1) 試験評価員は、下記の規格・基準のいずれかに従って所定の認定機関によりレベル2以上若しくは2種以上の有資格者、又はこれらと同等の技術レベルを有する者で供用期間中検査について試験員として経験を有する者とする。（解説-2200-1） (後略)</p> |
| <p>(解説-2200-1) 試験評価員及び試験員 試験評価員は、2種又はレベル2であっても関連する教育、訓練を受け、かつ十分な経験を有する者で、3種又はレベル3の監督のもとで評価ができる者であればよい。 (後略)</p> | <p>(解説-2200-1) 試験評価員及び試験員 試験評価員は、<u>供用期間中検査について試験員として経験を有し、必要な資格を保有している者である必要がある</u>。また、試験評価員及び試験員は、試験を行うために教育、訓練を受け、原子力発電所に関する一般的な知識を有することが望ましい。 試験評価員、試験員および試験補助員(無資格者)の実施可能な業務は以下を基準とする。 (実際の運用ではこれに準じて解釈する。) 無資格者であっても可能な作業：試験面の処理(ミガキ等)、基準線のマーキング、デメモ、記録作成、後処理、機材の整備(探傷器の清掃、対比試験片の清掃・錆落とし等)、自動探傷の場合の装置設置・調整・操作(感度校正に関する部分を除く) 試験員：機材の点検・性能確認実施、感度校正、探傷、探傷時のエコーの判定、記録作成、規定に基づくエコーの分類 試験評価員：機材の点検・性能確認結果の承認、規定によらないエコーの分類、検査結果の承認</p> |

UT 規程 2008 年版では、試験員、試験評価員の資格を JIS Z 2305:2001「非破壊検査技術者の資格及び認証」の 4 .NDT レベルで規定している分類に準拠して試験評価員の資格をレベル2以上若しくは2種以上の有資格者に変更している。JIS Z 2305 で規定しているレベル2に認証された技術者は、確立されている又は認可されている NDT 手順書に従って、NDT を実施したり、指示する資格があるとされていることから、UT 規程 2008 年版で規定されている範囲において試験結果を評価する場合には、今回の変更はそれに沿っているものと言える。

しかし、軽水炉型原子力発電所用機器の供用期間中における超音波探傷試験について

は、当院から発出する保安院文書を踏まえて試験を実施し、試験結果の評価を行う必要がある。新たに要求される事項についての解釈はレベル 3 の職務であり、試験結果を総合的に評価するに当たってはレベル 3 の資格が必要と判断する。また、JIS Z 2305 では、レベル 3 には「NDT 設備と職員についての全責任をもつ。」「現行のコード、規格及び NDT 仕様書によって NDT 結果を解釈し、評価する。」及び「他の NDT 方法に関する一般的な知識に精通している。」ことを要求している。

以上のことから、超音波探傷試験による供用期間中検査全体を実施する際にはレベル 2 又は 2 種の資格者だけでは不十分であり、レベル 3 又は 3 種の資格の保有者、又はこれらと同等以上の技術レベルを有する者が供用期間中検査全体に関する管理、監督、評価等を行う必要がある。

<3>対象箇所に対する超音波モードの選定を追加

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------|--|--------|------------------------|--|----|---------------------------------------|--|----|---|---------|----|-----------------|------|---------------------------------|--|----|---------------------------|-------|----|-------|------|
| <p>2320 探触子 (前略) (4) 周波数は、0.4～15MHz、超音波モードは横波又は縦波とし、2520(2)項で規定する基準感度が得られるものを選択しなければならない。 (後略)</p> | <p>2320 探触子 (前略) (4) 周波数は、0.4～15MHz、超音波モードは横波又は縦波とし、2520(2)項で規定する基準感度が得られるものを選択する。(解説 2320-1) (後略)</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>解説追加</p> | <p>(解説-2320-1) 超音波モードの選定 斜角探傷の場合の超音波モード(横波/縦波等)の選択は、原則として以下の考え方で選択することが望ましい。</p> <table border="1" data-bbox="815 768 1361 1339"> <thead> <tr> <th colspan="2" data-bbox="815 768 1267 831">対象箇所</th> <th data-bbox="1267 768 1361 831">超音波モード</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="2" data-bbox="815 831 1267 898">低合金鋼,炭素鋼等の超音波の伝ば性の良いもの</td> <td data-bbox="1267 831 1361 898">横波</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="815 898 1267 965">ステンレス鋼溶接継手等の減衰の大きいもので溶接継手の両側から探傷可能な場合</td> <td data-bbox="1267 898 1361 965">横波</td> </tr> <tr> <td data-bbox="815 965 1129 1126" rowspan="2">ステンレス鋼溶接継手等の減衰の大きいもので、片側からのみ探傷可能で、探傷不可範囲を低減するために溶接線を透過した探傷を行う場合</td> <td data-bbox="1129 965 1267 1032">通常の探傷範囲</td> <td data-bbox="1267 965 1361 1032">横波</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1129 1032 1267 1126">溶接線を透過した探傷を行う範囲</td> <td data-bbox="1267 1032 1361 1126">縦波*2</td> </tr> <tr> <td colspan="2" data-bbox="815 1126 1267 1205">ステンレス鋳鋼等の超音波の減衰の大きい材料の探傷を行う場合*1</td> <td data-bbox="1267 1126 1361 1205">縦波</td> </tr> <tr> <td data-bbox="815 1205 1161 1339" rowspan="2">ニッケル基合金溶接継手の探傷を行う場合 *1</td> <td data-bbox="1161 1205 1267 1272">周方向探傷</td> <td data-bbox="1267 1205 1361 1272">縦波</td> </tr> <tr> <td data-bbox="1161 1272 1267 1339">軸方向探傷</td> <td data-bbox="1267 1272 1361 1339">横波*3</td> </tr> </tbody> </table> <p data-bbox="815 1346 1361 1485">*1: UTS, NNW で検出性が確認されているのは、ステンレス鋳鋼管(遠鋳材、静鋳材)およびニッケル基合金溶接継手である。 *2: 内表面近傍のみを検出対象とする。 *3: 縦波を用いてもよい。</p> | 対象箇所 | | 超音波モード | 低合金鋼,炭素鋼等の超音波の伝ば性の良いもの | | 横波 | ステンレス鋼溶接継手等の減衰の大きいもので溶接継手の両側から探傷可能な場合 | | 横波 | ステンレス鋼溶接継手等の減衰の大きいもので、片側からのみ探傷可能で、探傷不可範囲を低減するために溶接線を透過した探傷を行う場合 | 通常の探傷範囲 | 横波 | 溶接線を透過した探傷を行う範囲 | 縦波*2 | ステンレス鋳鋼等の超音波の減衰の大きい材料の探傷を行う場合*1 | | 縦波 | ニッケル基合金溶接継手の探傷を行う場合 *1 | 周方向探傷 | 縦波 | 軸方向探傷 | 横波*3 |
| 対象箇所 | | 超音波モード | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 低合金鋼,炭素鋼等の超音波の伝ば性の良いもの | | 横波 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ステンレス鋼溶接継手等の減衰の大きいもので溶接継手の両側から探傷可能な場合 | | 横波 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ステンレス鋼溶接継手等の減衰の大きいもので、片側からのみ探傷可能で、探傷不可範囲を低減するために溶接線を透過した探傷を行う場合 | 通常の探傷範囲 | 横波 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 溶接線を透過した探傷を行う範囲 | 縦波*2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ステンレス鋳鋼等の超音波の減衰の大きい材料の探傷を行う場合*1 | | 縦波 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| ニッケル基合金溶接継手の探傷を行う場合 *1 | 周方向探傷 | 縦波 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 軸方向探傷 | 横波*3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

JNESにて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業(超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認)」(UTS)及び「ニッケル基合金溶接部の非破壊検査技術実証」(NNW)では、通常使用されている材料に対しては超音波モードとして横波が有効であるが、ステンレス鋼溶接部の溶接線を透過した探傷、ステンレス鋳鋼、ニッケル基合金溶接部の周方向探傷では超音波モードとして縦波が有効であることを確認しており、それが反映されていることから、妥当な規定であると判断する。

<4>縦波斜角法の校正用反射体にノッチ使用を追加

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|---|--|
| <p>3211 校正用反射体 (1) 校正用反射体の形状 対比試験片に設ける校正用反射体は、探傷面に平行に加工した横穴としなければならない。 (後略)</p> | <p>2342 垂直法及び斜角法の校正用反射体 (1) 校正用反射体の形状 対比試験片に設ける校正用反射体は、<u>原則として探傷面に平行に加工した横穴とする。ただし、縦波斜角探傷の場合には、横穴に加えてノッチとする。(解説-2342-1, 解説-2342-2)</u> (後略)</p> |
| <p>(解説-3211-1) 突合せ溶接継手用対比試験片の反射体 (前略)・・・勧告を出した。 (後略)</p> | <p>(解説-2342-1) 突合せ溶接継手用対比試験片の反射体 (前略)・・・勧告を出した。<u>日本では、平成 16 年度で終了した UTS, 平成 15 年度から平成 18 年度に終了した NSA 及び平成 14 年度から平成 20 年度まで実施する NNW の成果 (平成 16 年度まで) から、縦波斜角探傷の場合にはノッチあるいはノッチを模擬した段差を有する対比試験片を用いることが有効であることが報告されている。</u> (後略)</p> |
| <p>規定追加</p> | <p>4211 縦波斜角法の校正用反射体 <u>縦波斜角法による場合(溶接線を透過した探傷を除く)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。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%以内または 1mm のノッチを用いる。</u></p> |

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業(超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認)」(UTS)及び「ニッケル基合金溶接部の非破壊検査技術実証」(NNW)により縦波斜角法の「基準感度の設定の際は、内面開口欠陥のコーナ反射率の低下を補正する方法として、横穴の代わりに、スリットを模擬した段差を使用した結果、欠陥の検出率は向上した」ことより、校正用反射体として有効性が確認されたノッチを規定しており、妥当であると判断する。

<5>自動探傷装置を使用する場合の原則を追加

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|---|---|
| 規定追加 | <p>2350 自動探傷装置 <u>探触子の走査を自動で行うような自動探傷装置を用いる場合には、予め作動精度(位置精度)等を確認した上で、それに応じた走査を行う。</u> (解説-2350-1)</p> |
| 解説追加 | <p>(解説-2350-1) 自動探傷装置を使用する場合の原則 <u>自動探傷装置、半自動探傷装置のうち、探触子位置を自動で検出・記録する機構を有するものは、その位置検出精度を事前に確認しておくことが望ましい。探傷時には、その作動誤差を考慮しても試験体積の検査が行われるように、より広い範囲を走査するなどの対処をする。</u></p> |
| <p>2610 走査方法 (前略) (2) 探触子の走査速度は、150 mm / 秒以下で行わなければならない。</p> | <p>2610 走査方法 (前略) (2) 探触子の走査速度は、150 mm / 秒以下で行う。なお、<u>全てのAスコープを記録するような自動探傷装置については、速度の影響を受けない範囲でこれを超過してもよい。</u>(解説 2610-2)</p> |
| 解説追記 | <p>(解説-2610-2) 探触子の走査速度 探触子の走査速度の制限は、試験員が超音波探傷器の波形を観察する上で瞬間的なエコーを見逃す可能性を考慮した。このことから全てのAスコープを記録し保存する自動探傷装置を使用する場合には、走査速度の制限を超えてもよいものとした。 ここで速度の影響を受けない範囲とは、モックアップ試験体等で、実証的に速度の影響がないことが確認できた範囲と考えられる。</p> |
| <p>2800 試験記録 超音波探傷試験を行った後、次の事項を記録し、保存すると共に、その記録と試験部とが照合できるようにしておかなければならない。 (後略)</p> | <p>2800 試験記録 <u>超音波探傷試験を行った後、次の事項を記録する。また全てのAスコープを記録し、かつ再現可能な場合にはエコー高さ、指示長さ等の記録を残すことを要しない。</u> (後略)</p> |

自動探傷装置は記録の再現性、保存性に優れており、これを有効に活用するために新たに自動探傷装置を使用する場合の規定を追加したことは評価できる。ただし、追加された規定では、使用する場合の原則のみが記載されており、位置精度、探傷ピッチ等詳細が規定されていないことや、予め作動精度等の確認方法(第三者による確認等)が具体的に規定されていないことから、規程を運用する際に混乱が生じないよう具体的な記載を要望する。

<6>試験員の交代時のキャリブレーションを省略

自動探傷時の 12 時間ごとのキャリブレーションを省略

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|---|---|
| <p>2510 一般事項 (前略)</p> <p>(2) 時間軸及び基準感度の確認は、試験の終了時、試験時間が 12 時間を超える場合は 12 時間ごと、及び試験員が交替した時(自動探傷の場合を除く)に行わなければならない。ただし、自動探傷のような場合でも定期的に確認する機能が設けられているものは、試験終了時に試験開始時と同様の手順で確認すればよい。(解説-2510-2)</p> <p>また、12 時間ごとの確認はシミュレータを用いて行ってもよい。(解説-2510-3)</p> | <p>2510 一般事項 (前略)</p> <p>(2) 時間軸及び基準感度の確認は、試験の終了時及び試験員が交替した時(自動探傷の場合を除く)に行う。 一連の探傷の途中で試験員の交代をする場合で、事前に複数の試験員で時間軸及び基準感度の調整を実施し同一の感度校正結果となった場合には、試験員が交代するときの時間軸及び基準感度の確認は要しない。この場合の試験終了時の確認は全ての試験員で確認する必要はなく、代表 1 名でよい。(解説-2510-2,3)</p> <p>(3) 探傷の途中で時間軸および基準感度の確認はシミュレータを用いて行ってもよい。シミュレータを用いた確認についても対比試験片も用いた確認と同等に扱う。(解説-2510-4)</p> |
| <p>解説追加</p> | <p>(解説-2510-2) 複数の試験員で探傷装置を共有する場合 試験員が途中で交代する場合でも、事前に各々の試験員が調整状態を確認している場合には交代時の確認は特に要しないものとした。例えば、被ばく線量等の問題で、複数の試験員で一連の探傷作業を分担するような場合には、探傷開始前に複数の試験員で時間軸および探傷感度の調整を確認し、同一の感度調整結果になった場合には、その複数の試験員で 1 台の探傷器を共有していると考えことができ、交代時の時間軸および基準感度の確認は必要としない。また、探傷後の確認は探傷中の探傷装置の故障・劣化・誤操作の有無を確認するものであり、個々の試験員全てが実施する必要がないことから、代表者による確認でよいものとした。 なお、自動探傷の場合、探触子の押し付けが機械的に行われていることから、試験員の交替時の再調整は不要とした。</p> |

| | |
|---|--|
| <p>(解説-2510-2) 探傷システムの調整及び確認</p> <p>これまで時間軸及び基準感度の確認を10時間ごとに定めたのは、連続的に行った試験の結果が全て無効にならないことを配慮して規定しているものであり、管理区域への1日当たりの入域時間(10時間)と整合させた経緯がある。</p> <p>ここでは、試験が連続的に行われること及びASME Boiler and Pressure Vessel Code Section XI, Division 1 Appendix , Ultrasonic Examination of Vessels not Greater than 2 Inches (51 mm) in Thickness (2001)ではシステムの校正確認が12時間ごとになっていること等を考慮して、1日の半分である12時間と定めた。</p> <p>調整から確認までの時間は、調整した値が規定値より変化していたときに再試験を実施しなければならない量に関係することになり、その間隔は試験を行う側の判断により決定される。したがって、試験員の判断により、さらに短い間隔で確認してもよい。</p> <p>なお、自動探傷の場合、探触子の押し付けが機械的に行われていることから、試験員が交替してもシステムの再調整は不要とした。</p> <p>また、自動探傷装置には、自動的に時間軸及び基準感度等の校正チェックを行う機能が内蔵されている場合があり、このような場合は、個別に頻度を定めてよいものとした。</p> | <p>(解説-2510-3) 探傷システムの調整及び確認</p> <p>これまで探傷の途中において時間軸及び基準感度の確認を定めたのは、連続的に行った試験の結果が全て無効にならないことを配慮して規定しているものであり、<u>手動探傷の場合には、管理区域への1日当たりの入域時間等と整合させた経緯がある。</u></p> <p><u>調整から確認までの時間は、調整した値が規定値より変化していたときに、最後に確認された時点以降の試験について再試験を実施しなければならない量に関係することになり、その間隔は試験を行う側の判断で定めるものとした。</u></p> |
| <p>(解説-2510-4) 感度確認時のシミュレータの使用</p> <p>(前略)・・・その後の探傷中における感度の確認は、<u>最初のシミュレータによる確認時との感度差でチェックするのであれば、シミュレータを探傷中の感度確認に用いてもよい。</u></p> | <p>(解説-2510-4) <u>確認時のシミュレータの使用</u></p> <p>(前略)・・・その後の探傷中における<u>確認は、最初のシミュレータによる確認時との感度差および路程差でチェックするのであれば、シミュレータを探傷中の感度確認および時間軸確認に用いてもよい。</u></p> <p><u>シミュレータは、対比試験片に近い反射エコーが得られるものとする。</u></p> |

試験終了時の時間軸及び基準感度の確認(キャリブレーション)を規定しており、妥当な規定であると判断する。なお、自動探傷時における12時間ごとの時間軸及び基準感度の確認を要求しないこととしたが、従来どおり、調整した値が規定値の範囲を逸脱していたときは、最後に確認された時点以降の試験については再試験を実施することとなり、試験結果の信頼性を損なうものではなく、妥当であると判断する。

<7>基準感度の調整値の許容値を設定

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|--|---|
| <p>2520 調整方法 (前略)</p> <p>(2) 基準感度の調整</p> <p>a. 基準感度の調整は、以下により行わなければならない。</p> <p>(a) 基準感度の調整は、第3章及び第4章の規定に従って行う。この場合、調整を行う対比試験片の面（表面又は裏面）は、試験部において探触子を走査する面（外面又は内面）に相当する面とする。</p> <p>(b) 試験終了時における基準感度の確認は、対比試験片を用いる。 (中略)</p> <p>(追加記載) (後略)</p> | <p>2520 調整方法 (前略)</p> <p>(2) 基準感度の調整</p> <p>a. 基準感度の調整は、以下により行う。(解説 2520-1)</p> <p>(a) 基準感度の調整は、第3章及び第4章の規定に従って行う。この場合、調整を行う対比試験片の面（表面又は裏面）は、<u>探傷面</u>（外面又は内面）に相当する面とする。</p> <p>(b) <u>次章以降の規定で「表示器上 80%(あるいは 50%)」とあるものは、表示器上 80%±5% あるいは 50%±3%の範囲とする。</u></p> <p>(c) <u>試験終了時における基準感度の確認は、対比試験片を用いる。</u> (中略)</p> <p>(g) <u>二振動子垂直探触子を使用する場合には、音響隔離面を対比試験片の横穴の軸方向に対して直交させるようにして感度校正を実施する。(解説-2520-4)</u> (後略)</p> |
| <p style="text-align: center;">解説追加</p> | <p>(解説-2520-4) 二振動子垂直探触子を使用する場合の感度校正の方法</p> <p>二振動子垂直探触子を使用し、横穴を用いて基準感度校正した場合には、音響隔離面の向きによってエコー高さが大きく変化する。一般的には横穴の方向と音響隔離面の方向を直行させた方が基準エコー高さが低くなる（探傷器の設定感度が高くなる）ことから、直交させた感度校正を原則とする。ただし、従来から音響隔離面を平行にした校正を実施していることが感度校正記録や探傷要領書等で明らかな場合には、平行にした校正を行ってもよい。 (解説図省略)</p> |

基準感度を表示器上 80%±5% あるいは 50%±3%と規定している。探傷前後の基準感度の変動幅は 2dB 以内と規定しており、上記許容値はそれを下回る 0.5dB 程度であることから、妥当であると判断する。

また、二振動子垂直探触子を使用し、横穴を用いて基準感度校正する場合には、音響隔離面を横穴と直交して校正を実施することは、探傷器の設定感度が高くなることから、妥当な校正方法であると判断する。

<8>反射源位置の作図において、詳細板厚測定等による溶接継手中心の明確化方法を追加
 反射源分類の表を追加

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|---|---|
| 2712 試験結果に基づく反射源の位置及び種類の解析 (前略) (2) 反射源の種類 超音波探傷試験で検出されたエコーについて、その反射源が欠陥に基づくものか、試験部の金属組織的变化又は形状に起因するものかを判断するために、解析を行わなければならない。 (後略) | 2712 試験結果に基づく反射源の位置及び種類の解析 (前略) (2) 反射源の種類 超音波探傷試験で検出されたエコーについて、その反射源が欠陥に基づくものか、試験部の金属組織的变化又は形状に起因するものかを判断するために、解析を行う。表-2712-1以外のエコー名称を用いる場合には、その定義を明確にしておく。(解説表-2712-1) (後略) |
| (解説-2712-1) 反射源の位置の解析 反射源を検出した探触子の位置及びその近傍の表面形状が平坦ではなく、反射源の作図位置が表面形状の影響を受けると判断される場合には、表面形状を、くし型ゲージ(シェイプゲージ)等により計測し、試験部の断面形状を作図した上で、反射源の解析を行うことが望ましい。 | (解説-2712-1) 反射源の位置の解析 反射源位置の作図において、その後行う反射源の種類分類に支障をきたすと判断される場合は、以下の手順に従うことが望ましい。 (1) 表面形状が反射源の種類分類に影響を与えると判断される場合は、くし型ゲージ(シェイプゲージ)等により表面形状を考慮した上で、反射源位置の解析を行うことが望ましい。 (2) 溶接継手中心が不明確で反射源の種類分類に影響を与えると判断される場合は、斜角法または垂直法を用いて溶接継手中心を求めることが望ましい。 (3) 内面形状変化がある場合で、反射源の種類分類に影響を与えると判断される場合は、詳細板厚測定を実施することが望ましい。このとき、オーステナイト系ステンレス鋼の詳細板厚測定を行う場合は、反射源の種類分類に必要な範囲にわたり、概ね 2.5mm 間隔での測定が望ましい。 |
| 解説表追加 | (解説表-2712-1) エコー分類 (省略) |

保安院書「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について(内規)(平成20年7月11日付け平成20・07・04原院第1号)」に「このエコーにはき裂からのもの以外に裏波部からのものも考えられることから、このエコーをき裂からのものではないと評価する場合には、詳細な作図により溶接部近傍からのエコーではないことが確認されること、端部エコー法により端部エコーが確認されないこと又は探触子入射点が接近しすぎていること等の十分な根拠を示すこと。溶接部裏波の位置近傍より有意なエコーが検出された場合には詳細な垂直探傷(概ね 2.5mm 間隔)による板厚測定等により溶接中心位置を確実に把握すること。」と記載されており、同様に溶接継手中心の明確化及び詳細肉厚測定の実施を規定しており、妥当であると判断する。

さらに、解説表を追加しているが、より詳細にエコーを分類をしたものであることが

ら、妥当であると判断する。

<9>クラッド付きノズルコーナ部の欠陥長さ推定方法を追加

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|---|--|
| <p>2720 欠陥寸法測定</p> <p>供用期間中検査において超音波探傷試験を行った結果、反射源が欠陥に基づくものについては、2710 項に示す記録要領に従って超音波探傷試験の結果を記録するとともに、欠陥寸法測定を行わなければならない。</p> <p>この場合において、欠陥長さ寸法は記録レベルを超える指示長さとし、欠陥深さ寸法は、2721 項、2722 項に基づき、付録「欠陥深さ寸法測定要領」に規定された方法により測定したものとする。</p> | <p>2720 欠陥寸法測定</p> <p>供用期間中検査において超音波探傷試験を行った結果、反射源が欠陥に基づくものについては、2710 項に示す記録要領に従って超音波探傷試験の結果を記録するとともに、欠陥寸法測定を行う。<u>(解説-2720-1)</u></p> <p>この場合において、欠陥長さ寸法は記録レベルを超える指示長さとし、欠陥深さ寸法は、2721 項、2722 項に基づき、<u>附属書 A「欠陥深さ寸法測定要領」に規定された方法により測定したものとする。ただし、クラッド付き管台内面の丸みの部分およびステンレス鋼、異種金属溶接継手部(バタリング部に検出された欠陥に限る)の欠陥長さ測定については、これによらず保守的と考えられる評価方法による。(解説-2720-2)</u></p> |
| <p>規定追加</p> | <p><u>(解説-2720-1) 欠陥寸法測定を要する場合</u></p> <p>供用期間中検査において、進展性のある有意な差がある反射源(すなわち有意な欠陥)の場合には、欠陥長さおよび深さを測定し、評価することが必要である。</p> |
| <p>規定追加</p> | <p><u>(解説-2720-2) 欠陥長さ寸法を測定する場合</u></p> <p>欠陥長さ寸法を測定する場合には、原則として DAC20%指示長さとする事で実際の欠陥長さに対して保守的に評価することができる。ただし、UTS の結果から、クラッド付きノズルコーナ部(外面 R からの探傷、鏡部外面探傷)、異材継手バタリング部(外面探傷)、ステンレス鋼の場合には過小評価する可能性がある。例えばクラッド付ノズルコーナ部については、以下の考え方を参考として、保守的な評価を行うことが必要である。</p> <p>・クラッド付きノズルコーナ部： 欠陥の深さ測定を行い、その計測誤差を勘案した上で、想定される欠陥形状から欠陥長さを推定する。</p> |

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業(超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認)」(UTS)により有効性が確認されているクラッド付きノズルコーナ部に係る欠陥の深さ測定結果から欠陥長さを推定する方法と同様の推定方法を規定しており、妥当であると判断する。

ただし、<26>で記載のとおり、欠陥深さ測定における測定誤差が大きく、保守的な評価方法として具体的な運用方法が明確ではないことから、今回は技術評価の対象外とする。

<10>欠陥指示の有意な差の判断方法を追加

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|--|---|
| 2721 第 1 種 (クラス 1) 機器 (前略)・・・欠陥深さ寸法測定を行わなければならない。(解説-2721-1) | 2721 クラス 1 (第 1 種) 機器 (前略)・・・欠陥深さ寸法測定を行う。(解説-2721-1) ここで、垂直法で検出される探傷面に平行な面状の反射源の寸法測定は探触子の移動距離を測定することにより行うこととする。また探傷面に直交する面状の反射源の寸法測定は長さについては探触子の移動距離による測定、深さ寸法測定は附属書 A による方法とする。 |
| (解説-2721-1) 欠陥指示が溶接部にある場合 (前略)・・・進展によって生じた変化が認められる場合のことを言う。 | (解説-2721-1) 欠陥指示が溶接部にある場合 (前略)・・・進展によって生じた変化が認められる場合のことを言う。 なお、UTS では、以下の表の結果が得られており、統計学上は 2 の範囲に約 96% のデータが含まれる。 |

解説表 2721-1 UTS で測定した標準偏差 (1) の値

| 対象部位 | 最大エコー (dB) | X 方向位置 (mm) | Y 方向位置 (mm) | DAC20% 指示長さ (mm) |
|--------------------------------------|------------|-------------|-------------|------------------|
| 直管炭素鋼 及び 平板炭素鋼クラッドなし試験体 *1 | 2.3 | 6.8 | 3 | 4.9 |
| 平板炭素鋼クラッド付試験体 (外面探傷) *2 | 4.2 | 10.3 | 9.2 | 20.6 |
| 直管ステンレス鋼疲労き裂付与試験体 *3 | 3.0 | 10.9 | 2.4 | 7.0 |
| 直管ステンレス鋼 S C C 付与試験体 *3 | 3.2 | 11.3 | 2.5 | 9.1 |
| ノズルクラッド付試験体 (ノズルコーナ部) {ノズル外面 R 部探傷} | 3.0 | 8.0 | 13.9 | / *6 |
| ノズルコーナクラッド付試験体 (ノズルコーナ部) {鏡部外面探傷} *4 | (8.5) | 8.8 | 4.5 | / *6 |
| ノズルセーフエンド異材継手試験体 (外面探傷) *5 | 6.4 | 7.9 | 3.7 | 13.1 |
| 主冷却配管 (ステンレス鑄鋼) *4 | (6.7) | (91.7) | (14.6) | / *6 |

(注記) 探傷時間に制限はなく、一般の作業服を着用し、検査員が探傷し易い状態で試験を実施した。手動探傷で実施し、5 チームが共通の機材 (探傷器、探触子等) を使用し、ほぼ同時期に実施した。
 *1: ノズルクラッドなし疲労き裂付与試験体の胴ノズル部を含む。なお、統計値は横波 45° を示す。
 *2: ノズルクラッド付疲労き裂付与試験体の胴ノズル部及び容器胴 U C C 模擬試験体を含む。なお統計値は横波 45° を示す。
 *3: ノズルセーフエンド試験体のセーフエンド側 (ステンレス鋼) に付与された欠陥を含む
 *4: ノズルクラッド付試験体 (ノズルコーナ部) (鏡部外面探傷) 及び主冷却配管 (ステンレス鑄鋼) の手動探傷のチーム数は 3 チームであり、一部の項目はデータ数が 5 個未満となることから、標準偏差は算出せず、最大値 - 最小値の最大値を括弧内に記載した。
 *5: ノズルセーフエンド試験体のバタリング部に付与された欠陥が対象。統計値は縦波探触子の値を示す。
 *6: クラッドノズルコーナ部および主冷却配管の指示長さの測定は統計値として削除した。

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業 (超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認)」(UTS)により算出された標準偏差を記載しており、妥当な規定であると判断する。

<11>不可範囲の考え方を明確化

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|--|---|
| <p>2800 試験記録</p> <p>超音波探傷試験を行った後、次の事項を記録し、保存すると共に、その記録と試験部とが照合できるようにしておかなければならない。</p> <p>(1) 試験条件 (中略)</p> <p>j. 探傷不可範囲 (後略)</p> | <p>2800 試験記録</p> <p>超音波探傷試験を行った後、次の事項を記録する。また全てのAスコープを記録し、かつ再現可能な場合にはエコー高さ、指示長さ等の記録を残すことを要しない。</p> <p>(1) 試験条件 (中略)</p> <p>j. 探傷不可範囲および走査不可範囲（解説 2800-1） (後略)</p> |
| <p>解説追加</p> | <p>(解説-2800-1) 探傷および走査不可範囲の考え方</p> <p>要求されている試験範囲に対して十分な走査ができない場合には、走査不可範囲図あるいは探傷不可範囲図を作成して、記録の一部とする。ここで各々の考え方を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・走査不可範囲：規定の走査範囲に対して十分な探触子走査はできないが、試験範囲に対して垂直探傷および各方向（軸方向/周方向、+方向/-方向）からの斜角探傷で超音波が通過しているもの。 ・探傷不可範囲：試験範囲に対して、各方向からの走査（軸方向/周方向）でまったく超音波ビームの中心軸が透過しない部分を示す。 ・ここで走査不可範囲および探傷不可範囲の記録は、対象部位の実測寸法あるいは設計寸法によって作成する。 |

探傷不可範囲及び走査不可範囲を明確化したことより、妥当な記載であると判断する。

ただし、探傷不可範囲については、NISA 指示文書に代替措置が要求されており、この技術評価は、本書 4.2.3 <2> に示す。

<12>欠陥かどうか疑わしい場合の追加探傷方法の追加(容器)

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|---|--|
| <p>3221 一般 (前略) また、45°の探傷で検出した指示が、欠陥であるかどうか疑わしい場合は、他の屈折角による試験を追加して行わなければならない。(解説-3221-1) (後略)</p> | <p>3211 一般 (前略) また、斜角探傷で検出した指示が、欠陥であるかどうか疑わしい場合は、<u>他の屈折角や振動モード、あるいは周波数、周波数帯域、焦点の有無、2次クリーピング波法による試験、フェーズドアレイ法、板厚方向に深さのある反射源か否かを確認するための深さ測定等</u>を追加して行うことができる。(解説-3211-1, 解説-4221-1) なお、<u>他の屈折角等による追加の確認探傷は、欠陥かどうか疑わしいか否かにかかわらず実施してもよい。</u> (後略)</p> |

斜角探傷で検出した指示が、欠陥であるかどうか疑わしい場合は、他の屈折角のみならず、2次クリーピング波法やフェーズドアレイ法等複数手法により確認することは有効であることから、妥当であると判断する。

<13>配管の突合せ溶接継手から「容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手」と「オーステナイト系ステンレス鋳鋼配管突合せ溶接継手」の項を分割

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|---|--|
| <p>4200 配管の突合せ溶接継手 本項は、配管の突合せ溶接継手に対する超音波探傷試験要領について示す。</p> | <p>4200 配管の突合せ溶接継手 本項は、配管の突合せ溶接継手に対する超音波探傷試験要領について示す。<u>なお、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鋳鋼配管突合せ溶接継手については 4400 項による。</u></p> |

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業（超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認）」(UTS)及び「ニッケル基合金溶接部の非破壊検査技術実証」(NNW)により容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手及びオーステナイト系ステンレス鋳鋼配管突合せ溶接継手については通常の配管と探傷要領が異なることが確認されており、分割して規定することは妥当であると判断する。

<14>垂直法の省略

欠陥かどうか疑わしい場合の追加探傷方法の追加(配管)

周方向探傷の屈折角の明確化

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|--|---|
| <p>4221 一般 配管の突合せ溶接継手の試験は、垂直法及び斜角法により実施しなければならない。 斜角法の公称屈折角は、原則として 45°とするが、試験部の厚さなどの幾何学的形状のため 45°が適さない場合には、他の屈折角を用いてもよい。 また、斜角探傷で検出した指示が、欠陥であるかどうか疑わしい場合は、他の屈折角や振動モード、あるいは 2 次クリーニング波法による試験を追加して行わなければならない。 (解説-3221-1, 解説-4221-1)</p> | <p>4221 一般 配管の突合せ溶接継手の試験は、垂直法及び斜角法により実施する。ただし、垂直法については、過去に、現在の校正方法・記録レベルが同一の条件で探傷した I S I 等の客観的記録があり、要記録エコーが記録されていない部位については斜角法のみとする。(解説-4221-2) 斜角法の公称屈折角は、原則として 45°とするが、試験部の厚さなどの幾何学的形状のため 45°が適さない場合には、他の屈折角を用いてもよい。 また、斜角探傷で検出した指示が、欠陥であるかどうか疑わしい場合は、他の屈折角や振動モード、あるいは周波数、周波数帯域、焦点の有無、2 次クリーニング波法による試験、フェーズドアレイ法、板厚方向に深さのある反射源か否かを確認するための深さ測定等を追加して行うことができる。(解説-3221-1, 解説-4221-1) なお、他の屈折角等による追加の確認探傷は、欠陥かどうか疑わしいか否かにかかわらず実施してもよい。</p> |
| <p>解説追加</p> | <p>(解説-4221-2) 探傷方法の一般 垂直法では、運転に伴って発生が予想されるき裂状の反射源についての検出能力は非常に低く、探傷の位置付けとして斜角探傷の妨害となる大きなラミネーション状の反射源の有無を確認するものである。このため現在の規定に照合して同等と考えられる探傷記録がある場合には垂直探傷を要求しないものとした。このときの記録については、I S I のように探傷実施者の他にその実施内容・手順等を客観的に確認していることが必要である。実際に I S I やそれに準ずる試験として実施している場合の他、P S I であっても第三者確認等を実施している場合はこれに含むものとする。なお、この場合であっても要記録エコーの記録されている部位(継手ではなく検出された反射源)については追跡監視を行う必要がある。</p> |
| <p>解説追加</p> | <p>(解説-4221-3) 欠陥であるかどうか疑わしい指示に対する追加の探傷方法 欠陥であるかどうか疑わしい指示について、追加で実施する探傷方法には以下がある。 ・2 次クリーニング波法：内面開口欠陥に対して有効 ・他の屈折角で探傷：反射源の面情報 ・縦波斜角法：金属組織等のエコーの識別 ・端部エコーの確認：き裂状反射源の有無 ・高分解能探触子による探傷：反射源の分離確認 ・フェーズドアレイ法：反射源の相対位置の画像表示、深さの有無の確認など これらの探傷方法を状況に応じて評価員が選択し、評価を行う。</p> |

| | |
|------|--|
| 解説追加 | <p>(解説-4221-4) 周方向探傷の場合</p> <p>配管周方向探傷等の場合には、板厚と口径の比率(t/D)によって45°斜角探傷では内表面にビーム中心軸での探傷ができない場合がある。このような場合には、小さい屈折角(たとえば屈折角35°)を用いた探傷を行うか、ビームの広がりを計算し、内表面部分の探傷が可能であることを確認する。</p> <p>なお、超音波の減衰の大きい溶接継手の周方向探傷を実施する場合には、管内表面に45°程度で入射する屈折角を選択することが望ましい。</p> |
|------|--|

1. 垂直法の省略

過去に適正な記録があり、要記録エコーが記録されていない部位については、斜角法のみを要求としている。本来垂直法は斜角法の妨害となるラミネーション状の反射源の確認を目的としたものであり、ラミネーション状の欠陥は運転中に進展する可能性がないことから、過去に適正な記録があり、要記録エコーが記録されていない部位については垂直法を省略しても問題は無く、妥当である。

なお、応力改善熱処理等といった内部欠陥が発生し得る工事を行った場合は、維持規格において供用前検査が要求されているとおり、製造時と同様に改めて垂直法を実施することとなる。

2. 2次クリーピング波法の適用について

平成20年7月11日付け平成20・07・04 原院第1号の保安院文書「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について(内規)」では「横波斜角探傷を用いて検出したき裂の疑いを否定できないエコー(DAC20%を超えるものをいう。)については、き裂であるかどうかを2次クリーピング波法により評価し、き裂でないとは否定できない場合、その長さを測定する。」と記載している。これに対し、本規程の4221では「斜角探傷で検出した指示が欠陥であるかどうか疑わしい場合は、他の屈折角や振動モード、あるいは周波数、周波数帯域、焦点の有無、2次クリーピング波法による試験、フェーズドアレイ法、板厚方向に深さのある反射源か否かを確認するための深さ測定等を追加して行うことができる。」とし、その解説で平成20年7月11日付けのNISA文書が対象としたオーステナイト系ステンレス鋼配管のSCCのような内面開口欠陥に対して2次クリーピング波法が有効であると説明している。よって、技術的に妥当な記載内容であると判断する。

3. 周方向探傷の屈折角の明確化について

JNESにて実施した安全研究「ニッケル基合金溶接部の非破壊検査技術実証」(NNW)により「周方向探傷を行う場合には、直径、板厚、超音波の減衰等を考慮し、縦波が欠陥開口部に45°～60°位の角度で入射する条件を選定する必要がある」と記載しており、有効性が確認された屈折角を採用するのは、妥当な規定であると判断する。

<15>溶金越え探傷の縦波斜角法による探傷方法を追加

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|---|---|
| <p>4244 探触子の走査方向 (前略) (2) 溶接線に対して直角方向に探触子を走査する場合は、溶接線の両側(接合される両母材側)から超音波ビームを溶接線側に向けて行わなければならない。 (中略) (4) 試験部の幾何学的形状等のため、溶接線の両側(接合される両母材側)からの探触子の走査が不可能な場合には、可能な側からの走査を行わなければならない。</p> | <p>4244 探触子の走査方向 (前略) (2) 溶接線に対して直角方向に探触子を走査する場合は、溶接線の両側(接合される両母材側)から超音波ビームを溶接線側に向けて行<u>う</u>。 (中略) (4) 試験部の幾何学的形状等のため、溶接線の両側(接合される両母材側)からの探触子の走査が不可能な場合には、可能な側からの走査を行<u>う</u>。</p> |
| <p>解説追加</p> | <p>(解説-4244-2) 片側からの探傷の場合 幾何学的形状等のため、溶接線の両側(接合される両母材側)からの探傷が不可能で可能な側からの探傷を行うような場合で、減衰の大きな溶接継手(ステンレス鋼等)を介した探傷をする場合には、縦波斜角法を行うことが望ましい。</p> |
| <p>規定追加</p> | <p>4250 縦波斜角法による探傷方法 4251 基準感度の設定 (試験部の厚さが <u>25 mm を超える場合</u>) 4252 基準感度の設定 (試験部の厚さが <u>25 mm 以下の場合</u>) 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) 4254 探触子の走査方向 4255 探触子の走査範囲</p> |

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業(超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認)」(UTS)により「オーステナイト系ステンレス鋼配管に対して溶接金属を越えて探傷を行う場合、横波斜角法では検出は困難であり、縦波斜角法では検出の可能性があると記載しているとおり、同様の縦波斜角法を規定しており、妥当であると判断する。

<16> 2次クリーニング波法の探傷感度を基準感度と合わせてもよいことを追加

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|---|--|
| <p>4253 基準感度の設定 (図-4253-1) 4213 項に示す試験片に設けた、基準ノッチからエコーをブラウン管の全目盛の 80% になるような感度に調整すること。 なお、基準感度で検査対象継手の健全部 (斜角探傷で疑わしい指示が検出されない部分) を探傷し、ブラウン管の全目盛の 10% を超えるエコーが観察される場合には、これらのエコーをブラウン管の全目盛の 10% 以下となるように感度を再調整し、探傷感度とすること。</p> <p>(中略)・・・探傷感度を設定すること (解説-4253-1)。</p> | <p>4263 基準感度の設定 (図-4263-1) 4212 項に示す試験片に設けた、<u>基準ノッチからエコーを表示器の全目盛の 80% になるような感度に調整する。</u> なお、基準感度で検査対象継手の健全部 (斜角探傷で明らかに疑わしい指示が検出されない部分) を探傷し、<u>表示器の全目盛の 10% を超えるエコーが観察される場合には、これらのエコーを表示器の全目盛の 10% 以下となるように感度を再調整し、探傷感度とする。この場合には斜角探傷で DAC20% を超えるエコーが検出されない部分あるいは明らかに疑わしいエコーではないと判断される部位とする。</u> (中略)・・・探傷感度を設定する (解説-4263-1)。<u>この場合で、全周に多数の反射源がある可能性を否定できない場合にあっては、2610 項(3)によらず、探傷感度を一定の値に固定して探傷を行うこと。</u></p> |
| <p>(解説-4253-1) 2次クリーニング波の基準感度 エコーの有無を確認することにより 2次クリーニング波法を欠陥の確認手法として用いる場合は、必ずしも厳密な基準感度は要しないが、長さ測定に用いる場合を考慮して基準感度の設定を要求した。 (後略)</p> | <p>(解説-4263-1) 2次クリーニング波の基準感度設定 <u>2次クリーニング波法を長さ測定に用いる場合を考慮して基準感度の設定を要求した。</u> (後略)</p> |

保安院文書「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について(内規) (平成20年7月11日付け平成20・07・04原院第1号)」に「2次クリーニング波法により全周に亘る探傷で多数の反射源があり、き裂が断続的に長いと推測される場合は、2次クリーニング波法の探傷を基準感度との相互切り替えによる読み違いの防止を確実なものとするため、必要に応じて探傷感度を一定の値に固定すること。」と記載しているとおり、探傷感度を一定の値に固定して探傷を行うことは、妥当な規定であると判断する。

<17>欠陥かどうか疑わしい場合のフェーズドアレイ法による探傷方法を追加

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|---------------|--|
| 規定追加 | 4270 フェーズドアレイ法による探傷方法 4271 基準感度の設定(セクタ走査の場合) 4272 基準感度の設定(リニア走査の場合) 4273 探触子の走査範囲 4274 記録 4275 評価 |

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業(超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認)」(UTS)及び「低炭素ステンレス鋼溶接部の非破壊検査技術実証」(NSA)にて有効性が確認されたフェーズドアレイ法の探傷要領(モード:縦波、周波数:5MHz程度、走査方法:セクタ又はリニア)と同様な探傷方法を規定しており、妥当であると判断する。

<18>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探傷方法を追加

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|---------------|---|
| 規定追加 | 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 4310 対比試験片 4320 探触子 4330 探傷方法 4331 基準感度の設定 4340 走査方法 4350 記録 4360 評価 |

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業（超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認）」(UTS)及び「ニッケル基合金溶接部の非破壊検査技術実証」(NNW)により有効性が判明している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対する探傷要領（モード：縦波、入射角：公称 45°、周波数：2MHz 程度）と同様な探傷方法を規定しており、妥当であると判断する。

ただし、NNW では板厚に対する欠陥深さが 10%～40%程度の SCC の検出実績となっており、現状においては、このような検出限界を踏まえた点検計画を策定するなどの対応が必要である。また、将来においては、産業界において、より検出性を向上させた探傷方法の開発が望まれる。

<19>オーステナイト系ステンレス鋳鋼配管突合せ溶接継手の探傷方法を追加

| UT 指針 2004 年版 | UT 規程 2008 年版 |
|---------------|---|
| 規定追加 | 4400 <u>オーステナイト系ステンレス鋳鋼配管突合せ溶接継手</u> 4410 <u>対比試験片</u> 4420 <u>探触子</u> 4430 <u>探傷方法</u> 4431 <u>基準感度の設定</u> 4440 <u>走査方法</u> 4450 <u>記録</u> 4460 <u>評価</u> |

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業（超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認）」(UTS)で確認できたオーステナイト系ステンレス鋳鋼配管突合せ溶接継手に対する探傷要領（モード：縦波、入射角：公称 45°、周波数：1MHz 程度）と同様な探傷方法を規定しており、妥当であると判断する。

ただし、UTS では評価不要欠陥寸法をわずかに超えた程度の疲労欠陥までの検出実績となっており、現状においては、このような検出限界を踏まえた点検計画を策定するなどの対応が必要である。また、将来においては、産業界において、音圧強度を上げた探触子の採用等により検出性の向上した探傷方法の確証を含めた実機適用への取り組みが望まれる。

<20> PD 認証手法の同等性を明確化

複数手法の組合せを追加

| UT 指針 2004 年版 付録 | UT 規程 2008 年版 付属書 A |
|--|---|
| <p>A-1100 目 的</p> <p>本付録は、超音波探傷試験による欠陥深さ寸法測定要領を定めるものである。ただし、これ以外の方法であって、欠陥評価の保守性を考慮して十分な精度を有すると認められた方法により、欠陥深さ寸法測定を行ってもよい。</p> | <p>A-1100 目 的</p> <p>本付属書は、超音波探傷試験による欠陥深さ寸法測定に適用可能な要領を示す。ただし、これ以外の方法であって、欠陥評価の保守性を考慮して十分な精度を有すると認められた方法により、欠陥深さ寸法測定を行ってもよい。(解説 A-1100-1)</p> <p>また、欠陥深さ寸法測定は、複数の手法又は複数の測定条件で行い、総合的に評価する。(解説 A-1100-2)</p> |
| <p>解説追加</p> | <p>解説 A-1100-1 PD 認証を取得した試験技術者、探傷装置及び手順書を用いて欠陥深さ測定を行う場合 NDIS0603 (以下 PD 認証と略す) の付属書によって認証された範囲において超音波探傷試験技術者、探傷装置および手順書を用いた欠陥深さ寸法測定を行う場合には、JEAC4207-2008 で定められている超音波探傷試験に係る適切な試験方法、必要な技量の取得及び維持を満たすものとして、A-1100 項による「欠陥評価の保守性を考慮して十分な精度を有すると認められた方法」と見なしてよい。</p> |
| <p>解説追加</p> | <p>解説 A-1100-2 欠陥深さ寸法測定の原則</p> <p>き裂の深さは、浅いものから深いものまで想定して、き裂先端を厚さ方向全体にわたり確認する。このために複数の手法の組合せ又は複数の測定条件で、総合評価することを要求した。</p> <p>適用する手法の組合せ等については、適用部位、想定される欠陥等に応じて個別に定めることとなるが、「UTS」及び「PLR 配管サイジング精度確性試験」においては、次のような手法の組合せが用いられており、これらを参考にしてもよい。</p> <p>モード変換波法が適用可能な部位については、欠陥深さ測定に際し、モード変換波法により欠陥深さを推定するものとする。ただし、技術的妥当性を確認できれば PD 又は海外で欠陥深さ測定の認証を取得した手法、探傷装置及び有資格者により欠陥深さ測定を行う場合に限り、モード変換波法による欠陥深さの推定を省略することができる。</p> <p>[適用する手法の組合せの例]</p> <ul style="list-style-type: none"> — モード変換波法、タンデム法及び端部エコー法又は TOFD 法との組合せ — 端部エコー法(縦波/横波、複数の屈折角の組合せ) — フェーズドアレイ法と端部エコー法の組合せ — TOFD 法(複数の交軸の組合せ) — フェーズドアレイ法(焦点、屈折角等に関する任意の複数条件) |

JNESにて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業(超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認)」(UTS)の成果(予備判定:モード変換波法, タンデム法、深さ測定:端部エコー法(縦波/横波)、TOFD法、フェーズドアレイ法)が含まれていること及びNDIS0603(PD認証)による装置及び要領を含めており、妥当な規定であると判断する。

オーステナイト系ステンレス鋼配管の欠陥深さ寸法測定の規定についての評価は、本書4.2.3<8>に示す。

<21>欠陥深さ寸法測定要領に「容器管台内面丸みの部分」と「容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手」を分割

| UT 指針 2004 年版 付録 | UT 規程 2008 年版 付属書 A |
|---|---|
| <p>A-1200 適用範囲 容器及び配管の突合せ溶接継手に適用する。 なお、上記以外の部位で本付録が適用できると判断される場合は、これを準用してもよい。(解説 A-1200)</p> | <p>A-1200 適用範囲 容器(管台内面丸みの部分を含む。)及び配管の突合せ溶接継手(容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手を含む。)に適用する。 なお、上記以外の部位で本付属書が適用できると判断される場合は、これを準用してもよい。(解説 A-1200)</p> |
| <p>解説 A-1200 適用範囲 (前略) a. 発電設備技術検査協会が、経済産業省原子力安全・保安院の委託を受けて平成 7 年度から行っている「超音波探傷試験による欠陥検出性及びサイジング精度に関する確証試験(UTS: Ultrasonic Test & Evaluation for Maintenance Standards)」(以下、「UTS」という。)における平成 14 年度までの成果。 (中略) (後略)</p> | <p>解説 A-1200 適用範囲 (前略) a. <u>原子力発電施設検査技術に関する試験研究事業(平成 4 年度～15 年度上半期に、財団法人 発電設備技術検査協会が経済産業省 原子力安全・保安院からの委託により実施した事業、及びこれを引き継いで平成 15 年度下半期～平成 16 年度に、独立行政法人 原子力安全基盤機構が経済産業省 原子力安全・保安院からの交付金により実施した事業)の内、「超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認」(UTS)における平成 16 年度(最終年度)までの成果。</u> (中略) (d) <u>容器管台内面丸みの部分</u> <u>試験部の厚さ(試験範囲)は内面から母材側へ 25mm とし、管台内面丸みの部分のコーナ円に対して法線方向の疲労き裂を対象としたもの</u> (e) <u>容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手(バタリング部)</u> <u>試験部の厚さは 22.1mm～75.5mm(外面探傷)、内面から母材側 12mm(内面探傷)とし、溶接線バタリング部に平行方向の疲労き裂及び/又は SCC を対象としたもの</u> (後略)</p> |
| <p>A-1222 端部エコー法 (前略) 規定追加</p> | <p>A-1223 端部エコー法 (前略) (4) <u>容器管台内面丸みの部分を管台内面側から測定する場合であって、探触子が接触する面(管台の丸み部)の直径及び曲率半径が 898mm(管台内径)、R133mm(管台内面丸み部の曲率半径)のもの</u> (5) <u>容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手(バタリング部)</u> a. <u>外面側から測定する場合、試験部の厚さが 22.1mm 以上、75.5mm 以下で外径が 149mm 以上、850mm 以下のもの</u> b. <u>容器内面側から測定する場合、試験部の厚さ(試験範囲)は、内面から母材側へ 12mm とし、探触子が接触する面の曲率半径が 254mm を超えるもの</u></p> |

| | |
|---|---|
| <p>A-1223 TOFD 法 (前略) 規定追加</p> | <p>A-1224 TOFD 法 (前略) <u>(4) 容器管台内面丸みの部分</u> a. <u>管台外面側から測定する場合, 探触子が接触する面(管台外面 R 部)の直径及び曲率半径が 199mm(管台肩の外径)以上, R40mm(外面 R 部の曲率半径)以上のもの</u> b. <u>管台内面側から測定する場合, 探触子が接触する面(管台の丸み部)の直径及び曲率半径が 898mm(管台内径), R133mm(管台内面丸み部の曲率半径)のもの</u> <u>(5) 容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手(バタリング部)を容器内面側から測定する場合であって, 試験部の厚さ(試験範囲)は, 内面から母材側へ 12mm とし, 探触子が接触する面の曲率半径が 254mm を超えるもの</u></p> |
| <p>A-3000 端部エコー法による欠陥深さ測定要領 本章は, フェライト鋼系配管, オーステナイト系ステンレス鋼配管及び容器の突合せ溶接継手を対象とした端部エコー法による欠陥深さ寸法測定要領について示す。</p> | <p>A-4000 端部エコー法による欠陥深さ測定要領 本項は, フェライト鋼系配管, オーステナイト系ステンレス鋼配管及び容器の突合せ溶接継手, <u>管台内面丸みの部分及び容器管台とセーフエンドの異種金属突合せ継手部(バタリング部)</u>を対象とした端部エコー法による欠陥深さ寸法測定に適用可能な要領について示す。</p> |
| <p>A-4000 TOFD 法による欠陥深さ測定要領 本章は, フェライト鋼系配管, オーステナイト系ステンレス鋼配管及び容器の突合せ溶接継手を対象とした TOFD 法による欠陥深さ寸法測定要領について示す。</p> | <p>A-5000 TOFD 法による欠陥深さ測定要領 本項は, フェライト鋼系配管, オーステナイト系ステンレス鋼配管, 容器の突合せ溶接継手, <u>容器管台内面丸み部分及び容器管台とセーフエンドの異種金属突合せ継手</u>を対象とした TOFD 法による欠陥深さ寸法測定に適用可能な要領について示す。</p> |

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業(超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認)」(UTS)の成果(深さ測定:端部エコー法(縦波/横波) TOFD 法)が反映されており、容器及び配管の突合せ溶接継手から欠陥深さ寸法測定要領として「容器管台内面丸みの部分」と「容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手」を分割することは、妥当な規定であると判断する。

<22>欠陥深さ測定要領にタンデム法を追加

| UT 指針 2004 年版 付録 | UT 規程 2008 年版 付属書 A |
|---|---|
| A-1210 適用手法 モード変換波法，端部エコー法，TOFD 法及びフェーズドアレイ法による欠陥深さ寸法測定要領について規定する。 | A-1210 適用手法 モード変換波法， <u>タンデム法</u> ，端部エコー法，TOFD 法及びフェーズドアレイ法による欠陥深さ寸法測定要領について示す。 |
| 規定追加 | A-1222 <u>タンデム法</u> (1) 試験部の厚さが 10mm 以上 51mm 以下のオーステナイト系ステンレス鋼配管及び容器(クラッドなし)の突合せ溶接継手 |
| 解説 A-1500-1 用語の定義(モード変換波法) (前略) 規定追加 | 解説 A-1400 用語の定義(モード変換波法) (前略) (2) <u>タンデム法</u> 通常，同じ屈折角をもち，超音波ビームを探傷面上で同じ方向に向けた2個又は2個以上の探触子を必要とする探傷(走査)方法をいう。オーステナイト系ステンレス鋼配管の突合せ継手で欠陥が SCC と推定され，モード変換波が検出された場合には本手法を適用し，以下の手順にて大まかな欠陥深さを把握するのに有効である。 |

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業(超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認)」(UTS)の成果(予備判定:モード変換波法，タンデム法、深さ測定:端部エコー法(縦波/横波)、TOFD 法、フェーズドアレイ法)が反映されており、妥当な規定であると判断する。

<23>タンデム法の適用部位、容器管台内面丸みの部分、及び容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手を追加

| UT 指針 2004 年版 付録 | UT 規程 2008 年版 付属書 A |
|---|--|
| <p>解説 A-1220 適用部位 (前略)</p> <p style="text-align: center;">規定追加</p> <p>(2) 端部エコー法及び TOFD 法に関して、… (中略)</p> <p>c. 厚さ 試験部の厚さの上限に関しては、下記理由により、オーステナイト系ステンレス鋼に限定して設けることとした。</p> <p>(中略)</p> <p style="text-align: center;">規定追加</p> | <p>解説 A-1220 適用部位 (前略)</p> <p>(2) <u>タンデム法は、オーステナイト系ステンレス鋼配管の試験部(厚さ 35mm)の深い SCC に対する欠陥深さの予備判定手法に有効であることが確認されており、UTS 成果を反映し、適用部位は、モード変換波法と同様、試験部の厚さが 10mm 以上 51mm 以下のオーステナイト系ステンレス鋼配管及びこれとほぼ同等の結果が得られると判断される厚さ 51mm 以下の容器(クラッドなし)を含めた。</u></p> <p>(3) 端部エコー法及び TOFD 法に関して、… (中略)</p> <p>c. 厚さ 試験部の厚さの上限に関しては、下記のとおり、<u>フェライト鋼系配管及び容器を除き、「UTS」で確認が得られた範囲とした。</u></p> <p>(中略)</p> <p>(d) <u>容器管台内面丸みの部分の場合、「UTS」で確認が得られた次の範囲とした。</u> <u>管台外面側から測定する場合 内面から母材側へ 25mm</u> <u>管台内面側から測定する場合内面から母材側へ 25mm</u></p> <p>(e) <u>容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手(バタリング部)の場合、「UTS」で確認が得られた次の範囲とした。</u> <u>外面側から測定する場合 22.1mm ~ 75.5mm</u> <u>内面側から測定する場合 内面から母材側 12mm</u></p> |

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業(超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認)」(UTS)の成果(予備判定:モード変換波法, タンデム法、深さ測定:端部エコー法(縦波/横波)、TOFD法)が反映されており、妥当な規定であると判断する。

<24>試験評価員の資格をレベル3からレベル2に変更

| UT 指針 2004 年版 付録 | UT 規程 2008 年版 付属書 A |
|---|--|
| <p>A-1400 試験評価員及び試験員 A-1410 試験評価員及び試験員の資格(解説 A-1410)</p> <p>(1) 試験評価員は、下記の規格・基準のいずれかに従って所定の認定機関により 3 種若しくはレベル 3 と認定された者、又はこれらと同等以上の技術レベルを有する者でなければならない。</p> <p>a. 日本非破壊検査協会 NDIS0601 : 2000 「非破壊検査技術者技量認定規程」 b. 日本工業規格 JIS Z 2305-2001 「非破壊試験-技術者の資格及び認証」 c. AMERICAN SOCIETY FOR NONDESTRUCTIVE TESTING SNT-TC-1A d. ASME Sec. XI Appendix e. European Standard EN473, ISO 9712</p> <p>(2) 試験員は、前項に掲げる規格・基準のいずれかに従って所定の認定機関により 2 種以上若しくはレベル 2 以上と認定された者でなければならない。ただし、試験補助員は除く。</p> | <p>A-1300 試験評価員及び試験員</p> <p>(1) <u>試験評価員は、下記の規格及び基準のいずれかに従って所定の認定機関によりレベル 2 以上若しくは 2 種の有資格者、又はこれらと同等以上の技術レベルを有する者とする。(解説 A-1300)</u></p> <p>a. <u>JIS Z 2305</u> b. <u>NDIS0601</u> c. <u>NDIS0603</u> d. <u>SNT-TC-1A</u> e. <u>ASME Sec. XI Appendix</u> ___ f. <u>EN473</u> g. <u>ISO 9712</u></p> <p>(2) 試験員は、前項に掲げる規格・基準のいずれかに従って所定の認定機関によりレベル 2 以上若しくは 2 種以上の有資格者、又はこれらと同等以上の技術レベルを有する者とする。 ただし、試験補助員は除く。(解説 A-1300)</p> |
| <p>解説 A-1410 試験評価員及び試験員の資格 同等以上の技術レベルを有する者とは、2 種又はレベル 2 であっても関連する教育、訓練を受け、かつ十分な経験を有する者で、3 種又はレベル 3 の監督のもとで評価ができる者をいう。</p> | <p>解説 A-1300 試験評価員及び試験員の資格 同等以上の技術レベルを有する者とは、<u>レベル 2 又は 2 種であっても関連する教育、訓練を受けた者で、評価ができる者をいう。</u></p> <p><u>欠陥深さ寸法測定に関わる試験評価員、試験員及び試験補助員(無資格者)の実施可能な業務は以下を基準とする。なお、ここに記載なき事項は本文 2200 項の規定に従えばよい。(実際の運用ではこれに準じて解釈する。)</u></p> <p>(1) <u>試験評価員：測定手法の確立、測定要領の承認、規格及び仕様書の解釈、欠陥深さ寸法の評価</u></p> <p>(2) <u>試験員：測定機器の調整及び校正、測定(実施することが認められた手法)、測定結果の解析、欠陥深さの報告</u></p> <p>(3) <u>試験補助員：記録(試験員が採取するデータの記録)、自動 UT で採取したデータの処理(判断するものは除く)</u></p> |

UT 規程 2008 年版では、試験員、試験評価員の資格を JIS Z 2305 : 非破壊検査 技術者の資格及び認証 (2001 年版) の 4 . NDT レベルで規定している分類に準拠して試験評価員の資格をレベル 2 以上若しくは 2 種以上の有資格者に変更している。JIS Z 2305

で規定しているレベル2に認証された技術者は、確立されている又は認可されている NDT 手順書に従って、NDT を実施したり、指示する資格があるとされていることから、UT 規程 2008 年版で規定されている範囲で試験結果を評価する場合には、今回の変更はそれに沿っているものと言える。

しかし、軽水炉型原子力発電所用機器の供用期間中における超音波探傷試験については、当院から発出する NISA 文書を踏まえて試験を実施し、試験結果の評価を行う必要がある。新たに要求される事項についての解釈はレベル3の職務であり、試験結果を総合的に評価するに当たってはレベル3の資格が必要と判断する。また、JIS Z2305 では、レベル3には「NDT 設備と職員についての全責任をもつ。」「現行のコード、規格及び NDT 仕様書によって NDT 結果を解釈し、評価する。」及び「他の NDT 方法に関する一般的な知識に精通している。」ことを要求している。

以上のことから、超音波探傷試験による供用期間中検査全体を実施する際にはレベル2又は2種の資格者だけでは不十分であり、レベル3又は3種の資格の保有者、又はこれらと同等以上の技術レベルを有する者が供用期間中検査全体に関する管理、監督、評価等を行う必要がある。

<25>タンデム法による欠陥深さ測定要領を追加

| UT 指針 2004 年版 付録 | UT 規程 2008 年版 付属書 A |
|------------------|--|
| 規定追加 | A-3000 タンデム法による欠陥深さ測定要領 A-3100 目的 A-3200 一般事項 A-3210 試験部の表面状態 A-3220 試験時期 A-3300 使用機材 A-3310 超音波探傷器 A-3320 探触子 A-3330 接触媒質 A-3340 対比試験片 A-3341 材質 A-3342 形状・寸法 A-3343 校正用反射体 A-3400 超音波探傷装置の校正 A-3410 超音波探傷器 A-3500 時間軸及び基準感度の調整 A-3510 一般事項 A-3520 時間軸の調整 A-3530 基準感度の調整 A-3600 測定 A-3610 欠陥位置のマーキング A-3620 タンデム法による測定 A-3700 記録及び解析 A-3720 採取データの保存 A-3730 解析 A-3740 試験記録 |

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業(超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認)」(UTS)により有効性が確認されたタンデム法(探触子個数:2個、モード:横波、入射角:公称45°、周波数:5MHz程度)と同様な測定要領を規定しており、妥当であると判断する。

<26>端部エコー法による容器管台内面丸みの部分の欠陥深さ寸法測定要領を追加

| UT 指針 2004 年版 付録 | UT 規程 2008 年版 付属書 A |
|------------------|---|
| 規定追加 | <p>A-4500 <u>容器管台内面丸みの部分（管台内面 R 部からの探傷）</u></p> <p>A-4510 <u>適用範囲</u></p> <p>A-4520 <u>使用機材</u></p> <p>A-4521 <u>超音波探傷器</u></p> <p>A-4522 <u>探触子</u></p> <p>A-4530 <u>接触媒質</u></p> <p>A-4540 <u>対比試験片</u></p> <p>A-4541 <u>材質</u></p> <p>A-4542 <u>対比試験片の種類</u></p> <p>A-4550 <u>超音波探傷装置の校正</u></p> <p>A-4551 <u>超音波探傷器</u></p> <p>A-4552 <u>探触子</u></p> <p>A-4560 <u>時間軸及び基準感度の調整</u></p> <p>A-4561 <u>一般事項</u></p> <p>A-4562 <u>時間軸の調整</u></p> <p>A-4563 <u>基準感度の調整</u></p> <p>A-4570 <u>測定</u></p> <p>A-4571 <u>欠陥位置の確認</u></p> <p>A-4572 <u>予備測定</u></p> <p>A-4573 <u>端部エコー法による測定</u></p> |

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業（超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認）」(UTS)により有効性が判明している端部エコー法による容器管台内面丸みの部分の欠陥深さ寸法測定要領（モード：横波、入射角：公称 35° 近傍、周波数：2～5MHz 程度）と同様な測定要領を規定しているが、測定誤差が大きく、保守的な評価方法として具体的な運用方法が明確ではない。従って、今回は技術評価の対象外とし、具体的な運用方法については、個別に確認していくこととする。

<27>端部エコー法による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欠陥深さ寸法測定要領を追加

| UT 指針 2004 年版 付録 | UT 規程 2008 年版 付属書 A |
|------------------|--|
| 規定追加 | <u>A-4600 容器管台とセーフエンドの異種金属突合せ継手（バタリング部）</u> <u>A-4610 適用範囲</u> <u>A-4620 使用機材</u> <u>A-4621 超音波探傷器</u> <u>A-4622 探触子</u> <u>A-4630 接触媒質</u> <u>A-4640 対比試験片</u> <u>A-4641 材質</u> <u>A-4642 対比試験片の種類</u> <u>A-4650 超音波探傷装置の校正</u> <u>A-4651 超音波探傷器</u> <u>A-4652 探触子</u> <u>A-4660 時間軸及び基準感度の調整</u> <u>A-4661 一般事項</u> <u>A-4662 時間軸の調整</u> <u>A-4663 基準感度の調整</u> <u>A-4670 測定</u> <u>A-4671 欠陥位置のマーキング</u> <u>A-4672 予備測定</u> <u>A-4673 端部エコー法による測定</u> |

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業（超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認）」(UTS)により有効性が判明している端部エコー法による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欠陥深さ寸法測定要領（モード：横波、入射角：公称 45° 近傍、周波数：2～5MHz 程度）と同様な測定要領を規定しているが、測定誤差が大きく、保守的な評価方法として具体的な運用方法が明確ではない。従って、今回は技術評価の対象外とし、具体的な運用方法については、個別に確認していくこととする。

<28>表面形状の計測を追加

| UT 指針 2004 年版 付録 | UT 規程 2008 年版 付属書 A |
|---|---|
| <p>解説 A-3530 解析（作図による解析）</p> <p>(1) 作図による解析 (前略)</p> <p>b. 試験部の厚さを確認する（実際に測定する，あるいは既存の測定値を使用する）。（解説図 A-3530-1(b)）</p> <p>(後略)</p> | <p>解説 A-4730 解析（作図による解析）</p> <p>(1) 作図による解析 (前略)</p> <p>b. 試験部の厚さを確認する（実際に測定する，あるいは既存の測定値を使用する）。<u>また，影響があると判断された場合は，表面形状をくし型ゲージで型取りし断面形状図に反映する。</u>（解説図 A-4730-1(b)）</p> <p>(後略)</p> |

作図による解析を行う場合は、表面形状の影響を受けるので、くし型ゲージ等で型取りし断面形状図に反映することは精度向上となることから、妥当であると判断する。

<29>TOFD 法による容器管台内面丸みの部分の欠陥深さ寸法測定要領を追加

| UT 指針 2004 年版 付録 | UT 規程 2008 年版 付属書 A |
|------------------|---|
| 規定追加 | <u>A-5500 容器管台内面丸みの部分</u> <u>A-5510 適用範囲</u> <u>A-5520 使用機材</u> <u>A-5521 超音波探傷器</u> <u>A-5522 探触子</u> <u>A-5530 接触媒質</u> <u>A-5540 対比試験片</u> <u>A-5541 材質</u> <u>A-5542 形状・寸法</u> <u>A-5543 対比試験片の種類</u> <u>A-5550 超音波探傷装置の校正</u> <u>A-5551 超音波探傷器</u> <u>A-5552 探触子</u> <u>A-5560 時間軸及び基準感度の調整</u> <u>A-5561 一般事項</u> <u>A-5562 時間軸の調整</u> <u>A-5563 基準感度の調整</u> <u>A-5570 測定</u> <u>A-5571 欠陥位置のマーキング</u> <u>A-5572 予備測定</u> <u>A-5573 TOFD 法による測定</u> |

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業（超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認）」(UTS)により有効性が判明している TOFD 法による容器管台内面丸みの部分の欠陥深さ寸法測定要領（モード：縦波、入射角：公称 25° 近傍、周波数：2～5MHz 程度）と同様な測定要領を規定しているが、測定誤差が大きく、保守的な評価方法として具体的な運用方法が明確ではない。従って、今回は技術評価の対象外とし、具体的な運用方法については、個別に確認していくこととする。

<30>TOFD 法による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欠陥深さ寸法測定要領を追加

| UT 指針 2004 年版 付録 | UT 規程 2008 年版 付属書 A |
|------------------|---|
| 規定追加 | <u>A-5600 容器管台とセーフエンドの異種金属突合せ継手</u> <u>A-5610 適用範囲</u> <u>A-5620 使用機材</u> <u>A-5621 超音波探傷器</u> <u>A-5622 探触子</u> <u>A-5630 接触媒質</u> <u>A-5640 対比試験片</u> <u>A-5641 材質</u> <u>A-5642 形状・寸法</u> <u>A-5643 対比試験片の種類</u> <u>A-5650 超音波探傷装置の校正</u> <u>A-5651 超音波探傷器</u> <u>A-5652 探触子</u> <u>A-5660 時間軸及び基準感度の調整</u> <u>A-5661 一般事項</u> <u>A-5662 時間軸の調整</u> <u>A-5663 基準感度の調整</u> <u>A-5670 測定</u> <u>A-5671 欠陥位置のマーキング</u> <u>A-5672 予備測定</u> <u>A-5673 TOFD 法による測定</u> |

JNES にて実施した安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業(超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認)」(UTS)により有効性が判明している TOFD 法による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欠陥深さ寸法測定要領(モード:縦波、入射角:公称 35°近傍、周波数:2~5MHz 程度)と同様な測定要領を規定しているが、測定誤差が大きく、保守的な評価方法として具体的な運用方法が明確ではない。従って、今回は技術評価の対象外とし、具体的な運用方法については、個別に確認していくこととする。

<31>フェーズドアレイ法による寸法測定に当たりモード変換波法を追加

| UT 指針 2004 年版 付録 | UT 規程 2008 年版 付属書 A |
|--|--|
| <p>A-5272 予備測定 フェーズドアレイ法では原則として予備探傷を要しない。 (後略)</p> | <p>A-6272 予備測定 <u>フェーズドアレイ法による欠陥深さ寸法測定に先立ち、次に掲げる確認を行うことが望ましい。</u> (1) <u>A-2000 項で定めるモード変換波法の実施</u> (後略)</p> |

保安院文書では「き裂が深いものであるか否かを区別する」ことを要求している。モード変換波法はき裂の深さ予備測定に有効であることから、フェーズドアレイ法の予備測定としてモード変換波法を実施することは、妥当な規定であると判断する。

4.2.3 保安院文書の反映

「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について(内規) (平成20年7月11日付け平成20・07・04原院第1号)」では、超音波探傷試験の実施に関して、JEAG4207-2004年版への適合とこれに関する追加条件を規定しているとともに、「溶接継手長さに対する割合で規定された試験程度について、特定の溶接継手に対する試験程度の一部を実施せず、その代替として他の溶接継手に対する試験程度に加えて試験を実施することを妥当と判断する場合は、応力条件及び環境条件が工学的に同等であることを確認し、その理由を記録し保存するものとする」としている。技術評価では、UT規程2008年版で保安院が課した追加条件が適切に反映されているかの評価を行った。(<1> ~ <8>)
評価結果を次に示す。

<1>

| 保安院文書 | UT 規程 2008 年版 |
|---|---|
| 非破壊試験の実施に当たっては、き裂等の検出に適した方法を選択するとともに、き裂等の検出精度を予め確認し記録しておくこと。また、き裂等の大きさの特定（以下「サイジング」という。）を実施する場合には、サイジングに適した方法を選択するとともに、サイジング誤差を予め確認し記録しておくこと。 | 2010 事前確認 本規程を用いる場合、欠陥評価を行う上で、 <u>予め欠陥検出精度及び欠陥寸法測定誤差を確認する。</u> 欠陥寸法測定誤差のうち、欠陥深さ寸法測定誤差に関しては、 <u>附属書A「欠陥深さ寸法測定要領」で示す手法のうち適用したものについて確認し、記録として残す。</u> |

保安院文書では、き裂等の検出精度を確認し記録すること、及びサイジング誤差を確認し記録することを要求しているとおり、UT 規程として欠陥検出精度及び欠陥寸法測定誤差を確認し記録することを規定しており、妥当な記載内容であると判断する。

<2>

| 保安院文書 | UT 規程 2008 年版 |
|---|---|
| <p>維持規格 IA-2360 (接近性) の規定に基づき、構造上接近又は検査が困難であるとして試験が行われない箇所については、当院の指示、機器の構造等の設計的知見及び各種科学的知見を踏まえ、想定されるき裂等を検知するための代替試験及びき裂等の大きさを特定するための代替試験又は推定するための類似箇所の試験結果等を用いた評価等の代替措置を講じること。</p> | <p>2800 試験記録 <u>超音波探傷試験を行った後、次の事項を記録する。また全てのAスコープを記録し、かつ再現可能な場合にはエコー高さ、指示長さ等の記録を残すことを要しない。</u></p> <p>(1) 試験条件 (中略) j. 探傷不可範囲および走査不可範囲 (解説 2800-1) (後略)</p> <p>(解説-2800-1) 探傷および走査不可範囲の考え方 要求されている試験範囲に対して十分な走査ができない場合には、走査不可範囲図あるいは探傷不可範囲図を作成して、記録の一部とする。ここで各々の考え方を以下に示す。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・走査不可範囲：規定の走査範囲に対して十分な探触子走査はできないが、試験範囲に対して垂直探傷および各方向(軸方向/周方向、+方向/-方向)からの斜角探傷で超音波が通過しているもの。 ・探傷不可範囲：試験範囲に対して、各方向からの走査(軸方向/周方向)でまったく超音波ビームの中心軸が透過しない部分を示す。 ・ここで走査不可範囲および探傷不可範囲の記録は、対象部位の実測寸法あるいは設計寸法によって作成する。 <p>4245 探触子の走査範囲 (1) 探触子の走査は、可能な限り維持規格またはJEAC4205で要求する試験範囲全体に超音波が伝ばするように行う。(図-4200-9, 図-4200-10) (2) 試験範囲のうち溶接金属については、原則として、対向する二方向のいずれの方向からも超音波が伝ばするように探触子を走査する。また、隣接母材については、少なくとも一方向から超音波が伝ばするように探触子を走査する。 (3) 試験部の幾何学的形状等の理由により、(2)項の規定が満足できない場合は、2700 項に従い、探傷不可能範囲を記録する。このとき、ある方向から十分な探傷ができない場合には、その反対側からの範囲を広げて、探傷不可能範囲を低減するような走査を行う。</p> |

保安院文書では、構造上接近又は検査が困難であるとして試験が行われない箇所については、当院の指示、機器の構造等の設計的知見及び各種科学的知見を踏まえ、想定されるき裂等を検知するための代替試験及びき裂等の大きさを特定するための代替試験又は推定するための類似箇所の試験結果等を用いた評価等の代替措置を講じることを要求している。これに対し、UT 規程 2008 年版では UT を実施する立場として探傷不可能範囲を低減するような走査を行うこととしており、探傷不可範囲および走査不可範囲があった際には記録することを規定しており、UT 規程としては妥当な記載内容であると判断する。

なお、超音波探傷検査において探傷不可範囲が記録された場合は、事業者は速やかに代替措置計画を策定し、実施することが必要である。

<3>

| 保安院文書 | UT 規程 2008 年版 |
|---|--|
| <p>横波斜角探傷を用いて検出したき裂の疑いを否定できないエコー（DAC20%を超えるものをいう。）については、き裂であるかどうかを2次クリーピング波法により評価し、き裂でないと否定できない場合、その長さを測定する。なお、き裂であるかどうかを2次クリーピング波法により評価するに当たっては、同法による有意なエコー（ブラウン管全目盛の10%を超えるもの）は、原則としてき裂からのエコーと評価すること。</p> | <p>4221 一般 (前略) また、斜角探傷で検出した指示が、欠陥であるかどうか疑わしい場合は、他の屈折角や振動モード、あるいは周波数、周波数帯域、焦点の有無、2次クリーピング波法による試験、フェーズドアレイ法、板厚方向に深さのある反射源か否かを確認するための深さ測定等を追加して行うことができる。（解説-3221-1，解説-4221-1） なお、他の屈折角等による追加の確認探傷は、欠陥かどうか疑わしいか否かにかかわらず実施してもよい。</p> <p>(解説-4221-3) 欠陥であるかどうか疑わしい指示に対する追加の探傷方法 欠陥であるかどうか疑わしい指示について、追加で実施する探傷方法には以下がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・2次クリーピング波法：内面開口欠陥に対して有効 ・他の屈折角で探傷：反射源の面情報 ・縦波斜角法：金属組織等のエコーの識別 ・端部エコーの確認：き裂状反射源の有無 ・高分解能探触子による探傷：反射源の分離確認 ・フェーズドアレイ法：反射源の相対位置の画像表示、深さの有無の確認など <p>これらの探傷方法を状況に応じて評価員が選択し、評価を行う。</p> <p>4267 評価 2次クリーピング波法は、斜角法で欠陥かどうか疑わしい指示が検出された場合に確認のため用いる手法であるため、必ず他の検査手法と組み合わせで総合的に評価を行う。</p> |

本規程の4221では「斜角探傷で検出した指示が、欠陥であるかどうか疑わしい場合は、他の屈折角や振動モード、あるいは周波数、周波数帯域、焦点の有無、2次クリーピング波法による試験、フェーズドアレイ法、板厚方向に深さのある反射源か否かを確認するための深さ測定等を追加して行うことができる。」とし、その解説で保安院文書が対象としたオーステナイト系ステンレス鋼配管のSCCのような内面開口欠陥に対して2次クリーピング波法が有効であると説明している。よって、技術的に妥当な記載内容であると判断する。

<4>

| 保安院文書 | UT 規程 2008 年版 |
|---|--|
| | 2712 試験結果に基づく反射源の位置及び種類の解析 (前略) (2) 反射源の種類の解析 超音波探傷試験で検出されたエコーについて、その反射源が欠陥に基づくものか、試験部の金属組織的变化又は形状に起因するものかを判断するために、解析を行う。表-2712-1 以外のエコー名称を用いる場合には、その定義を明確にしておく。(解説表-2712-1) (後略) |
| <p>ただし、このエコーにはき裂からのもの以外に裏波部からのものも考えられることから、このエコーをき裂からのものではないと評価する場合には、詳細な作図により溶接部近傍からのエコーではないことが確認されること、端部エコー法により端部エコーが確認されないこと又は探触子入射点が接近しすぎていること等の十分な根拠を示すこと。</p> | <p>(解説-2712-1) 反射源の位置の解析 <u>反射源位置の作図において、その後行う反射源の種類の分類に支障をきたすと判断される場合は、以下の手順に従うことが望ましい。</u> (1) <u>表面形状が反射源の種類の分類に影響を与えると判断される場合は、くし型ゲージ(シェイプゲージ)等により表面形状を考慮した上で、反射源位置の解析を行うことが望ましい。</u> (2) <u>溶接継手中心が不明確で反射源の種類の分類に影響を与えると判断される場合は、斜角法または垂直法を用いて溶接継手中心を求めることが望ましい。</u></p> |
| <p>溶接部裏波の位置近傍より有意なエコーが検出された場合には詳細な垂直探傷(概ね 2.5mm 間隔)による板厚測定等により溶接中心位置を確実に把握すること。</p> | <p>(3) <u>内面形状変化がある場合で、反射源の種類の分類に影響を与えると判断される場合は、詳細板厚測定を実施することが望ましい。このとき、オーステナイト系ステンレス鋼の詳細板厚測定を行う場合は、反射源の分類に必要な範囲にわたり、概ね 2.5mm 間隔での測定が望ましい。</u></p> |

保安院文書に記載のとおり、溶接継手中心の明確化及び詳細肉厚測定の実施を規定しており、妥当であると判断する。

<5>

| 保安院文書 | UT 規程 2008 年版 |
|--|---|
| <p>過去の探傷結果を参考に する 際 に、JEAG4207-2004 発行以前に行われた 2 次クリーピング波法による探傷結果を用いて行おうとする場合は、対比試験片、感度校正方法、探傷感度等を JEAG4207-2004 と比較し、その違いが探傷結果に与える影響を適切に評価した上で用いること。</p> | <p>4212 2 次クリーピング波法の対比試験片の形状 2 次クリーピング波法で用いる対比試験片は以下のいずれかとする。ただし、従来から継続して使用している対比試験片がある場合にはこれを使用してもよい。 なお、基準とするノッチの深さは試験部の厚さの 5%以内または $1\text{mm} \pm 0.1\text{mm}$、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。 (1) 4210 項で規定する対比試験片に、基準ノッチを設けたもの。 (2) 平板試験片に基準ノッチを設けたもの。この場合の対比試験片の形状及び反射体配置の例を図-4212-1 に示す。(解説-4212-1)</p> <p>(解説-4212-1) 2 次クリーピング波法用の校正用反射体 2 次クリーピング波の性質を考慮し、校正用反射体はノッチとした。深さについては、設計・建設規格の管における場合の標準試験片の校正用反射体を参考に設定した。また、<u>附属書の解説 A-1200 項で述べている超音波探傷試験による再循環系配管サイジング精度向上に関する確性試験では、深さ 1 mm ノッチが適用されていることから、これを使用してもよいこととした。</u> なお <u>維持規格に規定されている評価不要欠陥寸法によると、板厚が 10 ~ 50 mm の範囲での最小評価不要欠陥寸法が 1.5 ~ 2.0 mm (板厚比で 15%T ~ 4%T) となる。</u> また、従来から継続して使用している対比試験片等がある場合には、検査結果の継続性を考慮し、その試験体を使用してもよいこととした。 <u>なお、以下の通り二次元有限要素法を用いたシミュレーション解析により、周波数が 2 MHz 及び 4 MHz の 2 次クリーピング波法について、次のことが確認されている。</u></p> <p><u>ノッチ深さについて</u> <u>厚さ 40mm の試験片に対しては、本規定によればノッチ深さは 2mm(5%)又は 1mm である。ノッチ深さを 0.5 ~ 6.0 mm と変えて解析した結果を解説図 4212-1 に示すが、2 mm と 1 mm の差は 2 dB 程度である。</u></p> <p><u>ノッチ幅について</u> <u>同様にノッチ幅を 0.1 ~ 10 mm と変えて解析した結果についても 0.1mm ~ 10mm の範囲で 1 dB 程度である。</u> (解説図省略)</p> |

保安院文書に記載のとおり、2 次クリーピング波法用の校正用反射体の形状、手順、方法について明確に規定しており、妥当であると判断する。

<6>

| 保安院文書 | UT 規程 2008 年版 |
|--|---|
| <p>2次クリーピング波法により全周に亘る探傷で多数の反射源があり、き裂が断続的に長いと推測される場合は、2次クリーピング波法の探傷を基準感度との相互切り替えによる読み違いの防止を確実なものとするため、必要に応じて探傷感度を一定の値に固定すること。また、当該基準感度の探傷感度への再調整を実施する場合にあっては、横波斜角探傷の感度校正に用いた対比試験片等の確実な溶接健全部を使用すること。</p> | <p>4263 基準感度の設定 (図-4263-1) (前略)・・・探傷感度とする。この場合には斜角探傷で DAC20%を超えるエコーが検出されない部分あるいは明らかに疑わしいエコーではないと判断される部位とする。</p> <p>(中略)・・・探傷感度を設定する(解説-4263-1)。この場合で、全周に多数の反射源がある可能性を否定できない場合にあっては、2610 項(3)によらず、探傷感度を一定の値に固定して探傷を行うこと。</p> <p>(解説-4263-1) 2次クリーピング波の基準感度設定</p> <p>2次クリーピング波法を長さ測定に用いる場合を考慮して基準感度の設定を要求した。</p> <p>また、健全部(斜角探傷で疑わしい指示が検出されない部分)においても裏波形状等によりエコーが検出される場合があるため、その場合は記録レベル(表示器の全目盛の10%)以下になるように感度を下げることとした。感度を下げた後は、他の複数の健全部で確認することが望ましい。</p> <p>なお、斜角探傷で全周にわたり指示があるような場合は、各プラントで準備されている対比試験片(JEAC 4207 本文 2340 項及び 4210 項で規定する対比試験片)に設けた溶接継手を利用し横穴等の校正用反射体又は参考反射体による影響を受けない部分を用いるか、または探傷する溶接継手と同様な溶接施工条件で溶接された継手の健全部で確認することが望ましい。</p> <p>従来から適用している校正方法がある場合には、継続性を考慮しその手法を用いることができることとした。</p> |

保安院文書に記載のとおり、2次クリーピング波の基準感度設定を規定しており、妥当であると判断する。

<7>

| 保安院文書 | UT 規程 2008 年版 |
|--|---------------|
| 2次クリーニング波法によるエコーをき裂からのものではないと判断する場合にあっては、判定結果について第三者を交えて評価する体制で行うなど客観性を確保して行うこと。 | 記載なし |

本試験規程が適用される場合にあっては、判定に客観性を確保するため、2次クリーニング波法によるエコーをき裂からのものではないと判断する場合にあっては、判定結果について第三者を交えて評価する体制で行うなど客観性を確保して行うことが必要である。

<8>

| 保安院文書 | UT 規程 2008 年版 付属書 A |
|--|--|
| | <p>A-1100 目 的</p> <p>本付属書は、超音波探傷試験による欠陥深さ寸法測定に適用可能な要領を示す。ただし、これ以外の方法であって、欠陥評価の保守性を考慮して十分な精度を有すると認められた方法により、欠陥深さ寸法測定を行ってもよい。(解説 A-1100-1)</p> <p>また、欠陥深さ寸法測定は、複数の手法又は複数の測定条件で行い、総合的に評価する。(解説 A-1100-2)</p> |
| <p>き裂が深いもの(板厚の 20% 程度以上のものをいう。)であるか否かを区分し(モード変換波法を使用する場合、モード変換波によるエコーがあったものを深い、これがないものを浅いとする。)、深いき裂と区分されたものについては縦波による端部エコー法、フェーズドアレイ法を共に使用し、浅いき裂と区分されたものについては、低炭素ステンレス鋼管の場合は縦波による端部エコー法又はフェーズドアレイ法のいずれかを使用し、SUS304 管の場合は横波による端部エコー法を使用して測定し、その深さを評価すること。</p> | <p>解説 A-1100-2 欠陥深さ寸法測定原則</p> <p>き裂の深さは、浅いものから深いものまで想定して、き裂先端を厚さ方向全体にわたり確認する。このために複数の手法の組合せ又は複数の測定条件で、総合評価することを要求した。</p> <p>適用する手法の組合せ等については、適用部位、想定される欠陥等に応じて個別に定めることとなるが、「UTS」及び「PLR 配管サイジング精度確性試験」においては、次のような手法の組合せが用いられており、これらを参考にしてもよい。</p> <p>モード変換波法が適用可能な部位については、欠陥深さ測定に際し、モード変換波法により欠陥深さを推定するものとする。ただし、技術的妥当性を確認できれば PD 又は海外で欠陥深さ測定の認証を取得した手法、探傷装置及び有資格者により欠陥深さ測定を行う場合に限り、モード変換波法による欠陥深さの推定を省略することができる。</p> |
| <p>上記のモード変換波法により深いき裂であると区分された場合には、端部エコー法、フェーズドアレイ法それぞれで得られたき裂先端部からの端部エコーの位置から求める深さ測定値のうち、大きいものを当該き裂の深さ測定値とすること。</p> | <p>[適用する手法の組合せの例]</p> <ul style="list-style-type: none"> — <u>モード変換波法、タンデム法及び端部エコー法又は TOFD 法との組合せ</u> — <u>端部エコー法(縦波/横波、複数の屈折角の組合せ)</u> — <u>フェーズドアレイ法と端部エコー法の組合せ</u> — <u>TOFD 法(複数の交軸の組合せ)</u> — <u>フェーズドアレイ法(焦点、屈折角等に関する任意の複数条件)</u> |

| | |
|--|--|
| <p>測定及び評価に当たっては、適用する測定手法の特性を十分考慮し、測定の過程で想定されるき裂の性状に応じて、き裂先端部からの端部エコーと考えられるものを洩れなく把握し、得られたエコーの反射源をき裂屈曲点、き裂先端部、母材と溶接金属の境界部等に適切に区分するとともに、明らかに端部エコーではないと判断されるものを除き端部エコーとするなど保守的な評価を行うこと。</p> | <p>A-1311 教育及び訓練の内容</p> <p>試験員及び試験評価員は、適用手法及び適用範囲について、次に掲げる教育及び訓練を受けるものとする。</p> <p>(1) 適用手法に関する原理、取扱方法及び試験結果の解読方法の習得</p> <p>(2) 測定対象に関する知見（材料、溶接方法、形状、想定される欠陥の種類及び形態等）及び測定対象の超音波特性に関する知見の習得</p> <p>(後略)</p> |
| | <p>解説 A-1311-1 試験体の欠陥と形状</p> <p>(1) 想定される欠陥又はこれと同等な性状を模擬した欠陥を付与した試験体での訓練と類似形状の試験体での訓練を求めた。</p> <p>(後略)</p> |
| | <p>A-4730 解析</p> <p>A-4710 項に従い採取した記録に基づき解析を行う。 (解説 A-4730)</p> <p>(後略)</p> |
| | <p>解説 A-4730 解析（作図による解析）</p> <p>(前略)</p> <p>(4) 留意事項</p> <p>端部エコー法による欠陥深さ寸法測定にあたっての留意事項を下記に示す。</p> <p>a. 測定誤差</p> <p>(前略)</p> <p>測定誤差の主な要因は、試験員の技量を除き、以下のものが考えられる。</p> <p>(a) 欠陥性状に起因するもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ・欠陥の段付き部 <p>欠陥が板厚方向に進展していく過程で生じる段付き部（又は屈曲点）が反射源となり、これを欠陥先端部からの端部エコーと判断して測定する場合がある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・欠陥の傾き <p>欠陥が進展していく過程で、全体的に溶接部側に傾く場合もある。このような傾きの影響で、端部エコーの識別性が低下することがある。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・欠陥先端位置 <p>オーステナイト系ステンレス鋼溶接継手（溶接部境界及び溶接金属内）のように金属組織ノイズが発生し易い位置に、欠陥先端が存在した場合、端部エコーの識別性の低下とともに金属組織ノイズを端部エコーとして判断を誤る可能性がある。</p> <p>(後略)</p> |

オーステナイト系ステンレス鋼配管の欠陥深さ寸法測定については、PD 認証外方法

で実施する場合の手法の組み合わせは、保安院文書に記載の浅いき裂と区分されたものについては、本付属書〔適用する手法の組合せの例〕に記載の組合せで妥当であるが、深いき裂と区分されたものについては、き裂先端が溶接金属中に存在するか、母材と溶接金属境界近傍に存在するため、保安院文書に記載のとおり、「き裂が深いもの（板厚の20%程度以上のものをいう。）であるか否かを区分し（モード変換波法を使用する場合、モード変換波によるエコーがあったものを深い、これがないものを浅いとする。）、深いき裂と区分されたものについては縦波による端部エコー法、フェーズドアレイ法を共に使用し、それぞれで得られたき裂先端部からの端部エコーの位置から求める深さ測定値のうち、大きいものを当該き裂の深さ測定値とすること。」が必要である。

4.2.4 JEAG4207-2004 技術評価時に示された運用上の留意点及び今後の課題とした事項

JEAG4207-2004 の技術評価においては添付資料-2 に示す運用上の留意点及び今後の課題を挙げていた。UT 規程 2008 年版の適用に当って、日本電気協会「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指針 (JEAG4207-2004)」に関する技術評価書 (平成 16 年 8 月 27 日) において運用上の留意点及び今後の課題とされた事項について検討した結果を示す。

<1>運用上の留意点

技術評価書の7．運用上の留意点

JEAG4207-2004 は、6．結論に示したとおり、規制上の要求事項を満たすものであるが、今後、実際に各原子力発電所において、供用期間中検査で要求される超音波探傷試験の実施に当たって JEAG4207-2004 を適用するに際しては次の事項に留意すべきである。

(1) PD制度が未整備であることへの対応

PD制度が確立されるまでの間は、当面の暫定措置として、供用期間中検査における改良UTによるひび割れ深さの測定に係る検査プロセスについて、定期検査又は定期安全管理審査の際、独立行政法人原子力安全基盤機構（以下「機構」という。）がその適切性の確認を行うことが必要である。

(2) 保守的な評価への対応

改良UTを適用したき裂に対する健全性評価については、平成16年8月10日に総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会原子炉安全小委員会にてとりまとめられた「原子炉再循環系配管に係る健全性評価方法について」にしたがい、測定精度のばらつきを考慮し、き裂の深さを保守的にモデル化して評価を行う必要がある。

JEAG 4207-2004 の技術評価の時点では、PD 制度が確立してなく、オーステナイト系ステンレス鋼配管の深さ寸法測定が過小評価していた事例が認められていたため、留意事項としていたものである。現在では、オーステナイト系ステンレス鋼配管の深さ寸法測定の PD 制度が確立しており、PD 有資格者が実施する場合の条件等はなく、PD 認証外方法による場合には、

、保守的な評価への対応として、欠陥検知後の欠陥評価において、測定精度のばらつきを考慮し、き裂の深さを保守的にモデル化して、即ち 4.4mm を加算して評価を行うこととしている。

このため、今回、新たに留意事項として抽出する事項はない。

<2>今後の課題

技術評価書の 8 . 今後の課題

UTによる検査技術は、原子力発電所の安全確保の基礎となるものとして極めて重要なものである。今後ともこれによる欠陥の検出及び寸法測定に係るデータを蓄積し、その分析評価を通じ、測定精度のばらつきを少なくしつつ、その向上を図るとともに、検査精度を含む検査の能力の向上を図る観点から、PD制度の早期確立を図るとともに、既存の検査技術の改良、新しい検査技術の導入に積極的に取り組むことが望ましい。

低炭素ステンレス鋼管及びSUS304管の応力腐食割れによるき裂のサイジングについてはPD制度が確立されているが、引き続きPD制度の拡充を図ることが望ましい。

また、UTによる検査技術は、原子力発電所の安全確保の基礎となるものとして極めて重要なものであり、最近においては、オーステナイトステンレス鋼配管溶接部のみならず、蒸気発生器一次冷却材入口管台や原子炉容器出口管台等において、管台とセーフエンドのNi基合金を使用した異材溶接部にPWSCCが顕在化してきており、引続きデータ蓄積、検査技術の改良、新しい検査技術の導入は今後の課題であり、産業界に期待するものである。

4.3 技術評価のまとめ

(1) 規格策定プロセス

日本電気協会規約に基づき、中立性、公正性、公開性に則り、策定された規格であることを確認した。

(2) 相違点（改訂内容）の技術評価

引用規格の引用年度等の変更

本項目に該当する規格は3件あるが、規格の改定においては、超音波探傷試験に係る内容の変更はなく、それぞれ技術評価が行われていることから、いずれの引用も妥当と評価する。

国内外の知見等の反映

本件に該当する変更は25件に集約できる。このうち14件については、適用に当たっての妥当性を確認したが、残りの以下の3件については適用に当たっての追加要件を課すこととした。追加要件は5.2(1)～(2)に示す。

| 規定番号 | 変更内容 |
|--------------------------------------|--------------------------------|
| 2200 解説 2200-1 | 試験評価員の資格をレベル3からレベル2に変更 |
| A-1100 解説 A-1100-1 解説 A-1100-2 | PD 認証手法の同等性を明確化 複数手法の組合せを追加 |
| A-1300 解説 A-1300 | 試験評価員の資格をレベル3からレベル2に変更 |

また、以下の6件については電気協会への要望事項を付すこととした。要望事項は5.3(1)～(2)に示す。

| 規定番号 | 変更内容 |
|--------------------------------|---|
| 2350 解説 2350-1 | 自動探傷装置を使用する場合の原則を追加 |
| 2720 解説 2720-1 解説 2720-2 | クラッド付きノズルコーナ部の欠陥長さ推定方法を追加 |
| A-4500～ A-4573 | 端部エコー法による容器管台内面丸みの部分の欠陥深さ寸法測定要領を追加 |
| A-4600～ A-4673 | 端部エコー法による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欠陥深さ寸法測定要領を追加 |
| A-5500～ A-5573 | TOFD 法による容器管台内面丸みの部分の欠陥深さ寸法測定要領を追加 |
| A-5600～ A-5673 | TOFD 法による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欠陥深さ寸法測定要領を追加 |

さらに、以下の2件については、今後の課題として産業界への要望を付すこととした。課題は5.4(1)(2)に示す。

| 規定番号 | 変更内容 |
|-----------|----------------------------------|
| 4300～4360 | 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探傷方法を追加 |
| 4400～4460 | オーステナイト系ステンレス鋼配管突合せ溶接継手の探傷方法を追加 |

保安院文書の反映

「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について(内規)(平成20年7月11日付け平成20・07・04原院第1号)」との対応から技術的妥当性を評価し、以下の2件の追加要件を引き続き課すこととした。追加要件は5.2(3)(4)に示す。

- ・2次クリーニング波法によるエコーをき裂からのものではないと判断する場合の判定結果の客観性確保。
- ・超音波探傷試験で、深いき裂と区分された場合の手法の組合せ。

(3) JEAG4207-2004 技術評価時に示された留意点及び今後の課題とされた事項

添付資料-2に示す留意点及び今後の課題について検討し、以下の2点をそれぞれ、追加要件及び今後の課題とした。追加要件は5.2(3)に、今後の課題は5.4(3)に示す。

- ・PD認証外方法で実施する場合の評価方法
- ・UT検査技術の向上

5. UT 規程 2008 年版の適用に当たっての条件と課題

5.1 技術基準における位置付け

UT 規程は、軽水炉型原子力発電所の供用期間中検査で要求される超音波探傷試験について、主に欠陥の検出に関する具体的な事項を規定しており、「技術基準」第9条の2第1号の解釈として定める保安院文書「発電用原子力設備における破壊を引き起こすき裂その他の欠陥の解釈について(内規)(平成20年7月11日付け平成20・07・04 原院第1号)」の中で、基となる JEAG4207-2004 年版をき裂等の検出とサイジングのための仕様規定として引用している。

5.2 適用に当たっての条件

4 項の技術評価の結果に基づき、以下のとおり適用にあたっての条件を規制上の要求事項として求めることとする。

(1) 試験評価員の資格をレベル3からレベル2に変更

超音波探傷試験による供用期間中検査全体を実施する際には、レベル3もしくは3種の資格の保有者、又はこれらと同等以上の技術レベルを有する者が供用期間中検査全体に関する管理、監督、評価等を行うこと。

(2) PD 認証外方法で実施する場合の評価方法

オーステナイト系ステンレス鋼配管の欠陥深さ寸法測定については、深いき裂と区分されたものについては縦波による端部エコー法、フェーズドアレイ法を共に使用し、それぞれで得られたき裂先端部からの端部エコーの位置から求める深さ測定値のうち、大きいものを当該き裂の深さ測定値とすること。

(3) 2次クリーニング波法の第三者評価

本試験規程が適用される場合にあっても、2次クリーニング波法によるエコーをき裂からのものではないと判断する場合にあっては、判定結果について第三者を交えて評価する体制で行うなど客観性を確保して行うこと。

5.3 日本電気協会への要望事項

(1) 自動探傷装置を使用する場合の原則を追加

自動探傷装置を使用する場合の原則のみが記載されており、位置精度、探傷ピッチ等詳細が規定されていないことや、予め作動精度等の確認方法(第三者による確認等)が具体的に規定されていないことから、規程を運用する際に混乱が生じないよう具体的な記載を要望する。

(2) 特定部位における欠陥深さ寸法測定要領の追加

JNES にて実施している安全研究「原子力発電施設検査技術実証事業(超音波探傷試験における欠陥検出性及びサイジング精度の確認)」(UTS)により、下記 ~ の

欠陥寸法測定要領を規定しているが、深さ測定誤差が大きく、保守的な評価方法として具体的な運用方法が明確ではないため、今回は技術評価の対象外としている。今後の運用等の状況を踏まえ、下記 ～ について具体的な評価方法の記載を検討するよう希望する。

本文 2720(解説-2720-2)クラッド付きノズルコーナ部の欠陥長さ推定方法
付属書 A-4500～A-4573 端部エコー法による容器管台内面丸みの部分の欠陥深さ寸法測定

付属書 A-4600～A-4673 端部エコー法による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欠陥深さ寸法測定要領

付属書 A-5500～A-5573TOFD 法による容器管台内面丸みの部分の欠陥深さ寸法測定要領

付属書 A-5600～A-5673TOFD 法による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欠陥深さ寸法測定要領

5.4 今後の課題

今後の課題として、以下への取組みを産業界に要望する。

(1) 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探傷方法を追加

NNW では 10%～40%程度の SCC の検出実績となっており、現状においては、このような検出限界を踏まえた点検計画を策定するなどの対応が必要であり、将来においては、検出性を向上させた探傷方法の開発が望まれる。

(2) オーステナイト系ステンレス鋼配管突合せ溶接継手の探傷方法を追加

UTS では評価不要欠陥寸法をわずかに超えた程度の疲労欠陥までの検出実績となっており、現状においては、このような検出限界を踏まえた点検計画を策定するなどの対応が必要であり、将来においては、音圧強度を上げた探触子の採用等により検出性の向上した探傷方法の確証を含めた実機適用への取組みが望まれる。

(3) UT 検査技術の向上

UT による検査技術は、原子力発電所の安全確保の基礎となるものとして極めて重要なものである。最近においては、オーステナイトステンレス鋼配管溶接部のみならず、セーフエンドの異材溶接部に PWSCC が顕在化してきている。このことから、今後ともこれによる欠陥の検出及び寸法測定に係るデータを蓄積し、その分析評価を通じ、測定精度のばらつきを少なくしつつ、その向上を図るとともに、検査精度を含む検査の能力の向上を図る観点から、PD 制度の拡充を図るとともに、既存の検査技術の改良、新しい検査技術の導入に積極的に取り組むことが望ましい。

添 付 資 料

日本電気協会 UT 規程 2008 年版の 2004 年版からの技術的変更点一覧

| No. | 頁 | 規程番号 | 変更内容 | 分類 |
|-----|---|---|---|----|
| 1 | 2 | 1320 関連規格 | (1)引用した関連規格の発行年を追加。 (2)質疑応答集を関連規格の定義から削除。 (3)NDIS の定義を追加。 (4)JIS Z 2350 JIS Z 3060 NDIS 2418 NDIS 2423 の追加とそれに伴う番号の変更。 (5)ISO , SNT-TC-1A , EN473 については , 最新版の発行年を記載。ASME Sec. V , ASME Sec. X については現行 JEAG で参照した発行年に従った。 (6)ASME を最新版へ変更。 | |
| 2 | 4 | 2010 事前確認 解説-2010-1 事前確認 | (1) 2005 年に P D 制度が規程されたため、NDIS0603 を適用可能とする旨追記。 | |
| 3 | 4 | 2200 試験評価員及び試験員 解説-2200-1 試験評価員及び試験員 | (2) 試験評価員に要求される所定の認定機関によりレベルを、以下のとおりランクダウン 3 種若しくはレベル 3 レベル 2 以上若しくは 2 種以上の有資格者 (3) 試験員に要求される所定の認定機関によりレベルを、以下のとおりランクダウン 2 種若しくは 1 種又はレベル 2 若しくはレベル 1 と認定された者 レベル 1 以上又は 1 種以上の有資格者 | |
| 4 | 5 | 2320 探触子 解説-2320-1 超音波 E-ト の選定 | (1) 解説を追加 ・縦波 / 横波を選択する考え方を JNES レポートより抜粋して解説に追加 ・従来の不可範囲部分を縦波で補完する場合には縦波 / 横波併用であることを明確化 | |
| 5 | 6 | 2342 垂直法及び斜角法の校正用反射体 解説-2342-1 突合せ継手用対比試験片の反射体 | (1) 縦波斜角探傷の場合には、横穴に加えてノッチ使用を追加。 ・JNES 試験研究で、異材継手部の溶金を通過させての探傷および周方向探傷では、縦波斜角探傷が有効であることが報告されている ・JNES 試験研究で、縦波斜角探傷の場合にはノッチあるいはノッチを模擬した段差を有する対比試験片を用いることが有効であることが報告され | |

| No. | 頁 | 規程番号 | 変更内容 | 分類 |
|-----|----|--|---|----|
| | | | ている | |
| 6 | 7 | 2350 自動探傷装置 解説-2350-1 自動探傷装置を使用する場合の原則 | (1) 自動探傷装置を使用する場合の原則を追記 | |
| 7 | 8 | 2510 一般事項 解説-2510-2 複数の試験員で探傷装置を共有する場合 解説-2510-3 探傷システムの調整及び確認 | (1) 複数検査員で探傷器を「共有」していると考えられる場合には、試験員の交代時の時間軸及び基準感度の確認は省略できる旨を明記。また後キャリは代表1名でよい旨を明記。 (2) 自動探傷時には12時間ごとの確認を要求しないことを明記。 | |
| 8 | 8 | 2520 調整方法 | (1) エコー高さを80%、50%に設定する時の許容値を設定。 | |
| 9 | 11 | 2712 試験結果に基づく反射源の位置及び種類の解析 解説-2712-1 反射源の位置の解析 | (1) 反射源位置の解析等で、溶接継手中心に疑義がある場合などはこれを明確化するよう解説に追記。 | |
| 10 | 12 | 2720 欠陥寸法測定 解説-2720-1 欠陥寸法測定を要する場合 解説-2720-2 欠陥長さ寸法を測定する場合 | (1) JNES 試験研究成果を反映し、クラッド付き管台内面の丸みの部分およびステンレス鋳鋼、異種金属溶接継手部（バタリング部に検出された欠陥に限る）の欠陥長さ測定については、これによらず保守的な評価方法を例示。 | |
| 11 | 12 | 2721 クラス1(第1種)機器 解説-2721-1 欠陥指示が溶接部にある場合 | (1) JNES 試験研究成果を反映。 | |
| 12 | 13 | 2730 試験結果の評価 解説-2730-1 追加の探傷 | (1) 維持規格や設計・建設規格、溶接規格との関連で、追加の探傷(各々の規格に従った探傷)を実施する必要がある。これを明確化 | |
| 13 | 13 | 2800 試験記録 解説-2800-1 | (1) 探傷不可範囲があった場合の記録に関し、探傷不可範囲の考え方を例図として追記 | |

| No. | 頁 | 規程番号 | 変更内容 | 分類 |
|-----|----|---|--|----|
| | | 探傷および走査不可範囲の考え方 | | |
| 14 | 20 | 3211 一般 | (1) 欠陥かどうか疑わしい場合の追加探傷方法の追加(容器) | |
| 15 | 48 | 4200 配管の突合せ溶接継手 | (1) 配管の突合せ溶接継手から「容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手」と「オーステナイト系ステンレス鋼配管突合せ溶接継手」の項を分割 | |
| 16 | 48 | 4211 縦波斜角法の校正用反射体 | (1) 縦波斜角探傷の場合には、横穴に加えてノッチ使用を追加。 ・ JNES 試験研究で、異材継手部の溶金を通過させての探傷および周方向探傷では、縦波斜角探傷が有効であることが報告されている ・ JNES 試験研究で、縦波斜角探傷の場合にはノッチあるいはノッチを模擬した段差を有する対比試験片を用いることが有効であることが報告されている | |
| 17 | 48 | 4212 2次クリーピング波法の対比試験片の形状 解説-4212-1 2次クリーピング波法用の校正用反射体 | (1) 2次クリーピング波法用の校正用反射体の形状、手順、方法を明確化 | |
| 18 | 49 | 4221 一般 解説-4221-1 斜角法において欠陥であるかどうか疑わしい指示 解説-4221-2 探傷方法の一般 解説-4221-3 欠陥であるかどうか疑わしい指示に対する追加の探傷方法 解説-4221-4 周方向探傷の場合 4267 評価 | (1) 垂直探傷適用範囲は、“過去に、現在の校正方法・記録レベルが同一の条件で探傷したISI等の客観的記録がある場合”に限定することを明記。 (2) 斜角探傷で検出した指示が、欠陥であるかどうか疑わしい場合は、他の屈折角や振動モード、あるいは周波数、周波数帯域、焦点の有無、2次クリーピング波法による試験、フェーズドアレイ法、板厚方向に深さのある反射源か否かを確認するための深さ測定等を追加して行うことができることを追記。 | |
| 19 | 51 | 4244 探触子の走査方向 | (1) JNES 試験研究成果を反映し、溶接線の両側からの探傷が不可能で、片側探 | |

| No. | 頁 | 規程番号 | 変更内容 | 分類 |
|-----|-----|---|--|----|
| | | 解説-4224-2 片側からの探傷の場合 | 傷行う場合の推奨事項を追記。 | |
| 20 | 51 | 4245 探触子の走査範囲 | (1) ある方向から十分な探傷ができない場合には、その反対側からの範囲を広げて、探傷不可能範囲を低減するような走査を行うことを明記 | |
| 21 | 52 | 4250 縦波斜角法による探傷方法 ~ 4255 探触子の走査範囲 | (1) 縦波斜角法による探傷方法を追記。 | |
| 22 | 54 | 4263 基準感度の設定(図-4263-1) 解説-4263-1 2次クリーニング波の基準感度設定 | (1) 基準感度設定に関し、以下を明記。 ・基準ノッチからエコーを表示器の全目盛の80%になるような感度調整。 ・基準感度で健全部にエコーが観察された場合の処置。 ・全周に多数の反射源がある可能性を否定できない場合の処置。 | |
| 23 | 55 | 4270 フェーズドアレイ法による探傷方法 ~ 4275 評価 | (1) 欠陥かどうか疑わしい場合のフェーズドアレイ法による探傷を追記。 | |
| 24 | 73 | 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 ~ 4360 評価 | (1) 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規定を追記。 | |
| 25 | 78 | 4400 オーステナイト系ステンレス 鋳鋼配管突合せ溶接継手 ~ 4360 評価 | (1) オーステナイト系ステンレス鋳鋼配管突合せ溶接継手の規定を追記。 | |
| 26 | 附-1 | A-1100 目的 解説 A-1100-1 PD 認証を取得した技術者、探傷装置及び手順書を用いて欠陥深さ測定を行う場合 解説 A-1100-2 | (1) 欠陥深さ寸法測定は、複数の手法又は複数の測定条件で行い、総合的に評価することを追記。 | |

| No. | 頁 | 規程番号 | 変更内容 | 分類 |
|-----|------|--|---|----|
| | | 欠陥深さ寸法測定原則 | | |
| 27 | 附-1 | A-1200 適用範囲 解説 A-1200 適用範囲 | (1) JNES 試験研究成果を反映し、容器管台内丸みの部分及び容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手を追記。 | |
| 28 | 附-1 | A-1210 適用手法 | (1) JNES 試験研究成果を反映し、タンデム法を追記。 | |
| 29 | 附-1 | A-1220 適用部位 | (1) JNES 試験研究成果を反映 ・タンデム法を追記 ・厚さに関する規定を追記 | |
| 30 | 附-1 | A-1222 タンデム法 | (1) JNES 試験研究成果を反映して新たに追記。 | |
| 31 | 附-1 | A-1223 端部エコー法 | (1) JNES 試験研究成果を反映して、容器管台内丸みの部分及び容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手を追記。 | |
| 32 | 附-2 | A-1224 TOFD 法 | (1) JNES 試験研究成果を反映して、容器管台内丸みの部分及び容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手を追記。 | |
| 33 | 附-3 | A-1300 試験評価員及び試験員 解説 A-1300 試験評価員及び試験員の資格 | (1) 試験評価員に要求される所定の認定機関によりレベルを、以下のとおりランクダウン 3 種若しくはレベル 3 レベル 2 以上若しくは 2 種以上の有資格者 | |
| 34 | 附-4 | A-1400 用語の定義(モード変換波法) | (1) 用語の定義にタンデム法を追加。 | |
| 35 | 附-15 | A-3000 タンデム法による欠陥深さ測定要領 ～ A-3740 試験記録 | (1) タンデム法による欠陥深さ測定要領を追加。 | |
| 36 | 附-19 | A-4000 端部エコー法による欠陥深さ寸法測定要領 | (1) JNES 試験研究成果を反映して、容器管台内丸みの部分及び容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手を追記。 ・A-4500 に容器管台内面の丸みの部分（管台内面 R 部からの探傷）を規定 ・A-4600 に容器管台とセーフエンドの異種金属突合せ継手（パタリング部）を規定 | |
| 37 | 附-28 | A-4500 容器管台内面の丸みの部分（管台内 | (1) 端部エコー法による容器管台内面丸みの部分の欠陥深さ寸法測定要領を追 | |

| No. | 頁 | 規程番号 | 変更内容 | 分類 |
|-----|-------------------|---|--|----|
| | ~ 附-30 | 面 R 部からの探傷) ~ A-4573 端部エコー法による測定 | 加 | |
| 38 | 附-31 ~ 附-30 | A-4600 容器管台とセーフエンドの異種金属 突合せ継手（バタリング部） ~ A-4673 端部エコー法による測定 | (1) 端部エコー法による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欠陥深さ寸法測定要領を追加 | |
| 39 | 附-35 | A-4730 解析 解説 A-4730 解析（作図による解析） | (1) 表面形状の計測を追加 | |
| 40 | 附-37 ~ 附-47 | A-5000 TOFD 法による欠陥深さ寸法測定要 領 A-5573 TOFD 法による測定 | (1) JNES 試験研究成果を反映して、容器管台内丸みの部分及び容器管台とセーフエンドとの異種金属突合せ溶接継手を追記。 ・ A-5500 に容器管台内面丸み部分を規定 ・ A-5600 に容器管台とセーフエンドの異種金属突合せ継手を規定 | |
| 41 | 附-47 ~ 附-49 | A-5600 容器管台とセーフエンドの異種金属 突合せ継手 ~ A-5673 TOFD 法による測定 | (1) TOFD 法による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欠陥深さ寸法測定要領を追加 | |
| 42 | 附-54 | A-6272 予備測定 | (1) フェーズドアレイ法による寸法測定に当たりモード変換波法を追加 | |

日本電気協会「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指針（JEAG4207-2004）」に関する技術評価書（平成16年8月27日）において、運用上の留意点及び今後の課題とされた事項

1．運用上の留意点（技術評価書の7．運用上の留意点に記載）

JEAG4207-2004は、6．結論に示したとおり、規制上の要求事項を満たすものであるが、今後、実際に各原子力発電所において、供用期間中検査で要求される超音波探傷試験の実施に当たって JEAG4207-2004 を適用するに際しては次の事項に留意すべきである。

（1）PD制度が未整備であることへの対応

PD制度が確立されるまでの間は、当面の暫定措置として、供用期間中検査における改良UTによるひび割れ深さの測定に係る検査プロセスについて、定期検査又は定期安全管理審査の際、独立行政法人原子力安全基盤機構（以下「機構」という。）がその適切性の確認を行うことが必要である。

（2）保守的な評価への対応

改良UTを適用したき裂に対する健全性評価については、平成16年8月10日に総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会原子炉安全小委員会にてとりまとめられた「原子炉再循環系配管に係る健全性評価方法について」にしたがい、測定精度のばらつきを考慮し、き裂の深さを保守的にモデル化して評価を行う必要がある。

2．今後の課題（技術評価書の8．今後の課題に記載）

UTによる検査技術は、原子力発電所の安全確保の基礎となるものとして極めて重要なものである。今後ともこれによる欠陥の検出及び寸法測定に係るデータを蓄積し、その分析評価を通じ、測定精度のばらつきを少なくしつつ、その向上を図るとともに、検査精度を含む検査の能力の向上を図る観点から、PD制度の早期確立を図るとともに、既存の検査技術の改良、新しい検査技術の導入に積極的に取り組むことが望ましい。

(参考) 検査技術評価ワーキンググループ委員名簿

| | | |
|----|-------|---|
| 主査 | 宮 健三 | 法政大学大学院システムデザイン研究科客員教授 |
| | 安藤 柱 | 横浜国立大学大学院工学研究科教授 |
| | 古村 一郎 | 財団法人発電設備技術検査協会溶接・非破壊検査技術センター 研究グループ長 |
| | 小林 英男 | 横浜国立大学特任教授 |
| | 酒井 信介 | 東京大学大学院工学系研究科教授 |
| | 庄子 哲雄 | 東北大学大学院工学研究科教授 |
| | 高木 敏行 | 東北大学流体科学研究所教授 |
| | 船田 立夫 | 独立行政法人原子力安全基盤機構技術顧問 |
| | 野本 敏治 | 財団法人溶接接合工学振興会理事長 |
| | 三原 毅 | 富山大学大学院理工学研究部教授 |

(参考) 検査技術評価ワーキンググループの検討経緯

第27回基準評価ワーキンググループ・第31回検査技術評価ワーキンググループ合同
会合(平成20年11月11日)

- ・日本電気協会「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(JEAC 4207-2008)」について、原子力安全・保安院及び独立行政法人原子力安全
基盤機構が作成した技術評価書案を審議。

パブリックコメント(平成20年11月21日~12月22日)

- ・パブリックコメント1件。

(平成21年2月技術評価書としてとりまとめ)