

非破壊試験技術実用化研究委員会

9.1 委員会設立と経緯

本委員会は、国内に初めて核燃料再処理施設を建設するための技術開発として、1992（平成4）年度に「低エネルギー線源実用化試験委員会（Yb委員会）」（日本原子力研究所、大岡紀一委員長）として発足させ、主にYb-169線源の実用化試験を実施してきた。この理由としては、核燃料再処理施設は軽水炉とは異なり薄肉小口径配管等が多用されるため放射線透過試験（RT；Radiographic Testing）においてX線装置の代替線源として低エネルギー線源の開発および適用の確立が不可欠とされたためである。

委員会の成果としてYb-169線源の国産化に成功し、1996年度からは国産Yb-169線源の安定供給が行われるようになり、委員会活動もより活発となった。1997年度から海外の関連機関との技術交流を含めた試験・研究を展開するとともに、デジタルラジオグラフィのための基礎試験を行ってきた。一方、溶接構造物などの安全性を確保するための非破壊試験の一つとして、RTによる“きず”の検出に加えて、2000年度からは、RTによる“きず”の高さ測定に関する試験・研究に着手し、これを可能とした。

9.2 委員会の目的、趣旨

溶接構造物などの安全性を確保することの重要性が年々高まりつつある中、国産Yb-169線源の安定供給が行われるようになり、低エネルギー線源の開発・研究および適用にあたっての実用化

の見通しが得られたのは、本委員会の成果である。さらに“きず”の高さ測定精度のニーズに応えるために、試験・研究を2000年度から開始した。

9.3 委員会活動の経緯

すでに述べたように、本委員会は1992年度に発足させてから1993年度までの2年間については、日本原子力研究所、プラントメーカー5社および非破壊検査会社1社に、オブザーバとして原子力安全技術センター、日本原燃株が参加する委員構成で開催し、Yb-169線源の実用化のための開発・研究および実機適用を主たる目的として活動してきた。1994年度からは、従来の委員に日本における主要な検査会社5社が加わり活動を続けた。1996年度からは、国産Yb-169線源の安定供給が可能となり、さらにSe-75（輸入線源）を用いた

RT技術も実用化の見通しが得られたことは大きな成果といえる。

1997年度から海外の研究機関との技術交流を推進し、先進技術の習得など委員の技術レベルの向上を図るとともに、デジタルラジオグラフィのための基礎試験を行ってきた。一方、“きず”の高さ測定技術に関して、2000年度から当協会の専門委員会である“非破壊試験技術実用化研究委員会”（Application of NDT techniques for industrial fields：略称 AN委員会、大岡紀一委員長）を発足させ、より幅広い活動を実施してきた。

9.4 委員会の活動状況

前述したように1999年度は8年間続いた「Yb委員会」において低エネルギーγ線源の研究・開発の成果として国産Yb-169線源の安定供給およびそのRTの実用化を可能としたことで、最終年度としてのまとめを行った。

2000年から2003年は自然欠陥付与試験片を用いてRTフィルムのデジタイジングおよびフィルムレスRT技術の適用性確認に関しての検討を実施した。

RTによる“きず”高さ測定法として開発したRT-GUCHI (RT-Geometric Unraveled for Crack Height Image) 法は二重壁撮影へも適用が可能であることを明らかにした。

集合実験による結果と測定器による実測値の比較検討では、目の個人差を極力少なくするためにCanonスキャナを採用した。一方、像質を評価するために、汎用スキャナを用いて透過写真の針金像をデジタル画像処理し、SN比での評価の可否を検討した。

これまで使用してきた試験体は、目標とする“きず”の寸法より大きいため、検出性のみが試験の対象となっていた。“きず”の確実な計測と切断結果との対比はUT、RTの本質的な問題である。このことから“きず”の幅を小さくした試験体を製作依頼し、GUCHI法でのデータ採取が終了した段階で比較的“きず”の小さい部位の切断等を行って詳細検討をすることとした。

一方、デジタル化したIXフィルムの再現性に関して、デジタイザの読取り画素数と表示画素数についての国際規格によれば、最小15μmの読取り画素まで可能であることから、今後透過写真のサンプルを収集しデータの蓄積を図ることとした。

RT線源製造、供給に関して、Yb-169線源は六ヶ所村核燃料再処理施設で実績を上げた。より解像度の高いRT透過写真を得るためには、現在使用しているIr-192またはCo-60線源の寸法を小さくするための技術開発が必要である。一方、コンクリート構造物などへの適用のためには放射エネルギーの大きいCo線源のニーズがあり、今後積極的に線源寸法などについての検討が重要となる。

2004年度から2006年度は引き続きRTによる“きず”の高さ測定法としてのGUCHI法による内部“きず”のサイジングおよび“きず”を付与した

ステンレス鋼管試験体を使用しての回送実験を行った。さらに、汎用フィルムスキャナをX線フィルムデジタイザとして使用する際の注意点などについての検討を行った。RTフィルムのデジタイジングを実施するにあたって、試験体を追加製作した。さらに、海外の研究機関との技術交流については、欧米に出向き、RTによる「“きず”高さの測定方法」などの成果の一部をコンファレンスおよびシンポジウムなどの場で発表した。

微小“きず”の検出性に関する実験に先立ち、比較的割れ幅の大きな疲労割れあるいは応力腐食割れ(SCC)の試験体を用いてより確実な検出のための試験を実施した。その結果、比較的開口幅の大きな欠陥の検出はRTで可能であることが把握できた。これらの結果を踏まえて、平板および管試験体の撮影実験のために、SCCとそれより開口幅が狭い疲労割れを自然欠陥に近いアスペクト比0.25目標で製作した。これを用いてRTフィルムのデジタイジング技術の適用のための回送実験を行い、露出線図から透過写真のコントラストに関係する減弱係数を求めることができた。

一方、ラジオアイソトープ量の国際免除レベルの法令に関して、法改正において、Ir-192の場合は届出によって一時的使用の数量が370GBq(10Ci)から1TBq(27Ci)に変更された。これを受けて線源寸法が透過写真のコントラストに及ぼす影響について検討することとした。

RTにおいて平板および管試験体の撮影にあたって、より微小の“きず”を対象とした検出性に関して、共通手順書を基に回送実験を行った。

平板および管試験体のRT-GUCHI法による回送実験には4社が参加し、平板試験体の疲労割れは、IX25およびIX50を、管試験体についてはIX25を用いて撮影し、デジタイジングを行った。さらに、RTの結果と比較検討するため、UTを適用し、焦点斜角探触子による半自動斜角探傷法およびTOFD法でのサイジングを行った。

さらに、産業用FCR検出能向上のために、読み取り装置と鮮鋭度を向上させたIPの組み合わせについても検討した。これまでの本委員会の成果の一部を国外で発表した。

2007年度からはRTフィルムのデジタイジング技術の適用に当たって、とくに、RT技術支援ソフトとして、X線フィルムの特性曲線を作成する

方法（簡便法）、 γ 線照射装置の露出線図の作成ソフトについて操作手順をまとめた。一方、規格関連で、ISO 14096-1:2005（フィルムデジタル化システムの格付け一定義、像質パラメータの定量的測定等）およびISO 14096-2:2005（フィルムデジタル化システムの格付け—最小要求事項）

について検討した。

微小“きず”を付与した試験片を用いて“きず”高さ測定データの蓄積を図るとともに、RTとUTとの“きず”検出技術に関しての比較検討を行っている。

9.5 主な成果と今後の展開

以上の試験研究の活動と共に国内外の研究機関などとの技術交流を推進するために、以下に示す海外調査、講演会および各種施設などの見学会等も行った。1992年11月にドイツBAMからDr. Ewertを招待しデジタルラジオグラフィ技術の現状に関する講演会を開催するとともに、奈良の元興寺文化財研究所訪問、2000年10月にドイツBAM研究所を訪問しRTの現地での実験を行い、技術交流を図るとともにローマでの非破壊検査国際会議へ参加、2001年11月に、広島（独）産業技術総合研究所中国センターを訪問、2003年2月に大阪の非破壊検査（株）安全工学研究所の施設見

学、2005年1月に兵庫県の放射光施設（Spring8）の見学、同年5月に高速増殖炉“もんじゅ”のナトリウム漏洩配管などの施設見学、2006年11月に広島大学放射光科学研究センターの見学、さらに2008年7月に東京電力（株）柏崎刈羽原子力発電所の中越沖地震後の原子力機器などの見学を行った。

本委員会では、以上の“きず”高さ測定技術に関する試験研究の成果を、将来的に検査技術者の性能実証試験（PD: Performance Demonstration）あるいは技能試験（PTP: Proficiency Testing Program）へ反映させる方向で検討を進めている。