



超音波探傷検査の様子（写真は模擬配管）

## 原子力発電の安全・安心に寄与するために 超音波非破壊試験の信頼性向上を目指して

求められる検査の正確性

PD認証制度の構築

高度な技術を検査に活かすために

ひとつこと 材料科学研究所 PDセンター センター長 秀 耕一郎

# 求められる検査の正確性

原子力発電所（軽水炉）の配管・容器などの発電用機器では、その部材にひび割れなどの欠陥が生じていないかといった健全性確認のために、定期的に検査が行なわれています。

通常この検査には、機器を分解せずそのままの状態（非破壊）で実施が可能な、超音波を用いた検査法が用いられています。しかし、超音波で傷の「位置」とともに「寸法（長さ×深さ）」を正確に測るには高度な技能が不可欠であることから、検査員の欠陥寸法測定能力を確認・証明することを目指し、平成17年度からわが国でもPD（パフォーマンス・デモンストレーション：和訳＝性能実証）認証制度に基づく資格試験が開始されました。同制度の構築からすでに2年が経過しましたが、電力中央研究所では試験機関・センターとして資格試験を順調に実施しており、その合格者も徐々に増えつつあります。

## 欠陥の「深さ」測定が課題

超音波探傷検査は、原子力発電用機器の健全性確認のため、既に広く利用されています。しかし、溶接金属内部まで到達した一部の応力腐食割れ（SCC）によるき裂（＝欠陥：図1）については、超音波の横波のみを用いた従来の検査法では、その欠陥からの反射波を十分捕らえきれず、位置は測定できるものの、深さに関しては精度よく測定できない場合があります。

一方、平成15年10月に改正電気事業法が施行され、原子力発電所で使用中の機器などに対する「健全性評価制度」が導入され、「維持基準」が適用されることとなりました。「健全性評価制度」は、原子力発電用機器にひび割れ等の欠陥が検出された場合でも、その欠陥の現状を正確に把握した上で、発生原因や将来欠陥がどのように進展するかを技術的知見に基づき推測・予測して、安全性への影響を評価するものです。この評価の判定には予め定められた「維持規格」が用いられ、検出された欠陥の評価が最終的にその規格範囲内であれば、機器の継続運用が認められることとなります。

この制度の適用にあたっては、欠陥の位置や長さ、深さといった情報を、正確なデータを基に評価することが求められます。その中でも、欠陥の深さについては、特に重要なパラメータであることから、これまで以上に厳密な測定結果が必要となります。

## 検査の性能実証が必要

欠陥の深さを測定するためには、超音波の横波に加えて新たに縦波等を用いた改良超音波探傷法の適用が考えられます。しかし、改良法による欠陥の深さの測定には、測定時に複数の手法を組み合わせる必要があるなど、高度な技術が要求されます。このことは、検査法への習熟度など検査員個人の技量はもちろん、用いる検査装置等によって、測定結果が大きく左右してしまう不確実性が存在することを意味しています。

検査結果の精度確保のためには、検査員の技能向上の努力はもちろんですが、個人の技術のみを対象にした従来の技能確認だけでは不十分です。このため、諸外国で実施されている検査装置 検査要領（手順書）および 検査員の3つを合わせて、検査システム全体としての性能実証（特に欠陥の深さの測定能力）を行うPD（＝性能実証）認証制度を確立し、運用することが必要になってきました。

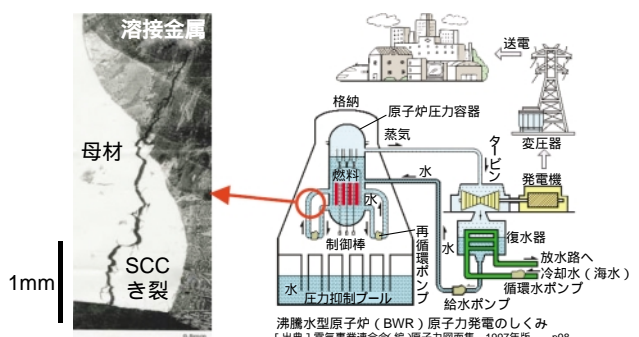


図1 応力腐食割れ（SCC）の例

沸騰水型原子炉（BWR）原子力発電のしくみ  
 【出典】電気事業連合会編「原子力図鑑」1997年版、p98

# PD認証制度の構築

## 認証制度に伴う各種機関を整備

超音波探傷検査を始めとする非破壊検査技術者の認証制度は、これまで民間団体である(社)日本非破壊検査協会によって、30数年に亘って広く運用されてきました。このため、PD認証制度についても、制度運営の中立性、透明性、および関係機関の独立性を確保しつつ、民間で実施することが期待されました。これらの流れを受け、関係諸機関の協力により、日本非破壊検査協会がPD認証制度としての「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および認証(NDIS 0603)」を民間自主基準として作成し、国によってオーソライズされました。このNDISに準拠して、PD認証制度に関して次の4つの機関・センターが設置されました。(図2)

- 1) PD**認証機関**：PD認証制度の維持・管理などを行う。[(社)日本非破壊検査協会が担当]
- 2) PD**資格試験機関**：PD認証機関の審査承認を受け、資格試験運営、合否判定などを行う。
- 3) PD**試験センター**：PD資格試験の実施。  
[電力中央研究所は、この2)と3)を担当]
- 4) PD**研修センター**：検査技術者に必要な技術の習得を支援するとともに、技術水準の維持を図る。[(財)発電設備技術検査協会、(財)電子科学研究所が担当]

## 電力中央研究所の役割

電力中央研究所では、(1)PD認証制度によって高度な検査技術能力を担保することで、原子力発電所の非破壊検査の信頼性向上に貢献し、社会に一層の安全と安心を提供すること、(2)民間自主基準を推進し、事業者自らが厳しい基準を設けることでより高い信頼性を確保すること、を目的に、PD認証制度における「PD資格試験機関」及び「PD試験センター」として活動しています。また、これらの役割を担う組織として、当研究所・材料科学研究所の下に『PDセンター』を設置しています。このPDセンターでは、PD資格試験の運営および試験の実施主体として、主に以下の業務を行っています。

- 1) 受験申請書類の受付、審査、受験者の資格審査
- 2) 試験の手順書の確認、実技試験内容の作成、実技試験の実施
- 3) 合否の判定、認証機関への合否の連絡
- 4) 試験結果の管理

また、この他にもPD資格試験を通して、将来の課題抽出・検討を行っています。

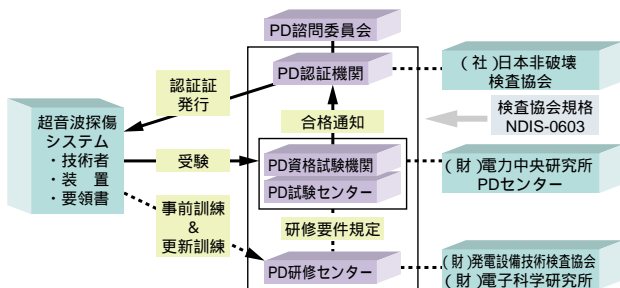


図2 PD認証制度の実施体制



図3 PD資格試験の様子

## 厳格なPD資格試験

PD資格試験では、技術者の技量のみでなく、超音波探傷装置、手順書（要領書）と組合せた総合的なき裂深さの測定能力が試されます。手順書には、使用する装置、適用できる範囲（配管径、管厚さ）、判定のための手順などを記載する必要があります。この手順書はそのまま現場で使用されるものでなければならず、認証後にこの手順を変更することにも厳しい制約がかけられています。

実技試験は原子力発電所と同等の材質および配管口径を模擬した口径別の3種類の試験体を用い、1日8時間×5日間で計10個のSCCのき裂深さを測定します。測定結果は、図4中の2つの判定基準で評価され、1つでも合格基準に達しない場合は不合格となるなど、非常に厳格に行われています。

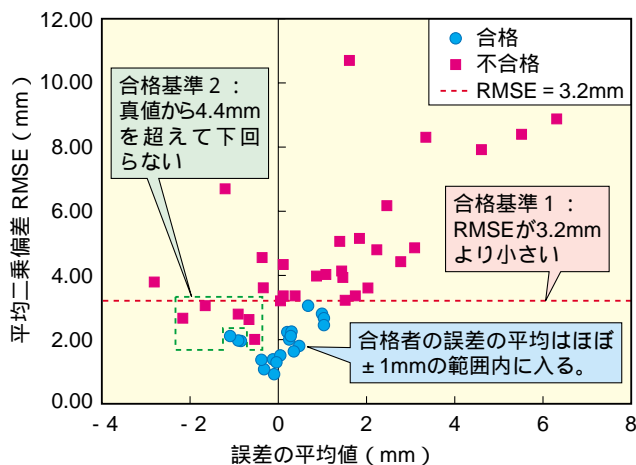


図4 PD資格試験結果の傾向

## 資格保有者の活躍を期待

PD資格試験は、平成18年3月から平成20年3月までに既に計18回実施されました。また平成20年3月末時点において、合格基準に達した方は22名となっています。既に、実際の原子力発電所において有資格者によるSCCき裂欠陥測定が行なわれており、その値を用いた健全性評価が維持基準を満たすことが原子力安全・保安院にも認められ、原子力発電所の継続運転が可能となるなど、その活躍が注目されています。

原子力発電所の健全性が社会的にもますます重要視されている中、これからも優れた技量を備えた技術者による厳密で正確な検査を継続していくために、PD資格試験を通して、原子力の安全・安心に一層貢献していきたいと考えています。

## ひとこと



材料科学研究所  
PDセンター  
センター長

秀 耕一郎

材料科学研究所PDセンターは、平成18年1月10日よりPD資格試験機関とPD試験センターとして、本格的な活動を開始しました。

当センターでは、独自に定めた品質方針を職員に十分理解させることにより、関連するすべての規制および法令に適合し、かつ公正、公平、透明性を

十分確保したPD資格試験を実施しています。一方で、今後の原子力発電の安全・安心に大きな役割を担うPD制度の発展に関しても、積極的に取り組んでいます。

### 既刊「電中研ニュース」ご案内

- No.448 最適かつ経済的なエコキュート生活を提供するプログラムを開発
- No.447 エコキュートの性能評価試験設備を導入して高性能化・普及拡大に貢献

- No.446 高温乾式ガス精製技術の開発に取り組む
- No.445 液化ジメチルエーテル(DME)を用いた脱水技術を開発