

超音波探傷試験の検査技術者に起因する信頼性評価

Reliability Evaluation for UT Personnel Performance

石川島播磨重工業(株)	東海林 一	Hajime SYOUJI	Member
石川島播磨重工業(株)	愛宕 靖司	Yasushi ATAGO	Member
石川島播磨重工業(株)	椎名 英介	Eisuke SHIINA	Member

In the component like the nuclear power plant to which a high reliability inspection is required, it is very important to confirm the inspection personnel capability because the inspection method greatly depends on their skills like UT inspection. Therefore, the qualification and certification for the UT personnel skills has been performed before the inspection is done. This paper shows that there is sufficient reliability in UT inspection by evaluating the UT performance data and that the Phased Array technique is effective for the depth-sizing of the defects.

Keywords: Ultrasonic Testing, Detection, Depth Sizing, Personnel Qualification

1. 緒言

供用状態にある原子力発電所などでは、その健全性の確認のために超音波探傷試験などの非破壊試験を用いている。非破壊試験で得られる結果によって、当該部分が健全であることを確認するとともに、前回点検時と比べて変化があるかどうかを確認することが重要である。原子力発電所では供用期間中検査 (In-Service Inspection : ISI) において超音波探傷試験(UT)が多用されているが、UTは検査技術者の技量への依存が大きく、その信頼性や再現性の確認は重要である。

UTの信頼性確認では、国家的プロジェクト等で実験的に確認している。一方で、ISIを実施する検査実施会社であるIHI(石川島播磨重工業(株))では、日本非破壊検査協会の資格の他に、より実際的な技量認定試験を課して、実際の対象物に対しても探傷技量が充分であることを確認してから、実際の探傷を実施している。

今回はこの技量認定試験の結果を整理し、またIHIの実施している改良UT(フェーズドアレイ等の新技術を用いた欠陥深さサイジング技術)の精度、実際の原子力発電所のUTを実施する検査技術者の技量の安定性・信頼性を報告する。

2. UT測定値の統計評価

2.1 技量認定試験の概要

IHIの実施している技量認定試験は、配管溶接部(原子力配管模擬、溶接裏波あり、余盛りなし)に人

工欠陥を付与したものを使用し、40分間の制限時間内に付与された人工欠陥の探傷を行うものである。

2.2 検出性に関する検討

付与されたきずを確実に検出することがまず重要である。下記の通り、技量認定試験に不合格であった検査員は、必ずしも全てのきずを検出しているものではないが、実際のISIに従事する合格者は、付与された比較的大きなきずの全てを検出することが可能である。

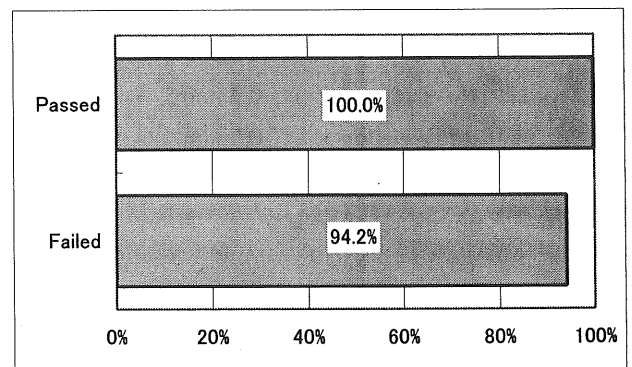


fig.2.2-1 Detection Rate

2.3 エコー高さの再現性

エコー高さについては、採点の基準となる基準エコー高さからの差異で整理した。合格者の場合の平均誤差が非常に小さいことから、基準エコー高さは妥当であることが確認できる。また、エコーの再現性が標準偏差で2.5dB程度(通常は最大で6dB程度の差があるといわれている[4])であり良好な再現性が示された。

Table 2.3-1 The Distribution of Echo Heights

	Passed	Failed
Error Average	-0.27 dB	-1.70 dB
Standard deviation	2.54 dB	3.81 dB

2.4 エコーの検出位置

反射源の位置を特定する基礎的な値に関して以下のとおりの統計値であった。周方向の位置については、比較的単調なエコー分布を示す長いきずがあったこともあり標準偏差は比較的大きい。しかし、軸方向位置とビーム路程に関してはほぼ誤差なく計測できている。合格者に関しては充分信頼性に足る結果であり、再現性についても同程度と推定される[3][4]。

Table 2.4-1 Distribution of Circular Position

	Passed	Failed
Error Average	-0.3 mm	-2.2 mm
Standard Deviation	10.0 mm	17.5 mm

Table 2.4-2 Distribution of Axial Position

	Passed	Failed
Error Average	-0.1 mm	-0.1 mm
Standard Deviation	1.4 mm	2.8 mm

Table 2.4-3 Distribution of Path Length

	Passed	Failed
Error Average	0.4 mm	0.2 mm
Standard Deviation	0.9 mm	2.3 mm

2.5 欠陥高さサイジング

きずが検出された後には欠陥深さの測定が行われる。

通常の低合金鋼や炭素鋼の疲労割れであれば、比較的簡単に端部エコー法での測定が行われるが、ステンレス鋼に発生した応力腐食割れ(SCC)の場合には、ステンレス鋼およびその溶接部の超音波透過性の悪さとSCC特有のきず性状によりその深さ測定は困難である。このことから改良 UT と呼ばれるフェーズドアレイ法等を併用した方法が行われる。

実際の SCC について実施したデータを下記に示す。ここで示されるように通常の「簡単」といわれる深さサイジングの結果とほぼ同程度の 4.4mm 程度[1][2]の計測誤差の範囲内で、信頼性のある計測が可能であっ

た。

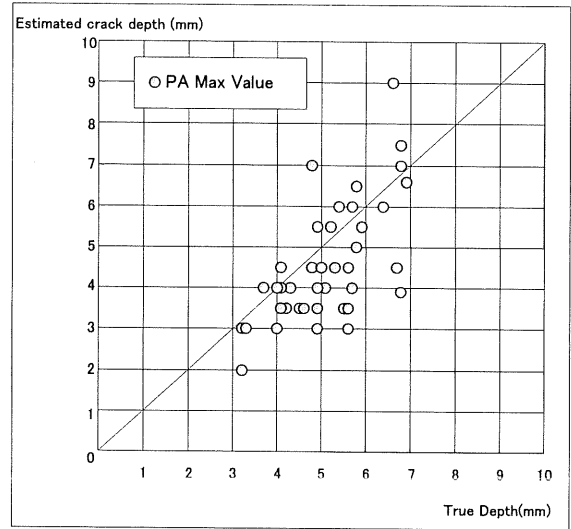


Fig. 2.5-1 The Result of Depth Sizing with Phased Array

3. 結言

- 1) IHI の技量認定試験に合格した検査技術者は、試験体に付与された程度のきずであれば、100%の検出が可能であり、エコー高さの再現性、反射源位置の特定についても、比較的安定した計測ができることを確認した。
- 2) 深さサイジングについては改良 UT を適用することで、難しいと言われるステンレス鋼の SCC に対しても精度良く計測できることを確認した。
- 3) これらにより通常の検査で検出・測定された UT の結果は十分に信頼に足る結果が得られるものであることが示された。

参考文献

- [1] H. Tokuma, "SCC Experiences and NDE Technologies on Recirculation Pipings in BWRs", 4th International Conference on NDE in Relation to structural Integrity for Nuclear and Pressurized Components.
- [2] 総合資源エネルギー調査会原子力安全・保安部会原子力発電設備の健全性評価等に関する小委員会 (第6回/平成15年2月26日) 配布資料.
- [3] 東海林一, 笹原利彦, "UT検査員の信頼性試験に関する現状と統計データ" (社)日本非破壊検査協会平成17年度第1回超音波分科会.
- [4] (財)原子力工学試験センター "発電設備の健全性評価等に関する小委員会 (第6回/平成15年2月26日) 配布資料.