

研磨による応力改善のガイドライン化の検討

Preliminary study to prepare Guideline for the application of stress improvement by polishing

日立 GE ニュークリア・エナジー株式会社 伊東 敬 Member

Stress improvement is one of the most effective methods to cope with Stress Corrosion Cracking (SCC) in Nuclear Power Plants. Therefore, there should be prepared many alternatives to choose according to various conditions, for the purpose of practical maintenance activity. This paper introduces stress improvement by polishing, which has been applied to reactor internal components of Japan NPPs as a mitigation of SCC, and shows preliminary study to prepare Guideline for the application of that.

Keywords: Stress Improvement, Polishing, Guideline

1. 緒言

一般的な研磨施工の目的としては、表面を滑らかに仕上げることにより、組み立て部品の寸法精度を上げる、部品の取り合い部の摺動抵抗を下げる、美観を良くすること等が挙げられる。

原子力発電プラントでは、十数年前から、適切な研磨材を使用することにより被研磨面の残留応力が圧縮側に改善されることに着目して、炉内構造物溶接部等の応力改善による応力腐食割れ (SCC) 予防保全策として広く適用されている。

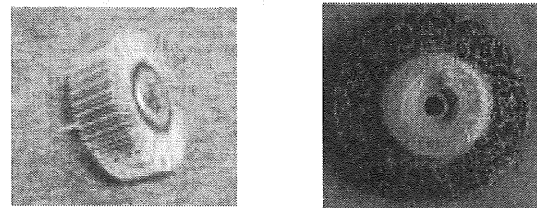
これまで、日本原子力技術協会の炉内構造物等点検評価ガイドライン検討会では、応力改善工法として、ピーニング工法、外面からの入熱による応力改善工法 (IHSI、LSIP) のガイドラインを策定、発行してきているが、研磨による応力改善工法のガイドラインは策定されていない。実機の応力改善を合理的に行い保全活動を効率的に進めるためには、施工環境、施工時間、応力改善効果の程度等を踏まえて、適用部位に応じた最適な工法が選択できるように、適用の可能性のある応力改善工法については広くガイドライン化を図ることが重要であり、研磨による応力改善のガイドライン化を検討した。

連絡先：伊東 敬、〒319-1221 茨城県日立市大みか町 5-2-2 日立GEニュークリア・エナジー株式会社 日立事業所、電話：0294-55-4941、e-mail:takashi.ito.pk@hitachi.com

2. 研磨による応力改善の概要と特徴

研磨材を装着したヘッドを電動又はエア駆動のモータにより回転させながら金属表面に押し当てることにより、金属表面層に微小な塑性変形を与える方法で、適切な研磨材と施工方法の組み合わせにより、被研磨面の引張残留応力を圧縮残留応力に改善することができる。

研磨材としては様々な種類がある。代表例として、図1に示すフラップホイール、Nストリップの写真を示す。



フラップホイール

Nストリップ

図1 研磨材の例

研磨施工後の残留応力の測定例を図2に示す。ピーニング施工後の残留応力 (図3にウォータージェットピーニング (WJP) の例を示す。) と比較すると、残留応力改善効果の及ぶ板厚方向の深さは小さいものの、ピーニングと比較して一般的に施工装置が簡易、施工時間が短いという特徴がある。大気中、水中のいずれでも適切な施工条件を設定することにより施工が可能であることから、新設機器にも既設機器にも適用が可能である。

また、研磨により被研磨面の極表層部は除去されることから、機械加工等により生じた表面硬化層の除去も耐S C C上の副次的な効果として期待できる。

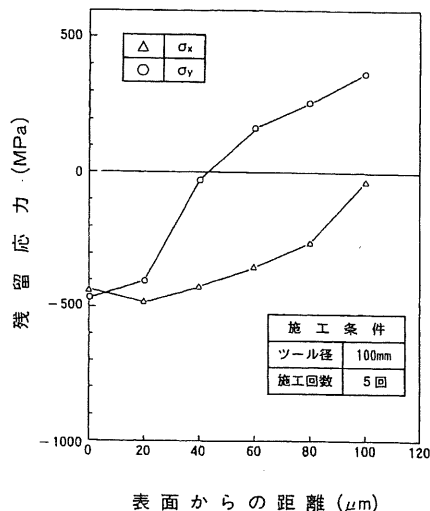


図2 研磨施工後の残留応力分布例^[1]

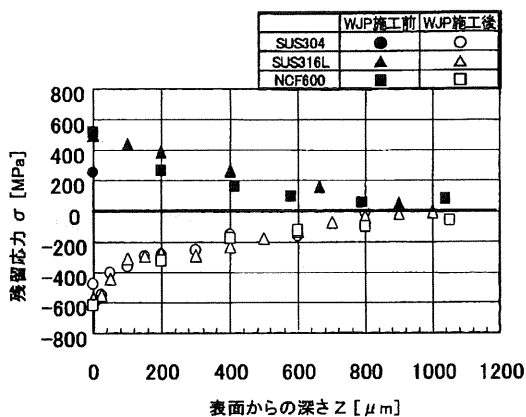


図3 WJP 施工後の残留応力分布例^[2]

3. ガイドライン化の検討

予防保全工法の適用に当たって最も重要な事項は、当該工法の適用により期待する効果を明確にし、その効果を得るための基本支配因子を確認し、この基本支配因子における管理項目及びその要求値を適切に設定するとともに、実施工においてその要求値が満足されたことをどのように確認するかである。予防保全ガイドラインは、工法に応じて、これらの項目を具体的に規定することにより、適用要領をまとめることを目的としている。ここでは研磨による応力改善工法のガイドラ

インの予備検討として、適用要領のまとめ方の方向性を検討した。

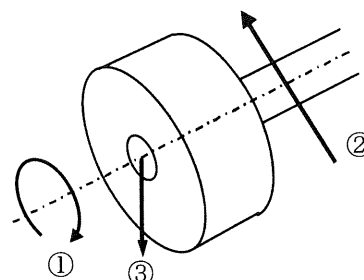
研磨による応力改善効果は、被研磨面に微小な塑性変形を付与することによるもので、塑性変形に影響を与える基本支配因子としては、

- ・ 研磨材の種類
- ・ 研磨材の周速度
- ・ 研磨材の押付け力
- ・ 単位面積当たりの施工時間
- ・ 施工環境（水中/気中）

が挙げられる。これらの基本支配因子は表1に示す影響因子により構成されるものと考えられる。

表1 研磨による応力改善の影響因子

影響因子	備考
(1) 研磨材の種類	
(2) 研磨材の径	
(3) 研磨材の回転速度/向き	下図①
(4) 研磨材の並進速度	下図②
(5) 押付け力	下図③
(6) 施工回数	
(7) 施工環境（水中/気中）	



これらの影響因子に対する管理値は、被研磨材の材料と応力改善効果の組み合わせに対して、決定されることになる。

機械加工と同様に、自動化された施工装置を使用することを前提とした場合には、これらの因子を全て制御できる可能性はあるものの、施工環境他により手動による施工が要求されることが殆どと考えられることから、これらの基本支配因子を踏まえた上で、所定の応力改善効果を達成できる合理的な管理項目を設定することが今後の検討課題である。

前記の研磨による応力改善の影響因子は、研磨施工の一般的な目的である表面を滑らかに仕上

げることを目的とした場合も共通であることから、期待される効果を含め、両者の関係を比較評価することにより、検討を進めることが有効な手段のひとつと考えられる。

4. 結言

研磨による応力改善工法の概要を紹介し、予防保工法のガイドライン作成のための課題を抽出し、課題解決の方向性の一案を示した。

謝辞

本検討を実施するにあたり、炉内構造物等点検評価ガイドライン検討会幹事会の方々のご意見を参考にさせていただいた。

参考文献

- [1] 田中賢彰他 “BWR 型炉心シュラウドの補修及び予防保全工法”、保全学、Vol.3、No.3、2004、pp38-44.
- [2] “予防保全工法ガイドライン[ピーニング工法]” JANTI-VIP-03-第2版