

暫定補修工法のニーズと緩和の概念

Needs for Temporary Repair Technology and Concept of Mitigation

○日本原子力発電株式会社 堂崎 浩二 Koji DOZAKI Member
日本原子力発電株式会社 小林 広幸 Hiroyuki KOBAYASHI Non Member

Needs for development of practical technologies such as repair and mitigation, and necessity of conceptual summarization on those technologies are proposed. Temporary repair technology is focused in particular, to discuss its development needs for simple application and effectiveness for short period. Next, aggressive movements for standardization of allowable leak rules and repair technologies including the tentative ones in the United States are pointed out to find a promising orientation of utilizing repair technologies in Japan. Mitigation is also considered in view of the difference from so-called preventive measures. Inspection policy after mitigation is also discussed.

Keywords: Temporary Repair Technology, Mitigation

1. 緒言

補修や緩和技術に特化して具体的な技術分野についての概念整理の必要性や開発ニーズの提案を行う。ひとつは簡単に施工でき一定期間の効果が見込まれる暫定補修工法の開発ニーズについて述べる。米国における許容漏えい基準や暫定補修工法等の活発な規格化の動向から、我が国における補修技術活用のひとつの有望な方向性について提言する。また、緩和について、いわゆる予防保全との概念的な違いと、緩和実施後の検査等について考察する。

2. 暫定補修工法へのニーズ

クラス1機器等、重要性の高い機器に対する補修工法は恒久補修として対象機器に要求される構造強度やシール性能を担保すべく、然るべき手続きや技術的な準備が求められ、そのような要求を満たす補修工法が開発・適用されてきた^{[1][2]}。

一方、補修の必要が生じたものの恒久補修が困難な場合に、ある一定期間、機器の機能を維持する目的で行う補修のことを暫定補修工法と呼び、例えば以下のような場合に用いられる。

- ✓ 弁のフランジから運転中に漏えいしたが、部品交換のための系統隔離ができない場合
 - ✓ 重要性の低い機器に定検中に欠陥が見つかったが、恒久補修を行うと重要性が低い割に時間がかかりすぎると判断される場合
- 既往の暫定補修工法として接着材、充填材があ

る。接着材は、図1のように配管の欠陥が貫通して漏えいした場合に、接着材を被覆し漏えいを止め、次のプラント停止の機会まで適用するものである。

充填材は、図2のように運転を継続しながら欠陥のある部位をクランプで覆った後に充填材を注入・凝固させて漏えいを止め、次の計画的なプラント停止の機会まで適用するものである。

接着材、充填材ともに、既に日本機械学会 (JSME) 維持規格に規定されているが、使い勝手がよくないという課題があり、規格改訂が期待される^[3]。

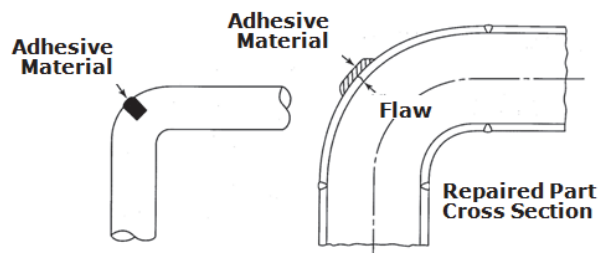


Fig.1 Concept of Adhesion

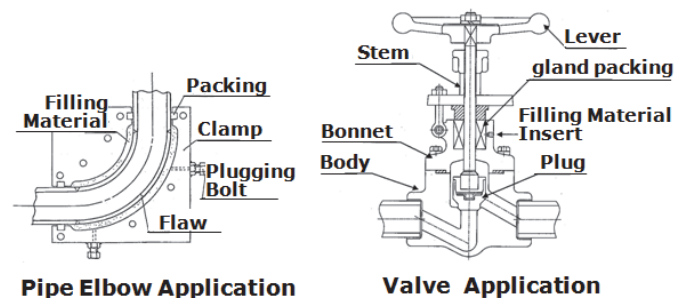


Fig. 2 Concept of Infill

また、暫定補修工法へのニーズとしては、上述の接着材、充填材のような既存の工法の使い勝手を良くすることの他にも、次のような特徴を有する原子力分野での新しく使いやすい工法の開発への期待が挙げられる。

- ✓ 適用する機器等の区分が低クラスである
- ✓ 適用までの手続きが簡単なこと
- ✓ 技術的な準備が少なく済むこと
- ✓ 水を張った状態のまま適用できること

3. 米国動向と暫定補修活用の方向性

上述した暫定補修工法については、米国 ASME でも Code Case (CC) N-786 でスリーブ工法が、同じく CC N-789 で当て板工法がそれぞれ規格化されているが、これらは適用までの準備に比較的長時間を要する。

一方、暫定補修工法へのニーズの前提として、微小漏えいの問題があり、米国では、ASME Sec. XI の非強制の添付、CC N-513 及び CC N-705 において、比較的重要度の低いクラスの配管、容器、タンクを対象に補修・取替なしで貫通欠陥を暫定許容するための基準が定められている。我が国ではこのような漏えい許容基準はまだ規格化されておらず、暫定補修工法の規格化・適用推進においては、漏えい基準も含めて取り組む必要がある。

なお、恒久補修工法についても、米国では非常に活発に開発・規格化が進められており、最近の主な取り組みとしては以下の工法が挙げられる。

- ✓ クラス 1~3 機器の異材継手部に適用し、SCC 感受性の高い溶接金属部を外側から削り取り、耐 SCC 性の高い高ニッケル合金の溶加材で肉盛りを行う工法である Excavate & Weld Repair (EWR: Code Case N-847 で規格化)^[4]
- ✓ Class 1 配管における Alloy600 系溶接金属 (182/82) を使用した口径 2 インチ以上の分岐継手 (Branch Connection) の検査性を向上させる目的でハーフノズルを J 開先溶接にて取付ける Branch Connection Weld Metal Buildup (BCWMB: Code Case N-538 で規格化)^[5]

これに対して我が国では、福島第一原子力発電所事故後の停滞があったとはいえ、再稼働する発電所も少しずつ出てきたところであり、補修工法へのニーズは今後増えていくと見られ、開発・規

格化に力を注ぐことを忘れてはならない。

貫通欠陥を暫定許容する上述の ASME 規格が、「運転可能な漏えい基準」を明確した形に発展され、適用範囲が広げられることが期待される。さらに、暫定補修工法に関する JSME 維持規格も、前述のとおり、より速やかに施工できる使い勝手のよいものに改良すべきである。漏えい許容基準に基づく規格と、使い勝手のよい暫定補修工法を含む規格の両者を合わせれば、我が国においてより効果的に適用できる規格になると考えられる^[6]。

4. 緩和の概念整理と施工後の検査等

4.1 緩和の概念について

事後保全に対して予防保全 (Preventive maintenance) の概念があり、例えばピーニング等の未損傷箇所の表面応力の緩和技術等を予防保全技術と位置づけ、ピーニングを施工すれば、特定の損傷モードがなくなったと見なし、標準的な検査プログラムに戻すという考え方がある。

米国では、このような技術は緩和 (Mitigation) と呼ばれることが多く、特定の損傷モードを想定した個別的な検査を維持したまま、緩和措置を施さない場合に比べて検査頻度をより合理的に設定できるようにしている。

4.2 緩和施工後の検査等について

上記のような緩和の概念に基づけば、緩和施工後の検査においては (検査だけでなく評価においても同様)、緩和の種類・程度に応じた効果を評価して、回復の程度に対応する検査 (及び評価) とすることが適切であると考えられる。このような検査 (評価) の設定に当っては先行する米国の取り組みが参考になるものと考えられる。

5. まとめ

暫定補修工法には既存工法の改良と新たなニーズとがあり、前提となる微小漏えいも考慮した規格化の検討が望まれる。予防保全について、緩和の概念に基づく施工後の検査等の検討が必要である。

参考文献

- [1] 原子力発電所の保全における補修等是正措置技術活用のための課題と改善提案, JSM RAP001 (2017)
- [2] 堂崎浩二: “補修の規格—ニーズと活用—”, 第 12 回学術講演会予稿集, pp.228-231, 2015
- [3] K. Dozaki, H. Kobayashi, et al., PVP2015-45903

- [4] McCracken, S., et al, PVP2016-63769
- [5] Waskey, D., et al, PVP2016-63902
- [6] H. Kobayashi, et al., PVP2015- 45483