

2-3. 主要な研究成果 (9)



原子力発電

配管減肉予測技術を活用して厚さ測定困難部位を管理する方策を提案

● 日本機械学会の配管減肉管理に関する技術規格の改定に反映

背景

配管減肉*1の進行によって**2004年に原子力発電所の配管破損事故**が発生したことを受け、国内の原子力プラントでは、配管の健全性を維持するため、日本機械学会の減肉管理規格*2に基づいて、主に配管外面からの**超音波探傷試験での配管厚さの測定**に基づく減肉管理がなされています。一方で、直接的な配管厚さの測定が難しい箇所(測定困難部位)の減肉管理に課題があることが認識されています。特に、配管の合流部において強度を保つために溶接された補強板下の減肉管理は、現状の減肉管理規格の改定における最重要課題とされてきました。当所では、これらの測定困難部位を含めた配管減肉管理の合理化や安全性向上を目的とした、減肉予測技術の開発、予測技術を用いた規格案の提案を進めています。

- *1 配管減肉：配管の厚さが徐々に薄くなる経年劣化事象。ここでは配管内の水の流れの乱れによって腐食現象が助長される流れ加速型腐食が対象。
- *2 減肉管理規格：発電用設備規格の「配管減肉管理に関する技術規格」。

成果の概要

◇補強板付きT管に対する減肉推定手法を活用した減肉管理規格を提案

T管合流部に補強板が付いた補強板付きT管(図1)では、流れの乱れによって減肉が促進される合流部周辺が補強板によって覆われているため、外面からの配管厚さ測定が困難です。このような補強板付きT管合流部の減肉管理への対応として、補強板下の減肉評価手順を取り入れた減肉管理(図2)を提案しました。提案する減肉管理では、三次元流動解析を活用して構築した当所の減肉予測技術に基づく**流れ方向減肉分布の予測式**と、補強板がなく厚さ測定ができる**補強板周辺部(補強板外縁部付近)の厚さ測定を組み合わせ**、測定困難な**補強板の下**の配管厚さを推定することで管理します。そして、提案する減肉管理をもとにした規格改定案(表1)の日本機械学会内での全審議の通過(～2024年6月)と減肉管理規格改定版の公衆審査通過(2025年2月)に貢献しました。

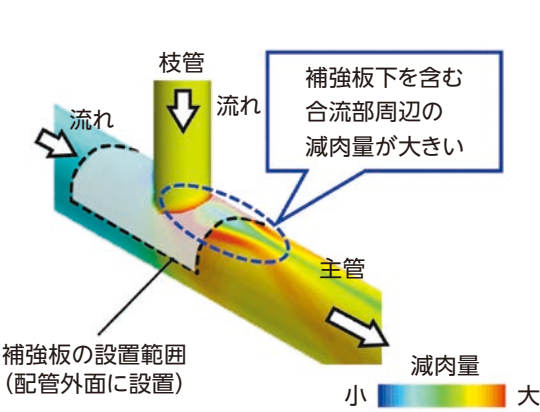
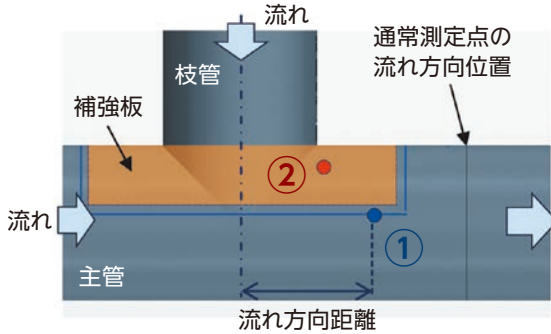


図1 補強板付きT管合流部周辺の減肉量の数値計算結果
減肉管理のために補強板下の配管厚さの測定が必要ですが、超音波探傷以外の手法でも正確な厚さ測定は困難です。

*3 減肉率：減肉現象による配管厚さの減少速度(減肉進展速度)。



<補強板下の減肉評価手順>
①面探傷または詳細厚さ測定(複数箇所)によって**補強板周辺部の実測の最大減肉率*3とその位置**を特定。
②**当所開発の予測式**により補強板下の減肉率を推定。

図2 電中研の推定手法を活用した補強板付きT管の減肉管理規格案の概要

当所開発の予測式は、原子力プラントのT管厚さ測定データを用いて妥当性を確認するとともに、実測減肉率の不確かさを考慮した減肉管理上の保守性を有することを確認しています。



表1 規格改定前後での補強板付きT管の減肉管理

流れ加速型腐食の減肉管理対象系統における水系配管の合流部位に対して、改定前は補強板周囲の減肉傾向の確認しかできず、補強板下に最大の減肉が生じる場合には、その最大減肉量の評価はできませんでした。当所提案の減肉管理(図2)を採用した改定後には、補強板下での最大減肉量を考慮できます。

項目	改定前	改定後
測定	補強板周囲8箇所の配管厚さ測定	補強板周囲の面探傷又は詳細測定
減肉率評価	測定箇所のみの評価	測定箇所の評価に加えて補強板下の減肉率を推定
余寿命評価	同上	測定箇所の余寿命と補強板下の推定余寿命を比較し短い方を使用

成果の活用先・事例

改定した減肉管理規格により、補強板下部分を含めて補強板付きT管の減肉管理が可能となるため、現行規格での管理と比べて**管理の信頼性が向上**することが期待されます。また、枝管と主管の接続部に曲率を有するために通常の超音波探触子での測定が難しいT継手の肩部に対しても、同様の推定手法を構築し、減肉管理への反映方法の検討を進めていきます。

(参考) 渡辺ほか、日本機械学会 2023 年度年次大会 講演番号 S081-11 (2023)
渡辺ほか、日本機械学会論文集、Vol. 89, doi: 10.1299/transjsme.22-00275 (2023)