

軽水炉クラス2, 3配管の欠陥評価法の開発

背景

軽水炉プラントにおいて、検出された欠陥を有する機器の運転継続の可否を決定するための手法として、「欠陥評価法」の整備が内外で進められており、我が国では、クラス1配管*1を対象として、「日本機械学会維持規格」の改訂版が2002年に制定されている。その評価の流れは図-1に示す通りであり、検出された欠陥の寸法と「無条件許容欠陥寸法」を比べる第一段階の欠陥評価、進展した後の欠陥と「限界欠陥寸法」を比べる第二段階の欠陥評価からなる。一方、実機プラントで多くの物量を占めるクラス2, 3配管*1に対する欠陥評価法は現状整備されておらず、その開発が強く望まれている。当所は、(株)日立製作所と共同でクラス2, 3配管に対する欠陥評価法の開発を目指した研究を2000年度より実施し、その成果をベースとして維持規格策定のための技術的根拠をとりまとめてきた。

目的

我が国の軽水炉プラントに供用されるクラス2, 3配管のうち、最も使用頻度が高い中靱性配管材（STPT410炭素鋼およびSTPG370炭素鋼）を対象として、欠陥評価法を構築する際の根幹を成す無条件許容欠陥寸法と限界欠陥寸法を評価する手法を開発する。

主な成果

1. 無条件許容欠陥寸法に関する検討

延性き裂の発生、進展に着目して無条件許容欠陥寸法を定める方法を新たに提案した。また、提案法に基づいてクラス2, 3配管に対する無条件許容欠陥寸法を策定した。この結果、管厚が10mmを超える場合、許容欠陥深さは管厚によらずほぼ一定となり、クラス1配管に対する無条件許容欠陥寸法よりも小さくなることを明らかにした（図-2）。

2. 不安定破壊評価に関する検討

クラス2, 3配管に使用される代表的な中靱性配管材を対象として、き裂付き配管の破壊試験、ならびに有限要素法による詳細破壊解析、参照応力法による簡易破壊解析を実施し、破壊荷重の推定に必要とされるZ係数*2を配管寸法の関数として与える式を新たに策定した。靱性の低下に伴いクラス2, 3配管の破壊荷重はクラス1配管に比べて低くなり、その結果を受けて、クラス2, 3配管のZ係数は、クラス1配管を対象とした現行規格（機械学会維持規格）のZ係数よりも約25%大きくなることを確認した（図-3）。

今後の展開

本研究で得られた一連の成果をベースに、クラス2, 3配管の欠陥評価法を維持規格へ反映させる。

主担当者 材料科学研究所 構造材料評価領域 上席研究員 三浦 直樹

関連報告書 「軽水炉クラス2, 3配管の欠陥評価法の開発 – 中靱性配管に対する欠陥評価手法の構築 –」
電力中央研究所総合報告：T75（2003年6月）

*1：クラス1配管は原子炉冷却材圧力バウンダリを成す配管、クラス2配管は原子炉の安全設備に関連する配管、クラス3配管はその他の配管に相当する。クラス2, 3配管は高靱性のクラス1配管と比較して靱性が中程度であることが大きな特徴である。

*2：力の釣り合いから簡便に計算される配管の破壊限界荷重と、破壊力学により評価される破壊荷重の比として定義される。配管試験、解析によりZ係数を配管形状の関数として予め求めておけば、破壊荷重を容易に予測することができる。

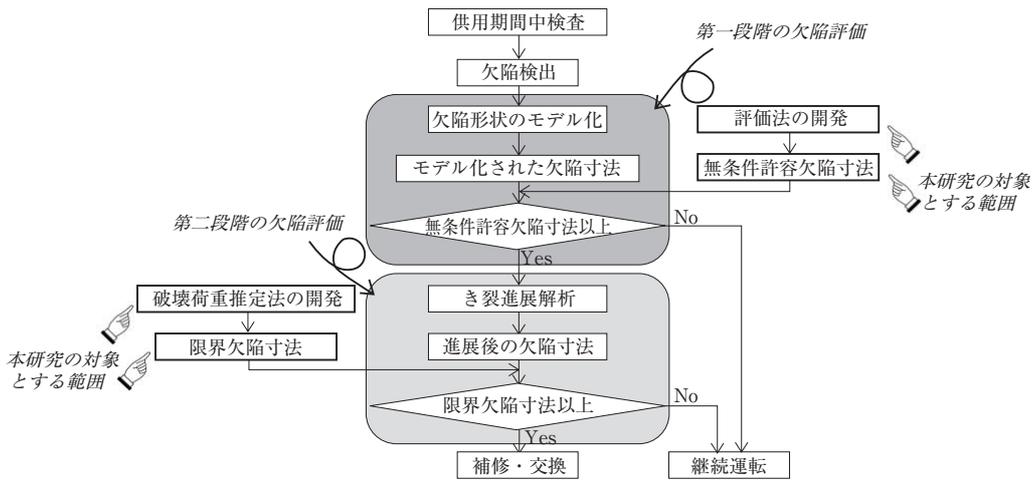


図-1 現行規格におけるクラス1配管に対する欠陥評価の流れ

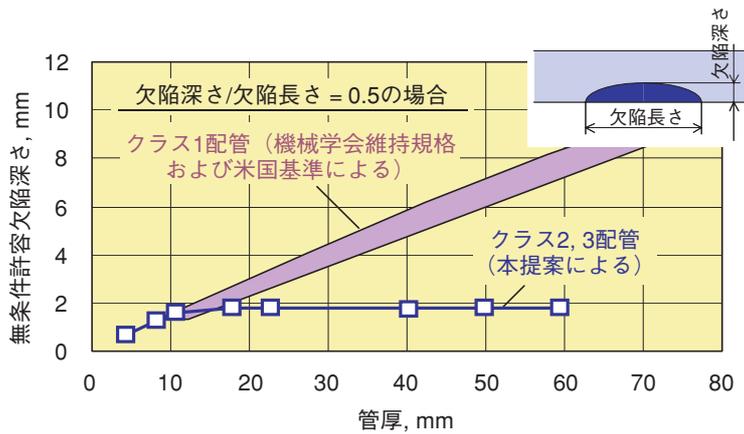


図-2 クラス2, 3配管およびクラス1配管の無条件許容欠陥寸法の比較

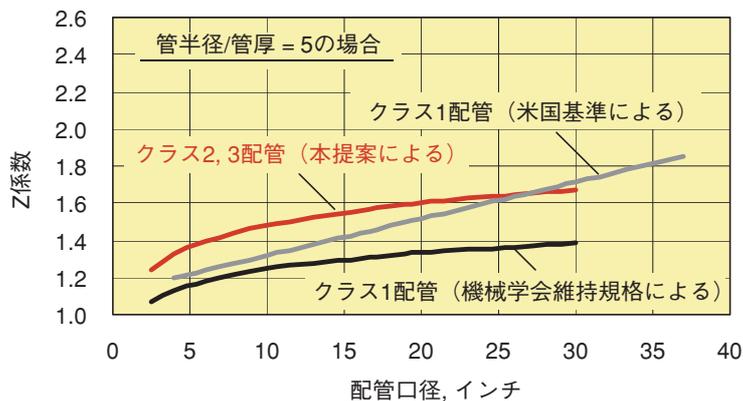


図-3 クラス2, 3配管およびクラス1配管のZ係数の比較