

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

題目(和文)	原子炉再循環系配管の保全優先度評価手法とリスク・コミュニケーション手法の開発に関する研究
Title(English)	
著者(和文)	小嶋正義
Author(English)	Masayoshi Kojima
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第11514号, 授与年月日:2020年3月26日, 学位の種別:課程博士, 審査員:木倉 宏成,小林 能直,赤塚 洋,相樂 洋,筒井 広明
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第11514号, Conferred date:2020/3/26, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

# 論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名	小嶋 正義	
論文審査 審査員		氏名	職名		
	主査	木倉 宏成	准教授	筒井 広明	准教授
	審査員	小林 能直	教授		
		赤塚 洋	准教授		
		相楽 洋	准教授		

## 論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は「原子炉再循環系配管の保全優先度評価手法とリスク・コミュニケーション手法の開発に関する研究」と題し、5 章より構成されている。

第1章「緒言」では、近年、原子力規制機関への報告の多い事象のなかで、特に、沸騰水型軽水炉の圧力バウンダリを構成する原子炉再循環系配管において発生する応力腐食割れ (SCC: Stress Corrosion Cracking) のリスク評価に着目するとともに、SCC の発生原因と保全対策の変遷について概観した上で、SCC は欠陥進展速度が速いことから、配管破損に至る前に SCC を検出し配管補修することが重要であると述べている。配管破損のリスク低減のためには、配管破損に影響を与えるリスク情報を活用して、超音波探傷 (UT: Ultrasonic Testing) による配管検査間隔や適切な検査員の選定などの保全対策を講じることや、ステークホルダー間でのコミュニケーションを容易にするためにリスクを見える化する手法 (リスク・コミュニケーション手法) の開発が必要であることを指摘している。そのためには、SCC 検出後に配管補修可能な限界深さを超える確率 (発生頻度)、限界深さを超えて SCC が配管破損に至る確率 (影響度)、SCC が限界深さに至る前に UT により欠陥が検出される確率 (検出性) の3つの指標を用いることが有効である事を述べ、これらのパラメータを活用して保全優先度を決定し、リスク・コミュニケーション手法により原子炉再循環系配管の安全性向上に資するという本研究の意義と目的を述べている。

第2章「超音波探傷試験員の力量を考慮した原子炉再循環系配管の破損リスクの評価」では、配管 UT を行う際、UT 試験員の SCC 検出能力 (力量) が配管の破損リスク (配管破損確率) に影響することを指摘した上で、UT 試験員の力量が破損リスクにどのように影響を及ぼすか明らかにしている。力量の異なる UT 試験員の実験データを基に、それぞれの力量を回帰関数でモデル化し、破壊力学理論にモンテカルロ法を組み合わせた数値解析コードを開発し活用している。UT の検査間隔を変化させた条件下で破損リスクの解析を実施した結果、検査間隔が短くなるにつれて破損リスクは力量に依存することを示し、検査間隔が長くなるに従って力量によらず破損リスクは同等となる事を明らかにしている。

第3章「原子炉再循環系配管の保守管理における保全優先度の評価手法の開発」では、第2章で開発した数値解析コードによって発生頻度、影響度、検出性を算出し、3指標の評点として決定する方法を構築している。また、発生頻度と影響度の積で得られる潜在的リスクと、3指標の積で得られる保全優先度を評価する手法 (保全優先度評価手法) を開発している。そして、UT 試験員の力量、検査間隔、配管材質、配管呼び径を変化させた解析条件で潜在的リスクと保全優先度を算出し、検査間隔との関係を散布図で示している。その結果、潜在的リスクが高い配管材質や配管呼び径であっても、UT 試験員の力量や検査間隔の条件によって保全優先度の改善が見込めることを示すことで保全優先度評価手法が保全対策の決定に有用であることを明らかにしている。

第4章「原子炉再循環系配管の保守管理におけるリスク・コミュニケーション手法の開発」では、第3章で得られた3指標の評点を活用して複数のグラフツールを作成し、複数のグラフ表示における3指標の見える化の有意性を比較検討した結果、三角形として描画されるレーダーチャートを用いて3頂点の位置と面積によって保全優先度を評価する方法が、3指標で囲まれた面積により視覚的に保全優先度が容易に判別できることから、リスクの見える化に適していることを示している。さらに、第3章で実施した解析条件においてレーダーチャートを作成し、表中に解析条件別にまとめて描画する方法をリスク・コミュニケーション手法として採用している。また、本リスク・コミュニケーション手法の有用性を確認するために、保全優先度評価手法で得られた保全優先度と検査間隔の関係を示した散布図を使用し、散布図とレーダーチャートで描画した結果を比較している。その結果、散布図は複数の解析結果を短時間で読み解く能力を必要としていることを指摘する一方で、本リスク・コミュニケーション手法は視覚的かつ俯瞰的な評価が可能であり、原子炉再循環系配管の保守管理における安全性向上に資することを明らかにしている。

第5章「結言」では、各章で得られた成果を総括し、本論文の結論を述べている。

これを要するに本論文は、保全優先度評価手法を開発し、原子炉再循環系配管の SCC を対象として、潜在的リスクが高い場合であっても、UT 試験員の力量や検査間隔によって保全優先度の改善が見込めることを明らかにするとともに、保全優先度評価手法で得られた3指標をレーダーチャートにより見える化する本リスク・コミュニケーション手法は原子炉再循環系配管の安全性向上に資することを明らかにしており、工学上及び工業上貢献するところが大きい。よって、本論文は博士 (工学) の学位論文として十分価値のあるものと認められる。

注意: 「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポジトリ (T2R2) にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。