

福井県の特徴を踏まえた高経年化研究計画について

Research Program for Ageing of Nuclear Power Plant based on Characteristics of FUKUI Area

日本原子力研究開発機構 榊原安英、磯村和則、山下卓哉、渡士克己、土井基尾、大草享一、田川明広、平原謙司・・・

This study was performed to enrich the contents of measures for an ageing of the nuclear power plants at Fukui area, where infrastructures of research works, for example, institutes, universities etc. are intensively existed., according to the Road-Map established by the Atomic Energy Society of Japan at 2005,

Keywords: Measures for an ageing of the nuclear power plants, FUGEN, PWSSC, Road-Map,

1. 緒言

原子力発電所の高経年化対策の充実を図るために、原子力学会の高経年化に関するロードマップ¹⁾に沿って、調査研究を、長期運転プラントや研究機関等が集積化する福井県下で実施した。(図1参照)

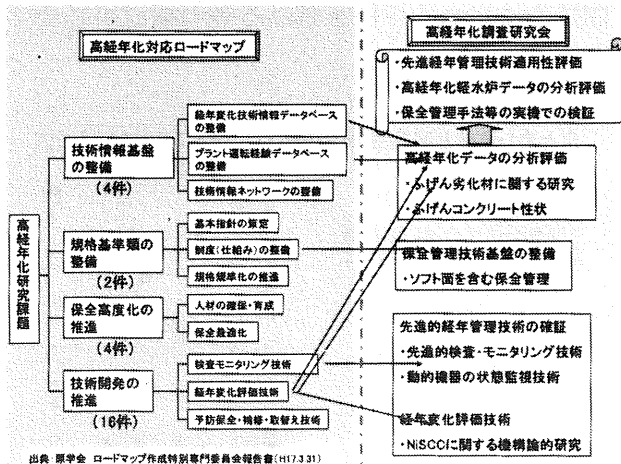


図1 高経年化ロードマップと本研究との関連

2. 研究内容及び成果

(1) 高経年化安全性向上適用技術調査

① 実機高経年化材料及び構造物の劣化診断

本研究は、「ふげん」は約25年間運転に供してきた原子力プラントシステム全体を対象として、保安全管理技術の有効性の確認や経年劣化事象の技術評価をすることにより、高経年化対策技術資料集^{2), 3)}の充実を図ることを目的とする。

本年は、ロードマップにおける位置付けを明確にし、ふげんでの運転・使用状況から推定される

「実用発電所用原子炉施設における高経年化対策に充実について」の報告書⁴⁾に従って、経年劣化事象を抽出評価することにより、軽水炉の高経年化対策に有効に活用されることを確認した。結果は以下の通り。(図2参照)

- a 意義が確認された課題
 - ・ 応力腐食割れ、
 - ・ ケーブルの絶縁低下、配管減肉
- b 可能性があるのをさらに調査を進める課題
 - ・ 熱時効、疲労
- c 可能性が小さいので対象にしない課題
 - ・ 中性子照射脆化

また、潜在劣化事象の可能性を考慮したサンプリング計画にも配慮が必要と考える。

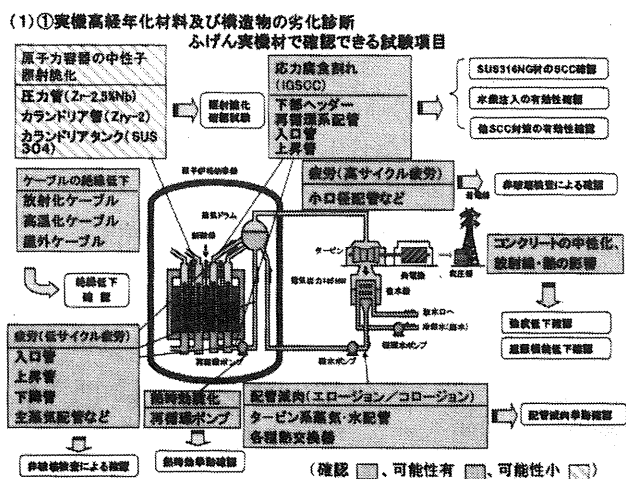


図2 ふげん実機材⁵⁾で確認できる試験項目

② 先進的検査・モニタリング技術調査

本研究は、「高速増殖炉」で用いられている検査・モニタリング技術（高温非接触探傷、モニタ

リング、遠隔操作等)の軽水炉への適用性検討を行なうことにより、軽水炉の検査・モニタリング技術の高度化を実証するとともに新技術適用のためのスキーム構築に資することを目的として、軽水炉や他産業技術を調査し、軽水炉の高経年化対策に資する運転中モニタリング手法の検討を行なった。

その結果、き裂進展モニタリングと減肉モニタリングについては、具体的に調査した技術を用いて適用性を確認することができた。今後、事象者が適用する検査モニタリング技術に対して、妥当性を判断するのに必要なデータを得るための実証試験が必要と認められれば、技術実証事業を展開する。

③ 動的機器の状態監視技術調査

動的機器については、高経年化技術評価の実施は不要とされており、原子力プラントにおいては、定期点検で、その健全性を確認している。しかしながら、運転中に動的機器の状態を監視し、劣化の予測を行えば、動的機器のより高い信頼性を確保することができる。

そこで、高経年プラントの信頼性向上に資するため、動的機器の状態監視手法や劣化予測手法についての調査を行い、動的機器の状態監視技術の有用性を検討した。

動的機器として、ポンプ、弁、スナッパを対象に調査を実施した。その結果、ポンプ、弁についてはこれまでに検証試験が実施されているまたは実用化されている有用な手法がある。スナッパについては、これまでに技術開発が行われた事例は無かった。今後は動的機器の状態監視技術については、保全技術として、さらなる評価技術の開発及び体系化が必要である。

(2) ニッケル基合金溶接部の SCC 亀裂進展に関する機構論的研究

本研究の目的は材料間で異なる PWSCC き裂進展挙動、特に母材と溶接部の差異を機構論的に明らかにし、NiSCC 研究で求められたき裂進展速度データの妥当性を、科学的、合理的に担保することを目的としているが、本年度はその第一段階として 600 合金系材料の材料因子の詳細分析を行い、

PWSCC き裂進展挙動に影響を与える材料因子を抽出・整理した。なお本年度分析を行った材料は以下の 600 合金系材料 7 種類である。

- ① 蓋用管台 MA600 新材、
- ② 蓋用管台 MA600 旧材、
- ③ 炉内計装筒 MA600 新材、
- ④ 炉内計装筒 MA600 旧材、
- ⑤ 空気抜管 TT600、
- ⑥ 132 合金、
- ⑦ 82 合金

調査の結果から、現状で母材と溶接材での差異が大きく、き裂進展挙動と相関性があると考えられる材料因子は、ナノインデンテーション硬さ、ランダム粒界比率、粒界炭化物種の 3 因子が上げられる。なおこれらの因子とき裂進展速度の相関性の定量的評価については今後さらに検討する必要があり、特に粒界炭化物種の差異については、他の材料特性との関係を検討することによって間接的に定量的評価を試みる等の検討が必要である。

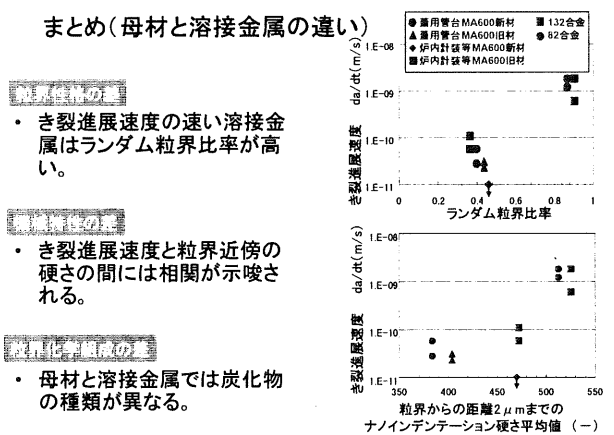


図3 Ni 基合金 SCC の研究のまとめ

(3) 品質保証等のソフト面を含む保安全管理に係る技術基盤の整備に関する研究

本研究については、先ず国内の原子力発電所の内、特に多種多様な炉型[軽水炉(PWR, BWR)、高速増殖炉、新型転換炉]が位置している若狭地域で発生した事故・トラブル情報や良好活動事例等の情報を総合的に収集することから始め、その中から保安全管理に係る情報を選別し、適当な整理項目を選定の上、データベースとして整理した。

次に、これら収集した各種情報を人間と組織の

ソフト面の視点から整理し、保安全管理の仕組への効果的なフィードバックのあり方を調査した。

更に、これら収集した各種情報をヒューマンファクタの視点から整理し、保安全管理の品質を高めるための課題を整理した。

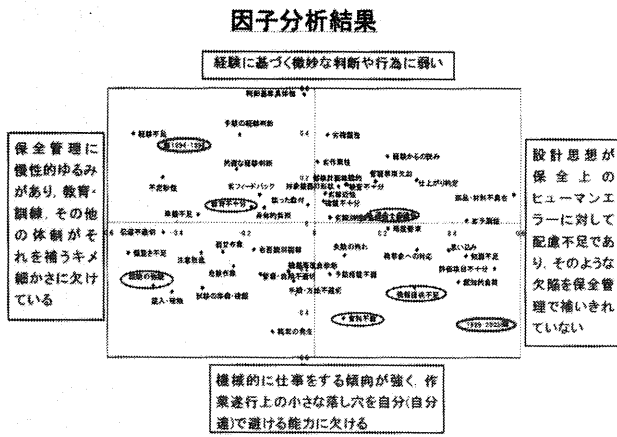


図4 因子分析結果と課題整理

(4) 原子力発電所コンクリート性状に関する研究

コンクリートの高経年化評価において、劣化状況を評価する検査技術と劣化状況の変動を把握するモニタリング技術は、最も重要で基本的な技術である。

これら技術の一般建築への適用性はある程度把握されているが、原子力発電所への有効性や適用範囲については、非常に大きな部材サイズや温度・放射線等の特有の環境条件のため、必ずしも確認されているとはいえない。

本研究は、「ふげん発電所」を用いて、コンクリートの経年劣化に関するデータを取得し、各種検査技術・モニタリング技術の適用性検討を行うことにより、コンクリート健全性評価のための検査技術・モニタリング技術について、原子力発電所への適用性を実証することを目的として、調査を進めた。研究の結果は以下の通り。

① 軽水炉やふげんのプラント情報

- ・ふげん発電所の建設時のコンクリート強度等の基本的な物性を入手した。これにより、今後の高経年化調査から得られる結果と初期値の比較が可能となった。
- ・また、高経年化した軽水炉のコンクリート強度や JPDR における放射線を受けたコンクリート強度の特性データを入手した。

- ② 材料劣化に係る事象事例の調査
 - ・コンクリートの一般的な劣化事象及び原子力特有の劣化事象を整理した。
- ③ 検査・モニタリング技術に係る調査
 - ・コンクリートの検査・モニタリング技術の概略調査を実施した。
- ④ 高経年化研究計画(案)の立案

「ふげん」コンクリートの物性調査

① コアサンプリング箇所の選定

● コアサンプリング箇所は、コンクリートの状況を十分に調査し、原子力特有の条件を有する部位から重点的に選定する。

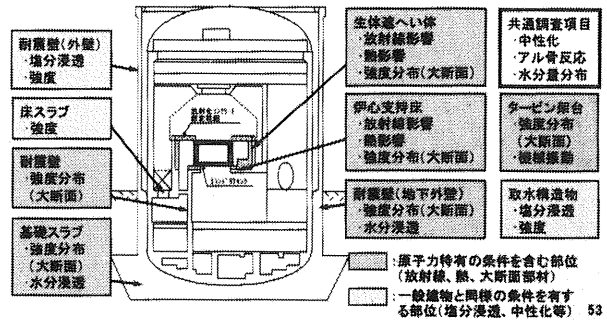


図5 コンクリートコアサンプリング箇所

3. 結言

本研究は、5年計画の初年度であり、主に、研究テーマの掘り起こしと研究計画の策定を行った。大学、電気事業者、研究所、原子力安全・保安院、福井県、原子力安全基盤機構などから構成された「福井県における高経年化調査研究会」(主査：柴田俊夫)において、研究テーマの絞り込み、研究の意義、効果的な成果の反映について議論・検討され、研究の方向付けがなされた。

謝辞

本研究は、独立行政法人原子力安全基盤機構より、独立行政法人 日本原子力研究開発機構が受託して実施されたものである。研究課題(2)「ニッケル基金溶接部の SCC 亀裂進展に関する機構論的研究」と(3)「品質保証等のソフト面を含む保安全管理に係る技術基盤の整備に関する研究」については、原子力安全システム研究所にて実施されたものである。

参考文献

- 1) 原子力安全・保安院、“実用発電用原子炉施設における高経年化対策の充実について”、平成 17 年 8 月 31 日
- 2) (独)原子力安全基盤機構、“平成 16 年度 原子力安全研究ロードマップ整備に関する報告書”平成 17 年 6 月
- 3) 原子力安全・保安院、“実用発電用原子炉施設における高経年化対策実施ガイドライン”平成 17 年度
- 4) 原子力安全・保安院、“実用発電用原子炉施設における高経年化対策標準審査要領”平成 17 年度
- 5) 核燃料サイクル開発機構 敦賀本部 新型転換炉ふげん発電所、“新型転換炉原型炉「ふげん」開発実績と技術成果”