

廃止措置中の浜岡 1 号機を活用した研究について（その 3）

Status of the research using materials in decommissioning Hamaoka NPS Unit 1 (3)

中部電力(株) 原子力安全技術研究所 熊野 秀樹 Hideki YUYA Member

中部電力(株) 原子力安全技術研究所 横倉 一洋 Kazuhiro YOKOKURA Member

An investigation of RPV and concrete structure in Hamaoka unit-1 have been started since 2014. Objective of the investigation is to contribute to the optimization of plant maintenance methodology by development of maintenance technologies such as non-destructive inspection and small specimen technique. This report describes some results obtained at present.

Keywords: Material degradation, Research, Decommissioning

1. はじめに

浜岡原子力発電所 1 号機は平成 21 年に運転を終了し、現在は廃止措置中の第 2 段階（原子炉周辺設備解体撤去）にある。当社は平成 26 年から材料劣化に関する研究を開始し[1]、その概要を前報で報告しているが、本報では前報からの進捗について報告する。

2. 研究の背景

2.1 研究の目指すところ

新規制基準では、原子力発電所の原子炉圧力容器やコンクリート構造物の経年劣化に対して特別点検が規定された。一方、当社の浜岡原子力発電所 1 号機は廃止措置中であるため、供用中は困難だった材料調査が可能となった。したがって、本研究は、特別点検への対応に資する目的で、現行劣化管理法の確認・高度化や検査手法開発等を行っている。

2.2 研究の対象

浜岡原子力発電所 1 号機を対象に、原子炉圧力容器、および原子炉建屋のコンクリートについて、実機から試料を採取し、実機環境下で長期間にわたり高速中性子、熱や放射線照射環境下にあった構造材料を分析・評価する（図 1）。

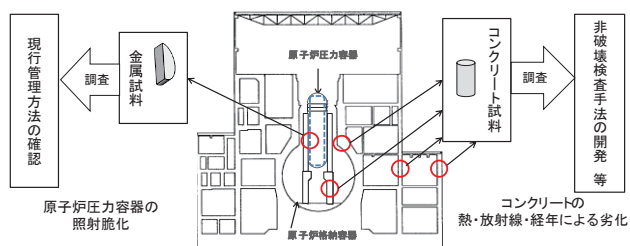


図 1 研究成果とその活用イメージ

3. 個別研究の現状

3.1 原子炉圧力容器に関する研究

原子炉圧力容器の中性子照射脆化は、特別点検が規定される以前から発電所の高経年化技術評価における重要評価項目であった。特別点検では、これまでより綿密な検査が要求されたが、近年海外炉で報告された製造欠陥の問題や国内炉で見られた予測を上回る脆化が要求の背景にあると思われる。

前報では、実機サンプル採取位置の検討とそれに基づくサンプル採取結果、実機保管材である UT ブロック（未照射材）と実機サンプルの調査予定を報告した。それ以降、UT ブロックの各種調査と実機サンプルの試験研究機関への輸送が終了し、現在は実機サンプルの破壊靱性試験等を計画中である。

(1) UT ブロック調査

UT ブロックに関しては、当初計画した金相観察、硬さ試験および破壊靱性試験を終了した。UT ブロックの硬さ試験結果を図 2 に示す。図中の写真に示す通り、クラッドから深さ 9mm の母材領域内で溶接入熱によると推測される変色が観測された。この領域を詳細に観察すると、深さ方向に向かって粗粒から細粒への結晶粒径の変化が確認された。

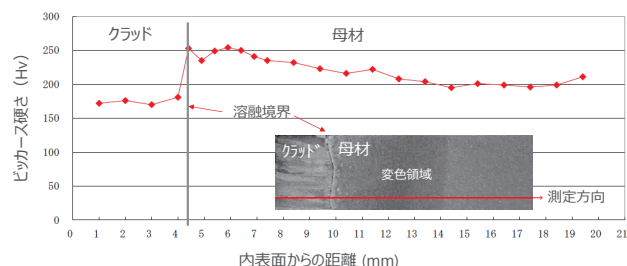


図 2 UT ブロックのマクロ組織と硬さ分布

UTブロックの破壊靱性試験は、今後実機サンプルから加工できる試験片サイズが小さいことを踏まえ、微小試験片で行った。結果は試験規格の有効判定基準を満足した。試験後の試験片外観写真を図3に示す。

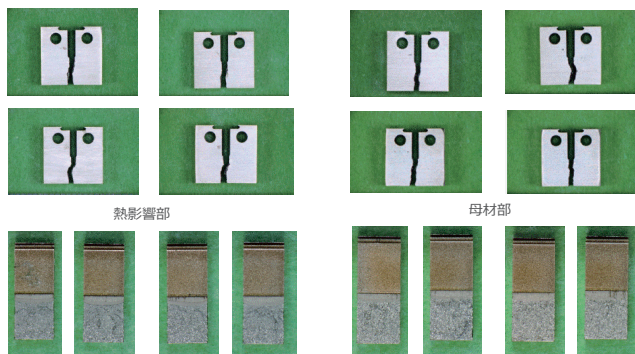


図3 破壊靱性試験後の破断した試験片

(2) 実機サンプル調査

平成28年末までに、原子炉から採取したサンプルの国内試験研究機関への輸送は完了した。金属組織や硬さを調査した結果、結晶粒径や硬さの深さ方向への変化の傾向は上述のUTブロック（未照射材）と似た傾向が見られた。

3.2 原子炉建屋コンクリートに関する研究

浜岡1号機原子炉建屋の様々な部位からコアを採取している（図4）。耐震壁（図4の⑤）から湿式および乾式工法により採取したコアについて物理試験を実施し、また、数値解析による検討も実施した。

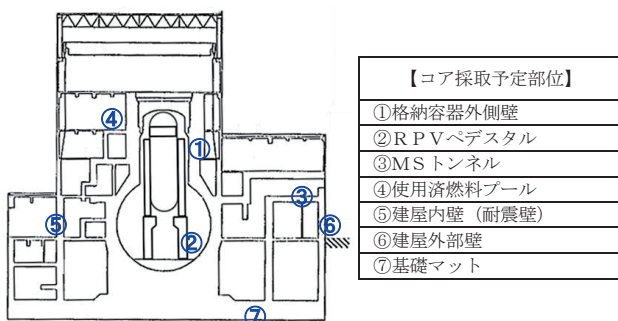


図4 コア採取予定部位

(1) コア試験

コア試験結果の代表例として、地下2階における圧縮強度試験、および超音波伝搬速度試験の結果を図5に示す。圧縮強度および超音波伝搬速度ともに、部材中央部は部材端部と比較して高い値を示している。部

材端部では、乾燥等により部材内部と異なる環境のためと考えられることから、他試料の傾向や要因を分析している。

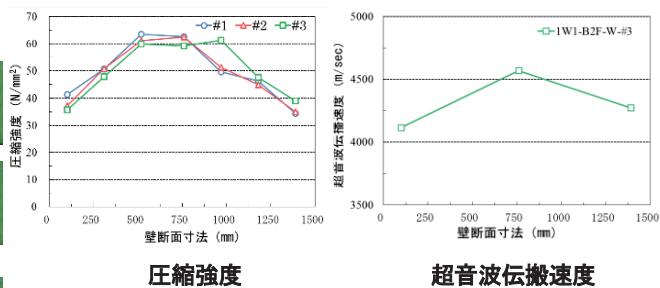


図5 壁断面内の測定値分布

また、同じ地下2階において、湿式・乾式のコア採取工法の差異を調査した。圧縮強度では、部材中央部が部材端部に比べ高い値を示す傾向は変わらなかったが、部材中央部において湿式工法に比べ乾式工法では約10N/mm²の強度低下がみられた。乾式工法の圧縮強度低下は摩擦熱によるものと考えられたため、通常の方法（乾式A）および一定長毎にコアを折取する方法（乾式B）を比較した結果、乾式Bは摩擦熱の蓄積が防止でき湿式工法との試験結果の差異が少なかったことから、現在は乾式Bでのコア採取を採用している。

(2) 水と解析モデルによる部材内部の強度評価

耐震壁について、水と解析モデルによる部材内部コンクリートの強度計算結果を図6に示す。長期的に部材中央部が端部よりも高い強度発現を示しており、この傾向はコア試験結果と一致している。

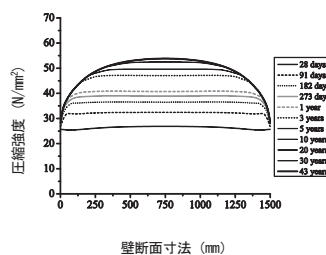


図6 解析による圧縮強度計算結果

4. おわりに

今後もこれら研究を継続し、成果を適時報告する予定である。

参考文献

[1] https://www.chuden.co.jp/corporate/publicity/pub_releases/press/3253013_19386.html