

2-⑥ 圧力容器／格納容器の耐震性・影響評価手法の開発

事業の目的

事故時の高温の燃料デブリの落下、鋼材の腐食による経年変化、燃料デブリ取り出し時の止水や追加設備の影響を考慮した耐震強度評価に基づき圧力容器(RPV)/格納容器(PCV)等の主要機器の耐震性を評価するとともに、損傷が発生した場合の波及的影響とその影響を防止又は抑制できる対策案を立案するとともにその対策案に基づく安全シナリオの有効性を確認した。

1. 事業の内容と成果

下記2. 関連事業の結果を反映して以下の成果が得られている。

(1) 大規模地震時における安全シナリオの構築

大規模地震による大型機器の損傷を起因とする波及的影響に対して、燃料デブリ取り出し開始までに実施すべき設備対策、及び準備すべき機動的対応をまとめ、安全シナリオ(安全機能の維持または事故収束のための一連の対応の流れ)を構築した。

(2) 安全シナリオ構築のための耐震性・影響評価手法の開発

① サプレッションチャンバ(S/C)脚部の耐震性・影響評価手法の開発

- ・ベント管とS/C系を連結した連成モデル(図1)に対して弾性時刻歴応答解析を実施し、S/C内への止水材充填状態の耐震性を評価した。
- ・重要部位であるコラムサポート他について、さらに弾塑性解析(2倍勾配法)による評価を行い、S/C内充填量の上限を確認した。

② ペDESTAL部の耐震性・影響評価手法の開発

ペDESTALの高温履歴時の想定温度分布および燃料デブリによる浸食の影響評価のため、以下に示す評価手法の開発と材料データを取得した。

- ・3次元有限要素法(FEM)による弾塑性解析(図2)及びファイバーモデルによる強度及び剛性の評価手法
- ・ペDESTAL強度や剛性の変化が大型機器の耐震性へ与える影響を評価する連成応答解析法
- ・高温履歴によるコンクリート内鉄筋の高温腐食量と強度低下量

(3) 安全シナリオの高度化

上記の評価手法の高度化のために解析や試験等の確認方策を検討し、以下の詳細解析と材料試験を実施した。

- ・1号機におけるS/C脚部の弾塑性時刻歴応答解析による評価
- ・事故時の温度履歴を考慮したPCVの材料試験データの取得

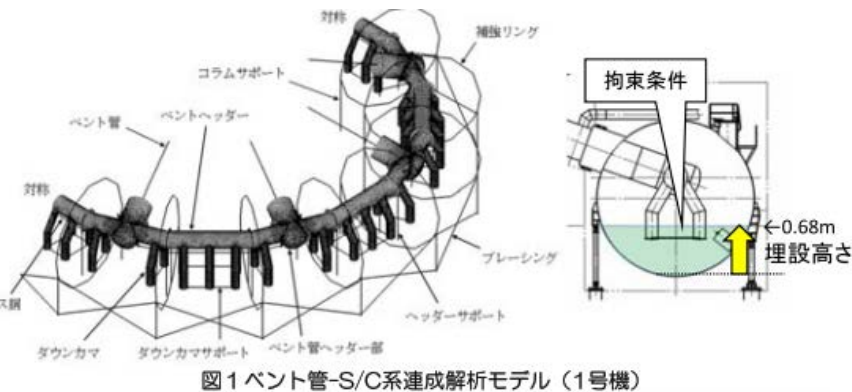


図1 ベント管-S/C系連成解析モデル(1号機)

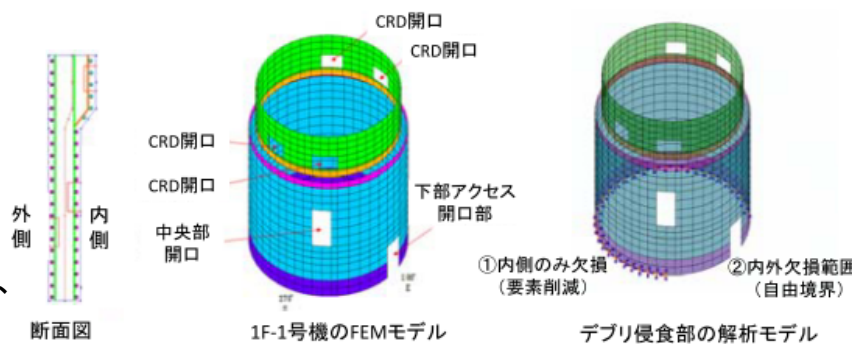


図2 RPVペDESTALの3次元FEM弾塑性解析モデル

実施者

技術研究組合国際廃炉研究開発機構(IRID)(2013年度～)

2. 関連事業

これまで行われた関連事業における成果は以下のとおりである。

○圧力容器／格納容器の健全性評価技術の開発(2011～2013年度)

(1) RPV,PCV,ペDESTAL等の主要機器の耐震強度評価

現状及び燃料デブリ取り出し時のプラント状態(腐食による減肉、止水や燃料デブリ取り出し装置等の重量考慮)での主要機器の耐震強度評価を実施した。主要部分については耐震裕度を確保できるが、一部の機器については、より詳細な強度評価が必要であることを確認した。

(2) ペDESTALに対する高温デブリ落下影響評価

溶融炉芯—コンクリート相互作用(MCCI)に係わる文献調査などを行い、ペDESTALの侵食状況の推定に資する基礎データを整備した。

○圧力容器／格納容器の健全性評価技術の開発(2014～2015年度)

(1) PCV/RPVの耐震健全性を踏まえた冠水工法の成立性評価

燃料デブリ取り出し時のプラント状態を反映したPCV/RPV等の耐震強度評価により、気中及び冠水(上アクセス)での燃料デブリ取り出し工法の成立性を検討し、評価結果が厳しい機器/部位について、耐震性の詳細評価を実施した。

(2) PCVの補修や水位上昇を踏まえた機器の耐震強度の簡易評価

地震応答解析に影響するパラメータ(D/W水位等)を抽出・選定して、各パラメータを変動させた地震応答解析を実施した。その結果よりパラメータの変動と地震応答の関係を整理し、耐震強度の簡易評価手法を開発した。さらに、簡易評価手法と通常の動的解析手法から得られる評価結果を比較することで、簡易評価手法の妥当性を確認した。

(3) ペDESTALの侵食影響評価

高温加熱後に気中または水中暴露を履歴した円柱試験体、ブロック試験体、ペDESTALの縮小模型試験体等のコンクリート強度、鉄筋の腐食量などのデータを取得し、実機ペDESTALの強度評価や考察に必要な知見を得た。

2011年度	2012年度	2013年度	2014年度	2015年度	2016年度	2017年度
圧力容器／格納容器の健全性評価技術の開発						
		圧力容器／格納容器の健全性評価技術の開発				
			圧力容器／格納容器の耐震性・影響評価技術の開発			