

原子力発電部会セッション

東海第二発電所の新規制基準適合性（設置変更許可、工事計画認可）
及び運転期間延長認可に係る審査対応についてSafety Review by Regulatory Body with New Regulatory Requirements (Installation Change
Permission, Construction Plan Approval) and Evaluation on Operating Period Extension of
Tokai-II Power Plant

(3) BWRメーカーによる許認可対応への取組について

(3) Great Efforts to Pass Safety Review in Order to Comply with the New Regulatory
Requirements for BWR Plant by the Supplier*今野 隆博¹¹日立 GE ニュークリア・エネルギー(株)

1. はじめに

東海第二発電所は、1978年11月に運転開始した1100MW級沸騰水型原子力発電所であり、運転開始から40年が経過する前に運転期間延長認可を取得する必要があるがあった。運転期間延長認可の条件は、設置変更許可及び工事計画認可の取得であるため、東海第二発電所では運転期間延長を含めた3つの許認可対応が同時に行われた。特に工事計画認可と運転期間延長は、BWRプラントとしては新規規制基準施行後初の審査であり、多くの論点について、規制当局との技術的議論が実施された。審査を受けるのは日本原子力発電株式会社殿であるが、弊社も原子力プラントメーカーとしての技術的検討を通じ、今回の許認可対応に協力させて頂くことが出来た。本稿では、弊社で行なった技術的検討の一部について紹介する。

2. BWRメーカーとして取り組んだ主な技術的課題

2-1. ブローアウトパネル閉止装置

ブローアウトパネルは、主蒸気管破断事故（MSLBA）時の原子炉区域圧力開放を目的に、建設時から取り付けられている設備であるが、東日本大震災後の規制変更に伴い、MSLBA以降の原子炉建屋負圧維持（放射性物質拡散防止）、及び中央操作室居住性確保の観点から、ブローアウトパネルに閉止装置を設けることにした。装置概要を図2-1-1に示す。本装置は、

- ・事故後に手動または自動で閉止すること
- ・閉止後、外部からの放水取り込みを可能にするため、開放可能であること
- ・気密要求を満足すること
- ・Ss地震に耐えること

等の要求があるため、兵庫県のE-ディフェンスで実機大試験体を加振し、加振後の動作確認及び機密性能確認を行った。試験体外観を写真2-1-1に示す。

試験により、当該機構が要求を満足する製品であることが確認出来た。

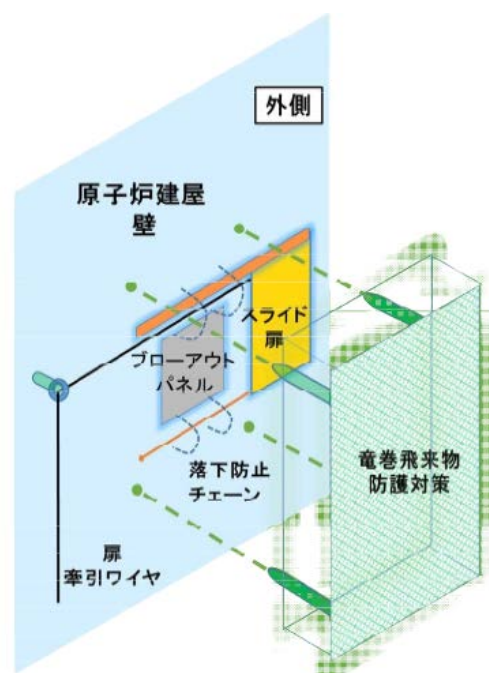


図 2-1-1 ブローアウトパネル閉止装置概要

ブローアウトパネルの扉部分

試験体用支持架台

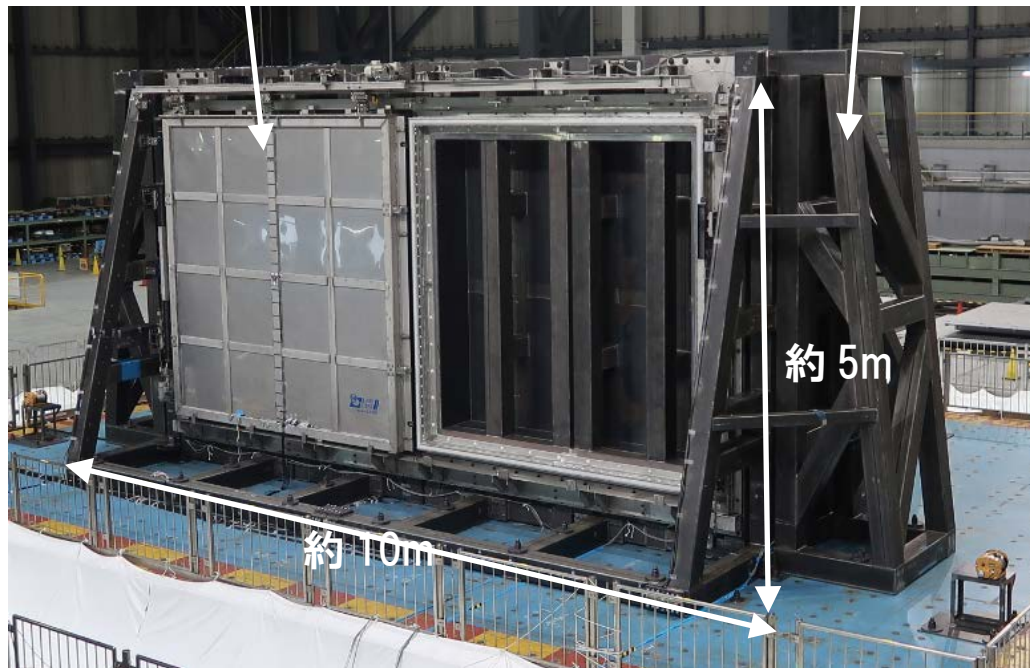


写真 2-1-1 ブローアウトパネル閉止装置の加振試験体

2-2. ECCS ストレーナ

ECCS ストレーナに関し、「異物付着による圧損上昇の評価につき、追加試験を実施すること」との原子力規制庁コメントを受け、特急対応での試験を実施した。

ストレーナの性能評価は、通常下記要領で実施するが、それぞれのステップに保守性を持たせることで、より説明性の高い手順で試験を行った。

- (1) 保温材の破損量評価
- (2) 破損保温材の ECCS 水源への移行量評価
- (3) 破損保温材以外の異物の ECCS 水源への移行量評価
- (4) 異物付着による圧損上昇の評価
- (5) NPSH（有効吸込みヘッド）の評価

試験は米国 CDI 社の試験装置を用いた。図 2-2-1 に試験装置概要、写真 2-2-1 にストレーナ写真を示す。試験の結果、圧損上昇を考慮した ECCS ポンプの NPSH が、当該ポンプの必要 NPSH 以上であることが確認出来た。

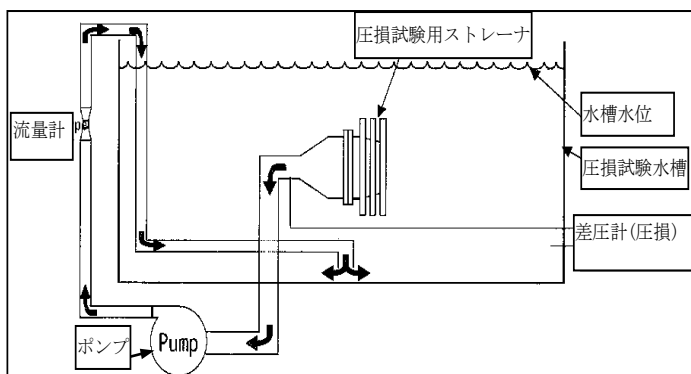


図 2-2-1 試験装置概要



写真 2-2-1 ストレーナ

2-3.MCCI/FCI 対策

熔融炉心コンクリート相互作用（MCCI）、及び熔融燃料落下による燃料冷却材相互作用（FCI）を防止する観点から、ペDESTAL内の水位を 1m に維持した上で、コリウムシールドを据え付ける方針としている。

MCCI/FCI 対策に関し、「コリウムシールドの施工は、国内プラントでは初めてとなることから、構造・手順・環境の面で施工に係わる実現性を確認する必要があるため、コリウムシールドの施工性について示すこと。」との原子力規制庁コメントを受けた。通常であれば、詳細施工計画を踏まえて手順を策定するものであるが、特急で施工ステップ毎の施工内容や管理項目を検討し、下記 6 ステップについてイメージ図を用いて説明することで、コメント対応を完遂した。

- ステップ 1：既設サンプ除染、撤去
- ステップ 2：スリット設置、モルタル打設
- ステップ 3：アンカーボルト、下地材設置
- ステップ 4：コリウムシールド設置
- ステップ 5：床・機器ドレンサンプ設置
- ステップ 6：完成

2-4. 燃料落下評価

使用済み燃料プール（SFP）ライニングに関し、「燃料交換機（FHM）から燃料集合体が落下した場合でも SFP ライニングの健全性を担保すること。」との原子力規制庁コメントを受けた。文献での説明を試行したが、文献の評価式で使用している抗力係数を測定するよう指導を頂き、特急で試験を実施した。模擬燃料集合体を試験水槽内で水平に移動させ、抗力係数を実測する試験を行い、文献で用いている抗力係数の保守性を確認することができた。図 2-4-1 に試験概要を示す。

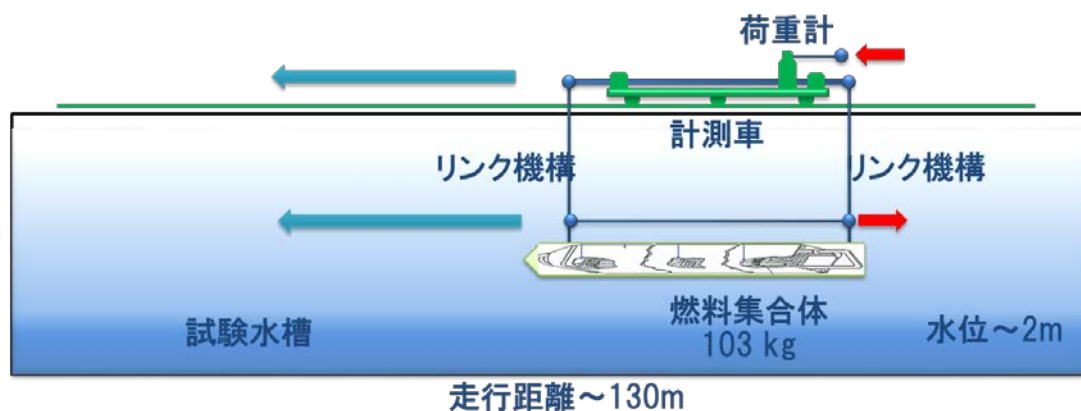


図 2-4-1 燃料集合体抗力係数測定試験概要

2-5. スタンドパイプ耐震評価

スタンドパイプ耐震評価に関しては、既工認では公式等を用いた応力評価を行っていたが、機能限界を踏まえた許容限界をより現実的に示す観点で、JEAG4601 及び JSME 設計・建設規格で定められた極限解析による評価を採用した。極限解析による評価方法は規格基準に定められた方法であるが、工認での適用実績が少ないことから、以下の解析及び確認試験を実施した。

2-5-1 極限解析

FEM 解析により、荷重と変位の関係を求めた。なお、実機形状を踏まえ、下記検討を行った。

- ・評価位置の違いによる影響の確認
 - 中央部及び最外周部の 2 種類のスタンドパイプをモデル化

- ・最外周部モデルの地震荷重の作用方向による影響の確認

→3 方向（中心方向、外側方向、
周方向）の解析を実施

FEM 解析による応力分布例を図
2-5-1-1 に示す。許容荷重が地震荷
重より大きいことが確認できた。

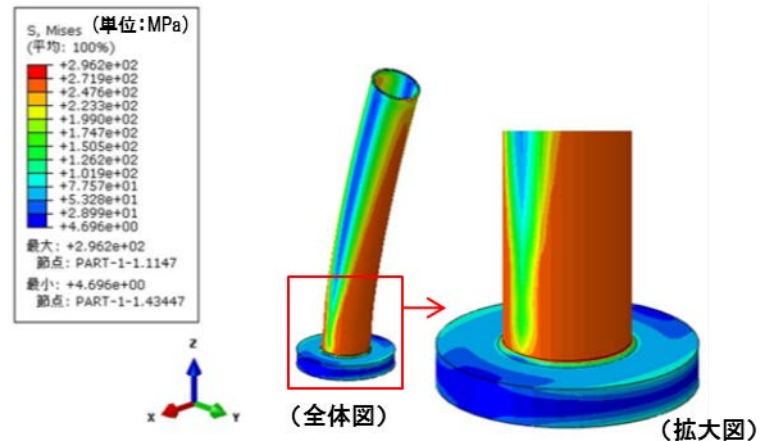


図 2-5-1-1 2 倍勾配交点でのミーゼス応力分布の例 (IV_AS、中央部)

2-5-2 試験による確認

実機スタンドパイプの一部を縮尺した試験体を用いた試験を行い、極限解析を用いたスタンドパイプの耐震評価手法の保守性を確認した。図 2-5-2-2 に試験結果と極限解析結果の比較を示す。試験で健全性が確認された荷重（モーメント）は極限解析で得られた崩壊荷重の下限より大きく、極限解析による評価は十分な保守性を有していることが確認できた。

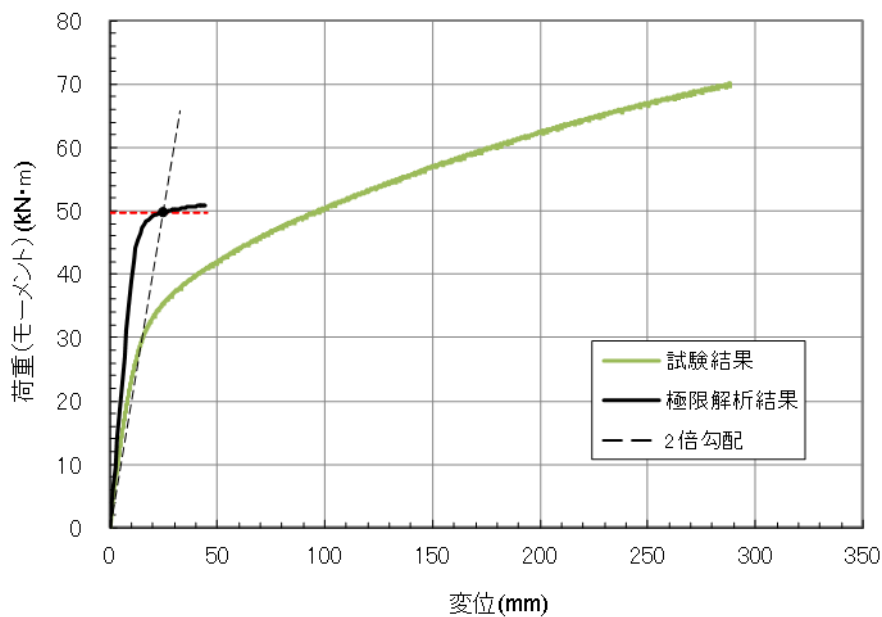


図 2-5-2-2 試験結果と極限解析結果の比較

3. まとめ

新規規制基準施行後の審査は、これまで PWR が先行していたが、今回東海第二発電所が BWR として初の工事計画認可、運転期間延長認可を取得した。炉型に係らず原子力発電プラントの安全性が確認されたという観点で、極めて大きな前進と言える。今回の許認可対応では、新たに取り付ける設備の設計思想から成立性までを短期間で確立させるケースも有ったが、関係各位のご指導の下、検討を纏めることが出来た。今後も BWR プラントの新規準適合性審査の支援や工事を通じて、原子力プラントメーカーとしての役割を果たして行きたい。

*Takahiro Konno¹

¹Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.