

燃料デブリ用収納缶の開発 (6) 収納缶落下試験の静的解析評価

Development of Fuel Debris Canister

(6) Evaluation of Drop Test by Static Numerical Simulation

*廣坂和馬⁴, 内山秀明¹, 松岡寿浩², 檜崎千尋³, 宮本和⁴, 齋藤昇⁴, 菊地義春⁴, 上野学⁴

¹IRID, ²IRID/三菱重工, ³IRID/東芝, ⁴IRID/日立GE

収納缶の 1/3 スケール落下試験の静的解析を実施した。静的解析は、落下試験で得られた収納缶の変形量を適度に大きく見積もり、収納缶の未臨界維持機能を保守側に評価できることを確認した。

キーワード：燃料デブリ，収納缶，構造強度，落下試験，静的解析，ひずみエネルギー法，未臨界

1. 緒言

福島第一原子力発電所の廃止措置に向けて燃料デブリの収納・移送・保管技術確立するため、燃料デブリ用収納缶の開発を行っている。燃料デブリ用収納缶の万一の落下等、衝撃力が加わる事象に対する強度評価手法の検討を行っている。収納缶は、万一の落下事象時でも燃料デブリの未臨界維持を担保するため、変形を制限する必要がある。軽水炉機器の構造強度評価では静的解析を用いた実績が多いことから、収納缶の 1/3 スケール落下試験とこれを模擬した静的解析結果を比較し、落下時の変形量評価における静的解析の適用性について検討した。

2. 解析方法

1/3 スケールの収納缶の鉛直落下試験の静的解析モデルを図 1 に示す。モデル形状は 2 種類の長さ(長尺、短尺)の試験体形状とそれぞれ同一とした。材料物性には、試験体に使用した SUS304 および SS400 の室温の応力-ひずみ関係を用いた。解析には汎用有限解析コード Abaqus[®]を用いた。衝突加速度を静的な慣性力として与える手法としてひずみエネルギー法を用いた。収納物を本体底板に設置し、収納缶模擬体を床に置いた状態で、蓋と本体に発生するひずみエネルギーが想定される最大高さ(暫定値 9 m)での落下エネルギーと等しくなるよう衝突加速度を鉛直下向きに負荷させた。

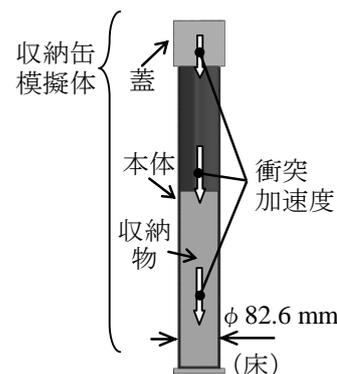


図1 静的解析モデル

3. 解析結果

静的解析による鉛直落下時の試験体胴部径方向の最大変形量は 0.9 mm であり、落下試験の変形量 0.3 mm に対して大きく評価できることを確認した。他の想定落下事象も含めた 1/3 スケール落下試験での試験体胴部径方向の最大変形量を解析と比較した結果を図 2 に示す。両者の差異は最大でも試験体直径の 0.8 % 程度で、いずれのケースも静的解析は試験結果より大きく、適度に保守的な結果を与えることを確認した。また、本静的解析手法を内径 220 mm、板厚 10 mm の実機形状案の収納缶に適用し、9m 鉛直落下の静的解析を行った結果、胴部径方向最大変形量は、未臨界維持の目安値 13 mm 以下の約 6 mm であることを確認した。

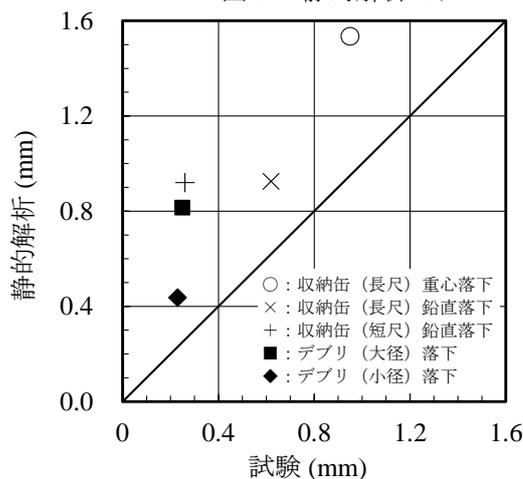


図2 胴部径方向最大変形量の比較

この成果は、経済産業省/平成 26 年度補正予算「廃炉・汚染水対策事業費補助金(燃料デブリ収納・移送・保管技術の開発)」で得られたものの一部である。

*Kazuma Hirotsaka^{1,4}, Hideaki Uchiyama¹, Toshihiro Matsuoka^{1,2}, Chihiro Narazaki^{1,3}, Nodoka Miyamoto^{1,4}, Noboru Saito^{1,4}, Yoshiharu Kikuchi^{1,4} and Manabu Ueno^{1,4}

¹International Research Institute for Nuclear Decommissioning, ²Mitsubishi Heavy Industries, Ltd., ³TOSHIBA CORPORATION,

⁴Hitachi-GE Nuclear Energy, Ltd.,