

矩形タンク内容水の地震時溢水挙動評価

(1) 数値解析モデルの適用性検証と溢水量に及ぼす空間解像度の影響

Seismically-induced sloshing response evaluation for rectangular tank with overflowing water

(1) Validation of applicability of numerical simulation model

and effects of the grid refinement on the amount of overflow water

* 豊田 幸宏^{1,2}, 大鳥 靖樹²

¹ 電中研, ² 東京都市大学

本報は、既往実験を対象に、数値流体解析コード OpenFOAM を用いてスロッシング解析を行い、溢水量等の再現性を検証するとともに、数値解析モデルの空間解像度大小に係る感度解析を実施したものである。

キーワード：スロッシング，溢水，数値流体力学，振動台実験，長周期地震動

1. はじめに 原子力発電所の耐震設計における基準地震動レベルの増大に伴い、評価項目の1つとして溢水影響評価が求められている。このため、本研究では矩形容器内容水の非線形スロッシング解析を実施した。

2. 既往実験のシミュレーション解析

2-1. 解析対象 図1に示す矩形タンク（外側部：4m×2m×0.5m、内側部（タンク）：2m×1.5m×0.5m）を用いた振動台実験^[1]（入力波：2003年十勝沖地震 K-NET 苫小牧観測記録 NS 成分）を解析対象とした。

2-2. 解析方法 矩形タンクとその外側を計算領域に設定し、図2中に示す6種類のメッシュサイズを有する数値解析モデルを作成した。図2に示すモデルは、メッシュサイズ 0.04m×0.04m で分割した例である。これらのモデルに対して時刻歴応答解析を実施し、平均水位、波高計設置位置における水位応答等を求めた。

2-3. 解析結果 図3に平均水位時系列を示す。初期水位からの低下量に矩形水槽の水平方向断面積（1m²=2.0m×0.5m）を乗じると溢水量となる。同図によれば、メッシュサイズ 0.02m 以下で分割した数値解析モデルであれば、ほぼ同じ平均水位に収束していることがわかる。実験値に比べ水位低下量が大きくなっている点については、数値解析モデルにおける壁境界条件や乱流粘性に関し、実際の水槽壁状態や内容水の乱れとの差異が影響していると考えられる。一方、メッシュサイズ 0.08m の条件では、図4下段に示すとおり、時刻50秒以降、振幅を過少評価しており、これにより、平均水位が他モデルより相対的に大きな値となった。

3. まとめ 数値解析モデルにおける空間解像度を複数変えた感度解析を実施することにより、平均水位等の観点から再現性を検証するとともに、空間解像度の変化に応じた数値解析結果の収束性を把握した。

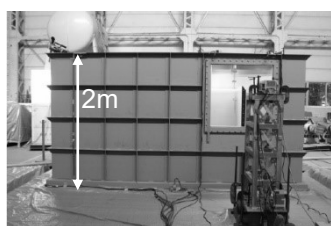


図1 矩形容器外観・設置状況^[1]

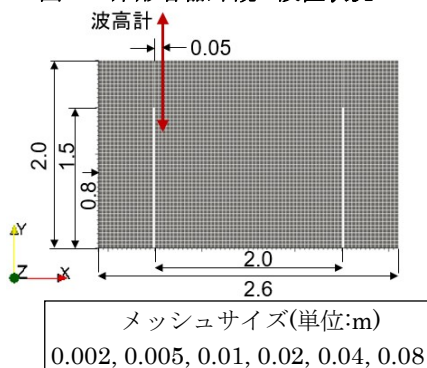


図2 数値解析モデル例（0.04m メッシュ）

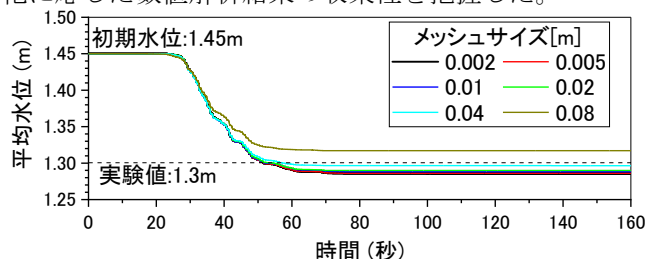


図3 平均水位時系列

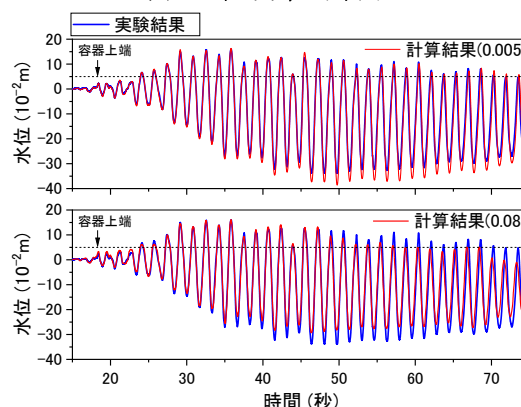


図4 水位時系列の例（上；0.005m，下；0.08m メッシュ）

参考文献[1] 酒井ら：電中研研究報告 N06031（2007年6月）

*Yukihiro Toyoda^{1,2} and Yasuki Ohtori²

¹CRIEPI, ²Tokyo City Univ.