

I-B 320

複数の液体貯蔵をもつ軟着底構造物の地震滑動解析

大成建設 正会員 羽生 剛
正会員 柄 登志彦
正会員 田中 良弘
I.M.D. Ajai Sulekh

1. はじめに

防波堤、栈橋などの海洋ケーソン構造物において、地震時の滑動を構造物の機能を損なわない範囲で許容する構造物が軟着底構造物である。地震時の滑動安定が設計上クリティカルになる場合にはバラスト重量を減らすことができ、余剰空間部分を液体貯蔵施設として活用することも考えられる。内部に液槽をもつ場合、外部水に加え地震時の内部流体によるスロッシングの影響を正確に把握することが重要である。筆者らは複数液槽及び外部水のスロッシングを考慮した剛体滑りモデルによる滑動解析プログラムを開発した。ここで用いている解析手法については、既に内部に単一の液槽をもつケーソンの滑動解析においてHousner¹⁾及びWestergaard²⁾の式との比較により適用性を検証している^{3,4)}。筆者らは内部液槽が2槽で外部水がない場合について模型実験を行い、実験結果と解析結果を比較することにより解析手法の妥当性を検証した。

2. 解析手法

内部水と外部水はともに境界要素としてモデル化する。構造物躯体を剛体としてモデル化し、内部水と外部水による動水圧から求めた流体反力を外力として加える。構造物底面と基礎の間にはクーロン摩擦のみが作用するものとし、粘着力等は考えない。（図2.1～2.2参照）

3. 模型滑動実験

実験概要を図3.1に示す。振動台上にステンレス製の板を敷き、その上に底面より高さ11cmまで水を入れた構造物模型を設置して加振した。加振波形には正弦波及び実地震波を使用した。正弦波は加振開始時の急激な速度変化を避けるため、緩やかに振幅を増大させている。模型各部の加速度及び構造物模型の振動台に対する相対変位、内部水の波高及び水圧を測定した。実験ケースを表3.1に示す。模型の相似比は変位が1/50、時間が1/7ある。

表3.1 実験ケース

入力加速度波形	最大加速度	周波数
正弦波	500 Gal	10 Hz
El Centro波 (NS)	600 Gal	-

4. 解析結果と実験結果の比較

図4.1～4.3に正弦波加振による結果を、図4.4～4.6にEl Centro波加振による結果を示す。摩擦係数は、正弦波加振実験のシミュレーションによって決定し、実地震波にも

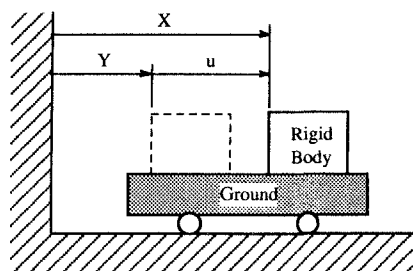


図2.1 運動の定義

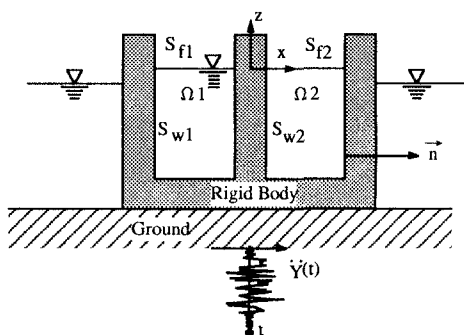


図2.2 流体場の定義

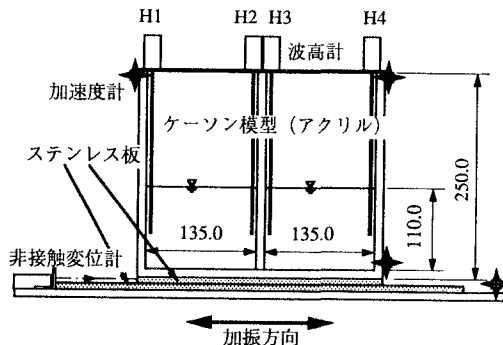


図3.1 実験概要

適用した。滑動変位、加速度、水位変動とも良好な一致を示している。また同じ水量、同じスロッシング共振周波数をもつように定めた等価な1槽モデル（幅13.66cm、水深21.74cm）の解析結果も同様に一致した。

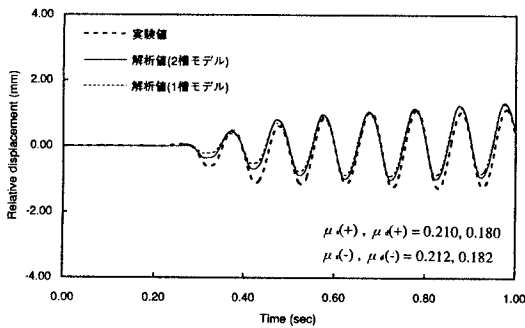


図4.1 滑動変位履歴（正弦波）

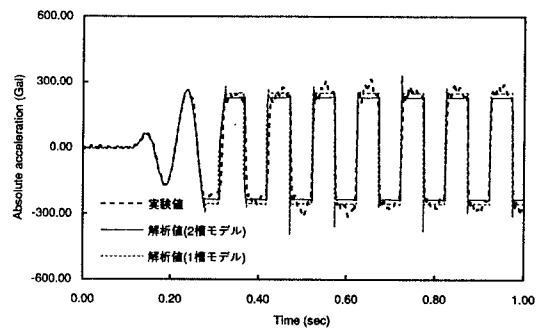


図4.2 模型下端加速度応答（正弦波）

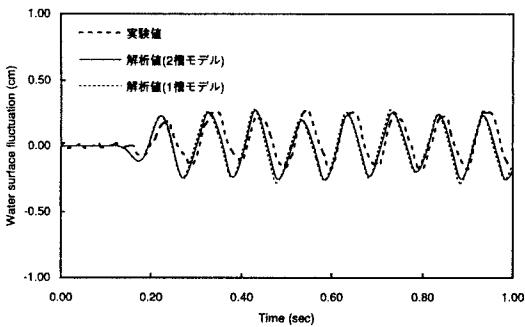


図4.3 H2での内部水位変動（正弦波）

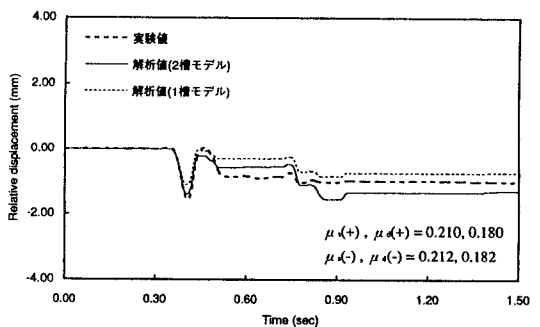


図4.4 滑動変位履歴（El Centro波）

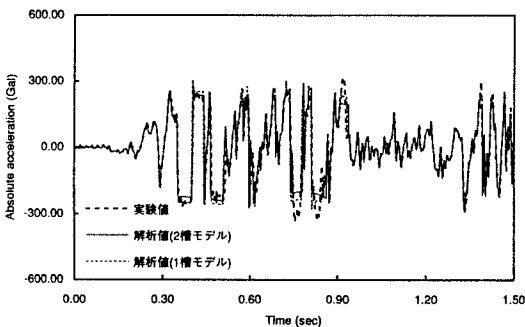


図4.5 模型下端加速度応答（El Centro波）

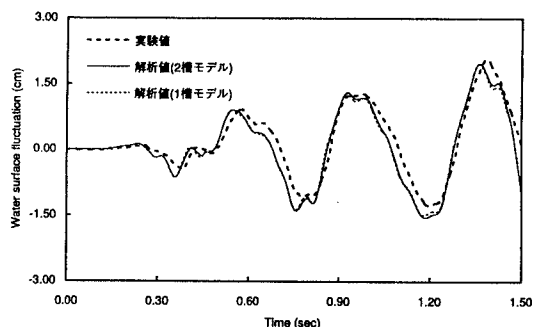


図4.6 H2での内部水位変動（El Centro波）

5. まとめ

境界要素法を用いた内部液槽の影響を考慮した滑動解析は、模型を忠実に再現した2槽モデル、スロッシング共振周波数と同じになるように定めた等価な1槽モデル共、模型滑動実験の結果を良好にシミュレートすることができ、本解析手法の妥当性が検証された。今後は、外部水による影響、複数の内部区画がパイプで接続され水の相互流入が起きる場合の滑動等を解析、検証する予定である。

参考文献

- 1) Housner, G. W. : Dynamic pressures on accelerated fluid containers, Bulletin of the Seismological Society of America.
- 2) Westergaard, H. M. (1993) : Water pressures on dams during earthquakes, Trans. ASCE 98, pp.418-434.
- 3) 田中、柄、Ajai (1994) : 液体貯蔵をもつ軟着底構造物の地震滑動応答、第41回海岸工学講演会、pp.816-819.
- 4) 柄、田中 (1994) : 地盤の斜面を考慮した軟着底構造物の滑動解析、土木学会第49回年次学術講演会、pp.908-909.