
矩形水槽における非線型スロッシング波高の評価

目 的

液体貯槽やタンクにおいて、地震時に発生するスロッシングは防災上重要な問題である。周期的に加振した矩形水槽中に生じるスロッシング波高推定において、非線形性を考慮した理論を実験によって検証した。また、スロッシング現象の数値解析として粒子法を採用し、解析結果を角振動数応答理論および実験結果と比較することによって、数値解析の妥当性を確認した。

主な成果

1. 矩形水槽におけるスロッシング実験

幅 L の矩形水槽を加振台に載せ、幅方向へ正弦波加振を行った。加振振動数、水位 H を変化させ、その応答を観察した。水深が浅い場合 ($H/L=0.1$) では津波のような進行波、深い場合 ($H/L=0.6$) では幅中央が節、壁面で腹となる定常波が観察された。また、水深によって波の挙動が異なることが確認された (図 1)。

2. スロッシング波高の理論解の補正

矩形水槽に周期的な外力を加えた場合、波高が最大となる角振動数は固有角振動数とは異なることが知られている。波高を評価するための Miles の背骨曲線 (応答曲線の中心部の曲線) は、 H/L が大きい場合は実験値とよく合うが、 H/L が小さい場合、誤差が大きくなることがわかった。そこで、 H/L の値によらず実験値のピークに背骨曲線が接近する補正式を考案し、その補正式を適用することで、実験値とよく合うことを確認した。これにより、スロッシングによる最大波高を計算で予想することができた。

3. 粒子法による数値解析

実験で使用した矩形水槽を 2 次元でモデル化し、粒子法による解析を行った。その結果、水深が浅い場合は進行波、深い場合は定常波となる特性も解析でよく再現できた (図 2)。また、スロッシング波高は、理論式および実験値と比較的良好一致し、解析の妥当性が確認できた (図 3)。

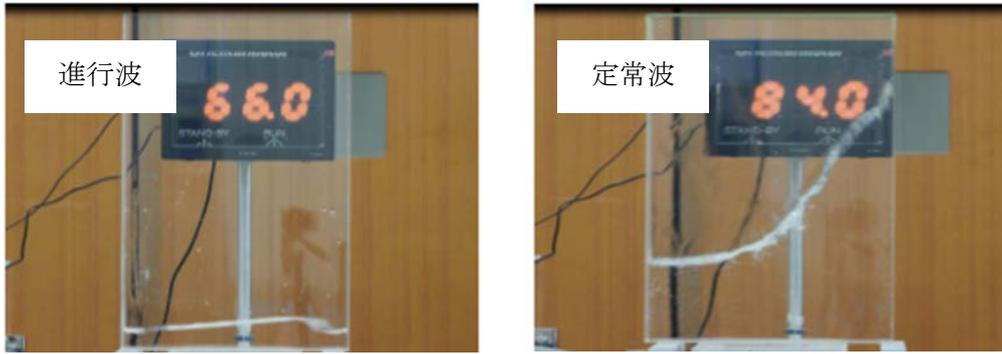


図1 実験結果 (左 : $H/L=0.1$ 、右 : $H/L=0.6$)

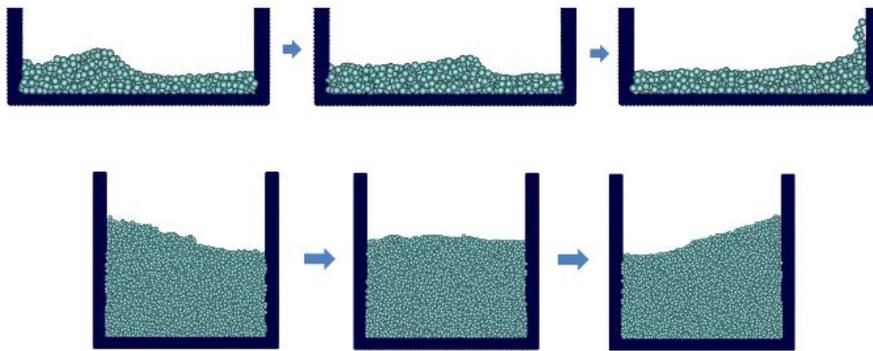


図2 解析結果 (上 : $H/L=0.1$ 、下 : $H/L=0.6$)

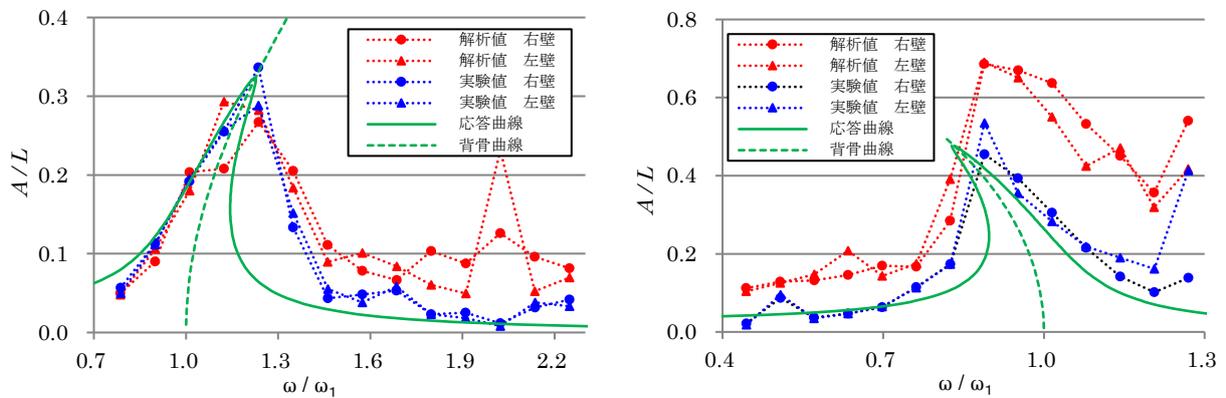


図3 波高の比較 (左 : $H/L=0.1$ 、右 : $H/L=0.6$)

研究担当者	小川口深雪, 野口新二 (株式会社四国総合研究所 エネルギー技術部)
キーワード	スロッシング, 矩形水槽, 非線型, 固有振動数, 応答曲線, 背骨曲線, Miles, Duffing 方程式, 補正式, 粒子法, MPS 法
問い合わせ先	株式会社四国総合研究所 企画部 TEL 087-843-8111 (代表) E-mail jigyo_kanri@ssken.co.jp http://www.ssken.co.jp/

[無断転載を禁ず]