

Ⅲ-A124

地震時における重力式護岸への作用力と変位

大成建設(株) 技術研究所 正 藤原斉郁 正 堀越研一
正 樋口雄一 正 末岡 徹

1. はじめに

近年, レベル2地震を考慮した重力式護岸の安定性検討において, 護岸としての機能を損なわない程度の変形量を許容するなどの性能評価型の設計思想への移行が進められつつある。このとき, 地震時における重力式護岸の変形量を算定する必要があるが, 簡便法の一つとしてニューマーク法が有力視されている^{1) 2)}。この方法は, 構造物を1質点系にモデル化し, 加速度ならびに不規則外力を時々刻々作用させる応答計算法であり, 変形量を予測するための解析モデルの確立が重要となってくる。筆者らはこれまで, 重力式護岸に作用する地震時土圧の把握を目的として, 遠心力載荷模型実験を実施してきた³⁾。本論文は, このモデル化を最終的な目標として, これまでの実験結果を整理した結果について述べる。

2. 実験結果概要

図-1に実験モデルを示す。本モデルの特徴は表面に豊浦砂を貼り付けた剛なアルミ板(摩擦係数 $\mu=0.36$)上に模型壁を設置し, 模型壁の水平変位挙動をシンプルなモデルで表現したことである。実験ではこのモデルを遠心場(30g)において正

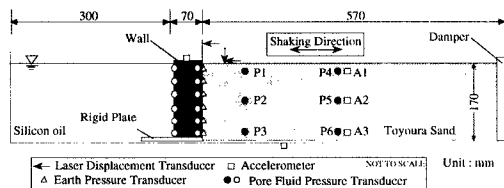


図-1 実験モデル

弦波(実物換算で1Hz, 20波, 100Gal~400Gal)で加振し, 模型壁の応答, 作用土圧・水圧等の測定を行った。

図-2に加振による模型壁の水平変位の経時変化を示す。図よりいずれの場合も加振により模型壁は前面側へ変位しており, その変位量は入力加速度の上昇に伴い増加している。また, この変位は150Gal, 300Gal, 400Galの場合には加振終了とともに停止していることなどから模型壁に作用する慣性力の影響が大きいと考えられる。図-3に模型壁に作用する土圧合力の経時変化の一例を示す。土圧合力は加振開始とともに急激に上昇し, 加振中は振動している。また, 模型壁変位が大きい場合は土圧上昇後すぐに下降しており, 変位の影響を受けていた。なお, 実験条件および結果の詳細については参考文献³⁾を参照されたい。

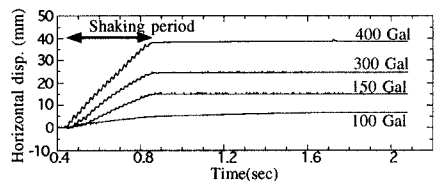


図-2 模型壁の水平変位

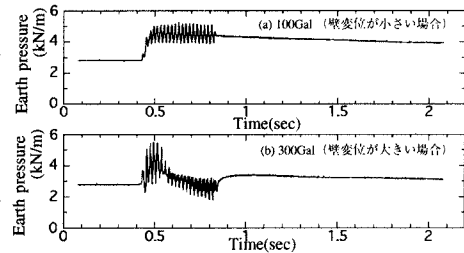


図-3 模型壁に作用する土圧合力

3. 模型壁に作用する力と変位

図-4に加振により重力式護岸に作用する力の概念図を示す。今回の様なモデルでは加振による護岸の変位は, 護岸に作用する力の合力(背面土水圧合力, 慣性力, 前面水圧合力)と護岸底面に作用する摩擦抵抗力の釣り合い条件により護岸変位量(滑動量)が決まってくる。すなわち, 護岸底面と基盤の摩擦係数(または摩擦抵抗角 ϕ)の評価が変位量推定の一つのポイントとなる。図-5に実験による模型壁に作用する力の合力および模型壁の水平変位の経時変化を示す。なお, 図中の直線はアルミ板と模型壁間の最大静止摩擦力を示している。図より, 模型壁は加振開始時ではなく, 模型壁に作用する力が上昇し, 最大静止摩擦力を

キーワード: 遠心載荷実験, 液状化, 重力式護岸, 土圧, 水平変位

連絡先: 〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 大成建設(株) 技術研究所 TEL 045(814)7236 FAX 045(814)7257

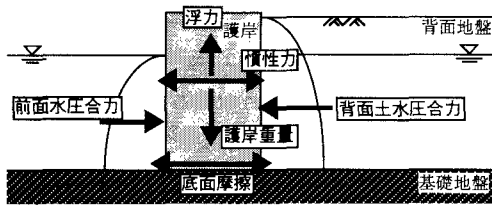


図-4 護岸に作用する力

えた時に動きはじめていることがわかる（図中矢印）．作用力が上昇した後に模型壁が動きはじめる現象は、筆者らが実施した模型壁下にマウンドおよび置換砂が存在する場合での実験結果¹⁾とは異なるが、これはマウンドおよび置換砂により模型壁が前面側へ転倒するなどの変形モードの違いによるものと考えられる．300Galの場合、加振開始後、模型壁前面水圧および慣性力はほぼ一定のサイクルで作用しているのに対し、図-3(b)のように背面土圧合力が低下しているため作用力が低下しているにも関わらず、ほぼ一様に変位している．このことは、加振中における変位は慣性力の影響が大きいことを示唆している．加振終了時には、100Galの場合は模型壁の変位が継続しているのに対して、300Galの場合は加振終了とともに停止している．これは、加振加速度の大きさならびに加振終了時の作用力の大きさの違いによるものと考えられる．図-6に加振による模型壁に作用する慣性力と変位の関係を示した．図の座標軸はいずれも前面側がプラスである．図より、慣性力がプラス（前面側へ作用）時に前面側へ変位し、マイナス時には背面地盤等の影響により背面側への変位が抑制されている様子がうかがえる．また、図中で模型壁の動きが比較的一定になった時には慣性力が一定値（図中の一点差線）を超えると前面側への変位が大きくなる傾向が見られる．このことは、加振により模型壁変位が継続している間には、動摩擦係数等による加振中のせん断強度により模型壁の挙動が説明できるものと推察され、この摩擦モデルの評価により地震時の変位量の予測値の信頼度が決まるものと考えられる．ちなみに模型壁に作用する力の合力と変位との関係で整理した場合、特に特筆すべき結果は得られなかった．

4. まとめ

本論文では、実験結果をもとに加振時における模型壁に作用する力、変位状況について整理した．その結果、(1)加振開始時においては、模型壁に作用する力の合力が最大静止摩擦力を超えた時に模型壁が動き始める、(2)加振中の模型壁変位挙動は、模型壁に作用する慣性力の影響が大きいと考えられる、(3)模型壁に作用する慣性力および加振終了時の土圧合力の大きさにより、加振終了後に模型壁の変位が継続している場合がある、(4)加振により模型壁変位が継続している間は、動摩擦係数等による摩擦モデルを用いて模型壁の挙動が説明できるものと推察される、等がわかった．今後は、護岸底面の摩擦モデルの検討ならびにニューマーク法による護岸変位量の試算を行って行く予定である．

参考文献 1) 樋口、藤原、堀越、末岡（1999）ニューマーク法による地震時におけるケーソン滑動量の推定、第34回地盤工学会研究発表会（投稿中）2) 佐藤、渡辺（1998）ケーソン式護岸の地震時滑動量の簡易推定法、土木学会第53回年次学術講演会 3) 藤原、堀越、末岡（1999）液状化地盤中の抗土圧構造物に作用する土圧、第34回地盤工学会研究発表会（投稿中）4) 藤原、堀越、末岡（1998）護岸構造物の模型振動実験—その2 大成建設における遠心力载荷装置を用いた実験—、地震時の地盤・土構造物の流動性と永久変形に関するシンポジウム発表論文集

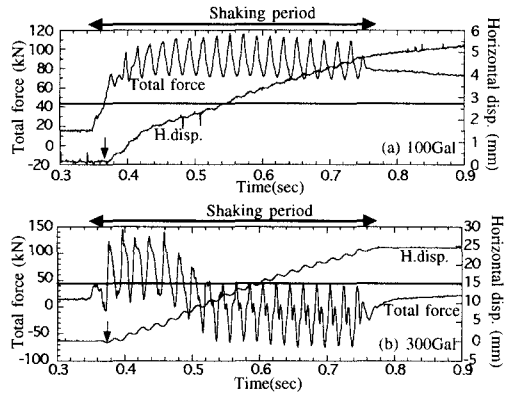


図-5 模型壁に作用する外力および水平変位

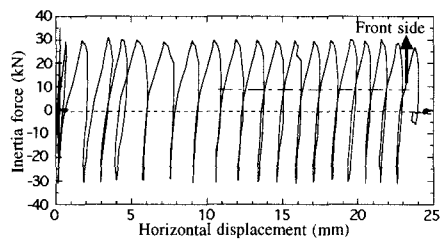


図-6 模型壁に作用する慣性力および水平変位 (300Gal)