

軽量混合処理土を裏込めに用いた護岸の滑動に対する地震時安定性について

港湾空港技術研究所	正会員	渡部要一
港湾空港技術研究所	正会員	土田 孝
西松建設	正会員	今村眞一郎
国土交通省航空局	正会員	佐藤孝夫
国土交通省九州地方整備局	正会員	箕作幸治

1. はじめに

ケーソン式護岸の耐震性向上のために、ケーソン背面の裏込め土を軽量混合処理土(以下、軽量土)で置換する工法が実用化されている。筆者らは、比較的密な砂地盤を対象として、軽量土の改良幅をパラメータとした遠心模型振動実験を行い、地震時の挙動を詳しく調べた^{1), 2)}。本研究では、これらの実験結果について、滑動に対する力の釣り合いという観点から取りまとめを行った。

2. 遠心模型振動実験

幅600mm、高さ500mm、奥行き200mm(内寸法)の鋼製剛性容器を用いて、50gの遠心加速度場で遠心模型振動実験を行った。実験条件ならびに各種計測センサー設置位置を実物スケールに換算して図1に示す。加速度および水平変位はケーソン前面側に向かうものを正(+)としている。ケーソンは高さ10m、幅7m、単位体積重量22kN/m³で、水位はケーソン天端から2m下である。基盤層は珪砂6号(Dr=98%)、背後地盤は豊浦砂(Dr=80%)で作成した。軽量土は熊本港浚渫粘土(*I_p*=44)に水、セメントと気泡を混ぜて単位体積重量を11kN/m³とし、所定の寸法にプレキャストで作成したもの(材齢7日、一軸強度 $q_u=120\text{kPa}$)を設置した。実験は、改良深さ5mの軽量土の改良幅をパラメータとし、未改良(Case1)、改良幅5m(Case2)、改良幅10m(Case3)の3ケースで、100Gal、200Gal、300Gal(模型5g、10g、15g)の3ステップで2Hz(模型100Hz)の正弦波を20波加振した。なお、実験方法や計測方法の詳細は文献^{1), 2)}に示した。文献¹⁾では、200Gal加振時の入力5~7波目における各種計測データの経時変化、5波目加振中の前面

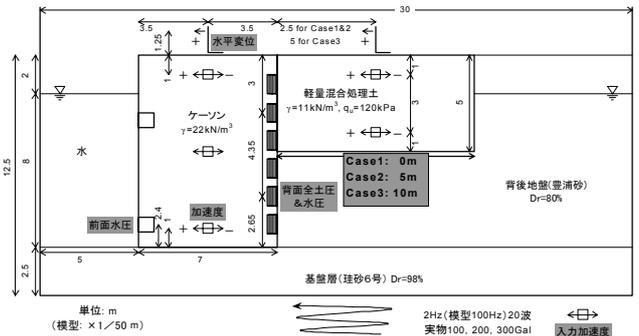


図1 実験システムと実験条件

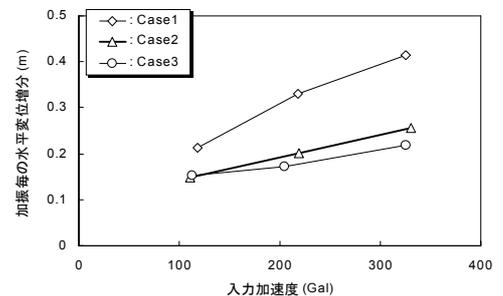


図2 各加振毎のケーソン水平変位増分

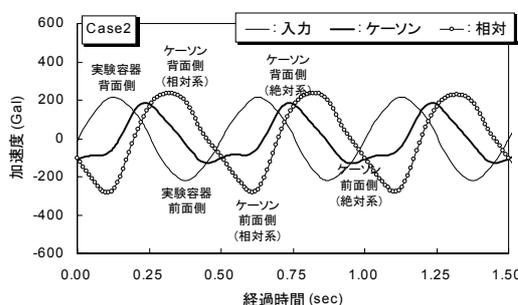


図3 相対加速度の経時変化

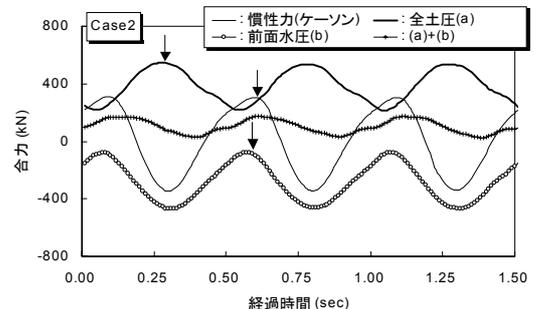


図4 慣性力, 土圧や水圧(合力)の経時変化

目加振中の前面水圧と背面全土圧の加振中の変動範囲、ならびに各加振ステップ毎のケーソンの水平変位増分(図2)を示し、詳細に考察した。その結

果、ケーソンが最も背面側に来たときに背面全土圧と前面水圧が共に最大、ケーソンが最も前面側に来たときに背面全土圧と前面水圧は共に最小になり、お互いにその影響を打ち消し合うように作用すること、軽量土を用いると土圧が軽減され、ケーソンの水平変位も小さくなることなどが明らかになった。

キーワード：軽量土、護岸、地震、滑動、安定性

連絡先：横須賀市長瀬3-1-1 港湾空港技術研究所 地盤・構造部 土質研究室 TEL 0468-44-5053

3. 滑動に対する安定性

文献¹⁾同様，入力5～7波目の加振中の挙動について考察することにする．計測された加速度は絶対加速度であるが，滑動を議論するためには，基盤層から見た相対加速度によりケーソンの運動を議論する必要がある．Case2の200Gal加振時の入力加速度，ケーソン下部の応答加速度，ならびに後者から前者を差し引いた相対加速度の経時変化を図3に示す．この相対加速度は実験容器とともに移動する座標系から見たケーソンの運動に対応する．Case2の200Gal加振についてケーソン中央の応答加速度から求めた慣性力，背面全土圧合力，前面水圧合力の経時変化を図4に示す．ここでは全て前面側に向かう力，すなわちケーソンの滑動に寄与する力を正(+)としている．全土圧合力と水圧合力はその影響が相殺され，両者の和の変化はケーソンの慣性力の変化に比べて非常に小さい．この慣性力に抵抗しているのはケーソン底面の摩擦力である．慣性力，土圧合力と水圧合力の和で表される滑動力と，摩擦係数 $\mu=0.5$ (通常 $0.5 \sim 0.6$ 程度の範囲にある)として浮力を差し引いた鉛直力より求めた摩擦抵抗力(発揮し得る最大値)の各実験ケース200Gal加振時における経時変化を図5に示す．図中の矢印の範囲は，図3の相対加速度より，ケーソンが相対的に背面から前面に移動している時間を表している．実験から得られた滑動力は摩擦抵抗力の範囲内にあり，大きな滑動には至らないという結果になっているが，ケーソンが最も前面側に来たとき滑動力が摩擦抵抗力とほぼ一致し，最も危険な瞬間であるといえる．このときの微小な変位が加振中に蓄積されて，相対的な水平変位が現れるものと考えられる．また，Case3に比べCase1の方が大きな滑動力が発揮される時間が若干長くなっていることから大きな水平変位が生じたといえる．Case2の100Galおよび300Gal加振時について図5と同様の経時変化を図6に示す．100Gal加振時よりも300Gal加振時の方が滑動力が大きく，滑動に対する安定性が低下しているが，その差はわずかであることは，図2に示した変位増分が加振毎にさほど増加しないことと関連していると考えられる．

設計では，前面水圧およびケーソンの慣性力は危険側すなわちケーソンが最も前面側に来たときの値を，また背面土圧も危険側すなわちケーソンが最も背面側に来たときの値をとる．なお，文献²⁾に示したように，算定される土圧はケーソンが最も背面側にある時に計測される土圧にほぼ一致する．これは，図4に矢印(↓)で示した位置の力に相当し，実際にはあり得ない危険な組み合わせを考えた安全側の設計になっていることが確認される．

参考文献

- 1) 佐藤孝夫，渡部要一，今村眞一郎，土田孝，箕作幸治，山村和弘：軽量混合処理土を用いたケーソン式岸壁背面地盤の地震時破壊メカニズム，第36回地盤工学研究発表会，2001(投稿中)
- 2) 佐藤孝夫，渡部要一，今村眞一郎，土田孝，箕作幸治，新倉博：ケーソン式護岸背面に作用する軽量混合処理土地盤の地震時土圧，第36回地盤工学研究発表会，2001(投稿中)

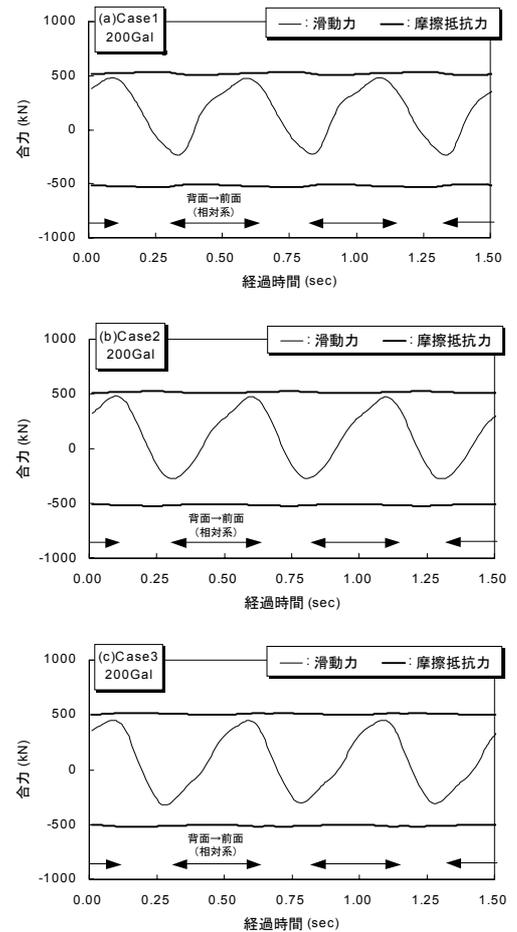


図5 200Gal加振時の滑動力の経時変化

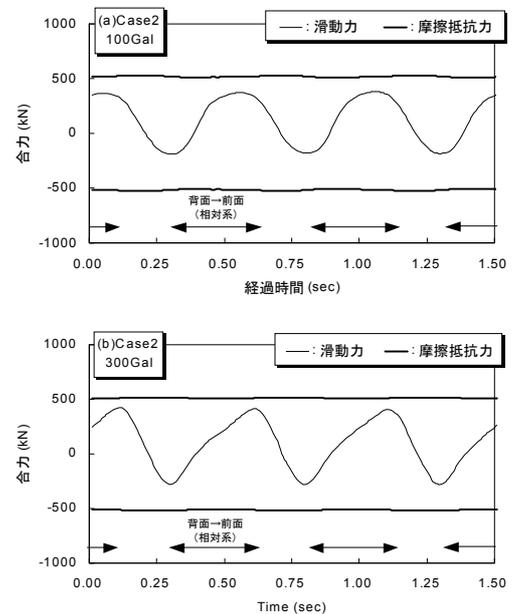


図6 Case2の加振時滑動力の経時変化