

地震動継続時間の影響に関するケーソン式岸壁の模型振動台実験

港湾空港技術研究所 正会員 山崎浩之、金田一広
永野賢次

1. はじめに

今後発生の可能性が指摘されているプレート境界型海溝地震は地震動の継続時間が長いという特徴が挙げられている。本報告は、地震動の継続時間に着目してケーソン模型の振動台実験を行ったのでその結果を示す。

2. 振動台実験の概要

用いた試料は、相馬6号砂で、土粒子密度 $\rho_s=2.656 \text{ g/cm}^3$ 、最大密度 $\rho_{\max}=1.521 \text{ g/cm}^3$ （最小間隙比 $e_{\min}=0.746$ ）、最小密度 $\rho_{\min}=1.172 \text{ g/cm}^3$ （最大間隙比 $e_{\max}=1.266$ ）で、透水係数は $k=1.0 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$ である。振動台試験装置を図1に示す。振動箱の下部に層厚15cmの碎石層を基盤層として設け、その上に基礎地盤として相馬6号砂を十分に締め固めて層厚20cmで作成した。基礎地盤の上にケーソン模型、ケーソン模型背後に相馬砂による裏埋めを行った。ケーソン模型は幅10cm、高さ20cmで奥行き方向に3分割されており、中央のケーソンが計測用である。裏埋めは20cmの層厚で、裏埋めの密度は、十分締め固めた場合（改良地盤）は、 $\rho_d=1.436 \text{ g/cm}^3$ （ $D_r=80\%$ ）、締め固めない場合（未改良地盤） $\rho_d=1.172 \text{ g/cm}^3$ （ $D_r=40\%$ ）の2つを想定した。裏埋め部に、図に示すように、間隙水圧計9個、加速度計9個を設置した。ケーソンの変位はレーザー変位計で測定している¹⁾。入力地震動は周期20Hzの正弦波で、継続時間が0.5秒（繰返し回数10回）と2.0秒（繰返し回数40回）の2つを想定した。加振は水平一方向に加速度振幅を100Galから段階的に100Galきざみで600Galまで上げていった。

3. 実験結果

図2(a, 改良地盤), (b, 未改良地盤)に模型ケーソン天端での残留合成変位と入力加速度の関係を示す。残留変位は $\delta_{vh} = \sqrt{\delta_h^2 + \delta_v^2}$ で、 δ_{vh} は合成変位、 δ_h 、 δ_v はそれぞれ模型ケーソン天端の水平変位、鉛直変位である。改良地盤・未改良地盤とも入力加速度が大きくなるほど残留合成変位量が大きくなり、継続時間が長いほどその傾向が顕著である。未改良地盤2.0秒は300Galを超えるとケーソンが大きく変形し試験が終了した。図3は、縦軸を2.0秒の合成

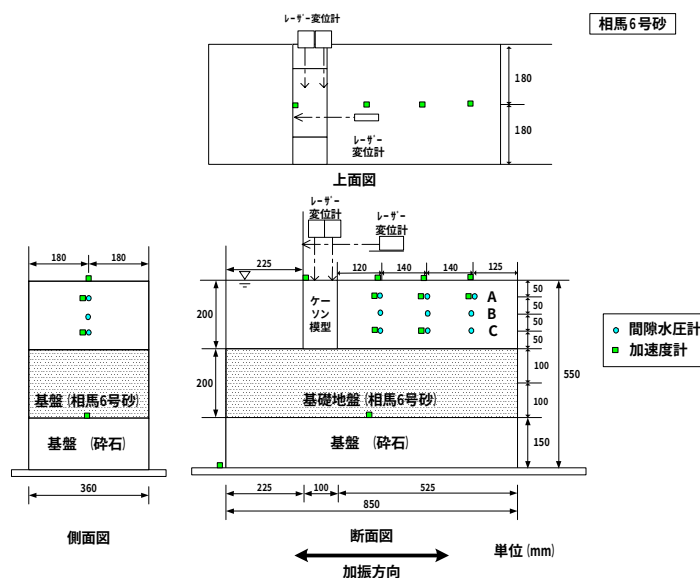
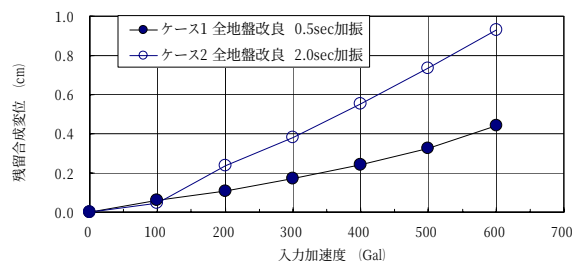
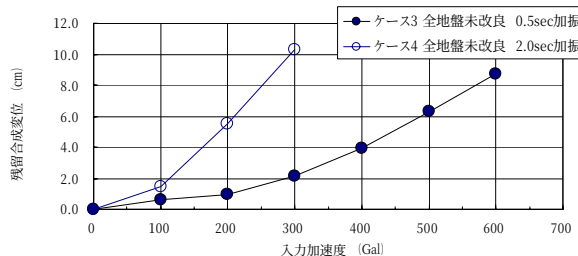


図1 振動台実験の概要



(a, 改良地盤)



(b, 未改良地盤)

図2 残留合成変位～加速度関係

キーワード：ケーソン、振動台実験、継続時間

連絡先：〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬3-1-1 TEL 046-844-5054

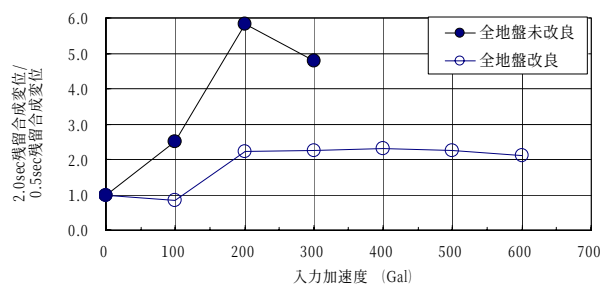


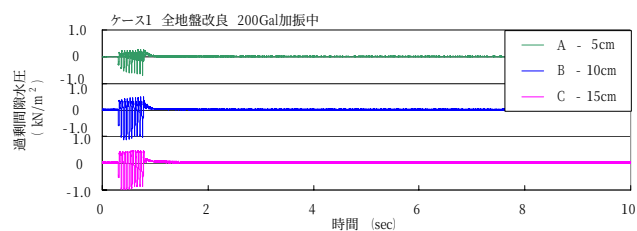
図3 残留合成変位比～加速度関係

変位を0.5秒の合成変位で除して整理した結果を示す。改良地盤は200Galを超えるとこの比が2程度となっているが、一方、未改良地盤はこの比が5程度となっている。このことより、未改良地盤の方が継続時間の影響が大きく出てケーソンの変位が大きくなる。図4に図1のA, B, Cの位置の200Gal, (a) 0.5秒および(b) 2.0秒加振時における改良および未改良地盤の間隙水圧の時刻歴を示す。改良地盤は加振にしたがって間隙水圧が発生し、加振終了とともにすみやかに消散し、落ち着いている。地盤の深さ、継続時間の違いも間隙水圧挙動にそれほど関係はない。一方、未改良地盤は加振とともに間隙水圧の上昇が見られ、加振後しばらくは間隙水圧が高い状態が続く。また、継続時間が長くなると、液状化した後の間隙水圧の消散に時間がかかり、なかなか落ち着かない。図5に2.0秒で200Gal加振時のケーソン水平変位の時刻歴を示す。未改良地盤は加振時に変位が徐々に大きくなっている。一方、改良地盤は加振時に変位の増減を繰り返し変位量はあまり大きくならない。これは密な砂の振幅比が小さい繰り返し三軸圧縮試験と同じ傾向である。

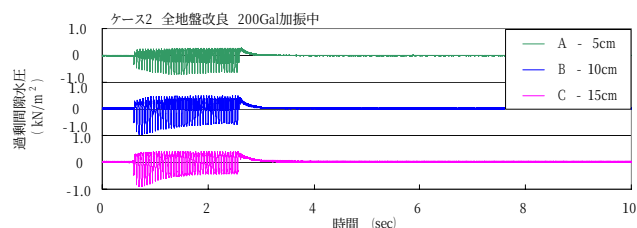
4. まとめ

加速度の大きさや周期、地盤の境界条件にも影響があることが考えられるが、継続時間の長い地震動が起きた時、十分に締固めた地盤では液状化によってケーソンに与える影響は小さくなることを実験で示した。今後は地震動の周期の影響や細粒分の多い砂など土材料の違いなどについて検討していく。

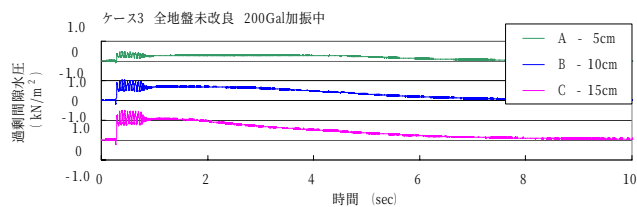
参考文献 1) 山崎浩之, 永野賢次 (2005) : ケーソン岸壁を対象とした液状化対策範囲の検討に関する模型振動台試験, 海洋開発論文集, Vol.21, 954-950.



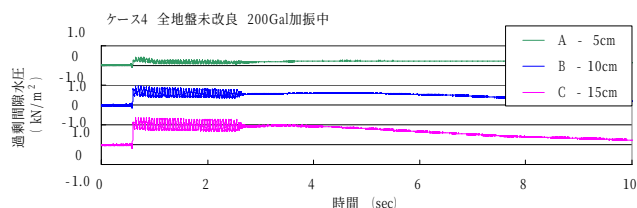
(a) 0.5秒 改良地盤



(b) 2.0秒 改良地盤

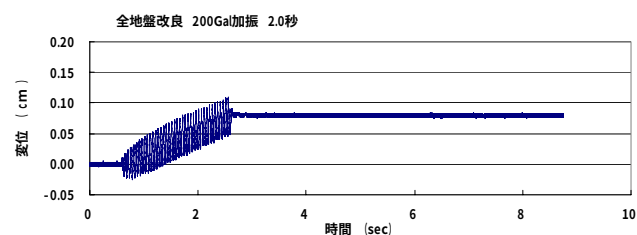


(a) 0.5秒 未改良地盤

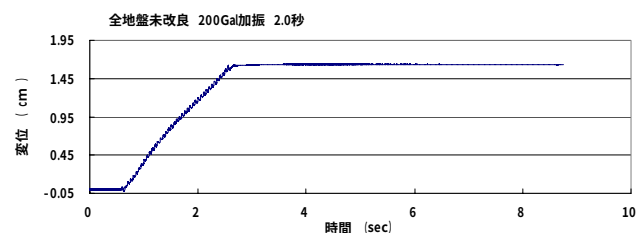


(b) 2.0秒 未改良地盤

図4 間隙水圧の時刻歴 (200Gal)



(a) 2.0秒 改良地盤



(b) 2.0秒 未改良地盤

図5 ケーソン水平変位 (200Gal)