波の繰り返し作用による吸出しの再現実験装置の試作

○　日本大学　正会員　熊野　直子　飛島建設　非会員　八倉巻　周平
奈良建設　非会員　園川　友梨　奈良建設　非会員　山本　紗央厘

１．はじめに

近年，土木構造物の老朽化が問題視されている。海岸構造物の場合，一部が破損すると破損箇所に波が繰り返し作用し，周辺地盤が空洞化することが報告されている。一旦，空洞化した構造物に更に波が作用すると，構造物付近の地盤が「吸出され」て空洞化が促進された結果，構造物が機能低下に至ることが懸念されている[1)]。この「吸出し現象」は，波による載荷と地盤内部の間隙水圧の間の波形に位相差が生じる際に発生するものとされている[2)]が，間隙水圧を詳細に着目した研究はまだ少ないことから，ここでは，海岸構造物の一部が破損したことを想定した模型実験装置を試作し，その性能の確認を行った。

２．実験装置

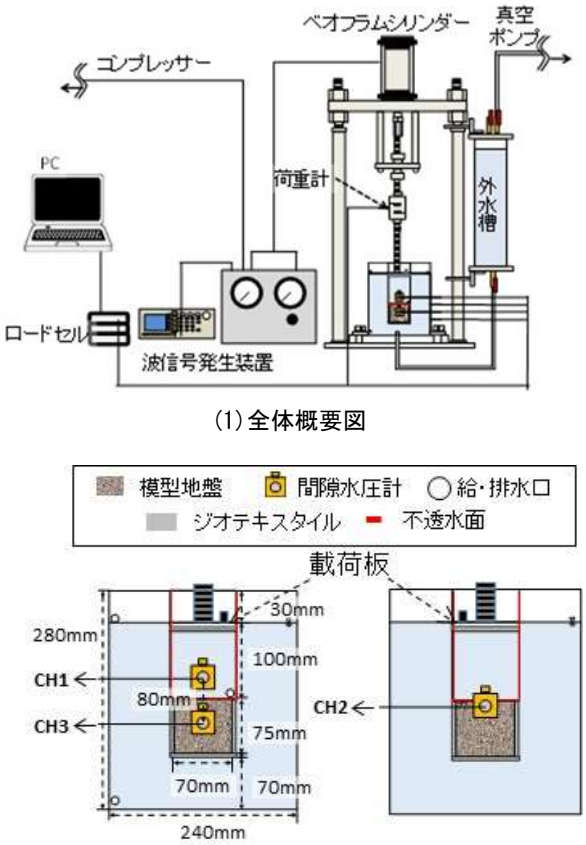
図１は実験装置の概要図と水槽である。模型地盤は幅 70mm，高さ 75mm，奥行き 40mm であり，その周面をジオテキスタイルを用いて覆った。模型地盤上面に板を設置しており，その中心に幅 10mm，奥行き 40mm の開口部を設けた。模型地盤を設置した後，外水槽から脱気水を給水して模型地盤を飽和させた。そして，信号を与えて水面に接した載荷板を上下させることで波を再現した。また間隙水圧計は模型地盤に 3 ヶ所(CH1：載荷板直下，CH2：地表面，CH3：地盤中央)設置し，波力影響下での地盤内の間隙水圧を測定した。また，全体の荷重を載荷板に繋げた荷重計をもって計測した。

使用した試料は豊浦砂であり，相対密度は 90%に調整した。地盤作成方法は突き固め法である。図 2 は豊浦砂の粒径加曲線，表 1 は材料特性である。ここでは，0.5Hz の最小値 0Pa・最大値 85Pa 正弦波を与えた。

３．実験装置の検定

(1)間隙水圧計

地盤内部の間隙水圧を用いて測定するにあたって，その精度の確認を行った。直径 150mm の水槽を図-1 の水槽以外に新たに準備し，その側面にポーラスストーンと間隙水圧計を 40mm 間隔で 3 台設置し，吸出し実験と同様な条件で載荷させ，水槽内の水圧を測定した。図 3 は荷重計と間隙水圧計の結果である。波形のゆがみは確認できるものの，荷重計と間隙水圧計の増加量・波形は一緒になったことから，



(1)全体概要図

(2)水槽概要図

図１　実験装置概要図

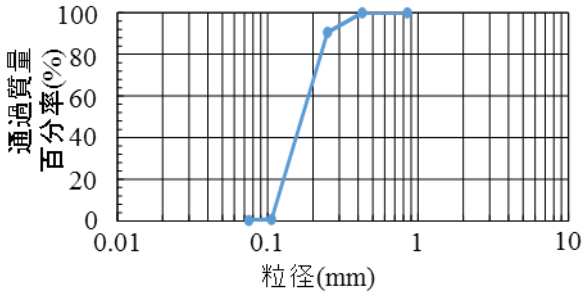


図２　粒径加積曲線

表 1　材料特性

地盤材料		豊浦砂
土粒子密度	ρ_s	2.64 g/cm^3
最小密度	ρ_{dmin}	1.34 g/cm^3
最大密度	ρ_{dmax}	1.65 g/cm^3
乾燥密度	ρ_d	1.61 g/cm^3
相対密度	Dr	90.6 %

キーワード　吸出し，侵食，波動，空洞化，間隙水圧，海岸構造物
連絡先　〒101-8308　東京都千代田区神田駿河台 1-8-14　日本大学理工学部土木工学科　ＴＥＬ03-3259-0675

動的状況下で間隙水圧計による水圧の計測は可能であると確認できた。与えた信号に対して計測された荷重とでは波形にゆがみが生じているが，これは水槽側面と載荷板の間での摩擦によるもとだと考えられる。

(2)ジオテキスタイルによる影響

本実験では模型地盤をジオテキスタイルを用いて覆っているがため，地盤中に計測した間隙水圧の波形に，ジオテキスタイルが影響することが懸念される。そこで，図 1 の水槽をもちいてジオテキスタイル単体のもとで間隙水圧を用いて計測される波形の確認を行った。図 1 の水槽に模型地盤を設置せずに，「①ジオテキスタイル無し」と「②ジオテキスタイル有り」にて，水を満たした状態で波を作用させて水圧の推移を計測した。図 4 はその結果である。「①ジオテキスタイル無し」と「②ジオテキスタイル有り」の間で，間隙水圧計の増加量・波形の差は僅かであることから，ジオテキスタイルによるデータの誤差は殆どないことが確認できた。

4．吸出し実験の結果と考察

図 5 は実際に模型地盤を設置して実施した吸出し実験における各計測値の推移である。荷重は 3 波によって波形のピークが最大値を示し，減少する様子が確認できる。これは，地盤が繰り返す波の作用によって吸い出され，強度が下がったためだと考えられる。また，CH1・CH2 は 3 波まで水圧が増加し 3 波で波形のピークが最大値を示したのち減少している。一方，CH3 は 7 波以降で波形が増加している。これは，波の繰り返し作用によって地表面の砂が吸い出され，更なる波の繰り返し作用によって地盤深さ方向に破壊が伝播したためだと考えられる。

写真 1 はその間の吸出し時の画像である。3 波にかけて吸い出される砂の量が増加することから，間隙水圧の増加は破壊規模の大きさに依存すると考えられる。

5．まとめ

今回，試作した実験装置で実際に「吸出し現象」を起こすことに成功し，吸出し段階における荷重・地盤内部の間隙水圧の変化を確認できた。一連の結果から，作用させた波形のゆがみが確認されたことから，今後，実験装置を改良し，定量的な現象の解明に努める予定である。

参考文献

1)古土井光昭，井口元治(1972)海岸堤防の劣化指標について,港湾空港技術研究所資料 0149

2)前野賀彦(1993):波浪による海底地盤の液状化と底質浮遊の現地観測,海岸工学論文集,vol.40,pp576-580

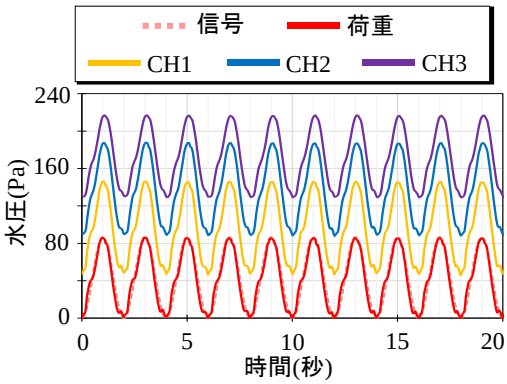


図3 間隙水圧計の確認

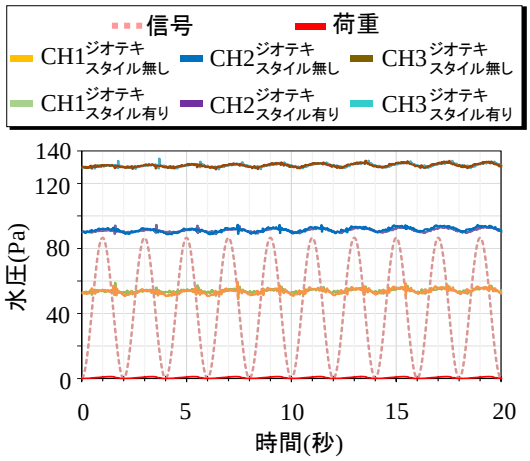


図4 ジオテキスタイルによる影響の確認

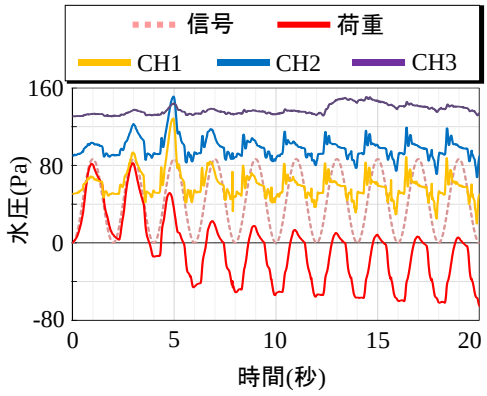


図5 吸出し実験における計測値

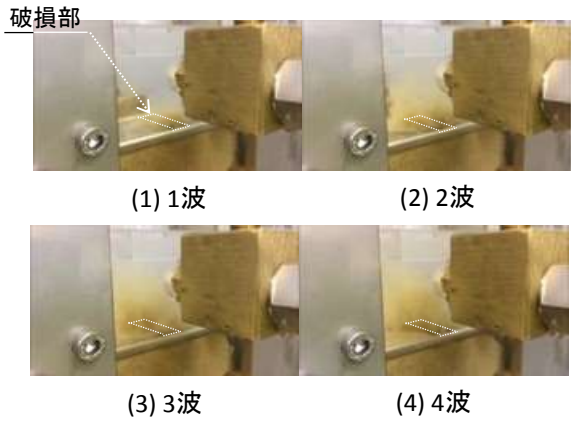


写真1 吸出しの様子