

Ⅲ - A72

変動水圧場にある地盤・構造物系の動的力学特性

室蘭工業大学工学部 正会員 川村 志麻
 室蘭工業大学工学部 正会員 三浦 清一
 専修大学北海道短大 正会員 横浜 勝司
 室蘭工業大学大学院 学生員 宮浦 征宏
 室蘭工業大学大学院 学生員 長谷 一矢

1. はじめに

波浪場にある構造物の周辺地盤には、波浪によって変動水圧と繰返し鉛直及び水平荷重が作用する。本報告では変動水圧及び繰返し水平力が作用する地盤の動的力学挙動を波浪場を再現可能な装置を用いて調べた。

2. 試験装置と試験方法

試験装置は、波浪場の力学挙動を調べるために開発された二次元平面ひずみ模型土槽と波浪力を再現可能な荷重装置である。模型構造物は高さ、幅ともに100mm、奥行き580mm、重量0.127kNの直方体である。これらの装置及び模型構造物は既報に詳しい^{1) 2) 3)}。模型地盤は豊浦標準砂 ($\rho_s = 26.1 \text{ kN/m}^3$, $\rho_{d \max} = 16.0 \text{ kN/m}^3$, $\rho_{d \min} = 13.2 \text{ kN/m}^3$) をサトホッパーから空中落下させる方法で作製し、相対密度 $Dr=50\%$ の地盤を得た。

行った試験は非変動水圧場での繰返し水平荷重試験 (CYCLIC HORIZONTAL LOADING TEST、以下 CHL と略)、変動水圧場での繰返し水平荷重試験 (CYCLIC HORIZONTAL LOADING TEST

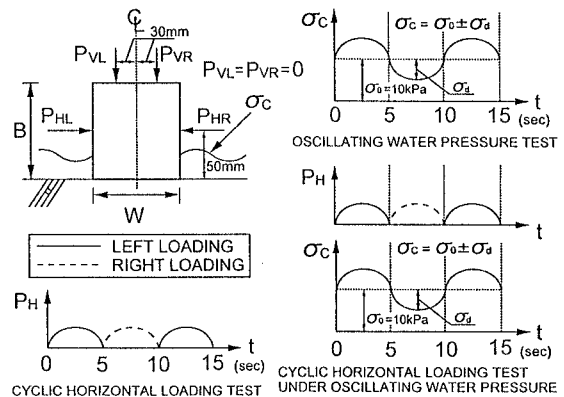


図-1 各試験の荷重方法

UNDER OSCILLATING WATER PRESSURE、以下 CHO と略) 及び変動水圧試験 (OSCILLATING WATER PRESSURE TEST、以下 OWP と略) の3種類である。荷重方法は図-1に示すようである。すなわち、CHL試験では左右の水平ロード2本により半正弦波荷重を交互に模型構造物に与えている。OWP試験では、一定水圧 $\sigma_0 = 10 \text{ kPa}$ を荷重した状態で変動水圧 σ_d を変化させて試験を行った。また、CHO試験では、10kPaの一定水圧 $\sigma_0 = 10 \text{ kPa}$ 、変動水圧 $\sigma_d = 1 \text{ kPa}$ を荷重した状態でCHL試験を行った。なお一定の水圧場では、繰返し強度の変化は現れないことが過去の研究によって確認されている¹⁾。

3. 試験結果と考察

図-2は、CHL試験とCHO試験における繰返し水平応力 σ_H と最大沈下量比 $S_{v \max}/W$ ²⁾ が3%に至るに必要な繰返し回数 N_c との関係として示したものである。なお、OWP試験は変動水圧振幅 σ_d により、同様な整理を行った。ここで、 $S_{v \max}$ 及び W は構造物底端部の卓越した方の沈下量と模型構造物の幅を示している。図から明かなように、変動水圧が作用することにより、繰返し水平荷重では動的強度に変化が生じていることが明確である。すなわち、同一繰返し水平応力レベルにおいても繰返し回数が増加する傾向にある。また、OWP試験のように比較的小さい変動水圧だけが作用する場合においても、繰返し応力と繰返し回数の関係に影響を及ぼしていることがわかる。このことをさらに詳細に調べるために、図-3は模型地盤内100mm地点で誘発されるせん断応力振幅比 (初期有効土被り圧で正規化した値: τ_d/σ'_{v0}) と繰返し回数 N_c の関係

キーワード：繰返し荷重、水平荷重、模型試験、沈下

連絡先：〒050 室蘭市水元町27番1号 室蘭工業大学 (TEL) 0143-47-3420 (FAX) 0143-47-3420

を示している。ここで、せん断応力は Boussinesq 及び Cerrutti 解を用いて算出した¹⁾。図から、せん断応力振幅比で整理した場合、上述の繰返し強度による整理法の傾向とはかなり異なることが明確である。すなわち、変動水圧だけが作用する場合（OWP 試験：△印）のせん断応力振幅は、非変動水圧場の繰返し水平載荷試験（CHL 試験：●印）で生じるせん断応力振幅と同一、もしくはそれより高いことがわかる。また、CHO 試験のように変動水圧と繰返し水平載荷が同時に加わる場合は、せん断応力振幅は小さくなるようである。このことから、変動水圧のような比較的小さい外力が構造物を介して地盤内に発生するせん断応力を左右していることは非常に興味深い。

いずれにしても波浪場のような変動水圧場では、加わる外力の組合せによって生じるせん断応力の評価が非常に重要であることが示された。

図-4は、同一せん断応力振幅（CHL 試験：●印、OWP 試験：△印）での繰返し強度差を調べるために、地盤内で生じるせん断応力（ $\tau_0 \pm \tau_d$ ）の経時変化を示した。また、初期せん断応力 τ_0 が生じている場合の試験結果（CHO 試験：○印）も併せてプロットしている。図から、せん断応力振幅が同一レベルでも、せん断応力が片振りになる条件（OPW 試験）によって、またせん断応力振幅の違い（CHO 試験と OWP 試験）によって、繰返し三軸試験のような要素試験と同様に、繰返し強度に差をもたらしている。このことは、波浪場にある構造物直下の地盤の動的力学挙動は、任意の変動水圧、繰返し鉛直力及び水平力を適切に組合わせ、実海域の地盤で生じるせん断応力を再現させることによって、1 G 場での模型試験においても再現可能であることを示すものであろう。

4.まとめ

波浪のような変動水圧が作用することによって、地盤の動的力学特性はかなり変化する。これは地盤内で生じるせん断応力を正確に把握することによって、地盤の動的力学挙動を評価できるようである。今後は、波浪場に相当する外力の組合わせ条件下で試験を行う予定である。

《謝辞》実験・解析に室蘭工業大学卒業生 長畑 智君（現 十和田市）の協力を得た。記して深甚なる謝意を表します。

《参考文献》（1）三浦ら（1996）：海岸工学論文集，Vol.42，No.2，pp.1016-1020。（2）三浦ら（1997）：海岸工学講演集，Vol.43，No.2，pp.1016-1020。（3）横浜ら（1997）：第52回土木学会年次講演会講演集Ⅲ部門（投稿中）

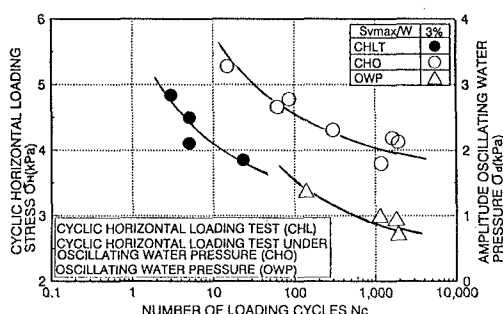


図-2 変動水圧有無による繰返し応力と繰返し回数関係の変化

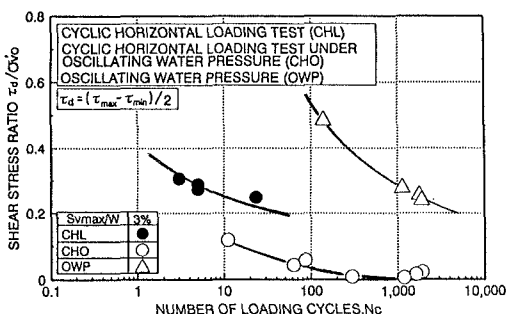


図-3 変動水圧有無によるせん断応力比と繰返し回数関係の変化

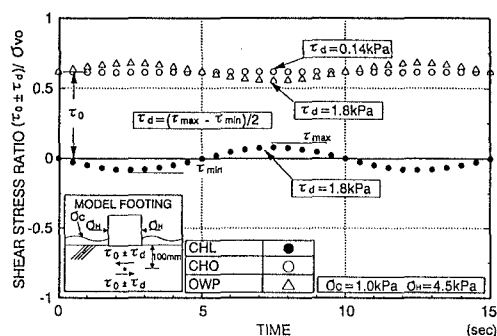


図-4 地盤内で誘発されるせん断応力の経時変化