

題目： 構造物-基礎系の動的相互作用に関する実験的研究

京都大学 学生会員 堀 正幸
運輸省 正会員 原 精一
○京都大学 学生会員 角江俊昭

1. まえがき： 本研究で対象とする構造物とは、上部構造物を支える杭基礎やケーソン基礎などの地盤中に根入れされた基礎のことである。地震時において、基礎の上部層中に伝達する地震動により基礎とそれの周囲地盤の間には、複雑な相互作用現象が生じる。地震時の上部構造物および基礎の振動形態は二つの相互作用の結果であると考えることができる。この相互作用は、地盤の側から見れば、地盤は基礎に対して、次の二つの相反した働きをしていると考えられる。1) 周囲地盤が基礎の動きを支えようとする働き、2) 周囲地盤が基礎を押し倒そうとする働き。本研究は、試作した実験装置を用いて、周囲地盤の二つの働きについて実験的考察を加えたいものである。

2. 実験装置および方法： 表層中のある深さの薄い半無限の層を切り出しと考えると、この層は、地震時において、近似的にせん断変形を受けこいると考えることが出来る。図1はこのような変形を土試料に与えるための装置せん断箱である。せん断箱中の砂試料は長さ30cm、高さ30cm、幅30cmとなるようにした。基礎模型は鉄製であり、その寸法は、厚さ3mm、高さ30cm、幅が5cmと10cmの2種類がある。実験は、せん断箱又は、基礎模型の一方固定、他方可動の条件で行っており、以下のように呼ぶ。

せん断箱可動 幅30cmの基礎模型固定実験を30F-F.

せん断箱固定 幅30cmの基礎模型可動実験を30P-M.

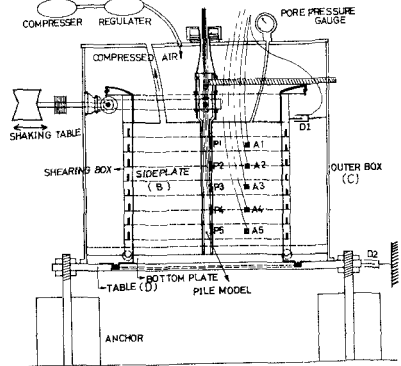
せん断箱可動 幅5cmの基礎模型固定実験を5F-F.

せん断箱固定 幅5cmの基礎模型可動実験を5P-M.

せん断箱又は、基礎模型に正弦的強制変位を与えるために、水平式振動台を用いた。土試料として、気乾状態の豊浦標準砂を用いた。本装置最大の特徴として、ある深さでの土被り圧を再現するため、砂表面に空気圧を載荷できるようにしている。振動土圧は矢張り電業製土圧計

、強制変位は、差動トランス型変位計により決定し、これを直に後、電磁オシログラフにより記録した。所定の振動数及び、変位振幅に達した後、気針を閉鎖し、記録終了後、変位振幅、振動数の順に、更に戻った。

3. 実験結果および考察： 図2～図5は二次元モデル実験(30P-M, 30P-F)の結果であり、図6～図7は三次元モデル実験(5P-M, 5P-F)の結果である。変位振幅は2.5mm、空気圧はそれぞれ、2.5, 1.0, 1.5 kg/cm²である。各国には振動数が、0.3, 3, 6, 15 Hzの場合にワリと、一様にして掲げられている。二水りの図から、ハゲ水の実験においても、振動数による振動土圧変動分布の変化が見られないことが分る。このことは、砂の物性の非時間依存性と考えると、砂の慣性力が、振動土圧に与える影響が無視できる実験が可能である、たことを意味している。



PROFILE OF MODEL
Fig.1

図2~図5より二次元モデル実験結果が次の傾向を示していることが分る。

1) 拘束圧 0 kg/cm^2 では、30P-M試験、30P-F試験ともに、深度中央で振動土圧がピークとなる山形分布である。

2) 30P-M試験では、空気圧が 0.5 kg/cm^2 以上では、P1が極端に大きく、P2~P4はほぼ等しい値となっている。これは空気圧載荷のため、砂の剛性が高まり、その結果、基礎模型がたわむと考えれば、空気圧 0.5 kg/cm^2 以上で三角形分布に移行することがわかる。

3) 30P-F試験では、空気圧の上昇とともにP1の値が減少し、空気圧 1.5 kg/cm^2 では、ほとんど等であるが、空気圧 1.5 kg/cm^2 になって、初めて三角形分布に移行することがわかる。これらの実験結果から、基礎模型周囲地盤の土の働きが、次のようになっていると考えられる。

1) 周囲地盤が基礎模型を支持する力は、空気圧 0.5 kg/cm^2 以上では、基礎の変形に比例して生じる。砂の単位重量を 1.6 g/cm^3 とすれば、空気圧 0.5 kg/cm^2 では、深さ約 3.1 m での土被り圧に相当する。表層の厚さは現実には、数cmのオーダーであるから、深さ 3.1 m は地表面にほぼ等しいと考えてよからう。

2) 周囲地盤が、基礎模型を押す力は、空気圧 1.5 kg/cm^2 以上になると初めて地盤の変形に比例して生じる。これは、約 7.6 m の深さの土被り圧に相当する。周囲地盤の単位変形当りの基礎を押す力が地表面近くで小さいということは、地震時に、地表面近くで、地盤の変形が増幅されることを合意すると、耐震設計上有利な特性であると考えられる。

三次元モデル実験でも、二次元モデル実験とほぼ同様の結果が得られたが、せん断箱の振動方向に平行な側壁により、振動方向に直角方向への砂の変動が拘束されているため、三次元モデル実験の方が、二次元モデル実験での振動土圧より大まに出てくる結果となっている。

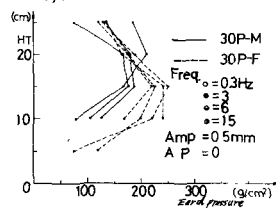


Fig.2 振動土圧深度分布

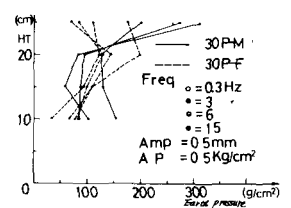


Fig.3 振動土圧深度分布

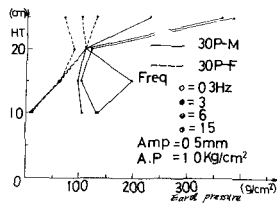


Fig.4 振動土圧深度分布

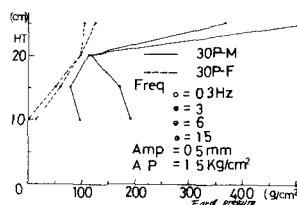


Fig.5 振動土圧深度分布

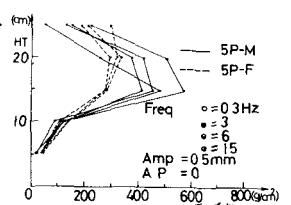


Fig.6 振動土圧深度分布

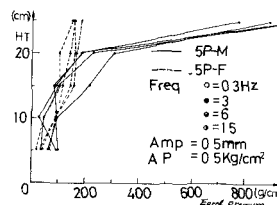


Fig.7 振動土圧深度分布

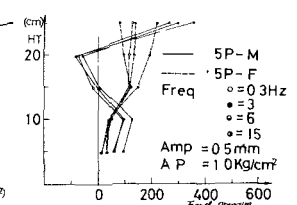


Fig.8 振動土圧深度分布

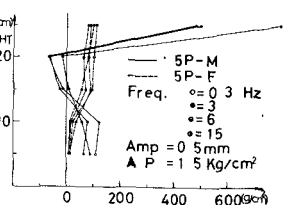


Fig.9 振動土圧深度分布