

I - B 310

地中連壁による杭基礎の耐震補強

武蔵工業大学 学生会員 ○城戸 康介
 武蔵工業大学 正会員 末政 直晃 片田 敏行
 (株) 福田組 正会員 長野 正

1. はじめに

地震のような大きな衝撃力が与えられると、緩い飽和砂地盤では液状化が発生し、地盤に接する杭基礎構造物に多くの被害をもたらす。このような杭基礎の被害を防ぐ事が、構造物の耐震性を高める上での急務となっている。そこで本研究では、耐震補強として杭体周辺に連壁を構築する対策を考え、その対策工法の有無による杭体の応答特性を遠心加速度場における加振実験を行うことにより調べ、連壁の補強効果を検討した。

2. 実験概要

遠心模型実験装置は、労働省産業安全研究所所有のものである。この装置には地震波加振を再現可能な振動台が搭載されている。地盤作製方法としては、幅 420mm、奥行き 150 mm、270 mm のせん断土槽底部にアルミ製模型杭を設置して砂礫を 30mm 敷き詰める。その上に空中落下により豊浦砂を堆積させ、 $Dr=80\%$ 、厚さ 13.5cm の下層を作製する。続いてこの層の上に、同様の方法で $Dr=30\%$ 、厚さ 100mm の上層を作製する。なお、上層は液状化層、下層は非液状化層を模擬している。連壁の埋設は、連壁の下端部まで地盤を作製した後、連壁を装着し、その内外部に砂を降らせた。模型地盤作製終了後それを脱気し、シリコンオイルを模型土槽下部より徐々に浸透させ飽和させた。

実験は作製した模型地盤を遠心模型実験装置に設置し、50G の遠心加速度場の下で 20 波の正弦波 (100Hz) を加えて行い、杭と地盤の挙動を計測した。図-1 に地盤内に設置した計測機器の位置を示す。最大入力加速度は約 20G (400gal 相当) である。実験ケースは杭のみの場合と、連壁の非液状化層への根入れ長を 2cm と 6cm (実地盤換算でそれぞれ 1m, 3m) に変えて連壁で補強した場合の3ケースを行った。なお、実験装置のシステム上模型地盤は約 1° 傾斜している。

3. 実験結果と考察

全図は、実地盤換算のスケールで表している。図-2 に入力加速度及びフーチング部の応答加速度 (図-1:A-4) の経時変化を示す。入力加速度は、2~8sec 間で約 ±400gal のほぼ一定の振幅で加振されている事が分かる。無補強時の応答加速度は、加振初期から応答が小さくなっている。一方、連壁で補強した場合の応答加速度は、入力加速度と同じ程度である。これは連壁の存在が杭と連壁の系として基礎全体の剛性を高めたために、剛体に近い挙動となったと考えられる。

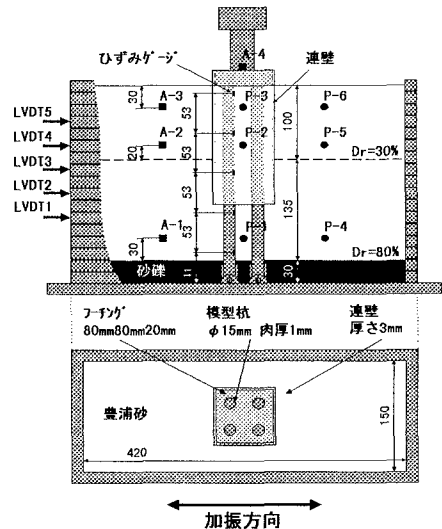


図-1 模型土槽寸法と計器配置

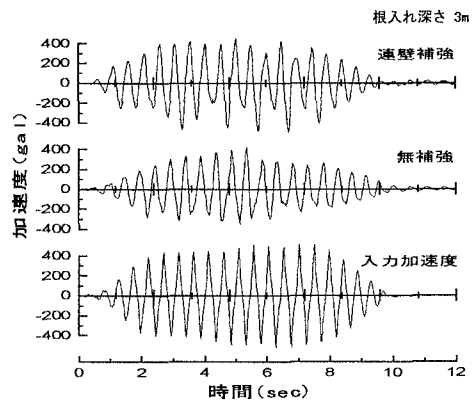


図-2 フーチング部の応答加速度

キーワード：砂地盤，遠心模型実験，液状化，杭，連壁

連絡先：武蔵工業大学 工学部 〒158-0087 東京都世田谷区玉堤 1-28-1 TEL & FAX 03-5707-2202

図-3 は無補強時の杭に生じた曲げモーメントの経時変化である。杭に生じる曲げモーメントは、杭頭部と地盤深さ 8m で大きくなっている。また、最大曲げモーメントは地盤深さ 8m の位置で生じている。これは連壁補強時でも同様であり、根入れの深さによらず無補強時と同じ深さで最大曲げモーメントをとる事が確認された。そこで、これらの図においてモーメントの+側の最大値を抽出してプロットした。(図-4, 図-5)。

図-4 に杭頭部に生じる曲げモーメントの経時変化を示す。いずれの実験ケースにおいても最大曲げモーメントは加振初期には増大するが、一定の振幅で加振された 2~8sec の間ではほぼ一定の値を取る傾向を示している。加振中に生じる曲げモーメントの最大値は無補強時で約 300kN・m となっている。これに対して連壁で補強した場合の最大値は無補強時の約 1/3 となっており、杭頭部の曲げモーメントが抑えられる事が確認できる。その効果は連壁の根入れが深いほど良く現われている。

図-5 に深さ 8m の位置での杭に生じる曲げモーメントの経時変化を示す。曲げモーメントの値は杭頭部では 2~8sec の間で一定値であったのに対し、深さ 8m の所では増加傾向をとっている。これは加振と共に、液状化による地盤劣化が進行していくためであると推察される。また、この増加割合は根入れが 3m の連壁で補強した場合が最も小さくなっていることから、連壁による補強を行った場合は地盤劣化の影響を抑える効果があると言える。次に生じる曲げモーメントの最大値を比較してみると、根入れが 1m の連壁で補強した場合は無補強時よりも大きな値を示すが、根入れが 3m の連壁で補強した場合は最も小さくなっている。さらに加振終了後においては、無補強、根入れ 1m の連壁で補強した場合は残留曲げモーメントが生じているが、根入れ 3m での連壁で補強した場合には、ほとんどそれは見られない。これらの事は、連壁を用いて杭を補強する場合の根入れ深さの重要性を示している。

加振時間が長くなるに連れ、地盤の劣化が進行すると無補強時に比べ根入れ 1m の連壁で補強した方が曲げモーメントが大きくなった。この理由には、連壁部の重量と流動圧の違いが挙げられる。本実験では全てのケースにおいて、わずかではあるが側方流動現象が確認された。杭のみに比べて連壁で補強した場合には流動圧の受圧面積が大きいため、流動圧が増加したものと考えられる。

4. まとめ

本実験の結果、杭基礎周辺に連壁を構築する事により杭に生じる曲げモーメントを抑える効果が確認できた。しかしながら、曲げモーメントの低減効果を期待する場合には連壁を構築する際に、連壁の膝下部を液状化しない層まで根入れする事が重要である。

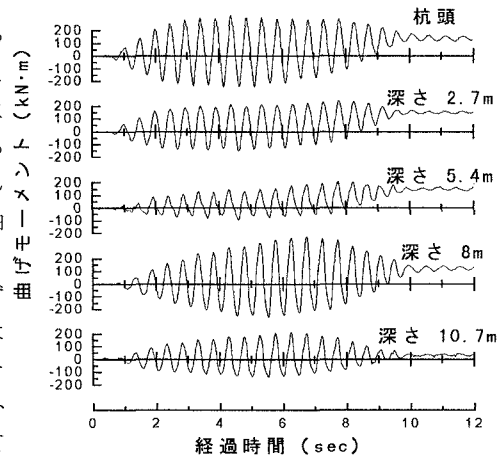


図-3 無補強時での杭の曲げモーメント

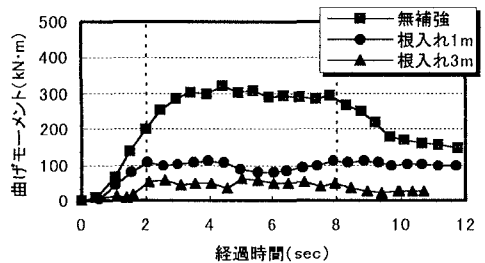


図-4 杭頭部での曲げモーメント

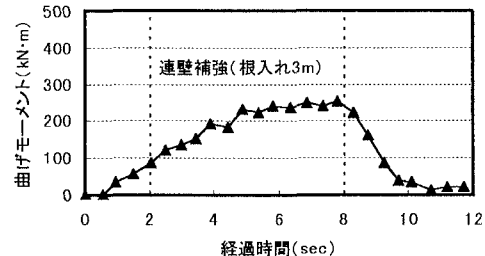
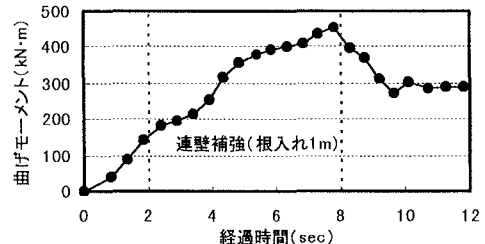
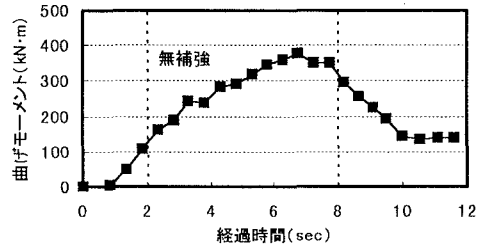


図-5 深さ 8m での杭の曲げモーメント