

Ⅲ－B35 大地震時における杭基礎の挙動に関する実験的検討（実験概要と結果）

（財）鉄道総合技術研究所 正会員 近藤政弘
 同上 正会員 室野剛隆
 同上 正会員 斉藤正人
 同上 正会員 西村昭彦

1. はじめに

杭基礎の大地震時挙動は複雑であるが、これらを解明するための実験や解析的検討が各方面で鋭意行われている。筆者らは、これまで模型杭を用いた静的載荷試験・振動試験を実施²⁾し、大地震時の杭基礎設計法を提案した。しかし、これらの実験は固定土槽での実験であり、また振動実験では十分な変形域まで加振していない等の限られた条件での結果である。そこで、今回、これらの問題点を解決するため、模型群杭による静的・動的実験を行ったのでその概要を紹介する。

2. 実験概要

実験はせん断土槽（内寸法L1.5m×W1.0m×H1.5m）を用いたが、比較のために土槽をフレームで固定した状態（固定土槽）でも行っている。図1に全体概要を、今回結果概要を紹介する実験ケースを表1に示す。試験杭は外径63.5mmの炭素鋼鋼管を使用した杭中心間隔3Dの4本群杭であり、今回報告のケースは、上載荷重として1600kgfとなるように重りを載荷したものである。なお、杭の断面性能を表2に示す。地盤は試験杭を設置した後、木更津砂（諸元は表3参照）を空中落下法により作成した。試験後に行った土質調査結果によるとばらつきも小さくほぼ均一な地盤であることが確認されている。なお、杭先端は固定ではなく、大変形時に鉛直支持力が極限に達するよう層厚15cmの人工粘土（表4）で支持層を作成した。静的載荷試験は、土槽外周の反力フレームのジャッキによりPC鋼棒で同一変位3回繰り返しの載荷を行った。最大載荷は64mm（≒杭径）としたが、S2は100mm（正1回のみ）を追加した。

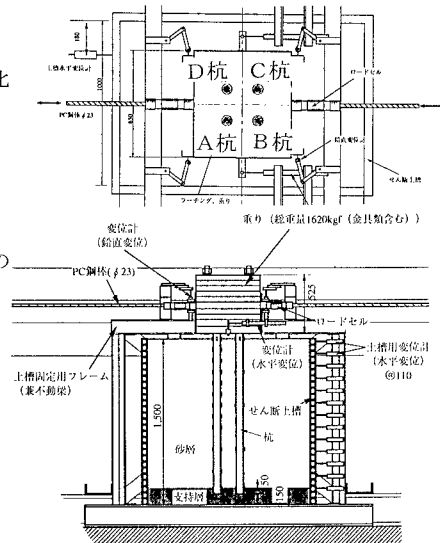


図1. 実験概要

表1. 試験の種類

実験 ケース	土 槽	上載荷重	載荷条件
S 1	固定土槽	1600kgf	静的正負交番 3サイクル変位制御 振動台加振
S 2	せん断土槽		
D 1	固定土槽		
D 3	せん断土槽		

また、振動台加振実験はホワイトノイズ加振と正弦波（6Hz, 3Hz）および実地震波での加振を行っている。

表2. 試験杭の諸元

外径 D (mm)	内径 d (mm)	断面積 A (cm ²)	断面二次 モーメント I (cm ⁴)	断面係数 Z (cm ³)	断面二次 半径 r (cm)	杭長 l (cm)
63.5	59.5	3.86	18.3	5.76	2.18	145

表3. 木更津砂の諸元

平均粒径	D50	0.38mm
最大粒径	Dmax	4.76mm
均等係数	Uc	2.71
最大間隙比	e _{max}	0.979
最小間隙比	e _{min}	0.643
主粒子比重	Gs	2.698

表4. 人工粘土の諸元

TA カオリン粘土	100
早強ポルトランドセメント	22.5
水	85

キーワード：模型杭、静的載荷実験、振動実験、耐震設計、水平地盤抵抗

連絡先：（〒185東京都国分寺市光町2-8-38・TEL 0425-73-7262・FAX 0425-73-7248）

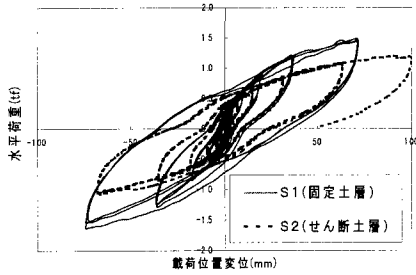


図2. 水平荷重～水平変位
-静的載荷試験-

3. 実験結果

(1) 静的載荷実験の載荷荷重～変位関係

図2に載荷位置での荷重～変位関係を示す。両ケースとも非線形挙動となっているが、両ケースを同一荷重で比較すると、S2（せん断土槽）の方が土槽変形分の影響で変形量が大きくなっている。なお、荷重～変位曲線において非線形性状を示す主要因は軸力の状況や試験後の支持層状況より、杭の引抜、押込みが極限支持力に達したためと思われる。

(2) 発生曲げモーメント，水平地盤反力

静的試験のA杭に着目して前杭となる正方向載荷時と後杭となる負方向載荷時の曲げモーメント分布を図3に示す(8, 16, 32, 64mm載荷時)。大変形になるほど正方向時断面力の方が大きい。せん断土槽のS2ではその影響は小さくなっている。なお、同様に地盤反力分布を図4に示す。これは、曲げモーメントを3次スプライン処理後、2回微分して求めたものである。図より両ケースとも正側と負側で地盤反力状況の違いが認められる。次に、振動台実験での曲げモーメントの変化を図5に示す。静的と同様A杭に着目し、正弦波(3Hz)での時刻歴分布を示したものである(D1は杭体降伏により300galで終了)。静的試験ほど明瞭ではないが、前杭状態と後杭状態では、曲げモーメント形状が異なることが認められる。

4. おわりに 今後、地盤抵抗の塑性化状況に着目し、実験結果の現象を検討していく予定である。なお、実験にあたっては、清水建設技術研究所地下技術研究部の方々には多大なご協力を頂いた。ここに厚くお礼申し上げます。

<参考文献>1) 例えば、岡原、木村、高木、大堀、群杭の水平載荷試験およびシミュレーション解析、構造工学論文集 Vol. 39A 1993.3
2) 西村、田中、奥村、模型杭の大変位水平載荷試験とその解析、鉄道総研報告Vol. 7. No.12, 1993.12

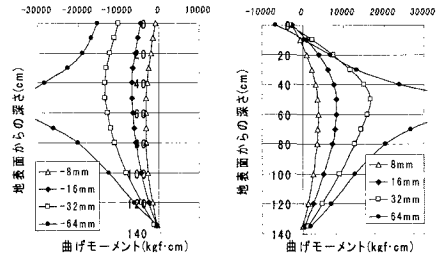


図3 (1). S1 曲げモーメント分布 (A杭)

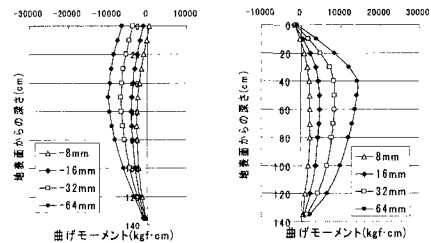


図3 (2). S2 曲げモーメント分布 (A杭)

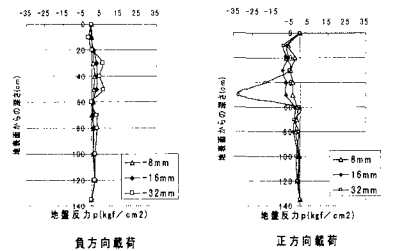


図4 (1). S1 水平地盤反力分布 (A杭)

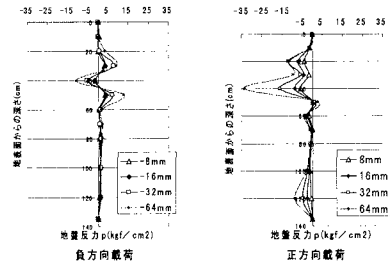


図4 (2). S2 水平地盤反力分布 (A杭)

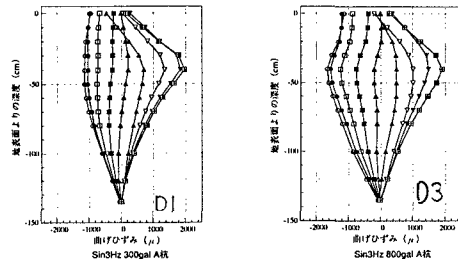


図5. D1・D3 試験体の曲げモーメント分布