

III-506 水平力を受ける直列2本群杭の終局挙動に関する遠心模型実験

京都大学 工学部 正会員 足立紀尚, 木村 亮
京都大学 工学部 学生員 ○小林秀人

1. はじめに

近年、構造物の設計規範が限界状態設計法に移行しつつあり、杭基礎をはじめとする基礎構造物についても終局状態における合理的な設計法が望まれ、各機関で精力的な研究が進められている。

筆者らは、まず第一段階として水平力を受ける単杭の終局状態を把握するために、遠心載荷装置を用いた大変形水平載荷試験を行ってきた¹⁾²⁾。この試験の特徴は、地盤と杭の破壊状況を観察するために、模型杭に半断面杭を用い、土槽の1面を透明ガラス板にしていることである。現在までに、鋼管杭を想定した、アルミ管模型杭の単杭実験に関して杭と地盤の変形状態が観察された。本報告では、直列2本群杭に関して、地盤と杭の変形状態が観察されたので、これについて報告する。

2. 実験の概要

模型杭の水平載荷試験は、Fig.1に示す実験装置を用いて行った。載荷にはモーターを用い、変位制御で行う。土槽の1面は透明ガラス板となっており、ガラス板に半断面杭が接する形態となっている。本報告は直列2本群杭の実験に関するものであり、杭中心間隔は杭径の2.5倍である。

ここで、半断面杭を用いる実験は、杭体に生じる曲げモーメントを求める、ひずみゲージの測定精度等に問題があり、荷重～変位関係も、ガラス板と杭体との摩擦の影響により、定量的な値を得ることは難しいと考えられる。そのため、半断面杭と同じ材質、同じ杭径の円形断面杭(以後これを全断面杭と称する)に対する載荷試験もあわせて行い、半断面杭の実験データがどれほどの正確さを有するかの比較対象とした。

半断面杭、全断面杭との杭先端、杭頭とも固定とし、地表面からの載荷点高さは3cmである。想定している鋼管杭、本実験でのプロトタイプ杭、さらにはアルミ管模型杭の諸元をまとめてTable 1に示す。

模型地盤には豊浦標準砂を使用し、半断面杭の実験では、地盤の挙動を観察するために、以下の2種類の方法で地盤を作成した。1)寒天膜法³⁾：厚さ約2mmの寒天膜をガラス板上に作成し、杭および地盤材料と、ガラス板との摩擦を低減する。この寒天膜上に116点の標点を設置し、これを載荷試験中に写真撮影し、その写真をスキャナーで読み取ることによって、地盤の動きを捉える。2)色砂法⁴⁾：ガラス板付近に染色した豊浦標準砂と染色していない砂を5mmずつ交互に積み、載荷試験中にこれを写真撮影することによって地盤の挙動を観察する。この際、杭とガラス板の摩擦の影響を低減する目的で、杭の縦断面にはグリースを塗ってある。模型地盤の単位体積重量は、 1.611gf/cm^2 であり、その他の諸元は、 $G_s=2.64$ 、 $e=0.638$ 、 $Dr=0.908$ である。

なお、実験装置の詳細については、文献2)を参照されたい。

3. 実験結果および考察

3-1 荷重～変位関係

Fig.2に半断面杭3回と、全断面杭の杭頭荷重～変位関係を、以前に行った単杭の結果²⁾とあわせて示す。ここで、横軸は杭径で無次元化した変位を示し、半断面杭は荷重を全断面杭に相当するように換算して

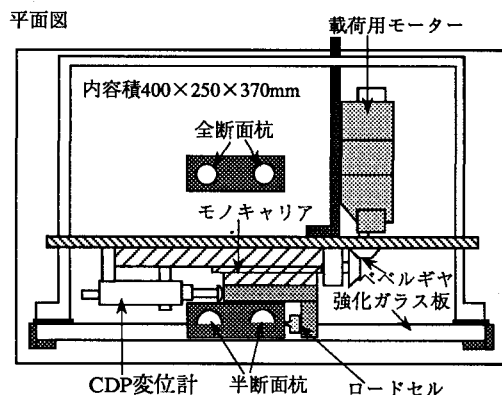


Fig.1 実験装置

Table 1 杭の諸元

	直径(cm)	長さ	EI (kgfcm ³)	遠心
想定鋼管杭	60 (肉厚0.9)	15m	1.57×10^{11}	
プロトタイプ	60 (肉厚3.0)	13.5m	1.57×10^{11}	30g
アルミ管模型杭	2.0 (肉厚0.1)	45cm	1.94×10^5	

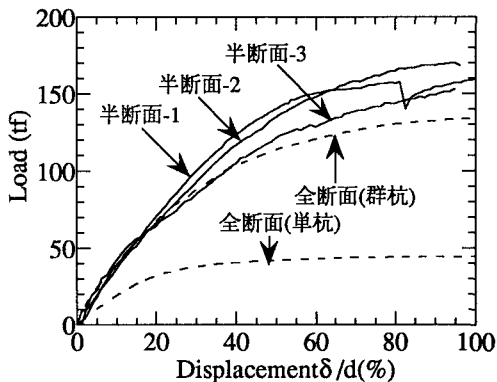


Fig.2 杭頭荷重～変位関係

いる。2本群杭では変位が杭径の50%となった付近から、荷重の増え方が緩やかになっている。そして、変位の大きい範囲では半断面杭の方が全断面杭よりも、荷重の値が大きくなっている。この傾向は単杭の実験においても見られた傾向である。これはガラス板と杭および地盤との摩擦の影響であると考えられる。しかしながら、変位の小さい範囲では全断面杭と半断面杭の荷重～変位関係は同一であることから、摩擦の影響は少なく、半断面杭の実験結果は全断面杭の挙動を表現しうると結論づけられる。

3-2 遠心載荷試験における写真撮影の結果(半断面杭)

Fig.3は寒天膜法によって得られた写真をスキャナーで読み取ることによって描いた変位ベクトル図である。なお、図中の変位ベクトルの長さは、実際の変位量の2倍の長さで表示してある。この図は杭頭の変位量が、杭径の50%となったときのベクトル図である。前方杭前面の地表面付近では地盤は上方に盛り上がる挙動を示している。そして、地表面から深くなると地盤の動きは水平方向が卓越している。前方杭と後方杭の間では、地表面付近で、前方杭の背面付近では下方に落ち込

む挙動が見られるが、その他の点では水平方向に変位している。後方杭の背面では後方杭に近く、地表面付近の地盤は後方杭の背面に大きく落ち込んでいるが、その他の点では地盤はほとんど変位していない。

次に、Fig.4(a)-(d)に色砂法によって写真撮影された、各変位量における、地盤の変形状況をスキャナーで読み取った模式図を示す。この色砂法では地盤の水平方向の動きは観察することはできないが、杭頭変位が進むにつれ、前方杭の前面では地盤が上方に盛り上がる挙動が観察でき、後方杭の後の地盤は杭の背面に大きく落ち込んでいる。また、前方杭と後方杭の間の地盤は水平方向にのみ動いていると思われる。

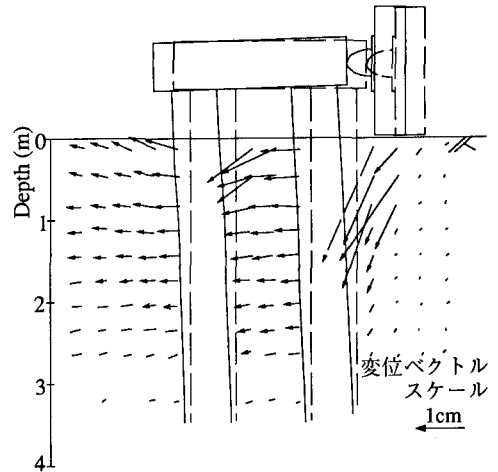


Fig.3 地盤の変位ベクトル図 ($\delta/d=50\%$)

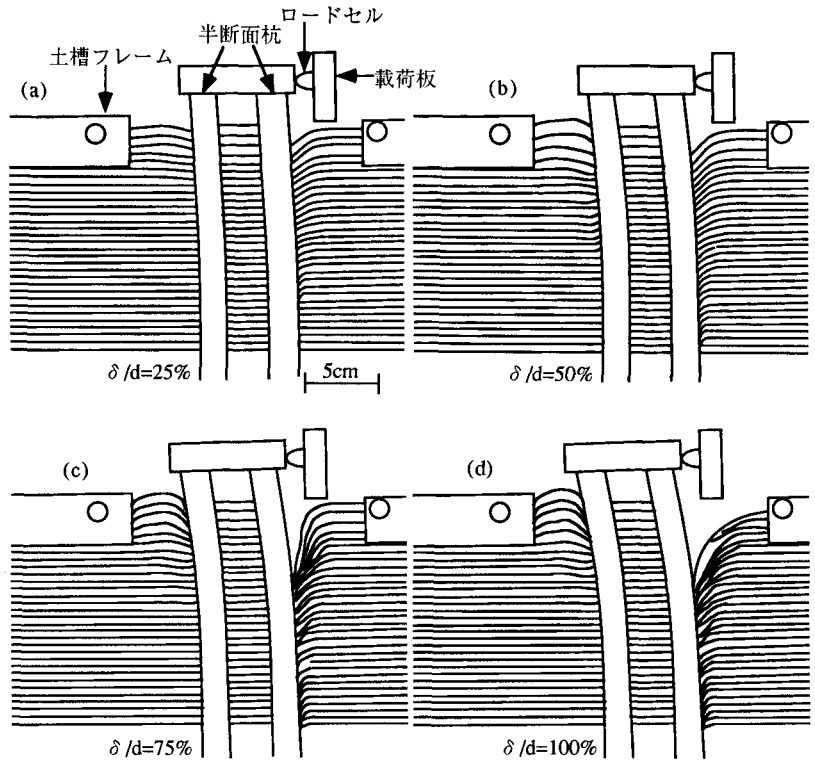


Fig.4 染色砂実験の結果

*参考文献

- 1) 足立, 木村, 小林: 第28回土質工学会講演集, pp1785-1788, 1993.
- 2) 足立, 木村, 小林: 第29回土質工学会講演集, (投稿中), 1994.
- 3) 大島, 高田, Niyama: 土木学会第46回講演概要集第3部, pp.790-791, 1991.
- 4) 谷和夫: 砂地盤上の浅い基礎の支持力機構, 東京大学大学院修士論文, 1986.