

Ⅲ-B37

繰返し水平荷重を受ける鋼管群杭基礎の変形挙動

京都大学 大学院 正会員 木村 亮
(株)フジタ 正会員 ○福林 良典

1. はじめに

杭基礎構造物には限界状態でも変形性能を失わず、上部構造物を支持する水平耐力を有するような合理的な設計法が望まれる。そこでこれまで、遠心場で鋼管模型群杭に軸力作用下で繰返し水平荷重を与え、変形性能を調査してきた¹⁾。本研究ではより現実的な条件下で実験を行うために、新たに杭端を自由にし、6本群杭について水平載荷実験を実施した。また単杭の鉛直載荷試験を行い鉛直抵抗特性を把握した。これらの結果に基づき、鋼管群杭の変形挙動を詳しく検討した。

2. 実験概要

実験機構全体図をFig.1に示す。杭配置、載荷点高さは図に示す通りである。載荷は40G場で行い、正負交番多サイクルで杭径の10%(3回繰返し)から10%刻みで50%まで水平載荷を行い、その後70%まで変位させた。杭端拘束を無くしたことにより、繰返し水平載荷に伴う鉛直方向の挙動も把握できる。そこで杭端のひずみゲージの値から杭に働く軸力を求め、また杭端直下の土槽底面に土圧計を設置した。さらにフチングの鉛直変位を計測し回転角を求めた。模型杭の諸元をTable1に示す。模型地盤は豊浦標準砂を用いて相対密度約90%の密な地盤とした。杭1本当たり、表中に示す軸力をかけた。なお、 N_y は1G場で行った圧縮試験より求めた降伏荷重である。

3. 繰返し水平載荷を受ける群杭の鉛直方向変形挙動

群杭基礎に水平荷重を加えると、前方杭は押込み杭となり、後方杭は引抜き杭となる。杭基礎の降伏は、杭頭反力が押込み支持力に到達する点とも定められている²⁾。そこで押込み支持力を求めるため、単杭の鉛直載荷試験を実施した。水平載荷実験での鉛直抵抗特性を評価するため、Fig.2では土槽底面土圧計の値と沈下量の関係を比較した。水平載荷実験では、Fig.2で斜線部の杭の挙動を検討する。水平載荷前、杭は40G場で上部工の自重により軸力を受け、沈下量は杭径の16%となる。ここで押込み支持力を載荷初期から杭径の10%沈下時の荷重と定めることから、沈下量が杭径の26%となる時点が杭基礎の降伏点である。そこで鉛直載荷試験で沈下量が26%時の底面土圧は 18.51kgf/cm^2 であるので、水平載荷実験で底面土圧が 18.51kgf/cm^2 となる時点が杭基礎の降伏点とした。この時水平変位は杭径の20%で繰返し時の変位14.1%である。さらに載荷が進むと沈下量が杭径の40%となる時から底面土圧が頭打ちとなり、低下し始める。この時水平変位は、杭径の30%で繰返し時の20.61%であり、杭体に貼付したひずみゲージの挙動から、この時点で杭頭部に座屈が発生していると考えられる。

4. 杭の破壊状況とひずみ履歴

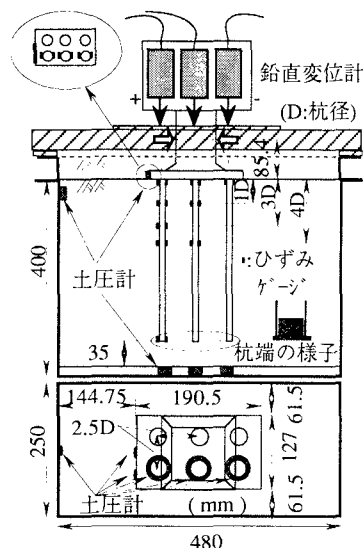


Fig.1 実験装置セットアップの様子

Table 1 杭の諸元

	模型杭	7°プロタイプ換算
杭長 (m)	0.38	14.2
杭径 d (mm)	25.4	1016
肉厚 t (mm)	0.5	20
d/t	50.8	
EI (kgfcm ²)	2.64×10^3	6.67×10^{11}
軸力 (tf)	4本 4.8×10^3	304 (0.26 N_y)
	6本 3.6×10^3	230.4 (0.2 N_y)

Fig.3に実験終了後の杭の様子と座屈発生点の近傍のひずみ履歴を示す。ひずみ履歴で挙動が急変する様子が観測される。この変位は杭径の40%で繰返し時の23.9%であり、この時点で座屈が起こったと考えられる。同様に他のひずみゲージ貼付位置でも、降伏ひずみや座屈ひずみに達する変位、挙動の急変する変位を把握し、破壊進行の様子を調べた。

5.6本群杭の破壊メカニズム

以上、検討してきたことをまとめて6本鋼管群杭の破壊メカニズムをFig.4の水平荷重変位関係とともにFig.5に示す。

- 杭径の10%ほど沈下、押込み支持力に到達。基礎の降伏点²⁾。
- 杭頭部に座屈が発生。繰返す度に耐力の低下。底面土圧、杭体軸力が頭打ち。
- 杭地中部で座屈発生。以降、耐力低下。フーチング回転角0.025rad（基礎の回転角の制限値の目安²⁾）を超過。

6.最後に

杭端を自由にし、鉛直抵抗特性を考慮したうえで繰返し水平荷重を受ける群杭の変形挙動を把握した。なお、ここでは紙面の都合上示していないが本実験装置を用いて杭間隔、フーチング土被長、中詰コンクリートの変形挙動への影響を検証している³⁾。今後は、ミニチュアコンクリート杭を用いてその変形挙動を調査する。

【参考文献】

- 軸力を考慮した4本鋼管群杭の保有水平耐力に関する実験的研究、京都大学防災研究所年報、第40号B-2、pp31～45、1997
- 道路橋示方書、同解説IV下部構造編、日本道路協会、1996.12
- 繰返し水平荷重を受ける鋼管群杭基礎の変形挙動（その1）、第33回地盤工学会研究発表会、1998.7（投稿中）

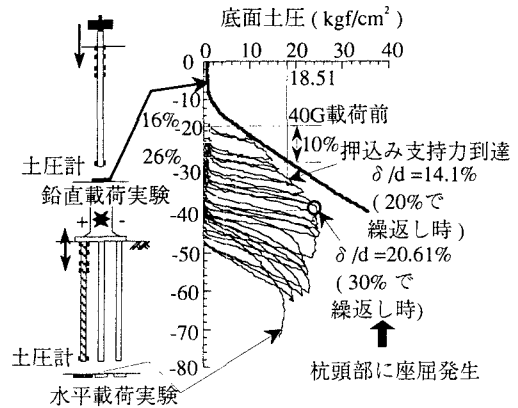


Fig.2 底面土圧-沈下量関係

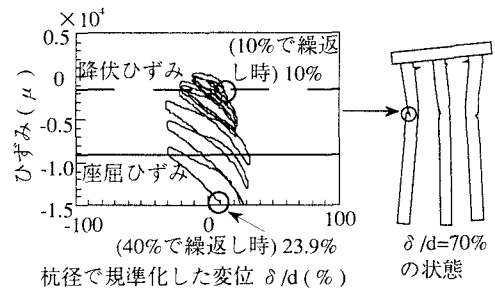


Fig.3 杭の破壊の様子とひずみ履歴

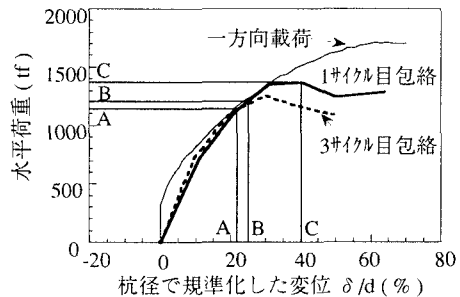


Fig.4 荷重変位関係

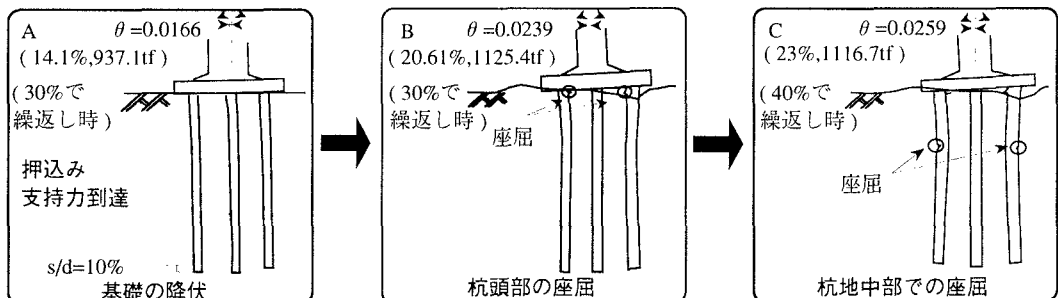


Fig.5 6本群杭の破壊メカニズム