

京都大学工学部 正会員 足立 紀尚, 木村 亮
 京都大学大学院 学生会員 ○小林 秀人

1. はじめに

1986年制定のコンクリート標準示方書において、コンクリート構造物の設計規範として限界状態設計法が導入され、杭基礎をはじめとする基礎構造物についても、終局限界状態における合理的な設計法の確立が望まれている。本研究では水平力を受ける単杭の終局限界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実施した。模型杭としては、鋼管杭を想定した7本管模型杭と、場所打ち鉄筋コンクリート杭を想定したモルタル製ミニチュアコンクリート杭の、2種類の杭を用いた。一般に、場所打ち鉄筋コンクリート杭は、コンクリートが引張り力に抵抗しないために、鋼管杭と比べて弾性限界や終局限界が異なると予想される。ここではモルタル製ミニチュア杭の実験の結果を報告する。

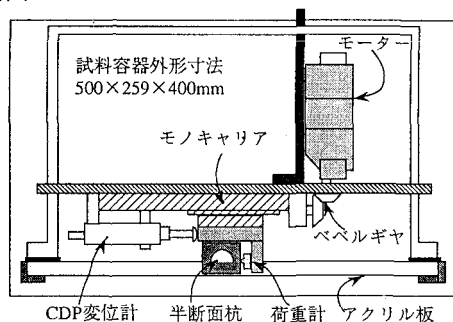
2. 実験の概要

Table 1 杭の諸元

	直径	長さ	EI	遠心 加速度
想定コンクリート杭	1.2m	29m	$3.178 \times 10^{12} \text{ kgfcm}^2$	50g
プロトタイプ	1.2m	22.5m	$6.061 \times 10^{12} \text{ kgfcm}^2$	
ミニチュアコンクリート杭	2.4 cm	45 cm	$9.699 \times 10^3 \text{ kgfcm}^2$	

実験装置をFig.1に示す。載荷された杭と地盤の挙動を観察するため、模型杭は半断面杭とし、土槽の1面はアクリル板となっている。アクリル板と杭および地盤との摩擦の影響を軽減するためにアクリル板の内側にはグリースとシリコンオイルを混ぜて塗り、その上に厚さ0.27mmの天然ゴムシートを貼付する。杭先端は固定、杭頭は自由とし、地表面からの載荷点高さは3cmである。ミニチュアコンクリート杭は、主鉄筋D29-24本、 ϕ 1.2m、主鉄筋かぶり150mmの実杭を想定して作成した。作成方法は、径1mmのビ7ノ線5本を主鉄筋に、厚さ1mmの真ちゅう製の半円リングを帯鉄筋に用いて瞬間接着剤で鉄筋かごを組み立てる。この際、主鉄筋の杭全体に対する体積比は実杭と同一である。次に、豊浦標準砂を骨材とし、早強セメント、蒸留水でモルタルを作成する。その後、供試体作成モールドに主鉄筋かぶりが3mmとなるように鉄筋かごを設置し、モルタルを気泡が残らないように流しこむ。そのまま1日養生後モールドから取り外し、2週間水中養生する。想定しているコンクリート杭と、そのプロトタイプの諸元をTable1に示す。ミニチュア杭のEIは、杭を単純ばりとして載荷試験を行って求めた平均値であり、ばらつきは±7%程度であっ

平面図



断面図

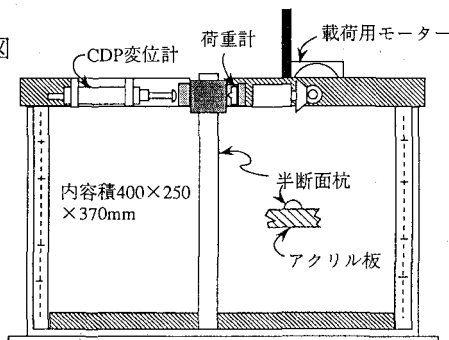


Fig.1 実験装置

た。地盤材料には乾燥した豊浦標準砂を使用した($\gamma=1.611\text{gf/cm}^3$, $D_r=90\%$)。測定項目は、杭に貼付したひずみゲージの値、および杭頭部における荷重と変位を計測するためのロードセル、変位計の値である。

3. 実験結果

3.1 荷重～変位関係

実験結果はすべてプロット・換算で表す。Fig.2に鉄筋コンクリート杭5回の载荷試験における、杭頭の荷重～変位曲線を示す。ここでは横軸の変位 δ は杭径 d との比で表している。ミニチュアコンクリート杭では、荷重は、この比が5%付近までは線形的に増加し、それ以後は緩やかに増加する。 δ/d が約15%以降は、各杭とも荷重が増えずに変位が増大する極限状態に達している。Fig.3に载荷試験後の杭のクラックの発生状態をスケッチしたものを示す。Pile.1～4は $\delta/d=100\%$ まで変位させた杭であり、Pile.5は $\delta/d=20\%$ まで変位させた杭である。クラックは载荷点から6.5mの深さより上の範囲に数多く細かいクラックが発生し、変形量が大きくなると、载荷点から2.5m付近のクラックにひずみが集中し、鉄筋が露出している。

3.2 変位分布

杭の曲げモーメントを2回積分し、杭頭における変位量の値をもとに変位分布を比例配分したものをFig.4に示す。杭体の第一不動点の深さは $\delta/d=10\%$ の時の方が5%よりも浅くなっているが、さらに変位量が増えと不動点は深くなっている。この結果は場所打ちコンクリート杭の実杭の水平载荷試験¹⁾の終局時の挙動と一致している。

4. おわりに

本研究では、場所打ちコンクリート杭を想定した模型杭に遠心载荷装置を用いて水平载荷を行い、終局限界状態での挙動について調査した。本実験方法では、荷重～変位関係および変位分布については再現性が見られ、実杭の挙動をある程度表現できたものと思われる。今後は、半断面杭の有利性を生かして、地盤の挙動を、写真撮影によって観察する予定である。

参考文献 1)木村・中林・浜田・友永・伊藤：第27回土質工学研究発表会、pp.1591-1594, 1992.

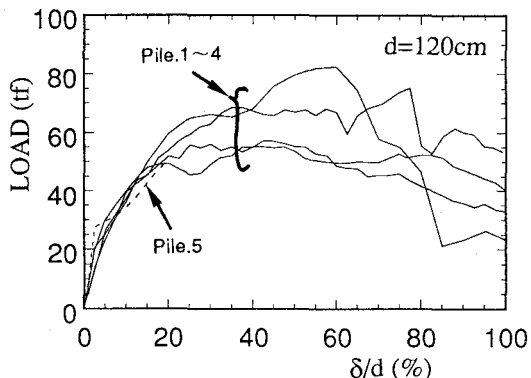


Fig.2 杭頭荷重～変位曲線

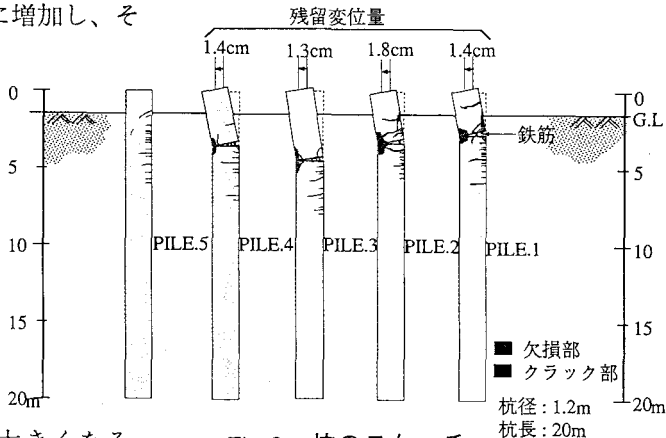


Fig.3 杭のスケッチ

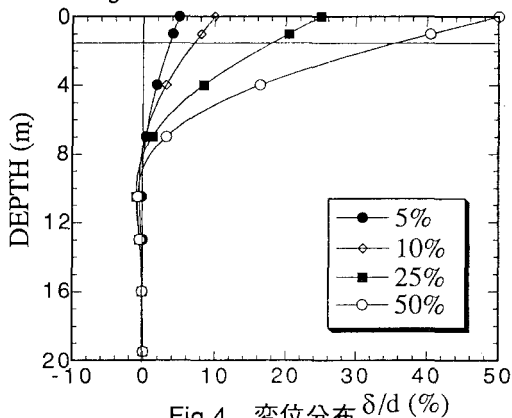


Fig.4 変位分布 δ/d (%)