

地盤変位を考慮した杭の載荷実験 — その1:実験概要 —

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 ○棚村史郎, 室野剛隆, 神田政幸
(株) 日建設計 正会員 齋藤邦夫, 片上典久, 石井武司

1. はじめに

これまでに多くの模型杭の載荷試験が行われている¹⁾など。しかし、通常の載荷試験は水平荷重を杭頭に載荷するという方法で行われている。これは上部構造物からの慣性力が伝達された状態を想定したものと考えることができる。これにより、多くの知見が得られている。鉄道基準²⁾でも地盤ばねの特性や荷重分担率(表1)などは、これらの結果^{1), 3)}などを反映したもとのなっている。しかし、軟弱地盤などでは地盤震動により杭に大きな応力・変形が発生することが解析や地震被害などから明らかにされており、杭頭載荷試験とは地盤-杭系の変形モードに大きな相違がある。鉄道基準²⁾では、応答変位法により地盤震動の影響を考慮しており、慣性力や地盤変位の組合せ方法についても規定されている⁴⁾。しかし、より設計の精度向上をめざすには、杭頭載荷試験から得られた地盤ばねや荷重分担特性などが、地盤変形を考慮した状態でも同様に適用され得るのかどうかについて基礎的な資料を得ることが急務である。そこで、本研究では地盤変位を載荷した状態の模型杭の載荷実験を行った。本報告はこれらの結果について報告するものである。

2. 模型概要

実験は(株)日建設計・中瀬土質研究所が所有している遠心載荷装置を用いて行った。模型の縮尺は1/50に設定した。地盤は豊浦標準砂で作成し、相対密度 D_r は70%相当を目標に空中落下法により作成した。模型の諸元と実物との対比を表2に示す。杭は直径 $D=20\text{mm}$ のアルミ杭で、RC杭を想定した剛性とした。本実験では特に $p\sim y$ 関係や荷重分担率に注目しているので杭は概ね線形範囲で挙動するような材質とした。杭形式は単杭と群杭(3本杭)の2ケースを設定した。杭頭はフーチングに固定し、杭先端はピン結合とした。群杭の杭中心間隔は一般的な3Dとした。模型の概要を図1に示す。また実験ケースは表3に示すとおりである。

今回開発した実験システムについては、文献5)に詳しい。土槽はせん断土槽を用いている。せん断土槽の両側に剛な板を設けて、この上部に水平荷重を加えることにより地盤にせん断変形を与えている。杭模型はせん断土槽の中心位置とした。計測項目は、杭のひずみ(両面)、フーチングの水平および回転変位、地表面変位、およびリン青銅のひずみである。地盤の変形を精度良く計測することが重要となるが、本実験ではリン青銅(厚さ0.5mm)を設置し、その曲げひずみを計測することにより求めることにした。このシステムによりどのような地盤変形が発生しているか、その詳細な検討は文献5)で述べられている。

3. おわりに

本報では、地盤変位を載荷した状態での杭の載荷実験を行ったので、その概要を報告した。実験結果については、本報に引き続きその2とその3で報告する。なお、今後は実験結果から $p\sim y$ 関係や杭の荷重分担率などを慣性力載荷の場合と地盤変位載荷の場合を比較しながら詳細に検討する予定である。

謝辞：地盤変位の計測するに当たっては京都大学防災研究所の本田利器先生に資料の提供ならびに貴重なご意見を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献 1)西村昭彦, 田中俊作 他：模型杭の大変位水平載荷試験とその解析, 総研報告 7-12, 1993., 2) (財) 鉄道総合技術研究所：鉄道構造物等設計標準同解説 耐震設計, 1999., 3)植木博, 斎藤亮 他：群杭の水平方向抵抗特性に関する研

Key words: 載荷実験, 杭基礎, 地盤変位, 荷重分担率, 遠心模型実験

連絡先: 〒185-8540 国分寺市光町 2-8-38 (財) 鉄道総合技術研究所

究，土木学会論文集，No.541/Ⅲ，1996.， 4)室野剛隆，西村昭彦 他：地盤および構造物の非線形性を考慮した応答変位法の慣性力と地盤変位の組合せ，第 25 回地震工学研究発表会，1999.， 5) 片上典久，斉藤邦夫 他：地盤せん断変形装置の開発，第 55 回土木学会年次学術講演会第Ⅲ部門，2000.

表 1 杭位置による荷重分担率（鉄道基準）

1 列目	2 列目	3 列目以降
1.0	0.5	0.4

*)地盤ばねの有効抵抗土圧の上限値に上記定数を乗じて荷重分担を変化させる。

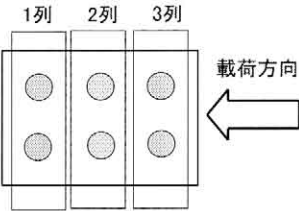


表 3 実験ケース

実験ケース	杭形式	荷重条件
Case1	単杭	杭頭荷重
Case2	群杭	杭頭荷重
Case3	単杭	地盤変位荷重
Case4	群杭	地盤変位荷重
Case5	単杭	杭頭荷重＋地盤変位荷重
Case6	群杭	杭頭荷重＋地盤変位荷重

表 2 模型杭の諸元

	実物	模型
材質	鉄筋コンクリート	アルミニウム製パイプ
弾性係数	$2.7 \times 10^8 \text{ (N/m}^2\text{)}$	$7.2 \times 10^5 \text{ (N/m}^2\text{)}$
形状・寸法	$\phi 1000 \text{ (mm)}$	外径 20 (mm), 内径 18.2 (mm)
曲げ剛性	$1.3 \times 10^7 \text{ (Nm}^2\text{)}$	2.1 (Nm ²)

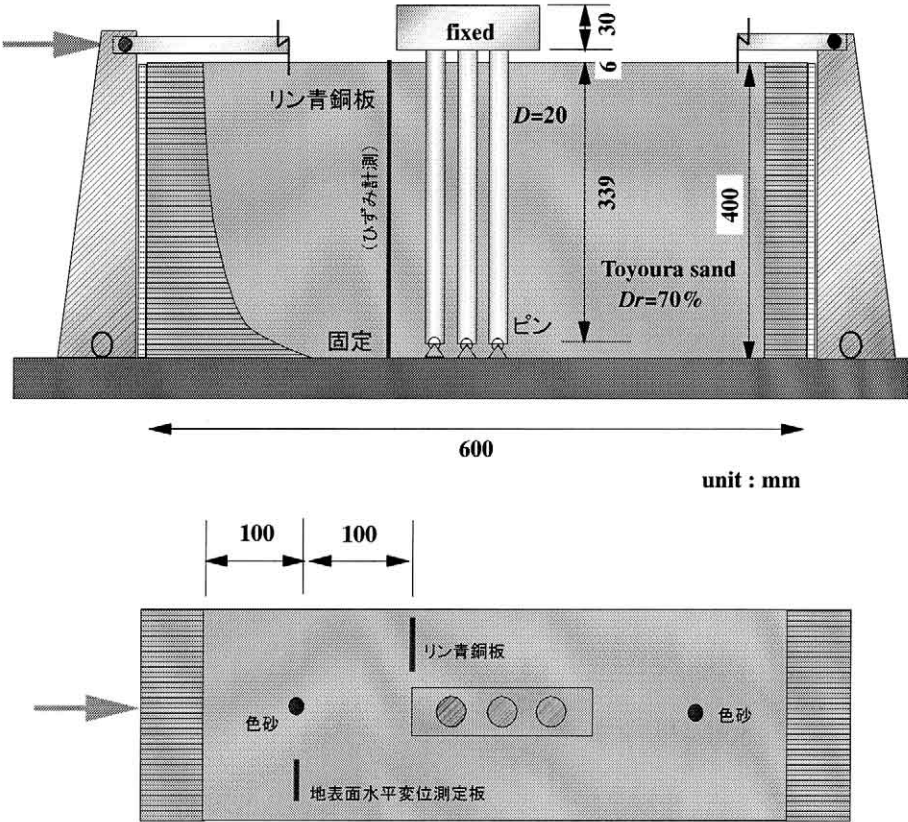


図 1 模型概要図