

# 砂地盤中における RC 杭の復元力特性に関する研究

埼玉大学大学院 学生会員 佐々木満範  
 埼玉大学建設工学科 正会員 牧 剛史  
 埼玉大学建設工学科 正会員 睦好 宏史

## 1. はじめに

平成7年兵庫県南部地震において数多くのコンクリート構造物が被害を受け、特に RC 橋脚については橋脚躯体のみならず、視覚的把握が困難な地盤中の RC 基礎杭にも損傷を受けているものが多く見受けられた。しかし、基礎の挙動が構造物の応答に対してどのような影響を及ぼすかについては、未だ定量評価されるに至っていない。本研究では、地盤と基礎を含めた RC 構造全体系における耐震性状の解明及び評価を将来に見据え、代表的な基礎形式である RC 杭基礎を対象として、橋脚の振動による慣性力に伴う RC 杭の杭頭水平復元力特性と変形状について検討することを目的としている。

## 2. 実験概要

本研究で行った杭頭水平載荷試験の実験概要を図-1、供試体要因を表-1に示す。幅152cm、奥行き100cm、深さ160cmの組立式土槽内に模型杭試験体を固定し、気乾状態の岐阜砂を満たすことにより模擬地盤を作成した。締め固めを行わないものについては、バケットを用いてある一定の高さから砂を自由落下させ、締め固めを行ったものについては、地盤厚が30cm程度毎に30×30×15cmのコンクリートブロックにより均一に締め固めを行った。杭頭部は回転自由とし、アクチュエーターによる変位制御で各振幅1サイクルとし、振幅は5mm又は10mmピッチで変化させることにより水平正負交番載荷を行った。測定項目を荷重、変位、供試体表面のひずみ、土圧、軸方向鉄筋ひずみとし、表-1のような供試体を用いることで、杭他の断面形状及び砂地盤作成時の相対密度による影響を主な実験要因としている。なお作成した地盤の非線形地盤反力特性を把握するために Steel の供試体を用いている。また、杭体の剛性による影響、RC、Steel の相違を把握するために、No.1~4,6 は断面2次モーメントを等しくしており、No.5についてはこれよりも大きく、No.7については小さい断面2次モーメントとなっている。

## 3. 実験結果

表-1 供試体要因

| No. | 材質    | 断面形状 (cm) | 主鉄筋 | 地盤締め固め |
|-----|-------|-----------|-----|--------|
| 1   | Steel | 矩形 10*6   | ... | なし     |
| 2   | Steel | 矩形 10*6   | ... | あり     |
| 3   | Steel | 円形 φ10    | ... | あり     |
| 4   | RC    | 矩形 10*10  | D6  | なし     |
| 5   | RC    | 矩形 10*10  | D10 | なし     |
| 6   | RC    | 矩形 10*10  | D6  | あり     |
| 7   | RC    | 円形 φ10    | D6  | あり     |

地盤締め固めなし： 相対密度  $D_r = 60\%$ 程度  
 地盤締め固めあり： 相対密度  $D_r = 72 \sim 80\%$ 程度

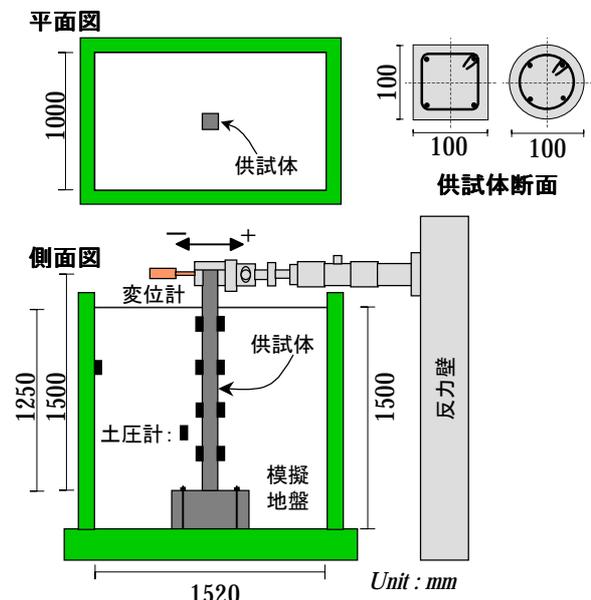


図-1 実験概要図

キーワード：杭の剛性、地盤の相対密度、相対剛性、復元力特性、曲率最大点深さ

〒338-8570 埼玉県浦和市下大久保 255 埼玉大学工学部建設工学科建設材料研究室 048-858-3556 (Tel&Fax)

実験結果から得られた荷重 - 変位関係の骨格曲線を図 - 2、図 - 3 に示す。なお図 - 3 については変位を各供試体の降伏変位で除した塑性率に対してプロットしてある。まず杭体の断面形状による違いであるが、Steel 供試体においては図 - 2 に示すように断面形状による復元力特性の違いは顕著には見られなかった。RC 供試体については図 - 3 に示すように荷重に差が見られるが、グラフの形状は同等となっているといえ。この差は単純に杭剛性の違いに起因していると考えられ、断面形状による復元力特性の違いはほとんどないといえる。

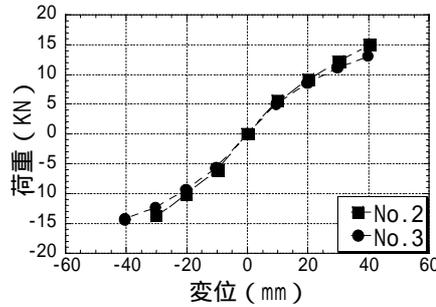


図 - 2 荷重 変位 (Steel)

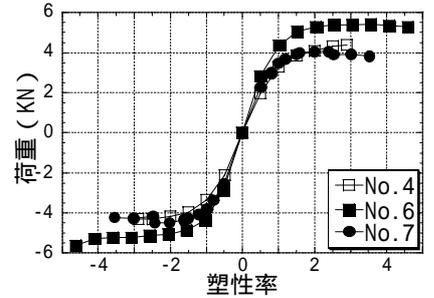


図 - 3 荷重 塑性率 (RC)

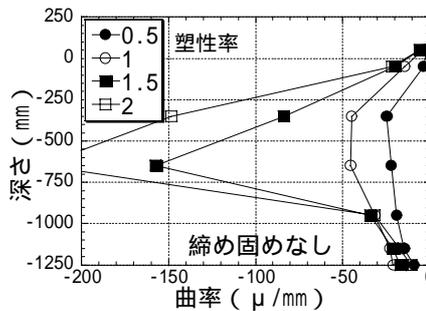


図 - 4 深さ 曲率 (No. 4)

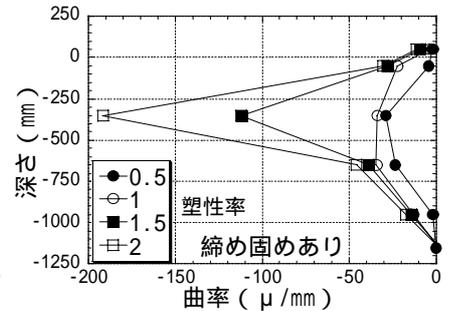


図 - 5 深さ 曲率 (No. 6)

次に砂地盤作成時の相対密度による影響については、まず図 - 3 より、締め固めることにより杭頭での復元力が増すことがわかる。No. 4、6 における杭体曲率分布を図 - 4、5 に示すが、これらの結果から、締め固めることによって曲率最大となる深さが地表面に近づく事がわかった。これは試験後の供試体観察からも同様のことが言え、締め固めを行った No. 6 の主なひび割れ発生箇所は、締め固めなしの No. 4 に比べ地表面に近づいていた。以上のことから、杭体の剛性に対して地盤の相対密度が高いほど曲率最大となる深さは浅くなると考えられ、これは締め固めにより地盤反力が増すことで杭頭変位に対して浅い部分だけで釣合いを満たすことによるものと推測される。同様の現象が、No. 4、5 (地盤状態同じ、杭体の剛性が違う) から言え、同じ地盤状態に対して杭の剛性が上がると曲率最大となる深さは深くなるという結果も得られている。以上より杭体の曲率最大点深さは杭体と地盤の相対剛性に依存するものと考えられる。しかし、現段階ではまだ曲率最大点深さ - 杭体、地盤の相対剛性関係について定量化することは難しいため、今回は本研究における上記の簡単な関係を図 - 6 に示す。これにより地盤に対して杭体の剛性が上がれば、曲率最大点深さも深くなるという関係が示せたといえる。

### 3. まとめ

- ・本実験の範囲内では、断面形状による杭頭での復元力の差はほとんどないといえる。
- ・杭体の主な損傷位置、曲率最大となる深さは杭体と地盤の相対剛性に依存し、これを定量化することにより RC 杭 - 地盤系の静的復元力特性を定量評価することが可能であると考えられる。

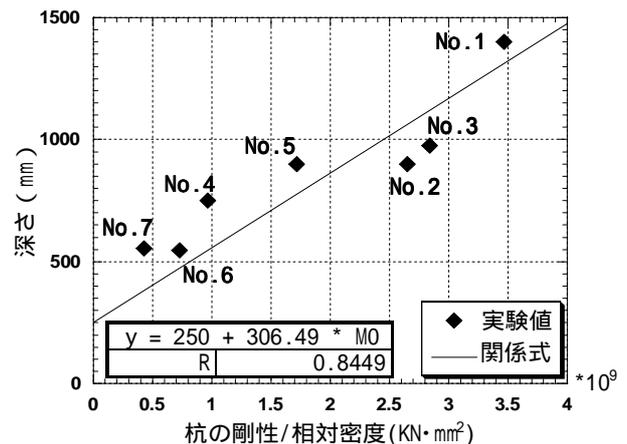


図 - 6 曲率最大点深さ - 杭、地盤の相対剛性関係

謝辞 本研究において実験に携わっていただいた埼玉大学卒業生、高野光司氏 (東日本旅客鉄道) 白井徹氏 (菊地建設) 藤松剛至氏 (住友建設) 小泉秀之氏、山田伝一郎氏 (共に埼玉大学大学院生) 藤巻嘉和氏 (新潟県庁) に感謝の意を表す。

参考文献: [1]牧他: RC 杭 - 地盤系の非線形復元力特性に関する研究、土木学会第 54 回年次学術講演概要集 V, pp578 - 579, 1999.9 [2]福井他: 砂地盤中における単杭の交番水平載荷試験、土木技術資料、Vol.40、No.3、1998.3 [3]福田他: 大型せん断土槽での模型杭の水平載荷試験 (その 1 ~ その 3)、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp525 - 530、1997.9