既設杭に近接した場所打ち杭の掘削時の影響評価に関する研究
（その 1：研究の目的・遠心模型実験方法）

大林組　正会員○渡邉康司　山本忠久
東日本旅客鉄道　正会員　高崎秀明　金田淳　阿部慶太
ジェイアール東日本コンサルタンツ　正会員　桐生郷史　山本忠

1. 研究概要

都市部で新設の鉄道構造物を建設する際には，既設構造物の基礎杭に近接して新設の場所打ち杭の施工を行うこととなる．このような場合，地盤の特性や既設構造物との近接状況により，場所打ち杭の孔壁が崩壊を起こし，**Fig. 1** に示す様に，既設杭に大きな変位や損傷が生じる可能性が懸念される.そのため，既設構造物の安定性を確保するために薬液注入やケーシングパイプの挿入など対策が講じられている.しかし，既設杭が新設される場所打ち杭の孔壁に与える影響が明確になっていないために，過大な対策工の計画がなされる場合がある．鉄道構造物の近接施工においては，都市部鉄道構造物の近接施工対策マニュアル [1] や近接工事設計施工マニュアル [2] などがあり，これらに準拠して既設杭と新設される場所打ち杭の離隔などを指標に近接施工の影響範囲を決定している．**Fig. 2** は，参考文献 [1), 2)] に示される場所打ち杭を近接施工する場合の影響範囲である．**Fig. 2** では，影響範囲を 3 つの区分に分類しており，制限範囲と判定されたものに関しては，原則として対策工を講じることとしている．また，要注意範囲と判定されたものについても，推定変位，変形量を考慮し状況に応じて対策工を講じることとしている．しかしながら，実際の施工事例では，既設構造物の影響範囲内に場所打ち杭を施工した場合でも大きな変状を生じた例は少なく，これらの評価手法を用いた場合には過大に安全側の判定を与えている可能性が指摘されている [3]．このような状況を踏まえ，近接施工の影響を適切に評価し，杭工事の合理化を図ろうとする研究事例 [4), 5)] もいくつかあるが，明確な評価手法の確立には至っていない．実状に即した評価手法が確立されていない理由として，場所打ち杭の孔壁に近接する既設杭の支持力メカニズムや既設杭の周辺地盤への影響が不明確であるという点が指摘できる．そこで，本研究では，遠心模型実験を実施し，既設杭に近接して場所打ち杭の施工を行う場合に，既設杭の荷重が新設杭（場所打ち杭）の掘削面に及ぼす影響および新設杭の施工による既設杭の支持力に与える影響を実験と解析により把握する手法の確立を目的とする．本報（その 1）では，研究目的・遠心模型実験方法を報告する．さらに，同名論文（その 2）では遠心模型実験の結果を，同名論文（その 3）では有限要素解析による検討結果を報告する．

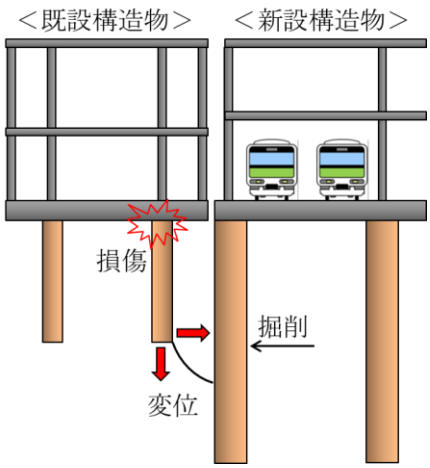

Fig. 1　場所打ち杭の近接施工による既設杭への影響

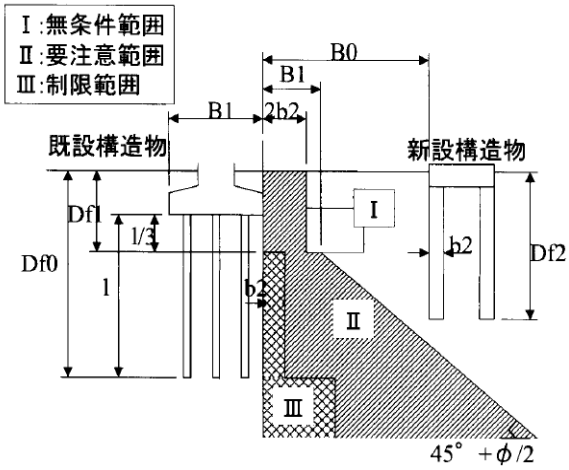

Fig. 2　場所打ち杭の近接施工の影響範囲

2. 遠心模型実験方法

Table 1 に実験ケースを示す．本研究では，既設杭は杭径 40mm，杭長は 400mm とした．一方，新設杭（場

場所打ち杭，近接施工，支持力，遠心模型実験
〒204-8558　東京都清瀬市下清戸 4-640　大林組技術研究所　TEL:042-495-0921

所打ち杭を模擬)は杭径100mm，杭長600mmを採用した．新設杭と既設杭の離隔は，40mmとした．本実験は，遠心加速度を25Gに設定した．したがって，本実験に用いた模型が杭径で1.0mおよび2.5m，杭長で10.0および15.0m相当となることがわかる．**Fig. 3**に遠心模型実験の条件を示す．本実験には，剛土槽（幅950mm，奥行き400mm，深さ800mm）を用いた．模型地盤は，全てのケースで1層の均一な砂地盤とし，硅砂7号を用いて相対密度 D_r=60%で作製した．硅砂7号の粒径加積曲線を**Fig. 4**に，物理特性を**Table 2**に示す．また，杭周辺地盤は，地下水位の影響を考慮するために，飽和状態とした．具体的には，空中落下法により作製した後，土槽下部から通水することにより飽和状態とした．新設杭の孔壁は，厚さ0.1mm程度のビニールパックを用いて模擬し，ビニールパック内部には掘削前の地盤相当の密度の重液（塩化亜鉛溶液，D_r60%相当の比重を模擬：比重1.40）で満たした．**Fig. 3**に示す既設杭を模擬した模型杭は，中空のSUS製であり，杭先端部には先端を閉塞する治具を設置し，完全な閉塞状態とした．杭先端部には，小型土圧計を設置して杭先端部に作用する土圧を測定した．さらに，新設杭の杭周辺地盤の変形の評価は，**Fig. 3**に示すリン青銅板（厚さ0.1mm）を用いて行った．リン青銅板には，ひずみゲージを5深度設置し，曲げひずみを計測することで，実験時の地盤変形を確認した．実験方法は，所定の遠心加速度（25G）に到達後，新設杭の孔壁内部に満たした重液を排水するとともに，排水した重液と同量の場所打ち杭の安定液の比重と等価に調整した模擬安定液（塩水，比重1.05）を給水し，場所打ち杭の施工過程を模擬した．なお，重液の排水および模擬安定液の給水には低流量型の電磁弁を用いた．Case 1は上部工荷重を載荷せずに場所打ち杭の施工過程を模擬する前後において，ジャッキにて既設杭の鉛直載荷試験を実施した．載荷は，変位速度1.0mm/minの変位制御で行い，杭頭部における荷重-変位関係を確認した．一方，Case 2は上部工荷重を模擬した鉛散弾による定荷重を載荷した．載荷した荷重の大きさは，Case 1のジャッキ載荷のケースにより確認した極限支持力に基づき，杭の長期支持力相当に設定した．

Table 1　実験ケース（模型スケール）

	既設杭		新設杭		離隔 (mm)	離隔/杭径	鉛散弾 (上部工荷重) (kg)	備考
	杭径 (mm)	杭長 (mm)	杭径 (mm)	杭長 (mm)				
Case 1	40	400	100	600	40	1.0	-	ジャッキ載荷
Case 2							4.48	鉛散弾荷重

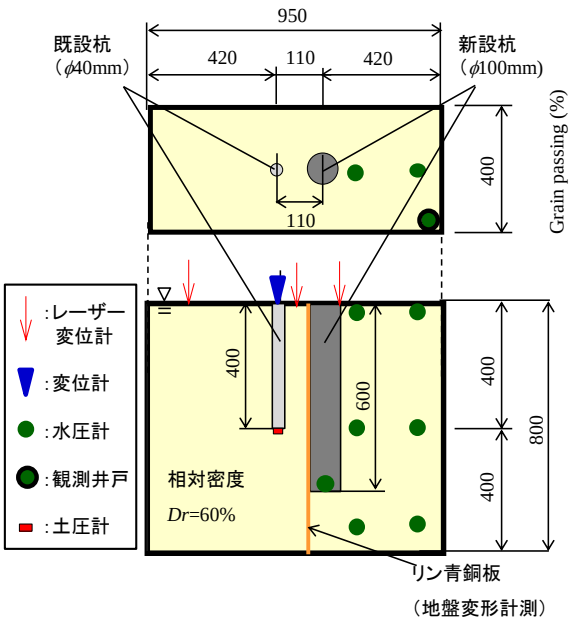

Fig. 3　実験条件

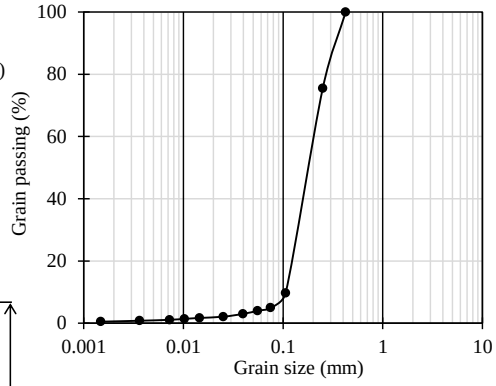

Fig. 4 粒径加積曲線

Table 2　物理特性

土粒子密度 ρ_s (g/cm^3)	2.654
平均粒径 D_{50} (mm)	0.185
最大間隙比 e_{max}	1.193
最小間隙比 e_{min}	0.698

3. まとめ

本報では，研究概要および既設杭に近接して新設杭を施工した場合の挙動を評価するための遠心模型実験の方法に関して報告した．

参考文献　1) (公財)鉄道総合技術研究所（2007）：都市部鉄道構造物の近接施工対策マニュアル．2) 東日本旅客鉄道（2004）：近接工事設計施工マニュアル 構造技術センター編．3) 澤田亮，桐生郷史（2005）：鉄道構造物に対する近接施工時の影響評価法の検討，土と基礎，53(10)，pp.23-25．4) (公財)鉄道総合技術研究所（2009）：2008年度近接施工に伴う変形予測に関する研究．5)渡邊康夫，太田正彦（2012）；既設構造物基礎に近接した場所打ち杭施工時の影響解析手法の検討，土木学会第67回年次学術講演会，pp. 801-802.