

機械攪拌式地盤改良を用いた杭の施工性改善効果に関する遠心模型実験

大林組 正会員 ○鈴木剛 大林組技術研究所 正会員 渡邊康司
大林組 正会員 山本忠久 大林組 正会員 須藤敏巳

1. はじめに

都市部の狭隘地における杭工事は、敷地条件の制約を大きく受けるとともに、低空頭での施工を強いられるケースが多い。そこで、このような施工条件下にて施工可能なコンパクトな機械攪拌式地盤改良機（e-コラム工法[®]）を開発した¹⁾。当施工機械を用いて先行削孔した後、H形鋼を建込むことにより、構造物を支持する基礎杭や土留め壁を構築することが可能である。しかしながら、H形鋼を建込む際にブリージングなどの影響により、H形鋼の挿入が困難となるため、H形鋼を建込む際の施工性の改善が求められている。そこで、芯材にエアースプレー用のチューブを設置し、所定の深度でエアースプレーを行うことでH形鋼の挿入を改善する機構を考案した。しかしながら、エアースプレーによる影響範囲がどのように生じるか不明確な点がある。特に、近接構造物が近い場合、エアースプレーにより生じる影響範囲を把握することが重要となる。さらに、エアースプレーを使用した際に、H形鋼の挿入性が改善される効果に関して把握する必要がある。そこで、エアースプレーによる影響範囲およびH形鋼の挿入性を調べるため基礎的な遠心模型実験を実施した。本報では、遠心模型実験結果について報告する。

2. 遠心模型実験概要

遠心模型実験の全体計画を Fig.1 に示す。本検討では、幅 800mm、奥行き 200mm、深さ 500mm の剛土槽を用いた。検討に用いた剛土槽は前面がアクリル面となっており影響範囲の確認が可能となる。Case 1 では、剛土槽のアクリル面にエアースプレー用のチューブを設置した。Case 1 の検討方法は、所定の遠心加速度（25G）到達後に電磁弁を制御することでエアースプレーを実施した。また、Case 2 および Case 3 では、剛土槽の中心部に H 形鋼模型を設置して鉛直載荷実験を実施した。ここで、Case 2 はエアースプレーなし（H 形鋼の貫入抵抗を調査）、Case 3 はエアースプレーを併用（エアースプレーの効果が貫入抵抗に与える影響を確認）とした。鉛直載荷実験は、変位速度 1.0mm/min の変位制御で実施した。本検討に用いた地盤材料は珪砂 7 号（ $G_s=2.654$ ）である。模型地盤は、空中落下法で相対密度 $D_r=60\%$ となるように作成し、地盤作成後に土槽下部から通水することにより飽和した。したがって、模型地盤の地下水位は地表面に位置することとなる。Fig.1 に示すように、Case

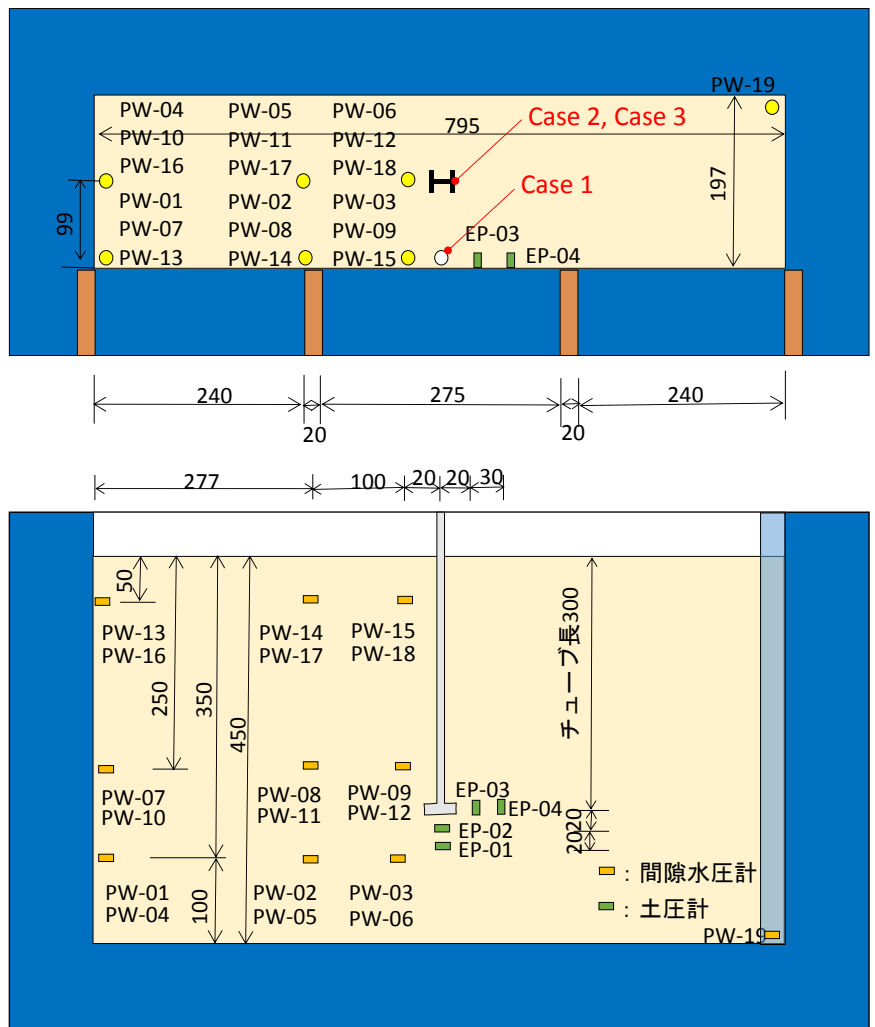


Fig.1 遠心模型実験全体計画

機械攪拌式地盤改良，遠心模型実験，杭

〒204-8558 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 大林組特殊工法部 TEL: 03-5769-1238

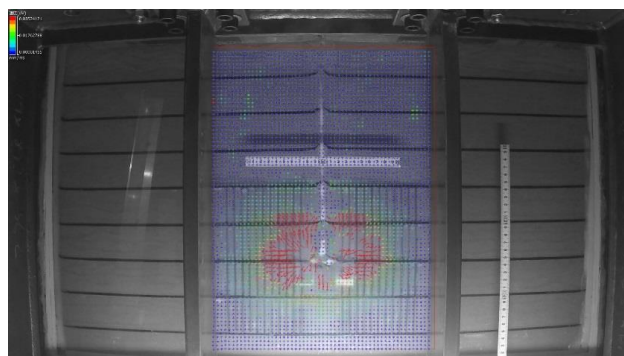
1～Case 3 ではエアースプレーに伴う地盤内の間隙水圧の変化を間隙水圧計で、スプレー孔周辺の土圧の変化を土圧計で計測した。間隙水圧計は 19 個、土圧計は 4 個設置した。また、Case 2 および Case 3 では杭頭部に変位計とロードセルを設置した。さらに、Case 1 の地盤内には地盤の変形状況を確認するために、色砂層を 50mm 間隔で水平方向に、スプレー孔周辺には着色した素麺を 10mm 間隔で鉛直方向に設置した。これらにより、エアースプレーによる影響範囲および地盤の変形状況を確認できる。

3. 遠心模型実験結果

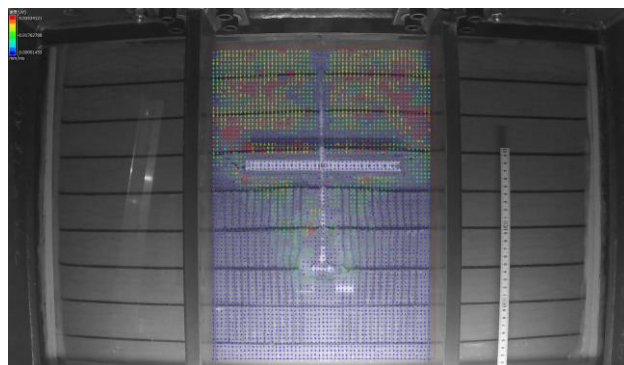
エアースプレーの圧力は 0.6MPa に設定し実施した。これは、実施工において想定しているスプレー圧力にほぼ対応する値である。図には示していないが、エアースプレー時の最大エアースプレー量は 500L/min 程度であった。エアースプレー中の間隙水圧の時刻歴変化や土圧の時刻歴変化などの結果は参考文献²⁾に詳細を示す。本報告では、Case 1 で実施した遠心模型実験に対して実施した、画像解析結果を示す。画像解析は、PIV (Particle Image Velocimetry) を用いた。PIV は、非接触で 2 次元断面中の速度分布を計測する手法である。可視化された計測空間から画像処理により数多くの計測点で速度と方向を同時に算出するため、空間構造が把握しやすい点が特徴である。Fig. 2 に画像解析結果を示す。Fig. 2 より、エアースプレー開始直後はスプレー孔周辺において大きな流速が生じていることがわかる。その後、空気量が最大になった際には、流速分布の範囲が地表面付近へ変化していることがわかる。また、流速もスプレー開始直後には大きな値を示すが、空気量最大時には小さな値となっている。また、影響範囲に関してはスプレー孔周辺で支配的となることが指摘できる。Fig. 3 に Case 2 および Case 3 で得られた鉛直載荷実験時の杭頭荷重-変位関係を示す。Fig. 3 に示すように載荷初期において、Case 2 および Case 3 の杭頭荷重-変位関係はほぼ一致していることがわかる。しかしながら、Case 3 においてエアースプレーを実施すると杭頭荷重が減少していることがわかる。Case 3 では 3 回のエアースプレーを実施したが、いずれのイベントでも同様の傾向が得られた。したがって、杭の挿入の際にエアースプレーを併用することで官有抵抗が減少し、施工性が改善されることがわかった。

4. まとめ

本報では、機械攪拌式地盤改良を用いて先行して地盤改良を行った後、H 形鋼を挿入する際の施工性の改善効果を検証することを目的として、基礎的な遠心模型実験を実施した。その結果、影響範囲はスプレー孔周辺で支配的となること、H 形鋼を挿入する際の貫入抵抗が減少することがわかった。参考文献 1) 渡邊, 山本ほか (2012) : 地盤改良を併用した H 形鋼杭の実大載荷試験 (その 1 : 押込み試験結果), 第 67 回土木学会年次学術講演会講演概要集, 795-796. 2) 鈴木, 渡邊ほか (2017) : 機械攪拌式地盤改良を用いた杭の施工性に関する遠心模型実験, 第 72 回土木学会年次学術講演会講演概要集, III-520.



(a) エアースプレー開始直後



(b) 空気量最大時

Fig.2 画像解析結果

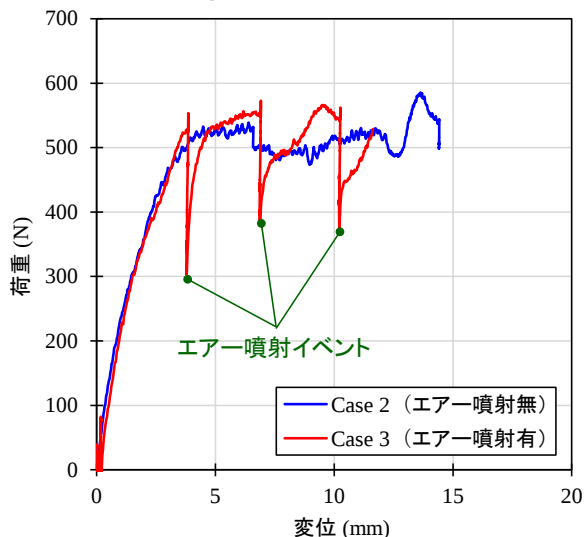


Fig.3 杭頭荷重-変位関係