

杭打機の荷重が作用する複合地盤の挙動観測とその評価について

伊藤組土建株式会社 正会員 滝澤 嘉史

1. はじめに

泥炭性軟弱地盤地帯における河川工事では、河川敷内の法肩部に大型クレーンや杭打機等の大型機械を配置して、鋼矢板や鋼管杭を打設することが多くある。機械荷重の地盤内部への伝達メカニズムが確認されていないため、これまで経験的に敷き鉄板で補強する等の対策で施工されてきた。しかし大型機械での施工では、通常考慮する作業荷重 (10kN/m^2) よりも大きな荷重が地盤へ作用することになるため、地盤崩壊のリスクが高くなり、それらに伴う河道法面の変状も過去に見受けられるところである。本論は、改良地盤と素地盤の複合地盤上で施工した既製杭工において、水平変位量の実測値により杭打機の荷重の地盤内部への作用状態を確認し、河道法面への影響を評価するものである。

2. 地盤改良工について

当該工事の既成杭工は、泥炭性軟弱地盤地帯の河川敷内に構築する橋脚の基礎工であり、杭打機 (DH608-120N、全装備重量 102t) を使用して、河道法肩から P1 橋脚で 7m、P2 橋脚で 11m 離れた位置から鋼管杭 (杭径: $\phi=0.8\text{m}$ 、2m 間隔の正方形配置) を各 25 本の合計 50 本施工するものである。施工箇所には、N 値 0 の粘性土層が表層から約 8m の深さまで分布し、施工時の杭打機の沈下や傾倒河道側へのすべり破壊を防止するため河道法肩部の幅 5.6m の範囲に地盤改良率: $ap=50\%$ 、厚さ 9m の改良地盤を中層混合処理工により造成した。杭打機直下の地盤は、鋼管杭施

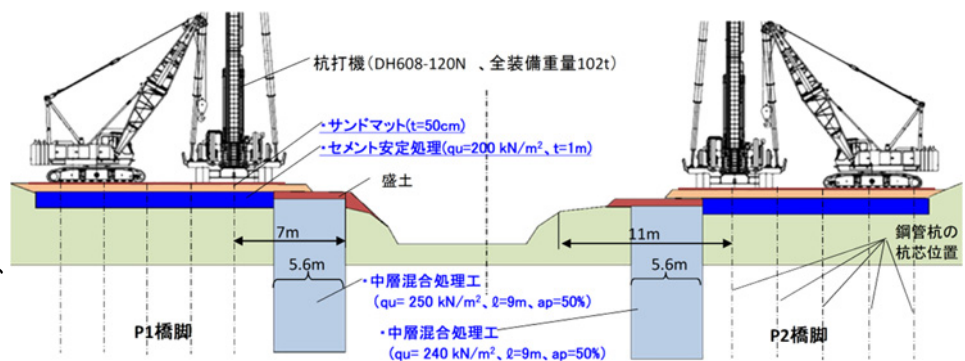


図-1. 地盤改良工計画断面図

工の支障とならないように、厚さ 1m でセメント安定処理した地盤上に厚さ 50cm のサンドマット設置し、敷き鉄板を井桁状に重設して、局所的な沈下や押し抜きせん断破壊の防止対策を施した。(図-1 参照)

地盤内へ伝達した杭打機の荷重は、河道側へ押し出そうとする力として中層混合処理工を施した改良地盤へ均等に作用し、改良体は水平方向へ変形移動する。この変形移動量が水平変位として地表面に顕在化し、これを計算値と比較することで地盤内部への荷重の伝搬範囲や大きさが確認できると考えた。

3. 水平変位量の計測管理について

水平変位量の計測は、改良地盤に丸太杭 ($\phi 100\text{mm}$ $l=2\text{m}$) を 2m 間隔で 5 本配置 (図-2 参照) し、これを観測杭として毎日午前と午後の各 1 回の頻度で計測した。既成杭工の施工は、全休日を含めて P2 橋脚で 9 日間、P1 橋脚で 8 日間を要した。施工箇所の下流側に供用中の既設橋梁があり、近接する河道への影響を考慮して、下流側から上流側へ、河道側から築堤側へ向かって繰り返し移動しながら施工した。

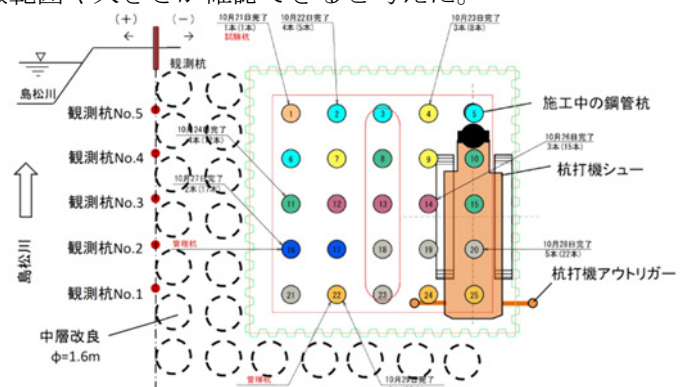


図-2. 観測杭及び地盤改良体配置図 (P2 橋脚)

キーワード：敷き鉄板、荷重分散率、杭打機、斜面安定解析、施工後の一軸圧縮試験、複合地盤

連絡先（〒060-8554 札幌市中央区北 4 条西 4 丁目 1 番地、TEL：011-241-8105、FAX：011-251-4759）

図-3 は、P2 橋脚の水平変位量を観測杭毎にまとめたものである。水平変位量は、工事の進捗に伴い増大し、施工を開始して3日目を越えた時期から一定の値に収斂する傾向が確認された。P1 橋脚も同様の傾向が確認された。P2 橋脚では、最も大きな水平変位量(21mm)が発生した観測杭 No.1を除いて、一定値がほぼ同じレベル(12~16mm)であった。

また、図-4 は、杭打機の施工位置別に観測杭毎の最大値をまとめたものである。図中の1列目は最も河道側の鋼管杭であり、配置が2m間隔のため5列目は河道法肩から19mの位置となる。5列目施工時も1列目と同様に変位量が変動しており、法肩から20m程度の範囲内においては載荷位置に関係なく、河道法面に影響することが確認された。P1 橋脚も同様であった。

4. 計算値との比較と考察

地盤改良工は、斜面安定解析を行って安全率: $F_s = 1.20$ を満足する強度で計画した。斜面安定解析は、建設用重機の載荷方法¹⁾により求めたクローラ式クレーンの走行時、作業時の側方吊り、前方吊り、斜め前方吊りの荷重に荷重分散率²⁾を考慮した荷重を使用して実施した。なお、シュー長手方向に三角分布となる前方吊り、斜め前方吊りの荷重は最大荷重を採用した。

河道法面に作用する荷重の大きさを確認するため、水平変位量の計算値を求め実測値と比較した。

施工後の一軸圧縮試験から改良地盤の実際の粘着力: c_{qu} と変形係数: E_{qu} を確認して、改良地盤へ作用する荷重: T を設定し、その荷重により生じる変形量の水平成分を計算値とした。計算値は c_{qu} を用いて斜面安定解析を実施し、すべり円弧に作用する滑動力から地盤改良部分以外の滑動抵抗力を差し引いた値を T とし、変形量: δ を $\delta = T/E_{qu}$ で算出した。敷き鉄板による荷重分散効果を確認するため、計算値は荷重分散幅: $B=1.18\text{m} \sim 3\text{m}$ (シュー幅: 0.8m) に相当する荷重分散率: $\eta = 0.27 \sim 0.68$ で走行時、作業時の側方吊り、前方吊り、斜め前方吊り毎の荷重で計算し、その最大値と荷重分散率の関係を図-5に整理した。P2 橋脚では、計算値が実測値の最大値(21mm)を上回り安全側に算出され、敷き鉄板重設で用いられる最小値 $\eta = 0.36$ 相当以下の荷重が作用したものと考えられる。P2 橋脚より河道に近い P1 橋脚では、計算値の近似直線が実測値の最大値(37mm)と $\eta = 0.57$ で交わり、 $B=1.4\text{m}$ 程度にまで荷重分散効果が低下したものと考えられる。

5. まとめ

大型機械の荷重は、時間経過とともに伝達してある一定レベルに収斂する傾向があり、河道からの距離によらず河道法面に影響することがわかった。河道法肩に接近して作業する場合、敷き鉄板の荷重分散効果が低下する傾向が確認され、設計・施工計画時の十分な検討が安全を確保する上で重要となることがわかった。

参考文献

- 1)公益社団法人日本道路協会：道路土工-仮設構造物工指針，2006.3
- 2)大成建設株式会社：改訂移動式クレーン・基礎工事機械の転倒防止指針，1993.2
- 3)公益社団法人日本道路協会：道路土工-軟弱地盤対策工指針（平成24年度版），2012.10

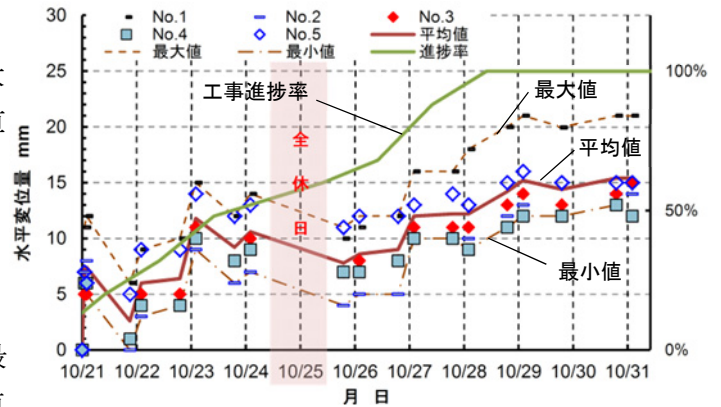


図-3. 観測杭毎の水平変位変遷図 (P2 橋脚)

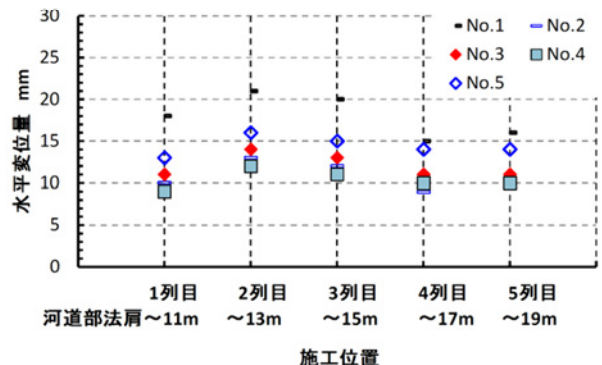


図-4. 施工位置別の水平変位変遷図 (P2 橋脚)

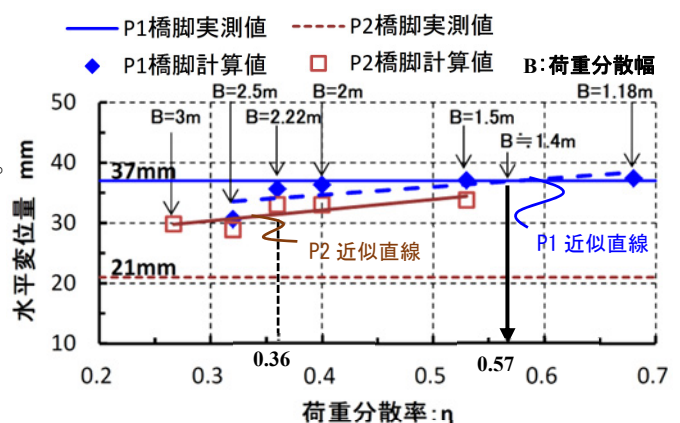


図-5. 荷重分散率別水平変位量