

砂圧入式静的締固め工法の施工時変位対策について

SAVE-SP工法研究会 正会員 ○尾形 太
 正会員 鵜野 雅明
 正会員 村上 恵洋
 正会員 中出 雄也

1. はじめに

砂圧入式静的締固め工法 (SAVE-SP 工法) は、水と流動化剤を添加して流動性を持たせた砂 (流動化砂) を地中に圧入して緩い砂地盤の締固めを行う液状化対策工法である。従来のサンドコンパクションパイル (SCP) と比較して非常に小さな施工機械であるため、狭隘地での施工が可能である。この特性を活かして、河川堤防の堤内地側の液状化対策として多くの施工実績を有している。しかし、改良原理が SCP と同様に材料圧入による地盤の密度増大であるため、施工時に少な

らず地盤変位を伴うことから、敷地境界に近接したエリアでは施工時の地盤変位影響が問題となることがある。今回、施工順序の工夫と揚水による過剰間隙水圧の消散により SAVE-SP 工法の施工時変位の低減を図った事例について、以下に報告する。

2. 地下水位低下による変位低減対策の原理

SAVE-SP 工法は地盤中に流動化砂を圧入することで間隙を減少させ土の密度が増大する工法であるが、間隙の減少に伴う地下水の移動は即座に完了しないため、過剰間隙水圧が発生する。この過剰間隙水圧が施工時の地盤変位を誘発することが課題となっている。そこで、施工中に地盤内の水を排出することにより過剰間隙水圧を抑制・消散すれば地盤変位の低減が可能と考え、現場で効果を検証した。

3. 排水設備の概要と施工方法

河川堤防の堤内法面直下の液状化対策として SAVE-SP 工法が適用されている現場の隣接する 3 工区 (A 工区・B 工区・C 工区) において、施工時の周辺地盤変位を測定した。

当該地区の改良対象地盤は、堤防盛土の下に約 10m の砂質土層が堆積しており、上部 3m の As1 層 (一部 Ac1 層を含む) は N=1~2、下部 7m の As2 層は N=8~15 の地盤である。

変位測定は敷地境界部で SAVE-SP の削孔位置から約 5.5m 離れた場所で測定した。A 工区・C 工区を先に施工し、B 工区は両端が拘束された施工条件となったため、B 工区は施工時の地盤変位が大きくなることが予想された。そこで B 工区では改良域と敷地境界の間に過剰間隙水圧消散のための揚水井を表-1 に示す仕様で設置し、揚水による過剰間隙水圧



写真-1 施工状況写真

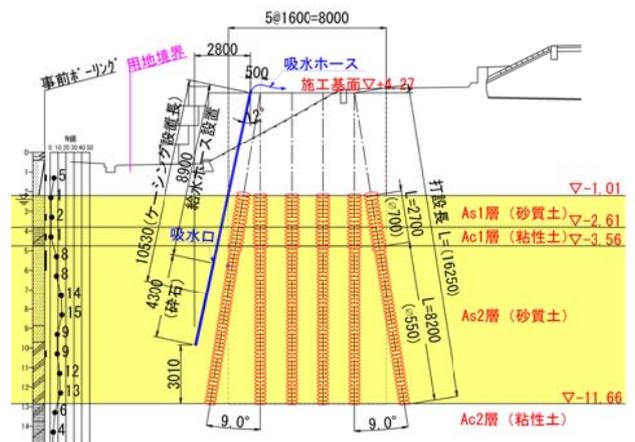


図-1 排水設備の断面図 (B 工区)

表-1 揚水設備の概要

外管	φ96mm 中空管
先端部フィルター	砕石充填 (単粒度砕石 7 号)
吸水装置	ミニバキューマー
排水設備間隔	1 箇所/3.2~4.8m

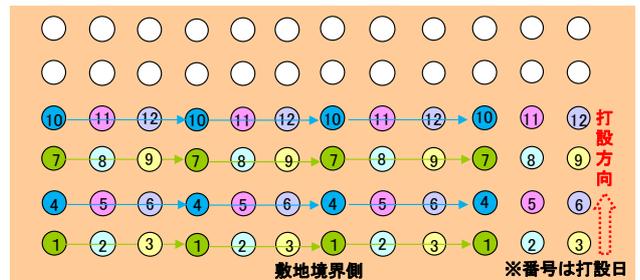


図-2 打設順序の例 (下がり打ち+分散施工)

キーワード 液状化, 静的締固め工法, 地盤変位

連絡先 〒460-0008 愛知県名古屋市中区栄 5 丁目 27 番 14 号 (株)不動テトラ中部支店 TEL052-385-0803

の消散を図りながら SAVE-SP を施工した。

揚水方法は、SAVE-SP の施工機 (RPD 機) を用いて、ケーシング削孔し、ケーシング内に碎石を充填したのちに頭部をキャッピングし、吸水装置 (ミニバキューマー) で揚水する方法とした。

打設順序は3工区とも、施工中の間隙水圧の上昇を抑えるように打設間隔を空けながら施工する方法 (分散施工) かつ、敷地境界側から境界に離れる方向に1列ずつ打設する方法 (下がり打ち) とした。(施工方法の説明図を図-2 に示す)

4. 変位量測定結果

工事進捗と累積変位量の関係を図-3 に示すが、工事進捗と共に水平変位量が増大していることが確認できる。また表-2 に揚水による過剰間隙水圧の消散を併用した B 工区とその他の工区との変位量の違いを示すが、揚水を実施していない A 工区・C 工区に比べて揚水を実施した B 工区の最大変位量が最も少なく、分散間隔に違いがあるものの A 工区の 1/3 程度、C 工区と比べても 1/2~2/3 程度となっている。このことから、揚水による過剰間隙水圧の消散が SAVE-SP 工法の施工時地盤変位対策として有効であると考えられる。

揚水設備による地下水の汲み上げ量と SAVE-SP 工法により圧入する流動化砂量との関係を図-4 に示すが、SAVE-SP 工法により圧入する材料の体積 10~30 m³/日程度に対し揚水設備による揚水量は 1~15 m³/日程度と少なかった。このことから、圧入する材料の体積に対して、揚水量が半分以下でも変位低減効果が期待できることが分かる。

5. 改良効果

改良前後の N 値を比較した結果を図-5 に示す。3 工区とも改良前に対して改良後の N 値は概ね 10 以上の増加がみられ、改良目標を十分に満足する結果となった。また分散施工の分散間隔によって工区毎の周辺地盤の変位量には違いが出たが、改良効果について各工区で大きな違いは見られない。

6. まとめ

本稿では SAVE-SP 工法の施工上の課題である地盤変位に対し、打設順序の工夫 (分散施工) と揚水による過剰間隙水圧消散の効果によって施工時の地盤変位を低減できることを確認した。また、SAVE-SP 工法の打設順序の工夫として分散施工を実施した場合、分散施工の打設間隔によって変位量が異なることも確認できた。

今後は、更なるデータを蓄積し、変位対策として効果的な揚水方法や揚水量、材料の圧入量との関係について調べていきたい。

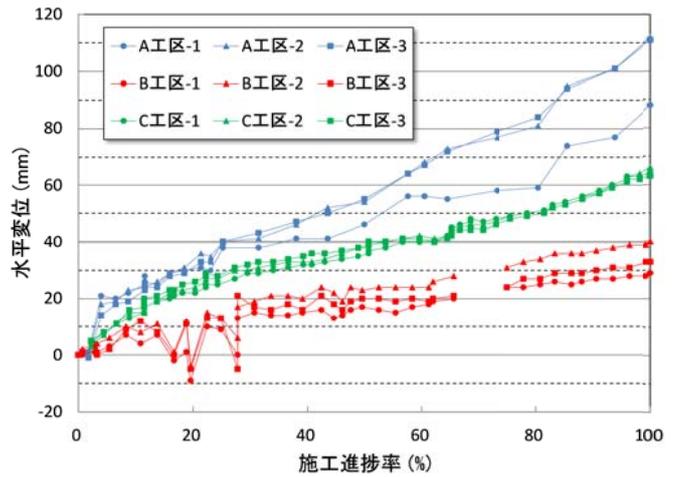


図-3 変位測定結果

表-2 施工方法と最大変位量の関係

施工箇所	分散間隔	測定位置 (改良域からの離隔)	最大変位量 (mm)	比率
A工区	6.4m (4 ^ビ ツチ分)	用地境界部 (改良域から 5.5m)	112	1.00
B工区	8.0m (5 ^ビ ツチ分)		41	0.37
C工区	6.4~8.0m (4~5 ^ビ ツチ分)		66	0.59

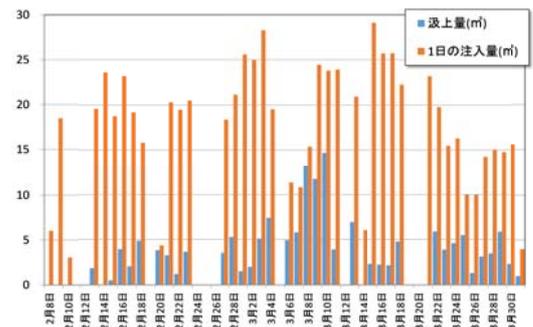


図-4 汲上げ量と注入量の関係

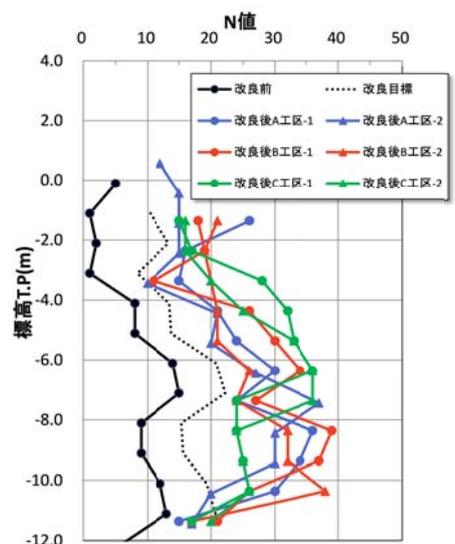


図-5 改良前後の N 値

【参考文献】 1)久保ら：木曾川下流域河川堤防における砂圧入式静的締固め工法の適用事例,第49回地盤工学研究発表会, pp789-790,2014.7.2)SAVE-SP工法研究会：SAVE-SP工法設計・施工マニュアル(平成27年度版)。