

静的圧入締固め工法の隆起管理手法と変位予測

国土交通省 博多港湾・空港整備事務所
 (独) 港湾空港技術研究所
 (財) 沿岸技術研究センター
 静的圧入締固め工法研究会
 静的圧入締固め工法研究会

正会員 稲田 雅裕
 正会員 山崎 浩之
 非会員 大里 睦男, 池内 章雄
 正会員 藤井 照久, 高田 圭太
 正会員 ○ 新坂 孝志

1. はじめに

福岡空港において、供用中の滑走路下の液状化対策を進める上での工法選定を目的とし、試験施工が実施された。その中で、静的圧入締固め工法（CPG 工法）においては、2 種類の施工方法によって試験施工を行い、隆起を抑制するための施工管理手法について検討した。

本論文では、隆起を抑制した施工を行った場合の効果と、著者らが提案している地盤変位の予測手法と比較した結果を報告する。

2. 試験施工概要

表-1 に施工管理値および施工仕様の一覧を示す。本試験施工は、未舗装箇所において 2 種類の施工管理方法で施工した。Case-1 は、注入圧力の上限值を 6MPa として施工した（以下、「圧力管理施工」とする）。Case-2 は、Case-1 と同様の圧力管理に加え、施工中の隆起量を監視しながら施工した（以下、「隆起管理施工」とする）。

いずれの管理も、CPG 工法で一般的に行われている方法である¹⁾。特に隆起管理施工は、地盤隆起を抑制する必要がある場所で行われている施工方法である。

図-1 に平面図を示す。事前の調査結果から、改良率 $\alpha_s=15\%$ 、配置間隔 $x=1.7\text{m}$ の正三角形配置とした。

地表面の隆起（鉛直変位）は、4m のメッシュで計測した。計測した範囲は、影響範囲を考慮したものである。また、地中の水平変位は挿入式の孔内傾斜計にて計測した。計測は、改良端部の杭芯から 1～8m の 5 地点で計測した。

図-2 に断面図を示す。改良対象は As1 層で、事前 N 値が $N=7\sim 10$ の砂質地盤である。改良深度は、GL-3.8m～-9.0m である。

上記の管理方法で施工した結果、最終的な実施改良率は、圧力管理施工で 11.7%、隆起管理施工で 9.4%であった。また、いずれのケースでも改良後の N 値をみる限り改良効果が得られている結果となった。

表-1 施工管理項目および施工仕様一覧

管理項目／施工仕様		Case-1 圧力管理施工	Case-2 隆起管理施工
管理項目	注入圧力	6MPa 以下	6MPa 以下
	ステップ別隆起量	---	1mm 以下
	地点別隆起量	---	7mm 以下
	累計隆起量	---	70mm 以下
施工仕様	改良率	15%	
	配置間隔	1.7m (正三角形)	
	改良深度	GL-3.8m～-9.0m	
	施工本数	16 本/Case	

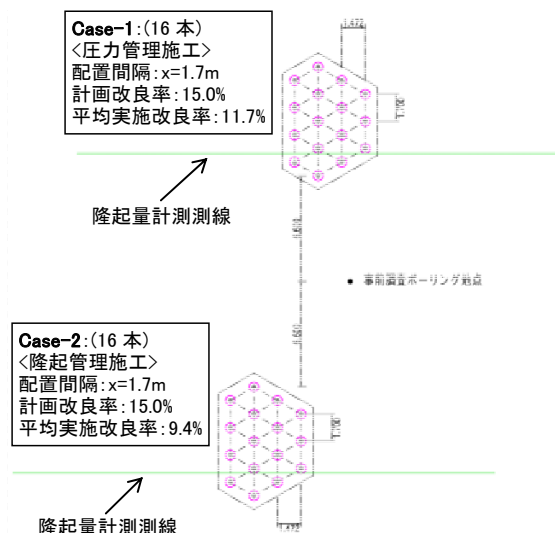


図-1 平面図

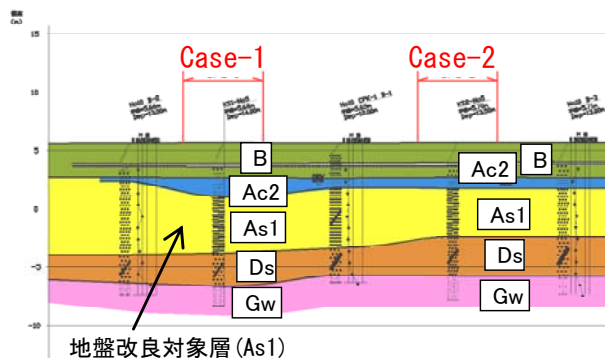


図-2 断面図

キーワード：静的締固め、液状化対策、地盤変位、予測法、施工管理
 連絡先：〒111-0052 東京都台東区柳橋 2-19-6 三信建設工業（株）

技術開発本部 TEL:03-5825-3707 FAX:03-5825-3757

3. 予測値と実測値の比較

近年、締固め工法施工時の地盤隆起量の予測法が提案されている²⁾。この予測法は、注入による変位が球状に伝播すると仮定し、設計法である κ 法を応用して変位量を算出するものである。この提案法による予測値と、本試験施工で計測した実測値とを比較する。

図-3は、地表面で計測した累計隆起量の分布と予測値を比較したものである。図中の予測値は、実施改良率から求めたものである。図-3(a)に示した圧力管理施工をみると、施工範囲内においては実測値が予測値を大幅に上回る結果となっている。これに対し、図-3(b)に示す隆起管理施工の隆起量の実測値は、予測値よりも若干大きな値ではあるが、予測値と良い相関を示す結果となっている。施工範囲外については、いずれのケースも予測値と同程度の結果となっている。

図-4は、水平変位の深度分布を比較した一例である。これらの値は、改良端部の杭芯から2mの地点のものである。また、予測値については、実施数量をもとに算出したものである。これらの結果をみると、いずれのケースも実測値の分布形状は予測値と同様の形状を示している。しかし、実測値は予測値の20～30%程度の値と小さな値を示している。

以上のように実測値は、隆起に関しては予測値よりも大きな値を示し、水平変位に関しては予測値よりも小さな値を示す結果となった。この原因としては、隆起予測法では変位が等方的に伝播すると仮定しているのに対し、実際の鉛直上向き方向は、側方や下向き方向と比較して拘束のない条件であることから、鉛直上向きが卓越したと考えられる。圧力管理施工と隆起管理施工の比較から、隆起が進むにつれて鉛直方向への変位の卓越が増長し、圧力管理施工の予測値と実際の乖離が大きくなったものと思われる。既設舗装直下で施工した場合、舗装の剛性（拘束効果）により隆起はある程度抑制されることが他の施工事例により推定されている³⁾。今回の施工においても、既設舗装がある条件の場合には、同様の効果により地盤隆起は低減されるものと思われる。

4. まとめ

本試験施工の結果、隆起管理を行うことにより施工時に発生する隆起を抑制することが確認できた。また、隆起管理を行った施工方法では、隆起量の予測値は実測値と比較的よい相関を示すことがわかった。

今後も施工を進めながら、データの蓄積と検証を行い、変位伝播の過程を改良するなどして予測法の精度を高めていきたいと思う。

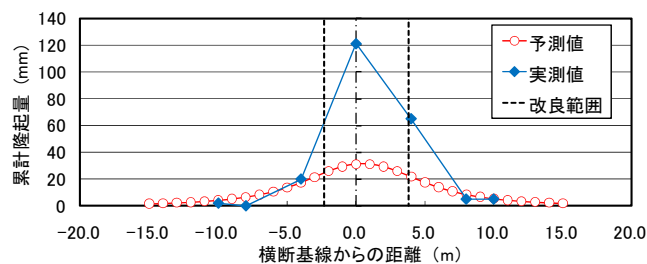
4. まとめ

本試験施工の結果、隆起管理を行うことにより施工時に発生する隆起を抑制することが確認できた。また、隆起管理を行った施工方法では、隆起量の予測値は実測値と比較的よい相関を示すことがわかった。

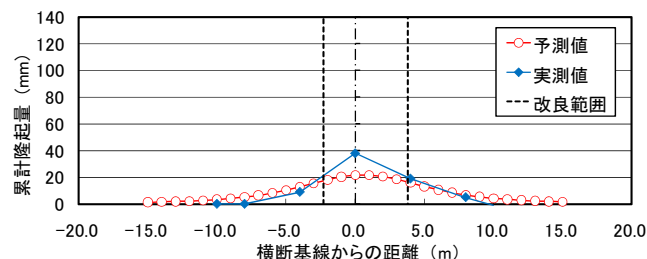
今後も施工を進めながら、データの蓄積と検証を行い、変位伝播の過程を改良するなどして予測法の精度を高めていきたいと思う。

〔参考文献〕

- 1) 沿岸技術研究センター：液状化対策としての静的締固め工法 技術マニュアルーコンパクショングラウチング工法一、2007。
- 2) 山崎・江本・足立・原田・山田・森河：締固め工法施工時の地盤隆起量の予測法，土木学会論文集 C, Vol.65, No.4, pp.1039-1044, 2009。
- 3) 竹村・山崎・大里・池内・平・藤井・高田：細粒分の少ない砂地盤における静的圧入締固め工法の設計パラメータと地盤変位予測，土木学会第65回年次学術講演会，2010（投稿中）。

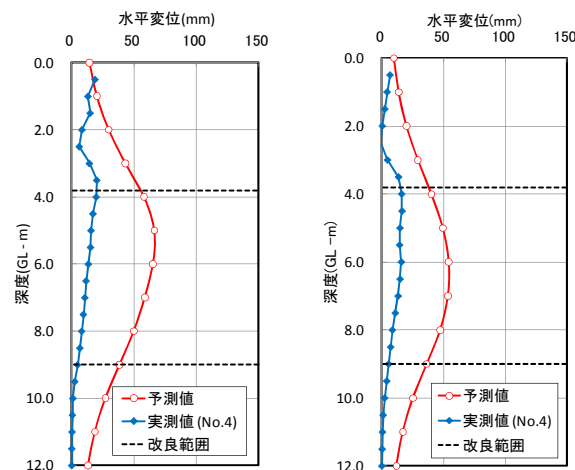


(a) 圧力管理施工



(b) 隆起管理施工

図-3 地表面隆起量（鉛直変位）



(a) 圧力管理施工

(b) 隆起管理施工

図-4 地中水平変位