

新たな CPG 工法の改良体の出来形

みらい建設工業（株） 正会員 ○足立 雅樹
 （国研）港湾空港技術研究所 正会員 佐々 真志
 （国研）港湾空港技術研究所 正会員 山崎 浩之
 三信建設工業（株） 正会員 諸橋 弘樹
 東興ジオテック（株） 岡田 宙

1. はじめに

静的圧入締固め工法（以下、CPG 工法）は注入管より低流動性のモルタルを地盤に静的に圧入して地盤の密度を増大させる液状化対策工法の一つである。CPG 工法は既設構造物の直下や近傍での適応が可能であるが、従来のボトムアップ方式（以下、従来施工）では施工に伴う地盤隆起が問題となる場合があり、その抑制が課題となる。これまで著者らは、小型模型実験および実大規模の現場実証実験を実施し、従来施工よりも隆起抑制効果ならびに液状化対策効果の高い新たな CPG 工法であるアップダウン施工（以下、U/D 施工）の開発を進めてきた¹⁾²⁾。U/D 施工とは、圧入したモルタル中で注入管の貫入・引き上げを繰り返すことである。しかしながら、U/D 施工の施工後の改良体の出来形は、これまで詳細な検討が行われていなかった。

本論文では、模型実験後の改良体の出来形について検証した結果を述べる。

2. 実験概要

本実験³⁾は、円筒形の半透明の塩ビ土槽（内径 155 mm、高さ 450 mm）内に、初期相対密度 (D_{r0}) が約 40 % の地盤を作製した。その土槽内で実験仕様を変えた U/D 施工を行った。施工後、土槽を解体する際に中の改良体を掘り起こし、その改良体の重量、体積、形状等および U/D 施工によって改良体の内部に取り込まれた砂の量の計測を行った。改良体の体積の計測は、改良体を水中に入れたときの浮力を計測（岩石の密度試験方法 (JGS2132-2009) に準拠）して算出した。改良体の内部に取り込まれた砂の量は、土層作製に使用した砂の量（乾燥重量）と施工後に土槽に残った砂の量（乾燥重量）との差から求めた。土槽に残った砂の量は、施工後の湿潤状態の砂を炉乾燥して求めた。

表-1 に実験条件の一覧を示す。本論文では、先端形状がテーパの注入管に着目して、注入管の外径が 15 mm、19 mm および 24 mm、ストローク長 90 mm の場合について、U/D 施工後の改良体の出来形について検証した。

表-1 U/D 施工の実験条件の一覧

注入管 外径 mm	注入管の 先端形状 テーパ	U/D施工の ストローク長 mm	繰返し回数 N																繰返し体積 cv				
			回																cm ³				
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	20	0	600	1,200	2,500	4,000	13,029			
15.0	○	○	○														○						
15.0	○	○																	○				
15.0	○	○																		○			
15.0	○	○																			○		
19.0	○	○	○															○					
19.0	○	○																	○				
19.0	○	○																		○			
19.0	○	○																			○		
24.0	○	○	○															○					
24.0	○	○																	○				
24.0	○	○																		○			
24.0	○	○																			○		
24.0	○	○																				○	

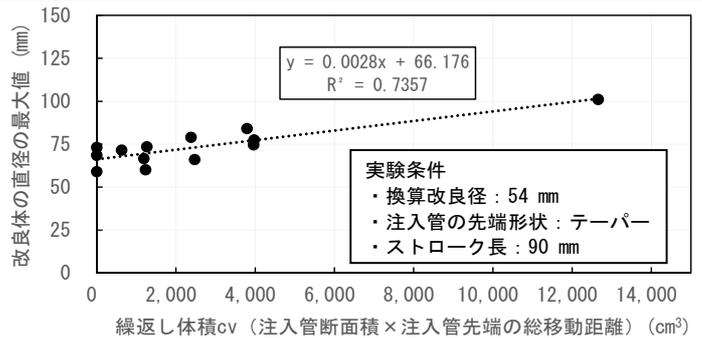


図-1 改良体の直径の最大値

3. 実験結果

図-1 に繰返し体積と改良体の直径の最大値の関係を示す。本実験における改良体の換算改良径（改良体を均一な円柱と仮定した場合の直径）は、54 mm である。繰返し体積が大きいほど、改良体の直径の最大値が大きくなることが明らかになった。すなわち、U/D 施工によって改良体が拡径していることが分かった。

図-2 に繰返し体積と改良体の体積の関係を示す。

キーワード：液状化対策，静的圧入締固め，出来形

連絡先：〒108-0014 東京都港区芝 4-6-12 みらい建設工業株式会社 TEL03-6436-3719 FAX03-6436-3744

明らかになった。また、繰返し体積との相関が高いことから、改良体の体積は、注入管の大きさによらず任意の繰返し体積によって制御可能であることが分かった。

図-3 に改良体の砂の取り込み率を示す。砂の取り込み率は、改良体に取り込まれた砂の乾燥重量を初期地盤の乾燥重量で除した値である。今回の実験で、U/D 施工による改良体は、繰返し体積が大きなものほど砂の取り込み率が高くなっていることが分かった。

図-4 に注入管の外径が 24 mm の改良体の出来形を示す。図-4 (上) は、従来の CPG 工法であるボトムアップ施工の改良体、図-4 (下) は U/D 施工の改良体の写真である。ボトムアップ施工に比べて U/D 施工の出来形の直径が大きいことが見て取れる。また、図-5 には 24 mm の注入管を使用した場合の U/D 施工の改良体断面を示す。U/D 施工の繰返し回数は 20 回である。改良体の内側に周辺地盤の砂を取り込んで拵径していることが分かる。改良体の換算改良径 54 mm に対して、実際の改良体の直径は 100 mm 以上であった。

図-6 に注入管の外径が 15 mm, 19 mm および 24 mm における地点隆起量の比較結果を示す。地点隆起量は、施工完了後の値である。

注入管の外径が大きくなるほど、地点隆起量は小さな値を示すことが認められた。また、繰返し体積が大きくなるほど地点隆起量が小さい値を示すことが認められた。

以上のことから、U/D 施工後の改良体は拵径することが明らかになり、上述の砂の取り込みも隆起抑制に付加的に寄与していると考えられる。

4. まとめ

本論文では、新たな CPG 工法である U/D 施工後の改良体の出来形について検証を行った。

その結果、U/D 施工によって注入管の外径が大きいほど周辺の砂を取り込むとともに顕著な隆起抑制効果が確認された。

<参考文献>

- 1) 竹之内・佐々・山崎・足立・高田・岡見・金子・善：隆起抑制効果と液状化対策効果が向上した新たな CPG 工法の開発，土木学会論文集 B3 (海洋開発)，Vol.72, No.2, I_372-I_377, 2016.
- 2) 竹之内・佐々・山崎・足立・高田・岡見・金子：隆起抑制 CPG 工法の開発と現場実証実験による検証，土木学会論文集 B3 (海洋開発)，Vol.73, No.2, I_282-I287, 2017.
- 3) 竹之内・佐々・山崎・足立・高田・岡見・金子：新たな CPG 工法の隆起抑制メカニズムと施工能率向上の検討，土木学会論文集 B3 (海洋開発)，Vol.74, No.2, 2018(投稿中).

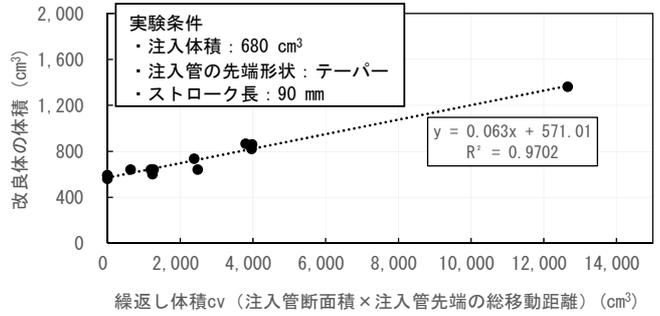


図-2 改良体の体積

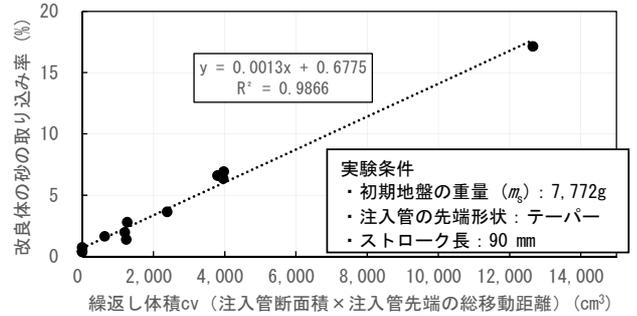


図-3 改良体の砂の取り込み率



図-4 改良体の出来形 (外径 24 mm)
(上：ボトムアップ施工，下：U/D 施工)

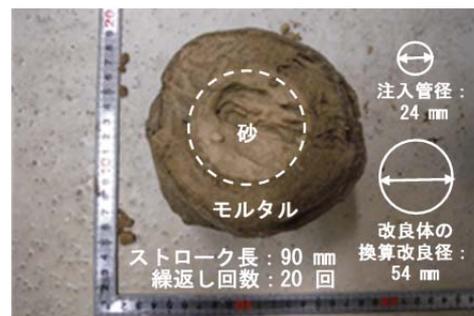


図-5 U/D 施工による改良体の断面

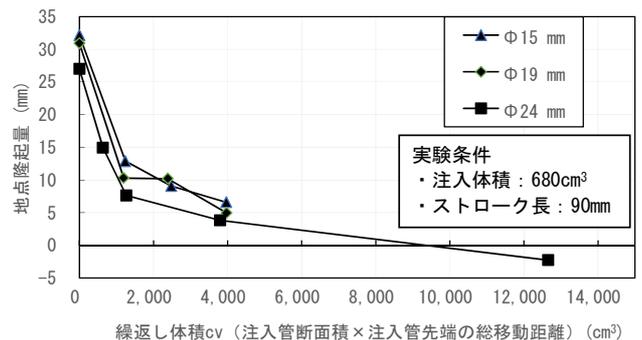


図-6 地点隆起量の比較