

エコジオ工法による砕石補強体が地盤改良工事に及ぼす影響 ～施工について～

地盤改良, 砕石, 地価

(株)尾鍋組 正会員 ○尾鍋哲也, 大石新之介, 神村真
三重大学大学院 国際会員 酒井俊典

1. はじめに

近年, 建築物の解体に伴い, その建築物を支えてきた地盤改良や杭の撤去工事が増加してきている。また, 2003 年に不動産鑑定評価基準¹⁾が改定され, 土壤汚染や地中埋設物が土地の価値へ影響する要因に追加されたこともあり, これらの撤去費用が土地の価値へ与える影響が指摘されている。例えば, 住宅の建て替えなどその土地の再利用においても, 以前に施工された地盤改良による改良体や杭が障害になる可能性がある。また, 土地の売買や, 借地に建築した商業施設の返還時においては, 地中に残存する改良体や杭の撤去費用が, 施工時よりも高額になることも考えられる。また, 仮に撤去した場合でも, その埋戻し箇所と周辺地盤との力学的な差異が再利用において課題となる可能性も考えられる。

エコジオ工法は²⁾, 自然砕石を用いて地中に柱状の砕石補強体を築造する地盤改良工法であり, 固化材を使用せず自然砕石のみを使用しているため土壤汚染の心配がなく, 土地の再利用時の地盤改良工事においても, 砕石補強体が残存した状態で施工が可能となることが考えられる。

本論では, エコジオ工法で地盤改良した土地を再利用することを想定し, 本工法で築造した砕石補強体が存在する地盤へ, 深層混合処理工法 (以下, 柱状改良) と小口径鋼管杭 (以下, 鋼管杭) を施工した際に, それぞれの施工に影響を及ぼすかについて検証を行った。

2. 試験方法

試験は三重県松阪市飯高町で行った。試験地盤にスウェーデン式サウンディング (以下, SWS) 試験を 5 測点行った結果, 図 1 の SWS の一例に示すように, 全測点において深度 5~6m 以浅は $0 \leq N_{sw} \leq 20$ 程度の砂質土であった。次に, 図 3 の試験地盤の平面図に示す位置にエコジオ工法で砕石補強体を築造した。エコジオ工法は, 図 2 に示す小型の専用地盤改良機により, 地盤内にケーシングを所定の深度まで挿入した後, ホッパーを用いてケーシング内に砕石を投入しながら, 先端スクリーで砕石を連続的に締めて直径 420mm の砕石補強体を築造し, 原地盤の支持力と複合させて支持する地盤改良工法である。試験で使用した砕石は, 粒径が 30mm~20mm の単粒度砕石 S-30 (4 号砕石) で, 改良深度は 5m とした。

その後, 砕石補強体が築造された地盤に柱状改良と鋼管杭の施工を行った。柱状改良はシングル施工で直径 500mm, 改良深度を 5m とした。鋼管杭は直径が 114.3mm, 先端翼の直径が 250mm のものを使用し, 深度 5m まで施工を行った。各地盤改良の仕様を表 1 に示す。鋼管杭は通常打ち止め管理規定を設けるが, 本試験では砕石補強体が存在する部分のみの影響を確認するため掘削深度 5m で施工完了とした。

実施した試験ケースは, 砕石補強体と柱状改良体及び鋼管杭の杭芯間距離で設定し, 杭同士が完全に離れている場合 (標準) と, 外周で接する場合 (接円), 杭径が小さい方の中心を大きい方の外周が通過する場合 (ラップ), 両方の杭芯が完全に一致する場合 (同心) とした。表 2 に試験ケースを, 図 3 に柱状改良, 鋼管杭の施工配置図を示す。ここでラップの柱状 4 と柱状 5 は同じ杭芯間距離であるが, 柱状改良を砕石補強体にラップしながら施工するこ

表 1 地盤改良の仕様

エコジオ工法	
項目	仕様
改良径	420mm
施工深度	5m
使用砕石	S-30
粒径	30mm-20mm
柱状改良	
項目	仕様
施工方法	シングル施工
羽切回数	450回/m以上
改良径	500mm
施工深度	5m
使用材料	タフロック3E
固化材添加量	300kg/m ³
水セメント比	60%
鋼管杭	
項目	仕様
鋼管径	114.3mm
先端翼径	250mm
施工深度	5m
使用材料	STK400



図 2 エコジオ施工機

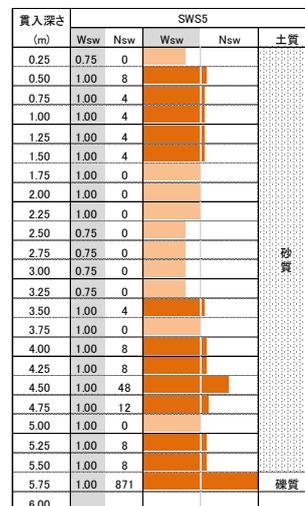


図 1 SWS 試験結果

表 2 試験ケース

柱状改良				鋼管杭	
試験名	砕石補強体との杭芯間距離	セメント量	スラリー吐出量	試験名	砕石補強体との杭芯間距離
柱状1	2000mm 標準	295kg	274ℓ	鋼管1	2000mm 標準
柱状2	460mm 接円			鋼管2	360mm 接円
柱状3	0mm 同心			鋼管3	0mm 同心
柱状4	250mm ラップ			鋼管4	210mm ラップ
柱状5	250mm ラップ			443kg	410ℓ

とで、施工中にセメントスラリーが砕石補強体の方へ流入し、改良体が固化不良となる可能性が考えられたため、柱状4はセメントの使用量を柱状改良体の体積のみで計算した量としたのに対し、柱状5は砕石補強体の体積も考慮して計算した量とした。

3. 施工記録

施工は、2018年9月22日に行った。全てのケースにおいて、掘削中の異音や回転翼の引っ掛かり等の施工中の異常は確認されなかった。柱状改良と鋼管杭の施工記録を表3に、施工中の時間～深度、積算流量、回転トルクの関係を図4に示す。

表3に示す柱状改良と鋼管杭の施工時間を見ると、砕石補強体の有無に関わらず施工時間に大きな差は見られない。また、図4の柱状改良の施工記録のグラフでも、柱状2の施工深度が3.5m付近で掘削速度が低下しているものの、概ね施工速度に大きな差は見られない。積算流量においても砕石補強体の体積も考慮した柱状5を除き、大きな差は見られない。なお、柱状5は他ケースに比べ約1.5倍の積算流量となっている。回転トルクについても各試験ケースとも同程度の値を示している。また、鋼管杭においては、柱状改良と同様に砕石補強体の有無にかかわらず同様な掘削速度で施工が行われている。回転トルクについては、標準施工の鋼管1に対し鋼管2～4が若干大きくなっており、これは砕石補強体により抵抗が増加したためと考えられる。

4. まとめ

砕石補強体が施工された地盤において、柱状改良と鋼管杭の施工を行った結果、施工において大きな差はなく、砕石補強体がない地盤と同様な施工が可能であることが明らかとなった。

<参考文献>

- 1) 国土交通省：不動産鑑定評価基準 第3章, pp6-9, 2013
- 2) 尾鍋ら：砕石地盤改良における地盤改良率が支持力に及ぼす影響, 第46回地盤工学研究発表会概要集, pp863-864, 2011

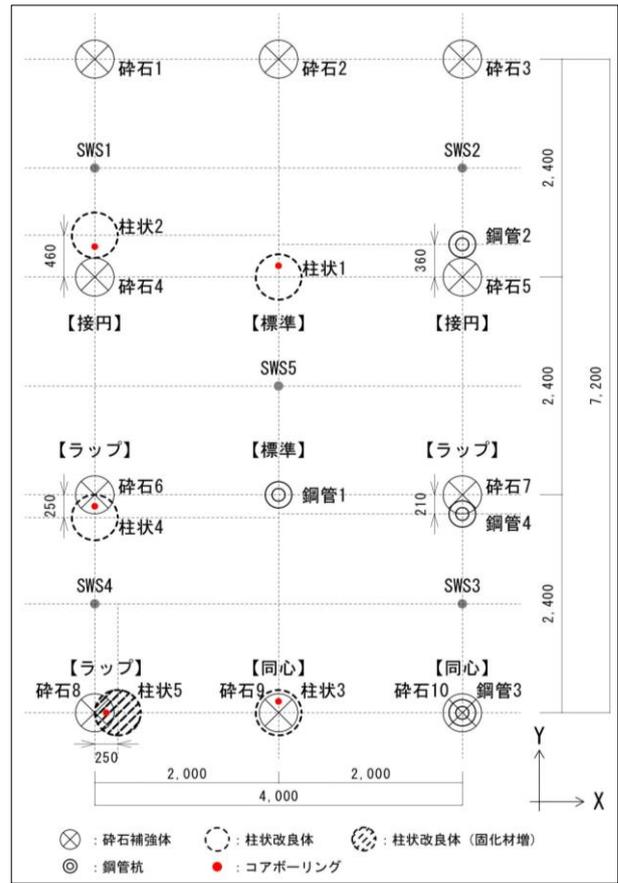
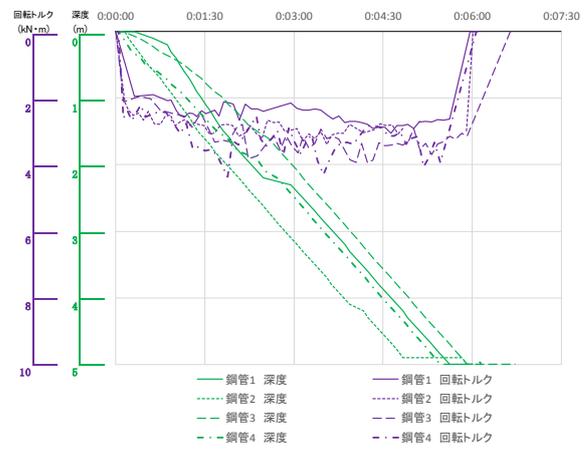
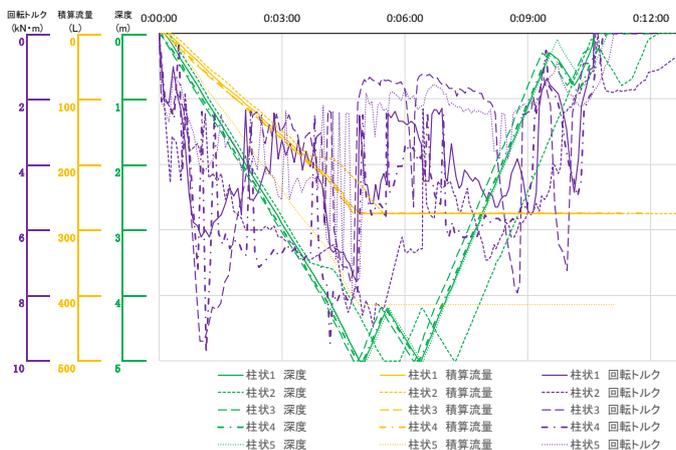


図3 施工配置図

表3 柱状改良と鋼管杭の施工記録

試験名	杭芯間距離	施工時間	最大深度 (m)	積算流量 (L)	積算回転数 (Rev)
柱状1	標準	10分36秒	5	275	652
柱状2	接円	12分12秒	5	275	612
柱状3	同心	10分39秒	5	275	633
柱状4	ラップ	10分55秒	5	275	539
柱状5	ラップ	10分57秒	5	414	639
鋼管1	標準	5分58秒	5	/	132
鋼管2	接円	6分30秒	5.01		116
鋼管3	同心	6分38秒	5		140
鋼管4	ラップ	6分12秒	5.08		130



(a) 柱状改良 時間～深度、積算流量、回転トルク

(b) 鋼管杭 時間～深度、回転トルク

図4 施工記録のグラフ