

小型施工機械を用いた砕石地盤改良技術

The Ground Reinforcement By Crushed Stone Using Small Construction Machine

藤原 優 (ふじわら ゆう)
 ㈱高速道路総合技術研究所 主任研究員

酒井 俊典 (さかい としのり)
 三重大学大学院 生物資源学研究所 教授

尾鍋 哲也 (おなべ てつや)
 ㈱尾鍋組 代表取締役

大石 新之介 (おおいし しんのすけ)
 ㈱尾鍋組

1. はじめに

自然砕石を用いた地盤改良は、液状化に対して効果を発揮するとともに、セメントや杭などの人工物を残さないことから環境負荷が少ない特徴がある。しかし、砕石体を構築する既存の工法は、砕石打設時に大型の杭打ち機を必要とするなどの課題がある。これに対して、三重大学と㈱尾鍋組が共同して、狭小地でも砕石体を構築できるように、写真-1に示す小型施工機械を用いた砕石地盤改良工法を開発している。本工法は、狭小地で優れた施工性を発揮することにより、液状化対策効果¹⁾のみならず、砕石地盤に置き換えた場合の支持力特性²⁾や、道路盛土の浸透水排除効果³⁾を期待できるため、これまでに技術的課題の解決に向けた検証が行われている。

本稿は、本工法による砕石地盤改良の施工方法や特徴を述べるとともに、砕石の地盤改良率が支持力特性へ与える影響や、既設の道路盛土内に砕石地盤改良体を構築し、排水パイプと連結した浸透水排除に対する試験施工への取り組み内容について報告する。

2. 本工法の特徴

本工法が独自に地盤改良機の小型化を可能としているのは、ゴム扉付きで内部が空洞のオーガー機能を持つ特殊なケーシングを開発し装備した点にある。図-1に施工手順を示す。まず所定の位置に施工機械をセットした後、ケーシングによって所定の深さまで掘削し、その後ケーシングのゴム扉を開けてホッパーをセットする。続いて、バックホウでホッパーに砕石を投入するとともに、ホッパーからケーシング内に連続的に砕石を投入しながらケーシングを引き上げ、その際先端スクリーにより締め固めを行うことで砕石体を構築する。この施工により砕石体周囲の土の崩壊を防ぎ、均質な砕石体の構築が可能となる。ケーシングの外径は320 mmで、外周に掘削のため幅40 mmの外部スクリーを取り付けた排土タイプの掘削孔の直径は約400 mmとなる。地盤改良機には掘削時の状況を管理・記録するための装置を取り付けており、ケーシングの上昇量、締め固めトルク及び砕石投入量を随時確認しながら、地盤改良の施工品質を一定に保つことができる⁴⁾。また、この掘削装置により写真-1に示すように砕石体同士を近接・重複させて打設する

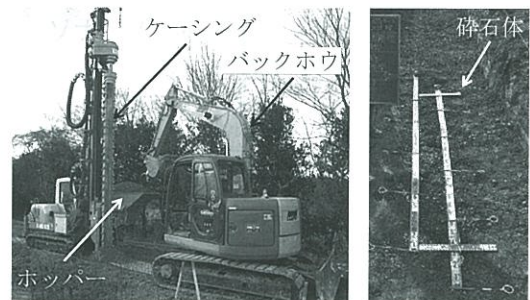


写真-1 小型施工機械を用いた砕石地盤改良

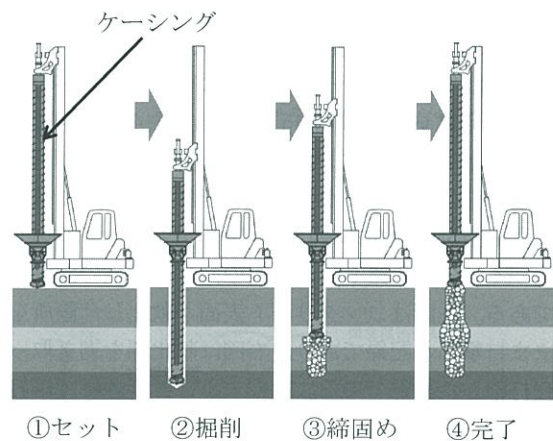


図-1 施工手順⁴⁾

ことが可能で、現地条件に合わせて様々な範囲・形状で砕石体を構築でき地盤改良効果を高めることが可能となる。

3. 試験施工による検証内容

3.1 支持力特性の確認

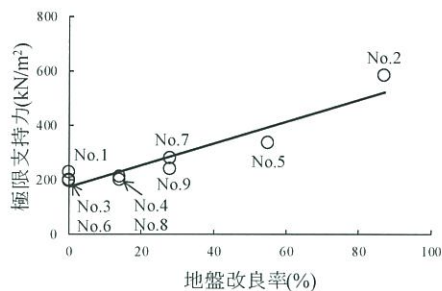
支持力特性については、砕石地盤の改良率や締め固めトルクなどの違いが極限支持力に与える影響を確認している。一例として、粘性土主体の地盤を対象に表-1の試験ケースのように地盤改良率(載荷板面積に対する砕石体断面面積の割合)を変化させ、べた基礎や布基礎を想定して正方形・長方形平板を用いた平板載荷試験の結果を図-2に示す。この関係図から地盤改良率の増加に伴い極限支持力が増加する傾向を認めることができる²⁾。

3.2 盛土の浸透水排除効果の検証

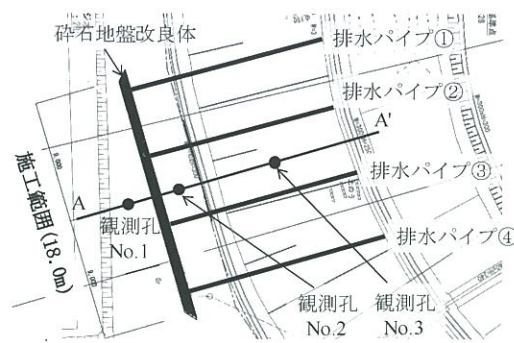
浸透水排除効果の検証の一例として、NEXCO 総研の

表一 試験ケース²⁾

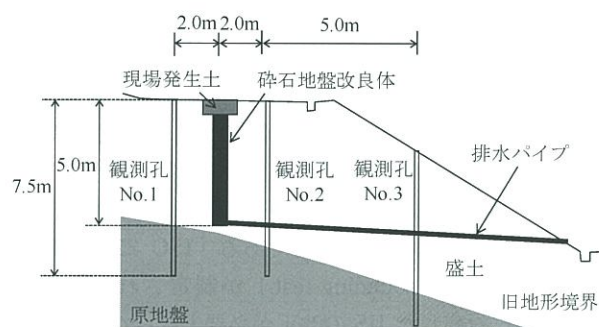
No.	平板形状	平板寸法 (mm)	深さ (m)	本数 (本)	改良率 (%)
1	べた	400×400	0.0	0	0
2	べた	400×400	3.0	1	87
3	べた	1000×1000	0.0	0	0
4	べた	1000×1000	3.0	1	14
5	べた	1000×1000	3.0	4	55
6	布	500×1000	0.0	0	0
7	布	500×1000	3.0	1	28
8	布	500×2000	3.0	1	14
9	布	500×2000	3.0	2	28



図一 改良率と極限支持力の関係²⁾



(a) 平面図



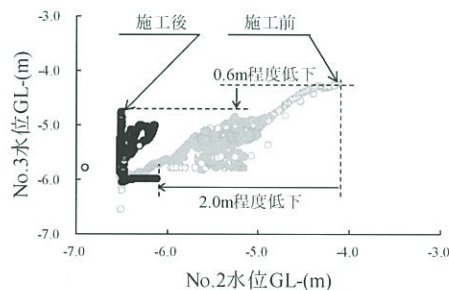
(b) 断面図 (A-A')

図一 浸透水排除対策の試験施工³⁾

敷地内の既設盛土における試験施工の内容を述べる。ここでは、図一 3 に示すように施工延長18.0 m、施工深度5.0 mの碎石体を連続して壁状に構築し、この碎石体から4本の排水パイプ①～④を施工している。地下水は、旧地形境界に沿って上流側から下流側へ流れていると考えられる。この対策の効果を判定するため、施工前から碎石地盤改良体の上流側に1箇所の観測孔 No. 1、下流側に2箇所の観測孔 No. 2、No. 3を設置し水位観測を行っている。図一 4 は、施工後約1年間が経過した時点の同一時刻における碎石体下流側の観測孔 No. 2と観測孔 No. 3の水位を比較したものである。施工前は観測孔 No. 2と観測孔 No. 3に概ね線形関係にあるが、施工後は両観測孔の水位低下に伴い線形関係が変化し、観測孔 No. 2は2.0 m程度、観測孔 No. 3は0.6 m程度の水位低下がみられる³⁾。特に観測孔 No. 2では、碎石体の施工深度5.0 mより深い位置まで水位低下した。施工後の水位観測は2年以上継続しており、時間経過とともにいずれの観測孔とも水位が低下傾向にある⁵⁾。また、4本全ての排水パイプから排水されている状況を確認している。

4. おわりに

本工法は、現在は住宅の基礎地盤改良を中心とした施工実績が多いが、供用中の高速道路盛土の浸透水排除対策へ用いた事例もあり、現場への適用範囲が広がりつつある。こうした幅広い利用シーンにも対応できるよう、今後も技術的課題の解決に取り組む予定である。



図一 観測孔 No. 2 と No. 3 の水位³⁾

参考文献

- 1) 酒井俊典・尾鍋哲也・神村 真・川又良一：液状化地盤を対象とした小型碎石地盤改良機による支持力及び透水性改良効果の検討，地盤工学会誌，Vol.62 No.6，pp.18～21，2014
- 2) 辻 賢典・尾鍋哲也・濱口幸三・神村 真・永井優一・酒井俊典：碎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回地盤工学研究会年次学術講演会講演概要集，pp.863～864，2011.
- 3) 藤原 優・酒井俊典・大石新之介・尾鍋哲也・濱口幸三：碎石地盤改良体を用いた盛土の排水効果の検証，第72回土木学会年次学術講演会講演概要集，pp.985～986，2017.
- 4) 大石新之介・濱口幸三・尾鍋哲也・酒井俊典：エコジョ工法の施工事例と管理項目，基礎工，Vol.45 No.4，pp.67～71，2017
- 5) 大石新之介・尾鍋哲也・濱口幸三・酒井俊典・藤原優：碎石地盤改良体を用いた盛土の排水効果の長期水位観測，土木学会第73回年次学術講演会，2018（投稿中）
(原稿受理 2018.6.5)