

砕石柱体による低改良率で改良された地盤の支持力確認試験結果

正会員 ○大石 新之介\* 尾鍋 哲也\* 神村 真\*  
 正会員 酒井 俊典\*\*

地盤改良 砕石 改良率 載荷試験

1. はじめに

著者らは、地盤内に均質で連続する砕石柱体を築造して地盤を補強するエコジオ工法を開発し、現在までエコジオ工法によって築造した砕石柱体と砕石柱体で補強された地盤の支持力特性の確認を行ってきた<sup>1)2)3)</sup>。しかし、これらの検証は改良率が 0.1 を超える場合が主で、改良率が 0.1 以下の範囲についての検証は、十分に行われてきていない。そこで、本報では、地盤の砕石柱体による改良率が 0.1 を切る低改良率領域における支持力特性を確認するため、大型平板を用いた載荷試験を行い、その結果について報告する。

2. 試験概要

載荷試験は三重県度会郡玉城町で行った。試験地の土質は、図1のスクリーウエイト貫入試験（以下、SWS 試験と称す）と標準貫入試験による地盤調査の結果、深度 2.1m まで砂質シルト、深度 3.7m までシルト質砂、それ以深はマサ土であった。また、深度約 3m 以浅は  $N_{Sw} < 50$  の回転層を所々に挟む自沈層を主体とし、深度約 3m 以深は  $N_{Sw} > 50$  の回転層であった。

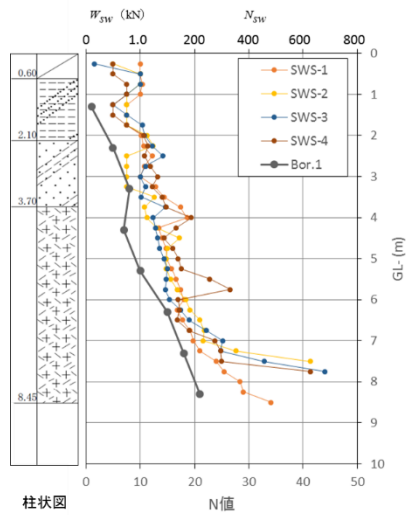


図1 地盤調査結果

試験に用いる砕石柱体は、深度 3.25m までエコジオ工法により単粒度砕石 S-30 (4号) を使用して築造した。なお、エコジオ工法は、地盤内の土を排出しながら砕石柱体を築造する排土タイプと、排土を行わない非排土タイプがあり、砕石柱体の直径は、排土タイプが 0.42m、非排土タイプが 0.32m である。本試験では両者の比較も行った。

試験は、無補強地盤、及び載荷板の中央 1 箇所排土タイプまたは非排土タイプによる砕石柱体を配置した補強地盤の 3 種類の地盤に対し、幅 1.5m 及び 2.3m の正方形載荷板を用いて 1 サイクルの多段階式の平板載荷試験を行っ

た。図 2 に試験配置図、図 3 に載荷試験中の荷重と沈下量の関係を示す。また、写真 1 に試験状況を示す。なお、極限支持力は原則として、変位量が載荷板幅の 1/10 に到達した時点での載荷重とし、変位量が載荷板幅の 1/10 に達しない場合は、最大載荷重を極限支持力とした。

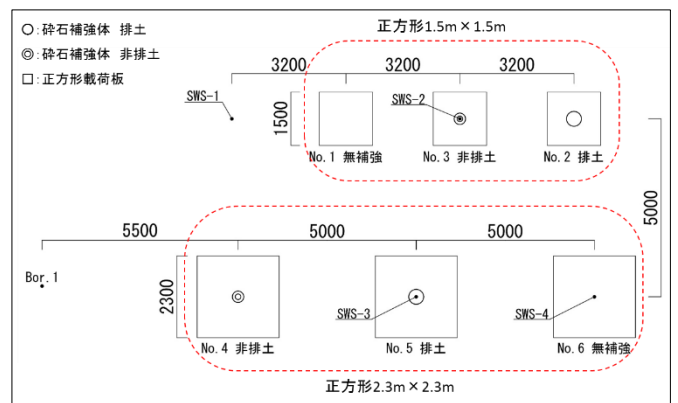


図2 試験配置図

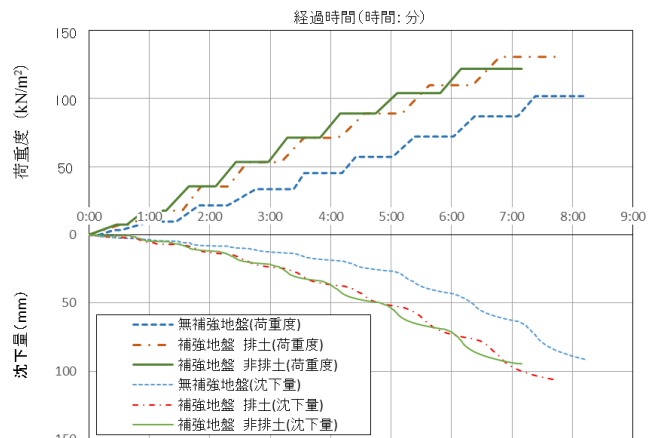


図3 2.3m×2.3mの載荷時間と荷重、沈下状況



写真1 試験状況

### 3. 結果と考察

試験結果の一覧を表1に示す。なお、表1の改良率  $a_s$  は、砕石柱体の断面積を載荷板面積で除した値、地盤の  $q_a$  は各載荷位置での SWS 試験から換算した長期許容支持力の値、また、極限支持力度と沈下量は試験終了時の値となっている。

補強地盤の極限支持力度は、排土、非排土とも載荷板の大きさに関わらず無補強地盤に比べ大きい値を示し、施工タイプ別では 1.5m×1.5m の載荷板の方が大きい極限支持力度を示した。図4に各試験ケースにおける荷重—沈下関係を示す。載荷板の大きさによらず、排土と非排土は同じような沈下傾向を示しており、施工タイプによる差は見られない。また、補強地盤は、同一沈下量時の無補強地盤の荷重を上回っており、排土、非排土とも砕石柱体による支持力の増加が認められる。

図5は、これまで各試験地で行ってきた載荷試験結果を対象に、横軸にエコジオ工法で砕石柱体を施工した改良率  $a_s$ 、縦軸に式(1)、(2)で求める各試験地の無補強地盤の正規化極限支持力度  $q_u'(a_s=0)$  に対する補強地盤の正規化極限支持力度  $q_u'$  の比を表したものである。なお、図5の改良率  $a_s=0$  のプロットは、同一試験地の無補強地盤での正規化極限支持力度に対するの比のため、1となっている。図5から、本試験結果(×印)のように改良率が0.1未満の低改良率領域においても、他の試験地の補強地盤と同様に補強地盤の極限支持力度は、改良率の増加に伴い増加する傾向が見られる。また、その増加率はどの試験地においても概ね一致することがわかる。

図5は、これまで各試験地で行ってきた載荷試験結果を対象に、横軸にエコジオ工法で砕石柱体を施工した改良率  $a_s$ 、縦軸に式(1)、(2)で求める各試験地の無補強地盤の正規化極限支持力度  $q_u'(a_s=0)$  に対する補強地盤の正規化極限支持力度  $q_u'$  の比を表したものである。なお、図5の改良率  $a_s=0$  のプロットは、同一試験地の無補強地盤での正規化極限支持力度に対するの比のため、1となっている。図5から、本試験結果(×印)のように改良率が0.1未満の低改良率領域においても、他の試験地の補強地盤と同様に補強地盤の極限支持力度は、改良率の増加に伴い増加する傾向が見られる。また、その増加率はどの試験地においても概ね一致することがわかる。

$$q_u' = q_u / q_a \quad (1)$$

$$q_a = 30W_{SW} + 0.6N_{SW} \quad (2)$$

ここで、各定数は以下の通りである。

$q_u'$  : 正規化極限支持力度

$q_u$  : 載荷試験で求めた地盤の極限支持力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$q_a$  : 地盤の長期許容支持力度 (kN/m<sup>2</sup>)

$W_{SW}$  : 載荷板底面から下方 2m までの平均静的貫入最小荷重 (kN)

$N_{SW}$  : 載荷板底面から下方 2m までの平均換算回転数

表1 試験結果

載荷板寸法 (m)	施工タイプ	改良率 $a_s$	地盤の $q_a$ (kN/m <sup>2</sup> )	極限支持力度 (kN/m <sup>2</sup> )	沈下量 (mm)
1.5×1.5	—	0.00	23.4	124	69
	排土	0.06	22.2	140	81
	非排土	0.04	31.5	147	84
2.3×2.3	—	0.00	24.3	102	90
	排土	0.03	26.6	131	100
	非排土	0.02	27.9	122	94

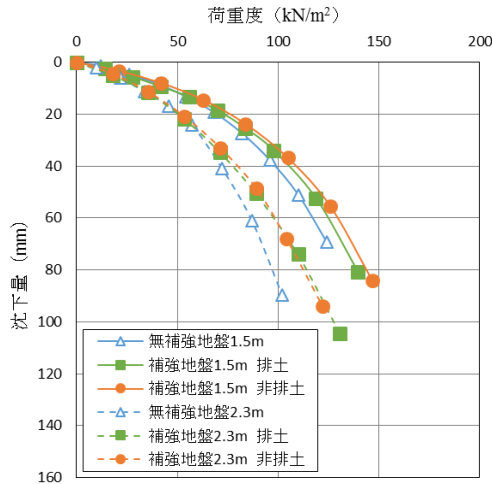


図4 荷重—沈下関係

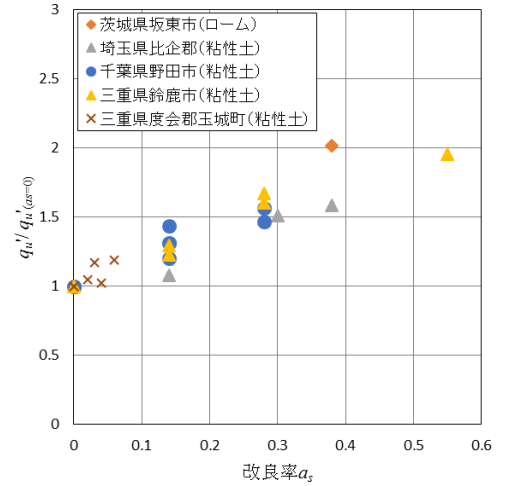


図5 改良率と  $q_u' / q_u'(a_s=0)$  の関係

### 4. まとめ

本報では、1.5m 及び 2.3m の大型の正方形載荷板を使用し、0.1 をより小さい改良率での砕石柱体の補強効果の確認を行った。その結果、0.1 を越えるこれまでの改良率の結果と同様、砕石柱体による支持力の増加が確認でき、その増加率もこれまでの実験結果に一致することが確認できた。

#### <参考文献>

- 1) 神村ら：砕石補強体を用いた地盤補強工法（エコジオ工法）鉛直支持力特性，第45回地盤工学研究発表会概要集，pp.793-794，2010
- 2) 永井ら：エコジオ工法で築造された砕石補強体の長さが地盤の支持力に及ぼす影響，第46回地盤工学研究発表会概要集，pp.861-862，2011
- 3) 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，pp.863-864，2011