

柱状砕石補強体を用いた地盤補強工法（ハイスピード工法）による支持力特性

砕石パイル、内部摩擦角、応力分担比

ハイスピードコーポレーション(株) 正会員 宮原 寛幸
 ハイスピードコーポレーション(株) 正会員 堀田 誠
 ハイスピードコーポレーション(株) 正会員 杉野 真衣子

1. はじめに

本工法は、軟弱地盤上に建物を建てる際に、地盤補強の方法として天然砕石を用いている。それを用いることで環境にやさしい、エコな地盤補強工法となる。また、本工法による補強地盤の支持力度の計算は、砕石の内部摩擦角、原地盤と砕石パイルの応力分担比、および原地盤の割合に対する砕石パイルの面積(置換率)を考慮して行う。本報告では、粘性土地盤4箇所、砂質土地盤2箇所の平板載荷試験の結果から、砕石の内部摩擦角および原地盤と砕石パイルの応力分担比の安全性を確認するものである。

2. 荷重分担の概念

図1に荷重分担の概念を示す。単位面積あたりに作用する荷重は、原地盤と砕石パイルに配分され、砕石パイルに応力が集中し、原地盤は応力が低減される。作用する荷重に対し原地盤と砕石パイルは複合体となり、支持力度を発揮するものである。

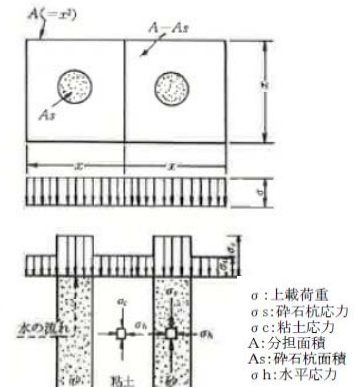


図1 荷重分担の概念

3. 試験概要と結果

試験は、原地盤、主材料として砕石および砂を用いた砕石パイルおよびサンドパイルに対し行った。砕石パイルとサンドパイルの試験は、材料の違いにより試験結果に差があるかどうか確認するためである。試験で用いた載荷板は、φ300の円盤、面積が1m²の長方形板および正方形板である。置換率は、0.126と0.252である。表2に載荷板の形状と置換率を示す。載荷板が長方形の1540×650の試験では、粘性土地盤ではAタイプ、砂質土地盤ではBタイプを用いた。試験地盤は、粘性土地盤4箇所(富山県氷見市、愛媛県西予市、松山市、八幡浜市)、砂質土地盤2箇所(高知県香南市、岡山県瀬戸内市)の合計6箇所である(表1)。写真1は、試験の状況である。

表1 試験場所と土質

試験場所	土質
富山県 氷見市	粘性土
愛媛県 西予市	粘性土
愛媛県 松山市	粘性土
愛媛県 八幡浜市	粘性土
高知県 香南市	砂質土
岡山県 瀬戸内市	砂質土

(1) 平板載荷試験の結果

例として粘性土地盤は愛媛県松山市の、砂地盤は岡山県瀬戸内市の結果を示す。図2に粘性土地盤の荷重度と沈下の関係を示し、図3に砂質土地盤の荷重度と沈下の関係を示す。

表2 載荷板の形状と置換率

	円φ300	長方形 1540×650	正方形 1000×1000
原地盤	○		
砕石補強地盤	○	A: B:	
置換率	1	A: 0.126 B: 0.252	0.126

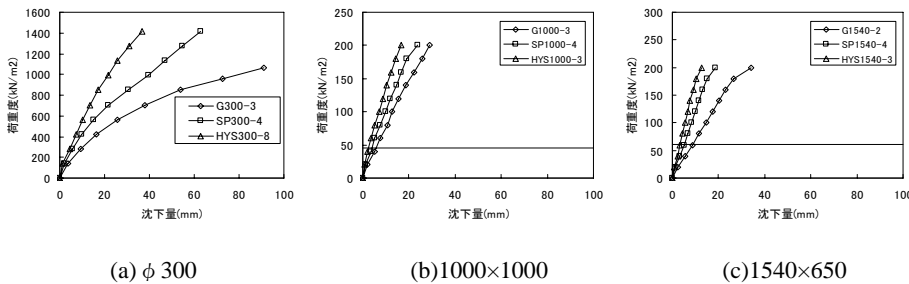


図2 粘性土地盤の荷重度と沈下量の関係(愛媛県松山市)

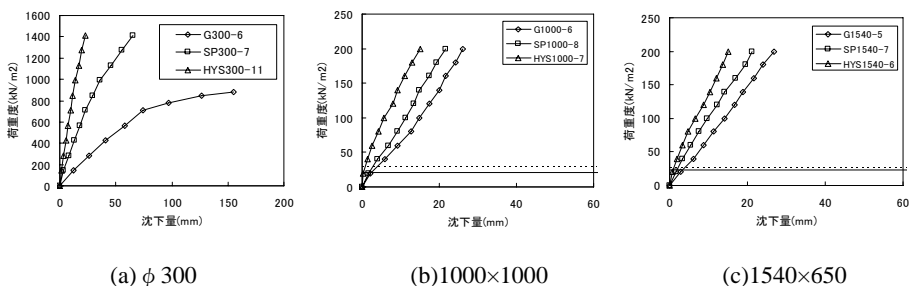


図3 砂質土地盤の荷重度と沈下量の関係(岡山県瀬戸内市)



写真1 試験状況

Crushed stone pile, Ground reinforcement, Bearing capacity, Settlement
 Makoto Hotta, Hiroyuki Miyahara, Miko Sugino (Hyspeed corporation)

している。図中の記号は、G：原地盤、SP：サンドパイル、HYS：砕石パイルである。載荷板φ300の試験結果から、原地盤よりサンドパイル、サンドパイルより砕石パイルの方が支持力度は大きいことがわかる。載荷板1000×1000および1540×650の試験結果は、原地盤よりサンドパイル+原地盤、サンドパイル+原地盤より砕石パイル+原地盤の方が支持力度は大きい。粘性土地盤と砂質土地盤で置換率が0.125、0.252で異なるが、結果に差はないようである。この結果より、原地盤<砕石パイル、原地盤<複合地盤であるといえる。また、サンドパイルと砕石パイルでは、砕石パイルを用いた方が、補強地盤の支持力度は向上するようである。

(2) 砕石の内部摩擦角について

図4にφ300円盤の載荷試験の結果を示す。図5に極限荷重度と内部摩擦角の関係を示す。内部摩擦角は、テルツァーギの式から N_γ を計算し、 N_γ から内部摩擦角を計算した。φ300の円盤の試験結果から、砂質土地盤における砕石の内部摩擦角は47°~48°程度、粘性土地盤における内部摩擦角は46°~48°程度となった。なお、粘性土地盤では粘着力を無視できないが、載荷板はφ300で砕石パイルφ400の中央を載荷しており、ほぼ様な砕石地盤を載荷している状態と仮定した。また、砕石の内部摩擦角は、日本建築学会：「建築基礎のための地盤改良設計指針案(2006)」のpp.351、表5.3.1に内部摩擦角は35°~40°であることが示されている。内部摩擦角を40°と設定した場合に、図5の極限荷重度は201kN/m²であり、載荷試験の結果から201kN/m²は極限荷重度の1/4~1/5程度であることから、内部摩擦角40°の設定は安全であることがわかった。

(3) 原地盤と砕石パイルの応力分担比について

原地盤と砕石パイルの応力分担比は、載荷板φ300の砕石パイルの試験結果と、載荷板1000×1000および1540×650の砕石パイル+原地盤の試験結果から、砕石パイル負担応力に着目して応力分担比を設定している。例として図6に粘性土地盤の応力分担比n=7を設定した荷重度/平均N値と沈下量の関係を示す。なお、荷重度を平均N値で除したのは、原地盤の表層の強弱を除去するためである。載荷板φ300の砕石パイルの試験結果と砕石パイル+原地盤の砕石パイルの荷重度が同程度の挙動を示していることがわかる。図7に砂質土地盤の応力分担比n=4を設定した荷重度/平均N値と沈下量の関係を示す。粘性土地盤と同様に、載荷板φ300の砕石パイルの試験結果と砕石パイル+原地盤の砕石パイルの荷重度が同程度の挙動を示していることがわかる。以上の結果より、応力分担比は粘性土地盤と砂質土地盤を分けずにn=3と設定した。

また、応力分担比n=3の設定が安全であるかどうか確認するため、実験で得られた応力分担比の最小値を用いて計算した支持力度とn=3を用いて計算した支持力度の比較を行った。荷重度の比較を図8に示す。実験の最小値を用いて計算した荷重度はn=3を用いて計算した荷重度より平均で1.4倍大きいものであった。土質、載荷板の形状による差はないようである。n=3の設定は安全であることがわかった。

4. まとめ

平板載荷試験の結果から、砕石の内部摩擦角40°、原地盤と砕石パイルの応力分担比n=3は安全であることを確認した。

参考文献

- 日本建築学会：小規模建築物基礎設計指針(2008)
- 日本建築学会：建築基礎のための地盤改良設計指針案(2006)
- 株産業技術サービスセンター：実用軟弱地盤対策技術総覧 P703~707

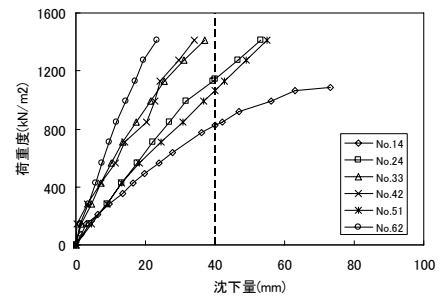


図4 φ300円盤の載荷試験の結果

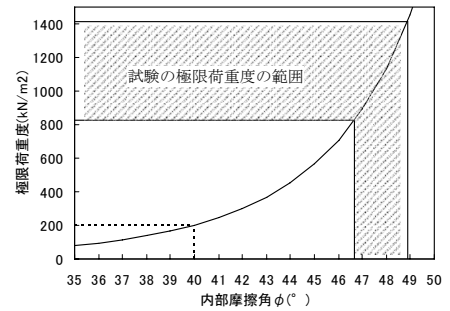


図5 極限荷重度と内部摩擦角の関係

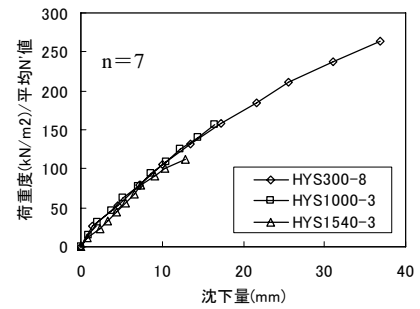


図6 荷重度/平均N値と沈下量(粘性土)

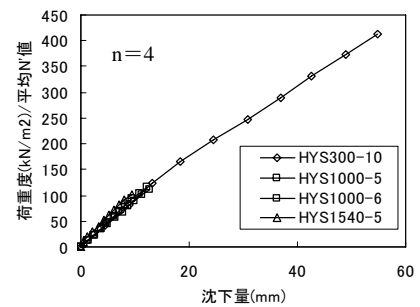


図7 荷重度/平均N値と沈下量(砂質土)

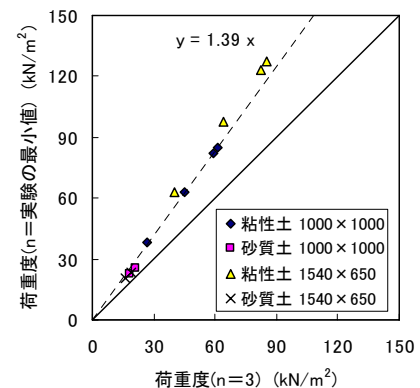


図8 荷重度の比較