

柱状砕石補強体を用いた地盤補強工法（エコジオ工法）で補強された地盤の支持機構の研究
 （補強体の支持機構と補強体長さの影響）

正会員 ○永井優一* 神村 真*
 正会員 尾鍋哲也** 濱口幸三**
 辻 賢典**
 正会員 酒井俊典***

締め固め砕石杭 支持力 平板載荷試験

1.概要

戸建住宅等の小規模建築物を対象として、地盤内に砕石補強体を築造し地盤を補強する工法が普及してきている。補強体の築造方法は様々であり、また、その支持力特性は明らかにされていない。

著者らは、地盤内に均質かつ確実に柱状砕石補強体を築造するための工法「エコジオ工法」を開発¹⁾²⁾した。また、本工法により築造した補強体を対象に、大型平板載荷試験を実施し、改良率、補強体の配置、補強体長さが支持力に及ぼす影響を確認するとともに、補強地盤の長期安定性についても検証した。

本報では、本工法の概要および補強体一本当たりの支持機構解明のために行った、平板載荷試験結果について報告する。

2.エコジオ工法の概要

写真-1 に本工法で用いる専用アタッチメントの全景を、図-1 にアタッチメントによる砕石の締め固め方法の概略図を示す。アタッチメントは先端スクリューおよびゴム製扉（EG ドア）を有したケーシングと、砕石をケーシング内に投入するためのホッパーで構成されている。ケーシングを設計深度まで回転貫入した後、EG ドアを開けてホッパーから砕石を連続的に投入しながら、先端スクリューで締め固めることにより、地盤内に補強体を築造する。本工法は、ケーシングを用いることで孔壁の崩壊を防ぐことができ、施工管理装置によって砕石の締め固め層厚・スクリューに働く回転トルクを管理するため、均質かつ確実に補強体を築造することが可能である。

3.平板載荷試験の概要³⁾

全国三ヶ所（三重県鈴鹿市、埼玉県比企郡、千葉県野田市）において、400×400mm の正方形平板を使用して、補強体に対する平板載荷試験を実施した。対象土質はいずれも粘性土である。築造した補強体は、有効直径420mm、長さは着底層（N 値3以上）までを最大とし1～5m の間で設定し、補強体長さが支持力に及ぼす影響を検証した。比較のため、無補強地盤への載荷試験も実施し



写真-1 専用アタッチメント全景

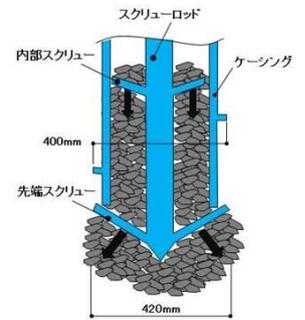


図-1 締め固め方法概略図



写真-2 載荷試験実施状況 (千葉県野田市)

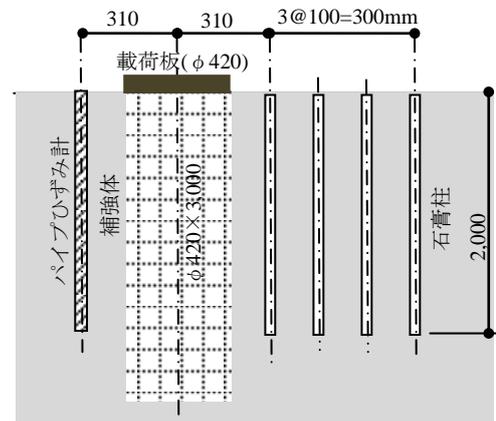


図-2 載荷試験仕様(単位: mm) (千葉県野田市)

た。写真-2 に平板載荷試験実施状況を示す。

また、千葉県野田市では載荷時の地盤挙動を把握するため、パイプひずみ計および石膏柱を図-2 のようにそれぞれ挿入した。本計測を実施したケースでは、載荷板形状は420mm の円形とした。

4. 平板載荷試験結果

図-3 に三ヶ所における原地盤の非排水せん断強度と載荷試験による極限支持力の関係を示す。地盤の非排水せん断強度はスウェーデン式サウンディング試験結果から推定した ($c_u = q_u/2 = (45W_{sw} + 0.75N_{sw})/2$)。図から、支持力と非排水せん断強度は比例関係にあり、補強体の有無によりその勾配が変化することがわかる。

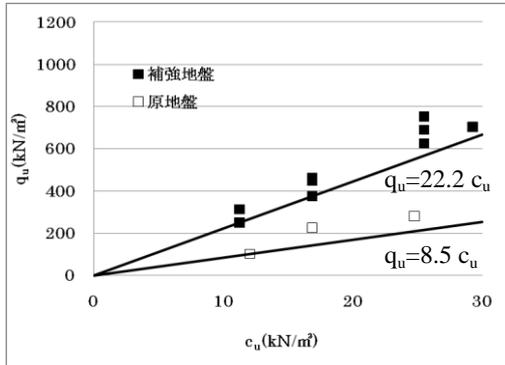


図-3 非排水せん断強度と支持力の関係

図-4、図-5 に補強体長さとおよび補強体長さとおよび極限支持力増加率の関係を示す。図から、補強体長さの増加に伴い極限支持力は増加するが、2m の場合と着底層まで補強した場合には増加率が同程度となる。この傾向は、三ヶ所に共通していることがわかる。

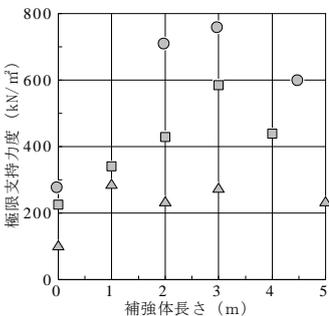


図-5 補強体長さとおよび支持力の関係

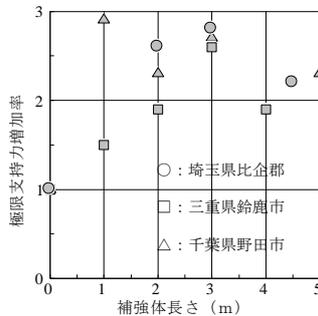


図-4 補強体長さとおよび支持力増加率の関係

図-6 に千葉県で実施した載荷による側方ひずみの深度分布を、写真-3 に載荷試験後、周辺地盤挙動を確認した状況を示す。図-6 から、パイプのたわみが著しい深度は、千葉県では無補強地盤で GL-1.0~1.5m、補強地盤で GL-0.5m である。また、写真-3 から、無補強地盤では側方への地盤変位は認められないものの、補強地盤では、補強体頭部付近が側方へ変位したことがわかる。

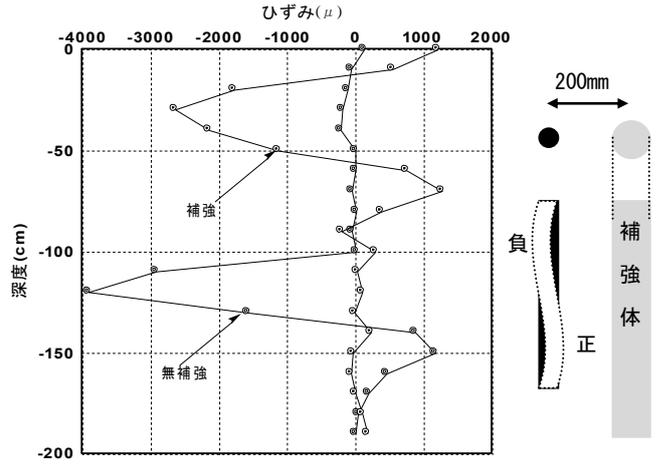


図-6 側方ひずみの深度分布



(i) 無補強地盤 (ii) 補強地盤
写真-3 載荷試験後の地盤状況 (千葉県野田市)

5. 結論

本試験結果から以下のことが明らかになった。

- ・エコジオ工法で築造した補強体により支持力補強が可能である。
- ・補強体の地盤補強効果は、原地盤の非排水せん断強度 c_u と比例関係にある。
- ・補強体が載荷時に影響を受ける範囲は、地盤面から 1m 程度であり、長さ 2m 以上であれば支持力増加に寄与しない。

<参考文献>

- 1) 神村ら：柱状碎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,pp793-794,2010
- 2) 尾鍋ら：碎石地盤改良機（エコジオ）による地盤改良効果の検証,第 45 回地盤工学研究発表会概要集,pp791-792,2010
- 3) (社)地盤工学会編：地盤調査の方法と解説,pp495-504,2004
- 4) 山口柏樹：土質力学(前改訂),pp253-268,1984