

株式会社 テノックス 上 周史
 (財)鉄道総合技術研究所 館山 勝
 東急建設 株式会社 田村 幸彦
 株式会社 テノックス 福田 厚生

1. はじめに

従来の棒状補強土工法は、基本的には地盤を削孔し空洞をつくり、その空洞を埋めるモルタル注入、引張り芯材の挿入という工程で引張補強体を構築して地盤を補強してきた。また、その基本的補強のメカニズムは、棒状補強体と地山との摩擦抵抗力にあり、大きな摩擦抵抗力が得られるほど補強効果が高くなる。しかし、削孔という、地盤に空洞を作る作業は、同時に空洞周辺の地山を不安定にし、孔壁の保持という観点から、空洞の径を極端に大きくすることができない。筆者らは、これらの問題を解消するためにセメント系の攪拌混合土（コラム体）を斜面に構築し、引張芯材を中心に配置することにより、空洞を作ることなく、摩擦抵抗力を大きく取ることができる大径補強体の構築方法の開発に着手した。今回、攪拌混合補強体の施工実験を実施したので、その一部を報告する。

2. 施工法の概要

攪拌混合補強体は、鉛直方向の地盤改良として既に実用化されている攪拌混合工法を、斜め方向に打設し、引張芯材を挿入して構築する。施工機械はアースアンカー施工用のベースマシンにコラム体施工用の特殊ヘッド（共廻り防止翼装備）、ロッドを装着させたものを用いた。芯材は従来、鋼棒を用いていたが、永久構造物としての使用を考慮して、ビニロン素材のFRPロッドを用いた。このFRPロッドは、図1に示すように、リブ付き直径6mmの単ロッドを7本接着剤で束ね、付着強度が増すように表面積を大きく取っている。

施工は、図2に示すように、①機械のセット→②掘進・攪拌・注入→③先端部練り返し・注入→④芯材の挿入・先端定着→⑤引抜き・攪拌（正転、逆転の2種）・注入→⑥表面処理の順序である。⑤の工程で芯材は残置され、かつ、そこは引き抜かれたロッドの部分であり、セメントミルクが注入されるため、芯材の周りはソイルセメントではなくセメントミルクで置き替わることで、大きな付着強度が得られる。

図1 ビニロンFRPロッド（6D-7，機クラレ製）

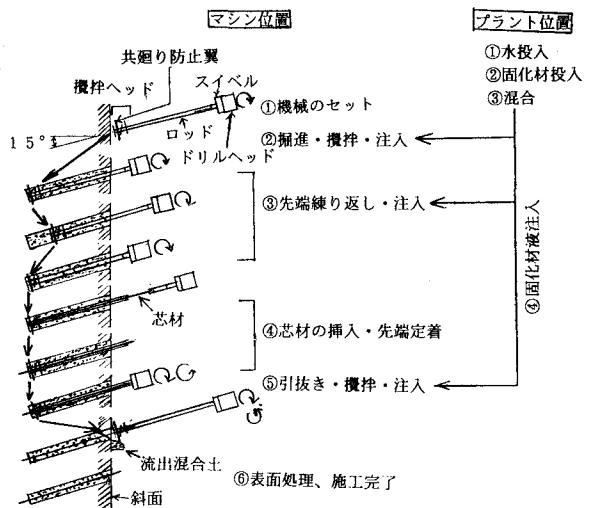


図2 施工手順

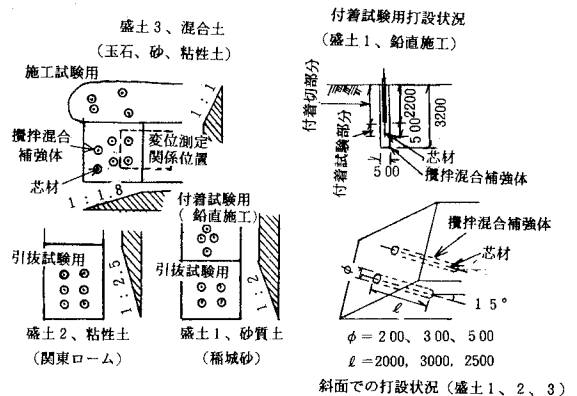


図3 実験盛土と攪拌混合補強体の打設状況

3. 施工実験

施工実験は、図3に示す3盛土の緩斜面を利用して行なった。本工法の本来の使用目的は緩斜面を攪拌混合補強体で補強しながら急勾配化することにあるが、今回の施工実験の目的が攪拌混合補強体の構築方法に主眼を置いているため、急勾配化しながらの施工はしなかった。盛土1は砂質土（稲城砂）、盛土2は粘性土（関東ローム）、盛土3は混合土（玉石、砂および粘性土）で構築されており、築後3年半を経過している。砂質土斜面、粘性土斜面での施工は、攪拌混合補強体構築後、引抜き試験を、砂質土盛土面では芯材の付着試験を実施するために、図3に示す形状で攪拌混合補強体を構築した。

また、混合土斜面では、土被りが薄い場合（法肩からコラム体の上端までの距離が25cm、打設角度は水平から -15° ）の施工に伴う盛土天端の変形を測定した。また、ここで施工した攪拌混合補強体は掘り出して、形状、断面、混合状況、芯材位置を調査した。

4. 実験結果

図4は、施工に伴う変形の計測位置断面と平面並びに作業工程に沿った計測時期を示したものである。図5は攪拌混合補強体の径が50cmのときの図4に示した位置、時期で計測した盛土天端の隆起・沈下を作業工程に従って整理したものである。図によると、沈下している状況は皆無である。隆起が生じる作業工程は掘進2m～練返し終了時までである。そのときの変位量は最大で2cm程度であるが、引抜きの工程で半分に低下している。また、変形が生じているのは、法肩から奥行1m以内の拘束圧が低い領域であり、1.5mの地点ではほとんど変形が生じていない。

写真1は、混合土斜面において施工2日後に掘り出した攪拌混合補強体の出来上がり状況の写真である。芯材は補強体の中心にあり、補強体には欠損もなく、堅固に出来上がっているのがよくわかる。

5. あとがき

今回の実験は、概して問題無く施工でき、土被りが薄い（法肩で25cm）位置での施工でも盛土には大きな変位は認められ無かった。また、芯材が中心に入った堅固な補強体を造成できた。ただし、施工手順において、芯材挿入毎にロッドを切り離し押し込み、再度つなぐ工程に時間と労力を要したが、その後、一工程で芯材挿入が可能となるよう施工方法および施工機械を改良し、施工性の改善を図ってある。今後、専用機の開発により更に施工性を高める予定である。

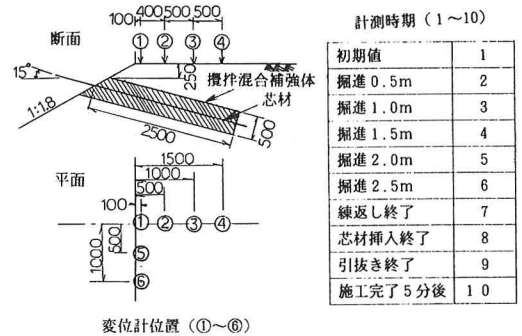


図4 変位計測位置（盛土3）と計測時期

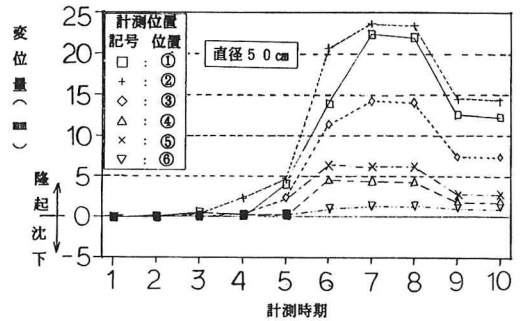


図5 盛土天端の変位量



写真1 掘り出した攪拌混合補強体