第III部門

2026年9月4日(金) 13:00 ~ 14:20 | 1号館3階305（北海商科大学）

斜面⑥

座長：前田 和徳（岡部）

13:20 ~ 13:30

[III-467] 地下水位上昇に対するフィット筋工法の補強効果の検討

*梶山 慎太郎[1]、菊原 大空[1]、西村 淳[2]、城間 敏夫[3]、金城 孝[4] (1. 山梨大学、2. 前田工繊産資株式会社、3. 株式会社 南城技術開発、4. 株式会社 トラスト工業)

キーワード：フィット筋工法、補強土工法、地下水位、画像解析

本研究では，補強土工法の中でも安価で施工が容易かつのり面緑化も期待できるフィット筋工法に着目した．鉄筋挿入型の補強土工法は補強材単体の補強原理は明らかになっているものの，補強材同士の相互作用や，複合体としての補強効果等は明確になっていない．そこで，本研究では，切土にフィット筋工法を採用したことを想定し，地下水上昇に対するフィット筋工法の補強効果について模型切土の変形挙動から評価した．結果，フィット筋を模擬した実験は無補強の模型切土と比較し，模型切土崩壊までの時間が長くなり，補強効果が確認された．また，のり枠工を模擬した実験と比較し，変形が徐々に進行しており破壊が延性的になることが示唆された．

© 2026 Japan Society of Civil Engineers

地下水位上昇に対するフィット筋工法の補強効果の検討

山梨大学　正会員　○梶山　慎太郎
山梨大学　非会員　菊原　大空
前田工繊産資株式会社　正会員　西村　淳
株式会社　南城技術開発　正会員　城間　敏夫
株式会社　トラスト工業　非会員　金城　孝

１．はじめに　斜面崩壊の対策として，補強土工法が挙げられる．補強土工法の中でも安価で施工が容易なものとして鉄筋挿入型の補強があるが，本研究では，のり面緑化も期待できるフィット筋工法[1)]に着目した．フィット筋工法は主に切土に適用される工法で，鉄筋を直接のり面に打設する．鉄筋は頭部にフックホルダーが取り付けられ，基本的に格子状に配置される．のり面の縦方向にホールディングバーを設置し，複数の鉄筋でホールディングバーを押さえつけることで高強度マットを固定し，のり面の土の緩みや抜け落ちを防止している．また，高強度マットには不織布を含むジオグリットを使用することで，緑化が可能となっている．一方で，鉄筋挿入型の補強土工法と同じく，補強材単体の補強原理[2)]は明らかになっているものの，補強材同士の相互作用や，複合体としての補強効果等は明確になっていない．そこで，本研究では，切土にフィット筋工法を採用したことを想定し，地下水上昇に対するフィット筋工法の補強効果について変形挙動から評価した．

２．実験方法　実験は図-1 に示す様に模型切土で行った．模型切土には豊浦砂を使用した．模型切土のサイズは高さ 200mm，天端幅 260mm，勾配 51°とした．模型切土は 50mm 毎 6 層に分けてタンパーで突固めて勾配 30°で作製し，その後 51°となるように砂を除去した．模型切土ののり肩に所定の荷重を与えた状態でタンクの位置を 20 分おきに上昇させることで地下水位を上昇させた．模型切土が破壊に至らない場合は，水位を 290mm に上昇させた後，20 分経過した時点で終了とした．初期荷重は，予め補強材を挿入していない状態（無補強）の模型切土に対して載荷実験を行い，模型切土破壊時の平均値 808N を基に，載荷によって模型切土が破壊しない 667N とした．実験中の模型盛土の変形はレーザー変位計および一定間隔で撮影した画像から画像解析を行い評価した．模型切土の補強については，図-2 に示すように，フィット筋工法を模擬したもの（以下，フィット筋実験）と，のり枠工を模擬したもの（以下，のり枠実験）で行った．また，比較のために無補強での実験も行った．補強材は直径 3mm のステンレスの寸切りボルトを模型切土への挿入量約 60mm が確保できる長さで切断し，頭部にナットを瞬間接着剤で固定して作製した．フィット筋実験では，ゴムシートに穴を開け，表面にワッシャーを張り付けることでホールディングバーを模擬した．この穴に寸切りボルトを電動ドライバーで回しながら直接模型切土に挿入した．よって，フィット筋実験ののり面は，寸切りボルトに張り付けた

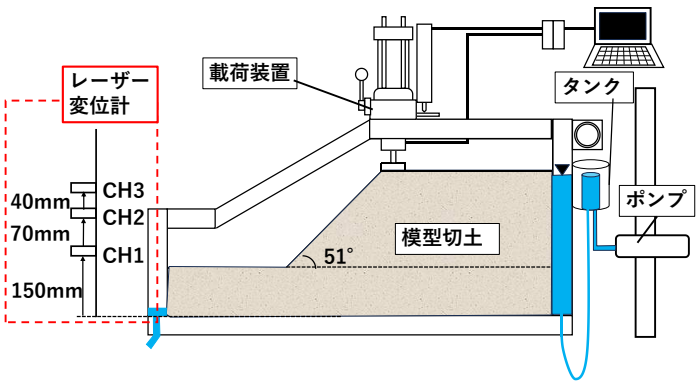

図- 1 実験装置概観

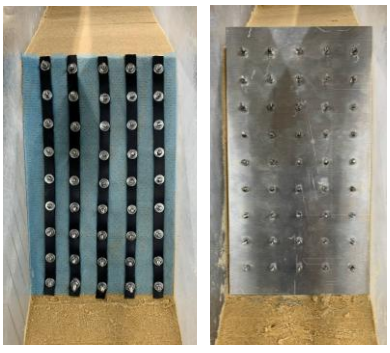

図- 2 フィット筋実験(左)とのり枠実験(右)の様子

キーワード　フィット筋工法，補強土工法，地下水位，画像解析
連絡先　〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11
山梨大学大学院総合研究部 skajiyama@yamanashi.ac.jp

© Japan Society of Civil Engineers

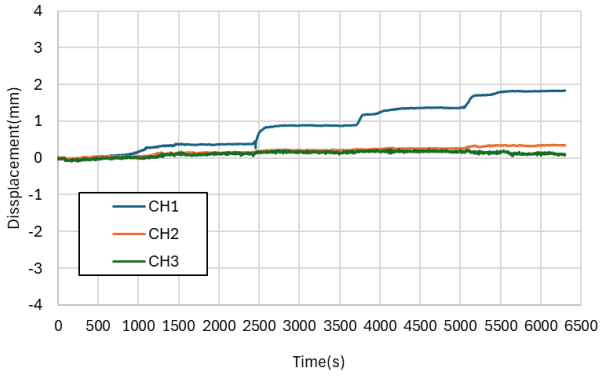

図-3　側方変形の経時変化（フィット筋実験）

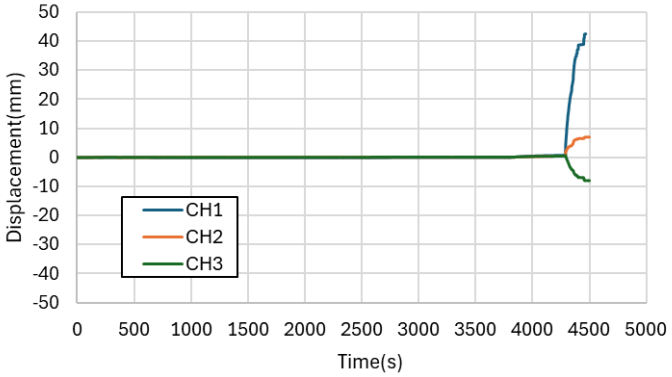

図-4　側方変形の経時変化（のり枠実験）

ナットでゴムシートを押さえつける機構となっている．一方で，のり枠実験は，アルミ板に穴を開けナットを接着し，そのナットに寸切りボルトを差し込んで締めることですべての寸切りボルトが固定される機構となっている．

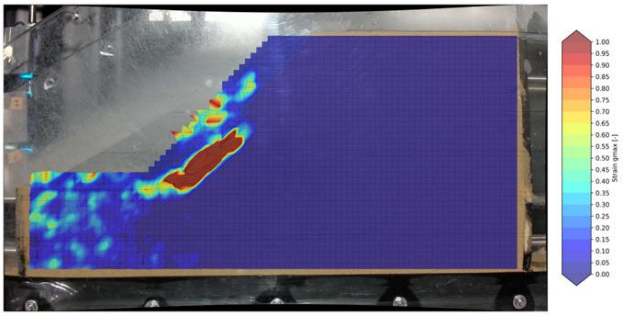

図-5　フィット筋実験終了後のコンター図

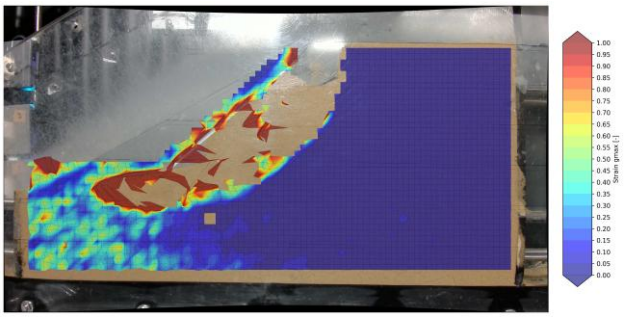

図-6　のり枠実験終了後のコンター図

3．実験結果　今回の実験では，フィット筋実験は破壊に至らず，無補強では地下水位を 150mm に上昇させた 10 分後，のり枠実験では地下水位を 250mm に上昇させた 10 分後に崩壊した．これらにより，フィット筋を模擬した補強材頭部を表面工と結合しない機構の補強材でも，水位上昇に対して補強効果を発揮することが明らかとなった．以下，紙面の都合上，フィット筋実験とのり枠実験の結果を示す．実験中の側方変位の経時変化について，フィット筋実験の結果を図-3 に，のり枠実験の結果を図-4 に示す．図中の値は，レーザー変位計に近づく方向に移動すると正，離れる方向への移動で負の値を示す．図より，フィット筋実験では，徐々に変位が増加している様子がわかる．一方で，のり枠実験では，約 4200 秒まではレーザー変位計では変位が認められず，その後急速に変位が増加していることがわかる．実験終了時のフィット筋実験およびのり枠実験の PIV 解析による初期状態からの累積最大せん断ひずみのコンターを図-5，図-6 にそれぞれ示す．なお，最大せん断ひずみが 1.0 以上は赤色となっている．また，メッシュ節点の変位が比較画像の探査領域に対して大きすぎる箇所は解析不能箇所としてメッシュの要素を消去している．コンター図からも，フィット筋実験に対してのり枠実験の方が最大せん断ひずみが大きい箇所が大きく，さらに解析不能箇所が多くあることから，模型切土内部においても急速な変位が生じていることがわかる．これは，今回ののり枠実験では，水抜き処理を行っていないため，のり枠によって地下水位が模型切土内部から排水されず，模型切土内の有効応力が低下したためと推察される．一方，フィット筋実験では，のり面全面から排水が可能であったため，のり枠実験と比較して変形が小さかったものと考えられる．以上の結果から，フィット筋工法では地下水位上昇に対しても補強効果が期待でき，また延性的な破壊になる可能性が示唆された．

4．結論　地下水位上昇に対するフィット筋工法の補強効果について，フィット筋実験を無補強とのり枠実験の比較から得られた知見を以下に示す．1. 無補強と比較し，模型切土崩壊までの時間が長くなり，補強効果が確認された．2. のり枠実験と比較し，変形が徐々に進行しており破壊が延性的になることが示唆された．

参考文献　1) フィット筋工法研究会，フィット筋工法【地山補強・法面保護】〔設 計 要 領〕(案)，2022.
2) 公益社団法人地盤工学会，地山補強土工法設計・施工マニュアル，地盤工学会, 2011.

© Japan Society of Civil Engineers