

アルミ棒積層体傾斜実験による短繊維補強メカニズムの解明

名古屋工業大学 学生会員 ○ 堀 智之
 名古屋工業大学大学院 学生会員 山口 智世
 名古屋工業大学 正会員 前田 健一

1. はじめに

近年、短繊維で地盤を補強する短繊維補強土工法が多く用いられている。一般的に、短繊維を土中に混合することによる粘着力増加によって補強効果を発揮するとされているが、実際の補強メカニズムは未だ明らかにはされていない。他方、土中の短繊維の配向・曲げ剛性・量などの要因によっても補強効果は変化するとされている。そこで、本研究では、短繊維の物性や挿入方法が補強効果に与える影響の検証を目的とし、二次元実験モデルを用いて補強メカニズムの考察を行った。

2. 実験概要

アルミ棒積層体を用いた模型実験を行った(図-1)。アルミ棒積層体は直径 1.6mm と 3.0mm を重量比 3:2 で混合し作成したものである。傾斜台を低速・一定速度で傾斜させることでアルミ棒積層体を崩壊させた。その様子をハイスピードカメラで撮影し、PIV 画像解析を行った。また、短繊維を模した補強材として、アルミ棒をポリエステル繊維ですだれ状に編んだものを用いた。直径 1.6mm、3.0mm の 2 種類(それぞれ S、L と呼ぶこととする)、補強材の長さとしては 5cm と 10cm の 2 種類の計 4 種類用意した(図-2)。補強材の挿入角度は斜面表面を基準として反時計回り正で値をとる。なお、本実験においては移動領域面積と単位体積重量を乗じたものを移動土砂量とし、この値が最大の時を崩壊、その時点の斜面傾斜角度を崩壊角度と定義している。



図-1 実験装置

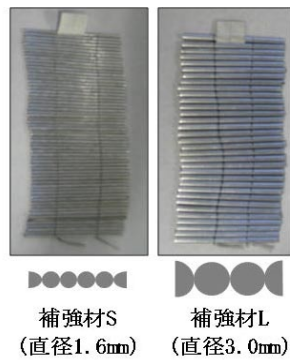


図-2 補強材

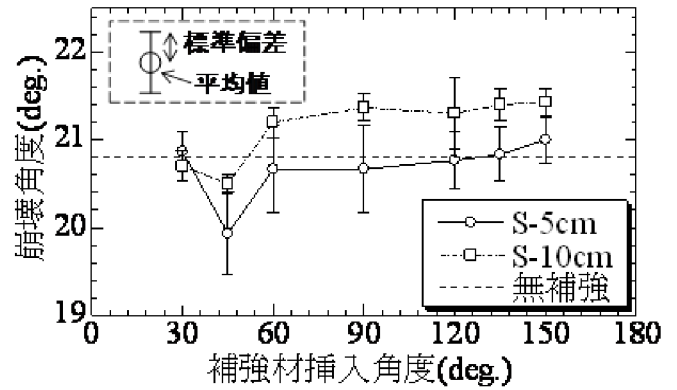


図-3 配向が崩壊角度に及ぼす影響(補強材 S)

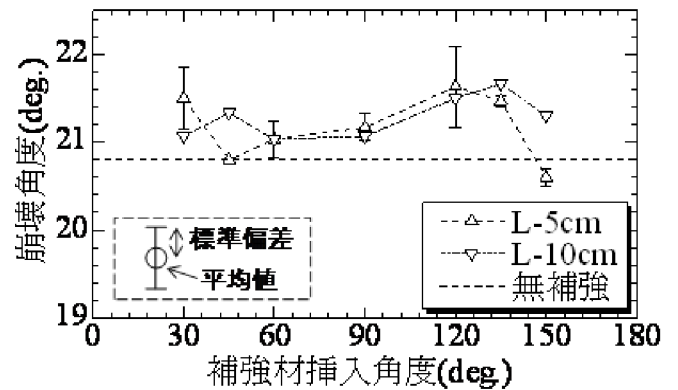


図-4 配向が崩壊角度に及ぼす影響(補強材 L)

3. 実験結果及び考察

3-1. 配向が崩壊角度に及ぼす影響

補強の条件を補強材枚数：1 枚、挿入位置：斜面中央とし、斜面に対する挿入角度を 30、45、60、90、120、135、150° の条件で変化させた。

図-3 と図-4 を比較すると S、L それぞれにおいて補強材の長い方がより高い補強効果を示している。崩壊時の画像を確認したところ、補強材が無補強時の滑り深さよりも短い場合、表層から発生する流れによって補強材が流されていた。したがって、補強効果を期待するには滑り深さ以上の長さが必要であると言える。

配向と土圧の関係を考察した場合、135° に比べて 150° はより斜面表面に平行に近く、上載圧が小さくなるため、補強効果が低くなることは既報²⁾に

詳しい。しかし、今回の実験では S の補強材ではその傾向が見られない。地盤材料の粒径と補強材の粗度の関係によって抵抗が変化することが考えられ、これが補強効果を左右することが予想される。

大別すると補強材の挿入角度が 60° 以下と 90° 以上では崩壊時の土砂移動における補強材の挙動が異なっていた(図-5)。 90° 以上では崩壊土砂移動が終了に至るまで直線的な形状を維持することで引張補強材としての効果を発揮している。一方で、 60° 以下では滑り始めにおいて堰のような働きをしているが、補強材の曲げ剛性がほとんどないため、耐えきれずに土砂移動方向と平行な向きになってしまうと考えられる。

3-2. 補強材混入量がせん断位置に及ぼす影響

補強材を S-10cm、斜面に対する挿入角度を 135° とし、補強材の枚数を無補強(0枚)・1・3・5枚で変化した。挿入位置は斜面中央の補強材を中心軸として均等に配置した(図-6)。

図-6 において色が変化している部分は最大せん断ひずみ速度が算出された位置を表しており、この部分でせん断が生じ、斜面が崩壊している。ここで、崩壊した領域の内部に着目してみると、無補強時は表層に集中し、せん断変形しなからずすべのに対し、1~3枚時では変形する領域は深部へ移り、5枚時は3枚時とあまり変化がないことがわかる。最大せん断ひずみ速度が領域内部に分布していないということは、補強材によって領域内部が拘束されていることを表している。したがって、補強材1枚あたりが持つ拘束範囲が補強材混入量の増加に伴って一体化することでその拘束範囲を拡大していくが、その関係には上限が存在するということが明らかにできた。

3-3. 補強位置が崩壊形態に及ぼす影響

補強材を S-10cm、斜面に対する挿入角度を 135° 、補強材の枚数を3枚とした。法先からの位置によって low・middle・high の3エリアに分け、うち1エリアのみを補強し、崩壊形態を観察した(図-7)。

いずれも無補強時より高い強度を発揮したが、その崩壊形態には違いが見られた。middle は3-2節の補強材3枚時と同様に斜面全体にわたって円弧状に崩壊した。一方で、low は斜面下部を拘束する効果を発揮しながらも、斜面上部の崩土に飲み込まれる場合があった。また high の崩壊後の斜面形状は、

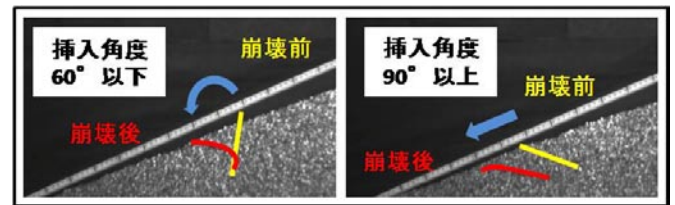


図-5 挿入角度による変形挙動の違い

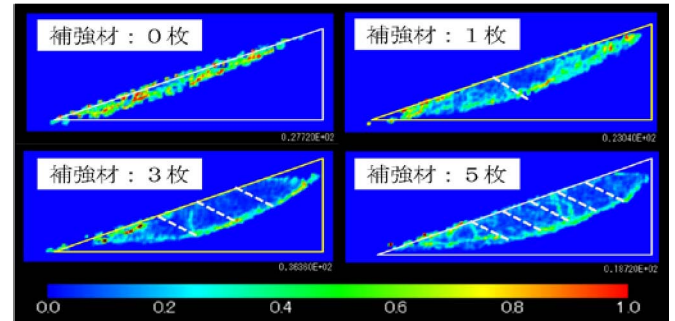


図-6 崩壊時の最大せん断ひずみ速度分布

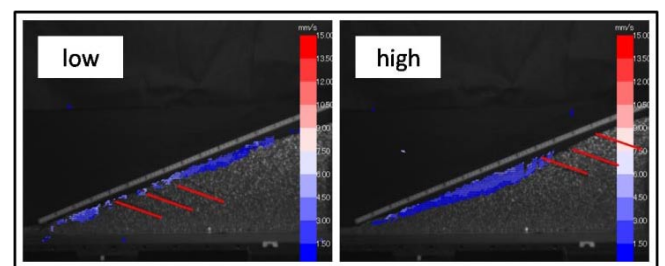


図-7 補強位置による崩壊挙動の変化(速度分布)

斜面下部のみが流れたことで局部的に急な斜面が新たに発生しており、2次崩壊の可能性が高いことが明白であった。

4. おわりに

今回の実験では、補強材の混入量と拘束効果の関係に上限が存在することを可視化して示せたことなど、いくつかの成果を得ることができた。今後は考察を裏付けするための検証実験を行うとともに、三次元実験を行うことで短繊維による補強メカニズムの更なる解明を進める。

<参考文献>

- 1) 松岡元, 杉山要一郎: 粒状体斜面の崩壊機構とそれに基づく補強方法に関する一考察, 土木学会論文集 No.505, pp.141-149, 1994
- 2) 前河亮太, 松本崇, 山口智世, 前田健一: ファイバーで補強された斜面表層の流動挙動, 第44回地盤工学研究発表, pp.483-484, 2009
- 3) 建設省土木研究所: 混合補強土の技術開発に関する共同研究報告書-短繊維混合補強土工法技術マニュアル-, 平成9年3月