

自然斜面に適用した鉄筋挿入工法に関する一考察

斜面安定・自然斜面・模型実験

東京農工大学 正会員
 (財)林業土木施設研究所
 日鐵建材工業(株) 正会員

中村浩之
 井上孝人
 岩佐直人

1. はじめに

近年、自然斜面上の森林が有する斜面安定効果を考慮し、樹木や森林土壌を残したままで斜面を安定化させるための工法として鉄筋挿入工法が注目され、採用されるようになってきた。鉄筋挿入工法は補強材と土砂との相互作用により補強力が発揮されると考えられているものの、自然斜面の地盤特性を考慮した鉄筋挿入工法の安定メカニズムについては不明確な点が多い。一方鉄筋挿入工法を設計する場合には、一般的に切土を対象とした設計法¹⁾が参考にされていることが多い。しかしこれらの設計法は比較的固い地盤を想定しているため、自然斜面のような軟らかい地盤に鉄筋挿入工法を適用する場合には様々な問題があると考えられる。

筆者等は、自然斜面上の鉄筋挿入工法の安定メカニズムを明らかにするための調査研究²⁾を行っているが、自然斜面上の鉄筋挿入工法の挙動を整理する場合、地盤の密度による効果の違いを確認する必要があると考え、今回地盤密度を変化させた模型実験を行い、その結果を踏まえて地盤が緩い場合の鉄筋挿入工法の安定メカニズムについて考察した。

2. 実験概要

実験方法の概要を図 2-1 に示す。実験装置は下部土槽と上部土槽からなり、下部土槽土槽の一端を徐々に持ち上げると、上部土槽が滑動する構造である。図 2-2 に補強材の配置を示す。下部土槽天端の鋼板の所定の位置に補強材を垂直に取り付け、その後上部土槽を設置し、図 2-3 に示す粒度分布の鹿沼産の山砂 ($\phi=36.7^\circ$ 、 $c=0.9\text{kN/m}^2$) を厚さ 10cm ずつ投入して、所定の地盤条件で厚さ 30cm に地盤を作成した。その後補強材頭部に支圧板を設置(この際支圧板を 1mm 沈下させている)した後、下部土槽の片方をチェーンブロックにて持ち上げ、吊り角度 1° ごとに上部土槽の移動量・図中 と の補強材のひずみ(図 2-4 参照)・支圧板沈下量・斜面表面の変状を計測した。補強材、支圧板は、寸法のみ 1/10 とし表 2-1 に示す仕様とした。また地盤条件を表 2-2 に示すが、変形係数及び補強材との周面摩擦抵抗は、それぞれ平板載荷試験、引き抜き試験結果より求めた値である。

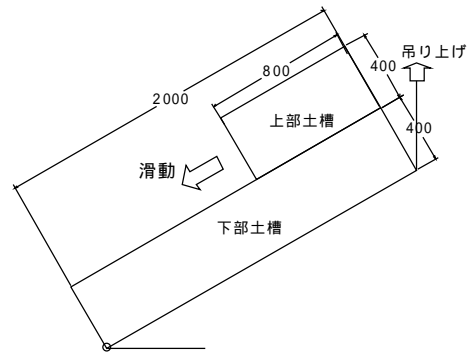


図2-1 実験方法の概要

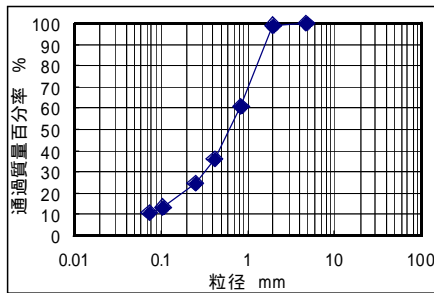


図2-3 試料土粒度分布

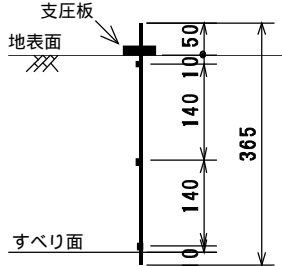


図2-4 補強材のひずみ計測位置

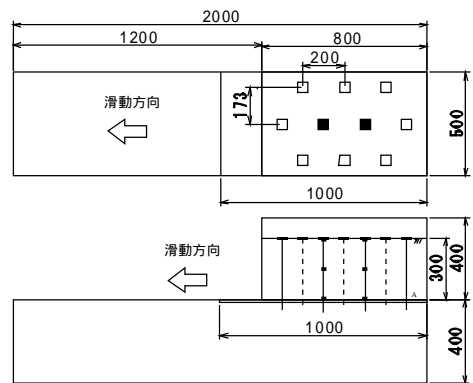


図2-2 補強材の配置

表2-2 地盤条件

	密度	含水比	変形係数	補強材との周面摩擦抵抗
密な地盤	15 kN/m ³	5 %	3500 kN/m ²	0.015 N/mm ²
緩い地盤	13.75 kN/m ³	5 %	1000 kN/m ²	0.005 N/mm ²

表2-1 補強材・支圧板の仕様

補強材	外径3mmりん青銅(接着剤で山砂付着)
支圧板	5cm × 5cm 板厚5mm

Considering about the the reinforcing method with steel bar to apply to the natural slope,Hiroyuki Nakamura (Tokyo univercity of agriculture & technology),Takato Inoue(Forest civil engineering Facilities Reserch Institute),Naoto Iwasa(Nippon Steel Metal Products)

3. 試験結果

図3-1に移動量30mm(移動量の移動層厚に対する割合10%)までの、各地盤条件における吊り上げ角度と上部土槽移動量との関係を示す。同一移動量における吊り上げ角度(抑止効果)は、密な地盤においては小さな変位量で大きな抑止効果を発揮できる。一方緩い地盤では、密な地盤と同程度の吊り上げ角度の効果(抑止効果)を發揮するには、密な地盤より大きな移動量が必要であることがわかる。

図3-2に、各地盤条件の移動量5mm、10mm、20mm付近における補強材の深さ方向の曲げ応力分布を示す。密な地盤と緩い地盤における曲げ応力分布の形態はほぼ同じであるが、緩い地盤では補強材中央部において密な地盤より若干大きめの応力が発生している。図3-3は、同様の条件における軸応力分布を示すが、緩い地盤では軸応力は小さいのに対し、密な地盤では軸応力が大きく、密な地盤では地盤と補強材との摩擦による効果が強く発揮されていると考えられる。したがって全抑止力が、曲げによる抑止力と軸力による抑止力の和であると考えられる。密な地盤では全抑止力に対する軸力による抑止力の割合が大きく、摩擦に期待した安定メカニズムであると考えられる。一方緩い地盤では曲げによる抑止力に期待した安定メカニズムになると考えられる(図3-4参照)

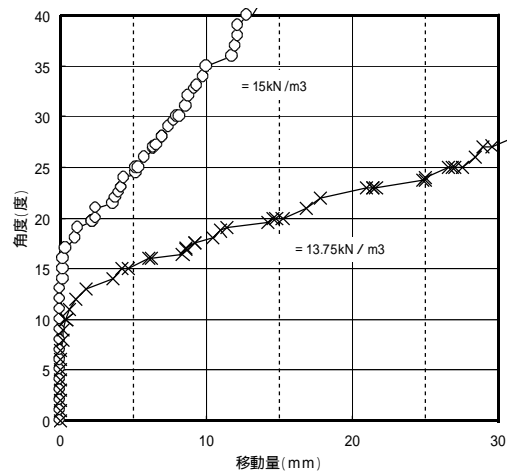
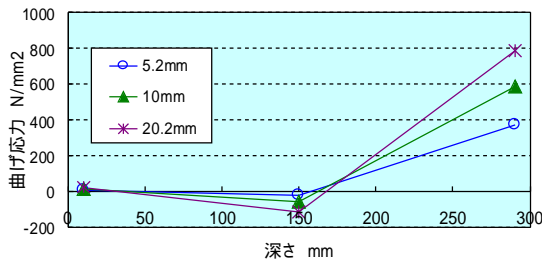
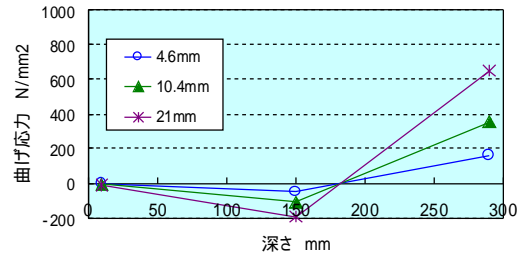


図3-1 吊り上げ角度と上部土槽移動量の関係

図3-1 吊り上げ角度と上部土槽移動量の関係

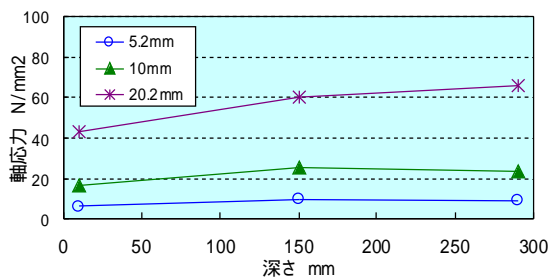


(a) 密度 15kN/m³ の場合

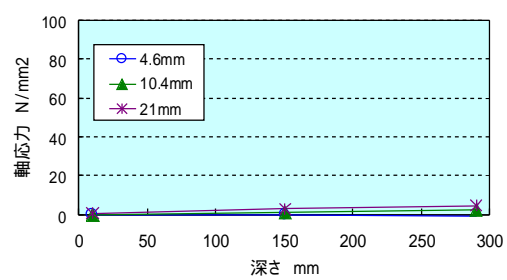


(b) 密度 13.75kN/m³ の場合

図3-2 主な移動量における補強材の曲げ応力分布比較



(a) 密度 15kN/m³ の場合



(b) 密度 13.75kN/m³ の場合

図3-3 主な移動量における補強材の軸応力分布比較

4. まとめ

切土のり面及び自然斜面の地盤条件を想定して実施した密な地盤と緩い地盤における鉄筋挿入工法の模型斜面実験結果を踏まえて、自然斜面のような緩い地盤に適用する鉄筋挿入工法の安定メカニズムについて考察した。その結果切土のり面のような密な地盤では軸力の影響が支配的であるのに対し、自然斜面のような緩い地盤では、曲げの影響を無視することはできないことがわかった。

<参考文献>

- (1) 例えば切土補強土工法設計・施工指針, 日本道路公団, 2003
- (2) 中村・Nghiem・井上・岩佐, 自然斜面に適用した鉄筋挿入工法の安定メカニズムとその適用例, 豪雨時の斜面崩壊のメカニズムおよび危険度予測に関するシンポジウム発表論文集, pp149 ~ 156, 2003

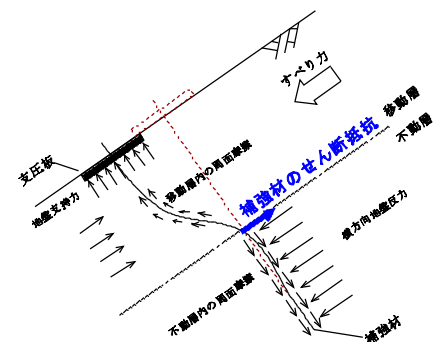


図3-4 自然斜面における鉄筋挿入工法安定メカニズムの概要