

東京農工大学  
 (財) 林業土木施設研究所  
 日鐵建材工業(株)

中村浩之  
 井上孝人  
 ○加藤貴章 岩佐直人

1. はじめに

森林には、表層崩壊防止等の防災機能、CO<sub>2</sub> 吸収源という地球環境保全機能、野生生物の生息空間維持等の生物多様性維持機能、水源涵養機能の他、森林景観という文化的な機能を有しており、山地が多く平野が少ない我が国においては、これら森林の有する機能を無視することはできない。しかしこれまでは、斜面を安定化させるために森林を除去して対策が施されていたが、近年の景観環境に対する意識の高まりとともに森林を残して斜面を安定化させる工法が採用されるようになってきている。

特に鉄筋挿入工法は、その構造が簡単で経済的であることから、切土のり面だけでなく自然斜面にも適用されているが、土塊が軟弱な自然斜面に適用する場合には様々な問題があると考えられる。そのため筆者らは、これまで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を解明するための研究<sup>(1)</sup>を進めてきたが、今回鉄筋挿入工法の頭部をワイヤロープ等で連結する方法について、崩壊土塊内におけるこの頭部連結効果の定量的効果を把握するために、模型斜面実験を実施したので、その結果について報告する。

2. 実験概要

実験状況を写真 2-1 に示すが、実験土槽は下部土槽 (2m × 0.5m × 0.4m) の一端を徐々に持ち上げると、土槽天端の鋼板 (1m × 0.5m × 板厚 9mm) 上を上部土槽 (0.8m × 0.5m × 0.4m) が滑動する構造である。

図 2-1 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、鹿沼産の山砂 (φ<sub>cp</sub>=36.7°、c=0.9kN/m<sup>2</sup>) を厚さ 10cm ずつ投入して、湿潤単位体積質量 13.75kN/m<sup>3</sup> (含水比 5%) になるように 30cm の厚さで地盤を作成した。その後補強材頭部に支圧板を設置し、さらに支圧板を 1mm 沈下させ、3本の補強材頭部を1本のワイヤロープで、地表面に接触しないように連結して所定の初期張力を与えた後、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④と⑦の補強材のひずみ(図 2-2 参照)・ワイヤロープ張力・支圧板沈下量・斜面表面の変状を計測した。なお移動量が 100mm になった時点、または変位を制御できなくなった時点で実験を終了した。試験条件を表 2-1 に示す。

補強材、支圧板及びワイヤロープは、寸法のみ 1/10 とし、表 2-2 に示す仕様とした。また山砂を接着剤で付着させた補強材の周辺地盤との周面摩擦抵抗は 0.075N/mm<sup>2</sup> である。

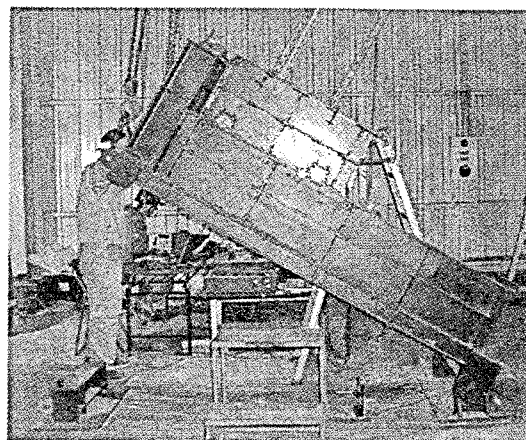


写真 2-1 実験状況

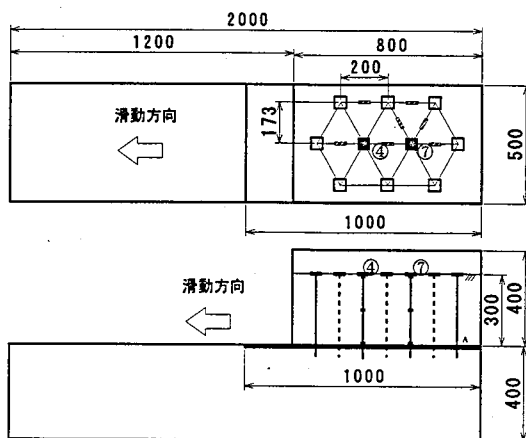


図 2-1 補強材の配置

表 2-1 試験条件

試験条件	内容
case-1	無補強
case-2	支圧板のみ
case-3	支圧板+頭部連結(初期張力1N)
case-4	支圧板+頭部連結(初期張力3N)

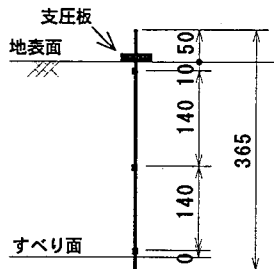


図 2-2 補強材のひずみ計測位置

表 2-2 補強材・支圧板・ワイヤロープの仕様

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
ワイヤロープ	径0.81mm SUS304 破断力0.63kN

### 3. 試験結果

図 3-1 に吊り上げ角度と 100mm までの土槽移動量との関係を示す。無補強の場合は、角度 13 度に達した時点で一気に滑る。支圧板のみの条件では、吊り上げ角度が大きくなるとともに移動量が大きくなるが、一気に滑ることはない。一方頭部をワイヤロープで連結した条件は、いずれも移動量 5mm 程度までは支圧板のみの条件とほとんど差は見られない。しかしその後はワイヤロープで連結した条件の角度が大きくなり、移動量が 10mm より大きくなると、その差がより明確に現れ、ワイヤロープで連結した場合の抑止効果が高くなる。ワイヤロープの初期張力の影響は、移動量が 35mm を超えてから現れ、初期張力 1N の場合は、勾配が徐々に小さくなって、移動量 60mm 付近で支圧板のみの条件とほぼ同一になるのに対し、初期張力 3N の場合は、ほぼ同一勾配で増加しており、ワイヤロープの初期張力を大きくした場合がその効果を維持できることがわかる。

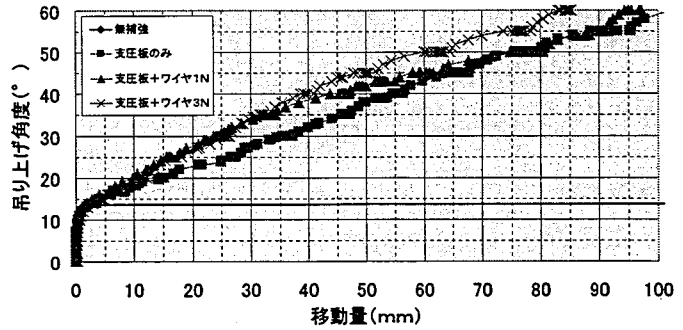


図 3-1 吊り上げ角度と上部土槽移動量の関係

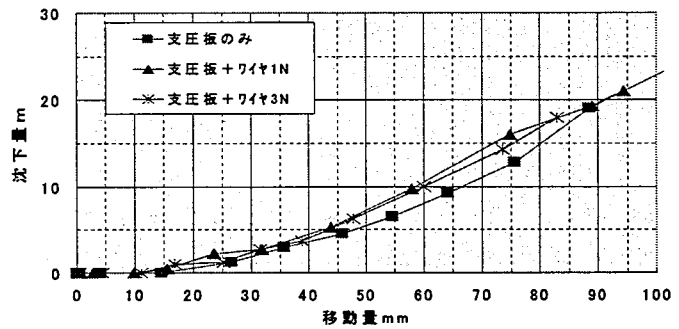


図 3-2 支圧板平均沈下量と上部土槽移動量の関係

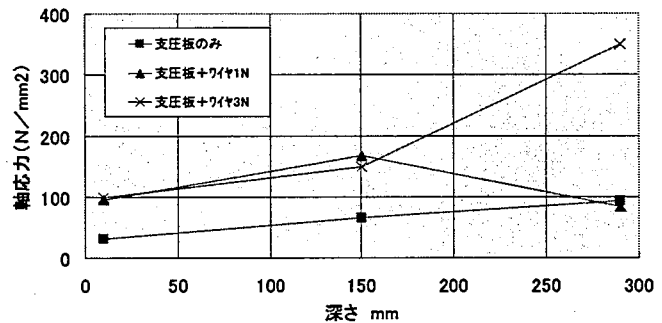


図 3-3 補強材⑦ 軸応力分布 (移動量 30mm)

図 3-2 は、補強材⑦の支圧板沈下量と土槽移動量の関係を示している。移動量 40mm 付近までは、各条件とも同程度の沈下量であるが、40mm 以上でワイヤロープで連結した場合がやや沈下量が多い。したがって、図 3-1 における挙動の違いを支圧板だけの沈下からは説明できない。図 3-3 は移動量 30mm における補強材⑦の深さ方向の軸応力分布を、補強材の頭部条件別に表したものであるが、補強材頭部をワイヤロープで連結した条件の軸応力が、支圧板のみ条件より 2 倍程度大きい。ワイヤロープの初期張力の違いは、補強材頭部付近では明確な違いは見られないものの、すべり面付近で初期張力 1N の場合で軸応力が小さくなっている。すべり面付近で軸応力が小さくなるのは、補強材の曲げによる影響と考えられるが、初期張力 3N の場合では見られない現象である。頭部連結による補強材の軸力増加の要因としては、地盤のグイリタツの影響・補強材頭部の回転抑制等いくつか考えられるものの、本実験結果からは断定することができず、今後の課題である。

以上より、自然斜面のような比較的柔らかい地盤に鉄筋挿入工法を施す場合は、支圧板だけでなく補強材頭部をワイヤロープで連結する方法がより抑止効果が発揮され、それは軸力の増加効果として評価できると考えられる。

### 4. まとめ

鉄筋挿入工法において、補強材頭部をワイヤロープ等で連結することによる崩壊土塊内の効果を定量的に把握するために、模型斜面実験を実施し、その結果以下のことが判明した。

- ①補強材頭部に支圧板を設置し、さらにワイヤロープで連結することにより、補強効果が向上する。
- ②ワイヤロープで連結する効果は、補強材頭部付近の軸力増加効果として評価できる。
- ③ワイヤロープの初期張力の違いは、移動量 35mm 程度まではほとんど現れない。またその違いは、頭部連結による抑止効果の持続として評価できると考えられる。

#### <参考文献>

- (1)例えば、中村・Nghiem・井上・岩佐・加藤，自然斜面に適用した鉄筋挿入工法の設計法に関する検討—その 2—，平成 14 年度砂防学会研究発表会概要集，pp224～225，2002