O-004

自然斜面に適用した鉄筋挿入工法の降雨時地盤における効果について

東京農工大学 中村浩之
(財)林業土木施設研究所 井上孝人
日鐵建材工業㈱ ○岩佐直人、Nghiem Minh Quang

1．はじめに

近年地球環境に対する意識の高まりとともに斜面安定対策においても斜面上の樹木を可能な限り残した状態で斜面の安定化を図る工法が採用されつつあるが、特に構造が簡単で経済的であることから、従来切土のり面に主に採用されてきた鉄筋挿入工法が着目されている。しかし表層土が軟弱な自然斜面における鉄筋挿入工法の安定効果については不明確な点が多いことから、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を進めてきている。その結果、自然斜面における表層土のような地盤条件では、補強材の曲げ補強効果・支圧板による効果があることを確認し、これらを考慮した設計手法を提案している(1)。また鉄筋挿入工法の頭部をﾜｲﾔﾛｰﾌﾟ等で連結することにより、さらなる抑止効果が発現することを確認している(2)。

一方降雨時には、自然斜面内の土塊重量の増加・サクションの消失・間隙水圧の増加等によって土塊が不安定化し崩壊に至ると考えられているが、降雨時における鉄筋挿入工法の効果については不明確なことが多い。そこで今回降雨によって不安定化した土塊がすべり面に沿って崩壊する際の鉄筋挿入工法の安定効果を把握することを目的にして、降雨時地盤（飽和度が高い地盤）における模型斜面実験を実施した。本報文では、その結果のうち主に頭部連結効果について報告する。

2．実験概要

図 2-1 に本実験で使用した実験装置の概要を、また写真 1 に実験状況を示す。実験装置は上下２段の鋼製の土槽からなり、また移動層底面が、電熱線が組み込まれた底板６枚から構成されており、移動層底面に塗布したワックスを所定の熱量によって溶融させることにより、すべり面が形成でき、全体崩壊・部分崩壊を発生させることができるという特長を有している。下記に実験手順を示す。

①土槽を水平に設置し、不動層用土槽（下部土槽）内に土砂（0.85mm 以下に粒度調整した鹿沼産の山砂）を投入し所定の密度（含水比 5%、15.9kN/m^3）で締固めた。

②不動層地盤上に補強材を設置し、移動層底板を設置した後、移動層底板にワックスを厚さ 5mm で塗布する。その後移動層土槽（上部土槽）を設置し、壁面摩擦の影響をなくすために壁面にグリースを塗布したアクリル板を設置した後、含水比 29%に調整した土砂を、高さ 30cm の位置に設置した目合い 5mm のふるいから自由落下させて、厚さ 20cm になるように投入し（密度 18.1kN/m^3、飽和度 85%）、24 時間放置した。

③その後補強材頭部に表 2-1 に示す支圧板やワイヤロープ（初期張力 3N）、計測機器類を配置した後、土槽の端部をチェーンブロックで吊り上げて、斜面勾配 25° に設定した後、電熱線のスイッチを入れ、経過時間・斜面変位量等を計測した。なお移動層土塊が崩落した時点、または電熱線にスイッチを入れてから 16 分経過した時点で試験を終了した。

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
ﾜｲﾔﾛｰﾌﾟ	径0.81mm SUS304 破断力0.63kN

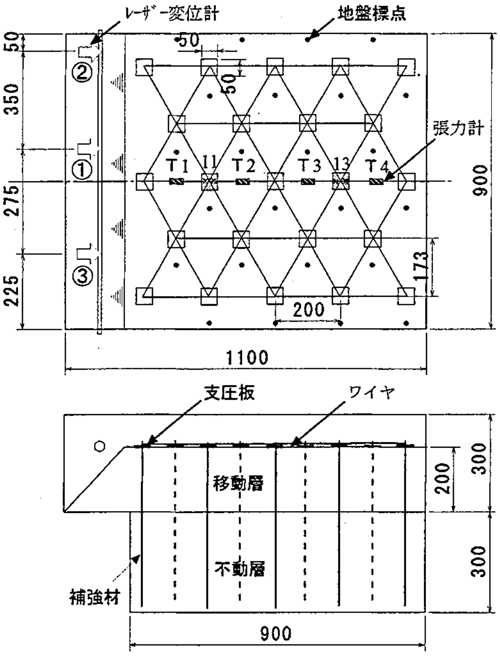


図2-1 実験装置の概要

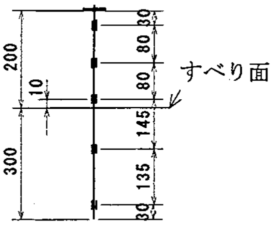


図2-2 補強材ひずみ計測位置

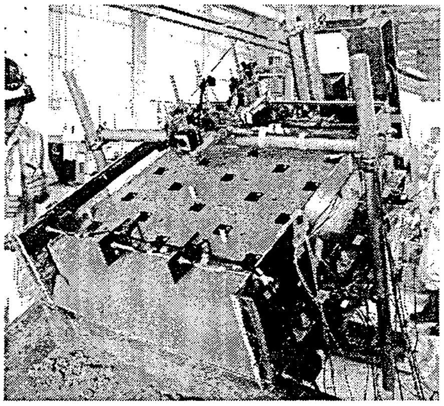


写真1 実験状況

３．試験結果

図 3-1 に電熱線にスイッチを入れた瞬間から 300 秒までの土塊移動量（変位計①の値）と時間との関係を示す。

無補強の場合は、約 100 秒後からすべり始め、その後徐々に変位量が増大し 135 秒を超えた時点で土塊が斜面末端部より崩落した。補強材頭部に支圧板のみを取り付けた条件では時間の経過とともに移動量が増加するが、無補強時と異なり一気に移動することはなく、土塊の移動を抑制している。なお移動量が 25mm を超えた時点から移動量がさらに抑制されていく点は興味深い現象である。補強材頭部に支圧板を取り付けさらにワイヤロープで連結した条件では、すべり始める時期が遅くなるが、その後は支圧板のみの場合と同様の関係である。

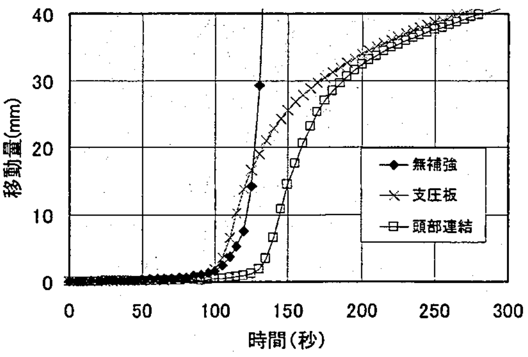


図3-1　土塊移動量と時間の関係

図 3-2 は、補強材の頭部を連結した条件における、ワイヤロープの張力と時間との関係を示す。図 3-1 の頭部連結の条件と照合してみるとワイヤロープの張力は、土塊の移動し始めよりやや遅れて増加しはじめる。その後移動量の増加が小さくなる約 190 秒後より張力の増加も小さくなる傾向にある。また、T4 の張力は他の張力より小さい。

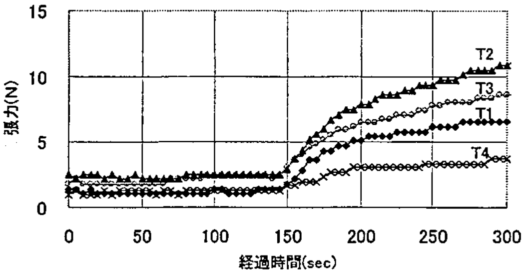
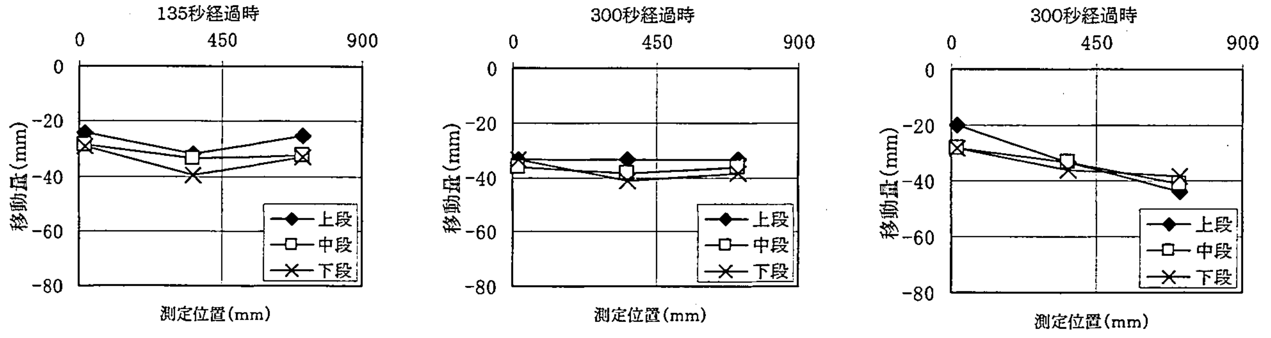


図3-2 ワイヤロープ張力と経過時間の関係

図 3-3 は各時間における地盤標点の位置を示している。無補強の場合下段（最も斜面末端側の標点）の移動量が大きく、前述したように 135 秒を超えた時点で崩落した。補強材を挿入した各条件の 300 秒後の変位計①の値は図 3-1 に示したようにほぼ同じであるが、図 3-3 では、支圧板だけの条件と比較して頭部を連結した条件の地盤標点の上段・中段・下段のバラツキが小さい。なおこの傾向は時間の経過に伴い顕著になる。以上より、頭部連結効果は補強材個々の動きを連結材によって拘束し（その結果張力が増加する）、補強材を挿入した範囲を一体化する効果と考えられる。



(a) 無補強　(b) 支圧板　(c) 頭部連結

図3-3　地盤標点移動量

４．まとめ

降雨時には、間隙水圧の上昇に伴って斜面下部から飽和度が徐々に上昇し、最終的には斜面下部から崩壊することが知られているが、鉄筋挿入工を自然斜面に施すことで不安定土塊の移動を抑制するとともに補強材頭部を連結することにより、補強材を挿入した範囲を一体化させ、一気に崩壊させない効果、すなわちねばりのある斜面にする効果があることがわかった。

今後は、自然斜面に適用する鉄筋挿入工法を確立するために、提案設計法に関する更なるデータの蓄積、鉄筋挿入工を施した斜面の調査を行うことにしている。

<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.

(2) 中村・井上・岩佐・加藤，自然斜面に適用した鉄筋挿入工法の頭部連結効果に関する実験的研究，平成１６年度砂防学会研究発表会概要集，pp～，2004.