

1 研究の目的

近年の環境、景観に対する意識の高まりの中で、急傾斜地においても樹木や森林を残したままで斜面を補強する鉄筋挿入工法が検討されている。¹⁾ 本研究ではこのような森林土壌のような軟弱な斜面に対して施工される鉄筋挿入工法について、頭部に設置される支圧板に着目して、室内模型実験を行うことで、支圧板の補強効果を明らかにする。

2 実験装置、方法

実験装置は、不動地盤を想定した下層土塊と崩壊土層を想定した上層土塊からなっていて、下層が高さ 26cm、長さ 68cm、幅 41cm、上層が高さ 24cm、長さ 39cm、幅 27cm のプラスチック製の箱である。下層土塊として単位体積重量が 1.2tf/m^3 になるようにソイルセメント（成田砂にポルトランドセメントを重量比で 10% 混合したもの）を締め固めて用い、上層土塊として成田砂を単位体積重量が 1.5tf/m^3 になるように締め固めて用いた。すべり面には抵抗が一定になるようにビニールシートをした。補強材としてリン青銅製で長さ 50cm、 $\phi 3\text{ mm}$ の丸棒を用い、補強材の周囲には地盤との接触面でグラウトの効果を表現するためにエポキシ系接着剤で成田砂を接着した。実験の手順は、下層土塊の中に補強材を挿入し、約 24 時間放置してソイルセメントを固化させ、上層土塊を設置した。ジャッキにより実験槽の一端を傾斜角 1 度ずつ持ち上げ、上層土塊を滑らせた。計測項目は、実験槽の傾斜角、その傾斜角での上層土塊の変位量、補強材に発生する歪みである。実験の条件は(1)支圧板の大きさを变化させた実験、(2)支圧板の締め付けを行った実験、(3)補強材の打設角を变化させた実験である。使用した支圧板はいずれも正方形で、(1)、(2)の実験で用いた支圧板は一辺の長さが 1、3、5 cm の 3 種類である。(3)の実験では 3 cm 角の支圧板を用いた。また比較のために支圧板をつけていない実験も行った。実験はそれぞれについて 3 回ずつ行い、うち 1 回には補強材に 6 cm 間隔で 6 ヶ所に歪みゲージを貼り付け、補強材の曲げ歪みを計測した。

3 結果、考察

実験より、土槽の傾斜角度とその角度での上層土塊の変位量との関係が得られる。ここで補強材に作用している力を補強力とすると、補強力は上層土塊に作用する斜面下向きの力（実験装置の傾斜角から計算される）からすべり面の摩擦抵抗力をひいた値とすることが出来る。

すべり面の摩擦抵抗力を求めるために、補強材のない状態で実験（以下無補強実験とする）を行い、図-1 に示すような関係図が得られる。無補強実験において、斜面下向きの力がすべり面の摩擦抵抗力とつり合っていると考えると、図-1 において矢印で示された部分を補強力とする

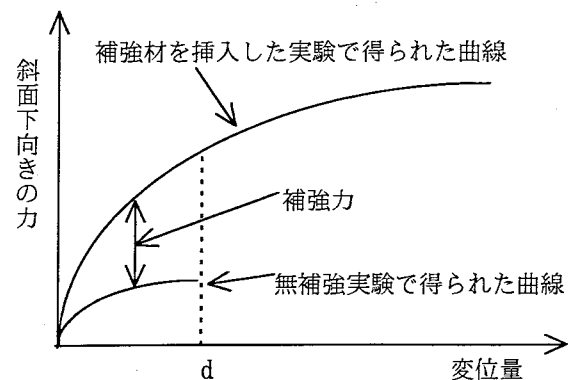


図-1 補強力の概念図

ことが出来る。ただし、無補強実験で上層土塊が滑り落ちてしまった後（図-1において、変位量がdよりも大きい部分）については、無補強実験で上層土塊が滑り落ちた時の傾斜角から摩擦係数 μ を求め、補強力Rを、 $R = W \sin \theta - \mu W \cos \theta$ （Wは上層土塊の重量、 θ は実験槽の傾斜角）として計算した。

以上のように計算された補強力と上層土塊の変位量との関係、および、補強材の曲げ歪み測定から得られたモーメント、せん断力の分布図から以下のようなことが分かった。

(1) 支圧板の大きさを変化させた実験

支圧板の大きさに関わらず、上層土塊の変位量が大きくなるにしたがって補強力は増加している。1 cm角の支圧板を除いて、支圧板が大きくなると補強力が大きくなる傾向がある。また支圧板が大きくなると補強材に作用するモーメントは上層土塊内で小さくなっていった。この実験から、支圧板が補強材の頭部にあることで補強材頭部の沈み込みを抑制し、補強材の軸力として支圧板の効果が発揮されていることが分かった。

(2) 支圧板の締め付けを行った実験

支圧板を締め付けた場合、締め付けを行っていない実験と比較すると、上層土塊の変位量が小さい段階でより大きな補強力を発揮している。変位量が大きくなった段階では補強力の増加量に差が見られなかった。締め付けのない実験と比較すると、支圧板を締め付けた方が補強材に作用するモーメントはすべり面の上下で大きくなっている。この結果から、支圧板に締め付けを行った場合、補強材の頭部のすべり方向への変位を抑制する作用がより強く現れ、補強材が持つせん断抵抗力を大きく引き出すと考えられる。

(3) 補強材の打設角を変えた実験

打設角が45°で支圧板をつけた実験では、補強材をすべり面に対して鉛直に打設した実験、打設角が45°で支圧板をつけていない実験と結果を比較すると、打設角を45°に設定したことで補強材に働く軸力が増加し、軸力の増加は支圧板の効果であることが分かった。打設角が30°で支圧板をつけた実験では、補強力は補強材をすべり面に対して鉛直に打設した実験よりも大きく、また補強材に作用するモーメントは打設角が30°で支圧板をつけていない実験よりも大きな値を示している。したがって、打設角が30°で支圧板をつけた実験では支圧板をつけたことにより補強材の頭部の変位を抑制する効果が現れ、補強材の持つせん断抵抗力が大きく引き出されたと考えられる。

一般に鉄筋挿入工法において補強材の効果は、補強材と地盤との接触面での摩擦抵抗力（軸力方向）と、補強材の持つ曲げ剛性によるせん断抵抗力で評価することが出来ると考えられている。²⁾

今回の実験結果から、支圧板の補強効果は補強材頭部の変位を抑制することで発揮され、補強材の持つ補強効果の双方に影響を与えていることが分かった。

今回の実験結果では、打設角が30°で支圧板をつけた実験が、補強材の持つ補強効果を一番大きく発揮させていたが、今後は支圧板が補強材の補強効果に与える影響を考慮して、どのような条件で補強材の補強力を効率よく引き出せるのかを考察し、土壌層で覆われた斜面での鉄筋補強土工法の設計方法を確立したい。

参考文献

- 1) 岩佐直人、市村正彦、中村浩之、笹原道之(1996)樹木を保全した斜面安定工法に関する実験的検討、第36回治山研究発表会概要集 p 113,114
- 2) 中村浩之、正野光範(1995)鉄筋補強土工法による斜面補強効果の理論的研究、新砂防(201)、p3~10