

1. 研究の目的

鉄筋補強土工とは、切土のり面に対し、ドリルで削孔し、鉄筋補強材を挿入してグラウトを注入し固定することにより小規模な崖崩れや崩壊の防止をするものである。これは施工が容易で、工費も安く済むという長所がある(図-1)。

しかし、鉄筋補強土工法は新しい技術で、その斜面補強機構はまだ明らかではなく、設計方法は確立されていない。簡易な補強力計算式、模型実験や現場実験を通して経験的に施工されているのが現状である。鉄筋補強土工法の理論的な設計方法が確立されれば、切土斜面や緑地斜面のより合理的な設計、工事が可能になる。

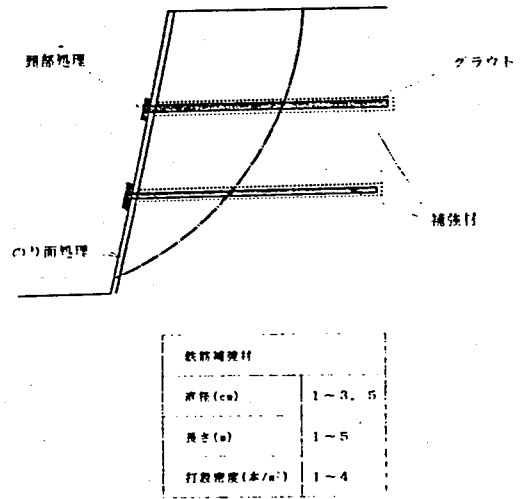


図-1 鉄筋補強土工法

中村・加藤(1993)は、樹木根系の斜面補強効果に関する理論式を導いた。そこで本研究ではこの理論式を鉄筋補強材に応用することにより、鉄筋の斜面補強効果を明らかにし、鉄筋補強土工を用いた斜面の理論的な設計方法を確立することを試みる。

2. 研究方法

(1)補強材(鉄筋)の補強力を求める理論式において補強力に影響のあるパラメータを様々に変化させ、その時の補強力の変化を比較することで、補強力の性質を明らかにする。

(2)モデル斜面に対する安定解析を行い、鉄筋補強斜面の設計法について述べる。

3. 補強力の性質について

すべり線を十分に貫いた補強材は地盤が移動することにより変形をうける。その時補強材には曲げ剛性に起因するせん断補強力 $S(y)$ と補強材と地盤との間の摩擦力に起因する補強力 $P(y)$ が生じる。補強材の補強力 R とはこの2つの和 ($R = S(y) + P(y)$) である(図-2)。

理論式により補強材補強力を計算してみると補強力 R は摩擦力に起因する補強力の影響を強く受け、せん断補強力は影響が小さいことが分かる。

また補強材の補強力 R について補強材直径、周面摩擦係数、地盤変形係数、すべり面内部摩擦角との関係を調べたが、特に補強材直径、周面摩擦係数の影響は強く、重要なパラメータであることがうかがえる。施工にあたっては、十分な摩擦抵抗力を得るような工夫が重要であるといえる。

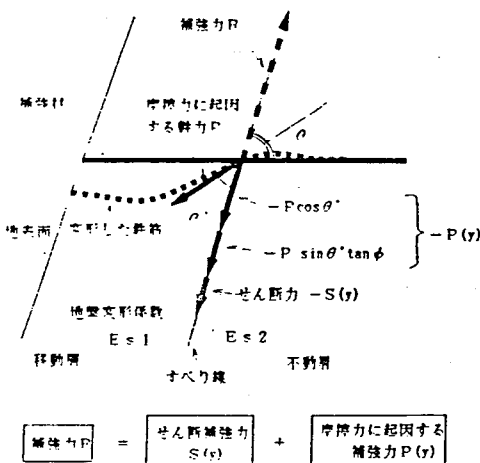


図-2 補強力発生機構

4. 鉄筋補強されたモデル斜面の解析例

補強材の配置が斜面の安定度上昇に与える影響を調べるために、モデル斜面に対する解析を行った。モデル斜面に対する解析にあたり、理論式の精度を確認するために、補強土工に関する模型実験について解析を試みた。模型実験は日本道路公団試験研究所の協力によるものである。

理論式により模型実験を評価する際に、本研究では補強材の引き抜けを考慮した計算と、複数の補強材が発揮する補強効果の計算法について考案している。その結果、実験結果と理論式の解析の結果はおおむね類似し、理論式をモデル斜面解析に用いることに問題はないと考えられる。

以上のことに基づいて3種類のモデル斜面に対し補強材の挿入位置の異なる各5パターンについて解析を行った。解析では引き抜け、地盤の変位を考慮している。3種類のモデル斜面とも補強材の位置による影響は、ほぼ類似した結果となった。それによると、(i)すべり土塊の下部に配置された補強材が最も効果が高い、(ii)すべり線を十分に貫けない短い補強材は効果が弱い、ということが言える。これらは根入れ長の長短、すべり線と補強材がなす角によって、ほぼ説明できる(図-3)。

この結果、斜面設計は、斜面下部に重点をおいて補強材を配置することが望ましいということになる。

また、同一のモデル斜面について、現在一般的に用いられている簡易な方法(補強材とグラウトおよびグラウトと地山の付着力、補強材の許容引張り力より単純に補強力を評価する)で設計すると、理論式による解析より、補強力を過大に評価する傾向がみられた。つまり、今回の理論式は安全側の評価をしていることになる。

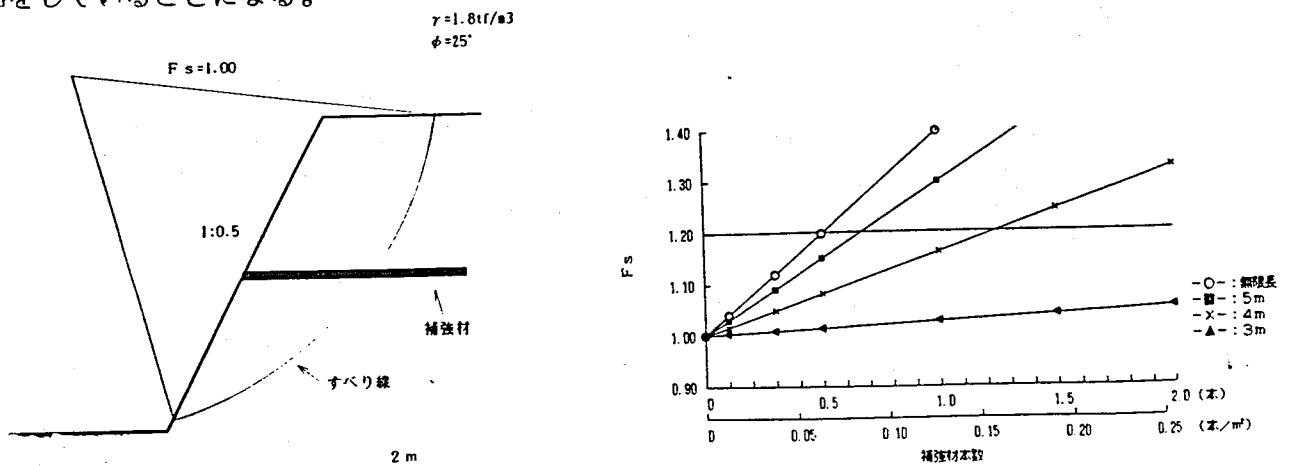


図-3 モデル斜面と解析結果例

5. まとめ

以上の研究により、補強力の性質が明らかになった。モデル斜面解析は、1本の補強材の補強力に関するものであった理論式補強力を、複数本斜面に配置した時の斜面の安定度への影響を評価することができ、鉄筋補強土工法による斜面の設計法を示すことができたと考える。

鉄筋補強土工法は施工性、経済性などの点から非常に応用性のある工法であり、道路のり面はもちろん緑地斜面、林道のり面にも有用であると考えられる。