

林野庁
長繊維緑化協会
東京農工大学
ライト工業(株)

○斎藤 絵理
高橋 徳
石川 芳治
大内 公安

1. はじめに

近年、のり面・斜面安定工法にはのり面・斜面の安定のみならず景観の保全、環境の保全も強く望まれている。これに対応する工法として補強土工の一種である長繊維混入補強土一体緑化工法(図1)がある。この工法は長繊維を砂とセメントの混合物に混入させてのり面に吹き付けて補強土層(のり面工)を作成し、さらにアンカーバーも設置することにより、補強土層とアンカーバーの協同によりのり面の安定を図る工法である。のり面・斜面の全面緑化が可能である。

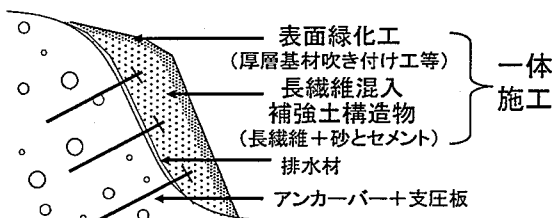


図1 長繊維混入補強土一体緑化工法の模式図

しかし、本工法は補強土工法の設計の際に一般的に用いられる「切土補強土工法設計・施工指針」(日本道路公団編)に基づく評価は十分に行われていない。同指針ではのり面工(補強土)の補強効果を力学的に評価するためにのり面工低減係数 μ というパラメータを設定している。 μ 値が1.0に近いほど補強材(アンカーバー)間の中抜けが起こり難く、のり面工が分担できる補強効果が大きく、アンカーバー等の補強材が少なくて済むため、結果として施工性や経済性において有利になる。そこで本研究は、長繊維混入補強土一体緑化工法ののり面工としての効果を室内模型実験により検討し、その特徴を明らかにすることを目的とする。

2. 実験方法

実物の1/5スケールで室内模型実験装置を製作した。図2に実験装置の概要を示す。上枠と下枠の間をせん断面とし、アンカーバー(直径3mm、りん青銅製)

をせん断面に対して垂直に、平面的には千鳥格子状に設置し、のり面表面に長繊維混入補強土(のり面工)を施工した。のり面の傾斜を徐々に増加させ、土の自重により上枠と下枠の間でせん断を起こさせた。その際、アンカーバーに作用する引張り荷重を引張り型ロードセルで測定した。同時にのり面方向のせん断変位量と崩壊時ののり面の傾斜も測定した。実験ケースと実験条件を表1に示す。実験に用いた土(まさ土)の物性値を表2に示す。

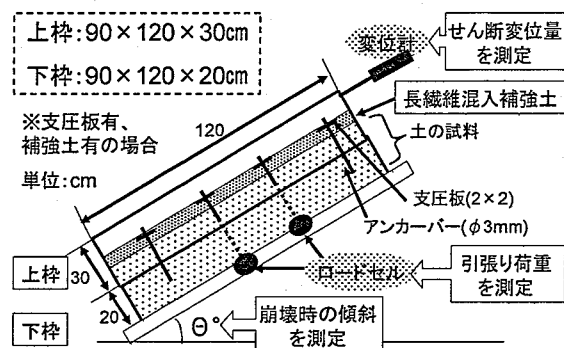


図2 実験装置の概要(側面図)

表1 実験条件一覧表

実験ケース	アンカーバーの設置間隔	支圧板	長繊維混入補強土(厚さ)	備考
Run1	30cm	×	×	支圧板無
Run2	30cm	○	×	支圧板有
Run3	30cm	○	4cm	補強土 4cm
Run4	30cm	○	8cm	補強土 8cm
Run5	20cm	×	×	支圧板無
Run6	20cm	○	×	支圧板有
Run7	20cm	○	4cm	補強土 4cm
Run8	20cm	○	×	コンクリート張工 3cm

表2 実験に用いた土の物性値

Uc	Uc'	D ₅₀ (mm)	土壌硬度(mm)	ρ_t (g/cm ³)	ρ_d (g/cm ³)	w(%)
9.98	1.21	2.15	3.58	1.62	1.52	6.75

3. 実験結果と考察

実験ケースごとのせん断変位量と引張り荷重の関係を図3に示す。変形の初期段階では徐々にせん断が進むにつれて引張り荷重が増加し、変位量30mm前後でせん断速度が急速に増大して崩壊に至る。支圧板無(Run1, Run5)、有(Run2, Run6)では土砂の中抜けによる崩壊が観察された。補強土有(Run3, Run4, Run7)およびコンクリート張工(Run8)では中抜けが起こらず、上枠内の土砂は一体となって滑動した。補強土およびコンクリート張工は中抜けの防止効果が高いと考えられる。

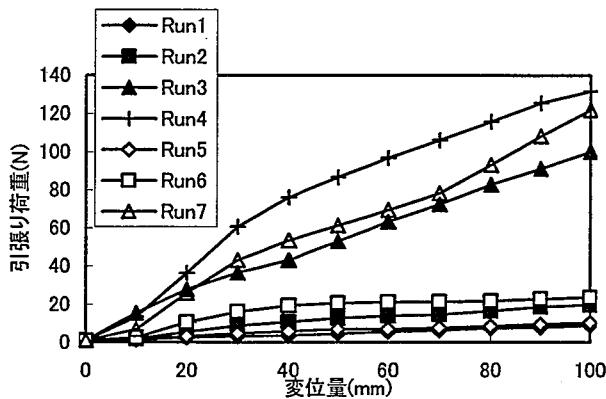


図3 せん断変位量と引張り荷重の関係

のり面保護工の種類に関して比較すると、引張り荷重は支圧板無、支圧板有、補強土4cm、補強土8cmの順に大きくなる。長繊維混入補強土は土の表面を拘束し、アンカーバーと協同して補強力を発揮すると考えられる。アンカーバーの設置間隔が引張り荷重に与える影響は小さい。しかしながら崩壊時ののり面の傾斜(図4)の違いからアンカーバーの設置間隔が小さいほどのり面の安定効果が高い傾向が認められる。

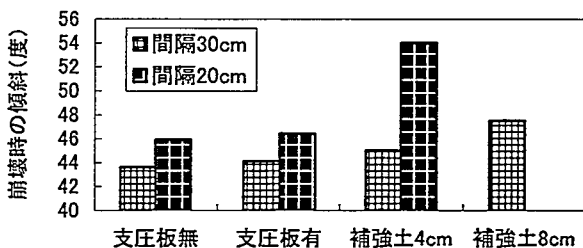


図4 各実験ケースの崩壊時の傾斜(角度)

補強土工法ののり面工低減係数 μ の算出式を以下に示す。

$$\mu = T_0/T_{1pa} = (T_{1pa} - T_t) / T_{1pa}$$

ここで、 T_t : のり面工無しの場合の引張り力=周面摩擦力、 T_{1pa} : のり面工有りの場合の引張り力、 T_0 : のり面工と結合部に作用する補強材引張り力である。

実験ケースごとの各変位時点での引張り荷重を基に算出したのり面工低減係数 μ の値を図5に示す。変位量40mm前後における μ 値を比較すると、支圧板有では $\mu = 0.7$ 前後である。長繊維混入補強土有では $\mu = 0.9$ 前後で、コンクリート張工の $\mu = 0.95$ と比べても遜色のない値であり、補強土は大きな補強効果を発揮していることがわかった。一方で補強土有ではアンカーバーの引き抜けが起こっていることから、設計に当っては補強土工とアンカーバーの補強力の釣り合いを適切に保つことが重要である。また、アンカーバーの設置間隔、補強土の厚さによる違いはほとんどみられず、間隔30cm、厚さ4cmでも十分な補強効果が得られることがわかった。

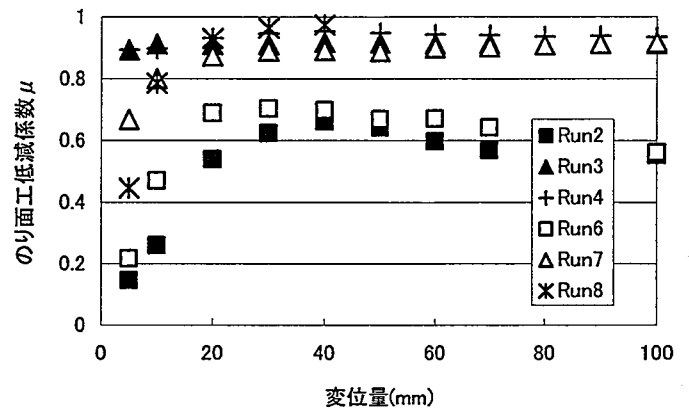


図5 各実験ケースののり面工低減係数 μ

4. まとめ

今回の実験において、引張り荷重の値は支圧板無、支圧板有、補強土有の順に大きくなる。長繊維混入補強土有の場合、のり面工低減係数 μ の値は0.9前後と大きな補強効果が得られることが分かった。

今後はのり面の土質、補強土の厚さ、支圧板の大きさ、アンカーバーの設置間隔等の実験条件をさらに変化させるとともに、現地実験も実施して適切な設計条件を検討する必要がある。

参考文献：日本道路公団；切土補強土工法設計・施工指針、p. 38~51、2002