

補強土工法における補強材の効果に関する研究

愛媛大学工学部 正 八木則男・榎明潔・矢田部龍一
同 学 伊藤秀行○渡邊晃史

1. ま え が き

補強土工法とは土の中に補強材を敷設し土と補強材の相互作用によって土塊全体の安全性や強度を確保する工法である¹⁾。従って土と補強材という異なった材料を使用する為に土質力学的な補強及び破壊メカニズムが不明確である。それを少しでも解明することを目的に簡単な平面ひずみ試験を条件を換えて数多く行なったのでここに報告する。尚、考察にあたっては本来ならば変形も考慮に入れるべきであるがとりあえずメカニズムの支配的な要素と思われる応力状態のみを考慮することとした。

2. 実験装置および方法

容積が $(40 \times 20 \times 9) \text{ cm}^3$ で外から観察できるようにアクリル板より成る実験土槽の中に図1に示すような砂(室内乾燥状態の豊浦標準砂)と補強材より成る3段の盛土を作成した。砂を約20cm上より自由落下させて軽く締め固め($e=0.8$ 程度)その上で補強材で包んでいる。本来ならば盛土自重で補強材を破壊させたいが今回作成した盛土は自重がごく小さいので補強材として比較的強度の小さい物但し物性の安定した物を選びその上で外力を与えて破壊させた。本研究では補強材として市販の模造紙を使用し、外力に関しては盛土上部に鋼製の載荷板を法面部先端より6cmの場所にその中心を合わせて置き、そこへアムスラーより圧縮ひずみ制御(3mm/min)で載荷を行なった。以上を基本条件下での実験とし、以下それぞれ異なった条件下での実験を行なった。

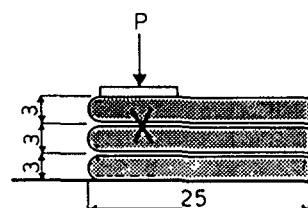


図1 実験装置概略図

3. 実験結果及び考察

最初に、載荷した際の盛土内部の応力状態の一樣性を調べる為に載荷板の幅だけを3cm、6cm、9cmと換えて実験し、その時の最大荷重 $P_{\max}$ 及び破壊形態を観察した。その結果を図2に示す。幅6cm、9cmの載荷板を使用した実験では破壊時の垂直応力 σ_v は両者ともほぼ等しく盛土内部の応力状態はほぼ一樣であると推測できる。破壊形態は載荷板中央直下(図1の×印)で2枚の紙が切断された。砂が左右に側方流動して紙と砂の間に摩擦力が発生し、それが紙の引っ張り強さを越えたと考えられる。また図2の荷重の推移より紙は全般破壊したと考えられる。幅3cmの載荷板を使用した実験では σ_v は前者と一致しない。破壊形態は紙が切断される事なしに各層がずれて大変形した。従って盛土内部の応力状態は一樣でないと考えられる。よって簡単の為に内部応力状態のほぼ一樣となる幅9cmの載荷板を以後基本条件の一つとした。

次に敷き込み部の紙の補強効果を調べる為にそこだけ2倍、3倍、5倍に補強(紙を重ね合わせて接着した)して実験した。その結果を図3に示す。2倍、3倍補強の実験では $P_{\max}$ は補強の倍数にほぼ比例して増加する。破壊形態は基本条件下でのものと一致した。5倍補強の実験では法面部が破壊した。

次に法面部の紙の補強効果を調べる為にそこだけ1/5倍、1/7.5倍に強度低下(パンチで紙の幅方向に穴を開け断面積を減少させた)させて盛土を法面破壊させた。その時パンチによる穴から砂が漏れるのを防ぐ為

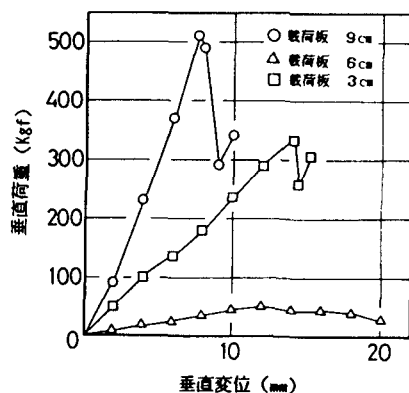


図2 載荷板幅～荷重関係

に内側から同質の紙をあてがっている。その結果も図3に示す。図3のそれぞれの P_{max} とそれに対応した紙の引っ張り強度（全般破壊強度）の関係を図4に示す。図4の白抜きの直線は任意の上載荷重における敷き込み部の紙に作用する引っ張り力を表わし、黒抜きの直線は法面部の紙に作用する引っ張り力を表わしている。これより敷き込み部の紙の補強効果は絶大であり法面部の紙の補強効果はそれに較べて小さいと考えられる。

次にその考えの一般性を確かめる為に段数だけ1段、6段と換えて実験した。6段の実験では P_{max} は1000kgfで基本条件下での実験結果のほぼ2倍、破壊形態は敷き込み部の紙が切断された。1段の実験では P_{max} は150kgfで基本条件下での実験結果のほぼ1/3倍、破壊形態は法面部の紙が切断された。従って一般的には垂直応力の分布幅に対する一層の高さの比率が敷き込み部の紙と法面部の紙の補強効果の大小を決定すると考えたほうがより正しいと思われる。

最後に法面部の紙の補強効果をより明確にする為にそこだけを除去し、エア・シリンダーに直結したアクリル板をあてがい空圧を与えて実験した（3段とも同圧）。法面部がほぼ円形であれば、そこで発揮される側圧は薄肉円筒の式で表わされ $2T/h$ となる。Tは法面部の紙に作用する引っ張り力で図4より与えられ、hは層厚である。これより基本条件下での実験で破壊直前に法面部の紙が発揮すると思われる側圧は 0.53kgf/cm^2 となる。この値を中心に数種類値を換えて実験した。その結果を図4の縦軸、横軸を応力表示直したものと合わせて図5に示す。もし応力状態のみで破壊を論ずることができるなら図中の直線とプロットされた点はほぼ重なる筈である。しかし実際は側圧を変化させても上載圧にあまり変化が見られず、また同じ側圧でもその作用のさせ方で上載圧にばらつきが出た。結局、破壊は紙のひずみ履歴にも依存していて単に応力状態のみで論ずることは不完全であると考えられる。

4. あとがき

本研究を通して破壊形態は敷き込み部の破壊と法面部の破壊の2種類が存在することが解かった。どちらの形態をとるかは層厚によって決まることも解かった。今後、破壊をより詳しく論ずる為に補強材のひずみ履歴も考慮に入れて研究していきたい。

参考文献

- 1) 土質工学会編：補強土工法、土質工学ライブラリー29、p. 3~5、1985.

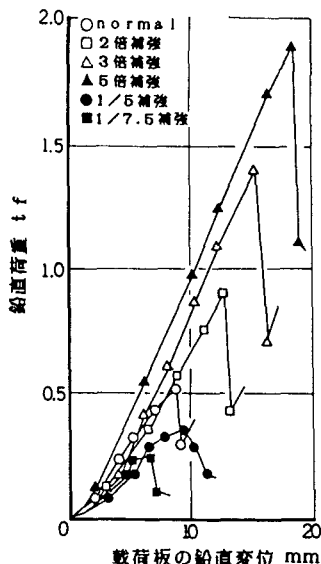


図3 変位～荷重関係

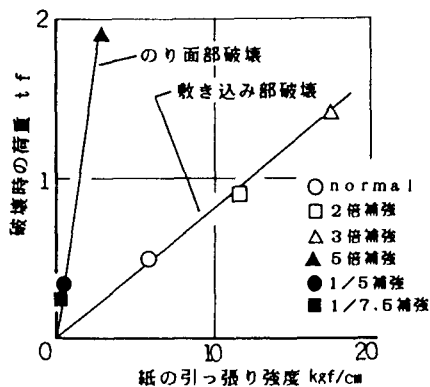


図4 紙の引っ張り強度
～破壊時の荷重関係

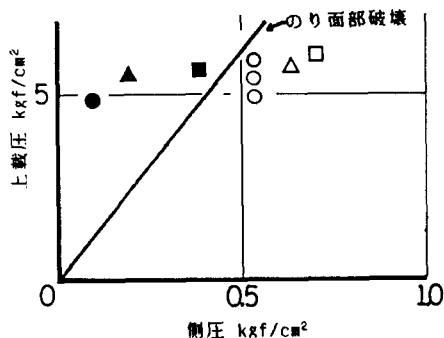


図5 側圧～上載圧関係