

帯状長繊維の引抜き抵抗特性について

山口大学工学部 正員 村田秀一 山本修三
山口大学大学院 学生員○井上正広 木村健一
岡三興業（株） 正員 小浪岳治
九州大学大学院 学生員 宮田喜壽

1. まえがき

近年、盛土工事において、コンクリート擁壁に比べ経済面や施工面において有利な補強土工法が多く用いられている。また、補強材として、スチールに代わって腐食しない、伸びの小さい化学繊維が普及してきた。本研究では、新しい補強材を用いた補強土工法^{1) 2)}の補強機構を調べるため、ポリエステル繊維をポリエチレンでコーティングした帯状長繊維の引抜き試験を行い、その引抜き抵抗特性を調べた結果について報告する。

2. 試料および実験方法

引抜き試験装置を図-1に示す。土槽は幅60cm、長さ90cm、高さ40cmである。上載圧 σ_v は、土槽上部より載荷プレートを介してラバープレッシャーバッグに空気圧を導入し載荷した。帯状長繊維（補強材）を図-2に示す。本実験に用いた補強材は、幅 $B=85\text{mm}$ 、厚さ $t=2\text{mm}$ 、破断強度 3t のもので、敷設長 $l=90\text{cm}$ とした。土中の補強材の変位は、補強材に取付けたステンレスワイヤーを土槽後端に引出し変位計によって6点測定した。本実験に用いた試料は、山口県宇部市で採取したまさ土と山口県秋穂町で採取した海砂（秋穂砂）をそれぞれ最大粒径 4.76mm 、 2.00mm に粒度調整したもので、その物性値を表-1に示す。供試体の作成は、まさ土の場合には最適含水比 $(\omega_{opt}=14.2\%)$ に調節したものをランマーで締固め度 $90\%(\gamma_r=1.64\text{t/m}^3)$ に締固めた。秋穂砂の場合には気乾状態のものを空中落下法により相対密度 $Dr=90\%, 75\%$ となるように、落下高さを調節して敷き詰めた。表-2に実験条件・試料の強度定数を示す。

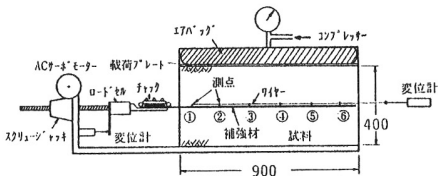


図-1 引抜き試験装置

表-1 試料の物性値

試料	比重 G_s	最大粒径 $D_{max}(\text{mm})$	均等係数 U_e	最大間隙比 e_{max}	最小間隙比 e_{min}
秋穂砂	2.623	2.00	2.10	1.071	0.660
まさ土	2.684	4.76	7.37	1.329	0.681

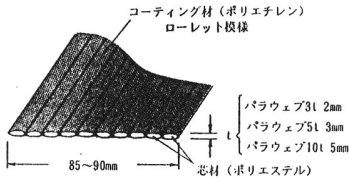


図-2 帯状長繊維

表-2 実験条件

試料	相対密度 $Dr(\%)$	含水比 $\omega(\%)$	乾燥密度 $\gamma_s(\text{t/m}^3)$	内部摩擦角 $\phi(^{\circ})$	上載圧 $\sigma_v(\text{kgf/cm}^2)$
秋穂砂	75	気乾	1.52	37.4	0.5, 1.0
	90	気乾	1.58	38.2	0.5, 1.0, 1.5
まさ土	108	14.2	1.65	37.2	0.2, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0

3. 実験結果と考察

図-3は、試料にまさ土($Dr=108\%$)を用いたときの引抜き力と測点①の変位の関係を上載圧別に示したものである。引抜き量が大きくなるにつれて引抜き力は大きくなり、補強材の後端が引抜け最大 (F_{imax})を示した後、減少する。上載圧が大きくなるほど、 F_{imax} は大きくなり、また、 F_{imax} に達するまでに必要な引抜き量も大きくなることから分かる。図-4は試料に秋穂砂($Dr=90\%, 75\%$)を用い $\sigma_v=0.5\text{kgf/cm}^2$ のときの引抜き力と測点①の変位の関係を示したものである。引抜き量が大きくなるにつれて引抜き力は大きくなり、ある値で一定になる。相対密度が高いほど、 F_{imax} は大きくなり、また、 F_{imax} に達するまでに必要な引抜き量も大きくなることから分かる。

図-5は、最大引抜き力 F_{max} より次式で求まる最大引抜きせん断応力 τ_{max} と上載圧 σ_v の関係を示したものである。

$$\tau_{max} = \frac{F_{max}}{2BL}$$

τ_{max} と σ_v の関係は線形関係であり、試料によらずその傾きは一定となる。また、相対密度75%の秋穂砂に比べ相対密度90%の秋穂砂の最大引抜きせん断力は大きく、相対密度依存性が見られる。図-6は最大引抜きせん断応力 τ_{max} を上載圧 σ_v で除した見かけの摩擦係数 f^* と上載圧の関係を示したものである。見かけの摩擦係数は上載圧の低いところで大きくなる。さらに、相対密度の高いほど f^* は大きくなる。

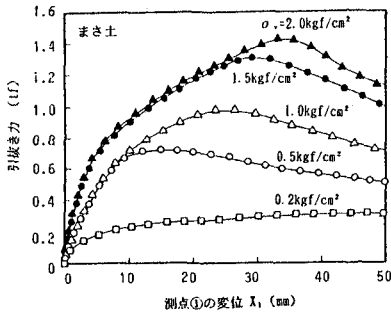


図-3 測点①の変位と引抜き力の関係

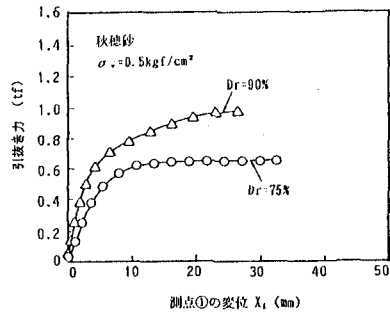


図-4 測点①の変位と引抜き力の関係

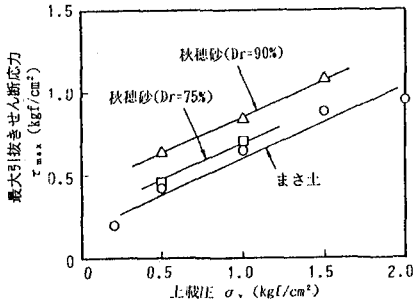


図-5 最大引抜きせん断応力と上載圧の関係

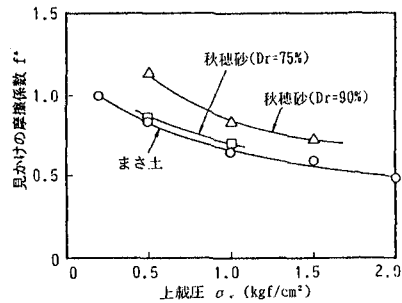


図-6 見かけの摩擦係数と上載圧の関係

4. まとめ

本研究で行った帯状長繊維（補強材）の引抜き試験より、以下のような結論を得た。

- (1) 補強材の引抜き抵抗は試料の相対密度に依存し、その影響は低拘束圧下で顕著に現れる。
- (2) 土と補強材との見かけの摩擦係数は、低拘束圧下で大きくなる。

【参考文献】

- 1) 小浪, 丸山, 江口(1991): " 沖縄における垂直擁壁の設計・施工の提案", 第4回沖縄土質工学会研究発表会講演概要集, PP.5-8
- 2) 村田, 山本, 木村, 井上, 小浪, 宮田(1992): " 帯状長繊維を用いた補強土工法に関する実験的検討", 第27回土質工学会研究発表会講演概要集(投稿中)