

しらすにおける支圧抵抗と摩擦抵抗を組み合わせた補強材の引抜特性

矢作建設工業(株) 正会員○岸添 拓 長沼 明彦 武藤 裕久
名城大学 正会員 小高 猛司
名古屋大学大学院 正会員 中野 正樹 野田 利弘

1. はじめに

著者らは支圧抵抗と摩擦抵抗を組み合わせた併用補強材を用いた盛土補強土壁工法（FILL WALL 工法）の開発にあたり，小型土中引抜試験や実物大引抜試験によって，支圧抵抗と摩擦抵抗の引抜抵抗力の和で補強材抵抗力を表すことができることを確認してきた^{1), 2)}．本研究では，FILL WALL 工法の盛土材として「しらす」の適用性を確認するために，補強材の小型土中引抜試験を実施した．

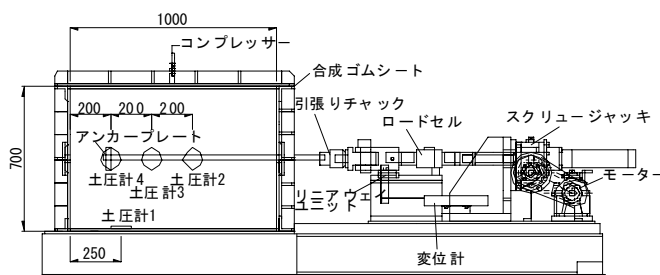
2. 盛土材料と引抜試験概要

本試験で用いた試料は鹿児島県霧島市で採取した 1 次しらす（以下，しらす）である．しらすの材料特性値を表－1 に示す．

表－1 しらすの材料特性値

粒度	礫分	24.4%
	砂分	55.4%
	細粒分	20.2%
分類	地盤材料の分類名	細粒分質礫質砂 (SFG)
締固め	試験方法	B-c
	最大乾燥密度	1.346g/cm ³
	最適含水比	23.3%
せん断	試験条件	CD
	粘着力	0.69kN/m ²
	内部摩擦角	38.55°

小型土中引抜試験機の断面図を図－1 に示す．しらすを充填する土槽は，高さ 700mm×幅 700mm×奥行き 1000mm(体積 $V=0.49\text{m}^3$)である．しらすは 10 層（1 層 70mm）に分けて 1 層ずつ締固め度 90%になるように投入し，小型振動機を用いて締固めを行なった．5 層目転圧後，引抜試験用の補強材を設置した．10 層目転圧後，エアバックを介して空気圧により所定の上載圧 σ_0 を載荷した．引抜試験は，1mm/min の変位制御方式で行なった．



図－1 小型土中引抜試験機の断面図

引抜試験用の補強材は，支圧プレートをタイバーの最背部に設置した支圧単体補強材と摩擦プレートをタイバーに設置した摩擦単体補強材および支圧プレートと摩擦プレートを 1 本のタイバーに設置した併用補強材の 3 ケースで行った．併用補強材を写真－1 に示す．使用した支圧プレート寸法は 75mm×75mm(支圧抵抗面積 $A_p=5625\text{mm}^2$)であり，摩擦プレート寸法は幅 112.5mm×奥行き 150mm×厚み 3.75mm である．上載圧 σ_0 は，50kN/m² および 150kN/m² の 2 ケースで行なった．土槽の下部には土圧計を設置した．補強材の作用している鉛直応力 σ_v は，各変位時に作用している上載圧と下部に設置した土圧計の平均値とした．

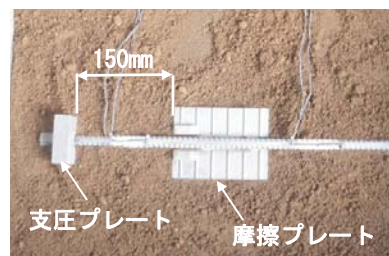
3. 各補強材の引抜抵抗力の算出方法と引抜変位置

支圧単体補強材の極限支圧抵抗力 F_p と摩擦単体補強材の極限摩擦抵抗力 F_f の算出式をそれぞれ式(1)および式(2)に示す^{1), 2)}．併用補強材の極限引抜抵抗力 F_t の算出式を式(3)に示す²⁾．

$$F_p = A_p \times (c \times N_c + P' \times N_q - P') \quad \text{式(1)}$$

$$F_f = (f_A \times c + f_B \times \sigma_v) \times \alpha^2 \quad \text{式(2)}$$

$$F_t = F_p + F_f \quad \text{式(3)}$$



写真－1 併用補強材

ここで， A_p ：支圧プレートの支圧抵抗面積， c ：盛土材料の粘着力， N_c および N_q ：支圧抵抗における支持力係数³⁾， P' ：補強材位置での拘束圧($=K_A \times \sigma_v$)， f_A および f_B ：摩擦プレートの粘着力および鉛直応力に係わる係数³⁾， σ_v ：補強材位置での鉛直土圧， α ：摩擦プレートの縮小モデルスケール(本試験は $\alpha=1/4$)である．

FILL WALL 工法の設計計算における支圧単体補強材の極限および許容支圧抵抗力はそれぞれ変位率 δ/B (引抜変位/支圧プレート幅) = 50% および 3%，摩擦単体補強材の極限および許容摩擦抵抗力はそれぞれ引

抜変位 $\delta=40\text{mm}$ および 6mm で発揮することを確認している¹⁾。併用補強材の極限および許容引抜抵抗力はそれぞれ引抜変位 $\delta=100\text{mm}$ および 7.5mm で発揮することを確認している。小型土中引抜試験では、1/4 スケールの補強材を使用して試験を行っていることからそれぞれの1/4の変位量で各抵抗力を満たすことを確認する。

4. 引抜試験結果

支圧単体補強材の引抜力 P と引抜変位 δ の関係を図-2(a)に示す。 σ_{v0} にかかわらず、明確なピーク強度を示さず δ の増加に伴い、 P は増加傾向を示した。 P と σ_v の関係を図-2(b)に示す。図中の太線は式(1)で示す極限支圧抵抗力 F_p 、細線は F_p に安全率($F_s=3.0$)で除した許容支圧抵抗力 F_{pa} 、プロットは $\delta=2.25\text{mm}$ ($\delta/B=3\%$) および $\delta=37.5\text{mm}$ ($\delta/B=50\%$) 時の P を示している。 $\delta=37.5\text{mm}$ および $\delta=2.25\text{mm}$ での支圧抵抗はそれぞれ、 F_p および F_{pa} を上回ることを確認した。

摩擦単体補強材の P と δ の関係を図-3(a)に示す。 σ_{v0} にかかわらず、明確なピーク強度を示さず、 $\delta>5.0\text{mm}$ で P はほぼ一定値を示した。 P と σ_v の関係を図-3(b)に示す。図中の太線は式(2)で示す極限摩擦抵抗力 F_f 、細線は F_f に安全率($F_s=2.0$)で除した許容摩擦抵抗力 F_{fa} 、プロットは $\delta=1.5\text{mm}$ および $\delta=10\text{mm}$ 時の P を示している。 $\delta=10\text{mm}$ および $\delta=1.5\text{mm}$ での摩擦抵抗はそれぞれ、 F_f および F_{fa} を上回ることを確認した。

併用補強材の P と δ の関係を図-4(a)に示す。支圧単体補強材と同様に σ_{v0} にかかわらず、明確なピーク強度を示さず δ の増加に伴い、 P は増加傾向を示した。 P と σ_v の関係を図-4(b)に示す。図中の太線は式(3)で示す極限引抜抵抗力 F_t 、細線は許容引抜抵抗力 F_{ta} を示している。 F_{ta} は F_p と F_f をそれぞれの安全率で除した F_{pa} と F_{fa} の和である。プロットは $\delta=2.0\text{mm}$ および 25mm 時の P を示している。 $\delta=25\text{mm}$ および $\delta=2.0\text{mm}$ での引抜抵抗力はそれぞれ、 F_t および F_{ta} を上回ることを確認した。

5. まとめ

以上のことから、鹿児島県で採取した「しらす」では他の盛土材料と同様の評価方法によって支圧単体補強材、摩擦単体補強材および併用補強材の引抜力が算出できることを確認した。

【参考文献】1)武藤裕久他：支圧抵抗力と摩擦抵抗力を併用した補強材の土中引抜試験（その2），地盤工学会第46回地盤工学研究発表会，2011.7，2)奥屋智康他：摩擦抵抗を発揮する補強材の引抜特性，土木学会中部講演概要集，2011.3，3)FILLWALL 工法協会：FILLWALL 工法設計・施工マニュアル（第2版）2010.12

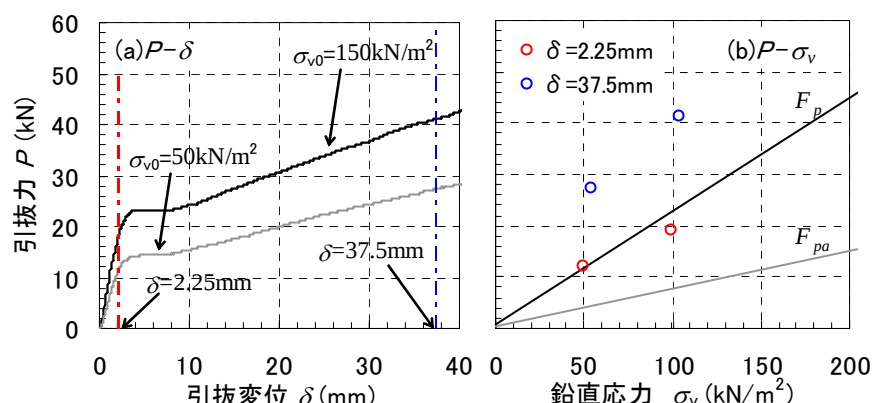


図-2 支圧単体補強材の引抜結果

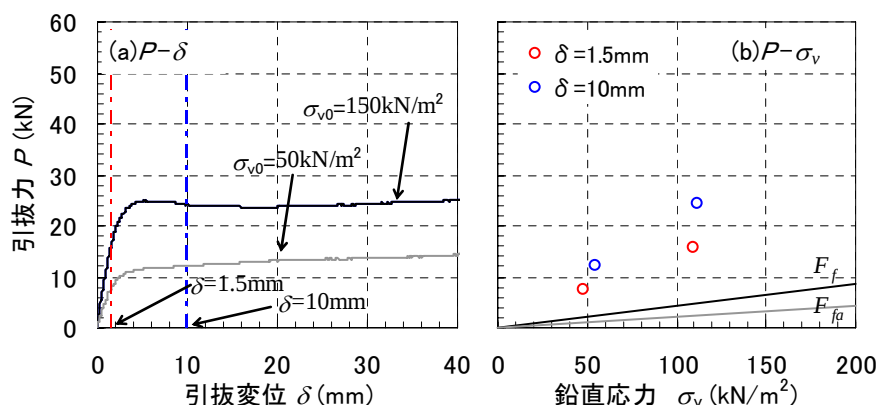


図-3 摩擦単体補強材の引抜結果

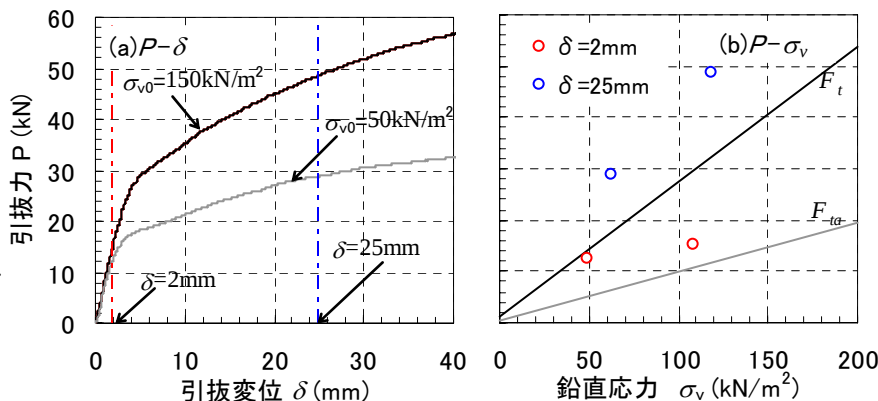


図-4 併用補強材の引抜結果