

補強材を併用したサンドイッチ盛土工法の変形挙動解析

日本地研(株) 正会員○永嶋洋政 正会員 田島恒美 中原英幸
長崎大学工学部 正会員 棚橋由彦 日本地研(株) 藤瀬紀英

1. はじめに

社会的要請から現場発生土の積極的利用のため、高含水比火山灰質粘性土も盛土材料として使用する必要性に迫られてきている。そこで従来工法であるサンドイッチ工法に補強材を組み合わせることによって、高含水比粘性土でも長期的に安定な高盛土の築造が可能であると考えられる。本研究では、サンドイッチ層厚を変化させた場合と各ケースで補強材を挿入した場合の実験結果¹⁾について、円弧すべり計算および FEM により変形解析を行ったものである。

2. 実験概要

本実験の目的はサンドイッチ工法の間中砂層の厚みを変化させた場合の盛土挙動と各々のケースで中間に補強材を挿入した場合の組合せ効果の検証を行ったものである。6 ケースの組合せでの実験の名称を表-1 に、模式図を図-1 に示す。

3. 実験結果

沈下量・のり面水平変位とも NN, NT が大きく, S1N, S2N が対 NN 変位比 50%, S1T, S2T が同 30% 程度である。のり面水平変位分布からもサンドイッチ工法が盛土のり面の変形抑制に有効であることが分かった。さらに薄い中間砂層中に補強材を敷設したサンドイッチ工法(S1T)は非常に有効であることが分かった。図-2 に荷重強度 47.5 kPa までの盛土沈下量とのり面最大水平変位/盛土沈下量との関係を図-5 に示す。

補強サンドイッチ工法の S1T, S2T では最終応力付近まで曲線勾配はさほど変化せず破壊の兆候は見られないことから、のり面の安定度を増す効果が非常に高いことが分かる。また、ひずみゲージにより補強材に働く動員引張力を測定した結果、砂層が厚くなるほど最大張力発生位置がのり面に近くなり、変形領域が狭くなっていることが分かった。しかし、最大動員引張力は砂の厚さに大きく左右されないことが分かった。

4. 引抜き試験

解析に先立ち補強材と土との摩擦特性を把握するため引抜き試験を行い、見掛けの粘着力 C^* , β , α を算出した。引抜き試験結果を表-2 に示す。また最大引抜きせん断応力を次式で求める。

$$\tau_{max} = \sigma_N \cdot \tan \beta + c^* = \alpha \cdot \sigma_N \cdot \tan \phi + c^*$$

表-1 実験ケース(名称)

ケース区分	粘性土 単層	砂質土薄層 (t=6cm)	砂質土厚層 (t=12cm)
N(無補強)	NN	S1N	S2N
T(補強土)	NT	S1T	S2T

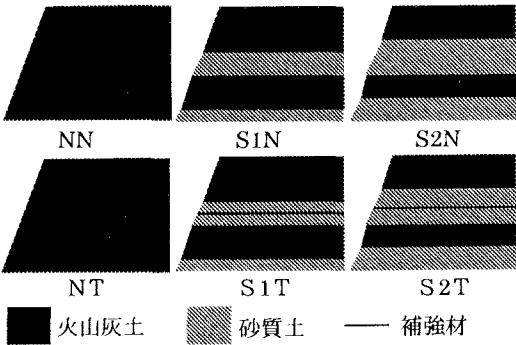


図-1 実験ケース(模式図)

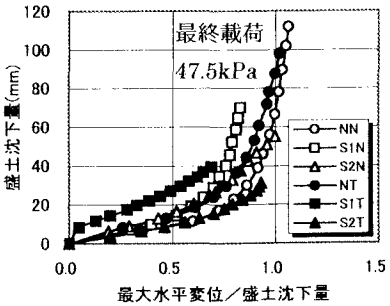


図-2 盛土沈下量とのり面最大水平変位/盛土沈下量との関係

上式より火山灰質土の最大引抜きせん断応力は
 $=3.6(\text{kPa})$ 、砂質土の最大引抜きせん断応力は $\tau_{\max}$
 $=0.366\sigma_n \tan 35.05 + 0.82(\text{kPa})$ となった。

5. 解析

1) 円形すべり解析結果

火山灰質土について別途ベーン試験結果から粘着力 $C=5\text{kPa}$ とし、実験の変形挙動分布からすべり領域形状を考慮してNN, S1N, S2Nの3ケースの円弧すべり計算を実施したところ、各ケースとも最小安全率に近い円弧となり、実験による変形挙動と整合する結果が得られた(図-3)。

2) FEM 解析パラメータ

土の構成モデルはすべて線形弾性体とした。表-3に解析パラメータを示す。火山灰質土の弾性係数 E はパラメトリックスタディーによる。

3) 実験値とFEMとの比較

表-4に実験値とFEM解析結果との比較を示す。また、変形解析結果例を図-4に示す。沈下量は粘性土単層(NN, NT)を除けば実験値に近い値を示すが、水平変位はサンドイッチ補強(S1T, S2T)以外はいずれのケースも解析値が小さい。

しかし、沈下量はサンドイッチ効果及び補強効果の傾向を明示している。また水平変位はサンドイッチ効果の傾向を示しているが補強効果の差が見られなかった。

6. おわりに

本研究の実験的検討では、従来のサンドイッチ工法に補強材を併用することにより、高盛土・急勾配の盛土の施工が可能であることが分かった。また、円弧すべり及びFEM解析からもサンドイッチ工法及び補強土工法の有効性を概ね検証することができた。特に薄い中間砂層中に補強材を敷設したサンドイッチ工法(S1T)は非常に効果的であることが分かった。火山灰土は施工性が悪いため、今後はさらに施工法についても研究していきたい。

〈参考文献〉

- 井, 棚橋他:平成12年度土木学会西部支部研究発表会講演概要集, 2001.3
- (社)地盤工学会:盛土の挙動予測と実際, 1996
- 土質工学会:土質基礎工学ライブラリー29, 補強土工法, 1986.
- ジオグリッド研究会:ジオグリッド工法ガイドライン, 1990.

表-2 引抜き試験結果

	火山灰質土	砂質土
見掛けの粘着力 $C^*(\text{kPa})$	3.6	0.82
内部摩擦角 $\phi(^{\circ})$	0	35.05
低減係数 α	0	0.366
直線の傾き $\beta(^{\circ})$	0	14.4

表-3 解析パラメータ

盛土材	火山灰土 V	砂質土 S
弾性係数 $E(\text{kPa})$	150	5,000
土の密度 $\gamma (\text{kN/m}^3)$	17.0	15.0
ポアソン比 ν	0.45	0.35

補強材 (ネトロン kz-2-200)		
線形はり	軸方向剛性 $EA (\text{kN})$	45
	曲げ剛性 $EI (\text{kN} \cdot \text{m}^2)$	45
	せん断剛性 $GA (\text{kPa})$	4,500
はりの上下面のジョイント	接線方向剛性 $E_s (\text{kPa})$	100
	法線方向剛性 $E_n (\text{MPa})$	10
	付着力 (kPa) 0.8, 摩擦力 $(^{\circ})$ 14.4	

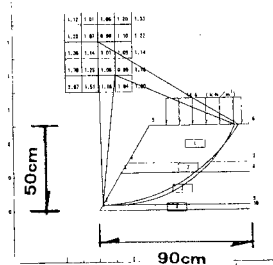


図-3 円弧すべり計算結果(S1N)

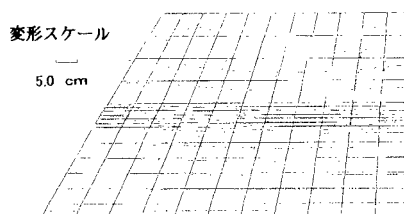


図-4 FEM 解析結果 (S1N)

表-4 実験・FEM 解析結果

ケース	沈下量(mm)		水平変位(mm)	
	実験値	FEM	実験値	FEM
NN	111	80	119	70
NT	97	60	99	60
S1N	69	50	58	25
S2N	55	35	55	25
S1T	39	45	27	25
S2T	31	30	28	25