

補強材を用いたサンドイッチ盛土工法の模型実験及び変形解析

日本地研(株) 正会員 永嶋洋政 正会員 佐藤秀文 西村武芳
 長崎大学工学部 正会員 棚橋由彦 正会員 蔣 宇静 学生員 井 英樹

1. 研究の背景と目的

近年、建設副産物としての土砂の増加に伴い、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。そこでサンドイッチ盛土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。本研究の目的は、サンドイッチ工法の中間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うことにある。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による変形解析を行い、考察を行った。

2. 実験結果

実施した模型実験¹⁾のケース名称を表-1に、模式図を図-1に示す。盛土の沈下量、のり面水平変位ともケース NN, NT が大きく、ケース S1N, S2N が対ケース NN 変位比 50%, ケース 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と判断出来る。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(ケース S1T)は非常に有効であることが分かった¹⁾。

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示す。補強サンドイッチ工法のケース 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。このことから、のり面安定度の増強効果が非常に高いと判断される。また、ひずみゲージによる補強材の動員引張力の測定結果より、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、変形領域が浅くなっていること、また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。

3. 引抜き試験結果

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*, 低減係数などを算出した。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。

$$\tau_{max} = N \cdot \tan \phi + c^* = \sigma \cdot N \cdot \tan \phi + c^* \quad (1)$$

キ - ワ - ド : 模型実験, ジオシンセティックス, 盛土, サンドイッチ工法

連絡先: 福岡市博多区諸岡 5-25-25 日本地研(株) Tel 092-571-2766 Fax 092-571-2813

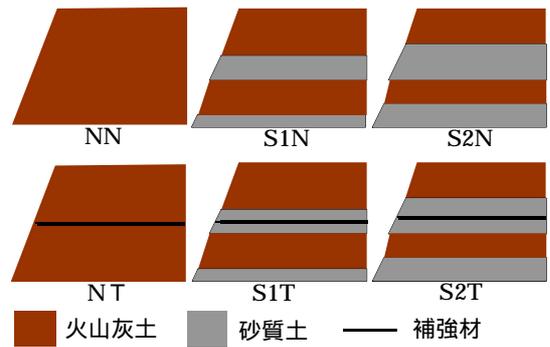


図-1 実験ケース模式図

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	S 1 N	S 2 N
T(補強土)	NT	S 1 T	S 2 T

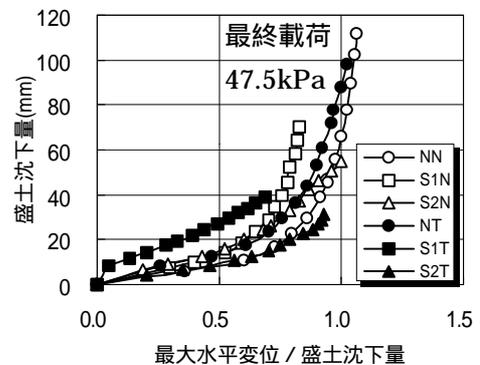


図-2 盛土沈下量とのり面最大水平変位/盛土沈下量との関係

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* (kPa)	3.6	0.82
内部摩擦角 (°)	0	35.05
低減係数	0	0.366
直線の傾き (°)	0	14.4

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

4 . 解析

1) 円弧すべり解析結果

実験の変形挙動分布からすべり変形領域及び形状を想定し , また火山灰質土についての三軸 , ペーン試験結果から粘着力を想定し , さらに図-2 より各ケースの変形増大時の載荷重を考慮しケース NN , S1N , S2N 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

a) 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 , 火山灰質土の弾性係数はパラメトリックスタディーによって求まる . 表-3 に解析パラメータを示す .

b) 実験値と FEM との比較

沈下・水平変位の測定値と FEM 解析結果との比較を表-4 に示す . また , 変形解析結果例を図-4 に示す . 沈下量は粘性土単層(ケース 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(ケース S1T , S2T)以外はいずれのケースも解析値の方が小さい傾向を示す .

また , 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 . その一方で水平変位はサンドイッチ効果の傾向を示しているものの補強効果の差が明確でなかった .

5 . 考察

本研究で実施した模型実験では , 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(ケース S1T)は非常に効果的であることも分かった .

今後は複数中間層のケースについても解析的検討を行っていく . 参考文献

- 1) 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 , pp . A230-231 , 2001 .
- 2) (社)地盤工学会 : 盛土の挙動予測と実際 , 1996 . 12
- 3) 土質工学会 : 土質基礎工学ライブラリー-29 , 補強土工法 , 1986 .
- 4) 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-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(kPa)	150	5,000
土の密度 (t/m ³)	1.70	1.50
ポアソン比	0.45	0.35
補強材 (ネトロン kz-2-200)		
線形はり	軸方向剛性 EA(kN)	45
	曲げ剛性 EI(kN・m ²)	45
	せん断剛性 GA(kPa)	4,500
はりの上下面のジョイント	接線方向剛性 E _s (kPa)	100
	法線方向剛性 E _n (MPa)	10
	付着力(kPa) 0.8 , 摩擦力(°)14.4	

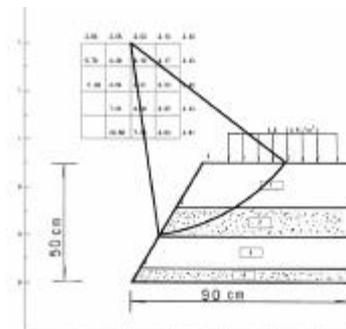


図-3 円弧すべり計算結果(ケース S2N)

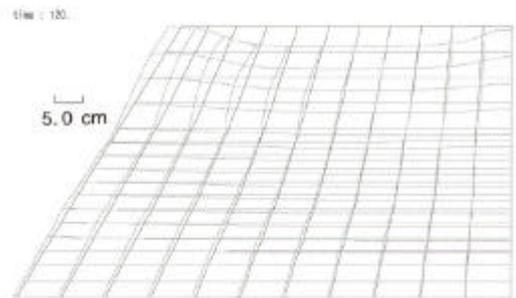


図-4 FEM 解析結果(ケース S2N)

表-4 実験-FEM 解析結果の比較

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