

○島田俊介*, 星谷 勝**

1. 緒言 補強土とは、土とストリップとの集合体であり、フランスで開発された新しい工法で、鉄筋コンクリートに匹敵する発明という評価を受けている。ヨーロッパで普及した後、アメリカ、カナダ及びアフリカ各地に建設され日本に於いても鉄道研究所でその構造特性の基礎的研究が行われている。この補強土が内部的安定を保つためには次の3つの基本条件と必要とする。

- (1). 土とストリップ間には滑ることなく十分な粘着力又は摩擦力が生ずること。
- (2). ストリップは引張力に耐えて十分な強度を有し、土は自重又は外力によって土体内に生じる圧縮応力又はせん断応力に耐えて十分な強度を持つこと。
- (3). ストリップはある間隔をもつて埋設されるがその末端部の土が崩壊しないような働きをするスキン(メタル又はコンクリート)を有すること。

補強土の施工は簡単且つ容易であり、多方面への適用が可能であるが擁壁として用いられる構造の概略を図1及び2に示す。ストリップとスキンは、一般にはアルミニウム合金、鋼版又は亜鉛メッキ鋼等が使用される。

今回我々はこれらの条件のうち最も基本的且つ重要とされる土のせん断特性及び土とストリップ間の摩擦力について実験を行った。

2. ストリップと土のせん断特性実験

テルアルメーに用いる土は原理的には自然に存在する全ての土から物理的或いは化学的に処理された土迄、適用可能であるが、実際には現在所、粘性土はそれ程十分な摩擦力が生じる範囲のシルト混り砂、砂、砂利、小石、破碎した石 etc. を使用する。我々の実験に於いては豊浦標準砂を使用した。ストリップは引張力に耐えて十分な摩擦係数と耐蝕性を有する板状、ワイヤー状、網状、帯状のものが用いられ、材質は亜鉛メッキ、アルミニウム合金、ガラス繊維強化ポリエステル、ナイロンのような合成樹脂まで適用される。本実験では鋼板SS41を用い、表面が平坦のもの及び以下に示す表面加工したもの3種を用い土とのせん断試験を行った。なお標準砂のみの試験も併行し、比較した。

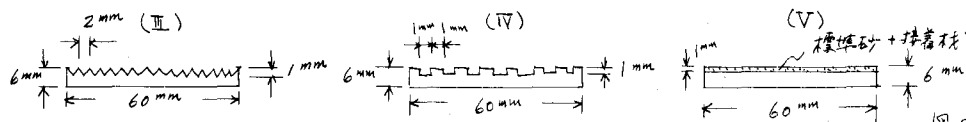


図3. 試験体
(4冊) D=60mm

* 農博, 技術士, 日本テルアルメー株式会社

** 工博; 武蔵工業大学工学部土木工学科助教授

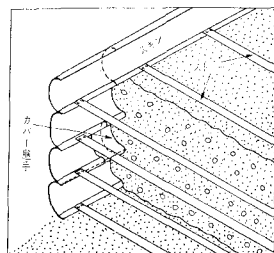


図1. 補強土(メタル. スキン)

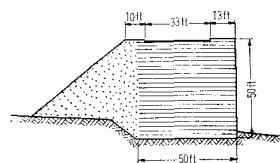


図2. ニース市に於ける高速道路に使用した例

実験に使用した一面セリ断試験機の構造を
図4に示す。下部セリ断箱にストリップを固
定して上部セリ断箱に標準砂をためてセリ断
試験を行った。セリ断箱の大きさは上箱下箱
共に高さ 6cm 高さ 1cm である。本試験では土
として標準砂のみを用い、急傾状態の標準砂を
間隙比 $e = 0.83$ になるように突き棒で突いて
セリ断箱にためた。垂直応力は 0.4, 0.8, 1.6, 2.4 kg/cm^2 の4種とし各5回測定した。

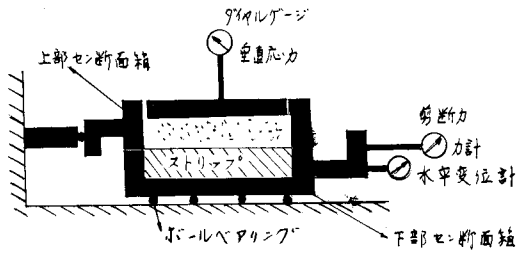


図4 一面セリ断試験機の構造

実験結果

セリ断応力と垂直応力 σ は次式により表わされる。

$$\tau = c + \sigma \tan \phi \quad c: \text{粘着力} \quad \phi: \text{摩擦角}$$

実験結果から相対平均値をとり、これに最小二乗法を用いて c と $\tan \phi$ を決めた。

	0.4	0.8	1.6	2.4 kg/cm^2	$\tan \phi$	ϕ	c
I	0.612	1.127	1.988	2.599	0.992	$44^\circ 46'$	0.291
II	0.254	0.477	0.963	1.368	0.563	$29^\circ 23'$	0.034
III	0.444	0.833	1.475	2.310	0.918	$42^\circ 33'$	0.060
IV	0.447	0.743	1.598	2.123	0.864	$40^\circ 50'$	0.104
V	0.400	0.810	1.515	2.176	0.883	$41^\circ 27'$	0.008

表-1. 一面セリ断試験結果

垂直応力 0.4, 0.8, 1.6, 2.4 kg/cm^2 に対してセリ断応力と水平変位の関係は垂直応力 1.6 kg/cm^2 に対する垂直変位と水平変位の関係を図5に示す。

又セリ断応力と垂直応力の関係を図-6に示す。ここでIは標準砂、IIは標準砂と平滑な表面

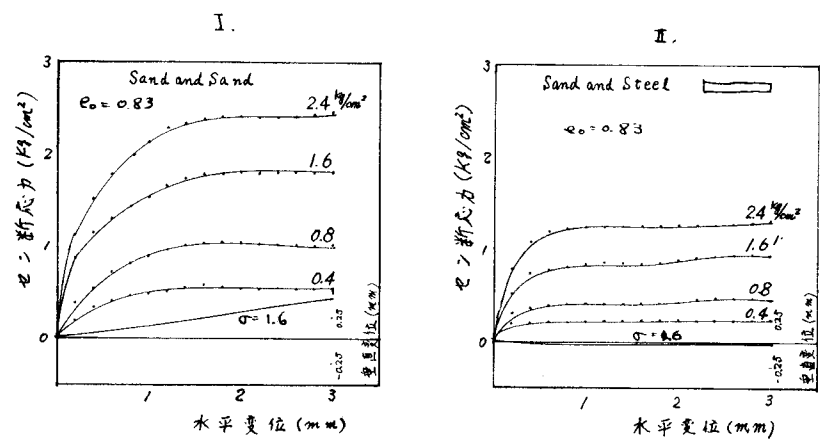
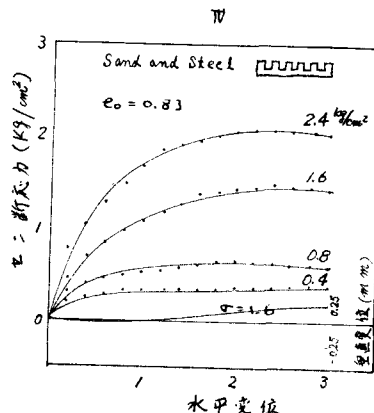
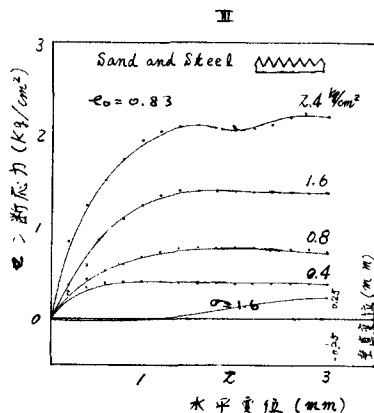


図5. 垂直応力と水平変位曲線

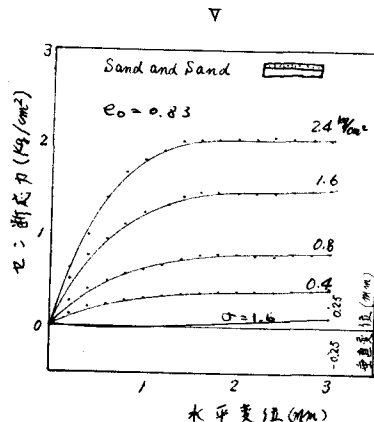
を有するメタルストリップ、IIIは標準砂と山型に表面処理したメタルストリップ、IVは標準砂と山状に表面処理したメタルストリップ、Vはガラス繊維強化ポリエスチル樹脂の表面にポリエスチルで標準砂を固着させたストリップの一面セリ断試験を示している。

表-2に標準砂とストリップ間の摩擦角の摩擦係数 f' と標準砂のみのもそれら ϕ, f の比較を示す。



		摩擦角	摩擦係数
I	砂-砂	ϕ	f
II	砂-平滑なストリップ	$\phi' = 0.66\phi$	$f' = 0.57f$
III	砂-山型のストリップ	$\phi' = 0.95\phi$	$f' = 0.93f$
IV	砂-凸型のストリップ	$\phi' = 0.91\phi$	$f' = 0.87f$
V	砂-砂と接する凹凸	$\phi' = 0.93\phi$	$f' = 0.89f$

表-2. 標準砂の内部摩擦と標準砂とストリップ間の摩擦の比較。



3. 考察および今後の課題

1) 砂とストリップ間の摩擦は砂の内部摩擦よりも小さいなる。

図5 垂直及び水平変位曲線

2) 表面平滑なストリップと砂との摩擦角 ϕ' と砂の内部摩擦角 ϕ との関係はほぼ $\phi' = \frac{2}{3}\phi$ となる。

3) ストリップの表面を処理する事に依り、砂の内部摩擦角にほぼ近い値迄に増大させる事が出来る。その値は砂の内部摩擦角の1/3程度は期待出来る。

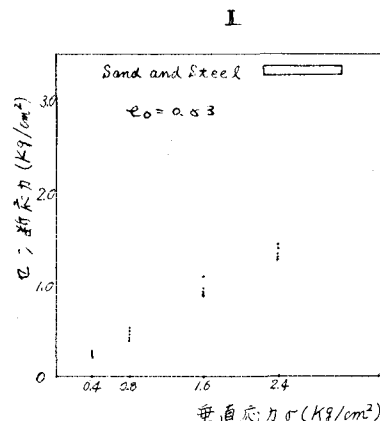
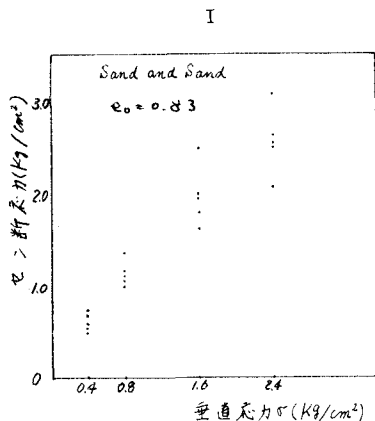


図-6 せん断応力 - 垂直応力

4) 表面平滑なストリップの表面は、せん断試験後、水平変位の方向に無数の溝がみられる事になる。

他はセン断時に容積が増

すたに対し容積変化が

少ない事等に依り、セン断時に土粒子がストリップの表面を滑動したとみなす事が出来る。

これに対し、表面処理したストリップではセン断時にダイフタンローを示し、その応力-変位曲線は砂のそれと類似した傾向を示し、ストリップと砂のめき合わせ効果

に依りセン断面はストリップに近い砂中に生じたとみなす事が出来る。砂、セン断抵抗は一つは砂粒子の回転と、もう一つは摩擦の組合せと、土粒子間の摩擦抵抗のみ、他は粒子のめき合わせよりなると

考えられるがこれをスト

リップの表面処理の有無に関しと考えると平滑なストリップの摩擦抵抗は前者のみであり、その値は小さく、表面処理をする事は依り前者と後者の摩擦抵抗を期待出来る事を知り。

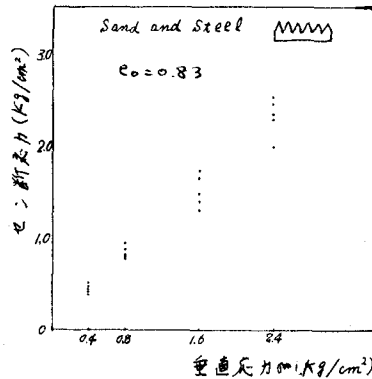
5) 本試験には土は標準砂と同様比は0.83にあり、行つたが今後同様に改良土、表面処理とし、防蝕加工も考慮し、その摩擦抵抗を検討したい。更に那須土の内的不安定問題と構造物全体の信頼性の立場から研究する予定である。

6) 現在、那須土に使用する盛土材料は砂土に限る。ストリップは表面平滑なタイプとストリップを用いており、その設計摩擦係数は $\mu = 0.4$ (摩擦角 $\phi = 21^\circ 48'$) を用い、安全率 $F = 2.0$ を用いて、30%。本試験の結果から考慮すれば充分安全な値である事が判る。

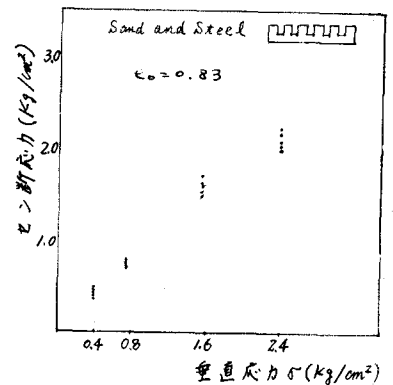
付記 本実験は武蔵工業大学工務研究室に於いて、4年生遠藤、野田頭両名の協力を得て行つた。又神田助教授、日里技術員から有益な御指導を頂いた。ここに感謝の意を表する次第にある。

- 参考文献 1 "Reinforced Earth - Recent Applications" by Henri Vidal, Conf. on 29th Oct. 1968, Ecole National des Ponts et Chaussées.
2. "The Reinforced Earth for the construction of roads & highway" by Darbin, Ecole National de Ponts et Chaussées.

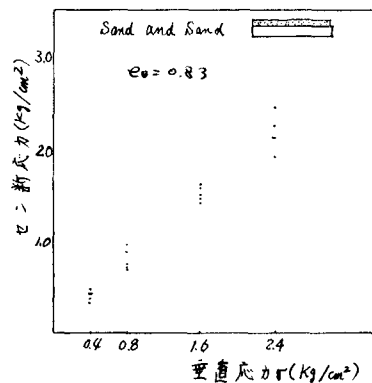
III



V



V



VI

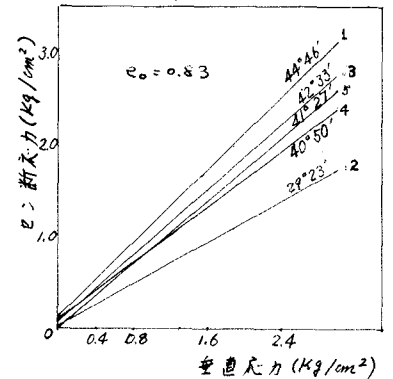


図-6 セン断応力-垂直応力