

## Ⅲ-B 343

## 2層敷設された補強土壁を対象とした数値実験における補強材の張力分担特性

間 組(株) 正 員○松岡俊夫  
 山口大学工学部 正 員 兵動正幸 中田幸男 村田秀一  
 岡三興業(株) 正 員 小浪岳治  
 山口大学工学部 学生員 高野彰浩

## 1. まえがき

近年では、補強土壁工法に用いられる補強材は、石油化学製品と新素材製造技術の発達に伴い鋼製材料から高分子材料や化学繊維等の複合材料と多様化する傾向にある。しかし、自立性の土構造物である補強土擁壁は、壁面変位を生じることにより補強材に引張り抵抗力と土-補強材間の摩擦抵抗力が発揮されることで、安定に構築されるものであるにもかかわらず、現行の設計法には壁面の変形量に関する的確な評価手法は取り入れられていない。それは、その構造の複雑さから、擁壁に作用する土圧および擁壁盛土内に敷設された補強材の抵抗挙動に未解明な点が多いためである。著者らはすでに、2層敷設された補強土壁の張力分担特性について実験的に検討している。ここでは、2層敷設された補強土壁を対象とした数値実験を行い、各補強材の張力分担特性について2つの補強材の剛性比に着目して検討する。

## 2. 強制引き倒し試験を対象とした数値実験

2層敷設時の補強土壁において、各補強材に発生する先頭張力の傾向を把握するため、強制引き倒し試験を対象とした数値実験を用い、様々な補強材の組み合わせにおける張力分担率について検討した。図-1に示すような有限要素メッシュ(長さ180cm、高さ45cm、

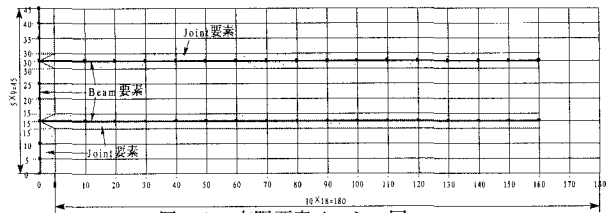


図-1 有限要素メッシュ図

要素数 276, 節点数 266) により解析を実施した。補強材には Beam 要素を用い、ジョイント要素を用いて土と補強材間の摩擦抵抗を表現している。土要素には、Cam-Clay モデルを基礎に置く弾塑性構成モデルを用いており、相対密度  $Dr=50\%$  の秋穂砂における三軸圧縮試験から得られた材料定数を用いている。解析条件として、Beam 要素の剛性  $E$  は、 $100 \sim 40000 \text{ kgf/cm}^2$  の範囲で行い、ジョイント要素については、そのせん断剛性  $K_s$  を  $100, 1000 \text{ kgf/cm}^2$ 、摩擦角  $\phi_s$  を  $25, 40^\circ$  と変化させている。解析は、各要素に初期応力を与えた後、壁面天端に左向きの力  $F_p$  (強制引き倒し力) を与えることで行われる。

## 3. 数値実験結果

図-2は、2層敷設時において、上段に  $E1=100 \text{ kgf/cm}^2$  を敷設し、下段の補強材の伸び剛性を  $E2=100 \sim 6000 \text{ kgf/cm}^2$  と変化させた場合の先頭張力と壁面変位の関係を示したものである。また、ジョイント要素のせん断剛性は  $K_s=100 \text{ kgf/cm}^2$ 、摩擦角は  $\phi_s=40^\circ$  である。この図を見てみると、上段の補強材の先頭張力発現傾向は下段に敷設された補強材の伸び剛性に関わらず一定であることが分かる。また、下段の補強材の伸び剛性が大きくなるにつれて下段の補強材にかかる先頭張力が大きくなっている。以下では、2つの補強材の張力分担率と伸び剛性との関係を簡単な式を用いて検討してみる。まず、先頭張力と壁面変位の関係は、伸び剛性や土被り圧に依存すると考えられるため、次式で与えられるとする。

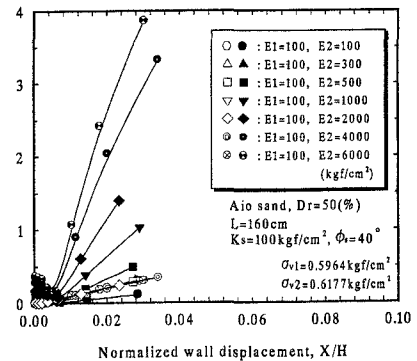


図-2 先頭張力と壁面変位の関係

キーワード：先頭張力、伸び剛性比、張力分担率

連絡先：〒755-8611 山口県宇部市常盤台 2557 山口大学工学部 TEL (0836)35-9111 FAX(0836)35-9429

$$T = f(E, \alpha_v) \cdot \delta \cdots \cdots (1)$$

図-2の先頭張力と壁面変位の関係は若干非線形的な傾向を示しているが、ここでは簡便さに優先して線形として近似する。図-3は、その傾き  $T/(X/H)$  と上載圧  $\sigma_v$  の関係を示したものである。この図より、補強材の敷設位置および伸び剛性が同じであれば上載圧によらず一定であることが分かる。次に図-4は、補強材の先頭張力と先頭変位との関係を直線で近似して得られる傾きと伸び剛性の関係を示している。この図を見てみると、 $T/\delta$  と補強材の伸び剛性との関係はほぼ一義的になり、その傾向は補強材の敷設位置によらず、一本の曲線で表すことが可能であると考えられる。そこで、ここでは以下に示すような式を用いて表現を試みる。

$$f(E) = a \cdot E^b \cdots \cdots (2)$$

ここで、 $E$  は補強材の伸び剛性、 $a$ 、 $b$  ( $a=0.0232$ ,  $b=0.67$ ) は定数である。この式を用いて、上下に敷設された補強材の先頭張力  $T_1, T_2$  を求めると以下の式になる。

$$T_1 = f(E_1) \cdot \delta_1 \cdots \cdots (3)$$

$$T_2 = f(E_2) \cdot \delta_2 \cdots \cdots (4)$$

ここで、 $\delta_1, \delta_2$  は上下段の補強材の先頭変位である。今回のような下端ヒンジで剛な壁面が転倒するモードの場合  $\delta_1 = h \delta_2$  の関係が成り立つ。ここで、 $h$  は下段の補強材の敷設高さに対する上段の敷設高さであり、 $h$  と式 (3)・(4) を用いて各補強材の先頭張力を主働土圧合力作用位置に換算し、それぞれの張力分担率を考えると、式 (5)・(6) のようになる。

$$\frac{T_1'}{T'} = \frac{h^2}{h^2 + (E_2/E_1)^b} \cdots \cdots (5)$$

$$\frac{T_2'}{T'} = \frac{(E_2/E_1)^b}{h^2 + (E_2/E_1)^b} \cdots \cdots (6)$$

ここで、 $E_2/E_1$  は上段の補強材の伸び剛性に対する下段の補強材の伸び剛性の比（伸び剛性比）である。この式を用いて求められた値と数値実験より求められた張力分担率と伸び剛性比の関係と共に示すと図-5のようになる。この図を見てみると、式 (5)・(6) で示された曲線は数値実験より求められた張力分担率と伸び剛性比の関係をうまく評価できていると言える。この事より、2層敷設時の補強土壁において、先頭張力を求める際に式 (4)・(5) を用いれば各補強材の影響を考慮した先頭張力の予測が可能であると言える。

#### 4. まとめ

各補強材に発生する先頭張力の分担率と伸び剛性比の関係にはある一定の傾向が見られ、今回行った数値実験の範囲内における張力分担率は補強材の伸び剛性比と敷設高さの比を用いて表現できることがわかった。

【参考文献】1) 松岡、村田、兵動、山本、西村、小浪：2層敷設された補強土壁における帯状補強材の張力分担特性 第33回土質工学会研究発表会講演概要集，1998，投稿中。

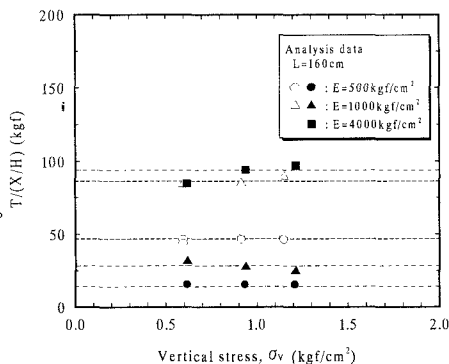


図-3  $T/(X/H)$  と上載圧の関係

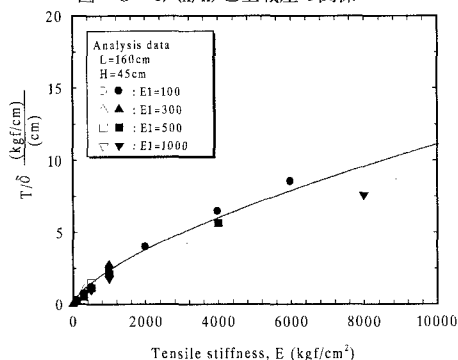


図-4  $T/\delta$  と伸び剛性の関係

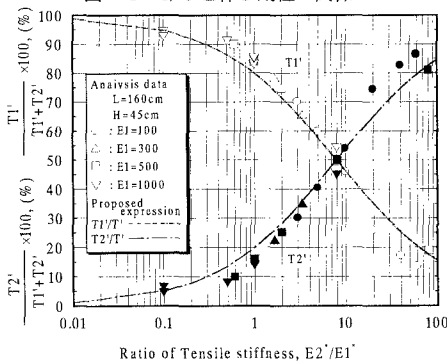


図-5 張力分担率と伸び剛性比の関係