

Ⅲ - B285

引抜き試験を対象とした数値実験における補強材の張力伝達特性

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
 前田建設工業(株) 正 員 福谷将徳
 山口大学工学部 学生員○松岡俊夫

1, まえがき

補強土壁工法は補強材が連結された壁面材を組み立て全体の壁面を構成するものであり、その基本的補強メカニズムは、土の変形により、補強材に引張り抵抗力と土-補強材間の摩擦抵抗力を発揮させるものである。そのため、鋼製補強材に比べ伸び剛性の低い高分子材料等を補強材として用いた補強土壁では補強材の伸びに起因する壁面の変形が大きな問題とされている。そこで本研究では引抜き試験を対象とした数値実験を行い、補強材の伸び剛性と土-補強材間の摩擦抵抗に着目して張力の伝達特性の評価を行う。

2, 解析方法

今回、引抜き試験を対象とした FEM 解析を行うために図-1に示すような有限要素メッシュ(長さ 100cm, 高さ 40cm, 要素数 218, 接点数 229)について解析を実施した。補強材には Beam 要素を用い、ジョイント要素を用いることにより土と補強材との摩擦特性を表現した。土要素には、本研究室で開発された Cam-Clay モデルを基礎におく弾塑性構成モデル¹⁾を用いており、本解析では、相対密度 $D_r=50\%$ の秋穂砂における三軸圧縮試験

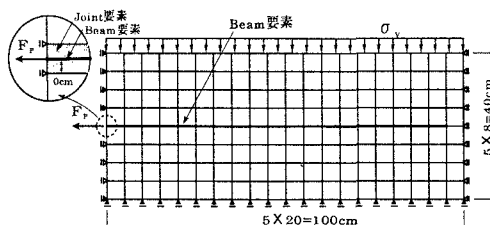


図-1 有限要素メッシュ図

(拘束圧 $0.1 \sim 0.15 \text{ kgf/cm}^2$) 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、 $1000 \sim 20000 \text{ kgf/cm}^2$ 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 $1 \sim 1000 \text{ kgf/cm}^2$ 、摩擦角 ϕ_s を $5 \sim 40^\circ$ と変化させている。また、上載圧 σ_v は $0.025 \sim 4.0 \text{ kgf/cm}^2$ の範囲内において実施した。解析は、各要素に初期応力と任意の上載圧を与えた後、Beam 要素左端の節点に左向きの力 F_p (引抜き力) を与えることで行われている。解析結果に対する検討は、Beam 要素右端に変位が生じるまでを対象としている。

3, 解析結果と考察

図-2は伸び剛性 $E=10000 \text{ kgf/cm}^2$ 、ジョイント要素のせん断剛性 $K_s=100 \text{ kgf/cm}^2$ 、上載圧 $\sigma_v=1.0 \text{ kgf/cm}^2$ における補強材の張力分布図を示したものである。張力分布を見てみると、補強材内に発生する張力は補強材後方に向かうに従い減少し、引抜き力 F_p の増加に伴い張力が後方へ伝達していく様子が分かる。また、引抜き力 F_p に対して張力の発生していない定着域が見られ、その定着域は引抜き力 F_p の増加に伴い減少しているのが分かる。そこで、この定着域までの補強材の抵抗長を求めるために張力比²⁾という概念を用いて整理した。張力比とは引抜き力 F_p と補強材内の任意の点における補強材力 F_{pi} との比である。図-3は張力比 $F_p/F_{pi}=0.05$ における引抜き力 F_p と張力伝達距離 L_p との関係を上載圧 $\sigma_v=0.5 \sim 2.0 \text{ kgf/cm}^2$ について示したものである。

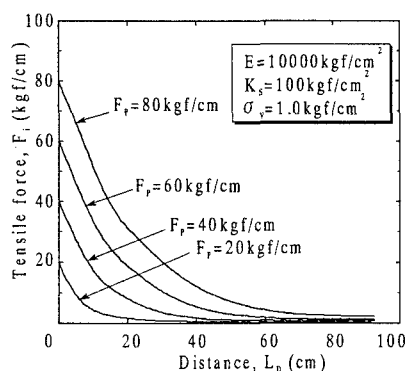


図-2 張力分布図

キーワード：引き抜き試験、有限要素法、張力比

連絡先：〒755 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

図より、引抜き力のわずかな増加により、補強材力は20cm程度伝達され、その後補強材力の増加に伴い直線的に増加する傾向にあることが分かる。また、上載圧の増加に伴い張力伝達距離が比例的に増加していることに着目して、引抜き力を上載圧で正規化して張力伝達距離との関係を示したものが図-4

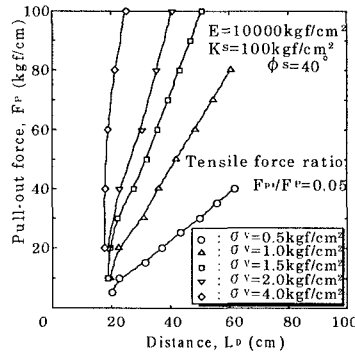


図-3 張力伝達特性図

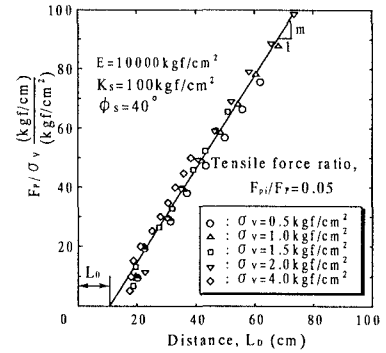
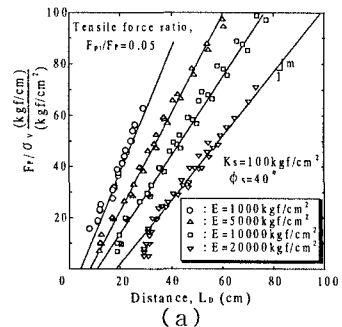


図-4 正規化した張力伝達特性図

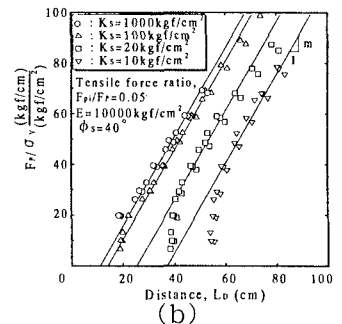
である。図-4より正規化引抜き力 F_p/σ_v と張力伝達距離 L_0 との関係は上載圧によらず切片を持ちある傾きを持つ直線で近似できることが分かる。この直線より、初期伝達長 L_0 とその傾き m を張力伝達特性を表すパラメーターとして定義される。図-5 (a) は正規化引抜き力と張力伝達距離の関係について伸び剛性の異なる場合 ($E=1000\sim 20000 \text{ kgf/cm}^2$) について示したものである。図を見てみると、伸び剛性が大きいものほど傾き m は小さく、また、初期の補強材力が後方まで伝達していることが分かる。これは伸び剛性の大きい補強材ほど補強材自身の伸びが生じにくいために、より後方に補強材力が伝達するためである。また、図-5 (b) はジョイント要素のせん断剛性の異なる場合 ($K_s=10\sim 1000 \text{ kgf/cm}^2$) について示したものである。図を見てみるとせん断剛性 K_s の小さいものほど初期伝達長は大きくなっていることが分かる。しかし、その直線の傾き m はいずれのせん断剛性においても変わらず一律の傾きを有する直線となる。このことから、ジョイント要素のせん断剛性は正規化引抜き力と張力伝達距離の関係において初期伝達長 L_0 にのみ影響を及ぼす要素であり、その傾き m には影響を及ぼしていないことが分かる。図-5 (c) は摩擦角の異なる場合 ($\phi_s=5^\circ\sim 40^\circ$) について整理したものである。図を見てみると摩擦角が増加するとともにその傾き m が増加している傾向にあるが、初期伝達長はいずれの摩擦角においても変化がないことが分かる。以上のことから補強材の伸び剛性は L_0 と m 、ジョイント要素のせん断剛性は L_0 のみ、摩擦角は m のみに影響を及ぼしていることが分かった。

4. まとめ

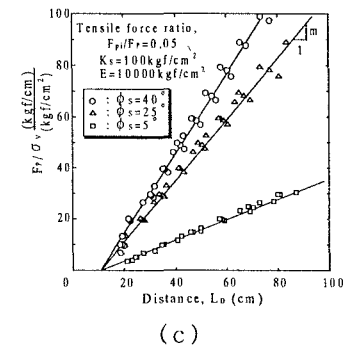
引き抜き試験を対象とした FEM 解析を行った結果、引抜き力 F_p を上載圧で正規化することにより、正規化引抜き力 F_p/σ_v と張力伝達距離との関係は一義的な挙動となることが分かった。また、補強材の伸び剛性の違いや土-補強材間の摩擦抵抗の違いなどが正規化引抜き力と張力伝達距離との関係に影響を与えることが分かった。



(a)



(b)



(c)

図-5 正規化した張力伝達特性図

【参考文献】 1) 西川ら：第28回土質工学会研究発表会，pp. 495-498

2) 福谷ら：第48回土木学会中国支部研究発表会，pp. 389-340