

帯状補強材の張力伝達特性に与える伸び剛性の影響

山口大学工学部 正 員 村田秀一 兵動正幸 中田幸男
 山口大学大学院 学生員 〇福谷将徳 松岡俊夫
 三井石化産資(株) 正 員 西村淳
 第一復建(株) 正 員 松岡英明

1. まえがき

帯状補強材と壁面工を組み合わせる構築する補強土壁は、補強材自身の伸びに起因する壁面の変位を生じることが知られている。その壁面変位は、補強材の伸び剛性と土-補強材間の摩擦抵抗が主として影響を及ぼすものと考えられる。そこで本研究では、補強土壁の変形に影響を及ぼす帯状補強材の抵抗特性を明らかにすることを目的とし、引抜き試験を対象としたFEM解析を行った。ここでは特に、帯状補強材の張力伝達挙動に着目し、補強材の伸び剛性や土-補強材間の摩擦抵抗の違いが張力伝達特性に与える影響について検討した。

2. 解析方法

今回、引抜き試験を対象にしたFEM解析を行うため、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、節点数229)について解析を実施した。補強材は、梁要素を用いて表し、ジョイント要素を適用することにより土と補強材間の摩擦特性を表現した。土要素には、本研究グループで開発された拘束圧の変化に伴うダイレイタンス等の挙動を表現できる弾塑性構成モデル¹⁾を用いた。表-1は、相対密度 $Dr=50\%$ の秋穂砂における三軸圧縮試験(拘束圧0.05~0.1kgf/cm²)から得られた材料定数を示している。解析は、各要素に初期応力を与えた後、補強材左端の節点に任意の引抜き力 F_p を与えることで補強材内に発生する張力 F_t の伝達挙動を評価した。表-2に解析条件を示し、各Caseにおいて任意の引抜き力 F_p に対して補強材が引き抜けないことを前提とした。

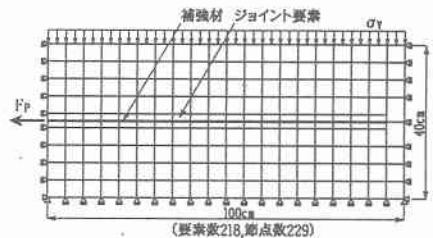


図-1 有限要素メッシュ図

表-1 材料定数

土要素 (弾塑性体)					
ka	-0.042	α_m	1.8	Mc	1.37
h	0.12	α_w	1.8	Nc	1.37
l	0.805	b	0.99	A	0.79

表-2 解析条件

Case	K_s (kgf/cm ²)	ϕ_s (°)	E (kgf/cm ²)	σ_v (kgf/cm ²)
1	10	40	10000	0.5~2.0
2	20	40	10000	0.5~2.0
3	100	40	1000	0.025~0.1
4			5000	0.1~1.5
5			10000	0.5~2.0
6			20000	1.0~2.5

図-2は、補強材の伸び剛性 $E=10000\text{kgf/cm}^2$ 、ジョイント要素のせん断バネ定数 $K_s=100\text{kgf/cm}^2$ 、上載圧 $\sigma_v=1.0\text{kgf/cm}^2$ における補強材の張力分布を示している。補強材内に発生する張力は、補強材後方に向かうに従って減少し、引抜き力 F_p に対して伝達していない定着領域が確認できる。また、その定着域は、引抜き力 F_p の増加により減少し、補強材内の張力伝達領域が拡大していることがわかる。そこで、補強材内に伝達される張力 F_t が、引抜き力 F_p に対して5%(張力比 $F_t/F_p=0.05$)発生する領域までを補強材の張力伝達領域とみなし、以下、整理を行った。図-3は、張力比 $F_t/F_p=0.05$ における引抜き力 F_p と張力伝達距離 L_c の関係であり、図には上載圧 $\sigma_v=0.5\sim2.0\text{kgf/cm}^2$ の結果を示している。引抜き力 F_p のわずかな増加により、張力は壁面から20cm程度伝達し、その後の引抜き力 F_p 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がわかる。また、上載圧の増加に伴い、その直線の傾きは増加している。ここで、上載圧の増加とともに、ある任意の張力伝達距離 L_c における引抜き力 F_p が増加することに着目して、引抜き力 F_p を上載圧 σ_v で正規化したものが図-4である。図には、伸び剛性の

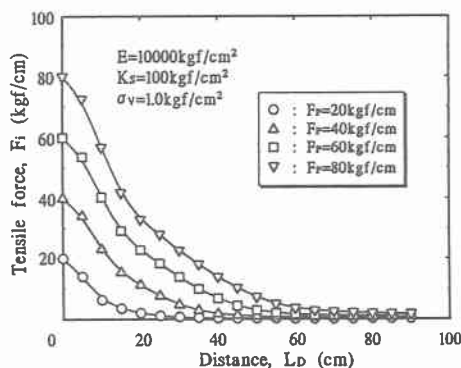


図-2 補強材の張力分布

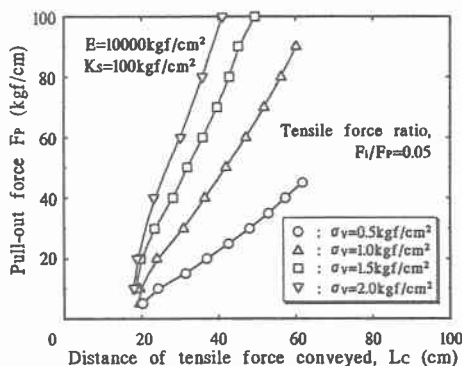


図-3 張力伝達特性図

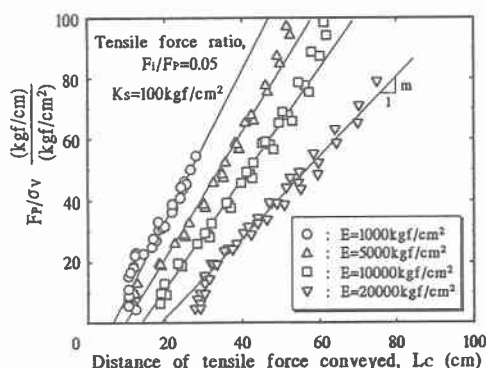


図-4 張力伝達特性図 (E の影響)

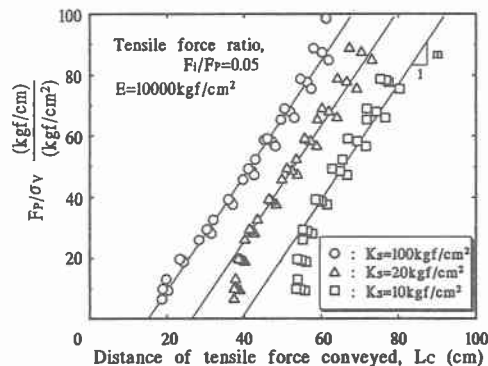


図-5 張力伝達特性図 (K_s の影響)

異なる補強材 ($E=1000 \sim 20000 \text{ kgf/cm}^2$) についての結果も示している。この図より、いずれの伸び剛性の場合においても上載圧によらず、正規化引抜き力 F_P/σ_v と張力伝達距離 L_c の関係は、ほぼ一義的な挙動となることがわかる。また、伸び剛性の大きな補強材ほど張力がより補強材後方へ伝達されやすく、初期の伝達距離は増加し、その直線の傾き m は減少していることがわかる。図-5は、ジョイント要素のせん断バネ定数が異なる場合 ($K_s=10 \sim 100$) について示したものである。せん断バネ定数 K_s の小さいものほど張力がより補強材後方へ伝達されることがわかる。しかし、せん断バネ定数 K_s の増加に伴い、 $F_P/\sigma_v \sim L_c$ 関係で得られる直線の傾きは変化しないものの、初期伝達距離が増加することが確認された。

4. まとめ

引抜き試験を対象にした FEM 解析を行った結果、引抜き力 F_P を土被り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 L_c の関係は、土被りによらずほぼ一義的な挙動となることがわかった。また、 $F_P/\sigma_v \sim L_c$ 関係から、補強材の伸び剛性の違いが直線の傾き m に影響を及ぼし、土-補強材間の摩擦抵抗の違いが初期伝達距離に影響を与えることがわかった。今後、一面せん断試験や、引抜き試験等によって求まる定数との関連性を明らかにする必要があると考えられる。

(参考文献) 1) 西川明広: 砂の拘束圧依存性と強度異方性を考慮した構成式とその適用, 山口大学修士論文, 1992 2) 松岡, 村田, 兵動, 山本, 小浪: 帯状補強材の伸び剛性と補強土壁の壁面変位, 第 30 回土質工学会研究発表会, pp2439-2440, 1995