

補強土擁壁の模型載荷試験における変形特性の材料粘性を考慮したシミュレーション

CRCソリューションズ 正会員 ○野口 利雄
 東京理科大学 正会員 平川 大貴
 東京理科大学 正会員 Kongkitkul Warat
 東京理科大学 フェロー会員 龍岡 文夫

1. はじめに

補強土擁壁は、剛な壁と補強材および地盤が一体化した複合系構造であり、荷重作用時の挙動は相当複雑である。異なる粘性特性を有する地盤と補強材の挙動を予測するには、任意のひずみ履歴に適用可能な構成モデルとそれを取り入れた数値解析手法が必要となる。本研究ではポリエステル補強材を8層有する擁壁模型を用い、帯基礎の支持力実験の結果を、一般非線形三要素モデル¹⁾の一つである Isotach+TESRA 加算型モデルをポリエステル補強材に、TESRA モデルを砂に用いて数値シミュレーションを行い、実験結果と比較した。

2. 実験方法と試料

幅 180cm、奥行き 40cm、高さ 80cm の平面ひずみ条件の土槽内に豊浦砂を空中落下法により撒き出し、深さ 65cm の模型地盤 (D_r =約 90%、間隙比 e =約 0.65、乾燥密度 γ_d =約 1.60g/cm^3) を作成した。底面が粗で剛な帯基礎 (幅 10cm) を用いて鉛直載荷を行った。一定の基礎沈下速度 ds/dt で単調載荷の途中で ds/dt を何度も急変させ、かつ持続載荷と荷重緩和試験も行った。²⁾

3. 解析手法と解析モデル

図-1 に実験装置を、図-2 に解析モデルを示す。解析では、帯基礎底面の位置にある節点に実測の基礎沈下速度を入力した。三要素モデルでは、ひずみ増分 $d\varepsilon$ は弾性成分 $d\varepsilon^e$ と非可逆 (粘塑性) 成分 $d\varepsilon^{ir}$ に、応力 σ は非粘性応力成分 σ^f と粘性応力成分 σ^v に分解される。弾性ひずみには亜弾性モデルを、 σ^f には修正ひずみエネルギー硬化則を用いた。 σ^v として、砂に対しては ε^{ir} の増加に伴って減衰する TESRA 粘性を取り入れた³⁾。

三要素モデルのパラメータは、砂が $\alpha=0.25$ 、

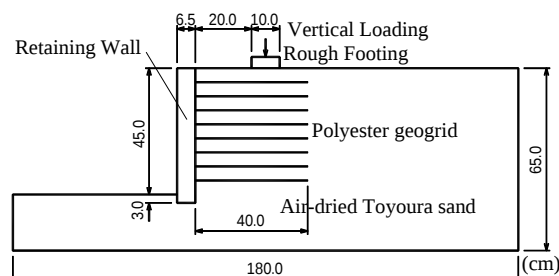


図-1 実験装置

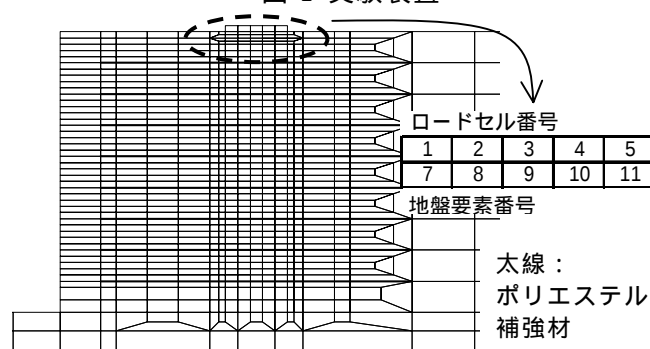


図-2 解析モデル

$m=0.05$ 、 $\varepsilon_0=10^{-8}$ 、補強材が $\alpha=0.55$ 、 $m=0.12$ 、 $\varepsilon_0=10^{-6}$ である。なお除荷および繰り返し載荷部分は解析が未対応なのでシミュレーションを行っていない。

4. 実験結果と FEM 解析結果

図-3(a,b)に基礎鉛直変位 s と基礎底面平均鉛直圧 q の時間歴を、図-3(c)に q - s 関係を示す。実験結果は、変位速度の急減 (あるいは急増) に伴い応力値が一度減少 (増加) して、次に増加 (減少) する。この砂の TESRA 粘性を反映した挙動は FEM 解析でも良く再現されている。また q - s 関係のピーク荷重前の剛性・ q のピーク値・その時の基礎沈下量の実測値・クリープの時間とクリープ区間内の沈下量を、FEM 解析で良く再現している。

図-4 に、基礎底面における局所鉛直圧の時間歴結果を示す。FEM 解析結果は、基礎沈下速度の急

キーワード：変形特性、時間依存性、支持力、クリープ、擁壁

連絡先：〒136-8581 東京都江東区南砂 2-7-5 CRC ソリューションズ社会基盤ソリューション部

TEL 03-5634-5793 FAX 03-5634-7340

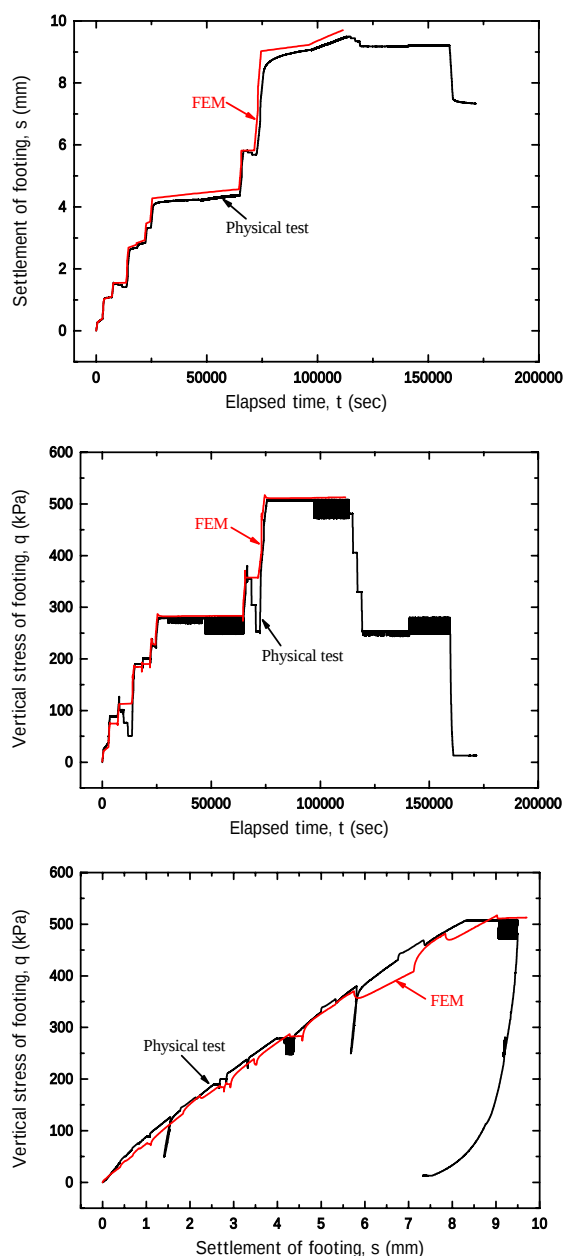


図-3 実験結果と FEM 解析結果 上(a)中(b)下(c) 変時の挙動および、持続載荷・荷重緩和試験の実測を定性的に再現している。

5. まとめ

1) 砂とポリエステル補強材の弾性ととともに粘性を非線形三要素法で表現した FEM 解析により、補強材を有する乾燥豊浦砂の擁壁の模型載荷実験を解析した。天端での鉛直載荷実験で観察された基礎荷重～沈下曲線、ピーク荷重とその時の基礎沈下量、クリープ荷重と沈下量を、帯基礎内の平均値に着目した場合、かなりの精度で再現できた。

2) 帯基礎内局所鉛直圧の分布に関しては、端部の値が実験値と乖離する現象が確認されたため、その修正を今後の課題と考えている。

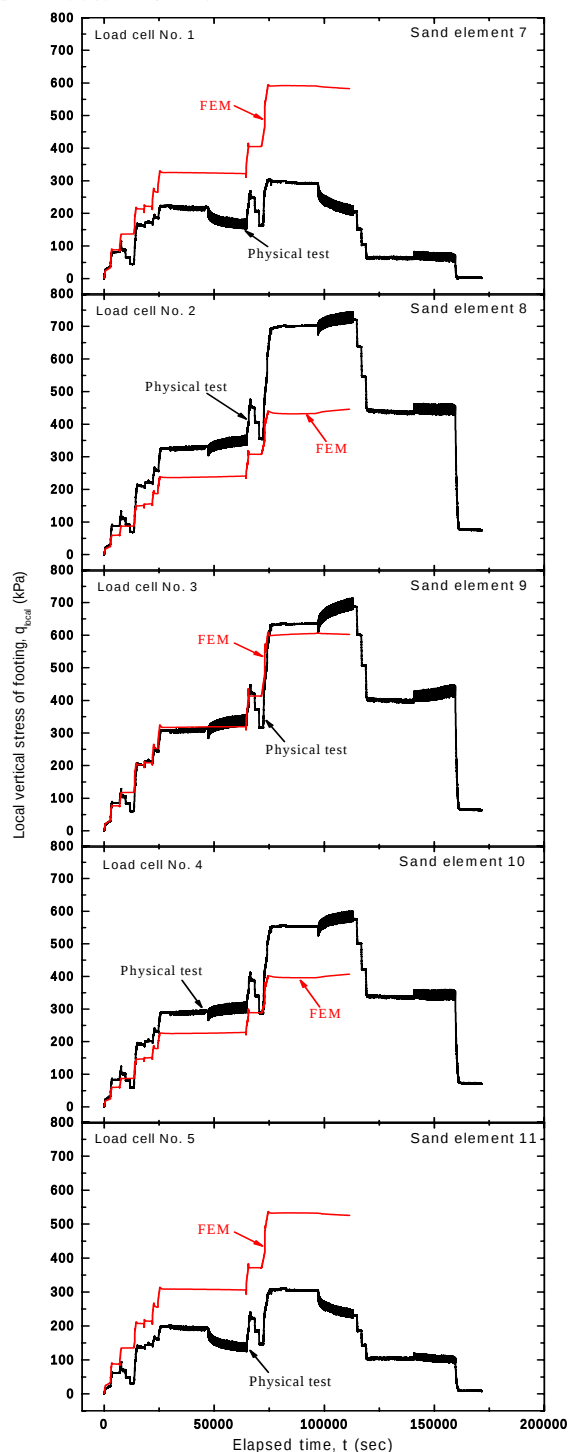


図-4 実験結果と FEM 解析結果(局所鉛直圧)

【参考文献】

- 1) 例えば、M.S.A.Siddiquee, F.Tatsuoka, Modeling time-dependent stress-strain behavior of stiff geo-materials and its applications, Proc. Of the 8th International Conference on Computer Methods and Advance in Geomechanics, (Desai et al., eds.), pp.401-406, 2001;
- 2) 平川大貴：ジオシンセティック補強土構造物の残留変形特性に関する研究，東京大学博士論文，pp5-1-5-80, 2003;
- 3) Di Benedetto, H., Tatsuoka, F. and Ishihara, M., Time-dependant shear deformation characteristics of sand and their constitutive modeling, *Soils and Foundations*, 42(2): 1-22, 2002