

III-B 312 補強された斜面上基礎の模型支持力実験と支持力解析の比較

○(株)フジタ (正) 船橋 修, 名古屋大学大学院(学) 山田英司
長岡技術科学大学(正) 大塚 悟, 名古屋大学 (正) 松尾 稔

1. はじめに

地盤に鉄筋やジオテキスタイルを敷設する補強土構造物を地盤・構造物システムと捉えて、その安定解析をシェイクダウン定理（下界定理）に基づいて行う。本解析の特徴は、補強材の剛性や強度特性が安定性に及ぼす影響を地盤・構造物間の相互作用力を考慮して評価する点にある。補強された斜面上基礎の模型支持力実験の数値シミュレーションを行い、解析結果と実験結果を比較することで解析手法の妥当性について検討する。

2. 解析方法

本解析は補強土構造物の破壊時相互作用力の考察と全体安全率の評価にシェイクダウン解析の下界定理を適用する。地盤及び補強材の構成式には弾・完全塑性仮定を用いている。補強材はトラス要素としてモデル化した。線形降伏関数を用いると、解析は線形計画問題に帰着する。解析手法の概要は大塚ら(1995)²⁾に示している。

3. 模型支持力実験の数値シミュレーション

補強材の強度特性を表わす引張強度 σ_Y は図.1に示すように補強効果（補強時の極限支持力/無補強時の極限支持力）に影響を及ぼす。そこで本解析手法によりどの程度実際現象を説明できるかを調べるために、解析結果と模型実験との比較を行った。

Kodaka et al.(1995)³⁾による補強された斜面上基礎の模型支持力実験に用いた実験土槽と模型斜面の概要を図.2に、土質定数を表.1に示す。補強材は5分勾配の斜面に水平に幅90cmあたり5本または6本を等間隔に配置したものが9段敷設されている。载荷は剛な鉄板(90cm×50cm)を介して行われ、無補強時の極限支持力 $q_{f0} = 174 \text{ kN/m}^2$ 、補強時の極限支持力 $q_f = 301 \text{ kN/m}^2$ が得られている。

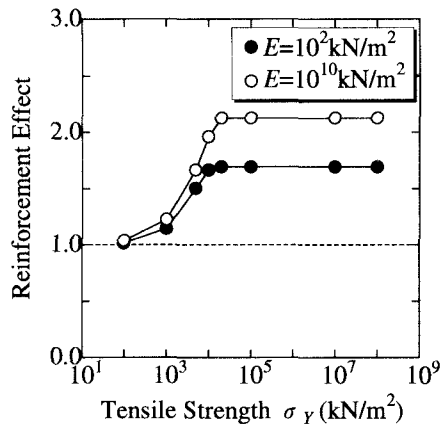


図.1 補強効果～引張強度関係

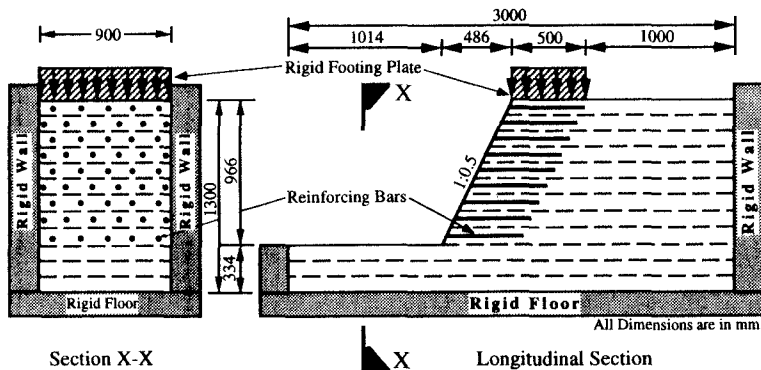


図.2 実験土槽と模型斜面の概要

表.1 実験での土質定数

G_s	2.176
γ_{max}	18.34 kN/m ³
w_{opt}	12.8%
c	0.0 kN/m ²
ϕ	35.0°

図.3に解析に用いた有限要素メッシュ及び境界条件を示す。Kodaka et al.(1995)³⁾は実験における土質定数の精度が低いことを指摘しているので、ここでは無補強時の極限支持力 q_{f0} の実験結果と解析結果が一致するように解析に用いる土質定数を定めた。表.2に示す土質定数のときに極限支持力 $q_{f0} = 177 \text{ kN/m}^2$ が得られ、実験結果 ($q_{f0} = 174 \text{ kN/m}^2$) とほぼ一致している。この土質定数を用いて補強された斜面上基礎の模型支持力実験の数値解析を行い、解析結果と実験結果を比較した。図.4は引張強度 σ_Y を変化させた際の極限支持力 q_f の変化を示す。図.1と同様の傾向が見られ、S次形の曲線が得られている。引張強度 $\sigma_Y = 3000 \text{ kN/m}^2$ のときに極限支持力 $q_f = 308 \text{ kN/m}^2$ が得られ、実験結果に一致する。鉄筋などの補強材の一般的な引張強度は $\sigma_Y = 10^5 \text{ kN/m}^2$ のオーダーで、実験結果に一致する支持力を与える引張強度はかなり割引いた強度になっている。鉄筋のような補強材は図.2に示すように実際には三次元的に配置されているが、解析では平面ひずみ条件を用いているので実際の実験と条件が整合しない。これは二次元解析の限界を表わしているが、三次元から二次元へ換算する係数を求めることができれば、二次元解析を上手に適用することができる可能性を示している。説明変数としての引張強度 σ_Y についてはさらに多くの事例解析を実施して検討する必要がある。

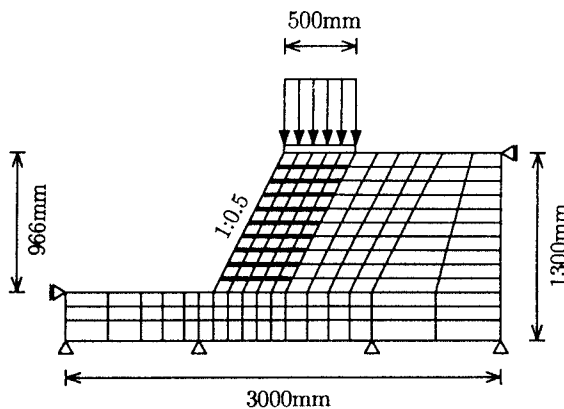


図.3 有限要素メッシュ図及び境界条件

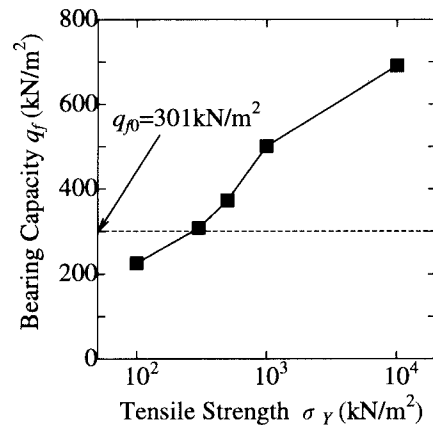


図.4 極限支持力～降伏軸力関係

4. まとめ

補強された斜面上基礎の模型支持力実験と数値解析の比較から、三次元的に配置された鉄筋による補強効果も、補強材の材料定数の割引率を求めることによって平面ひずみ条件を用いた解析でも十分に説明することができる。また補強材がジオテキスタイルのような板状のものであれば基本的には精度よく補強効果を表すことができると考える。

表.2 解析に用いた土質定数

E	1000.0 kN/m^2
ν	0.33333
γ_t	18.34 kN/m^3
c	20.0 kN/m^2
ϕ	30.0°

参考文献

- 1) W.T.Koiter(1960) : General theorems for elastic plastic solids, Progress of solid mechanics, Vol.2, North Holland Press.
- 2) 大塚悟, 山田英司, 松尾稔(1995) : 三次元繰返し荷重に対する構造物の安定性評価, 地盤破壊の三次元的評価に関するシンポジウム発表論文集, pp.247-254.
- 3) T.Kodaka, A.Asaoka and G.Pokharel(1995) : Model Tests and Theoretical Analysis of Reinforced Soil Slopes with Facing Panels, Soils & Foundations, Vol.35, No.1, pp.133-145.
- 4) 舩橋修, 山田英司, 大塚悟, 松尾稔(1996) : 下界定理による補強された斜面上基礎の支持力解析, 第31回地盤工学会研究発表会(投稿中).