

Soil nail による補強盛土の有限要素法解析

岐阜大学工学部土木工学科 社会基盤施設設計研究室

西牟田 光一、ポカレル・ギャネソール、ルリー・バクリー、本城 勇介

1. まえがき

本研究は、守友（1995）が行った soil nail に関する模型実験結果を、新たに開発した弾塑性有限要素法解析に基づき評価し、soil nail 工法に関する新たな知見を得ることを目的としている。守友（1995）も有限要素法解析を行っているが、この解析は剛塑性理論に基づいており、土と soil nail の詳細は、相互関係を評価する上で難点があった。本研究はこれに弾塑性理論を用いることにより、上記の問題を解決しようとしたものである。

2. 解析方法

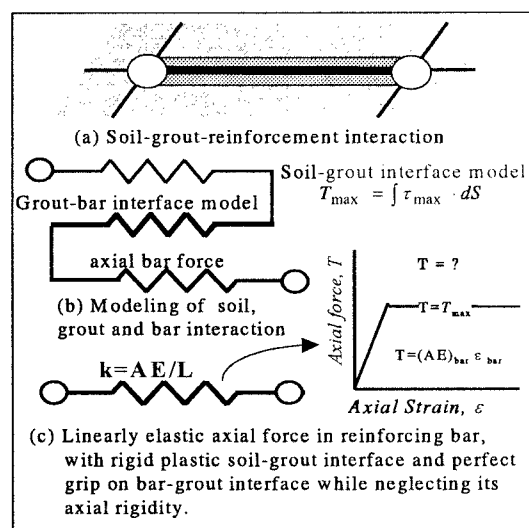
本研究で用いる弾塑性理論では、降伏関数として von Mises の最大せん断ひずみエネルギー規準を用いている。またポテンシャル関数も同じ関数を用いているので、関連流れ則を仮定していることになる。弾性部分は、線形等方弾性体理論による。なお、降伏に関する収束を安定的に行うために、破壊規準外の応力がある限られた時間の間だけ保持することのできる visco-Plasticity を用いている。

Soil nail のモデル化に関しては、次のように考えた。

- 1) soil nail は基本的にバー要素（1 力材）と仮定した。（図-1（a））
- 2) このバー要素は図-1（b）に示すように 3 本の直列弾塑性バネ（図-1（c））により構成される。すなわち、土-グラウト相互作用バネ、グラウト-soil nail 相互作用バネ、そして soil nail バネである。グラウトは、クラックの発生によりバネとしての剛性はなく、せん断

力のみを伝達すると仮定した。

図-1



3. 模型実験の概要

実験試料には粒度の良いシルト質砂を用い、土槽の壁はすべて 200mm のコンクリート版で囲い、土槽側面の摩擦低減のため、厚さ 1mm のテフロンシートを接着した。法面勾配 5 分勾配とし、図-2 に示すように 9 層の soil nail をを配置し、斜面上の載荷板より荷重を与えて斜面を破壊させた。このときの荷重-変位関係を図-3 の typeB に示した。

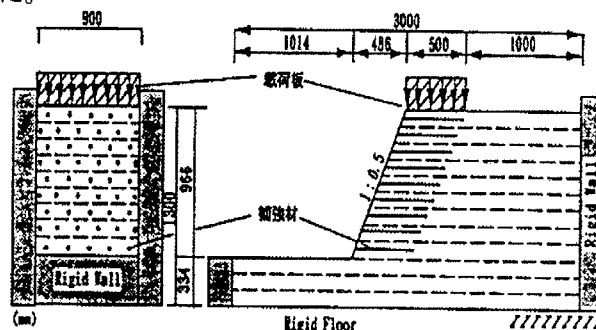


図-2 実験模型

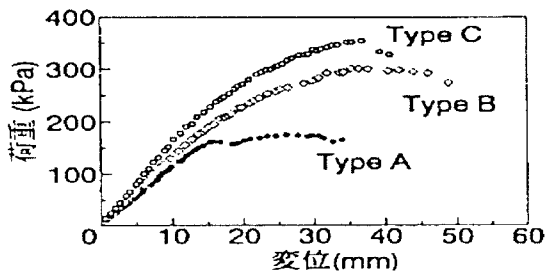


図-3 実験の荷重-変位関係

4. 解析とその結果の考察

解析に用いた FEM のメッシュ図を図-4 に示した。土質定数は守友 (1995) が用いたものと同じであり、次のように与える。

$$\begin{aligned} c &= 20 \text{ kN/m}^2 & \phi &= 25^\circ \\ E &= 7000 \text{ kN/m}^2 & \nu &= 0.3 \\ \gamma_t &= 18.13 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

載荷荷重の境界条件としては軟らかい基礎で、底面摩擦の場合を仮定した。(他の場合についても解析を行っているが、紙面の制約上省略する。)

図-4 にこの場合の破壊時の変位図を示した。Soil nail を配置したブロック全体が、滑っていることが分かる。ここには示していないが、無補強時の場合すべり面は、はるかに浅い部分に現れることを解析的にも確認している。

図-5 (a) と (b) にそれぞれのこの場合の最浅層と最深層に設置された soil nail の軸力分布を各荷重段階について示した。最浅層の soil nail では、最大軸力は soil nail の前方で発生しており、応力を斜面深部へ伝達していることが分かる。一方、最深部の soil nail では、深い位置で最大軸力が発生している。これは、この付近にすべり面があるためと考えられる。

図-6 に平均増分応力の分布図を示した。載荷により発生した応力が、soil nail により比較的深部まで伝達されている様子が分かる。

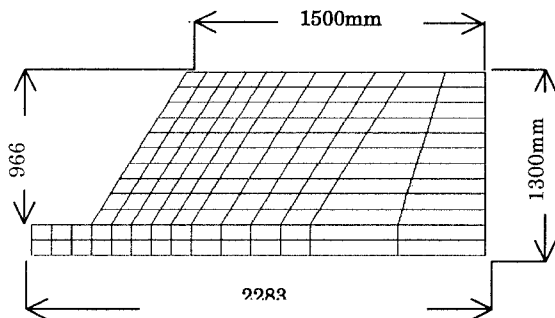


図-4 FE メッシュ図

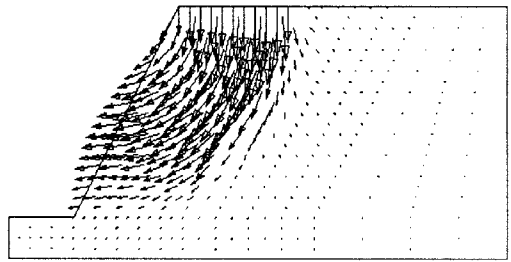


図-5 変位ベクトル図

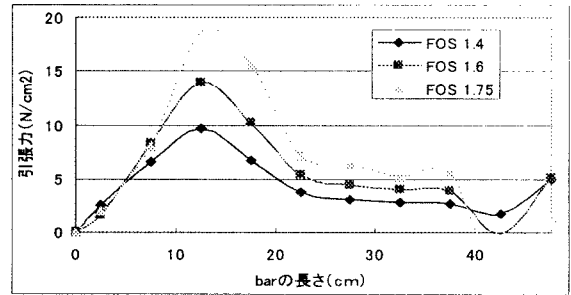


図-6 soil nail の軸力分布 (a)

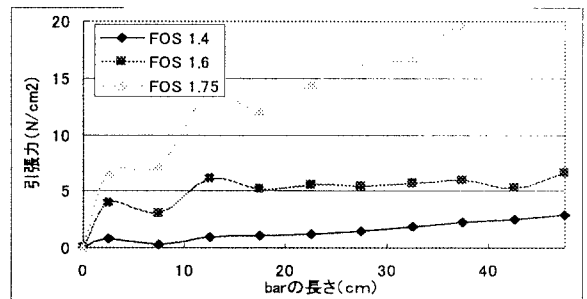
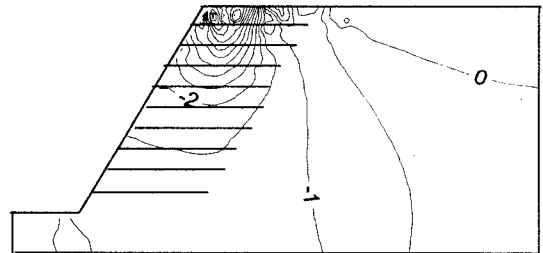


図-6 soil nail の軸力分布 (b)



2 図-7 平均増分応力 (N/cm²)

5. むすび

今回の解析では、実験で得られた Soil nail の作用を解析でうまく表現できていると考えられる。この他にも、多くのケースについて解析しているが、それらについては発表時に紹介する。

参考文献

守友常雄 (1995) 速度・変位場への各種制約条件の導入による補強土構造物の変形・安定解析, (名古屋大学修士論文)