

地盤掘削に伴う先受ルーフの支持機構と周辺地盤への影響に関する基礎的研究

(株)奥村組	正会員	○外木場	康将
(株)奥村組	正会員	森田	修二
東京大学		岡島	賢治
東京大学	正会員	田中	忠次

1. はじめに

鉄道や道路の直下にボックスカルバートを構築する工法の一つに先受ルーフ工法がある(図-1). 本工法は, 地盤に先受させたルーフとプレキャストの函体を交互に推進することにより, 浅土被り下においても地表面への影響を最小限にアンダーパス等を構築することができる. しかし, この工法の課題として先受ルーフと地盤の支持力の関係, 地表面や周辺地盤への影響を明らかにする必要がある. これは, 掘削時における地盤の挙動メカニズムを明確にすることを意味する. そこで, 本研究では掘削に伴う微小変形から破壊までの連続的な解析に有効な数値解析手法を確立し, 先受ルーフ工法を模擬した土質実験との比較から, 数値モデルの検証ならびに先受ルーフ工法への本数値モデルの適用性を検討する.

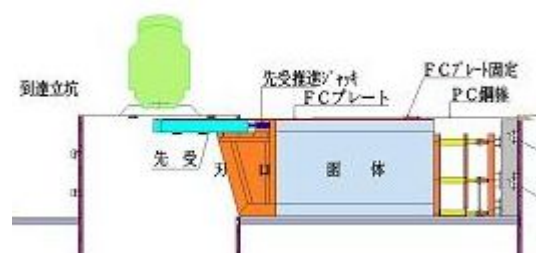


図-1 工法概要図

2. 土質模型実験の概要

本研究における模型実験装置を図-2に示す. 実験装置は平面ひずみ条件下で, 幅 1.6m, 奥行き 0.4m, 高さ 1.3m の箱型の実験槽を使用した. 地盤材料は 5%含水比の豊浦砂を用い, 平均相対密度が 60%になるように土層を作成した. この土質条件は, 過去に実験例が数多くあり, さらに土層の微小変形から破壊までを観察するのに適している. 先受ルーフにはアルミニウム板を用い, 厚さが 0.5mm, 土層への先受長は 10cm とした. 上載荷重は, 鉛の散弾を 4.14 kN/m^2 になるように均一に設置し, 掘削は箱を引抜くことにより表現した. 実験は, 1) 土層を作成, 2) アルミ板を設置, 3) 散弾を均一に設置, 4) 箱を引抜き, 応力を開放, 5) 土層・アルミ板の変形および土層の破壊形態を測定の手順で行う.



図-2 土質模型実験

3. 数値解析の概要

本研究の数値解析手法として, 弾塑性有限要素解析を適用した. 降伏関数には Mohr-Coulomb 型モデルを, 塑性ポテンシャルには Drucker-Prager 型モデルを採用し, さらに, ひずみ硬化・軟化, せん断帯, 異方性を考慮した. 有限要素は 1 点積分の 4 節点アイソパラメトリック要素を用いた. 非線形解析は, implicit-explicit

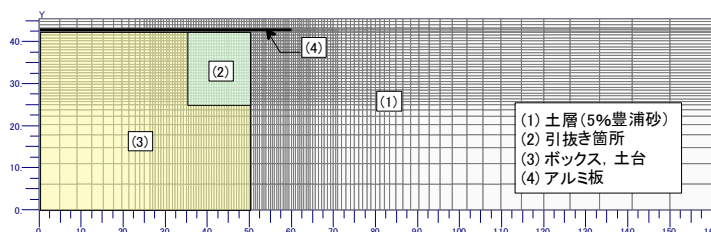


図-3 計算メッシュ図

混合型の動的緩和法とリターンマッピング法を結合させたものを用いた. 図-3 に計算メッシュ図を示す. 計算は実験と同様に平面ひずみ条件下で行った. 要素数は 4773,

節点数は 4930 であり, 地盤には explicit 型の要素, アルミ板とボックスには implicit 型の要素を適用した. 境界条件は, 底盤に水平・鉛直固定を, 両壁には水平固定条件を与えた. 土層, ボックス, アルミ板の各物性値

キーワード 先受ルーフ, せん断帯, ひずみ硬化・軟化弾塑性モデル

連絡先 〒108-8381 東京都港区芝 5-6-1 (株)奥村組 TEL:03-5427-8041 FAX:03-5427-8104

を表-1 に示す.

表-1 各物性値

	弾性係数 (kN/m ²)	せん断弾性係数 (kN/m ²)	ポアソン比	単位体積重量 (kN/m ³)	平均相対密度 (%)	残留内部摩擦角 (deg)	せん断帯幅 (mm)
地盤(豊浦砂)	—	—	0.3	15	60	34	3
アルミ板	7.10E+07	2.96E+07	0.2	27.5	—	—	—
ボックス	2.50E+07	1.04E+07	0.2	24.5	—	—	—

4. 実験結果と解析結果

最終段階の地表面の沈下量について, 実験結果と解析結果を図-4 に示す. 同図よりどちらの結果とも, プレート先受区間の沈下量が大きいことがわかる. しかし, 解析結果の方が, 実験結果に比べ広範囲にわたり沈下している. これは, 実験において土層と実験装置の亚克力板との摩擦が生じているためであり, このことを考慮すると解析結果は実験結果をより良く表現できていると考えられる.

次に, 最大せん断ひずみ分布と実験でのせん断帯の発生状況

について比較を行う. 図-5 は, 箱を 60mm 引抜いた時の実験結果(左)と同条件における解析結果(右)であり, 一方, 図-6 は箱を 67.5mm 引抜いた時の実験結果と解析結果である. 図-6(左)より, せん断帯はルーフの先端から土層境界面に沿って進行しているのが伺える. また, 実験において, 土層と亚克力板との摩擦がせん断帯の進行方向と発生位置に若干の影響を与えていることもわかる. 図-5(右)および図-6(右)は解析結果における最大せん断ひずみの分布を示している. これらの結果とせん断帯の進行状況の比較より, 解析結果は, せん断帯の進行状況のある程度模擬できており, 本数値モデルの有効性を確認することができた.

5. まとめ

本研究では, 地盤掘削に伴う先受ルーフの支持機構と周辺地盤への影響を評価するための, 弾塑性有限要素法の有効性の検証を目的とし, 土質模型実験との比較を行った. 解析結果は, 実験結果のある程度模擬できており, 本数値モデルは, 先受ルーフ工法の地盤挙動解析に有効な手法であるといえる. しかし, 沈下量に関して若干の差異があるため, 今後実験の精度向上および3次元解析や高次のひずみを考慮した有限変形解析などを行い, 検討を重ねる必要がある.

参考文献

- ・ Siddiquee, M. S. A., Tanaka, T., Tatsuoka, F., Tani, K. and Morimoto, T.: Numerical Simulation of Bearing Capacity Characteristics of Strip Footing on Sand. Soil and Foundations, Vol.39, No.4, pp93-109, 1999.
- ・ 田中忠次, 阿部剛士: 斜面崩壊実験の弾塑性有限要素解析, 農業土木学会論文集, No237, pp21-30, 2005

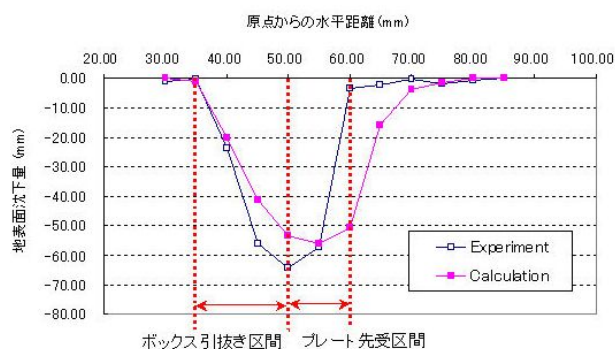


図-4 最終段階での鉛直沈下量の比較

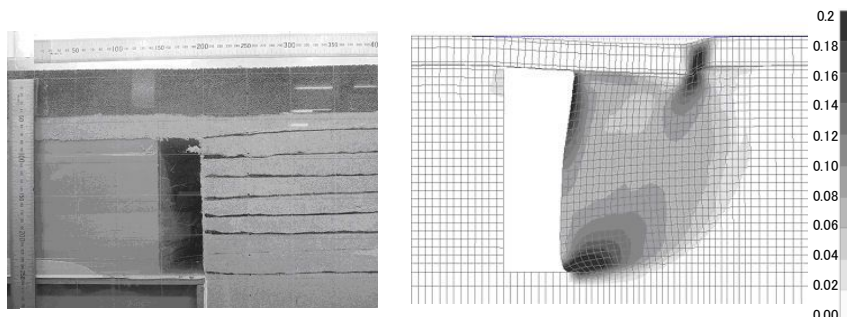


図-5 せん断帯(左)と最大せん断ひずみ分布(右)(開口距離 60.0mm)

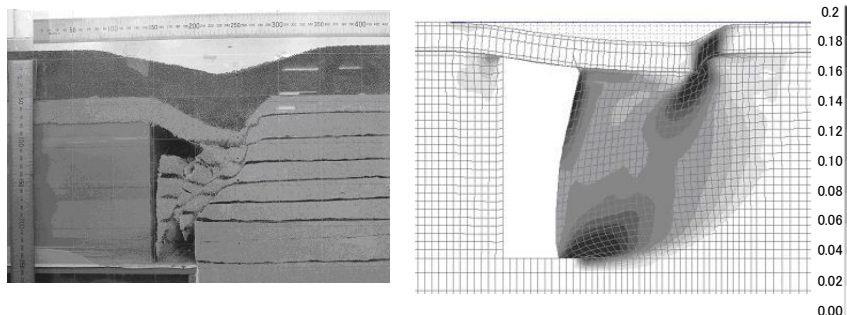


図-6 せん断帯(左)と最大せん断ひずみ分布(右)(開口距離 67.5mm)