

新離散化モデルによる地盤基礎の極限解析 (その8)

— 2層地盤の支持力 —

Limit Analysis of Soil and Rook Foundations by Means of Discrete Models (8th Report)
— Ultimate Bearing Capacity of Foundation on Sand Overlying Clay —

竹内 則雄*・加倉井 正昭**・山下 清**・川井 忠彦*

Norio TAKEUCHI, Masaaki KAKURAI, Kiyoshi YAMASHITA and Tadahiko KAWAI

1. はじめに

新離散化モデルの一つである剛体ばねモデル(RBSM)は、川井により提案され各種の非線形問題の解析に適用されている¹⁾。この方法は極限解析法における上界を求める一般的な手法であり、複雑な条件下での非線形問題の解を求めるのに有効である。特に地盤の支持力を求める一般的な手法が無い現状において RBSM による解析は非常に有効な情報を提供することになる^{2)~4)}。本報告はこの RBSM を使って2層地盤(上部砂層、下部粘土層)の支持力および破壊の状況を求め、実験結果^{5),6)}と比較したものである。その結果、実験の荷重~沈下の関係を相当程度シュミレーションできたこと、またすべり線の発生順序も実験と同様は傾向を示し、RBSM が地盤の非線形解析法として有効なものであることが示された。

2. 解析

本解析でシュミレーションの対象にしたものは、2層地盤(上層が砂層、下層が粘土層)の上載圧(1kg/cm²)下での模型実験結果⁶⁾であり、平面ひずみ条件におけるものである。解析では実験条件を考慮して図2・1に示すような定数を設定し、土の自重を無視した。図2・2は第1ステップとしてすべり線の進展の仕方、および破壊のメカニズムにおけるすべり線を推定するためにおこなった解析の要素分割図である。図2・3は解析結果の荷重量と沈下比の関係を示したものである。図2・4と図2・5は2層地盤で沈下比が20%と破壊時のすべり線の発生状況を示している。また図2・6は図2・2の各要素分割で全部を砂層にした場合の破壊時のすべり線の発生状況を示したものである。2層地盤の場合は粘土層のすべりの発生および砂層での局部せん断破壊の発生が見られること、また破壊時には粘土層のすべりと上部の砂層すべり

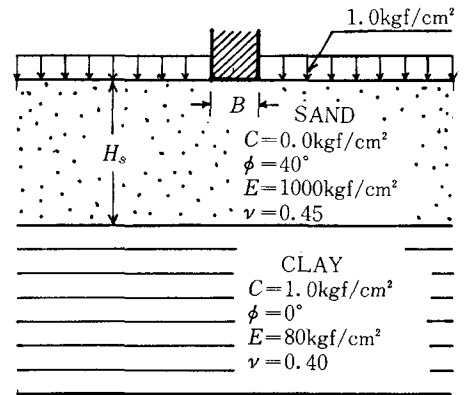


図2・1 設定条件

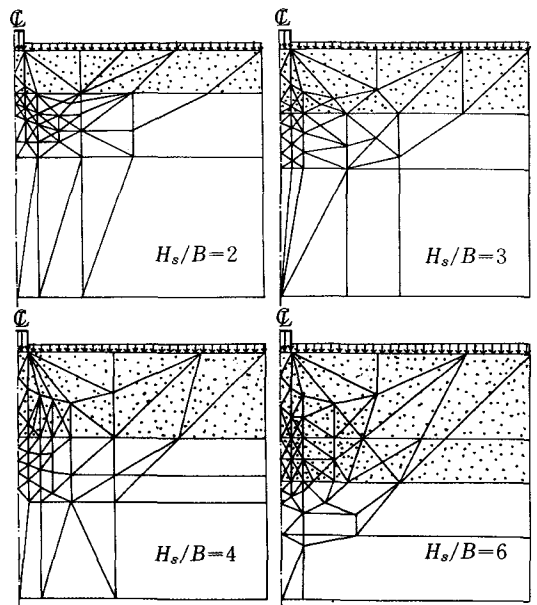


図2・2 要素分割図

*東京大学生産技術研究所 第2部

** (株) 竹中工務店技術研究所

研究速報

がつながり破壊状態になっている。これは図2・6の砂層だけのすべり線と比べると2層地盤の破壊のメカニズムの特徴がわかる。

図2・2の要素分割ですべり線の進展の仕方、および破壊時のすべり線の入り方がほぼ推定できたので、次に要

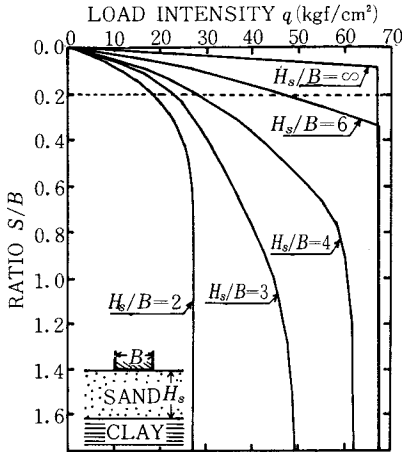


図2・3 荷重度～沈下比曲線

素分割を単純化し、破壊荷重の最小化を試みた。図2・7はその要素分割図である。図中の θ をパラメーターとしてその値を変えることにより、幾つかの計算をおこなった。その結果は図2・8に示すような角度 θ に対する破壊荷重度が得られた。破壊荷重度の最小を示す角度 θ は砂層厚の変化にもかかわらず $20^\circ \sim 30^\circ$ の間にあることがわかる。

実験と比較するため図2・8で求めた破壊荷重度の最小値の θ を使い各砂層厚さについて、粘土層の粘着力を実験と同様にして再計算した。RBSMにおいてはばね常数は物理的意味を持たないが、実験条件と合わせるため、砂層については実験結果からの逆算をおこなった。図2・9はその結果であり、砂の弾性係数(RBSMで定義するE)は 389 kgf/cm^2 であった。表2・1は再計算に適用する定数を示したものである。

図2・10～図2・12は解析結果の荷重度と沈下比の関係を示したものである。実線が解析結果であり、破線は実験結果である。各々の結果とも要素分割の少ないわりには実験と良い一致を示している。

図2・13は解析結果の曲線の勾配が急激に増加する点の

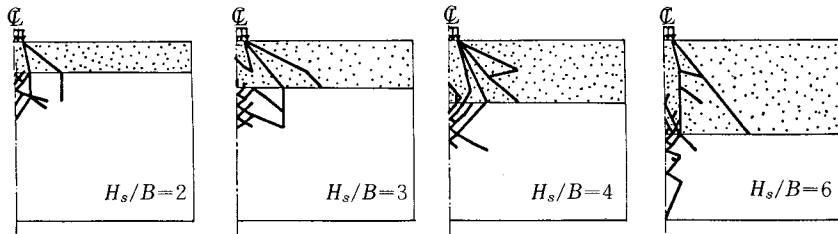


図2・4 すべり線発生状況 ($S/B = 0.2$)

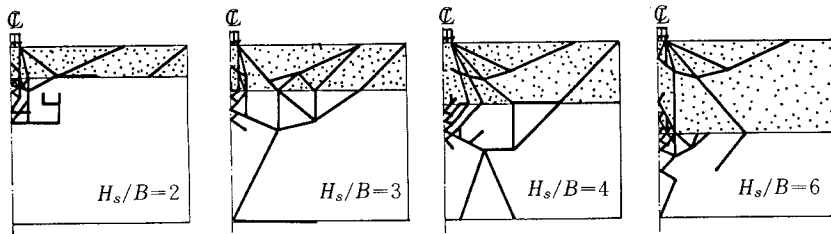


図2・5 すべり線発生状況 (破壊時)

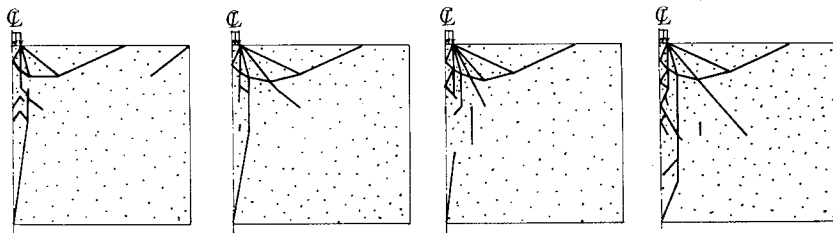


図2・6 すべり線発生状況 (砂層のみ、破壊時)

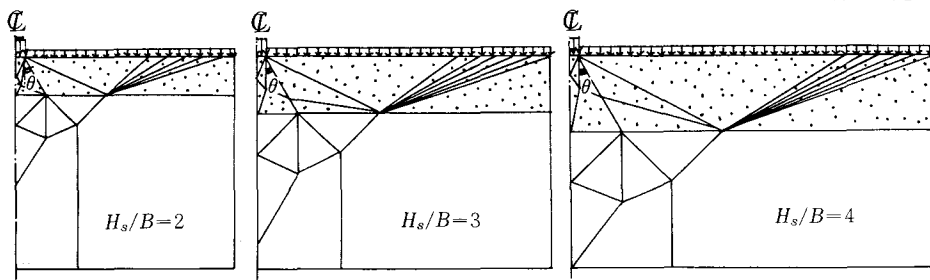


図2.7 要素分割図

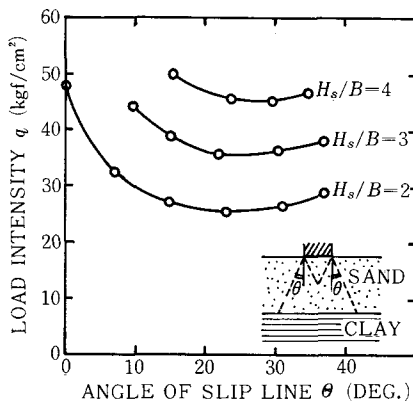


図2.8 θ と破壊荷重度

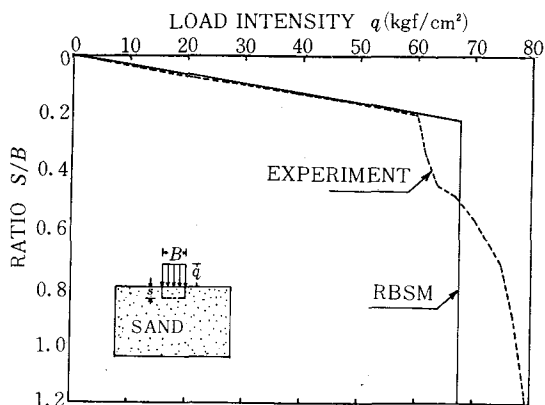


図2.9 荷重度～沈下比曲線 (砂層のみ)

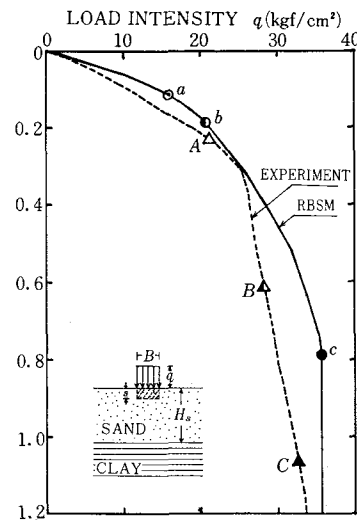
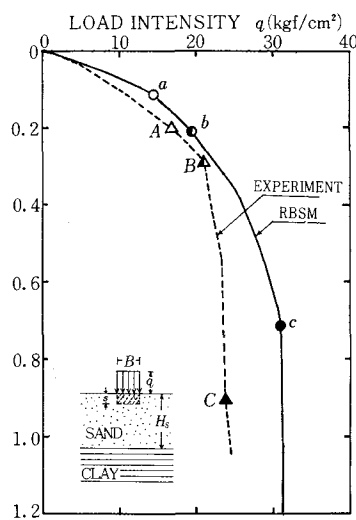
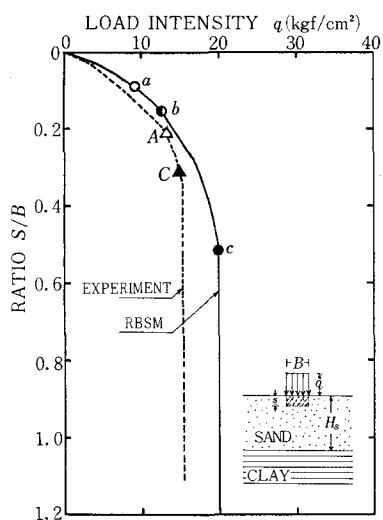


図2.10 荷重度～沈下比曲線 ($H_s/B=2$) 図2.11 荷重度～沈下比曲線 ($H_s/B=3$) 図2.12 荷重度～沈下比曲線 ($H_s/B=4$)

表2.1 再計算に用いた定数

H_s/B	砂 層				粘 土 層			
	C (kgf/cm ²)	ϕ (度)	E (kgf/cm ²)	ν	C (kgf/cm ²)	ϕ (度)	E (kgf/cm ²)	ν
2	0	40	389	0.45	0.67	0	80	0.40
3	0	40	389	0.45	0.73	0	80	0.40
4	0	40	389	0.45	0.65	0	80	0.40

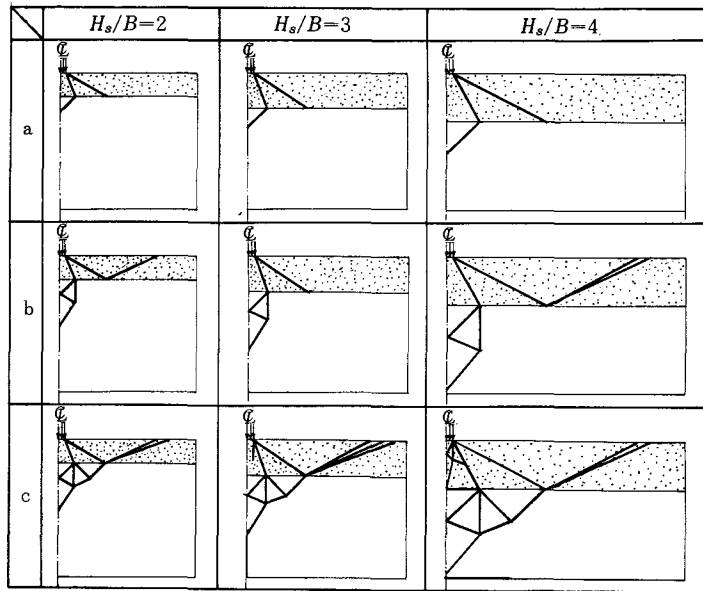


図2・13 すべり線の発生状況

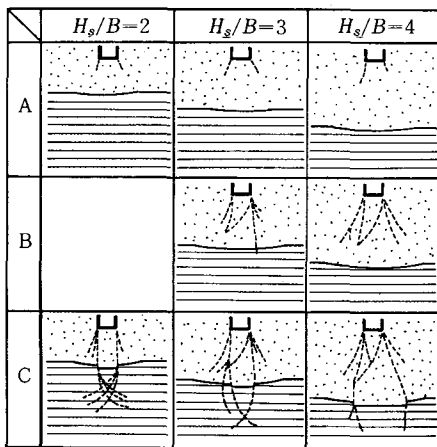


図2・14 実験のすべり線発生状況

すべり線の発生状況を a, b, c の3段階に分けて示したものである。図2・10～図2・12には荷重度和沈下比の関係における a, b, c の位置が示してある。a の段階は砂層に発生したすべり線が粘土層に到達した状態であり、b では粘土層ですべり線がさらに発達し、次の c では粘土層のすべり線が砂層に到達して破壊状態になる。一方実験で観察されたすべり線を A, B, C の3段階に分けて示したものが図2・14であり、その荷重度和沈下比の関係における位置は図2・10～図2・12に示してある。解析結果に比べて目に見えるすべり線の発達遅れているようであり、最終状態におけるすべり線の発生状況は解析結果の b 段階に近い。しかしすべり線の発生位置、発生順序は実験

結果に類似していることがわかる。

3. おわりに

2層地盤（上部砂層、下部粘土層）の支持力問題を RBSM により解析した結果、実験結果を相当程度シュミレーションすることができた。今後はさらに詳細な検討をおこなうことにより、各種の支持力問題の解明に本解析法を適用していきたい。

なお、本研究を遂行するにあたり、(株)竹中工務店技術研究所主任研究員伴野松次郎氏のご協力があったことを付記し謝意を表します。(1981年3月19日受理)

参考文献

- 1) 川井: 物理モデルによる連続体力学諸問題の解析, 生研セミナーテキスト, 昭和55年
- 2) 竹内, 川井: 新離散化モデルによる地盤基礎の極限解析(その2) - 支持力問題 -, 生産研究, 32巻8号(1980)
- 3) 竹内, 川井: 新離散化モデルによる地盤基礎の極限解析(その3) - 斜面安定問題 -, 生産研究, 32巻8号(1980)
- 4) 竹内, 川井: 新離散化モデルによる地盤基礎の極限解析(その4) - たわみ性土留壁 -, 生産研究, 32巻10号(1980)
- 5) 加倉井, 伴野, 岡村, 梶原: 2層地盤の支持力に関する実験的研究, 第13回土質工学研究発表会, 昭和53年
- 6) 加倉井, 伴野, 梶原: 3層地盤の支持力に関する実験的研究, 第14回土質工学研究発表会, 昭和54年