

(Ⅲ-84) 浸透流による地盤破壊の解析—せん断強度低減法の適用—

○東電設計㈱ 正 阿南 健一
群馬大学 正 鶴飼 恵三
群馬大学 井田 寿朗

1. 目的

砂質土地盤における掘削底面の安定は、ボーリングに対して検討を行う。その検討手法として現在の設計指針など¹⁾ではテルツァギーの方法を用いている。テルツァギーの方法は土留壁下端に水位差の半分に相当する平均過剰間隙水圧が発生し、それに対して土の有効重量が抵抗すると考える方法である。しかし、この手法は複雑なモデルの場合算定が困難であり、また砂の内部摩擦角を考慮することができないという問題がある。

一方、鶴飼らは、斜面安定問題においてせん断強度低減有限要素法による結果が極限平衡法と同等の全体安全率とすべり線が得られることから、せん断強度低減有限要素法の有用性を示している²⁾。

そこで、掘削底面のボーリングの検討に本手法を用いることにより複雑なモデルにおいても算定可能となり、また土の内部摩擦角などの物性値を考慮した、合理的な設計ができると考えられる。よって、ボーリングの検討においても本手法が有用であることを確かめることを目的とし、簡単なモデルを用いて現設計法との比較を試みた。

2. 解析モデル

解析に用いたモデル図を図1に示す。地盤は一様な砂地盤とし、物性としては $\gamma_s=20\text{KN}/\text{m}^3$ 、 $E=10000\text{KN}/\text{m}^2$ 、 $\nu=0.3$ 、 $c=0.0\text{KN}/\text{m}^2$ 、 $\phi=30^\circ$ 、 $\phi=30^\circ$ 、 $k=0.001\text{m}/\text{s}$ とした。

また、解析は2ステップで行った。第1ステップとして、地盤内の水圧分布を求めるため定常状態における浸透流解析を行った。つぎに第2ステップとして第1ステップで得られた水圧分布を与えせん断強度低減有限要素法にて全体安全率を求めた。

3. 解析結果

(1)浸透流解析による結果(第1ステップ)

浸透流解析による定常透水時の全ヘッド(m)の等高線を図2に示す。また、図3には水圧

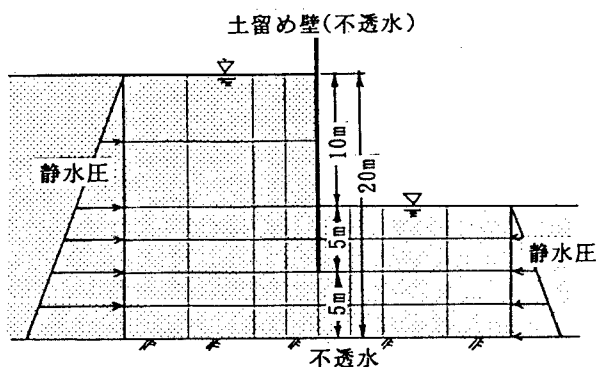


図1 計算モデル(メッシュ分割図)

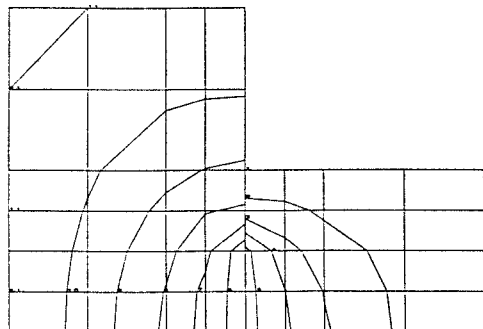
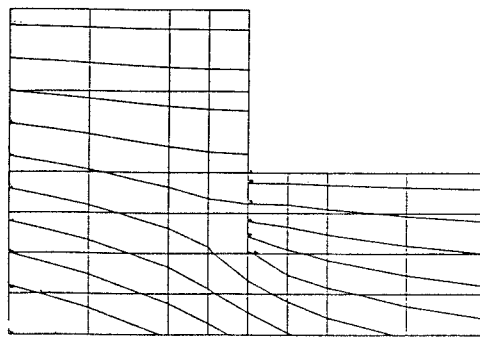


図2 定常透水時の全ヘッド(m)の等高線(計算結果)



ヘッド(m)の等高線を示す。この結果より土留め先端付近、特に土留め前面に大きな変化を生じていることから、地盤の破壊はこの付近を中心として起こると考えられる。

(2)せん断強度低減有限要素法による解析結果(第2ステップ)

せん断強度低減有限要素法による結果として、図4に破壊直前の変位増分ベクトルを示す。この結果より地盤は透水により土留め下端まわりに動くことがわかる。また、このモデルでの全体安全率は2.49となった。

次に、得られた水圧を1.0倍～2.0倍として与えたときの全体安全率の変化を図5に示す。この結果よりボーリングに対して地盤中の間隙水圧が大きな影響を与えていることがわかる。また、砂の内部摩擦角の存在がボーリング発生時の抑止力の向上に役立っていることも明らかである。

4. 現設計法との比較

本論で得られた安全率を評価するために現状の設計法と比較した。比較は、①本論による手法により求めた全体安全率、②本論で得られた過剰間隙水圧(図6)をテルツァーギの方法に用いて求めた安全率、③指針に従ったテルツァーギの方法による全体安全率、でおこなった。

その結果、① $F_s = 2.49$ 、② $F_s = 1.52$ 、③ $F_s = 1.00$ となった。①は強度に関する安全率であり、②・③は、重量もしくは水圧に関する安全率であるため両者間で絶対値の比較を行う意味は薄い。①の安全率が本問題の安定性の指標になることは明らかである。

5. 結論

これより得られた結論は、①せん断強度低減有限要素法は土留めの掘削問題にも適用できる、②内部摩擦角等を考慮した強度に関する安全率とすることで、現状の設計法より安全率を大きくすることができる、の2点である。

今後は、さらに掘削問題にせん断強度低減法を用いる際の問題点を整理し、掘削過程や3次元効果も考慮した解析等を実施してゆく予定である。

参考文献: 1)例えば、「トンネル標準示方書(開削編)・同解説, pp.93-95, 土木学会」など

2)3次元極限平衡法と3次元有限要素法による解析結果の比較(斜面安定問題), 鶴飼恵三他, 第29回土質工学研究発表会

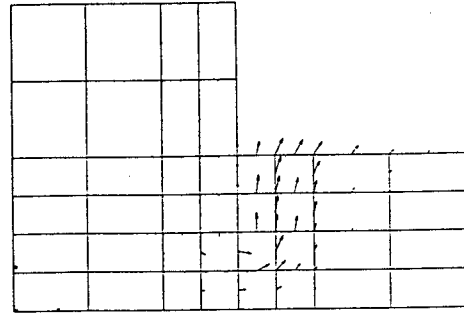


図4 破壊直前の変位増分ベクトル

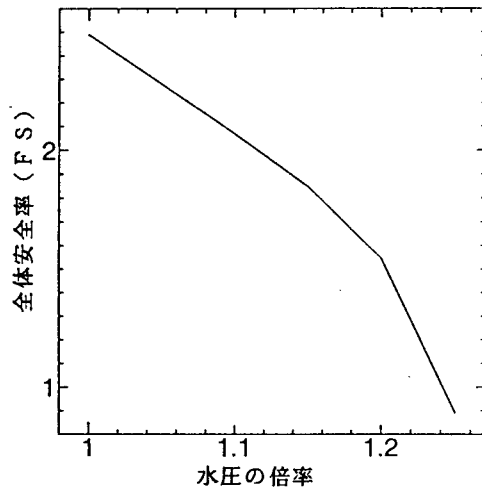


図5 水圧の変化と全体安全率の関係

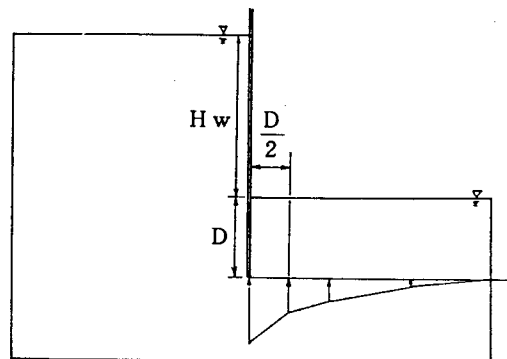


図6 土留め壁下端深さでの過剰間隙水圧ヘッド(m)の分布