

Ⅲ-78

土留めにおけるボーリング検討式の一提案

建設省土木研究所 正会員 ○高木 繁， 正会員 中野 正則
 正会員 石田 雅博， 加藤 秀章
 飛島建設㈱ 正会員 香西 稔

1. まえがき

土留め掘削工事における掘削底面のボーリング破壊に対する検討法としては、一般的に「道路土工一仮設構造物工指針」¹⁾等 に示されるTerzaghiの方法が適用される場合が多い。この方法はボーリングの発生領域を土留め壁からその根入れ長の半分以上の範囲とし、その領域における土留め壁下端までの土の有効重量と土留め壁下端位置での過剰間隙水圧との釣り合いに着目するものである。この過剰間隙水圧は、簡易的に土留め壁前面の水頭差の半分に相当する等分布荷重として設定されているが、掘削形状等の掘削条件によっては、この値以上の間隙水圧が発生する場合があることが報告されている²⁾。

そこで、掘削幅、掘削平面形状等の諸因子が過剰間隙水圧に与える影響を把握するため、有限要素法（FEM）を用いた浸透流解析により、モデル地盤を対象としたパラメトリックスタディーを行った。また、その結果を用い、Terzaghiの考え方を基本として、より現実に則したボーリング検討式の提案を試みた。本文はその概要を報告するものである。

2. 解析方法

過去に土木研究所で行われたボーリングに関する実験では、実験値から推定した水圧のコンター図と理論式はよく一致しており、飽和状態の砂質土地盤で層流状態の浸透流を取り扱う場合には、十分な精度でシミュレートできると考えられたことより、試算にはFEM浸透流解析を用いた。

解析モデルは図-1に示すものとし、掘削前面側の水頭差（ $H_w=20\text{m}$ ）、土留め壁の根入れ長（ $L_d=10\text{m}$ ）を固定し、掘削背面地盤の高さ（ $\alpha=0\sim 2$ ）、土留め壁下端から不透水層までの深さ（ $D/L_d=0.5\sim 8$ ）、掘削幅（ $B/L_d=1\sim 8$ ）をパラメータとし、解析方法は掘削平面形状の影響を検討するため鉛直二次元モデルおよび軸対称モデルの2方法により行った。

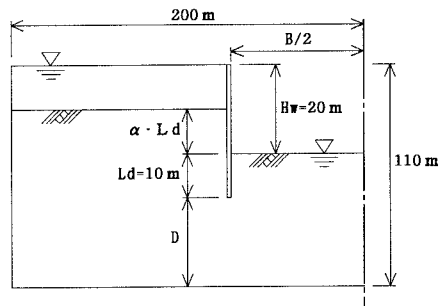


図-1 解析モデル

3. 解析結果

図-2に平均過剰間隙水圧（ $U/H_w/2$ ）と掘削幅の関係を示す。掘削幅により平均過剰間隙水圧は大きく変化し、掘削幅が狭くなるに従いその値は大きくなることから、 B/L_d が2以上の範囲では $H_w/2$ に比較して小さな値を示し、ボーリング安全率は大きな値を示すようになる。また、平均過剰間隙水圧は土留め壁下端からの透水層厚が小さいとき、あるいは背面地盤高さが高いときは小さくなる傾向を示す。軸対称モデルの場合は、二次元モデルと同様な傾向を示すものの、平均過剰間隙水圧の値は、二次元モデルと比較して大きな値を示している。

以上より、過剰間隙水圧を $H_w/2$ で設定することは必ずしも安全側にならないことが分かる。特に、掘削幅の小さい立坑形状の土留めでは過剰間隙水圧が非常に大きくなる。

4. 過剰間隙水圧推定式の提案

FEM浸透流解析の結果を用い、平均過剰間隙水圧の最大値を包絡する曲線を設定することにより、掘削幅および掘削平面形状を考慮した砂質土地盤における平均過剰間隙水圧の推定式を提案する。土留め壁下端の位置での過剰間隙水圧を $h_a (= H_w \cdot \gamma_w / 2)$ とすると、崩壊幅 $L_d / 2$ の位置での過剰間隙水圧 h_b は楕円浸透流理論から $h_b \approx 0.57 h_a$ となるため、過剰間隙水圧は以下のように示される。

$$U = \kappa_1 \cdot \kappa_2 \cdot \frac{1.57 \cdot H_w \cdot \gamma_w}{4}$$

ここで、 U ：下端に作用する平均過剰間隙水圧(tf/m²)

L_d ：土留め壁の根入れ長(m)

H_w ：水位差(m)

γ_w ：水の単位体積重量(tf/m³)

κ_1 ：掘削幅に関する補正係数

$$\kappa_1 = 0.49 + (B/L_d)^{-0.4}$$

κ_2 ：掘削平面形状に関する補正係数

立坑形状の場合： $\kappa_2 = 1.25$

立坑形状以外の場合： $\kappa_2 = 1.0$

上式を用いたボーリング検討法を実際にボーリングの発生した事例に適用して試算した結果を図-3に示す。従来の方法に比較して安全率=1.0近辺でボーリング破壊を起こしており、ばらつきも小さいことから適切な評価ができているものと考えている。

5. あとがき

ボーリング検討式についてFEM浸透流解析によりパラメトリックスタディーを行った結果、掘削幅および掘削平面形状が過剰間隙水圧に大きく影響し、従来の方法が必ずしも安全側にならないことが分かった。そこで、これらの影響を補正係数として取り込んだボーリング検討式の提案を試みた。今後は、さらにボーリング事例データを収集し、これらにより提案式の検証を行い、補正係数の修正、適切な安全率の設定を行う予定である。

【参考文献】1)道路土工－擁壁・カルバート・仮設構造物工指針，日本道路協会，1987。

2)三浦，今福ら：橋梁基礎工事に伴う仮設締切り内における浸透流による地盤の崩壊，土質工学会北海道支部技術報告集第32号，1992。

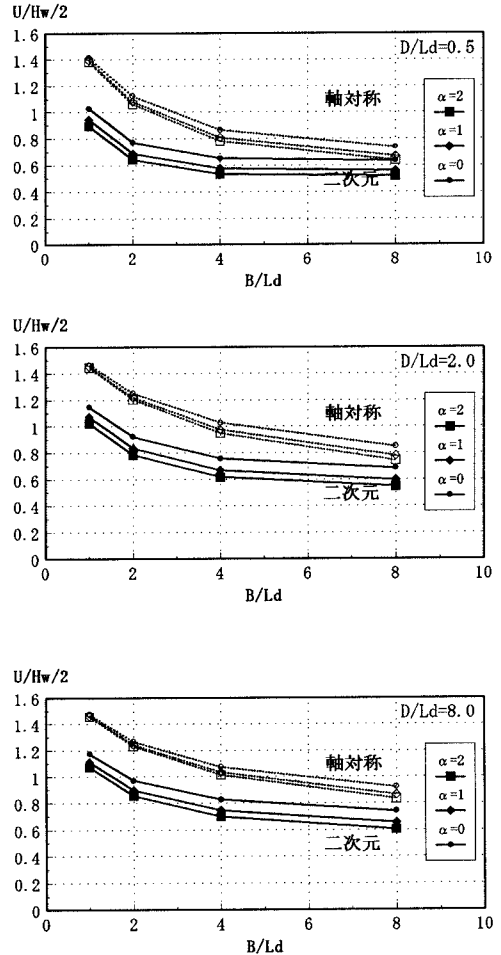


図-2 解析結果

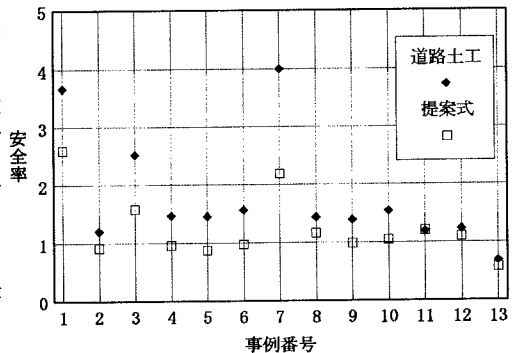


図-3 試算結果