

Ⅲ - B174 砂-粘土地盤における泥水掘削溝壁の安定性評価に対するLEMの適用

J R東日本 正会員○荒井 洋 増田 達
 群馬大学 正会員 鶴飼恵三 千 玉貞
 日建設計 正会員 石井武司 斎藤邦夫

1. まえがき

泥水掘削溝壁の安定性を合理的に評価する手法の開発を目的として、粘土と砂の互層地盤に構築された場合を対象にした遠心模型実験(2次元、3次元)を行った。本文ではこれらの掘削壁の安定性を極限平衡法(LEM)により解析した結果を報告する。遠心実験結果については別の報告¹⁾を参照されたい。

2. 解析方法

図.1 に解析用のモデルを示す。溝壁の深さは実スケールに直すと15mである。溝の平面長さは6m(3次元)である。2次元の実験も併せて行った。これらの実験では、遠心載荷中に安定液を徐々に低下させ、溝壁を崩壊させることとした。模型材料にはけい砂7号ならびに川崎粘土を用いた。それらの物性は他に示す一連の報告^{1), 2), 3)}を参照されたい。解析に用いた地盤構成とその土質定数などを図.2 に示す。

解析方法は、2次元モデルには円弧すべりを仮定した簡易 Janbu 法、3次元モデルでは筆者らが提案した3次元簡易 Janbu 法^{2), 3)}である。特に後者では円筒の両端に楕円体のキャップを有する3次元すべり面を仮定している。

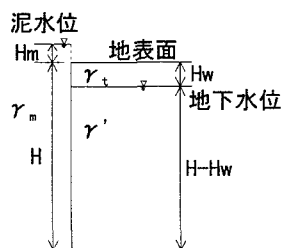


図.1 解析モデル

3. 遠心模型実験結果(2次元)のLEM解析

(1) 実験結果：泥水位、地盤内水位および地盤表面の沈下量などを計測して、溝壁が降伏する条件を次のように決定した。すなわち降伏時の条件は掘削深さ $H=15.0\text{m}$ 、地盤内水位 $H_w=0.1\text{m}$ 、泥水位 $H_m=1.25\text{m}$ 、とした。また実験によると、安定液の低下とともに、砂層上部の粘土層で変形し始め、その後砂層と粘土層が一体となってブロック状に崩壊した。

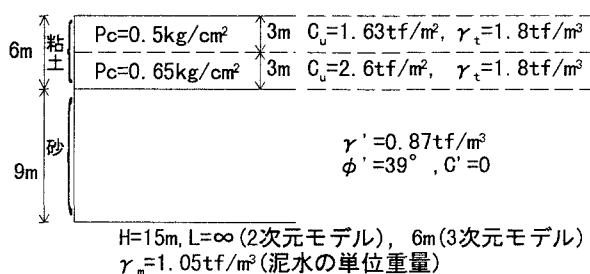


図.2 模型地盤の構成とその土質定数

(2) 2次元LEM解析の結果：掘削底面を通り表層の粘土層を切る無数の円弧すべり面を仮

定して、最小強度安全率を計算した。降伏時 $F_s=1.48$ となった。このように表層の粘土層を切るすべり面を想定すると、実験では降伏していないにも拘らず、安全率が1.0を大きく越える結果と成った。

そこで、粘土層を砂に置き換えてその層のせん断抵抗を小さくして計算したところ、 $F_s=1.0$ の結果を得た。互層地盤の安定性を設計上LEMで検討する場合には、最も強度の小さい層を全層に拡大して計算するのも1つの方法であろう。

4. 遠心模型実験結果(3次元)のLEM解析

キーワード 泥水、掘削、互層地盤、安定解析、極限平衡法

〒151 東京都渋谷区代々木2-2-6 構造技術センター Tel 03-5351-4735

(1) 実験結果：溝壁の長さを $L=6\text{ m}$ として、3次元溝壁の安定実験を行った。実験方法は2次元の場合と同じである。その結果、溝壁が降伏する条件が次のように得られた。 $H=15.0\text{ m}$ 、 $H_w=0\text{ m}$ 、 $H_m=0.4\text{ m}$ 、である。実験では、砂層上部から変形し始め、粘土層と砂層の間に空洞が生じ、その後粘土層が遅れて空洞を塞ぐように崩壊した。すなわち局所破壊の様相を示した。

(2) 3次元LEM解析の結果：すべり面の形状は両端に楕円体のキャップを持つ円筒形であると仮定し、3次元簡易 Janbu 法により最小安全率を計算した。実験で得られた降伏時の条件に対して、 $F_s=1.34$ となった。2次元モデルの場合と同様に安全率は1より大きく、粘土層を切る崩壊は生じにくいことを意味している。これは、粘土と砂から成る互層地盤中の溝壁の安定性をLEMで評価するのは難しいことがわかる。

次に、地盤全体をせん断抵抗力が粘土より小さい均質な砂と仮定して3次元安全率を計算したところ、 $F_s=0.75$ となった。

5. 主働土圧問題の面からみた検討

砂層部分の安定性を主働土圧問題と考えると、泥水膜に作用する全水圧差（泥水圧と静水圧の合力の差： P_m-P_w ）と主働土圧(P_a)の大きさを比較する。前者が後者より大きい場合には安定、小さい場合には不安定とみなせる（図.3）。まず、3. の2次元のケースについて検討する。Rankine 主働土圧 Q_a （粘土層を上載荷重とみなす）は 17.6 tf 、全水圧差は 17.4 tf である。 Q_a が全水圧差と同じ 17.4 tf とする内部摩擦角は $\phi'=39.2^\circ$ となる。よって、この場合の強度安全率 $=0.99$ となり、砂層の崩壊が説明できる。一方、4. の3次元のケースでは、3次元状態における Rankine 主働土圧の評価ができないため、以上のような検討は困難である。

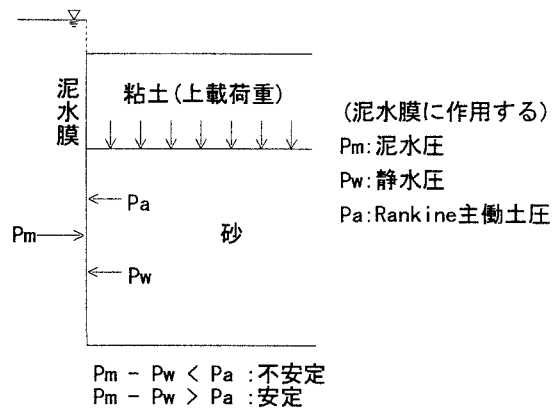


図.3 砂層の安定性を主働土圧問題として検討する

6. まとめ

粘土と砂の互層地盤に構築された泥水掘削溝の安定性に関する遠心実験結果を2、3次元簡易 Janbu 法により解析した。このような地盤では、砂層が局所的に破壊する可能性があり、LEMで安全率を精度良く評価するのは難しい場合がある。表層にせん断抵抗力が大きい粘土層をもつ互層地盤の安定性をLEMで評価すると、過大な安全率を得る場合がある。そこで、設計検討でLEMを適用する場合には、強度が最も小さい層を全層に拡大して計算するのが1つの方法である。

(参考文献) 1) 荒井他、砂-粘土地盤における泥水掘削溝壁の崩壊挙動、第32回地盤工学研究発表会、1997。
2) 干他：泥水掘削溝の安定性評価に対するLEMの適用、同前。3) 干他：粘土地盤中の泥水掘削溝壁の安定性評価に対するLEMの適用、同前。