

2 層砂地盤における泥水掘削溝の崩壊挙動について

中央大学大学院

学生会員

○岡田

亮平

中央大学

学生会員

渡辺

暁大

中央大学

学生会員

金

斌

中央大学

正会員

齋藤

邦夫

中央大学

正会員

石井

武司

1. はじめに

泥水掘削溝の崩壊メカニズムを解明するため、当研究室では自重効果が期待できるクロマイトサンドを用いた模型実験，SSR-FEM による数値解析を実施してきた．しかしながら，これまでの研究では，最も単純地盤条件を対象としていた．現実の地盤は層状に堆積しており，層厚，隣接する層の性状の違いが崩壊挙動に大きな影響を与えることが考えられる．そこで本研究では，相対密度が相異なる2層地盤内に設けた泥水掘削溝壁の崩壊挙動を2次元状態の下で調べた．

2. 数値実験

数値実験には，泥水掘削溝壁の安定性評価手法として使用されているせん断強度低減有限要素法（SSR-FEM）¹⁾を用いた．解析及び模型実験に使用した3種類の相対密度に対応するクロマイトサンドの物性値は表-1に示す通りである．また，SSR-FEMを用いた既往の2層地盤における掘削溝の安定性解析研究²⁾において，上層地盤の内部摩擦角と下層地盤の内部摩擦角の差と層厚の比が特定の条件を満たすと土塊のすべり線は層の境界から発生傾向があることが分かっている．

3. 模型実験概要

2層地盤内に設けた泥水掘削溝の安定性ならびに崩壊特性を把握するため，図-1に示す2次元2層地盤を作成し，実験を行った．詳しい地盤の作製法ならびに実験方法は，既往の文献ならびに別紙を参照されたい³⁾．

4. 模型実験結果

図-2は掘削溝壁内の安定液水位と地盤内水位の水位差 ΔH および地表面沈下の経過時間関係である．開始直後から ΔH は一定の速さで低下し， $\Delta H/t = -0.13 \text{ (mm/s)}$ となった．しかし， ΔH が335mmより低下すると， $\Delta H/t$ は線形性を失う．このとき地表面に沈下が発生する．ここでは $\Delta H = 335\text{mm}$ となった点を降伏点と定義した．図-3は実験から得られた変位ベクトル図と事前解析から求めたひずみ分布図である．変位ベクトル図のすべり線は層境界以下の底面より100mm上方付近から発生しているが，事前解析から求めたすべり線は層の境界付近から発生していることが確認できる．このすべり線の発生位置の差異の原因として，地盤作製のための通水時に地表面がおよそ1.7mm沈下したことによる影響が考えられる．

表-1 解析で用いた物性値

材料	物性	設定値		
模型実験	相対密度 (%)	48.3	87.6	55.3
	飽和単位体積重量: $\gamma_{sat} \text{ (kN/m}^3\text{)}$	30.38	32.3	30.64
	弾性係数: $E \text{ (kN/m}^2\text{)}$	2500	8500	5000
	ポアソン比: ν	0.3		
	粘着力: $c \text{ (kN/m}^2\text{)}$	0		
	内部摩擦角: $\phi' \text{ (}^\circ\text{)}$	31	36	31.5
	ダイレイタンシー角 $(^\circ)$	4.5	16.2	5.9
安定液	単位体積重量 (kN/m^3)	10.68		

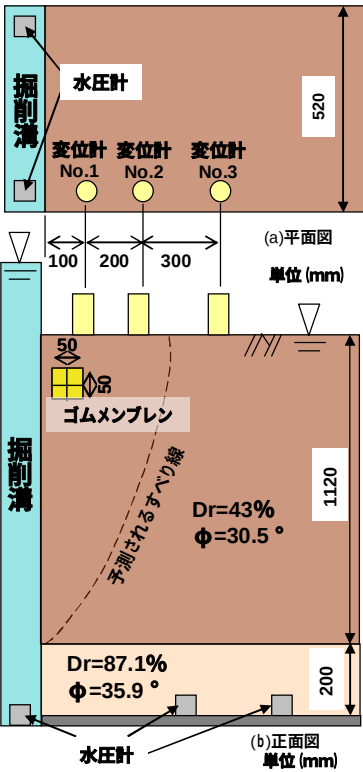


図-1 実験装置概略図

キーワード 模型実験，泥水掘削溝壁，SSR-FEM, 2層地盤

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科 地盤環境研究室 TEL03-3817-1812

図-4は通水によって底面から上昇する地盤内水位と地表面沈下量の関係を表している。地盤内水位が500mmを超えた点から地盤内水位の増加とともに沈下量も増加していくことが確認できる。

図-5は地盤底面から200mmまでの通水前と通水後で比較した変位ベクトル図である。同図から通水によって相対密度の大きな下層地盤はほとんど変位しないと推察される。つまり、通水によって生じた沈下は密度の小さな上層地盤の体積変化に影響したと考えられる。そこで地盤内水位上昇による体積変化が上層地盤に生じると仮定し相対密度を再計算することを試みた。その結果上層地盤の相対密度は $Dr=51.1\%$ になった。図-6は $Dr=51.1\%$ 、 $\phi'=31^\circ$ として解析して得たすべり線である。事前解析から得たすべり線と比較すると表面沈下考慮後のすべり線の発生位置はより模型実験の結果、推定されるすべり線発生位置に近づいていることがわかる。また、 $Dr=43\%$ 、 $\phi'=30.5^\circ$ の条件で事前に算出した $Fs=1.0$ に対応する水位差 ΔH は360mm、また上層地盤の水位上昇に伴う密度変化を考慮した場合の水位差は、335mmとなり模型実験で得られた降伏点の水位差と一致する。

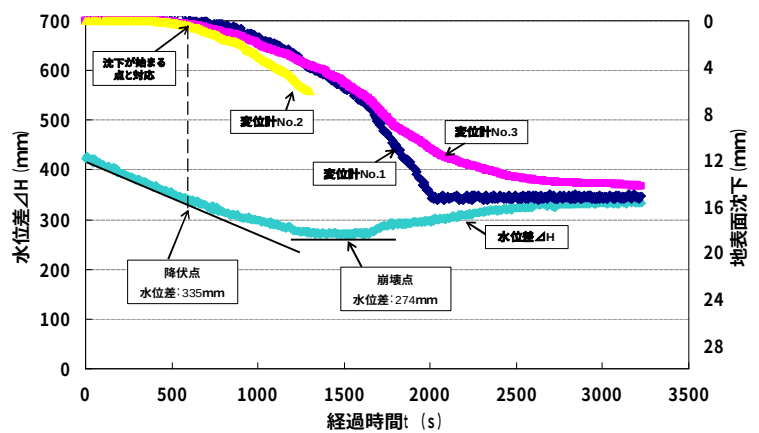


図-2 経過時間、水位差及び地表面沈下の関係

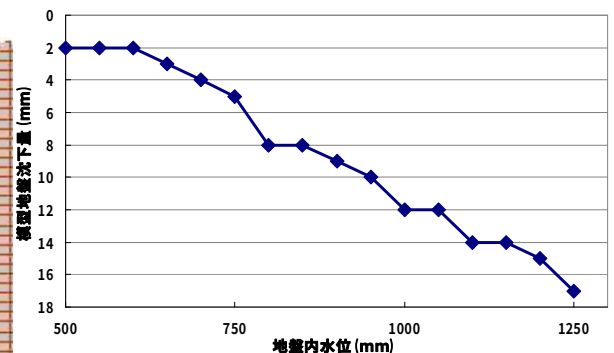


図-4 地盤内水位と地表面沈下関係

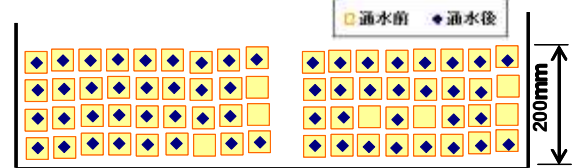


図-5 通水中の下層地盤の変位ベクトル

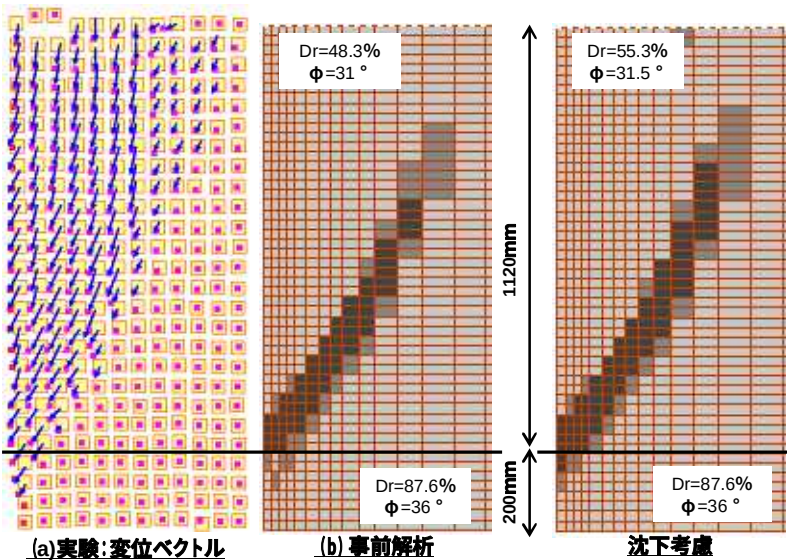


図-3 変位ベクトルと数値解析の比較

図-6 沈下を考慮した数値解析

5. まとめ

今回の実験および数値解析より以下の知見を得た。

- 1) 2次元2層地盤の崩壊実験において地盤作成時の通水による地表面沈下は相対密度の低い上層地盤の相対密度を上昇させる。
- 2) 地表面沈下による上層地盤の密度変化を考慮して行った解析結果は実験のベクトル図及び降伏点水位差と良く対応する。

今後の課題として、2層地盤の層厚と相対密度を組み合わせた実験、解析を行い、成果をチャート化して実務に使えるデータを整えたい。

〈参考文献〉1) 石井 武司 (2001): 三次元弾塑性 FEM による泥水掘削溝壁の安定性評価に関する研究 2) 岡田 亮平 (2009): 泥水掘削溝壁の安全率に関する簡便式の多層地盤での適用について, 第6回地盤工学会関東支部 Geo-kanto2009 3) 大谷 謙太 (2008): 砂地盤における2次元泥水掘削溝の崩壊挙動, 第35回土木学会関東支部発表会