

砂地盤における2次元泥水掘削溝壁の崩壊挙動

中央大学 学生会員 大谷 謙太
 中央大学大学院 学生会員 齋藤 正幸
 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

本研究では、小型ながら自重を考慮した2次元泥水掘削溝壁模型を用いて、その崩壊挙動について調べた。従来の小型模型実験では、崩壊原因の主因である地盤の自重が小さく、その挙動を再現することが困難と考えられていた。そこで、地盤材料として、自重が、通常の砂の倍近い値を有するクロマイトサンドを使用し、安定液水位の低下に伴う地盤の崩壊メカニズムを精査した。

表-1 物理および力学特性

試料名	土粒子密度 ρ_s (g/cm ³)	最小密度 d_{min} (g/cm ³)	最大密度 d_{max} (g/cm ³)	均等係数 U_c	D ₅₀ (mm)	内部摩擦角(Dr=70%) (°)
クロマイトサンド	4.531	2.462	3.007	1.54	0.17	33
豊浦砂	2.641	1.334	1.613	1.54	0.17	33
硅砂7号	2.647	1.185	1.586	1.55	0.18	40

2. クロマイトサンド

クロマイトサンドとは、鋳物用の特殊砂であり、酸化クロム鉄(CrO₂)を46.5%以上含む材料である。同砂に対して実施した「土粒子密度試験」、「砂の最小・最大試験」ならびに「粒度試験」の各データと、「三軸試験」から求めた内部摩擦角を硅砂7号のそれと併せて表-1に示す¹⁾。クロマイトサンドの土粒子密度は豊浦砂、硅砂7号の約1.7倍であり、大きな自重の効果が期待できる。また、クロマイトサンドのU_cとD₅₀は豊浦砂および硅砂7号とほぼ等しく、粒径加積曲線の形状も類似するものと推察される。しかしながら内部摩擦角は他の二つの砂に比べクロマイトサンドの方が低い値となっていた。

3. 実験概要

3.1 実験装置概要と模型地盤 実験装置の概要を図-1に示す。模型地盤の作製方法は、まず、泥膜を模したビニール袋をステンレス製の型枠に被せ、土槽内に設置する。その後、流量調整が可能なホッパーを用いてクロマイトサンドを空中落下させる。その際の流量はDr=70%程度になるように調節した。模型地盤の寸法は図-1に示すように深さ1300mm×幅1000mm×奥行き520mmである。また、矩形断面の掘削溝は深さ1830mm×長さ520mm×幅80mmとした。

3.2 計測機器とその配置 地盤の崩壊に関連する物理量として安定液水位、地盤内水位、地表面沈下量を計測するため、水圧計、変位計を図-1の各位置に設置した。また、2次元状態における崩壊挙動を忠実に再現するため、観測用ガラス面及びステンレス面の摩擦軽減につとめた。ここでは観測窓、ステンレス面それぞれにシリコングリースを塗布し、その上に厚さ0.3mm、50mm×50mmのゴムメンブレンを一面に貼った。なお、ゴムメンブレンに十字に線を引き、交点を変位ベクトル測定用のマーカーとした。地盤作成後、底面より水頭差を用いて水を浸透させ、およそ15時間かけて地盤を飽和させた。

3.3 実験方法 地盤を飽和させた後、掘削溝内に比重1.09の安定液(塩水)を注入する。次いで、掘削溝内のステンレス製の型枠を引き抜く。その後、小型ポンプを用いて、掘削溝内の安定液水位が1cm/minの速度で低下するように排水し、地盤を崩壊させた。また、実験中の地盤内の水位は一定であった。

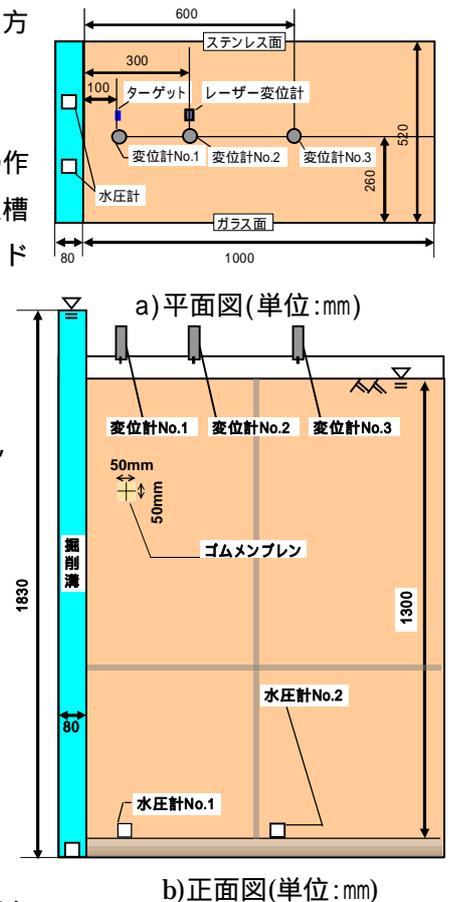


図-1 実験装置概略図

キーワード 泥水掘削溝壁, クロマイトサンド, 崩壊挙動

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日1-13-27 Tel 03-3817-1812

4. 実験結果

4.1 降伏点・崩壊点の定義 図-2 に第二回目実験時の安定液と地盤内の水位差と地表面沈下の時間変化を示す. $t=1060s$ 付近で水位差の時間変化が線形を失い始める. これは地盤の沈下が始まり, 掘削溝側にはらみ出すことで徐々に安定液が押し上げられるためである. この点を降伏点と定義する. その後, 水位差は $t=1510s$ 付近で最低値を示す. これは安定液の排出量と地盤のはらみ出し量と一致したことを意味している. この点を崩壊点と定義する. その結果, 降伏点, 崩壊点の水位差はそれぞれ $245mm$, $200mm$ となった. また, 沈下量の時間変化と比較すると降伏点は地表面が沈下し始める点と対応している.

4.2 実験の再現性 図-3 に3回実施した実験の安定液と地盤内の水位差の時間変化を示す. 第1回から第3回実験の崩壊点の水位差はそれぞれ $207mm$, $200mm$, $196mm$ とほぼ一致しており, 今回の実験において再現性は高い結果が得られた. 以上より, 2次元状態における崩壊点は水位差 $200mm$ 前後と判断できる.

4.3 崩壊挙動(滑り線形状) 図-4 に3回行った実験の内, 代表として第2回目実験の地盤崩壊状況と変位ベクトル, 安定液と地盤内の水位差を $200mm$ とした場合の八面体せん断ひずみ増分図を示す. 解析に用いた物性値を表-2 に示す. 変位ベクトルより求めた滑り線形状と八面体せん断ひずみ増分より引いた滑り線の形状を比較してみると, 両者ともにほぼ同じ位置に滑り線が発生している. また, 滑り線の形状も類似している. このことから今回の一連の実験結果は妥当と評価することができた.

5. まとめ

今回の実験を通して2次元泥水掘削溝壁の降伏点・崩壊点を定義することができた. 以上より2次元泥水掘削溝壁の崩壊挙動を良く把握することができた. 今後, 3次元状態での実験を行い, 崩壊挙動を把握していく.

参考文献

1) 高橋ら(2008)クロマイトのせん断特性, 第35回土木学会関東支部発表会(投稿中)

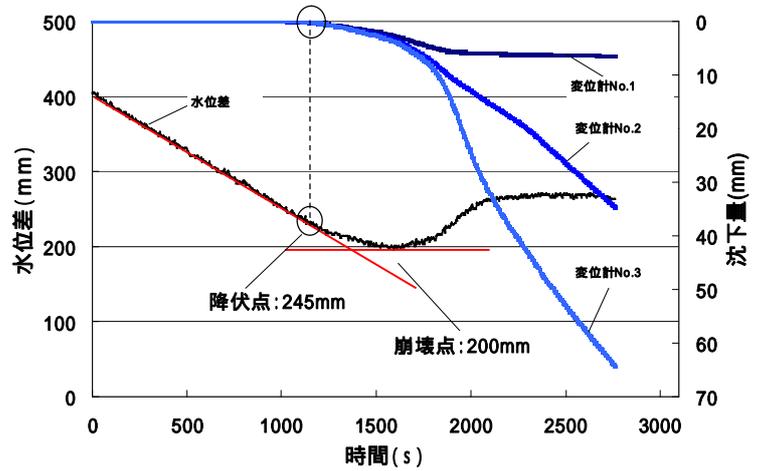


図-2 水位差と沈下量の時間変化

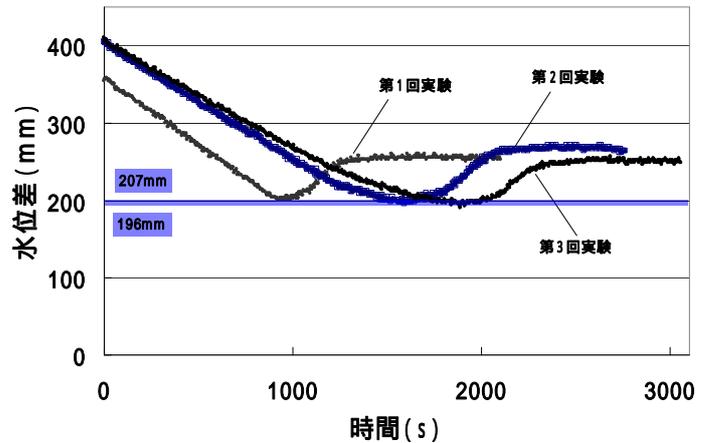


図-3 水位差の時間変化

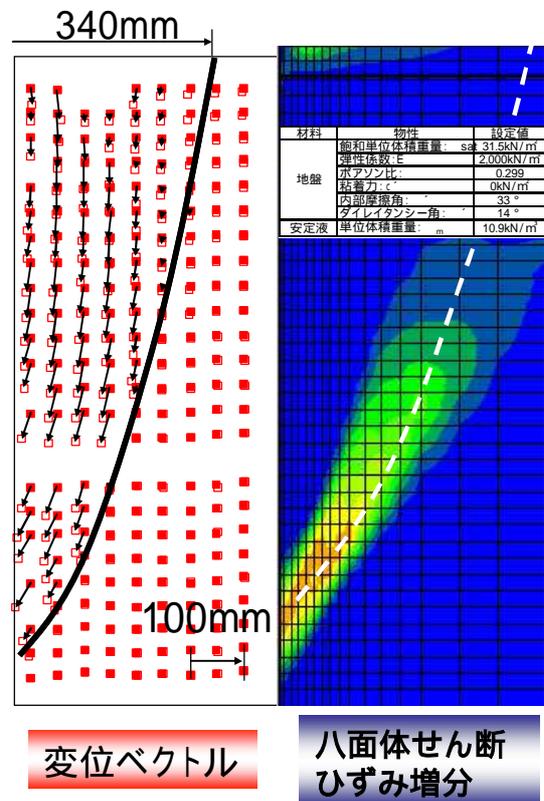


図-4 滑り線の形状

