# 飽和した砂質地盤内に構築した2次元模型泥水掘削溝の安定性

中央大学大学院 学生会員 〇佐藤 友哉 中央大学研究開発機構 国際会員 石井 武司 中央大学 国際会員 齋藤 邦夫

#### 1. はじめに

地中連続壁の構築に用いられる泥水掘削工法は、比重の大きな泥水を溝内に満たし、その圧力を利用して溝壁面の変位や崩壊を抑制することを原理としている.

2次元泥水掘削溝模型実験は数々行われているが、実験操作過程により地盤挙動への影響が懸念されている。 そこで、本研究では実験操作過程を工夫し、図-1(a)のような砂地盤の2次元模型実験を実施した。その実験から得られた地盤変形挙動を再現し、その挙動について考察し、模型実験の有効性を検討した。

### 2. 模型実験概要

#### 2.1 地盤材料

模型実験の地盤材料はクロマイトサンドである。その土粒子密度は豊浦砂の土粒子密度の1.7倍であるため、大きな自重効果が期待できる.

### 2.2 安定液と泥膜

スラリートレンチ内に入れる安定液として,塩水を利用する予定であったが, 溝壁に模するステンレス製板にさびが生じるおそれがあることから,本研究で は安定液として水を利用することにした.その単位体積重量は9.81 (kN/m³)で ある。泥膜については,ポリエチレンシートでモデル化した.

# 2.3 実験手順

模型地盤の作製を次のように行った. 穴を計 36 箇所開けたステンレス製板で組み立てた型枠を土槽内に設置し、土槽と型枠の隙間を隙間テープで塞ぎ、上部にガイドウォールを取り付け、型枠の中に安定液を入れた. 次に、図-1(b)の左側のように地盤内水圧および安定液圧を計測するための水圧計を地盤内

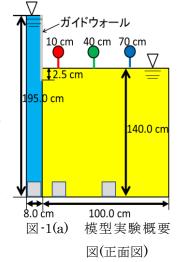
底部に2つ、掘削溝底部に2つそれぞれ配置した.その後,空中落下法によりクロマイトサンドを土槽内に140.0 (cm)の高さまで堆積させた. さらに、微小な水頭差を与えながら土槽の底面から水を浸透させ地盤を飽和させた.

掘削溝の崩壊実験を次のように実施した.まず 6 枚のステンレス製板をクレーンで,順次にかつゆっく りと引き抜く。その間に溝壁内の安定液の水位が下が った分だけ,溝壁内に水を足していく。最終的に,溝 面に安定液水圧を作用させた.

その後、安定液を 1.0(cm/min)と一定の排出速度で低下させ、模型地盤を崩壊させた.この間、掘削溝内の安定液水位、地盤内水位および地表面の沈下量を測定し、地表面の沈下量を計測するための変位計の位置は、図-1(b)の右側のように模型地盤の左端から 10(cm)、40(cm)、および 70(cm)である.

# 2.4 実験結果

経過時間と水位差(安定液水位と地盤 内水位の差)、沈下量の関係を図-2 に示す.



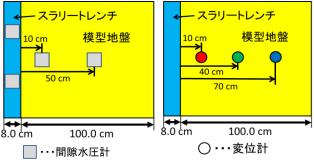


図-1(b) 模型実験概要図(断面図)

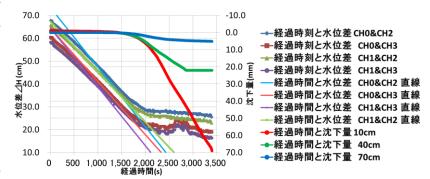


図-2 経過時間と水位差、沈下量の関係

図-2 において経過時間と水位差,沈下量の関係において,経過時間 1000-1100(s)の間は線形性が強く,水位差が減少しても沈下量は増加しないが,1100(s)以降は線形性が弱くなり,沈下量の増分が徐々に増えていく.

線形性を失った点の水位差を降伏点とし、38.0 (cm)とした。また、最小の水 位差で沈下量が急激に増大し始め、地盤崩壊が生じる点を、崩壊時の水位差 と定義し、20.0(cm)とした.

また、実験終了後の模型地盤崩壊状況は、写真 1 のように示している。溝 壁面が溝内に押し込み、地表面が大きく沈下している.

#### 3. 数值解析

# 3.1 解析対象

解析対象は、第2章で述べた模型実験結果である.数値解析により2次元 模型実験挙動を再現していくことで、模型実験結果と数値解析結果における 崩壊形状を比較し、模型実験の有効性を検討した.

# 3.2 解析手法

陽解法の2次元有限差分法(FDM)を数値解析に使用した.

この手法は、静的問題を解くことを目的としながらも、支配方程式に運動方 程式を採用し、地盤の弾性状態から地盤の破壊状態、すなわち大変形に至る までの過程を逐次再現することができる.

# 3.3 解析モデル

模型実験の泥水掘削溝は、模型地盤、安定液、ガイドウォールで構成され る. 模型地盤は、モールクーロンの破壊規準に従う弾完全塑性体としてモデ ル化する. 溝壁上部に設けるガイドウォールは、この部分における地盤の水 平変位を拘束することが役割をなすことから、変位を境界条件としてモデル 化した. 安定液は模型地盤の溝壁面法線方向にその液圧を作用させているの で,模型地盤に対する応力境界条件として扱う.

地盤および安定液の物性値を,表-1のように設定した。地盤の物性値は, 相対密度 80%の供試体に対する CD 三軸試験によって得られた結 表-1

果 $^{2)}$ である.変形係数 $E_{50}$ は、模型地盤の1/2の高さに相当する拘 東圧下の値を入力することとした。ポアソン比は模型地盤の材料 が砂であることから等方弾性体とみなして 0.333 とした.

また、メッシュ分割については、図-3のように設定した.

### 3.4 数値解析結果と実験結果の比較

図-2 に示しているベクトル図と写真-3 の破壊状況,図-4 に示し

ている最大せん断ひずみ 分布を比較すると、崩壊 形状については実験結果 と解析結果と概ね一致し ているが、崩壊範囲につ いては一致していない. よって, 現時点では, 模 型実験の有効性は認めら れていない.

# 4. まとめ

本研究において、以下 の知見を得た.

崩壊形状について は実験結果と解析結果と

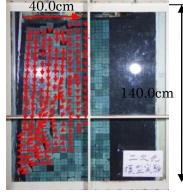
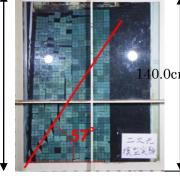


写真-2 実験終了後のべ 写真-3 クトル図



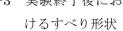
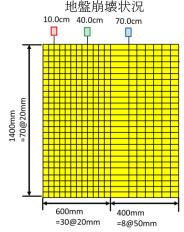




写真-1 模型実験終了後の

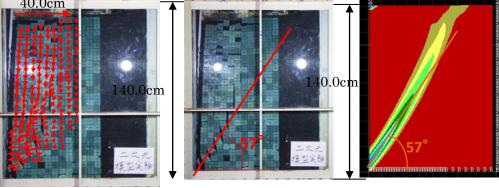


メッシュ分割図 図-3 地盤および安定液の物性値

9.81kN/m<sup>2</sup>

設定値 飽和単位体積重量: γ  $31.5kN/m^{2}$ 弹性係数:E 7900kN/m² 模型地盤 ポアソン比: ν 0.333 粘着力:c  $0kN/m^2$ 内部摩擦角:  $\phi$ 34.3° ダイレイタンシー角:ψ 12.8°

単位体積重量: γ<sub>m</sub>



実験終了後にお 図-4 数値解析結果にお けるすべり形状

概ね一致しているが、崩壊範囲については一致していない.

2) 現時点では、模型実験の有効性は認められいない。

今後は、クロマイトサンドを用いて三軸試験を行った上で数値解析で模型実験挙動を再現していく.

# 【参考文献】

- 1) 水戸良平: 泥水掘削溝壁の泥水位低下に伴う降伏点の検討,2011.
- 2) 高橋彬: クロマイトサンドのせん断特性,2008,第35回土木学会関東支部技術研究発表会.