

## III-B 197 粘土地盤における2次元泥水溝壁の泥水降下時の挙動

日建設計中瀬土質研究所 正 ○片桐雅明 斎藤邦夫  
 東日本旅客鉄道 正 増田 達 相沢文也  
 群馬大学工学部 正 鵜飼恵三

## 1. はじめに

地下連続壁の構築に際し、周辺地盤の崩壊を抑えるために安定液が用いられる。この場合の安定性のメカニズムは、地盤の土圧と液圧のバランス、溝断面形状に関するアーチ効果等の要因のほか、地盤の種類および強度が寄与すると考えられる。しかしながら、明確なメカニズムに準じた設計指針や管理基準はなく、実際には経験的な手法にとどまっている。このような背景から、砂地盤を対象に、樋口ら(1994)は安定液面を一定に保った状態で地下水位を上昇させる方法で、筆者らのグループ<sup>2)3)</sup>は地盤内水位一定の下で安定液を低下させる方法で、それぞれ安定条件と破壊形態を遠心模型実験によって検証することが試みられている。ところが、粘土地盤に対する検討はほとんどないのが実状である。そこで、今回は粘土地盤での溝壁安定問題を議論する上で基本となる2次元状態にある溝壁を対象とした安定液低下時の安定条件と崩壊状況を調べたので報告する。

## 2. 実験に用いた試料と実験方法

用いた粘土は川崎粘土で、その物理的性質は、 $\rho_s = 2.704 \text{ g/cm}^3$ ,  $w_L = 52.8\%$ ,  $w_P = 29.0\%$ である。

粘土は、含水比が80%となるように純水を加えて十分練り返し、容器(長さ:800mm, 奥行き:250mm)に入れ、両面排水条件で一次元圧密した。圧密圧力は、0.1~1.5kgf/cm<sup>2</sup>まで段階荷重として与え、特に最終圧密段階では、3tfにより圧密終了時間を規定した。

用いた粘土地盤の模型を図-1に示す。模型は、底部に排水層を兼ねた密詰め砂( $Dr=90\%$ の豊浦砂)を30mm敷き、その上に粘土層を置いた。溝部と模型表面は、容器の底盤に固定した型枠を基準に切出し成形した。溝部にはゴムパックを置き、中に密度  $1.05 \text{ g/cm}^3$  の塩水(安定液)を満たした。表層には厚さ 5mmの豊浦砂を敷き、溝と反対側には給水用の砂管( $\phi=10\text{mm}$ )も設置した。また、ガラスに接する部分には、変形を追跡するためのターゲットを格子状に配置した。

所定の遠心加速度場60gに達した後、応力解放で膨張した模型粘土地盤の変形(沈下)が落ちつくまで放置し、その後、安定液排出バルブを開け、安定液を徐々に低下させ(約0.5m/min:プロトタイプ)、そのときの地盤変化と安定液水位を詳細に測定した。

## 3. 地盤の安定条件

図-2に安定液を低下させる過程での安定液水位と地表の変化を示す。(a)図の①, ②, ③は、変位ベクトルを求めるために撮影した時刻に対応している。地盤に生ずる沈下((b)図)は、安定液低下後200秒まではほぼ同じ挙動を示しているが、その後、測定位の違いにより異なる挙動が認められる。測定位90mmの方がほとんど変形していないのに対して、140mmの方は徐々に沈下している。実験終了後の観測で、150mmの位置に長さ40mmのテンションクラックが見られ

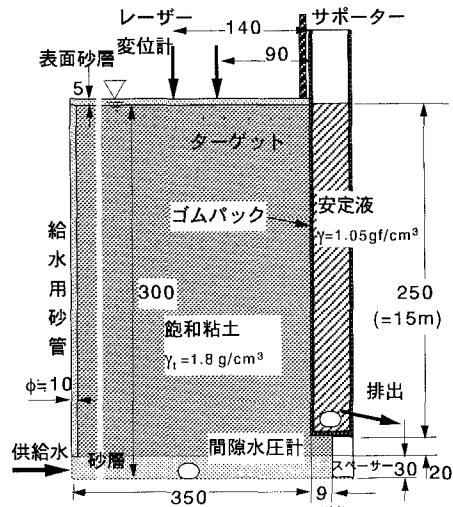


図-1 2次元模型(縮尺1/60)のレイアウト

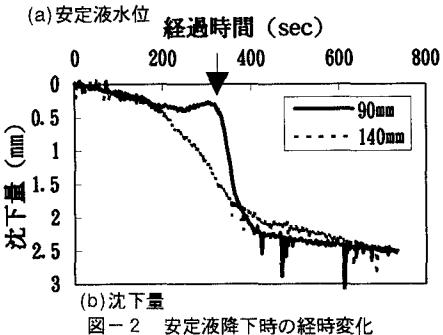
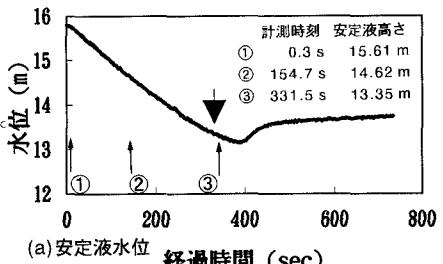


図-2 安定液降下時の経時変化

た(図-4参照)。このクラックのためにその近傍が沈下したことも考えられるが、明確でない。一方、90mmの位置での関係は、安定液低下後約300秒後に沈下量が急増している。

図-3に安定液水位と地盤沈下量の関係を示す。沈下量が変位を、安定液水位が応力状態を表していると考え、この曲線の変曲点を破壊点と定義する。90mmの位置では、明確な変曲点が矢印のように求まるが、140mmの位置では不明瞭である。破壊をどう定めるかは難しい問題であるが、ここでは明瞭な変曲点を示した安定液水位13.4m(地表面との水位差:-1.6m)を破壊と定めた。

#### 4. 変形状況

図-4に撮影した写真から求めた変位ベクトル図を示す。安定液低下後330秒付近(破壊後)では、溝壁を1辺とする直角三角形の土塊が右下に移動する状況が示唆される。これら変位ベクトルから地盤の不連続面(すべり線)を図のように決定した。このすべり面と水平面のなす角は約50度であった。

#### 5. 力の釣合による簡易安定解析

図-5に示す台形状の土塊がすべるとして、その土塊に作用する力の釣合を考え、破壊時の安定液水位差を求める試みを試みる。地盤の強度は実験終了後すべりの影響がないと考えられる位置から採取した試料の一軸強度( $7.5 \text{tf}/\text{m}^2$ )から求めた。またすべり土塊の形状は実験から求めた図-4のすべり線とテンションクラックから定めた。テンションクラックの深さを4.2mとすると、その深さで50度のすべり線と一致する。このテンションクラックの深度は強度と単位体積重量から算出される値である。図中の(1)～(3)式をすべり線に沿った方向の釣合を取り、整理すると次式を得る。

$$(H - \Delta H)^2 = \frac{a \gamma_t}{\gamma_w} (z_c + H) \tan \theta - \frac{2 c_u a}{\gamma_w \cos^2 \theta} \quad (4)$$

(4)式に図中の値を代入すると、 $\Delta H$ は1.0mと計算され、実験で求めた値(1.6m)よりも安全側の値を示した。この理由は、強度として用いた一軸強度が試料採取時の乱れのため地盤内の強度よりも過小評価されたためと考えられる。真の強度を用いれば、より実験値に近づくものと考えられる。

#### 6.まとめ

粘土地盤での溝壁安定条件を求めるために、安定液水位を低下させる実験を行い、その破壊条件と破壊形態を求めた。さらに簡単な力の釣合と破壊形態および地盤の強度から破壊時の安定条件の推定式を導いた。

今後、3次元形状の溝壁の安定性を求めるることはもちろん、破壊の定義を再考することが必要であると考えられる。また作製する粘土地盤の強度分布も重要なパラメタと考えている。

〔参考文献〕 1)樋口ら(1994):砂地盤に築造される泥水掘削溝の新しい安定計算法、土と基礎、vol.42, No.3, pp.7-12 2)片桐ら(1996):砂地盤における泥水掘削溝壁の安定性に及ぼす溝形状の影響、第31回地盤工学研究発表会(投稿中) 3)相沢ら(1996):砂地盤における泥水掘削溝壁の崩壊形状、第31回地盤工学研究発表会(投稿中)

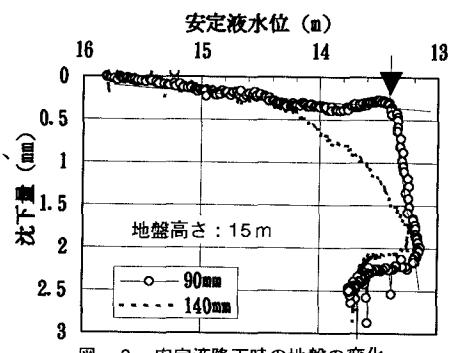


図-3 安定液下降時の地盤の変化

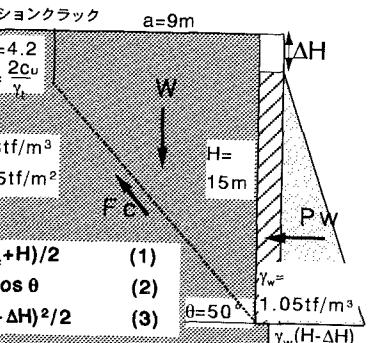
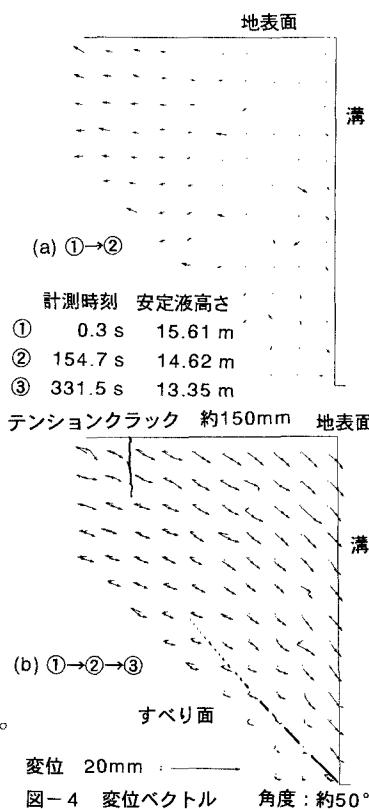


図-5 力の釣り合いを考える場合の模式図