

III-B 198

砂地盤における泥水掘削溝壁の崩壊形状及び安定性について

東日本旅客鉄道

正会員 相沢 文也

正会員 増田 達

群馬大学

正会員 鶴飼 恵三

日建設計中瀬土質研究所

正会員 斎藤 邦夫

正会員 片桐 雅明

1. はじめに

地下連続壁施工時の泥水掘削溝壁の安定問題は、工事の安全上重要な課題であり、特に鉄道線路近接工事では、崩壊時のリスクも大きいことから、より安全かつ効率的な溝壁の安定検討手法の確立が望まれている。

本文では、砂地盤における泥水掘削溝壁の遠心模型実験結果¹⁾について、既往の安定計算法の前提条件となる溝壁の崩壊形状と安定計算式から得られる安全係数について報告する。

2. 実験概要

表-1 けい砂7号の物性値と実験シリーズ

2.1 土質材料及び崩壊形状の観察方法²⁾

—模型地盤は、表-1に示す物理・力学特性を有するけい砂7号を使用し、空中落下法により相対密度 $Dr \approx 50\%$ の模型地盤を作製し、

砂の物性値		実験シリーズ	主な目的	プロタイプ寸法(m)			
				深さ(z)	幅(b)	長さ(L)	L/b
γ (tf/m ³)	1.876	S-1	崩壊形態の観察	2D	15	—	—
ϕ (°)	39	S-2-1	崩壊形態の観察	3D	15	1.08	6
c (tf/m ²)	0	S-2-2	崩壊形態の観察	3D	15	1.08	3
		S-3-1	再現性の確認	3D	15	1.08	6
		S-3-2	再現性の確認	3D	15	1.08	3

2次元及び3次元の計5シリーズの遠心模型実験を実施した。

安定液低下に伴う溝壁の変形挙動については、模型地盤〔容器(800(W)×400(H)×250(D))〕中に格子状に配置した釘をケガットとして、遠心载荷中に写真撮影(1枚/10秒)を行い、画像解析により変形過程をトレースした。また、3次元模型実験では、土層厚2cm毎に色砂を敷き、試験後に模型地盤の奥行き方向に模型土層を切り出し、詳細な崩壊形状の観察を行った。

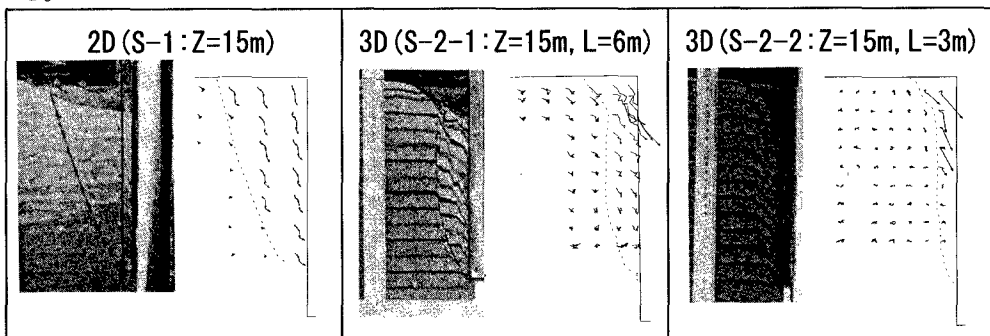
2.2 実験方法

模型地盤を作製し、擬似溝壁(コームバック)内に安定液(比重1.05g/cm)を注ぎ、地盤内を飽和させた後、実地盤と同様な自重を発揮させるために模型地盤に60gの遠心加速度を加えた。安定液は、地盤内が遠心加速度場で完全な飽和状態にあることを確認した後、排水条件が満足されるような速さで安定液水位を低下させ、溝壁を崩壊させた。

3. 実験結果

3.1 崩壊過程

安定液低下による溝壁の崩壊は、前述の崩壊形状の観察に加え、地盤内水位、安定液の水位及び地表面の沈下量を計測し、表層部近傍の崩落等の変形に始まり、徐々に内部に進行する進行性破壊であることを確認している。



実線及び点線：最終崩壊形状

図-1 実験結果による溝壁の最終崩壊形状

3.2 最終崩壊形状

遠心载荷終了後の溝壁の崩壊形状（写真）と画像解析から得られた最終崩壊前の破壊過程における変位ベクトルを図-1に示す。

溝壁の深度方向の崩壊領域は、溝の長さ(L)が短い程狭く、崩壊土塊と溝壁となす角度は、溝の長さ(L)が短い程鋭角であった。すべり線形状については、2次元モデルでは地表面から溝底部に達する直線的なすべり線となり、3次元モデルでは底部では曲線形状を、中層部では、ほぼ鉛直に近い直線的なすべり線を示した。

3.3 既往の安定計算法³⁾⁴⁾の崩壊形状との比較

既往の安定計算法を用いて3次元模型実験の地盤条件等の物性値及び安定条件（泥水位と地盤内水位差）を入力値として崩壊形状を求め、実験で得られた最終崩壊形状との比較を行った（図-2）。尚、今回は、遠心場での溝壁崩壊後、装置を停止するまでの間に溝壁近傍の表層部が変形したことから、地表面ではなく、GL-5m位置における水平断面の崩壊形状について比較した。

実験で得た水平断面の崩壊形状については、溝長さ(L)が長い場合には、指数曲面すべり法⁴⁾との相似性が認められる。しかしながら、溝長さ(L)が短い場合には、水平断面形状、鉛直断面形状ともに既往の安定計算法で提唱

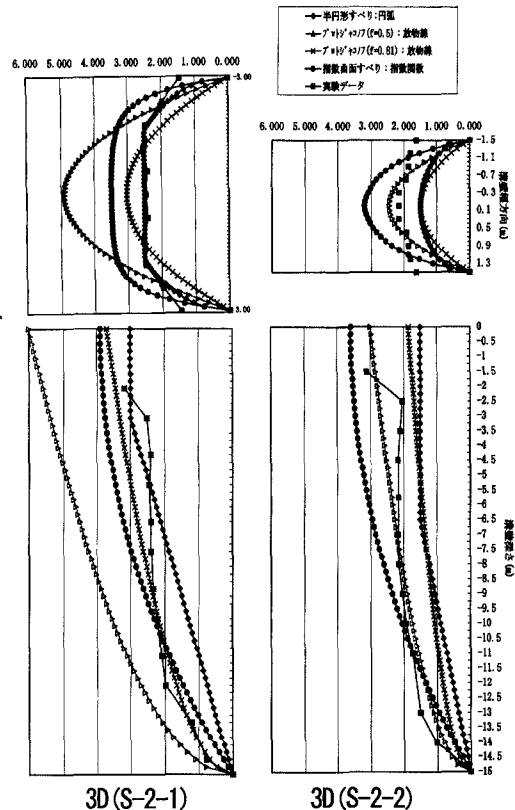


図-2 既往の安定計算法による溝壁の最終崩壊形状

3.4 既往の安定計算法による安全係数の照査

今回の実験では、溝壁が変形し始めると、地盤の断面積が増加し、地盤内水位が低下するので、その地盤内水位が低下し始める点を破壊点と定義した。この破壊点における安定条件等を入力値とし、既往の安定計算法により安全係数を算出した（表-2）。

尚、本研究では、せん断強度低減法を用いた弾塑性FEM(SSRM)⁴⁾により実験結果の検証も行っており、合わせて安全係数の比較を行った。安全度の目安値との差を示した ΔF_s は、プロトジャコフ($f=0.81$)、SSRMが小さく、実験の現象に比較的良好に合致していた。しかし、各計算法とも破壊点の定義等の前提条件が異なることもあり、最終的に得られた安全係数にも顕著なばらつきが見られた。

4. おわりに

今回の実験では、モデルケースも少なく一概に結論付けることはできないが既往の安定計算法の考え方が異なる崩壊過程及び最終崩壊形状が確認されたことから、すべり線形状を仮定することなく、安定計算を行う手法がより適切かつ有効であるとの認識をさらに深めることができた。

【参考文献】1)片桐ら 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回地盤工学研究会

2)相沢ら 砂地盤における泥水掘削溝壁の崩壊形状 第31回地盤工学研究会

3)総合土木研究所 地中連続壁基礎工法ハンドブック（施工編）

4)樋口ら 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 1994.3

5)石井ら せん断強度低減法を用いた弾塑性FEMによる泥水掘削溝壁の安定性評価 第31回地盤工学研究会

表-2 崩壊時における既往の安定計算法による安全係数

	安全度の目安値(F_{s0})	安全係数 F_s			
		S-2-1	S-2-2	S-2-1	S-2-2
1) 平坦形すべり法	2	0.815	0.621	1.185	1.379
2) プロトジャコフ($f=0.5$)	1	0.824	0.89	0.176	0.11
($f=0.81$)	1	0.913	0.951	0.087	0.049
3) 指数曲面すべり法	1	0.72	0.593	0.28	0.407
4) SSRM	1	1.23	0.93	-0.23	0.07