

## 上載荷重を考慮した泥水掘削溝壁崩壊挙動について

中央大学 学生会員 ○久保嶋悠太  
 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

都市部における地下工事では、地中連続壁工法が広く用いられる。しかしながら、同工法において、泥水掘削時の溝壁の安定性に関するメカニズムが十分に解明されておらず経験則に依存している。当研究室では、模型実験、施工・崩壊事例分析、ならびにFEMによる新たな安定解析手法など、さまざまな視点からこの問題に取り組んでいる。また、実施工においては、土被り圧、掘削機、近接建造物による上載荷重の検討をする必要があると考えられる。そこで、本報告では上載荷重を考慮して実施した二次元溝壁の模型実験において、崩壊挙動を詳細に観測し、上載荷重による安定性への影響について調べた。併せてSSR-FEMによる数値解析を行い、実験結果と比較した。

### 2. 数値解析概要

模型実験を行うに先立ち、上載荷重を考慮した数値解析を実施した。解析には、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 FEM (SSR-FEM と称す<sup>1)</sup>)を用いた。入力した地盤及び安定液の物性値、ならびに計算条件は表-1,2 の通りである。

表-1 入力定数

材料	物性	設定値
地盤	飽和単位体積重量: $\gamma_{sat}$	18kN/m <sup>3</sup>
	弾性係数: E	67500kN/m <sup>2</sup>
	ポアソン比: $\nu$	0.333
	粘着力: $c'$	0
安定液	単位体積重量: $\gamma_{fl}$	10.3kN/m <sup>3</sup>

表-2 計算条件

項目	設定値
溝長さ: L	$\infty$
溝深さ: D	10, 20, 30, 40m
水位差: $\Delta H$	2.0m
上載荷重: Q	0, 9, 18, 27, 36kN/m <sup>2</sup>

### 3. 模型実験概要

上載荷重を考慮した二次元溝壁の模型を図-1 に示す。本実験は、地盤内の水位を下げることにより、土被り圧を上載荷重とし実施し、i) 上載荷重無し、ii) 上載荷重あり、両ケースを比較検討した。模型地盤の作製ならびに実験方法は、既往の文献を参照されたい<sup>2)</sup>。

### 4. 数値解析ならびに模型実験結果

#### 4.1 数値解析結果

解析結果より図-2、計算条件上での安全率関数  $F_s$  を得た。溝深さ D について見ていくと、溝深さ D が増大するのに伴い  $F_s$  の値は低下し、D=20m 付近から一定値に収束する傾向が認められた。上載加重 Q に着目すると、全体的に上載荷重が大きくなると、 $F_s$  は低くなる。特に、溝深さが小さいときに安全率関数  $F_s$  への影響が大きいことがわかった。このことより、上載荷重は、泥水掘削溝の安定性に影響を与えると推測される。

#### 4.2 模型実験結果

図-3 に i) 上載荷重無し、ii) 上載荷重有り、両ケースの掘削溝内の安定液水位と地盤内水位の水位差  $\Delta H$  および地表面沈下の経過時間関係を示す。

i), ii) とともに、当初  $\Delta H$  は(初期水位差から)一定速さで低下し、水位差変化  $\Delta H/t = \text{一定}$  となる。しかしながら、地表面沈下発生すると、 $\Delta H/t$  は線形を失う。やがて、 $H/t=0$  の状態を越え、その後、水位差変化は  $\Delta H/t > 0$  に変化する。特に最初に生じる  $\Delta H/t=0$  を境に地盤が大きく崩壊するのが両ケースで観測された。この点に対応する水位差を崩壊点 水位差  $\Delta$

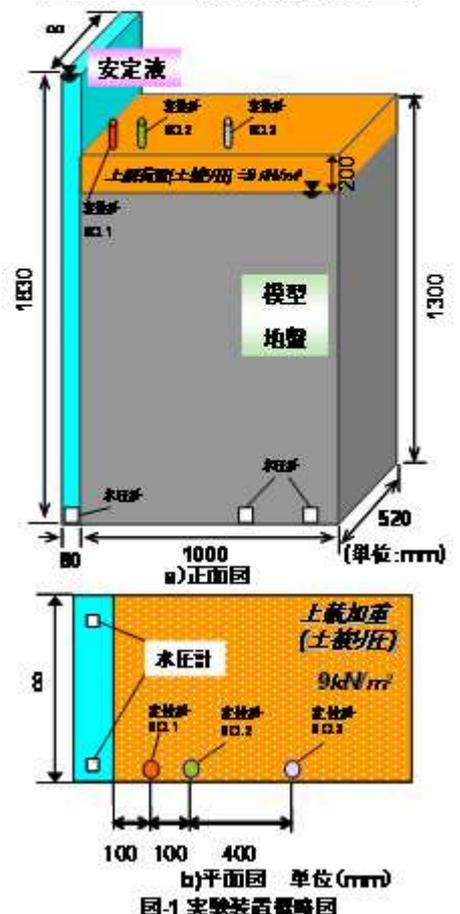


図-1 実験装置概略図

$H_f$ と定義した. 結局 i) 上載荷重無しでは, 崩壊点水位差( $\Delta H_f$ )<sub>i</sub>)=196mm となり, ii) 上載荷重有りの場合, 崩壊点水位差( $\Delta H_f$ )<sub>ii</sub>)=258mm となった. 両者の崩壊点水位差 $\Delta H_f$ を比べると, ( $\Delta H_f$ )<sub>ii</sub>) > ( $\Delta H_f$ )<sub>i</sub>) となり, 上載荷重が崩壊に大きく影響していることがわかる.

また, 図-4 は, i) と ii) の実験結果より得られた変位ベクトル図と数値解析から求めたすべり線を比較した結果である. なお, 入力する地盤及び安定液の物性値は表-3 の通りである.

図-4 に着目すると, 上載荷重の有無に関らず, 掘削溝下部より直線にすべり線が発生している. すべり線発生位置, 形状ともよく類似している.

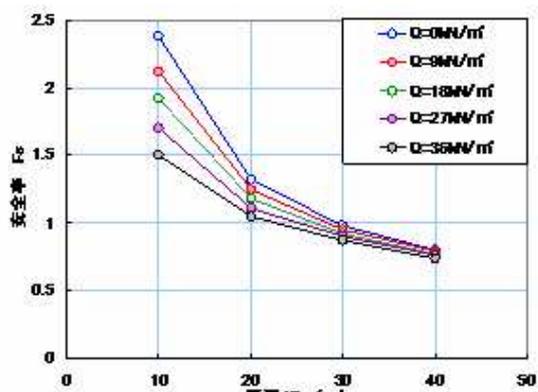


図-2 数値解析結果

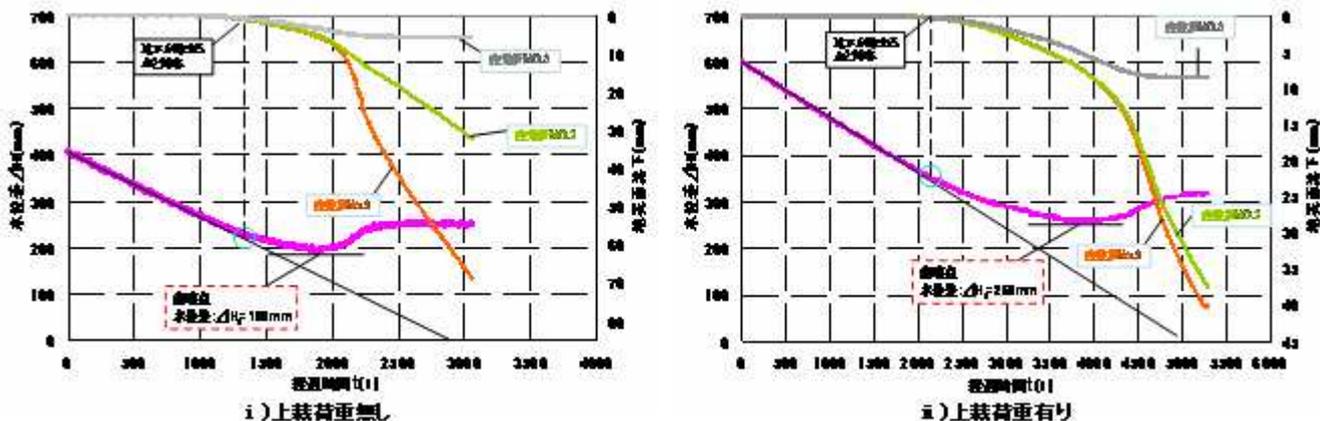


図-3 経過時間, 水位差及び地表面沈下の図様

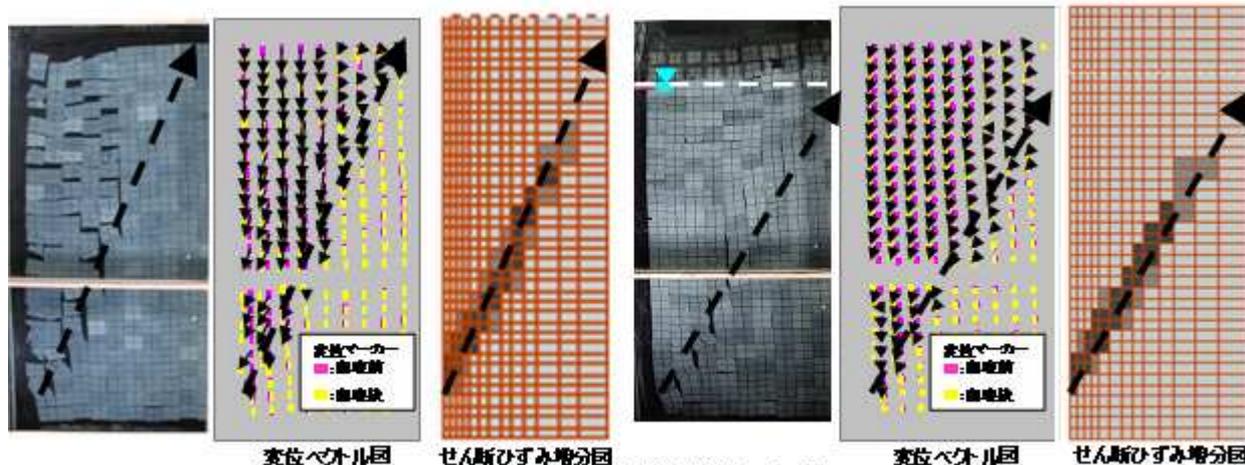


図-4 変位ベクトル図及び数値解析結果のすべり

5. まとめ

- ①数値解析から, 上載荷重が安定性に影響することが確認できた. ②上載荷重を考慮した重力場小型模型実験を行い, 上載荷重の有無に関らず, すべり線は類似した対応を示した. ③上載荷重が崩壊点水位差 $\Delta H_f$ に, 大きく影響することが確認できた. 参考文献: 1) 石井ら(2001): 砂地盤に構築された泥水掘削溝壁の三次元弾塑性 FEM による安定評価, 土木学会論文集. No666, pp,127-143 2) 大谷ら(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

表-3 入力定数

材料	物性	設定値
模型実験	飽和単位体積重量: $\gamma_{sat}$	31.5kN/m <sup>3</sup>
	弾性係数: E	2000kN/m <sup>2</sup>
	ポアソン比: $\nu$	0.25
	粘着力: c	0kN/m <sup>2</sup>
	内部摩擦角: $\phi$	33° 迄
安定液	ダイレンタンナー角 $\phi'$	10° 迄
	単位体積重量: $\gamma_m$	10.5kN/m <sup>3</sup>

キーワード 上載荷重, 泥水掘削溝壁, 模型実験

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

