泥水掘削溝の溝長さが崩壊挙動に与える影響について

1.はじめに

泥水掘削工法は,地下構造物を構築する際に広く用いられてい る。しかし、掘削溝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.そこで、掘削溝の崩壊挙動を 把握するために重力場において自重を考慮した,3次元模型実験 および数値解析を実施した.

本文では、溝長さを変化させた場合の崩壊挙動の違いを3次元 模型実験により把握すると共に、せん断強度低減FEM(SSR-FEM) による数値解析を実施したのでそれを併せて報告する.

2.実験概要

模型地盤材料として用いたクロマイトサンドは鋳物の剥離材 の一つで,酸化クロム鉄(FeCr₂0₄)を46.5%以上含む.同砂の土 粒子密度は _s=4.531g/cm³であり,豊浦砂などと比べ約1.7倍の 密度を有することから、比較的大きな自重効果が期待できると考 えられる¹⁾.

3次元掘削実験では,片桐,樋口ら²⁾と同様に,泥水掘削溝平 面の対象性から1/4領域を対象モデルとした.実験装置の概要を 図-1に示す.模型実験は掘削溝の溝長さL=520mm,L=1040mmの2 ケースを実施した.模型地盤は単純化して、飽和地盤とした。 模型地盤の作製方法ならびに実験方法は,既往の文献を参照され たい^{3).}

3.実験結果

図 - 2 は溝長さ L = 520mm のケースで、掘削溝内の安定液水位と 地盤内水位の初期水位差を H = 400mm とし、安定液面を 10mm/minの一定速度で強制的に低下させた場合の時間、水位差お よび地表面沈下量の関係である。当初、水位差変化 H/t = const. の状態を保ちながら水位差 H は低下するが、1800s ほどに達す ると H/t は線形性を失ってくる。これに対応し、ほぼ同時刻に 模型地盤表面に設置した沈下計 No.1、No.2 にも沈下挙動が捉え られているのが分かる。このときの水位差 H 127mm であり、こ れを降伏点 Hy とする。

さらに水位差 Hが小さくなると、 H/t=0を経過して水位差 変化は H/t>0、さらに H/t=0となる。これは、 Hの低下に 伴って泥水によって支えられていた地盤が水平方向に膨み出し ことに因るものであり、特に H/t=0は安定液面低下量と地盤の はらみ出し量が一致することを意味している。そこで当研究では



図-3水位差と地表面沈下量の関係

キーワード 泥水掘削溝 SSR-FEM アーチ効果 連絡先 〒112-8551 東京都文京区 2-1-12 中央大学土木工学科 地盤環境研究室



図-4変位ベクトル図及び数値解析結果の滑り線形状(L=1040 mm) 図-5 変位 最初に生じる H/t=0に対応する水位差を崩壊点 Hf と定義した。 結局 L=520mm の場合、降伏点水位差 Hy=127mm、崩壊点水位差 Hf=99mm となった。

図-3は、溝長さLが崩壊挙動に及ぼす影響を調べるため、L=1040mm とL=520mmの場合を対象に、水位差 Hと地表面沈下量Sの関係に 整理し直し、比較した結果である。溝長さLに拠らず、崩壊時地表 面沈下量は一致している。しかしながら、崩壊時水位差 Hf は、L により明らかに異なり、L=1040mmでは Hf = 150mmであり、L=520mm の場合には Hf 100mmで、50%もの違いとなった。

L=1040mm、L=520mm の 2 ケースの実験から得られた地盤の崩壊時 の写真、同変位ベクトル図ならびに数値解析結果が、図 4 ならび に図 5 である。両ケースより、泥水位低下に伴う地盤の崩壊領域 に大きな違いが認められ、L=1040mm では崩壊が地盤の下端に達する のに対し、L=520mm のケースにおける崩壊は地盤の中位に止まって いる。また、変位ベクトル図に着目すると、両ケース共に地表部付 近の変位ベクトルは一様に鉛直下方に向いているが、地盤が深くな ると変位ベクトルは水平方向に卓越する傾向は共通している。



図-5 変位ベクトル図及び数値解析結果の滑り線形状(L=520 mm)

表-1 数値解析に用いた物性値		
材料	物性	設定値
模型実験	飽和単位体積重量: sat	31.5kN/m ³
	弾性係数∶E	2,000kN/m ²
	ポアソン比:	0.299
	粘着力∶c'	0kN/m ²
	内部摩擦角: '	33 °
	ダイレイタンシー角: '	10 °
安定液	単位体積重量: m	10.68kN/m ³





実験による崩壊挙動とこれまで泥水掘削溝壁の安定性評価として用いているせん断強度低減 FEM によって変形解析 を行った結果が、図 4、5中の(c)図である。実験と解析による変形性状は、かなり良く一致している。ただ、L=520mm の場合、解析では2本のすべり線が認められ、いわゆるすべり線の分岐が生じている。これについては、今後の課 題としたい。

図-6 は掘削溝の溝長さに対する崩壊時の水位差の関係を整理したものである.L= すなわち2次元状態の崩壊時の水位差も併せて記した.2次元状態での水位差196-206mmに比べ,今回の3次元模型実験の水位差は小さな値となった.また,溝長さが短いほど水位差は小さい.この原因は地盤内にアーチ効果が発揮されたためと考えられ, 溝長さが長くなるにつれ2次元状態の水位差に漸近していくことが予想される.

4.まとめ

満長さの違いによる崩壊挙動の違いを把握することが出来た.また,安定液水位と地盤内水位との差 H に着目することにより,3次元効果(アーチ効果)の影響を把握することが出来た.

参考文献 1)高橋ら(2008):クロマイトサンドのせん断特性,第35回土木学会関東支部発表会 2)樋口ら(1996):砂地盤における泥水掘削溝の安定生評価に関する研究,学位論文 pp18-22 3)大谷ら(2008):砂地盤における2次元泥水掘削溝壁の三次元段塑性FE Mによる安定性評価、土木学会論文集。No666,pp,127-143