

砂地盤に築造される泥水掘削溝の三次元遠心模型実験
(破壊形状の定式化の試み)

大成建設(株)技術研究所
大阪市立大学

正会員 樋口雄一・名倉克博・川崎宏二
正会員 東田 淳・中村智康(現 間組)

まえがき 筆者らは、地下水位の高い砂地盤に築造される泥水掘削溝の安定機構を明らかにするために遠心実験を行っている¹⁾。別報²⁾では、2種類の砂地盤(S-78T地盤とS-7地盤)を用いた三次元遠心模型実験の結果について報告した。本報では、この実験で得られた地盤の破壊形状を連続関数で近似し、すべりに対する安全率を計算した結果について述べる。

1. 破壊形状の定式化

図-1に座標と記号の説明図を示す。遠心実験²⁾で得られたS-78T地盤およびS-7地盤の破壊形状は、①任意のY面(鉛直面)上で破壊底 $Z=Z_0$ を通り、② $Y=0$ 面で地表面と直交し、③任意のZ面(水平面)上では溝端部 $Y=L/2$ を通り、 $Y=0$ 面と直交する。この破壊形状の特徴を良く近似する連続関数として、②は地表面に中心を持つ円弧を、③は次式に示すような指数関数を選んだ。

$$X = \alpha \cdot \exp(Y^n) + \beta; \quad n = 1/\phi_d$$

ここに、 ϕ_d は地盤の内部摩擦係数である。図-1に示したA点の X_0 が分かれば $Y=0$ 面上の円弧が求まり、任意のZに対する $X_{Y=0}$ が決まる。この $X_{Y=0}$ と溝端部を通る条件から、上式の係数 α 、 β が決まり、破壊面の座標(X,Y,Z)がすべて定まる。

そこで、掘削溝の深さZを変えて行った遠心実験で得られた破壊深さ Z_0 と X_0 の関係を調べたところ図-2が得られた。S-78T地盤とS-7地盤で、 Z_0 - X_0 関係に大きな差は見られなかったため、この関係を図中に示したような1本の双曲線で近似することにした。

以上に述べた破壊形状定式化のフローを図-3に示す。

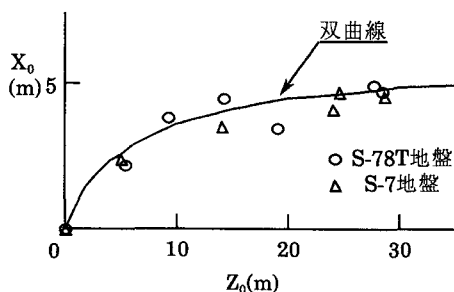


図-2 Z_0 と X_0 の関係

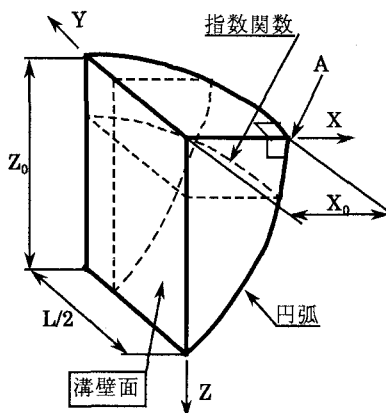


図-1 破壊形状の説明図

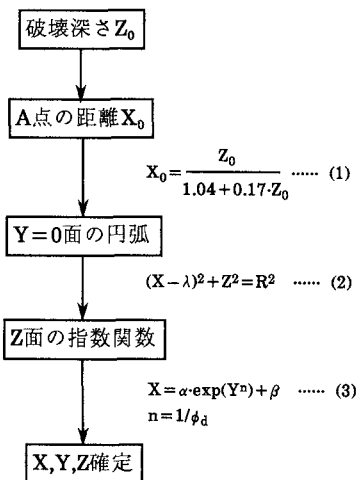


図-3 破壊形状定式化のフロー

2. 近似した破壊形状をもつ土塊の安全率 F_s の計算

求められた関数を用いて土塊の破壊形状を近似し、実験で得られた破壊時の地下水位を与えて、この土塊の安全率を計算してみた。

(1)計算方法

計算は図-4に示すように、土塊をX,Y方向に鉛直な柱に分割し、土塊柱の間の力の伝達を無視して、X方向およびZ方向の力のつり合い条件から安全率 F_s を求める方法で行った。算定式を式(4)に示す。

$$P_s + \sum_{ij} \left[\frac{\{W(\tan\phi_d \cdot \cos\alpha - F_s \sin\alpha) + S(c_d - u \cdot \tan\phi_d)\} \cos\beta}{\sin\alpha \cdot \tan\phi_d + F_s \cos\alpha} \right] = 0 \quad \dots\dots (4)$$

ここで、 P_s は泥水圧による抵抗力で溝壁面に三角形分布で与えた。また W 、 S 、 u 、 α 、 β はそれぞれ分割した土塊柱の重量、底面積、底面に作用する静水圧、底面と水平面のなす角、底面中心の最急勾配とX軸のなす角を表す。

(2)計算に用いた地盤定数

計算に用いた地盤定数を表-1に示す。強度定数は、所定の遠心加速度を与えて作成した模型地盤から直接採取した供試体を、一面せん断試験機にセットし、飽和状態でCDせん断して求めた注)。

分割柱の重量計算には、地下水位以下で

γ_{sat} を、地下水位以上で γ_i を用いた。
注)前回の報告でS-78Tの締固め供試体の強度がサンプリング供試体の強度よりもかなり小さかったことを述べたが、この原因はその後の検討により、供試体の飽和のさせ方と初期密度の相違に起因することがわかり、これらをサンプリング供試体の試験条件に一致させた結果、 $\phi_d=39\sim 41^\circ$ と表-1に示した値とかなり近い値が得られた。

(3)計算結果

以上の計算で得られた安全率 F_s の値を表-2に示す。この F_s 値には、破壊形状の近似による誤差と計算方法による誤差が含まれているが、比較的妥当な値が得られていると思われる。

あとがき 本研究は、遠心実験の結果に基づいて泥水掘削溝の安定計算方法を提案するためのワンステップであり、今後は、まず実際に実験で生じた破壊地盤そのものの安定計算を行い、その後、安全率に対する破壊形状や強度などの感度分析、および c 、 ϕ が異なる材料を用いた実験を行ってきたい。

参考文献 1)Stability of slurry trench in sandy ground in centrifuged models, International Conference Centrifuge 1991.
2)砂地盤に築造される泥水掘削溝の三次元遠心模型実験(実験結果のまとめ),第46回年講,1991.

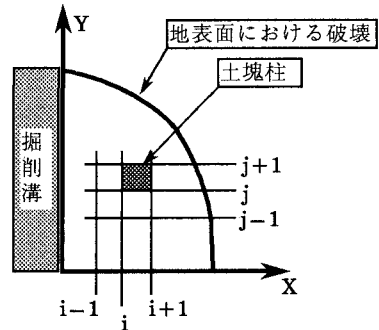


図-4 土塊の分割方法

表-1 計算に用いた地盤定数

地盤	$c_d(t/m^2)$	$\phi_d(\text{度})$	$\gamma_i(t/m^2)$	$\gamma_{sat}(t/m^2)$
S-78T	0	42	1.57	1.93
S-7	0	47	1.49	1.82

表-2 破壊面の安全率

地盤	公称溝深さZ(m)						
	5	10	15	20	25	30	35
S-78T	1.03	0.92	0.83	-----	-----	0.90	0.95
S-7	1.24	-----	0.94	-----	0.78	0.82	0.87