

III-466 二次元泥水掘削溝の安定解析

大阪市立大学 東田 淳

大成建設(株) 樋口雄一・名倉克博・川崎宏二

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解明するために遠心実験を行っている。前報¹⁾では、二次元模型実験の安定解析結果が、細粒分を含まないS-7地盤では割合よく合ったものの、細粒分を含むS-78T地盤では合わなかったことを報告した。そこで今回は、S-78T地盤のせん断強度に種々検討を加え、実験結果をよく説明できる解析結果を得たので報告する。

1. 計算方法

図-1に示すように、すべり面を円弧と仮定し、Bishopの一般分割法を用いて安定計算を行った。実験では泥水位を地表面に一致させたので、泥水圧は溝壁面に三角形分布で与え、地盤中の水位を上昇させた時の安全率 F_s を次式によって計算し、 $F_s = 1$ となった時の泥水位と地下水位の差 ΔH を求めた。ここに、 R はすべり円の半径、 M_s は泥水によるモーメントである。

$$F_s = \frac{1}{\sum W \sin \alpha - M_s / R} \sum \left(\frac{C_d \ell \cos \alpha + (W - u \ell \cos \alpha) \tan \phi_d}{\cos \alpha (1 + \tan \phi_d \tan \alpha / F_s)} \right)$$

2. 締固め供試体の強度定数を用いた計算

まず改良型一面せん断試験機を用いて、S-78T試料を模型地盤作成時の密度($\rho_d = 1.43 \text{ g/cm}^3$)に締固めた場合のCD強度を、①飽和供試体、②膨張再圧密させた飽和供試体、③不飽和供試体($w=6\%$)、の3通りの供試体について求め、これらの強度定数が地盤の深度によらず一定と仮定して安定計算を行った。①、③の試験では、飽和供試体および不飽和供試体を5分間の圧密の後、応力・ひずみ制御方式でせん断した。②の試験は、模型地盤が実験中に受ける応力履歴をシミュレートしたもので、飽和供試体を5分間の圧密の後、 0.025 kgf/cm^2 の垂直応力まで除荷して10分間膨張させ、再度圧密の後せん断した^{注)}。

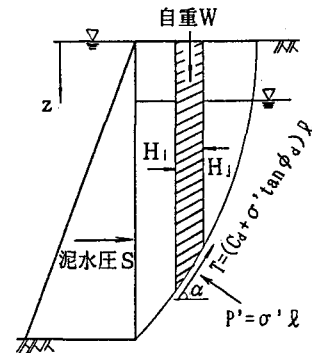


図-1 Bishopの一般分割法

表-1に各供試体の強度定数と計算条件を示した。ケース⑥、

⑥の計算は不飽和地盤でも飽和供試体①、②の強度定数をそのまま使い、ケース⑥の計算は供試体②、③の強度定数を飽和、不飽和地盤のそれぞれに対して適用したものである。以上の計算で得られた原型換算の $Z-\Delta H$ 関係(Z :泥水溝の深さ)を図-6に④、⑤、⑥のラインで示したが、いずれのラインも○印で示した実験値とはかなり異なっている。

表-1 各供試体の強度定数と計算条件

計 算 ケ ー ス	供 試 体 種 類	飽和部		不飽和部		(γ_{1s}^2)	(γ_{2s}^2)
		C_d (kgf/cm^2)	ϕ_d (deg)	C_d (kgf/cm^2)	ϕ_d (deg)		
⑥	①	0.02	32.4	飽和部と同じ		1.57	1.93
⑥	②	0.02	34.7				
⑥	②, ③	0.02	34.7	0.10	38.6		

注)実験では、水浸状態で遠心载荷して模型地盤に実地盤相当の自重応力を加えた後(最初の圧密過程に相当)、1 G場で地盤水位を下げて泥水を掘削溝に満たし(膨張過程)、再度遠心载荷して地盤水位を上昇させ地盤を破壊させた(再圧密とせん断過程)。

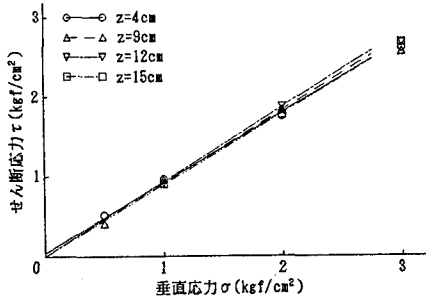


図-2 サンプリング供試体の強度ライン

3. サンプリング供試体の強度定数を用いた計算

上述のように、締固め供試体の強度を用いた計算では実験結果を説明できなかったため、水浸状態で遠心载荷した模型地盤から供試体を直接サンプリングして強度を求めてみた。試験方法は、遠心加速度175 Gを加えた模型地盤の4通りの深度からカッターリングを用いて採取した供試体を一面せん断試験機にセットし、垂直応力 0.1 kgf/cm^2 を载荷した後、飽和し、10分間圧密させてせん断した。図-2はこの試験で得られた各供試体の強度ラインで、どの ϕ_d 値も締固め供試体よりもかなり大きく、また採取深度によって強度定数が変化していることが分かる。

次に、マイタボックスを用いた凍結法および直接サンプリングによって求めた模型地盤の密度の分布(図-3)から地盤中の

有効応力 p' の深度分布を図-4のように求め、サンプリング供試体に働いていた p' を推定した上で、 p' と強度定数の関係を求めたものが図-5である。 ϕ_d は p' の増大につれて直線的に増えるが、 C_d は p' によらずほぼ一定である。以上の図-4と図-5から得られた ϕ_d の深度分布を用いて安定計算したところ、図-6の---に示す $Z-\Delta H$ 関係

が得られ、この計算結果は実験結果とほぼ一致している。また、図-7はこの計算で得られた臨界円と破壊円を比べたもので、両者はかなり近い形状になっている。このように、サンプリング供試体の強度定数を用いることによって現象をよく説明することができた。

あとがき 今回の解析と前報¹⁾で示したS-7地盤の解析によって、二次元泥水掘削溝の実験結果がよく説明できた。なお、今回のS-78T試料の締固め供試体とサンプリング供試体の強度差の原因は、締固め供試体の不均一性によるものと考えている。今後は引き続き実施している三次元掘削溝の遠心実験²⁾の解析を進めて行きたい。

参考文献：1)砂地盤における二次元泥水掘削溝の遠心模型実験(その2)、第44回年報、1989。

2)砂地盤における泥水掘削溝の三次元遠心模型実験、第25回土質工学研究発表会、1990。

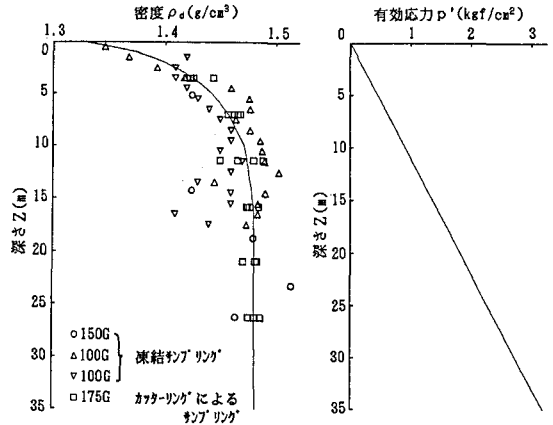


図-3 深度方向の密度 ρ_s の分布

図-4 深度方向の有効応力 p' の分布

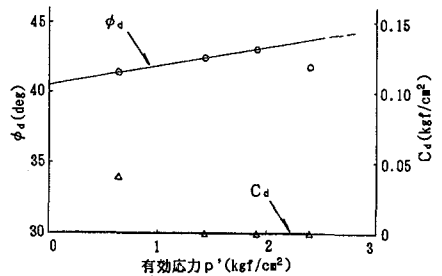


図-5 有効応力 p' と強度定数 C_d 、 ϕ_d の関係

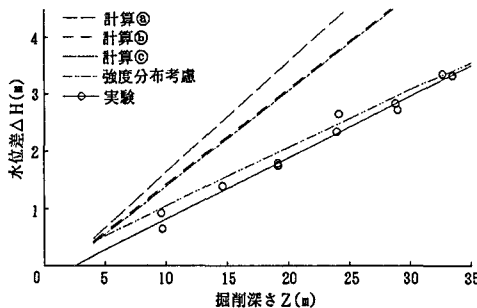


図-6 掘削深さ Z と水位差 ΔH の関係

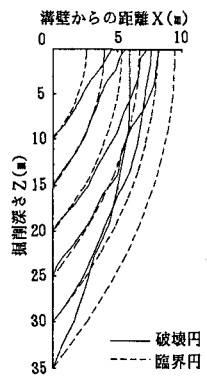


図-7 臨界円と破壊円の比較