

III-310

セルフボーリングプレッシャーメータ試験結果の弾塑性有限要素法による解析

東急建設㈱ 技術研究所 正会員 大河内保彦
 明治大学 農学部 正会員 田中忠次

1. はじめに

筆者らは現位置で土の強度・変形特性を測定できる試験としてプレッシャーメータ試験に注目し、弾塑性有限要素法で合理的な解釈が可能かどうかというアプローチを行なっている^{1), 2)}。今回は実際に砂質及びシルト地盤で行なわれたセルフボーリングタイプのプレッシャーメータ（以下SBPと略）試験結果に対して崩壊解析に適した擬平衡要素を用いた弾塑性有限要素法により逆解析的なアプローチを行ない、解釈の可能性を検討したので報告する。

2. 土質試験

SBPは東京江戸川区で実施されたもので、深度は3.5m、10.5m、12.5mの3試験である。土質としては沖積の砂及びシルトであり、深くなるほど細粒分が多くなる傾向がある。3.5mについては、歪制御で地中に過剰間隙水圧が生じないように充分な低速度で加圧が行なわれた試験である。室内試験としてはほぼ同一深度で採取された乱さない試料を用いて三軸圧縮試験が行なわれており、砂質土（3.5m）にはCD試験、細粒分の多いもの（10.5、12.5m）に対してはCU試験が行なわれている。

3. 解析条件

要素分割図を図-1に示す。軸対称条件で要素数は27、節点数は56である。解析領域は、中心から200cmとした。これはプローブ径の4.5cmと比較して十分な大きさと思われる。境界条件は鉛直に変位が生じない（鉛直方向に平面歪条件）とした。

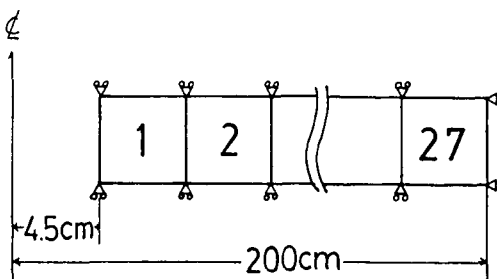


図-1 要素分割図

初期応力状態はSBPの測定結果をそのまま用いており、この初期応力状態になるようにボアソン比を決定した。又、ヤング率はSBPで得られるせん断剛性率から先に述べたボアソン比を用いて計算した。なお、降伏関数にはMohr-Coulomb、塑性ポテンシャルにはDrucker-Prager基準を用いた。圧力の載荷は、0.25kgf/cm²のステップ解析とした。

土の歪軟化は考慮しないものとし、強度定数 c 、 ϕ については、まず三軸試験結果の c 、 ϕ 及び c_{cu} 、 ϕ_{cu} を用い解析を行なった。その後SBP結果の $P \sim \Delta V/V$ カーブにフィットするように強度定数をトライアンドエラーで決定し、相互の比較を行なった。

4. 解析結果

三軸試験結果及び弾塑性有限要素法による解析結果をまとめて表-1に示した。この中には、10.5mと12.5mについてはPalmerの方法によって求めた c_u の値も示した。なおそれぞれの深度のSBPの測定結果及び解析結果を図-2～4

深度	試験	三軸試験結果		解析結果		c_u (kgf/cm ²) (Palmer)
		c (kgf/cm ²)	ϕ °	c (kgf/cm ²)	ϕ °	
3.5m	CD	0.1	42.4	0.7	20.0	—
10.5m	CU	0.1	19.8	0.45	0.01	0.55
12.5m	CU	0.29	15.5	0.5	0.01	0.6

表-1 三軸試験結果と解析結果

に示した。

3.5mの結果については、解析から得られた c 、 ϕ が三軸試験から得られたものより c がかなり大きく、 ϕ がかなり小さいという結果となった。この理由としては実際の土が歪軟化を示すこと、砂質土をサンプリングする際の乱れの影響、実際のSBPの境界条件が解析と異なること、SBPによる初期応力状態の精度など $\Delta V/V$ の理由が考えられるが、歪軟化についてはせん断帯の概念³⁾を導入することにより、改善が期待できると思われる。

10.5m、12.5mについては土質がシルトということもあり、非排水的な挙動を示しているようである。結果として $\phi \approx 0$ というカーブフィットとなっており、 c_{cu} 、 ϕ_{cu} が得られるに至っていない。推測ではあるが、典型的な粘性土の場合少なくとも全応力的なアプローチではブレッシャーマータ試験から強度定数を求めるのは困難なようである。もっとも c についてはPalmerの方法から求めた c_u よりやや小さい程度の値を示しており、逆解析によっても粘性土の非排水せん断強度は求めることができそうである。

5. 結論

セルフボーリングタイプのブレッシャーマータ試験結果について弾塑性有限要素法による逆解析的アプローチを行ない c 、 ϕ を $\Delta V/V$ 求め、乱さない試料を用いた三軸試験結果と比較した。その結果次のような結論が得られた。

- 1) 砂質土については解析結果の c が大きく、 ϕ が小さいという結果が得られた。
- 2) 粘性土については $\phi \approx 0$ でPalmerの方法で得られた c_u よりやや小さな c が得られた。
- 3) より実用的な強度定数を得るためには今後せん断帯の導入などの解析手法の改善とともにデータを積み重ね、実際に得た強度定数を安定解析に応用してみるなどの検討を重ねていく必要がある。

6. 謝辞

SBP、室内試験のデータ関係については、基礎地盤コンサルタンツ㈱より提供頂いた。多大な協力を頂いた技術センターの土谷尚氏に末筆ながら謝意を表するものである。

7. 参考文献

- 1) 大河内、林：セルフボーリングブレッシャーマータの解釈：第21回土質工学研究発表会、p.p.57-58、1986
- 2) 大河内、田中：弾塑性有限要素法によるブレッシャーマータ試験の解析：第22回土質工学研究発表会、1987
- 3) 田中：せん断帯を含む構成モデルと地盤の崩壊荷重解析：第22回土質工学研究発表会、1987

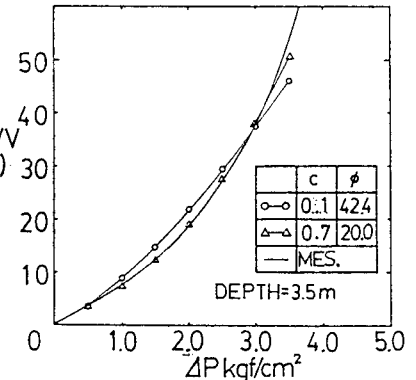


図-2 3.5m解析結果

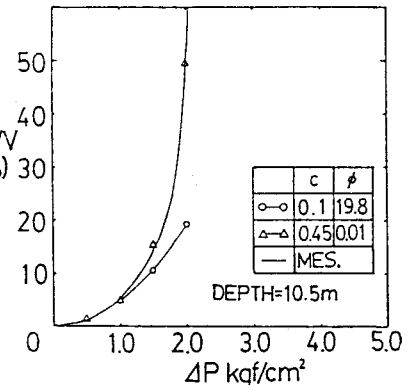


図-3 10.5m解析結果

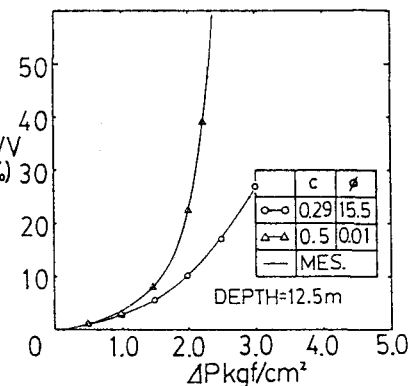


図-4 12.5m解析結果