

Ⅲ - A 340

原位置試験結果を用いた変形・強度定数の逆解析

カナエ測量設計（株） 正会員 土生居 澄江
 福井大学工学部 正会員 荒井 克彦
 エムズ・システム（株） 東本 明子

1. まえがき

地盤の安定解析において、Mohr-Coulomb の強度定数 c 、 ϕ の正しい推定は重要な課題である。ここでは、ボーリング孔内水平載荷試験、ボーリング孔内鉛直載荷試験の結果から、初期接線係数 E_i と強度定数 c 、 ϕ を推定する手法を検討する。圧密中の挙動は考慮せず、完全な非排水状態と完全な排水状態のみを考える。

2. 問題の定式化

Duncan-Chang の応力-ひずみ関係モデルを用いる。増分法を用いて、応力レベルに応じて変形係数を変化させる方法では、応力が変形係数に大きくは依存しないという性質のために、非線形応力-ひずみ関係のパラメータを逆算できない。この問題は、初期ひずみ法を用いることにより避けられる。変形係数が負にならないという制約条件を考慮し、計算変位と計測変位の誤差二乗和を最小化して物性定数を求める¹⁾。

3. 適用例

図-1 に示す仮想的モデルを用いる。表-1 に示す物性定数値を与え、図-2 に示すような荷重-変位曲線を求めて仮想的な計測値とする。図-1 で実際の原位置試験において計測可能な節点のみで、水平載荷においては水平変位を、鉛直載荷においては鉛直変位を計測したとする。この荷重-変位関係から、 E_i 、 c 、 ϕ を逆算した結果を図-3 に示す。

表-1：物性定数値

	非排水状態	排水状態
初期接線係数 E_i	100 tf/m ²	
粘着力 c	2 tf/m ²	1 tf/m ²
せん断抵抗角 ϕ	0°	30°
ポアソン比 ν	0.48	0.33
単位体積重量 γ	1.6 tf/m ³	0.6 tf/m ³

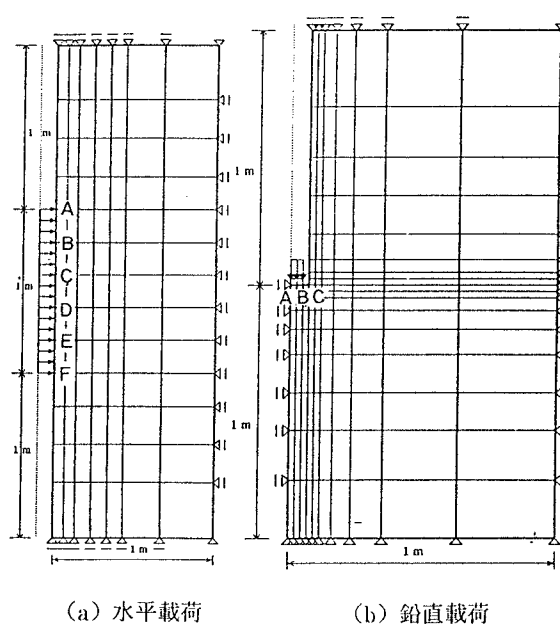
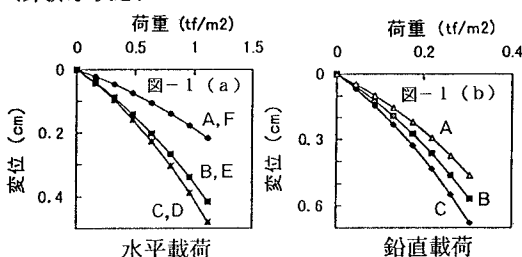


図-1 有限要素分割図

（非排水状態）



（排水状態）

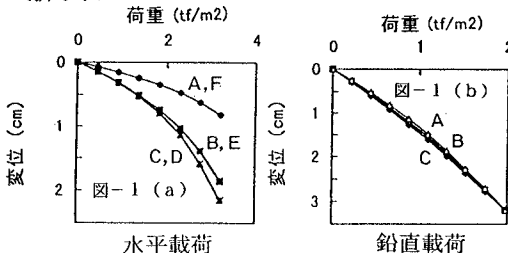


図-2 荷重-変位曲線

原位置試験、強度定数、変形係数、逆解析、初期ひずみ法

〒910 福井市文京3-9-1

TEL 0776-27-8594

FAX 0776-27-8746

図-3に示すように、上述の計測値のみから E_i 、 c 、 ϕ の3つを同時に推定することは困難のようである。そこで、载荷の初期段階で弾性状態と考えられる荷重-変位関係から、弾性係数とポアソン比を求め、この弾性係数を初期接線係数とする。次に、初期接線係数を既知とし、全体の荷重-変位関係から、 c 、 ϕ を求めるという2段階の逆解析を行う。第3段階载荷の荷重-変位関係を用いた線形弾性逆解析結果を図-4に示すが、ほぼ正解値が得られている。次に E_i を既知として、 c 、 ϕ の推定を行った結果を以下に示す。非排水状態の c については、結果を省略するが、ほぼ正解値が得られている。排水状態において上述の計測結果だけでは、 c 、 ϕ を分離して推定できないため、 ϕ の値を固定して、 c のみを逆算して図-5に示すような $c-\phi$ 関係を求める。水平载荷、鉛直载荷の2つの試験から求めた2つの $c-\phi$ 関係を重ねあわせ、その交点の値として排水状態における c 、 ϕ の正解値が求められることがわかる。

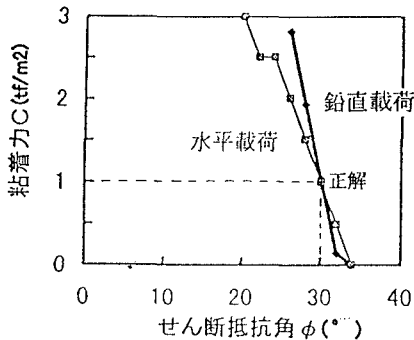


図-5 $c-\phi$ 関係

4. あとがき

荷重-変位関係の最終状態が十分に破壊状態に近づいていないと、 c 、 ϕ 推定の精度が悪くなる。また、排水状態でも、精度のよい2つの $c-\phi$ 関係が得られれば、物性定数を精度よく推定する可能性があることを示した。

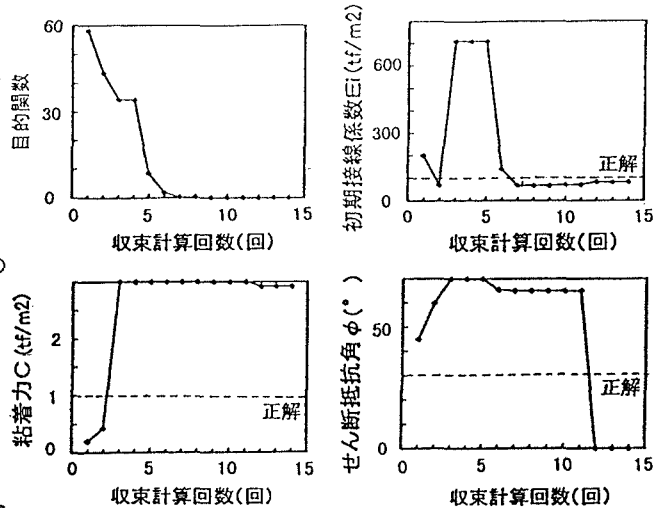


図-3 E_i 、 c 、 ϕ を同時に逆算した結果

(例：排水状態／鉛直载荷)

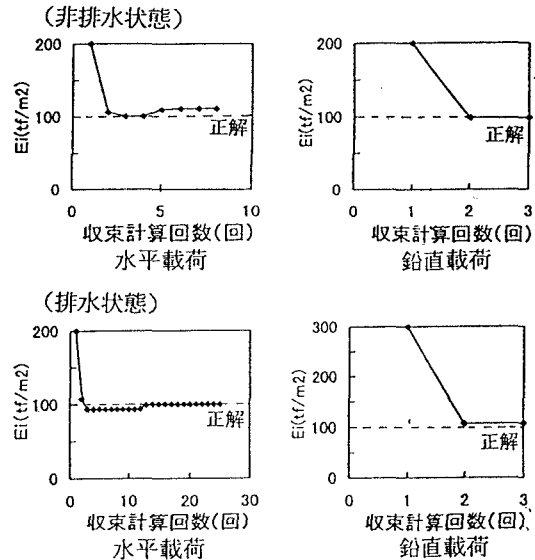


図-4 弾性係数の逆算

参考文献

- 1) Arai, K. (1993) "Back-analysis of deformation and Mohr-Coulomb strength parameters based on initial strain method, Soils and Foundations Vol.33, No.3, pp.130-138