

北海道大学 正員 北 郷 繁
 “ “ 三田地 利 之
 清水建設 “ “ 吉 沢 耿 介

{1} ま え が き

前々回の報告で、原位置での応力状態およびサンプリング試料の応力状態を再現するような実験を行なった結果、両方の実験から得られる ϕ および C_u/p の値に著るしい差が生ずることを示した¹⁾。また、前回の報告では Hvorslev の規準による強度常数 C_e, ϕ_e を媒介にすることによって原位置強度推定の可能性を示した²⁾。その後、新たな実験を加えて、現実を実施可能な試験から原位置強度の推定が可能か否かを検討したので、その結果を報告するものである。

{2} 試料および実験方法

本実験に用いた試料は表-1に示す物理的性質をもつ4種の乱した粘土である。このうち、NO. 4の試料は前回のものと同じで、後述の実験3だけを追加した。NO. 1, NO. 2, NO. 3については3種類の試験全部を新たに行なった。供試体寸法は直径50mm, 高さ120mmである。

試料	LL(%)	PI(%)	調整含水比(%)	G _s	採取地
NO. 1	46	21	33	2.70	江別市角山町厚別川左岸
NO. 2	66	24	51	2.66	札幌市東区東豊平川左岸
NO. 3	87	46	59	2.68	札幌市東区東豊平川右岸
NO. 4	102	58	62	2.71	亀田郡大野

表-1 試料の物理的性質

{3} 実験方法

本研究では、三軸セルを用いてつぎの3種の実験を行なったが、いずれも最初に K_0 圧密を行なっている。この時の側圧は、実験1, 2では0.5, 1, 2, 4 $\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ の4段階、実験3ではすべて3 $\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ である。非排水セン断試験時のヒズミ速度は0.05 $\frac{\text{mm}}{\text{min}}$ とし、間ゲキ水圧は供試体下端で測定した。

実験1. K_0 圧密終了後にだちに非排水セン断を行なう。これをCAU試験と呼ぶことにし、これが原位置強度を与えるものとする。

実験2. K_0 圧密終了後、非排水条件で軸差応力を解放し、平衡状態に達したのち、 K_0 圧密中にかかっていた鉛直有効応力で等方的に再圧密して非排水セン断を行なう。これをCAPU試験と呼ぶことにする。この試験は原地盤で K_0 条件で圧密終了した粘土を採取して、有効土カブリ圧で等方的に圧密し、非排水セン断する場合に対応するものである。

実験3. 実験2の等方的に再圧密する段階までは全く同じであるが、このあと圧力を減少させて等方的に吸水膨張(この時の側圧は0.5, 1, 2, 4 $\frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ の4段階)させたのち、非排水セン断試験を行なう。これをCAPRU試験と呼ぶことにする。この試験の目的は、実験2との組合せから Hvorslev の強度常数 C_e, ϕ_e を求めることにある。

{4} 原位置強度推定の試み

前回の報告²⁾で示したように、原位置強度およびサンプリング強度を表わす式は、 C_e, ϕ_e を用いて次のように表わされる。

$$C_{uf} = \frac{\frac{3}{1+2K_0} \sigma'_{mc} \sin \phi_e [K_0 + A_{fF}(1-K_0)] + C_e \cos \phi_e}{1 + (2A_{fF} - 1) \sin \phi_e} \quad \dots (1) \quad \text{但し} \quad \sigma'_{mc} = \frac{\sigma'_{ic}(1+2K_0)}{3}$$

$$C_{us} = \frac{\sigma'_{mc} \sin \phi_e + C_e \cos \phi_e}{1 + (2A_{fF} - 1) \sin \phi_e} \quad \dots (2)$$

ワットスFとSはそれぞれ
原位置の条件および採取試料
の条件を表す

C_{uf} と C_{us} は同一の平均圧密圧での強度であるから、同一含水比での強度と考えてよい。したがって両者は等しいはずであるが、実験結果によれば表-2の(1), (2)に示すように10~20%の差がある。この原因はHvorslevの破壊規準からみて、破壊時の有効応力が両者で異なるからと考えられる。したがって破壊時の有効応力が等しくなるような条件を(1), (2)式が満足すれば、 $C_{uf} = C_{us}$ となるはずである。この条件を見出すために等価圧密圧として $\sigma'_e = \sigma'_{mc}$ と考えて $K = C_e / \sigma'_{mc}$ とおき、 $C_{uf} = C_{us}$ を適用すれば次式を得る。

$$A_{fF} = \frac{\frac{1-K_0}{1+2K_0}(1-\sin \phi_e) - 2A_{fS}(\frac{3K_0}{1+2K_0} \sin \phi_e + K \cos \phi_e)}{\frac{3(1-K_0)}{1+2K_0}[1 + (2A_{fS} - 1) \sin \phi_e] - 2(\sin \phi_e + K \cos \phi_e)} \quad \dots (3)$$

したがって、採取試料についての比較的簡単な試験から、つぎのような手順で原位置強度を推定することが出来る。

- 1). 採取試料をエカブリ圧で等方圧密して非排水セン断し、 C_{us} , A_{fS} 等を得る。
- 2). 採取試料について等方圧密した試料を数段階の圧力で吸水膨張させ、おのおのについて非排水セン断試験を行なって、1)の試験との組合せからHvorslevの強度常数 K , ϕ_e を求める。
- 3). 1), 2)で得られた A_{fS} , K , ϕ_e および K_0 の値を(3)式に代入して A_{fF} の推定を行なう。
- 4). K , ϕ_e , K_0 , A_{fF} および有効エカブリ圧 $p (= \frac{3}{1+2K_0} \cdot \sigma'_{mc})$ を(1)式に代入すれば、原位置強度の推定値 C_{uf} が得られる。

上記の方法の妥当性を検討するために、CAPUおよびCAPRU試験(これらは上記1), 2)に相当する)から得られる K_0 , A_{fS} , K , ϕ_e を用いて(1), (3)式により C_{uf} を推定した。この値とCAU試験(これは原位置強度に相当する)から得られた値とを比較したのが表-2の(3)~(6)である。なお、表には圧密圧力との比で示してある。 C_{uf} / σ'_{ic} に関しては、比較的よい一致を示しているが、 A_{fF} についてみると試料N0.3, N0.4の推定値が実験値よりもはるかに大きい。これは原位置強度と採取試料強度の差を間デキ圧係数にのみ押しつけてしまった結果と考えられる。しかし、強度のみについて考えると、採取試料についての等方圧密非排水セン断および等方圧密等方膨張非排水セン断試験から、原位置強度に近い値が得られることがわかる。

試料	実験値				推定値		(5) (3)
	(1) C_{uf} / σ'_{mc}	(2) C_{us} / σ'_{mc}	(3) C_{uf} / σ'_{ic}	(4) A_{fF}	(5) C_{uf} / σ'_{ic}	(6) A_{fF}	
N0.1	0.70	0.62	0.42	0.48	0.39	0.52	0.93
N0.2	0.64	0.57	0.39	0.67	0.40	0.63	1.03
N0.3	0.66	0.54	0.40	0.59	0.37	1.04	0.93
N0.4	0.59	0.47	0.36	0.62	0.32	1.09	0.89

表-2. C_u , A_{fF} の実験値と推定値

〔6〕 おすび 本文は吉沢の修士論文および長谷隆一君の卒業論文の実験結果の一部をとりまとめたものである。粘土試料の入手に関しては道内の各機関をわずらわした。また、本研究は46年度科学研究費補助金と本四連総橋公団の依頼を受けた。記して深甚なる謝意を表す。

〔文献〕 1) 三田地 北郷高橋: 粘性土の強度におよぶ応力履歴の影響について, 土質工学会第46回研究発表会講演要稿集・1971
2) 三田地 北郷高橋: 間デキ水圧の挙動におよぶ応力履歴の影響について, 土木学会第26回年次講演会講演集・1971