

液性限界値による圧密度の推定法

復興調査設計(株)

正員 ○花井光昭

〃

正員 福田直三

〃

小西雄二

1. はじめに: サンドドレーン等の地盤改良工事では、改良効果の把握のために、動態観測やチェックボーリングが行われる。地盤の強度増加を目的とする改良では特に後者が重要となるが、動態観測による圧密度の推定の補足的な手段としてチェックボーリングが行われる。例えば図-1の模式図に示すごとく面積比として圧密度は示される。 $U = \text{面積} \textcircled{A} / \text{面積} \textcircled{a} b c d \text{---(1)}$

ただし(1)は有効応力に関する圧密度 U_b 、(2)はひずみに関する圧密度 U_e に相当する¹⁾。チェックボーリングによる圧密度の推定に際しては、それぞれ表-1に示すような長短を有する。これらのうち間隙比 e や含水比 w の変化による方法は本来試料の乱れの影響を受けまいものであり、手法を確立できれば損耗試料の採取のみでよく経済性の面でも非常に有利となる。しかし現状では表-1に示す問題等により積極的に利用されてはいないようである。今回の報告は、このような目的に対し問題となる e や w の初期値の推定および載荷後の最終値の推定といわゆる工の一次的性質²⁾である液性限界値より推定する方法を示した。問題を述べるものである。

表-1 チェックボーリングによる圧密度推定の際の問題点

	P_e による圧密度	q_u による圧密度	e, w による圧密度
長所	- 初期値、最終値の推定が比較的容易。 - 正規、過圧密の識別が可。		試料の乱れの影響を受けない。
短所		- 試料の乱れの影響を受ける。 C_u/Pの設定に影響される。	- 初期値の設定は場所的な成層状態が大きく変わる場合困難。 - 最終値の設定はC_e, G_sなど他の因子のばらつきが入ってくる。 - 正規、過圧密の識別が不可。

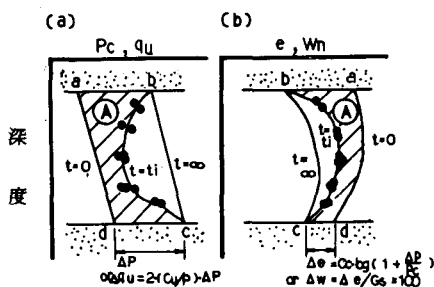


図-1 チェックボーリングによる圧密度算定模式図

2. 検討地区の地盤特性

表-2 検討地区の地盤特性

地盤分類	深度 (TP)	含水比 W (%)	液性限界 W_L (%)	塑性指数 I_p	圧縮係数 C_c	密度 ρ (g/cm ³)
上部砂層	±0 ~ 7m	20~40	—	—	—	—
シルト層-1	~15m	60	65	40	0.6	1.65
シルト層-2	~25m	90	105	75	1.25	1.50
シルト層-3	~30m	40	60	30	0.5	1.80
下部砂層	~30m 以下	20	—	—	—	—

3. 液性限界値による初期値の推定: 事前調査地盤と事後調査地盤は同一でないことが多く、場所的に堆積層厚が異なる場合、さらに圧密条件下により層厚が減少している場合など事前調査地盤の初期値を直接的に事後調査地盤に用いることはできない。(図-2(a)(b))

そこで間接的な方法として事前の e_0, w_0 と W_L の関係を求めておけば圧密により e, w が減少しても W_L は本来不変であり、事後の任意の地盤で W_L の深度分布を知ることにより初期の e_0, w_0 の深度分布が推定できると考えられる。

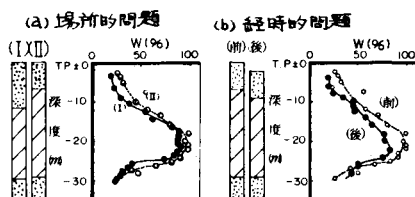


図-2 初期値設定上の問題

当地区の W_L と e_0, w_0 の関係は、図-3(a)(b)に示すとおりであり、それぞれの関係は次式となる。

$$e_0 = 0.0171 \cdot W_L + 0.384 \text{ --- (2)}$$

$$w_0 = 0.665 W_L + 12.83 \text{ --- (3)}$$

図-4(a)(b)は、検証のため事前調査における e_0, w_0 と W_L より計算で求めた e^*, w^* と比較したものである。

(図中 σ :標準偏差, C :変動係数, r :相関係数)

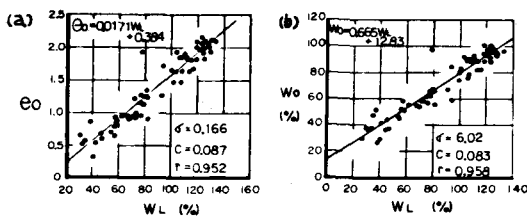


図-3 WL~ e_L , e_P 関係

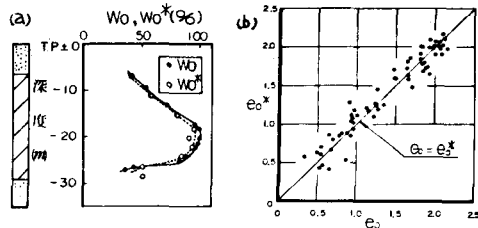


図-4 初期値推定法の検証

4. 液性限界による最終値の推定: 理立等上載荷重による間隙比, 含水比の最終値 e_f , W_f の予測は, 次式により行なう。(正規圧密の場合と考える)

$$e_f = e_0 - C_c \log(1 + \Delta\sigma / P_c) \quad (4)$$

$$W_f = 100 \cdot e_f / G_s \quad (5)$$

ここで, C_c はSkempton ($C_c = 0.009(W_L - 10)$)とせしめ W_L との相関性が認められている。当地区における両者の関係は, 図-5に示され, $C_c = 0.0095 \cdot W_L - 0.1381$ (6) なる関係式で表わされる。

W_L より計算した C_c^* と試験値の C_c の比較を図-6に示した。

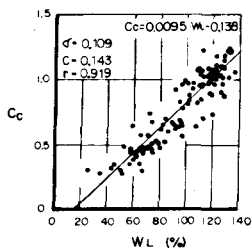


図-5 WL~ C_c 関係

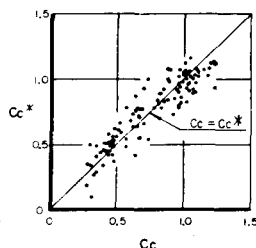


図-6 C_c, C_c^* の検証

5. 圧密度の検討例: 地盤改良の途中段階で行なったチェックボーリングポイントの W_L の深度分布を求め, 式(4)~(6)より間隙比変化あるいは, 含水比変化より圧密度を算定できる。なお, 比重のばらつきによる(5)式の変動はほとんど無視できることが確認されたため, 今回は間隙比による圧密度のみを示すこととした。

図-7は試験値である e_0 と W_L の試験値より計算した e_0 , e_i 値の関係であり, 圧密度は図-1(b)の様式で算定する。また, e_0 と e_i の関係より地盤改良当初よりチェックボーリング時までの沈下量も算定できる。

すなわち,

$$S = \sum \Delta s_i = \sum (e_0 - e_i) \cdot H_i / (1 + e_i) \quad (7)$$

ここで Δs_i は i 番目のサンプリング試料の分担する層厚 H_i の沈下量。なお $H_i / (1 + e_i) = \text{Const}$ であることを考慮した。表-3に沈下量の結果と今回の手法との比較を示した。

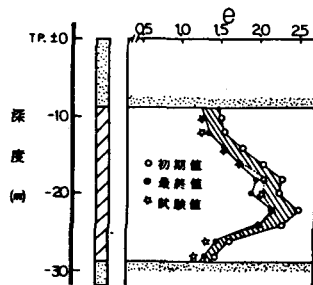


図-7

表-3 圧密度, 沈下量の比較

		チェックボーリング1	チェックボーリング2
圧密度	沈下観測	0.61	0.91
	W_L による	0.77	0.95
沈下量	沈下観測	1.4m	2.1m
	W_L による	1.8m	2.2m

6. あとがき: 今回提案の方法は液性限界($W_L < 50\%$)でばらつきが大きく圧密度が100%を超えるケースも生じ精度に問題が残しているが, 動態観測結果, 裏付けとなり, また動態観測を行っていない時期の圧密沈下量の推定にも利用することが可能である。

参考文献: 1) 例えび最上武雄編, 土質力学, 技報堂出版 P373 ~ 1977.

2) 笠正人: 土の工学的性質の分類とその意義, 土と基礎 Vol.12 No4 P17~24, 1964

3) 例えび土質工学編, 土質試験法, P132, 1979