

自然粘性土地盤に対する攪乱・減容化工法による発生する沈下ポテンシャルの検証

東亜建設工業 技術研究開発センター 正会員 ○田中洋輔 御手洗義夫
東亜建設工業 技術研究開発センター 正会員 木内大介 西田浩太

1. はじめに

筆者らは、自然粘性土地盤が人為的攪乱により圧縮性が変化すること利用した攪乱・減容化工法の開発を進めている^{1), 2)}。これまで、国内の不攪乱試料に対して一連の圧密試験を実施し、攪乱による圧縮性の変化を調べ、攪乱により発生する潜在的な沈下量が、液性限界が大きくなるほど大きい傾向を示している²⁾。今回はこの傾向を検証することを目的として、土田³⁾が提案した海成粘土の圧縮性を統一的に解釈するために提案した基準圧縮曲線の概念を適用し、攪乱により発生する潜在的な沈下量を検証した。本文では、その結果について報告する。

2. 沈下ポテンシャル

図-1 は、攪乱による減容化のメカニズムの説明したものである。図中の青線、緑線がそれぞれ「不攪乱」、「攪乱」試料から得られた圧縮曲線とする。図中の黒破線は原地盤の挙動を示し、原地盤は圧密降伏応力を超えてから沈下が発生すると考えられる。ここで、有効土被り圧（図中の点 A）の状態の試料を攪乱することで、圧縮曲線は黒破線から緑破線（図中の点 B）に移り、図中の赤矢印で示す幅の沈下（ ε_{vp} ）が発生するものと考えられ、これを「沈下ポテンシャル」と定義する。

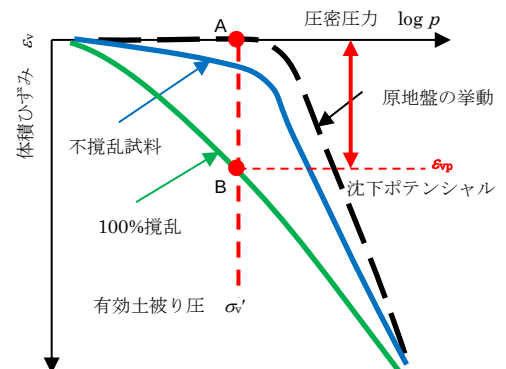


図-1 沈下ポテンシャルの概念図

3. 土田³⁾が提案した基準圧縮曲線

土田³⁾は、日本国内の海成粘土の不攪乱試料の圧縮曲線を統一的に解釈するにあたり、究極基準圧縮曲線（USC）を提案し、下記の式で示している。

$$\ln f = -C(\log p - 1) + \ln f_{10} \quad \dots \text{式(1)}$$

$$C = 0.0027w_L + 0.1 \quad \dots \text{式(2)} \quad f_{10} = 0.042w_L + 0.55 \quad \dots \text{式(3)}$$

f : 体積比、 $C(=C_c/f)$: 基準曲線の勾配、
 C_c : 圧縮指数、 p : 圧密圧力 (kPa)、
 f_{10} : 圧密圧力 10kPa の時の体積比、
 w_L : 液性限界

また、ある初期状態で繰り返した場合の圧縮曲線を下記の式で示している。

$$\ln f = -C(\log p - 1) + \ln f_{10} - h(p) \quad \dots \text{式(4)}$$

$$h(p) = 0.069C \cdot \ln R \cdot \left\{ \frac{\ln(p/p_Q)}{\ln R} - 2.5 \right\}^2 \quad \dots \text{式(5)}$$

(ただし、 $\frac{\ln(p/p_Q)}{\ln R} > 2.5$ の時は、 $h(p) = 0$)

$$R = \frac{(s_u/p)_{REM} \cdot s_t}{(s_u/p)_{USC}} \quad \dots \text{式(6)} \quad p_Q = 10(f_0/f_{10})^{-2.303C/R} \quad \dots \text{式(7)}$$

R : 攪乱比、 p_Q : 攪乱後の残留有効応力
(s_u/p)_{USC}: USC 上の強度増加率、
(s_u/p)_{REM}: 完全繰返し時の強度増加率、
 s_t : 鋭敏比、 f_0 : 初期体積比

図-2 より、攪乱により減容化の過程を以下のように仮定した。

- 1) 攪乱により、図中の究極圧縮曲線上の S 点から、Q 点に移る。
- 2) Q 点から、再圧縮により R 点に到達する。

ここで、図中の点 S と点 R の体積比の差を沈下ポテンシャルとして、これを計算した。この沈下ポテンシャルは、基準圧縮曲線と USC との体積比差であり、式(5)の $h(p)$ に等しい。この沈下ポテンシャルに対する液性限界の影響について調べた。

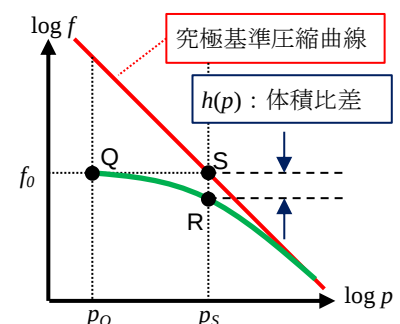


図-2 基準圧縮曲線の概念図⁴⁾

キーワード 粘性土、攪乱・減容化、液性限界、鋭敏比、沈下ポテンシャル

連絡先 〒230-0035 横浜市鶴見区安善町 1-3 東亜建設工業(株)技術研究開発センター TEL 045-503-3741

4. 計算条件

計算条件を表-1に示す。粘性土の液性限界を40、80、120%と3種類とし、表に示す条件で沈下ポテンシャルを算定した。

表-1 計算条件

液性限界 w_L (%)	40、80、120
攪乱時初期状態 $(s_u/p)_{USC}$	100kPa
$(s_u/p)_{REM}$	0.3
鋭敏比 s_t	3、10、30

5. 計算結果と実験結果との比較

図-3、4にすべての液性限界のケースで $s_t=3$ および $s_t=30$ のケースに対する圧密圧力と体積比の関係を示す。また、各図には究極圧縮曲線 (USC) も併せて示してある。図中の点 S と点 R の体積比を読み取り、沈下ポテンシャルを算定した。

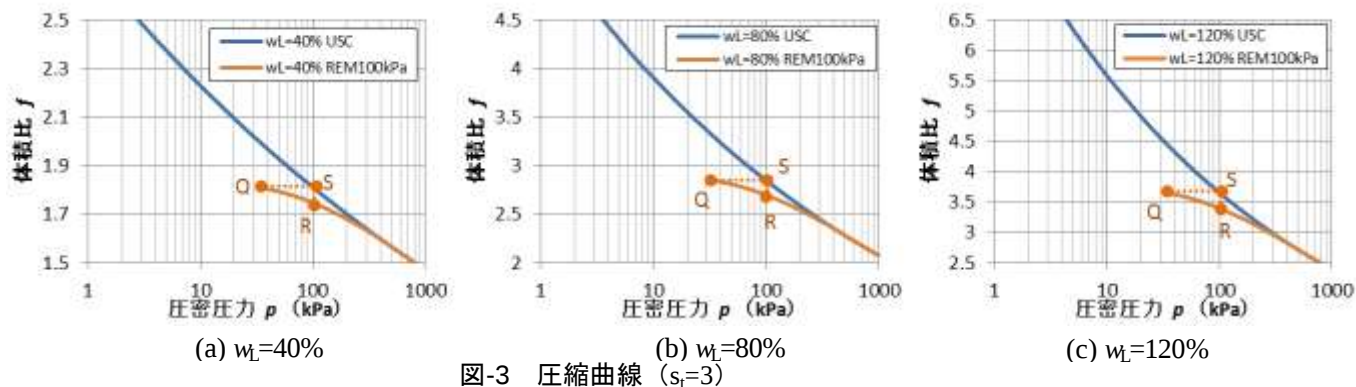


図-3 圧縮曲線 ($s_t=3$)

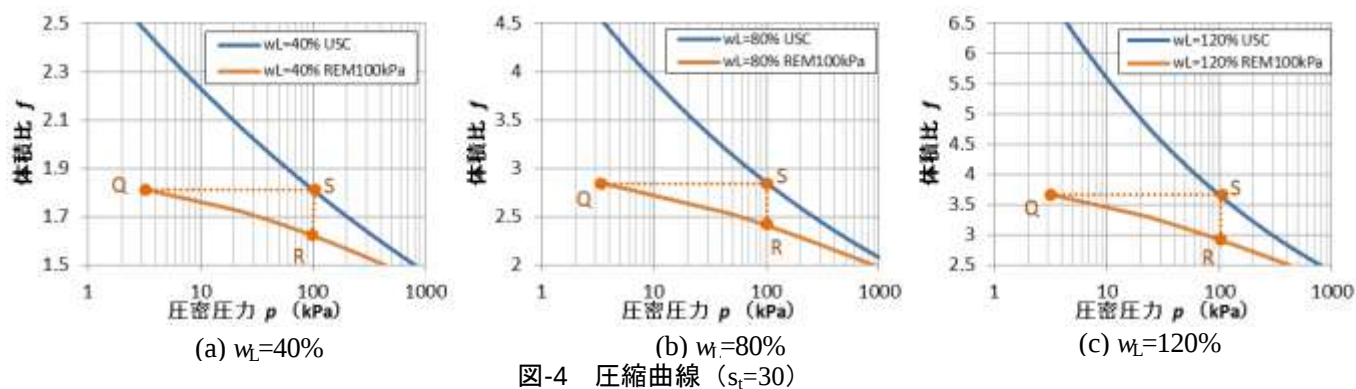


図-4 圧縮曲線 ($s_t=30$)

図-5に図-3、4から得られた沈下ポテンシャルを液性限界との関係でプロットしたものである。また、図中には、筆者らが実施した実験結果²⁾も併せて示している。今回の計算結果は、実験結果と同様に液性限界の増加に従い、増加する傾向であることが確認できた、また、 s_t が大きいほど、沈下ポテンシャルが大きく、 $s_t=30$ 、 $s_t=10$ のケースは実験結果のほぼ中央および下限にあるが、 $s_t=3$ の場合は、実験結果を下回る結果となった。 $s_t=3$ の再構成試料の鋭敏比に相当すると考えられる。以上の結果より、沈下ポテンシャルは、鋭敏比の影響を受けることが確認できた。

6. まとめ

今回、粘性土の攪乱による減容化効果を基準圧縮曲線の概念で検証し、液性限界に増加に伴い、沈下ポテンシャルが増加する傾向があり、鋭敏比の影響を強く受けることが確認できた。

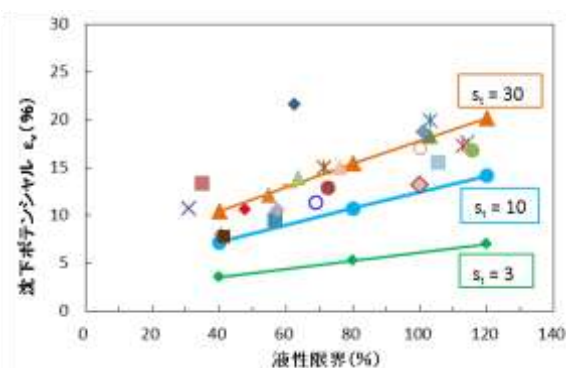


図-5 沈下ポテンシャルと液性限界の関係

《参考文献》1)御手洗ら(2013): 乱れが自然堆積粘性土の圧密特性に及ぼす影響とその積極的な利用方法について, 土木学会第68回年次学術講演会, pp.419-420. 2) 西田ら: 攪乱・減容化工法の開発と原理, 第59回地盤工学シンポジウム, pp.583-590, 2014. 3) 土田孝(1999): 改正粘土地盤の間隙比-有効土被り圧関係に関する東一的な解釈, 港研報告, Vol.38, No.3, pp.153-179.