

## III-207

## シンガポールなど東南アジア各地沖積海成粘土の強度増加率

基礎地盤コンサルタンツ(株) 海外事業部 正会員 寒河江 武司

基礎地盤コンサルタンツ(株) 海外事業部 正会員 庄司 岳雄

基礎地盤コンサルタンツ(株) 海外事業部 正会員 藤堂 博明

## はじめに

前報（寒河江他、1994）では、シンガポールなど東南アジア各地の沖積海成粘土についてC I U試験から求めた強度増加率 $\Delta cu/\Delta p$ を示し、その強度増加率が塑性指数とは相関性がないと報告した。本報ではエージング効果のある東南アジア各地の沖積海成粘土の現位置強度から強度増加率を求め、C I U試験から得られた強度増加率と比較する。

## 原位置強度から求める強度増加率

自然地盤の一軸圧縮強度を土被り圧に対してプロットして強度増加率を求める方法があるが、年代効果のある地盤では、この時の一軸圧縮強度には一次圧密により増加した強度と、その後の年代効果により増加した強度が含まれていて、圧密直後の強度というわけではない。図-1に示すように年代効果のある正規圧密粘土の強度は有効土被り圧（ $p_0$ ）に対して発現されているのではなく、圧密降伏応力（ $p_c$ ）に対応しているので強度増加率を求めるには非排水せん断強度を圧密降伏応力に対してプロットして求めるのが合理的であるといえる。一方、セメンテーションの発達した粘土では、原位置強度の発現に一次圧密、二次圧密だけでなく、図-2に示すようにセメンテーションの発達が影響しているため、セメンテーションの強さにもよるが、圧密のみにより強度増加したという概念は適用できない。多くの沖積海成粘土地盤では年代効果だけではなく、セメンテーションの発達している可能性が高いため、原位置強度を用いて強度増加率を求める方法は理論的には適当でないと考えられる。

非排水せん断強さ及び鉛直応力（log スケール）

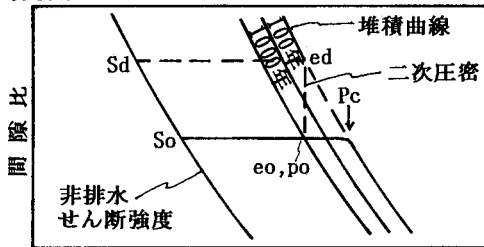


図-1 年代効果のある粘土の非排水せん断強さと鉛直応力 (Bjerrum, 1967)

非排水せん断強さ及び鉛直応力（log スケール）

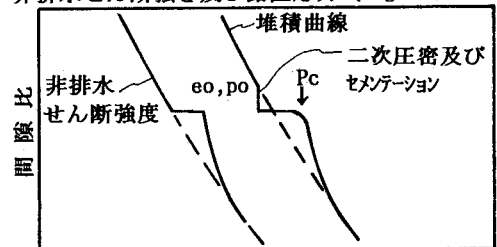


図-2 セメンテーションの発達した粘土の非排水せん断強さと鉛直応力 (Bjerrum, 1967)

## C I U試験と原位置強度から求めた強度増加率の比較

表-1に東南アジア各地海成粘土について、C I U試験と原位置強度から求めた強度増加率を比較する。C I U試験から表-1に示す数値をいかに求めたかは寒河江、他（1994）で述べた。原位置強度からは、次の二方法で強度増加率を求めた。

- (1) 非排水強度の深度分布から ( $\Delta cu/\Delta p_0$ )
- (2) 非排水強度と圧密降伏応力のプロットから ( $\Delta cu/\Delta p_c$ )

図-3に  $cu-p_c$  関係の例としてシンガポール海成粘土のプロットを示した。強度増加率はプロットを

表－1 強度増加率の比較

|                | C I U試験から<br>求めた強度増加率 | cu－深度図から<br>求めた強度増加率 | cu－pc図から<br>求めた強度増加率 |
|----------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| シンガポール         | 0.20～0.35             | 0.21～0.30            | 0.20～0.33            |
| マレーシア          |                       |                      |                      |
| ポートクラン         | 0.20～0.40             | 0.30～0.38            | 0.20～0.35            |
| プライ川河口         | 0.20～0.40             | 0.18～0.50            | 0.19～0.36            |
| クアンタン          | 0.20～0.30             | 0.14～0.29            | 0.17～0.24            |
| インドネシア         |                       |                      |                      |
| ジャカルタ          | 0.30～0.40             | 0.36                 | 0.20～0.44            |
| メダン            | 0.25～0.40             | 0.33                 | 0.23～0.41            |
| 日本             |                       |                      |                      |
| 大阪湾(Ma13)(文献2) | 0.40～0.55             | 0.41～0.77            | 0.28～0.50            |

包絡する直線の傾きで求めた。表－1によれば、C I U試験から求めた強度増加率と原位置強度から求めた強度増加率はそれぞれ全くかけ離れているというわけではなく、それぞれの数値の範囲はお互いに近接している。

#### 考 察

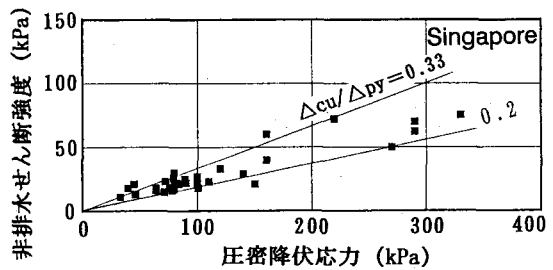
C I U試験から求めた強度増加率は一次圧密のみによる強度の増加率と考えられる。一方、現位置強度から求めた強度増加率は、セメンテーション、年代効果の影響を内包しており、一次圧密のみによる強度増加率とは異なる。それにもかかわらず、原位置強度から求めた強度増加率がC I U試験で求めた強度増加率とほぼ同程度の値が得られているのは、以下の理由によるものと思われる。比較した各地の海成粘土層は、地表面近くにおける乾燥の影響などがほとんどない均質な粘土層であり、同一層の現位置強度同士の比較では、セメンテーション、年代効果の影響がほぼ同程度含まれているものと考えられる。従って強度増加率を求める為に強度の差をとると、セメンテーション、年代効果の影響が結果的に相殺され、その影響がほとんど消えてしまうものと考えられる。以上より、工学的見地に立てば、cu－深度図または cu－pc 関係によって求められる強度増加率は近似値として扱う事が許容できる。

#### 結 論

1. 現位置強度から求める強度増加率は一次圧密による強度の増加という点からみて理論的には正しくないが、C I U試験で求める強度増加率に近い値が得られる。
2. 比較的均質な東南アジアの海成粘土においては、cu－深度図やcu－pc 図により強度増加率を近似的に求める事ができる。

#### 参考文献

1. 寒河江、庄司、藤堂（1994）、「シンガポールなど各地沖積海成粘土の強度増加率」、第29回土質工学研究発表会、6月、盛岡
2. 土質工学会関西支部（1990）、「大阪湾海底地盤」、土質工学会関西支部、大阪湾海底の地盤研究委員会編
3. Bjerrum, L. (1967), "Engineering Geology of Norwegian Normally-consolidated Marine Clays as Related to Settlements of Buildings, 7th Rankine Lecture, Geotechnique, Vol.7



図－3 非排水せん断強度と圧密降伏応力