

# サンプリングチューブ内の試験位置による 一軸圧縮試験結果に関する一考察

中部土質試験協同組合 ○松村 竜樹  
坪田 邦治

## 1. はじめに

近年、室内試験方法の進展により、試料の乱れが強度・変形特性に与える影響について指摘されるようになってきた。試料のサンプリングにおいても、より乱れの少ない試料採取が求められている。一軸圧縮試験は、比較的簡単で安価であり粘性土の強度評価をするために多く用いられているが、試料の乱れが試験結果に影響を与えやすく、同じサンプリングチューブ内の試料であっても試験値がばらつくことも少なくない。

港湾関係の調査では、1本のサンプリングチューブ内で一軸圧縮試験を4供試体実施するように求められることが多い。そこで、常時試験を実施している立場から、サンプリングチューブ内での試験位置による一軸圧縮試験結果のばらつきに着目して整理した。その結果、チューブ先端(最深部)から30~50cmの部分が最大強度となる興味深い結果が得られたので報告する。

## 2. 比較検討した地盤の特徴

検討に適用した地盤材料は、伊勢湾内の沖積粘性土(四日市港層)と洪積粘性土(古伊勢湾層=熱田層下部)である。四日市港層は沖積下部を占め、砂混じりシルト及び粘土を主体とし、その最上部・最下部はシルト・粘土混じりの砂から構成されている。本層には内湾性の貝殻が含まれ、その厚さは陸域から海域に向かうに伴って厚くなり、陸域では0~15m、海域では最高25mに達する<sup>1)</sup>。調査地で確認した  $N$  値は2~5である。古伊勢湾層は、内湾性の貝化石を含むシルト及び粘土を主体とし、まれに粘土・シルト混じりの砂及び砂礫を挟む。丘陵近くになると砂~砂礫が伴うようになる<sup>1)</sup>。調査地で確認した  $N$

値は6~20である。調査地域の代表的な地盤と各粘性土層における  $q_u$  と  $p_c$  の深度分布を図-1に示す。

四日市港層では日本統一分類名(記号)で、粘土(高液性限界:CH)、砂まじり粘土(高液性限界:CH-S)、シルト(高液性限界:MH)、砂まじりシルト(高液性限界:MH-S)のいずれも  $F_c \geq 84.8\%$  の粘性土、25サンプリング試料とした。古伊勢湾層では同上の粘性土に、砂まじり粘土(低液性限界:CL-S)を加えて検討に供した。いずれも  $F_c \geq 92.7\%$  の粘性土21サンプリング試料とした。

また、四日市港層の自然含水比  $w_n = 54 \sim 70\%$ 、古伊勢湾層では  $w_n = 55 \sim 69\%$  であり伊勢湾内では代表的な沖積粘性土層、洪積粘性土層と考えられる。

この地域の一軸圧縮強度 ( $q_u$ ) ~ 圧密降伏応力 ( $p_c$ ) の相関を図-2に示す。全国の港湾地域の海成粘土は、 $c/p = 1/3$  で代表され、 $p_c \approx 1.5 q_u$  となることがいわれている<sup>2)</sup>が、当地域の四日市港層はほぼこの関係に代表され、古伊勢湾層も概ねこの関係にあるといえる。図-1、図-2より、ここで検討した四日市港層は正規圧密粘性土と考えている。

## 3. サンプリングチューブ内での一軸圧縮試験位置

今回対象としたのは、採取長が80cm程度のサンプリングチューブ(採取長が70cm以下のものは対象外とした)で、沖積粘性土層はシンウォールサンプリング、洪積粘性土層はデニソンサンプリングによるものである。採取試料の両端は中心部付近に比べて乱れが大きいといわれているため、力学試験に用いる試料は刃先から10~60cmの部分とするのが一般的であり<sup>3)</sup>(図-3参照)、港湾関連

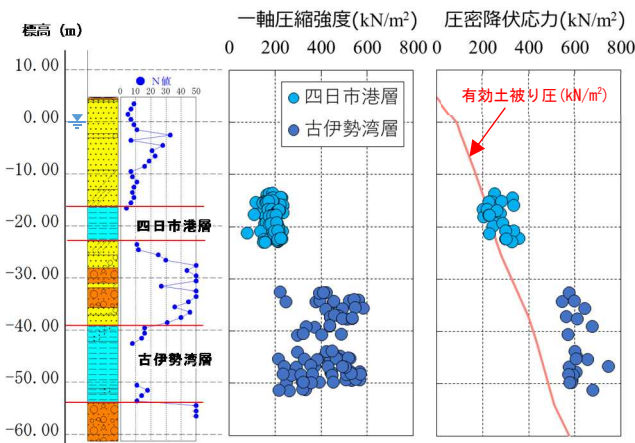


図-1 検討地域の代表的柱状図と粘性土層における  $q_u$ 、 $p_c$  の深度分布 ( $q_u$  は供試体毎の値を記載)

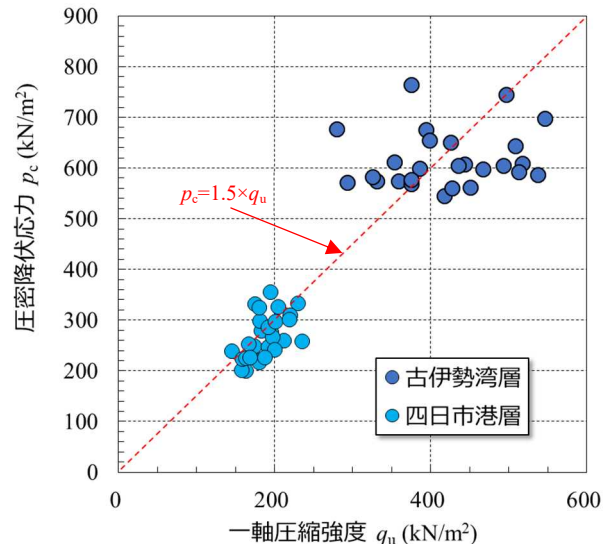


図-2 検討地域の  $p_c \sim q_u$  相関

刃先からの距離 (cm)	0	10	20	30	40	50	60	70	80
刃先		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
(主たる試験)									
一軸圧縮試験		●	●	●	●	○			
三軸圧縮試験		●	●	●	●	○			
圧密試験		●	●	●	●	○			
物理試験・保存	●							●	●

(凡例: ● 試験実施試料 ○ 予備試料)

図-3 試料採取の位置と室内試験 (参考文献<sup>3)</sup>を編集)

業務においても試験位置についての仕様は同様であることが多い。今回の一軸圧縮試験は主に刃先から10~20cm, 20~30cm, 30~40cm, 40~50cmの部分で4供試体を実施している。貝殻等の混入物や著しい乱れにより供試体の成形ができない場合は、50~60cmの部分で代わり採用している。

#### 4. サプリングチューブ内の一軸圧縮試験結果分布

前節で述べた同一サプリングチューブ内における試験位置の異なる4供試体の試験値を比較した。一軸圧縮試験によって得られた各供試体の一軸圧縮強度 ( $q_u$ ), 破壊ひずみ ( $\epsilon_r$ ), 湿潤密度 ( $\rho$ ) を各サプリング内の平均値で正規化した値と試験位置の関係図を図-4 (四日市港層), 図-5 (古伊勢湾層) に示す。

土の性質上, 洪積層である古伊勢湾層の方はばらつきが大きくみられるが, どちらの層も概ね同様な傾向が出現していると判断できる。一軸圧縮強度に着目すると, 四日市港層, 古伊勢湾層ともにチューブ先端から30~40cm, 40~50cmの試料が高い値を示した。サプリングチューブ内で, 一軸圧縮強度の平均値最小と平均値最大を比較すると, 四日市港層では10%程度, 古伊勢湾層では15%程度の差があることが判った。

一方, 破壊ひずみでは両層ともにチューブ先端から30~40cmの試料が最小値を示した。ただ, 古伊勢湾層は, ばらつきが大きいため傾向を判断するのは難しく, 破壊ひずみが小さく出現し易いクラックによる影響と, 大きく出現し易い乱れの試料が混在した結果であると考えられる。

また, 湿潤密度はサプリングチューブ内でのいずれの位置もほぼ同じ値であったが, 刃先に近い位置ほどわずかに大きくなる傾向にあるといえる。

#### 5. 考察

一般に試料の乱れが大きくなると, 一軸圧縮強度が低く, 破壊ひずみが大きくなるといわれている。このことから今回の検討結果において, 沖積粘性土, 洪積粘性土ともに最も乱れの少ない試料はチューブ先端から30~40cmの部分, 次いで40~50cmの部分であると推察される。通常, 一軸圧縮試験は2供試体で実施することが多いため, この部分を選定することを提案したい。4供試体の場合は, より過小評価される部分を増やしてしまうため, 4供試体の内1供試体を簡易三軸 CU 試験を実施するな

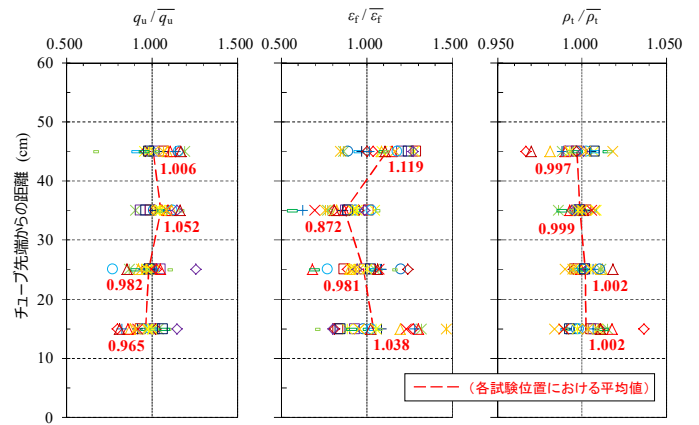


図-4 四日市港層のサプリングチューブ内の正規化された一軸圧縮強度, 破壊ひずみ, 湿潤密度分布 (各サプリングチューブ内の試験結果平均値で正規化)

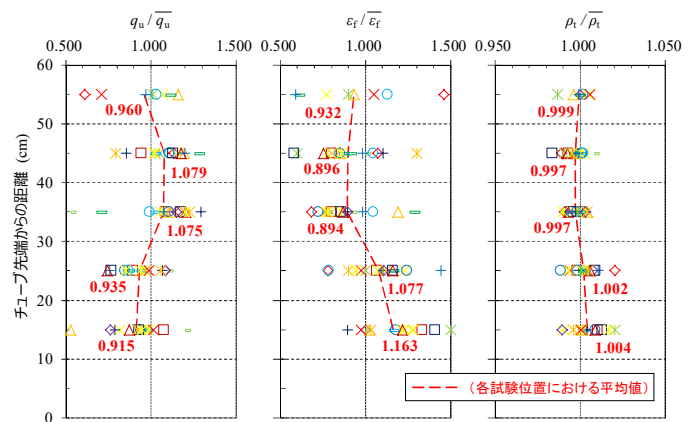


図-5 古伊勢湾層のサプリングチューブ内の正規化された一軸圧縮強度, 破壊ひずみ, 湿潤密度分布 (各サプリングチューブ内の試験結果平均値で正規化)

ど, 地盤のせん断強さを総合的に評価することが望ましいと考える。

なお, 今回検討に用いたデータ数は全体で46と少なく, ばらつきの範囲が大きいためと考えられるため, 今後は地域特性, サプリング方法の種類, サプリングを行うオペレーターの技量, 土の粒度特性等の異なる様々なケースでのサプリング試料を検討するなど, 数多くのデータを用いることで今回の考察に関して精度を高めていきたい。

また, ボーリングにおける試料採取時だけでなく, 試験室での試料をサプリングチューブから押し出す行為も試料に影響を与えていると考えられるため, その分析も必要であると考ええる。

#### 《引用・参考文献》

- 1) 吉田史郎: 四日市地域の地質, pp.59~62, 地質調査所, 1984.2
- 2) 渡辺崇博, 鈴木一正, 菅原紀明, 栃木 博: 現場技術者のための軟弱地盤対策工事ポケットブック, pp.74~75, 山海堂, 1986.6
- 3) 地盤工学会: 地盤調査の方法と解説, p.208, 2013.3