

大阪洪積粘土の降伏特性

岐阜大学 正会員 岡 二三生 岐阜大学 正会員 八嶋 厚
 岐阜大学 正会員 ○重松 宏明 岐阜大学学部生 岩田 浩幸

1 緒言

大阪地域沿岸部の建設事業は、関西国際空港およびポートアイランド2期工事など、年々大規模化している。最上部大阪洪積粘土 **Ma12** 層 (以後、**Ma12** とよぶ) は、これまで、地上構造物から受ける荷重が小さいため、支持地盤として十分適していた。しかしながら、巨大人工島など、今まで受けたことがないような大きな荷重が、**Ma12** 層に直接作用するようになり、**Ma12** は、その大荷重に耐えられず、目立った変形が起こるようになった。したがって、現在では、**Ma12** の沈下問題が注目されるようになった。本研究の目的は、このような現状を十分に踏まえて、**Ma12** の降伏特性を詳細に検討することである。圧密沈下問題については、過去の研究において、「擬似的な過圧密状態にある洪積粘土の圧縮性は、圧密降伏応力を過ぎた付近で、急激に大きくなる」ことが、**Akai** ら (1991) の研究によって明らかにされている。本研究では、自然粘土の降伏曲面を求めるために、代表的な **Ma12** を用いて、標準圧密試験、等方圧密試験、等方圧密非排水 (CU) 試験および等方圧密排水 (CD) 試験を実施した。

2 最上部大阪洪積粘土 (**Ma12**) の室内実験

2.1 実験試料

従来から研究に用いられた **Ma12** 試料の大部分は、デニソンサンブラーによって採取 (以後、デニソンサンプルとよぶ) されており、サンプリング時の乱れの程度が大きく、必ずしも不攪乱粘土とはいえない。本研究の室内実験に用いた試料は、大阪府八尾市久宝寺および大阪市鶴見において、ブロックサンプリングによって採取 (以後、ブロックサンプルとよぶ) された。両者の物理特性を表1に示す。

サンプリング手法の違いによる試料の品質を把握するために、一連のCU試験を実施した。その結果を、デニソンサンプルの結果とともに図1に示す。図の縦軸は非排水強度増加率で、 $C_u (= (\sigma_1 - \sigma_3)_{\max} / 2)$ を圧密圧力 σ'_c で除した値であり、横軸は圧密応力 σ'_c を等方圧密降伏応力 P_c で除した値で、過圧密比の逆数となっている。この図より、ブロックサンプルおよびデニソンサンプルの非排水強度増加率は、正規圧密領域においては、ほぼ同じ値を示していることがわかる。それに対して、過圧密領域においては、ブロックサンプルの非排水強度増加率は、デニソンサンプルより大きな値を示しており、過圧密比が大きくなるほど、顕著である。したがって、ブロックサンプルの品質は、デニソンサンプルと比較して、かなり良いものと考えられる。また、圧密降伏応力以上 ($\sigma'_c / P_c \geq 1$) の圧密応力のもとでは、サンプリングに伴う乱れの影響は、ほとんどなくなる。

2.2 降伏特性

Ma12 の降伏特性を詳細に検討した。自然粘土の降伏曲面を求めるために、上記に示した2種類の洪積粘土 (久宝寺・鶴見洪積粘土) を用い、一連の室内実験 (標準・等方圧密試験、CU・CD試験) を実施した。CU試験においては、 $\dot{\epsilon} = 0.005 \sim 0.01 (\%/min)$ を採用し、CD試験においては、 $\dot{\epsilon} = 1 (\%/day)$ を用いた。

図2は、久宝寺・鶴見洪積粘土の標準圧密試験、等方圧密試験、CU試験およびCD試験の結果から求めた初期降伏曲面である。一連の室内実験において、弾性領域と塑性領域の境界を求めることは、困難であるので、CU試験では、ピーク点を初期降伏点と仮定し、CD試験では、応力ひずみ関係における最大曲率点を **Casagrande** 法により求め、その点を初期降伏点と仮定した。図3には、沖積粘土を含んだ日本の代表的な自然粘土の初期降伏曲面も併記している。この図から、**Ma12** は、他の多くの自然粘土と同様に、堆積圧密による構造異方性のため、平均有効応力軸から大きく傾いた楕円形の降伏曲面をもっていることがわかる。

3 結論

ブロックサンプルは、デニソンサンプルに比べて、サンプリング時の乱れが小さく、高品質である。デニソンサンプルを室内実験に用いる場合は、圧密応力レベルが、正規圧密領域 (圧密降伏応力近傍もしくはそれをはるかに越える領域) であれば、せん断強度にほとんど影響はない。しかしながら、過圧密比が大きくなるほど、サンプリング時の乱れの影響は、せん断強度に顕著に表れてくる。

Ma12 の降伏特性は、沖積粘土と同様に、堆積圧密による構造異方性をもっており、その力学モデル

(構成式)を誘導するためには、降伏曲面の異方性を考慮する必要がある。

表1 最上部大阪洪積粘土の物理特性

	久宝寺洪積粘土	鶴見洪積粘土
サンプリング深度	G.L.-20 ~ -23(m)	G.L.-40 ~ -41(m)
有効土被り圧	188(kPa)	284(kPa)
等方圧密降伏応力	333 ~ 343(kPa)	580(kPa)
標準圧密降伏応力	412(kPa)	725(kPa)
圧縮指数($\lambda=C_c/2.303$)	0.327	0.507
膨潤指数($\kappa=C_s/2.303$)	0.028	0.026
一軸圧縮強度	160 ~ 240(kPa)	225 ~ 490(kPa)
比重	2.693	2.722
自然含水比	56.9(%)	61.6(%)
液性限界	78.3(%)	94.5(%)
塑性限界	28.2(%)	35.0(%)
液性指数	0.574	0.45
塑性指数	50.1(%)	59.5(%)
活性度	0.86	1.08
粘土分	70(%)	67.9(%)
シルト分	27(%)	30.7(%)
砂分	3(%)	1.4(%)

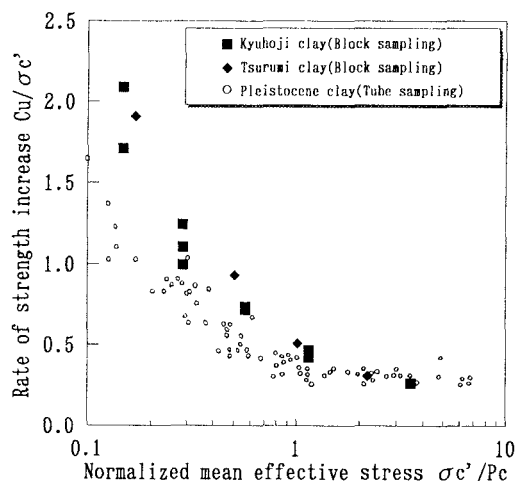


図1 サンプリング手法と非排水強度増加率の関係

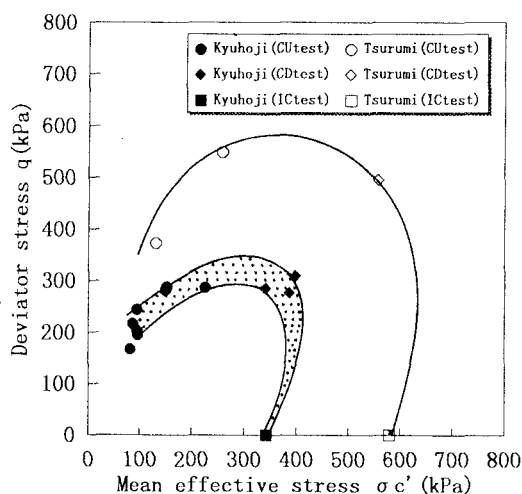


図2 久宝寺・鶴見洪積粘土の初期降伏曲面

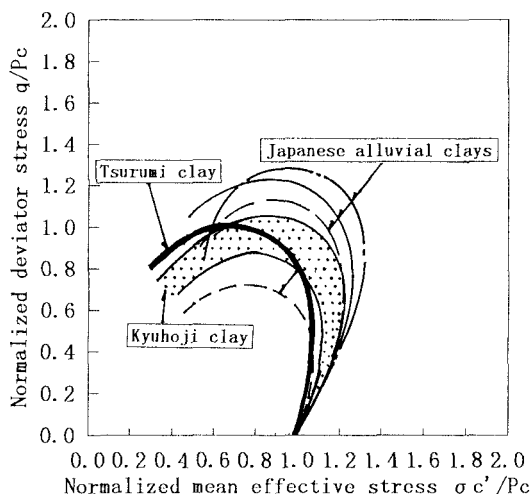


図3 大阪洪積・沖積粘土の初期降伏曲面

参考文献

- 1 赤井 浩一・嘉門 雅史・佐野 郁雄・曾我 健一(1991): Long-Term Consolidation Characteristic of Diluvial Clay in Osaka Bay, Soils & Foundations, 31-4, 61-74.
- 2 重松 宏明・岡 二三生・八嶋 厚・長屋 淳一(1996): 大阪洪積粘土の土質・力学特性に関する実験的研究, 第3回岐阜大学技術研究報告, 33-39.
- 3 重松 宏明(1996): 大阪洪積粘土の内部構造破壊と力学挙動, 岐阜大学修士論文.
- 4 (社)地盤工学会関西支部(1995): 海底地盤.