

## 東大阪平野から採取された洪積粘土の長期圧密試験

圧密試験, 二次圧密, 洪積層

大阪大学大学院 小田和広 (国際), 丹原秀大 (学生)  
 地域地盤環境研究所 藤原照幸 (国際), 長屋淳一 (国際)  
 京都大学防災研究所 三村衛 (国際)  
 大阪市立大学大学院 大島昭彦 (国際)  
 名城大学理工学部 小高猛司 (国際)  
 京都大学大学院 肥後陽介 (国際)

## 1. はじめに

大阪湾の洪積粘土は, 現在の土被り圧よりも大きな圧力が加えられていないにもかかわらず, 通常の圧密試験から得られる圧密降伏応力は現在の土被り圧よりも大きい。ただし, その圧密挙動はメカニカルな載荷・除荷履歴によって過圧密化した粘土と異なっている。例えば, 長期圧密試験では, ①載荷圧力が圧密降伏応力よりも小さい場合でも, 載荷後1日以上経過した後に圧縮ひずみが顕著になりはじめ, 時間の経過に伴い無視し得ないほど増大する。②ひずみ速度の低下にとともに圧密降伏応力が小さくなるとともに, 圧縮曲線の形状もフラットに変化する<sup>1)</sup>。ところで, 洪積粘土層は大阪平野の東側の東大阪地域にも存在している。これは, この地域もかつて海域であったことを意味している。ただし, 地形的にみて, 海進時における東大阪地域は内湾であり, 淀川やその他の中小河川がその環境に大きな影響を及ぼしていたことが推察される。すなわち, 洪積粘土が堆積したときの環境は, 大阪湾域のそれとは大きく異なっていたと考えられる。本研究では, 粘土の圧密挙動と堆積環境の関係を解明するための研究<sup>2)</sup>の一環として, 東大阪地域から採取された洪積粘土 (Ma12) に対して長期圧密試験を行い, その圧密特性を明らかにする。

## 2. 長期圧密試験の概要

表-1は長期圧密試験を実施した粘土試料の特性を示している。東大阪新庄地区および寝屋川地区で採取された両試料とも塑性図においてCHに分類される。また, いずれの粘土もその圧密降伏応力が原位置における土被り圧よりも大きい。なお, 長期圧密試験では土被り圧と圧密降伏応力を考慮して載荷圧力を決定した<sup>2)</sup>。

## 3. 圧縮ひずみの経時変化

図-1と-2はそれぞれ東大阪新庄粘土および寝屋川粘土における圧縮ひずみの経時変化を示している。東大阪新庄粘土では, 載荷圧力が549kPa以上のケースにおいて顕著な圧縮ひずみが生じた。載荷圧力が980kPaのケースでは, 圧縮ひずみの経時変化を表す曲線は, 正規圧密粘土において一般的に見られるような逆S字形となった。これは, 載荷圧力が圧密降伏応力よりも大きく, 一次圧密によって生じる圧縮ひずみが二次圧密によるそれに比して大きかったためである。定ひずみ速度圧密試験における圧密降伏応力とほぼ等しい載荷圧力が764kPaのケースでは, 圧縮ひずみは時間の対数に対して直線的に増加した。これは, 一次圧密によって生じる圧縮ひずみが小さく, 二次圧密によるそれとの区別が困難であったためである。また, 段階載荷圧密試験における圧密降伏応力とほぼ等しい載荷圧力が549kPaのケースでは, 載荷後約 $10^3$ 分経過した時点から顕著な圧縮ひずみが生じ始めた。このように載荷直後には圧縮ひずみがほとんど生じず, 時間がある程度経過した後に顕著な圧縮ひずみが生じ始める現象は, 大阪湾における洪積粘土の長期圧密試験において一般的に観察される挙動と同様である。なお, 載荷圧力が土被り圧よりも大きい圧密降伏応力よりも小さい402kPaのケースでは顕著な圧縮ひずみは生じなかった。

寝屋川粘土の場合, 載荷圧力が圧密降伏応力の約2倍である1450kPaのケースでは, 圧縮ひずみと経過時間の対数の関係を表す曲線は, 正規圧密粘土において一般的に見られるような逆S字形になった。載荷圧力が960kPaのケースでは, 圧縮ひずみと経過時間の対数の関係はほぼ直線となった。この両者はいずれの載荷直後から圧縮ひずみが発生

表-1 粘土試料の特性

	試験試料	
	東大阪新庄	寝屋川
採取深度 (m)	35.0~35.5	35.1~36.0
$w_n$ (%)	63.2	49.5
$w_L$ (%)	106.2	61.9
$w_p$ (%)	33.1	25.1
$p_0$ (kPa)	294	333
$p_c$ [oedometer] (kPa)	539	722
$p_c$ [CRS] (kPa)	745	-

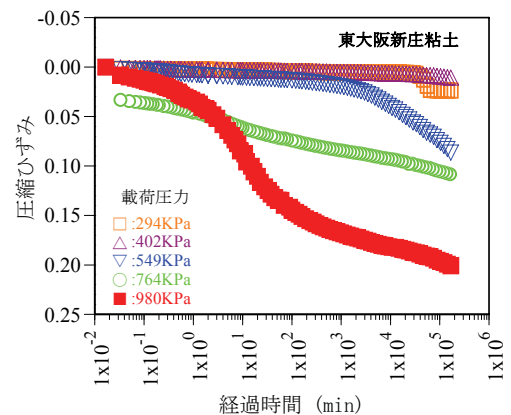


図-1 圧縮ひずみの経時変化 (東大阪新庄粘土)

A series of long-term consolidation test of upper Pleistocene clays sampled in Higashi-Osaka Plain, Oda, K. & Tanbara, H. (Osaka Univ.), Fujiwara, T. & Nagaya, J. (GRI), Mimura, M. (DPRI, Kyoto Univ.), Ohshima, A. (Osaka City Univ.), Kodaka, T. (Meijo Univ.), Higo, Y. (Kyoto Univ.)

した。一方、荷重圧力が圧密降伏応力とほぼ等しい725kPaのケースでは、荷重後約 $10^3$ 分経過した時点から圧縮ひずみが顕著になり始めた。なお、荷重圧力が土破り圧よりも大きい圧密降伏応力よりも小さい549kPaおよび431kPaのケースでは顕著な圧縮ひずみは生じなかった。

#### 4. 圧縮曲線に及ぼすひずみ速度の影響

図-3~4 はそれぞれ東大阪新庄粘土および寝屋川粘土の圧縮曲線に及ぼすひずみ速度の影響を示している。なお、図-3には定ひずみ速度圧密試験および段階荷重圧密試験の結果を、図-4には段階荷重圧密試験の結果のみを併せて示している。

東大阪新庄粘土の場合、ひずみ速度の低下に伴い圧縮曲線は徐々に下方に移動した。ただし、ひずみ速度が $10^{-6}(1/min)$ の場合を除けば、鉛直応力が764kPaおよび980kPaにおいてのみそれらは下方へ移動した。このため、ひずみ速度が $10^{-5}(1/min)$ までは、それぞれのひずみ速度に応じた圧縮曲線から得られる圧密降伏応力はほぼ一致する。ただし、ひずみ速度が $10^{-6}(1/min)$ になると鉛直応力が549kPaにおいて圧縮ひずみが顕著になるため、圧縮曲線そのものの形状が変化している。なお、ひずみ速度が $10^{-2}(1/min)$ の圧縮曲線においても、鉛直応力が764kPaから980kPaにかけての圧縮曲線の傾きが小さくなっている。これは、鉛直応力が980kPaの場合、ひずみ速度が $10^{-2}(1/min)$ では未だ一次圧密が終了していないためである。定ひずみ速度圧密試験から得られる圧縮曲線は、長期圧密試験から得られるそれよりも右側にシフトしている。その結果、定ひずみ速度圧密試験から得られる圧密降伏応力の方が、超長期圧密試験から得られるそれよりも大きい。また、定ひずみ速度圧密試験から得られる圧縮曲線のうち、その傾きの大きい方は、長期圧密試験から得られる圧縮曲線と正規圧密領域においてほぼ並行している。さらに、段階荷重圧密試験から得られた圧縮曲線は長期圧密試験から得られたそれとほぼ一致した。このため、段階荷重圧密試験から得られる圧密降伏応力と長期圧密試験から得られるそれとはほぼ一致する。

寝屋川粘土の場合もひずみ速度の低下に伴い圧縮曲線は徐々に下方に移動した。ただし、ひずみ速度の影響が顕著であったのは鉛直応力が725kPa以上の場合のみであった。このため、ひずみ速度が異なるそれぞれの圧縮曲線から得られる圧密降伏応力はほぼ一致する。また、段階荷重圧密試験から得られる圧縮曲線は長期圧密試験から得られるそれとほぼ一致した。このため、両方の試験から得られる圧密降伏応力はほぼ一致する。

#### 5. まとめ

本研究では、東大阪地域から採取された二種類の洪積粘土(Ma12)に対して長期圧密試験を実施し、それらの長期圧密挙動を明らかにした。本論文によって得られた主な知見は以下の通りである。

- 1) 段階荷重圧密試験から得られた圧密降伏応力とほぼ等しいかそれよりも大きな荷重圧力が加えられないと顕著な圧縮ひずみが生じない。
- 2) 長期圧密試験から得られる圧縮曲線は、段階荷重圧密試験から得られるそれとほぼ一致する。
- 3) ひずみ速度が変化しても、圧密降伏応力の大幅な変化をともしようような圧縮曲線の形状の変化は起こらない。

#### 謝辞

本研究はKG-NET・関西圏地盤研究会の支援を受け、その研究活動の一環として実施されたものである。

#### 参考文献

- 1) 大阪湾地盤情報の研究協議会 大阪湾地盤情報研究委員会編(2002): ベイエリアの地盤と建設—大阪湾を例として— 4.2 大阪湾洪積粘土の長期圧密特性, pp.386-406.
- 2) KG-NET・関西圏地盤研究会(2007): 新関西地盤—大阪平野から大阪湾— 4.5.2 洪積粘土の長期圧密特性, pp.112-117.

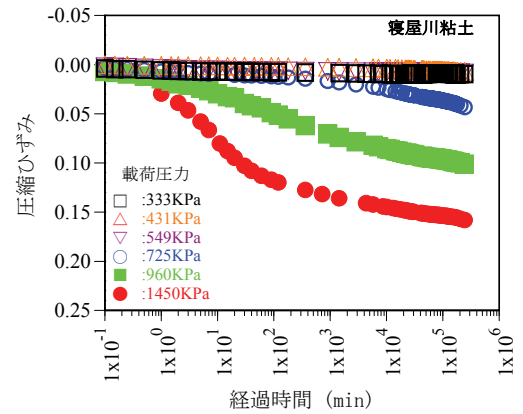


図-2 圧縮ひずみの経時変化 (寝屋川粘土)

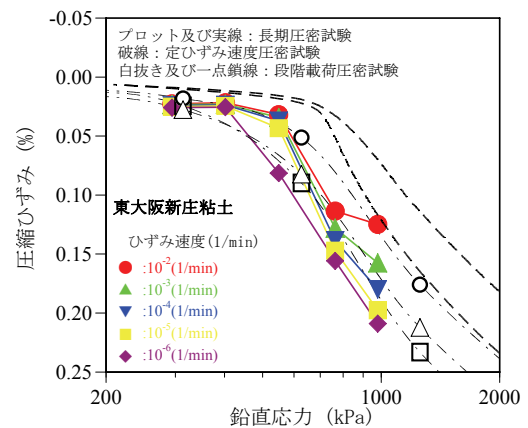


図-3 圧縮曲線に及ぼすひずみ速度の影響 (東大阪新庄粘土)

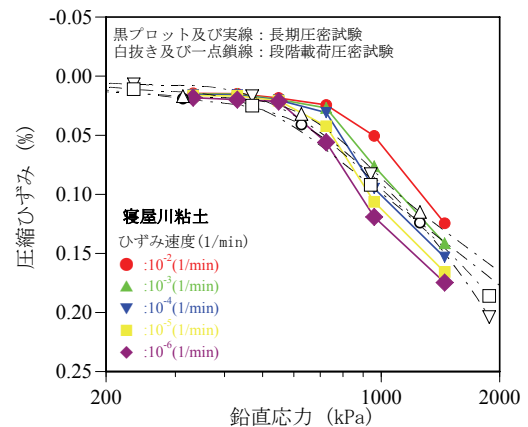


図-4 圧縮曲線に及ぼすひずみ速度の影響 (寝屋川粘土)