

III-297 千葉県中部地下深部軟岩の力学特性

清水建設(株) ○ 星野一男
 清水建設(株) 宮本武司
 清水建設(株) 渡辺浩平
 工業技術院地質調査所 釜井俊孝

1. はじめに

大深度ボーリングにより採取された試料の力学試験を行う場合に、これまで、採取後その試料に少々の状態変化が生じて、その影響についてはほとんど注意されていなかった。今回、筆者らは、ボーリング直後の湿潤状態にある試料（以下、自然試料と呼ぶ）と、採取後2～3年経過しある程度乾燥状態にあったものを水浸し飽和した試料（以下、乾湿試料と呼ぶ）に対する力学試験結果を比較検討した。本文では、この検討結果より、自然試料と乾湿試料では、一軸圧縮強度や圧密降伏応力に顕著な相違がみられることを報告する。

2. 試験試料と採取位置

試験に用いた試料は、図-1に示すとおり、市原市（A、B地点）、長柄町（C地点）、松尾町（D地点）、成東町（E地点）の5地点のボーリング孔から採取した。これらの地点における試料採取深度は、300～2300mの範囲にある。この深度には、第四紀更新世～第三紀鮮新世に堆積した上総層群の諸地層が分布している。

3. 一軸圧縮強度

図-2に、一軸圧縮強度 q_u と試料採取深度の関係を示す。なお、自然試料と乾湿試料とは、それぞれ白抜と黒塗の記号で区別した。この図のように、自然試料と乾湿試料には顕著な相違が見られ、それぞれ特有の深度分布を示している。また、自然試料と乾湿試料の差に比べれば採取地点間の差は小さいといえる。そこで、図-2中に、最小2乗法で求めた自然試料と乾湿試料の回帰直線を、それぞれ実線と破線で示した。この回帰直線から、以下のことが分かる。

- ① 深度に対する q_u の増加量は、乾湿試料では自然試料のほぼ1/2と小さい。
- ② 地表付近の q_u は、自然試料では24kgf/cm²となるが、乾湿試料ではほぼ0となる。
- ③ 自然試料と乾湿試料の q_u の差は深度とともに拡大し、深度2000mでは q_u の差は80kgf/cm²に達する。

このように、乾湿試料では自然試料より q_u が低く、その差は深度が深くなるほど拡大するといえる。

4. 圧密特性

4.1 圧密曲線 図-3は、C地点の深度1100mから採取した自然試料と乾湿試料の圧密試験結果（圧密曲線）を比較したものである。この図によれば、乾湿試料と自然試料の間には、以下のような相違が認められる。

- ① 乾湿試料は自然試料よりも、初期間隙比 e_0 が大きく、圧-2000圧密降伏応力 P_c が小さい。
- ② 乾湿試料は自然試料よりも、過圧密領域や除荷過程における圧密曲線の勾配が大きい。

このように、自然試料と乾湿試料では、圧密特性も異なっている。以下、圧密特性を表す指標の中、圧密降伏応力 P_c と

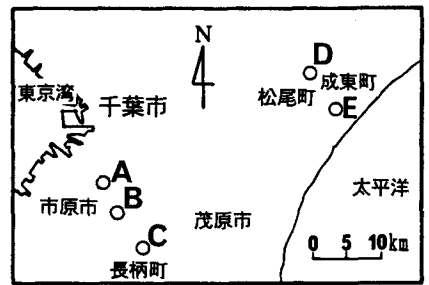


図-1 ボーリングの位置

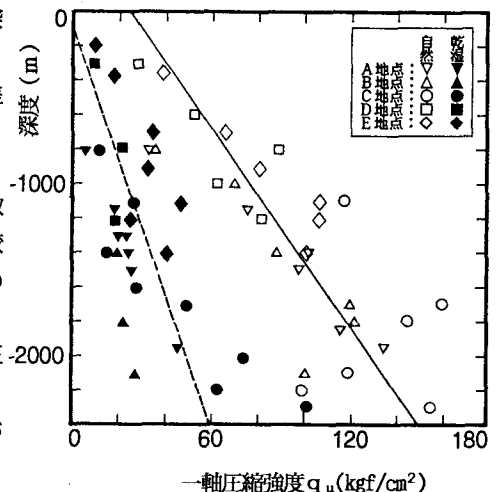


図-2 一軸圧縮強度の深度分布

圧縮指数 C_c について検討する。

4.2 圧密降伏応力 図-4に、圧密降伏応力 P_c と深度の関係を示す。この図のように、採取地点にかかわらず、自然試料（白抜）と乾湿試料（黒塗）とでは、深度分布に顕著な相違がみられる。この図中には、最小2乗法で求めた自然試料と乾湿試料の回帰直線が示してあるが、この回帰直線には、以下のような特徴が認められる。

- ①深度に対する P_c の増加量は、乾湿試料では自然試料のほぼ1/2と小さい。
- ②深度300m付近では、自然試料と乾湿試料の P_c はほぼ等しく、約30kgf/cm²である。
- ③自然試料と乾湿試料の P_c の差は、深度とともに急激に拡大し、深度2000mでは150kgf/cm²以上の差が生じる。

このように、圧密降伏応力 P_c に関しても、乾湿試料は自然試料より P_c の値が低く、その差は深度が深いほど拡大する。

4.3 圧縮指数 図-5に、圧縮指数 C_c と深度の関係を示す。この図によれば、 q_u や P_c の場合とは異なり、乾湿試料と自然試料の C_c は、ほぼ同様な深度分布を示している。図中には、最小2乗法により求めた乾湿試料と自然試料の回帰直線が、それぞれ実線と破線で示してある。両者の回帰直線は、勾配がほぼ等しく、0.07ほど平行移動した関係にある。しかし、データ数が十分でないことや、自然試料の C_c にはかなりのばらつきがあることなどから、乾湿試料と自然試料の C_c に明瞭な差があることを示すものとは考えられない。

5. おわりに

千葉県中部の地下300～2300mから採取した泥岩について、採取後コア箱内で2～3年間保管され乾燥状態にあった試料を水浸・飽和して試験した結果と、コア採取直後の湿潤状態のまま試験した結果とを比較検討した。その結果、泥岩コアを長期間空气中に放置した場合には、次のように、ある種の力学的劣化現象が起こることが明らかになった。

- ①深度に対する一軸圧縮強度と圧密降伏応力の増加量は、湿潤（自然）状態にある試料の1/2に低下する。
- ②圧縮指数に関しては、明瞭な変化は生じない。

一般に、大深度ボーリングでは、試料を採取したのち試験に供するまでにはかなりの時間を要することになる。このため、今回の知見は、採取試料の乾燥防止にはとくに入念に配慮する必要があることを意味している。

6. 謝辞

今回の検討に用いた自然試料に関する資料は、関東天然瓦斯開発(株)から提供して頂いたものである。ここに記して、深く感謝申し上げます。

