

III-298 千葉県中部地下深部軟岩の物理特性

清水建設(株) ○ 宮本武司
 清水建設(株) 星野一男
 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

LPG高圧貯蔵施設、圧縮空気貯蔵施設などの構造物を地下深部の軟岩に建設する場合には、その軟岩の力学特性と共に、間隙比や湿潤密度等の物理特性を調査する必要がある。筆者らは、東京湾周辺の地下深部に分布する軟岩の物性把握を目的に、大深度のボーリング孔で得られた上総層群の泥岩の物性について検討中で、力学試験結果の一部については、既に報告した^{1)・2)}。本文では、千葉県中部の5地点の地下2300mに及ぶ深部の泥岩の間隙比、湿潤密度の深度分布や地層との関係について報告する。

2. 試験試料と採取位置

試料の採取地点は、図-1に示すとおり、房総半島の基部にあたる市原市(A、B)と長柄町(C)、および九十九里平野の中央に位置する松尾町(D)と成東町(E)の5地点である。各ボーリング孔における試料採取深度は、図-2に示すとおり、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笠森層以下浪花層までの上総層群の地層が分布する。各層が分布する深度には、採取地点によって顕著な差が見られる。大田代層の下限の深度についていえば、市原市と長柄町(以下、市原地域と呼ぶ)のA、B、C地点では2000m前後と深いが、松尾町と成東町(以下成東地域と呼ぶ)のC、D地点では700~800mと浅くなっている。

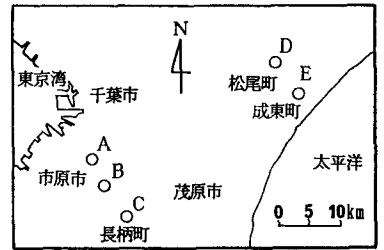


図-1 試料の採取地点

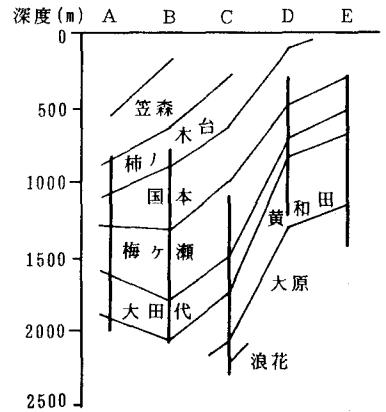


図-2 試料採取深度と地層の分布

3. 物理特性

3.1 物理特性の深度分布

(1)間隙比 図-3に、間隙比の深度分布を示す。間隙比は、1.22~0.45の広い範囲に分布し、かつ深度の増加に伴い減少する傾向にある。しかし、個々の採取地点毎に見ると、間隙比がほぼ0.7以下で深度増加による間隙比減少が小さいグループ(市原地域のA、B、C)と、間隙比がほぼ0.8以上で深度による間隙比減少が大きいグループ(成東地域のD、E)とに2分される。そこで、図-3中に、この2グループについて、最小2乗法で求めた回帰直線を破線で示した。データ数が十分でなくまだ断定はできないが、この回帰直線は以下のことを示している。

- ①成東地域には市原地域より古い地層が分布するにも関わらず、深度1000mの間隙比でいえば、それぞれ0.90、0.65であり、前者は後者より0.25大きい。
 - ②成東地域と市原地域の深度1000mの間隙比変化量は、それぞれ0.268、0.0751で、前者は後者の約3.5倍である。
 - ③成東地域と市原地域の間隙比の差は地表に近いほど大きい、深度が増して2000m付近になるとその差は消滅する。
- このように、距離が30数kmしか離れていない地域間でも、埋没深度と間隙比の関係がかなり異なることを示している。

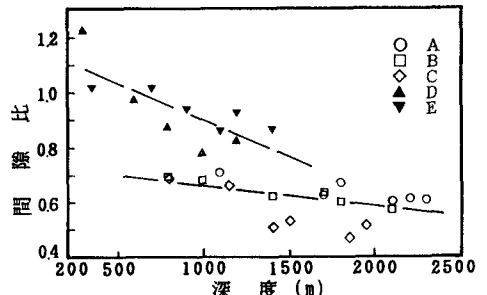


図-3 間隙比の深度分布

(2) 湿潤密度 図-4に、湿潤密度の深度分布を示す。湿潤密度は $1.73 \sim 2.13 \text{ g/cm}^3$ の範囲にあり、深度の増加と共に増大する傾向にある。測定データは、間隙比の場合と同様に深度分布の特徴から、市原地域と成東地域の2グループに分けられる。図中に破線で示した回帰直線の勾配、即ち深度による湿潤密度の増加量は両地域ともほぼ等しいが、市原地域の回帰直線がほぼ 0.15 g/cm^3 高い位置にある。

(3) 飽和度 図-5に、飽和度の深度分布を示す。この図によれば、深度によらず飽和度はほぼ $100 \sim 88\%$ の範囲にあり、深度による飽和度の変化は明瞭でない。市原地域と成東地域では、飽和度の平均はそれぞれ 95.1% 、 92.3% であり、前者の方がやや高い。しかし、自然状態の試料の飽和度としては、ともに低い値といえる。この原因として、今回の試料採取地点はいずれも天然ガスの産地であるので、サンプリングに伴って間隙水中に溶存していたガスが気泡として分離し、飽和度を低下させたことが予想される。

飽和度の低下は、強度試験や圧密試験、透水試験などの試験結果に影響を及ぼすことになるため、この原因と対策については、今後さらに検討を続けていく必要がある。

3.2 各地層の物理特性

図-6、7に、間隙比と湿潤密度の値を地層別に示す。これらの図によれば、古い時代の地層ほど深くに位置するため、古い地層ほど間隙比が小さく、湿潤密度が高い傾向にある。しかし、同一地層でも、間隙比と湿潤密度は広い範囲にばらついている。

このように、同一地層であっても間隙比や湿潤密度の値は類似するとは限らず、採取地域が異なれば変化することを示している。

4. おわりに

千葉県中部の5地点の地下 $300 \sim 2300 \text{ m}$ から採取した泥岩の間隙比や湿潤密度等について検討し、以下のことを明らかにした。

- ① 深度増加と共に間隙比は減少し湿潤密度は増加するが、間隙比と湿潤密度の深度分布は、地域によって異なる。
- ② 同一名の地層であっても、採取地点が異なると、間隙比や湿潤密度の値は広い範囲にばらつく。

以上のことは、同一名の地層でも、地域により岩相や間隙流体の性状等に差があることを示唆している。今後より多くの地域についてデータを蓄積し、深度・地域による物理特性の変化や、物理特性と力学特性の関係、等について検討していく予定である。

【謝辞】 今回の検討に用いた資料は、関東天然瓦斯開発株式会社から提供して頂いたものである。ここに記して深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 渡辺・星野・宮本・釜井：房総半島地下深部における地盤物性、第27回土質工学研究発表会、1992
- 2) 星野・渡辺・八田・釜井：東京湾岸地域の深部軟岩層の地質・物性断面：第24回岩盤力学に関するシンポジウム、1992

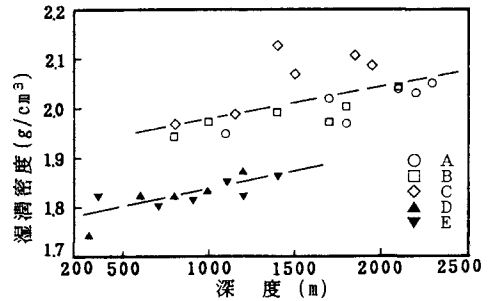


図-4 湿潤密度の深度分布

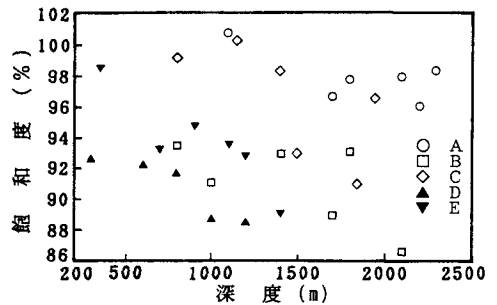


図-5 飽和度の深度分布

	間 隙 比				
	0.4	0.6	0.8	1.0	1.2
笠 森 層				○	△
柿ノ木台層		○		△	△
国 本 層					△
梅ヶ瀬層	○	○	○	△	△
大田代層	○	○		△	
黄和田層	○	○	△	△	△
大 原 層	○			△	
浪 花 層	○				

図-6 各地層の間隙比

	湿 潤 密 度 (g/cm^3)					
	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2
笠 森 層				○		
柿ノ木台層		○		○		
国 本 層				○		
梅ヶ瀬層			○	○	○	○
大田代層				○	○	
黄和田層		○	○	○		
大 原 層				○		
浪 花 層					○	

図-7 各地層の湿潤密度