

## 2. 古第三系原石山の評価(その2)

田村ボーリング(株) ○田村 彰三  
伊勢田光伯  
山田 敏昭

古第三系の原石山として室戸層群中の砂岩の山を選び、(その1)ではボーリングコアによる原石山評価の際に留意すべき事項と、一軸圧縮強度試験における寸法効果について述べた。

(その2)では続編として、同一岩種の試料を用いて測定したポアソン比、ヤング率および剪断強度について述べる。

### 1. はじめに

原石山調査としては初期のもので、候補地の原石山が質・量共に十分であるかどうかの検討を行った。原石山評価としては、原石の運搬距離や運送方法、掘削工法や搬出ルート、あるいは骨材プラントの設置場所等の検討も必要であるが、ここではそれらは省略する。

調査地は徳島県南端部で安芸-宿毛構造線南の室戸層群地域である。(図-1参照)

概査は概ね次のような順序で行った。

- (1) 文献調査
- (2) 空中写真判読
- (3) 地表地質踏査
- (4) 弾性波探査
- (5) ボーリング
- (6) 岩石試験

調査地は所要原石量 500 万 $m^3$ に対し、地質踏査は 1/5,000 地形図を用いて 1,000 m $\times$  700 m の範囲を調査した。地質の記載には巻き尺を引っ張って記載位置の正確を期した。

谷に堅硬・新鮮な砂岩が連続して露出(走向に直交)していたので、風化が厚いと思われる尾根沿いで長さ 700 m (1 側線) の弾性波探査を実施した。(図-2参照)

弾性波探査の結果、原石山のほぼ中心にあたる尾根芯(弾性波探査の測線上)で、鉛直コアボーリング(孔径 $\phi$  66mm、長さ L=100m)を1ヶ所実施した。

割れ目がなく連続して採取できたコア(深度 GL-94m ~ 97m)を用いて各種岩石試験を実施した。

ここでは、標準型試料(直径約 5cm、高さ約 10cm)の試料を用いて実施した一軸圧縮試験(供試体 5ヶ)と圧裂引張試験(供試体 3ヶ)について述べる。

一軸圧縮試験では圧縮強度のほか、ポアソン比および弾性係数も求めた。また一軸圧縮強度と圧裂引張試験から簡易的に剪断強度を求めたので、ここに報告する。

### 2. ポアソン比

## 2.1 動ポアソン比 ( $\nu_D$ )

$$\nu_D = \frac{\frac{V_p^2}{V_s^2} - 2}{2 \left( \frac{V_p^2}{V_s^2} - 1 \right)} \dots\dots\dots (1)$$

ここに、 $\nu_D$  : 動ポアソン比  
 $V_p$  : 弾性波の縦波伝播速度 (cm/s)  
 $V_s$  : 弾性波の横波伝播速度 (cm/s)

測定した5試料の $V_p$ 、 $V_s$ の範囲は次のとおりで

$$V_p = 4.0 \sim 4.3 \text{ (km/s)} \quad (\text{平均値 } V_p=4.2\text{km/s})$$

$$V_s = 2.0 \sim 2.5 \text{ (km/s)} \quad (\text{平均値 } V_s=2.3\text{km/s})$$

それぞれについて $\nu_D$ を計算した値を平均すると

$$\overline{\nu_D} = 0.28$$

となった。

## 2.2 静ポアソン比 ( $\nu_s$ )

一軸圧縮試験において縦・横の歪を測定し、算出された5試料の静ポアソン比は次のようになった。(試験状況は「写真-1」参照)

$$\nu_s = 0.09 \sim 0.14$$

この平均値は $\overline{\nu_s} = 0.13$ である。 $\nu_s$ が極めて小さい。そして、 $\nu_D$ の1/2以下である。通常、硬岩では $\nu_s = 0.2$ 前後が多い。

## 3. 弾性係数

### 3.1 動弾性係数 ( $E_D$ )

$E_D$ は $V_p$ と $V_s$ の両方から求められる。

$$E_D = \frac{(1 + \nu_D)(1 - 2\nu_D)}{(1 - \nu_D)} \cdot \gamma_t \cdot V_p^2 \times \frac{1}{10^7} \text{ (MN/m}^2\text{)} \dots\dots\dots (2)$$

$$E_D = 2(1 - \nu_D) \cdot \gamma_t \cdot V_s^2 \times \frac{1}{10^7} \text{ (MN/m}^2\text{)} \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 $E_D$  : 動弾性係数 (MN/m<sup>2</sup>)  
 $\nu_D$  : 動ポアソン比  
 $\gamma_t$  : 岩石の密度 (g/cm<sup>3</sup>)  
 $V_p$  : 弾性波の縦波伝播速度 (cm/s)  
 $V_s$  : 弾性波の横波伝播速度 (cm/s)

実測した $\gamma_t$ は殆ど差がなく、次の範囲であった。

$$\gamma_t = 2.600 \sim 2.604 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

$\nu_D$ 、 $V_p$ 、 $V_s$ は2.1項で示したとおりで、これらの値を(2)式または(3)式に代入して計算し、5試料の平均値を求めると

$$\overline{E_D} = 2.8 \times 10^4 \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

となる。

### 3.2 静弾性係数 (Es)

一軸圧縮試験において縦方向の歪を測定し、直線的な応力-歪曲線の部分から算出したところ

$$E_s = 0.246 \times 10^4 \sim 0.354 \times 10^4 \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

となり、その平均値は

$$\overline{E_s} = 0.306 \times 10^4 \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

となった。

### 4. 剪断強度 ( $\tau_u$ )

$$\tau_u = \frac{1}{2} \times \frac{\sigma_c - \sigma_t}{\sqrt{\sigma_c \cdot \sigma_t}} \cdot \sigma + \frac{\sqrt{\sigma_c \cdot \sigma_t}}{2} \text{ (MN/m}^2\text{)} \dots\dots (4)$$

ここに、 $\tau_u$  : 剪断強度 (MN/m<sup>2</sup>)  
 $\sigma_c$  : 圧縮強度 (MN/m<sup>2</sup>)  
 $\sigma_t$  : 圧裂引張強度 (MN/m<sup>2</sup>)  
 $\sigma$  : 垂直荷重 (MN/m<sup>2</sup>) の変数

実測した5試料の $\sigma_c$ は130～184(MN/m<sup>2</sup>)とばらつきが大である。試験後の試料の破壊状況をみると、潜在的な不連続面のあることが分かる。

$\sigma_t$ は10.1～10.2(MN/m<sup>2</sup>)とばらつきが少ない。 $\sigma_c$ 、 $\sigma_t$ の平均値を次に示す。

$$\overline{\sigma_c} = 151.2 \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

$$\overline{\sigma_t} = 10.1 \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

これらの値を(4)式に代入すると

$$\tau_u = \tan 60^\circ \cdot \sigma + 19.5 \text{ (MN/m}^2\text{)}$$

となる。ちなみに、 $\sigma=0$ のときの $\tau_u$ を $\tau_0$ とすると、純剪断強度 $\tau_0=19.5$ (MN/m<sup>2</sup>)で、圧縮強度の約1/8となる。内部摩擦角は60°となった。

また、 $\sigma_c : \sigma_t = 151.2 : 10.1 \approx 15 : 1$ で、コンクリートの $\sigma_c : \sigma_t = 20 : 1$ に近い。

### 5. まとめ

古第三紀の堅硬新鮮な砂岩を用いて測定した岩石試験の結果を表-1に示す。

表-1 岩石試験結果

弾性波速度 (km/s)		ポアソン比		弾性係数 × 10 <sup>4</sup> (MN/m <sup>2</sup> )		剪断強度		圧縮強度 (MN/m <sup>2</sup> )	
						MN/m <sup>2</sup>	度		
V <sub>p</sub>	V <sub>s</sub>	$\nu_D$	$\nu_s$	E <sub>D</sub>	E <sub>S</sub>	$\tau_0$	$\phi$	$\sigma_c$	$\sigma_t$
4.2	2.3	0.28	0.13	2.8	0.3	20	60	151	10

以上報告すると共に、今後このような数値が数多く集積されることによって、岩石や岩盤の評価が推定しやすくなることが期待される。

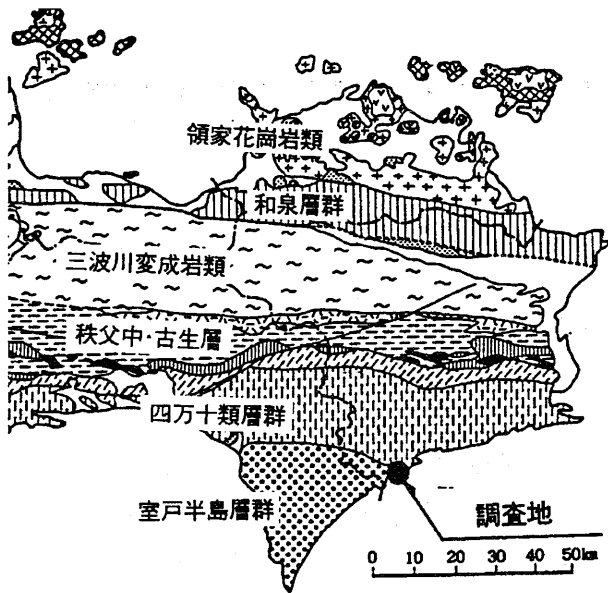


図-1 地質概略図

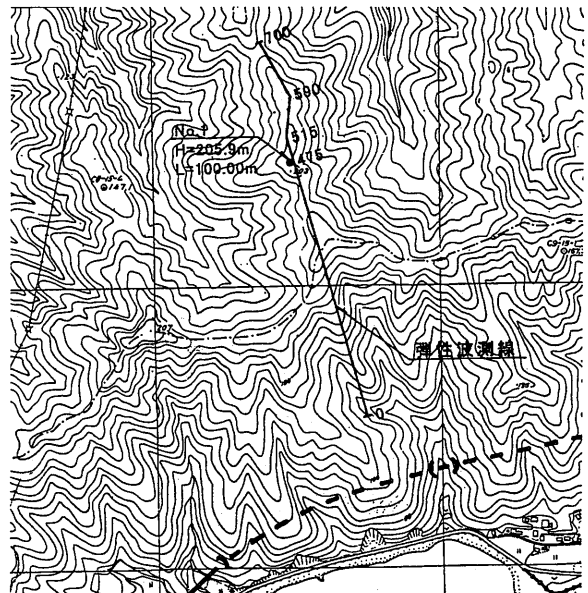
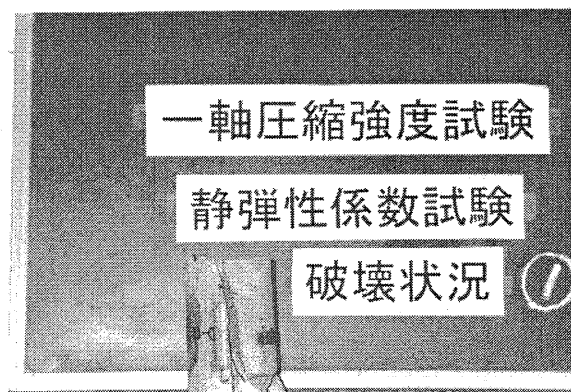
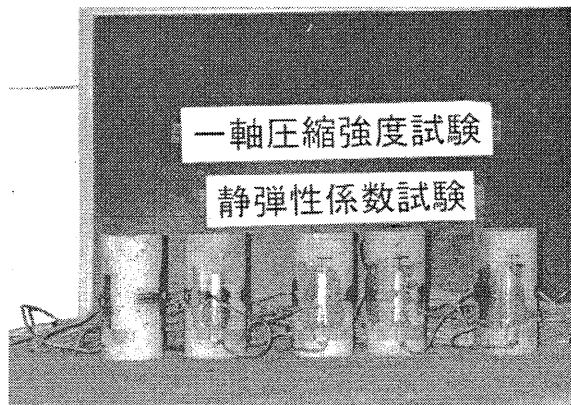


図-2 調査位置図



〔写真-1〕