

III-33 採取方法が岩石諸特性に及ぼす影響

九州産業大学 工学部 正会員 石堂 稔 学生員・佐田重徳
九州電力(株) 総合研究所 正会員 永津忠治 正会員 川畠清一郎

1. はじめに

岩石試験を行なうための試料の採取方法は一般に次の二通りがある。ボーリングコアの両端面をコアカッターで切断して供試体とする場合(ボーリングコアサンプルとよぶ)と岩塊から室内のコアピッカーでコアを抜き取り、両端面を切断して供試体とする場合(ブロックサンプルとよぶ)である。両者の試験値は同一試験をしても得られる値は異なるという報告がある。この原因には次のようなことが挙げられる。ボーリングコアの場合はボーリング機種、ビットの種類、ボーリング孔径、掘削方向、掘進速度、水の使用の有無、オペレーターの技術等により、また、ブロックサンプルの場合は岩塊の取り方、大きさ、形状、抜き取り時の固定度等により、コアの状態が異なってくる。このため、供試体の採取方法の違いが岩石の物理特性、強度特性、変形特性に及ぼす影響を求めるために室内試験を実施した。なお、試料は試掘横坑から採取したが、掘削時の発破や応力解放によるゆるみと掘削後約4年と長期間経過しているために風化の影響を受けていることが考えられる。このため、横坑から長さ13mのボーリングを実施し、ゆるみや風化の影響領域も検討した。

2. 採取方法ならびに試験項目

試掘横坑付近の地質は新第三紀層の砂岩と頁岩が互層状をなしているが試料は砂岩を対象とした。採取方法は試掘横坑からボーリングを層理とほぼ平行な傾斜角30度で掘進しボーリングコアを採取した後、同一地点よりピックハンマーを使って岩塊(ブロック)を採取した。なお、ブロックサンプルは、ブロックの上下方向が分るようにしておき、室内コアピッカーでボーリングコアサンプルと同じ角度で抜き取った。試料の寸法は直径5cm、高さ10cmで、ストレインゲージ(ゲージ長2cm)を2箇所に貼付した。以下ブロックサンプルをBSとよび、ボーリングコアサンプルの採取深度0~1m及び8~9mをBCS_{0~1}、BCS_{8~9}とよぶことにする。なお、今回実施した試験は、物理試験、超音波伝播速度試験、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験、振動三軸圧縮試験である。

表-1 物理試験・超音波伝播速度試験・一軸圧縮試験結果一覧表

項目	採 取 方 法								
	ブロックサンプル		ボーリングコアサンプル(0~1m)		ボーリングコアサンプル(8~9m)				
個数	平均値	標準偏差	個数	平均値	標準偏差	個数	平均値	標準偏差	
吸水率(%)	8.24	0.21	7.18	0.30		7.75	0.18		
有効耐圧率n(%)	18.04	0.35	17.35	0.76		17.15	0.41		
層理密度P _L (g/cm ³)	2.36	0.02	2.34	0.02		2.35	0.02		
超音波伝播速度V _P (km/s)	30	2.77	0.18	52	2.86	0.23		3.20	0.09
超音波伝播速度V _S (km/s)		1.63	0.10		1.65	0.14		1.81	0.11
動的性係数E _D (10 ⁴ kgf/cm ²)		1.58	0.20		1.63	0.27		1.99	0.20
一軸圧縮強度Q _c (kgf/cm ²)		123.7	35.4		129.6	24.0		176.5	25.3
静弾性係数E _s (10 ⁴ kgf/cm ²)		2.93	1.04		3.21	0.61		4.02	0.77

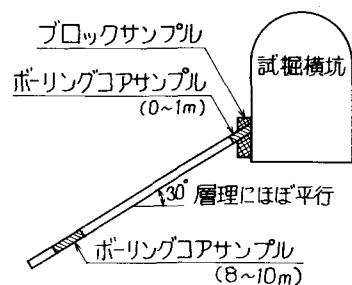


図-1 試料採取概要図

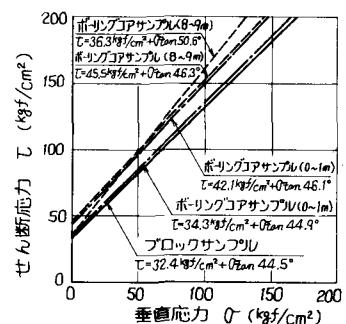


図-2 せん断応力と垂直応力の関係

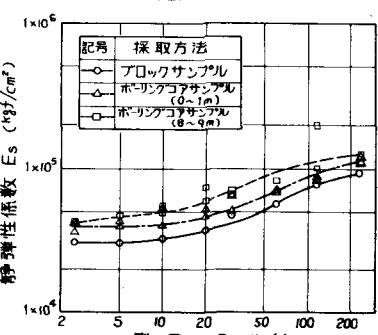


図-3 静弾性係数と側圧の関係

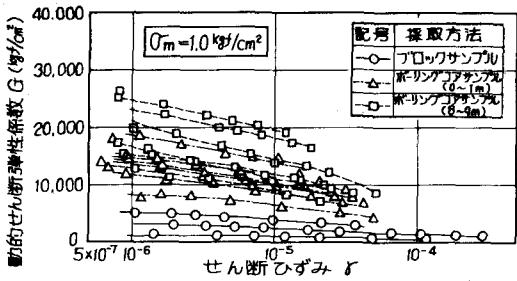


図-4 動的せん断弾性係数とせん断ひずみの関係

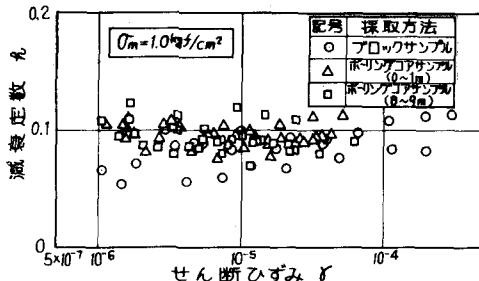


図-5 減衰定数とせん断ひずみの関係

3. 試験結果

(1) 採取方法の違いによる物性値の変化

表-1は採取方法の違いと物理試験、超音波伝播速度試験、一軸圧縮試験の結果を示している。この表より潤滑密度はほとんど同じであるが、吸水率、有効間隙率はBSの方が大きい。超音波伝播速度試験結果と一軸圧縮試験結果はその差がいずれも標準偏差の範囲内に入りほとんど同じと考えられるが、その平均値はわずかではあるがBCS_{0~1}がBSより大きい。いずれにしても、潤滑密度以外の強度についてはBCS_{0~1}の方が大きい結果となった。

この原因について考えると、BCS_{0~1}は横坑掘削による解放を1回しか受けていないのに対して、BSはその後さらに岩塊採取のために再び2回目の解放を受けた事になり、両者の有効間隙率に変化が生じたためと推定される。三軸圧縮試験の結果も、BCS_{0~1}がBSより内部摩擦角、粘着力とも大きな値が得られたが、上記と同じ理由によるものであろう。

図-4はGとの関係、図-5はηとの関係、図-6は規準ひずみ(γ₀)とσ₀の関係、図-7はG₀とσ₀の関係、(G₀とはγ₀が10⁻⁶の時のG、規準ひずみとはγ₀が0.5の時のγ₀とする)図-8はηとσ₀の関係を示す。動的せん断弾性係数は、いずれもBCS_{0~1}がBSよりかなり大きいという結果が得られた。減衰定数はη～γ曲線にややばらつきがみられるがGほどその差は明確ではないがやはり上記の結果と同じである。振動三軸圧縮試験とその他試験結果という観点からBSとBCS_{0~1}の違いを比較すると振動三軸圧縮試験ではその差が明確に表れ、その他の試験では差は認められるが特に顕著ではなかった。この原因是、供試体のゆるみ状態の差が振動三軸圧縮試験での動的載荷によって助長されたためと考えられる。

(2) ポーリング深度の違いによる物性値の変化

BCS_{0~1}とBCS_{8~9}を比較すると次のようになる。物理試験、超音波伝播速度試験、一軸圧縮試験、三軸圧縮試験をみると潤滑密度は変わらないが、V_p、V_s、G_c、E_sはともにはっきりした違いがある。しかし、振動三軸圧縮試験結果はBSとBCS_{0~1}の差に比べてBCS_{0~1}とBCS_{8~9}はその差が小さい。

4.まとめ ブロックサンプルとポーリングコアサンプルの深度0～1m、8～9mを種々の試験でその違いを比較すると、全ての物性値でBS < BCS_{0~1} < BCS_{8~9}の順になった。ただし、その差は載荷方式によって異なり、静的な試験ではBSとBCS_{0~1}の違いが小さいのに対し、BCS_{0~1}とBCS_{8~9}は大きい。また、動的な試験ではBSとBCS_{0~1}の違いが大きいのに対し、BCS_{0~1}とBCS_{8~9}の差は小さい。

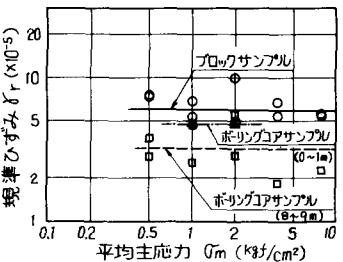


図-6 規準ひずみと平均主応力の関係

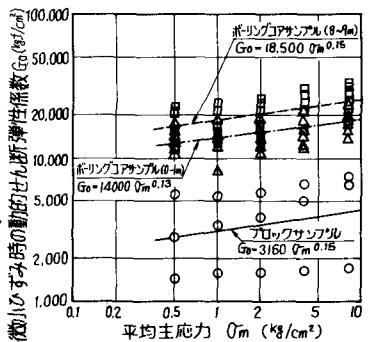


図-7 微小ひずみ時の動的せん断弾性係数と平均主応力の関係

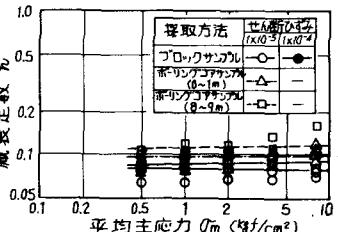


図-8 減衰定数と平均主応力の関係