

# 岩盤の変形およびせん断特性に関する調査報告

土木学会岩盤力学委員会

## 1. ま え が き

土木学会岩盤力学委員会は、現地岩盤の変形・強度特性に関する実態を把握するため従来から岩盤試験資料の集積と解析を行なってきた。その第1回報告<sup>1)</sup>は、1970年に“岩盤のせん断強度、とくに現地岩盤試験値とボーリングコアによる試験値の相関”として報告した。本文はその後国内で行なわれた岩盤試験の資料に基づいて前回の報告を補足し、さらに新たな項目について整理検討したものである。資料の収集に際しては表-1に示す多くの機関のご協力を得た。ここに厚くお礼を申し上げる。

## 2. 資料の収集

調査項目は、岩盤の変形試験結果、岩盤のせん断試験結果、およびそれら岩盤試験と同一地点の岩石試料に対して行なわれた試験結果についてである。これらの各試験について、それぞれ表-2~4の各様式の総括表を作成し、各現場の機関に調査を依頼した。その結果、表-1の諸機関からご協力を受けることができた。調査に対する回答は、総括表および必要に応じてその補足資料としての詳細な試験資料、試験箇所の地質・岩盤状態に関する資料などである。

表-1 現地岩盤試験資料提供先

(順不同)

地 点 名	機 関 名	所 在 県	地 点 名	機 関 名	所 在 県
① 室生ダム	水資源開発公団	奈良県	⑩ 白川ダム	建設省(東北)	山形県
② 江川ダム	水資源開発公団	福岡県	⑪ 川治ダム	建設省(関東)	栃木県
③ 黒之瀬戸架橋	日本道路公団	鹿児島県	⑫ 真名川ダム	建設省(近畿)	福井県
④ 女川原子力発電所	東北電力(株)	宮城県	⑬ 石手川ダム	建設省(四国)	愛媛県
⑤ 新高瀬川ダム	東京電力(株)	長野県	⑭ 大渡ダム	建設省(四国)	高知県
⑥ 飯詰ダム	青森県	青森県	⑮ 緑川ダム	建設省(九州)	熊本県
⑦ 樽水ダム	宮城県	宮城県	⑯ 松原・下釜ダム	建設省(九州)	大分県
⑧ 添沢ダム	宮城県	宮城県	⑰ 高浜原子力発電所	関西電力(株)	福井県
⑨ 旭川治水ダム	秋田県	秋田県	⑱ 子撫川ダム	富山県	富山県
⑩ 塩原ダム	栃木県	栃木県	⑲ 青江治水ダム	大分県	大分県
⑪ 竜門ダム	佐賀県	佐賀県	⑳ 猫山ダム	長崎県	長崎県
⑫ 豊平峡ダム	北海道	北海道	㉑ 内の倉ダム	農林省(北陸)	新潟県
⑬ 島根原子力発電所	中国電力(株)	島根県	㉒ 胎内川治水ダム	新潟県	新潟県
⑭ 高野ダム・高吉ダム	農林省(九州)	宮崎県	㉓ 紀の川農林水利	農林省(近畿)	奈良県
⑮ 下条川ダム	新潟県	新潟県	㉔ 松川ダム	長野県	長野県
⑯ 釜房ダム	建設省(東北)	宮城県	㉕ 新豊根ダム	電源開発(株)	愛知県

## 3. 資料整理の方針

### (1) 岩盤分類と岩盤試験値との対応関係

両者の間の対応関係を見いだすことは岩盤を工学的に取り扱ううえできわめて必要なことである。岩盤の分類方法としては、ダム、トンネル、その他それぞれの目的に応じた、いろいろな方法が提案されている。しかし、その多くは一般に分類項目が多すぎて適用に際し、とまどうことが多い。そこで、今回収束した資料を、読んだ範囲で分類ができる程度に分類項目を少なくするよう心がけた。一般に、岩盤の力学的挙動に影響する因子としてあげられるのは、岩石の力学的性質、割れ目の間隔、および方向、割れ目の状態(開口状・粘土などをささむ、密着している、など)である。しかし、資料の多くは割れ目の方向性・状態について不明なものであったため、これを考慮することができなかった。また、岩石の力学的性質を表示する値についても、多くの資料に共通して実施されているものは少ない。ここでは、一軸圧縮強度を採用することにした。

資料中で一軸圧縮強度の測定値はないが、しかし、供試体の弾性波速度が測定されている場合は、従来から見いだされている両者の相関性を利用して前者を推定したのものもある。

結局、分類は割れ目間隔を10cmと30cmに境界をおく3区分、一軸圧縮強度を100kg/cm<sup>2</sup>、500kg/cm<sup>2</sup>をさかいに3区分することとし分類は両者の組合せにより表-5のごとく9分類とした。

### (2) 岩盤の力学的性質と岩石の力学的性質の関係

岩盤のマスとしての挙動と岩石のコアのそれとの関

表-2 岩盤変形試験結果総括表

(実物の約 1/2 大)

岩盤変形試験結果総括表

土木学会岩盤力学委員会調査表(様式1) (黒インキでご記入下さい。)

1.(A) 地点名: _____ 試験年月日: _____		1.(B) 記入者名: _____ 連絡先: _____ (TEL _____)		
事業目的: グム、発電所、その他 (具体的に _____)		所属機関名および代表者名: _____ 記入年月日: _____		
2. 試験番号				
3. 試験個所の状態	3.1 岩石試験試験表との関係			
	3.2 岩石名			
	3.3 風化・変質等の状態			
	3.4 キレットの数 (1 m 当り本数)			
	3.5 荷重方向とキレットの方向の関係			
	3.6 採坑中の試験個所の地質記録、岩盤展開図等	別紙No. _____、なし	別紙No. _____、なし	別紙No. _____、なし
	3.7 試験個所の地形・かぶり・テストピットの形など	別紙No. _____	別紙No. _____	別紙No. _____
	3.8 弾性波速度			
4. 試験方法など	4.1 載荷表面岩盤の仕上げ方法			
	4.2 載荷板の種類および寸法	剛板 フラットジャッキ	剛板 フラットジャッキ	剛板 フラットジャッキ
	4.3 載荷速度			
	4.4 載荷パターン	別紙No. _____	別紙No. _____	別紙No. _____
	4.5 解析方法	等変位法 等分布荷重法	等変位法 等分布荷重法	等変位法 等分布荷重法
5. 測定結果 (荷重-変位曲線)	別紙No. _____	別紙No. _____	別紙No. _____	
6. 解析結果	6.1 変形係数の種類			
	6.1 a. 平均値 (および上下限值)			
	6.1 b. 計算にもちいた応力の範囲			
	6.2 クリープに関する係数			
7. 試験報告書	別紙No. _____、なし	別紙No. _____、なし	別紙No. _____、なし	
8. その他	8.1 設計荷重強度			
	8.2			

表-3 岩盤せん断試験結果総括表

(実物の約 1/2 大)

岩盤せん断試験結果総括表

土木学会岩盤力学委員会調査表(様式2) (黒インキでご記入下さい。)

1.(A) 地点名: _____ 試験年月日: _____		1.(B) 記入者名: _____ 連絡先: _____ (TEL _____)		
事業目的: グム、発電所、その他 (具体的に _____)		所属機関名および代表者名: _____ 記入年月日: _____		
2. 試験番号				
3. 試験個所の状態	3.1 岩石試験試験表との関係			
	3.2 岩石名			
	3.3 風化・変質・浸潤等の状態			
	3.4 キレットの数 (1 m 当りの本数)			
	3.5 想定せん断面とキレット面との方向関係			
	3.6 試験地点の地質記録、岩盤展開図	別紙No. _____	別紙No. _____	別紙No. _____
	3.7 弾性波速度測定結果			
	4. 試験方法	4.1 合力式か分力式か		
4.2 ロックせん断かロックせん断か				
4.3 せん断面の寸法		( _____ cm × _____ cm )	( _____ cm × _____ cm )	( _____ cm × _____ cm )
4.4 試験体の整形法				
4.5 試料個数				
4.6 荷重パターン		別紙No. _____	別紙No. _____	別紙No. _____
4.7 せん断荷重速度				
4.8 その他				
5. 解析法	5.1 せん断面での応力の仮定 (等分布か)			
	5.2 破壊荷重の決め方			
6. 試験結果	6.1 試験結果のせん断面の状態	別紙No. _____	別紙No. _____	
	6.2 せん断強度式			
	6.3 破壊強度の表示			
7. 試験報告書	別紙No. _____、なし	別紙No. _____、なし	別紙No. _____、なし	
8. その他				

表—4 現地岩盤試験に関連して実施した岩石供試体試験結果総括表

(実物の約 1/2 大)

現地岩盤試験に関連して実施した岩石供試体試験結果総括表

土木学会岩盤力学委員会調査表 (様式3) (黒インキでご記入下さい。)

1.(A)地点名: _____ 試験年月日: _____		1.(B)記入者名: _____ 連絡先: _____ (TEL _____)			
事業目的: ゲーム、発電所、その他(具体的に _____ )		所属機関および代表者名: _____ 記入年月日: _____			
2. 試験番号					
3.					
1. 岩石名					
2. 密度					
3. 含水比(含水率、等)					
4. 一軸圧縮試験					
4.1 試験数(個)					
4.2 供試体寸法 (cm×cm)					
4.3 圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )					
4.4 静的弾性係数 (kg/cm <sup>2</sup> )					
5. 超音波速度					
5.1 速度 (m/sec)					
5.2 動的弾性係数 (kg/cm <sup>2</sup> )					
5.3 他					
6. ポアソン比					
6.1 試験方法					
6.2 ポアソン比					
7. 岩石せん断試験					
7.1 種類		三軸圧縮試験法	直接せん断試験法	三軸圧縮試験法	直接せん断試験法
7.2 結果		別紙No. _____	別紙No. _____	別紙No. _____	別紙No. _____
8. 試料をボーリングコアから採ったときは、その附近のコア採取率、およびボーリング孔径等					
9. 試料採取箇所と岩盤試験個所の位置関係					
10. その他関連試験					
10.1 岩石引張強度試験結果					
10.2 その他					
10.3 その他					

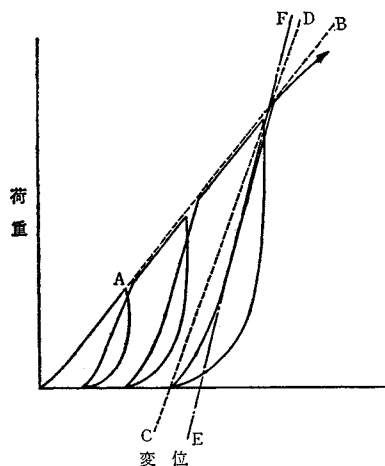
表—5 岩盤の分類

区分	岩石の一軸圧縮強度による分類			
	500 kg/cm <sup>2</sup> 以上 A 種	100~500 kg/cm <sup>2</sup> B 種	100 kg/cm <sup>2</sup> 以下 C 種	
割に よる 目 の 分 類 隔	30 cm 以上群 I	A I	B I	C I
	10~30 cm 群 II	A II	B II	C II
	10 cm 以下群 III	A III	B III	C III

(3) 岩盤試験結果の係数の処理

a) 岩盤の変形特性

岩盤の変形試験は、剛体円板を用いて等変位载荷を行なう場合とフラットジャッキを用いて等圧力载荷を行なう場合の2方式が、現在、岩盤表面に対する変形試験方法として採用されている。両測定法の差違が試験結果に



AB: 変形係数(D)  
CD: 割線変形係数(E)  
EF: 接線変形係数(F)

図—1 変形係数の定義

連を見いだすことを試みた。前回の調査<sup>1)</sup>によって、コアの一軸圧縮強度と岩盤の強度および変形係数との関連が検討された。その結果「相関性は弱く、節理の多少や状態が岩盤の強度を支配しているようである」と報告した。しかし、関連性の中でも一軸圧縮強度と岩盤の変形係数の相関性が最も良いこと、また、岩盤の粘着力については、ばらつきはより大きい、同様の傾向が認められること、および同一地点で比較すると割れ目の多少が粘着力の大きさを左右することなどを明らかにした。

今回収集した資料も同様な方法で整理したが、資料数の不足もあって前回の傾向が修正されるような結果にならなかった。そこで、今回は現地岩盤の変形係数とコア試験から求めた変形係数の関係を、割れ目の数で関連づけてみることを試みた。

及ぼす影響を考慮しなければならないが、ここでは、両者を一括して取り扱った。載荷パターンは一般に繰返し載荷を行ない、これに伴う変位の進行を観察する方式をとる。この結果、図-1のような荷重-変位関係を描く。変形に関する係数は、図-1の3種類を定義する。第一は、各ステップ荷重を包絡する曲線の直線とみなしうる部分から求める変形係数  $D$  で、これは「処女荷重 (Virgin Load)」に対する変位関係を与える。

次は、割線係数  $E_s$  で繰返し荷重領域における載荷側の最大および最小の荷重点を結んで求める。最後の接線係数  $E_t$  は  $E_s$  と同様、繰返し荷重領域における載荷側曲線の中から直線に近い部分の接線勾配から求める。

#### b) 岩盤のせん断特性

岩盤のせん断試験装置の概略を示すと図-2(1)のようである。分力式と呼ばれるこの方式が採用されることが多い。その結果得られる荷重-変形特性は、一般に図-2(2)のようになる。以下に取り上げる岩盤の破壊強度は荷重の最大値より求めたものである。

このような方式のせん断試験では、破断面にそうせん断応力は必ずしも均一にならない、また、ブロックの端部に応力集中が生じ易いなど多くの問題点があるが、こ

れらについては前回の報告<sup>1)</sup>にくわしく論じた。

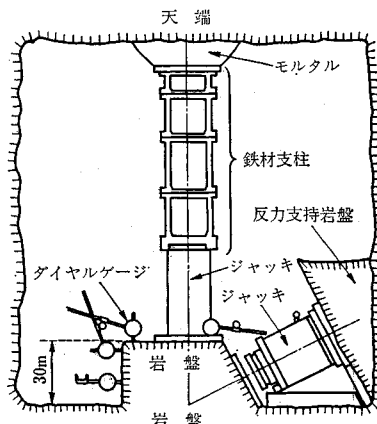
ここでは、一般に行なわれている整理方法、すなわち破断時の荷重が強制(仮想)せん断面に平均に分布するとして処理した。

## 4. 現地試験資料の整理結果

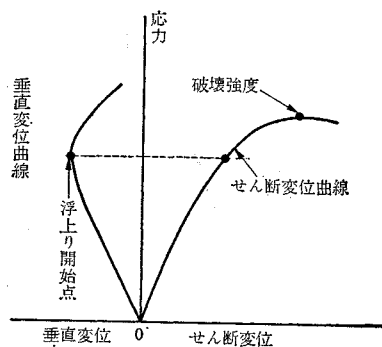
### (1) 変形係数

変形試験によって求めた変形係数  $E_t$  を前述の表-5の分類に基づいて区分し、対応する変形係数で表現したものが図-3, 4である。また、図には測定値を各岩石の種類別に表示している。

図-3は割れ目の間隔がほぼ同程度の場合に、岩石コアの強度が変形係数  $E_t$  にどのように影響するかを示したものである。この図から、割れ目間隔 I, II, III で3区分した岩盤の  $E_t$  は、各区分の中でコアの強度が低下するに従って低下することは明らかである。また、表-5の各グループに属する岩盤の  $E_t$  は、特定の大きさの値の間に入ることがわかる。つぎに分類された各グループの岩盤を、岩石種でさらに細かくみると、 $E_t$  の分布する幅は、さらに限定されるようである。



(1) せん断試験装置



(2) 応力-ひずみ特性

図-2 岩盤せん断試験とその応力-ひずみ特性

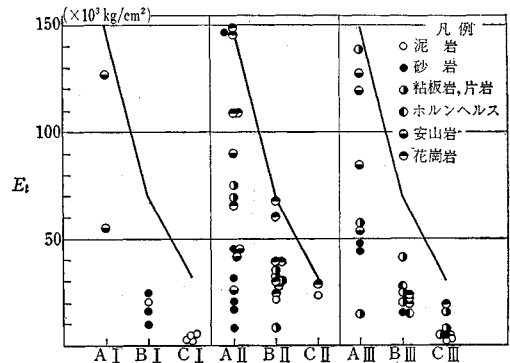


図-3 岩盤の変形係数

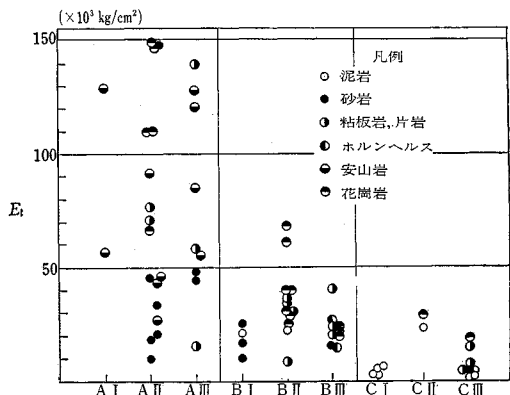


図-4 岩盤の変形係数

たとえば、II のグループの花崗岩をみると A 種で 150 000~60 000 kg/cm<sup>2</sup>、B 種では 70 000~20 000 kg/cm<sup>2</sup>、C 種で 30 000 kg/cm<sup>2</sup> 以下に分布している。これを、III のグループの対応するコア強度のものと比較すると B 種で 30 000 kg/cm<sup>2</sup> 以下、C 種で 20 000 kg/cm<sup>2</sup> 以下に測定値が分布している。I のグループでは測定値が少なく、傾向は明らかでない。

変形係数  $E_t$  の上限値を収集データの最も多い II グループについて求め、これを直線で結ぶと図-3 のようである。図-3 と同様な傾向は前回の報告による 図-5 でも示されている。この場合は、岩石の種類・割れ目の数を考慮しないものである。なお、図-5 に今回の岩石強度区分の A, B, C と、図-5 で示された概略の傾向を実線で示した。

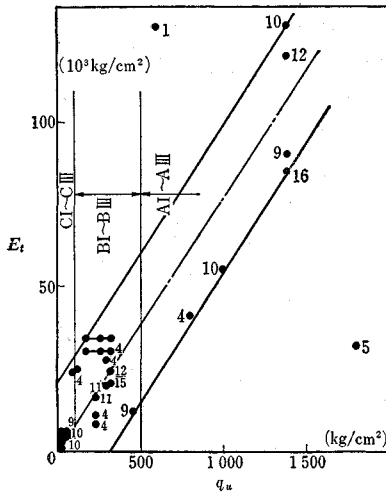


図-5 母岩のコア軸圧縮強度と岩盤の変形係数  $E_t$  の関係

次に、母岩のコア強度が同じ程度の場合、割れ目間隔が変形係数にいかなる影響を及ぼすかは、図-4 にみることができる。図-4 の A, B, C に大別した 3 群の中でそれぞれ I 群は II 群に比べ、低い  $E_t$  を示している。これは、I 群の資料が少ないことによるものと考えられる。II 群と III 群を比較すると、上限値は割れ目の増加に従って、約 20 000 kg/cm<sup>2</sup> 程度の差を生じていることがわかる。しかし、図-3 のコア強度による影響ほどは顕著でない。

岩盤に割れ目がない場合は、岩盤の変形係数とその岩盤から採取したコアの変形係数が等しいはずである。

そこで、割れ目の数が両者の比にどのように影響するかをみるため、図-6 に縦軸に岩盤とコアの変形係数の比を、横軸に 1 m 当りの割れ目の本数をとって、また、岩石の種類ごとにプロットした。図から、割れ目が増加するに従い変形係数の比の上限値が低下することはわか

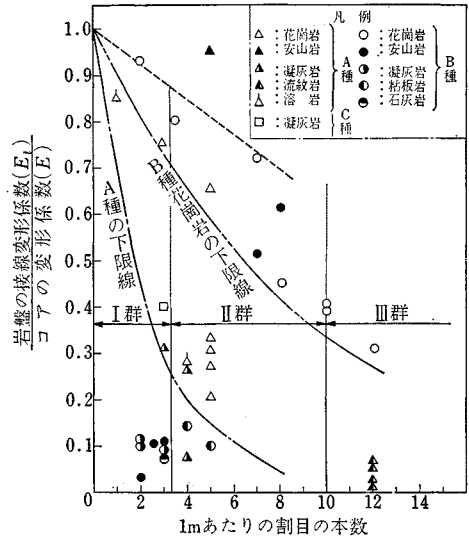


図-6 割れ目の本数と岩盤の変形係数の低減率の関係

るが、データのばらつきが大きく傾向が判然としない。そこで、岩石の種類と強度 (A, B, C) に注目すると、データは少なくとも 3 つの区分線で整理できることがわかる。① A 種岩盤の下限線、② B 種花崗岩の下限線、および、③ 全体の上限線である。このように区分した場合、① についてはみ出す資料は 1 点、③ について 1 点である。A 種の下限線より下側に B 種を主とするデータがグループをなして分布している。B 種の岩盤の資料は、このように ② よりも上部にあるものと、このグループに分かれているが、その理由については、不明である。一般的に考えると軟岩に近づくほど、割れ目の影響が少なくなることは事実であり、C 種の岩盤ほど、図中の点としては上部にくるものと考えられる。ただし図-6 で取り上げた資料の中には C 種は 1 点にすぎなかった。

以上のように、変形係数についてコア強度の影響、および割れ目の影響の観点から整理を行なったが、当初から最も大きな影響を与えると考えていた割れ目については、あまり明確な結果を得ることができなかった。この原因としては、次のような点が考えられる。今回の整理では割れ目を単に本数としてのみ表現したが、変形特性に対しては、次のように考えた。

① 方向性(載荷板に対する)が重要と考えられるが資料からは、これを十分に読み取ることができなかったこと、また、割れ目の数と方向性に関しても、割れ目が載荷面に鋭角に存在する場合は本数を比較的ひるい易いが、載荷面に平行に近い割れ目、あるいは、われわれが現場でよく経験することであるが、試験後に載荷板下の岩盤を掘り返してみると、表面からは予想もできなかった割れ目が多数あったりすることがあるなど、② 割れ

目の面の状態, ③ 割れ目の面の交差の程度, ④ 深さ方向への割れ目状態の変化, など多くの要素が複雑に組み合っている。今後解決しなければならない問題が再確認されたといえよう。

資料の整理方法上の問題としては, ① 割れ目の程度を載荷板の大きさとの関係で整理すべきか, ② 変形係数の表現を, 特定の荷重の大きさ, または変位量に統一して整理すべきかどうか, ③ 載荷板の種類による影響の考慮, などが考えられるが, これらは試験方法の基準化との関連で解決していかなければならない問題でもあろう。

## (2) 岩盤のせん断強度

現地せん断試験から求めた岩盤のせん断強度を内部摩擦角と粘着力で表示し, 個々のデータが先に示した表-5の岩盤分類との間にどのような関係にあるかを図-7, 8に示す。図-7から, 内部摩擦角の分布範囲はその多くが  $30^{\circ} \sim 50^{\circ}$  にあるとみることができる。これと母岩のコア強度との関係でみると, 全般的には両者に相関が見受けられるが顕著ではない。しかし, 資料の多い花崗岩に限定してみると, コア強度が A 群から C 群になったとき, 内部摩擦角は  $60^{\circ} \rightarrow 40^{\circ}$  に変化している。

軟岩の C 群の場合は内部摩擦角の変化幅が大きく,  $40^{\circ} \sim 0^{\circ}$  まで分布する。この変化は母岩の構成鉱物の変

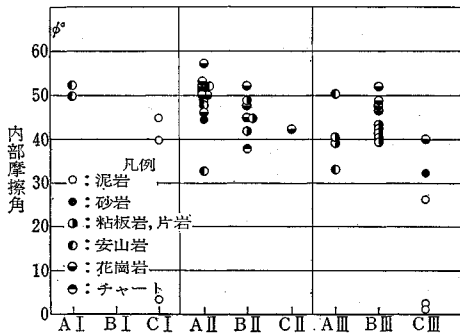


図-7 岩盤の内部摩擦角

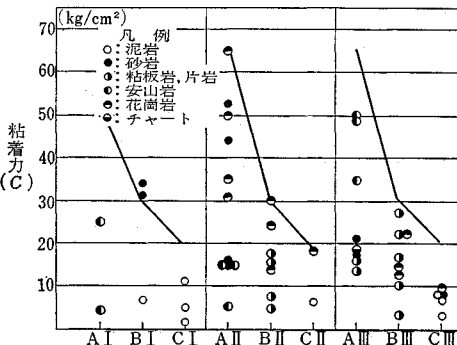


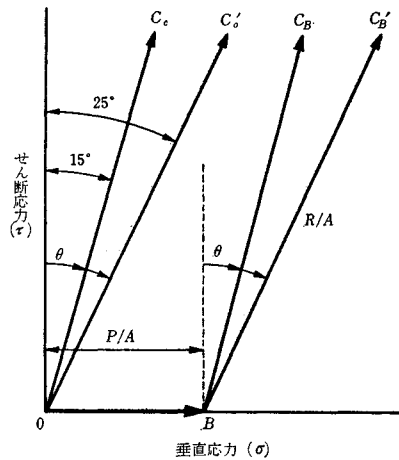
図-8 岩盤の粘着力

化と対応するようで, したがって, 岩盤区分を単にコア強度のみで表示することが困難であることを示している。

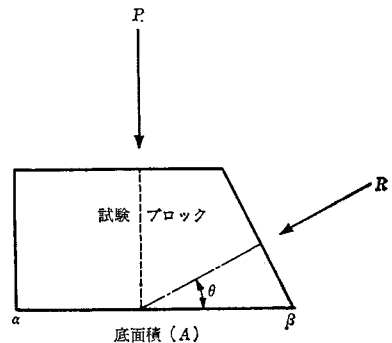
前回の報告でも, 内部摩擦角の大部分が  $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$  にあった。しかし, 前回にも述べたとおり, 一見, 対象とする岩盤の固有の数値を測定し, 表現しているように思われるが, 試験結果から内部摩擦角を決定することに難点が少ないので, 今後多くの問題があることを指摘しなければならない。次に, 上記と同様な問題をもつ粘着力についてであるが, 大体の傾向は図-8にみることができる。資料数が少ない第 I 群を除くと, 粘着力は母岩のコア強度に比例して増加するとみることができ, また, 図-3と同様, 上限値が存在する。

以上で, 各岩盤のせん断強度を内部摩擦角と粘着力の 2つのパラメーターに分けて表現した結果を述べた。

しかし, 実際には測定個数が少なかったり, 測定結果のばらつきが大きかったりすることなどのため, 2つのパラメーターに分離することが適当でない場合が少なくないようである。そこで, 測定値をパラメーターに分離しないで, 岩盤分類別のせん断特性をせん断強度と垂直応力の座標上で調べてみた。



(1) せん断応力と垂直応力の関係



(2) 試験ブロック

図-9 せん断試験時の応力経路

通常の岩盤せん断試験は、図-9(2)のようにまず鉛直方向力  $P$  によりブロックを押え、次いで水平面から  $\theta$  の傾きで斜荷重  $R$  を加える。このときの想定せん断面上 ( $\alpha\theta$ ) の応力経路は図-9(1)に示すように  $0 \rightarrow (B) \rightarrow C$  となる。

収集資料によると  $\theta$  は  $14^\circ \sim 30^\circ$  であり、 $15^\circ$  と  $25^\circ$  が最も多かった。また、鉛直力の範囲は  $0 \sim 30 \text{ kg/cm}^2$  で、このうち  $0 \sim 15 \text{ kg/cm}^2$  が大部分を占めている。したがって、 $\tau-\sigma$  上に資料をプロットすると、点は図-9(1)の  $0C_0$  と  $BC_B'$  に囲まれた区間、とくに  $0C_0'$  と  $BC_B'$  に最も集中することが考えられる。このような区間から、測定値分布の傾向をみることになる。

資料を表-5の岩盤分類に従って区分して表示したのが図-10, 11, 12である。図-10はA種の岩盤を割れ目別にプロットしたものである。これによると図-9(1)の応力経路  $0C$  に相当する線は  $\theta=13^\circ$  で、また  $BC_B'$  は  $\sigma=40 \text{ kg/cm}^2$  から  $\theta$  に平行に伸びるようである。この区間内の測定点の分布をみると、原点をとおり  $\sigma$  軸に対して約  $50^\circ$  の線をほぼ下限線としている。これは、A種岩盤を全体として眺めた場合の内部摩擦角  $\phi$  とみることができよう。各点は  $\phi=50^\circ$  の線と前記2本の線とで囲まれた範囲にある。粘着力をもつ場合はこの区間内で特定の分布傾向を示すであろうが、 $C, \phi$  をそれぞれ別個に検討することは不可能に近い。そこで、図-7の各地点ごとに整理した  $\phi$  の値を考慮して、A種岩盤の  $\phi$  は同一の値 ( $50^\circ$ ) をとるとした場合、粘着力がどの程度の値として評価されるかを調べたものが、図-10中の  $\phi=50^\circ$  に平行な線である。これによると、粘着力の上限値は  $60 \text{ kg/cm}^2$  であり、また、割れ目の多いIII

の群はIIに比べると  $\sigma$  が小さいときは粘着力が少ないこと、しかし、 $\sigma$  の増大につれてII, IIIの差が少なくなることがわかる。

B群の資料について同様な考察を行なう。図-11はその結果を示すもので、資料は  $\theta=12^\circ$  の線および図-9(1)のBを  $25 \text{ kg/cm}^2$  とする狭い区間に分布している。C=0とする資料の分布下限は約  $45^\circ$  である。IIIの群はI, IIの群に比較して下方に分布している。

C群の資料は図-12のようである。泥岩などで  $\phi$  が極端に低い場合を除いて  $\phi=40^\circ$  の線で区切ると、粘着力は  $20 \text{ kg/cm}^2$  以下に大部分が分布している。C群は一軸圧縮強度を  $100 \text{ kg/cm}^2$  以下としているので、 $\phi$  を

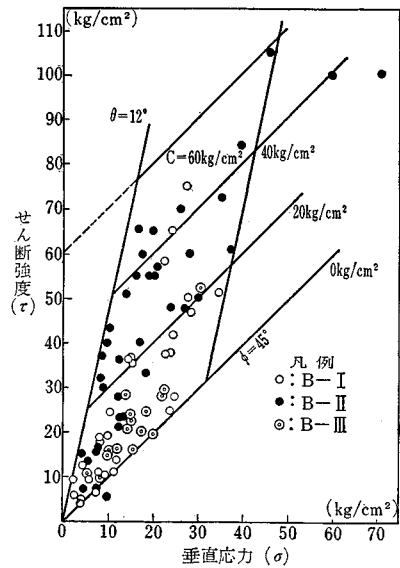


図-11 せん断強度と垂直応力の関係

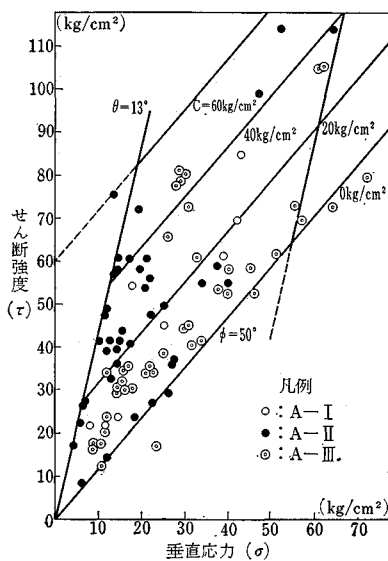


図-10 せん断強度と垂直応力の関係

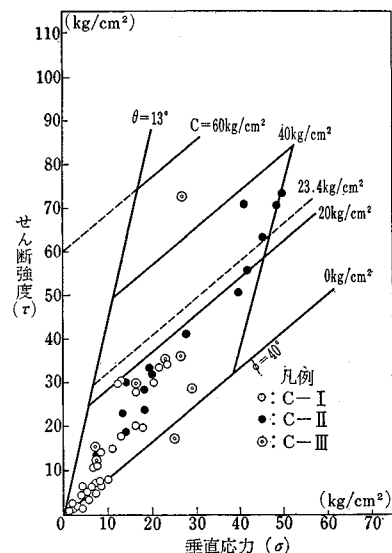


図-12 せん断強度と垂直応力の関係

40° とすると粘着力は 23.4 kg/cm<sup>2</sup> 以下となるはずである。この線を参考までに 図-12 に示す。

## 5. ま と め

岩盤の変形およびせん断試験に関する資料収集を行ない、岩盤の変形係数およびせん断強度定数と岩盤の基本的性質(割れ目、母岩の岩石試料強度)との間の関係について整理・検討を行なった。資料は、全国的に分布した各地点から、また対象となった岩盤は火成岩・堆積岩に属する各種のものを含めることができた。

整理の結果、

① 岩盤を割れ目本数と母岩コアの一軸圧縮強度の組合せで9分類し、分類した各岩盤ごとに岩盤の変形係数、内部摩擦角および粘着力の各測定値の分布の傾向を調べこれを図示することができた。

② 岩盤の変形係数と岩盤を構成する岩石の変形係数の比を岩盤の割れ目本数の関係で調べた。また、この関係に及ぼす岩種・岩石の強度の影響を調べた。

③ 現地せん断試験が行なわれた全資料を①に準じて岩石強度で3区分し、各試験ブロックごとの試験結果をせん断強度と垂直力の関係でプロットした。その結果に基づいて、各区分ごとに内部摩擦角と粘着力の大きさについて検討した。

以上の一連の整理の結果、岩盤試験で求めた岩盤の工学的性質には、岩石の強度、割れ目本数のいずれも影響しているが、前者の効果のほうが、より明確であった。これは、割れ目の影響を単に本数でしか評価できなかった点に原因するところが大きいと考えられる。

岩盤の実態は、岩盤側の要因のほかに測定点の選定、測定面の作成の仕方、試験方法等の人為的要因により、非常に異なった様相を呈することが多い。今後、これらの点を考慮して、複雑な岩盤の諸性質を、よりの確に把握していかなければならない。本調査結果が、これらの様相を知る一助となれば幸いである。

## 参 考 文 献

- 1) 土木学会岩盤力学委員会：岩盤のせん断強度調査報告，土木学会誌 55 巻6号，1970。
- 2) 林 正夫：岩盤の現地せん断試験値とボーリングコアの試験値の相関の調査結果，第3回岩の力学国内シンポジウム講演集，pp. 87~92，1970。
- 3) 石原研而：岩盤の原位置試験資料の蒐集整理，第7回岩盤力学に関するシンポジウム講演概要集，pp. 117~126，1972。

第3分科内のおもな担当者 石原研而\*(前主査/東大)・今井五郎(東大)・今村正孝(西松建設)・小田匡寛(埼玉大)・岡 行俊(京大)・川本眺万(名大)・北原義浩(電研)・小林茂敏(土研)・小林芳正(国鉄)・桜井春輔(神戸大)・八木則男(金沢大)・吉中竜之進\*(埼玉大)

(ただし、\*印の者が執筆を担当した)

(1972.5.12・受付)

# 河川改修の実際

日本技術士会監修 佐藤清一・西村謹著

A 5判・272頁・上製・定価1500円・〒140円

河川の水文、水利の解説にはじまり、調査、計画、設計と工事実施の順序に、系統的に詳述した。最新の技術と、また地方ごとに異なるわが国独自の工法など、よくその例をみながら、特に河川改修工事の計画・設計・施工に必要な実用的技術のうち、各河川に広く適用できる基本的な事項について、著者の永年の実践経験を生かして、豊富な実例と160葉におよぶ多くの図や写真、また具体的な数表や数式例をのせ、重点的にわかりやすく解説した。

実際に工事現場にたずさわる技術者、計画・設計・管理を行なう人々、河川改修計画ならびに事業例を知りたい人々と、また広く各大学、専門学校の土木科学生のための、よき実用・参考書。

## ■ より高い技術を

### 新河川学

A 5・356頁/1500円(〒140円)

### 水路工法

B 6・304頁/800円(〒110円)

### 灌漑・排水とポンプ利用

B 6・316頁/800円(〒110円)

### ポンプ船土木工事

B 6・216頁/600円(〒110円)

### 取水施設

B 6・280頁/950円(〒110円)

### 浄水施設 計画管理篇

B 6・216頁/800円(〒110円)

### 浄水施設 実施設計篇

B 6・304頁/950円(〒110円)

〒160-91東京都新宿郵便局私書箱205

地人書館

振替東京1532番 電話03(815)4422