

【35】 岩盤（軟岩）定数の設定方法への一考察

㈱日本ジオテック 直岡 幸二

1. はじめに

構造物の基礎調査ボーリングにおいて、岩盤が確認された場合、中～大規模な構造物の支持地盤としての評価は、各種原位置試験、岩石試験を実施し、定数等の設定を行うことが望ましいが、予算等の面からすべて設計書に組み込まれることは稀である。ましてや小規模構造物基礎調査では、全く試験項目を計上しないことが多々ある。

その場合、N値(換算N値)や岩級区分を用いて強度定数を設定することが一般的である。しかし岩級区分だけでは設定範囲は広く、設定に困惑することが多い。

本報文では、文献資料を提示し、各資料から求まる軟岩の強度定数の比較を試みた。

岩盤物性が亀裂に支配されない軟らかい岩盤は、標準貫入試験のN値あるいは換算N値が地盤の物性値と強い相関があることが明らかにされ、日本道路公団ではN値(換算N値)と強度定数値の関係を示す表-1を提示し、設計用強度定数を推定しても良いとしている。現在、一般的に多く使用されていることは言うまでもない。

ただ、他の文献を調べているうちに図-1が目にとまり、概略検討のための設計値としては十分実用的な価値をもつ方法と記されていたことから早速使用し、強度定数を求めたところ、両者による定数は部分的に大きな開きがあることがわかった。

表-1 換算N値による場合の測定例¹⁾

		砂岩・礫岩 深成岩類	安山岩	泥岩・凝灰岩 凝灰角礫岩	備考
粘着力 (kN/m ²)	換算N値と 平均値の関係	15.5N ^{0.327}	25.8N ^{0.334}	16.5N ^{0.606}	・log軸上の値
	標準偏差	0.218	0.384	0.464	
せん断抵抗角 (度)	換算N値と 平均値の関係	5.10LogN	6.82LogN	0.888LogN	・log軸上の値
	標準偏差	+29.3	+21.5	+19.3	
		4.40	7.85	9.78	

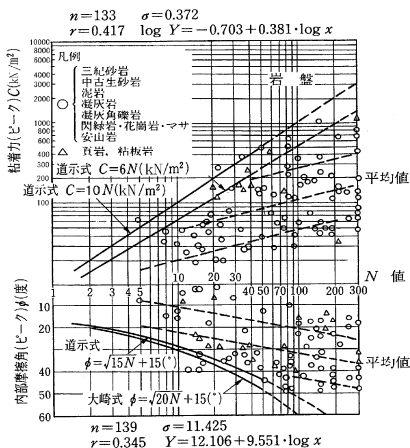


図-1 換算N値と強度定数C, φの関係²⁾

2. 強度定数の比較

図-1、表-1のN値(換算N値)から求まる強度定数を比較したのが表-2である。砂岩等について図-1から求まる定数は表-1に対して粘着力は全体的に高いものの、せん断抵抗角はかなり低い値となり、10～6°の開きがある。

安山岩については、粘着力はほぼ同数値と考えられまた、せん断抵抗角も5～2°とやや開きは狭まっている。

泥岩、凝灰岩等については、かなり大きな開きがあり、せん断抵抗角は全体的に高い値を示すのに対し、粘着力は逆にかなり低い値を示している。

このように図-1、表-1から求まる強度定数は、かなりのバラツキをもっていることが判る。

表-2 図表より求まる各定数値

換算N値	50	100	200	300	
図-1より (岩盤)	C (kN/m ²)	88	115	149	174
	φ	28	31	34	36
表-1より (砂岩・礫岩)	C (kN/m ²)	56	70	88	100
	φ	38	40	41	42
表-1より (安山岩)	C (kN/m ²)	95	120	151	173
	φ	33	35	37	38
表-1より (泥岩・凝灰岩)	C (kN/m ²)	177	269	409	523
	φ	21	21	21	21

表-3は参考文献に示される物理定数の範囲でありこれは各等級区分が取り得る物性値のおおよその範囲が示されている。岩種別ではないので、それぞれの定数はかなり広い範囲で設定されているのが判る。一般に岩級区分のみで示される各物理定数はこのようなケースが多いようである。

その中で、風化花崗岩については表-4に示されるように比較的詳細に岩級区分され、定数が設定されている。

3. 考察およびまとめ

硬岩と土砂の中間に位置する軟岩の評価は難しい。よって強度定数の設定も慎重をきたす。その中でN値(換算N値)から求める方法は、定まった数値が得られ、技術者にとって非常に容易な方法である。

表-3 各岩盤等級から予想される物理定数の範囲³⁾

岩盤等級	岩盤の変形係数 (MN/m ²)	岩盤の静弾性係数 (MN/m ²)	岩盤の粘着力 (kN/m ²)	岩盤の内部摩擦角 (°)	岩盤の弾性波速度 (km/sec)	ロックテストハンマー反発度	孔内水平載荷試験による		引き抜き試験によるせん断強度 (kN/m ²)
							変形係数 (kN/m ²)	接線弾性係数 (kN/m ²)	
A~B	5,000以上	8,000以上	4,000以上	55~65	3.7以上	36以上	5,000以上	10,000以上	2,000以上
C _H	5,000~2,000	8,000~4,000	4,000~2,000	40~55	3.7~3	36~27	6,000~1,500	15,000~6,000	
C _M	2,000~500	4,000~1,500	2,000~1,000	30~45	3~1.5	27~15	2,000~300	6,000~1,000	2,000~1,000
C _L	500以下	1,500以下	1,000以下	15~38	1.5以下	15以下	600以下	1,500以下	1,000~500
D									500以下

もちろん、採用するN値の評価を十分検討した上での設定である。

しかし、使用する換算式によって強度定数に大きな誤差が生じる可能性がある。構造物規模等によりその誤差は許容範囲であるかもしれないが、経済比較を問われる今、その誤差は大きな問題となってくる。

その解決方法としては、換算式単独の使用ではなく岩級区分評価との比較が必要となると思われる。ただ岩級区分による定数の範囲は広いので、単純に比較するだけでは設定に困惑をきたす恐れがある。

そのためにはやはり各種試験・計測データの蓄積が必要と考える。岩盤状況と対比させたデータを蓄積することで、かなりの絞った強度定数の設定が可能と判断される。試験、計測は予算等の面からすべて組み込まれることは少ないが、その中でボーリング孔を利用し孔内水平載荷試験より求める変形係数は軟岩との相関が高いと認められ、分類法として工学的に有効とされている。

調査ボーリングデータやさく井工事データを集約しまとめることは県単位で実施されているところが多いと思われるが、原位置試験や岩石試験データをまとめることは少ないと考える。

今後はまず社内資料を整理し、県内の岩盤の試験・計測データの蓄積を行い強度定数の設定或いは岩盤評価への基礎資料を作成したいと考えている。

《参考文献》

- 1) 日本道路公団：設計要領第二集
- 2) 土木学会：軟岩評価—調査・設計・施工への適用
- 3) 吉中龍之進・桜井春輔・菊地宏吉：岩盤分類とその適用

表-4 風化花崗岩の岩盤区分とボーリングコア、横坑内観察、測定値の関係²⁾

岩盤区分	ボーリングコア観察、測定値					横坑内観察、測定値								
	E _{ab} (MN/m ²)	風化変質(細区分)、硬軟の程度	割れ目(細区分)コア形状	RQD (%)	V _{pr} (km/s)	風化変質の程度	硬軟の程度(細区分)	割れ目間隔と状態(細区分)	シヨア硬度 S _A	山中式土壌硬度 Y _A (mm)	コンクリートびょう貫入量 D _A (mm)	シュミットハンマー反発度 S _r (%)	間隔率 α (%)	密度 γ _r (kN/m ³)
D _L	5~30	極軟まさ化 (E ₂)	砂状~シルト状 (VI)	0	<1.2	長石はほとんど変質粒土化、石英細粒化。	手の平での指圧で、おむね粉末状、一部砂状。(E ₂)	割れ目間隔不明か、50 cm以上。割れ目面密着 (b~c) (I)	<4	<27	>100	-	35~43	19.0
D _M	30~80	極軟まさ化 (E ₂)	砂状 (VI)	0	<1.5	長石類は一部のカリ長石を除きほとんど変質、雲母の一部を除き結晶形失われる。	指圧で石英カリ長石の粒子細片を残す。砂状、粒子は硬い。(E ₁)	割れ目間隔不明か、30~50 cm程度。割れ目面密着 (b~c) (I~II)	5~12	28~32	70~99	-	20~35	21.0
D _H	80~150	軟ハンマーでぼろぼろに砕ける。(D)	礫状 (V~VI)	0~10	1.5~2.5	雲母の黄酸化が見られ、周辺褐色粘土化。斜長石の大部分は変質、粘土化。	指圧でようやく可。石英周辺に長石を残す。各粒子硬く礫状~砂状。(D)	割れ目間隔15~30 cm程度。(a~b) (II~III)	13~25	33~36	30~69	<10	14~20	22.0
C _L	150~300	軟(D~C)ハンマーで容易に砕ける。コア肌非常に粗い。	岩片状~礫状 (IV~V)	0~25	2.0~3.3	黒雲母の黄酸化は認められるが、カリ長石の粘土化は余り認められない。斜長石は変質。	指圧で一部砕ける。粒子は硬い礫状~細片状。(D~C)	割れ目間隔5~50 cm程度。割れ目状説明りょう。(a~b) (II~IV, d)	26~39	>37	<29	11~20	10±	24.0
C _M	300~600	硬(C)ハンマーで容易に割れ、濁音を発する。コア肌やや粗い。	岩片状(IV)コア長5 cm以下	0~50	3.0~4.2	斜長石の変質進む。	ハンマーで軽くたたいて割れる。(C)	割れ目間隔5~15 cm程度。亀裂面に沿って粘土をはきむ。(IV~V, c)	40~49	-	-	21~30	5±	25.0
C _H	600~1,200	中硬(B)ハンマーで金属音~濁音を発する。コア肌滑らか。	短柱状(III)コア長5~15 cm	27~75	4.1~5.0	斜長石、黒雲母は若干変質。	岩片はわりあい硬質。(B)	割れ目間隔5~30 cm程度。面密着。亀裂面に沿って薄い粘土をはきむ。(III~IV, d)	50~60	-	-	>31	3±	26.0