

九州電力(株) 総合研究所 正会員 赤司六哉 永津忠治
高田 真〇江藤芳武

1. はじめに

岩盤地帯に築造される土木構造物の安定性を検討する際、その岩盤の諸物性値(密度・弾性係数・せん断強度・ポアソン比等)といかに的確に評価するかが最も重要な問題となる。しかるに、岩盤の物性値を決定するための試験である原位置岩盤せん断試験や变形試験、また、岩石コアを利用した各種室内試験では、得られるデータが少ないうえに、かなりの工費・工期を必要とする(原位置試験)、結果をいかに実際の岩盤へ適用するか(室内試験)等の問題と日々直面しており、これらの評価法については未だ明確な指針がないのが現状である。

当研究室では、(i)各種岩盤(岩石コア)の諸物性値の把握、(ii)原位置試験結果と室内試験結果との相関性の把握、(iii)設計に使用する諸物性値の採用方法の確立等を目的とし、各種の岩石および岩盤試験、また、これらによって得られたデータの収集・整理を実施中である。

本報告は、岩石コアの室内試験結果のうち、特に、せん断強度(C 、 ϕ)に着目し、試験法の違いによって C 、 ϕ がどの程度異なるか等について検討を加えたものである。

2. 試験装置および試験方法

三軸圧縮試験に使用した高圧三軸圧縮試験機(最大側圧1000kg/cm²)は、マイクロコンピューターを導入し、試験の制御から計測までを全て自動で行うものである。また、圧裂・一軸圧縮および一面せん断試験は、圧縮試験機、一面せん断試験機をそれぞれ使用した。

供試体(気乾状態)は、直径5cm、高さ10cmを原則とし、荷重載荷速度は0.5~2kg/cm²/sec(一軸、三軸)、0.1~0.4kg/cm²/sec(圧裂)、ひずみ速度は0.03~0.3mm/min(三軸)、1.2mm/min(一面)でそれぞれ実施した。また、三軸圧縮試験時の側圧は1~300

表-1. 試験結果一覧

岩種	物理的性質		一軸圧縮		三軸		せん断		物理的性質		
	密度 (g/cm ³)	含水率 (%)	V _d	F _s	圧縮強度 (kg/cm ²)	側圧 (kg/cm ²)	せん断強度 (kg/cm ²)	せん断角 (°)	側圧 (kg/cm ²)	せん断強度 (kg/cm ²)	
砂岩	263	266	0.006	5.51	79x10 ⁵	1556	158	54.98	248	48.05	342
泥岩	-	2.28	-	-	-	163	65	67.24	16	-	-
中層砂岩	252	228	6.31	209	66x10 ⁴	168	89	64.05	19	-	-
細粒砂岩	-	2.72	-	-	5.7x10 ⁵	549	85	46.56	108	-	-
粗粒砂岩	-	2.46	-	-	-	163	14	57.24	24	-	-
礫岩	269	248	48	243	48x10 ⁴	265	18	61.01	34	-	-
變質岩	243	187	235	-	-	55	6.7	51.39	96	-	-
泥質岩	-	2.71	-	-	70x10 ⁵	820	69	52.43	119	-	-
頁岩	271	245	73	227	45x10 ⁵	126	11	52.31	34.49	77	77
頁岩	273	271	0.2	504	5.1x10 ⁵	1043	109	54.07	169	46.26	201
板岩	272	249	51	261	33x10 ⁴	198	19	55.37	31	-	-
板岩	206	159	302	-	-	84	11	49.55	15	-	-
板岩	210	179	24.0	-	-	112	14	51.30	20	-	-
板灰岩	262	192	26.7	-	-	37	5.8	46.51	73.38	42	9.0
板灰岩	270	238	82	292	11x10 ⁵	443	24	63.50	51	-	-
板灰岩	-	3.11	-	-	6.2x10 ⁵	673	49	59.43	91	-	-
板灰岩	-	2.16	-	-	-	132	12	56.56	20	-	-
板灰岩	277	228	147	213	15x10 ⁵	87	13	47.11	17	-	-
花崗岩	267	268	0.2	496	5.6x10 ⁵	127	79	62.00	159	55.44	233
花崗岩	263	264	0.4	459	4.9x10 ⁵	1029	60	62.48	124	53.39	193
花崗岩	-	261	238	40	-	54	11	42.45	12	51.67	222
花崗岩	283	285	0.3	545	7x10 ⁵	1609	57	68.45	151	-	-
花崗岩	-	220	84	-	-	221	14	61.23	28	-	-
安山岩	269	255	31	-	4.2x10 ⁵	1084	67	62.11	134	-	-
安山岩	-	268	251	4.4	22x10 ⁵	652	27	67.12	66	-	-
輝石岩	-	185	-	-	-	20	35	44.42	42	-	-
單岩	-	266	-	-	-	460	49.53	50	75	-	-
玢岩	-	272	-	-	7.4x10 ⁵	1619	144	56.48	241	-	-

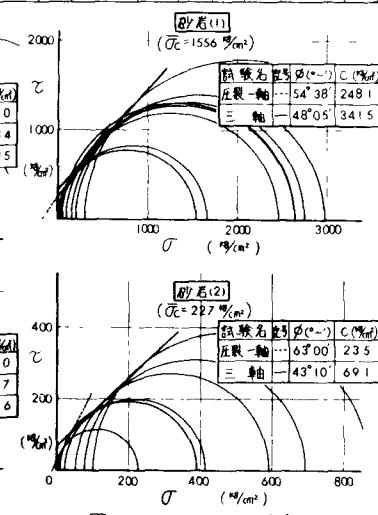
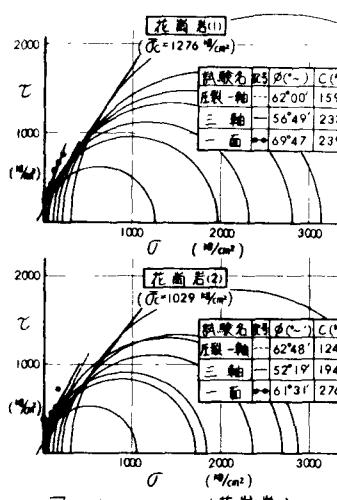


図-1. σ-ε (花崗岩)

図-2. σ-ε (砂岩)

kg/cm^2 、一面せん断試験時の垂直応力は $0 \sim 200 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の範囲内とした。

3. 試験結果について

表-1は各種岩石コアの試験結果を示したものである。このうち、圧裂・一軸圧縮試験より得られる C と ϕ はそれぞれの結果の平均値（試験個数 5～10個）より、また、三軸圧縮試験と一面せん断試験より得られる C と ϕ は最小に乘法により算出した。

図-1～図-4は各試験より得られた C と ϕ を示したものであるが、これらの図より以下のことが分かる。(i)一面せん断試験より得られる C と ϕ は他の2種の試験より得られる値より幾分大きい値を示す。(ii)圧裂・一軸圧縮試験結果において、同一岩種を比較すると圧縮強度 (σ_c) が大きいものの程 C も小さくなるが、 C は逆に大きい値を示す。(iii)三軸圧縮試験では、 σ_c の大きいもの程 C も大きい値を示す。(iv)圧裂・一軸圧縮試験と三軸圧縮試験より得られる C と ϕ を比較すると、 ϕ は前者の方が大きく C は後者の方が大きい値を示しており、この傾向は σ_c の小さいもの程顕著である。(v)三軸圧縮試験では、側圧 (σ_t) の増加につれて ϕ は小さくなる傾向がある。(vi) $\sigma_c = 120 \sim 1600 \text{ kg}/\text{cm}^2$ のものをみると、 $\sigma_t = 0 \sim 100 \text{ kg}/\text{cm}^2$ の範囲で得られる ϕ は、比較的の圧裂・一軸圧縮試験より得られる値に類似するが、凝灰岩 ($\sigma_c = 37 \text{ kg}/\text{cm}^2$) のような例も計り得られる。

また、図-5よりには引張強度の8～25倍の値を示すことが分かる。ちなみに、これを σ_t に換算すると $51 \sim 68^\circ$ となる。

図-6は砂岩 ($\sigma_c = 227 \text{ kg}/\text{cm}^2$) について、荷重制御法とひずみ制御法で三軸圧縮試験を実施した結果であるが、前者の方が後者より約2倍大きな C は小さくなっている。花崗岩 ($\sigma_c = 1276 \text{ kg}/\text{cm}^2$) では ϕ はほぼ同じ値を示すが C は前者が $233 \text{ kg}/\text{cm}^2$ に対し後者は $170 \text{ kg}/\text{cm}^2$ と小さい値を示す（図は省略）。

図-7は2種の方法により求めた静弾性係数 E_s と E'_s (記号の意味は図中参照) の関係を示したものであるが、両対数上で両者にかなり良い相関がみられる。

4. むすび

試験法の違いによって C 、 ϕ が異なること、三軸圧縮試験では、特に、 σ_t の決方に注意を要することなどが分かったが、今後さらにデータを増やし検討するとともに、原位置試験結果を整理し、岩石と岩盤の諸物理値の把握、両者の相関等について検討を加えていく予定である。

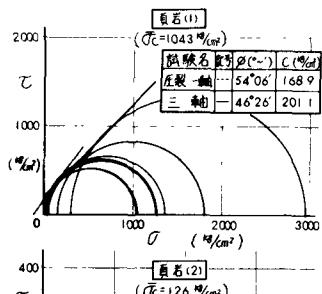


図-3、 τ ～ σ_c (貞岩)

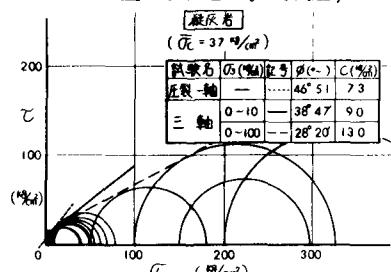


図-4、 τ ～ σ_c (凝灰岩)

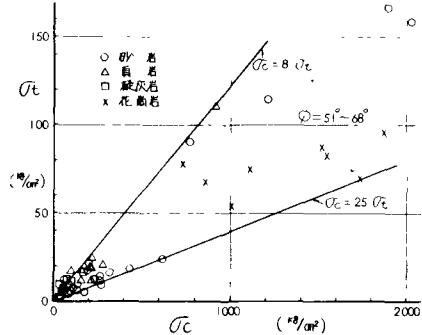


図-5、 τ ～ σ_c

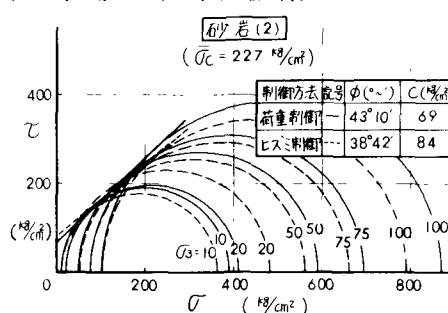


図-6、 τ ～ σ_c (荷重制御法とひずみ制御法による比較)

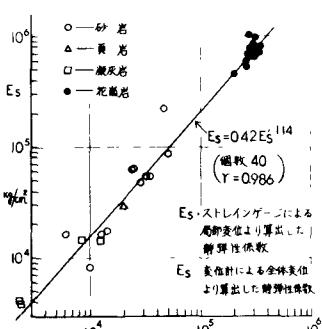


図-7、 E_s ～ E'_s