

防衛大学校土木工学教室 正員 浄法寺 朝 美

防衛大学校土木工学教室 正員 ○ 加 藤 清 志

1. まえがき 岩石はその強度および耐久性という観点から、構造用材や装飾用として、また、コンクリート用骨材などとして広く用いられているが、その使用に先立ち十分にその特性、ことに強度を検討しなければならないことは当然である。従来の骨材の品質管理は強度検定に対し、間接的手法と見なし得る。一方、在来の岩石の引張強度試験法は試料の製作・成形が繁雑で骨材の強度管理法としては適当でない。よつて、簡易な試験方法を案出・解析し、実験的に考察を試みた。

2. 引張強度算定式の解析<sup>1) 2)</sup> 第1図において、単位幅当り  $p$  なる線荷重が半無限弾性体に作用しているとき、 $C(r, \theta)$  点の応力は、応力関数を

$$\varphi(r, \theta) = -\frac{kp}{2} r \theta \sin \theta \quad \text{とすると、} \quad \sigma_r = \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 \varphi}{\partial \theta^2} = -kp \frac{\cos \theta}{r}, \quad (1)$$

式(1)で定数  $k$  は内、外力の平衡条件から  $k = -\frac{2}{\pi}$  となり、動径方向応力は

$$\sigma_\theta = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial r^2} = 0, \quad \tau_{r\theta} = -\frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{1}{r} \frac{\partial \varphi}{\partial \theta} \right) = 0.$$

$\sigma_r = -\frac{2p}{\pi} \frac{\cos \theta}{r}$ . (2) 一方、骨材粒形を扁楕円体とし、<sup>3) 4)</sup> 第1図において、

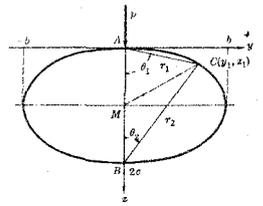
A, B 点に互に向き会う一対の線荷重  $P$  を受ける場合の楕円周上のそれぞれの動径方向応力は、

$$\sigma_{r1} = -\varepsilon_{im} \frac{2p}{\pi d}, \quad (3) \quad \text{ただし、} \quad \varepsilon_{im} = \frac{2}{3} \lambda^2 \left\{ 1 + \frac{1}{1 + \lambda^2} \right\},$$

$$\sigma_{r2} = -\frac{\varepsilon_{im}}{\lambda} \frac{2p}{\pi d}. \quad (4) \quad \lambda = \frac{c}{b}.$$

式(3), (4)から合成応力は  $\sigma_s \approx -k_m \frac{2p}{\pi d}$ . (5)

ここで、 $k_m$  と  $\lambda$  との相関図を第2図に示す。



第1図

楕円形状の板に一対の外力が働く場合の載荷条件を勘案し、重疊の法則によつて、その内部応力式は次のように表わされる。式(2), (6)から、

$$\sigma_y = -\frac{2p}{\pi} \left\{ \frac{\cos \theta_1 \sin^2 \theta_1}{r_1} + \frac{\cos \theta_2 \sin^2 \theta_2}{r_2} \right\} + k_m \frac{2p}{\pi d}. \quad (6)$$

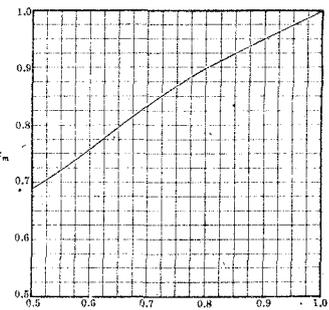
よつて、載荷断面上では剪断

$$\sigma_x = -\frac{2p}{\pi} \left\{ \frac{\cos^3 \theta_1}{r_1} + \frac{\cos^3 \theta_2}{r_2} \right\} + k_m \frac{2p}{\pi d}, \quad (7)$$

応力は常に零であり、 $\sigma_y, \sigma_x$  の

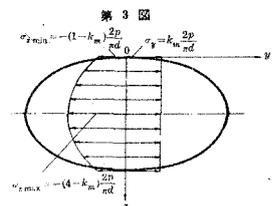
$$\tau_{xy} = -\frac{2p}{\pi} \left\{ \frac{\cos^2 \theta_1 \sin \theta_1}{r_1} + \frac{\cos^2 \theta_2 \sin \theta_2}{r_2} \right\} \quad (8)$$

応力分布は第3図のようになる。図から荷重  $P$  による楕円板の破壊は圧縮応力によるか、または、一樣大さの引張応力による場合のいずれかであるが、岩石の引張強度はその圧縮強度に比し極めて小さく、したがつて、その破壊は引張破壊に基因するものと考えられる。よつて、岩石の引張強度算定式として、次式を採用し得る。  $\sigma_1 = k_m \frac{2p}{\pi d}$ . (9)



第2図

3. 考察 実験1 一般に岩石の引張強度はその圧縮強度に比し極めて小さく、大略、安山岩質で  $\frac{1}{20}$ 、花崗岩質で  $\frac{1}{40}$  などである。これらの強度比を考慮し第1表の配合からなるモルタルで各種の形状を有する模型を製作し実験を行つた。



第3図

モールドは写真-1に示す杉板製三連型枠(厚さ20mm)であつて、剥離剤を十分浸み込ませたものである。供試体寸法は全て  $d=50$  mmとし、 $\lambda = 1.0, 0.9, 0.8, 0.7, 0.6, 0.5$  の

W/O	セメント(早強) (kg/m <sup>3</sup> )	標準砂 (kg/m <sup>3</sup> )	水 (kg/m <sup>3</sup> )
40%	679	1358	272
50%	636	1272	318
60%	598	1196	359

6種の形状を有するものとした。なお、 $\lambda = 1.0$ の試料は $5\phi \times 10$  cmの円柱モールドによつた。標準7日強度の曲げ、圧縮、単純引張強さ（ブリケット）を第2表に示す。

第2表

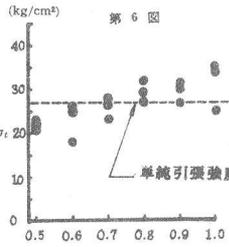
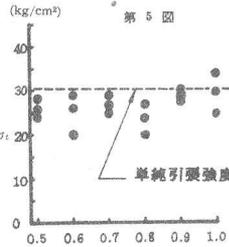
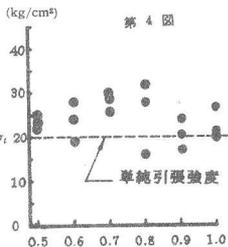
W/O	フロー値	強さ (kg/cm <sup>2</sup> )			強度比
		曲げ	圧縮	引張	
40%	104	62.4	460	20.0	$\frac{1}{23}$
50%	133	72.9	425	30.4	$\frac{1}{14}$
60%	170	65.4	430	26.2	$\frac{1}{16}$

第4図、第5図、第6図に単純引張強さおよび圧裂法による引張強さと扁平係数 $\lambda$ との関係を

示す。載荷方法は圧縮試験機に曲げ用ロール（径8mm）を上下

の加圧点とした。図から各種の強度比と扁平係数とを有する試料の圧裂法による引張強さは、その単純引張強さの値に極めて良く一致していること

がわかる。写真-2（試験前）、写真-3（試験後）参照。



実験2 富士川産粗骨材（石質は安山岩）を写真-4のように切断し、加圧端面を平行荷重を与えるように若干加工し、圧裂試験を実施した後の破壊の様相を写真-5に示す。

第3表

第3表の試料のデータと、第4表の平均的強度とを比較すれば、その実験値の良好性がうなづける。

試料	2b (mm)	2c (mm)	t (mm)	$\lambda$	$k_m$	P (kg)	p (kg/cm)	$\sigma_t$ (kg/cm <sup>2</sup> )
No. 1	55.7	28.8	9.1	0.52	0.702	323	342.9	55.1
No. 2	47.2	35.9	12.5	0.76	0.875	428	342.4	53.1
No. 3	58.9	30.9	18.0	0.52	0.702	514	285.6	41.3
No. 4	39.5	35.0	13.6	0.89	0.945	897	659.6	113.5
No. 5	51.1	27.3	9.5	0.53	0.708	188	197.9	32.7
No. 6	40.2	29.2	11.9	0.73	0.855	502	421.8	78.8

4. 結び 現場採取試料を直接的に、しかも、ほぼ実際の使用状態に匹敵する大きさのもとで、なんら複雑な形状に成形加工を施すことなく、単に簡単な切断のみで試験し得るということと、装置もなんら特殊なアタッチメントを必要とせず、良好な結果が迅速・容易に求められることは極めて意義深いことである。

参考文献 1) 加藤清志；任意粒形骨材の新引張強度試験方法、

関東学院大学工学部研究発表講演会、40.10.20 2) 同上；圧裂法による粗骨材の新引張強度試験方法に関する解析、防衛大学校理工学研究報告、第3巻第3号、41.1 3) 同上；骨材の比表面積と辺長比、同上、第3巻第2号、40.7 4) A. Johoji and K. Kato; Determination of the Average Diameter and Ratios of Axes of Aggregates, Memoirs of the Defense Academy, Vol.V, No. 3, Jan. 1966.

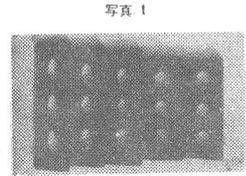


写真-2

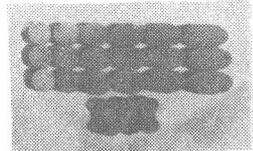


写真-3

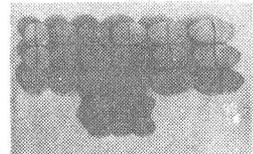


写真-4

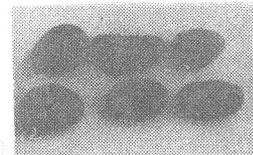


写真-5



第4表 本邦産石材の強度平均値

種	概	圧縮強度	引張強度
花崗岩	英 城 産	1470-1940	37-50
	中 国、西 国 産	1320-2100	30-94
安山岩	白 丁 場	1055	56
	新 小 松	1170	36
	本 小 松	1230	70
	田 原 石	1680	82