

西日本工業大学 正会員 玉田 文吾

〇福田 順二

1. まえがき

モルタル中の細骨材の物理的性質が圧縮強度（以下強度とする）におよぼす影響を調べるため、表-1に示した材料を用い、骨材の比重、モルタル中の間げき、およびモルタルの単位体積重量などと強度との関係を求めた。骨材Aは鹿児島産のシリウスであり、骨材Bは、鉋率と特殊な方法によって処理、0.6~5 mmの球形にしたものである。いずれも、セメントと特別な化学反応をおこして、これが強度に影響を与える材料ではない。

2. 骨材の比重と強度

供試体は直径5cm、高さ10cm、この配合は、重量比でセメント：細骨材=1：2、細骨材の見かけ比重を変えるため、絶乾重量比 $10\% \leq B/A \leq 40\%$ とし、細骨材の単体重量を増加させたため、B/Aが大きくなるにしたがって、セメント量が減少するので、水・セメント比を一定とせずワロー値が15cmになるようなW/Cとした。表-2は供試体の粒子比重Gs、間げき比eなどを示したものである。これから、式(1)の関係が成立する。

$$\left. \begin{aligned} \sigma_{28} &= \sigma_0 + B \cdot G_s & 2.50 < G_s < 2.90 \\ \sigma_{28} &= \sigma_0 - A \cdot e & 1.62 < e < 2.01 \end{aligned} \right\} \dots\dots (1)$$

これによると σ_{28} は、細骨材の比重増加に比例し、供試体の間げき比=(セメントペースト体積/細骨材体積)に反比例し、実験範囲内のGs、eに対しては、セメントペースト量が減少しても強度は増加する傾向が見られた。

3. 単位体積重量と強度

表-3は同一単体重量 γ_c に対する強度の変化を示したもので、両者の関係を示すと図-1の関係になり、これから

$$\sigma_{28} \sim \sigma_{28} = \sigma_a \cdot \exp(k \cdot \gamma_c) \dots\dots (2)$$

σ_a : γ_c に対応する強度(kg/cm²)

k: 強度・単体重量に対応する係数

γ_c : モルタルの単体重量(g/cm³)

ただし、 $1.862 \leq \gamma_c \leq 2.156$

単体重量の増加、供試体の間げき比の減少は、供試体中の粒子数が増加することである。

破壊面に作用する垂直応力 σ_a とせん断力 τ_a とは、

$$\sigma_a = P/A \cdot \sin \theta = \sigma \cdot \sin \theta \dots\dots (3)$$

$$\tau_a = P/A \cdot \sin \theta \cos \theta = \tau \cdot \sin \theta \cos \theta \dots\dots (4)$$

破壊は、Coulomb 形式になるとき水は

Table. 1 骨材の物理的性質

骨材	比重	単位体積重量 kg/m ³	吸水量 %	スリベリ 量 %	粗粒率	破砕値 %	安息角 deg
B	3.66	2195	0.32	7.76	3.14	13.03	29.30
シリウス	2.38	877	1.78	—	1.91	—	32.38
砂	2.65	1640	0.98	—	3.31	—	36.13

Table. 2

骨材B 含有率 (%)	Gs	e	Vs (cm ³)	Vv (cm ³)	σ_{28} (kg/cm ²)
10	2.508	2.01	65.25	131.05	216
15	2.572	1.95	66.65	129.65	237
20	2.636	1.87	68.29	128.01	269
25	2.700	1.76	71.11	125.19	258
30	2.765	1.71	72.33	123.97	302
35	2.829	1.66	73.77	122.53	324
40	2.893	1.62	74.89	121.41	341

Table. 3

含有率	3日	7日	14日	21日	28日
10%	σ (kg/cm ²) 48	132	168	190	216
	γ (g/cm ³) 1.88	1.88	1.86	1.88	1.88
15%	σ (kg/cm ²) 89	172	225	231	237
	γ (g/cm ³) 1.90	1.91	1.91	1.92	1.93
20%	σ (kg/cm ²) 100	194	230	254	269
	γ (g/cm ³) 1.94	1.93	1.95	1.95	1.96
25%	σ (kg/cm ²) 120	174	231	246	258
	γ (g/cm ³) 1.96	1.95	1.95	1.95	1.97
30%	σ (kg/cm ²) 126	198	241	283	302
	γ (g/cm ³) 2.03	2.03	2.02	2.06	2.07
35%	σ (kg/cm ²) 137	205	267	315	324
	γ (g/cm ³) 2.08	2.08	2.09	2.10	2.10
40%	σ (kg/cm ²) 140	220	282	322	341
	γ (g/cm ³) 2.15	2.16	2.16	2.15	2.16

$$0 \sin \theta \cos \theta = C + 0 \sin^2 \tan \phi \quad \dots \dots \dots (5)$$

ただし、Cは粘着力(付着力)、 ϕ は内部摩擦角である。

これによるせん断強度は、図-2の破線で示した面積に関係するように思われる。

ここで、モルタル1cm³の骨材Bの粒子の数を求める。骨材

Bの単体重量を γ_t 、乾燥単体重量を γ_d 、含水比を w とすれば
 $\gamma_d = \gamma_t / (1 + w/100) \quad \dots \dots \dots (6)$

間げき比 e は、粒子の比重を G_s 、水の単体重量 γ_w より、

$$e = G_s \cdot \gamma_w / \gamma_d - 1 \quad \dots \dots \dots (7)$$

間げき率 n は、

$$n = e / (1 + e) \times 100 \quad \dots \dots \dots (8)$$

これから、粒子の体積 V_s は、

$$V_s = 100 - n / 100 \quad \dots \dots \dots (9)$$

粒子を球形とすれば、1cm³の粒子数 n_b は、

$$n_b = V_s / (4/3 \pi r^3) \quad \dots \dots \dots (10)$$

ただし、 r は粒子の平均半径とする。これがモルタル中に均一に分布しているとして、一層の粒子数 n_c は、

$$n_c = n_b \cdot D \quad \dots \dots \dots (11)$$

となり、図-2の状態に粒子が配列しており、これらの間に沿って破壊した場合、表面積 A' は、

$$A = 4\pi r^2 / 2 \times n_c \quad \dots \dots \dots (12)$$

となり、乾燥単体重量が大いほど、せん断応力 Z_B は大きくなるはずである。

図-3は図-4の方式によって曲げクリープ試験を行なったもので、応力/破壊応力=0.6~0.8におけるひずみ ϵ 、経過時間 t との関係を示したもので、これは近似的に

$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot t^n \quad \dots \dots \dots (13)$$

で示され、単体重量の大きいほど n が小さくなり、さきに述べたように粒子の転位、または転位についての抵抗が大きくなっていることを示している。

3. あとがき

コンクリートの強度と骨材の物理的性質との関係を調べるため、まずモルタルを用い、破壊時に生じるせん断破壊面における細骨材粒子の状態から、これらが強度におよぼす影響を考察した。この結果、圧縮強度として示される数値は、破壊面の間を充填するセメントペーストのせん断抵抗力、すなわち、せん断面積にも関係することを示唆している。

コンクリートの場合には粗骨材の影響が入り、これ自体が破壊するので、挙動はさらに複雑になり、今般行なった実験結果をそのまま適用することはできないが、骨材の強度に与える効果を知る一つの手がかりになるものと思う。

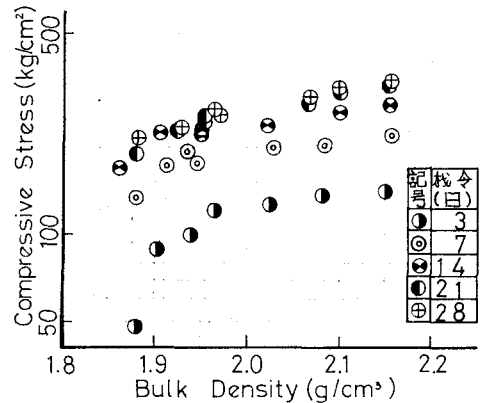


Fig. 1 単位体積重量と強度との関係

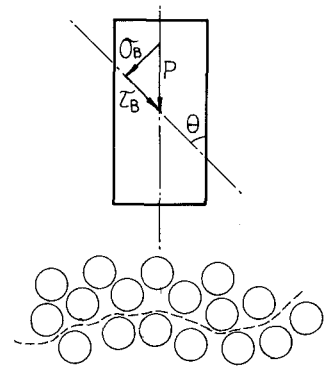


Fig. 2

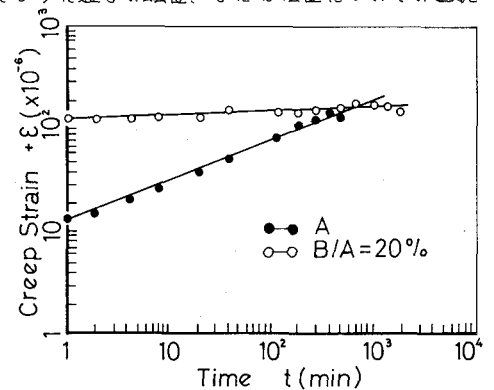


Fig. 3 ひずみ ϵ ・時間 t との関係

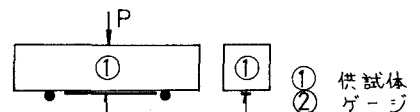


Fig. 4