

日曹マスタービルダーズ中央研究所 正会員 大内 千彦
防衛大学校 正会員 加藤 清志

1. まえがき

わが国の骨材事情の厳しさと資源の有効利用を考えると、品質の多少劣る骨材が混入される場合あるいは全面的に使用することも十分考慮しておかねばならない。このような観点からコンクリートの内部構造組織の力学的系の類似問題としては、モルタルマトリックスの強度よりも低い人工軽量骨材を含む軽量コンクリートの配合設計に寄与し、かつ、その実用性が確認されている“Bache-Christensen model”がある¹⁾。本報告ではわが国の人工軽量骨材、高炉スラグ砕石並びに軟石を粗骨材に用いた場合に関し、上記モデルの適用性について基礎的に検討したものである。

2. Bache-Christensen 式の誘導と特性値の決定²⁾

Bache-Christensen model は強度と空隙関係を示す指数関数式と同一であり、(1)式で表わされる。

$$\sigma = K_1 \exp(-K_2 n) \quad \dots (1)$$

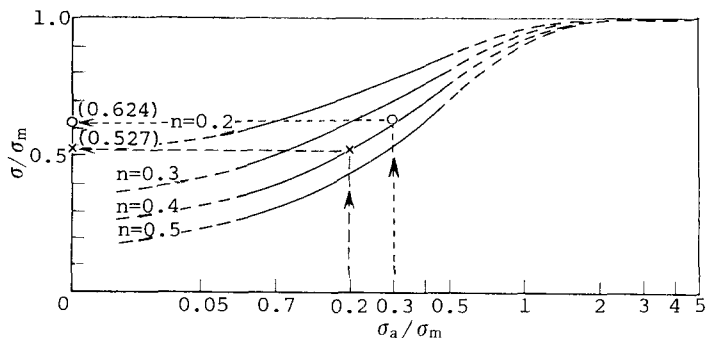
ここに、 σ ：コンクリート強度； K_1, K_2 ：定数； n ：空隙あるいは骨材容積比

いま、 $n=0$ では $\sigma = K_1 = \sigma_m$ となり、モルタル強度となる。また、 $n=1$ では $\sigma = \sigma_m \times \exp(-K_2) = \sigma_a$ となり、骨材強度である。 $\sigma_a / \sigma_m = \exp(-K_2)$ であるから、(1)式は(2)式のようになる。

$$\sigma / \sigma_m = (\sigma_a / \sigma_m)^n \quad \dots (2)$$

(2)式がBache-Christensen式であって、 $2 < \sigma_m / \sigma_a < 15$ と圧縮強度 $450 \sim 500 \text{ kg/cm}^2$

までの軽量骨材コンクリートによく適合するといわれている。図-1に(2)式を示す。実線は軽量骨材コンクリート用のものであり、骨材がモルタルマトリックスよりも十分大きい場合の普通コンクリートでは実用上骨材の強度や量に依存しないのである。



骨材強度を求めることはきわめて難しく、図-2に示すように骨材容積比を変えてコンクリート強度を求め、 $n=1$ のときの交点を“有効骨材強度”(Effective aggregate strength)とした。

図-1 Bache-Christensen Modelの σ/σ_m と σ_a/σ_m との関係

3. 実験方法と実験結果

3.1 実験 I：軽量骨材の最大寸法を一定とし、水セメント比を変化させた場合 造粒型軽量骨材で、最大寸法 15 mm、容積比は5種；セメントは普通ポルトで比重 3.16；細骨材は川砂で比重 2.65；水セメント比は 50%，60%，70% の3種とした。供試体寸法は $10 \phi \times 20 \text{ cm}$ である。材令 28 日の水セメント比をパラメーターとした圧縮強度と骨材容積比との関係を図-3に示す。

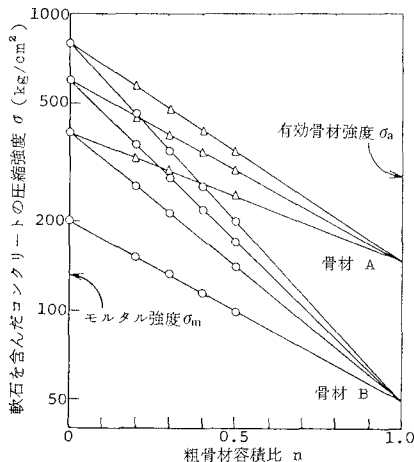


図-2 骨材強度の決定方法

3.2 実験 II：軽量骨材の最大寸法が変化した

場合 非造粒型軽量骨材で、最大寸法 15 mm , 10 mm の 2 種、容積比は 4 種；水セメント比は 45 % の一定とした。材令 28 日での最大寸法をパラメーターとした圧縮強度と骨材容積比との関係を図-4 に示す。

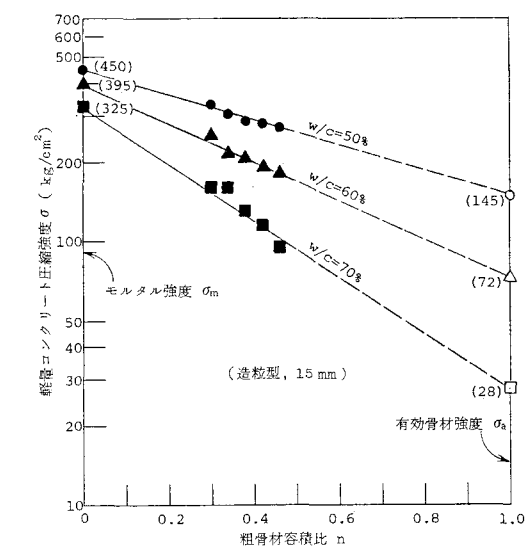


図-3 水セメント比の変化と造粒型有効骨材強度

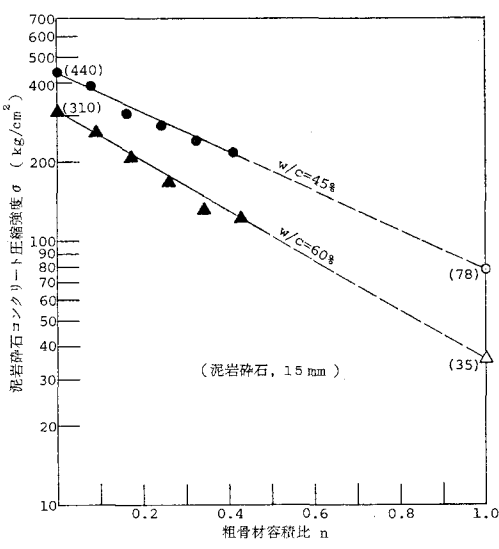


図-5 泥岩碎石コンクリート強度と骨材強度

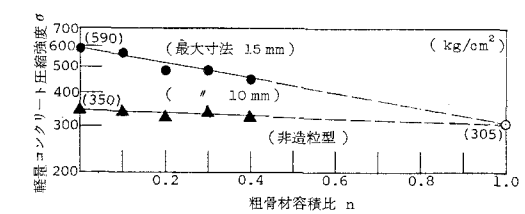


図-4 粗骨材最大寸法の変化と非造粒型骨材強度

3.3 実験 III：泥岩碎石の場合 最大寸法 15 mm，比重 1.79 の例を図-5 に示す。

3.4 実験 IV：高炉スラグ碎石の場合 最大寸法 25 mm，比重 2.50 の例を図-6 に示す。

4. 考察 図-4 に示す非造粒型軽骨で最大寸法のみを異にする場合には、図-2 のように一定の有効骨材強度が求まるが、図-3 の造粒型軽骨、図-5 の泥岩碎石、図-6 の高炉スラグ碎石では、マトリックス強度によって有効骨材強度がかなり変化することがわかった。これは骨材の内部組織の変動に依存するものと考えられる。たとえば、図-6 に示す高炉碎石で、切り出し法により作製した試料の強度範囲は 270 ~ 820 kg/cm² で 1 : 3 も示した。また、強度推定については、図-6 で $\sigma_a/\sigma_m = 106/353 = 0.30$ ， $n = 0.39$ とから図-1 にプロットすると $\sigma = 220 \text{ kg/cm}^2$ が求まり、実験値は 240 kg/cm² で 推定比は 0.92 であった。同様に、 $\sigma_a/\sigma_m = 65/330 = 0.20$ ， $n = 0.40 \rightarrow \sigma = 173 \text{ kg/cm}^2$ で実験値は 195 kg/cm²。推定比は 0.89 となり、いずれも きわめてよい推定値を与えている。以上から、強度推定や配合設計の基本的データの確立に役立てることができることがわかった。

<謝辞> 本研究には 防大 山田 均事務官の助力を受けた。付記して謝意を表する。
<参考文献> 1) Bache, H. H.: Strength of Structural Lightweight-aggregate Concrete, Proc. Symp. Testing & Design Methods of Lightweight-aggregate Concrete, Budapest, 1967. 2) Czuryzskiewicz, A.: The Effect of Aggregate Shape Upon the Strength of Structural Lightweight-aggregate Concrete, MCR, V. 25, No. 83, June 1973, pp. 81-86.