

## 軽量コンクリートの特性に及ぼす単位粗骨材絶対容積の影響

石川島建材工業(株)技術研究所 正会員 ○長谷川 聖史 正会員 伊達 重之 正会員 室賀 陽一郎

### 1. はじめに

近年、高強度あるいは低吸水性といった高付加価値の軽量骨材が開発されているなか、今後軽量コンクリートを実製品へ適用するためには、単位粗骨材絶対容積の違いによる影響を明確にする必要がある。そこで本研究では、軽量コンクリートの力学的特性および耐久性の改善に向けた基礎的研究として、圧縮強度や透水性等に及ぼす単位粗骨材絶対容積の影響について検討した。

### 2. 実験概要

#### 2. 1 使用材料

表-1に使用材料を示す。粗骨材は、非造粒型膨張頁岩である国内産の軽量粗骨材を使用した。この軽量粗骨材の物性値を表-2に示す。含水率については、実際の施工を想定し、出荷状態そのままのものをを用いた。この時の含水率は14%であった。

#### 2. 2 配合

配合条件を表-3に示す。単位粗骨材絶対容積の影響を明確にするため、水セメント比を25%、モルタルに占める細骨材の割合を46%に統一した。

粗骨材は、打設後の吸水率を5%と仮定し、その水量をあらかじめ練混ぜ水に加えた。

#### 2. 3 練混ぜ

練混ぜは、60% 2軸強制練りミキサーを用いた。細骨材、セメント、水を投入して60秒の練混ぜ後、粗骨材を加えて充分練り混ぜた。

#### 2. 4 評価項目

##### 2. 4. 1 力学的特性

力学的特性は圧縮強度とヤング係数により評価した。

##### 2. 4. 2 耐久性

凍結融解抵抗性は、ASTM C-666（水中凍結－水中融解）に準拠し、相対動弾性係数による耐久性指数で評価した。

透水性は、インプット法による拡散係数により評価した。供試体の養生は水中で28日とし、加圧条件は3N/mm<sup>2</sup>－48時間とした。透水試験

の概念図を図-1に示す。

### 3. 実験結果および考察

表-4に、実験結果をとりまとめて示す。圧縮強度およびヤング率は材齢4週の値である。

表-1 使用材料

| 材料   | 種類        | 記号  | 備考              |
|------|-----------|-----|-----------------|
| セメント | リサイクルセメント | SFC | SF10%程度プレミックス   |
| 粗骨材  | 国内産軽量粗骨材  | LG  | 非造粒品、含水率14%     |
| 細骨材  | 陸砂        | S   | 茨城県鹿島産、吸水率1.19% |
| 混和剤  | 高性能AE減水剤  | Ad  | ポリカルボン酸系        |

表-2 軽量粗骨材の物性

| 密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 単位容積質量<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 実積率<br>(%) | 24hr吸水率<br>(%) | 粗粒率  |
|----------------------------|--------------------------------|------------|----------------|------|
| 1.25                       | 0.81                           | 64.8       | 9.9            | 6.31 |

表-3 配合条件

| 単位粗骨材<br>絶対容積<br>(% <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) | W/C<br>(wt. %) | s/a<br>(vol. %) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |      |     |
|----------------------------------------------------|----------------|-----------------|--------------------------|-----|------|-----|
|                                                    |                |                 | W                        | C   | S    | G   |
| 0                                                  | 25             | 100             | 225                      | 900 | 1157 | 0   |
| 100                                                |                | 79.8            | 202                      | 807 | 1036 | 125 |
| 200                                                |                | 63.6            | 178                      | 713 | 916  | 250 |
| 300                                                |                | 50.3            | 155                      | 619 | 795  | 375 |
| 400                                                |                | 39.2            | 131                      | 525 | 675  | 500 |

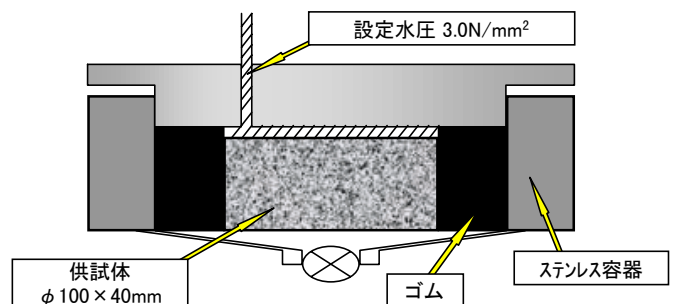


図-1 透水試験概念図

表-4 実験結果

| 単位粗骨材絶対容積<br>(% <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) | 単位容積質量<br>(ton/m <sup>3</sup> ) | 圧縮強度<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | ヤング係数<br>(kN/mm <sup>2</sup> ) | 拡散係数<br>(×10 <sup>-5</sup> cm <sup>2</sup> /sec) | 耐久性指数<br>(%) |
|------------------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------------------|--------------|
| 0                                              | 2.20                            | 83.5                         | 35.8                           | 2.80                                             | 98           |
| 100                                            | 2.15                            | 76.4                         | 32.8                           | 3.56                                             | 92           |
| 200                                            | 2.07                            | 72.2                         | 31.1                           | 5.00                                             | 72           |
| 300                                            | 2.02                            | 66.3                         | 28.3                           | 7.13                                             | 54           |
| 400                                            | 1.95                            | 66.3                         | 27.1                           | 8.72                                             | 50           |

キーワード：軽量コンクリート、透水性、凍結融解抵抗性、単位粗骨材絶対容積

連絡先：〒252-1121 神奈川県綾瀬市小園 720 番地 TEL：0467-77-8554 FAX：0467-77-4314

### 3. 1 力学的特性

単位粗骨材絶対容積と圧縮強度の関係について図-2に示す。単位粗骨材絶対容積が大きくなるほど圧縮強度は低下し、軽量粗骨材の強度がコンクリートの圧縮強度に影響を及ぼした。また、次式による C.Ramos 式により推定値を近似した。

$$\frac{\sigma_a}{\sigma_c} = \frac{V_a}{1000} + \frac{1 - V_a/1000}{\sigma_m} \quad \dots\dots\dots (式-1)$$

ここに、 $\sigma_a$ ：粗骨材の強度、 $\sigma_m$ ：モルタルの圧縮強度、 $\sigma_c$ ：コンクリートの圧縮強度、 $V_a$ ：単位粗骨材絶対容積 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

単位粗骨材絶対容積とヤング係数の関係を図-3に示す。実測値は、ヤング係数の推定モデルである次式に示す Hansen 式に近似しており、母材より強度の低い軽量骨材の場合にもこの理論式の適用は可能であると考えられる。

$$\frac{E_a}{E_c} = \frac{(1 - V_a/1000)E_m - (1 + V_a/1000)E_c}{(1 - V_a/1000)E_c - (1 + V_a/1000)E_m} \quad (式-2)$$

ここに、 $E_a$ ：粗骨材のヤング係数、 $E_m$ ：モルタルのヤング係数、 $E_c$ ：コンクリートのヤング係数、 $V_a$ ：単位粗骨材絶対容積 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

### 3. 2 耐久性

透水性に及ぼす単位粗骨材絶対容積の影響を図-4に示す。

比較的空隙を多く含む軽量骨材を使用しているため、その容積の影響が顕著に現れた。しかしながら、今回のような低水セメント比であれば、単位粗骨材絶対容積が透水性に致命的な欠陥を及ぼすことはないと考えられる。

凍結融解抵抗性に及ぼす単位粗骨材絶対容積の影響を図-5に示す。単位粗骨材絶対容積が増すに従い、耐久性指数は低下し、単位粗骨材絶対容積が 300  $\text{kg}/\text{m}^3$  以上になると 60%を下回る結果となった。

透水性の場合と異なり、粗骨材自体の含水率が高ければ、マトリックスが高強度であっても凍結融解抵抗性を維持するのは難しいと考えられるため、吸水性の低い骨材の選定あるいは低含水率での使用が望ましい。

### 4. おわりに

本研究では、軽量コンクリートの力学的特性ならびに耐久性に及ぼす単位粗骨材絶対容積の影響について検討した。

その結果、単位粗骨材絶対容積が増すに従って軽量コンクリートの性能は大きく低下し、容積の設定は極めて重要である。また、透水性に関して、マトリックスが強固なものであれば単位粗骨材絶対容積の影響は小さいが、凍結融解抵抗性に関してはマトリックス強度を高めただけでは高含水率骨材を含むコンクリートの耐久性を高めるのは難しい。そのため、より高性能な軽量コンクリートを開発するためには、低吸水性骨材もしくは低含水状態での使用が望ましいと考えられる。

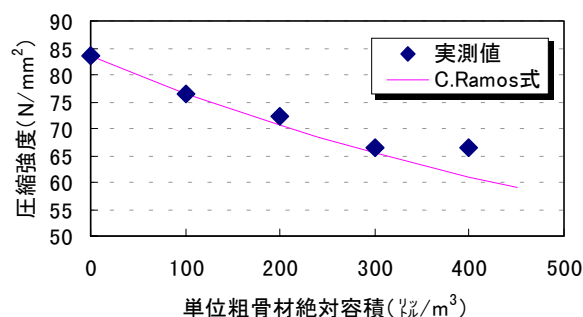


図-2 単位粗骨材絶対容積と圧縮強度の関係

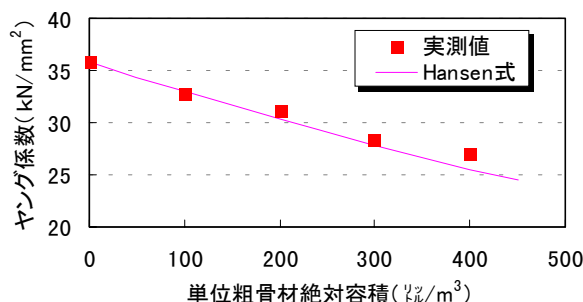


図-3 単位粗骨材絶対容積とヤング係数の関係

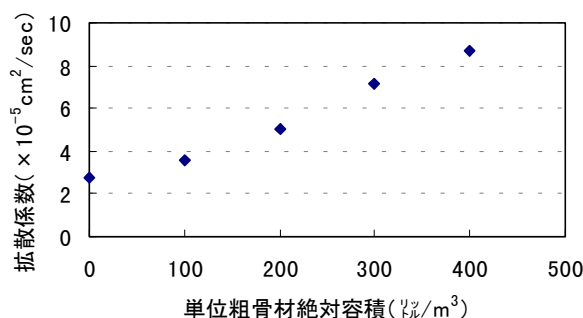


図-4 透水性に及ぼす単位粗骨材絶対容積の影響

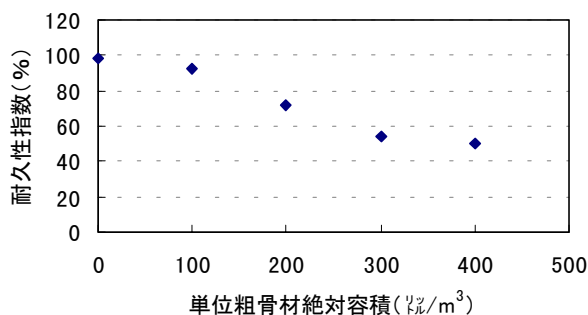


図-5 凍結融解抵抗性に及ぼす単位粗骨材絶対容積の影響