

ポーラスコンクリートの耐久性改善に関する研究

株式会社 総合開発 正会員    ○葛西博文 徳島大学大学院 学生会員    田中美里  
徳島大学大学院 正会員    橋本親典 株式会社 総合開発    小田島勉  
株式会社 総合開発    山田登志夫

1. 目的

ポーラスコンクリート（以下 PC と称す）は、1997 年の河川法改正とともに植生や生態系を支援する目的で活用され始め 10 数年が経過した。PC の耐久性や植生、景観など機能変化の研究報告<sup>1)</sup>や河川護岸に施工し長期間経過した PC の経年劣化に関する研究<sup>2)</sup>があるが、現在まで詳細に検討されているとは言い難い。本研究では、PC の耐久性改善を目的とし、砕石サイズ（7 号、6 号、5 号）と PC 用特殊混和材が耐久性に与える影響について実験的検討を行った。

2. 試験概要

2.1 試験に用いた供試体

試験に用いた供試体の配合表を表－1 に示す。配合は、砕石サイズ 3 種、混和材 2 種で計 9 種類である。打設は製品製造時を想定し、材料を一回で投入後、上下振動を一定時間行い、φ100mm×H140mm に成型した。なお、2 種類の PC 用特殊混和材の違いは、高炉スラグ微粉末の添加率である。

2.2 試験方法

力学的特性に関する試験として空隙率および圧縮強度の測定を行った。耐久性試験として、乾湿繰返し試験および簡易急速凍結融解試験を行った。

2.2.1 空隙率および圧縮強度

空隙率は“ポーラスコンクリート河川護岸工法の手引き<sup>3)</sup>”に準拠し、圧縮強度試験は JIS A 1107 に準じ試験を行った。

2.2.2 乾湿繰返し試験<sup>2)</sup>

湿潤条件を 20℃水中、乾燥条件を 40℃の乾燥炉内とし、サイクルタイムは乾燥期間 3 日、湿潤期間 1 日、乾燥期間 2 日、湿潤期間 1 日を 2 サイクルとする。試験開始前及び試験開始後 2 サイクルごとに JIS A 1127 による一次共鳴振動数及び供試体質量を測定した。測定は、湿潤期間工程終了直後に行い、水

表－1 ポーラスコンクリートの配合表

|     |       |     |     |       |
|-----|-------|-----|-----|-------|
| No. | Vm/Vg | W/P | S/P | 目標空隙率 |
| 1   | 42%   | 23% | 45% | 15%   |
| 2   |       |     | 60% |       |
| 3   |       |     |     |       |
| 4   | 41%   | 23% | 45% | 18%   |
| 5   |       |     | 60% |       |
| 6   |       |     |     |       |
| 7   | 40%   | 23% | 45% | 22%   |
| 8   |       |     | 60% |       |
| 9   |       |     |     |       |

|     |                          |     |    |    |     |      |      |    |      |
|-----|--------------------------|-----|----|----|-----|------|------|----|------|
| No. | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |     |    |    |     |      |      |    |      |
|     | W                        | C   | A  | B  | S   | G7   | G6   | G5 |      |
| 1   | 80                       | 349 |    |    | 157 | 1592 |      |    |      |
| 2   | 74                       | 277 | 43 |    | 192 | 1592 |      |    |      |
| 3   | 74                       | 295 |    | 27 | 193 | 1592 |      |    |      |
| 4   | 76                       | 331 |    |    | 149 |      | 1570 |    |      |
| 5   | 67                       | 263 | 41 |    | 182 |      | 1570 |    |      |
| 6   | 70                       | 280 |    | 25 | 183 |      | 1570 |    |      |
| 7   | 71                       | 309 |    |    | 139 |      |      |    | 1510 |
| 8   | 65                       | 246 | 38 |    | 170 |      |      |    | 1510 |
| 9   | 66                       | 261 |    | 24 | 171 |      |      |    | 1510 |

Vm/Vg: モルタル/粗骨材比(vol%), W/P: 水/粉体比(wt%)  
S/P: 細骨材/粉体比(wt%)  
W: 水道水  
C: 普通ポルトランドセメント, 密度 3.16 g/cm<sup>3</sup>  
A: 特殊混和材 A (高炉スラグ微粉末高含有), 密度 2.68g/cm<sup>3</sup>  
B: 特殊混和材 B (高炉スラグ微粉末低含有), 密度 2.76 g/cm<sup>3</sup>  
S: 細骨材, 表乾密度 2.59 g/cm<sup>3</sup>, FM2.02  
G7: 粒径 2.5~5mm, 表乾密度 2.66g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 1.06%  
G6: 粒径 5~13mm, 表乾密度 2.70g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 0.80%  
G5: 粒径 13~20mm, 表乾密度 2.71g/cm<sup>3</sup>, 吸水率 0.37%

中から取り出した後 1 時間、気中で内部の水抜きをし、表面の水を拭き取り測定した。

2.2.3 簡易急速凍結融解試験<sup>2)</sup>

液化窒素用の容器に供試体を投入し、液化窒素を数秒間吹き付け、蓋をして 30 秒間凍結させる。その後、約 40℃の水に浸漬し 5 分間融解させる。融解後水分を拭き取り、供試体上部の凍結した面から約 15mm の位置に超音波センサーをあて、距離 100mm 間の超音波伝播時間(T)を計測する。この作業を 1 サ

キーワード ポーラスコンクリート, 耐久性, 混和材, 乾湿繰返し試験, 簡易凍結融解試験

連絡先 〒768-0040 香川県観音寺市瀬戸町 2 丁目 14 番 16 号 株式会社総合開発 開発営業部 TEL 0875-25-5511

イクルとし、相対動弾性係数が 60%になるか、サイクル(n)が 10 回に達した時点を試験終了とした。以下の式により相対動弾性係数を求めた。

$$v = \sqrt{\frac{Ed}{\rho}} \text{より相対動弾性係数: } \frac{Edn}{Ed0} = \left(\frac{vn}{v0}\right)^2 = \left(\frac{T0}{Tn}\right)^2$$

T: 超音波伝播時間, n: サイクル数

Ed: 動弾性係数(GPa), V: 超音波伝播速度(km/s)

### 3. 実験結果および考察

#### 3.1 空隙率と圧縮強度試験

図-1 に圧縮強度と空隙率の結果を示す。空隙が増加するに従い、強度が低下する。空隙率が同じ場合、砕石サイズが小さい方が強度が大きい。骨材の接触が増加するためと考えられる。それゆえ、混和材混入による強度の増進は見られなかった。逆に砕石サイズが大きい 6 号及び 5 号砕石では、骨材の接触が少なく、混和材混入による強度の増進が確認できた。

#### 3.2 乾湿繰返し試験

図-2 および図-3 に乾湿繰返し回数と相対動弾性係数および質量減少率の関係を示す。混和材混入の方が低下の程度が小さかった。特に砕石サイズの大きい場合、混和材混入による効果は高かった。骨材の点接触部分のモルタルが厚くなることが影響していると考えられる。

#### 3.3 簡易急速凍結融解試験

図-4 に簡易急速凍結融解試験の繰返し回数と相対動弾性係数の関係を示す。混和材による効果は確認できなかった。また、60%を下回る配合はなかったが、7 号砕石と 6 号砕石を比較すると粒径が大きくなると低下する傾向であった。しかしながら、5 号砕石は空隙率が大きく、100%を超えるデータがあり、ばらつきが大きくなった。砕石サイズが大きくなると、PC 表面の凹凸等の原因により測定値が安定しなかったためと考えられる。

### 4. 結論

混和材を混入した PC の乾湿繰返しに対する耐久性および圧縮強度は向上した。特に砕石サイズが大きい場合にその効果が高く、相対的に

骨材粒子の接触点が多く、モルタル層が厚くなることが影響していると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 第 4 章 物性劣化の評価, 日本コンクリート工学会 四国支部「環境配慮型コンクリート構造物設置後の機能変化に関する調査研究委員会」報告書, pp.4-1~4-14, 2011.3.
- 2) 田中, 橋本, 渡辺, 石丸: 河川護岸のポーラスコンクリートの経年劣化に関する研究, 日本建築学会 四国支部投稿中, 2013.5.
- 3) (財) 先端技術センター: ポーラスコンクリート 河川護岸の手引き, 山海堂, p116~120, 2001.

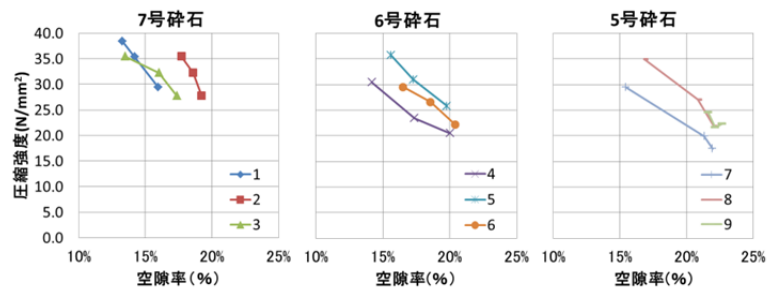


図-1 空隙率と圧縮強度の関係

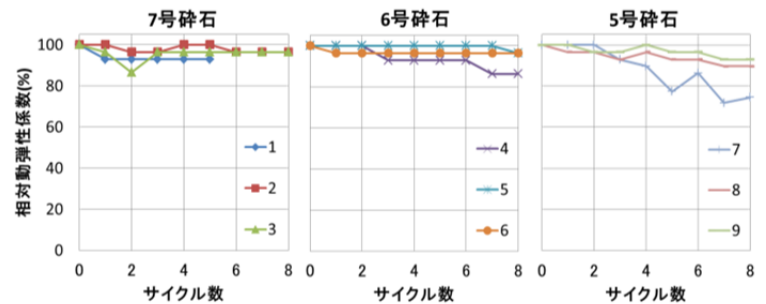


図-2 乾湿繰返しによる繰返し回数と相対動弾性係数の関係

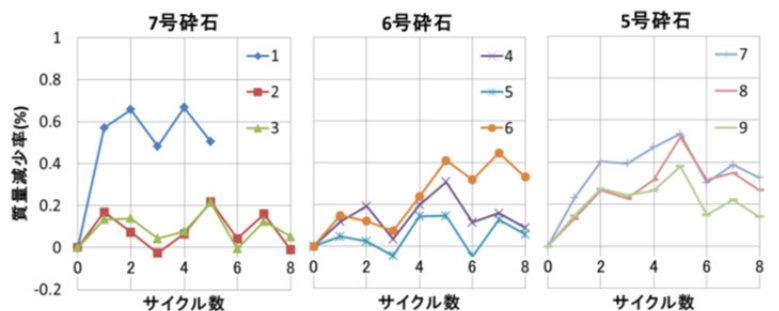


図-3 乾湿繰返しによる繰返し回数と質量減少率の関係

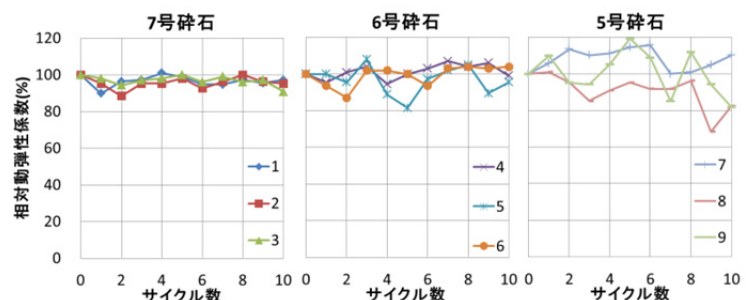


図-4 簡易急速凍結融解試験による繰返し回数と相対動弾性係数の関係