

## 骨材特性が異なる砕石を使用したポーラスコンクリートの 耐久性に関する実験的検討

総合開発 正会員 ○葛西 博文 国際航業 非会員 安倍 千賀子  
総合開発 非会員 小田島 勉 徳島大学大学院 正会員 橋本 親典

### 1. はじめに

ポーラスコンクリートは内部に水や空気を自由に通す連続空隙を持つ多孔質なコンクリートである。その特性から、水際環境で利用されることが多く、雨水や河川水による乾湿繰返し作用、および寒冷地においては凍結融解作用による耐久性が懸念されるため、河川護岸に施工後十数年経過したポーラスコンクリートを対象とした研究も報告されている<sup>1),2)</sup>。ポーラスコンクリートの耐久性は、モルタル部分に大きく依存していると考えられている<sup>3)</sup>が、骨材の容積がコンクリート中の約70%と多くを占めており、モルタル部分だけでなく、骨材の特性がポーラスコンクリートの耐久性に及ぼす影響は大きいと考えられる。

そこで本研究では、吸水率や密度が異なる4種類の骨材を用いて実験を行い、骨材の特性がポーラスコンクリートの耐久性に与える影響を明確にすることを目的とし、耐久性について実験的検討および比較を行った。

### 2. 実験概要

#### 2. 1 使用材料および配合

使用した粗骨材の物理的性質および配合を表-1、表-2に示す。配合A～Cはそれぞれ岩種が異なる7号砕石、配合Dは乾燥収縮抑制として注目されている石灰石砕石を使用した。供試体作製において、モルタルの垂れ防止、骨材とモルタルを均質化、空隙確保の観点から、各骨材の特徴に適したW/C、細骨材量を設定した。目標空隙率は、空隙率が7%～20%の範囲で6通りとなるよう型枠への詰め込み量を変化させた。

#### 2. 2 実験項目および方法

##### (1) 簡易急速凍結融解試験

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秒間底面を凍結させる。その後約40℃のお湯に浸漬し5分間融解させる。融解後水分を拭き取り、凍結した底面から約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を計測した。この作業を1サイクルとし、相対動弾性係数が60%以下になるか、10サイクルに達した時点で試験終了とした。

##### (2) 乾湿繰返し試験

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。試験開始前および試験開始後2サイクルごとにJIS A 1127による一次共鳴振動数およ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。

### 3. 実験結果および考察

#### 3. 1 簡易急速凍結融解試験

図-1に空隙率と10サイクル目の相対動弾性係数の関係を示す。全ての配合において相対動弾性係数が60%を下回ることにはなかった。また、空隙率が高いほど相対動弾性係数は小さくなることが確認できた。

石灰石を使用した配合Dは、全ての空隙率において相対動弾性係数は90%程度を保持した。吸水率や粗粒率が小さかったため、高い耐久性を維持できたと考えられる。

表-1 粗骨材の物理的性質

| 配合 | 岩種  | 表乾密度<br>(g/cm <sup>3</sup> ) | 吸水率<br>(%) | すり減り<br>減量(%) | 粗粒率  |
|----|-----|------------------------------|------------|---------------|------|
| A  | 輝緑岩 | 3.00                         | 0.36       | 10.8          | 5.04 |
| B  | 安山岩 | 2.74                         | 2.65       | 20.8          | 4.96 |
| C  | 粘板岩 | 2.69                         | 1.30       | 8.9           | 5.22 |
| D  | 石灰石 | 2.69                         | 0.57       | —             | 4.80 |

表-2 配合

| 配合 | W/C<br>(%) | 単位量(kg/mm <sup>3</sup> ) |     |     |      |
|----|------------|--------------------------|-----|-----|------|
|    |            | W                        | C   | S   | G    |
| A  | 25.4       | 94                       | 370 | 473 | 1398 |
| B  | 28.1       | 101                      | 360 | 269 | 1444 |
| C  | 29.7       | 101                      | 340 | 140 | 1555 |
| D  | 28.0       | 98                       | 350 | 202 | 1479 |

普通砕石を使用した配合 A～C において、配合 A は普通砕石を使用した配合の中で比較的耐久性を維持することができている。これは、粗骨材の吸水率が最も小さいためと考えられる。配合 C は、配合 B よりも吸水率が約 2 倍小さいが、最も相対動弾性係数が低下した。その要因として、配合 C は配合 B に比べ、使用した細骨材の量が少ないことにより、モルタル量が少なくなり、粗骨材の粒子間の点接触を支えているモルタル厚さがポーラスコンクリートの耐久性に影響を与えていると考えられる。

### 3. 2 乾湿繰返し試験

配合 B の乾湿繰返し試験の結果を図-2 に示す。それぞれ図中に 6 通りに変化した空隙率を示す。全ての空隙率において相対動弾性係数が低下することはなかった。配合 A, C, D も同様な結果が得られ、乾湿繰返しによる相対動弾性係数の低下は確認できなかった。このことから、乾湿繰返しのような緩やかな環境条件では、粗骨材の違いが耐久性に耐える影響は極めて軽微であると言える。

図-3 に空隙率と試験終了後の質量減少率の関係を示す。全ての配合において、空隙率が大きいほど質量減少率も大きくなることが確認できた。特に石灰石を使用した配合 D は、極めて顕著な低下度合いを示した。石灰石の乾燥収縮率は普通骨材よりも小さいため、モルタルの乾燥収縮率と大きな差が生じ、供試体内に軽微なひび割れが生じた可能性がある。

普通砕石を使用した配合については、配合 A, B, C の順に空隙率の変化に伴う質量減少率は小さかった。配合 A～C で質量減少率に違いが生じた原因として、細骨材の量が考えられる。配合 A は細骨材量が最も多いことから、セメントペーストに対する細骨材量が大きく、粗骨材粒子をつなぐ結合材の付着力が低下した可能性がある。それにより、乾湿を繰り返す度に十分に付着していなかったモルタルが剥がれ落ちたと考えられる。配合 C は細骨材量が少なく、モルタルが粗骨材に十分に付着したため、モルタルの剥がれが少なく、質量減少があまりなかったと考えられる。

### 4. 結論

本研究の範囲で以下のことが明らかになった。

- 1) 石灰石は簡易急速凍結融解試験のような厳しい劣化作用よりも、乾湿繰返しのような緩やかな環境条件において、普通骨材より耐久性に与える影響が大きくなる。
- 2) 乾湿繰返し試験において、相対動弾性係数から骨材特性の違いによる耐久性への影響を評価することは難しく、質量減少率により評価が可能である。
- 3) 骨材特性に応じて配合条件を工夫することにより耐久性を改善することが可能であることが示唆された。

参考文献 1) JCI 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」編：研究委員会報告書，pp4-1～4-14，2011.3 2) 田中美里，橋本親典，渡辺健，石丸啓輔：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研究報告集，Vol.13，pp.11～12，2013.5 3) 葛西博文，橋本親典，田中美里，小田島勉，山田登志夫：ポーラスコンクリートの耐久性改善に関する研究，土木学会年次学術講演会講演概要集，Vol.68，pp.203～204，2013.9

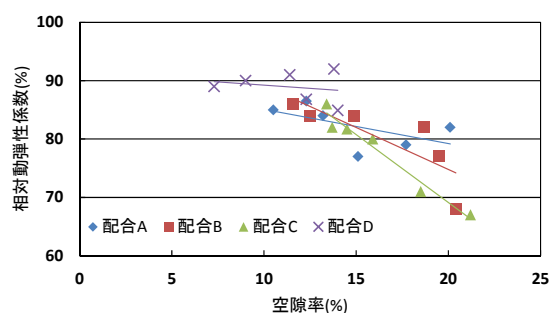


図-1 空隙率と相対動弾性係数の関係

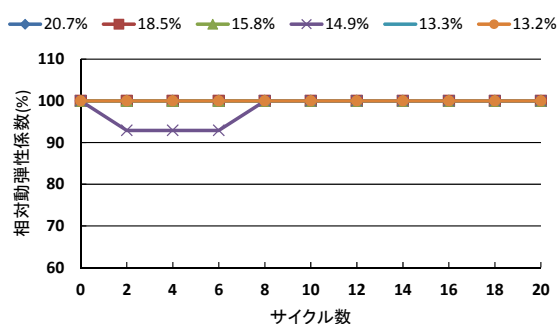


図-2 配合 B 乾湿繰返し試験結果

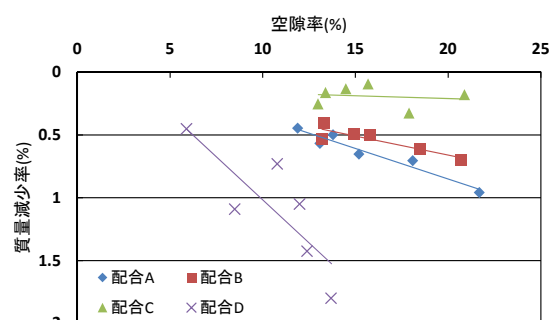


図-3 空隙率と質量減少率の関係