

## 第V部門

## 歩道用ポーラスコンクリートへの砕石粉の適用方法とその性状に関する基礎研究

近畿大学大学院

学生員 ○柏木 洸一

近畿大学理工学部

正会員 麓 隆行

## 1. はじめに

多くの舗装にはアスファルトが使用されている。しかし、原料である石油の高騰や枯渇、ヒートアイランド現象への影響など問題も懸念されることから、今後コンクリートなど他の材料との併用を進めることが重要と考えられる。さらに現在の舗装には、強度以外に吸音、透水、雨水貯留などの性能も求められるため、ポーラスコンクリート舗装とすることが望ましい<sup>1)</sup>。しかし、ポーラスコンクリートの舗装としての評価方法やそれに対する使用材料の影響は、未解明な部分も多い。一方、天然骨材の枯渇からコンクリート用細・粗骨材として砕石、砕砂の増産が行われ始めている。それらの製造の際に発生する砕石粉の利用方法は未だに確立されておらず、その解決が望まれている。そこで、本研究では、砕石粉を材料分離抵抗性を改善する混和材としてポーラスコンクリートに使用することを目的に実験的研究を行った。ここでは、施工実績のある配合と流動性、強度の比較から、砕石粉を用いた配合を決定する手順での配合設計を試み、それを用いたポーラスコンクリートの締固めと強度性状について調べた結果を報告する

## 2. ペーストに砕石粉を用いたモルタル配合の検討

施工実績のある配合のモルタル部分との比較から砕石粉を用いたモルタル配合を検討した。実験に使用した材料を表1に示す。また、砕石粉として、砕石の製造時に発生した0.15mm以下の粒子を用いた。モルタル配合を表2に示す。番号1～5の配合は主に歩道用ポーラスコンクリート舗装（設計曲げ強度2.5kN/mm<sup>2</sup>、透水係数1×10<sup>-2</sup>cm/s）として実際に使用された配合のモルタル部分を抜き出した配合である。砕石粉を用いた配合として6-1～6-3の3種類の配合を使用した。配合番号1、2には普通ポルトランドセメントを、それ以外には早強ポルトランドセメントを使用した。容量1ℓのモルタル用ミキサを用いて、モルタルを練混ぜた後、その直後に0打フロー、水中養生7日後の曲げ強度を測定した。

各試験の結果を図1～図2に示す。各試験の配合番号1～5までの最小値と最大値の幅を点線で示し、これらを基準値とした。図1より0打フロー試験において、配合番号6-2のみ大きく基準値から離れていた。

表1 使用材料

| 種別   | 記号  | 使用材料・備考                                              |
|------|-----|------------------------------------------------------|
| セメント | C   | 普通ポルトランドセメント $\rho=3.15\text{g/cm}^3$                |
|      |     | 早強ポルトランドセメント $\rho=3.13\text{g/cm}^3$                |
| 混和材  | FA  | フライアッシュ $\rho=2.29\text{g/cm}^3$                     |
|      | P   | 無機系粘性改善剤 $\rho=2.55\text{g/cm}^3$                    |
| 水    | W   | 水道水 $\rho=1.00\text{g/cm}^3$                         |
| 細骨材  | S   | 川砂 $\rho=2.59\text{g/cm}^3$ 吸水率0.92 粗粒率3.69 実積率65.07 |
| 砕石粉  | CSP | $\rho=2.47\text{g/cm}^3$                             |
| 混和剤  | AE  | 高性能 AE 減水剤 $\rho=1.09\text{g/cm}^3$                  |

表2 モルタル実験での配合表

| 配合番号 | W/B (%) | 単位量 (kg/m <sup>3</sup> ) |      |    |     |     |     |      |
|------|---------|--------------------------|------|----|-----|-----|-----|------|
|      |         | W                        | B    |    |     | S   | CSP | AE   |
|      |         |                          | C    | P  | FA  |     |     |      |
| 1    | 30      | 362                      | 1132 | 78 |     | 643 |     |      |
| 2    | 30      | 429                      | 1143 | 84 |     | 456 |     |      |
| 3    | 30      | 362                      | 1125 | 78 |     | 643 |     |      |
| 4    | 30      | 429                      | 1136 | 84 |     | 456 |     |      |
| 5    | 25      | 318                      | 1084 |    | 198 | 644 |     | 119  |
| 6-1  | 35      | 460                      | 1150 |    | 164 |     | 259 | 31.5 |
| 6-2  | 30      | 460                      | 1314 |    | 219 |     | 61  | 31.9 |
| 6-3  | 32.5    | 460                      | 1227 |    | 188 |     | 169 | 31.7 |

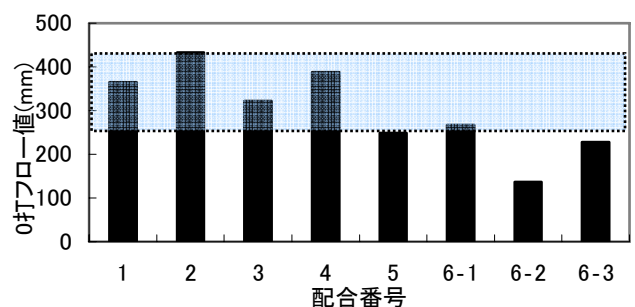


図1 モルタルの0打フロー試験結果

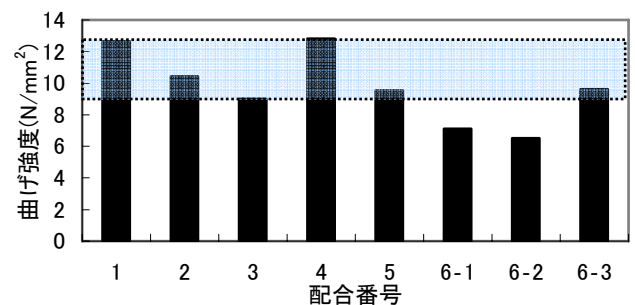


図2 モルタルの材齢7日での曲げ強度試験結果

また、図 2 において曲げ強度の基準値を両方満たしている配合は配合番号 6-3 のみであったことから、本研究でのモルタルの配合を 6-3 に決定した。

### 3. 碎石粉を用いたポーラスコンクリートの締固め率および強度

粗骨材に 5～7 号碎石を、整粒処理による角取りの有無を加えた表 3 に示す 5 種類用いた。ペーストの配合には表 2 の番号 6-3 の配合を用いた。ただし、参考にした配合と粗骨材の種類が異なることから、ダレを防ぐために混和剤添加量を  $(B+CSP) \times 0.2\%$  に調整した。そして、強制 2 軸練りミキサを用いてペーストと粗骨材との体積比 ( $V_m/V_g$ ) を 43～73% 変化させたコンクリートを製造し、設定空隙率が 20% となる配合を決定した。コンクリートを製造し、直後に締固め試験を行った。なお、締固め試験は、JSCE-F 507-1999 を参考に、 $\phi 24 \times h 20 \text{ cm}$  の容器に 7.25 kg の試料をつめ、その上から 20 kg の振動機により、40 秒間締固める方法で行った。その後、空隙率 20% となるポーラスコンクリートの曲げおよび圧縮供試体を作製し、材齢 7 日まで水中養生後、曲げ、および圧縮強度試験を行った。

以下に結果を示す。図 3 より、締固め率 100% となる  $V_m/V_g$  は骨材の粒径によらずおよそ同じであった。ただ、整粒処理により角を取り除いたため締固め率 100% の  $V_m/V_g$  が 2～3% 小さくなった。これは、粗骨材の実積率の改善効果と考えられる。

次に、図 4、図 5 のとおり、空隙率が同じ場合の曲げ強度は、実積率によらず粗骨材の粒径が小さいほど大きかった。粒径が小さいと、供試体の単位断面積あたりの接点数が多くなったためと考えられる。一方、圧縮強度への粗骨材粒径や形状の影響は小さかった。また、5B を用いたもの以外は、設計曲げ強度以上の強度があったことから、本研究の手法で碎石粉をポーラスコンクリートのモルタルに使用可能と考えられる。

### 4. まとめ

碎石粉を用いたポーラスコンクリートの実験的研究から次のことがわかった。

1. モルタルの配合は、施工実績のあるモルタル配合との比較から決定できると考えられる。ただし、粗骨材の種類により、ダレを防ぐための混和剤添加量の調整が必要である。
2. 締固め率が 100% となる  $V_m/V_g$  は骨材の粒径よりも実積率の影響が大きい。
3. 曲げ強度には実積率によらず、粗骨材粒径の影響が大きい。圧縮強度には粗骨材粒径や形状の影響は小さい。

表 3 粗骨材として用いた碎石の種類と品質

| 粒径  | 整粒処理 | 記号 | 表乾密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ ) | 実積率 (%) |
|-----|------|----|---------------------------------|---------|
| 5 号 | 有    | 5E | 2.57                            | 58.8    |
|     | 無    | 5B | 2.59                            | 58.4    |
| 6 号 | 有    | 6E | 2.60                            | 58.6    |
|     | 無    | 6B | 2.58                            | 57.8    |
| 7 号 | 有    | 7E | 2.60                            | 55.3    |

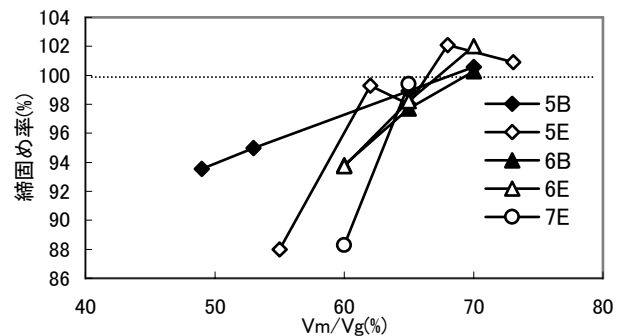


図 3  $V_m/V_g$  と締固め率との関係

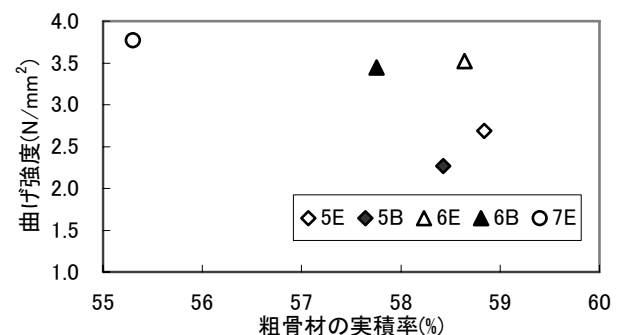


図 4 空隙率 20%としたポーラスコンクリートの曲げ強度と粗骨材の実積率との関係

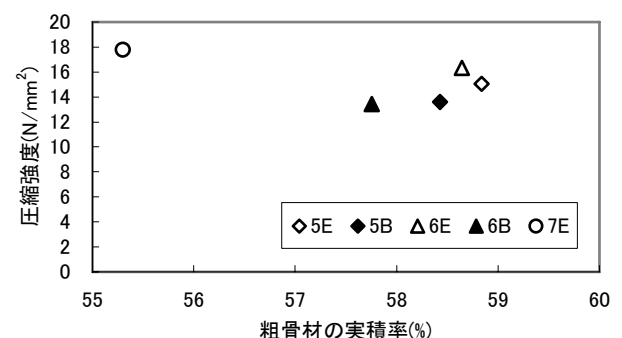


図 5 空隙率 20%としたポーラスコンクリートの圧縮強度と粗骨材の実積率との関係

### 参考文献

- 1) 独立行政法人土木研究所：道路路面雨水処理マニュアル（案）、山海堂、pp.7～13、2005.12