

1. はじめに

著者は、資源の有効利用を考え、ポーラスコンクリートへの砕石粉の利用を検討してきた¹⁾。ポーラスコンクリートは、まだ一般的な設計手法はなく、その確立が望まれている。砕石粉の利用を考える上で、粉体を使用した手法の検討も必要である。そこで、本研究では、粉体を用いたポーラスコンクリートの配合設計の基礎知見を得るため、ポーラスコンクリートのフレッシュ性状に及ぼす砕石粉の影響を検討した。

2. 実験概要

表 1 に使用した材料の種類と代表的な品質を示す。使用した砕石の製造工場にて、集塵機で回収した粉体を、砕石粉として使用した。表 2 に配合表を示す。砕石粉を用いたペーストの粘性は高いため、同程度の締固めで目標空隙率となるように、過去の経験から決定した。そのため、砕石粉を混入するとペースト量が多くなった。

ポーラスコンクリートは、強制 2 軸練りミキサで粗骨材、砕石粉を 10 秒間、セメントを加えて 10 秒間攪拌後、混和剤と水を追加し、90 秒間攪拌、かき落とし、90 秒間攪拌の順で製造した。

フレッシュ性状の試験として、上面振動締固め試験を用いた。直径 240mm、高さ 200mm の鋼製容器に、試料 7.25kg を突き棒で 2 層、各 25 回突き固めた後、振動数 3600rpm、振幅 1mm の振動機を固定した鋼板(合計 20kg)を試料上面に設置し、所定の時間振動後の試料の沈下量を 4 カ所計測し、その平均値から締固め密度を算定した。そして、配合から求まる空隙率 0% の試料密度との比から、空隙率を求めた。

また、図 1 のように、ポーラスコンクリートのペーストは、骨材周囲の固定ペーストと、空隙を充填する余剰ペーストに分けられる。固定ペーストのみの場合、その空隙率は幾何学的に骨材の間隙率(=100%-実積率)と同じと仮定できる。よって、骨材の間隙率とポーラスコンクリートの空隙率との差から余剰ペースト体積が求められ、全ペーストと余剰ペーストの差が固定ペーストの体積となる。

また、考察のため、粗骨材を除いた材料を、表 2 の配合比で混合したペーストを作製した。小型ミキサで、セメント、砕石粉を低速で 30 秒間練り混ぜた後、混和剤と水を 30 秒間で投入した。その後、低速で 120 秒間、高速で 240 秒間練り混ぜた。練上がり直後に、JIS R 5201 に準じてフロー試験を実施した。

表 1 使用材料

種別	記号	使用材料・備考
水	W	水道水
セメント	C	普通セメント, 密度 3.16g/cm ³
砕石粉	GSP	兵庫県産流紋岩, 絶乾密度 2.47g/cm ³ , 平均粒径 47.9μm, BET 比表面積 4.28m ² /g
粗骨材	G	兵庫県産流紋岩 6 号砕石, 表乾密度 2.60g/cm ³ , 吸水率 1.50%, 実積率 59.4%
混和材	SP	ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤
消泡剤	—	全配合で C×0.004%添加

表 2 配合表

砕石粉混入率 ^{*1} (%)	目標空隙率 (%)	Vp/Vg	W/C (%)	単位量 (kg/m ³)				SP (C×%)
				W	C	CSP	G	
0	18	0.413	25	106	423	0	1521	0.075
0	23	0.330	25	84	337	0	1517	0.075
0	28	0.247	25	63	252	0	1513	0.1
5	18	0.455	25	107	428	35	1476	0.15
5	23	0.372	25	87	348	29	1470	0.15
5	28	0.289	25	67	269	23	1463	0.15
10	18	0.497	25	108	433	67	1435	0.45
10	23	0.414	25	90	358	56	1426	0.45
10	28	0.332	25	71	285	44	1417	0.5

*1 ペーストに対する体積割合, *2 全配合で消泡剤 C×0.004%添加

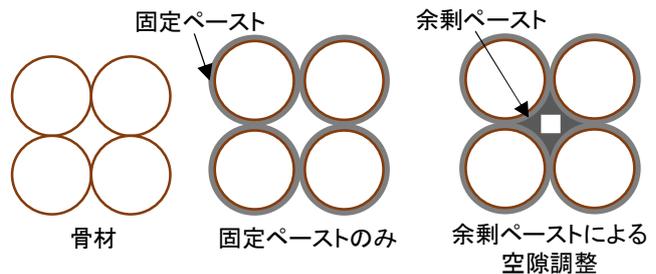


図 1 ポーラスコンクリートの空隙形成イメージ

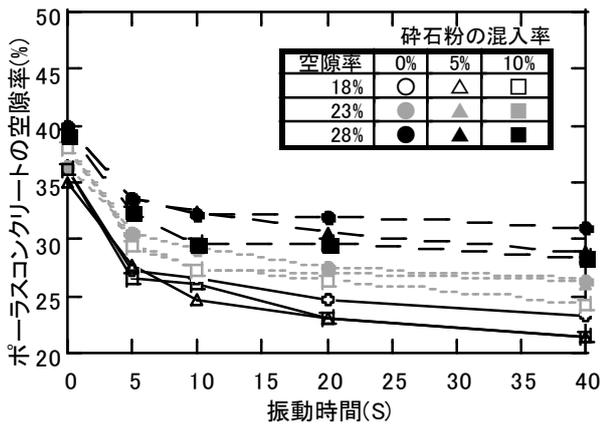


図2 振動時間とポーラスコンクリート空隙率との関係

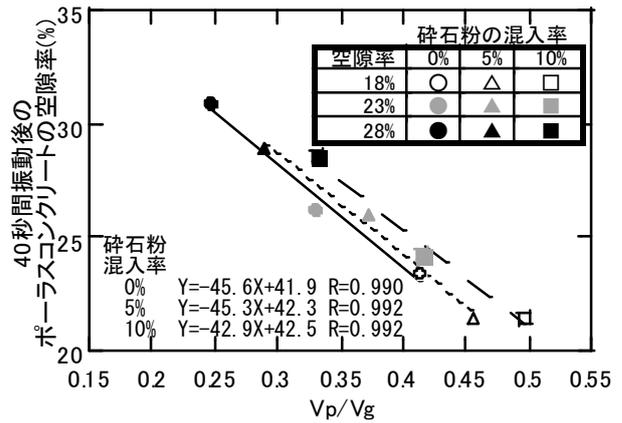


図3 V_p/V_g と40秒間振動後の空隙率との関係

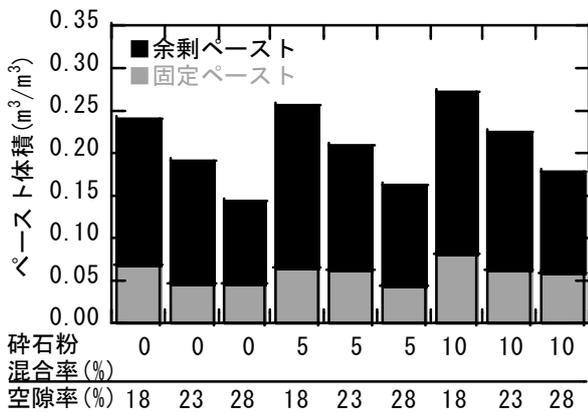


図4 各配合での固定および余剰ペースト体積

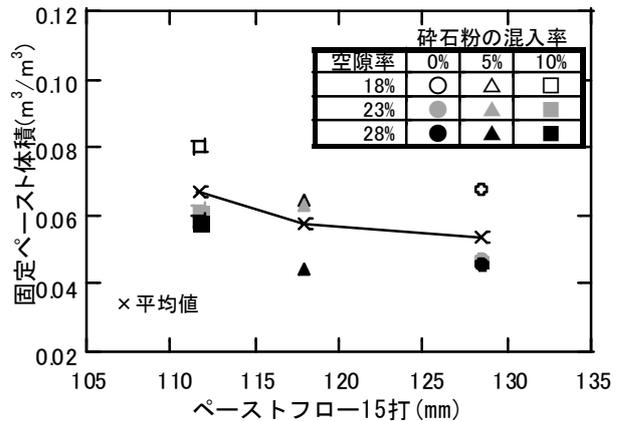


図5 ペーストフローと固定ペースト体積との関係

3. 実験結果と考察

図2に示すように、上面振動締め試験の振動時間が0~10秒間でポーラスコンクリートが急激に締め固まり、それ以上の振動を与えても緩やかな体積変化となった。40秒間の振動で目標空隙率に近い結果となった。同じ締め固め時間での空隙率の差は、コンシステンシーの差と考えることができる。

図3に示すように、40秒間締め固めた後の空隙率と、粗骨材とペーストの体積比 V_p/V_g との関係は、同種のペーストで直線となった。ただし、同じ V_p/V_g でも、砕石粉の混合率が高いほど空隙率は大きくなった。

次に、図4にペースト内に占める固定および余剰ペースト体積を算出した結果を示す。ポーラスコンクリートの空隙率が小さいほど、余剰ペースト体積は大きい、固定ペースト体積の変化は小さかった。

そこで、図5のように、ペーストのフロー値と固定ペースト体積との関係を調べると、ばらつきはあるが、ペーストフローが小さくなると固定ペースト体積が増加した。その傾向は、ペーストフローが115mm以下となると顕著であった。これは、図3での砕石粉の混入による V_p/V_g と空隙率の関係の変化と同様であった。

以上から、ポーラスコンクリートのフレッシュ性状として、 V_p/V_g と空隙率の関係が、砕石粉の混入により変化し、その変化は、砕石粉の混入によるペーストフローから推定できる可能性が明らかとなった。

4. まとめ

- 1) 砕石粉混入ポーラスコンクリートの V_p/V_g と空隙率の関係は直線だが、砕石粉の混入により変化する。
- 2) V_p/V_g と空隙率の関係の変化は、砕石粉の混入によるペーストフローから推定できる可能性がある。

参考文献

- 1) 麓隆行, 柏木洗一: 砕石粉の物理的性質が舗装用ポーラスコンクリートの性状に及ぼす影響, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, pp.1391-1396, 2010.7