

瓦ポーラスコンクリートの製法に関する実験的研究

名古屋工業大学大学院 学生会員 ○中田 康平
 名古屋工業大学大学院 正会員 上原 匠
 名古屋工業大学大学院 学生会員 山田 悠史
 一般社団法人瓦チップ研究会 非会員 亀井 則幸

1. はじめに

家屋解体等により発生する使用済みの瓦の発生量の増加に対しては、再資源化と用途開発が進められており、その一つにポーラスコンクリート(以下 POC)の骨材への利用がある。POC は細骨材が極端に少なく、粗骨材間の空隙が大きく多孔質なことから、透水性能や保水性能が高いという特徴を有する。その多孔質性からヒートアイランド現象対策として舗装等への適用が進められる中、保水性の高い瓦の粗骨材(以下瓦チップ)を組み合わせることで POC の性能がさらに向上すると考えられている。ただし、POC は製造方法等のガイドラインがなく、製造・施工が技術者の能力に依存している。

本研究では従来製法に代わる瓦の POC(以下瓦 POC)の製法を検討する。従来製法では、各種物性に大きな影響を与える空隙率が施工者に大きく依存されることから、空隙率の制御について検討した。

2. 使用材料

使用材料を表 1 に示す。瓦チップは粒径の異なる 2 種類を用意した。細骨材は使用せず、粗骨材全量を瓦チップに置き換えて用いた。

表 1 使用材料一覧

材料	名称	粒径(mm)	記号	物性値・諸元
セメント	普通ポルトランドセメント	—	C	密度: 3.16g/cm ³
粗骨材	瓦チップ	15-10	T	表乾密度: 2.24g/cm ³ , 絶乾密度 2.04g/cm ³ , 吸水率 9.75%
		20-10		表乾密度: 2.20g/cm ³ , 絶乾密度 2.01g/cm ³ , 吸水率 9.50%
混和剤	高性能 AE 減水剤	—	SP	ポリカルボン酸系, 非空気連行タイプ

3. 実験概要

3.1. 試験体の製作

プレパックドコンクリートの施工方法を参考に、瓦チップを詰めた型枠内にセメントペーストを充填させた後に、余剰分となるペーストを排出することで POC の製造を試みた。手順として、まず、円柱供試体の型枠に瓦チップを振動機で締め付けた。次に、図 1 に示すようにペーストを型枠下部に開けた孔から注入した。最後に、注入ペーストが締め付けた瓦骨材間を通り、上部から流出したのを確認後に注入を止め、底部に開けた空気孔から余剰ペーストを自然流下させて除去した。

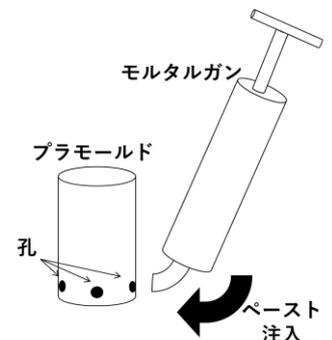


図 1 ペースト注入の概略図

3.2. 配合

従来製法で製作した瓦 POC の配合を参考に、空隙率を 30% に、一般的な POC の水セメント比を参考に、セメントペーストの水セメント比を 29% に、それぞれ設定した。予備実験から得られた、目安となるセメントペーストのフロー値を 350mm とし、高性能 AE 減水剤の添加量で調整した。なお、粗骨材を型枠に詰め込む際、締め条件により実積率が変化する。即ち、実積率により単位粗骨材量に変化することとなる。従来製法の配合を用いて目安となる単位粗骨材量は 1350kg 程度となる。

3.3. 実験項目

まず、締め条件と実積率の関係を把握した後、POC を製造し、空隙率試験と圧縮強度試験を実施した。締め条件は、締め際の層数を 1~3 層の 3 種類にすること、振動機による振動時間を変化させることとし、実積率との関連性の把握、及び実積率の制御を試みた。また、従来製法では施工者によって変化があった空隙率が、提案製法では制御可能であるかを検討した。さらに、空隙率と圧縮強度の関係性を調べた。

キーワード 使用済み瓦, ポーラスコンクリート, 実積率, 空隙率

連絡先 〒464-8555 名古屋市昭和区御器所町 名古屋工業大学 TEL052-735-5502

4. 実験結果

4.1. 実積率試験結果

図2に締固め時間ごとの実積率を示す。粒径・締固め層数によらず、締固め時間と実積率に対数関数的な関係があることが分かる。今回は粒径の異なる2種類の瓦チップを用い、締固め時間で実積率の制御を試みた。そのため、制御可能な実積率の範囲が50~60%となった。実際の施工例のPOCの空隙率は、強度との両立のために20%以下であり、空隙率を下げることは実積率の増加を意味する。実積率を増加する方法として、多種多様な粒径を組み合わせることによる空隙率制御が可能な範囲の拡大を図るやり方が考えられる。

4.2. 空隙率試験

図3に従来製法と検討製法を比較した空隙率試験の結果を示す。空隙率はいずれの製法でも35~40%となったが、提案製法の方が供試体同士の空隙率の差が少なく、施工者に依存しない、安定した空隙率を示しているといえる。また、全空隙率に占める連続空隙率も従来製法の値と同等であり、検討製法でも、空隙率においてはPOCの性能を十分満足しているといえる。

図4に実積率と空隙率の関係性を示す。検討製法では両者が高い相関性を示しており、これは実積率から空隙率を設定可能、即ち空隙率の制御が可能であることを示唆している。今回は水セメント比29%、設計空隙率30%の場合のみで、他の設定値でも同様かは不明であり、今後検討の余地がある。

4.3. 圧縮強度試験

図5に圧縮強度試験(材齢28日)の結果を示す。空隙率によらず、従来製法では概ね3.0~6.0N/mm²であるのに対し、検討製法では3.0N/mm²以下に低下している。後からペーストを注入するというこの製法の性質上、骨材間にペーストの非付着部分がある程度存在することから、骨材同士の接触による横ずれ等が起き、強度低下を招いたと考えられる。一方、瓦POCの場合、製法に関係なく、目標とする圧縮強度(9.6N/mm²)¹⁾²⁾の基準は満たしておらず、今後は圧縮強度向上のための検討が必要である。

5. まとめ

従来製法と比較すると、実積率を用いることで空隙率の制御が可能になるなど、施工者による技術的な依存は軽減されたといえる。一方で圧縮強度は低下する結果となった。今後は骨材表面に付着するペースト量の制御方法についての検討等が必要となると考えられる。

<参考文献>

- 1) 梶尾聡ほか：舗装用ポーラスコンクリートにおける空隙率と強度に関する研究，第66回セメント技術大会講演要旨，pp.84-85，2012
- 2) エルドンオチルほか：ポーラスコンクリートの圧縮強度と曲げ強度の関係に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.37，2015

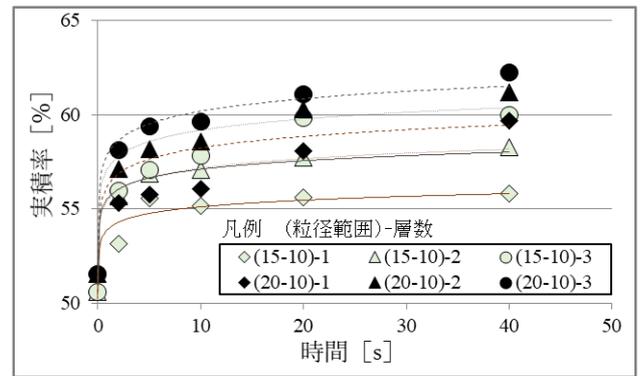


図2 締固め時間による実積率の変化

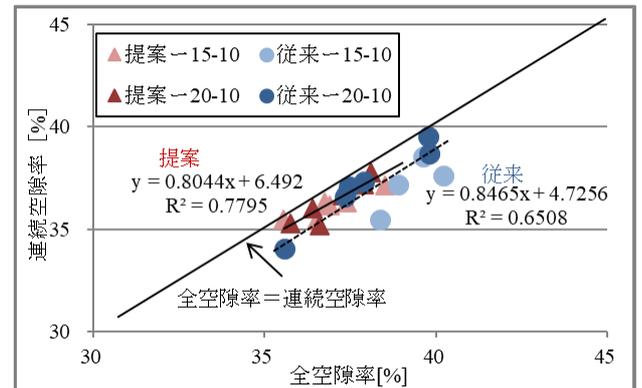


図3 各製法の連続空隙率—全空隙率

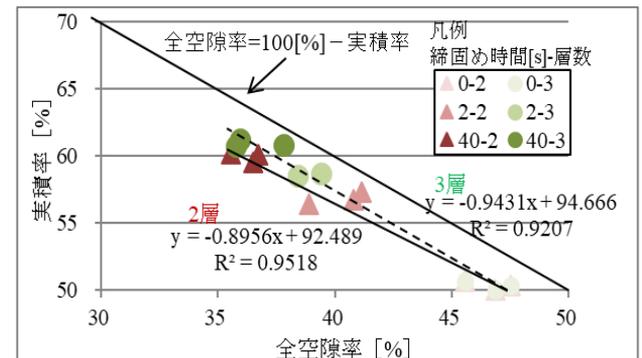


図4 実積率と全空隙率の関係性

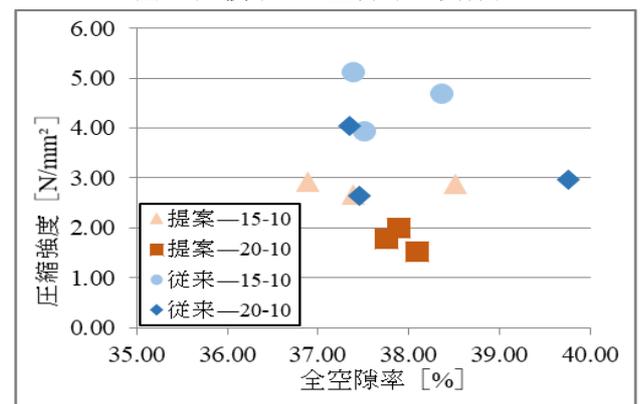


図5 圧縮強度と全空隙率の関係性