

舗装用ポーラスコンクリートの施工性確保を目的とした実験的研究

太平洋セメント(株) 正会員 ○高橋 英孝 正会員 石田 征男
 正会員 岸良 竜 正会員 畠田 聖史

1. はじめに

ポーラスコンクリート(以下PoC)は、モルタル(またはセメントペースト)で被覆した粗骨材同士を結合することで硬化体内に連続空隙を形成した多孔質なコンクリートである。PoCの施工性は、モルタルのフレッシュ性状が影響を及ぼすため、PoCの品質管理手法としてモルタルのフロー値を指標とする方法が提案されている(例えば¹⁾)。しかし、実機プラントでコンクリートを製造する場合は、モルタルのフロー値を正確に評価することは難しい。そこで、筆者らは現場で適用可能であり、かつ簡便な品質管理方法を検討し、提案した²⁾。

本報では、これらの管理手法を用いてPoCのフレッシュ性状を評価し、その実用性を確認するとともに、PoCの施工性を向上可能な条件について検討した結果を述べる。

2. 実験概要

2.1 実験の水準

実験の水準を表-1に示す。PoCの施工性に及ぼす影響因子として、モルタルの流動性と粘性に着目し、高性能AE減水剤の添加率(以下SP添加率)および増粘剤使用の有無が各種性状に及ぼす影響を確認した。

2.2 使用材料および配合

使用材料を表-2に、配合条件を表-3にそれぞれ示す。結合材として、普通ポルトランドセメントおよびポーラスコンクリート専用の混和材を使用した。細骨材は山砂を、粗骨材は硬質砂岩砕石1305をそれぞれ使用した。配合は、ペースト細骨材空隙比(以下Kp)、モルタル粗骨材空隙比(以下Km)および水結合材比(以下W/B)により算出し、空隙率を18.0±2.5%とした。

2.3 PoCの練混ぜ方法

練混ぜは、水平2軸形のミキサを用いて、モルタルを8分練り混ぜた後に粗骨材を投入し、その後90秒練り混ぜた後に排出した。

表-1 実験の水準

SP添加率 (B×%)	増粘剤 (kg/m ³)	水準記号
1.0	0.00	SP1.0N
1.2		SP1.2N
1.4		SP1.4N
1.6		SP1.6N
1.0	0.15	SP1.0VA
1.2		SP1.2VA
1.4		SP1.4VA
1.6		SP1.6VA

表-2 使用材料

種類	記号	概要
水	W	佐倉市上水道
セメント	C	普通ポルトランドセメント(密度3.16g/cm ³)
混和材	Ad	ポーラスコンクリート専用混和材(密度2.64kg/m ³)
細骨材	S	千葉県市原市産山砂 (表乾密度2.61g/m ³ 、実積率64.1%)
粗骨材	G	茨城県桜川市産砕石 (表乾密度2.64g/m ³ 、実積率60.0%)
化学混和剤	SP	ホリカルボン酸系高性能AE減水剤
増粘剤	VA	水溶性セルロースエーテル系

表-3 配合条件

W/B (%)	Ad/B (%)	Kp ^{※1}	Km ^{※2}	目標空隙率 (%)
26	2	6	0.64	18.0±2.5

※1 ペースト細骨材空隙比、※2 モルタル粗骨材空隙比

表-4 試験項目および試験方法

試験項目	試験方法
沈下法による空隙率	沈下法によるコンシステンシー試験 ³⁾ に準拠し、鋼製型枠(φ10×20cm)に試料(2.6kg)を投入し、試料上部に重錘(4kg)を載せ、テーブルパイプで120秒振動を与えた後に試料容積から空隙率の算出した。
無振動空隙率 ²⁾	沈下法の測定過程において、鋼製型枠内に試料を投入した後、テーブルパイプで加振する前の試料容積から算出した。
モルタル流下率 ²⁾	「ポーラスコンクリートのフレッシュ性状迅速判定マニュアル(案)」5.1「ポーラスコンクリートのフレッシュ性状判定試験を参考に、公称目開き4.75mmの網ふるい上に試料(1.5kg)を投入し、合板を介して壁打ちパイプで60秒間振動を与えふるいより流下したモルタル質量を測定し、モルタル流下率を算出した。
透水係数	JCI-SP03「ポーラスコンクリートの透水試験方法(案)」に準拠した。
硬化体空隙率分布	JCI-SP02-1「ポーラスコンクリートの空隙率試験方法(案)」に示す質量法に準拠した。

2.4 試験項目および試験方法

試験項目および試験方法を表-4に示す。PoCのフレッシュ性状は、沈下法による空隙率³⁾、無振動空隙率²⁾およびモルタル流下率²⁾によって評価した。また、硬化性状として、透水係数を測定した。さらに、透水係数測定後の供試体を高さ方向に3分割し、それぞれの空隙率を測定した。

2.5 供試体の作製方法

供試体は、締め後の空隙率が18.0%となるように計量した試料を鋼製型枠内(10×10×40cm)に投入し、振動タンパ(周波数50Hz、質量30.1kg)により締め固めて作製した。なお、振動締め時間はすべての水準で60秒とした。

3. 結果および考察

3.1 PoCの品質管理手法の実証

モルタルフローと無振動空隙率の関係を図-1に示す。モルタルフローと無振動空隙率の関係は増粘剤の有無

キーワード ポーラスコンクリート、品質管理、施工性、無振動空隙率、モルタル流下率

連絡先 〒285-8655 千葉県佐倉市大作2-4-2

太平洋セメント(株)中央研究所

TEL 043-498-3837

に関わらず同一の関係で表すことができ、モルタルフローが大きくなるほど無振動空隙率が小さくなった。この傾向は、既往の研究結果²⁾と同様であり、無振動空隙率を測定することによって PoC 中のモルタルのフロー値を定量的に評価できることを実証した。

モルタル流下率と無振動空隙率の関係を図-2 に示す。モルタル流下率は、増粘剤の有無に関わらず無振動空隙率が高いほど低くなった。これらの関係は、増粘剤の有無によって異なり、増粘剤を使用した場合のモルタル流下率は、同一無振動空隙率の未使用の場合よりも低くなった。

PoC の施工においては、容易に締固めを行うことが可能であり、かつ振動締固めによるモルタルの沈降を抑制することで、均質な連続空隙を確保する必要がある。以上の結果より、無振動空隙率とモルタル流下率の両者を管理することで、良好な施工性を有する PoC を安定して製造することが出来ると考える。また、増粘剤の使用は、モルタルの沈降抑制に効果が認められることを確認した。

3. 2 PoC の締固め性および透水性

沈下法による空隙率の測定結果として、振動時間との関係を図-3 に示す。締固め後の空隙率は、17.8~19.8%であり、いずれも目標範囲内であった。SP1.0VA は、他の水準と比べて振動時間に伴う空隙率の変化が緩やかであった。これは、モルタルの流動性が低くなったことによって、締固め性が低下したことによると考えられる。この結果より、良好な締固め性を確保するためには、無振動空隙率が 28%以下であることが望ましいと考えられる。

モルタル流下率と透水係数の関係を図-4 に示す。透水性はモルタル流下率の増加に伴って小さくなり、モルタル流下率が 50vol.%を超える場合に著しい低下が認められた。これは、モルタルが沈降したことで、空隙が閉塞したことによると考えられる。これらの結果より、良好な締固め性を有し、かつモルタルの沈降を低減可能な PoC を得るには、無振動空隙率が 28%以下であり、かつモルタル流下率が 50vol.%以下となる配合を選定することが有効でと考える。本検討において上記の条件を満たす配合は、SP1.0N、SP1.2N、SP1.2VA、SP1.4VA および SP1.6VA であった。

3. 3 PoC の空隙率分布

良好な施工性を得ることが可能である SP1.2N と

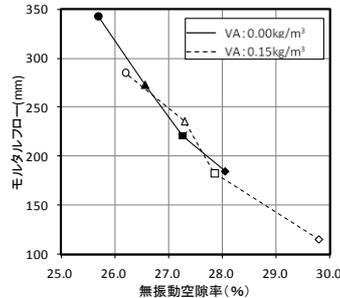


図-1 モルタルフロー-無振動空隙率

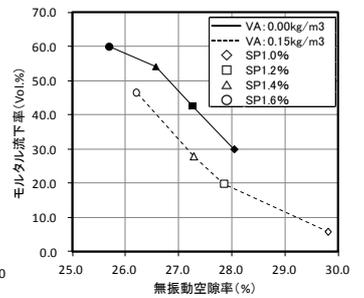


図-2 モルタル流下率と無振動空隙率

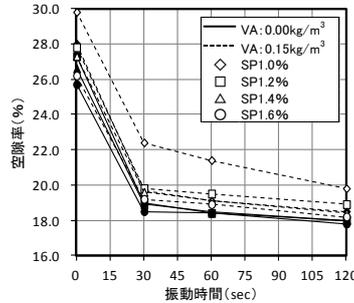


図-3 空隙率と振動時間

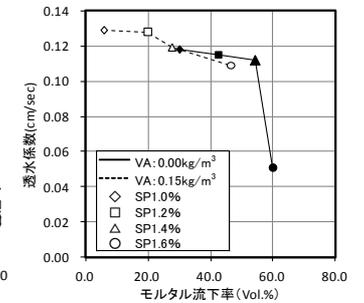


図-4 透水係数とモルタル流下率

SP1.4VA、モルタル流下率が高い SP1.6N および無振動空隙率が高い SP1.0VA の4水準について高さ方向の空隙率分布を測定した。空隙率分布の測定結果を図-5 に示す。モルタル流下率が高い SP1.6N

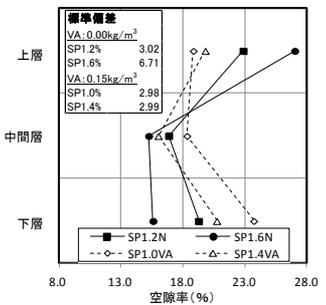


図-5 空隙率分布

では、上層の空隙率が高く、中間層と下層では空隙率が低くなった。これは、上層のモルタルが振動締固めによって下層に沈降したことを示唆している。また、無振動空隙率が高い SP1.0VA は、上層と中間層の空隙率は同等であり、下層の空隙率が高くなった。これは、上層から与えた振動が下層まで十分に伝わらず、十分な締固めが行われなかったと推察する。一方、無振動空隙率およびモルタル流下率が良好な結果であった SP1.2N および SP1.4VA は、空隙率の高さ方向におけるバラツキが小さく、比較的均質な空隙構造が形成されたと推察する。

4. まとめ

本検討の結果より、PoC の施工性は、無振動空隙率とモルタル流下率を適切に管理することで、良好な施工性を確保することが可能となる。

【参考文献】

- 1) 平岩陸ほか：ポーラスコンクリートの調合設計法に関する基礎的研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.23、No.1、pp.121-126、2001.7
- 2) 岸良竜ほか：舗装用ポーラスコンクリートのフレッシュ性状の管理方法に関する検討、第 68 回セメント技術大会講演要旨 (投稿中)、2014.5
- 3) セメント協会：車道用ポーラスコンクリート舗装設計施工技術資料 付録 2、p.50