

超早強ポーラスコンクリートのフレッシュ性状および曲げ強度特性

太平洋セメント 正会員 ○梶尾 聡

太平洋セメント 正会員 藤田 仁

1. はじめに

ポーラスコンクリート舗装は低騒音性能や雨天時の走行安全性能を有した高耐久性舗装として注目されている。その中で、筆者らは補修工法への展開も視野に入れた養生期間を短縮し、早期交通開放を可能とした超早強ポーラスコンクリートが開発し、その実用化を検討してきた¹⁾²⁾。本報告は超早強ポーラスコンクリートの基礎データの収集を目的とし、フレッシュ性状や強度特性に及ぼす骨材の影響について実験的に検討した結果を報告する。

2. 実験概要

使用材料および使用骨材の物性値をそれぞれ表1および表2に示す。粗骨材は最大骨材寸法5mmの7号砕石とした。粗骨材の100kN破砕値試験はBS812:Part110 Appendix A（最大寸法5mm）に準拠して行なった。ポーラスコンクリートの配合を表3に示す。既往の研究成果³⁾より、配合条件としてモルタル粗骨材空隙比(Km)を0.80、ペースト細骨材空隙比(Kp)を7.92、水結合材比(W/P)を20.5%とし、目標空隙率は15%±2.5%とした。結合材空隙比(p/v)は目標空隙率15%及び上限となる空隙率17.5%を併記した。測定項目は沈下法による空隙指標値⁴⁾と曲げ強度とした。沈下法はポーラスコンクリートのフレッシュ時における締固め性を評価する試験方法である。沈下法により求まる空隙指標値はφ10×20(cm)鋼製型枠に2.6kgの試料を投入し、4kgの錘をのせて振動テーブルにより加振した後のコンクリートの空隙率である。本報告では空隙指標値に及ぼす加振時間の影響を確認するために、加振時間を0、60および120秒とした。また、運搬による経時変化を想定し、傾胴ミキサにより120分まで攪拌しながら空隙指標値の経時変化を測定した。曲げ強度試験体は空隙率15%および17.5%で作製し、材齢28日までの曲げ強度発現性および攪拌による曲げ強度への影響を確認した。

表1 使用材料

材料	記号	内容
セメント	HC	早強ポルトランドセメント、密度：3.14g/cm ³
混和材	Ad	超早強 POC 用無機系特殊混和材、密度：2.07g/cm ³
水	W	上水道水

表2 使用骨材の物性値

物性値	細骨材 S				粗骨材 G (7号砕石)			
	SA	SB	SC	SD	GA	GB	GC	GD
	山砂	陸砂	砕砂	陸砂	砕石	砂岩	砕石	石灰石
表乾密度(g/cm ³)	2.54	2.62	2.63	2.53	2.82	2.63	2.65	2.74
実積率(%)	65.8	66.9	63.6	69.6	58.7	57.2	58.3	58.3
粗粒率	2.58	2.63	2.67	2.54	4.90	4.93	4.86	4.88
微粒分量(%)	0.97	1.64	4.78	0.67	1.81	0.69	1.96	0.80
100kN 破砕値(%)	—	—	—	—	6.3	8.5	9.2	15.5

表3 コンクリートの配合

配合名	骨材の種類		W/P (%)	Km	Kp	空隙率 (%)	単位質量 (kg/m ³)				p/v	
	S	G					W	P	S	G	15% ⁽¹⁾	17.5% ⁽¹⁾
POC-A	SA	GA	20.5	0.80	7.92	15.0	95	463	152	1534	0.619	0.551
POC-B	SB	GB					98	476	170	1398	0.628	0.560
POC-C	SC	GC					98	476	147	1433	0.628	0.560
POC-D	SD	GD					92	451	176	1481	0.610	0.542

(注1)各空隙率とした際の結合材空隙比(p/v)を示す。

練混ぜ直後における空隙指標値と加振時間の関係を図1に示す。練混ぜ直後の空隙指標値は無振動時に24.4～26.4%、加振時間120秒後に15.0～16.3%であり、骨材の物性値の違いによる影響は小さかった。すなわち、配合条件(Km、Kp、W/P)や粗骨材最大寸法同じ条件であれば、空隙指標値はほぼ同等となることが確認された。また、加振時間60秒と120秒の空隙指標値の差は0.3～0.6%であり、本試験の範囲内では加振時間の影響は小さかった。

3. 空隙指標値測定結果

練混ぜ直後における空隙指標値と加振時間の関係を図1に示す。練混ぜ直後の空隙指標値は無振動時に24.4～26.4%、加振時間120秒後に15.0～16.3%であり、骨材の物性値の違いによる影響は小さかった。すなわち、配合条件(Km、Kp、W/P)や粗骨材最大寸法同じ条件であれば、空隙指標値はほぼ同等となることが確認された。また、加振時間60秒と120秒の空隙指標値の差は0.3～0.6%であり、本試験の範囲内では加振時間の影響は小さかった。

キーワード ポーラスコンクリート、空隙率、曲げ強度、骨材、結合材空隙比

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 TEL043-498-3855 fax043-498-3849

空隙指標値の経時測定の結果を図2に示す。粗骨材に石灰石を用いたPOC-Dの空隙指標値は、経時により大きくなっており、締まりにくくなる傾向が見られた。この原因は攪拌により骨材同士の磨砕が生じて微粒分が増加したため、モルタルの粘性が高くなったことなどが考えられる。

4. 曲げ強度試験結果

試験体空隙率15%の曲げ強度試験結果を図3に示す。図中の括弧内の値は各骨材の100kN破砕値である。ポーラスコンクリートの曲げ強度は普通コンクリートと同様に骨材物性値の影響を受け、同一配合条件でも曲げ強度は同等ではなく、強度発現性も異なることがわかった。舗装用コンクリートの設計基準曲げ強度 4.5N/mm^2 は、全ての骨材において材齢1.25日で満足した。既往の成果³⁾より結合材空隙比と曲げ強度は線形関係があることが確認されており、材齢1.25日における結合材空隙比と曲げ強度の関係を図4に示す。結合材空隙比と曲げ強度の関係はほぼ同等な傾きを示したが、骨材ごとに強度レベルは異なる結果であった。骨材が曲げ強度に及ぼす影響を明らかにするために粗骨材の100kN破砕値と曲げ強度の関係を検討したが、粗骨材の100kN破砕値が $GA < GB < GC < GD$ に対し、ポーラスコンクリートの曲げ強度は $GA = GC < GB < GD$ であり、さらに図3を参照しても100kN破砕値と曲げ強度には定性的な関係は認められず、骨材の物性値と曲げ強度の関係は他の要因を検討する必要がある。攪拌による曲げ強度への影響を確認した結果を図5に示す。試験の結果、攪拌によりやや曲げ強度が低下する傾向が見られた。

5. まとめ

実験により以下のことが明らかとなった。

- (1) 練混ぜ直後の空隙指標値は骨材の違いによる影響が小さく、同じ配合条件であればほぼ同等な結果が得られた。
- (2) 粗骨材に石灰石骨材を使用した場合、攪拌により空隙指標値が増大する傾向であった。
- (3) 使用骨材が異なるポーラスコンクリートの曲げ強度は同じ配合条件でも同等ではなく、強度発現性も異なった。
- (4) 粗骨材の100kN破砕値とポーラスコンクリートの曲げ強度の相関性は認められなかった。
- (5) 傾胴ミキサで120分攪拌した後のポーラスコンクリートの曲げ強度は、練混ぜ直後に作製したものに比べてやや小さくなった。

参考文献

- 1) 梶尾ら：ポーラスコンクリートの強度特性に関する研究、第55回セメント技術大会講演要旨、pp.266-267、2001、2) 中原ら：早期交通開放型ポーラスコンクリート舗装の実用化検討、舗装、37-9、pp.9-14、2002、3) 小倉ら：7号砕石を用いた車道用ポーラスコンクリートの配合設計法、土木学会第59回年次学術講演会、pp.1229-1230、2004、4) 渡辺ら：透・排水性舗装用コンクリートのコンシステンシーに関する研究、セメント・コンクリート論文集、No.52、pp.798-803、1998

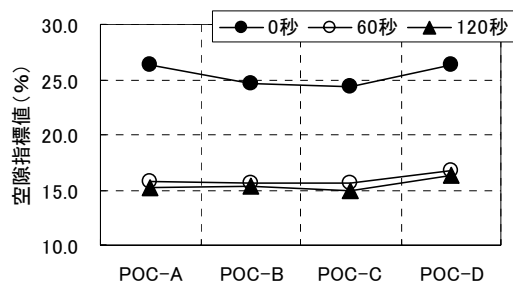


図1 空隙指標値と振動時間の関係

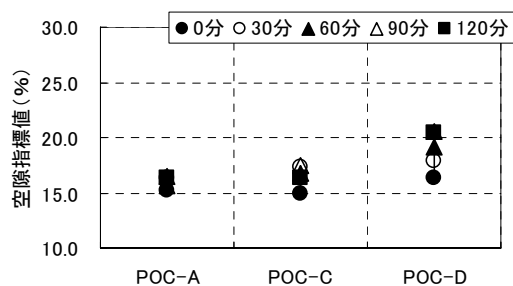


図2 空隙指標値の経時変化

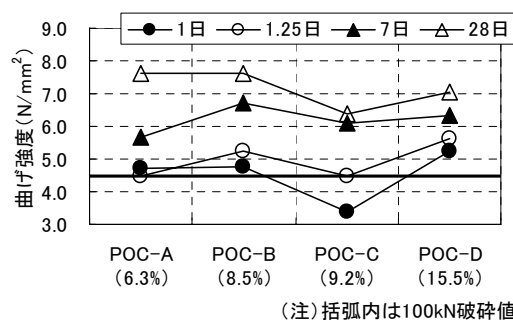


図3 曲げ強度（空隙率15%）

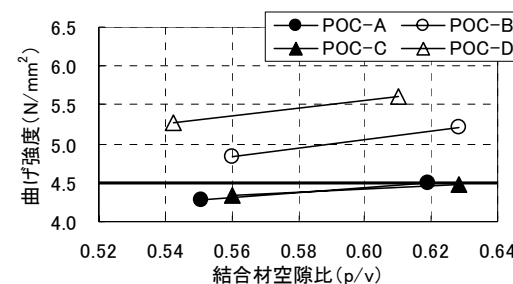


図4 曲げ強度と結合材空隙比（材齢1.25日）

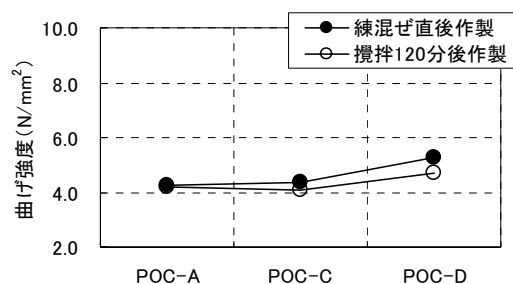


図5 曲げ強度（空隙率17.5%、材齢1.25日）