

ポーラスコンクリートの締固め性にモルタルの流動性が及ぼす影響

太平洋セメント(株)

正会員 ○岸良 竜 正会員 高橋 英孝  
正会員 石田 征男 正会員 梶尾 聡

1. はじめに

ポーラスコンクリート(以下, POC)は一般に振動締固めにより施工されるため, 締固め性の評価が重要となる. POC の締固め性は, 粗骨材を被覆するバインダー(セメントペーストまたはモルタル)の流動性の影響を大きく受けると考えられる. 本報では, 超硬練りコンクリートで提案されている締固め関数<sup>1)</sup>を適用して, POC の締固め性にモルタルの流動性が及ぼす影響について検討した結果を報告する.

2. 試験概要

2. 1 使用材料および配合

使用材料を表1に示す. 車道用 POC 舗装の性能(曲げ強度 4.5N/mm<sup>2</sup>以上, 透水係数 0.01cm/sec 以上)を想定し, 表2のように配合条件を設定した. 配合は表3の通りである. 目標充填率を 85.0±2.5%(空隙率 15.0≦ 2.5)とし, 後述の締固め性試験における達成可能充填率(以下, C<sub>p</sub>)が目標充填率を満足するよう, Km を調整した. また, SP 添加率を調整することで, POC のモルタル部分の流動性を変化させた.

2. 2 練混ぜ方法

POC の練混ぜには強制練り二軸ミキサを使用した. また, 配合における粗骨材を除いたモルタル部分について, 別途モルタルミキサを使用して練混ぜた. 練混ぜは 20℃環境下で行い, 練上り直後, 30 分後, 60 分後および 90 分後に所定の試験を実施した.

2. 3 試験項目および試験方法

(1) モルタルフロー

JIS R 5201「セメントの物理試験方法」に準じて, 15 回の落下運動を与えた後のモルタルのフロー値を測定した.

(2) POC の締固め性

JSCE-F508「超硬練りコンクリートの締固め性試験方法」に準じて, POC の締固め性を評価した. 本試験方法は振動によるコンクリートの充填率の増大を連続的に測定することが可能である. 測定結果から,

表1 使用材料

種類	記号	概要
水	W	上水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント (密度 3.16g/cm <sup>3</sup> )
混和材	Ad	ポーラスコンクリート用混和材(密度 2.64 g/cm <sup>3</sup> )
細骨材	S	千葉県市原市産山砂 (表乾密度 2.57g/cm <sup>3</sup> , 実積率 66.7%)
粗骨材	G	茨城県桜川市産砕石 6 号 (表乾密度 2.64g/cm <sup>3</sup> , 実積率 59.5%)
化学混和剤	SP	ポリカルボン酸系高性能 AE 減水剤

表2 配合条件

W/B (%)	Ad/B (%)	Km <sup>*1</sup>	Kp <sup>*2</sup>	目標充填率(%)
26.0	2	0.70	6	85.0±2.5

\*1:モルタル粗骨材空隙比 \*2:ペースト細骨材空隙比

表3 配合

単位量(kg/m <sup>3</sup> )					SP 添加量 (B×%)
W	C	Ad	S	G	
93	349	7	176	1520	0.5, 0.8, 1.0

式(1)により充填率を算出した.

$$\gamma = M/T \times 100(\%) \quad (1)$$

ここに,  $\gamma$ : 充填率(%),  $M$ : 試料の密度(kg/m<sup>3</sup>),  $T$ : 空隙率 0%時の示方配合上の理論密度(kg/m<sup>3</sup>)

また, 測定結果を式(2)に示す締固め関数に近似し, 各係数を算出した. さらに締固め仕事量 1J/L における締固め関数の勾配から, 締固め効率(C<sub>e</sub>)を算出した.

$$\gamma = C_i + (C_f - C_i) \{1 - \exp(-bE_i^d)\} \quad (2)$$

ここに,  $E$ : 締固め仕事量(J/L),  $C_i$ : 初期充填率(%),  $C_f$ : 達成可能充填率(%),  $b$  および  $d$ : 実験定数

3. 試験結果

(1) モルタルのフロー値

モルタルのフロー値を図1に示す. 練上り直後のフロー値は 180~280mm 程度であり, 90 分経過後は 150~230mm 程度まで低下した.

(2) POC の締固め性

充填率と締固め仕事量の関係を図2に示す. 練上りからの経過時間が長いほど, また SP 添加量が小さいほど, 任意の締固め仕事量における充填率は小さかった. SP1.0%については締固め仕事量 150J/L 程度で変曲点が見られ, 一旦収束しかけた充填率がさら

キーワード ポーラスコンクリート, 締固め性, モルタルフロー

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 TEL043-498-3852

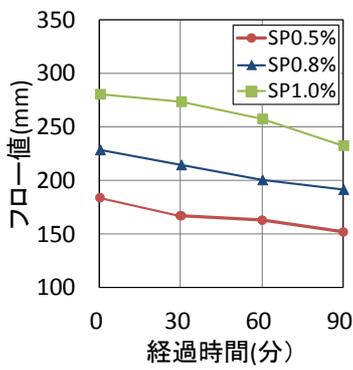


図1 フロー値

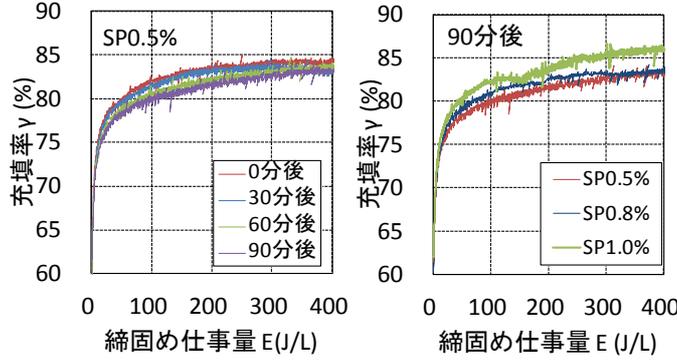


図2 充填率と締固め仕事量

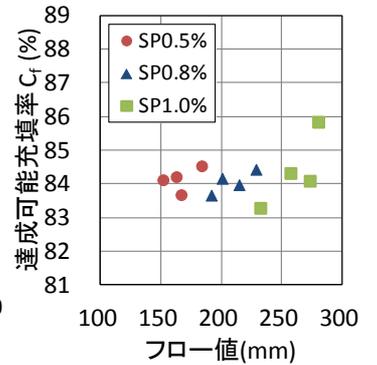


図3 Cfとフロー値

に増加する現象が見られた。この原因は、SP1.0%のモルタルは流動性が大きく、過度の振動により粗骨材表面から分離したことで、粗骨材粒子間距離が小さくなったためと推察した。このため、SP1.0%については変曲点までで締固めは完了しており、以降は材料分離が生じたとみなし、変曲点までのデータを使用して締固め関数に近似した。

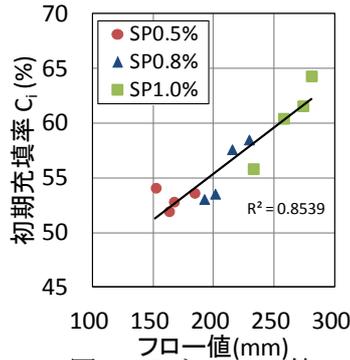


図4 Ciとフロー値

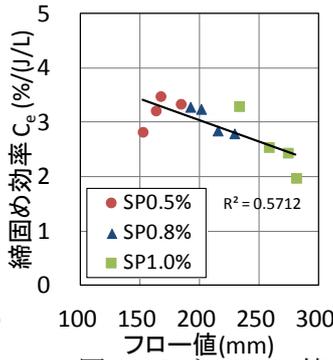


図5 Ceとフロー値

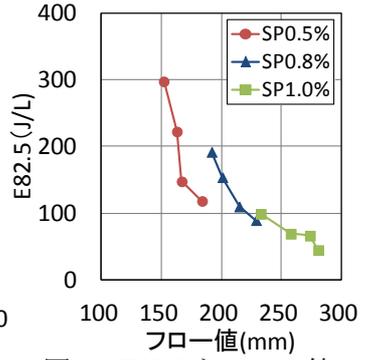


図6 E82.5とフロー値

C<sub>f</sub>とフロー値の関係を図3に示す。いずれの水準もC<sub>f</sub>は目標範囲内であった。フロー値に関わらず、C<sub>f</sub>は概ね同程度だった。すなわち本検討の範囲では、POCに十分な締固め仕事量を与えることができれば、モルタルの流動性に関わらず目標充填率を得ることができると考えられる。

C<sub>i</sub>およびC<sub>e</sub>とフロー値の関係を図4および図5に示す。フロー値の増加にともないC<sub>i</sub>は増加し、ばらつきが見られるもののC<sub>e</sub>は減少する傾向だった。C<sub>i</sub>の増加については、モルタルの流動性が大きいほど自重による変形が容易になり、粗骨材が密に配置されたためと推察する。超硬練りコンクリートでは単位水量の増大にともないC<sub>e</sub>は大きくなる<sup>り</sup>とされ、モルタルの流動性増加はコンクリートの締固め効率向上に寄与すると考えられたが、図に示すように逆の傾向となった。所要の空隙を確保するため、POCの配合上のモルタル量は粗骨材が形成する空隙以下(K<sub>m</sub><1)であり、粗骨材粒子間距離が極めて小さい。そのため、モルタルの流動性に加え、かみ合わせや摩擦など粗骨材粒子間の相互作用がPOCの締固め性に与える影響が大きくなると考えられる。した

がって、モルタルの流動性が増加し粗骨材が密に配置されたことで、かみ合わせや摩擦など粗骨材粒子間の相互作用が増加し、振動による慣性力に対して粗骨材が移動し難くなったため、C<sub>e</sub>が減少したと推察する。

POCの目標充填率の管理幅を±2.5%とした場合、充填率が82.5%に達するまでの締固め仕事量が最低限必要となる。そこで、その締固め仕事量をE82.5とここでは定義し、フロー値との関係を図6に示す。モルタルの流動性が大きいほどE82.5は小さい傾向が見られた。ただし、同一フロー値でも練上りからの経過時間が異なれば、E82.5には差が見られた。これは、同一フロー値でも経過時間の違いにより、塑性粘度や降伏値が異なる可能性があるためと考える。

4. まとめ

本検討の範囲では、十分な締固め仕事量を作用できれば、モルタルの流動性に関わらず目標充填率を得ることが可能であると考えられた。モルタルの流動性が大きいほど初期充填率は増加し、締固め効率は減少する傾向だった。モルタルの流動性が大きいほど、一定の充填率を得るために最低限必要な締固め仕事量は小さい傾向が見られた。

参考文献 1) 國府勝郎ほか:締固め仕事量の評価に基づく超硬練りコンクリートの配合設計,土木学会論文集 No.532,V-30,pp109-118,1996