

砕砂を用いた高流動コンクリートの流動特性および気泡特性

(株)富士ピー・エス 正会員 左東 有次
 福岡大学工学部 正会員 添田 政司
 福岡大学工学部 正会員 大和 竹史

1. はじめに

現在、骨材需要の増加により、良質な細骨材の確保が難しくなっている。そのため、今後は砕砂の使用が増加すると考えられる。一方、施工の合理化、耐久性の向上に有効な高流動コンクリートの研究が各方面で行われているが、砕砂を用いた高流動コンクリートの研究は少ないようである。

そこで、本研究では砕砂を用いたPC二次製品用の高流動コンクリートの実用化を目的として、2種類の砕砂を用いて高流動コンクリートの配合選定を行なうと共に、模型供試体における打設実験を行い、流動特性や内部気泡特性を実験的に検討した。

2. 実験概要

本実験では、細骨材として砕砂(比重2.80、粗粒率2.57)、石灰砕砂(比重2.71、粗粒率2.39)の2種類を使用した。結合材は早強ポルトランドセメント(比重3.14、粉末度4630 cm²/g)と高炉スラグ(比重2.91、粉末度3830 cm²/g)を容積比で5:5で使用し、粗骨材は碎石(比重2.71、Gmax20mm)、混和剤はポリカルボン酸系の高性能AE減水剤(非空気連行性)を使用した。

室内試験の配合は、水粉体容積比(V_w/V_p)を85%から110%、相対細骨材容積比(S/S_{lim})を62%から72%、相対粗骨材容積比(G/G_{lim})を47%から58%、高性能AE減水剤(SP)を1.5%程度で、約40種類の打設実験を行った。フレッシュ

性状の測定は、スランプフロー試験、V型ロート試験、U型充填性試験を行った。フレッシュ性状の目標値は、スランプフローが60~70cm、Vロートの相対流下速度比(=流下時間(秒)/10)が0.5~1.0、U型充填高さが25cm以上とし、これら全て満足するものを流動性、充填性、材料分離抵抗性に優れた高流動コンクリートとした。

次に、室内試験を元に選定した配合のコンクリートを工場の実機プラントにて製造し、図-1に示す模型供試体に打設した。打設方法は、表-1に示す3種類とした。供試体は硬化後にコア抜き、切断を行ない、圧縮強度試験と内部の気泡分布の測定を行った。硬化コンクリートの気泡分布の測定は、ASTM C 457のリニアトラバース法に準じて行った。

3. 結果および考察

3.1 コンクリートの室内試験

スランプフロー値とVロートの相対流下速度比の関係を図-2、スランプフロー値とU型充填高さの関係を図-3に示す。これらの図より細骨材に砕砂を用いた場合は、スランプフローの増加に連れ

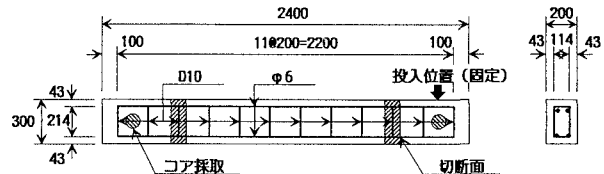


図-1 模型供試体

表-1 打設方法

供試体名	投入位置	締固め
A	固定	無
B1	移動	無
B2	移動	有*1

*1:側枠面に壁打バレープレート(振動数9000rpm, 振幅0.6mm)1台使用

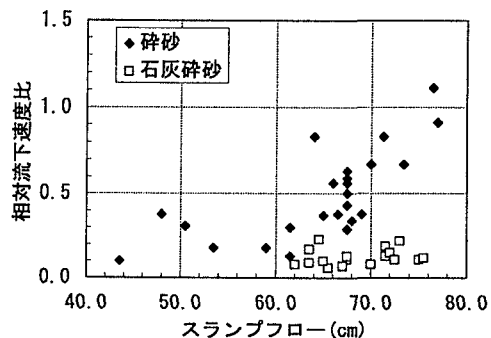


図-2 スランプフローと相対流下速度比の関係

て相対流下速度比、充填高さとも増加しており、目標値を全て満足する配合も認められる。一方、細骨材に石灰砕砂を用いた場合は、スランプフローが増加しても相対流下速度比や充填高さの増加はほとんど認められず、目標値を全て満足する配合は選定できなかった。これは、石灰砕砂を用いた高流動コンクリートは、V型ロート試験やU型充填性試験において材料分離を起こしていたため、骨材同士が噛み合い、閉塞したものと考えられる。以上より、模型供試体の打設実験は砕砂を使用して行った。

3. 2 模型供試体の打設実験

模型供試体の打設実験に使用したコンクリートの配合を表-2に示す。練り上がり時のコンクリートのフレッシュ性を表-3に示す。室内試験の場合と同様に、実験プラントによる練り混ぜにおいても、フレッシュ性状の目標値を満足することが確認できた。また、いずれの供試体とも打設時の流動性は良く、脱枠後の観察でもジャンカ等はなく、良く充填されていた。

打設方法別による内部気泡総個数に占める各気泡径の割合と硬化コンクリートの空気量の関係を図-4に示す。固定投入の場合は移動投入に比べ気泡の総個数は少ないが、1mm以上の大きな気泡の割合が多くなっている。移動投入では大半が微小気泡ではあるが、型枠バイブレータで微振動を与えることにより、気泡径の縮小化につながることが認められた。一方、硬化コンクリートの空気量は、フレッシュ時に比べてかなりの増加が見られる。これは、高流動コンクリートの粘性が高いため、鉄筋通過時などに空気を巻き込むと考えられる。また、表面気泡についても同様な傾向が見られ、表面の美観は移動投入で振動を与えた供試体が最も良かった。

供試体から採取したコアの材齢28日強度と気泡径1mm以上の気泡の割合を表-4に示す。固定投入と移動投入では100kgf/cm²以上の強度差が見られる。これは、気泡径1mm以上の気泡の割合が影響しているのではないかと推察される。

4. まとめ

PC二次製品用の高流動コンクリートの細骨材として、砕砂の適用が可能であることが確認できた。また、打設方法の違いにより、内部気泡の大きさや数に差が生じることが認められた。

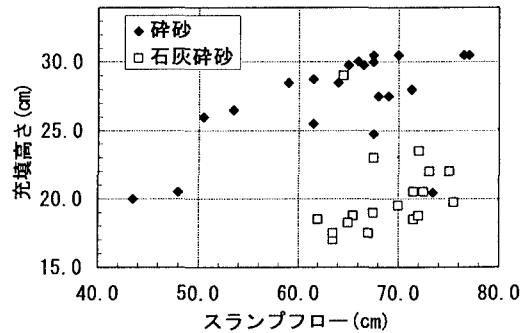


図-3 スランプフローと充填高さの関係

表-2 コンクリートの配合表

W/P (%)	s/a (%)	Vw/VpG/GlinS/Slm (%)	GlinS/Slm (%)	Slm (%)	単位容積重量(kg/m ³)					
					W	C	BS	S	G	SP
30.4	50.9	92	52	66	180	308	285	838	818	8.895

表-3 コンクリート試験結果

スランプフロー (cm)	相対流下 速度比	充填高さ (cm)	空気量 (%)
64.0	0.57	30.25	1.5

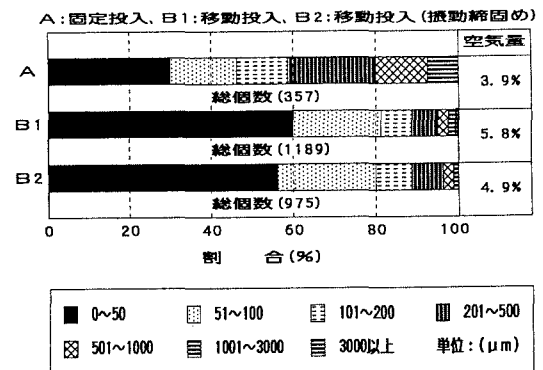


図-4 内部気泡総個数に占める各気泡径の割合と硬化コンクリートの空気量

表-4 圧縮強度と1mm以上の気泡の割合

供試体名	A	B1	B2
圧縮強度 σ_{28} (kgf/cm ²)	490	672	664
1mm以上の 気泡の割合(%)	6.45	2.00	1.05