

高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの充填性および圧送性

鳥取大学大学院 学生会員 ○川本 和也 鳥取大学大学院 正会員 黒田 保
鳥取大学大学院 正会員 吉野 公 宇部三菱セメント(株) 正会員 大西 利勝
JFE ミネラル(株) 正会員 吉澤 千秋

1. はじめに

近年、環境保護の観点から、コンクリートに使用される良質な天然砂の入手が困難となっている。そこで、産業副産物として生成される高炉スラグ細骨材の使用が注目されている。しかし、コンクリート内の高炉スラグ細骨材の割合が増加すると施工性が悪くなると言われている。内部鋼材配置の複雑な場合には充填不良の可能性などが問題となる。そこで、本研究では高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの充填性および圧送性について普通コンクリートとの比較を含め検討を行う。

2. 実験概要

使用材料を表 1 に示す。整粒方法が異なる 2 種類の高炉スラグ細骨材をそれぞれ石灰石砕砂と混合することにより置換率 0~100%(容積比)、普通コンクリートは砕砂・陸砂を 8:2(質量比)の割合で細骨材としてコンクリートを作製した。置換率 80, 100%については石灰石微粉末を添加し、単位粉体量 P(セメントと石灰石微粉末の合計)を、石灰石微粉末無添加、350, 400, 450kg/m³とした。実験要因を表 2 に示す。充填性の検討は高流動コンクリートの間隙通過試験方法に規定されるボックス型充填装置に振動機を外側に取り付けたものを用いて間隙通過試験を行い、圧送性については加圧ブリーディング試験で得られる脱水量曲線(脱水量と経過時間の関係)から検討を行った。また、ブリーディング試験結果であるブリーディング率と加圧ブリーディング試験結果である脱水率との相関関係も検討した。

3. 実験結果および考察

3.1 配合決定

配合条件をスランプ 8.0±1.5cm、空気量 4.5±1.5%、コンクリート温度 20.0±3.0℃とした。石灰石微粉末を添加しない場合、AE 減水剤量および AE 剤量は単位セメント量に対して(C×%)ml とし、石灰石微粉末を添加する場合、AE 減水剤量および AE 剤量は単位粉体量に対して(P×%)ml として添加し、単位水量の上限を 185kg/m³、AE 減水剤量の上限を 1.0%、下限を 0.4%とした条件のもとに配合を決定した。各配合に用いた単位水量と置換率の関係を図 1 に、単位水量と単位粉体量の関係を図 2 に示す。

表 1 使用材料

各材料	種類	密度(g/cm ³)
セメント	普通ポルトランドセメント(C)	3.16
細骨材	倉敷産高炉スラグ細骨材(BFS-K)	2.76
	福山産高炉スラグ細骨材(BFS-F)	2.72
	石灰石砕砂(L)	2.67
	石灰石微粉末(LSP)	2.68
	陸砂(S1)	2.64
	砕砂(S2)	2.65
粗骨材	普通砕石(G)	2.67
混和剤	AE減水剤高機能タイプ AE剤	

表 2 実験要因および水準

要因	水準
高炉スラグ細骨材(置換率)	BFS-0, K20, 40, 60, 80, 100
	BFS-0, F20, 40, 60, 80, 100
粉体量(石灰石微粉末添加量)	P0, P350, P400, P450
水セメント比(%)	55

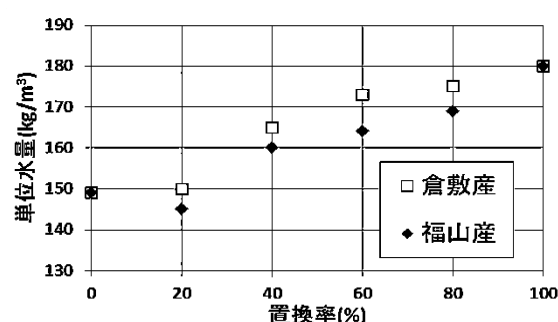


図 1 単位水量-置換率の関係

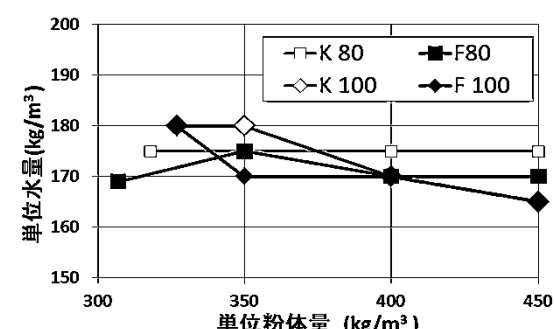


図 2 単位水量-単位粉体量の関係

キーワード 高炉スラグ細骨材、充填性、圧送性

連絡先 〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南 4 丁目 101 鳥取大学工学部土木工学科内建設材料科学研究室

TEL 0857-31-5281

3.2 充填性

充填装置 30cm 到達時間の結果を図 3 に示す。倉敷産、福山産ともに充填時間は置換率が高くなるほど短くなる傾向がみられた。この理由として、置換率が高くなるほど粗骨材量は少なくなり、単位水量が多くなるからだと考えられる。この結果を受けて、高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの充填性に最も関係性があるものとして、示方配合における単位水量および粗骨材量に着目した。福山産高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの充填時間と単位水量、粗骨材量の関係を図 4 に示す。福山産高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートは置換率が高くなるほど単位水量が増加し(図 1)、単位水量の増加にともない粗骨材量は少なくなることがわかる。倉敷産でも同様の結果が得られた。普通コンクリートに比べて充填時間は置換率 100%のみ短くなっているが、試験後の試料を取り出し粗骨材の質量を測定し、分離抵抗性を調べたところ高炉スラグ細骨材を用いた方が良好になっていることから、高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの方が充填性は良好であると考ええる。

3.3 圧送性

図 5 に倉敷産高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの脱水量曲線を示す。この脱水量曲線は土木学会がポンパビリティーの評価方法の 1 つに推奨しているものである。得られた結果全てが標準曲線の範囲内に入っていることから、倉敷産高炉スラグ細骨材の置換率 0~100%ではポンプ圧送性は良好であると考えられる。福山産も同様の結果が得られた。普通コンクリートと比べて脱水量は少ないものが多いが、標準曲線内に入っていることから、圧送性についてはどちらも良好だと判明した。

図 6 に置換率とブリーディング率の関係を示す。加圧ブリーディング試験結果である最終脱水率とブリーディング試験結果であるブリーディング率では、ブリーディング率が高いほど脱水率も高くなると予想していたが、図 5 からわかるようにそのような結果とはならなかった。図 7 に最終脱水率とブリーディング率の関係を示す。ブリーディング率が大きくなるほど最終脱水率は小さくなる傾向がみられるものの、両者の間に相関関係は認められなかった。

4 まとめ

充填性は置換率が高くなるほど充填時間が速くなる傾向がみられ、普通コンクリートと比較して、置換率 100%を除いて高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートの充填時間は長い、どの置換率においても充填性は良好である。圧送性についても良好である。最終脱水率とブリーディング率との間には相関関係が認められなかった。

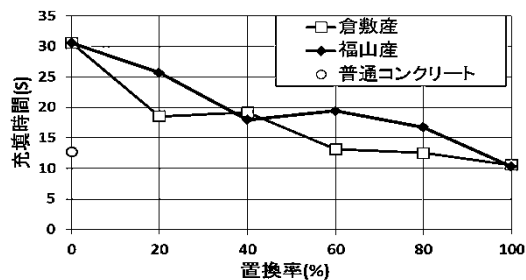


図 3 充填時間

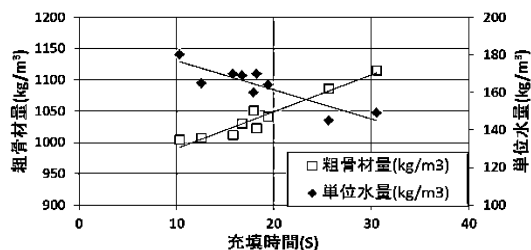


図 4 充填時間-粗骨材量-単位水量の関係(福山産)

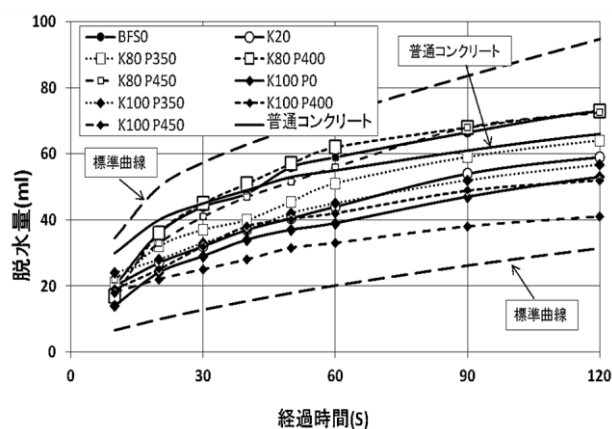


図 5 脱水量曲線(倉敷産)

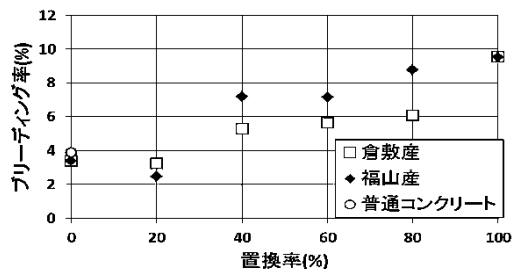


図 6 ブリーディング率-置換率の関係

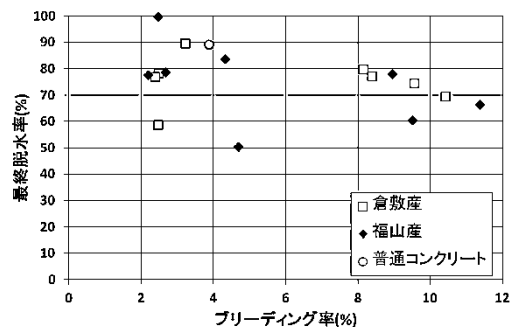


図 7 最終脱水率-ブリーディング率の関係