

低度処理再生骨材および高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートのフレッシュ性状に関する実験的検討

高知工業高等専門学校 正会員 ○山田 悠二
ヤマト住建 浅野 拓巳
徳島大学大学院 フェロー 橋本 親典
高知工業高等専門学校 正会員 近藤 拓也

1. はじめに

良質な天然骨材の採取が困難であることから、産業副産物由来の骨材を用いたコンクリートの積極的な利用が望まれる。著者らは既報で、高強度コンクリートを対象に低度処理再生粗骨材（以降 RG）と高炉スラグ細骨材（以降 BS）の併用により、コンクリートの耐久性が向上する可能性を示した¹⁾。継続研究として、普通コンクリートを対象に、BS と RG の併用によるフレッシュ性状の改善の可能性について検討した。本報告では主に、ブリーディング試験、間隙通過速度による施工性能について評価した結果をまとめた。

2. 実験概要

2. 1 使用材料・コンクリートの配合

使用材料を表-1、コンクリートの配合を表-2に示す。RGはPC杭を破碎・分級のみ行い採取した。BSは、BS5と粒子が細かいBS1.2の2種類用いた。配合は、単位水量、セメント量、混和剤量を一定、目標スランブを12±1.0cm、目標空気量を6.0±1.0%とした。配合名は、Nを普通コンクリート、NGに対しRGを100%容積置換したものをRとした。その他は、BSの種類－容積置換率で表し、RG使用は末尾にRを示した。BS5-100Rは、目標フレッシュ性状を得られず、試験を行わなかった。

2. 2 試験方法

スランブ試験（JIS A 1011）、空気量試験（JIS A 1128）、ブリーディング試験（JIS A 1123）、圧縮強度試験（JIS A 1108）、静弾性係数試験

（JIS A 1149）を行った。また、ボックス形容器を用いた加振時のコンクリートの間隙通過性試験方法（案）（JSCE-F 701-2016）を行い、ボックス形容器を用いた間通過速度Vpassを算出した。Vpassは、B室の高さ190mmから300mmまでの距離110mmを充填時間で除して求めた。また、図-1に示す実規模レベルの柱部材を想定した模擬型枠で充填試験を実施し、Vpassを算出した。Vpassは、かぶり面の下端から高さ100mmから200mmまでの距離100mmを充填時間で除して求めた。なお本試験は、配合N、BS1.2-30とBS1.2-50の3配合のみ実施した。

表-1 使用材料

材料：記号	物性など
普通ポルトランドセメント：C	密度：3.16g/cm ³ ，比表面積：3400cm ² /g
硬質砂岩砕砂：S	表乾密度：2.57g/cm ³ ，吸水率：1.77%，F.M.：2.63
福山産BS：BS5	表乾密度：2.73g/cm ³ ，吸水率：0.30%，F.M.：2.60
倉敷産BS：BS1.2	表乾密度：2.73g/cm ³ ，吸水率：0.40%，F.M.：2.13
硬質砂岩砕石：G	表乾密度：2.57g/cm ³ ，吸水率：1.62%，F.M.：6.60
再生粗骨材：RG	表乾密度：2.43g/cm ³ ，吸水率：6.20%，F.M.：6.58
高性能AE減水剤：Ad1	ポリカルボン酸系
AE剤：Ad2	アルキルエーテル系

表-2 コンクリートの配合

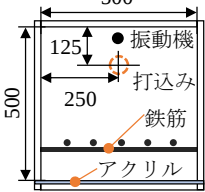
配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)							混和剤 (C×%)		Sl. (cm)	Air (%)
			W	C	S	BS5	BS1.2	G	RG	Ad1	Ad2		
N	47	47	165	350	802	-	-	905	-	1.2	0.01	13.0	4.9
BS5-50					401	426						13.0	5.0
BS5-100					-	852						11.0	5.0
BS1.2-30					562	-	256	11.0	6.0				
BS1.2-50					401	-	426	13.0	7.0				
R					802	-	-	855	11.5			5.0	
BS5-50R					401	426			11.0			7.0	
BS5-100R					-	852			2.5			5.0	
BS1.2-30R					562	-	256	13.0	6.0				
BS1.2-50R					401	-	426	13.0	5.5				

項目	条件
主鉄筋	D25, ctc100
帯鉄筋	D19, ctc60
有効鋼材量	675kg/m ³
かぶり	53.5mm
最小あき	41mm

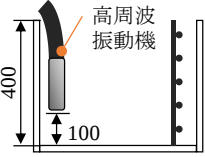
単位：mm



正面



上面



側面

図-1 模擬型枠を用いた充填試験の概要

キーワード 高炉スラグ細骨材，再生骨材，施工性能，充填性，ブリーディング

連絡先 〒783-8508 高知県南国市物部乙 200-1 高知工業高等専門学校 ソーシャルデザイン工学科 TEL088-864-5659

3. 実験結果および考察

図-2 にブリーディング量を示す。BS5 の混合率の増大と共に、ブリーディング量は増加したが、BS1.2 に関してはブリーディング量への影響は小さかった。BS は密度が大きく、表面がガラス質であるため、ブリーディング量を増大させる。しかし、BS1.2 のように粒子径を細かくすることでブリーディング抑制に有効であった。RG については、BS5 と併用することで BS5 を単味で用いた場合よりも抑えられた。これは、RG の微粒分により粘性が増大したためと考えられる。

図-3 にボックス容器を用いた加振時の間隙通過性試験の V_{pass} を示す。N に比べて R は V_{pass} が半分程度となった。これは RG の粒形が扁平なものが多く、鉄筋間の閉塞を生じ易かったためと考えられる。BS1.2 を混合した場合、粗骨材の種類によらず V_{pass} は速くなった。BS1.2 のように、細かい粒の骨材の使用は、鉄筋通過時に鉄筋と骨材の衝突や骨材同士の衝突を緩和に寄与したと考えられる。また、これは特に RG と併用したときに顕著に表れた。

図-4 に模擬型枠とボックス容器の間隙通過速度 V_{pass} の比較を示す。3 点のみの実験のため、信頼性に欠けるが、両者の V_{pass} には直線関係があった。模擬型枠の V_{pass} の速度がボックス容器の約 3 倍であった。これは、ボックス容器の間隙通過の方が模擬型枠よりも厳しい条件であることを意味する。高炉スラグ細骨材を混入することにより、コンクリートの施工性能が向上することが確認できた。

図-5、図-6 に材齢 7 日・28 日（水中養生）における圧縮強度、静弾性係数を示す。BS の混合により、5~10N/mm² 程度、圧縮強度は小さくなった。RG に関しては、強度は全体的に無混合のものよりも低下した。材齢 7 日と 28 日の BS の混合による強度傾向は同様であった。平田らの研究では、BS を混入することによって、再生粗骨材を用いたコンクリートの強度が増加したが¹⁾、本実験の範囲内では増加傾向は確認できなかった。平田らの研究は、W/C=39%, C=397kg/m³ で単位セメント量が多かったためと思われる。

4. まとめ

BS の混合に伴い普通骨材、再生粗骨材ともに間隙通過速度 V_{pass} は速くなり、施工性能の向上が期待できる。

謝辞

本実験を遂行するにあたり、土木学会コンクリート 3 種委員会「高炉スラグ細骨材を用いたコンクリートに関する研究小委員会」（委員長 綾野克紀 岡山大学 教授）より試料を提供して頂きました。ここに付記し、謝意を表します。

参考文献

1) 平田大希,橋本親典,横井克則,渡邊健: 多量のフライアッシュおよび高炉スラグ細骨材の使用による低度処理再生粗骨材コンクリートの耐凍害性向上に関する研究 コンクリート工学年次論文集 Vol.38, No.1, pp.1033-1038 2016

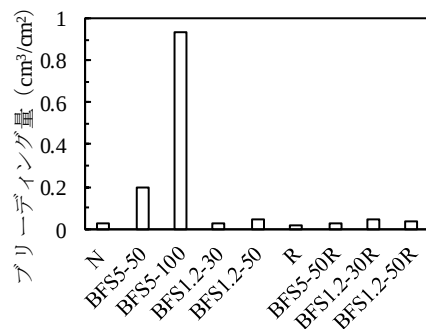


図-2 ブリーディング量

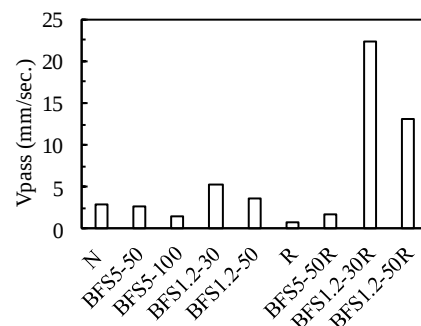


図-3 ボックス容器の V_{pass}

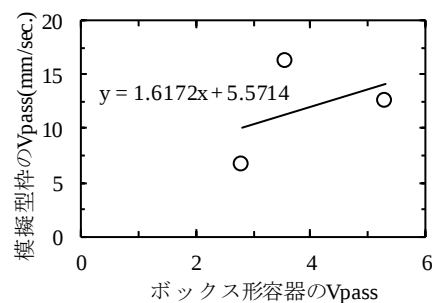


図-4 模擬型枠とボックス容器の V_{pass} の比較

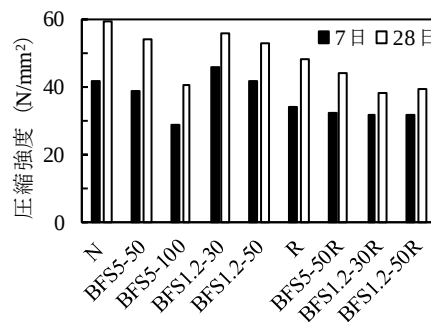


図-5 圧縮強度

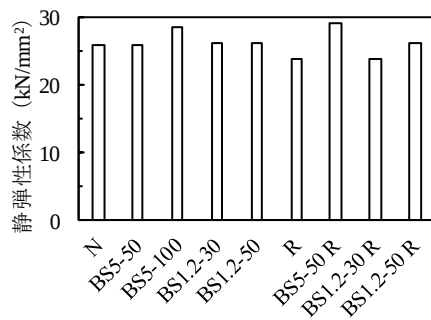


図-6 静弾性係数