

V-102

高流動高強度コンクリートの強度に及ぼす粗骨材の品質の影響

九州共立大学 正会員 松下博通
新日鐵化学 正会員 前田悦孝

1. まえがき

高流動コンクリートは、高性能A E減水剤の開発と施工の合理化要求を背景として、近年著しい発展を遂げている。一方、コンクリートの品質に対する要求の1つに、より高強度の指向があり、今後、良好な品質のコンクリートとして、高流動高強度コンクリートは大きく発展するものと考えられる。コンクリートにより高い流動性が要求され、さらにより高強度が要求されてきている現状では、コンクリート用骨材の品質が従来のコンクリートに比較してより高品質な要求に変わって来ることは当然の帰結であろう。

コンクリートにより高強度化が要求されれば骨材の強さはより強く破碎しにくい骨材が要求されてこよう。また、結合材の高強度化、低水セメント比における高流動性の確保といった点からシリカフュームや高粉末度の高炉スラグ微粉末などの使用が不可欠と考えられる。本報告は、このような観点からこれらの混和材の置換率および粗骨材の破碎値が高流動高強度コンクリートの強度に及ぼす影響について実験的に検討した結果を示したものである。

2. 実験概要

実験に使用したセメント、シリカフューム、高炉スラグ微粉末および高性能A E減水剤を表-1に示す。使用粗骨材は九州北部地方で産出される3種類を使用した。細骨材は北九州近郊で採取された海砂を使用した。これらの骨材試験結果を表-2に示す。骨材の破碎値はBS-812に従って測定した40t破碎値である。以下、各使用材料は表中の記号で示す。

コンクリートの配合条件は、水結合材比を20%、25%、40%の3水準とし、スランプフローは 600 ± 35 mmとした。本実験では、高流動コンクリートに関する既往の研究で示された各種コンクリートの配合を調査し、水/結合材比=40%、細骨材率=46%、単位水量=170kg/m³を標準的な配合条件とした。細骨材率と単位水量は、まず標準示方書の配合補正の方法に従って使用細骨材の粗粒率と水結合材比に応じた値を算出し、次いでこれらの配合をベースに高性能A E減水剤の添加率を変化させた試験を行なって配合を修正した。その際、高性能A E減水剤の添加率が4%を越えるとスランプフローの増大量が小さくなり、過剰添加による強度発現の遅れも懸念されるため、高性能A E減水剤の添加率は結合材重量に対して3.5%以下とし、コンクリートが分離することなく所要の流動性が得られるように単位水量を調整した。表-3にコンクリートの配合条件を示す。

練混ぜ量は30ℓとし、50ℓパン型強制ミキサーを使用した。練混ぜ次の手順とした。①粉体材料と砂を空練り(30秒)⇒②注水⇒③練混ぜ(6分30秒)⇒④粗骨材投入⇒⑤練混ぜ(1分)⇒排出。

表-1 使用材料

使用材料	記号	種類	物性および成分
結 合 材	セメント	OPC 普通	比重1.5 比表面積 = 3280 cm ² /g
	SF	シリカフューム	比重2.20 比表面積 = 200000 g/sio ₂ 量 98.30%
	BFS	高炉スラグ微粉末	比重2.90 粉末度 = 6080 cm ² /g
混 和 剤	SP	高性能A E減水剤	比重1.049 主成分 = ポリカルボン酸
水 w	—	水道水	

表-3 コンクリートの配合条件

表-2 骨材試験結果					65±3.5	スランプ フロー (cm)	W/B*1 (%)	s/a (%)	単位水量 (kg/m ²)	単位結合材量 B*2 (kg/m ²)	SF 置換率 (%)	BFS 置換率 (%)	SP添加率 (%)
項 目	粗 骨 材			細 骨 材		20	40.5	162	810	0	0	3.4	
	砕石 A	砕石 B	砕石 C	海 砂							30	1.8	
表乾比重	2.77	2.70	2.64	2.65		25	41.5	163	652	0	50	1.4	
絶乾比重	2.74	2.69	2.60	2.64 <th>0</th> <th>3.1</th>							0	3.1	
粗 粒 率	6.64	6.87	6.92	2.73 <th>30</th> <th>1.4</th>							30	1.4	
実 績 率	59.8	57.8	58.9	62.1 <th>50</th> <th>1.2</th>							50	1.2	
吸 水 率	1.14	0.35	1.40	0.85		40	44.5	168	420	0	0	2.0	
単位容積質量	1.64	1.55	1.53	1.67 <th>30</th> <th>1.1</th>							30	1.1	
B.S. 破 砕 値	14.4	17.7	21.3	— <th>10</th> <th>1.8</th>							10	1.8	
											0	1.8	
						*1	水 / 結合材比		*2		B = C + BFS + SF		

*1 水/結合材比

*2 B = C+BFS+SF

供試体は $\phi 10 \times 20$ cm円柱とし、成型後24～48時間で脱型し所定材齢まで20℃の水中で養生した。

3. 実験結果

図-1に結合材/水比(以下、B/W)と圧縮強度の関係を示す。BFS置換率30%の材齢28日の場合を除き、B/Wが4以上に増大しても圧縮強度は同等もしくは低下する結果となった。同一B/Wにおける強度は破碎値の小さい順に大きく、全体の強度レベルが高いB/W=4～5において使用する粗骨材間の強度差が大きくなっており、粗骨材の破碎値がコンクリート強度に及ぼす影響はモルタル部分の強度が高強度になるほど大きくなることが伺える。一方、BFS置換率30%の材齢28日の場合もB/Wが同じであれば破碎値の小さい順に強度は大きくなっているが、骨材間の強度差はB/W=2.5とB/W=4～5では大差ない結果となった。これは、BFS置換率30%ではB/W=2.5の材齢7日～材齢28日のモルタルの強度増進が大きいと考えられる。

図-2に破碎値と圧縮強度の関係を示す。強度は破碎値と良い相関があり、配合条件や混和材の置換率や材齢によらず何れの場合も粗骨材の破碎値の減少に従って強度は増大しており、破碎値が最小の碎石Aと最大の碎石Cでは材齢28日の強度に約300kgf/cm²の強度差が生じた配合もある。

この結果では、幾つかの配合で材齢7日より28日にかけて明らかに強度が低下したものが認められ、破碎値の大きい碎石Cを使用した場合に比較的多く生じている。一方、破碎値の小さな碎石Aを使用した場合には材齢7日から材齢28日にかけて強度が増進したものが多く、SFやBFSの使用したものは今回の実験の範囲で最も高強度に達した。これらの結果として、破碎値の影響は材齢7日より材齢28日の方が大きくなっている。

図-3にBFS置換率と圧縮強度の関係を示す。W/B=20%、25%とも材齢7日の強度はBFS置換率30%で最も高くなった。しかし、材齢28日では傾向が異なり、W/B=20%ではBFS置換率に従って増大し、W/B=25%では材BFS置換率30%で強度が最も高くなった。

W/B=20%の場合はBFS置換率が30%以下で、W/B=25%ではBFS置換率が30%と50%で、いずれも碎石B、Cを使用した場合に材齢7日より28日の強度が低くなったものがある。

4. まとめ

高流動高強度コンクリートの圧縮強度は、粗骨材の破碎値と良い相関を示した。破碎値の小さい碎石Aでは混和材の使用により強度が増大したが、破碎値の大きな粗骨材B、Cを用いた場合にはあまり増大せず、材齢7日より28日の強度が低くなったものも認められた。

〔参考文献〕

松下博通、牧角龍憲、西山文生：高性能減水剤を使用した高強度コンクリートに関する2.3の研究セメント技術年報31、pp336～338

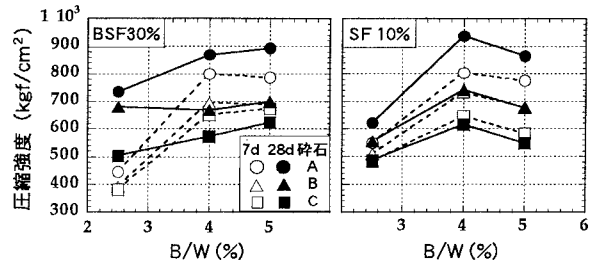


図-1 B/Wと圧縮強度の関係

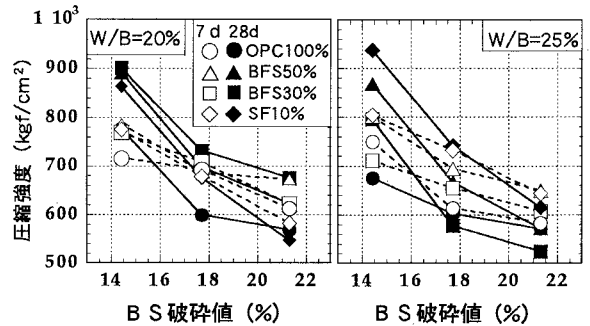


図-2 BS破碎値と圧縮強度の関係

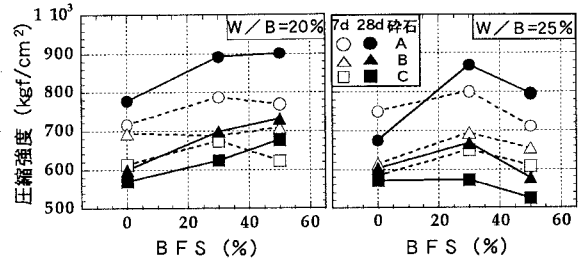


図-3 スラグ置換率と圧縮強度の関係