

V-442 高強度コンクリートの強度性状に及ぼす各種骨材の影響

愛知工業大学 正会員 ○森野奎二

愛知工業大学 学生員 田中良典

1. はじめに

高強度コンクリートにおいては、セメントペーストが高強度化することに伴って、骨材の品質が従来以上に重要視されるようになってきた。セメントペーストは、高性能AE減水剤やシリカフュームを使用して、その改善がなされている。一方、骨材については天然のものであるから、その材質に係る品質の改善は困難であり、最適なものを選定するという方法で対処がなされている。

高強度コンクリート用骨材としては、高い強度を持ち、しかもセメントペーストとの附着性状のよいものが必要である。そこで、どのような岩種の骨材が適しているか、あるいは岩種間でどの程度の強度差が生じるかなどを調べるために、岩種の異なる数種の骨材を選び、骨材の品質とコンクリート強度との関係(実験Ⅰ)、および、骨材とシリカフューム添加セメントペースト(結合材)との附着性状(実験Ⅱ)について検討した。

2. 実験概要

結合材として普通ポルトランドセメントとシリカフューム(以下、SFと記す、外国製粉末状)を用いた。混和剤には高性能AE減水剤(主成分:アルキルアリルスルホン酸塩高縮合物)を用いた。コンクリート実験の細骨材には、大井川産川砂を使用し、粗骨材には表1に示す4種類の砕石(砂岩、ホルンフェルス、石灰岩、チャート)を用いた。配合の概略は表2のようであり、水結合材比 $[W/(C+SF)]$ を20、25、30、35%とし、SFをセメントの内割で10、15、20%とした。

実験Ⅰのコンクリートの練りまぜはSFの分散をよくするため、あらかじめSFを高性能AE減水剤入りの使用水で練りまぜておき、これをセメントと骨材を空練りしたものに投入し、5分間練りまぜた。供試体は $\phi 10 \times 20$ cmの円柱形とし、テーブルパイプレーターを用いて締固め、養生は20℃水中養生とした。

骨材の強度を圧縮試験と破碎試験により求めた。前者は骨材原石から直径:高さの比が1:2の円柱形のコア(直径25、30mm)を切り取って試験した。後者はBS812の40Ton破碎試験方法で行った。

実験Ⅱの附着強度の測定では、砂岩、ホルンフェルス、石灰岩(細粒、粗粒結晶)、かんらん岩(蛇紋岩を含む)の5種類の岩石の切断片を用いた(ここには、前2種類の岩種の結果のみ記した)。岩石片は、岩塊を断面 10×10 mm、長さ20mmにダイヤモンドカッターによって切断し、表面を#100、#400のカーボラダムで研磨し、表面粗さ $4 \mu m$

と $15 \mu m$ とした。また、凹凸のある状態として割裂破断面を作製した。供試体作製は、 $10 \times 10 \times 100$ mmの3連型枠を用い、その中央に上記の骨材試料を置き、骨材の両側に結合材ペースト

(SFを高性能AE減水剤入りの使用水で練り混ぜ、それにセメントを混合する)を流し込み、成形後、上面をビニールラップと鉄板で覆った。附着強度測定は純引張試験方法とした。

3. 結果および考察

3.1 コンクリート強度

表1 粗骨材の性質

岩種	比重	吸水率	構成鉱物	顕微鏡組織	産地
砂岩	2.67	0.74%	石英、長石、雲母、粘土鉱物	中、細粒	愛知県
ホルンフェルス	2.65	0.45%	主として石英、長石、雲母	等中粒状	愛知県
石灰岩	2.70	0.22%	方解石	粗、細粒、脈	三重県
チャート	2.62	0.59%	石英、玉髄	潜晶質、脈	岐阜県

表2 コンクリート配合の概略

W C+SF (%)	SF C+SF (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤 (%) x(C+SF)
			C	SF	W	S	G	
20	10	40	540	60	120	621	950	2.1
25	15		510	90	150	?	?	?
	20		480	120		660	1041	2.5
30	10	40	450	50	150	631	964	1.0
35	15		425	75	175	?	?	?
	20		400	100		663	1045	1.8

粗骨材の粒度は粒径5~10、10~15、15~20mmを重量で40、30、30%チャートのみ粒径5~10、10~15mmを55、45%

4種類の粗骨材を使用したコンクリートの圧縮強度試験結果を図1に示す。図では、ホルンフェルスを用いたコンクリートが、他の骨材岩種に比べ大きな値を示している。この差は、水結合材比が小さくなるほど拡大する傾向が認められる。他の3種類の骨材については、材令7日では岩種による強度差はみられなかったが、28日では岩種による強度差が出ており、ホルンフェルス>石灰岩>チャート>砂岩の順番になっている。

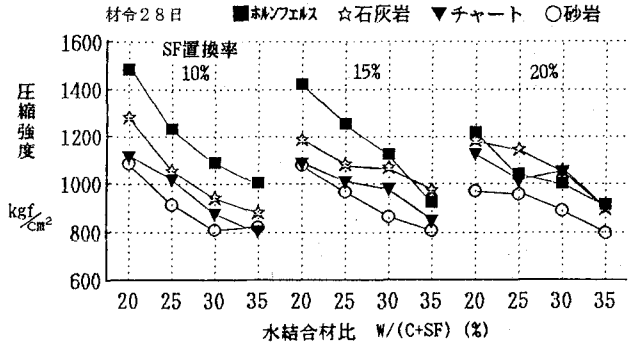


図1 配合別・骨材岩種別のコンクリート強度

表3は骨材原石の圧縮強度を示し、7個の測定値とそのばらつきを示している。表4は、骨材の破砕値であり、単粒度と実際に使用した混合粒度による結果を示している。両表から骨材岩石の強度を比較すると、ホルンフェルス>砂岩>(チャート)>石灰岩となり、砂岩と石灰岩はコンクリート強度の場合と順番が逆になっている。

表3 骨材原石の圧縮強度試験結果

岩種	平均強度 kgf/cm ²	最大値 kgf/cm ²	最小値 kgf/cm ²	標準偏差 kgf/cm ²	変動形数 %
砂岩	2422	3076	1548	509	21.0
ホルンフェルス	2646	3137	2317	262	9.9
石灰岩	1156	1416	919	173	14.9

骨材原石の平均強度(表3)に対するコンクリートの28日圧縮強度の比率を表5に示す。石灰岩の場合では、骨材原石強度前後のコンクリート強度が出ているが、砂岩およびホルンフェルスでは、骨材原石強度の50%程度しかコンクリート強度は発現していないので、この原因を図1の強度と表3の結果とを併せて考えると、砂岩は骨材自体の岩石強度にばらつきが大きく、比較的弱い強度の骨材粒子が混在するために、コンクリート強度が大きくならなかったものと考えられる。ホルンフェルスは骨材原石の平均強度が大きく、ばらつきも小さい。この岩石を用いたコンクリート強度は図1で最大強度を示しているにもかかわらず、岩石強度(最小値)の45~65%程度の値であるから、更に高強度に耐えうる余地があるといえる。

表4 骨材の破砕値試験結果

岩種	混合粒度		単粒度			
	5-20mm	5-10mm	10-15mm	15-20mm	15-20mm	15-20mm
砂岩	11.7	8.8	12.7	14.4		
ホルンフェルス	11.5	11.3	12.3	11.1		
石灰岩	20.3	15.4	22.8	24.4		
チャート	14.7	11.7	18.3			

表5 骨材原石強度に対するコンクリートの強度比

W/(C+SF)	SF/(C+SF)					
	10%			15%		
20%	45	70	45	70	40	63
25%	38	59	40	62	40	62
10%	56	64	54	61	46	53
15%	47	53	47	54	39	45
20%	111	140	103	129	91	115
25%	94	118	99	125		

左の数値は表3の平均値、右は最小値に対する比率(%)

3.2 附着強度

図2に附着強度試験結果を示す。供試体数は、割裂破断面10個、4、15μm各6個である。図には砂岩とホルンフェルスについて、配合別・骨材表面粗さ別に平均値とばらつきを示し、両岩種を比較した。両岩種間に有意差はなく、岩種内での表面粗さ別の比較でも明瞭な差はみられない。

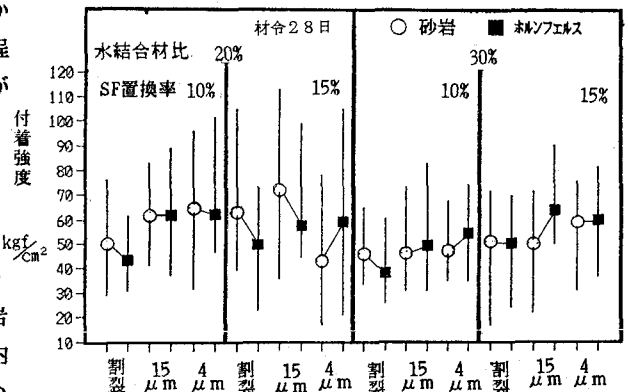


図2 砂岩、ホルンフェルスの附着強度とばらつき

4. まとめ

①高強度コンクリートの圧縮強度は骨材岩種に影響される。②高強度コンクリートに適する骨材の品質には、岩石強度と共に岩石の微視的な均質性が需要である。③実施した小片試料の方法による附着強度試験では、ばらつきが大きく現われたために、岩種間の有意差はみられなかった。