

高強度コンクリートの強度に及ぼす骨材品質の影響

愛知工業大学 学生員 田中良典

愛知工業大学 学生員 川原好恵

愛知工業大学 正会員 森野奎二

1. まえがき

高強度コンクリートの強度に及ぼす骨材品質の影響は、普通強度のコンクリートの場合に比べてはるかに大きい。そのため骨材の品質を従来以上に重要視する必要がある。そこで高強度コンクリート用骨材の選定には、従来の比重、吸水率などの骨材品質評価因子に加えて、骨材自体の強度や表面粗さなども品質判定の因子とする必要があると考えられる。

本研究では、岩種の異なる数種の骨材を選び、強度、粒形、表面粗さなどを測定し、それらがコンクリート強度にどのような関係を示すかを調べた。

2. 実験概要

①使用材料：結合材として普通ポルトランドセメントとシリカフェーム（以下SFと記す）を用い、混和剤には高性能AE減水剤（アルキルアリルスルホン酸塩高縮合物）を用いた。骨材には表1に示す3種の細骨材と5種類の粗骨材（砕石）を用いた。コンクリート配合の概略を表2に示す。

②実験方法：コンクリートの練りまぜは、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、テーブルバイブレーターを用いて締固め、7日及び28日20℃水中養生とし、試験時に供試体の両端面をダイヤモンド研磨機で成形した。

表1 使用骨材

岩種	産地	比重	吸水率	構成鉱物
細骨材	大井川産川砂	静岡県 2.61	1.24	石英、長石、雲母、粘土鉱物
	林ノ木産砕砂	愛知県 2.61	1.59	主として石英、長石、雲母
粗骨材	かんらん岩砕砂	三重県 2.83	1.72	かんらん石、蛇紋石、緑泥石、磁鉄鉱
	砂岩	愛知県 2.67	0.74	石英、長石、雲母、粘土鉱物
	林ノ木産	愛知県 2.65	0.45	主として石英、長石、雲母
	石灰岩	三重県 2.70	0.22	方解石
	かんらん岩	三重県 2.87	1.16	かんらん石、蛇紋石、緑泥石、磁鉄鉱
	チャート	岐阜県 2.62	0.59	石英、玉髄

表2 コンクリートの配合

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	0	40	600	0		672	1024	2.5
	10		540	60	120			
	20		480	120		759	1138	3.3

粗骨材の粒度は粒径5~10, 10~15, 15~20mmを重量で40, 30, 30%

骨材の品質として、骨材原石強度を圧縮（直径：高さが1：2のコア、直径25, 30mm）、引張（10×10×60mm）、曲げ（25×25×100mm）試験とBS812の40t破碎試験より求めた。粒形については、粒形判定実績率と骨材粒子個々（20~100mm, 100個）の最大径、中間径、最小径の測定により求めた。また表面粗さは骨材表面を実体顕微鏡によって観察して、凹凸を測ることにより求めた。

3. 結果及び考察

3種の粗骨材と3種の細骨材を組合せた各種コンクリートの強度比較を図1に示す。図では細・粗骨材の組合せによってコンクリート強度に明瞭な差が現れている。

図2は骨材原石の圧縮、引張、曲げ強度の平均値とそのばらつき、破碎試験の結果を示している。図から骨材原石強度は、ホルンフェルス、砂岩が大きく、かんらん岩、石灰岩は小さい。

水結合材比20% 材令28日

粗骨材：○ 砂岩 ■ ホルンフェルス ▲ かんらん岩

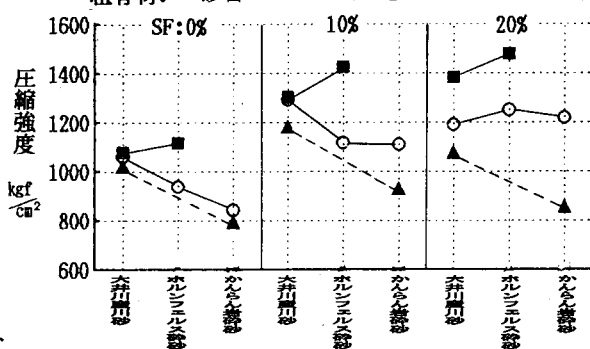


図1 各種細・粗骨材を組合せたコンクリート強度

また強度のばらつきに特徴がみられ、この例ではホルンフェルス、石灰岩は小さく、砂岩、かんらん岩は大きくなっている。

骨材の粒形判定実績率と粒子個々の寸法から求めた形状の測定結果を表3に示す。粒子測定値をZinggの分類の球形率、細長率、偏平率、方形率に従って分類した。表からホルンフェルスは、球形に近い粒子が多く、砂岩、チャートはうすっぺらや細長い形状の粒子が多いことがわかる。

表4は骨材の表面粗さの測定結果である。表の上段の表面組織はBS812記載の表面組織の分類方法に従って分類し、下段の評価は、最も粗い面を5とし、最も平滑な面を1として5段階で評価した。その結果、ホルンフェルスが最も粗い表面であった。骨材の品質として、岩石強度、強度の変動、破碎値、粒形判定実績率、球状比率(Zinggの分類)、および表面粗さの6種類を選び、それらを図3の表示方法に従って岩種別に図4に示した。

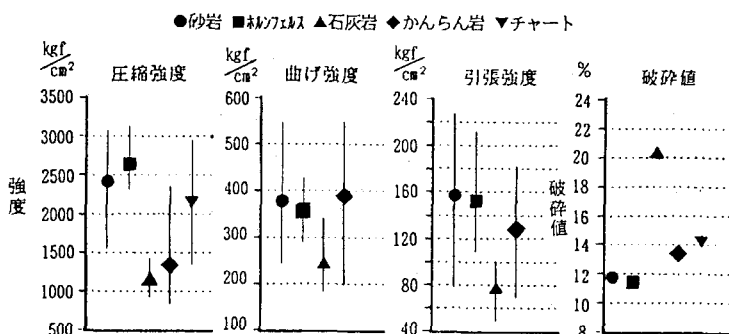


図2 骨材岩石強度と骨材破碎値

表3 粒形判定実績率と粒径実測値

	砂岩	ホルンフェルス	石灰岩	かんらん岩	チャート
粒形判定実績率(%)	60.0	62.2	60.3	61.7	57.6
Zinggの分類					
葉片状(A)	37	21	33	42	35
球状(B)	36	68	49	39	23
円盤状(C)	10	0	3	5	17
棒状(D)	17	11	15	14	25
球形率 ψ	0.710	0.798	0.763	0.738	0.678
細長率 e	2.302	1.662	1.837	1.999	2.464
偏平率 f	4.204	2.990	3.294	3.710	3.762
方形率 s	1.346	1.239	1.297	1.328	1.452

表4 骨材粒子の表面粗さ

岩種	砂岩	ホルンフェルス	石灰岩	かんらん岩	チャート
表面組織	粒状	粗面・結晶面	なめらか	粗面	ガラス質
評価	3	4.5	2.5	4	1

図には各岩種ごとに特徴がでており、砂岩は強度のばらつきや粒形がよくないため変則的な多角形を示し、ホルンフェルスはどの測定値もよいので大きな正六角形を示している。石灰岩は岩石強度が弱いいため一辺が欠けた六角形を示し、かんらん岩は岩石強度が小さく、そのばらつきが大きいため三角形に近い形を示し、チャートは粒形が悪く、表面粗さが小さいため小さな台形状を示している。これらの図形と図1のコンクリート強度試験結果とを対比すると、ホルンフェルスのような、大きな六角形を示す骨材が、そのコンクリート強度も大きくなるという関係が認められる。すなわち、図4で示される図形が、大きくて正六角形に近いほど、高強度コンクリートに適した骨材であるといえよう。

4. まとめ

①高強度コンクリートに適する骨材品質は、従来の比重、吸水率を満たし、骨材の強度が大きく、均質であり、粒形がよく、表面粗さの大きいものがよい。②本実験に使用した骨材のなかでは、ホルンフェルスが高強度発現に適した品質を示した。

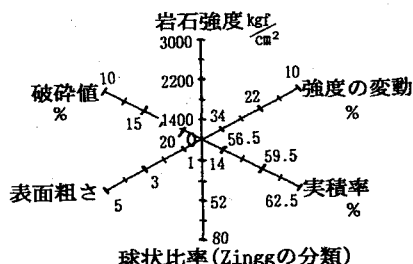


図3 骨材品質評価図の説明

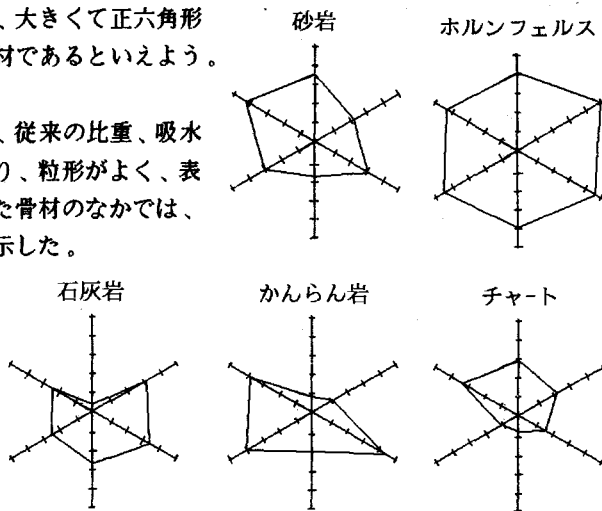


図4 岩種別骨材品質評価図