

高強度コンクリートの骨材品質と強度発現

QUALITY OF AGGREGATE AND STRENGTH DEVELOPMENT OF HIGH-STRENGTH CONCRETE

森 野 奎 二 *

by Keiji MORINO

1. はじめに

高強度コンクリートにおいては、結合材であるセメントマトリックスの強度が高性能A E減水剤やシリカフュームの使用によって改善されている。それ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た。しかし、建設工事で使用する骨材は天然の岩石骨材であるから、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¹⁾³⁾。

高強度コンクリート用骨材としては、高い強度を持ち、しかも結合材との付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)、および骨材と結合材との付着性状(実験Ⅱ)について検討した。

2. 実験方法

2.1 使用材料

結合材として、普通ポルトランドセメント(記号:C)とシリカフューム(以下、SFと記す)を用いた。SFは外国製粉末状で、平均粒径約 $0.1\mu\text{m}$ 、 SiO_2 92.7%のものである。混和剤には高性能A E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粗骨材には、表1に示すようにホルンフェルス(記号:Ho)、砂岩(同:Ss)、石灰岩(同:Ls)、チャート(同:Ch)の4種類の砕石を用いた。粗骨材の粒度は粒径5-10、10-15、15-20mmを重量比で40,30,30%とし、チャートのみ粒径5-10,10-15mmを45,55%とした。

モルタル実験には、表2に示すように大井川川砂、矢作川川砂、珪砂、ホルンフェルス砕砂、かんらん岩-蛇紋岩砕砂(かんらん岩と蛇紋岩が共存している骨材、記号:Pe-Se)の5種類の細骨材を用いた。各細骨材の粒度および粗粒率を表3に示す。なお、コンクリート実験の細骨材には大井川川砂1種類のみを使用した。

2.2 実験方法

実験Ⅰでは、コンクリート実験とモルタル実験を別々に行なった。コンクリート実験の配合の概略は表4に示す

ように水結合材比 $[W/(C+SF)]$ を20、25、30、35%とし、SFはセメントの内割で10、15、20%添加した。モルタル実験の水結合材比やSF添加率もコンクリート実験と同じにした。ただし、SFの添加率を上記のコンクリート実験の範囲よりSF=5%を増やし、SF=5-20%とした。

練り混ぜはSFの分散をよくするため、あらかじめSFを高性能A E減水剤を入れた使用水で練り混ぜておき、これをセメントと骨材を空練りしたものに投入し、5分間強制練りミキサで練り混ぜた。

コンクリートの圧縮強度試験用供試体は $\phi 10 \times 20\text{cm}$ 円柱形とし、モルタルのそれには $\phi 5 \times 10\text{cm}$ 円柱形供試体を用いた。締固めにはテーブルバイブレーターを用い、養生は20℃水中養生とした。

骨材の強度は破砕値試験と圧縮試験により求めた。前者はBS812の40Ton破砕値試験方法で行い、後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)を切り取って試験を行った。

表1 粗骨材の性質

種 類	産 地	比重	吸水率(%)	構 成 鉱 物
ホルンフェルス	愛知県	2.65	0.45	主として石英、長石、雲母
砂 岩	愛知県	2.67	0.74	石英、長石、雲母、粘土鉱物
石 灰 岩	三重県	2.70	0.22	方解石
チャート	岐阜県	2.62	0.59	潜晶質石英、石英、玉髄

表2 細骨材の性質

種 類	産 地	比重	吸水率(%)	構 成 鉱 物
大井川川砂	静岡県	2.61	1.24	石英、長石、雲母、粘土鉱物
矢作川川砂	愛知県	2.57	1.62	石英、長石、黒雲母
珪 砂	愛知県	2.63	0.83	石英、長石
ホルンフェルス砕砂	愛知県	2.65	0.45	主として石英、長石、雲母
かんらん岩-蛇紋岩砕砂	三重県	2.91	1.52	かんらん石、蛇紋石、緑泥石

表3 細骨材の粒度および粗粒率

ふるいの呼び 種類 寸法mm	ふるいを通るものの質量百分率(%)						粗粒率
	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	
大井川川砂	100	90	69	45	25	7	2.64
矢作川川砂	100	88	51	25	4	1	3.41
珪 砂	100	99	75	50	12	1	2.63
ホルンフェルス砕砂	100	89	70	44	23	10	2.64
かんらん岩-蛇紋岩砕砂	100	96	63	37	21	10	2.73

* 愛知工業大学工学部 土木工学科 教授 (〒470-03
愛知県豊田市八草町八千草1247)

実験Ⅱの付着強度の測定には、砂岩（以下の岩石記号は実験Ⅰと同じ）、ホルンフェルス、かんらん岩-蛇紋岩はコンクリート実験と同じ岩石の原石を使用した。石灰岩のみ石灰岩を構成している方解石の結晶粒径によって分け、細粒石灰岩（記号：Lsf）、粗粒石灰岩（同：Lsc）とし、計5種類の岩石片を用いた。岩石片は砕石原石の岩塊を断面10×10mm、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のカーボランダムで研磨し、表面粗さ約4μmと約15μmにした。また、凹凸のある状態として割裂破断面を作製した。結合材の配合は、 $W/(C+SF)=20, 30\%$ とし、 $SF/(C+SF)=10, 15\%$ とした。供試体作製は10×10×100mmの3連型枠を用い、その中央に上記の骨材岩石片を置き、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して作製したセメントペースト、記号：Cp）を流し込み、小型の突き棒で気泡を抜くように突いた。成形後から脱型までの間の乾燥を防ぐために上面をビニールラップと鉄板で覆った。脱型後所定材令まで水中養生を行った。付着強度は、図1に示す装置を使用し純引張試験によって求めた。強度試験後の破断面を走査電子顕微鏡などで観察し、界面の微細構造を調べた。

3. 圧縮強度試験結果（実験Ⅰ）

3.1 コンクリート実験結果（実験Ⅰ-1）

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2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。その差は、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いが、28日では差が出ており、図ではホルンフェルス>石灰岩>チャート>砂岩の順番になっている。なお、SF=20%はチャート以外の骨材では多すぎるようである。材令28日のコンクリートの最高強度とその配合を表5に示したが、上記と同じ順番になっている。全材令（7, 28, 91, 182日）、全SF添加率（10, 15, 20%）をまとめた平均値（1点は36本の平均）を図3に示す。図では $W/(C+SF)=20\sim35\%$ が一直線であり明瞭な線形が認められ、また1000kgf/cm²以上では岩種による差が鮮明になっており200~250kgf/cm²の強度差がでている。

図4は骨材の破砕値であり、単粒度による結果と実際に使用した混合粒度による結果を示している。そのばらつきを表6に示す。図5は粗骨材原石の圧縮強度を示し、7個の測定値とその平均値であり、そのばらつきを表7に示す。両図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・チャートと石灰岩はコンクリート強度の場合と順番が逆

表4 配合の概略

コンクリート

水結合材比 W/(C+SF)	SF添加率 SF/(C+SF)	細骨材率 s/a	単 位 量 (kg/m ³)					混和剤 x(C+SF)
			C	SF	W	S	G	
20 %	10 %		540	60	120	621	950	1.8 %
, 25	15 20	40	510 480	90 120	, 150	~ 660	~ 1041	~ 2.5
30	10		450	50	150	631	964	0.8
, 35	15 20	40	425 400	70 100	, 175	~ 663	~ 1045	~ 1.6

粗骨材の粒度：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45, 55%

モルタル

結合材ペースト

水結合材比 W/(C+SF)	SF添加率 SF/(C+SF)	細骨材 x(C+SF)	混和剤 x(C+SF)	水結合材比 W/(C+SF)	SF添加率 SF/(C+SF)	混和剤 x(C+SF)
20 %	5 %		0.3	20	10	0.5 %
~ 35	~ 20	1.2	~ 2.8	~ 35	, 15	~ 3.0

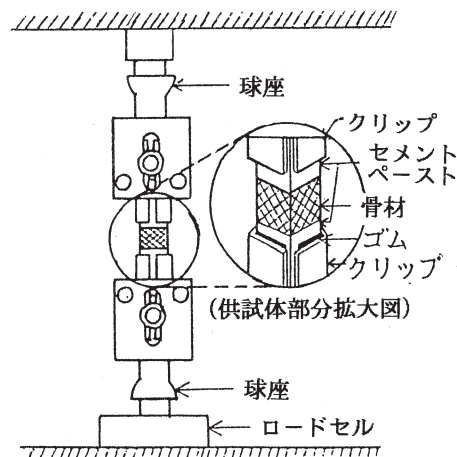


図1 純引張試験装置

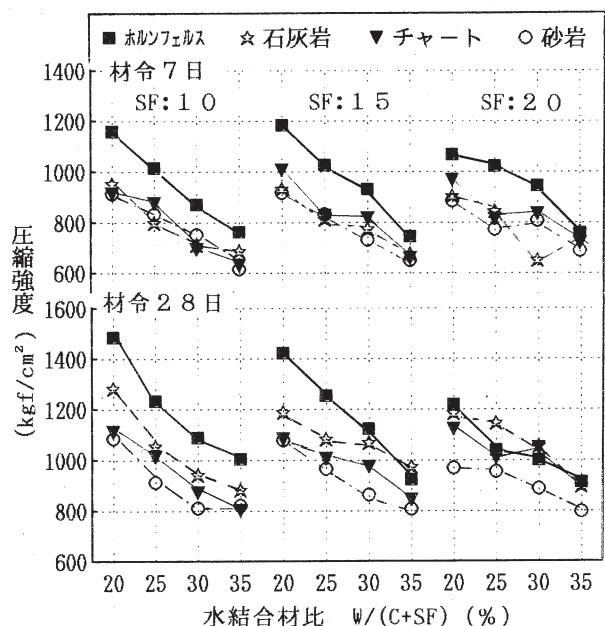


図2 配合別、骨材岩種別のコンクリート強度比較

になっている。ここでチャートについては、砕石原石にクラックが多く圧縮強度試験用供試体を作製することができなかったが、その硬さなどから少なくとも石灰岩よりは高強度であると推定できたので、上記のように表示した。

骨材原石の平均強度とこれらの骨材を用いたコンクリートの材令28日圧縮強度との関係を図6、図7および表8に示す。両図表において、骨材原石強度とこれを用いたコンクリート強度との差が小さいのは石灰岩である。このことは、表9に示したコンクリート供試体の破壊断面の観察結果と併せて考えると、石灰岩は結合材との付着状態がよく、骨材の強度の限界値までコンクリート強度を発現しているといえる。砂岩を使用したコンクリート強度は、骨材原石の強度よりもかなり小さい。その原因として、図5および表7に示したように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存在することと、表9からわかるように、4種の骨材の中で界面破壊が最も多いことから、弱点が骨材自体と界面の両方にあり、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、ばらつきも小さく、これを用いたコンクリート強度は最も大きくなっている。しかし、コンクリート強度が岩石強度の40～50%程度しか発現していない。これは結合材の強度を高くしたり、界面の付着性状を改善し付着強度を高める工夫をすれば、さらに高強度になる可能性を持っていることになる。あるいは砕石製造時に骨材に潜在クラ

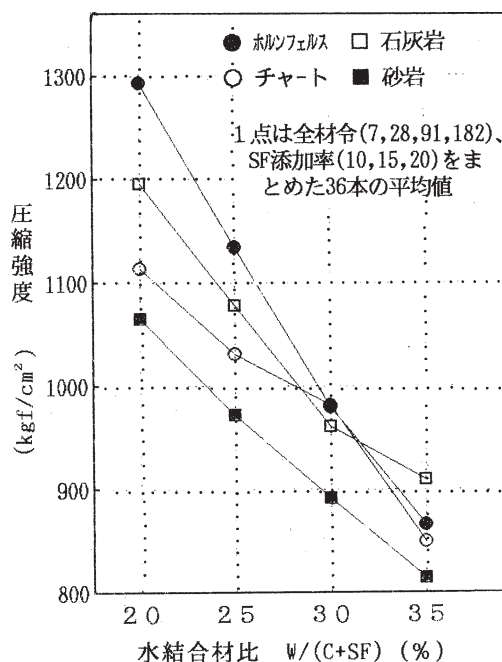


図3 水結合材比とコンクリート強度との関係

表5 材令28日コンクリートの最高強度とその配合

岩種	圧縮強度 ¹ (kgf/cm ²)	W/(C+SF) (%)	SF/(C+SF) (%)	単 位 量 (kg/m ³)		
				C	SF	W
ホルンフェルス	1485	20	10	540	60	120
砂岩	1086	20	10	540	60	120
石灰岩	1283	20	10	540	60	120
チャート	1120	20	20	480	120	120

注1: 28日圧縮強度3本の平均値

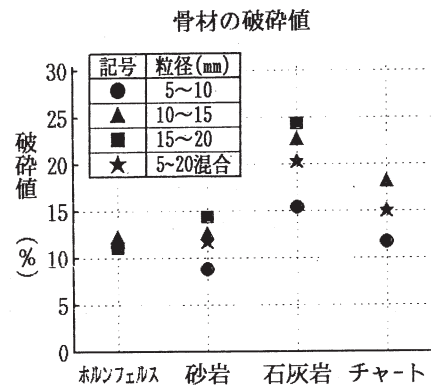


図4 骨材の破砕値試験結果

表6 骨材の破砕値試験結果

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

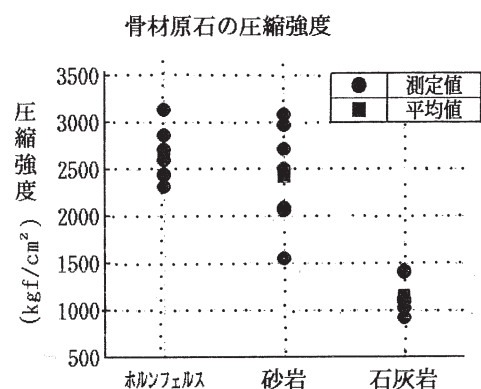


図5 粗骨材原石の圧縮強度試験結果

表7 骨材原石の圧縮強度試験結果

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

表8 骨材原石強度に対するコンクリートの強度比

岩種	W/(C+SF)		20%			25%		
	SF/(C+SF)		10%	15%	20%	10%	15%	20%
ホルンフェルス		56:64	54:61	45:53	47:53	47:54	39:45	
砂岩		45:70	45:70	40:63	38:59	40:62	40:62	
石灰岩		111:140	103:129	102:129	91:115	94:118	99:125	

左の値:骨材原石平均強度に対する比率(%), 右の値:同最小値に対する比率(%)

表9 コンクリート供試体の破壊状況

岩種	界面破壊の程度	
	少ない	多い
ホルンフェルス	◆	
砂岩		◆
石灰岩	◆	
チャート		◆

ックが入らないようにすることも必要なのかも知れない。しかしながら、実験に使用した骨材の中ではホルンフェルス骨材が最も高いコンクリート強度を発現しており、この骨材が最適であるといえる。以上を一般化してまとめると、圧縮強度1000kgf/cm²以上の高強度コンクリートでは骨材岩種によって強度差が生じるといえる。

3.2 モルタル実験結果(実験I-2)

モルタルは、コンクリート実験の粗骨材を除いたモルタル部分の状態に近い配合とし、結合材(セメント+S F):細骨材の比を1:1.2とした。

水結合材比とモルタル強度との関係を図8に示す。図は、細骨材の種類別の特徴を際立たせるために、材令7~182日、S F添加率5~20%の結果すべてを結合材別にまとめて、その平均値で示している。図の特徴は、砕砂と川砂・珪砂で強度発現状態が異なっていることである。砕砂では一定の水結合材と強度の関係を示すが、川砂・珪砂では水結合材比25~35%で強度差がみられなく、上記の関係が成り立たなくなっている。川砂・珪砂では、砕砂よりも骨材表面の保水性がないので、ブリージングが著しく生じて配合が崩れ、水結合材比25~35%間は何れも一定の水結合材比になってしまったからであろうと思われる。

次に水結合材比の違いをも一括して配合・材令のすべてをまとめて骨材の種類別の違いのみに着目したものが図9である。図では、モルタル強度の高い順番が、ホルンフェルス砕砂>大井川川砂>かんらん岩-蛇紋岩砕砂>珪砂>矢作川川砂となっており、細骨材の違いによって明瞭な強度差がみられる。これは骨材を構成している岩石・鉱物の種類や組織の相違、風化の程度などによって

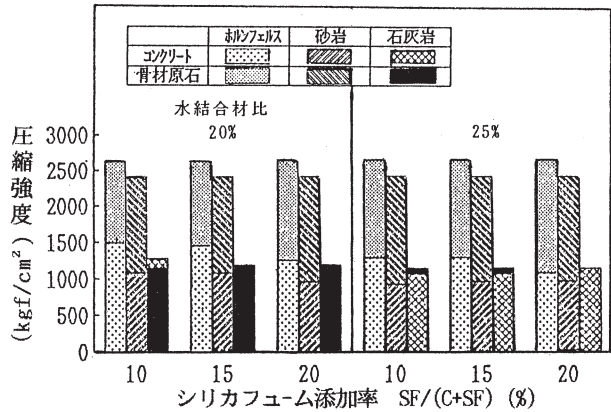


図6 骨材原石とコンクリート圧縮強度の比較

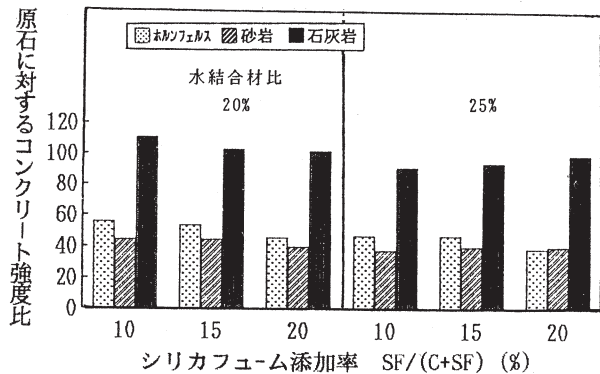


図7 骨材原石強度に対するコンクリートの強度比

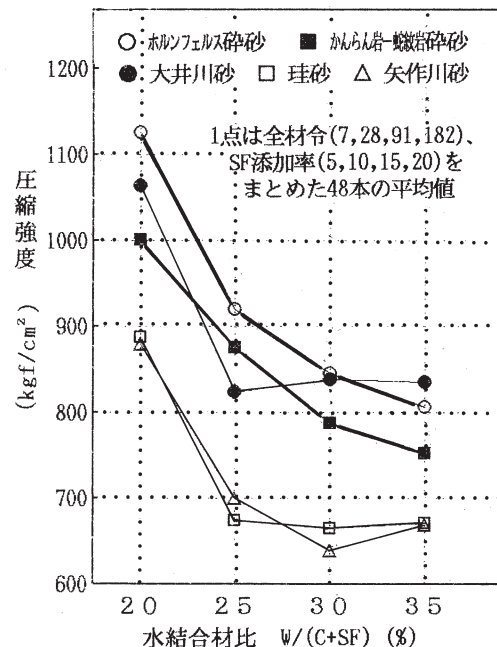


図8 水結合材比とモルタル強度との関係

骨材粒自体の強度や付着強度が異なることに起因しているであろう。このことは粗骨材の場合と同じであるが、

骨材を構成している鉱物の集合状態が細・粗骨材ではかなり異なる。たとえば、モルタル強度試験結果の低い珪砂や矢作川川砂の場合では、両砂は花崗岩起源の石英結晶粒や長石結晶粒などの1種類の鉱物が一つの骨材粒を構成しており、粗骨材なら花崗岩であるものが細骨材では石英、長石、雲母などに分離しているのである。石英は付着に問題があり、長石は風化して潜在クラックや粘土化部分があり粒子自体の強度が劣る場合が少なくない。また、雲母の含有量が多いと強度やワーカビリティの点で好ましくないことはよく知られている。他の3種の砂は、上記の2種の砂に比べ岩石の状態が保たれていて単一鉱物粒になっているのは細粒部分のみであり、細・粗骨材で岩石・鉱物の相違はあまりみられない。この実験の範囲では、鉱物粒よりの岩石粒の方がモルタルの強度発現には良いといえる。

表10に細骨材別のモルタル強度の最高値とその配合を示す。最高値は圧縮強度1300kgf/cm²台であり、コンクリートよりも低い値である。細骨材は粗骨材より付着表面積が大きい分だけ弱点が増えるために、モルタル強度の方が高くないのではないかとと思われる。界面の改善が重要なようである。

4. 付着性状 (実験Ⅱ)

4.1 付着強度

付着強度試験結果の1例を図10に示す。図には5種類の骨材を上から細粒石灰岩(Lsf)、粗粒石灰岩(Lsc)、かんらん岩-蛇紋岩(Se-Pe)、砂岩(Ss)、ホルンフェルス(Ho)、セメントペースト(Cp)の順番に示し、さらに1種類の岩石枠中に上から3本ずつ表面粗さ4μm、15μmおよび割裂破断面を示し、それぞれの表面粗さについて材令7、28、91日の付着強度を示した。記号Rは骨材で破壊した場合の強度、記号Pはセメントペーストで破壊した場合の強度を示している。記号の付いていないところは、セメントペーストと骨材の付着面で破壊したものである。なお、石灰岩の細粒子と粗粒子の違いは、石灰岩を構成している方解石の結晶粒子の大きさの違いを意味している。図10の結果の特徴はばらつきが大きいことであるが、この要因は次のようである。①多様な造岩鉱物からなる骨材の表面組織は一定ではない。特にこの実験で使用した骨材の付着断面は10×10mmと小さいので、鉱物種の相違による影響が現われやすい。②同種の鉱物であっても界面に現われた鉱物の結晶面の違いによって付着性状が異なる。③一個所でも界面に弱点があると、その影響で強度が激減する。④割裂破断面では表面粗さが一定せず、同一岩種であっても破断状態に相違が生じる。

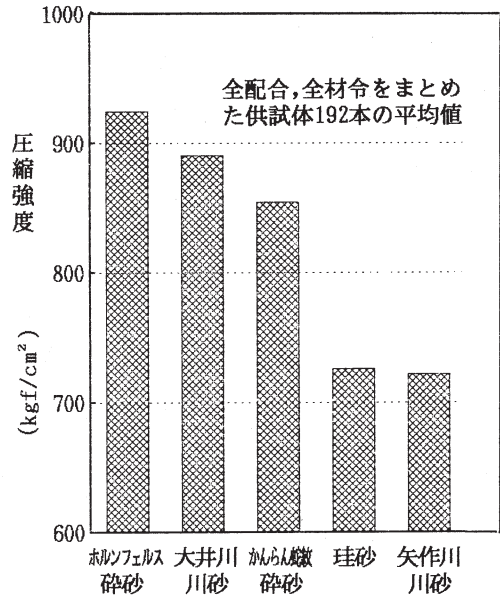


図9 細骨材の種類とモルタル強度との関係

表10 モルタルの最高圧縮強度とその配合

岩 種	圧縮強度 ¹⁾ (kgf/cm ²)	材令 (日)	W/(C+SF) (%)	SF/(C+SF) (%)	単 位 量 (kg/m ³)		
					C	SF	W
ホルンフェルス 碎砂	1321	182	20	10	980	98	216
大井川 川砂	1311	182	20	20	895	179	215
珪砂	1137	182	20	5	1025	51	215
かんらん岩-蛇紋岩 碎砂	1128	91	20	20	926	185	222
矢作川 川砂	1075	28	20	10	974	97	214

注1: 供試体3本の平均値

次に、岩種別の特徴を記す。石灰岩においては図10のRの多さや図12に示すように骨材で破壊する供試体が数多く生じたが、これは石灰岩を構成している方解石では壁開が完全であり、また顕微鏡レベルの細脈が走っていること(写真1A)、などによると思われる。一方、他の岩種よりも骨材で破壊する比率が高いことは、骨材強度が弱いことの他にセメントペーストとの付着が良いからであるともいえ、このことはコンクリート実験結果ともよく整合する。ホルンフェルスではその微細構造が均質(写真1B)なためにばらつきが少なく、また骨材で破壊したものはない。砂岩は付着に関してはホルンフェルスとよく似た傾向であるが、骨材中に細脈があり(写真1C)、それが弱点となることがある。蛇紋岩-かんらん岩は試験結果のばらつきが最も大きい。使用骨材が蛇紋岩とかんらん岩の混在したものであり(写真1D)、しかも付着断面が10×10mmと小さいために、骨材を構成している岩石が蛇紋岩だけのときやかんらん岩だけのとき、あるいは両岩石が連続的に混在しているときなど、界面に現われる岩石・鉱物が均一でない。たとえ

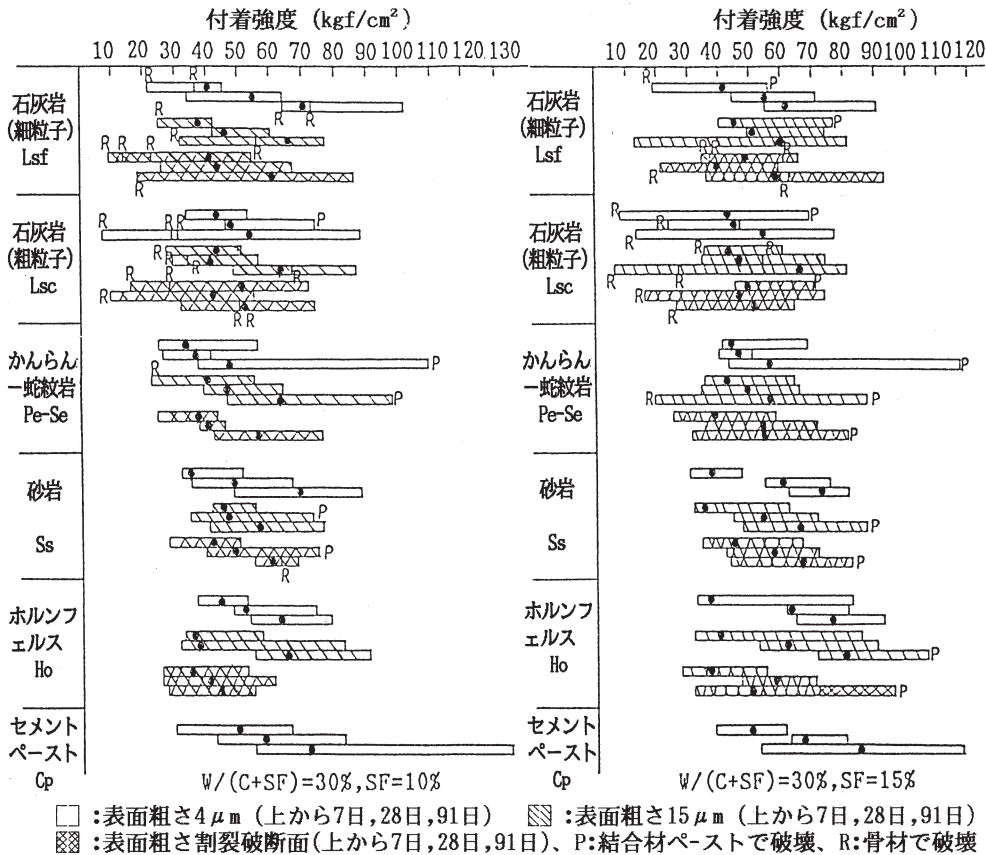
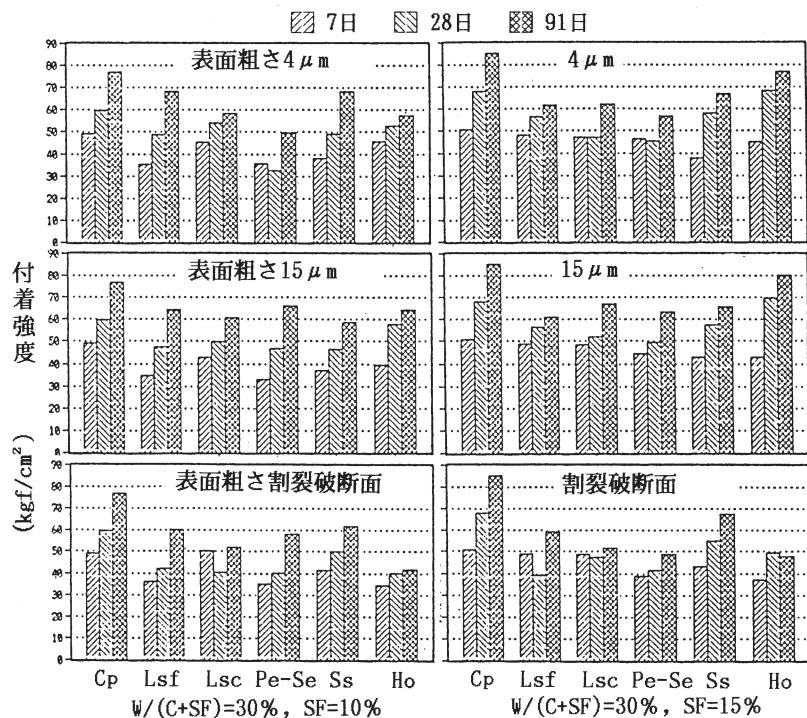


図 10 各種岩石の付着強度試験結果

ば、蛇紋岩のときはクリソタイル、アンチゴライトなどの鉱物からなり繊維状・板状鉱物の集合で多孔質であり、かんらん岩はかんらん石、輝石からなり粒状・塊状で比較的緻密である。このような両者の相違は、当然付着状態にも差が生じるものと考えられる。参考までに以上の岩石の純引張強度試験 (供試体寸法10×10×約60mm) および曲げ強度試験 (同25×25×100、スパン70mm) の結果を表11、表12に示すが、岩種毎の上記の内容と試験結果のばらつきの状態が良く対応している。

図11にセメントペーストあるいは骨材側で破壊した結果を除いて計算した付着強度の平均値を示す。図には、明瞭な特徴は現われておらず、骨材岩種別による差、SFの混入量表面粗さなどによる差などは認められない。いずれにしてもばらつきが大きすぎて、有意差を議論するまでには至らない。



Cp: 結合材ペースト Lsf: 細粒石灰岩 Lsc: 粗粒石灰岩
 Pe-Se: かんらん岩-蛇紋岩 Ss: 砂岩 Ho: ホルンフェルス

図 11 各種岩石の配合・表面粗さ別付着強度の比較

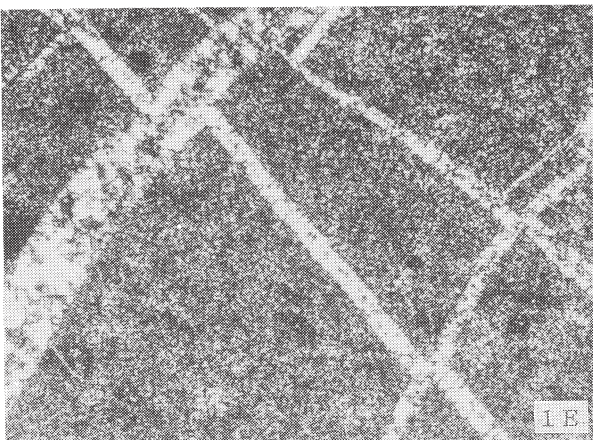
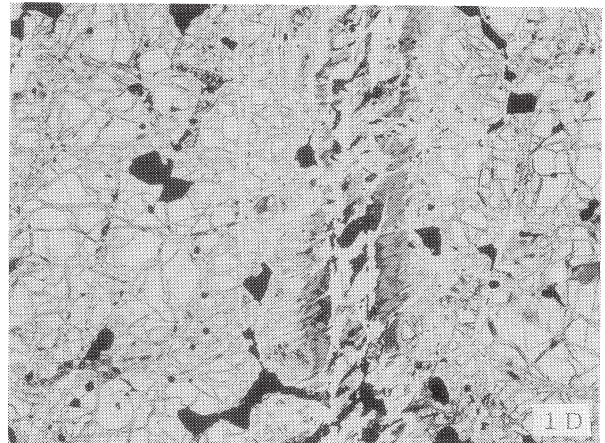
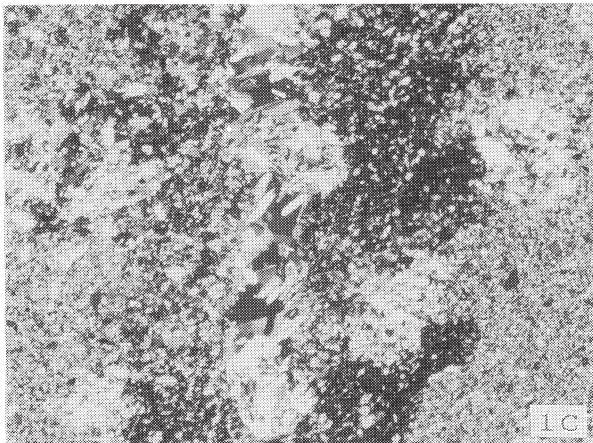
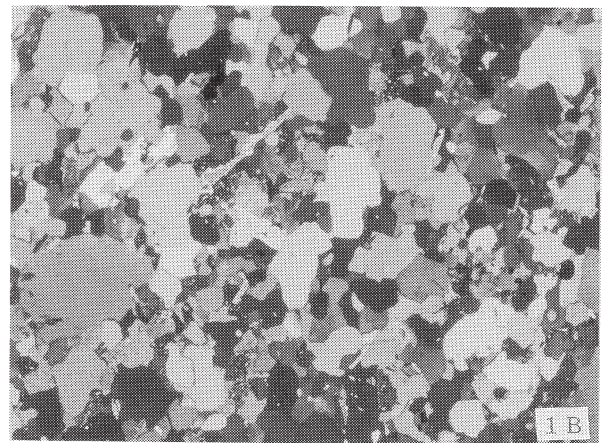
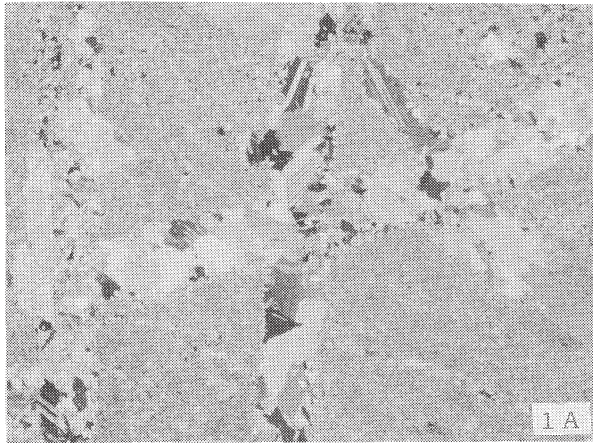


写真1 骨材岩石の偏光顕微鏡写真

直交ニコル、

観察倍率：対物4×接眼2.5倍

写真倍率： $\overline{0.3\text{mm}}$

1A：石灰岩

1B：ホルンフェルス

1C：砂岩

1D：かんらん岩—蛇紋岩

1E：チャート

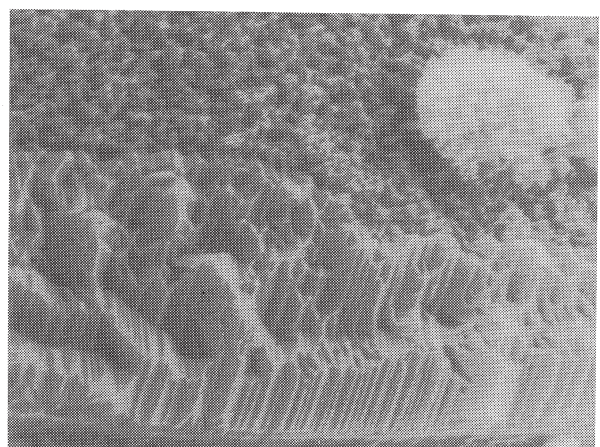
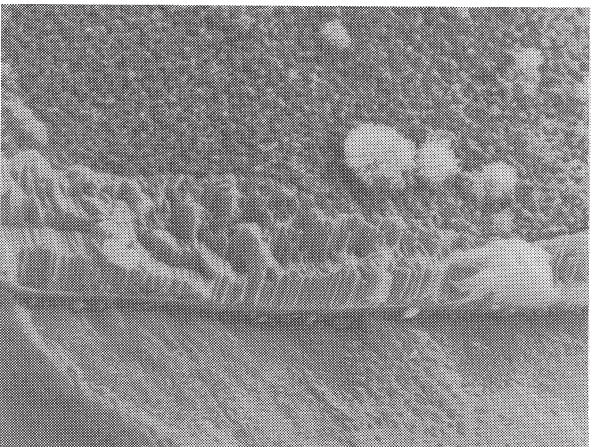


写真2 走査電子顕微鏡写真。セメントー骨材界面で骨材に垂直に配列した Ca(OH)_2 の結晶 左： $\overline{3\mu\text{m}}$ 右： $\overline{2\mu\text{m}}$

4. 2 付着面の観察

使用骨材やセメント-骨材界面などを走査電子顕微鏡、偏光顕微鏡、実態顕微鏡などによって観察した。界面の観察は、純引張強度試験を行った後の破断面を骨材側とペースト側について別々に観察したが、骨材にペーストが付着した状態の試料も数多く見られたので、両者の付着面を垂直方向から見ることもできた。この観察結果により、図10に示したような付着強度試験結果のばらつきの大きい理由や界面の微細構造が明らかになった。

一般に、コンクリート中のセメント-骨材界面には、水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) が存在し⁴⁾、また、ブリージングなどにより粗な組織を示す遷移帯がみられ⁵⁾、強度の弱い個所ができる。使用水量を少なくしてブリージングを減少させてもセメントの水和に伴って生成する遊離水酸化カルシウム ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) の骨材表面への付着を避けることはできなく、これを防ぐにはSFやフライアッシュなどのポズラン反応性物質の添加が有効であることが知られている (ポズランは遊離 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ を不溶性の物質を変え、ペースト強度を高める)。SFを添加しないときは写真2に示すような板状の $\text{Ca}(\text{OH})_2$ が骨材表面に垂直に配列しているが、この配向性を示す $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 結晶がSFの添加によって不規則になり、長期材令では消滅する⁶⁾。また、骨材にSFをコーティングすることにより付着強度を増加させた例などがある⁷⁾。

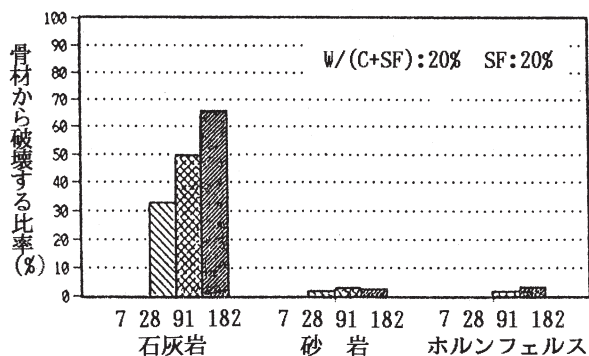


図12 骨材の破壊比率

表11 骨材原石の純引張強度試験結果

岩種	平均強度 ¹⁾ kgf/cm ²	最大値 kgf/cm ²	最小値 kgf/cm ²	標準偏差 kgf/cm ²	変動係数 %
ホルンフェルス	153	214	109	27	17.5
砂岩	158	225	78	48	30.2
石灰岩	77	101	49	17	31.8
かんらん-蛇紋岩	128	182	69	32	24.9

1: 供試体15本の平均値

表12 骨材原石の曲げ強度試験結果

岩種	平均強度 ¹⁾ kgf/cm ²	最大値 kgf/cm ²	最小値 kgf/cm ²	標準偏差 kgf/cm ²	変動係数 %
ホルンフェルス	358	429	290	38	10.8
砂岩	378	547	244	95	25.2
石灰岩	240	342	182	47	19.4
かんらん-蛇紋岩	389	549	198	109	28.0

1: 供試体10本の平均値

5. まとめ

高強度コンクリートの骨材岩種を比較した試験結果の結論は、次のようである。

(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。圧縮強度1000kgf/cm²以上では、骨材を構成する岩石・鉱物の種類や組織によって、その強度に200~400kgf/cm²程度の差が生じる。

(2) 4種類骨材の中では、ホルンフェルス砕石を用いた場合が最も高い強度を発現し、材令28日で約1500kgf/cm²、182日で1700kgf/cm²が得られた。

(3) 高強度コンクリートに適した骨材の品質判定を原石強度によって行う場合には、強さと共にばらつきの程度を判定要因にする必要がある。

(4) 高強度モルタルでもその強度は骨材岩種に影響される。圧縮強度700kgf/cm²以上のモルタルでは、骨材を構成する岩石・鉱物の種類によって、200~250kgf/cm²程度の強度差が生じる。

(5) シリカフュームを添加したセメントペーストと5種類の骨材との付着強度試験を行った結果では、①骨材の微小片による付着強度は幅広く変化し、②付着強度は岩種が異なっても有意差は生じなかった。

[参考文献]

- 1) 田中良典、森野奎二：高強度コンクリートにおける骨材岩種の影響、土木学会中部支部研究発表会講演概要集、pp.490-491, 1992.3
- 2) 根本浩盟、高 建明、森野奎二：各種骨材とシリカフューム添加セメントペーストとの付着強度、土木学会中部支部研究発表会講演概要集、pp.494-495, 1992.3
- 3) 森野奎二、田中良典：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、土木学会第47回年次学術講演会講演概要集、第5部、1992.9
- 4) K.Morino: Properties of Bond between Various Types of Rock Aggregate and Cement Paste, Transactions of the JCI, Vol.2, pp.109-116, 1980
- 5) 森野奎二：限界への挑戦「骨材との付着の観点から」、セメント・コンクリート No.546, 1992.8
- 6) J.A.Larbi and J.M.Bijen: Orientation of Calcium Hydroxide at the Portland Cement Paste-Aggregate Interface in Mortars in the Presence of Silica Fume: A Contribution, Cement and Concrete Research, Vol.20, No.3, pp.461-470, 1990
- 7) Xie Ping and J.J.Beaudoine: Modification of Transition Zone Microstructure-Silica Fume Coating of Aggregate Structures, Cement and Concrete Research, Vol.22, pp.597-604, 1992