

高強度セメントペーストと骨材との界面性状

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. はじめに

コンクリートは、粒子をセメントペーストで固結させた複合体であるから、コンクリートの強度その他の諸性質はセメントペーストと骨材の性質及びこれらの結合状態によって決まる。コンクリートにおける骨材とセメントペーストの界面は、硬化したペーストと骨材表面の単なる接触面ではなく、それらの間に水酸化カルシウムを主成分とする薄い被膜が介在したり、遷移帯が形成されたり、場合によっては骨材と化合するなど複雑な構造を持つとされている。本研究では高強度コンクリートの界面部分に着目し、そのマトリックスの性質や骨材の表面状態が界面の性状にどのように影響しているか調べた。

2. 実験方法

結合材として普通ポルトランドセメント（比重3.16 記号:C）とシリカフューム（比重2.10 記号:SF）を用いた。結合材ペーストの水結合材比 $[W/(C+SF)]$ を15~30%とし、シリカフューム混入率 $[SF/(C+SF)]$ は10~20%とした。混和剤には、ポリカルボン酸系高性能A E減水剤（比重1.06）を使用した。使用骨材の概要を表1に示す。粗骨材の粒度は、粒径5~10, 10~15, 15~20mmを重量比で40:30:30と45:55:0の2種類とした。ペーストと骨材の界面のSEM観察は、圧縮試験後のΦ10×20cmコンクリート供試体上部、下部から、粗骨材と結合材が付着した試料を採取し、それをさらにSEM観察が可能なように10×10cm程度に切断して用いた。

3. 結果と考察

界面の性状を調べるために用いたコンクリートの一部の圧縮強度試験結果を図1に示す。

粗骨材に石灰岩を使用した場合、圧縮強度試験後の供試体破断面の肉眼観察では、骨材内部とマトリックス部分で破断しており、界面で破断することはほとんどなかった。SEM観察においても、界面でのひび割れは認められず、骨材と結合材ペーストが一体化していた（写真1, 2）。石灰岩は粒状で粒子形状が均一であり（写真5）、界面の付着が良好に行われて骨材粒子内部で破断する。

表1 使用骨材の概要

	骨材の種類	産地	比重	吸水率(%)	構成鉱物
粗骨材	砂岩碎石	愛知三重	2.62	0.53	石英(Q), 長石(F), 雲母(M) 粘土鉱物(CM), 方解石(C)
	石灰岩碎石		2.71	0.32	
細骨材	大井川川砂	静岡三重	2.62	1.24	石英, 長石, 雲母, 粘土鉱物 かんらん石, 蛇紋石, 緑泥石
	かんらん岩砕砂		2.83	1.62	

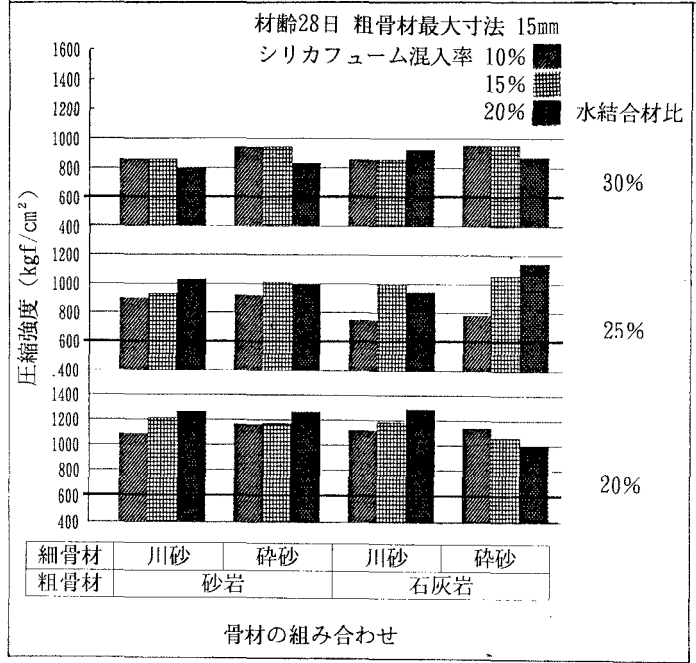


図1 骨材別コンクリート圧縮強度試験結果

粗骨材に砂岩を使用した場合、圧縮強度試験後の破断面の肉眼観察では、界面やマトリックス部分にひび割れが見られ、粒径15~20mmの骨材が破断面で露出していた。この状態がみられた界面部分には、SEM観察でひび割れはみられず、界面に近い構成鉱物の粒子間や結合材ペースト部分でひび割れが認められた。(写真3, 4)また境界面での付着は良好であった。砂岩の骨材表面形状は種々の鉱物からなる不均一な構造をしており(写真6)均一な組織を持つ石灰岩と比べると、界面での接着効果が落ちる。

4. まとめ

石灰岩は界面で骨材と結合材ペーストが一体化し、界面から骨材側に入ったいろいろな所で破断するが、砂岩は境界面直近の骨材側あるいはペースト側で破壊していた。

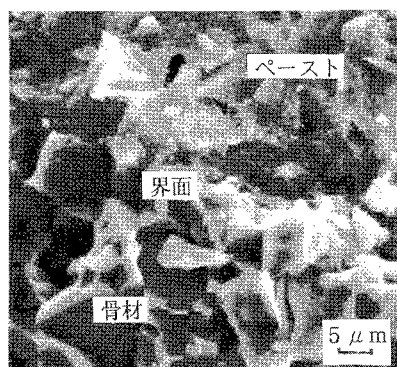


写真1 結合材ペースト-骨材界面のSEM写真 $W/(C+SF)=25\%$
 $SF/(C+SF)=10\%$ 材齢28日
粗骨材:石灰岩

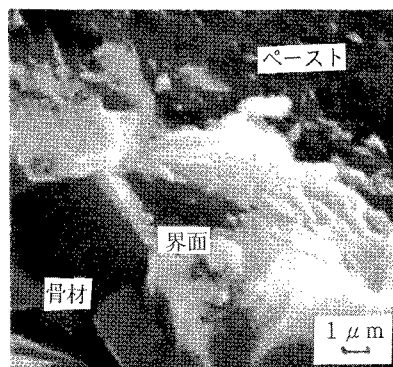


写真2 写真1の界面部分の拡大SEM写真

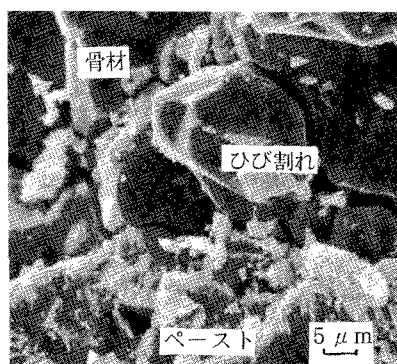


写真3 結合材ペースト-骨材界面のSEM写真 $W/(C+SF)=25\%$
 $SF/(C+SF)=10\%$ 材齢28日
粗骨材:砂岩

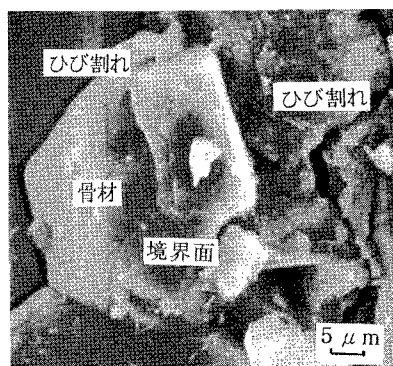


写真4 結合材ペースト-骨材界面のSEM写真 $W/(C+SF)=30\%$
 $SF/(C+SF)=20\%$ 材齢91日
粗骨材:砂岩



写真5 石灰岩表面のSEM写真

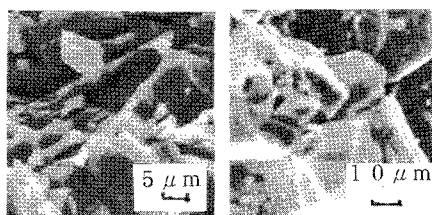


写真6 砂岩表面のSEM写真

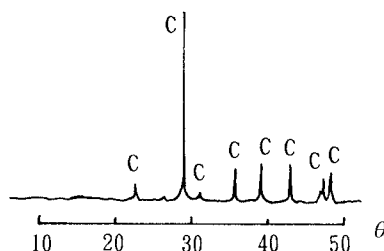


図2 石灰岩のX線回折図

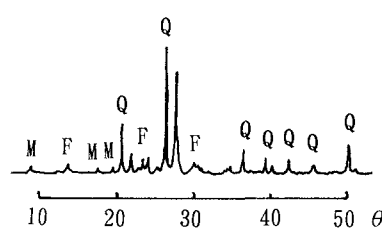


図3 砂岩のX線回折図