

徳島大学工学部 正会員 河野 清
 徳島大学大学院 学生員 ○向井 恒好
 鴻池組株式会社 赤江一平

1. ま え が き

近年、わが国においては資源の枯渇、採取規制等から良品質のコンクリート用細骨材である川砂の入手が困難になっており、一方では製鉄所の副産物である高炉スラグの利用が研究されて昭和56年6月にJIS A 5012 “高炉スラグ細骨材”として規格化されている。そこで本研究は、高炉スラグ細骨材をコンクリート製品に使用する場合の基礎的資料を得るために、まず配合要因がコンクリートに及ぼす影響を調査し、さらに蒸気養生が硬化コンクリートの強度に及ぼす影響を検討したものである。

2. 実 験 の 概 要

(1) 使用材料と配合 セメントは普通ポ

表1 使用骨材の品質

ルトランドセメントを用いた。細骨材は神戸製鋼所製の水砕スラグ細骨材と比較用に吉野川産の川砂を、粗骨材は徳島県産の硬質砂岩碎石を使用した(表1参照)。また、AE減水剤としてリグ

	ふるいを通るものの重量百分率										粗粒率 (FM)	比 重	吸水率 (%)	実積率 (%)
	20	15	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15					
碎石	100	81	49	0						6.51	2.60	1.43	56.8	
水砕砂				100	99	85	36	8	2	2.70	2.66	1.48	57.6	
川砂				100	96	90	72	25	5	2.12	2.60	1.84	63.5	

ニスルホニ酸塩系のものをセメント重量に対して0.25%使用した。なお、使用コンクリートの配合を表2に示す。

表2 使用コンクリートの配合

(2) 実験方法 練り混ぜには強制練りミキサーを用い、モルタルを60秒間練り、続いて粗骨材を投入して90秒間練り混ぜた。練り上がったコンクリートはスランプ、空気量および必要に応じてVB試験を行い、その後中10×20cmの円柱型枠に詰め、公称振幅/mm、振動数6000VPM、最大加速度約18gの振動台で締め固め成形し供試体と作製した。蒸気養生条件は、前養生期間を1,3および5時間の3種類、温度上昇速度は15℃/hと19℃/hの2種でその期間を3時間、最高温度は65℃と75℃の2種でその期間を3時間とし、その後翌朝まで徐冷した。徐冷後脱型したコンクリートは所定材

実験シリーズ	使用骨材	細骨材率 s/a (%)	単位水量 W (kg)	単位セメント量 C (kg)
細骨材率	水砕砂	41~49	200	270
		41~49	200	320
		41~49	200	370
	川砂	41~49	185	270
		41~49	185	320
		41~49	185	370
単位水量	水砕砂	45	188~212	270
		45	188~212	320
		43	176~200	370
	川砂	45	169~185	320
		45	169~185	320
		45	169~185	320
セメント 水比	水砕砂	45	200	270
		45	200	320
		43	200	370
	川砂	45	173	270
		45	173	320
		43	173	370
蒸気養生	水砕砂	45	200	320
	川砂	45	173	320

令まで20±2℃の水中養生を行った。蒸気養生中のマチュリティーの影響は、前養生を3時間、温度上昇速度を15℃/hで3時間とした後、65℃の等温養生を2,4,6,8および10時間とり蒸気養生槽から供試体を取り出して30分後に脱型強度を求めた。なお、比較のため全バッチの標準養生28日強度も求め、供試体本数は全て1種につき3個とし、データはその平均値と用いた。

3. 実 験 結 果

(1) 細骨材率とVB値との関係 水砕スラグ砂コンクリート、川砂コンクリートともに図1のように細骨材率を変化させるとVB値が最小になる最適細骨材率が存在し、各セメント量に対してほぼ同じ値となった。また、セメント量が増加すると最適細骨材率は小さくなり、しかも細骨材率の変化に対するVB値の変化が鈍くなる傾向がみられるが、これは粗粒分の増大によりコンクリートの粘稠性が増すためと考えられる。

(2) 単位水量とスランプとの関係 単位水量15kg程度の範囲ではスランプは直線的に増大し、スランプの増加率は同一セメント量で水砕砂コンクリートは川砂コンクリートの約1/2で、スランプ1cmの増減に対して水砕砂で

±4.3kg, 川砂で±2.3kgとなり。また同一スランプ値を得るために水砕砂コンクリートは川砂コンクリートより単位水量を14~16%大きくする必要がある。

(3) セメント水比と圧縮強度との関係 図3のようにセメント水比の増加による圧縮強度の増加率はほぼ同じであるが、同一セメント水比で水砕砂コンクリートは川砂コンクリートより約50kgf/cm²劣る。これは、連行空気量、骨材自体の強度などの相違による影響が考えられる。

(4) 蒸気養生の影響 蒸気養生を行っても水砕砂コンクリートは川砂コンクリートに比較して、同一材令で圧縮強度は30~60kgf/cm²劣るものの、標準養生28日強度に対する相対強度は材令28日まではほぼ同じであり、材令91日になるとむしろ約20%水砕砂の方が大となり、長期強度の伸びがよいことを示している。

また、図4のように水砕砂コンクリート、川砂コンクリートともに前養生期間を長くした方が各材令の強度発現は良好であるが、あまり長くしても効果は少ないようである。図5に示すように、最高温度は材令1日では75℃の高温の方が65℃のものより強度は大であるが、それ以後の強度の伸びが悪く水砕砂コンクリートで材令7日、川砂コンクリートで材令28日ぐわしろ小さくなっている。

なお、マチュリティーと圧縮強度との関係を図6に示すが、水砕砂コンクリート、川砂コンクリートともに900℃程度までは比例関係が成立し、それ以上のマチュリティーでは強度は横ばい状態になり、1220℃では標準養生28日強度に対して水砕砂コンクリートで65%, 川砂コンクリートで50%に達する。

4. ま と め
水砕砂コンクリートは川砂コンクリートに比較して、同一スランプと得る単位水量が多く、また同一セメント水比でも圧縮強度は小さくなるが、蒸気養生による悪影響はなくむしろ長期強度の伸びがよい傾向を示し、製品用コンクリートに使用可能である。

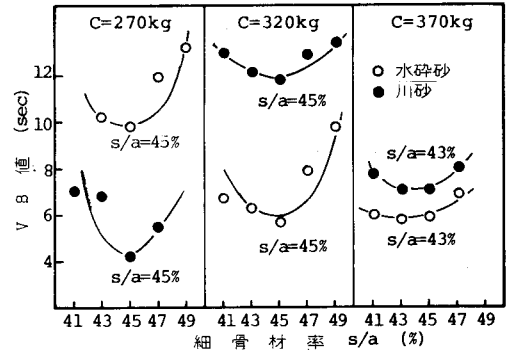


図1 細骨材率とV.B.値との関係

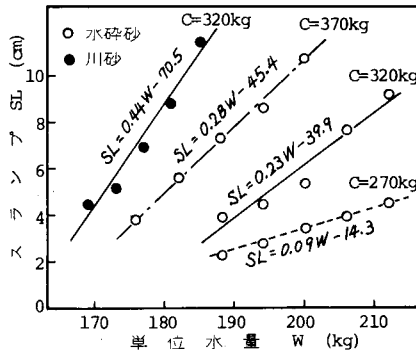


図2 単位水量とスランプとの関係

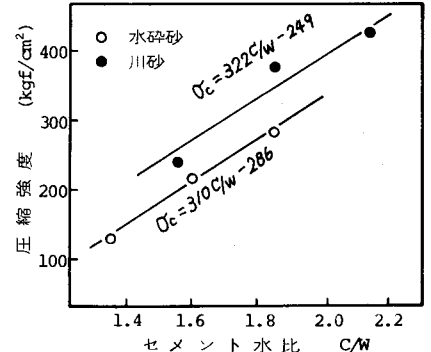


図3 セメント水比と圧縮強度との関係

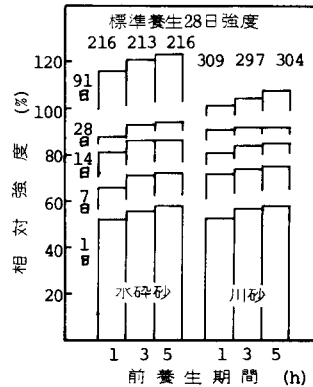


図4 前養生期間の影響

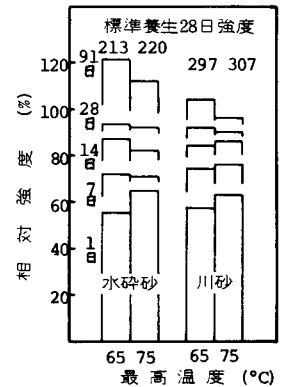


図5 最高温度の影響

前養生期間を長くした方が各材令の強度発現は良好であるが、あまり長くしても効果は少ないようである。図5に示すように、最高温度は材令1日では75℃の高温の方が65℃のものより強度は大であるが、それ以後の強度の伸びが悪く水砕砂コンクリートで材令7日、川砂コンクリートで材令28日ぐわしろ小さくなっている。

なお、マチュリティーと圧縮強度との関係を図6に示すが、水砕砂コンクリート、川砂コンクリートともに900℃程度までは比例関係が成立し、それ以上のマチュリティーでは強度は横ばい状態になり、1220℃では標準養生28日強度に対して水砕砂コンクリートで65%, 川砂コンクリートで50%に達する。

4. ま と め
水砕砂コンクリートは川砂コンクリートに比較して、同一スランプと得る単位水量が多く、また同一セメント水比でも圧縮強度は小さくなるが、蒸気養生による悪影響はなくむしろ長期強度の伸びがよい傾向を示し、製品用コンクリートに使用可能である。

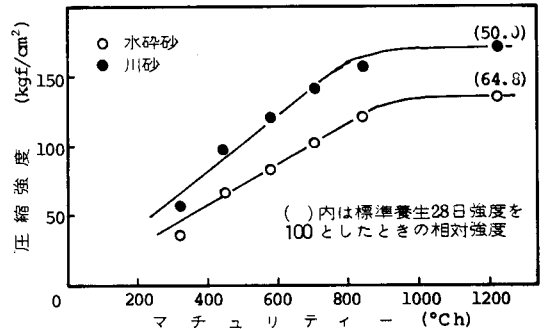


図6 マチュリティーと圧縮強度との関係