

徳島大学工学部 正員 ○河野 清
 ビー・イス・コンクリート(株) 正員 中井 将博
 徳島大学大学院 学生員 向井 恒好

1. まえがき

近年、わが国においては、コンクリート用細骨材として良質の川砂の入手が困難になってきており、海砂、山砂等が盛んに使用され、また、人工骨材の砕砂および木砕砂、風砕砂等のスラグ砂も用いられている。とくに、製鉄所の高炉から副産されるスラグ砂は、JISA 5012 “高炉スラグ 細骨材”として昭和56年6月に規格化され、土木学会では、“高炉スラグ 細骨材を用いたコンクリートの設計施工指針(案)”が検討されている現状である。

砕砂は、粒度・粒形、海砂は塩分量あるいは低目の粗粒率などの問題があるので、本研究では、粒形の良い風砕砂を砕砂および海砂と混合使用し、混入率がモルタル・コンクリートのコンシステンシー、コンクリートの配合における最適細骨材率、スランプリージング率、圧縮強度等の品質に及ぼす影響について調査を行った。

2. 使用材料およびモルタルとコンクリートの配合

(1) セメント

普通ポルトランドセメント(比重3.15, プレーン比表面積 $3150 \text{ cm}^2/\text{g}$, 28日圧縮強度 $40.6 \text{ kg}/\text{cm}^2$)を用いた。

(2) 骨 材

細骨材は、四国産の2種の砕砂(花崗岩質A、硬質砂岩質B)、海砂および新日鉄堺製鉄所製の粒度の異なる風砕砂(C、D)と使用した(図-1参照)。また、コンクリート用の粗骨材は硬質砂岩砕石(最大寸法20mm, 比重2.60, 吸水率1.43%)を用いた。

(3) モルタルおよびコンクリートの配合

モルタルの配合は、セメント砂比が1:2で、水セメント比55%とし、風砕砂の混入率は0、25、50および75%とした。また、フロー値は $185 \pm 5 \text{ mm}$ と一定とする配合とした。

コンクリートの配合は、製品用を

対象に目標スランプ5cmとし、風砕砂混入率、細骨材率などに変化をもたせ用いた(表-1、表-2参照)。

3. 実験方法

(1) 練りませ

モルタルの練りませは、大型モ

ルタルミキサ(10L)を用い、砂は乾燥状態にして使用し、JIS R 5201のモルタル試験を準じて行った。一方、コンクリートでは容量50Lの強制練りミキサを用い、モルタルで1分、砕石と投入して1分30秒間練りませた。

(2) モルタルおよびコンクリートのコンシステンシー試験

モルタルは、フローテーブルによるフロー試験と1/2寸法のスランプコーンによるスランプ試験を行い、コンクリートについては、通常のスランプ試験ならぬV8コンシステメーターによるVB値を測定した。

(3) コンクリートのブリージング率、動弾性係数、圧縮強度等の品質試験

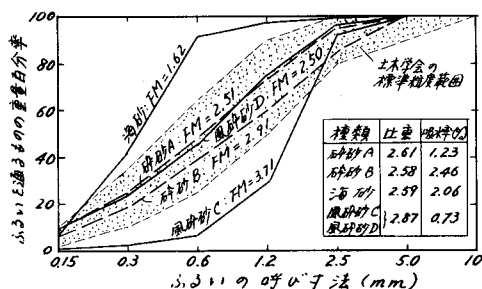


図-1. 使用細骨材の粒度曲線と比重、吸水率

表-1. 混合細骨材の粗粒率

混入率(%)	25	50	75	備考
海砂+風砕砂C	2.18	2.69	3.20	モルタル用
砕砂A+風砕砂D	2.54	2.53	2.51	モルタル試験用
砕砂B+風砕砂D	2.82	2.72	2.61	
砕砂A+風砕砂C	2.84	3.13	3.42	コンクリート試験用
砕砂B+風砕砂C	3.13	3.32	3.52	

表-2. 使用細骨材とコンクリート配合の概略値

実験サイズ	細骨材の種類	風砕砂混入率(%)	細骨材率 % (g)	水セメント比(X)	単位量W(kg)	C(kg)
最高細骨材率と等価する試験	海砂+風砕砂C	25, 50, 75	39-45, 43-49, 47-50	51.9, 49.4, 46.3	166, 158, 148	320
	砕砂A+風砕砂C	25, 50	45-51, 47-55	53.4, 51.6	171, 165	320
	砕砂B+風砕砂C	25, 50	49-55, 51-57	56.3, 53.1	180, 170	320
ブリージング率、圧縮強度などの試験	海砂+風砕砂C	25, 50, 75	41, 47, 51	50.6, 47.5, 44.9	162, 152, 150	320
	砕砂A+風砕砂C	0, 25, 50	46, 48, 51	54.3, 52.5, 50.3	180, 168, 161	320
	砕砂B+風砕砂C	0, 25, 50	49, 52, 54	58.1, 55.6, 53.0	186, 178, 176	320

(注) 細骨材の最大寸法=20mm, B系スランプ=5cm, 目標空気量=X% (本試験はN6.5LA使用)。

JISA1123 によるブリージング試験、ならびに $\phi 10 \times 20$ cm 円柱型試体の移動機を用いて稀固み成形し、 $20 \pm 2^\circ \text{C}$ の水中養生を行った試体について、初令28日における弾性係数の測定と圧縮強度試験を行った。

4. 実験結果と考察

(1) モルタルのコンシステンシーへの混入率の影響

風砕砂混入率がモルタルのフロー値およびスランプ値に及ぼす影響を示す図-2 からみられるように、混入率の増加とともにモルタルのコンシステンシーは大きく低下し、とくに、粒度の細かい海砂の場合にその傾向が顕著である。しかし、 ϕ が小さく、同一フロー値を得るためには、使用水量の低減が可能であり、水セメント比が小さくできる。なお、風砕砂が75%混入すると、モルタルが粗くなり、材料分離の傾向がみられるので注意されなければならない。

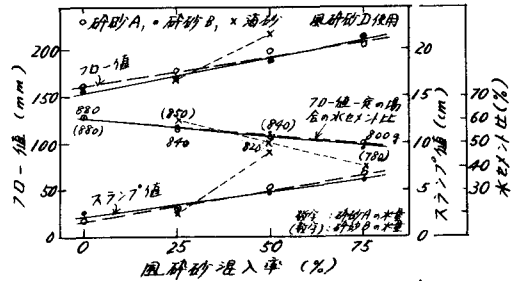


図-2. モルタルの70-値、スランプ値および水セメント比

(2) 混入率とコンクリート配合の最適細骨材率

図-3 から、 ϕ の各配合でVB値が最小となる最適細骨材率が存在し、この値は混入率の増加とともに明らかに高い値となる。

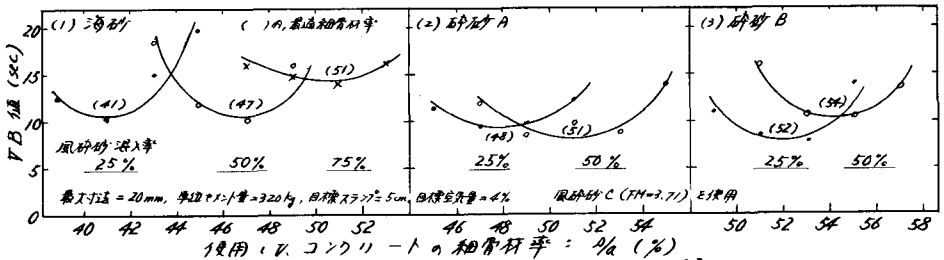


図-3. 風砕砂の混入率が最適細骨材率に及ぼす影響

(3) 混入率の単位水量およびブリージング率への影響

風砕砂の混入率が高くなると、図-4 のように、同一スランプ5cmを得るに要する単位水量が低減し、とくに砕砂では25%混入まで低下率が大きい。また、風砕砂の混入はブリージング率を下げるのにも効果的であり、最も小さい混入率が存在する(図-5参照)。

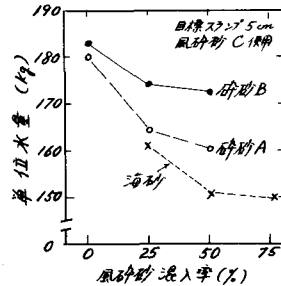


図-4. 混入率と単位水量

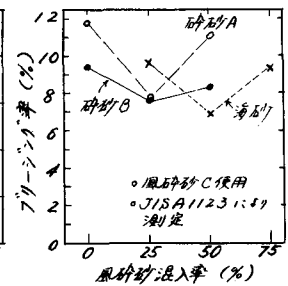


図-5. 混入率とブリージング率

(4) 混入率とコンクリートの品質

表-3 からみられるように、風砕砂の混入率の増加とともに、単位水量と弾性係数とは大きく低下する傾向があり、圧縮強度については、風砕砂混入率が海砂で50%、砕砂Aでは25と50%、砕砂Bでは25%の場合に良い結果が得られており、風砕砂との混合使用は強度改善の面でも効果的であると示している。風砕砂の混入率が海砂で75%、砕砂Bでは50%のとき、強度低下の傾向がみられるのは、砂の粗粒率が大きいため材料分離の影響が多少あるのではなからいと思われる。

5. まとめ

砕砂および海砂に対して風砕砂と適量混合使用することにより、モルタル・コンクリートのコンシステンシーが改善され、同一スランプを得るための単位水量が低減することが可能になる。また、風砕砂を混入し、粒度・粒形を調整することにより、ブリージング率、圧縮強度などの品質が改善される。なお、混入率が多くなると材料分離の傾向がみられるので、粗目の風砕砂では50%程度までの混合使用が適当であるといえる。

なお、本研究は昭和56年度文部省科学研究費(補助金(試験研究))により行ったものである。

表-3. 風砕砂混入コンクリートの品質

細骨材の種類	混入率 (%)	単位水量 (kg/m^3)	弾性係数 ($\times 10^4 \text{ kg}/\text{cm}^2$)	圧縮強度 (MPa)
海砂	25	2.38	36.6	31.3 (100)
	50	2.45	43.2	36.8 (118)
	75	2.47	43.0	34.2 (109)
砕砂A	0	2.33	36.3	31.4 (100)
	25	2.39	39.0	32.5 (104)
	50	2.42	40.2	32.8 (104)
砕砂B	0	2.30	35.6	31.2 (100)
	25	2.38	37.6	33.9 (109)
	50	2.41	38.6	32.8 (105)