

大分高専 正員 丸 山 巖
大分工業大学 正員 三 浦 正 昭
大分工業大学 正員 上 野 育 生

1, まえがき 最近の省資源時代の中にある、コンクリート用細骨材もその例外ではなく、従来より広く使用されていた河川砂は枯渇または採取規制等により入手出来ない状況下において、海砂・砕砂等が細骨材として主流を占めるようになった。もはや海砂の使用なしでは、コンクリートを作り得ない状況になっている。

しかしこの海砂は、塩分を含有するため単味での使用には問題が多い。したがって塩分濃度低下のためにも無塩砂との混合、即ち混合砂としての使用が広く採用されている。本実験は、中世代の花崗岩が風化し粒状化したいわゆる山砂が、コンクリート用細骨材として十分な性質を有するものか、使用上の問題点および最適使用法につき検討したもので、その概要を報告するものである。

2, 使用材料とその性質 セメントは、三菱普通ポルトランドセメント(比重3.16)、細骨材は大分県国東産の山砂及び四国産海砂、粗骨材は大分県津久見産石灰石(最大寸法 20mm)でその性質は表-1、図-1に示すとおりである。さらに山砂と海砂を混合した混合砂、および山砂を0.15mmふるいで水洗した洗い山砂の性質は、表-2、図-1のようである。なおこの山砂は粘土の含有はないが、幾つかの石粒が強く固結した組織をしているようであるので、参考に粗骨材の破砕試験に準じ0.3と0.6mm以上の絶乾試料について、10%破砕値を求め海砂と比較した。結果を表-3に示す。

表-1 山砂、海砂及び石灰石の性質

種 別	比 重	吸水量 (%)	粗粒率 f. m.	洗 い 試 験 (%)	有 害 物 含 有 量 粘土塊 (%)	比 重 1.95 比 重 2.65 有 機 不 純 物 (%)	安定性 (%)	単位容 積重量 (kg/m ³)	実積率 (%)
山砂	2.58	0.79	3.33	3.7	1.9	0	12.7	1,532	59
海砂	2.59	0.75	2.94	1.1	—	—	—	1,564	60
石灰石	2.70	0.34	7.03	—	—	—	—	1,535	57

表-2 混合砂と洗い山砂の性質

種 別	粗粒率 f. m.	比 重	吸水量 (%)	単位容 積重量 (kg/m ³)	実積率
海砂	—	—	—	—	—
山砂	—	—	—	—	—
混合砂	—	—	—	—	—
洗い山砂	—	—	—	—	—

表-3 山砂及び海砂の 10% 破砕値

試 料 の 種 別	試料重量 (g)	各フルールを通る損失重量 (g)	10% 破砕値 (%)
山砂	—	—	—
海砂	—	—	—

以上のことから、この山砂は材質面から細骨材としての適性について検討してみると、山砂そのものの性質は、表-1のように比重・吸水量・単位容積重量・実積率については問題ないと思われる。有害物含有量についても比重1.95の液体に浮くものは0であった。しかし表-3に示す10%破砕値が使用されている砂よりおよそ2.5倍、洗い試験で失われるものも3.7%と多く、単味での使用は問題が存在すると思われる。なおこの山砂の塑性指数は0(NP)であった。

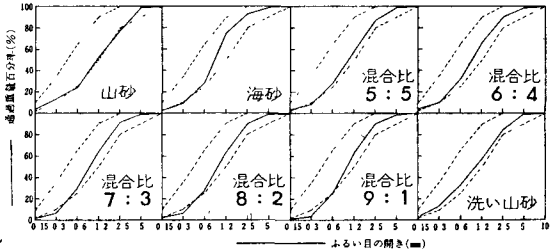


図-1 細骨材の粒度分布曲線

3, 実験方法 山砂の使用法として、海砂との混合砂としての使用を考え、細骨材として海砂のみ使用したコンクリートとの特性を比較検討するためおもに次の5ケースについて実験を行なった。

表-4 ケース I の配合及びスランプの測定結果

w/c (%)	混 合 比 海砂 山砂	粗骨材 の最大 寸法 (mm)	空気量 (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)					スラン プの測 定結果 (cm)
					水	セメント	粗 骨 材	粗骨材	石灰石	
55	10 0 (海砂のみ)	20	1.5	42	187	340	751	0	1,085	7.4
	9 1	20	1.5	42	187	340	675	74.8	1,085	5.6
	8 2	20	1.5	42	187	340	600	149.5	1,085	4.9
	7 3	20	1.5	42	187	340	525	224.3	1,085	4.7
	5:5	20	1.5	42	187	340	375	373	1,085	1.6
	0 10 (山砂のみ)	20	1.5	42	187	340	0	748	1,085	0
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

ケース1: 山砂のワ-カビリティーにおよぼす影響について。海砂のみを用いたw/c=55%, スランプ8±1cmのコンクリートの単位水量を決定し、その単位水量(一定)を用いて、海砂と山砂を表-4の割合で混合した混合砂を用いたコンクリートのスランプ変化と圧縮強度測定を行なった。

ケースⅡ：同一ワーカビリティを得るために必要な単位水量について。混合比をケースⅠと同じように $\% = 55\%$ スランプ $8 \pm 10\text{mm}$ を得るに必要な単位水量の決定と強度測定を行なった。

ケースⅢ：ブリージングについて。ケースⅠと同じ配合によりブリージングの変化を測定。

ケースⅣ：最適細骨材率の決定。表-4の配合より3種類(図-5)について目標スランプ $8 \pm 10\text{mm}$

を得るに必要な単位水量が最小となる s/a 即ち最適細骨材率を試練により決定した。

ケースⅤ： c/w と σ_{28} の関係および c/a と σ_{28} の関係について。

配合を表-5のようにし、 s/a はケースⅣで求めた値(図-5)としコンクリート供試体を作り圧縮強度測定を行なった。

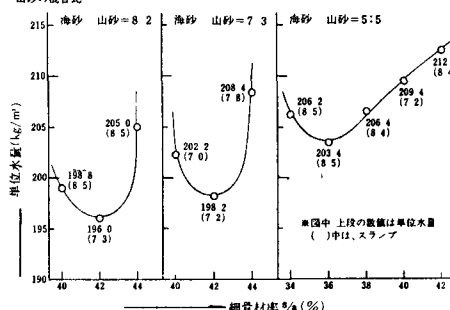
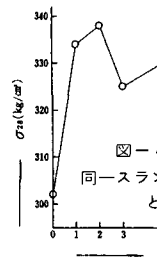
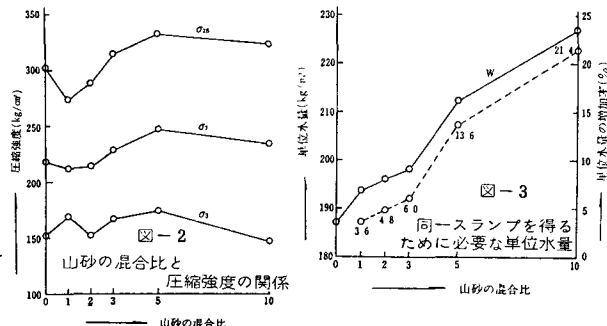


表-5 ケースⅤの配合及びスランプ・強度の結果

混合比 海砂 山砂	w/c (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m³)					スランプ の結果 (cm)	圧縮強度の平均値 (kg/cm²)		
			水 W	セメント C	粗骨材 海砂 山砂	石灰石			σ_7	σ_{14}	σ_{28}
10.0 (海砂のみ)	45	42	192.0	426.7	715.8	0	1,034.2	6.8	285	353	346
	55	42	187.0	340.0	751.0	0	1,064.5	7.2	207	256	266
	65	42	187.0	287.7	769.1	0	1,111.3	6.5	144	168	192
8.2	45	42	200.0	444.4	560.4	139.6	1,012.2	6.8	(99)	(95)	(97)
	55	42	196.0	356.4	588.4	146.5	1,062.5	7.6	(102)	(107)	(104)
	65	42	196.0	301.5	603.1	150.2	1,089.3	7.4	(114)	(124)	(117)
7.3	45	42	210.0	466.7	477.4	203.8	985.5	7.7	(94)	(94)	(120)
	55	42	198.2	360.4	512.5	218.8	1,057.8	7.6	(116)	(123)	(122)
	65	42	198.2	304.9	525.4	224.3	1,084.5	7.4	(117)	(138)	(147)
5.5	45	36	214.0	475.6	289.0	287.9	1,075.3	7.1	(112)	(108)	(111)
	55	36	203.4	369.8	310.0	308.8	1,153.4	7.1	(114)	(113)	(121)
	65	36	203.4	312.9	318.4	317.2	1,184.6	9.2	(113)	(138)	(130)
洗 い 山 砂	45	42	201.0	446.7	0	676.8	1,009.1	8.1	(94)	(78)	(89)
	55	42	196.0	356.4	0	712.6	1,062.5	7.8	(95)	(94)	(91)
	65	42	196.0	301.5	0	735.7	1,089.3	6.6	(109)	(115)	(108)

(註) 圧縮強度欄の()内は、海砂のみを100とした時の強度比を示す

のみ使用の場合よりかなり有利となる結果を得た。ケースⅢについては、ケースⅤの表-5の $\% = 55\%$ の場合の配合によりブリージングの経時変化をみると、山砂の混合量が多い程、初期段階で少なく最終ブリージング量は海砂と大差なく、悪影響があるとは考えられない。ケースⅣについては、 $\% = 55\%$ 、混合比は海砂：山砂を8:2, 7:3, 5:5の3種、スランプは $8 \pm 10\text{mm}$ として、検討した結果図-5のように最適 s/a は混合比8:2, 7:3で42%, 5:5では36%を得た。ケースⅤについては、表-5に示す配合において、 $c/w = 1.54 \sim 2.22$ の範囲即ち $\% = 65 \sim 45\%$ の範囲においてはコンクリートの強度とセメント水比の関係はJyesの理論が適用される。強度は表-5の通りである。

以上要約すれば、山砂を海砂と混合して使用すれば十分使用に供し得る性質を有するものと考えられ特に海砂と山砂の比を7:3程度にすれば、ワーカビリティの低下も小さく、強度的にも問題ないことがわかった。

なを減水剤を用いた場合と高強度コンクリートとの適応性についても十分な効果と適応性が認められたが、モルタルによる乾燥収縮量は山砂の混合比が高くなると大きくなることを付記する。 わかりに倍指導ないない大分県工業化資料 電田幸夫・九大土木工学科 松下博通・西先生に謝意を表すと共に、大分大学卒業論文諸君に感謝します。

参考文献 土木学会 コンクリート標準示方書、昭和51版、土木材料実験 技報堂、昭和51年、高強度コンクリート用減水剤の開発