

九州理工専門学校 正員 天野 一彦

1. まえがき

筆者は、砕石生産の副産物である砕砂を、コンクリート用細骨材として経済的かつ有効に利用するため、粗粒部分の比較的に少ない薄砂に混合したいわゆる混合細骨材について、昭和49年より、実験的研究を実施してきた。

本報告は、微粉末を多く含む砕砂(砕石粉と呼ぶ)を混合細骨材に用いた場合について、その含有量のコンクリートの諸性質に及ぼす影響を調べたものである。

2. 使用材料

セメントは、三菱普通ポルトランドセメント(比重3.18)を使用した。

細骨材は、北九州市内砕石工場において生産された5mm以下の砕石粉(硬質粘板岩)を0.15mmふるいでふるい、水洗したものに、砕石生産の過程で発生したダストを砕石粉全量に対して乾乾重量比で4.5(4.1), 12.5(11.4)および20.5(18.4)の3種類含有させたものの(1)値

は洗い試験で0.088mmふるいを通過するものを示している)および北九州市藍島産の海砂を使用した。

混合砂は、全量に対する砕石粉の混合率を容積比(V_s)で50%とした³⁾。

粗骨材は、北九州産の砕石(硬質砂岩、最大寸法20mm、粗粒率6.59)を5mmふるいでふるい、水洗したものを使用した。表1、図1は、それぞれ粗、細骨材の主な物理試験結果、細骨材のふるい分け試験結果を示している。

3. 実験方法

コンクリートの配合を定めるために、水セメント比(%)60%、スランプ7±1cmとレ、細骨材率は、36~52%の範囲を5種類に変化させ、最少単位水量を与える細骨材率を従来の試的方法(スランプ試験を用いる方法)により求めた。スランプ試験により7±1cmが得られたコンクリートの配合を表2に示す。次に、水セメント比60%のコンクリートについて単位水量とスランプとの関係を求めた。以上の実験は、微粉量12.5%の混合砂を用いて行なった。最後に微粉量の影響を調べるため、細骨材の種類を変えて、実用的なコンクリートとして $w/c=60\%$ 、スランプ7±1cmの配合で、圧縮強度試験、引張強度試験、空気量試験、ブリージング試験および乾燥収縮試験などを実施した。

コンクリートの練り混ぜは、可傾式ミキサーを使用し、2分間練り混ぜた後さらに20~30秒の手練りを行なった。

強度試験用供試体としては、 $\phi 10 \times 20$ cmの円柱供試体を各配合について3本打設し、それぞれ7日ならびに28日を標準養生を行なった。

乾燥収縮試験用供試体は、 $10 \times 10 \times 40$ cmの曲げ供試体をそれぞれ微粉量について2本打設し、脱型後、温度20℃、湿度60~70%の養生室内に静置し、各試体における乾燥収縮ひずみをモールドゲージで測定した。

表1. 骨材の物理試験結果

骨材	比重	吸水量 (%)	単位容積重量 (kg/m^3)
海砂	2.57	1.16	1645
砕石粉	2.67	1.11	1631
砕石	2.63	0.83	1549

表2. コンクリートの配合(スランプ試験)

スランプ 2回平均値 (cm)	水セメント比 w/c (%)	細骨材率 S/a (%)	単位量 (kg/m^3)			
			水 W	セメント C	細骨材 S 海砂 砕石粉	粗骨材 G
7.8	60	36	193	322	320 332	1163
6.8	"	40	185	308	361 375	1109
7.3	"	44	185	308	397 413	1035
7.8	"	48	191	318	428 445	949
7.8	"	52	197	328	458 476	865

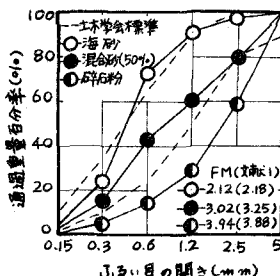


図1. 細骨材のふるい分け試験結果

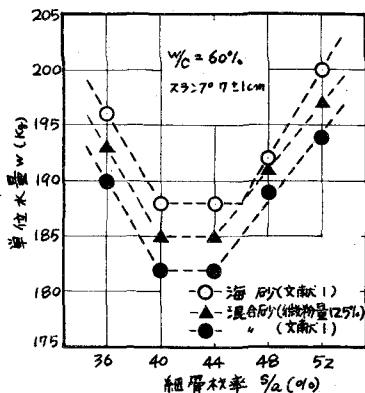


図2. 単位水量と細骨材率の関係

4. 実験結果とその考察

図2は、スランプ試験による単位水量と細骨材率との関係を示したものである。最良のワーカビリティーを与える単位水量および細骨材率は、混合砂(5% = 50%)の微粉量12.5%の場合、185 kg、44%となる。海砂にくらべて1.6%単位水量が少なくなっている。

図3は、スランプ2~20 cmの範囲における単位水量とスランプとの関係を示したものである。ワーカビリティーの変化に対する単位水量の補正割合は、文献の場合、一般の骨材とほとんど等しいが、本実験の場合、スランプ2.5 cmの変化に対して約3.6%の増減となる。

表3は、エントラップトエア、ブリージング率、圧縮および引張強度試験結果である。エントラップトエアは海砂、混合砂とほぼ等しく、一般の細骨材(粗骨材の最大寸法20 mmの場合2%程度)と同程度である。ブリージング率は、海砂より混合砂の方が小さく、微粉量12.5%と30%減少している。また、混合砂のブリージング率は、微粉量の増減にともない減少し、その割合は微粉量1%につき0.35%である。

圧縮および引張強度は、試験値にバラツキがあるが、混合砂の方が幾分大きな値を示す。

図4は、概令50日程度までにおける乾収縮試験結果を示したものである。本実験の範囲においては、海砂、混合砂の乾収縮収縮ひずみはほぼ等しい傾向を示している。

表4は、実用的なコンクリートの圧縮強度試験結果を示したものである。最小二乗法により $\sigma_{28} \sim \%$ の実験式を求めれば以下になる。

$$\text{海砂} \quad \sigma_{28} = 251\% - 153$$

$$\text{混合砂(微粉量12.5\%)} \quad \sigma_{28} = 147\% + 52$$

5. あとがき

砕石粉を混合細骨材として利用する方法は、経済的かつ有効な利用方法の一つであるといえることができるので、今後、問題点をさらに検討し、解決して行きたいと考えている。終りに、本実験に際し、九州工業大学吉安道氏にご協力いただき

ました。

ここに記して謝意を表する次第です。

表4. コンクリートの圧縮強度試験結果(スランプ7.5 cm)

W/C	海砂						混合砂(微粉量12.5%)					
	概令7日			概令28日			概令7日			概令28日		
	強度 (kg/cm ²)	強度比	変動係数 (%)	強度 (kg/cm ²)	強度比	変動係数 (%)	強度 (kg/cm ²)	強度比	変動係数 (%)	強度 (kg/cm ²)	強度比	変動係数 (%)
50	212	1.00	4.5	356	1.00	3.2	219	1.03	0.8	339	0.95	6.5
55	161	"	3.7	284	"	11.2	217	1.35	0.8	333	1.17	7.1
60	159	"	4.8	282	"	0.8	157	0.99	8.7	300	1.06	7.6
65	136	"	5.6	232	"	7.1	161	1.18	4.0	273	1.18	1.1

表3. エントラップトエア、ブリージング率、圧縮および引張強度試験結果(W/C=60%, スランプ7.5 cm)

東田骨材	エントラ プ・エア率	ブリー-ジ- ング率	圧 縮						引 張						静弾性係 数
			概令 7 日			概令 28 日			概令 7 日			概令 28 日			
			強 度	強度比	変動係数	強 度	強度比	変動係数	強 度	強度比	変動係数	強 度	強度比	変動係数	
(%)	(%)	(%)	(Kg/cm ²)	(%)	(Kg/cm ²)	(%)	(Kg/cm ²)	(%)	(Kg/cm ²)	(%)	(Kg/cm ²)	(%)	(%)	(x10 ⁴ Kg/cm ²)	
海 砂	1.50	12.35	159	1.00	4.8	282 (302)	1.00 (1.00)	2.9 (3.1)	20.2	1.00	8.2	24.5	1.00	10.1	2.91 (2.95)
混合砂の 微粉量	4.5	1.73	11.42	176	1.11	7.4	331	1.17	9.3	—	—	—	—	—	3.59
	12.5	1.91	8.65	157	0.99	8.7	304 (301)	1.08 (1.00)	7.6 (6.1)	20.7	1.02	10.6	27.0	1.10	5.9 (3.23)
	20.5	1.76	5.88	214	1.35	4.4	345	1.22	5.1	—	—	—	—	—	3.75

注. 表中、圧縮強度および静弾性係数の()値は、空中養生(温度20℃、湿度60~70%)の値である。

参考文献

1. 天野孝：砕石粉と海砂からなる混合細骨材の再利用に関する実験的研究，セメント技術年報，昭和三十九年。
2. 天野孝：砕石粉のコンクリート用細骨材としての利用に関する基礎的研究(Ⅰ)，工学会西部支部研究発表会要録，昭和三十九年度。
3. 天野孝：砕石粉のコンクリート用細骨材としての利用について，セメント・コンクリート技術九州支部研究発表会要録，昭和三十九年度。