

各種砕砂を用いたモルタル・コンクリートの性状について

九州電力 ㈱ 総合研究所 正会員 杉田 英明
福岡大学 工学部 〃 大和 竹史
〃 〃 〃 〃 〃
〃 〃 〃 〃 〃
〃 〃 〃 〃 〃

1. まえがき

近年、コンクリート用細骨材として砕砂を使用する気運が高まってきており、砕砂の需給は年々増加しているのが現状である。筆者らは、昨年調査した24工場の砕砂のうち、特に岩種の異なる11工場の砕砂についてそれぞれモルタル及びコンクリート試験を試み、砕砂の岩種によってモルタル及びコンクリートの性状が大きく変化することを確認した。以下にそれらの実験結果を報告する。

2. 使用材料

(1) セメントは、麻生セメント㈱製のフライアッシュセメントB種で、その品質は比重3.02ブレーン3.140cm³/gである。(2) 細骨材は、砕砂11種と海砂1種(福岡県奈多産)で、その物理的品質を表-1に示す。細骨材の使用に当っては、5, 2.5, 1.2, 0.6, 0.3, 0.15mmの各ふるいをういて分級し、粗粒率を2.5±0.1の範囲で調整した。(3) 粗骨材は、鹿児島県川内産の安山岩碎石(2005)で、その品質は、比重が表乾で2.70, 絶乾で2.65, 吸水率が1.83%, また粗粒率が6.56などである。(4) 混和剤は、ポゾリスN8を使用し、空気量の調整にポゾリス303Aを併用した。

3. モルタル及びコンクリートの配合

モルタルの配合は、水セメント比及びセメント砂比(絶対容積比で1:2.89)がコンクリートの配合と同じになるように定めた。なお、コンクリートの配合は、水セメント比を5.5%とし、安山岩砕砂(試作砕砂)を用いて別途に試し練りを行い、所要のコンシステンシー及びワーカビリティ(スランプ12cm、空気量4%)の得られる単位水量、細骨材率を定めた。その結果単位水量は173kg、細骨材率は4.4%であった。

4. 試験概要

モルタル試験は、JISR5201及びJISA1108に準じて、フロー試験及び圧縮強度試験を行った。供試体は、Ø5×H10cmで、試験材令は7日、28日の2材令とした。

コンクリート試験は、JISA1101, 1123, 1128に準じてまだ固まらないコンクリートの性状試験を行い、また、JISA1106, 1108, 1113, 1129に準じて硬化コンクリ

表-1 細骨材の物理的品質

国産材の 種類及び 記号	岩種	産地 (県)	製砂設備		物理的品質					粒度調整後の粒度										
			破砕 機種	分級 方法	比重	吸水 率 (%)	洗砂 率 (%)	粗粒 率 (%)	細粒 率 (%)	各ふるいを通る量(%)										粗粒 率
										表乾	絶乾	5	2.5	1.2	0.8	0.3	0.15			
砕砂	A	玄武岩	佐賀	ロッドミル	湿式	2.69	2.62	2.65	5.5	2.92	8.4	100	92	73	50	28	10	2.47		
	F	角閃岩	熊本	ロッドミル	湿式	2.92	2.89	1.20	4.8	2.82	9.6	100	94	76	52	29	10	2.39		
	I	安山岩	大分	インパクト	湿式	2.69	2.63	2.47	3.7	2.75		100	93	70	42	29	14	2.52		
	K	安山岩	鹿児島	ロッドミル	湿式	2.68	2.63	2.08	3.4	2.58		100	93	72	47	24	7	2.57		
	M	砂質片岩	福岡	ロッドミル	湿式	2.72	2.67	1.73	6.0	2.60	13.6	100	95	75	51	29	11	2.39		
	O	砕砂	鹿児島	ロッドミル	湿式	2.61	2.56	2.20	4.2	2.96	9.0	100	94	72	47	26	8	2.53		
	Q	石灰岩	福岡	インペラ	湿式	2.66	2.63	1.06	8.1	2.87	18.1	100	93	72	47	26	9	2.53		
	R	花崗岩	福岡	ハルドリット	乾式	2.65	2.62	1.15	6.1	3.22	17.4	100	93	73	46	24	9	2.55		
	T	花崗岩	熊本	インペラ	湿式	2.99	2.96	1.07	5.4	2.68	9.7	100	93	71	46	25	8	2.57		
	U	花崗岩	佐賀	インペラ	湿式	2.57	2.52	1.99	3.1	2.95	19.1	100	94	73	51	30	11	2.41		
	W	花崗岩	鹿児島	ホルミル	湿式	2.54	2.48	2.48	1.3	2.70	6.4	100	91	72	49	27	8	2.53		
海砂	Z		福岡			2.56	2.52	1.51	1.5	2.49	16.2	100	92	72	48	24	5	2.59		

表-2 モルタル及びコンクリートの諸性状

細骨材の 種類及び 記号		モルタルの性状				コンクリートの性状				コンクリートの強度特性 (kgf/cm ²)						乾燥収縮係数 (×10 ⁻⁴)			
		フロー (mm)	圧縮強度 (kgf/cm ²)	スランプ (cm)	空気量 (%)	温度 (℃)	単位容積重量 (kg/m ³)	ブリーディング (%)	圧	引	張	曲げ	7日	28日	7日		28日	28日	91日
砕砂	A	211	251	456	8.5	4.9	25	2,337	2.2	165	281	17.8	27.4	49.0	653				
	F	192	314	459	5.5	2.7	23	2,441	3.3	211	345	23.9	31.1	57.6	645				
	I	233	241	466	9.0	5.0	25	2,338	3.0	176	298	18.1	27.7	51.6	684				
	K	234	238	440	12.5	5.5	24	2,318	3.8	164	287	17.4	27.4	50.3	619				
	M	190	283	433	6.5	3.5	25	2,353	3.6	201	319	21.2	29.4	49.5	638				
	O	198	270	464	7.0	3.6	25	2,329	2.3	202	332	23.0	31.7	58.4	702				
	Q	249	281	436	18.5	6.3	23	2,279	7.7	195	314	19.5	28.3	55.9	398				
	R	263	257	404	19.0	4.8	23	2,314	5.6	203	337	21.8	30.0	59.0	406				
	T	196	278	394	10.5	3.7	23	2,430	3.2	220	345	23.4	35.9	50.2	593				
	U	175	239	332	7.0	4.1	25	2,300	3.1	181	300	20.7	32.1	45.2	656				
	W	224	260	410	15.0	8.4	24	2,207	6.1	148	242	14.9	25.6	47.5	505				
海砂	Z	241	236	371	14.0	3.9	24	2,311	5.8	205	319	20.5	30.5	47.7	511				

ートの圧縮、引張、曲げ強度及び乾燥収縮などの試験を行った。圧縮、引張強度は、 $\phi 10 \times H 20 \text{ cm}$ の供試体を用いて材令7日、28日、曲げ強度は、 $10 \times 10 \times 40 \text{ cm}$ の供試体を用いて材令28日にそれぞれ試験を行った。また、乾燥収縮は、KM100型ひずみ計を埋設した $15 \times 15 \times 25 \text{ cm}$ の供試体を材令28日まで水中養生を行った後、乾燥養生（温度 20°C 、湿度 50% ）に移し、供試体のひずみを測定した。

5. 試験結果

岩種の異なる各々砕砂についてモルタル及びコンクリート試験を行い、表-2に示すような結果を得た。

(1) モルタルの性状；モルタルのフロー試験結果についてみると、砕砂モルタルは $175 \sim 263 \text{ mm}$ で、砕砂の岩種によって大幅に変化しているが、中でも石炭岩砕砂(Q・R)を用いたモルタルは流動性がよく、フロー値も海砂モルタルよりも大きくなっている。また、圧縮強度は、材令28日において $232 \sim 466 \text{ kgf/cm}^2$ であって、花崗岩砕砂のモルタル以外はいずれも海砂モルタルの圧縮強度を上回っており、中でも変はんれい岩、角閃岩などの砕砂モルタルが比較的高い強度を示している。

(2) まだ固まらないコンクリートの性状；砕砂コンクリートの性状は、それに用いる砕砂の岩種によって大きく異なり、とくに、スランプにおいて $5.5 \sim 19 \text{ cm}$ の範囲で変化し、また、ブリージング率では $2.2 \sim 7.7\%$ の範囲で変化している。これらを岩種別でみると、石灰岩砕砂は比較的に粒形が良いため、海砂コンクリートよりもスランプが $4.5 \sim 5 \text{ cm}$ 大きく、これは単位水量にして $5 \sim 6\%$ の減少が可能である。一方、角閃岩や砂質片岩などの砕砂は、海砂に比べて流動性が著しく低下し、これを補うためには単位水量が約 10% 程度増加する。また、ブリージングは、図-1に示すようにスランプが大きくなるにしたがって増加する傾向がみられる。

(3) 強度特性；材令28日における砕砂コンクリートの圧縮、引張、曲げ強度は、表-2より明かなように角閃岩(M)、細粒砂岩(O)、変はんれい岩(T)などの比較的比重の大きい砕砂を用いた場合が高い値を示し、比重の小さい珪石砕砂(W)がとくに低い値を示した。

(4) 乾燥収縮；砕砂コンクリートの乾燥収縮は、表-2及び図-2に示すように、乾燥養生91日において $398 \sim 702 \times 10^{-6}$ であり、中でも石灰岩砕砂を用いた場合の乾燥収縮が最も少なく、海砂コンクリートの約 80% 程度である。また、図-3よりブリージングの多いコンクリートほど乾燥収縮が小さくなる傾向が認められる。

これは、ブリージングの増加に対応して、初期の沈降収縮が増大するためと考えられる。

6. あとがき

近年の骨材情勢を背景に、筆者らは九州地域で生産されている各種の砕砂を用いてモルタル及びコンクリートの基礎試験を試みた。それによって、砕砂コンクリートに関してまだまだ多くの検討事項が残されていることを痛感しており、今後さらに研究を進めて行きたいと考えている。

参考文献；大和、大山、杉田、「九州地域で生産されている砕砂の物性について」昭和56年度 土木学会西部支部

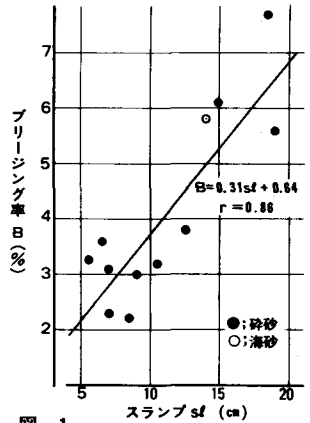


図-1 スランプとブリージング率の関係

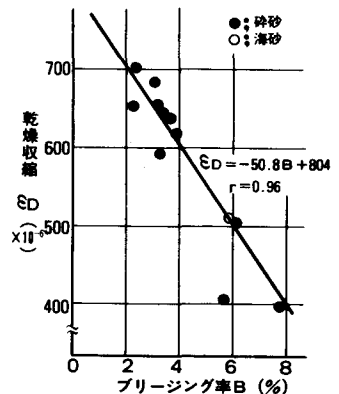


図-3 コンクリートのブリージング率と乾燥収縮の関係

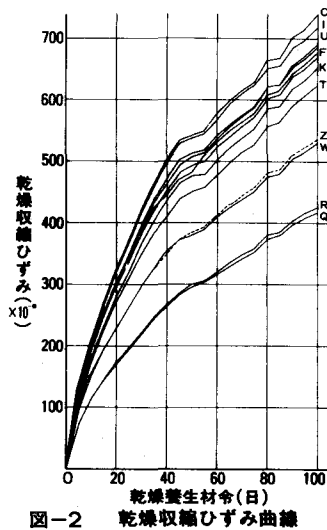


図-2 乾燥収縮ひずみ曲線