

砕砂コンクリートのフレッシュ性状に関する研究

九州大学工学部 学生会員 石橋 昌史
 九州大学大学院 正会員 鶴田 浩章
 九州大学大学院 学生会員 尾上 幸造

九州大学大学院 フェロー 松下 博通
 九州大学大学院 正会員 山本 大介

1. はじめに

九州地区の建設工事では、これまでコンクリート用細骨材に海砂を広く利用してきた。しかしながら近年、生態系や環境保全の観点から、多くの海砂の採取は全面禁止の方向へと動きつつある。このため、コンクリート用細骨材の供給不足が懸念され、海砂に代わる細骨材の確保が急務となっている。

そこで本研究では、代替細骨材の候補として九州で採取される代表的な砕砂を取り上げ、これらを用いたコンクリートのフレッシュ性状について基礎的な検討を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントに高炉セメント B 種 (密度 3.02g/cm^3 , 比表面積 $3900\text{cm}^2/\text{g}$), 粗骨材に砕石 2005 (北九州市門司区産, 密度 2.73g/cm^3 , 吸水率 0.53%), 混和剤にリグニンスルホン酸系 AE 減水剤およびアルキルアリルスルホン酸系空気連行剤を使用した。化学混和剤の使用量は、セメント 100kg に対し AE 減水剤を 313g , AE 剤を 3.5ml の割合で一定とした。細骨材として、海砂および九州地区で採取される代表的な 5 種類の砕砂を使用した。輝緑岩および安山岩は整粒を行っており、単一で使用した。角閃岩, 砂岩, 石灰岩については、粒度および微粒分率の改善を目的として、海砂と混合して使用した場合について検討した。細骨材の物性を表-1 に示す。図-1 に細骨材の粒度分布を示す。

2.2 試験項目

各細骨材について、試し練りを行い、スランプ $10\pm 2.5\text{cm}$, 空気量 $4.5\pm 1.5\%$ を目標として単位水量および細骨材率を決定した。

表-1 細骨材の物性

		表乾密度 (g/cm^3)	吸水率 (%)	粗粒率	実積率 (%)	微粒分率 (%)	粒形判定 実積率 (%)
単一	海砂(福岡県)	2.59	0.80	2.65	66.7	1.6	59.6
	輝緑岩(鹿児島県川内市)	2.86	1.56	2.71	67.7	1.7	58.4
	角閃岩(熊本県鹿本郡)	2.95	1.35	2.67	62.1	7.0	55.0
	安山岩(長崎県小江町)	2.71	1.90	2.48	65.7	3.5	57.4
	砂岩(北九州市門司区)	2.69	1.08	3.01	67.5	4.0	53.8
	石灰岩(福岡県田川郡)	2.65	0.59	2.67	66.9	5.1	57.5
混合	砂岩+海砂			2.83	70.0	2.4	
	角閃岩+海砂			2.66	69.7	4.3	
	石灰岩+海砂			2.85	68.3	3.4	

表-2 コンクリートの示方配合

骨材	W/C	s/a	単位量 kg/m^3				
	%	%	W	C	S1	S2	G
海砂	50	40.0	174	348	635	-	1144
輝緑岩		47.3	175	350	845	-	1006
安山岩		45.5	179	358	759	-	1029
角閃岩		42.7	185	370	758	-	1065
砂岩(S1)+海砂(S2)		46.0	172	344	381	381	1038
石灰岩(S1)+海砂(S2)		46.0	172	344	381	381	1038
角閃岩(S1)+海砂(S2)		41.0	172	344	350	350	1134

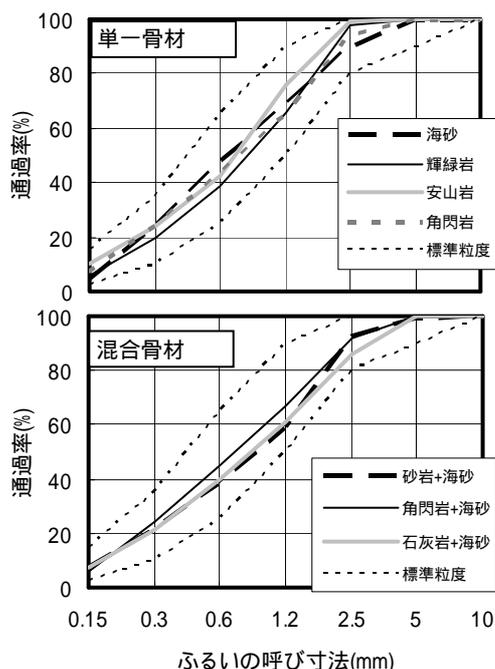


図-1 細骨材の粒度分布

3. 実験結果と考察

表-2 に試し練りによって決定したコンクリートの示方配合を示す。図-2 にコンクリートの単位水量と細骨材の粒形判定実積率の関係を示す。両者の間には良好な相関が認められ、細骨材の粒形判定実積率が1%増加するごとにコンクリートの単位水量が約 2.5 kg/m³ 低減することが分かる。しかしながら、混合骨材の場合には、粒形判定実積率を評価指標として用いることができない。そこで、図-3 にコンクリートの単位水量と細骨材の実積率の関係を示す。一定のスランプを得るために必要なコンクリートの単位水量と実積率の間には直線的な関係が認められ、この関係は細骨材の使用条件が単一であるか混合であるかにかかわらず、一定である。本研究で用いた粗骨材を使用した場合、細骨材の実積率が1%大きいごとにコンクリートの単位水量を約 1.7kg/m³ 低減できることが分かった。また、砕砂と海砂を混合することにより、実積率が向上したのものについては、海砂単一で使った場合より単位水量が少なくなった。

次に、試し練りのデータを用い、コンクリートの単位水量とスランプの関係を求めた。このとき、細骨材率が同程度となるデータのみを選択した。図-4 にコンクリートの単位水量とスランプの関係を示す。全ての細骨材について、コンクリートの単位水量の増加に伴いスランプが増加することが分かる。このときの勾配は、スランプを 1cm 増大させるために必要な単位水量を示している。図-5 にこの勾配と実積率の関係を示す。実積率がある程度以上大きい領域では、スランプを 1cm 増減させるために必要な単位水量はほぼ一定となるが、実積率が小さい場合には、それが大きくなることが読み取れる。

以上より、砕砂をコンクリート用細骨材として使用する際には、単位水量を低減するという観点から、整粒工程を経た骨材や海砂との混合骨材として使用するのが望ましいと考える。

まとめ

- 1) 粗骨材の種類を一定とし 細骨材を単一で使った場合、同一コンシステンシーを得るための単位水量は細骨材の粒形判定実積率と関係がある。
- 2) 粗骨材の種類を一定とした場合、細骨材の使用条件が単一であるか混合であるかにかかわらず、同一コンシステンシーを得るための単位水量は細骨材の実積率と関係がある。
- 3) 細骨材の実積率が小さい領域では、スランプを 1cm 増減させるための単位水量が増加する。

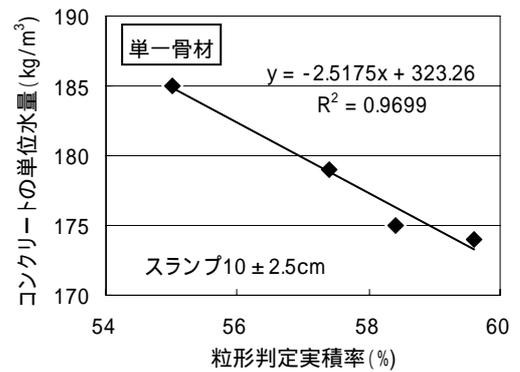


図-2 コンクリートの単位水量と細骨材の粒形判定実積率

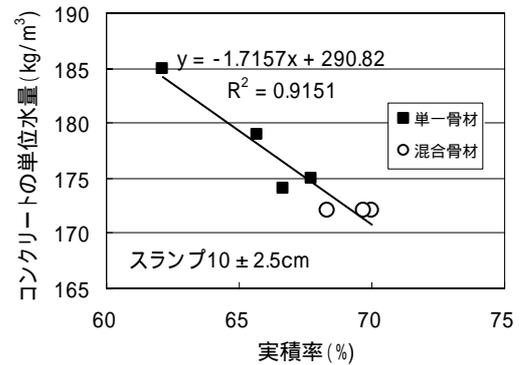


図-3 コンクリートの単位水量と細骨材の実積率の関係

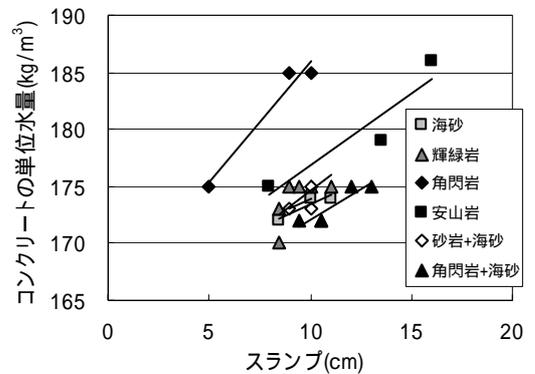


図-4 コンクリートの単位水量とスランプの関係

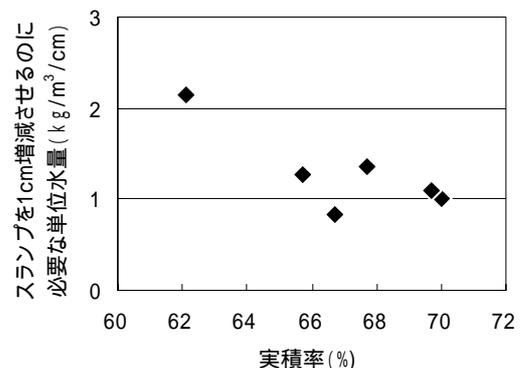


図-5 スランプを 1cm 増減させるのに必要な単位水量と実積率の関係