

磨砕加工したかんらん岩砕砂の高比重コンクリートへの適用

(株)テトラ 正会員 ○松田 節男 (株)テトラ 錦織 和紀郎 東邦オリビン工業(株) 嶋田 浩治

1. はじめに

近年、港湾・漁港等における防波堤設置位置の大水深化に伴う設計波高の増大に対応するため、消波ブロックも大型化の傾向にあるが、施工面等の限界から 80t 型が最大型である。しかし、水深が深く波浪条件の厳しい海域や耐波安定上質量の割増しが必要な堤頭部ではそれ以上の質量が要求される場合がある。そのような場合のブロックの安定性確保にはコンクリートの高比重化が有効である。

高比重コンクリートでは骨材の全量あるいは一部に重量骨材を用い、配合は所要のコンクリート比重やコンクリートの品質、経済性等を考慮して定められる。従来、比重 2.5 程度までのブロック用高比重コンクリートには天然岩石のうち最も密度の大きい岩石のひとつであるかんらん岩の砕砂を粗骨材に使用する場合が多かったが、最近ではより高い比重が求められるケースも出てきている。このような場合には、細骨材にもかんらん岩の砕砂を使用することで対応可能と想定されるが、かんらん岩の砕砂は細骨材として用いられた実績はない。かんらん岩は硬質である反面、砕砂製造時に粒子が角張ったり扁平になり易いことから、良質な通常の砕砂と同様の使用ができない可能性がある。そこで本研究では、良質な砕砂とかんらん岩砕砂の混合割合を変化させて試験練りを行い、かんらん岩砕砂の使用限界を定めた。また、かんらん岩砕砂を磨砕加工して粒形を改善した磨砕加工砂の適用性を明らかにした。なお、以下では磨砕加工前後のかんらん岩砕砂を各々「未加工砕砂」および「磨砕砂」と称する。

表-1 使用材料

材料種別	細別	略記	物性または成分
セメント	普通ポルトランドセメント	C	密度 3.16g/cm^3 、比表面積 $3270\text{cm}^2/\text{g}$
	普通砕石	G1	茨城県産、 $G_{\text{max}}=40\text{mm}$ 、表乾比重2.69、粗粒率7.18
粗骨材	かんらん岩砕石	GK1	北海道産、 $G_{\text{max}}=40\text{mm}$
	陸砂	S1	茨城県産、表乾比重2.65、粗粒率2.14
細骨材	普通砕砂	S2	栃木県産、表乾比重2.62、粗粒率3.29
	かんらん岩砕砂(未加工)	SK1	北海道産
	かんらん岩 磨砕加工砂	SK2	SK1を磨砕加工
混和剤	空気量調整剤		アルキルアクリル硫酸化合物系陰イオン界面活性剤
	AE減水剤		リクニル硫酸化合物およびポリオール複合体

2. 使用材料

表-1 に使用材料を、表-2 および図-1 に各かんらん岩骨材の試験結果を示す。ここで、磨砕砂は図-2 に示した磨砕機により未加工砕砂を加工改善したものである。加工においては投入された砕砂粒子が高速回転するドラムの中で互いに擦れ合って球形化されるとともに、やや細めになるものの粒度は大きく変化せず、加工後も細骨材の標準粒度の範囲を保つ。写真-1 は磨砕加工前後の粒子の顕微鏡写真であるが、磨砕加工による粒子の球形化が明らかである。また、粒形判定実積率の向上からも粒形の改善が確認できる。

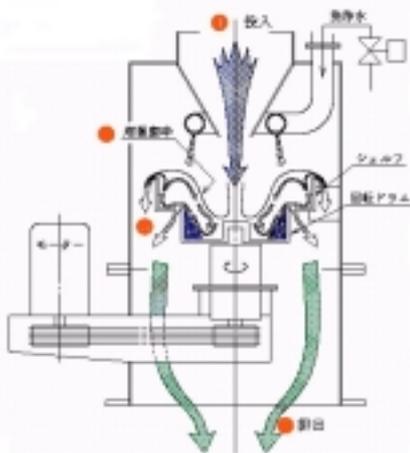


図-2 磨砕機

表-2 かんらん岩 骨材試験結果

かんらん岩 骨材試験	砕石 GK1	砕砂(未加工) SK1	磨砕加工砂 SK2	
最大寸法	mm	40	-	-
表乾密度	g/cm^3	3.05	3.22	3.22
絶乾密度	g/cm^3	3.04	3.20	3.19
吸水率	%	0.51	0.64	0.70
単位容積質量	kg/L	1.80	1.93	1.97
粗粒率		7.57	2.65	2.54
実積率	%	59.2	60.3	61.6
粒形判定実積率	%	-	51.2	55.6
洗い試験で失われる量	%	-	1.7	4.5

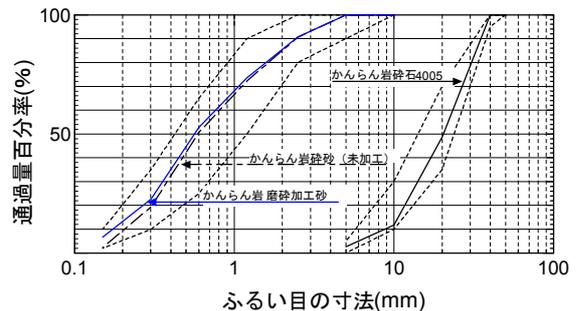


図-1 かんらん岩骨材の粒度分布



未加工砕砂 磨砕砂
写真-1 かんらん岩砕砂 顕微鏡写真

キーワード：高比重コンクリート、重量骨材、粒形改善

連絡先：〒300-0006 土浦市東中貫町2-7 TEL 0298-31-7412 FAX 0298-31-7693

3. 試験内容および結果

(1) フレッシュコンクリートの試験

ブロックへの適用を考慮し、試験練り目標値は、スランプ=8 cm, 空気量=4.5%とした。また、水セメント比は55~65%の範囲で変化させた（普通コンクリートおよび未加工砕砂使用は60%のみ）。

表-3に試験配合およびフレッシュコンクリートの試験結果を示す。ここで、比較の対象としたケース B は普通コンクリートである。また、ケース KN は粗骨材のみにかんらん岩砕石を、ケース KK は粗骨材に加えて細骨材に未加工砕砂を、ケース KR は同じく細骨材に磨砕砂を使用したケースである。なお、ケース KK については未加工砕砂の混合割合（容積百分率）を同時に表記した。ケース KR は細骨材の全量に磨砕砂を使用している。

表-3 試験配合およびフレッシュコンクリート試験結果

Case	W/C (%)	単位量(kg/m ³)								単位量計 (kg/m ³)	試験結果			
		C	W	細骨材				粗骨材			スランプ (cm)	空気量 (%)	単位質量 (t/m ³)	
				S1	S2	SK1	SK2	G1	GK					
B-60	60.0	250	150	-	-	-	-	-	1142	-	2336	7.5	4.1	2.35
KN-60	60.0	245	147	601	198	-	-	-	1306	2497	8.5	4.1	2.51	
KN-55	55.0	267	147	595	196	-	-	-	1293	2498	9.0	4.3	2.51	
KN-65	65.0	226	147	606	200	-	-	-	1316	2495	8.0	4.0	2.51	
KK-60 (100%)	60.0	283	170	-	-	1120	-	-	1061	2634	6.5	5.0	2.62	
KK-60 (50%)	60.0	270	162	469	-	570	-	-	1079	2550	8.0	5.0	2.54	
KK-60 (30%)	60.0	245	147	521	-	341	-	-	1306	2560	7.0	3.6	2.61	
KK-60 (25%)	60.0	245	147	601	-	243	-	-	1306	2542	6.5	3.8	2.59	
KR-60	60.0	254	152	-	-	-	980	-	1276	2662	9.0	5.0	2.66	
KR-55	55.0	277	152	-	-	-	947	-	1285	2661	9.0	4.5	2.68	
KR-65	65.0	234	152	-	-	-	1012	-	1265	2663	9.0	4.5	2.67	

まず、粗骨材にのみかんらん岩砕石を使用した場合（ケース KN）は、ほぼ普通コンクリートと同様の配合で試験練り目標値を満足した。このことより、かん

らん岩砕石は通常の砕石と同様の取扱いが可能といえる。この場合のコンクリート比重は2.50である。

次に、未加工砕砂を細骨材の全量に使用した場合（KK-60(100%)）は単位水量が著しく増加し、コンクリートは分離した。また、未加工砕砂の混合割合を50%、30%とした場合も分離傾向にあり、ワーカビリティの観点から使用は困難と判断された。一方、混合割合25%とした場合には概ね性状は良好であった。したがって、未加工砕砂は、良質な砂と25:75程度以下の混合で使用すべきであると考えられる。なお、混合割合25%の場合のコンクリート比重は2.54であり、粗骨材のみにかんらん岩砕石を使用したケース KN に比べて比重の増加は0.04に過ぎない。

それに対し、細骨材の全量に磨砕砂を使用したケース KR は、目標スランプを満足するための単位水量が普通コンクリートに比べてやや増えるものの、性状は良好であった。この場合のコンクリート比重は2.66であり、ケース KN に比べて0.16の比重増加を達成した。

以上のように、混合割合の上限が25%であった砕砂に磨砕加工を施して粒形を改善することにより、細骨材の全量に使用可能となり、コンクリート比重の増加に大きく寄与できることが確認された。

(2) 圧縮強度試験

図-3および図-4に圧縮強度試験結果を示す。図-3より、かんらん岩を骨材に用いた場合にも普通コンクリートと同等の強度が発現することが確認できる。また、図-4より、強度はセメント水比に対して直線的に変化している。したがって、かんらん岩を使用したコンクリートの強度設計は普通コンクリートと同様に行えるものと考えられる。

4. まとめ

かんらん岩を使用した高比重コンクリートの試験練りおよび強度試験を行った結果、以下の結論を得た。

- (1) かんらん岩砕石は通常の砕石と同様に取扱う事ができる。
- (2) かんらん岩砕砂は粒形が悪いため細骨材の25%しか使用できないが、磨砕加工を施して粒形を改善することにより細骨材の全量に使用することができ、更なる高比重化が可能となる。
- (3) かんらん岩を使用したコンクリートの強度設計は、普通コンクリートと同様に行うことができる。

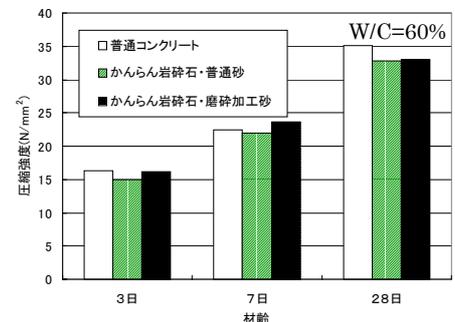


図-3 圧縮強度試験結果

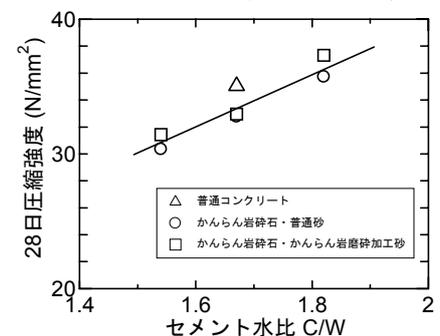


図-4 C/Wと圧縮強度