

骨材にサンゴを用いた特殊コンクリートの製造

防衛省 北関東防衛局 中山勝義 西上悟史
 鹿島建設株式会社 東京土木支店 正会員 ○今村福一 朝倉良介 林亮佑 杉本亮輔
 鹿島道路株式会社 東京支店 技術試験所 高萩二郎

1. 背景および目的

南鳥島は東京から南東に 1850km 離れた亜熱帯に位置し、島全体が海底火山の頂部に付着したサンゴ礁によって構成されている。そのため、コンクリート用の骨材を本土から海上輸送するとコスト面で困難なことから、現地のサンゴを骨材として使用している。

骨材として使用するサンゴを写真-1 に示す。サンゴの形状は丸みを帯び、成分は石灰質であり、さらに、多孔質で、吸水率が高い特徴を有する。

本報告では、サンゴの骨材としての物性および骨材にサンゴを用いたコンクリートの配合について示す。



写真-1 骨材として使用するサンゴ

2. 配合計画

コンクリートの種類は、鉄筋コンクリート用に 24-12-20N、均しコンクリート用に 18-12-20N、無筋コンクリート用に 18-8-40N である。コンクリートの材料のうち、セメントと混和剤は本土から海上輸送し、練混ぜ水と骨材は現地調達した。

練混ぜ水は、雨水を使用することとし、「JIS A 5308 付属書 C」に基づき成分分析を行った。その結果、塩化物量や懸濁物質等、規格値を満足することを確認した。

骨材は砕石プラント(写真-2 に示す)にてサンゴを 6 種類(40-5、20-5、20-13、13-5、5-2.5、2.5-0mm)



写真-2 砕石プラント

表-1 骨材の物性一覧

に分類し、粒度を調整した。粒度調整した砕石、砕砂及び海砂の物性を表-1 に示す。なお、粗骨材は「JIS A 5005」に、細骨材は「JIS A 5308 付属書 1」に準じた。このうち*印は、上記規格値を満足しない値である。ここで絶乾密度は全て 2.5g/cm³ 未満と小さい。また、吸水率は概ね 5% と大きい結果とな

項目	材料の種類	砕石 40-05	砕石 20-05	砕砂	海砂	規格値(JIS)	
						粗骨材	細骨材
密度(g/cm ³)	表乾	2.29	2.32	2.53		-	
	絶乾	2.19*	2.22*	2.41*		2.5 以上	
吸水率 (%)		4.89*	4.84*	5.02*		3.0 以下	3.5 以下
粘土塊量 (%)		-	-	1.92*		-	1.0 以下
微粒分量 (%)		0.6	0.4	5.3*	0.8	1.0 以下	3.0 以下
有機不純物		-	-	淡い		-	標準色よりも淡い
密度 1.95 の液体に浮くもの (%)		-	-	0.43		-	0.5 以下
塩化物量 (%)		-	-	0.004		-	0.04 以下
安定性 (%)		1.6	1.3	1.7		12 以下	10 以下
すり減り減量 (%)		-	31.0	-	-	40 以下	-
実績率 (%)		60.0	59.5	-	-	-	-
粒径判定実績率 (%)		-	58.6	-	-	55 以上	-
アルカリ骨材反応		-	-	-	-	-	-

った。さらに、砕砂の粘土塊量、微粒分量も大きい。これはサンゴを粒度調整する際に生じる石粉と考えられる。また、細骨材及び粗骨材の粒度分布を図-1、図-2 に示す。図-1 より、砕石 40-05 並びに 20-05 は共に規格値内であることが分かる。図-2 より、砕砂は規格に合致する一方で、海砂は粒度が非常に細かく、また、塩分処理に多大な労力を要することから細骨材として不適とした。

以上より、サンゴを分類した骨材の物性の一部は JIS 規格を満足しないことが確認できた。ここで、コンクリート標準示方書¹⁾では、「JIS に適合しない骨材の使用は事前に所要の品質のコンクリートが得られることを確認すること」となっている。そこで、発注者と請負者の協議の上、サンゴを使用したコンクリートの品質

キーワード： 骨材、サンゴ礁、特殊コンクリート、暑中コンクリート、砕石プラント

連絡先 〒350-1305 埼玉県狭山市入間川 4-24-16

TEL 04-2954-6046

を確認したのち施工を行うこととした。

(1) フレッシュコンクリート

現地での室内試験室にて 24-12-20N の配合を目標としたコンクリートの配合を表-3 に示す。まず、W/C を固定し、所要のスランプが得られる単位水量を検討した。表-3 より、No. 1 及び No. 2 はスランプが小さく、No. 3 はスランプ 10cm であったが材料分離を起こしており、モルタル分が少ないと考えられた。そこで、単位水量を 195kg/m³ に固定し、No. 3、4、5 の配合で s/a を検討した。その結果、No. 4、5 は材料分離もなく適切なワーカビリティを有しており、No. 4 のスランプが最も大きくなることから 51% が最適 s/a と判断した。このとき、単位水量が 175kg/m³ を大きく越える。これは、骨材とするサンゴが多孔質で、吸水率が高く、微粒分量が多いことに起因すると考えられる。

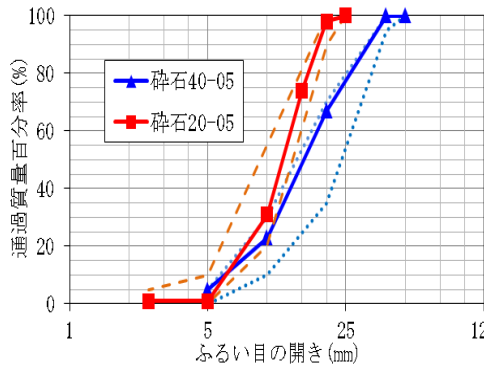


図-1 粗骨材の粒度分布

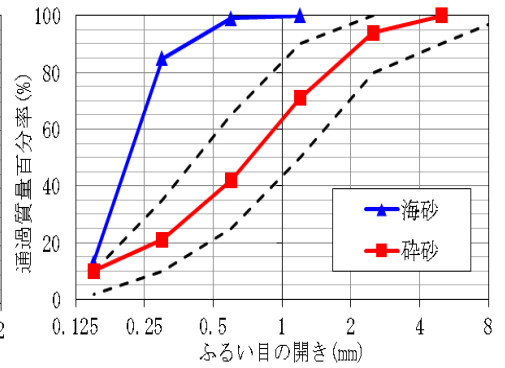


図-2 細骨材の粒度分布



写真-3 スランプ試験状況(24-12-20N)

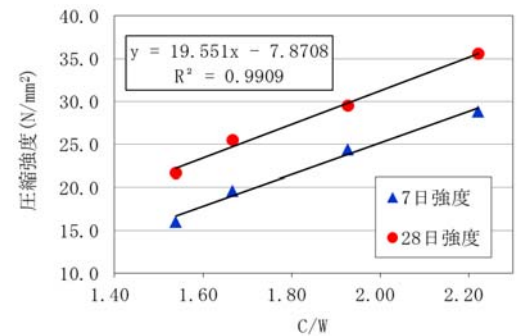


図-3 C/W と圧縮強度の関係

(2) 硬化コンクリート

No. 4 の配合を元に単位粗骨材容積は一定とし、W/C を 45%、60%、65% と変化させて圧縮強度を確認した。それらの結果より得られた C/W と圧縮強度の関係を図-3 に示す。図-3 より、各 W/C において所要の圧縮強度を満たす C/W を求め、表-4 に示す現場配合表を作成した。ここで、配合①について配合設計を以下に示す。まず、変動係数を大きめの 14% に設定すると、割増係数は 1.3 となり、図-3 より、設計基準強度 24N を満足する W/C を 50% とした。なお、フレッシュ性状を勘案し、単位水量は 195kg/m³ とし、配合修正方法に準じて s/a を 50.7% とした。

表-3 配合計画表

配合 NO.	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					フレッシュ性状	
			水	セメント	砕砂	砕石 20-05	AD (25%溶液)	スランプ (cm)	空気量 (%)
1	51.9	48.0	184	355	800	795	3.55	4.25	7.0※
2	51.9	48.0	189	365	790	785	3.65	3.5	5.5
3	51.9	48.0	195	377	778	773	3.77	6.75	5.8
4	51.9	51.0	195	377	827	728	3.77	8.75	6.0
5	51.9	54.0	195	377	875	684	3.77	3.75	7.0※
6	45.0	48.7	198	440	761	735	4.4	8.0	5.3
7	60.0	52.7	189	315	888	731	3.15	11.0	4.5
8	65.0	53.6	186	287	920	730	2.87	13.5	4.9

※空気量が目標範囲から外れていたためスランプは参考値

3. まとめ

サンゴを骨材としたコンクリートは、配合計画を綿密に行うことで、フレッシュ性状や強度が所定の品質を十分満たし、耐久性の対象となる塩害については、35 年以上鋼材は腐食しないと試算された。今後、各種条件下において良質な骨材が減少するなどして、JIS 規格から外れた骨材を使用しなければならない場合も想定される。その際、本工事の知見が参考になれば幸いである。

表-4 現場配合表

配合	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					単位容積重量 (kg/m ³)
			W	C	S	G	AD	
① 24-12-20N	50.0	50.7	195	390	817	728	0.98	2.13
② 18-12-20N	58.1	52.4	191	329	875	728	0.82	2.13
③ 18-8-40N	58.1	44.1	177	305	759	872	0.77	2.13

参考文献

- 土木学会：コンクリート標準示方書[施工編]、pp45-52、pp79-88、2012。