

海水および珊瑚由来の石灰岩骨材を用いたコンクリートの基本的な力学性状

五洋建設(株)	正会員	酒井 貴洋	早稲田大学	フェロー	清宮 理
東洋建設(株)	正会員	竹中 寛	東亜建設工業(株)	正会員	田中 亮一
港湾空港技術研究所	正会員	与那嶺一秀			

1. はじめに

本土から遠く離れた離島においてコンクリートを製造・施工する際には、できる限り施工現場の近傍で調達可能な材料を使用することで経済的な施設の建設が可能となる。筆者らは現地骨材と海水を用いたコンクリートの開発をここ数年来実施してきた。日本本土の南方の離島では珊瑚由来の石灰岩（以下、珊瑚骨材と称する）が多く存在し、この珊瑚骨材の有効活用に資するための基本的な力学性状について各種実験を行った。

2. 珊瑚由来の石灰岩による骨材

今回対象とした骨材は、珊瑚骨材を粉碎・分級したもので5mm以下の骨材を細骨材、5～25mmの骨材を粗骨材とした。写真-1に粗骨材の状況を示す。粉碎・分級した骨材の形状はさまざまであるが、骨材の縦横寸法比（アスペクト比）が1～2程度の角張った方形であり、色はやや黄色みがかかった白色である。表面を見ると内部に多数の空隙を有していることがわかる。このため表乾密度は1.5～2.8g/cm³とまた吸水率は0～30%と一般の骨材と比較して非常にばらつきの大きい骨材である。既往の文献¹⁾では沖縄産骨材は脆くかつ吸水率も高く、普通コンクリートの配合ではばらつきの大きなコンクリートとなるため使用を推奨していない。



写真-1 粗骨材の外観

図-1にX線による成分分析の結果を示す。カルシウム・酸素・炭素の成分が多く、骨材の主成分が炭酸カルシウムであったと推定できる。塩分や窒素などは少ない傾向であった。

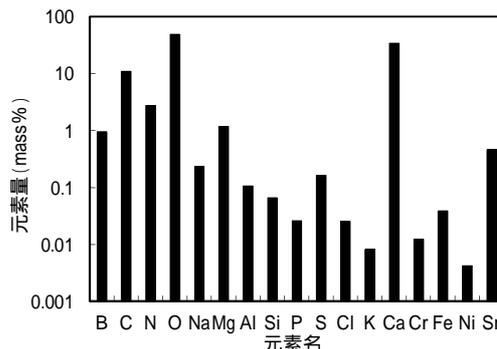


図-1 X線成分分析結果

図-2に細骨材と粗骨材の粒度分布を示す。細骨材は、ほぼJISの標準範囲内に入るが、微粒子分は14.8%と比較的高い。粗骨材でも3.6%の微粒子分が付着していた。すりへり減量は29.4%、破碎値は36.9%と柔らかく脆い材質である。塩化物量はNaCl換算で細骨材が0.043%粗骨材が0.007%で若干の塩分を含んでいた。

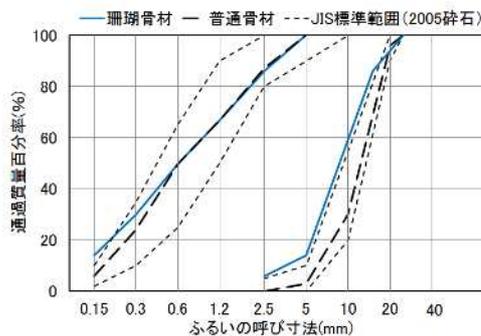


図-2 骨材の粒度分布

3. コンクリートの配合

コンクリートの配合を表-1に示す。配合は、練混ぜ水に海水、骨材(細・粗骨材)に珊瑚骨材を用いた配合(SW-CA)と上水道水と普通骨材を用いた配合(TW-NA)2水準とする。コンクリートの水セメント比は45%で、スランプフローが600±50mm、空気量が4.5±1.5%の範囲となるよう、単位水量、混和剤の添加率および細骨材率を調整した。現地での省力化と施工性を高めるため流動性に優れたコンクリート配合にしている。コンクリートの使用材料を表-2に示す。練混ぜ水に用いた海水は相模湾で採水したもので、海水中に質量比で1.8%程度の塩化物イオンを含有している。なお、いずれの骨材も事前に十分な吸水を行い、表面水率(珊瑚骨材:+1～2%)

キーワード 珊瑚骨材, 海水, 自己充填型コンクリート, 強度試験

連絡先 〒329-2746 栃木県那須塩原市四区町 1534-1 五洋建設(株)技術研究所 TEL 0287-39-2109

から水量を補正して練混ぜを行った．以上の配合より性状に大きなばらつきを有する珊瑚骨材を使用し，安定した品質のコンクリートが製造可能であった．

表-1 コンクリートの配合

No.	記号	W/C (%)	s/a (%)	単位粗骨材絶対容積 (m ³ /m ³)	単体量 (kg/m ³)							混和剤 (C×%) Ad1	環境温度 ()	塩化物イオン量 (kg/m ³)
					上水 TW	海水 SW	セメント C	陸砂 NS	珊瑚砕砂 CS	砕石 NG	珊瑚砕石 CG			
1	SW-CA	45	50.8	0.315		185	411	—	845	—	756	1.25	20	3.71
2	TW-NA		49.7	0.330	175	—	389	848	—	878	—	1.45	20	0.05

4．強度試験

2種類のコンクリートを対象に圧縮試験・曲げ試験・割裂試験・純引張試験を実施した．表-3に強度試験の一覧を示す．圧縮強度は内地骨材と珊瑚骨材の試験体でほぼ同程度であった．しかし他の試験では，いずれも珊瑚骨材の方が内地骨材よりも小さい値となった．図-3に純引張試験の概要を示す．試験体はコンクリートを2層に分けて打ち込みコアを抜いて作製した．直径10cm，高さ30cmで両端にアンカーを設置し，引張荷重を与えた．割裂強度より純引張強度の方が半分程度と小さい傾向であった．

曲げ試験の試験方法は JCI 基準(JCI-S-001-2003)に従った．得られた荷重変位関係を図-4に示す．曲げ強度も珊瑚骨材の試験体のほうが0.74倍であり，また破壊エネルギーも0.68倍と小さい値であった．

5．まとめ

珊瑚由来の石灰岩を破碎・分級した骨材は内部に微細な空隙を有し，微粒分が多い性質を持つ．この骨材を用いて流動性に優れたコンクリートの配合を設定した．さらに，このコンクリートの強度特性として圧縮強度はほぼ同程度であったが，引張強度や曲げ強度はかなり小さい値であった．

本研究は，内閣官房総合海洋政策本部事務局及び国土交通省総合政策局技術政策課により平成26年4月に実施された「遠隔離島における産学官連携型の海洋関連技術開発の公募」で採択されたものであり，国土交通省関東地方整備局のご協力の下，早稲田大学，港湾空港技術研究所，五洋建設(株)，東亜建設工業(株)，東洋建設(株)が共同で実施したものである．本実験に際し，早稲田大学学生：神谷侑吾，玉山大智君の協力を得た．
参考文献 1)関 博，大即信明：コンクリート用骨材としての沖縄産骨材の特性について，港湾技研資料，No.240，pp.1-19，1976.9

表-2 コンクリートの使用材料

材料名	記号	種類	物理的・化学的性質
練混ぜ水	TW	上水道水	
	SW	海水(相模湾)	
セメント	C	高炉セメントB種	密度3.04g/cm ³
	細骨材	NS	陸砂(大井川水系)
CS		珊瑚砕砂(遠隔離島産)	表乾密度2.60g/cm ³ ，吸水率3.30%，粗粒率2.53
粗骨材	NG	硬質砂岩砕石(青梅産)	表乾密度2.66g/cm ³ ，吸水率0.58%，最大寸法20mm
	CG	珊瑚砕石(遠隔離島産)	表乾密度2.40g/cm ³ ，吸水率5.13%，最大寸法25mm
混和剤	Ad1	塩分含有増粘剤-液型高性能AE減水剤(標準型)	ポリカルボン酸エーテル系化合物と増粘性高分子化合物の複合体

表-3 強度試験一覧

項目	内地骨材	珊瑚骨材	比率
圧縮強度 (N/mm ²)	59.5	60.9	1.02
割裂引張強度 (N/mm ²)	5.2	4.4	0.85
純引張強度 (N/mm ²)	2.2	1.4	0.64
曲げ荷重 (kN)	5.7	4.2	0.74
破壊エネルギー (N/mm)	1.61	1.10	0.68

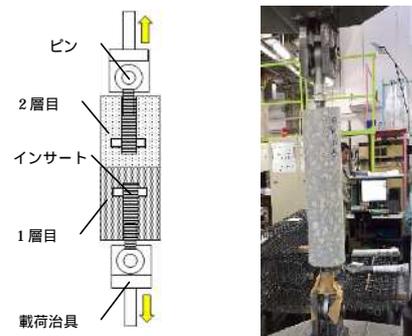


図-3 純引張試験の状況

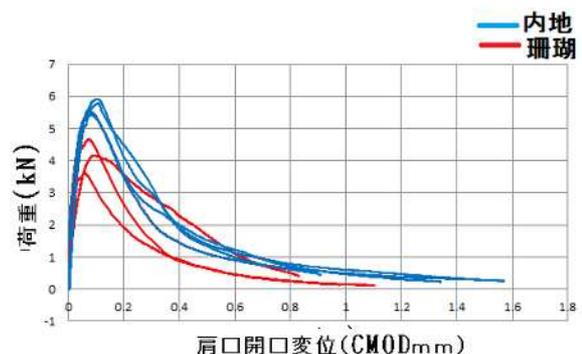


図-4 曲げ試験結果