

海水および珊瑚由来の石灰岩骨材を用いた自己充填型コンクリートの基本性状

東洋建設 正会員 ○竹中 寛
 東亜建設工業 正会員 田中 亮一
 早稲田大学 フェロー 清宮 理

五洋建設 正会員 酒井 貴洋
 港湾空港技術研究所 正会員 与那嶺 一秀

1. 目的

遠隔離島においては、現地で調達できる海水と珊瑚由来の石灰岩から製造される骨材（以下、珊瑚骨材と称す）をコンクリート用材料として用いることが、経済性や製造効率の観点で望まれる。著者らは、これまでに開発してきた海水を用いた自己充填型コンクリートを遠隔離島で活用することを想定し、珊瑚骨材を用いたコンクリートの諸性状について実験的検討を進めている。本稿では、珊瑚骨材の特徴と、それを用いたコンクリートの基本性状について述べる。

2. 珊瑚骨材

本研究で使用した珊瑚骨材（CA）は、遠隔離島で採取した珊瑚由来の石灰岩を破碎・分級したものであり、5mm以下の骨材を細骨材、5~25mmの骨材を粗骨材とした。骨材の物性値を表-1に示すが、珊瑚骨材は比較用の普通骨材に比べて微粒分量が多い、吸水率が大きい、粗骨材が脆いなどの特徴を有するといえる。また、粗骨材には内部に空隙を有するものが多く存在し、図-1の表乾密度と吸水率の関係に示すように、珊瑚骨材の粒子間の品質のばらつきは普通骨材に比べて大きかった。同図の比較的密度が小さく吸水率の大きい骨材A、平均的な品質を有する骨材Bおよび比較的良好な骨材Cの拡大像は写真-1に示すとおりである。

3. 珊瑚骨材を用いたコンクリートの基本性状

コンクリートの配合は、表-2に示す練混ぜ水と骨材の種類を変えた3水準とし、それぞれ標準温度（20℃）と高温（35℃）の環境条件で試験を行った。水セメント比は45%で一定とし、スランプフローが600±50mm、空気量が4.5±1.5%となるように、単位水量、混和剤の添加率および細骨材率を調整した。なお、海水には相模湾で採取した天然海水（Cl⁻含有量1.8%）を使用し、セメントには高炉セメントB種、比較用の普通骨材（NA）には大井川水系の陸砂と青海産の碎石を使用した。また、混和剤には本研究で開発した増粘剤一液型の特殊混和剤（Ad1（標準タイプ）、Ad2（遅延タイプ））を使用し、35℃のSW-CAのみ流動性保持剤（Ad3）を併用した。以下に、JIS、JSCEの方法に準拠した試験の結果を示す。なお、本研究の配合は、障害R2を用いたU形充填試験の自己充填高さがいずれも300mm以上の値を示し、高流動コンクリート施工指針（JSCE）のランク2に相当する自己充填性を有することを確認している。また、図-2に示すとおり、珊瑚骨材を用いたSW-CAは骨材の圧力吸水の影響を受け、質量法による

表-1 骨材の物性値

	細骨材		粗骨材	
	珊瑚(碎石)	普通(陸砂)	珊瑚(碎石)	普通(碎石)
表乾密度 (g/cm ³)	2.60	2.60	2.40	2.66
絶乾密度 (g/cm ³)	2.52	2.55	2.28	2.64
吸水率 (%)	3.30	1.86	5.13	0.58
粗粒率	2.53	2.66	6.14	6.71
微粒分量 (%)	14.8	1.2	3.6	0.1
実積率 (%)	68.1	67.8	62.5	62.8
安定性損失量 (%)	1.6	0.9	3.3	0.9
粘土塊量 (%)	0.52	0.05	0.15	0.05
塩化物量 (%) NaCl換算	0.043	0	0.007	—
軟石質量分率 (%)	—	—	40.5	—
すりへり減量 (%)	—	—	29.4	16.4
破砕値 (%)	—	—	36.9	—

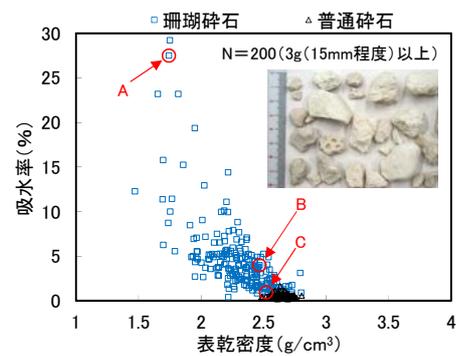


図-1 粗骨材の密度と吸水率の関係

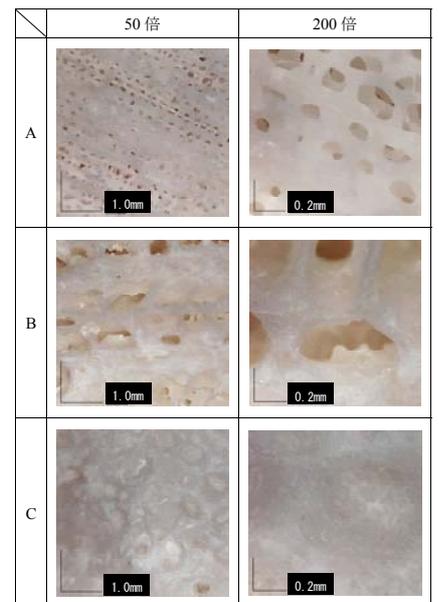


写真-1 珊瑚粗骨材の拡大像

キーワード 珊瑚骨材, 海水, 自己充填型コンクリート, 特殊混和剤

連絡先 〒300-0424 茨城県稲敷郡美浦村受領 1033-1 東洋建設(株)美浦研究所 TEL:029-885-7511

表-2 コンクリートの配合

No.	記号	W/C (%)	s/a (%)	単位粗骨材容積 (m ³ /m ³)	単位量 (kg/m ³)						混和剤 (C×%)			環境温度 (°C)	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	Ad1	Ad2			Ad3
1	SW-CA	45	50.8	0.315	—	185	411	—	845	—	756	1.25	—	—	20	3.71
					—	—	—	—	—	—	—	—	1.35	1.00	35	
2	SW-NA	45	49.7	0.330	—	175	389	848	—	878	—	1.65	—	—	20	3.20
					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	
3	TW-NA	45	49.7	0.330	175	—	389	848	—	878	—	1.45	—	—	20	0.05
					—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	

空気量に比べて圧力法によるそれが大きくなるため、本検討では質量法により空気量を測定している。なお、SW-CAの圧力法による値が、図に併記する別途試験で得た骨材修正係数より小さくなっているが、これは、ペーストの粘性により骨材の圧力吸水が抑制されたためと推察される。

加圧ブリーディング試験における、加圧時の脱水量の経時変化を図-3に示す。珊瑚骨材を用いたSW-CAの脱水量は、コンクリートのポンパビリティが良好と判断される標準曲線BとCの範囲をやや下方に逸する結果となった。これは、前述した珊瑚骨材の圧力吸水が影響したものと推察される。本研究のコンクリートは流動性に優れるため、珊瑚骨材をスランプレベルのコンクリートへ用いる場合に比べると、圧送に伴う閉塞のリスクは小さいと考えられるが、施工時には留意が必要である。

コンクリートの材齢と圧縮強度の関係を図-4に示す。環境温度によって傾向は異なるが、海水を用いたSW-NA、SW-CAのほうが、骨材の種類を問わず、上水道水を用いたTW-NAに比べて初期材齢の圧縮強度が大きくなる傾向を示した。これは、海水が含む塩化ナトリウムなどが、水和を促進したためと考えられる。また、既往の文献¹⁾によると、形状が悪く実積率の小さな石灰質の骨材を用いたコンクリートは、単位水量の増加や、それに起因するブリーディングの増加により、普通骨材を用いた場合に比べて強度が低下すると示唆されている。しかしながら、本研究の結果では、珊瑚骨材を用いたコンクリートの圧縮強度が普通骨材のものに比べて顕著に低下する傾向は認められなかった。これは、上記の文献より骨材の実積率が大きかったこともあるが、適度な粘性を有する当該コンクリートはブリーディングが少なく(ブリーディング率0.6%以下)、骨材の種類の違いによる影響が表れ難かったことも一因と考えられる。ただし、圧縮強度が60N/mm²程度になると(材齢91日)、珊瑚骨材を用いたSW-CAの強度増加が緩やかになり、骨材の脆さがやや影響してくるようである。

4. まとめ

本検討の結果、形状や品質が悪く、粒子間の品質のばらつきが大きい珊瑚骨材でも、著者らが開発してきた海水を用いた自己充填型コンクリートへ適用する限りでは、所要の性状が得られることがわかった。

なお、本研究は、内閣官房総合海洋政策本部事務局および国土交通省総合政策局技術政策課により実施された「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、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。

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

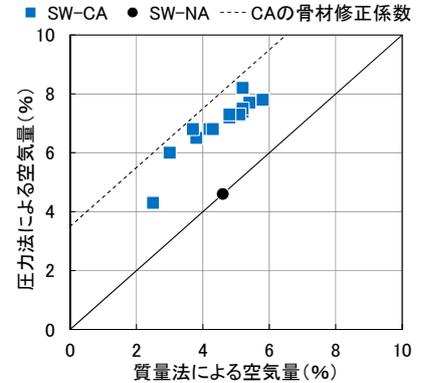


図-2 コンクリートの空気量

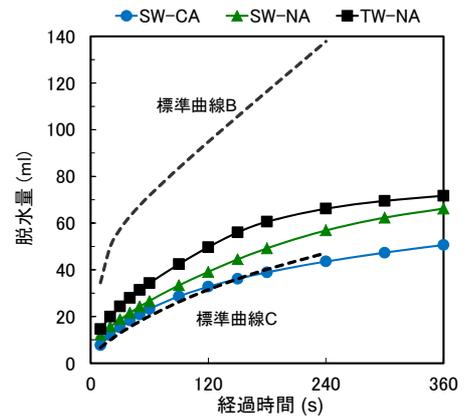


図-3 加圧時の脱水量の経時変化

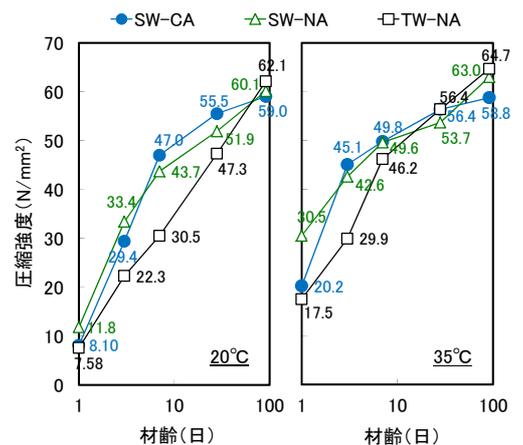


図-4 圧縮強度