

珊瑚由来の石灰岩骨材を用いたコンクリートの摩耗特性

東洋建設	正会員	○竹中 寛	五洋建設	正会員	谷口 修
東亜建設工業	正会員	網野 貴彦	港湾空港技術研究所	正会員	山路 徹
早稲田大学	フェロー	清宮 理			

1. はじめに

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、これらの材料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、これまで、コンクリートの諸性状について実験的検討を進めてきた。本稿では、当該コンクリートの耐摩耗性を検証すべく、コンクリートの水セメント比や骨材の種類、単位量を要因として行った流体エロージョン試験について報告する。

2. 試験概要

コンクリートの配合は表-1 に示すとおり、海水および珊瑚骨材を用いた水セメント比 45%の自己充填型コンクリートの配合（CA-45）の他に、水セメント比 50, 55%の配合、普通骨材（陸砂・硬質砂岩碎石）を用いた配合および珊瑚粗骨材の最大寸法や単位容積を変えた配合を含む計 8 種類とした。練混ぜ水に用いた海水は相模湾で採取した天然海水（Cl⁻濃度 1.8%）とし、セメントには高炉セメント B 種を用いた。また、混和剤には本研究で開発した特殊混和剤（Ad1, 塩分対応型の増粘剤一液型高性能 AE 減水剤）の他、高性能 AE 減水剤（Ad2）や高機能型 AE 減水剤（Ad3）をそれぞれ表に示すとおり使用した。本検討で用いた珊瑚骨材は、遠隔離島で採取した石灰岩を現地の骨材製造プラントにて破碎・分級したものであり、5mm 以下のものを細骨材（表乾密度 2.60g/cm³, 吸水率 1.86%）、5～25mm のもの（表乾密度 2.40g/cm³, 吸水率 5.13%）および 25～40mm のもの（表乾密度 2.17g/cm³, 吸水率 6.02%）を粗骨材とした。粗骨材の最大寸法が 40mm の配合（CA-45-Gmax40）については、上記の 2 種類の粗骨材をそれぞれ 1:1（容積比）で混合して用いた。なお、珊瑚骨材は内部に空隙を多く有しており、普通骨材に比べて吸水率が大きく脆いことが特徴である。以上の配合や材料を用いたコンクリートの耐摩耗性は、ASTM C1138 (Standard Test Method for Abrasion Resistance of Concrete (Under water Method) : 流体エロージョン試験) に準拠して評価した。流体エロージョン試験とは、写真-1 に示すような円筒状の容器の中に φ300×110mm の供試体を設置し、砂利を模擬した直径 12.6～25.3mm の計 70 個の鋼球を水中で回転させ、供試体上面の単位面積あたりのすり減り量（以下、すり減り係数と称す）を最大 72 時間まで測定するものである。

3. 試験結果および考察

試験が終了する 72 時間までの累積すり減り係数の経時変化を図-1 に示す。全ての配合で、時間の経過に伴い累積すり減り係数が増加する、すなわち摩耗量が多くなる傾向を示したが、珊瑚骨材を用いた水セメント比の大きい配合（CA-50, CA-55）や珊瑚粗骨材の容積が多い配合（CA-45-Gvol360）では、40 時間程度経過した時点から累積

表-1 コンクリートの配合

記号	スランブ [®] フロー スランブ [®] (mm, cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	粗骨材 最大寸法 (mm)	単位粗骨 材容積 (m ³ /m ³)	単位量 (kg/m ³)						混和剤 (C×%)		
							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
CA-45	600±50	4.5±1.5	45	50.8	25	0.315	185	411		845		756	1.4		
NA-45			45	52.0	20	0.315	175	389	880		838		1.1		
CA-50	15±2.5		50	46.2	25	0.360	175	350		803		864		1.0	
NA-50			50	46.2	20	0.360	175	350	797		958			0.4	
CA-55			55	47.0	25	0.360	175	318		829		864			1.1
NA-55			55	47.0	20	0.360	175	318	823		958				1.0
CA-45-Gmax40	600±50		45	50.8	40	0.315	185	411		845		720	1.8		
CA-45-Gvol360	15±2.5		45	45.1	25	0.360	175	389		770		864		0.8	

キーワード 珊瑚骨材, 海水, 自己充填型コンクリート, 耐摩耗性

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

すり減り係数の増加率が大きくなった。これは、珊瑚骨材を用いた配合の場合、供試体表面のモルタルが先行して摩耗した後、脆い珊瑚粗骨材が露出することで摩耗が加速すると考えられ、ペースト強度が低い水セメント比の大きな配合ほど、粗骨材の容積が多い配合ほどその影響が顕著に現れたためと推察される。既往の研究¹⁾によると、粗骨材の容積が多いほど一般的に摩耗量は減少するといわれているが、骨材自体の強度が低い珊瑚骨材を用いたコンクリートについては傾向が逆転するようである。また、珊瑚粗骨材の最大寸法の違いによる影響に関して、粗骨材の容積が同じ（CA-45、CA-45-Gmax40）であれば累積すり減り係数は同等となり、コンクリートの耐摩耗性に明確な差異は認められなかった。

C/W と 72 時間後の累積すり減り係数の関係、72 時間後の供試体の摩耗状況（W/C=45, 55%）をそれぞれ図-2、写真-2 に示す。普通骨材と珊瑚骨材のいずれを用いた場合も、コンクリートの水セメント比が大きい（C/W が小さい）ほど累積すり減り係数は増加した。特に珊瑚骨材を用いた場合のほうが増加率は大きく、C/W が

小さい配合では普通骨材の結果との乖離が大きくなった。これは、ペースト強度の低下に伴い摩耗量が増加する過程において、骨材強度の低さの影響が徐々に大きくなってきたためと考えられる。一方で、水セメント比 45%（C/W=2.2）の自己充填型コンクリートの配合においては、骨材の違いによる影響は認められなかった。珊瑚骨材を用いた場合、骨材の脆さによりコンクリートの耐摩耗性は低下する。しかしながら、水セメントを小さくしてペースト強度を高めた配合にすることで、耐摩耗性の低下を制御できることが明らかになった。ただし、粗骨材の容積が多くなると摩耗が助長されるため、配合を検討する際には留意が必要である。

4. まとめ

珊瑚骨材を用いたコンクリートは、普通骨材を用いた場合に比べて耐摩耗性が低下するが、水セメント比が小さい当該コンクリート（海水・珊瑚骨材を用いた自己充填型コンクリート）の配合においては、骨材の脆さや最大寸法の違いによる影響は小さいことがわかった。最後に、本試験は秋田大学が保有する試験装置を用いて実施したものである。ここに、試験の実施ならびに評価に際してご協力をいただいた徳重英信教授や学生に謝意を表します。

参考文献 1) 高野智弘, 寺田哲美, 山中誠: 水中環境下のコンクリートならびにモルタルの耐摩耗性について, コンクリート工学年次論文集, Vol.31, No.1, pp.709-714, 2009.

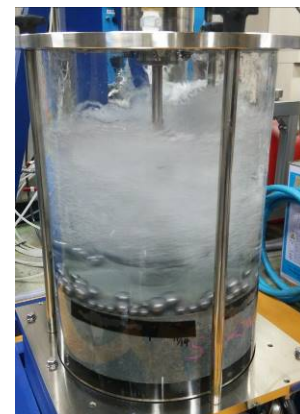


写真-1 流体エロージョン試験

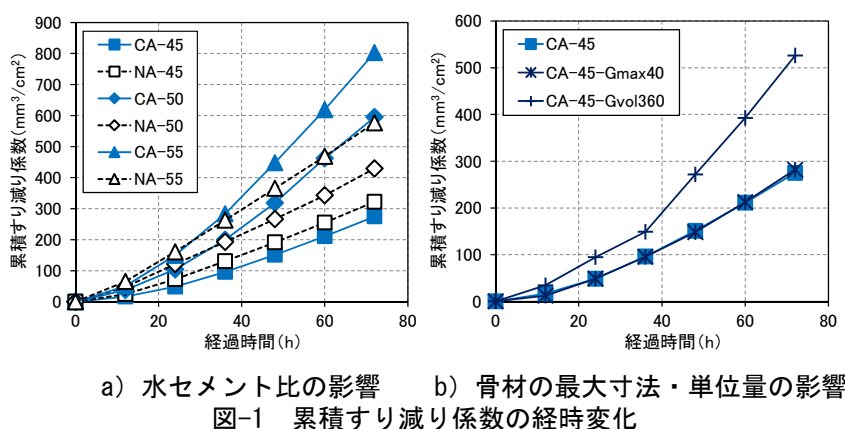


図-1 累積すり減り係数の経時変化

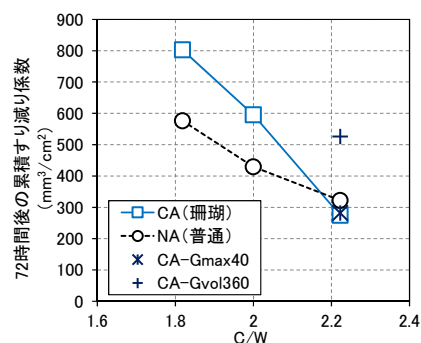


図-2 C/W と累積すり減り係数の関係

W/C	珊瑚骨材	普通骨材
45%		
55%		

写真-2 72 時間後の摩耗状況