

高炉スラグ微粉末を混合したエコセメントコンクリートの耐海水性

太平洋セメント(株) 正会員 ○多田 克彦
太平洋セメント(株) 福田 康昭
(株) 太平洋コンサルタント 田麦 和也

1. はじめに

一般的に、普通エコセメントを使用したコンクリートは塩化物イオンの浸透がやや早い¹⁾などの理由から普通エコセメントを海洋構造物に適用した事例はほとんどない。そこで、塩化物イオンの浸透抵抗性に優れた高炉スラグ微粉末と組み合わせることにより海洋構造物への適用を目指し、耐海水性を評価した。既往の研究によると、普通エコセメントと高炉スラグ微粉末を組み合わせ、海洋環境下で3年間の暴露試験の結果が報告²⁾されているが、本報告では乾湿繰返し試験による塩化物イオンの浸透抵抗性と合わせて、海水環境下での長期強度の発現性に関して、普通エコセメントや高炉セメントB種など単体で用いた場合と比較した。

2. 実験概要

2.1 使用材料、コンクリートの種類

使用材料として、セメントは普通エコセメント(密度3.15g/cm³)、高炉セメントB種(密度3.04g/cm³)、普通ポルトランドセメント(密度3.16g/cm³)を、混和材として高炉スラグ微粉末(密度2.88g/cm³、4000ブレン)を、細骨材として山砂(表乾密度2.58g/cm³)を、粗骨材として硬質砂岩碎石2005(表乾密度2.65g/cm³)を、混和剤としてリグニンスルホン酸系AE減水剤および空気量調整剤を用いた。コンクリートの種類を表-1に示す。普通エコセメントに高炉スラグ微粉末を質量で50%内割混合したコンクリート(以下、EBBC)をベース配合とし、比較用に3種類のセメントを使用したコンクリートとした。EBBCの単位水量を155kg/m³とし、その他の配合は目標スランプを満足するように単位水量を調整し、W/Cおよび単位粗骨材量は全水準一定とした。

表-1 コンクリートの種類

結合材種類	配合記号	W/C (%)	スランプ (cm)	空気量 (%)
エコセメント+高炉スラグ微粉末 (スラグ混合率50wt%)	EBBC	50	8.0±2.5	4.5±1.5
高炉セメントB種	BBC			
普通エコセメント	EC			
普通ポルトランドセメント	NC			

表-2 試験項目と試験方法

試験項目	試験方法
スランプ、空気量	JIS A 1101, JIS A 1128
コンクリート温度	JIS A 1156
圧縮強度	JIS A 1108 ①標準養生 ②標準養生28日後、人工海水(温度20℃)養生 いずれも材齢1年まで
塩化物イオン浸透性、細孔径分布	試験条件: 標準養生28日後、人工海水(20℃)浸漬3日間、乾燥(20℃, 60%)4日間の7日間を1サイクルとして30サイクルまで 測定方法: EPMA面分析、水銀圧入法細孔径分布 試験体寸法: 10×10×40cm (側面: シーリング、端面: 開放)

2.2 試験項目

試験項目と試験方法を表-2に示す。耐海水性として、人工海水(塩化物イオン量1.91%)浸漬による圧縮強度、人工海水による乾湿繰返し促進試験による塩化物イオン浸透性及び細孔径分布を評価した。

表-3 フレッシュ性状および圧縮強度比率

配合	単位水量 (kg/m ³)	スランプ (cm)	空気量 (%)	コンクリート温度 (℃)	混和剤添加量 (C×%)	圧縮強度比率		
						標準		
						Ad	AE	海水
EBBC	155	6.0	4.9	22	1.5	0.006	100	100
BBC	157	8.5	4.5	21		0.004	105	98
EC	161	8.0	4.0	22		0.004	120	65
NC	159	8.5	4.5	22		0.003	124	77

3. 実験結果

フレッシュ性状および圧縮強度比率を表-3に示す。

キーワード 普通エコセメント、高炉スラグ微粉末、耐海水性、塩化物イオン浸透、細孔径分布、長期強度

連絡先 〒160-0004 千葉県佐倉市大作2-4-2, TEL.043-498-3855, FAX.043-498-3849

EBBC の単位水量は EC, NC に比べて小さかった。これは、EBBC の高炉スラグ微粉末の混合効果による。圧縮強度試験結果を図-1 に示す。EBBC の標準養生における圧縮強度は BBC と同様に、材齢 28 日では EC, NC に比べて小さかったが、材齢 91 日では逆転し、材齢 28 日から材齢 1 年までの強度の伸びは EC, NC に比べて大きく、80~100% であった。これは人工海水養生においてもほぼ同様の傾向であった。普通エコセメントの長期強度の発現性は小さいといわれているが、高炉スラグ微粉末を混合することにより、標準養生及び人工海水養生の材齢 1 年における圧縮強度は高炉セメント B 種と同等以上であり、長期強度の発現性が良好になった。

乾湿繰返し 30 サイクル時における EPMA 面分析結果を図-2 に示す。EBBC と BBC の塩化物イオンの浸透深さは、NC, EC に比べて小さかった。細孔径分布の測定結果を図-3 に示す。EBBC と BBC の細孔容積の分布形状はよく類似しており、EC, NC とともに EBBC, BBC に比べて $0.005\mu\text{m}$ 以下の C-S-H の層状構造内に存在するゲル部分に相当する部分の容積が少なかった。また、EBBC, BBC とともに $0.01\mu\text{m}$ 以上の空隙が EC, NC に比べて少なかった。以上のことから、普通エコセメントに高炉スラグ微粉末を混合することにより、塩化物イオンの浸透抵抗性が良好になり、組織の緻密化が認められた。

4. まとめ

普通エコセメントに高炉スラグ微粉末を 50%内割混合したコンクリートの耐海水性を以下にまとめる。

- 1) EBBC の人工海水浸漬による圧縮強度は、材齢 1 年において BBC と同等以上であり、EC, NC に比べて長期強度の発現性が良好になった。
- 2) EPMA 面分析結果、細孔径分布結果によると、EBBC の塩化物イオンの浸透抵抗性、組織の緻密性は BBC と同等程度であり、EC, NC に比べて良好であった。

【参考文献】

- 1) 長塩ほか：普通エコセメントを用いたコンクリートの海洋環境下への適用性に関する検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.26，No.1，pp1479-1484，2004
- 2) 長塩ほか：高炉スラグ微粉末を混合した普通エコセメントコンクリートの海洋環境下への適用性に関する検討，土木学会第 60 回年次学術講演会，pp797-798，2005

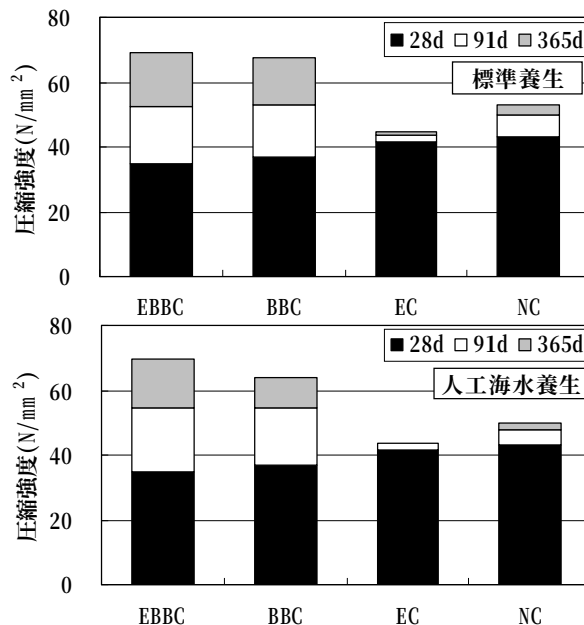


図-1 圧縮強度

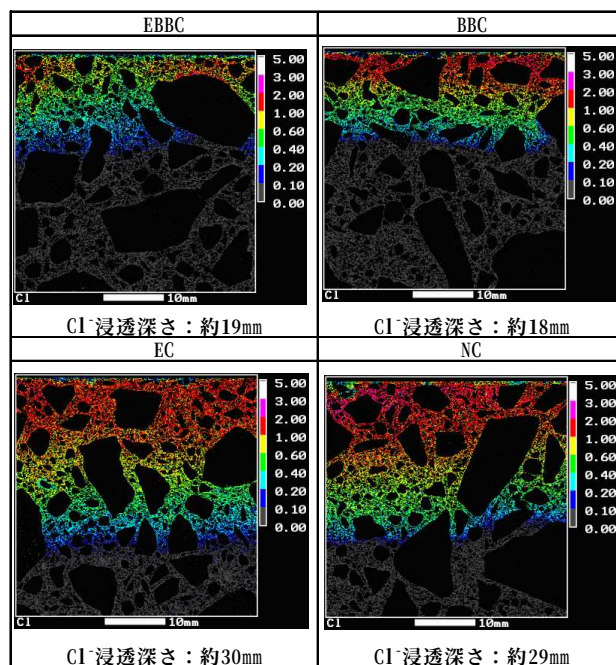


図-2 EPMA 面分析結果 (30 サイクル)

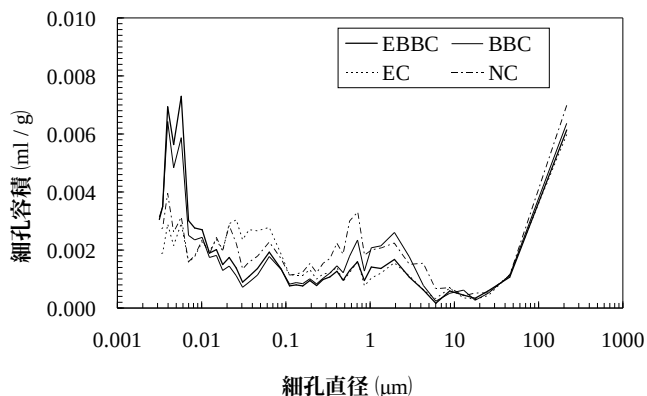


図-3 細孔径分布