

V-468 都市ゴミ焼却灰を主原料とした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

太平洋セメント株式会社 正会員 長塩 靖祐
 太平洋セメント株式会社 横山 滋
 太平洋セメント株式会社 平尾 宙
 運輸省港湾技術研究所 正会員 濱田 秀則
 運輸省港湾技術研究所 正会員 山路 徹

1. はじめに

都市ゴミ焼却灰や下水汚泥などの廃棄物を原料としたセメントが開発されている。このセメントは、特徴により二種類に大別され、一つは塩素を1%程度含有し速硬性を有するもの（速硬型）、もう一つは塩素含有量を0.1%以下とした（普通型）普通ポルトランドセメントに似た性質を有するものである。現在、これらのセメントを使用したコンクリートの海洋構造物への適用可能性を把握することを目的に、運輸省港湾技術研究所の管理施設において、長期間海洋環境下に暴露してそのコンクリートの基礎物性試験を実施している。本報告は、その速硬型セメントを使用したコンクリートについての暴露材齢1年における結果報告である。

2. 試験概要

2.1 使用材料

セメントとしては、普通ポルトランドセメント（以下、OPCと称す）、都市ゴミ焼却灰を主原料とした速硬型セメント（以下、EAと称す）及び耐海水性を考慮しこれに高炉スラグ微粉末を混合したセメント（以下、EBと称す）を用いた。表1にOPC及びEAの物理特性及び化学組成を示す。細骨材としては、静岡県小笠産陸砂（比重：2.59、粗粒率：2.73）、粗骨材としては、茨城県岩瀬産碎石（最大寸法：20mm、比重：2.65、粗粒率：6.67）を用いた。AE減水剤としては、リグニンスルホン酸化合物及びポリオール複合体を主成分とする市販品を用いた。EA及びEBの凝結遅延剤としては、有機カルボン酸を主成分とするものを用いた。

表1 セメントの物理特性及び化学組成

セメント 種類	比重	粉末度 (cm ² /g)	凝結(h-min)		圧縮強度 (N/m ²)				化学組成 (%)								
			始発	終結	1day	3day	7day	28day	ig.loss	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	R ₂ O	Cl
OPC	3.16	3220	2-22	3-20	14.0	27.1	43.3	58.8	0.6	22.2	5.1	3.2	63.8	1.4	1.6	0.5	0.0
EA	3.13	4800	0-10	0-22	23.2	30.1	38.3	46.1	0.8	15.3	10.2	2.4	56.4	1.5	8.8	0.8	0.6

2.2 試験方法

表2に示すようにコンクリート配合は、スランブ及び空気量がそれぞれ8±2.5cm及び4.5±1.5%となるように調整したものである。なおEA及びEBを用いたコンクリートについては、普通セメントコンクリートのスランブ経時変化が同じとなるように凝結遅延剤添加量を添加した。供試体の前養生は、28日水中養生とした。暴露条件としては、海浜、干満及び海中の3条件とした。試験項目としては、スランブ、空気量、圧縮強度（材齢28日及び暴露材齢1年）、また、コンクリート中の全塩化物含有量について、材齢28日及び海中暴露1年の供試体φ15×30cmを用い、粗骨材を除いたモルタル部分について、JCI-SC5硬化コンクリート中に含まれる全塩分簡易分析方法に準拠し測定した。

表2 コンクリート配合

種類	W/C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)				混和剤 (C×%)		
			水	セメント	細骨材	粗骨材	AE減水剤	AE助剤	凝結遅延剤
OPC	50	44	160	320	793	1029	0.25	0.004	-
EA	40	43	145	362	776	1049		0.012	0.8
	50	44		290	821	1064		0.009	
	60	45		242	857	1068		0.009	
EB	40	48	160	396	826	912		0.007	0.0
	50			316	859	948		0.004	
	60			264	881	973		0.006	

キーワード：都市ゴミ焼却灰、海洋環境、圧縮強度、塩化物含有量

連絡先：千葉県佐倉市大作2-4-2、TEL：043-498-3829、FAX：043-498-3821

3. 試験結果及び考察

図1に材齢1年水中養生及び海中暴露における水セメント比40、50及び60%のEA及びEBコンクリートの圧縮強度を示す。EA及びEBコンクリートの材齢1年海中暴露した圧縮強度は、水セメント比にかかわらず、標準水中養生と比較して差異は見られなかった。

図2に材齢28日及び各暴露条件の異なる材齢1年の水セメント比50%の普通セメントコンクリート、EA及びEBコンクリートの圧縮強度を示す。材齢28日水中養生においては、EAコンクリートが最も高く、EB及び普通セメントコンクリートはほぼ等しかった。材齢1年標準水中養生においては、EAコンクリート、EBコンクリート、普通セメントコンクリートの順であった。海浜及び干満暴露ではいずれのコンクリートも水中養生よりも圧縮強度が高く、特にEAコンクリートにおいて顕著であった。海中暴露したコンクリートの圧縮強度は、水中養生とほぼ等しかった。

図3に水セメント比50%の材齢28日水中養生及び材齢1年海中暴露したコンクリート中の全塩分含有量を示す。ここで、外周部とはコンクリート表面から1cm、内部とはコンクリート表面1cmから中心部までを示す。塩分を多く含むEAを使用したコンクリートでは、海中暴露前の材齢28日においても塩分量が0.38%と多く、EBでは0.14%であった。また、普通セメントコンクリートは、0.01%と最も少なかった。材齢1年海中暴露後においても、各コンクリートの内部の塩分量は、材齢28日の値とほとんど同じであり、海水からの塩分の浸透がほとんど及んでいないことを示している。外周部における塩分量はEAコンクリートが2.12%と最も高く、EB及び普通セメントコンクリートが0.82%及び0.78%となった。EAコンクリートの外周部の塩分量は、セメント中の Al_2O_3 量が多いため、フリーデル氏塩($C_3A \cdot CaCl_2 \cdot 10H_2O$)などの水和物として固定したとも考えられる。¹⁾

4. 結論

(1) EA及びEBコンクリートの材齢1年海中暴露した圧縮強度は、水セメント比にかかわらず、標準水中養生と比較して差異は見られなかった。

(2) 材齢1年水中養生後の圧縮強度は、EAコンクリート、EBコンクリート、普通セメントコンクリートの順となった。いずれのコンクリートにおいても、海浜及び干満暴露したコンクリートの圧縮強度は、水中養生した場合と比較して高く、海中暴露したコンクリートではほぼ等しかった。

(3) 材齢1年海中暴露したコンクリートでは、海中の塩分が内部まで浸透していない。コンクリート表面部では、いずれのコンクリートにおいても内部より塩分量が多く、特にEAコンクリートは Al_2O_3 量が多いために、フリーデル氏塩などによって固定したとも考えられる。

なお、これらの試験は材齢10年まで引続き検討していく予定である。

参考文献 1) 染谷健司 他:セメント硬化体中における塩素イオンの固定化性状、コンクリート工学年次論文報告集1 PP.603-608 (1989)

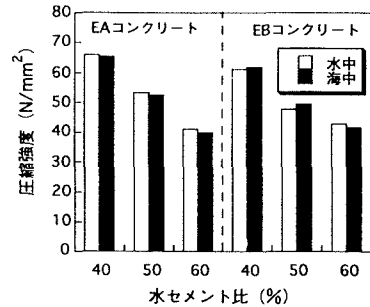


図1 材齢1年における圧縮強度

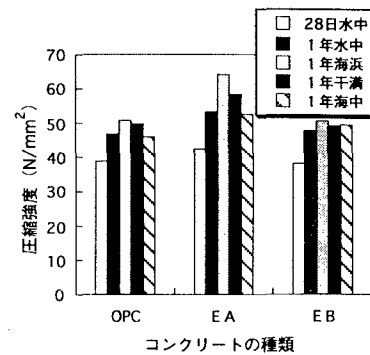


図2 材齢28日及び1年における圧縮強度

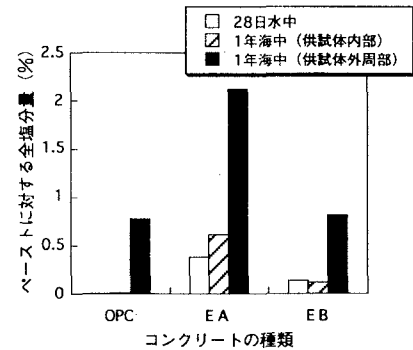


図3 材齢28日及び1年における塩分量