

立命館大学理工学部 正会員 児島孝之 立命館大学理工学部 正会員 高木宣章
立命館大学理工学部 学生員 O 児島綾子

1. はじめに

シリカフェームコンクリートを海洋構造物へ適用するための基礎データを得るため、関西地区の海象条件の異なる3ヶ所の実海洋環境下で暴露試験を実施している。本研究では、熊野市鵜殿地区に暴露しているシリカフェームコンクリート供試体の塩化物腐食に対する抵抗性について検討する。

2. 実験概要表

実験要因を表1に示す。水結合材比は40%と60%の2水準、シリカフェーム置換率は0、15、30%の3水準、セメントは高炉セメントB種と普通ポルトランドセメントの2種類とした。使用材料を表2に示す。供試体作製時期により使用材料が異なる。

表1 実験要因

W/(C+SF)	40、60%
SF置換率	0、15、30%
セメント種類	高炉セメントB種 普通ポルトランドセメント

表2 使用材料

	1986年設置供試体	1991年設置供試体
セメント	高炉セメントB種 比重3.05	普通ポルトランドセメント 比重3.16
シリカフェーム	ノルウェー産 スラリー、固形分50% 比重1.34、比重面積20m ² /g、SiO ₂ =96%	ノルウェー産 粉体 比重2.20、比重面積20m ² /g、SiO ₂ =97%
細骨材	野洲川産川砂、比重2.56、FM=3.07~3.11	野洲川産川砂、比重2.58、FM=2.58
粗骨材	野洲川産川砂利、比重2.60、MS=25mm	高槻産碎石、比重2.68、MS=20mm

表3 コンクリートの示方配合

セメント種類	W/(C+SF)	SF	s/a	単位量(Kg/m ³)					混和剤(%)		スランプ	空気量
	(%)	(%)	(%)	W	C	SF	S	G	AE剤	SP	(cm)	(%)
BF	40	0	39	150	375	0	666	1070	0.095	0.5	8.3	6.6
		30	37	150	263	113	660	1155	0.095	3.3	9.3	3
		0	43	150	250	0	778	1062	0.07	0	6.5	5
	60	15	42	150	213	37.5	803	1139	0.07	15	9.2	3.7
		30	41	150	175	75	780	1153	0.07	2.7	9	2.1
		0	45	165	275	0	799	1014	0.09	0	7.9	7.1
N	60	15	44	165	234	41	808	1069	0.09	2	11.7	1.9
		30	43	165	193	82	800	1101	0.09	3	12.9	1.7

注) BF:高炉セメント N:普通ポルトランドセメント

高性能減水剤により調整した。供試体寸法は12×12×130cm、かぶり2.5cm、D13の鉄筋を2本配置(中心間隔4cm)し、鉄筋の腐食度をモニターするために鉄筋にリード線を取り付けた。スパーサにはモルタルを使用した。

表4 軸方向ひび割れ発生時の自然電位

W/(C+SF)	SF	セメント	はり	自然電位 (-mv vs Cu/CuSO ₄)				暴露期間	ひびわれ幅
(%)	(%)	種類	No.	平均値	Max.	Min.	最大差	(年)	(mm)
40	0	BF	97	226	383	180	203	10	未発生
		BF	98	172	234	149	85	10	未発生
	30	BF	101	508	553	477	76	10	未発生
		BF	102	227	294	143	51	8	0.4
60	0	BF	83	349	498	199	299	9	0.2~0.5
		BF	84	398	610	243	367	9	0.1~0.6
	15	BF	87	514	554	473	81	8	0.5
		BF	88	424	474	389	85	8	0.2
60	30	BF	93	571	586	558	28	8	0.2~0.4
		BF	94	560	586	538	48	8	0.2~0.5
	0	N	81	297	437	245	192	5	未発生
		N	85	281	416	219	197	5	未発生
60	15	N	91	304	398	281	117	5	未発生
		N	95	258	345	193	152	5	未発生
	30	N	99	442	478	423	55	5	未発生
		N	105	431	467	413	54	5	未発生

3. 実験結果および考察

自然電位の経時変化を図1に示す。自然電位は、供試体の平均自然電位である。シリカフェーム置換率が大きいほど暴露初期から電位が卑となり、暴露に伴い電位は卑化する。水結合材比が小さいほど、電位の卑化は遅延される。塩化物腐食による軸方向ひび割れ発生時の自然電位を表4に示す。測定時にひび割れが発生していた供試体の平均電位を示す。塩化物腐食を促進するためにかぶりを1cmと小さくした供試体では、水結合材比が大きく、シリカフェーム置換率が大きいほど塩化物腐食が促進され、軸方向ひび割れが早期に発生した⁽¹⁾。高炉セメントを用いたかぶり2.5cm供試体は、暴露8~9年で軸方向ひび割れが発生するものが多かった。シリカフェームの混入によりひび割れ発生

Takayuki KOJIMA, Nobuaki TAKAGI, Ayako KOJIMA

が幾分早くなる傾向にあるが、著しい差は観察されない。

No.102 供試体

【 $W/(C+SF)=40\%$, $SF=30\%$ 】では、スぺーサ部のひび割れが進展し、供試体側面に暴露8年で軸方向ひび割れが発生した。普通セメントを用いたかぶり2.5cm供試体では、暴露7年まで塩化物腐食による軸方向ひび割れは発生していない。高炉セメントは耐化学抵抗性が大きいため、海洋コンクリート構造物に広く使用されている。しかし、シリカフュームのポゾラン反応により、シリカフュームコンクリート細孔溶液のpH値が低下する。

そのため、シリカフュームコンクリートに高炉セメントを用いるとpH値の低下が更に大きくなり、塩化物腐食を促進させるので、高炉セメントの使用は好ましくないものと考えられる。

分極抵抗の経時変化を図2に示す。材齢35日まで標準水中養生後、気中で3ヶ月間塩水散水したシリカフュームコンクリート(水結合材比60%)の比抵抗は、シリカフューム無混入コンクリートの約7.5倍($SF=15\%$ 時)、約30倍($SF=30\%$ 時)と大きく、腐食電流は流れにくい⁽²⁾。実海洋環境下での暴露実験においても、シリカフューム置換率が大きく、水結合材比が小さいほど、抵抗は増加する。しかし、暴露期間が長くなると、シリカフュームの混入による抵抗の増加は少なくなる。

4. まとめ

シリカフュームコンクリートを海洋構造物へ用いる時の配合は、施工性や耐塩害性などから、シリカフューム置換率は15%以下、水結合材比は40%以下と小さくし、普通ポルトランドセメントを使用することが推奨される。また、かぶりは普通コンクリートと同等の値を採用することが望ましい。

【参考文献】

- (1) 高木、葛目、宮川、尼崎、児島、海洋環境下に暴露したシリカフュームコンクリート中での鉄筋腐食、自然環境とコンクリート性能に関するシンポジウム論文集、日本コンクリート工学協会、pp.229-236、1993
- (2) 明石、高木、宮川、崔、シリカフュームコンクリート中に埋め込んだ鉄筋の腐食に関する実験的研究、セメント技術年報41、pp.177-180、1987

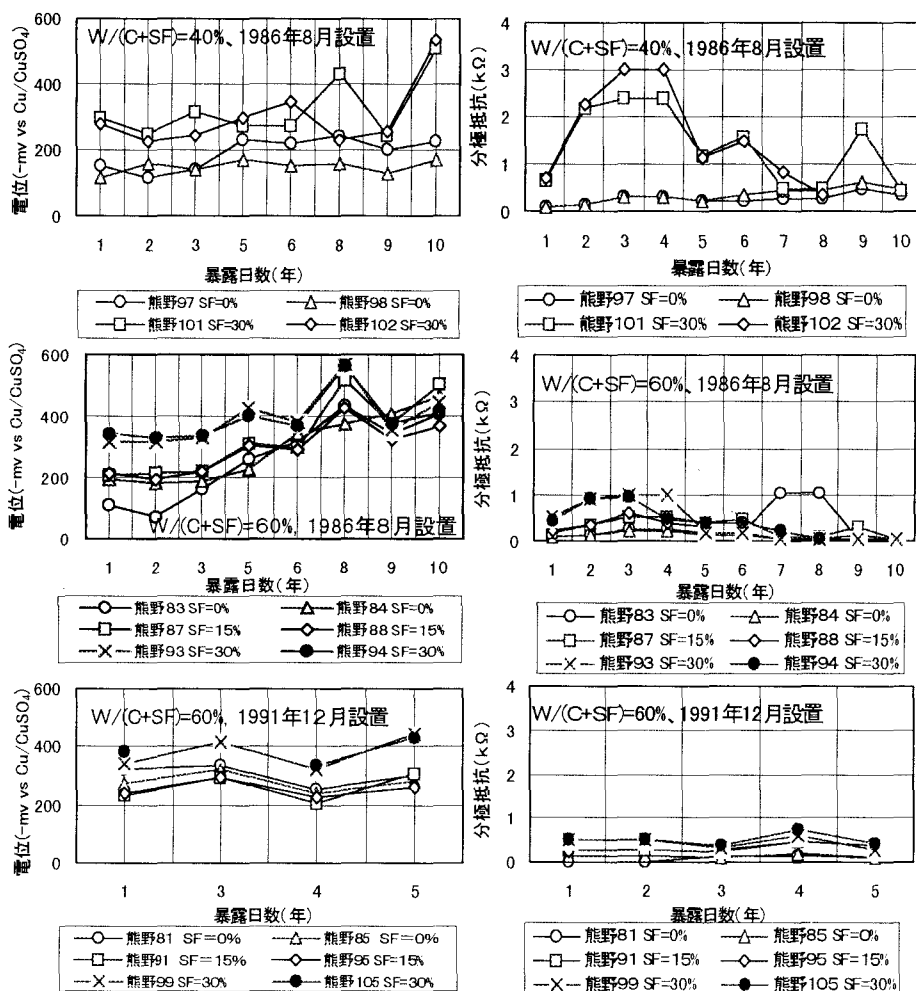


図1 自然電位の経時変化

図2 分極抵抗の経時変化