高流動コンクリートにより構築された海洋構造物の長期物性

電源開発株式会社 正会員 〇酒井 隆行 電源開発株式会社 正会員 佐藤 道生

1. 内容

フライアッシュを用いた高流動コンクリートにより構築された防波堤は,海洋環境にあること及び凍結融解を受ける可 能性があったことから,竣工以後長期に亘る物性試験を実施してきた. 今般竣工後 10 年を迎えたことから,従来の試 験及び実構造物より採取したコアの圧縮強度試験等を実施することにより,防波堤の健全性を評価した.本報告はその 結果を述べるものである.

2. 海洋構造物の概要

防波堤は水産物養殖センターの取水設備を内包した構造物であり、コンクリート単塊式構造である.海水を取水する 為、断面中央部にカルバート状の空間を有している(図―1).長谷川らによる凍害危険度分布図¹⁾によると設置環境 の凍害危険度はごく軽微とされている.しかし、東北地方にあること及び観測された凍結融解日数が年間平均 68 日で あったことから凍害による劣化が懸念された.又、前述の通り防波堤の外部は波浪の影響を受け、内部は海水を通水 させている為、塩害による劣化に配慮する必要があった.

3. 使用材料及び配合

防波堤に使用した材料を表-1,高流動コンクリートの配合を表-2,配合条件他を表-3に示す.なお,この配合は 簡便なモルタル及びコンクリート試験により決定したものである²⁾.防波堤は海水及び凍結融解に対する抵抗性と施工 時の流動性を兼ね備えたものでなければならない為,フライアッシュを含んだ高流動コンクリートを採用することとした.



図-1 防波堤断面図

表一1 使用材料

材料	記号	種類 比重		備考
セメント	С	普通ポルトランドセメント	3.16	C 社セメント
フライアッシュ	F	海外炭	2.26	N火力発電所
水	W	上水道水	I	
細骨材	S	砕砂	2.69	
粗骨材	G	砕石	2.71	
	AD	増粘剤		アクリル系
混和剤	AE	AE 剤	_	
	SP	高性能 AE 減水剤	_	アミノスルホン酸系

表-2 高流動コンクリート配合

Gmax (mm)	空気 量 (%)	W/F+ C (%)	F/F+C (%)	S/a (%)	単位量 (kg/m ³)							
					水 W	セメント C	フライアッシュ <i>F</i>	細骨材 <i>S</i>	粗骨材 <i>G</i>	混和剤		
										AD	AE	SP
20	6	35.1	30	52.3	165	330	140	857	786	0.048	0.45	7.5

表一3 配合条件他

スランフ。フロー	空気量	叩小流下時間	可使時間	圧縮強度	凍結融解抵抗性	施工年
55 ± 5 (cm)	6±1.5 (%)	20±10 (秒)	60(分)	10 (σ_3) N/mm ²	60%以上	1997年

キーワード 高流動コンクリート,フライアッシュ,海洋構造物

連絡先 〒253-0041 神奈川県茅ヶ崎市茅ヶ崎 1-9-88 電源開発(株)茅ヶ崎研究所 TEL 0467-87-1211

5-314

4.物性試験

防波堤に生じる経年劣化事象として中性化, 塩害及び凍害等が 挙げられる. 今迄に実施した物性試験結果について述べる.

1) 中性化深さ: フェノールフタレイン法(JIS A 1152)により中性 化の測定を行なった結果,中性化は認められなかった.しかし, EPMA法によるSO₃の分析を行なった結果,表面から約1mmに中性 化による濃縮域が確認された.

2) 塩分浸透深さ: 電位差滴定法(JIS A 1154)及び EPMA 法 により塩分浸透深さを測定した. その結果,表面から 15mm 以深は 塩素の存在が認められず,表面から 3mm 付近に中性化の影響に より濃縮域が見られた(図-2).又,塩分拡散係数が 0.06cm²/年 であり,普通セメントの拡散係数(1.33cm²/年)と比べて小さい値で あり,遮塩性を有していることがわかった.

3) 超音波伝播速度及び相対動弾性係数: 防波堤の超音波伝 播時間を測定した後,伝播速度を算出し品質を評価した.又,1年 目を基準とした相対動弾性係数も算出した.いずれも 4,600m/sec 以上(材齢 2 年を除く)であり,既往文献 ³⁾を参考に評価すると品 質・強度レベルは「優」であった.又,10 年目の相対動弾性係数は 100%を超えており,凍害による劣化は見られなかった(図-3).

4) 圧縮強度:標準養生供試体(防波堤築造時に作製)と採取コ ア(竣工後10年に採取)の圧縮強度試験(JISA1108)及び防波堤 本体のテストハンマー強度試験(JSCE G504-1999)を実施した結 果,いずれも設計基準強度以上の値であり長期に亘って緩やかに 増加していた.これはフライアッシュによる長期強度の増進効果と 考えられる.参考として、フライアッシュを用いたダムコンクリートの 圧縮強度比を図-5に示した.坂本,池原ダムコンクリートは中庸 熱セメントを使用している為、初期強度が小さいがその後強度が増 加しており、防波堤はこれらに比べて伸びが緩やかである.これは セメントの相違によるものと考えられる.なお、採取コアは標準供試 体の 80%程度の強度発現であったが、採取時の骨材のゆるみ及 びコア採取方向の影響⁴⁾と考えられる.

5. 結論

防波堤は竣工後10年を経過したが、当初懸念された中性化、塩 害及び凍害等による劣化はほとんど見られず、フライアッシュを混 和した高流動コンクリートの健全性が確認できた。



図-5 フライアッシュコンクリートの圧縮強度比

参考文献

- 1) 長谷川他:コンクリート構造物の耐久性シリーズ 凍害,技報堂出版株式会社, pp.79, 1988.2
- 2) 鳥羽瀬他: フライアッシュ系高流動コンクリート(FEC)の配合設計法の開発, フライアッシュコンクリートシンポジウム論文報告集, コンクリート技術シリーズ27, pp.97-104, 1997.10
- 3) 笠井芳夫,池田尚治:コンクリートの試験方法(下),株式会社技術書院, pp.256, 1993.6
- 4) (社) セメント協会:コンクリート専門委員会報告,コア供試体の圧縮強度におよぼす各種試験要因の 影響,pp21, 1984.3