

VI-323 F R P の耐海水性と防汚の検討について

関西電力 総合技術研究所 正会員 木村徳一
総合技術コンサルタント 正会員 西森孝三
クボタ F Wパイプ技術部 玉田亮三

1. まえがき

汽力発電所の取放水路には鋼管、管渠（RC製）等が従来より使用されてきているが、腐食や海生生物の付着等の問題がある。これらに変わるものとして耐久性に優れたFRPの海水中での性状を把握したので報告する。

2. 試験場所、試験内容

昭和62年度より平成5年度まで実海域（京都府宮津市）においてFRP等の海中暴露試験を行い、材料の物性変化、貝類付着特性、FRPへの防汚層の検討を行った。図-1に試験片の暴露状況を示す。

3. FRPの海水中における物性の変化

物性試験として表面硬度、色差色調、重量変化、圧縮・引張強度の測定を行い、無暴露試験片に対する変化の程度を調べた。外観変化も肉眼と顕微鏡により調査した。その結果、引張強度の変化は図-2に示すように海中暴露6年後でも、変化の度合いは小さく2～3%の低下率である。それ以外の性能についても変化は小さく外観上も無暴露試験片の様な光沢がありほとんど変化していなかった。6年超過の長期の状態においてもFRPの耐海水性は良好であると想定される。

4. 貝類付着特性

貝類の各材質に対する付着特性は表-1に示す特徴があり、FRPが貝類付着防止に適している材質であることがわかった。

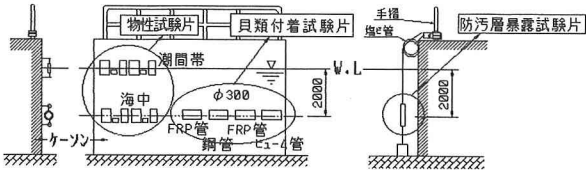


図-1 試験片の海中暴露状況

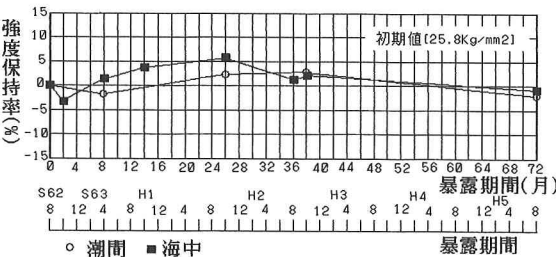


図-2 FRPの暴露期間と強度保持率(引張強度)

表-1 各材質に対する貝類付着特性

	FRP管	鋼管	ヒューム管
貝状類付着況	付着の程度は少なく、付着物の剥離も容易であり、また剥離後の管表面の状態は貝類の食い込みもなく良好であった。	貝類の付着はヒューム管に次いで多い。殻底部分が塗膜へ食い込み無理に除去すると塗膜に損傷を与える。	付着生物は最も多い。貝類はもみ殻表面へ強固に食い込んでおり、除去が困難である。
付の着材物質除の去表後面			

5. 防汚層の検討（海水の流れのほとんどない状態）

F R Pは物性の劣化がほとんどなく、貝類付着特性の観点からも耐海水性は良好であるが、少ないといふものの、貝類の付着は免れない。そこでF R Pへの防汚処理を行った暴露試験を平成1年に開始した。貝類付着防止対策としては従来から多くの方法が調査・検討されてきた。最近は塩素処理等の規制強化に伴い、環境に影響の少ない防汚塗料の開発が盛んで、多くの種類があるが、いずれも防汚効果が比較的短期間である。さらに防汚塗料としての有機錫系塗料は規制がきびしくなったため、低公害防汚成分として銅イオンが見直されている。そこでF R Pへの防汚対策として、表面へ銅粉末等を添加した防汚層の試作品を含む17種類の試験片を作成して図-1の状態、2年間にわたり海中暴露した結果、銅系の防汚効果が良好であった（写真-1、表-2の総合評価欄）。

6. 防汚層の検討（海水の流れのある状態）

海水の流れが溶出イオンの流出や貝類の付着に対する影響を調査するため、海水の流れのある状態（放水路）で、前項の結果良好であった種類の防汚層を選んで、放水路において海中暴露試験を実施した。海水の流れのほとんどない状態で良好だった防汚層は流れのある放水路においても良好であり、まったく同じの総合評価を得た。防汚層の試験結果は表-2のとおり。

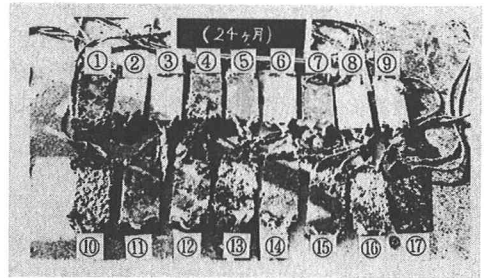


写真-1 防汚層の検討結果（2年後）

表-2 F R Pへの防汚層試験片の海中暴露試験結果

防汚層の種類				種類	試験片 の 番号	防汚効 果の 持続性	塗装の 剥離 状態	暴露2年後の 貝類 付着 状況	総合 評価	放水路 での暴 露試験
型式区分		防汚成分								
汚 塗 料	防汚剤 添加型	亜酸化銅	塩化ゴム	2	①	×	×	約半分付着した	*	—
					②	○	○	良好であった	◎	☆
	自己 研磨型	有機錫と アクリル樹脂 共重合物	ビニル	1	③	○	○	良好であった	◎	—
					④	×	×	約半分付着した	*	—
					⑤	○	×	塗料の剥離大	*	—
					⑥⑦⑧	○	○	付着なし	*	—
		錫フリー特殊樹脂			⑨	○	○	良好であった	◎	—
					⑩	×	×	付着多い	*	—
					⑪	○	○	良好であった	◎	☆
	表面張力型	無添加シリコン樹脂			⑫	×	○	付着多い	*	—
					⑬	×	×	付着かなり多い	*	—
銅添加FRP	銅粉末添加		1	⑭	○	○	良好であった	◎	☆	
	銅線入り		1	⑮	×	○	銅線の間に付着	△	—	
	FRP		1	⑯	×	—	全面に生物付着	—	☆	
銅合金	キュプロニツケル		1	⑰	○	—	付着なし	◎	—	

×：生物の付着あるいは防汚塗膜の損傷、剥離が見られるもの。

○：良好なもの

*：総合的に判断して問題のあるもの

◎：総合的に判断して良好なもの

△：部分的に付着があったもの

☆：放水路において暴露試験に使用した試験片

防汚成分が有機錫系のは規制が強化される等安全上問題である。（No. ④～⑧）

7. まとめ

F R Pを汽力発電所の取放水路に適用するために検討を行ってきたが、耐海水性の土木材料としてのF R Pは鋼、R Cに比較して良好である。またF R Pへ銅系の防汚成分を添加した防汚層の効果は他と比較して同等以上であると考えられるが、さらに防汚継続期間の確認、防汚処理の成形性等の基礎的データを得て実用化を行いたい。