



海洋鋼構造物の塗覆装

蒔 田 實*

Corrosion Protection Technology of Marine Steel Structure

Minoru MAKITA

1. は じ め に

周囲を海に囲まれた国土の狭小なわが国においては、沿岸海域のスペース利用が極めて重要であるとの観点から、海上長大橋、海上空港、海上都市、海上廃棄物処理施設、海底トンネル、浮防波堤など、海底に固定あるいは海上に浮遊した各種の海洋構造物の建設が計画され、検討されている。

海洋は陸上とは比較にならないほどの激しい腐食性を有する環境であるため、海洋構造物には、その耐久性を確保するための十分な防食対策を講ずる必要がある。しかし、海洋構造物の防食技術が、新設時にとどまらず後々の維持管理までを含めた一貫した技術として確立されているかといえ、決してそうといえる状況にはない。すなわち、海洋石油掘削装置、海洋土木作業台、シーバース等の従来の海洋構造物の防食法は耐用年数が比較的短く、頻繁な補修を要し、維持管理に多大の経費がかかっている。さらに、今後計画あるいは検討されている海洋構造物は、従来の海洋構造物に比べて大規模であると同時に、50年あるいは100年といった長い耐用年数が期待されているものだけに、耐久性が格段に優れた新しい防食技術の開発をはからない限り、これら新しい海洋構造物の実用化は極めて困難であるともいわれている。

このような状況を背景にして、近年、海洋構造物の防食技術の開発研究が各方面で積極的に進められている。例えば、科学技術庁が中心となり、昭和57年度から科学技術振興調整費により「海洋構造物による海洋空間等の有効利用に関する研究」が実施されており、その一環として海洋構造物の防食技術に関する研究が、建設省、運輸省、科学技術庁、通商産業省の各研究機関と民間の各機関の協力のもとに積極的に進められている。このように海洋構造物の防食技術は日進月歩の状況にあるが、ここでは海洋鋼構造物の防食技術の開発状況の概要を解説することとする。あまりにも概要に過ぎるかもしれないが、本拙文が、今後の海洋鋼構造物の防食技術の発展

に、今後の海洋鋼構造物の実用化に、多少なりとも参考になればと願うしだいである。

2. 海洋環境における鋼材の腐食傾向

海洋環境における鋼材の腐食傾向は一般に図1に示すようになることが知られている。すなわち、飛沫部で腐食は最も激しく、干満部になるにしたがつて腐食速度は低下し、海中部に入ると海面直下で腐食速度は再び大きくなり極大値をとる。さらに水深が深くなるにつれて、腐食速度は漸次低下していく。腐食速度が干満部で小さく海水面直下で極大値をとるのは、海水面をはさんで酸素の濃淡による腐食電池が形成されるためである。したがって、海中部でも水質の異なる海水が層状になっている場合には、電池が形成されて図2に示すように特定の水深個所で局部的に腐食速度が大きくなることもある。

このように、一口に海洋環境といっても、海上大気部、飛沫部、干満部、海中部および海底土中部と、構造物の接する環境条件によつて、鋼材の腐食機構と腐食速度が異なるため、それぞれの環境条件に最も適した防食技術を適用する必要がある。

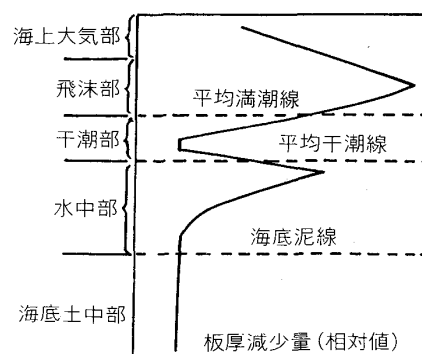
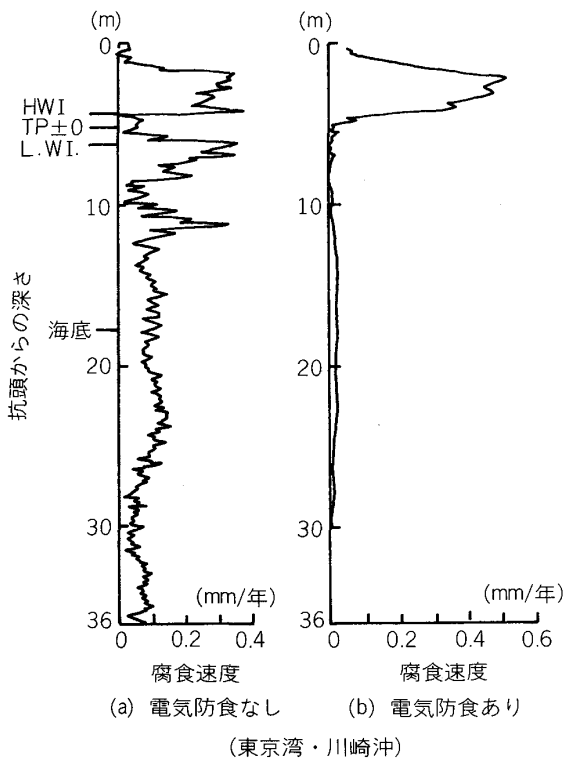


図1 環境条件と鋼の腐食傾向 (シートパイルの腐食, Kure Beach-5年の結果¹⁾)

昭和61年5月13日受付 (Received May 13, 1986) (依頼解説)

* 土木研究所地質化学部部長 (現: 日瀝化学工業(株)技術研究所所長)

(Geology and Chemistry Department, Public Works Research Institute, Now Technical Research Laboratory, Shiba 272 Kokubunjimachi Shimotoga Tochigi pref. 329-04)

図2 鋼管杭の水深方向の腐食速度²⁾

3. 海上大気部の防食技術

海洋構造物は、航行船舶に対する安全確保および景観との調和など、視認性および美観上着色が必要とされる。しかし、海上大気部は、海塩粒子の影響を受けるほか、日照、乾湿のくり返し、温度変化など気象作用の影響を受けるため、これらの作用に対して耐久性のある塗装が

必要とされる。

陸上部の鋼構造物に用いられている一般的な塗装系（油性さび止めナフタル酸樹脂塗料）をそのまま海洋環境下で用いたのでは耐久性が極めて短くなるため、海洋鋼構造物には、より耐久性の優れたいわゆる重防食塗装と呼ばれる塗装系が開発され、使用されてきている。近年、重防食塗装系として種々のものが開発されてきているが、その代表的な例を表1に示す。ここに示した例は、いずれも近年架設された海上長大橋に使用されているものである。これらの実例を含めて、海洋鋼構造物の海上大気部に適用できる塗装系として、現在表2の塗装系が推しようされている。

これらの塗装系は、従来の塗装系に比べて格段に耐久性が優れていると考えられるが、長年月の間には劣化するものであり、やがては塗り替えが必要とされるようになる。各塗装系に対する塗り替え時の塗装系としては表3のものが推しようされている。表2、3における塗装系A、B、C、D（以下2A、2B……と略す）は着色も自由であり、実績からいつでも最も信頼性の高いものであるが、何といても塗装回数が多く、新設時ならともかく、塗り替え時には海上作業という条件下でどこまで適正な施工が行い得るか、塗り替え後も十分な耐久性が得られるかなど問題点が残されている。2Eは実績も多く、信頼性も高いが、着色が自由にならないことから適用個所が限定される。また、2Fは着色も自由、耐久性も優れており、塗装回数も少なくすむと利点は多いが、1回の塗装で厚膜にするのに従来以上の高度の施工技術を要する。塗り替え時の施工技術という点ではなお解決すべき問題点が残されていると考えられる。

重防食塗装材料に関する技術開発は日進月歩であり、

表1 海上長大橋に使用されている塗装系

構造物	素地調整	第1層	第2層	第3層	第4層	第5層	第6層	第7層	記号
関門橋 (昭47年)	プラスト	Zn・Sp	P	Ph・Z	Ph・MIO	Ph・MIO	Ch	Ch	Zn・Sp: 亜鉛溶射 P: 短バク型エッチングプライマー Ph・Z: フェノールジクロメート Ph・MIO: フェノールMIO Ch: 塩化ゴム
大三島橋 (昭53年)	プラスト	H・IZn	P	Ph・Z	Ph・MIO	Ph・MIO	Ch	Ch	H・IZn: 厚膜型無機ジクロリッチペイント M: ミストコート H・E: 厚膜型エポキシ
大鳴門橋 (昭60年)	プラスト	H・IZn	M	H・E	H・E	PU	PU	—	PU: ポリウレタン

表2 海上大気部に適用する塗装系（上塗りまで工場で塗装）³⁾

塗装系	素地調整	第1層	第2層	第3層	第4層	第5層	第6層	第7層	記号(塗料名)
A	プラスト	H・IZn	M	H・E	H・E	PU	PU	—	H・IZn: 厚膜無機ジクロ IZn: 無機ジクロ M: ミストコート H・E: 厚膜型エポキシ PU: ポリウレタン
B		H・IZn	JISK-5633(1種)	H・V	H・V	H・V	H・V	—	H・V: 厚膜ビニル
C		H・IZn	JISK-5633(1種)	Ph・Z	Ph・MIO	Ph・MIO	Ch	Ch	Ph・Z: フェノールジクロメート Ph・MIO: フェノールMIO Ch: 塩化ゴム
D		IZn	H・ME	H・ME	H・ME	H・ME	—	—	H・ME: 厚膜変性エポキシ
E		IZn	T・E	T・E	T・E	—	—	—	T・E: クールエポキシ
F		プライマー	GF・PE	GF・PE	—	—	—	—	GF・PE: ガラスフレーク入りエポキシ

表 3 海上大気部に適用する塗替塗装系³⁾

塗装系	発錆状態	第1層	第2層	第3層	第4層	第5層	第6層	第7層	記 号 H・E・Zn: 厚膜エポキシジンクリッチ ME: 補修用エポキシ PE・P: ポリエステル用プライマー V: ビニル その他は表1と同じ 素地調整 発錆 大→ブラストパワーシール 発錆 小→パワーシール 発錆 なし→パワーシールワイヤブラシ
A	大	H・E・Zn	H・E・Zn	ME	ME	ME	PU	PU	
	小	ME	ME	ME	PU	PU	—	—	
	なし	ME	PU	PU	—	—	—	—	
B	大	H・E・Zn	H・E・Zn	ME	ME	ME	V	V	
	小	ME	ME	ME	V	V	—	—	
	なし	V	V	V	—	—	—	—	
C	大	H・E・Zn	H・E・Zn	ME	ME	ME	Ch	Ch	
	小	ME	ME	ME	Ch	Ch	—	—	
	なし	Ch	Ch	Ch	—	—	—	—	
D	大	ME	ME	ME	ME	ME	—	—	
E	大	M・TE	M・TE	M・TE	—	—	—	—	
F	大	PE・P	GF・PE	GF・PE	—	—	—	—	

表 4 現在開発研究中の重防食塗装系⁴⁾

塗装系	第1層	第2層	第3層	第4層	第5層	第6層	塗料名の記号 H・IZn: 厚膜無機ジンクリッチ E・Zn: エポキシジンクリッチ H・E・Zn: 厚膜エポキシジンクリッチ M: ミストコート H・E: 厚膜エポキシ PU: ポリウレタン PE・P: ポリエステル用プライマー M・PE: 変性ポリエステル H・V: 厚膜ビニル V: ビニル F・P: ふつ素樹脂用プライマー F: ふつ素樹脂 GF・PE: ガラスフレーク入りポリエステル GF・E: ガラスフレーク入りエポキシ M・PE・P: 変性ポリエステル用プライマー
A	H・IZn (75)	M	H・E (150)	PU (30)	—	—	
B	E・Zn (15)	H・E (2 000)	PU (30)	—	—	—	
C	E・Zn (25)	M・PE・P (100)	M・PE (50)	M・PE (50)	—	—	
D	H・IZn (75)	M	H・V (150)	V (30)	—	—	
E	H・IZn (75)	M	F・P (100)	F (50)	F (20)	F (20)	
F	H・E・Zn (75)	GF・PE (350)	GF・PE (350)	F (20)	F (20)	—	
G	DE・P (40)	GF・PE (350)	GF・PE (350)	—	—	—	
H	GF・E (750)	GF・E (750)	PU (30)	PU (30)	—	—	

ただし、素地調整はいずれもブラスト処理とする () は膜厚(μm)を示す。

将来の海洋構造物の重防食塗装系としてはさらに新しい塗装系も期待され、現在開発研究が積極的に進められている。研究開発が進められている塗装系の代表的な例を表4に示す。表4の塗装系A(以下4Aと略す)は、2Aの塗装回数を4回に減らすようにしたものであり、その分厚膜塗装可能なエポキシ樹脂を用いたものである。4Bは4Aよりさらに厚膜のエポキシを用いることとし、第1層にエポキシジンクリッチペイントを用いて、3回塗りの塗装系としたものである。4Cは変性ポリエステルを中心にした塗装系で、4Dは厚膜のビニルを中心にした塗装系である。4Eはふつ素樹脂塗料を中心にした塗装系である。4F、4Gは2Fと同様のガラスフレーク入りポリエステルを中心にしたもので、2Fより厚膜にするとともに、特に4Fは耐候性を向上させるために表層にふつ素樹脂塗料を用いたものである。4Hはポリ

エステルの代わりにエポキシを用いたガラスフレーク塗料を用いたもので、耐候性を付与するために表層にポリウレタン塗料を用いたものである。これらの表4の塗装系は、いずれも極めて長期の耐久性が期待される。実際にどのくらいの耐久性を有するかは必ずしも明らかではないが、将来の海洋構造物には必ずや利用されていくものと期待してよいであろう。

さらに、近年ガラスフレーク表面に亜鉛あるいはアルミニウムを蒸着する技術が開発されてきており、これらを顔料とする新しい塗料の開発研究が進められている。これらも期待される未来の塗料の一つである。

4. 飛沫部・干満部の防食技術

飛沫部、干満部は絶えず波浪、しぶきの影響を受けて、腐食性が最も激しいのみならず、後の補修が極めて困難

表 5 我が国の海洋構造物の防食方法の概要⁵⁾

分 類	調査 件数	鋼 材	防 食 法			備 考
			海上大気部	飛 沫 帯	海中・海底土中	
海洋石油掘削装置 (リグ)	12	普通鋼または普通鋼+高張力鋼の併用	塗 装 ^{a)} (ジंकリッチプライ イマー+エポキシ またはタールエポ キシ系)	重塗装 (同 左) 一部電気防食の併用 あり	電気防食または電防+ 塗装 電防: Al陽極 塗装: 同左	a) 補修の簡単な場所は 目的に応じた塗装 (主甲板: デッキペ イント 居住区: 合成樹脂 塩化ゴム・エ ポキシなど)
海洋土木作業台 (プラットフォーム ^{b)} オーム ^{b)})	9	同 上	塗 装 (ウォッシュプライ マー+合成樹脂系)	重塗装 (ウォッシュプライ マー+エポキシま たはタールエポキ シ系)	塗 装 (同 左) 電気防食との併用は 少ない	b) 自己昇降式作業台 (SEP)は補修が可能 なためリグや固定式作 業台に比べて防食性に 劣る塗装系が採用され ている
シーバース	45	① 棧橋・ドル フィン方式は 同上 ② 係留方式は普 通鋼のみ	—	重塗装 (無機ジंकリッチ プライマー、ター ルエポキシまたは 無機ジंकリッチ プライマー+ター ルエポキシ)	電気防食または電防+ 塗装 ^{c)} (電防: Al陽極 ^{d)} 塗装: タールエポ キシ)	c) 塗装以外に一部アス ファルトなどのライニ ングあり d) 古いものは外部電源 方式のほうが多い
海中展望塔 ^{e)} 海中レストラン アクアポリス	6	普通鋼または普 通鋼+高張力鋼 の併用	塗 装 エポキシまたは合成 樹脂系など	重塗装 エポキシまたはター ルエポキシ系	電防+塗装 (電防: Al陽極 塗装: エポキシ系 または塗装 (タールエポキシ))	e) 海中展望塔の調査 4 件中 2 件は各環境とも FRP ライニング
観 測 塔 灯 標 ブ 実 験 イ 台	19	普通鋼 (一部耐侯性 鋼、耐海水 性鋼が併用)	塗 装 エポキシ、タールエ ポキシまたは合成樹 脂	重塗装 ^{f)} (同 左)	塗装または電防+塗装 (電防: Alまたは Zn陽極 塗装: 合成樹脂ま たはタール エポキシ系)	f) 灯標の飛沫帯で一部、 樹脂、コンクリート、 ステンレスなどのライ ニングあり
海 底 パイプライン	25	普通鋼	—	—	パイプ外面: 電防+ 塗装 (電防: 外部電源方 式が主体 塗装: コンクリ ート+ア スファル ト系) パイプ内面: 防食な しが多い	—
沈埋トンネル ^{g)}	4	普通鋼	—	—	電防+塗装 ^{h)} (電防: 外部電源 塗装: タールエポ キシ)	g) すべてのコンクリート の外面を鋼板で包んだ 構造 h) 塗装なし電防のみも あり

となるため、最も耐久性の優れた防食が必要とされる。従来の海洋構造物では、表5に示すとおり飛沫部、干満部にも重防食塗装が施されている例が多く、比較的頻繁な補修を要し、維持管理に多大の経費を要している。

近年、飛沫部、干満部でも耐久性が確保できる防食技術の研究開発が進められている。その代表的な1例を表6に示す。各種の防食材料が比較検討されており、実海域での10年以上にわたる暴露試験の結果が最終的にまとめられつつある。結論的なことはいえないが、表7に示す今までの中間的な結果から、およそ次のことが明らかにされている。

耐海水鋼は腐食速度が普通鋼の約1/2となり、犠牲鉄板巻きとして用いた場合に従来の2倍の寿命が期待されるが、外観的には非常に見苦しくなることは避けられない。アルミ溶射は、飛沫部、干満部に局部的に使用したのでは干満部のアルミの消耗が激しく、長期の耐久性は期待できない。アルミ溶射上に塗装しても塗膜が剥離す

るなどして長期の耐久性は期待できない。従来からも重防食塗装として用いられている無機ジंकリッチペイント+タールエポキシは、部分的に補修しながら耐久性を維持していくタイプのもので、クロスで補強すればかなりの耐久性を有するが、10年間完全に発錆を防止することはやはり困難である。ポリエチレン押出しライニングは、10年を経てもまったく損傷されていず、ふじつは等の付着生物のくり込みも少なく、極めて良好な状態にあり、長期の耐久性が期待できる。エポキシ系レジモルタルライニングは、下地からの錆汁が表面ににじみ出してきており、完全な防食性は期待しにくい。これに対して、ファイバーコンクリートライニングは、ファイバーの腐食により表面は点状の錆色を呈するが、ファイバーの腐食が比較的表層部分のみにとどまっている。従って防食性は良好でかなりの耐久性はあるものと考えられるが、ファイバーの腐食がどのように影響してくるかなどなお今後の見究めが必要とされよう。

表 6 飛沫帯・干満帯部の防食被覆⁶⁾

分 類	被 覆 の 種 類	杭		試験片		分 類	被 覆 の 種 類	杭		試験片	
		C	A	C	A			C	A	C	A
金 属 被 覆	耐海水鋼 (Cu-Cr-Al 系) 巻き (6 mm)	○	○	○	○	有機質ライニング (ポリエステル)	ガラスフレーク入りポリエステル (1 mm)			○	
	ステンレス鋼 (25Cr-13Ni 系) 巻き (3 mm)	○		○			ガラスフレーク入りポリエステル (2 mm)			○	
	モネル巻き (2 mm)			○		同 上 (ポリエチレン)	ポリエチレン (押出し成形, 4 mm)	○	○	○	○
	チタンクラッド (0.5 mm)			○			ポリエチレン (押出し成形, 4 mm)			○	○
	アルミ溶射 (100 μ m) + タールエポキシ (300 μ m $\times$ 2)	○		○			紛体ポリエチレン (8 mm)			○	
金属溶射 + 塗装	アルミ溶射 (100 μ m) + ビニロクロス補強タールエポ キシ塗装 (300 μ m $\times$ 2)	○		○			ポリエチレンシュリンクチューブ (3 mm)			○	
	アルミ溶射 (100 μ m) + ガラスクロス補強タールエポキ シ (300 μ m $\times$ 3)		○		○		エポキシ紛体塗装 (0.3 mm) + ポリエチレン (4 mm) (押出し成 形)			○	○
	アルミ溶射 (封孔処理, 200 μ m)	○		○		同 上 (ポリウレタン)	ポリウレタンゴム (4 mm)		○		○
	亜鉛溶射 (100 μ m) + タールエポキシ (300 μ m $\times$ 2)	○		○			発泡ポリウレタン (10 mm)			○	
塗 装	HB 無機ジンク (75 μ m) + タールエポキシ (300 μ m $\times$ 3)	○	○	○	○		ウレタンマチック (3 mm)		○		○
	HB 無機ジンク (75 μ m) + ガラスクロス補強エポキシ (300 μ m $\times$ 3)	○	○	○	○	同 上 (その他)	ブチルゴム (4 mm)			○	
	HB 無機ジンクリッチペイント (100 μ m)			○			クロロプレンゴムシート (5 mm)			○	
有 機 質 ライニング (エポキシ)	レジンモルタル (エポキシ 20 wt%, 4 mm)	○	○	○	○		アスファルトマチック (10 mm)			○	
	レジンモルタル (エポキシ 33.3 wt%, 5 mm)			○		無機質ライニン グ	ペトロラタム含浸テープ (2 mm) + FRP (3 mm)			○	
	ガラスフレーク入りエポキシ (2 mm)			○	○		スチールファイバーコンクリート (型枠 10 mm)	○			
	水中硬化型エポキシ (5 mm)			○	○		スチールファイバーコンクリート (吹付け 5 mm)	○			
	タールエポキシマチック (14 mm)			○			セメントモルタル (47 mm) + FRP (3 mm)		○		○
	不織布含浸エポキシテープ (3 mm)			○			ガラス繊維入りセメントモルタル (20 mm)			○	○

○印は暴露場所 (C: 東京湾千葉市沖, A: 茨城県阿字ヶ浦沖) 杭の大きさ (Cでは $\phi 508$ mm $\times$ 145 m・防食部分 6 m, Aでは $\phi 609.6$ mm $\times$ 116 m・防食部分 6 m) 試験片の大きさ $\phi 100$ mm $\times$ 12 m

耐海水性のステンレス鋼は、溶接部近傍に付着したスバッターの腐食による点錆がみられるもののステンレス本体は何らの損傷もなく、メンテナンスフリーの防食方法として期待される。以上の各種防食方法は構造物の形状によつて適用可能な場合と不可能な場合とがある。各種防食方法の適用性を表 8 に示す。したがつて、防食性能と適用性に応じて、各種防食方法の適材適所の利用をはかつていく必要がある。

高耐食性金属材料を被覆する方法は完全なるメンテナンスフリーの防食技術として大いに期待できるが、問題は何といつてもコストが高くつく点にある。そこで現在、少しでも低コストで十分な防食性能が確保できる金属材料としてどういう種類のものがあるかを明らかにするため表 9 に示す金属材料についての暴露試験が実施されている。

5. 今後の課題

以上述べたとおり、近年海洋構造物の塗覆装材料に関する研究開発が着実に進められてきている。近い将来、従来のいわゆる重防食塗装とは比較にならないほど格段に耐久性の優れた塗覆装材料が開発され、今後計画されている各種の海洋構造物の実用化を大いに促進するものと期待される。

しかしながら、新しい塗覆装材料を真に実用的なものとするには、材料の特性が発揮できるような施工技術の開発が不可欠であることを忘れてはならない。研究開発の段階でたいへん性能の優れた材料と評価されるものであつても、実際の構造物に適用した時に、施工能率が非常に悪かつたり、仮に通常に施工したとしても、仕上がった被覆の性能は期待したものとは異なつたものとなる

表 7 防食鋼管杭の調査結果のまとめ (千葉沖)⁶⁾

防 食 被 覆 の 種 類	被 覆 の 状 況	生物の付着状況
無 処 理	全体的にかなり腐食が進行している。	ふじつば, い貝
ステンレス鋼 (25Cr-13Ni 系) 巻き (3 mm)	溶接部にさび色の変色があるが, 腐食の進行は認められない。被覆境界部の無処理ぐいに凹凸腐食が多数発生している。	ふじつば, い貝
耐海水鋼 (Cu-Cr-Al 系) 巻き (6 mm)	全体的に腐食は進行している。干満帯は比較的緻密なさび層で覆われている。被覆境界部の無処理ぐいに凹凸腐食がみられる。	ふじつば, い貝
アルミ溶射 (200 μ m) (封孔処理)	大気～飛沫帯では白さびが点在し, 干満帯では犠牲防食効果のため, アルミの消耗が進んでいる。	ふじつば, い貝 緑色のこけ
アルミ溶射 (100 μ m) + タールエポキシ塗装 (300 μ m $\times$ 2)	大気部は塗膜の剝離, ふくれが数箇所発生している。飛沫帯干満帯で塗膜の剝離が著しく, アルミ溶射もほとんど消耗し, 赤さびが発生している。	ふじつば, い貝
アルミ溶射 (100 μ m) + ビニロンクロス補強タールエポキシ塗装 (300 μ m $\times$ 2)	大気～飛沫帯は塗膜の剝離が各所にみられ, 赤さび及び白さびが混在している。干満帯では比較的大きな塗膜の剝離があり, 赤さびが発生している。	ふじつば, い貝
亜鉛溶射 (100 μ m) + タールエポキシ塗装 (300 μ m $\times$ 2)	大気～飛沫帯は比較的良好であるが, 干満帯に大きな塗膜の剝離があり, 亜鉛溶射もほとんど消耗し, 赤さび及び白さびが混在している。	ふじつば, い貝
無機ジंकリッチペイント塗装 (75 μ m) + タールエポキシ塗装 (300 μ m $\times$ 3)	大気～飛沫帯は小さなさび, ふくれが数箇所みられる程度であるが, 干満帯は比較的大きな塗膜の剝離があり, 赤さび及び白さびが混在している。	ふじつば, い貝
無機ジंकリッチペイント塗装 (75 μ m) + ガラスクロス補強エポキシ塗装 (300 μ m $\times$ 3)	大気～飛沫帯には小さなさびが数箇所あり, 若干発錆しているが干満帯の塗膜に異状は認められない。	ふじつば, い貝 緑色のこけ
ポリエチレン押し出しライニング (4 mm)	全般的に外観は良好	ふじつば, い貝
エポキシ系レジンモルタルライニング (4 mm)	大気部の大きなうきさびによる剝離及び一部の被覆にクラックの発生がみられる。全般的に薄さび色を呈している。	ふじつば, い貝 緑色のこけ
ファイバーコンクリートライニング No. 12 (型 枠: 100 mm) No. 12' (吹付け: 50 mm)	全面にスチールファイバーによる点線状のさびがあり, 杭の上部に小さなクラックが生じている。	ふじつば, い貝 緑色のこけ

表 8 飛沫部・干満部の防食技術の適用性⁶⁾

防 食 法		人 工 島		鋼管基礎	ケーソン	浮体構造物
		鋼 矢 板	鋼管矢板			
塗 装	クロス材併用なし	○	○	○	○	○
	クロス材併用あり	○	×	×		
有機ライニング	ポリエチレン (押し出し)	×	×	○	×	×
	ポリエチレン (粉末)	△	○	△	△	△
	レジンモルタル	○	○	○	○	○
	防食テープ	×	×	○	×	×
無機ライニング	—	○	○	○	○	○
	FRP 型枠使用	×	△	○	×	×
金 属 溶 射	—	○	○	○	○	○
耐食性金属被覆	—	○	○	○	○	○
低合金系耐海水鋼犠牲鉄板巻き	—	○	○	○	○	○

○ 適用容易 △ 適用困難 × 適用不可能

ことも予想される。例えば, 今後期待される材料に 2 液硬化型のものがある。2 液硬化型のものを施工する場合かなり短い硬化時間を厳密に管理する必要がある。硬化時間は温度, 2 液の定量性及び混合度に大きく影響される。また 2 液はそれぞれ温度によつてかなり粘性が変化するものと思われる。してがって作業時の気温に応じて的確な配合となるような定量性の優れたポンプ, 均一な

混合のできるミキサー及び吹付け機械が不可欠である。さらに, 顔料としてフレーク材料等の利用が期待されるが, 顔料が規則的にきちんと密に配列されるような施工技術があつてはじめてこれら顔料が利用可能となる。このように新しい材料を使いこなせる施工技術の開発が, 新しい塗覆装の実用化には不可欠である。特に, 複雑な操作を現場の作業環境条件に応じて的確に管理しながら

表 9 飛沫部・干満部に適用する高耐食性金属被覆⁵⁾

No.	施 工 法	防 食 系	仕 様
A-1 A-2 A-3 A-4	板 卷 材 板 卷 材 板 卷 材 板 卷 材	SUS-316L 22Cr-26Ni-5Mo-Ti 25Cr-50Ni-6Mo-Cu-Ti-L.C. 26Cr-4Mo-Ni-U.L.C.N.	防食 3t-171.2φ-3 500 t 防食 3t-171.2φ-3 500 t 防食 3t-171.2φ-3 500 t 防食 3t-171.2φ-3 500 t
A-5	ク ラ ッ ド 材	SUS-316L (鋳込み)	防食 3t-171.2φ-3 500 t
A-6	非 鉄 溶 射 材	Zn-13Al+W.P+ウレタン2 500μm	防食 3t-171.2φ-3 500 t
A-7 A-8 A-9	2 相 材 2 相 材 2 相 材	25Cr-7Ni-3Mo-Cu-W-N-L.C. 25Cr-6Ni-3Mo-L.C. 25Cr-13Ni-3Mo	10 t-114.3φ-3 500 t 9.6 t-89.1φ-3 500 t 18.7 t-139.8φ-3 500 t
A-10 A-11	非 鉄 板 卷 材 非 鉄 ク ラ ッ ド 材	9-1 Cupro-Nickel Monel Metal	防食層 2 t-171.2φ-3 500 t 防食層 3 t-171.2φ-3 500 t
A-12	非 鉄 め つ き 材	熔融 Zn めつき P-9F	—
A-13	非 鉄 板 卷 材	純 Ti 及び Ti 合金	—

実施するにはエレクトロニクスを活用した自動操作のできる施工機械が不可欠となろう。

いかに耐久性の優れた塗覆装といえども長い年月の間にはやがて劣化するものであり、またいわゆるメンテナンスフリーの材料であつても機械的に損傷される可能性をもっている。耐久性が優れていればいるほど、部分的な劣化損傷をその早期の段階では発見しにくい。耐久性の優れた塗覆装はできるだけ初期の劣化の段階で維持補修することが重要であり、また被覆としての特性が発揮されるものだけに、劣化診断技術及びそのシステムの開発が必要とされる。

文 献

- 1) H. A. HUMBLE: Cathodic Protection of Steel Piping in Sea Water, Corrosion, 5 (1949) Sep.
- 2) 森 芳徳, 西島高秀: 東京湾における鋼材の腐食, 土木技術資料, 16 (1974) 11
- 3) 海洋構造物の保守管理技術に関する報告書 (財土木研究センター海洋構造物保守管理技術調査委員会編) (1982)
- 4) 海洋技術総合研究施設に関する報告書 (建設省土木研究所編) (1984)
- 5) 海洋構造物の設計施工指針 (鋼材倶楽部編) (1976)
- 6) 防食鋼管杭とその海洋暴露試験 (その10) (鋼管杭協会編) (1983)