

海上建築物材料の実海域ばくろ試験の概要

建設省建築研究所 檜野紀元, 富板 崇, 本橋健司

1. はじめに

建設省建築研究所では、昭和59年度より科学技術庁振興調整費による研究プロジェクト：「海洋構造物による海洋空間の有効利用に関する研究」の一環として、防食等による海洋構造物の耐久性向上技術，“付帯建築物材料の防食技術の開発”というテーマで、主に金属材料を中心とした、海洋環境での建築物材料の耐食性に関する調査研究を実施している。本稿では、その概要を紹介する。

2. 駿河湾海洋技術総合研究施設

建設省は、静岡県志太郡大井川町高新田地先（大井川河口付近、図1参照）に、昭和59年度に駿河湾海洋技術総合研究施設を設置した（写真1参照）。建設省建築研究所では、図2に示すように海面上13.9mの高さにある第1デッキに設けられたばくろ架台を利用している。また、一方で海流や気象などの観測も行われ、多方面の研究が行われている。

3. 実海域ばくろ試験用の供試体

本研究で扱う、海洋構造物に付帯する建築物や設備類の材料として、表1に示すような供試体を選定した。その内容は概ね以下の通りである。

- 1) 亜鉛鉄板、塩ビ鋼板類 メッキについては、亜鉛量を変えたり、アルミニウム/亜鉛系の耐久性のあるものとし、有機系保護層も、従来のポリ塩化ビニル樹脂に加え、さらに高級なフッ素、ポリエステル、ポリエチレン、アクリルといった新しい素材を用いることとした。実際に使われるときと同じように折曲げ加工し、その半径を3水準としている（写真2参照）。
- 2) ステンレス鋼類 ステンレス鋼素材として、フェライト系、オーステナイト系および2相系のもので、表面仕上とモリブデン添加量の効果が検討できるように配慮した。また、塗装材料として、シリコンポリエステル、シリコン変性アクリル、

フッ化ビニリデンの代表的な3種を用いることとした。やはり折曲げ加工したものを、2枚を部分的に重ね合せた状態でばくろに供している(写真3参照)。

3) チタン ステンレス鋼と同形状に加工し、ばくろに供している(写真3参照)。

4) アルミニウム類 今回の実海域ばくろ試験では、アルミニウム素地と、塗装などの保護皮膜があるものの耐食性を検討する。一部の供試体には水洗などのメンテナンスを行ない、その効果をみる。

●アルミニウム+ボルト接合 4種類のアルミニウム素地を2枚重ね合わせ、3種類のボルトで接合したもので、異種金属の接触の影響も検討する(写真4参照)。

●アルミニウム溶接材 2種類のアルミニウム素地を溶接したもので、溶接部分は熱の影響を受けている(写真4参照)。

●カラーアルミニウム 表面保護のために、アクリル、ポリエステル、シリコンポリエステル、フッ素系の4種類の保護層を設け、スクラッチマークを付け、折曲げ加工する(写真5参照)。

●アルマイト処理アルミニウム 厚みの異なるアルマイトで表面を処理したもので、折曲げ加工する。

●複合皮膜処理アルミニウム アルマイト処理の後、クリアー塗装したものをを用いる。

●塗装アルミニウム鋳物 アルミニウム鋳物の表面をクロメート処理し、ウレタンで塗装したものをを用いる。

●アルミニウム素板 無処理のまま、折曲げ加工したものを実海域ばくろ試験に供し、他材料との比較材とする。

5) 配管材料 組成の異なる2種類のアルミニウム管と、亜鉛メッキ鋼管に、4種類の防食処理をしたものと無処理のままのものをばくろする。また、接手のある供試体も加える(写真6参照)。

6) 建築部品類 はしご、フェンスなどを適宜選定し、ばくろ試験に供している。

4. 実海域ばくろ試験方法

供試体は、駿河湾海洋技術総合研究施設の第1デッキに設けられた、南30°に傾斜したばくろ架台に取付ける。長辺が南北方向となるのを標準とするが、アルミニウム類の一部は横置きにしている。昭和60年の3月より実海域ばくろ試験を開始した。

5. 調査項目と評価基準

調査項目と評価基準は、供試体に応じて以下のものを考えている。

- 1) 外観観察、写真撮影 表面に生じた変化を、一般部、加工部、接合部、取付部、端面、重ね部などにわけて記録する。写真は全体、および劣化の顕著な部分を接写し、カラーパッチなどを添付する。塗膜のふくれ、われ、はがれは、“日本塗装検査協会：塗膜の評価基準”による。
- 2) 腐食程度のグレーディング、腐食の形態 “JIS D 0201、自動車部品の電気めっき通則”、“JIS H 8681、アルミニウム及びアルミニウム合金の陽極酸化皮膜の耐食性試験方法”などのレイティングナンバー標準図表と比較する。また、ルーペなどで観察し、腐食の形態を分類する。必要に応じ電子顕微鏡も使用し、マイクロ組織の状態などの観察も行う。
- 3) 腐食の深さ 孔食を対象とするルーペの焦点合せ法や、断面の観察による。
- 4) 色調の変化 “JIS Z 8730、色差表示方法”により、測色計を使用してLab方式で色差を求める。汚染物質の付着の影響を検討するため、水洗の前後でそれぞれ測定する。あるいは、“JIS L 0804、変退色用グレースケール”による簡便法を用いる。
- 5) 光沢の変化 “JIS Z 8741、光沢度測定法”により光沢計を使用する。
- 6) 汚れ・白亜化 黒布で表面をこすったり、“JIS L 0805、汚染用グレースケール”による。回収した供試体の白亜化については、“JIS K 5516、合成樹脂調合ペイント”にあるように、一定圧力・時間で供試体に圧着した印画紙に付着した塗料粉末の程度を、“日本塗装検査協会：塗膜の評価基準”の標準写真と比較する。
- 7) 腐食面積 フォトパターンアナライザーにより、腐食面積率などを測定する。
- 8) 重量減少 ばくろ前の重量と比較し、腐食減量を求める。
- 9) 腐食生成物・付着物の分析 代表的なものを対象にして、EPMA、X線回折により分析する。
- 10) 電子顕微鏡による観察 ばくろ試料の表面、および断面を観察する。
- 11) 機械的な性能 回収されたばくろ試料よりテストピースを削り出し、引張強度、伸び、耐力などを測定する。
- 12) 塗膜の性能 上記以外の塗膜の性能をみるため、“JIS S 1005、家庭用炊事用具”にしたがい、鉛筆硬度、折曲げ試験、ゴバン目セロハンテープ剥離試験や、

“JIS K 5400, 塗料一般試験方法”のデュボン衝撃試験,あるいは膜厚の測定などを必要に応じて実施する。また,電気的な性能として,比誘電率,損失抵抗,直流抵抗などを測定する。

6. 人工促進劣化試験

今回は,実海域ばくろ試験と並行して,複合劣化試験方法を実施している。劣化因子としては,

①塩分, ②温度・熱, ③水分・結露, ④紫外線

を考え,これらの劣化作用をシミュレートできるよう,次の4つの条件から成る,複合サイクル人工促進劣化試験装置を設計・試作した。予備試験の結果,以下の条件を適当と考え,実験を進めることとした。

- 1) 食塩水の浸漬 加温した食塩液に供試体を浸漬する。(5%NaCl, 30℃, 10分)
 - 2) 加熱・乾燥 食塩水が表面に残っているまま,徐々に加熱し水分を蒸発させる。(60℃, 50%RH, 40分)
 - 3) 紫外線照射 高温環境で紫外線を照射し,有機保護皮膜を劣化させる。なお,金属素地の供試体では,この過程は省略する。(UVランプ, 30W × 5本)
 - 4) 冷却・強制結露 急激に冷却し,供試体表面に強制結露させ,腐食環境を作り出す。表面と内部の温度差による内部歪も生じさせることができる。(10℃, 20分)
- この後,1)に戻る。1)~4)の過程を1サイクル120分で繰り返す。

7. むすび

本稿では,海洋環境で使用される建築材料の,実海域ばくろ試験について紹介した。本研究は緒についたばかりで,ほとんど未開拓の分野で学際的な色彩が濃く,建築側からは得るところが大きい研究テーマである。今後も長期的に研究を継続し,耐食性能を判断できるだけの価値のあるデータを得たいと考えている。

表 1 実海域ばくろ試験用供試体一覧 (その1)

試験体の種類	仕 様	数量	備 考
塩ビ鋼板	Z25, 塩ビ ラミネート 200 μ	9	折曲加工 3,6,9R 各 3 " " " " " "
	Z27, 塩ビ 2C~2B 300 μ	9	
	カビハリウム, 塩ビ 2C~2B 200 μ	9	
フッ素塗装亜鉛鉄板	Z27, フッ素 3C~3B 30 μ	9	折曲加工 3,6,9R 各 3 " " " " " " " " "
	カビハリウム, フッ素 2C~2B 25 μ	9	
	Z22, フッ素 ラミネート 38 μ	9	
	1%A1+Zn, フッ素 3C~3B 30 μ	9	
ポリエステル系亜鉛鉄板	A1メッキ, ホリエステル 2C~2B 25 μ	6	折曲加工 3,6,9R 各 2 " " " " " "
	Z25, ホリエステル 2C~2B 18 μ	6	
	カビハリウム, ホリエステル 2C~2B 20 μ	6	
ポリエチレン系亜鉛鉄板	1%A1+Zn, ホリエチレン ラミネート 150 μ	6	折曲加工 3,6,9R 各 2
アクリル系亜鉛鉄板	カビハリウム, アクリルフィルム ラミネート 75 μ	9	折曲加工 3,6,9R 各 3
ステンレス鋼板	430LX 2B, 1.2t	3	2枚重ね " " " " " " " " " " " " " " " "
	436L 2B, 1.2t	3	
	444 2B, 1.5t	3	
	304 2B	3	
	304 HL, 0.9t	3	
	316 2B	3	
	317J1 2B, 2.0t	3	
	329J1 2B, 0.6t	3	
	329J2L 2D, 0.9/1.2t	3	
	化成処理ステンレス鋼板	304C インコカラー, 2B, 0.6t	
カラーステンレス鋼板	C304 シリコンホリエステル 茶 0.4t	3	2枚重ね " " " " " " " " " "
	" " 緑 0.3t	3	
	" シリコンアクリル 茶 0.3t	3	
	" " 灰 0.3t	3	
	" フッ化ビニリデン 茶 0.4t	3	
	" " 灰 0.4t	3	
チタン	TP35C	3	2枚重ね
アルミニウム + ボルト接合	5083-0 Znメッキボルト 接合	3	
	" SUS ボルト接合	3	
	" Alメッキボルト 接合	3	
	6061-T6 Znメッキボルト 接合	3	
	" SUS ボルト接合	3	
	" Alメッキボルト 接合	3	
	6063-T5 Znメッキボルト 接合	3	
	" SUS ボルト接合	3	
	" Alメッキボルト 接合	3	
	7N01-T6 Znメッキボルト 接合	3	
	" SUS ボルト接合	3	
	" Alメッキボルト 接合	3	

表 2 実海域ばくろ試験用供試体一覧 (その2)

試験体の種類	仕 様	数量	備 考
アルミニウム 溶接	5083-0	6	水洗有/無 各3
	7N01-T6	6	" "
カラーアルミニウム	3004-H26 アクリル, アンパル 0.43t	6	水洗有/無 各3, 横置 2
	5052-H24 ポリエステル, フロンズ 0.5t	6	" " "
	3005-H14 シリコンポリエステル, フラウン 0.6t	6	" " "
	3005-H26 フッ素, レンガ 0.6t	6	" " "
アルマイト処理 アルミニウム	1100-H14 6 μ 1.0t	6	水洗有/無 各3, 横置 2
	" 9 μ	6	" " "
	" 15 μ	6	" " "
	" 20 μ	6	" " "
複合皮膜処理 アルミニウム	6063-T5 シルパル, アルマイト9 μ +クリト- 12 μ	6	水洗有/無 各3
	" フロンズ"	6	" "
塗装アルミニウム鋳物	AC3A クロメート処理後 ウルタン 30 μ	6	水洗有/無 各3
アルミニウム素板 (無処理・比較材)	1100-H14 1.0t	6	水洗有/無 各3, 横置 2
	5052-H34 1.0t	6	" " "
	5083-0 2.5t	6	" " "
配管材料	アルミ 5052-H34 無処理	3	接手有 1/無 2
	" ポリエステルフィルム 80 μ	3	" "
	アルミ 6063-H 無処理	3	" "
	" ポリエステルフィルム	3	" "
	Znメッキ 鋼管 防食テープ	3	" "
	" ポリエステルフィルム	3	" "
	" 塩ビフィルム	3	" "
	" アクリル系エンボラ	3	" "
" 無処理	3	" "	
建築部品類	窓手摺 アルミ	2	
	踏 台 アルミ	2	
	雨 樋 アルミ	1	
	" 塩ビ"	1	
	屋根葺材 カラーアルミ (フッ素)	1	
	" カラートタン (フッ素)	1	
ボルト 基板 A1:5182	炭素鋼に溶融アルミメッキ 20 μ	4	
	炭素鋼に溶融アルミメッキ 20 μ + 塗装	4	
	SUS にアルミ 含有塗装 (1)	4	
	SUS にアルミ 含有塗装 (2)	4	
	基板 A1:6063-T5 炭素鋼に溶融アルミメッキ20 μ × 2	3	
SUS にアルミ 含有塗装 (1) × 2			
SUS にアルミ 含有塗装 (2) × 2			

