

5. 金属材料および塗膜の大气腐食

—— 塩 害 調 査 ——

出雲茂人・渡辺芳憲

1. 調査の目的

海風の強く当る地域での潮風による金属材料等の腐食は非常に酷しいものがある。特に四六時中潮風の当る離島においては、その腐食速度は極端に大きくなることが予想される。此处では、大島郡中の大島本島と沖永良部島の二つの島について塩害の実態調査の予備調査を行ったので、これについて述べる。

2. 調査日時

昭和54年2月5日～2月8日

3. 調査場所

大島本島 名瀬市

沖永良部島 和泊町、知名町

4. 調査対象物

鉄鋼構造物

5. 調査結果

各種鋼構造物に使用されている材料は、一般構造物鋼が主体であるが、一部にステンレス鋼の使用例もあった。耐食性向上の手法としては、金属被覆として、亜鉛メッキ、アルミニウムメッキが用いられ、その他は有機質被覆（塗膜）が主流を占めている。また、地下埋設パイプラインについては一部電気防食法の採用も見られた。

以下に各項目毎に述べる。

① ステンレス鋼

ディーゼル発電機の排気筒に、耐塩害性を期待して用いられていたが（名瀬市）、設置後3年経過した時点で一部ウズ錆が発生している程度で、可成りの耐塩害性を発揮していた（Photo No.1）（49頁参照）

しかし、温度の高い排気の影響を受ける排

気筒下部では、塩分および燃焼ガス中の SO_2 あるいは SO_3 のために激しい孔食を惹起していた。

通常の大気中では、SUS 304、あるいはSUS 316が良好な耐食性、耐塩害性を示すが、苛酷な条件ではこれらが耐食性を保持し得ない例と考えてよい。

② 亜鉛メッキ鋼材

燃料輸送用パイプラインその他に、溶融亜鉛メッキ鋼材が用いられていたが、施工時のメッキ皮膜の損傷部（溶接箇所等）には、亜鉛末塗料が厚く塗布してあり、防錆管理が行き届いていた。（Photo No.2）（49頁参照）

Photo No.3（49頁参照）は、敷設後3年経過した溶融亜鉛メッキ処理の燃料用輸送パイプであるが、可成り発錆している。

Photo No.4（49頁参照）は、設置後3年経過した亜鉛メッキ処理したフェンスと塗装した鋼板製ボックスであるが、ラフな現場塗装がいかに脆いかが判る。

③ アルマー加工鋼板

どちらかといえば新しい材料であるが、耐塩害性がよいといわれる。

Photo No.5（49頁参照）は、ディーゼル発電機の排気筒にアルマー鋼板を用いた例であり、建設後2年経過したところで、可成りの錆の発生が見られる。

④ 有機質被覆（塗装）

燃料タンクおよび燃料輸送パイプの一部など鋼構造物の防食法の主流は、塗装によって占められている。

塗装による防食法の場合、塗料の種類や品種、あるいは塗装工数などによって塗膜寿命が大きく左右されるのは勿論であるが、丁寧な仕事であるか否か、あるいは、塗替時期が適切であるか否かによって、その経済性は大きく変わってくる。

また、塗替え時のケレンの程度、天候の良否によっても塗膜寿命は格段に変わることはいうまでもない。

Photo No 6 (49 頁参照) に、再塗装後 2 年経過した燃料タンクの例を示す。

Photo No 7 (49 頁参照), No 8 (50 頁参照) に再塗装後約 6 ヶ月後の燃料タンクの例を示す。

Photo No 7 (49 頁参照), No 8 (50 頁参照) のタンクは、いずれも再塗装後 6 ヶ月経過後の状態であるが、Photo No 7 (49 頁参照) のタンクは建設後 3 年、Photo No 8 (50 頁参照) のそれは建設後 6 年経過しており、塗替は 6 ヶ月前を含めて過去 2 回実施している。

Photo No 9 (50 頁参照) は、敷設後 3 年経過したタール系塗装による燃料輸送パイプの例であり、可成りの発錆が見られる。

Photo No 10 (50 頁参照) は、建設後約 2 年 6 ヶ月経過した横断歩道橋、Photo No 11 (50 頁参照) は、建設後 9 年 6 ヶ月経過した歩道橋であるが、6 % 厚の帯鋼の一部は腐食によって欠落しており現場塗装の不完全さがよく判る例である。

Photo No 12 (50 頁参照) は、ガスタービン格納庫の内側の壁面であるが、塩分を含んだ外気を吸入して空調を実施しただけでも、この程度、錆が発生する。

Photo No 13 (50 頁参照) は、海中へ突き出したドルフィンで再塗装後 2 年経過している。

ドルフィンの支柱は、防食ライニングが実施してある。

6 ま と め

耐塩害性は主目的とした防食手法として、各種表面処理鋼のみならず、ステンレス鋼の使用例が見られることから、金属材料の腐食に対する関心が高くなっていることが判る。

海塩粒子が金属表面に付着すると、吸湿性で

あるため金属表面をぬらし易く、しかも水滴そのものの電気伝導度が大きいために、電気化学的腐食反応を促進することになる。

また、海塩粒子の影響は、海岸からの距離によって大きく左右されると同時に、主風方向によっても影響を受ける。

(表 1, 図 1, 図 2)

表 1 海辺からの距離と発錆度

海辺からの距離	発錆度 (ミル/年)
50 ヤード	37.7
200 ヤード	14.9
400 ヤード	2.2
1,300 ヤード	1.6
25 マイル	1.9
37 マイル	0.2

1 ミル (mil) = 25.4 μ

1 ヤード (yard) = 0.914 m

1 マイル (mile) = 1.609 km

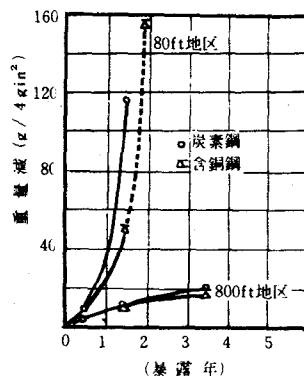


図 1 海岸からの距離による腐食量の相違性

$$\begin{aligned} 1 \text{ in}^2 &= 309.2 \text{ cm}^2 \\ 1 \text{ ft} &= 0.3048 \text{ m} \end{aligned}$$

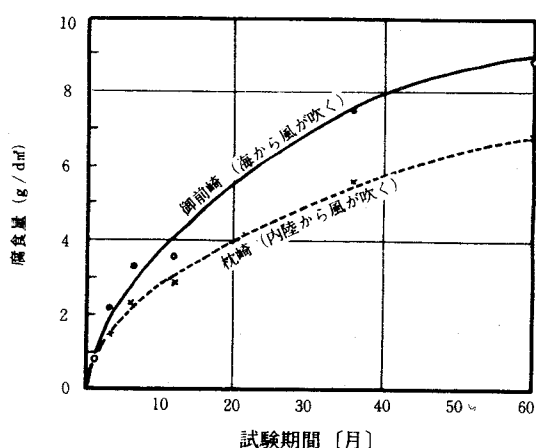


図2. 海岸における主風方向による腐食速度の違い(堀川らのデータから作図)

表2. ステンレス鋼の腐食速度と外観(5年間曝露)
腐食速度はmm/y : カッコ内は5年後の評点※※※

	SUS 410 (13Cr)	SUS 304 (18-8)	SUS 316 (18-10-Mo)	SUS 316JI (18-12-Mo-Cu)
御 前 崎	5.1 × 10 ⁻⁴ (1)	2 × 10 ⁻⁶ (3)	4 × 10 ⁻⁶ (4)	4 × 10 ⁻⁶ (1)
枕 崎	5.8 " (1)	3 " (4)	3 " (4)	4 " (4)
高 山	1.6 " (1)	3 " (4)	3 " (4)	4 " (4)
輪 島	6.3 " (1)	2 " (4)	5 " (4)	3 " (4)
帯 広	5.9 " (1)	3 " (4)	5 " (4)	5 " (4)
川 崎 ※	10.7 " (1)	18 " (1)	8 " (1)	7 " (1)
東 京 ※※	5.1 " (1)	20 " (1)	15 " (1)	12 " (1)

※ 工場地帯(日本鋼管(株)京浜製鉄所内)

※※ 工場地帯(石川島播磨重工(株)豊洲工場内)

※※※ さび発生面積(%)より評価, 5 : 0%, 4 : ≤10%, 3 : 11~30%, 2 : 31~70%, 1 : 71~100%

よいため, 同じ付着量または厚さの被覆での寿命は数倍長い。(図-1)

亜鉛は鋼に対しその電位が卑である故に犠牲陽極として働き, アルミニウムは一般に鋼よりも貴な電位を示し, 犠牲陽極として働かない。しかし被覆の不連続点で生じた腐食は, 不連続点が短期間のうちに, 錆によってふさがれる結果停止し, 長期間にわたって腐食が広がらないという特徴があり, 今後このアルミニウム被覆

各材料毎に簡単にふれると以下ようになる。

ステンレス鋼では, 高Cr ステンレス鋼, オーステナイト系Cr-Ni ステンレス鋼は, すぐれた耐食性を示し, 平均的厚さの減少は無視できる程小さいといわれる。(表-1)

ただし, 都市や工業地帯では, SO₂の影響やダストの堆積によって点錆を生じ, 苛酷な工業地帯や臨海地帯では, 錆発生は激しくなる。オーステナイト系ステンレス鋼に比べ13(%)Crではこの傾向は大きい。

金属めっき鋼の中, アルミニウムおよび亜鉛めっき鋼は, 屋外で用いる代表的な金属被覆鋼であるが, 前者の方が被覆金属自体の耐食性が

鋼の利用は広くなる傾向にあるとみられる。

塗料による防食法は, サビ止め塗料中の顔料の防食機構や塗膜形成主要素の種類によって, いろいろと考えられる。

塗装下地の良否が塗装の耐用年数に及ぼす影響の大きいことは前にも述べたが, 参考のため図-2をあげる。

既設の構造物で, 著しく錆が発生してから塗替えを行なう例が時に見受けられるが現場

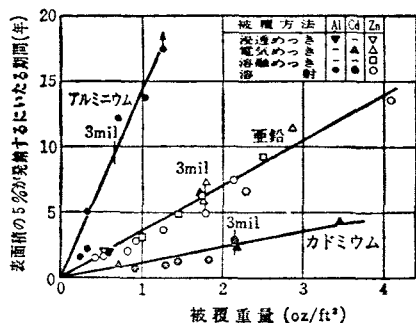


図3 金属被覆鋼の寿命と被覆重量との関係
(ただし被覆重量は片面に付着している重量)

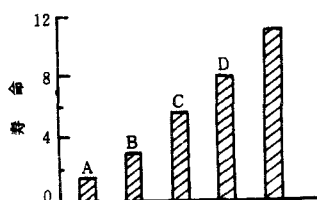


図4 下地前処理の塗膜寿命への影響
同一塗料4回塗り塗膜の発錆下地処理

- A = 発錆したもののブラシ掛け
- B = 圧延時の皮膜残存
- C = 自然酸化後ワイヤブラシ掛け
- D = 酸洗い
- E = サンドブラスト

参考文献

- 金属防蝕技術便覧 日本学術振興会編 日刊工業(昭47)

図表引用

- F. Fancutt, J. E. Stanners, J Appl. Chem 5(173) 1955
- C. P. Larrabee, Corrosion 15, 10 (1959)
- 堀川一男ほか: 防蝕技術 16, 153 (1967)
- F. A. Champion, E. E. Spillet, Sheet Metal Ind, 33, 25 Jan (1956)
- J. C. Hudson 編 "6th Report of Corrosion Committee", Iron & Steel Inst, Special Report No. 66 (1959) P 25
- P. Baur: Werkstoff u. Korrosion 12 (No. 10), 619 (1961)

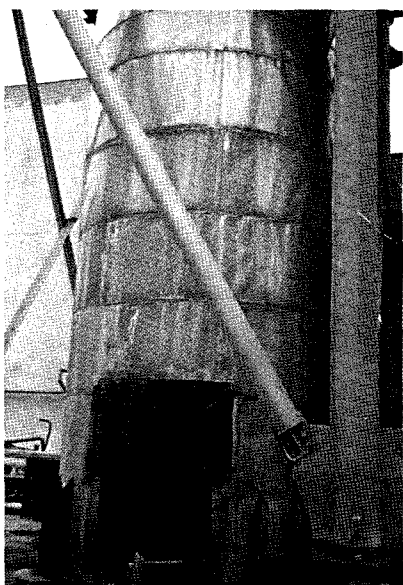
作業で完全な錆落しをすることは、巨額の費用をかけなければ不可能なことであり、結局、不完全な素地調整の上に塗替えを行うことになり易い。いったんこのような状態となった構造物は、明らかに短い周期で塗替えを実施せざるを得なくなるので、経済的に損な保守塗装方法を余儀なくされる。長い目でみると、早目に塗替えを実施するのが賢明な策であり、そのためにも塗替え周期の予測が重要となる。

炭素鋼の腐食速度は大気の種類に大きく依存するが、炭素鋼に少量のCu, Cr, Ni, Moなどを単独または2種以上添加した合金鋼は耐候性が著しく向上する。

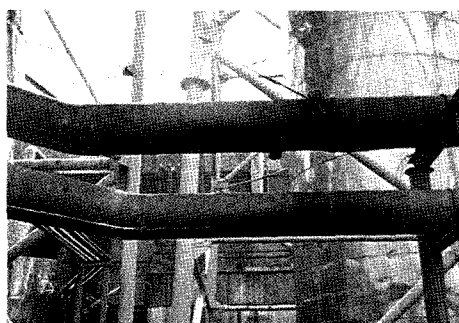
耐候性鋼は構造用材料として満足すべき機械的性質、溶接性、加工性に加えて耐候性を持たせた鋼で、一般構造用鋼、溶接構造用鋼などに対応する種類に分かれ、高張力鋼にいたる種々の強度のものがある。

耐候性鋼は炭素鋼の5～8倍の耐候性を有するといわれるが、今後この系の鋼種を用いる構造物も増えると思われる。

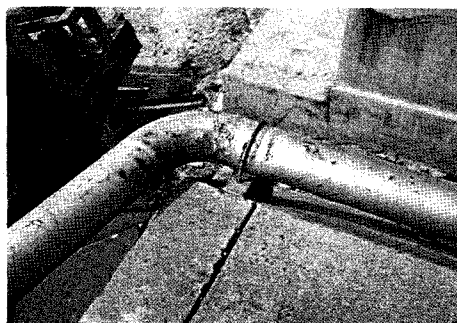
いずれにしても、耐塩害性を考慮する時、海岸からの距離、主風向、風力、波浪の高さなど地理的要因、気象的要因が大きく影響してくるので、これらの個々の条件を十分に検討して防食法の選定をすべきであろう。



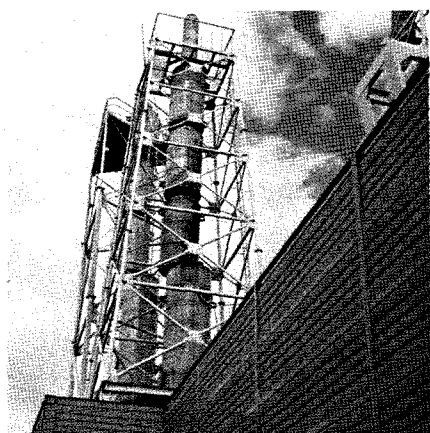
No1 排気筒(ステンレス)
(名瀬市・海岸) 建設後3年



No2 燃料輸送パイプ(亜鉛引き)
(名瀬市・海岸)



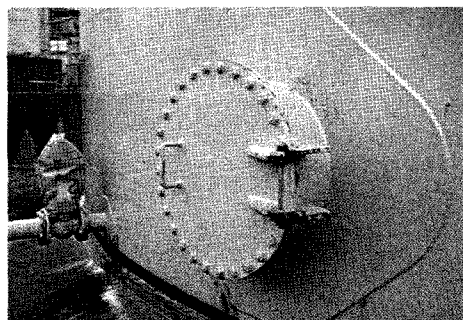
No3 燃料輸送パイプ(亜鉛引き)
(知名町・海岸) 敷設後3年



No5 排気筒(アルマー銅板)
(知名町・海岸から約100m) 建設後2年



No4 フェンス(亜鉛引き)
(知名町・海岸) 建設後3年



No6 燃料タンク
(名瀬市・海岸) 再塗装(5回塗)2年経過



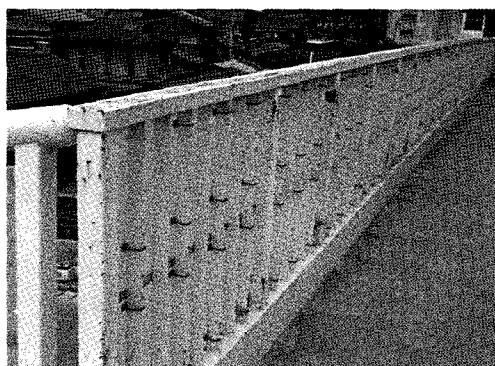
No7 燃料タンク (知名町・海岸)
建設後3年経過・再塗装(3回塗)6ヶ月



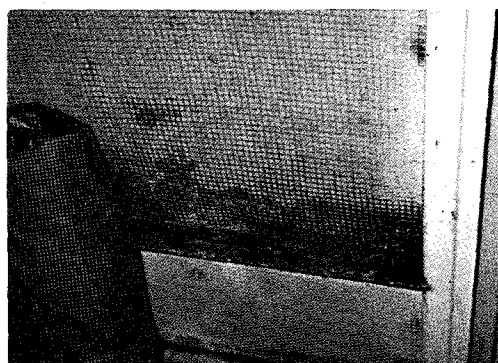
No8 燃料タンク (知名町・海岸)
建設後6年経過・再塗装(3回塗)6ヶ月



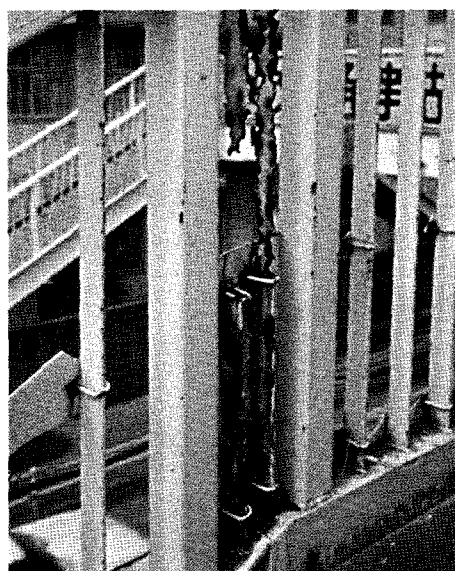
No9 燃料輸送パイプ(タール系塗装)
(知名町・海岸) 敷設後3年



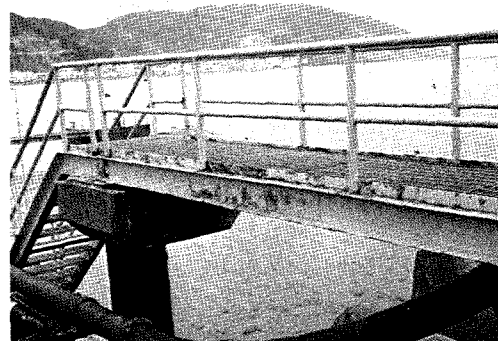
No10 横断歩道橋(名瀬市・海岸から約200m)
建設後2年6ヶ月



No12 ガスタービン格納庫内側
(知名町・海岸) 建設後3年



No11 横断歩道橋(名瀬市・海岸から約100m)
建設後9年6ヶ月・再塗装後5年



No13 ドルフィン
(名瀬市・海岸) 再塗装後2年経過