

外装鋼板における塩害腐食の特徴

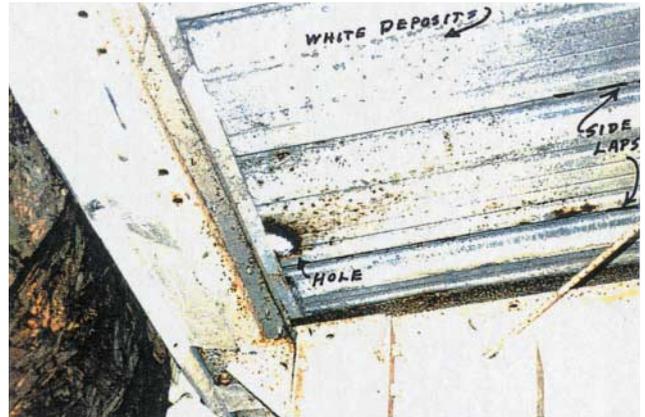
JFE鋼板(株)技術サービス 木村 肇

写真1a) ガルバリウム鋼板製屋根表面の状態
(海岸地区：21年経過)



屋根表面の軒先部周辺に穴あき、赤錆が発生している。

写真1b) ガルバリウム鋼板製屋根裏面の状態
(海岸地区：21年経過)



同上の屋根裏面は軒先部周辺において穴あき、赤錆、白錆が発生しており、表裏面における腐食位置の対応がみられる。

1. はじめに

建築物等における塩害は通常、海岸からの距離に大きく依存する。このような塩害腐食は海岸からの距離以外に風の向き・強さなどの地域性および周囲の地形や建物の配置などの立地条件にも影響を受けるので、実際には状況を見て通常状態と比較しながら個別に判断する必要がある。以下、外装鋼板における通常の塩害腐食の特徴について述べる。

2. 国内における塩害環境

図1に塩分による腐食が小さくなる海岸からの距離を示す。飛来塩分量が $0.05\text{mdd}(\text{mg}/\text{dm}^2/\text{day})$ 以下となる海岸からの距離には地域性がみられる。最も厳しい塩害地域は日本海沿岸部Ⅰ(北海道～福井県)の 20 km 以内の地域、次いで日本海沿岸部Ⅱ(福井県～長崎県)の 5 km 以内、太平洋沿岸部の 2 km 以内、瀬戸内沿岸部の 1 km 以内となっている。日本海沿岸部Ⅰにおいては、冬期に大陸から強い季節風が同方向に吹き、海塩粒子を奥地まで飛来させるため、塩害の範囲が広がる¹⁾。

3. 海岸からの距離と海塩粒子飛来量

図2に海塩粒子の付着機構および海岸からの距離と海塩

粒子飛来量の関係を示す。

海塩粒子は次のような過程で発生、付着する。波浪によるしぶき(液滴)の発生→風による液滴の飛散→飛散中水分の蒸発による過飽和液滴の生成→建築物等への付着部における海塩成分の析出(海塩粒子)。海塩粒子の飛来量は海岸からの距離に大きく依存し、海岸から数百 m まで塩分量が多いことが分かる²⁾。

図3に海岸から 500 m 以内における海塩粒子量の変化と鋼材の腐食量を示す。とくに塩害による腐食が大きい海岸からの距離は約 250 m 以内とみられる³⁾。

図4に亜鉛めっきの使用環境と腐食量の関係を示す。海岸地帯の腐食量は塩害がほとんどない内陸地帯の2倍程度で進行することが分かる⁴⁾。

図5にガルバリウム鋼板の腐食速度と海岸からの距離の関係を示す。ガルバリウム鋼板においても海岸からの距離が約 250 m 以内の腐食速度は大きく、数百 m を超えると腐食速度は小さくなる⁵⁾。このような腐食速度は、海岸からの距離に対する海塩粒子飛来量とよく一致している。

図6に片面当たりめっき厚 $20\mu\text{ m}$ について、環境別のガルバリウム鋼板(GL)と溶融亜鉛めっき鋼板(GI)のめっき寿命予測の概略年数を示す。厳しい塩害地区を除くと、変動範囲は大きいが一平均的にみるとGLは百年、GIは十数年あるいはそれ以上の寿命が見込まれる⁵⁾。

図1 塩分による腐食が小さくなる海岸からの距離 (耐侯性鋼)
〔飛来塩分量0.05mdd以下〕

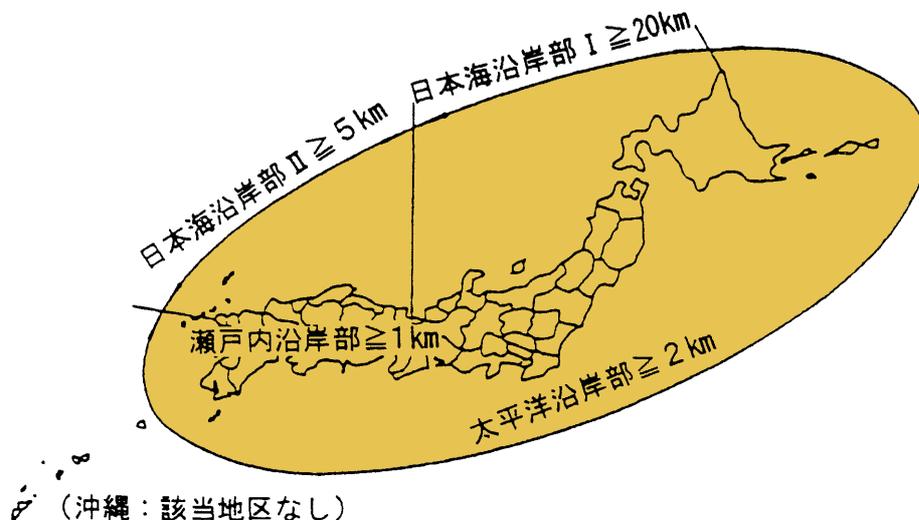


図2 海岸からの距離と海塩粒子飛来量

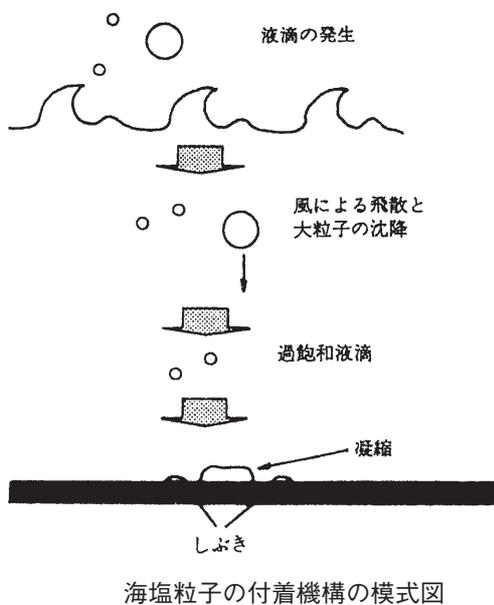


図3 海岸からの距離による海塩粒子量の変化と、鋼材の腐食量の変化

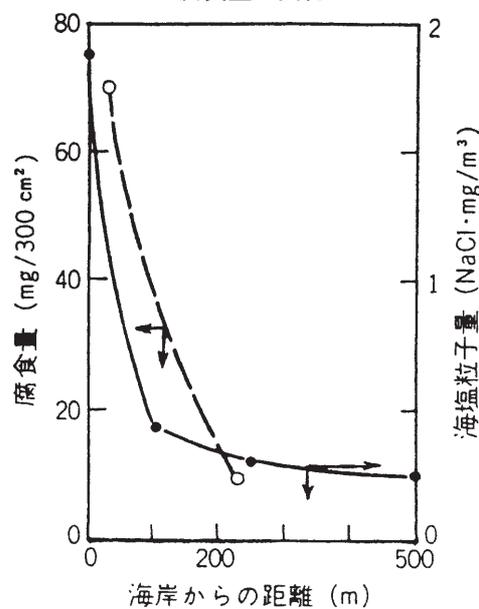


図4 亜鉛めっきの使用環境と腐食量 (大気暴露試験)

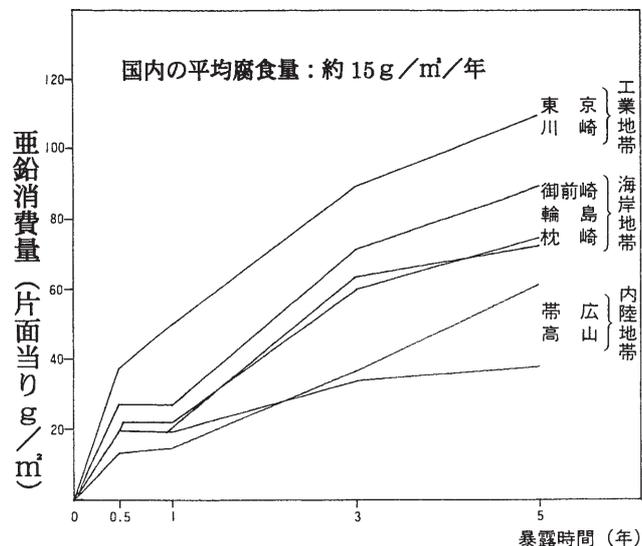
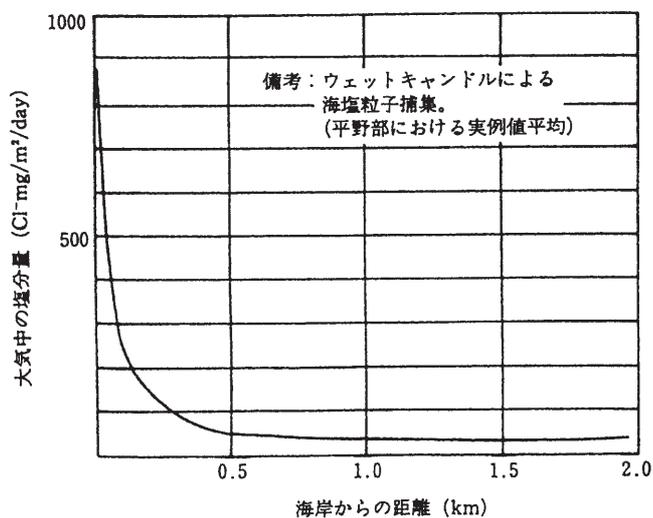


図5 ガルバリウム鋼板の腐食速度と海岸からの距離の関係

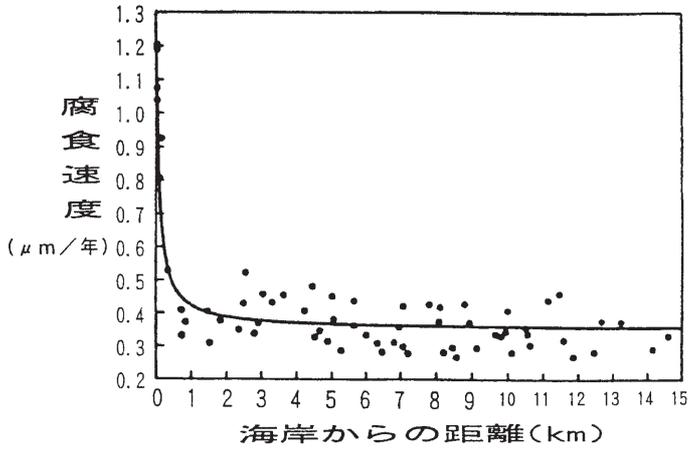


図6 ガルバリウム鋼板 (GL) と溶融亜鉛めっき鋼板 (GI) の環境別めっき寿命予測

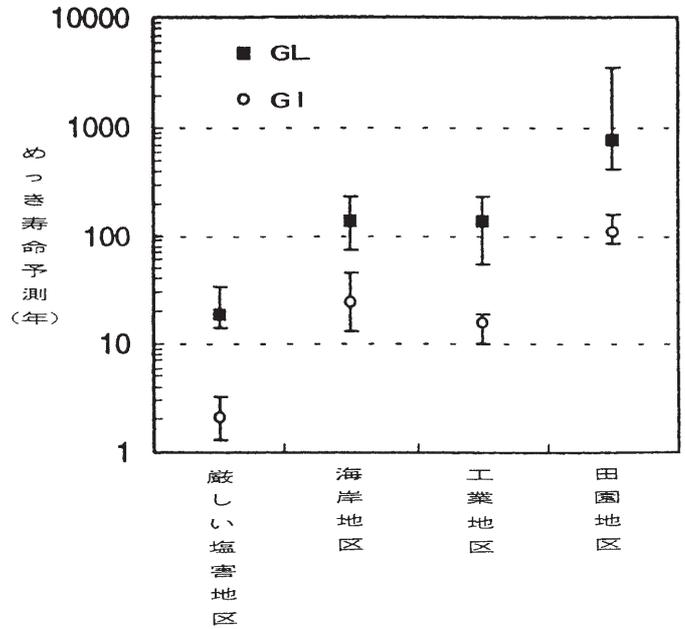


図7 沿岸別の海岸からの距離と建築物への付着海塩量

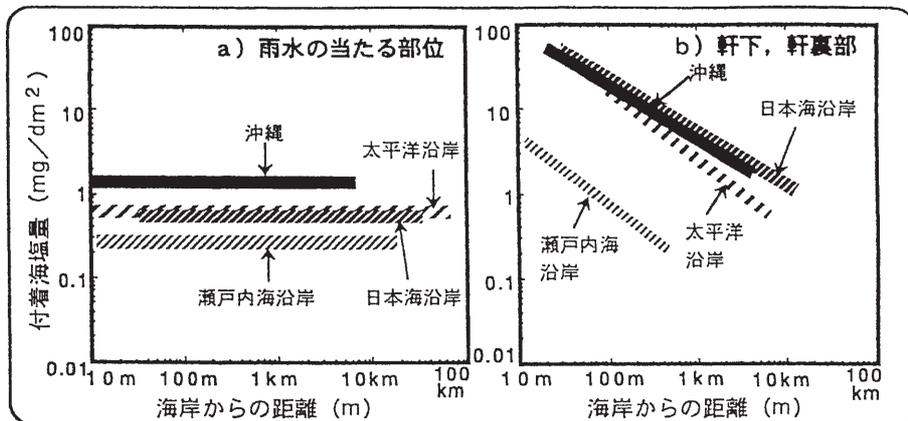


図8 GI、GF、GLの暴露方法による腐食速度比較

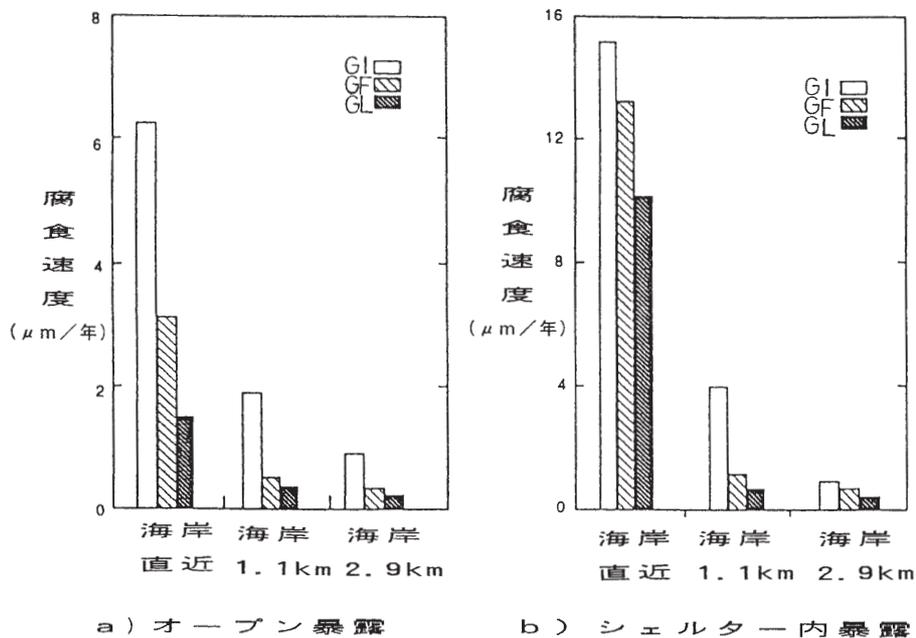


表1 5ヶ年暴露の腐食度で銩子を1とした金属の腐食倍率

金属種 \ 暴露場所	銩子	宮古島 (海岸隣接)	西原 (海岸2km) 琉球大学構内
炭素鋼	1	6.2	1.0
亜鉛	1	1.9	1.2
銅	1	2.2	1.5
アルミニウム	1	1.7	0.6
ステンレス (SUS304)	1	5.1	1.3

図9 SUS304の最大孔食深さ
(試料面積; 149cm²)

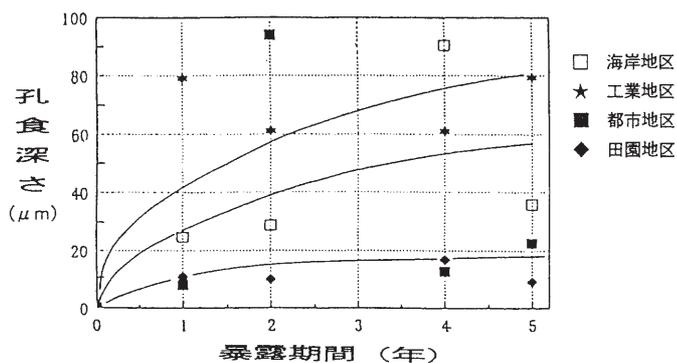
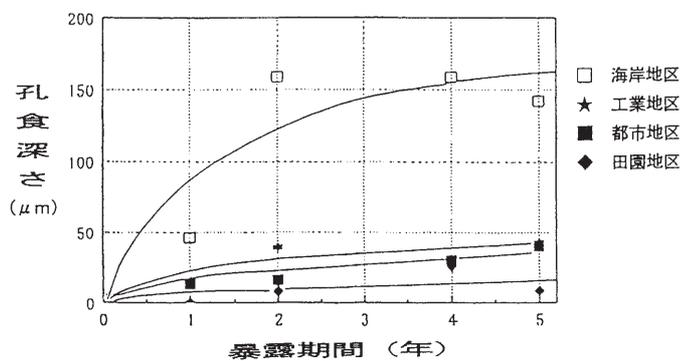


図10 アルミニウムの最大孔食深さ
(試料面積; 149cm²)



4. 雨に洗い流されない部分の腐食

図7にa)雨水の当たる部位とb)雨水がほとんど当たらない軒下、軒裏部における付着海塩量を示す⁶⁾。雨水の当たる部位は海岸からの距離に関係なく付着海塩量は一定である。一方、軒下、軒裏部においては雨水による洗浄がないため、海岸に近いほど付着海塩量が多くなっている。このような付着海塩量が多い部分の腐食が懸念される。

図8にa)雨水の当たる通常の暴露（オープン暴露）方法とb)上部をガラスで覆い雨水が当たらない暴露（シェルター内暴露）方法による溶融亜鉛めっき鋼板（GI）、ガルファン（GF：Zn-5%Al合金めっき鋼板）、ガルバリウム鋼板（GL：55%Al-Zn合金めっき鋼板）の腐食速度比較を示す⁷⁾。海岸からの距離が同じ場合、いずれのめっき鋼板においてもシェルター内暴露の腐食速度は通常の暴露に比べて2倍程度大きく、とくに海岸直近ではシェルター内暴露の付着海塩量が著しく多くなることから、オープン暴露に比べて腐食速度はさらに大きくなっていることが分かる（約3~6倍）。

5. 塩害による各種金属の腐食倍率

表1に銚子（本州の代表地）、宮古島（海岸隣接地）、沖縄本島内の西原（海岸2km）における各種金属の腐食倍

写真2 ガルバリウム鋼板製壁および庇裏面の状態
（海岸近接：7年経過）



壁は雨に洗い流されるため異常がみられない。庇裏面側は点状の黒変があり、腐食の進行がみられる。

写真3 カラー鋼板製外装裏面の状態
（海岸地区：9年経過）



潮風が当たる側の腐食が進行し、赤錆、穴あきがみられる。反対側は部分的に赤錆がみられる程度である。

率を示す。銑子を1とした場合、塩害による腐食量は金属種に依存し、亜鉛、銅、アルミで約2倍前後となり、炭素鋼、ステンレス鋼（SUS304）で数倍となる⁸⁾。一般に亜鉛、炭素鋼などは全面腐食状態を呈するが、ステンレス鋼、アルミなど表面に保護性酸化皮膜（不動態膜）のある金属の腐食減量は少ないものの、図9、10に示すように海岸地区においては不動態膜が塩素イオンによりアタックされ、ピット状の比較的深い局部腐食（孔食）が生じる恐れがある⁹⁾。

6. 塩害腐食における注意事項等

軒下、軒裏部の付着海塩量はその他一般部に比べて一桁以上多く、海岸に近づくほど海塩量は増える傾向があり、腐食が進行しやすい部位となる。従って、建築物等にガルバリウム鋼板、カラー鋼板等の外装鋼板を用いる場合、屋根の軒裏・軒天、壁の軒下等からの腐食を考慮した防食設計・施工が必要と考えられる。

写真4 突起物下のカラー鋼板製壁の状態
(沖縄)



壁面に樋などの突起物が存在すると、その下に付着した塩分が雨に洗い流されにくくなり、腐食が進行する。

参考文献

- 1) 富田幸男：材料と環境Vol.47, No.11, p.684 (1998)
- 2) 外川靖人：ウエザリング技術研究成果発表会 p.65, 2000年11月
- 3) 腐食防食協会：金属の腐食・防食Q & A (丸善 1992年発行)
- 4) 日本鉄鋼連盟：亜鉛めっき鋼板 ご利用の手引き (2003年発行)
- 5) D.J.Willis：GALVATECH' 98, Sep. p.337 (1998)
- 6) 中田潮雄、他：第47回材料と環境討論会 p.17 (2001)
- 7) G.A.King, et al.：ASTM Spec Tech Publ No.1239, p.167 (1995)
- 8) 伊藤哲司：ウエザリング技術研究成果発表会 p.107, 2000年11月
- 9) 小玉俊明、他：腐食防食講演集 p.29 (1995)