

海洋鋼構造物の経年劣化挙動について

神戸大学工学部 工博 西村 昭

神戸市都市計画局 工修 島田 喜十郎

鋼構造物は、その建設される場所によつて鋼材腐食要因となる気象、大気汚染物質、現場環境等の条件が複雑で、またその腐食現象も多様である。そのような鋼構造物の防食防錆は、そのほとんどが塗装によつて行われている。この場合、塗膜劣化挙動には不明な点が多く、塗装系の選定、塗装仕様の設定、及び塗装管理等の実務面においては、経験的な手法によることが多い。いま、海洋塗装鋼構造物における塗膜劣化要因と、その経年劣化をモデル化すると、図-1のようになる。図-1に示した各要因は、塗装に関連するものと外的環境条件に関連するものとに分けられ、これらに関する実証的資料の蓄積により、(1)式が整備され、塗膜耐用年数予測式が得られる。すなわち、

$$Y = A f_m[(X_i), (X_{ii}), (X_{iii})] - B f_n[(X_{iv}), (X_v)] \text{ ----- (1)}$$

ここに、A：塗装仕様に関連する係数、(X_i), (X_{ii}), (X_{iii})：塗装に関連する要因

B：外的環境条件に関連する係数、(X_{iv}), (X_v)：外的環境条件に関連する要因

海洋塗装鋼構造物の劣化促進要因として、海塩粒子の付着挙動が重要である。送電鉄塔のがいし下面の塩分付着量調査結果から、(2)式の関係が報告されている。

$$y = A \cdot x^{-n} \text{ ----- (2)}$$

ここに、y：塩分付着量(mg/m²)、x：海岸からの距離、n：減衰率、A：定数

いま、本四公団垂水気象観測塔における、海面上50mでの経年塩分付着量調査結果を示すと、図-2のようになっている。

塗膜劣化調査は目視による評点方式とか、塗膜面のインピーダンスを測定する方法が行われているが、定量的な総合判定において欠ける点がある。このようなことから、塗膜面にトレーシングペーパーを貼付し、塗膜欠陥を直接うつしとる方法を考案し、神戸市須磨土砂運搬施設、海釣公園施設の構造部材を対象にし、塗膜欠陥の最も多発している塗替時に調査した。この調査結果から、単位面積当りの欠陥個数・欠陥率(%)と、欠陥塗膜平均径

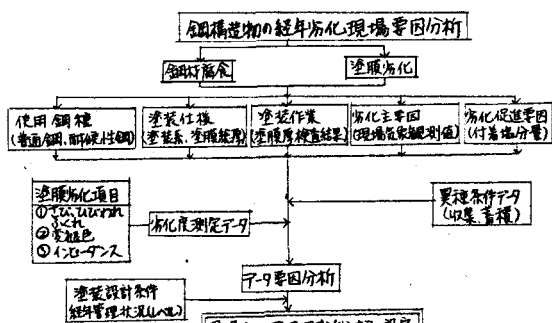


図-1. 塗装劣化基本モデルと要因分析図

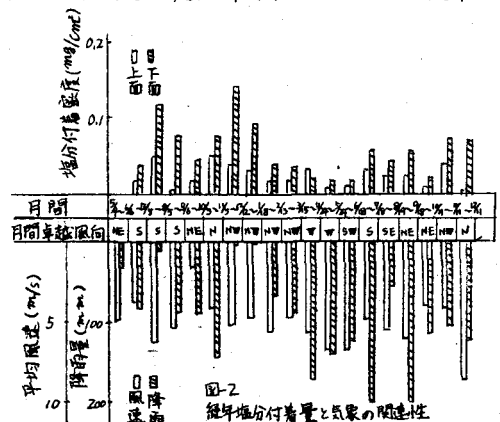


図-2. 経年塩分付着量と気象の関連性

Akira NISHIMURA

Kijūrō SHIMADA

一欠陥率(%)との関係において、図-3、4に示すような興味ある挙動が明らかになった。すなわち、欠陥平均径は欠陥率が増加しても、ある一定限に達すると変化しなくなる。これは、欠陥率がある限度に達すると欠陥の大きさは増加しないで個数が増え、そのようにして欠陥が進行することを示している。塗膜欠陥の平均径と欠陥率との関係が、ある限度に達すると特異な変化をすることがわかったが、この特異性に着目し、その曲線の変化点を他の調査結果を総合して調べると5~10%の範囲内の値にある。この場合、膜厚の薄いものは、欠陥率の低い値で変化し、平均径は小さい。また、塗膜の厚いものは比較的欠陥率の高い値で変化し、平均径も大きい。

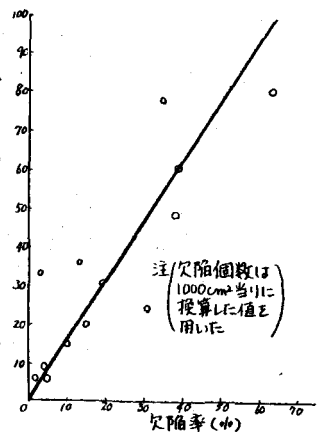


図-3 欠陥率と欠陥個数との関係 (I型鋼材)

ここで、平均径特異変化点を塗膜急速劣化始点(塗替期)と考えて、塗膜厚との関連性を求めてみると、図-5のような傾向線を得た。この傾向線は次式で表わすことができる。

$$y = a \cdot e^{bx} \dots\dots (3)$$

ここに、 y : 塗装耐用(塗替期)年数

x : 塗装厚(μ)、 a, b : 係数

(3)式を用いて図-5に関する実用式を求めると、次のようになる。

$$y = 1.49 \times 2.72^{(0.007x)} \dots\dots (4)$$

ただし(100 < x < 300)

(4)式は、神戸港、明石海峡周辺の海塩粒子の影響を受ける塗装鋼構造物に、海洋性塗料を用いた場合の、塗膜耐用年数の推定式として実用できるものと考ええる。

著者らは、塗膜経年劣化の理論的研究において、ゴンペルツ曲線を用いて、初期欠陥発生率を実証的に求め、これより塗替期を推定する方法を求めたが、(4)式は当初より塗膜耐用年数を推定できる有用性がある。今後、図-1に示した要因のデータの蓄積と、(4)式及び前記理論式との関連性を高め、さらに一段と塗膜経年劣化挙動を明確化したい。

注: 1) 西村、島田、鋼構造物塗膜の長期経年劣化挙動の理論解析橋梁と基礎誌投稿中

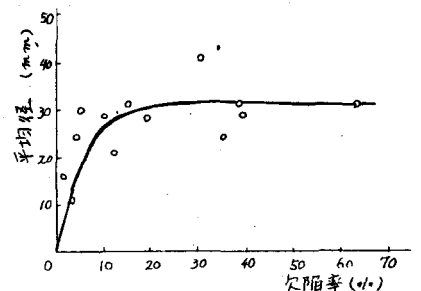


図-4 欠陥率と平均径との関係 (I型鋼材)

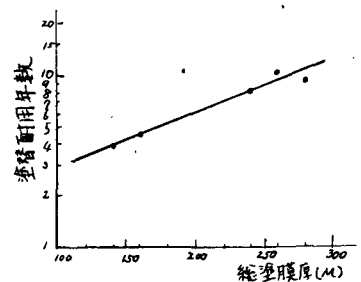


図-5 塗膜厚-塗装経年耐用年数関連図