

環境促進実験とその促進倍率に関する基礎的研究

名古屋大学理工科学総合研究センター フェロー会員 伊藤義人

岐阜大学工学部土木工学科 正会員 貝沼重信

○

名古屋大学大学院 学生会員 門田佳久

1. はじめに

社会基盤施設のライフサイクルにおけるコストや環境負荷を低減するためには、建設時の効率化やコスト低減のための技術革新だけでなく、維持管理、廃棄・架替えを考慮したライフサイクルによる比較検討が必要である。鋼橋において LCA (Lifecycle Assessment) を行う際には、各部材の耐久性や寿命などを知ることが必要不可欠である。しかし、これまでに行われてきた鋼橋に関する LCA は、主に各専門家へのヒアリングや文献により経験的に仮定された寿命が多く用いられてきた。

部材の腐食特性を実験的に求めるには、大気暴露実験や環境促進実験などがある。本研究では、裸仕様の普通鋼材を用いて長期的な環境促進実験を行うことにより、腐食による経時的な重量減少量を算出する。この結果と大気暴露実験結果を比較し、環境促進実験の大気暴露実験に対する促進倍率を算出する。また、飛来塩分量と促進倍率との関係を求める。

2. 実験方法

1) 実験装置

実験には図-1 に示す複合サイクル試験機を用いた。この装置は試験槽内において塩水噴霧条件、湿潤条件、乾燥条件などを任意の順序および組み合わせによって自動サイクル運転することが可能な装置である。

2) 実験供試体

本実験では普通鋼 (SM490 材) の高炉材・電炉材 (各 21 体) を実験供試体として用いた。寸法は縦 150×横 70×幅 9 (mm) である。これまでに行われてきた環境促進実験では、一般的に縦 150×横 70×幅 1.6~3.2 (mm) の供試体を用いられており、縦と横のサイズについてはこの値を採用することとした。また、板厚に関しては道路橋示方書において規定されている鋼材の最小板厚 8mm を考慮した上で、9mm とした。

3) 実験条件

図-2 に本実験で用いる複合サイクル条件を示す。このサイクルは藤原らの行った塗装鋼板の研究¹⁾において、暴露試験との相関性が最も高いと結論づけられたものであり、JIS で採用されている通産省のサイクル (S6) である。本実験で用いる供試体は裸仕様の普通鋼であるが、これらの供試体についても藤原らの検証結果があてはまると仮定している。

3. 実験結果と促進倍率の算出

1) 重量減少量

図-3 に各サイクル数終了後における高炉材と電炉材の 3 体の平均重量減少量をそれぞれ示す。

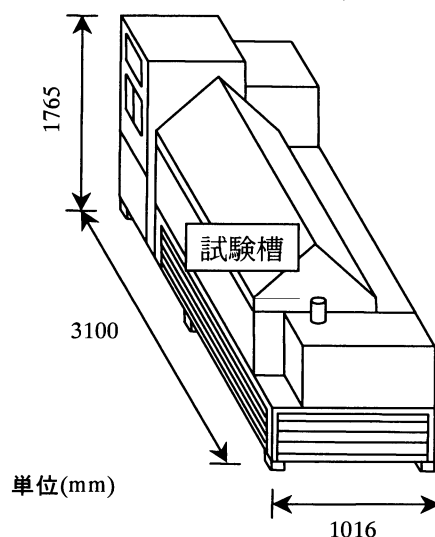


図-1 複合サイクル試験機

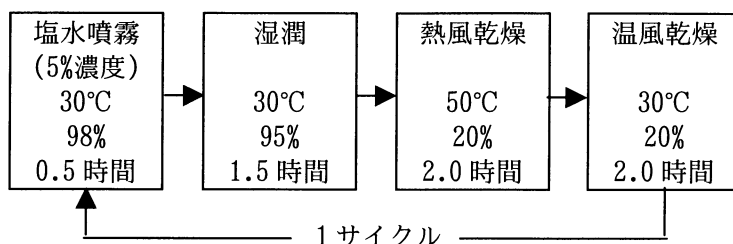


図-2 サイクル条件

キーワード：環境促進実験，促進倍率，腐食，飛来塩分量

連絡先：〒464-8603 愛知県名古屋市千種区不老町 電話：(052)789-2737 FAX：(052)789-3734

一般に、腐食による重量減少量と時間の関係は式 (1) により表される²⁾。

$$P = kt^n \quad (1)$$

ここで、 P は重量減少量 (kg/m^2) を、 t は時間 (年) を、 k と n は定数を表している。時間 t の代わりにサイクル数 n_c を用いて、重量減少量 w_d とサイクル数 n_c の関係を最小二乗法により式 (1) の累乗関数で表したものを図-3 にあわせて示す。ここで、 R は相関関数を表している。

2) 促進倍率の算出

建設省土木研究所では全国 41 ケ所の橋梁を対象として鋼材の暴露試験と飛来塩分量の調査を行ってきた³⁾。これらの暴露試験結果と、今回の促進実験結果を用いて、それぞれの暴露試験結果に対する促進倍率を算出した。なお、促進倍率の算出は本供試体と暴露試験体の重量減少量の比較により算出した。図-4 に飛来塩分量 ($\text{mg/dm}^2/\text{day}$) と促進倍率の関係を示す。図中の点線は累乗関数による回帰曲線を表している。また、点線は、飛来塩分量の値による促進倍率の結果のばらつき (S : 標準偏差) を考慮した包絡線を表している。回帰分析の結果、データの約 70% が $\pm S$ 帯域に存在しており、相関係数 R も 0.88 と高いことから、飛来塩分量と促進倍率の関係は、図中の実線で示す式 (2) によって近似することができる。

$$A_c = 9.14w_s^{-0.62} \quad (2)$$

ここで、 w_s は飛来塩分量 (mdd)、 A_c は促進倍率を表している。

4. まとめ

裸仕様の高炉材と電炉材を用いて、600 サイクル (5 ヶ月) の環境促進実験を行ったところ、重量減少量は時間の累乗関数で精度良く表現することができることを明らかにした。また、飛来塩分量と促進倍率の関係については、式 (2) により近似できることを明らかにした。

5. 今後の課題

本研究では実験供試体として裸仕様の普通鋼材を用いたため、ここで得られた重量減少量や促進倍率などの結果は、塗装が剥がれた後の鋼材および腐食環境の厳しい桁端部など、限定的な状況でしか用いることができない。今後は鋼材の塗膜や継手部などに関する実験を行い、今回得られた結果と結びつけることによって、橋梁部材の耐久性や寿命を算出する必要がある。

謝辞 本研究を行うにあたって、実験供試体作成などにご協力くださったトピー工業の技術者の方々に深く感謝いたします。また、本研究の一部は平成 11 年度の文部省・科学研究費補助金・基礎研究 (B) (研究代表者: 伊藤義人) の研究補助を受けて行った。

【参考文献】

- 1) 藤原博, 田原芳雄: 鋼橋塗装の長期防食性能の評価に関する研究, 1997.
- 2) H. H. ユーリック, R. W. レヴィー: 腐食反応とその制御, 産業図書, 1989.
- 3) 建設省土木研究所: 耐候性鋼の橋梁への適用に関する共同研究報告書 (I-XV), 1992.

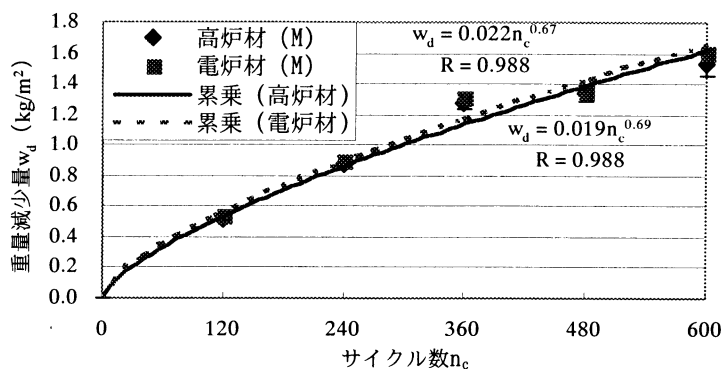


図-3 重量減少量の経時変化 (kg/m^2)

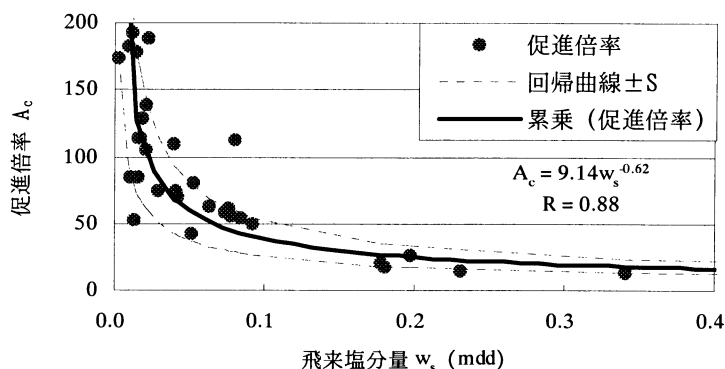


図-4 飛来塩分量と促進倍率の関係