

京都大学大学院 学生員○岡田信一郎

京都大学工学部 正 員 松本 勝

京都大学工学部 正 員 白石 成人

1.はじめに 本研究は、鋼橋の効率的な維持管理システムを構築することを目的とし、過去の大型台風が電気施設などに塩害を発生させていることを背景に、台風による塩害が鋼橋の腐食劣化に及ぼす影響について検討する。そこで、大型台風として特に大規模な塩害をもたらした台風9119号を取り上げ、塩害の発生した地域において37橋(プレートガーダー橋)の目視調査を行なった。

2.鋼橋の腐食劣化過程・余寿命推定手法¹⁾ ①目視調査による鋼橋の腐食劣化評価 鋼橋の腐食劣化評価を塗膜劣化については4段階(4~1)の評価、鋼材腐食については8段階(A~G')の評価基準を用いて行い、鋼材腐食に関する評価を用いて全体劣化指数Xを次式で定義する。

全体劣化指数(X)

$$X = \frac{0 \times N_A + 0.1 \times N_B + 0.23 \times N_C + 0.4 \times N_D + 0.6 \times N_E + 0.9 \times N_F + 3 \times N_G + 10 \times N_{G'}}{N_A + N_B + N_C + N_D + N_E + N_F + N_G + N_{G'}}$$

$N_A \sim N_{G'}$: 評価点A~G'の個数
(ただし、漏水箇所は除く)

さらに、過去の撤去実績より、Xが1に達する時を鋼橋の寿命と定義する。

②鋼橋の腐食劣化過程のモデル化 鋼橋の腐食劣化過程を、まず塗膜が劣化し寿命に至ると鋼材腐食が始まるものとした。そして、環境因子(塗膜劣化については気温、海塩粒子量、鋼材腐食については気温、湿度、降水量、SO₂濃度、海塩粒子量)を用いて塗膜寿命及び各部位の腐食量を推定する。また、鋼材腐食過程を全面腐食と孔食に分け、全面腐食量の最大値が0.7mmに達すると孔食に移行し、かつ腐食速度は4倍になるものとする。

④鋼橋の余寿命評価 全体劣化指数Xを環境因子を用いて以下のように推定する。

$$X = \Sigma(\text{モデルより推定した各部位の腐食量})/\text{部位数}$$

このようにして求めたXをX_c、①でもとめたXをX_oとし、推定精度を $\alpha(=X_o/X_c)$ で表す。さらに αX_c を用いてXの経年変化を推定し、1に達するまでの期間を余寿命とする。

3.塩害を受けた地域、受けていない地域における腐食劣化度の相違

本研究では、9119号の塩害により鋼橋の腐食劣化に影響が及ぼされているか否かを検討した。上記のモデルにより塩害を受けた4地域、受けていない2地域で雨の当たる部位、雨の当たらない部位の目視調査時点の腐食量を推定し、(目視調査から得られた腐食量/推定腐食量)を計算した(図-1)。この結果、塩害を受けていない地域では、雨の当たる部位、雨の当たらない部位で比の値に明確な差は見られず、両部位で同精度の推定が得られている。つまり、どちらの部位でも劣化度に差がないといえる。一方、塩害を受けた地域では、雨の当たらない部位での比の値は、雨の当たる部位の約1.7倍となっており、雨の当たらない部位で劣化が進んでいるといえる。これは台風時に付着した海塩粒子が雨の当たらない部位では雨洗されないため、劣化が促進された結果であると考えられる。よって、台風により鋼橋の腐食劣化に影響を受けていることが明らかとなった。ただし、台風による影響をより明らかにするためには今後さらに調査が必要である。また本研究では、大型台風

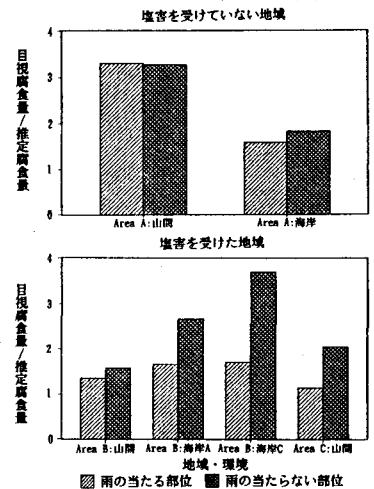


図-1 部位による劣化度の相違

として9119号のみを取り上げるが、これは9119号が平常時の年平均海塩粒子量より多くの海塩粒子を運ぶほど特に大規模な塩害をもたらしており、推定に含まれる台風とは異質であるため特別に考慮する必要があるという理由からである。

4. 台風を考慮した鋼材腐食モデル 3. より鋼橋が台風によって影響を受けていることが明らかとなったので本研究では、台風を考慮した鋼材腐食モデルを作成した(図-2)。これは「平常時の指数関数モデルで進行してきた腐食が台風襲来とともに台風時の指数関数モデルに移行する」とするものである。

5. 台風が鋼橋の鋼材腐食に及ぼす影響 4. のモデルを用いて台風が鋼橋の腐食劣化に及ぼした影響を検討した。この結果(表-1)、台風の影響下での腐食量は平常時の腐食量の約1.1~1.8倍になっており、また非常に小さい値であるがXが増加していることが明らかとなった。さらにこの台風を考慮したモデルにより α を算出したところ、 α の値が向上した。つまり台風を考慮することにより、より現実の状態に近づいたといえ、台風が鋼材腐食に影響を及ぼしていることが再確認された。

6. 台風が鋼橋の塗膜寿命に及ぼす影響 2. のモデルを用いて、台風が鋼橋の塗膜寿命に及ぼす影響を検討した。この結果(図-3)、台風時は全地域平均で1.8%塗膜寿命が減少しており、また山間地域と海岸地域を比較すると、1回の台風が及ぼす影響としては山間地域の方がより減少率が大きくなっている。これは、山間地域の方が台風による環境変化がより大きいためであると考えられる。

7. 台風が鋼橋の余寿命に及ぼす影響 4. のモデルを用いて台風が鋼橋の余寿命に及ぼす影響について塗替周期16年、20年の2通りで検討した。この結果(図-4)、1回の台風が鋼橋の余寿命に及ぼす影響としては平均的には塗替周期の長い方が大きく、また同じ塗替周期では、塗替後の経過年数が長く劣化が進んでいるものの方が影響が大きいと思われるにも関わらず、塗替後の経過年数が短いものの方が影響が大きいことが明らかとなった。これらのことから台風後海塩粒子が付着している期間が長ければ余寿命に及ぼす影響を大きいといえる。

8. まとめ 以上により台風の塩害が鋼橋の鋼材腐食、塗膜寿命、余寿命に及ぼす影響が明らかとなり、腐食劣化を促進していることがわかった。よって、特に塩害が頻繁な地域では、鋼橋の余寿命を延ばすためには台風後付着した海塩粒子を除去するための何らかのメンテナンス(内桁洗浄、塗替等)を行う必要があることがわかった。

謝辞 本研究の調査において御協力を頂いた関係各位、また研究立案・遂行において多大なる御協力を頂いた(財)鉄道総合技術研究所 桐村勝也氏、市川篤司氏、(株)BMC 阿部 允氏、(株)日立造船 岡村 敬氏、兵庫県 三宅広昭氏に深く感謝致します。

参考文献 1) 松本 勝、三宅広昭、白石成人: 鋼橋の腐食に関する劣化診断、可視化情報、Vol. 12, No. 47, 1992. 10

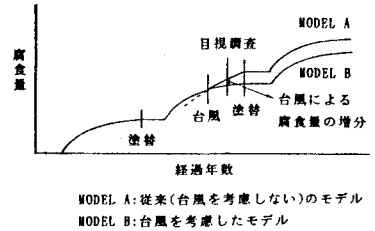


図-2 台風の影響を考慮した鋼材腐食モデル

表-1 台風が鋼材腐食に及ぼす影響

地域・環境 調査No.	塗膜系	(台風時) (平常時) (倍)	腐食量(X) の増分
Area B: 山間 No. 18 No. 21 No. 22	フタル酸	1.45 1.45 1.40	0.0026 0.0026 0.0029
		1.44倍	
Area B: 海岸 No. 10 No. 11 No. 12 No. 13 No. 14	フタル酸	1.28 1.21 1.26 1.24 1.29	0.0042 0.0050 0.0045 0.0048 0.0041
		1.25倍	
Area B: 海岸 No. 18	塩化ゴム	1.14 1.14倍	0.0050
Area B: 山間 No. 24	塩化ゴム	1.50 1.50倍	0.0025
Area C: 山間 No. 31	フタル酸	1.76 1.76倍	0.0073

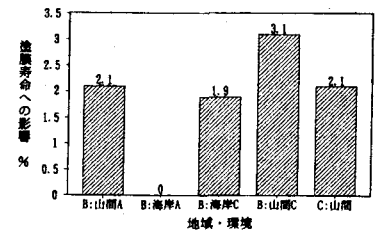


図-3 台風が塗膜寿命に及ぼす影響

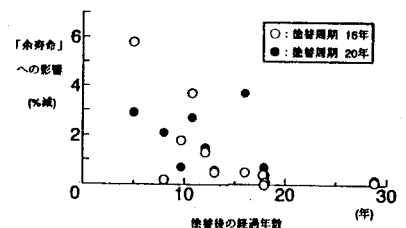


図-4 台風が余寿命に及ぼす影響