

日本海岸地域における飛来塩分量の因子分析

福井県工業技術センター 正会員 ○前田健児
福井大学 正会員 鈴木啓悟

1. はじめに

鋼橋の腐食損傷が及ぼす影響は大きく、架け替え工事を実施した鋼橋について上部構造の損傷が原因とされた橋梁の内容には、床板の破損が 67.2%、鋼材の腐食が 26.0%を占める¹⁾。そのため、鋼橋の維持管理には腐食を考える必要がある。腐食損傷の原因は、水分、塩分、硫酸酸化物などであり、特に水分、塩分の付着が主な原因となることが報告されている²⁾。水分や塩分の供給は、降雨や風などの気象であり、気象観測データから飛来塩分量の関連付けができれば、腐食の原因となる塩分供給の傾向を把握することができる可能性がある。本研究は気象観測データを外乱データとして重回帰分析により飛来塩分量の因子分析を行った結果を報告する。

2. 調査場所と方法

2-1 調査場所

調査場所は冬期波浪の影響を受ける福井県嶺北地域の 6 地点の内、福井地方気象台観測地点近傍の鋼橋で計測した 3 地点とした。位置を図-1 に示す。各調査箇所の離岸距離 L(km)、標高 E(m)、温度 T(℃)、相対湿度 H(%), 降水時間 R(mm), 風速 W(m/s)、飛来塩分量(土研式タンク法) C(mdd)の値を表-1 に示す。

気温、相対湿度は各鋼橋にて 10 分毎に計測、降水時間、風速は 10 分毎に観測された気象台観測データ、飛来塩分量は各鋼橋にて 1 ヶ月毎に計測した。

2-2 飛来塩分調査

測定方法は、旧建設省土木研究所にて考案された土研式タンク法により飛来塩分量を計測した。土研式タンク法はステンレス箱に捕集口が 1 つ空いたものであり、1 方向の飛来塩分のみをとらえる構造である。計

測間隔は 1 ヶ月、測定期間は 2016 年 11 月から 2018 年 1 月の 15 ヶ月間である。

3. 分析方法

土研式タンク法により計測した飛来塩分量である応答値を温度、湿度、降雨時間、風速の 4 つの外乱データを使用して重回帰分析を行う。そのモデル式を式 1 に示す。また、相互作用を考慮したモデル式を式 2 に示す。

$$X=a_0+a_1T+a_2H+a_3R+a_4W$$
 式 1

$$X=a_0+a_1T+a_2H+a_3R+a_4W+a_5TH+a_6TR+a_7HR+a_8HW+a_9RW$$
 式 2

モデル式の説明変数は T：温度、H：湿度、R：降雨時間、W：風速である。風速は捕集口に対して直角方向になるよう換算している。また、このモデル式は相互作用を考慮するため、TH：温度と湿度、TR：温度と降雨時間、HR：湿度と降雨時間、HW：湿度と風速、RW：降雨時間と風速とする。

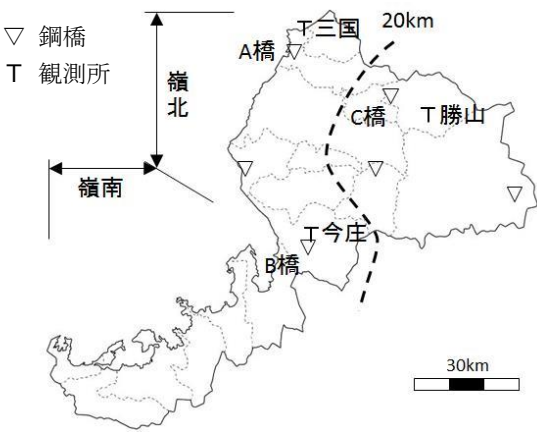


図-1 調査箇所および観測地点位置図

表-1 調査箇所の諸元

橋梁名	離岸距離 L(km)	標高 E(m)	温度 T(℃)	湿度 H(%)	降雨時間 R(min/day)	風速 W(m/s)	飛来塩分量 C(mdd)
A 橋	2.4	5	13.5	85.4	75.8	1.29	1.12
B 橋	7.4	184	12.1	92.6	104.0	0.80	0.09
C 橋	28.4	73	12.6	89.9	103.8	0.94	0.08

キーワード 鋼橋 飛来塩分量 腐食 重回帰分析

連絡先 〒910-0102 福井県福井市川合鷺塚町 61-10 福井県工業技術センター TEL 0776-55-0664

表-2a 外乱と飛来塩分量の相関係数

	温度	湿度	降雨量	降雨時間	風速
A 橋	0.499	0.212	0.189	0.421	0.824
B 橋	0.558	0.392	0.227	0.510	0.006
C 橋	0.607	0.433	0.069	0.730	0.218

表-2b 相互作用の相関係数

	TH	TR	HR	HW	RW
A 橋	0.420	0.097	0.414	0.855	0.730
B 橋	0.504	0.179	0.517	0.093	0.177
C 橋	0.553	0.396	0.089	0.036	0.142

表-2c 飛来塩分の係数

	T	H	R	W	TH	TR	HR	HW	RW
A	-	+	+	+	-	-	+	+	+
B	-	+	+	-	+	-	+	+	+
C	-	+	+	-	-	-	+	-	+

4. 結果および考察

4-1 線形相関

飛来塩分量と各外乱との線形相関関係を表-2a, 表-2b, その係数を表-2c に示す. 海岸部に近い A 橋は風速の影響を受けやすく, 内陸部ではその傾向はみられない. 内陸部では温度と降雨時間の影響を受けやすい傾向が見られる. また, すべての地点で降雨量より降雨時間の方が飛来塩分量に対する線形相関が高いことが示され, 係数は正という結果となった. これは降雨が塩分を供給していると考えられる. また降雨量より降雨時間による影響があることが示唆された.

4-2 重回帰分析

相互作用を考慮しない説明変数 4 つの場合の重回帰分析を行った結果の係数を表-3 に示す. 海岸部に近い A 橋は風速の影響を受けるが内陸部ではその傾向はみられない. 共通項目は温度(-T)のみであった. 温度が負である要因は, 日本海岸気候の特徴である冬期波浪による越波等により気中塩分濃度が増加するためと考えられる.

相互作用を考慮した説明変数 9 つの場合の重回帰分析を行った結果の係数を表-4 に示す. 算出された式をグラフ化したものを図-2 に示す. これらの結果から重回帰分析を行った期間の計測値と計算値は概ね一致しているため傾向をとらえているといえる. 共通項目は湿度と風速(+HW)のみであった. 湿度と風速の相互作用が正である要因は風による運搬と高湿度により塩分が付着しやすくなったためと考えられる.

表-3 説明変数 4 つの場合の係数結果

	T	H	R	W
A 橋	-	+		+
B 橋	-	+		
C 橋	-		+	

表-4 説明変数 9 つの場合の係数結果

	T	H	R	W	TH	TR	HR	HW	RW
A	+	+	-		-	+	+	+	
B			+	-	-		-	+	+
C		-	+	-	+	-	-	+	-

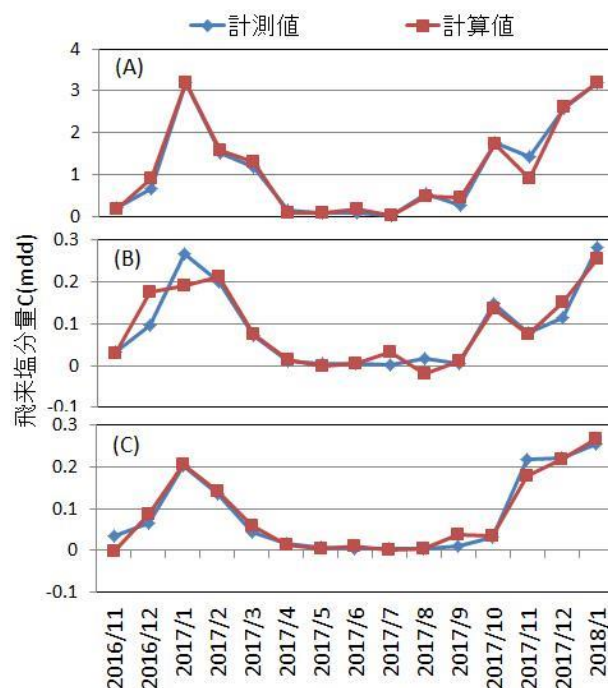


図-2 計測値と重回帰分析による計算値

5. まとめ

本研究では日本海岸地域である福井県内の鋼橋を対象として, 温度や湿度などの外乱データおよび飛来塩分量の計測を行い, 得られたデータをもとに外乱との重回帰分析を行い, 飛来塩分量の因子分析を行った結果を示す.

- 1) 日本海岸地域の飛来塩分量には, 降雨量より降雨時間が相関関係がある.
- 2) 日本海岸地域では, 湿度と風速の影響により飛来塩分量が増加する.

参考文献

- 1) 名取ら: 鋼橋の腐食事例調査とその分析, 土木学会論文集, No.668, p299-311, 2001.1
- 2) 紀平ら: 耐候性鋼の腐食減耗予測モデルに関する研究, 土木学会論文集, No.780, p71-86, 2005.1