

# 新潟県内の飛来塩分に与える風向・風速および橋梁周辺環境に関する研究

建設構造研究室 松岡 寛和  
指導教官 岩崎 英治  
長井 正嗣

## 1.はじめに

近年、ライフサイクルコスト(LCC)の低減が重要課題となっている。こうした中で、耐候性鋼材は無塗装で使用できるため、LCC低減の観点において魅力的な鋼材であるといえる。耐候性鋼材は鋼材表面に安定化さびと呼ばれるさび層を形成することで、腐食作用を抑制する働きをもつ。この安定化さびの形成には飛来塩分量の影響が大きく、耐候性鋼材の使用には飛来塩分量を測定し、 $0.05\text{mdd}$  ( $\text{mg}/\text{dm}^2/\text{day}$ )以内であれば耐候性鋼材を使用してよいとされている。しかし、飛来塩分量は年間を通じて変化するため、測定には多大な労力と時間が必要になる。そのため、離岸距離が十分な地域では調査を省略してよいとされ、北陸以北の日本海沿岸部では離岸距離 20km 以上となっており、新潟県内では、ほとんどの平野部が調査対象地域となる。これが耐候性鋼橋梁建設の大きな障害となっているため、飛来塩分量の予測を行うことは重要であり、飛来塩分に与える影響の大きい風、地形との関係を明らかにすることは有用であると考えられる。

## 2.目的

本研究では風向・風速が飛来塩分に与える影響、また橋梁周辺環境の違いによる風の流れについて明らかにし、今後の飛来塩分量予測手法の発展の一助とするものである。

## 3.飛来塩分量調査

飛来塩分の捕集方法には幾つか方法があるが、本研究では離岸距離が 20km 以内の地点が多く、飛来塩分量の多い地域であることが予想される。



図 1 飛来塩分量調査地点(2002～2003年)



図 2 飛来塩分量調査地点(2003～2004年)

そのため、測定には捕集容量の多い土研式タンク法を採用した。

本研究では、2002年8月からの1年間と2003年9月からの1年間の計2年間、飛来塩分量調査を行った。調査地点は、図1, 2に示す各6地点である。このうち、G, U地点は2年間を通じて調査を行った地点である。表1に飛来塩分量の調査結果を示す。

表 1 飛来塩分量調査結果

2002～2003年

調査地点	離岸距離	飛来塩分量
S地点	8km	0.224mdd
K地点	10km	0.148mdd
H地点	15km	0.249mdd
G地点	15km	0.045mdd
U地点	17km	0.144mdd
A地点	18km	0.057mdd

2003～2004年

調査地点	離岸距離	飛来塩分量
N地点	12km	0.310mdd
O地点	13km	0.195mdd
G地点	15km	0.057mdd
U地点	17km	0.166mdd
M地点	27km	0.035mdd
E地点	29km	0.090mdd

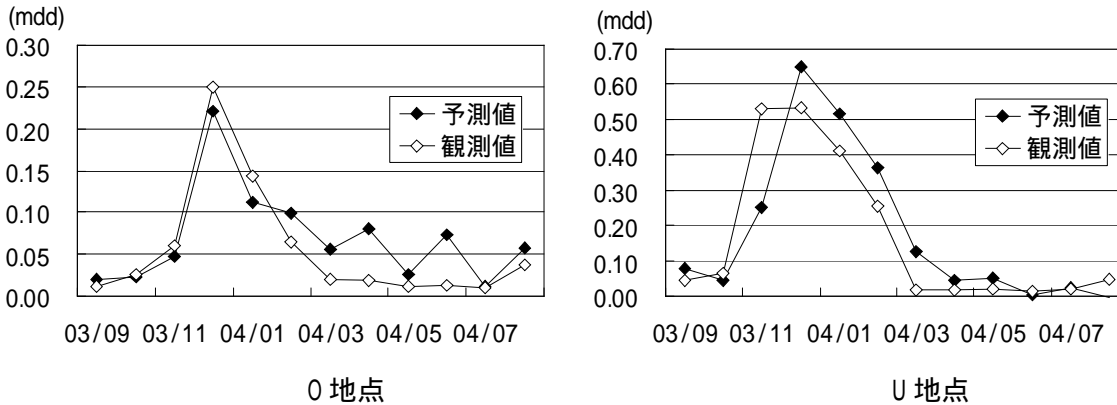


図 3 飛来塩分量予測結果

離岸距離がほぼ同じである H, G 地点では飛来塩分量が大きく異なっている。これは、飛来塩分量は離岸距離で決まるのではなく、風向・風速や地形の影響も大きいということを示唆していると思われる。また、離岸距離 20km 以上であれば飛来塩分量調査を省略してよいとされているが、離岸距離 29km の E 地点では 0.090mdd と、許容値である 0.05mdd を超えている。E 地点は北西方向に平野が広がっているため、海からの風が直接吹き付ける環境にある。そのため、このような結果になったと考えられる。これより、離岸距離が 20km 以上の地域でも地形によっては飛来塩分量 0.05mdd 以上になる地域があると考えられる。

4. 飛来塩分量予測

飛来塩分量調査地点付近のアメダス観測点での風向・風速データを対象に飛来塩分の推定を行う。飛来塩分の推定には大久保の研究<sup>1)</sup>で提案された手法を用いる。大久保の研究では予測式とし

て式(1)を提案している。

$$S_j = \sum_i s_{ij} = \sum_i (c_i \times n_{ij}) \quad (1)$$

$$n_{ij} = \sum_k (m_{ijk} \times k^2) \quad (2)$$

ここで、i：風向を表す添え字(1～16)、j：観測期間を表す添え字(1～12)、k：風速(m/s)、 $S_j$ ：飛来塩分量、 $s_{ij}$ ：風向に対する飛来塩分量、 $c_i$ ：各風向成分の飛来塩分への寄与率、 $n_{ij}$ ：風の成分、 $m_{ijk}$ ：風の観測回数である。また、飛来塩分量は風速の 2 乗に比例するというウェーバー則が成り立つと仮定し、風の成分は式(2)としている。大久保の研究<sup>1)</sup>では飛来塩分と風とを結びつける寄与率が求められている。そこで、この寄与率を用いて翌年の飛来塩分量を推定し、この予測式の妥当性を検証する。図 3 に飛来塩分量の予測結果を示す。図 3 より、どちらの地点においても、冬季に飛来塩分量が増加し、春になると飛来塩分量が減少する傾向をとらえることができた。U 地点の

2003年11月の急激な飛来塩分量の増加には風向・風速以外の何らかの要因があると考えられるが、予測値と観測値の誤差は小さく、飛来塩分量の予測は概ね成功したといえる。

### 5. 橋梁周辺環境の影響

本研究では有限要素法を用いて桁周辺の風の流れをシミュレーションすることで、橋梁周辺環境の違いによる風の流れについて検討する。解析モデルは図4のような2次元空間上に桁を設置したものである。桁をモデル化するにあたり、桁は床版に比べて極めて薄いため、厚みを持たない線要素としている。境界条件は、解析領域の右端の境界で自由流出とし、左端の境界から風を発生させる。この風を一様な分布にすると、風に乱れが生じる場合がある。そのため、風は一様な分布ではなく、式(3)に示す関数の形状とした。

$$y = a \frac{1 - \exp(-b(1-x))}{1 - \exp(-b)} \quad (3)$$

ここで、 $a$ ：最大風速(m/s)、 $b$ ：関数形状を決めるパラメータ( $=1$ )である。 $x$ は図5に示す $x$ 座標(0~1)である。

解析ケースは表2に示す7ケースで、2主桁モデル、3主桁モデルについて解析を行う。結果の一例として、CASE 1, 6, 7の3主桁モデルにおける解析結果を図7~10に示す。

これらの図より、CASE 7の曲線の傾向が大きく異なっている。これは桁を傾けたことにより、風下側の桁(桁2, 3)に直接的に風が当たるためと思われる。CASE 1とCASE 6を比較すると、3主桁モデルの桁1, 桁2Aでは曲線のピークがずれる以外に大きな差は見られない。しかし、桁2B 桁3を見るとCASE 6の速度はCASE 1に比べ小さくなっている。桁2と桁3の間の空間では桁3の手前で桁と平行な流れが起きているため、桁3に吹き付ける風は非常に弱いものになったと考えられる。

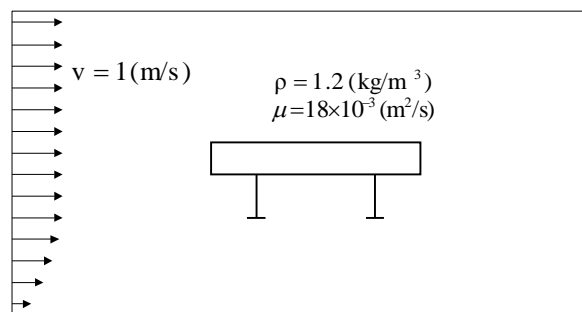


図4 解析領域

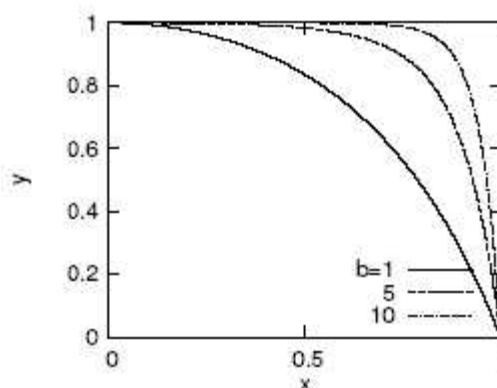


図5 分布形状

表2 解析ケース

	桁高	桁下空間	角度
CASE-1	1.0m	2.0m	0°
CASE-2	1.5m	2.0m	0°
CASE-3	2.0m	2.0m	0°
CASE-4	1.0m	1.0m	0°
CASE-5	1.0m	3.0m	0°
CASE-6	1.0m	2.0m	10°
CASE-7	1.0m	2.0m	-10°

角度は水平方向からの角度で、時計回りを正としている。

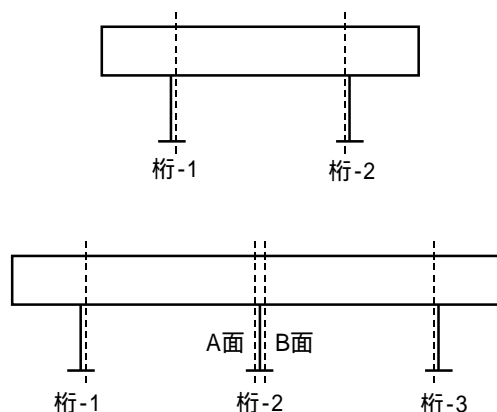


図6 速度分布表示断面

## 6. 結論

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 飛来塩分量調査の結果，観測点，観測年により飛来塩分量は変化し，離岸距離 20km を越えている地点でも 0.05mdd 以上の飛来塩分量が計測された．これには，地形や風向・風速の影響が大きいと考える．
- アメダス観測点での風の傾向を調査した結果，地域によって風の傾向は様々であり，1 ヶ月間の風の傾向は観測年により変化することが確認できたが，1 年間の風の傾向は観測年によって変わらず，卓越風の方法は観測点によって決まっていることがわかった．
- アメダス風向・風速データを用いて飛来塩分量の予測を行った結果，観測値との誤差は小さく，良好な結果であった．これより，本予測手法は妥当な方法であるといえる．
- 桁周辺の風をシミュレーションした結果，桁高，桁下空間，風向の変化によって風の流れは様々に変化することがわかった．

## 参考文献

- 1) 大久保雄介：新潟県内の飛来塩分と風速・風向の関係に関する研究，長岡技術科学大学修士論文，2004
- 2) 高橋拓也：新潟県内の耐候性鋼橋梁に及ぼす飛来塩分の影響に関する研究，長岡技術科学大学修士論文，2004
- 3) 宇多高明，他：海岸からの飛来塩分量の計算モデル，海岸工学論文集，第 39 巻，pp.1036-1040，1992
- 4) 笠原隆祐：移流沈降領域における飛来塩分量と風速の関係，長岡工業高等専門学校専攻科特別研究論文集，2002

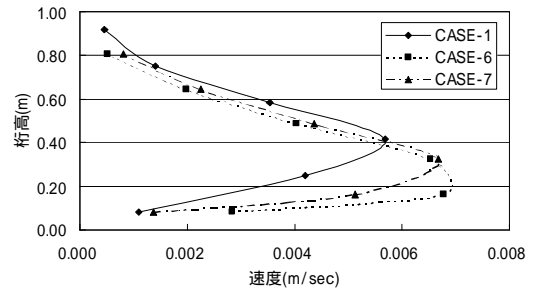


図 7 桁周辺の速度(桁 1)

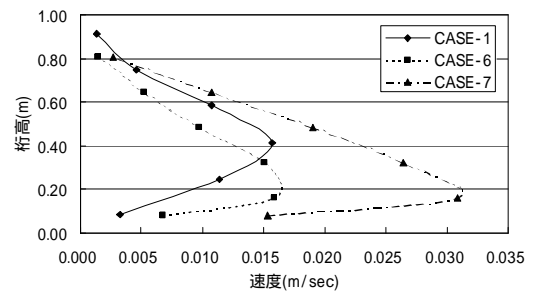


図 8 桁周辺の速度(桁 2A)

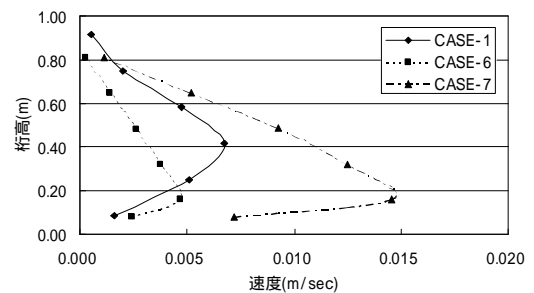


図 9 桁周辺の速度(桁 2B)

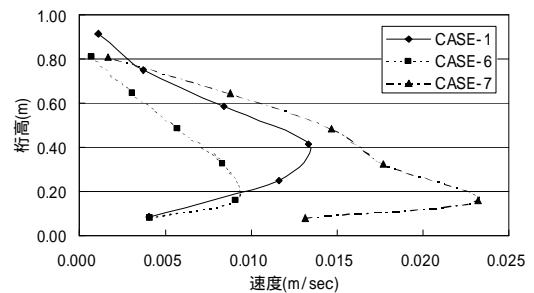


図 10 桁周辺の速度(桁 3)