可視化画像の画像処理に基づく橋梁まわりの飛来塩分分布予測法の検討

京都大学大学院	(研究当時日本大学)	学生会員	〇小杉	翼
日本大学理工学部		正会員	長谷音	彩寛

1. はじめに</u>建設から長期間経過した土木構造物のメンテナンスが重要視される中で,維持管理費用の削減が近年の大きな課題となっている.鋼橋においても塗装の必要がない耐候性鋼材を適用する事例が増えているが,材質の特性上,耐候性鋼材の適用には飛来塩分量の規定が存在する.そのため,橋梁まわりの飛来塩分の挙動を把握することは非常に重要であり,CFDによる研究¹⁾や新たな塩分測定装置の検討²⁾が進められている.本研究では,長谷部らが提案した可視化画像の画像処理に基づく飛来塩分挙動の把握方法³⁾について,可視化のための煙の噴出時間を変更し,正方形角柱および2 主桁橋模型を対象に検討した.

2. 飛来塩分の評価方法</u>本研究では、可視化実験に おける煙の挙動から橋梁まわりの飛来塩分の挙動を評 価することを想定し、図1に示す装置を用いて実験を 行う.

風洞のファン後方から風に乗せて煙を流し、供試体 まわりの流れをレーザー(カノマックス:CW532-3W) で照射して可視化し、側面からハイスピードカメラ

(Photron: FASTCAM SA3 60K-M2) で撮影する. 反射 鏡は測定胴の上方・下方どちらにも設置することがで き,照射範囲によって付け替える. 煙は濃度を均一化 するため,一度チャンバーに貯留してから噴出するこ ととした. 風洞風速は 0.5m/s, カメラのフレームレート は 250fps, 撮影時間は 10 秒とした.

撮影した画像には、1 ピクセルごとに白黒の濃淡具合 が8ビット(256段階)で数値情報として保存されてお り、これを読み取ることで煙の濃度分布を評価する.

この方法により,煙(塩分)の空間的,時間的な変 化を定量的に把握できる.

3. 画像の輝度補正 実験で記録される画像は,図2 に示すようにレーザーの光源に近いほど明るくなる. これはレーザー光が煙の粒子に当たることや,シート 状に拡散することによって距離減衰が生じることに起 株式会社 S-FIT (研究当時日本大学) 非会員畑元詩音日本大学理工学部フェロー野村卓史

因する.

この影響を除去するため、まず供試体を設置せずに 煙だけを流した状態で撮影し、撮影した全瞬時画像を 平均化した時間平均画像を作成する.時間平均画像を 図3に示す.時間平均画像における全ピクセルのうち、 最も明るいピクセルの輝度値を基準値として、全ピク セルがその基準値に揃うように補正倍率を設定する. 補正倍率の分布を図4に示す.

この補正倍率を,供試体を置いて撮影した画像の輝 度値に乗じることで画像全体が一様な明るさとなり, 光源の影響なく輝度値を評価することができる.図5 に示した画像は,図2に示した画像に輝度補正を施し たものである.

4. 角柱まわりの濃度分布特性 長谷部らは,常時煙 を噴出した状態で実験を行っていたが³⁾,実際には一定 量の塩分が常時飛来する状況は考えにくい.そこで本 研究では煙を5秒間だけ流して実験を行うこととした. まず断面辺長 60mmの正方形角柱を供試体として,測



図1 実験装置





図2 正方形角柱まわりの煙の流れ

図3煙のみの時間平均画像

キーワード:飛来塩分,耐侯性鋼材,可視化実験,画像処理 連絡先:〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 TEL 03-3259-0411 定胴下方からレーザーを照射して実験を行った.煙が 撮影範囲内に流れこむ直前から撮影を開始し,煙が完 全に流れ去るまでの10秒間撮影した.得られた画像は 3節で示した方法で輝度を補正し,補正された画像の輝 度を基に濃度分布を評価した.図5に示す3点の評価 点における輝度値の時系列変化を図6に示す.3秒後く らいまでは評価点(2)(角柱直下)の煙の濃度が小さく, 剥離せん断層を境に煙の濃度が異なることがわかる.

飛来塩分量の評価につなげるため、各ピクセルにお ける輝度の累積値を図6の時系列を数値積分して求め た.累積値が大きければそれだけ煙の濃度が大きい時 間が長く、飛来する塩分量も多くなるものと評価され る.各評価点の累積値を表1に示す.角柱直下とそれ 以外の2点では、累積値で1.3倍近い差が生じているこ とがわかった.

5. 橋梁模型まわりの濃度分布特性 橋梁模型(2 主 桁橋)を対象に実験を行った. 模型の断面寸法は図 7 に示す通りである.

主桁まわりの煙の流れを中心に評価するため,レー ザー光は測定胴下方から照射した.図8に示す3点の 輝度値の時系列を図9に示す.また,角柱を供試体と して実験を行ったときと同様に,各評価点の輝度の累 積値を表2に示す.

剥離せん断層外の評価点(1)と評価点(3)は輝度の累積 値が大きく,これらの部位への飛来塩分量も多くなる ことが予測される.一方,主桁の内側は外側と比較し て半分から 2/3 ほどとなっている.この結果から,主桁 の内側には塩分が入り込みにくく,橋梁の部位によっ て飛来塩分の影響が大きく異なることが示唆された.

6. まとめ 可視化画像の画像処理に基づき,物体まわ りの煙の挙動を定量的に評価し,その結果から橋梁ま わりの飛来塩分量を検討した.角柱,橋梁模型の実験 ともに,剥離せん断層の内外で煙の濃度の立ち上がり や輝度値の累積値が大きく異なることが確認できたこ とから,実橋まわりの飛来塩分量が流れパターンに大 きく依存することが示唆された.

今後の課題は、塩分の飛来量と付着量の関係や、雨 水による洗い流しを考慮することなどが挙げられる.

【謝辞】 本研究は,科学研究費・基盤研究(B)(課題番号 23360198)の助成を受けて実施されたものである.ここに記 し,謝意を表する.



·

図8橋梁模型まわりの評価点 図9橋梁模型まわりの輝度の時系列

表1 角柱まわりの輝度の累積値

(2)角柱直下

316.545

(1)角柱前

411.424

0

5

時間(s)

(3)角柱下

409.933

10

表2橋梁模型まわりの輝度の累積値

(1)主桁前	(2)主桁内	(3)主桁下
131,789	71,177	149,590

【参考文献】 1) 岩崎英治,他3名:数値シミュレーション による橋梁断面周辺の飛来塩分の推定,土木学会論文集A, vol.66, No.4, 752-766, 2010.12. 2) 倉田直弥,他4名:円 筒型飛来塩分補集器内の流れと海塩粒子付着特性に関する研 究,土木学会第66回年次学術講演会,I-299,pp.597-598,2011.9. 3) 長谷部寛,他3名:橋梁まわりの飛来塩分付着分布予測の ための可視化実験の画像処理法,土木学会第66回年次学術講 演会, I-298, pp.595-596, 2011.9.