

2 主 I 桁断面の腐食予測のための付着塩評価実験

JFE 技研 正会員 中西克佳 JFE 技研 正会員 加藤真志
 長岡技術科学大学 正会員 岩崎英治 JFE スチール 非会員 松田 穰
 JFE スチール 正会員 鹿毛 勇

1. はじめに

実際の鋼橋を調査すると、特定の部位に腐食が集中しているケースが多く、必ずしも橋全体が維持管理上、問題ありというレベルまで腐食していない場合が多い。そこで、腐食因子の一つである塩分付着に着目し、鋼桁への塩分付着分布の再現を目的として、風洞を用いた飛散粒子の付着実験を試みた。

2. 風洞実験の概要

風上から海塩粒子を想定した微粒子を、十分拡散させたうえで、微粒子発生装置の吹き出し口から与えた。図1には、飛散粒子の付着実験の概要を示す。桁位置における飛散粒子の分布は、桁の高さ方向にほぼ一様である。

実験に用いた風洞は、断面の高さ1mで幅0.5mの木製風洞である。実験模型は精度確保のため実橋¹⁾の1/20縮尺模型(高欄を含む)とし、結果として高さ方向の閉塞率は約1/10となった。実験模型断面の寸法・諸元を、図2に示す。

塩分粒子を模擬した飛散粒子としては、塩分粒子径に近く、かつ見分けが容易なフェノール粒子(平均径 $8\mu\text{m}$ 、比重1.25)を用いた。また、粒子は、図1に示したように上流から噴霧型の微粒子発生装置にて攪拌し一定量飛散させた。ここで、微粒子発生装置の噴出口の形状および位置は、模型前面位置における飛散粒子の高さ方向分布が一様になるように調整した。風洞内の風速は、微粒子発生装置の噴霧速度の限界に合わせ、 2.5m/s とした。

模型表面における粒子の捕獲方法としては、測定部断面中央一周に粘着テープを貼付する方法を採用した。粒子計数方法としては、粒子計数範囲を測点位置 3mm 四角内とし、この範囲内で $400\mu\text{m} \times 500\mu\text{m}$ をランダムに5点選出し、その合計を測点位置の粒子数(測点位置における 1mm^2 当たりの平均粒子数に相当する)とした。表1には実験ケースを示す。ここで、実験回数は、バラツキが大きいことを想定し、各ケースで3~5回とした。

本実験においては、風洞実験上の相似則を満足させることは難しい。ちなみに、海塩粒子を想定したフェノール粒子は、風洞内で抗力により下流側に移動する際、重力による沈降は殆ど無く、渦の巻き込みなどの動きに追従するほど、十分に軽く、小さく設定した。なお、風速と粒径は実際の海塩粒子に近く、従って粒子に作用する抗力は実際に近いと考えられる。

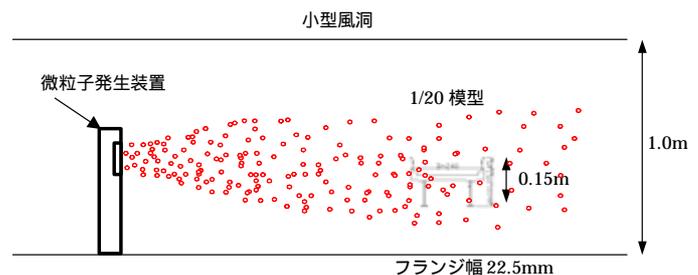


図1 飛散粒子の付着実験の概要

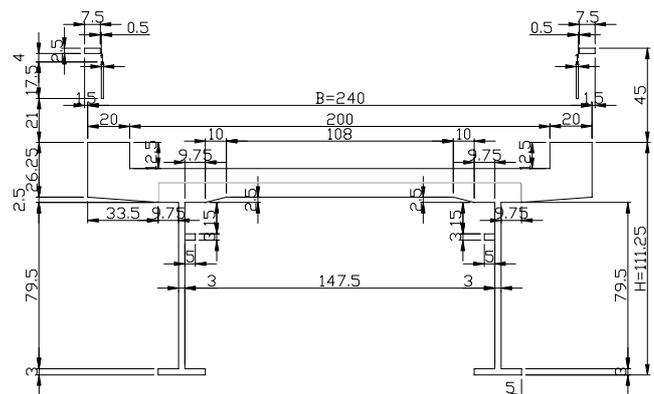


図2 実験模型断面の寸法・諸元(単位: mm)

表1 実験ケース

	回数	模型高さ	飛散量
Case1	5	中央	1650g
Case2	3	川面想定高さ*	

*: 川面から下フランジ下面まで4mに相当

Key Words : 腐食予測、付着塩、風洞実験、2主I桁橋

〒210-0855 神奈川県川崎市川崎区南渡田町1番1号 TEL: 044-322-6593 FAX: 044-322-6519

3. 風洞実験結果とその考察

図3には、各ケースにおける付着粒子数（実験回数分の合計）の断面分布を、各ケースにおける桁ウェブの粒子数（実験回数分の合計）の最大値で無次元化して示す。なお、各ケースにおける付着粒子数の断面分布に関して実験回数毎のバラツキが小さく、実験結果に再現性があった。図3より、粒子が桁内部にも侵入し付着していることが分かる。付着粒子は下フランジ上面に多く、下フランジ下面では風上側桁よりも風下側桁の方が多くなっている。また、Case1が桁ウェブの粒子数の最大値が風上側桁外面ウェブ下部位置となっているのに対し、Case2は風下側桁内面ウェブ中部下方位置となっていることが分かる。このことから、橋梁の下方に下限境界がある場合、桁ウェブに関しては、風上側外面よりも風下側内面の方が塩分付着が多くなると考えられる。

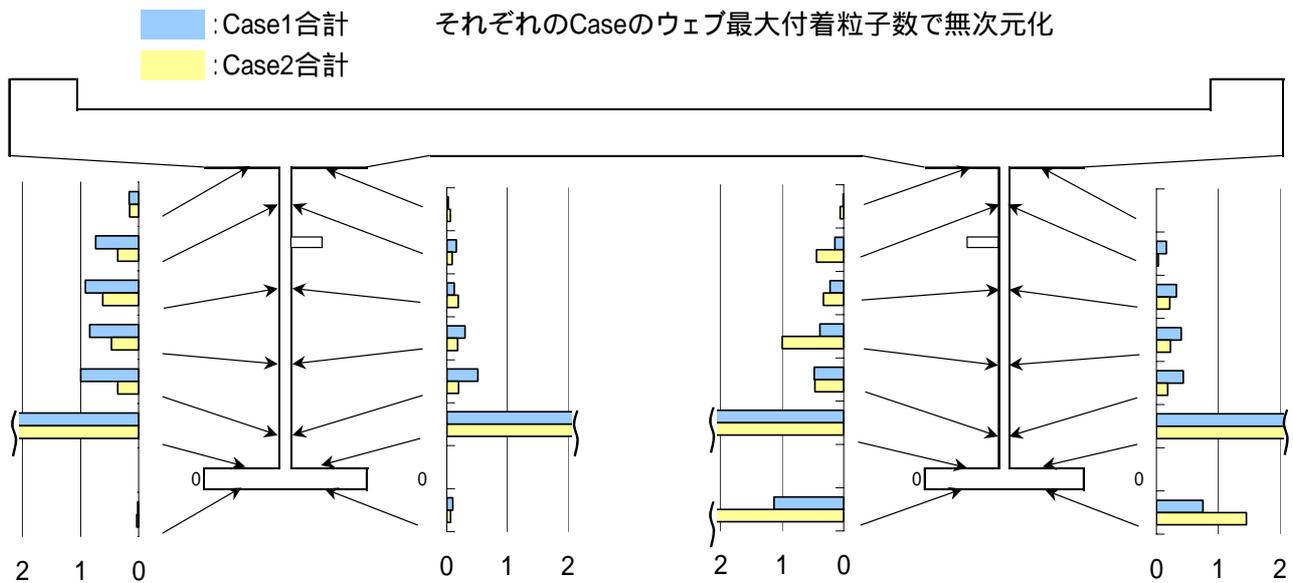


図3 各ケースにおける付着粒子数の断面分布性状

さらに付着粒子数の断面分布特性の根拠を探るため、スモークワイヤー法による模型断面周りの空気の流れの可視化実験（Case2の模型設置位置）を実施した。写真1には、スモークワイヤー法による可視化実験結果の一例を示す。

桁の下流側では、カルマン渦放出を観察することができた。上流側の下フランジから剥離する流れは、カルマン渦放出に伴い、下流側の下フランジ下方への衝突を繰り返す（衝突しない場合は下流側下フランジよりも下方を流れる）。写真1より、下流側の下フランジへ流れが衝突すると、桁の内側に煙が入り込んでいる様子が分かる。これらのことより、風下側桁下フランジ下面の付着粒子数が多くなった原因が伺える。



写真1 流れの可視化実験結果

4. まとめ

本研究では、腐食因子の一つである塩分付着に着目し、鋼桁への塩分付着分布の再現を目的として、風洞を用いた飛散粒子の付着実験を試みた。その結果、実験結果に再現性があることを確認するとともに、橋梁の下方に下限境界がある場合、桁ウェブに関しては、風上側外面よりも風下側内面の方が塩分付着が多くなることが認められた。また、上流側の下フランジから剥離する流れは、カルマン渦放出に伴い、下流側の下フランジ下方への衝突を繰り返していることを確認した。ここで、粒子はこの衝突による乱れに関わって桁内部に運ばれていると判断できた。今後、実橋観測結果および数値解析と対比しつつ、実験手法の有用性を明らかにしていきたい。

参考文献：1) 丹羽，岩崎，加藤，中西，鹿毛：耐候性鋼橋梁の腐食環境因子影響評価のための実橋計測 - その1 - 付着塩分とさび厚の関係，土木学会第62回年次学術講演会講演概要集，第1部，pp.771-772，2007年。