

鋼 I 桁橋内外面の腐食環境要因に関する研究

構造設計工学研究室 前原匡

1. はじめに

一般的に鋼 I 桁橋では外面より内面の方が腐食の進行が速い(写真 1-1)。その理由として、内外面の温湿度の差や降雨による影響が考えられている。しかし、鋼 I 桁橋内外面の腐食環境要因の差は十分に検討されていない。

本研究では、付着塩分計、雨量計、温湿度ロガー、膜厚計、風向風速計測から得られたデータを桁各部位で比較し、鋼 I 桁橋内外面の腐食環境の相違を明らかにすることを目的とする。



写真 1-1 鋼 I 桁橋内外面 (左から外面, 内面)

2. 鋼 I 桁試験体を用いた大気暴露試験

2.1 試験桁及び設置位置

試験桁の西側は A 桁, 東側は B 桁である。北側は C5 塗装系で、桁端部を再現するためにアクリル板を設置している(写真 2-1)。南側はジンク系で、アクリル板は設置していない。本研究では A 桁の C5 塗装系に着目して評価を行った。試験桁の設置位置は、離岸距離約 2.5km の琉球大学校内の暴露場とし、2019 年 2 月 28 日から 2020 年 2 月 3 日までの計測結果を報告する。

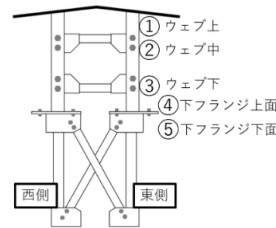


図 2-1 桁各部位



写真 2-1 試験桁 (北側)

2.2 評価項目及び方法

評価項目は、付着塩分量、降雨量、温湿度、濡れ時間割合、さび厚、風向割合とした。降雨量と風向割合は暴露試験場に転倒ます型雨量計と風向風速計を設置し計測した。図 2-1 に示す試験桁の各部位について、付着塩分計は内外面①~⑤、温湿度ロガーを内外面の④、膜厚計を内外面の①~⑤で計測を行った。

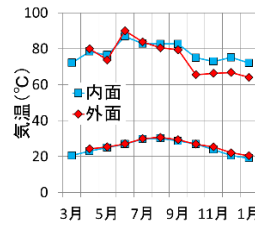


図 3-1 気温と湿度

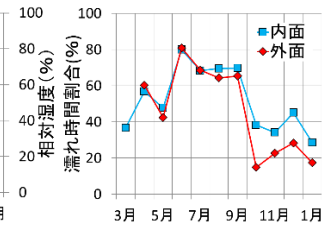


図 3-2 濡れ時間割合

3. 内外面の腐食環境要因調査

3.1 気温・湿度・濡れ時間の相違

図 3-1 と図 3-2 は試験桁の C5 塗装系内外面の下フランジ上面に設置した温湿度ロガーで得られたデータである。図から分かるように 4 月から 9 月までは、内外面に気温、湿度、濡れ時間割合の差は見られなかったが、10 月から 1 月は、内外面に湿度と濡れ時間割合の差が見られた。10 月から 1 月の風向割合は北北東が 34.0% となっているが(図 3-3)、試験桁の北側には端部を再現するためにアクリル板を設置していることから、風が遮断され桁内部の空気が循環しないので、湿度と濡れ時間に差が見られ、4 月から 9 月の風向割合は南東が 30.2% となっており(図 3-4)、試験体の南側にはアクリル板は設置していないため空気が循環することで、湿度と濡れ時間に差が見られなかったと考えられる。

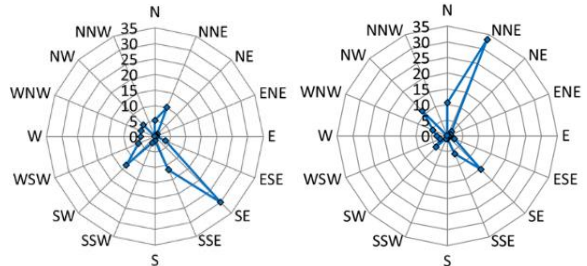


図 3-3 10月~1月

図 3-4 4月~9月

3.2 付着塩分量と降雨による洗浄効果

図 3-5 及び図 3-6 は試験桁各部位の 1 ヶ月、3 ヶ月、6 ヶ月の期間で測定した内外面桁各部位の付着塩分量のデータである。内外面の付着塩分量に着目すると、内面では付着塩分量は蓄積されていることが分かるが、外面ではウェブ中、ウェブ下、下フランジ上面で付着塩分量が蓄積されない部位も見られた。

この内外面及び部位毎の差異について検討するために、試験桁のウェブの付着塩分量を降雨前(2019 年 11 月 17 日)、降雨後(2019 年 11 月 20 日)で測定した結果、降雨によって付着塩分が洗い流されている

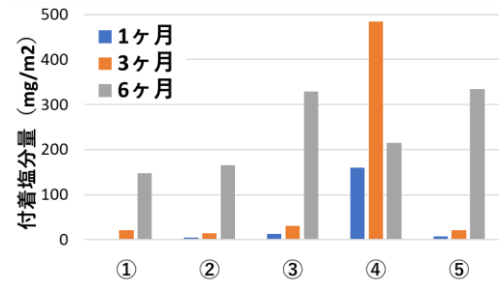


図 3-5 A 桁内面の付着塩分量

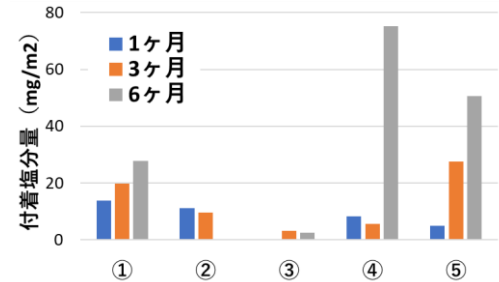


図 3-6 A 桁外面の付着塩分量

ことがわかった(図3-7)。ウェブ中, ウェブ下, 下フランジ上面における内外面の付着塩分量の差は, 降雨による洗浄効果が影響しているといえる。

3.3 内外面のワッペン鋼板のさび厚

一般的な鋼 I 桁橋では外面より内面の方が腐食の進行が早い傾向にあるが, 本研究で試験桁に設置したワッペン鋼板は2020年2月3日現在で外面の腐食が進行していた。内外面各部位のさび厚のデータに着目してみると(図3-8), 内面では付着塩分量が多い部位ほどさび厚が大きい結果となった。外面では降雨に当たりにくい部位であるウェブ上, 下フランジ下面, 付着塩分と降雨による水分が溜まりやすい下フランジ上面でさび厚が大きい傾向が得られた。一方, ウェブ中とウェブ下では降雨による洗浄効果によって腐食の進行が抑制されていた。最もさび厚が進行していた下フランジ上面に着目すると, 外面は降雨による水分の供給が多いので赤さびが見られるのに対し, 内面では水分の供給が少ないので黒さびと見られるさびが生じていた(写真3-1)。

3.4 内外面のさび厚と付着塩分量の関係

図3-9は1, 3, 6ヶ月の内外面のさび厚と付着塩分量の関係を表したグラフである。1, 3, 6ヶ月の内外面のさび厚と付着塩分量の関係を見ると, 1ヶ月の相関係数は0.483, 3ヶ月は0.351, 6ヶ月は0.012となっており, 内外面に相関関係は見られなかった。しかしながら, 黒丸で示されている腐食環境が他の部位と異なっていた外面の下フランジ上面を除いた場合, 1, 3, 6ヶ月の内外面のさび厚と付着塩分量の関係を見ると, 1ヶ月の相関係数は0.827, 3ヶ月は0.860, 6ヶ月は0.288となり, 1, 3ヶ月は相関関係が得られたが, 6ヶ月には相関関係が見られなかった。

6ヶ月の内外面のさび厚と付着塩分量の関係に相関関係が見られなかった理由として, 6ヶ月である2019年9月28日以前に沖縄本島に数度台風が接近していることから内面の付着塩分が急激に増加したが, 付着塩分に相応な腐食が進行していないと考えられた。つまり, 外面の下フランジ上面を除き, さび厚と付着塩分量の間には相関関係を有する傾向にあるといえる。下フランジ上面が他の部位と腐食環境が違った要因としては, 付着塩分や降雨による水分が溜まりやすい部位だからであると推察される。

4. 結論

- 1) 桁内外面の温度は差異が見られなかったが, 湿度は風向により差異が生じる傾向にある。
- 2) 桁内面の付着塩分は蓄積される。一方, 外面の降雨にさらされやすい部位では, 付着塩分が洗い流され塩分が蓄積されない傾向がある。
- 3) 桁内外面の腐食環境を付着塩分量で評価した場合, 付着塩分や降雨による水分が溜まりやすい部位である外面の下フランジ上面を除くと相関関係が見られた。しかしながら, 台風など一度に多量の塩分供給がされる場合は, その評価期間に関して留意が必要と考えられる。

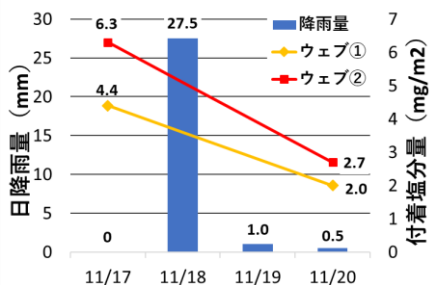


図3-7 降雨による洗浄効果

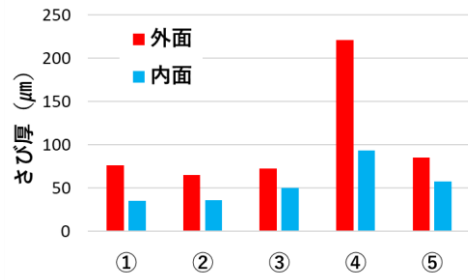


図3-8 内外面各部位のさび厚

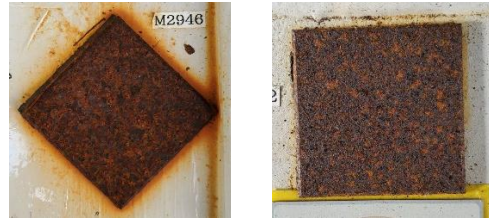


写真3-1 ワッペン鋼板 (左から外面、内面)

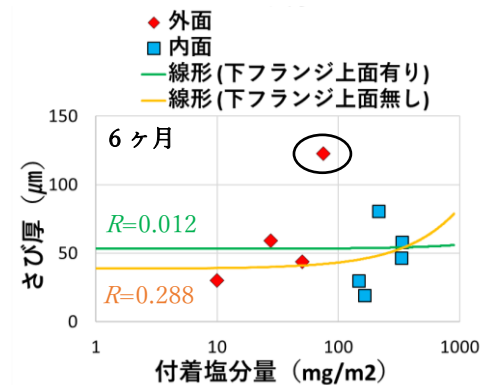
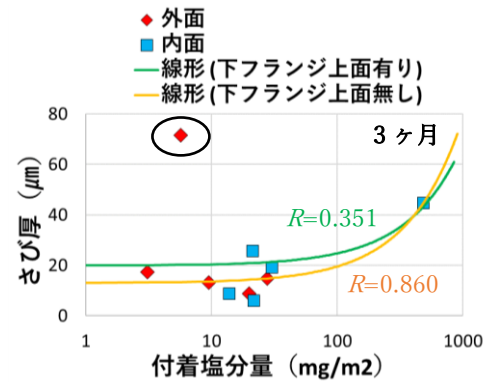
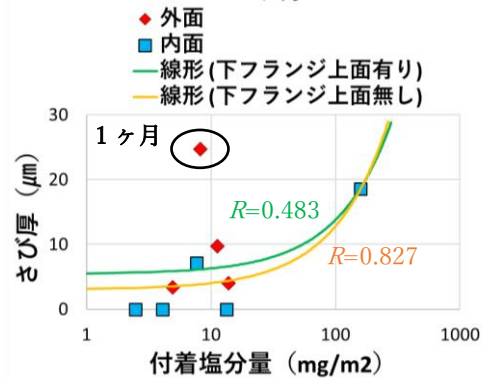


図3-9 さび厚と付着塩分量の関係 (外面の下フランジ上面有り無し)