

ワッペン式暴露試験における熱伝導の影響について

(一財) 土木研究センター 正会員 ○安波 博道
 (一財) 土木研究センター 正会員 三浦 正純

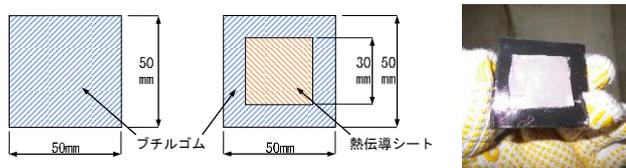
(一財) 土木研究センター 正会員 中島 和俊

1. はじめに

ワッペン式の暴露試験片は鋼橋等の鋼部材に直接貼付することにより、鋼部材の腐食現象を近似的に再現できるという特長から、例えば、耐候性鋼橋梁の腐食進行予測のためのデータ取得を目的とする暴露試験において利用されている。

ワッペン試験片を貼付する接着材料には、所要の接着力と耐久性の観点から、通常は図-1 (a) に示すブチルゴムの両面テープが使用されている¹⁾ (通常型)。しかし、ブチルゴムは熱伝導率が低いため、暴露試験片と鋼部材の腐食現象には乖離が生じるとの指摘がある²⁾。

そこで、接着材料の熱伝導率の相違が試験片の腐食速度に及ぼす影響を把握するために、2種類の接着材料を用いた試験片の1年間の暴露試験を行った。



(a) 通常型 (b) 熱伝導対応型
 図-1 ワッペン試験片裏面の仕様

2. 試験条件

試験片の接着材料の概要を図-1 に示す。図-1 (b) は、橋梁本体と試験片の温度を極力同一化させるために、試験片の中央部に熱伝導率が高いシリコン系材料の熱伝導シートを配置したものである (熱伝導対応型)。ここで、鋼材、熱伝導シート、ブチルゴムの熱伝導率はそれぞれ 42.3、2.1、0.15W/m・K である。

暴露試験の対象とした橋梁は、福岡県北西部に位置する高架橋 2 橋 (I 橋、Z 橋)、ならびに千葉県内の外房海岸線近くに架かる高架橋 (S 橋) である。それぞれの橋梁におけるワッペン試験片の設置位置を図-2 に示す。各設置位置における試験体の n 数は、I 橋と Z 橋は n=1、S 橋は n=3 とした。

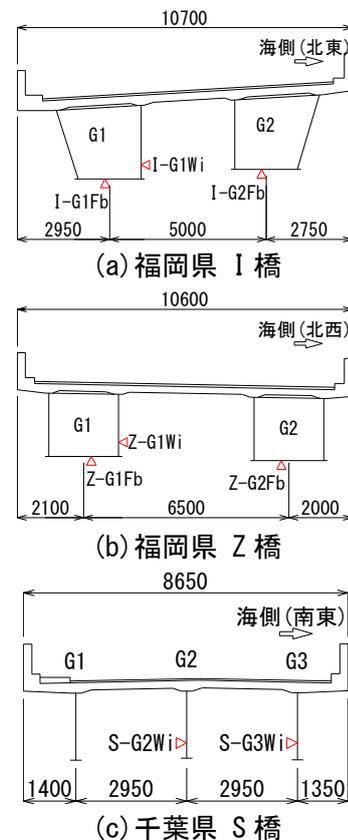


図-2 ワッペン試験片の配置

3. 試験結果

1年間の暴露試験結果から得られた各試験片の腐食減耗量を図-3 に示す。図中の S 橋は試験片 3 体の平均値を示しており、3 体のそれぞれの腐食減耗量については図-4 に示す。

図-3 より、いずれの橋梁の試験片においてもブチルゴムの通常型の試験片は熱伝導対応型に比べ、わずかではあるが腐食減耗量が大きい傾向の乖離がみられた。なお、腐食減耗量の大きさ、すなわち腐食環境の厳しさによる傾向の相違はみられない。

一般に、本試験片の貼付位置のように降雨が直接当たらない鋼桁の部位においては、鋼材の腐食発生の大きな原因として結露が考えられる。本試験の条件においては、熱伝導率が高い熱伝導対応型の試験片は、鋼桁の温度との差が小さいことから、結露が生じやすいものと考えられる。一方、通常型の試験片は

キーワード ワッペン, 暴露試験, 熱伝導, 耐候性鋼橋梁, 腐食予測

連絡先 〒110-0016 東京都台東区台東 1-6-4 (一財) 土木研究センター 材料・構造研究部 TEL03-3835-3609

大気温度に追従しやすいため、熱伝導対応型に比べ結露が生じにくいことを考慮すると、通常型の試験体の方が、腐食減耗量は小さくなるものと想定される。しかしながら、本試験では、このような想定に反した結果となった。

試験片の腐食現象については、試験片の温度と試験片の濡れている時間に応じて腐食速度ならびに腐食減耗量が変動する。また、試験片の濡れている時間も、試験片に触れる外気の温度湿度の各因子の組み合わせにより変動すると考えられる。表-1は、各因子の変化に伴う通常型と熱伝導対応型の試験片に生じる腐食減耗量の比較を示したものである。本試験において通常型の方が大きくなった原因を論証するデータは得られていないものの、今後、表-1に基づき検討を追加する予定である。

また、図-4より、同一の試験条件であっても試験片ごとの腐食減耗量に差異がある結果となった。しかし、通常型と熱伝導対応型のいずれもばらつきに相違はみられない。これは、通常型を用いたこれまでのワッペン式暴露試験のばらつきのレンジと同程度であることを意味する。さらに、図-3に示した各橋梁における通常型と熱伝導対応型の腐食減耗量の差異についても、ワッペン式暴露試験のばらつきのレンジと同程度であると考えられる。

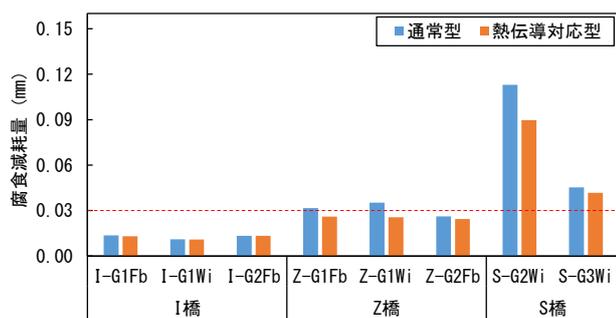


図-3 1年間の腐食減耗量

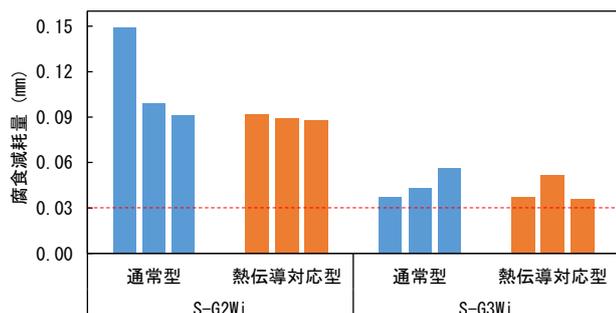


図-4 S橋同部位のばらつき

表-1 腐食発生因子に対する試験片腐食量の比較

温度変化条件※1	項目	接着シートA,Bの比較		腐食量の比較※2	
		A: ブチルゴムシート	B: 熱伝導シート		
気温	下降時	試験片温度低下	早い	遅い	A < B
		濡れ面の乾き	遅い	早い	A > B
		乾き面の結露	早い	遅い	A > B
	上昇時	試験片温度上昇	早い	遅い	A > B
		濡れ面の乾き	早い	遅い	A < B
		乾き面の結露	-	-	-
桁温度	下降時	試験片温度低下	遅い	早い	A > B
		濡れ面の乾き	早い	遅い	A < B
		乾き面の結露	遅い	早い	A < B
	上昇時	試験片温度上昇	遅い	早い	A < B
		濡れ面の乾き	遅い	早い	A > B
		乾き面の結露	-	-	-
直射(参考)	上昇時	試験片温度上昇	早い	遅い	A > B
		濡れ面の乾き	早い	遅い	A < B
		乾き面の結露	-	-	-

※1 気温、桁温度の場面設定

気温、桁温度、試験片温度が等しい状態からの温度変化を想定
温度下降時に乾き面に結露が発生することを想定
温度上昇時に濡れた面が乾くことを想定

※2 腐食減耗量判定の前提

温度が高いと腐食速度は速い
濡れている時間が長いと、腐食量は大きい

4. まとめ

熱伝導率が異なる2種類の接着シートのワッペン試験片を鋼橋主桁に設置して1年間の暴露試験を行い、以下の結果が得られた。

- (1) 鋼橋の腐食環境の厳しさに依らず、熱伝導率が低いブチルゴムを使用した通常型の試験片の方が、鋼部材の温度に近いと考えられる熱伝導対応型よりも、わずかではあるが腐食減耗量が大きくなる傾向がみられた。なお、腐食減耗量に及ぼす影響については引き続き検討を行う。
- (2) 通常型と熱伝導対応型の腐食減耗量の差異は、一般的なワッペン式暴露試験における試験片ごとのばらつきのレンジと同程度であること、ならびに、通常型を用いた現行の暴露試験は、熱伝導対応型よりも腐食減耗量が大きくなる傾向を考慮すれば、既設橋梁の健全性評価等を目的とするような場合には、ワッペン式暴露試験における熱伝導の影響は考慮しなくてもよいと考えられる。

【参考文献】

- 1) (社)日本鋼構造協会：耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術，JSSCテクニカルレポート，No.73，pp.149-155，2006
- 2) 八木孝介，貝沼重信，平尾みなみ：熱伝導性を考慮した鋼構造部材の腐食環境モニタリングに関する基礎的研究，土木構造・材料論文集，第33号，pp.49-57，2017.12.