

異なる暴露環境における耐候性鋼材のさび特性

構造工学研究室 米丸 慎人

1. 序論

耐候性鋼材とは写真-1¹⁾(右)のような緻密な保護性さびの形成により腐食を抑制する鋼材である。飛来塩分量が0.05mdd以下のマイルドな腐食環境であると保護性さびは形成されるが、沖縄のような過酷な腐食環境では保護性さびの形成は厳しいとされている²⁾。しかし、実際に沖縄でも長期間供用された耐候性鋼橋が現存している。そこで本研究では、過酷な腐食環境である沖縄でも保護性さびが形成されるかを検証することを目的に、異なる暴露環境で8年間暴露された耐候性鋼板のさびの評価をおこなう。

2. 保護性さび評価方法

2-1. 暴露状況

本研究では、琉大暴露場と那覇港暴露場の2つの暴露場で雨がかりあり、雨がかりなしという条件で8年間暴露された耐候性鋼材のさびの評価を行なった。なお、離岸距離は琉大暴露場が2.5km、那覇港暴露場が0.01kmとなっている。

2-2. 試験体

本研究で使用した耐候性鋼材はJIS規格耐候性鋼材で、サイズは75×150×6mmであり水平置きとする。

2-3. 暴露場の腐食環境

琉大暴露場と那覇港暴露場の環境条件は、平均気温と平均湿度はほぼ同程度(23℃、48%)だが、の平均飛来塩分量を見てみると、那覇港暴露場0.3mdd、琉大暴露場が0.17mddと那覇港暴露場が琉大暴露場の約2倍の飛来塩分量となっている。

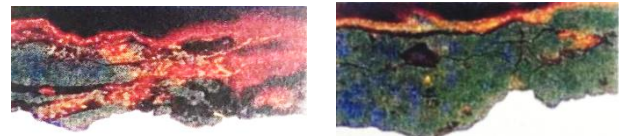
2-4. 評価・分析方法

日本鋼構造協会・耐候性鋼橋梁部会の耐候性鋼材外観評価評点に基づき、さび厚と外観観察から評価した³⁾。さび厚は電磁膜厚計を使用し、5回測定した値の平均を用いた。また、回収した耐候性鋼を切断して偏光顕微鏡を用いさび層断面を観察し、保護性さびの生成状況を確認した。なお、さび層断面の偏光顕微鏡観察は、直交ニコル下で観察した。直交ニコルとは、光路に偏光子を加え、検光子を差し込んで観察する方法である。

3. 試験結果

3-1. 外観評価結果

腐食外観状況を写真-2から写真-5に示す。琉大暴露場及び那覇港暴露場の雨がかりありの耐候性鋼板の表面は共にさび厚200μm以下と良好で、色むらの無い均一なさびができていて外観も良好であった。日本鋼構造協会・耐候性鋼橋梁部会の耐候性鋼材外観評価評点では、琉大暴露場の耐候性鋼は外観評点4、那覇港暴露場の耐候性鋼は外観評点3である。裏面の方はさび厚が安定していたが、均一なさびにならなかった。外観評点は両暴露場とも3となる。また、琉大暴露場及び那覇港暴露場の雨がかり



(1) 層状剥離さび

(2) 保護性さび

写真-1 偏光顕微鏡による耐候性鋼の観察¹⁾



(1) 180.4 μm



(2) 246 μm

写真-2 琉大暴露場雨がかりあり腐食外観状況 1)表 2)裏



(1) 671.8 μm



(2) 361.8 μm

写真-3 琉大暴露場雨がかりなし腐食外観状況 1)表 2)裏



(1) 206.8 μm



(2) 243 μm

写真-4 那覇港暴露場雨がかりあり腐食外観状況 1)表 2)裏



(1) 505 μm



(2) 523 μm

写真-5 那覇港暴露場雨がかりあり腐食外観状況 1)表 2)裏

なしの耐候性鋼板は、さび厚が 400 μm を超えていてうろこ状のさびを形成しており、琉大暴露場、那覇港暴露場共に外観評点 2 となる。裏面の方は、琉大暴露場の耐候性鋼材はさび厚が 400 μm 以下であったが、うろこ状のさびを形成していた。那覇港暴露場耐候性鋼材は、さび厚も大きくうろこ状のさびを形成していた。外観評点は両暴露場とも 2 となる。表-1 にさび厚及び評点一覧を示す。

表-1 耐候性鋼材さび厚、評点一覧

		数量	さび厚(表)	さび厚(裏)	評点(表)	評点(裏)
琉大暴露場	雨がかりあり	2	180.9 μm	246.2 μm	4	3
	雨がかりなし	2	689.9 μm	344.6 μm	2	2
那覇港暴露場	雨がかりあり	3	195.2 μm	233.4 μm	3	3
	雨がかりなし	3	585.8 μm	533.7 μm	2	2

3-2. 偏光顕微鏡による観察

写真-6 は 30 年間自然暴露され、実際に保護性さびを形成した耐候性鋼を偏光顕微鏡で観察したものである。保護性さびの比較のためにこれを用いた。写真-7 に琉大暴露場雨がかりありの耐候性鋼、写真-8 に那覇港暴露場雨がかりありの耐候性鋼を示す。琉大暴露場雨がかりありの耐候性鋼は写真-6 と同様に消光層と偏光層がきれいに 2 層に分かれており保護性さびを形成している可能性があるとして推測される。しかし、那覇港暴露場雨がかりありの耐候性鋼は消光層と偏光層が 2 層に分かれているが、所々消光層と偏光層が混在しているため保護性さびが形成している可能性は低いと推測される。琉大暴露場雨がかりなしの耐候性鋼及び那覇港暴露場の雨がかりなしの耐候性鋼は、消光層と偏光層が 2 層に別れておらず保護性さびを形成していないと考えられる。

4. 考察

雨がかりあり、雨がかりなしという 2 つの異なる暴露環境では、雨がかりありの耐候性鋼板の方がさびが安定していた。これは、雨がかりありでは鋼材表面に付着した塩分が雨によって流されることでさびの進行が抑制されるからだと考えられる。偏光顕微鏡による観察では、実際に保護性さびを形成している耐候性鋼と同じような傾向のさびを観察することができた。従って、沖縄のような過酷な腐食環境でも環境条件によっては保護性さびが形成できる可能性があるとして推測される。

耐候性鋼材の表面と裏面を比較すると、雨がかりありでは裏面の方が腐食が進んでいた。これは、裏面は表面に比べて雨に濡れた後の湿潤状態が長い為だと推測される。雨がかりなしに関しては、付着した塩分が流されることは無いので塩分が付着しづらい裏面の方が腐食が抑えられていた。

5. まとめ

雨がかりありでは保護性さびが形成されたが雨がかりなしでは保護性さびの形成は確認できなかった。

表裏を比べると、雨がかりありでは裏面の方が腐食が進んでいた。雨がかりなしでは表面の腐食が進んでいた。

参考文献

- (1) 鋼道路橋塗装・防食便覧 社団法人日本道路協会 2005,12, ppIII-5
- (2) 日本道路協会: 道路橋示方書, 2002.3
- (3) 社団法人日本鋼構造協会 (2) 社団法人日本鋼構造協会: 耐候性鋼橋梁の可能性と新しい技術, 2006, No.73, pp187-188

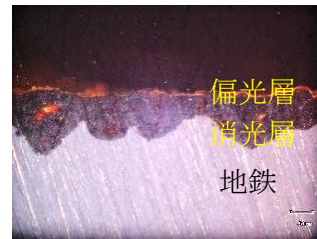


写真-6 30年間暴露され実際に保護性錆を形成した耐候性鋼

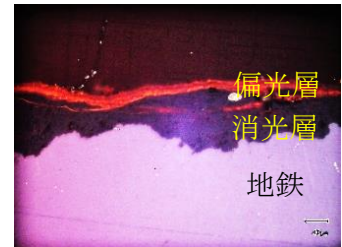


写真-7 琉大暴露場雨がかりあり偏光顕微鏡観察

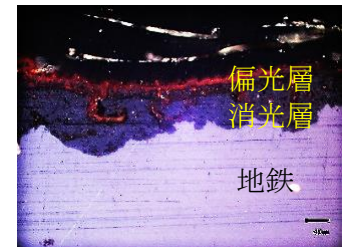


写真-8 那覇港暴露場雨がかりあり偏光顕微鏡観察



写真-9 琉大暴露場雨がかりなし偏光顕微鏡観察

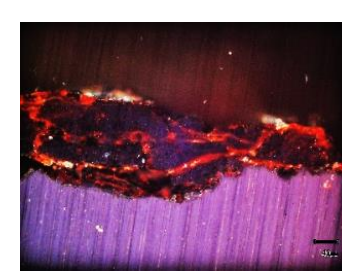


写真-10 那覇港暴露場雨がかりなし偏光顕微鏡観察

