沖縄における大気腐食に及ぼす台風の影響*

中野 敦**, 押川 渡**

** 琉球大学 工学部 機械システム工学科

Effect of Typhoon on the Atmospheric Corrosion of Carbon Steel in Okinawa*

Atsushi Nakano** and Wataru Oshikawa**

** Department of Mechanical and Systems Engineering, Faculty of Engineering, University of the Ryukyus

キーワード 大気暴露試験, 塩水噴霧試験, 台風, 海塩, 腐食量

Key words : atmospheric corrosion test, salt spray test, typhoon, sea salt, corrosion loss

1. 緒 言

鋼材腐食の進行に大きく影響する主な環境因子は、相対湿度と鋼材表面の付着海塩量とされているが^{1)~3)}、これらの数値は実環境において、気象状況に左右され変動が激しい⁴⁾。特に降雨は水分をもたらし腐食を促進する一方で、海塩などの汚染物質を洗浄する働きもあり、腐食現象を複雑にしている。また、亜熱帯島嶼環境にある沖縄は台風常襲地域であるため、台風の影響を考慮する必要があるが、現在のところその報告例は少ない。

そこで、本研究では、沖縄における大気腐食性を評価するために、台風時における大気暴露試験を行い、台風の影響を考慮した鋼材の腐食量および腐食速度について調べた。また、塩水噴霧試験を行い、台風時における暴露試験結果との相対評価についても検討した。

2. 実 験 方 法

2.1 大気暴露試験

腐食試験片に暴露面積 125×55 mm の冷延鋼板 SPCC-SB を用いて、琉球大学暴露試験場 (Outdoor) で約 1 年間の大気暴露試験を行った。Table 1 に各試験片の暴露期間を示す。暴露期間中において、沖縄地域に台風 8 号 (2009 年 8 月 6 日) が接近する前後に試験片を回収した (A0, A1)。台風通過後は所定の期間ごとに試験片を回収した (A2~A6)。また、台風接近時に回収して、通過後に再度設置した試験片 (B0~B4) と台風接近時のみ設置した試験片 (E0) についても同様に回収した。所定の期間ごとに回収した試験片は、腐食生成物を除去した後、初期重量との差を腐食量とした。また、沖縄地域に接近した台風 (2003 年台風

10 号, 2010 年台風 4, 7, 9, 14 号) について、台風期間中に琉球大学暴露試験場 (Outdoor) と琉球大学工学部 4 号館 5 階屋根付き暴露場 (Shelter) に試験片を設置し、同様に腐食量を求めた。ここで、屋根付き暴露場 (Shelter) に設置した試験片は降雨の影響は受けにくい。飛来塩分付着量の捕集法としてドライガーゼ法を使用し、ガーゼ中の飛来塩分を蒸留水に溶解させてイオンクロマトグラフ法によって分析した。

2.2 塩水噴霧試験

腐食試験片に 50×50×0.8 mm の冷延鋼板 SPCC-SB を用いた。塩水噴霧試験は塩乾湿複合サイクル試験機 (スガ試験機 (株) 製 ISO-3-CY) を用いて、試験温度 35℃、試験液 NaCl 溶液 (0.3, 0.03, 0.003%) で 7 日間行った。試験片は所定の期間ごとに回収して、同様に腐食量を測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 大気暴露試験

Fig. 1 に台風 (2009 年台風 8 号) における腐食量の変化を示す。A0~A6 (●) は台風時に暴露し、台風の影響を受けた試験片で、B0~B4 (○) は、台風を回避し台風

Table 1 Atmospheric corrosion period.

Specimen	Exposure test duration (May 2009-Sep. 2010)											
	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan.	Feb.	Mar.	~Sep.
				T8								
E0				→								
A0				→								
A1				→								
A2					→							
A3						→						
A4							→					
A5								→				
A6									→			
B0					→							
B1						→						
B2							→					
B3								→				
B4									→			

※ ■ Typhoon 8, → Exposure test duration.

* 第 57 回材料と環境討論会 (沖縄, 2010 年) で発表

** 〒903-0213 沖縄県中頭郡西原町字千原 1 番地 (1, Sembaru, Nishihara, Nakagami-gun, Okinawa, 903-0213 Japan)

Fig. 1 Atmospheric corrosion test in okinawa.

の影響を受けていない試験片である。暴露期間3カ月から10カ月の試験片(A0~A5(●))において、暴露期間が長くなり、さびが成長するにつれて、腐食を抑制する効果がみられる。これは、耐候性鋼の腐食予測の基本式として知られている腐食量 Y と経年 t の関数 $Y=at^n$ によく一致している^{5), 6)}。台風通過直後に回収した試験片A1は、腐食量の増大がみられた。B0~B4(○)においても暴露期間が長くなると腐食を抑制する効果がみられた。しかし、台風時暴露(●)と台風時回避(○)の腐食量に大きな差異はみられない。10カ月後に回収した試験片の腐食量は、それぞれ291 g/m²、260 g/m²で同程度であった。このことより、この2009年台風8号においては、台風による付着塩分量や風雨量の影響は小さいものと考えられる。約1年6カ月間暴露した結果、腐食量はいずれの試験片も増大している。ここで、暴露期間10カ月から1年6カ月までの間に沖縄に接近した台風は2件あった。後述するように、台風時の飛来塩分量や気象データなどは台風それぞれに特徴があるため、この期間に接近した台風2件においては、鋼材の腐食量に影響を及ぼしたものと予想される。

3.2 台風時における腐食量の変化

Fig. 2に台風期間中において、琉球大学暴露試験場(Outdoor)に設置した試験片の腐食量を示す。図中の数値は腐食速度mdd(mg/dm²/day)を示している。2003年台風10号の腐食量143 g/m²が最も大きく、それ以外の台風では40 g/m²以下となり、2010年台風14号では2.3 g/m²で最も小さい値となった。腐食速度は、それぞ

Fig. 2 Weight loss in the atmospheric corrosion test during typhoon.

れ台風の接近期間が異なり暴露設置期間が様々であるため、大きな差異がみられた。Table 2に各台風期間中の飛来塩分量と降雨量を示す。降雨量は琉球大学に設置する雨量計と気象庁那覇気象台の測定値で、空欄は欠測データである。降雨量は琉球大学の雨量計と気象庁データに相関が見られ信頼できる値が得られた。飛来塩分量は台風によって大きな差がみられ、2010年台風14号では21.7 mddと最も大きい値となった。ドライガーゼ法の場合、飛来塩分がガーゼに付着しても、台風のような強風強雨で洗浄されることがある。2010年台風14号では、降雨量が30.9 mmと少ないため、試験片が洗浄されなかったものと推測される。以上のように、それぞれの台風によって腐食量と腐食速度は大きく異なり、飛来塩分量や気象データについてもそれぞれに台風の特徴がみられた。腐食量と飛来塩分量および気象データの関連性については更にデータの蓄積が必要となり、今後の課題となる。

3.3 塩水噴霧試験

Fig. 3に塩水噴霧試験による腐食量の変化と台風期間中の腐食量をプロットした結果を示す。塩水噴霧試験は、いずれのNaCl濃度においても、噴霧時間が長くなると腐食量は増大し、濃度が高いほど腐食量は大きくなっている。2009年台風8号と2010年台風4, 7号の腐食量は、暴露期間に違いはあるものの同程度の値となった。2003年台風10号の屋根付き暴露場の試験片(Shelter)の腐食量は、屋外暴露場の試験片(Outdoor)よりも大きい。これは、台風により多少の風雨はあるものの試験片が洗

Table 2 Air borne chloride-ions and precipitation during typhoon period.

Exposure test site		University of the Ryukyus					
Test duration		T10	T8	T4	T7	T9	T14
		8/4-11, 2003	8/5-7, 2009	8/2-12, 2010	8/30-9/1, 2010	9/2-6, 2010	10/28-29, 2010
Air-borne salt (mdd)		-	-	0.3	0.82	-	21.7
Precipitation (mm)	Measurement	181	11.5	-	-	99.5	30.9
	Meteorological	167	13.5	137.5	82.5	123	58

Fig. 3 Comparison of weight loss in the atmospheric corrosion test during typhoon and salt spray test using NaCl solution.

浄されにくいいため飛来塩が堆積し、結果的に腐食量は増大したものと考えられる。また、この台風において試験片 (Shelter) の腐食量は、0.03 %NaCl を用いた塩水噴霧試験の結果とよく一致している。ここで、2003 年台風 10 号時の暴露期間中の降雨量は 181 mm で、雨水中の電導度を測定したところ 18.0 mS/m であった。これを NaCl 換算すると約 0.01%NaCl となった。これにより、

2003 年台風 10 号の台風においては、この期間中に約 0.01 %NaCl 相当の降雨があり、腐食量も 0.03 %NaCl を用いた塩水噴霧試験結果と同程度の値になったものと考えられる。

4. 結 言

沖縄における大気腐食性を評価するために、台風の影響を考慮した鋼材腐食について検討した。台風によって腐食量に大きな差がみられた。2009 年台風 8 号においては、鋼材腐食に及ぼす台風の影響は小さい。2003 年台風 10 号の琉球大学工学部 4 号館 5 階屋根付き暴露場の試験片の腐食量は、0.03%NaCl を用いた塩水噴霧試験の結果とよく一致した。

参 考 文 献

- 1) H. Masuda and H. Katayama, *Zairyo-to-Kankyo*, **56**, 154 (2007).
- 2) S. Hara, T. Kamimura, T. Moncho and H. Miyuki, *Zairyo-to-Kankyo*, **55**, 75 (2006).
- 3) Y. Todo, K. Kanehira, K. Kimura and J. Fukakura, *Zairyo-to-Kankyo*, **51**, 153 (2002).
- 4) W. Oshikawa, S. Itomura, T. Shinohara and S. Tsujikawa, *Zairyo-to-Kankyo*, **51**, 398 (2002).
- 5) S. Feliu, M. Morcillo and S. Feliu, Jr, *Corrosion Science*, **34**, 403 (1993).
- 6) I. Kage, K. Kyono and Y. Matsuda, *JFE gihou*, **18**, 62 (2007).

(Manuscript received December 1, 2010;
in final form January 28, 2011)