

# 実塩害環境下の鋼材腐食特性と相関性のある促進試験法の開発

構造研究室 065321H 島袋 綾子

## 1. はじめに

沖縄県は、高温多湿であり、平均風速が速いこと、周りを海で囲まれていること、飛来塩分量が膨大であることから、鋼材にとって非常に厳しい腐食環境である。

一般的に、鋼材の腐食耐久性を短期間で評価する試験方法に塩水噴霧試験(JIS Z 2371)や複合サイクル試験(JIS H 8502)などの腐食促進試験が定められている。しかし、これらの腐食促進試験は自然環境を再現していないと言われており、実環境との相関がとれていないことが指摘されている。そこで本研究では、耐候性鋼板センサ、飛来塩分量を促進条件として、実際の厳しい塩害環境を再現する潮風腐食促進試験装置の開発を目的に実験を行った。ここで、再現する厳しい塩害環境の目標を**写真1**に示す国頭村辺野喜橋とした。辺野喜橋は河口からの距離が短く、海から陸にかけて強い風が吹くことなどから塩害による腐食が著しく進行しており、2009年7月に腐食により自然崩落している。本研究ではこの厳しい塩害環境の再現を目指した。



写真1 研究対象橋の全景と腐食状況



写真2 潮風腐食促進試験装置



写真3 超音波霧化ユニットとミスト発生状況

## 2. 試験方法

### 2.1 潮風腐食促進試験装置

**写真2**に実験を行った潮風腐食促進試験装置を示す。潮風腐食促進試験装置では、その試験装置内に設置した超音波霧化ユニットから発生させたミスト(粒径  $3\mu\text{m}$ )を吸気ファンで吸い込むことによって、潮風をつくった。**写真3**に使用した超音波霧化ユニットとミストの発生状況を示す。

### 2.2 潮風腐食促進試験

**表1**に腐食促進試験パラメータを示す。試験NO.1から試験No.7までは予備実験として行った。試験装置内の環境を調べるために、ACM センサ、温湿度計、耐候性鋼板センサ、風速計、ドライガージを設置し測定を行った。**写真4**にそれらの設置状況を示す。

表1 腐食促進試験パラメータ

試験No.	試験名	サイクル条件	ミスト	霧化ユニットの数[個]	霧化ユニットからの距離[cm]	備考
1	真水ミスト実験	ミスト×12h	真水	5	—	予備実験
2	6-2K-0%-50	6h ミスト + 2h 吸気乾燥	真水	4	50	
3	6-2K-5%-45	6h ミスト + 2h 吸気乾燥	5%塩水	1	45	
4	2-6K-0%-50	2h ミスト + 6h 吸気乾燥	真水	3	50	
5	2-6K-5%-45	2h ミスト + 6h 吸気乾燥	5%塩水	2	45	
6	2-6N-0%-15	2h ミスト + 6h 自然乾燥	真水	2	15	
7	2-6N-5%-18	2h ミスト + 6h 自然乾燥	5%塩水	2	18	
8	2-6N-0%-10	2h ミスト + 6h 自然乾燥	真水	2	10	
9	2-6N-5%-25	2h ミスト + 6h 自然乾燥	5%塩水	2	25	
10	2-6N-3%-25	2h ミスト + 6h 自然乾燥	3%塩水	2	25	
11	2-6N-5%-50	2h ミスト + 6h 自然乾燥	5%塩水	2	50	

## 3. 試験結果

### 3.1 潮風腐食促進試験結果

#### 1) ACM センサ腐食電流値、風洞内の気温・湿度

**図1**および**図2**に試験装置内に設置した温湿度計とACMセンサの結果を示す。**図1**より試験装置内は2時間の湿潤と6時間の乾燥を繰り返していることがわかる。また、ACM腐食電流値は試験装置内の湿潤と乾燥に伴って変化しており、塩分濃度5%(2-6N-5%-25 ケース)の方が真水(2-6N-0%-10 ケース)よりも電流値が高くなっている。これは電気伝導度が塩によって上がったためだと考えられる。

#### 2) 平均風速

各測定位置での風速の測定の結果、0.39m/s から0.88m/s とばらつきがでていいる。これは一様流用のメッシュの設置位置や超音波霧化ユニット

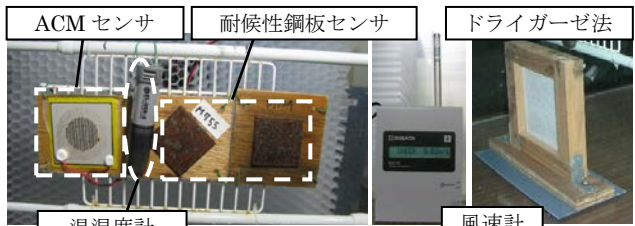


写真4 計測機器

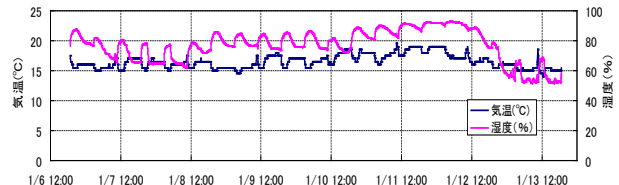


図1 促進試験装置内の気温・湿度

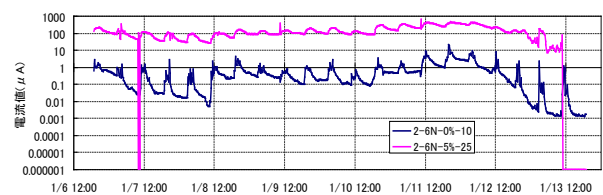


図2 ACM腐食電流値

を入れている容器の大きさや設置位置の影響によるものだと考えられる。試験装置内の平均風速は0.68m/sであった。表2に各実験での平均風速を示す。

### 3) 飛来塩分量

ドライガーゼを設置し2時間のミストを噴霧したときの飛来塩分量を測定した。表2に各実験の塩分量を示す。表より、予備実験を省けば塩分濃度5% (2-6N-5%-50 ケース) の塩分量が最も多く11.67mg/2hであった。また霧化ユニットの数が同じ場合は、塩分量は距離に関係なくミストの塩水濃度に関係があると考えられる。辺野喜橋で一ヶ月間の飛来塩分捕集を行って計測された塩分量はおよそ2mgであった。それと比較して、促進試験ではおよそ2倍から6倍の塩分量を付着させていることが伺える。

### 4) 表面発錆状態の外観調査

写真5に促進試験後の耐候性鋼板センサの表面の腐食状態と錆厚を示す。真水(2-6N-0%-10 ケース)と塩水濃度5%(2-6N-5%-25 ケース)の錆色は暗褐色、塩水濃度3%(2-6N-3%-25 ケース)の錆色は茶褐色、塩水濃度5%(2-6N-5%-50 ケース)の錆色は濃い褐色へと変化した。

### 5) 耐候性鋼板センサ 錆厚変化

図3に潮風腐食促進試験で設置した耐候性鋼板センサの錆厚の近似曲線( $Y=AX^b$ )を示す。図より、塩水濃度3%(2-6N-3%-25 ケース)が一番高い値を出しており、塩水濃度5%(2-6N-5%-25 ケース)と比較しても大きくなっている。また、塩水濃度5%の2-6N-5%-25 ケースと2-6N-5%-50 ケースを比較すると、2-6N-5%-25 ケースの方が大きい。これらより、濃度が一定の場合は距離が遠くなれば錆は発生しにくいことがわかる。また、距離が一定の場合は塩水濃度3%(2-6N-3%-50 ケース)の方が錆が発生しやすいという結果が得られた。

表3は真水(2-6N-0%-10 ケース)を基準としたときの10日後、30日後予測値、1年後予測値の促進倍率を示している。塩水濃度3%(2-6N-3%-25 ケース)が1年後におよそ2倍の促進倍率が得られると考えられる。

図4に複合サイクル試験・大気曝露試験との錆厚近似曲線の比較を示す。5%塩水塗布の促進試験が大幅に上回っているが、大気曝露試験と比較すると促進効果があることがわかる。

図5に辺野喜橋に設置した耐候性鋼板センサとの錆厚近似曲線を示す。30日あたりまでは促進試験の錆厚が上回っているが、その後は辺野喜橋の錆厚が直線的に伸びていくのがわかる。

## 4. 結論

- 1) 超音波霧化ユニットと吸気方式により潮風の状況をつくることができた。
- 2) 塩分濃度とユニットの位置によって、錆の発生が変化した。
- 3) 辺野喜橋と比較すると、飛来塩分量は腐食促進試験が多いが、錆厚の変化は辺野喜橋が大きかった。

今後の課題の一つとして、潮風腐食促進試験で発生した錆が実環境のものと同じかを検証する必要がある。

表2 平均風速・塩分量

試験No.	試験名	ミスト	霧化ユニットからの距離 [cm]	霧化ユニットの数 [個]	平均風速 [m/s]	塩分量 [mg/2h]
2	6-2K-0%-50	真水	50	4	0.47	0.16
3	6-2K-5%-45	5%塩水	45	1	0.39	4.34
4	2-6K-0%-50	真水	50	3	0.62	0.09
5	2-6K-5%-45	5%塩水	45	2	0.58	2.39
6	2-6N-0%-15	真水	15	2	0.88	17.75
7	2-6N-5%-18	5%塩水	18	2	0.79	8.91
8	2-6N-0%-10	真水	10	2	0.77	0.62
9	2-6N-5%-25	5%塩水	25	2	0.71	9.49
10	2-6N-3%-25	3%塩水	25	2	0.78	4.19
11	2-6N-5%-50	5%塩水	50	2	0.84	11.67

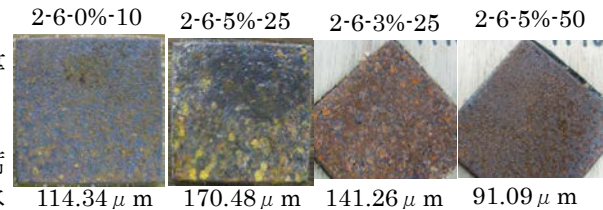


写真5 腐食促進試験後の腐食状態と錆厚

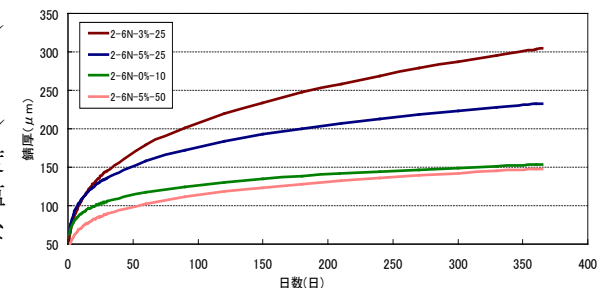


図3 潮風腐食促進試験の錆厚近似曲線

表3 錆厚計測による促進倍率

	10日後		30日後予測値		1年後予測値	
	錆厚(μm)	倍率	錆厚(μm)	倍率	錆厚(μm)	倍率
2-6N-0%-10	90.9	1.00	105.4	1.00	153.3	1.00
2-6N-5%-25	110.7	1.22	134.0	1.27	226.5	1.48
2-6N-3%-25	105.4	1.16	145.8	1.38	304.5	1.99
2-6N-5%-50	71.2	0.78	89.0	0.84	148.1	0.97

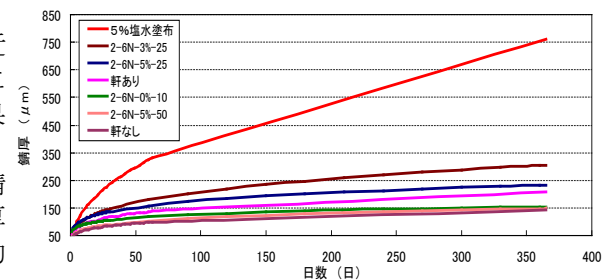


図4 促進試験の錆厚近似曲線の比較

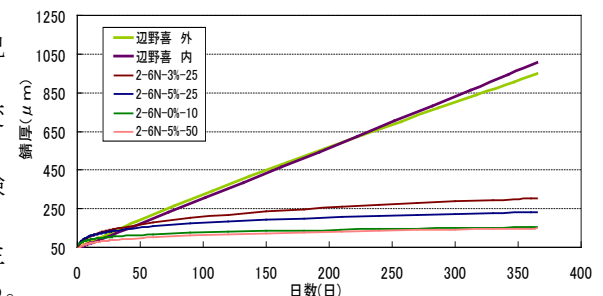


図5 促進試験の錆厚近似曲線の比較