

# 炭素鋼の大気腐食について

古明地 哲人 沢田 正 大平 俊男  
山本 洋一\* 門井 守夫\*

(\* 日本大学理工学部)

## 1 はじめに

前報<sup>1)</sup>において大気汚染による金属腐食の研究の概要と1970年9月から1971年1月までの5カ月間の調査結果について報告したが、短期間の調査であったため侵食度と環境要素の相関を図で示すにとどめた。本報では、1970年9月から1973年1月までの2年5カ月の結果をもとに、炭素鋼の侵食度と環境要素の関係を単相関係数により検討したので報告する。

## 2 調査研究方法

前報<sup>1)</sup>の調査研究方法に加えたのは次の項目である。

(1) 暴露地；商工業地域(高度汚染地域)：粧谷保健所(大田区)・本研究所(千代田区)，田園地域(軽度汚染地域)：高尾自然科学博物館(八王子市)で、1971年7月より暴露試験をはじめた。

(2) 気象観測；大気暴露している金属試料表面のぬれの状態を知るため、結露時間、降雨時間、ぬれ時間、ぬれ回数の測定を1971年11月から本研究所において行なった。ここで結露時間とは物体表面に結露している時間の1カ月積算時間であり、降雨時間とは降雨によるぬれの1カ月積算時間、ぬれ時間とは降雨・結露によるぬれの1カ月積算時間、ぬれ回数は降雨・結露によるぬれの1カ月間における回数である。なお測定は積算結露時間計DR-2型(東洋理化(株))を使用した。

(3) 大気汚染物質の測定；降下ばいじん濾液の電導度、pHを1971年8月より全暴露試験地において行なった。

## 3 結果

(1) 1カ月暴露 1カ月暴露の炭素鋼の侵食度と暴露月との関係を図1に示す。図1より1カ月暴露の侵食度は、気温・湿度が高く、降水量の多い春・夏・秋期に大、冬期に小であり、気象との関係の深いことが推測さ

れる。暴露地別に比較すると、商工業地域である城東・舟渡・粧谷・東京タワー-25mは全期間について侵食度が、住宅地域である衛生研究所、田園地域である高尾自然科学博物館は小であり、侵食度の地域差が認められた。

(2) 長期暴露 図2、3に長期暴露の炭素鋼の侵食度と暴露月数との関係を示す。図2、3より侵食度の増加は暴露開始時期にもよるが、暴露開始後2~4カ月の期間大であり、以後漸増を示した。暴露地別に比較すると、1カ月暴露の結果と同様に東京タワー・城東・舟渡・粧谷の商工業地域は侵食度の増加が大、衛生研究所、高尾は小であった。本調査においては、金属材料の腐食に影響を与える環境要素として考えられるのは、気象、大気汚染のみであることから、1カ月暴露・長期暴露の炭素鋼の侵食度の地域差は、気象の地域差が小である<sup>1)</sup>ため、大気汚染の地域差によると考えてよいと思われる。

また図2に示すように東京タワー-225mの高所における侵食度が11カ月後より急激に増加した。また図1の1カ月暴露においても同時期の1971年6月の東京タワー-225mの侵食度の増加が顕著であった。図3においては、さらに明確に東京タワー-225mの侵食度の増加がみられた。

上記の東京タワー-225mの侵食度の急激な増加については、東京タワーにおける高所(225m)の大気汚染の状態が変化し、侵食度を促進すると考えられる大気汚染物質が増加し、その結果として侵食度が著しく増加したと考えられる。

## (3) 炭素鋼の腐食と環境要素との関係

炭素鋼の侵食度<sup>2)</sup>に影響する環境要素と炭素鋼の侵食度との単相関係数を表1に示す。

ア 気象要素 気象観測値は全暴露試験地において得ることが望ましいが、ここでは東京管区気象台、東京航

図1 各暴露月と侵食度との関係 (炭素鋼の毎月々)

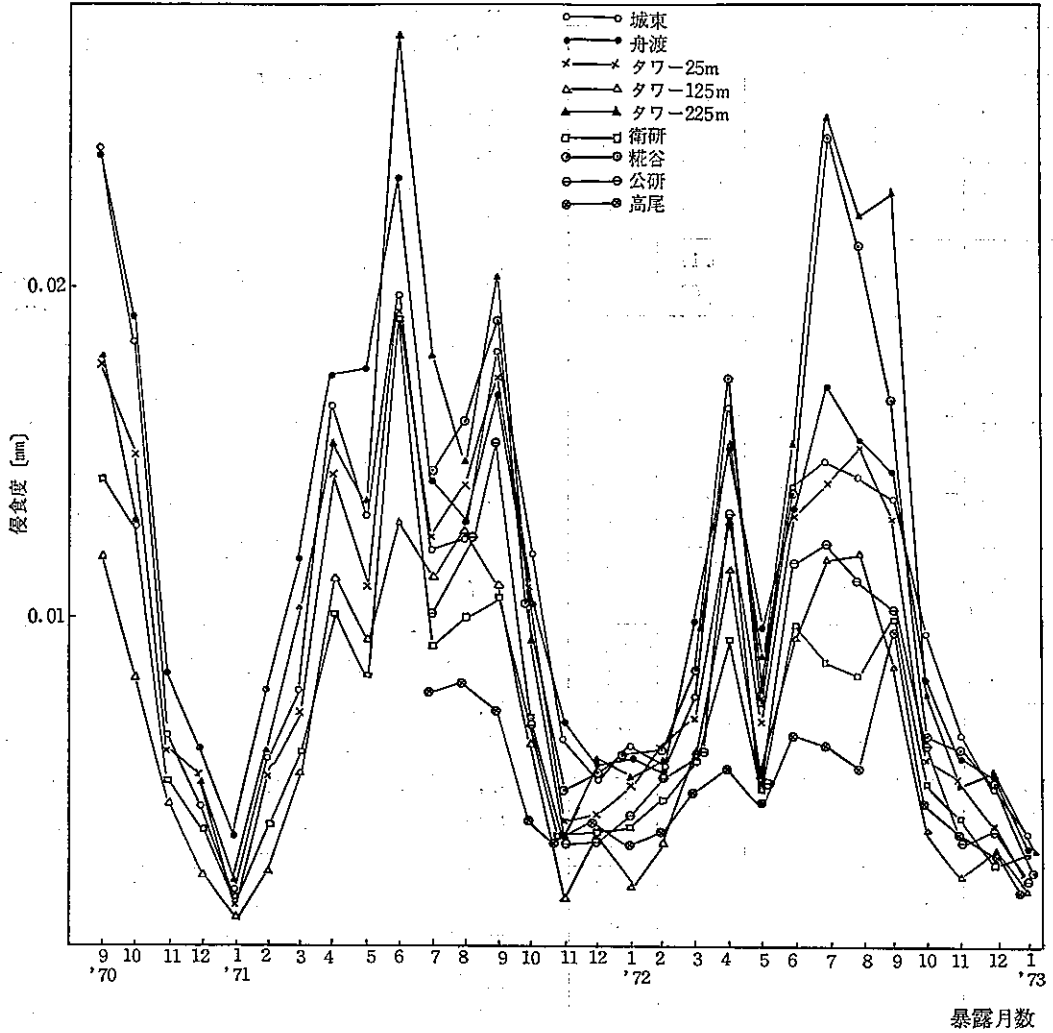
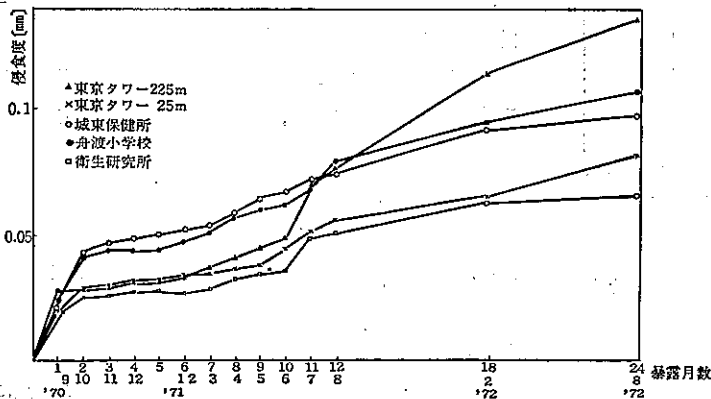


図2 炭素鋼の長期暴露の侵食度 (1970.9~1972.9)



空地方気象台、高尾自然科学博物館における観測結果を使用した。

表1より気温、湿度、降水量は正の強度の相関を示し、3(1)でふれた1ヵ月暴露の侵食度の暴露月による差違と同様のことが考えられる。風速、日照時間、日照率は負の強度の相関を示した。月間平均風速は全期間でも2.9~5.5 [m/s] であり、特定の時期に特別の値を示すことはないため、この結果についてはさらに検討を要する。日照率は日照時間に

表1 炭素鋼の侵食度（1カ月暴露）と各要素との単相関

|                             | 侵 食 度                        |                        | 侵食度の比                             |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------|-----------------------------------|
| 気 温 <sup>1)</sup>           | $r = 0.72^{**}$<br>$n = 130$ | いおう酸化物<br>( $PbO_2$ 法) | 0.12<br>84<br>0.36**<br>133       |
| 湿 度 <sup>2)</sup>           | $0.75^{**}$<br>129           | 塩素化合物                  | -0.08<br>84<br>0.47**<br>131      |
| 降 水 量 <sup>3)</sup>         | $0.38^{**}$<br>114           | 降下ばいじん総量               | 0.14<br>69<br>0.27<br>114         |
| 風 速 <sup>4)</sup>           | $-0.33^{**}$<br>129          | 降下ばいじん濾液の電導度           | 0.64**<br>62<br>0.52**<br>105     |
| 日照時間 <sup>5)</sup>          | $-0.36^{**}$<br>130          | 降下ばいじん pH              | -0.05<br>40<br>-0.19<br>67        |
| 日 照 率 <sup>6)</sup>         | $-0.68^{**}$<br>130          | いおう酸化物 <sup>8)</sup>   | 0.24*<br>75<br>0.27<br>55         |
| 気 温<br>(東京タワー<br>高尾)        | $0.74^{**}$<br>34            | 一酸化窒素 <sup>9)</sup>    | $-0.36^{**}$<br>75<br>-0.10<br>56 |
| "<br>(東京タワー)                | $0.79^{**}$<br>25            | 二酸化窒素 <sup>10)</sup>   | $-0.40^{**}$<br>75<br>-0.28<br>55 |
| "<br>(高尾)                   | $0.73^{**}$<br>12            | 一酸化炭素 <sup>11)</sup>   | $-0.39^{**}$<br>59<br>-0.12<br>45 |
| "<br>(タワー、公<br>研、糞谷、<br>高尾) | $0.76^{**}$<br>65            | 浮遊微粒子 <sup>12)</sup>   | -0.20<br>61<br>-0.05<br>54        |
| 湿 度<br>(糞谷)                 | $0.84^{**}$<br>9             | オキシダント <sup>13)</sup>  | $-0.063$<br>68<br>0.01<br>57      |
| "<br>(タワー)                  | $0.81^{**}$<br>25            | 結露時間                   | 0.71**<br>12                      |
| "<br>(タワー、糞<br>谷)           | $0.82^{**}$<br>35            | 結露回数                   | 0.64*<br>12                       |
| "<br>(公研)                   | $0.82^{**}$<br>19            | 降雨時間                   | 0.69*<br>12                       |
| "<br>(公研、タワ<br>ー、糞谷)        | $0.80^{**}$<br>57            | ぬれ時間                   | 0.73**<br>12                      |

(注) 1)~6)は東京管区気象台の観測値を使用。以下気温、湿度は、東京タワー・公研研究所については東京管区気象台、糞谷は東京航空地方気象台、高尾は高尾自然科学博物館の観測値を使用した。

(注) 7) 高尾の各月の1カ月暴露の侵食度を1として他の侵食度をその比に変換したもの

8)~13) 自動記録計測定結果

$r^*(\phi; 0.05)$  で有意

$r^{**}(\phi; 0.01)$  で有意

比し強度の相関を示すが、これは日照率が日照の状況をよく示し、日照時間は季節により昼の時間の長短に差があるため日照の状況をよく示さないことによると考えられる。気温、湿度については観測値が3カ所あるので、それらと侵食度の相関の地域差について考察した。表1に示すように気温—侵食度、湿度—侵食度の関係はどの暴露地とも強度の相関を示し、とくに例外はなく、その他の環境要素の地域差により、気温—侵食度、湿度—侵食度の関係が強く影響されることはみとめられなかった。

腐食と関係の強い金属表面の結露、降水等によるぬれ時間と侵食度の関係は、表1に示したように侵食度—結露時間・ぬれ時間が強度の相関を示し、結露回数、降雨時間は前者よりも相関はやや弱い。またぬれ時間と降水量の相関係数は0.20 ( $n=12$ ) で相関は弱い。したがって金属表面のぬれ時間との関係を論じる場合、降水量はあまり適当ではないと考えられる。

#### イ 大気汚染物質

(ア) 侵食度と強度の相関を有する要素 侵食度と強度の正の相関を示した要素は、降下ばいじん濾液の電導度、自動記録計によるいおう酸化物、強度の負の相関を示した要素は自動記録計による一酸化窒素、二酸化窒素、一酸化炭素であった。強度の正の相関を示した降下ばいじん濾液の電導度は、降下ばいじん中の可溶性塩類が腐食に強く関与していることを示し、いおう酸化物は硫酸の形で腐食を促進したと考えられる。一酸化窒素、二酸化窒素、一酸化炭素については今後さらに検討を加えたい。

(イ) 侵食度の比と相関を有する要素 3(1)で記したように侵食度は気温・湿度等の気象要素により影響を受け、暴露月により差違が大である。そこで高尾の各月の侵食度を1として他の暴露地の侵食度の比を求めた。侵食度の比に変換することにより、気象によると考えられる月別差の差違が小になり、地域差を全期間通じて表わすのに都合がよい。

侵食度の比と強度の相関を示すのはいおう酸化物（二酸化鉛法）、塩素化合物、降下ばいじん濾液の電導度であった。これらの汚染物質が腐食を促進することは十分考えられる。また、侵食度と相関を有した自動記録計によるいおう酸化物、一酸化窒素、二酸化窒素、一酸化炭素は、侵食度の比とは相関を示さなかったが、この点に

についてはさらに検討を要する。

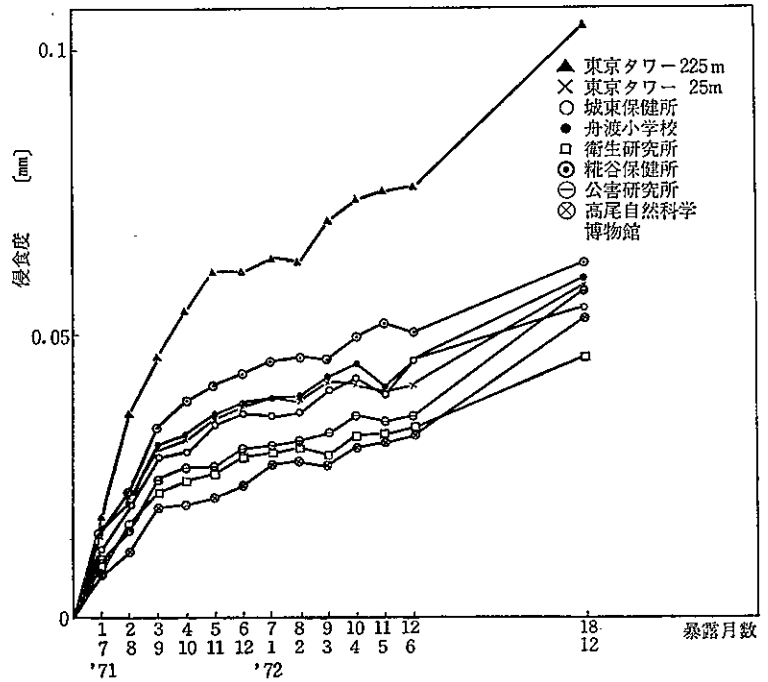
(ウ) 侵食度、侵食度の比とも相関を示さなかった大気汚染要素浮遊微粒子、オキシダントは侵食度、侵食度の比とも相関を示さなかった。オキシダントについては、鋼の侵食度を低下する場合もあるがここではそれを確認することはできなかった。

#### 4 まとめ

1カ月暴露・長期暴露の炭素鋼の侵食度は、大気汚染によると考えられる地域差を明確に示した。1カ月暴露の侵食度と環境要素との関係は、気象要素では気温、湿度が特に強度の正の相関を示し、降水量は正の、風速、日照時間、日照率は強度の負の相関を示した。ぬれ時間、結露時間もまた強度の正の相関を示した。

大気汚染物質では自動記録計のいおう酸化物が強度の正の相関を示し、同様に一酸化窒素、二酸化窒素、一酸化炭素は強度の負の相関を示した。しかし侵食度の比とは相関を示さず、今後検討を要する。降下ばいじん濾液の電導度は、侵食度、侵食度の比とも相関を示し、いおう酸化物 (PbO<sub>2</sub> 法)、塩素化合物は侵食度の比と相関を示した。今後は、腐食に支配的に作用する要素を中心に解析を進めたい。

図3 炭素鋼の長期暴露の侵食度 (1971.7~1973.1)



#### 参考文献

- 1) 東京都公害研究所：大気汚染による金属腐食の研究（第一報），（1973）
- 2) 尾間，菅野，平井：防食技術，14，16~19(1965)
- 3) 平井陽一：表面技術ジャーナル，6，No. 6，17~24 (1973)
- 4) 小林：化学工業，21，No. 12，54~63 (1970)
- 5) Haynie F. H., Upham J. B. : Mater Protect, 10, 18~21 (1971)