

1. 緒言

大規模鋼構造物の腐食現象は各部の環境の差異などから、一義的に評価することは困難である。一方、腐食現象そのものは、環境の時間的、空間的ゆらぎから、本質的に確率的要素を含んでいる。このような点から、近年確率統計論による構造物の腐食診断評価が盛んになってきた。とくに極値統計手法はその有用性が確立されてきている。このような腐食の評価解析手法からさらに一歩進めてその腐食機構の推定まで行なうことができれば、有効な腐食対策ととり得るとともに、また材料や構造設計面への有用な指針となる。確率統計論による腐食現象の取扱いに関する多くの研究報告の中に、最近いくつかの新しい試みがなされてきている¹⁾²⁾³⁾が、未だ充分とはいえない。そこでここでは、とくにタンク底板の場合を取り上げてその確率論的取扱いを行うとともに、腐食機構に関する考察を試みた。

2. 結果及び考察

(1) 腐食残存肉厚の分布

タンク底板の腐食に関する統計の応用は、すでに柴田⁴⁾、三浦⁵⁾らによっていくつかの試みが行われている。しかしそのいずれもタンク底板全体の中から等しくランプリングを行なう方式をとっている。実際のタンク底板の腐食環境を考慮すると、タンク底板外周部と内部部ではその酸素量、乾湿サイクルなどが異なっているものと考えられる。そこでここでは外周部から内部部に至るまで同心円状に底板の面積分割を行なった。この時各同心円とも等面積である。また1つの同心円面積部をさらに124に等面積分割し、その1つを単位とした。なおこの例のタンクは建設後14年を経過した5000kLタンクである。底板の腐食状況は内部部を除き、全面にわたって調査したものである。

1つの同心円面積部における腐食残存肉厚の頻度分布を図1、図2に示す。図1は貫通孔がみられなかった部分の同心円面積部、図2は貫通孔がみられた同心円面積部についてのデータ例である。これを比較すると前者は1つの分布よりなっているのに対して、後者は2種の分布の混合分布よりなっている。また後者の各々の分布は対数正規分布にあっている。

(2) 腐食機構に関する考察

このような2種の混合分布は、次のような意味をもつと考えられる。孔食の進行過程が2段の過程からなるが、もしくは2種類の過程が混合して存在するが、あるいは両者である。すなわち、孔食が進行し、ある深さに達すると

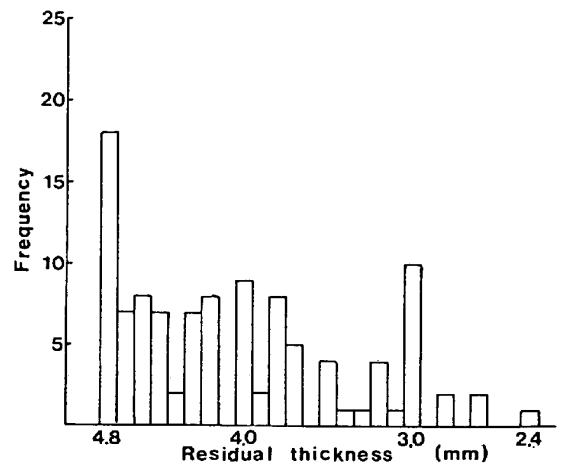


図1. 貫通孔のない部分の腐食量分布

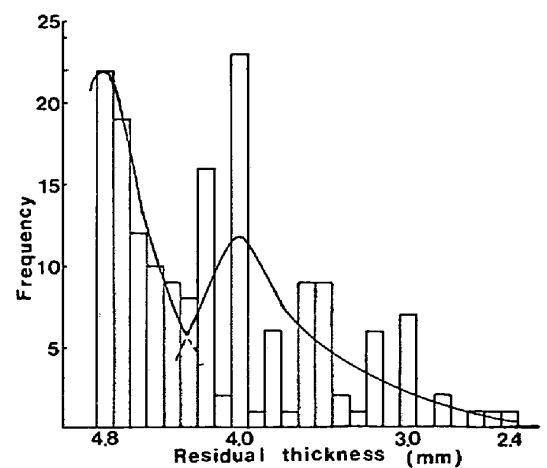


図2. 貫通孔のある部分の腐食量分布

その孔食は土壌からさらに深く進行するよりも、横方向に広がる傾向をもち、さらにある時間の後にまた深さ方向に孔食が進行する過程である。この時間差の原因で横方向への腐食領域の拡大が何らかの原因で止められると、その孔食は深さ方向に進行するよりばかりなく、さらに深さを増し、ついに貫通孔を生じてしまう。このことを確かめるために、次にタンク底板の腐食残存肉厚の等高線図を画いてみた。これを図3に示す。図下部S部近辺は比較的深い。しかし横方向に拡大した腐食形状を示している。等高線図は深いところから順々に、浅い腐食量の少ない領域に進む、ゆるやかな傾斜をもつ状態を示している。ところがこの部分には、貫通孔はみられず、むしろN部に多くみられている。N部の場合腐食残存肉厚の小さい領域、あるいは腐食が進んだ領域は、全体に小さく、その中に貫通孔が存在する。等高線図から、全体にN部における表面の傾斜は急である。とくに貫通孔近辺はその等高線間隔が小さく急傾斜となっている。以上のことから、S部は孔食がある深さに達した後、横方向に腐食が進行していったものと考えられ、これに対してN部は何らかの原因で横方向の腐食領域拡大が阻害されたため、急傾斜の表面をもつ孔食が生じたものと考えられる。孔食の横方向拡大を阻害するものが、何であるかについては、土壌中の酸素濃度の分布などとも関連してカソード部の挙動を含めてさらに検討される必要がある。

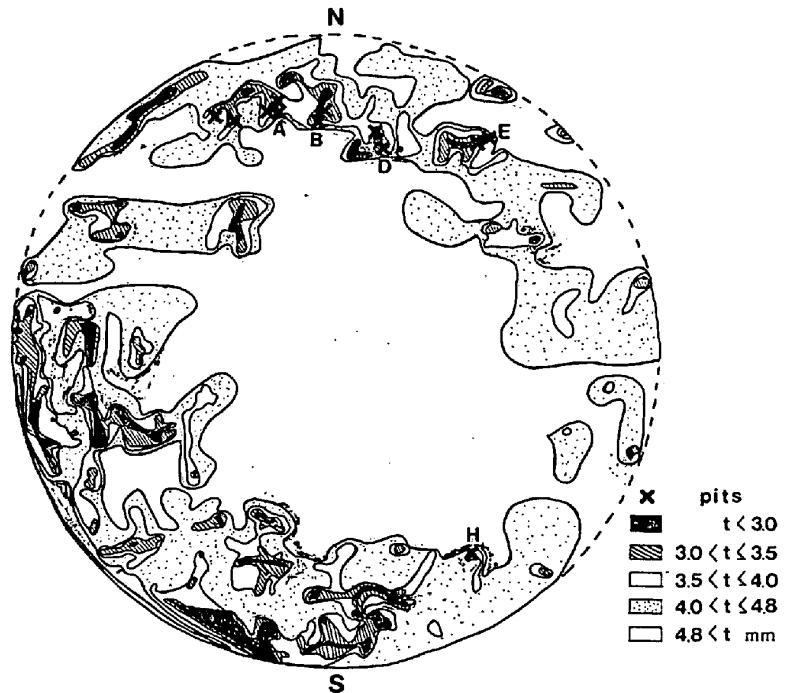


図3. タンク底板の腐食残存肉厚の等高線図
(t: 腐食残存肉厚)

(3) 極値統計による予測及びその問題点

極値統計手法そのものについては^{4), 5)}すでにタンクへの応用例を報告されており^{4), 5)}、ここでは述べない。この場合、前述のように、底板を等面積の同心円部に分割し、それぞれ12分割して1つのサンプリング単位面積としている。この多くの単位面積の中から乱数表を用いてランダムにサンプリングし、その面積中にある最大減肉厚を極値として選取し、極値プロットを行なったのが図4(A)である。従来の方法にしたがって直線(A)の外挿によれば、このタンクには貫通孔が存在することになる。実際にこのタンクには図3にみえるように12個の貫通孔が存在している。しかしながら同心円状等面積分割のうち貫通孔を含む部分の同心円部(12つの単位面積)

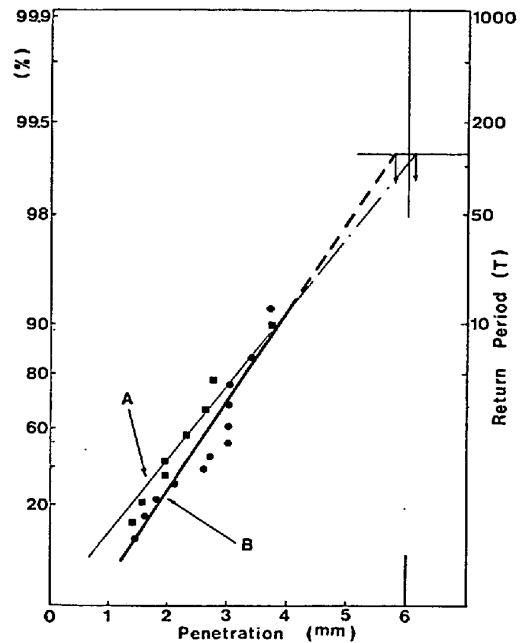


図4 極値確率プロット

りなると、極値をとり、プロットを行なうと必ずしも、実際どおりに行なえない。すなわち図4(B)に示すように、重過孔ありとはならず、実際はみぬなり。この原因としては、前に述べたように重過孔部の分布が対数正規の混合分布からなっているためであろうと考えられる。すなわち混合した2種の分布から、それぞれ極値を採取せぬためには、不連続を生じ、これにより極値プロットが不正確になったと考える。このことは、カンブリ>グ函種の大きさを検討するときにも、そのデータ母集団分布が同じにならぬように、グループ分けをしてデータを採取しなければならぬことを意味している。今後さらにこれらの点について詳細な検討が必要であると考える。

参考文献

- 1) 柴田俊夫, 第41回腐食防食シンポジウム, 9, (1982)
- 2) 石川雄一ほか, 防食技術, 29, 502 (1980)
- 3) 伊藤 敏, 第41回腐食防食シンポジウム, 29, (1982)
- 4) 柴田俊夫ほか, 腐食防食協会春期講演大会予稿集, 198 (1981)
- 5) 三浦風敏, 第41回腐食防食シンポジウム, 22, (1982)
- 6) 増子 昇, 防食技術 21, 347 (1972)
- 7) 加瀬透男 訳 標準化 10, 213, 301, 375, 461, 536, 622, 704, 788, 869 (1957)