

海洋環境で腐食した円形鋼管の板厚計測の信頼性に関する一考察

広島大学大学院 学生会員 ○時乗 良彦
 広島大学大学院 正会員 藤井 堅
 株式会社 IHI 正会員 橋本 和朗
 広島大学大学院 フェロー会員 中村 秀治

1. はじめに

腐食した鋼構造物の板厚を正確に把握し残存耐力を評価することは、維持管理において重要であるが、実務で計測できる板厚は数十点が限界であろう。そして、それらから得られる平均板厚などの統計値の信頼性は十分には検討されていない。本研究では1mm 間隔で細かく計測した円形鋼管の計測データからいくつかの板厚を抜き出して、これを現場での計測結果と仮定して統計値の信頼性を調べ、強度評価のための板厚の決め方を検討した。

2. 円形鋼管杭

対象とした鋼管供試体は、19年間無防食で海洋環境に暴露された腐食円形鋼管であり、直径約400mm、初期板厚9mm、のスパイラル鋼管で飛沫帯、干満帯、海中部に対応する位置から採取した合計3体の一部(軸方向に20cm)を抜き出して使用する。Fig.1とTable1に供試体の板厚等高線と計測結果を示す。腐食は飛沫帯が最も激しく、次いで干満帯、海中部の順である。

3. 板厚の計測法

実際の現場での板厚計測は、供試体のある1断面に着目して以下の手順で行われているようである(Fig.2参照)。

- 1) 円形鋼管の着目断面において、その中心が着目断面上に位置するように1辺10cmの正方形を描き、その4隅と中心の合計5点の板厚を計測する。これを1ユニットとする。
- 2) 円形鋼管を周方向にN等分し、それぞれの領域内で1ユニットの板厚計測を行う。
- 3) 着目断面の測定点数はN×5点となる。この計測値の平均値を実測平均板厚と呼ぶことにする。

1mm 間隔で計測された全領域の板厚測定結果から、上記の方法に基づいて抽出した板厚を現場の測定で

得られた板厚と仮定し、1mm 間隔で計測された全領域の板厚の平均値を真値と仮定する。

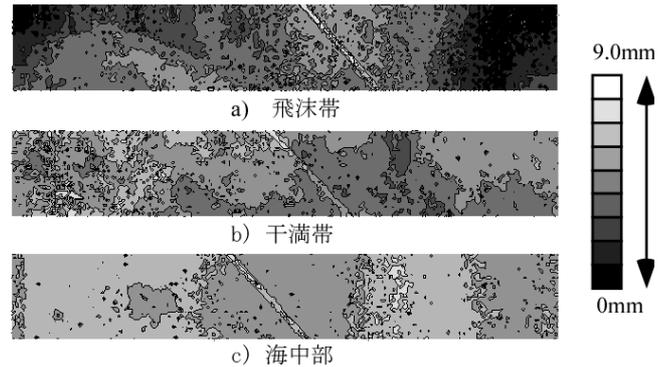


Fig.1 板厚等高線

Table1 計測結果

暴露環境	平均板厚 (mm)	平均腐食量 (mm)	標準偏差 (mm)
飛沫帯	4.42	4.58	1.80
干満帯	6.30	2.70	1.00
海中部	7.54	1.46	0.70

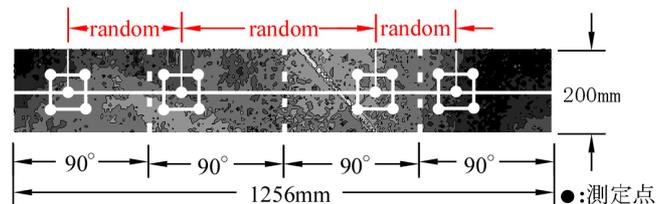


Fig.2 板厚の計測方法

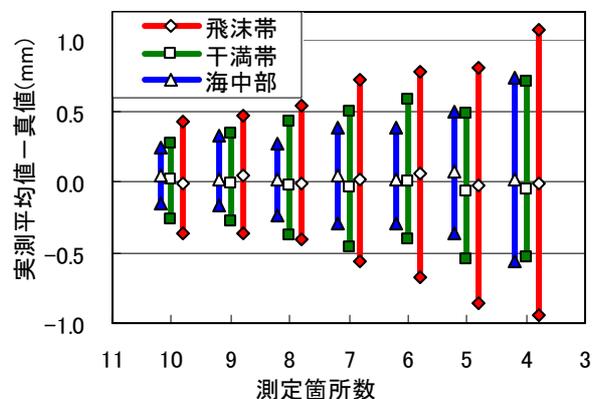


Fig.3 実測平均板厚と真値の差

キーワード 維持管理, 腐食, 円形鋼管杭, 信頼性

連絡先 〒739-8527 東広島市鏡山1-4-1 広島大学大学院工学研究科 TEL: 082-424-7791

4. 板厚計測結果の精度

N=4 とした場合を例にあげて説明する。円形鋼管を4つの領域に分割し、各領域内で板厚計測を行うと20点の板厚が得られる。その実測平均板厚と真値の差を求めると、Fig.3の測定箇所数N=4の実測平均板厚と真値との差(実測平均板厚-真値)を示す1つの点を得られる。このような操作を繰り返してそれぞれの実測平均板厚と真値との差をプロットすると、飛沫帯では、Fig.3のN=4の◆-◆で示した範囲にばらつく結果が得られる。Fig.3の中の◇は実測平均板厚の平均値を示す。

Fig.3からわかるように、海中部はばらつきが小さく、干満帯、飛沫帯の順にばらつきが大きくなるのがわかる。これは、腐食が激しいほど板厚のばらつきが大きくなることに起因する(Fig.4)。またFig.3から、測定箇所が多くなるほど真値に近づき、ばらつきも小さくなり、評価精度が向上することがわかる。

5. 評価板厚

Fig.5にN=4(20点)のとき、評価板厚=実測平均板厚-1.0×実測標準偏差、とした場合の値の分布を示す。Fig.5中のヒストグラムは、20点の板厚計測を行って得た実測平均板厚と実測標準偏差から評価板厚を計算する操作を繰り返して得たヒストグラムである。

評価板厚は腐食状態に対応して決めるべきであるが、概ね係数として1.0を用いて上式で評価板厚を定めれば、測定結果から得た評価板厚が真値を越える領域は飛沫帯、干満帯では0.0%、海中部では0.7%位に抑えることができる。海中部で真値を越えたのは標準偏差が小さいことに起因する。この結果は、3ケースしか行っていないのでデータとしてはさらに追加して検討する必要があるが、この結果だけから見ると、測定箇所N=4(20点)のとき、評価板厚を実測平均板厚-1.0×実測標準偏差とすると、安全側の評価ができる。

6. 結論

1) 測定精度は、板厚のばらつきの影響を大きく受けるが、測定点数が多いほど、また、腐食量が小さいほど向上する。

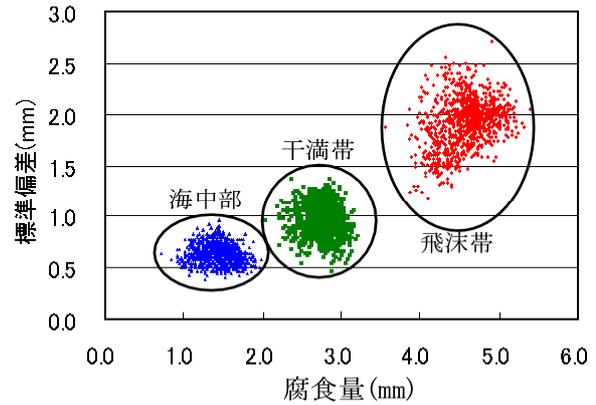


Fig.4 腐食量と標準偏差の関係

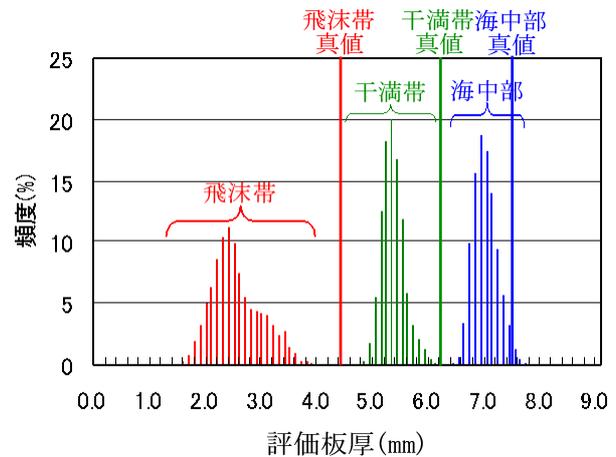


Fig.5 評価板厚の分布

2) N=4(20点)の場合、評価板厚として、評価板厚=実測平均板厚-1.0×実測標準偏差、を用いると過大評価することなく安全側の評価ができる。

謝辞

本研究は土木学会鋼構造委員会 沿岸環境における鋼・複合構造物の防食および耐久性能評価に関する研究小委員会の活動の一環として実施された。供試体作成や資料提供については(社)日本鉄鋼連盟から多大な御協力を賜りました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

藤井ら：海洋環境において腐食した円形鋼管の残存圧縮耐力，構造工学論文集，Vol.52A，pp.721-730，2006。