

港湾鋼構造物の肉厚測定でみられる腐食程度と測定誤差に関する一考察

若築建設(株) 技術設計部 正会員 ○森 晴夫
 若築建設(株) 技術設計部 正会員 秋山哲治

1. はじめに

岸壁や棧橋等で用いられる鋼矢板や鋼管杭の肉厚調査では、超音波厚み計を用いることが標準¹⁾とされている。この肉厚測定は、施設の劣化状態を考慮して適切に測定箇所を設定して行われるが、測定は約10cm四方の範囲で設定され、この範囲の平均値をもって鋼材全体の肉厚として評価されている。一方、港湾施設の腐食した鋼材表面は、写真-1に示すように、平均的に腐食が進行した平坦な箇所と大小の局所的な腐食が混在した箇所があり、鋼材の性能評価の精度向上のためには、局所的な腐食のバラツキを適切に評価することが重要である。特に、鋼材の施工が行われた時期から、何らかの事由により無防食の期間が長く続いた施設や、外力等によって陽極が脱落した施設等では、局所的に腐食が顕在化することが想定され、肉厚測定の結果にも影響を与える可能性が高いと考えられる。そこで、港湾鋼構造物を対象に実施した肉厚調査について、測定結果を再整理し、腐食程度と測定誤差に関して考察した結果を報告する。

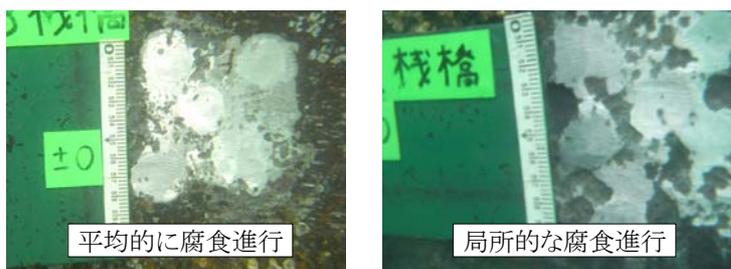


写真-1 港湾鋼構造物の水中での腐食状況の一例

2. 鋼材での肉厚測定の概要

2.1 測定装置

超音波厚み計による測定は、測定面に当てた探触子から発信した超音波が、測定物裏面で反射する伝搬時間 t とその音速 C から厚さ D を計測する(図-1参照)。探触子の径は、1cm程度である。

2.2 肉厚測定の方法

肉厚測定は、1箇所の大きさが約10mm四方の範囲で、ワイヤブラシなどで鋼材の付着物を擦り取り、鋼材表面の地肌を露出させる。

1箇所の測定は、その範囲内5点に厚み計の探触子を当て、1点あたり3回測定し、その平均を1点の値として、最後に5点の平均値を測定箇所の肉厚としている。

2.3 肉厚測定を整理した対象施設

今回整理した肉厚測定の実施場所は、関東/東海/四国の各地域から任意の5施設を抽出した。表-1に、施設の築造年、対象鋼材、測定箇所数、電気防食の有無について示す。調査対象とした鋼材は、鋼矢板が3施設、鋼管杭が2施設である。1施設に対する測定箇所は4~48箇所まで様々であり、計126箇所を整理した。電気防食の有無で分類すると、有りが3施設、無しが2施設であり、その方式は流電陽極であった。肉厚測定は、文献¹⁾に準拠した方法で実施され、全測定箇所において10cm四方で5点計測され、1点は3回計測の平均である。

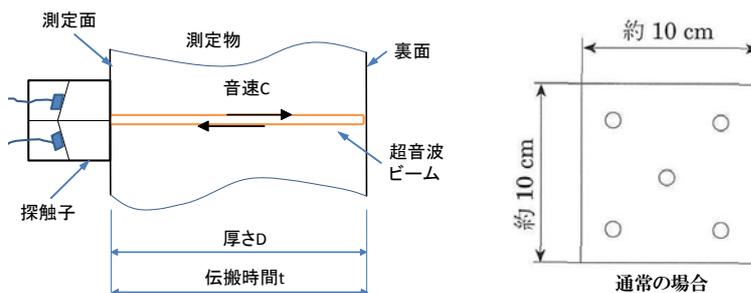


図-1 超音波厚み計の測定原理 および 探触子を当てる点

表-1 鋼材の肉厚測定を整理した施設一覧

施設名称	築造年	対象鋼材	測定箇所	電気防食の有無
A 棧橋	1964・1980年	鋼矢板	48	有り
B 岸壁	1973年	鋼矢板	40	有り
C ドルフィン	1975年	鋼管杭	16	有り
D ドルフィン	1960年代	鋼管杭	4	無し
E 岸壁	1977年	鋼矢板	18	無し

3. 鋼材の肉厚測定結果

肉厚測定について整理した結果を以下に示す。測定結果の再整理について、電気防食の有無に着目した。また、測定1箇所のうち、5点計測の平均値に対して、その測定誤差の範囲として計測5点中の最大と最小で整理した。

3.1 電気防食・有りの施設の測定結果

電気防食有りの施設として、A 棧橋、B 岸壁、およびC ドルフィンの測定結果を図-2に示す。

キーワード : 港湾鋼構造物, 超音波探傷法, 肉厚測定, 腐食程度, 測定誤差

連絡先 : 〒153-0064 東京都目黒区下目黒 2-23-18 若築建設(株) 技術設計部 TEL 03-3492-0495

A 栈橋は、鋼矢板 VL 型 (初期肉厚 24.3mm) で平均 22.1mm に対して+1.6~-2.0%，鋼矢板 II 型 (初期肉厚 10.5mm) で平均 9.1mm に対して+2.8~-3.2%，の各範囲で測定誤差を有した。全測点の 99%で測定誤差±3.0%以内であった。

B 岸壁は、鋼矢板IV型 (初期肉厚 15.5mm) で平均 15.0mm に対して+1.2~-1.6%，鋼矢板III型 (初期肉厚 13.0mm) で平均 12.6mm に対して+3.0~-4.5%，の各範囲で測定誤差を有した。全測点の 95%で測定誤差±3.0%以内であった。

C ドルフィン、鋼管杭 (初期肉厚 9.5mm) で平均 9.0mm に対して+3.3~-4.0%の範囲で測定誤差を有した。全測点の 94%で測定誤差±3.0%以内であった。

3.2 電気防食・無しの施設の測定結果

電気防食が設置されていない無防食の施設として、D ドルフィン、および E 岸壁の測定結果を図-3 に示す。

D ドルフィン、鋼管杭 (初期肉厚 14.0mm) で平均 11.9mm に対して+8.2~-7.8%の範囲で測定誤差を有した。測定誤差が±3%以下と小さいものは無く、全測点で測定誤差±4.0%以上になった。

E 岸壁は、鋼矢板IV_A型 (初期肉厚 16.1mm) で平均 13.7mm に対して+10.2~-5.5%の範囲で測定誤差を有した。全測点の 31%で測定誤差±3.0%以上であった。

3.3 全 5 施設での電気防食・有りとの測定誤差比較

5 施設を対象として、電気防食の有・無で測定誤差を比較した結果を表-2 に示す。電気防食では、全標本の殆ど (97%) が測定誤差±3%以内になった。一方、無防食では測定誤差±3%以内が約半数であったが、誤差±3%以上も全体の 43% を占めており、このうち誤差±5%以上となるのは全体の 20%であった。これより、何らかの理由によって無防食となる鋼材では、超音波厚み計の計測結果において、平均値やその結果のバラツキを適切に評価する必要があると考える。

ここで、鋼材の腐食にバラツキが生じる原因として、以下が考えられる。すなわち、(1)竣工当時の防食設計が腐食代の考え方であった、(2)例えば、鋼矢板の施工から構造物全体の構築までに期間を要し、陽極設置までに数ヶ月以上を要した、(3)キャビテーションやエロージョン等により部分的に鋼材腐食が進行した、(4)河川の流入や排水口等の影響により、部分的に海水濃度差が生じて防食状態が変化した、(5)供用途中に外力等によって陽極が脱落した等である。

4. まとめ

- 1) 電気防食が有る施設は、調査対象の測定箇所 の 97%で測定誤差±3%以内になった。一方、無防食の施設では、測定箇所の半数近くで測定誤差±3%以上となり、測定誤差±5%以上についても全体の 20%を占めた。
- 2) 何らかの理由によって鋼構造物が無防食となる場合、超音波厚み計での計測 5 点のバラツキが大きくなる場合がある。このため、測定箇所の平均値に加えて、計測値のバラツキについても評価する必要がある。すなわち、竣工当時の設計での腐食代の考え方、電気防食に関する対策・更新履歴、潜水士による詳細な目視観察、非破壊検査の併用による岸壁全体の腐食傾向の確認など、きめ細かな調査が重要と考える。

参考文献 1) 沿岸技術研究センター：港湾の施設の維持管理技術マニュアル，2007.10 2) 阿部正美，横井聰之，大即信明，山本邦夫：港湾鋼構造物の腐食調査（函館港，横浜港，神戸港および平良港），港空研資料 No.601，1987.12 3) 阿部正美，福手勤，玉利昭一，戸村寿一：汚染海域における港湾鋼構造物の電気防食に関する現地試験，港空研資料 No.852，1996.12

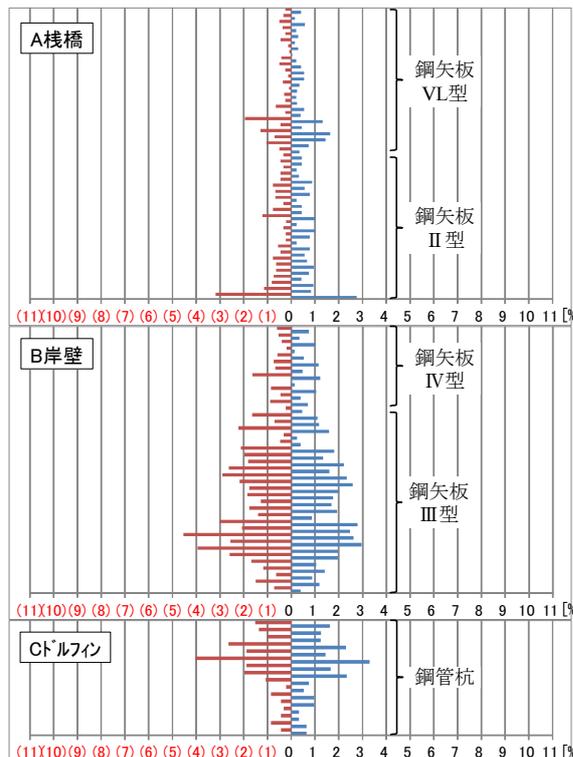


図-2 電気防食・有りの施設の測定誤差範囲

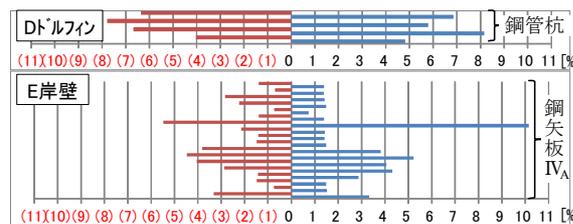


図-3 電気防食・無しの施設の測定誤差範囲

表-2 全 5 施設での測定誤差幅の発生割合

平均値からの測定誤差幅	電気防食・有り [発生割合,%]	電気防食・無し [発生割合,%]
±0～±3%	97	57
±3～±5%	3	23
±5%以上	0	20

※発生割合は、1 箇所での測定誤差の+側と-側を考慮し 標本数=電気防食・有り 208，電気防食・無し 44 とした。