

## 非接触型の渦流探傷装置と超音波厚み計による岸壁鋼矢板肉厚測定での適用性比較

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

### 1. はじめに

港湾鋼構造物の肉厚測定では、一般に超音波厚み計（以下、超音波と称す）による方法が用いられるが、鋼材表面に付着した貝殻や被覆材を測定前に除去する必要がある。このため、調査の作業効率が悪く、除去した付着物の処分やケレン時に鋼材を傷つけることで腐食が助長する恐れ等の課題がある。そこで、これらの課題を解消できると考える、非接触型の測定装置（以下、INCOTEST と称す）を実海域の鋼矢板岸壁の肉厚調査で適用し、超音波による測定結果と比較した。以下に結果を報告する。

### 2. 鋼矢板肉厚調査の概要

#### 2.1 測定装置

INCOTEST は、工場の配管やタンク等の磁性体（鋼板）の減肉調査で用いられる装置である。これは、電磁誘導によるパルス渦流探傷の一種で、図-1 に示す励磁コイルで誘起された渦電流が、鋼板中に拡散しながら板厚方向に浸透し、鋼板裏面に到達すると減衰することを利用した測定方法である。鋼板に減肉があると、健全部と比較して減肉分だけ渦電流の継続時間が短くなることを用いて相対的に評価する。表-1 に今回使用した INCOTEST のセンサ仕様等を示す。肉厚測定において、前述した測定装置と比較を行う超音波は UDM-750 を用いた。

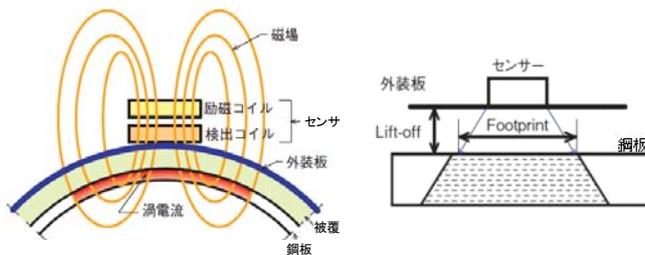


図-1 INCOTEST の測定原理と測定範囲

表-1 使用した INCOTEST のセンサ仕様等

項目	内容	備考
測定対象	炭素鋼	・Lift-off：測定対象の鋼材とセンサとの離隔距離 ・測定機器の構成：センサ、PC/コントロールユニット、PCバッテリーにより構成
Lift-off	150mm まで	
対象肉厚	65mm 以下	
配管径	50mm 以上	
精度	±5%	

#### 2.2 岸壁構造と測定位置

調査対象の岸壁構造を図-2 に示す。岸壁は千葉県袖ヶ浦市に位置し、鋼矢板はIV<sub>A</sub>型、設計水深-6.0m、潮位はHWL+2.0、LWL±0.0である。岸壁の供用開始は1977年であり、竣工時から現在まで陽極は設置されていない。

測定は、両方法とも1日で行える数量を基本とした。超音波は岸壁延長150mのうち、上部工目地部の計6測線で、測定水深は±0.0/-2.0/-4.0の計3水深（=18箇所）とした。一方、INCOTESTは、上記測線間の中央部を加えた計11測線で、測定水深は上部工下端および±0.0～-4.0までを0.5m間隔で密に設定して計10水深（=110箇所）とした。矢板の肉厚調査は2015年2月に実施した。



図-2 鋼矢板岸壁の構造と肉厚測定箇所

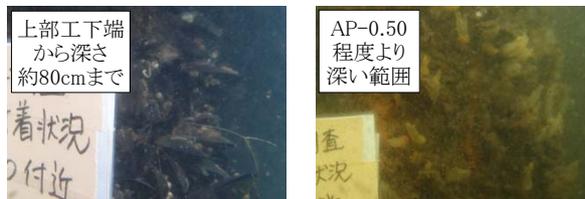


写真-1 鋼矢板への貝類付着状況

### 3. 調査結果

#### 3.1 水中における鋼矢板の外観

写真-1 に鋼矢板の外観を示す。貝類の付着厚さは、上部工下端から深さ約80cmまで10cm程度、それより以深は3cm程度であった。INCOTESTによる測定は、貝類の付着が厚い範囲は直にセンサを設置し、貝類が少ない範囲では厚さ60mmの絶縁体をセンサに取り付け、Lift-offを一定になるよう保持した。本岸壁では貝類の付着は多くなく、超音波測定前のケレン作業手間は少なかった。

#### 3.2 INCOTESTによる測定結果

表-2 に INCOTEST の測定結果（各測線で基準100%を設け、基準に対する相対比率で整理）を示す。測定対象の

キーワード : 非接触, 渦流探傷法, 肉厚測定, 港湾鋼構造物, 超音波探傷法

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

全 110 箇所のうち、残存肉厚は殆どの箇所で基準値の 90%以上、7 箇所で 80%台と測定され、1 箇所だけ減肉が著しい箇所として最小値 73%を確認した。

全体的な腐食傾向は、上部工の下端では各測線の基準となる 100%が多く分布し、腐食が相対的に軽微と推察された。一方、LWL 付近では、各測線での最小値が比較的多く分布する傾向であった。さらに、測線 H は、当初超音波計測を計画していなかったが、INCOTEST により局所的に著しい腐食を認めたため、追加計測を行った。その結果、相対肉厚 73%の箇所は、超音波で 10.9mm (計測点の中で最小値) と測定され、INCOTEST の適用によって局所的に生じた顕著な腐食を抽出することができた。

3.3 超音波厚み計 と INCOTEST による測定結果の比較

図-3 に超音波による測定結果と INCOTEST から換算した肉厚結果の関係を、図-4 に超音波に対する INCOTEST の相対比率の結果を示す。ここで INCOTEST による肉厚への換算は、各測線の水深±0.0 での超音波による肉厚結果を用いた。図-3 より、超音波による肉厚は、最小値 12.0mm、最大値 14.8mm であった。INCOTEST による換算肉厚は、超音波による各計測結果と比較すると最大で ±1.0mm 程度の誤差で計測された。また図-4 より、INCOTEST の計測結果は、超音波と比較して、測定精度±5%以内となるものが全体の 78%であった。

今回調査した岸壁は、竣工当時から陽極が設置されておらず、写真-2 に示す孔食に似た腐食が広く点在した。そこで、超音波測定 1 箇所当たりで計測 5 点中の最大と最小を表-3 に整理すると、平均値に対し+10.2~-5.5%の範囲でバラツキが生じていた。超音波は測定面 1 箇所の範囲が 10cm 四方と小さいため、腐食のバラツキが大きい岸壁では、測定箇所の選定によっては結果自体に差異が生じる可能性が示唆された。つまり、INCOTEST は半径十数 cm の円形 (超音波の対象面積の約 5 倍) を測定面として、その平均的な相対肉厚を評価しているため、超音波の結果と比較する場合は、前述した“超音波の結果自体にどの程度の腐食のバラツキが含まれているか”を、まず初めに評価し、さらに肉厚へ換算する際の基準値の設定頻度等にも留意する必要があると考える。

3.4 INCOTEST の作業性

1 箇所当たり測定時間について、2 つの測定方法の比較結果を表-4 に示す。測定時間は、INCOTEST は 1.2 分/箇所、超音波は 9.4 分/箇所となり、INCOTEST は超音波に対して 8 倍程度で速く調査が行え、作業時間を大幅に短縮できた。また、INCOTEST はケレン作業で生じる殻処分等も殆ど無かった。

4. まとめ

- 1) INCOTEST により矢板の肉厚調査を行った結果、岸壁全体の腐食傾向を把握でき、超音波と比較して測定精度±5%以内は全測点の 78%であった。肉厚評価のためには、腐食のバラツキに対する超音波の測定精度・範囲にも留意し、INCOTEST で基準となる箇所の肉厚を適切に求めることが重要である。
- 2) 広範囲を迅速に測定できる INCOTEST は、超音波で見落とす可能性のある局所的な腐食を抽出できる確率が高く、作業効率が大幅に改善することに加え、調査で発生する殻処分等を抑制できるメリットがある。

参考文献 1)森晴夫:港湾鋼構造物の新しい調査方法 非接触型渦流探傷装置による肉厚測定, マリンボイス 21 Vol.274, 2011 2)沿岸技術研究センター:港湾の施設の維持管理マニュアル, 2009.7 3)沿岸技術研究センター:港湾鋼構造物防食・補修マニュアル(2009 版), 2009.11 4)日本鋼構造協会:土木鋼構造物の点検・診断・対策技術'13, 2013.8

表-2 INCOTEST の測定結果

レベル	測線A	測線B	測線C	測線D	測線E	測線F	測線G	測線H	測線I	測線J	測線K
+0.35	100	99	100	100	100	100	98	100	100	100	100
±0.00	86	88	98	89	96	99	99	94	96	97	94
-0.50	95	91	99	94	94	94	100	95	94	100	89
-1.00	96	91	94	93	95	92	98	88	98	96	93
-1.50	94	90	93	91	93	90	98	73	96	95	96
-2.00	94	91	94	92	93	91	96	96	96	93	97
-2.50	94	90	94	91	95	91	88	95	97	94	95
-3.00	96	92	97	92	96	93	91	96	96	95	95
-3.50	96	100	97	93	95	93	89	96	99	97	96
-4.00	96	100	97	95	97	92	94	96	97	95	96

・相対肉厚の凡例[%] ■:79以下, ■:80-89, ■:90-99, ■:100 (■:超音波のみ実施)

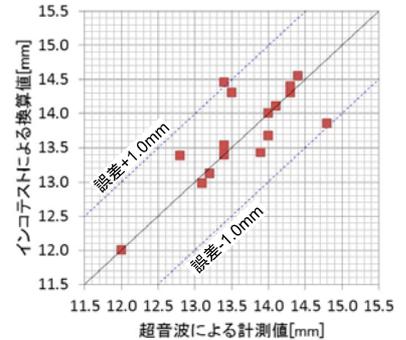


図-3 INCOTEST と超音波の比較

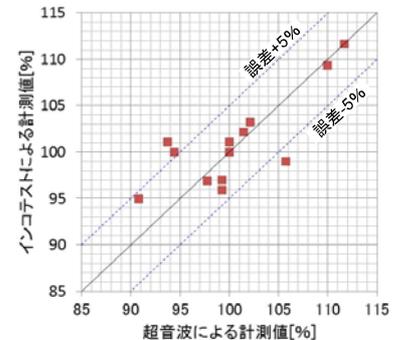


図-4 INCOTEST と超音波の比較



写真-2 鋼矢板の腐食状況

表-3 超音波・計測 5 点のバラツキ

超音波	レベル AP [m]	計測5点の平均値とバラツキ				
		平均値 [mm]	+最大 [mm]	-最小 [mm]	+最大 [%]	-最小 [%]
測線 A	±0.00	12.0	12.4	11.6	3.3	-3.3
	-2.00	13.2	13.4	13.1	1.5	-0.8
	-4.00	13.4	13.6	13.2	1.5	-1.5
測線 C	±0.00	14.0	14.4	13.8	2.9	-1.4
	-2.00	13.9	14.5	13.5	4.3	-2.9
	-4.00	14.8	15.4	14.2	4.1	-4.1
測線 E	±0.00	13.4	14.1	12.8	5.2	-4.5
	-2.00	13.1	13.6	12.6	3.8	-3.8
	-4.00	13.4	13.6	13.2	1.5	-1.5
測線 G	±0.00	14.1	14.3	13.9	1.4	-1.4
	-2.00	14.0	14.2	13.7	1.4	-2.1
	-4.00	12.8	14.1	12.1	10.2	-5.5
測線 I	±0.00	14.3	14.5	14.1	1.4	-1.4
	-2.00	13.5	13.6	13.4	0.7	-0.7
	-4.00	13.4	13.6	13.1	1.5	-2.2
測線 K	±0.00	14.1	14.3	13.7	1.4	-2.8
	-2.00	14.4	14.6	14.3	1.4	-0.7
	-4.00	14.3	14.5	14.1	1.4	-1.4

表-4 INCOTEST の作業性

項目	INCOTEST	超音波
測定時間	1.2 分/箇所	9.4 分/箇所
殻処分等	殆ど無し	有り