

港湾鋼構造物のための非接触肉厚測定装置の開発

独立行政法人 港湾空港技術研究所	正会員	○吉住	夏輝
独立行政法人 港湾空港技術研究所	正会員	松本	さゆり
独立行政法人 港湾空港技術研究所	正会員	平林	丈嗣
独立行政法人 港湾空港技術研究所	正会員	吉江	宗生
独立行政法人 港湾空港技術研究所	正会員	白石	哲也
独立行政法人 港湾空港技術研究所		片倉	景義

1. はじめに

鋼管杭式栈橋のような港湾鋼構造物は海水による波浪や潮流に曝される厳しい環境下におかれているため、腐食から免れられない。港湾施設の維持管理は、「港湾の施設の維持管理技術マニュアル」に従って実施されており、残存肉厚を指標として構造物の劣化が予測される。接触式の肉厚測定が広く行われているが、港湾施設の場合、その表面に貝などの海生生物が付着していることが常であり、事前に潜水士によるケレン作業で取り除いておかねばならない。しかし、この作業は時間と労力を要するため、測定の効率を下げる主たる原因となっている。現状では、限られたサンプル数の測定データから構造物全体の劣化予測がなされている。サンプル数の増加による予測精度向上のためにも、作業の効率化が望まれている。そこで著者らは、付着物がある状態でも肉厚を測定できる非接触の手法について検討を行っている。今回は、鋼管を対象に実海域試験を行い、提案手法の有効性について検証したので報告する。

2. 非接触肉厚測定の原理

著者らは超音波の多重反射現象に着目して、これを検出することで、非接触での肉厚測定を実現している[2-7]。音波には、音響インピーダンスの異なる境界面において反射・透過する性質がある。音響インピーダンスは音速と密度の積で定義され、水は $1.5 \times 10^6 \text{ Ns/m}^3$ 、鋼鉄は $46.5 \times 10^6 \text{ Ns/m}^3$ である。それらの差は約 30 倍と大きく、反射係数 $R=0.94$ の強い反射となる ($R=1$ で完全反射)。ここで、図 1 のように被測定物から離れた場所にある超音波センサから超

音波が放射されたことを考える。まず、放射された超音波のほとんどは被測定物の表面で反射する(時間①)。一部が内部に進入して裏面で反射する(時間②)。表面で一部が反射して、再び裏面で反射する(時間③)。同様に反射を繰り返す(時間④)。このような反射を繰り返す状態を多重反射という。多重反射の間隔 t_i は、超音波が肉厚方向に往復するのに要する時間であり、一定の値となる。これに鋼鉄の音速 c を乗じ、往復から片道とするために 2 で割ると、肉厚 D_i を算出することができる。多重反射は、音響インピーダンスが周囲と大きく異なる領域内に超音波が閉じ込められることで生じる現象である。港湾鋼構造物の場合、周囲を音響インピーダンスの低い海水や付着物で囲まれた鋼鉄の部分だけで生じるので、この手法で得られる値は、鋼鉄部分の肉厚となる。

3. 実海域試験

3-1. 試験の条件

港湾空港技術研究所 波崎海洋研究施設 砕波帯総合観測栈橋において脚部鋼管 (No. 28) を対象に非接触肉厚測定を実施して、提案手法の有効性について検証した。杭の外観図を図 2(a)に、写真を図 2(b)に占めす。1984 年に建造され、施工時の直径は 800 mm、肉厚 16 mm であった。防食工として、極厚マスチック防食工法 (水深-1.53 m~+5.15 m)、電気防食 (水深-1.53 m 以深)、摩耗鋼板 (水深-6.60 m~-2.10 m) が施されている。

本報告では、被覆防食のない水深 -1.80 で測定されたデータを解析する。超音波センサはジグで固定され、定点測定を行った。

キーワード 肉厚測定, 超音波, 多重反射, 非接触, 付着物

連絡先 〒239-0826 神奈川県横須賀市長瀬 3-1-1 (独) 港湾空港技術研究所 施工・制御技術部

TEL 046-844-5062 FAX 046-844-0575

3-2. 試験の結果と考察

比較として従来行われている接触式手法による肉厚測定を行った。測定水深は-1.6 m と-2.1 m で、平均値はそれぞれ 10.91 mm と 11.69 mm であった。

測定データの振幅表示を図3に示す。縦軸はデータ番号、横軸は時間を表す。波の影響でセンサが前後に移動するのに伴って、受波信号も前後している 100 μ s (距離にして 75 mm 相当)。取得データ数は 512 点、その内で有効な測定データは 96 点であった。平均値は 9.97 mm、標準偏差は 1.04 mm であった。接触式に比べ、1 mm 程度薄い結果となった。付着物及び腐食が影響したと考えられる。

4. まとめと今後の課題

付着物及び腐食のある条件下で、鋼管杭を対象に非接触肉厚測定を実施した。従来の接触式手法に比べて薄く (-1 mm) 肉厚が測定されたものの、提案手法による測定が可能であることが確認された。今後は、誤差の原因を究明し、測定精度の向上を図る。

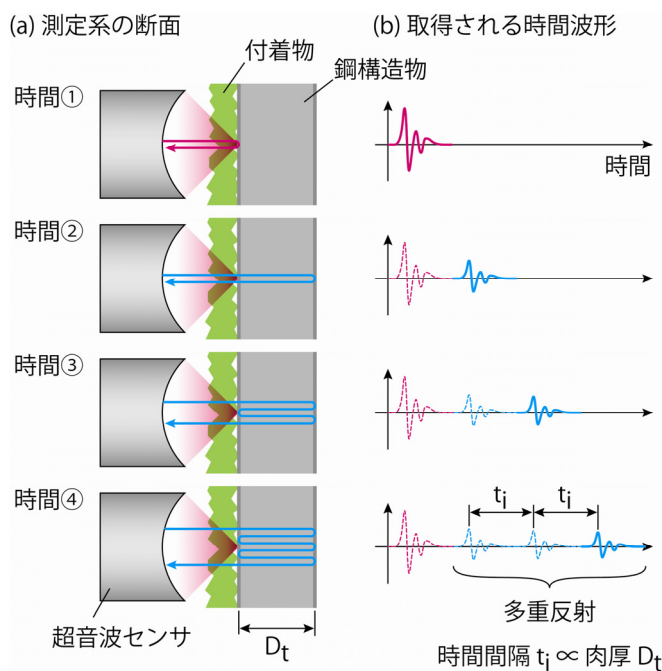


図1 非接触肉厚測定の概要

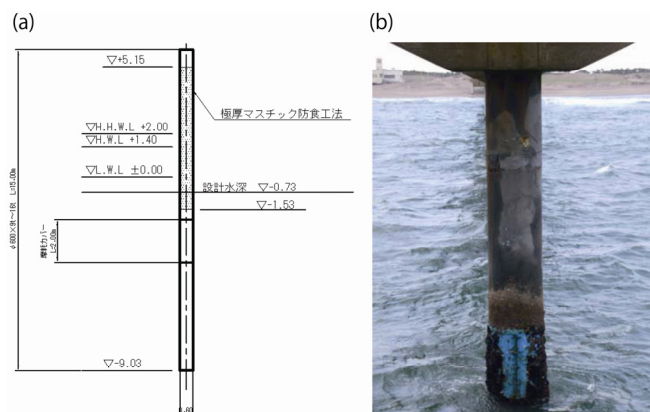


図2 現地の状況

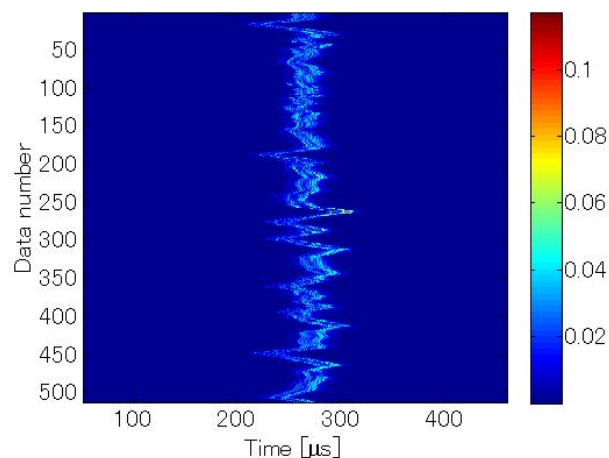


図3 測定データ

参考文献

- [1] 国土交通省港湾局監修，独立行政法人港湾空港技術研究所編著，“港湾の施設の維持管理技術マニュアル”，沿岸技術ライブラリー，No. 26，pp.105-11（2007）.
- [2] 松本さゆり，吉住夏輝，片倉景義，野村茂，“貝が付着した鋼構造物の板厚計測法～送受波方式の検討(2)～”，海洋音響学会 2008 年度研究発表会，講演論文集，pp.67-68（2008）.
- [3] 吉住夏輝，松本さゆり，片倉景義，橋本洋之，友田伸明，石貫國郎，“超音波による港湾鋼構造物の非接触板厚計測”，超音波研究会 US2008-62，pp.7-12（2008）.
- [4] 吉住夏輝，松本さゆり，片倉景義，橋本洋之，友田伸明，石貫國郎，“港湾鋼構造物の非接触肉厚測定装置の開発～水槽及び実海域試験について～”，海洋音響学会 2009 年度研究発表会，講演論文集，pp.75-76（2009）.
- [5] 吉住夏輝，松本さゆり，片倉景義，“非接触型港湾鋼構造物点検装置の開発”，土木学会，海洋開発論文集，VOL. 25，pp.187-190（2009）.
- [6] 吉住夏輝，松本さゆり，片倉景義，松本崇司，福田治美，久米英輝，“超音波による港湾鋼構造物の非接触板厚計測～北九州田野浦岸壁での実海域試験について～”，超音波研究会，電子情報通信学会技術研究報告 US2009-37，Vol. 109，No. 180，pp.43-48（2009）.
- [7] 吉住夏輝，松本さゆり，片倉景義，松本崇司，福田治美，久米英輝，“港湾鋼構造物の非接触肉厚測定に関する研究”，第30回超音波エレクトロニクスの基礎と応用に関するシンポジウム，講演論文集，Vol. 30，pp.173-174（2009）.