

海洋環境下で腐食した鋼管構造物における渦流計測法の適用性に関する研究

構造研究室 平山智常

1. はじめに

港湾鋼構造物は腐食が激しく、橋脚に使用される鋼管や栈橋鋼管には図1のようにライニング材などの防食加工がなされている。その為に鋼管本体の残存板厚を計測するのは困難であり、これまで効率の良い計測技術が確立していなかった。近年、渦流計を用いた非接触計測技術が使用され始めている。

本研究では、新計測技術である Pulsed Eddy Current (パルス渦流計、以後 PEC と記す) の適用性、作業性を検証した。また、沖縄県宮古島で使用されていた実腐食鋼管の残存板厚分布についても PEC で計測し評価する。

2. 計測機器

(1) 計測機器の選定

計測機器には図2のように、接触型と非接触型があり、片面計測と両面計測に分類できる。接触型の片面計測機器には UT、両面計測機器にはマイクロメーターとキャリパーゲージなどがある。非接触型の片面計測機器には渦流計、両面計測機器にはレーザー変位計などがある。

本研究では、まず腐食版を挟み込み計測するマイクロメーターとキャリパーゲージを基準にして、PEC の適用性を検証した。

PEC は、直流電流を使用して渦電流を発生させ、図3のように入力電流の ON、OFF を交互に行うことで対象金属からの誘導電流を受け取ることができる。渦電流は衰退しながら金属内部に浸透し、裏側に到達すると急速に減衰する。この急速な減衰までの時間によって板厚を算出することができる計測法である。

(2) 計測機器照合

図4のように4つの実腐食鋼管の下部(干満帯付近)を切断した部分を図5の3つの機器で計測し、切断部をブラスト処理し、PEC以外の2つの機器で計測する。ブラスト処理の前後で計測することで、錆び厚と残存板厚を算出できる。この時、鋼管を20分割した点の PEC 計測値を基に減厚大、中、小、外観目視により錆び厚大と区分した計49点を計測点とする。

計測結果の一例を図6、7に示す。図より平均誤差は、マイクロメーターと PEC で0.62mm、キャリパーゲージと PEC で0.53mmであった。以上より PEC の誤差は小さく、ほとんどの点が10%以内に収まった。



図1.ライニング材加工された橋梁鋼管

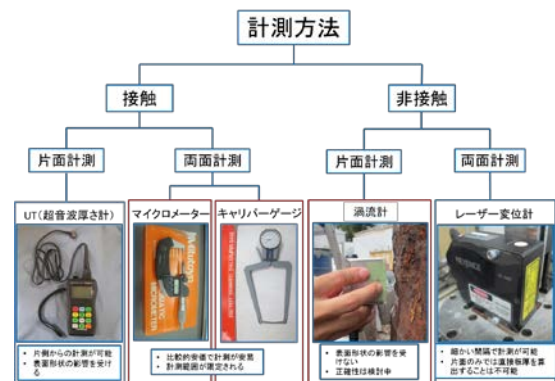


図2.計測機器の種類

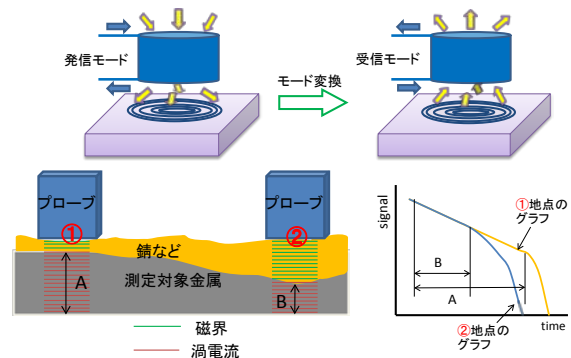


図3.PEC の計測原理

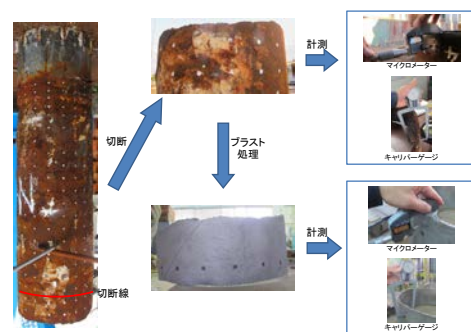


図4.PEC との照合方法



図5.照合機器

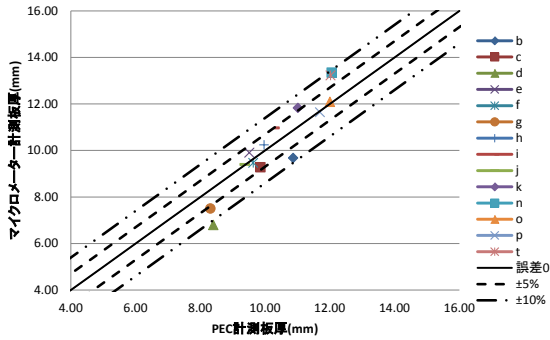


図 6. マイクロメーターと PEC との照合

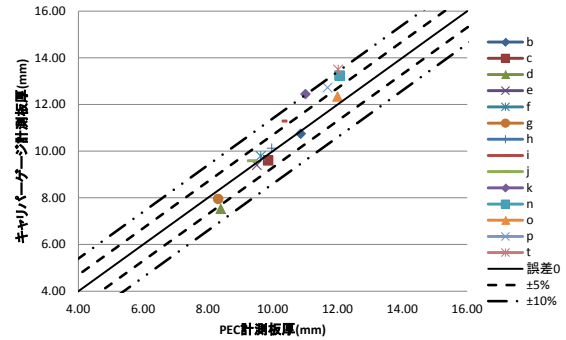


図 7. キャリパーゲージと PEC との照合

3. PEC による実腐食鋼管計測

今回試験体として使用する図 8 に示す実腐食鋼管は飛沫帯や干満帯付近よりコンクリート床版との境界部の腐食が激しいことが目視で確認できる。そこで、床版境界部付近に着目した計測を行うために1ライン(52点)を UT で計測し計測間隔検証を行った。この時、UT で計測を行うのに必要な錆び除去などの作業も含めて約 10 時間を要した。その結果、図 9 のような計測点と選定した。

一方、PEC での計測点数を表 1 に示す。合計 2180 点を計測するのに要した時間は約 7 時間であり、UT と比較して約 60 倍の作業効率である。

一般的に港湾鋼構造物の減耗分布は飛沫帯と干満帯の 2 カ所の腐食が激しいことが知られている¹⁾。今回の計測結果では、図 10 のように山が 3 つできるような特殊な腐食分布が多く見られた。

4. まとめ

PEC は非接触計測のため、従来の計測技術である UT の約 60 倍の速さで計測が可能になり効率が良く、錆を残したまま計測できることがわかった。マイクロメーターやキャリパーゲージとの誤差は±10%以内と比較的小さい。これは、ライニング材などの上からでも同様だと考えられる。これらのことから、PEC は新しい板厚計測技術として腐食減厚した鋼構造物やライニング鋼管のモニタリングに使用できると考えられる。

また、今回の PEC による実腐食鋼管の計測結果から、港湾鋼構造物の腐食分布特性は、飛沫帯と干満帯の 2 カ所の山だけでなく、床版境界部を含めた 3 カ所の山ができる分布になることが判明した。このことは、今後の腐食鋼管の残存耐荷力の評価に有益である。

参考文献

- 1) 土木学会：腐食した鋼構造物の残存性能評価および性能回復技術，2007.5

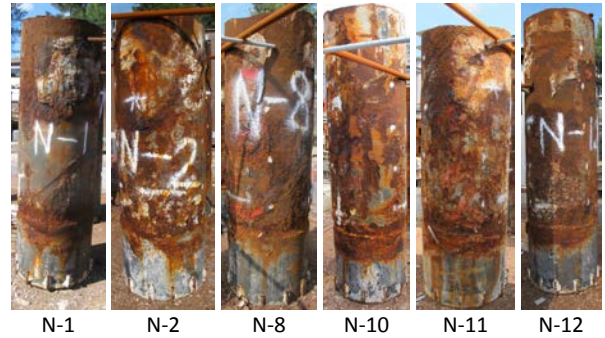


図 8. 実腐食計測試験体

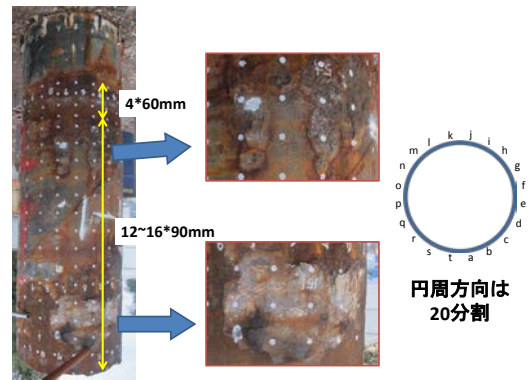


図 9. 実腐食鋼管計測点

表 1. PEC 計測点数

試験体	高さ*周	計	試験体	高さ*周	計	
N-1	18*20	360	N-10	20*20	400	
N-2	17*20	340	N-11	16*20	320	
N-8	18*20	360	N-12	20*20	400	
					合計	2180

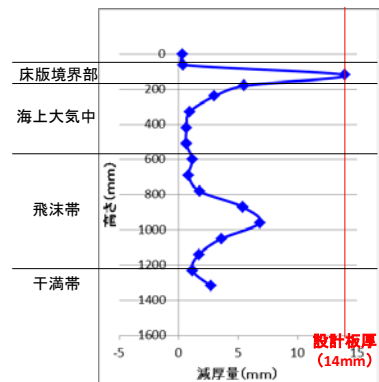


図 10. 計測結果