

平成30年11月

第 23 回

神奈川県非破壊試験技術
交流会・技術発表会

講演資料



<http://www.kanagawa-ndt.jp/index.htm>

共催：神奈川県産業技術センター

日 時 平成30年11月13日（火）14:00～20:45
場 所 K G U 関内メディアセンター

第 23 回 県NDT技術交流会技術発表会

プログラムと資料目次

ページ

開会の挨拶 会長 小島 隆	14 : 00~14 : 10	
1) 最新のインフラ構造物の点検に 有効な非破壊検査機器の紹介 非破壊検査機器 ○小原勝次	14 : 10~14 : 35	1
2) CUI 非破壊検査再考察 偕成エンジニア (株) ○小濱博明、竹内 弘、高澤茂樹	14 : 35~15 : 00	27
2) 高寿命加速試験に適用可能な モニタリングシステムの開発 横浜国立大学 ○一里山誠治、坪井翔太、岡崎慎司、 笠井尚哉、澁谷忠弘	15 : 00~15 : 25	35
―― 休憩 (15:25~15:40) ―――		
4) 渦流アレイ装置「MagnaFORM」のご紹介 オリンパス (株) 産業機器営業部 ○山本優一郎	15 : 40~16 : 05	37
5) 低周波電磁誘導法によるタンク側板探傷 (有) テステックス・ジャパン 川崎営業所 ○清水 歩、大友一規	16 : 05~16 : 30	59
特別講演 講師紹介 会長 小島 隆	16 : 30~16 : 40	
「横浜市営地下鉄の変遷と地下鉄車両の整備」 横浜市交通局技術管理部担当課長 熊谷勝博 様	16 : 40~17 : 20	67
追悼 宮武俊弘 先生を偲ぶ 神奈川県立産業技術総合研究所 関野晃一 様 (元関東学院大学 理工学部理工学科 専任講師)	17 : 20~17 : 35	



低周波電磁誘導法によるタンク側板探傷

The inspection of tank wall by low frequency electromagnetic technique

有限会社テストックス・ジャパン 清水 歩

はじめに

鋼材で建設されたタンクは、天板・側板・底板それぞれが異なる特性を持ち、腐食減肉が発生・進行して漏洩に繋がるトラブルが起こる。今回の対象である側板の特性としては、内面に乾湿の繰り返り部がある事、減肉部に対して貯蔵物の重量が作用し、大きなトラブルに発展する危険性がある事、板が直立していて、全面を検査するのに足場設置のコストが掛かる事などが挙げられる。現在行われている主なタンク側板検査は、昇降階段等から手に届く範囲の肉厚計則および目視検査で、その結果から側板全体の肉厚を推定し評価している場合が多い。タンク側板の全面を検査した例は少なく、その正確な減肉傾向は広く知られていない。

このような状況の中、ユーザーの要望もあり、近年当社は「低周波電磁誘導法によるタンク側板探傷」をスタートさせた。この検査方法は低周波電磁誘導法の特長を最大限に活かしたもので、足場設置の必要がなく、タンク側板全面の減肉傾向の把握と肉厚評価を可能とする。また、減肉部が容易に確認できるカラー減肉分布図は、タンクの維持管理をしていく上で有用である。今回の発表では、その低周波電磁誘導法によるタンク側板探傷について紹介する。

低周波電磁誘導法の原理

低周波電磁誘導法は、励磁コイルと検出コイルの2種類のコイルを用いる検査方法である。励磁コイルから低い周波数(5~27Hz)の交流磁束を強磁性体である検査対象鋼板に与え、鋼中を流れる交流磁束が検出コイルに誘導電圧を生じさせる(図 1)。検出コイルから位相と振幅の信号値をデータとしてピックアップし、健全部と減肉部で比較する。減肉が存在すると鋼中を流れる交流磁束が阻害されるため、健全部と異なる信号パターンが現れる。この違いを元に、減肉部を特定していく。減肉が深く、サイズ(面積)が大きいほど交流磁束の流れが阻害されるため、減肉信号が大きくなる。また、鍍やコーティングが存在していても、それらは強磁性体ではないため、交流磁束の流れや浸透能力に影響を及ぼさない。つまり鋼材の変化にのみ影響する原理である。また通常の渦流探傷と異なり、低い周波数を使用することで検査対象全体の磁場の浸透がより均等になり、内外面の減肉を同時に検出することが可能となる。

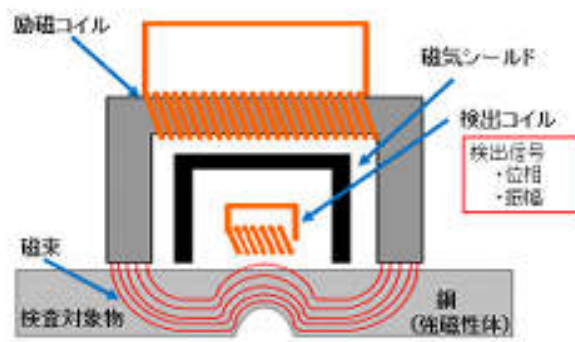


図 1 低周波電磁誘導法原理図

検査機器ユニット

タンク側板探傷で使用される検査機器ユニットを紹介する。検査機器はパソコン、探傷器、8個のセンサーを組み合わせたスキャナーである(図 2)。スキャナーは幅 400mm、長さ 270mm、高さ 60mm の形状で、1 個のセンサー当たり 4ch、計 32ch の検出コイル(12.5mm /1ch)が密に配置されている。8 個のセンサーは各々独立して細かく動くように取り付けられており、これにより常に側板表面と探傷面の距離が均一になる。よって表面状態が粗雑な状況でも安定したスキャナーの上昇操作が可能となる。オペレーターユニットは組み立て式であり、パソコンによるデータスキャンと、手動ウインチによるスキャナー上昇操作を行う(図 3)。電源はバッテリーを使用する。工場電源を必要としない非常に簡易的なユニットであり、様々な環境で使用できる。



図 2 スキャナー

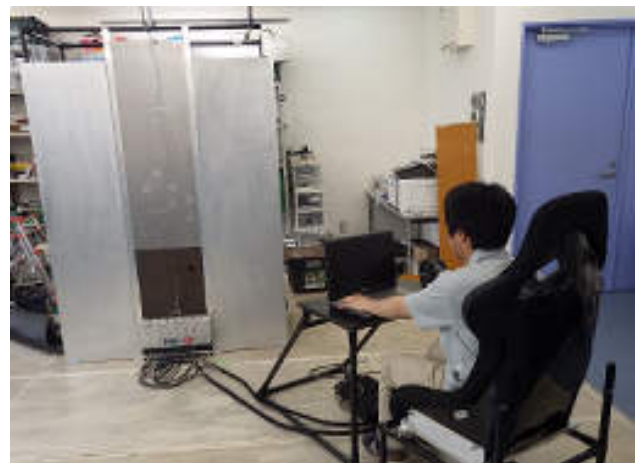


図 3 オペレーターユニットによる操作

低周波電磁誘導法の特性

裏面減肉試験片の校正データから、低周波電磁誘導法の特性を紹介する。試験片は $t=6\text{mm}$ 、減肉サイズが $\phi 10$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 30$ 、 $\phi 40$ 、減肉率が 30%、50%、70%、100%の減肉が機械加工されている(図 4)。検出された信号値は減肉サイズおよび減肉率と相関関係が成り立つ。減肉サイズが大

きくなるほど、また減肉率が高くなるほど、交流磁束の流れが阻害され信号値が大きくなる(図 5、図 6)。これが低周波電磁誘導法の特性である。減肉率の評価は信号値と減肉幅から算出される。減肉率が高くサイズが大きい減肉ほど顕著な信号が現れるので、漏洩の危険性がある減肉を見落とすことがない。



図 4 試験片(表面から撮影)

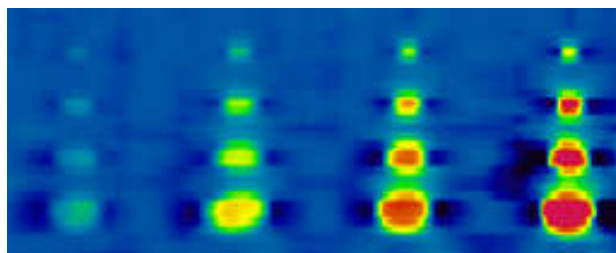


図 5 較正データ

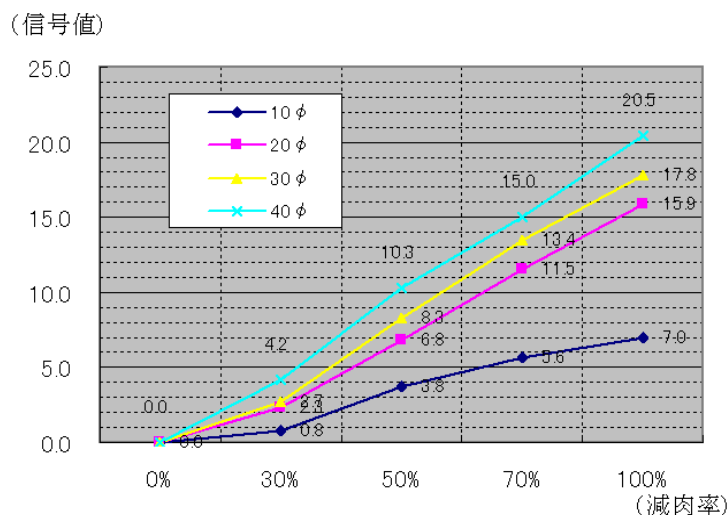


図 6 較正データグラフ

特長:低周波電磁誘導法での側板探傷

表面の影響を受けにくい

非接触探傷なので錆・スケール・コーティング上からの探傷が可能である。側板の歪みにも対応をする事ができる。また接触媒体が不要で前処理も不要な場合が多い。

介在物の影響を受けない

介在物が存在しても、それらの多くは強磁性体ではないため、鋼中を流れる交流磁束に変化を及ぼさない。よって、減肉信号として誤検出される事はない。

タンクの内容物の影響を受けない

強磁性体(鋼材)のみに反応するため、タンク内に液体の内容物が入っていても探傷可能であ

る。

全面探傷が可能

使用するスキャナーは幅 400mm の探傷面に 32ch の検出コイルが配置されている。また励磁コイルが作る磁場は広がりを持っているため、コイル間の死角が生じず、スキャナーを走査した面の探傷が記録される。結果、側板の全面探傷が可能となる。

局部減肉の検出能力が高い

全面探傷を可能とする低周波電磁誘導法は、局部減肉の検出能力も高い。これは、局部または残肉値の小さい部位は鋼中の交流磁束が大きく阻害され、減肉信号が顕著に現れるためである。このため、漏洩寸前の減肉を高い精度で検出し、対策を取る事ができる。

内外面の減肉を一度に検出する事が可能

低周波電磁誘導法は低い周波数を使用する事で、鋼中に深く、均等に磁場を浸透させる。また、得られる信号は内面減肉と外面減肉とでパターンが異なる。このため、一度のスキャナー走査で内面減肉と外面減肉両方のデータを収集し、検出する事ができる。

装置一式が大掛かりでなく、素早く検査を開始できる

全面探傷が可能にも関わらず、装置とスキャナーをケーブルで接続することで探傷に入ることができる。電源は発電機や工場電源を必要とせず、市販のバッテリーを使用するため段取りが速い。

高速探傷が可能である

スキャナーが軽量であるため段取り替えが早く、検査処理面積が広い(約 50 m²/日)。

足場設置コストを抑えることができる

ウインチによる吊り上げ操作をするため、足場を必要としない。

探傷方法

オペレーターを含め計 3 名の検査員を配置する(図 7)。側板最下段に幅 400mm 毎に基準線を描き、レーザー墨出器で垂直ラインを明示する。天板にオペレーターユニットからのワイヤーを張り、側板下部にセットしたスキャナーに接続させる。ウインチでワイヤーを巻取りながらスキャナーを上昇走査させ、データの記録を行う。1 ライン完了後、順次隣のラインにセットして探傷を繰り返す。昇降階段および地上部から手の届く範囲に減肉信号を検出した場合は、超音波探傷器で残肉値を測定する。手の届かない範囲に原肉信号が検出された場合、低周波電磁誘導法のデータにより減肉値を評価する。探傷処理能力は約 50 m²/日である。

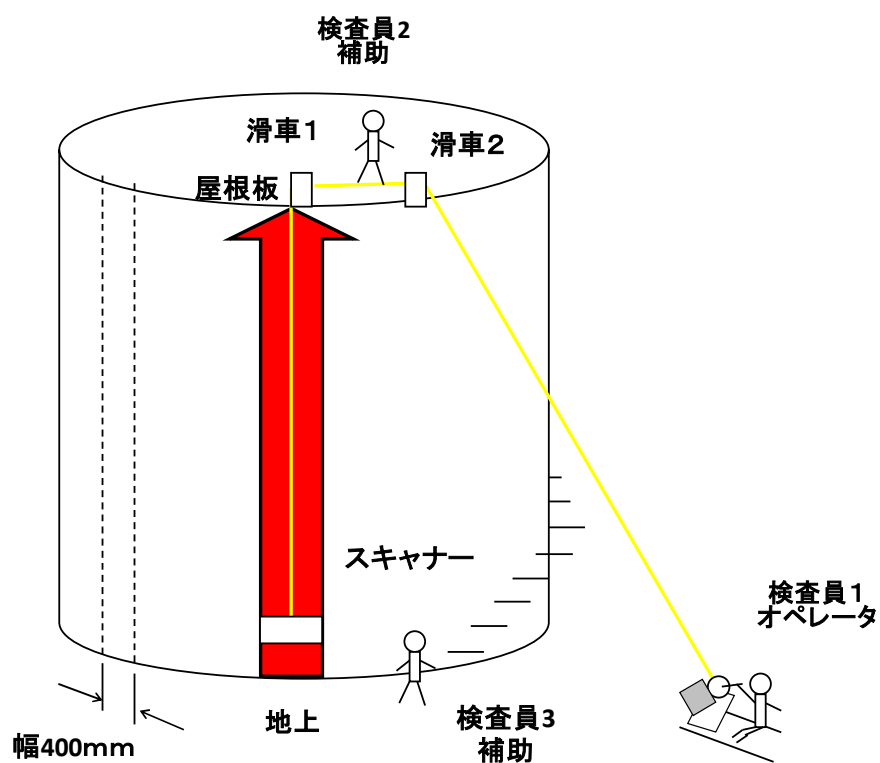


図 7 探傷方法

立体減肉マップ

すべての探傷データを組み合わせて、カラー減肉マップを作成する(図 8、図 9、図 10)。肉厚計の点測のみによる報告書と比較して、視覚化する事で全体の減肉傾向を容易に把握する事ができる。

この工法の検査により、タンク側板では日照条件・レベル高さによって減肉傾向が異なる事、気相部・液面部・乾湿繰り返し部で腐食形態がグループ分けできる事といった結果が得られている。

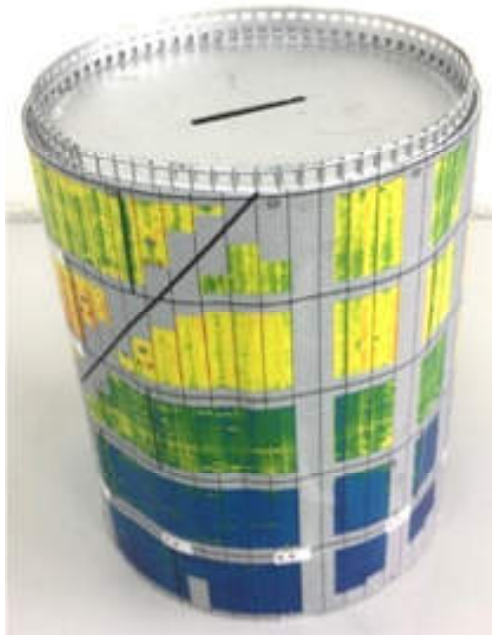


図 8 立体減肉マップ
全体減肉タンク南側

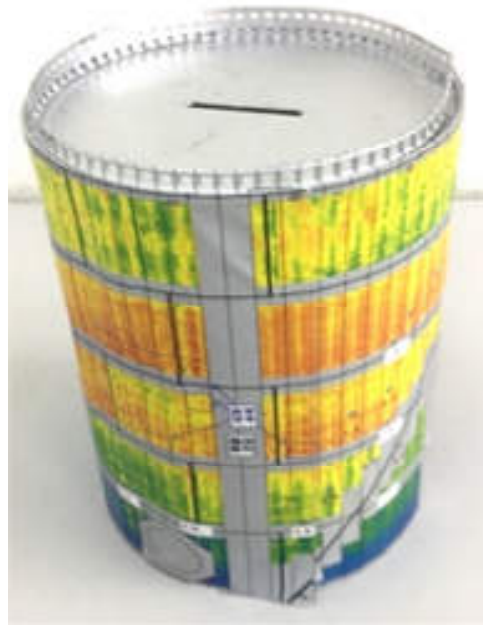


図 9 立体減肉マップ
全体減肉タンク北側

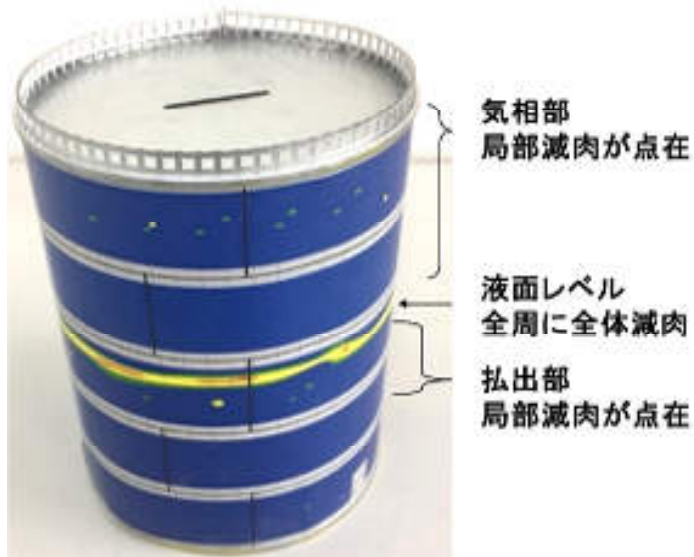


図 10 立体減肉マップ 局部減肉タンク

おわりに

この方法で検査したタンクは抜き取り検査を含めて現時点で 4 基である。すべてタンク径が 10m 未満の小型タンクである。準特定及び特定規模のタンクはウインドガーター等の付属物が設置されており、スキャナー走査の障害となるので、本稿で紹介したタンク側板探傷をそのまま適用することは難しいと考えられる。またそれらのタンクでは探傷面積が膨大になるため、コストの観点からも現在

の検査法を見直す必要がある。よって現在の工法で探傷可能な物件は側板下部から上部までスキャナー走査が可能な小型タンクに限られる。今後はスキャナー操作に障害となる部位が存在しても探傷できるように駆動部などを改良していく予定である。低周波電磁誘導法は、今回紹介したように様々なメリットがある。これらを十分に活かし切り、様々な設備・部位で高い精度の検査ができるよう、幅広い視点でさらなる技術向上に取り組んでいく所存である。