



渦電流アレイ装置の開発（その2）

Okuno Satoko

奥野 訓子*¹

Fujiwara Mitsugu

藤原 貢*²

本研究では、社会インフラの健全性維持に向けた非破壊検査技術の高度化を目的として、塗膜を除去せずに広範囲の表面きずを効率的に検出できる渦電流アレイ装置とアレイ ET プローブを開発した。装置およびプローブの構造改良により、探傷有効範囲の拡大、溶接線への倣い性および現場での取り扱い性を向上させたことから、本稿ではその成果について紹介する。

キーワード： 渦電流探傷装置、アレイプローブ、塗膜上検査、自走式探傷装置

1. 緒言（はじめに）

近年、社会インフラの老朽化や長寿命化対策の重要性が高まる中、構造物や設備の健全性を維持するための非破壊検査技術が注目されている。インフラ構造物の表面には、腐食防止を目的として塗膜処理が施されていることが一般的であり、長期使用に伴う疲労などにより発生する表面きずの検査には、塗膜除去後に磁気探傷試験（MT: Magnetic Testing）や浸透探傷試験（PT: Penetrant Testing）が適用されている。MT および PT 検査では、「塗膜除去→検査→（補修）→再塗装」の工程が必要となるため、コストおよび工事期間の短縮が課題である。また、古い塗装には PCB（ポリ塩化ビフェニル）やクロム、鉛などの重金属が含まれていることがあり、塗膜の除去作業は安全面や環境面においても大きな負担となっている。

当社では、塗膜直下の表面きずに対して、塗膜除去作業が不要な渦電流探傷装置「Mobile

EDDy[®]」（図1参照）を用いた渦電流探傷試験（ET: Eddy current Testing）によるスクリーニング検査を以前より提案・実施してきた。Mobile EDDy[®] は、狭隘部や塗膜のひび割れなど部分探傷を目的としているが、その反面、一度に広範囲を探傷することができないという課題があった。そこで、塗膜上からの探傷に特化した Mobile EDDy[®] の性能を維持しつつ、一度の走査で広範囲の探傷が可能な渦電流アレイ装置を2022年に開発⁽¹⁾した。



図1 携帯型渦電流探傷装置「Mobile EDDy[®]」

*1：検査事業部 横浜検査部 NDEグループ

*2：検査事業部 横浜検査部 NDEグループ 主幹

本稿では、その後さらに改良を加えた渦電流アレイ装置について紹介する。

2. 渦電流アレイ装置

2.1 渦電流アレイ装置の開発

Mobile EDDy® は、シングルプローブを用いた装置であり、塗膜のひび割れ箇所など限定した

範囲の部分探傷に適しているが、一度に広範囲を探傷するには適していない。この課題を解決するために、複数のセンサを配列したアレイプローブを用い、広範囲探傷が可能な渦電流アレイ装置（図2参照）を開発した。さらに装置寸法および重量の見直し・改良を行い、より取り扱いやすい仕様とした。基本仕様を表1に示す。



装置寸法：340×280×120mm
装置重量：約 4.0kg

(a) 2022年開発版



装置寸法：315×230×95mm
装置重量：約 2.0kg

(b) 2025年改良版

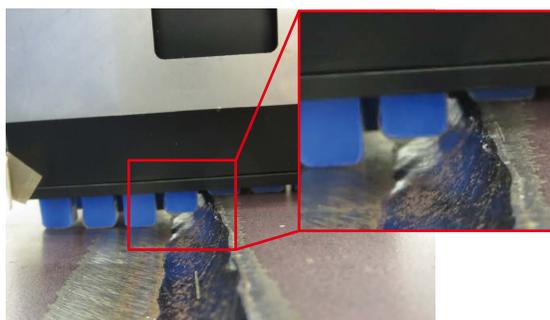
図2 渦電流アレイ装置の外観写真

表1 基本仕様（2025年改良版）

No.	項目	内容	備考
1	チャンネル数	32ch	
2	電源	DC9V	ACアダプタ
3	装置寸法	315 × 230 × 95mm	
4	装置重量	約 2.0kg	
5	試験周波数設定	1 ~ 2000kHz	1kHz ピッチ
6	感度設定	16 ~ 68dB	0.1dB ピッチ
7	位相設定	0.0 ~ 359.9deg	0.1deg ピッチ

2.2 フレキシブルアレイ ET プローブの開発

一般的なアレイ ET プローブは、シートコイルが採用され、検出コイルと励磁コイルが平面配置であるため、プローブ自体の薄型化が可能であり、設置面への倣い性も優れている。一方、当社のプローブは、塗膜厚さや溶接部の凹凸などによるリフトオフ変動が生じても検出領域全体の渦電流



(a) アレイETプローブ



(b) フレキシブルアレイETプローブ

図3 重ね溶接への倣い性

分布の変化が小さく、安定した探傷結果が得られる特殊プローブを採用している。しかし、このプローブは、検出コイルと励磁コイルが上下に立体的に配置されているため、突合せ溶接や重ね溶接の止端部などの急変部に対する検出性は良好とはいえない（図3 (a) 参照）。そこで従来の樹脂製に代えて、シリコンゴムを用いたフレキシブルアレイETプローブを開発した（図3 (b) 参照）。

その結果、柔軟性に優れ、溶接線への検出性を向上させることができた。

2.3 フレキシブルアレイ ET プローブの性能確認

本開発では、人工きずを有する試験片を用い、製作したフレキシブルアレイ ET プローブの検出性能を確認した。図4 に試験結果を示す。探傷

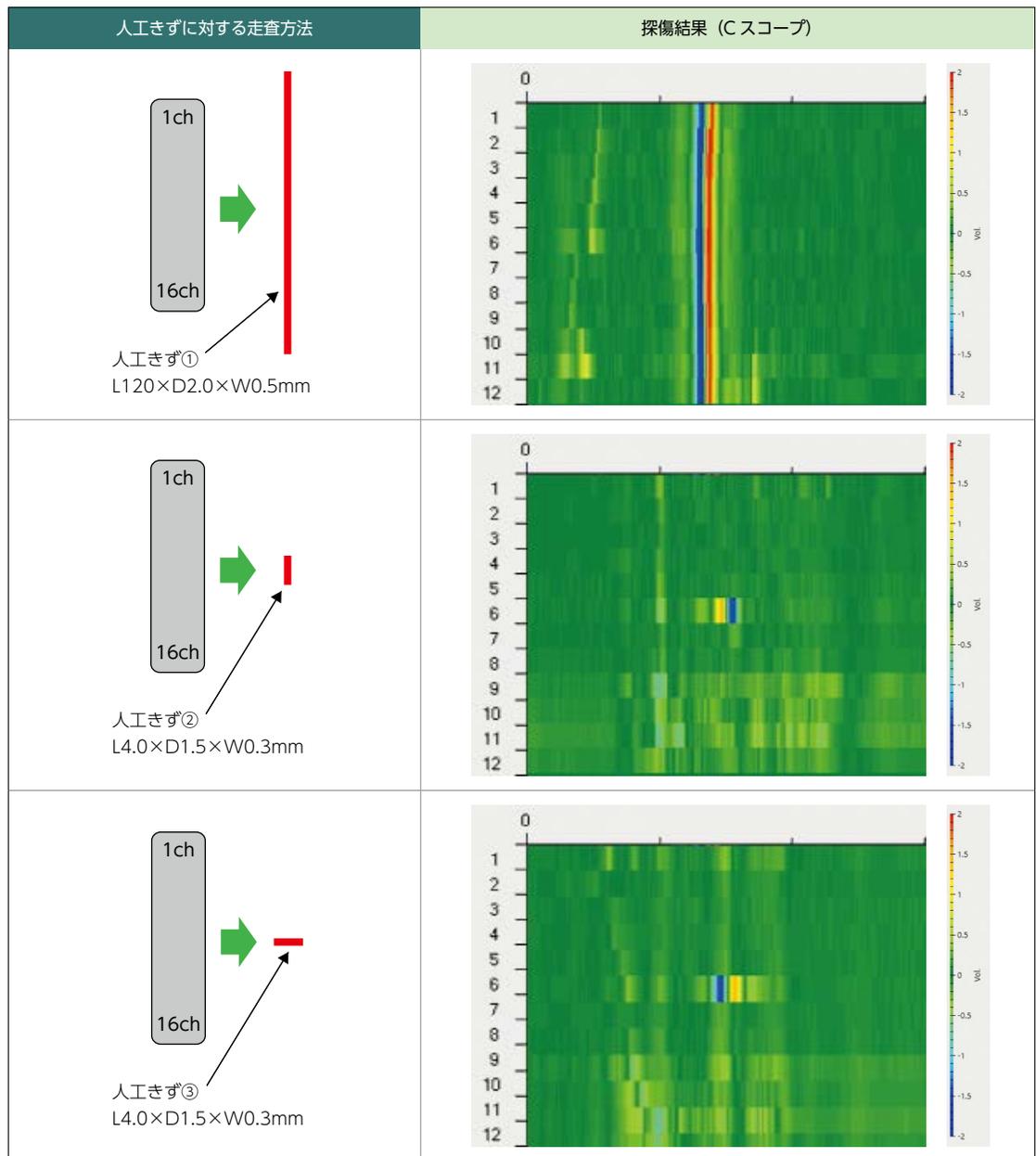
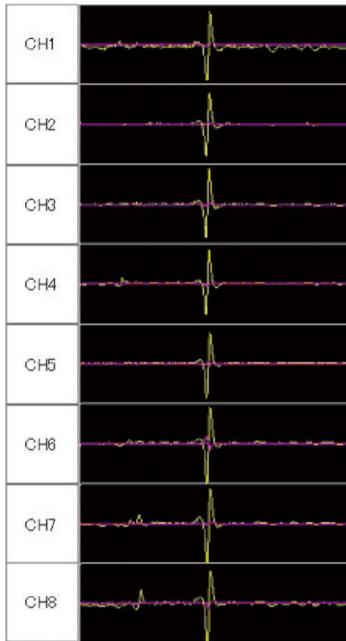
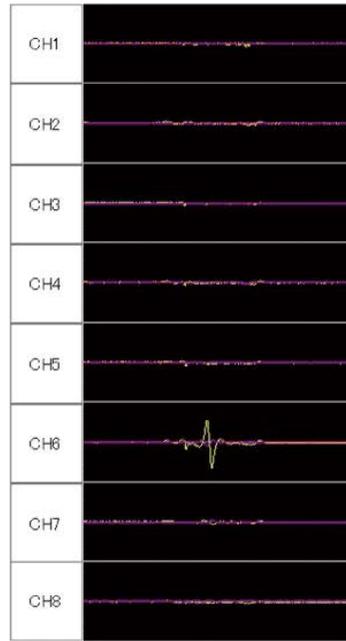


図4 フレキシブルアレイ ET プローブによる検出性能確認試験



(a) 人工きず① (L120×D2.0×W0.5mm)



(b) 人工きず② (L4.0×D1.5×W0.3mm)

図5 チャート画像 (代表例)

有効範囲より広い人工きず① (L120 × D2.0 × W0.5mm) において、すべてのチャンネルで同時にきずの検出を確認できた。また、プローブ走査に対して、人工きず②および③ (L4.0 × D1.5 × W0.3mm) が直行および平行方向に配置された場合でも、いずれも検出することができた。なお探傷結果は、図4に示すCスコープ画像および図5に示すチャート画像にて表示することが可能である。なお、実際の突合せ溶接や重ね溶接への適用では、人工きず以外に止端部などの急変部でも信号反応が現れるため、識別性については引き続き検証が必要である。

2.4 自走式渦電流探傷装置

本開発では、アレイ ET プローブの採用により、探傷有効範囲を拡大することができた。さらに走査方法については、従来の手動探傷に加え、自動探傷を実装することで、より広範囲の探傷が可能となる。そこで、走行装置にアレイ ET 装置を搭載した自走式渦電流探傷装置を開発した (図6

参照)。走行方式には、進行方向に設置した目印(マーカー)をカメラで検出することで自動走行させる方式(図7参照)と、コントローラー操作によるマニュアル走行方式の二つの方式を設けた。しかし、マーカー認識による自動走行においては、検査環境(暗所、濡れた路面)による影響を受けやすいため、より安定した自動走行性能の確保に向けて、引き続き検討を行う必要がある。



図6 自走式渦電流探傷装置

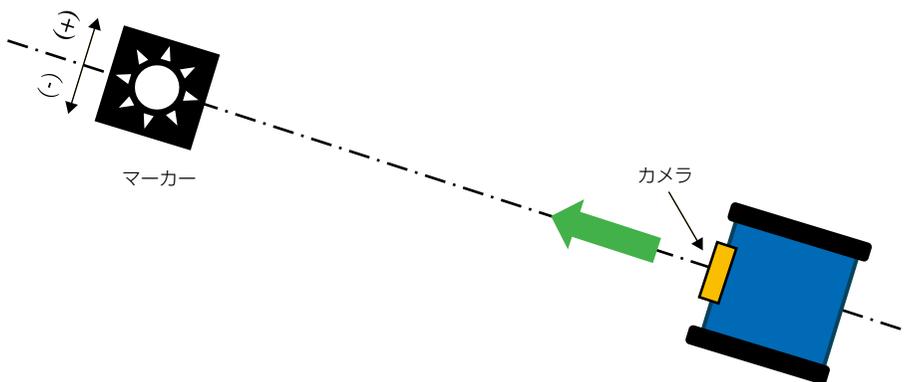


図7 マーカー認識による自動走行方法

3. 結言 (まとめ)

本研究では、塗膜を除去することなく表面きずの検出が可能な渦電流アレイ装置およびアレイ ET プローブを開発した。さらにプローブ構造の改良により、倣い性を向上させたフレキシブルアレイ ET プローブを開発した。これらを組み合わせた自走式渦電流探傷装置の開発により、従来

の手動探傷に加え、広範囲かつ効率的な検査が可能となった。今後は、実際の構造物検査における適用性や検出性のさらなる向上に向けて検討を進め、社会インフラの健全性維持に貢献できる非破壊検査技術の発展を目指す。

参考文献

- (1) IIC REVIEW No.70 「渦電流アレイ装置の開発」



検査事業部 横浜検査部
NDE グループ

奥野 訓子

TEL 045-759-2120



検査事業部 横浜検査部
NDE グループ 主幹

藤原 貢

TEL 045-759-2120