

回転型永久磁石を磁界源に用いた 鋼床版橋梁溶接リブき裂の 渦電流探傷の技術開発

国立高等専門学校機構 鈴鹿工業高等専門学校
電子情報工学科 准教授 板谷年也

2024年10月8日

研究分野の概要

- 道路の橋梁等の非破壊検査で用いられている従来の渦電流探傷試験には、装置が重たい、電源の確保が必要、塗装膜を剥がすなどの前処理が必要という問題点があった。
- 本発明による新たな渦電流探傷試験システムで、従来技術と同じ磁界強度を達成するために必要な電力消費を抑えることに成功した。また、本技術を搭載した携帯型渦電流探傷機器は、軽量・コードレスで携帯可能にできる、時間・コストを要していた検査前処理が不要となる、2つの非破壊検査を1つの検査機器で行うことが期待できるなどの優位性がある。

キーワード: 計測、渦電流探傷試験、非破壊検査

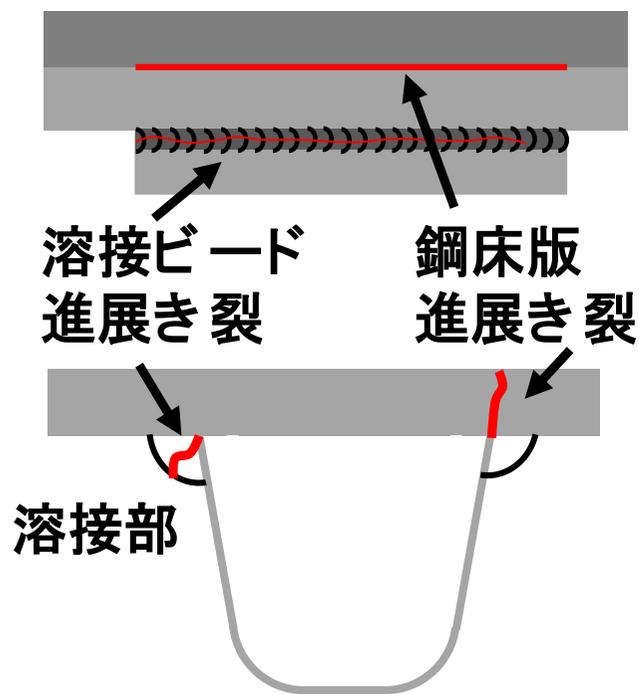
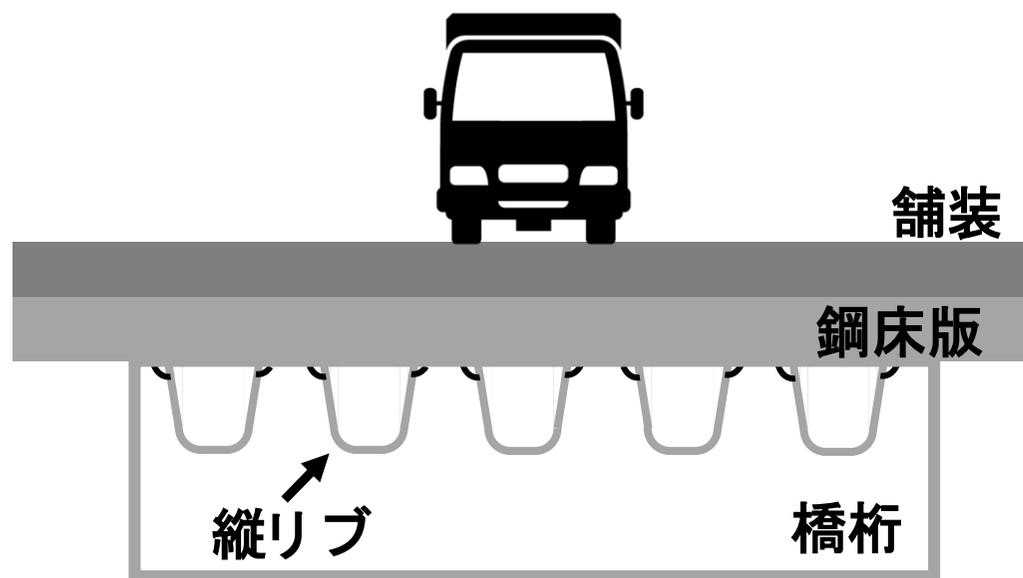
背景:ビジョンと社会的位置付け

鋼床版橋梁など人が立ち入りにくい高所非破壊検査作業現場に持ち運び容易な電磁非破壊検査技術の実現を目指す。

鋼床版橋梁溶接リブき裂などの渦電流探傷機器およびそれを用いた非破壊検査サービスは、カーボンニュートラルの観点から橋梁長寿命化に貢献するため継続して社会に求められている。

背景：鋼床版橋梁の縦リブ溶接部のき裂

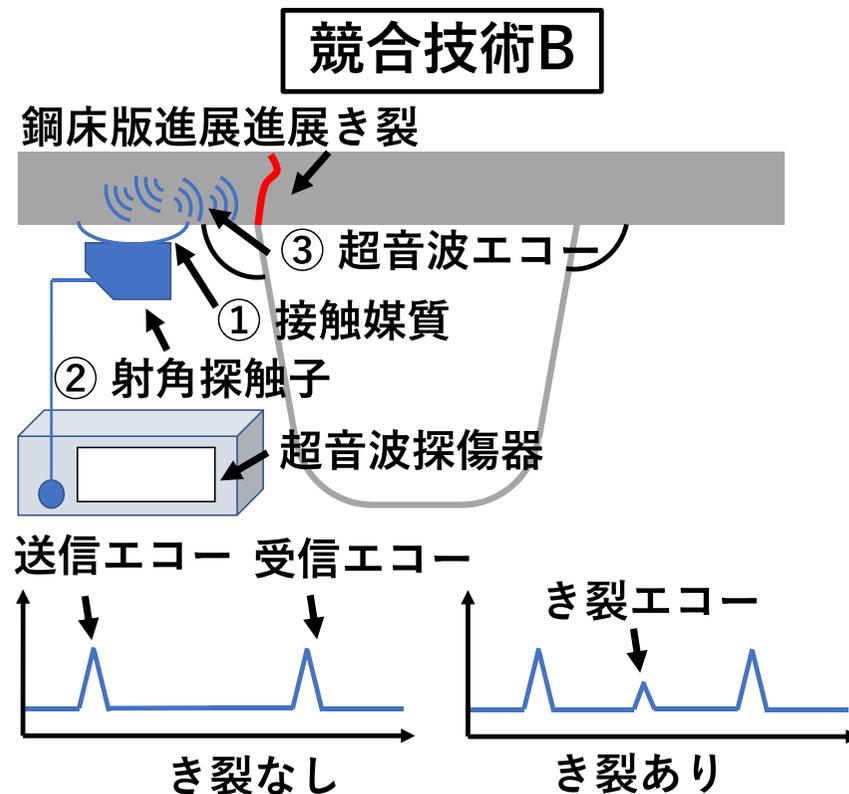
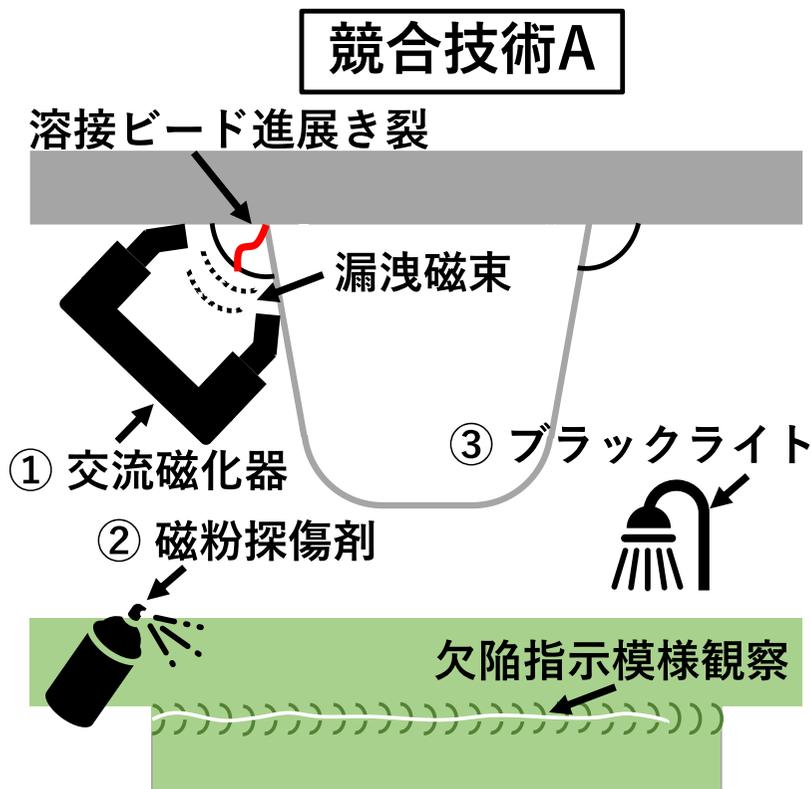
鋼製の板（デッキプレート）を鋼製の部材で補強した構造物で、コンクリート系床版に比べ軽量であるのが特徴である。鋼床版の多くは縦リブ（U字リブ）で支えられており、縦リブでの溶接部では、金属疲労が原因でき裂が発生する。



従来技術：鋼床版橋梁の縦リブ溶接部の非破壊検査

競合技術A：磁化されたU字リブ表面近傍のき裂による漏洩磁束を磁粉模様として観察することでき裂検出

競合技術B：超音波探傷器により超音波を鋼床版に入射し、底面での反射エコーを受信する。き裂エコーからき裂検出を行う。

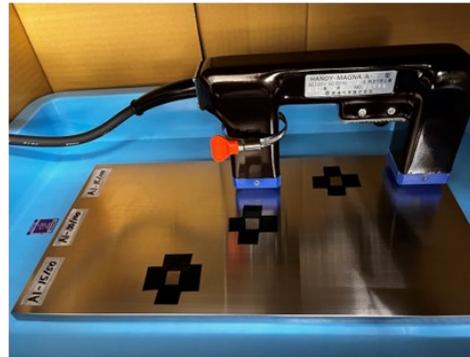


従来技術：磁粉探傷試験の例

①



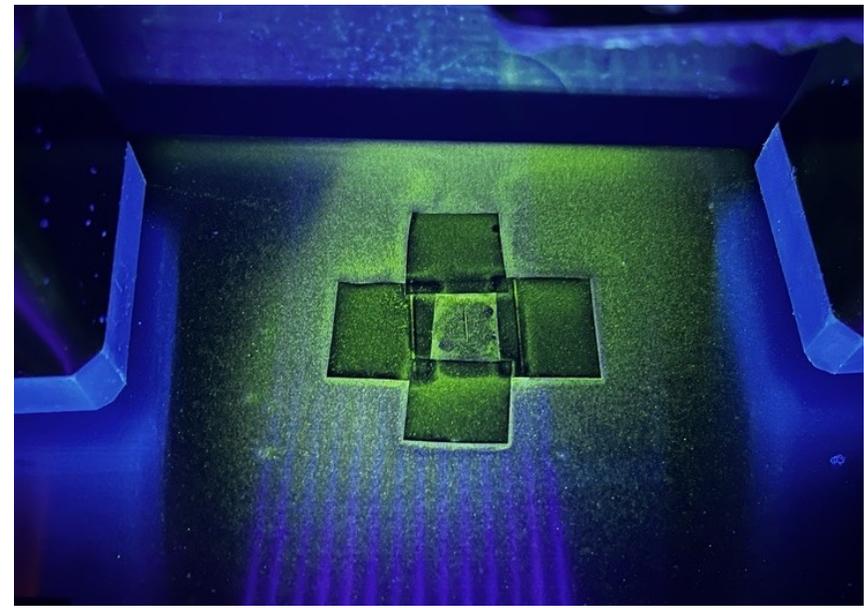
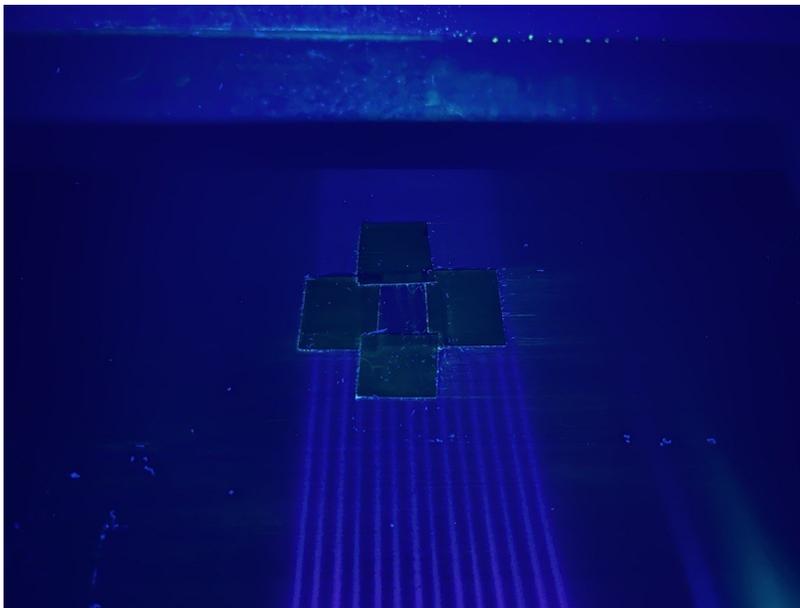
②



③



④



従来技術：従来技術とその問題点

既に実用化されているものには、磁粉探傷試験、超音波探傷試験による非破壊検査法等があるが、

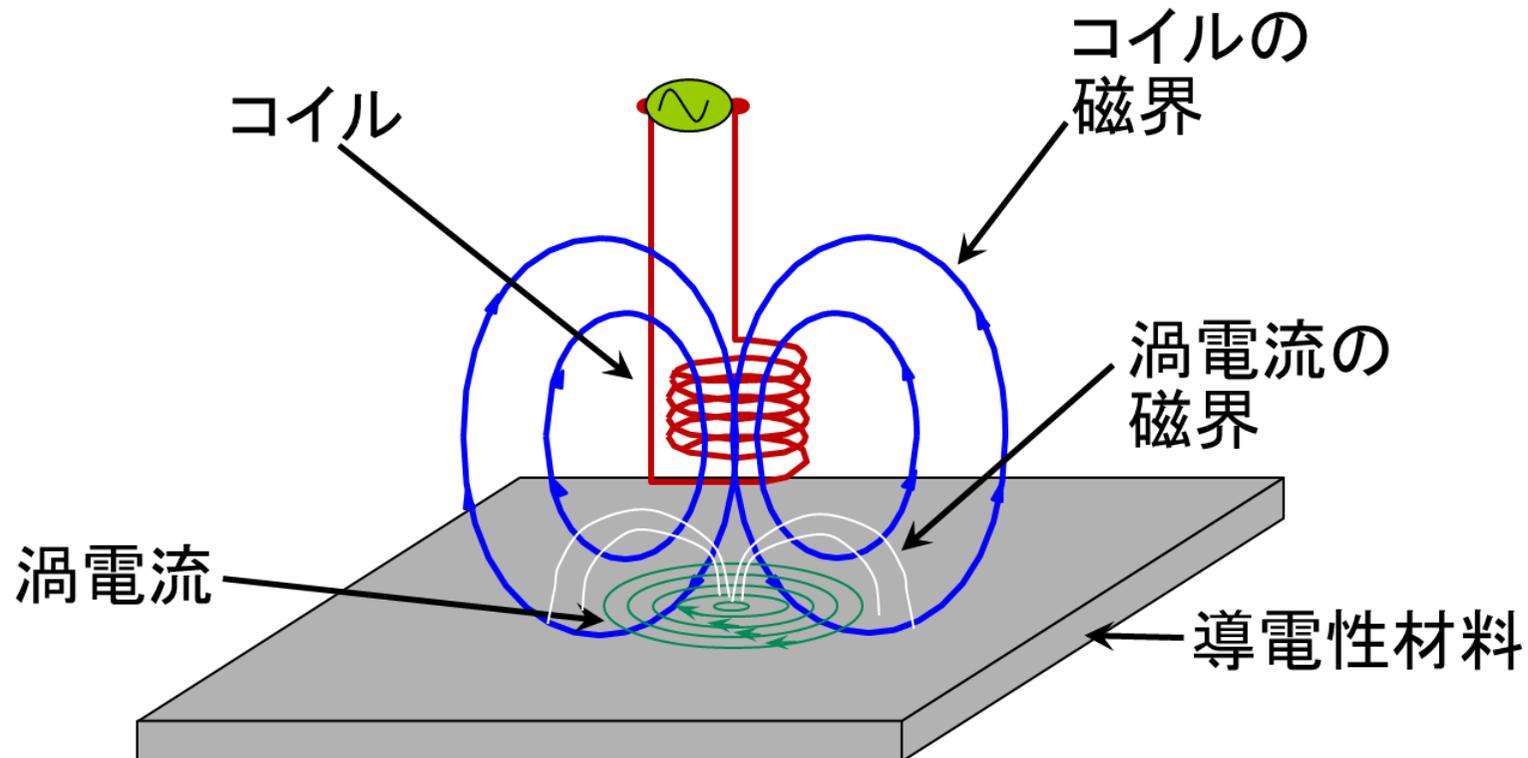
装置が重たい、電源の確保が必要

塗装膜を剥がすなどの前処理が必要

等の問題があり、時間・コストを要している

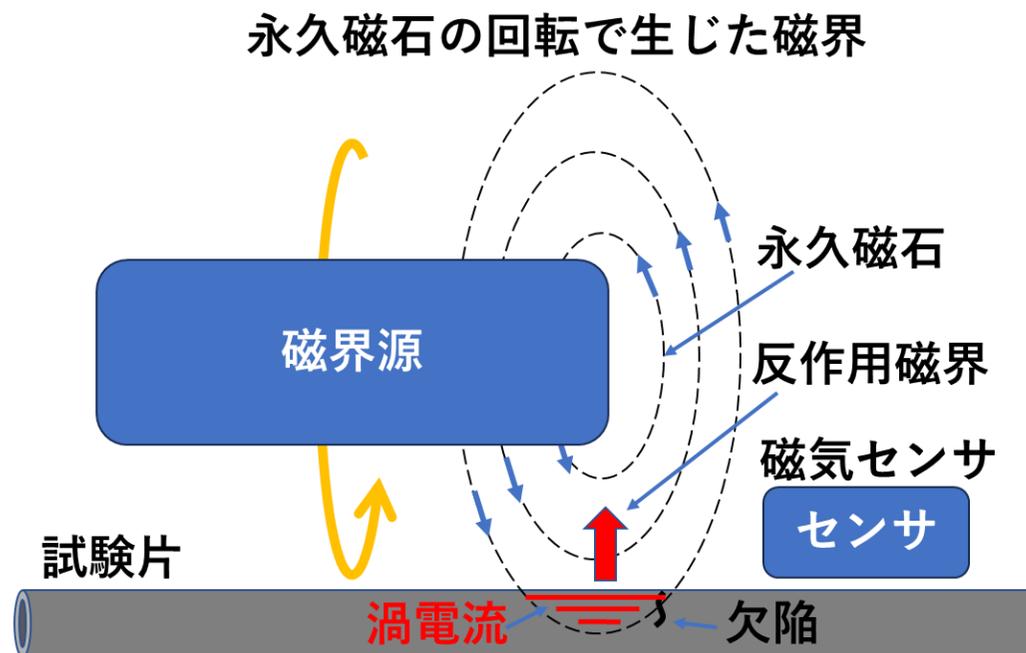
従来技術：渦電流探傷試験

交流電流を流したコイルと導電性材料との間の磁界の相互作用を利用し、導電性材料中のきず、欠陥による渦電流の変化をコイルのインピーダンス変化または起電力変化として検出する手法



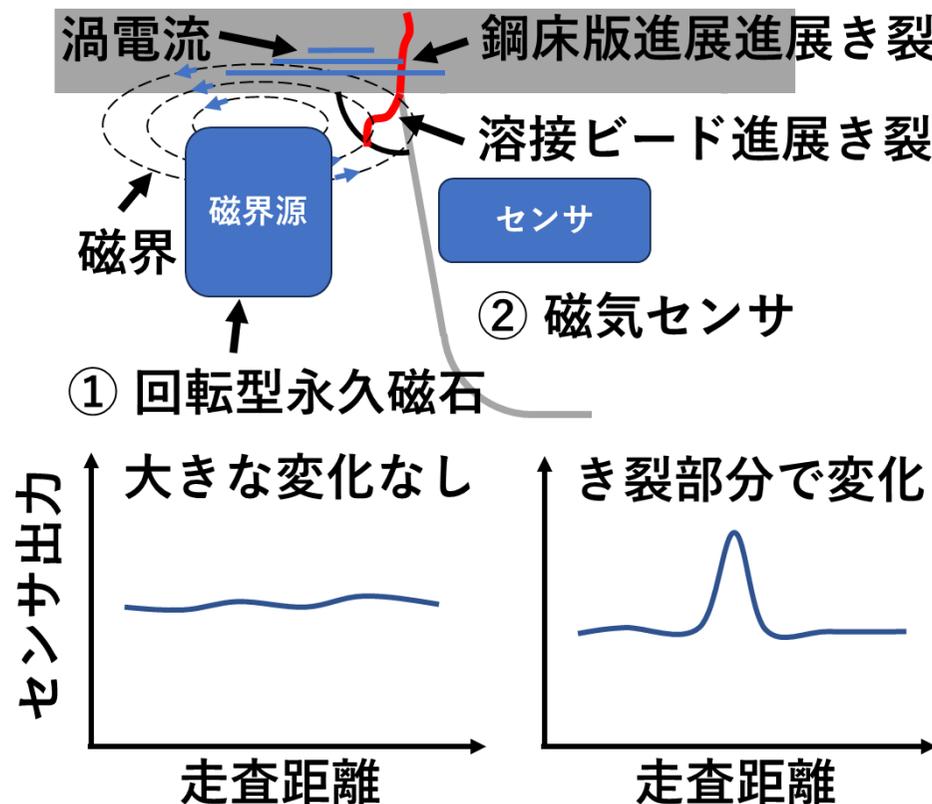
本発明: 基となる研究成果 (特許出願中)

本回転型永久磁石磁界源を用いた渦電流探傷試験システムを用いて、鋼管 (STKM17C、外径φ14mm、内径φ6mm、長さ1000 mm) の幅3mm、深さ1.6mmの外面円周スリットの欠陥検出に成功している。低消費電力 (7.50W) かつ軽量な磁界源 (300g) で、探傷に十分な磁界源 (23.7mT) を生み出し、欠陥検出できる。



本発明: 応用例

① 回転型永久磁石によって溶接ビードおよび鋼床版に渦電流を発生させる。② 渦電流による反作用磁界を磁気センサで得る。本システムを走査し、き裂部分では渦電流が乱れ、磁気センサの出力が変化する。この出力変化からき裂検出を行う。



新技術の特徴・従来技術との比較

- 従来の交流励磁したコイルを磁界源とした渦電流探傷試験と比較した場合、同じ磁界の強さを達成するのに必要な電力消費を抑えることに成功した。
- 本技術を搭載した携帯型渦電流探傷機器は、軽量・コードレスで携帯可能にできる、時間・コストを要していた検査前処理が不要となる、磁粉探傷試験と超音波探傷試験の2つの非破壊検査を1つの検査機器で行うことが期待できる。

鋼床版橋梁溶接リブき裂の非破壊検査技術の比較

	本研究開発	磁粉探傷試験	超音波探傷試験
① 重量	1kg以下 磁界源と検出部	3.2kg 市販装置(交流磁化器・ブラックライト)	3.5kg 代表的な市販装置(本体)
② 電源	・DC12V ・リチウムイオン電池可	AC100V	・AC100V ・リチウムイオン電池
③ 消費電力	10W以下	70W～400W	20W
④ 検査前処理	不要	塗装膜を剥がす 必要あり	接触媒質が必要
⑤ 対象き裂	2つの非破壊検査可能 ・溶接ビード長さ方向の深さが浅いき裂 ・溶接部根元から鋼床版深さ方向のき裂	溶接ビード長さ方向の深さが浅いき裂	溶接部根元から鋼床版深さ方向のき裂
⑥ き裂検出性能	・溶接ビード表面から深さ2mm以上 ・溶接部根元から深さ3mm以上	溶接ビード表面から深さ2mm以下	溶接部根元から深さ3mm以上

想定される用途

- 水中や人が立ち入りにくい作業
現場での鋼構造物の点検診断
- 変位・速度・厚みの渦電流センサ

市場ニーズの分析

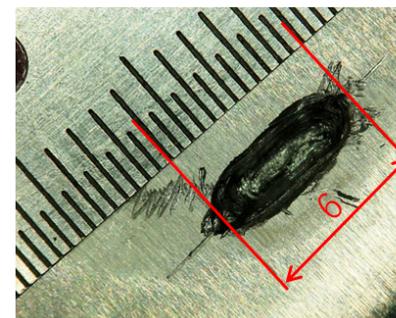
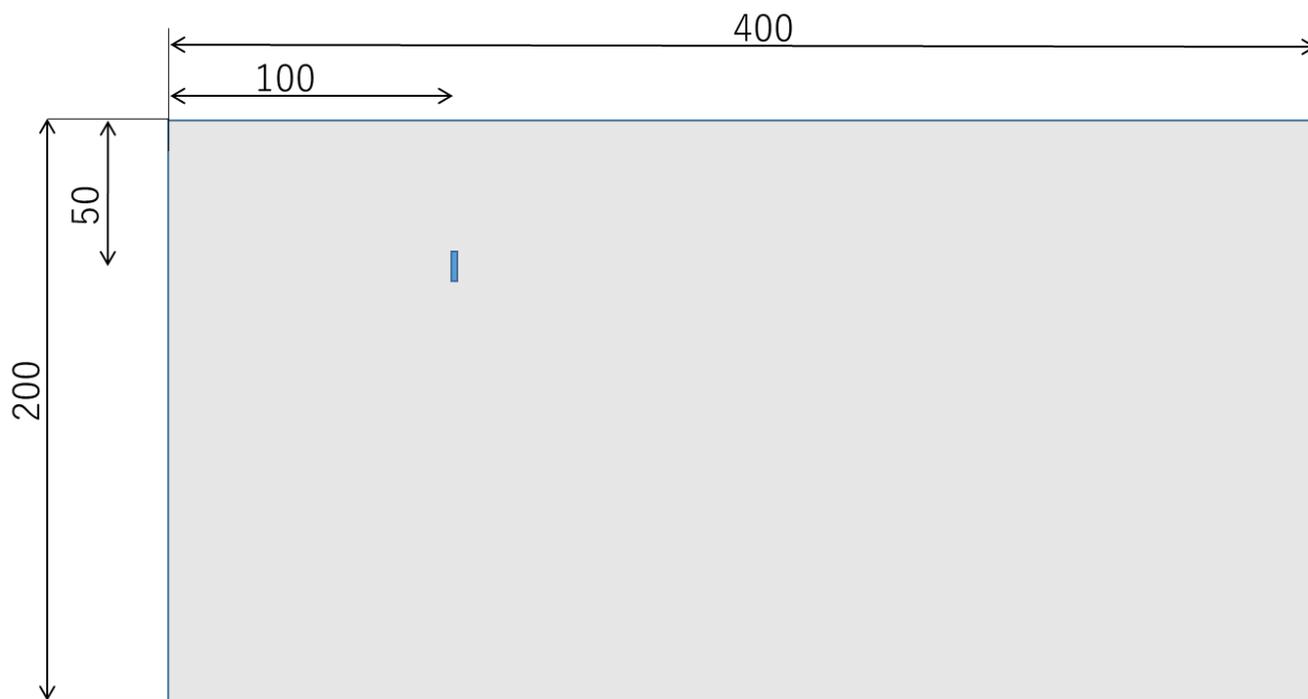
- 道路の橋梁の維持保全を目的とした定期点検に用いる機材として、点検を行う作業員の身負担や、作業時間や作業工程の圧縮、作業人員コストの軽減に寄与することから、橋梁維持保全にかかる作業を低減させ、公共の道路インフラ整備事業の発展に大きな影響があるものと考えられる。
- 国内において鋼床版を使用した橋梁は全体の1割弱であり、全73万橋のうち、7万橋が、点検によって本商品を使用するニーズが存在すると考えられ、5年に1回の定期点検を義務とすると年間で14,000か所の点検を実施しており、本技術が適用可能な商品の使用頻度は非常に高いと考えられる。

実用化に向けた課題

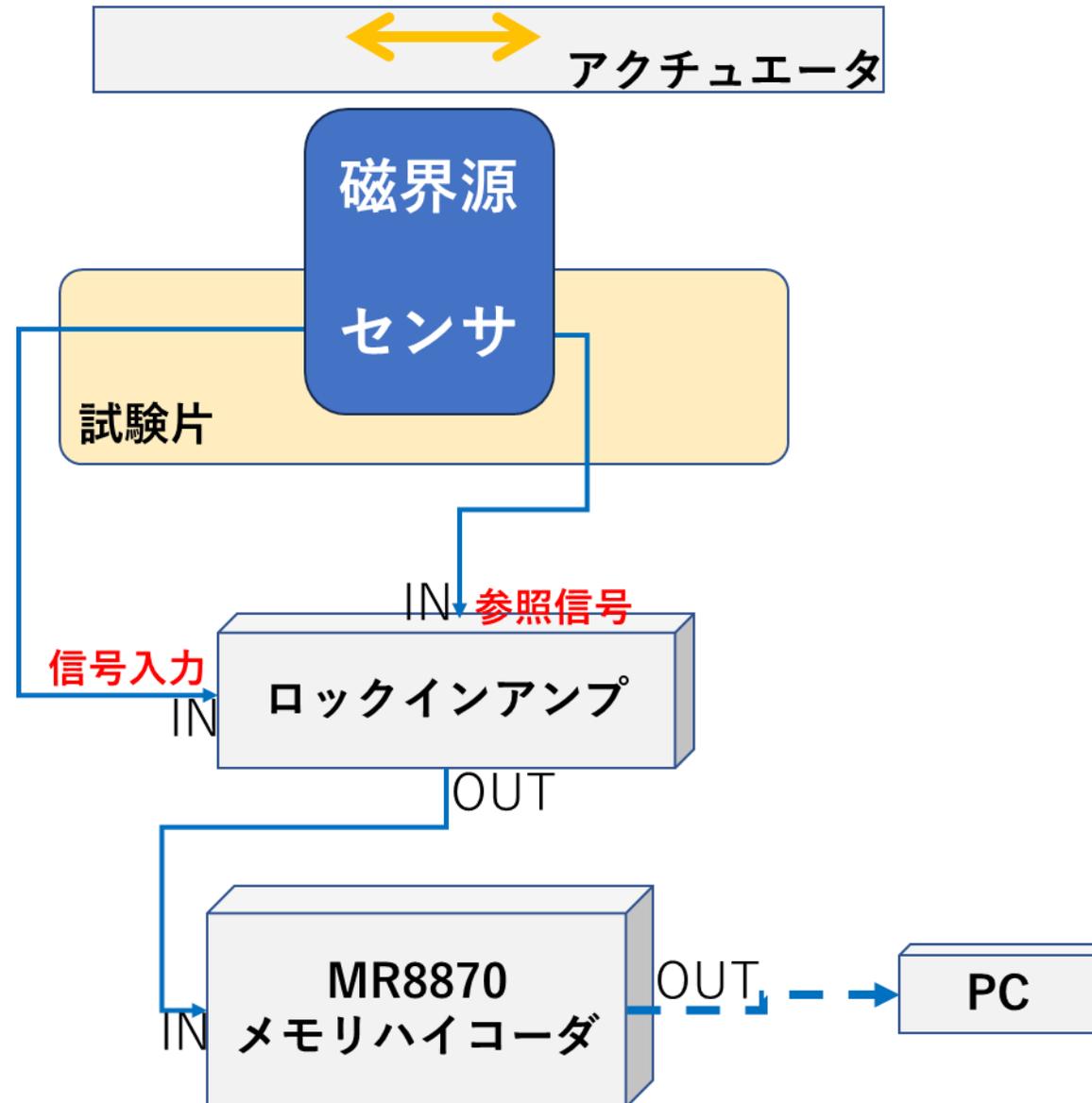
- 現在、鋼板（SS400 400×200×t12、長さ6mm、幅2mm、深さ1.0mm）の楕円状の表面の欠陥検出可能なところまで開発済み。しかし、溶接ビードへの適用が未解決である。
- 今後、鋼板について実験データを取得し、深さ方向の欠陥検出も含め溶接ビードに適用していく場合の条件設定を行っていく。
- 実用化に向けて、探傷に十分な磁界源の発生まで向上できるよう技術を確立する必要もあり。

楕円状の表面の欠陥検出

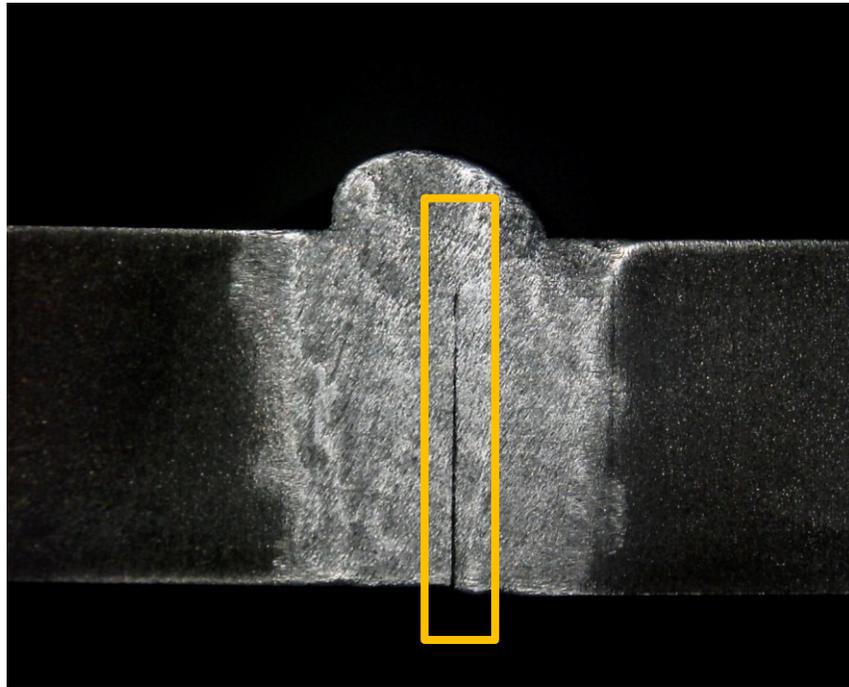
- 鋼板表面を渦電流探傷システムを走査することで探傷を行う。



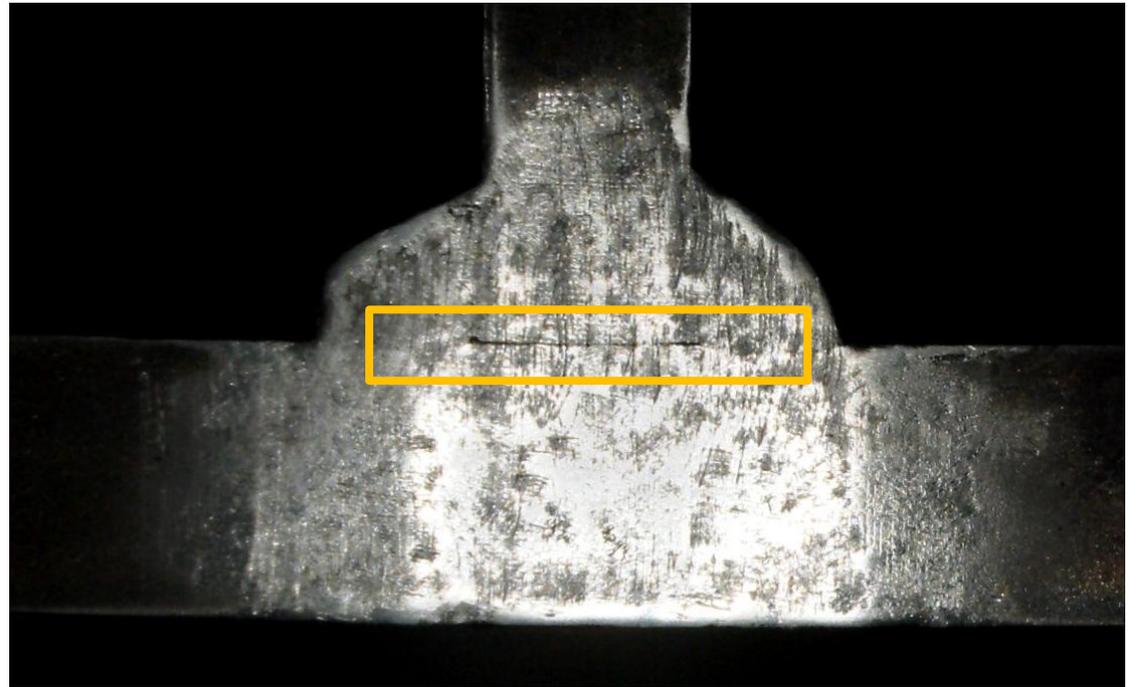
実験システム



目標とする欠陥検出（製作した試験片）



突き合わせ溶接



隅肉溶接

企業への期待、貢献、PRポイント

本技術は低消費電力、軽量かつ人が容易に持ち運び可能なため、人が立ち入りにくい場所での非破壊検査やセンシングに貢献できる

- 機器の装置化の技術やテストピースを持つ、企業との共同研究を希望
- 非破壊検査機器を開発中の企業、非破壊検査サービス分野への展開を考えている企業との共同研究を希望

本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：渦電流探傷装置及び渦電流探傷方法
- 出願番号：特願2023-188970
- 出願人：独立行政法人国立高等専門学校機構
- 発明者：板谷 年也

産学連携の経歴

- 2022年-2023年 NEDO第3回官民による若手研究者発掘支援事業マッチングサポートフェーズに採択
- 2022年-2025年 AVEX社と共同研究実施
- 2023年-2025年 JST大学発新産業創出基金事業可能性検証に採択
- 2023年- NEDO第5回官民による若手研究者発掘支援事業マッチングサポートフェーズに採択
- 2024年- ダイソウ工業と共同研究実施
- 2024年- NEDO第5回官民による若手研究者発掘支援事業共同研究フェーズ通過

お問い合わせ先

鈴鹿工業高等専門学校

総務課 総務企画係

T E L 059-368-1711

e-mail chiiki@jim.suzuka-ct.ac.jp