

公益財団法人富山第一銀行奨学財団  
理事長 野村 充 殿

助成研究成果概要報告書

教育機関名 : 富山大学	助成金額 :	620 千円
研究代表者 : 竜田 尚希	所属 : 学術研究部都市デザイン学系	職位 : 准教授
研究題目 : 道路構造物に埋設された鋼材の腐食を磁気で探る非破壊研究法の開発		

研究概要

道路構造物の一つの補強土壁(図 1)は約 50 年前より国内外で多数構築されが、今後適切なメンテナンスが施されないと、老朽化での損傷・崩壊による道路交通への影響が懸念されている。土壁で重要な補強材(金属製が多い)の老朽化の主原因である。補強材は道路下の土中に設置されており、また壁面はコンクリート製で視認が困難だった。



図 1 補強土壁(帯鋼補強土壁)

図 2 は、数年前に富山市で報告された約 35 年前の構築土壁の補強材腐食で派生した崩壊である。国内の補強土壁は膨大(道路延長 1600km)であり、腐食の危険箇所の判定修繕は喫緊の課題である。



図 2 補強材の腐食による崩壊(上) 帯鋼補強材の孔食の状況(下)

我々は、土中の金属(帯鋼)補強材の腐食を磁性で探る方法を考案した。補強鋼材が残留磁化を有する特性を利用して、腐食を効率良く把握する非破壊調査法の開発が本研究の目的である。地表・道路面から土中の鋼材の腐食が調査できると、土壁の健全度検証法として道路構造物のメンテナンスサイクルに役立ち、補修対策にも大きく貢献できる。富山大では優れた磁気探査の装置・技術を有し、遺跡、地質の調査で成果を挙げている。これを構造物点検に有用な方法に改良し、困難だった土中補強鋼材の腐食把握にもちいる研究は独自性が高く、また腐食-磁場の物理としても重要な研究となる。

成果要約

帯鋼は、腐食による体積の減少により磁力が弱くなることが確認できた。しかし、その磁力の初期値が帯鋼の保管状況により様々であることも分かった(図 3)。

そこで、帯鋼の磁場の初期値を一定にするために、着磁装置を作成することとした。

着磁により、帯鋼の磁力の初期値分布を安定した状態にすることができた。この着磁を施した帯鋼により、腐食を模擬した計測を行うことで、計測手法の有効性を検証することができた(次ページ参照)。

今後、より簡便な着磁手法と磁場計測手法を検討することで、実用化を目指す。

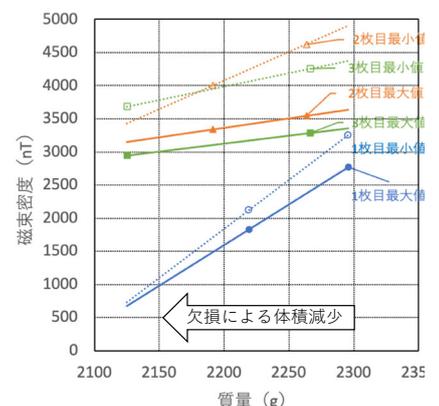
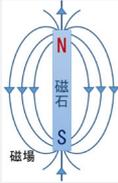


図 3 質量と磁束密度の変化

## 研究方法



鉄板(補強材)は永久磁石と化し、周囲に磁場を形成する



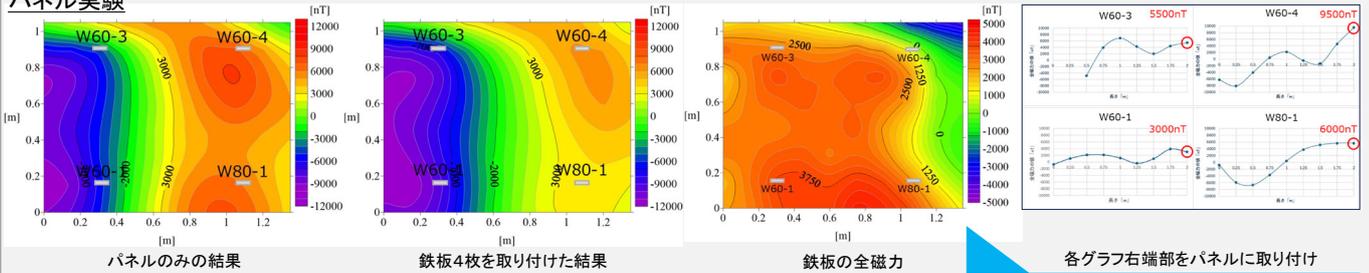
- ①現場で用いられるコンクリートパネルで模擬実験を行う
    - 光ポンピングセシウム磁力計を用いて全磁力を測定
    - 上センサで環境磁場, 下センサで鉄板周辺の磁場を測定
      - ➡差分を鉄板の磁場として計測
- ※鉄板からの距離は上センサ1.3m, 下センサ0.3m

②測定データの抽出とsurferを用いたデータの可視化

③取り付けの鉄板の条件を変えて腐食を模擬

## 実験結果と展望

### パネル実験

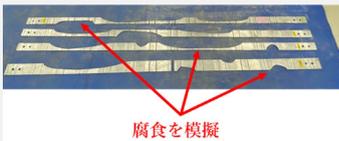


- ✓パネル越しに鉄板端部の全磁力の値は測定可能である
- ✓正確性に問題がある
  - 取り付けの前とパネル越しに測定した値に大きな差がある
  - 取り付けた位置と極値にずれがある

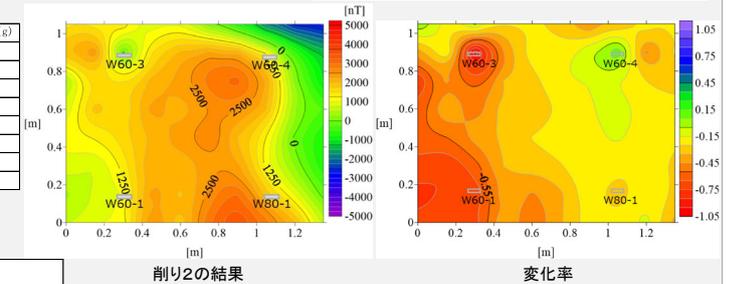
### 腐食の模擬実験

この結果に対し下図のように腐食を模擬し、パネル実験「鉄板の全磁力」との変化率を確認  
※片山の研究より質量減少によって全磁力も変化することを確認済み

$$\text{変化率} = \frac{\text{削り後の値} - \text{パネル実験値}}{\text{パネル実験値}}$$

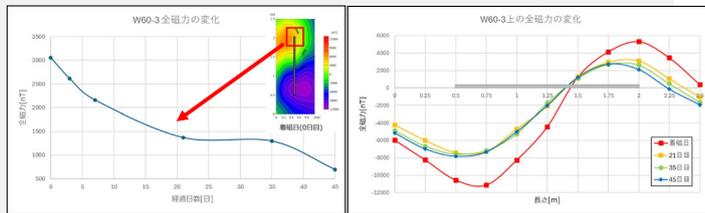


	元の重さ(g)	削り1後(g)	削り2後(g)
W 60-1	4671.7	3867.6	3050.7
質量変化の割合(%)		17.2	34.7
W 60-3	4679.4	3864.7	3397.1
質量変化の割合(%)		17.4	27.4
W 60-4	4660.0	3992.5	3139.1
質量変化の割合(%)		14.3	32.6
W 80-4	6099.6	5068.6	2622.8
質量変化の割合(%)		16.9	43.0



### 着磁実験

約10[A]を目安に着磁し鉄板の初期の全磁力を統一  
鉄板端部付近の9点に対し全磁力の平均値の変化、鉄板上の全磁力の変化を確認



### 今後の研究

- ✓着磁した鉄板を用いてパネル実験, 腐食実験を行う
- ✓磁石を用いて着磁を模擬
- ✓着磁した鉄板を継続して測定

研究成果発表状況	雑誌論文、学会発表、図書、新聞掲載、作成 Web ページ、特許権等の出願・取得状況		
学会発表	三輪遙輝, 竜田尚希, 酒井英男, 補強土壁内部の金属材の健全度を磁気で探る研究, 令和6年度土木学会全国大会第79回年次学術講演会, VI-1107, 2024年		
経費の執行状況	区分	執行額(円)	備考
物品費	ソレノイドコイル製作	550,000	着磁用ソレノイドコイル
物品費	充電器	11,770	計測器用バッテリー充電機
物品費	USB Type-C 変換アダプタ	2,700	計測器用接続アダプタ
物品費	IH コンロ 1400W ブラック	10,780	サンプル加熱用
物品費	キャリーワゴン	13,340	鋼材運搬用ワゴン
物品費	カーボンタープポール	15,180	実験用支持部材
物品費	ポール収納ケース	2,630	収納ケース
物品費	電動エアダスター	13,600	実験用清掃備品