

1. 自己紹介

名前:丹羽章太郎(博士2年)
所属:工学研究科物質生産工学コース,
趣味:旅行, 工作, 自動車整備
専攻分野:電磁気学を応用した非破壊検査

専攻分野の概要:車や電車で移動する時に何気なく使っているトンネルや橋は、経年劣化でだんだんと壊れていきます。外から見える壊れ方であればすぐに修理できますが、大多数のものは中から壊れていくので、外観からは見えません。一番確実なのは切ったり剥がしたりして中の様子を観察することですが、これには時間と費用がかかります。そこで、ものを壊さずに中の様子を観察するために使われている方法が、非破壊検査です。身近なもので言えばレントゲンや、エコー検査が非破壊検査に該当します。数ある非破壊検査の中で、磁石やコイル等を使用する分野が私の研究です。

非破壊検査の魅力:現役で使われているトンネルや橋の半数は老朽化していると言われています。人や物を安全に運ぶためにはこれらのメンテナンスは必要不可欠です。しかし、少子高齢化や物価の上昇等でコストがかかってしまい、十分にメンテナンスが実施できていません。そのため、安く・簡単に・手早くメンテナンスができる方法が求められています。私が研究している電磁気壊検査法では、これらの課題を解決するために行われています。そしてそれは安心して旅行をしたり、早くものを運んだりといった、当たり前を維持していくことに繋がります。

2. 卒論テーマ・タイトル・概要

「電磁力加振を利用した鋳鉄内部の引け巣検査手法の検討」

概要—私たちが毎日のように目にしたり、利用している車や電車の金属部品の多くは鋳造という製法で作られています。鋳造はドロドロに溶かした金属を型に流し入れ、冷やして固めることで目的の形にします。この方法は弥生時代から長らく使われています。そしてこの鋳造は形が複雑になるほどある欠点が生じま

す。それは、「引け巣」と呼ばれる空洞が内部に発生してしまうことです。例えばプリンを手作りした時、最後の冷やして固める工程を間違え、ブツブツとした空洞が中にできてしまうことがあります。このような現象が鋳造でも起きます。プリンであれば「舌触りが悪い」で済む話ですが、これが鋳造となると「不良品」であり、予期せぬ事故に繋がります。電車で移動中に突然台車が割れて事故になったり、車を運転中に部品が壊れたり、こう言った事故は不良品が原因であることが多いです。質の悪いことにこの引け巣は外から見ても見つかりません。そのため、完成した鋳造品は中に引け巣が発生していないかを非破壊で検査し不良品を見つける必要があります。そこで「電磁力振動」を応用した新しい非破壊検査手法を開発する、というのが私の研究内容です。電磁力振動の原理を理解するためには、渦電流・ローレンツ力・フレミングの左手の法則が助けになります。まず初めに、渦電流は磁力と金属がキーワードとなります。アルミパイプの中にネオジム磁石を落とすと、ゆっくり落下する現象があります。これは磁石の磁力を打ち消すように、アルミの中に渦電流が発生することが要因です。それではここで、アルミに電磁石を近づけるとどうでしょうか？電磁石も磁石であることに変わりはありません。同様に渦電流が発生します。さて、ここで電磁石に流す電流を交流電流に変更します。すると、電磁石を動かしていないのにも関わらず渦電流が発生します。直流を使った電磁石では人の手で磁石の磁界を変化させましたが、交流の電磁石では勝手に磁界が変化するようになります。そのために、手で動かしていないのに渦電流が発生するのです。続いて、電磁石の芯を鉄から磁石に変更します。すると、永久磁石の磁力が金属の中に侵入します。この状態で、コイルに交流の電流を流すと、金属の中では渦電流と磁石の磁力が同時に存在することになります。最後の仕上げとして、フレミングの左手の法則を考えてみましょう。人差し指が磁石の磁力、中指が渦電流、そして親指がローレンツ力です。人差し指を水平に、中指を自分の方に向けてみましょう。親指の向きは上向きになると思います。それでは、中指を自分とは反対向きにするとどうでしょうか？親指は下側を向きましたね。つまり、渦

電流の向きと一緒に、ローレンツ力の向きも上下に変化することになります。これは、金属の中に縦方向の振動が発生することを意味します。この現象を「電磁力振動」と呼びます。引け巣が金属の中に発生すると、その周辺だけ密度が低下します。水を入れたグラスと空のグラスでは、音の響き方が変わるように、金属の密度が低下すると、電磁力振動が大きくなります。この現象はコンピュータシミュレーションを駆使して解明しました。最後に、実際に引け巣が発生した鋳鉄を使用して検証実験を行いました。すると、コンピュータシミュレーションと同じように引け巣のある場所では電磁力振動が大きくなりました。これにより、電磁力振動を応用した非破壊検査手法は実際に有効であることが確認できました。

3. 完成までのスケジュール

時期	内容
7月	実験と解析結果のまとめ
8月	文献調査、学会発表
9月	卒論作成開始
12月	卒論完成、指導教員の添削
1月	論文の修正、最終版を提出
2月	発表練習、本番

4. ポイント・感想・反省点

私が所属している研究室にはゼミがありません。その代わりに、学会発表や民間企業との共同研究会議を頻繁に実施しています。つまりは研究にも期限があり、学会に参加するためには研究結果をまとめて概要原稿(小さな論文のようなもの)を書かなくてはなりません。となると、かなり早い段階で卒論で使う実験結果等はまとめ終わり、卒論が書ける準備が整います。私は卒論の他に学術誌へ投稿する論文の作成と、国際会議の準備に追われていたので、卒論の内容は今まで書いてきた概要原稿と、学術誌に投稿する論文をまとめたものになりました。上述したスケジュールで卒業研究を進めれば、かなりゆとりをもって論文が完成すると思います。効率よく研究を進めるのも大切

ですが、時には無駄と思えるほど時間をかけることも、研究には必要です。もし思ったような実験結果が出なくても心配する必要はありません。原因と解決策をしっかり考察できていれば、それは立派な成果です。そして発表会に来る先生はあくまで研究内容を議論するためにいるのであり、敵ではないことを忘れないで下さい。分からないものははっきりと分からないと答えることが大切です。質問対策は時間の無駄遣いなので、発表スライド資料のクオリティ向上に時間を割き、参考資料をたくさん読んでおきましょう。

5. 活用したツール、おすすめの資料

参考文献ツリー…教科書や論文には必ず参考文献が掲載されています。この参考文献を元に Google scholar などを駆使して参考文献を探しましょう。そして、その参考文献に掲載されている参考文献を…と、ツリーを作成することで、資料が集まっていきます。

・DeepL...論文をはじめとした学術的な文章の翻訳が得意です。有料版はファイルを丸々翻訳してくれるなど、便利です。日本語→英語→日本語と再翻訳をしても意味が破綻しないので、信頼性は高いです

・Google 翻訳...私はスマホアプリ版をよく使います。一番の魅力はカメラを使用したリアルタイムの翻訳をしてくれる点です。書籍等、すぐに文章データが手に入らないときは初めに使うことが多いです。ただ、再翻訳をすると日本語が破綻することがあるので信頼性は劣ります。

PDF 読み上げ機能...edge の読み上げ機能を使って英語の論文を読んでもらうということをしています。これは国際学会で発表をするときに効果的です。声が出にくい環境で原稿や発表内容の発音の確認等ができます。

その本図書館にあります...Chrome の拡張機能で、無料で使えます。Amazon で検索した書籍が登録した図書館にあるかどうか、教えてくれます。Amazon の検索機能と、その本のレビューを参考に出来るので、自分は技術書を買うとき等に、使用しています。

6. 後輩へのメッセージ

大学の施設や機材を無料で使い放題な環境を使い倒して、是非良い研究活動に励んでください。