

佐伯 昌之 研究室

創域理工学部 社会基盤工学科 教授

さ え き まさゆき
佐伯 昌之 先生



研究室の学生たちと

センシング技術で、社会基盤構造物の安全向上に貢献を

社会基盤工学科は、土木工学という研究・仕事の対象が社会基盤（インフラ）であることから名づけられた学科名である。社会の基盤を支える構造物を多様な角度から研究する分野といえよう。

「土木は、高速道路や橋梁、空港、港湾、上下水道、トンネルなど、我々が人間らしい生活をするために必要な社会全体の基盤になる部分を扱っている学問です」と佐伯昌之先生は話す。

振動を正しく計測し、 構造物の安全性向上に貢献を

その佐伯先生の研究対象は、構造物の異常を検知するために、振動や傾斜などを計測するというものだ。現在対象としているものは送電鉄塔や送電ケーブル、道路情報板などの異常検知である。

送電鉄塔は都市部から山間部まで様々な場所にあり、点検に大きな労力がかかるだけでなく、危険を伴うことも多い。

「送電鉄塔に雪が積もると、その重さが原因で部材が変形することがあります。また、雪が付着した送電ケーブルに強い風が吹くと、ケーブルが大きく揺れ、短絡事故を起こすこともあります。また、高速道路などに多数設置されている道路情報板も、走行車両や自然風のために大きく振動し、それが原因で疲労し、損傷することがあります。そのため、損傷や劣化などの異常を確認するため、定期的に点検が行われるのですが、現在は人間の目視が主です。数が非常に多いこと

から作業も大変で、危険を伴うこともあります。そこで、センサーを活用し、これらの危険や労力を減少させようという研究をしています。センサーにより損傷や劣化を直接に計測できるわけではないので、計測できるデータと損傷や劣化の関係を構造解析などで把握しつつ、計測システムの精度を上げることで、異常の兆候を見つけ出します」と話す。

道路情報板の異常検知システム開発に向けて

異常検知システムづくりに向けた研究の一例として、道路情報板について解説していただいた。

「私が道路情報板の振動に着目するようになったのは5年ほど前だと思います。それからは私の研究のかなり大きな部分を占めるようになり、これに関するテーマで研究を進めている学生も多くいます。

道路情報板は7～8mほどの高さがあり、太い1本の鋼管の上に、高さ2mほどの電光掲示板が固定されています。表示部分はかなり大きく、人が中に入って作業できるスペースや足場などが設置されており、かなり重いものです。

これらは5年ごとの点検が求められていますが、先述のように基本は目視によるもので、件数も多く、現場は大変な苦労をしています。そこで、現場の負担を少しでも減らすために、センサー技術を活用した自動監視システムが求められています。そして、道路情報板だけでなく、送電鉄塔などの他の社会基盤構造物にも全く同じようなニーズがあります」と話す。

佐伯先生のもとで振動計測の研究をする修士課程1年の長井巧さんは、

「今、道路情報板を対象とした研究を行っています。現地に設置された供用中の道路情報板を使って、現場の加速度データが計測されました。そのデータを解析することで、揺れ方に異変があるかどうかを判定する方法を開発しています。私は特に季節や天候の変化に伴って、道路情報板の揺れ方がどのように変化しているかに注目していますが、これにより異常と正常のしきい値を決めることができます。また、他の何人かも道路情報板の研究をしており、皆それぞれに異なる問題に取り組んでいます。少子高齢化や物価高などもあり人手不足が懸念される中、定期点検の回数や項目数を減らすことができるのではないかと考えています」と話してくれた。

学部4年の石橋彩乃さんは、「私も今は道路情報板の研究をしています。先生がとてもよく面倒見てくださるかもと思って、この研究室に入りました。毎週の進捗相談でも、それ以外でもとてもよく相談にのってくれるのでありがたいです」と。

学部4年の佐藤 立^{りゅう}さんは、送電線のギャロッピングの研究をしている。

「雪が降る地域では、送電線に付着した雪に強い風が吹くことで、重力以外にも揚力など異なったいくつかの力が加わって、ケーブルが大きく振動することがあります。そのメカニズムを調べるため、解析上でその現象を起こしてみる、という研究をしています」と話してくれた。

また、在籍する学生の多くが「この研究室では先生と一緒にみんなでよく昼食を食べに行ったりして、とても仲が良いことが特徴だ」と話していた。

振動計測と解析プログラムづくりの難しさ

佐伯先生は、これまで様々な場面で適切ではない計測や、ノイズの影響を強く受けたデータの解析を見てきた。そして、測りたいものと測れるものが違うことを理解し、どのように測れば知りたいことが見えてくるかを考えてきたのである。自らの研究で探り出した測り方と、より適切な解析技術を組み合わせ、ノイズだらけのデータの中から意味のある情報を取り出すための方法を求めてきたと言う。それができた時は計測の専門家としてとても気持ちがいいのだとも話す。

「構造物の異常を検知するために、加速度センサーを使って構造物の固有振動数を捉えます。長井君の研



道路情報板の実物大模型
上部の情報板の重さが振動の大きな要因となり、接地部のボルトに大きな負荷がかかってくる

究では、まず1年を通して固有振動数がどのように変化するかを調べました。それによると、夏は鋼材の温度が高くなるため、固有振動数が低下してゆっくり揺れ、冬は逆に固有振動数が上昇して早く振動します。また、1日の中でも深夜は固有振動数が高く、お昼過ぎは固有振動数が低い傾向にあります。この温度変化に伴う固有振動数の変化は、異常判定の精度を低下させます。逆に言えば、この変動をデータから排除できれば、異常を判定する精度が改善します。これまで、そういうノイズ成分を排除できるような、正確で綺麗な測定データを得ることが、現実にはとても難しかったのです」と言う。

佐伯先生の研究の大きな部分である、正しい計測と独自の解析プログラムにより、ノイズの少ない推定結果を作れるようになったのが、この研究室の大きな力になっていると言えよう。

佐伯先生は「社会のニーズに対する答えを考え、解決していくことを続けてきました。それが私の研究スタイルなのです」と話してくれた。

太田 正人（ジェイクリエイト）