



39
2022

創造人

Creative People

早稲田大学 創造理工学部・研究科 広報誌

Interview

時代を超えて存在し続ける価値を
「人と技術をつなげる」ことで
実現する

社会環境工学科

佐藤靖彦

教授

フィールド

社会基盤施設のライフタイムデザイン、
材料、設計、維持管理のシステムデザイン

Interview

創造人 39 ——— Yasuhiko Sato

時代を超えて存在し続ける価値を 「人と技術をつなげる」ことで実現する

私たちの生活に欠かすことのできない社会基盤を支える各種構造物。佐藤靖彦教授が、現在最も力を入れている構造物が橋梁であり、持続可能な社会の実現に貢献できる設計技術の開発に取り組む。100年以上使い続けることを念頭に、既存の技術と新しい技術をつなぎ合わせ、これまでできなかった構造物の評価と予測を目指す。人口減少と限られた予算のなかで、いかに安全安心な社会をつくるのか。その実現を左右する技術開発がいままきに行われている。

社会の基盤として 役割を果たす土木構造物の設計

「いまの橋梁は100年使い続けることを目標に作られています。ですが、実際に100年間経過した構造物はまだありません。100年先の未来まで利用し続けるためには、構造物が使い続けられるかという評価と予測が重要なのです」

そう語る佐藤教授の研究テーマは「橋梁における設計技術の開発」だ。土木構造物のなかでも、橋梁や港湾施設、ダムなどは「社会基盤構造物」とも呼ばれ、文字通り社会の基盤としての役割を果たしてきた。

土木構造物における「設計」は、新築時だけでなく、補修や補強、改築など、あらゆる段階で必要となる。その時々で構造物を調査し、

そのデータから構造物の状態を推測し、評価する。さらにその結果から、その構造物が今後どれくらいの間使えるのか、予測していく。「いま全国の高速道路で、リニューアル工事が進んでいますが、主な作業は新しい床版への入れ替えです。これは交通荷重や環境作用が激しいなかで、高速道路の橋梁を今後さらに100年利用していく、という意味表示でもあるのです」

佐藤教授が土木構造物の設計に関心を持ったのは、大学3年生の時だ。当時、土木学会では「限界状態設計法」という、構造物の安全性を検討する設計方法の導入に取り組んでいた。従来の限界状態設計法は、ヨーロッパで確立され、安全の程度を示す「安全率」によって、構造物の安全性を評価してきた。後発となった日本の土木学会では、独自の方法を模索した。これまで1つの安全率で評価してきたものを、新たに安全率の基準となる値を4つ追加して5項目とし、安全性評価に幅を持たせることでさらなる合理化を図ったのだ。「限界状態設計法というフレームそのものもいいと思いましたし、そのフレームに基準値を新たに足せる「余白」があったことも気に入りましたね。それから構造物の設計について考える面白みに、はまっていったのです」

その後佐藤教授は、限界状態設計法の導入を牽引した、北海道大学角田與史雄教授に師事。以来、土木構造物の設計に関わる研究に携わった。



普遍的な価値の先に安心安全な社会をつくる

社会基盤構造物は、長期間にわたり利用されることが前提となる。なかでも橋梁は、100年先まで使い続けられることを目指している。しかし予算などの都合で、良質な材料ばかりが使えるとは限らない。そこで、交換の難しい構造の「キモ」となる部分では良質な部材を使用し、後から交換できる部品は取り替えて運用していく。そういった「工夫」をしながら、新たな知見も活かし、構造物を長く保たせていくのだ。

「社会基盤構造物には、世代や時代を超えて、存在し続ける価値があります。それは短い期間に寿命の短いものを量産するものではなく、一時の価値観に左右されない価値ともいえます。それは、構造物がそこにあって、きちんとあたりまえに使えること。そして安心感があることです。こうした普遍的価値の先には、安定した社会の実現につながっているのです。そうした社会の実現に携われることに、この研究の大きな魅力があると私は感じます。橋梁はその象徴ともいうべき構造物なのです」

構造物を100年使い続けるためには、その時々で構造物の状態を判断し、将来にわたって使い続けられるのか、予測していくことが必要だ。しかし現段階では、評価や予測のための方法が整備されていない。そのため従来の構造物の補修や補強は、場当たりの対処だったと言わざるを得ない。ひび割れや空隙を埋めたりするなど、目に見える「現象」への対応に限られてきた。

「現象だけ見ていると、その構造物の状態を判断することはできません。しかし、その現象から何が起こるか予測できるようになれば、その現象を「放置する」こともできます。大切なのはメリハリです。予算や資源が限られるなか、直すべきものは直し、そうでないものは放置し見守ることが求められます。そのためには信頼性の高い「評価」と「予測」が重要となるのです」

評価と予測のために 個々の技術を「結びつける」

そこで佐藤教授は、さまざまな技術をつなぎ合わせることで、構造物のデータの入手から評価、予測までを可能とする、新たな手法の開発に取り組んでいる。

「大切なのは、技術と技術を結びつけることです。これまでの研究や技術開発で、計測などの個々の技術は、高い精度を得られるようになるまで発展してきました。しかしこれまでは、計測した構造物の状態が何を意味しているのか、把握するまでには至っていませんでした。個々の技術の発展だけでなく、モニタリングから評価まで、個々の技術を一貫して結びつける手法が求められているのです」

基本的には、既存の技術を結びつけ、ないものについては、AI

などの利用可能な先端技術を用いながら、不足する技術を新たに開発している、という。

佐藤教授は、評価について考える時、そのバランスが重要だと話す。

「個々の技術にばかり注目してしまうと、その精度の向上に努めてしまいがちです。しかし評価のためには、それほどの精度が必要でない場合もあります。最終的な目的は、あくまでも評価です。その構造物が壊れるかどうか、直す必要があるのか、いつまで使うことができるか、評価する。そのためには、個々の技術を結びつけ、全体としてのバランスを見て調和を図るところに、研究のオリジナリティがあるのです」

こうした技術の集大成として佐藤教授は、タイ国内の道路や橋梁の安全性向上を目指すプロジェクトを牽引している。プロジェクトでは、タイ国内の道路や橋梁を補修、補強、改築によって長寿命化することを目指し、タイ国運輸省道路局と、日本・タイ両国の大学や企業が共同で、その技術開発と実装を進めている。管理者や工業者が、実際に構造物の評価や補修のために利用できる、技術の実装が目的だ。

タイ国内の道路や橋梁は、これまで十分な維持管理がされてこなかった。一方で、陸のASEANの中心として、交通量も増加しており、過積載の車両が多く通過するなど、厳しい環境にさらされている。

「私たちは特定の橋を直すわけではありません。道路や橋梁全体の点検から評価に至る維持管理に必要な技術の開発と、実際に取り組む技術者の育成に取り組んでいます。将来的には、タイで学び経験をつけた技術者たちが、日本の現場で活躍することも期待しています」



タイの技術者を対象としたフィールドでの講義



互いに成長できる環境が 社会基盤を支える未来の技術者を育てる

佐藤教授は学生たちには自ら考える力を養えるよう、指導するという。教授自身のなかに明確な答えがあったとしても、それを学生にはあえて言わない。学生たち自身に考えてもらいたいからだ。とくに意識するのは「焦らないこと」だと話す。

「誰かからの押しつけではなく、学生が自らで考えて、自ら関わり、学生オリジナルな成果を上げられるようになることを目指しています。これまで考えたことがなかった学生が、いきなり考えるのは難しいです。それは自らの考えを表へ出すことの「恐怖心」があるからだと思います。考えを出すことで、その先どう展開するのかわかれば、自ら考えを出して、楽しんでいけるようになります。焦りは禁物です。そういう意味で、教育は教員にとっても学生にとっても「忍耐」だと思うのです」

また研究室では、技術を作る視点と使う視点、双方から考える環境を整えている、と佐藤教授は話す。

「すべての研究で、技術の実装までを考えています。そのために研究室として起業し、学生がその社長となり、私自身はCTO（最高技術責任者）として、研究室で開発した技術の実装を試みています。研究室のなかで閉じるのではなく、卒業していったOBOGや民間企業との共同研究も含め、いろいろな人がアクセスして使えるようにしています。そうした広がりを持って、互いに成長していける環境をつくる。その環境こそが学生を育てると思うのです」

学生への指導を通して佐藤教授は、社会基盤構造物を支える技術者の育成にも取り組んでいる。人口が減少する社会で、100年使い

続けられる構造物を、確実に支えていける人材の育成が必要なのだ。「時代とともに、人にも技術にもさまざまな変化があります。かつては構造物の設計には合理性があまりありませんでした。しかし恩師の世代によって飛躍的に進化しました。次は私たちの世代が、構造物がいつまで安心して使えるのか、定量的に把握できるようにしていく段階です。また、構造物の維持管理には技術者が必要です。例えば吊り橋は、AIでは作れないでしょう。技術開発と同じくらい人材育成が大事なのです」

昨年研究室を巣立ちプラントを抱える企業に就職したOBが、新たなプロジェクトを持ち込んできた。プラントは土木構造物と建築物が合わさって構成される、いわば構造物の集合体だが、意外なことにそのメンテナンス手法はまだまだ確立されておらず、彼の所属する企業のプラントも例に漏れず「野放し」に近い状態であった。

「彼は強く危機感を覚えたようで、私の研究室との共同プロジェクトを上司に提案し、見事に採択され、プラントの新しい管理手法の構築に向けて動き出しています。構造物を相手にすることは、長い年月を相手にすることと同じですから、一つの世代でできることは限られています。人口が減っていくなかで、安全安心な社会をつくる一躍を担い、社会を支えていく。そういった思いが、次の世代にもつながってほしいと常々思っていたのですが、今回の件でそんな思いが少しは伝わっているのかなと思えましたね」

佐藤教授の思いは、着実に次の世代にも引き継がれているようだ。