

平野 廣和 教授

地震は防げないけれど、  
震災被害は減らせる。  
制振装置の開発で命の水を守る  
「減災」に取り組みながら、  
文理融合型人材の育成を目指す。

近年、台風や豪雨災害が数多く生じていることからもうかがえるように、これまで人が生涯の中で何度も経験することのなかったような規模の自然災害が、比較的短い期間に次々と起こるようになってきている。地震についても、東海や南海、東南海地震やこれらが連動する巨大地震が、近い将来必ず発生すると予測されている。想定されている以上、私たちに必要なのは被害を最小限に抑える「減災」の意識だ。

「自分にできることはわずかもかもしれない。そうであっても社会基盤の安定に力を尽くし、命と暮らしを守りたい」と語る平野先生は今、ライブラインの基本中の基本「水」の安定を、災害時も守る研究に取り組んでいる。

「自然災害は人には測り  
知れない」 阪神・淡路大  
震災で実感

地震防災や耐震工学の専門家である平野先生にとってターニングポイントとなったのが、1995年に発生した阪神・淡路大震災だ。これは内陸で生じた直下型地震であり、神戸を中心とした阪神地域と淡路島に、人的にも社会インフラにも深刻な被害をもたらした。高速道路の橋梁が連なって倒れている写真を見たことがある人もいるかもしれない。実際に、大手重工業メーカーで働い

ていた時代に設計した道路橋の一つが大きな被害を受けた先生は、「今まで学んできた『耐震工学』は何だったのか」とショックを受けたという。「日本は地震大国ですから、世界一の耐震技術を有していると思っていました。その考えが、完全に水泡に帰りました。自然災害は人間には測り知れないものがあると、まざまざと思い知ったのです」

先生は改めて、震災被害を防ぎ抑える「防災・減災」に、専門とする工学面から向き合っていた。そして地震のある特性に注目するようになった。「一般に地震は、震度とマグ

ニチュードでその大きさが判断されます。しかし、震災被害には、ガタと短周期で揺れるか、ユーラクラと長周期で揺れるかという揺れ方（周期）が大きく関わって来ます。構造物によって、それぞれダメージを受けやすい揺れ方があるんです。私は特に長周期の振動について、構造物との共振を和らげる制振装置の研究・開発に取り組んでいきました」また一方で先生は、制振の視点から、高速道路を支える柱の揺れを止める研究も行う。阪神・淡路大震災以降、高速道路の橋は地震発生時の揺れを逃すため柔らかい構造でつ

くられるようになったが、今度は平常時にも揺れやすくなってしまった。追加搭載しやすい簡単な仕組みでその揺れを止めることはできないか。その研究はやがて、本学で最初の特許使用料を得ることになった「長柱の制振装置（通称・コロコロダンパー）」の開発につながっていった。

**橋梁や柱に加え、大型タンクの耐震性向上にも着手**

2003年、先生に2度目のターニングポイントが訪れる。北海道十



### 平野 廣和 (ひろの ひろかず)

中央大学工学部土木工学科卒業。同大学大学院理工学研究科博士前期課程土木工学専攻修了。三井造船(株)、中央大学理工学部非常勤講師、中央大学総合政策学部専任講師、助教等を経て、1998年より中央大学総合政策学部教授。専門は風・環境問題に関する数値流体解析、地震防災。著書に「都市と震災―阪神大震災をめぐって」(中央大学出版部)など。

勝沖地震で苫小牧市に設置されていた石油タンクが被災し、火災が発生。消防庁が実施した調査に携わった先生は、それまで対象としていた橋梁や柱に加え、大型タンクの耐震性向上の研究を行うことになったのだ。石油や水など液状のものを収めてい

ることが多い。この内容物が地震によって揺れ(スロッシング)、容器であるタンクに大きな力を及ぼし破壊・破損してしまうことがある。先生は具体的にどのような現象が生じていたのかを解明し、制振装置を開発するとともに、石油タンク(消防法上の「特定屋外タンク貯蔵所」の

耐震技術基準の改正に貢献した。

そして2011年、東日本大震災が発生した。被害調査を行った先生は、各地で貯水タンクが被害を受けたことを知る。貯水タンクは病院や学校など、災害発生時に避難場所として利用される施設に必ず設置されており、人々の命を支えるライフラインとして重要な構造物となっている。これが地震によって破壊されたり破損すると、その施設のある地域の人々に深刻な影響をもたらしかねない。すでに設置されている貯水タンクについて、制振装置を追加することで耐震性を高められないか。産学連携のプロジェクトを率いて、先生の挑戦が始まった。

素人考えで「タンクの外側を補強することで耐震性を上げられるのでは?」と訊ねると、そう簡単なものではない、と先生は首を振った。「FRP(繊維強化プラスチック)製の貯水タンクの場合、外側から補強するならばタンクの外壁に穴を開けなければならぬし、ステンレス製ならば補強材を溶接しようとする



東日本大震災で被害を受けた貯水タンク(宮城県名取市)。地震によって中に収められている水が揺れ、タンク内外壁を破壊してしまった。

と外壁が薄いので割れてしまう。既存のタンクの耐震性を上げるならば、内側に制振装置を入れることが最も現実的なのです」

実は、新たな制振装置の仕組みについて、先生にはある目算があった。民間企業に在籍していた当時、吊り橋のケーブルを支えるタワーの制振装置開発を担当したことがあった。その時、先生が考案したのが水と金網を内蔵したダンパー(制振装置)。水が金網を通ることで抵抗力を持ち、揺れを止める、という発想だ。

## 世界初の発明！簡単な装置で、既存タンクの耐震性アップ

この技術をブラッシュアップして、先生はまず十字型の網を貯水タンク内に設置した。貯水タンクに収められている水は飲用にも使われるものであり、水質に厳しい基準が課せられている。そのため、内部に設置する制振装置の素材も厳選し、材料メーカーの協力を得て点滴チューブなどにも採用されている樹脂を使った。装置の効果を確かめると、先生の目論見通り、内部の水が網を通過する時に抵抗力が生じ、地震発生時に外壁にかかる水のエネルギーを抑えることができた。しかし、十字型には真中部分に負荷がかかったり、組み立てが大変だったり、という課題もあった。そこで先生が次に選んだ形状が丸形。スリットを入れた樹脂板を輪にしてタンク内部に設置し、十字型と同様の効果が挙がるかを確認した。丸形でもうまく行ったが、さらに制振効果を高める方法



先生の研究成果である「8字型浮体式波動抑制装置（通称：『タンクセーバー・波平さん』<sup>®</sup>）」。貯水タンク内部に設置するだけでスロッシング現象を抑え、震災時のタンク破壊・破損を防げる。

はないか。最終的に先生がたどり着いたのが、丸型を2つ組み合わせた8字型だった。この形状にすることで、扁平にした状態で運び、タンク内部に設置すると自動的にふくらんで8字型になる、という輸送と施工の容易性も高まった。

こうして完成したのが、「8字型浮体式波動抑制装置（通称：『タンクセーバー・波平さん』<sup>®</sup>）」だ。コストを抑えながら簡単に、すでにある貯水タンクの耐震性を向上させられる、まさに世界初の技術である。その一方で親しみやすい名称をつけたことに、先生の遊び心や人柄が感じ

られる。中央大学の名義で特許も取得したこの制振装置は、2014年8月に横須賀市立市民病院が地震発生時の診療用水を確保するために採用したことを皮切りに、2019年現在では全国で約140カ所以上の施設で採用されるまでになった。2016年の熊本地震など震災が起こるたびに問い合わせが来るが、特に医療機関で活用されることが多い、と先生は語る。「中でも透析療法を行う医療機関の採用実績が多いですね。透析療法は大量の水を使用するため、震災で貯水タンクが被害を受けると多くの患者さんの命の危機を招くからです」貯水タンクを震災から守ることで、多数の人の命をも守る。

着実に「減災」につながる成果を挙げた先生は今、次なる目標を見つめている。貯水タンクに被害を与える震災時の水の動きには、前述のスロッシングのほかに、バルジング

という現象がある。これは、タンクの側板と内部の水とが接しながら揺れることにより、タンク側板が変形しながら振動を発生するもので、この現象が生じるとタンクの下部、特に隅角部が破損しやすい。このバルジング現象からもタンクを守るための制振装置の開発に、先生は取り組んでいるのだ。『波平さん』<sup>®</sup>でのスロッシング対策と、新装置でのバルジング対策を行うことで、貯水タンクの耐震性はさらに向上する。地震は防げないけれど、震災被害はもつとも抑えられる。減災に向けた



『波平さん』<sup>®</sup> が多くの施設で採用されたことにより、貯水タンクメーカーの業界団体も新たな自主基準の設定に向けて動き出した。「これにより、新たにつくられるタンクの耐震性も向上します。これも研究成果の一つかもしれませんが」

先生のあくなき挑戦は、これからも  
続いていくことだろう。

## 災害時のリスク発見から 政策立案までを学生時代 に経験

防災や減災は、現在、特に地方自治体においてホットなテーマである。災害発生時には、地方自治体の首長が住民に避難勧告などを出す流れになっているためだ。従って自身のゼミには、地方公務員をはじめとする公務員志望の学生が比較的多い、と先生は言う。「ゼミでは、学生たちの出身地や現在住んでいる地域に注目し、地震などの災害が起こった場合、各自治体がどのような「弱さ」を持っているかの調査に取り組みんでもらっています」構造物の破損、火災、交通網の機能不全、土砂崩れなど、災害時にどのようなリスクが想定されるかは地域ごとにさまざまだ。まず、自分が研究対象に選んだ自治体が発行する防災マップで大ま

かな要素を把握し、次に帰省の折などに対象地域の各所に足を運んでフィールドワークを行う。すると、これまで考えもしなかったようなリスクがいろいろと見えてくる。そうして把握した内容をもとに、災害発生時に被害を抑えるための方策（政策）を考える。

自治体で防災・減災のための取り組みを行うのとはほぼ同じことを、学生時代に体験してもらおう。それが、先生の狙いの一つでもある。また、本学の敷地で同様のフィールドワークを行ったこともあるようだ。八王子キャンパスをゼミ生が調査し、災害時に何らかの被害が生じる可能性が



この日のゼミでは、防災マップのデザインについてディスカッション。問題意識の高い学生が多く、議論が白熱することも多い、と先生は笑う。

ある箇所を発見していく。ゼミ発表でその場所を共有し、どのような対処を行えば被害を防げるか方策を立案して、大学の管財部にプレゼンテーション。学生の提案が採用され、リスクを指摘した箇所はすべて補修などの対応が図られたという。ゼミにおけるこうした取り組みは就職活動

において武器になることも多く、「ゼミでの研究内容について面接で話したら、採用担当者がとても興味を持って聞いてくれた」と、学生から報告されることもよくある、と先生は言う。「自身の専門は工学系ですから、本学部の学生の指導にあたっては「文理融合型」人材の育成を心がけています。自治体などで災害対策に携わるなら、これからは文系出身の人材であつても防災・減災の原理を理解しておく必要があります。そもそも、現在の社会で文系・理系で割り切れる仕事は意外に少ない。文系出身であつても多少の技術的な知識が求められたりすることはよくあります。自分は文系だから、という先入観に捉われず、興味があるなら理系的な

学びにも取り組んでみる。そうした姿勢が、自身の可能性を広げていくと考えています」

### 高校生の皆さんへ

高校時代に文系・理系と進路を分けてしまうのが本当に良いことなのだろうか、と思う時があります。「人生100年時代」の現在、その5分の1にも満たない時点でそこから先を決めてしまう必要はない。学生時代という比較的自由に行動できる時期に、分野を問わずいろいろなことに触れ、学ぶ経験をして、本当に自分がやりたいことは何か、自分はどうな方向に適性があるのかを見つけてほしいと願っています。また、高校までの学びは、先生から「教わる」受動的なものである場合がほとんど。ですが大学では、主体的に学ぶ姿勢を身につけてほしい。「学生時代に何をしてきましたか？」という問いに、「勉強と研究をしてみました」と胸を張って答えられる大学生になっていただきたいと思えます。