



1 研究室のメンバーと研究室が入る棟の屋上にて

建築地震防災 研究室 ／ 田村良一 教授

新潟の地盤構造と特性から、地震防災を読み解く

長年勤めた会社を離れ、2012年より新潟工科大学にて教職についた田村良一教授。学生、会社員と経験してきた耐震構造の研究を生かして、柏崎や周辺地域の地盤の特徴と地震の揺れの関係を考慮した耐震建築について研究している。

学生の頃に深みにはまった

田村良一教授は、群馬県出身。1976年に地元を離れ、芝浦工業大学工学部に入学した。建築のなかでも構造の分野に進んだ理由をうかがうと「漠然と選んだのだけど、おもしろいと思って深みにはまっていきました。地味にコツコツとやっていたら、自分のかけた情熱や時間に対して確実に答えを出してくれる。そういうところが良かった」という。卒業後は地元の群馬県で門を構える福島建築設計事務所に入社。小規模の会社だが、意匠・構造・設備の各部門があり、田村教授は構造設計を担当していた。

しかし、仕事を始めて1年で勉学の道へ戻る決心をする。構造設計の実務も好きだったそうだが、大学院でさらに専門的な構造の勉強を続

けたいと考えた。

「事務所には、いつでも帰ってきていいよと言っていたのでした。まずは挑戦の気持ちで試験を受けて、勉強を始めたらどんどんおもしろくなって博士課程まで続けてしまった」

修士課程から博士課程までの5年間は一貫して、東京大学生産技術研究所・岡田恒男教授の下で学んだ。鉄筋コンクリート造の耐震構造が専門の研究室で、耐震構造解析や破壊実験を行っていたそう。博士号取得後の1987年、岡田教授の研究で縁があった大成建設に入社。エンジニアリング本部、設計本部、原子力本部とさまざまな部署を経験して計25年間在籍した。とりわけ、原子力部門では発電所の建屋の耐震構造解析に携わっていたそう。頑丈につくるために、通常の建築とは異なる基準で大地震を想

定して解析を行う。その担当をしていたという。

1人の研究者であること

田村教授が新潟工科大学へ赴任したのは2012年。長年勤めた職場から離れ、教職の道へと足を踏み入れた。動機は「50代なかばとなり、今まで蓄積してきた耐震分野の知識を若い世代に伝えることで、世の中に恩返ししたいと思うようになりました」とのことで、新潟での生活もはじめてのことだが、地域の人たちの温かさに触れ、すぐに住みなれた街になったそう。

鉄筋コンクリート造の建築物の耐震研究は、引き続きのテーマであった。赴任してからしばらくは、新潟大学の加藤大介教授と鉄筋コンクリート柱の耐震性に関する共同研究に取り組み、4年間ほど継続していた。耐震の観点から自らの



2 柏崎平野における表層地盤構造

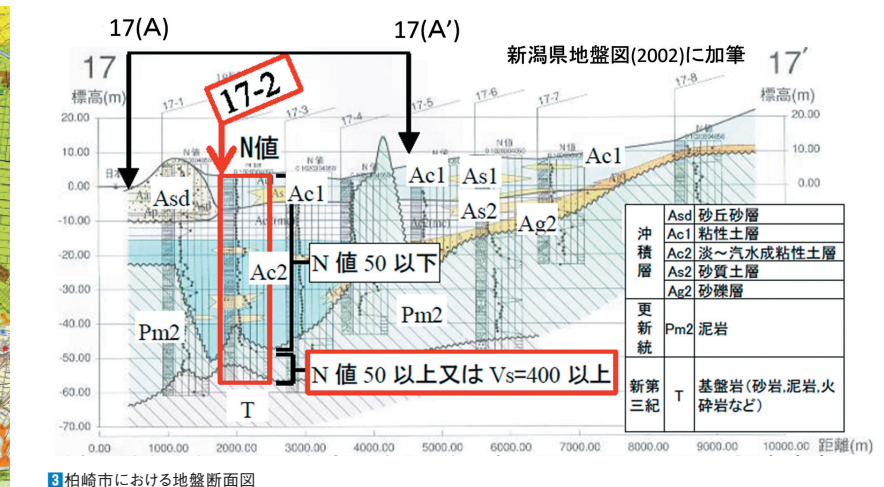
テーマを継続的に追求するモチベーションはどこから湧き上がってくるのだろうか。

「いつまでも、1人の研究者でありたいと思っています。生意気に聞こえるかもしれないけれど、偉大な先人たちが発展させてきてくれた耐震の分野でコツコツと研究をつなげて、地震による被害をわずかでも少なくすることができたらという思いがあります」

地域の地盤特性を緻密に検討する

田村教授が着任後に取り組んできた研究のひとつは、2007年7月に発生した新潟中越沖地震の建物の被害と各地の地盤特性の関係を紐解くものだ。各地域で発生する災害はその地域の特性が反映されることが多いとの考えから、地域の特性を反映しながら防災について研究している。中越沖地震では、日本建築学会の被害調査データや防災科学技術研究所の地震観測記録などが報告・公開されている。田村教授はこれら公開データ、地域の地質や地盤に関する地元の研究者らによる研究報告などを参照し、地元の大学(研究者)の視点から、柏崎平野など複数のエリアを対象とし、工学的な観点から地震が発生した際のエリアごとの地盤の揺れの地震増幅、液状化の状況を比較検討してきた。

震災の直後やその後の数年間は、首都圏など各地の大学や研究機関・学会などから複数の調査チームが被災地を訪れ、震災の被害状況などについて、たくさんの論文や報告書がまとめられる。これらの調査・研究は、ある段階まで結果



3 柏崎市における地盤断面図



4 柏崎市中心市街地における常時微動計測結果(地盤卓越周期)

がまとまると公表し、組織は段階的に解体されていくことが多い。しかし、その得られた成果を地域のために生かしていくためには、より細かく検討したり、周辺環境を歴史的に遡ったりすることも必要であり、地域にとってはより詳細な検討が必要なテーマはたくさん残っている、というのが田村教授の考えだ。

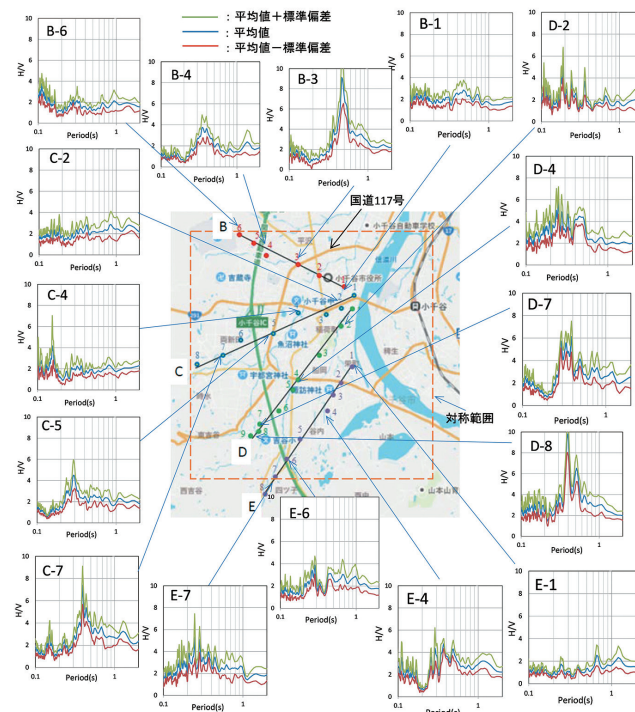
一方で、1年間で検討できるエリアは限定される。そのため、田村教授の研究では継続することが何より重要であり、これは地元の研究室だからこそ可能な研究なのだという。

新潟の地盤構造と地震の特徴

例えば、柏崎の特質を紐解く鍵は、「山」と「海」の近さにあるそう。柏崎では米山、黒姫山、八石山の山系のすぐ先に日本海がある(図2・3)。非常に起伏が激しく、その合間にある平野部の水田地帯は柔らかな沖積層の上に広が

る。この沖積層下の硬い地盤(洪積層)は、山から海にかけて傾斜しており、沖積層はとくに海側で厚くなっている。田村教授によれば、2007年中越沖地震では海岸に近い中心市街地での建物被害が大きかったそうだが、この理由の一つとして柔らかい沖積層が深く堆積したことによる地震動の地盤増幅特性が影響していることがあげられる。解析的な検討を実施することにより、地震被害の大きかった中心市街地地域の地盤増幅特性を調べ、将来発生するかもしれない大地震に対して研究を進めている。

柏崎平野全体の地盤増幅を研究するための調査は学生たちの協力のもと、地盤の常時微動を市内のあちこちで計測しマッピングしながら被害状況との比較を行い(図4)、関連する要素の抽出や分析を行っているそう。地盤の柔らかい海側で地震による被害が大きく、硬い地盤の山地では被害が少ないことは、一般的に知られて



5 小千谷における常時微動計測結果

いるが、柏崎平野の硬い地盤（洪積層）の傾斜など考慮し、地形との関係から、より微細に見ていくのが田村研究室の調査方法である。

また、2004年中越地震で被害が大きかった小千谷市は、柏崎市から内陸に30kmほど進んだところに位置する。小千谷市は海からは離れているものの信濃川の中流域で洪積段丘を構成している地域が多く、この中で建物被害が特に多かった地域には、段丘面の上に堆積した軟質の表層地盤が原因していたという研究報告があった。

田村教授は、被害が甚大であった地域の地盤で、柏崎市と同様に常時微動計測を実施し（図5）、報告の結果を確認するとともに周辺の地域でも微動計測を実施し、広域的に地盤と地震被害について検証し、前述の柏崎と同様に堆積層が地震被害に及ぼす影響を明らかにしている。

「越後平野（新潟平野）における中越地区を見ると、やはり歴史的に信濃川の影響を大きく受けてきています。現在では堤防がつくられ河道を変えることはないが、人間の手が入る前は、中流域では洪積段丘を作り、下流域では洪水のたびに蛇行しながら沖積平野を形成してきたものと思います。防災の面からみると、過去において発生し

た大地震で信濃川河道の周辺で多くの液状化被害が発生しています。河道周辺などの軟質な沖積層について調査できれば、液状化発生の可能性や地震の地盤増幅などに関する情報が得られ、将来の地震被害の低減に役立つと思います」

田村教授は、地震に関連した地域のデータをこれからも蓄積することができれば、研究としてのみならず、地域の参考情報として行政機関などへも提供していきたいという。

未来のための「指針」をつくること

また、田村教授は20年以上にわたり、日本建築学会の荷重運営委員会に所属している。委員会では『建築物荷重指針・同解説』という書籍を出版しているが、同委員会の中で地震荷重に関する小委員会にて地震荷重について担当している。同指針は2004年、2015年と約10年ごとに改訂版を発行してきた。

「荷重指針」とは、どのような考えだろうか。「一般的に建物耐震設計は、建築基準法が基本となり、設計時用いる荷重について定められていますが、建築基準法では既存の決まった進め方をとるため、そこからレベルアップした構造設計を目指す設計者や設計技術を考えるために、荷

重に関連した近年の分析や研究について調査し公開しています。実際に構造設計者に話を聞くと、基準法で構造設計を行うので日常的には指針はなかなか活用されないが、プラスアルファでより安全性を求めた設計を行うときなどに参照していると聞いています。

学会の委員会として、純粋に設計に用いる荷重について追求した結果を残していくことは重要なことだと思っています」

雪国の「高床式」建築を水害に生かす

田村研究室では、学生それぞれが自由に研究テーマを決めてよいという方針である。しかし、耐震構造や防災・減災といった専門的な分野のなかに入ってきたばかりの学生たちにとって、取り組みたいテーマをすぐに決めることはなかなか難しい。そのため、田村教授が現在取り組んでいる研究のストーリーを学生に伝え、取り組んでみたいという学生には一緒に研究を進めてもらっているそうだ。例えば、前述の紹介した中越沖地震、中越地震の建物被害と地盤特性の研究も、学生とともに進めた研究である。

そのほかにも、地域に根ざしたとても興味深い

研究テーマをうかがった。新潟県の平野部には標高の低いゼロメートル地帯と呼ばれる地域も多い。このような地域では、水害に襲われる危険性が高い。そこで、水害に対して、雪国に多く見られる「高床式住宅」を適用できるのではないかと投げかけから始まった研究だ。新潟県など北陸地域の降雪地帯では、鉄筋コンクリート造などで高めの基礎や1階部分をつくり車庫や倉庫として利用し、その上に、1～2層の木造の居住空間を配した住宅が普及している。基礎が高い分、冬季に雪が降り積もったり、屋根から落雪が多かったりする地域に適した構造である。

この形式を水害の危険地域に生かせば、2～3m程度の浸水であれば車庫や倉庫部分のみで被害を最小限に抑えることができる。そのため、研究室では流速を伴った洪水による氾濫流に対して、鉄筋コンクリート造の基礎部分が構造的にどの程度有効かについて、①木造2階建、②高床式（1階コンクリート造部分を壁構造）、③高床式（1階コンクリート造部分を柱梁構造（ピロティ構造））の場合に分けて、浸水深さや流速から、どのような条件下で構造的安定性が確保されるか検証したそうだ（図6）。

チームワークを学んでほしい

田村研究室を卒業した学生たちの進路は、地元・新潟の建設会社やハウスメーカーが圧倒的に多い。建築系のみならず、建設会社の土木部門など、土木系に進む人が最近多いことも特徴で、大学としても建築・土木のどちらにも就職し

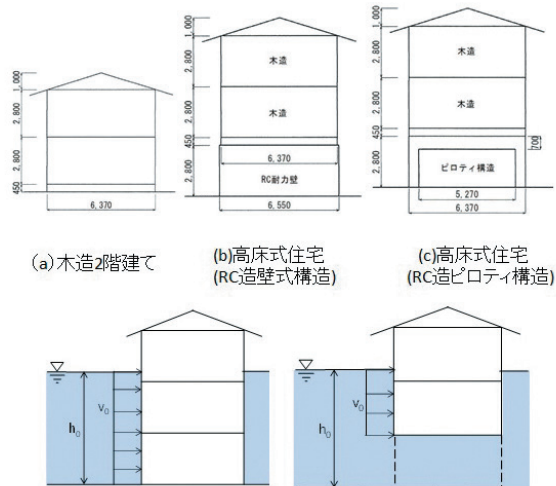


図6 氾濫流を作用する高床住宅のイメージ

やすいようなカリキュラムを取り入れているのだそうだ。田村教授も新潟の災害事例を引き合いに出して防災の授業を行い、地域を意識した教育を実践されている。

一方で、耐震や防災といった専門的なことを学びながらも、卒業後の人生はそれぞれなので、まずは卒業論文のための研究が楽しかったと思えること、そして研究や実験などにチームワークを保ちチャレンジすることを大切にしているという。

「研究室は『小さな社会』だと思っています。とくに耐震の実験などは複数人での共同作業が必要です。研究室でチームワークを発揮して取り組んだ経験は、その後の社会人となつてからの仕事にもきっと生きてくると思います」と研究室での活動の大切さを語った。



田村 良一 教授

たむら りょういち／1956年、群馬県生まれ。1980年、芝浦工業大学工学部建築学科卒業。1979年-1980年、株式会社 福島建築設計事務所。1987年、東京大学大学院建築学専門課程専攻博士課程修了。1987年-2012年、大成建設でエンジニアリング本部や設計本部、原子力本部に勤務。2012年より、新潟工科大学教授。

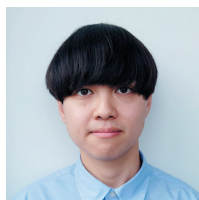
？ 研究室メンバーに聞きました

① 研究室を選んだ理由 ② 研究室の特色 ③ 取り組んでいる研究テーマ



くどう ゆうと
工藤 勇人(修士2年)

① 地震に強い建物について研究したいと思ったから。② 皆、楽しくやっている。③ 「積雪地域における屋根雪を考慮した木造住宅の耐震補強に関する研究」／寒冷地における屋根雪の有無が建物の耐震性に与える影響について研究。



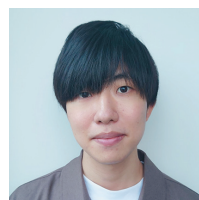
いけだ りょう
五十嵐 亮(学部4年)

① 研究室紹介を見たときに、おもしろそうな研究だと思ったから。② みんな仲良く、何でも話しやすい雰囲気。③ 「柏崎市の大規模丘陵造成地における常時微動特性」／盛土・切土の地盤の違いによる地震被害の関連性を検討する。



うめだ こうた
梅田 晃太(学部4年)

① 建築において建物を支える地盤が大切だと気付いたから。② 設備が整っている。③ 「柏崎平野における表層地盤の揺れやすさマップの作成」／場所によって揺れに違いが出るため、地震被害を減らすための揺れやすさマップを作成する。



さいとう はるき
齋藤 遥稀(学部4年)

① 地盤関係の研究がしたかったから。② 基本的に生徒に任せてくれる。皆、仲良しで落ち着いた雰囲気。田村先生は研究で悩んでいるときに、そっと助言をしてくれる。③ 「柏崎平野における表層地盤の揺れやすさマップの作成」



ほしの こうた
星野 宏太(学部4年)

① もともと地震に興味があり、地震の木造建築に対する影響について興味を持ったから。② ほんわか、ゆっくりの優しい空間。③ 「積雪が木造住宅の耐震性能に及ぼす影響」



やまい しゅん
山井 駿(学部4年)

① 積雪が建物に及ぼす影響に興味を持ったから。② 静かで集中できる。③ 「寒冷積雪期の地震災害に関する調査」／雪と地震が重なった時の被害の特徴や今後の対策を文献調査やヒヤリングから明らかにする。