

日本大学工学部 岩城・子田研究室

～社会では知力・気力・体力が一体となって はじめて活躍できます～

聞き手：中野 朱美*

文・編集：事務局

研究開発のシーズと企業のニーズとの橋渡しを狙った「大学研究室訪問～シーズは今～」という新企画で、日本大学工学部郡山キャンパス岩城先生の研究室の皆さんから、研究室恒例の「芋煮会」をやるので参加しませんかというお誘いを受け、11月9日(金)研究室を訪問してきました。

こちらの研究室では、ダムや橋、トンネルといった社会インフラを支えるコンクリートを対象に、いかに丈夫で長持ちさせられるかをテーマに、鉄筋コンクリート製(RC)床版の疲労による破壊機構の解明やコンクリート構造物の劣化診断技術の開発といった実践的な研究を行っています。その研究成果は、東日本大震災の復興事業として岩手、宮城、福島の被災3県に事業化された224kmの“復興道路”および“復興支援道路”に採用された高耐久RC床版の導入につながっています。

全国の大学でも数カ所にしかない輪荷重走行試験機や、-30℃から高温多湿の厳しい環境を再現できる大型環境試験装置などの豊富な試験設備を駆使して、長期間に渡る実験を通じてコンクリートの挙動を観察。正確なデータを採ることによって、研究室発のシーズを産み出して来ました。

今回は、岩城先生にコンクリートにまつわる研究のタネと学生たちとの活動を伺います。



日本大学 工学部 正門

研究室の概要は

中野：まずは、先生の研究室の概要をご紹介ください。

岩城：研究室の構成ですが、うちは教授一人と准教授一人の二人体制でやっています。私と子田先生です。他の大学、例えば東大等はドクター

もマスターもそれに学部生もだいたい均等に人数がいるという構成だと思いますが、うちはもう完全に箒型になっていて、トップに私がいて、二番目に子田先生がいて、その下に大学院生が少数いて、その他は学部の4年生が23人もいる訳です。だから構成としては箒型、そういう構成の研究室です。

中野：それだけ学生が集まるというのは人気があるという事ではないですか？

岩城：いえ、学科の中で特に人気があるわけではありません(笑)。なぜかという、うちは厳しいというのが分かっているから。だけど学生が入ってくる理由としては、厳しいけれどあそこの研究室でしっかり勉強したいというのが半分強。残りは、行きたいと思っていた研究室から漏れてしまい、第二希望でうちに来たという理由です。ただ、そんな学生も1年、研究室で勉強してみると変わるようですよ。どんな学生も入ったからには一生懸命やるし、最後は皆すごくハッピーになって卒業していくようです。

研究テーマは コンクリート構造物の長寿命化

中野：なるほど。学生は厳しいところと感じていても、ちゃんと先生が育てていらっしゃるのですね。主にコンクリート材料についてと伺っていますが、具体的にはどういうことを中心に研究されているのですか？

岩城：簡単に言うとコンクリート構造物を長持ちさせるにはどうしたら良いかということ。それが大きな研究テーマです。これは東大の石田哲也先生などとも一緒にやっていることですが、新しく造るコンクリート構造物をどう長持ちさせるか、という部分と、既設のコンクリート構造物でもメンテナンスを通じていかに長持ちさせられるかというのも、大きな目標となっています。ですからテーマとしては、コンクリート構造物の長寿命化ということになります。



岩城一郎教授

中野：准教授の子田先生も同じテーマですか。

岩城：研究テーマについては、基本的に同じですが、違うとすれば研究を進める上での役割が異なります。映画に例えれば、僕がプロデューサーで、彼が現場を仕切る監督、それで学生たちが演じる人、そういうイメージになります。

だから僕が研究費を集めて、企業との研究契約などを締結し、彼らに大枠のテーマをポンと渡して、こういう方向で研究を進めてくださいと指示します。すると子田先生が学生たちを振り分けて、そのテーマを具体的にどのような実験・計測で明らかにしていくかというのを考える。普通は、そういうふうに関わり分けています。

学生をコンクリートドクターに育てる

中野：では学生をどのように育てていこうとお考えですか？目標としていることはありますか？



第2回インフラメンテナンス大賞受賞「橋のセルフメンテナンスふくしまモデル」

岩城：これからの日本は、人口が減少していく中、インフラ投資にける予算も減ることはあっても潤沢に増やせる状況は望めません。そうした状況で、地方の足となっている道路や橋の劣化を防いで長持ちさせる、人間で言えば、老化を予防、改善する健康長寿の視点が大切だと考えます。そこで構造物の劣化の原因を究明し、対策を施していけるエンジニア、いわばコンクリートのお医者さんのようなコンクリートドクターを養成していきたいと思っています。

中野：では、今の学生たちはどうですか？彼らの研究に対する熱意、取り組みはどうでしょうか？

岩城：うちの学部生については、熱意はあっても実力がまだ伴わないというのが実情でしょう。現状では自ら率先して卒論を進める自主性というのはあまり望めないところ。それが出来るとすれば、大学院に進んだ学生で、4年生ではそこまで至らない場合が多いですね。だから、雛に餌を与えるように、こうしなさいと実験に関する細かい指示を与え、得られた結果をどう解釈してその先どう進めるかという方向性まで示してあげます。最初は結構手がかかりますが、そういう段階を経て、学生それぞれを個別に指

導しています。うちの学生たちは、そういうふうにご与えられた課題に対し一生懸命取り組み、少しずつ自分のものにする能力は長けています。ある意味では、結構安心なのです。

中野：やはり丁寧な教育を進めることでちゃんと成長していくのですね。

学生が育っていく楽しみ

岩城：実際に、ドクターコースに進んだ学生が土木学会の新人賞とも位置付けられる論文奨励賞を受賞（平成27年）し、さらに翌年には、彼の博士論文をベースに発表した「アルカリシリカ反応が道路橋 RC 床板の疲労耐性に及ぼす影響」という論文で土木学会論文賞を受賞（平成28年）しました。この学生は前島拓君とって、卒論から足掛け6年に渡る研究を重ねる中で博士号を取得した後にうちの研究室でポスドクとして在籍していました。

今年は、修士課程を修了し、研究員として研究室に来ている浅野和奈さんが、学部1年生の時から取り組んできたプロジェクト『みんなで守ろう。「橋のセルフメンテナンスふくしま」の構築と実践』で第2回インフラメンテナンス大賞国土交通大臣賞を受賞しました。こういっ



コンクリート工学研究室のメンバー

た成長株がどんどん続けて生まれてくることを期待しています。

中野：やはり年次が進むと学生が力を発揮してくるのですね。どんどん彼らに任せていこうとお考えでしょうか？

岩城：課題に対して学生が独自にというか、勝手に実験をするということはありません。これはうちの研究室では、結構大事なルールで、そこは適切に子田先生が厳しく指導しています。なぜかという、いくら興味があっても思い付きや適当なやり方で実験するというのはよくないのです。目標を立てて、そこに至る考えをまとめた上で、成果を求めて実験するというアプローチをちゃんと指導しています。そうやって出て来た結果というのが僕らにとっても信用出来るものになっているので、客観的にみてデータの信頼性がものすごく高い。これはとても良いことです。中野さんもお存じのように、僕らは東大の石田哲也先生たちと共同研究をやっているのですが、彼らはそこに何を求めているかという、解析結果をきちんと証明出来るような良質の実験データが欲しいのです。だから僕は、野菜に例えると、種から選別し無農薬あるいは有機栽培を行った特産品を提供し、彼らがきちんとした会席料理に仕上げるという関係性で一緒にやっているという訳です。そういう

間違いのないデータをうちの学生達は根気強く、しっかりと集めてくれる、そういう誠実さ真面目さがあるのが良いところですね。

中野：なるほど、ダム工学会の若手の会でお話を聞いていても、日大の方はフレンドリーだし、遠くても郡山から行きますよと、元気が良いです。東大の方とは何か違うものを持っているというか、そんな気がします。

自然と役割が見えてくる

岩城：東大生と比べると、こちらの学生は幼いし、伸び伸び、純粹に育ってきたという感じがします。だから社会に出てもおのずとその役割が見えてくると思っています。例えば、会社組織に入っても、日大生は東大生と競争してトップを目指してガンガン行くタイプではないと思います。日大生は実践的に現場でいいものを目指して造っていく、そういう役割を担う技術者に育ててほしいと思っています。例えば、大手のゼネコンに行っても、ものを造る最前線、現場で指示をする役職になりますし、あるいは地域の中小ゼネコンでもやはり最前線で身体を張って現場監督するような技術者の卵なのです。だから、うちの研究室には、そういう仕事を目指す予備軍が今沢山いる訳です。組織のトップでマネジメントを進めていくというより

は、現場第一主義で、最前線でいいものを造る、そういう役割を担う。そういうことが出来るような育て方をするのが良いのかなと思っています。

中野：先生のFBを拝見すると、地方から発信していくというような事が書いてありました。だから東大とは同じ土俵に上がらず、真逆のことを狙っていこうというような。あれはどのような意味なのでしょう？

岩城：僕は、かつて東北大にいた頃、トップの大学に対する対抗意識というか、石田先生などに対しても何か競争してやろうというような気持ちを持っていた時期がありました。しかし、研究を進めるうちに、こりゃかなわんというのがすぐ分かった。だから競争することよりも、敢えて全く逆の方向に進もうと思ったのです。石田哲也先生などは世界的にも評価されているから、日本から世界に向けて発信すればいいし、逆に僕は地域に密着したところで、ローカルなところでやっていこうと思った。いかに地域に関わり地元から発信して行けるかという発想になったのです。また、彼らは解析を得意としているから、僕らは彼らが使いたくなるような信頼性の高い実験データをどうやって集めようとか、そういう考え方に立っています。そのうち、東大の前川宏一先生が我々の研究成果に目を付けてくださって、あそこはいい研究をしているぞというようなことをおっしゃってくださって、そこから両者のコラボが始まったと思っています。

前川宏一先生との出会いから始まった 共同研究

中野：そうなんですね。前川宏一先生のこともFBに書かれていましたが、目指す方向は例え真逆なようでも、ずっと進んでいけば後で必ずつながるとおっしゃったそうですね。いつ頃からですか、お付き合いは？



大型環境試験装置（左：外観、右：内部）

岩城：前川宏一先生とは5年ほど前からです。かつては、東大のあこがれの大学教授が学生を連れて私たちの研究室を訪れてくれるなど考えられなかった話なのですが、本当に来て下さった。その時にお話して、ここの強みというのが、やはり実験施設と学生だと思いました。こちらはキャンパスの敷地が広いので、橋の模型を実物大で造ろうと思えばそう難しくなく出来る。そこで実環境におけるコンクリート構造物の耐久性試験が長期にわたって可能になる。そうやって取った実験データを前川先生が評価して下さった。

中野：なるほど、机上の実験データではないということですね。

岩城：それからは前川先生、石田先生といろいろな共同研究をするようになり、互いの持ち味を活かしたコラボが出来るようになりました。

以前は、なんとか同じ方向で成果を出して競争をしようと思っていたのですが、今は方向転換して真逆に行こうと思っています。と前川先生に打ち明けたところ、逆行しても丸い地球の上だから同じ目標に到達していますよとおっしゃってくれました。

中野：なかなか味のある良い言葉ですね。

岩城：僕もそれを聞いて感動しました。

中野：先程、研究室の構成は箒型だと伺いましたが、具体的には、どんな人がいらっしゃるのですか？



ロハスの橋

岩城：私を先頭に、准教授で子田康弘先生が居て、その他に研究特命教授で佐藤和徳先生、研究員で浅野和香奈さん、スタッフとして秘書の清田貴子さん、分析員の冨塚仁子さんがいます。それで社会人ドクターが1名、修士課程学生1名、卒業研究生（4年生）23名の合計31名と、さらにゼミ生（3年生）22名を併せると50名を超える大所帯です。これが私の研究室の全容です。

研究室発のシーズは

中野：次に具体的な研究のやり方についてお伺いします。実験施設を使ってどのようにやっておられるのですか？

岩城：コンクリート構造物が対象なのですが、私はもともと首都高速道路公団（現 首都高速道路株式会社）に居ましたので、道路や橋といったものを対象にしています。研究室発のシーズとして産業副産物を有効利用したコンクリートの配合、施工技術などを開発して、それらを実際の現場に使って貰えるようする、新技術を社会に送り出していくということが目的です。

私の方では主に国道や高速道路を対象にいろいろ実験をしています。例えば、こちら東北地方では寒いので冬場になると凍結防止剤として塩が大量に道路にまかれるのですが、それで床

版内のコンクリートや鋼材が劣化し、早期に架け替えを余儀なくされるなど大きな問題となっています。そこで、コンクリートの配合を変えたり、施工を工夫したりすることで、少しでも長持ちするようにしたいと思っています。

中野：私たちは普段、道路を走っていても、そういうふうには思ってもみないので、いかに長持ちさせるかと聞くと、とても新鮮です。

岩城：研究のやり方としては、正確なデータをどうやったら収集出来るかということに主眼をおいています。ここで話してばかりでは何なので、施設を案内しますよ。小さな実験用モデルではなく、本物と同じ大きさ、実物大のモデルを造って、それで検証するということが出来ます。そういう具合に、現場を想定したモデルで実験して、その結果を現場に実装することを目標にしています。

ロハスの橋プロジェクト

中野：実物大の橋を造られていると伺っていますが、拝見できますか？

岩城：ロハスの橋というのがあります。これはロハス (Lifestyles of Health and Sustainability) というのがキーワードで、健康で持

続可能な生活スタイルという目標になぞらえて、橋などのインフラも健康で持続可能なものを造ろう、ということで「ロハスの橋プロジェクト」をスタートさせました。

中野：持続可能なというのが、いかに長持ちさせることが出来るかということなんですね。

岩城：屋外に実物大の橋の模型を置いています。

そこにはコンクリートの材料・配合・施工方法を変えた6種類の床版を施工しています。ダムもそうですが、コンクリートの配合や施工方法を変えると、いろいろな性質の橋が出来るのです。

データは、最低でも一年間、継続してコンクリートがどのように挙動をするかを見ています。その実験データと、東大の解析結果がぴたと合うと、解析による例えば100年先の将来予測が可能になります。解析というのは計算ですから、もとなるのが1年間のデータでも、それを100回繰り返し計算することで、その橋が100年経った状態を予測することが出来るのです。そういうやり方で、さっき言ったように、コンクリートの材料、配合、施工方法を変えた構造物が1年間でどう変化するか。屋外の実環境に暴露するという方法で確かめます。

得られた結果を国交省とか、NEXCO、首都高といった機関に提示して、新たな配合や施工方法を現場で使って貰えるように働きかけをする、そういうプレゼンテーションの場を得られるように考えています。

中野：なるほど、実物大の実験施設ですね。

全国で10台しかない 輪荷重走行試験機

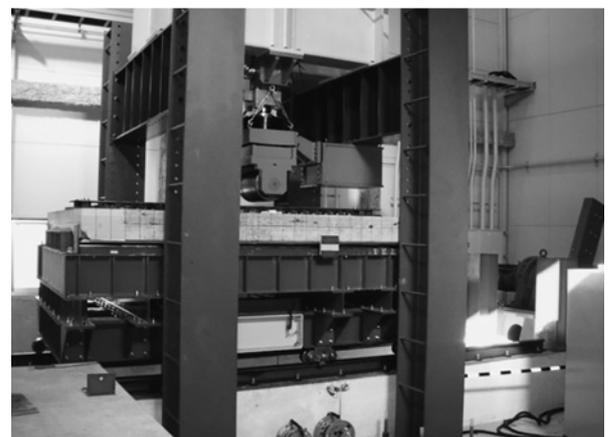
岩城：もう1つ、特別な実験装置があります。輪荷重走行試験機といって、実際に車が橋の上を走るように載荷して床版の疲労寿命を測定する装置です。これは全国で10台程度しかない装

置ですが、それを大学で持っています。

今の道路橋の造り方は、桁の上に床版と呼ばれるコンクリートの薄い板を施工し、その上にアスファルトを敷いていくような方法ですが、これまでは一般的な床版を基準に、それよりも高性能な床版を開発するとどれくらい寿命が延びるかということを目標に研究を行ってきました。今、我々は少し考え方を変えて、違うアプローチをしています。例えば凍結防止剤散布下における道路橋 RC 床版では、塩害、アルカリシリカ反応、凍害に加え、疲労の影響を受けます。これらの要因が組み合わさると、どれだけ床版の寿命が短くなるかを調べてみようと思ったのです。

専門的に言うと複合劣化というもので、人間の身体でいうと合併症みたいなものです。つまり、肺炎と内臓疾患を併発すると一気に危険な状態になるという具合に、塩害と疲労、アルカリシリカ反応と疲労という二つの劣化が重なると床版の寿命がどのくらい短くなるかを実験的に突き止めようと始めたのが、たぶんうちの研究室が最初だと思うのです。

それで複合劣化するとこんなに寿命が短くなりますよとなれば、そこまで劣化させてはいけないので、どうメンテナンスすれば良いか、新しい方法はないかと考える。そういうことを国交省や NEXCO などに提案して、一緒に対策を考えて、現場に実装するというを行っています。



輪荷重走行試験機

中野：実物を拝見させて頂きましたが、貴重な実験装置ですね。研究室には、疲労班とかいうチームがあると聞きましたが、どういうものがあるのですか？

5つの研究班の役割

岩城：今は研究室に5つの班があります。疲労班、劣化班、フライアッシュ班、ロハス班、それと力学班。疲労班は、コンクリートがどのくらいの作用でどれだけ疲労していくかを、また劣化班は、塩害、凍害、アルカリシリカ反応によってどれだけ構造物が劣化していくかということを見ています。フライアッシュ班というのは、石炭火力発電所から出て来る石炭灰、これをフライアッシュというのですが、今まではセメントの原材料や埋め立てなどに利用していた灰をコンクリートに混ぜて高耐久なコンクリート構造物を実現できないかという発想で、研究しています。もともとコンクリートというのは、地産地消の材料を用いて、セメントと骨材となる砂や砂利、そして水を混ぜて、造るものなのですが、福島県では東日本大震災以降、原子力発電所が停止したので、浜通りの石炭火力発電所を目一杯動かしています。そこから出て来る大量の石炭灰をなんとか使えるようにして、浜通りの復興に活用出来るようにと考えています。

あとロハス班は、ロハスの橋の実験・計測をしていく学生たちで、それから子田先生が自らのテーマを研究させている力学班という編成になっています。

ダムにも使われる フライアッシュの利用

中野：なるほど、東北の復興に東北のフライアッシュを活用するということですね。東大の石田哲也先生はフライアッシュを使ったCSGというダムの工法を研究していますね。これから大事になってくるのが、持続可能などというキーワードなんですね。

岩城：フライアッシュについて、彼はダムに使うことを一生懸命考えていますね。僕は道路構造物に活かせるように考えています。使い方としては、いろいろやってみて、高性能な構造物を目指そうというのなら、混ぜる灰の方も質の良いものを使わなくてはならないし、道路だったらこういうもの、或いはダムにはこういうものが使えますよという、それぞれに合った灰があると思っています。

よく例えるのは、純米大吟醸のように米を磨いて、磨いて、美味しいいいところだけを使うというような使い方もあるけど、それだと少ししか使えないから、フライアッシュ全体の問題を解決している訳じゃない。それでもダムだったら炉のボトムの方の灰でもちゃんと使えるし、道路構造物ではもう少し性能を上げたいので、より品質の高い灰をうまく使えるようにしたい。そういう仕組みが出来るともう少しうまく灰が利用出来るというような、そういう具体的なことを突き詰めているところです。

今、浜通りでは常磐自動車道の2車線から4車線化に向けた工事が進められています。そこに地元産のフライアッシュを使えないかと考えています。地産地消で産業副産物を有効利用し、なおかつ長持ちするコンクリート構造物を実現するというのが理想です。

中野：実現すると、すごいですね。

岩城：プレゼンテーション力も磨いていかないといけないですね。その見せ方には、先程も言いましたが、ロハスの橋のように実物大のモデルだとより分かり易いのです。いくら高度な解析して、机上の計算書だけだとなかなか納得してもらえない。そういう意味ではなるべく実物に近いものを見せるということが理解を促す近道なのです。

中野：やはり日大郡山キャンパスには、それだけ大きな実験施設があるというのが強みになっているのですね。

学生へのメッセージ

中野：最後に学生へのメッセージをお願いします。

岩城：今の学生は偏差値で評価され過ぎているように思います。学生である以上、学力は必要ですが、社会では知力・気力・体力が一体となってはじめて活躍できます。土木の世界では、さらに粘り強さやチームワーク力が求められます。明るくコミュニケーション力があることも大事です。そう考えると、うちの学生は総合力では決して他に引けを取らない能力を持っていると自負しています。土木事業ではこうした能力の総和によって良い構造物ができます。お互いを尊重し、強みを生かし、弱みを補いながら、後世に残るインフラを構築していただきたいと思いますね。

中野：本日は貴重なお話をありがとうございました。芋煮もとても美味しかったです。



(岩城一郎教授プロフィール)

専門分野

コンクリート工学，社会インフラメンテナンス工学

経歴

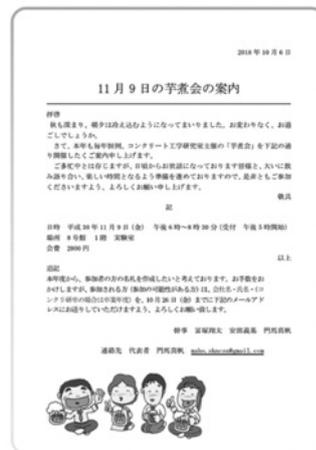
1988年 首都高速道路公団入団

1996年～東北大学助手，講師，助教授

2005年～日本大学助教授，准教授，教授（現在に至る）

研究内容

- ・道路橋コンクリート床版の劣化機構の解明
- ・コンクリート構造物のメンテナンス技術の開発
- ・副産物を有効利用した高耐久コンクリートの開発
- ・住民との協働による橋のセルフメンテナンスモデルの構築と実装



コンクリート工学研究室の門馬さんと



芋煮会に参加してくれた土木女子の学生

写真提供：コンクリート工学研究室 HP

<http://www.civil.ce.nihon-u.ac.jp/~concrete/index.html>