

## 異分野技術と若い力が集う場に 建設施工の未来が生まれる

建 山 和 由



**見波** 一般社団法人日本建設機械施工協会 70 周年ということで、副会長の建山先生にお話を伺います。早速ですが、先生と協会との関わりについてお聞かせ下さい。

**建山** 私は学生のとき、京都大学の土木工学教室の畠先生の研究室に在籍していました。その頃、畠先生は協会の関西支部長をされていました。その関係もあって私は学生のころ、確か昭和 56～57 年ごろから関西支部の委員会に参加させていただいていました。その後、大学で博士課程の学生、助手になったころから海洋開発委員会や摩耗対策委員会の幹事をさせていただいて、引き続き関西支部に出入りしていました。その後、時代が変わってきたこともあって、インキュベーション委員会という新しい委員会をつくったのですが、そのころから協会本部の情報化施工委員会も担当するようになって、活動が関西支部から徐々に協会本部に移っていったという状況だったと思います。

**見波** 40 年近く、協会の歴史の半分以上お世話になっているわけですね。最初のころのテーマはどんなものだったのですか。

**建山** 協会との関わりでは、主に海洋開発委員会と摩耗対策委員会との関わりが多かったと記憶しています。これらは室先生が委員長をされていました。深川先生が幹事長をされていました。畠先生もそこに出ておられて、私も学生のころから一緒にその委員会に関与して文献を報告したりしていたように思います。



建山 和由 (たてやま かずよし)  
立命館大学理工学部教授、工学博士。京都大学大学院工学研究科博士後期課程修了。京都大学工学部助手、講師、助教授を経て、平成 16 年より現職。土木工学、建設施工学、地盤工学を専門とし、ICT の建設施工への導入による情報化施工や建設ロボットの研究開発と普及に努めている。

私に関わりだしたころはメカトロニクスがはしりの頃でした。建設機械の開発目標は、掘削機械だったら掘削の効率を上げるとか、摩耗を減らすとか、履帯だったら走行性を向上させるとか、機械の性能を上げるにはどうしたらいいかという議論を積極的に行っていたように思います。私がいつときよくやっていた、機械と土との間のインタラクションみたいな話が研究や技術開発のメインテーマだったと思います。そのうち情報化施工という流れが出てきて、ICT、情報通信技術が取り入れられて、技術開発のテーマがそちらにシフトしていったような印象を持っています。今の ICT 施工も、機械の能力を議論するよりも制御や通信の話が中心になってきています。それだけでいいかというと、必ずしもそうではなく、以前のように機械自身の能力も併せてバランスよく開発・研究していく方がいいだろうと思っています。

**見波** 施工技術とか施工管理技術もここ 10 年、あるいは数十年の間で大きく変わってきていると思いますが、一番大きいのは ICT が入ったことでしょうか。

**建山** やはり建設機械は、GPS が入ってきてから大きく変わったと思います。私は修士課程の学生のころから振動ローラの振動挙動を利用して地盤の締め固め度を評価するという研究に取り組んでいました。振動で地盤が締め固まってくるとローラの振動挙動も変わりますので、その変化を捉えて地盤の締め固め度を評価する手法は、手法としては十分成り立ちますが、当時は広い現場の中でローラの位置を特定することができませんでした。このため、今測っている地点の加速度がこれだから地盤の締め固め度は何%ということは特定できるのですが、そのポイントが広い現場の中のどこかということが特定できませんでした。ですから計測手法はあったのですが、現場で使える技術にはなっていませんでした。この技術に GPS がうまくコンバインドされて、現場の中の位置と締め固め度を同時に特定できるようになって、現場での適用性が

大きく進展しました。

今使われているマシンコントロールやマシンガイダンスも、トータルステーションもありますが、基本はGPSが出てきて機械の位置特定ができるようになったことによって、性能、用途が大きく広がったと思います。

**見波** GPSの貢献が非常に大きいということですね。特に最近のICT施工の進展と課題に関してどんな感想をお持ちですか。

### ——2次元から3次元へ

**建山** ICT施工が入ってきて大きく変わったのはデジタル化です。特に2次元から3次元の議論に変わってきています。測量も3次元で、ドローンを使って上空から写真で測量して、そのデータを使って設計したり施工計画を立てます。施工も、マシンコントロールやマシンガイダンス機能が装備された機械を使って、最後の出来形も3次元で調べるという流れに変わってきています。非常に便利で様々な効率化を図ることができるのですが、一方で2次元から3次元のデータに替えるということは、3次元のデータを扱わなければなりません。けれども、その扱いが結構難しい。そのハードルがなかなか越えられないのが正直なところではないかと思っています。そこのところは学の責任でもあります。大学ではいまだに2次元で授業をしています。設計も2次元で教えていますし、測量も2次元で行っています。いきなり社会に出て「今はもう3次元だよ」と言われても若い人は困ります。だから何とか2次元から3次元の世界に変えていく議論を大学教育でもしていかなければいけないと考えています。

そのために今、協会でICT施工の教育・普及のためのテキストをつくっているところです。本当は2～3年前に出来上がっているはずですが、皆さん忙しくて、原稿はほぼ出そろったのですが、最終調整が遅れていてまだ刊行には至っていないという状況です。できるだけ分かりやすく、かつ、うまく3次元のデータが扱えるような教育システムをつくっていく必要があ



ると強く認識しているとともに、それを実現する責任を感じているところです。

### ——国の施策について

**見波** 国の施策も急ピッチで展開していると思いますが、先生はどのように見ておられますか？

**建山** i-Constructionで画期的だと思うのは、基準やマニュアルが大きく見直されたことです。今まで基準やマニュアルに関して、国はいったん決めたらあまり変えませんでした。それが大きく見直されてきています。驚いたのですが、UAVを使った写真測量の公共マニュアルは、1年間使ってみて皆さんの意見を聞いて、より使いやすいように変えていっています。こういう柔軟な対応は新しい技術を導入していく上では非常に重要なことだと思っています。そういう対応のおかげもあり、技術が大きく変わっていっていると感じています。

それからPRISM（官民研究開発投資拡大プログラム）をはじめ、国が技術を育成することに随分力を入れだしていると感じています。今まで建設分野では、技術開発を公的に助成することはあまり活発でなかったと思いますが、最近、いろいろな助成制度が出てきています。

PRISMで非常に面白いと思うのは、日本の場合、技術開発など新しいことをやろうとすると、まず大きなフレームをしっかりつくってそのフレームの下で統一的な方法を個別の現場に適用するということが多かったと思います。しかし、PRISMはそうではなくて、個別の現場で何か新しい技術開発を試行して、それがうまくいけば広げていこうという発想で技術開発の助成をしています。ある意味アジャイル的な開発のスタイルを取っていて、今の時代に合った実践的な技術開発を支援する仕組みだと思っています。



インタビューア  
見波 潔（みなみ きよし）  
村本建設㈱専務執行役員。当協会  
元業務執行理事

そんな中で、ローカルの企業でユニークな取り組みをすることで結構増えてきています。最近一番注目しているのは、映像や画像を活用して合理化を図っていくという取り組みです。これは、従業員が20～30名という愛知の中小企業から始まった取り組みで、それがどんどん広がっています。ひょっとすると国の標準になるかもしれないというところまで来ています。i-Constructionでは、国が標準的な手法を示したのですが、それ以外のところでいろいろな取り組みが生まれだしているというのは非常に面白いことだと思っています。技術開発がどんどん活発化してきて、技術開発の機運が高まることは非常に良い傾向ではないかと思っています。

### ——システム化について

**見波** 技術開発の機運が建設生産システム全体の高度化につながる必要があると思うのですが。

**建山** 建設生産のシステム化については、日本ではICT施工でも建設ロボットでもそうですが、今までやってきた技術を自動化するとか、ICTを入れて合理化するなど、個別の要素技術を高度化することに力を入れていきます。そこには長けているのですが、例えばビルを丸ごと一つ建てるということを生産プロセスと考えて、そのプロセス全体を合理化することを考え、その中で建設機械やロボットをどう使えばいいのかという議論が本当は必要です。

私の親しい知り合いにドイツのミュンヘン工科大学のトーマス・ボックという先生がいるのですが、彼に講演してもらおうと、やはりそういう話をします。彼は建築の先生ですが、ビルを一つ建てる時には、こういうやり方をしたらもっと短時間に少ない人手で合理的に建てることできるという話をします。そこでは機械の自動化だけではなくて、建物を建てる方法や手順まで含めて、機械の働きやすいような施工法や、さらには将来維持管理がしやすいようにメンテナンスの機械が動きやすいような建物の設計まで含めて議論しています。このように建設全体のシステム化ということこれから考えていく必要があると思います。そこは日本が遅れているところだと思います。

### ——ローカルへの展開について

**見波** 発注者には国から地方自治体まで数多くあり、施工者も大手ゼネコンから地元中小企業や専門工事業に至るまで多種多様です。特にローカルの方々への展開についてはどのようにお考えですか？

**建山** 大手ゼネコンから地元中小企業までの人材確

保・育成が大切です。i-Constructionで去年ぐらいから強く発信しているのは、i-Constructionはローカルの自治体に一番必要な施策だということです。近畿地方整備局が、地方自治体の担当者を集めてi-Constructionの普及を促進する会議を開いていますが、自治体の担当者の方の多くは「i-Constructionは国がやる大きな工事で使うものであって、われわれには関係ない」と思っておられるようです。でも実はそうではありません。ローカルの自治体ではこれから人口が減って、税収がどんどん減ってきます。インフラに掛けられる予算も縮小せざるを得ません。にもかかわらずインフラは一斉に劣化してきます。担当者も減らされていく中で、住民の生活や活動を支える道路、下水・上水道をはじめとするインフラを如何にして維持していくのかということは喫緊の課題になっていくだろうと思います。多分そのうち立ちゆかなくなる自治体もでてくるのではないかと思います。

それにどう対処するのかということを考えると、多少なりとも余裕のある今の間に各自治体で省力化や合理化の足掛かりをつけていかないといけないと思います。小さい工事であっても、自分たちが少しでも楽に工事をやっていくにはどうしたらいいのかということを考える中で、新しい技術なりやり方を取り入れてもらうといいのではと思っています。

### ——安全施工について

**見波** 安全に関しても、ICTの技術が役立つと思います。不安全行動に対してアラームを出すとか、異常な応力が掛かったときに警告するとかいうことは得意とするところですから、大いに期待したいと思います。

**建山** i-Constructionというのはもともと生産性向上を目指した技術で、生産性の画期的な改善からスタートしたのですが、安全や事故防止にも有効な手段だということが分かってきて、それを積極的に推進しようとする動きが出てきています。就労中の死亡者に関しても、建設業は全産業の3分の1という状況ですからすごい数です。建設業というのは、一般製造業と違って変化のある事象に対応して仕事せざるを得ません。日々刻々環境も変わって、仕事の条件も変わって、人も替わる中で仕事をこなしていかないといけないという状況下では事故は起こりがちですが、それをできるだけ減らしていく。そうしていかないと人も来てくれなくなります。そのためにICTを活用して建設工事の安全性を高めようという流れが出てきているのは非常にいいことだと思います。

建設労働災害防止協会がICTを使って事故を防止

したり、安全性を高めるようなデータベースを今年の4月に開設しました。そのデータベースというのは非常に面白くて、ただ単に技術情報を公開するだけではなくて、新しい安全技術が出たらどんどんアップデートしていくとともに、建設業者がこんな技術が欲しいというニーズを上げたら、それを見て開発業者は新しい技術を開発するなどの機能を持った成長型のデータベースで、事故防止のための前向きな取り組みを励起しようとするものです。ぜひこの機会に、事故件数を全産業の3分の1から10分の1に大幅に減らすなど目標を決めて、業界を挙げて取り組んでほしいと思っています。

**見波** ところで、建設の分野は発注者、設計者、施工者とその協力会社など、プレーヤーがたくさんいて、大きくかつ複雑な組織でものをつくり上げていくということから、組織をうまくコーディネートしないと先生の先ほどの話がうまくいきませんね。

**建山** そうですね。先ほども少しお話ししましたが、大きなしっかりとしたフレームをつかって、そのフレームの下で新しいことをやろうというよりも、個別の事例からスタートしてもいいと思います。小さな工事からスタートして、そこで今言ったような話を考えて、うまくいくようであればそれをどんどん広げていくような、そんな開発のスタイルを取っていくといいのかなと思います。大きな工事だと工種が多岐にわたり、職人もいろいろな人が入ってきてややこしいので、少し小さな工事から考えだす方がいいのではないかと考えています。

**見波** 発注者と施工者の間は、監督・検査が大きな接点のひとつですが、ICT技術の活用やシステム化により、この接点の改善の余地が相当残されているのではないかと思います。例えば、施工者のICT技術で施工管理された品質管理データをそのまま監督・検査に使うことで品質管理をきちんと行うといったようなことも突破口になるのではないかと考えていますが。

**建山** それはおっしゃるとおりだと思います。先ほどお話しした映像を利用した現場管理の話では、最近発注者とも映像を共有するようになってきました。発注者は事務所にいて、普段から担当する現場を常に見ることができて、管理することができる。そうすると現場の様子をモニターで見ている、発注者の担当者が「このやり方を直したほうがいいんじゃないか」とか「安全上問題があるんじゃないか」といった指摘を行うことができます。現場のほうは見張られている感はありますが、常にコミュニケーションをよくすることによって、お互いに少しでも改善していこう

というプロセスが入ることになります。それにより工事の合理化なり品質の向上が図れるかもしれません。

**見波** 喫緊の課題の一つである「国土の強靱化」において、建設機械施工の果たすべき役割について何かお考えがあればお願いします。

**建山** 何をもって国土強靱化と言うのかというのがありますが、一つには人々の生活や活動を支えるインフラがしっかり安定的に提供されていくというのが強靱な国でしょうか。あとは災害に強いということになるのでしょうか。インフラの建設でも維持管理でも、あるいは災害対策でも建設機械はなくてはならないツールになっています。これまでも有効に、かつ効率的に使われているとは思いますが、このままでいいのかということと多分そうではないでしょう。開発の余地はまだまだあるのだらうと思います。

ではどんな開発の余地があるのかということ、この間テレビで見ている非常に面白いと感じた話がありました。日本人でアメリカで仕事をしている方の話です。アメリカでも水道管があちこちで古くなって、水が噴き出しているようなところが多いようです。今まで、水道担当の発注者は、敷設から所定の年数を経た水道管から順に交換していました。でも、掘ってみたら全然傷んでいないものもあれば、年数は経っていないにもかかわらず傷んでいるものもありました。流れる水の量や土の性質など、いろいろな条件によって傷み方は違ってきます。そこで、様々な情報を入力してAIを使って劣化しているだらうと思われるところを特定してくれるようなソフトをつかって支援しているという事例でした。なるほどなと思いました。AIの使い方としては非常にいいなと思います。

これからのインフラの管理には精緻なマネジメントが必要になってくると思います。建設というのはどうしても不確定要因が多いので、無駄と言う言い過ぎですが、過度にインプットしている部分もあります。そういうところを先ほどお話ししたような方法を使って精緻に管理していくことによって、必要以上のインプットを減らしていく時代になってくのではないかと思います。このことは、建設機械も同じではないかと思います。仕事のやり方も建設機械の使い方も、すべて一律に扱うのではなくて現場に合わせて精緻にマネジメントすることによって、建設機械の燃料を減らしても所定の仕事ができる、今までのような仕事ができる、そんな仕組みをつくっていくことも必要だと思っています。

**見波** 自律型の施工機械というのがありますね。

**建山** 私も昔やっていたのですが、深層混合処理で、

地層が分かれています。固い地層にはそれほど薬液を入れなくてもよいのですが、柔らかい地層にはたくさん入れないといけない。このため、攪拌翼を貫入するときに刃に作用する抵抗から地盤の固さや地層の分布を調べて、回転させながら引き抜いてくるときに、注入する薬液の量を地層に応じて調整していく。一律に入れるのではなく、地層ごとに注入する薬液量を変えていくというのはその事例です。また、GPS のところでご紹介した土の締め固め施工の事例もあります。土の締め固め施工において、仕様で転圧回数 8 回と決められていると 8 回必ず踏まなければならないのですが、地盤が十分締め固められて固くなったら別に 8 回踏まなくてもいいので、地盤の締め固め度をリアルタイムで評価して適切な転圧回数で施工を終えようという技術もその事例の一つです。そのような精緻なマネジメントを入れていってもいいのかなと思います。そうすることによって、今までよりも少ないインプットで所定の仕事ができる。ということは結局コストも下げられて、かつ、CO<sub>2</sub> も減らしていくことができるということです。

国土強靱化にどう役に立つのか分かりませんが、これからの建設機械はそういう機能を持っていてもいいのかなと思っています。

**見波** 先生にはこれまでいろいろなことで協会の事業に携わっていただいています。協会への今後の期待をお聞かせ下さい。

**建山** 日本建設機械施工協会は、日本に建設機械が導入されて以降、建設機械の発展と普及に努め、日本のインフラ整備を支えるという仕事をしっかりしてこられたと思っています。特に最近、情報化施工、ICT 施工が導入されたときにいち早くその普及に力を入れてこられました。現在の ICT 施工がここまで広がったのも協会の役割が非常に大きかったのではないかと思います。

その次です。ここから何をやるのかというところをそろそろ考えていけない時代になってきたのではないかと思います。ICT 施工の次に協会としてどういう役割を果たしていくのかという議論をそろそろ始めてもいいのかなと思っています。ぜひ若い人に参加してもらって、未来の建設施工を議論して、その中でこんな建設機械をつくってほしいというように少し先を見た議論を協会全体でしていただくといいのかなと思っています。

**見波** いろいろな業種の会員が集まってきている協会なので、その特殊性がもっと発揮できて、ただ単に機械をつくれればいいのか、使えばいいのか、それだけ



ではないさらに国の役に立つような、社会に役立つようなテーマがどんどん発掘できればいいかなと思っています。

**建山** 協会に、「こういうテーマで誰か紹介して欲しい」と言うときに紹介して下さいますし、ネットワークも広くて会員もたくさんおられることは非常に良いことだと思いますが、次の時代を考えると他分野の人たちもどんどん一緒にやれる体制をつくっていかれたほうが良いだろうと思います。特に ICT 施工がこれだけ進んでくると、異分野の人たち、今まで関係してこられなかった電気、電子、通信、制御、いろいろな分野の人たちにもう少し関わってもらうようにして、次の建設機械発展の役に立つような、そんなパートをつくっていただくと良いと思います。

**見波** 例えば、電気、機械、AI とかの分野の人たちにも「建設機械施工分野の仕事をするとなんか面白いことができるぞ」ということを示さないと入ってきてももらえないと思います。

**建山** 多分彼らは今まで建設という分野は関係ないと思っていたのですが、実はいろいろな発展性というか、いろいろなことができる分野だということに徐々に気付いてこられたようなので、そこをどんどんアピールして一緒にやってもらえるような仕組みをつくっていくといいなと思っています。

JCMA への期待というところでは、次の時代を担う人たちをつくっていくことでしょうか。いつまでも協会の色々な役を私がやっているようではいけないと思っています。若い人たちにどんどん活躍してもらって、次の時代の技術なり建設機械なりを考えていってもらわないといけないと思っていますので、協会も意識してそういう場をつくられてもいいのかもしれないね。

**見波** 別の分野では、例えば映像解析にしても、すごいプロフェッショナルがすごいことをやっておられる

はずです。そういう人たちに建設の分野にも目を向けていただだけでも、やれることが大きくと広がると思います。

**建山** われわれが知らないだけで、実はすごい技術が周りにはいっぱいあって、建設分野に導入すると「おーっ」というようなことができるかもしれません

ね。そのために若い人たちがアンテナを張りながら、異分野の人たちとのネットワークをつくって、新しいことにトライすることができる体制をつくっていくといいなど、是非そうなってほしいと思っています。

**見波** ありがとうございました。

---