

理工学部都市環境学科／道路研究室
舗装工学

姫野 賢治 教授

【プロフィール】 姫野 賢治（ひめの けんじ）▷1956年大分県生まれ。1979年東京大学工学部土木工学科卒業。防衛庁防衛施設庁技官、東京工業大学工学部土木工学科助手、建設省土木研究所（併任）、北海道大学工学部土木工学科助教授などを経て、1997年4月より中央大学理工学部土木工学科教授となり、現在に至る。1987年土木学会論文奨励賞受賞。NPO法人「舗装診断研究会」理事長。共著作多数。



「人間にとってより良い道路とは」 路面および構造評価の総合的な研究に “人間の感性”を取り入れる

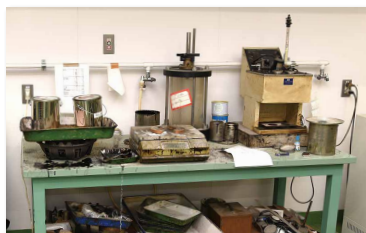
人が移動すればそこに道ができます。人の手による舗装最古のものとしては、紀元前4000年頃のものが見られているように、意外と舗装の歴史は古いもの。文明のモータリゼーション化とともにセメントやアスファルトを用いた舗装が主流となり、舗装技術が発展したおかげで、昨今、道路の舗装状態が原因の交通事故で死ぬ人は、湿潤路面時にスピード超過でもしない限り、それほど多くはありません。舗装工学は人の命を守る安全性の改善からさらに進化し、車に負担のない経済性の改善、そして姫野先生の道路研究室では「乗り心地」や「ランナーの走り心地」というような“人間の感性”の域に研究の重点を置いています。

道路の「路面」と「構造」を、 「材料」と「機能」の面から多角的に評価する

研究室では大きく分けて、舗装の「路面評価」研究と「構造評価」研究が行われています。それぞれを「材料」と「機能」の面から評価します。

「路面評価」では例えば、直接車両や航空機のタイヤに接する道路表面性状を、様々なプロファイラーを用いて材料や経年・使用度による変化なども考慮しプロファイルを計測し、その収集されたデータに基づき、車両や航空機の振動加速度やタイヤと路面の滑り抵抗の関係などを調べたりします。

代表的な材料はアスファルトですが、その老朽による破損や機能低下の防止のための材料開発だけではなく、より機能高度化した排水性舗装の技術なども研究しています。「実は排水性舗装は排水機能のみならず、低騒音機能があるという事はあまり知られていませんが、排水のための隙間が音も吸い込む事が実証されており、最大約10dBほど静音効果がある場合もあるのです。騒音問題の解決にも一役買うこの舗装技術は、



▲様々な器具を使用し、新しい材料を開発したり、その性能を熱や圧力をかけて測定したり、幅広い実験が行なわれている実験室。

潜在的ニーズは非常に高いのですが、コストも高いため普及には時間がかかるでしょう」と姫野先生は、研究開発した技術の実現化に関するコストのジレンマを語ります。

一方「構造評価」は、表面の性状は良好でも、それを

支える路床や路盤の支持力によって、その後の性状低下に差が出るため重要です。しかしその調査は、大掛かりな開削工事など破壊的な試験方法を取らざるを得ない場合が多く、一昔前はなかなか評価を実施するのは困難でした。しかし近年、フォーリング・ウェイト・デフレクトメータと呼ばれる路面のたわみ測定装置を用いて、その収集データから構造的な支持力を推定できるようになり、そのデータに基づいて舗装の供用性を評価し、補修時期の予測などに活用されています。

研究室では、「段差」や「ひび割れ」、「アスファルト混合物」などテーマを絞ってコツコツと深く掘り下げて研究している人もいて、道路ひとつに関しても、あらゆる視点や膨大なデータがあることがわかります。

“人間の感性”を取り入れた「乗り心地」の研究とランナー視点の路面評価研究

「乗り心地」の評価は、道路研究室の特徴的な研究のひとつです。「路面評価」研究を進めていくうちに、“人間の感性”まで考慮する必要性を感じたとのこと。

実験室は、一見楽しそうなレースゲーム機のようなものが占有しており、これが「乗り心地」の実験を行う「ドライビング・シミュレーター」と呼ばれる装置です。トラック仕様で、しかも助手席と荷台をつけたのは、この研究室オリジナルだそう。運転席だけでなく、助手席の乗り心地も調査できます。研究用なので当たり前ですが、特に道路の継目や轍模様など道路の詳細な状態も画像再現し、走らせるとロードノイズまで聞こえるリアルさに、感動さえ覚えます。被験者たちがこれに乗って、あらゆる条件の状態の道路を走行シミュレートし、その脳波や血圧を測ったり、アンケートによるデータを収集・解析し、自動車の運動と

乗り心地の関係の解明を目指しています。この大掛かりな装置による実験では、「いちご疲労曲線」なる可愛い響きの概念を用いた研究結果も生まれました。荷台をつけたことで、道路管理者の抱える「荷傷み」課題に対応するデータが取得できたのです。

「乗り心地」と同様、今1番力を入れているのが「ランナーの走り心地」の研究です。多摩キャンパスの駅伝部のメンバー達に協力してもらい、実際に足首に加速度センサーをつけたり、様々な条件で走ってもらい、そのデータを収集し解析を試みたりもしているそう。

「道路は自動車だけのものではなく、自転車や歩行者のものでもあるから」と言う姫野先生自体、学生時代自転車部であったこともあり、その経験から道路の状態が人に及ぼす影響を肌で感じていたのかもしれない。「評価は基本的に、道路、靴、路面温度などが大きく関与してきます。例えば炎天下の道路は高熱化しており、ランナーには走りにくい。2020年の東京オリンピック時には、この東京の夏の暑さがアスリート達に与える影響は無視できないだろうと考えます。対策として遮熱性舗装という技術があるのですが、こちらもコストが高いため、なかなか実現化は進みません・・・」と先生は再び実現化のジレンマとともに、警鐘を鳴らします。“打ち水”で一時的に道路の表面上の温度を下げても、その水分が蒸発し湿度が増えると人間にとっては不快指数も高まる、といった具合に、ある条件を数値的に改善しても、現場では他の問題の発生につながったりと、一筋縄ではいかないようです。まさに現場感覚の、そして何よりも“人間の感性”からの視点が必要な例でしょう。

「また、一概に“ランナーにとって良い”と言っても、それが足に負担がかからないのが良いのか、足に負担がかかっても記録が出る方が良いのか、その基準設定だけでもなかなか難しいです」。研究には机上論だけではなく、実際の現場のシミュレーションや実験および想像力が必要であり、なかなか答えも出ない長い道のりであるよう。

姫野先生によると、“人間の感性”に関わる研究の面白さは、「答えがなかなか出にくく、困難な研究であること自体にあります」とのこと。評価基準が千差万別で、膨大なデータを扱い、様々な可能性や傾向を抽出する。そのプロセス自体を楽しめる必要がありそうです。「もちろん何か答えが出るとそれはそれで嬉しいが、“答えが出ない”という事がわかるのも嬉しいものです。誰かの評価に関わらず、自分で“いい研究になった”と実感できる時が楽しい」と先生は研究することの楽しさを語ってくれました。



▲キーを回して、サイドブレーキを下してギアをDに入れて開始。アクセルの開き具合と画面の流れ方などが完璧に合っており、本物のトラックに乗っているよう。

切迫する社会インフラの老朽化対応と 災害時における道路の管理・復旧対応

2012年に起きた「笹子トンネル天井板落下事故」にみられるように、高度経済成長期に集中的にできた社会インフラの老朽化は、極

めて深刻な課題です。建設後50年以上経過する道路や橋の割合は、10年後には倍以上になるという試算もあります。その点検と整備が急務なのは明白ですが、姫野先生によると、その点検に使われる路面性状測定車は日本にまだ60台ほどしかなく、測定費用も高価であるため、そう容易なことではないようです。そこで、それよりも精度は落ちるものの、簡易的にスマートフォンを使って測定できるIRI（路面性状評価基準：国際ラフネス指数）を用いたアプリや加速度センサー搭載のスマートフォンなどが多く使用され始めているとのこと。こうした路面性状測定車や測定機能搭載のスマートフォンなどは、地震などの災害後の現状確認および復旧復興工事でも多く活躍しています。

耐震性の高い技術の有無を先生に尋ねると、「地震に備えた技術なども研究開発されていたりはしますが、こちらもコストとの兼ね合いがあります」。どうやらコスト課題による実現化のジレンマは、この研究にはついてまわるもののよう。

また研究室では、従来はドライブ・レコーダーで収集した写真画像を目視で比較してきたひび割れを、自動検知するシステムの研究などにも取り組んでいます。

「膨大なデータを一挙に処理するのが快感」という姫野先生は今、路面性状測定車が集めた膨大なデータの比較に興味があるそうです。

快適な「まちづくり」を目指した 実践的な知識と技術をもった人材を輩出

そして、これからはIoT（インターネットオブシングス）の時代。将来的には自動運転車の登場で、「舗装も変わっていかねばならないのでは」と姫野先生は感じているそうです。路面状態や区画線などの課題も出てくる可能性も示唆されており、すでに研究室には、そういった相談も来始めています。

道路の研究というと男所帯のイメージですが、今年（2016年）の研究室メンバー7人のうち3人が女生徒とのこと。フィールドワークの現場には女子トイレがない、など女性にはハードな環境がまだまだ多いと聞きますが、ある女生徒は、「都市環境学科」ということで、「まちづくり」に興味があって志望したそうです。実際この研究室で実践的な知識と技術をつけたことで、希望の自治体に就職が決まった、と嬉しそうに話してくれました。ちなみに、研究室で多量の英語論文を読むことになりましたが、そのスキルは就職しても役立つとのこと。

先生曰く、適性として男女差はなく、強いて言えば「はつきりさせたい事があったら、とことん追求するタイプ」が向いているそうです。また、研究室に入ると、勉強の仕方も変わることを助言してくれました。「それまでのように与えられた問題を解く勉強ではなくなります。問題を自分で作っていく勉強になります」

また研究室は、OBや企業およびNPOなどの校外の協力者も多く、心強い印象を受けます。そして何よりも、今1番力を入れているのが「授業」という姫野先生。先生自身が大好きだという勉強。その勉強の楽しさを味わってもらおうと、わかりやすく楽しく工夫して講義されているそうです。ぜひ、受講してみたいものです。

Message ~受験生に向けて~

研究も勉強も楽しいもの。
研究には終わりが無いので根気が必要だが、とにかくやってみると面白いものだ。