

## ひび割れのない、長持ちする、エココンクリート

建設工学科教授 橋本親典 (はしもと・ちかのり)  
昭和34年6月11日生 愛媛県新居浜市生まれ

### ■ 研究者になっただけは夏休みの自由研究

夏休みの理科の自由研究は大変好きだった。中学校のときは、市内の中学校の代表が集まるような発表会で発表した。植物の植生や、井戸水の水質、土壌などを、調査した発表の記憶がある。今、考えると、この延長線上に現在の職業があると思う。人が気づかないようなところを考えるのは、昔から好きだった。

### ■ 徳島大学に赴任するまでの経緯

大学は、北九州市の戸畑区にある九州工業大学の開発土木工学科。クラブは、ボート部。大学時代は、クラブの合宿がメインで、その間に勉強していた。4年生の時の卒業論文を着手するための研究室が、コンクリート研究室で、現在の研究分野と同じ。研究室の教授の勧めで、東大大学院を受験。修士課程の研究室の教授の勧めで、博士課程へ進学。博士課程1年で退学し、新潟県長岡市の長岡技術科学大学の助手として就職。31歳で群馬県桐生市の群馬大学工学部に異動し7年間勤務。37歳で徳島大学工学部建設工学科に異動し現在に至る。

### ■ 四国はコンクリート研究者輩出地域

四国出身のコンクリート研究者は多く、九工大時代の教授、東大大学院時代の教授、群馬大学、徳島大学の研究室の教授ともに四国出身。土木・建築に関係なく、四国出身のコンクリート研究者が多い。九工大の4年の研究室でなげなく、コンクリート研究室を選択したが、今考えると、なにが縁があったのかと思う。

### ■ 見かけはアバウト、実は繊細

コンクリートは、町のホームセンターでセメントを買ってきて、これに水、砂、砂利を適当な比率で混ぜれば誰でもつくれる(固める)ことができる。他の建設材料は簡単につくることができない。コンクリートが誰にでもつくれるということは、ほかの材料と比較して簡単であるということである。最終段階の製造が、現場の不定多数の人々の手に委ねられているということは、コンクリートをつくる人の能力によって、できたコンクリートの性能が大きく異なるということである。セメント硬化体によって強度が発現するという過程は同じであっても、養生条件や配合条件が違えば、圧縮強度は10~20倍も異なる。つまり、コンクリートは誰にでも簡単に作ることができ、その品質が作る人の能力によって違ったものになる。アバウトな材料である。一方、打設してから常にコンクリートは表面、内部ともに変化する。強度は一度固まれば、同じ状態ではない。徐々に成長し強度が増大するが劣化も進行する。ひびわれ、乾燥収縮、クリープや中性化現象などの劣化挙動を伴いながら、荷重や外的環境など種々の攻撃に抵抗する。コンクリートは生きている。そのため、「呼吸している」コンクリートは周囲の環境に大きく影響を受ける。非常に繊細である。コンクリートは、奥が深い材料である。

### ■ 世界初!? フレッシュコンクリートの可視化

写真-1は、曲り管および分岐管内を流動するコンクリート中に発生する材料分離現象を撮影したものである。コンクリートの内部を撮影した世界初の写真である。ただし、管内を流動するコンクリートは本物ではない。砂利の部分(粗骨材粒子)を軽量骨材で、セメントや水や砂の部分(モルタル)を無色透明な吸水性高分子樹脂水溶液で置換した疑似コンクリートである。流動中のコンクリートの内部の粗骨材粒子とその周辺のモルタルの動きを可視化することを目的として開発した可視化モデルである。各変形管出口付近に粗骨材のアーチングによる大粒径骨材の不規則な動きや微小振動を伴う流れが発生する。骨材粒子の一時的なみ寄せによってモルタル相の流路断面面積が減少する。その結果、モルタル相のトレーサ粒子の速度が速くなり、白い糸を引くような軌跡で写る。なお、この可視化モデルを用いた管内流動実験のビデオ映像の一部は、次のURLのHP

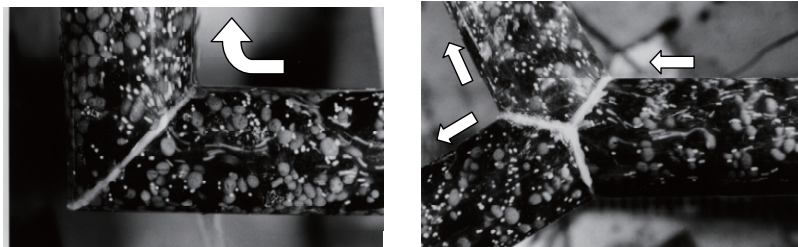


写真-1 曲り管および分岐管内を不安定に流動するモデルコンクリート



写真-2 可視化実験手法を用いた高性能な施工機械の開発例

で開示している。

<http://www.ce.tokushima-u.ac.jp/www/concrete/index.html>

“To see is to believe.(百聞は一見にしかず。)”と言われているように、目で見ることがは流れの現象を理解するのに最適の手段である。フレッシュコンクリートを粗骨材相とモルタル相から成る固液2相流体と考え、フレッシュコンクリートの可視化モデルを開発した。従来、ブラックボックスであったポンプ圧送時におけるデンプ管、曲り管や分岐管内でのフレッシュコンクリート内部の力学的挙動を可視化した。可視化モデルを開発することが私の博士論文であった。難しい数式も多く繰り返した実験データもない、100頁足らずの論文であるが、世界初の研究であると思っている。これまでに、この可視化技術をコンクリート施工機械におけるフレッシュコンクリートの流動解析に適用し、より高性能な施工機械の開発を試みてきている(写真-2参照)。

### ■ 長寿命エココンクリートの開発への挑戦

世界的規模でも地球温暖化の原因となるCO<sub>2</sub>の削減が緊急の課題の1つである。老朽化を迎えたコンクリート構造物の建て替えによる建設廃材の処理は大きな社会問題になっている。20世紀のコンクリート構造物は、スクラップ&ビルドの時代であったが、21世紀のコンクリート構造物には、地球温暖化という厳しい制約条件のもと持続可能なものでなければならない。これを実現するためには、200年を超える高い耐久性を有する長寿命でかつ、コンクリートガラなどの建設廃材を資源とする循環型の再生コンクリート構造物の開発が必要である。現在のコンクリート工学分野では、この最適解は見出すに至っていない。私たちの研究グループでは、この解決困難なテーマに挑戦している。

現在、低級の再生骨材を全量使用したコンクリートは、構造体コンクリートとして要求される強度特性、耐久性ならびに施工性能を満足することは全く不可能とされている。そのため、流しコンや埋戻しコン等の無筋コンクリートの限定された部位にしか使用できないということが常識的である。われわれは、この常識をブレイクスルーしようとして、次世代の完全リサイクルコンクリートの開発を目標に研究している。実験室レベルの範囲ではあるが、写真-3に示す新たに開発した特殊高性能2軸強制練りミキサを用いて、高性能AE減水剤の多量使用、低水セメント比、低単位水量およびフライアッシュの大量使用の条件で配合設計することにより、材齢初期からボゾラン反応し強度発現する全量再生骨材コンクリートが、構造体コンクリートの要求性能(強度特性、耐久性および施工性能等)を満足できることを明らかにした。今後の夢は、本技術の実用化である。

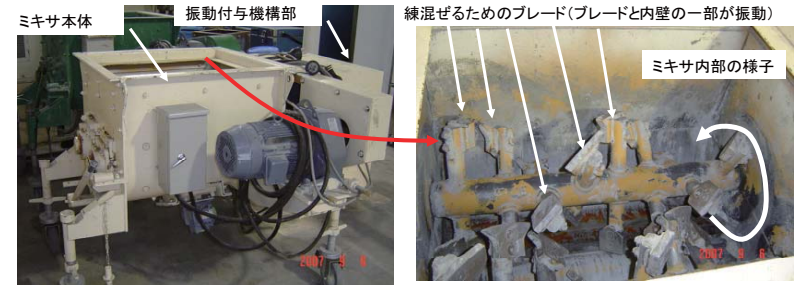


写真-3 試験室用振動付与2軸強制練りミキサの外観およびシャフト構造