

日工(株)創立100周年と私との共同研究について

徳島大学大学院社会産業理工学研究部
社会基盤デザイン系 構造・材料分野 教授
橋本 親典(はしもと ちかのり)



日工(株)が、本年度で創立100周年を迎えられたこと、大変偉大なことである。私が聞いた話では、日工(株)のトンボのマークは、もともと、農機具のメーカーであったことが由来しており、その日工が100年を迎えるということは、その途中に大恐慌や戦争があり、大変なことである。私が勤務する徳島大学は、今年、75周年であり、工学部の前身の高等専門学校はあと数年で100年である。1世紀とは、非常に長い年数である。建設機械関係で、100年続いた会社は全国でそんなにはいないと思われる。

ところで、日工(株)と私の共同研究は、約25年近くになる。創立100年と比較すると1/4程度で短い、私の教員生活33年のうち約3/4の年数である。日工(株)との共同研究は、非常に長い年数続いてきたと思っている。もちろん、現在も進行中である。

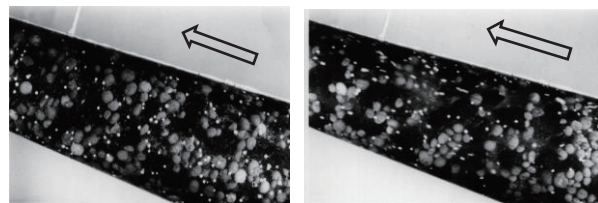
土木分野のコンクリートの研究は、大きく分けて、構造、材料、施工からなる。私の学位論文は、「フレッシュコンクリートの可視化モデルの開発」であり。フレッシュコンクリートを粗骨材相とモルタル相から成る固液2相流体と考え、フレッシュコンクリートの可視化モデルの開発に関する研究である。先の3分野のうち、施工に関する研究である。

“To see is to believe.(百聞は一見にしかず。)”と言われているように、目で見えることは流れの現象を理解するのに最適の手段である。「可視化」とは、直接、目で見ることができない流動現象を目視観察しようとする技術で、主として流体力学もしくはそれに関連の深い分野において発達してきた実験手法である。私が、博士課程の指導教員(岡村 甫 東京大学名誉教授)から与えられたテーマは、コンクリートの圧送性に関するものであった。岡村先生は、コンクリート構造が専門であった、しかしながら、東大のコンクリート研究室として、材料分野の研究を行う必要もあり、博士論文のテーマとして、材料と施工を合わせた「コンクリートの圧送性」が与えられた。

圧送性の中でも、管内閉塞の問題が未解明であったため、私は、圧送管を流動するコンクリートが閉塞する現象を対象とした。試行錯誤の結果、実際のコンクリートでない、コンクリートを可視化することを思いついた。その結果、フレッシュコンクリートの可視化モデルという試験方法を開発した。

写真-1は、テーバ管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。粗骨材粒子として人工軽量骨材粒子を、モルタルとして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。テーバ管出日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なみ合せによってモルタル相の流路断面積が減少する。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ことになる。

従来、ブラックボックスであったフレッシュコンクリート内部の力学的挙動、すなわち、流動中に発生する材料分離現象やコンクリートの流動機構を観察し、これらの知見に基づき、コンクリート工学的見地からコンクリート施工機械の高性能化を追求してきた。種々の施工機械を対象にしてきたが、30才前半から共同研究を継続してきたのは、2軸強制練りミキサのみである。



安定圧送状態

不安定圧送状態

写真-1 テーバ管を流動する可視化モデル

写真-2は、透明なアクリル樹脂で作製した2軸強制練りミキサのモデル内に可視化モデルを投入したものである。**図-1**は、可視化実験によって得られたミキサ内の流動機構を示す。この研究成果は、日工のミキサの開発に少なからず貢献したのではないかと自負している。

一方、2017年7月から、国土交通省発注のコンクリート工事において、一般の土木用コンクリートのスランプの積算基準が、8cmから12cmに変わった。筆者の研究室にある過去のコンクリート標準示方書を調べた限りにおいて、昭和31年土木学会制定コンクリート標準示方書本文の表中に「かなりマッシブなコンクリートのスランプの最大値7.5cm」との記載がある。ここから推測すると、昭和31年当時から積算基準はスランプ8cm前後であったと思われる、60年以上続いたものが変わることになる。日工(株)の創業100年に比較すると短い、戦後の高度成長期から平成に至るまでの間ずっとスランプ8cmと思うと、非常に長い時間である。このスランプ8cmが12cmに変わった。

これは、2016年3月に国土交通省の「コンクリート生産性向上検討協議会(会長:前川宏一横浜国立大学大学院教授)」において設置された「流動性を高めたコンクリートの活用検討委員会(委員長:筆者)」で「流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン」(以後、「ガイドライン」と記す)が制定され、荷卸し時のスランプの参考値として12cmが示されたためである。

本ガイドラインの最終目標は、締固めの不要の高流動コンクリートの普及である。しかしながら、荷卸し時の目標スランプ8cmの発注が土木用コンクリートのこれまでの常識であったため、一足飛びにスランプの自由度を上げることは短期的な混乱を招きかねない。荷卸し時の目標スランプ8cmのままになってしまう恐れもある。そうならないように、設計時に目標スランプを定める際の荷卸し時の目標スランプの参考値を12cmとし、この参考値を国土交通省が通常のコンクリート工事の積算基準とし適正化した。現場での打込み時のスランプを確実に8cm以上に確保できることになる。

これにより、日常化されたスランプ変更の協議がほとんどなくなり、発注者、施工者ともに生産性が向上するとともに、適切なスランプで施工できることから、施工の生産性向上およびコンクリート構造物の品質向上につながるものと期待される。

前述したとおり、生産性向上に寄与する究極のコンクリートは、高流動コンクリートである。現場での締固めが不要になるということは、生コンの製造を含めコンクリート工全体が完全自動化になる。コンクリート工が情報化施工技術の1つとなり、生産性の問題のみならず、コンクリート工が昼間から夜間の施工になり、夏場の暑中コンクリートの問題も解消できる。

しかしながら、高流動コンクリートは、通常のコンクリートと異なり、セメントや混和材が多く高粉体量、かつ、化学混和剤量の添加量も増える配合である。一方、骨材事情はさらに悪化し、再生骨材が主流になる。このような状況では、今以上に高い練混ぜ性能を有するミキサが必要である。ビッグデータやAI等の技術革新と共に、高性能な2軸ミキサの開発に期待したい。

できれば、日工(株)の創業200年に貢献できる技術を期待したい。

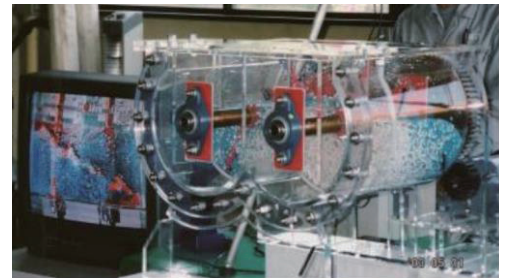


写真-2 可視化モデルを用いた2軸強制練りミキサの練混ぜ性能実験風景

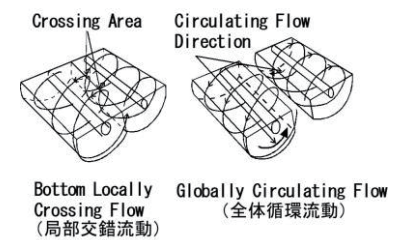


図-1 可視化実験によって得られたミキサ内に発生する2つの主要な流動機構