

未来創造 ～次世代コンクリートと次世代プラントの融合～

立命館大学理工学部環境都市工学科
准教授
川崎 佑磨



2021年4月から日工(株)と共同研究を開始して2年, 2021年9月から技術本部の坂本恭裕氏を社会人博士後期課程学生として迎え入れて1年半が早くも過ぎようとしている。共同研究と坂本氏の博士学位取得に向けて、「光陰矢の如し」と考えこんでいる中で, 本原稿の依頼を受けた。私のような若手が日本を支える巨大プラントメーカーの技報巻頭を依頼されるなど夢にも思っていなかったが, これも共同研究の縁, 人の縁(坂本氏は立命館大学のコンクリート研究室卒業)で大変有難くお引き受けすることにした。

私はコンクリート工学, 非破壊検査工学を専門として研究しているが, コンクリートミキサに関係する研究は坂本氏としか実施していない。その研究は本技報にて坂本氏が努力して書き上げたJCI年次大会の査読付き論文を中心に掲載されると聞いた。プラントメーカーの巻頭のため, 少しはコンクリートミキサに関連することを書きたいと思っていたが, 早速暗礁に乗り上げてしまった。そこで, 今まさにトライアル試験をして2023年4月から本格的に始動することになっている研究について「未来創造」をテーマに記載することとした。

さて, これから質問をさせて頂くため, お読み頂いている皆様には, どうか先読みせず1行ずつじっくり読み進めて頂きたい(と言いつつ, 期待に応えられる内容かは不明)。



【質問】 右の写真にある硬化体は何で構成されているでしょうか？

私はコンクリート系の教員のため, セメントが関わっていることはヒントである。生コンプラント製造に関わる方は, 硬化体表面に記載されている「W」と「C」を見ると, 水, セメントと予測されるかと思う。そうすると, 「この硬化体はセメントペーストか?」, 「水とセメントの比率が1:2, でもそれならば50%なのに40%と記載してある・・・」, 「セメントペーストにしてはちょっと色がおかしい・・・」などいろいろと疑問に思われるかもしれない。

さて, セメント産業では国内で4147万トンものCO₂を排出している。世界規模で考えると, セメントは年間40億トン以上生産されており, 世界のCO₂排出量の約8%を占めている。これは航空機や船舶の大気汚染よりも多い量である。昨今では, 低炭素, カーボンニュートラルなど, 二酸化炭素削減が産業としても研究テーマとしても大きく取り上げられている。取り組みの一つとして, セメント製造工程で発生するCO₂を削減・回収する技術, そのような回収したCO₂を活用して産業廃棄物をリサイクルしたセメント製造に関する技術, CO₂を吸収するコンクリートの開発などである。私もここで挙げた内容に近い研究をいくつか実施している。プラントメーカーとして, この問題はどのように感じられるだろうか。誤解を恐れず記載すると, セメント製造, コンクリートが変われど, プラントが変わる大きな未来, というのが, 私にはあまり思い浮かばなかった。プラントメーカーの技報巻頭でこ

んなことを言うと, 「我々にはしっかりとビジョン・技術開発がある!」と大変な叱責を受けそうである。単なる私の勉強不足なのだが, 世界的にみても生コンプラントの歴史が大きく動いたのはいつのことなのだろうか, とふと感じた。コンクリート業界だと, 直近では「高流動コンクリートの開発」というのを良く聞く(個人的意見であることにご注意頂きたい)。次に時代を変革するコンクリートの開発はいつだろうか。個人的な意見ばかり述べて大変恐縮であるが, 次に登場する新しい「次世代コンクリート」が出てきた時は, それを実現するための「次世代プラント」というのが同時に必要となるのではないかと感じている。すなわち, 化学混和剤による助けではなく全く新しいコンクリートで, そのための設備がなければ実現が不可能なのではないか。

前置きが長くなったが, 先ほどの質問の解答をお示ししよう。写真で示した硬化体は, 「木の粉とコンクリートの粉」で構成されている。正確には, 両者とも廃材となったものを粉末にして使用している。硬化体表面に記載しているWは木(Wood), Cはコンクリート(Concrete)の意味で, それぞれ1:2の質量比で, 木の粉の含水率は40%に調整して混ぜた。混ぜた粉体を190℃の高温化で50MPaの圧力をかけると, 硬化体に変身するのである。この研究は, 東京大学生産技術研究所の酒井雄也先生が進めており論文も発表されている(例えば1), 2)。木材中に含まれる成分の1つである「リグニン」が水とともに流動して間隙を埋めて接着剤の役割をすることで硬化している。酒井先生の研究によると, 使用する材料の条件によって, 曲げ強度が40MPaに達するものもあるという(一般的なコンクリートの曲げ強度は5MPaのため, 非常に強いことがわかる)。もちろん多くの課題がある。使用する材料によって様々な特性が変わってくる。木材の種類や材齢によって, リグニンの含有量は異なるし, 廃コンクリートの配合によっても異なるだろう。しかし, この研究は非常に大きな期待があると思っている。セメントの原料となる石灰石は, 日本の埋蔵量から考えるとあと30年ほどで枯渇して輸入に頼らざるを得ないと言われている。また, コンクリートの原料となる砂(細骨材)は, このままのペースでいくと約180年後には日本の砂浜が全て失われる可能性があることが示唆されている。実際にはそこまで使用しないはずで, そうすると約100年後には砂も自由に採取できない未来も想像される。これは国内だけではなく世界的にも同様の問題を抱えており, 「サンドウォーズ」と呼ばれている。嘘と思われるかもしれないが, 世界には「砂マフィア」なる団体まで存在する始末である。

さて, 100年後など私も生きている確率は0%に等しいが, コンクリートの未来を考えたらどのような情景が思い浮かぶだろうか?現代のように, 当たり前骨材・セメントが手に入り, プラントで大量にコンクリートを製造する未来はあるのだろうか。廃木材, 廃コンクリート, 通常使用しない砂漠の砂・・・それらで「次世代コンクリート」が出来れば, そのような中でも良い土木・建築資材が提供できるかもしれない。そのような「次世代コンクリート」を目指して研究を進めている。

しかし, いくら素晴らしい材料ができて, それを効率よく生産する施設がなければ広まらない。もし「次世代コンクリート」の研究が進めば, プラントメーカーが実現化の大きな役目を担うのかもしれない。もしその未来が現実味を帯びた時, その一翼を日工(株)が先導していると嬉しい限りである。

参考文献:

- 1) Ren Wei , Yuya Sakai, Naoki Ogiwara, Sayaka Uchida: Bonding mechanism of botanical concrete: Microstructural changes between waste concrete powder and wood, Journal of Cleaner Production, 378, 134505, 2022.
- 2) Ren Wei , Yuya Sakai: Improving the properties of botanical concrete based on waste concrete, wood, and kraft lignin powder, Powder Technology, 397, 117024, 2022.