

「未来の生コン工場」実現に資する製品・技術③

ハカルプラス Hakaru+

はかる ささえる つくりだす

計測＝「はかる」技術で 未来の工場の安定操業を「ささえる」

阿部 茂樹 | Abe Shigeki

執行役員・計装事業本部シニアアドバイザー

生コン業界では、長らく人材の不足や高齢化に歯止めがかからない状況が続いており、将来的には出荷に応じた各種原材料の在庫確認や設備のメンテナンス、細かい事務手続きなど、工場の安定的な操業に欠かせない業務の合理化・自動化も必須になってくるとみられている。こうしたなか、当社は「はかる」＝計測技術を活用した製品を多数展開することで、生コン工場の抱える様々な課題に解決策を提示できるよう力を尽くしてきた。今回の寄稿では「将来的な人材の枯渇・ノウハウの途絶」という観点から、安定した工場の運営に支障をきたす要因となることが想定される要素を整理するとともに、そうした問題を解消した「未来の生コン工場」のあり方を提案、その実現に資する当社の代表的な製品・技術をいくつか紹介したい。

業務自動化の流れは「必定」

まず、生コン工場において課題となっているのが、資材の運搬や原材料の在庫確認、設備の点検など作業従事者の身体に負担をかける業務の多くが、未だに人力である点だ。人的負担の解消が進まず「過酷な仕事である」という先入観を払拭できない状況が、世代の刷新において重要な若年層の入職を妨げている一方、現役従業員は年を追うごとに高齢化して体力も低下、相対的に苦渋作業の負荷が一層大きくなる、という悪循環につながっている。関連して現在もなお、大半の業務が「勘」や「経験」といった個々人の感覚的裁量に委ねられているのも大きな問題だ。生コン工場は限られた人員で運営される

ことが多いため、特定の作業については「担当者以外、やり方が分からない」というケースが少なくない。全国的に従業員の高齢化が進むなか、工場の運営を支えてきた技量のあるベテラン人材が引退してしまうと、そこまでに継承されてきた知識や技術が失われ、業務効率にマイナス面の影響が生じるだけでなく、事故や労働災害の発生するリスクも高まっていくだろう。

近年は顧客ニーズの多様化に加え、環境配慮の面から低炭素型コンクリートの製造を求める声もあがるようになっており、それに伴って使用する原材料の種類も増加、薬剤の担う役割も大幅に広がっている。こうしたなか、知識・経験の豊富な人材がいなくなり、その伝承が

生コン業界の「未来」はこうなる？

できなくなれば、最悪の場合、製造する生コンの品質に重大な問題が生じる恐れも出てくる。スランプを例にとっても、この数十年の間に混和剤の性能が飛躍的に向上したことにより、人によって『見えるスランプ』の状態が大きく異なるようになっており、その管理業務を属人性の高いものとしたままでは、いつしか発注者の要望に応えられるだけの品質を確保することも難しくなっていくだろう。

そのような事態を防ぐには、これまでマニュアルが存在しなかった仕事をマニュアル化して「経験や技量の有無を問わず」「誰が担当しても生コンの品質を維持できる」ようリスクヘッジを講じなくてはならない。業務の自動化は、人的負担を解消するとともに、生コンを練る以外の作業を効率化することで、製造業務を標準化して安定した品質を維持できる体制を存続させていくため、ポジティブな意味でも「やむを得ない」という意味でも、必定なのだと言えるだろう。

当社では「将来的に現役従業員や新規入職者の数にどのような変動があったとしても、安全かつ合理的な生産体制を維持し、高品質な生コンを安定的に供給し続けられることが何よりも大切」「究極的には、設備の点検以外で人が工場の敷地内を歩き回ることなく、生コンの製造にかかわる業務を事務所ですべて把握・一括管理できる状態となることが望ましい」という考えに基づき、各種計測・計量システムの開発に取り組んでいる。

貯蔵量下限撤廃に必須の測定装置

こうしたなかでも近年、生コン製造における品質の向上や管理業務の負担軽減に寄与する製品として、全国的に導入を検討している工場からの問い合わせが急速に増えているのが骨材表面水率センサ「ピクノスター」だ。



ピクノスター（貯蔵ビン用：PS-370）

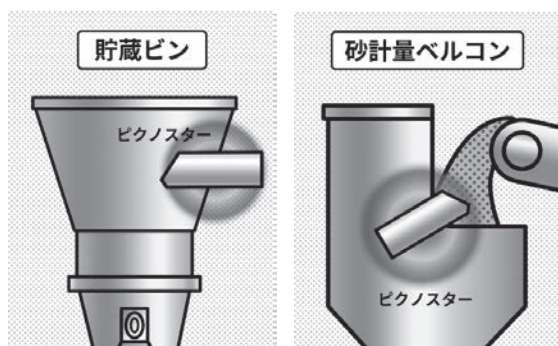
同製品は、生コンに使用する砂・砂利の表面水率をセンサで常時計測してリアルタイム表示する機器である。従来はマイクロ波吸収量計測方式による砂の表面水率センサとして活用されてきたが、つくば産総研との共同研究により、電磁波の位相変化と振幅変化を観測した結果の相関から、貯蔵状態での密度変化が多い砂利の水分量計測も可能となった。

骨材貯蔵ビンの計量ゲートや砂計量バルコンの付近に取り付けることで、水がマイクロ波を吸収する一方、砂・砂利がマイクロ波を吸収しない特性を利用し、計量する骨材の表面水率を自動で測定し、計量操作盤に送信。測定結果の連動・非連動はオペレータの任意であるが、連動させた場合は表面水率に応じて砂と水の設定値が自動補正されて計量が行われるため、配合設計にそのまま反映して品質の安定した生コンを製造できるようになる。

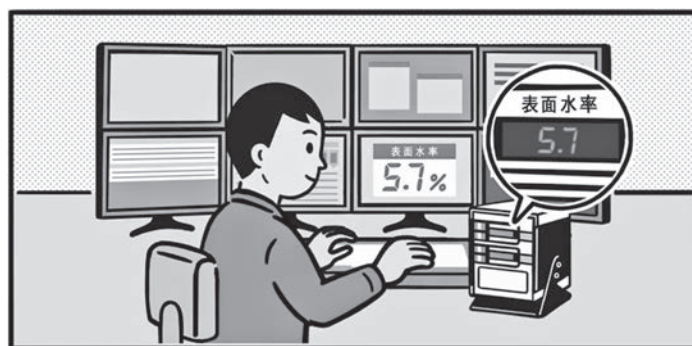
骨材表面水率モニタ「H-TPM」を併用すれば、最大8銘柄（砂4・砂利4）の骨材表面水率を表示することも可能となる。アーム付き12インチタッチパネルディスプレイで銘柄ごとに表示色を変更するほか、バッチごとの測定履歴表示や実測%をDC 0～5 V出力できる環境で、骨材表面水率の一元管理が行えるようになる。砂利用のセンサは表面水率計測とともに骨材温度も測定するため、生コン温度の推定も可能で、暑中期など正確な温度管理が要求される時期にも、温度管理をしっかり行った生コンを製造できる。

センサ面は高強度セラミックにより高い耐衝撃性と耐磨耗性を実現しているため、交換頻度も10年程度と長い。接触型のセンサであるので骨材とこすれ合うことで、センサ面以外の金属部分が徐々に削れていくが、東日本大震災の災復需要で年間10～15万㎡ほど出荷していた工場でも10年間、問題なく使用できたことを考えると、耐久性は「生コンで100万㎡」以上と捉えている。

骨材サイロにピクノスターを取付けて骨材残量とともに管理する場合、骨材残量監視システムの初期導入費用はサイロ1基あたりおよそ100万として、標準的なサイロ8基の場合のトータル導入コストは800万円程度。コルゲートサイロ8基にそれぞれセンサを設置し、オペレータ室と外部にモニタを取り付けた場合の工事費まで含



貯蔵ビンや砂計量ベルコンの付近に設置



表面水率を入力するだけで最適な値に自動補正される

めた大まかな料金であるが、センサの耐久年数の長さやシステム導入による日常業務の負担軽減効果と、骨材表面水率の管理作業を属人化したまま続けるために人ひとりを使う場合の件費を天秤にかければ、1～2年程度で減価償却できると考えている。現在、工場の立地条件によっては必要のない結露防止機能や長距離測定機能を除いた廉価版の販売も検討しており、今後は導入に向けた敷居をさらに下げていきたい。

品質担保の入口管理に欠かせない機器に

2024年3月の生コンJIS改正では、人手不足への対応や設備投資による業務合理化の促進を目的として、骨材の貯蔵設備に関し「レディーミクストコンクリートの最大出荷量の1日分以上に相当する骨材を貯蔵できるものでなければならない」とする規定に「細骨材を上屋を設けて貯蔵し、計量する都度、細骨材の表面水率を測定し、測定値に基づく計量値の補正が行われている場合

は、この限りではない」という但し書きが追記されており、これに伴って自動表面水率測定装置などを用いて細骨材の表面水率を把握している場合に限り、貯蔵量の下限を設けなくともよいこととなった。ピクノスターは、この但し書きの内容に合致する自動表面水率測定装置として、試験業務の標準化に寄与できるものと思っている。

また同改正では、自動表面水率測定装置の管理方法などが明記され、標準化がしやすくなったうえ、設備導入に向けたインセンティブが強化された一方、表面水率測定後の数値変化によるスランプの変動に対応するため、オペレータが表面水率補正装置の設定値を調整する際の調整幅は「±0.5%の範囲内とし」「その値を超える場合には表面水率を再測定しなくてはならない」ことが明記されるなど、今までより測定値の厳格な管理が求められるようになった。砂や砂利の表面水率を誰が計測しても正確かつ定量的に測れるピクノスターは、生コン工場の負担軽減を図るだけでなく、ユーザーから信頼される品質の生コンを安定的に供給するうえでの入口管理においても今後、欠かせない機器になっていくだろう。



砂と砂利の表面水率を同時に表示可能な「H-TPM」

各種連動製品も展開

このほかにも、当社ではピクノスターと連動・併用することで、出荷、品質管理に関連した業務を省人化・省力化できる製品を展開している。そのひとつが出荷管理システム「H-SV」だ。最大2つのプラントの計量操作盤に対し、1つのシステムで指令を出せるため、操作の手間や設備投資のコストが軽減されるだけでなく、出荷指示の重複や誤納といったミスも防止できる。また、5年分のデータを自動的に保存・バックアップするととも

生コン業界の「未来」はこうなる？



出荷管理システム「H-SV」

に、電子データとしてクラウド上に蓄積することも可能となっているため、2プラント体制で運営している工場はもちろん、「電子化やペーパーレス化を推進してデータ管理業務の省力化を図りたい」と考えている工場などにもメリットを提供できるだろう。

スランプ管理システム「H-SL」も、骨材の表面水率測定値を連動させることで高い効果を発揮する。同製品は、混練時にミキサーにかかる電力負荷をモニタに波形として表示、その大きさから練っている最中の生コンのスランプを「予測」という形で判定するもの。スランプ補正值を表面水率補正%に換算・補正後の表面水率%を計量操作盤に送信できるため、骨材表面水率センサと連動して操作盤で二次補正を行えば、スランプのバラつきを最小限に抑制することが可能となる。現状、実業務でそこまで標準化している工場は少ないと思われるが、人材不足がますます深刻化する一方、品質管理に対する要求は厳格化していくことが予想される未来においては、同製品もまた「発注者が求める品質」を担保するために不可欠なものになっていくと考えている。

骨材残量の確認作業をリモート化

そのほか、生コン品質の安定化・生産性向上に貢献する製品としては、2021年にリリースしたコルゲートサイロ残量管理システム「H-RM」がある。骨材サイロ上部に取り付けた2次元センサがレーザー計測により骨材残量を読み取るもので、サイロ内の骨材残量を面



スランプ管理システム「H-SL」

として計測するため、表面に隆起や陥没などの凹凸があっても正確に残量を把握することができる。計測した残量は、オペレータ室や屋外モニタにリアルタイムで表示されるため、リモートでサイロ内の量や形を確認し、労力をかけず容易に正確な残量管理を行うことが可能となる。

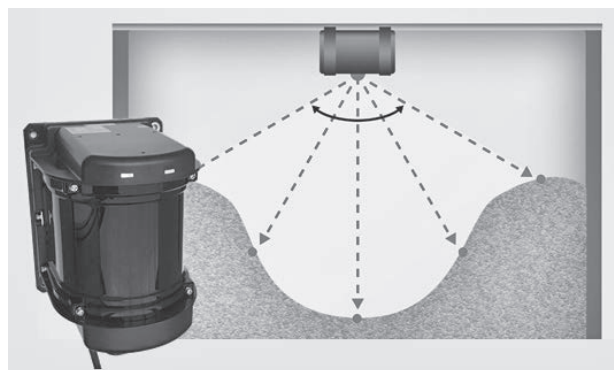
都市部では、骨材貯蔵設備にコルゲートサイロを採用している生コン工場が多いが、在庫の量を確認するにはサイロ上部まで登ったうえで内部を目視確認しなければならない。残量確認は高所で行われることから、転落の危険性も伴うほか、サイロ内で隆起・陥没した骨材の目視で確認する精度は、個々人の技量に委ねられ、正確な計測とならないこともある。出荷の多い工場では、残量確認を行うために毎日のようにサイロ上部までの上り下りをしなければならず、また骨材搬入業者は残量を確認しながらバルコンを動かす必要があるため、搬入のたび30～40分程度の時間を要するなど、業務効率を悪化させる要因となっていた。

こうした状況に対して、本システムを導入することにより、残量の目視確認が不要となるほか、サイロ内で骨材が目詰まりした際に生じていた確認・点検の手間が解消される。現場に行かずとも固着状況まで把握できるため、サイロの清掃が必要か否かも早期の判断が可能となり、安全面の改善にもつながる。

最大測定距離80m、測定範囲角190°と余裕を持った設計にしているほか、粉塵や温度変化に強いセンサを採用しているため、厳寒期や高湿環境、納入直後など、過



コルゲートサイロ残量管理システム「H-RM」



サイロ内の高低差を感知して残量を正確に計測する

酷な現場でも安心して使えるものとなっている。

人が常駐しなくともよい工場の実現へ

ここまで紹介してきた一連のシステムと、計量器最大16素子・使用材料48銘柄の仕様で、あらゆる配合設計に対応、JIS A 5308とJIS Q 1011の要求事項に基づいた配合補正を各種設定により自動演算して計量・放出・混練に反映する計量操作盤の最上位モデル「H-WX」をワンセットで運用すれば、究極的には試験課の検査結果が出ていない状態で経験の浅いオペレータがモニタを見ても、配合計画通りのスランプ値で生コンが製造できているのかどうか、簡単に確かめられるようになる。

本稿で紹介してきた当社製品に共通するのは、これまで個々人の感覚的裁量というファジーな基準に依存してきた、マニュアルの存在しない業務を計測技術によって自動化し、属人化を防ぐとともに定量化して生産性向上



計量操作盤「H-WX」と複数の管理システムを導入・併用している工場もある

につなげようとしている点だ。極論を言えば、当社の製品は混和剤残量の計測システムまで含め、全システムを導入して自動化を突き詰めた場合、現段階でもパートタイムや事務系の一般職の方が製造業務の熟練者と同じ品質の生コンを安定的に製造できるようになるものだと自負している。

生コンが今も、昔も、これからも国民生活の安心・安全を支えるインフラ構造物の構築に欠かせない建設資材である以上、少子高齢化がどこまで進んだとしても、その供給がストップするようなことがあってはならない。「未来の工場」には「人が常駐しなくともよい」「家からコンクリートを練れる」体制が必要だ。当社は、その実現に向けて「はかる ささえる つくりだす」というコンセプトに基づき、これからもユーザーの役に立つ製品開発に尽力していくつもりである。



省力化を促進する粉体計量ロボットシステムの開発にも着手している