

計測技術で管理業務の「標準化」に貢献

Hakaru+
はかる ささえる つくりだす

ハカルプラスの
改正 JIS 対応製品

生コン工場の安定操業には、出荷に応じた各種原材料の在庫確認やメンテナンス、細かい事務手続きなどが欠かせないが、人材の不足や高齢化に歯止めがかからない状況では、将来的にこうした業務の合理化も必須となってくると考えられている。今回の改正 JIS でも骨材使用や出荷管理といった生コン製造の現場作業における生産性向上の取り組みを加速させることを目的とした内容が盛り込まれた。こうしたなか「測る」=計測技術を通じ、生コン工場の抱える様々な課題に解決策を提示してきたハカルプラス(大阪府大阪市・三宅康雄社長)では、骨材表面水率センサー「ピクノスター」をはじめ、改正 JIS への対応を検討している工場に欠かせない製品を多数展開している。同社の計装事業本部長と経営企画室長を務める三宅康太専務取締役と阿部茂樹執行役員・計装事業本部シニアアドバイザーに、ハカルプラスの製品を導入した場合のメリットなどをお聞きした。



三宅康太計装事業本部長



阿部茂樹シニアアドバイザー

貯蔵量下限撤廃に必須の測定装置

今回の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加された。これに伴い、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る。

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、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のが、ピクノスターだ。同製品は、生コンに使用する砂・砂利の表面水率をセンサーで常時計測してリアルタイム表示をする機器。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ー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密度変化の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ベ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、操作盤に送信。表面水率に応

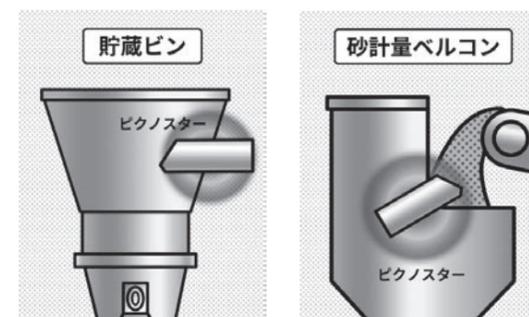


ピクノスター (貯蔵ビン用: PS-370)

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安定した品質の生コンを製造できるようになる。

骨材表面水率モニター「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。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 0~5V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。砂利用のセンサー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、しっかりと温度管理を行った生コンを製造できるようになるという。

高強度セラミックにより、高い耐衝撃性と耐摩耗性を実現しているため、交換頻度も10年程度と長め。阿部シニアアドバイザーは「接触型のセンサーなので骨材とこすれ合い、センサー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mlほど出荷してい



貯蔵ビンや砂計量ベルコンの付近に設置

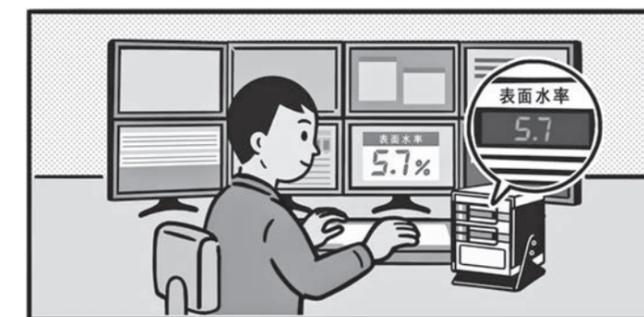
た工場で10年間問題なく使用できたことを考えると、耐久性は100万mlくらい練る以上と捉えている。現在は都市型工場でも年間の出荷量がおおよそ5万mlくらいなので、実際には更新間隔ももう少し長くできるだろう」と話す。

骨材残量監視システムとして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ーを設置し、オペレーター室と外部にモニターを取り付けた場合の工事費まで含めた大まかな料金だが、三宅本部長は「センサーの耐久年数の長さやシステム導入による日次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一人を雇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だろう」と語る。同社では現在、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いるとのことで、導入に向けた敷居は今後さらに下がっていくとみられる。

品質担保の入口管理に欠かせない機器に

大阪エリアでは広域協組の組合員などを中心に、着実に採用実績を積み重ねており、今回の改正JISの施行日である2024年3月21日以降は、導入を検討している工場からの問い合わせもこれまで以上に増えたという。阿部シニアアドバイザーは、現状について「それだけ本製品の重要性が増したということだろう」と分析する。

今回の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。加えて、装置の使用を条件に細骨材の貯蔵量制限が撤廃され、従来は1日2回以上の検査を行うことが規定されていた日常の表面水管理も緩和されるなど、設備導入に向けたインセンティブが強



表面水率を入力するだけで最適な値に自動補正される

化されている。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、オペレーター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。

「『コンクリート工学年次論文集Vol.40 2018』に掲載された『報告 細骨材の表面水率自動測定装置の測定精度向上と社内標準化』では、調整幅は『±0.7%以内』と記載されていたが、砂利も砂も表面水率に0.7%程度の誤差が発生すると、呼び強度の区分が異なってくることも想像される。このため、数値をより正確に把握することが要求されるのは当然であるが、これまでそうした作業はオペレーターの勘を頼りに運用されており、計測した値が正確なのかどうかを検証するのは困難だった。レシピが正しければ強度が保証された良いコンクリートを作れるはずだが、そのレシピで重要な要素となるにもかかわらず、きちんと計測されてこなかったのが骨材の表面水率だったともいえる。今回の改正内容は、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ためのものだと捉えており、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今後、発注者が求める品質を担保するうえでの入口管理において欠かせない機器になっていくだろうと考えている」(阿部シニアアドバイザー)

現在は測定結果を「参考値」ととどめている工場も多いが、人手不足が深刻化している業界の現状も考慮すると、阿部シニアアドバイザーの分析通り、将来的には自動表面水



砂と砂利の表面水率を同時に表示可能な「H-TPM」

率測定装置で測定した値を配合補正に「使用していかざるを得なくなる」と思われる。こうした状況も踏まえ、同社では「骨材の表面水率は貯蔵ピンの上部で測るか下部で測るかも変動するため、導入済の工場や導入を検討中の工場には可能ならば平均値をとって、より正確な計測とすべく、ピンの上下に取り付けてほしいと提案している」(三宅本部長)という。

骨材残量の確認作業をリモート化

ピクノスター以外に、今回のJIS改正に関連した領域で品質の安定化・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次元センサー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として計測するため、表面に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



出荷管理システム「H-SV」

は、オペレーター室や屋外モニター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、正確な計測とされないこともある。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ないし、骨材搬入業者は残量を確認しながらベルコンを動かさなくてはならないため、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。

「本システムを導入することで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。現場に行かずして固着状況も把握できるため、清掃が必要か否かも早期の判断が可能となり、安全面の改善にも役立つだろう」(阿部シニアアドバイザー)

最大測定距離30m、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ーを採用しているため、厳寒期や高湿環境、納入直後など、過酷な現場でも安心して使えるものとなっている。同社は主にコルゲートサイロ向けとして販売しているが、骨材ヤードで



スランプ管理システム「H-SL」

も同様に計測が行えるため、どのような工場でも有効利用できる製品として普及を図っている。

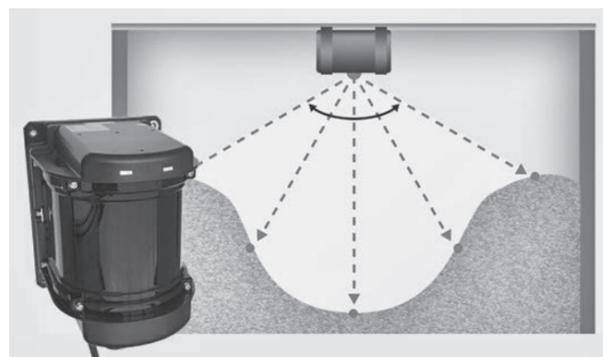
電子化対応・ピクノスター連動製品も展開

同社では、このほかにも今回のJIS改正のポイントに深く関係する製品や、ピクノスターと連動・併用することで、JISの規定に関連した業務を省人化・省力化できる製品を複数展開している。その一つが出荷管理システム「H-SV」だ。2つのプラントの操作盤に対し、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の防止にも寄与する。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。「今回のJIS改正で生産性および顧客満足度の向上という観点から、発注者に対する配合計画書や納入書、配合設計の基礎となる技術資料の提出は“紙媒体に限定しない”ことが明記されたため、2プラント体制で作業している工場だけでなく、電子化・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」(三宅本部長)

また、スランプ管理システム「H-SL」は、ピクノスターと併用することで、単一運用時よりも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ーに波形として表示、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



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

補正値を表面水率補正%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ー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。「実業務でそこまでしている工場は少ないだろうが、個人的には計量器のロードセル精度を1/3000以上にして、ようやくJISが本来要求する生コンの品質が実現できると思っている」(阿部シニアアドバイザー)

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ーがモニター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という。

製造関連業務の事務所内・一括管理へ

いずれの製品にも共通しているのは、勘や経験といった個々人の感覚的裁量に委ねられてきた、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につなげている点だ。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。担当者が業務に携わっている限りは問題が顕在化しにくいですが、全国的に従業員の高齢化が進むなか、これまで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、継承されてきた知識や技術が失われ、業務効率に影響を及ぼすだけでなく、事故や労災の発生するリスクも高まり、最悪の場合は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。

「そのような事態を防止するには、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、経験や技量の有無を問わず、誰が担当しても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。近年は女性の操作盤オペレーターの数も増えているが、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、すべてのシステム



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

を導入して自動化を突き詰めた場合、パートタイムで事務や総務を担当する主婦の方が製造業務に携わっても、熟練者と同じ品質を維持できるようになる。生コン工場の側でもセンシング機器や管理システムを活用して業務を最適化する必要性を認識し出しているようで、近年こうしたシステムの導入を検討する工場は増加傾向にある印象だ」(三宅本部長)

阿部シニアアドバイザーも「人的負担を解消する以外の面でも、業務自動化は必定だ」と強調。「スランプ一つを例にとっても、この数十年で混和剤の性能が飛躍的に向上したことで、人により『見えるスランプ』の状態が大きく異なるようになった。こうしたなか、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。自動化には、生コンを練る以外の業務を効率化することで従業員の負担を軽減するとともに、製造業務を標準化してニーズに応えられる体制を存続させていく意味もある」と話す。

「将来的には、設備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。安全かつ合理的な生産体制を維持し、人的リソースの枯渇が一層深刻化していく時代にも高品質な生コンを安定的に供給できることが何よりも大切だ。当社は、その実現に向けて、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」(同)