

## スマートバッチャープラントの導入による吹付けコンクリートの品質向上

鹿島建設(株) 正会員 ○藤原浩一 影山 心 石井利治

### 1. 目的

新名神高速道路大津大石トンネル工事では、吹付けコンクリートの品質安定化および施工管理の省力化を目指し、スマートバッチャープラント<sup>1)</sup> (以下、スマートBPと称す)を採用した。このスマートBPを導入し、約1年間吹付けコンクリートの製造を行った結果、コンクリートの練上がり温度およびスランプが安定化するとともに、初期強度のばらつきを小さくできることを確認したので、その実績を報告する。

### 2. スマートバッチャープラントの概要

本報告に記載するスマートBPは、主に以下の3つの機能をもつコンクリート製造設備である。

#### ①練上がり温度の制御 (図-1)

コンクリートの製造に用いる各材料の温度を連続計測し、それを基に、練混ぜに用いる水の温度を調整することで、コンクリートの練上がり温度を自動で制御する機能である。ただし、練混ぜ水の冷却機能は備えていない。

#### ②表面水の連続計測とオートスランプ

ミキサモーターの瞬間電力とスランプ、砂の電気抵抗値と表面水率を関連付け、これらを全バッチで連続計測を行うことで、スランプ (=ミキサモーターの瞬間電力) を自動で制御する機能である。砂の電気抵抗値はベルコン上に設置したセンサで全バッチに対して自動で計測される。

#### ③クラウドによる製造情報の見える化 (図-2)

計量記録や前述の各種計測情報など、コンクリートの製造に関わる情報をバッチごとに電子データ化し、それをクラウド上で管理することで、インターネット環境下であれば、どこでもその情報を確認できる機能である。本工事では、これに加えて骨材ビンにレーザー距離計を設置することで、材料の使用状況も見える化した。

### 3. 練上がり温度およびスランプの安定化

バッチ (1バッチ=0.5m<sup>3</sup>) ごとにおけるコンクリートの練上がり温度と外気温の年間分布を箱ひげ図に整理したものを図-3に示す。当現場は、冬場は氷点下まで気温が落ち込み、昼夜の寒暖差が大きいのが特徴である。その環境下で、コンクリートの練上がり温度は、設定値である20~25°Cの範囲から冬季と夏季に超える場合もあったが、年間を通じて安定している。また、外気温の変動に対して練上がり温度の変動が小さくなっており、練上がり温度が適切に制御されていることが表れている。しかし、気温が氷点下近くまで下がる1月と12月は練り上がり温度が20°Cを下回っている。これは、練混ぜ水のみで温度調整を行う限界であり、こ

キーワード スマートバッチャープラント、吹付けコンクリート、初期強度、練り上がり温度

連絡先 〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見 2-2-22 鹿島建設(株)関西支店土木部 TEL06-6946-3311

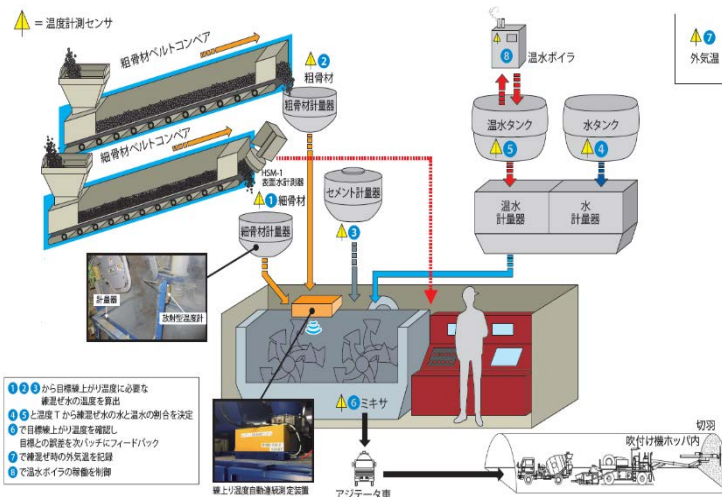


図-1 練上がり温度制御の概念図

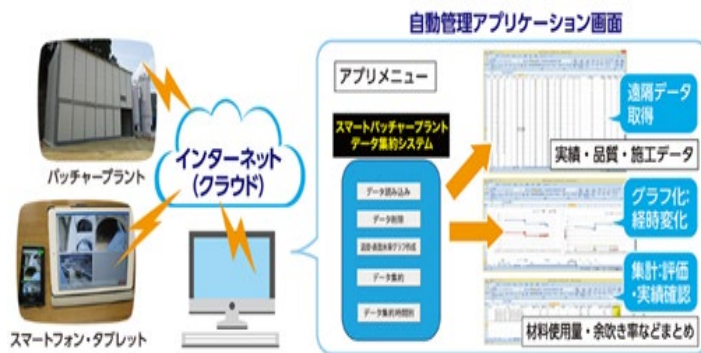


図-2 クラウドによる製造情報の見える化

の範囲の練上がり温度を制御するには、別途骨材の加温等の対策が必要と考えている。また、図-4 にバッチごとにおけるミキサ電流値(≒疑似的なスランプ値)の年間分布図を示す。スランプとミキサ電流値の相関をとった結果、電流値 16A が目標スランプ 21cm に該当する。あくまで疑似的なスランプであるため、特異点が複数存在するものの、年間を通じて目標値近傍で電流値が推移しており、また月ごとのばらつきも概ね同等である。このことから、スランプが目標値近傍で適切に制御されていることがわかる。

#### 4. 吹付けコンクリートの品質向上

前述の練上がり温度およびフレッシュ性状の安定化は、吹付けコンクリートの初期強度の安定化につながる。図-5 は、スマート BP を導入していない他現場における吹付けコンクリートの圧縮強度  $\sigma_{3h}$  (ピン貫入試験値) と当現場の結果を比較したものである。その際、強度そのものは急結材添加率の影響を強く受けるので、試験値を平均値で除し、無次元化することでデータのばらつきを比較した。その結果、当現場の試験値は左右対称の正規分布を示しているのに対し、他現場は2つのピークをもつ分布となっている。これは、季節変動(外気温)の影響を受けた結果であり、コンクリートの練上がり温度およびフレッシュ性状を安定化させることで、吹付けコンクリートの初期強度が安定化している。また、ばらつきの指標である分散値は、当現場が 0.0048、他現場が 0.0713 となり、スマート BP を導入したことで、試験値のばらつきを小さくすることができた。

#### 5. おわりに

本稿では、スマート BP の概要とその導入が吹付けコンクリートの品質を安定化させる効果について報告した。通常、現地に設置した仮設の BP で製造する吹付けコンクリートの品質は、骨材の状態やプラントマンの技量に左右されやすく、市中のレミコン工場と同等品質のコンクリートを製造するのは困難である。このため、こうした ICT 技術を活用することで、品質を安定化させる効果は非常に大きいということが確認された。

また、このようなデータ分析が可能となったのもスマート BP の導入効果である。全ての製造情報がデータ化されるため、その分析や分析結果に基づく改善が比較的容易にできるようになり、施工管理の省力化にも大きく寄与している。今後は、これらの製造情報や骨材・セメントなどの材料の使用状況といった情報を、現場内だけでなく材料搬入業者とも連携し、発注業務の自動化など、更なる施工管理の省力化にも取り組んでいきたい。

#### 参考文献

- 1) スマートバッチャープラントホームページ: <http://harasho-smartbp.com/index.html#about>

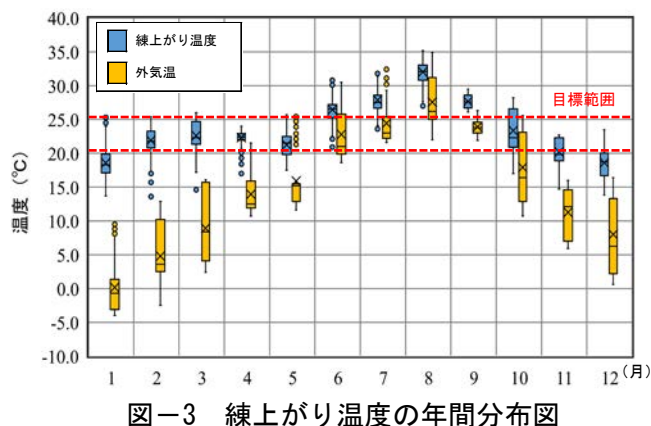


図-3 練上がり温度の年間分布図

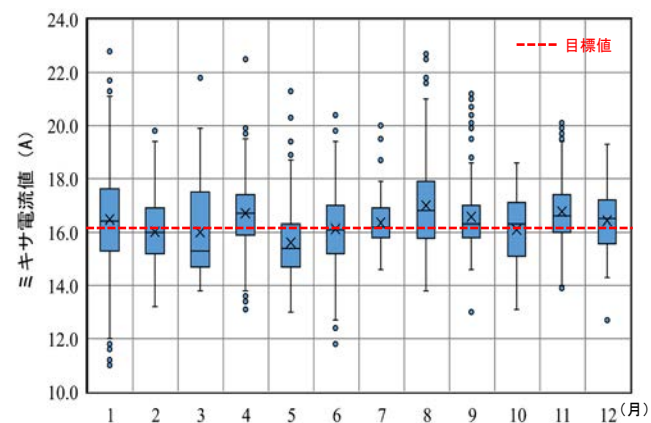


図-4 疑似スランプの年間分布図

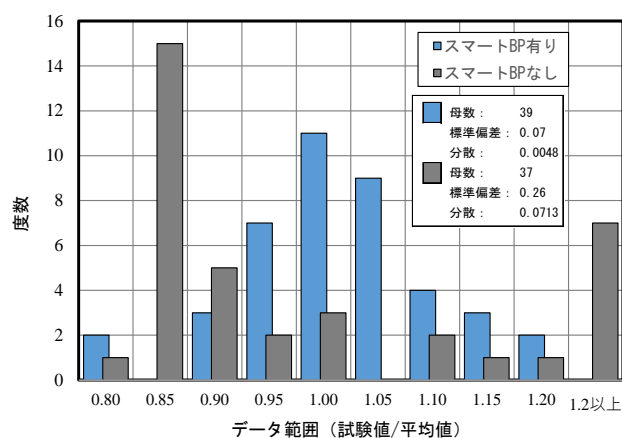


図-5 初期強度の度数分布図 ( $\sigma_{3h}$ )