

## 24. クラウド活用型舗装一元管理システムの開発

株式会社NIPPPO

梶原 覚  
駒坂 翼  
○ 竹内 伸

### 1. はじめに

2016年度より始まった i-Construction の ICT 土工は、「UAV による測量」や「ICT 建機による丁張りレス施工」、「ICT 機器による面での出来形検査」が生産性向上を目的として進められている。

一方、舗装工事にて求められる精度は「ミリメートル」単位であるため、使用される施工機械は当然ながら同様の精度が必要であり、それを実現するために早くからセンサ技術を活用したマシンコントロールが実施、導入されてきた。しかしながら舗装工事は主に、材料を外部から搬入して使用する場面が多く、マシンコントロールにより施工能力が向上しても、その材料の入荷状況が出来高に影響する特長をもっている。また、舗装分野ではなじみの少ない CIM (Construction Information Modeling/Management) は、ライフサイクル全体を見通した情報マネジメントと、3次元モデルを活用した情報の見える化が並行して実践されている。土工においては後者の3次元モデルと属性情報の活用が有効であるが、舗装工事においては、むしろ前者の全体を見通した情報マネジメントが有効と考える。

これらを考慮し、今般、舗装版 CIM の切り口として、生産性向上、省人・省力化を目指した舗装工事での舗装施工情報一元管理システム「N-P Manager」を開発した。以下にその概要と内容を示す。

### 2. 舗装の品質管理

舗装にて使用される材料は、大別してアスファルトとコンクリートの2種類がある。施工時の主な品質管理項目についてアスファルトは「温度」、コンクリートは「時間」であり、その作業工程の要所において管理される(図-1)。しかしながら現状では、その要所における管理担当者が異なるため、施工時点においてはそれぞれの担当者が個別に情報を所有し、共有されていない実情がある。特にコンクリートでは、練り混ぜ開始から打込み完了までの経過時間が規定されているため、その経過時間を把握する連続した時間管理が重要になってくる。これらのことより、このコンクリート

の時間管理が見える化、共有化するシステム(N-P Manager-Co)の検討からはじめた。

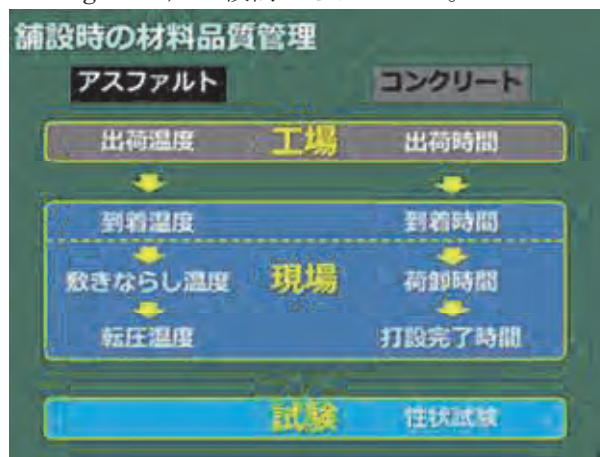


図-1 舗設材料の品質管理

### 3. クラウド型グループウェアシステムの活用：(N-P Manager-Lite)

管理項目である「時間」と、データのリアルタイムな「情報共有」をキーワードとして検討したところ、車両動態管理システムとクラウド型グループウェアを活用することが簡易的に実施できると考えた。情報共有に関しては、クラウド型グループウェアシステムに備わる複数人が同時に編集できる表計算ソフトを使用して対応することとし、時間に関しては人力に頼らず少しでも簡易的に実施すべく、車両動態管理システムに備わるジオフェンス機能およびアラート機能を活用し、その機能から発せられるメールを管理時間として活用することを考えた(図-2、写真-1)。



図-2 車両動態管理とジオフェンス



写真-1 受信メールでの管理時間入力作業

性状試験のデータに関しても試験立会い時に直接入力することにより、リアルタイムで情報共有できることとなった。またそのグループウェアを閲覧できるタブレットをプラント側にも設置することにより、プラント側では知りえなかった生コン車の待機状況なども確認することができ、プラント側から現場側へ出荷調整の確認をすることも可能となった（写真-2）。



写真-2 生コンプラントとの情報共有

#### 4. コンクリート施工情報一元管理システム（N-P Manager-Co）の開発

前項においてクラウド型グループウェア活用でもその活用効果が確認されたが、その機能上データ入力のための人員を減らすことはできなかった。これに対応することと更なる機能の拡張も踏まえて、施工情報一元管理システム（N-P Manager-Co）を開発した（図-3）。

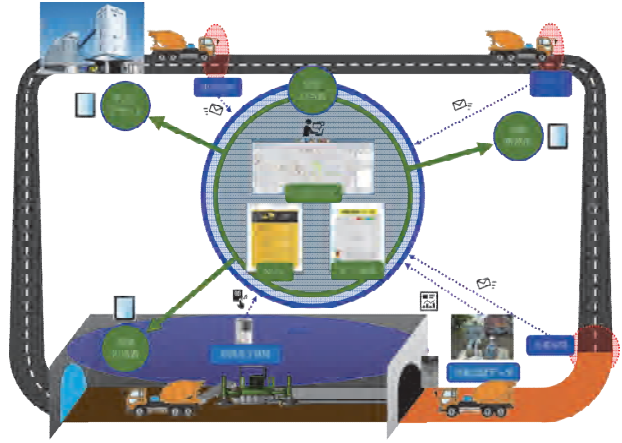


図-3 N-P Manager-Co 構成図

#### 5. コンクリート施工情報一元管理システム（N-P Manager-Co）の特長

基本的な時間の管理方法はクラウド型グループウェアを活用した方法を踏襲し、その他の付加価値機能を追加した。今回開発したシステムの特徴を以下に記す（図-4）。

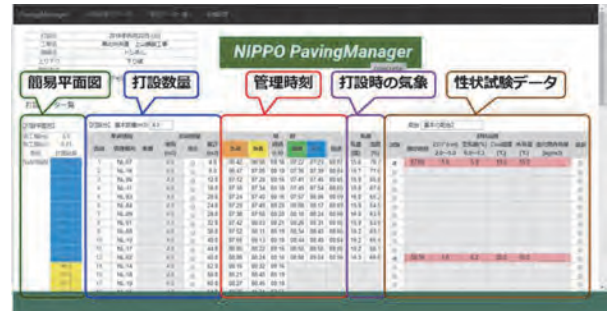


図-4 N-P Manager-Co メイン画面

- (1) 生コン車の運行状況や現場の進捗がリアルタイムに共有、確認ができる。
- (2) インターネット上で使用することができ、端末に専用ソフトを必要としない
- (3) 管理時刻（出荷，到着）が自動で記録されるため、人為的な操作ミスがない。
- (4) 経過時間が監視され、規定時間に近づくと警告表示をする。
- (5) 管理時刻と連携した簡易平面図により、施工の進捗状況が視覚的に確認できる。
- (6) 性状試験データや強度試験データも記録することができ、管理図に表示できる。
- (7) 記録したデータを帳票出力することができる。
- (8) 打設時の気象状況（気温，湿度）も同時に記録することができる（写真-4）。



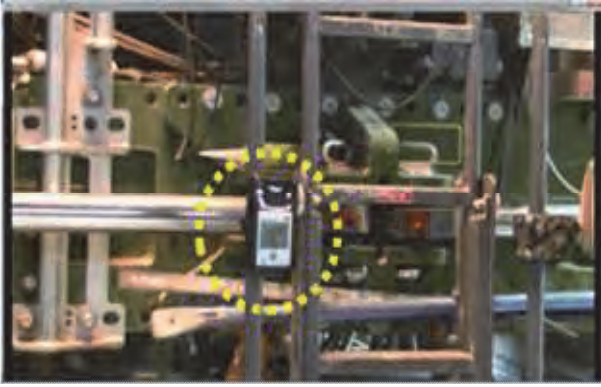


写真-4 Wi-Fi 接続型温湿度計

## 6. 適用事例

開発した本システムを、高速道路新設工事でのトンネル内におけるコンクリート舗装工事に適用した。当該現場は延長が約 3km と長く、トンネル内部においては携帯電話通信圏外であったため、インターネット接続を必須とする当該システムが使用できない環境にあった。そこで可搬型屋外設置用の Wi-Fi 装置を使用してトンネル内を Wi-Fi エリア化し、インターネット接続を可能にすることでこれに対応した（写真-5）。



写真-5 可搬型屋外設置用 Wi-Fi 装置

## 7. 導入効果

### 7.1 省人・省力効果

クラウド型グループウェアシステム活用の時にその効果は確認されていたが、人員によるデータ入力作業が不要になったことから人員を 1 名削減することができた。またインターネット上で動作するソフトであるため、上位管理者が事務所に居ながら進捗を確認することができ、現場と事務所の相互連絡する頻度が少なくなったため、お互いにストレスを感じることなく好評であった。また、記録されたデータはそのまま出力することができ、現場終了後の事務所作業を削減することができ、就労時間削減にも寄与した。

### 7.2 品質管理上の効果

リアルタイムで品質データが共有されることで、規格外の製品が現場で使用されることを未然に防ぎ、さらにトレーサビリティが取れることによって、問題・課題の抽出が容易になった。

### 7.3 安全性の向上

出荷から到着までが、クラウドを通じリアルタイムで確認でき、ダンプや生コン車の搬入状況や適正な配車が出来るようになり、また WEB 上のジオフェンスを通過した際に、メールを自動配信することにより、LED 工事看板の表示を変えることも可能で、周辺交通の安全性も向上した。

## 8. 今後の課題

### 8.1 出荷時間の正確性

規格で規定されている生コンの運搬時間は、「練り混ぜ」から「打込み」までの経過時間である。当該システムは生コンプラントを出発した時刻で管理しているため、本来の管理時刻とは異なる。生コンプラントにおける「練り混ぜ」から「出発」までの時間はほぼ一定であるため、時刻をマイナスオフセットすれば対応可能である。また今後生コン出荷伝票の電子化が進めば、生コンプラントから「練り混ぜ」時刻情報を入手し、対応可能になるものと思われる。

### 8.2 アジテータ車管理番号と GPS 端末の紐付け

生コンクリートは多種多様な使い方ができることから、様々な現場で使用される。そのため条件にもよるが、その日に自社の現場に入場するアジテータ車を固定することが難しい。このような状態であるためアジテータ車に設置する GPS 端末は、出発するときに渡し、戻ってきたら回収するという方法を取らざるを得なかった。外見ではどの生コン車にどの GPS 端末が搭載されているか確認できないため、伝票に GPS 端末の番号を記入して対応した。今後別の方法も検討する必要があると思われる。

### 8.3 「荷卸」と「完了」判定の自動化

時間管理項目の半分は自動化することができたが、荷卸しと完了の部分に関しては人によるスマートフォンや、タブレットの操作にて実施している（写真-6）。操作忘れや間違いによるミスを無くすことと人員削減を目的として、今後自動判定するシステムも検討している。



写真-6 「荷卸」「完了」操作画面

## 9. アスファルト施工情報一元管理システムの展望 (N-P Manager-As)

コンクリートの施工情報一元管理システムと同様、アスファルト舗装の施工情報一元管理システムの開発を進めている。前述したように、舗装にて使用される材料は、大別してアスファルトとコンクリートの2種類がある。アスファルト施工時の主な品質管理項目は「温度」であり、各作業工程の中で「出荷温度」「到着温度」「敷ならし温度」「転圧温度」を管理する必要がある。

現状の温度管理方法は、温度管理員が棒状の温度センサを有する温度計を材料内部に挿入し、材料の内部温度を測定して野帳などに記録する。現状の温度管理箇所と各温度管理方法を下記に示す。

### (1) 出荷温度

出荷温度は、アスファルト合材（以下、合材）が工場から出荷される時の温度であり、合材を練り上げるミキサーチップに取り付けられた温度計により測定され、測定された温度は、自動的に伝票に印字される。現場では、その出荷伝票を元に、出荷温度の確認を行っている。

### (2) 到着温度

到着温度は、合材が現場に到着した時の温度であり、温度管理員が、合材運搬ダンプトラックの荷台に上り、合材温度を測定する。

### (3) 敷均し温度

敷ならし温度は、アスファルトフィニッシャー等の敷ならし機械が合材を敷ならした直後の温度であり、その敷ならし面内部の温度を測定する。

### (4) 転圧温度

転圧温度は、ローラ等の転圧機械が転圧作業を行う時の温度であり、その転圧直前の敷ならし面内部の温度を測定する。転圧温度は、適正な締め固め密度が得られるように定められた温度であり、転圧作業を開始させる指標である。

これら従来の温度管理方法では、各作業工程における管理者が異なるため、舗設時点においては個別に情報を所有し、現場全体として情報が共有されていない実情がある。また、温度測定のために各箇所管理員が必要なことや、合材運搬ダンプトラックへの昇降作業が必要なことから、人員と労力を要している。

これらのことより、基本的な温度管理方法は従来方法を踏襲し、材料運搬ダンプ一台毎の材料管理を行うことと省人省力化を目的に、アスファルト施工管理の見える化、共有化するシステム (N-P Manager-As) の開発を進めている。このシステムにおける要素技術の紹介とシステム全体の展望を述べる (図-5)。

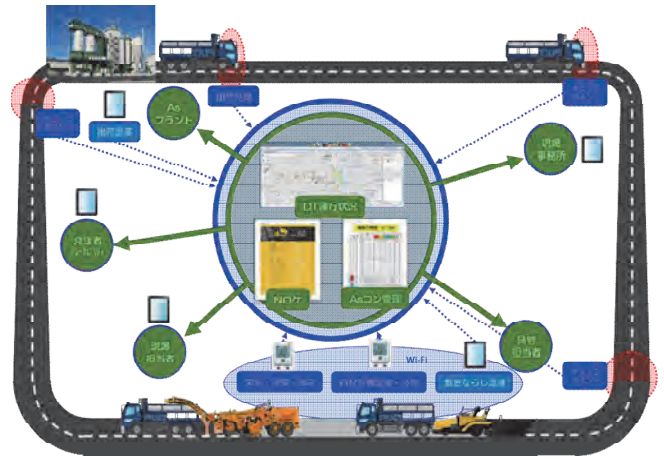


図-5 N-P Manager-As 全体概要図

### 9.1 運搬温度・到着温度の新たな管理方法

従来の温度管理方法は、それぞれの管理ポイント（出荷，到着）が個別に存在しており、それらを連続的に管理する方法ではなかった。また到着温度にいたっては前述したように、多大な労力を持って測定している。今般、これらの課題に対し、この運搬中の温度と後述する到着温度の測定の自動化、省人省力化をすることを目的に、Wi-Fi 温度ロガーを用いた新たな温度測定手法を開発した。

以下にその概要と特長を記載する。

- (1) プラントにて合材運搬ダンプトラックがアスファルト合材を積載した後に、その合材に Wi-Fi 温度ロガーの温度センサを挿入する (写真-7, 8)。





写真-7 Wi-Fi 温度ロガー設置状況



写真-8 Wi-Fi 温度ロガー表示

- (2) 運搬中は、Wi-Fi 温度ロガーに合材温度変化が連続的に記録される。
- (3) 現場到着時は、現場の Wi-Fi エリアに入ることにより、Wi-Fi 温度ロガーのデータが自動的にクラウドにあがる。
- (4) クラウドに蓄積された温度データは、インターネットを通じてリアルタイムに共有できる。

### 9.1-1 現場内への Wi-Fi 環境の整備

前述した管理手法を実現するには、合材ダンプトラックが到着する箇所、即ち合材を敷きならすアスファルトフィニッシャ周囲に Wi-Fi 環境を構築する必要がある。Wi-Fi 環境を構築する機器は幾つかあるが、舗装現場と言う過酷な屋外環境、そして確実にデータを取得できることを考慮し、可搬型屋外設置型の Wi-Fi 装置をアスファルトフィニッシャに設置することとした。これによりアスファルトフィニッシャの周囲約 100m を Wi-Fi 化することができ、インターネット接続を可能とした(写真-9)。また、インターネット接続が可能になったことにより、温度記録だけでなく、ネットワークカメラを用いて、遠隔地からリアルタイムに状況確認を行うことも可能となった。



写真-9 Wi-Fi 装置取付け状況

### 9.2 敷きならし温度および進捗管理手法

近年、欧米では、敷きならし時のトレーサビリティを得る手段として、敷きならし温度を面で管理する機器の使用が進められている(写真-10, 11)。

この機器はアスファルト合材敷きならし面の温度をリアルタイムで可視化することが出来るため、施工時の合材温度ムラやその要因と考えられる異物混入などに対する早期対応をすることが出来る。機器には、GPS アンテナの他に気象計を備えているため、施工位置、施工速度、気象データ(気温、気圧、風速、湿度)も同時に収集でき、施工時のトレーサビリティとして、記録することができる。

欧米においては、当該機器に通信端末を搭載し記録データをクラウドにあげることによりその状況をリアルタイムに共有しているが、この通信端末が日本国内の規格に適合しないため、現状では共有することができない。



写真-10 敷きならし面管理機器 取付け状況



写真-11 敷きならし面管理機器 画面表示

### 9.3 転圧温度管理手法

従来、工法規定方式による盛り土の締め固め密度の管理方法として、締め固め回数などを記録する転圧管理システムが使用されている。舗装工事においても例外では無く、この転圧管理システムの適用される現場が多くなって来ている。

転圧温度や転圧回数を管理、記録している、これら従来使用されてきた既存の転圧管理システムは、スタンドアロンで作動するものであり、施工時点においては転圧回数などを可視化した情報を、オペレータだけしか確認することができない。

クラウド型転圧管理システム (Smart Roller) は、施工データがインターネットを通じてクラウドに上がり、転圧温度や転圧回数等の施工状況がクラウドを通じて、リアルタイムに確認、共有が出来る (写真-12, 13)。



写真-12 クラウド型転圧管理システム取付け状況



写真-13 クラウド型転圧管理システム 画面表示

## 9.4 システムの展望

### (1) 温度管理の省人化

前述した要素技術は個々に存在するものの、これらを一括して管理するものは存在しない。今般開発進行中であるアスファルト施工情報一元管理システムは、前述したアスファルト施工の各管理項目をクラウド上で一元管理し、現場管理の省人省力化と施工時のトレーサビリティを得ることを目的としている。また個々の管理点においては、施工時に規格外 (温度) の材料使用を未然に防ぐことができ、品質確保につなげることができる。

### (2) 使用材料の位置管理

前述したアスファルト施工情報一元管理システムを用いることで連続的な材料管理が行えるが、その材料と施工の出来形記録等が個別に管理されている。材料と位置情報を紐付けるために、合材運搬ダンプトラックの車両ナンバーを認識することで、プラントで出荷された材料が、どこでどういう状態で施工されたかが記録できる。また、この情報を道路管理者と共有することで、維持修繕を行うときのトレーサビリティとして活用できる。建設当時の情報として、現状でも施工方法や出来形、使用材料等に関する情報は蓄積されている。このシステムを活用し、連続的な材料の管理記録や施工記録を蓄積することで、維持修繕時にその地域特性にあった、より良いものづくりを行うことにつながると想定している。

### (3) 画像データの活用

前述した管理項目、方法は全て数値的な管理である。これらの項目とタイムラプス等の画像データを連携させることで、施工情報の本当の意味での見える化を行うことが出来る。このように ICT, IoT 技術を活用し、施工情報を一元管理することで、その他の ICT, IoT 技術との連携が容易になり、施工管理方法に拡張性を持たせることが出来る。

## 10. おわりに

近年の通信技術やその周辺機器の進化のスピードはすさまじく、技術的やコスト的に過去に実施出来なかったものが実現可能となってきている。またそれにより建設業そのものの管理方法や、施工方法が変わってきており、省人省力化に繋がる技術となってきている。今回はコンクリート舗装用の管理システムの紹介を行ったが、アスファルト舗装の施工情報一元管理システム (N-P Manager-As) についても前項で述べたとおり、開発中である。今後も舗装と言う枠組みおよび既存のシステムにとらわれず、使いやすく、真に現場に役立ち、使われるものをコンセプトとして開発していく所存である。