

アスファルト舗装施工情報における一元管理システムの開発

竹 内 伸・梶 原 寛・永 市 典 彦・小 形 仁

アスファルト舗装施工情報の一元管理システム「Paving Manager-As」は、アスファルト舗装工における「トレーサビリティの向上」「リアルタイム連携」「舗装施工情報の自動取得」に着目し、プラントからの出荷情報や敷均し温度等の材料温度、施工位置情報などの舗装施工情報を一元管理することができるシステムである。本システムは、2021年3月より開発に着手し、2024年4月に舗装大規模修繕工事での試験施工を実施した。本稿では、システム構築に至るまでの検討経緯や、システム概要、導入効果について紹介する。

キーワード：舗装施工情報、一元管理、トレーサビリティ、リアルタイム連携、自動取得

1. はじめに

2024年度より建設業界において働き方改革関連法の時間外労働の上限規制施策が適用されることに伴い、ICTの活用等による建設現場の業務効率化の促進が喫緊の課題となっている。

舗装工事においては、点群や施工履歴データを活用することによる情報の見える化を中心として実践が進んでいる。現在、舗装工事の多くが修繕工事となっており、交通規制を伴うために短時間で徹底した進捗管理が求められる。このため、現状の管理方法では、時間に追われながら、出来形管理、品質管理、立会検査など様々なタスクを同時進行させる必要がある。しかし、各作業項目において、管理担当が異なることが多いために個別に情報を取得することで、リアルタイムに情報が共有できていないのが実情である。

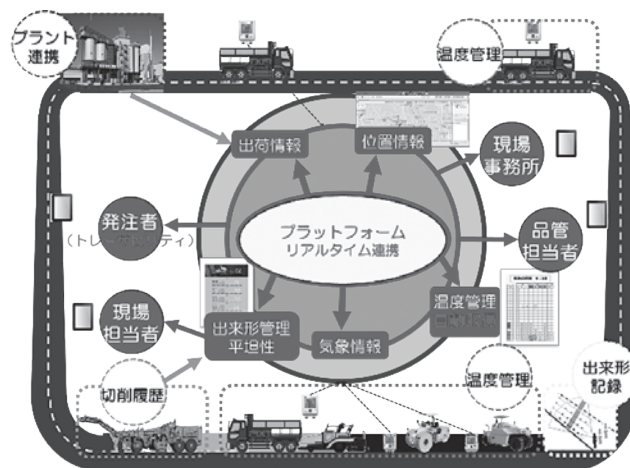
また、道路利用者へのサービス向上のために、交通規制時間内に補修や検査を完了させて確実に交通を開放すること、また併せて継続的な維持管理の観点からも適切な施工記録を残すことが重要になる。

これらの課題に対して、高速道路会社と舗装施工会社が共同でアスファルト舗装施工情報（以下、舗装施工情報とする）の一元管理システム「Paving Manager-As」（以下、本システムとする）を開発したので、その概要や検討経緯、導入効果等を報告する。

2. システム概要

(1) 開発コンセプト

本システムは、舗装施工情報における「トレーサビリティの向上」「リアルタイム連携」「舗装施工情報の自動取得」をキーワードとして開発しており、プラントからのアスファルト合材（以下、合材とする）の出荷情報や転圧温度等の温度記録をはじめとする舗装施工情報をプラットフォーム上に一元管理できるシステムである。また、出来形管理記録や橋梁ジョイント部を含む路面形状に関する計測結果を一元的に本システムへ蓄積することで、出来形データと損傷との関係や影響有無に関する検討に活用することで維持管理性の向上にも期待している（図—1）。



図—1 システム概要図

表—1 取り扱う舗装施工データと管理手法の比較

項目	従来手法	本システムの手法
①出荷情報	伝票による管理	タブレットによる出荷登録
②材料温度管理	温度計測と手書き記録	RFID を用いた自動取得
③施工時の気象情報	手書き記録	IoT 気象計による自動取得
④施工位置	測点の手書き記録	GNSS 機器を用いた自動取得
⑤出来形管理記録	レベル等による手書き記録	デジカメ写真測量による計測
⑥橋梁ジョイント部を含む平坦性	舗装工事では計測なし	IoT 計測器の活用

(2) 機能概要

本システムで取り扱う舗装施工データを表—1に示す。これらは現状の施工管理帳票として取り扱っている項目であるが、デジタル技術を活用し「自動取得」と「リアルタイム連携」を可能にすることで、進捗管理を容易にすることや管理値の良否判定を各担当者が任意のタイミングで確認でき、次工程の判断を適切に行えるようになることを想定している。①出荷情報、②各種温度管理、③気象情報及び④施工位置は、出荷されるダンプ1台ごとに計測する。

受発注者双方の関係者が現場だけでなく、在宅勤務時や事務所等の様々な場面からリアルタイムに連携し舗装施工情報を把握することができる環境として、本システムをブラウザ型のアプリケーションとして設け、各種計測デバイスからの情報を集約するプラットフォームと連携する構成としている。また、本システムは、ブラウザ型であるため、システムへのログインID、PWを有していれば、パソコンやタブレット、スマートフォンを問わずアクセスすることが可能である。

3. 各機能の検討経緯と機能

(1) アスファルトプラントからの出荷情報機能

現状、合材の出荷状況に関する確認は、プラント業者が合材を出荷する際に紙伝票を作成し、現場到着後の合材受入れの際に、工事の受注者へ手渡しするという方法がとられている。また、共同開発した高速道路会社の土木工事共通仕様書（以下、共通仕様書とする）では、材料の受入検査書類として伝票を添付することを規定しているため工事の受注者は、事務所に紙伝票をスキャンもしくは転記して管理する必要がある。そこで、出荷情報のリアルタイム連携を可能とするとともに紙伝票からの脱却を目指し、プラントからの出荷情報をデジタル的にシステムへ登録・管理できることを要件定義し、プラットフォームと連携した出荷登録用アプリケーションを開発した。

本アプリケーションでプラント業者に出荷登録をし

てもらうことで、自動的にプラットフォームに出荷情報が集約される。取り扱う情報は、既存の紙伝票の内容を網羅するために、工事名、プラント名称、出荷時刻、材料種、出荷数量、運搬車両ナンバー、そして温度の自動計測に用いるRFIDの登録番号とした。なお、RFIDとは、近距離の無線通信を用いて、ID情報などのデータを記録した専用タグと非接触による情報のやりとりをする技術のことであり、本システムでは、アスファルトフィニッシャにRFIDリーダを、運搬車両にRFIDタグを設置している。

登録作業はプラント業者の協力が必要となるため、入力をできるだけ簡略化すべく、シンプルな画面構成としたうえで、新規登録以外の入力時には、工事名やプラント名等の共通事項が自動で入力される機能を備え、出荷ごとに入力が必要となる項目は運搬車両ナンバー、RFIDの登録番号、出荷数量の3点のみとした。

(2) 材料温度管理

共通仕様書では、アスファルト舗装の温度管理として、運搬車両ごとに合材の出荷温度、到着温度、敷均し温度及び転圧温度を検査することを規定している。現状、工事の受注者は、運搬車両ごとにすべての温度を手動で計測し、手書きで記録した内容を事務所に持ち帰り、帳票を作成することが一般的である。また、舗装の温度管理は立会により検査を行うことと規定されているため、発注者も多大な時間と労力を要している。

このため、本システムでは、施工時の温度管理記録の自動化を実現させた。本機能の機材構成は図—2に示すとおりであり、アスファルトフィニッシャにプラットフォームへの通信機能を有した制御PCを取り付け、RFIDリーダや表示灯など各種デバイスと連携させている。また、合材運搬車両には、RFIDタグと無線通信機能を搭載した温度ロガーを設置する。各種温度の計測方法はそれぞれ以下のとおりである。

(a) 出荷温度

事前に運搬車両にRFIDタグを設置しておき、合材を積み込んだ後、保温シートを合材に被せるタイミン

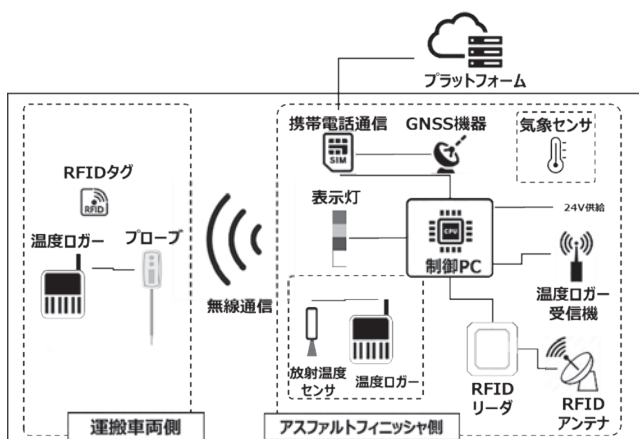


図-2 温度管理機能の機材構成図

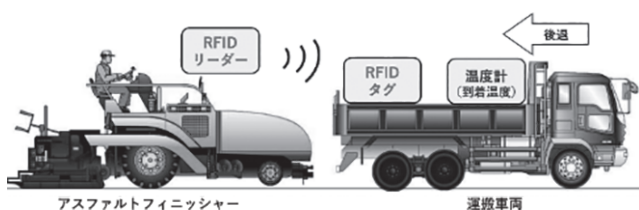


図-3 到着温度の計測イメージ

グに併せて温度計のセンサを合材へ差し込む。プラント業者が前述の出荷登録用アプリケーションで情報を登録する。合材にセンサを差し込んだ温度計で合材温度を常時計測し、運搬中に計測された温度の最高値を出荷温度として自動で記録する。

(b) 到着温度

事前にフィニッシャーにRFIDリーダを設置しておく。現場に到着した運搬車両が荷下ろしのためフィニッシャーまで後退する際に、運搬車両のRFIDタグを認識した時点の計測温度を到着温度として自動で記録し、プラットフォームへ転送する。なお、規格値外の温度が計測された場合、フィニッシャーに設置された表示灯が点灯するとともにブザーが鳴り、手動での再計測を促す機能を搭載している（図-3）。

(c) 敷均し温度

事前にフィニッシャー後部へ敷均し温度を計測するための表面温度計を設置しておく。(b)のRFIDが認識した時点を開始、フィニッシャーへの荷下ろしが完了した後、運搬車両がフィニッシャーから離れてRFIDが認識範囲外となった時点敷均し終了とみなし、この間に表面温度計で計測された温度の最高値を敷均し温度として自動で記録し、プラットフォームへ転送する（図-4）。

(d) 転圧温度

転圧温度は、プラットフォームと連携された専用のアプリケーションを有したタブレット端末とそのアプ

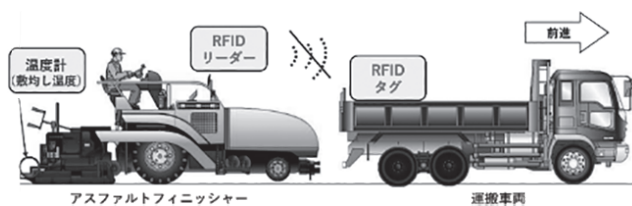


図-4 敷均し温度の計測イメージ



図-5 転圧温度計測状況

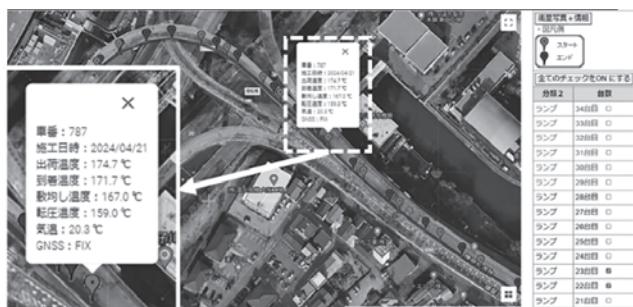
リに対応した無線温度計を用いて計測する。敷均しが完了した箇所の舗設面へ無線温度計のセンサを差し込むことで温度を計測し、タブレット端末上で「記録」ボタンを押下すると、その時点の温度を転圧温度として記録し、タブレットから自動でプラットフォームへ転送する。また、同時に転圧温度の取得日時も記録される（図-5）。

(3) 施工時の気象情報

本システムでは、施工後に発生した損傷要因の分析に活用するデータとして降雨量をはじめとした気象情報も取得できる。フィニッシャーに搭載した気象計より、気温、湿度、風速、降雨量を計測し、到着温度が計測された時点の気象情報を自動でプラットフォームへ転送する。

(4) 施工位置

現場の進捗をリアルタイムかつ視覚的に把握することやGIS等の地図情報システムと連携することを目指して、本システムでは、施工位置情報を計測するとともに、プラットフォームと連携することで、リアルタイムに閲覧可能な仕組みを構築している。位置情報は、フィニッシャーに設置したGNSS機器を通じて取得する。プラットフォーム上で表示される施工位置情報のイメージを図-6に示す。舗装施工情報は温度管理と同様に運搬車両ごとに計測しており、(c)の敷均し開始時点で赤色のピンを、敷均し終了時点で青色



図—6 施工位置 地図表示

のピンにより GNSS 記録位置を表現している。また、赤色のピンを選択すると、その地点の施工日時、各種温度等の舗装施工情報を確認できる。

(5) 出来形管理記録

舗装工事に伴い、繰り返し基層の切削を行っている路線では、コンクリート床版の過切削が散見されている。また、出来形計測は、水糸の下がりを計測する方法が主であり、計測には現場作業員を複数人要することが課題であった。

本システムでは、これへの対策として、切削の施工履歴を適切に記録・蓄積し、次回以降の切削厚管理にその当時のデータを有効活用するために、デジタル情報として出来形の情報を取得する。さらに計測作業の省人化も目指して、デジタルカメラ測量技術を計測技術の一つとして採用した。これにより、デジカメ測量により取得したデータから自動で帳票が出力され、その帳票をプラットフォームへアップロードすることで出来形のデータを一元管理できる（図—7）。

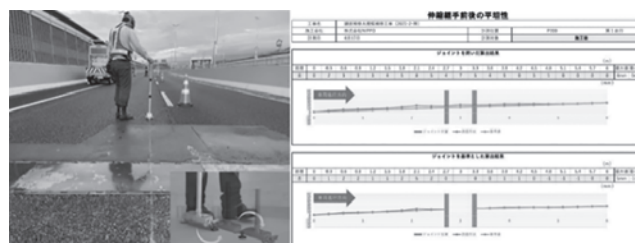
(6) 橋梁ジョイント部を含む平坦性

共通仕様書では、舗装の平坦性はプロフィールメータによる計測と規定しているが、ジョイント付近については計測方法の都合上、正しく計測できないため除外している。また、工事の受注者からの技術提案として、ジョイント部を含む縦断路面形状を計測する場合もあるが、水糸の計測による人員確保や手書き記録等により多大な労力を要することが課題であった。

本システムでは、これへの対策として、ジョイント部における平坦性について、省力化、舗装施工情報のデジタル化を通じた業務効率化を目指し、図—8に示す「フロアプロファイラ」という電子水平計を計測技術の一つとして採用した。本装置は、カーリング施設の建設に用いられた実績もあり、路面の平坦性を一人で簡易的かつ高精度に計測しデジタルで記録できる。本システムでは、得られた計測データから帳票を



図—7 デジカメ測量活用イメージ



図—8 フロアプロファイラ計測状況と帳票例



図—9 プラットフォーム画面イメージ

作成し、プラットフォームへアップロードすることで一元管理できる。

(7) ブラウザ型アプリケーション

前述のとおり、プラットフォームは、ブラウザ型アプリケーションを採用しており、集約された舗装施工情報に対して操作・閲覧を実施する。工事ごとにシステム管理者が設定する受発注者共通の ID、PW を入力することでログインできる。

工事管理画面のイメージを図—9に示す。この画面では、プラント業者より転送された車両情報ごとに各種温度とその計測時刻、気象情報が一覧表としてリアルタイムに更新される。また、事前に設定した温度閾値を満足しない値の場合は、その箇所の温度が赤字で表記される。この場合、手動による再計測を行いシステムへ修正入力を行うこと、もしくは、運搬車両を返却すること、を対応策としており、運搬車両を返却する場合には、返却ボタンを押下すると一覧表から情報が非表示となり、欄外へ返却分として表示される。

本システムでは、工事における施工班、路線名、施工箇所、車線等についてグルーピングを設定できる。図—9のとおり画面上にグルーピングごとのフィルター機能を有しているため、施工班や施工箇所が輻輳

する工事においても、システム画面を容易に操作・閲覧できる。なお、(4) 施工位置は、画面上部の地図表示ボタンを押下することで表示される。また、(5) や (6) で作成した出来形の管理帳票はアップロード機能により、プラットフォーム上で舗装施工情報として連携できる。

4. システム導入効果

(1) 舗装施工情報の一元管理によるトレーサビリティの向上

従来は、温度をはじめとする舗装施工情報を紙で取りまとめていたため、損傷等が発生した場合には、保管されている紙もしくは電子データの中身を1つずつ確認する必要があった。本システムでは、舗装施工情報や気象情報を位置情報と紐づけたうえで、データとして一元的に管理するため、工事名や施工日だけでなく、施工班や施工位置等の情報も活用しながら該当するデータを探すことができる。また、今後は高速道路会社が保有する工事状況等共有システムや社内情報共有プラットフォーム（GIS など）と連携することで、より高度な出来形データと損傷との関係性や影響有無に関する検討が可能となり、維持管理性の向上や今後の補修計画の策定等、更なるトレーサビリティの向上に寄与することを目指している。

(2) 舗装施工情報の自動取得による生産性・安全性向上

工事の受注者は、運搬車両の荷台に上がって到着温度を計測するなど各種温度を手動で計測し、手書きにより記録しているのが現状である。また、前述のとおり舗装の出来形については、水系を用いた計測がほとんどであり、多大な労力を要している。本システムでは、各種温度データが自動で取得されるとともに自動でプラットフォームへ転送されるため、管理人員の削減や省力化、安全性の確保が可能となる。また、出来形情報についても同様に、デジカメ測量技術や電子水平計を活用することで管理人員の削減や省力化に寄与するものと考えられる。

(3) リアルタイム連携による業務効率化等

現場で自動取得された舗装施工情報がリアルタイムに本システムへ連携されることにより受発注者双方の関係者は、事務所等の現場から離れた場所からであっても任意のタイミングでそれらの情報を確認することが可能となる。これにより、遠隔臨場の実施を容易と

するなど、受発注者双方が現場に足を運ばなければならない回数が低減されるという観点から業務効率化が期待される。また、より多くの工事関係者が施工状況を確認できるようになることから工程管理性や品質管理性の向上についても期待される。例えば、プラント側で運搬車両の滞留状況を把握することや、出荷材料が適切な品質で、現場使用されているかを、遠隔地にしながら確認できるようになるものと考えられる。

(4) 帳票自動作成機能による働き方改革の推進

本システムでは、自動取得された舗装施工情報に関する帳票を自動的に作成できる。本システムを導入することにより従来の施工が終わってから現場データの整理をするといった事務所作業を削減し、施工が終われば書類が完成しているといったように、働き方改革にも寄与することを期待している。

5. 課題及び今後の展望

(1) 位置情報の表示方法

本システムでは、位置情報をフィニッシャに設置した GNSS 機器により取得するため、得られる位置情報はあくまで緯度・経度情報となる。一方、都市高速道路の舗装工事においては、舗装施工情報として取り扱う位置情報単位は橋梁径間単位であることが一般的であるため、GNSS から得られた位置情報を路線の橋梁径間単位へ変換する仕組みを導入するなど、位置情報の利便性向上に向けて継続的な検討が必要である。

(2) 舗装施工管理に関するルール改定

今後も各種検討やシステム改修等を継続的に実施していく予定だが、既存のルールのままでは、従来どおりの管理方法と合わせて二重管理が必要となってしまう。今後は、材料温度管理は、遠隔地からでもリアルタイムに確認・検査をすることが可能となるので、発注者による立会項目や紙による提出書類の更なる削減に加えて電子系計測器の使用を提案するとともに、本システムをはじめとする ICT 技術を活用した場合の提出書類や検査の簡素化・効率について、受発注者双方が効果を得るために、舗装工事の在り方に関して協議を進めていきたい。

6. おわりに

本稿では、舗装工事における「トレーサビリティの向上」「リアルタイム連携」「舗装施工情報の自動取得」

をキーワードとして開発した舗装施工情報の一元管理システム「Paving Manager-As」の概要や検討経緯，導入効果等について報告を行った。

施工時の情報をデジタル化し，リアルタイムで共有することが可能となれば，受発注者双方の時間的なロスが削減され，労働人口が減少されると予想される近い将来に向けた効果は大きいと考える。

本技術を定着させるにはもう少し時間が掛かると思われるが，運用方法の見直しを図りながらシステムを改修していくことで，受発注者双方の働き方を刷新する技術として普及させていきたい。

J C M A

【筆者紹介】

竹内 伸（たけうち しん）
 (株) NIPPO
 総合技術部 機械統括グループ
 係長



梶原 覚（かじわら さとる）
 (株) NIPPO
 総合技術部 機械統括グループ
 生産技術担当課長



永市 典彦（ながいち のりひこ）
 (株) NIPPO
 関西支店 舗装事業部
 課長



小形 仁（おがた ひとし）
 (株) NIPPO
 関西支店 技術部
 課長

