

10. アスファルト舗装 施工情報一元管理システムの導入と展望

株式会社 NIPPO
阪神高速道路株式会社

○ 竹内 伸
前川 裕哉

1. はじめに

道路舗装はアスファルト舗装とコンクリート舗装の2つに大きく分けられるが、養生期間が短いことや初期費用が低いという利点から、道路舗装の約9割がアスファルト舗装である。

アスファルト舗装で使用するアスファルト混合物は、品質を確保するために、適切な温度で使用する必要がある。アスファルト混合物が適切な温度を保持できる時間は限られており、製造プラントから出荷して施工箇所に到着、舗装を完了するまでの温度管理が品質を左右する。

限られた時間の中で混合物の温度管理を効率的に行うと同時に、舗装施工時の情報も取得できる新たな舗装施工管理の手法として、道路管理者の阪神高速道路と、施工者のNIPPOが施工情報一元管理システム「Paving Manager-As」（以下、本システム）を共同開発した。以下に、その概要と導入効果、今後の展望を報告する。

2. 舗装の施工管理課題

舗装工事の件数は、高度成長期に建設された道路の修繕工事が増加している。修繕工事の多くは交通規制を伴うため、規制時間内に施工を完了し交通開放する必要があり、徹底した施工の進捗管理が求められる。施工現場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ため、工程毎に管理担当者を配置している。各担当者は個別に施工情報を取得しているが、他の担当者と情報共有されていない場合も多く、工程間のスムーズな連携の障害になっている。

一方、道路管理者の観点では、利用者への影響を最小限に抑えるため、交通規制時間内に施工者が補修したもの検査を確実に実施すると共に、適切な施工記録を残すことが肝要になる。

3. システムの開発コンセプト

前述の課題から、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た。（図-1 システムイメージ図）

例えば、舗装工事にて使用される材料であるアスファルト混合物は出荷から施工完了までの各作業工程において材料温度を管理する必要がある。現状は、現場で温度管理員が棒状温度計をアスファルト混合物の内部に挿入して温度を測定し、手書きで記録しているが、他工程の担当者には情報共有されていない。これだと各担当者間で、材料出荷温度の調整指示や、材料運搬車の滞留による温度保持時間のリミットを注意喚起することなどが難しく、施工現場が混乱するリスクがある。

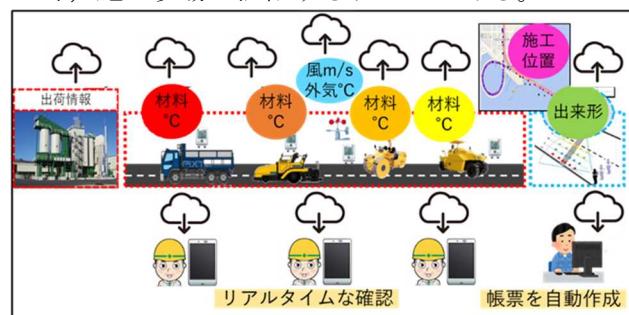


図-1 システムイメージ図

表-1 「Paving Manager-As」で取り扱う舗装施工管理データと管理手法の比較

管理項目	従来の管理手法	「Paving Manager-As」の管理手法
1. アスファルト混合物の出荷情報管理	紙伝票による管理	タブレット端末によるクラウド共有
2. アスファルト混合物の材料温度管理	手動温度計測による手書き記録	RFID方式による自動取得
3. 施工時の気象情報管理	気象情報の手書き記録	IoT気象計による自動取得
4. 施工時の位置情報管理	測点の手書き記録	GNSS機器による自動取得
5. アスファルト舗装の出来形管理	レベル計測による手書き記録	写真測量技術によるデジタル計測
6. 橋梁ジョイント部を含む出来形管理	水糸下がり計測による手書き記録	IoT計測器によるデジタル計測

本システムを活用することで管理データを「自動取得」し、プラットフォーム上に一元管理するため、各工程担当者が任意のタイミングで他工程の施工情報にアクセスできる。これにより各工程間がシームレスに連携されるため、施工進捗管理の省力化が図れる。さらに、舗装の点検データと照らし合わせて、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向上も期待できる。

取り扱う施工管理データは6項目（表-1）としたが、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。

4. システムの特徴

発注者側と施工者側双方の関係者が、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舗装施工情報を把握することができる環境とするため、本システムはブラウザ型のアプリケーションとし、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している。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可能である。

以下に前述の6項目に対して現状の管理方法とシステムの機能を示す。

4.1 アスファルト混合物の出荷情報管理

現状、アスファルト混合物の出荷状況に関する確認は、製造プラントが出荷する際に紙伝票を発行し、現場到着後の受入れの際に、施工者側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、施工者は事務所にて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。

本システムでは、出荷情報のリアルタイム連携を可能にするとともに紙伝票からの脱却を目的に、プラントの出荷情報を直接システムへ登録・管理するための出荷登録用アプリケーションを設けた。具体的には、製造プラント側が出荷時にアプリケーションに運搬車両ナンバーを入力するだけで、



図-2 RFID タグ設置状況

紙伝票と同様の情報（工事名、プラント名、出荷時刻、材料種、出荷数量）が自動取得される。

（図-2 RFID タグ設置状況）

4.2 材料温度管理

アスファルト舗装の温度管理として、運搬車両ごとにアスファルト混合物の出荷温度、到着温度、敷均し温度及び転圧温度を検査することが共通仕様書で規定されている。施工者は、運搬車両ごとに全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いにより検査を行うよう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。

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。機材構成は図-3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。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。

また、運搬車両には、RFIDタグ以外に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通りである。

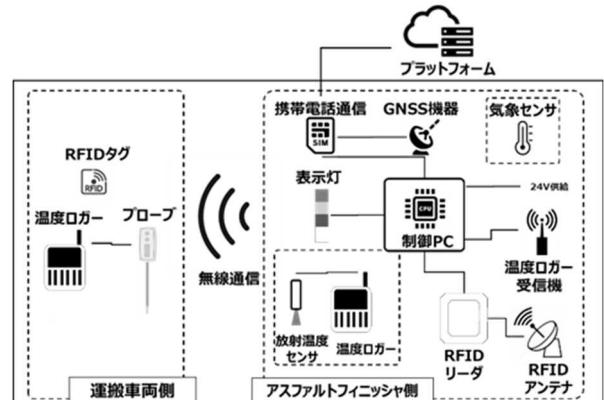


図-3 温度管理機能の機材構成図

4.2.1 出荷温度

- 事前に運搬車両にRFIDタグを設置しておき、アスファルト混合物を積み込んだ後、保温シートを被せるタイミングで温度センサを材料へ差し込む
- 製造プラント側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
- 材料に差し込んだ温度センサで温度を常時計測し、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記録する

4.2.2 到着温度

- A) 事前にアスファルトフィニッシャに RFID リーダを設置しておく
- B) 現場に到着した運搬車両が荷下ろしのためにアスファルトフィニッシャまで後退する
- C) 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記録する
- D) 規格値外の温度が計測された場合、アスファルトフィニッシャに設置した表示灯からブザーが鳴り、確認を促す機能がある

4.2.3 敷均し温度

- A) 事前にアスファルトフィニッシャ後部へ敷均し温度用の表面温度計を設置しておく
- B) 運搬車両の RFID を認識した時点を敷均し開始、荷下ろしが完了した後、運搬車両が離れて RFID が認識範囲外となった時点を敷均し終了とみなし、この間に計測された温度の最高値を敷均し温度として自動記録する



図-4 到着温度の自動取得イメージ

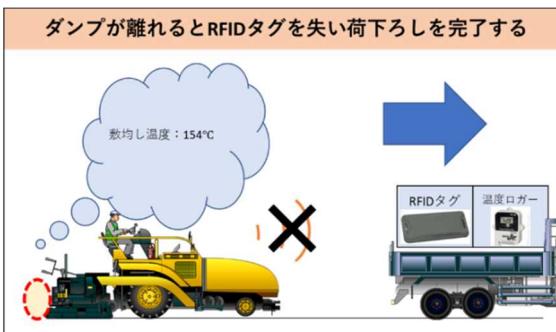


図-5 敷均し温度の自動取得イメージ

4.2.4 転圧温度

専用のアプリケーションを入れたタブレット端末とそのアプリに対応した無線温度計を用いて計測する。計測状況を図-6に示す。

- A) 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
- B) タブレット端末上で「記録」を押下すると、その時点の温度を転圧温度として記録する

4.3 施工時の気象情報管理

アスファルトフィニッシャに搭載した気象計に

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記録する。

4.4 施工時の位置情報管理

現場の進捗を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し、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、アスファルトフィニッシャに設置した 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-7 に示す。運搬車両ごと敷均し開始時点で赤色のピンを、敷均し終了時点で青色のピンにより GNSS 記録位置を表現している。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。



図-6 転圧温度計測状況



図-7 施工位置 地図表示

4.5 出来形管理記録

施工履歴を適切に記録・蓄積し、将来の維持修繕に有効活用するため、デジタル情報として施工箇所の出来形を保存するプラットフォームがある。

設定した基準高さに糸を張り、下がり計測する従来からの計測方法の他、デジカメ測量機器等の計測技術にも対応させるため、各種計測方法で取得・記録した出来形帳票をプラットフォームへアップロードする仕様とした。

4.6 橋梁ジョイント部を含む平坦性

橋梁ジョイント部の平坦性に関しては、施工者が必要に応じて自主的に管理しているため、計測方法の規定はなく、記録・報告の義務もない。しかし、施工品質の向上を促す目的で、本システムのプラットフォームに保存できる仕様とした。

例えば、図-8 に示す電子水平計「フロアプロファイラ」でジョイント前後の舗装形状を効率的に

計測・記録するなど、将来の道路舗装の維持・修繕に活用できる情報の積極的な取得が期待される。

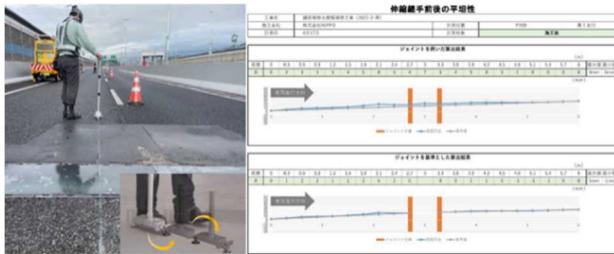


図-8 フロアプロファイラ計測状況と帳票例

5. 現場導入効果

5.1 道路管理者のメリット

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が期待される。

現状は、温度をはじめとする舗装施工情報を紙ベース、もしくは記録用紙を電子データ化して保存しているため、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、施工情報や気象情報を位置情報と紐づけたうえで、電子データとして一元的に管理するため、工事名や施工日に加えて、施工位置等の情報からも検索をかけて効率的に該当するデータを探すことができる。

本システムの活用と、高速道路会社が保有する工事状況共有システムや情報共有プラットフォーム(GISなど)が連携すれば、施工データと損傷との関係性を検討することが可能となり、維持管理性の向上や補修計画の策定等、更なるトレーサビリティの向上に寄与できると考えている。

5.2. 施工者のメリット

1) 舗装施工情報の自動取得による生産性・安全性の向上

施工者は現状、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ため、作業負荷が大きく墜落・転落のリスクも伴っている。本システムでは、各種温度データの取得とプラットフォームへの転送が自動的に行われるため、管理人員が3人工から1人工に削減出来ると共に、荷台に上がる作業が不要となるため安全性も確保される。

2) 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が自動的に作成される。現状の施工終了後に事務所で現場データの整理をする作業を削減し、施工が終わると同時に書類も自動的に完成すれば、働き方改革への寄与が期待される。

5.3 道路管理者、施工者双方のメリット

施工情報のリアルタイム連携による業務効率化が期待される。

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集約され、道路管理者と施工者双方に連携されることで、双方の関係者は、事務所等の現場から離れた場所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。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、遠隔地にいながら確認できるようになるものと考えられる。これにより、遠隔臨場の実施が容易となり、双方の現場に出向く回数が低減される。また、より多くの工事関係者が施工状況を確認できるので、工程管理や品質管理の見落としを減らし、早期の修正対応にもつなげられる。



図-9 従来の到着温度計測状況

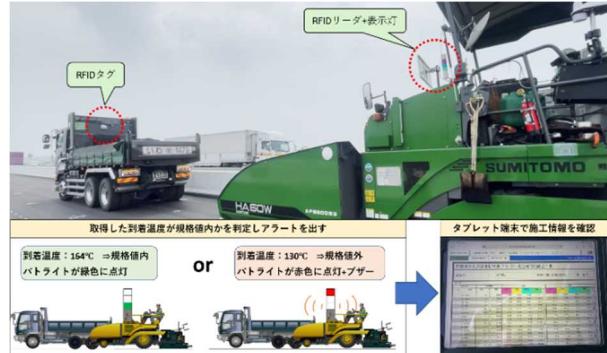


図-10 システム活用時の到着温度計測状況

6. 今後の課題及び展望

6.1 舗装施工管理に関するルール改定

既存のルールのままでは、従来通りの管理方法と合わせて二重管理が必要となることが課題である。本システムを含むICT技術等を活用して施工情報を自動取得できる場合の提出書類や検査の効率化についても、道路管理者と施工者双方が効果を得られるように協議を進めていきたい。

6.2 展望

建設就労人口の減少が想定される今後の道路舗装全般の維持・管理を考えると、舗装施工情報のデジタル化、リアルタイム共有は、効率化を図る上で必須であると考える。本技術を定着させるため、現場試行を継続しながら運用方法を確立すると共に、本システムをさらに発展させ、道路舗装業界の働き方を刷新する技術として普及させていきたい。