

浸透型補修工法の効果とその適用条件

—高機能舗装Ⅰ型の予防保全型補修工法—

上坂 憲一* 足立 明良**
本松 資朗*** 下清水 秀則****

高機能舗装Ⅰ型(排水性舗装)の予防保全型維持修繕工法として開発した浸透型補修工法は、これまで各所で試験的に施工しており、一部の路線でその補修の効果を確認した。また、これまでの試験施工を通じて施工機械を改良し、より施工効率を改善した。本文は、本工法の特徴と確認できた効果およびその効果をより確実に發揮させるための適用条件について述べるものである。

はじめに

高機能舗装Ⅰ型(排水性舗装)の劣化進行の一例として、路面損傷の初期段階の事象でポンピングがある。ポンピングは放置すると次第にひび割れが顕著になり、その後、路面の局所陥没へと進行する。この一連の事象は浸透した雨水により、基層や上層路盤がはく離¹⁾を起こすために生じるものであり、予防保全型の維持・修繕としては、舗装内部への雨水浸透を防止することが求められる。しかし、これまで既存の高機能舗装Ⅰ型に適用できる予防保全型維持・修繕工法がなく、損傷が顕在化した段階で舗装打換え等の事後対応を行わざるを得ないのが実情であった。

これを受け、高機能舗装Ⅰ型の路面損傷が軽微な初期段階で効率的かつ効果的に舗装構造を補修強化する予防保全型維持・修繕工法として「浸透型補修工法 “散布工・注入工”」(以下、本工法)を開発し、試験施工等を実施してきた²⁾³⁾。

本文は、本工法の特徴と試験施工等を通じて確認できた効果および本工法の効果をより確実に發揮させるための適用条件について述べる。

1. 本工法の特徴と施工方法

本工法は、既設高機能舗装Ⅰ型を切削等せず(非破壊式)、路面から浸透型補修材を散布する散布工と、施工縦継目に注入する注入工で構成される。本工法の特徴と施工方法を次に示す。

* 浸透型補修工法研究会事務局
(昭和沥青工業(株)技術センター フェロー)

** 浸透型補修工法研究会事務局
(昭和沥青工業(株)技術センター 開発グループ 係長)

*** 西日本高速道路(株)技術本部 技術環境部 技術主幹
**** 主任

1-1 散 布 工

散布工は、ディストリビュータで路面に浸透型補修材を散布・自然浸透させることで舗装を維持・修繕し、舗装補修サイクルの最適化を図ることを目的としたものであり、以下に示す3つの特徴を有する(図-1)。

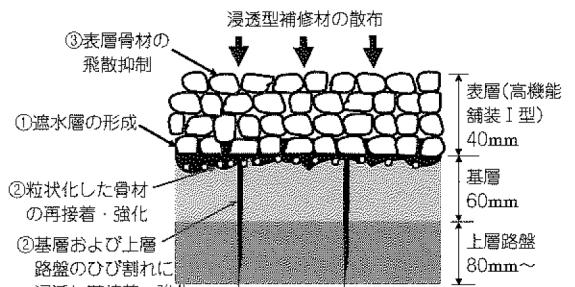


図-1 敷工の概念図

①遮水層の形成

高機能舗装Ⅰ型表層の排水機能を損なうことなく基層上面に遮水層を形成し、雨水による基層以深の損傷を抑制(維持)する。

②舗装構造の維持

高機能舗装Ⅰ型表層と基層の界面のはく離部分(粒状化した骨材)を再接着し強化する(修繕)とともに、基層にひび割れが生じている場合は、そのひび割れに浸透し再接着強化する(修繕)ことにより舗装構造を維持する。

③表層骨材の飛散抑制

高機能舗装Ⅰ型表層の骨材に被膜し、骨材と骨材の接着強度を高めることにより骨材飛散を抑制する(維持)。

施工方法は写真-1～4に示すとおりで、準備工

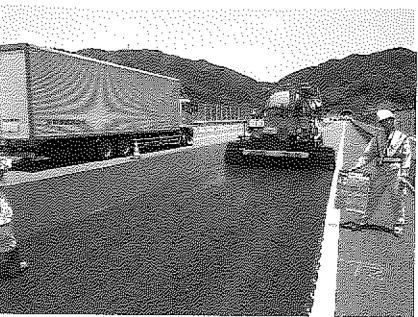


写真-1 浸透型補修材散布



写真-2 分解材散布



写真-3 ブラッシング

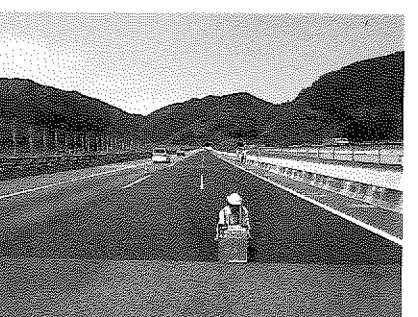


写真-4 施工完了

布した浸透型補修材の分解硬化が進み、表面の色が茶から黒へと変化した後、分解硬化を促進させるために分解材(標準散布量 0.5ℓ/m²)を散布(写真-2)する。最後に、すべり抵抗性向上のためにブラッシング(写真-3)を行い、施工が完了する(写真-4)。

1-2 注 入 工

注入工は、走行車線と追越し車線の境界等に位置する舗装縦継目から基層以深にひび割れが発達している場合に適用する。

注入工は、既設高機能舗装Ⅰ型表層の縦継目部に表層から浸透型補修材を注入して基層以深のひび割れに浸透充填させることで舗装を維持・修繕し、舗装補修サイクルの最適化を図ることを目的としたものであり、以下に示す2つの特徴を有する(図-2)。

①舗装構造の維持

縦継目部の基層以深のひび割れに浸透し、雨水の浸入を防止するとともに、ひび割れを再接着・強化(修繕)することにより舗装構造を維持する。

②表層骨材の飛散抑制

高機能舗装Ⅰ型表層縦継目部の骨材に被膜し、骨材と骨材の接着強度を高めることにより骨材飛散を抑制する(維持)。

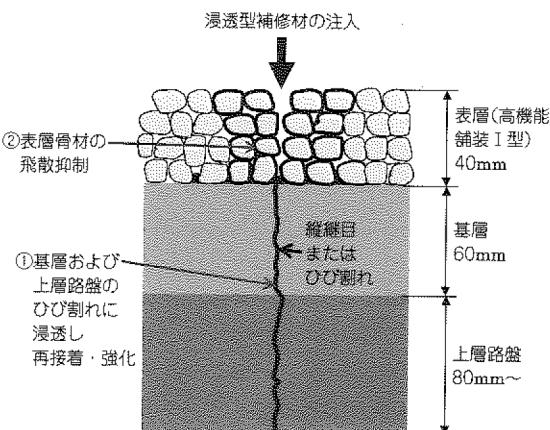


図-2 注入工の概念図



写真-5 舗装縦継目への注入

施工方法は写真-5に示すとおり、専用の注入機で浸透型補修材を注入する。

2. 施工機械の改良

本工法に使用する施工機械に関して現在までに以下の改良を実施し、施工性の効率化を図っている。

2-1 浸透型補修材散布用ディストリビュータ

開発初期は、通常のタックコートおよびプライムコートの散布用ディストリビュータを改良(写真-6)し使用していたが、散布量が多いためにタンク内圧力の低下が早いこと、散布幅が最大2.4mであるために3.5m幅車線を全面散布するために2パス施工していたことから、3.5mを一度に散布できるような車両(写真-7)を特別に製作した。

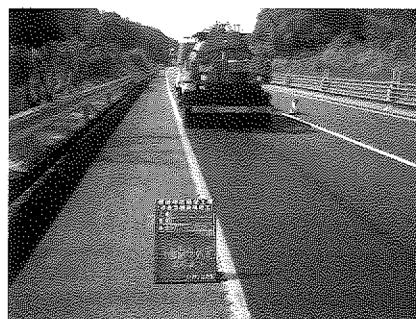


写真-6 敷幅2.4mのディストリビュータ



写真-7 敷幅3.5mのディストリビュータ

2-2 分解材散布車

開発初期は、ダンプトラックに水用コンテナ、ポンプおよび散布バーを装着させた簡易型(写真-8)を使用していた。また、散布バーはトラックの前面に配置し、浸透型補修材散布面をトラックのタイヤが踏む前に散布していた。しかし、現場で散布バー等を組み立てるための時間を要していたので、乳剤ディストリビュータ(写真-9)を使用することとした。なお、タイヤに分解材を噴霧する装置を設け、さらに散布面の浸透型補修材の黒変を待って分解材



写真-8 簡易型分解材散布車



写真-9 分解材散布用ディストリビュータ



写真-10 分解材散布車兼用ブラシ車



写真-11 3.5m幅のブラシ装着車

2-3 ブラシ車

開発初期は、分解材散布車であるディストリビュータの後部にブラシを装着していた(写真-10)が、ブラシ装着バーが2.0m幅であったため、3.5m



写真-12 試作注入機



写真-13 電動式注入機

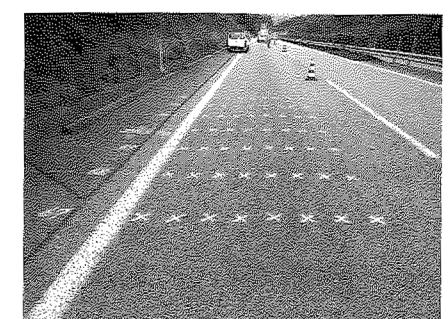


写真-14 敷布32か月後(散布工区)

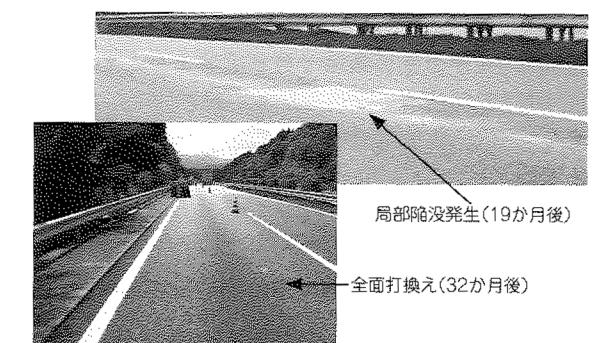


写真-15 敷布19か月後および32か月後(無散布工区)

幅車線を2パス施工する必要があった。また、分解材散布車との兼用であったため、分解材散布がすべて終了するまで、ブラッシングに待ち時間が生じていた。そこで、3.5m幅にブラシを装着したブラシ車(写真-11)を製作し、1パス施工でブラッシングできるようにした。

2-4 注入機

開発初期の試作機(写真-12)は、人力で押して走行速度を計測しながら注入しており、1台の注入機に2~3人の作業者を要していた。そのため、速度可変の電動式注入機に改良し、基本的にワンマンで操作できるようにした(写真-13)。

3. 効果の確認

本工法の効果を確認するために、試験施工現場で散布工区と無散布工区を設け、施工後に追跡調査を実施した²³⁾。

写真-14、15に32か月後の各工区の路面の状況を示す。散布工区の路面は32か月後までほとんど変化がなかった。一方、無散布工区は5か月後にポンピングが発生し、局部陥没が進行して19か月後に部分打換えされ、32か月後にはアスファルト安定処理層までの全層が打ち換えられた。

また、図-3、4に施工直後(横軸)と施工5か月後および施工直後と施工19か月後(縦軸)のFWDのたわみ量測定で得られる損傷指標(Di)⁵⁾の関係を示す。

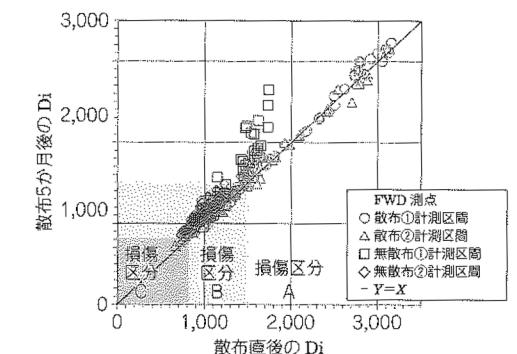


図-3 敷布直後と散布5か月後のDiの関係

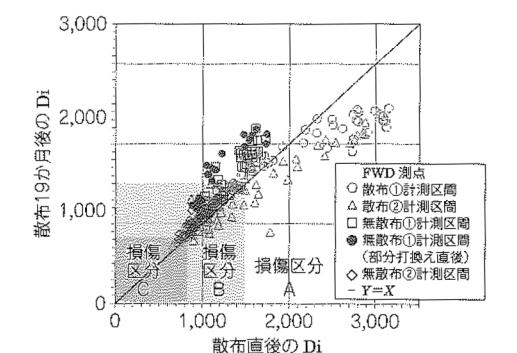


図-4 敷布直後と散布19か月後のDiの関係

図-3より、散布直後の時点ではDiは損傷区分BからAに分布している。これは構造的に表・基層から全層が損傷しているものである。なお、散布区間は無散布区間に比べて全層損傷(損傷区分A)している測点が多いことがわかる。また、散布5か月後は、散布区間のDiは散布直後からほとんど変化していないが、無散布区間は散布直後の時点のDiが大きいほど大きく上昇している。つまり、無散布区間はアスファルト層の損傷が進行しているが、浸透型補修材を散布することで散布直後の時点のアスファルト層の強度が維持(延命)されていると言える。

次に、図-4より、散布19か月後において、散布区間はDiが大きい領域で散布直後よりもDiが低下する傾向を示し、アスファルト層の強度が維持もしくは回復している。一方、無散布区間は部分打換えが行われている関係で、Diが2,200を超える測点が無くなっているが、散布直後の時点よりもDiが大きくなっている。引き続き損傷が進行している傾向にある。この傾向は散布32か月後も同様であった。

以上から、浸透型補修材散布により、アスファルト層の強度を維持できることができた。

4. 適用条件

これまでの試験施工等から、本工法の効果をより確実に発揮させるため、本工法の適用条件を以下のように設定している。

4-1 路面性状

ポンピング部分など浸透型補修材が浸透しない箇所は、部分打換えを併用して本工法を適用する。

ひび割れについては、日常点検などで発見した都度即クラックシールを行うことを推奨しており、本工法施工に先立ち、クラックシールを実施する。このクラックシールに関しては、高機能舗装I型の路面から注入(写真-16)して基層以深のひび割れを充填する必要があることから、別途開発した浸透性の

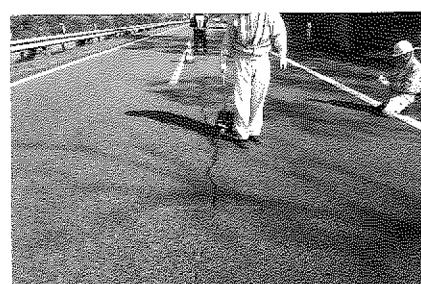


写真-16 高機能舗装用クラックシール材注入状況

高い高機能舗装用クラックシール材⁴⁾を使用する。

4-2 基層の健全性

基本的には既設基層が雨水等により、はく離がかなり進行し破壊していない場合に適用する。ただし、はく離がかなり進行している場合でも、本格補修までの期間を先延ばしたい場合などには本工法の適用も考えられる。

4-3 表層の透水性

表層が空隙詰まりや空隙つぶれを起こしていると浸透型補修材が浸透不良となり、基層上面に達しないで遮水層の形成が不十分となるとともに、散布した浸透型補修材が路面からあふれてしまう。そのため、事前調査にて表層が標準散布量の浸透型補修材が散布可能な透水性を有していることを確認することとしている。本調査のために開発した平面散布式現場透水試験器を写真-17に示す。通常の現場透水試験器⁵⁾は、密閉式かつ水頭圧がかかっている。しかし、浸透型補修材散布用ディストリビュータは、開放状態で散布するため、ディストリビュータの散布に近い状態で水を散布する試験器とした。機構としては、浸透型補修材の標準散布量($2.1\ell/m^2$)と同等量の水($189\text{m}\ell$)を散布スペース($30\times 30\text{cm}$)の中に均一に自然流下で散布するものである(図-5)。

この試験器を用いて、散布スペース内に散布した水が浸透するまでの時間を測定し(写真-18, 19)、これを透水時間とする。水浸透の終了時点の水位は、図-6に示すとおり、粗骨材表面より下がった位置

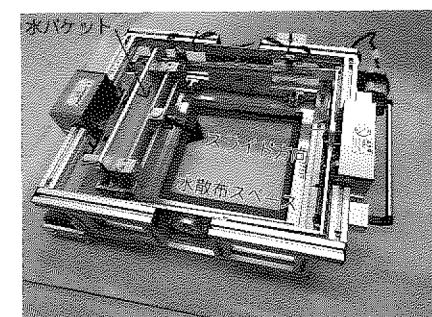


写真-17 平面散布式現場透水試験器

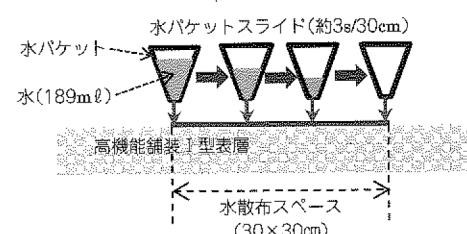


図-5 平面散布式現場透水試験器の散布機構

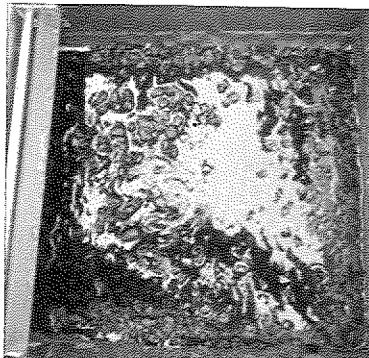


写真-18 水散布直後の状況

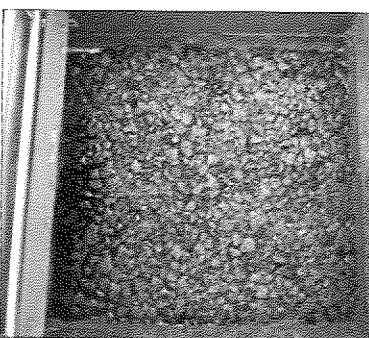


写真-19 水浸透終了時の状況

水浸透終了時点の水位は粗骨材表面より下がった位置とする。

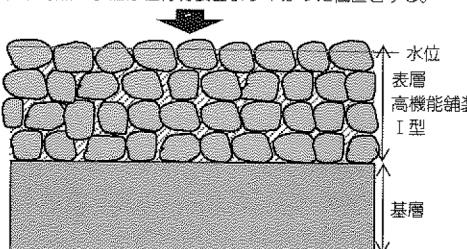


図-6 水浸透終了時点の水位

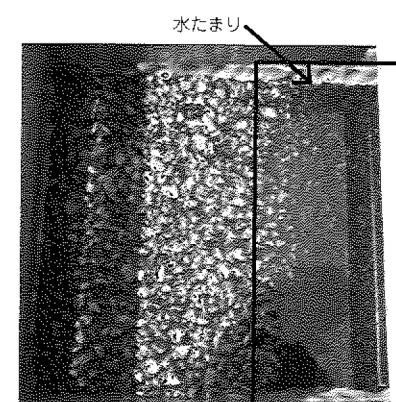
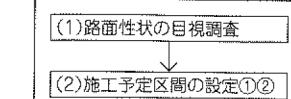


写真-20 浸透不良の例

5-1 同一舗装構成区間の事前調査



5-2 施工予定区間の事前調査

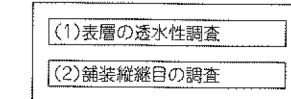


図-7 適用フロー(概略)

として判定する。この透水時間が30秒以下であれば、標準散布量の浸透型補修材が散布可能な表層の透水性があると判定する。なお、写真-20は30秒を経過しても浸透しない例であり、このような浸透不良が連続して計測される場合は、浸透不良区間を特定し、その区間では本工法の適用を避けるものとする。

5. 適用の流れ

本工法の採用に至るまでの概略の適用フローを図-7に示す。

5-1 同一舗装構成区間の事前調査

(1)路面性状の目視調査

舗装構成が同一の区間において、ポンピング、局部陥没およびひび割れの有無を確認する。

(2)施工予定区間の設定

①路面性状の目視調査でポンピングなどがある場合、まだポンピングなどが生じていない区間においても同一舗装構成であるため、同様に損傷の発生が懸念される。そのため、できるだけ早い時期に予防保全として本工法(散布工)を適用する施工予定区間を設定する。

②路面性状の目視調査でポンピングなどがない場合でも、骨材飛散が多い場合は、コアを採取して、コアに浸透型補修材を散布してカンタブロ試験を行い、骨材飛散抵抗性が改善することを確認のうえ、骨材飛散対策として施工予定区間を設定する。

5-2 施工予定区間の調査

(1)表層の透水性調査

平面散布式現場透水試験器により、透水時間が30秒以下であれば、本工法(散布工)を適用する。30秒を超える場合は、浸透不良で効果が発揮できないため適用せず、他の補修方法を検討する。

(2) 補装縦継目の調査

施工予定区間に縦継目がある場合は、縦継目からコアを採取して、基層以深に縦継目やひび割れがある場合に本工法(注入工)を適用する。

おわりに

これまで高機能舗装Ⅰ型に適用できる予防保全型の維持・修繕工法がなかったことから、損傷が顕在化した段階で舗装交換等の事後対応を余儀なくされたが、これからは損傷が軽微な初期段階で本工法を適用することにより、雨水の浸透による急激な損傷の進行が抑制できることがわかつた。この工法が高機能舗装Ⅰ型(排水性舗装)の予防保全型の維持・修繕の一助となれば幸甚である。

表-1 浸透型補修工法研究会会員(50音順、2016.7現在)

浸透型補修工法研究会会員会社	
大林道路(株)	福田道路(株)
鹿島道路(株)	前田道路(株)
世紀東急工業(株)	松尾建設(株)
大成ロテック(株)	三井住建道路(株)
(株)NIPPO	吉川建設(株)
日本道路(株)	
事務局：昭和瀝青工業(株)	

なお、本工法の普及、技術の向上ならびに健全なる発展を目的として「浸透型補修工法研究会」を2016年1月に設立した。この研究会では、本工法に

関する技術向上のための調査研究ならびに試験、資料の収集や編さんなどの活動を行っており、これまでも参加いただいた会員会社を表-1に示す。

問合わせ先

〒675-0053 兵庫県揖保郡太子町原30-1
浸透型補修工法研究会事務局
(昭和瀝青工業(株)技術センター内)
上坂 憲一
TEL : 079-277-5010 FAX : 079-277-5008
E-mail : shintougata@shoreki.co.jp

[参考文献]

- 1) 本松資朗：高速道路のアスファルト舗装の破損事例とそのメカニズムから見たアスファルトへの要望、石油製品討論会、pp.78~90(2009.12)
- 2) 本松資朗、大原基憲、上坂憲一、足立明良：高機能舗装Ⅰ型の予防保全型補修工法の開発－非破壊式浸透型補修材残布・注入工－、道路建設(2015.9)
- 3) 本松資朗、大原基憲、上坂憲一：高機能舗装Ⅰ型の予防保全的補修工法の開発－非破壊式浸透型補修材敷布・注入工－、第31回日本道路会議論文番号3153(2015.10)
- 4) 足立明良、本松資朗、大原基憲：高機能舗装用クラックシール材の開発、第31回日本道路会議論文番号3151(2015.10)
- 5) 東日本高速道路(株)、中日本高速道路(株)、東日本高速道路(株)：設計要領 第1集 舗装編、pp.137~140(2015.7)
- 6) (社)日本道路協会：現場透水量試験方法、舗装調査・試験法便覧 [第1分冊]、pp[1]~122(2007.6)

VOICE —読者、モニターの声—

従来の読者の声と併せて、モニターのご意見を紹介してまいります。

道路と私

私は大学では土木工学科を卒業し、当時は講義でも舗装材料について学習する機会もあり、卒論は凍結抑制舗装の凍結抑制効果の評価方法に関する研究を行ってきました。その後、道路会社に就職し現在9年目となります。今振り返ってみると、就職して初めは施工管理の業務を行っており、机上だけのイメージであった道路が実際、一からどのように施工されているのか身をもって体験すると共に、モノづくりの大変さや、達成感を味わうことができました。その後、アスファルト合材工場において品質管理の業務に就くこととなり、工場において道路の材料である混合物の製造工程や舗装材料の試験・配合を学ぶことができました。現在は、研究開発の業務で新たな舗装材料の研究を行っております。最近では、環境に対する配慮が建設業界においても盛んに行われるようになり、研究においても環境をベースに開発を行う機会が多くなったと感じております。いずれの業務においても、仕事の大変さや内容ではなく、自分に与えられたことを最後まで責任をもって行うよう意識してきたつもりです。

現在、建設業界は新卒者の就業割合が減少してきている状況ですが、道路について興味をもつてもらうきっかけとなり得る新しい技術や材料が掲載されている雑誌「舗装」を多くの若者にぜひ読んでいただき同志が増えればありがたいです。

最後に、私はこれまで道路についてさまざまな業務経験をさせていただき、大変充実しております。今後もさらに多く知識を学習し、この経験を少しでも活かせるよう尽力していくたいと思います。

匿名希望(道路会社勤務)

「表紙と口絵」が楽しみです

私は、特に「表紙・口絵」を楽しく拝見しています。普段は立ち入れない場所やなかなか行く機会のない海外の様子の写真が好きです。

6月号では、NEXCO 東日本関東支社の管制センターが紹介されました。管理されているすべての路線の様子がわかる大きなディスプレーは圧巻でした。また、この管制センターは、非常時の備えや他支社の管制センターのバックアップが行えるなどの機能も付与されていることを知りました。現実ではありますながら、近未来の映画を見ているような感じがしました。また7月号では羽田空港の変遷を写真で紹介していました。私が生まれる前の羽田空港は滑走路も2本しかなく、とても小さかったこと、その後に徐々に拡張され、現在ではA,B,C,Dの4本の滑走路と第1ターミナル、第2ターミナル、国際線ターミナルを有する空港になったことを写真で知ることができたのはとても新鮮でした。

私は、舗装会社で働いています。通常、舗装は様々な構造物を構築した後、最後に施工されることが多いため、工期が短いことも多く、仕事はとても忙しいです。ただ、舗装の施工が完了した後は、すぐに人や車などが通行を始めます。このときの感覚は、なんとも言えない充実感にあふれ、仕事の疲れも吹き飛びます。土木全体を見渡せば、橋やトンネル、ダムなど規模の大きな工事があり、舗装は小さく感じてしまいます。ただ、6月号のNEXCO 東日本関東支社の管制センターの写真のように、舗装を含めた道路を管理・運用するためには、土木分野だけでなく電気分野や機械分野、それ以外のエンジニアの方々の力も必要なことが分かります。

舗装分野の仕事は少し地味かもしれませんが、舗装がなくては、道路は本来の機能を発揮しません。舗装会社の仕事は忙しいですが、開通時に人や車が往来を始めたときの気持ちや舗装の重要性を誇りにして仕事に精を出したいと思います。

今後も「表紙と口絵」を楽しみにしています。

匿名希望(道路会社勤務)

皆様が日々お感じの舗装を取り巻く環境や技術に対するさまざまな思いや夢、また、本誌に対するご意見・ご要望などを編集部にお寄せください(文字数は600字程度が目安となります)。採用分には薄謝をお送りします。

編集部