

道路舗装の予防保全の実現に向けた 舗装データベースの活用



道路政策グループ
上席主任研究員
岸田 真



道路政策グループ
主席研究員
青木 賢司



道路政策グループ
主席研究員
沖津 太郎



道路政策グループ
主席研究員
日當 卓也



道路政策グループ
総括（研究主幹）
牧野 浩志

1 はじめに

国土交通省道路局では、令和3年度より、DXによる道路管理の効率化・高度化を実現するための道路データプラットフォーム“xROAD”（クロスロード）の構築を進めている。xROADは、交通状況のリアルタイムデータと構造物データがそれぞれ位置情報を持つことにより、地理院地図等の基盤データと連携する形で構成される（図1）。必要なデータを組み合わせて道路管理のアプリケーションに活用するほか、データを民間開放することでオープンイノベーションを促進することが期待されている。

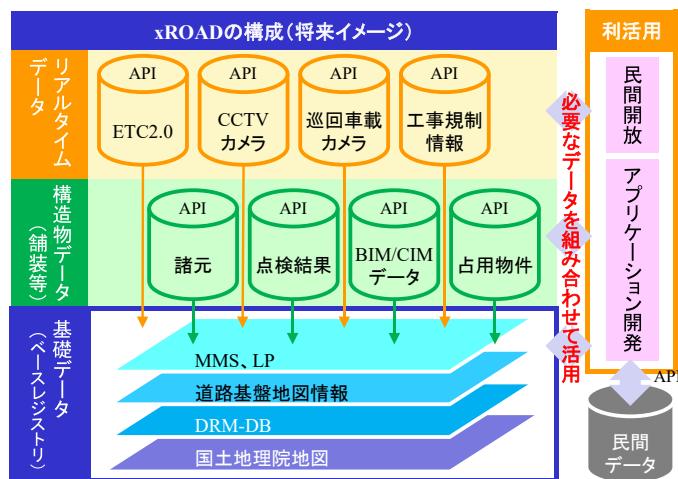


図1 xROAD（道路データプラットフォーム）の構成¹⁾

このうち構造物データとして、諸元や点検結果等を蓄積する「全国道路施設点検データベース」の整備が進められている。国土技術研究センター（以下、JICE）は、このうち舗装分野のデータベース（以下、道路舗装DB）の管理運営団体として

2021年9月に選定されている。

本稿では、道路舗装DBの構成のほか、時空間情報の付与やクラウド化、オープン化といった利活用を便利にする機能を紹介する。また、予防保全型の道路舗装メンテナンスを支援するため、データベースと多様なデータとの連係により診断、措置の意思決定を支援する方策について提案する。

2 xROADにおける道路舗装DB

2.1 道路舗装DBの概要

道路舗装DBは、舗装点検要領（H28）の点検様式に記載されている項目を基本に、国、地方公共団体及び高速道路会社が管理する道路舗装に関するデータ（舗装構成、点検結果等）が格納され、路線番号や距離標の値（以下、KP）等の区間情報をキーとしたリレーションナルデータベースである。蓄積されているデータ項目は以下の表1に示すとおりである。

表1 道路舗装DBのデータ項目

種類	データ項目
区間情報	路線番号、枝番、区間起終点（KP、位置座標）、上下、車線、分類
点検計画	点検予定年度、予定点検手法
点検結果	点検概要
	点検計測値
詳細調査	評価
	調査概要
FWD調査	調査結果
	調査条件
舗装構成	調査結果
	工事情報
舗装設計	各層概要
	設計条件
非定型データ	写真
	計測データ
	報告書類

点検結果を適切な診断、措置につなげるには、DB 内に蓄積されたデータ項目間の関係を分析することが求められる。しかしデータ項目ごとの区間区分、たとえば点検結果を記録する区間と舗装構成の変化点は必ずしも一致していない。両者の関係分析を行うにはデータの加工が必要となっていた。

そこで、分析に向けた作業負荷を軽減するため、道路舗装 DB のうち国の管理区間については車線 10m を 1 単位（セグメント）とした「記録単位区間」のマスターテーブルを作成し、全てのデータの登録時に記録単位区間とのリンクを自動生成する機能を実装した。これにより、点検結果と舗装構成、工事履歴などのデータ間の関係分析が平易に可能となる。

2.2 DX 時代の最先端機能活用のメリット

これまで、道路舗装に関するデータは道路管理者ごとにスタンダードアローンで管理されていた。そのため、管理者ごとにデータ仕様などが異なるほか利用できる人が限定され使い勝手が悪く、システム間を横断した比較や分析は困難であった。また、アプリケーションを追加する際には、データベースを含めたシステム全体の大幅な変更が必要になるなどの課題があった。

そこで、道路舗装 DB を含む XROAD を構成するデータベースは、ユーザーの利便性を最優先に考え、①上位機関から下位機関までの同時利用が可能となるクラウド型、②OS 等に依存せずに容易にアプリケーション開発が可能となる統一の API（アプリケーションプログラムインターフェイス）を装備、③データベース間で統一された位置情報を付与することで、地理情報システム（GIS）として他の有用情報との重畳表示や分析が可能となる、など DX 時代の最先端機能を活用するものとした。

そのため、①入力やデータ活用の大幅な業務改善が可能となること、②道路管理者間の比較が容易となること、③活用シーンに応じた使いやすいアプリケーションの開発が可能となること、④高度なセキュリティを担保できること、⑤民間企業及び研究機関等にも幅広く活用されること、などが期待される。

将来的には、国土地理院地図等の基盤データや道路構造物の諸元データ、ETC2.0 などのリアルタイムデータも API で連携されることも想定される。これら以外の多様なデータとの連係により、各研究機関や民間企業等による新規事業の創出や技術のイノベーションにつながることも期待される（図 2）。

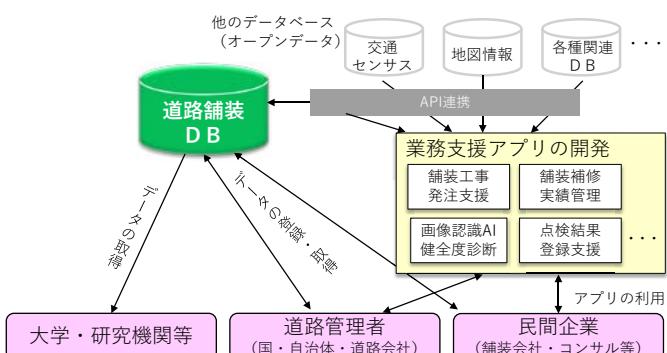


図 2 道路舗装 DB の利活用 (案)

3

道路舗装マネジメントの課題

道路舗装 DB はこれ単体では何も役に立たず、蓄積されたデータが利用されてはじめて道路舗装業務の効率化に貢献できる。道路舗装メンテナンスのマネジメントサイクルは、5 年に 1 回を目安に「点検→診断→措置→記録」のサイクルで回っている。点検調査の結果から健全性を診断し、診断結果に応じた修繕措置を行ない、その結果を記録するというサイクルをデータに基づき的確に回すことによって予防保全型のサイクルに転換することが求められている。そこで、プロセスの各段階における課題を道路管理者へのヒアリングにより把握し、それぞれの課題改善に関する道路舗装 DB の機能を表 2 に整理した。

表 2 道路舗装マネジメントの課題と道路舗装 DB の機能

	現状の課題	道路舗装 DB の機能
点検	<ul style="list-style-type: none"> ✓ KP の値による位置記録が基本で位置座標の欠失が多いため位置関係の可視化が難しい ✓ 舗装構成や措置記録等との関係を分析するには記録単位をあわせる必要がある 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ KP の値を位置座標に変換し、地図上に可視化する機能を持つ ✓ 直轄管理区間では、DB により全ての記録は車線 10m 単位に自動分割されるため、点検計画時に他の記録単位を意識する必要はない
診断	✓ 表層の状態と、使用目標年次と経過年数との関係により診断	<ul style="list-style-type: none"> ✓ FWD 調査等の詳細調査結果も記録され、路盤以下の損傷状況推定の精度を高める
措置	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 措置の緊急度や種類を定量評価する指標がなく担当者の判断に依っており、結果的に現状の健全度や苦情希望が重視される傾向にある ✓ 地点の劣化状況（ミクロ）と、路線全体の状況（マクロ）の双方の視点での評価が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 位置座標や DRM（デジタル道路地図）を通じて地盤特性や大型車交通量等の損傷リスクに関する指標との関連付けが可能となり、措置判断の量化が可能となる ✓ 車線 10m の単位区間のほか、これらを上下 100m 単位にまとめた 2 種のデータを持つ
記録	✓ 既存点検様式では修繕工事の有無および対象とした層のみを記録	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 措置の記録として材料や工法、施工業者等の記録を時系列で保存 ✓ 新技術の評価や長期保証契約の履行管理等の根拠データとなりうる

道路舗装 DB を活用することで、予防保全型の道路舗装管理への転換に向けた課題を表 3 に示すように改善することが可能となる。このうち点検、診断段階への道路舗装 DB の具体的な活用方法を次章で提案する。

表 3 道路舗装 DB 活用方法の提案

	道路舗装 DB を活用した課題改善方策
点検	点検の診断結果等を GIS 上に可視化することで、路盤以下の損傷の可能性を迅速に高精度で把握 （→ 4.1 点検結果等の GIS 上への可視化）
診断	点検で抽出した箇所を大型車交通量や地盤特性などの損傷因子と関係分析を行い、データに基づく合理的な診断を実施 （→ 4.2 路盤以下の損傷状況推定の支援）
措置	診断結果より、詳細調査が必要な場合は FWD 調査や開削調査を行い、調査結果を踏まえた適切な措置（修繕）を実施
記録	点検・診断・措置の情報を継続して蓄積・分析し、損傷形態別の補修設計フロー等を構築して、点検・診断を支援

4

道路舗装マネジメント改善に向けた道路舗装 DB 活用方法の提案

4.1 点検結果等の GIS 上への可視化

道路舗装 DB の各データには位置座標が付与され、地図上への重畳表示が可能である。これにより、交差点などとの位置関係が明示される。車線 10m 単位に規格化された記録単位区間別データは任意の区間単位に簡単に再集計でき、その結果を同様に地図表示することで広域的な観点による措置判断を支援す

ることもできる。道路舗装 DB 自体にも 100m 上下単位にまとめたデータを自動生成する機能を実装している。うち健全度等の概略データは「全国道路施設点検データベース～損傷マップ～」として、国土交通省 HP 上で一般公開されている²⁾。

道路舗装 DB を重畳する地図には、地理院地図のほか道路基盤地図情報³⁾も利用可能である。地理院地図として表示される最も大縮尺のものは 1:2500 の国土基本図であるのに対して、道路基盤地図情報は 1:500 とさらに詳細な道路平面図である。その上に道路舗装 DB の情報を重畳することで、損傷状況と横断歩道等、より詳細な道路構造との関係を可視化できる（図 3）。



図 3 道路基盤地図情報上への道路舗装 DB データの重畳³⁾

舗装へのダメージは軸重の 4 乗に比例するといわれていることから、将来の損傷リスクを評価するには大型車交通量との関係も整理する必要がある。交通量データは DRM（デジタル道路地図）のリンクに紐付けられ、DRM も位置座標が付与された GIS データであることから、地図上に重畳表示できる。

大型車交通量と舗装の損傷状況との関係は、これまでの劣化要因の分析に加えて今後の劣化リスクの評価にも活用できる。

4.2 路盤以下の損傷状況推定の支援

道路舗装の長寿命化には、舗装の劣化要因を診断し要因に見合った措置を立案することが必要となる。舗装劣化要因としては、前述した大型車交通量に加えて、路盤・路床の健全性や路床以下の原地盤の状態が影響を及ぼしている。このうち路盤・路床の健全性を判定するデータとして、コア写真や FWD 調査結果（計測値、動的データ）が今後道路舗装 DB に蓄積されることになっている（表 1）。

これまで、これらの調査結果は修繕工法が選定されたのちは道路管理者が個別に保管していた。今後は調査時期、調査位置（KP、位置座標）といった時空間情報を付与して道路舗装 DB に蓄積されるため、他データとの関係分析や地図上の重畳表示が平易にできるようになる。

一方の原地盤の状態については、既に国土地理院より多様な地図データが配信されている。これらは API により Web サイトやアプリケーション上に表示させることができる。ここでは原地盤の状態が道路舗装の劣化に関係する下記 3 つのケー-

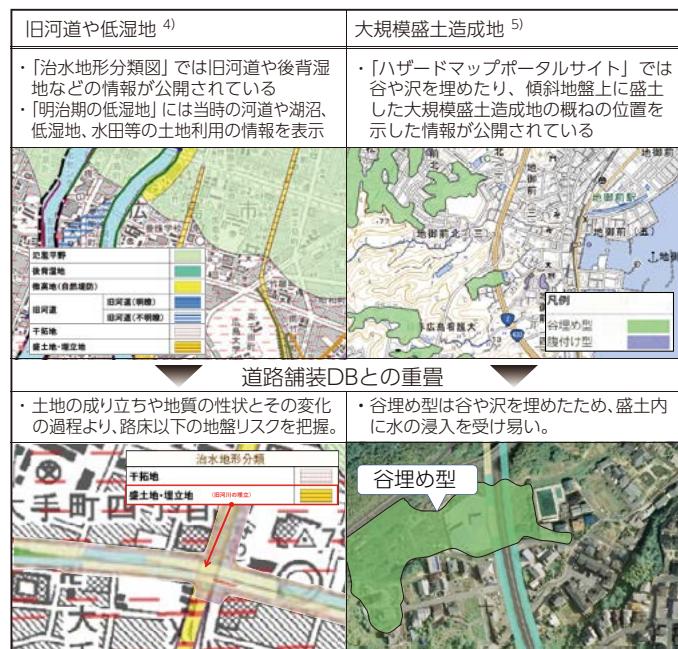
スについて、これらの配信データを道路舗装 DB と重畳して路盤以下の損傷状況推定を支援する方策を提案する。

- (1) 旧河道や盛土造成地など地歴の影響
- (2) 路床以下の支持力不足や液状化リスク
- (3) 過去の災害の影響

(1) 旧河道や盛土造成地など地歴の影響

河川や湖沼、低湿地を埋め立てた地域やこれを含む大規模造成地など、土地の成り立ち（地歴）は路床以下の地盤の状況に影響を及ぼす。地歴を示す主題図として表 4 のようなものが国土地理院より公開されており、道路舗装 DB データと重畳することで路床以下の劣化リスクを把握することができる。

表 4 地歴情報と舗装点検結果との重畳



(2) 路床以下の支持力不足や液状化リスク

路床以下の支持力（N 値）や地下水位の情報は、これまでに実施されたボーリング調査結果より把握することができる。この柱状図等の調査成果は土木研究所等が運営する国土地盤情報検索サイト「KuniJiban」⁶⁾で情報が公開されている。

また、震度分布と土質状況をもとに都道府県が求めた液状化の危険度は、国土地理院ホームページの「重ねるハザードマップ」⁵⁾で情報が公開されている（表 5）。

表 5 路床以下の支持力不足や液状化リスクに関する情報

KuniJiban ⁶⁾	液状化の発生傾向 ⁵⁾
・ボーリング柱状図や土質試験結果等の地盤情報を検索し閲覧することができるシステム。	・これまでの地震において発生した液状化被害を地形区分ごとに集計し、全国を対象におよそ 250m 四方のメッシュごとに液状化の発生傾向の強弱を 5 段階で表したもの。

KuniJiban は、国土交通省による調査成果を中心に情報が公開されているため、直轄国道の周辺では多数の柱状図データが利用可能である。これら調査位置の座標を KP に変換し、道路基盤地図情報より取得した最寄り測点の地盤高で調整することで、図 4 に示すように地下水位を連続的に把握できる。また、路面を基準とした地下水位の深さと舗装点検結果（劣化状況）とを組み合わせることで、路盤・路床の改良工事の必要性を客観的に説明することができる。

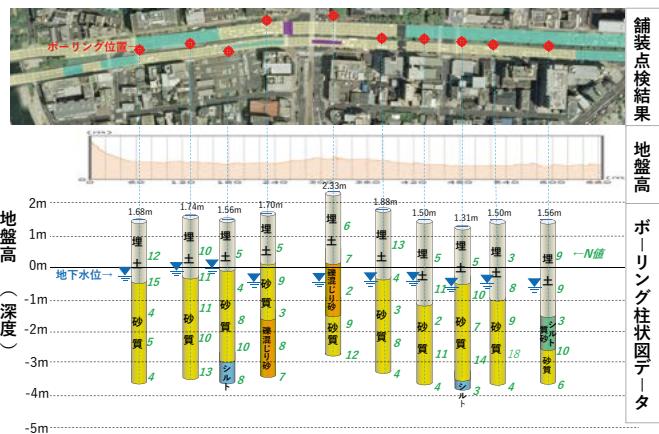


図 4 舗装点検結果とボーリング柱状図データの連係イメージ

(3) 過去の災害の影響

地理院地図からは、近年の災害時に撮影した空中写真や被災の規模を示した主題図が公開されている。さらに過去の災害は自然災害伝承碑として位置や内容が公開されている。国土地理院では、これらと数値標高データと組み合わせて災害の要因がわかるとしている（図 5）。同様に、道路舗装 DB との組み合わせで舗装の劣化要因を判別することも期待される。

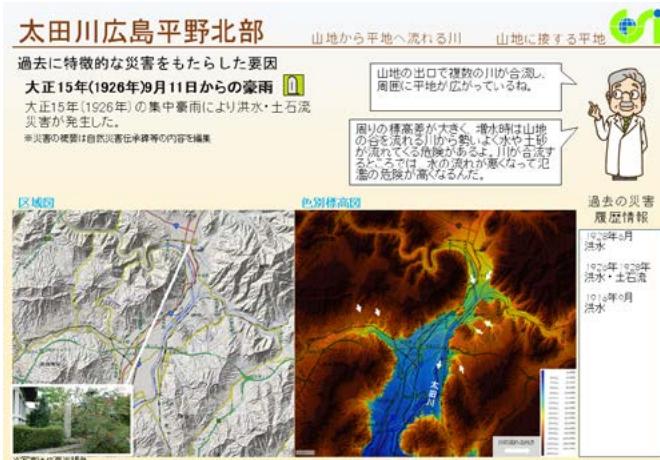


図 5 過去の災害要因の把握例⁷⁾

国土交通省では、直轄国道周辺の数値標高データとして、より詳細な航空 LP データが蓄積されている。これらの三次元点群データを活用することで、道路法面の背後にある斜面の状況や、大雨により水みちができやすい箇所の把握も可能となる。水みちは原地盤流出や、地下水位の上昇による路盤・路床の劣化など、舗装の損傷に大きな影響を及ぼすものである。



図 6 平成 26 年 8 月豪雨（広島市）での土砂災害履歴⁵⁾

5 おわりに

道路舗装 DB は、道路舗装マネジメントサイクルの変革につながる重要なツールである。具体的には、①構造損傷の状況と、大型車交通量や地盤情報などの損傷因子データとを関係づけることで、データに基づく損傷形態別の適切な診断が実施できる、②地理空間情報として GIS 上に可視化し、損傷形態別にスクリーニングすることで、路盤以下の損傷可能性箇所を抽出し、詳細調査が効率的に実施できる、③客観的な診断データに基づいて修繕箇所の優先度を見極め、的確な修繕を実施することでライフサイクルコストの最小化が可能となる、などが期待される。

道路舗装 DB を活用するためには、DB のデータを多様なオープンデータや ICT（情報通信技術）デバイス、AI（人工知能）技術と組み合わせた、道路管理者等が使いやすく、業務効率が改善される様々なアプリケーションが登場することが大切である。日本の物流交通を強靭に支え、激甚化する自然災害に強く、ライフサイクルコストが最小化されるような道路舗装マネジメントを支えるアプリケーションを、ICT や AI の技術力を持つベンチャーを含む民間企業の主導により開発されることに期待したい。

JICE としては、既往データの蓄積・データクレンジングなどデータベースの質の向上に加えて、道路舗装マネジメントにおけるニーズ調査やサンプルデータの提供等を通じてアプリケーションの開発支援にも取り組んでいく。

参考文献

- 第 3 回道路技術懇談会資料：道路施設の点検データベースの整備と新技術活用, 2021.7. (一部加工)
- 国土交通省ホームページ「全国道路施設点検データベース～損傷マップ～」(<https://road-structures-map.mlit.go.jp/>)
- 岸田真 日當卓也 乙守和人 谷口宏：道路基盤地図をはじめとした地図情報の道路管理への活用に関する研究～DX 時代を踏まえた効率的・効果的な道路管理業務の実現に向けて～, JICE REPORT 第 40 号, pp.20-25, 2022
- 国土地理院ホームページ「地理院タイルのご利用について」(<https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>)
- 国土地理院ホームページ「ハザードマップポータルサイト」(<https://disaportal.gsi.go.jp/index.html>)
- 土木研究所ホームページ「国土地盤情報検索サイト KuniJiban」(<https://www.kunijiban.pwri.go.jp/jp/>)
- 国土地理院ホームページ「イラストで学ぶ過去の災害と地形」(https://www.gsi.go.jp/CHIRIKYOUTIKU/illustration_flood_geography.html)