

スマートフォンを用いた道路維持管理の高度化

世紀東急工業(株) 技術研究所 ○磯部 雅紀
世紀東急工業(株) 岡山営業所 永田 斉亮
中国地方整備局 岡山国道事務所 岡山維持出張所 板谷 行順

1. はじめに

国道の年間維持工事業務では、道路の点検、落下物の回収、損傷箇所の把握および補修など多岐にわたるため、管理道路を効率的に低コストで維持管理する必要がある。そのため、岡山国道事務所岡山維持出張所管内の維持工事において、維持工事業務の高度化を目的として、スマートフォンを用いた道路パトロール支援システムを平成28年度から試験的に導入し、平成29年度も引き続き運用して、システム活用による効果を検証しているところである。

本報文では、本システムを用いたパトロールの活用事例の紹介と、スマートフォンの加速度データを用いて路面の損傷箇所を抽出し、維持又は修繕箇所を選定するための補修計画の策定を行った結果について報告する。

2. パトロール支援システムの概要

本システムの概要を図-1に示す。維持工事で用いるパトロール車にスマートフォンを設置して、落下物回収などの作業記録をスマートフォンで撮影し、クラウド上にデータ送信することで、事務所での作業報告書の自動作成や、作業数量の集計が行え、作業効率が向上する。また、日々のパトロール時に自動的に集まるスマートフォンの加速度データを解析し、最新の舗装の平坦性の評価が可能である。

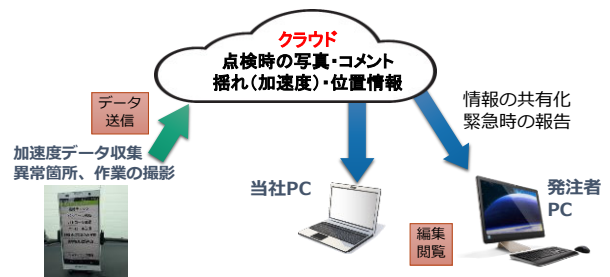


図-1 システム概要図

2.1 パトロール記録と報告書自動作成

図-2に示すようにパトロールの作業記録および撮影写真を報告書形式で自動に作成することで、業務の効率化が図れる。なお、提出する報告書・写真データが、国土交通省の報告書形式および電子納品に対応するようカスタマイズを行っている。

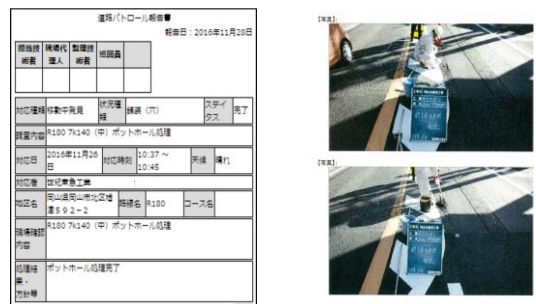


図-2 作業報告書の作成

また、図-3に示すように作業位置及び撮影写真を地図上に表示し、また月毎の集計を行うことで、繰り返し補修する箇所や、落下物の生じやすい箇所を把握し、補修方法や補修箇所の検討資料として活用している。

なお、パトロール時に緊急事態が生じた場合、クラウド上にあげた撮影写真を道路管理者も内容を確認できることにより情報の共有化が図れ、早急な処置対応を行うことが可能である。

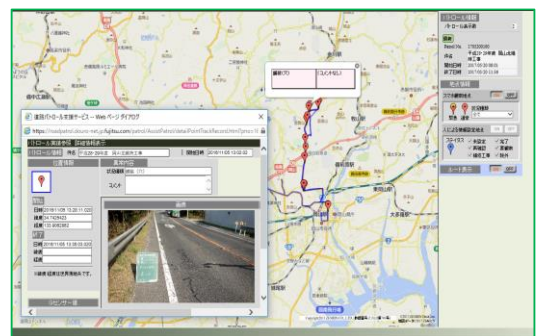


図-3 作業位置と撮影写真の表示

2.2 舗装の走行性能評価指標 DII の算出

本システムは、スマートフォンの加速度データから舗装の走行性能評価指標「DII (Deterioration Information Index)」を算出する。DII は、加速度の大きな地点を任意長さの評価区間ごとに抽出・点数化し、複数回走行の点数を基に区間毎の点数平均を算出したものである¹⁾(図-4)。DII は5～10段階で地図上に色分け表示できる(図-5)。評価期間を任意に設定し経年変化を確認することで、劣化が進行している箇所を把握し、補修候補箇所の選定や優先度付けが可能である。

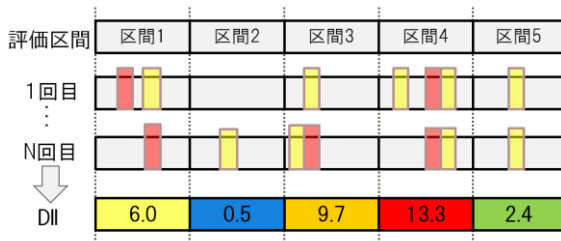


図-4 DII 算出処理の概要¹⁾

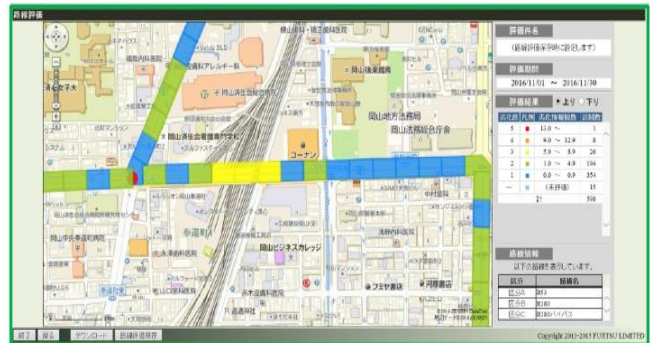


図-5 DII 評価の表示画面

3. 補修計画の策定

これまで補修箇所の選定は、数年毎の路面性状測定結果や、パトロールでの目視結果などから判断しているが、最新の路面性状ではないこと、また目視判断は個人誤差が生じるなど課題がある。そのため加速度データの DII による定量的な評価と、パトロールによる目視観察を合わせた補修計画の策定を行うこととした。

補修計画の全体の流れを図-6に示す。DII は独自指標であり、舗装点検要領で示された乗り心地の指標である IRI (国際ラフネス指数) とは異なるため、表-1の計測器により DII と IRI の相関を検証し、DII を IRI に換算した結果を用いて補修の判断基準を設定することが妥当かどうか検討した。

次に DII から換算した IRI の管理基準値を設定し、補修が必要な範囲を抽出して、目視による路面の損傷状況と合わせて補修箇所および工法を選定した。選定した補修箇所について、損傷程度や沿道状況を考慮した補修の優先順位を設定した。

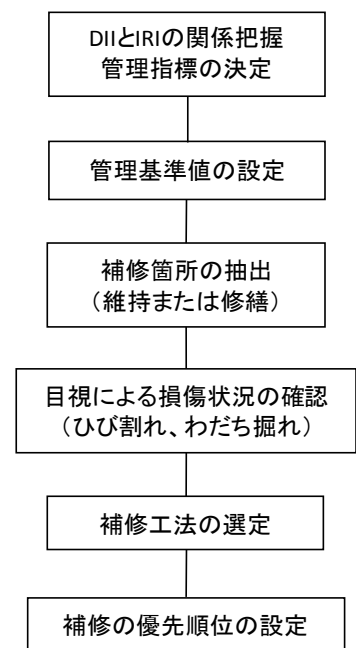


図-6 補修計画の流れ

3.1 DII と IRI の相関

DII と IRI の比較検証は、IRI 測定車にスマートフォンを設置し、管理道路の上下線を3回同時に計測し、評価区間50m 毎の両者の値を算出して比較した。50m 毎の DII と IRI の関係図を図-7に示す。なお、DII は IRI の値より大きく振れることから $\sqrt{\text{DII}}$ により相関式を算出した。

表-1 比較に用いた計測器

評価値	計測手法	計測位置	計測器概観
DII	スマートフォンによる 加速度データ	左前輪上 の車内	
IRI	路面接触式による プロファイルデータ (クラス2相当)	左後輪	

√ DII と IRI の相関係数は 0.62 (R²=0.39) であり、ある程度の相関が見られた。よって DII を式(1)の換算式により IRI に変換し、IRI による補修の判断基準を設定して補修箇所を選定することとした。

$$IRI = 0.9086 \times \sqrt{DII} + 1.5288 \dots \text{式(1)}$$

なお、IRI 測定器による値と、DII を式(1)で換算した IRI をランク分け (3 未満、3 未満 8 以下、8 以上) した場合の一致率は 83% であり、換算した IRI による補修箇所の選定に問題ないとする。

また、図-8 は、IRI と DII の縦断図を比較した結果であるが、赤枠部分で IRI は小さく DII が大きい傾向である。この区間はひび割れ・わだち掘れはほとんどないが、排水性舗装の骨材飛散により上下の細かい振動を走行中に感じて乗り心地が悪いことが影響している。表-2 に示す、わだち部の縦断方向の平均プロファイル深さ (MPD) から路面が荒れているのが確認でき、このようにひび割れわだち掘れでは修繕の対象とならない箇所を、DII 評価によって補修対象に抽出することが可能である。

3.2 管理基準値の設定

補修が必要か判断する管理基準値は、表-3 に示す舗装点検要領³⁾の IRI の評価例を参考に、表-4 に示すように設定した。評価は、相関式 (1) により、測定した DII から IRI を算出した換算 IRI により行った。なお、換算 IRI の管理基準値は暫定値として運用し、今後の管理実績を踏まえて必要があれば管理基準値の見直しを検討する。

表-3 IRI の評価例³⁾

診断区分	損傷レベル	IRI の評価例
I : 健全	小	3mm/m 未満程度
II : 表層機能保持段階	中	3mm/m 以上程度
III : 修繕段階	大	8mm/m 以上程度

※「舗装点検要領、H29.3」P9 の文章より表を作成

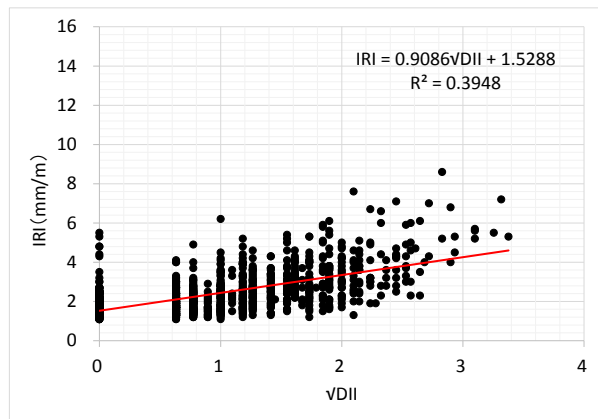


図-7 IRI と DII の関係²⁾

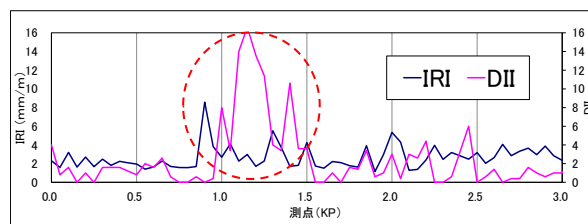


図-8 IRI と DII の縦断図の比較

表-2 平均プロファイル深さ (MPD : mm)

	OWP	BWP	IWP	平均
骨材飛散区間	2.91	2.55	3.88	3.11
良好区間	1.57	1.56	1.71	1.61

表-4 設定した管理基準値

	補修候補箇所	補修箇所
換算 IRI (DII)	3mm/m 以上 8mm/m 未満 (1.3 以上 2.7 未満)	8mm/m 以上 (2.7 以上)

3.3 補修工法、および補修範囲の設定

換算 IRI の管理基準値による抽出箇所の補修工法は、目視によるひび割れ・わだち掘れの状況から選定する。なお、ひび割れ・わだち掘れの管理基準は、表-5 に示す国土交通省の維持または修繕の目安⁴⁾⁵⁾とした。

また、補修範囲の設定は、換算 IRI が基準値以下で走行性に支障がない場合でも、日常パトロールによる目視観察からひび割れ・わだち掘れが表-5 の目安以上であれば補修の対象とした。補修工法の選定フローを図-9、評価図の例を図-10、路面評価と補修工法の結果例を図-11 に示す。

表-5 維持または修繕の判断の目安⁴⁾⁵⁾

	ひび割れ率	わだち掘れ量
維持工法	30~40%	30~40mm
修繕工法	40%以上	40mm以上

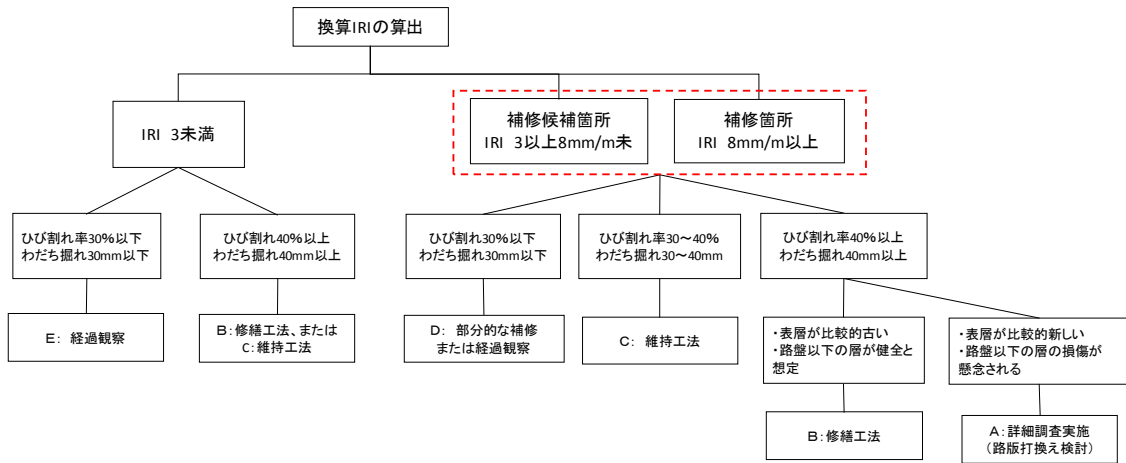


図-9 補修工法の選定フロー

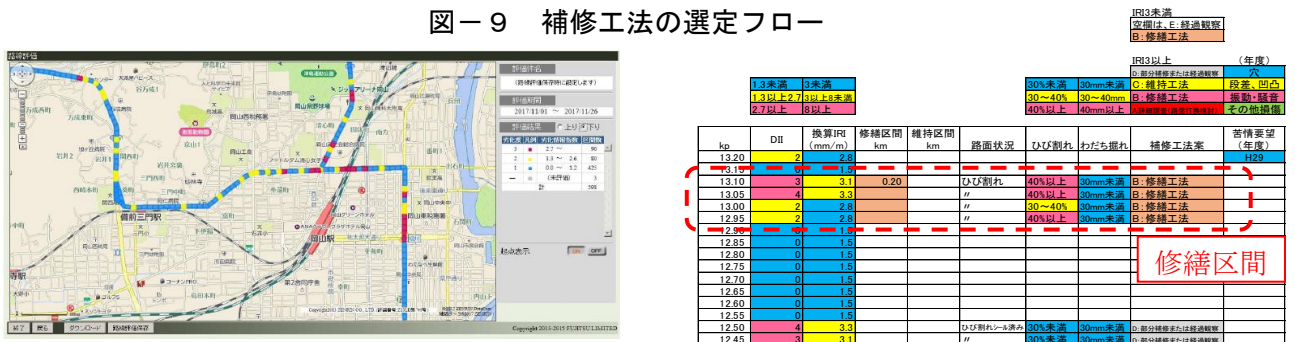


図-10 評価図の表示例

図-11 路面評価と補修工法の結果例

表-6 優先順位の指標

項目	区分	点数	
			路面状況
ひび割れ率	40%以上程度	30~40%程度 30%以下程度	
	30~40%程度		
	30%以下程度		
わだち掘れ量	40mm以上程度	30~40mm程度 30mm以下程度	
	30~40mm程度		
沿道状況	DID区間	該当 該当せず	
	苦情・要望	あり	
		なし	

3.4 優先順位の設定

選定した補修箇所の補修の優先順位を設定した。

表-6に示すように、路面の損傷レベル（換算 IRI、ひび割れ率、わだち掘れ量）、および沿道状況（DID 地区、苦情要望箇所）に応じて、点数を配分して合計点数を算出する。概算費用も算出して優先順位をつけることで、年度毎の補修計画の立案や、沿道住民に対する説明資料に利用できる。

4. おわりに

本システムを用いて効率的な道路パトロールの実施と、加速度データと目視観察を合わせた路面の評価を定量的に行うことが可能となった。また、補修計画を策定し、本計画を元に維持工事の業務内で修繕工事を実施するまでに至った。今後の課題として、IRI の管理基準値および評価区間長の妥当性や、供用年数も考慮した補修範囲および優先順位の設定等について、今後もデータを蓄積しながら検討し、最適な補修計画を確立していきたいと考えている。最後に、補修計画の策定にあたり、御指導頂いた岡山国道事務所岡山維持出張所の関係各位に、この場を借りて謝辞を表します。

<参考資料> 1)佐々木：スマートフォンを活用した新たな舗装維持管理技術、舗装、pp.23-28、2016.6、 2)磯部ほか：スマートフォンを用いた道路維持管理の効率的な取り組みについて、第32回日本道路会議、3060、2017.10、 3)国土交通省 道路局 国道・防災課：舗装点検要領、平成29年3月、 4)中国地方整備局 岡山国道事務所：道路維持管理計画、平成29年4月、 5)国土交通省：国が管理する一般国道及び高速自動車国道の維持管理基準(案)、平成25年4月