

簡易な舗装点検評価手法に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：寒地道路保全チーム

研究担当者：木村孝司、丸山記美雄、
星 卓見

【要旨】

高度経済成長期に急速に整備された我が国の社会資本が更新時代を迎え、社会資本の維持、更新を計画的に行うアセットマネジメント手法の導入が進展している。しかし、地方自治体によっては舗装の点検評価を適切に行うための専門的知識を有する人材や点検・調査から維持、更新の実施に必要な予算が十分に確保できず、舗装マネジメントの導入が極めて困難で、適切な点検評価手法の選択に苦慮しているのが現状である。特に積雪寒冷地では、凍上や凍結融解により自治体レベルの道路において損傷が著しい傾向にあり、急激に劣化進行が予想される社会資本の維持・更新に対応するため、地方自治体でも導入できる簡易な舗装点検評価手法の開発が求められている。

このため本研究では、人材や予算が必ずしも十分でない自治体を対象とし、舗装マネジメントの一要素である点検評価手法に関し、自治体の規模に見合った手法を選択できるよう、従来の手法をより簡素化、効率化、重点化した舗装の点検評価手法を開発することを目的とし、目視による舗装点検評価手法及び簡易な IRI 計測による舗装点検評価手法について検討した。この結果、目視による簡易な舗装点検評価手法については、点検精度や評価基準の妥当性を確認し、点検項目、評価基準及び損傷の点数化による評価手法を提案したほか、自治体の財政的、人的制約や日常の維持管理方法等の実情に応じた目視による舗装の点検・評価が実施出来るよう、舗装点検マニュアルの策定を支援する技術資料として「生活道路における目視による簡易な舗装点検評価マニュアル作成の手引き（案）」を作成した。

また、簡易な IRI 計測による舗装点検評価手法については、加速度計による簡易な IRI 計測方法について技術的な検討を行い、低速走行（20km/h 以上）による計測が可能で、走行速度が低い生活道路でも利用できることを確認した。さらに、GPS・GIS を活用した IRI 計測データの可視化による点検評価手法を提案したほか、現場技術者が簡易に IRI 計測できるよう「加速度計を用いた簡易路面平坦性測定装置による平坦性計測マニュアル（案）」を作成した。

キーワード：舗装診断、点検評価、簡易、目視、平坦性、IRI、GPS、GIS、舗装点検マニュアル

1. はじめに

高度経済成長期に急速に整備された我が国の社会資本は、整備から 50 年を経過するものも多くなり大規模な更新時代を迎えようとしている。これらの社会資本の維持・更新を計画的に実施するため、舗装分野でも適切な点検・調査から修繕計画の立案、更新を行うため舗装マネジメントの導入が求められている。しかし、地方自治体では舗装の点検評価を適切に行うための専門的知識を有する人材や点検・調査から維持、更新の実施に必要な予算が十分に確保できず、国道と同様の点検評価手法を用いることが困難であるため、舗装マネジメントを導入している自治体はまだ限られており、適切な点検評価手法の選択に苦慮しているのが現状である。特に積雪寒冷地では、凍上や凍結融解により自治体レベルの道路において損傷が著しい傾向にあり、急激に劣化進行が予想される社会資本の維持・更新に対応するため、地方自治体でも導入できる簡易な舗装点検評価手法の開発が求められている。

このため本研究では、人材や予算が必ずしも十

分でない自治体を対象とし、舗装マネジメントの一要素である点検評価手法に関し、自治体の規模に見合った手法を選択できるよう、従来の手法をより簡素化、効率化、重点化した舗装の点検評価手法を開発することを目的とし、目視による舗装点検評価手法及び簡易な IRI 計測による舗装点検評価手法について検討した。

本研究で得られた成果について、以下に詳述する。

2. 道路種別に応じた舗装管理水準の提案

2. 1 地方自治体における舗装の点検評価及び維持管理の実態調査

(1) 調査概要

実態調査は、舗装の点検評価の実施状況、点検項目と評価基準、データの蓄積等に関する実態を把握することを目的とし、人口10万人以下で調査協力が可能な北海道内の57自治体を対象に郵送・メール、Web上のいずれかの手段でアンケートに回答していただく形式で実施した。その結果、46自治体から回答が得られ、回答率は80.7%であった。

(2) 調査結果

アンケート調査項目と結果の概要を表 2.1-1 に示す。点検評価を行っている自治体が 78% を占め、点検項目として、ひび割れ、わだち掘れ、平坦性のほか、穴や段差が挙げられた。しかし、点検結果（損傷状況）の評価基準を有していない自治体が大半で、点検方法や損傷評価の一助となるマニュアルの整備や講習会の開催を望む自治体が多い。また、多数の自治体が点検評価結果のデータを蓄積しておらず、その理由として予算制約や人的制約が挙げられた。

表 2.1-1 アンケート調査項目と結果の概要

舗装点検の実態	【点検の実施】
	実施 78%、未実施 22%
点検結果の評価	【点検項目】
	ひび割れ、わだち掘れ、平坦性、穴、段差
	【損傷状況の評価】
	実施 72%、未実施 28%
	【評価基準】
	有 4%、無 96%
	【点検評価マニュアルの必要性】
	有れば活用 93%、不要 7%
	【技術的支援の必要性】
	マニュアル整備・講習会 83%
参考図書を紹介・その他 17%	
データの蓄積	【データベース化】
	有 2%、出来ないor無 96%
	【データベース化出来ない理由】
	予算、人手不足

2.2 目視による舗装の点検評価の試行

目視による舗装の点検評価について、点検精度や評価基準の妥当性を確認し、点検項目、評価基準及び損傷評価手法を検討することを目的として、自治体職員による目視点検を試行した。また、目視点検の実施後に各自治体職員へ舗装の点検評価と維持管理の実態等に関するヒアリング調査を行った。

表 2.2-1 点検項目と評価基準

点検項目	点検区間延長・箇所数	損傷レベル(路面の状態)		
		軽度	中度	重度
ひび割れ(%)	L=50m×3レベル	0~20	20~40	40以上
わだち掘れ(mm)	同上	0~20	20~40	40以上
平坦性	同上	良好	凹凸があるが通行に支障が無い	凹凸があり通行に支障がある
穴(cm)	1箇所×3レベル	無し	0~20	20cm
段差(mm)	同上	無し	0~30	30mm

(1) 点検評価の概要と評価基準

点検項目は、前述のアンケート結果を基に、ひび割れ、わだち掘れ、平坦性、穴、段差とした。

また、点検区間の延長・箇所数及び損傷レベル（軽度、中度、重度）を表 2.2-1 のとおりとした。なお、損傷レベル毎の評価基準は既存の資料を基に設定した。^{1)、2)}

(2) 点検評価の方法

人口約 4 万人の A 市及び人口約 1 万人の B 町の生活道路において、予め路面性状データを計測し³⁾、各点検項目の損傷レベル毎に点検区間・箇所を選定した。

次に、自治体職員（A 市：技術 9 名/事務 3 名、B 町：技術 2 名、事務 1 名）が、点検項目毎に作成した損傷レベルの解説と写真事例（図 2.2-1）を見ながら目視による舗装の点検評価を行い、路面の損傷レベルを軽度、中度、重度の 3 段階で判定した。点検の状況を写真 2.2-1 に示す。

ひび割れの評価基準			
評価	基準	備考	ひび割れ率
1	軽度	ひび割れの発生が認められない 縦断方向に1本連続的に発生 評価単位区間内で片側の車輪通過部で複数本又は亀甲状に発生	0~20%
2	中度	ひび割れが左右両輪の通過部で発生し、かつ片側の車輪通過部ではひび割れが縦横に派生するなど複数本発生 ひび割れが左右両輪の通過部で発生し、かつ片側の車輪通過部ではひび割れが亀甲状に発生	20~40%
3	重度	ひび割れが左右両輪の通過部でそれぞれ亀甲状に発生 ひび割れが車線内前面にわたり亀甲状に発生	40%以上

評価2(中度)

線状ひび割れが進行し、局部的に面状ひび割れとなった状態。



評価3(重度)

面状クラック(中度)が進行し、ひび割れ間隔が狭まった状態。



図 2.2-1 損傷レベルの解説と写真事例（例）



写真 2.2-1 目視による点検状況（ひび割れ）

(3) 点検結果

1) 路面の損傷レベル別の点検結果

路面の損傷レベル別の点検結果を図 2.2-2～図 2.2-6 に示す。なお、グラフの横軸の数値は、表

2.2-1 に示す損傷レベル毎の路面性状データの実測値である。

点検者全体（14名）の点検項目毎の点検結果に着目し、その傾向を整理した結果を以下に示す⁴⁾。

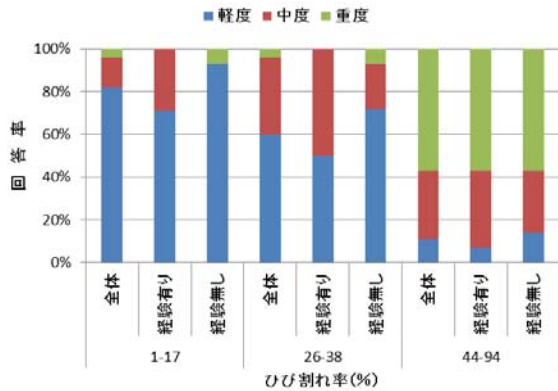


図 2.2-2 点検結果（ひび割れ）

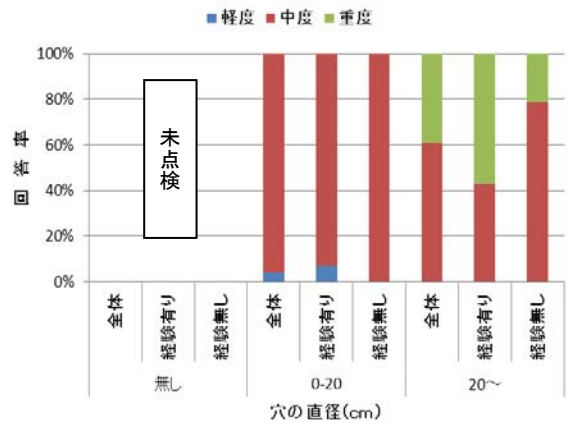


図 2.2-5 点検結果（穴）

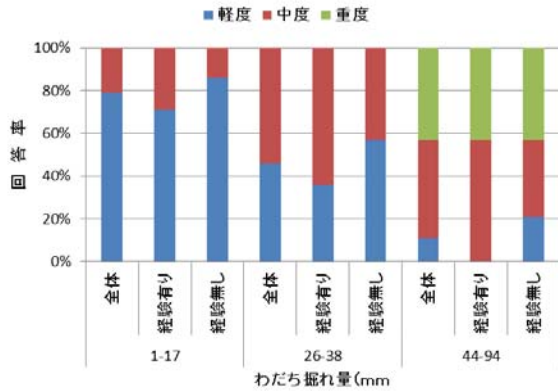


図 2.2-3 点検結果（わだち掘れ）

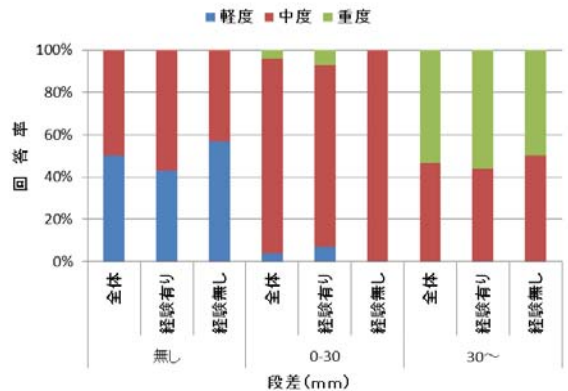


図 2.2-6 点検結果（段差）

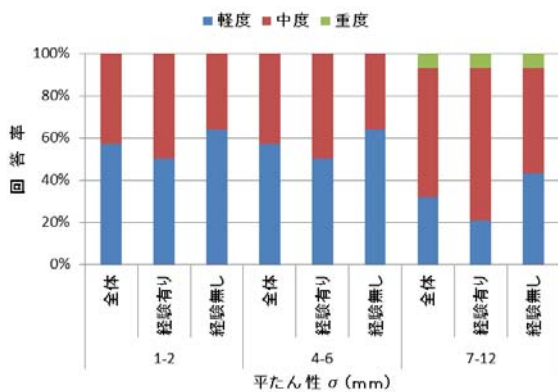


図 2.2-4 点検結果（平たん性）

① ひび割れ率

ひび割れ率が「0～20」の路面では、目視で「軽度」と判断する人が約 80%と高い割合であった。また、

ひび割れ率が高くなるにつれて評価にバラツキが生じるが、損傷の程度が高くなるにつれて、「軽度」と判断する人の割合が減っており、損傷度合いに応じ

た評価傾向を示した。

② わだち掘れ量

わだち掘れ量が「0～20」の路面では、目視で「軽度」と判断する人が約 80%と高い割合であった。また、ひび割れの点検結果と同様にわだち掘れ量が多くなるほど評価にバラツキが生じるが、損傷の程度が高くなるにつれて、「軽度」と判断する人の割合が減っており、損傷度合いに応じた評価傾向を示した。

③ 平たん性

平たん性では、損傷レベルが「軽度」及び「中度」の場合、目視による評価では「軽度」が約 60%、「中度」が約 40%と同じ回答率であった。また、損傷レベルが「重度」の路面では、目視で「重度」と評価した人は僅か 7%であり、損傷度合いに応じた評価傾向を示さなかった。これらの結果から、目視による平たん性の判別は困難であることが示唆された。

④ 穴

直径が 20cm までの穴では 9 割以上の人「中度」と評価した。なお、直径 20cm を超える場合でも、「中度」と評価する人の割合が 6 割と高かったものの、概ね損傷度合いに応じた評価傾向を示した。

⑤ 段差

段差が無い場合でも、舗装の打ち継ぎ目を「中度」と評価する人が 5 割であった。段差が「0～30」の場合では、目視により「中度」と評価する人が 9 割以上で、段差が「30～」の場合では、「軽度」の評価が無かったことから、損傷度合いに応じた評価傾向を示したといえる。

以上の結果から、平たん性を除く各点検項目においては、損傷の程度が高くなるにつれて、「軽度」と判断する人の割合が減り、「重度」と判断する人の割合が増加しており、損傷度合いに応じた評価傾向を示すことが明らかとなった。なお、平たん性については、目視による判別は困難であることが示唆されたことから、車載型加速度計を用いた IRI 計測手法を用いるなど、他の簡易な点検評価手法を併用することも有用と考える。

2) 点検者の業務経験と点検結果

舗装補修及び修繕に関する業務経験(3～10年)を有する点検者と、経験が無い点検者の点検結果を、各々「経験有り」、「経験無し」として図 2.2-2～図 2.2-6 に示した。なお、業務経験を有する点検者は 7 名で、全員が技術系職員であった。また、業務経験が無い点検者も 7 名で、その内訳は技術系職員が 3 名、事務系職員が 4 名であった。

① ひび割れ率、わだち掘れ量

ひび割れ率について、業務経験が無い人では、ひび割れ率が「0～20」及び「20～40」の場合、ごく一部で損傷程度が過大に評価されているものの、ひび割れ率が「40～」では「重度」の評価が多くなっており、損傷度合いに応じた評価がされていると言える。

また、わだち掘れ量について、業務経験が無い人では、わだち掘れ量が「40～」の場合、「軽度」と過小に評価する割合も 20%程度あるが、全般的には経験がある人と同様に「重度」の評価が多く、損傷度合いに応じた評価がされている傾向を示した。

② 平たん性

平たん性については、業務経験の有無に関わらず評価結果は概ね同じ傾向を示した。なお、この評価結果の傾向は、前述(1)に示す点検者全体の評価結果と同様で、損傷度合いに応じた評価傾向を示さない結果となった。

③ 穴、段差

業務経験が無い人では、直径が 20cm までの穴、及び段差が「0～30」の場合、適正な評価である「中度」とした人が 100%だった。これに対し、業務経験の有る人のごく一部で損傷程度が過小又は過大に評価されているが、全体の傾向としては、業務経験の有無にかかわらず、損傷度合いに応じた評価がされている。

以上の業務経験の有無による点検結果の傾向を分析した結果、業務経験の無い人でも、業務経験がある人と同様に、損傷度合いに応じた評価傾向を示すことを確認した。このことから、業務経験の無い人でも、目視による舗装の点検評価が可能であることが明らかとなった。なお、平たん性については、業務経験の有無に関わらず前述 1)と同様に目視による判別は困難である傾向を示した。また、図 2.2-6 に示す点検結果(段差)に示すように、点検者により損傷の程度が過大又は過小に評価される場合が想定される。このため、点検は少なくとも 2 名以上で実施し悪い方の評価又は評価の平均を採用すること、可能であれば舗装点検の経験者が含まれていることが望ましいと考える。このほか、点検者が点検結果と真値を照合して自身の評価基準を補正する訓練を行うことで評価の正解率が向上すると既往の報告⁵⁾があることから、点検時には、このような学習効果を狙ったトレーニングによって点検者による点検評価結果のバラツキを低減することも効果的である

と史料する。

3) 目視による点検評価と維持管理の実態に関するヒアリング調査結果

各自治体職員へのヒアリング調査結果の概要を以下に示す。

- ① 目視による点検評価
 - ・ 区間内の損傷状態が不均一な場合の評価が困難
 - ・ 平坦性及び 20mm 程度のわだち掘れは評価が困難
 - ・ 点検評価結果は補修・修繕計画の立案や優先順位付けに活用可能
- ② 維持管理の実態
 - ・ 生活道路のひび割れは殆どが未補修
 - ・ 穴と段差は事故につながるため随時補修
 - ・ 長期的な修繕計画は無く、予算や路線の重要度に応じて対応

これらのヒアリング結果から、図 2.2-4 に示した点検結果（平坦性）のを裏付ける内容として目視による平坦性の評価は困難であるとの回答を得た。なお、わだち掘れについても目視による評価は困難であるとの回答があったが、図 2.2-3 に示す点検結果（わだち掘れ）では損傷度合いに応じた評価傾向を示していることから、点検者の主観の違いによる回答であると推察される。

また、維持管理の実態として、自治体によって重視する損傷項目が異なるほか、家屋の連担状況等の

土地利用の形態等によって補修・修繕の優先度に差異があることが明らかになった。

(4) 各自治体の実情に応じた管理水準の設定手法の提案

目視による舗装の点検結果は、舗装の健全度をネットワークレベルで把握し、舗装の補修・修繕が必要な区間の抽出や工事の優先順位付けを含めた工事実施計画の策定等に利用される。前項までの検討結果から、目視による舗装の点検評価により、舗装の損傷レベルの傾向が把握できることを確認したが、ヒアリング調査の結果から自治体によって重視する損傷項目や沿道の土地利用形態等によって補修・修繕の優先度に差異があることが明らかになった。このため、各自治体の実情に応じた管理水準の設定が可能となるよう、以下の①～③に示すとおり、各点検区間の舗装の損傷程度を数値化し、さらに各自治体で重視する点検項目や、路線の重要度によって重み付けをする手法を参考例として提案した。

図 2.2-7 に、損傷レベルの点数化による管理水準の設定手法（例）を示す。

- ① 損傷の程度（軽度、中度、重度）を数値化し、単位区間毎の合計評価点から管理水準を設定する手法
- ② 自治体で重視する点検項目の評価点数に重み付けをする手法
- ③ 路線の重要度を加味して重み付けをする手法

損傷程度の点数化(例)

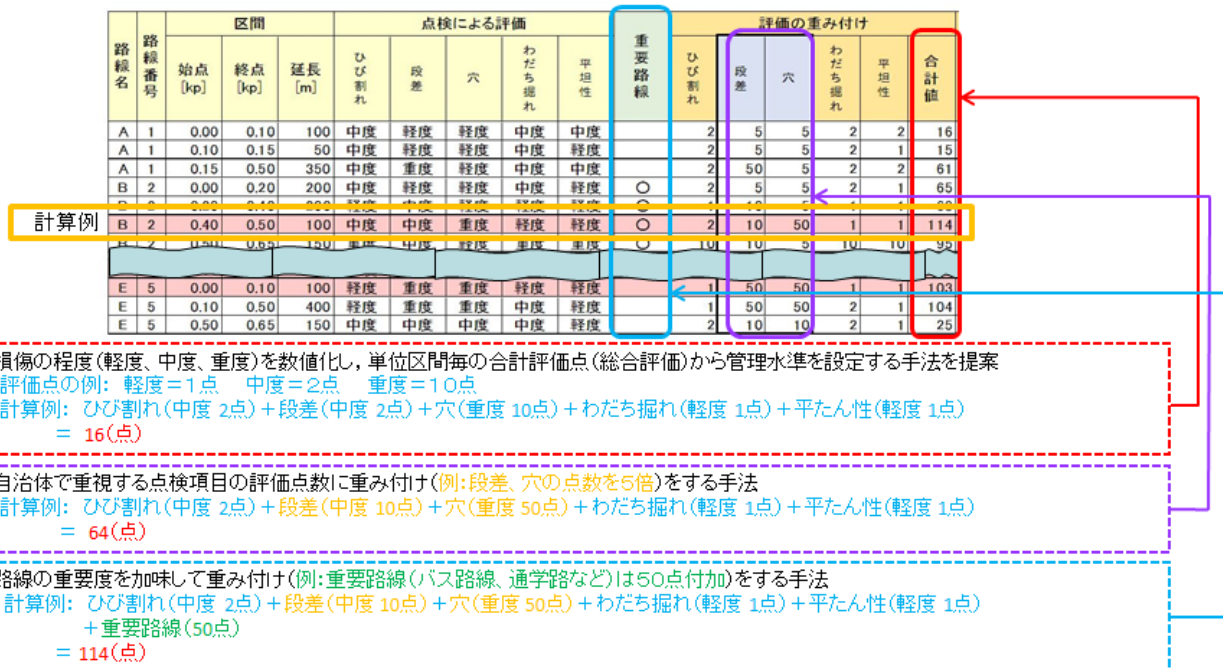


図 2.2-7 損傷レベルの点数化による管理水準の設定手法（例）

図中の①は、点検項目毎に損傷程度を点数化（軽度：1点、中度お：2点、重度：10点）して、点検区間毎の合計評価点から管理水準を設定する例である。

図中の②は、自治体で重視する点検項目の評価点数に重み付けする手法で、段差、穴の点数を5倍にして計算した例である。

図中の③は、路線の重要度を加味して重み付けをする手法で、バス路線、通学路などの各自治体で重要と考える路線上の点検区間では、評価点数の合計値に50点を加算した例である。

このように点検区間毎に得られた損傷度合いを示す数値をもとに管理水準を設定することで、各自治体の実情に応じた維持・更新が可能になると考える。

(5) まとめ

本研究では、より簡易で安価に舗装の点検評価ができる手法として「目視」による点検評価手法について検討を行い、点検精度や評価基準の妥当性を確認し、点検項目及び評価基準を提案した。また、ヒアリング調査の結果から、自治体によって重視する点検項目や路線の重要度等によって補修・修繕の優先度に差異があることが明らかになった。このため、損傷の程度を点数化し、さらに点検項目や路線の重要度等によって点検結果に重み付けをすることで、個々の自治体の維持管理の実情に即した管理水準を設定する手法を提案した。

3. 簡易で効果的な道路点検評価手法の提案

3.1 目視による舗装点検評価手法の検討

前章までの検討結果から、より簡易で安価な舗装の点検評価手法として、目視による舗装点検評価手法を提案した。

個々の自治体が目視による舗装の点検評価を行う場合、財政的、人的制約や日常の維持管理方法等の実情を考慮した点検マニュアルの整備が必要となる。そこで個々の自治体の実情に応じた舗装点検マニュアルの策定を支援する技術資料として「生活道路における目視による舗装点検評価マニュアル作成の手引き（案）」（以下、手引き（案））を提案したので、以下に概要を述べる。

(1) 手引き（案）の概要

手引き（案）では、個々の自治体が目視による舗装点検マニュアルを作成する際に盛り込むべき事項や留意事項、決定すべき内容の選択肢等を提示し、本手引き書（案）を読み進めることで「生活道路に

おける目視による舗装点検評価マニュアル」（以下、目視点検マニュアル）が作成できるよう配慮した。なお、構成は以下のとおりとした。

第1章 本書について

第2章 点検項目

第3章 評価方法

ここで、第1章では、手引き書（案）の位置づけ、適用範囲、目視点検マニュアルの章立て等について研究成果や参考文献等を用いて解説している。また、第2章では、各点検項目の定義と一般的な点検項目を明示した上で、自治体の実情に応じて点検項目が選定できるよう選択肢を提示したほか、点検区間の設定方法について数例を挙げて解説した。第3章では評価基準の考え方として、文献調査の結果等をもとに評価基準のしきい値の設定方法を提示したほか、点検者による点検結果のバラツキに関する知見及びバラツキの軽減方策を解説した。さらに各点検項目の評価方法や点検箇所全体を対象にした総合評価手法についても例示した。

(2) まとめ

個々の自治体が目視による舗装の点検評価を持続的に実施し、データを蓄積することで、自治体における効率的な舗装マネジメントが可能となる。このため点検マニュアルの整備は必須であることから、本研究では自治体の財政的、人的制約や日常の維持管理方法等の実情に応じた目視による舗装の点検評価が実施出来るよう、舗装の点検評価に必要なマニュアルの策定を支援する技術資料として「生活道路における目視による簡易な舗装点検評価マニュアル作成の手引き（案）」を作成した。

3.2 簡易なIRI計測による舗装点検評価手法の検討

本研究では、幹線道路から生活道路までの幅広い道路を対象として、簡易な路面平坦性測定装置によって通常のパトロール時に路面の国際ラフネス指数（以下、IRI）を平行して自動取得しておき、そのデータをストックして必要な時に解析や評価を行うことで維持管理の省力化を図る手法について検討した。

このような手法を用いる場合、様々な走行速度や、多少の速度変化及び信号や交差点での発進・停止を伴う中で測定を行うこととなる。そこで、簡易なIRI測定装置により得られるIRI値が測定時の速度や加発進・停止・加速・減速によってどのような影響を受けるのかといった基礎的な計器特性を把握した。

また、GPS・GISを活用したIRI計測データの可視化により路面の損傷程度の判別を容易にすることで計測データの評価作業を効率化する手法について検討した。また、現場技術者が本手法を用いて簡易にIRI計測を行うことで舗装の点検評価ができるように「加速度計を用いた簡易路面平坦性測定装置による平坦性計測マニュアル(案)」を提案した。

本研究の内容について、以下に詳述する。

(1) 加速度計によるIRI計測方法

本検討で用いた簡易なIRI測定装置とは、車両バネ上及びバネ下に設置した2つの加速度計から得られる上下加速度を逆解析することによって路面プロファイルを測定し、リアルタイムでIRIを算出する装置である。2個の加速度計とGPSセンサ、アンプ及びデータ処理ソフトを内蔵したモバイルパソコンで構成され、製品として販売されている。本装置は、任意の車両に取り付けることができ、走行しながらの計測が可能であることから、計測が非常に容易で経済的な負担も少ないことが特徴として挙げられる。



写真 3. 2-1 試験に使用した車両

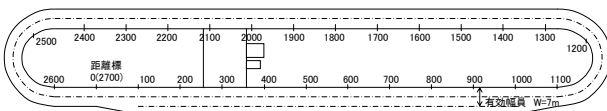


図 3. 2-1 測定を行った周回路の概要

試験に使用した車両は、パトロールカーを想定した一般乗用車タイプの車両(写真 3. 2-1)であり、前述のIRI測定装置を搭載したこの車両を、当研究所の施設である苫小牧寒地試験道路周回路(全延長：2,700m、図 3. 2-1)で走行させ、車両の低速度走行や発進停止や加減速によってIRIの計測値がどのような影響を受けるのかを調査計測した。さらに、簡易なIRI測定装置によるIRI値の再現性や他の路面

プロファイラとの整合性についても測定した。

(2) 計測車両の低速度走行の影響に関する検討

1) 計測手法

試験車両のギアはドライブに固定し、計測車両を10km/h、15km/h、20km/h、25km/h、30km/h、35km/h、40km/h、50km/h、60km/hの一定速度で周回路一周約2700m区間の同一車線上を走行させ、車両の走行速度がIRIの測定値にどのような影響を及ぼしているかを把握した。試験対象速度は、一般道では最高速度が60km/hであり、かつ、生活道路などの測定を行う場合には20km/h程度の低速度での走行が余儀なくされるため、それらの速度域での測定を行うこととした。なお、製品の仕様としては、40km/h以上での測定が目安とされているが、本検討ではそれ以下の速度域での測定の可能性に着目している。

2) 計測結果

計測車両の速度を変えて約2700mの周回路を一周ずつ走行して得られたIRI値(基底長10m)を図3. 2-2に示す。同一の測線上を走行しているにもかかわらず、車両速度が10km/hと15km/hの時はIRI値が大きく測定されていることがわかる。それと比較して、走行速度が20km/h以上で測定されたIRI値は、概ね同じような値となっている。

図3. 2-3には、走行速度毎のIRI測定値の平均値及び標準偏差を整理した結果を示す。走行速度が20km/hを下回ると、IRI値が大きく算出されており、標準偏差も大きいことから変動幅が大きくなっていることがわかる。これらのことから、生活道路など低速度でIRIの計測を余儀なくされる場合においても、測定速度は20km/h以上を確保することが一つの目安になると考えられる。

(3) 計測車両の発進、停止、加減速の影響に関する検討

1) 計測手法

周回路の直線区間1,000mを100m区切りで10区間設定し、各100m区間で発進、加速、減速、停止を繰り返して当該区間のIRIの計測を行い、車両の発進停止や加速・減速によってIRIの測定値がどのような影響を受けるのかを把握した。

2) 計測結果

1,000mの区間を100m毎に区切って繰り返し発進・停止させたときのIRI値を図3. 2-4に示す。図中には、比較のために30km/hの一定速度で同一区間を走行させたときのIRI値を点線で、発進・停止

をさせているときの車両速度を丸印でプロットしてある。

発進停止・加減速試験時の IRI 値は、特に発進後の加速時に大きな IRI 値を示しており、一定速度での走行時に計測された IRI 値と比べて値がかけはなれている傾向となっている。加速が終わり車両速度が 20km/h 以上となった後から、停止のために減速している間は、IRI 値の差が小さい。図 3. 2-5 には、加減速試験時の IRI 値と一定速度時の IRI 値の差と、計測車両の加速度との関係をグラフで示した。加速している時には一定速度での IRI 値よりも大きい IRI 値となる傾向があり、特に加速度が 0.5m/s^2 以上では差が大きくなる傾向が認められる。加速度が大きいときに測定された IRI 値は信頼度が低いと考える必要がある。一方、減速時には IRI 値の差が小さく、概ね測定が成立していると判断できる。加速と減速では IRI 値に及ぼす影響が異なることが確認できた。

(4) 再現性の確認試験

1) 試験方法

計測車両を 40km/h の一定速度で周回路一周約 2700m 区間の同一車線上を 10 回走行し、各走行回の IRI 値の再現性を把握した。

2) 試験結果

計測車両を 40km/h の一定速度で周回路一周約 2700m 区間の同一車線上を 10 回走行させ、各回の IRI 値の整理した結果を図 3. 2-6 に示す。図中には 1 回目、5 回目、10 回目の結果を抜粋して示している。いずれの測定においても同一地点の IRI 値はほぼ同じであることがわかる。本図では煩雑になるのを避けるために 3 回分の結果だけを示したが、10 回計測を行った結果は全て図 3. 2-6 に示した線に近いところにプロットされる。10 回測定を行った結果から得られた各地点の IRI 値の標準偏差は 0.25 となり、非常に高い再現性を示すことが確認された。このことから、本装置によって路面の IRI 値を把握するためには、一定速度での 1 回の測定で実用上は十分であると考えられる。なお、図 3. 2-6 及び後述する図 3. 2-7 の IRI 値が図 3. 2-2 に示した IRI 値と異なっているのは、これらの測定が期間の離れた別の日に行ったものであり、その間に周回路舗装路面の補修が実施されたためである。

(5) 小型プロファイラによる IRI 値との比較試験

1) 試験方法

簡易な IRI 測定装置で測定を行った同じ測線上で、

小型プロファイラを用いて路面の平坦性を測定し、各々の測定から得られた IRI 値を比較した。試験に用いた小型プロファイラは、2 個のレーザセンサを搭載したキャリアを道路の縦断方向に人力でけん引し、計算処理によって凹凸形状及び IRI 値を求める装置である。

2) 試験結果

周回路 2,700m の同一測線上を簡易な IRI 測定装置及び小型プロファイラの各々で測定した IRI の測定結果を図 3. 2-7 に示す。各々のプロファイラで得られた IRI 値はいずれもその値や各地点の凹凸傾向がほぼ同じであることがわかる。図 3. 2-8 には、各々の装置で得られた IRI 値の対応を整理した結果を示した。両者の相関係数は 0.8 以上と非常に高い相関が見られる。

(6) 計測データの可視化による点検評価手法

IRI 計測データは、計測区間毎の IRI 値で一般的に表現される。この膨大なデータから舗装路面の損傷程度を把握し、健全度を評価する作業において、路面の損傷程度の判別を容易にすることで作業の効率化を図ることは有益である。このため、IRI データ計測時と同時に得られる GPS データと、GIS をマッチングさせて、地図や航空写真上で IRI 計測データを視覚的に捉える手法を提案した。

国土交通省国土地理院が提供している「地理院マップシート」を利用し、IRI 計測データ、緯度・軽度情報を Kml ファイルへ変換し、地理院地図（電子国土 Web）上で IRI 値を可視化した例を図 3. 2-9 に示す。図の凡例に示すとおり IRI 値を区分毎に色分けして表示することができ、容易に IRI 値の判別ができるよう支援する手法である。

(7) 加速度計を用いた簡易路面平坦性測定装置による平坦性計測マニュアル（案）の概要

現場技術者が簡易に IRI 計測を実施し、舗装の点検評価ができるように、加速度計を用いた簡易路面平坦性測定装置による平坦性計測マニュアル（案）（以下、マニュアル（案））を作成した。

なお、マニュアル（案）構成は以下のとおりとした。

第 1 章 計測方法の概要、しくみ

第 2 章 測定速度の影響、加減速の影響、再現性、測定精度

第 3 章 補修等判断目安

第 4 章 IRI データの地図上表示方法

第 5 章 調査事例、活用事例

ここで、第 1 章では、加速度計を用いた簡易な路

面平坦性測定装置による IRI の計測方法の概要及び加速度計を用いた簡易な IRI 測定装置の仕組みを解説した。第 2 章では、高速走行（通常は 80km/h 程度）での計測用に開発された簡易な IRI 測定装置について、走向速度（低速）と加減速がデータに与える影響のほか、小型プロファイラで計測した IRI 値との比較によるデータの再現性や測定精度について示した。

第 3 章では、IRI 値が良好な区間と不良な区間の IRI 値の分布状況から補修等の判断目安の設定方法の一例を示した。第 4 章では、技術者の誰もが地図上や航空写真上で IRI 値を可視化できるよう、GPS 及び IRI 計測データの数値や使用ファイルの取り扱い方法を具体的に解説した。

また、第 5 章では、実際の計測時の参考となるよう、現道における IRI 計測の調査事例及び活用事例を示した。

(8) まとめ

加速度計による簡易な IRI 計測方法について技術的な検討を実施した結果、再現性の高さや値の正確性を確認することができた。また、低速走行（20km/h 以上）による計測が可能で、走行速度が低い生活道路でも利用できることを確認した。

このほか、GPS・GIS を活用した IRI 計測データの可視化によって路面損傷の程度を効率的に把握し、健全度を評価する手法を提案した。さらに、現場技術者が簡易に IRI 計測を行い、路面損傷の点検評価ができるようにマニュアル（案）を作成した。

参考文献

- 1) 社団法人日本道路協会：道路維持修繕要綱，昭和 62 年 10 月
- 2) 国土交通省：総点検実施要領（案）【舗装編】（参考資料），平成 25 年 2 月
- 3) 社団法人日本道路協会：舗装調査・試験法便覧〔第 1 分冊〕，平成 19 年 6 月
- 4) 星卓見，丸山記美雄，木村孝司：目視による簡易な舗装点検に関する検討，平成 27 年度土木学会北海道支部論文報告集第 27 号，部門 E，E-21，2016
- 5) 亀山修一，金森弘晃，井上昌幸，浅田拓海，川端伸一郎：舗装路面の目視点検の精度に関する研究，土木学会論文集 E1（舗装工学），Vol.71，NO.3，pp.I_25-I_30，2015

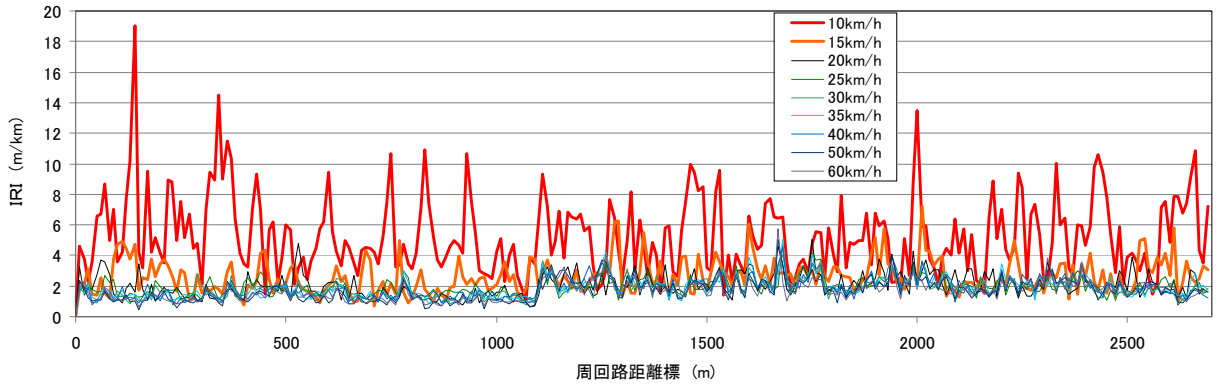


図 3.2-2 測定時の速度と IRI 値の関係

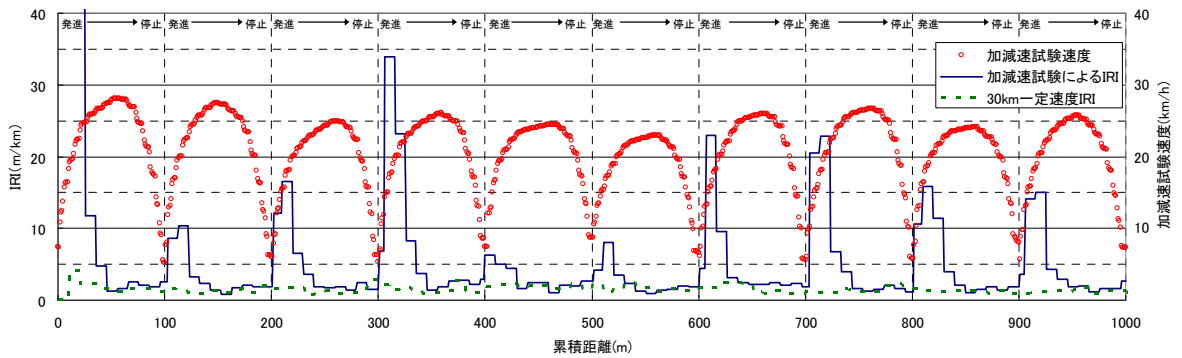


図 3.2-4 繰り返し発進停止に伴う速度変化と IRI 値関係

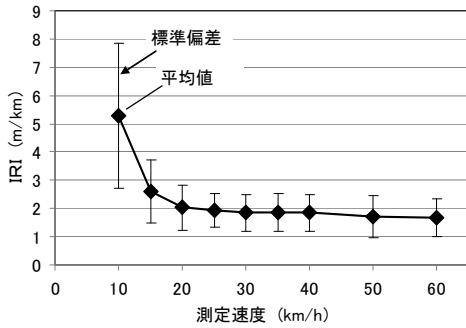


図 3.2-3 測定時の速度と IRI 値の平均値と標準偏差

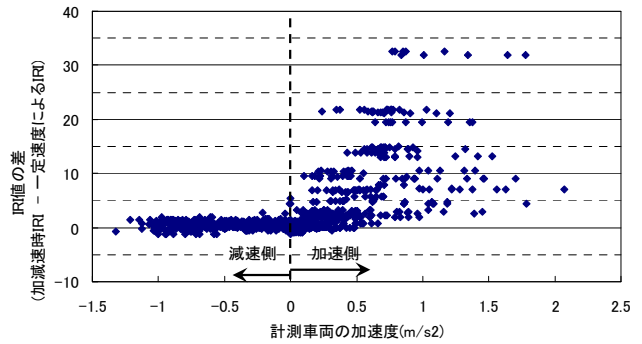


図 3.2-5 加速度が IRI 値に及ぼす影響整理結果

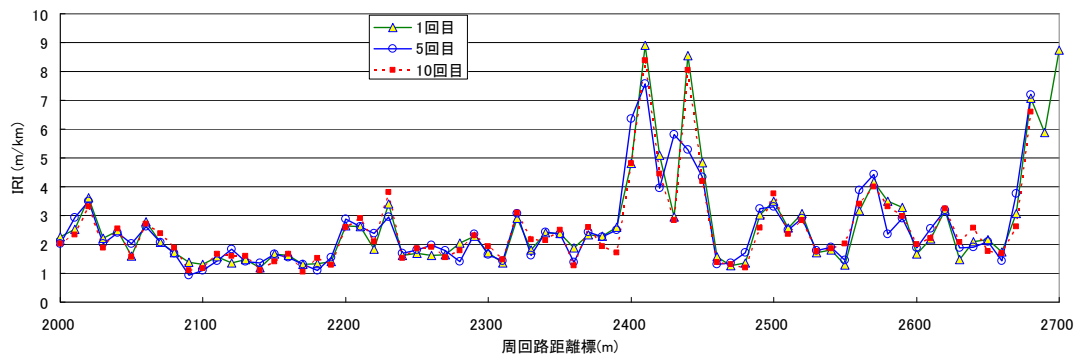


図 3.2-6 IRI 測定値の再現性試験結果 (1、5、10 回目の 2000~2700 区間の IRI 値を抜粋表示)

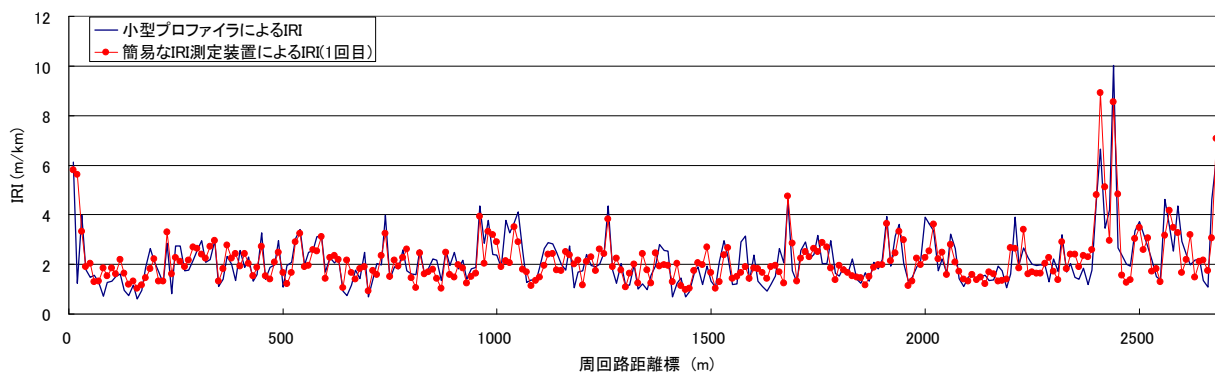


図 3.2-7 簡易な IRI 測定装置および小型プロファイラでの IRI 値対比結果

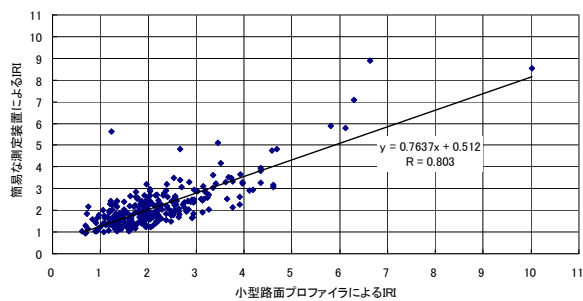


図 3.2-8 各々の装置で得られた IRI 値の対応関係



図 3.2-9 地理院地図（電子国土 Web）を利用した IRI 計測値の可視化（例）

A Study on Simplified Pavement Inspection and Assessment Method

Research budget: Grants for operating expenses
(general account)
Duration of research: FY 2011-2015
Research team: Road Maintenance Research Team
Authors: KIMURA Takashi,
MARUYAMA Kimio,
HOSHI Takumi

Abstract

Japan's social capital, which was rapidly developed during the high economic growth period, is in the renewal period. Introduction of asset management techniques for conducting systematic maintenance and renewal of social capital has been progressing. However, some local governments are not able to secure experts for appropriately conduct inspection and assessment of road pavements or sufficient budget necessary for conducting inspection, surveys, maintenance, and renewal of such pavements. For such local governments, introduction of a systematic pavement management is extremely difficult and selection of appropriate inspection and assessment method is posing them challenges. Especially in cold, snowy regions, roads owned and managed by local governments tend to be markedly damaged from frost heaving and freeze-thaw actions. To address the needs in maintenance and renewal of rapidly deteriorating roads, development of a simple inspection and assessment technique, which is able to be introduced by local governments, has been called for. This study examined inspection and assessment techniques for pavement of local governments, which do not always have sufficient human resources or budget. Development of a new inspection and assessment technique, which is simpler and more effective than the conventional techniques, and based on a priority system, would provide wider choices to the local government to suits their management scale. We examined a pavement inspection and assessment technique using visual inspection and that using simple international roughness index (IRI) measurement. For the pavement inspection and assessment method that uses visual inspection, accuracy and validity of assessment standards were verified; and inspection items, assessment standards, and an assessment method based on a rating of damage levels were proposed. We created a technical material titled, the *Guide for Creation of Simple Pavement Inspection and Assessment Method using Visual Inspection for Residential Roads* (draft) with a view to support the local governments in formulating their own pavement inspection and assessment manuals. By using the created manual, the local governments were going to be able to conduct visual pavement inspection and assessment that suits their financial, personnel, and daily maintenance conditions. For the pavement inspection and assessment method using simple IRI measurements, we technically examined the simple method of IRI measurements, and verified that IRI measurements are usable on residential roads with low legal traveling speed because IRI measurements are possible during low speed traveling of at least 20km/h. Furthermore, we proposed a pavement inspection and assessment method through visualization of IRI measurement data obtained through the uses of GPS and GIS. To assist the engineers who use the simple IRI measurement technique, we created the *Manual for Flatness Measurement by using a Simplified Road Surface Flatness Measurement Device with an Accelerometer* (draft).

Key words: pavement diagnosis, inspection and assessment, simple, visual inspection, flatness, IRI, GPS, GIS, pavement inspection manual