

路面性状調査結果を踏まえた舗装補修システムの構築

西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社 非会員 ○松本 剛也
 西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社 正会員 樫山 好幸
 西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社 非会員 三木 健一
 金沢大学理工研究域環境デザイン学系 正会員 深田 宰史

1. 舗装劣化の現状と課題

舗装路面は高速道路を利用するお客様の安全性・快適性に直接関わる重要構造物であり、安全でかつ快適な道路空間を確保するためには、限られた予算の中で適切な時期に予防保全的な維持管理を実施していく舗装補修システムを構築することが求められている。

NEXCO 西日本関西地区では、4 年程度しか経過していない新名神高速道路のような新規路線や供用後 49 年が経過している名神高速道路のような重交通路線を合わせ、供用延長約 3,300km 車線の舗装の効率的かつ経済的な維持管理が必要な状況にある。このような状況のもと、近年では、高機能舗装が進む一方で連続的に発生するわだち掘れ等の損傷は減少しているものの、断続的または局部的に陥没・段差を伴う損傷が増加し、さらに、損傷も舗装表面のみが劣化する機能的損傷から舗装体内部が損傷する構造的損傷へと損傷形態も推移しつつあるのが現状である。

このような局所的な損傷に対して、NEXCO 西日本で規定する路面管理指標で評価した場合、100m または 200 m 単位の評価基準長¹⁾を用いると路面性状値が平均化されて、小さく評価されるために補修対象に選定されず、道路管理者が現地で判断する補修箇所と計画箇所に乖離が生じていた。

そこで本研究では、実態と計画との乖離を解消するために、従来の補修計画では用いられていなかった、局所的な損傷抽出ができる新たな評価項目を提案した。さらに補修範囲を選定するルールを策定して補修優先順位を決定する総合的な評価を行うことができる舗装補修システムを構築した。

2. 従来の補修目標値と基準長を縮小した評価

路面の管理水準を一定に保ち良好な走行ができる道

路を供用するための基準として、NEXCO では表-1 に示す補修目標値が規定されている¹⁾。

表-1 補修目標値

わだち掘れ (mm)	段差(mm)		すべり摩擦係数 (μV)	平坦性 IRI(mm/m)	ひび割れ率 (%)
	橋梁の取付部	横断構造物 取付部			
25	20	30	0.25	3.5	20

この補修目標値とは、損傷の項目がこの値に達するまでに補修を行なうことが望ましいことを示す指標であり、わだち掘れ、段差、すべり摩擦係数、縦断方向の平坦性 (国際ラフネス指数 $IRI^{2) 3)}$ およびひび割れ率の 5 つの指標に対して設定されている。

関西地区ではこれらの補修目標値を超過した箇所を対象に、補修改良が必要な項目および範囲を定め、点数化して総合的な補修の順位付けを実施していた。

しかしながら、近年関西地区で多く確認されている局所的・断続的に陥没や段差を伴い発生する損傷は、NEXCO 西日本で規定する路面管理指標で評価した場合、100m または 200m の評価基準長を用いると路面性状値が平均化されることで、結果的に補修箇所に選定されない状況も生じている。

一方、補修目標値を満たさない局所的に発生した損傷箇所を放置した場合、ポットホールへの進行が懸念されるほか、舗装体深層部まで弱体化を及ぼす可能性もあり、出来るだけ早い段階でこまめな補修を実施しておく事が望ましい。そこで、局所的な損傷箇所を抽出するため、表-2 に示すとおり各種舗装調査の測定ピッチと評価基準長を変更した。

実際に、現況の評価基準長による補修目標値では局所的損傷が抽出されていない事例として、路面損傷状況や走行性が非常に悪化している路線の一部区間のひ

キーワード 路面性状調査、舗装補修計画、ひび割れ、IRI

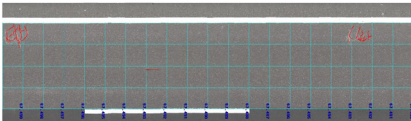
連絡先 〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町 5 番 26 号 西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社 TEL 072-658-2420

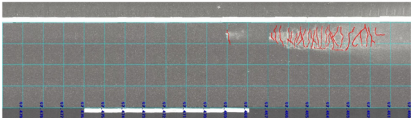
び割れ展開図を写真-1 に示す。

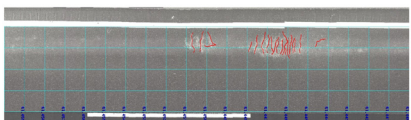
表-2 測定ピッチと評価単位の変更

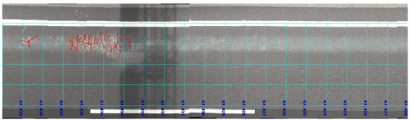
項目	縦断方向測定ピッチ		評価単位	
	変更前	変更後	変更前	変更後
ひび割れ	全範囲	全範囲	100m	100m,10m
わだち掘れ	20m	1m	100m	100m,10m
IRI	25cm	1cm	200m	200m,10m

路線名	上下別	走行レーン	出力範囲KP	ひび割れ率 _100(%)
〇〇自動車道	上り線	走行	67.500~67.400	14.5

	項 目	67.500 ~ 67.490	67.490 ~ 67.480
ひび割れ率 _10(%)	9.0	5.0	

	項 目	67.480 ~ 67.470	67.470 ~ 67.460
ひび割れ率 _10(%)	0.0	32.3	

	項 目	67.460 ~ 67.450	67.450 ~ 67.440
ひび割れ率 _10(%)	5.0	16.5	

	項 目	67.440 ~ 67.430	67.430 ~ 67.420
ひび割れ率 _10(%)	22.3	0.0	

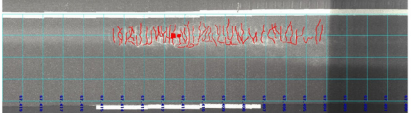
	項 目	67.420 ~ 67.410	67.410 ~ 67.400
ひび割れ率 _10(%)	25.0	30.0	

写真-1 ひび割れ展開図

帯写真は 20m/段となっており、5 段の写真で合計 100 m 区間の路面状況を表している（太線はひびわれ、ハッチング箇所はポットホールを示す）。帯写真の最上部の枠内に記載しているひびわれ率（14.5%）は、従来の評価基準長 100m での区間におけるひび割れ率を示し、各帯写真の右枠内に表記されるひび割れ率は、それぞれ 10m 区間毎のひび割れ率を示す。

NEXCO 西日本で規定される評価基準長 100m で評価した場合、この区間では補修の必要性はないと判断されるが、各段の帯写真右に記載される評価基準長 10m でのひび割れ率は、部分的に 20%~30% と高い数字を示していることがわかる。このひび割れ率の高い部分の路面状態を確認したところ、ポンピングを伴う亀甲状ひび割れとなっているうえ、ポットホールが発生している箇所も確認されており、早急に補修を実施す

ることが望まれる区間といえる。

事例に示したように、測定ピッチと評価単位を細かくすることで、局部的な損傷箇所の数値による評価や今まで補修対象とならなかった損傷箇所の抽出が可能となることわかる。

そこで、今後の補修計画策定に活用する為、代表的な路面性状項目（ひび割れ率、IRI、わだち掘れ）の局部的な損傷について以下に検証する。

（１）ひび割れ

ひび割れ測定では、舗装表面上のひび割れの状態をひび割れ率として評価することが可能な反面、ひび割れ深さが把握できないという課題が挙げられる。

そこで、局部的に発生したひび割れ部において、深さ方向へどの程度進行しているか確認するため、コア採取データを基に検証を行なった。使用したコアは、関西地区の積雪が多い一路線でランダムに採取したもの（101 本）であり、評価基準長 20m（以下、「ひび割れ率_20」という）区間におけるひび割れ率とその箇所におけるひび割れ深さの関係について確認した。なお、現地での確認の際の評価基準長は 20m および 100m で算出していたため、局部的な損傷の評価を 20m として実施した。比較検証結果を図-1 に示す。

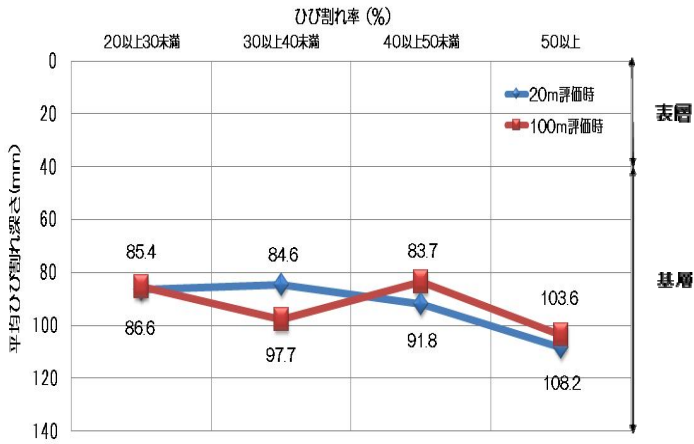


図-1 ひび割れ深さとひび割れ率

ひび割れ率_20 におけるひび割れ率が 20% 程度の場合の平均ひび割れ深さは、基層中心部まで及んでいる。評価基準長 100m（以下、「ひび割れ率_100」という）およびひび割れ率_20 でのひび割れ深さは概ね同様な傾向を示しており、補修対象として考慮していく必要がある。この結果からも、評価基準長 10m（以下、「ひ

び割れ率_10」という)で局所的な損傷を抽出し、補修対象とするとともに 10m単位での損傷箇所が連続して発生した場合、補修対象候補として早い段階で補修を実施していくことが望ましい。ひび割れ率_100 では補修目標値に達していないため補修を保留した局部損傷箇所は、深さ方向へのひび割れが進行している可能性が高く、内部への浸水等により舗装体下部まで影響を及ぼす恐れがある。

次なる検証として、路面性状調査結果と補修予定箇所との相関が特に低かった管内の路線を対象に「補修予定箇所の発注図面」と「路面性状値(評価基準長を細分化した数値を含む)」の関係の確認を行なった。

図-2 は縦軸に損傷ファクターを、横軸に 100m毎にキロポストを表示している。1 メッシュを 10m として事務所が選定した補修予定箇所を旗揚げした。

事務所が補修を予定した区間																																																
道路構造	DB	DB	DB	DB	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DB	DB	DB	DB	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC	DC			
K P					505.9												505.8												505.7																			
舗装種別	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7			
補修年度	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	
すべり摩耗抵抗(μ)																																																
わだち量_100(mm)	10																7												7												7							
わだち量_10(mm)	7	11	9	10	7	9	6	6	7	8	7	5	5	6	5	5	7	6	9	6	5	5	7	9	6	6	7	9	6	6	7	9	6	6	7	9	6	6	7	9	6	6	7	9	6	6	7	9
ひび割れ率_100 (%)	15																9												10												13							
ひび割れ率_10 (%)	36	17	13	5	40	8	3	3	11	30	4	3	19	6	3	13	7	11	3	3	3	4	3	20	31	50	6	3	15	27	3																	
IRI_200 (mm/m)	25																32												32												25							
IRI_10 (mm/m)	45	50	30	22	45	62	15	23	38	43	35	29	14	17	18	15	36	48	25	19	27	15	34	30	38	10	33	22	16	26	26																	

図-2 補修予定箇所と路面性状値の確認

この舗装対象区間をひび割れ率_100 で確認したところ、KP506.0~505.9 区間で 15%、KP505.9~505.8 区間で 9%、KP505.8~505.7 区間で 10%と、KP505.7~505.6 区間で 13%と補修目標値は超過しておらず、従来の判定方法ではこの区間の補修の必要性はないと判断される。

しかし、評価基準長を細分化したひび割れ率_10 については、20%を超過する局所的損傷箇所が多く確認されており、従来の評価基準長では補修目標値を超過していない箇所でも、局所的でかつ断続的なスポット損傷が多く発生していることがわかる。この様に、局部的・断続的に発生する損傷を抽出し、補修計画へ繋げることが必要と考える。

そこで、局所的なひび割れ率_10 を抽出していくこととしたものの、何パーセント以上のものを抽出してい

くことが望ましいかという課題が挙げられたため、事務所ヒアリング結果を基に管内の「補修予定区間」内に評価基準長を細分化した場合の局部損傷箇所がどの程度存在するか確認し、各舗装補修予定箇所にどのレベルのひび割れ率(50%以上箇所、40%以上箇所、30%以上箇所、20%以上箇所)が存在するかを算出した。

それぞれの区間に一つでも存在する場合は『一致』、一つも存在しない場合は『不一致』として集計した結果を図-3 に示す。

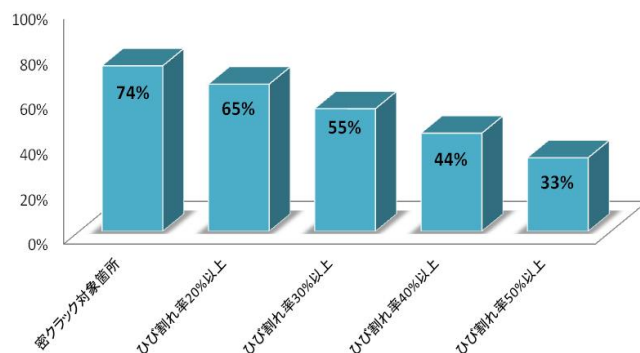


図-3 補修予定箇所内のひび割れ率_10 の割合

さらなる検証として、ひび割れが近隣に 2 本以上入っている箇所(以下、「密クラック」という)だけを抽出した場合、一致率が 74%近くまで上がった。

しかし、密クラックの算出は容易であるものの、定義が不十分である上、対象とするデータ数が多くなる等の課題も挙げられるため、今後さらなる分析(システムによる長さ・幅の算出)を実施していくこととし、本研究においては、補修箇所選定のファクターとしては考慮しないこととした。

また、写真-1 のひび割れ展開図でも確認できるとおり、ひび割れ率_10 においてひび割れ率が 20%程度に達した場合では、表面状態は非常に悪く、既にポットホールが発生しているほか、図-1 でも深さ方向のひび割れは基層部まで及んでいる可能性が高い。

そこで、ひび割れ率_10 に関してはひび割れ率_100 と同様に 20%以上の箇所を抽出することとした。

(2) I R I

IRI(国際ラフネス指数)とは、乗り心地を舗装のサービスアビリティとする際の指標として、1986 年世界銀行から提案されたもので、NEXCO 西日本では、評価基準長 200m(以下、「IRI_200」という)に対し、3.5

mm/mの補修目標値で管理している。

しかし、ひび割れ測定と同様に IRI_200 による評価では、局部的な損傷箇所が結果に反映されない状況が確認されているほか、路面管理者からも、200m区間の中においてどの部分が最も乗り心地に影響しているか知りたいという声も多いことから、評価基準長 10m（以下、「IRI_10」という）での計測・解析を実施した。

また、橋梁伸縮継手付近で生じる路面凹凸は、通行車両の走行性の悪化以外に、橋梁にも大きな衝撃力を与えており、その衝撃力は床版や伸縮継手への大きな負担であるとともに、低周波や振動などの環境問題へと発展する可能性が高い。そこで、金沢大学との共同研究⁴⁾において、NEXCO 設計要領に記載されている段差の補修目標値 20 mmと IRI_10 に着目し、新たな指標の提案を実施した。

NEXCO 西日本関西地区の 4 路線を選定し、橋梁伸縮装置付近の路面凹凸（路面プロファイル）を弊社測定車により計測した。

伸縮継手箇所 2424 のデータに対して、IRI_10 を新たな評価指標とするための補修目標値を提案するため、IRI_10 と評価基準長 10m 内の平均凹凸高、偏差凹凸高および最大振幅との相関性を確認した。それらの結果を図-4 に示す。

図-4 より、平均凹凸高や偏差凹凸高に比べ、最大振幅と IRI_10 との相関が高いことが明らかとなった。

また、設計要領¹⁾に記載される段差の基準が 20 mmであることから、波形より確認される最大振幅 20mm における IRI_10 に着目し、伸縮継手付近における路面凹凸から、IRI_10 においては「7.0」を新たな補修目標値として提案した⁴⁾。

ただし、近似曲線より下方に存在する最大振幅 20mm 箇所は補修対象外となるものの、現地調査時に IRI_10 にて「4.0」以上の箇所に着目することで、走行性が悪い箇所を概ね包括できると考える。

また、関西地区における IRI_10 の分布を確認するため、路面計測車によって計測された 3 路線の路面凹凸に対して IRI_10 を算出し、それぞれの路線でのサンプル数で除した比率を図-5 に示す。なお、上下線の分布において大きな違いがなかったため、ここでは、上下線を合わせた比率でまとめた。

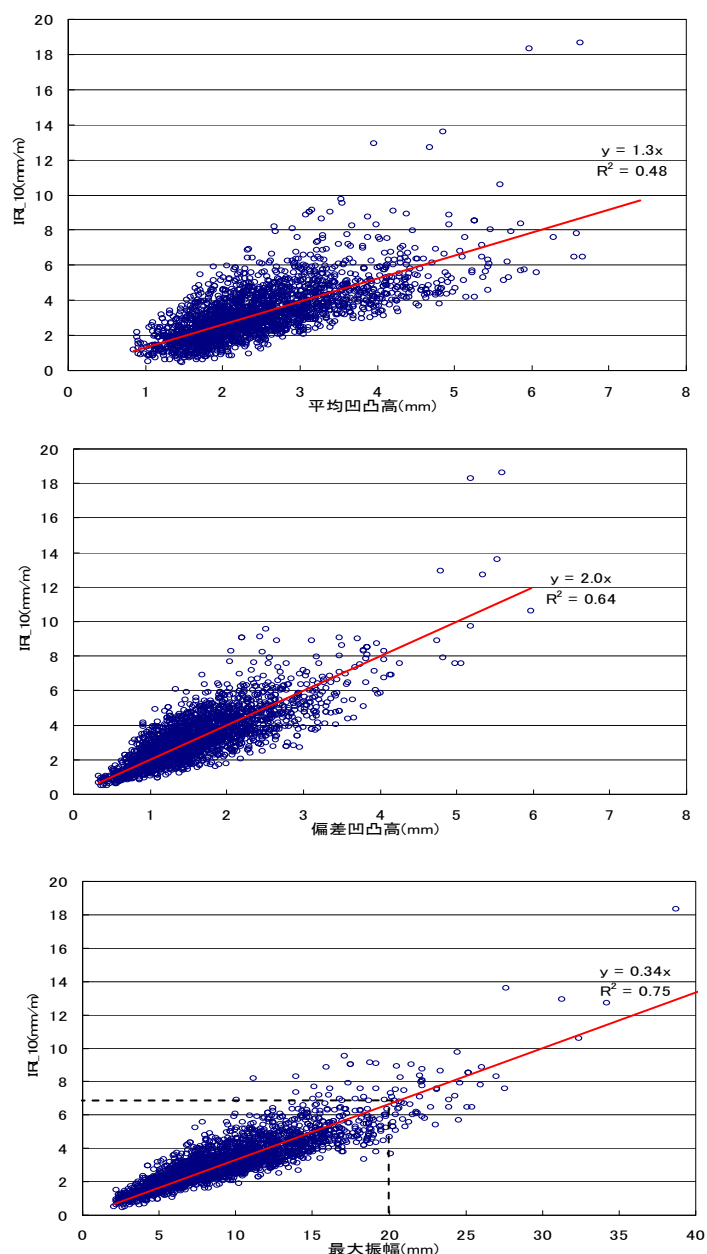


図-4 IRI_10 と平均高、偏差凹凸高、最大振幅との関係

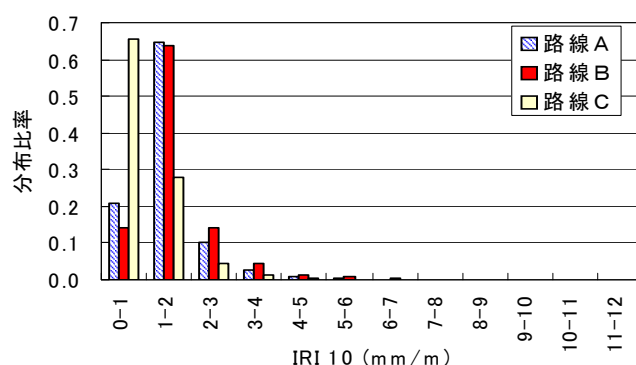


図-5 路線ごとの IRI_10

これより、路線 A および B で IRI_10 は「1.0-2.0」（1 以上 2 未満）に多く分布している。路線 B では IRI_10 にて「2.0」以上の比率が多いことがわかる。路線 C は

対象とした区間が短く、橋梁やトンネルなどの構造物比率が少なかったことや交通量が他の路線に比べて少ないことから IRI₁₀ が「1.0-2.0」（1 以上 2 未満）に多く分布している。3 路線ともに IRI₁₀ が「0-3.0」（0 以上 3 未満）に約 90%が含まれ、IRI₁₀ が「4.0」以上は 2～7%という状況である。

このことから、IRI₁₀ のみで現地にて乗り心地を確認する際には、IRI₁₀「4.0」～IRI₁₀「7.0」区間にも着目していくことが望ましいものの、対象箇所が非常に多くなりすぎる事から、本検討の IRI による劣化箇所抽出については、IRI₂₀₀ で「3.5」もしくは、IRI₁₀ で「7.0」を超過するものを補修対象として抽出することとした。

（3）わだち掘れ

わだち掘れ基準値は、密粒舗装部で雨天時に発生するハイドロプレーニング現象や二輪車の転倒防止の観点から補修目標値が定められている。

しかし、関西地区では高機能舗装化により連続した流動わだち掘れや磨耗わだち掘れによる損傷は大きく減少しているものの、局部的に沈下する損傷が未だ確認されており、わだち掘れの発生形態が変化しつつあることで、従来の評価基準長では局部的な損傷の抽出が困難となってきている。

そこで、ひび割れ・IRI 測定と同様に評価基準長 100m に加え、評価基準長 10m の測定・解析を実施した。

しかしながら、評価基準長 10m において同様の補修目標値により判定することについては疑問が生じたが、高速道路を利用するお客様からは、局部的な沈下箇所に対する苦情も寄せられていることや、二輪車の走行に危険が及ぶ可能性があることから、適切に対応していく必要があると考え、評価基準長 10m で算出された損傷箇所が点在するか、他路面性状項目の評価基準長 10m での評価と連続する場合に補修対象として選定することとした。

3. 舗装データベースによる乖離原因の追及

（1）事務所ヒアリングを踏まえたファクターの抽出

局部的な損傷箇所の傾向および代表的な路面性状調査（ひび割れ率、IRI、わだち掘れ）による損傷箇所抽出のための新たな測定・評価手法についての方向性が確認できた。

しかし、補修計画を策定していくにあたり実際の補修箇所と計画箇所における乖離をさらに小さくすることが望まれるため、平均 300km 車線を管理する 11 事務所の舗装担当者に補修予定箇所の選定理由等についてヒアリングを実施し、乖離原因の追及と補修理由の確認を行った。

各事務所内で概ね共通する補修理由として「目視によるひび割れ、ポットホール、ポンピング箇所及び FWD 結果箇所」を中心に補修箇所の選定を実施している状況であった。補修理由の内訳を図-6 に示す。

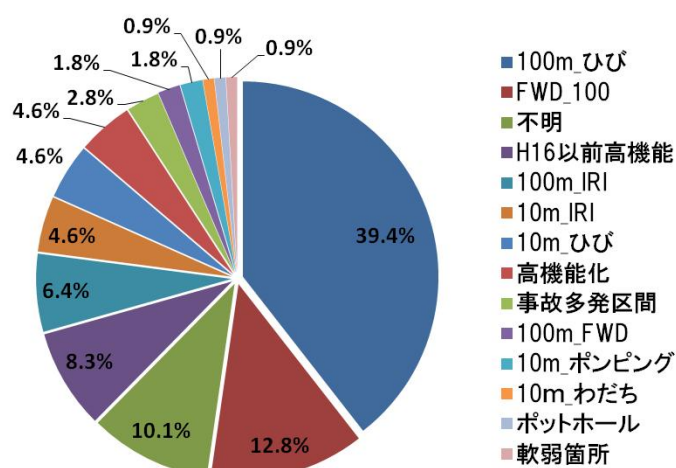


図-6 補修箇所選定理由

各事務所では、新規や繰り返し発生するポットホール発生箇所を如何に補修し、予防するかという考え方に重点を置いており、最も着目すべき調査項目はポットホールの前段階で発生する「局部的にひび割れが密に発生する箇所」や「ポンピングの発生箇所」となる。ひび割れ率₁₀は、局部的な損傷を比較的早い段階で抽出することが可能であるため有効な手法であると判断した。

また現地では、図-6 に記載したとおり主な路面性状調査項目（ひび割れ、IRI、わだち掘れ）以外にも多くの要因を基に補修箇所を選定していることから、評価に必要な損傷ファクターを見直し・活用することで、総合的な評価を実施した。従来の評価項目と新たに評価に用いることとしたファクターを表-3 に示す。

なお、摘要に「参考」と記載したものについては、現状で早急な補修の必要性はないものの、今後舗装の劣化が懸念される箇所として抽出した。

表-3 新たに検討に用いたファクター

項 目	内 容	摘 要
すべり摩擦抵抗	0.25以下の箇所。	従来の評価項目
わだち掘れ量_100	補修目標値(交通量が5万台以上の区間の場合は20mm、 5万台未満の場合は25mm)。	従来の評価項目
ひび割れ率_100	補修目標値(20%)以上の箇所。	従来の評価項目
IRI_200	補修目標値(3.5mm/m)以上の箇所。	従来の評価項目
FWD損傷区分	設計要領に記載のFWD損傷区分による判定	従来の評価項目
わだち掘れ量_10	わだち量_100に準じる。	新規評価項目
ひび割れ率_10	局部的損傷箇所の抽出と早期の補修を目的に(20%)以上の箇所。	新規評価項目
IRI_10	路面プロファイルの最大振幅20mm相当と考えられるIRI_10値で 「7mm/m」を新たな基準として提案。	新規評価項目
事故多発区間	事故多発区間のうち、舗装が原因と考えられる箇所。	新規評価項目
ポットホール等の箇所	ポットホールおよびポンピングが発生している箇所。	新規評価項目
補修回数が多い箇所	補修サイクルが多いため、今後5年以内に再補修があると想定 される箇所、表層ないし基層までの補修がされている箇所。	参考
H16以前に高機能化完了	高機能舗装下の基層部がストラスで施工されており水に弱く、 剥離を生じる可能性が非常に高い箇所。	参考

(2) 劣化進行量や舗装履歴から想定される

補修計画の提案

舗装路面性状調査（ひび割れ率、IRI、わだち掘れ）については、毎年管内全てのデータ取得を実施することは調査能力上困難であることから、当該年度で測定しなかった箇所については、測定時の路面性状値に経年変化に伴う劣化の進行を加味したもので年度計画を策定する必要がある。

しかし、NEXCO 総研で算出されている劣化進行量は、全国平均で算出した数値であり、交通量の多い関西において全国平均を適用すると過小な進行量となる可能性が高いため、過去の路面性状値より過度に進行している特異値は排除した上で算出することとした。

ただし、大型車交通量・路床の耐荷力・気象条件等による損傷の進行度を考慮するため、事務所・路線毎に劣化進行量を算出した。

参考として算出したひび割れの劣化曲線（例）を図-7に示す。劣化進行量は、過去2回以上測定している区間の最新測定値から1回前の測定値を差し引いたものを、補修経過年数で除することで1年あたりの進行量を算出した。

よって、劣化進行量は路線別に構造物区分、舗装種別毎に算出したため、路面性状項目別に約100種類以上算出し、現在の補修計画に活用している。今後は膨大

な舗装ストックに関する劣化予測にも活用していく予定である。

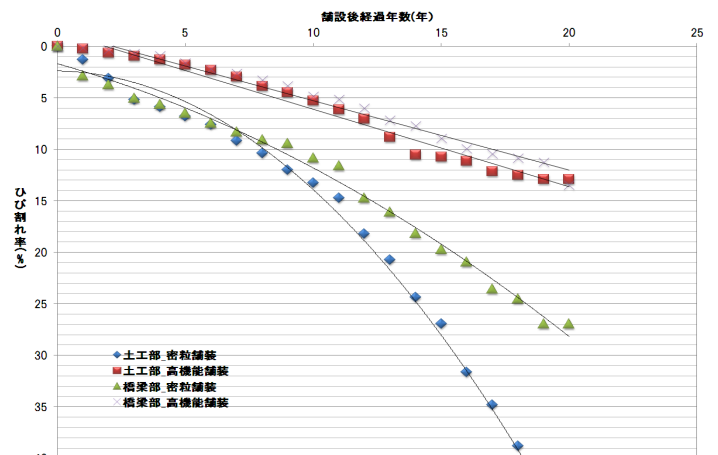


図-7 ひび割れの劣化曲線(例)

また、関西支社管内では供用後49年を迎える名神高速道路をはじめとして、その他の路線においても約50%以上が供用後30年を経過している状況にある。建設当初と比べて3倍以上の交通量の増大や路床耐荷力の減少等により、建設時に想定した舗装厚が不足している可能性も懸念されている。

そこで、多年度にわたるデータの蓄積より、舗装劣化に起因すると思われる要因と区間の抽出等を実施した。

特に、過去のデータからライフサイクルが短い（概ね5年以内に繰り返し補修を実施している）箇所や交通量増大に伴う等値換算厚（TA）不足が懸念される区間等を抽出することで、次回補修時の厚層施工やTA増大等についての提案することとした。

4. 補修範囲選定ルール策定と補修優先順位の決定

局部的な損傷を抽出するための新たな測定・評価手法の変更や補修に関連する多種のファクターを加味することで、総合的に評価することが可能となったものの、断続的に点在する局部的損傷箇所をどのようにグループ化し、補修提案へ結び付けていくかという課題が残っている。そこで、各事務所が発注した設計図を基に、1施工区間を10m毎に分割し、「ひび割れ率_10が20%以上の箇所」が1補修ブロック内にどの程度存在しているか算出した。今回対象とした路線延長35.42km車線に対し、「ひび割れ率_10が20%以上の箇所」は14.41km車線となっており、割合は約40%という結果となった。

したがって、ひび割れ率_10が20%以上の箇所やポットホール・ポンピングの発生箇所、IRI_10が「7.0」以

上等の局部的な損傷箇所も含めて、4割以上が該当する範囲を補修対象箇所と判断することとした(図-8)。

なお、局部的損傷箇所の抽出については、100m以下毎に抽出し、抽出した箇所の中心から補修対象範囲を決定することとした。

- ・ 局部損傷箇所が 4 箇所ある場合、 $40 \div 0.4$ (4 割)
=100m (最大、損傷箇所周辺 100mを補修対象)
 - ・ 局部損傷箇所が 3 箇所ある場合、 $30 \div 0.4$ (4 割)
=75m ≒ 80m (最大、損傷箇所の周辺 80mを補修対象)
 - ・ 局部損傷箇所が 2 箇所ある場合、 $20 \div 0.4$ (4 割)
=50m (最大、損傷箇所の周辺 50mを補修対象)
 - ・ 局部損傷箇所が 1 箇所ある場合、 $10 \div 0.4$ (4 割)
=25m ≒ 30m (最大、損傷箇所の周辺 50mを補修対象)

図-8 局部損傷箇所の補修範囲決定ルール

図-9 に補修範囲決定(例)を示す。KP458.09～458.16 では、ひび割れ率₁₀ で 20%超過している箇所が点在しており、図-8 の補修範囲決定ルールに基づき算出した場合、局部損傷箇所周辺の 150m区間の補修が必要となり、KP458.23～458.27 でも同様に 100m区間の補修が必要となる。この抽出された 150m区間と 100m区間が繋がった場合については、連続した補修箇所として提案することとした。

補修優先順位については、管理する事務所路線毎の特色から、過去にも多くの議論がなされてきている。関西地区だけでも 11 事務所 23 路線が存在しており、施工については様々な条件(交通量、集中工事、気候、規制等)に基づいた優先順位を決定する必要がある。

しかし、現状では補修目標値を超過する箇所は未だ多く、まずは超過箇所の補修を優先する必要があるとともに、定量的に判断するため同一の条件に基づいて優先順位を決定することとした。各補修提案ブロック内の 10m毎に図-10 に示す 5 段階の評価を適用し、平均点数の高いブロックから順に補修提案を行なうこととした。

ただし、以下の項目については優先度が高いと判断し、評価点を別途加算することとした。

- ①事務所へのヒアリング結果では、交通安全面から部分陥没・ポットホール・ポンピング発生箇所を優先的に補修したいとの声も多く点数を加算した。
- ②排水処理が事故の要因と考えられる場合、高機能舗装化を伴う補修は、事故抑制につながる可能性が高

いと考え、点数を加算した。

KP(自)	KP(至)	ひび割れ率 ₁₀₀ (%)	ひび割れ率 ₁₀ (%)	IRI ₁₀ (m/mm)	わだち割れ ₁₀ (mm)	判定
458.03	458.04	9.24	2.81	1.92		
458.04	458.05		10.31	2.72		
458.05	458.06		6.06	2.08		
458.06	458.07		5.61	1.98		
458.07	458.08		13.15	5.23		●
458.08	458.09	17.74	11.04	3.61		●
458.09	458.10		32.33	3.91		●
458.10	458.11		25.92	1.73		●
458.11	458.12		42.06	1.89		●
458.12	458.13		2.81	1.44		●
458.13	458.14	18.82	22.06	2.16		●
458.14	458.15		26.81	3.03		●
458.15	458.16		29.87	1.72		●
458.16	458.17		4.31	0.97		●
458.17	458.18		14.81	1.40		●
458.18	458.19	10.31	3.56	1.28		●
458.19	458.20		5.25	2.58		●
458.20	458.21		14.81	1.67		●
458.21	458.22		13.06	1.32		●
458.22	458.23		4.36	3.37		●
458.23	458.24		25.81	1.48		●
458.24	458.25		32.42	4.36		●
458.25	458.26		42.06	1.86		●
458.26	458.27		26.81	1.61		●
458.27	458.28		16.31	3.41		●
458.28	458.29		9.1	1.99		●
458.29	458.30		5.1	3.12		●
458.30	458.31		2.81	5.52		●
458.31	458.32		11.07	3.21		●
458.32	458.33		2.17	6.65		●

図-9 補修範囲決定(例)

■ ひび割れ率₁₀(%)

基準	点数
$0.0 \leq x < 10.0$	1
$10.0 \leq x < 15.0$	2
$15.0 \leq x < 20.0$	3
$20.0 \leq x < 40.0$	4
$40.0 \leq x$	5

■ IRI₁₀(mm/m)

基準	点数
$0.0 \leq x < 3.5$	1
$3.5 \leq x < 4.5$	2
$4.5 \leq x < 7.0$	3
$7.0 \leq x < 10.0$	4
$10.0 \leq x$	5

■ わだち割れ₁₀(mm) - 5万台以上

基準	点数
$0 \leq x < 10$	1
$10 \leq x < 15$	2
$15 \leq x < 20$	3
$20 \leq x < 25$	4
$25 \leq x$	5

■ すべり摩擦係数(μ)

基準	点数
$x \leq 0.20$	5
$0.20 < x \leq 0.25$	4
$0.25 < x \leq 0.30$	3
$0.30 < x \leq 0.35$	2
$0.35 < x$	1

図-10 優先順位決定における各路面性状値の点数付け

今回実施した様々な取り組みについて、実際の補修予定箇所と弊社で提案した補修計画箇所との一致率の確認を行なった。

対象とした路線は、従来の補修目標値にて評価した際に補修位置の一致率の低かった 3 路線について行なうこととした。結果を表-4 に示す。

表-4 3 路線の一致率

路線	従来の補修目標値での一致率(検討前)	新たな取組みを考慮した一致率(検討後)
路線A	28%	88%
路線B		57%
路線C	-	95%
平均	28%	80%

路線 A・B では、検討前と比較して一致率が大幅に上がっている。評価基準長を細分化したことや、ポット

ホールやポンピング等の点検データを有効に活用したことにより、より詳細に現場状況が反映された結果となった。しかし、未だ乖離が生じている区間も確認されている。現地の路面管理者判断により悪いと判断されたものの、計画にて抽出されない箇所についてはさらなる調査を実施し、納得のできる内容であれば今後のデータベースにファクターとして追加していくための検討を実施していきたい。

また、密粒舗装ではひび割れ率が上がっても破壊に至るまでの時間が非常に長いのに対し、高機能舗装の損傷は局部的に発生し、破壊に至るまでの時間が非常に短く、両者の劣化メカニズムは大きく違っている。

特に、高機能舗装部のひび割れについては、補修目標値の20%に至る前に局部的な破壊（ポットホール等）が生じていることから、補修目標値の見直しや補修ルールについても検討していくことが必要である。

5. まとめ

本研究では、局部的な損傷抽出ができる新たな評価方法を提案し、路面の総合的な評価ができる舗装補修システムを構築した。

本研究において、得られた知見は以下の通りである。

- (1) 補修目標値に用いる従来の評価基準長では路面性状値が平均化されて、小さく評価されていたため、評価基準長を細分化した評価を行い、補修実態との対応を確認した。
- (2) 舗装データベースに基づき補修箇所の選定理由を調べたところ、目視によるひび割れが最も多かったことから、ひび割れ率₁₀を用いることにより、局部的な損傷を比較的早い段階で抽出することができる。
- (3) 従来の補修計画では用いられていなかった評価基準長を縮小した新たな評価項目を提案した。
- (4) 補修範囲選定ルールを策定し、補修優先順位の決定方法を提案した。

6. 今後の補修計画の方向性と課題

関西地区では、NEXCO 関西地区の約 3,300km 車線の維持管理を年間の限られた予算の中で実施していく必要がある。これは、現状の年間補修数量で順次施工を実施した場合、次に同一箇所を施工できるのは 20 年後という計算になる。現地の路面状況にも左右されるが、

供用からの年数の経過とともに大型車の荷重が繰り返し作用していることを踏まえると、建設時の健全な状況が担保できないため、一般に 10 年とされる舗装の寿命が 20 年耐えられるとは考えにくい。

過去に補修を実施し、その後、再補修が施されていない箇所も毎年積み重なることで膨大な数量となっており、既に舗設後 10 年以上経過している箇所は、いつ損傷が発生してもおかしくない状況にある。万が一これらの箇所が同時期に集中して損傷に至った場合、対応が追いつかない可能性も考えられる。

この様に、現状で補修目標値を超過している箇所を効率的に補修する必要があるとともに、膨大な舗装ストックも視野に入れた損傷発生の予測技術も確立する必要がある。

今後は、損傷初期段階における早期の補修や損傷が繰返し発生するような構造的損傷箇所における路盤からの抜本的な補修を実施し、将来的に表層のみの補修で対応できる舗装体を構築していくべきである。特に、高機能舗装の普及に伴う路盤・路床への雨水ならびに凍結防止剤等の浸透や供用後の年数経過によるアスファルト劣化の影響も非常に大きいことから、今後の維持管理においては、舗装の損傷および劣化状況を的確に把握していく必要がある。このためには、①舗装種別②舗装施工厚さ③土体構造等の区分④線形（片勾配等）⑤材料⑥補修工法⑦補修履歴等の情報を舗装マネジメントシステムデータとして蓄積・活用することで劣化予測手法を確立していく必要がある。

参考文献

- 1) 東日本・中日本・西日本高速道路株式会社：設計要領 第一集 舗装編，p.137，2011.7.
- 2) (著) Sayers, M. W., (訳) 笠原篤，関口幹夫，加藤昌太郎：道路縦断プロファイルからの IRI の算出（上），舗装，Vol.31，No.7，pp.21-27，1996.7.
- 3) (著) Sayers, M. W., (訳) 笠原篤，関口幹夫，加藤昌太郎：道路縦断プロファイルからの IRI の算出（下），舗装，Vol.31，No.8，pp.12-17，1996.8.
- 4) 深田宰史・松本剛也・相葉忠一・岡田裕行・樺山好幸：高速道路の橋梁伸縮継手付近における路面凹凸形状と補修順位評価の提案，舗装工学論文集，Vol.15，pp.81-87，2010.12.