



協会名：(社) 日本道路建設業協会（中国支部）
 会社名：(株) NIPPOコーポレーション
 発表者： 井原 務

1. はじめに

道路は、安全かつ円滑な交通を確保すること、地域間のネットワークを確保することなど、社会資本において最も基本的な役割をもっている。近年、我が国は少子高齢化、公共投資の抑制という社会情勢の中、高度経済成長期に整備された膨大な道路ストックが一斉に更新時期を迎えるという状況にある。これらの課題を限られた人材と予算で対処しなければならない。このようなことから、平成14年頃からアセットマネジメントによる管理の考え方が適用されるようになってきた。国交省や一部地方自治体では導入の検討やパイロット的に試行が行われているが、橋梁管理への導入検討が先行して行われており、道路舗装に関しては検討が始まった段階にある。

(株)NIPPOコーポレーションでは、これまでの舗装の調査関連技術（路面性状、構造評価）に、調査データのデータベース化とライフサイクルコストの解析技術を組み合わせた「道路舗装のアセットマネジメント構築支援技術」を開発した。本支援技術は、アセットマネジメントシステムの構築あるいは構築後のデータ収集、健全度の評価・予測等に寄与できるものと考えている。

本論文では本支援技術の概要について述べる。

2. アセットマネジメントの概念

「アセットマネジメント」は、「金融資産の運用」という意味で多く用いられている。これを道路にあてはめると、「限られた予算で、道路を計画的に維持管理する」という意味になる。その内容は、国や地方公共団体は顧客である国民から税金や料金という形の金融資産を預かり、それを道路に投資し、適切な維持管理を通じて公共サービスを生み出し、国民に還元するということである。

現在、考えられている道路舗装のアセットマネジメントによる管理の概念図を図-1¹⁾に示す。

その概念図における本支援技術の対応項目は以下の通りである。

- ・モニタリング：路面性状測定、FWD測定。
- ・現状の健全度評価：MCI、残存TA等。
- ・データベース：CDによるデータベース化。
- ・健全度の将来予測：MCI経年変化、構造的寿命予測等。
- ・LCC（ライフサイクルコスト）の計算：工事区間あるいは路線のプロジェクトレベルを対象に計算。また、出先事務所の管理道路網のネットワークレベルを対象に計算。さらに、修繕工法あるいは代替え工法で特殊工法等を提示（LCCの比較）する。

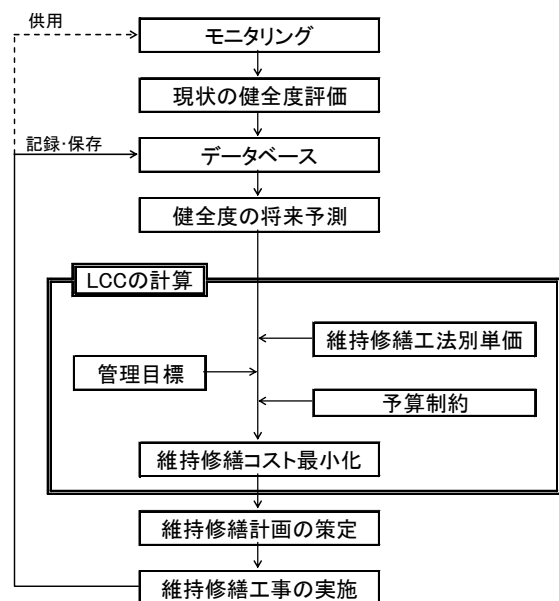


図-1 アセットマネジメントによる管理の概念図¹⁾

3. モニタリング+健全度評価

3.1 路面性状測定車

3.1.1 測定車の概要

測定車 (Road Scan : ロードスキャン) はひびわれ、わだち掘れ、縦断凹凸が同時にあるいは個別に測定でき、その主な仕様を表-1に示す。測定装置は写真-1に示すように8tベース車両に搭載されており、車線幅員が2.7m以上の道路で測定が可能となっている。

測定車の1回の走行で測定できる距離は、記録媒体の容量にもよるが、通常、連続測定で180km程度までとなっている。また、測定車は一般交通車両に混じって測定できる。測定の時間帯としては昼夜間の測定が可能となっている。

3.1.2 測定および評価手法

路面画像の一例を写真-2に示す。記録されたデータの解析は屋内のひびわれ画像処理装置によりひびわれ率を計算する。

わだち掘れ測定装置は、図-2の測定原理に示すように、走行しながら路面にレーザ光線を照射し、路面に写る反射線をカメラによって、その線の映像を記録する。記録されたデータの解析は屋内のわだち掘れデータ処理装置によりわだち掘れ量を計算する。

平坦性 (縦断凹凸) 測定装置は、図-3の測定原理に示すように車両の左タイヤの走行位置線上に3個のレーザ変位計によって、路面の高さを記録する。記録されたデータの解析は屋内の平坦性データ処理装置により縦断凹凸量とその標準偏差を計算する。

路面性状の健全度評価はひびわれ率、わだち掘れ量、平坦性の個別評価の他に総合的評価として、MCI (維持管理指数 : Maintenance Control Index)あるいはPSI (供用性指数 : Present Serviceability Index)で評価する。MCIに対しては、維持修繕基準によって修繕の必要な箇所を、PSIに対しては、おおよその補修工法を提示している。

3.2 FWD (Falling Weirht Deflectometer)

FWDは、路面上にセットされた直径30cmの平板に重錘を自由落下させることにより荷重(49kN)が載荷され、その載荷によって路面が変形した最

表-1 路面性状測定車の仕様

項目	方式	測定範囲	測定間隔	測定精度	計測時の速度	記録媒体
ひびわれ	レーザスキャン法	幅員4m	進行方向4mm	ひびわれ幅1mm以上を識別	0~85km/h	ハードディスクへの電子ファイル化
わだち掘れ	レーザ光切断法	幅員4m	進行方向25cm 横断方向10mm	±3mm (横断プロフィールメータに対して)		
平坦性	レーザ光変位法	外側車輪1測線	進行方向50mm	±30% (3mプロフィールメータに対して)		
距離	タイヤ接触式距離計	前進1方向	1mm	±0.5% (鋼尺テープに対して)		
前方映像	カメラによる画像取込み	前方30m前後	10m	—		
GPS	カーナビタイプ	計測車の位置情報	10m	10+23m		



写真-1 路面性状測定車の外観

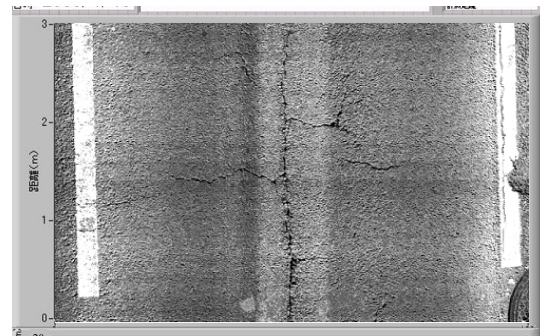


写真-2 ひび割れ画像

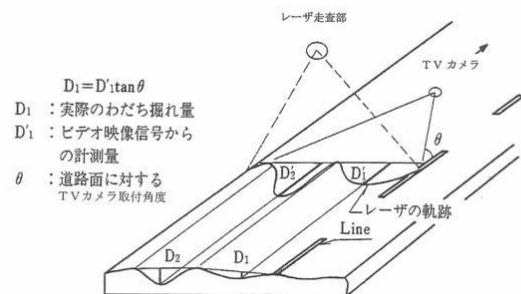


図-2 わだち掘れ測定概要

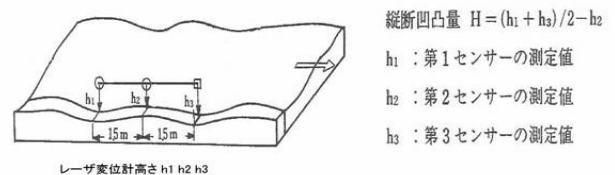


図-3 平坦性測定概要

大のたわみを測定する。（写真-3 参照）

たわみ形状の測定は測定位置に停車して行われ、その測定位置の間隔にもよるが、1日8時間稼働で40~50点程度である。

測定されたFWDたわみから舗装の構造的強さを評価して、補修工法を選定する。構造評価から補修工法の選定までは、(財)道路保全技術センターから刊行されている「活用しようFWD」等を参考に行っている。



写真-3 FWD測定車の外観

4. 維持管理データベースの構築

道路舗装のデータベースは、舗装の健全度評価や将来の健全度予測の基礎となり、LCC 計算・分析等に必要な情報を提供するものである。特に、健全度予測において、対象とする地域における経年予測式等を検討する場合、このデータベースからの情報が重要となる。

本支援技術では、路面性状の調査データはCDによるデータベース化を行い、内容は汎用ソフト（インターネットエクスプローラ）があれば閲覧できる。また、調査データに地図情報をリンクさせたデータベース化も可能である。なお、距離標の無い路線についてもGISにより、路面性状測定車のGPSデータ（緯度・経度）から、調査区間を地図上に表示できる。（図-4、図-5 参照）

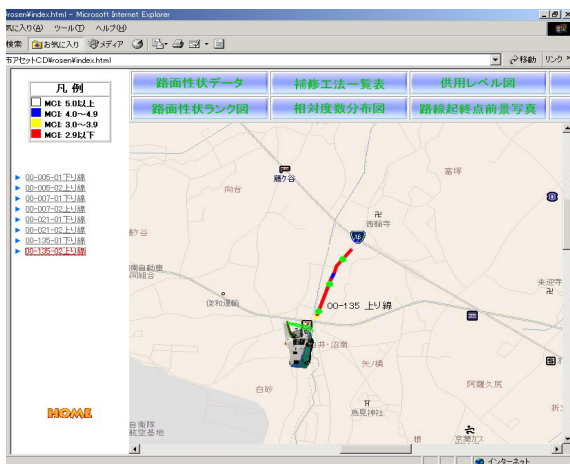


図-4 測定区間の表示画面

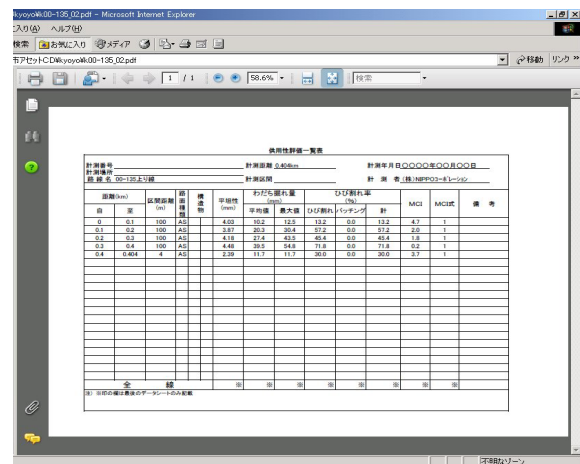


図-5 路面性状測定結果のデータ帳票

情報の可視化として、路面性状調査区間の起終点周辺の状況写真や大きく破損している路面状況などをデータベースから確認が可能になっている。さらに、この路面画像は、オプションにより、ひび割れ率が大きな区間について、出力印刷あるいは電子データで提出できる。（図-6 参照）

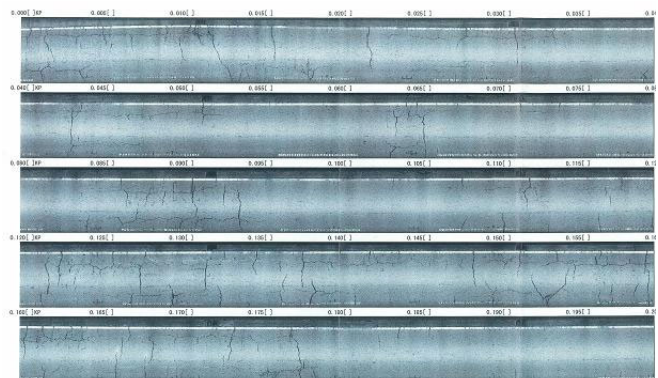


図-6 路面画像の一例

5. 劣化予測

5.1 劣化予測

劣化予測は、中長期にわたる舗装の管理（ライフサイクルの検討等）に必要な不可欠なものである。この劣化予測は、これまでの維持管理に用いられている既存の経年変化式や、新たに、路面性状のデータベースのデータなどから検討が可能である。

一般的な劣化予測には、ひびわれ、わだち掘れ等の路面性状の経年変化式や修繕工法ごとの経年変化式などがある。

既存資料から引用したMCIの経年変化式（供用性予測式）を表-2に示す。なお、この経年変化式は昭和60年に作成されたものである。

表-2 MCIの経年変化式

地域	工法	供用性予測式
一般地域	新設・打換え	$MCI=9.2-0.48a-0.34 \times 10^{-4}b-0.22 \times 10^{-1}c$
	オーバーレイ	$MCI=9.3-0.51a-0.49 \times 10^{-4}b-0.22 \times 10^{-1}c$
	表面処理	$MCI=8.7-0.65a-0.63 \times 10^{-4}b-0.20 \times 10^{-1}c$
雪寒地域	新設・打換え	$MCI=10.1-0.41a-0.18 \times 10^{-3}b-0.10 \times 10^{-1}c$
	オーバーレイ	$MCI=9.7-0.42a-0.27 \times 10^{-3}b-0.45 \times 10^{-1}c$
	表面処理	$MCI=10.2-0.71a-0.44 \times 10^{-3}b-0.28 \times 10^{-1}c$

ここに、a:経年数(年)

b:車線当たりの交通量(台/日・方向・車線)

c:大型車混入率(%)

5. 2 舗装のライフサイクル

供用性予測式を用いることにより、ある設定期間において、修繕工法のパターンをシミュレーションすることができる。

このときに使用するMCIの予測式については、既存資料のMCIの予測式、新たに路面性状のデータベースのデータから検討されたMCIの予測式、または当社特殊工法のMCIの予測式なども用いることが可能である。

舗装のライフサイクルの例を図-7に示した。

図-7のMCIの推移は、前項の表-2の一般地域の供用性予測式による結果例である。

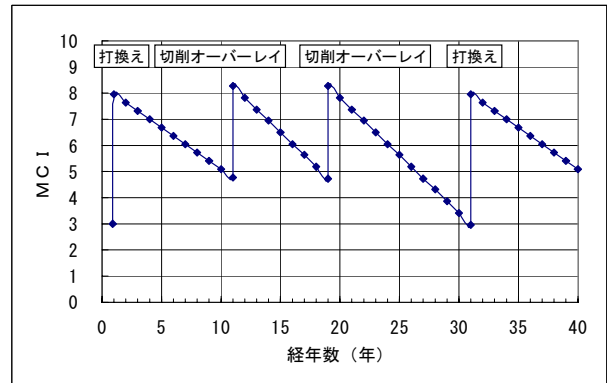


図-7 舗装のライフサイクル (MCIの推移)

6. LCC (ライフサイクルコスト) の試算

6. 1 ネットワークレベル (管理区域内全体) の試算

ネットワークレベルの計算により、補修の予算をどの程度に見積もる必要があるかを検討できる。管理水準のMCIを設定し、舗装のライフサイクルから補修費用をパラメータで計算する。図-8は補修予算に対する平均MCIの推移を示した一例である。なお、計算は道路管理者費用についてのみにやっている。

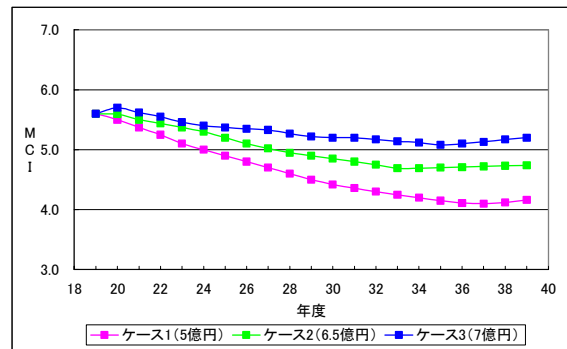


図-8 補修予算額に対する平均MCIの推移

また、表-3に示すように管理区域内の舗装において、どの時期に、どの区間で修繕（打換え、オーバーレイ、表面処理）を行う必要があるのかを表示できる。

表-3 年度毎の修繕工事箇所の出カ例

距離標 (km)	区間長 (m)	H18年度測定値				混入率 (%)	車線幅員 (m)	H19		H20		H21		H22		H23		H24		H25										
		ひびわれ率 (%)	平均値 (mm)	平坦性 (mm)	MCI値			補修前	補修後	補修前	補修後	補修前	補修後	補修前	補修後	補修前	補修後	補修前	補修後	補修前	補修後	補修前	補修後							
10.10	10.1	100	2.8	5.5	1.22	6.5	6200	12.5	3.5	6.1	維持	6.1	5.7	維持	5.7	5.3	表	9.4	8.7	維持	8.7	8.1	維持	8.1	7.4	維持	7.4	6.7	維持	6.7
10.11	10.2	100	2.5	5.4	1.08	6.6	6200	12.5	3.5	6.2	維持	6.2	5.8	維持	5.8	5.4	表	9.4	8.7	維持	8.7	8.1	維持	8.1	7.4	維持	7.4	6.7	維持	6.7
10.2	10.3	100	2.8	4.9	1.3	6.6	6200	12.5	3.5	6.2	維持	6.2	5.8	維持	5.8	5.4	表	9.4	8.7	維持	8.7	8.1	維持	8.1	7.4	維持	7.4	6.7	維持	6.7
10.3	10.4	100	0.5	6.3	1.46	7.2	6200	12.5	3.5	6.8	維持	6.8	6.4	維持	6.4	6.0	維持	6.0	5.6	表	9.4	8.7	維持	8.7	8.1	維持	8.1	7.4	維持	7.4
10.4	10.5	100	1.4	8.3	1.17	6.6	6200	12.5	3.5	6.2	維持	6.2	5.8	維持	5.8	5.4	表	9.4	8.7	維持	8.7	8.1	維持	8.1	7.4	維持	7.4	6.7	維持	6.7
10.5	10.6	100	0.9	7.2	1.19	6.9	6200	12.5	3.5	6.5	維持	6.5	6.1	維持	6.1	5.7	維持	5.7	5.3	表	9.4	8.7	維持	8.7	8.1	維持	8.1	7.4	維持	7.4
10.6	10.7	100	0.6	8.7	2.73	6.9	6200	12.5	3.5	6.5	維持	6.5	6.1	維持	6.1	5.7	維持	5.7	5.3	表	9.4	8.7	維持	8.7	8.1	維持	8.1	7.4	維持	7.4
10.7	10.8	100	1.6	4.5	1.84	6.9	6200	12.5	3.5	6.5	維持	6.5	6.1	維持	6.1	5.7	維持	5.7	5.3	表	9.4	8.7	維持	8.7	8.1	維持	8.1	7.4	維持	7.4
10.8	10.9	100	0.8	5.8	0.86	7.1	6200	12.5	3.5	6.7	維持	6.7	6.3	維持	6.3	5.9	維持	5.9	5.5	表	9.4	8.7	維持	8.7	8.1	維持	8.1	7.4	維持	7.4
10.9	11	100	0.4	7.7	1.22	7.2	6200	12.5	3.5	6.8	維持	6.8	6.4	維持	6.4	6.0	維持	6.0	5.6	表	9.4	8.7	維持	8.7	8.1	維持	8.1	7.4	維持	7.4
11	11.1	100	14.9	12.0	1.62	4.5	6200	12.5	3.5	4.1	OL	8.2	7.8	維持	7.8	7.4	維持	7.4	7.0	維持	7.0	6.6	維持	6.6	6.2	維持	6.2	5.8	維持	5.8
11.1	11.2	100	38.3	10.8	2.23	3.3	6200	12.5	3.5	2.9	打	8.6	8.4	維持	8.4	8.1	維持	8.1	7.9	維持	7.9	7.6	維持	7.6	7.4	維持	7.4	7.2	維持	7.2
11.2	11.3	100	2.8	37.5	1.74	3.2	6200	12.5	3.5	2.8	打	8.6	8.4	維持	8.4	8.1	維持	8.1	7.9	維持	7.9	7.6	維持	7.6	7.4	維持	7.4	7.2	維持	7.2
11.3	11.4	100	5.7	21.0	2.75	4.5	6200	12.5	3.5	3.8	OL	8.2	7.8	維持	7.8	7.4	維持	7.4	7.0	維持	7.0	6.6	維持	6.6	6.2	維持	6.2	5.8	維持	5.8
11.4	11.5	100	11.5	5.8	0.93	5.4	6200	12.5	3.5	5.0	維持	5.0	4.6	維持	4.6	4.2	OL	8.2	7.8	維持	7.8	7.4	維持	7.4	7.0	維持	7.0	6.6	維持	6.6
11.5	11.6	100	6.3	14.7	1.48	5	6200	12.5	3.5	4.6	維持	4.6	4.2	OL	8.2	7.8	維持	7.8	7.4	維持	7.4	7.0	維持	7.0	6.6	維持	6.6	6.2	維持	6.2
11.6	11.7	100	9.6	11.2	1.78	5	6200	12.5	3.5	4.6	維持	4.6	4.2	OL	8.2	7.8	維持	7.8	7.4	維持	7.4	7.0	維持	7.0	6.6	維持	6.6	6.2	維持	6.2
11.7	11.8	100	11.4	9.8	1.41	5	6200	12.5	3.5	4.6	維持	4.6	4.2	OL	8.2	7.8	維持	7.8	7.4	維持	7.4	7.0	維持	7.0	6.6	維持	6.6	6.2	維持	6.2
11.8	11.9	100	4.2	13.2	2.03	5.4	6200	12.5	3.5	5.0	維持	5.0	4.6	維持	4.6	4.2	OL	8.2	7.8	維持	7.8	7.4	維持	7.4	7.0	維持	7.0	6.6	維持	6.6
11.9	12	100	11.0	4.1	2.24	5.4	6200	12.5	3.5	5.0	維持	5.0	4.6	維持	4.6	4.2	OL	8.2	7.8	維持	7.8	7.4	維持	7.4	7.0	維持	7.0	6.6	維持	6.6
12	12.1	100	6.4	14.2	3.05	5	6200	12.5	3.5	4.6	維持	4.6	4.2	OL	8.2	7.8	維持	7.8	7.4	維持	7.4	7.0	維持	7.0	6.6	維持	6.6	6.2	維持	6.2
12.1	12.2	100	2.7	6.7	1	6.4	6200	12.5	3.5	6.0	維持	6.0	5.6	維持	5.6	5.2	表	9.4	8.7	維持	8.7	8.1	維持	8.1	7.4	維持	7.4	6.7	維持	6.7
12.2	12.3	100	1.8	8.3	1.41	6.4	6200	12.5	3.5	6.0	維持	6.0	5.6	維持	5.6	5.2	表	9.4	8.7	維持	8.7	8.1	維持	8.1	7.4	維持	7.4	6.7	維持	6.7

6. 2 プロジェクトレベル（個別の修繕区間）の試算

この試算は、プロジェクトレベル（個別の修繕区間）を対象に行われる。一路線あるいは特定の区間を選定し、道路管理者費用、道路利用者費用、沿道・地域社会の費用を考慮して計算を行う。ネットワークレベルと比べてより具体的なLCCを試算できる。（図-9に年度別のLCC計算結果例を示す。）

また、費用分析では、試算した期間におけるトータルコストを計算し、各費用項目の構成比をグラフ化して、比較することもできる（図-10参照）。これらの費用分析から、設定した期間において、管理水準以上を維持して、トータルコストが最小となる修繕パターンの検討や、通常工法に代わる特殊工法の提案等が可能である。

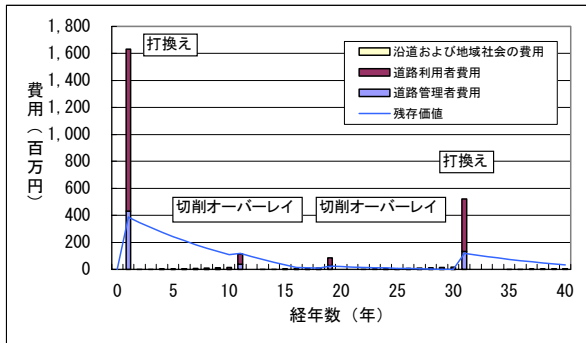


図-9 プロジェクトレベルの年度別LCC計算結果

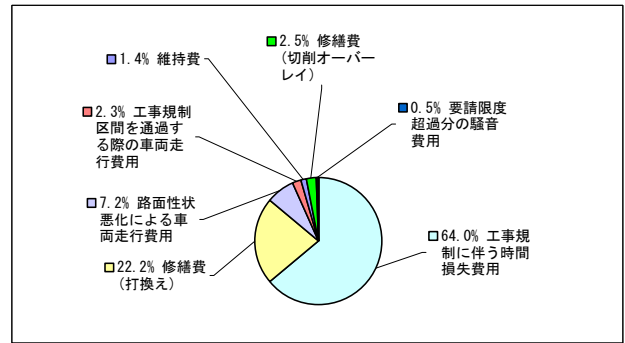


図-10 LCCにおける費用項目の構成比

7. 修繕工法の検討

路面性状データを用いた補修工法の検討では、打換えや、切削オーバーレイなどの概略の工法提案となる。一方、FWD たわみデータを用いた補修工法の検討では、どの層から修繕が必要か具体的な工法が提案できる。両調査の特長を対比した形で示したものが図-11である。道路舗装の管理において、舗装の現状を評価するデータは、基本的には路面性状データとなるが、具体的な修繕工事の計画には、構造評価が必要となる。要修繕箇所の工法検討には構造評価の調査が推奨される。

8. おわりに

道路舗装を取り巻く環境は、道路予算の削減と共に厳しい状況にあり、より効率的な維持修繕が望まれている。道路舗装におけるアセットマネジメントの利点としては

- ①道路劣化（破壊）の予測が可能となり、適切な維持補修計画の立案が容易になる。
- ②出来るだけ低コストで延命することによって、舗装の更新費が平準化できる。
- ③補修、更新費用の最小化が可能になる。
- ④測定データを全て電子化することで透明性が向上し、説明責任への対応も容易になる。

が挙げられ、これからの道路維持管理時代には必要な技術である。当社の本支援技術は、現在、開発途上の技術であり、アセットマネジメントシステムの基本的な部分を整備したという状況である。今後は、実際の現場で活用しながらより良い支援技術に改善していく予定である。

《参考文献》 1)伊藤正秀：道路舗装におけるアセットマネジメント，道路，Vol.764，pp34-38，2004.10

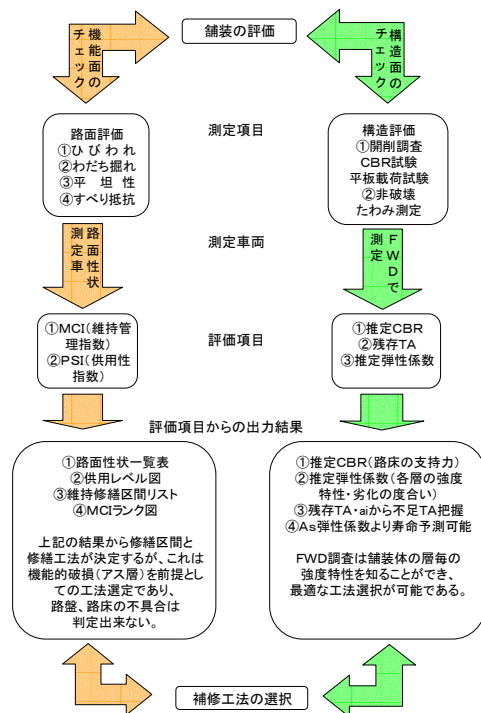


図-11 路面性状と構造評価の特徴の対比