

ユーザーコストに着目した舗装マネジメントシステムの構築

北見工業大学 正会員 山本 亘平
 北見工業大学 正会員 川村 彰
 北見工業大学 正会員 高橋 清

はじめに

近年、道路整備の進行に伴い、舗装に要する費用が膨大になっており、限られた予算の中で舗装をいかに合理的かつ効率的に行うかが重要な問題となっている。そのためには図1に示す舗装のライフサイクルコストを考慮し、長期的視点に立った計画的かつ総合的な維持管理が必要である。この問題を体系的に解決する方策として、舗装マネジメントシステム(PMS)に対する関心が高まっている。従来は、主として道路管理者側の費用算出が行われてきたが、今後は舗装の現存価値および道路利用者費用の算出、およびPMSへの反映が急務とされる。本研究では、わが国において研究例の少ない利用者費用に着目し、PMS構築への策定を行った。

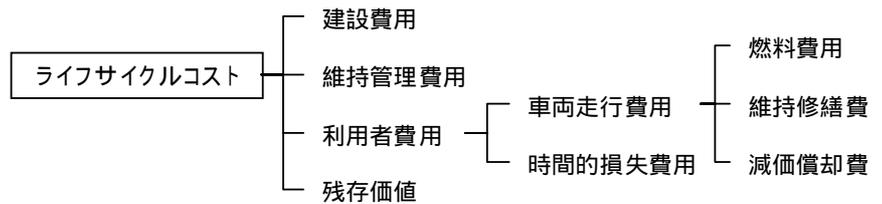


図-1 ライフサイクルコストの構成

解析手法

本研究では、舗装管理支援システムのデータベースを用い、ユーザーコストの算出のためにISOHDMが開発したHDM4(Highway Development and Management System)を使用した。研究の手順として、北海道開発局より提供された舗装管理支援システムから、実際に測定された路面性状データと舗装修繕データの抽出を行う。HDM4にデータを入力し、ユーザーコストを算出する。維持修繕工の変更や路面性状データのパラメータを変化させ、出力されたユーザーコストの比較・解析を行い、PMSの利用者費用に影響を及ぼすパラメータを絞りこむ。

舗装管理支援システムの概要

舗装管理支援システムは、路面性状データ、舗装工事データなどを効率的に管理し、加工したデータを図表などに出力するシステムであり、舗装現状の把握、補修箇所を選定、補修計画の立案、日常管理などの業務を支援することを目的としている。舗装管理支援システムは、データの蓄積・管理と帳票出力をワークステーションで行うメインシステムとパソコン検索・集計を行う簡易システムで構成されている。本研究では、簡易システムを使用している。データは図2のように出力される。上部には距離・車線、交通量区分、路面性状データなど各種データが表示され、下部には該当路線の舗装構造図が表示される。

距離 (km)	車線 (m)	交通量 (台/日)	路面性状	交通量区分	車線	車線幅員 (m)	車線数	車線間隔 (m)	車線中心線 (m)	車線幅員 (m)	車線数	車線間隔 (m)	車線中心線 (m)
71+800	71+700	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	71+700	71+700	1	3.0	71+700
71+700	71+600	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	71+600	71+600	1	3.0	71+600
71+600	71+500	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	71+500	71+500	1	3.0	71+500
71+500	71+400	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	71+400	71+400	1	3.0	71+400
71+400	71+300	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	71+300	71+300	1	3.0	71+300
71+300	71+200	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	71+200	71+200	1	3.0	71+200
71+200	71+100	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	71+100	71+100	1	3.0	71+100
71+100	71+000	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	71+000	71+000	1	3.0	71+000
71+000	70+900	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	70+900	70+900	1	3.0	70+900
70+900	70+800	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	70+800	70+800	1	3.0	70+800
70+800	70+700	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	70+700	70+700	1	3.0	70+700
70+700	70+600	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	70+600	70+600	1	3.0	70+600
70+600	70+500	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	70+500	70+500	1	3.0	70+500
70+500	70+400	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	70+400	70+400	1	3.0	70+400
70+400	70+300	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	70+300	70+300	1	3.0	70+300
70+300	70+200	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	70+200	70+200	1	3.0	70+200
70+200	70+100	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	70+100	70+100	1	3.0	70+100
70+100	70+000	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	70+000	70+000	1	3.0	70+000
70+000	69+900	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	69+900	69+900	1	3.0	69+900
69+900	69+800	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	69+800	69+800	1	3.0	69+800
69+800	69+700	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	69+700	69+700	1	3.0	69+700
69+700	69+600	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	69+600	69+600	1	3.0	69+600
69+600	69+500	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	69+500	69+500	1	3.0	69+500
69+500	69+400	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	69+400	69+400	1	3.0	69+400
69+400	69+300	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	69+300	69+300	1	3.0	69+300
69+300	69+200	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	69+200	69+200	1	3.0	69+200
69+200	69+100	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	69+100	69+100	1	3.0	69+100
69+100	69+000	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	69+000	69+000	1	3.0	69+000
69+000	68+900	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	68+900	68+900	1	3.0	68+900
68+900	68+800	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	68+800	68+800	1	3.0	68+800
68+800	68+700	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	68+700	68+700	1	3.0	68+700
68+700	68+600	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	68+600	68+600	1	3.0	68+600
68+600	68+500	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	68+500	68+500	1	3.0	68+500
68+500	68+400	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	68+400	68+400	1	3.0	68+400
68+400	68+300	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	68+300	68+300	1	3.0	68+300
68+300	68+200	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	68+200	68+200	1	3.0	68+200
68+200	68+100	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	68+100	68+100	1	3.0	68+100
68+100	68+000	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	68+000	68+000	1	3.0	68+000
68+000	67+900	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	67+900	67+900	1	3.0	67+900
67+900	67+800	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	67+800	67+800	1	3.0	67+800
67+800	67+700	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	67+700	67+700	1	3.0	67+700
67+700	67+600	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	67+600	67+600	1	3.0	67+600
67+600	67+500	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	67+500	67+500	1	3.0	67+500
67+500	67+400	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	67+400	67+400	1	3.0	67+400
67+400	67+300	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	67+300	67+300	1	3.0	67+300
67+300	67+200	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	67+200	67+200	1	3.0	67+200
67+200	67+100	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	67+100	67+100	1	3.0	67+100
67+100	67+000	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	67+000	67+000	1	3.0	67+000
67+000	66+900	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	66+900	66+900	1	3.0	66+900
66+900	66+800	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	66+800	66+800	1	3.0	66+800
66+800	66+700	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	66+700	66+700	1	3.0	66+700
66+700	66+600	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	66+600	66+600	1	3.0	66+600
66+600	66+500	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	66+500	66+500	1	3.0	66+500
66+500	66+400	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	66+400	66+400	1	3.0	66+400
66+400	66+300	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	66+300	66+300	1	3.0	66+300
66+300	66+200	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	66+200	66+200	1	3.0	66+200
66+200	66+100	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	66+100	66+100	1	3.0	66+100
66+100	66+000	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	66+000	66+000	1	3.0	66+000
66+000	65+900	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	65+900	65+900	1	3.0	65+900
65+900	65+800	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	65+800	65+800	1	3.0	65+800
65+800	65+700	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	65+700	65+700	1	3.0	65+700
65+700	65+600	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	65+600	65+600	1	3.0	65+600
65+600	65+500	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	65+500	65+500	1	3.0	65+500
65+500	65+400	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	65+400	65+400	1	3.0	65+400
65+400	65+300	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	65+300	65+300	1	3.0	65+300
65+300	65+200	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	65+200	65+200	1	3.0	65+200
65+200	65+100	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	65+100	65+100	1	3.0	65+100
65+100	65+000	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	65+000	65+000	1	3.0	65+000
65+000	64+900	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	64+900	64+900	1	3.0	64+900
64+900	64+800	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	64+800	64+800	1	3.0	64+800
64+800	64+700	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	64+700	64+700	1	3.0	64+700
64+700	64+600	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	64+600	64+600	1	3.0	64+600
64+600	64+500	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	64+500	64+500	1	3.0	64+500
64+500	64+400	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	64+400	64+400	1	3.0	64+400
64+400	64+300	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	64+300	64+300	1	3.0	64+300
64+300	64+200	130	130.0	下り車	1	3.0	1	3.0	64+200	64+200	1	3.0	64+200
64+200	64+100	1											

本研究は、このうち舗装の供用性・維持修繕モデルと道路利用者費用モデルに着目した。

表1 HDM4の分析ツール

Project Analysis	最も経済的な道路投資代替案を精査
Program Analysis	予算制約の中で維持修繕プログラムを作成
Strategy Analysis	道路ネットワーク全体の中長期的解析

表2 HDM4の出力モデル

舗装の供用性・維持修繕モデル	路面の供用性の劣化および損傷の発生と進行量の予測、維持修繕および改良工事の数量と費用の算定
道路利用者費用モデル	車両走行速度の予測、車両走行費用、交通事故費用、旅行時間などの算定
社会・環境費用モデル	エネルギー消費量と車両排出ガス量の推定

HDM4の解析例

ユーザーコストは多くの要素から構成されている。それぞれの要素の算出例として上り坂区間でのタイヤの摩耗に関するユーザーコストの算出式を以下に示す。

$$EQNT_{kpu} = \frac{1 + 0.01 * RPEC_k * NR_k}{DISTOT_k} + 0.0027$$

- EQNT_{kpu} 期間pで1000台kmにつき消費されたタイヤの本数
- RPEC_k 新品のタイヤのコストに占める再生タイヤのコストのパーセンテージ（平均15）
- NR_k 廃棄タイヤに対する再生タイヤの割合
- DISTOT_k 期間pにタイヤによって移動した距離

舗装管理支援システムの国道238号線のデータを用い、交通を構成する車両を6車種（大型トラック、中型トラック、大型バス、小型バス、普通乗用車、小型乗用車）と設定して20年間わたるユーザーコストの変化を舗装の修繕を施さない場合と、IRIが3.55以上になるとオーバーレイを施す場合とに分けて示した。図3は平坦性の経年変化、図4はわだち掘れの経年変化、図5はユーザーコストの経年変化を示している。修繕を行わない場合は、平坦性もわだち掘れも悪化し続けるが、平坦性に関しては解析が始まってから7年後までは急激に悪化して、設定されたIRIの上限に達してしまっている。また、IRIが3.55を越えると修繕を施す場合、平坦性についてはほぼ一定の周期で修繕が施されているのがわかる。わだち掘れについても周期的にオーバーレイが施されるためほとんど上昇が見られない。ユーザーコストの比較では、修繕を施した結果、修繕を施さない場合に比べてその効果が見られる。また、修繕を施さない場合では、解析を初めて7年後までユーザーコストの大きな上昇が見られるが、その後の上昇はそれまでより緩やかな上昇になっているのがわかる。これは、平坦性の悪化が上限に達したため止まったことが影響したと考えられる。また劣化の速度は、平坦性の悪化の進行がわだち掘れの悪化に比べて非常に早い。以上のことから、ユーザーコストを算出には、平坦性の変化を把握することが重要である。

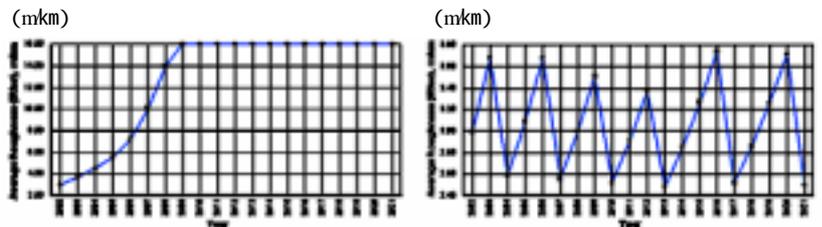


図3 平坦性の経年変化 未補修(左) IRI 3.55で補修(右)

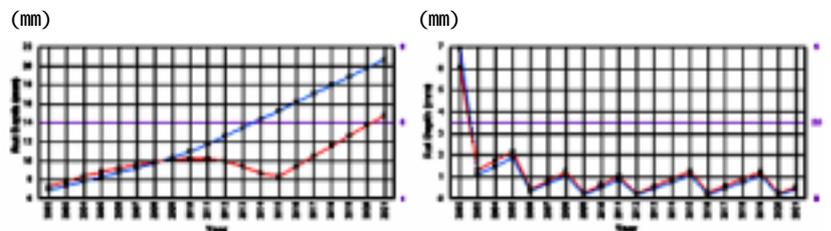


図4 わだち掘れの経年変化 未補修(左) IRI 3.55で補修(右)

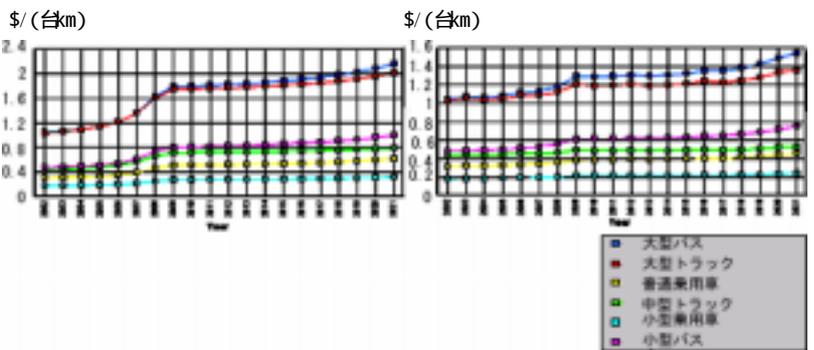


図5 ユーザーコストの経年変化 未補修(左) IRI 3.55で補修(右)

おわりに

本研究を行うにあたり（独）北海道開発土木研究所のご協力をここに記して謝意を表すものである。