

気象条件に着目した道路利用者費用に関する一考察

Consideration on the road-user cost which paid attention to weather conditions

北見工業大学大学院 ○学生員 松原正人(Masahito Matsubara)
 北見工業大学工学部 正員 川村 彰(Akira Kawamura)
 北見工業大学工学部 正員 白川龍生(Tatsuo Shirakawa)
 北見工業大学工学部 須川雅人(Masato Sugawa)

1. はじめに

我が国では高度経済成長期に建設された数多くの道路構造物の老朽化が進み維持管理の時代を迎えた。限られた予算の中で合理的かつ効率的な維持管理が求められている中で、舗装マネジメントシステム (PMS) ①に対する関心が高まっている。舗装マネジメントシステムの構築にあたってはライフサイクルコスト (LCC) の算定が重要であり、なかでも道路利用者費用 (RUC) ②③の算定は今日において中心課題となっている。また気象条件や交通量など様々な要因により経年的に変化する路面性状は、道路利用者費用に影響を及ぼす事が予想される。図1にライフサイクルコストにおける道路利用者費用の構成を示す。

本研究では ISOHDM (International Study Of Highway Development and Management System) が開発した汎用コンピュータソフトである HDM-4 (Highway Development and Management System) ④を用いて、路面性状に影響を及ぼすと思われる気象条件に着目し、①平均気温 ②平均降水量 のそれぞれが平坦性の代表指標である IRI (国際ラフネス指数) と道路利用者費用 (RUC) へ及ぼす影響について感度分析し、比較検討を行った。

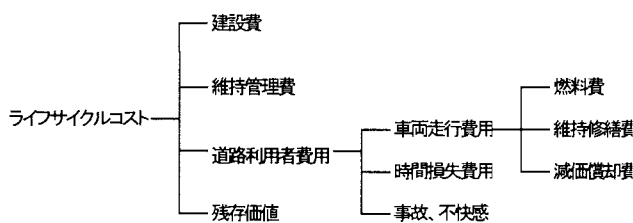


図1. ライフサイクルコストの構成

2. HDM-4の概要

2-1 開発経緯

世界銀行により開発された HDM-III (Highway Design and Maintenance Standards Model) は、道路投資プロジェクトにおける技術的および経済的側面からの評価や、道路ネットワークの維持・改良に向けた戦略と基準等を分析するために、過去20年間にわたり利用されてきた。しかしその間に舗装技術、自

動車、コンピューター等の分野においては急激な進歩と変化が起きた。この変化に対応すべく HDM-III を改善する事を目的に、1993年からイギリス国際開発省、世界銀行、アジア開発銀行、スウェーデン道路管理局の4機関が主要なスポンサーとなり設立された ISOHDM (International Study Of Highway Development and Management System) によって HDM-4 の開発が行われた。HDM-III と HDM-4 の違いは以下の要因を加味した点である。

- ・ 寒冷地気候の影響
- ・ 交通渋滞の影響
- ・ 舗装の幅広い種類と構造
- ・ 道路の安全性
- ・ 社会・環境の影響

HDM-4 ver.1.0 の開発は2000年に2月に終了し、一般ユーザーにリリースされた。

2-2 HDM-4の機能

HDM-4 は、主に道路投資選択を評価するための道路開発・管理システムである。道路セクターにおける有効な経済評価ツールの一つとして、プロジェクトの経済評価、ネットワークの最適予算配分などに用いられる事から、途上国のみならず日本を含む先進国においても効率的道路整備と管理に役立つものと考えられている。HDM-4 を用いる事により対費用効果の高い開発と管理計画を選択することが可能となり、これにより道路利用者や地域の便益向上を図る事が出来る。

HDM-4 は、以下のような道路の開発・管理のさまざまな分野において適用できる。

- ・ 道路管理
- ・ 道路工事計画の作成
- ・ 融資条件の評価
- ・ 予算配分の検討
- ・ 道路ネットワーク政策の予測
- ・ プロジェクト評価
- ・ 政策影響の検討

HDM-4は各道路機関、国際融資機関、コンサルタント、研究機関などの幅広いニーズに応えられるために開発された強力なLCC経済分析・評価システムといえる。

2-3 システム構造

システムの構造は主としてデータ入力（道路ネットワークデータ、交通量データ、車種特性データ、道路工事データ等）のためのデータマネージャー、舗装の供用性や維持補修工事費用、道路利用者費用、社会環境費用などを予測するための各種の内部モデル、対象道路に応じて道路投資選択を評価するための分析ツールから構成されている。図2にHDM-4のシステム構造を示す。

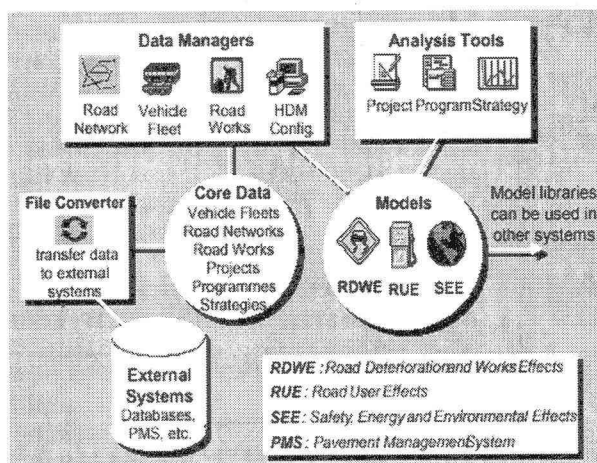


図2. HDM-4のシステム構造

3. IRI・RUCの算定

3-1 算定データ

気象条件や交通量などの地域特性による比較を行うために、算定区間は函館管内（国道5号線）と札幌中心部（国道274号線）の二区間を選択した。

北海道開発局において利用されている平成11年度舗装簡易支援システムのデータベースから、路面性状データと舗装修繕データを抽出し、交通量常時観測集計表から自動車類車種構成データを活用した。それぞれを表1、表2に示す。気象に関するデータは、気象庁電子閲覧室から過去20年間（1981年～2000年）の気温と降水量を抽出し、それらを平均した年平均値を用いた。ここで、年平均値の年平均一日当りの気温を①平均気温、年平均一ヶ月当りの降水量を②平均降水量とする。規定値として用いた函館管内と札幌中心部の平均気温と平均降水量の値を表3、表4にそれぞれ示す。感度分析に用いた平均気温、平均降水量の値についてはHDM-4内で使用されているソーンスウェートの気象区分（Thornthwaite's classification of climate）⁵⁾を基に構成した。表5に感度分析に用いた平均気温と平均降水量の値を示す。

表1. 路面性状データ

	ひび割れ率(%)	わだち掘れ(mm)	平坦性(mm)	MCI値
函館	4.1	9.0	1.7	5.9
札幌	0.1	9.0	2.1	7.4

表2. 自動車類車種構成データ

	軽乗用	乗用	バス	軽貨物	小型貨物	貨客車	普通貨物	特殊
函館	5.0	60.6	2.5	7.6	4.0	8.8	9.0	2.5
札幌	1.9	61.5	1.4	3.8	1.5	10.6	17.6	1.8

	年平均日交通量
函館	13595
札幌	29423

表3. 函館管内（規定値）

平均気温	平均降水量
8.9℃	90mm

表4. 札幌中心部（規定値）

平均気温	平均降水量
8.8℃	97.3mm

表5. 感度分析に用いた値

平均気温	平均降水量
27℃	175mm
22℃	100mm
18℃	50mm
8℃	15mm

3-2 算定手順

算定手順は以下の通りである。

- ・ HDM-4に算定データを入力
- ・ ①平均気温 ②平均降水量のそれぞれがIRIとRUCに及ぼす感度分析の実地
- ・ RUCはトータル費用による検討（単位：\$（ F_n ））
- ・ 算定期間はIRI・RUC共に初期値を2001年、分析期間を20年間として算出

3-3 算定結果の比較検討

1) 函館管内

図3、図4は函館管内における①平均気温 ②平均降水量を変化させた場合のIRIと規定値との比較図である。図3では平均気温の値が低いほどIRIの値が高くなる傾向が見られる。図4では平均降水量が多くなるほどIRIの値が高くなる傾向が見られる。平均気温が低いほど、また平均降水量が多いほど、路面損傷の進行が早まっているといえる。

図5、図6は函館管内における①平均気温 ②平均降水量を変化させた場合のRUCと規定値との比較図である。図5では平均気温の値が低いほどRUCの値が高くなる傾向が見られる。図6では平均降水量が多いほどRUCの値が高くなる傾向が見ら

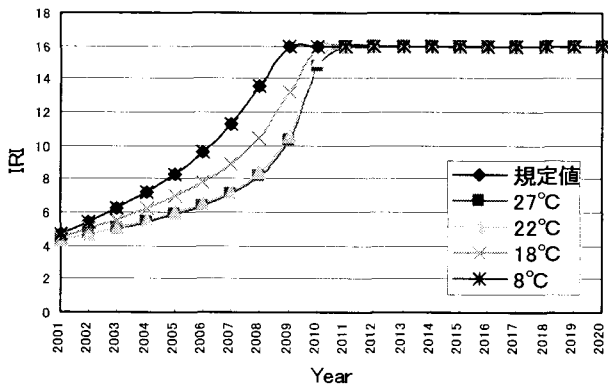


図3. 平均気温に着目した規定値との比較図(IRI)

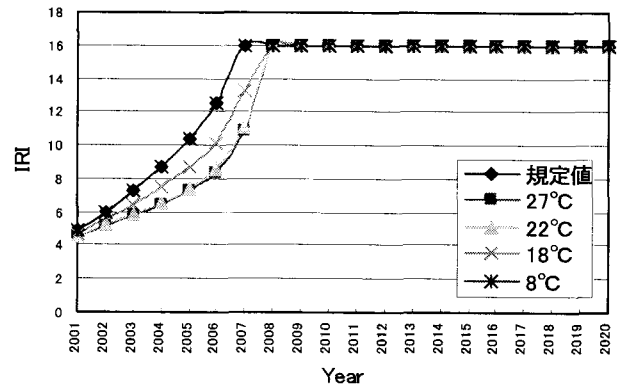


図7. 平均気温に着目した規定値との比較図(IRI)

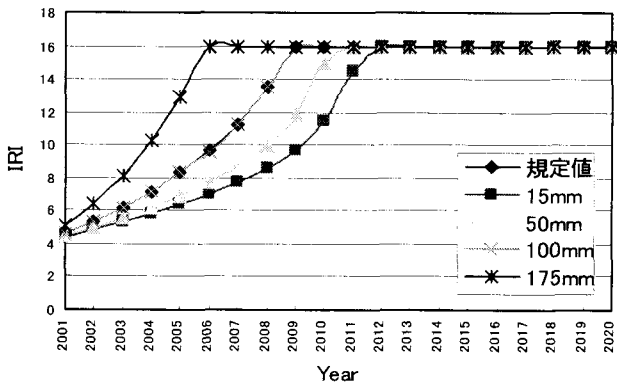


図4. 平均降水量に着目した規定値との比較図(IRI)

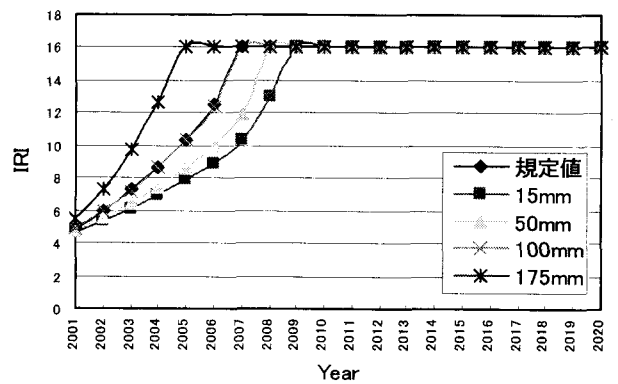


図8. 平均降水量に着目した規定値との比較図(IRI)

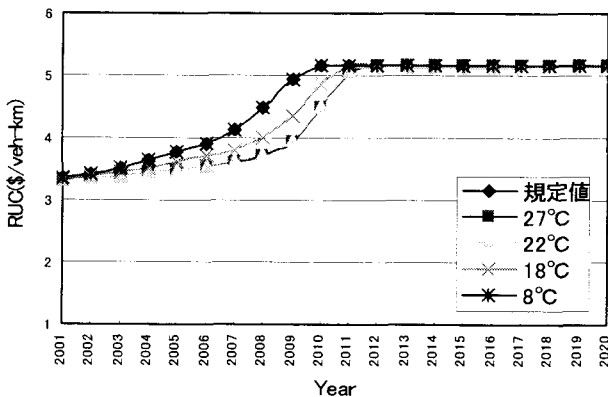


図5. 平均気温に着目した規定値との比較図(RUC)

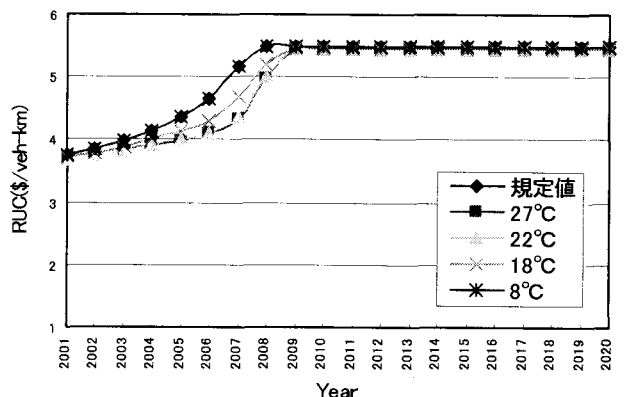


図9. 平均気温に着目した規定値との比較図(RUC)

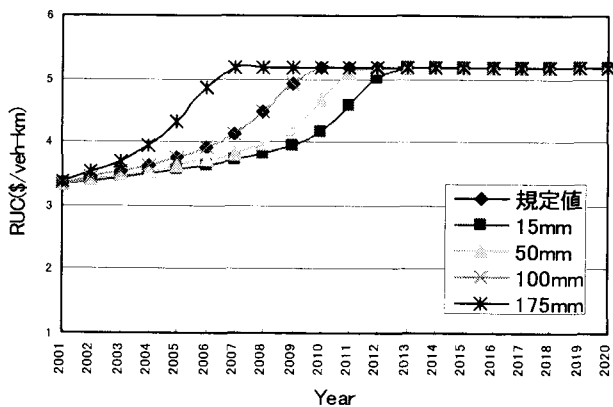


図6. 平均降水量に着目した規定値との比較図(RUC)

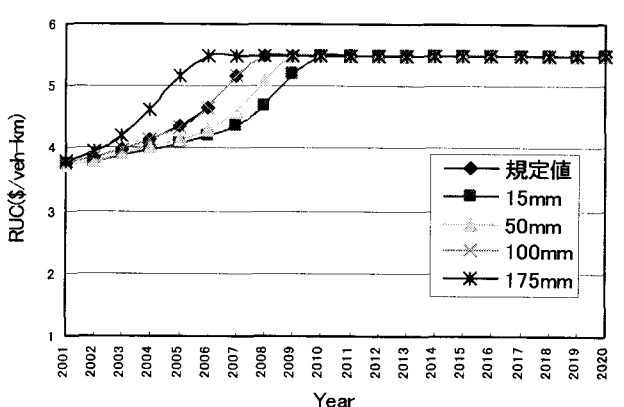


図10. 平均降水量に着目した規定値との比較図(RUC)

れる。平均気温が低いほど、また平均降水量が多いほど、道路利用者費用が大きくなっている事がわかる。

①平均気温での感度分析を行った図3、図5 ②平均降水量で分析を行った図4、図6をそれぞれ比較すると IRI の変化に伴って RUC が変化している事がわかる。平坦性の代表指標である IRI が道路利用者費用に大きく影響を及ぼしているといえる。

2) 札幌中心部

図7、図8は札幌中心部における ①平均気温 ②平均降水量を変化させた場合の IRI と規定値との比較図である。函館管内と同様に、平均気温の値が低いほど、また平均降水量が多くなるほど IRI の値が高くなる傾向が見られる。平均気温の値が低いほど、また平均降水量が多くなるほど路面損傷の進行が早まっているといえる。

図9、図10は札幌中心部における ①平均気温 ②平均降水量を変化させた場合のRUCと規定値との比較図である。RUC に関しても函館管内と同様に平均気温が低いほど、また平均降水量が多いほど、道路利用者費用が大きくなっている事がわかる。①平均気温での感度分析を行った図7、図9 ②平均降水量で分析を行った図8、図10のそれぞれを比較すると IRI の変化に伴って RUC が変化している事がわかり、函館管内と同様に平坦性の代表指標である IRI が道路利用者費用に大きく影響を及ぼしているといえる。

函館管内と札幌中心部それぞれの ①平均気温 ②平均降水量における IRI の分析結果である図3、図7と図4、図8を比較してみると、函館管内より札幌中心部の方が IRI の値が高くなるのが早く、札幌中心部の方が路面損傷の進行が早いといえる。これは交通量が函館管内よりも札幌中心部の方が多いためだと思われる。

IRI と RUC の値がある数値で一定となるのは、HDM-4 ではその値で路面の修繕が前提となっており、損傷が進まないためである。

4 まとめ

- ・平均気温が低いほどに IRI の値が高くなり、気温が低いほどに路面損傷の進行が早くなる傾向が見られた。
- ・平均降水量が多くなるほどに IRI の値が高くなり、降水量が多くなるほど路面損傷の進行が早くなる傾向が見られた。
- ・IRI の変化に伴って RUC が変化しており、平坦性の代表指標である IRI が道路利用者費用に大きく影響を及ぼしていると思われる。

今回の算定により、平均気温、平均降水量が IRI と RUC に影響を及ぼすという結果が得られた。また気温に比べ降水量が IRI へ及ぼす影響が大きく、RUC にもその結果が反映された。ゆえに舗装の維持管理においては気象条件、特に降水量に着目することが有効と思われる。

5. 今後の課題

RUC の実用化に際しては、様々な関連データの収集及び、気象や交通量等の地域的特性が及ぼす影響を把握するための多くの算定を進める必要がある。また走行費用 (VOC) の RUC に関係する他の使用、例えば車両の維持修繕費等についても算定を行う必要がある。今後はHDM-4 の内部モデルを追究し、日本への適用性等を検討しながら、より現実的な PMS の構築を行いたいと考えている。

謝辞

本研究を行うに際しては、独立行政法人 北海道開発土木研究所の関係各位のご協力を得た。ここに記して謝辞を表すものである。

参考文献

- 1) R・ハーツ, W・R・ハドソン, J・ザニュースキー, 訳 北海道土木技術会舗装研究委員会: 最新舗装マネジメント, 2000
- 2) 山本亘平, 川村 彰, 高橋 清: 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, 土木学会第 57 回年次学術講演会講演概要集, pp773-774, 2002
- 3) 松原正人, 田中友紀, 川村 彰, 白川龍生: HDM-4 を用いた道路利用者費用に関する一考察, 土木学会第 58 回年次学術講演会講演概要集, pp.1259-1260, 2003
- 4) シンジャン, 吉田 武: HDM-4 の概要, 舗装 Vol.36No.3, 建設図書, 2001
- 5) 吉野正敏, 浅井富雄, 河村 武, 設楽 寛, 新田 尚, 前島郁雄: 気候学・気象学辞典, 二宮書店, 1985
- 6) 谷口 聡, 寺田 剛, 吉田 武: HDM-4 の舗装マネジメントシステムへの敵要請に関する検討, 日本道路会議論文集, pp368-369, 2001
- 7) 北海道土木技術会 舗装研究委員会: 舗装マネジメントシステム (PMS) 入門, 1992