

# 冬期の路面管理を考慮した道路舗装のLCC評価に関する研究

内田 賢悦 [北海道大学大学院／助手]

佐々木 恵一 [函館工業高等専門学校／助教授]

東本 靖史 [日本データサービス株式会社／主任]

## 背景・目的

近年の公共における財政状況を考慮すると、公共施設はライフサイクルコスト(LCC)、すなわち、その建設・供用(維持管理を含み)・廃棄に至るまでに発生する費用を考慮して管理される必要がある。特に道路構造物は、戦後の高度経済成長期に多くが建設されており、現在、更新時期を迎える構造物が多く存在するため、こうしたマネジメントシステムの構築が重要課題となっている。道路構造物のLCC評価は、道路構造物としての橋梁、橋脚、トンネル、路盤、路床、舗装など、その全ての要素を総合的に捉える必要があるが、本研究はその第一段階として、道路舗装を対象としたLCC評価を考えるものである。

本研究では、道路利用者の経路選択行動を考慮した道路舗装のLCC評価手法を提案する。道路利用者は、路面劣化による走行費用の変化、凍結防止剤散布によって管理される冬期の路面状態および修繕作業に伴う交通容量の変化に対して経路選択を行うことを仮定している。LCC最小化問題は、こうした道路利用者の反応をプロビット型SUEによって表現し、この均衡制約を条件としてLCCの最小化を行うImplicit Programとして定式化している。

## 内容・方法

本研究では、道路舗装のライフサイクルコストを計算するに当たり、管理者費用と利用者費用および残存価値を用いた。管理者費用は、修繕費用と維持管理費用から構成される。修繕費用は、修繕面積の関数として表現した。維持管理費用は、夏期と冬期を分けて考えることにした。夏期の場合、維持管理費用は、舗装の路面状態を示すMCI(Maintenance Control Index)の関数として表現した。舗装路面の劣化状態を表すものには、わだちばれ量、ひび割れ率および縦断凹凸量があり、MCIはそれらを統合した指標であり、0(最大に劣化した状態)から10(完全な路面状態)までの値をとり、一般的に年平均大型車日交通量の関数としてその経年変化が表現される。一方、冬期の場合、維持管理費用は凍結防止剤散布量の関数として表現した。

利用者費用は、旅行時間費用と走行費用から構成される。旅行時間費用は、交通量および夏期の修繕作業や冬期の凍結防止剤散布量によって変動する交通容量の関数として与え

た。走行費用については、走行速度とMCIの関数として与えた。

残存価値については、MCI値が4となるまでの減価分になるものと仮定し、会計計算における減価償却の考え方を導入して表現した。

以上の費用関数を用いたLCC最小化問題を定式化した。具体的には、建設費、管理者費用、利用者費用および道路舗装の残存価値、それぞれを現在価値化した総和の最小化を目的とし、各年の修繕面積ベクトルおよび凍結防止剤散布量ベクトルを決定する問題である。ただし道路利用者は、夏期においては各リンクのMCI値および修繕作業による交通容量低下、冬期においては、MCI値および凍結防止剤散布による交通容量の変化、それぞれを考慮して経路選択を行う構造となっている。

## 結果・成果

ここでは、図-1に示す6個のノード、10本のリンク(矢印の左側のアルファベットがリンク識別子である)から構成されるテストネットワークを対象にLCC評価を行った。各リンク特性は全て等しく、延長1.0(km)、自由走行速度60(km/hr.)、交通容量50,000(pcu/day)、総面積9,000(m<sup>2</sup>)と仮定している。ネットワークに与えたOD交通量を表-1に示す。また、各リンクの減価償却費は、1.0(million yen/year)と設定した。MCIの低下に関係する大型車交通量は、一律リンクの配分交通量の10(%)、修繕作業に伴う交通容量は通常期の5割まで低下すると仮定している。最後に、費用を現在価値に換算するための割引率は4.0(%)とし、評価年数を40(years)として計算を行うことにする。

表-1、表-2、表-3は、LCCが最小化された際の通常期、修繕作業期、冬期それぞれの配分交通量の平均および分散を示している。これらは、初期実行可能解として修繕面積ベクトル、凍結防止剤散布量ベクトルをすべて0として与えて得られたものである。これらの表から、期に関わらずリンクb、d、f、hの配分交通量が他のリンクと比較して多いことがわかる。これは、与えたネットワーク構造とOD交通量の設定の影響であると考えられる。

図-2は、修繕面積の推移を示している。これより、修繕を行う場合、リンクすべての面積を修繕するのがよいと結果が得られた。図-3にMCI値の推移を示す。以上より、交通量の多いリンクb、d、f、hでは、修繕回数が2回、交通量の少ないそれ以外のリンクでは修繕回数が3回という結果が得られた。これは、修繕作業に伴う道路利用者の旅行時間の増加が影響したものと考えられる。すなわち、ここで示した例に関しては、交通量が多いリンクにおける修繕作業による交通時間損失は、MCIを高いレベルで維持することによる走行費用の削減よりも大きいいため、修繕作業を少なくした方がLCC最小化の観点で効率的であると判断されたものといえる。

図-4、表-3にそれぞれ、凍結防止剤散布量の推移、冬期に

おける配分交通量の平均値およびその分散を示す。これから、b、d、f、hといった配分交通量の多いリンクには、多くの凍結防止剤が散布されており、利用状況に応じた散布量が得られていることがわかる。冬期の問題に関しては、凍結防止剤散布による交通時間損失は表現されていないため、このような結果が得られたものと考えられる。

### 今後の展望

本研究では、積雪寒冷地における冬期の交通状況を考慮

した道路舗装のLCC評価モデルを提案した。今後は、全く状況が異なる夏期と冬期の交通状況を踏まえた積雪寒冷地特有のLCC評価手法を北海道スタンダードとして提案していく所存である。道路舗装の劣化、舗装修繕作業による交通容量の低下、冬期の路面管理レベル、3つの状態に対する道路利用者の経路選択をLCC評価に採り入れることは、これまで困難と考えられてきた。本研究は、こうした問題を包括的に捉えるものであり、こうした手法を北海道から発信することの意義は大きい。

表-1 OD交通量

| from ⇒ to | traffic volume (pcu/day) |
|-----------|--------------------------|
| 1 ⇒ 6     | 60,000                   |
| 2 ⇒ 5     | 40,000                   |

表-2 配分交通量(通常期)

|                              | リンク |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                              | a   | b   | c   | d   | e   | f   | g   | h   | i   | j   |
| 平均 (10 <sup>3</sup> pcu/day) | 220 | 506 | 126 | 494 | 161 | 494 | 150 | 506 | 129 | 125 |
| 分散                           | 232 | 107 | 107 | 107 | 599 | 124 | 411 | 124 | 316 | 195 |

表-3 配分交通量(修繕作業期)

|                              | リンク  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                              | a    | b    | c    | d    | e    | f    | g    | h    | i    | j    |
| 平均 (10 <sup>3</sup> pcu/day) | 213  | 504  | 117  | 496  | 174  | 496  | 167  | 504  | 213  | 117  |
| 分散                           | 46.5 | 15.5 | 35.5 | 15.5 | 62.7 | 12.3 | 45.3 | 12.3 | 53.3 | 32.6 |

表-4 配分交通量(冬期)

|                              | リンク |      |      |      |     |      |     |      |     |     |
|------------------------------|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|-----|-----|
|                              | a   | b    | c    | d    | e   | f    | g   | h    | i   | j   |
| 平均 (10 <sup>3</sup> pcu/day) | 217 | 505  | 123  | 495  | 166 | 495  | 155 | 505  | 217 | 122 |
| 分散                           | 191 | 69.6 | 24.0 | 70.0 | 664 | 87.3 | 839 | 87.3 | 257 | 291 |

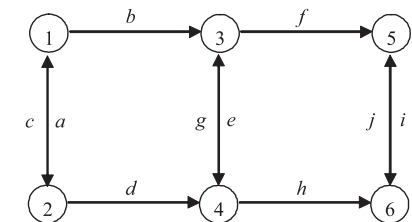


図-1 テストネットワーク

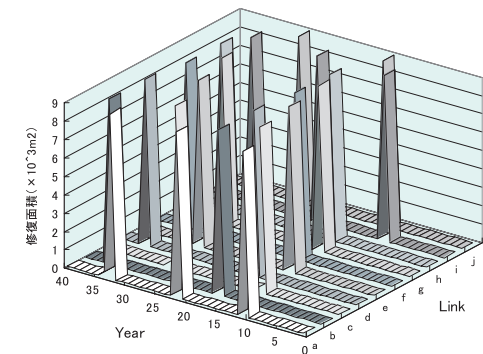


図-2 修繕面積の推移

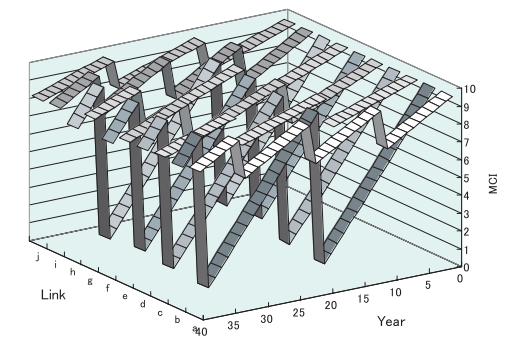


図-3 MCI 値の推移

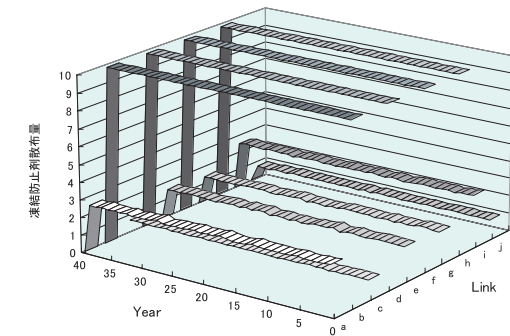


図-4 凍結防止剤散布量の推移