

# 冗長性を考慮した道路路線価値評価 に関する検討

麻生稔彦 (社会建設工学科) 築山直弘 (社会建設工学専攻) 樫尾健太郎 (社会建設工学専攻)

## A study on road value evaluation considering the effect of redundancy of road route

Toshihiko ASO (Department of Civil and Environmental Engineering)

Naohiro TSUKIYAMA (Graduate school of Civil and Environmental Engineering)

Kentaro KASHIO (Graduate school of Civil and Environmental Engineering)

**Abstracts:** It is necessary to do effective maintenance management to operate the accumulated infrastructure efficiently. Some indices that measure the investment effect are required to perform efficient maintenance management by the lean budget. In this study, the road value evaluation that considered not only the economic effect but also the redundancy of road route was executed. In addition, ranking method of maintenance of the road by using the evaluation result was proposed.

**Key words:** road maintenance, redundancy, network model, traffic simulation

### 1. はじめに

わが国では社会の近代化に向けて各種の社会資本(以下インフラ)の整備がおこなわれてきたが、それらの経年にもなる老朽化の対策としての改良,更新,維持管理の必要性が近年増大している。これら構造物に対する維持管理体制は近年徐々に整備されつつあるが、未だ適切に維持管理されている構造物は少ない現状にある。インフラの中でも道路は単に利用者だけでなく、周辺の社会生活や経済活動にも大きな影響を与えるため、適切に維持・管理するとともに着実な整備が必要である。このように、老朽化に伴う維持更新需要の増大が予想されるが、近年における急速な少子高齢化や財政難の中で、多額の維持更新費用を確保することは困難である。そのため限られた予算を有効に使うために維持更新の優先順位決定が必要となる。

ここで、本研究では道路の維持更新の優先順位を決定する際に考慮する要素として、「利用者便益」と「冗長性」を考慮する。前者はその路線が整備されていることにより生じる便益であり、貨幣価値換算が可能である。一方、後者はその路線の他に迂回路がどの程度存在するかを考えるものである。そのため、災害時における地域の孤立を防ぐための重要な指標である。路線の維持管理に供する限られた費用を利用者便益が高い路線あ

るいは冗長性の低い路線に優先的に充当するためには、これらを指標としてあらかじめ路線を評価し、優先順位を決定しなければならない。

そのために本研究では山口県の道路路線を対象とするネットワークモデルを用いて交通シミュレーションを行い、利用者便益と道路路線の冗長性に着目して、それぞれの道路路線の価値評価を行う。さらに、これら2つの指標より優先順位を決定する方法を提案する。

### 2. 解析モデル

#### 2.1 交通シミュレーション

本研究の交通シミュレーションにおいて、道路利用者が利用する道路や交差点などをノードとリンクから構成されるネットワークによりモデル化する。本研究の対象地域である山口県の路線網を Fig.1 に、作成したネットワークモデルを Fig.2 に示す。なお、本研究では対象路線を一般国道、主要地方道および一般県道とし、市町村道は除いている。

ネットワークモデルにおいてノードを作成する際には、そのノードのリンク情報・ノード番号等の情報を入力する。リンク情報とは、リンク先のノード番号や車線数である。車線数については、



Figure1 対象地域図

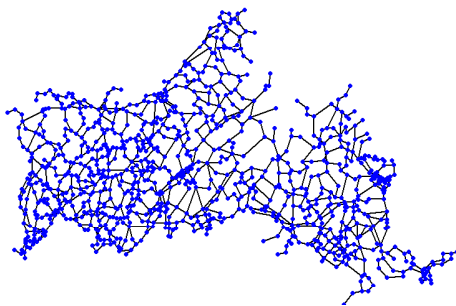


Figure2 対象地域のネットワークモデル

対象地域となる山口県全域の路線すべての車線数を把握することは困難なため、すべての道路路線の車線数を2車線(片側1車線)と仮定した。また、各路線の交通量は、平成17年度道路交通センサス<sup>2)</sup>により平日12時間観測のデータの1/2の交通量を片道分の交通量として用い、走行速度は道路交通センサスより平日12時間観測のデータを用いる。

本研究における交通シミュレーションの考え方を以下に示す。ある路線の価値を知りたいとき、その路線が途絶すると仮定する。その路線が途絶すると交通は別の路線に迂回せざるをえない。その際に発生する損害を、途絶すると仮定した路線の途絶時の路線価値とする。また、途絶時の路線価値と通常時の路線価値を比較することで利用者便益を算出することができる。以後このような状況をそれぞれ通常時および途絶時と表記する。途絶時の迂回ルートは、最短時間で迂回するルートと最短距離で迂回するルートの2通りが考えられるが、本研究では最短距離で迂回するルートに全交通量を迂回させることとする。

道路路線の価値評価を行うにあたり利用者便益を求めるが、利用者便益の算出には走行速度、

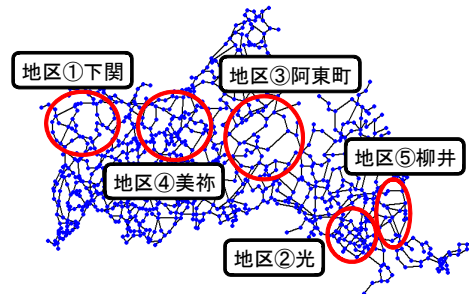


Figure3 調査対象地区

Table1 調査対象地区の条件

	①下関市	②光市	③阿東町	④美祢市	⑤柳井市
交通量	少ない	多い	少ない	少ない	普通
路線網の密度	薄い	濃い	薄い	濃い	薄い
地形	山地	平地	山地	山地	平地

走行時間、走行距離が必要である。これらの要素を以下の手順で解析していく。まずネットワークモデルにおいて、通常時走行ルートの交通量発生地点、交通量集中地点、途絶地点となるノード番号と対象路線の交通量(片道)、走行速度を道路交通センサスより入力する。これを用いて計算を行うと通常時走行ルートが途絶した際に迂回する途絶時走行ルートが得られる。これにより途絶時走行ルートの走行速度を道路交通センサスより入力し、再度計算を行う。以上の作業により通常時・途絶時ともに走行速度、走行時間、走行距離を求める。

## 2.2 解析対象

調査対象地区は、県内より5ヶ所を抽出し、それぞれの地区について複数の路線について調査した。調査対象地区はFig.3に示す①下関市、②光市、③阿武郡阿東町、④美祢市、⑤柳井市の5地区である。これら対象地区の拡大図をFig.4~8に示し、対象路線を太線で示した。本研究では平日12時間の交通量が、2000台未満を「少ない」、2000台以上5000台未満を「普通」、5000台以上を「多い」と定義し、Table1に示した対象地区の条件とした。また路線図を概観することで、路線網が濃い地区と薄い地区に分け、さらに山間部と平野部から対象地区を選定した。

## 2.3 利用者便益の算出

利用者便益は、道路の利用に伴い道路利用者が負担する金銭的、時間的、その他すべての費用が



Figure4 地区①下関市



Figure5 地区②光市



Figure6 地区③阿東町

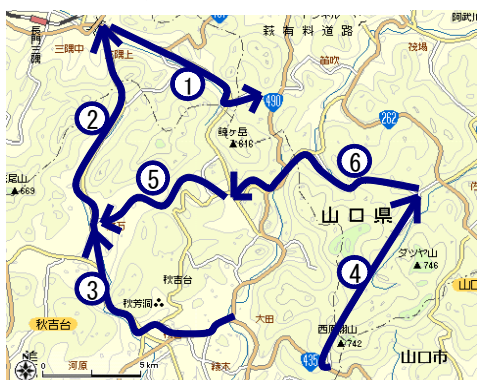


Figure7 地区④美祢市

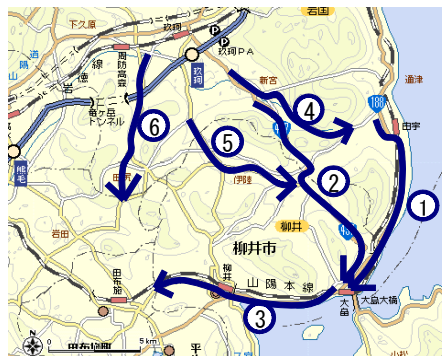


Figure8 地区⑤美祢市

道路の整備によって軽減される効果である．ここでは定量的かつ金銭的評価の可能性などから，道路の利用に伴う費用のうち，自動車による道路利用者の走行時間短縮と走行費用減少の2つを利用者便益として次式により算定する．

1日の走行時間短縮便益

$$BT = \alpha \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m (q'_{ij} t'_{ij} - q_{ij} t_{ij}) \quad (1)$$

BT : 対象路線の走行時間短縮便益(円/日)

$q'_{ij}$  : 対象路線の途絶時のノード i-j 間の交通量(台/日)

$q_{ij}$  : 対象路線の通常時のノード i-j 間の交通量(台/日)

$t'_{ij}$  : 対象路線の途絶時のノード i-j 間の走行時間(時間)

$t_{ij}$  : 対象路線の通常時のノード i-j 間の走行時間(時間)

$\alpha$  : 時間価値原単位(円/台・時間)

m : ノード数(個)

1日の走行費用減少便益

$$BM = \beta \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^m (q'_{ij} l'_{ij} - q_{ij} l_{ij}) \quad (2)$$

BM : 対象路線の走行費用減少便益(円/日)

$q'_{ij}$  : 対象路線の途絶時のノード i-j 間の交通量(台/日)

$q_{ij}$  : 対象路線の通常時のノード i-j 間の交通量(台/日)

$l'_{ij}$  : 対象路線の途絶時のノード i-j 間の走行距離(km)

$l_{ij}$  : 対象路線の通常時のノード i-j 間の走行距離(km)

$\beta$  : 走行費用原単位(円/台・km)

m : ノード数(個)

1日の利用者便益 (BU)

$$BU = BT + BM \quad (3)$$

BU : 対象路線の利用者便益(円/日)

Table2 走行費用原単位

(単位:円/台・km)

速度	市街地	平地	山地
10	28	20	18
20	21	15	14
30	18	13	12
40	18	12	11
50	18	12	11
60	18	12	11

注)平成11年価格

BT :対象路線の走行時間短縮便益(円/日)

BM :対象路線の走行費用減少便益(円/日)

ここで、時間価値原単位 $\alpha$ は国土交通省・費用便益マニュアル<sup>3)</sup>より3771円/台・時間とし、走行費用原単位 $\beta$ についてはTable2に示すように道路種類別、走行速度別に設定する。ただし、時間価値原単位同様、乗用車類・小型貨物車・普通乗用車に区分されているが、本研究では乗用車類の値を用いている。

### 3. 解析結果

Table3に各地区で抽出した5路線の利用者便益を交通量とあわせて示す。今回対象とした路線の中で最も高い利用者便益となった路線は光市の路線3で、1日当たり1660万円である。この路線は下松市と光市を結び、日交通量15717台と交通量が多いため、必然的に高い利用者便益となり、最も経済効率の良い路線と考えることができる。一方、最も迂回路が長くなる路線は下関市の路線2である。しかしながら、この路線の利用者便益は299万円であり全体的にみても低い。このような場合には、経済的観点からのみの評価では整備対象とすることは難しいものと予想される<sup>4)</sup>。しかし、この路線はFig.4に示す通り日本海沿いの路線であり、迂回のためには大きく内陸に入らねばならず、冗長性に欠ける路線である。このような路線の価値を評価するためには単に利用者便益のみでなく、他の評価指標が必要であろう。路線価値の評価にあたっては、その路線の経済的価値が尺度の一つとなるのは当然である。しかし、山間部に代表される道路網が未整備であり、かつ交通量が少ない地域では経済的価値のみによる判断はなじまない。そこで、ライフラインの確保という観点から、災害時に孤立する危険性や道路の冗長

Table3 解析結果

	路線番号	路線長(km)	交通量(台/日)	迂回路長(km)	便益(万円/日)
① 下関市	1	16.7	540	23.8	25
	2	14.8	1837	32.7	299
	3	12.4	2161	17.6	84
	4	14.0	1648	17.7	42
	5	11.2	1739	18.6	145
	6	11.4	1104	18.4	47
② 光市	1	11.2	4023	12.9	193
	2	9.0	6693	15.1	304
	3	7.7	15717	16.4	1660
	4	10.5	8880	15.5	553
	5	7.4	4716	8.9	282
	6	6.7	6844	9.5	107
③ 阿東町	1	10.1	518	27.0	90
	2	12.9	796	24.1	80
	3	12.5	3879	21.2	321
	4	10.8	254	23.9	29
	5	11.8	535	25.3	70
	6	10.7	1942	16.8	112
④ 美祢市	1	10.2	2327	17.8	160
	2	15.5	2044	22.8	176
	3	12.3	2730	18.2	168
	4	10.6	100	23.2	14
	5	10.6	603	19.9	33
	6	10.7	1412	14.8	119
⑤ 柳井市	1	9.0	5831	11.7	215
	2	10.1	3503	14.9	194
	3	11.4	6155	22.8	473
	4	7.9	1236	12.6	55
	5	7.6	1982	11.1	39
	6	8.6	986	11.7	25

性に着目し、迂回路の長さも評価に加えた評価法について検討する。

Fig.9は横軸を当該路線の途絶時の迂回路走行距離 $dl$ と通常時走行距離 $l$ の差 $ls$ とし、縦軸は利用者便益 $BU$ とした図である。従来の経済的評価はこの図の縦軸のみに着目した一次元評価であるのに対し、Fig.9では二次元評価となる。利用者便益が大きい路線は利用者に与える影響が大きいため、積極的に維持すべき路線ととらえることができる。一方、走行距離の差が大きい路線は冗長性に欠ける路線であり、新規道路整備の対象と考えることができる。今回の対象路線はその多くが利用者便益400万円未満であり走行距離の差は10km未満である。順位づけに用いる閾値の設定は行政に委ねられる問題であるが、早期に整備すべき路線が図の右側および上方に存在することとなり、従来とは異なった観点からの評価が可能である。



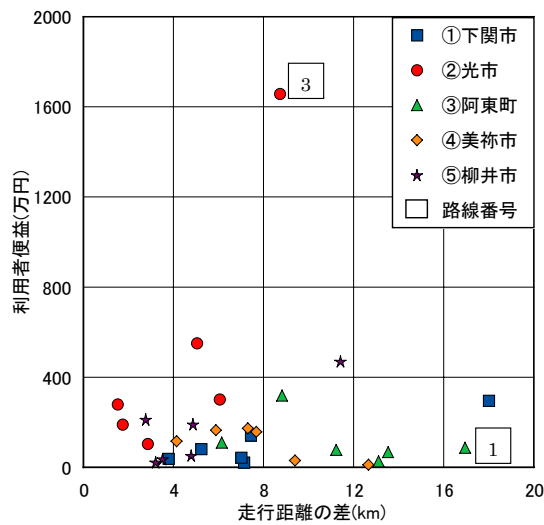


Figure9 維持整備の必要度合い(指標①)

Fig.10は横軸に走行距離の差 $ls$ を通常時走行距離 $l$ で除した値 $ls'$ 、縦軸に利用者便益 $BU$ を通常時コスト $Us$ で除した値 $BU'$ をとった図である。つまり、 $ls'$ は当該路線が通行止めになり、迂回することで当該路線通行可能時の走行距離に比べてどれだけ多く迂回するかを示している。 $BU'$ は当該路線が通行止めとなり、迂回することで通常時コストに比べてどれだけ多くのコストがかかるかを示している。この図は縦軸と横軸を無次元化しているため、両軸を総合して評価することが可能と考えられる。すなわち、図の原点からの距離が遠い路線から順に、整備又は維持作業を実施する必要がある。図中の同心円状の実線は試みに設けたものであるが、これにより路線levelを1~6に等級づけすることができる。今回対象とした多くの路線が含まれる路線level2とlevel3を基準とすると、路線level5, 6の路線は維持管理を優先的に行い、路線level1の路線は早急な維持管理は要しないと判断することも可能である。Fig.9では阿東町の路線番号1は右方に偏っているため冗長性に欠けており、一方光市の路線番号3は利用者便益が大きく維持していくべき路線と評価することができる。Fig.10では阿東町の路線番号1は路線level6、光市の路線番号3は路線level5にそれぞれ分類され、いずれの路線も維持管理および整備に注意する路線と評価される。このように、Fig.9やFig.10を用いればユーザーコストおよび冗長性の両方を総合的に捉えた道路路線価値の評価が可能であると考えられる。

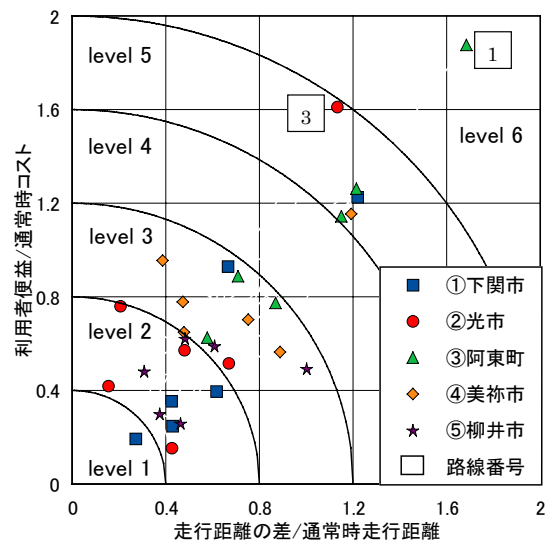


Figure10 重要度レベル(指標②)

#### 4. まとめ

本研究では、経済的観点に加えて迂回路長に着目した路線評価を行った。実際の維持・更新においては各種道路施設の損傷の程度や機能的劣悪度も評価する必要がある<sup>9)</sup>。しかし、道路は個々の施設の集合体としてではなく、路線(ネットワーク)としてとらえる必要がある。そのため本研究で提示した手法は新たな路線価値評価手法として有益なものとする。さらにこの手法は災害時の輸送路の確保や孤立の回避のための指標となりうる。

#### 参考文献

- 1) 立道孝大, アセットマネジメントのための橋梁資産価値評価法に関する研究, 山口大学大学院修士論文, 2008.
- 2) 山口県土木建築部, 平成17年度山口県道路交通センサス一般交通量調査総括表, 2006.
- 3) 国土交通省, 費用便益マニュアル, 2003.
- 4) 道路投資の評価に関する指針検討委員会, 道路投資の評価に関する指針(案), 日本総合研究所, 1998.
- 5) 立道孝大, 麻生稔彦, 榎原弘之, 井原慶子, 地方都市における橋梁の資産価値評価に関する一考察, 山口大学工学部研究報告第58巻第1号, pp.21-29, 2008.

(平成21年9月30日受理)