

主観評価を用いた市町村の舗装マネジメントシステムに関する研究

羽立 奎太¹ 大島 明² 高野 伸栄³

¹学生会員 北海道大学大学院 公共政策大学院 (〒060-0809 札幌市北区北9条西7丁目)

E-mail: keita-hadachi@eis.hokudai.ac.jp

²正会員 国際航業株式会社 社会インフラ部 (〒660-0805 兵庫県尼崎市西長洲町1丁目1-15)

E-mail: akira_oshima@kk-grp.jp

³正会員 北海道大学大学院 工学研究院 (〒060-8628 札幌市北区北13条西8丁目)

E-mail: shey@eng.hokudai.ac.jp

より低コストで道路の諸状態を把握することを目的として、北海道恵庭市の市道15路線を対象に主観評価による道路評価が妥当であるかの検証を行った。交通量と路面性状についての実測データを取得した上で、これらの項目に関するアンケートを実施し、その結果を数値化した主観データと実測データの相関分析を行った。その結果、交通量については強い相関が見られ、路面性状に関しても相関の傾向が見られた。このことから、自治体の道路管理指標の中に交通量、路面性状の主観データを数値化し組み込むことで、従来の道路評価の一部を信頼性を保ったまま低コストで行えるようになることが言えた。

Key Words : *municipality, road maintenance, subjective evaluation, pavement, traffic volume*

1. はじめに

1.1. 背景, 研究目的

現在の日本におけるインフラは高度経済成長期およびその後続く安定成長期に建設されたものが主体であるが、耐用年数とされる50年が経過し、老朽化したインフラが増加するため、近年では補修などの維持管理政策が重要となっている。中でも道路は様々な交通機関を支える基盤である一方で、ライフラインの収容や都市の骨格形成などの機能も果たしており、社会基盤施設のストックの中でも最大の33%を占めている、非常に重要なインフラである。

しかし高度経済成長の終焉や公共事業に関する不祥事、メディアを通し展開された公共事業不要論などから、公共投資の削減の流れができ、公共事業関係費予算は1998年をピークに減少している。こうした予算制約の流れの中で効率的かつ効果的な事業推進が必要である。

道路のLCC縮減には路盤の健全性確保のために道路表層等の適時修繕が必要であり、自治体の道路維持管理計画の策定における道路劣化の評価指標にはひび割れ、わだち掘れのほかに交通量や住民ニーズなどがある。交通量は道路の維持管理の他にも都市計画における様々な場面で利用されるが、先に述べたように、対象路線数の

多さや予算の成約から地方部の市町村ではこれを行うことが難しいという現状がある。また、補修に対する住民ニーズに関しては、信頼性確保の観点から、不満の声が上がる前に対応できることが望ましいが、どの程度の道路劣化の度合いから修繕要望が出るかのデータがこれまでにあまりまとめられていないといった現状がある。

そこで本研究では、

- ・実施コストの低い主観評価をもとにした信頼性の高い交通量把握
- ・路面性状値と主観的な劣化判断の関係の蓄積を目的として、従来手法による交通量・路面性状の測定値と、アンケートによる交通量と道路劣化の評価値の相関分析を行った。

2. 研究対象

2.1. 対象地域・路線

研究対象とする地域は

- ・既にいくつかの市道を対象に路面性状値測定を行っていた点
 - ・比較的大きな自治体であり、交通量調査やアンケートなどである程度の量のデータの収集が見込める点
- などから北海道恵庭市とし、調査対象路線は、既存の路

面性状データの取得が可能な14路線の他に1つを加え、15路線の市道とした。恵南柏木通、柏木中通、茂漁通、黄金中島通、恵庭団地中央通、黄金中通、柏木戸磯通、市役所通、恵庭駅前通、西島松通、南19号島松線、補給処線通、恵み野団地中央通、恵み野環状通、松園線の15路線である。

恵庭市は札幌と新千歳空港の間に位置する人口約7万人の市で、札幌市のベッドタウンとしての機能を持つ。市街地から離れたところには白扇の滝やラルマナイの滝などの観光スポットがあり、また市民主導の花のまちづくりも盛んである。2011年に出されたマスタープランでは、人口減少など意識し、それまでの3駅一体化の計画から各駅周辺の都市機能を強化する集約型都市構造を基本とする街づくりに方針を切り替えている。本研究で対象とする市道はこの集約型都市の計画区域内の道路、都市計画において商業、準商業地域に分類される道道46号線周辺区域の道路、およびこれらのエリアから比較的近い自衛隊北恵庭駐屯地に面した道路の合計15路線である。(図-1) 路線選定は、恵庭市役所建設部の方の意見をもとに行った。全路線とも片側一車線の道路である。

2.2. 対象路線の路面性状

対象15路線のうち14路線について、市が業者委託し行った路面性状値のデータを入手した。(表-1) この路面性状調査は2016年に行われ、2017年に結果が算出されたものである。測定は対象路線を100mごとに区切り、区間ごとにひび割れ率、わだち掘れ量、IRI (国際ラフネス指数) を測定し、それをもとにMCI (舗装の維持管理指数) を算出するものである。項目、区間ごとの数値は損傷レベルごとに3色で色分けされており、例えばMCIは、4以下を損傷レベル大として赤色、4以上5以下を損傷レベル中として黄色、5以上を損傷レベル小として青色に塗り分けされている。このほかにパッチング数と各道路に対する評価コメントがかかっている項目がある。また橋梁等がある場合は、それを含む区間をさらに区分けし、それぞれに対し測定を行っている。すなわち、測定路線終端の区間と橋梁を含む区間は100mに満たない区間に対し100mの区間と同様の処理を行っている。路線ごとのMCIの平均値や中央値などを出し、これを本研究の路面性状値の実測データとして利用した。(図-3) なお、後の5.3に示す理由により10-MCIの値でデータを出している。

3. 交通量調査

3.1. 調査日時

交通量に関する実測データがないため、対象の市道15路線で交通量調査を行い、これによって得たデータを交



図-1.1 対象路線図 (9路線)



図-1.2 対象路線図 (6路線)

表-1 路面性状調査結果 (一部)

区間	名称	区間距離 (m)	ひび割れ (%)	わだち掘れ (mm)	縦断凹凸 (IRI) (mm/m)	パッチング数 (箇所)	MCI値 維持管理指数
0 ~ 100		100	27	5	4.2	1	4.0
100 ~ 150		50	62	5	3.3	0	2.3
150 ~ 185	橋梁	35	5	5	3.3	0	6.2
185 ~ 200		15	64	5	3.3	0	2.2
200 ~ 300		100	36	5	3.5	0	3.5
300 ~ 400		100	25	5	2.4	0	4.1
400 ~ 500		100	34	5	2.2	0	3.6
500 ~ 600		100	2	5	2.6	0	6.8
600 ~ 640		40	2	5	2.9	0	6.7
645 ~ 700		55	2	5	2.9	0	6.7
700 ~ 800		100	2	10	2.3	0	6.2
800 ~ 900		100	38	5	2.4	0	3.4

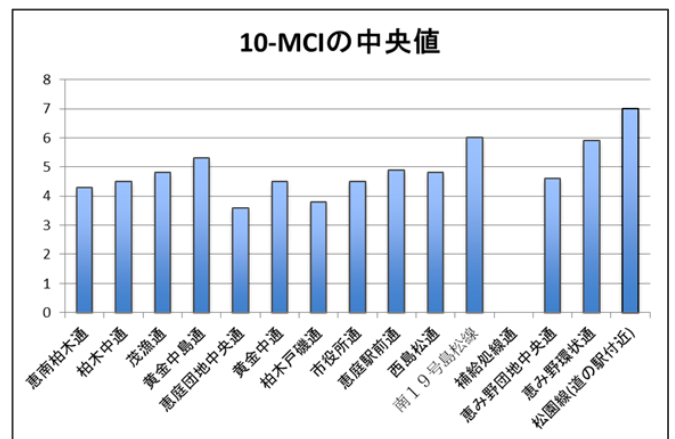


図-3 路線ごとの10-MCI中央値

通量の実測データとした。

調査は2016年11月の21日，22日，24日，25日に行った。土日祝日を除いた月，火，木，金曜日の4日間であり，21日に柏木中通，西島松通，南19号島松線，補給処線通，22日に恵南柏木通，柏木戸磯通，市役所通，恵庭駅前通，恵み野団地中央通，24日に恵庭団地中央線，黄金中通，25日に黄金中島通，恵み野環状通，松園線について行った。

3.2. 調査方法

各地点に調査員1名が立ち，3時間にわたって大型車台数とそれ以外の自動車（以下普通車とする）の台数を，走行車線の上下別にカウントするものである。時間帯は午前9時～正午までの3時間とした。この時間帯設定に関しては，恵庭市がある道路について以前調べた大型車交通量のデータより，1日の中で大型車交通量が集中している時間帯を選んだ。大型車に注目して選定したのは，一般に舗装計画をたてる際に使用する交通量が大型車交通量であるためであり，したがって本調査でも大型車交通量を調べた。また，その他の計画等への汎用性を考え，普通車台数（以下普通車とする）と走行方向の上下も調べた。通勤通学時間や勤務開始直後，昼食どきにあたることから，普通車の台数に関しても，この時間帯の交通量によって全時間帯及び路線別の交通量をある程度代表できていると判断した。調査地点はそれぞれ，民家や商店の正面を避けた対象路線のできるだけ中央に近いところに設定し，調査員は記入表の項目別の欄に正の字を記入していく。

大型車の判定は，国土交通省が交通量調査を行ったときの判別方法と同様に，ナンバープレートの分類番号を参考にした。分類番号（地域表記の隣の1～3ケタの数字）が1，2，8，9，0で始まる自動車を大型車として扱う。それぞれの分類番号が示す車両は，
 1ナンバー(1, 10-19, 100-199)・・・貨物運送用普通自動車
 2ナンバー(2, 20-29, 200-299)・・・乗車定員11人以上の普通自動車
 8ナンバー(8, 80-89, 800-899)・・・特種用途自動車（緊急自動車，タンク車など）
 9ナンバー(9, 90-99, 900-999)・・・大型特種自動車（キャタピラ車など）
 0ナンバー(0, 00-09, 000-099)・・・大型特殊自動車である。

3.3. 調査結果

調査路線において，総交通量の最大は1720台，最小は94台，大型車交通量の最大は333台，最小は15台，普通車交通量について最大は1588台，最小は79台であった。路線ごとの各種交通量をまとめた図を示す。（図-4）

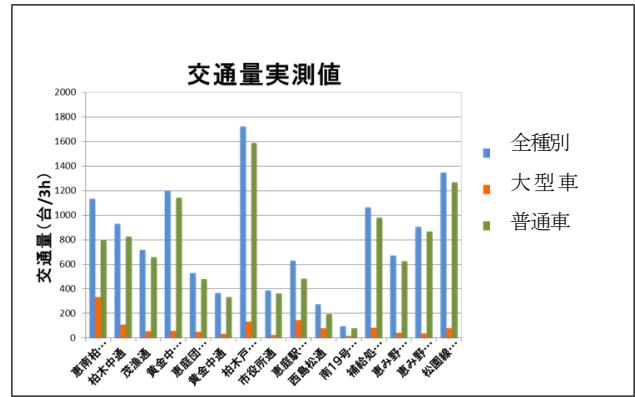


図-4 交通量調査結果

ほぼすべての路線で総交通量における大型車の割合は1割程度であったが，ある路線では大型車の割合が3割と高い値を示した。これは自衛隊の車の出入りが多い恵庭北駐屯地に面した道路であると考えられる。

4. アンケート調査

4.1. 調査方法

次に，主観評価による交通量と道路劣化度のデータを得るためにアンケート調査を行った。アンケートでは，おおよそすべての対象路線について知っていると考えられる市役所職員を対象に，個人属性，交通量，路面状態について尋ねる。調査は1月に行った。市役所の方に配布をお願いし，約2週間後に市役所に行き回収した。

(1) 個人属性

個人属性についての質問は全て選択式である。質問項目は，

- ・恵庭市での勤務年数
- ・勤務経験のある部署
- ・勤務時間内での運転頻度
- ・勤務時間外での運転頻度

である。これらは実測値と相関の強い主観評価を出す回答者の属性を調べるためであり，それぞれ

- ・恵庭市内に勤務している期間，
- ・業務の内容
- ・業務の中で道路と関わっている時間
- ・プライベートで道路と関わっている時間

が評価に影響を与えているのかを調べるための質問項目である。

(2) 交通量

交通量に関する質問は，対象路線の交通量の相対的な大中小を回答するものである。アンケート用紙に添付した地図上に対象路線を強調して示し，回答者は最も交通量が多いと感じる路線に大，少ないと感じるものに小を割り当てた上で，残りの路線を大中小で分類する。地図

の縮尺の便宜上15路線を6路線と9路線の2地域に分け、地域ごとにこの質問の仕方アンケートを行った。

(3) 路面性状

路面性状に関する質問は、交通量アンケートの際に示した地図を参照し、該当路線の劣化度合を「かなり劣化している」「劣化している」「劣化は感じない」で主観評価をした上で、劣化と回答した場合は劣化種別（ひび割れ、わだち掘れ、その他）を選択し回答する。なお、劣化種別については、劣化道路のイラストを示し回答者に分かりやすいよう工夫した。

(4) 自由記述

アンケートの最後に、道路劣化に対する意見、アンケートそのものに対する意見の2項目についての自由記述欄を設けた。

4.2. アンケート結果

(1) 個人属性結果

回答総数はN=21であった。勤務時間内の運転頻度は、ほぼしないが約半数を占めるが、その他はおよそ同じ割合であった。勤務時間外の運転頻度は週5以上と週1, 2回の割合が多かった。(図-5, 図-6)

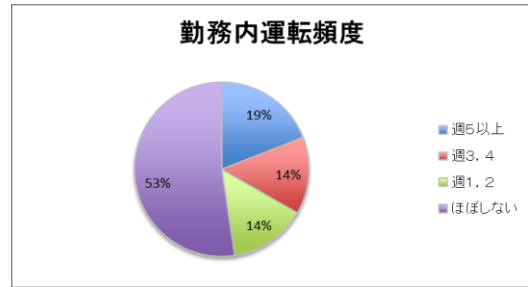


図-5 勤務時間内での運転頻度

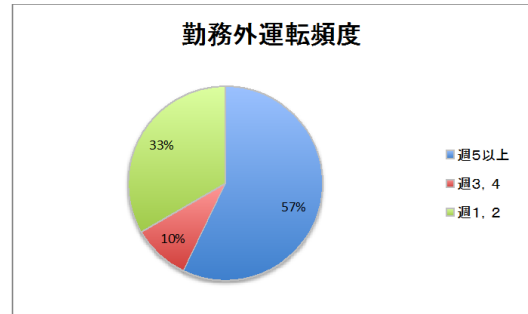


図-6 勤務時間外での運転頻度

(2) 交通量結果

交通量を大とした回答数が最も多かったのは3路線、中の評価が最も多かったのは8路線、小が最も多かったのは4路線である。(図-7)

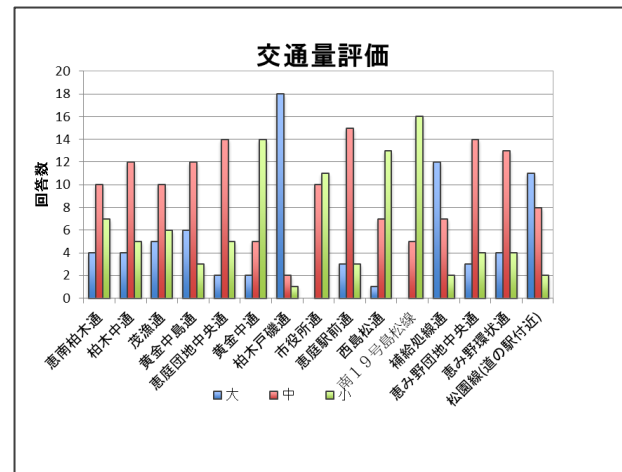


図-7 路線別交通量アンケート結果

(3) 路面性状結果

ほとんど劣化していないの回答が最も多かったのは11路線、劣化しているの回答が最も多かったのは4路線、かなり劣化しているの回答が最も多い路線はなかった。全体としてかなり劣化しているの評価は多くなかった。

(図-8)

(4) 自由記述結果

特に路面性状に関して「評価基準が難しい」「普段意識していない」などの記述があった。また、マンホールの段差についての記述がいくつか見られた。

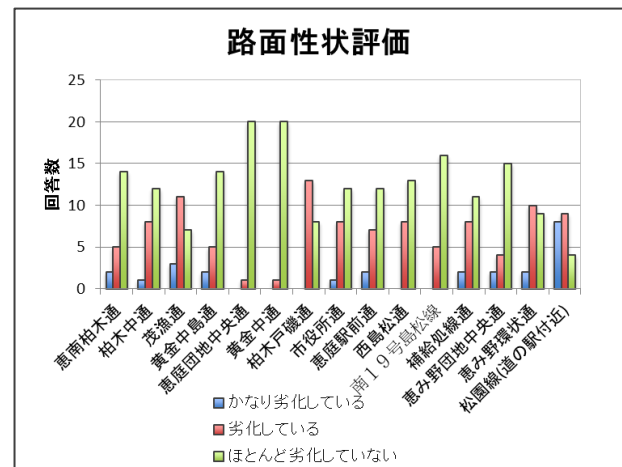


図-8 路線別路面性状アンケート結果

5. 相関分析

5.1. 交通量に関する相関分析

回収したアンケートと実測データを用いて、交通量に関する主観評価値と実測値の相関分析を行った。目的変数yを路線ごとの総交通量の実測値、説明変数xを路線ごとの交通量の主観評価値として回帰分析を行い、回帰直線の式と相関係数を求める。

交通量の実測値yについては交通量調査によって得たデータである台数を数値として利用する。主観評価値xについては、路線に対する各回答者の評価（交通量大, 中, 小）に3, 2, 1で重みづけをし、和をとることでxの

値とする。例えばある道路について4人の解答者がそれぞれ大, 中, 小, 小と答えた場合, この路線の主観評価値xは, $3+2+1+1$ より $x=7$ とする。

次に, yの測定値として使うデータを大型交通量や普通車交通量の実測値に切り替え, 同様に回帰式と相関係数を求めた。さらに, 各yに対して, 説明変数xの点数付けの際に和をとる回答をいくつかの属性に限定して計算し, 同様に回帰式と相関を求めた。これらは実測交通量とより強い相関を持つ属性の傾向を調べるために行っており, 主観による交通量評価の運用場面においてより精度の高い結果を出すことを目的としている。

5.2. 交通量に関する相関分析結果

回帰式と相関係数はそれぞれ,

- (1) 9路線 (図-1.1) の総交通量に関して
 $y = 47.138x - 1076.9 \quad R^2 = 0.799$
- (2) 6路線 (図-1.2) の総交通量に関して
 $y = 43.318x - 1022.2 \quad R^2 = 0.936$
- (3) 全路線の総交通量に関して (図-9)
 $y = 45.376x - 1045.1 \quad R^2 = 0.844$
- (4) 全路線の大型車交通量に関して
 $y = 2.2277x - 5.3121 \quad R^2 = 0.066$

また, 3.3で解説した, 駐屯地前の大型車交通量が特異値を示す道路を除いた14車線を考えると,

- (5) 全路線の普通車交通量に関して
 $y = 43.148x - 1039.8 \quad R^2 = 0.873$
- (6) 全路線の総交通量に関して, 回答者属性を「勤務内外を問わず週3回以上運転をする」に絞った場合 (N=16) には,

$$y = 60.432x - 1132.7 \quad R^2 = 0.880$$

となり, 全体として主観評価と実測値の間には相関がみられた。

5.3. 路面性状に関する相関分析

回収したアンケートと実測データを用いて, 路面性状に関する主観評価値と実測値の相関分析を行った。目的変数yを路線ごとの路面性状の実測値, 説明変数xを路線ごとの路面性状の主観評価値として回帰分析を行い, 回帰直線の式と相関係数を求める。

主観評価値xについては, 路線に対する各回答者の評価 (かなり劣化, 劣化, 劣化なし) に2, 1, 0で重みづけをし, 和をとることでxの値とする。

路面性状の実測値yについて, 実測データでは100mごとに路面性状値が1つ算出され, これが各路線の全延長にわたって続いている。数値化に関して, データの数は路線ごとに異なること (最少は9, 最多は71), 局所的な激しい劣化状態と連続的なある程度の劣化状態ではど

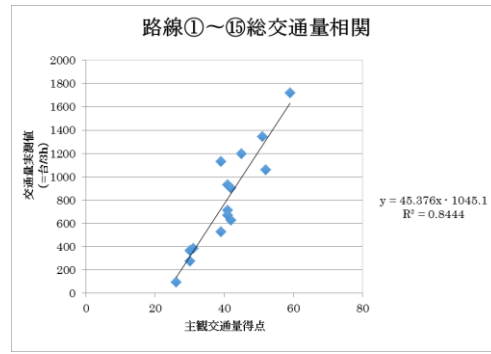


図-9 全路線の総交通量に関する相関のグラフ

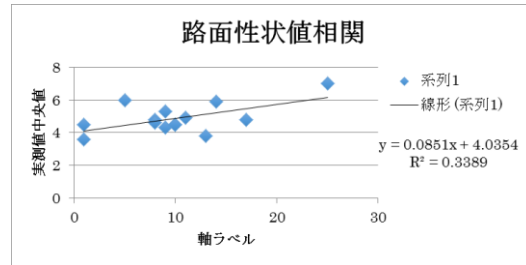


図-10 路面性状に関する相関のグラフ

ちらが劣化の程度が大きいと判断されるのかが明確でないこと, 路線ごとのMCI値の差が小さく傾向をつかみづらいことなどを踏まえ, yの実測値として

- ・路線における10-MCI(*)の平均値
- ・路線における10-MCIの中央値
- ・路線における10-MCIの最悪値
- ・路線における10-MCIの2乗平均値

を利用し, これら4項目のyに対して主観評価値xとの相関を調べた。

(*)…MCI値は0以上10以下の中で, 安全な (劣化がない) 程度が大きくなる指標である。本研究では劣化が激しいほど数値が大きくなる主観評価値との相関を視覚的に意識しやすいよう, 実測データであるこのMCI値を劣化度に伴い増加するように操作を加えた10-MCIという数値を基本として利用している。

5.4. 路面性状に関する相関分析結果

回帰式と相関係数はそれぞれ,

- (1) 10-MCIの平均値に関して
 $y = 0.0581x - 4.3601 \quad R^2 = 0.286$
- (2) 10-MCIの中央値に関して (図-10)
 $y = 0.0851x - 4.0354 \quad R^2 = 0.339$
- (3) 10-MCIの最悪値に関して
 $y = 0.0489x - 6.5929 \quad R^2 = 0.100$
- (4) 10-MCIの2乗平均値に関して
 $y = 0.6649x - 19.567 \quad R^2 = 0.283$

となった

6. まとめ

6.1. 結論

本調査と分析によって

- ・総交通量に関して、主観評価は実測データと相関がある。
 - ・普通車交通量に関して、主観評価は実測データと相関がある。
 - ・路面性状に関して、主観評価は実測データとある程度相関がある。
- ことが分かった。

6.2. 自治体の舗装管理計画への導入

6.1の結果を踏まえ、自治体におけるコストの低い道路維持管理手法について述べ、本研究の結びとする。

自治体の舗装評価の指標に関する先行研究（参考文献3）の中で提言された自治体の舗装管理評価手法の中では、交通量は1から3、路面性状は0から30の中で推移する指標として組み込まれている。ここに主観評価による交通量、路面性状調査をもとにした数値を組み込むことを考える。

(1) 本研究時より1つ増やした4段階で交通量に関するアンケートを行うと、回答総数を n として、主観評価点は n から $4n$ で推移する。主観評価点が n から $2n$ の間にあるものには1点、 $2n$ から $3n$ の間なら2点、 $3n$ から $4n$ の間なら3点を与えることにより、交通量の主観評価を先行研究の中で提示された舗装管理評価手法に組み込むことができる。

(2) 路面性状も4段階でアンケートを行うと主観評価点は0から $3n$ で推移する。（本研究の相関分析のための得

点化時と同様に、交通量は1から、路面性状は0から始まる整数で重みづけを行っている。）主観評価点を $n/10$ で割る事により0から30の範囲の数値に換算ができ、こちらも先行研究の中で提示された舗装管理評価手法に組み込めるようになる。以上の方法で主観評価を組み込むことにより、低コストでの舗装マネジメントが可能になる。

6.3. 課題

本研究の課題として、今後は

- ・回答の対象を広げて n を増やし、精度の高い分析をすること
- ・主観評価得点算出の際の重みづけの妥当性について考えること
- ・路面性状に関する質問項目を工夫し、相関の有無についての判断の精度を上げることが、挙げられる。

謝辞：本研究を実施するにあたり、アンケート調査に対応いただいた恵庭市役所の皆様に深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 日本道路協会：舗装設計便覧, p. 10
- 2) 国土交通省：箇所別基本及び時間帯別交通量表に関する説明資料, p. 3
- 3) 檜木紳平：携帯端末情報に基づく交通量を考慮した市町村道路舗装管理システムに関する研究,

Pavement Management System of Municipality by Using Subjective Evaluation

Shinei TAKANO, Keita HADACHI

In Japan, As the budget decreasing due to depopulation and aging, local governments are needed to administer their municipal corporation. Road maintenance needs the data of the traffic volume, road surface properties, and so on, but they cannot measure these indexes because of budget decreasing. In order to measure these index with less money, we propose using subjective evaluation. We analyzed the correlation between subjective evaluation and actually measuring data about traffic volume and road surface properties. As a result, we proved that subjective evaluation had confidence in substituting for real measuring data.