

# 北海道における「2 + 1 車線」型道路の性能評価

宗広 一徳<sup>1</sup>・高田 哲哉<sup>2</sup>・石田 樹<sup>2</sup>・松田 武<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員, 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所寒地交通チーム主任研究員

(〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号)

E-mail:k-munehiro@ceri.go.jp

<sup>2</sup>正会員, 国立研究開発法人土木研究所寒地土木研究所 (〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号)

<sup>3</sup>国土交通省北海道開発局稚内開発建設部 (〒097-8527 稚内市末広5丁目6番1号)

北海道では、効率的な整備により道路利用者へ高いサービスの質を提供することを目的とし、既設の2車線道路に付加車線を設置する施策、すなわち「2 + 1 車線」型道路の整備手法が導入されている。本研究では、サービスの質を表す指標として、追従車率と追従車密度を取り上げ、付加車線の配置と得られるサービスに関する交通流シミュレーションの結果を報告する。路面状態は、乾燥路面と圧雪路面の2条件とした。結果として、時間交通量の増加に伴って、追従車率及び追従車密度が増加した。両指標は、乾燥路面時よりも圧雪路面時の方が低下した。これに対し、一定間隔で付加車線を設置することにより、乾燥路面時と圧雪路面時の両方で、2車線道路のサービスのレベルが改善することが示された。さらに、現道活用による「2 + 1 車線」型の道路構造への改良事業が進められた国道40号更喜苦内道路（稚内市～豊富町）を事例研究とし、「2 + 1」車線型道路のサービスの質の実測結果を報告する。

**Key Words :** “2+1 lane” highway, quality of service, follower density, snow condition

## 1. はじめに

積雪寒冷地に位置する北海道では、国道の総延長は約 6,714km<sup>1)</sup>である。道路の車線数別では、国道の総延長の 90%以上が、2車線道路により占められている。北海道の降雪は、例年 11 月～3 月までの約 5 ヶ月間に亘り断続的に続く。このため、道路の路面状態は、乾燥路面に加えて、冬期には道路舗装が雪で覆われる圧雪路面が出現する頻度が多くなる。通常期（春期～秋期）の乾燥路面状態では交通量の増加に伴い、道路のサービスの質が低下するが、これに加えて積雪期（冬期）には降雪や路面状態の悪化、すなわち圧雪路面の発生により、さらに道路のサービスの質が低下する。また、北海道の 90%以上を占める2車線の道路構造においては、追越禁止の車線規制や対向車両の存在により、車両の追越しの機会が制限される。このため、低速車両を先頭として、車群が形成されやすく、道路の走行性が低くなる特徴を有している。

北海道郊外部の国道では、低コストの整備により道路利用者へのサービスの質を向上させるために、既設の2車線道路に連続的・断続的に付加車線を設置する整備手法、すなわち「2 + 1 車線」型道路<sup>2)</sup>への改良事業が進められている。例えば、国道 40 号更喜苦内道路（稚内市～豊富町）は、現道活用による「2 + 1 車線」型道路の整備が進められている。

交通需要が少ない道路において求められる性能を確保するため、スウェーデンやドイツをはじめとする欧州各国や米国などでは、「2 + 1」車線型道路<sup>3)</sup>の整備が進展している。我が国においても、2車線道路並びに「2 + 1 車線」型道路のサービスの質について、評価指標の構築及び評価の実践が求められている。先行研究として、中村<sup>4)</sup>らは、高規格道路を対象とし、サービスの質を表す評価指標として追従車密度を採用し、2車線道路における付加追越車線の設置効果を評価する方法を示した。佐藤<sup>5)</sup>らは、北海道の一般国道の付加車線を対象とし、避讓挙動の観測結果を示した。

しかし、積雪寒冷地における付加車線の設置効果やサービスの質に関する研究は少ない。筆者らは、北海道の国道を対象とし、通常期並びに積雪期における付加車線の設置効果<sup>6,7)</sup>に関する研究に取り組んできた。これまでに、机上検討として、乾燥、圧雪などの路面状態の変化に対応した交通流を再現するため、交通流マイクロシミュレーションプログラム SIM-R<sup>8)</sup>を開発した。また、実践的な検討として、「2 + 1 車線」型道路である国道 40 号更喜苦内道路の付加車線区間の実測データの取得を行った。本論文では、通常期並びに積雪期における「2 + 1 車線」型道路のサービスの質の評価方法を示すために、交通流マイクロシミュレーション SIM-R の活用、及び

国道 40 号更喜苦内道路の実測データの結果から、以下の点を明らかにすることを目的としている。

- 1) サービスの質を表す評価指標として、追従車率、追従車密度を取り上げ、各指標の有効性を検証する。
- 2) 通常期の乾燥路面及び積雪期の圧雪路面を踏まえたサービス水準の考え方を提案する。
- 3) 積雪期における「2 + 1 車線」型道路の実測データから、付加車線の設置効果を示す。

## 2. 実験区間

国道40号稚内市更喜苦内防雪事業（稚内市～豊富町：L=18.7km）を本研究の対象とし、交通データを実測した。本道路は、現道活用した整備を行い、道路のサービスの質を向上させることを主眼としたものである。区間延長は18.7kmであるが、上り側（稚内→豊富）に3区間、下り側（豊富→稚内）に3区間の付加車線が設置され、「2 + 1 車線」型の道路として整備されている。

本研究では、平成25年12月の積雪期に圧雪路面条件下で路側にビデオカメラを設置し、交通データを実測した。なお、この段階では、付加車線設置区間の一部が供用されていた。



図-1 国道40号更喜苦内道路の位置



写真-1 国道40号稚内市更喜苦内道路  
(平成26年8月撮影)

## 3. 2車線道路のサービスの質を表す評価指標

道路は、利用者に対し、交通の円滑性、快適性、

定時性、信頼性、安全性等多くの側面からサービスを提供しており、各々に対応するサービス水準の評価指標の開発が行われている。米国では、米国交通運輸研究会議（Transportation Research Board）が発行する Highway Capacity Manual 2010<sup>9)</sup>(HCM 2010)において、サービス水準（Level of Service）の考え方がまとめられている。HCM 2010では、2車線道路のサービス水準の具体的な評価指標として、平均旅行速度（Average Travel Speed; ATS）と追従時間率（Percent Time-Spent-Following: PTSF）の2つを挙げている。サービス水準による評価は、計画・設計段階から運用段階まで一環して行われる。計画・設計段階では、目標とするサービス水準に対して実現するのに必要な道路構造が決定され、運用段階では、目標のサービス水準を達成しているかどうかのチェックが行われる。

関連した既往研究として、Brilonら<sup>10)</sup>は、ドイツにおける地方部の2車線道路を事例とし、ドイツの経験として性能評価について論じた。Al-KaisyとKarjala<sup>11)</sup>は、様々な2車線道路の評価指標の既往研究をレビューし、各指標の優位性について論じた。既往研究等から、以下に主たる評価指標の概略を記す。

### (1) 平均旅行速度

平均旅行速度（ATS）は、HCM 2010における2つの性能指標のうちの1つである。ある車両が特定区間を走行するときの平均速度を意味する。この指標は、交通技術者がしばしば使用しているが、現地計測が簡単である特長を有し、また、一般ドライバーからも、分かりやすい指標といえる。

### (2) 追従車率

追従車率（follower percent: Foll%）は、ある観測断面の交通流における追従車両のパーセントで定義される。追従車両とは、前方車両の後方を比較的短い車頭間隔で続いて走行する車両のことである。本評価指標は、現地で簡単に計測することができるため、HCM2010におけるもう1つの評価指標である追従時間率（PTSF）を現場実務上、代替できる指標として、HCM 2010において用いられている。なお、HCM 2010では、「前車と後車の車頭間隔が3秒を超えない」場合、追従状態にあると定めている。

### (3) 追従車密度

追従車密度（follower density; FD）とは、1km当たりの追従車両の台数で定義される。Van Asは、南アフリカにおける2車線道路を建設する手続きの一部として、本評価指標の適用を報告<sup>12)</sup>している。本評価指標の特長は、追従車率とは異なり、交通状況の影響を効率的に反映できることである。交通密度を現地で直接計測することは難しいが、追従車率の計測断面において、交通量観測と速度観測から算定することが可能である。交通量と速度は、簡易トラフィックカウンターやビデオ撮影等による計測結果の利用により算定できる。追従車密度 FD（台/km）は、式(1)に示すように交通密度  $k$ （台/km）と追従車率 Foll%の積で表される。

$$FD = k \times Foll\% \quad (1)$$

また、Catbagan と Nakamura の既往研究<sup>13)</sup>では、日本における2車線道路の計測結果から、2車線道路のサービス水準の評価指標として、追従車密度の有効性を言及している。

#### (4) 時間信頼性

時間信頼性は、「旅行時間の日々の変動」と定義される。95%タイル旅行時間のPT (Planning Time) やPTと平均旅行時間の差を示すBT (Buffer Time) などが利用される<sup>14)</sup>。しかし、時間信頼性を求めるためには、豊富な基礎データの取得が求められる。例えば、日々の旅行時間の測定のために、プローブ調査の利用が望まれる。さらに、時間信頼性に加えて、雪害の発生を考慮した連結信頼性(災耐性)や安全・快適性を考慮した走行信頼性も考えられる。

本研究では、既往研究等も踏まえて、2車線道路のサービスの質を評価するに際し、道路利用者への分かりやすさとデータ取得の容易さの観点から、評価指標として追従車率と追従車密度を取り上げ、交通流マイクロシミュレーションの結果と現地実測の結果を述べる。

## 4. 付加車線設置による評価指標の変動

### 4-1 交通流マイクロシミュレーションの検討

#### (1) シミュレーション結果

交通流マイクロシミュレーションプログラムSIM-Rを用いて、付加車線の配置間隔、時間交通量、路面状態を変数とした感度分析を行った。ネットワーク総延長は30kmとし、車両が発生し10km到達までは車群形成区間、同区間以後の20kmを評価対象区間とした。感度分析の諸条件を表-1に示した。道路ネットワークのリンク規制速度は60km/h、希望速度分布は北海道郊外部の国道の実測データに基づいた。また、2車線道路(付加車線設置なし)の追越モデルと「2+1車線」型道路(付加車線設置あり)の車線変更モデルについては、北海道内の国道の実測結果を基に、SIM-Rによる現況再現を行い、各モデルの有効性を検証した<sup>8), 15)</sup>。本シミュレーションは、北海道郊外部の国道に付加車線を設置したときのサービスの質の変動を予め把握するために実行した。

追従の定義は、通常期の乾燥路面時においてはHCM2010に基づき、「前車と後車の車頭間隔が3.0秒以下」とした。しかし、積雪期の圧雪路面時には、乾燥路面と比べてすべりやすい状態となる。それゆえに、ドライバーは、安全性の観点から、乾燥路面時に比べて前方車両との車間距離をより大きく確保して運転する。ここで、制動停止距離<sup>16)</sup>は、式(2)で求めることができる。

$$D = \frac{V}{3.6}t + \frac{V^2}{2gf(3.6)^2} \quad (2)$$

ここで、

$D$  : 制動停止距離(m)

表-1 感度分析の諸条件

| 項目                       | 感度分析のケース                       |
|--------------------------|--------------------------------|
| 道路ネットワーク                 | 30km                           |
| 付加車線設置延長                 | 1.5km                          |
| 付加車線設置間隔                 | なし, 3km, 5km, 7km, 8.5km, 10km |
| 時間交通量                    | 100 ~ 1,000 台/h                |
| 路面状態                     | 乾燥 (f=0.80), 圧雪 (f=0.30)       |
| シミュレーション回数               | 1ケース当り10回                      |
| 計算除外時間<br>(プレシミュレーション時間) | 600 秒                          |
| シミュレーション時間               | 3,600 秒                        |

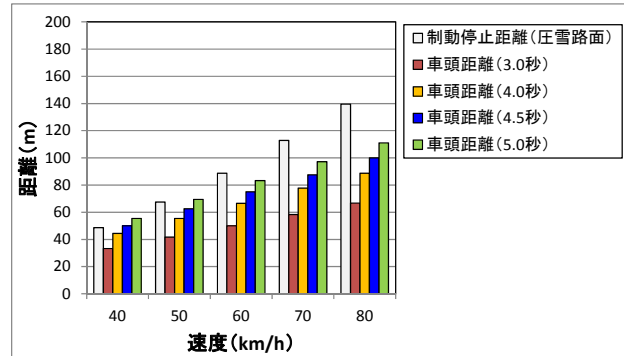


図-2 圧雪路面時の制動停止距離と車頭距離

- $V$  : 走行速度(km/h)
- $f$  : 縦すべり摩擦係数
- $t$  : 反応時間(sec)
- $g$  : 重力加速度 (=9.8m/s<sup>2</sup>)

圧雪路面時の縦すべり摩擦係数 $f$ を0.30、反応時間 $t$ を2.5 (sec)と設定した場合の制動停止距離と車頭間隔を示すと図-2の通りである<sup>17)</sup>。積雪期の圧雪路面時の制動停止距離と車頭距離(3.0秒, 4.0秒, 4.5秒, 5.0秒)を比較し、本論文では圧雪路面時の追従を「車頭間隔4.5秒以下」と設定した。

感度分析を実行したケースのうち、片方向の時間交通量が200台/hのときの結果を図-3に示す。評価指標は、追従車率と追従車密度である。乾燥路面時の追従車率は、車両発生地点からの距離が進むに従って、増加する傾向にある。片側1車線道路(付加車線設置なし)では、終点付近で追従車率80%程度まで増加した。3km間隔に付加車線を設置すると、追従車率は、距離10km付近で45%程度、距離30km付近では60%程度に低下した。3km間隔, 5km間隔, 7km間隔など、一定間隔で付加車線を設置する毎に、追従車率は低下した。また、設置間隔が短くなるほど、その効果が発揮された。追従車密度は、片側1車線道路(付加車線設置なし)では、終点付近で約3台/kmとなった。3km間隔, 5km間隔, 7km間隔など、一定間隔で付加車線を設置すると、追従車密度は1~2台/kmに低下した。

圧雪路面時の追従車率は、車両発生地点から距離が進むに従って増加し、片側1車線道路(付加車線設置なし)の終点付近の追従車率は約90%となった。3km間隔, 5km間隔, 7km間隔など、一定間隔で付加車線を設置すると追従車率は50~70%まで低下した。同様に、片側1車線道路(付加車線設置なし)

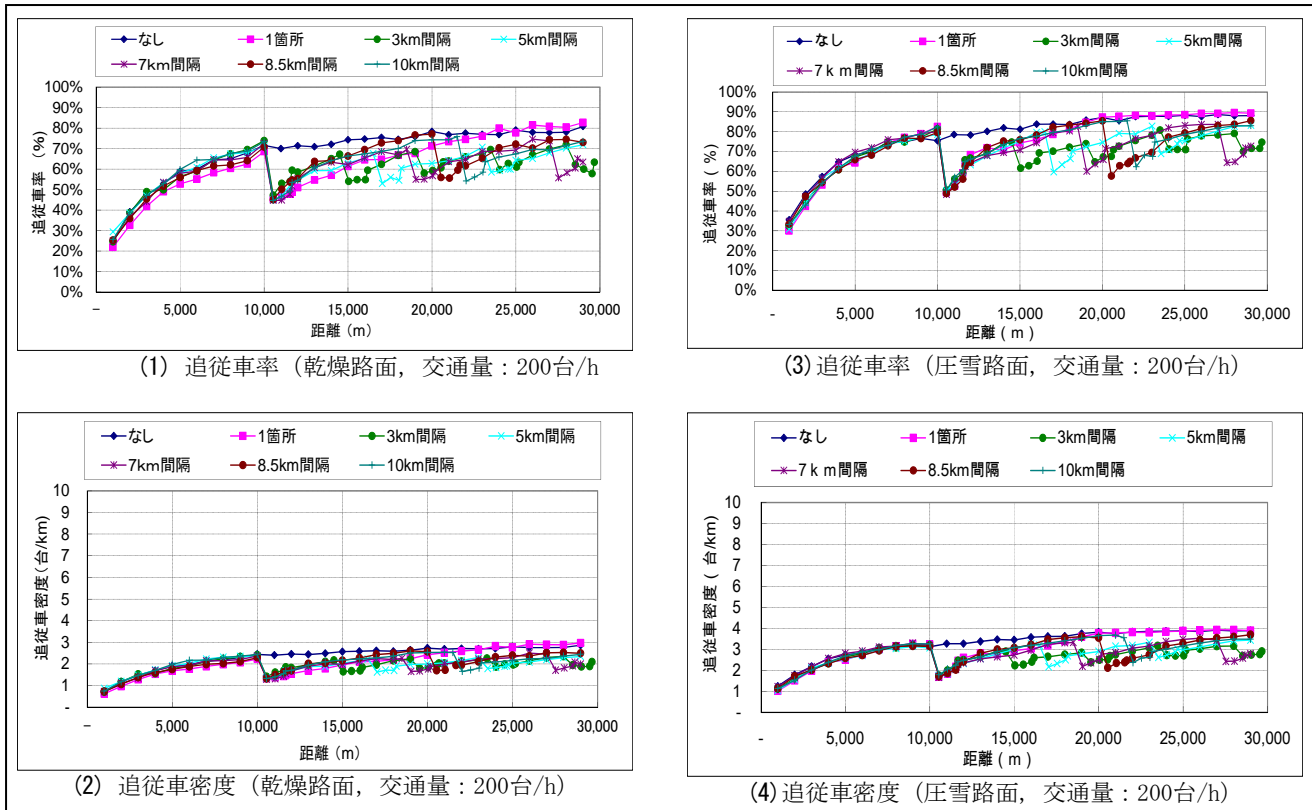


図-3 付加車線配置による各評価指標の変動

の終点付近で、追従車密度4台/km程度になる。しかし、3km間隔、5km間隔、7km間隔など、一定間隔で付加車線を設置することにより、追従車密度は約2台/kmとなり、サービスの質が改善された。

(2) 積雪寒冷地2車線道路のサービス水準の提案

これまでに、道路のサービス水準に関する既往研究では、冬期気象や積雪期の路面状態の変動については考慮されてこなかった。前述のシミュレーション結果を踏まえ、通常期の乾燥路面と積雪期の圧雪路面を考慮したサービス水準の構築を試みる。前述のシミュレーション結果から、追従率及び追従車密度ともに、評価指標として有効であることが分かった。本論文では、追従車密度の適用を試みる。追従車密度を選択した理由は、他の指標と比較し、適切な感度により、時間交通量と路面状態の交通条件及び気象の影響を表すからである。サービス水準の評価指標として追従車密度の適用については、南アフリカ<sup>12)</sup>、日本<sup>13)</sup>、ドイツ<sup>19)</sup>などで研究事例が報告されている。さらに、米国オレゴン州運輸局<sup>16)</sup>では、地方部の2車線道路のサービス水準として、追従車密度を評価指標として適用し、表-2のクラス分けを提案している。本論文の研究対象は、地方部の2車線道路であることから、表-2の追従車密度の閾値を基に、サービス水準について論じる。

表-3は、2車線道路及び「2+1車線」型道路を対象とし、時間交通量別並びに路面状態別（乾燥路面、圧雪路面）の追従車密度を示している。本表中の追従車密度の値は、起点から距離20kmの位置におけるシミュレーション結果に基づいている。例えば、時間交通量200台/hのとき、乾燥路面状態の2車線道

表-2 追従車密度によるサービス水準の提案（2車線道路）

| サービス水準 | 追従車密度<br>[台/km・車線] |
|--------|--------------------|
| A      | ≤2                 |
| B      | ≤3.5               |
| C      | ≤6                 |
| D      | ≤9                 |
| E      | >9                 |

表-3 時間交通量別及び路面状態別の追従車密度

(単位：台/km)

| 時間交通量<br>(台/時/方向) | 乾燥路面（通常期） |                     | 圧雪路面（積雪期） |                     |
|-------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|
|                   | 2車線道路     | 2+1車線道路<br>(3km 間隔) | 2車線道路     | 2+1車線道路<br>(3km 間隔) |
| 100               | 1.1       | 0.7                 | 1.5       | 0.9                 |
| 200               | 2.7       | 1.8                 | 3.8       | 2.5                 |
| 300               | 4.5       | 2.8                 | 6.3       | 4.1                 |
| 400               | 6.3       | 4.2                 | 8.7       | 5.7                 |
| 500               | 8.2       | 5.4                 | 11.2      | 7.6                 |
| 600               | 10.3      | 7.1                 | 13.7      | 9.9                 |
| 700               | 12.2      | 8.3                 | 16.4      | 11.8                |
| 800               | 14.5      | 9.9                 | 19.1      | 14.0                |
| 900               | 16.5      | 11.0                | 21.4      | 15.4                |
| 1,000             | 18.6      | 12.8                | 23.8      | 17.5                |

注)

| LOS | 凡例   |
|-----|------|
| A   | 乾燥路面 |
| B   | 乾燥路面 |
| C   | 乾燥路面 |
| D   | 乾燥路面 |
| E   | 乾燥路面 |

路ではサービス水準Bであるが、「2+1車線」型道路（3km間隔で付加車線設置）ではサービス水準Aとなる。さらに、時間交通量300台/hのとき、圧雪路面状態の2車線道路はサービス水準Dであるが、「2+1車線」型道路ではサービス水準Cとなる。

目標となるサービス水準を設定することにより、対象地域の気象・路面状態も考慮し、道路構造（付加車線の設置間隔など）を決定することが可能となる。

#### 4-2 実験区間の実測結果

平成 25 年 12 月 17 日（火）7 時～15 時（8 時間）に、国道 40 号更喜苦内道路（稚内市～豊富町：KP227.5～KP230 区間）の付加車線設置区間を対象とし、路側にビデオカメラ 5 台を設置し、道路中心線に対して直角方向で撮影した（図-4 参照）。観測日の気象データ<sup>20)</sup>は、最高気温 2.0℃、最低気温 -3.9℃、降雪 2cm、積雪 19cm であった。現地の路面状態は圧雪であった。撮影ビデオを基に、車両の通過速度 (km/h)、車頭間隔 (sec)、交通量 (台) を 5 分間毎に集計した。集計データを基に、図-4 中の地点 1～地点 5 までの 5 観測断面の追従車率と追従車密度を 5 分間毎に算出し、箱ひげ図で表したところ、図-5 及び図-6 を得た。

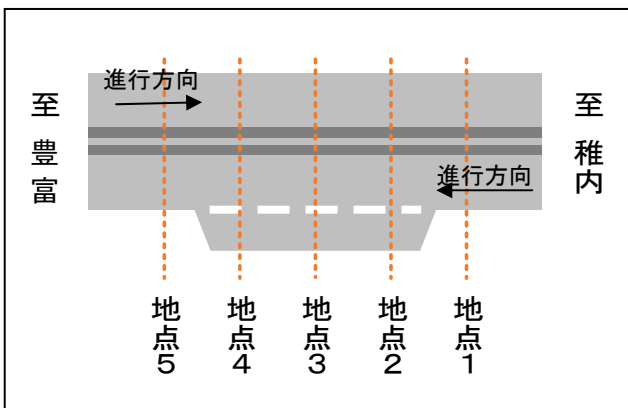


図-4 定点観測地点の位置

上り方向（稚内→豊富）には、延長 L=約 1.5km の付加車線が設置されている。片側 1 車線道路区間かつ付加車線の手前に位置する地点 1 においては、追従車率の平均値が 40%、85 パーセンタイル値 60%にも至った。片側 2 車線に分流し付加車線の中間に位置する地点 3 では、追従車率の平均値が 30%、85 パーセンタイル値が 43%に低下した。さらに、付加車線区間が終わり、片側 2 車線から片側 1 車線区間に合流した地点 5 では、追従車率の平均値で 20%、85 パーセンタイル値で 38%まで改善した。一方、下り方向（豊富→稚内）は、全ての観測地点が片側 1 車線区間であるので、地点 1～5 までの追従車率は、平均値で 35%、85 パーセンタイルで 50%程度であった。

また、上り方向（稚内→豊富）の追従車密度で見ると、片側 1 車線道路区間かつ付加車線の手前に位置する地点 1 では、追従車密度の平均値 0.8、85 パーセンタイル値 1.5、最大値 2.5 に至った。片側 2 車線に分流し付加車線設置区間に位置する地点 2～地点 3～地点 4 では、除々に追従車密度の平均値、85 パーセンタイル値は低下した。付加車線が終わり、片側 2 車線から片側 1 車線区間となる地点 5

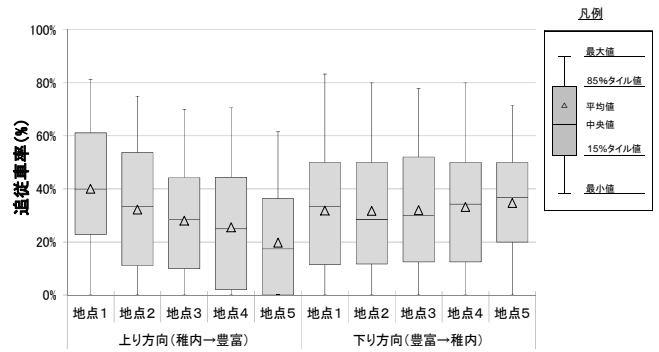


図-5 実測結果：追従車率（各観測地点の N=96）

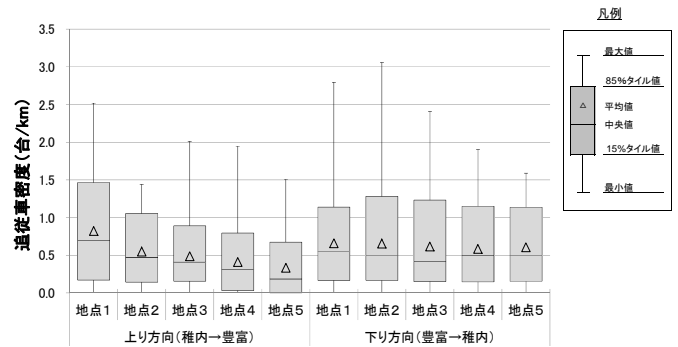


図-6 実測結果：追従車密度（各観測地点の N=96）

では、追従車密度の平均値 0.3、85 パーセンタイル値 0.7 となり、追従車密度は 1 以下となり、サービスの質が向上した。一方、下り方向（豊富→稚内）は、全ての観測地点が片側 1 車線区間であるので、地点 1～5 までの追従車密度は、平均値で 0.7、85 パーセンタイルで 1.2 程度であった。上り及び下り方向の実測値について、表-2 の追従車密度のクラス分けから判断すると、サービス水準 A が保たれる結果となった。

#### 5. まとめ

##### (1) 道路の性能を表す評価指標の有効性

交通流ミクロシミュレーションプログラム SIM-R の感度分析により、2 車線道路及び「2+1」車線型道路の性能評価を行った。路面状態は、乾燥路面と圧雪路面の 2 条件とした。交通量は、片側の時間交通量 100 台/h～1,000 台/h を対象とした。「2+1」車線型道路の付加車線の設置間隔は、3km、5km、7km、8.5km、10km を対象とした。乾燥路面状態及び圧雪路面状態ともに、2 車線道路に一定間隔で付加車線を設置すること、すなわち「2+1」車線型道路を導入することにより、サービスレベルが向上することが確認された。

評価指標として、追従車率、追従車密度を取り上げ、各指標の有効性について検討した。両指標ともに、道路のサービスレベルの評価指標として貢献することが示された。ただし、時間交通量が少なくかつ路面状態が良好な条件下でも、追従車率は比較的高くなる傾向を示した。これに対し、追従車密度は、時間交通量が少なくかつ路面状態が良好なときは、

低くなった。また、追従車密度は、時間交通量が多くかつ路面状態が悪い圧雪路面条件下で高くなった。このことから、追従車密度は、2車線道路並びに「2+1」車線型道路の効率性を評価するに際し、より適切かつバランスのよい評価指標であると考えられる。付加車線の間隔や延長の設計評価のため、乾燥路面と圧雪路面別にサービス目標値として追従車密度を活用することは有効である。

## (2) 通常期の乾燥路面並びに積雪期の圧雪路面を踏まえたサービス水準の考え方

積雪寒冷地における2車線道路並びに「2+1」車線型道路の効率性を評価するに際しては、通常の乾燥路面状態に加えて、積雪期の圧雪路面状態も考慮し、検討することが必要不可欠である。圧雪路面状態では、乾燥路面状態と比べて、当該道路のサービスの質は低下する。本研究では、追従車密度を評価指標として設定し、サービス水準を設定することを提案した。なお、追従の定義について、乾燥路面は「前車と後車の車頭間隔 3.0 秒以下」、圧雪路面は「前車と後車の車頭間隔 4.5 秒以下」とした。2車線道路のサービス水準は、米国オレゴン州運輸局による追従車密度の閾値を参考とした。追従車密度の評価指標を活用し、その道路に求められるサービス水準の性能に合致した道路構造を適用することが必要とされる。

本研究を通じ、時間交通量 200 台/h の場合、片側1車線道路に3km間隔で付加車線を設置すると、効率的に追従車密度が低下し、サービスレベルが改善することが示された。乾燥路面のときはサービス水準がBからAへ、圧雪路面のときはサービス水準がCからBへ改善されるからである。なお、サービス水準別の追従車密度の閾値については、我が国の実測データに基づき、さらに検討を重ねることが必要であると考えられる。

## (3) 積雪期における「2+1車線」型道路の実測データに基づく付加車線の設置効果

現道活用による「2+1車線」型の道路構造への改良事業が進められた国道40号更喜苦内道路(稚内市~豊富町)を事例研究とし、実測データを取得した。平成25年12月に、片側1車線道路に付加車線設置した区間を対象とし、路側のビデオカメラから、圧雪路面状態の交通調査を行った。5断面の上り方向(片側2車線)、下り方向(片側1車線)の交通データを実測し、集計した。上り方向では、片側1車線に付加車線を設置することにより、追従車率及び追従車密度が低下し、サービスのレベルが改善した。すなわち、実測データの取得により付加車線の設置効果が示された。

## 6. おわりに

国道40号更喜苦内道路の付加車線設置区間の上り、下りの全区間が開通したのは、平成26年11月であった。本道路も含めて、北海道地方部の2車線

道路及び「2+1車線」型道路の交通実測を続けながら、サービスの質を表す評価指標である追従車密度のデータを蓄積する予定である。さらに、雪害の発生を考慮した災耐性など道路信頼性に関する検討も行い、積雪寒冷地の2車線道路のサービスの質に関する知見を深め、サービス水準の構築を目指していきたい。

## 参考文献

- 1) 国土交通省北海道開発局；道路現況調査, 2013年4月
- 2) Harwood, D.W., and C. J. Hoban, Low Cost Methods for Improving Traffic Conditions on Two-Lane Roads – Informational Guide, Report FHWA-IF-87/2, U.S. Department of Transportation, Washington D.C., Jan. 1987
- 3) B. Ray Derr, Application of European 2+1 Roadway Designs, NCHRP Research Result Digest, 2003.
- 4) 中村 英樹, 小林 正人, Jerome L. CATBAGAN, 追従車密度を考慮した往復2車線道路における付加追従車線の設置水準に関する研究, 土木学会論文集 D3, Vol.67, No.3, pp.270-282, 2011
- 5) 佐藤 光, 鶴束 俊哉, 清水 哲夫, 高橋 清: 避讓車線設置区間における車両挙動, 第34回土木計画学研究発表会・講演集, 2006
- 6) 宗広 一徳, 外: 北海道地方部における付加車線の設置効果及び除雪工法に関する研究, 土木研究所資料第4286号, 2014年12月
- 7) 宗広 一徳, 武本 東, 高橋 尚人, 渡邊 政義: 積雪寒冷地における地方部の「2+1」車線道路の性能評価の試行, 寒地土木研究所月報 No.709, 2012年6月
- 8) Kazunori Munehiro et al., Traffic Simulation of a Rural 2+1 Highway in Hokkaido, Transport Simulation –Beyond Traditional Approaches-, EPFL Press, Lausanne, 2009, pp.75-92
- 9) Highway Capacity Manual 2010, TRB of the National Academies, Washington D.C., December 2010
- 10) Brilon, W., and F. Weiser, Two-Lane Rural Highways: The German Experience, Journal of the Transportation Research Board, No.1988, TRB, Washington D.C., 2006, pp.38-47.
- 11) Ahmed Al-Kaisy and Sarah Karjala, Indicators of Performance on Two-Lane Rural Highways Empirical Investigation, Journal of the Transportation Research Board, No.2071, TRB, Washington D.C., 2008, pp.87-97.
- 12) Van As, C, The Development of an Analysis Method for the Determination of Level of Service on Two-Lane Undivided Highways in South Africa, Project Summary, South African National Roads Agency, Limited, Pretoria, 2003.
- 13) Catbagan, L.J and Nakamura H, Evaluation of Performance Measures for Two-Lane Expressways in Japan, Journal of Transportation Research Board, No.1988, TRB, Washington D.C., 2006, pp.111-118.
- 14) 橋本 浩良, 外; 時間信頼性指標を用いた全国の交通円滑性評価, 第37回土木計画学研究発表会・講演集, 2008年6月
- 15) Azuma Takemoto, Kazunori Munehiro, et al., Construction of Passing-Maneuver Model on Two-Lane Highway with Consideration of Road Surface and Visibility Condition, Journal of the Transportation Research Board, No.2258, TRB, Washington D.C., 2012
- 16) AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), A POLICY GEOMETRIC DESIGN of HIGHWAYS and STREETS, 2011
- 17) Robert Tokunaga et al., Road Surface Friction usage to Monitor and Evaluate the Winter Roadway Performance, Proceedings of the 9<sup>th</sup> International Symposium on Cold Region Development, Yakutsk, Russia, 2010

- 18) Oregon Department of Transportation ; Modeling Follower Density on Two-Lane Rural Highways, 2014.
- 19) Josef Kunz and Kerstin Lemke, Challenges of Future Traffic Growth in Germany, Country Reports of 6<sup>th</sup> International Symposium on Highway Capacity and Quality of Service,

- Stockholm, 2011 July
- 20) 気象庁：各種気象データ・資料，  
<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php> ， April 2015

## PERFORMANCE EVALUATION ON “ 2 + 1 LANE” HIGHWAY IN HOKKAIDO

Kazunori MUNEHIRO, Tetsuya TAKADA, Tateki ISHIDA and Takeshi MATSUDA

In Hokkaido, in order to provide a high quality of service to the road users by efficient improvement, and measures to install auxiliary lane two-lane road existing, "2 + 1 lane" highway improvement approach is applied. In this study, as an indicator of the quality of service, picked up the follower density and follower percent, we report the results of the traffic flow simulation on services can be obtained with the placement of the auxiliary lane. Road surface conditions, were two conditions of dry road surface and compacted-snow-covered road surface. As a result, with increasing time traffic, follower percent and follower density increased. Both indicators, which at the time of compacted-snow-covered road surface was lower than during the dry road surface. In contrast, by installing the additional lane at regular intervals, at both dry road surface and compacted snow road surface, it was shown that the service level of the two-lane road is improved. Furthermore, we will report the measured results of the existing road "2 + 1 lane" type of general national highway route 40 Saraki-Tomanai road improvements project (between Wakkanai City and Toyotomi Town) has been promoted to the road structure.