

I S S N O 3 8 6 - 5 8 7 8

土木研究所資料第4286号

土木研究所資料

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

平成26年12月

独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所
寒地道路研究グループ寒地交通チーム

Copyright © (2014) by P.W.R.I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P.W.R.I.

この報告書は、独立行政法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、独立行政法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

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

寒地交通チーム	上席研究員	葛西	聡*
	上席研究員	渡邊	政義*
	総括主任研究員	高橋	尚人
	主任研究員	宗広	一徳
	研 究 員	武本	東**
寒地機械技術チーム	上席研究員	柳沢	雄二*
	総括主任研究員	片野	浩司
	主任研究員	牧野	正敏
	研 究 員	大上	哲也*

要旨

北海道は、積雪寒冷の気象条件下にあり、広域分散型の地域により形成されている。一般国道は、物流・観光・医療関係の搬送等を含む多様な役割を担っているが、総延長の9割以上が2車線道路により構成されている。本研究では、長距離トリップの2車線道路で重要となる追越需要、安全な追越しが可能となる付加車線の設置効果、付加車線設置区間の除雪工法の効率性に関する検討を行った。その結果、2車線道路に一定間隔で付加車線を設置することにより、夏期並びに冬期における走行性が向上し、道路のサービス水準が高くなることを示した。また、付加車線設置区間の除雪工法として、広幅員除雪装置（G装置左スライド型）の除雪トラック2台による梯団除雪が有効であることを確認した。

キーワード：2車線道路、追越し、付加車線、「2+1」車線道路、サービス水準、除雪幅員

*現・国土交通省 北海道開発局

**現・独立行政法人土木研究所 企画部 研究企画課

はじめに

北海道の一般国道の総延長は 6,630km に及び、うち 90%以上が 2 車線道路により構成されている。主として 2 車線で構成されている一般国道が、物流・観光・医療関係の搬送等を含む多様な役割を担っている。北海道内 6 圏域の中心都市間の平均距離は約 180km と長距離であり、その間の大半が 2 車線道路により結ばれている。しかし、北海道の 2 車線道路の設計と交通運用の間には、それぞれの合理性の観点からみたとし、いくつかの課題を指摘できる。例えば、追越視距が確保されていても、対向車の存在から自由に追越しできない場合が多く、低速の車両を長時間追従する実態がある。さらに、例年 11～3 月までの約 5 ヶ月間が降雪期間となり、路面状態が雪氷路面になりやすく、車両の走行性が低下する。しかし、雪氷路面状態での 2 車線道路の追従や追越しの実態については、十分に明らかにされてはいない。

本研究は、北海道地方部の 2 車線道路を対象とし、長距離トリップの 2 車線道路で重要となる追越需要、安全な追越しが可能となる付加車線の設置効果、付加車線設置区間の除雪工法に関する検討を行った。

本研究は、第 1 章から第 5 章で構成される。

まず、第 1 章で、北海道の道路階層区分の基礎整理、2 車線道路の役割及び位置付けを明確にすると共に、本研究の目的を示した。第 2 章では、北海道地方部の 2 車線道路の事例研究として一般国道 275 号新十津川町において交通観測（速度・交通量）を実施し、走行性（追従・追越し）の実態を夏期・乾燥路面並びに冬期・圧雪路面の条件別に明らかにした。本調査結果を踏まえ、2 車線道路における対向車線を利用した車両の追越モデルを構築した。さらに、追越モデルの現況再現性の確認、路面状態の違いによる追越しへの影響分析を行った。第 3 章では、2 車線道路の性能評価指標を確定した上で、交通流マイ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 車線道路に付加車線設置したときの設置効果を夏期・乾燥路面並びに冬期・圧雪路面の条件別に示した。さらに、評価指標として追従車密度の適用により、積雪寒冷地における 2 車線道路のサービス水準（LOS）を提案した。その結果、2 車線道路に一定間隔で付加車線を設置することにより、夏期並びに冬期における走行性が向上し、道路のサービス水準が高くなることを示した。第 4 章では、付加車線設置区間の効率的な除雪工法を検討するため、北海道内の国道の付加車線設置区間を対象とし、除雪の実態を調査すると共に、付加車線設置区間に適した除雪機械及び装置の選定、組合せについて検討した。この結果、広幅員除雪装置（G 装置左スライド型）の除雪トラック 2 台による梯団除雪が有効であることを確認した。第 5 章において、本研究のまとめを行った。

巻末に参考資料として、「積雪寒冷地における「2 + 1」車線道路の適用に関する手引き（案）」を示した。

目 次

はじめに

1. 北海道における2車線道路	1
1.1 北海道の道路階層区分の基礎整理	1
1.2 研究目的	2
第1章参考文献	2
2. 2車線道路の走行性調査及び追越モデルの構築	3
2.1 はじめに	3
2.2 走行性調査の概要	4
2.3 調査結果	6
2.4 追越モデルの構築	9
2.5 モデルの現況再現性の確認	12
2.6 路面状態の違いによる追越しへの影響分析	15
2.7 まとめ	16
第2章参考文献	18
3. 「2+1」車線道路の設置効果	19
3.1 はじめに	19
3.2 2車線道路の性能評価指標	20
3.3 交通流マイクロシミュレーションプログラム「SIM-R」の適用	22
3.4 感度分析の結果	26
3.5 積雪寒冷地におけるサービス水準（LOS）の提案	32
3.6 まとめ	33
第3章参考文献	35
4. 「2+1」車線道路の除雪工法に関する検討	37
4.1 はじめに	37
4.2 実態調査	37
4.3 効率的な除雪工法の検討	37
4.4 まとめ	43
第4章参考文献	43
5. まとめ	44

[参考資料]

- 1) 積雪寒冷地における「2+1」車線道路の適用に関する手引き（案）

1. 北海道における2車線道路

1.1 北海道の道路階層区分の基礎整理

北海道内の高規格幹線道路の整備率¹⁾は49%であり、全国平均の70%と比べて著しく低い水準にとどまっている(2011年3月現在)。このため、一般国道が、物流・観光・医療関係の搬送等を含む多様な役割を担っている。北海道は都市間距離が長く(北海道内6圏域の中心都市間の平均距離は約180km)、本来、高規格幹線道路が担うべき長距離トリップのニーズが高いにも関わらず、一般国道(約9割が2車線道路)が代替し、同機能を担っている。表-1.1は、北海道の道路階層区分²⁾の基礎整理を示したものである。2車線道路では、追越禁止区間が長距離に亘ること及び追越可能区間においても対向車線の存在から、自由に追越しができない(写真-1.1参照)。その結果として、低速の車両を先頭とし、長時間追従を余儀なくされる場合が多いこと、冬期においては、降雪や雪氷路面の発生に伴い、さらに走行性が低下すること等が大きな課題となっている。

表-1.1 北海道の道路階層区分(案)

		トラフィック機能優先 ←			→ アクセス機能優先	
		高規格幹線道路		一般道路		
		高速自動車国道	一般国道の自動車専用道路	一般国道	道道	市町村道
		A	B	C	D	E
↑ 長い トリップ長 ↓ 短い	I 圏域間連絡 (100~300km)	○	○	△		
	II 圏域内連絡 (100km)	○	○	○		
	III 市町村連絡 (30km)			○	○	
	IV 毎日買物連絡			△	○	○
	V 生活道路				○	○
	VI 地先道路					○

※ ○ : それぞれの道路が本来担うべき機能

△ : 現状で一般国道が代替している機能



写真-1.1 北海道郊外部の典型的な2車線道路

1.2 研究の目的

北海道は、積雪寒冷の厳しい気象条件を有していると共に、広域分散型の地域により形成されている。北海道では一般国道が、多様な交通ニーズを支えているが、そのうち約9割が2車線道路により構成されている。本研究では、北海道内の2車線道路の現状と課題を整理しつつ、2車線道路への付加車線（以下、広義で「2+1」車線道路と呼ぶ。）の設置効果及び効率的な冬期除雪工法に関する検討を行った。具体的には、以下を明らかにすることを目的とする。

- 1) 北海道における2車線道路の走行性の把握
- 2) 路面状態の変化を考慮した2車線道路の追越モデルの構築
- 3) 「2+1」車線道路の設置効果の検証
- 4) 「2+1」車線道路の効率的な除雪工法の提案

参考文献

- 1) 北海道開発局；北海道開発局 HP, <http://www.hkd.mlit.go.jp/>, 2011年
- 2) 中村英樹, 大口 敬, 森田緯之, 桑原雅夫, 尾崎晴男；機能に対応した道路幾何構造設計のための道路階層区分の試案, 第31回土木計画学研究・講演集, CD-ROM, 2005年6月

2. 2車線道路の走行性調査及び追越モデルの構築

2.1 はじめに

北海道の一般国道の大半が2車線道路で整備されている。しかしながら、農耕車、その他走行性能の低い車両の存在、また運転免許人口の増加による道路利用者の多様化（例えば、高齢者ドライバーの増加）に伴い、走行速度の低下が見られる。このような低速車の存在するところで追越し困難な区間が長く続くと、後続の高速車はすぐに前方の低速車に追いつき、低速車を先頭とする車群化が進行する。車群化が進行し後続車の追従時間が長くなると、追従に対する限度を超えることに伴い、無理な追越しが増加することが一般的に知られている。このように、追越禁止区間並びに追越困難な区間が長くなると、道路の混雑、イライラ運転からの無理な追越しによる交通事故の発生も懸念される。さらに、北海道のような積雪寒冷地の場合、夏期条件（乾燥路面など）だけではなく冬期条件（圧雪路面など）も考慮し、2車線道路の安全性及び快適性の確保が求められている。

AASHTOによる「A Policy on Geometric Design of Highways and Streets¹⁾」は、2車線道路における追越視距（Passing Sight Distance : PSD）を規定している。Abishai Polus 等²⁾は、地方部における2車線道路において定点ビデオカメラを設置し、小型車並びに大型車による追越挙動の観測結果を示した。Paul J. Carlson等³⁾は、2車線道路において、一定速度(55, 60, 65 mph)により、ビデオカメラ機器を搭載したデータ収集車両が走行し、同車両を追越す車両の挙動を記録した。追越車両による追越段階の速度推移をデータにより示し、AASHTOによる追越設計要素との比較検証を行った。Douglas W. Harwood 等⁴⁾は、1971年から1998年までに発表された各種文献による様々な追越モデルをレビューすると共に、AASHTOに示された追越設計要素との比較を行った。2車線道路の交通流を対象としたマイクロシミュレーションモデルとしては、TWO-PAS (Two-Lane Passing) model(McLean, 1989)⁵⁾などが開発されている。最近では、Kimら(2010)が2車線道路の交通容量の推計を主たる目的としてTWO-SIM (Two-Lane two-way highway SIMulation)⁶⁾を開発した。TWO-SIMでは、対向車線の車両を考慮し、対向車線を使った追越挙動についてモデル化した。このモデルでは、ある車両が追越欲求と追越の必要条件が満たされるときに対向車線を使った追越を行う。追越欲求の有無は、ある車両とその前車の走行速度の差から判断する。追越の必要条件の可否は、追越を行う車両と対向車との距離が追越視距以上かどうかから判断する。

しかしながら、これらの研究はいずれも昼間の乾燥路面状態での追越しを対象としたものであり、冬期条件や路面状態の変化を考慮したものではなかった。さらに、我が国において2車線道路の追越しの実測結果が示された前例はない⁷⁾。

本章においては、北海道郊外部における2車線道路を対象とし、夏期・乾燥路面状態及び冬期・圧雪路面状態における走行性調査（追従、追越し）の実測結果を示すと共に、2車線道路における車両の追越モデルを提案することを目的としている。

2.2 走行性調査の概要

2.2.1 調査区間

実測調査は、一般国道275号新十津川町（KP65.8～KP68.2，L=2.4km）を対象として実施した（図-2.1）。この区間は、日交通量が約10,000台の対向2車線道路である（平日：9,896台/日、休日：11,361台/日）⁸⁾。周辺は、建物が少なく田畑が広がっており、交差する道路（農道）の交通量も少ない。道路線形はほぼ直線で、縦断勾配は0.1%程度であり、前後を追越禁止区間に挟まれた約1.6km（KP66.2～67.8）が追越可能区間である。

2.2.2 調査期間

調査期間は、2007年7月6日（金）午前7時から2008年1月25日（火）午前7時まで行った。そのうち、表-2.1に示す通り、夏期の乾燥路面状態の2日間、及び冬期の圧雪路面状態の2日間を追越状況などに関するデータ分析の対象期間とした。



図-2.1 実測調査区間

（一般国道 275 号新十津川町、KP65.8～KP68.2、L=2.4km）

表-2.1 データ分析対象期間及び気象条件⁹⁾

ケース	年月日	曜日	天候	路面状態	気温(°C)			日降雪深 (cm)
					平均	最高	最低	
夏期	2007年7月16日	月・祝日	晴れ	乾燥	19.7	28.4	13.9	0
	2007年7月17日	火	晴れ	乾燥	17.0	21.9	14.2	0
冬期	2008年1月14日	月・祝日	雪	圧雪	-7.0	-4.2	-12.2	4
	2008年1月15日	火	雪	圧雪	-7.2	-4.9	-12.7	11

※ 気温及び日降雪深については、気象庁による滝川市のデータを参考として用いた。

2.2.3 観測機器の配置とデータ集計方法

本調査の観測機器として以下を設置した（図-2.2参照）。

(1) 夏期調査

- ①埋設式トラフィックカウンター（3M製：カノーガ）を2台（1方向1台）設置し、設置箇所を通過する車両を検知し、通過時刻、通過速度、通過車両長を計測した。
- ②上記①の埋設式トラフィックカウンターのデータを補完するために、簡易トラフィックカウンター（3M製：STC-2100P）を8台（1方向1台）設置した。
- ③ビデオカメラは、屋外防雨型41万画素高画質赤外線暗視カラーカメラ（アルコム製：RD-3252）を6台（1方向3台）設置し、天候、路面状態、追越状況を記録した。

(2) 冬期調査

- ①埋設式トラフィックカウンター（3M製：カノーガ）を2台（1方向1台）設置し、設置箇所を通過する車両を検知し、通過時刻、通過速度、通過車両長を計測した。
- ②ビデオカメラは、屋外防雨型41万画素高画質赤外線暗視カラーカメラ（アルコム製：RD-3252）を2台（1方向3台）設置し、天候、路面状態、追越状況を記録した。

(3) データ集計方法

- ①交通量：埋設式トラフィックカウンター並びに簡易トラフィックカウンターの記録データを基に、単位時間当りの交通量を集計した。なお、車両分類方法は、車両長6m以下の場合を小型車、6mより長い場合を大型車とした。
- ②速度：埋設式トラフィックカウンター並びに簡易トラフィックカウンターの記録データを基に、集計した。
- ③車頭間隔：埋設式トラフィックカウンター並びに簡易トラフィックカウンターの記録データを基に、集計した。

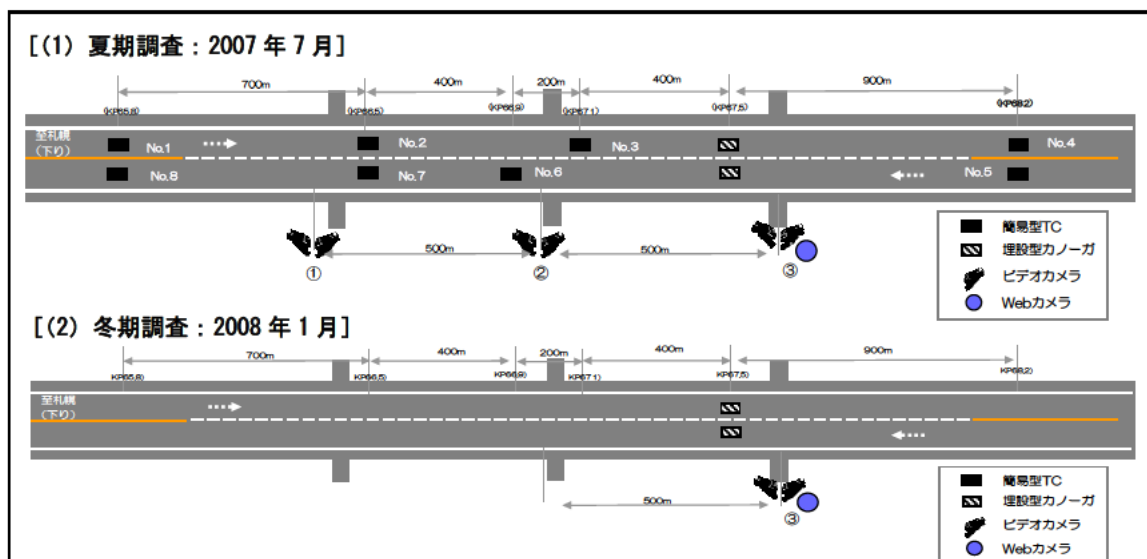


図-2.2 観測機器の配置状況

（一般国道275号新十津川）

2.3 調査結果

2.3.1 交通量及び速度

データ分析対象期間中の日交通量は以下の通りであった。

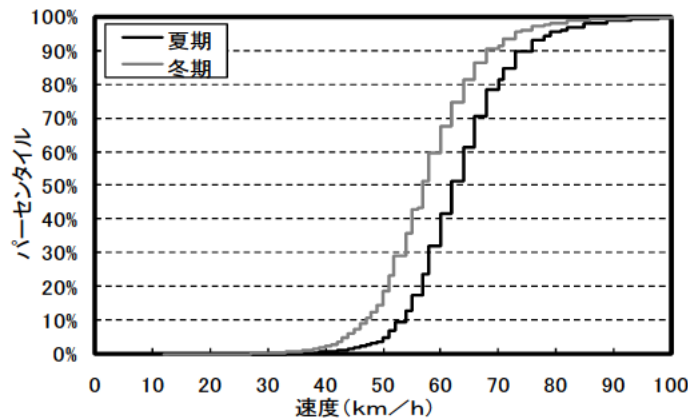
夏期の平日日交通量（2007年7月17日）～ 9,633台

夏期の休日日交通量（2007年7月16日）～11,471台

冬期の平日日交通量（2008年1月15日）～ 7,611台

冬期の休日日交通量（2008年1月14日）～ 7,282台

大型車混入率は、両期とも平日は40%を超えたが、休日は減少し、夏期が27%、冬期が31%であった。図-2.3は速度パーセンタイル値、図-2.4は5分毎のQ-V（交通量-速度）図を示している。集計データは、図-2.2中の埋設式トラフィックカウンターによる実測結果に基づいている。



	夏期	冬期	冬期/夏期
15%タイル値	55.0	49.0	89%
平均速度	64.7	59.4	92%
85%タイル値	71.0	66.0	93%

図-2.3 速度のパーセンタイル値

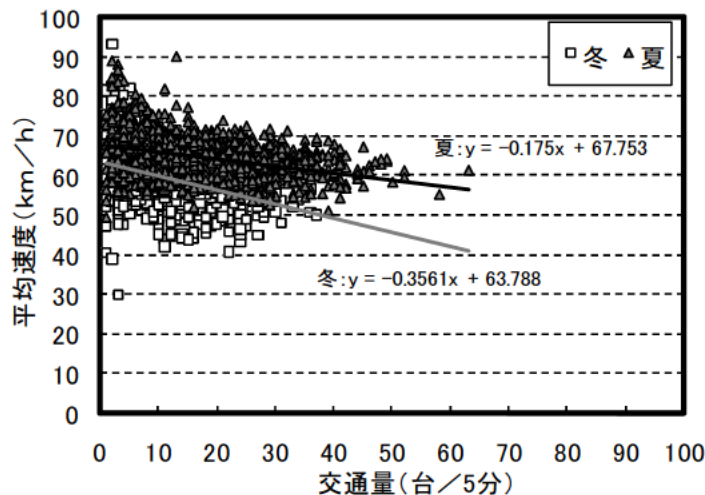


図-2.4 Q-V (5分間交通量-平均速度)

2.3.2 追従

図-2.5は、夏期を対象とし、時間交通量と追従車率の関係を示している。なお、追従の定義は、「車頭間隔が3秒以下」^{10)、11)}とした。時間交通量が増加するに従って、追従車率も高くなる傾向が明確に見られた。

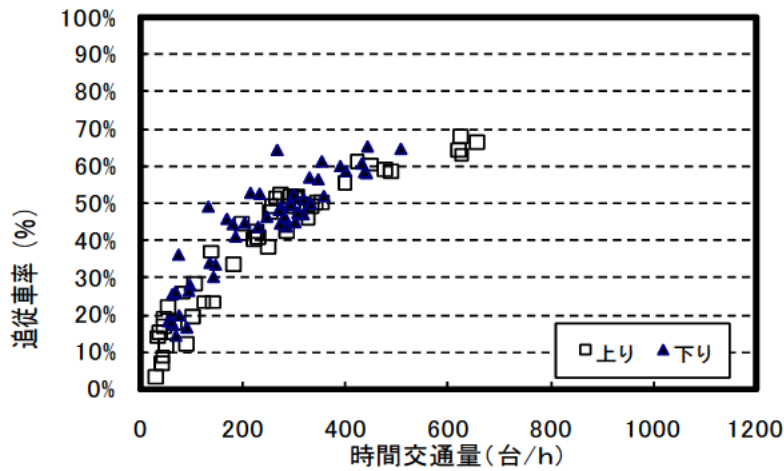


図-2.5 時間交通量と追従車率（夏期）

2.3.3 追越し

交通流のビデオ記録をもとに調査区間における追越台数を集計、簡易トラフィックカウンターより時間交通量を集計し、以下の式 2.1 から追越車率を求めた¹²⁾。

$$Pr = Pv / Q \quad (式 2.1)$$

ここで、 Pr ：追越車率 (%)

Pv ：追越車台数 (台/h)

Q ：時間交通量 (台/h)

図-2.6は、夏期・乾燥路面時と冬期・圧雪路面時における追越車率と対向車線交通量の関係を示したものである。夏期・乾燥路面の場合、対向車線の5分間交通量が約20台以下になると、進行方向の追越車率が数%~10%を超える傾向が見られた。他方、冬期・圧雪路面の場合、対向車線交通量に関わらず、夏期・乾燥路面と比べて追越しの発生頻度が極端に少なくなった。しかしながら、冬期・圧雪路面状態においても、対向車線の5分間交通量が約20台以下になると、進行方向の追越車率が数%~10%を超える場合が見られた。

[(1)夏期・乾燥路面]



[(2)冬期・圧雪路面]

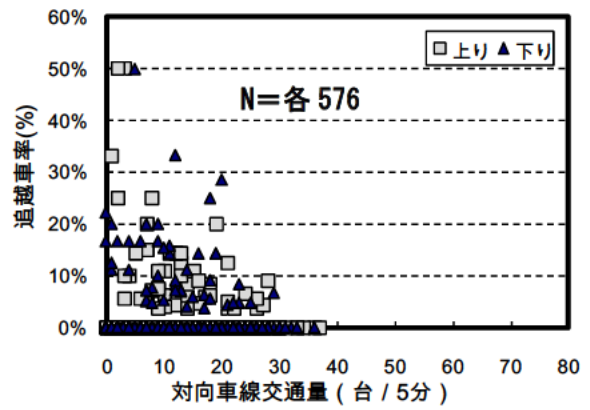
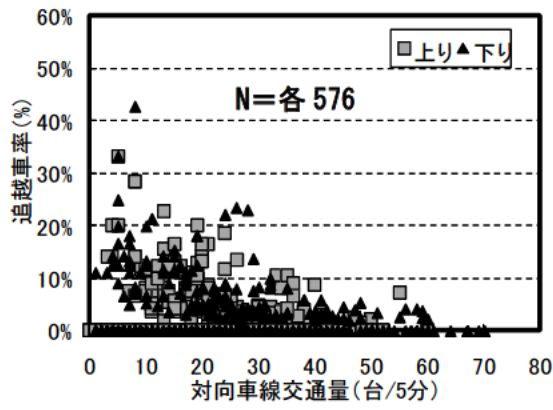


図-2.6 対向車線交通量と追越車率

2.4 2車線道路の追越モデルの構築

前述の実測調査結果を踏まえ、対向車線を利用した2車線道路の追越挙動についてモデル化を行った。

(1) 追越挙動の発生条件

2車線道路を走行するある車両(自車)が前車に接近した際の追越挙動のフローチャートを図-2.7に示す。自車が追越挙動を行う状況は、前車に接近したときの走行区間が追越可能区間である場合とした。このとき、まず、以下の2つの条件により、対向車線を使った追越を行うか否かを設定した。

【条件1】対向車線を使った追越意思発生条件

【条件2】対向車線を使った追越可否判断条件

上記の2つの条件を満たして前車を追い越した後は、対向車線から自車線へ復帰する際の意思発生条件と可否判断条件を設定した。

(2) 対向車線を使った追越意思発生条件

対向車線を使った追越意思発生条件として、式2.2及び式2.3をともに満たすことを設定した。これは、自車が追従走行状態となり、かつ前車との速度差が追越意思発生速度差以上となったときに追越意思が発生することを示している。なお、この追越意思発生速度差は、現況再現時の調整パラメータである。

$$D_a \geq D_b \quad (\text{式 2.2})$$

$$V_1 - V_2 \geq a \quad (\text{式 2.3})$$

ここで、

D_a : 自車の制動停止距離(m)

D_b : 前車との車間距離(m)

V_1 : 自車の希望速度 (km/h)

V_2 : 前車の走行速度(km/h)

a : 追越意思発生速度差(km/h)

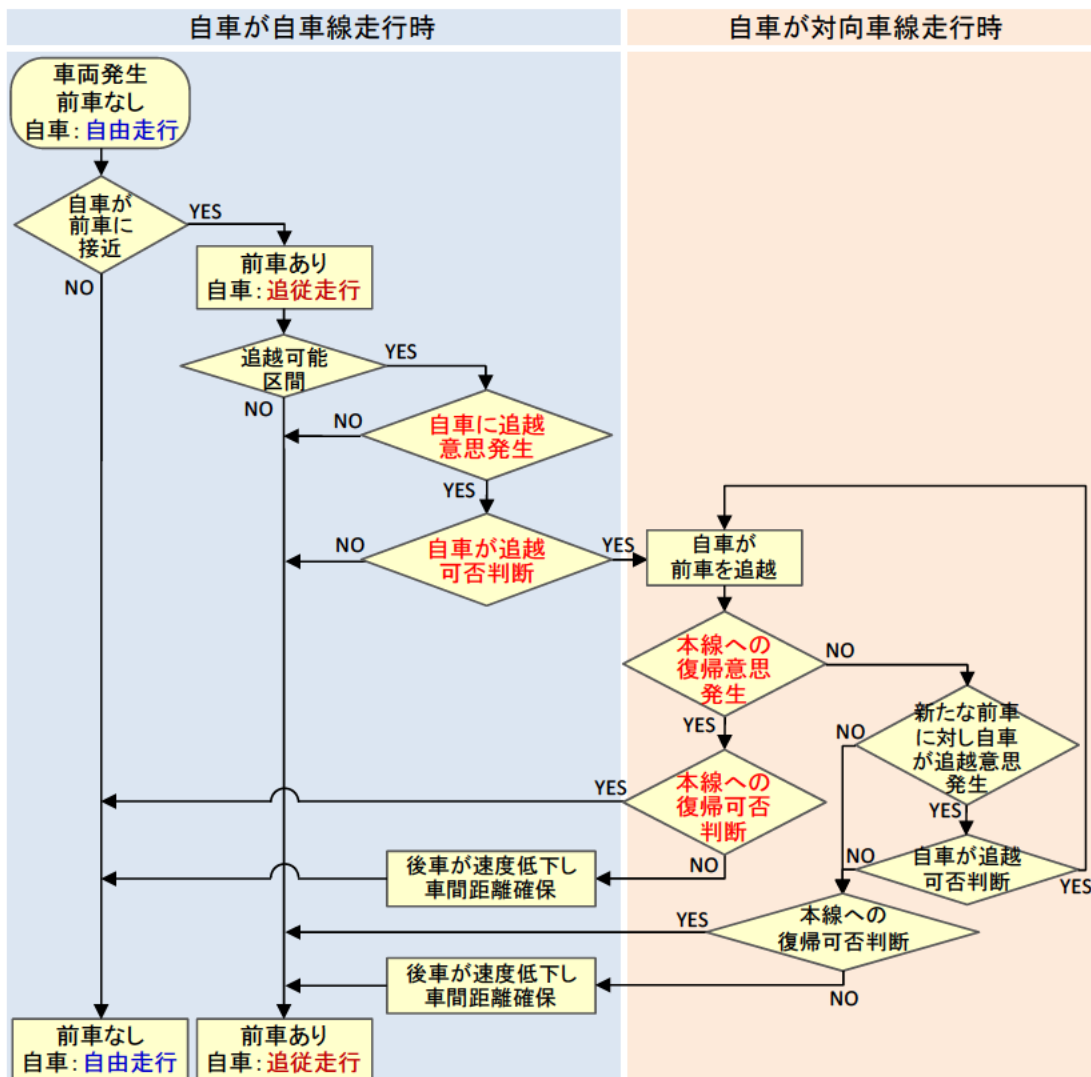


図-2.7 往復2車線道路での追越挙動フロー

(3) 対向車線を使った追越可否判断条件

対向車線を使った追越可否判断条件としては、以下の3つの条件を設定した。

- 追越意思発生時の自転車と対向車線走行車両との車間距離が必要クリアランス値以上
- 追越可能区間終了までに、自転車が前車を追い越せる
- 自転車が前車を追い越す際に必要な距離が視認距離以下である

必要クリアランス値は、追越必要距離と、その間に対向車線走行車両が走行する距離を足した距離とした。自転車の追越必要距離は、図-2.8 に示す考え方にに基づき設定した。必要クリアランス値は式 2.4 を用いて算出した。なお、式 2.4 の必要クリアランス係数 b は、現況再現時の調整パラメータである。

このモデルでは、視界状況が良い時の場合、上記の条件 a) と b) を満たした時に追越が可能と判断される。しかし、視界状況が悪い場合、追越意思が発生した時点での視距の範囲内で追越を

行う必要がある。これを考慮して、上記の条件 c)を設定した。

$$\begin{aligned}
 D_i &= D_1 + D_2 = D_1 + D_1 \times (b-1) = D_1 \times b = T \times V_1 \times b \\
 &= \frac{L}{(V_1 - V_2)} \times V_1 \times b = \frac{l_1 + l_2 + l_3}{(V_1 - V_2)} \times V_1 \times b
 \end{aligned}
 \tag{式 2.4}$$

ここで、

- D_i : 必要クリアランス値(m)
- D_1 : 自車の追越必要距離(m)
- D_2 : 自車追越中の対向車両走行距離(m)
($= D_1 \times (b-1)$)と設定)
- T : 追越必要時間(s)
- V_1 : 自車の希望速度(m/s)
- V_2 : 前車の走行速度(m/s)
- L : 相対的追越距離(m)
- l_1 : 追越意思発生時の車頭距離(m)
- l_2 : 自車線復帰時の最小車間距離(m)
- l_3 : 自車の車長(m)
- b : 必要クリアランス係数

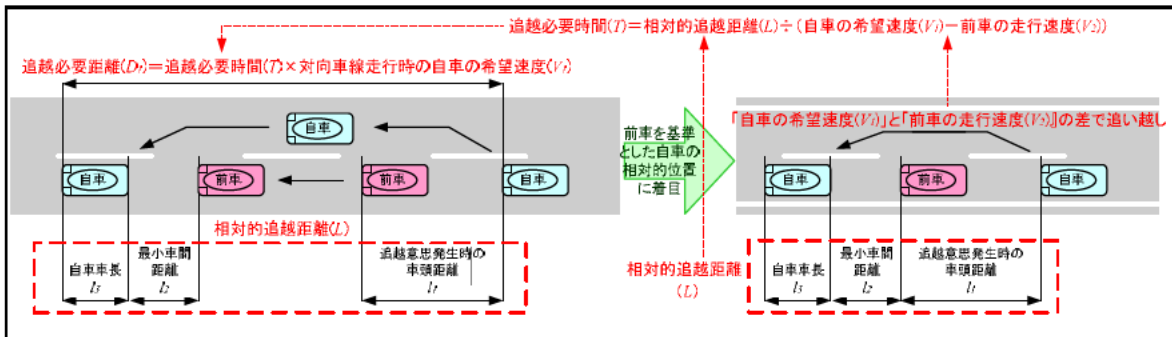


図-2.8 追越必要距離の考え方

(4) 自車線への復帰意思発生条件

前車を追い越した後は、基本的に対向車線から自車線に復帰する設定とした。ただし、復帰後の新たな前車に対し、自車の追越意思が発生し、かつ追越可能であると判断する場合は、対向車線を継続利用する設定とした。

(5) 自車線への復帰可否判断条件

自車線への復帰可否判断条件は、自車線に存在する前後車との車間距離が最小車間距離以上であることと設定した。これを満たさない状況で、自車が前後車の間に復帰する場合、後車が速度を落とし、自車の復帰に必要な最小車間距離を確保する設定とした。

2.5 モデルの現況再現性の確認

2.5.1 実測値の交通流マイクロシミュレーションへの適用

交通流マイクロシミュレーションプログラム「SIM-R」に対し、前述の追越モデルを組み入れ、現況再現性の確認を行った。シミュレーションに用いる交通データは、既往研究で行った一般国道 275 号での追越挙動調査のデータを使用した(表-2.2)。この調査は、夏期冬期に各 10 日間、往復 2 車線道路にトラフィックカウンターと定点ビデオカメラを設置し、追越実態を調査したものである。シミュレーションに用いる交通量及び大型車割合は、夏期冬期の調査期間において上下線交通量が最大となった 1 時間のデータをもとに設定した。夏期は 1094 台/h であり、冬期は 472 台/h であった。この時間帯の追越車両台数は夏期が 26 台、冬期が 7 台であった。

シミュレーションに用いる希望速度分布は、夏期冬期別、車種別に、トラフィックカウンターから観測された全時間帯(各 10 日間)の速度データをもとに設定した。

シミュレーションに用いるネットワークデータのリンク構成は、実測調査区間の現況に合わせて設定した。縦すべり摩擦係数は、夏期の乾燥路面では 0.80、冬期の圧雪路面では 0.30 を設定した¹³⁾。その他の設定項目については表-2.3 に示すとおりである。

表-2.2 シミュレーションに用いた実測調査の交通データ概要

シミュレーションに用いた時間帯 (上下線交通量が最大となった時間帯)	夏期	2007年7月16日15時台
	冬期	2008年1月14日15時台
同時間帯の時間交通量 (上下線計)	夏期	1,094台
	冬期	472台
同時間帯の追越車両台数 (上下線計)	夏期	26台
	冬期	7台

表-2.3 シミュレーションの設定項目

項 目	設定条件
車長 (式2.4中の l_3)	小型車 4.7m
	大型車 12.0m
最大加速度	小型車 6km/h/sec
	大型車 4km/h/sec
最大減速度	車種共通 -17.6km/h/sec
最小車間距離 (式2.4中の l_2)	車種共通 1.5m
感度定数	加速時 8.2m/sec
	減速時 17.0m/sec
演算サイクルタイム	0.5sec

2.5.2 現況再現結果

現況再現性を検証するためのシミュレーション¹⁴⁾は、追越意思発生速度差 (a) と必要クリアランス係数 (b) を変数として、乾燥路面を 6 ケース、圧雪路面を 8 ケース実施した (表-2.4)。実行回数は 1 ケース当たり 10 回とした。1 時間の追越発生回数、車線別交通量及び速度分布の現況再現性について、10 回の平均値を用いて検証した。

その結果、1 時間の追越発生回数の再現性は、乾燥路面時では、a が 35km/h、b が 2.5 のときに最も高くなり、実測値 26 回に対し、シミュレーション値は 23 回であった (表-2.5)。圧雪路面時では、a が 40km/h、b が 3.5 または 4.0 のときに追越発生回数の再現性が最も高くなり、実測値の 7 回に対し、シミュレーション値も 7 回となった。次に、a と b を上記とした時の車線別交通量と速度分布について、シミュレーション値を実測値と比較した。その結果、車線別交通量は、乾燥路面及び圧雪路面ともにシミュレーション値と実測値の相関係数が 0.99 以上となった (図-2.9)。各路面状態の速度分布は、シミュレーション値と実測値のパーセントイル速度の差が概ね 5km/h 以下となった (図-2.10)。以上のことから、このシミュレーションの再現性が高いと判断した。なお、圧雪路面の場合、b を 4.0 と設定したときより、3.5 と設定したときのほうが再現性は高くなった。

表-2.4 現況再現のシミュレーション実行条件

項目	実行条件
シミュレーションケース(a, bを変数)	夏期 6ケース 冬期 8ケース
シミュレーション回数	1ケース当たり10回
計算除外時間(プレシミュレーション時間)	600秒(10分)
シミュレーション実行時間	3,600秒(60分)

表-2.5 調整パラメータ別追越発生回数の再現性

シミュレーションケース		1	2	3	4	5	6	7	8
夏期	追越意思発生速度差(a)	25	25	30	30	35	35	-	-
	必要クリアランス係数(b)	2.5	3.0	2.5	3.0	2.5	3.0	-	-
	追越発生回数(回)	59	48	43	34	23	20	-	-
冬期	追越意思発生速度差(a)	35	35	35	40	40	40	45	50
	必要クリアランス係数(b)	2.5	3	3.5	3	3.5	4	3.5	3.5
	追越発生回数(回)	17	13	12	9	7	7	5	5

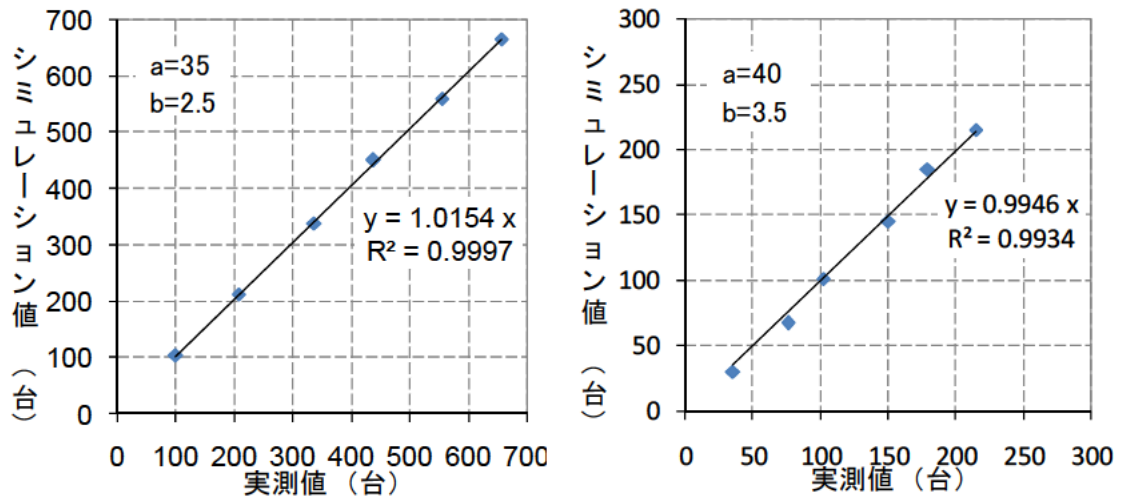


図-2.9 車線別交通量の再現結果 (左：夏期、右：冬期)

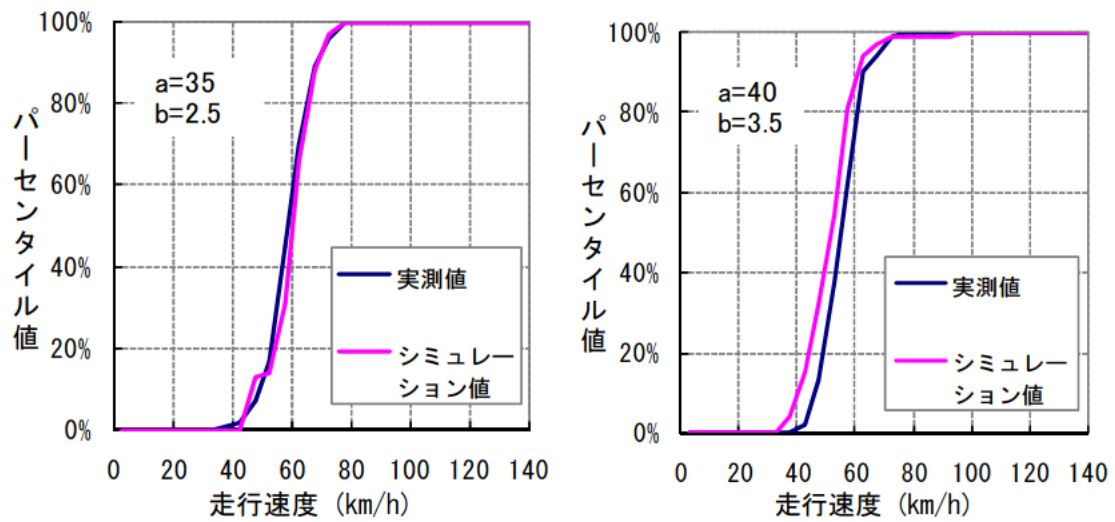


図-2.10 速度分布の再現結果 (左：夏期、右：冬期)

2.6 路面状態の違いによる追越状況への影響分析

2.6.1 感度分析のケース

路面状態の違いによる追越状況への影響を分析するため、区間延長が 6.4km、うち追越可能区間が 1.6km の道路において、自車線交通量、対向車線交通量、路面状態を変数として、感度分析を実施した。感度分析の諸条件を表-2.6 に示す。

表-2.6 感度分析の諸条件

項目	感度分析のケース
ネットワーク延長	6.4km (うち追越可能区間延長 1.6km)
自車線交通量	100 台/h~500 台/h (100 台/h 間隔)
対向車線交通量	100 台/h~500 台/h (100 台/h 間隔)
路面、視界条件	a)乾燥路面 b)圧雪路面(視程障害なし) c)圧雪路面(視程障害発生により視認距離 200m)
シミュレーション回数	1ケース当たり 10 回
計算除外時間 (プレシミュレーション時間)	600 秒
シミュレーション実行時間	3600 秒

2.6.2 分析結果

路面・視界条件別の感度分析を踏まえ、1時間1車線当たりの追越実行回数、追越成功回数、追越成功率(=追越成功回数/追越実行回数)について集計した。追越実行回数とは、追越意思発生条件と追越可否判断条件が共に満たされ、追越を実行しようとした回数である。追越成功回数とは、実際に前車を追い越すことができた回数である。なお、対向車線を使って追越を行なっている途中で、対向車両との距離が必要クリアランス値を下回った場合は、途中で追越を中止し走行車線に復帰することになり、追越失敗となる。

乾燥路面の時の追越実行回数は、自車線交通量が多くなると 20~30回/時であった(表-2.7)。一方、圧雪路面では、最大で 10回/時であった。圧雪路面かつ視程障害発生時では、最大で 7回/時であり、追越実行回数がさらに少なかった。また、乾燥路面時の追越実行回数は、対向車線交通量の増加によって減少するとは言い難い。しかし、圧雪路面及び圧雪路面かつ視程障害発生時での追越実行回数は対向車線交通量が増加することによって、減少する傾向が見られた。

追越成功回数は、自車線交通量が多い時ほど、または、対向車線交通量が少ない時ほど多くなる傾向が見られた。自車線交通量が 500 台/h、対向車線交通量が 100 台/h のときの追越成功回数が最も多く、乾燥路面では 17 回、圧雪路面では 9 回、圧雪路面かつ視程障害発生時では 5 回

であった。

追越成功率については、対向車線交通量の増加に伴い低下する傾向が確認できた。自転車線と対向車線の交通量が 300 台/h 以上の時の追越成功率は、乾燥路面で 42%～60%、圧雪路面で 67%～83%、圧雪路面かつ視程障害発生時で 60～100%であった。圧雪路面及び圧雪路面かつ視程障害発生時には、追越成功率が 100%となる状況があった。

表-2.7 1時間1車線当たりの追越実行回数、追越成功回数、追越成功率

			追越実行回数(A)					追越成功回数(A)					追越成功率(=B/A)				
			対向車線交通量(台/h)					対向車線交通量(台/h)					対向車線交通量(台/h)				
			100	200	300	400	500	100	200	300	400	500	100	200	300	400	500
乾燥路面	自転車線 交通量 (台/h)	100	3	3	4	4	2	2	2	3	3	1	67%	67%	75%	75%	50%
		200	7	8	8	9	10	6	6	4	5	6	86%	75%	50%	56%	60%
		300	12	15	15	16	18	9	10	9	9	8	75%	67%	60%	56%	44%
		400	19	17	20	18	24	13	11	11	9	10	68%	65%	55%	50%	42%
		500	24	30	22	27	22	17	16	13	13	11	71%	53%	59%	48%	50%
圧雪路面	自転車線 交通量 (台/h)	100	2	2	2	1	3	2	2	2	1	2	100%	100%	100%	100%	67%
		200	4	4	2	3	3	4	4	2	2	2	100%	100%	100%	67%	67%
		300	5	4	5	6	3	4	4	4	4	2	80%	100%	80%	67%	67%
		400	7	6	6	5	4	6	5	5	4	3	86%	83%	83%	80%	75%
		500	10	6	10	6	6	9	5	7	4	4	90%	83%	70%	67%	67%
圧雪路面 + 視程障害 (200m)	自転車線 交通量 (台/h)	100	2	1	2	1	1	2	1	2	1	1	100%	100%	100%	100%	100%
		200	3	4	2	3	3	3	3	2	2	2	100%	75%	100%	67%	67%
		300	5	6	2	2	4	4	5	2	2	3	80%	83%	100%	100%	75%
		400	7	4	5	6	5	5	3	4	4	3	71%	75%	80%	67%	60%
		500	6	5	5	5	3	5	4	4	4	3	83%	80%	80%	80%	100%

2.7 まとめ

北海道地方部の2車線道路として、一般国道275号新十津川町の追越可能な直線道路区間を対象とし、夏期及び冬期における走行性調査の実測結果を示すと共に、追越モデルを提案及び評価した。

(1) 2車線道路の速度、追従

夏期の乾燥路面状態と冬期の圧雪路面状態のときを対象とし、2車線道路の速度、追従の実測結果を示した。速度の15パーセンタイル値、平均値、85パーセンタイル値についてみたところ、冬期は、夏期と比較して5～6km/h低くなる傾向が見られた。時間交通量の増加と共に、その車線の追従車率は増加する傾向が見られた。

(2) 2車線道路の追越し

当該調査区間における追越車率は、夏期の場合、対向車線の5分間交通量が約20台以下になると、進行方向の追越車率が概ね数%から10%を超える状況が見られた。他方、冬期においては、対向車線交通量に関わらず、追越発生回数が極めて少なくなった。

(3) 2車線道路の追越モデルの構築

対向車線を利用した追越挙動を再現するため、前車に接近した時の車両挙動として、追越意思発生条件、追越可否判断条件、車線復帰意思発生条件、車線復帰可否判断条件の4つの条件から追越を行うか否かを判断するモデルを構築した。追越維持発生条件における制動停止距離算出式に含まれる「縦すべり摩擦係数」と追越可否条件に含まれる「視距」を可変とすることにより、路面状態及び視界条件を考慮したモデルを構築した。

(4) 追越モデルの評価

夏期の乾燥路面と冬期の圧雪路面における実測調査から得られた追越回数、交通量、速度分布の実測値をシミュレーション結果と比較した。その結果、両者の差が小さく、再現性が高いことを確認した。感度分析の結果から、圧雪路面時や視界不良時の追越実行回数は、自車線交通量が多くなっても乾燥路面時ほど増加しない。対向車線交通量の増加に伴い、路面状態に関わらず追越成功率が低下する傾向がある。追越が未成功となる状況は、実態でいえば、追越意思は発生しても行動には移せない状況、または、途中で追い越すことを断念した状況に該当すると考えられる。冬期の追越実行回数が低くなった結果は、冬期の路面状態や視界不良時に追越を行うためには夏期よりも条件が整わないと追越を行えない実態を表していると考えられる。本研究において対向車線を使った追越モデルを構築したことにより、積雪寒冷地における追越の実態を定量的に示すことができた。

参考文献

- 1) AASHTO; A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, Washington D.C., 2004.
- 2) Abishai Polus, Moshe Livneh, Benjamin Frischer: Evaluation of the Overtaking Process on 2-Lane Rural Highways, Journal of the Transportation Research Board, No.1701, pp.53-60, TRB, Washington D.C., 2000.
- 3) Paul J. Carlson, Jeffrey D. Miles, Patricia K. Johnson; Daytime High-Speed Passing Maneuvers Observed on Rural Two-Lane Two-way Highway: Findings and Implications, Journal of the Transportation Research Board No.1961, pp.9-15, TRB, Washington D.C., 2006.
- 4) NCHRP Project 15-26; Passing Sight Distance Criteria, NCHRP Report 605, 2008.
- 5) McLean, J. R; Two-Lane Highway Traffic Operations, Theory and Practice, Volume 11. Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam, 1989.
- 6) Kim, Joonhyo, Elefteriadou, Lily; Estimation of Capacity of Two-Lane Two-Way Highways Using Simulation Model. Journal of Transportation Engineering, Volume 136, Issue 1, pp. 61-66, 2010.
- 7) 日本道路協会 ; 道路構造令の解説と運用, 2004年.
- 8) 北海道開発局道路計画課; 平成 17 年度全国道路交通情勢調査 (道路交通センサス) 一般交通量調査箇所別基本表, 2005 年.
- 9) 気象庁 ; 気象統計情報, <http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>, 2008年.
- 10) TRB ; Highway Capacity Manual, HCM 2000, 2000.
- 11) Catbagan, L.J. and Nakamura, H.: Evaluation of Performance Measures for Two-Lane Expressways in Japan, Journal of the Transportation Research Board, No.1988, pp.111-118, TRB, Washington D.C., 2006.
- 12) 武本東, 宗広一徳, 高橋尚人, 葛西聡 ; 往復 2 車線道路の追越挙動実態を踏まえた安全な道路構造に関する一考察, 第38回土木計画学研究発表会論文集, 2008年.
- 13) Robert Tokunaga et al.; Road Surface Friction usage to Monitor and Evaluate the Winter Roadway Performance, Proceedings of the 9th International Symposium on Cold Region Development, Yakutsk, Russia, 2010.
- 14) 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, pp.110-118, T RB, Washington D.C., 2012.

3. 「2 + 1」車線道路の設置効果

3.1 はじめに

積雪寒冷地に位置する北海道は、約 83,000 km²の面積を有し、一般国道の総延長は約 6,630kmにも及んでいる。道路構造別にみたところ、一般国道の総延長の 90%以上は、2車線道路により構成されている。北海道では、冬期に降雪が記録され、例年 11月～3月までの約 5ヶ月間に亘り続いている。このため、道路の路面状態は、通常の乾燥路面に加えて、冬期間には道路表面が雪で覆われる圧雪路面が出現する頻度が多くなる。すなわち、乾燥路面状態では交通量の増加に伴い走行性が低下するが、冬期には圧雪路面等の路面状態の悪化によりさらに走行性が低下する。

2車線・2方向の一般道路の性能評価は、独特の運転挙動を有するために、複雑なものとなっている。一般的に、2車線の交通は、それぞれ反対方向に向かっている。そのため、一方向を走行する車両と反対の方向を走行している車両の間の相互作用が存在する。例えば、ドライバーが希望速度により走行を維持し続けるためには、その前を走行する低速車両を追越す必要がある。しかしながら、2車線・2方向道路においては、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、車群の形成に至る頻度が多くなる特徴を有している。

北海道における地方部の一般国道では、道路利用者へのサービスの質を向上させるために、既存の2車線道路に付加車線を設置する施策、すなわち「2 + 1」車線道路¹⁾への改良が検討・導入されてきている。すでに、スウェーデンやドイツをはじめとする欧州各国や米国²⁾などでは、「2 + 1」車線道路の整備は、さらに進んでいることは広く知られている。2車線道路並びに「2 + 1」車線道路の走行性評価及び道路構造評価を効率的に行う観点から、適切な交通流マイクロシミュレーションの構築が求められている。

既往研究において、交通流マイクロシミュレーションを活用した「2 + 1」車線道路の構造評価研究が行われている。Andreas Tapani³⁾ (2005年)は、地方部の道路交通を対象とし、RuTSimという交通流マイクロシミュレーションを提案した。同モデルは2車線道路における追越決定モデルを盛り込んでいるが、4つの条件、すなわち、対象車両が追越す能力、周囲交通、それを考慮し追越す可能性、及び追越規制から構成されている。Arne Carlsson と Andreas Tapani⁴⁾ (2006年)は、RuTSim交通流マイクロシミュレーションモデルを活用し、スウェーデンの地方部道路を対象とし、2車線道路及び「2 + 1」車線道路の交通流として平均旅行速度と追従車台数を主たる評価指標とし、道路構造評価に活用した。この他にも、2車線道路の交通流マイクロシミュレーションとして、米国の中西部交通研究所が開発した2車線追越モデル(TEOPAS)(McLean 1989)⁵⁾、オーストラリア道路研究協議会が開発した地方部道路交通モデル(TRARR) (Hotban et al.,1991)⁶⁾がある。しかしながら、既往研究では、道路の気象条件、具体的には路面状態を考慮した交通流マイクロシミュレーションの事例は見当たらない。さらに、米国科学アカデミー(2004)⁷⁾は、様々な気象時にお

る道路性能に関する研究の必要性について次のように言及した。気象が陸上交通、特に道路交通システムに対し、大きな影響を与えているにも関わらず、気象が道路交通に与える影響に関する研究があまり行われていない。それゆえに、本研究分野におけるアプローチが強く必要とされている。Ibrahim A.T.⁸⁾ (1994) は、Q-Vデータを活用し、気象による交通影響を示した。しかし、それは十分なものではなく、Highway Capacity Manual 2010⁹⁾ (HCM 2010) の中で、降雪のような気象による交通への影響に関してわずかに触れているだけである。それゆえに、正確な実測調査に基づく降雪や雪氷道路による交通への影響を測定することが求められている。積雪寒冷地における交通流マイクロシミュレーションを活用し、効率的に交通性能を予測・評価することが求められている。

そこで、路面状態の変化に対応した交通流を再現するため、SIM-R 交通流マイクロシミュレーションプログラム¹⁰⁾を開発した。具体的には、乾燥、圧雪等の路面状態の変化に対応できる。SIM-Rを活用した路面状態の変化に対応した交通流の再現については、北海道内一般国道の2区間の実測データに基づいて検証を行った。併せて、追越モデル、車線変更モデルの検証も行った。本論文では、SIM-R 交通流マイクロシミュレーションを活用し、2車線道路及び「2+1」車線道路の交通流を再現し、以下の点を明かにすることを目的としている。

- 1) 乾燥路面状態並びに圧雪路面状態における「2+1」車線道路構造の性能を評価すること。
- 2) 道路の性能評価指標として、平均旅行速度、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こと。
- 3) 2車線道路並びに「2+1」車線道路を対象とし、乾燥路面状態と圧雪路面状態におけるサービス水準を提案すること。

3. 2 2車線道路の性能評価指標

道路は、ドライバーに対し、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、それぞれ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、米国交通学会 (Transportation Research Board) が出版する Highway Capacity Manual 2010 (HCM 2010) にサービス水準 (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として、平均旅行速度 (Average Travel Speed; ATS) と追従時間率 (Percent Time-Spent-Following; PTSF) という2つの評価指標を用いている。サービス水準による評価は、計画・設計段階から運用段階に至るまで一環として行われる。計画・設計段階においては、計画交通量に対して目標とするサービス水準を実現するべく車線数等が決定され、運用段階では、当初の目標である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。

Brilon 等による既往研究¹¹⁾では、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。Armed Al-Kaisy と Sarah Karjala による既往研究¹²⁾によれば、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。既往研究等も考慮し、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の観点か

ら、本研究では、以下の評価指標を用いることとした。

(1) 平均旅行速度

平均旅行速度（ATS）は、HCM 2010 の既存方法論により用いられる2つの性能指標のうちの1つである。ある特定区間を車両が走行するときの平均速度で表すものである。この指標は、交通技術者がしばしば使用するものであるが、現地での計測が簡単である特長をもっている。一般ドライバーからも、分かりやすい指標である。

(2) 追従車率

追従車両とは、比較的短い車頭間隔で、他の車両の後方を追従する交通流の中にある車両のことである。追従車率は、短い車頭間隔の車両のパーセントを表している。この性能指標は、現地ですぐに計測することができる。それは、追従時間率（PTSF）の現場実務の代替指標として、HCM 2010 により用いられている。HCM 2010 により用いられる前車と後車の車頭間隔は、3秒以下である。

(3) 追従車密度

追従車密度とは、1km の単位長さ以上の方向別交通流の追従車両の台数である。Van As により、2車線道路を建設する手続きの一部として、南アフリカにおけるこの計測単位の使用が報告¹³⁾されている。主たるメリットは、追従車率とは異なり、この評価指標が効率的に交通状況の影響を考慮することである。交通密度を現地で直接計測することは難しいが、追従車率の計測場所で、交通量観測と速度観測から測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等による計測手法の適用により測定できる。また、中村と Catbagan の既往研究¹⁴⁾により日本における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として、追従車密度の測定が有効であると指摘されている。

3.3 交通流マイクロシミュレーション「SIM-R」の適用

3.3.1 「SIM-R」に適用するモデル

「SIM-R」は、当研究所が1994年に開発した交通流マイクロシミュレーションである。同シミュレーションでは、追従走行モデルとしてHermanのモデルを適用しており、以下の式3.1で表現されている。

$$\chi''_{n+1}(t+T) = \alpha \frac{[\chi'_n(t) - \chi'_{n+1}(t)]}{[\chi_n(t) - \chi_{n+1}(t)]} \quad (\text{式 3.1})$$

ここで、

- $\chi''_{n+1}(t+T)$: 後車の T 秒後の加速度(m/s^2)
- $\chi'_n(t) - \chi'_{n+1}(t)$: 前後車の速度差(m/s)
- $\chi_n(t) - \chi_{n+1}(t)$: 前後車の車頭距離(m)
- α : 感度定数(m/s)
- T : 後車の反応遅れ(s)

このモデルでは、前車と後車の車頭距離を分母に用いている。しかし、実際の追従走行時は、後車は前車の後端部分をみて走行する。そこで、「SIM-R」における追従走行モデルでは、車頭距離から前車の車長を引いた車間距離を用いた。

「SIM-R」の単路部での追従走行と自由走行の判断基準は、対象とする走行車両の制動停止距離¹⁵⁾を前車との車頭間隔と比較する。もし車間距離の方が大きければ自由走行と判断する。制動停止距離は式3.2を用いて求める。

$$D = \frac{V}{3.6}t + \frac{V^2}{2gf(3.6)^2} \quad (\text{式 3.2})$$

ここで、

- D : 制動停止距離(m)
- V : 走行速度(km/h)
- f : 縦すべり摩擦係数
- t : 反応時間(s)
- g : 重力加速度 ($=9.8\text{m/s}^2$)

路面状態の違いについては、式(2)の縦すべり摩擦係数を変化させることにより再現するものとする。本論文では、路面状態に応じて、追従条件の判断は、式3.2を満たすか否かを参考基準とすると仮定している。表-3.1は、路面状態に応じた制動停止距離と車頭間隔¹⁶⁾を示している。縦すべり摩擦係数は、乾燥時には0.8、圧雪時には0.3と設定した。これらの数値は、最近の北海道での様々な路面条件下におけるすべり抵抗値測定結果¹⁷⁾に基づいた。

表-3.1 制動停止距離 (D) と車頭距離

(1) 乾燥状態

速度 (km/h)	反応時間 (t) (秒)	f	$V \cdot t / 3.6$	$V^2 / [2gf(3.6)^2]$	制動停止距離 (m)	車頭距離 (3.0秒) (m)
80	2.5	0.8	55.5	31.5	87.0	66.6
70	2.5	0.8	48.6	24.1	72.7	58.3
60	2.5	0.8	41.6	17.7	59.3	50.0
50	2.5	0.8	34.7	12.3	47.0	41.6
40	2.5	0.8	27.7	7.8	35.5	33.3

(2) 圧雪状態

速度 (km/h)	反応時間 (t) (秒)	f	$V \cdot t / 3.6$	$V^2 / [2gf(3.6)^2]$	制動停止距離 (m)	車頭距離 (4.0秒) (m)	車頭距離 (4.5秒) (m)	車頭距離 (5.0秒) (m)
80	2.5	0.3	55.5	84.0	139.5	88.8	100.0	111.1
70	2.5	0.3	48.6	64.3	112.9	77.7	87.5	97.2
60	2.5	0.3	41.6	47.2	88.8	66.6	75.0	83.3
50	2.5	0.3	34.7	32.8	67.5	55.5	62.5	69.4
40	2.5	0.3	27.7	21.0	48.7	44.4	50.0	55.5

表-3.1 中に示す乾燥状態時の速度 60km/h における制動停止距離 59.3m と車頭距離 50m (車頭間隔 : 3 秒のとき) は、たいへん近い値を示している。HCM2010 による追従の基準 (自車と前車の車頭間隔が 3 秒以下とする) は、通常、乾燥状態での測定結果に基づくものである。他方、圧雪状態では、乾燥状態と比べてすべりやすく制動停止距離が長くなる。それゆえに、ドライバーは冬期の交通安全の観点から、前車との車間距離をより大きく確保して運転する。速度 60km/h のときの制動停止距離は 88.8m であり、速度 50km/h のときの制動停止距離は 67.5m である。車頭距離 (車頭間隔 : 4.5 秒のとき) は、速度 60km/h のとき 75.0m と速度 50km/h のとき 62.5m となっている。このように、制動停止距離と車頭距離 (車頭間隔 4.5 秒) は、速度 50km/h 前後で近い値を示している。よって、車頭間隔は、圧雪状態における追従判断として 4.5 秒以下を採用した。

「SIM-R」における自由走行モデルでは、各車両が希望速度に達するまで一定の加速度 (最大加速度) で走行速度を上げる設定を基本としている。

3.3.2 検証

2 車線道路の追越可能区間での追越モデル¹⁸⁾、「2 + 1 車線」道路区間での車線変更モデル¹⁰⁾ については、表-3.2 に示す対象道路において実測データを計測すると共に、「SIM-R」による現況再現を実施し、各モデルの有効性を検証した。

表-3.2 モデルと実測データを検証した道路

道路の型式	名称	路面状態	期間	
2車線道路	一般国道275号 新十津川	乾燥	10日	2007年7月11日～7月21日
		圧雪	10日	2008年1月11日～1月21日
2車線道路+ 付加車線	一般国道244号 網走	乾燥	8日	2008年8月27日～9月4日
		圧雪	1日	2009年1月15日

3.3.3 「SIM-R」による感度分析の実行

2車線道路の追越可能区間、「2+1車線」道路の構造を対象として交通流マイクロシミュレーション「SIM-R」の感度分析を実行した。同実行に際し、路面状態、車線運用、付加車線の設置構造、交通量を変数とした。

感度分析の対象とした道路構造を図-3.1 並びに図-3.2 に示した。感度分析の諸条件を表-3.3、シミュレーションの設定項目を表-3.4 に示している。

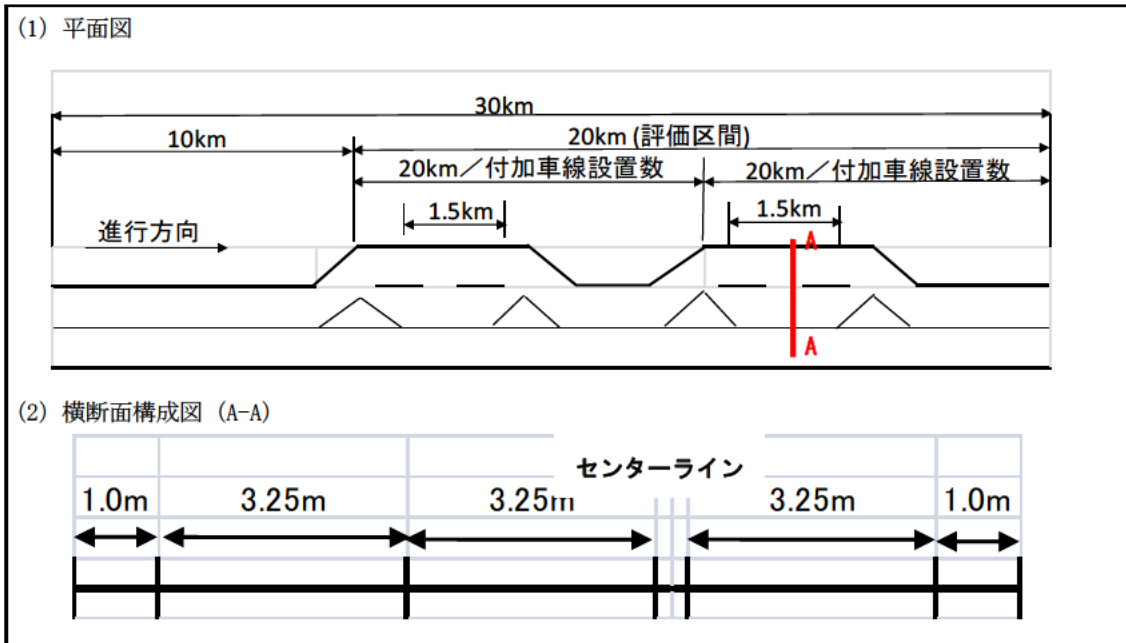


図-3.1 感度分析の対象とした道路構造

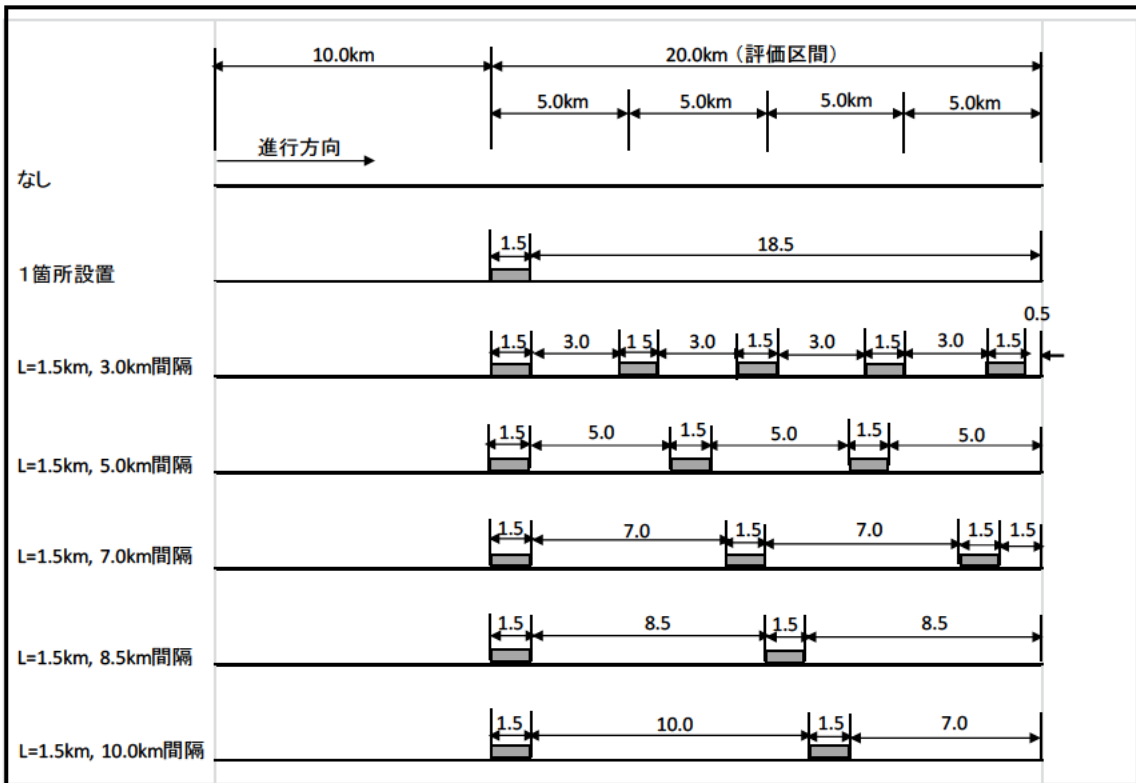


図-3.2 感度分析の対象とした「2+1」車線道路

表-3.3 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 (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

表-3.4 シミュレーションの設定項目

項目	設定条件	
	小型車	大型車
車長	4.7m	12.0m
最大加速度	6.0km/h/sec	4.0km/h/sec
最小減速度	-17.6km/h/sec	
リンク規制速度	60km/h	
希望速度分布	実測データに基づく	
他の交通データ	実測データに基づく	
最小車間距離	1.5m	
感度定数	加速時 8.2m/sec	
	減速時 17.0m/sec	
演算サイクルタイム	0.5sec	

3.4 感度分析の結果

3.4.1 乾燥路面状態の評価結果

乾燥路面状態における「2+1車線道路」の感度分析結果について、片側の時間交通量 200 台/h のケースを図-3.3 に、片側の時間交通量 600 台/h のケースを図-3.4 に示す。分析結果の評価指標は、平均旅行速度、追従車率、追従車密度である。なお、追従車の定義は、「前車と後車の車頭間隔が3秒以下である。」としている。

平均旅行速度については、時間交通量 200 台/h のときは、発生地点付近では約 70km/h であるものが、発生地点からの距離が増加するに従って、57km/h 程度まで低下している。しかし、付加車線を一定間隔で設置することにより、設置区間では 65~69km/h の速度に向上している。他方、時間交通量 600 台/h のときは、発生地点付近では約 63km/h であるものが、発生地点からの距離が増

加するに従って、51km/h 程度まで低下している。しかし、付加車線を一定間隔で設置することにより、設置区間では 59～64km/h の速度に向上している。

追従車率については、時間交通量 200 台/h のときは、発生地点からの距離が増加するに従って、追従車率の数値が上がり、2 車線道路では 80%程度となっている。他方、付加車線を一定間隔に設置することにより、追従車率は低下し、設置間隔が短い方がその効果が発揮されている。他方、時間交通量 600 台/h のときは、発生地点からの距離が増加するに従い、さらに追従車率は高くなり、2 車線道路では、88%程度となっている。しかし、一定間隔で付加車線を設置することにより、追従車率は低下している。

追従車密度については、時間交通量 200 台/h のときは、付加車線の設置の有無に関わらず、また発生地点からの距離に関わらず、2 台/km 前後であり、極めて低い値となった。よって、道路利用者へのサービスの質の観点からは、付加車線の設置の有無を問わず、良好なサービスが保たれていることが分かった。他方、時間交通量 600 台/h のときは、発生地点からの距離が増加するに従って、追従車密度の数値が高くなり、2 車線道路では、約 10 台/km となっている。しかし、付加車線を一定間隔で設置することにより、追従車密度は 5～7 台/km に低下している。

3.4.2 圧雪路面状態の評価

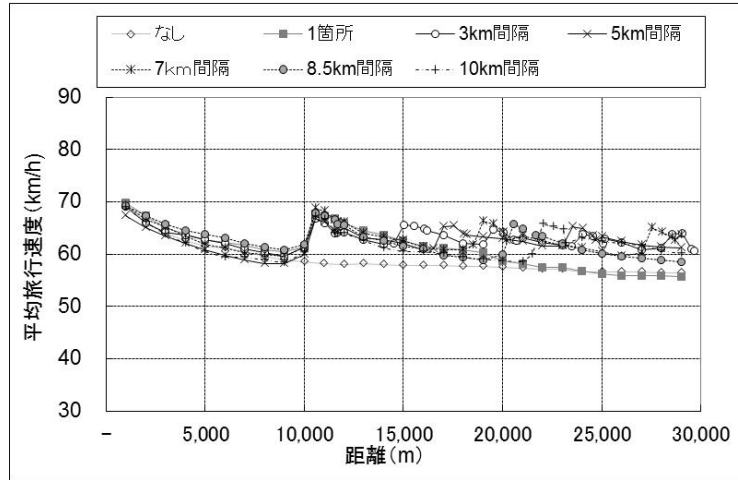
圧雪路面状態における「2 + 1 車線道路」の感度分析結果について、片側の時間交通量 200 台/h のケースを図-3.5 に、片側の時間交通量 600 台/h のケースを図-3.6 に示す。分析結果の評価指標は、平均旅行速度、追従車率、追従車密度である。

平均旅行速度については、時間交通量 200 台/h のときは、発生地点付近では約 60km/h であるものが、発生地点からの距離が増加するに従って、50km/h 程度まで低下している。しかし、付加車線を一定間隔で設置することにより、設置区間では 57～59km/h の速度に向上している。他方、時間交通量 600 台/h のときは、発生地点付近では約 50km/h であるものが、発生地点からの距離が増加するに従って、42km/h 程度まで低下している。しかし、付加車線を一定間隔で設置することにより、設置区間では 50～56km/h の速度に向上している。

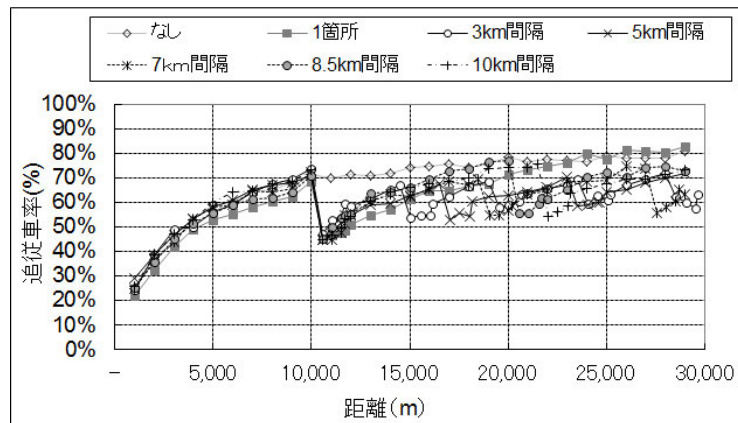
追従車率については、時間交通量 200 台/h のときは、発生地点からの距離が増加するに従って、追従車率の数値が上がり、2 車線道路では 80%程度となっている。他方、付加車線を一定間隔に設置することにより、追従車率は低下し、設置間隔が短い方がその効果が発揮されている。他方、時間交通量 600 台/h のときは、発生地点からの距離が増加するに従い、さらに追従車率は高くなり、2 車線道路では、96%程度となっている。しかし、付加車線を一定間隔で設置することにより、追従車率は低下している。

追従車密度については、時間交通量 200 台/h のときは、付加車線の設置の有無に関わらず、また発生地点からの距離に関わらず、3～4 台/km 前後であり、低い値となった。他方、時間交通量 600 台/h のときは、発生地点からの距離が増加するに従って、追従車密度の数値が高くなり、2 車線道路では、約 13～14 台/km となっている。しかし、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 6～10 台/km に低下している。

〔(1) 平均旅行速度〕



〔(2) 追従率〕



〔(3) 追従車密度〕

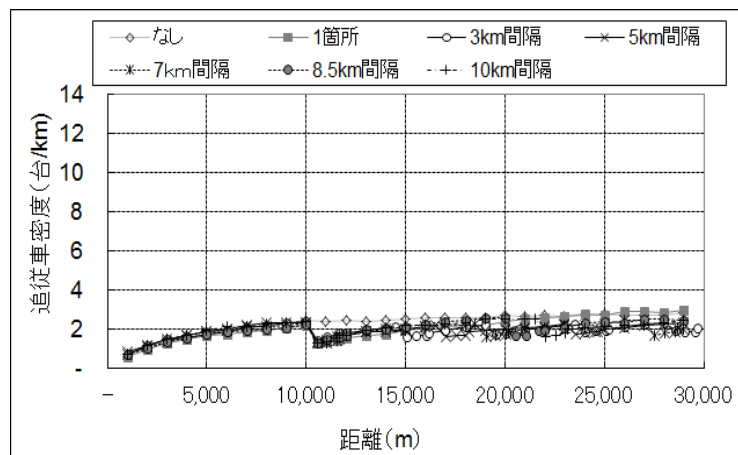
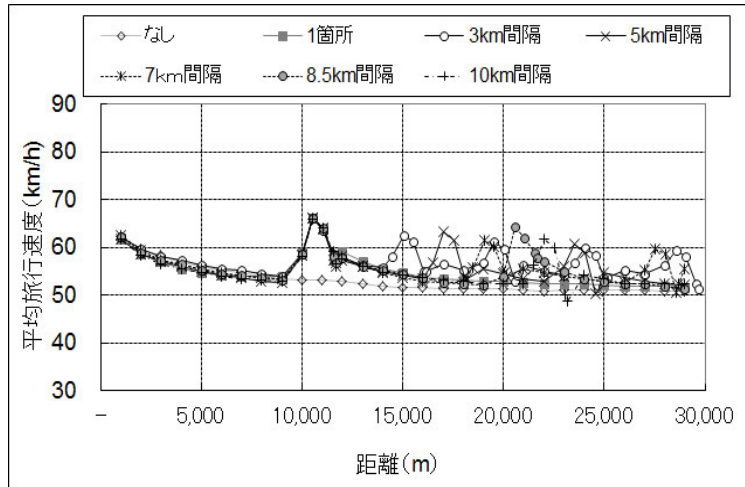
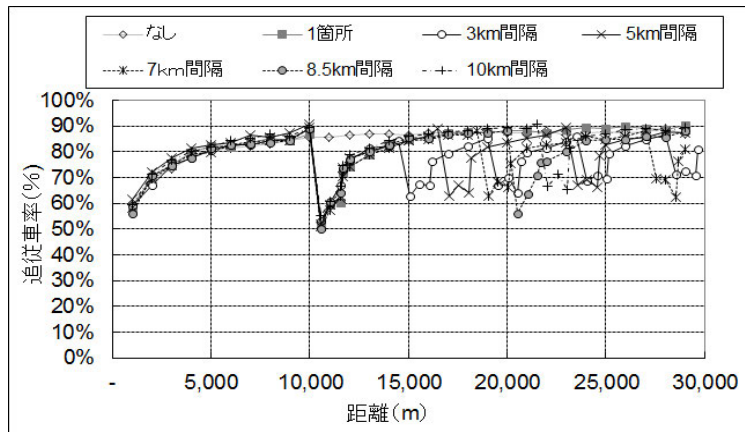


図-3.3 感度分析結果
(時間交通量 200 台/h、乾燥路面)

〔(1) 平均旅行速度〕



〔(2) 追従車率〕



〔(3) 追従車密度〕

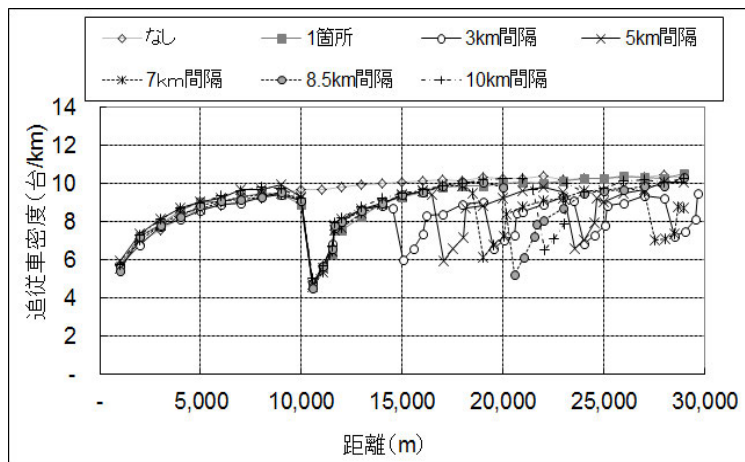
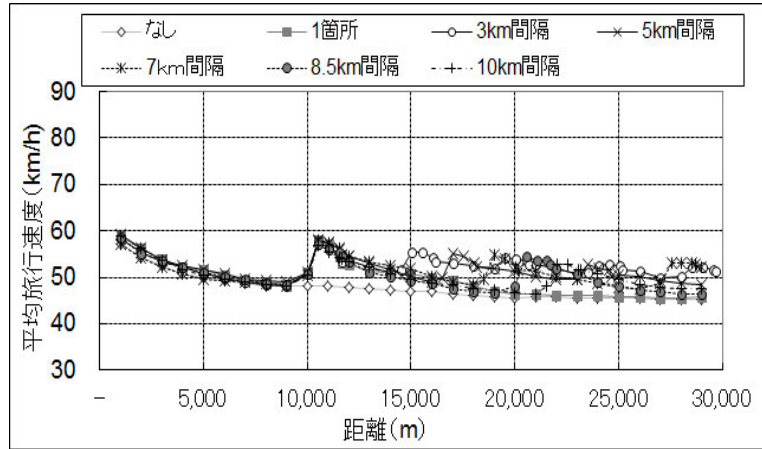
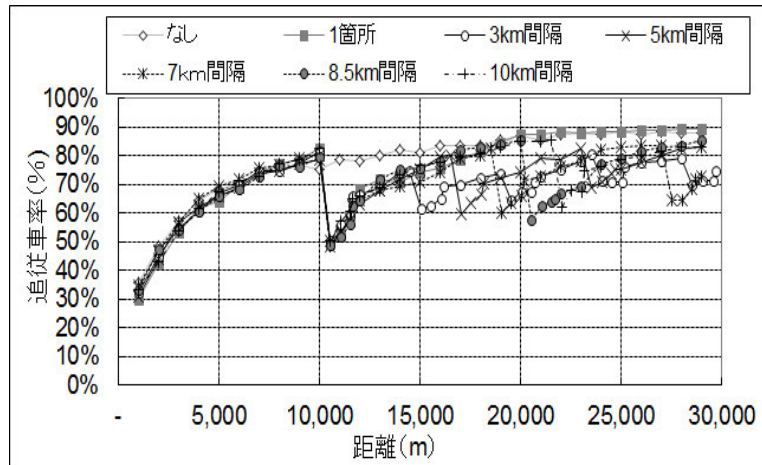


図-3.4 感度分析結果
(時間交通量 600 台/h、乾燥路面)

[(1) 平均旅行速度]



[(2) 追従率]



[(3) 追従車密度]

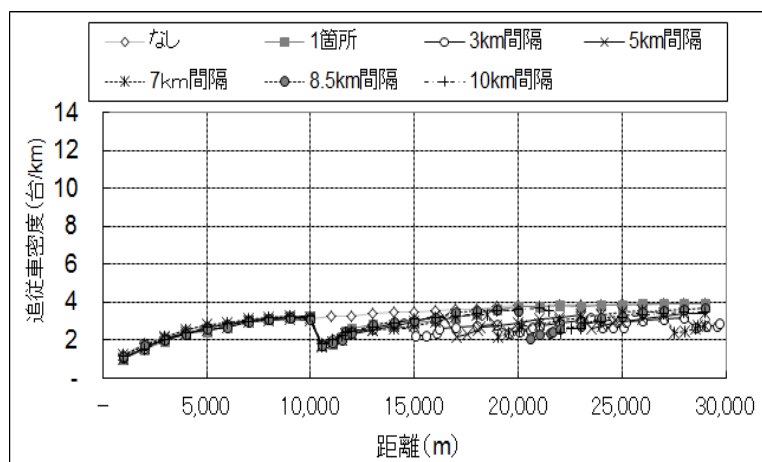
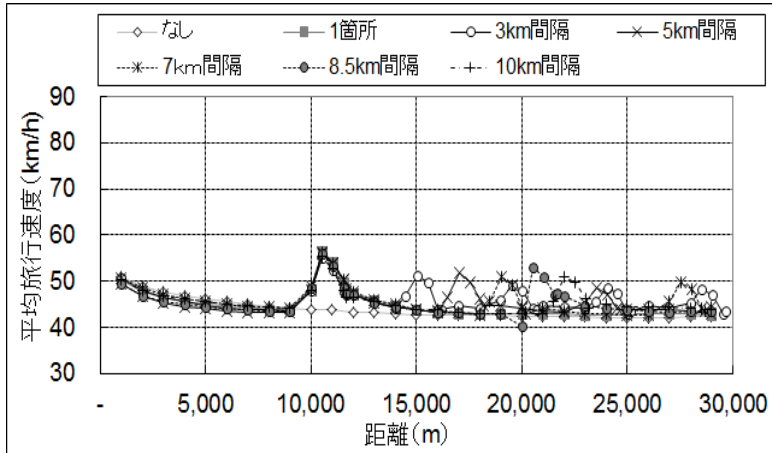
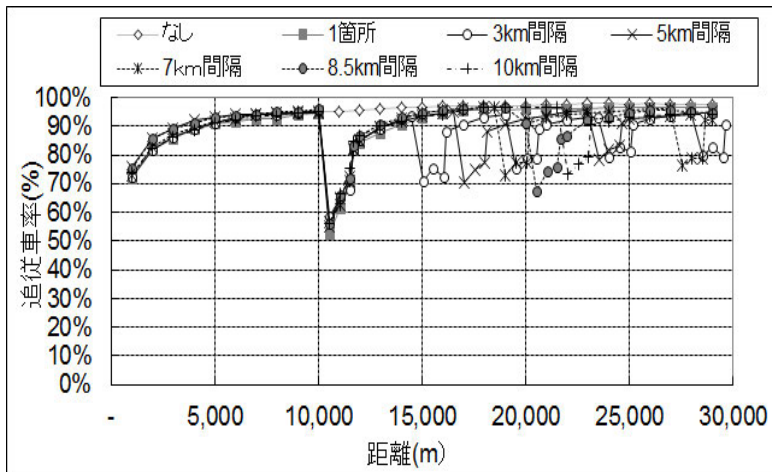


図-3.5 感度分析結果
(時間交通量 200 台/h、圧雪路面)

〔(1) 平均旅行速度〕



〔(2) 追従車率〕



〔(3) 追従車密度〕

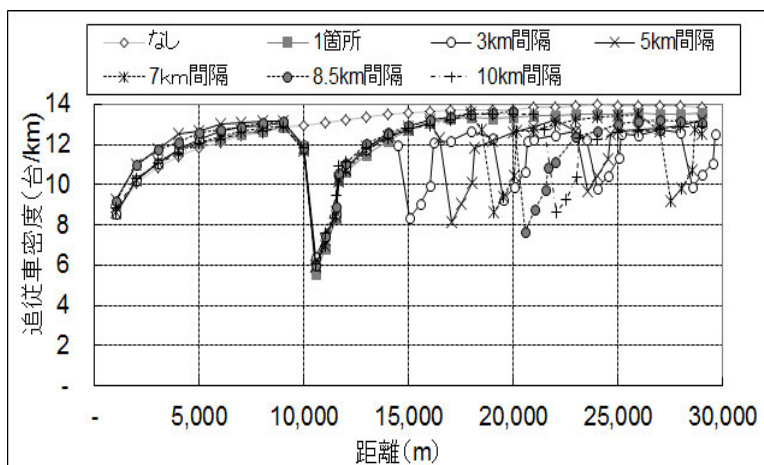


図-3.6 感度分析結果
(時間交通量 600 台/h、圧雪路面)

3.5 積雪寒冷地におけるサービス水準（LOS）の提案

サービス水準に関する既往研究においては、気象の影響や路面状態の変動について考慮されたものはなかった。サービス水準は、通常、乾燥路面上での観測結果に基づいて設定されたものである。積雪寒冷地においては、長期間に亘り降雪が記録されることから、冬期の圧雪路面状態におけるサービス水準についても設定されることが望ましい。平均旅行速度、追従車率、及び追従車密度は、評価指標として活用できる。本論文においては、追従車密度によるサービス水準の構築を試みる。その理由は、追従車密度は、他の指標と比較して、適切な感度により、時間交通量や路面状態のような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有効的な利用については、すでに、南アフリカ、ドイツ、日本などの研究者により報告¹³⁾されている。表-3.5は、地方部の2車線道路を対象とした追従車密度によるサービス水準の提案を示している。

表-3.5 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 [台/km・車線]
A	≤ 3
B	≤ 6
C	≤ 10
D	≤ 15
E	≤ 20
F	> 20

表-3.6は、2車線道路及び「2+1」車線道路（3km 間隔）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20kmの位置における交通流マイクロシミュレーションの結果に基づいている。例えば、時間交通量500台/hのとき、乾燥路面状態の2車線道路ではサービス水準Cであるが、同じく「2+1」車線道路ではサービス水準Bとなる。さらに、時間交通量500台/hのとき、圧雪路面状態の2車線道路ではサービス水準Dであるが、同じく「2+1」車線道路では、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、当該地域の気象特性に基づく路面状態も考慮し、道路構造を決定することが可能となる。

表-3.6 乾燥路面状態並びに圧雪路面状態における
2車線道路と「2+1」車線道路の追従車密度

(単位：台/km/方向)

時間交通量 (台/時/方向)	乾燥路面(夏期)		圧雪路面(冬期)	
	2車線道路	2+1車線道路 (3km間隔)	2車線道路	2+1車線道路 (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	
	B	
	C	
	D	
	E	
	F	

3.6 まとめ

(1) 乾燥路面状態並びに圧雪路面状態における2車線道路並びに「2+1」車線道路の性能評価

交通流マイクロシミュレーションプログラム SIM-R による感度分析により、2車線道路及び「2+1」車線道路構造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」車線道路を導入することにより、平均旅行速度、追従車率、追従車密度の各評価指標の観点から、サービスの質が向上することが確認された。

例えば、乾燥路面状態の時間交通量 600 台/h において、適当間隔により付加車線を設置することにより、平均旅行速度は 9~13km/h 増加し、追従車率は 20~35%減少し、追従車密度は 2~5 台/km 減少した。圧雪路面状態の時間交通量 600 台/h においては、適当間隔により付加車線を設置することにより、平均旅行速度は 8~14km/h 増加し、追従車率は 15~45%減少し、追従車密度は 4~7 台/km 増加した。

(2) 道路の効率性を表す評価指標の有効性

2車線道路並びに「2+1」車線道路の効率性を表す評価指標として、平均旅行速度、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。本研究の交通流マイクロシミュレーションの感度分析結果を踏まえ、3つの評価指標ともに、道路のサービスレベルの評価として貢献していることが明かにされた。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、比較的 average 旅行速度が高くなる条件下でも、追従車率が高い数値を示す場合が見られた。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で、比較的 average 旅行速度が高い場合には、低い数値となった。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は、比較的 average 旅行速度が低いとき、高い数値を示した。

従って、追従車密度は、2車線道路並びに「2+1」車線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。追従車密度は、サービス水準の目標値として“ $k=V/Q$ ” (k :密度, V :平均旅行速度, Q :交通量) の関係式から設定される。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。

(3) 2車線道路及び「2+1」車線道路の乾燥路面並びに圧雪路面におけるサービス水準

積雪寒冷地における2車線道路並びに「2+1」車線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、冬期間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、当該道路の性能は低下する。乾燥路面状態並びに圧雪路面状態において、当該道路の目標とするサービス水準を定め、その道路が発揮する性能を予め評価することが求められる。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。

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 600 台/h では、3~5km 間隔で付加車線を設置することが効率的である。乾燥路面及び圧雪路面共に、サービス水準が D から C へ改善されるからである。他方、時間交通量 200 台/h のときは、付加車線を設置する必要性はほとんどない。乾燥路面状態においてサービス水準 A、圧雪路面状態においてサービス水準 B がすでに達成されているからである。したがって、積雪寒冷地における2車線道路及び「2+1」車線道路の設計検討を行うに際しては、一定の交通量がある区間においては、より短い設置間隔で付加車線を設置することが求められる。

参考文献

- 1) Harwood, D.W., and Hoban, C.J.; Low Cost Methods for Improving Traffic Operations on Two-Lane Roads – Informational Guide, Report FHWA-IP-87/2, U.S. Department of Transportation, Washington D.C., Jan. 1987.
- 2) B. Ray Derr; Application of European 2+1 Roadway Designs, NCHRP Research Result Digest, 2003.
- 3) Andreas Tapani; Versatile Model for Simulation of Rural Road Traffic, Journal of the Transportation Research Board, No.1934, TRB, Washington D.C., 2005.
- 4) Arne Carlsson, and Andreas Tapani; Rural Highway Design Analysis Through Traffic Micro-Simulation, Proceeding of the 5th International Symposium on Highway Capacity and Quality of Service Vol.2, pp.249-258, Tokyo, 2006.
- 5) McLean, J. R; Two-Lane Highway Traffic Operations, Theory and Practice, Volume 11. Gordon and Breach Science Publishers, Amsterdam, 1989.
- 6) Hoban, C.J., Shepherd, R.J., Fawcett, G.J., Robinson, G.K.; A model for simulating traffic on two lane rural roads: User guide and manual for TRARR version 3.2. In Australian Road Research Board Technical Manual ATM 10B, 1991.
- 7) National Academy, WHERE THE WEATHER MEETS THE ROADS; - A Research Agenda for Improving Road Weather Services -, 2004.
- 8) Ibrahim, A.T., and Hall, F.L.; Effect of Adverse Weather Conditions on Speed-Flow-Occupancy Relationships, Journal of the Transportation Research Board, No.1457, pp.184-191, TRB, Washington D.C., 1994.
- 9) Highway Capacity Manual 2010, TRB of the National Academies, Washington D.C., December 2010.
- 10) Kazunori Munehiro et al., Traffic Simulation of a Rural 2+1 Highway in Hokkaido, Transport Simulation –Beyond Traditional Approaches-, EPFL Press, Lausanne, pp.75-92, 2009.
- 11) Brilon, W., and F. Weiser; Two-Lane Rural Highways -The German Experience, Journal of the Transportation Research Board, No.1988, pp.38-47, TRB, Washington D.C., 2006.
- 12) Ahmed Al-Kaisy and Sarah Karjala; Indicators of Performance on Two-Lane Rural Highways Empirical Investigation, Journal of the Transportation Research Board, No.2071, pp.87-97, TRB, Washington D.C, 2008.
- 13) 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.
- 14) Catbagan, L.J and Nakamura H.; Evaluation of Performance Measures for Two-Lane Expressways in Japan, Journal of the Transportation Research Board, No.1988, pp.111-118, TRB, Washington D.C., 2006.
- 15) AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), A POLICY ON GEOMETRIC DESIGN of HIGHWAYS and STREETS, 2004.

- 16) Berry, D.S., and Gandhi, P.K; Headway Approach to Intersection Capacity, Highway Research Record, No. 453, pp.56-60, Highway Research Board, National Research Council, Washington D.C., 1973.
- 17) Robert Tokunaga et al.; Road Surface Friction usage to Monitor and Evaluate the Winter Roadway Performance, Proceedings of the 9th International Symposium on Cold Region Development, Yakutsk, Russia, 2010.
- 18) 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, pp.110-118, TRB, Washington D.C., 2012.

4. 「2 + 1」車線道路の除雪工法に関する検討

4.1 はじめに

積雪寒冷地に住む人々にとって、円滑な冬期道路交通の確保は必要不可欠であり、そのための除雪などの維持管理に対するニーズは非常に高い。また、その一方で、近年の経済状況から、維持管理に対するコスト縮減のための効率性も強く求められている。このことから、「2 + 1」車線道路の効率的な除雪工法について検討した。

具体的には、北海道内の国道における既存の付加車線区間の除雪実態を調査したほか、「2 + 1」車線道路に適した除雪機械及び機種を選定、組合せについて検討した。

4.2 実態調査

北海道内の国道の付加車線区間 23 箇所を対象に、除雪機械の配置状況や既存の除雪工法などの除雪実態を調査した。

この結果、除雪機械の配置台数が3台以上の箇所は8箇所あり、それ以外の15箇所は除雪機械の配置台数は2台であった。また、2台配置箇所では、1回の除雪で2車線（本線及び付加車線）分の道路有効幅員を確保できていないため、全箇所ですべて付加車線区間を2回除雪しており、除雪が終了するまでに長い時間を要する外、2回目の除雪が終了するまで付加車線の設置効果を発揮できていないなどの実態が分かった。

4.3 効率的な除雪工法の検討

「2 + 1」車線道路の設置効果を発揮するためには、冬期においても本線及び付加車線の道路有効幅員を確保する必要がある。しかし、短い付加車線延長に対し、除雪機械の台数を増やすことは、経済的ではない。このことから、「2 + 1」車線道路を効率的に除雪するためには、除雪機械の台数を増やさずに、本線及び付加車線の道路有効幅員を確保する必要がある。

4.3.1 除雪必要幅員¹⁾

除雪が必要な道路有効幅員（冬期交通確保幅）は、道路構造令に道路及び交通の状況等を考慮して定めるものとされており、冬期側帯、冬期車道、冬期路肩で構成される。

3種2級道路における「2 + 1」車線道路の冬期交通確保幅の例を図-4.1に示す。

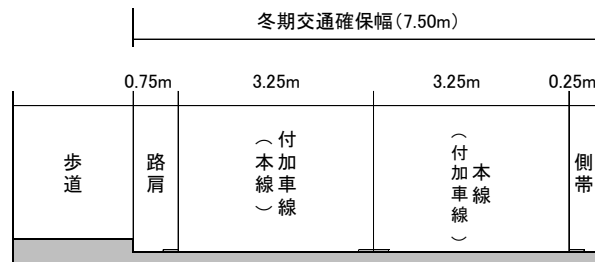


図-4.1 3種2級道路の冬期交通確保幅 (例)

4.3.2 除雪機械及び装置

「2+1」車線道路は、郊外部の片側1車線区間への適用を想定していることから、除雪作業は郊外部に一般的に配置されている除雪トラックによる施工が主となる。除雪トラックには、一方方向プラウ（以下：I装置）と路面整正装置（以下：G装置）の二つの除雪装置が装備されている。この除雪装置は、一般型（除雪幅員3.20m）のほか、少雪地域を中心に一部配置されているG装置左スライド型（除雪幅員3.76m）がある。また、高規格道路に配置されている除雪トラックには、高規格道路用のI・G装置両スライド型（除雪幅員4.50m）が装備されている（表-4.1）。なお、除雪機械台数を増やさずに付加車線区間の除雪を行うには除雪幅員が広いほど有利であるが、両スライド型の除雪装置は非常に高価であるほか、除雪装置が左右にスライドするため一般車両への影響が大きく、一般国道での導入実績がない。

このことから、本研究ではG装置左スライド型の適用について検討した。（写真-4.1）。

表-4.1 除雪トラックの一覧表

	除雪トラック		
	一般型	G装置左スライド型	I・G装置両スライド型
除雪幅員	3.20m 〔 I装置=3.20m G装置=2.90m 〕	3.76m 〔 I装置=3.20m G装置=2.85~3.55m 〕	4.50m 〔 I装置=3.10~4.50m G装置=2.85~4.50m 〕
導入箇所	一般国道	一般国道 (少雪地域を中心に一部)	高規格道路
装置基礎価格*1	I装置=2,120千円 G装置=3,430千円	I装置=2,120千円 G装置=5,260千円	I装置=7,300千円 G装置=6,960千円

*1 建設機械等損料算定表より



写真-4.1 G装置左スライド型 スライド前後の比較

4.3.3 現場適応性の確認

効率的な除雪を行うためには、現場条件に適した除雪機械を配置する必要がある。G装置左スライド型の除雪装置は一般型に比べ広い幅員の除雪が可能であるが、一般国道での導入実績が少なく、特に多雪地域での現場適応性は確認されていない。

このことから、多雪地域である石狩市内の一般国道を除雪している除雪トラックにG装置左スライド型を取付け、長期間の試験施工により、多雪地域での適応性を確認した。

試験施工の概要を表-4.2に示す。

表-4.2 試験施工の概要

施工期間	施工場所	取付車両
2009/10 ~ 2010/3	石狩市 R231、R337	除雪トラック 10t(4×4)、IG
2010/10 ~ 2011/3	石狩市 R231、R337	除雪トラック 10t(6×6)、IG

(1) ヒアリング調査

除雪装置（除雪幅員）の変更に伴う施工性（路面積雪の切削能力、運転挙動等）への影響について、除雪オペレータのフィードバックをヒアリング調査により確認した。

この結果、2009年冬期の試験施工では、除雪条件（梯団内の走行順序、路面積雪状況等）によっては、除雪負荷の少ない新雪除雪であっても一般型に比べて直進性が悪く感じるなど、

施工性に影響が生じるとのヒアリング結果であった。しかし、2010年冬期の試験施工では、取付車両を後軸が一軸の四輪駆動車(4×4)から、後軸が二軸で走行安定性に優れる六輪駆動車(6×6)に変更した結果、新雪除雪では除雪幅員の変更に伴う施工性への影響はないとのヒアリング結果が得られた。なお、一般国道を除雪している除雪トラックの多くは後軸が二軸の六輪駆動車である。

また、除雪負荷が高い路面整正作業(重切削)では、六輪駆動車でも施工性への影響があるとのヒアリング結果であった。但し、主体作業である新雪除雪に比べ路面整正の作業頻度が少ないことと、除雪幅員を狭くすることで、一般型と同様の路面整正作業が可能であることから、特段の支障ではないと考える。

(2) 走行車線上の雪堤形状調査

梯団による新雪除雪では、先行する除雪機械は走行した左側の車線上に雪堤を形成する。この雪堤は、後続の除雪機械が施工するまで車線上にあり、その雪量が多い場合には一般通行車両が走行(車線変更等)するうえでの支障となる(写真-4.2)。このことから、除雪幅員の変更に伴う車線上に形成される雪堤形状の変化(除雪幅員との相関)を確認するため、一般国道231号KP12～13kmの区間において、G装置をスライドさせることにより除雪幅員を変えて上下車線の除雪を行い、それぞれ生じた雪堤形状をレーザースキャナーにより計測した。

この結果、除雪幅員が狭い場合に雪堤が大きくなることが多いなど、除雪幅員と雪堤形状の相関は見いだせなく、実際の変化量も少ないことから、除雪装置の広幅員化に伴う車線上の雪堤形状への影響はなかったと判断する(表-4.3)。また、除雪速度と雪堤形状の相関も認められなかった。



写真-4.2 除雪による車線上の雪堤発生状況

表-4.3 車線上の雪堤形状の計測結果

		G装置左スライド型		変化量 (伸/縮)
		(縮:2.85m)	(伸:3.55m)	
2011/1/8	断面積(cm ²)	870.0	660.0	75.9%
	高さ(cm)	13.7	11.4	83.2%
	幅(cm)	142.5	114.9	80.6%
	速度(km/h)	10.3	10.9	105.8%
2011/1/8	断面積(cm ²)	4,060.0	4,390.0	108.1%
	高さ(cm)	33.0	39.5	119.7%
	幅(cm)	277.6	237.8	85.7%
	速度(km/h)	8.4	12.0	142.9%
2011/1/8	断面積(cm ²)	2,340.0	1,930.0	82.5%
	高さ(cm)	22.2	20.3	91.4%
	幅(cm)	211.3	204.4	96.7%
	速度(km/h)	13.7	16.6	121.2%

(3) ブレード端部の視認性調査

G装置左スライド型は、G装置を伸ばして作業する場合に、車両の全幅からブレードが0.56mはみ出す(写真-4.1)ことから、後続車両への注意喚起を目的に、ブレード左端部にLED灯火を取付た(写真-4.3)。

このことについて、除雪請負会社に対してヒアリング調査を実施した結果、後続車両からの視認性が向上したとの意見のほか、除雪オペレータからもブレード端部位置の把握が容易になったなど、良好な意見が寄せられた。

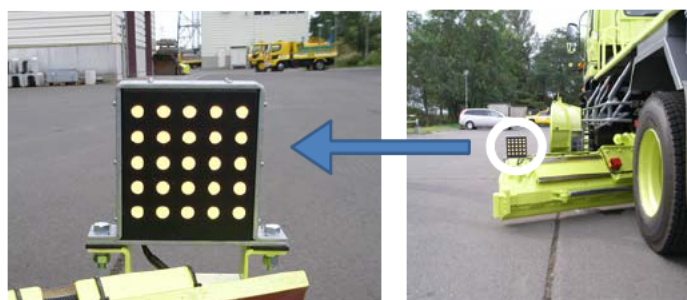


写真-4.3 LED灯火の取付状況

(4) 施工上の注意点

長期の試験施工により、G装置左スライド型での施工における注意点を確認した。

G装置左スライド型は、一般型とは異なり切削刃面が2面あり、その刃面は前後方向に17mmオフセットしている。このため、特に切削角度を短時間で変更させると、除雪後の圧雪路面上に縦断方向に若干の段差が生じた。G装置左スライド型での施工においては、極力段差を生じさせないように切削角度の操作に注意が必要である。

4.3.4 除雪工法の提案

各種調査の結果、多雪地域でのG装置左スライド型の現場適応性が確認できたことから、少雪地域のみならず、一般国道での梯団除雪機械として、一般型（施工幅員：3.20m）のほか、G装置左スライド型（施工幅員：3.76m）の組合せも可能である（表-4.4）。

表-4.4 除雪トラックの梯団除雪の除雪幅員（例）

機種・規格	除雪幅員／梯団台数			備考
	1台	2台	3台	
除雪トラック 一般型	3.20m	5.90m	8.60m	I装置含む
除雪トラック G装置左スライド型	3.76m	7.02m	10.28m	I装置含む

*除雪ラップ幅=0.5m

具体的な例として、冬期交通確保幅が7.5m（図-4.1）の「2+1」車線道路を除雪する場合、一般型の除雪トラック2台による梯団除雪の除雪幅員は5.90m（表-4.4）であり、本線及び付加車線を一度の除雪で確保することができない。このため、「2+1」車線道路の機能を発揮するためには3台以上による梯団除雪が必要である。

一方、G装置左スライド型では、2台による梯団除雪の除雪幅員は7.02m（表-4.4）であり、冬期交通確保幅のうち、本線のほか側帯及び路肩の一部も確保できることから、梯団除雪後の2度目の施工で路肩部の幅員を確保することを前提に、機械台数及びコストの増を抑えた除雪が可能となる（表-4.5）。

表-4.5 梯団除雪によるコスト比較（例）

	必要固定経費(千円/年)		
	購入費	整備及び修理費	計 (削減率: %)
一般型 (3台) $\left(\begin{array}{l} 10t, 4 \times 4, IG \times 2台 \\ 10t, 6 \times 6, IGS \times 1台 \end{array} \right)$	3,688	2,221	5,909
G装置 左スライド型 (2台) $\left(\begin{array}{l} 10t, 6 \times 6, IG \times 1台 \\ 10t, 6 \times 6, IGS \times 1台 \end{array} \right)$	3,029	1,862	4,891 (17%削減)

4.4 まとめ

一般型に比べ広い幅員の除雪が可能であるG装置左スライド型の多雪地域での現場適応性が確認できたことから、各現場状況（冬期交通確保幅等）に応じてG装置スライド型を梯団除雪機械として組合せることができる。これにより、「2+1」車線道路に対応する除雪工法として、除雪機械台数及びコストの増を抑えた効率的な除雪工法の提案が可能となった。

参考文献

- 1) 道路構造令の解説と運用、日本道路協会、平成16年2月

5. まとめ

本研究により、北海道地方部の2車線道路を対象とし、2車線道路の走行性の実態調査、2車線道路の追越モデルの構築、2車線道路への付加車線の設置効果及び除雪工法に関する検討を行った。本研究の成果を以下の通りまとめる。

(1) 北海道における2車線道路の走行性の把握

事例研究として一般国道275号新十津川町の2車線道路の直線区間を対象とし、夏期の乾燥路面状態と冬期の圧雪路面状態における速度、追従、追越しの実測結果を示した。2車線道路の速度は、圧雪路面状態は乾燥路面状態と比べて平均旅行速度で5~6km/h低くなることが示された。単位時間当りの交通量が増加するに従って、追従率も高くなった。また、追越車率は、夏期の場合、対向車線の5分間交通量が約20台以下になると、進行方向の追越車率が概ね数%から10%を超える状況が見られた。他方、冬期においては、対向車線交通量に関わらず、追越発生回数が極めて少なくなった。

(2) 路面状態の変化を考慮した2車線道路の追越モデルの構築

対向車線を利用した追越挙動を再現するため、前車に接近した時の車両挙動として、追越意思発生条件、追越可否判断条件、車線復帰意思発生条件、車線復帰可否判断条件の4つの条件から追越を行うか否かを判断するモデルを構築した。同モデルにおいては、路面状態及び視界条件の変化を考慮した。夏期の乾燥路面状態と冬期の圧雪路面状態を対象とし、追越モデルを組み入れた交通流シミュレーションの実行結果と実道での追越しの実測結果を比較し、同モデルの再現性を検証した。

(3) 「2+1」車線道路の設置効果の検証

積雪寒冷地における2車線道路並びに「2+1」車線道路の効率性を評価するに際しては、夏期の乾燥路面状態に加えて、冬期間の圧雪路面状態も考慮し、検討することが求められている。本研究では、追従車密度を評価指標として設定し、夏期並びに冬期のサービス水準を設定することを提案した。交通流シミュレーションプログラム「SIM-R」を活用し、2車線道路に一定間隔で付加車線を設置することの効果の評価した。時間交通量600台/hでは、3~5km間隔で付加車線を設置することが効率的である。乾燥路面及び圧雪路面共に、サービス水準がDからCへ改善されるからである。他方、時間交通量200台/hのときは、付加車線を設置することによる効果は見られない。乾燥路面状態においてサービス水準A、圧雪路面状態においてサービス水準Bがすでに達成されているからである。したがって、積雪寒冷地における2車線道路及び「2+1」車線道路の設計検討を行うに際しては、一定の交通量がある区間においては、適切な設置間隔により、付加車線を設置することにより、サービス水準が向上することが示された。

(4) 「2 + 1」車線道路の効率的な除雪工法の提案

「2 + 1」車線道路の設置効果を発揮するためには、冬期においても本線及び付加車線の道路有効幅員を確保する必要があるが、短い付加車線延長に対して除雪機械台数を増やすことは経済的ではない。このことから、「2 + 1」車線道路の効率的な除雪を目的に、一般型の除雪トラックに比べ、広い幅員の除雪が可能であるG装置左スライド型の除雪トラックの多雪地域での現場適応性を試験施工により調査した。その結果、G装置左スライド型の現場適応性が確認できたことから、G装置左スライド型の除雪トラック2台による梯団除雪など、現場条件に応じた効率的な除雪工法の提案が可能となった。

参 考 资 料

積雪寒冷地における
「2+1」車線道路の適用に関する手引き（案）

独立行政法人土木研究所 寒地土木研究所

目 次

第1章 総則	1
1. 目的	1
2. 適用範囲	1
3. 用語の定義	2
第2章 「2+1」車線道路の定義と機能	3
1. 北海道における郊外部2車線道路の課題	3
2. 「2+1」車線道路の機能	5
3. 「2+1」車線道路の定義	6
第3章 設置基準	7
1. 付加車線の設置形式	7
(1) 設置形式の選定	7
(2) 【参考】既設区間における車線特性	8
2. 「2+1」車線道路の適用条件	9
3. 設置位置	12
(1) 線形	12
(2) 沿道施設	12
4. 横断面構成	13
(1) 車線幅員	13
(2) 中央帯	13
(3) 路肩	14
(4) 標準定規図	14
(5) 歩道および自転車道	17

5. 中央帯	18
(1) 中央帯の機能	18
(2) 中央帯の形式	18
(3) 中央帯を設置しない場合	19
6. 歩行者や自転車の通行空間	20
7. テーパ長および本線シフト	21
(1) 追越車線	21
(2) ゆずり車線	21
8. 交差部形状	22
(1) 立体交差	22
(2) 平面交差	22
(3) 中央分離帯設置区間における対向車線側交差道路とのアクセス	23
9. 道路付属物	25
(1) 路面表示	25
(2) 標識	27
(3) 照明施設	29
(4) 視線誘導標	29
(5) 吹雪対策施設	29
第4章 維持管理	30
1. 除雪	30
(1) 除雪機械の選定	30
(2) 除雪必要幅員	32
(3) 除雪工法	33
2. 散布	36
(1) 散布作業	36
(2) 散布方法	36

第1章 総則

1. 目的

本手引き（案）は、積雪寒冷地における一般道路の「2+1」車線道路の適用に関する設計思想の統一、設計内容の向上及び効率化を図ることを目的としたものである。

本手引き（案）は、積雪寒冷地における一般道路の「2+1車線」道路の計画、設計、施工、維持管理を行うにあたっての設計思想の統一、設計内容の向上及び効率化を図ることを目的としたものである。

2. 適用範囲

本手引き（案）は、積雪寒冷地における2方向2車線の一般国道を対象とし、「2+1」車線として付加車線を設置する場合に適用する。

本手引き（案）は、積雪寒冷地の2方向2車線の一般国道における「2+1」車線道路の適用に関し、現行の「北海道開発局道路設計要領¹⁾」等を補完する技術資料であり、追越機会を与える付加車線を設置する際の一般的技術的指針を示すものである。

なお、「付加車線」という用語は（道路構造令には明確な定義はないが）、一般には登坂車線、屈折(右左折)車線、変速車線等を指す場合があるが、本手引き(案)ではこれらは含まないこととする。

用語の定義

- | | |
|-----------------|---|
| (1) 「2 + 1」車線道路 | : 中央分離帯等により上下方向が分離され、付加車線が連続的・断続的に設置された2方向2車線道路 |
| (2) 付加車線 | : 追越機会を与えるために設置される車線 |
| (3) 追越車線 | : 高速車を低速車から分離して通行させることを目的とした付加車線 |
| (4) ゆずり車線 | : 低速車を高速車から分離して通行させることを目的とした付加車線 |

(1) 「2 + 1」車線道路

2方向2車線の一般道路において、中央分離帯または簡易分離施設により上下方向が分離され、自動車に安全かつ円滑な追越機会を与えるための付加車線が連続的・断続的に設置された道路である。

(2) 付加車線

2方向2車線の一般道路において、追越し禁止区間あるいは追越しが困難な区間がある場合に、自動車に追越しの機会を与えるため、当該区間に接続して設けられる車線である。(ただし、登坂車線として設置されるものを除く)

(3) 追越車線

高速車を低速車から分離して通行させることを目的として設置される付加車線であり、本線の内側に設置される。

(4) ゆずり車線

速度の低下している車両(以下「低速車」という)を低速車に追従する車両(以下「高速車」という)から分離して通行させることを目的として設置される車線であり、本線の外側に設置される。

第2章 「2+1」車線道路の定義と機能

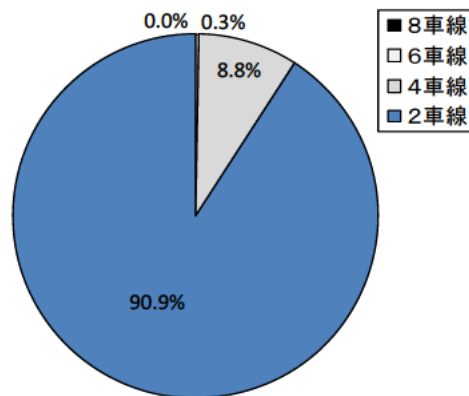
1. 北海道における郊外部2車線道路の課題

北海道における郊外部2車線道路の課題は、以下のとおりである。

- (1) 追従時間の長時間化とドライバーのイライラ運転（ストレス）の恒常化
- (2) 頻発する無理な追越しと正面衝突事故の多発

(1) 追従時間の長時間化とドライバーのイライラ運転（ストレス）の恒常化

北海道は、広域分散の地域構造となっているため、都市間距離が長距離に亘っている。しかし、高速ネットワークの整備が遅れているため、圏域間連絡等の長トリップ交通の多くが、一般道を利用している状況にある。このとき、郊外部の一般国道の大半は、2方向2車線道路で整備されているため、走行性能の低い軽自動車、農耕車、あるいは積載量が多い貨物車の混入による速度低下が見られる。このような低速車の存在が顕著にみられるところで追越し困難な区間が長く続くと、高速車はすぐに低速車に追いつき低速車を先頭とする車群化が進行する。このように車群化が進行すると、高速車以外の追従時間が長時間化し、ドライバーのイライラ運転（ストレス）が恒常化してしまう危険性が高い。



資料：平成17年度全国道路交通情勢調査

図-2.1 北海道の一般国道の車線数別の延長割合

(2) 頻発する無理な追越と正面衝突事故の多発

2方向2車線道路において、車群が形成されると、対向車線を利用した追い越しが発生する。対向車線を利用した追い越しは、本線交通量が増加すると増加し、対向車線交通量が増加すると減少する傾向にある。また、冬期は、夏期に比べ走行条件が悪化するため、ターゲット車両を追い越せる回数が、減少する傾向にある。

このとき、追従時間が長時間化し、ドライバーのイライラ運転が恒常化すると、追従に対する受忍限度を超えることとなり、無理な追越しが増加することが一般的に知られている。

郊外部2車線道路の追越挙動に関して、北海道の一般国道における死亡事故（平成9年～18年）の76%が2車線道路で発生しており、2車線道路における無理な追越しは、正面衝突事故の発生リスクを高めると考えられる。

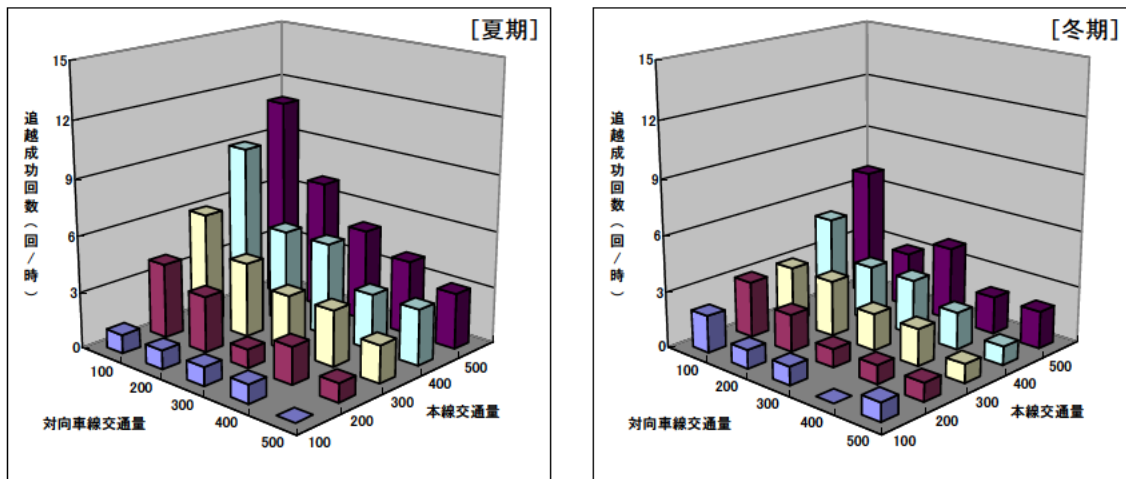
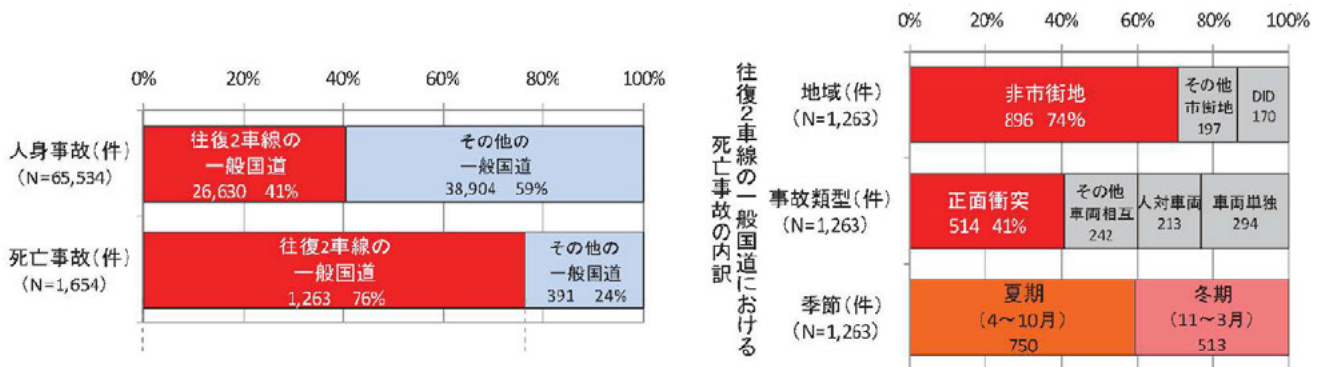


図-2.2 本線および対向車線交通量による追越成功回数の変化（シミュレーション結果）



※交通事故分析システムの集計による。(寒地土木研究所所有)

図-2.3 北海道の一般国道の交通事故の特徴 (H9~18)

2. 「2+1」車線道路の機能

「2+1」車線道路の主な機能および期待される効果は、以下のとおりである。

- (1) 円滑性：サービス速度の向上、混雑緩和
- (2) 安全性：無理な追越の防止、正面衝突事故の削減
- (3) 快適性：ドライバーのイライラ感（ストレス）軽減

道路の機能は、大きく交通機能と空間機能に分類され、とくに交通機能は、通行機能、アクセス機能、滞留機能に分類される。

このとき、「2+1」車線道路は、通行機能のうち、円滑性、安全性、快適性の向上に寄与する道路であり、具体的な効果を以下に示す。

(1) 円滑性

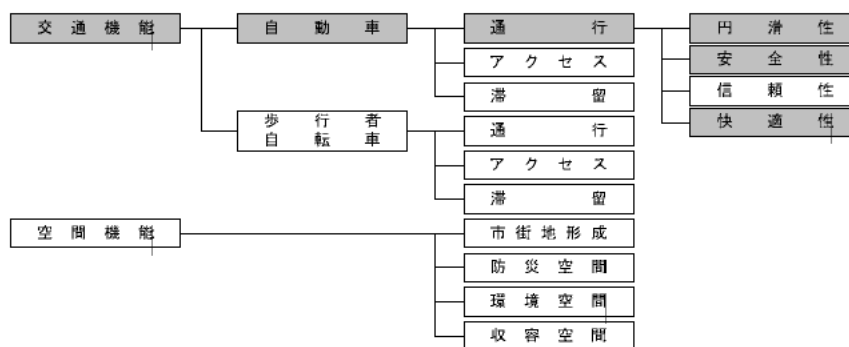
車群解消により、サービス速度の向上、混雑緩和が期待できる。また、これら効果の影響範囲には、付加車線設置区間だけではなく、下流側2車線区間の数kmも含まれる。

(2) 安全性

道路利用者に適切な追越機会が付与されるため、付近の2車線区間における無理な追越の発生リスクが減少し、正面衝突事故の削減が期待される。

(3) 快適性

車群解消に伴い追従時間が減少するため、ドライバーのイライラ感（ストレス）軽減が期待できる。



※網掛けは、「2+1」車線道路の主な機能を示す

図-2.4 道路の機能および「2+1」車線道路の機能

【参考：道路構造令の解説と運用²⁾ P58,71～76】

3. 「2+1」車線道路の定義

「2+1」車線道路とは、中央分離帯等により上下方向が分離され、付加車線が連続的・断続的に設置された2方向2車線道路である。

正面衝突事故の多発等、北海道における郊外部2車線道路が抱える課題の解消に向け、中央分離帯または簡易分離施設で上下方向を分離することにより安全性の向上を図りつつ、上下方向分離に伴い失われる追越機会を新たに確保するために付加車線を連続的・断続的に設置した道路を、「2+1」車線道路とする。

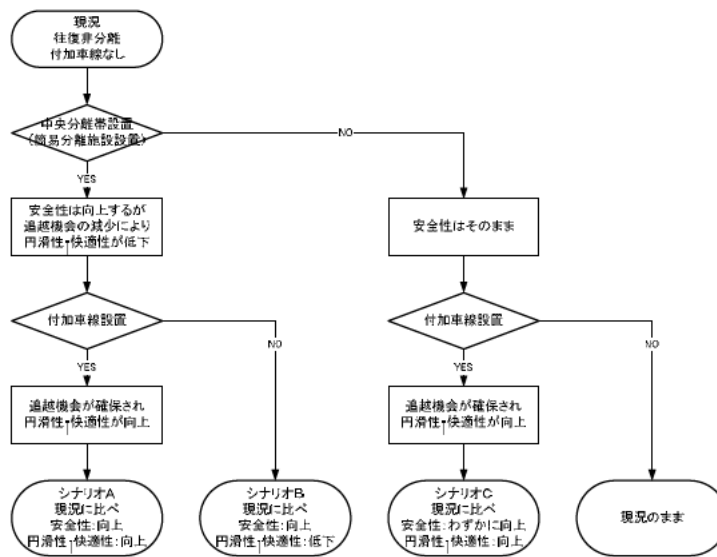


図-2.5 現況路線（2車線非分離）からの整備シナリオ例
円滑性・快適性

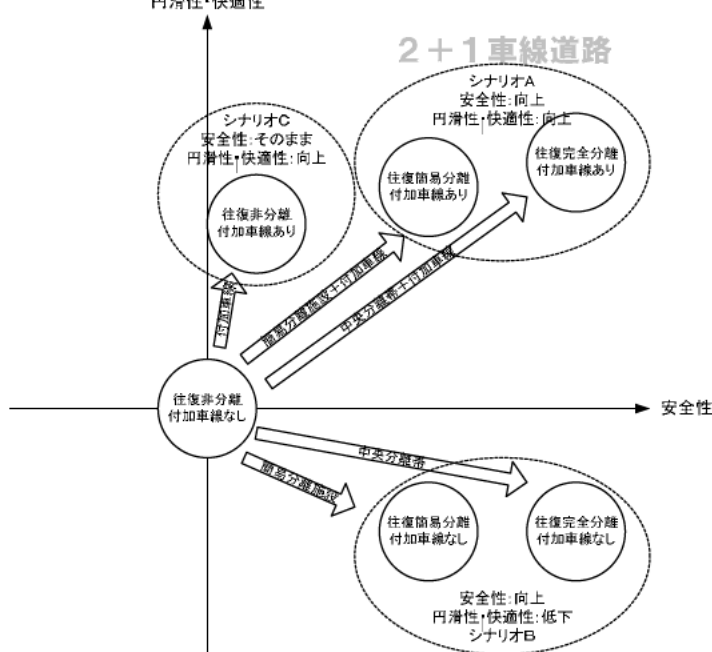


図-2.6 シナリオ別の機能分類

第3章 設置基準

1. 付加車線の設置形式

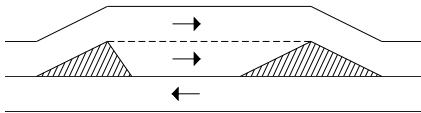
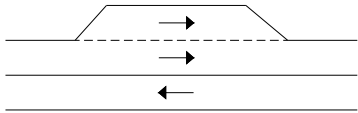
付加車線の設置形式は、追越車線方式を標準とするが、地形や用地の制約などやむを得ない場合に、ゆずり車線方式としてもよい。

(1) 設置形式の選定

付加車線の設置方法は、交通の安全性と円滑性確保の観点から追越車線方式を標準とするが、地形や用地の制約などやむを得ない場合に、ゆずり車線方式としてもよい。

なお、追越車線方式とゆずり車線方式が混在することは、道路利用者の混乱を招くため、混在しないように配慮する必要がある。

表-3.1 追越車線方式とゆずり車線方式の違い

	追越車線方式	ゆずり車線方式
概要	<ul style="list-style-type: none"> 本線の内側に付加する車線であり、合流点で外側の本線へ追越車両が合流する方式。 	<ul style="list-style-type: none"> 本線の外側に付加する車線であり、合流点で内側の本線にゆずり車両が合流する方式。 
安全性	<ul style="list-style-type: none"> 片側2車線道路の通行方法と同じであり、特に問題ない。 本線合流時、高速車が低速車の間に合流するため、比較的円滑に運用される。 	<ul style="list-style-type: none"> 登坂車線と同じ通行方法であるため、運転者になじまれている。 本線合流時、低速車が高速車に合流するため、円滑に運用されない可能性がある。 低速車がゆずらない場合、高速車が左側からの追越を行う可能性がある。
円滑性	<ul style="list-style-type: none"> 高速車が主導的に追越しできる。 追越しをしようとする車両のみが追越車線を利用する。 	<ul style="list-style-type: none"> 低速車がゆずらなければ効果が期待できない。
地形	<ul style="list-style-type: none"> 高速車と低速車の速度差が小さく、低速車のゆずりを期待できない平地部に有利である。 	<ul style="list-style-type: none"> 地形上の制約が多く、高速車と低速車の速度差の大きい山地部に有利である。
用地	<ul style="list-style-type: none"> 本線をシフトさせる区間が必要である。 合流部のテーパ長が、ゆずり車線に比べて長くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 本線をシフトさせる必要がない。 合流部のテーパ長が、追越車線に比べて短くなる。

【参考：付加車線設置指針（案）・同解説（案）³⁾ P7】

【参考：高規格幹線道路の幾何構造（案）⁴⁾ P6】

(2) 【参考】既設区間における車線特性

北海道郊外部における付加車線利用状況、付加車線と本線の速度差の事例を以下に示す。

① 付加車線利用状況

下図は、横軸を本線+付加車線交通量、縦軸を付加車線交通量としており、近似直線の傾きが、付加車線利用率に相当する。両形式とも、分流部付近、中間地点に比べ、合流部付近が低い値となっている。

また、形式別で比較すると、分流部付近、中間地点において、追越車線形式が約 20%であるのに対し、ゆずれ車線形式が約 35%と高い値となっている。

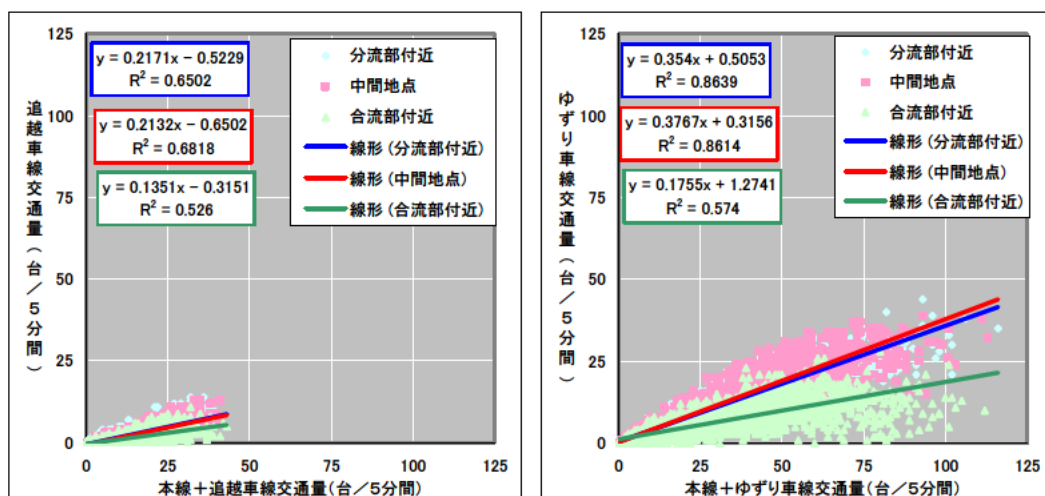


図-3.1 付加車線利用状況（左：追越車線形式、右：ゆずれ車線形式）

② 付加車線と本線の速度差

下図は、横軸に本線+付加車線交通量、縦軸に付加車線と本線の速度差を示したものである。交通量が少ない場合、速度差のばらつきは大きいですが、交通量が多くなるにつれ、ばらつきが小さくなっている。

また、地点別速度差の平均について、ゆずれ車線では0~8km/h、追越車線では7~10km/hであり、追越車線形式では、区間全体で車線の使い分けがなされているものと考えられる。

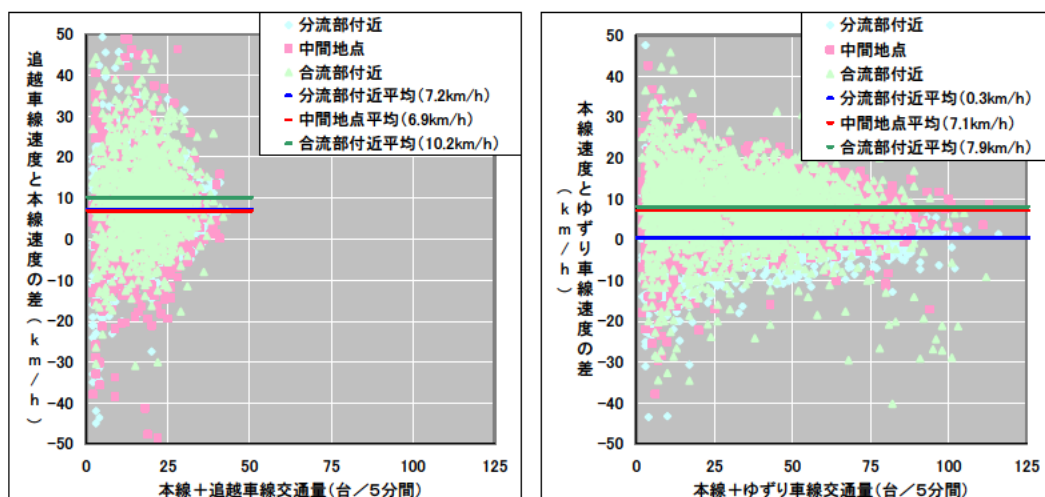


図-3.2 本線と付加車線の速度差（左：追越車線形式、右：ゆずれ車線形式）

2. 「2+1」車線道路の適用条件

「2+1」車線道路の主な適用条件は、以下のとおりとする。

- (1) 交通量 : 1,000 台/日・片側 以上
- (2) 付加車線設置延長 : 1.0~2.0km
- (3) 設置間隔 : 2.0~10.0km

表-3.2 に示す条件下での交通流シミュレーション解析結果より算定した費用便益比に基づき、適用条件を設定した。

表-3.2 B/C算出に用いた交通流シミュレーションの条件

項目	条件
使用ソフト	S I M-R
With ケース	分離帯設置・付加車線設置ケース
Without ケース	分離帯設置・付加車線なしケース
評価延長	10km
付加車線設置延長	0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0, 4.0km
設置箇所	評価延長の最上流部に1箇所
交通量(台/時)	100~1,000 台/時(100 台刻み)
自由走行時の速度分布	実測データを基に設定
路面状態	乾燥、圧雪

(1) 交通量

下限の目安である 1,000 台/時・片側について、100 台/時・片側でも、設置効果が十分に得られていることを踏まえ、K 値を 10%程度として日交通量を計算し設定しているが、実際の適用にあたっては、計画区間の車群形成状況、追従状況、事故発生状況を踏まえて適用することが望ましい。

(2) 付加車線設置延長

設置延長別の結果を比較すると、交通量、路面状態に関わらず、1.0~2.0km 設置した場合の費用便益比が高い結果となっている。

(3) 付加車線設置間隔

設置間隔は、付加車線の下流側 2 車線区間において、付加車線の設置効果が持続する範囲 (L_{max}) を最大値とするが、高いサービス水準を維持するために、 L_{max} の半分程度の間隔で付加車線を設置することが望ましい。

なお、付加車線の設置効果が持続する範囲は、交通量、路面状態、付加車線設置延長に係らず、概ね 4.0~10.0km であることから、望ましい設置間隔の適用範囲は、2.0~5.0km とする。

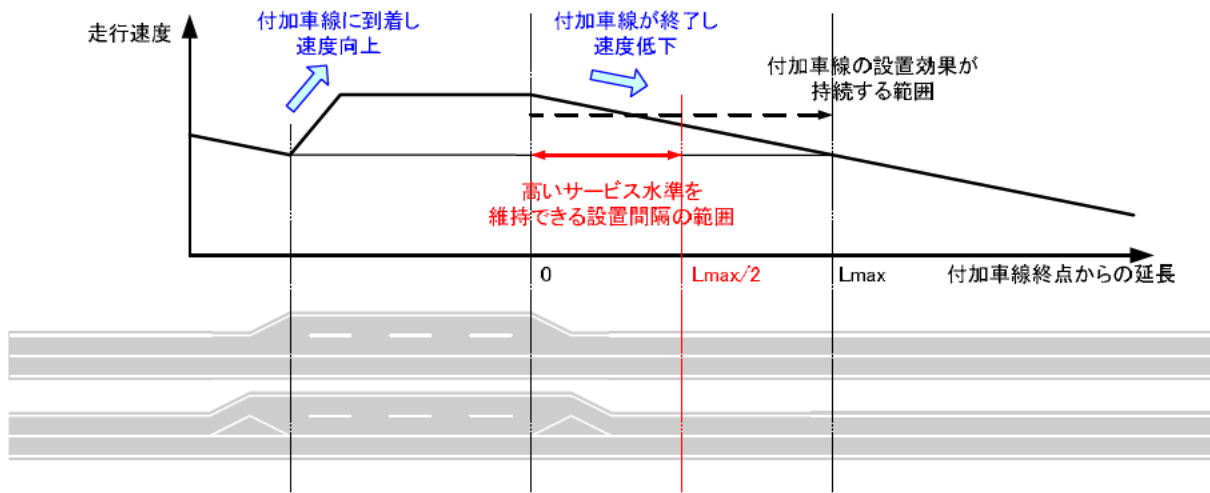


図-3.3 付加車線の設置効果が持続する延長と付加車線設置間隔

また、設置延長合計が同じで、設置区間を分割した場合、平均旅行速度が向上し、追従時間が減少する結果がシミュレーションより得られていることから、2km 以上の付加車線を設置する場合は、2箇所以上に分割し、設置間隔を短くすることが望ましい。ただし、1区間の延長を 0.5km とした場合、費用便益比が低くなる傾向にあることから、区間分割後の 1 区間延長は 1.0km 以上とすることが望ましい。

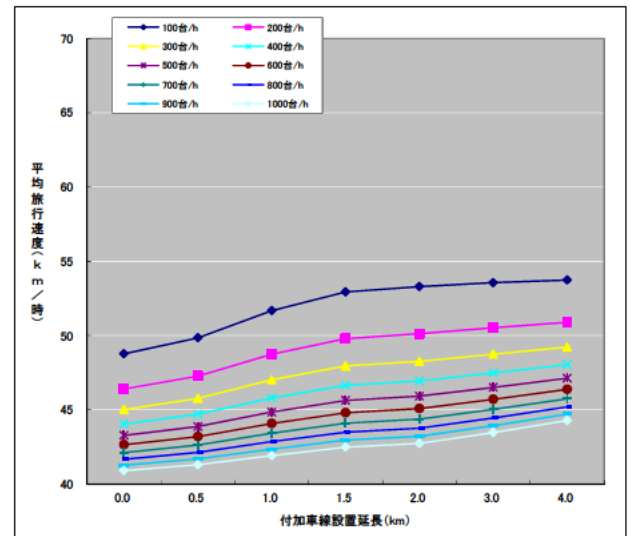
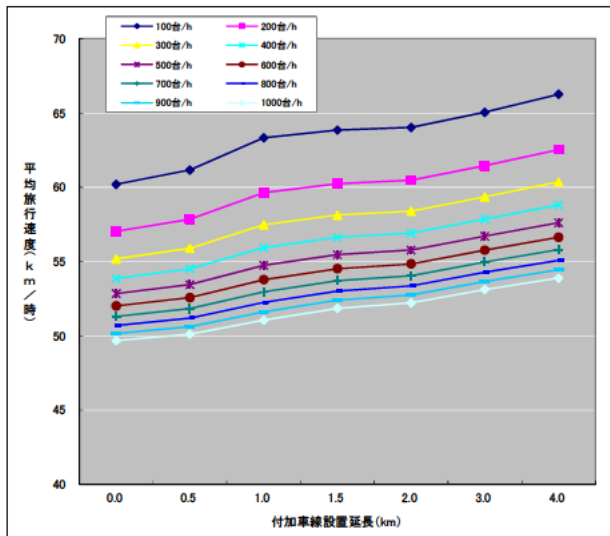


図-3.4 旅行速度（左：乾燥路面、右：圧雪路面）

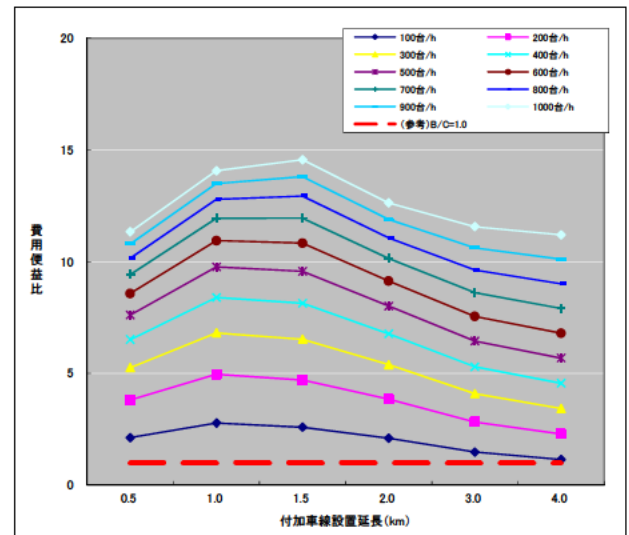
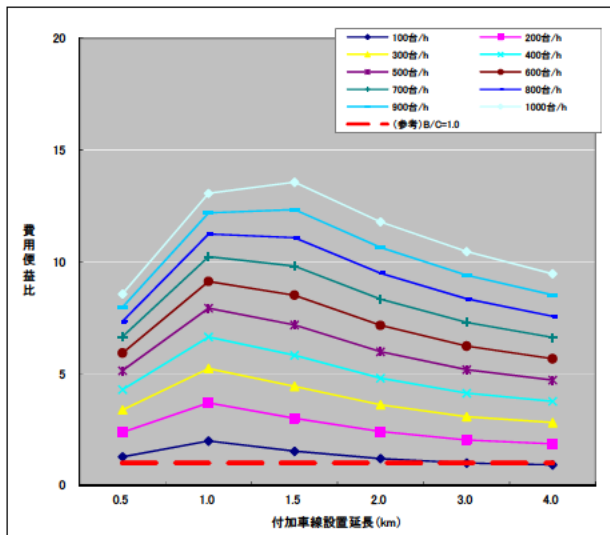


図-3.5 費用便益比（事業費≒2億円/kmの場合）左：乾燥路面、右：圧雪路面

3. 設置位置

- (1) 分合流部は、曲線部や急勾配区間に設置することは避けるべきであり、設計速度に見合った視距が確保され、分合流部が手前より明確に視認できる地点を選定するよう留意する必要がある。
- (2) 沿道施設との位置関係に十分配慮する必要がある。

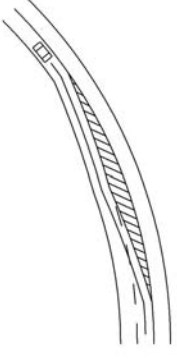

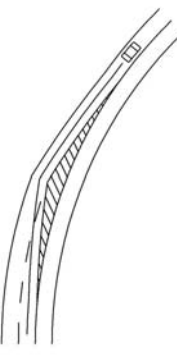

(1) 線形

曲線部に分流部、合流部を設置するとハンドル操作が複雑となる。とくに合流部は、分流部に比べ車両が近接するため、位置選定上、特に注意する必要がある。また、急な下り勾配では走行速度が必要以上に高くなることが予想されるため、合流部を急な下り勾配区間に設置することは避けるべきである。

平面線形と縦断線形の組合せあるいは遮蔽物の存在により分流部の視認が困難な場合には、付加車線が有効に利用されないおそれがある。また、交通流の安全な合流の観点から、合流部の視認が困難であってはならない。したがって、設置位置の選定にあたっては、設計速度に見合った視距が確保され、分合流部が手前より明確に視認できる地点を選定するよう留意する必要がある。

【参考：付加車線設置指針（案）・同解説（案）³⁾ P3】

表-3.3 終点部がカーブの場合の望ましくない例

左カーブにおける 追越車線方式	右カーブにおける ゆずれ車線方式	右カーブにおける 追越車線方式	左カーブにおける ゆずれ車線方式
			
追越車線またはゆずれ車線から本線へ戻るために、さらにハンドルを切る必要がある。		追越車線またはゆずれ車線から本線へ戻るために、逆にハンドルを切る必要がある。	

(2) 沿道施設

付加車線設置区間に沿道施設がある場合には、駐停車や沿道アクセスのために付加車線を利用する車が増え、付加車線本来の目的で利用する車を阻害することになる。したがって、設置位置の選定にあたっては、沿道施設との位置関係に十分配慮する必要がある。

【参考：付加車線設置指針（案）・同解説（案）³⁾ P3】

4. 横断面構成

- (1) 付加車線の幅員は、本線と同じ幅員とする。ただし、ゆずり車線に限り 3m まで縮小できるものとする。
- (2) 中央帯は、事故削減の観点から、可能な限り設置するものとする。形式や幅員、防護柵等の路上施設の必要性、除雪作業の効率性等に十分配慮した上で適切な形式を選択するものとする。
- (3) 路肩は、冬期においては堆雪スペースとしての機能を有することから、適切な幅員を設定するものとする。

(1) 車線幅員

既存の交通実態調査結果によると、付加車線の走行速度は本線の走行速度に比べ大差はないため、付加車線の幅員は本線と同じ幅員とする。ただし、本線幅員が 3 m 以上の区間に設置されるゆずり車線について、走行速度が低くなることが想定される場合に限り 3 m まで縮小することができる。

【参考：付加車線設置指針（案）・同解説（案^{3）} P8】

(2) 中央帯

北海道における中央帯の形式は、防護柵や道路標識等の路上施設の必要性や除雪作業の効率性等にも十分配慮した上で適切な形式を選定する必要がある。

また、景観的な配慮から、分離帯は可能な限り緑化を行うものとする。なお、広幅の中央帯を設けられる場合に、既存林の活用や高木による植樹を実施する際は、ドライバーに負荷を与えないかどうか十分に検討することが望ましい。

中央帯の幅員は、冬期の除雪作業時の余裕、除雪後の落ちこぼれ余裕、交差点における右折車線幅、沿道出入りや転回のための開口部設置、冬期の堆雪余裕、緑化スペースの確保、道路標識等の施設設置に必要な幅員等を勘案し、適切に設定する必要がある。

なお、既存路線の交通安全対策として、中央帯に類する構造であるラバーポール等のレーンディバイダーや幅の広い車道中央線、ランブルストリップスが用いられることがあるが、これらは厳密には中央帯として取り扱うことができないため、第 3 種・4 種道路の計画で上下線を分離する際には、上下線を完全に独立した構造とするか、中央帯を用いる必要がある。

【参考：北海道における道路構造の考え方（案）改訂版^{5）} P13】

(3) 路肩

路肩は、冬期においては堆雪スペースとしての機能を有することから、適切な幅員を設定するものとする。

また、幹線道路で歩行者・自転車の交通量が特に少ない場合は、路肩の幅員を半路肩（ $S=1.25\sim 1.75\text{m}$ ）ないしそれ以上とすることにより、歩行者や自転車の通行空間とすることもできる（「道路構造令の解説と運用²⁾」（平成16年2月）P206, P233）ため、冬期は堆雪スペースとして利用、それ以外の期間は歩行者・自転車の通行帯として利用する等、交通特性や地域特性等に即して柔軟に設定することが望ましい。

路肩は、路肩と保護路肩に分けられる。保護路肩については、防護柵や道路標識等、設けられる路上施設に応じて適切な幅員とすることが必要である。

【参考：北海道における道路構造の考え方（案）改訂版⁵⁾ P15】

(4) 標準定規図

第3種第1級、第3種第2級を想定した標準定規図を次ページより示す。

中央帯を設置し上下方向が分離される場合、対向車線側の路肩は、第1種の規定値に準拠し、故障車等介在時のすれ違いを考慮した幅員とする。

なお、次頁以降に示す標準定規図は、堆雪幅を考慮していないものであり、適用にあたっては、地域に応じた堆雪幅を確保する必要がある。

① 第3種第1級

(単位：m)



図-3.6 区間線のみの場合

(単位：m)



図-3.7 ランブルストリップを設置した場合

(単位：m)

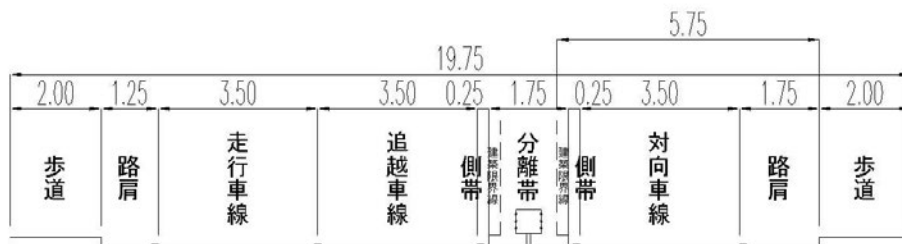


図-3.8 中央帯にガードレールを設置した場合

(単位：m)

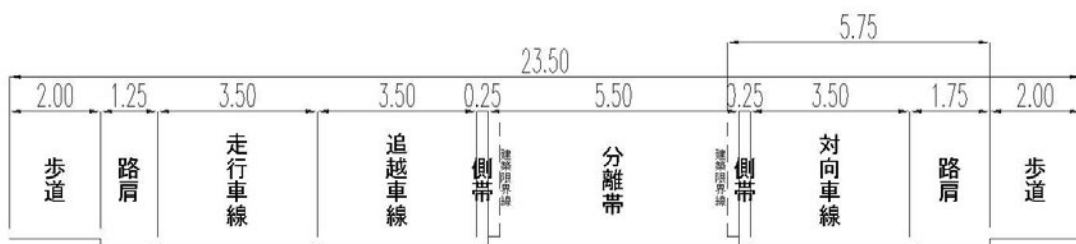


図-3.9 広幅中央帯設置の場合

(単位：m)

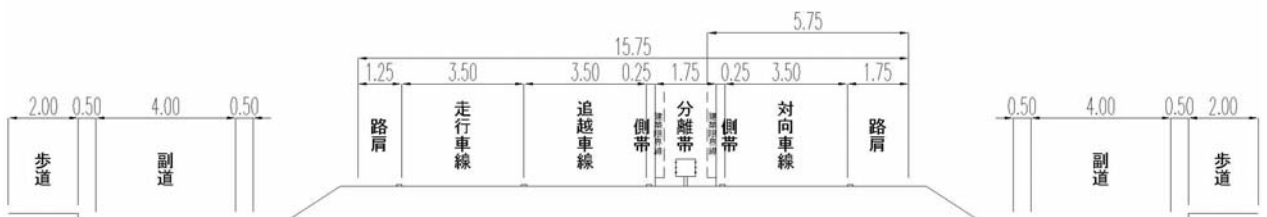


図-3.10 中央帯にガードレールを設置し、さらに副道を設置した場合

② 第3種第2級

(単位：m)

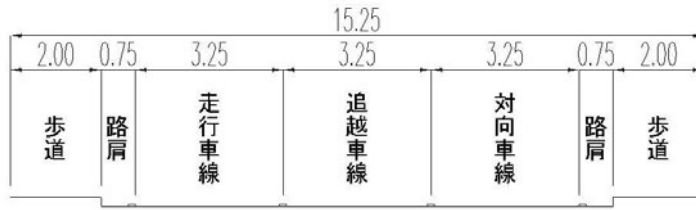


図-3.11 区間線のみの場合

(単位：m)

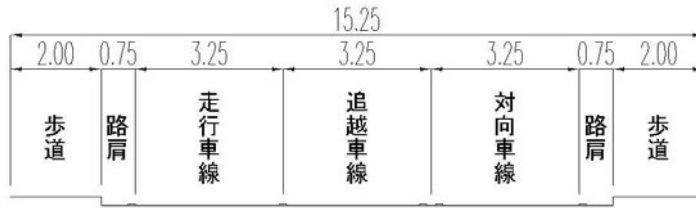


図-3.12 ランブルストリップを設置した場合

(単位：m)

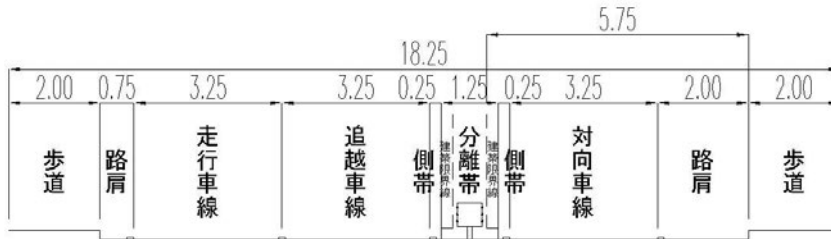


図-3.13 中央帯にガードレールを設置した場合

(単位：m)



図-3.14 広幅中央帯設置の場合

(単位：m)

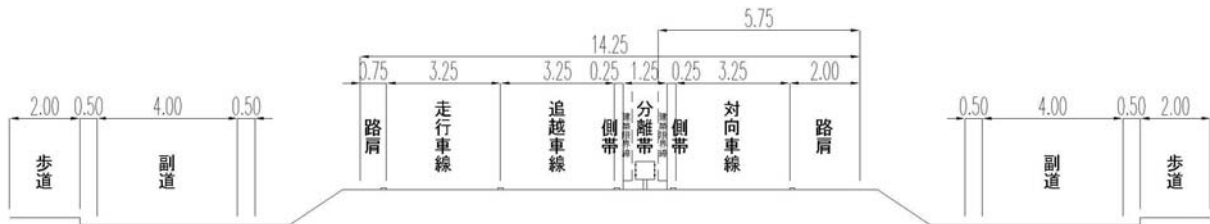


図-3.15 中央帯にガードレールを設置し、さらに副道を設置した場合

(5) 歩道および自転車道

道路構造令の規定では、歩行者、自転車、自動車それぞれの交通量に応じて歩道、自転車道等を設置することとしているが、実際の設置にあたっては、対象とする道路のネットワーク特性、地域特性を十分考慮する必要がある。

したがって、歩行者や自転車の通行が想定される区間、とくに夏期における自転車旅行者の利用が予想される区間においては、安全な歩行者・自転車空間の確保のため、歩道、自転車道等を設置することが望ましい。

5. 中央帯

- (1) 中央帯は、逸走防止、眩光防止の交通機能のほか、景観形成の空間機能も持つ。
- (2) 中央帯の形式は、縁石付中央帯、たわみ性防護柵を設置した中央帯、幅の広い中央帯など、沿道状況、用地状況等を踏まえて選定する。
- (3) 中央帯を設置しない場合においても、ランブルストリップス等を設置し、逸走防止に配慮することが重要である。

(1) 中央帯の機能

中央帯の機能は、自動車の通行のための交通機能と空間機能がある。それぞれの機能は、多数挙げられるが、北海道郊外部における主な機能は、以下のとおりである。

① 交通機能

往復の交通流を分離することにより、対向車線への逸走による重大事故を防止するとともに、道路中心線側の交通抵抗を減少させ高速度の走行を可能とする。

幅の広い中央帯を設ければ、夜間走行時の眩光が防止されるほか、中央帯開口部において、その道路を横断するに際してまず右方に注意して中央帯まで横断した車が中央帯の幅の中で一時停止し、次に左方からの交通の間隙を利用して横断することが可能となる。

② 空間機能

景観形成機能を有したシンボル道路形成の一部となる。

(2) 中央帯の形式

① 縁石付中央帯

一般的には、設計速度が低い第3種、第4種の中央帯に使用される形式である。

北海道郊外部においては、沿道からの出入りが比較的多く、市街地的に道路利用されている区間(市街地部に近接し、連続性を重視すべき区間)に適している。

② たわみ性防護柵を設置した中央帯

設計速度が高い第1種の道路で多く使用されている形式である。

対向車線への逸走防止効果に優れており、曲線部が多く、起伏に富む区間に適している。

③ 幅の広い中央帯

幅の広い中央帯は、交通機能として、対向車線への逸走回避効果や眩光防止効果だけではなく、対向車線から発生する雪煙による視界不良を解消する効果も有する。また、中央帯への人工物設置を最小限にとどめることができるため、最も景観性に優れた形式である。

そのため、線形が緩やかで、周辺の広大な景色と調和させることにより、のどかな景観を形成できる区間に適している。

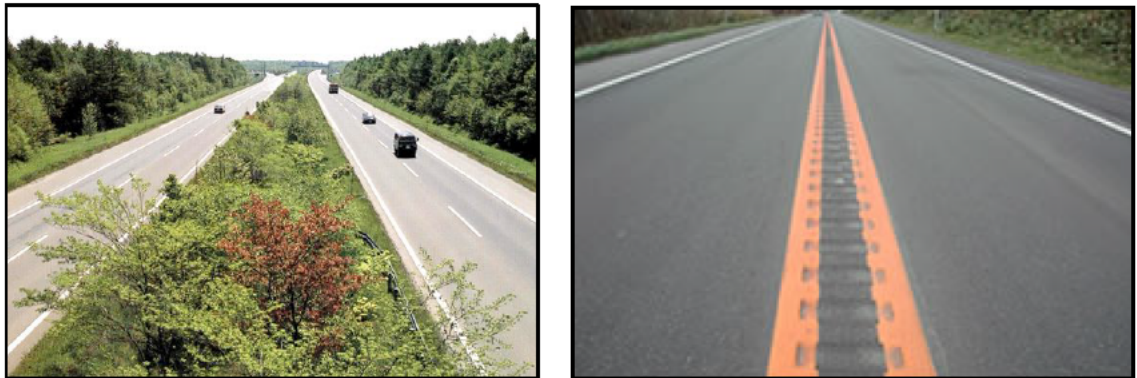


図-3.16 中央帯設置有無の形状の例（左：広幅緑地帯、右：ランブルストリップス）



図-3.17 海外における「2+1」車線道路（左：ドイツ、右：スウェーデン）

(3) 中央帯を設置しない場合

用地制約等により中央帯を設置できない場合は、ランブルストリップスやラバーポールを設置するなどして、対向車線への逸走防止に配慮することが重要である。

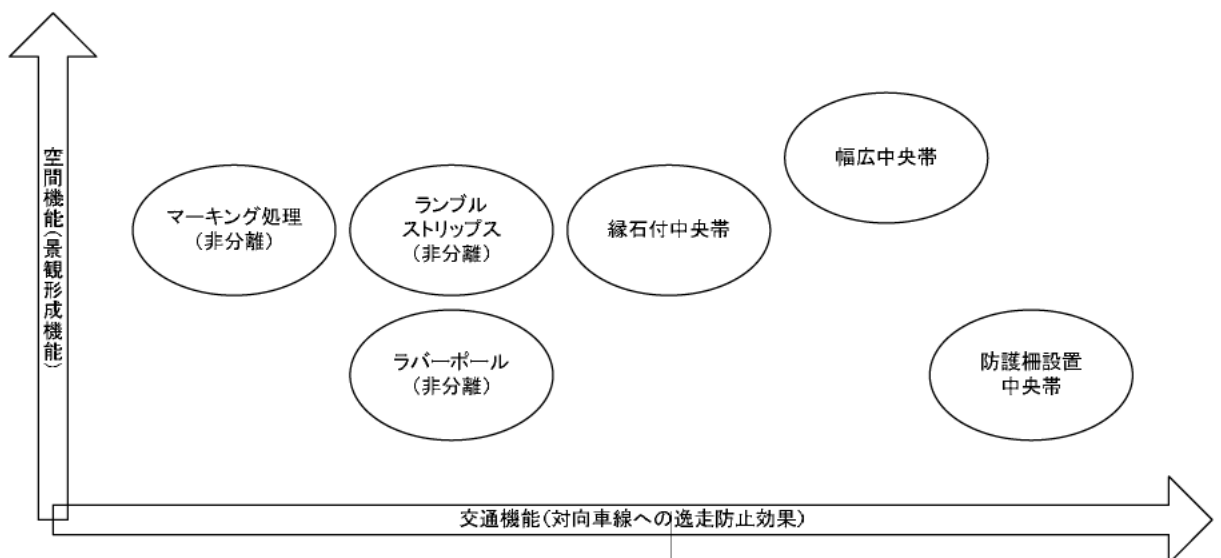


図-3.18 形式別の機能

6. 歩行者や自転車の通行空間

「2+1」車線道路における歩行者や自転車の通行空間は、構造的に分離することを原則とする。やむをえず、構造的に分離できない場合は、路肩が歩行者や自転車の通行空間となるため、半路肩ないしそれ以上の幅員の路肩を設置することとする。

「2+1」車線道路の周辺に集落や施設が存在する場合、当該道路は、生活レベルでの歩行者・自転車通行区間として利用されることが想定される。このとき、当該道路を通過する自動車の速度が比較的高いと想定されることから、歩行者や自転車が安全かつ円滑に通行できる空間を、構造的に分離して設置することを原則とする。

なお、地形の状況その他特別な理由によりやむを得ず、構造的に分離できない場合は、路肩が歩行者や自転車の通行空間となるため、半路肩ないしそれ以上の幅員（ $S=1.25\sim 1.75\text{m}$ ）の路肩を設置することとする。さらには、歩行者および自転車位置を明確に示すため、自転車走行空間をカラー化する等、安全性に十分留意する必要がある。

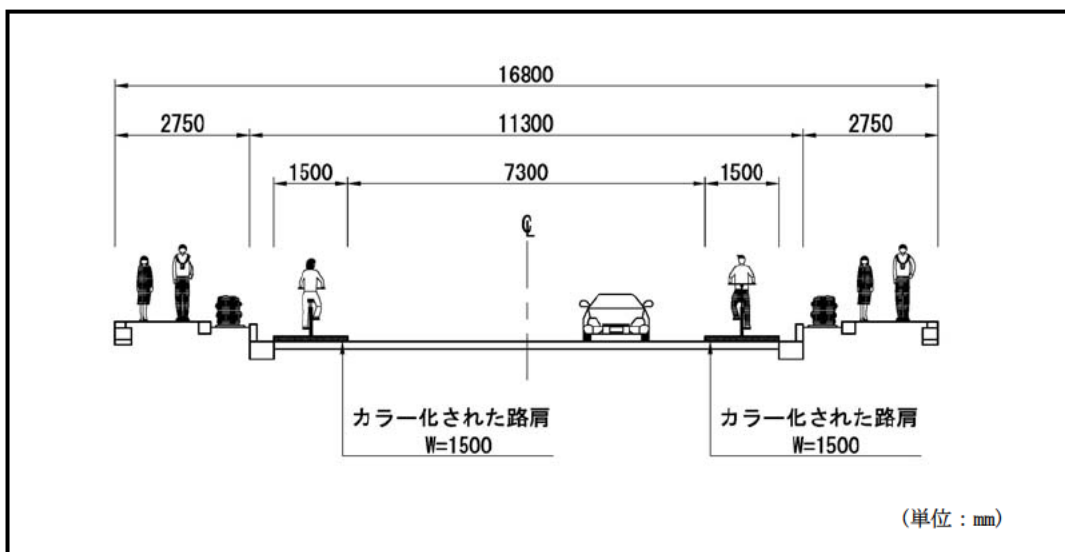


図-3.19 路肩のカラー化により自転車走行空間を整備したイメージ

7. テーパ長および本線シフト

- (1) 追越車線のテーパ長は、始点側 45m、終点側 75～165m を標準とし、本線シフト長は、終点側のテーパ長と同じ 75～165m を標準とする。
- (2) ゆずれ車線のテーパ長は、始点側 45m、終点側 60m を標準とする。

(1) 追越車線

追越車線の始点側および終点側には、標準として表に示す長さのテーパを設けるものとする。

始点側のテーパ長は、登坂車線と同様に 45m とした。また、終点側については、本線の車線数増減によるすりつけ長と同様に設計速度ごとに設定した。なお、終点側のテーパ長に関しては、走行実態を考慮した上で合流時の安全性に十分に留意し設定する必要がある、積雪寒冷地ではその他の地域に比べ、より長いテーパが必要であるといわれているので、積雪寒冷地では冬期の路面状況を考慮して適切なテーパ長を定めることとする。

なお、本線シフト長は、終点側のテーパ長と同じ算出式により設計速度ごとに設定した。

表-3.4 追越車線のテーパ長

設計速度 (km/時)		80	60	50	40
		始点側 (m)	45		
終 点 側	標準車線幅員 (シフト量) (m)	3.5	3.25	3.0	3.0
	すりつけ率	1/50	1/40	1/30	1/25
	テーパ長 (m)	175	130	90	75

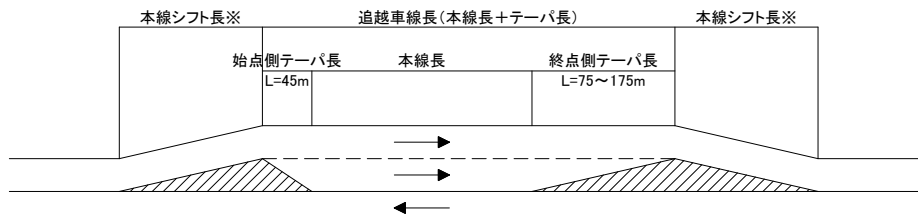


図-3.20 追越車線のテーパ長

(2) ゆずれ車線

ゆずれ車線の始点側および終点側には、登坂車線と同様に図に示す長さのテーパを加えることを標準とする。

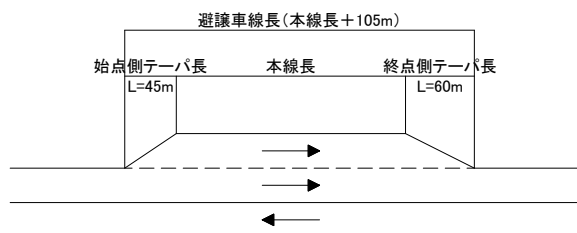


図-3.21 ゆずれ車線のテーパ長

8. 交差部形状

- (1) 信号交差点にて処理できる範囲を超える場合は立体交差を原則とする。
- (2) 平面交差の場合、付加車線を設置する区間には信号交差点を含まないものとする。
- (3) 中央分離帯設置区間において対向車線側交差道路へのアクセスを可能にするため、宗谷ターン、転回路、ラウンドアバウト等を設置する。

(1) 立体交差

交差する道路相互の組合せが、信号交差点の交通容量から算定して信号によって処理できる範囲を超える場合は、立体交差を原則とする。

信号によって処理できる範囲であっても、道路の規格、道路網の形成、交通処理検討の結果を踏まえ、立体交差が望ましい場合は立体交差とすべきである。

【参考：道路構造令の解説と運用²⁾ P493,494】

(2) 平面交差

取付道路や交差点が近辺にあり、出入り交通によって車群が拡散したり、交通流に乱れが生じるようなところでは付加車線設置の効果は小さい。特に付加車線を設置する区間には原則として信号交差点を含まないものとする。

また、分合流部付近に取付道路等がある場合、安全な走行に支障をきたす可能性が高くなるため、このような形態は避けることが必要である。

【参考 付加車線設置指針（案）・同解説（案）³⁾ P3】

なお、やむを得ず付加車線設置区間に交差点を設置する場合は、接続部前後へ分流レーン、合流レーンを設置する形状とすることや、交差点手前で一度、2車線から1車線へ絞り、その後、必要に応じて右折車線または左折車線を設置する形状とすることが望ましい。

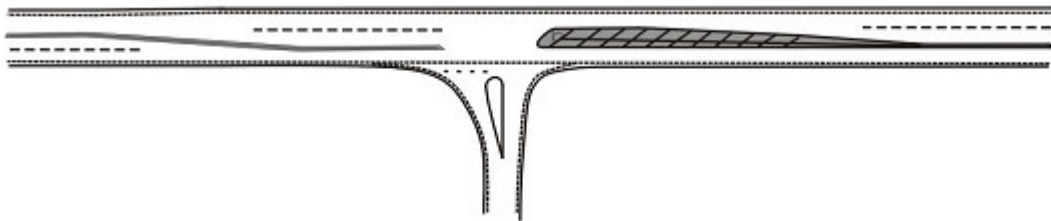


図-3.22 平面交差例

(3) 中央分離帯設置区間における対向車線側交差道路とのアクセス

① 宗谷ターン

宗谷ターンとは、従来の無信号交差点では、車両相互の交錯箇所が多く、右左折車両が多い場合、安全性・走行性の低下が懸念されることに対し、交差点内に中央分離帯を設置する事により、車両相互の交錯箇所を少なくし、安全性・走行性を向上させる交差点形状である。

なお、同様の交差点処理方法として、米国ミシガン州の多くの交差点で適用されているミシガンレフトが挙げられる。

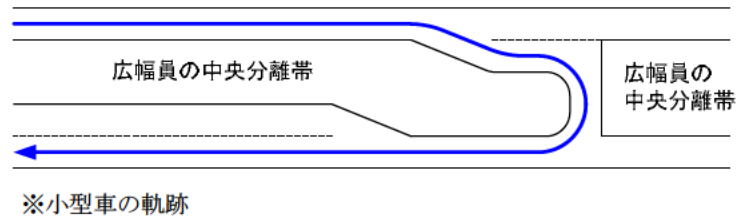
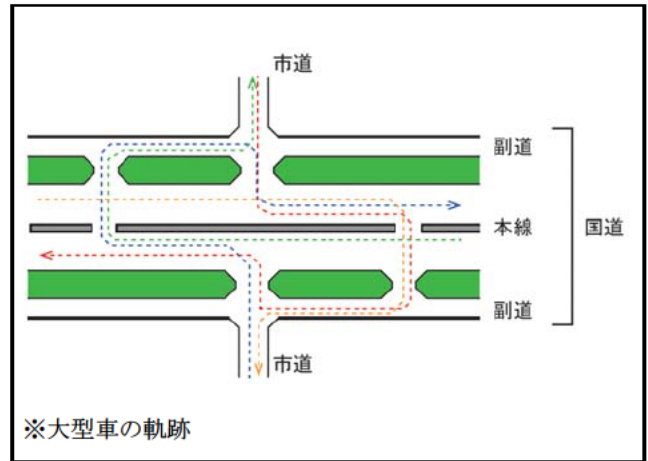


図-3.23 宗谷ターンの構造イメージ（右上）と宗谷ターンにおける車両動線イメージ（下）

② 転回路

付加車線設置区間から下流側直近の交差道路までの距離が短い場合、交差道路に設置された転回路を利用し、対向車線へ転回する運用である。転回路を利用する車両は、交差点右左折時に減速しているため、後述するスパニッシュ・ループに比べ、転回路の延長が短くなる。なお、迂回距離について、スウェーデンでは、片方向につき 3.0km まで許容されている。

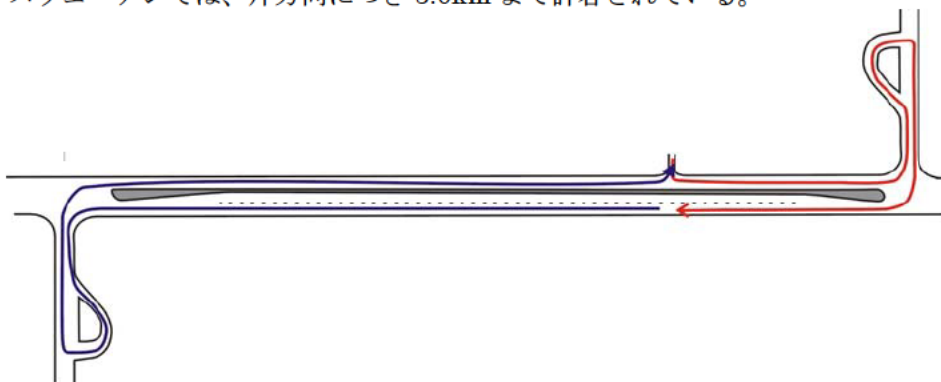


図-3.24 転回路周辺での車両の動き

③ ラウンドアバウト

ラウンドアバウトとは、中心に位置する「中央島」の周囲の環道上を一方方向に走行させることにより、交通流を制御するものである。

実勢速度が比較的高い「2+1」車線道路と一般道路との交差点において、進入速度を低下させることが望ましい場合などにおいて、安全面での効果が期待できる。

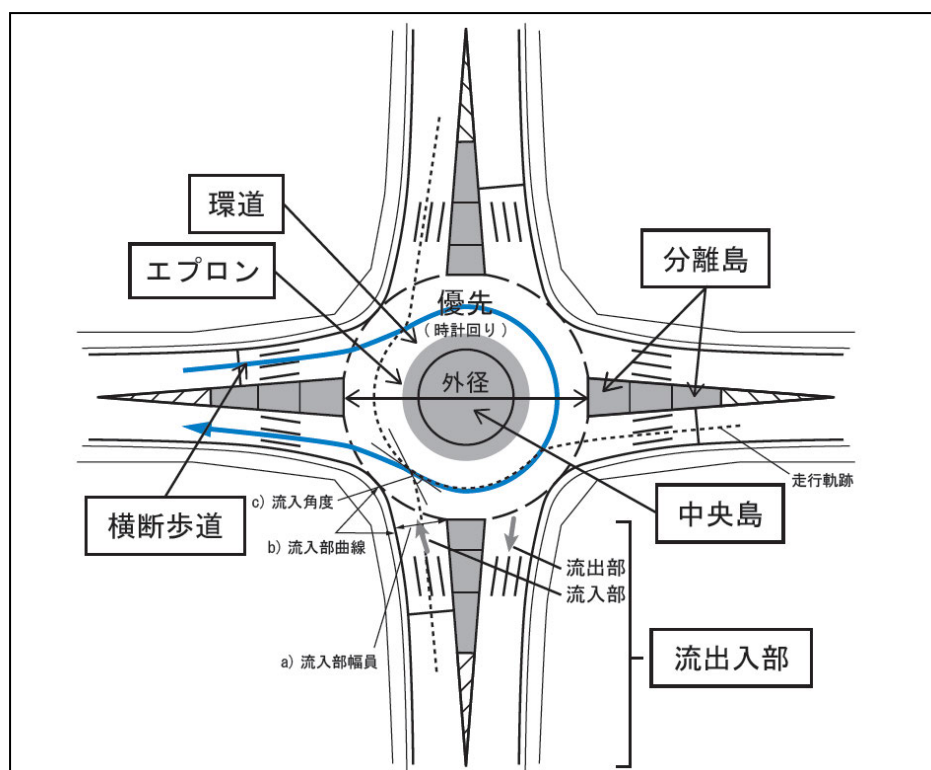


図-3.25 ラウンドアバウトでの車両の動き

9. 道路付属物

付加車線を設置する区間は、車両の安全かつ円滑な通行を確保するために必要な道路付属物を設置するものとする。

- (1) 路面標示
- (2) 標識
- (3) 照明施設
- (4) 視線誘導標
- (5) 吹雪対策施設

(1) 路面標示

付加車線設置区間については、本線と付加車線を区分する車線境界線を設置する。車線境界線の種類として、付加車線の種類により以下のものを設けるものとする。

① 追越車線

本線と追越車線を区分するものとして、4車線道路と同様の車線境界線を設ける。また、中央帯を設置しない区間においては、対向車との交通抵抗を減少させるために、車道中央線を広くすることが望ましい。

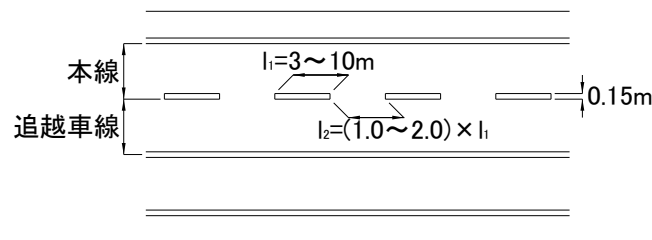


図-3.26 車線境界線（追越車線形式）

② ゆずり車線

本線とゆずり車線を区分するものとして、幅広の車線境界線を設ける。

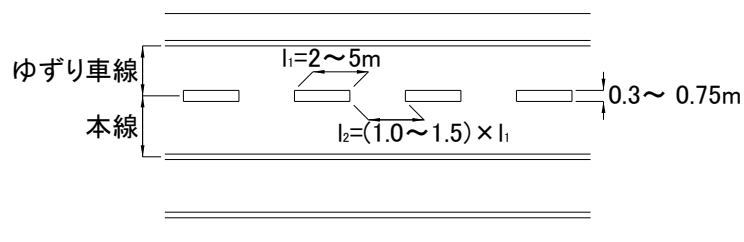


図-3.27 車線境界線（ゆずり車線形式）

【参考：付加車線設置指針（案）・同解説（案）³⁾P15】

付加車線と本線の分合流部において、車両の安全かつ円滑な走行を誘導する必要がある場合には、ゼブラ路面表示を設置するものとする。

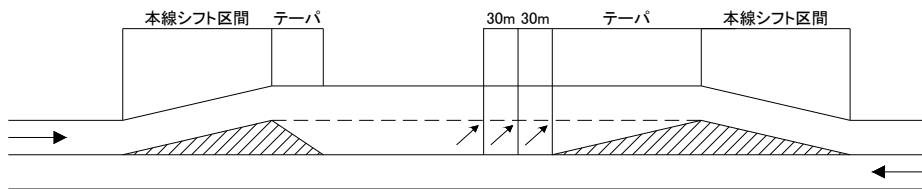


図-3.28 区画線（追越車線形式）

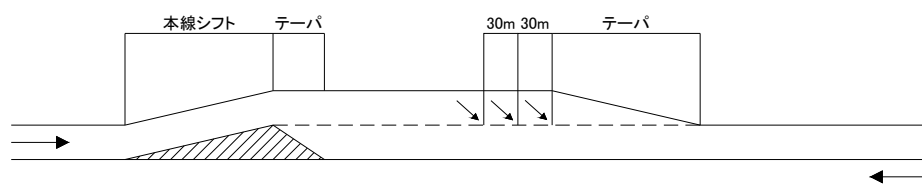


図-3.29 区画線（車線切替形式）

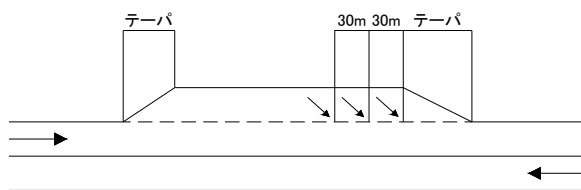


図-3.30 区画線（ゆずれ車線形式）

【参考：付加車線設置指針（案）・同解説（案）³⁾ P15,16】

(2) 標識

付加車線の存在あるいは分合流点の位置を予告又は指示するため、原則として標識を設置するものとする。また、低速車をゆずり車線に誘導するためには具体的な方法としての標識の設置の検討も必要である。

① 表示内容

「道路標識設置基準・同解説⁶⁾」、「北海道開発局 道路設計要領¹⁾」に準じた表示内容の例を表に示す。なお、標識の色彩は合流予告を除いて青地に白文字とする。

表-3.5 表示内容の例

目的	追越車線形式	車線切替形式	ゆずり車線形式
○ 車線分離予告			
◎ 車線分離指示			
○△ 車線表示		—	
◎ 合流予告 (警戒標識) (211)			
◎ 合流指示			

注) 合流予告については、合流指示の標識に警戒標識を合体させた形式も考えられる。

合流指示については、合流方向を斜め矢印で示すことも考えられる。

分離帯がある場合については、合流部手前に警戒標識「二方向交通 (212)」を設置することや分離帯交通関連の規制標識の設置が必要である。

◎：設置すべきもの ○：必要に応じて設置するもの △：延長が長い場合や交差点がある場合等

【参考：付加車線設置指針 (案)・同解説 (案)³⁾ P17】

② 設置位置及び設置方式

追越車線においては、追越車両は中央側車線を走行するため、標識は中央側に設置することを原則とする。一方、ゆずり車線においては、ゆずり車両は外側車線を走行するため、標識は路側に設置することを原則とする。

表-3.6 標識の設置位置と設置方式

目的	設置位置	設置方法		
		追越車線形式	車線切替形式	ゆずり車線形式
車線分離予告	付加車線の手前 200m 程度	片持	片持	片持
車線分離指示	付加車線のテーパ端	片持	片持	片持
車線表示	付加車線の途中	門柱	—	片持、門柱
合流予告 車線数減少 二方向交通	合流手前 50~200m	門柱（路側）	路側、片持、門柱	路側、片持、門柱
合流指示	合流部	門柱	片持、門柱	片持、門柱

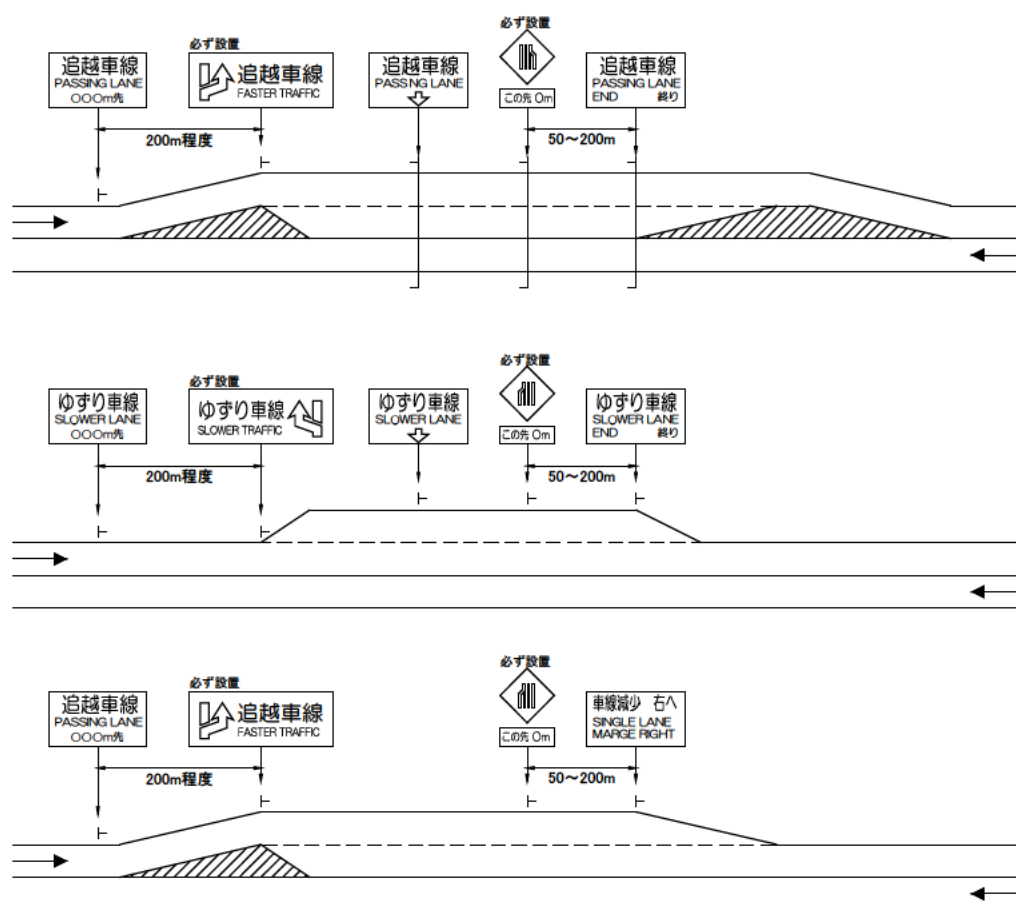


図-3.31 標識の設置例（上段：追越車線形式、中段：ゆずり車線形式、下段：車線切替形式）

【参考：付加車線設置指針（案）・同解説（案）³⁾ P19,20】

(3) 照明施設

付加車線設置区間の始点、終点では、本線と付加車線の分合流により、道路の幅員構成が急変する。このような場所は、運転上危険な箇所となるおそれがあるので、その場所の状況が遠方より視認できるよう必要に応じて照明施設を設置する。なお、実際の検討にあたっては、「道路照明施設設置基準・同解説⁷⁾」(平成19年10月 日本道路協会)等によるものとする。

【参考：付加車線設置指針(案)・同解説(案)³⁾】

(4) 視線誘導標

視線誘導標とは、車道の側方に沿って道路線形等を明示し、運転者の視線誘導を行うために設置する施設である。主として夜間における視線誘導を行う必要のある区間には反射式視線誘導標(いわゆるデリニエータ)や自発行式視線誘導標を設置し、また、積雪寒冷地において、防雪作業の目標にする等のためや視程障害時の視線誘導のために必要がある場合はスノーポール等を設置するものとする。なお、実際の検討にあたっては、「視線誘導標設置基準・同解説⁸⁾」(昭和59年10月 日本道路協会)、「吹雪時を考慮した視線誘導施設マニュアル(案)⁹⁾」(平成19年5月 北海道開発局)等によるものとする。

【参考：道路構造令の解説と運用²⁾ P612】

(5) 吹雪対策施設

冬期道路交通の安全確保において、吹雪による吹きだまりや視程障害対策は最重要課題の一つである。そのため、吹きだまりの防止や視程障害の緩和を図ることを目的として、吹雪対策施設を設置するものとする。なお、実際の検討にあたっては、「道路吹雪対策マニュアル¹⁰⁾」(平成23年3月 寒地土木研究所)、「防雪対策施設事例集 ～道路防雪・雪崩対策～¹¹⁾」(平成15年11月 雪センター)等によるものとする。

【参考：道路吹雪対策マニュアル¹⁰⁾】

第4章 維持管理

1. 除雪

新雪除雪は、円滑な道路交通確保を目的に、現場条件に適した機械を配置し効率的に行うものとする。なお、機械の配置にあたっては「2+1」車線道路に接続する道路での使用状況を加味するなど、経済性についても留意する。

- (1) 機械の選定
- (2) 除雪必要幅員
- (3) 除雪工法

(1) 除雪機械の選定

配置する除雪機械は、除雪必要幅員などの現場条件や接続する道路での使用状況を把握し、除雪機械毎の特性（施工性、経済性、一般国道での導入実績）を加味して選定する。

このとき、スライド型の除雪トラック¹²⁾は一般型に比べ除雪装置の幅が広いことから、一般車両への影響等について留意する必要がある。

表-4.1 除雪トラックの特性

規格	除雪トラック		
	一般型	G左スライド型	IG左右スライド型
施工性	・除雪幅員=3.20m (I=3.20m、G=2.90m)	・除雪幅員=3.76m (I=3.20m、G=2.85~3.55m)	・除雪幅員=4.50m (I=3.10~4.50m、 G=2.85~4.50m)
経済性	・1台あたりの施工費及び機械費が最も安価である ・除雪必要幅員によっては、スライド型に比べ多くの機械台数が必要となり、不経済な場合がある	・1台あたりの施工費及び機械費は”一般型”に近く、安価である ・除雪必要幅員によっては、一般型に比べ少ない台数での施工が可能となり、経済的な場合が多い	・1台あたりの施工費及び機械費が高価である ・除雪必要幅員によっては、少ない台数での施工が可能となり、経済的な場合がある
一般国道での導入実績	・導入実績が最も多い ・車両本体と除雪装置がほぼ同じ幅であるため、一般車両への影響が少ない	・多雪地域での導入実績が少ない ・除雪装置が左にスライドするため、一般車両への影響について留意する必要がある	・一般国道での導入実績がない（高規格道路での導入実績はあり） ・除雪装置が左右にスライドするため、一般車両への影響について留意する必要がある

*”I”=スノープラウ、”G”=トラックグレーダ

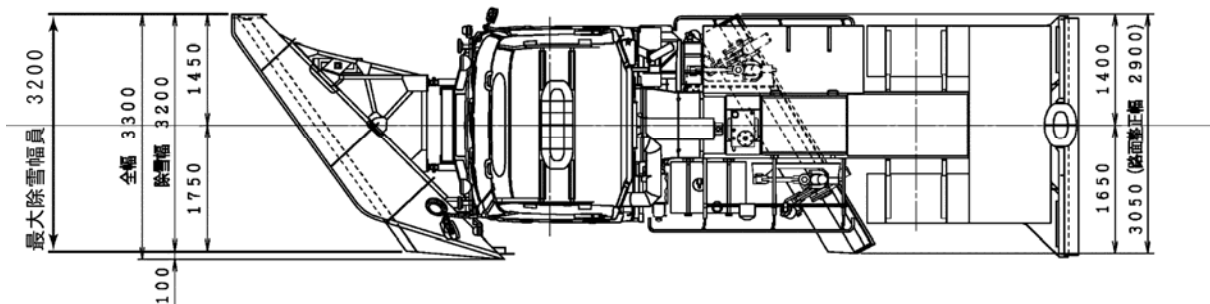


図-4.1 一般型除雪トラックの最大除雪幅員（単位：mm）

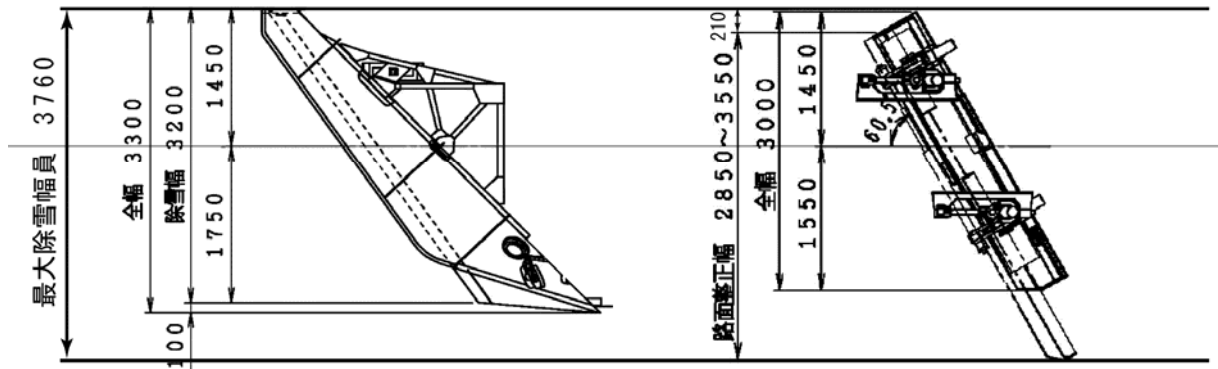


図-4.2 G左スライド型除雪トラックの最大除雪幅員 (単位 : mm)



図-4.3 G左スライド型 スライド前後の比較 (左 : スライド前、右 : スライド後)

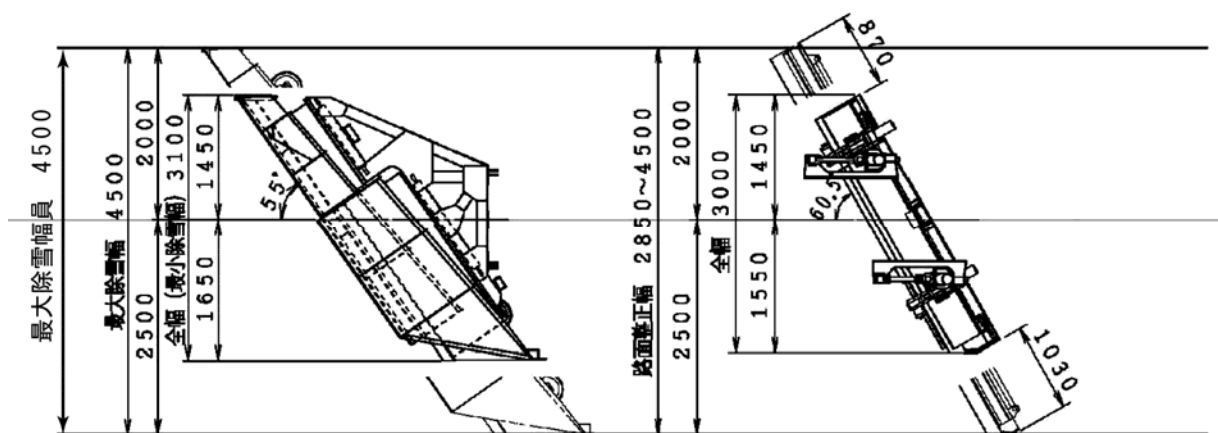


図-4.4 I G左右スライド型除雪トラックの最大除雪幅員 (単位 : mm)

(2) 除雪必要幅員

道路構造令²⁾の規定では、除雪が必要な幅員（冬期交通確保幅）は、道路及び交通の状況等を考慮して定めるものとされており、冬期側帯、冬期車道、冬期路肩で構成される。

なお、冬期側帯、冬期車道、冬期路肩の幅員は「道路構造令」のほか「北海道における道路構造の考え方（案）⁵⁾」による。

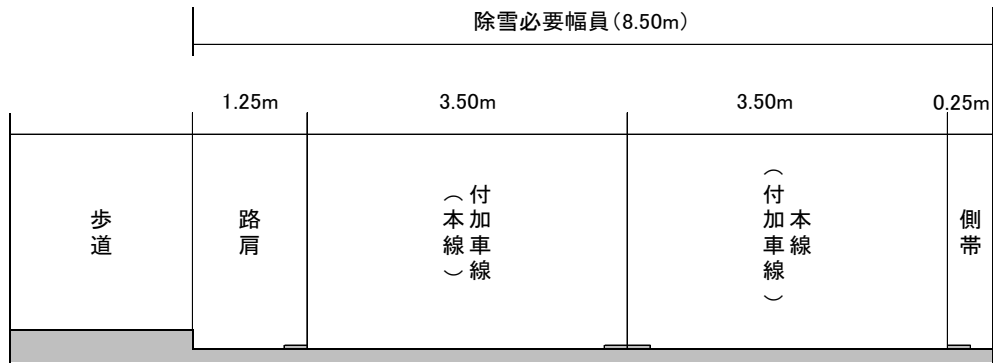


図-4.5 3種1級道路の冬期交通確保幅 (8.50m)

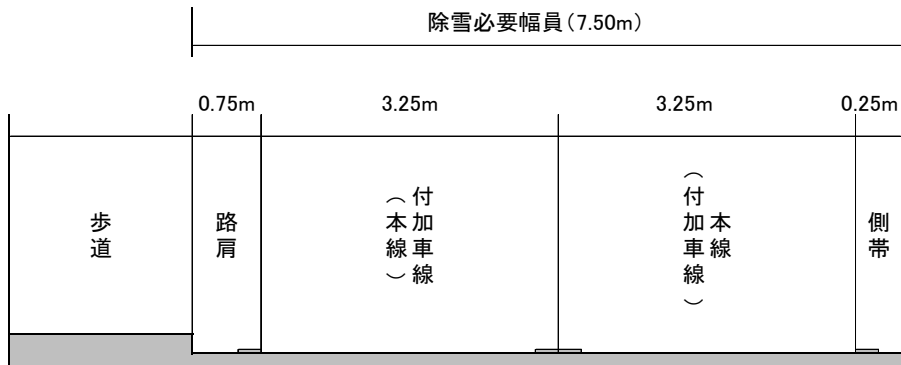


図-4.6 3種2級道路の冬期交通確保幅 (7.50m)

(3) 除雪工法

追越車線、ゆずり車線のいずれの方式であっても、付加車線を含む冬期交通確保幅を一度（1廻り目）の除雪で確保することが「2+1」車線道路の機能を維持するうえで望ましい。

しかし、機械配置等により1廻り目で除雪必要幅員を確保できない場合は、現場条件に応じた工法により、迅速かつ効率的に2廻り目の除雪を行う必要がある（図-4.7）。

なお、2廻り除雪の施工のうち、現場条件等により1廻り目で路肩側の車線（追越車線方式の本線、ゆずり車線方式の付加車線）を除雪する場合には、2廻り目の除雪施工に1廻り目以上の台数が必要となることから、事前に除雪機械の運用方法を検討するなど、十分に留意する必要がある（図-4.8）。

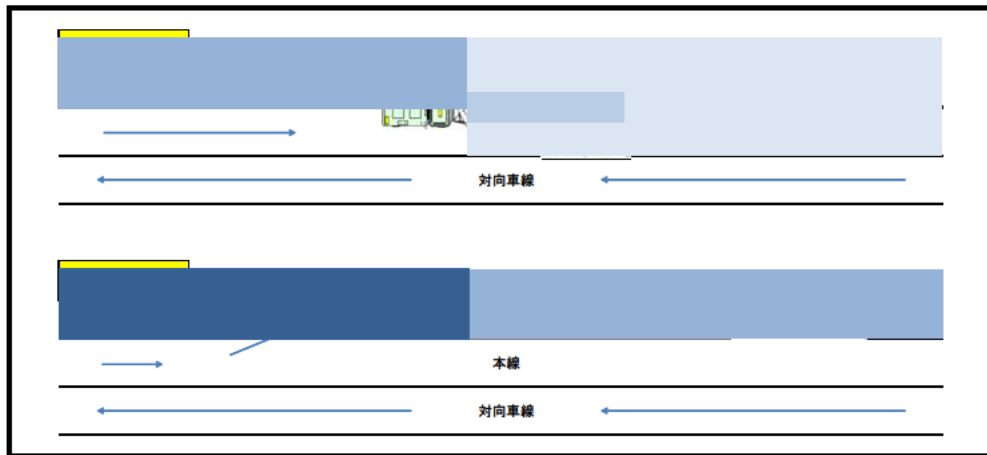


図-4.7 ゆずり車線設置区間における施工例

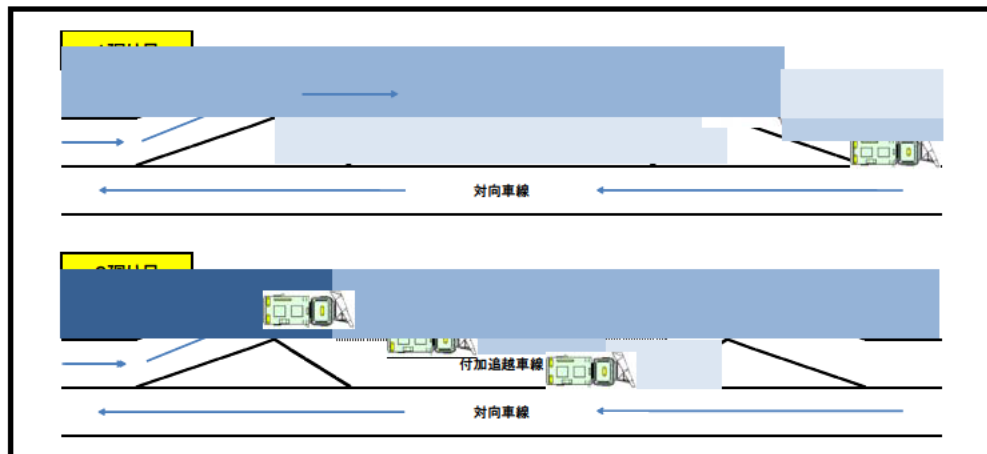


図-4.8 追越車線設置区間における施工例（1廻り目で本線を除雪する場合）

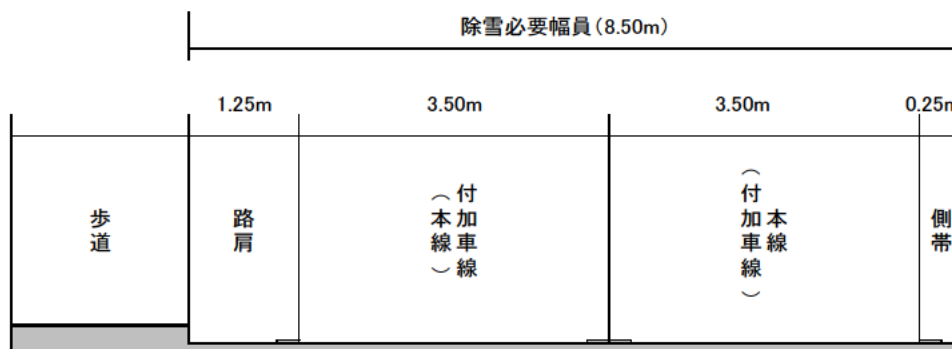
表-4.2 除雪トラックの梯団作業による除雪幅員（例）

除雪トラック			除雪幅員 (梯団)
1台目	2台目	3台目	
一般型	一般型		5.90m
G左スライド型	G左スライド型		7.02m
IG左右スライド型	IG左右スライド型		8.50m
一般型	一般型	一般型	8.60m

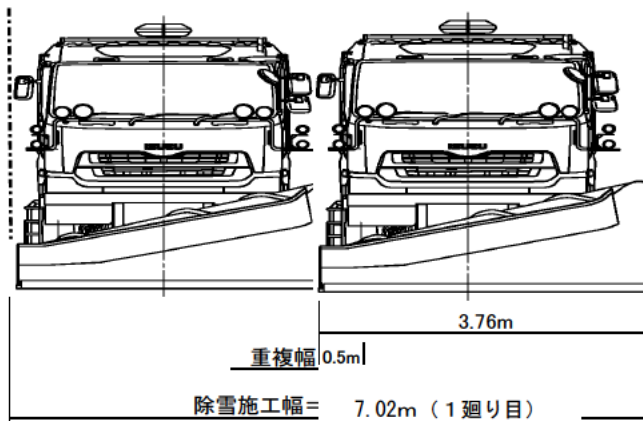
*重複幅を0.5mとして試算

表-4.3 除雪トラック梯団の特性比較（冬期交通確保幅 8.50m の場合）

除雪トラック梯団			施工性 (1廻り目 除雪幅員)	経済性	一般国道 での 導入実績	備考
一般型 (1廻り目)	一般型 (1廻り目)	一般型 (2廻り目)	△ (5.90m)	◎	◎	・経済性に優れる ・使用する除雪トラックの導入実績が多い ・1廻り施工が不可能であり、かつ1廻り目の施工では車道(本線+付加車線)幅員も確保できない
G左スライド (1廻り目)	G左スライド型 (1廻り目)	G左スライド型 (2廻り目)	○ (7.02m)	○	○	・1廻り施工が不可能であるが、1廻り目の施工で側帯及び車道の殆どが除雪可能である ・除雪装置が左にスライドするため、一般車両への影響に留意する必要がある
IG左右スライド (1廻り目)	IG左右スライド (1廻り目)	- -	◎ (8.50m)	△	△	・1廻り施工が可能である ・施工費と機械費の合計額がもっとも高価であるほか、除雪装置が左右にスライドするため、一般車両への影響に留意する必要がある
一般型 (1廻り目)	一般型 (1廻り目)	一般型 (1廻り目)	◎ (8.60m)	△	◎	・1廻り施工が可能である ・使用する除雪トラックの導入実績が多い ・除雪機械を多く配置するため経済性に劣る



1廻り目除雪



2廻り目除雪

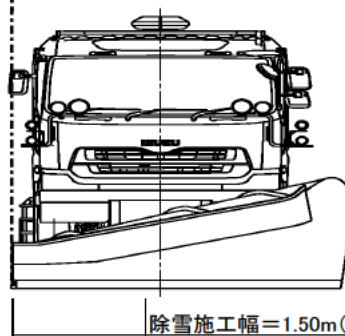


図-4.9 G左スライド型2台による3種1級道路（冬期交通確保幅 8.50m）の除雪イメージ

表-4.4 除雪トラック梯団の特性比較（冬期交通確保幅 7.50m の場合）

除雪トラック梯団			施工性 (1廻り目 除雪幅員)	経済性	一般国道 での 導入実績	備考
一般型 (1廻り目)	一般型 (1廻り目)	一般型 (2廻り目)	△ (5.90m)	◎	◎	・経済性に優れる ・使用する除雪トラックの導入実績が多い ・1廻り施工が不可能であり、かつ1廻り目の施工では車道(本線+付加車線)幅員も確保できない
G左スライド型 (1廻り目)	G左スライド型 (1廻り目)	G左スライド型 (2廻り目)	○ (7.02m)	○	○	・1廻り施工が不可能であるが、1廻り目の施工で側帯及び車道のほか路肩の一部も除雪が可能である ・除雪装置が左にスライドするため、一般車両への影響に留意する必要がある
IG左右スライド (1廻り目)	IG左右スライド (1廻り目)	- -	◎ (8.50m)	△	△	・1廻り施工が可能である ・施工費と機械費の合計額がもっとも高価であるほか、除雪装置が左右にスライドするため、一般車両への影響に留意する必要がある
一般型 (1廻り目)	一般型 (1廻り目)	一般型 (1廻り目)	◎ (8.60m)	△	◎	・1廻り施工が可能である ・使用する除雪トラックの導入実績が多い ・除雪機械を多く配置するため経済性に劣る

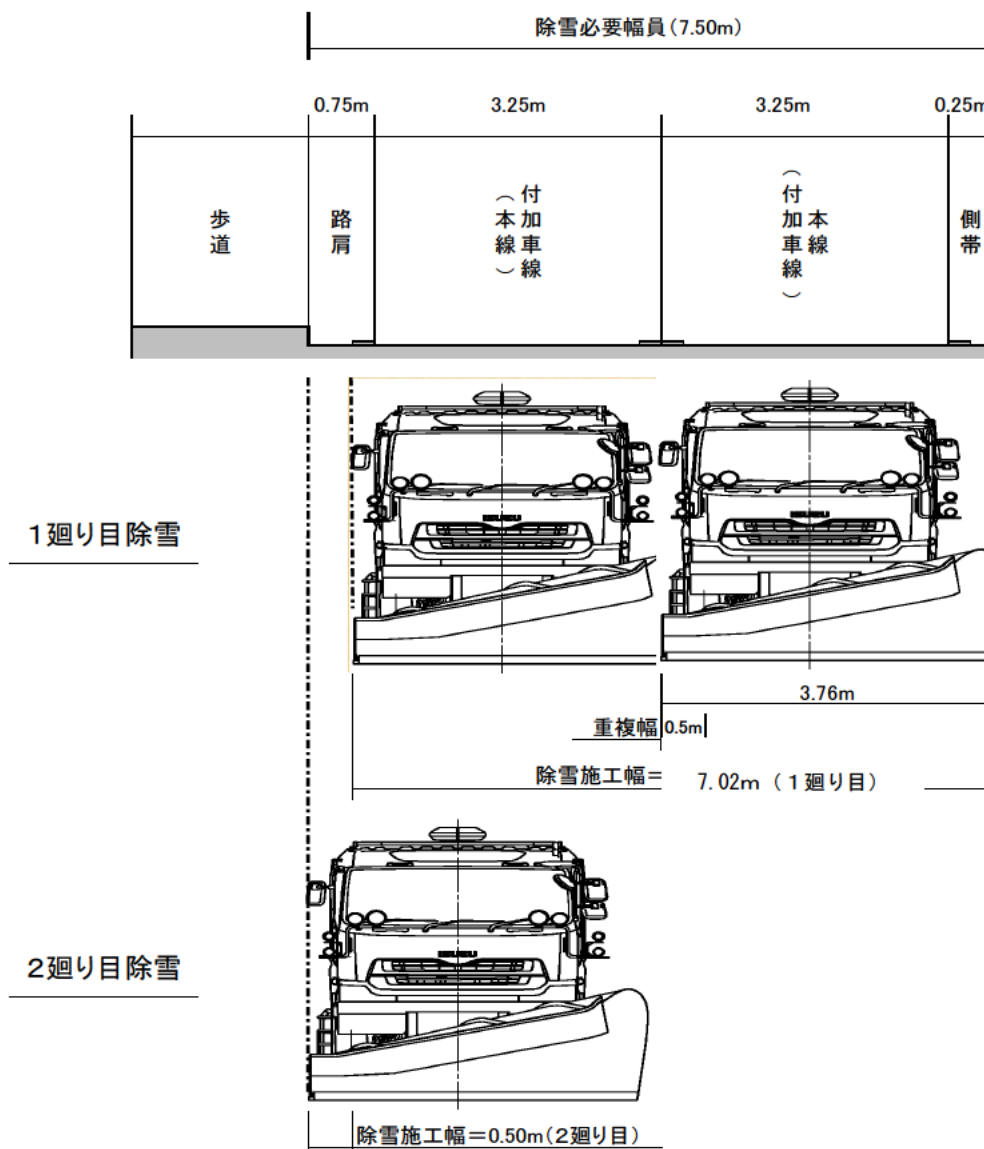


図-4.10 G左スライド型2台による3種2級道路（冬期交通確保幅 7.50m）の除雪イメージ

2. 散布

凍結防止剤・すべり止め材の散布は気象条件、路面条件等により、散布手法を選定し、道路利用者の安全性等を確保した上で、最小限の散布量で効果的な利用を図ることが望ましい。

(1) 散布作業

(2) 散布方法

(1) 散布作業

凍結防止剤・すべり止め材の散布は、降雪、気温の低下等による凍結路面の発生を未然に防ぐ【事前散布】、凍結した路面の融氷、すべりづらい路面を恒常的に確保する【事後散布・再散布】を目的として実施される。

これら冬期路面管理を効果的に行うには、例えば、新雪除雪による路面残雪の薄層化など、除雪作業と連携した、一体的な実施体制が必要である。

(2) 散布方法

凍結防止剤の散布方法には、固形剤散布、溶液散布、固形剤を散布する際に溶液を混合する湿式散布がある。

一方、気温が低く、降雪量の多い地域では凍結防止剤だけでは十分な融氷効果が得られない場合がある。これらの地域では、すべり止め材（砂・碎石）の散布を行ない道路利用者の安全を確保する。

これらの散布方法にはそれぞれ特徴があり、それらを十分に考慮し、適切な方法を選択することが必要である。

【参考：2005 除雪・防雪ハンドブック（除雪編）¹²⁾】



図-4.11 散布状況（左：事前散布、右：事後散布・再散布）

参考文献

- 1) 北海道開発局；道路設計要領、平成 23 年 4 月
- 2) 日本道路協会；道路構造令の解説と運用、平成 16 年 2 月
- 3) 日本道路協会；付加車線設置指針（案）・同解説（案）、平成 3 年 12 月
- 4) 北海道開発局；（参考）高規格幹線道路の幾何構造（案）、平成 22 年 3 月
- 5) 北海道開発局；北海道における道路構造の考え方（案）改訂版、平成 18 年 9 月
- 6) 日本道路協会；道路標識設置基準・同解説、昭和 62 年 1 月
- 7) 日本道路協会；道路照明施設設置基準・同解説、平成 19 年 10 月
- 8) 日本道路協会；視線誘導標設置基準・同解説、昭和 59 年 10 月
- 9) 北海道開発局；吹雪時を考慮した視線誘導施設マニュアル（案）、平成 19 年 5 月
- 10) 寒地土木研究所；道路吹雪対策マニュアル、平成 23 年 3 月
- 11) 雪センター；防雪対策施設事例集 ～道路防雪・雪崩対策～、平成 15 年 11 月
- 12) 日本建設機械化協会；2005 除雪・防雪ハンドブック（除雪編）、平成 16 年 12 月

土木研究所資料
TECHNICAL NOTE of PWRI
No.4286 December 2014

編集・発行 ©独立行政法人土木研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

独立行政法人土木研究所 企画部 業務課
〒305-8516 茨城県つくば市南原 1-6 電話 029-879-6754