

降積雪時における自動車通勤交通の速度とおくれに関する研究*

A Study on Speed and Delay of Road Commuter's Traffic in Snowy Season

寺内義典** 加藤哲男*** 本多義明****

Yoshinori TERAUCHI, Tetsuo KATO, Yoshiaki HONDA

1. はじめに

近年では、通勤交通や商業・業務の広域化にともない降積雪時においても無雪時と同程度の自動車交通需要が生じてきた。しかし、降積雪は道路交通の円滑性を低下させるため、道路管理者は道路施設計画と路面管理計画の両面からの対応が必要とされている。降積雪による道路交通の円滑性の低下の程度が小さい道路（ここでは、これを耐雪性の高い道路とする）を提供するためには、機械除雪の実施や消融雪装置の設置といった雪対策と、根本的に幅員や勾配などを改良する道路改良事業がある。道路改良を行う場合、より多くの事業費が必要となるが、長期的にみれば除雪や消融雪にかかる費用も莫大である。しかし、福井県のように積雪地域の南端に位置し年間の降積雪日数も少ない地域では、より効率よく耐雪性を確保する総合的な計画が必要となる。しかし、このような計画の立案に関する研究やそのための基礎資料となる道路の耐雪性についての調査・研究は充分に行われているとは言えない。

本研究では円滑性の面からみた耐雪性を示す指標として速度とおくれに着目した。特におくれは時間費用の増大を計量化するための指標であり、例えば費用便益分析による施策の評価のための重要な基礎資料となる。

また、地方都市では道路交通への依存の程度が高く、例えば福井県における通勤交通の自動車分担率は73.8%¹⁾となっている。特に朝の通勤時は降積雪

や路面凍結の影響が最も大きい時間帯であり、道路交通の耐雪性の向上が期待されている。

そこで本研究では、比較的交通量が多くかつ広域的な通勤交通に利用されている都市間幹線道路を対象として、降積雪による自動車交通の速度低下とおくれについて分析する。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

(1) 既往の研究

従来の諸研究をみると、近年の主な傾向としては路面管理²⁾やスタッドレスタイヤによる雪氷路面問題³⁾に関するものが多い。これは、「スパイクタイヤ粉じんの発生防止に関する法律」の施行により、特に冬期の気温の低い北海道を中心に路面が非常にすべりやすい状態となったことに起因する一連の研究である。このような研究を除くと、降積雪による道路交通の円滑性の低下に関わる問題を対象としている研究は近年では以下の2論文に限られている。

堀井⁴⁾による都市内街路を対象とした冬期の旅行速度と旅行時間に関する一連の研究では、混雑度、沿道状況、路面状態などを説明変数とした数量化理論を用いて、旅行時間や速度特性を予測するモデルを構築している。

榎谷ら⁵⁾は、峠部の道路を対象として路面状態と道路線形などを説明変数として降積雪時における走行速度に影響を及ぼす要因を数量化理論Ⅰ類により分析している。

(2) 本研究の位置づけ

ここで道路の耐雪性を向上させる施策について考える。一般に道路の雪対策として道路管理者が実施する施策として除排雪や消融雪装置の設置があげられる。福井県では、消融雪装置は路面凍結に対して

*キーワード：道路計画、交通管理、耐雪交通計画

**学生員 修(工) 福井大学大学院システム設計工学専攻
(福井市文京 3-9-1 tel.0776-27-8763, fax.0776-27-8607)

***正会員 博(工) 福井県土木部都市計画課
(福井市大手 3-17-1 tel.0776-20-0498)

****フェロー会員 工博 福井大学工学部建築建設工学科
(福井市文京 3-9-1 tel.0776-27-8607, fax.0776-27-8607)

有効であるが、コストのために曲線部や橋梁などの特に路面の凍結が問題となる箇所について重点的に整備され、それ以外の区間は機械による除排雪が行われている。このような路面管理計画だけをみても雪の地域性を考慮した効率の良い施策が求められている。

また一方で、無雪時における道路のサービス水準の向上を目的とした大幅な道路構造の変更をともなう道路改良や新規道路整備がすすめられているが、これにより結果的に耐雪性の向上を図ることができる。しかし、このような道路整備による耐雪性の向上の程度は雪の地域性を考えると十分に検討されているとは言えない。また、路面管理と道路整備の両者とも耐雪性に関わる雪対策であることから、それらの組み合わせによる効果の違いについても分析が必要である。

本研究では、路面管理施策として消融雪装置の設置を、また道路整備施策として新規道路の整備に着目し、その実施による道路の耐雪性の向上を速度とおくれについて検討する。

3. 調査方法および結果

(1) 調査方法

冬期通勤交通における降積雪による遅れの程度を調査するために、1998年12月28日～3月31日のうちの27日間において、朝通勤時における走行実測を行った。このうち走行実測中に降雪のあったのは5日間である。

実測対象道路は図1に示す福井市～大野市間の通勤交通が主に利用する幹線道路である国道158号とした。対象とする区間31.9kmは全て改良済であるが、さらに1車線あたり車線幅員3.5mを確保（トンネル部を除く）した新規のバイパス道路の整備がすすめられている。実測の経過は、車載装置（YAZAC-5064）により走行距離・速度を0.5秒ごととメモリーカードに記録し、測定後コンピュータに読み込みしたものである。また、その走行時における天候と路面状態については目視により確認した。

(2) 降積雪時における旅行速度の低下

ここでは、まず降積雪による影響の概略を捉える

ために旅行速度と路面状態の関係をみる。全ての実測における走行時間と旅行速度を図2に示す。この期間の中で降雪のあった期間は3回であり、それらにおいて旅行速度が低下していることがわかる。

旅行速度の低下の程度をみるために、各路面状態における平均旅行速度を表1に示す。乾燥路面に比べて凍結路面で8km/h程度、積雪路面で10km/h程度の低下となっている。なお、福井はベタ雪の特徴があるため、凍結日数は少なく湿潤・積雪が多い。特に降積雪時における道路のサービス水準の確保のための道路交通の立案には、雪の地域性の把握が必要である。



図1 調査対象道路区間

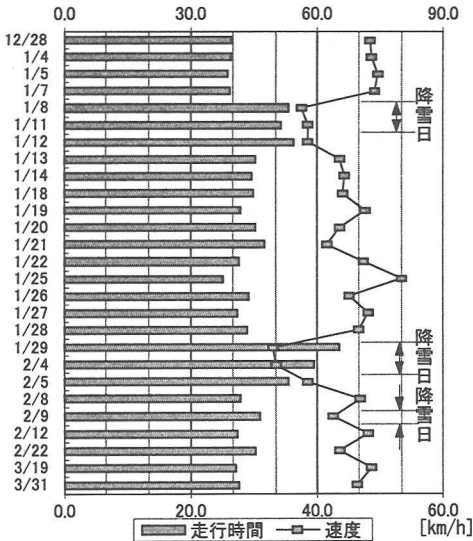


図2 調査日ごとの走行時間と旅行速度

表1 路面状態と平均旅行速度

路面状態	日数	平均旅行速度	乾燥路面との差
積雪	8	39.2	10.1 (20%)
凍結	3	41.6	7.7 (16%)
湿潤	11	46.5	2.8 (6%)
乾燥	5	49.3	—

(3) 道路構造データベースの構築

福井市～大野市間の国道 158 号 31.9km のうち、交通量の変動の少ない福井市和田～美山町計石間 21.24km を選定して、以降の分析を行う。まず調査区間を 10m ごとに分割し、それぞれの区間について、道路台帳より幅員・車線数・交差点・トンネル・融雪装置の有無・改良／未改良を集計し道路構造データベースを構築した。そのうち、交差点における影響を除くために交差点手前 200m と通過後 50m のデータを除く。また、トンネル内は降積雪の影響が極めて小さく考えられるため、これについても対象から除外する。これより分析対象区間の数は 1,756 区間となっている。なお、ここでは改良／未改良区間を前述の新規バイパス道路として整備された区間について改良区間としており、道路交通センサスなどにおける道路構造令に基づく改良

／未改良とは定義が異なる。

(4) 道路整備・降積雪対策と耐雪性の関係

無雪時と降積雪時における区間ごとの速度から、無雪時と降積雪時の速度差とおくれを算出する。分析に用いたデータは図 3 に示すが、降雪量の最大の 1 月 8 日（金）を選び、比較のためその直近の晴天日であった 1 月 5 日（火）を無雪時とした。ここで、区間 i におけるおくれ T_i は、無雪時の速度が v_{i1} [km/h]、降積雪時の速度が v_{i2} [km/h] であるとき、1km あたりの秒として次式で示される。

$$T_i = 3600 \times (v_{i1} - v_{i2}) / v_{i1}v_{i2} \quad (1)$$

この km あたりおくれと速度差を評価指標として、以降では車線数・改良済／未改良・消融雪装置の有無による違いをみる。

a) 無雪時と降積雪時における速度分布の比較

区間ごとに算出された速度の頻度分布を図 4 に示す。無雪時では 50km/h と 75km/h で頻度が高くなっているが、降積雪時では無雪時よりも低く 40～55km/h 周辺を最頻としている。平均速度でみると、無雪時では 61.3km/h に対して降積雪時では 44.5km/h であり、16.8km/h 低下している。

b) 道路構造の違いによる比較

改良済 4 車線、改良済 2 車線ならびに未改良 2 車線のそれぞれについて算出された速度差と km あたりおくれを表 3 に示す。

速度差をみると未改良 2 車線が小さく 12.9km/h であった。一方、km あたりおくれは改良済 4 車線が最も小さく 22.3 秒である。改良済 4 車線では速度差は大きい、速度が充分に大きいことによりおくれが小さくなっている。また、降積雪時の速度をみると未改良 2 車線では 40.3km/h まで低下しているが、改良済 4 車線では 52.9km/h 確保されている。

表 3 道路構造の違いによる比較

	改良済		小計	未改良 2車線
	4車線	2車線		
区間数	560	125	685	1071
無雪時速度 [km/h]	76.8	61.7	74.0	53.2
降積雪時速度 [km/h]	52.9	43.4	51.2	40.3
速度差 [km/h]	23.9	18.3	22.9	12.9
kmあたりおくれ [sec]	22.3	25.5	22.9	24.5

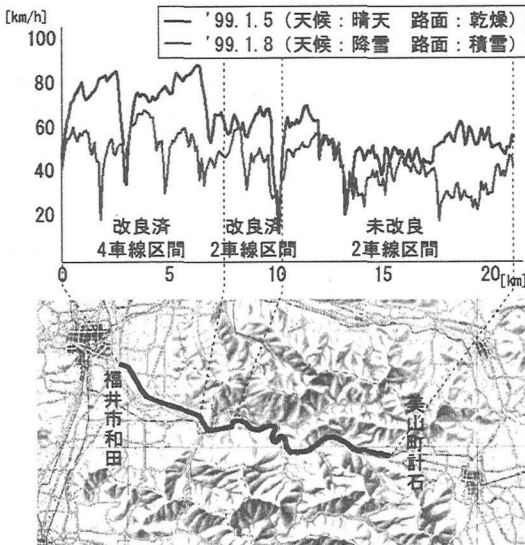


図 3 実測された速度と道路構造

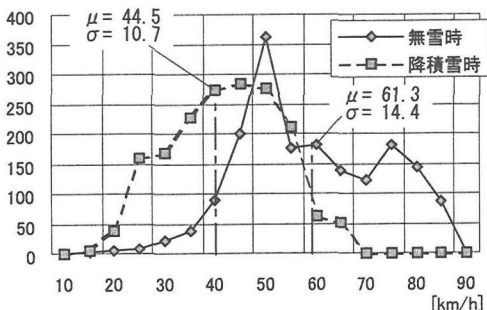


図 4 区間ごとの速度の分布

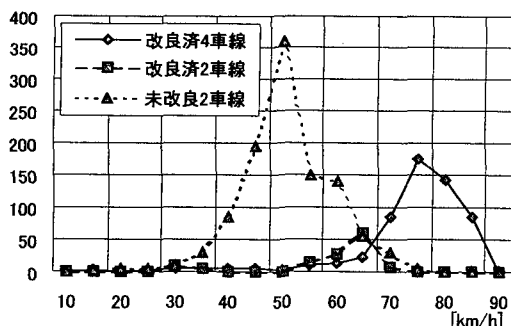


図 5 無雪時における区間ごとの速度の分布

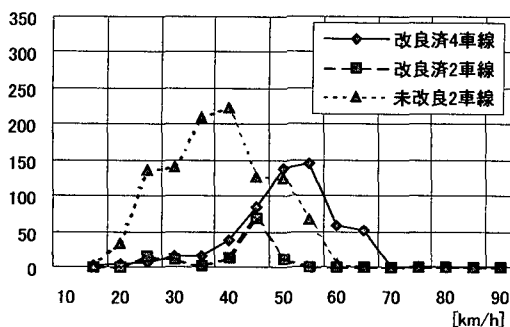


図 6 降積雪時における区間ごとの速度の分布

無雪時と降積雪時のそれぞれについて区間ごとの速度分布を図 5、6 に示す。改良済 4 車線、改良済 2 車線、未改良 2 車線の順で速度は低下するが、それらは降積雪時においても同様である。なお、図 4 の無雪時での分布におけるピーク値は未改良 2 車線に、75km/h のピークは改良済 4 車線のピークに相当する。

c) 消融雪装置の有無による比較

消融雪装置の有無による速度差と km あたりおくれを改良済・未改良のそれぞれについて表 4 に示す。消融雪装置有の区間では消融雪装置無と比べて速度の低下は 11.8km/h に抑えられている。また、km あたりおくれは 18.4 秒であり、これも消融雪装置無と比べて小さい。

また消融雪装置無での降積雪時速度をみると、改良済と未改良との間に 10km/h 以上の差があるが、消融雪装置有では未改良であっても 43km/h と改良済と同程度の速度が確保されている。

表 4 融雪装置の違いによる比較

	消融雪有			消融雪無		
	改良済	未改良	小計	改良済	未改良	小計
区間数	30	196	226	655	875	1530
無雪時速度 [km/h]	59.7	54.1	54.9	74.7	53.0	62.3
降積雪時速度 [km/h]	43.7	43.0	43.1	51.5	39.7	44.8
速度差 [km/h]	16.0	11.2	11.8	23.2	13.3	17.5
Kmあたりおくれ [sec]	21.7	17.9	18.4	23.0	25.9	24.7

4. おわりに

本研究では、降積雪時における自動車通勤交通の速度とおくれについて分析を行った。その結果を以下に述べる。

- ①今回対象とした区間での無雪時と降積雪時の速度差は 16.8km/h となっている。
- ②未改良 2 車線区間では速度差が最小であり、改良済 4 車線区間ではおくれが最小であった。
- ③消融雪装置有の区間では消融雪装置無と比べて速度の低下は 11.8km/h に、km あたりおくれは 18.4 秒に抑えられている。

今後は、走行データの追加と道路構造データベースへの道路線形のデータ（曲率・縦断勾配）の追加により、さらに詳細な分析をすすめる予定である。

【謝辞】

走行実測に関してご協力いただきました豊田工業高等専門学校 荻野弘教授、野田宏治助教授に感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 福井県：第 2 回福井都市圏総合都市交通体系調査報告書, VOL.2, pp.38, 1990.3
- 2) 藤原隆, 山川顕吾, 久新宏二郎:冬期の路面管理方策が交通流に及ぼす影響に関する研究, 土木学会年次学術講演会(50), IV-372, pp.744-745, 1995
- 3) 美馬大樹, 高木秀貴, 大沼秀次:スタッドレス化における雪氷路面の目視分類とすべり摩擦係数の評価, 土木学会年次学術講演会(51), IV-395, pp.790-791, 1996
- 4) 例えば 堀井雅史:積雪都市における旅行速度予測指標に関する一検討, 土木計画学研究・講演集, No.16(1), pp.49-53, 1993
- 5) 梶谷有三, 浦田康滋, 田村亨, 斉藤和夫:北海道峠部の冬期走行速度に及ぼす影響要因について, 交通工学研究発表会論文報告集, 18, pp.125-128, 1998.11