

高規格道路における冬期走行特性に関する研究

The Features of National Expressway Traffic in Winter

佐藤 昌哉* 小長井 宣生**

Masaya SATO and Nobuo KONAGAI

本報告は、北海道開発局が一般国道の自動車専用道路を建設するにあたり、その基礎資料づくりの一環として高速道路で行った交通現象調査の結果を取りまとめたものである。この調査により、車種、タイヤ、車線などによる走行速度や車頭間隔の違いなど、高速で走行する車両の冬期間の走行特性に関するデータを得ることができた。

《高速道路；高規格道路；走行速度；車頭間隔；交通現象》

This report analyses the traffic conditions of national expressways in relation to the construction of high standard trunk roads by the Hokkaido Development Bureau. The report presents data of the special conditions in winter for vehicle type, tires, and traffic lanes with different driving speeds and vehicle distances.

Keywords: national expressway, high standard trunk roads, driving speed, vehicle distance, traffic conditions.

1. まえがき

広域分散型の地域構造である北海道は、地域発展の拠点となる中心都市が点在しており都市間距離は本州の約1.5～2倍といわれている。このような地方中心都市を効率的に連絡し、地域相互の交流の円滑化を図り、本州なみの生沢圏を実現するためには、高規格幹線道路網の実現が不可欠である。

およそ14,000kmで形成される高規格道路には、国土開発幹線道路と一般国道の自動車専用道路があり、前者は日本道路公団が、後者のうち北海道分については北海道開発局が建設を進めている。北海道開発局では、一般国道の自動車専用道路の規格を第1種第2級B規格、設計速度100km/hで設計し、一部区間を除き当面暫定2車線で施工するが、上下線を中央分離帯により完全分離する構造とする予定である。

本文では、積雪寒冷地における高規格幹線道路の道路構造、維持管理のあり方について検討する基礎資料に資する目的で、冬期の気象、道路条件が車両の走行速度に与える影響などを把握するために、高速道路で調査を実施した結果について報告するものである。

2. 調査方法

調査は、日本道路公団所管の道央自動車道（設計速度120km/h）札幌南～北広島間の室蘭方向と札幌～江別東間の深川方向および札幌自動車道（設計速度80km/h）朝里～銭函間の札幌方向の計3地点（表-1）において、平成元年12月中旬から平成2年3月上旬にかけて行った。各調査地点は、さまざまな路面状態への対応がしやすく交通量が多い札幌近郊で、かつ各地点の条件を同じにするために勾配のない直線路を選定した。調査内容は、

*交通研究室員 **同室長

表-1 調査地点

走行速度調査	タイヤ種別調査
道央自動車道 里塚 (札幌南→北広島)	札幌南料金所
道央自動車道 野幌 (札幌→江別東)	札幌インターチェンジ
札幌自動車道 張碓 (朝里→銭函)	朝里料金所

料金所におけるタイヤ種別調査と走行路における走行速度調査で、タイヤ種別調査は料金所の各ゲートに調査員が1人ずつ待機し、通過する車両の車種、色、ナンバー、タイヤの種類をカセットテープに吹込む方法で行い、走行速度調査については、道路施設外からビデオカメラにタイマーを同調させて観測した。車頭間隔については、走行速度調査のデータから算出した。

今回の調査は、道央自動車道と札幌自動車道という設計速度が異なる道路で行っているが、調査地点は直線で平坦な場所を選定しているため、道路構造上異なるのは路肩の幅員だけである。路肩の幅員が1.75m以上のとき、交通容量が低下しないといわれていることから²⁾ (設計速度80km/hの路肩幅員は1.75m)、同一条件とみなして解析を行った。

なお、高速道路では平成元年度より冬期間の期間規制が廃止され、冬期間も夏期と同じ規制速度となった。従来は、札幌～深川間と札幌南～千歳間は12月1日から2月末日、千歳～登別室蘭間は1月1日から2月末日までの間、規制速度を100km/hから80km/hへ、札幌自動車道の張碓付近2.4kmは12月1日から2月末日までの間、80km/hを60km/hへ下げて運用されていたが、積雪寒冷地である北海道においても他の都府県なみの道路管理水準が確保されるようになったため、期間規制が廃止されたものである。

3. 調査結果

(1) 走行速度

1) タイヤ別走行速度

走行速度調査とタイヤ種別調査で観測された車両を照合させることにより、タイヤ別(スパイクタイヤとスタッドレスタイヤ)の走行速度を把握した(表-2)。なお、車種は小型車(軽乗用車、普通乗用車、軽貨物車、小型貨物車)と大型車(バス、普通貨物車)の2分類とし、特殊車両については一般車両とは走行特性が異なり、かつ台数も少ないためデータから除いている。また、大型車用のスタッドレスタイヤは調査時点ではまだ販売されておらず、表-2の大型車のスタッドレスタイヤとはス

ノータイヤのことを示している。

スタッドレスタイヤ装着車とスパイクタイヤ装着車の走行速度を比較してみると、以下のことがわかった(図中のNo.は表-2のNo.と対応)。

- ①全車種で比較してみると、走行速度の高いNo.1～5ではスタッドレスタイヤの方が少し速くなっているがその差はほとんどなく、走行速度の低いNo.6～9ではタイヤによる速度差は見られない(図-1)。
- ②小型車を見てみると、走行速度の低いNo.6～8ではスパイクタイヤの方がやや速いものの、乾燥路面で走行速度の高いNo.2～5ではスタッドレスタイヤの方が速くなっているが、大きな差は見られない(図-2)。
- ③大型車では、走行速度の高いNo.1～5でスパイクタイヤの方が速くなっているが、走行速度の低いNo.6～9ではスノータイヤの方が多少速くなっている(図-3)。
- ④各規制速度ごとにタイヤ別の走行速度の平均をみると規制速度100km/hと80km/hではスタッドレスタイヤの方が速く、規制速度50km/hでは反対にスパイクタイヤの方が速くなっているが、その差は小さい(図-4)。
- ⑤各路面状態ごとにタイヤ別の走行速度の平均をとると、乾燥で1.6km/h、湿潤で0.3km/h、凍結で0.7km/hだけスタッドレスタイヤの方が速くなっているがその差は最大で1.6km/hであり、まったく差がないといえる(図-5)。

以上のように、スパイクタイヤとスタッドレスタイヤの速度差にはある程度の傾向はみられるものの、路面状況に係わらず統計的に有意な差が見られず、同等の速度で走行しているといえる。このことは、スタッドレスタイヤがスパイクタイヤよりも制動停止距離が長いことを考え合わせると、両者が混在して走行している現状において追突事故などの危険性ははらんでいるといえる。

2) 車種別走行速度

車種による走行速度の差をより明確にするために、小型車と大型車の2つに分類した。各調査における車種別走行速度を図-6に示す。この図から、以下のことがわかる。

- ①全体を平均してみると、小型車は大型車より約5km/h速い速度で走行している。
- ②路面状態別の平均値を比較してみると、小型車は大型車より乾燥路面では5.7km/h、湿潤路面では5.4km/h、凍結路面では3.5km/hだけ速く走行している(図-7)。
- ③同様に規制速度別の平均値を比較してみると、小型車は大型車より規制速度が100km/hのとき6.8km/h、80

表-2 調査結果概要

No.	調査地点	調査月日	天候	路面	規制速度 (km/h)	車種	スパイクタイヤ		スタッドレスタイヤ		速度差 (km/h)	合計		
							平均速度 (km/h)	標準偏差 (km/h)	平均速度 (km/h)	標準偏差 (km/h)		平均速度 (km/h)	標準偏差 (km/h)	
1	里塚	12/13	小雪	湿潤	80	小型	91.5	11.5	91.5	11.9	0.0	91.5	11.6	
						大型	87.0	10.3	83.6	10.3	3.4	86.9	10.3	
						合計	90.3	11.2	91.3	11.8	-1.0	90.6	11.3	
2		12/13	曇り	乾燥	80	小型	94.0	11.3	95.3	11.6	-1.3	94.7	11.5	
						大型	89.5	11.8	88.3	12.9	1.2	89.3	11.9	
						合計	92.7	11.6	94.7	11.8	-2.0	93.6	11.9	
3		3/9	晴れ	乾燥	100	小型	95.6	12.2	96.2	12.6	-0.6	96.0	12.5	
						大型	89.1	10.0	90.5	8.8	-1.4	89.7	9.5	
						合計	93.8	12.0	95.5	12.3	-1.7	94.8	12.4	
4	野幌	2/16	晴れ	乾燥	100	小型	95.8	10.2	97.3	9.4	-1.5	96.3	9.9	
						大型	90.3	10.0	91.5	9.4	-1.2	90.7	9.7	
						合計	94.9	10.3	96.5	9.6	-1.6	95.5	10.4	
5		3/12	曇り	乾燥	100	小型	97.9	10.5	99.0	9.9	-1.1	98.5	10.2	
						大型	88.4	6.2	91.9	7.1	-3.5	89.9	6.7	
						合計	96.9	10.5	98.5	9.9	-1.6	97.7	10.2	
6		張碓	2/2	晴れ	乾燥	60	小型	73.1	10.7	72.4	9.8	0.7	72.9	10.4
							大型	69.4	8.5	72.1	8.2	-2.7	70.2	8.4
							合計	72.6	10.5	72.4	9.6	0.2	72.5	10.2
7	2/26		小雪	湿潤	50	小型	72.5	9.0	71.4	9.7	1.1	72.1	9.2	
						大型	65.6	11.4	68.5	7.8	-2.9	66.1	10.8	
						合計	71.4	9.7	71.1	9.6	0.3	71.3	9.8	
8	2/28		晴れ	凍結	60	小型	73.0	9.1	72.4	8.8	0.6	72.7	9.0	
						大型	68.9	8.0	73.6	10.2	-4.7	70.0	8.7	
						合計	72.1	9.0	72.5	8.9	-0.4	72.2	9.0	
9	3/8	曇り	凍結	50	小型	63.2	10.2	63.9	10.5	-0.7	63.6	10.4		
					大型	60.1	8.2	57.2	7.2	2.9	59.3	8.0		
					合計	62.5	9.9	63.4	10.4	-0.9	62.9	10.2		

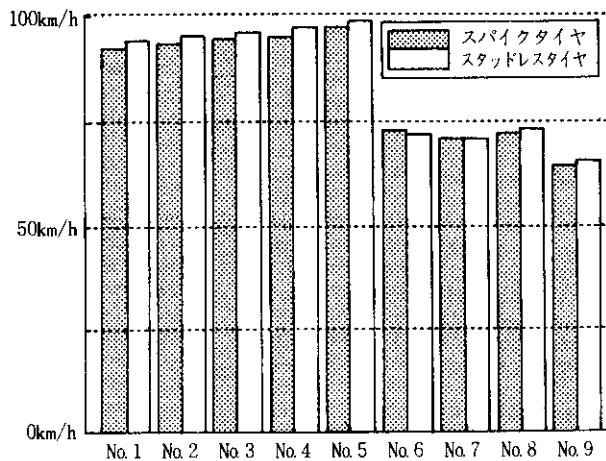


図-1 タイヤ別走行速度 (全車)

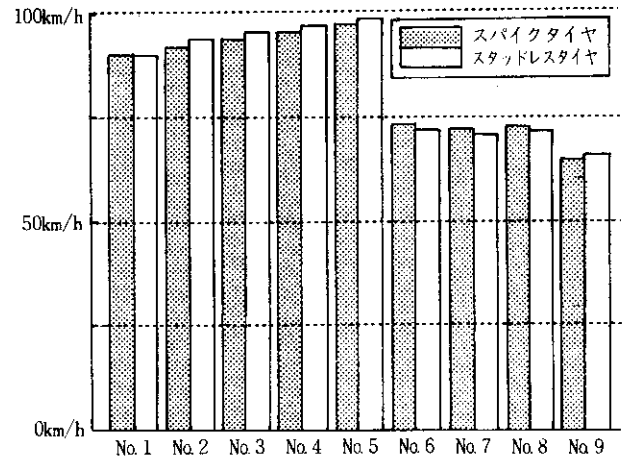


図-2 タイヤ別走行速度 (小型車)

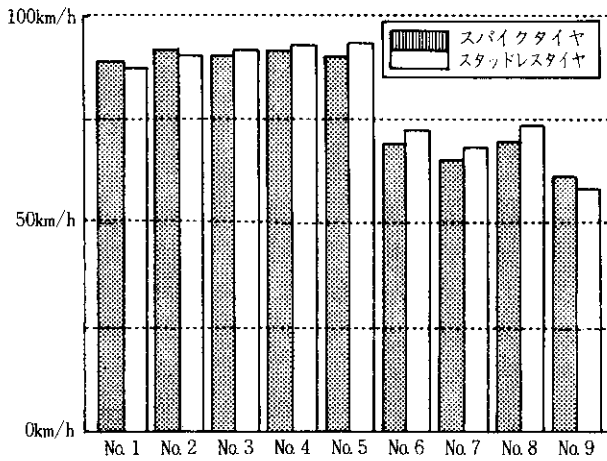


図-3 タイヤ別走行速度 (大型車)

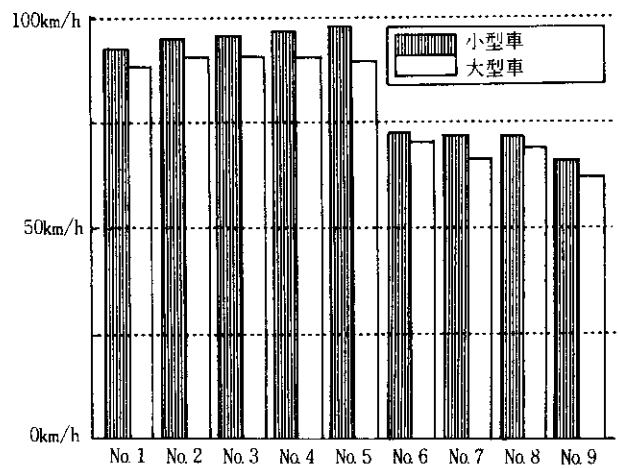


図-6 車種別走行速度

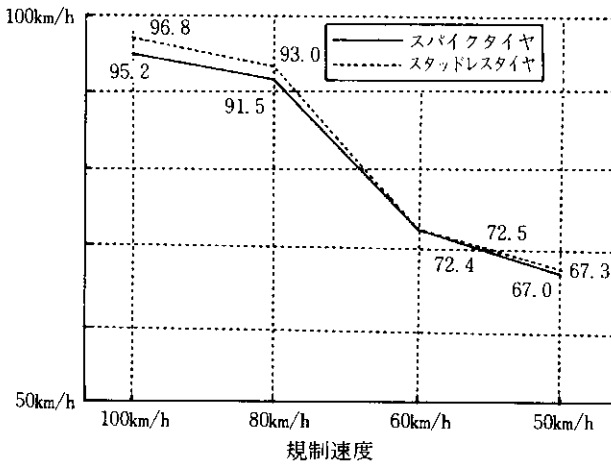


図-4 規制速度別タイヤ別走行速度

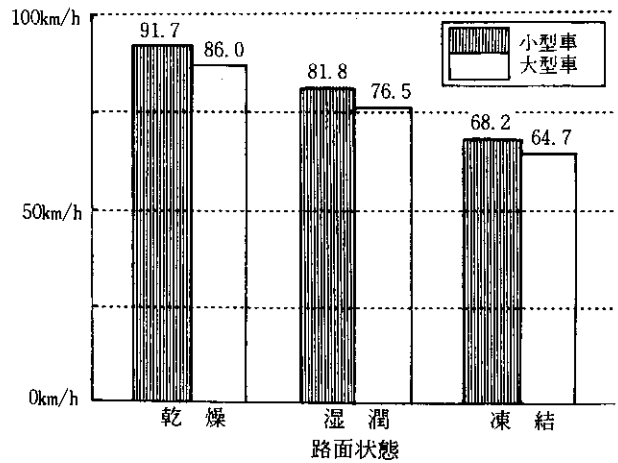


図-7 路面状態別車種別走行速度

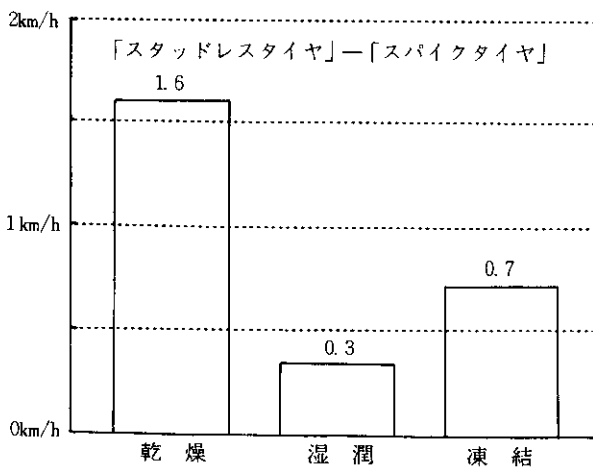


図-5 路面別タイヤ別速度差

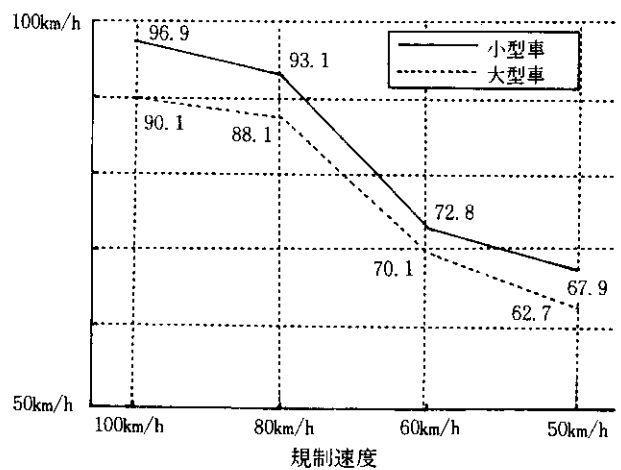


図-8 規制速度別車種別走行速度

km/h のとき 5.0 km/h, 60 km/h のとき 2.7 km/h, 50 km/h のとき 5.2 km/h だけ速くなっており (図-8), 小型車と大型車の速度差と規制速度の回帰分析を行ってみると相関係数は 0.631 であった。

以上のことから, 路面状態や規制速度によって多少バラツキがあるものの, 大型車は小型車より平均 5 km/h 程度遅い速度で走行していることがわかる。これは, 4 車線である高速道路においては問題とはならないが, 暫定 2 車線で供用される高規格道路においては, 小型車が大型車によって速度を抑えられ大型車を先頭とする車群が形成されることになり, 円滑で快適な道路づくりという点で重要な問題である。

3) 車線別走行速度

高速道路では走行車線と追越車線が明確に区別されており, 規制速度の範囲内であれば自由に追越しが可能である。今回の調査時の交通量は 2 車線合わせて最大で約 600 pcu/h であり, 多車線道路の 1 車線あたりの基本交通容量が 2200 pcu/h²⁾ であることを考え合わせると, ほぼ

すべての車両が自由走行車両であるということが出来る。規制速度という制限があるにせよ, このような自由走行状態においてどれほどの速度差をもって追越しを行っているかを把握するために, 走行車線と追越車線の車線別走行速度の比較を行った (表-3, 図-9)。

① 走行車線と追越車線の速度差を各規制速度ごとに平均すると, 追越車線の方が走行車線より規制速度が 100 km/h のとき 10.3 km/h, 80 km/h のとき 11.5 km/h, 60 km/h のとき 8.1 km/h, 50 km/h のとき 5.6 km/h だけ速い (図-10)。

② 車線による速度差と規制速度の回帰分析を行ってみると, 相関係数 0.679 であった。

以上のように, 走行車線と追越車線の速度差は, 規制速度が高くなるほど大きくなる傾向があることがわかる。

4) 規制速度別走行速度

規制速度は, 事故が発生したり工事が行われている場合を除いて気象条件, 路面状態により決定されるものであるが, その規制速度に対して高速道路ではドライバー

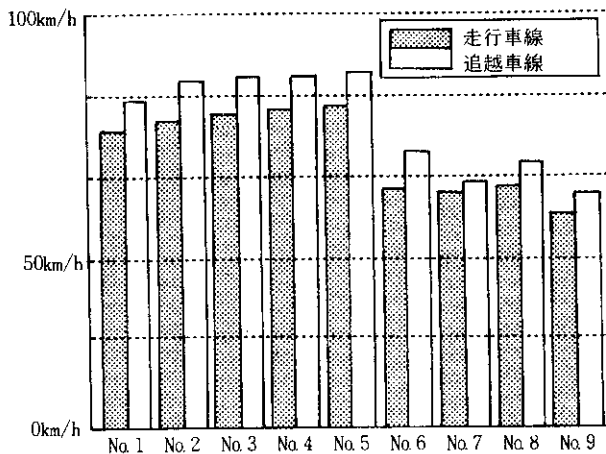


図-9 車線別走行速度

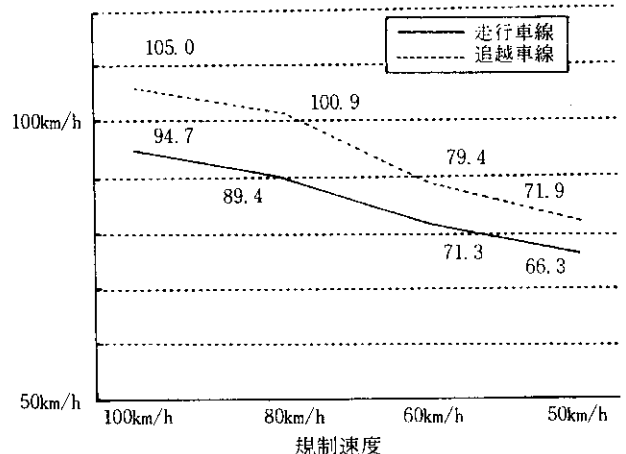


図-10 規制速度別車線別走行速度

表-3 車線別走行速度

No.	調査地点	天候	路面	規制速度 (km/h)	走行車線速度 (km/h)	追越車線速度 (km/h)	速度差 (km/h)
1	里塚	小雪	湿潤	80	86.9	98.5	11.6
2		曇り	乾燥	80	91.9	103.3	11.4
3		晴れ	乾燥	100	92.4	105.0	12.6
4	野幌	晴れ	乾燥	100	94.8	105.0	10.2
5		曇り	乾燥	100	97.0	105.0	8.0
6	張碓	晴れ	乾燥	60	71.4	80.6	9.2
7		小雪	湿潤	50	71.0	74.2	3.2
8		晴れ	凍結	60	71.2	78.2	7.0
9		曇り	凍結	50	61.6	69.6	8.0

がどのように対応して走行しているかを分析した(表-2)。

- ①規制速度 100km/h のとき全車種の平均走行速度は 95~98km/h, 80km/h のとき 90~94km/h, 60km/h のとき 72~73km/h, 50km/h のときは 63~71km/h であった。
- ②規制速度と全車種の平均走行速度の差を見ると, 規制速度が 50km/h のとき +17.1km/h, 60km/h のとき +12.4km/h, 80km/h のとき +12.1km/h, 100km/h のとき -4.0km/h となっている(図-11)。

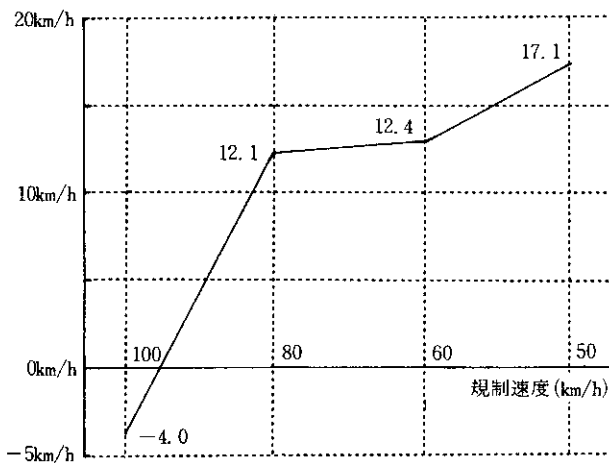


図-11 規制速度別超過速度

- ③規制速度と走行速度の回帰分析を行ってみると相関係数が 0.951 となり, 走行速度は規制速度とかなり相関があることがわかる。

規制速度が低いときは気象, 路面の状態が悪いときであるにも係わらず規制速度より速い速度で走行しているが, 反対に規制速度が 100km/h のときは道路条件はよいはずであるが, 規制速度よりも低い速度で走行している。また, 規制速度が 50~80km/h のとき路面が不良でも実際にはそれより高い速度で走行しており, 規制速度が低いほどその傾向は顕著である。

5) 走行速度と路面, 車種, 規制速度の関係

走行速度と路面, 車種, 規制速度の関係を明らかにするために, 数量化理論第 I 類により解析を行った(表-4)。数量化理論第 I 類とは程度, 状態, 有無といった質的データに数量を与え, 重回帰分析と同じような解析を行う手法である。解析の結果, 走行速度と路面, 車種, 規制速度の重相関係数は 0.991, 寄与率は 0.982 となり, かなりよく説明できているといえる。各アイテムの偏相関係数は, 路面 0.631, 車種 0.837, 規制速度 0.985 であり, ドライバーは主に規制速度によって走行速度を決定する

表-4 数量化理論第 I 類による解析結果

アイテム	カテゴリー	カテゴリースコア	レンジ	偏相関係数
路面	乾燥	1.283	4.23	0.631
	湿潤	0.667		
	凍結	-2.950		
車種	小型車	2.567	5.13	0.837
	大型車	-2.567		
規制速度	100km/h	11.161	26.74	0.985
	80km/h	7.936		
	60km/h	-9.097		
	50km/h	-15.581		

ことがわかる。レンジは路面 4.23, 車種 5.13, 規制速度 26.74 で規制速度の影響が最も大きくなっており, カテゴリースコアは乾燥路面 1.283, 湿潤路面 0.667, 凍結路面 -2.950, 小型車 2.567, 大型車 -2.567, 規制速度 100km/h 11.161, 80km/h 7.936, 60km/h -9.097, 50km/h -15.581 となっており, 路面状態がよく小型車で規制速度が高いほど走行速度が速くなるがよく現われている。ちなみに, この解析における路面と規制速度の相関係数は 0.521 であった。

(2) 車頭間隔³⁾

車頭間隔は前方の車両が故障や事故のために停止した場合, それを回避したりその手前で停止するために必要なものであり, また暫定 2 車線の高速道路においては, 追越区間で安全な追越しを行うための区間長を設定する際に重要である。

1) 規制速度別車頭間隔

図-12 に, 各規制速度別の走行車線における車頭間隔分布と累計頻度曲線を示す。これによれば, 車頭間隔のピークは規制速度 50km/h と 60km/h では 40~60m, 80km/h では 60~80m, 100km/h では 60~80m と 100~120m にあり, 速度が速いほど車頭間隔をあける傾向がよく現われている。

2) 路面状態別車頭間隔

図-13 に, 各路面状態別の走行車線における車頭間隔分布と累計頻度曲線を示す。これによれば, 車頭間隔のピークは乾燥路面と湿潤路面では 60~80m, 凍結路面では 40~60m にあることがわかる。累計頻度曲線を見ると, 乾燥, 湿潤, 凍結の順に車頭間隔が大きくなり, 路面状態が悪くなるほど車頭間隔が小さくなっているが, これは路面状態がよいほど走行速度が高いためと思われる。

3) 交通量別車頭間隔

表-2 の中で, 乾燥路面で規制速度が高い No. 3~5

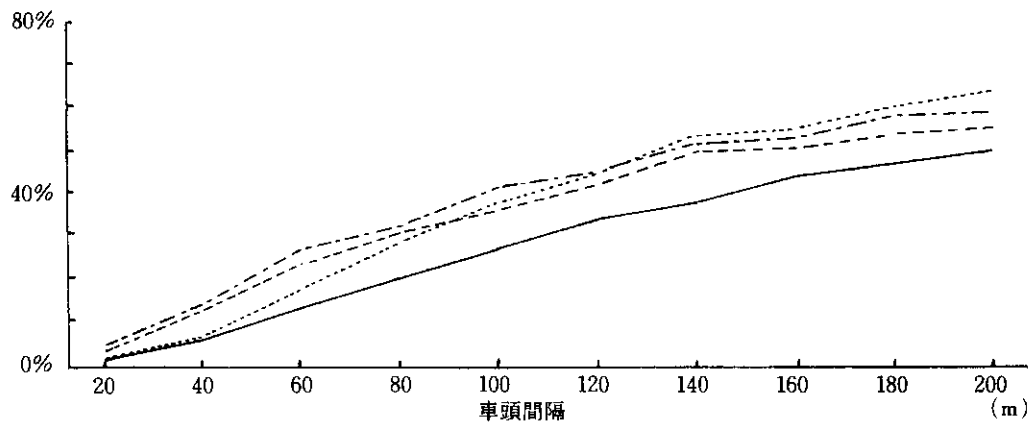
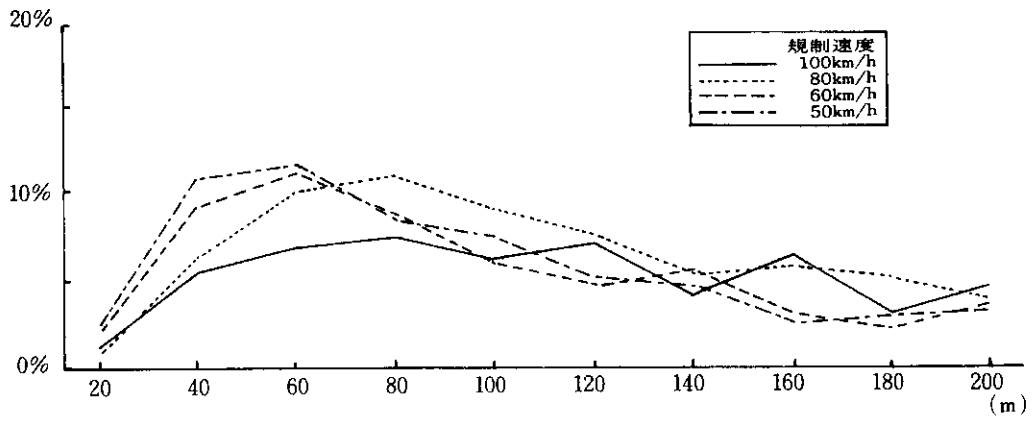


図-12 規制速度別車頭間隔分布図

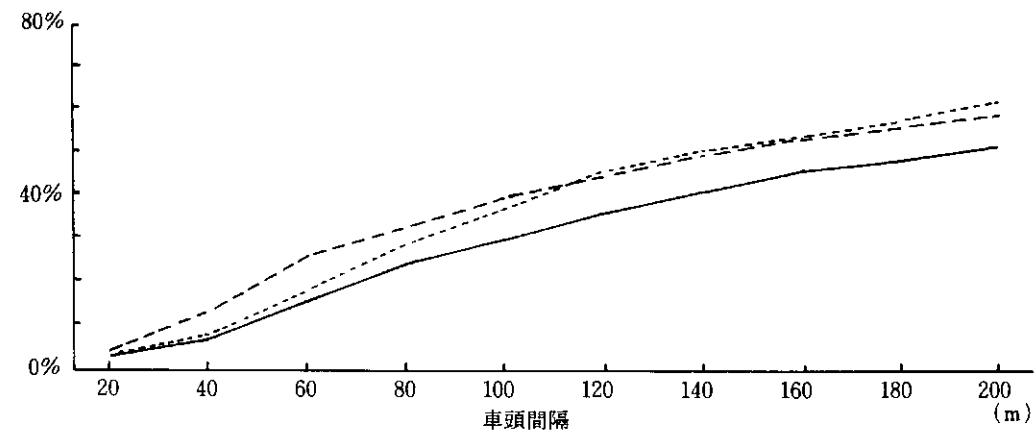
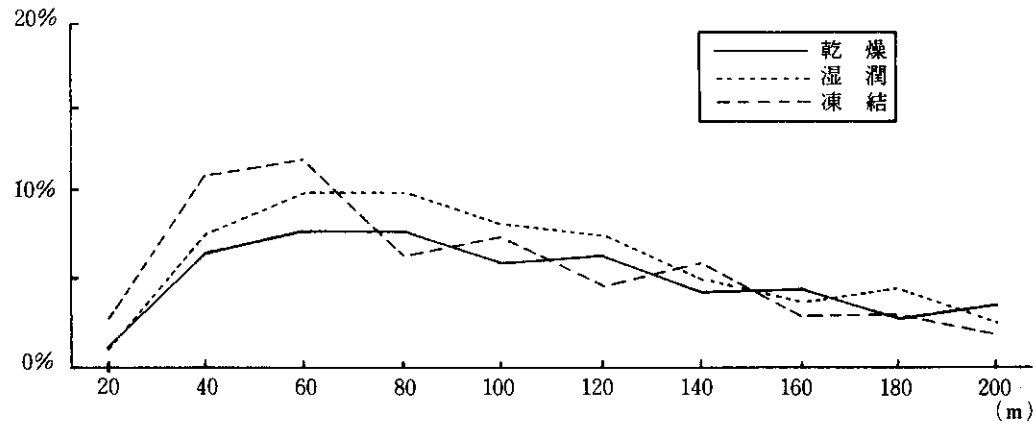
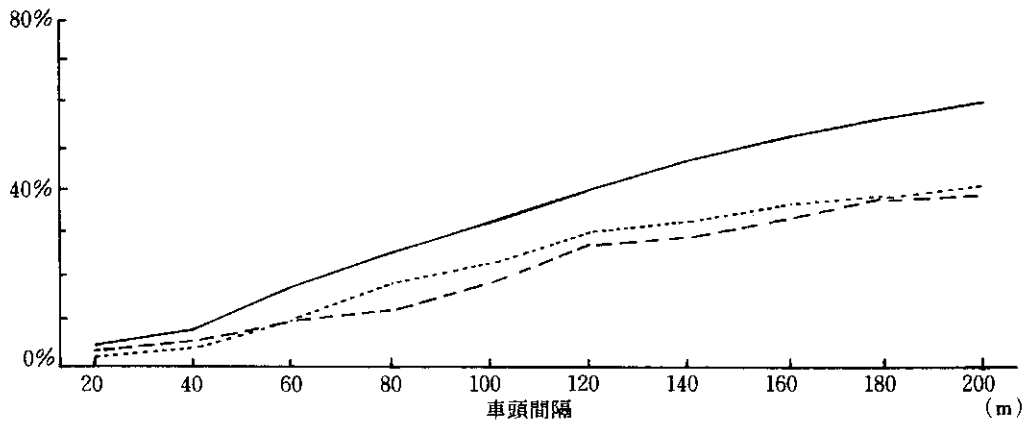
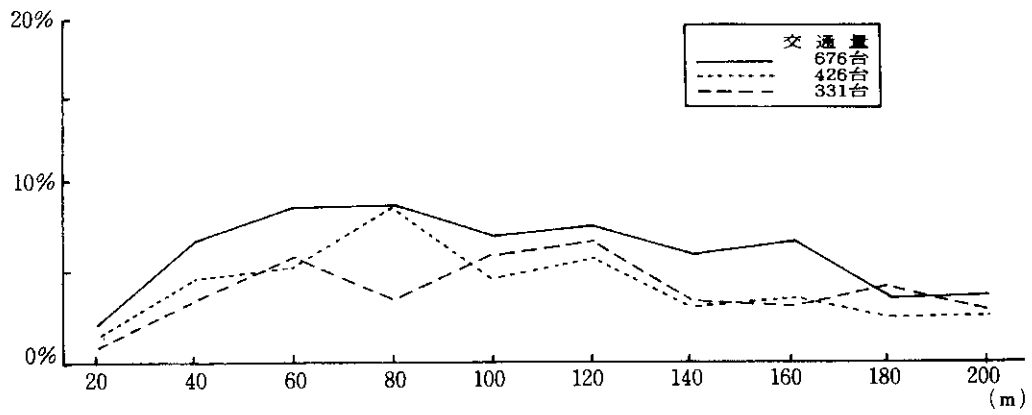
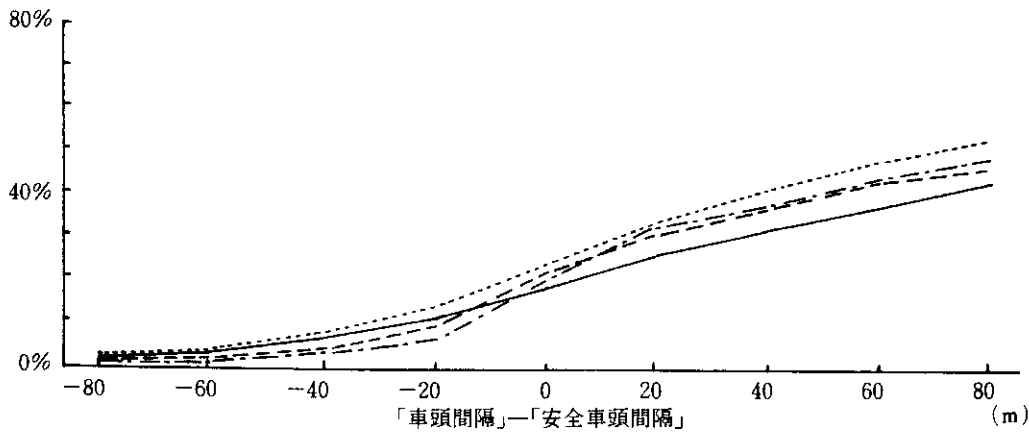
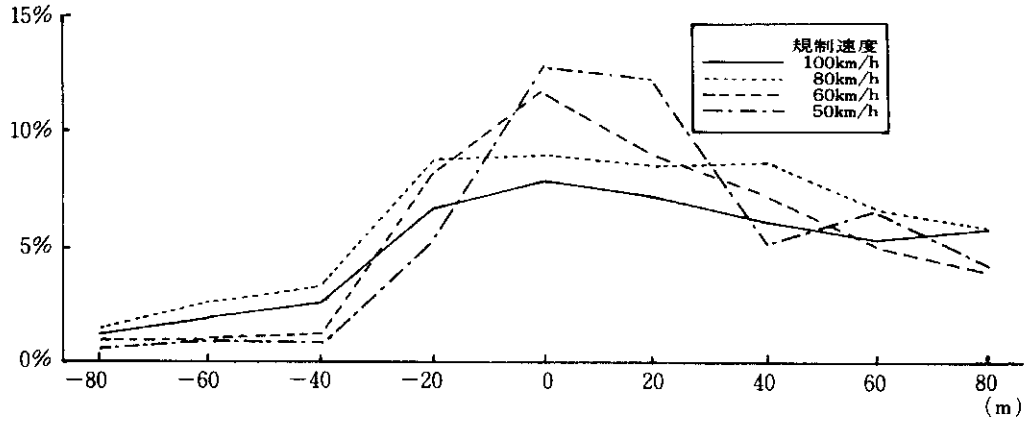


図-13 路面別車頭間隔分布図



圖一14 交通量別車頭間隔分布



圖一15 「車頭間隔」—「安全車頭間隔」

の車頭間隔を、交通量の観点から比較してみる。各々の交通量（1時間30分）は676台、331台、426台であり、その車頭間隔分布を図-14に示す。車頭間隔のピークはあまり明確に現われていないが、累計頻度曲線を見ると交通量が多いほど車頭間隔が小さいことは明らかである。

4) 安全車頭間隔

安全車頭間隔とは、追従走行している車両が前車に追突しないための車頭間隔であり、一般に次式によって表わされる⁴⁾。

$$S = P + V_1 \cdot t + V_1^2 / 2d_1 - V_2^2 / 2d_2$$

ここで、 S : 安全車頭間隔 (m)

P : 停止時の車頭間隔 (m)

V_1 : 後車の速度 (m/s)

V_2 : 前車の速度 (m/s)

t : 後車の反応遅れ時間 (s)

d_1 : 後車の制動減速度 (m/s^2)

d_2 : 前車の制動減速度 (m/s^2)

今、tを道路構造令から2.5秒とし、Pは大型車が10m、小型車が6m、 d_1 と d_2 は $2.94m/s^2$ として計算を行い、実際の車頭間隔が安全車頭間隔Sよりどれだけ大きいかを示したのが図-15である。これを見ると、規制速度に関係なく-20~0mにピークがあり、規制速度による差は見られない。また、累計頻度曲線より約20%の車両が安全車頭間隔よりも短い車頭間隔で走行しているが、これは d_1 と d_2 を同じ値として計算を行った結果であり、実際の制動減速度はスパイクタイヤの方がスタッドレスタイヤより大きいので、前車がスパイクタイヤの小型車で後車がスタッドレスタイヤの大型車とすれば安全車頭間隔はより大きな値となり、両者が混在している現状を考え合わせると望ましい状態とはいえない現実にある。

4. あとがき

今回の調査によって、スパイクタイヤとスタッドレスタイヤに走行速度の差がないこと、大型車は小型車より平均5km/h遅い速度で走行していること、ドライバーは主に規制速度によって走行速度を決定していることなどが判明した。高速道路におけるこのような調査は今回が初めてであったため、まず調査方法を確立することから始めなければならず、困難な点が多かった。特に、国道での調査ではないので道路施設内に立ち入りできない制約があり、現場への車での移動のことを考えると調査地点を選定するのさえ容易ではなかった。さらに、冬期間の調査ということでさまざまな路面状態、規制速度の走行状態を調査する予定であったが、特に路面状況は刻々と変化するため、調査は困難であった。

今回は高速道路における冬期走行特性を述べるにとどまっているが、今後は暫定2車線の路線を含めた調査を行い、データの充実をはかるとともに、北海道開発局のこれからの高規格道路建設および維持管理のあり方に反映させるべく、具体的な提案を行っていきたいと考えている。

最後に、この調査を行うにあたり御協力いただきました日本道路公団の皆様に対し、厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 北海道開発局建設部道路計画課；幹線道路整備計画調査概要報告書、昭和62年7月。
- 2) 日本道路協会；道路の交通容量、昭和59年9月。
- 3) 高橋 毅、清崎晶雄、高森 衛、赤代恵司；地方部道路における車両の走行特性 — 2車線道路に設けた4車線区間の走行特性について —、土木試験所月報第279号、pp.1-12、1976.8。
- 4) 自動車安全運転センター；高速道路における交通事故・違反の実態とその防止対策に関する研究、1989.3。