

IV-15

主要国道峠部における方向別の冬季走行速度について

専修大学北海道短期大学 ○正員 榎谷 有三
 北海道開発コンサルタント 正員 浦田 康滋
 室蘭工業大学工学部 正員 田村 亨
 室蘭工業大学工学部 正員 斎藤 和夫

1. まえがき

北海道の峠部における冬季道路交通環境は、降・積雪による視程障害、路面状況の悪化あるいは道路幅員の減少などによって厳しい状況におかれている。著者等は、北海道における主要国道の31峠を対象に行われた冬季走行速度調査結果をもとに、冬季峠部の走行速度に及ぼす影響要因について種々分析を行ってきた。その結果、降・積雪に伴う天候及び路面状態の変化、あるいは道路線形のうち特に平面線形としての曲線部の交角の変化等が走行速度に大きな影響を及ぼすことを明らかにしてきた。

本研究においては、これらの成果を踏まえて、さらに方向別の走行速度分析を通して昇り方向及び下り方向それぞれの方向が走行速度に及ぼす影響について種々分析を試みたものである。

2. 走行速度の調査内容について

本研究は、北海道の主要国道における31箇所の峠部を対象に北海道開発局建設部が行った走行速度調査データをもとに種々分析を行う。実走行調査は、平成7年2月に交通量、天候および路面状況等を勘案して平日の6日間(各回3往復)それぞれの峠を対象に行われた。また、各種のデータは道路線形(縦断線形・平面線形)や道路構造等の影響によって速度が変化する箇所等を考慮して、各峠の調査延長区間をさらに細分割した分割区間(総区間数180)ごとにそれぞれ収集されている。さらに、道路状況調査としての有効幅員および雪提高は、各分割区間の方向別(昇り、下り)にそれぞれ実測している。なお、速度は実車走行に伴う各分割区間の旅行時間から算定されるが、各峠とも信号機等によって停止されることがないことから、算定される旅行速度は走行速度と同じ値を取ることとなる。

3. 冬季走行速度に及ぼす影響要因について

冬季の走行速度は各種の要因によって影響を受けるが、本研究においては影響要因として天候、路面状態、平面線形を考慮した Bendiness、縦断線形を考慮した Hilliness、有効幅員及び雪提高等の6要因を取り上げて考察を行った。ここで、各要因は以下のように区分および算定された。

- (1) 天候：晴れ、曇り、小雪、雪及び吹雪の5区分。
- (2) 路面状態：乾燥、湿潤、こな雪(車両の通過で雪が舞え上がる状態)、つぶ雪(車両の通過で雪が舞え上がらない状態)、圧雪(押し固められた状態)、アイスバーン(氷下した路面)、ミラーバーン(つるつる路面)、凹凸圧雪、ブラックアイスバーン(水分の凍結による氷膜状態)及びシャーベットの10区分。
- (3) Bendiness (deg/Km)：図-1に示すように、分割区間内(区間AB)における各曲線の交角 Φ_i の和を区間距離で割った値であり、式(1)で算定することができる。

$$\text{Bendiness} = \frac{\Phi_1 + \Phi_2 + \dots + \Phi_n(\text{deg})}{\text{Distance AB(Km)}} \quad (1)$$

- (4) Hilliness(m/Km)：図-2に示すように、分割区間内の昇り方向の高低差 h_1 の和を区間距離で割った値 H_R と下り方向の高低差 h_{i+1} の和を区

$$\begin{aligned} H_R &= \frac{h_1 + h_3 + \dots + h_n(\text{deg})}{\text{Distance AB(Km)}} \\ H_F &= \frac{h_2 + h_4 + \dots + h_{n+1}(\text{deg})}{\text{Distance AB(Km)}} \\ \text{Hilliness} &= H_R + H_F \end{aligned} \quad (2)$$

Directional Travel Speed of Winter Pass Section on National Roads in Hokkaido
 by Yuzo MASUYA, Koji URATA, Tooru TAMURA and Kazuo SAITO

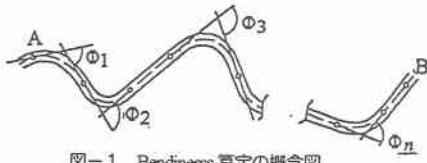


図-1 Bendiness 算定の概念図

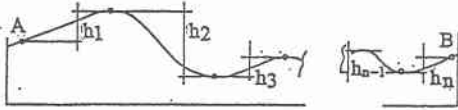


図-2 Hilliness 算定の概念図

間距離で割った値 H_p とを加えた値であり、式(2)で算定することができる。

(5) 有効幅員及び雪提高：各分割区間において方向別にそれぞれ0.1m単位で測定した値とする。

4. 方向別の平均走行速度について

各峠ごとに分割された総区間数は、前述のように180区間である。表-1及び図-3は、180全区間の昇り方向及び下り方向それぞれの平均旅行速度の差(絶対値)を取りまとめたものである。多くの区間においては、速度差5Km/h以下であるが、27区間において5Km/hを超えている。本研究においては、これらの速度差が特に高低差としての昇り方向あるいは下り方向によって影響を受けているかを考察するため、全区間より昇り方向(逆方向は下り方向)のみからなる区間を抽出した。抽出された区間数は100区間であるが、このうち22区間が速度差5Km/h以上である。図-4は、同一区間における昇り方向と下り方向の平均走行速度の関係を示したものである。100区間のうち、31区間において下り方向の平均走行速度が昇り方向より高く、最大の速度差は4.1Km/hであるが多くは2.0Km/h以下である。他の69区間においては、下り方向の平均走行速度が昇り方向より低下しており、全体的に冬季峠部における下り方向の走行速度低下の状況が窺える。なお、図中の破線は速度差5Km/hで、最大の速度差は剣北峠における12.7Km/hである。

表-2 昇り及び下り方向の走行速度の結果

方 向	下り方向	昇り方向
最小値	14(Km/h)	13(Km/h)
最大値	74.0	69.0
平均値	44.8	47.1
標準偏差	9.3	8.1

表-1 区間ごとの平均走行速度差の頻度

速度差 (Km/h)	全 区 間	昇り(下り)区 間
0~5	153	78
5~10	22	17
10以上	5	5
平均値	2.56(Km/h)	3.14(Km/h)

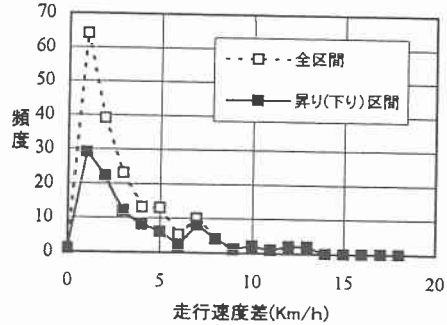


図-3 区間ごとの平均走行速度差の頻度分布

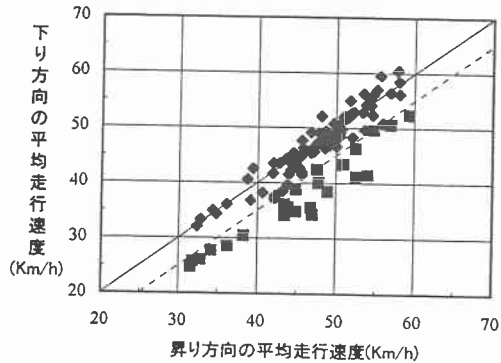


図-4 昇り方向と下り方向の平均走行速度の関係

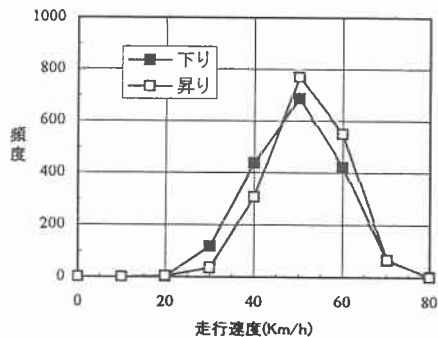


図-5 昇り及び下り方向の走行速度の頻度分布

表-2及び図-5は、分析対象とした100区間において測定された昇り及び下り方向それぞれ1734個のデータを取りまとめたものである。これらの結果からも、冬季峠部においては全体的に下り方向における速度低下が理解できよう。

5. 影響要因からみた方向別速度差について

ここでは、影響要因として取り上げた6つの要因のうち、天候、路面、Bediness及びHillinessそれぞれが昇り及び下り方向の走行速度に及ぼす影響について分析を行う。表-3及び図-6は、5区分に分けられた天候と平均走行速度の結果を取りまとめたものである。昇り、下りいずれの方向も天候の悪化とともに走行速度が低下していること、またその平均速度差が2 Km/h程度あることが窺える。しかしながら、より天候が悪化している吹雪の場合には昇り、下り方向ともに同じ程度の影響を受けている。

表-4及び図-7は、路面との関係を示したものである。路面状況の悪化とともに昇り及び下り方向いずれも走行速度が低下している。また、路面悪化とともに昇り方向と下り方向の平均走行速度の差が大きくなっていることも理解できよう。

次に、平面線形としてのBendinessとの関係を示したのが表-5及び図-8である。昇り、下り方向いずれもBendinessの増大とともに走行速度は低下しているが、特に、Bendiness 90以上の区間における走行速度の大きな低下が窺え、曲線部の交角の変化が走行速度に大きな影響を及ぼしている。

表-6 Hillinessと平均走行速度

Hilliness	10以下	10~20	20~30	30~40	40以上
昇り(Km/h)	45.6	47.6	49.0	48.0	44.6
下り(Km/h)	46.6	46.7	45.9	45.5	41.8
差(Km/h)	-0.9	0.9	3.1	2.5	2.8

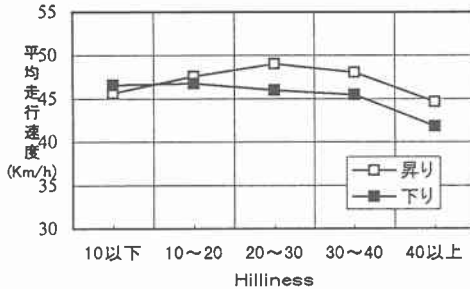


図-9 Hillinessと平均走行速度

表-3 天候区分と平均走行速度

天候区分	晴れ	曇り	小雪	雪	吹雪
昇り(Km/h)	49.4	47.0	45.9	45.9	39.8
下り(Km/h)	46.9	44.8	43.5	43.6	40.1
差(Km/h)	2.5	2.2	2.5	2.3	-0.3

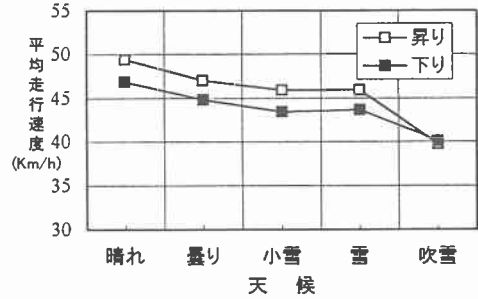


図-6 天候区分と平均走行速度

表-4 路面区分と平均走行速度

路面区分	乾燥	湿潤	圧雪	アイス
昇り(Km/h)	50.9	49.5	47.5	44.6
下り(Km/h)	50.5	47.9	44.0	41.6
差(Km/h)	0.4	1.6	3.5	3.0

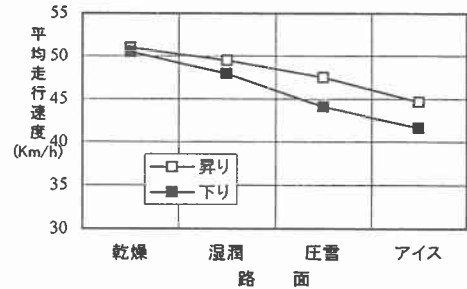


図-7 路面区分と平均走行速度

表-5 Bendinessと平均走行速度

Bendiness	0	~30	~60	~90	~120	120以上
昇り(Km/h)	49.0	49.9	48.4	47.4	41.9	39.8
下り(Km/h)	47.7	48.4	44.9	45.2	37.5	36.2
差(Km/h)	1.3	1.5	3.5	2.2	4.4	3.5

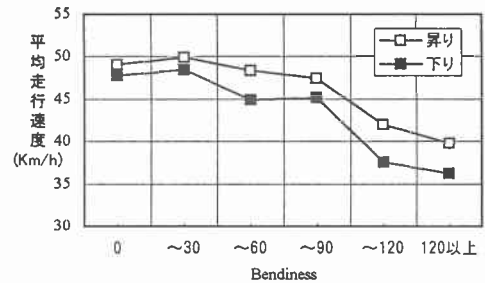


図-8 Bendinessと平均走行速度

さらに、表-8及び図-9は Hilliness との関係を示したものである。昇り方向においては、Hillinessの増大とともに多少走行速度も増大しているが、下り方向においては Hilliness10 以下に対する平均走行速度と 40 以上との値に 5.5Km/h 程度の差があるように、全体的に Hilliness の値とともに走行速度も低下している。このように、降・積雪に伴う道路条件等の悪化は方向別の走行速度にも大きな影響を及ぼしているが、その影響程度は方向別によって、特に下り方向が大きな影響を受けていることが窺える。

6. 数量化理論Ⅰ類による方向別分析

冬季峠部における昇り及び下り方向の走行速度は、降・積雪等による各種の道路・交通環境の変化によって大きな影響を受けている。そこで、各方向別の走行速度を目的変数、3. で述べた6つの要因を説明変数として、数量化理論Ⅰ類による回帰分析を行った。その結果、目的変数の平均値としての平均走行速度は、昇り、下りそれぞれ47.1Km/h、44.8Km/hであり、目的変数との重相関係数は0.5915、0.6408であった。表-7は、昇り及び下りそれぞれの方向の分析結果を取りまとめたものである。また、表-8は各項目が走行速度に及ぼす影響程度を取りまとめたものである。

各項目に対するレンジ及び偏相関係数の順位を見ると、昇り及び下り方向いずれも Bendiness が走行速度に大きな影響を及ぼしており、数量化理論の分析からも Bendiness の影響程度の大きさが窺える。しかしながら、Bendiness の増大に伴う影響程度は、下り方向においてより大きいことがレンジの値の範囲からも理解できる。このような条件の悪化に伴って下り方向の走行速度が昇り方向に比べてより大きな影響を受ける状況は、他に路面状態、Hilliness 及び有効幅員等の項目においても見られる。

一方、天候においては昇り方向のレンジの範囲が下りに比べて大きい。このことは、昇り方向の場合には天候が良いときにはある程度の走行速度を確保できるが、天候の悪化によって速度低下の影響（特に吹雪のとき）が大きいことが窺える。しかしながら、下り方向の場合は天候の状況に関わらず昇りより低い速度で走行しているため、天候による速度差が少ないためと思われる。

表-7 方向別の数量化理論Ⅰ類分析結果

項目名	カテゴリ名	昇り方向		下り方向	
		データ数	ｽﾌﾟ	データ数	ｽﾌﾟ
天候	晴れ	576	1.4709	574	0.7105
	曇り	473	-0.1097	467	-0.2383
	小雪	317	-0.0887	334	0.1648
	雪	274	-0.8443	273	-0.5950
	吹雪	88	-6.0897	78	-2.4244
路面状態	乾燥	199	2.4069	178	4.1063
	湿潤	401	1.8735	404	2.9239
	こな雪	54	-2.1356	50	-1.6053
	つぶ雪	8	1.8933	3	-0.2311
	圧雪	297	0.8089	336	-0.6931
	アイス	603	-1.8588	600	-2.3624
	ミラー	40	-1.7239	42	1.2837
	凹凸圧雪	13	-0.8095	18	-2.4993
	ブラック	26	0.2814	28	-2.8077
	シャーベット	87	-2.0375	67	-1.6599
	Bendiness	0	718	1.6759	714
0~30		275	2.4953	275	3.5039
30~60		175	1.5616	174	1.3256
60~90		185	-0.4662	185	-1.2051
90~120		113	-5.4564	113	-8.0863
120以上	262	-5.5724	265	-6.1366	
Hilliness	0~10	36	-0.6342	36	4.1413
	10~20	433	0.2737	436	1.1751
	20~30	377	1.0683	375	0.8182
	30~40	372	-0.2099	371	-0.7512
	40以上	510	-0.8242	508	-1.3574
有効幅員	4.0m以下	619	-0.1585	621	0.8271
	4.0~5.0	850	0.7399	846	0.5918
	5.0~6.0	89	1.0677	89	0.5075
	6.0m以上	170	-3.6813	170	-6.2320
雪提高	0.5m以下	141	1.3371	139	3.0786
	0.5~1.0	689	0.0482	687	0.9502
	1.0~1.5	631	-0.4368	633	-1.2429
	1.5m以上	267	0.2017	267	-1.1009

表-8 各項目のレンジと偏相関係数(上段昇り/下段下り)

項目名	レンジ	偏相関係数
天候	7.5606	2位
	3.1349	6位
路面状態	4.5425	4位
	6.9140	3位
Bendiness	8.0677	1位
	11.5902	1位
Hilliness	1.8925	5位
	5.4987	4位
有効幅員	4.7490	3位
	7.0591	2位
雪提高	1.7738	6位
	4.3216	5位

7. あとがき

以上、本研究は北海道における主要 31 峠を対象に行われた冬季走行速度調査結果を基に、峠部における昇り及び下り方向の走行速度に及ぼす影響程度について分析を行った。その結果、降・積雪に伴う道路・交通条件の悪化は昇り、下り方向いずれも大きな影響を受けているが、特に下り方向の影響程度が大きいことを明らかにすることができた。

なお、本研究の一部は平成11年度「住友海上福根川」の研究助成を受けました。記して謝意を申し上げます。

参考文献

樹谷・浦田・田村・斎藤：北海道峠部の冬季走行速度に及ぼす影響要因について、第18回交通工学研究発表会論文報告集、pp125-128、1988