

## 氷雪路面の滑りについて

伊 吹 山 四 郎\*  
越 正 毅\*\*

## 1. はしがき

従来、路面のすべり摩擦に関しては、多くの道路技術者が、各国において、様々の研究を行なっているが、ここでは、そのうち、特に氷雪路面のすべりについて述べることとする。

この氷雪路面のすべりに関しては、1946~7年に Moyer, R.A. を長とする委員会が、ミシガンおよびウィスコンシンで行なった実験報告<sup>1)</sup>があつて、この実験では、凍結、積雪路面において、車種、制動技術、タイヤチェーン、路面撒砂、荷重状態などの条件を種々変化させて、ある初速からの制動停止距離、半径約 200 ft の円周回路で維持できる最高走行速度、およびある速度まで加速するに要する時間などを測定している。

また、わが国では、日本自動車タイヤ協会が、スノータイヤ（積雪路面用として、特にタイヤのトレッドパターンを工夫したもの）について、雪上スリップテストを実施し、その報告書<sup>2)</sup>が発表されている。

さらに、日本道路公団の委託により自動車技術会が、東大生研 星 埜 和教授を委員長として、各方面よりの権威者をふくめて道路委員会を組織し、昭和 34 年度は、この問題を研究課題として取り上げた。

筆者なども、この委員会のメンバーとして参加し、委員会の実験として、1960 年 2 月に、青森県で氷雪路面のスリップ試験を行なったものである。

ここに、その試験の概要を報告<sup>3)</sup>し、前述の Moyer の試験結果も合わせて説明し、氷雪路面のスリップに関する諸現象について、述べることにする。

## 2. 筆者等が行なった氷雪路面スリップテストの概要

## (1) 試験方法

一般に、路面とタイヤとのすべりには、縦方向と横方向との 2 つの場合がある。

われわれの実験においては、縦すべり摩擦係数を求めるためには、制動をかけた車輪を牽引するさいの牽引力を、横すべり摩擦係数を求めるためには、横すべりしながら回転する車輪に、路面から加えられる横方向力を測

定する方法をとることとした。

そのため、走行中に制動をかけ、または横すべり角を与えらるゝことができるような構造を持った特殊な二輪トレーラーを製作して使用した。諸力の測定は抵抗線ひずみ計とペン書き オッシロ グラフを使用する電気的方法によつた。

## (2) 試験内容

(a) 路面は積雪、凍結アスファルト舗装、乾燥アスファルト舗装の 3 種について試験を行なった。積雪路面の雪の状態は、融雪、凍結をくり返し、暖気によつて、ザラメ状になった状態で、雪の単位体積重量は 0.5 g/cm<sup>3</sup>、雪温 0~0.3°C、気温 3~9.5°C であつた。凍結路面の氷は、アスファルト舗装面上に散水車によつて散水して凍結させたもので、舗装面は氷の膜によつて完全におおわれた状態である。試験時の気温は -1.5°C~-4.7°C であつた。

(b) タイヤサイズは 6.00-16.6 Pr の小型トラック用タイヤを使用し、タイヤのトレッドパターンは、リップ(縦溝)、ラグ(横溝)、スノーの 3 種類、タイヤ内圧は 360 psi とした。

(c) 輪重の大小が、すべり摩擦係数にかなりの影響をおよぼすことは、従来行なわれた研究によつて十分考えられることであるが、今回の試験では一輪あたり 497 kg の一種類とした。この値は供試タイヤに標準たわみを与える内圧 35 psi、輪重 480 kg の状態に近いものである。

## 3. すべり摩擦係数

以下に、筆者等が行なった上記試験と、Moyer が行なった試験との結果について述べる。

種々の条件下におけるすべり摩擦係数は、表-1 および図-1のごとくである。表-1 は、筆者等の試験結果であり、図-1 は Moyer の試験結果を示す。図-1 には横すべり摩擦係数については触れていないので、表-1 と図-1 とを縦すべり摩擦係数について、比較してみると、乾燥アスファルト、積雪、凍結各路面についてのすべり摩擦係数が、それぞれ、ほぼ似かよつた値となっていることがわかる。

## (1) すべり摩擦係数と車速との関係

図-2 および図-3 に、筆者等の試験結果を示す。図

\* 正員 建設省土木研究所道路研究室長

\*\* 正員 建設省土木研究所道路研究室

図-1 各種条件下における縦すべり摩擦係数値 (Moyer の試験結果)

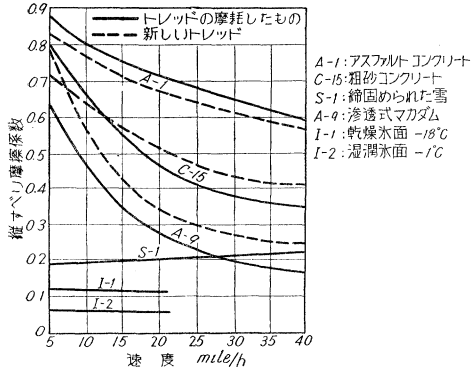


表-1 試験結果の要約値 (青森県における試験結果)

路面種別	条件	タイヤ種別	車 速 km/h			
			10	20	40	60
縦すべり摩擦係数	乾燥アスファルト ①	リ ブ		0.778	0.613	0.641
		ラ グ				
		ス ノ	0.890	0.829		
	積 雪 ②	リ ブ		0.264		
		ラ グ		0.287		
		ス ノ		0.320		
凍 結	⑤	リブ(チェーン付)		0.126	0.107	
		ラグ(チェーン付)		0.125	0.122	
	⑥	リ ブ		0.100	0.074	
		ラ グ		0.110	0.108	
		ス ノ		0.095	0.093	
	横すべり摩擦係数	乾燥アスファルト ①	リ ブ		0.735	0.731
ラ グ				0.768	0.789	0.757
ス ノ				0.714	0.694	0.702
積 雪 ②		リ ブ		0.321		
		ラ グ		0.235		
		ス ノ		0.257		
凍 結	⑤	リブ(チェーン付)		0.211	0.175	
		ラグ(チェーン付)		0.148	0.122	
	⑥	リ ブ		0.114	0.119	
		ラ グ		0.090	0.090	
		ス ノ		0.125	0.121	

注 1. 条件の内容は次のとおり。

- ① 乾燥アスファルト路面
- ② 積雪路面 (ザラメ状, 密度 0.5 g/cm<sup>3</sup>, 雪温 0~0.3°C, 気温 3~9.5°C)
- ③ 凍結アスファルト路面上に新雪 5 cm (気温 -3~-1°C, タイヤチェーン付)
- ④ " " ( " タイヤチェーンなし)
- ⑤ 凍結アスファルト路面(気温-4.7~-1.5°C, タイヤチェーン付)
- ⑥ " " ( " タイヤチェーンなし)

注 2. 本表には条件 ③, ④ のデータを省略したが, 図-2,3 にはこれらを含めてあげておいた。

—1,2,3 から, 一般的に車速の増加とともに, 2,3 の例外を除き摩擦係数は減少する傾向が見られ, ことに横すべりより縦すべりの場合に顕著である。

(2) タイヤチェーンの効果

表-1 から, タイヤチェーンを取りつけた場合の摩擦係数増加率を求めたのが図-4である。全体的傾向と

図-2 縦すべり摩擦係数と車速との関係

試験条件

- ① 乾燥アスファルト路面
- ② 積雪路面 (ザラメ状, 密度 0.5~1.2 g/cm<sup>3</sup>, 雪温 0~0.3°C, 気温 3~9.5°C)
- ③ 凍結アスファルト路面上に新雪 5 cm (気温 -3~-1°C, タイヤチェーン付)
- ④ " " ( " タイヤチェーンなし)
- ⑤ 凍結アスファルト路面(気温-4.7~-1.5°C, タイヤチェーン付)
- ⑥ " " ( " タイヤチェーンなし)

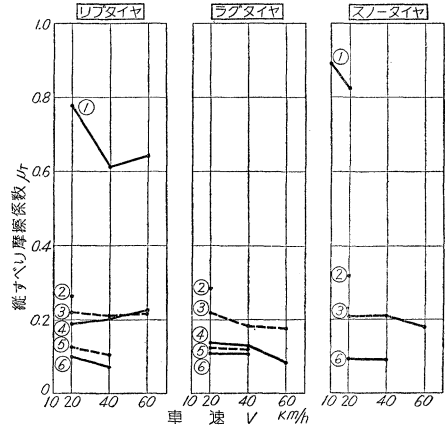
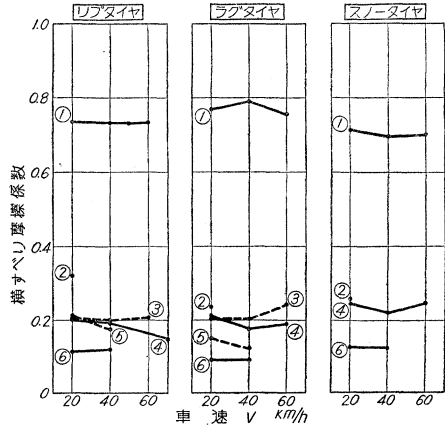


図-3 横すべり摩擦係数と車速との関係

試験条件

- ① 乾燥アスファルト路面
- ② 積雪路面 (ザラメ状, 密度 0.5~1.2 g/cm<sup>3</sup>, 雪温 0~0.3°C, 気温 3~9.5°C)
- ③ 凍結アスファルト路面上に新雪 5 cm (気温 -3~-1°C, タイヤチェーン付)
- ④ " " ( " タイヤチェーンなし)
- ⑤ 凍結アスファルト路面(気温-4.7~-1.5°C, タイヤチェーン付)
- ⑥ " " ( " タイヤチェーンなし)



して, タイヤチェーンの効果は縦すべりより横すべり(特に低速)に対して大きいと考えられる。Moyer の試験結果を示す図-5,6 では, タイヤチェーンを使用しない場合, 平滑水面上の制動距離は, 乾燥コンクリート路面の約 10 倍, 締め固められた雪面上では同じく 3~5 倍程度であるのに対して, タイヤチェーンを取り



