

テールランプ類の吹雪時視認距離と安全速度

Visual Range of Tail and Stop Lights, and Safty Driving Speed
in Blowing Snow福沢 義文* 竹内 政夫** 石本 敬志***
磯部 圭吾**** 野原他喜男*****Yoshifumi FUKUZAWA, Masao TAKEUCHI, Keishi ISHIMOTO
Keigo ISOBE and Takio NOHARA

吹雪時の自動車のテールランプ類視認距離が、日中と夜間でどのような違いになるのか比較検討を行った。この結果を踏まえて、夜間に結氷路面を走行する場合の吹雪強さ（視程）と安全速度の関係を求めた。

テールランプ視認距離の観測によると、視程100mの吹雪でのテールランプ夜間視認距離は約60mと短かい上に、視程70m以下の強い吹雪になるほど視認性が目だって悪化する傾向を示すことがわかった。一方、ブレーキランプの日中視認距離は、夜間のテールランプ視認距離からみるとかなり視認性が悪く、視程60m以下の吹雪になると、実際には視認距離0mとほぼ同じ状態になる結果を得た。

また、スタッドレスタイヤを装着した小型車が結氷路面を走行する場合、視程105～160mの吹雪の中をほぼ安全に走行できると考えられる速度は約40km/h以下であることがわかった。そして、強い吹雪時には日中、夜間の区別なく、ほとんど車が安全速度を上まわり危険な走行実態であることが明らかになった。

《吹雪；道路交通；視認距離；安全速度》

The visible range of tail and stop lights in blowing snow was observed and differences between daytime and night were analyzed. A safe driving speed of vehicles on icy roads was derived from the visibility in blowing snow.

The actual visible range of tail lights is 60 m in 100 m visibility and deteriorates substantially below 70 m visibility. The actual visible range of stop lights at night is longer than that of tail lights in daytime and almost zero below 60 m visibility.

Safe driving speeds of vehicles with studless tires are less than 40 km/h on icy roads with 100—160 m visibility. It was observed that many vehicles on highways drive faster than the safe driving speeds in severe storms with blowing snow both during the day and night.

Keywords : blowing snow, highway traffic, visible range of tail and stop lights, safe driving speeds in blowing snow.

*防災雪氷研究室主任研究員 **同室長 ***同室副室長 ****同室員 ***** 維持管理研究室主任研究員

はじめに

吹雪の中で発生する追突事故などは、視程障害が大きな誘因となることが多い。

冬道を走行するほとんどのドライバーは、正確な吹雪強さや安全速度情報などが得たいこともあって、視程約120 m以下の強い吹雪になるほど、視程を上まわる制動停止距離の速度で走行していることが調査結果でも明らかにされている（福沢ほか，1986）。

自動車のテールランプ類は自車の存在を後続車に知らせ、事故防止を主な目的として装備されているものであるが、特に夜間吹雪の中を走行する場合、このテールランプの明るさが唯一の危険防止の視標となるだけに、吹雪強さ（視程）と視認距離の関係は重要になる。しかし、人間の目は明るい所で物は見やすく、暗い所では見づらいが、一方では、暗い場所に慣れると（暗順応）網膜の感光度が約20,000倍に上昇するなどの特性があることから（宇留野，1972），吹雪時のテールランプ類視認距離が日中と夜間でどのような違いになるのか比較検討を行った。そして、この結果に基づいて小型車の制動停止距離から、結氷路面における吹雪強さ（視程）と安全速度の関係を検討した。

1. 観測方法

(1) テールランプ類の視認距離の観測

吹雪時のテールランプ類視認距離を観測するために、写真-1のようにテールランプを20m間隔で雪面上約1.30 mの高さに8個取り付け、12v バッテリーで点灯した。観

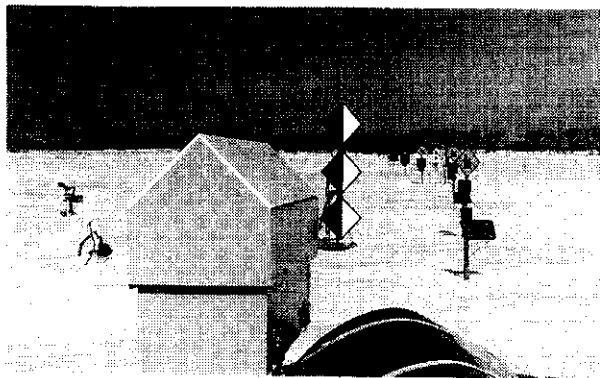


写真-1 テールランプ類の設置状況

表-1 視認距離観測に使用したテールランプ類の規格

テールライトの大きさ	110×300 mm
ランプの個数	2個(12V-23/8W)
自動車の種類	普通乗用車1,500cc

測に使用したテールランプは、乗用車の平均的な大きさと考えられる表-1に示す規格（T社）のものを使用した。これをビデオカメラで録画すると並行して、目視によってもたびたび観測を行い、録画状態を確認した。

(2) 吹雪強さ（視程）の観測

吹雪による視程変動の測定には、視程観測の標準計である光減衰式視程計を用いて（竹内ほか，1975），写真-2

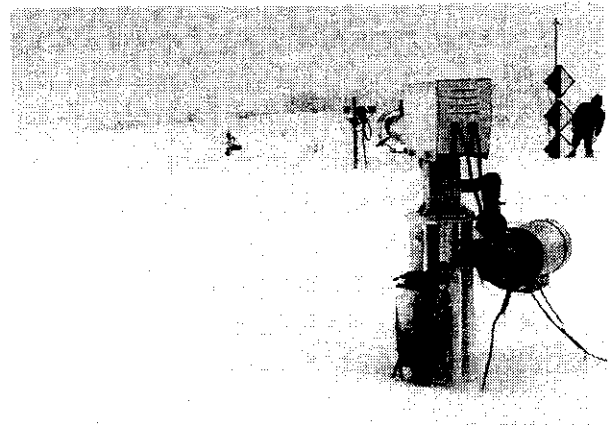


写真-2 光減衰式視程計の設置状況

のようにテールランプと同じ高さに設置して観測を行った。光の透過率から視程への換算は竹内（1980）の方法によった。すなわち、透過率 T と投受光部との距離 L から視程は次式で得られる。

$$V = \frac{L}{\log e \frac{1}{T}} \log e \frac{1}{\epsilon} \dots \dots (1)$$

V ：視程（m）

T ：光の透過率

L ：投受光間隔（m）

ϵ ：人間の目の明暗対照臨界値（0.05）

投受光間隔 L は目的によって選ばれるが、交通の流れが強く影響を受け始める視程300m以下を精度よく測定するために投受光間隔を30mとした。そして、光減衰式視程計出力をビデオカセットレコーダの音声部に入力し、ビデオ画像と視程データの同時記録を行った。

2. 吹雪時のテールライト類視認距離の比較

ドライバーの目も周りの明暗の程度に応じて視認性や感光度が大きく変化するので、実際の道路交通においては日中、薄暮、夜間の順に交通事故の発生率ははっきりした差がでていることが知られている（宇留野，1972）。このことは自車の存在を後続車に知らせ、事故防止を主な目的として装備されているテールランプ類の視認性についても差があるものと考えられることから、吹雪強さ

(視程)とテールランプ類視認距離の観測を夜間と日中に行った。その結果を図-1に示す。図-1に示す曲線Ⅰの関係は、夜間におけるテールランプ視認距離の関係を示している。これからわかるように、視程100mの吹雪ではテールランプ視認距離は約60mと短かく、かなり視認性が悪い。さらに、目の近くの雪の影響を特に強く受けるようになるためと考えられ(竹内, 1980), 吹雪が強くなるほど視認距離が目だって悪化する傾向を示している。

ブレーキランプの明るさはテールランプに比べて5~6倍照度が高いにもかかわらず(堀内, 1985), 視程が100m以上のそれほど強いと思われない吹雪の中であっても、テールランプとの照度差の識別や赤色の感知が十分得られず、ランプの存在だけが視認できるようになる。また、図-1のⅡの曲線関係から、視程60m以上の強い吹雪になるとブレーキランプ視認距離は10m以下となるが、実際にはホワイトアウトになり視認距離が0mとほぼ同様の

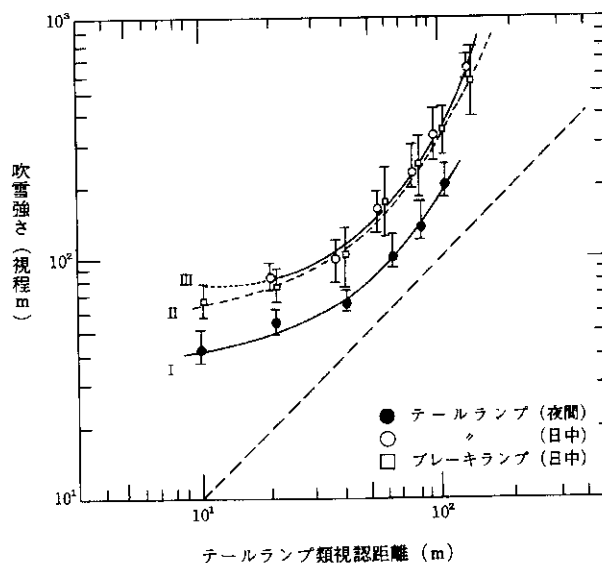


図-1 吹雪強さ(視程)とテールランプ類視認距離の比較

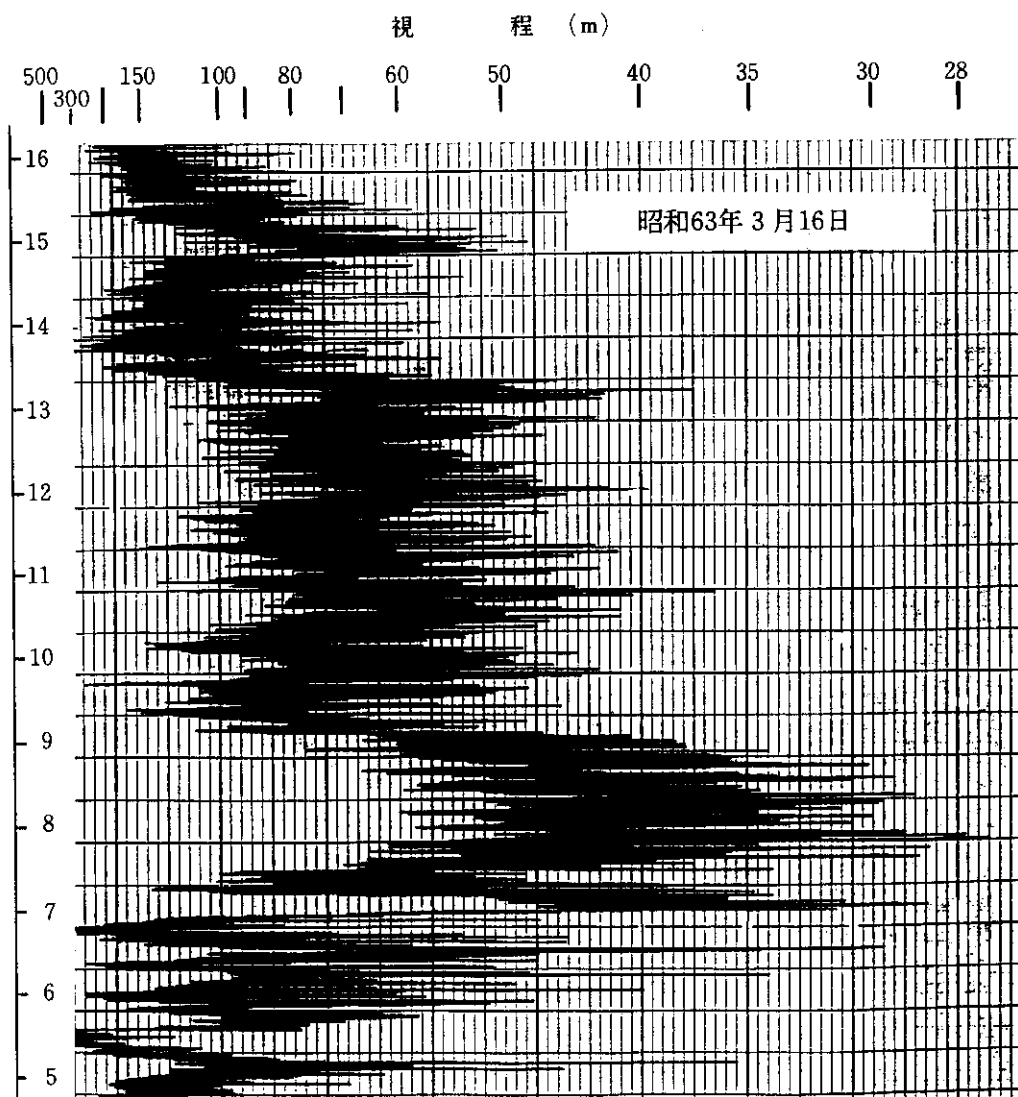


図-2 一般国道230号中山峠で強い吹雪が発生したときの視程変動の記録

状態になるものと考えられる。

図-2に示した視程変動の記録は、一般国道230号中山峠で強い吹雪が発生したときの記録の一例である。このときは通行止めにいたらなかったが、視程60m以下の強い吹雪が断続的に6時間あまり継続している。この程度の強さの吹雪は峠、山間部道路で比較的発生しやすいことなどを考え合わせると、日中の場合、強い吹雪の中でのブレーキランプは事故防止を目的とする視標としては、必ずしも十分でないといえる。

3. 吹雪時における安全速度の検討

視程が悪いときの安全速度は、急停止してもそのときの視程より短い制動停止距離で止まることのできる速度である。一般国道40号（稚内）で行った吹雪視程と車の平均速度の観測によると、日中においては視程100m以下の吹雪で、ほとんどの車がスノータイヤやチェーンを装着した場合の制動停止距離（空走距離を含む）を基準にした安全速度を越えて走行しているのが明らかになっている。夜間においても、ドライバーはライトの飛雪からの反射により目が眩むなど、視程障害の影響を特に強く受けるため、危険な走行状態であると考えられる。夜は飛雪や雪堤により白色の中で前方車の存在を確認できるのは、テールランプ類の明るさが唯一の視標になると考えられる。そこで、吹雪時のテールランプ視認距離を考慮し、結氷路面での制動停止距離から夜間における吹雪強さ（視程）に対応した安全速度を検討する。

(1) 走行速度と制動停止距離

冬期路面状況の違いによるタイヤの種類別制動停止距

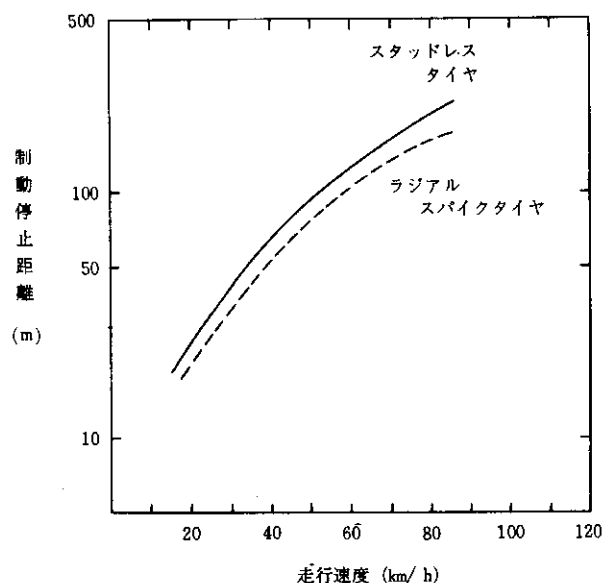


図-3 凍結路面における走行速度と制動停止距離（空走距離を含む）の関係

離は、土木試験所道路研究室が実際に共用中の道路で行った試験結果を使用した（蛸川，1987）。しかし、安全速度を考えるにはタイヤがロックされ、停止するまでの距離に反応時間を考慮した空走距離を加えた制動停止距離を考える必要がある（道路協会，1983）。

図-3に、スタッドレスタイヤとスパイクタイヤをそれぞれに装着した小型車が、結氷路面を走行した場合の速度と制動停止距離（以下制動停止距離は空走距離を加えた距離のことをいう）の関係を示した。速度40km/hで比べるとスタッドレスタイヤの場合は、スパイクタイヤのときよりも約19%制動停止距離が長く65mとなる。夜間吹雪の中を安全に走行するには、図の関係で示された制動停止距離に相当する前方車のテールランプ類視認距離が必要である。

(2) 吹雪強さ（視程）と安全速度

吹雪の中でテールライト視認距離を考慮し、結氷路面における制動停止距離を基準に考えた吹雪強さと夜間の安全速度との関係を、スタッドレスタイヤとスパイクタイヤを装着した場合について図-4に示した。さらに、同図には峠や山間部での下り勾配における安全走行が問題になると考えられることから、次式（日本自動車タイヤ協会，1986）で計算した制動停止距離から、下り勾配での夜間における吹雪強さと安全速度の関係を示した。この場合も、テールランプ視認距離を考慮した。

$$L = \frac{V^2}{2g \cos \theta (\mu - \tan \theta)}$$

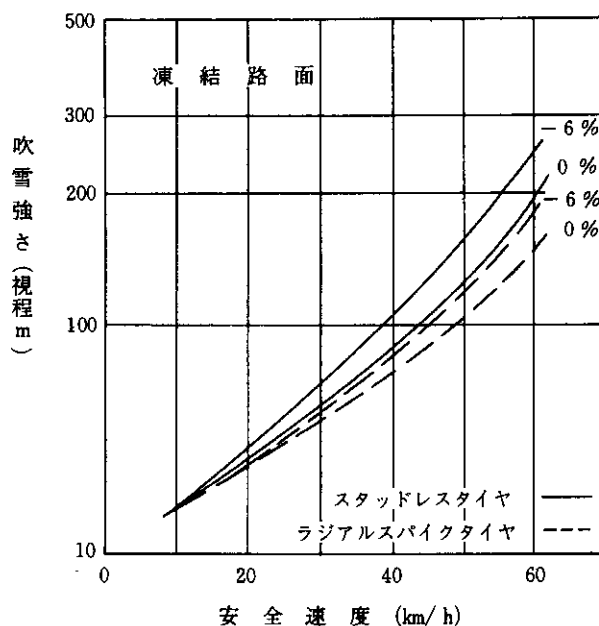


図-4 凍結路面を小型車で走行した場合の夜間における吹雪強さとテールランプの視認距離をもとに求めた安全速度の関係

表-2 夜間の安全速度を10km/h間隔で変化させた場合に対応する吹雪強さ(視程)との関係を静止視力をもとに試算したものである。

(()内は日中の場合を示す)

タイヤの種類	安全速度 (km/h)	吹雪強さ(視程(m))	
		平坦路	-6%勾配
スタッドレスタイヤ	60 以下	250 (169)	420 (212)
	50 "	160 (129)	230 (152)
	40 "	105 (93)	140 (113)
	30 "	73 (63)	90 (74)
	20 "	53 (38)	58 (44)
ラジアルスパイクタイヤ	60 以下	180 (147)	230 (157)
	50 "	120 (113)	145 (120)
	40 "	87 (82)	97 (88)
	30 "	64 (55)	68 (60)
	20 "	49 (34)	52 (36)

凍結路面

L : 制動停止距離 (m)

V : 速度 (m/sec)

g : 重力加速度 (9.8 m/s²)

μ : 路面/タイヤ摩擦係数

θ : 勾配 (deg)

北海道の国道で、標高の高い山間部道路の平均勾配が大きい箇所では5.0~6.0%であることを考えると、図の-6%勾配の吹雪強さ(視程)と安全速度の関係で、全道の山間部道路をほぼカバーできるものと思われる。

また、実際の現場で速度規制などに利用しやすいように、吹雪強さに対応した安全速度を10km/h間隔で変化できるように表-2にまとめた。スタッドレスタイヤを装着

した小型車が、夜間結氷路面の平坦路を走行する場合、視程105~160m(スパイクタイヤの場合90~125m)の吹雪の中をほぼ安全に走行できると考えられる速度は40km/h以下であることを示している。さらに、同表には日中における安全速度の関係を示した。

実際の道路における吹雪時交通流の実態を見るのに、今回明らかにしたスタッドレスタイヤを装着した場合の安全速度を、視程と車の平均速度(一般国道40号(稚内))の観測結果に、日中、夜間ごとにそれぞれ比較したのが図-5である。夜間は視程110m(日中は視程150m)以下の吹雪になると、ほとんどの車が安全速度を越えて走行するようになり、吹雪が強くなるほど安全速度を大きく上まわって走行している。平坦路でこのようであるから、下り勾配の道路では加速されやすく、さらに大きく安全速度を越えて走行しているものと考えられる。

まとめ

吹雪時のテールランプ類視認距離の関係について、日中と夜間別に比較検討を行った上、この結果を考慮し、結氷路面における制動停止距離から、夜間における吹雪強さ(視程)と安全速度の関係を求めたが、要約すると以下ようになる。

(1) 視程100mの吹雪の中では、夜間のテールランプ視認距離が約60mと短くなり視認性が悪い。その上、目の近くの雪の影響を強く受けるため、吹雪が強くなるほど視認距離が目だって悪化する傾向を示すことがわかった。

(2) 日中において、強い吹雪時のブレーキランプは事故防止を目的とする視標としては、必ずしも十分もいえ

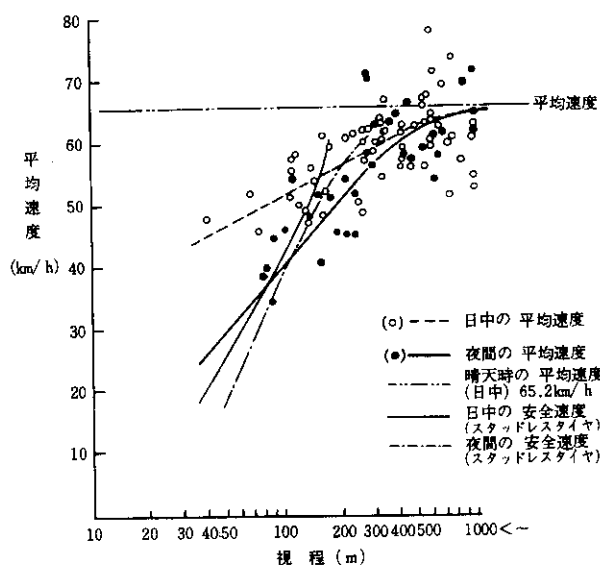


図-5 吹雪時の視程と車の平均速度 (一般国道40号稚内)

ない。

(3) 吹雪時のテールランプ視認距離を考慮し、結氷路面での制動停止距離から、図-4 に夜間における吹雪強さ（視程）に対応した安全速度の関係を求めた。

(4) スタッドレスタイヤを装着した小型車が夜間結氷路面を走行する場合、視程105～160m（スパイクタイヤの場合は87～120m）の吹雪の中を、ほぼ安全に走行できると考えられる速度は約40km/h 以下である。

(5) 実際の道路で、強い吹雪時には日中、夜間にかかわらず、ほとんどの車が安全速度を上まわって走行する実態が明らかになった。

あとがき

吹雪強さ（視程）と安全速度の関係を検討したが、タイヤの摩耗程度の違いや急激な気温上昇によるすべり摩擦係数の変化の問題、さらに、ドライバーの運転技術や車の装備状態の違いによる問題などがあって、今回明らかにした安全速度以下で走行すると、すべての車が必ず安全であるということにはならないと思われる。しかしながら、われわれは、より現実に近い夜間における吹雪強さ（視程）と安全速度の関係を示すことができたと考えている。

また、実際の道路において強い吹雪になると、日中、夜間にかかわらずほとんどの車が安全速度を越えて走行する実態が明らかになり、路側通信システムなどをとらして吹雪強さに対応した安全速度をドライバーへ知ら

せることが大切になろう。

本報文をまとめるにあたって、結氷路面におけるタイヤの種類別制動停止距離の試験データを提供していただいたほか、いろいろと御助言をいただいた交通研究室副室長門山保彦氏および同研究室員蟠川浩一氏に対し、深く謝意を表する。

参 考 文 献

- 1) 福沢義文、竹内政夫、石本敬志、野原他喜男：吹雪観測と交通管理への利用——一般国道40号稚内～豊富一，土木試験所月報 No. 395, 2～16, 1986.
- 2) 宇留野藤男：交通心理学，技術書院，40，1972.
- 3) 竹内政夫、福沢義文：光減衰式視程計による吹雪の観測，土木試験所月報 No. 266, 10～16, 1975.
- 4) 竹内政夫：吹雪時の視程に関する研究，土木試験所報告，第74号，1～31，1980.
- 5) 堀内 数：吹雪，地吹雪時の自動車の尾燈類の視認性，高速道路と自動車，No. 28, 19～26, 1985.
- 6) 蟠川浩一，萩野治雄，大塚民雄，門山保彦：冬用タイヤの制動および発進性能，土木試験所月報 No. 398, 1～7, 1987.
- 7) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用，254～255，1983.
- 8) 日本自動車タイヤ協会：スタッドレスタイヤ試験結果報告書，20，1986.