

改良スパイクタイヤの氷上すべり性能

Skid Performance of Modified Studded Tires on the Glare Ice

久保 宏* 門山保彦** 佐々木泰比古***

道路舗装の摩耗問題は、舗装にあまり害を与えないスパイクタイヤの改良の面からも、検討を加えていかなければならない。その場合、舗装の損傷を小さくするスパイクピンは、最も厳しい路面条件である氷上でのすべり性能の低下をもたらす危険性がある。

小型化したスパイクピンを用いたスパイクタイヤによって氷上でのすべり性能を調査し、スパイク数、タイヤ面からの突出量、フランジ径との関連性をここでは検討したものである。

《スパイクタイヤ；氷上；すべり試験》

まえがき

わが国のスパイクタイヤによる舗装の摩耗問題は、補修費用の増加という道路管理上のことから現在では都市内の粉塵と騒音発生で代表される環境問題にまで発展し、早急に解決しなければならない研究課題である。これに対する解決策としては、舗装を強くする改良のほかにも舗装をあまり損傷させないようなスパイクピンの改善に関する検討が必要がある。しかし、前者の舗装摩耗をできるだけ軽減する耐摩耗混合物の研究は北海道においては昭和29年頃から行われ、世界各国の場合に比較して砂や碎石などの骨材の品質が悪いにもかかわらず、最も摩耗しにくい混合物と称せられるまでになっている²⁾。したがって、舗装をあまり摩耗させないタイヤとスパイクピンの開発研究のために、スパイクピン数の減少、ピンの小型化と舗装の摩耗との関連性が検討される³⁾が、その場合、スパイクピンの軽量化と一般に二律背反関係にある氷上でのすべり性能についても十分に検討しておかなければならない。

冬期間の道路路面状態には、新雪、こな雪、つぶ雪、圧雪、氷盤、氷膜、水べた雪の7種類がある⁴⁾が、自動車用タイヤにとって最も厳しい路面条件である氷盤上ですべり試験を行ってその性能を検討するのが一般的である。また、氷上でのすべり性能試験には制動試験、加速試験、旋回試験などがあるが、このうち、制動試験が比較的簡単でしかもタイヤのすべり性能を最もよく評価できる方法である。

本報文は、スパイクタイヤにおけるピン数とそのタイヤ面からの突出量ならびにフランジ径を減少させて、舗装の摩耗量を減じた場合の氷上でのすべり性能を実測し、スパイクピンの改良との関係を検討したものである。

1. 苫小牧市白鳥湖での氷上すべり試験

昭和58年2月、苫小牧市白鳥湖において改良スパイクタイヤの氷上すべり性能試験を標準スパイクタイヤとの比較で実施した。

(1) 氷上すべり試験

改良スパイクタイヤによる氷上でのすべり摩擦係数の測定には、当所が所有している道路すべり試験車を用いた。測定方法は、このすべり試験車を一定速度で走行させながら走行輪とは別に取り付けられている試験輪(写真-1)に、350 kgの輪荷重とその回転を停止させるだけの制動をかけ、そのときにタイヤと路面に生ずる抵抗力と試験輪にかかっている輪荷重を測定するもので、すべり摩擦係数はこの摩擦抵抗力を輪荷重で除して求める。

氷上すべり試験に用いたタイヤは、北海道内で最も多く使用されているA社製の乗用車用バイアススノータイヤ6.45-13ならびにB社製の標準的スパイクピンを80本打込んだもの、さらに、この標準スパイクピンのフランジ径を10 mmから8 mmに、ピンの高さを15 mmから14.5 mmにしてピン先端とタイヤ面の距離、すなわち突出量を1.5 mmから1.0 mmに改良を加えた小型ピンを80本打込んだものの、計3種類である。試験輪の完全制動時の走行速度は、氷上であることを考慮して

*舗装研究室長 **道路研究室主任研究員 ***道路研究室員



写真—1 道路すべり試験車の試験輪

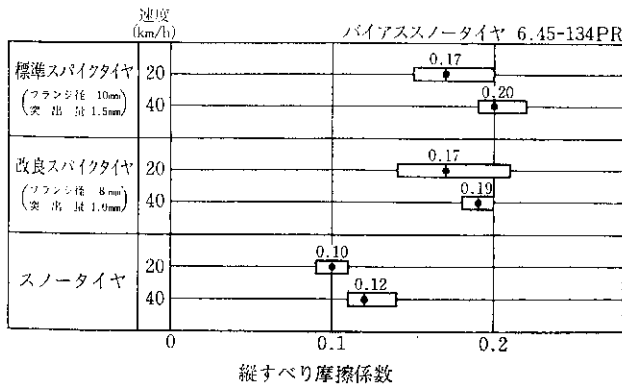


写真—2 標準スパイクタイヤの氷上ひっかき痕

表—1 白鳥湖での氷上すべり摩擦係数

	制動速度 (km/h)	測定 個数	縦すべり摩擦係数	
			範囲	平均値
標準スパイクタイヤ (フランジ径 10mm 突出量 1.5mm)	20	5	0.15~ 0.20	0.17
	40	5	0.19~ 0.22	0.20
改良スパイクタイヤ (フランジ径 8mm 突出量 1.0mm)	20	5	0.14~ 0.21	0.17
	40	3	0.18~ 0.20	0.19
スノータイヤ	20	5	0.09~ 0.11	0.10
	40	3	0.11~ 0.14	0.12

試験用タイヤはバイアススノータイヤ 6.45-13.



図—1 白鳥湖での氷上すべり摩擦係数



写真—3 改良スパイクタイヤの氷上ひっかき痕

20 km/h と 40 km/h の 2 種類とした。試験輪にかけた荷重は、乗用車の輪荷重を想定して 350 kg とし、タイヤ空気圧を 1.7 kgf/cm² とした。すべり試験を行った気温と氷面の温度は、それぞれ -1.6~-3.4°C と -0.2~-3.0°C の範囲であり、氷の硬度は木下式硬度計で測定し、その値は 170~255 kgf/cm² の範囲であった。

(2) 試験結果と考察

昭和 58 年 2 月 23 日、苫小牧市白鳥湖の氷上で実施した標準スパイクタイヤ、改良スパイクタイヤならびにスノータイヤについてのすべり摩擦係数は、表-1 に示すような値が得られた。これらの縦すべり摩擦係数をタイヤ種別ごとに図示すると、図-1 のようになる。この図から、小型化したピンを打込んだ改良スパイクタイヤの氷上でのすべり摩擦係数は、乗用車の標準的なスパイクタイヤの場合のものとはほぼ同じ値を示すことがわかった。しかし、上記のスパイクタイヤからすべてスパイクピンを抜いたバイアススノータイヤのすべり摩擦係数は 0.12 程度であり、スパイクタイヤの場合より約 40% 低下することも示された。したがって、スパイクピンのフランジ径を 2 mm 小さくし、ピンの長さを 0.5 mm 短かくしてその突出量を 1.0 mm にしても氷上でのすべり性能にはほとんど関係がないことが判明した。写真-2, 3 は、そ

れぞれ標準および改良スパイクタイヤによる氷上ひっかかり痕を示す。

2. 別海町試験走行路での氷上すべり試験

昭和 58 年 2 月 13 日~14 日、野付群別海町西春別の試験走行路においてスパイクタイヤのピン数、突出量、フランジ径を表-2 のように変えて氷上での制動試験、加速試験、旋回試験を日本自動車タイヤ協会が中心となって実施した。

(1) 氷上すべり試験

試験に用いた標準スパイクタイヤは、ラジアルスノータイヤ 165 SR 13 にピンタイプ、フランジ径 10 mm、突出量 1.5 mm のスパイクピンをタイヤ、接地面の両端に 4 列にわたって 122 本打込んだものである。改良スパイクタイヤは、標準スパイクタイヤにそのスパイクピン数を 25% 増加させた 152 本と 36% 減少させた 78 本、突出量を 0.5 mm 大きくした 2.0 mm のもの、ピンのフランジ径を標準のものから 2 mm 減少させて 8 mm の組み合わせ、計 4 種類のスパイクピンとした。

スパイクタイヤによる氷盤上でのすべり性能は、制動初速度を 40 km/h としたときの制動停止距離を測定する制動試験、初速 0 から 30 m 区間を走行するのに要する

表-2 改良スパイクタイヤのピン数と寸法

	① 標準 スパイクタイヤ	② 改良 スパイクタイヤ	③ 改良 スパイクタイヤ	④ 改良 スパイクタイヤ
ピン数 (本)	122	152	122	78
突出量 (mm)	1.5	2.0	1.5	1.5
フランジ径 (mm)	10	10	8	8

表-3 改良スパイクタイヤの氷上すべり性能 (実測値)

	① 標準スパイク F10×122×1.5	② 改良スパイク F10×152×2.0	③ 改良スパイク F8×122×1.5	④ 改良スパイク F8×78×1.5
制動試験 (%)	100	90	102	116
制動停止距離 (m)	41.3	37.1	42.1	47.9
加速試験 (%)	100	93	99	102
0~30 m の走行時間 (秒)	7.4	6.9	7.3	7.5
旋回試験 (%)	100	95	98	104
直径 60m の半周時間 (秒)	12.8	12.2	12.5	13.3

上段の数字は、標準スパイクを 100 としたときの氷上すべり性能比率を示す。タイヤはラジアルスパイクタイヤ 165SR13。

時間を測定する加速試験ならびに直径 60 m の半周走行に要する時間を測定する旋回試験によって評価した。試験車は後輪駆動型の日産ブルーバード 1600 乗用車で、4 輪に試験用スパイクタイヤを装着したものである。なお、試験時での氷盤の温度は -7~-9°C の範囲であった。

(2) 試験結果と考察

標準スパイクピンと 3 種の改良スパイクピンを用いたスパイクタイヤの氷盤上における制動試験、加速試験、旋回試験の結果は、表-3 および 図-2 に示すとおりである。この場合の各試験の回数は、各スパイクピンに対してそれぞれ 5 回である。

図-2 からスパイクピン数と突出量がスパイクタイヤの氷上すべり性能にある程度影響し、フランジ径にはまったく関係がないことがわかる。また、スパイクピン数と突出量の増減による氷上すべり性能は、制動試験によって最もその差が顕著となり、加速試験と旋回試験ではほぼ同様の傾向を示すこともわかる。したがって、スパイクタイヤによる氷上すべり性能を評価する場合は、最

も厳しい試験である制動停止距離の測定試験を行って、他の試験を省略することも考えられる。

表-3 と 図-2 で示す標準および改良スパイクタイヤの氷上すべり性能に関して、制動・加速・旋回の各試験の評価を等しく考えると、表-3 に示す資料からスパイクタイヤの氷上すべり性能、スパイクピンのフランジ径、ピン数、突出量の間には次のような関係式が成立する。

$$R = 222.812 \frac{\phi^{-0.0154}}{N^{0.162} \cdot T^{0.142}} \dots\dots\dots (1)$$

ここに

- R: 標準スパイクタイヤを 100 としたときの氷上すべり性能比率 (%)
- ϕ : スパイクピンのフランジ径 (mm)
- N: スパイクピン数 (本)
- T: ピン先端のタイヤ面からの突出量 (mm)

スパイクピンのフランジ径を 10 mm から 8 mm に小型化したときのスパイクタイヤの氷上すべり性能は、(1) 式においてスパイクピン数 122 本、突出量 1.5 mm の場合で 0.3% 低下と小さいので、これを無視すると (1) 式は次のような関係式となる。

$$R = \frac{225.974}{N^{0.158} \cdot T^{0.139}} \dots\dots\dots (2)$$

スパイクピン数 122 本、その突出量 1.5 mm のスパイクタイヤを基準に考え、スパイクピン数 60~160 本、突出量 0.5~2.0 mm と氷上でのすべり性能低下率の関係を (2) 式から求めると表-4 ならびに 図-3 のようになる。

この図からスパイクピン本数を減少させると、氷上でのスパイクタイヤのすべり性能はその数にほぼ比例して低下するが、ラジアルスパイクタイヤにおいては、ピン数が 100 本以下になるとその性能がより大きく低下する

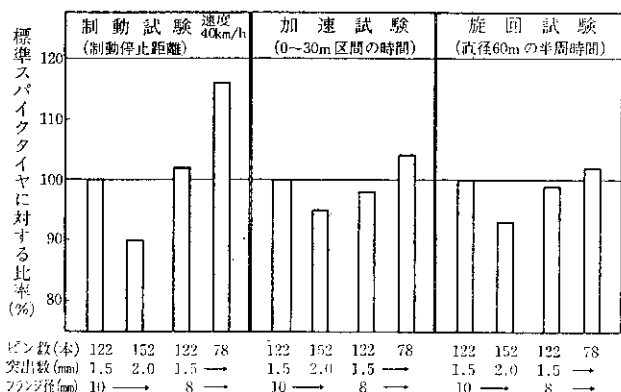


図-2 改良スパイクタイヤの氷上すべり試験 (実測値)

表-4 改良スパイクピンの氷上すべり性能低下 (理論値)

ピン本数 突出量 (mm)	改良スパイクピンの氷上すべり性能低下率 (%)										
	100	150	140	130	120	110	100	90	80	70	60
2.0	7.8	6.8	5.8	4.7	3.5	2.2	0.7	-1.0	-2.9	-5.1	-7.6
1.5	4.0	3.1	2.0	0.8	-0.4	-1.8	-3.3	-5.1	-7.1	-9.3	-12.0
1.2	1.0	0	-1.1	-2.3	-3.6	-5.0	-6.6	-8.4	-10.4	-12.8	-15.5
1.0	-1.5	-2.6	-3.7	-4.9	-6.2	-7.7	-9.3	-11.2	-13.2	-15.7	-18.5
0.8	-4.7	-5.8	-6.9	-8.2	-9.6	-11.1	-12.8	-14.7	-16.8	-19.3	-22.2
0.5	-11.8	-12.9	-14.1	-15.5	-17.0	-18.6	-20.4	-22.4	-24.7	-27.3	-30.5

*: スパイクピン数 122 本、突出量 1.5mm のスパイクタイヤの性能との比率差

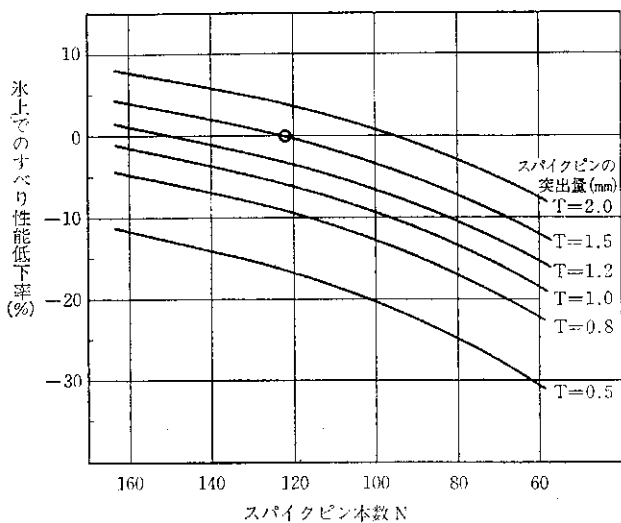


図-3 スパイクピン本数、突出量と氷上でのすべり性能低下率の関係

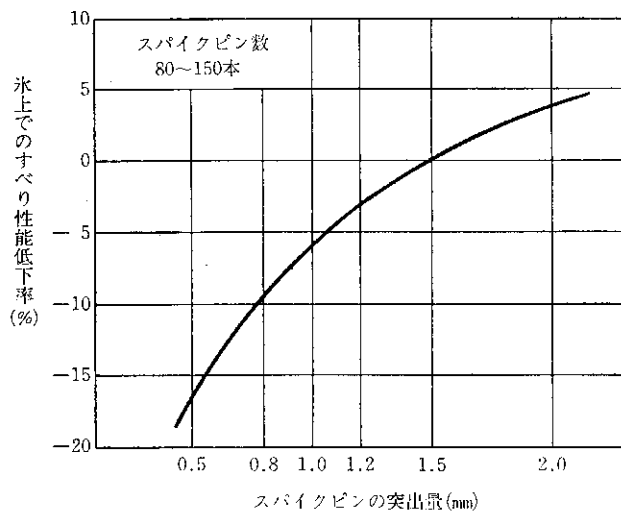


図-4 スパイクピンの突出量と氷上すべり性能低下率の関係

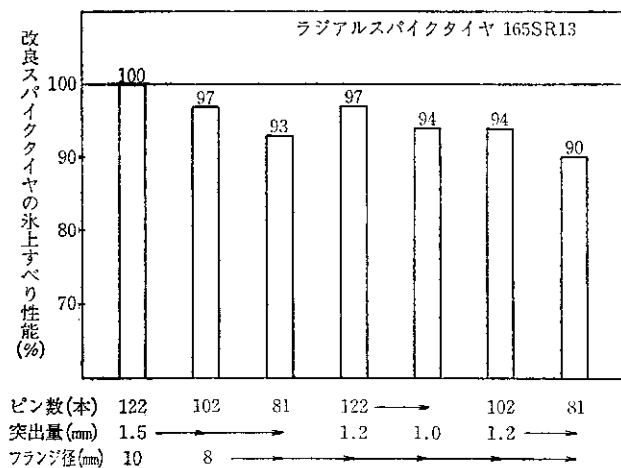


図-5 改良スパイクタイヤの氷上すべり性能 (理論値)

ことがわかる。また、スパイクタイヤのピン数が80~150本の範囲において、ピンの突出量と氷上でのすべり性能低下率の関係は(2)式から図-4のようになる。この図から1.5mmのピン突出量のスパイクタイヤを基準に考えると、ピンの突出量を小さくすればするほど当然のことながら氷上でのすべり性能は低下し、特に1.0mm以下の突出量ではその性能が大きく低下することがわかる。

以上のことから、スパイクタイヤによる氷上での許容しうるすべり性能低下率を決めることによって、舗装の摩耗を最少限にするスパイクピン数と突出量を図-3, 4から選択することができる。例えば、氷上でのスパイクタイヤのすべり性能低下率を6%まで許容できるとするならば、スパイクピン数を122本から102本まで減らし、突出量は1.5mmから1.2mmまで減少させることができる。この場合、スパイクピンのフランジ径は氷上でのすべり性能には関係がないため、10mmから8mmに減少させることになる。

図-5はスパイクピン数を122~81本、突出量を1.5~1.0mm、ピンのフランジ径を10~8mmにそれぞれ減少させて、スパイクタイヤを改良した場合の氷上でのすべり性能を示したものであり、これから具体的な改良スパイクピンの選択が可能となる。

3. ま と め

改良スパイクタイヤの氷上でのすべり性能を実際に調査して検討を加えたが、この研究でおおよそ次のようなことが明らかとなった。

(1) 小型化したピンを打込んだ改良スパイクタイヤの氷上でのすべり摩擦係数は、バイアスタイヤにおいて乗用車の標準的なスパイクタイヤの場合のものとはほぼ同じ値を示す。また、スパイクタイヤからすべてのスパイクピンを抜いたスノータイヤの氷上すべり摩擦係数は、スパイクタイヤのものより約40%低下する。

(2) スパイクタイヤの氷上すべり性能試験において、制動試験、加速試験、旋回試験のうち、制動試験が最も厳しい評価を与える。

(3) ラジアルスパイクタイヤの氷上すべり性能は、そのスパイクピン数と突出量の減少とともに低下するが、ピンのフランジ径とは無関係である。

(4) スパイクピン数 N 、突出量 T と氷上すべり性能 R との関係は次式のようになり、スパイクタイヤの氷上性能を考慮してのスパイクピンの改良が可能である。

$$R = \frac{225.974}{N^{0.158} \cdot T^{0.139}}$$

ただし、 R は $N=122$ 本、 $T=1.5$ mmのスパイクタイ

ヤの性能を100としたときの氷上すべり性能比率(%)である。

あとがき

冬期間の道路面状態のうち、最もスパイクタイヤの効果があり必要とされるのは氷結路面であるが、北海道の国道では平地部で10%程度、山岳部にいたっては約50%の期間雪氷路面となっている。舗装の損傷を減らすスパイクタイヤに改良するためには、当然スパイクピンの数を減らしピンを小型化しなければならないが、その場合氷結路面での性能低下が懸念される。理想的には氷上でのすべり性能低下を最少限にするようなスパイクピン数とピンの小型化をし、その改良で舗装の摩耗を軽減することである。本研究によって改良スパイクタイヤの具体的な方策が得られたものと考えているが、その根底をなすものがスパイクの改良に伴う氷上でのわずかな性能低下である。この部分はスパイクタイヤを冬期間使用するユーザードライバーの理解と協力によって解決されるべきものと考えられる。

最後に、白鳥湖の氷上すべり試験用の改良スパイクタイヤを準備するに当たって、御協力いただいた舗装研究室の山西信雄・大類和昭の両技官ならびに別海町西春別の走行路での氷上試験でお世話になった佐々木晴美第2研究部長、実際の試験を行った日本自動車タイヤ協会の中村・加藤の両氏らにこの紙上を借りて深く感謝する次第である。

参考文献

- 1) 久保 宏; スパイクタイヤによる舗装の摩耗とその対策, 土木試験所月報 No. 326, 1980年7月.
- 2) 道路とスパイクタイヤに関する文献抄録, 建設省北陸地方建設局北陸技術事務所, 昭和56年.
- 3) 山西信雄ほか; スパイクピンが舗装の摩耗に及ぼす影響について, 第26回北海道開発局技術研究発表会資料, 昭和58年2月.
- 4) 日本建設機械化協会; 新防雪工学ハンドブック, 森北出版, 1977年11月.

*

*

*