

北海道における非金属タイヤチェーンの性能

Characteristics of Nonmetallic Tire Chains in Hokkaido

服部 健作* 門山保彦** 佐藤 彪式***

Kensaku HATTORI, Yasuhiko KADOYAMA and Hyoji SATO

冬期路面を走行する車両によるスパイクタイヤ公害に対処するために、最近非金属タイヤチェーンが数多く市販され、話題となっている。これらの性能について一般道路の冬期路面において、制動・登坂試験を行った結果、非金属チェーンの種類によってはスタッドレスタイヤよりも性能が劣るものもあった。さらに、耐久性の試験も行った。

《冬期路面；タイヤ；非金属タイヤチェーン；すべり摩擦係数》

Recently, many kinds of nonmetallic tire chains have been sold. They have drawn a great deal of attention as a result of the movement against pollution caused by studded tires on winter roads. The results of tests of braking and climbing characteristics show that some types of nonmetallic tire chains were worse than studless tires on winter road surfaces. Durability was also tested.

Keywords: winter road surface, tire, nonmetallic tire chain, braking, skid resistance coefficient.

まえがき

最近のスパイクタイヤ問題に対処して、スパイクタイヤ、スチールタイヤチェーンの欠点を補うすべり止め装置として、非金属タイヤチェーンが急速に脚光を浴びてきている。これら非金属タイヤチェーンは、種々な形状、構造のものが考案され種類も多く、現在、多種類が市販されている。

そこで、これらを主な形状ごとに分類して、代表的な非金属タイヤチェーンについて、厳寒地域の北海道において性能を調べた。

1. 調査概要

1-1 調査方法

(1) 制動試験

昭和62年1月中旬～2月中旬にかけ、一般国道276号千歳市支笏湖付近、札幌市道定山溪—豊平峡ダムの平坦部で制動試験を行った。

制動試験は、すべり止め装置を装着した試験車（排気



写真-1 試験車と制動停止距離測定用第5輪量1,500ccFR車、写真-1)に速度および制動距離速定装置(第5輪)を取付け、速度40km/hで走行させて急ブレーキ(完全制動)をかけて、試験車が停止するまでの距離を測定した。測定は同一すべり止め装置を同一路面で1測定3回を行い、2日にわたり6回行った。

(2) 縦すべり摩擦係数

縦すべり摩擦係数は制動試験と同じ個所で、土木試験

*道路研究室長 **同室副室長 ***同室主任研究員

表-1 試験したすべり止め装置とタイヤ

すべり止め装置の種類		タイヤ	
		ラジアルスパイクタイヤ 165-13 4PR	
		スタッドレスタイヤ 165-13 4PR	
B	非金属タイヤチェーン	ネット型	〃
C			〃
A			〃
D		ラダー型	〃
E			〃
スチールタイヤチェーン		〃	

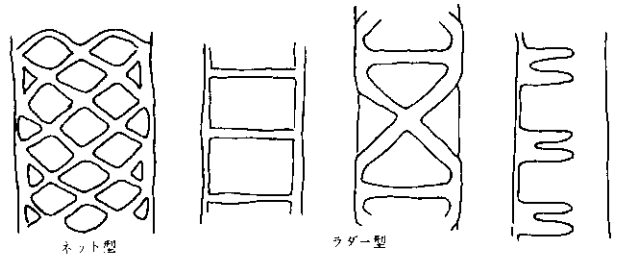


図-1 非金属タイヤチェーンのパターン

所道路研究室のすべり試験車によって走行速度 40 km/h で測定した。

(3) 登坂試験

昭和 62 年 1 月中旬～ 2 月下旬にかけ、一般国道 276 号大滝村、定山溪浄水場の勾配部で試験車（排気量 1,500

表-2.1 制動停止距離・すべり摩擦係数 気象・路面状況

路面	外気温度 (°C)	路面温度 (°C)	路面硬度 (kg)	雪氷の厚さ (mm)	圧雪・氷盤の密度 (g/cm³)	備考
圧雪	-3.8～-5.9	-6.7～-8.2	104～121	18～21	0.520～0.585	一般国道 276 号 支笏湖付近
圧雪+氷盤	-1.0～-3.4	-10.3～-19.5*	88～121	圧 18～22 氷 33	0.515～0.784	
氷盤	-5.4～-7.9	-3.5～-6.0	121	42～45	0.736～0.770	表面がざらざらしている 定山溪

* 温度計の動きが悪かった。

表-2.2 登坂試験発進率 気象・路面状況

勾配 (%)	路面	外気温度 (°C)	路面温度 (°C)	路面硬度 (kg)	雪氷の厚さ (mm)	圧雪・氷盤の密度 (g/cm³)	備考
4	圧雪	-6.7	-5.9	88	14	0.516	新雪
	圧雪+氷盤	-6.9～-7.5	-5.8	121～170	圧 4～5 氷 10	0.545～0.574	圧雪が薄い
	氷盤	-1.9	-12.0	104	11	0.694	
6	圧雪	-5.9	-4.2	104	20	0.523	新雪
	圧雪+氷盤	-6.9～-7.7	-6.2～-7.2	104	圧 6 氷 8	0.590	圧雪が薄い
	氷盤	-4.5	-8.9	104	11	0.699	
8	圧雪	-4.8～-6.9	-5.1～-5.9	73	56～57	0.604～0.735	定山溪
	圧雪+氷盤	-3.0～-4.9	-5.4～-7.4	66～88	圧 6～7 氷 76	0.661～0.679	
	氷盤	-5.0	-2.4～-3.7	121	70	0.730～0.750	
10	圧雪	-4.6～-4.8	-5.6～-5.8	48～53	圧 21 氷 35	0.563～0.604	
	圧雪+氷盤	-4.0	-6.0～-8.3	88～104	圧 12～13 氷 43	0.591～0.721	
	氷盤	-4.7	-3.1～-4.2	121	75	0.763～0.778	表面がざらざらしている

cc F
試験
配,
(4)
面
々に
62年
行し
1.
(1)
ま
エー
ド音
品か
スタ
た。
ジフ
した
に,
(2)
ー
①
②
③
計
(3)
考
(4)
道
熟
非熟
2.
2
(1)
ま
の工
す。
制重
補工
まが
離?

cc FR車)によって、運転者を代えて登坂試験を行った。試験は同一すべり止め装置について同一運転者が同一勾配、同一路面において位置を変えて3回行った。

(4) 耐久性試験

耐久性試験は、スタッドレスタイヤを使用している方々にお願ひし、非金属タイヤチェーンを昭和61年12月～62年2月の間、常時装着して走行距離500kmをめぐりに走行してもらい、破損、摩耗の程度を調べた。

1-2 調査条件

(1) すべり止め装置

非金属タイヤチェーンを、一般的なスチールタイヤチェーンと同型または類似構造のラダー型とタイヤトレッド部全部を覆うネット型とに区分し、市販されている製品からネット型B、C、ラダー型A、D、Eを選定して、スタッドレスタイヤ(165-13 4PR)に装着し試験した。これらと比較のため、スチールタイヤチェーンとラジアルスパイクタイヤ(165-13 4PR)も合わせて試験した。試験したすべり止め装置とタイヤを表-1、写真-2に、非金属タイヤチェーンのパターンを図-1に示す。

(2) 路面

一般道路の雪氷路面を、次の3種類に大別して行った。

- ① 圧雪 : 雪が単に硬く固まった路面
- ② 圧雪+氷盤 : 氷盤上に硬く締まった圧雪のある路面
- ③ 氷盤 : 圧雪の解けた水が凍結、融解を繰り返し、盤状に凍った路面

試験路面の状況と気象を表-2に示す。

(3) 勾配

登坂試験の勾配は4、6、8、10%とした。

(4) 運転者

運転者を次の2者とした。

- 熟練者 : 試験車を常時運転している人
- 非熟練者 : 試験車を初めて運転する人

2. 調査結果と考察

2-1 制動試験とすべり摩擦係数

(1) 制動試験

非金属タイヤチェーンの各路面における制動停止距離の平均値、標準偏差、最大値、最小値を表-3、図-2に示す。なお、速度が40km/hでない場合、次式により補正制動停止距離を算出した。

$$\text{補正制動停止距離(m)} = \text{測定制動停止距離} \times \left\{ \frac{\text{指定速度 (40 km/h)}}{\text{測定速度}} \right\}^2$$

また、各路面におけるスタッドレスタイヤの制動停止距離を100としたときの各すべり止め装置の制動性能を、

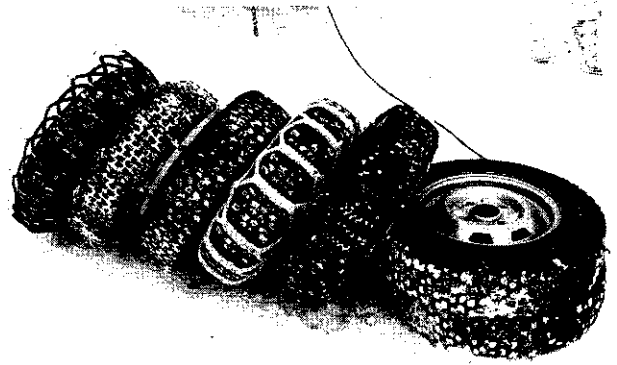


写真-2 非金属タイヤチェーンを装着したタイヤ

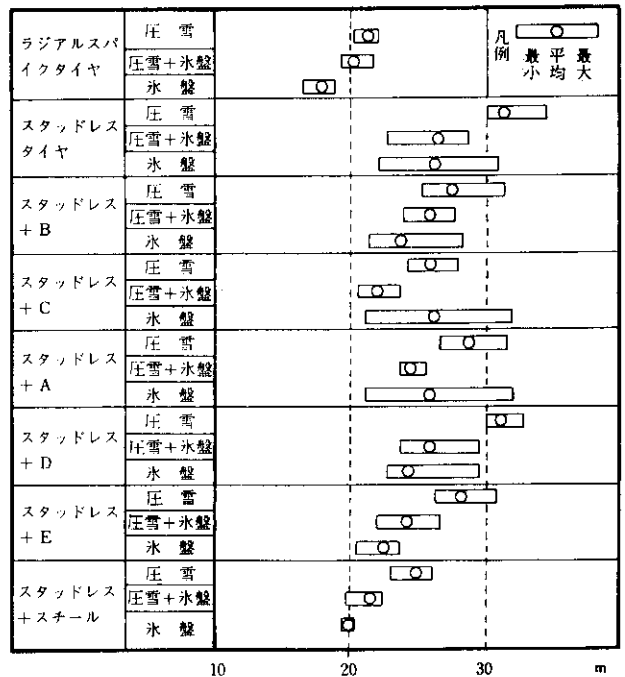


図-2 制動停止距離

図-3に示す(数字が大きいほど性能がよい)。

非金属タイヤチェーンの制動停止距離は、最小21～最大33mとスパイクタイヤ、スチールタイヤチェーンの最小17～最大26mに比べて相対的に長くなっている。非金属タイヤチェーンはスパイクタイヤ、スチールタイヤチェーンに比べて制動停止距離のパラツキが大きく、特に氷盤でのA、Cが大きい。今回、氷盤で他の路面よりも制動停止距離が短い傾向になったのは、路面(表面)がざらざらした状態のためと思われる。

制動停止距離の平均値での制動性能は、スパイクタイヤが131～146と最もよく、次にスチールタイヤチェーンが124～131とよい。非金属タイヤチェーンは、平均値の性能はスタッドレスタイヤと同程度かよくなっているが、最大値で比べると圧雪+氷盤、氷盤ではスタッドレス

km/h

76号
1,500

表-3 制 動 停 止 距 離

(単位: m)

	圧 雪								圧雪+氷盤								氷 盤							
	S 62. 2. 19		S 62. 2. 20						S 62. 1. 12		S 62. 1. 13						S 62. 2. 13		S 62. 2. 14					
	平均	σ	平均	σ	平均	σ	最大	最小	平均	σ	平均	σ	平均	σ	最大	最小	平均	σ	平均	σ	平均	σ	最大	最小
ラジアルスパイク タイヤ	22	0.3	21	0.6	21	0.6	22	20	21	0.7	20	0.4	20	0.7	22	19	17	0.6	19	0.2	18	0.8	19	17
スタッドレスタイ ヤ	31	0.5	32	2.0	31	1.5	34	30	28	1.0	26	2.4	27	2.1	29	23	23	0.5	30	1.4	26	3.7	31	22
スタッドレスタイ ヤ+B	26	0.7	29	2.2	27	2.0	31	25	25	0.7	27	0.7	26	1.2	28	24	22	0.5	26	2.5	24	2.6	28	21
スタッドレスタイ ヤ+C	25	0.5	27	1.4	26	1.4	28	24	23	0.9	21	0.8	21	0.8	24	21	22	0.8	30	2.2	26	4.1	32	21
スタッドレスタイ ヤ+A	28	1.2	30	2.1	29	2.0	32	27	25	0.7	24	0.3	24	0.7	26	24	23	1.2	29	4.2	26	4.3	32	21
スタッドレスタイ ヤ+D	31	0.6	31	0.9	31	0.8	33	30	28	1.3	24	0.3	26	2.0	30	24	23	0.3	25	3.1	24	2.4	30	23
スタッドレスタイ ヤ+E	27	0.3	30	1.5	28	1.8	31	26	26	1.1	22	0.3	24	1.9	27	22	22	1.4	23	0.6	23	1.1	24	21
スタッドレスタイ ヤ+スチールタイ ヤチェーン	25	0.4	25	1.3	25	1.0	26	23	22	0.3	21	0.7	21	0.8	22	20	20	0.1	20	0.2	20	0.2	20	20

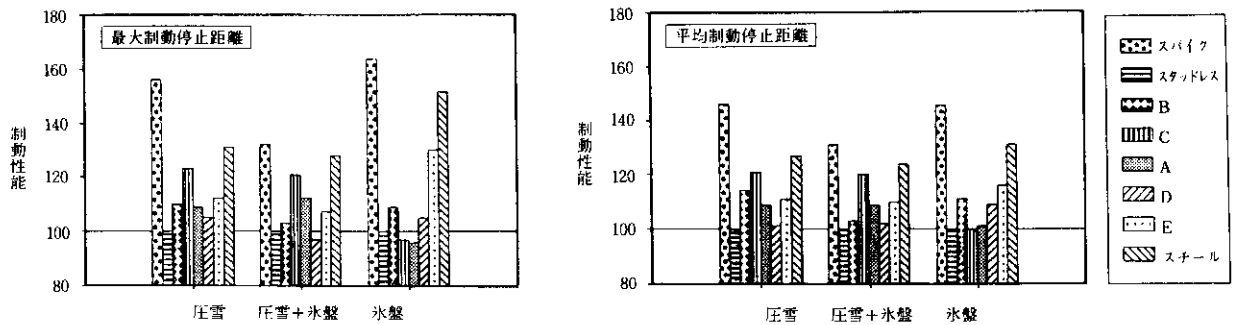


図-3 制 動 性 能

表-7 す べ り 摩 擦 係 数

	圧 雪								圧雪+氷盤				氷 盤							
	S 62. 2. 19		S 62. 2. 20						S 62. 1. 12		S 62. 1. 13		S 62. 2. 13		S 62. 2. 14					
	平均	σ	平均	σ	平均	σ	最大	最小	平均	σ	最大	最小	平均	σ	平均	σ	平均	σ	最大	最小
ラジアルスパイク タイヤ	.389	.010	.353	.006	.375	.019	.403	.344	.386	.013	.401	.367	.396	.028	.331	.071	.363	.063	.440	.240
スタッドレスタイ ヤ	.186	.016	.199	.028	.193	.024	.241	.165	.266	.013	.284	.252	.341	.042	.344	.048	.342	.045	.399	.255
スタッドレスタイ ヤ+B	.329	.014	.340	.019	.333	.017	.366	.304	.349	.037	.400	.315	.390	.068	.313	.083	.348	.086	.501	.198
スタッドレスタイ ヤ+C	.340	.024	.309	.051	.329	.040	.381	.265	.361	.014	.376	.334	.383	.072	.267	.060	.341	.088	.511	.187
スタッドレスタイ ヤ+A	.330	.046	.302	.039	.320	.046	.398	.255	.294	.022	.322	.259	.410	.055	.305	.048	.353	.073	.504	.259
スタッドレスタイ ヤ+D	.302	.038	.304	.030	.303	.035	.350	.261	.271	.029	.327	.248	.342	.049	.320	.045	.332	.049	.415	.250
スタッドレスタイ ヤ+スチールタイ ヤチェーン	.391	.157	.397	.038	.393	.139	.625	.227	.535	.095	.682	.444	.441	.050	.364	.053	.392	.064	.538	.282

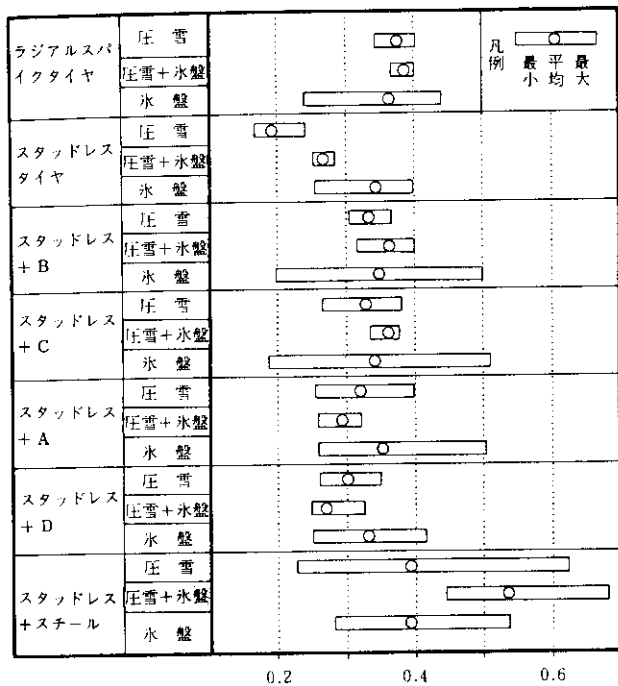


図-4 すべり摩擦係数

イヤよりC, A, Dは96~97と低下している。これは、氷盤路面になるとグリップ力が弱くなるためと思う。

装着して各路面で制動効果のあったものは、ネット型Bとラダー型Eであった。

(2) すべり摩擦係数

非金属タイヤチェーンのすべり摩擦係数を表-4, 図-4に示す。また、スタッドレスタイヤの各路面におけるすべり摩擦係数を、100としたときのすべり止め装置の比率を図-5にすべり性能比として示した。

すべり摩擦係数はスパイクタイヤ、スチールタイヤチェーンが平均値で0.36以上と高いが、後者は各路面で測定値のバラツキが大きい。これは、チェーンのすべり止め間の間隔が大きいためである。スタッドレスタイヤは、平均値で0.19~0.34と路面によって大きく変化する。非金属タイヤチェーンは平均値で0.27~0.37となっていて、相対的にスタッドレスタイヤより大きい。氷盤では各すべり止め装置ともすべり摩擦係数はバラツキが大きい。なかでも、非金属タイヤチェーンのネット型B, Cが大

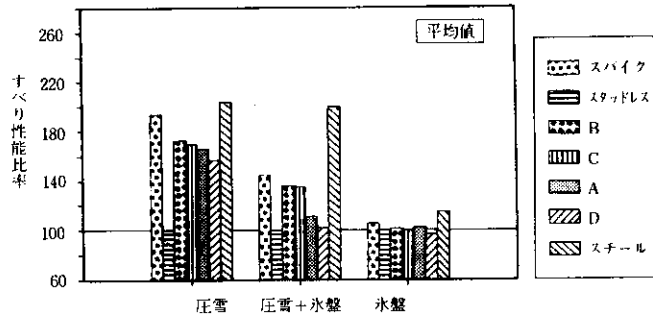
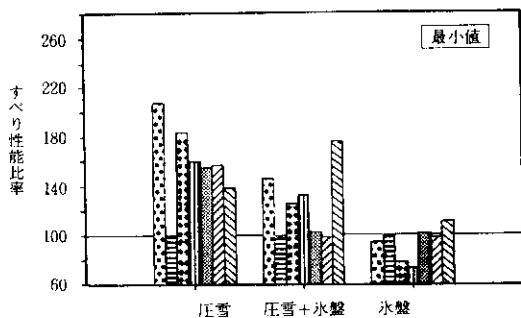


図-7 すべり性能比

表-5 すべり摩擦係数から算出した制動停止距離

(単位: m)

	圧 雪								圧雪+氷盤				氷 盤							
	S 62. 2. 19		S 62. 2. 20						S 62. 1. 12				S 62. 2. 13		S 62. 2. 14					
	平均	σ	平均	σ	平均	σ	最大	最小	平均	σ	最大	最小	平均	σ	平均	σ	平均	σ	最大	最小
ラジアルスパイクタイヤ	16	0.4	18	0.6	17	0.9	18	16	16	0.6	17	16	16	1.2	20	4.3	18	3.7	26	14
スタッドレスタイヤ	34	2.8	32	4.5	33	3.9	38	26	24	1.1	25	22	19	2.8	19	2.6	19	2.7	25	16
スタッドレスタイヤ+B	19	0.9	19	1.0	19	1.0	21	17	17	1.5	20	16	17	2.8	22	6.2	19	5.6	32	13
スタッドレスタイヤ+C	19	1.3	21	3.1	19	2.4	24	17	17	0.7	19	17	17	2.9	25	5.9	20	5.7	34	12
スタッドレスタイヤ+A	19	2.7	21	2.7	20	2.9	25	16	22	1.6	24	20	16	2.0	21	3.2	19	3.9	24	13
スタッドレスタイヤ+D	21	2.6	21	2.0	21	2.4	24	18	23	2.3	25	19	19	2.9	20	3.0	19	3.0	25	15
スタッドレスタイヤ+スチールタイヤチェーン	19	7.3	16	1.6	18	6.6	28	10	12	2.0	14	9	14	1.5	18	2.7	17	2.8	22	12

表-6 登坂試験発進率

(単位：%)

種類	路面	4			6			8			10		
		圧雪	圧+氷	氷盤	圧雪	圧+氷	氷盤	圧雪	圧+氷	氷盤	圧雪	圧+氷	氷盤
ラジアルスパイクタイヤ	熟練	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	非熟練	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	67	〃	67	67
スタッドレスタイヤ	熟練	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	33	〃	100	0
	非熟練	〃	〃	〃	〃	67	67	〃	〃	0	〃	33	〃
スタッドレスタイヤ+B	熟練	〃	〃	〃	〃	100	100	〃	〃	100	〃	100	100
	非熟練	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
スタッドレスタイヤ+C	熟練	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
	非熟練	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃
スタッドレスタイヤ+A	熟練	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	67	〃	〃	67
	非熟練	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	67	〃	〃	67	〃
スタッドレスタイヤ+D	熟練	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	0	〃	33	0
	非熟練	〃	〃	〃	〃	67	67	〃	33	〃	〃	0	〃
スタッドレスタイヤ+E	熟練	〃	〃	〃	〃	100	100	〃	100	33	〃	67	〃
	非熟練	〃	〃	〃	〃	67	67	〃	67	0	〃	33	〃
スタッドレスタイヤ+スチールタイヤチェーン	熟練	〃	〃	〃	〃	100	100	〃	100	100	〃	100	67
	非熟練	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃	〃

注1. 熟練者：試験車を常時運転している人 非熟練者：試験車を初めて運転する人

注2. 発進率 = $\frac{\text{発進回数}}{\text{何進試験回数}} \times 100$

さい。

すべり摩擦係数の平均値でのすべり性能は、各すべり止め装置とも圧雪では157~204とスタッドレスタイヤに比べて高いが、氷盤では同程度となる。しかし、最小値でみると非金属タイヤチェーンのネット型B、Cは73、78と性能が低く、スタッドレスタイヤに装着した効果がみられない。

なお、すべり摩擦係数から制動停止距離を次式から求めると、表-5のようになる。

$$D = \frac{V^2}{2gf(3.6)^2}$$

D：すべり摩擦係数から算出の制動停止距離 (m)

V：車に制動をかけたときの速度 (km/h)

g：重力の加速度 (= 9.8 m/s²)

f：すべり摩擦係数

この値(制動停止距離)は、実験で行った(1)の制動試験の制動停止距離より短く算出された。異なるのは、すべり摩擦係数は理論値であり、実車試験では風などの他の要困を受けるからと思われる。また、すべり止め装置の性能も同じ傾向にならなかった。

2-2 登坂試験

登坂試験は、同一運転者が同一すべり止め装置、同一勾配、同一路面において発進を試み、発進に成功した率

表-7 耐久性

種別	損傷距離		装着距離 (km)	動力伝達系	走行路面	
	切断 (km)	切断 (km)			舗装がでている (%)	舗装がところどころでている (%)
B		460	1,200	FR	35	10
			1,150	FF	10	15
C	674		500	FF	10	30
				FF	45	10
A				FR	0	100
D	234		400	FR	60	0
	321			FR	0	25

を次式の発進率で表わし、表-6、図-6に示す。

$$\text{発進率}(\%) = \frac{\text{発進回数}}{\text{発進試験回数}} \times 100$$

圧雪では、すべてのすべり止め装置とも勾配10%まで非熟練者でも100%の発進率であった。また、非金属タイヤチェーンのネット型B、Cはすべての路面で勾配10%まで運転者に関係なく100%発進できた。しかし、ラダー型は圧雪+氷盤、氷盤で勾配が急になるとスパイクタイヤ、スチールタイヤチェーンに比べ発進率は低下

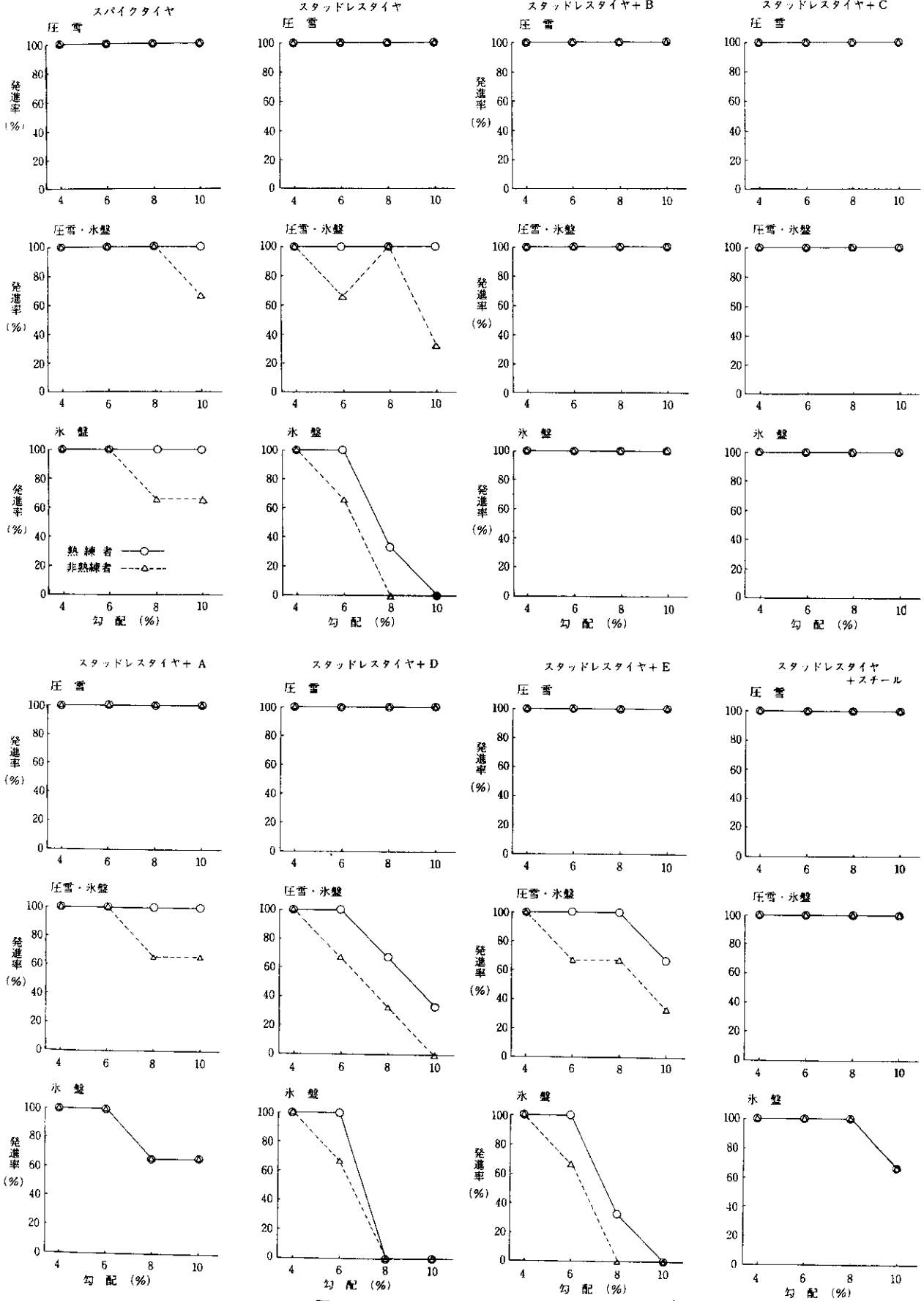


図-6 登坂試験発進率

盤

)

)

)

7

)

7

(とこい)

6ま
金属
勾配
なし,
バイ
低下

し、D、Eはスタッドレスタイヤより悪くなる。しかも、D、Eは氷盤の勾配が8%になると非熟練の発進率は0%となり、登ることができなかった。ラダー型はスパイクタイヤ、スチールタイヤチェーンに比べ、性能が劣ることがわかった。

2-3 耐久性試験

非金属タイヤチェーンの耐久性の結果を表-7に示す。耐久性は、230 km走行して切断したD、1,200 kmでもなんともないBもあった。また、Bのように460 kmで著しく摩耗してすべり止め効果がなくなり、取りはずしたもののから1,200 km走行してもなんともないものもあった。これは、運転者、路面状況などにより、各製品、同一製品でも耐久性にバラツキが生じた。

2-4 その他

耐久性試験に協力していただいた方々に、アンケート式に問題点を記入してもらった結果をまとめると、次のようになる。

(1) 非金属タイヤチェーンの装着について

① 装着に時間がかかり、1人でできなかった。また、タイヤを車からはずして2人で30分もかかって装着した人もいる。

② 非金属タイヤチェーンの取扱説明書に記載されている仕様に基づいた、タイヤに使用しても装着できなかったものもある。また、装着してもFF車の場合にチェーンがブレーキホースにぶつかるものもあった。

③ 非金属タイヤチェーンを装着することで、

a タイヤウォールとチェーン間の摩擦によりタイヤが損傷する

b タイヤトレッド端部がチェーン装着により摩耗して丸くなる

など、タイヤに損傷を与える。

(2) 乗りごこち

非金属タイヤチェーンのすべり止め間の間隔が大きいほど、乗りごこちは悪く、そんなものでは走れないと途中で棄権した者もいる。また、この種のもは騒音も大きい。氷盤、圧雪にカーブで横すべり、発進時に尻振りをするという人もある。

しかし、非金属タイヤチェーンはスパイクタイヤより騒音が小さい、スチールタイヤチェーンより振動が少ないという人もいる。

(3) 北海道の冬期道路で使用するか

北海道の冬期には冬用タイヤ（スタッドレスタイヤ、スパイクタイヤ）を装着しているため、通常の一般道路では非金属タイヤチェーンを装着する必要がない。ただし、深雪では駆動に効果がある。

もし、非金属タイヤチェーンを使用するとすれば、下記の条件が必要である。

① 装脱着が簡単であること

② 乗りごこちがよいこと

③ 価格が安いこと

3. ま と め

北海道における一般道路の冬期路面での非金属タイヤチェーンの今回行った性能調査をまとめると、次のようになる。

① 制動距離停止はスパイクタイヤ、スチールタイヤチェーンに比べ、非金属タイヤチェーンは性能は劣るが、スタッドレスタイヤと比べると平均値では同程度かややよい。しかし、氷盤路面の最大制動停止距離では、スタッドレスタイヤより性能の低下しているものもある。

制動効果のあったものは、ネット型Bとラダー型Eであった。

② 登坂性能は、非金属タイヤチェーンのネット型ではどの路面でもスパイクタイヤ、スチールタイヤチェーンより効果があった。ラダー型は、氷盤路面になるとスタッドレスタイヤに装着することによって、勾配が急になると効果のないものもあった。

③ すべり摩擦係数から制動停止距離を算出すると、実車制動試験より短くなった。

④ 北海道の冬期路面では、耐久性に問題のある製品もある。非金属タイヤチェーンは、走行速度50 km/h以下で乾燥路面での走行は避けるようになっていているが、北海道のように、冬期の道路では路面が変わりやすいため、常時装着して走行することになるから耐久性は重要である。着脱を容易にして、一時使用という使用方法もある。

あ と が き

今回、非金属タイヤチェーンをスタッドレスタイヤに装着して、北海道の冬期一般道路で性能調査を行った結果、圧雪路面では効果のあることがわかったが、氷盤路面においては装着することによって逆効果になる製品もあった。スパイクタイヤ、スチールタイヤチェーンの代わりとして使用するには、性能が劣るため改良が期待される。

今後はより厳寒な地域で性能の補足調査をし、また、耐久性を調べ、北海道での適用性を調べる予定である。

参 考 文 献

- 1) (社)日本自動車タイヤ協会：スパイクタイヤ試験結果報告書、昭和59年5月。
- 2) 日本道路協会：道路構造令の解説と運用。