

非金属性タイヤすべり止め装置に関する2,3の実験

北海道大学 正員 ○小野寺 雄禪
 北海道工業大学 正員 堀内 教
 北海道大学 正員 加来 照俊

1. はじめに

自動車交通の場に、雪路用タイヤが登場してかれこれ20年近くになるであろうか。この間、めまぐるしいモータリゼーションの進展に伴い、今や雪路用タイヤは冬の交通に欠くことの出来ない存在となっている。

私たちが現在使用している雪路用タイヤは殆んどスパイク(スタッド)タイヤとよばれる、タイヤのトレッド部にタングステン、モリアデンの合金元素を用いた合金鋼製のスパイクを打ち込んだものである。このタイヤは私たちの交通環境に適合し急激な普及を見たのであるが、近年このタイヤについて見直しが進められている。

アメリカ、ヨーロッパの自動車先進国におけるスパイクタイヤの使用禁止、又は使用制限が拡大しつつある。これらの主な原因は、スパイクによる舗装路面の摩滅が著しいということである。

我国においても、非金属製タイヤすべり止め装置の性能を評価するため各関係機関により組織された本委員会が設置され、そのテスト結果が報告されている。¹⁾なお、このテストの一部に筆者らが製作したすべり抵抗測定車によるテストが含まれている。

今回報告する非金属製タイヤすべり止め装置は、上述したすべり止め装置とは開発過程においても異っており、従って性能面においても特徴があるものと考えられた。評価方法についても上述したものと多少異った角度からも検討をしている。これらのテストを通して本装置がスノータイヤ、スパイクタイヤに比較してどのような長所、短所があるか、改良点を含めて使用上の留意点を明らかにしようとしたものである。

2. 実験項目および実験方法の概要

実験項目は表-1に示すように10項目であるが、これを性能面から見ると制動、駆動、曲線走行性能が主である。タイヤ単独(すべり止め装置を含む)の諸性能については、北海道大学のすべり抵抗測定車を用いた。又タイヤと自動車を同時に考えた時の諸性能については、北海道工業大学の試験車(実車)を使用して実験を行ったものである。

実験条件の概要は表-2に示す通りであるが、表の第1欄が条件項目、第2欄はすべり抵抗測定車の条件、第3欄が実車のそれである。

本実験に使用した非金属製タイヤすべり止め装置は写真-1に示すものである。すべり止め装置は大別して(1)梯子型、(2)亀甲型が一般的であるが、本装置はゴムブロックを取付けたリングと装着用のスチールチェーンを、ワイヤー(スチール)入りクロスゴムで接続したものである。又ゴムブロック部には、氷結路面走行時に突出調整が出来るスチール性ボルトが設けられている。

タイヤへの装着はリングを外側に、内側のチェーンで締付け固定するものである。写真から判るように本装置をタイヤに装置した状態は、トレッド部がかなり拡大されており開発地の使用条件を反

表-1 実験項目と実験方法

実験	すべり抵抗測定車	1. スキッド・ナンバー	}	制動性能					
		2. スリップ・ナンバー							
		3. サイドウェイ・ナンバー			}	曲線走行性能			
		4. トラクション・ナンバー					}	駆動性能	
	実車	5. 急制動	}	}	制動性能				
		6. 発進加速(平たん路)							
		7. 発進加速(8%こう配)				}	}	駆動性能	
		8. 登坂加速(8%こう配)							
		9. スラローム				}	}	}	曲線走行性能
		10. 振動、騒音							

表-2 実験条件の概要

タイヤサイズ	6.45-13-4PR	6.95-14-6PR
タイヤ空気圧	1.7 Kg/cm ²	夏: 1.8 Kg/cm ² 冬: 2.0 Kg/cm ²
タイヤ荷重	400 Kg	前: 390 Kg 後: 440 Kg
路面種別	圧雪・氷結	圧雪
路面温度	-3~-10 C	-2~-10 C
実験場所	開発局走行試験場(江別)	道工大コース 手稲登山道
実験年・月	51.12~52.1	52.1~3

映した面がうかがえる(山形県)。以下、実験項目毎に方法を略述する。

2-1. スキッド・ナンバー

すべり抵抗測定車に装着されたテストタイヤは、測定車の速度と同一速度で自由車動している。このテストタイヤに制動をかけ完全に回転を止める。この状態で一定距離移動させ、この時のタイヤと路面のすべり抵抗を測定するものである。本実験においては、40、60 km/h の速度 2水準を表-2 に示した条件で行った。(2-1~4まで表-2の第2欄適用)

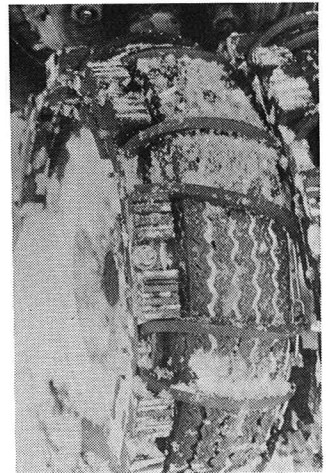


写真-1 実験に使用したすべり止め装置(スノーリング)

2-2. スリップ・ナンバー

前述のスキッドナンバーはテストタイヤが完全ロック状態のすべり抵抗であるのに対し、スリップナンバーの実験はある一定距離を自由車動から徐々に回転を下げてロック状態にする。又、ロック状態から自由車動にテストタイヤの回転を上げる。この時のすべり抵抗を、すべり比に対比させて測定するものである。実験速度は2-1と同様である。

2-3. サイドウエイ・ナンバー

すべり抵抗測定車の進行方向に対し、20度傾けた状態で装着されたテストタイヤは横すべりを生じながら回転している。この時のタイヤに直角方向のすべり抵抗を、実験速度40、60 km/h において測定した。

2-4. トラクション・ナンバー

すべり抵抗測定車に装着されたテストタイヤを、徐々に駆動すると回転速度によってすべり抵抗が変化する。本実験では、回転速度が約10 km/h 位までのすべり抵抗を測定した。なお、すべり抵抗測定車は停止状態である。

2-5. 急制動

実車による直進急制動は、制動が加速度40、60 km/h²で行いその時の(1)制動距離 (2)減速度 (3)横向加速度 (4)横すべり量 (5)停止時の方向角 (6)その他を測定した。これは車内、車外の測定を合わせて行ったものである。(2-5~10までは表-2の第3欄適用)

2-6. 発進加速(平坦路)

0m地点に試験車を停止させ、変速機ギヤを第1速に入れクラッチを切りスタートの合図を待つ、合図を確認した上でクラッチを接続しながらアクセルペダルを一定の速さで踏み込み、30m地点まで加速を行う。この時の(1)0~30m地点までの所要時間 (2)発進時のタイヤ空転時間 (3)発進5秒後の車速 (4)重心点付近の前後方向の加速度 (6)その他を測定した。

2-7. 発進加速(8%勾配)

前述した2-6と同様。実験場所が手稲山登山道で行ったので、夏タイヤおよび冬タイヤにすべり止め装置を装着したテストは行わなかった。

2-8. 登坂加速(8%勾配)

0m地点前40m位の助走区間を設け、0m地点通過時の車速を20 km/h の一定速度になるように調整し、0m地点でアクセルペダルを深く踏み込んで加速を行う。他は2-6、7に同じ。

2-9. スラローム

20m間隔で設置された5本のポール間を、20、40 km/h の一定速度を保ちながらすり抜けるものである。この時の(1)所要時間 (2)横すべり量 (3)横向加速度 (4)ハンドル角 (6)その他を測定したものである。

2-10. 振動、騒音

振動については試験車の重心点付近の上下方向加速度、後車軸中心部上下方向加速度を測定した。騒音については、運転者後部の位置で行った。これらは40、60 km/h 時の圧雪平坦路走行時のものである。

3. 実験結果の分析と考察

各実験項目毎に特徴的な面を中心に述べ、若干の考察を加える。

3-1. スキッド・ナンバーについて

図-1に40 km/h時の各タイヤ別スキッドナンバーの様子を、表-3に実験タイヤ種別ごとの平均値・標準偏差値を示した。これらから圧雪路面における非金属製タイヤすべり止め装置（以下これをスノーリングと呼ぶ）の性能は、各タイヤとの組合せにおいて15%前後の向上が見られる。氷結路面上では、夏タイヤとの組合せで30%弱スキッドナンバーが大きくなっているが、スノータイヤの場合

表-3 スキッドナンバー

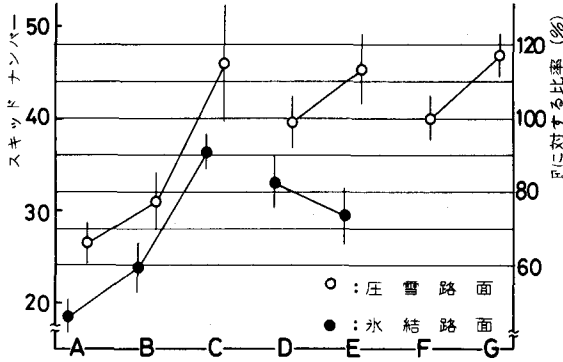


図-1 40 km/hにおける各タイヤ別スキッドナンバー

タイヤ種別	40km/h		60km/h	
	圧雪	氷結	圧雪	
	平均値 偏差値	平均値 偏差値	平均値 偏差値	
A. 夏タイヤ	26.53 2.23	18.63 2.22	30.43 1.09	
B. 夏タイヤ スノーリング	31.19 3.38	23.76 2.71	31.58 2.14	
C. 夏タイヤ スチールチェーン	46.02 6.27	36.39 1.96	51.09 3.47	
D. スノータイヤ	39.50 2.89	32.98 2.69	38.98 1.59	
E. スノータイヤ スノーリング	45.32 3.69	29.51 2.96	46.32 2.88	
F. スパイクタイヤ	39.99 2.48		45.83 1.11	
G. スパイクタイヤ スノーリング	46.78 2.25		46.78 4.21	

10%強の減少となる。速度との関係では、高速の方が若干のスキッドナンバー上昇もみられるが殆んど変わらない。図中の右縦軸は圧雪路面上におけるスパイクタイヤの値を100とした時の指標で百分率で示した。

3-2. スリップ・ナンバーについて

実験速度40 km/h時のスリップナンバーとすべり率の関係を、図-2および表-4に示す。夏タイヤとの組合せでは、すべり比30%位から効果が表われてくる。スノータイヤでは50~60%、スパイクタイヤで60~70%から効果が表われてくる。これよりすべり比が小さいところでは、スノーリングを装着しない方が効果的と言える。

すべり比全体を通してみると、夏タイヤには効果があるが他に対しては多く期待出来ない。

ここで、永遠が自動車を運転している場合のブレーキ操作を考えてみる。前述したスキッドナンバーは急制動時のものであり、ブレーキペダルをいっぱい踏み込んで車輪をロックさせた場合である。通常のブレ

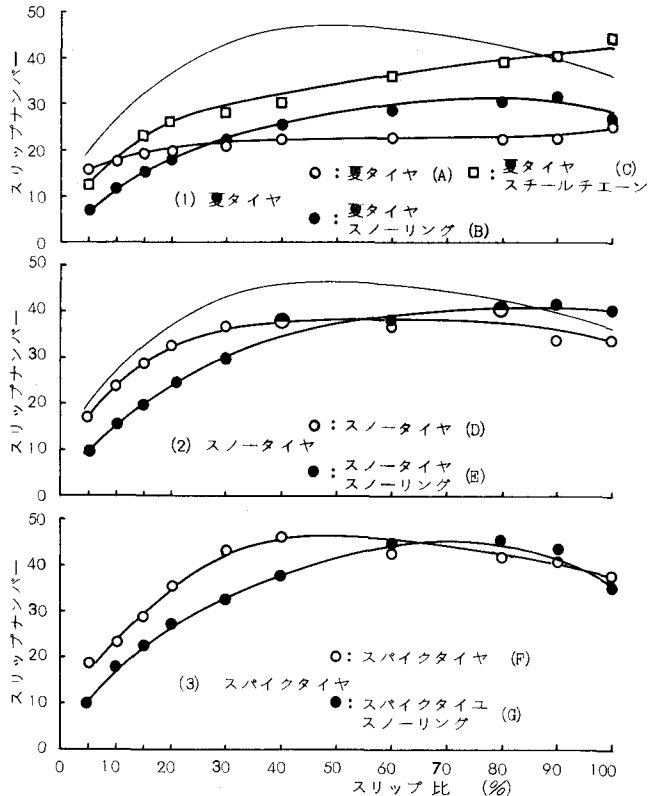


図-2 40 km/hにおける各タイヤ別スリップ比曲線

キー操作はエンジブレーキを含めて車輪をロックさせず、すべり比100%未満のところを経験的に使用している款である。この点からみてスノーリング、スチールチェーン等のすべり止め装置を使用

表-4 スリップナンバー

すべり比 タイヤ	5	10	15	20	30	40	60	80	90	100
A. 平均値 偏差値	16.0 2.0	18.1 2.8	19.5 3.0	19.9 2.6	20.9 1.6	22.4 2.4	23.0 2.0	22.8 2.5	23.2 2.0	26.5 2.9
B. 平均値 偏差値	7.0 1.0	12.1 0.9	15.6 1.3	18.3 0.8	22.0 0.5	26.3 1.9	29.0 0.4	31.2 4.2	32.0 5.2	27.3 2.0
C. 平均値 偏差値	12.8 4.8	18.6 3.9	24.1 4.3	26.8 4.5	28.7 4.7	31.1 2.9	36.5 2.8	40.0 2.0	41.0 2.7	45.3 8.8
D. 平均値 偏差値	17.0 3.9	24.4 2.9	28.9 1.8	33.3 2.8	36.9 3.1	38.0 4.8	36.8 6.5	39.8 4.3	33.9 3.0	34.1 3.3
E. 平均値 偏差値	10.3 1.7	15.4 4.2	20.2 3.3	24.9 4.3	29.7 4.4	38.5 3.2	38.5 1.0	40.9 5.3	42.2 4.6	40.5 5.0
F. 平均値 偏差値	19.0 9.2	23.7 8.3	29.3 6.2	35.6 2.5	43.4 3.9	46.3 2.9	42.7 4.7	41.9 2.9	41.2 1.5	37.8 1.5
G. 平均値 偏差値	10.2 3.2	17.7 2.4	22.4 4.2	27.3 4.6	32.4 4.1	37.4 4.1	44.5 7.0	45.6 5.7	43.5 6.0	37.1 2.1

する場合にすべり比の大きい部分を利用することにより制動効果を上げることになる。

3-3. サイドウエイナンバーについて

横すべり角20度における40, 60km/h時のサイドウエイナンバーの実験結果を図-3および表-5に示す。図中の右縦軸は40km/h時のスノータイヤの値を100とした時の指標で百分率で示してある。

40km/h時では、夏タイヤに装着した場合スノーリング(ボルト付)は22%減、スチールチェーンは14%増である。スノータイヤに装着した場合はスノーリングで26%減、スノーリング(B)が8%減、スチールチェーンで1%減となっている。又、60km/hについては夏タイヤとの組合せで、スノーリング(B)が増減なし、スチールチェーンで17%増となっている。スノータイヤではスノーリングが19%減、スノーリング(B)で3%減、スチールチェーンが増減なしの結果となっている。ここで夏タイヤに装着した場合でも全く効果がなく、逆効果となることは十分注意を要する。

40km/h時のスノータイヤの性能と比較すると夏タイヤで77%、夏タイヤ+スノーリング(B)が60%、夏タイヤ+スチールチェーンで88%、スノータイヤ+スノーリング74%、スノータイヤ+スノーリング(B)92%、スノータイヤ+スチールチェーン99%である。速度については、一部を除いて40km/hに対し60km/hは10%前後減少している。これは3-1のスキッドナンバーと逆の傾向があり、今後検討すべき点である。本実験の横すべり角が20度で、通常の曲線走行を考慮するともう少し小さい角度においても検討すべきであろう。

3-4. トラクション・ナンバーについて

けん引力について分析した結果を図-4、表-6に示す。タイヤの回転速度が速くなるにつれて、トラクションナンバーが小さくなって行く過程がよく判る。ここでは、スノーリングの効果がかなり大きい。今、タイヤ回転速度2km/h時のスパイクタイヤを100とした時の他の値は、夏タイヤ30、夏タイヤ+スノーリング87、夏タイヤ+スチールチェーン174、スパイクタイヤ+スノーリング134の値となる。

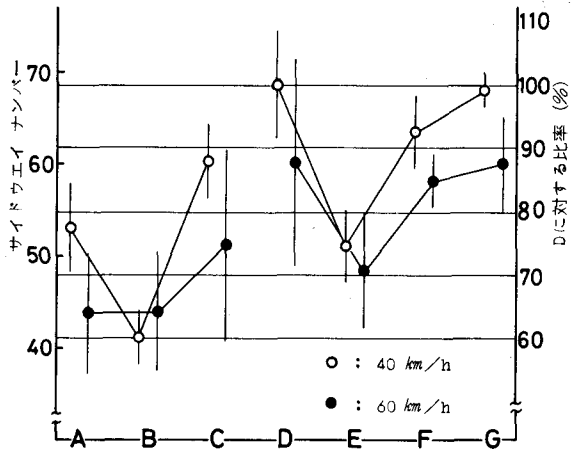


図-3 スリップアングル20度時のサイドウエイナンバー

表-5 サイドウエイナンバー

タイヤ種別	40km/h	60km/h
	平均値 偏差値	平均値 偏差値
A. 夏タイヤ	53.1 5.3	43.8 6.4
B. 夏タイヤ スノーリング (B)	41.2 3.3	43.8 6.4
C. 夏タイヤ スチールチェーン	60.3 4.0	51.2 11.0
D. スノータイヤ	68.6 5.8	60.0 11.4
E. スノータイヤ スノーリング	50.9 3.9	48.4 6.3
F. スノータイヤ スノーリング (B)	63.4 3.9	58.2 3.1
G. スノータイヤ スチールチェーン	68.1 1.8	60.1 5.3

3-5. 急制動について

直進急制動については2-5に示した様々な方向から検討しなければならないが、ここでは制動距離と制動時に発生する横向最大加速度について記述する。制動距離短い方が良い筈であるが、同時に方向性が安定していなければならない。それで夏、冬用タイヤにすべり止め装置を表-7に示す様な状態で組合せテストを行った。(以下3-8まで同じ組合せであるので、文中は組合せ記号A~Gを使って説明する)

Dを基準とした各組合せの評価をしたのが図-5である。スノーリングを装着したA、Eについてみると、40%時でAは制動距離で5%増、横向加速度で13%減、Eについては制動距離14%増、横向加速度で23%増となる。又、制動距離と横向加速度が制動性能上同一基準とみるならば、図中●印で示した通りAで40、Eで37%の性能減とも言える。

60%時ではこの点Aが15%減、Eについては5%増になり、速度が高い方が良い結果となっている。制動距離、横向加速度の値を表-8に示す。

3-6. 加速性能について

発進加速(平坦路: 8%勾配)、登坂加速(8%勾配)は2-6で記した通り多くの検討結果があるがここでは30m走行に要する

時間と比較した。図-6から発進加速(平坦路)ではタイヤ組合せ記号Dに対してAが同等、Eでは8%の時間短縮となっている。8%勾配路発進加速、登坂加速は一般道路上を使用したため、前輪に夏タイヤを装着した組合せは実験出来なかった。従って、前輪にスパイクタイヤを装着した組合せ記号D~Fについて実施した。8%勾配発進加速ではDに対しEが3%の時間増、登坂加速については1%の時間短縮とほぼ同等の性能が期待出来る。

今回実施出来なかった夏タイヤにスノーリングを装着した場合も、平坦路発進加速性能から推定してDに対して大きな性能低下はないものと考えられる。

時間の比較のみではあるが、スチールチェーンと比較するとスノーリングは多少差があるようである。

表-7 タイヤ、すべり止め装置組合せ

組合せ記号	前輪	組合せ内容	後輪
A	夏タイヤ	夏タイヤ	スノーリング
B	夏タイヤ	夏タイヤ	スチールチェーン
C	夏タイヤ	スチールチェーン	夏タイヤ
D	スパイクタイヤ	スパイクタイヤ	スパイクタイヤ
E	スパイクタイヤ	スパイクタイヤ	スノーリング
F	スパイクタイヤ	スパイクタイヤ	スチールチェーン
G	スパイクタイヤ	スチールチェーン	スパイクタイヤ

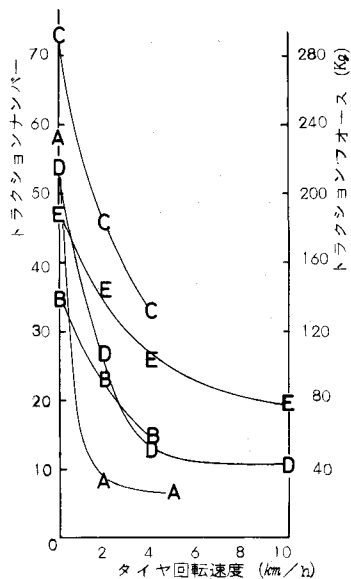


図-4 トラクションナンバー

表-6 トラクションナンバー

タイヤ種別	けん引時のタイヤ速度 (km/h)			
	0	2	4	10
A. 夏タイヤ	58	8		
B. 夏タイヤ スノーリング	35	23	15	
C. 夏冬スチールチェーン	73	46	33	
D. スパイクタイヤ	54	27	13	11
E. スパイクタイヤ スノーリング	47	36	26	20

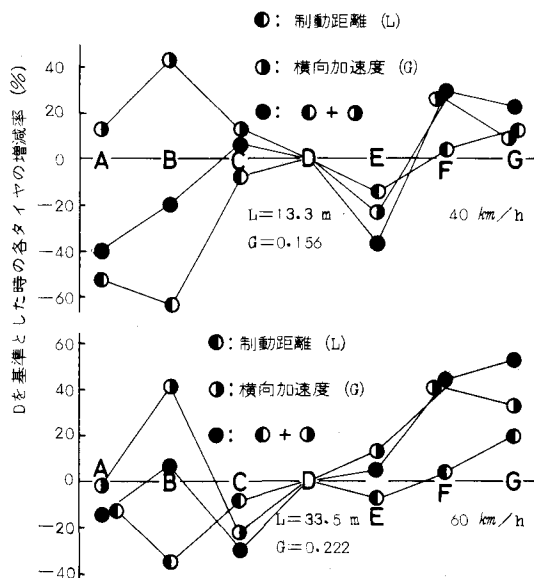


図-5 直進急制動時の制動距離と横向最大加速度の比較

3-7. スラロームについて

今回のスラローム走行試験では、スラローム走行速度の限界を求めらるのではなく、一定速度で走行中に発生する横向加速速度の大きさを求めて性能を評価した。又、各ポール間の所要時間も検討した。これらの関係を図-7、表-9~10に示す。20%の進入速度では各ポール間所要時間も、横向加速速度も大きく安定した走行が出来た。40%では、スノーリングを装着したA、Eにおいては平均ポール間所要時間はDに対し1.6倍強となる。横向加速速度については、各組合せともかなり大きなGが発生する。特にAについては0.40Gを越えている。このGが0.40以上になると、走行が極めて不安定となり目標進路を走行出来なくなる事が実験上確かめられている。今回の実験でもAは第4ポール以降は落り抜けることは出来なかった。Eについても同様であった。図-7に示す様にGが大きくなるとだんだんフラクミが大きくなったり、曲線半径が次第に大きくなり目標通り走行出来なくなる。

3-8. 振動、騒音について

平坦圧雪路における40、60%時の振動、騒音については各組合せによる大きな差はないが、スノーリングを装着すると重心点付近の上下方向の加速度、後車軸中心部のそれが若干大きくなる。これは、クロスゴムの太さ、ピッチ、ゴムブロックの大きさ等によって差異が生ずるものである。

騒音については40と60%で5~8ホーン程高くなるが、各組合せでは差異が認められない。

4. おわりに

非金属製タイヤすべり止め装置に関する制動、駆動、曲線走行、その他の性能

について概説したが、まとめると(1)降雪路面において制動性能がかなり期待出来る (2)従来のスノーチェーンに近い駆動性能がある (3)低速では良いが速度に反比例して曲線走行性能が悪くなる (4)その他については大きな差異が認められない 等が今回の実験を通して言える。これら性能の向上を促すものとして(1)クロスゴム、ゴムブロックの検討 (2)リング部の横剛性およびタイヤとの密着性 等の検討が挙げられる。更に速度に関しては低速では問題がない様であるが、今回の実験で出来なかった60%以上の高速域における諸特性、アイスバーン上での性能向上、耐久性等の検討が今後必要である。

最後に本実験実施にあたり御協力戴いた諸氏に謝意を表し、本報告を終える。

参考文献 1) 非金属製タイヤすべり止め装置実車テスト報告書；日本自動車用品工業会非金属製タイヤすべり止め装置委員会・実車テスト実行委員会、昭和51年9月

表-8 直線急制動時における制動距離と横向加速速度

	制 動 距 離 (m)		横 向 加 速 度 (G)	
	40 km/h	60 km/h	40 km/h	60 km/h
A	20.9	39.0	0.136	0.224
B	22.6	46.8	0.087	0.131
C	14.1	35.6	0.134	0.271
D	13.3	33.5	0.156	0.222
E	15.5	34.0	0.192	0.194
F	12.8	31.9	0.116	0.131
G	11.9	27.4	0.141	0.148

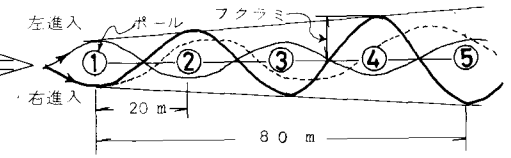
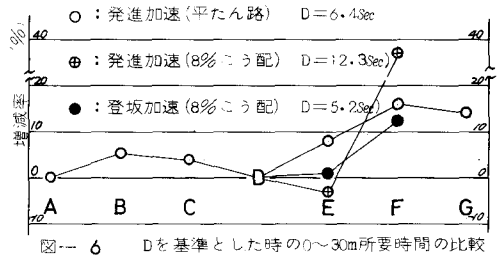


表-9 第3ポール通過時の横向加速速度 (G)

	20 km/h		40 km/h	
	左進入	右進入	左進入	右進入
A	0.230	0.160	0.433	0.410
B	0.159	0.106	0.315	0.298
C	0.122	0.125	0.294	0.308
D	0.171	0.078	0.335	0.338
E	0.196	0.090	0.354	0.335
F	0.107	0.170	0.266	0.286
G	0.160	0.127	0.367	0.307

表-10 平均ポール間所要時間 (Sec)

	20 km/h		40 km/h	
	左進入	右進入	左進入	右進入
A	3.5	3.5	3.3	3.4
B	3.7	3.7	2.1	2.0
C	3.8	3.7	2.1	2.3
D	3.4	3.7	2.0	2.1
E	3.3	3.4	3.4	3.3
F	3.6	3.7	2.0	2.0
G	3.5	3.4	1.9	2.0