

# 鋪裝の荷重に就て

山 田 元

鋪裝に働く力は極めて複雑であるが、之を設計する場合最先にブツカルののは、鋪裝の支持すべき荷重の大きさである、鋪裝が力學的に見て得體の知れないもののみであつた時代は兎に角、荷も彈性的床版として取扱ひ得る比較的高級の鋪裝に對しては、其支持すべき荷重を明にする必要がある。

鋪裝の荷重に關する現行の規定は如何なる數字を與へて居るかと云ふに、道路構造令に於ては、

第八條 國道及府縣道ノ車道ノ路面ノ構造ハ車輛ノ輪帶幅一寸ニ付 100 貫 (1 輦ニ付キ約 125 瓦) ニ耐フルヲ標準ト爲スヘシ。

として鋪裝の荷重の密度を明にして居り、更に鋪裝の荷重としていなく道路の荷重として、

第十三條 國道及府縣道ノ橋梁ハ左ニ掲クルモノノ通過ニ耐フル構造ト爲スヘシ

國道ニ在リテハ 2,100 貫ノ車輛 (約 7875 瓦) 12米噸輦壓機

府縣道ニ在リテハ 1,700 貫ノ車輛 (約 6875 瓦) 但シ主要ナル區間ニ於テハ國道ニ準スヘシ

とあり又街路構造令には、

第七條 主要ナル街路ノ路面ハ第三條ニ規定スル(註、車道、高速車道自轉車道等ノ)區別ニ從ヒ適當ナル材料ヲ以テ之ヲ鋪裝スヘシ

とあるのみであるが橋梁の荷重として、

第十七條 橋梁ハ左ニ掲グルモノノ通過ニ耐フル構造ト爲スヘシ

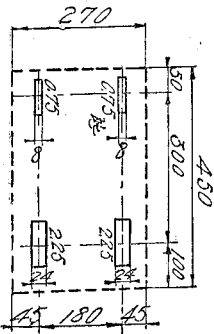
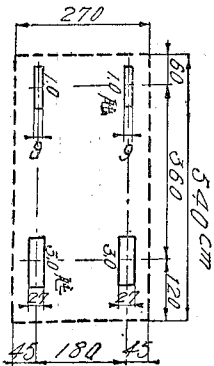
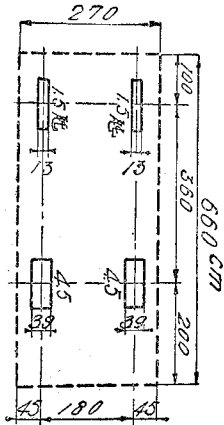
3,000 貫(約 11,250 疋)15米噸輦壓機

と定めてある。而テ「道路構造ニ關スル細則中には、鋪裝の荷重に對しては特に規定する處なく、唯橋梁の荷重の細目を規定して、自動車荷重に對しては第1圖の如く、輦壓機荷重に對しては第2圖の如く定め、自動車荷重に對しては輦壓を生ずるものと認めその算式さへ定めて居る。以上の規定から橋梁の荷重同様とすれば鋪裝の靜荷重は自ら定まるのであるが、上述細則の認めるが如く、自動車には輦壓を認めざるを得ず、併もその値は決して橋梁に定めた算式に據ることは出來ないのである。

第一種 (十二 魁)

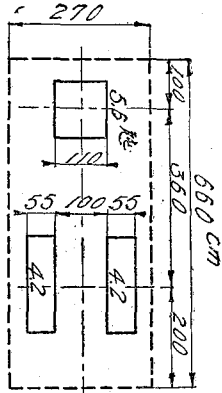
第一圖 第二種 (八 魁)

第三種 (六 魁)

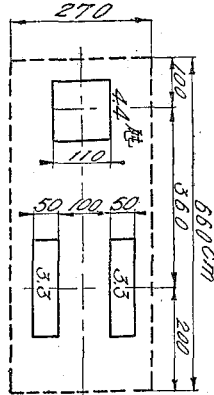


第 2 圖

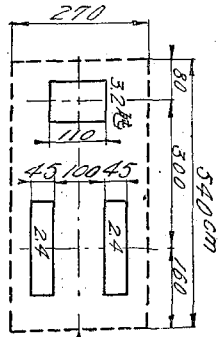
第一種 (十四 吨)



第二種 (十一 吨)



第三種 (八 吨)



一方車輛の荷重に對する規定の方面から見れば、道路取締令には

第十二條 荷車ノ輪帶幅ハ左ノ制限ニ從フベシ

牛 車 8 寸 5 分以上、輪車ニ在リテハ其ノ前輪ヲ後輪ノ 2 分ノ 1 迄縮スルコトヲ得

馬 車 8 寸以上 同上

大 車 2 寸以上

第十三條 荷車ノ積載量ハ車體ノ重量ヲ合せ左ノ制限ヲ超ユルコトヲ得ス

自 動 車 1,400 貫 (5,250 斤)

牛 車 4 輪車 550 貫其ノ他 400 貫

馬 車 4 輪車 500 貫 其ノ他 360 貫

大 車 200 貫

とあるから、自動車荷重は前掲「細則」に従つて分布するもの、其ノ他は前輪は後輪の2分ノ1とすれば静荷重として決定するわけである。

更に自動車の重量に關する現行規定を見るに、自動車取締令には別に數字を掲げてないが、警視廳令の施行細則中には左の如く規定してある。

第七條 自動車又ハ被牽引車ノ積載量ハ車輛ノ重量ヲ合セ 5,250 匁 (約 1,400 貫) ヲ超ユルコトヲ得ス、但シ多輪自動車にして一車軸ノ荷重 2,625 匁 (約 700 貫) ヲ超ヘサルトキ若クハ無限軌道ヲ裝置スル自動車ニシテ其ノ裝置ノ幅員 3 匁 (約 1 寸) = 付荷重 375 匁 (約 100 貫) ヲ超ヘサルトキ、又ハ公共營造物ノ維持修繕ヲ行フ爲使用スル作業自動車ニシテ特ニ許可ヲ受ケタルモノハ此限リニテラズ

前項但シ書ノ場合ト雖モ總重量 7,875 匁 (約 2,100 貫) ヲ超ユルコトヲ得ス

以上に據れば、舗装の荷重として現在許されて居る値は密度に就ては 1 匁に付 125 匁、1 輪荷重の最大は前後の比率の定め方に依つて異なるが、通常の値 1:2 乃至 1:2.6 を採れば 2,710 匁乃至 2,850 匁であり、前後の比率を擴大して 1:3 とすれば 2,960 匁となり、「道路構造ニ關スル細則」中の橋梁荷重の第 2 種自動車荷重の 3,000 匁と略同様と看做し得る。

車輛の荷重に對する現行制限は上述の如くであるが、街頭に於ける事實は果して如何であるか。先づ鐵輪車を有するものに就て見ると第一表の如くであつて、

第一表 鐵車輪1種幅輪壓表

(本所報告第17號に據る)

車輪種別	在來のもの " " 取締合によるもの "	前輪				後輪					
		輪幅 cm	重 kg	車重 kg/cm	量 kg	輪幅 cm	重 kg	車重 kg/cm	量 kg		
四輪車	在來のもの	6.00	88	14.7	317	53.8	6.00	116	19.4	615	102.5
	" "	5.75	101	17.6	330	57.4	6.25	125	20.0	623	90.7
	取締合によるもの	6.30	89	14.2	318	50.5	0.00	129	14.3	627	69.7
二輪車	" "	6.30	94	14.9	327	52.0	9.18	134	14.6	632	68.9
	小車						4.20	45	14.2	361	112.9
	" "						4.75	59	12.4	375	78.9
大車							3.30	63	19.2	379	115.0
	" "						6.35	94	14.9	410	64.6

一種幅輪壓は現行規程の範圍内である、又自動車實際の荷重につき信頼するに足る某官廳でグラフ、アンプ、デジカー製ローボムータを用ひ東京市内で測定せる結果は第二表の如くである。

第二表 自動車重量實測表

(大正十五年ロード、スタータにて測定)

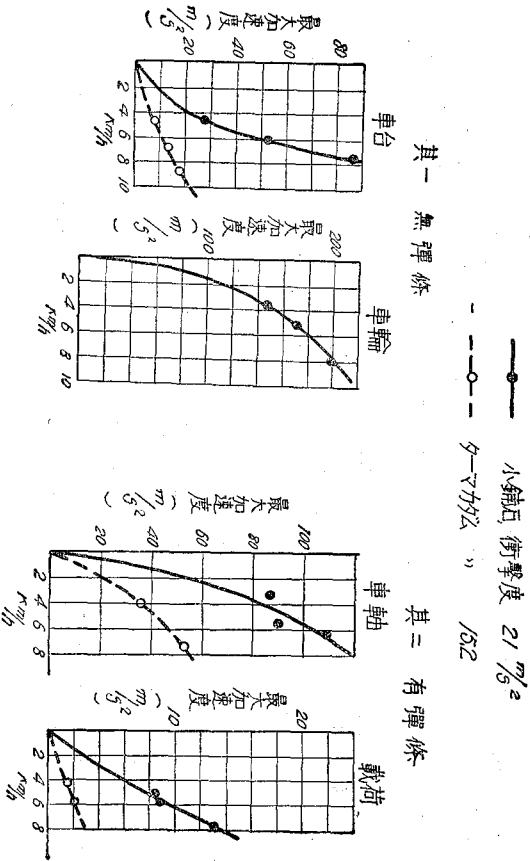
自動車種類	總重量 (kg)	總重量制限超過 (kg)	後輪一輪重量 推定 (kg)	摘 要
クーリー 2 噸車	7,940	2,690	2,860	前後兩軸の荷重の比 1 : 2.6
マツカ 2 噸車	7,975	2,725	2,875	” 1 : 2.6
コペーヌ 2 噸車	8,465	3,215	3,300	” 1 : 2.6
マツカ 2 噸車	8,520	—	1,310	” 1 : 2.2
フエテラル 2 噸車	4,540	—	1,560	” 1 : 2.2
フオート 1 噸車	3,850	—	1,440	” 1 : 3

即ち通常の 4 輪自動車の限度なる 5,250 疋を突破するもの尠からず、最大超過 3,215 疋に達し、施行細則中の但し書の規定 787.0 疋をも突破し、正に「道路構造ニ關スル細則」中の第二種の自動車荷重をも突破して居る。而して自動車の如き二重弾性の構造を有する車輛が、其本来の耐力に相當する公稱積載量を 10 割以上も突破する時、其路面に興へる破壊力の増加の如何に大なるべきかに想倒すれば、御路に於ける事實は到底「自動車取締令施行細則中」の數値をそのまゝ設計の荷重となすことを許さないのである。然らば如何にするか、之等の解答を得むとすれば實際路面上に於ける車輛の路面に加へる壓力を大體推定する必要がある。

先づ鐵輪帶の車輪が走行中路面に興へる力を明にせむがために、獨逸フーベン工科大学に於けるランゲル教授及トーマ

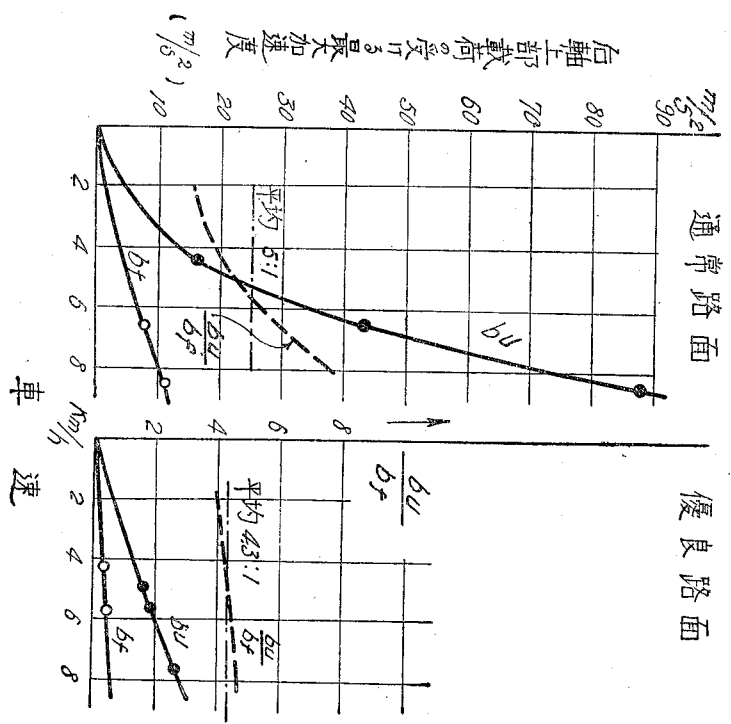
氏が其の独自の考案に成る加速度計を以て測定せる結果を見ると第三圖乃至第五圖及第三表の如くである。

第三圖 鐵輪車鉛三最大加速度圖



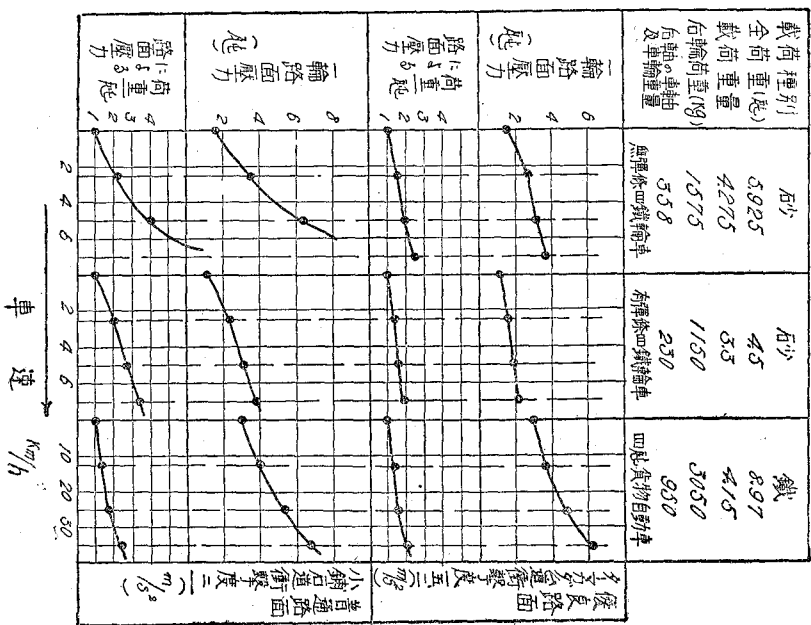
第四圖 載荷の受ける鉛直加速度比較

bu ; 無彈條車 bt ; 彈條車





第五圖 路面壓力比較圖



第三表 路面壓力車輛別比較

名稱	無彈條四鐵輪車			有彈條四鐵輪車			4瓶貨物自動車 (クワツツカ%キヤ)					
	0	25	5	7	0	25	5	7	0	125	25	35
全 荷 重(ト)	5,925			4,500			8,490					
後 輪 荷 重(ト)	1,575			1,150			3,050					
後輪の軸以下荷重(ト)	179			115			45					
後輪ニヨル路面壓力(ト)	1.575			1.575			1.575					
後輪1瓶ニヨル路面壓力(ト)	1.575			1.575			1.575					
後輪1瓶ニヨル路面壓力(ト)	1.575			1.575			1.575					
貨物自動車	優良品路面			優良品路面			優良品路面					
1瓶ニ對シ	普通路面			普通路面			普通路面					
	平均 1.1			平均 1.1			平均 1.1					
	1.67			2.23			3.10					
	平均 2.01			平均 1.85			平均 1.85					

之等の試験は車輛の進行速度を大、中、小の三種に分ちて鐵輪車に對しては  $7 \text{ km/h}$ ,  $5 \text{ km/h}$ ,  $2.5 \text{ km/h}$  自動車に對しては  $35 \text{ km/h}$ ,  $25 \text{ km/h}$  及  $12.5 \text{ km/h}$  を用ひ、其の路面壓力を静止せる場合及各速度につき衝擊度 15.2 (一定速度にて走行距離 00 米中に生ずる第十番目の加速度を  $m/s^2$  にて示すもの) のターフツ舗装と衝擊度 22 の小鋪石道とに於て比較せるものであつて之を通覽するに

- (1) 鐵輪車に起る鉛直加速度は極めて大きく其最大部分の値は實に重力の 20 倍に達する。
- (2) 等しく鐵輪車であつても車輛と車臺との間に彈條の有無によつて其作用に著しい相違がある。
- (3) 鐵輪車に對しては特に路面状況の相違が著しい影響を與へる。

(4) 無彈條の鐵輪車は、速度 $7\text{km/h}$ 以内に於て車輛一應につき 2.37 乃至 6.95 應の作用をなし、クツシオン、タイヤを有する速度 $35\text{km/h}$ の自動車に對し最大 8.1 倍に達する。

(5) 有彈條の鐵輪車は速度 $7\text{km/h}$ 以内に於て車輛1應につき 1.76 乃至 8.2 應の作用をなしクツシオン、タイヤを有し速度の自動車に對し、最大 1.48 倍である。

(6) クツシオン、タイヤを有する四輪貨物車は、車輛1應につき 2.02 乃至 2.24 應の作用をなし、路面の影響は有彈條の鐵輪車に比し稍少い。

我國の鐵輪車は其の荷重が上掲のものと著しく異なるから、其の最大軌道加速度の如きも必しも上掲の値と同一視するとは出来ないが、大體に於ては準據するに足るであらう。

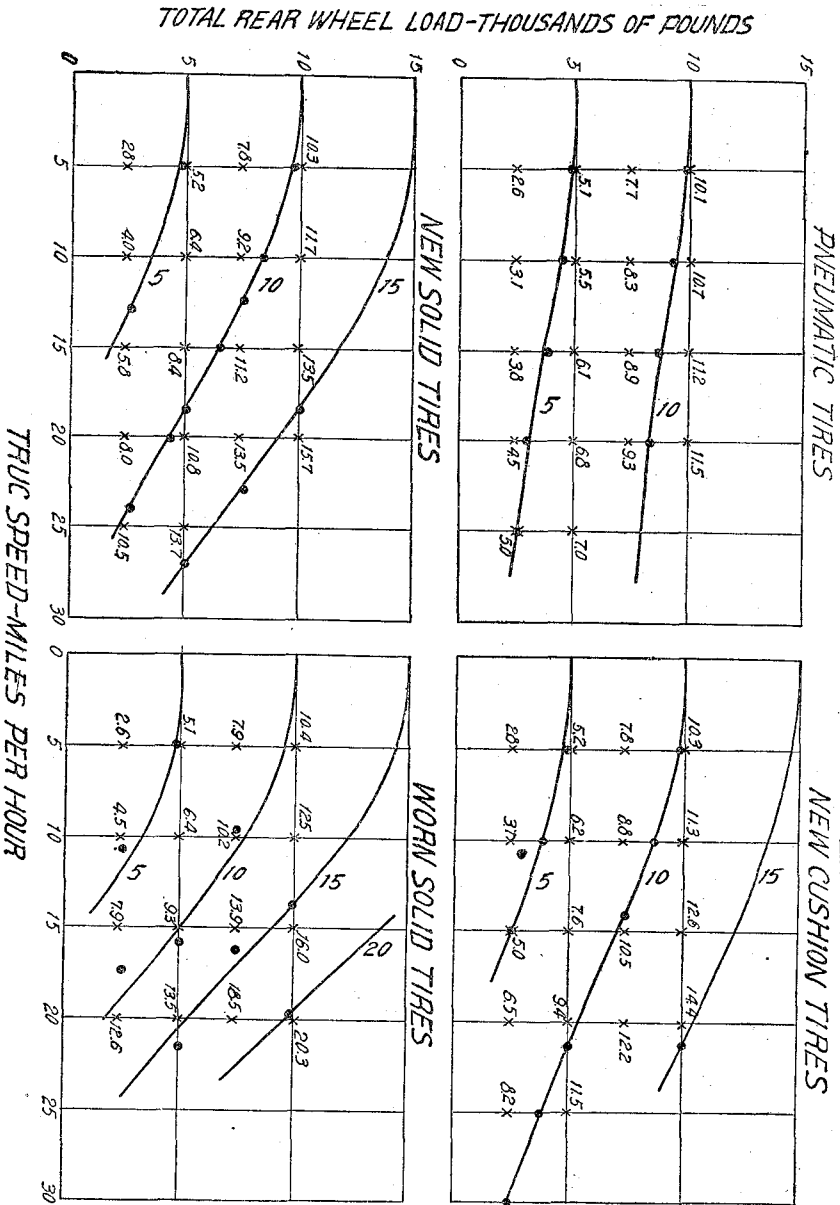
又自動車の路面に及ぼす動壓力は、其構造、速度、荷重、輪帶及路面状況によつて著しい開きがあり、精確に之を算定するは極めて困難な問題であるが、前掲ランゲル及トーマス兩氏の値の外、米國道路局の實驗を參考とすれば、第六圖、第七圖及第四表の通りである。

之等の結果を要約すれば、自動車の路面に與へる壓力は

(1) 輪帶に依つて極めて著しい相違がある。即ち等しく 5,000 封度の車輪に於ても、ニュウチツク、タイヤでは時速 25 哩のとき最大 13,000 封度即ち靜荷重の 2.6 倍に過ぎざるに對し古ソリッド、タイヤでは時速 15 哩に於て既に 6,500 封度即ち靜荷重の 1.8 倍に達し、實に前者の約 5 倍である。

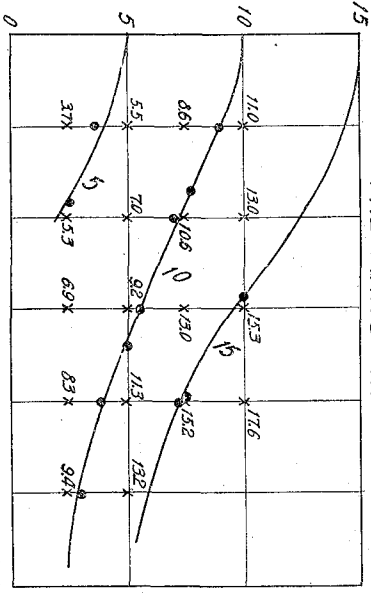
(2) 鋪裝の種類によつても亦著しい相違があり、碎石道の如く路面不良なるものを除いても、古ソリッド、タイヤで

第六圖 良好なるサーフラスアルト路面上の動壓力

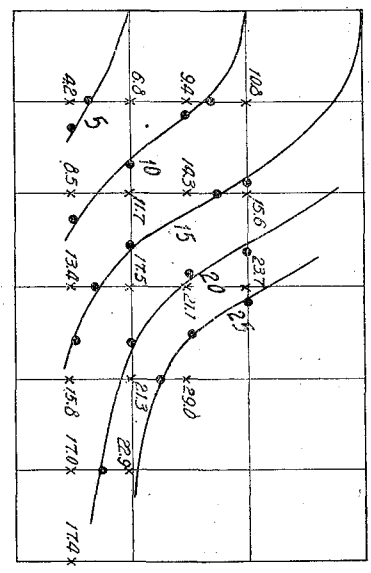


第七圖 碎石路面上の動壓力

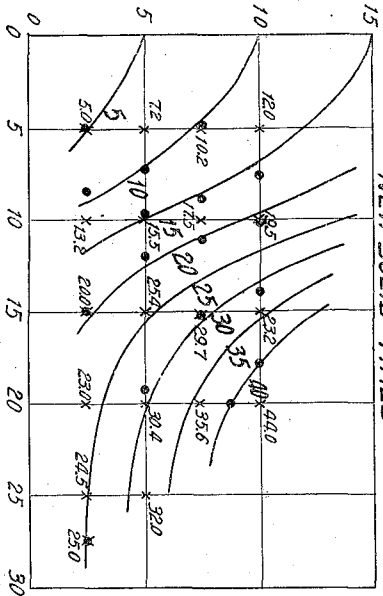
PNEUMATIC TIRES



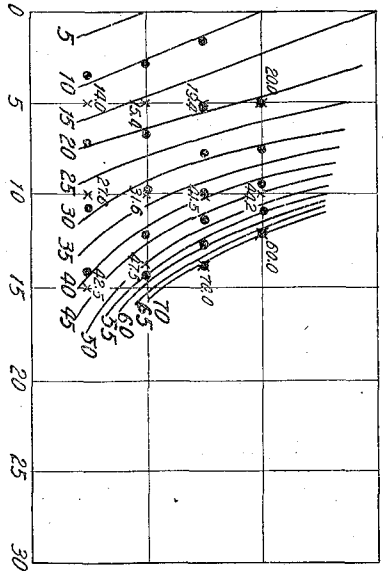
NEW CUSHION TIRES



NEW SOLID TIRES



WORN SOLID TIRES



TOTAL REAR WHEEL LOAD-THOUSANDS OF POUNDS

TRUCK SPEED-MILES PER HOUR

第四表 静荷重車輪による路面壓力

(單位 1,000#)

輪帶種別	速度哩/時	碎石道	普通のアスファルト道	普通のシート道	優良シート道	煉瓦道
ニウマチツク タイヤ	10	7.0	5.7	5.4	5.5	5.4
	25	13.2	10.0	7.0	7.0	6.3
クツシオベン タイヤ	10	11.7	6.8	6.0	6.2	6.3
	25	22.9	15.0	12.5	11.5	8.8
新ツリツド タイヤ	10	15.5	7.5	6.1	6.4	7.2
	25	32.0	16.0	13.9	13.7	11.50
古ツリツド タイヤ	10	15.4	13.3	7.3	6.4	11.8
	25	6.5(速度15哩/時)3.5		25.0	20.5	22.5

は優良シートアスファルトに於て 20,500 封度即ち静荷重の4.1倍に對し、アスファルト、プロック道に於ては 35,000 封度即ち静荷重の約7倍であつて、前者に比し約70%大である。

(3) 速度による相違は、輪帶の不良なる程大きく、且大體に於て路面状況の良否に伴ふが、時速 25 哩に於ては 100 哩に比し最大4倍最小 1.2 倍である。

(4) 車輛構造、荷重、速度及路面状況の相違は、ニウマチツク、タイヤに對しては比較的少く時速 25 哩以内に於ては碎石道に對しては静荷重の 2.6 倍、鋪裝路面に對しては 2 倍以内である。

(5) 各種路面に就て平均して、ニューチャック、タイヤの影響と略匹敵する他種輪帯の速度を算定すれば略第五表の如くである。

第五表 輪帯別自動車速度比較

輪帯種別	百分率	速 度	(哩/時)				
ニューチャック	100	40	35	30	25	20	
新クツツシオン	55	22	19	16	14	11	
新ソリッド	40	16	14	12	10	8	
古ソリッド	20	8	7	6	5	4	

以上を綜合すれば、鋪裝の荷重を算定するには、輪帯の種別と速度とをばつきりしなければならぬ。

車輛の速度に関する現行の規定は如何であるかと云ふに、自動車取締令に由れば

第三條 自動車ノ最高速度ハ一時間 16 哩トス但シ地方長官ハ道路、區域、時間又ハ自動車ノ種類ヲ指定シテ之ニ異ル速度ヲ定ムルコトヲ得

とあり、之に基く警視廳の施行細則を見れば

第三條 自動車ノ速度ハ一時間ニ付左ノ制限ヲ超ヘルコトヲ得ス、但シ交通希疎ニシテ他ニ危害ヲ及ボス虞ナキ場合ニ於テハ一時間ニ付各制限ヨリ 8 軒 (約 5 哩) 以内超過スルコトヲ妨ケス

道 路 別

自 動 車 別

軽自動車 特殊自動車	重自動車	作業自動車 多輪自動車 牽引自動車
---------------	------	-------------------------

歩車道の區別ある道路にして車道の幅員17米(約6間以上)のもの

32 秤 (約20哩)	26 秤 (約16哩)	19 秤 (約 2哩)
-------------	-------------	-------------

歩車道の區別ある道路にして車道の幅員6米(約3間)以上のもの、若くは歩車道の區別なき道路にして其幅員8米(約4間)以上のもの

24 秤 (約15哩)	19 秤 (約1 哩)	16 秤 (約10哩)
-------------	-------------	-------------

歩車道の區別ある道路にして車道の幅員6米(約3間)未満のもの、若くは歩車道の區別なき道路にして其幅員8米(約4間)未満のもの

19 秤 (約12哩)	15 秤 (約10哩)	13 秤 (約 8 哩)
-------------	-------------	--------------

公共營造物ノ應急修理ヲ行フ爲使用スル作業自動車ハ本條ノ適用ニ關シテ輕自動車ト看做ス

即ち、自動車の速度は、その使用目的上の種類、道路の幅員等を主として定められ、輪帯の種類に就ては別に考慮されないから、現行の車輛に對する制限を鋪裝の荷重の方面から見れば極めて廣泛な許容範圍を有するものであつて、單に自動車荷重のみに就ても、現在の荷重及速度の制限が嚴守されると假定し碎石道の如きを除外するとしても、最大一輪荷重の10 噸を超過することの極めて頻繁なるべきは想像するに難くない。

之に反して現行規定を單にニウマチック、タイヤのみに適用し、他種の輪帯に就ては其の路面に對する破壊力をニウマチック・タイヤ同様の程度に止むる様速度又は荷重を制限すれば最大一輪荷重は 4.6 噸に滿たない。更に一方荷重の分布の方面から見るに、各種輪帯と其路面との接觸面の長さは第六表の如くであつて、古いソリック・タイヤはニウマチック・



タイヤに比して其半分にも満たない。従つて鋪裝の所要厚さもソリッド・タイヤを標準とする場合はニューマチック・タイヤを標準とする場合に比し、殆んど二倍に達するであらう。ソリッド・タイヤにして以上の如しとすれば、彈條なき鐵輪の撥率引車に對しては尙更大なる相違を生ずべきは明である。

第六表 輪帶接觸面長比較

輪帶種別	荷重	接觸面長 (吋)	接觸面長 (吋)
デュアル、ニューマチック	2,500#	5,000#	10,000#
〃 新クツツク	7 1/4	9	10 1/2
〃 新クツツク	7 1/4	9	10
〃 新ソリッド	6 1/2	7 1/2	8 1/4
〃 古ソリッド	3 1/2	4 1/2	5
			5 1/4

之等の點に鑑みて、獨逸は既に原則として、自動車輪帶にニューマチック以外のものを禁止し、英佛兩國に於ても夫々輪帶に由つて速度及荷重の制限を異ならしめ、米國に於ても、特別なる大都市幹線以外に於ては、ソリッド、タイヤの許容荷重をニューマチックの夫れの内八割乃至五割に減じて居る次第である。我國は今や正に全國的に地方道路の鋪裝を完成するの必要に促られて居るのであるから、鋪裝の荷重の方面から見ても、車輛の荷重並に速度の制限を合理化することは焦眉の急を要することである。然らざれば吾々道路技術者は鋪裝の荷重として 4.6 噸乃至 10 噸の間を徒らに彷徨すること外ない。嘗て米國の某州に於ては、鋪裝の荷重制限の合理化を缺いたが爲に、鋪裝の厚さを三度變更するの已むなきに至り、其の爲に徒費した工費は莫大なる額に達したのである。4.6 噸乃至 10 噸の間を摸索する限り、吾々も亦右の苦い經驗を嘗

めないとは保證出來ないのである。

以上を綜合して、鋪裝の荷重を明にせむが爲めに、車輛の荷重及速度に關する制限に關して次の如き考慮を加へたい。

- (1) 原則として、輪帯の種別及彈條の有無によつて、荷重及速度を區別すること。
- (2) 無彈條鐵輪車に對しては、荷重は現行道路取締令の規定通りとし、其最高速度を  $7^{m}/h$  止める。
- (3) 有彈條鐵輪車に對しては、荷重は現行警視廳自動車取締令施行細則の被牽引車の一軸許容荷重 2,625 丘とし、速度を以  $8^{km}/h$  内たらしめる。
- (4) 有彈條ゴム性輪帯の車輛に對してはニユワチク、タイヤを有するものに限り現行の自動車の荷重及速度に關する規程を適用し、クツシオン、タイヤ又はソリツド、タイヤの車輛に對してはニユワチクに許されたと同程度の動壓力を生ずる範圍内に速度又は荷重の兩者又は一方によつて制限すること。

以上の前提の下に、「道路構造に關する細則」中の橋梁荷重に對應して、一等橋を有する道路に對しては、6 屯、二等橋以下のものに對しては 4.5 屯と採れば、獨逸の新規程に於けるが如く、制限超過の疑あるものに對して一々其の重量を計量するの煩を取らなくとも各種の車輛に對し、略安全を保證し得る鋪裝を造り得るであらう。