



路面の縦横滑り摩擦抵抗試験に就て (一)

島田 八郎

緒言 國際道路會議の議題を検討し、其の變遷を見る事により道路交通の進歩發達と道路工學の貢獻せる歴史とを了解する事を得。同會議には六種の議題あり、1938年和蘭ヘーグに行れしものに就き見るに第5議題として路面の滑度に関するものが採り上げられてゐる。即ち

A. Slipperiness or rugosity and resistance to Skidding.

がある。斯く近來の高速度交通車輛時に自動車の異常な進歩普及に伴ひ、最も經濟的並に安全なる運用を期する爲めに必要な路面の構造状態を明かにする爲めには緊急缺く事の出来ない要素が路面と車輪輪帯との間に在る。即ち縦横、滑り摩擦抵抗係數に関する數値が基準となる、從て常に各種路面の其の天候に應じた状態に於ける摩擦抵抗値を實測しをくは

勿論の事、其の變化の有様を明瞭に知りて、事を要するものである。通常滑り抵抗を簡單に二別し、即ち

- i) 縦滑り抵抗 (Straightway, 又は Longitudinal skidding resistance)
- ii) 横滑り抵抗 Sideway 又は Transversal skidding resistance)

兩者を説明すれば

縦滑り抵抗とは制動時に於ける自動車車輪を含む平面内の滑りにて、横滑りとす疾走中に於ける車輪平面面に直角方向の滑りである。摩擦係数は一般に疾走方向に對する抵抗に打勝つべき力と車輪に掛る荷重との比率にて示さるもので其の抵抗力の内容は可成り複雑せるものである。道路工學的には鋪裝種別、氣候使用タイヤ空氣壓力表面平滑度タイヤ荷重等により異なるものである。特に路面の乾濕の差異により全く異なる値をも示す、各國に於て其の國情に應じ適切な試験裝置を考案し此等の關係を研究し、路面の状態を判定せんとしてゐる最も簡明なる試験方法は路面の滑り度其のもの判定し得る實驗裝置を使用する事で其の目的に適した車輪帯を撰ぶべきである。

§ 先つ見掛け上の定義としては滑り抵抗力 R は $R = Nf$ 、(但し N は荷重、 f は摩擦係数を示す) 式で示せるもので、試験條件により f は縦滑り; f_0 、横滑り; f_1 、又は回轉摩擦抵抗 f_r 又となる。

本文では滑り抵抗と云ふ術語のみ使用してゐるが嚴密に分類すれば、

- { adhesive resistance. (附着抵抗)
- { sliding resistance. (滑り抵抗)
- { rolling friction. (轉回抵抗)

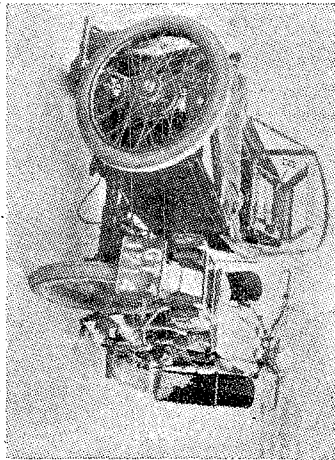
及び上記のものゝ混入せるもので實際上單一なものに純粹に分離されるものがない、従つて路面上にて實測されるものは總てを含む場合が多いが唯實驗方法により上記の内何れかが主要であるかの差異があるのみである。路面の平滑度の判定材料としての摩擦抵抗係數の實驗方法は大概下記の五種となる。

- i) 路面上種々なる方向に於ける疾走中打勝つべき抵抗力を測り係數を定むる事。
- ii) 同上 但し制動状態にて。
- iii) 種々なる疾走速度中制動し制動距離より係數を求む。
- iv) 車輪に加はる制動モーメントを測り係數を定む。
- v) 路面の平滑度測定。

等である。各實驗方法には夫々特長ありて、目的に應じて此等を併用する必要がある。本文は其の一つである上記 i) ii) 項に關する試験結果を述べる。英米佛獨各國にて夙に此種試験を行ひつゝあるもので各國共に其の發達歴史に應じ特長ある試験装置を用ひてゐるが大體の測定結果は同じ傾向を示すものであるから今其の一例として、本邦にては内務省土木試験所にて行つた試験結果と英國 Dep of Scientific & Industrial Research and Ministry of Transport の Road Research で行れたものを述べる。路面の平滑度が如何なる方法にて實測され且つ如何なる程度の値を示すものなるやを説明し一般道路工事者の参照に資せんとする。

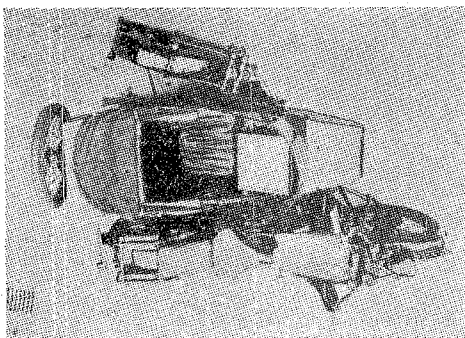
§ 英國に於ける試験 主なる試験は 1936, Road Research office の技術報告書 No. 1 及び Bulletin No. 1 に於て G. Bird, W. J. O. Scott が發表したものがある、試験路面は London の Kingston-By-Pass にて試験用に製作した特別の平滑タ

イヤーを使用し、横滑り摩擦抵抗のみを測定したもので且つ後に説明するも取付け角度としては車輪を含む平面と進行方向とのものを 18° にとりサイドカーに取付け随分輕便に試験し得る様にしたものである。第1圖はサイドカーと自轉車よ



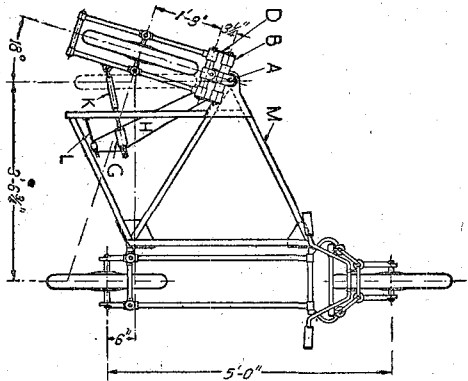
第1圖 試驗車(共の1)

り成る試驗車を後方より見たものでサイドカー上には抵抗力を記載し得るレコーダ N が取付けてある。第2圖は同車



第2圖 試驗車(共の2)

の平面圖にて、サイドカーの横に一輪車の附屬してゐるものが滑り抵抗滑を測らんとするクイヤーである。構造を了解する爲めに、第3圖に主要部市の圖面を描ぐ、第3圖より明かなる如く、自動自轉車はその車輪を含む平面方向に進むものでフレーム M を徑て軸 A にて回轉するフレーム B, D に又試験用クイヤーを取付ける、圖示の位置です點線の位置より幾分回轉し 18° 度を示す、疾走車試験用クイヤーに加はる直角方向の力を K の軸を經て G なる油壓ピストンにて計るも



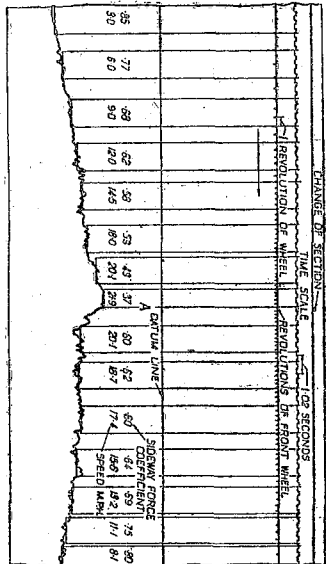
第3圖 試驗車(其の3)

のである。Gより管を徑てレコーダーに至るものである、タイヤは

ニューマチックのものであるが表面は特に平滑にせるものである。

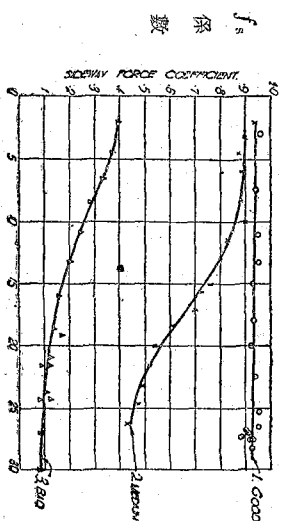
記録装置は抵抗力走行距離時日等を記録するものである。速度は3~30.5mile/h.r.を基準とし試験し4年月に亘り冬期は一般に摩擦係数が大で夏に小となる事を實驗してゐる、第4圖は其の記録を示すものである。一番上部は試験路面の區域を示すもの、次ぎの~~~~~は時間スケール、TTTTは車輪の回轉を示す、中央の直線よりの波形までの距離は滑り抵抗力に比例するものである、本實驗の滑り抵抗力は横滑り抵抗を示すものである、二三の結果を述べる。

§ 路面の比較 路面の比較を簡便にするには濕潤状態に於ける横滑り摩擦係數と、速度との關係を求めるとよい。路面

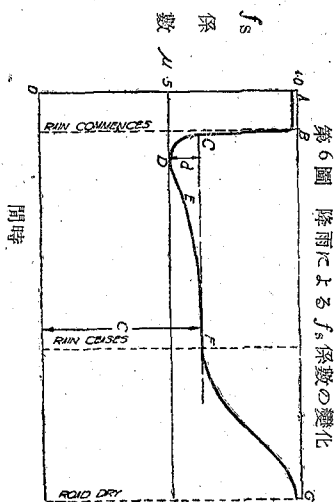


第4圖記録係

を良好、可、不可の三級に分類してみるに一般に速度増大に伴ひ著しく抵抗係数を減少するものである。良好の路面は f_s 係数も大きく且つ速度にて變化しないものである、不可のものは著しく小なる f_s 値を示す場合である。第5圖に此等の關係を示すものである。



第5圖 路面の種類と f_s 係数～速度の關係



第6圖 降雨による f_s 係数の變化

乾燥路面	f_s
降雨當初	0.85
路面濕潤率	0.71
降雨中	0.49
乾燥中	0.55—0.61
	0.51, 0.61.....0.85

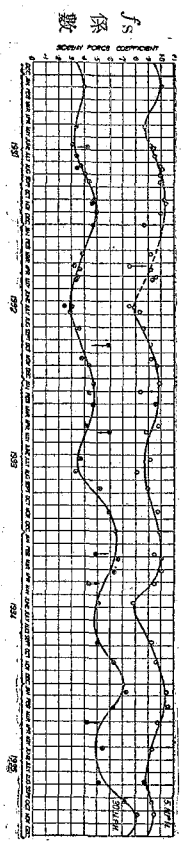
§ 降雨撒水の影響 實際上路面に於ける f_s 係数は路面濕潤状態にて著しく異なるものであるが又路上に粘土土壤等存在せる時は少量の水の存在により著しく摩擦抵抗を減少するものにて、 f_s の變化は水量即ち降雨状態にて著しく變るものである。其の一例として降雨の開始より雨の止み路面の乾燥するまでに到る時に於ける f_s 係数の變化をみればよい。第

6圖はコンクリート舗装面で20m.p.hにて疾走中の場合急劇な降雨に遭遇した時の f_s の變化を示すもので横軸には時間を便宜上とつた、縦軸は f_s 係數である。

同圖により明かなる如く、降雨の爲め最初、係數の0.49に減ずるも引續いたる降雨の爲め路面が清掃され0.55~0.61程に増大する事を示すものである、同理を推して考ふるに人工的撒水は一般に降雨中のものに比較すれば降雨當初のものに近い、従つて一般に f_s が小である。

§ 期節の影響 茲に述べるものはアスファルト系舗装の一種であるが全般的傾向は全く同じものである。即ち冬期 f_s 係數が増大するもので常に一年の週期をなしてゐる、一例を圖示すれば第7圖の様である。1931—1935年間の5ヶ年のもので速度5m.p.h 30m.p.h の場合の f_s が掲げてある。

第 7 圖



速度 5m.p.h. 4季に於ける f_s 係數
 ” 30m.p.h. の變化を示す

5m.p.h と 30m-p-h とにて f_s は異るも全く同様の變化を示しゐる。其の理由は夏季に於てはアスファルトが幾分融け路面が油状となるものと見做し得るものである。

多くの研究により横滑り係數として疾走速度 30m.p.h の場合0.5の f_s を標準としてゐる。試験結果の發表はアスファ

ルト系路面の場合が多く後述する土木試験所の結果と類似のもの多ければ結果に就き記述する事を省略す。

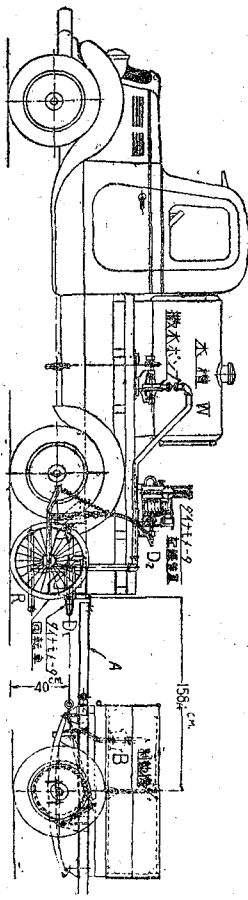
III 土木試験所に於ける實驗

§ 試驗車の選定 試驗の目的により自ら異なるものであるが最も小なる $f_{0.5}$ 、 f_0 係數を求める事を主眼として、且つ、實際のものに近き値を得んとした、其の結果 1) 牽引車トラツクにて試驗車を牽引し、2) 人工撒水法を採用し、3) 試驗車ダイナミーにはトレツド明瞭のもの平滑のものを使用した。

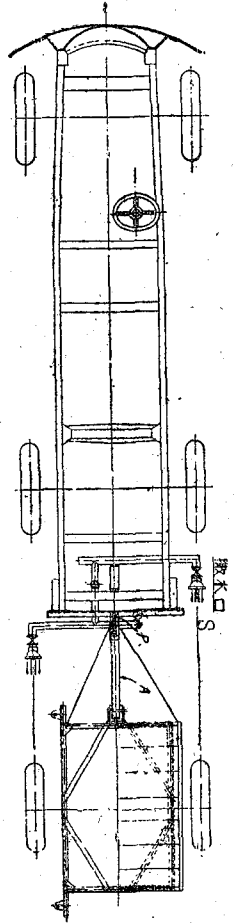
- 第8圖は其の構造圖を示もので水槽を裝備せるトラツクにてダイナミーを徑て試驗二輪を牽引す。
- a) b) c) 圖共に圖面に説明をした。

A 縱滑り試験の場合

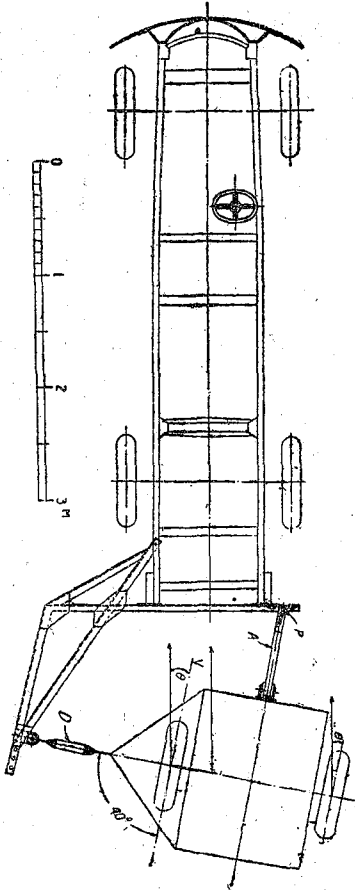
第8圖 試驗裝置 (路面抵抗測定車) 構造圖



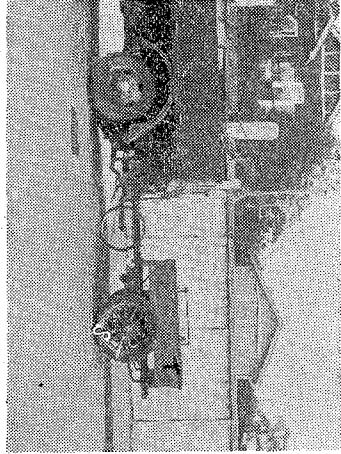
同上平面圖



横滑り試験の場合 (平面圖)

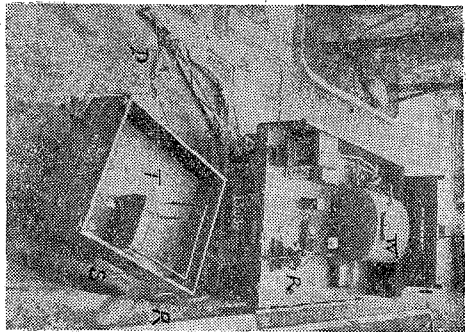


第9圖10圖は實驗中の狀況を示すものでD=ダイナモーター、T=試験車、S=ダイヤヤー、R。=記録装置である。



横滑り抵抗測定の場合(撒水状況)

第 9 圖



第 10 圖

タイヤは Dunlop „90” 5.25”—18” 空気圧力 29lb/” の平滑のもの、トレップ形状明瞭のものを使用し、兩者を No. 1 No. 2 とす。

§ f_s , f_0 係数の算定

圖—4 (a), (b), (c) により試験に於ける各裝備の相互的關係は明かなれども、斯かる装置により測定せしダイナモメーター (D) の記録の牽引カ P より 1. [2] に述べた滑り摩擦係数を算定するに必要な數式を述べん、圖—5 (a), (b) は其の説明圖である。(a) は縦滑り、(b) は横滑りの場合を示す。

W = 車輪にかゝる荷重 (試験車の兩輪)、 h = ダイナモメーター取付け高さ

$P_b, P_{s1}, P_{s2} =$ 、縦横滑り状態に於けるダイナモーター(D)の指示牽引力(試験車全體に對するもの)、但し P_{s1}, P_{s2} は横滑りの裝備に於ける疾走時の車輪平面の垂直方向の摩擦抵抗力に對するものと、同平面内に於ける牽引力とを示す。

$F_b, F_{s1}, F_{s2}; P, P_{s1}, P_{s2}$ に對應する車輪と路面間の滑り摩擦力(2車輪當り)、ダイナモーター指示力 P_b, P_{s1}, P_{s2} より滑り摩擦係数は容易に求む得。

縦滑り摩擦係數; $f_b = \frac{P_b}{W - \alpha P_b} \dots\dots\dots(1)$

横滑り摩擦係數; $f_{s1} = \frac{P_{s1}}{W}$
 $f_{s2} = \frac{P_{s2}}{W - \alpha P_{s2}} \dots\dots\dots(2)$

但し $\alpha = b/H$ を示たもので、本試験車の場合は、

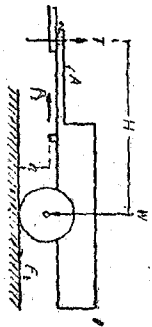
$H = 158.4\text{cm}$ $b = 40\text{cm}$ $\alpha = 0.252$

である。

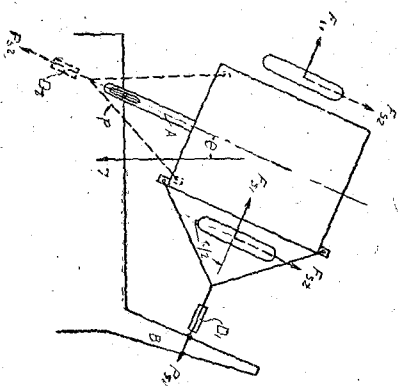
荷重 W はトレイヤー運轉手の重量を加算し $W = 535\text{kg}$ とす(使用ダイナモーター容量により制限さる)、横滑りの場合の車輪平面内の摩擦係數 f_s は車輛の運動學を論ずる場合に重要なものであるが、本試験に於ては直接には必要なく省略した、爾後 f_{s1} の代りに f_s を以て記述す。

第11圖 摩擦抵抗力測定用圖

a 縦滑りの場合



b 横滑りの場合



§ 記録 實驗は常に二隊行つたもので、 f 、係數を求むる時は疾走中制動を興へ、試験車車輪の回轉を止めた時のダイナモーターの示す壓力を自記せしめたものである。第12圖(a)(b)は明治神宮外苑に於ける乾燥散水状態に於ける制動抵抗を示すものである。

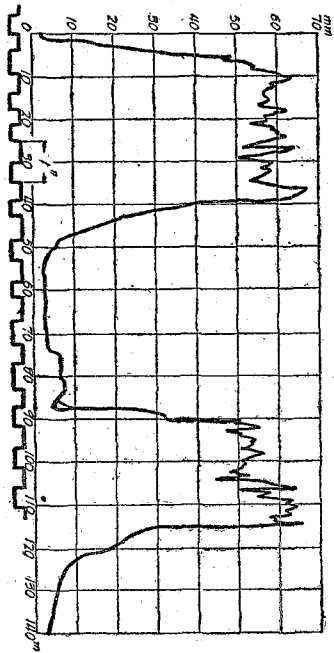
更に横滑りの場合は第11圖(b)に示す角度 θ により測定される力 F 、は異なるものである、通常 $\theta = 10 \sim 13$ 度程度まで θ の増加に伴ひ F 、は正比例的に増大するも或制限以上は θ の値に拘らず一定の F を興ふ、第13圖(c)(d)は $\theta = 15^\circ$ 、

疾走速度。33km/hr に於ける乾燥撒水路面に於ける F_s の値を示すものである。第12, 13圖を見るに、共に撒水状態に於ては抵抗著しく減少せる事が分る。

第 12 圖 (a)

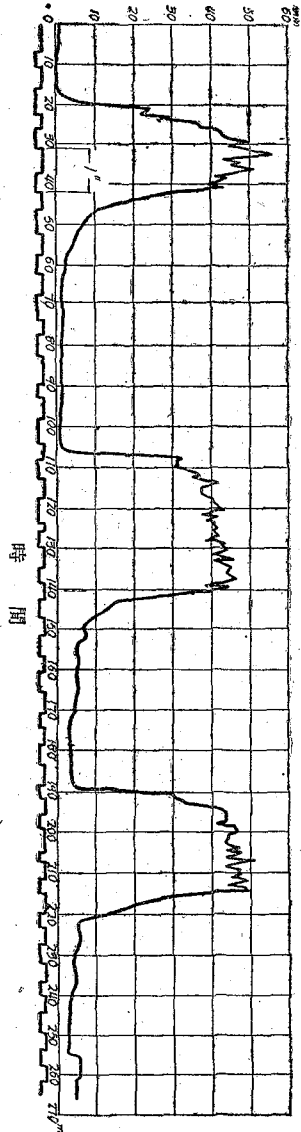
明治神宮外苑 速度 33 km/hr 乾燥状態 制動滑試験

摩擦抵抗力

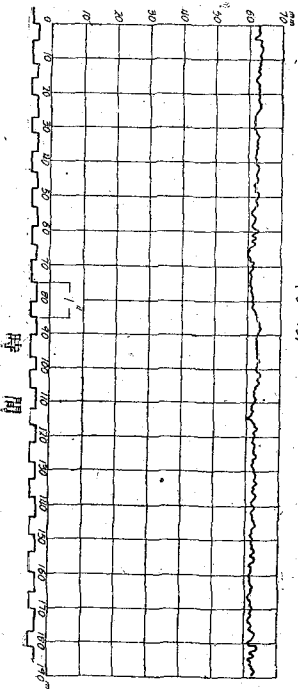


時間

摩擦抵抗力



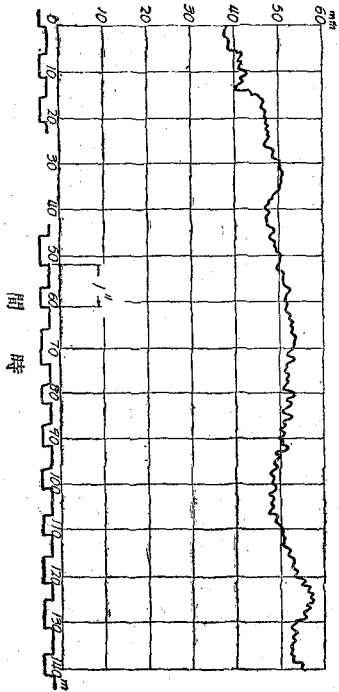
摩擦抵抗力



第 13 圖
明治神宮外苑 (シートコンクリート)
敷水「湿り状態」(乾燥状態) 速度 35 km/hr (和)
 $\theta = 15^\circ$

明治神宮外苑 (シートテスト)

横滑り抵抗試験 (敷木材盤) 速度 35 km/h (約)
 $\theta = 15^\circ$



摩擦抵抗

斯かる方法を各種路面に就き實施したものである。