

論 說 報 告

第 28 卷 第 3 號 昭和 17 年 3 月

東京市の道路舗装に就て

正會員 山 本 亨*

目 次

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 緒 言
2. 東京市の主要道路に於けるヴァイアログ凹凸係数
(1) ヴァイアログ凹凸係数測定機
(2) 工種別凹凸係数の比較
(3) 凹凸係数と交通量との関係
(4) 凹凸係数の経年的變化 | 3. 凹凸係数と加速度(車體の振動)との關係
(1) 加速度振動計と實測方法
(2) 凹凸係数と加速度と自動車速度との關係
(3) 快適感と凹凸係数
4. 運轉の安易度より見たる平坦性
5. 凹凸係数と燃料消費量
6. 結 論 |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

1. 緒 言

舗装の平坦性は自動車の速度、快適感、運轉の安易度、運轉費等道路の性能を左右する最も重要な性質である。本報文に於ては東京市内街路の平坦性が現在如何なる水準にあるかを明かにするため、主要道路の凹凸係数を工種別に實測し、之が交通の影響をうけて経年的に變化する状況をも推知するに努めた。

平坦性と速度及快適感(加速度)との關係についても一部實驗を試み、乗心地のよい街路の平坦性は凡そ如何なる限度にあるかを推論する資料とした。又運轉費に關しては凹凸係数とガソリン消費量を同時に測定し、平坦性の經濟的限界を決定し舗装改修上の指標を得るに努めた。

かくて上記の資料を綜合し、將來の舗装に對する平坦性の規格について考察を進める。

2. 東京市の主要道路に於けるヴァイアログ凹凸係数

1. ヴァイアログ凹凸係数測定機

路面の平坦性を測定する方法は、(1) 直接に路面の凹凸を記録する方法と、(2) 走行車の擔バネの振動を積算し

圖-1. ヴァイアログ凹凸係数測定機

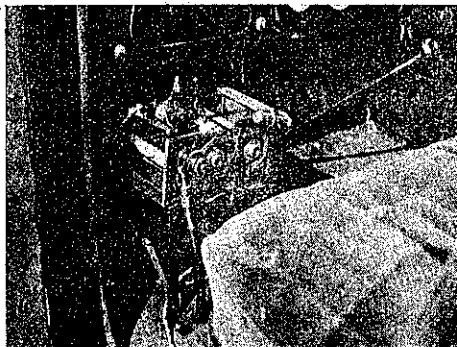
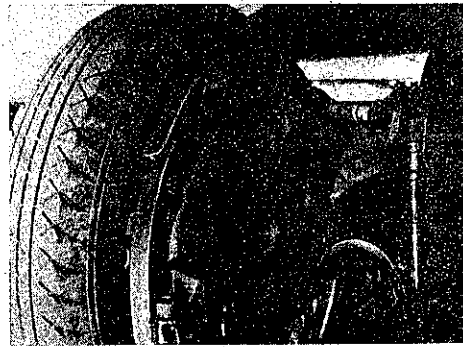


圖-2. 擔バネに固定したピストン



* 工學士 東京市土木局技術長

て間接に凹凸度を測定する方法の2つに分類される。本試験に於ては主として後者によるものとし、内務省土木試験所々蔵のヴァイアログ試験用自動車を用いて凹凸係数を測定した。

ヴァイアログ (Vialog) は米國紐育市ユニバーサルロードマシナリー會社の製品にして、試験自動車の前輪の擔バネに固定したピストンの垂直方向の振動を鋼線を以て運轉臺に設置せる測定機に傳達し、上下2方向の振動の内、下向の動きのみを示數器に集積させ、同時に車の進行につれて回轉する記録紙上にピストンの振動を記録し得る装置である(圖-1, 2参照)。

示數器の讀み、即ちヴァイアログ讀數と實際路面の凹凸との關係は、豫めカリ

ブレーションを行つてヴァイアログ係数を決定しておく。ヴァイアログ係数は速度により異なるから、路面の凹凸を表はすには一定速度で走る場合の1km當りのヴァイアログ讀數にその速度に相當するヴァイアログ係数を乘じ、之をその路面の凹凸係數とし、cm/kmで表はす。故に凹凸係數は距離1km間に存在する路面波狀の波高の總和をcmで表はしたものである。

圖-3. 路面凹凸係數調査圖

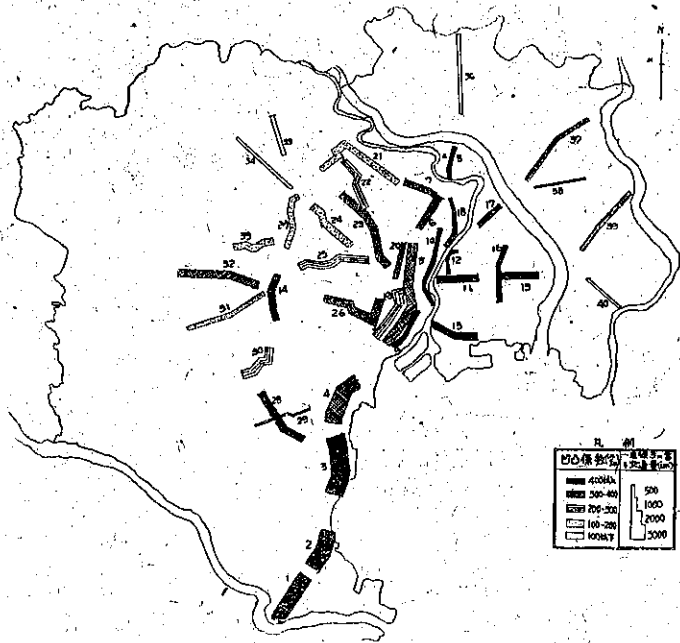


表-1.

工 種	観測數	凹 凸 係 數 (cm/km)		
		最 大	最 小	平 均
アスファルトコンクリート (トペカ式)	10	585	72	206
シートアスファルト	38	652	89	306
アスファルトマカダム	1			392
アスファルトブロック	1			504
アスファルト乳劑表面處理	1			293
セメントコンクリート	17	707	72	389
膠 石	1			485
小 鋪 石	13	788	217	458
正 鋪 石	1			591
煉 瓦	1			467
溝 付 煉 瓦	1			304
木 塊	4	507	335	440

2. 工種別凹凸係数の比較

東京市内の主要道路 40 路線、總延長 119 km (圖-3 参照) について測定せる凹凸係数を、舗装工種別にその最大最小平均値を表示すれば表-1 の如くである。

上記によれば凹凸係数の平均値に於てトベカ 206, シートアスファルト 306, セメントコンクリート 389 を示し、其の他の塊舗装は 300~600 を示してゐる。即ち東京市の主要道路の多くは舗設後 10 数年を経過し、この間交通の激甚なる破壊作用に曝されたため、平坦性は比較的低位にあると云はねばならぬ。尙ヴァイアログ記録のうち代表的のものを示せば圖-4~7 の如くである。

3. 凹凸係数と交通量との関係

交通量は昭和 8 年と同 13 年の兩回に互り施行せし道路交通情勢調査成績の平均値を採用した。本試験の如く舗設後の供用年数を異にする路線について比較するには、單にインテンシティーを示す 1 日の交通量のみを以てすることは不適當と考へられるから、1 日の交通量に供用年数を乗じた總交通量を求め、之と凹凸係数との関係を圖示すれば圖-8 の如くである。本圖の平均曲線によれば、凹凸係数交通量の増大と共に増大するがある限度に達すれば略定値 (400~500) となる傾向が認められる。このことは破損の都度適當の修繕を加へたため、定値以上に凹凸係数が増大しなかつた結果と考へられる。

4. 凹凸係数の経年的變化

本試験の経験から舗設當初に於ける仕上路面の凹凸係数は略次の如く推定される。

アスファルト高級舗装	凹凸係数 70 内外
セメントコンクリート舗装	
小 舗 石	" "

上記の凹凸係数は 1 日 1 車線當り 1 000 ton の交通量に於て、約 9 ヶ年を経て 400~500 程度に達したと見做し得る様である。

凹凸係数は一般に表面の磨耗、表層及基礎の變形等のため経年的に變化するものであつて、理想的な舗装としては磨耗が均等であり、表層及基礎の變形の少ないものが望ましい。之等の點は今後特定路線を設け、各種の舗

圖-4. トベカ舗装ヴァイアログ記録

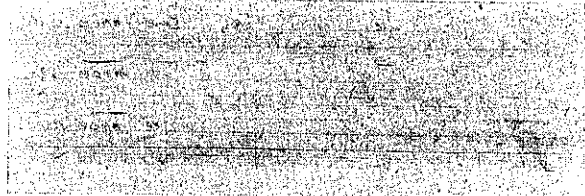


圖-5. シートアスファルト舗装のヴァイアログ記録

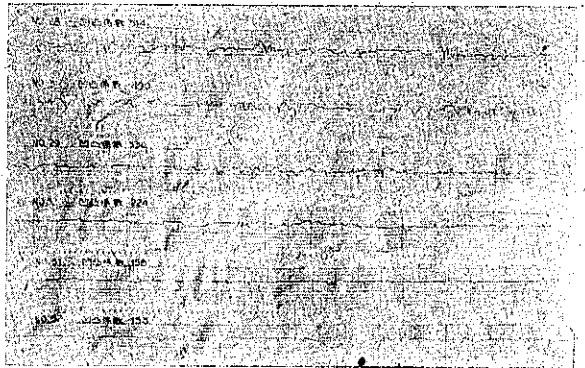


圖-6. セメントコンクリート舗装のヴァイアログ記録

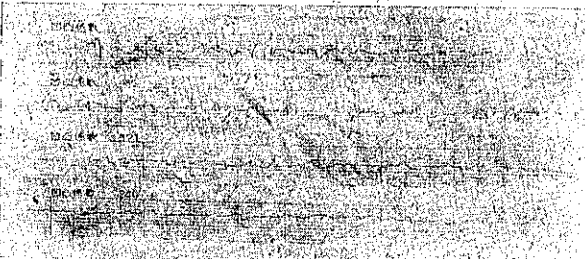
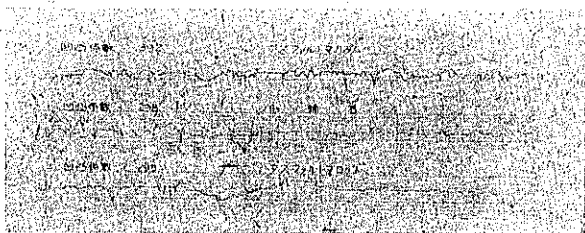


圖-7.



装について長期間測定の上報告し度いと思ふ。

3. 凹凸係数と加速度(車体の振動)との関係

1. 加速度振動計と試験方法

加速度振動計は東京帝大地震研究所より借用し、自己振動周期 0.2 秒、倍率 8.0 のものである(圖-9 参照)。本器は加速度のカリブレーション未了のため直接加速度の大きさを測知し得ないが、振幅の大きさが加速度の大きさに比例するから振幅を以て加速度を比較するにとどめた。

試験用自動車はフォード 1937 年型乗用車に代燃瓦斯發生装置を取付けたものとし、その運転手席の後方車體床

圖-8.

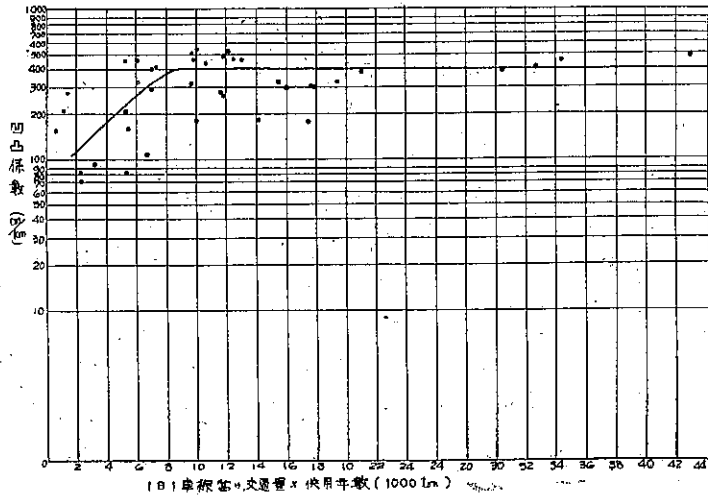


圖-9.

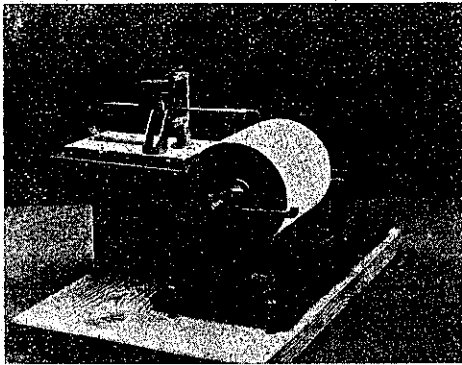


圖-10.

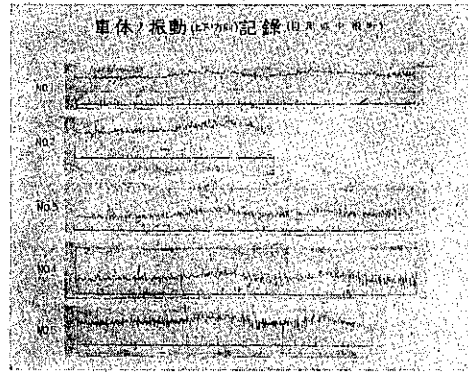


圖-11.

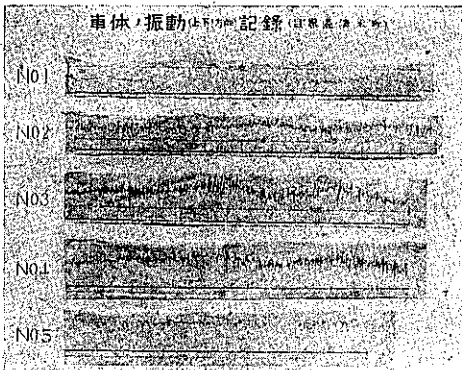
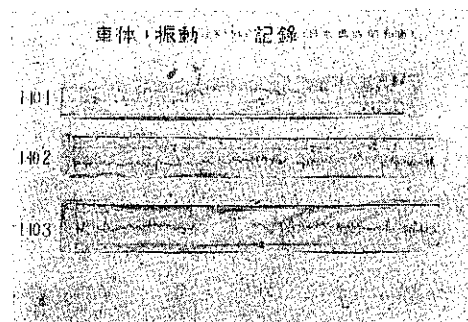


圖-12.



上に加速度振動計を据付け、凹凸係数既知の舗装上を諸種速度を以て走行する時の車體の振動加速度を記録させた。

2. 凹凸係数と加速度と自動車速度との關係

振動記録は圖-10~13の如く本圖から走行毎5秒間に於ける最大振幅を求め、之を速度別に平均すれば表-2~5の如くである。上記の平均最大振幅と凹凸係数との關係は圖-14の如く、自動車速度20~50km/hrに於て振幅は凹凸係数の増大と共に増大するが、特に凹凸係数300以上に於て急激する傾向が認められる。

自動車速度と平均最大振幅との關係は圖-15の如く振幅は略速度に正比例して増大しその増率は凹凸係数の大なるほど大となる傾向が認められる。

圖-13.

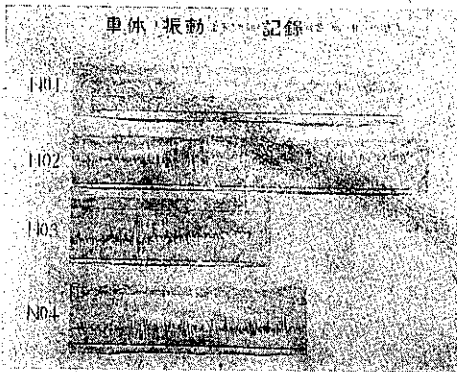


圖-14.

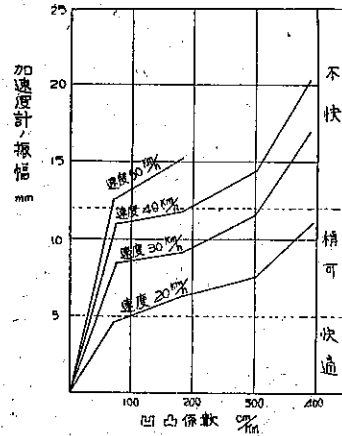


表-2

測定場所		舗装工種		ワイアログ凹凸係数	
日本橋區昭和通		シートアスファルト		303	
速度	毎5秒時の最大振幅(mm)				平均値
	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	
20% km	4.5	10.0			7.5
		6.0			
		9.0			
		9.0			
		6.0			
30% km	11.0	12.0			11.5
	6.0	25.0	13.0		
40% km	9.0	29.0	16.5		14.4
	9.5		17.0		
	21.5		14.5		
			8.0		
			15.0		
		16.0			
		11.0			

表-3.

測定場所		舗装工種		ワイアログ凹凸係数	
芝區札ノ辻		シートアスファルト		393	
速度	毎5秒時の最大振幅(mm)				平均値
	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	
20% km	21.0		6.5	10.0	11.1
	16.0		8.0	14.0	
	9.0				
	21.0				
	9.0				
30% km	6.0				17.0
	4.5				
		14.5	19.0	24.0	
		6.0		18.0	
		13.0		17.0	
40% km			25.0		20.3
			17.0		
			16.0		
		35.0			
		27.0			
		28.0			
		11.0			
		18.0			
	14.5				
	22.0				
	13.0				

3. 快適感と凹凸係数

乗用者の走行快適感即ち乗心地は自動車の構造、感受性の個人的偏差等に關係するところが多く、従つて特定

表-4.

測定場所		舗装工種		グアイアログ 凹凸係数		
目黒區中根町		トペカ		172		
速度	毎5秒時、最大振幅(mm)					平均値
	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5	
20 ^{km} /hr	4.7					4.6
	3.3					
	4.0					
	4.7					
	2.2					
	5.7					
	4.0					
	5.0					
	7.0					
	4.0					
4.0						
2.0						
3.5						
6.5						
8.0						
30 ^{km} /hr		2.5	6.5	4.5		8.4
		8.0	10.0	8.0		
		8.6		6.0		
		8.5		8.0		
		8.0		16.0		
40 ^{km} /hr			8.5	11.5	10.0	11.0
			8.0	11.5	9.5	
			8.0	2.5	10.5	
			17.0		13.0	
50 ^{km} /hr				15.0	11.5	12.6
				17.0	9.5	
					10.0	

表-5.

測定場所		舗装工種		グアイアログ 凹凸係数			
目黒區清木町		トペカ		186			
速度	毎5秒時、最大振幅(mm)					平均値	
	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5		
20 ^{km} /hr	4.0					6.3	
	4.5						
	-						
	12.0						
	6.0						
	7.5						
	5.0						
5.5							
30 ^{km} /hr		10.5	8.5	6.0		9.2	
		13.0	7.5	8.0			
		11.5					
		7.0					
40 ^{km} /hr			10.5			11.8	
			7.0	25.0	8.5		7.0
			10.0	10.0	11.5		12.5
			7.5	9.0	11.5		16.5
			9.5	10.0	22.0		11.5
50 ^{km} /hr						15.2	
				11.0	16.0		12.0
					11.5		
				16.0	13.5		
				14.5	14.5		
				12.0	17.5		
			13.0				
			29.0				
			13.5				
			8.0				

の自動車による試験結果から一概に推論する譯にはゆかぬ。然し本試験の結果のみについて論ずれば、快適感と加速度振動計の振幅との関係は表-6 の如く區別し得る。

表-6.

加速度計の振幅 (mm)	快適感
0~5	快 適
5~12	稍 可
12 以上	不 快

上記の區別により圖-14, 15 について凹凸係数と速度と快適感との関係を求めれば表-7 の如くなる。

4. 運轉の安易度より見たる平坦性

平坦性がある限度以下に低下すれば、走行中の車輪が激甚なる衝撃をうけ運轉困難となる。然し舗装路面上の高速度運轉に於て、凹凸係数が果して如何なる程度まで許さるゝかは未だ明かでない。

圖-15.

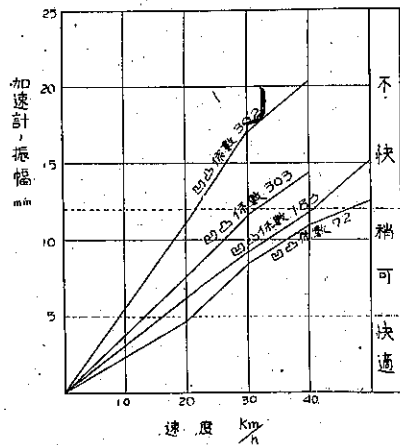


表-7.

速 度 (km/hr)	快 適	稍 可	不 快
20	凹凸係数 100 以下	凹凸係数 100~400	凹凸係数 400 以上
30	" 50 "	" 50~300	" 300 "
40	" 40 "	" 40~200	" 200 "
50	" 30 "	" 30~70	" 70 "

本試験に於ては試験用自動車は木炭瓦斯を燃料とし最高出力 60 km/hr に過ぎないため、遺憾ながら高速度運転に支障のない凹凸係数の限度を決定することが不可能であつた。只凹凸係数 934 を示すアスファルト乳劑表面處理道上の走行試験に於て、速度 60 km/hr. までは何等運転上の困難は感じなかつた事實から、運転の安全上必要なる平坦性の限度を論ずる場合の自動車速度は 60 km/hr. では未だ問題とならず更に遙かに高速度なることが推奨される。

5. 凹凸係数と燃料消費量

前述 I 凹凸係数測定の際同時に燃料消費量を試験した。その試験装置はガソリンタンクから圖-16 の如き計量槽を通じてエンジンに給油し、試験區間に於けるガソリンの消費量を測定し得るものとす。

本試験の結果から凹凸係数とガソリン消費量との關係を求むれば、圖-17 の如く燃料の消費は凹凸係数の増大と共に増大する。その増率は凹凸係数 400 に達するまでは極めて緩慢なるも之を超過すると急増する。圖-17 の平均曲線から凹凸係数とガソリン消費量及ガソリン費を算出すれば表-8 の如く、運輸經濟上舗装道路の凹凸係数は 400 以下に保持することが緊要と認められる。

圖-16. ガソリン計量槽

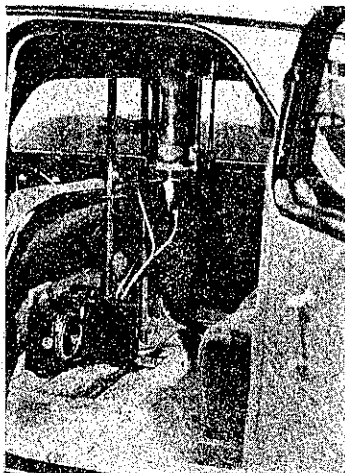


圖-17. 凹凸係数とガソリン消費量

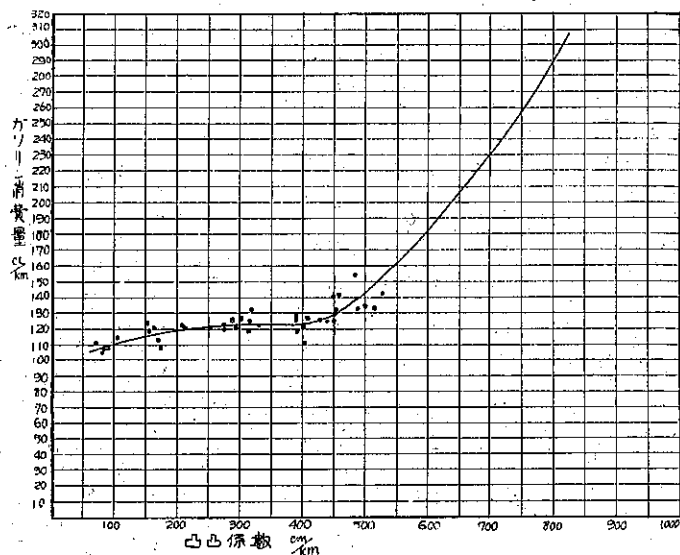


表-8.

凹凸係数 (cm/km)	ガソリン消費量 (cc/km)	ガソリン費 (銭/ton-km)	備 考
100	111	0.972	試験車重量 1997 kg ガソリン単価 174 銭/立
200	120	1.048	
300	123	1.074	
400	124	1.081	
500	143	1.243	
600	183	1.596	
700	230	2.000	

6. 結 論

1. 東京市に於ける高級舗装の平坦性はその凹凸係数の平均値より見てアスファルト舗装 200~300, セメントコンクリート 400 を示し比較的低位にある。本市主要道路の多くは大正 10 年以降の施工に属し既に 10 数年を経過せるため、この間維持修繕の勵行を怠らなかつたが、今や既往の経常的修繕費を以ては高度の平坦性は保持し難く、一部改装を伴ふ大修繕の時期に到達したるを思はしめる。仍て昭和 15 年以降 30 萬圓の補修費を計上し目下改修中である。

2. 走行中の車體の振動加速度は凹凸係数と速度が増大するに伴ひ増大する。走行の快適感専ら車體の振動加速度に左右されるから凹凸係数は快適感に決定的の影響を與へるものと考へられる。然し車體の振動は自動車構造により異なるのみならず加速度の感受性には個人的の偏差が伴ふから、特定の試験車による加速度試験から直ちに快適感と凹凸係数との関係を論斷することは許されないであらう。本試験に於ては快適感より見たる平坦性の限度決定の手掛りとして小規模の實驗を試みたに過ぎぬ。

3. 舗装の平坦性は交通によつて低下することを免れぬから、舗設直後に於て出来るだけ平坦に仕上げる事が望ましい。諸外國の仕上路面に對する平坦性の規準は表-9 の如く直線定規に對する路面の不陸の大きさを制限してゐる。

表-9.

今後舗装の仕上に對して凹凸係数又は凹凸(直線定規にて實測)の許容限度を指定し平坦性を高めることが望ましい。凹凸係数に對しては 50 cm/km を限度とし度い。これがためには機械舗設其の他特殊の考案が必要であらう。

道 路	定規の長さ (m)	許容凹凸 (mm)
獨逸自動車國道 (コンクリート舗装)	4.0	±3 以下
〃 (アスファルト舗装)	4.0	±4 〃
米 國 (アスファルト舗装)	3.0	±3 〃
英 國 (機械舗設コンクリート舗装)	4.0	±4.7 〃

4. 燃料消費量より見て凹凸係数を 400

以下にあらしめることは、運輸經濟上極めて有利である。故にこの點を平坦性の經濟限度とし、既設舗装の改修時期判定上の資料となし得るであらう。