

材料の上より見たる路面の性質に就て (一)

内務技師 三木巳代吉

本稿は筆者が内務省土木試験所に職を奉ずる側餘暇を以て、實驗の結果或は諸書に散見する所を取捨し取纏めたもので、未だ完全なものでありませんが、暫く記して諸賢の御教示にあづかりたいと思つて掲げたものであります。

第一節 總 說

道路材料に關し諸種の研究を行はうとするには、先最初に道路の性質、殊に材料の上より見たる路面の性質を知る事が最も肝要な事柄である。

各種材料よりなる路面の性質を探究し、其の長短を比較し各種路面を如何なる場所に如何に使用すべきかを考へ、材料を如何取扱ふべきかを知らんが爲路面の種々なる性質につき調査し判断の材料と研究の參考としようと思ふ。

然し本稿は余の狭い見聞に基くもので、ここに記した意見は研究が進むに従ひ追々變化しゆくものなる事は豫め考慮の中にに入れて置く必要がある。ことに年々歳々進歩の甚しい道

路事業に於ては殊にさうした事を考へて居なければなるまいと思ふ。

路面の性質として數へ來れば數限りもない事であり、更に種々の立場から之れを見れば、其の見方によつて探究すべき事柄は枚擧に遑もない事であらうが、今は單に技術的性質——殊に物理的乃至化學的性質に主として着目し、常に材料といふ事を腦裏に置いて次の數項に亘り述べて見たいと思ふ。ここに述ぶる所は只私の今の考にとどまるもので、全く同種の道路でも、土地、氣候、人情、風俗、習慣の異なる所に施し、異つた人の眼から見れば、之れに對する意見が異なつて來る場合もあらうから、以下に記する所は全く一つの參考にとどまるもので、之れにより直ちに燥急の斷定を下すことは

見合はさなければならぬが、亦以て其の間にある一定の傾向を認むる事は出来やうと思ふ。

節(一)に調へて見ようと思ふ性質は次の如きものである。

- 1 牽引抵抗 (Tractive Resistance)
- 2 滑 性 (Slipperiness)
- 3 喧 噪 性 (noiseless)
- 4 硬軟の感じ
- 5 塵埃泥土の生成
- 6 磨耗抵抗 (Abrasive Resistance)
- 7 保 清 の 難 易
- 8 保 健 性
- 9 美 觀
- 10 衝撃抵抗 (Impact Resistance)
- 11 耐水性・吸水率
- 12 波 動 (Waviness)
- 13 路面及路面下の溫度
- 14 路面の膨脹
- 15 耐 火 性
- 16 耐 震 性

- 17 吸塵性
- 18 耐久性

第二節 牽引抵抗

諸車が道路上を通行する際、路面の凹凸粗密等の差により、其を牽引するに要する力に大なる差違ある事は何人も考へ得る事である。例へば敷き詰めたる砂利の上に荷車を引き行くと、木塊鋪装上を引き行くと、其の難易の度に大なる相違ある事はこれを車夫に聞かざるも明かなる事であらう。而して安易に牽引しうる路面を望むことは當然の希望である。牽引抵抗は勿論、車輛の種類、路面の性質等により異なるものであり、更に路面の性質は其を構成する材料、施工方法等により異なるもので牽引抵抗の大小の差を生ずる原因は、單に其の材料のみに存するのではないが、先づ主として材料にのみついて考ふるに、下の如き例を見る事が出来る。

即ちアング氏に依れば

(第一表) 路面の平均牽引抵抗 (本表數字ハ單ニ大小ヲ比較スル爲用キタルモノナラズ)

路面の種類	牽引力
土 道 (乾燥)	100
道 (塵埃ツェンルモノ)	106

同	(泥土アルモノ)	190
砂	道 (粗ナルモノ)	320
砂	利 道 (良好ナルモノ)	51
同	(粗糞ナルモノ)	147
礮	道	92
油處理ヲ施セル	道(乾燥)	61
同	(濕潤)	108
水 締 碎 石 道	(良好ナルモノ)	88
同	(通常ナルモノ)	46
シート・アスファルト		38
アスファルト・コンクリート		40
鋪裝用煉瓦鋪道	(新シキモノ)	56
木 塊 鋪 道	(良好ナルモノ)	33
同	(不良ナルモノ)	42
丸 石 鋪 道		54
アスファルト・ブロック鋪道		52
花崗石塊鋪道		47

第二表	牽引抵抗		
混 凝 土 鋪 道	磅/6000磅	—	一ガロンノ揮發油ニヨリ走行シタル噸——哩數 3)6
煉瓦鋪道(モノリヂツク)	—	—	29.7
混凝土鋪道(8吋油處理ヲセルモノ)	143	—	—
トベカ鋪道(アスファルト鋪道)	207	—	23.4
水締碎石道	225	—	—
砂利道(良好ナルモノ)	225	—	21.2
砂利道(粗糞ナルモノ)	813	—	—
油締碎石道	258	—	—
土 道	306	—	14.0

本表第二行目は馬車を用ひ速度24哩時荷重6000磅にて行ひたる實驗結果にして6000磅を牽引するに要する磅數なり。第三行目は別種の實驗結果にして一ガロンの揮發油を用ゐて一噸の荷重が走行し得る哩數を示す。

本表によらば亦路面材料の相違は、牽引抵抗の相違を來すに與つて力ある事を知る事が出来る。而して牽引抵抗の大小は、直ちに、動力用燃料使用量の相違を意味するものにして上表より見る時は例へば土道及トベカ鋪道の牽引抵抗は夫々三〇六及二〇七にして、この上を一噸の荷重を牽引して自動

車が走行する場合、一ガロンの揮發油を使用して、走行し得る距離は土道に於ては一四哩を、トベカ鋪道に於ては二三・四哩である。結局燃料の消費量は二三・四に對する一四・〇の比を示す事となる。

第三節 路面の滑性

道路を改良して平坦なる路面を造つた場合、時としては其の面が平坦にして、緻密なるが爲に、通行の車馬に對して足掛りを失はしめ、人馬をして轉倒せしむる様な事がある。殊に坂道に於て又降雨の際に於て、この缺點が激しく感じられる。路面の滑性に對して、材料が如何なる關係を持つかを知るは、材料を選定する上に甚だ必要な事柄である。而してこの事柄は單に人馬のみならず、路上を走る諸車につきても影響のある所で、例へば防腐木塊鋪裝上を自動車が疾走して居る場合、もしこの木塊が雨水又は撒水の爲に濕潤し、且つこの上に泥土の薄層を存する時は、たとひ運轉手が前方に何等か故障を見出して急停車を行はうと齒止めを掛けても、後車輪の回轉が止つたまゝ、自動車は前方に滑り出る様な事が往々見受けられる。かゝる事柄は通行の頻繁なる場所に於ては、大いに危険の原因となるもので、路面を鋪裝する際に充

分注意して置く必要があると思ふ。主として人馬の上より路面の滑性を考ふるに、ブランチャード氏に依れば凡そ次の順序となる。即ち滑性の上より見て、良好なるもの（危険少きもの）より順次列記すれば、

- 1 石塊鋪裝（田地ハ瀝青質材料ヲ以テ填充セラントルモノ）
 - 2 鋪裝煉瓦（同上）
 - 3 砂利道
 - 4 水鏡碎石道
 - 5 瀝青コンクリート鋪裝
 - 6 石塊或ハ煉瓦鋪裝（田地ハセメントセルタルヲ用ヒタルモノ）
 - 7 瀝青トカダム鋪裝
 - 8 瀝青質表面
 - 9 シート・フランクフルト或ハ木塊鋪裝。
- 尙、各種鋪裝に於て許しうる最大勾配を掲ぐれば、
- 1 花崗石石塊（田地瀝青質材料） 15—20%
 - 2 煉瓦（同） 10—15%
 - 3 土道 10%
 - 4 砂利道 7—10%

5	水締碎石道	7—10%
6	瀝青コンクリート	5—8%
7	石塊或ハ煉瓦。(田地セメント・セルタル)	5%
8	瀝青マカダム	3—5%
9	碎石ニ瀝青表面ヲ施シタルモノ	3—5%
10	シート・アスファルト	3—4%
11	木塊	2—3%

尚、ハーシュー氏に依れば、

1	石塊(オーブ・ジョイント)	12%
2	セルサイド煉瓦	12%
3	水締碎石道	8%
4	瀝青マカダム	8%
5	同 (フラッシュコートヲ施セルモノ)	4%
6	コンクリート	5%
7	煉瓦	5%
8	アスファルト・プロック	4%
9	木塊	2%

上の二表によれば滑性の點より見るに木塊は最も危険甚しく、之れに次ぐにシート・アスファルト、アスファルト、プロック、瀝青表面、瀝青マカダム等にして、之れ等は急勾配の坂

路には、不適當と見なければならぬ。之れに反し瀝青質目地を施せる石塊煉瓦等は滑性の上より見て危険少きものと見做されて居るが、煉瓦にあつては其の製造法或は原料等の關係上其の表面の性質は必ずしも一樣でないから、一概にかく斷定し去る譯には行かない。

第四節 喧噪性

路面上を人畜諸車の通行する際、諸種雑音を發し、行人及路傍の人家に不快の感を與へ、迷惑を及ぼす事のあるは屢々經驗せらるるのである。而して路面の喧噪性は、其の築造方法によりて異なるは勿論其を構成する材料の資に關係するものである。尙進んで考ふれば、其の上を通行する諸車の種類によつても其の音響の大小性質は異なるものであるが、ここには主として路面材料の上より考へを進め、且つ事柄を簡單にする爲車道に就いてのみ論ずる事とする。

上述の如く、喧噪性を考ふるに當つては、諸種の原因を探究しなければならぬが、概して言へば、喧噪性の最も甚しいのは花崗岩石塊鋪裝である。之れに次ぐは煉瓦鋪裝、コンクリート鋪裝、砂岩石塊鋪裝、砂利道等であり、第三位に位するものは水締碎石道、瀝青マカダム等である。其の他の瀝

青鋪裝、木塊鋪裝等は喧噪性少きものとせられて居る。而して塊、板鋪裝にあつては目地幅の大なる程喧噪性を増し、又然らざるものにあつては、波動の生ずるに従つて喧噪性を加へ行く事は見易き理である。

上記路面喧噪性を其の程度により表示すれば次の如き順序となる。

- 1 花崗岩石塊石板鋪裝
- 2 煉瓦鋪裝
- 3 ロックリート鋪裝
- 4 砂岩石塊鋪裝
- 5 砂利道
- 6 水磨碎石道
- 7 瀝青マカダム鋪裝
- 8 瀝青ロックリート鋪裝
- 9 シートアスファルト鋪裝
- 10 ロックアスファルト鋪裝
- 11 木塊鋪裝

例へば、花崗石塊鋪裝の如きは、其の上を鐵車輪の通行する場合音響甚しく、縦ひ之が耐久上、倉庫街の如く重荷車に耐ふる事を主要の條件とする場所には、適當とするも事務所

街の如く、他の音響を厭ふ場所には、不適當のものとせざるを得ない。かゝる點より見る時は其の面平滑にして彈性に富むシートアスファルト乃至木塊鋪裝の如きものを優れたるものとしなければならぬ。

靜かなる鋪裝は、現代にありては、特に重要なもので、近代都市の生活が緊張せるものであればあるだけ、仕事に從事して居る人々の神經は之を充分に保護しなければならぬ。而して精神勞働者にあつては喧噪といふ事は最も大なる害を及ぼすもので、學校、事務室、教會等にありては、之れが爲に多大なる損害を蒙る事なしとせず、又病院にありては之が爲患者に悪影響を及ぼすことあるを考へなければならぬ。急勾配の爲又は重荷車の爲上述の喧噪性少き鋪裝を用ゐる事を得ず、石塊の如きものを用ゐるの必用を認めたる場合には、特に何等かの方法を採用して其の喧噪性を軽減するに努めなければならぬ。

第五節 硬軟の感じ

自動車により疾走する場合には、路面が平坦であれば、其の硬軟の感じは、通行者に取つて、さのみ大なる影響はないが、路上を下駄或は其の他の硬き履物をうがち歩行する時又

は馬蹄を以て踏む時は、路面の硬軟は通行者に取り重大なる影響を及ぼすものである。重荷車を引く馬が、花崗岩、石板舗装の坂道にさしかかつた際の如きは時折路面と蹄との間に火花を發するのを見る。もしこの路面にして、弾性に富み、適當の足掛があるとすれば、かかる恐はないのである。又歩道の如き、公園内道路の如きに至つては主として、人の歩行に便にして安易の感あるを要するから、其の種を選ぶべきである。この點より考ふる時は石塊、石板、コンクリート、コンクリート板の如き硬質のものより、瀝青、木塊其の他彈性に富む舗装を適當とする。唯坂路にあつては、其の滑性の上より瀝青及木塊舗装は用ゐるがたいのであるから、瀝青目地の煉瓦舗装の如きもので満足しなければならぬ。

第六節 塵埃泥土の生成

諸道路に於て重大なる問題の一とせらるる所のものは塵埃泥土の生成である。塵埃たるや一度生ずれば、晴天に際しては紅塵萬丈、眼を開き難からしむる事あり、降雨に際しては泥土の海を生じ、通行者に不愉快の感を與ふるのみではなく足掛りを悪くし、車輪を粘着し、更に進んでは磨耗促進劑となり、一層塵埃の發生を助け、衛生上に於ても好ましくない。

る影響を及ぼすものである。而して路面上の塵埃は(一)附近の煙突より來る煤煙(二)諸車の轍、人の下駄、牛馬の蹄に附着して、近傍の土道、砂利道、碎石道等より持ち來ざる泥土(三)並木の種子、朽葉等により生ずる事あれども、其の最も材料に密接なる關係を持つものは交通により路面が磨耗せられて生ずる所のものである。故に塵埃生成の點より見るも路面の磨耗に關しては深く考へなければならぬ。

先づ塵埃泥土の生成の多少につきて、材料の上より概観すれば、次の如き順序となる。本表中最初にかかけたるものは塵埃泥土の生成多きものとす。

- 1 土 道
- 2 砂利道
- 3 木塊碎石道
- 4 砂石石塊舗装
- 5 セメントコンクリート舗装
- 6 瀝青煉瓦舗装
- 7 瀝青コンクリート舗装
- 8 シートラス舗装
- 9 木塊舗装

10 花崗岩石塊鋪裝

上表中瀝青コンクリート鋪裝以下は塵埃の生成少きものとせらるる所にして、鋪裝用煉瓦も亦然りとせらる。但し其の築造方法により同種の鋪裝にも大なる性質の差違あるは勿論である。

第七節 磨耗抵抗

上述の如く鋪裝の磨耗は一つには塵埃生成を助けると共に又他方には其の鋪裝の耐久性にも關するものなるを以て、鋪裝の磨耗抵抗を知る事は緊要の事に屬する。下表は磨耗抵抗を硬度により比較せるものにして、諸種材料中より數種の例を取りたるもので、單に一つの例に過ぎぬものではあるが、幾分の概念を得るに便利である。

磨耗の點より見る時は花崗岩石塊は概して硬度非常に高く磨耗損失少きを示し、耐久力強き事を暗示す。木塊はここに掲げたる硬度試験のみにては優良なれども、元來質均一のものにあらず、従つて磨耗の度は場所に依りて異り、長年月の間には路面に凹凸を生ずるを免れ難い。之れに反し一定せる原料、一定せる製造方法の下にては煉瓦は質均一に近けれど、(竈の部分により個々性質を異にする事はあるも)其の原

料、製造方法等の關係により強きものも弱きものをも造り得べく、一概に斷定を下し難い。

瀝青鋪裝にありては、其の原料たる瀝青の性質により、其の量により、將又骨材の性質、粒度配合等により、諸種の性質のものを得べく、其の性質優良なるものは硬度一六——一七を示し、道路用として相當使用に耐ふべし、但し其の築造方法を誤る時は、主として配合、混合、壓縮等の不良なる時甚しく劣等なる鋪裝を構成する憂なしとせず、其の築造に當り最も嚴密なる注意を要するものである。

材	種	類	硬	度	表
花	崗	石	(1)	19	度
回	木	塊	(2)	18.5	
回	木	塊	(1)	18.0	
回	木	塊	(2)	18.5	
回	煉	瓦	(1)	18.5	
回	煉	瓦	(2)	17.5	
回	煉	瓦	(1)	16.0	
回	煉	瓦	(2)	15.0	
回	煉	瓦	(1)	18.5	

同	木塊	(2)	15.0
同		(1)	19.6
同		(2)	19.6
同		(3)	19.4
	煉瓦(ヤム劣等ナルモノ)		15.4
	アスファルトコンクリート		15.0
	シートアスファルト	(1)	15.9
		(2)	17.1
	アスファルトモルタルブリケット	(1)	15.6
		(2)	15.7
		(3)	16.8
	ロツクアスファルトゾロツク	(1)	13.4
		(2)	13.1
	スラツグアスファルトゾロツク		16.3
	ロツクアスファルト鋪裝		14.5
	ピツチアロツク		15—19

煉瓦につきは他の適當なる試験結果なかりしを以て、假りに劣等なるもののみを掲げたれども、硬度尙大なるものある見込なり。

前表中の硬度は次の條件の下に試験したるものである。

試験體は徑五・〇種の圓塊にして、之れに一〇〇〇瓦の重量を掛け、ドリリーの試験機を以て一〇〇〇回轉し、鐵製圓板上に三〇—四〇メツシユの石英砂を用ゐて磨耗を行はしめ、其の重量の減少より硬度算出せるもので、磨耗の度を重量に關する數字を以て表したるもので、之れより直ちに磨耗の厚さを知る事は出來ぬが、上の數字と材料の比重とを考へ合はず時は大略の概念を得る事が出来るであらう。

即ち前記木塊に於ては硬度は一九・六、一九・六、一九・四にしてシートアスファルトの一五・九、一七・一、に比し非常に高きも其の一〇〇〇回轉の磨耗による厚さの減量各〇・三三種、〇・五八種、〇・三七種にして、之れに反しシートアスファルトの比重を假りに二・一として計算すれば、其の厚さの減量は一・二三種、〇・八七種にして、この中の木塊の〇・五八種とシートアスファルトの〇・八七(種硬度夫々一九・六一七・一)を比較すれば其の間に多少の差はあるも、甚しき相異なる事を知るであらう。(未完)

◇ × ————— × ◇