

材料の上より見たる路面の性質に就いて (四)

内務技師 三木巳代吉

第十五節 路面の膨脹及收縮

路面は、或は寒暑の差により、或は水分の浸透により、膨脹し又收縮する。例へば木塊が水分を吸収して膨脹するの極は、舗装の浮き上りとなり、又コンクリートが寒冷に際して收縮するの極は、之れが龜裂となる。此の如く路面は材料の相異に依り、種々に膨脹收縮するものであり、之が爲に路面の破損を來すことあるを以つて、其の膨脹收縮の度を知ることは最も必要な事に屬する。

今、温度の變化による膨脹收縮の度を、諸種材料に就き調べて見ると次の如くなる。

膨脹係數の表

材料種類	體膨脹係數	線膨脹係數
花崗岩 (一)	0.000026(100度C)	0.0000087
" (二)		0.0000055

石灰岩 (一)	0.000035(7)	0.000011
" (二)	0.000024(7)	0.000020
砂岩 (一)	0.000018(7)	0.000020
" (二)	0.000026(7)	0.000011
" (三)		0.000026
煉瓦 (通常)	0.000018(7)	0.000026
" (耐火)		0.000016
" (ボーキサイ)		0.000021
" (マグネシア)		0.000021
セメント (凝結セルモノ) (一)	0.000030	0.000010
" (二)	0.000021	0.000014
コンクリート (一)	0.000020	0.000010

コンクリート	0.00000(%)	0.00000(%)
山毛櫨 (纖維ニ 平行)	0.00000(%)	0.00000(%) (1—10度)
"	0.00000(%)	0.00000(%)
" (纖維ニ直角)	0.00000(%)	0.00000(%)
松 (纖維ニ平行)	0.00000(%)	0.00000(%)
" (纖維ニ直角)	0.00000(%)	0.00000(%)
クレオソート	0.00000(%)	0.00000(%)
タ	0.00000(%)	0.00000(%)
精製タ	0.00000(%)	0.00000(%)
アスファルト セメント	0.00000(%)	0.00000(%) (液體?)

右表に依つて見る時は、瀝青質物質及木材を除き、鑛物性物質中に於て、コンクリートは、其の膨脹係數最も大である而して、其の耐伸強少き爲、收縮により龜裂を生ずる。これコンクリート鋪裝に膨脹目地を必要とする所以であらう。又木塊の纖維に直角なる方面に於ける膨脹係數は、他の材料(瀝青質物質を除く)に比し、著しく大である。而して木塊は、纖維の方向を路面に直角なる様敷設するを常とするを以つて

たとひ水分の存在に依らざるも、單に溫度の差のみにて、木塊鋪裝の浮き上る事は豫想し得らるゝ所である。即ち、膨脹係數 0.00000(%) 三(松)を取り考ふるに、其の溫度が、攝氏 20 度より 50 度の上昇したりとせば、10 米の長さに對して約一糎の膨脹を來すこととなる。夏季木塊敷設に際し、比較的低温なる夕方に敷設工事を行ひたる後、翌日酷暑炎天の高温に遭ひ鋪裝が浮き上る事あるは、單に水分のみの關係にあらずして、或は溫度の變化に依る木塊膨脹が、與つて力ある原因ではなからうか。而して、クレオソートの膨脹係數の著しく大なる事は、防腐木塊の膨脹を更に助長せしむる原因をなすものではなからうか。

瀝青質鋪裝にあつては、瀝青質材料の含有量は、10% 内外にして、他は概ね、鑛物性物質より成るを以つて、其の膨脹の度は、寧ろ鑛物性物質に類し、且つ瀝青質鋪裝は彈性に富み、伸縮自在なるを以て、膨脹收縮に依る龜裂は比較的輕微にして、其の施工よろしきを得たるものは、この憂全くなきものと見ても差支ないであらう。

第十六節 耐久性

鋪裝の耐久性は、たゞに路面材料の種類によるのみならず

其の施工方法に依り、其の基礎の如何に依り、或は地盤の強弱、性質等によりても異り、尙、其の上の交通状態、即交通の種類及其の量、氣候の變化等に依りても差違を生じ、更に又、維持修繕の良否に依りても異なるものにして、唯舗装材料のみを取り出して、其の耐久性を論ずるは愚に近いかとも知れないが、他の條件が略同様な場合、各種材料を用ひて造りたる舗装が、如何なる耐久性を有するものなりやを調べらるは、無意義な事でもあるまいと思ふ。

而して舗装の耐久性は、一方に其の材料の性質を精査し、他方に其の舗装の受くる外的事状を知悉するに於ては、之を豫想し得べき性質のものではあるが、この事は言ふべくして實際には行ひ難い感がある。即ち、今こゝに A、B、二種の材料より造られたる路面のいづれが耐久性強きやを判断することは、或は可能なることも知れないが、A が B に對し何倍の耐久性を有するものなりやを知ることが、より困難なる問題であり、更に、ある特種の場所に用ゐたる A、B、の各が何年間使用に耐ふべきかを知ることが、又更に困難なる問題である。之を一般的に、A なる材料、B なる材料よりなる舗装は、其の耐久性各略何年位であると言ふことを断定することは、殆ど不可能の事に屬することと思はれる。

故に耐久性と云ふことを考ふるには、過去の實例を知つて其の概念を得るを以て満足しなければならぬ。然るに本邦に於て、路面舗装の工事が實施せられてから僅かに數年しかならないので、本邦に於て耐久性の大小に關する實例を見出すことは不可能に屬するを以て、本邦とは、氣候、交通状態、風俗等諸種の條件を異にする外國の例を知るを以て満足しなければならぬ。

ハジャー氏(一九二四年)に依れば、即ち、次の如くである。

軟質基礎上に於ける舗装の耐久性豫想

	水締碎石	瀝青マカダム	碎石基礎上に於けるアスファルトコンクリート
(一)	不適當	六——一二年	八——一四年
(二)	八——三年	一〇——三年	一〇——一五年
(三)	一〇——三年	二二——一五年	—
(四)	三十一——五年	—	—

本表は、主として都市以外の地方道路に關するもので(一)(二)(三)(四)なる番號は、交通状態の相違を示したものである。即ち、(一)は最も交通の重繁なるものであり。(二)(三)(四)と進むに従つて交通輕且疎となるものである。不適當と

記したるものは、かゝる交通状態には用ひるべからざるものであり、「—」を以てせる所は、かゝる高級なる舗装を必要とせざるものである。

(一)(二)(三)(四)に對する略註

(一)は距離一〇〇哩以内にある大都市を連絡する道路、或は人口五〇、〇〇〇以上の都市より放射し、五—四〇哩の

(三)は人家集團せる地方の横路、或は人家疎なる地方の主要道路にして、一日三〇〇—一八〇〇輛の交通あり、幅員二—一六尺を要する。

範圍にあり、且つ大なる面積より集注せる交通ある特種工業用道路或は町村街にして、一日二〇〇〇輛以上の交通あるものである。幅員は一八—二〇尺を要する。

(四)は全然地方的道路にして、一日三〇〇輛以下の交通あるに過ぎず。幅員八—一二尺にて充分なるものである。尙同氏がカナダ技術者の耐久性に關する一致せる意見として掲げられたるもの次の如し。

舗 裝 種 類	小修繕を要する迄	大修繕を要する迄	改造を要する迄
アスファルトブロック	五—一〇年	一〇—一二年	一二—一五年
アスファルトコンクリート	四—六 年	六—八 年	八—一〇年
ビテューリシツク	五—八 年	一〇—一五年	一五—二〇年
煉 瓦	八—一〇年	一〇—一五年	一五—一八年
セメントコンクリート	五—八 年	一〇—一二年	一五—一八年
スコリア或は石塊	一〇—一五年	一五—二〇年	二〇—三〇年

シートアスファルト	四—八年	一〇—一五年	一五—一八年
木 塊(防 腐せず)	三—五年	六—一〇年	一〇—一三年
木 塊(防 腐)	八—一〇年	一一—一五年	一五—一八年

尙ハージャー、ボエー兩氏(一九一九年)によれば

舗装種類	厚さ(基礎共)	交 通	耐久性豫想
石 塊	一—三	I	三五年
アスファルト プロツク	九	I	二五
アスファルト コンクリート	八	I—IV	一〇
煉 瓦	一〇	I	一五
セメント コンクリート	八	I	一一
同	七	IIA—IV	一五
瀝青マカダム	一一	II—IV	一〇
水締碎石ター掛	一一	II	七
同油處理 或は鹽化カル シーム處理	一四	III	一〇
同鹽化カルシ ウム及油處理	一〇	III	一〇

セメント コンクリート	六	III	一五
----------------	---	-----	----

尙、アツグ氏(一九二〇年)に依れば、耐久性に關して、米國諸市の推定が種々難多なることを知る事が出来る。即ち次表の如し。

舗装種類	報告せる		報告せられたる最大壽命
	市の數	事務所街	
シートアスファルト	一四	一五年以上	三五年以上
	三二	一〇—一四年	
	一八	五—九年	
	二		
	一五		
	三〇		一〇—一四年
	二四		
	一一		
	一一		

	木	煉
	塊	瓦
四	一四 一 二 三 四 二 一 一	二二 一三 一六 一五 六 一〇 二〇 一七 三四 一四 三
一五年以上	一〇年以下 三〇年以上 二二—二五年 一六—二〇 二一—二五	一〇年以下 一〇—一一年 三一—一四年 二五—一九年 一〇—二四年 二五—一九年 二五—一九年
一〇(?) 五年以上	二六—三〇年 三一—三五年 一〇—二〇年 五年以下	三〇年以上 二五—一九年 二〇—二四年 一五—一九年 一〇—一四年

ビテユーリシツク及 ター處理の諸種鋪道	一 二 三 六	一〇—一四年 五—九 五年未滿	一三— 二〇—二四年 五—一〇年
------------------------	------------	-----------------------	------------------------

更にフロスト氏(一九一〇年)に依れば

花崗岩塊鋪裝	一二—三〇年
砂岩鋪裝	六—一二年
アスファルト質鋪裝	一〇—一四年
木質鋪裝	三—七年
石灰岩鋪裝	一—三年
煉瓦鋪裝	五—?
碎石道	?

本表に依りて見れば、一九一〇年時代と現今とに於いては著しく耐久性の進歩せるを見ない譯には行かない。即ち、同様なる材料を用ゐても施工の上にて進歩せると共に、材料自身の選擇も其の當を得るに至り、其の結果として出來上りたる鋪裝が耐久性に於て優良なるものになつたのではなからうか、こゝにても亦、材料及施工方法の上にて、絶えず

る研究の必要を切に感ぜざるを得ない。

先にも記せる如く上の諸例を主として外國のものによるので、交通状態を異にし、人情、風土、材料に多大の差違ある我國にありては、必ずしも、これらの數字より直ちに、鋪裝の耐久性を推斷することを許さないであらうが、一つの參考とはなる事と思ふ。

本邦鋪裝の耐久性に關しては、日々に材料に於いて進歩し、施工方法に於いて改良が加へられつゝある今日、これを豫想することは困難であり、又人によりて、各其の意見を異にするものがあるであらうが、余の豫想する所では、施行よろしきを得たるものに就いては、同一條件の下にて、次の如き順序に考へてはどうと思ふ。

- 一 花崗岩石塊
- 二 良質鋪裝用煉瓦
- 三 木塊（防腐せるもの）
- 四 シートアスファルト
- 五 瀝青コンクリート
- 六 瀝青マカダム

尙この外にワレナイトビテユーリシツクの如き、又人造ロツクアスファルトの如きは、耐久性に於いて大いに研究すべ

き價値あるものであらう。而して上記の順序は極大略の觀念を表すに過ぎず、個々の實例を取りて考ふる時は、この順序が轉倒せる場合も多々あることと思ふ。耐久性に關しては、本誌に、於て、各方面の技術者及實驗家より、各鋪裝に對する豫想を集められたならば、本邦に於ける傾向が、おほろけながらも分りはしないだらうか。

第十七節 易 修 性

鋪裝の易修性を論ずるに當つては、純なる經濟上より考ふるものと、技術上より見るものと、二方面より考察しなければならぬ。經濟上より考ふる時は、毎年の維持修繕の費用の少きものを以てよしとするは勿論なれども、之れを技術上より見る時は、維持修繕の手段の簡單なること、其の材料の手近に得やすき事、其の度數の少き事、其れに要する時間の短きこと、交通に對する支障少きこと等、種々の點より、考へなければならぬ。従つて各鋪裝について、其の維持修繕の難易を概論する事は頗る困難な事である。

アツグ氏によれば、其の難易の順序は次の如くであるといふ。（本表は維持修繕容易なるものを最初に掲ぐ）

- 一 木塊

二 シートアスファルト、及含石シートアスファルト、

三 瀝青コンクリート、

四 水締碎石、砂岩石塊、花崗岩石塊

ポルトランドセメントコンクリート

五 アスファルトブロック、砂利

六 瀝青マカダム、鋪裝煉瓦（セメント目地）

本表は一つの意見に止り、常に必ずしもかくは見られないであらう。

第十八節 耐火性

去る大震災の如き場合に際しては、路面材料が耐火性のもものなりや否やは、吾人の生死の問題であり、浮沈の境界である。殊に廣路を以て防火線となすが如き場合には、其所には絶対耐火性のあるものを選び使用すべきものなる事は論を俟たない。而して概して有機物質には、燃焼性のももの多く、無機性の物質には不燃性のもものが多く、耐火性の點より見る時は、尙、詳細に其の性質を調べなければならぬ。

先づ燃焼性の多い材料より順次列記すれば、

- 一 木塊（クレオソート或はタークレオソート防腐を施せるもの）
- 二 木塊（防腐せざるもの）

三 シートアスファルト

四 アスファルトマカダム

五 アスファルトコンクリート

六 アスファルトブロック

七 花崗岩石塊或は石板（セメントモルタル目地）

八 コンクリート及コンクリート板

九 鋪裝用煉瓦（セメントモルタル目地）

クレオソート乃至タークレオソート防腐を施せる木塊鋪裝にあつては、火災の際、其の中のクレオソート乃至輕油分先づ蒸發引火し、次に木材に燃焼するものにして、木材は恰も蠟燭の心の如くに作用し、油分の其の中に含有せらるゝ間は殆ど油分のみ燃焼を繼續し、油分の盡くるに従つて木質の部に燃焼しゆくものなるべく、たとひ火災の鎮りたる後、木質の部が残存する事あるも、引火せざりし證左となすことは出來ない。而して、木塊は其の殆ど全部が可燃性物質より成れるを以て、最も燃焼し易いものと見なければならぬ。之に反して、シートアスファルト乃至アスファルトブロックは、其の中の約八五——九五%が鑛物性物質にして、瀝青質乃至有機質の物質は約一五——五%に過ぎない。従つて、之を木塊に較ぶれば、可燃性物質、遙かに少きものと見ることが出来る。且つ、周圍の熱により蒸發する瓦斯は、クレオン

トトに比し遙かに少く、其の引火點も高きを以つて、たとひ軟化する恐はありとするも、引火する危険、燃焼繼續の度は甚しく少いものと認められる、勿論甚しき高温に達し、直接火焰を吹きつけらるゝが如き事があれば、其の表面は燃焼すると共に乾餾せられ、鎮火後と雖も、鋪裝の強度は大いに減少するをまぬがれない。然れども、其の表面に細粒礦物性物質を撒布せる場合には、更に引火性を減少するであらう。

花崗岩石塊及石板は、燃焼性はなけれども、強熱に遭ふ時は、其の性脆弱となるをまぬがれない。

コンクリート、コンクリート板、煉瓦にありては絶対耐火性にして、火に對しては全く安全なるものと見るを得べく、殊に煉瓦は、其の耐久性より見るも、他種材料に比し優る所あるを以て、防火道路の如きには、最も適當せる材料ではなからうか。

第十九節 耐震性

鋪裝は亦震動に對して強く、地震に際して龜裂破壊を起さざるをよしとする。又軌條内或は其の沿線にあつては、震動を受くる事が多いから、かゝる部分には、殊に耐震性の大なる材料を用ゐなければならぬ。

然れども、今筆者の手許には、鋪裝の耐震性に關して、適當なる參考資料なく、之れについて充分論ずる材料を缺くを遺憾とする。電車軌條沿及其内側の鋪裝に關しては、本誌に佐藤技師の所説あり、又こゝに言ふを要しないであらうから材料の上より見て、簡單に一言するに止める。

人の知る如く、市内軌條沿及其内側の鋪裝は、他の部分に比し、著しく損傷せられ易いが、これは、一つには電車軌條の震動によることは勿論であらうが、又他の原因も與つて力あるものではなからうか。即軌條上は、電車の通行するのみならず、他の諸車、殊に自動車の通行甚しく、爲に交通の大部分がこゝに集注せんとするの傾向を示し、特にこの部分のみ多くの影響を受くるものである上、軌條と鋪裝との間には、幾分の高低乃至間隙なしとせざるを以つて、軌條より自動車の車輪がはづるゝ時は、其處に諸種の衝撃作用が起り、破損を更に促進するのではなからうか。果して上述の如くであるとすれば、軌條沿及内側損傷の原因は震動のみでないことなる。

之を實際の例に見るに、軌條沿及内側に瀝青質鋪裝を行ひたる所は、其の損傷甚しく、軌條に沿ひて大なる龜裂を生じ見るもいたましい迄、破壊せられたる所のあるのが眼につ

く、又木塊を用ゐたる所も、處々、個々の塊が跳ね上げられて居る様を見る事がある。かゝる事は勿論、其の部分の基礎の有無善惡等にも依るであらうが、亦路面材料の性質如何にも依るものではなからうか。即かゝる部分に石板を用ひたる處は、縦ひ基礎の軟弱なる爲、幾分の影響を受けたる所あるも、路面材料たる石板其のものは、殆ど影響を受けざるか、或は稀に割るゝものある程度に止まる。かゝる事實より考ふるに、この部分には、耐久性から言へば石板の如きものが良好であらうか。果して然らば石板に代ふるに、鋪裝用煉瓦の良質適當大なるものを以てせば、其の面は平坦であり、價額に於ても廉ならしめ得ないだらうか。

第二十節 結 論

以上を以て、先に掲げた諸項目について、極めて不完全ではあるが、一應述べ了へた事になるが、記し終つて顧るに、尙幾多の言ふべき事が残つて居る様にも思はれ、又各鋪裝についても、其の特性を列記し、上記諸項に散在する諸性質を一目の下に取り纏め置くを適當とするが如く考へらるゝが、本稿は之れに止め、餘は更に題目を改めて記すことにし度いと思ふ。唯一言すべきは、各鋪裝は上記の如く其の長短

を異にするを以つて、適材を適所に用ゐることも肝要であり、唯一種の材料を以て、いづれの場所にも鋪裝を行はんとするは、今日の場合取るべき途ではないと思ふ。(完)

附記、本稿を草するに當り、其の詳寫、訂正等に關して松本榮君の勞を煩した。記して深謝す。

(大正十四年四月廿日脱稿)

正誤表 (本誌第七卷第四號材料の上より見たる路面の性質に就て(三))

頁	段	行	正	誤
三五	上	八	攝氏一六度—一〇度	攝氏一六度—一〇度
三八	下	二	(度の字を削る)	度五・六度
三九	上	九	使用せらるるものに比し温度に對する感愛性の大なるものにて	使用せらるるものにて
三九	上	十八	上昇の少い	上昇は少い

× × × × × × ×