

シートアスファルト

混合物に就て(二)

内務技師 永峰 尙次

三 現在の施行法と理論との關係

既に述べたる如く現在のシートアスファルト表層混合物は之が設計に就ての基本原理の應用に依るに共に、一方優良を認むる舗道面の觀察より得たる結果に基きて設計せられて居る事明かなり。

而して我々は諸々の舗道より得たる實際の結果、並に完全なる舗裝混合物を造るに思はる、材料の配合割合に關しても可成り知る事が出來た。然し之等アスファルト道施行に就ての我々の知識は主に過去數年間使用せられし道路の實際の成績に基くものであるから其の結果に幾分相關係せ

ざる事實の集積を見らるべきもの多く、且つ其等の舗設せられし當時の状態或は其の使用の繁閑等に就て知る事少く單に其の結果のみを見たと思はる、如き矛盾も多いのである。故に我々は或る交通量及び氣候に對しては満足なる混合物を知るも、之等が何れの場所にも果して適當なるか、又之が求むべき最善のものでありや否やすら知らないのである。

始めてシートアスファルト道が舗設せられてより既に五十有餘年、爾來年と共に其の量を増し、殊に近々數年間に於て特に著しき發達を示せるも其の混合物設計に關する基本原理を知る事極めて少く、二十數年前リチャードソン氏

により述べられたるものに對し僅かに其の進歩改良を見た
るのみである。

渾沌たるアスファルト道界に在りて先にリチャードソン
氏により標準混合物を指示されたるは其の設計法に非常な
る進歩を與へた。而して過去に鋪設せられたものに比し其
の安定度も優れ大體ながらもアスファルト道の性質は保證
されたのであつた。彼の標準混合物を以て造りし鋪道が其
の以前の物に比し可成り優れて居つたが、未だシートアス
ファルト混合物として最善のものであると云ふ事は出來な
い。即ち二十年間に於る交通状態の變化を考ふれば、假へ
二十年前に此の混合物が當時の交通に非常に勝れて居つた
にしても現今に於ては、適當なるものと云へないからで
ある。

之に就てスキッドモア氏(シカゴ道路研究所)は一九二
二年の雜誌(Municipal and County Engineering)に次の如
き事を述べて居る。『十五年前に於ける鋪道混合物は現在の
状態に對して適當なるものではない、交通状態は時々刻々

に變化して行くので其に對して標準法にも幾分改良を必要
とする。或る限られたる古き鋪道が現に可成の状態に存す
るからして今日古き標準の改良が必要でないこと云ふ結論は
求められない。』

彼の説は一般に之を認め、米國に於ては多くの都市中に
は今尚リチャードソン氏の提出による式を混合物設計の基
礎として使用して居る所もあるが、或る點全く變更せる所
も可成多い。例へばセントルイス市にては彼の標準より粗
粒混合物を使用し、四〇目篩止りのもの三〇—四〇%の砂
にて填充劑は一〇—一二%を用ふ。紐育は仕様書に彼の物
より細粒骨材を要求し、市加古市も同じく細粒にて一八—
二〇%の填充劑を使用す。一方モントリオール市に於ては
其の仕様書中に八〇目篩通過の細粒骨材の可成多量を要求
し、且つ其の八〇%が二〇〇目篩を通過する填充劑二〇%
以上使用する事を示して居る。

混合物設計に就て以上の如き非常なる差異は勿論状態の
異なる種々なる處に一の標準に従つて行ふ事の困難なる理

由によるなるも大體に於ては個々の技術者間に此等混合物設計に關する基本原理の一致を缺く爲であると思はるる。

現在は一般的傾向として特に極く交通重繁なる道路には細粒の材料を用ふるやうである。斯様な見解は單に粒子間の各空隙の大きさが小なる物程其混合物の安定度大となり云ふ理論應用の延長である。即ちアスファルトを以て填充さる、大なる空隙を除くには、空隙各個の大きさを出来るだけ小ならしめ又空隙量を實際に最低減度に保つ様特選粒度の骨材を使用すべきなり。

リチャードソン氏は彼が交通繁激なる場所への標準混合物よりも細粒の骨材より成る鋪道面中に全く満足せらる、ものありし例を示した。而して彼は細粒（八〇%二〇〇目篩）を多く使用すれば空隙減ずる爲に彼の標準粒度より細き混合物が良好なる結果を與へるかも知れないとすら述べた。然しより細粒の骨材を多量に使用すれば其の瀝青混合物は流動性を帶び又之等材料を得る事も困難に、且つ其の表面積大なる爲被覆するに要するアスファルトセメントの

量も從つて大となり混合物を高價ならしむ云ふ理由の下に、一般に斯様な混合物採用の不可を述べて居る。

然し比較的少量の細粒骨材を含む昔の混合物の流動性なりしは主に填充劑の不足と過剩の瀝青を使用せし結果とも思はる。彼の第二の反對理由として材料の有無なるも之は若し適當なる砂が容易に得らる、時は自ら解決さる、問題である。又細粒混合物が多量の瀝青を要する云ふ説は以下述ぶる處の試験結果により一般に認められない。假へ之を認むるも骨材の粒度をより細粒として大なる安定度が得らる、と保證せらる、なれば瀝青の増加にする價格等は大了した問題ではあるまいと思ふ。之等種々の意見により最近に於て一般にリチャードソン氏混合物より細粒骨材使用せらる、傾向があるのである。

アブソン氏（シカゴ道路研究所）は一九二四年の雜誌に各空隙の大きさを減ずれば全體として混合物は極めて容易に壓縮され一層密度を増すと述べた。又スキッドモア氏は此の問題について過去數年間種々の研究を發表して居

る。之を概括するに次の如し。『満足なる鋪道面は、骨材中に最粒物資を多量に含有するものなり。混合物配合に關する點のみよりすれば混合物の變位移動に影響する大なる原因は、過剩瀝青の使用、及び細粒骨材を填充劑の不足である。密度大なる混合物は小なる物より變位する事が少い。

而して此の時混合物は正に其の粒子を被覆するに要する瀝青を含有す。同様に一定量の瀝青を含有する混合物に於ては細粒物資よりなるもの程各粒子を被覆するアスファルトの膜が薄くなるから、溫暖の候に瀝青ガルーブリカンスミして働く事を減じ安定度をならしむ。』

細粒骨材は數年前より米國各地に採用せられて居るが、此にモントリオール市の仕様書を例ミして述ぶる事にする。同市にては一九一八年迄はリチャードソンの標準粒度に従つて混合物を造り居りしも、其の後骨材に細粒の砂を増して空隙量を減ずる様努めた。一九二〇年には更に填充劑の量を可成り増して居り、一九二四年の仕様書には最低二〇%の填充劑混合を要求して居る。同年の仕様書によ

る砂の粒度は次の如き混合物を造るものなり。

一〇—通過四〇目篩せり	二〇、〇%
四〇〃 八〇〃	二〇、〇%
八〇通過二〇〇目篩止り	三〇、〇%
二〇〇目篩通過	二〇、〇%
瀝青量	一〇、〇%
計	一〇〇、〇%

之に依れば填充劑の百分率ミ、砂に細粒部を増した結果として混合物の支持する瀝青量が減ぜられて居る。此事實は先にシートアスファルト混合物の根本原理の一ミ見られたる「混合物の支持すべき瀝青量は其の骨材の表面積が増加するミ共に増して、小空隙を有する細粒混合物は大なる空隙を持つ疎粒混合物より大なり」ミ云ふ説を實際に友駁して居る様に思はるゝのである。

此現象を説明する爲にウォルター・アダムス氏（ミルトン・ハーシー會社）は種々の混合物につき研究して居るので茲に其の結果を二三の例によりて示す。

乾燥した骨材中の填充劑の量を増すに混合物の空隙量は或點迄は減ずるが其れ以上は反つて増加す。即ち一の臨界點を有する。又便宜リチャードソン氏、及モントリオール市混合物につきて見るに、前者の一五%の填充劑を有するものは約二六%の空隙を有し、後者の二〇%の填充劑で含有するものは二一、八%の空隙が存する。而して之等の空隙を填充するに要する瀝青量は其れに一二、%四及び一〇、〇%（重量費）となる。此試験に依り細粒混合物は空隙各個の大きさを小ならしむるに其の百分率をも減じ從て混合物に要する瀝青量小なる事明なり。而して其の割合は「圓錐形法」によりて測定せる空隙總量に比例するに云ふ。瀝青の必要量と空隙との關係は混合所に於て單に填充劑のみを變化せしむる事によりても明に知る事を得べし。空隙量小なる細粒混合物が大なる細粒混合物より要する瀝青量少き事は他の多くの人々によりても示されて居る。チツパー氏は已に一九〇九年に空隙小なる骨材は要するにアスファルトセメントの量も少なりと云つて居る。又ベツ

ソン氏は彼の著書「都市鋪道」にアスファルト混合物に就き其の表面積法は理窟に戻る論で瀝青の必要量は空隙に依る事明かにして空隙は又混合物中に或る粒度の物質の存在に依るを述べて居る。然し彼が之に對し何等適當なる合理的説明を與へてないのは残念である。

骨材中の空隙量と最大安定度を示す鋪道表層の含有する瀝青量との間に一の關係が存在するや否やに就いて結論するに當り、先づ壓縮されし骨材中の空隙を填充する瀝青量を正確に測定する方法を見出さねばならぬ。此事は現在の研究事項の一であらう。

四 理論の改革

新しき理論の下に造られた鋪製面の試験の結果、シートアスファルト混合物の構造に關し、更に合理的なる概念を得た。而して瀝青の含有量と骨材の粒度との關係に就いて實例せる二三の事實を説明するには、先の理論を可成り改良せねばならぬのである。

混合物の各粒子に就て、嘗ては之等を濃密に被覆し、且粒子間の空隙を填充すべく充分なる瀝青を支持すべきである。ミ考へられて居つたが、今日では交通重繁なる場所へのシートアスファルト舗道として瀝青は乾燥骨材中の空隙を辛じて填充すべき量たる事、且數年後に於て交通のため混合物が壓縮されし時瀝青にて填充されない空隙量極小(全量の1%以下)なる如きものである云ふ事を知つた。此の際骨材粒子は相互に接觸し、其の點に於ける瀝青膜は交通の衝擊作用により全く存在なきが如く薄めらる。混合の際に粒子の此等の點を被覆せる瀝青は、總て空隙中に移動するのである。故に過剰の瀝青を加へて豫め之等空隙を填充する事なき様注意すべし。

舗装混合物の純粹のアスファルトセメントミ異なる性質は後者がビスカスなるに對し寧ろプラスチックなる事にて之がストレスによるデホーメーションに抵抗せしむるのである。而して其の低抗より大なる力が加へられたるときは其の力の割合に比例して變位を起す。又低抗が之に打勝つ

は粒子間の瀝青膜の粘性によるので此力は膜の破壊さる、迄は其の厚さに反比例す。

變位移動に對する舗装面の最初の低抗は、ビスカス云ふよりは寧ろプラスチックの物質としてのシートアスファルト混合物の性質にて主に互に接觸する粒子の摩擦に依るのである。瀝青を混合せざる骨材の空隙を填充するに要するより過剰の瀝青を含有する場合には、粒子は周圍の粒より瀝青の膜によりて分離せられて其の摩擦低抗を減じ、少しの外力によりても混合物の變位を起さしむるのである。更に又其の瀝青膜の厚みを増すミ共に粒子の分離度も大なり、從つて外力に對する變位度を増加す。換言すれば混合物中の瀝青の過剰に從つて粒子相互の接觸度を減じ、摩擦低抗小なる爲に、より小なる外力によりて變位を生ずる。即ち安定度を漸次減少する。此現象は次第に進んで瀝青が骨材の總てを分離せしむるに至り安定度は零となり、混合物は全く其のプラスチックの性質を失つて、瀝青の表面張力以上の力が加へらるれば直ちに移動するに至る。

壓縮せし骨材中の空隙を總て填充すべき瀝青を含有する混合物に於て、填充劑の量を増加するは過剩の瀝青を加へたるに殆んど同様なる影響を與ふる。填充劑は骨材中の空隙量を減ずる爲に空隙が已に瀝青によりて填充さるべき、更に填充劑を添加せば、空隙中の瀝青を置換するのである。此空隙より驅逐せられし瀝青は骨材粒子間を占め、壓縮に依りても粒子相互の接觸を妨げ各々を分離せしむる。之が非常に過剩なる時は鞭壓後に鋪道面に膜の如く浮出して來る。勿論分離せしむる膜の厚さは過剩なれる瀝青量即ち添加せられたる填充劑の量に依る。混合の際に各粒を被覆する瀝青膜は多量の填充劑を含有する骨材にては、其の小量を含むものより薄きも、實際壓縮せし物質に於ては填充劑多量なる物程其の厚さを増すのである。混合の際に一定厚の膜を以て粒子の表面を被覆するに要する瀝青量と、交通により最大の密度及び安定度を示す瀝道の要する瀝青量との關係を知るに前述の事は重要な點なれば常に注意すべきなり。

變位移動に對する低抗は、明かに骨材粒の接觸による摩擦の大小によるものであるから、與へられたる面積に於ては其の接點が多き程其の面に沿うて變位の摩擦低抗が大なる。理論的には骨材粒子の細き物程其の接點を増し、構成混合物の安定度も大なる。然し何れの混合物も其の安定度は一部骨材の嚙合の影響に依る、而して此骨材粒子の抱合物による混合物の安定度は粒子の小さなるに共に減じ總ての粒子が最小となりし時零となり、其の混合物の安定度は全く粒子の摩擦低抗のみによることになる。斯の如き鋪道の例として歐洲のロックアスファルト道及び米國のナシヨナルベープメント（特許鋪道の一に筆者本誌に紹介せし事あり）を擧ぐる事が出来る。

又アスファルトコンクリートの如き粗粒混合物に於ては、其の空隙を填充するに要するより可成り過剩の瀝青を含有する爲安定度に骨材抱合による影響は少しもない。即ち瀝青は過剩であり且被覆すべき粒子の表面積はより細き混合物に比し反つて小である爲、骨材の各粒子は其の接

觸面に於ても可成り厚き瀝青の膜を以て被覆されるからなり。此結果極めて少ない粒子のみが接觸して居るので摩擦低抗も少く鋪装面の應力は主に「骨材固有の安定度」に依るのである。即ち斯の如き骨材は乾燥状態に於て既に可成大なる力を具備する。此事實はエフ・ヂェー・ワールン氏の特許に含有さるゝものにして、細粒骨材と比較試験する事により明かに知らるべし。

通常のシートアスファルト混合物は之等二者の中間に位置するもので其の安定度は一部は接觸粒の摩擦低抗、一は不規則なる形状を有する粒の抱合によるのである。然し一般にシートアスファルト混合物は細粒骨材を可成多量含有せざれば寧ろ不安定なるを以て、結局混合物の安定度以後者の影響少し。即ち細粒物質添加により安定度を増すは、粒子の摩擦を大ならしむるのみで、抱合に依る影響は少しも増しては居らない。

此の理によりて滑面粒子よりなる砂は粗面なるものより表面混合物を造るに適當ならず。即ち表面が滑かなる物程

粒子間の摩擦率を減じ相互に容易に滑り、混合物の安定度を小ならしむ。同様に圓形粒子は不規則の形状を有するものに比し接點が少いから不適當なり。即ち粒が全く圓形なりせば彼等は一に於て接し、之に反し不規則なる形状に平面を持つせば其の接觸面も大となり摩擦低抗を増す。此理由の下に滑面を有する圓形粒は鋪装材として不可なれば努めて避くべきなり。

一方又必要量以下の瀝青を使用する事は混合の作業を困難ならしむるのみならず、混合物を適當に輾壓する事困難なれば不可なり。更に混合物中の空隙が填充されずに残りの場合には骨材が相互に接するに至る迄壓縮さるゝも、混合物は緻密にならず、蜂巢状を呈す。而して之等不填充の空隙が大なる時は其處に水分を集め遂に破潰さるゝに至るべし。又温度の變化により生ずる龜裂を再び結合さすべき瀝青の豫備がない。最後に最も重大なるは鋪道に與へらるゝ總ての荷重が、空隙が完全に瀝青によりて填充さるゝ場合の如く、骨材各個の表面に配布せられず、單に接する粒に

依つてのみ支持さる、事である。而して非常に交通繁重なる場所にては、之等接點は直ちに粉碎されて瀝青に被覆せられざる新しき面を現し、従つて混合物の凝集力を失するに至る。

其處で理想的鋪裝混合物としては骨材粒子が相互に接觸する時、骨材中に存する空隙を正に填充すべき瀝青を含むべきものなり。

尙ほ場所の變化と共に其の交通状態にも可成り差違あるを以て使用せらるゝ混合物は其の交通量により適當に調節すべきである。極めて交通重繁なる道路に對しては、最大の密度及び安定度を主眼として設計すべし。即ち多量の細粒骨材及び填充劑を使用して空隙の百分率を減じ、其れに

混合さるべき瀝青は空隙を填充するに正に充分なる量を含有せしむ。以上の如き混合物は幾分温度の變化により龜裂を生ずる傾向あるも其の大部は交通によりて回復さるべし。何れの場合にも混合物の變化抵抗極めて大なるものは龜裂を生じ易い傾向あり。

之に反し交通輕閑なる所には前者に比し含有する瀝青大なる混合物が適當なるべし。即ち生ずる龜裂が容易に回復さるゝ様混合物中に瀝青を支持する空隙大なる粗粒骨材が使用さるべきである。然し混合物が壓縮され粒子が相互に接觸したる時瀝青は骨材中の空隙を填充すべき量たるやう設計する事肝要なり。