

# 第七章 土 砂 道

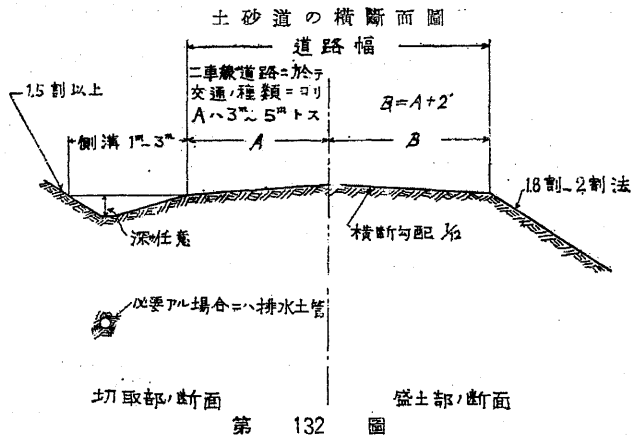
## 第一節 總 說

現在我國の道路中土砂道に屬すべきもの多く、近來大都市並びに幹線國道中に他の所謂高級舗装を施したのものもあるが、其の數は總道路延長に對しては極めて僅少である。近代舗装の最も盛んに行はれて居る米國に於てすら、尙土砂道は 0% に達するを見れば、如何にして此の土砂道を改良し且つ經濟的に維持すべきかを研究するは忽諸にする事の出来ない問題である。

道路の構造を決定する最も大なる條件は其の築造費にあるので、此の土砂道が經濟的利益を有する事は明かなる事である。即ち其の構成物なる土砂、或は砂粘土等の如き材料は何れの地方にも存し、其の物理的性状より比較的材料の採取に便にして、築造費廉に且つ構法も簡單である。

是等の材料を以て造られたる路面は比較的に平坦にして維持修繕も容易に行はれる爲、交通大ならざる地方道路に對しては最も適當なるものである。

土砂道の横断面は大體第 132 圖の如し。



## 第二節 材 料

土砂道の良否は之れを形成する土壤の性状、施工の良否並びに維持の如何に依る故に、使用せんとする土壤、砂、粘土等の性状を充分理解する必要がある。然し粘土及び砂の性質は其の差極めて大なるを以て、天然道路土壤として如何なる組成のものが適當なるか、砂粘土道として是等の混合物を造るに當り使用せらるべき砂或は粘土は、如何なる組織のものが良好なるかに就いての一般的結論は未だ與へられてゐない。

### 1. 粘 土

道路材料として粘土は結合剤としての働きをなすもので、其の粘土の性質を測定し優劣を判定せんが爲各種の研究が行はれてゐる。其の一例として粘土試料を採り、之れを水と共に壘に入れ、激しく振蕩して一定時間放置したる後其の上液をサイホンに依つて抜き取り、此の操作を反覆して上液が清澄になる迄行ひて粘土は總てサイホンに依つて取出され、後には砂及び他の不純物を残留す。此の方法に於ては徑 0.01 耗以上の粒子は容器中に残留し、流出せし粘土を更に 24 時間放置するも尙水中には微粒子が浮遊す。之れを更にサイホンに依つて吸出し蒸發乾固すれば所謂乳狀粘土を得。此の物は非常に粘着力強く粘土の結合力は主として之れに依るを確め得られる。故に粘土を結合剤として使用するに際しては此の膠狀粘土の大なる物が適當なる事が首肯せられる。

1. 膨脹並びに收縮。或る種の粘土は乾燥すれば收縮するものである。之れは乾燥後其の表面に裂目の生ずる事により明かである。此の收縮は又反對に膨脹することを示し、砂粘土組成物を不安定ならしむる因となる。

2. 粘着力。粘土は之れに或る量の水を加へる時は極めて粘質に富む物質となり、乾燥後に於ても其の形狀を維持す。之れを水中に入れる時は長時間其の形狀を保持するものと、直ちに崩壊するものとある。之れは多孔性の粘土中に水が急激に吸収される爲であつて、此の性状を豫め知んことは砂粘土道に使用する際には重要なものである。

3. 道路構造上に於ける機能。粘土は道路構造上に於ては一種の弱きセメントとしての機能を有し砂粒を結合せしめる。而して晴天の續く時には少しの面倒も伴はざるも雨天の續く時には柔軟となるのみならず膨脹するを以て、表面混合物中に餘り多量の粘土を含有すれば交通によりて表面が切り起され、遂に泥濘化するに至る。砂粘土道に對して 15% 以上の乳狀粘土を使用すべきでないと言ふ事が大體に於て認められてゐる。

### 2. 砂

こゝに砂と稱するは 10 番篩を通過し 200 番篩(1 平方時に  $200 \times 200 = 40,000$  目を持つ篩)上に止まるものを稱す。(土壤研究の爲め特に定めた規定で、一般工事の規定と混淆すべからず) 10 番篩上に止まるものは砂利とし、200 番篩を通過するものは淤泥と稱する。淤泥は膠着力なきも濕氣を附與すれば相當の支持力を有し、100 ~ 200 番篩の砂粒は土砂道の構造に於ては、大なる砂粒子間の填充材として働く以外價値なきものゝ様である。20 番篩を通過し 60 番篩上に止まる砂粒は相互に嚙合つて路面強度を増す役目を有す。

1. 組成。砂は其の粒子の大きさのみならず、其の外観に於ても可成りの變化があり、或物は丸く、或ものは稜角を帯び或は四角形をなす。

道路構造に於て良質と稱せらるゝものは、大なる嚙合強度を有するものたるべきは勿論にして、此の性質は主として粒子の形狀即ち不規則なる稜角を有する事に依る。道路材料としての砂は成る可く雲母粒子を含有せざる事を要す。此の雲母は砂中最も有害なる不純物にして、路面中に 3% 以上の雲母を含有すれば交通の磨耗作用極めて大である。即ち雲母の細い扁平鱗は砂粒の嚙合を破壊し砂粒子を滑かにするのみならず、又水の浸入を容易ならしめ路面を急速に軟化せしむ。故に 3% 以上の雲母を含有する砂を以て満足なる路面を造る事は極めて困難である。

多量の有機物を含有する砂或は粘土は、道路材料としては不適當である 即ち使用の當初に於ては結合力を有するも、斯かる材料を以て造られたる道路は直ち

に其の結合力を消失し、宛も海綿の如く水分を多量に保持するのみならず、速に腐蝕し始め、水分は其の破壊を助成するのである。砂は酸化鐵を含有するも之れは砂粒子の結合を助くる機能を有してゐる。

交通を支持すべき砂の強度は主に粒子の形状に依り、砂粒が小なる程其の嚙合強度少なく、交通の爲に粉碎され易く、之れに反し粗粒の砂程大なる強度を有し堅硬なる表面を形成す。此の事實は特に雨期に於て著しく粗粒の砂にて造られたる路面は細粒のものより軟化する傾向少し。然し如何に良好なる砂を使用するも、結合材として適當なる粘土を使用せざれば、造られたる道路は満足なものではない。此の混合物として砂 70～90%、粘土 1)～30%位を良しとする。

磨耗抵抗大なる堅硬なる路面を形成すべき表層用砂は、少くとも其の 40% は 60 番篩に止まるものでなければならぬことは實驗により知られたる事實である。其の大部分が 60 番篩を通過する如き砂を以て堅硬なる路面を得る事は困難にして維持修繕の必要大なり。然し一方細粒の砂は路面の築造に際して粗粒砂間の大なる空隙を填充し、更に其の間隙を粘土を以て填充する事に依つて路面を一層緻密にし、水の浸入を防ぐ機能を有せしむるを以て相當量の含有は必要である。稜角あり、且つ粗雜なる砂は同大又は大なる粒子の圓形の砂よりも良好なる結果を得らる。即ち前者は相互に容易に嚙合して路面の強度を増し、結合材としての粘土の機能を助成するも圓形砂粒に於ては之れを相互に結合せしむるものは殆んど粘土の働に依るのである。

### 3. 表面土壤

表面土壤とは路面材料として他の物質を加ふる事なく、或は其の性質を改良せんが爲に多少他物を混合せるものであるが、要するに砂或は粘土よりなる天然の土壤を云ふのである。是等土壤中には天然にて既に人工混合物に等しき性質を具備する砂及び粘土も可成り存在し、道路材料として適當なるものもあり、土壤は其の性質の相違するもの極めて多く、外觀全く等しく見えて然も或るものは道路

材料として適當なるも他は甚だしく劣等なるものもあり、故に一般に其の外觀に依つて判別する事は危険多きを以つて、選擇は總て分析試験の結果に待つを要する。

1. 組成。天然土壤の主なる成分は砂利、砂、淤泥、雲母、長石、石灰、鐵分並びに有機物等である。而して是等各種の成分の含有量並びに其の粒子の大小は道路材料としての土壤の價値に影響する所大なり、砂粘土混合物の大部分は火成岩、變成岩、主として花崗岩、片麻岩等の分解及び崩解に依つて生ずる。是等の岩石が分解したる時に含有せる長石は粘土に變化し、石英は變化せずに残る。此の分解せし岩石の或る部分は砂、石英の粒子並びに粘土の適當量より成りて道路材料として申分なきものもある。

2. 路面構造に對する組成。表面土壤は時々路面材料として最上の結果を與へる様な組成を有するものもあるも、試験の結果或る物質の添加を必要とする事あり。即ち極めて砂質の土壤に對しては粘土質のものを、又粘土過剰なるものには砂を加へ、鋤き起して兩者を完全に混合して適當なる状態とする。多くの場合表面土壤は其のまま路面として使はるゝも一般に砂の粒子細かすぎる事が多い。

3. 砂利質土壤。砂利を多く含有するものを砂利質土壤と稱し、道路表層用としては 5～8 糎以上の砂利は不適當である。故に若し出来るならば荷積の際に之れを除去するか、或は路面搔きならしの際、レーキを以て之れを除去するを要す。2.5 糎篩を通過し 10 番篩上に止る如き砂利 10～15% を含有するものは道路面の機能を増大せしめる。

### 4. 試験の價値

道路表層用として使用する總ての土壤に就て、試験室に於て精密なる試験をする必要なきも、野外試験は何れの場合に於ても必要である。土壤は先づ第一に雲母含有量を試験し次に多量の有機物を含有するや否やを検するのである。是等の物質を有害なる程度に含有せざる時には、更に砂及び粘土の混合割合につき試験を

爲し、即ち土壤ペーストを造り、之れを以て小さな圓錐形を造り、日光にて乾燥したる後水中に入れる。此の際其の形を永く保つもの程表層用として適當である。

野外及び室内試験は土壤として具備すべき次の如き主要性状を檢する爲に行ふのである。

(a) 60～80%の砂は堅硬なる路面を造る爲に必要であり、且つ土壤は60番篩上に止る砂45～50%を含有するものたること。

(b) 100番篩を通過し20番篩上に止まる砂は、路面の堅硬度に大なる影響なく空隙を填充する爲に必要である。故に是等細き砂粒のみにて造りたる道路は完全なるものに非ず。

(c) 60番篩を通過する砂40%より少なき荒目砂を使用する時は路面は著しく軟質になる。

(d) 2.5糎目篩を通過し10番篩上に止るべき砂利10～15%を含有する時は道路の堅硬度を増加する事大なり。

(e) 良好なる結果を得んには粘土は10～20%を含有すること。

(f) 土壤中に粘土10%以上含有すれば軟き表面を形成し雨天の際には極めて泥濘となる。

### 5. 土壤の試験

1. 野外試験。實際の道路工事に際し、常に試験室に於て其の粘土及び砂の性状につき試験することは不可能なれ共、野外試験は成可く行ふべきである。急速に行ひ且つ最も満足すべき試験法としては次の様なものである。

使用せんとする砂及び粘土にて次の如き割合にて混合物を造る。即ち砂1粘土1の割合より、砂6粘土1に至る各種の混合物を造り、次に是等の混合物に水を加へて、パテ状物質とし、良くこねて圓錐形を造り日光に曝して乾す。充分に乾燥したる後之れを金盃様の容器に入れ、之れに注意して試験體の没する迄水を注入する。此の際直接に試験體に水を注がぬ様にしなければならぬ。然るとき或

物は直ちに、他のものは除々に崩壊するを見るべし。即ち後者は道路表層混合物として良好なる結果を生ずべき配合である。

最も良好なる配合は砂粒子が相互に密着したる時に、砂粒間の空隙を填充するに充分なる粘土を含有するものにして、夫れ以上の粘土を含有することは却つて有害である。若し餘り多量の粘土が使用せらるれば、砂の粒子は相互の附着を妨げられ移動し易く、交通の磨耗作用に對する抵抗は粘土のみにて造られたる道路よりも小なり。水は又粘土に作用して道路は粘質となり且つ泥濘化する。之れに反して使用せられたる粘土の量餘り少なき時は、砂の粒子は密に結合せられざる爲路面は交通及雨に依つて容易に崩解せらる。

2. 室内試験。以上述べたる要項により室内試験をなす事も望ましい事であるが、總ての場合に之れをなすことは出来ないのである。其の試験方法は第六章第三節を参照せられたい。

## 第三節 施 工

### 1. 土砂道の構造

土砂道は勿論下級道路なれども交通激甚ならざる所に適當に築造し組織的の維持を施せば、四季を通じて可成り良好なる状態を保持し得るのである。土砂道は最も水に依つて破損され易きを以て、常に路床より水を除去する必要あり。故に其の横斷勾配は他の道路に比し幾分急ならしめ $\frac{1}{12} \sim \frac{1}{20}$ を適當とする。

### 2. 砂粘土道の構造

砂粘土道の構造は極めて簡単に見えるので、普通材料の選擇も充分な注意を與へられず、其の築造も完全に行はれて居るものは少くない。

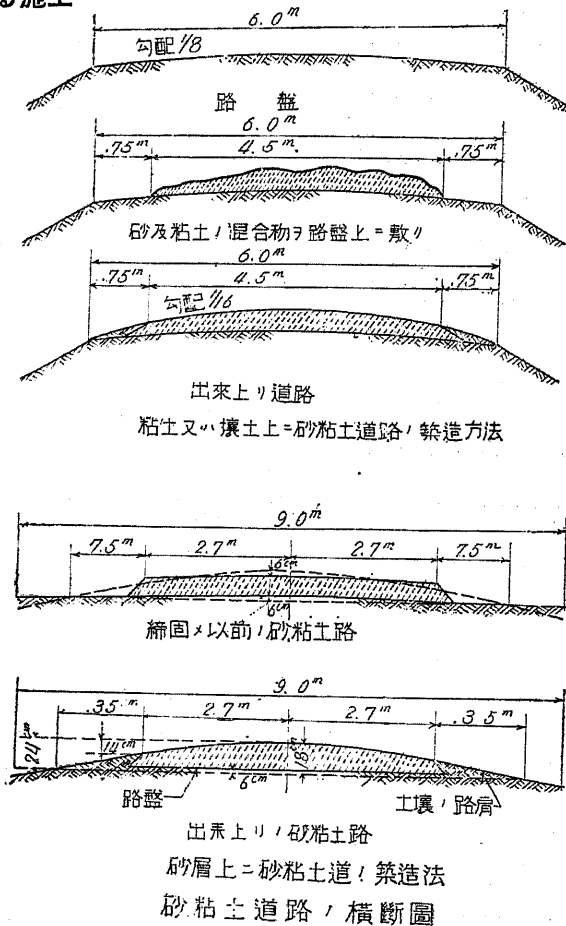
1. 排水。砂粘土道に於ては完全なる排水をする事は最も必要な事である。路盤が砂である時には通常満足なる天然排水を與ふるも、砂層迄可成りの深さある場所には道路の横斷勾配による排水が必要である。然し總ての場合に於て表面に

水の浸入するを減じ、出来るだけ速かに側溝中に水が流出する様勾配を付する事が必要である。

2. 路線選定。砂粘土道に對しては其の路線の選定に當り、路面に毎日少なくとも數時間日光に當る様にすべきである。樹木等の障害物は成る可く之れを或る距離迄除き雨後路面に日光を直射せしめて容易に乾燥せしむる様にする。

### 3. 表面土壤に依る施工

表面土壤を以て路面を建設するに際して其の地盤は全く平坦にして、表面土壤を築造すべき部分の中央に30~40 種<sup>ノ</sup>の厚さに撒布する。若し夫れが5米の幅員なるときは其の兩側に於て少くとも12~15 種<sup>ノ</sup>厚とし、之れを約 $\frac{2}{3}$ の厚さに迄輾壓する。斯くして中央部に於ては20~25 種<sup>ノ</sup>兩側に於て8~10 種<sup>ノ</sup>厚となり、横斷勾配は約 $\frac{1}{20}$ とする。表層材を敷きたる後測溝を造りて其の材料を以て路肩を造る。(第133 圖参照)



第 133 圖

表面土壤を以ての表層築造に際し起り易い失敗は、表層材の撒布薄きに過ぐる事である。即ち 10~13 種位の厚に撒布し、之れを輾壓すれば約 6~9 種の薄き路殻となり交通大なる時は容易に破壊せらる。

更に此の道路は一般に強雨の際に幾分軟化する。其の程度は勿論使用した材料並びに其の構造に依つて差異あるも、1.0~2.5 種の深さに迄達する。若し表層厚餘り薄きときは之れが爲極めて破壊され易い。

表層の厚さは多少使用さるべき材料の性質に依るも、一般に 25 種を適當とす。若し基礎土が極めて雲母質なるか或は淤泥質のものなるときは 35 種位に増さなければならぬ。

土壤は一層として壓縮出来る様道路上に撒布する、壓縮作用は下層から上層に向つてすることが肝要である。然らざれば表面に皮殻を形成して破壊され易い。之れが爲通常の輾壓機は餘り効果なく溝附の特種のローラーを用ふ、最も良好なる結果を與ふるは馬蹄並びに車輪の作用である。故に撒布後速かに交通を開始し表層を壓縮せしめたる後、更に所期の横斷勾配に整形するを可とす。此の種の道路は乾燥状態よりも濕つた時の方が一層緻密に壓縮され易いのであるから壓縮作業中又は建設後直ちに雨のある事が望ましい。

### 4 粘土質土壤に砂粘土道の建設

砂及び粘土の適當なる天然混合物を得る事不可能なる時には、夫等の混合物を人工的に造る。路盤が砂の結合材として適當なる粘土質なる所、或は之れに反して粘土を加へる必要ある如き砂質の所もある。

粘土質路盤の加工法に二種あり、其の一は路盤を全く側溝線に平坦になるまで掘きとり、次に砂を加へるべき道路の部分に適當なる厚さに迄切り取る、之れは後に測溝に對して適當なる勾配を造る爲に路肩の部に堆積して置く。切取るべき深さは路面の幅員並びに砂粘土混合物の厚さに依つて差あるも一般に 4~8 種とす。

次に路盤を 5~8 種位の深さに掘き起す。其の深さは加へらるべき砂に對して

結合材として充分なるべき粘土を得らるゝ程度にして、粘土及び砂の性質によりて異なる。次に 10 糎位の砂を均等に撒布し完全に混合したる後更に 10 糎の砂を力へ適當なる混合物を造るのである。

他は 5~8 糎の深に路盤を掘り起し鋤起したる粘土を路肩に積重ね置き、切り取りたる道路上に 10 糎の砂を撒布し之れに 4.0 糎の粘土を加へて、充分に混合したる後更に 10 糎の砂と 2.5~4 糎の粘土を加へて是等の層を完全に混合して均す。此の方法は最も良好なる結果を得るも前者に比し築造費大となる。

次に道路を充分に濕潤ならしめ含有粘土を以つて砂粒子を完全に膠着せしめて堅硬なる路面を造る。實際的方法としては雨を待つのであるが、少量の雨にては表面のみが濕るゝを以つて、表層は粘土の機能に依りて薄き皮殻を形成し下部は尙粗鬆なるを以つて、交通によつて破壊される。故に降雨中に行ふも一方法なるも、要するに砂粘土道に於ては全部分を完全に濕して混合物を充分に練り上げる事が肝要である。

降雨の後路面が堅硬となりたる時適當なる横断面に整形する。

### 5. 砂質土壤上に砂粘土道の建設

砂の路盤は平坦として加へらるべき粘土の性質に依つて、5~10 糎厚に出来るだけ均等に粘土を撒布し砂層と充分に混合す。次に道路を適當の形に整へ雨を待ち、其の後は前項に於けるが如く再び掻き均らす。砂質の路盤上に砂粘土道を造るときに、通常餘り多量の粘土を使用する傾きがある。若し使用されし粘土の粘着力強く塊を造る傾向ある時は鋤を以つて充分粉碎すべし。此の方法に於ては前者に於けるが如く多量の砂の運搬を必要とせざるを以て費用少なるも路盤の中の砂は幾分圓味を帯ぶるを以て其の成績前者に劣る。

築造に當り餘り多量の粘土を使用すれば道路路面は雨天の際に粘りつき或は泥濘化する憂がある。斯かる場合には更に路面に薄く砂を撒布して修理する。若し路面が乾燥したる時粗鬆になるは建設に使用せし粘土の性質不良なるか或は不足なる

かを示す故に以上の如き場合には更に粘土を加へて路面を造り直す必要がある。

## 第四節 維持修繕

### 1. 土砂道の維持

土砂道の表面は常に塵芥を除去し、若し小孔等の生ぜし時は直ちに其の道路を構成する物質と殆んど同様な土壌を以つて埋め、決して砂利等を使用してはならぬ。若し是等小孔を碎石砂利等を以つて填充すれば路面の磨耗影響は不均等になり、車輪に依つて直ちに填充せし周囲は破壊される。

濕氣は土砂道に對しては最も有害なれば出来るだけ日光に直射せしむる様注意を用す。樹木等によりて日蔭となる場合には成る可く一日數時間は日光の直射する様伐採するが可なり。日蔭はマカダム道に對しては良好なれ共土砂道には有害である。密生する樹木を伐採する事は路面に日光の直射を許すのみならず、又通風を容易にし水分の蒸發を助けて道路を乾燥せしむ。

土砂道の修繕に際して測溝を掻き上げた時、側溝中の物質を路面に投入すべからず。何となれば是等の物質は通常主に淤泥及び有機物よりなり海綿の如く水分を吸収し乾燥する事困難にして全く路面構成物質と其の性質を異にするからである。土砂道の維持法としては全路線を毎降雨後、或は少なくとも二週間位に絶えず巡視して損傷せし箇所は直ちに修繕を爲し、尙強雨の後には適當な形状に擧げ上げ又構成されんとする小孔等を填充するのである。

### 2. 砂粘土道の維持

砂粘土道に於ける維持法は大體前者と同様なも、交通に依りて形成されし小孔等を填充すべき材料は、豫め諸所の路側に積重ね置くを便とす、尙近年防塵劑として種々の油、或はアスファルト等を結合劑として使用せらるゝに至つた。是等材料の使用は防塵劑としての働きは勿論尙道路の壽命を増加する働きもあり。本方法に就ての詳細は後章に於て述べることにする。