

アスファルト乳劑に依る土壤の安定に就て

松 浦 治 郎
奈 良 原 輝 雄

一般土壤の構成

通常砂利道路を構成せる土壤は砂利、砂、沈泥、粘土及膠質狀物質を以て組織されて居る、今此等の機械的組織を調査せる一例を擧ぐれば次の如し。

直径 0.104 mm 篩を通過するもの	100% (重量比)
直径 0.104 mm 乃至 0.05 mm	(砂) 10%
直径 0.05 mm 乃至 0.005 mm	(沈 泥) 53%
直径 0.005 mm 乃至 0.001 mm	(粘 土) 37%
直径 0.001 mm 以下	(膠質狀物質) 21%

土壌の安定方法

此等粒状の粒子を配列して堅固なる支持力を與ふるには二種類の方法がある。即ち一つは骨子をなす砂間の空隙に沈泥を填充し更に残れる空隙に粘土を填充し更に残れる空隙に膠質状物質を以て填充し、且つ各粒子の表面に薄膜の濕氣を以て被覆し以て水の表面張力を以て膠着力を與ふる方法であつて、土壌の粒度組織を物理的に緻密とするのである。第二の方法としては土壌中に多量の水分を含有せしめ得ざる防濕性の材料を使用すると共に水分の滲透せしめ得ざる様其の空隙率を最少ならしむる方法であつて、若し此の兩者の方法を利用し得るものせば一層良好なる結果が得らるゝのである。

濕氣の薄膜に依る土壌の安定

海岸の渚に於ける砂層は海水の干満に依つて適當量の濕氣を以て、砂粒の空隙に填充せられる時は歩行に耐ゆる支持力を有し、更に海水が充滿されるに従つて支持力を失ひ、遂に海水中に没するに到れば甚だしく支持力を失ひ安定を減少する、即ち此の事實は砂中に適當量の濕氣を含有すれば斯くの如く安定したる砂層が得らるゝのである。同様に粘土を含有する土壌に於ても各粒子が濕氣の薄膜を以て被覆され居る場合は、水の薄膜の膠着力を以て支持力を有せしめ得る。

土壌と水分

土壌中の水分が増加するに従つて全く支持力を失ふ、之れに反して乾燥し適當量の濕度を有するに到れば甚だしく支持力を有し、更に乾燥するに到るや小龜裂を生じ遂ひには粉未狀に碎き得る程度になるのである。此の小龜裂の存在に依りて降雨中路表の内部に滲透し柔軟ならしむる結果を生ずる。此等の理由に依つて適當なる材料を構成せられ然も適當量の濕氣を含有する路表は以上の如き小龜裂を生ずる事なき爲に、降雨を迅速に路表より側溝等に流出せしめ得るのである。

換言すれば路表をして甚だしく乾燥せしめざる材料は、同時に濕氣を含有し得ざる材料となり安定したる鋪裝材料として使用し得らるゝのである。

含濕體の構成

上述の理由に依つて土壤の各粒子間の空隙に所定以上の濕氣を排除し得る材料を填充するものとせば、重荷重を支持する力を與へ得るのである。此の濕氣を排除し得る材料は同時に一定量の含濕量（粘土の粘彈性を有する迄の水量）を有せしめ砂の場合と同様な結果を與へて支持力を増加する目的であつて、土壤を單に堅固に結合せしむる爲めに使用するのではない。茲に便宜上「ホーゲンツグラー」氏の土壤の安定理論を紹介すれば次の通りである。

ホーゲンツグラー氏の理論

同氏は安定の定義に就て次の如く述べて居る。土壤の安定と稱するのは路表が車輪に依つて軌跡を生じない様にする爲めに路表を構成する粒狀の分子が相互に摺動するのを防ぐ抵抗と、此れに使用する膠着材の膜の厚さ及び其の膠着力であるとなすのである。即ち前者は粒子相互の摩擦に抵抗する力であつて後者は膠着力に依る事になる。

1. 粒子の重量が大なる程各粒子間の壓力は増加し一層安定が得らるゝ、例へば重量の軽い塵。或は乾燥せる砂は重量の大なる鉛の霰彈及び濕氣を有する砂よりも不安定であつて、若し塵の累積した中に落ち込む時は外部に出でんと跳ぐ程落ち込むのと同様に乾燥せる砂層に於ては自動車の「クイヤー」は落ち込み輪轍を生ずる。尙又同様の状態まで乾燥せる土壤も亦同一の結果を生ずるのである。反對に適當なる含濕量を有する砂層は身體の重量のみならず其の他の構造物の重量を克く支持し更に自動車の交通に依る摩擦にも抵抗し得らるゝ。

2. 鉛の霰弾は同一の直径を有する乾燥せる砂よりも一層安定し、更に各粒の表面形状に依つて變化して来る。例令は麥の如きものは重量輕き爲めに各粒は相互に摺動する作用に抵抗する力が少いので、若し荷重を受ける場合は各粒は容易に摺動し沈下するに到る。麥の場合よりも乾燥せる砂の重量大で然も比較的粗面なるを以て各砂粒は接觸面は多くなり一層移動に對する抵抗を増加する。若し麥、砂、鉛の霰弾の絶對重量が $1m^3$ 各 $800kg$ $2,640kg$ $11,200kg$ であつて、若し此等の材料が直径、形状及び粗面の程度が同一とすれば此等の安定度は重量に比例する。

3. 濕氣の及ぼす安定作用 完全に水中に浸したる砂は乾燥せる砂よりも安定度が少い、即ち粒子は水の浮力に依つて輕くなる爲めである。或る適當量の濕氣を含有する砂の安定が良好なるは各粒子の表面を被覆する水の薄膜に依つて各粒子を結合し相互に摺動するを防ぎ得るのである。此の作用は水の膜が薄くなる程増大する。例令は完全に水中に浸たされたる砂は空隙に水が填充され水の膜が厚い爲めに安定はなくなり零に近いものとなる。砂中の濕氣が排水及び蒸發に依つて失われるに従つて水の膜は薄くなり、同時に濕氣の薄膜に依り膠着力は増加し恰も弾力性を有す護膜の様に益々各粒子を緊迫して相接着せしめて最大の抵抗力を與へる事となる。更に砂中の濕氣の含有量を減少せしむれば、徐々に濕氣の薄膜に依る膠着力を減少し遂には固形體を維持し得ざる乾燥せる安定のない少い砂になるのである。斯の如く濕氣は偉大なる膠着力を與へる事が判明する。

4. 土壤中に存在する濕氣の三種形態 一般に土壤を構成する粘土中には三種の形態をなして存在する。即ち重力的、毛管狀的、及び結晶體的に存在するとすのである。

(a) 重力的に存在する濕氣或は水分は土壤中の比較的大なる空隙に存在して居るもので、重力の作用を受け普通の排

水の方法で外部に取除き得る程度のものであつて、普通の水と同様攝氏零度に於て氷結し攝氏 100 度に於て沸騰點に達し得るのである。

(b) 毛細管的に存在する濕氣は一層小なる毛管作用を受ける空隙に存在し、前述の水分よりも表面張力が大であつて何等重力の作用に影響せられない、従つて普通の排水の方法では取除く事は不可能である。唯蒸發のみに依つて取除き得られ湿だしき底温度に於てのみ氷結し得るものである。

(c) 結晶體的に存在する水分は土壤を或る一定重量まで充分乾燥したる後までも、土壤の膠質物質中尙殘存して粉末状とならずに薄片の形状をなし得るものである。此の濕氣の薄膜は湿だしき膠着力を示し氷結し得ず、然も全く蒸發に依つて取除く事が出来ないものである。物理試験所の結果に依れば粘土の微粒子を固結せしむるには每平方厘米當り偉大なる壓力を必要とする。此の壓力は試験所に於て試體を乾燥中濕氣の薄膜の固結せんとする膠着力に依つて生ずる收縮力に等しきものであつて、恰も高く聳ゆる 100 m 乃至 150 m の樹木の頂上まで水分或は濕氣を上昇せしむるが如き壓力となつて表わるものである。斯くの如き高さまで水を上昇せしむる水壓は、每平方厘米當り 12 kg 以上を必要とし、僅に蒸氣機關車を運轉し得る位の力となる。今若し濕氣の薄膜が石鹼の氣泡の周圍の膜の厚さ位、即ち約 18,500 分ノ 1 mm の厚さを有するものとせば、安定力は毎平方厘米當り 56 kg に相當する。尙又キーン氏の試験所に於ける結果に依れば、砂に膠質狀粘土を結合材として使用した場合と同一砂に對し同一量のポートルランド、セメントを結合材として使用したる場合とを比較するに其の壓縮に抵抗する力は前者は後者の 19 倍位に相當する偉大なる力を發揮するのを證明し居るのである。前述の如く土壤中に適量の含水量を必要とするも不幸にして單なる撒水に依つては、此の目的を達する事は不可能であ

る。此の含水量を決定するには同氏は次の方法を採用す。

5. 必要なる係數

(a) 粘土の液狀制限量と稱するのは或る一定の條件に於て或る一定の振動を與へたる時に、試體が流動せざる程度に土塊（粘土）中に含有せしめ得る最小の水量を重量の 100 分比を以て示したものである。

(b) 粘土の粘弾制限量と稱するのは直徑 3,175 mm となるまで引き伸し得る程度に試體が含有し得る最少量の水を重量の 100 分比を以て示す。

(c) 粘土の彈力係數と稱するのは粘土が水を吸収して液狀より粘弾狀に變化する抵抗を示す方法であつて、膠着力を表わす事になる。以上の理論をアスファルト乳劑に應用すれば次の通りである。

含濕及び防濕作用をなすアスファルト乳劑の利用

前述の如く土塊を構成する各粒子の空隙間に所定以上の濕氣を排除防水し得るが如きアスファルトの微粒子を填充せば同時に一定量以上の水分を保存し得るのである。即ち液狀制限までの水量と共にアスファルト乳劑を使用して以上の目的を達せしむるのである。アスファルト乳劑を以て土塊を安定せしむる工法に就ては、既にテールブル上の議論を去り實施の區域に進み益々發展を遂げつゝある。此の工法に就て實際に施工したる場合の例を記載すれば次の如しとする。

液狀制限量測定とアスファルト乳劑

土塊制限量を測定するには最初土塊の試體を常溫となるまでオーブンをして完全乾燥せしむる、次に順次水量を加へつゝ一定の臺上に於て10回振蕩したる場合に僅に流動する程度まで加へる、此の時の水量を土塊との重量比を示す。種々

の土壤に就て實驗したる結果、液状制限の水量は 14 乃至 45% に變化するを發見した。瀝青原材料を土壤の微粒子間の空隙に填充するには液状制限の水量と共にアスファルト系乳劑を使用し、以て乳劑中に分散せるアスファルトの微粒子を運搬せしめて此の目的を達せしむると共に最後に液状制限量に近い水分が残る様にする。換言すれば若し土壤の液状制限の水量が 40% とし 5% のアスファルトを空隙に填充せんとするには 35% の水中に 5% のアスファルトを浮游せしめて合計量を 40% とすのである。

比較的多量の水を要する理由は即ち粗粒の多い土壤粒子の全表面積は $93 m^2$ の少量なれども、微粒子より構成せられて居る土壤は $9,290 m^2$ の如き大面積を有するので 40% の水量を必要となる。

アスファルト乳劑を使用する理由

土壤安定工法の一様成功の秘訣は土壤にアスファルトを均一に然も完全に混合せしむる事である。此の目的を達するには土壤に所定制限までの水分を與ふる必要がある。水量は少きに過ぐる場合よりも多い場合が安全である。然しビチューメンの量と水量との合計量は出来るだけ液状制限の水量と一致せしむるを要する。水と共にビチューメンを土壤の微細空隙に填充するには他の如何なる方法よりもアスファルト乳劑を使用するが最適である。此の目的の爲めに使用するアスファルト乳劑は如何なる割合にて水を加ふるもビチューメンのみが分離せず、然も工事施工中ビチューメンが各粒子間に填充されて均一に混合するまで相當緩硬性のものを使用する必要がある。

使用するべきアスファルト乳劑の試験方法

土壤安定工法に使用するべき良好なる混合用乳劑なるや否やを決定する簡單なる試験方法が二つある。

(a) 約5立入りのピーカー中に水を入れ次にアスファルト乳劑の數滴を落下する場合に、ピチエーメンは克く水中に分散してピチエーメンの凝集物を生ぜざる事。

(b) アスファルト乳劑の試料を採取し此を 10 目節を通過したるものを以て土壌と充分攪拌混合し、深4時の適當大の型に打ち込み徐々に乾燥せしめて混合材の試體を作製する、若し良好なるアスファルト乳劑なる時は混合材の試體を破壊し、其の斷面を檢查しピチエーメンが均一に分布混合され居るを發見する事が出来る。若し不良なるアスファルト乳劑である場合は試體の底部より上面に向けピチエーメンに依る着色を異にするのである、即ちピチエーメンの量が不均一なるを示す。

以上の様に本工事に使用するアスファルト乳劑はアスファルト、水、乳化劑或は安定劑を以て均一に乳化され居り如何なる割合に清水を加ふるも克く混合し、氷結に依つてピチエーメンが分離する以外納入後 30 日以内に於て混水試験を施行してもピチエーメンの分離を生ぜない様なものが必要である。

土壌安定用混合用アスファルト乳劑規格の一例

(エンゲラー氏比粘度 17 以下)

- | | | |
|------------------------------|------------------|--------------|
| 1. 粘度セインボルト、フモール氏試験方法攝氏 25 度 | 66 ⁶⁰ | 60 秒以下 |
| 1. 混水安定度 | 2 時間後甚だしく分離せざるもの | |
| 1. 混 合 | | 2% 以上分解せざるもの |
| 1. 石油酸及び種々の鹼化物質の合計量 | | 1% 以下 |
| 1. 殘滓量攝氏 163 度、3 時間、5 g | | 55% 以上 |

1. 沈澱 10 日間

3% 以下

1. デー、エー、エールシペリナーチー (鹽化カルシューム試験)

1% 以下

1. 攝氏 163 度に於て得たる 炭滓は次の要求に一致するを要す。

(a) 針入度攝氏 25 度

70 乃至 200

(b) 二硫化炭素可溶性分

95% 以上

(c) 伸張度攝氏 25 度

60 cm 以上

(d) 灰 分

3.0% 以下

簡單なる土壤の試験方法

所理する土壤の性質は種々の變化がある爲めに最も經濟的に良好なる結果を得るには試験所に於ける成績表が必要である。試體の採集方法に次の二種類がある。

1. 試體の採集方法 土壤安定工法に依り處理せんとする土壤層の深さを決定して、次に 30 cm² の區畫を定めて掘鑿し此の部分の土壤を試體として採取する。此の試體を出来るだけ小片に破碎して此を充分混合する。充分混合したる後に更に此の中より平均の試體を少量採集する。

2. 他の方法としては尖端を有する直径 152 mm 長 102 mm の鐵管を使用する。此の鐵管上に厚 13 mm の鐵板を置き金槌を以て土壤面と同一高さになるまで打ち込む (處理せんとする土壤の厚さを 102 mm と假定せる場合) 次に鐵管と土壤を取り出し管内の試體を厚 1.6 mm 位の薄鐵板片を以て全部を掻き出して採集する。此等の試料は乾燥せざる様にす

る爲めに蓋を有する容器内に保存する。

3. 200 目篩通りの量を決定する 200 目篩を通るものを粘土の量と見做し此の量を決定する。最初採取せる試體を「オーブン」を以て充分乾燥したる土壤の重量を測定し、此を 200 目篩上に置き清水を以て洗滌し水が着色せざるまで此の作業を行ふ。篩上に残留する材料を「オーブン」を以て充分乾燥し其の重量を測定する。斯くして粘土の量を計算する。若し土壤中に砂を混合しアスファルト乳劑を以て處理する場合は最初より土壤中に砂を混合して更に同様なる試験を行ふのである。

4. 斯くして試體中に種々の割合を以てアスファルト乳劑及び含水量を變化して混合試體を作り所定圓筒型に打ち込めたるブリツケットを作製する。次にアスファルト乳劑を以て處理せるものと處理せざるものとを以て水分に依る膨脹試験、吸水試験を行ふのである。此の場合に注意すべきは使用する水量は土壤の液状制限量よりも多少多く使用する、往々試體作製中の水分が乾燥して龜裂を生ずる缺點を防ぐ、然して土壤の粘弾制限量に達せんとする際に型内に於て充分撞き固めて製作する。

工事現場に於ける作業

(1) 一般工事示方書 上述の様に試験所の實驗成績に依つて工事現場に適したる示方書を書く事が出来る。

工事現場に於ける土壤 $0.9180 m^3$ (仕上り體積) に對して水 $335 m^3$ とアスファルト乳劑 $40.7 m^3$ (ピチエーメンの含有量 55%) とを充分混合する事になる。

以上の如き割合を以て充分練り合せ且つ餘分の水量を蒸發せしむる。此等の混合材を敷均し「ローラー」の重量に耐ゆ

る程度に乾燥するや否や輾壓をなし土壤安定層を 102 mm 厚に仕上げるのである。

(2) 示方書の應用

(a) 工事現場の準備 上述の示方書を工事現場に應用するには次の如くするを便利とする。

工事現場を $3 m^2$ に區劃し此の區域内を機端を以て深 102 mm 堀鑿し緩めて此等の土壤を盛り立て池を作り、水及びアスファルト乳劑を溜め得る様にする。此の工事には多量の水を必要とするを以て適當大のホースを以て水を運搬するを宜しとする。アスファルト乳劑はドラム或は樽に入れて適當數を各區劃に配置する。

(b) 工事の施工順序

1. 前述の如く $3 m^2$ の各區劃内の中央に堀鑿せる土壤を盛り上げ、堤を築き水及びアスファルト乳劑を入れる、溜池を構造し、此れに各 $180 m^3$ の水を注入し次にアスファルト乳劑 $40.7 m^3$ 立を加へ、鋤其の他の小器具を以て土壤とアスファルト乳劑とを充分混合せしむる爲め、捏ね合せる此の混合作業中殘餘の $155 m^3$ を加へ此の區劃の土壤が充分水を以て柔軟となり液狀制限に達せしむるのである。斯くして混合したる泥土狀の土壤を仕上り後 102 mm になる様均一の厚さに敷均す。

(2) 次に勞働者を 16 乃至 20 名を一列横隊となし、前後進せしめつゝ踏み固め及び足を以て捏ね合せ作業をなさしむる、此の作業に依つて土壤と乳劑の混合作業を容易ならしむると共に土壤中に存在する餘分の水量を表面に滲出せしめて適當に乾燥せしむる。

(3) 斯くして粘土狀の混合材を平坦に型板或は鑊等を以て入念に仕上げる。次に「ローラー」の重量に耐ゆる程度に

乾燥せしむる。

(4) 上述の処理せる土壤層が約 23 kg のハンド・ローラーの重量に耐ゆる程度に乾燥するには、平均攝氏 35 度位の気温で二日間を要する。第 3 日目に於て 1 切のローラーの重量に耐ゆる程度に乾燥する第 5 日目に於ては 6 切のクワンダム・ローラーの重量に耐ゆる程度に乾燥する。

(5) 混合材の乾燥中幅 6 mm 粒位の龜裂を生ずる事あれども充分軋壓すれば容易に除く事が出来る、上述の如くして仕上げたる土壤表面に一般使用に供する以前に稀練せる乳劑を小孔を有する如露を以て撒布すれば表面を一層水密となし得るのである。

以上の工法に依れば簡單なる設備を以て甚だ安價なる工費を以て土壤を安定せしむる事が出来る。殊に砂氣交りの土壤に於ては 200 目篩を通る所謂粘土の量少きを以つて従つて使用するアスファルト乳劑の量を減少せしめ得るを以て工費を節約し得る。

(6) 工事を完成したる 10 日後に於ける土壤の吸水試験

(a) 吸水率 以上の工法に依つて処理したる土壤安定層の表面に $6m^2$ の池を構造し深 51 mm の水を灌へたるに 3 日間に於て土壤中に吸収されたる量は甚だ少量に過ぎず、尙ほ相當の支持力を有して居るのである。

(b) 交通に供したる場合の状態

施工當初に於ては土壤安定層は一般コンクリート鋪裝と同様に堅固となり、弾力性を有せないと豫期して居たのである、然し飛行機を滑走せしむるに殆んど堅い海綿の様に多少の弾力性を有する爲め動搖が少い。地上を直線に尾橈を以

て滑走せしむるに何等の痕跡を残さず、單に表面に磨きかけたに過ぎない状態である。幅の狭い尾輪と制動機付きの車輪を有する一種の飛行機を以て試験をやつたのである、此の場合相當の速力を以て滑走し急激に制動機を掛けたる爲め、小半径を以て機尾は急回轉し相當の衝撃を受けたるに拘はらず地上には何等破損の徴候を示さない。唯尾輪の鈍角をなす部分に依つて上面が深 6 mm 位の痕跡を残さない。

(c) 372 kg の積載量を有する鐵車輪の牛車を以て處理したる土壤の縁端を、約同一軌跡上を約30回以上前後に交通せしめられども何等の痕跡を残さない程度に堅固である。

(d) 土壤層の表面は粗面を有する研磨石の様であつて、高温度と乾燥が3ヶ月以上連続した場合を調査するに何等の塵埃を生じ或は破損の徴候を示さない。

(e) 24 時間中連続したる豪雨に遭遇したる場合土壤は相當の防水力を有し何等の損害を受けず、尙又膨脹龜裂を生ぜず降雨中に於ても充分使用し得らるゝ状態である。普通飛行將校の苦情とする點は處理したる土壤は比較的ベチューメンが少量なる爲めに他の處理せざる部分と際かに區別し得ざる點である、此の障害はアスファルト乳劑を水を以て稀薄せるものを以て表面を處理すれば、多少暗黒色を呈するを以て除き得らるゝのである。此の處理に依つて一層微細なる毛狀龜裂を防禦し處理せる土壤の表面を 6 mm 位の厚さが急激に乾燥し、龜裂を生ずるを最少ならしむる。普通の乾燥せる土壤は風力に依つて吹き飛ばさるゝ恐れあるも處理せるものは此の傾向を除き得らるゝを経験したのである。

米國に於ける經驗

3 年前米國の或る飛行場に於ける經驗に依れば飛行機の着陸場は柔軟なる粘土性の土壤であつて、少量の降雨に遭遇し

た場合でも着陸は全く不可能であつた爲めに「エプロン」の一部をアスファルト乳劑を以て滲透工法に依つて處理したのである。此の工事の序に土壤層に5%のピチュメンを含有せしめて安定せる土壤層が出来ると否やを試験した。此の工事に用いたるアスファルト乳劑は浸透性のものであつて1 m^2 當り4.5 m^3 を4回に散布した、不幸にして翌日豪雨の爲めに該飛行場は泥濘と化するに至つた。此の結果偶然本工法の秘訣を示す鍵となつたのである。即ち前述の「ホーゾントグレー」氏の理論に従つて降雨の爲めにアスファルト乳劑は土壤中に均一に分散し天候に依り「ローラー」を以て軋壓し得る程度に乾燥し、軋壓仕上げ後土壤層に龜裂を生ずる事なき良好なる土壤安定層が出来上り、其の後何等の修繕費を要せず3年後に到るも尙良好なる飛行場として使用せられて居る。

施工上の注意及障害

1. 本土壤安定工法は硝石類を含有せる土壤に對しては、現今のアスファルト乳劑にては成功し得ない爲めに處理せざるを宜しとする主なる原因は硝石の結晶に依つて破損する爲めである。
2. 種々實施したる經驗に依れば土壤中に200目篩を通るもの、即ち粘土が80%以上に達し特に粘着性を有し混合作業に依つてピチュメンを均一に分散せしむる事が困難なりし爲めに適當量の砂氣交りの土壤を使用し、粘土の含有量を20乃至30%として施工を容易ならしめ良好なる結果を興へた場合がある。
3. 氣温高く乾燥せる時節に於ては土壤の上層のみの水分が急速に乾燥し下部のみは未だ乾燥せざる状態となり、上面のみは最早や粘弾制限の水量となり、軋壓すべき時期に到着するので此の傾向を除く爲めに最初輕量の「ローラー」を以て軋壓し、次に重荷量の「ローラー」を以て軋壓し水分が均一に蒸發する様法意する。若し處理せる土壤が甚だしく濕氣

を有し「ローラー」の車輪に土壤が附着する時或は表面が甚だしく堅くなり、粉碎さるゝ程度に乾燥せる場合は一時輾壓を中止する。

4. 粘土の含有量及び水量に依つて乾燥するに従つて龜裂を生ずる傾向がある。此等の龜裂は含水量の多い柔軟なる糊状の處理せる土壤を以て填充し輾壓すれば容易に密着する事が出来る。

5. 降雨及び降雪に依る結果を調査するに最初の降雪及び降霜に對しては充分耐ゆる事が出来る。連續したる霜及び霜溶けに依つて土壤の防水力を徐々に破壊し、濕氣が多少滲透する様になり遂ひには全體が粗鬆となると雖も處理せざる土壤に比して甚だ良好なる結果が得らるゝ。特に甚だしき降雪或は降霜の害を受ける地方にありては次の方法に依つて簡單なる防水層を構成すれば此等の障害を除き得る、即ち土壤安定層を布設し乾燥せしめたる後アスファルト乳劑を撒布し、次に砂を撒布し輾壓に依つて封緘層を密着せしむれば目的を達し得るのである。普通封緘層の厚さは 13 乃至 25 mm に施工する最も簡單なる方法としては、細砂 $1 m^3$ に對してアスファルト乳劑 (混合用) $160 m^3$ の割合とし、此れに約同量の水を加へて混合したるものを敷均し 24 時間以上経過せしめ、完全に水分を蒸發せしめたる後に輾壓を施す。其の後表面が相當堅固になるまで輾壓を繼續する。前述の如く土壤安定層が碎石に依つて破壊さるゝ主なる原因は碎石の結晶する器械的働きに依つて表面を破損し、徐々に土壤の内部に影響するのである。此の原因を除くには更に封緘層を鋪設すれば碎石の結晶作用を防禦し土壤安定層をして堅固になさしめ得る。

アスファルト乳劑と其の他の道路油及びカット・パツクとの比較

土壤の安定工法にコールドール及カットパツクアスファルト及び道路油が使用されて居る。此等の結合材料は通常處理

する深さ 10 mm に對して 1.78 m³ を必要とし、土壤との混合困難であつて不均一に滲透するを免れない。往々此等の油は任上り後に於ても豪雨に依り處理せる土壤表面に浮み出し流出するを免れない。此の原因を調査するにアスファルト乳劑は化學的に或る種の親和力を有し、粘土の微粒子を防水的となす作用を有し斯の如き防水力を有するメチユームが有効に土壤中に分散して、アスファルトの微粒子が流出するのを防ぎ一種の化學的作用と見做されて居るのである。此の點に對じカワトバツク及び道路油の有せざる特異性である。

土壤安定工法の一般應用範圍

最近土壤の研究が發達進歩するに従つて種々の器械設備を以て實施されて居る。在來砂利交り土壤を利用し此れに必要な骨材及び適當量の粘弾係數を有する粘土を加へ、更にアスファルト乳劑を以て防水せしむれば最も經濟的に安定せる路盤層を構造する事が出来る。此の混合作業には種々の器械設備を使用する。通常土壤をスカリアイヤーを以て所定の深さ宛掘鑿し、アスファルト乳劑を水を以て稀薄したるものを壓力撒布機を以て撒布滲透せしめ、次にグレーダーを以て掻き均しつゝ混合作業をなし、此の方法を繰り返して所定の工事を終る。他の方法としては普通のバツチ式の鹿凝土ミキサーを使用する。又連續的に混合材を得る爲めにスクリーンコンベヤーを改變したる混合機が發達しつゝある。

土壤安定工法の主要なる目的は土壤を乾燥せしめたる場合に同様在一定以上の水分を吸收する事を防ぎ、以て堅固なる路盤を構成せしめて支持力を與へる爲めなるを以て、若し摩滅に抵抗せしめんとするには薄層の摩滅上層を布設する必要がある。普通土壤安定層は牛車等の積載する荷重を支へ得るけれども、前述の如くピチエーメンの含有量が甚だ小量なる爲めに摩滅に抵抗する力は小量に過ぎない。然し骨材即ち碎石或は砂利の少い地方に於ては砂氣交りの土壤なれば、其の

まゝ有利に利用する事が出来るのである。斯の如き工法に依つて路盤を經濟的に處理し、此の摩滅上層として薄層の表面處理鋪装工事を施工し兩層を密着せしむれば所要の目的を達するのである。

1. 鋪装道路に通ずる比較的交通の少ない小路等を處理すれば、泥濘と塵埃を除き且つ道路の有効幅員を増大し得る。
2. 小通路の鋪装、一般家屋或は人家に通ずる歩道等には塵埃と泥濘を生ぜざる通路を最も安價に構造し得らるゝ。
3. 競馬場及び競争用トラックの鋪装、種々實施したる結果に依れば馬蹄に對して障害なく走行して方向變換をなして滑る惧れはない。殊に競馬場に於ては土壤安定工法に依つて塵埃を生ぜず、然も多少弾力性を有する爲めに馬匹に對して良好なる結果を與へ得る。

4. 簡單なる鋪床工事 軍隊のパラツク内の床、馬小屋、飛行機の格納庫、運動場、練兵場等に使用し泥濘に塵埃を生ぜない理想的のものが出来る。此は主として工費を最少ならしめ得る爲めである。

5. 土壁、及土屋根 防水的性質を有する爲めに一般家屋の土壁に對し最も理想的であつて、土屋根の場合は比較的薄層に鋪設し撞き固めて仕上げる。

6. 水路 甚だしく漏水を防ぎ得るを以て小水路に應用すれば水の節約をなし得る。

7. テニスコート 在來の土壌を以て構造せるものよりも一層良好なる結果を與へる、若し在來舊式のコートを改良するにはアスファルト乳劑、土壤及び少量の石綿の纖維を混入したるものを以て薄層に施工すれば殆ど維持費を要さない。

8. 病院等の庭園等の防塵、病院の庭園等は薄層の土壤安定層にて充分防塵の目的を達し病菌の傳播を防ぐ事が出来る。上述の應用範圍は單なる2,3の例を示すに過ぎず、其の他ポートランドセメントと共に混合し種々の目的を達し得る。