

土木及び建築工事に於ける瀝青乳劑の 特殊な用途に就て (其の一)

福 島 彌 六

【要 約】 現今瀝青乳劑は道路舗装工事に際し主に路面處理、透入マカダム及び混合マカダム工法による簡易道路舗装工事に最も多量に使用されて居る。然し最近は乳劑は單に道路工事に使用せられる以外に基礎地盤の補強工事、地下水の漏水遮断による水不透層の築造、堰堤の漏水防止工事及びコンクリート構造物の侵蝕保護工事等に廣く利用される傾向がある。本文は此等の工事に於ける最近現はれた瀝青乳劑の特殊な用途に就てその實際の工事の例を述べ將來此の方面發達の資料とせんとするものである。

〔第 1 部〕

アスファルト乳劑を注入し基礎土壤の安定度を増進する工法

A 工法の概要

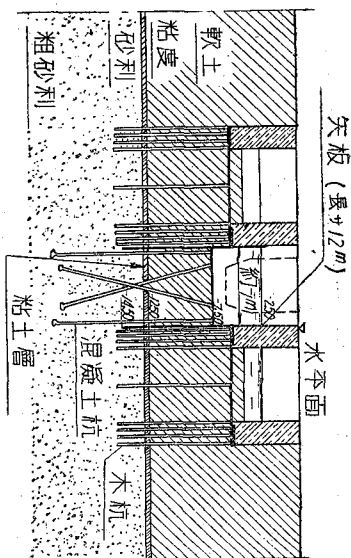
此の工法は特別の性質を有するアスファルト乳劑を基礎地盤中に注入して水密性となし且つ基礎地盤を安定するものである。乳劑の注入は普通の注入管を使用し適當な壓力を加へて注入する。此の處理に依つて土砂の critical gradient は増加するが内部摩擦角は影響されないと考へられて居る。此の實際に成功した例としては後に記載するが此の工法は單に地盤を耐水性にする他に水面上の地盤の場合には乳劑の膠着に依つて軟弱地盤が可成に強化されるものである。

一般に補強すべき地盤が水面上の場合には其の土壌に良く滲透し且つ混和する乳劑を使用すれば良いのであるが水面下の基礎の場合は乳劑とセメントの混合物を注入する必要がある。これは後者の場合にはセメント粉末に依つて土壌中の餘分の水分を除き同時に注入後に乳劑の地盤内部に於ける分解を早め乳劑の分解に伴ふ膠着と水によるセメントの凝結を同時に起して地盤を強化する爲と考へられる。斯の如き乳劑とセメントを使用する場合は又多少地下水の通れる岩石質の地盤の裂隙及び龜裂等を封ずる場合にも利用し得るものである。以上の如き乳劑の注入は水に對して不透入層を築る工法は最近に發達したもので此れには特にアスファルト粒子の細い乳劑を使用し且つ乳劑は一定量が注入された後は速に地盤中で分解して膠着する性質を有するものでなければならぬ。

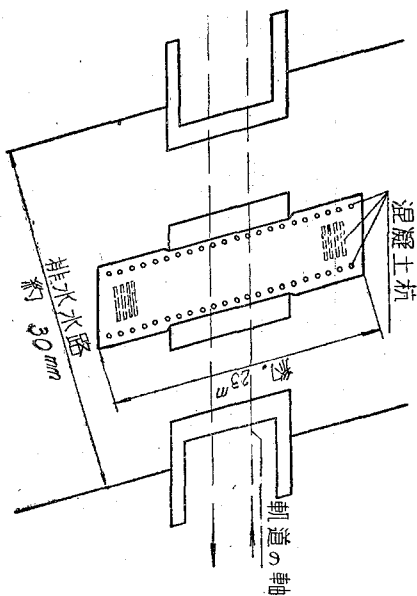
B 工法の説明

アスファルト乳劑は比較的散質の粘着性の強いアスファルトを乳化機的作用に依つて特殊の乳化劑を含んだ乳化溶液中に微粒子の形にて分散させて乳化したもので乳劑中に分散せるアスファルト微粒子の大きさはその平均直徑、 $1 \sim 2 \text{ micron}$ ($1 \text{ micron} = 1/1000 \text{ mm}$) 即ち $1/2500 \sim 1/1250 \text{ inch}$ 程度のものである。従つて乳劑の 1 cc. 中には數萬のアスファルト微粒子が含まれて居るのである。一般に水の不透過性を築る場合にはその基礎土壌中の滲透或ひは混合を良くする爲め乳

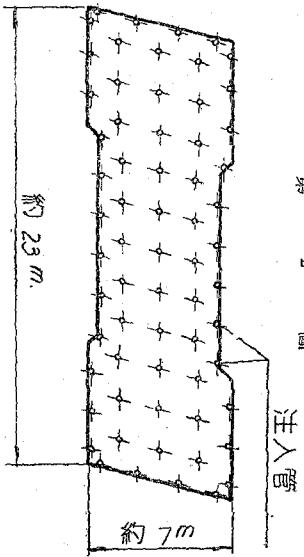
劑は水で稀釋して使用するを良しとする。一般に乳劑中のアスファルト含有量は 50~55% であるが之を任意の割合に水で割る時はそのアスファルト含有量が 45, 40, 35...% となり従つて粘度も減少して費用上水の粘度に近接させる事が出来る。此の稀釋したアスファルト乳劑は水と同様に注入により滲透性がある。然し一方乳劑中のアスファルトの比重は水よりは少しく大であるから乳劑は細空隙に富む軟弱地盤中を滲透する時はアスファルト質の沈降作用がなく可るべく均等に滲透するものでなければならぬ。一般に注入に際しての壓力は低い壓力で充分であり土壤の空隙中の水は乳劑によつて置換されるのである斯く低壓注入に依つて乳劑が土壤中に均等に侵入して滲透するがたゞこれのみでは土壤に未だ何等の影響も與へず土壤の強化をもしない。そこで此の滲透した乳劑を一定の時期の間に土壤中にて分解して凝結せしめる事が必要である。此の凝結時間は材料或ひは工事



第 1 圖



第 2 圖

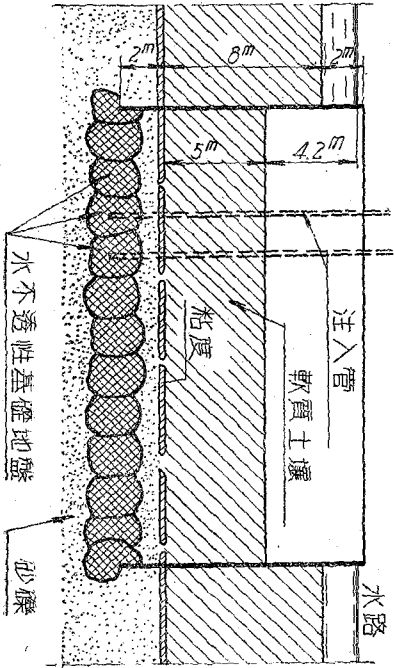


の事情によつて數分或ひは數日を要する 場合がある。此の凝結は自然にそれを待つ場合と或る凝結劑(例へばセメントの如きもの)を同時に注入して短時間に凝結を充分にせしめる場合とがあるが、後の場合には添加する凝結劑の量及び方法に就て良く注意する必要があると考へられる。斯の如くして初めて耐水性の強化土壤層が築かれるのである。此の耐水強化土壤の特性に就て述べると次の如くである。

a. 乳劑處理の結果、アスファルトは土壤の空隙を充し且つ土壤を膠着せしめる故にその透水性は全く失はれ地下水の透入は著しく防止され且つ永久的に減少せしめられる。

又或る部分は全く耐水性になる。此れは基礎地盤の一定容積中に注入されるアスファルトの量に依つて定まる。

b. 注入する乳劑のアスファルト含有量即ち濃度



及び分解凝結時間並にその量を適意に加減し得るを以て此の工法は多くの利用性があり耐水補強を目的とする各種の工事に利用し得る普適性を有するものである。

c. 土壤の空隙中に凝結せるアスファルトは土壤粒子に膠着し實際上粒子相互の移動を全く無くする故にアスファルト乳劑で処理された土砂の塊りは風水に依る侵蝕作用及び地下水に依る軟弱化が充分に防止される。更に乳劑処理をした土砂はその砂の critical gradient $i=15$ 、處理せざるものゝそれが $i=1$ と略考へられて居る故に地下水の流溢によつて土壤中の細粒子が粗粒子の部分より流れ出す事がないのである。

d. アスファルトは plastic である故に乳劑処理による土壤の強化法は例へばセメント、珪酸曹達等の他の材料を使用した強化法と異なり強化処理をした土壤はコンクリートの如く固化したものでなく常に多少の Elastic 或ひは Elastic の性質を有して居る特徴を有するものである。此の種の土壤實驗の結果に依るとその弾性及び内部摩擦角は乳劑処理によつてあまり影響せしめられない事が確められた。

④ 實際工事に應用した例

(1) 乳劑を注入し建築物の基礎地盤を補強し耐水性とする工事。

和蘭の Gouda 市に於ける建築の深さ 4 1/2 米の堅坑が地下水の漏出に依り基礎の薄い粘土層に打ちこんだ坑を破壊して工事中に突然水で滿された。此處で、打ちこんだ矢板の底部にある砂礫層は乳劑注入法に依つて堅坑の全面を耐水性の地盤となした。此の工事の模様は第 1 圖及び第 2 圖に示し又土砂層の節分試験の結果は第 1 表に表示した。乳劑の注入が完了した後堅坑内の水はポンプにて除去する。此の工事には約 60 本の注入管を要した。

第 1 表

A. S. T. M. 締通過		A. S. T. M. 締殘留		開口徑 (μ)	重 量 (%)
No. 10	No. 10	No. 10	No. 20	>2000	1.5
No. 20	No. 20	No. 20	No. 30	2000~840	3.8
No. 30	No. 30	No. 30	No. 40	840~590	3.8
No. 40	No. 40	No. 40	No. 50	590~420	7.5
No. 50	No. 50	No. 50	No. 80	420~297	13.1
No. 80	No. 80	No. 80	No. 100	297~177	43.1
No. 100	No. 100	No. 100	No. 200	177~149	9.1
No. 200	No. 200	No. 200		149~74	17.1
				<74	1.0

(2) ナイル川の Assiut 水堰の基礎補強工事。

現在スーダンにて行はれて居る灌漑工事の爲めナイル川の Assiut 水堰の基礎を補強し且つ擴大した。先ず水堰の兩側の河底に矢板を打ちこみ矢板囲みの Cofferdam を築つた。基礎の土壤は透水性であるから水は基礎に打込んだ杭の中に浸入する故に此の點に於ては矢板打込と同じ深さだけ土壤を耐水性にするの必要がある。そこで既設土基礎盤に孔をあけ低壓の下でアスファルト乳劑を注入し長さ 30 米、幅 5 米、深さ 4 米の地盤を固めて耐水性とした。此れが基礎地盤の土壤の離分析の結果は第 2 表に又水堰の断面圖は第 3 圖に夫を示す。4 個の水堰の基礎地盤の耐水補強工事は 1935 年に行つた。

此の工事期間は気候が頗る

暑く且つ乳劑を遠距離にある

河岸の貯藏所より管にて現場

に輸送したが乳劑の質の劣化

及び注入操作の困難等に就て

何等の故障がなく又此の乳劑

注入による耐水補強工事も可

成に満足な結果を得た。此の

乳劑注入工法は單に土壤を耐

水性にする他に水面下の粉末土壤の強化にも適用し得られ、同時に水面上の場合には土壤の凝集力を増し且つ水及び空氣

に對して著しく不透性にする場合に廣く利用し得られるものである。殊に水面下の基礎地盤の補強には乳劑とセメント混

和物との混合物を使用するが良く、其の注入に際しては乳劑とセメントとを同時に然も別々に土壤中に注入するものであ

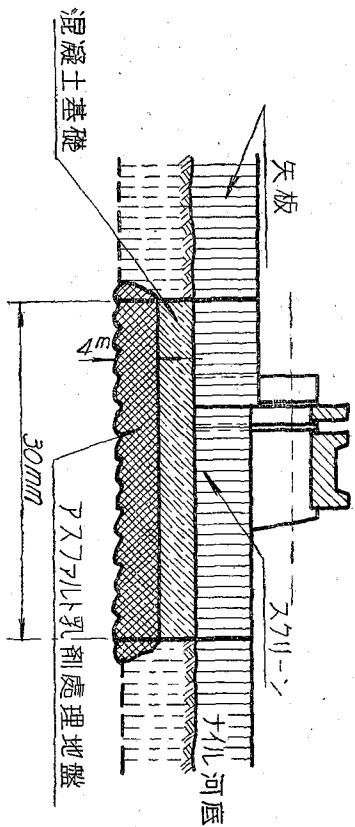
る。更に近來は乳劑の製造が進歩して豫め乳劑とセメントを混和しその混合物をポンプにて現場に運び之を注入し得る様

な乳劑も製造される様になつたと報ぜられて居る。斯くして凡そ $150 \text{ lb}/\text{in}^2$ の壓力に耐へ得る程度に基礎土壤の補強をな

す事が出来る。此の乳劑處理は又 $1/30 \text{ in}$ 以下の隙を含み可成り空際に富む土壤の場合にも適用し得るものであり、近來

はこれとセメント注入處理を同時に行つて地盤の耐水補強の目的を満足させて居るものである。

第 3 圖



第 2 表

A. S. T. M. 普通磚		A. S. T. M. 節殘留		開口徑 (吋)	重量 (%)
No.	No.	No.	No.		
No. 10	No. 10	No. 20	No. 10	>2000	1.6
No. 20	No. 30	No. 30	No. 30	2000~840	6.8
No. 30	No. 40	No. 40	No. 40	840~590	19.8
No. 40	No. 50	No. 50	No. 50	590~420	20.8
No. 50	No. 80	No. 80	No. 80	420~297	20.9
No. 80	No. 100	No. 100	No. 100	297~177	17.0
No. 100	No. 200	No. 200	No. 200	177~149	8.0
No. 200				149~74	12.2
				<74	3.1

乳劑とセメントとの混用注入法はセメントのみの注入法に比して遙に利點のあるものである。それは地盤の補強が均等に
行はれる事とアスファルトに依る耐水性が略完全に近く行はれると言ふ事である。特に腐蝕並に侵入性の強い水に對し抵
抗性が著しく強く且つ處理した地盤の固化による收縮が全く起らないと言ふ特徴のある事は注目すべき事である。

此の乳劑—セメント混合物の注入は又地下水の通る岩石性土壌の裂隙を封鎖するにも使用される。此の場合に、地下水
の浸入速度が問題とされる時には此の混入物の注入と同時に或る藥品（此れは、乳劑の分解劑と考へられるもので石灰及
び鹽化石灰の如きもの）の濃厚溶液を注入して注入後混合物の凝結及び固化を速めるを必要とする。乳劑及びセメントの
混合量の割合及び乳劑の分解劑並びにセメント急硬劑等の添加物の割合を種々に變へる事に依つて地盤を比較的に軟かい

plastic なものから極めて硬い固化地盤となす事が出来るのである。斯くの如くして固化した地盤はその shearing stress 50 lb/in^2 以上に耐へ得る程度になすことが出来るのである。

以上の如き基礎地盤の耐水強化の目的にアスファルト乳劑を使用する工法の發明は和蘭石油會社の Royal Dutch Shell 社に依つて創められたもので一般に此の工法は Shell Impermeabilization Process 或ひは Shellperma Process と呼ばれて居るものである。同社は此の工法に就て和蘭、英、獨、佛等各國の特許を有して居る。

X _____ X

X _____ X