

るから其結果は他の機會に於て之を報告して、同好諸君の参考に供せんことを期する次第である。(完) (昭和5年12月)

瀝青乳剤雑誌

二木榮三

目次

- | | |
|-----------------|---------------|
| 1 緒 言。 | 6 瀝青乳剤の種類。 |
| 2 瀝青乳剤とは何ぞや。 | 7 瀝青乳剤の性質。 |
| 3 瀝青乳剤の微粒子の大きさ。 | 8 道路用瀝青乳剤の長所。 |
| 4 乳 剂 の 安 定 度。 | 9 本邦瀝青乳剤の現状。 |
| 5 瀝青乳剤の製法概略。 | 10 緒 論。 |

1 緒 言

道路を改良するに當りて用ひらるゝ材料の一つとして瀝青乳剤は、近來斷然其の頭角を現し來りたるものである。都市街路に於て、又地方道路に於て屢乳剤(以下瀝青乳剤を略して單に乳剤と書く)の使用せられたるを開くが、本邦に於ける其の發達は、極めて最近の事に屬し、東京市土木局試験所の研究、同局に於ける質地使用の経験、内務省土木試験所に

於ける試験録及實驗室に於ける試験等は其の發達にあづかって力ありしものと思はれる。かゝる時期に於いて瀝青乳剤の性状その他に關して之に一瞥を與ふるのは興味多きことと思ふ。本稿は瀝青乳剤に關して筆者の之に對する推測、感想等をも交へ、極めて自由に意見を述べ、記載の順序、内容の過不足等には一切顧みず思ひつきたるものと記したもので某より誤謬脱漏等も多い事と思ひます、幸て讀者諸賢の之に對する御批判、御教示を得れば今後尙研究訂正をしたいと存じます。

2 瀝青乳剤とは何ぞや

先づ起る所のものは、上記の質問である。瀝青乳剤とは、瀝青質材料を微粒子となして、之を水中に浮遊せしめたもので、之を化學的に見る時は、其の粒子が液狀のものなる時は、瀝青乳濁液或は乳剤(Bituminous Emulsion)であり、其の微粒子が固狀のものなる時は瀝青懸濁液(Bituminous Suspension)である。然しながら通常瀝青質材料を微粒子となす場合には、エマルジョン及サスペンジョンの區別をなさず、一般に瀝青乳剤(Bituminous Emulsion)なる語で兩者を包含せしめて居るから、こゝにも、便宜上瀝青乳剤なる語を、かく廣義に解して置くこととする。瀝青質材料に對する米國の權威者 Abraham 氏は瀝青分散系(Bituminous Dispersion)なる語を用ひて居る。

兎に角、上記の如く之を解する時は、瀝青乳剤は少くとも二つの相よりなる。其の一つは、水或は水溶液にして連續相をなし、他は瀝青質材料にして不連續相をなす。乳剤に於て一般に連續相をなすものは分散媒(Dispersion medium)にて、不連續相をなすものは分散質(Dispersed phase)である。通常稱する所の瀝青乳剤は水或は水溶液を分散媒となし、

その中に滲青質材料を分散質として分散せしめたる一つの分散系であると解することが出来る。然しながら天然或は人工的に、この兩相を逆にせる乳剤即ち滲青質材料を分散媒とし、この中に水を分散質として分散せる乳剤も存在し得る。假に前者を水中滲青乳剤と稱すれば、後者は滲青中水乳剤と稱すべきものであるが、こゝには水中滲青乳剤についての参考へることとする。

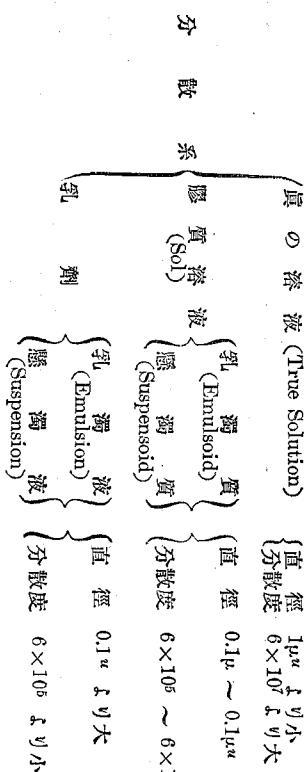
33

一つの分散系に於て、顯微鏡を以て見られ得る微粒子の最小限の大きさは、通常直徑約 $0.1\text{ }\mu$ 即 $\frac{1}{10000}\text{ mm}$ のものであると言ふ。濃青乳剤に於ける微粒子の大きさは、それよりも大なるものである。今一つの分散系に於て、分散質の全容積を V とし、其の總面積を S とすれば、 $\frac{S}{V}$ は單位容積に對する表面積を表すもの即ち比面 (Specific surface) で、分散の程度即ち分散度を表すものである。

分散質の微粒子が假に等しき大きさの球状をなすものと假定すれば、比面即ち分散度 $L = \frac{S}{V}$ は次の如くになる。

又分散質の微粒子が等大の立方形狀をなすものと假定すれば、分散度は次の如くになる。

0.1μ の直徑或は邊を有する微粒子を有する分散系の分散度は $L = \frac{S}{V} = \frac{6}{D}$ or $\frac{6}{i} = 6 \times 10^5$ であるから、乳剤の分散度は之より小なるものである。砂糖或は食鹽等を水に溶解せる如き眞の溶液に於ける分散度は 6×10^8 よりも大なるものである。而して直徑 0.1μ より 1μ ($1/10,000 \text{ mm}$ より $1/1,000,000 \text{ mm}$) までの微粒子を有する分散系は、ゾル即ち膠質溶液であつて其の分散度は、 6×10^5 と 6×10^7 との間にある。上記の關係を表示すれば次の如くなる。



即ち乳剤より膠質溶液を経て眞の溶液に至るまでの分散度は連續的に變化するもので、眞の溶液に至れば分散相の固狀、液狀の區別はなくなるものと見らるべき、これ等の分散系に於て、乳剤は最も分散度小にして、微粒子の大きさ大なるものである、實測せる瀝青乳剤の微粒子の直徑を見るに次の如くである。

- (1) アスカルエキス 3 ~ 8 μ (3) ピチュマールス (1) 2.8 ~ 3.8
- (2) アスカル 3 ~ 10 (4) 同 (2) 2.6 ~ 10.4

(5) レイコス (4) 52 ~ 156

(7) レーザー FD 57 ~ 100

(6) レコード (2) 52 ~ 156

E. J. E. 57 ~ 1000 (8)

(内務省土木試験所報告14號、p5、昭和4年12月に依る)

而して乳癌に於ては、大體に於て微小の程の餘り大なるものは、懸留状態にあること困難にして、其の小なる程安定度よろしかるべきことは、次式より見て想像せらるゝ所である。即ち

茲にて v = 微粒子沈降の速度

r = 微粒子の半径

S₁ = 微粒子の比重

S₃三分散媒の比重

n = 分散の粘度係数

電力の発達

卷之三

$$v = Kr^2 = \frac{9K}{L^2} \quad K = \text{定数}$$

となる。即ち粒子沈降の速度は、粒子の半径の 2 乗に正比例することとなり、之を換言すれば分散度の 2 乗に逆比例する。

以て、微粒子の小なる程沈降し難いこととなり、安定度よろしきものとなる。

4 乳剤の安定度

乳剤の安定度とは、乳剤が均等の状態を失ひて、分散媒と分散質とが二相に分かるゝに要する時間の長短の度を言ふものと解釋すれば、微粒子沈降の速度の上より之を見る時は、微粒子小にして、分散媒と分散質との比重なるべく相接近し分散媒の粘度係数大なる程安定度大なることは上式(3)より容易に見らるゝ所である。物質の比重及粘度係数は温度により變化すべきを以て、安定度は勿論温度によりて支配せられる。然しながら、乳剤の安定度は單に上述の事柄からのみ判断することは出来ない。乳剤中の微粒子は時として相互に相衝突し、其の際二者が相合して一粒子となることなきを保し難い。この微粒子結合の現象の起り易いものは、最初には小粒子より成るも、結局に於て大粒子を形成し、其の沈降速度を増加し、又は沈降せざるも分散質は次第に結合して、分散媒(水或は水溶液)と相分るゝに至る。従つて、安定度のよろしきものを得んと欲すれば、微粒子同志が相接近するも合一せざるべき性質を有つが如く之を造らなければならぬ。この作用をなすものは即ち乳化剤であつて、乳化剤は滌青乳剤に於ては、其の存立上必要缺くべからざるものであり滌青質材料及水とならびて重要な成分である。乳化剤に關しては次項の中に之を述べることとする。

5 滌青乳剤の製法概略

元來アスファルト或は油、タルの如き滌青質材料は水に不溶性の物質にして、之を單に水と混合するも相交らざるもの

のなることは衆人既知の所で、其性相合はざるもの水と油の如しと言ふ熟語さへ出來上つて居る程である。これを互に縁の遠い男女にたとふれば兩者を結合して、一組とないつまでも仲よく暑せようとするには、其所に兩者の間を上手に取りもつ仲人が存在しなければならない事は常識的に考へてもよく理解できることがらである。もしかゝる仲人が居ないならば、兩者は到底合一するの機縁を得ずして永遠に無關係のものとして暮すより仕方がない。

軟質アスファルトを加熱熔融して、之に熱湯を加へ激しく攪拌するも乳済の出来ないのは、滿員電車の中で多くの未知の男女がすれ合ふ様なもので暫時にして相離散してしまう。又堅きアスファルトを粉碎して微粉末となして水と混合し攪拌振蕩するも、一時は分散するも直ちに水底に沈殿して、所謂乳剤とならないのは、性相合はぬものを力づくで無理やりに結びつけやうとするが如きもので、そこに満足な結果は生れない。眞に其の目的を達しようとするには、其所に機縁となり仲人となるものがなければならぬ。この機縁仲人とも稱すべきものは即乳化剤 (Emulsifying agent) である。

例へば水中に或る種の石鹼溶液を加へて、上記の如き方法を用ひる時は、アスファルトは容易に水溶液中に分散して全く其のまゝの状態を保ち、使用に堪ふる所の乳剤を形成する。即ち澄清乳剤製造に當りては、如何なる物質を乳化剤として選定し、之を如何なる程度に使用すると言ふ事が最も肝要なる事柄となる。

(A) 乳化剤の種類

乳化剤として最も廣く普通に用ひらるゝ所のものは、石鹼類である。通常アスファルト乳剤に使用せらるゝ石鹼は脂肪酸或は樹脂酸のアルカリ（曹達或は加里、アンモニア）石鹼であつて、この中にもオレイン酸 ($C_{18}H_{34}O_2$) の石鹼は有効なるものと認められて居る。この外にもスルフォン酸鹽類、有機無機の鹽類等が使用せられる。又蛋白質澱粉其の他

の有機物等も乳化剤として使用せられる。而して上記のものは、水に溶解して液状をなすものであるが、之と全く其の性質を異にする固狀の乳化剤の使用せらるゝ事もある。即ち漸くし沙濾せしめられたる炭酸石灰の微粒子、粘土質物質（例へば蒲原粘土、ベントウナイトの類）硅藻土、其の他鐵の鹽基性鹽類等種々數へられる。

尙乳化剤として可能性あるものを分類せるものを見るに次の如し。この外にも乳化剤として考へらるものもあらうが大略下記の範囲内に入るものであらう。

I 乳 化 剤 分 類 表

- | | |
|--------------|--|
| (a) 膠質粘土及類似物 | 酸性白土、ベントウナイトの類 |
| (b) 無機の酸化物 | Fe_2O_3 の如きもの |
| (c) 水 酸 化 物 | $\text{Ca}(\text{OH})_2$, $\text{Ba}(\text{OH})_2$, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 等 |
| (d) 不溶性珪酸鹽類 | マグネシウムアルミニウム等の珪酸鹽類 |
| (e) 可溶性珪酸鹽類 | 珪酸曹達、珪酸加里等 |
| (f) マルカリ類 | NH_4OH , NaOH , Na_2CO_3 , KOH , K_2CO_3 等。これ等は鹼化し得べき成分を含む懸青質材料に對して有効である。例へば木タール、褐炭タール、或る種の石炭タール、モンタンワックス等に對してこれ等マルカリ類を使用する時は、鹼化しき成分と作用して石鹼を生じ、乳化の能力を發揮する。 |

(g) 燐鹼三曹達

II 有機物

- (a) 石鹼類 脂肪、脂肪酸、鹼化し得べき油、コレステリン。木タル、脂肪酸ピッヂ、植物油の硫酸化物、松脂等とアルカリ性物質との結合せるもの。但してこれら等の石灰或はマグネシウム石鹼は、瀝青中水乳剤を形成すべき傾向ありて、水中瀝青乳剤をつくります。
- (b) アルブミノイド(類似蛋白質) ティラチン等をも含む。
- (c) 蛋白質及アルカリ 例へばアルカリカゼイン、アルブミン等。
- (d) ベクチン 種々のゲルを含む。
- (e) ゴム類 種々の水溶性ゴム類を含む。例へば、アラビアゴム、塞天、トラガカントゴム、アリツシユモスシードゴム等。
- (f) 加里アルジガート 海草及アルカリの作用によりてつくりられる。
- (g) 亞硫酸蒸煮液 紙原料たるバルブをアルカリにて處理せる際生ずる廢液。
- (h) アルカリ鹽基 ピリデン、アミン、クレデレート、ピコリン、キノリン、タール油等を含む。
- (i) タンニン類 タンニン酸、タンニン酸アンモニウム、種々の樹皮よりのタンニン、サボニン、種々の樹皮の抽出液、リグニン腐蝕酸、腐蝕酸のアルカリ鹽、泥炭、褐炭、腐蝕

せる植物性物質をアルカリにて抽出して得らる)

(I) ポリサツカライド及ヘミセルロース
澱粉、デキストリン、グリコース、可溶性炭水化物等或は之にアルカリを作用せしめたるもの。

(K) スルフオン化せる植物油 (ターキーレッドオイル、一名ロート油)

(L) 鍼物性油類の誘導體 ナフテン酸、スルフオ誘導體、酸洗液の殘渣等。

(M) グリセリン残渣 (蒸溜による)

(N) 糖蜜及石灰

(B) 乳化剤の量

アスファルト其の他の瀝青質材料を乳化せしむるに要する乳化剤の量は、瀝青質材料の種類及乳化剤の種類によりて異なるもので、一般に固状乳化剤の場合には、之を多量に要する傾向が認められる。道路用乳剤の如きものにありては、使用後の瀝青質殘留物の性質の優良なる事を必要とするを以て、瀝青質材料の性質に害を及ぼさるべき種類の乳化剤を用ひ、其の量もなるべく少いものがよろしい。可溶性乳化剤にありては通常 0.5%~3.0% 位は乳化剤其のものが含まれて居る。

(C) 乳化剤の乳剤中に於ける状況

瀝青乳剤中に於ける乳化剤の作用に關しては、種々なる説があつて一定はして居ない様であるが、可溶性乳化剤にあり

ては一般に乳化剤の分子が、瀝青質材料の微粒子の周圍に集合して一つの薄層を形成するものと見られて居る。この薄層の存在する爲に、微粒子同志が相接觸するも、二者が合して一塊となることを妨げ得るものであつて、若しこの薄層が存在しない時は、微粒子同志は相衝突する毎に互に相合して粒子は次第に大となり、遂には底部に沈殿し、瀝青質物質と水或は水溶液とは全く分離するに至る。而して乳霧生成に關する條件としては、乳化剤の水溶液と、溶解瀝青質材料との表面張力が相近似せることが好いものの如くである。

(1) 瀝青乳霧製造方法の略述

上記の事柄より凡そ知らるゝ如く瀝青乳霧の製造に當りては、水、瀝青質材料、乳化剤等を原料とし、通常水及瀝青質材料を加熱して適當の温度となし、そのいづれかに乳化剤を混合或は溶解し、こゝに得たる兩液を、液状のまゝ激しく混合振蕩或は攪拌する。この操作には、通常乳化器なる特種の機械を用ひる。乳霧製造に當りては、乳化器の種類、其の運轉速度、液の温度、液の注入割合、其の他の諸條件を各場合に適合する様選定する必要がある。

6 瀝青乳霧の種類

齊しく瀝青乳霧と稱するものの中にも種々の種類がある。これを用途別、瀝青質材料の種類別、乳化剤の種類別等より見れば、乳霧は次の如くに分類せられる。

(A) 用途別に依る乳霧の種類

用途別の上より見れば、凡そ次の如きものが考へられる。(専土木關係以外の用途に供するものは省略する)

- | | |
|---|---------------|
| 1 | 防塵用瀝青乳剤 |
| 2 | 路面處理 透入法用瀝青乳剤 |
| 3 | 混合法用 " |
| 4 | 混凝土養生用 |
| 5 | 防水塗布用 " |
| 6 | 混凝土中混合使用 " |

防塵用瀝青乳剤は、砂利道、碎石道、土道等の上に撒布して塵埃を防止するに用ひるものにして、瀝青質材料としては油狀のものを使用せるものである。路面處理或は透入法用乳剤は、これ等の工法に於て、タール、カットバツクアスファルト、加熱アスファルト等に代ふるに供せらるゝ所のものにして、主として軟質のアスファルトを瀝青質材料として使用しあるものは之にタール系統の製品を混用せるものもある。

混合法用乳剤は混合法による瀝青混凝土其の他に使用すべきものにして、の中に含まるゝ瀝青質材料は前者よりもや硬質のものを選ぶを普通とする。

混凝土養生用乳剤は混凝土施工直後、未だ其の凝結せざるに先立ちて、其の表面に之を撒布し、混凝土を瀝青質材料の薄膜を以て被覆し、混凝土中の水分が、蒸發散逸することを防ぎ以て養生を完全ならしむるに用ひるものにして、時々撒水するの手數を省き仕事を簡易に行はんとする目的とするもので、Hunt processに於てカットバツクアスファルトを用ふる代りに乳剤を使用するものにして、Concrete processと稱するものは之に屬する。近年之を海外より輸入し本邦に於て試験的

に之を行つたものもある。北米合衆國に於て行はれた試験によれば、本方法による混漿土の強度は、土を以て完全なる養生を行ひたるものに比し 97% の好成績を示して居る。

防水塗布用乳剤は、混漿土、鐵管等に塗布して防水の用に供するもので、加熱アスファルトの如きものを塗布するに比すれば、生成せる層は軟化流動し難く効果大なる由である。又防錆用としては、特にクローム鹽類を加へたものもある。本邦に於ては未だあまりに経験せられて居ない様に思はれる。

混漿土に混合使用するものは、混漿土に防水性を與へ且つ塵歯、剥落等を防止せんとする目的とするもので、これに使用する乳剤に關しては、諸種の點に於て、前掲數種の乳剤とは、其の要する性質を異にするものである。

(B) 漆青質材料別による乳剤の種類

漆青乳剤中の漆青質材料に着目して分類すれば次の數種を擧げることが出来る。

- 1 石油系油類を使用せるもの
 - 2 石油アスファルト或は天然アスファルトを使用せるもの
 - 3 アスファルトに石炭タール、或は木タール等を混合したるものを使用せるもの
 - 4 石炭タール製品を使用せるもの
- これ等については特に説明を加ふる迄もない。

(C) 乳化劑別による乳剤の種類

前掲の如く乳化剤としては、多種多様のものが考へられるが、乳剤使用に當りては、凡そ如何なる乳化剤が混合せるも

のなりやを知る事は最も肝要である。之を大別すれば、

- 1 水に可溶性の乳化剤を使用するもの
- 2 水に不溶性の乳化剤を使用するもの

の二者に分つを得べく、後者は概ね微細なる粉末状として用ひられて居る。ピチュマルス、東京市土木局乳剤、エムラス等は前者に屬し、アスカル、レコードの如きは後者に屬する。不溶性固體乳化剤を使用せるものは、概して瀝青質微粒子の比重大となり、又粒の大きさも大となり、沈降し易くなりがちである。又其中の純瀝青分の量は少くなる場合が多く、水分を蒸発せる殘留物（乳化剤を含む）の性質は純瀝青質材料に比し遙かに異りたるものとなる。後者により製造せる乳剤を使用するにあたりては、これ等の傾向少しきものを選ぶ事を必要とする。

7 瀝青乳剤の性質

瀝青乳剤を使用するに當りては、其の良否を判別することの必要な事は言ふまでもない事であるが、之には如何なる方法に依つたならばよろしいかが問題となる。而して乳剤良否の判別をなすには、其の用途によりて見る所を異にしなければならない。而して之を判断するには、一定の試験法に依つて、彼此相比較して見ることを要する。今各用途に對する乳剤の判別法及試験方法について其の概略を記載することとする。

(A) 防塵用乳剤

通常防塵用乳剤の目的は路面より生ずる塵埃を防止するにあるが、之には、路面の乾燥、車輛の交通等によりて生じた

る土砂塵埃の細粉を飛び立ち難き状態に保てばよろしい。之には墨油乃至重油等の乳剤を程度に使用することは効果あるべしと思はれるが、一歩すゝみて路面處理を行ふに比し經濟上いづれが利なりや考慮を要することゝ思はれる。

(B) 路面處理或は透入法用乳剤

瀝青乳剤が工場に於て製造せられたる後、貯蔵、運搬、使用中又は使用後に於て、之に如何なる事項が要求せらるゝかを考へて見ることを要する。之を大別すれば、次の如くなる。

〔1〕 品質の一不變、同一工場より同一商品名の下に製出せらるゝ乳剤は、其の製造の時を異にし、其の容器を異にするも、常に略等性質を有して居なければならぬ。勿論故に製法の改良を行ひたる場合の如きは論外である。

〔2〕 貯藏安定度 乳剤を長く貯蔵するも、其の乳状態、性質等が變化せざること、ことに乳剤によりては、貯藏中分解して、使用に堪へなくなる様なこともあります。換言すれば安定度の大なること、又乳剤に關しては、特に溫度の變化により其の性状の變化せざることを考慮に入れる必要がある。

〔3〕 混水安定度 乳剤には時として水の混ずる場合あるべし、故にある程度迄の混水により、其の乳状態に變化なき事を要する。

〔4〕 分解速度 破石、砂利、砂等の上に乳剤を撒布し透入作業を行ふに當りて充分なる透入が行はるゝ迄は乳剤の分解せざることを要する、分解があまりに早き場合には、表面にのみ瀝青質物質の被膜を生じ、内部への透入を妨ぐることあるべし。

次に一度透入完了したる後は、乳剤中の水分と瀝青質材料とは相分離して、瀝青質物質のみにて骨材をよく被覆してそ

のまゝ殘留し、水分は他へ流出するか、蒸發し去るか、瓦も角もなるべく早く、路面層中より逸出してしまふことを要する。換言すれば、適當の處理を受くる時には、ある期間内に乳剤は分解を完了することが必要である。

[5] 漆青質殘留物の性質 かくして乳剤中より分離して、骨材の表面に殘留せる漆青質物質は、膠着性に富み、適度の稠度を有し、而も降雨其の他の影響により、變質、再乳化等の悪影響を受けざることが必要である。

上記五項目の要求を充す爲に具備すべき漆青乳剤の性質及之に對する試験の方法概ね次の如し。

- 1 品質均等なるべし。これに關しては、先づ外觀的に乳剤を検査し、色、臭氣、反應及乳狀態が各部一様なりや否やを見ると共に、下記の試験を行ふ際常に乳剤の均等性に關して注意するものとす。
- 2 比重 $25^{\circ}/25^{\circ}\text{C}$ 通常漆青乳剤の比重は $1,00 \sim 1,06$ の間にある。比重は比重計を以て測り小數點以下第三位で測定する。同一工場同種製品に對しては餘り變化なきことを要する。

- 3 比粘度 エングラー式、 25°C 、50cc.

比粘度が一定の範圍内にあることは、上記要求の(1)の諸点ともなり、又施工に際して透入の程度を一様ならしむる上に必要である。比粘度(25°C)は5以下位がよろしかるべし。乳剤の比粘度測定法は内務省土木試験所報告第8號7頁記載の方法を準用するものとす。

比粘度實例次の如し。

アスカルエキス	1.76
アスカルル	3.93

ビチュマルス(1)

2.60

ビチュマルス(2)

2.82

4 微粒子の大きさ

粒子の大きさあまり大なるものは、沈澱速度大なること前述の如し、同一の製品にありては、略一定範囲内にあるべし。通常滌青乳剤にありては、微粒子の大きさは、大小混交し、其の形狀も製法の如何によりて異なるから、之を規定することは困難である。但し能ふべくんば、之を検し置くが便宜である。尙又微粒子の極端に小なる場合には、薄次膠質溶液に近き、其の表面は大となるを以つて、滌青質材料は、水或は乳化剤等の爲に其の性質を變化せしめられることが大であるとの説をなすものある。この點から考ふれば、必要以上に微細なることは意味なきこととなる。

5 水分含有量 水分多きに過ぐるは徒らに不用の部分多きを意味し、使用者には重大なる損失をもたらすものである、通常水分は 55% 以下位に定めてよろしかるべきか。

水分測定方法に二種あり。滌青乳剤中の水分測定は相當の困難を伴ふものにして、長時間を要す。下記二者の内、場合に應じ適當なるものを選び使用するものとす。

第一法。乳剤 20g を取り、キシロール ($C_6H_4(CH_3)_2$) 250cc を加へ、油浴上に之を蒸溜し、キシロールと共に溜出する水分は、冷却器によりて冷却凝縮したる後、目盛受器（容量約 20cc 目盛 $1/10$ c.c.）に受け、最後に冷却器中に附着殘留する水分はキシロールにて洗ひ落して受器中に加へ、キシロールの層が充分分離したる時、水分の容積を見、之を原試料に對する重量百分率として表すものとす。

第二法。金屬製蒸留器(徑 $3\frac{1}{2}$ " 高6")に、徑 12_{mm} の冷却管を附し、器中に乳剤 200g を採取れ之に寒天計を挿入し、其の水銀部を器底より約 $\frac{1}{4}$ " の所におく。かくして器の上部を輪狀ガスバーナーを以て徐々に加熱し、蒸留する時は乳剤中の水分及揮發性部分は溜出し来る。温度 $121^{\circ}\text{C}(250^{\circ}\text{F})$ に達すれば、水分の中の大部分は溜出したる。次にバーナーを徐々に下げ、蒸留器の中央部に於て加熱を繼續し $176^{\circ}\text{C}(349^{\circ}\text{F})$ 迄温度を上昇せしめたる後、更にバーナーを徐々に下降して器底上 $\frac{1}{4}$ " の所にもち來り、 $260^{\circ}\text{C}(500^{\circ}\text{F})$ まで温度を上昇せしめ 15分間加熱を繼續す。次に蒸留器の蓋を取りはずし、内容物は他に移し、更に之が試験を行ふ試料とする。

溜出せる水分及油分は自盛受器に採取し、更に冷却器内に附着殘留せる水分及油分は、充分受器中に流し込み、受器中の水層及油層が全く分離せる時、水分の容積(c.c.)を読み、之を 2 を以つて除すれば水分含有量の重量百分率を得べし。
蒸溜は 1 時間乃至 1 時間 15 分の間に完了するものとす。

上記の二方法は、其のいづれによるもよろしいが、操作の簡便なるは第一法にして、蒸溜殘留物を後の試験に供する便宜あるは第二法である。

6. 遷青質殘留物(乳化剤其の他水分以外のものを含む)の含有量

水分を除きたる殘留物中には、主要遷青物質、乳化剤、其の他等を含むを通常とす。これ等のものは、乳剤使用後碎石砂利、砂等に附着、被覆して膠着材の作用をなすもので、乳剤最後の効果は主としてこのものの性質の良否に依る。従つて其の含有量及性質は、乳剤の良否を決定する上に最も重大なる意味を有するものである。

其の含有量は $100 - \text{水分\%}$ を以つて表す。

7. 漆青質殘留物の性質

上記の理由により、この性質を試験するのは、前記要求(6)に對するもので、水分を除いたる殘留物を試料として、下記の各項目につき試験するものとす。

(a) 比重 $25^{\circ}/25^{\circ}$ 試験方法は土木試験所報告8號4頁以下の方針に依る。

(b) 鈍度 $25^{\circ}C, 100g, 5_{sec}$

試験方法は同上12頁に依る。鈍度は70以上位とす。透入法用漆青乳剤中の漆青質材料は通常鈍度120—150位のアスファルトを使用する場合が多いが、製造中の加熱の影響乳化剤の混合、その他諸種の場合を考慮し、上記の如く定む。

(c) 延性 $25^{\circ}C, 5 cm/min$

試験方法は同上15頁による。延性は100以上位とす。但し不溶性蠟物質物質を乳化剤として稍多量に使用せる場合には、相當考慮を要す。

(d) 蒸發減 $163^{\circ}C, 50g, 5_h$

試験方法は同上21頁に依る。蒸發減は3.0%以下位におさへる。もつとも特種の乳剤にして、特に揮發性成分を混入したるものにつきては、別に考ふる必要あるべし。

8. 漆青全量

前記漆青質殘留物の性質の主體をなすものは、其中の漆青質材料にして、其の主要成分は漆青である。仍ち漆青質殘

留物の性質は、滌青中に乳化剤、其の他の混合して幾分其の性質を變化して生じたるものにして、滌青の量を知ることは必要である。滌青含有量は 43% 以上位におさへてよろしかるべき。

乳剤中の純滌青分を得んとするには、先づ其の中の水分を除きたる滌青質残留物に就き、其の中の乳化剤其の他を除き之を取り出すもので、乳剤中に含まる滌青質材料の種類乳化剤の種類によりて、取扱方法を變へなければならない。従つて試験の方法を一定せしむることは困難である。アスファルトを滌青質材料として石鹼類を乳化剤とせる乳剤にありては滌青質残留物をベンゾールに溶解し、之を 50% アルコールによりて振盪抽出し、乳化剤を分離する方法が用ひられて居るが、其の詳細は之を略す。

9. 貯藏 安定度

滌青乳剤は、其の製造方法の良否如何により、長く製造當時と同様の均等状態を保つものあると共に、又小許の時日経過に従て、其の中の滌青質微粒子を沈殿し、泥状沈殿物或は塊状沈殿物を生ずるものもある。而して沈殿を生じたる乳剤を攪拌すれば、再び原乳状態に戻りうるものあり、又然らずして全然原状に復歸し難きものもあり、其のあるものは全く使用に適せざるに至る。本試験は、之等の關係を確めんとするものにして、前掲要求事項(2)に對するものである。

本試験に對する方法數種あり。

(a) 高約 30cm、直徑約 3.5cm の自盛圓筒に乳剤 250cc を取り、8日間之を靜置し、分離したる水及滌青質分質の容積を見、然る後に之を振盪し、再び最初の加き均等なる狀態に復歸するや否やを見るものにして、Din (1929) に定むる所である。

(b) 乳剤 50cc を直徑約 2.5cm の硝子圓筒に取り、3時間之を -8°C に冷却したる後、次第に室温に戻し、かくて攪拌したる場合に原状に復歸するや否やを見るものにして、本試験は之を 5 回繰り返し行ふものとす。この方法も Din (1929) に定むる所にして、冷温に對する安定度を試験せんが爲に設けられたるものである。

註

Din は獨逸規格委員會に於て制定せられたる所のものである。

(c) 直徑 13cm 高10cm の罐に乳剤 400g を容れ、蓋をなし、 0°C に 4 時間冷却したる後、 25°C に戻し、24時間静置す。此の操作を 2 回反覆施行して試料の乳状態に變化なきものたるべし。本方法は東京市土木局道路課試験所に於いて行ふ所の試験方法にして、冷温に對する安定度を主とする試験方法である。

(b), (c) の方法につきては、冷却温度は、其の乳剤の使用場所使用時間等の條件を考慮して適當のものを選ぶ必要がある。標準試験方法として一般には、 -5°C 位を適當とするには非るか。

(d) 尚安温度試験方法としては、一定深度の器に乳剤を採り、一定温度の範囲に於て、一定時間静置後、其の上下二部分より試料を採取し、其の中の濁清質凝聚物の量を測定し、上下部分の差を見ることも一つの方法なりとせらる。この方法と冷却法に依るものとは、全然分離し、二種の試験を行ふ必要あるべし。

10 混水 安定度

米國の方法は乳剤 100g に對して水 150g を混じて安定度の變化如何を見るものにして、獨逸の方法 (Din 1929) は、乳剤 50cc を採り、之に水を種々の割合に混じて放置するとき凝集 (Ausflockung, Coagulation) の起る時の水量及時間を測定するものであるが、實際の施工に當り、あまり多くの水を混合するが如き事は考へられないから、一定範囲の水量を

加へて、變化なきものはよしとするも差支なかるべきか、後考をまつ。

11 分解速度

瀝青乳剤を碎石、砂利、其の他の上に撒布する時は、之に必要な透入の行はることを要し、又一度透入完了せる後には、乳剤は適當の期間内に、其の水分を分離して骨材の表面に瀝青質被膜を殘留せしむることを要する。例つて分解の速度は、あまりに早すぎるべからず、又あまりにおそすぎるべからず、本試験は之等の關係を見るものにして、前掲要求 (4) に對するものである。分解速度に關する試験方法も數種あり下記の如し。

(a) $\frac{1}{4} \sim \frac{3''}{4}$ ($\frac{1}{4}$) を通過するものの 5% 以内、 $\frac{3}{4}''$ を通過するものの 100% 大の清淨なる碎石 46g を取り (岩質は Traprock、或は硬質の石灰岩) 之を 10 番篩上に擴げ、蒸溜水を以つてよく洗滌し、3 分間水を滴らし、然る後に之を皿内に移し、之に乳剤 35g を加へて 3 分間よく混合し、この間にヌフタルの著しく分離せざることを見るものにして、本試験は A.S.T.M. Tentative method に屬し、分解速度の早きに失するを防がんとする目的とする試験方法である。

(b) 13mm 大の碎石 200g を洗滌乾燥し、25°C の乳剤中に 5 分間浸漬したる後、之を硝子板上に敷き擴げ、3 時間の後、之を毎分 1000 回轉以上の速度にて回轉する直徑 21.5cm の遠心分離器 (又は水密罐) に容れ、25°C の水 1 立を加へて回轉洗滌 (又は 3 分間振蕩) する時、洗滌液は無色透明なるか、若しくは淡黄色のものたるべし。

この方法は東京市土木局道路試験所に於て行はるゝ方法にして、主として、分解速度のあまりにおそきことを防止せんとする目的と共に、分解後生じたる瀝青質被膜の水により破壊又は再乳化せらるゝことなきや否やを見る

ことをも得るものにして、頗る巧妙に考案せられたるものである。

(c) 磁製皿に乳過剤の乳剤を容れ、之を振蕩して分解せしめ、次に皿を傾けて乳剤の過剤を流しそりたる後、室温に於て之を水平に置き、滌青質殘留物の被覆層の形成せらるゝ時間を観測する、被覆層の形成は、褐色を呈せる乳剤が黒色に變じたる時を以つて判断するものにしてこの方法は直接時間を見ることに特長を有するとともに、殆乳剤其のみに關して行はれらべく、他の媒介物を使用する必要なき點に於て優るものである。

本方法は、碎石、其の他のもの用ゐても用ふるものとす。

而して、乳剤流出後直ちに之に水を注ぎ、乳剤を残りなく洗練去しりうるや否や、其の際乳剤が分解せらるゝや否やも見る。本方法は Din に定むる所のものである。

(d) 細砂(乾燥せるもの、及水分 4%程度含有せる濕潤砂)を高 4~5 cm の硝子製皿に採取し、之を平に均し、之に乳剤を注ぎかけ、皿を傾けて乳剤を砂の全表面上に擴げ、過剤は之を流し出し、乳剤の層の厚さを一様とす。かくして、先づ、乳剤が砂の中に透入するや或は表面にのみ止るやを見、更に滌青質被膜の生ずるに要する時間を観測す。Din の方法である。

上記諸種の方法は夫々一長一短あり、A.S.T.M. の方法は、全く定性的にして、専ら分解速度の早さに失するを防止することにのみ着目し、東京市 の方法は、頗る巧妙なるも、特別の装置を要し且つ分解速度のおそきにすぎるを防止するを主旨とし、Din(c) の方法は、試験に際し蒸發皿其の他を用ひ、碎石其の他の集合體を用ひ、Din(d) の方法は砂を使用して居る。これ等の方法の長所を組み合せ使用せば、適當の方法を得べんか。

C 混合法用遮青乳剤

本乳剤に對する要求も、前記透入法用のものと略同様なるも、唯使用方法が異なるに從て、多少の更改を要する點もあるか其の異なる點を掲ぐれば、次の如し。

分解速度 (Bの $\frac{1}{4}$)。碎石、砂利、砂等と混合する場合、混合作業中に著しき分解を起す時は、混合不能となるか、又は其の不完全となるを免れない。従つて混合中分解を起さること。又混合物を現場にて直ちに鋪設する場合以外たゞへば混合所に於いて混合せるものを、現場に運搬する必要ある場合の如きは、鋪設、輶壓迄に相當時間の経過することあるべし。鋪設前分解が起る時は、敷設作業に支障を生すべし、従つて分解速度を定める上に於いては、透入法用乳剤の場合に比し、より安定度つよく、やゝ分解し難きものを選ぶ必要あるものと思はれる。

混合鋪設後に於いては、充分分解して輶壓作業が充分行ひ易き状態となることを要する。分解おそきに失する時は混合物は長く水分を保持し、硬化すこぶるおそく、諸種の困難を伴ふべし。

遮青質殘留物の性質

混合法に於いては、透入法に於けると其の趣きを異にし、混合物の安定度 (Stability) を考ふる必要がある。(透入法に於ては、Stability は主として、骨材のかみあはせに依つて起る) 現今の遮青乳剤をシート、アスファルト或はトペカ式アスファルト、コンクリート等の如きに使用するの可否は暫く別問題として考ふるに、もしかする場合に乳剤を使用するものとすれば、其の Stability は、之に用ひる乳剤の量及乳剤中の遮青質殘留物の性質に大なる關係を持つものと見なければならぬ。従つてこの點についても大いに考ふる必要がある。

上記の如き要求を充す爲に具備すべき性質中、透入法の場合と異なる點を掲ぐれば次の如し。

比粘度 エンジニア、 25°C 、 50cc は $1.0 \sim 6.0$ 位の範囲にあるをよしとすべきか、後考をまつ。

水分含有量は出来得る限り少しきを要するが、比粘度其の他製造上の關係より 45% 以下位をよしとすべきか。

混青質殘留物の性質

針 度 25°C , 100g , 5sec, 50 以上

延 性 25°C , 5cm 70 以上

分解速度に關しては、出來得べくんば、砂を使用して試験するがよろしいが、現今之本邦製品に對しては應用しうるや否や疑問である。試みに其の一方法を記載すれば、次の如し。

砂 85g 、乳剤 15g を採り、之を混合する時、乳剤が分解せよして、よく混合が行はるゝや否やを見、然る後にこの混合物を薄層となして擴げ、乳剤分解に要する時間を測定す。この方法による分解速度を幾時間位に取るべきかは、尙考慮を要するものとす。

D 混凝土養生用混青乳剤

本乳剤に對し此の要求中特に考ふべき點は次の如し。(其の他の前述のものと同様)

分解速度 本乳剤は、混凝土施工後、其の未だ凝結せざる以前に、其の上に撒布するものにして、大體に於て混凝土内部に滲透せしむることを目的とせざるを以つて、分解は早きも差支なし、むしろあまりおそきに失せざる事を望むものである。

瀝青質殘留物の性質 本乳剤散布後は、混擬土の表面に薄き瀝青質被覆を生じ、混擬土の水分を外氣中に發散せしめる目的とするを以つて、該被膜は、強歛にしてよく混擬土と密着することを必要とするものである。従つて瀝青質殘留物の性質は之に適するものたれば足る。

近時 Curcrete なる名稱の下に行はるゝ方法は、即ちこれに屬し、其の配合次の如しと言ふ。

乳化剤 (568)	9 kg	1,0%	備考 kg 数(1)
苛性曹達	5,4	0,6	材料混合割合にして
水 (38°C=100°F)	450	43,4	%數は出来上り乳剤
キュアクリートベース	450	50,0	中の成分割合である

(キュアクリートベースはアスファルト質物質である)

上記の割合にて、キュアクリートベースを籠にて熔融し、水を 33°C にタンク中にて加温し、混合機中にて、乳化剤苛性曹達と共に混合すれば乳剤を生ずる。

上記の乳剤の性質は、全蒸發量(水分其他)、60%以内にして、瀝青質殘留物中の瀝青は 90% 以上、灰分 2% 以上(?)延性 10cm 以上 (25°C, 5°m/min), 鈍度 150 以下であると言ふ。

E 防水塗布用瀝青乳剤

瀝青乳剤を塗布用に供する場合には、乳化剤としては、コロイド壤土、石綿類、アルカリ・カゼイン類等が用ゐられると言ふ。時としては、之に顔料を加へて色彩を附與することがあり、又凍結を防ぐ目的を以てメチルアルコール、多價

のアルコール、アセトン、グリセリン、グリコール等が添加せらるゝ場合もあるといふ。鋼材防腐の目的にはクローム鹽類が加へられることがある。

之等に對しては、塗布に際してのびよろしく、むらを生ぜず、塗布後は蒸發硬化迅速にして被膜の強靱防水性なることを要する。

F 混凝土に混合使用する瀝青乳剤

元來ポルトランドセメント混疑土は、空氣中に於いては徐々に收縮し、水中に於ては膨脹し又溫度の變化によりても膨脹收縮の起ることは衆人既知の事柄である。又多くの場合、水を吸収し、或は滲透する性質をも有し、酸類、鹽類等により侵蝕破壊せられる性質を有して居る、これ等の性質は、混疑土施工後、或は龜裂を生ずる原因となり、道路に使用しては破損、アローライングアッブ等の現象を生じ、海水其の他の有害水の作用によりては崩壊せられ、ダム等に使用しては水漏り等を生ずる原因となる。之等の缺點を除去する方法は種々考へらるべしと雖も、混疑土混捏に際して、適當量の乳剤を之に混合することは、有効なるべしと推測せられる。本邦に於ては未だこの方面的研究少く、又實施せるものを聞かざるも一顧に費すの價値あるものと思はれる。

瀝青乳剤を混疑土に混合すれば、混疑土の強度を低下せしむべしとの考は、素より當然起り来る所なれども、其の混合量如何によりては、其の影響を許しうる範圍内に止むるを得べく、かくして混疑土の他の重大なる缺點を改良することを得るものとせば、強度上の微少なる犠牲を忍ぶも結局に於て混疑土の性質を良好ならしめ、耐久性を増加しうべき事は明かである。今混疑土に對して乳剤を混合使用し得べきものとの假定のもとに、之に使用し得べき乳剤の性質に對して要求

せらるべき所を考慮して見ると次の如くである。

品質均等不變、貯藏安定度の大なること等はこの場合にも必要事項たることは言ふまでもない。混擬土施工に於いては乳剤のみならず、多分の水をも使用するを以つて、混水安定度よろしいことを必要とすることも勿論である。而して乳剤の分解に關しては、大いに考ふる餘地がある。混擬土材料中には、碎石、砂利、砂等のみならずセメントを含有し、通常の場合、セメントとしては、ポルトランドセメント、高爐セメント、シリヂチット等の如き、いづれもポルトランドセメント、クリンカーの粉末を含有するものを使用するを以つて、其の凝結硬化に際しては、消石灰 Ca(OH)_2 を生ずる。もし使用乳剤中に石鹼其の他石灰によりて分解せられるものが存在する時は、乳剤は或は分解せられ、或は Inversion を起し、未だ混合充分ならざるに先立ちて、瀝青質材料を分離凝聚しめる虞あるものと見なければならぬ。従つて、この場合に使用すべき乳化剤は、セメントによりて、あまり早く分解せられるものでなければならない。又同時に、セメントの凝結、硬化等を妨ぐるものであつてはならない。即乳剤は、セメントに對して、安定なると共に、セメントの凝結、硬化に積極的影響を及ぼす物質を含まざるものでなければならぬ。

乳剤が混擬土の强度に及ぼす影響を考ふるに、瀝青質材料を粉末状として混合せる場合にも、其の量が多ければ、混擬土の强度を低下する事實あるを以つて、乳剤に於いても勿論、この性質を有することは、至れ難い事柄であるが、ある範圍内の量に於ては、混擬土の使用上差支を生ずる程の强度低下は起り得ないすむ事と考へられる。而してかゝる範囲内に於て乳剤を使用する時、混擬土が果して防水的効果に於いて、或は龜裂、崩壊等減少するや否や、これ等の効果の大なることを要する。

現今に於いては、かゝる目的の爲に乳剤を製造するものあるを開かず、果して上記の考が、可能なりや否やは、實驗に徴して見なければ、確言できないが、かゝる方面を考ふるも乳剤發達上重大なる意味を有することと思はれる。

8 道路用乳剤の長所

乳剤を道路工事に使用するの利益は、道路技術者間には既によく知られて居る所で、多言を要しない事と思ふが、之を列舉すれば次の如くである。

(1) 乳剤は使用に當りて、加熱の必要なく、從つて之に要する設備、費用等を輕減しうると共に、施工簡易迅速であり、撒布其の他に便益多きこと。

(2) 乳剤の比粘度は、加熱瀝青質材料に比して少く、流动性に富むを以て、少量を以て、骨材を被覆することを得べく、加熱瀝青質材料を使用せる場合に比較して、其の被覆層の厚さ少く、結局に於て骨材に對する瀝青質材料の量は遙かに少量にて充分である利益があり、從つて路面層の安定度よろしきものが得られる。

(3) 之を要するに工費低廉である。

(4) 又乳剤は修繕用等には、簡易便利に使用せられる。

9 本邦瀝青乳剤の現状

數年以前、瀝青乳剤は、民間會社に依り海外より輸入せられ、試験的に使用せられてより、其の性質上之が製造は本邦内に於いて行ふべきものたることが一般に認められ(乳剤中には約50%の水分を含むを以つて、海外より之を輸入する

ば、水に對して運賃を拂ふこととなる)外國特許により、日本液體アスファルト會社設立せられ、横濱に於いて乳劑の製造が開始せられた。又一方東京市に於いては、道路試験所の努力によりて、乳劑の製法、性質の研究を行ふと共に、質地に之を道路に使用し好結果を收め、次第に乳劑の長所が認めらるゝに至つた。現今に於いては、之等の成功に刺激せられ一方簡易舗装の必要が高調せらるるに従つて、近年民間に於いて乳剤の製法を研究し、製造を開始するもの漸く多く、東京市乳剤、ビタコ・マルスの外エマリビア、ニューカース、アスカル、アスカル、石川式液體アスファルト、鈴木乳剤、エムラス、等(尚この外にもあるべし)多種の乳剤を生じ、大體に於いて乳剤製造事業は初期混亂の状態にあるものと見て差支なかるべきか、從て使用者に於いては、之が取扱に迷ふことなきを保せず、偏へに其の健全なる發達を望むものである。

10 結 語

上記は滌青乳剤に對して、感じたる事どもを、そのまゝに記したもので、素より首尾一貫せるものでもなく、又誤謬多く、推測をたくましくせる點もありし事と思ひます。本稿の目的は、比較的断しき材料たる乳剤に對して讀者と共に考へて見たいと言ふ事に存する。幸に使用者諸君製造者各位より御正教を得て、今後研究の参考とすることを得ば、筆者の深く感謝する所であります。