

東亜道路技術研究所

正員 ●笠原 靖

同

正員 植村 正

同

稲垣 健三

1 緒言

アスファルト乳剤については J I S に貯蔵安定性等の実用的な試験法があるが、これらは基礎的な知見を得るには適していない。そこで我々はアスファルト乳剤の物理的性質を検討するために凝結価等の実験を行って、乳剤が一般の分散系の特徴を示すことを確認した。今回はアスファルト乳剤の動力学的な安定性と、ミキサーによる骨材との混合性の関係について考察することを試みた。Lawrence と Mills⁽¹⁾は Smoluchowski⁽²⁾の球状コロイドモデルにした凝結の理論からエマルジョンの安定性に関する式を導いた。これは分散粒子の平均体積と経時変化とが直線になることを示し、この式の時間に対する一次微分はエマルジョンの一般的な安定性をより定量的に表わすと考えられる。我々はこの値から二つの粒子の合一を左右する活性化エネルギー（粒子表面の電位及び吸着膜の強さ等に依存する）を求めることが出来る。

2 理論及び実験方法

2-1 凝結価の測定；試料乳剤をアスファルト濃度が10%となるよう純水にて希薄。この試料5mlに種々濃度の凝結剤水溶液 ($MgSO_4$, K_2SO_4 , $MgSO_4$) を等容積加えて軽く振盪後、室内にて2hr 静置し凝結を呈す（肉眼で観察）最少の濃度を凝結価とする。

2-2 凝結に於ける活性化エネルギーの測定；Smoluchowski⁽²⁾の凝結の理論式より、大時間後の合一による Y-mer の数 (N_Y) は

$$N_Y = \frac{N_0 (\beta N_0 t)^{Y-1}}{(1 + \beta N_0 t)^{Y+1}} \quad \text{----- (1)}$$

ところで $\beta = 4\pi \bar{R} D = \frac{2KT}{3\eta}$ $D = KT / 6\pi \bar{R} \eta$

ここで N_0 は乳化直後の粒子の数を表わし β は粒子相互の衝突の確率 $\bar{R}$ は粒子の有効半径 D は拡散常数 η は分散媒の粘度 (poise) K はボルツマン常数 T は絶対温度である。一方 t 時間後に於ける分散粒子の平均容積は 即ち $\bar{v}_t = \pi d^3 / 6$ d は平均容積半径である。従って $\bar{v}_t$ は次式によって与えられる。 $\bar{v}_t = \sum_{Y=1}^{Y=\infty} N_Y v_Y / \sum_{Y=1}^{Y=\infty} N_Y$ ----- (2)
 v_Y ; Y-mer 粒子の容積
 N_Y ; Y-mer 粒子の数

ところで $\bar{v}_Y = Y v_0$ (v_0 は $t=0$ の時の粒子の大きさ) 故 (1), (2) 式より

$$\bar{v}_t = v_0 + \beta N_0 v_0 t \quad \text{----- (3)} \quad N_0 v_0 \text{ は分散相(アスファルト)の体積分率}(\phi)$$

さらに 衝突した粒子が合一を起す確率即ち $p = A \exp(-E/RT)$ を考慮すると

$$\bar{v}_t = v_0 + p \beta \phi t \quad \text{----- (4)}$$

(4) 式により $\bar{v}_t - t$ の plot は直線関係を示すことがわかる。従って 実験から求められる勾配はエマルジョンの一般的な安定性を表わし、その勾配から計算される凝結の活性化エネルギー (E) は

粒子の衝突に於ける合一の確率を支配するもの故 我々はこの因子は乳剤の機械的安定性(ミキサーによる碎石との混合安定性)に直接関係すると考えた。実験は先ずアスファルト濃度 $\phi = 0.5$ になるように乳剤を作成し 密閉した容器で約2ヶ月室内に保存して粒度分布の経時変化を測定し、各々の丸に於ける粒子の平均容積($\bar{v}_n$)を計算した。尚 測定は顕微鏡写真によるものであり、1試料に付約1000~1500ヶの粒径を測定した。

2-3 試料の調製及び混合試験; 乳剤は比較的安定度の低い浸透用(N0.1)から安定度の高い混合用(N0.4)と 安定性の順に4種類選んだ。M型ハレーホモジナイザーにより作成した。混合試験は表-1に示す配合により現場スケールの100Kpmにて行った。用いた乳剤は全てカチオン性のものである。

表-1 配合 (青梅山砕)

5号	30.0 Kg
6号	18.0
7号	15.0
砂	29.5
乳剤	7.5

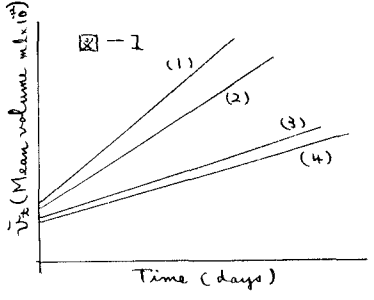
3 実験結果及び考察

次の表-2から明らかなように、凝結剤による相違を比較すると、 $MgCl_2$ は $MgSO_4$ の50~100倍の値を示している。これは硫化ヒ素ゾル等についての比と略一致し、アスファルト乳剤も一般の疎水分散系として *Serphulge-Hardy* の法則によく一致することを表わしている。又この値はイオン性活性剤のみで乳化された乳剤に対しては安定度を

表-2 凝結価 ($mmol/l$)

乳剤 \ 凝結剤	$MgSO_4$	K_2SO_4	$MgCl_2$
1 (浸透用)	3.35	3.35	2.20
2	4.45	4.45	280
3	5.55	4.45	280
4 (混合用)	6.65	5.55	330

表わす一方法になり得ると思われる。但し 凝結の際に浸透用乳剤は完全に2相分離するのに対し 混合用乳剤は緩慢に凝結を起し 挙動に相違がある。図-1はx軸の径時に對し 測定より求めた分散粒子の平均容積の変化をplotしたものである。(4)式より明らかなように、 η T



中 K が既知の値故 図の包配より衝突した粒子の合一する確率を支配する活性化エネルギーEの値を求められる。このEの値及び同じ試料を表-1の配合によりパゲミルで混合した場合の混合性と、又比較の意味で凝結価の値を合わせて表-3に示した。混合性の判定が肉眼によること 又顕微鏡による粒径の測定が多少正確さを欠く等検討の余地があるが 一応Eと混合

性とは良く対応していると言える。従って 基礎的な意味で乳剤の安定性を考える場合 分散粒子の衝突頻度(分散媒の粘度に依存)と衝突した粒子の合一の確率とに分けて考察する必要があると思われる。つまり 後者が乳剤の混合性に対応するものであり 例えば分散媒の粘度のみをあげて安定性を向上させた場合に 機械的な安定性を期待することは危険である。凝結価は混合用乳剤

表-3

乳剤 \	$MgSO_4$	$E (Kcal/mol)$	混合性*
1 (浸透用)	3.35	3.04	X
2	4.45	3.66	Δ
3	5.55	4.09	O
4 (混合用)	6.65	4.21	O

*パゲミルで混合した時の骨材の coating の程度

の場合に測定のタイムスケールが問題になり、余り適当ではない。

参考文献 (1) Lawrence, Trans. Faraday Soc., 98, 51 (1955).
 (2) Smoluchowski, Zeitschr. f. physik. Chem., 129, 92 (1916).