

アスファルトのミクロビスコシティ現象

大阪市立大学工学部
大阪市立大学大学院

正員 三瀬 貞 正員 山田 優
○学生員 小宮正二

1 まえがき

アスファルト混合物の性質が、アスファルトの性質に大きく依存することは自明であるが、混合物の力学的挙動に与えるアスファルトの影響については、アスファルト自体に不明な点が多いことと相まって未だに解明できないことがらが数多く残されている。著者等は、さきに混合物のストリップングについて、その機構に対する従来にない新しい考え方を提起してきた¹⁾が、それと関連して混合物の力学的挙動の中で、実用上興味のあるゆだち堀れ、ゆだち割れ現象の発生機構についても、新しい考え方を提案してみたい。

2 ストリッピング現象

アスファルト混合物上の一点に繰り返し荷重が作用すると、そのサクション力により、アスファルトと細骨材の上方への移動が生じるが、この場合、水の作用で骨材とアスファルトとの界面で分離が起るときは、ストリップング現象となる。ストリップングの先端の移動現象は、次式で示される。

$$K_x \frac{\partial^2 P}{\partial x^2} + K_y \frac{\partial^2 P}{\partial y^2} + K_z \frac{\partial^2 P}{\partial z^2} = \frac{\partial P}{\partial t} \quad (1)$$

ここに、 x, y, z は直角座標とし、 K_x, K_y, K_z はストリップング係数、 t は時間、 P はアスファルト混合物中に生じるサクション力を示す。これを図示すると図1のようになる。

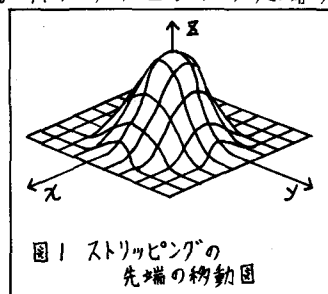
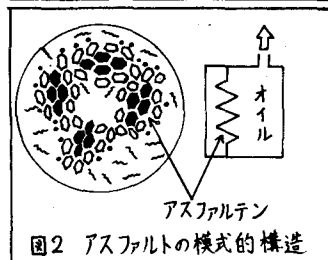


図1 ストリッピングの先端の移動図

3 アスファルトの分子構造

アスファルトが、アスファルテン、レジンをおよびオイルに分別される成分からできているコロイド構造を取っていることは衆知のとおりである。分散状態では、アスファルトは一体となって粗骨材の間を移動する。ところが、ゲルタイプを取ると、アスファルテンは、レジンを媒介として三次元網目構造様式をとり、その間隙をオイルが充填した形となる。その構造は、模式的に図2のように考えられる。この場合、レジンはアスファルテンに吸着されて、アスファルトに粘着性を与える主要な要素となる。アスファルトの粘性は、これらの質と量によって変化するが、そのビスコシティは、温度により全体として一様に変化する。一応これを、マクロビスコシティと呼ぶことにする。



4 アスファルトのミクロビスコシティ

アスファルトが、レジンを吸着したアスファルテンを分散質、オイルを分散媒とするコロイド構造であることより、オイルとアスファルテンを分離して考えることもできる。

今、アスファルト舗装を K 個の自由度を有する振動系と考え、これに、 $F_1, F_2, \dots, F_K$ なる力が働くものとする。一般化された座標を $q_1, q_2, \dots, q_K$ とすれば、一般に運動方程式は次式で示される。

$$\left. \begin{aligned} & A_{01} \frac{\partial^2 g_1}{\partial t^2} + A_{02} \frac{\partial^2 g_2}{\partial t^2} + \dots + A_{0K} \frac{\partial^2 g_K}{\partial t^2} + C_{11} g_1 + C_{21} g_2 + \dots + C_{K1} g_K = F_1 \\ & \dots\dots\dots \\ & A_{0K} \frac{\partial^2 g_1}{\partial t^2} + A_{0K} \frac{\partial^2 g_2}{\partial t^2} + \dots + A_{KK} \frac{\partial^2 g_K}{\partial t^2} + C_{1K} g_1 + C_{2K} g_2 + \dots + C_{KK} g_K = F_K \end{aligned} \right\} (2)$$

 $e^{i\omega t}$ を省略して

$$\sum (C_{ij} - \nu^2 a_{ij}) q_i = F_j \quad (3) \quad (\nu \text{ は定数})$$

これを解いて

$$g_i = \frac{\sum \alpha_{ij} \cdot F_j}{\Delta (V^2)} \quad (4)$$

ここに、 $\Delta(V^2)$ は、(3)式の左辺の係数による行列式であり、 α_{ij} は、 $\Delta(V^2)$ の*j*列に関する小行列式である。

もし、 ν が

$$\Delta (v^2) = 0 \quad (5)$$

の根に近くなると、 ϕ は非常に大きくなる。

今、 ω を角速度とすると

$$\Delta (w^2) = 0 \quad (6)$$

の根が、自由振動の角速度であるので、地形、道路線形、道路構造あるいは舗装構造等によって、外力の周期がアスファルトのオイル分の局所的な固有周期に近づくとき、図3のような共振現象がそのオイル部分に生じ、そのオイル相だけが極めて大きな移動量を持つことになる。従って、輪荷重の通過によってアスファルトのマイクロビスコシティ現象が生じ、わだちの直下に向って部分的なオイルの移動が起り、反対にわだちのすぐ外側のアスファルトは、ある分子量の範囲にわたってオイル分の不足が生じ、結果的に老化現象を起してひび割れが発生することになる。これがわだち割れといわれる現象である。もっとも、わだち割れ現象自体は、もっと別の様々な要因によって生じることは当然である²⁾。

[参考文献] 1) 三瀬, 山田: 第15回日本道路合議論文集, 433, pp. 257~258, 1983.

2) 松野: 鶴装, 19-2, pp. 3~8. 及, 19-3, pp. 14~21, 1984

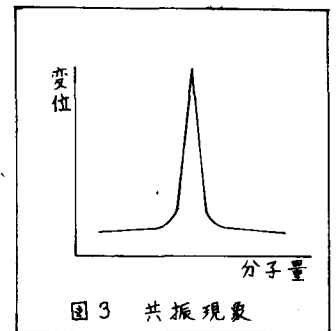


圖 3 共振現象