

大阪市立大学工学部 正員 ○三瀬 貞
 “ “ 山田 優
 “ “ 根木 日武晴

1. アスファルト混合物におけるはく離現象

アスファルト舗装の寿命を短くする要因の一つにアスファルト混合物のはく離現象 (Stripping phenomena) がある。一般にはく離という語は、接合している層間の接合関係が破れ、はがれて互いに離間する現象をさすように使われる (Peeling phenomena)。図-1 に示すようなものである。

果物の皮をむいたり、粘着テープをはがしたりすることに相当する Peeling 現象は、舗装では例えばすべり止め層の表層からはがれてゆく現象に対応する。この現象は、材料の凝集破壊と界面破壊を主要因としているが、それ以外にも多くの要因があり、現在でも明確にはなっていない。凝集破壊は主として一次結合 (化学結合) の破れに、界面破壊は主として二次結合 (ファンデルワールス結合等) の破れに、とされている。

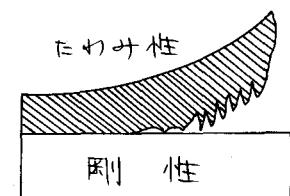


図-1. はく離状態

舗装におけるアスファルト混合物のはく離現象は、上記の Peeling 現象をもち論含んではいるが、それだけでなくむしろ量的にはそれ以外の要因が数多く動員されていると考えるのが妥当である。すなわち、静的あるいは動的な圧縮、引張り、せん断、曲げなどの力学現象のほか、原子・分子間作用する引力と斥力の問題、界面張力や濡れあるいは吸着とみなされる諸現象、界面静電現象や界面動電現象、乳化などの界面活性化現象、熱浸透、チキソトロピーやダイレタンス、アスファルトの移動 (Permeance, Osmosis, Consolidation, Flush, Bleeding 等)、Segregation, Syneresis などの諸現象が協同して生起する複雑な現象と解釈することが妥当な行き方であろう。ここでは、はく離過程をマクロな立場で考えてみることにする。

はく離現象は、水と接触しているアスファルト混合物に繰り返し輪荷重が作用する時にみられる場合が多い。このような場合を想定して水浸ホイルトラッキング試験によるシミュレーションが行われている。この場合、はく離現象をミクロな意味で骨材からアスファルトが Peel するという立場をとらず、アスファルト混合物全体としてみてアスファルト混合物から離脱し、骨材がストリップの状態になるという立場をとるものとする。

2. アスファルト舗装混合物におけるはく離 (Stripping) に関する現象論

アスファルトは熱レオロジー的に単純な炭化水素系高分子化合物であるが、これをニュートン流体とみなす。また輪荷重は、交通流として舗装に対しては本来繰り返し荷重として作用するが、簡単に一定の有効静荷重として作用するものとする。骨材の間がきアスファルトによって飽和されている舗装面アスファルト混合物に有効輪荷重 P が静的に作用しているものとする。 P は骨材のひみ合せによって支えられているので、骨材骨格の左突類似現象による変形は全過程にわたって生じないものとする。しかし、混合物全体の変形に起因する間がき圧は、全混合物にわたって均一に伝播してゆくものと仮定する。最初、 P_1 の荷重ではところどころに骨材のピーリングが生じるが、 P_2 の荷重では乳化状態が行きわたる、さらに P_3 の荷重ではすべての骨材がストリップの状態となってしまう。これらの

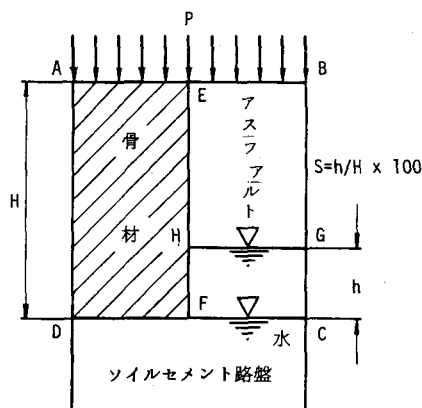


図-2 水-アスファルト-骨材系の状態

過程を総括して、アスファルトと骨材との間における Stripping process を模式的に図-2に示す。

繰り返しせん断応力と過剰水圧の作用によりアスファルトの Stripping が生じ、その結果としてアスファルトの上方への移動が生じる。この間の関係を模式的に図-3に示す。はく離 HGF の生成に伴い、水面は GH に達し、その分だけアスファルトが混合物の上方から排出される。EBCF は当初アスファルトが飽和されており等方・均質で連続の条件が満たされていると考える。アスファルトは上方へ向って移動し、上面 EB から混合物外へ排出される。下面からはアスファルトの補給も排出もない。載荷によってアスファルトの全層にわたる間がき圧 u が一様に発生する。 u の時間による分布の形は混合物の種類により異なる。適当な仮定を用いて、この u の時間による変化を示す式として次式を得る。

$$\frac{\partial u}{\partial t} = C_A \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \quad \text{----- (1)}$$

ここで、 C_A は、はく離係数である。

一般に、アスファルトは分子間に凝集力を有するので、混合物は曲げ強度を有するが、アスファルトがなくなると曲げ強度はゼロとなる。したがって、アスファルト混合物の曲げ強度はアスファルトの含有量の関数と考えられる。簡単にこれを線形関数とすると、当然はく離率 S は、アスファルト混合物の曲げ強度 σ とも線形関係にあると考えられる。

$$S = f/H = c - a\sigma^b \quad (\text{ここで、} a, b, c \text{ は定数}) \quad \text{----- (2)}$$

さらに、 $b = 1$ 、 $c = 100$ とすると

$$S = 100 - a\sigma \quad \text{----- (3)}$$

舗装時のアスファルト混合物の供試体の曲げ強度を σ_0 、観測時点ごのそれを σ_t とすると、

$$S = (1 - \sigma_t/\sigma_0) \times 100 (\%) \quad \text{----- (4)}$$

3. 実験結果との対比

水浸ホイールトラック試験におけるはく離率と水浸走行時間の関係を図-4に示す。また、曲げ試験供試体の反表上面のはく離率と曲げ強度の関係を図-5に示す。実験結果は、上述の(1)、(4)式とよく対応している。

(参考文献)

- 1) 建設省技術研究会報告：アスファルト混合物のはく離現象に関する調査研究(I)(II)，昭和46、47年度。
- 2) 南雲、小島：水浸ホイールトラック試験によるアスファルト混合物のはく離性状，舗装，vol. 14, No. 8, 1979。
- 3) 三橋、小田、花本：水浸ホイールトラック試験によるアスファルト混合物のはく離，舗装，vol. 16, No. 7, 1981。

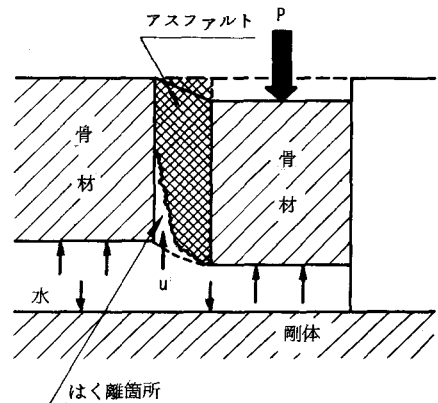


図-3. アスファルトと骨材との関係の模式図

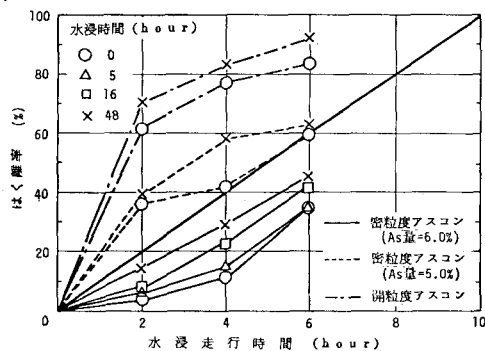


図-4. はく離率と水浸走行時間の関係

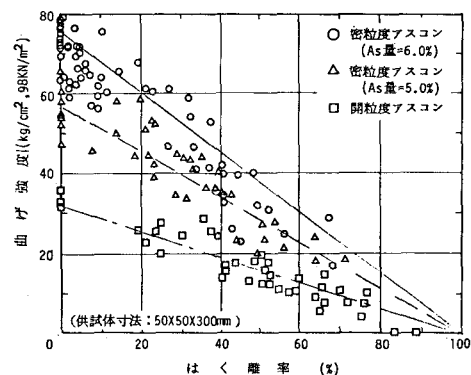


図-5. 曲げ強度とはく離率の関係