

# アスファルトのコンシステンシーが舗装の寿命に及ぼす影響についての一考察

大阪市立大学工学部 正員 O山田 優・三頼 貞

1. まえがき 大きい輪荷重への対応、わだち堀れの防止などのためのアスファルトの改良、さらに、廃材の再生利用などにより、近年、コンシステンシーの異なるアスファルトを舗装に用いることが多い。特に、従来より硬いアスファルトの使用が増える傾向にあるが、たわみ性の欠く逆効果も心配されている。そこで、アスファルトのコンシステンシーが舗装の疲労寿命にどのように関係するかを、いくつかの舗装断面について調べてみた。

2. 疲労寿命の算出法 Henkelomらは、通常の舗装用アスファルトを使用している範囲では、混合物の強度や伸びは破壊時のアスファルトのスチフネスから決定されるとしている。<sup>1)</sup> Claessenらは、このことを基礎にして、アスファルト舗装の疲労寿命を予測する方法をShell Design Methodの中で提案している。<sup>2)</sup> 本研究では、この方法を使って疲労寿命を算出した。<sup>3)</sup>

3. 舗装の断面寸法と材料、温度条件 表1に示す舗装構造について疲労寿命を算出した。すべての構造はわが国の要綱に定めるB交通の目標TAを満たす。(A)～(D)は設計CBRが、また(B)(E)(F)は混合物厚 $h_1$ が同じである。路床の弾性係数 $E_2$ は $E_2 = 10^7 \times \text{CBR N/m}^2$ から求めた。アスファルト混合物はわが国で通常用いられている密粒度アスコンとした。混合物のスチフネス $S_{mix}$ は、Bonnaureらの1モグラフ<sup>4)</sup>と要綱の基準値から求めた。疲労特性は、種々の混合物の疲労試験結果<sup>5)</sup>から導いた式、 $\varepsilon_f = (0.056 \times V_b + 1.08) S_{mix}^{-0.36} \times n_f^{-0.2}$ ……式(1)、が適用できると仮定し、要綱の基準値から求めるアスファルト容積率 $V_b = 14.5\%$ を代入して用いた。アスファルトのコンシステンシーは、針入度指数PIと軟化点 $T_{R\&B}$ で表し、 $PI = -3 \sim +3$ 、 $T_{R\&B} = 40 \sim 100$ の範囲に変化させた。それに対応するアスファルトのスチフネス $S_{bit}$ は、Van der Poelの1モグラフ<sup>6)</sup>から求めた。載荷時間 $t$ は $0.02 \text{ sec}$ とした。混合物の温度 $T_{mix}$ は $30^\circ\text{C}$ とした。これは、Shell Methodで求められる京阪神地域の加重平均年気温 $W-WAAT = 20^\circ\text{C}$ に対応する $h_1 = 100 \text{ mm}$ のときの有効混合物温度 $T_{eff}$ に等しい。(札幌では $T_{eff} = 19.5^\circ\text{C}$ 、那覇では $T_{eff} = 25.5^\circ\text{C}$ と計算される。)

4. 疲労寿命 $N_f$ とアスファルト混合物のスチフネス $S_{mix}$ の関係 表1の6つの舗装構造について、 $N_f$ と $S_{mix}$ の関係を求めると、図1、図2のようにすべて下に凸な曲線となる。ひずみ制御の曲げ疲労試験による混合物の破壊回数 $n_f$ は、上記式(1)に従えば、 $\varepsilon_f$ および $S_{mix}$ が大きいほど小さくなるが、実際の舗装では、 $\varepsilon_f$

表1 疲労寿命の算出に用いた舗装構造

| 舗装構造                              | (A)               | (B)               | (C)               | (D)               | (E)             | (F)             |
|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| アスファルト混合物厚 $h_1$ (mm)             | 50                | 100               | 150               | 200               | 100             | 100             |
| 上層路盤厚 (修正CBR>80 mm)               | 350               | 300               | 200               | 150               | 200             | 150             |
| 下層路盤厚 (修正CBR>30 mm)               | 500               | 350               | 300               | 250               | 300             | 150             |
| 路盤合計厚 $h_2$ (mm)                  | 850               | 650               | 500               | 400               | 500             | 300             |
| TA (cm)                           | 29.8              | 29.3              | 29.5              | 31.5              | 24.5            | 19.0            |
| 路床の設計CBR                          | 2                 | 2                 | 2                 | 2                 | 4               | 8               |
| 路床の弾性係数 $E_2$ (N/m <sup>2</sup> ) | $2.5 \times 10^7$ | $2.5 \times 10^7$ | $2.5 \times 10^7$ | $2.5 \times 10^7$ | $5 \times 10^7$ | $1 \times 10^8$ |

と $S_{mix}$ の間に相関があって、 $S_{mix}$ が大きいほど $\varepsilon_f$ は小さくなる。したがって、舗装での混合物の疲労寿命 $N_f$ が、 $S_{mix}$ とともに大きくなるか、小さくなるかは、舗装構造によって違ってくる。図1が示すように、路床の $E_2$ が大きいほど、 $N_f$ が極小となる $S_{mix}$ は大きくなる。すなわち、 $S_{mix}$ を大きくすることは、疲労寿命の欠点マイナス

Masaru YAMADA, Tadashi MISE

となることが多くなる。また、図-2が示すように、混合物厚 $h$ が大きいほど $N_f$ が極小となる $S_{mix}$ が小さくなる。すなわち、 $h$ の小さい場合には、 $S_{mix}$ が大きくなると疲労破壊の危険が増す。しかし、 $h$ が大きい場合には、 $S_{mix}$ が大きくなるがむしろプラスとなる。

5. 疲労寿命 $N_f$ とアスファルトの針入度指数PIおよび軟化点 $T_{RB}$ の関係 舗装構造(B)の場合について、PIと $T_{RB}$ と $N_f$ の関係を求めると図-3のようになる。PIと $T_{RB}$ が図中の破線が示される関係にあるとき、 $N_f$ は極小となる。ここには示さないが、この破線の位置は、 $E_3$ が大きいほど、 $h_1$ が小さいほど、さらに、 $T_{mix}$ が大きい(高い気温)ほど、右側(軟化長大)の方へ移動する。図-3中に示す○印は加熱混合と放置により変質した混合物から回収したアスファルトの試験結果である。◎印は原アスファルトの試験値であり、→印の方向に変化したことを示している。アスファルトのこのような変化に伴う舗装の $N_f$ の変化は、図-3の場合には増加する方向にある。しかし、これは構造により異なる。図-4に、6つの構造について、このアスファルトの変質に伴う疲労寿命の変化を示した。

6. むすび 以上の考察で、アスファルトのコンシステンシーが舗装の疲労寿命に及ぼす影響はその舗装の構造条件や気温により大きく異なることがわかった。ただし、舗装の寿命は、混合物の疲労破壊だけでなく、沈下や流動なども加えて検討せねばならない。また、アスファルトの疲労特性がスチフネスで決定されると仮定したが、特殊な原油の場合や添加物を加えた場合などは疲労試験をして検討し直さねばならない。

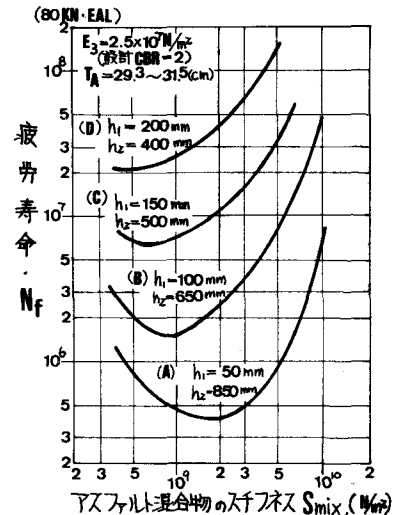


図-2

### 参考文献

- 1) W. Heukelom: AAPT, pp358-399, 1966.
- 2) A.I.M. Claassen: 4th I. C. S. D. A. P. pp87-74, 1977.
- 3) Shell Inter. Petroleum Com. Ltd.: Shell pavement design manual, 1978.
- 4) F. Bonnaire: AAPT, pp64-104, 1979.
- 5) W. Van Dijk: AAPT, pp1-40, 1977.
- 6) W. Heukelom: AAPT, pp67-98, 1973.

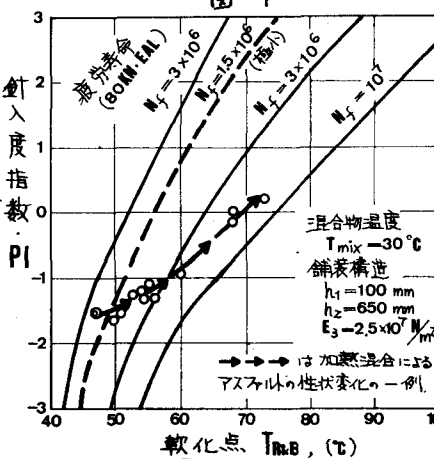


図-3

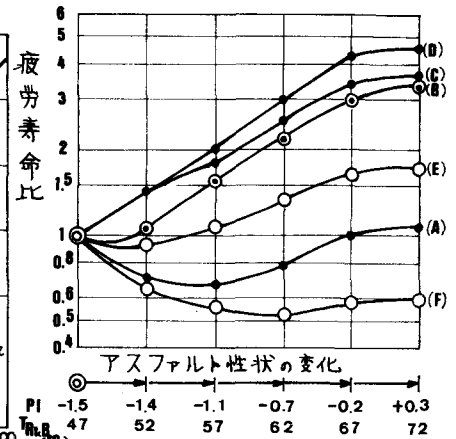


図-4