

V—36 アスファルト混合物の流動特性に関する基礎的研究

室蘭工業大学 学生員 富田清浩
 室蘭工業大学 正 員 新田 登
 日産化学工業 大西昌洋

1. まえがき

アスファルト舗装の供用性を検討する場合、舗装体の変形解析は重要な事項である。特にわが国においてはその気象条件の特異性から、相対的に気温の高い地域の重交通道路でアスファルト混合物（以下、単に混合物と呼ぶ）の流動にもとづくわだち掘れが多く発生し、その対策が急がれている。混合物の流動に関係する力学的挙動は混合物中の骨材相互間の摩擦および骨材とバインダー間の付着力と関係があることから、混合物の流動特性はバインダーの粘度にのみ依存するものではなくバインダーであるアスファルトの量および骨材の粒度、形状にも支配されるものと考えられる。

本報告は、混合物の流動特性に影響を与える因子の中から骨材粒度、締固めの程度およびアスファルト量を取りあげ、流動によるわだち掘れとかなりの相関があるとされるホイールトラッキング試験から得られる動的安定度（Dynamic Stability: D.S.と略記する）を用いて混合物の流動抵抗を評価することによって、耐流動性を考慮した混合物の配合設計に関する基礎資料を得ようとしたものである。

2. 使用材料の性質と混合物の種類

使用したバインダーは、針入度級 80/100 のストレートアスファルトであり、その物理性状は $Pen.=8/$ 、 $T_{RB}=47./^{\circ}C$ 、 $P.I.= -0.8$ である。使用した骨材は、粗骨材に白老産の碎石、細骨材に錦岡産の砂、フィラーに石灰石粉を用いた。

対象とした混合物はアスファルトコンクリートであり、最大粒径 13 mm の細粒度アスコン、密粒度アスコンおよび最大粒径 20 mm の粗粒度アスコンの 3 種類とし、これらの骨材粒度はアスファルト舗装要綱の標準粒度範囲のほぼ中央値をとるように選定した。図-1 に、これらの混合物の骨材粒度曲線を示す。尚、これらの混合物について行なったマーシャル試験から得られた最適アスファルト量（Optimum Asphalt Content: O.A.C.と略記する）を図中に併記している。

3. 使用供試体

供試体はすべてローラコンパクタを用いて締固めた 30 × 30 × 厚さ 5 cm の試料ブロックであるが、締固め度の影響を検討する目的で締固め時に混合物の温度、荷重、締固め回数を適宜変えることによって広範囲の空隙率を有する供試体を作製した。またアスファルト量についても、その影響を検討するために O.A.C. を中心に 0.5 % さまみで細粒度アスコンでは -1.0 ~ +0.5 %、密粒度アスコンでは -1.5 ~ +0.5 %、粗粒度アスコンでは

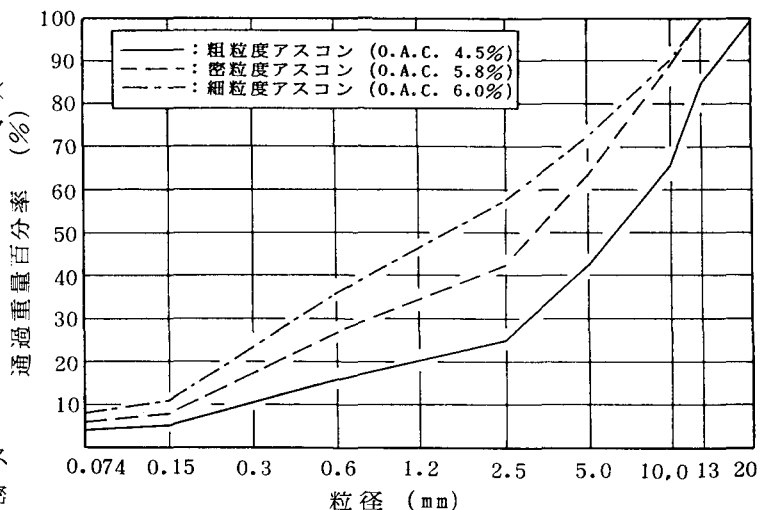


図-1 各混合物の骨材粒度曲線

-0.5 ~ +1.0 %までそれぞれ変化させた。

4. 実験方法

表一 / に示す実験条件のもとでホイールトラッキング試験を行ないD.S.を次の手順で求めた。尚、D.S.はタイヤの走行によって混合物が / mm 沈下するのに要するタイヤの通過回数を示すものである。

沈下量—時間の関係が直線になる区間（本実験では45分後から60分後までの15分間）の勾配である変形率（Rate of Deformation : R.D.と略記する）を次式により求め

$$R.D. = \frac{(60分後の沈下量) - (30分後の沈下量)}{15分}$$

算出されたR.D.で実験定数を除することによってD.S.を求めた。

$$D.S. = \frac{K}{R.D.}$$

K : 実験定数であり、本実験では42である。

5. 実験結果と考察

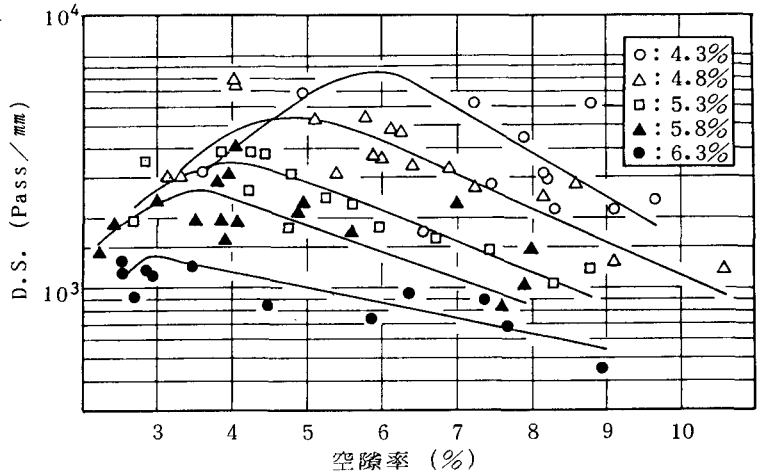
5-1 流動抵抗と空隙率

細粒度アスコン、密粒度アスコン、および粗粒度アスコンの3種類の混合物について実験を行ない、D.S.と空隙率の関係性を求めた。図一2に密粒度アスコンの場合におけるD.S.と空隙率の関係性を示す。この図より、いずれのアスファルト量においても、空隙率の減少とともにD.S.は増大していくがある空隙率を境としてD.S.の低下が認められる。このことは、過度の締固めが骨材の配向状態を変化させ骨材のかみ合わせを損なわしめるために生じるものと考えられる。同様な傾向は細粒度アスコン、粗粒度アスコンについても認められた。これらのことから流動抵抗を最大ならしめる空隙率が存在し、過度に空隙率を減少させることは流動特性に対してマイナスの要因となりうる。

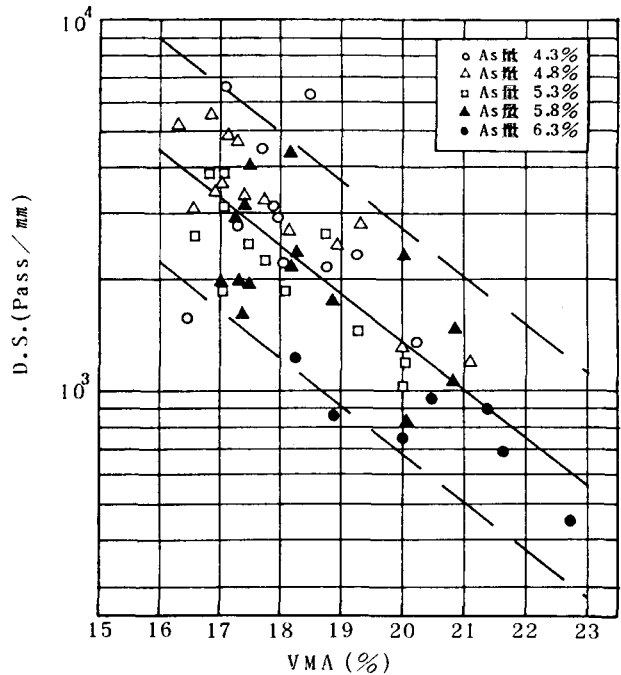
上記の関係のうちD.S.がピークに達するまでの範囲のものについて混合物中のVMA で整理をすると図一3のようになる。図より、D.S.とVMA

表一 実験条件

項目	条件
試験温度	45℃
輪荷重	38.34kgf
接地圧	5.50kgf / cm ²
走行速度	42Pass / min



図一2 D.S. と空隙率



図一3 D.S.と VMA

の関係はアスファルト量に関係なく片対数紙上でほぼ直線的な関係を示すものとみることができる。これらのことから、D.S.は混合物中の骨材のかみ合わせに大きく支配されるということができよう。

尚、アスファルト舗装要綱では空隙率に3%の幅をもたせているが、空隙率が3%減少することにより、D.S.は細粒度アスコン、密粒度アスコン、粗粒度アスコンについてそれぞれ約2.2、2.2、2.8倍と大きく変化することから流動に対しては、適切な締固めを確保することが重要な因子となるものと考えられる。

5-2 流動抵抗とアスファルト量

D.S.におよぼすアスファルト量の影響を検討するために、各混合物について最大のD.S.を与える空隙率の場合におけるD.S.とアスファルト量の関係を図-4に示す。

D.S.の対数とアスファルト量の関係は直線で示され、アスファルト量の減少にともなって流動抵抗が増大することが明らかである。アスファルト量の影響を各混合物についてみるならば、アスファルト量0.5%の減少は粗粒度アスコン、密粒度アスコン、細粒度アスコンにおいてそれぞれ10、40、70%の増加となり、その増加率も骨材粒度が細くなるほど大きくなっている。このことは骨材粒度が細かい混合物ほど流動抵抗におけるアスファルト量の影響が大きいことを示すものと考えられる。

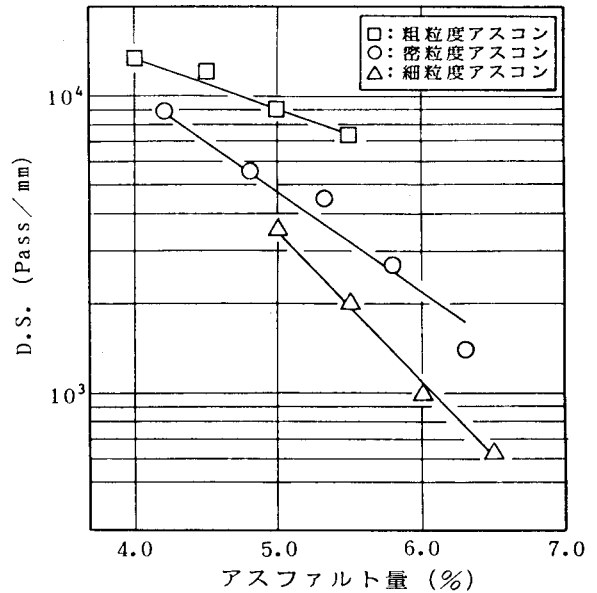


図-4 D.S.とアスファルト量

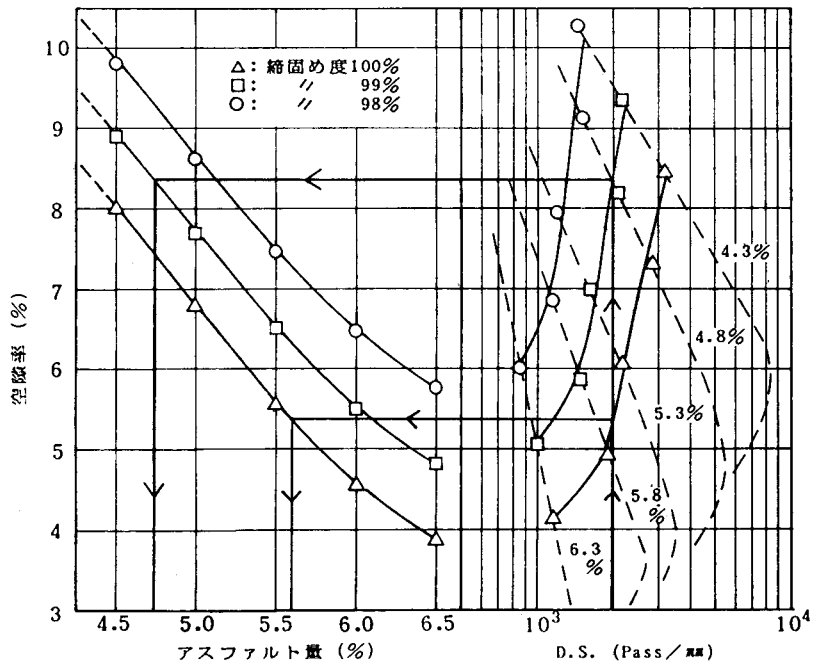


図-5 耐流動性を考慮した混合物の配合設計

以上から、アスファルト量は流動抵抗に影響をおよぼす重要な因子であることが明らかであり、耐流動性を考慮した混合物の配合設計を再検討すべきであると考えられる。

5-3 流動抵抗と混合物の種類

混合物の種類の違いが流動抵抗にどのような影響を与えるかを検討するために、前記した図-4から各混合物のO.A.C.の場合で尚かつD.S.の増大に限界を与える空隙率まで締固めた時のD.S.をみると細粒度アスコンでは1000 (Pass/mm)、密粒度アスコンでは2700 (Pass/mm)、

粗粒度アスコンでは $1/2000$ (Pass/mm) となり、その変化も密粒度アスコンでは細粒度アスコンの 2.7 倍、粗粒度アスコンにおいては $1/2$ 倍と大きく増加している。このことは、骨材粒度が粗くなるに従って大きな D.S. が得られることを示しており、流動に対しては骨材粒度の粗いものを選択することが有効であると考えられる。

5-4 耐流動性を考慮した混合物の配合設計に対する考え方

5-1、5-2 で明らかにしたように、粒度が同一であるならば混合物の流動抵抗は空隙率、アスファルト量と密接な関係があることから、これらの関係を利用することによって耐流動性を考慮した混合物の配合設計が可能であると考えられる。図-5 は密粒度アスコンについてその手順を示したものである。この図は、マーシャル供試体における空隙率とアスファルト量の関係と 5-1 の図-2 で示した各アスファルト量における空隙率と D.S. の関係とを両図に共通な空隙率で組み合わせたものである。図の左側における締固め度 100 % の場合の曲線はマーシャル供試体の実測密度における空隙率とアスファルト量の関係を示したものであり、締固め度 99 %、98 % の場合の曲線は施工条件等により十分な締固めを行なうことができない場合の空隙率とアスファルト量の関係を示すものである。図の右側における実線は、各アスファルト量に対応する空隙率を図の左側の各締固め度における空隙率-アスファルト量曲線より求め、プロットした点をそれぞれ曲線で結んだものである。配合設計に当り、交通条件や気象条件から 45°C における D.S. が 2000 (Pass/mm)、施工時に得られる締固め度が 100 % ということが推定されたとすると、図の右側に示した空隙率と D.S. に対応する空隙率 5.3 % が得られ、この値と図の左側に示した締固め度 100 % の場合の空隙率-アスファルト量曲線とを結ぶことによって設計アスファルト量 5.6 % を決定することができる。この値はマーシャル試験によって得られた O.A.C から 0.2 % 減じたものとなる。また締固め度が 99 % の場合における設計アスファルト量は 4.8 % (O.A.C - 1.0 %) となる。このことは締固めが不十分であればアスファルト量を大きく減じなければ所定の D.S. を得ることができないということを示している。

以上のような考え方を導入することによって、混合物の締固め度を考慮しかつ所定の流動抵抗をもつ混合物の設計が可能になるものと考えられる。

6. 結論

以上のことから、混合物の流動特性に関して本実験の範囲内で以下のことが結論される。

- 1) 流動抵抗に対し、骨材のかみ合わせは重要な因子であり、施工時には D.S. の増大に限界を与える空隙率の近傍まで締固めることが重要である。
- 2) 流動抵抗に対しアスファルト量も大きな因子であり、その減少は流動抵抗を増大させる。
- 3) 混合物の骨材粒度からみるならば粗粒のものほど流動抵抗を大きくすることができる。
- 4) D.S. に対するアスファルト量と締固め度の関係を利用することによって同一混合物の場合の基本的な配合設計の手法を示した。

尚、4) に関してこのような考え方を発展させるためには、さらに多くのデータを積重ね、実際の舗装との対応を把握しなければならないことは勿論、クラックに対する抵抗性など混合物が具備すべきその他の性状に関する検討も別途研究すべきことは当然である。

参考文献

- 1) 新田 登・笠原 篤：転動荷重下におけるアスファルト混合物の変形特性，土木学会論文報告集，1983-1
- 2) 印田 俊彦・周東 茂夫・安東 秀男：アスファルト合材のホイールトラッキング試験およびマーシャル試験の関係，アスファルト，Vol. 13，71号，1970-1