

アスファルト混合物の安定性について*

上 田 満**

On the Stability of Asphalt Mixtures

Mitsuru UEDA

Abstract

Asphalt mixtures have an various complicated element as dynamical properties.

And, we can point out maximum grain size, and ratio of filler to asphalt as which have an effect on stability of asphalt mixtures.

Asphalt mixtures are classified into asphalt concrete, topeka, sheet asphalt, and others, by the maximum grain size of using aggregate, and also divided coarse-graded type from dense-graded type, by the difference of its grading.

In our previous paper, we proposed the method of deciding the amount of asphalt and the proportion which have a maximum density.

But, when we tried Marshal test at standard proportion, stability value did not satisfy the standard value of Marshal test.

So, we tried to make its reason clear.

Then, we changed their ratio of filler to asphalt, and observed the variation of stability value about their all cases.

The outcome of the observations were that the relations between stability value and ratios of filler to asphalt have been that of straight line, namely, if the ratios of filler to asphalt are getting larger and larger, stability values are also getting large.

And, its order is the first.

This is the report on it.

1. 緒 言

一般道路用舗装材料として用いられているアスファルト混合物は、加えられた荷重条件によって、大変異なった力学性状を示すために種々の実験および研究がなされてきた^{1)~3)}。すなわち、一例を上げると静荷重をかけた場合、繰返し荷重、衝撃荷重をかけた場合があげられる。

筆者も過去にこれらの中のいくつかの実験を行ない、大変おもしろい結果もでている^{4)~6)}。しかしながらその基礎ともなるべきアスファルト混合物の安定度が、何によって講成されているかということも明確にしなければならないと思われる。したがってマーシャル安定度試験を行ない、その結果としてアスファルト

混合物の安定度に与える影響の大なるものは、何であるかを見いだす必要がある。また、たまたまアスファルト舗装要綱に掲げてある標準配合で配合を決定しても規定の安定度が得られない場合がたびたび生じてくる。例えば今回の場合でも、最大粒径が25mmで $n=0.50$ のもの、また最大粒径が20mmで $n=0.40\sim0.50$ のものはほとんど標準配合に等しいにもかかわらずマーシャルの基準値を満足していない。そのような場合規定の安定度のものを得るには、配合を少し修正してやらなければならないわけで、その修正のしかたについて検討してみることにした。

そこで今回は、フィラーとアスファルトの比を取り、その比が加熱アスファルト混合物の安定度といかなる関係にあるか、また飽和度、密度、空隙率の各々

* 第25回土木学会中国四国支部学術講演会にて講演

** 工業短期大学部土木工学科

にとってどのような関係があるかについて考察してみたので、ここに、その結果について紹介したいと思う。なお、これらの実験のいみからして骨材の配合に際しては、骨材の粒度を連続的に変えることの可能な Talbot の式 $P=100 \times (d/D)^n$ {ただし、この式中、 P ; 加積通過率, d ; 粒径, D ; 最大粒径, n ; 指数をそれぞれ表わしている} を用いてアスファルト混合物の粒度分布を決定した。

2. 実験方法

加熱アスファルト混合物の供試体は、マーシャル安

定度試験用供試体を用いなければならないわけだが、その作製方法はアスファルト舗装要綱に掲げてあるマーシャル試験用供試体作製方法に従って作製した。その供試体に使用した材料が表-1に掲げてある。また骨材の配合にあたっては、Talbot の式において、最大粒径 D を 25mm, 20mm と変え、指数 n を 0.20 から 0.50 まで 0.05 おきにかえて重量配合を決定した。その粒径加積曲線が図-1, 2 に示してある。この図中最大粒径 25mm はアスファルト舗装要綱の基層用粗粒度アスコンに相当し、また、20mm は表層用密粒度アスコンに相当すると考えられる。

Table 1 Properties of used materials

Aggregate				
Item	Crushed stone	Coarse sand	Fine sand	Stone dust
Specific gravity	2.731	2.633	2.629	2.724
Produced place	Sanyo-cho	Aio-cho	Toyoura-cho	Mine-city

Asphalt				
Specific gravity (25°C)	Penetration (25°C)	Softening point (°C)	Flash point (°C)	Luctility (15°C)
1.031	96	45.0	318	150cm+

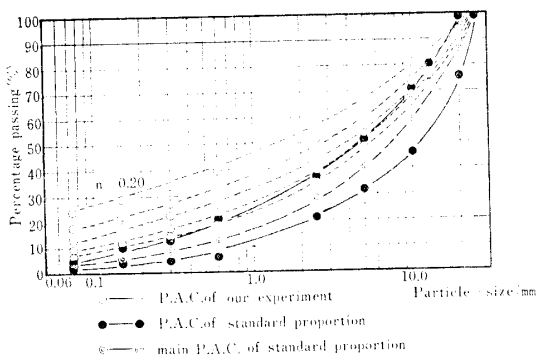


Fig. 1 Particle-size accumulation curves of aggregate by D=25mm

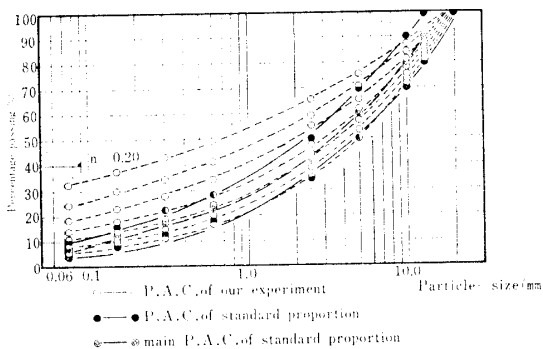


Fig. 2 Particle-size accumulation curves of aggregate by D=20mm

なお試験に際しては、前日から平らな面に静置しておいた供試体を、その高さと同直径、空中重量、水中重量を測定した後 60°±1°C の水槽中に約40分間入れ、そして載荷した、その時の載荷速度は 50±5 mm/min の一様な載荷速度で行ない荷重が、最大に達し減少し始める瞬間にフロー計を抜き取り、同時に最大荷重を読みフロー値と共に記録した。

3. 試験結果

2の実験方法でも述べたように安定度試験をする前に測定しておいた供試体の高さ、空中重量、水中重量の各々の値から算術的計算により見掛密度、理論密度、空隙率、アスファルト容積、飽和度などを算出し、またマーシャル安定度試験で得た最大荷重値、フロー値も一緒に記録した。次にこれらの資料を使って、飽和度がどれくらいの時、密度がどんな値になるのか、また空隙率についてはどうなのかをみるために、飽和度と密度との関係図および空隙率と密度との関係を描いた。

その図が図-(3)~(6)に示されている。この図において縦軸には飽和度、空隙率の各々の値をとり、横軸に密度をとって、D=25, D=20 の2種類について別々

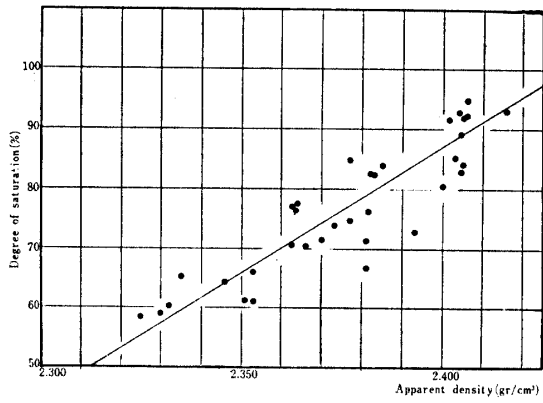


Fig. 3 Relation between degree of saturation and apparent density in case of D=25

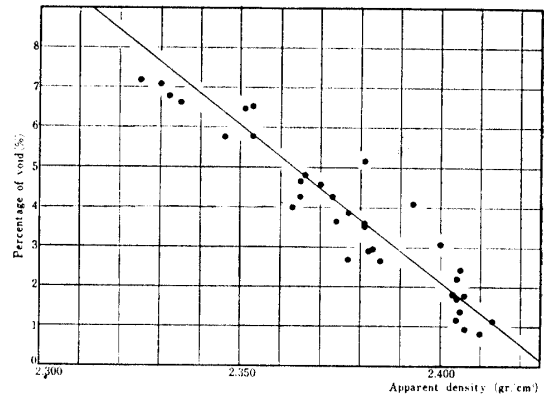


Fig. 5 Relation between percentage of void and apparent density in case of D=25

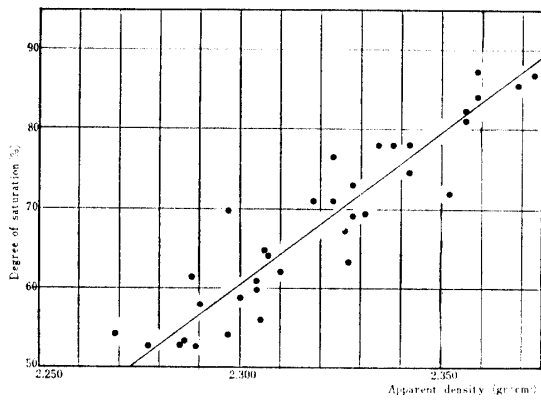


Fig. 4 Relation between degree of saturation and apparent density in case of D=20

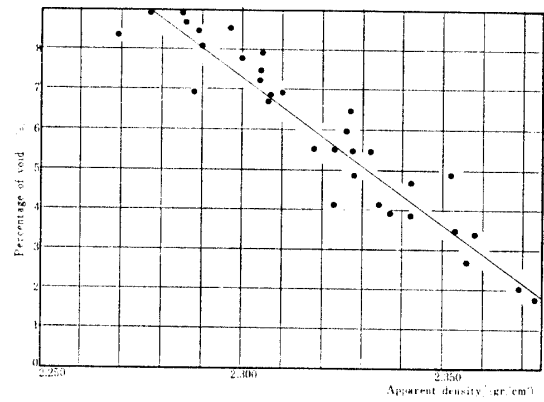


Fig. 6 Relation between percentage of void and apparent density in case of D=20

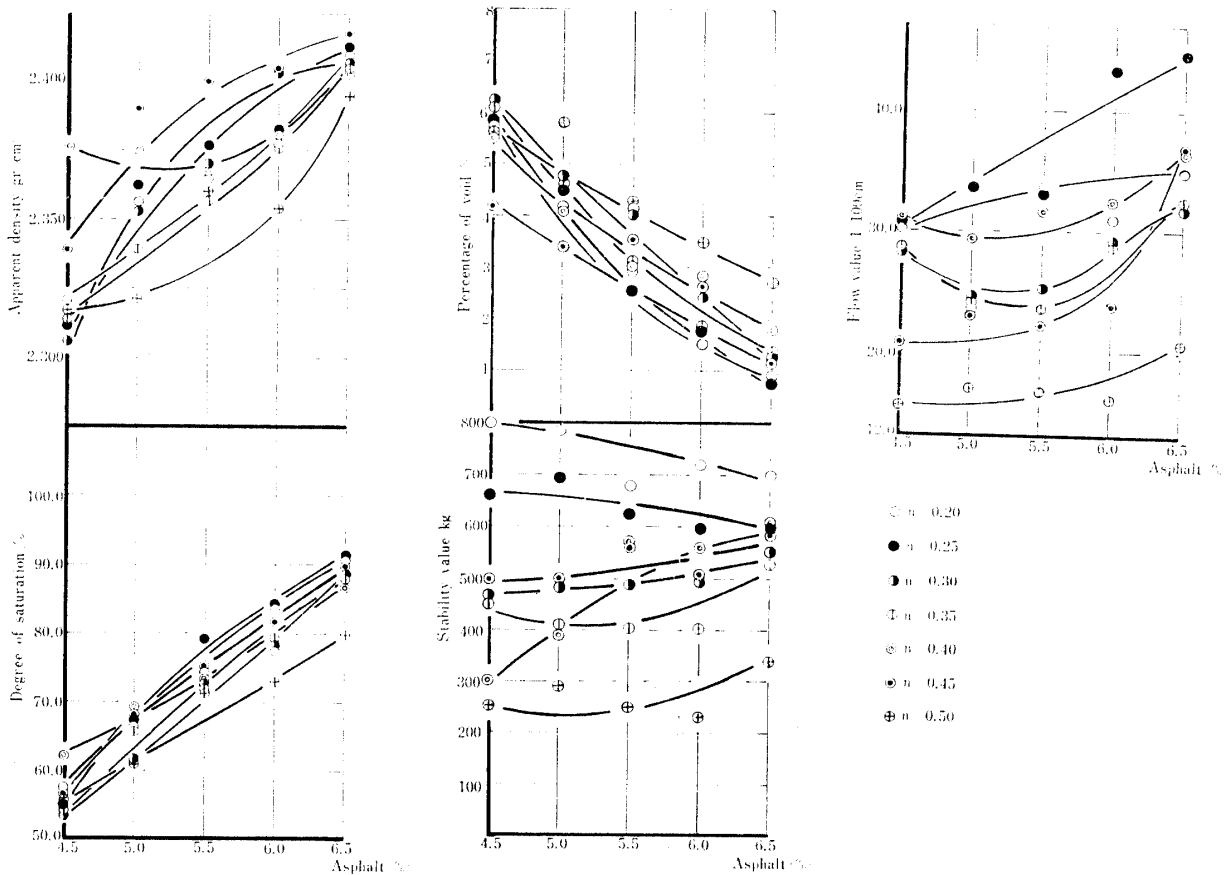


Fig. 7 The results of Marshal test(D=25)

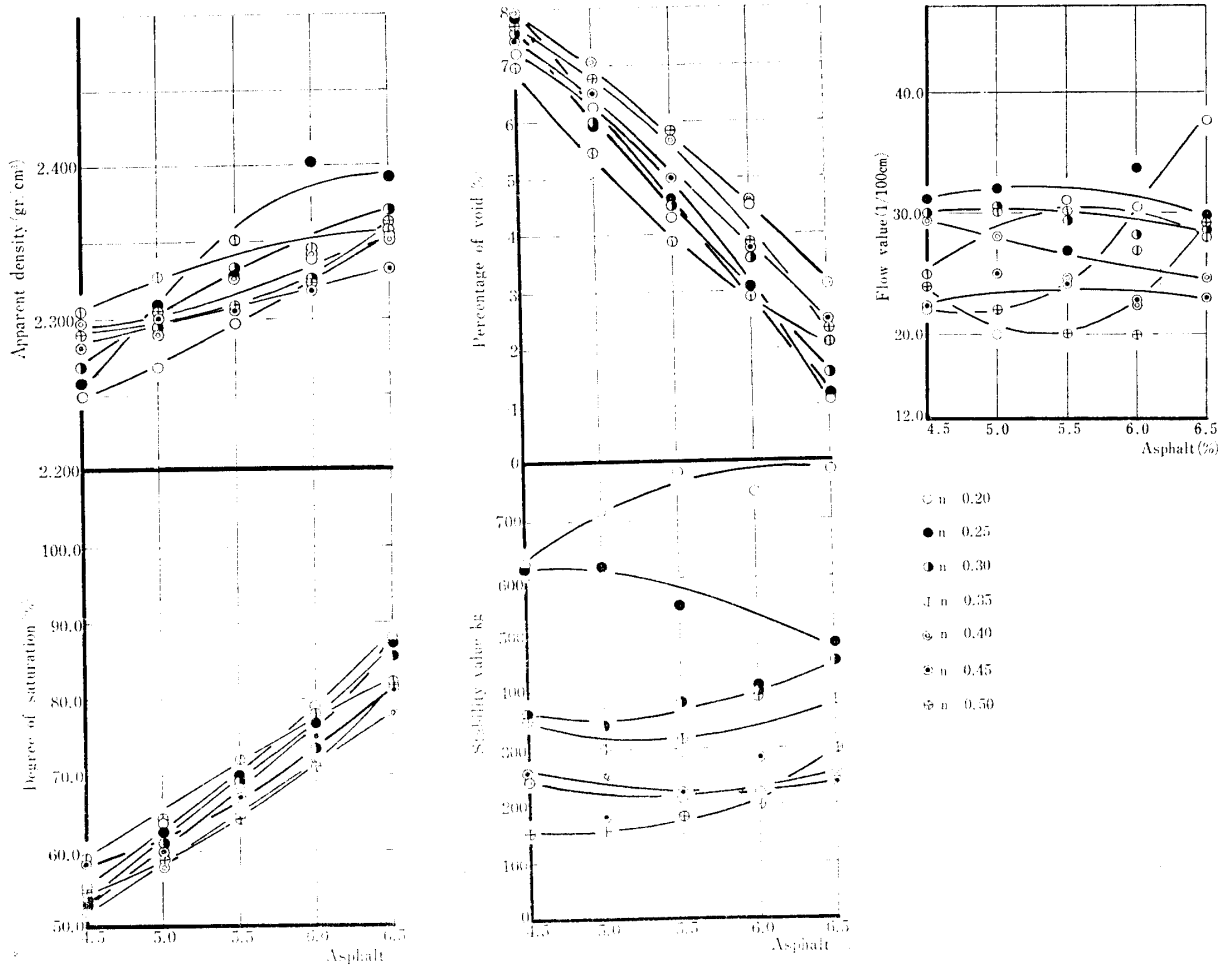


Fig. 8 The results of Marshal test(D=20)

に点をプロットした。これらの配列ぐあいからして、それらの点を直線で代表させてもおかしくないと思われるので、最小二乗法にて直線を決定した。またアスファルト舗装要綱に示してある、マーシャル試験結果の整理法に従って空隙率、見掛密度、飽和度、フロー値、安定度などの各々の値とアスファルト配合率との関係図が図-7, 8である。これらはいずれも縦軸に空隙率、見掛密度、飽和度、フロー値、安定度を取り、横軸にアスファルト混合率をとって、いろんな指数 n のものについて点をプロットしたものである。

4. 試験結果の考察

4-1 最適アスファルト量について

密度、空隙率、飽和度等の各々の値とアスファルト配合率との図をみると密度、飽和度、フロー値はどの指数においても、アスファルト配合率が高くなればなるほど大きい値となっているが安定度は大体一定か、もしくは逆に低下している傾向すらある。したがって

同一配合のもので、アスファルト量を増加させて見掛け密度が増しても安定度が高くなるとはかぎらない。すなわち、安定度のほうはアスファルト配合率別に関係なく一定な値を示し、アスファルト配合率が一定の場合には指数 n が0.20で最大粒径 $D=25, 20$ ともに高い値を示し、 n が0.30の時小さい値を示している。以上のようなことを考えると安定度を増大させるためには n が小さければよいことになり、細粒分を増やして密度を大にし、その結果として安定度も大きくなると考えられる。

次に上記のそれぞれの図にアスファルト舗装要綱の基準値を適用して、最適アスファルト量が得られる。これによると最大粒径、指数の各々別にみた値は、表-2に示すようであった。なお、この中にはマーシャル安定度が基準値を満足していないものもあるがそのものについては、他の基準値(フロー値等)は満足し最適アスファルト量をとるとすればこのくらいであろうというところを示した。

Table 2 Optimum amount of asphalt

D	n	Asphalt (%)	D	n	Asphalt (%)
25	0.20	5.16	20	0.20	5.58
	0.25	5.03		0.25	5.55
	0.30	5.21		0.30	5.39
	0.35	5.33		0.35	6.15
	0.40	5.17		0.40	6.40
	0.45	5.20		0.45	6.30
	0.50	5.45		0.50	6.36

4・2 飽和度, 空隙率と密度との関係について

これらの図は3～6に示されているわけだが試験結果のところでも述べたように, 常識的に $V_f=f(r)$

〔但 V_f : 飽和度, または空隙率, r : 見掛け密度〕と考えられ, しかも図からみると $f(r)$ は直線で近似できる。

したがって初めに飽和度と密度との関係については密度が高ければ, それだけ飽和度も高くなっていくわけで, このグラフの点を一次関数で近似し最小二乗法にて直線の方程式を決定すると

$$V_f = -932.45 + 424.75r; (D=25)$$

$$V_f = -813.54 + 380.06r; (D=20)$$

となる。これらを見ると $D=25, 20$ の両方において各々の直線の勾配, 等には大差のないことがわかり, 飽和度の基準値を代入すれば必要とする見掛密度の値も決定できる。なお参考までにこれらの両式を求める際の相関係数値を示すと $D=25$ のほうが0.9210で $D=20$ のほうが0.9150となった。これらの値から線形傾向の度合が非常に強いといえる。また, 空隙率と密度との関係については上記と逆で, 負の勾配をもつ直線で近似でき, 同様に最小二乗法を用いて直線を決定すれば

$$V_r = 191.30 - 78.84r; (D=25)$$

$$V_r = 176.21 - 73.44r; (D=20)$$

となる。このものについてもやはり $D=25, 20$ の両方において直線の勾配等には大差なく空隙率の基準値を代入すれば必要とする見掛密度の値がきまる。この両基準値(飽和度についてのものと, 空隙率についてのもの)を満足する見掛密度として2.340~2.375(但 $D=25$) また $D=20$ については2.320~2.360となり。大体において見掛密度は2.350附近のものを目標にすればよいと考えられる。

4・3 安定度と指数 n との関係について

安定度と指数との関係が図一(9), (10)に示してある。この図をみると大体に於て n が大きくなると安定度は

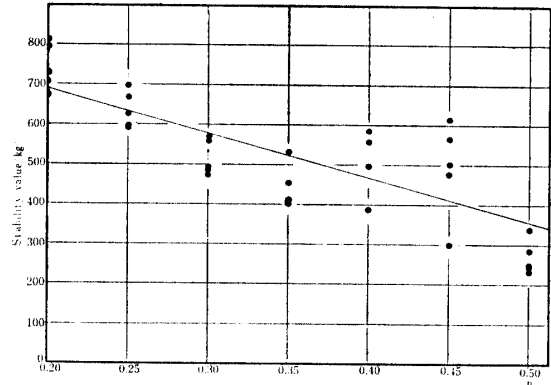


Fig. 9 Relation between stability value and n in case of $D=25$

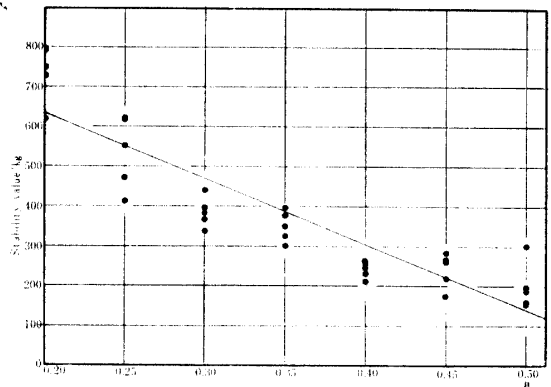


Fig. 10 Relation between stability value and n in case of $D=20$

小さくなっていく傾向を示している。 n が大きくなるということは細骨材率がしだいに小さくなることを意味し, 粗骨材の間を細骨材でうめるのに十分な細骨材がないために安定度が低下するものと考えられる。ところで, これらの図の $D=25$ と $D=20$ とを見比べた場合 $D=20$ の方が $D=25$ よりも勾配が急で安定度の減少率も一段と大きくなっているし, $D=25$ のほうが相対的に安定度が高い値を示している。これらの事から今回の試験の配合については, 粗骨材率が小さく, したがって, フィラー量の多い方が高い安定度を示すものと考えられる。

4・4 安定度とフィラー・アスファルト比との関係について

安定度とフィラー・アスファルト比との関係が図(11)~(12)に示されている。この図をみるとフィラー・アスファルト比が大きくなれば安定度も大きくなるようである。またその点の集まりぐあいからしてやはり直線で近似してもかまわないと考えられるので, 前と同様

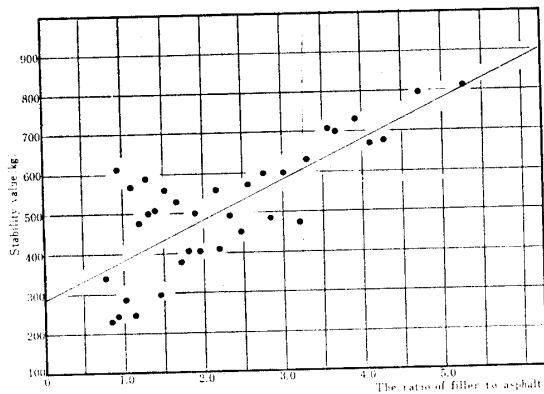


Fig. 11 Relation between stability value and the ratio of filler to asphalt in case of D=25

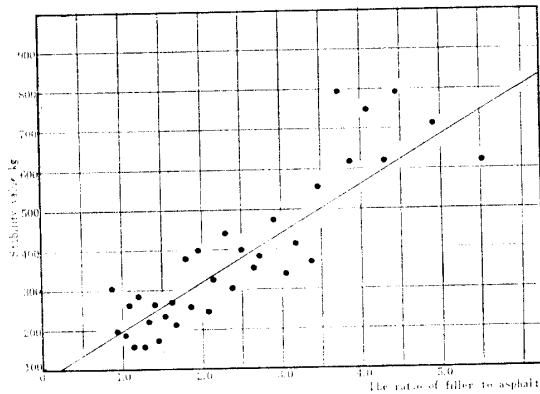


Fig. 12 Relation between stability value and the ratio of filler to asphalt in case of D=20

最小二乗法を用いて、この直線の式を決定してみると、

$$S = 290.75 + 98.40F/A ; (D=25)$$

$$S = 58.00 + 133.62F/A ; (D=20)$$

となり今度の場合は $D=25, 20$ の両方に於て直線の勾配等の係数に大いなる差が生じてくる。すなわち仮りに同一の安定度を得るための F/A を出すことを考えると $D=20$ の方がより高い F/A を必要とする。但しそれは上記の二式を等しいとおいた時に出てくる値の $F/A=6.6$ 以下の F/A のはんい内に於て考えた場合である。参考のために最小二乗法を適用した場合の相関係数を上げておくと $D=25$ の場合が 0.8624 ,

$D=20$ の場合が 0.8720 となり、安定度とフィラー・アスファルト比との関係はある程度直線的であるといえる。

5. 結 言

今回の実験では一般に、それぞれの関係から次のようなことが言える。

5・1 我々が行った実験の範囲内に於ては、最大粒径が大きく、それに応じてフィラー量の多いものがより高い安定度のもを作り上げることができ

る。
5・2 安定度をフィラー・アスファルト比であらわすと $S=B+C \times F/A$ と近似的に表わせる。しかもこの式中の係数 C は正である。

5・3 マーシャル安定度が基準値を満足しない場合については F/A を変えてみる、すなわちフィラー量を多くすることを考えてみる。なお今回の骨材については F/A は $D=25$ については 2.1 以上、 $D=20$ については 3.5 以上必要であった。

さらにもっと高い安定度のもを得るためには、図一(11)、(12)において、その直線を上方に移行させる方法について考えねばならないであろう。このときに骨材の性質等が影響されるものと思われる。

参 考 文 献

- 1) 森吉昭博, 上島 壯, 菅原照雄: アスファルト混合物の破壊強度に関する研究, 土木学会論文報告集, 211, 77-84 (1973)
- 2) 工藤快夫, 菅原照雄: 水工用アスファルト混合物のクリープ挙動に関する研究, 土木学会論文報告集, 201, 113-122 (1972)
- 3) 笠原 篤, 菅原照雄: アスファルト混合物の動的応答に関する研究, 土木学会論文報告集, 215, 75-83 (1973)
- 4) M. Ueda: Viscoelastic Study of the Asphalt Mixtures, 山口大学工学部研究報告, 19, 65 (1968)
- 5) 樋渡正美, 上田 満, 水口哲夫: アスファルト混合物の歪について, 山口大学工学部研究報告, 21, 127 (1970)
- 6) 樋渡正美, 上田 満: 繰返し衝撃を受けるアスファルト合材の性状について, 山口大学工学部研究報告, 21, 227 (1970)

(昭和49年4月9日受理)