

タール合材の基礎的性質について

正 員 新 田 登*

要 旨

ここに報告する室内実験は、タール合材のマーシャル試験によって測定された物理性状に対する混合粘度および締固め粘度の影響、更にはフィラー含有量の影響をも調査すべく実施されたものである。

実験結果より、タール合材の混合粘度および締固め粘度の変動は、マーシャル安定度に大きな影響を及ぼすものであり、且又その影響の程度は、混合温度と締固め温度の組合わせによって異なることを示した。この事より、適切な混合温度および締固め温度の選定および管理の必要性を指摘した。

又、フィラー量の変動も安定度に影響を与えることを示し、使用するバインダーが同一であっても、フィラー量の変化に伴って、混合温度および締固め温度を変えるべきであることを指摘した。

1. 概 説

加熱混合式タール合材の混合および締固め時におけるバインダーの粘度を適切な値に保持することが、その後の舗装のパフォーマンスに極めて重要な関係があることは一般に認識されているけれども、これに関する基礎的なデータが十分に存在しているとは云えない状態である。

本実験は、タール合材の物理性状に対するタールの混合粘度および締固め粘度の変動の影響に関する詳細な資料を得るために計画、実施されたものであり、次の如き調査項目を含んでいる。

① タール合材の室内供試体を作製する際に必要な全温度範囲にわたって、使用するタールの粘度—温度関係を決すること。

② タール合材の諸性状に対する混合粘度および締固め粘度の影響を把握すること。

③ タール合材の諸性状に対するフィラー含有量の影響を把握すること。

④ 実験対象としたタール合材の場合の、タールの最適混合粘度および最適締固め粘度を決定すること。

⑤ 上記の最適混合粘度および最適締固め粘度を、タール指針およびアスファルト舗装要綱で規定されている値と

比較検討すること。

2. 使用材料及び合材組成

① タ ー ル

使用したタールは F 社製で、その一般性状は第1表に示す如くで、C-3号に相当するものである。尚、表中比重の項以外はすべてメーカーでの試験値をそのまま示してある。

第1表 使用タールの一般性状

試 験 項 目	JIS 規 格	結 果
E. V. T. (°C)	50~ 60	57.5
比 重 (25°C/25°C)	1.15~1.30	1.221
水 分 (%)	1 以 下	0.1
トリオール不溶分 (脱水試料につき) (%)	25 以 下	9
ナフタリン分 (脱水試料につき) (%)	3 以 下	0
酸性油分 (脱水試料につき) (ml/100g)	2 以 下	0
300°C 蒸留残留物の軟化点 (R&B) (°C)	35~ 60	42
引 火 点 (クリーブランド) (°C)	100 以 上	184
あ わ 立 ち 試 験	合 格	合 格

② 骨 材

使用した骨材の粒径別比重および吸水率を第2表に示す。細骨材の比重は、砂鉄をかなり多く含んでいるために、大きく且つ粒径が小さくなる程その度合いが大きい。

第2表 使用骨材の一般性状

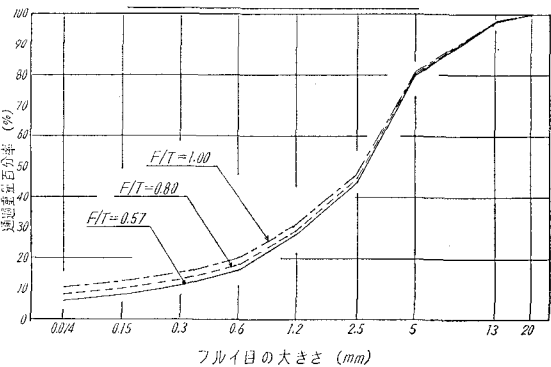
粒 径 (mm)	比 重	吸 水 率 (%)	備 考
20~ 5	2,688	2.2	粗骨材の比重は、絶乾状態と表乾状態の平均である。
5~2.5	2,734	4.2	
2.5~1.2	2,745		
1.2~0.6	2,752		
0.6~0.074	2,901		
0.074 以下	2,737		

* 室蘭工業大学 助教授

フィラーとしては、市販の石灰岩粉末の200番フルイ通過分のみを使用している。

③ タール合材の組成

採用した骨材の粒度組成は第1図に示すように、最大粒径が20mmの連続粒度を有するものである。フィラー量の影響を検討するために、フィラーとタールの容積比(以後 F/T と記す)を、0.57, 0.80, 1.00の3段階に変化させて



第1図 使用骨材の粒径加積曲線

粒度を構成している。尚、タール含有量はすべて4.5%であり、この値は $F/T=0.57$ の場合の最適含有量に相当するものである。

3. 実験方法

① タールの粘度測定

一般にアスファルト合材の配合設計の際の混合および締固め時の粘度測定に使用されているセイボルトフロール粘度計によって、80~160℃の温度範囲における比粘度を測定したが、本実験で使用する温度範囲の低温側がカバーできないことと、高温時におけるバインダーの絶対粘度が欲しいという2つの理由から、60~160℃の温度範囲にわたってBH型回転粘度計を用いて粘度測定を行なった。この粘度計の原理は、粘性体中でローターを定常回転させ、その時の粘性抵抗トルクから絶対粘度を算出するものであるが、この詳細については他の文献を参照されたい。

② タール合材の安定度測定

供試体を作製する際の混合温度と締固め温度の組合わせは第3表に示す通りであり、温度管理には特に注意しながら手混合で供試体を作製した。

第3表 混合温度と締固め温度の組合せ

混合温度 (°C)	混合粘度 (c.p) (sec)	締固め温度 (°C) 及び締固め粘度 (c.p 及び sec)							
		108 EVT+50	98 EVT+40	93 EVT+35	88 EVT+30	83 EVT+25	78 EVT+20	73 EVT+15	68 EVT+10
		96 41	168 73	245 104	380 159	630 230	1170 —	2360 —	6100 —
118 EVT+60	62 26	×	×		×		×		×
108 EVT+50	96 41		×		×		×		×
98 EVT+40	168 73			×	×	×	×	×	×
88 EVT+30	380 159					×	×	×	×

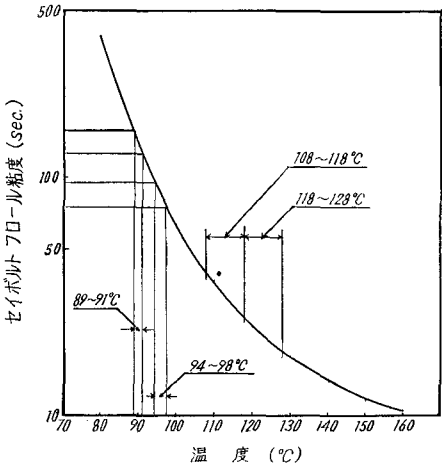
安定度試験装置は一般に用いられているマーシャル試験装置であるが、測定精度の向上を図るために、この装置にロードセルおよび差動トランスを組合わせ、これをX-Yレコーダーに接続して自動記録できるように改造したものである。尚、安定度試験は45℃で行なわれ、供試体を恒温水槽中で60分間試験温度に放置した後試験に供するようになった。

4. 試験結果及び考察

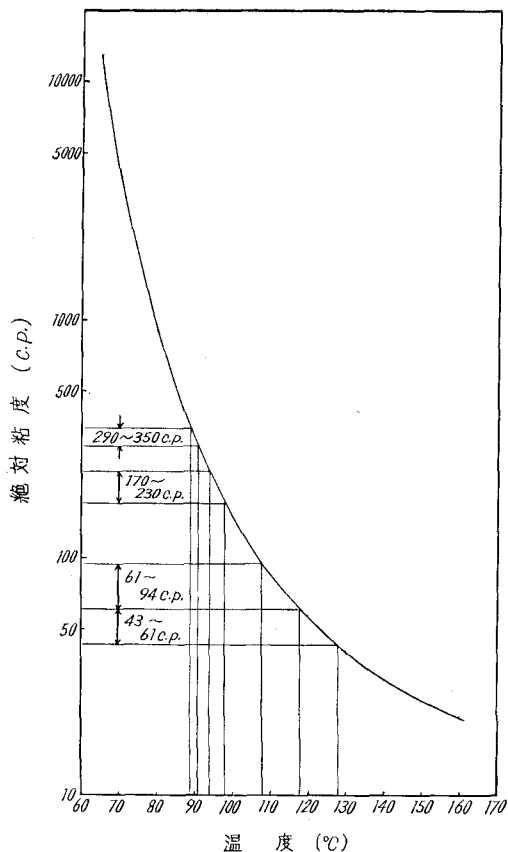
① タールの粘度

セイボルトフロール粘度計で測定した比粘度—温度曲線を第2図に示す。

図中に示しているように、アスファルト舗装要綱に基づく、混合温度および締固め温度は夫々、94~98℃および89~91℃となり、タール指針に基づく、混合温度および



第2図 比粘度—温度曲線



第3図 絶対粘度—温度曲線

締固め温度は夫々、118~128°C および 108~118°C となり、両規程の間には温度で約 20°C の差のあることがわかる。

次に、BH 型回転粘度計で測定した絶対粘度—温度曲線を示すと第3図の如くなる。

アスファルト舗装要綱に基づくと、混合粘度および締固め粘度は夫々、170~230 c.p. および 290~350 c.p. となり、タール指針に基づくと、混合粘度および締固め粘度は夫々、43~61 c.p. および 61~94 c.p. となる。

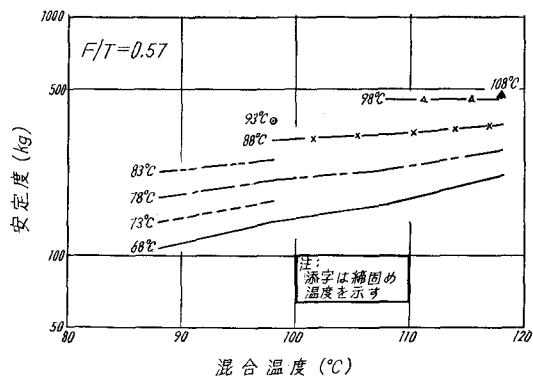
又、Bituminous Materials in Road Construction によると、混合粘度および締固め粘度は夫々、100~400 c.p. および $10^3 \sim 10^5$ c.p. となっている。

以上の如く、歴青合材の力学性状が製造時の条件に大きく影響されることが認識されているにも拘わらず、混合粘度、締固め粘度の規定が一定していないことがわかる。

② 安定度、フロー値に及ぼす混合粘度、締固め粘度の影響

a. $F/T=0.57$ の場合

第4図は安定度に対する混合温度の影響を示したものである。一般的な傾向としては、混合温度の上昇に伴って安定度が増大している。混合温度が低い場合、タールの流動性が小さいために骨材を完全且つ均一に被覆することがで

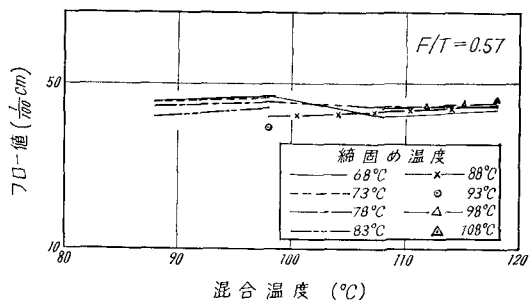


第4図 安定度—混合温度曲線

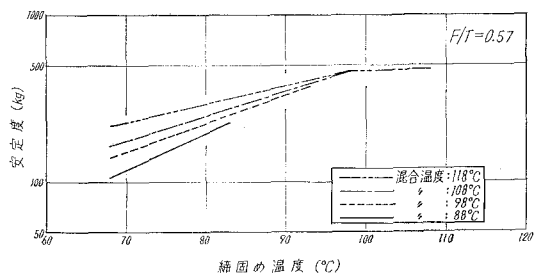
きず、骨材間の噛合わせ効果を十分に発揮できない状態にあると考えられる。混合温度を上昇させてタールの流動性を増大させることによって、その物理的な結合力を改良することが可能である。但し、高温によるタールの劣化現象が生じない範囲に限定される。

更に上述の一般傾向は、締固め温度が比較的低い場合には顕著であるが、高温側に移行するに伴って次第に消失してしまう。こと事は、タール合材の製造時の条件として、混合温度、締固め温度を個々に規定するのではなくて、両条件の組合わせにおいて規定すべきことを意味しているものと考えられる。

第5図はフロー値に対する混合温度の影響を示したものである。フロー値は全て 30~45 の範囲内にあり、混合温度による影響は、この実験範囲内では殆んどないと考えて良いようである。



第5図 フロー値—混合温度曲線



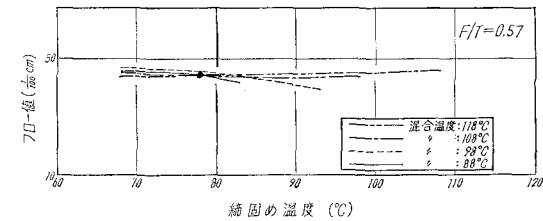
第6図 安定度—締固め温度曲線

次に、安定度に対する締固め温度の影響を第6図に示す。この図から分かるように、締固め温度が上昇するに伴って安定度は増大するが、この関係は締固め温度98℃までは半対数グラフ上で直線になる。但し、締固め温度の変化による安定度の上昇傾向は混合温度によって異なり、混合温度118℃を1.00とすると、108℃、98℃、88℃の場合の安定度上昇率は夫々、1.35、1.54、1.98となっており、混合温度の低い方が安定度に対する締固め温度の影響が大きいことが分かる。尚、98℃以上の締固め温度の場合には、タールの流動性が過度に大きくなって締固め効果を減ずるために、安定度の上昇が期待できなくなる。

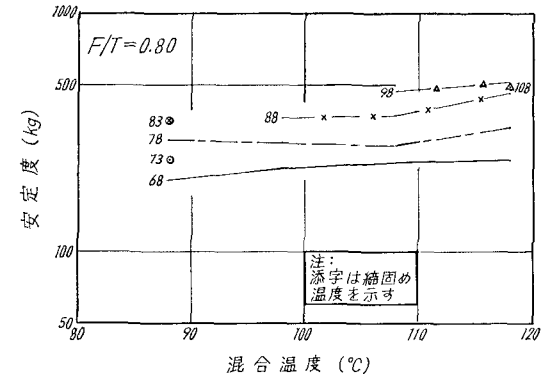
第7図はフロー値に対する締固め温度の影響を示したものであるが、これも混合温度の場合と同様、大きな変化は見られないようである。

b. $F/T=0.80$ の場合

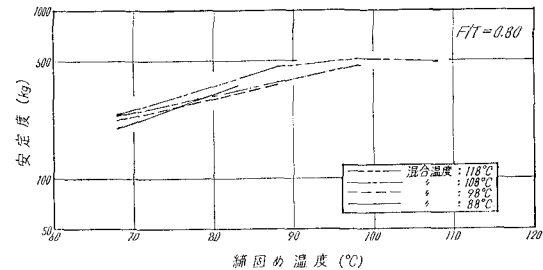
安定度に対する混合温度の影響を第8図に、安定度に対する締固め温度の影響を第9図に示す。両影響共 $F/T=$



第7図 フロー値—締固め温度曲線



第8図 安定度—混合温度曲線



第9図 安定度—締固め温度曲線

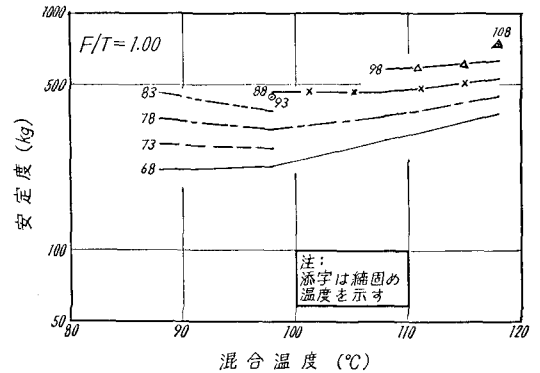
0.57 の場合とほぼ同じような傾向を示すが、前者と比較すると、締固め温度すべてについて混合温度の影響は余り顕著でなく、締固め温度の影響の混合温度による差も小さいようである。尚、安定度の絶対値はかなり大きくなっている。

この場合のフロー値は $F/T=0.57$ の場合と同様 30~45 の範囲に属し、混合温度、締固め温度の影響が顕著でないため、記載を省略する。

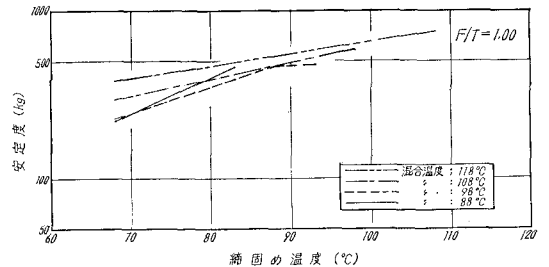
c. $F/T=1.00$ の場合

第10図は安定度に対する混合温度の影響を、第11図は同じく安定度に対する締固め温度の影響を示したものである。この場合も、安定度の絶対値が高いという事を除くと、前二者の場合とほぼ同じような傾向を示す。尚、図中、混合温度 88℃ の安定度が全般的に高くなっているのは、フィラーが多量に含まれているために、合材がタフになり過ぎ混合完了までにかなりの時間を要したので、バインダーのコンシステンシーが変化したためと考えられる。

フロー値については、前同様の理由で省略する。



第10図 安定度—混合温度曲線



第11図 安定度—締固め温度曲線

⑧ 安定度に及ぼす F/T の影響

第4表および第12図に、3種類の F/T に対する安定度の値を示す。この図より、混合温度および締固め温度のすべての組み合わせについて、 F/T の値の大きなもの程安定度が大きくなることが分かる。混合温度=98℃、締固め温度=93℃という1つの組み合わせを除くと、各混合温度について締固め温度が低くなる程、安定度が減少しており、一般

第4表 F/T 別安定度比較

(単位: kg)

混合温度 (°C)	締固め温度 (°C)	$F/T=0.57$	$F/T=0.80$	$F/T=1.00$
88	68	107	196	218
	73	138	242	280
	78	176	293	357
	83	223	355	459
98	68	139	221	226
	73	170	—	270
	78	208	286	324
	83	252	—	385
	88	305	362	467
	93	370	—	445
108	68	164	237	293
	78	229	280	369
	88	323	372	464
	98	452	469	575
118	68	216	242	378
	78	277	331	446
	88	354	460	530
	98	455	515	630
	108	470	495	740

的にこのパターンは F/T の値が異なってもほぼ同一であると云える。

④ 密度に対する混合温度、締固め温度の影響

混合温度、締固め温度の上昇に伴って安定度が増大することは前述の如くであるが、締固め効果を評価する際には供試体の密度変化も考慮しなければならない。

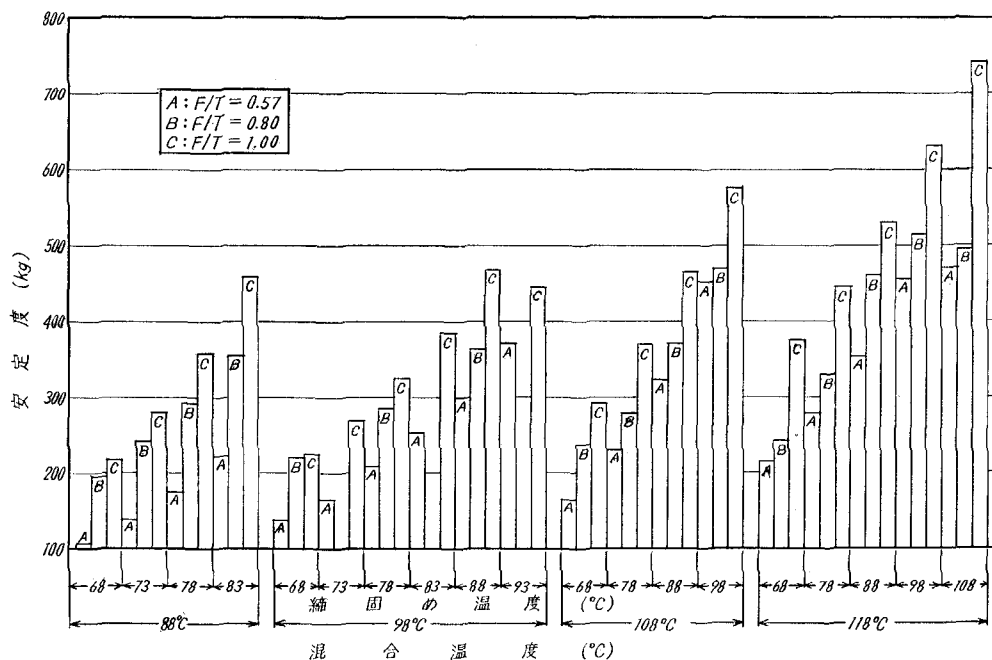
本実験においては、密度測定の際に供試体をパラフィンコーティングしなかったために表面のアラサの影響が出て試験条件の変化による密度の変化が見られなかった。そこで $F/T=0.57$ の場合について別に供試体を作製してパラフィンコーティングして密度測定を行なった。このカサ密度に対する混合温度、締固め温度の影響を第13図および第14図に示す。

両図より、混合温度が118°Cの場合の密度は比較的小さく、且つ締固め温度が88°C以上では密度の増加が小さいようである。これは締固め時のタールの粘度が低過ぎるためと考えられる。

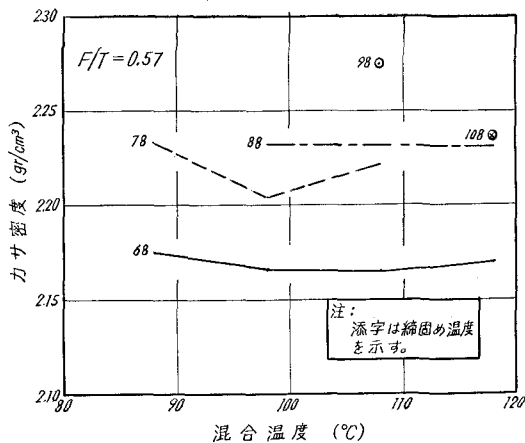
5. 最適混合温度、最適締固め温度の決定

最適条件は骨材の粒度組成即ち本実験では F/T の大きさによって変化するものと考えられるが、密度測定の実のために、この点における検討ができなかった。従ってここでは $F/T=0.57$ の場合について考えるものとする。

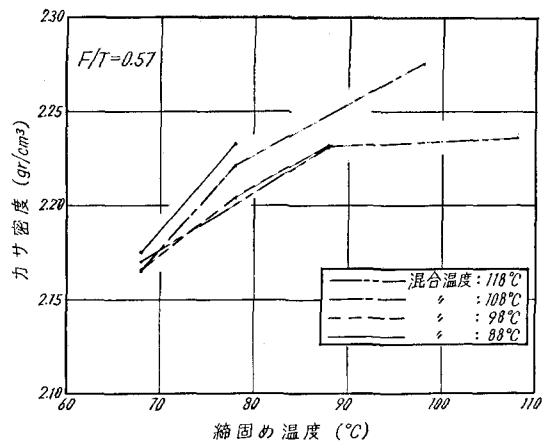
安定度の面から考えると、混合温度はなるべく高い方が良く、締固め温度は98°C近傍が妥当と考えられるが、密



第12図 F/T 別安定度比較図



第13図 カサ密度—混合温度曲線



第14図 カサ密度—締固め温度曲線

度の面から考えると、混合温度 118°C は高過ぎてタールが熱によって劣化する可能性が存在するようである。従って両傾向を組合わせて考えると、この場合の最適条件は、混合温度 108°C、締固め温度 98°C であると考えられる。

6. 他の規定に基づく最適条件との比較

$F/T=0.57$ の場合について、実験で得られた混合および

締固めの最適条件を、タール指針、アスファルト舗装要綱および Bituminous Materials in Road Construction に示されている標準値と比較したものが第5表である。本実験条件下での最適条件は、混合に関しては B.M.R.C に示されている標準値に最も近いが、締固めに関してはタール指針とアスファルト舗装要綱の標準値の中間に位するようである。尚、B.M.R.C の最適締固め条件は Rolling Tem-

第5表 最適条件の比較

規 格	混 合 条 件			締 固 め 条 件		
	温 度 (°C)	絶対粘度 (c.p.)	セイボルト フロール粘度 (sec)	温 度 (°C)	絶対粘度 (c.p.)	セイボルト フロール粘度 (sec)
タール指針	118~128	43~ 61	18~ 25	108~118	61~ 94	25~ 40
アスファルト舗装要綱	94~ 98	170~230	75~ 95	89~ 91	290~350	125~155
R.R.L の 提 案	87~107	100~400	41~180	79 以下	10 ³ ~10 ⁵ *	420 以上
本 実 験 結 果	108	94	40	98	170	72

注) 1: * 印の値は転圧温度として記載されている

2: 本実験結果は $F/T=0.57$ の場合のものである

perature と記載されているので、本実験の締固め法即ち突固めと異なっているために、結果に大きな差違を生じたものと考えられる。

7. 結 論

以上の実験結果より、本実験の範囲内において次のことが結論される。

① タール合材製造時の混合粘度および締固め粘度の選定は重要であり、タール合材の強度特性および耐久性に大きな影響を及ぼすものと考えられる。

② 最適条件を規定する際には、混合条件、締固め条件を個々に定めるのではなく、両者を組合わせて考えるべきである。

③ 最適混合粘度および最適締固め粘度は、 F/T の値によって変化するようである。

④ 現在公表されている混合および締固めに関する標準値は、再検討する必要がある。特にタール指針の混合条件は高温過ぎるようである。

⑤ タール合材製造時の条件が適切であれば、フィラー量を増すことによって、かなり安定度の増大が期待される。

8. 後 記

室内供試体に基づいて、タール合材製造時の条件の重要性を再認識すべく実験を行なったのであるが、今後この問題を現場との関連において把握するためには、

① 現場における締固め機構と同一の室内締固め法の

開発

② 締固め時に高温を保持するための工法

等を考慮していく必要があると考えられる。

最後に、本実験作業を担当した佐藤信也君、福田健司君、および卒論学生の木下哲郎君、竹内昭夫君に深く謝意を表す。

参考文献

- 1) アスファルト舗装要綱. 日本道路協会.
- 2) タール指針. 日本タール道路協会.
- 3) Bituminous Materials in Road Construction. Her Majesty's Stationary Office (1962).
- 4) Highway Research Record. No. 158 (1965).