

表 17—12 路床条件の違いによる支持力低下率の変化

ブロック番号	①	⑪	⑭	⑫	⑮	⑬
安定処理層	細粒火山灰 アスファルト乳剤 80 kg/m ³		砂 アスファルト乳剤 110 kg/m ³		切込砂利 (最大粒径 25.4 mm) アスファルト乳剤 110 kg/m ³	
路盤	細粒火山灰		砂		砂	
路床	細火山灰	凍上性土	細火山灰	凍土性土	細火山灰	凍上性土
昭和 35 年度 支持力低下率 (%)	62	73	73	67	64	58
路床影響度	1.2		0.9		0.9	
昭和 36 年度 支持力低下率 (%)	19	43	23	32	28	30
路床影響度	2.3		1.4		1.1	

示していることになる。

細粒火山灰のアスファルト乳剤安定処理の路床影響度は 35 年度で 1.2, 36 年度で 2.3 と比較的大きな値を示しているので、融解期における支持力が不足する危険性があるように見受けられる。

6. あとがき

昭和 35 年度から美々試験道路において実施している安定処理試験についてその概要と、35, 36 年度の調査の結果について述べた。現在この試験道路では、各種の安定処理工法について自然交通のもとでの試験調査が続けられている。

これらの調査結果を整理検討して、破壊の原因を舗装厚および交通荷重との関連において究明し、合理的な安定処理工法を見出す資料を得たいと考えている。

18. アスファルト合材の混合温度および締固め温度が マーシャル安定度に及ぼす影響について

土木試験所 小山道義
高橋毅
林 亀一
幸高久嘉

1. ま え が き

アスファルトの一般的な性状のうち、特に通常の建設材料と異なっている点は、温度の変化により弾性体から粘性体に、あるいは粘性体から弾性体に変化する性質である。

このようにアスファルトは、温度によってその性質が変化し、特に粘着力や施工性に大きな関係のある粘度は広い範囲で変わるので、アスファルト合材の施工管理を合理的にするため、施工時のアスファルトの温度を、粘度を基準として、検討する必要がある。北海道開発局でも、この問題は局技術研究発表会の要望課題としてと

りあげられ、各建設部の工事現場で調査が行なわれている。

本実験は、加熱混合式によるアスファルト合材の混合および転圧に適した粘度を求めるために行なったもので、混合温度と転圧温度の違いがアスファルト合材の性質に与える影響のうち、特にマーシャル安定度に及ぼす影響についての実験の結果とそれについて行なった2、3の考察について報告する。

2. 実験の条件

1) 実験に使用した材料と合材の配合

実験に供したアスファルト合材は、アスファルトモルタル、トベカ、アスファルトコンクリートの3種類である。

局道路工事仕様書では表層、中間層に使用するアスファルトを針入度級にて、それぞれ100~120, 80~100と決めているが、本実験ではアスファルトの粘度を一定とするため各合材とも同一のアスファルトを使用した。

実験に使用した材料は、アスファルト1種、碎石2種、砂2種、石粉1種であり、その試験結果は表18-1~4および図18-1, 2に示すとおりである。

表18-1~1 アスファルト

	比重 (25°C/ 25°C)	針入度 (25°C. 5sec. 100g)	伸度 (5°C. 5cm/ min)	軟化点 ($T_{R\>}$ B°C)	引火点 (°C)	燃焼点 (°C)	P. I	セイボルト フロール粘 度試験	ビスコテス ター粘度試 験
ストレートアス ファルト 100~120	1.016	114	150	40	261	305	-2.2	図-1参照	図-2参照

表18-1~2 碎 石

試料番号	産地名	比重	吸水量 (%)	摘 要
碎石 A	手稲産	2.69	2.1	トベカ用
碎石 B	真駒内産	2.64	1.4	アスファルトコンクリート用

表18-1~3 砂

	産地名	比重	吸水量 (%)	単位容 積重量 (t/m ³)	空隙率 (%)	粒度フルイ目の開き mm(通過重量百分率%)							
						9.52	4.76	2.38	1.19	0.59	0.297	0.149	0.074
砂	銭函	2.63	2.0	1.518	42.3	—	100	99	98	96	91	10	1
	勇払	2.75	1.4	1.814	34.0	100	97	91	73	50	27	2	1
合成砂	銭函: 5 勇払: 5	2.69	—	—	38.2	—	100	97	87	74	60	6	1

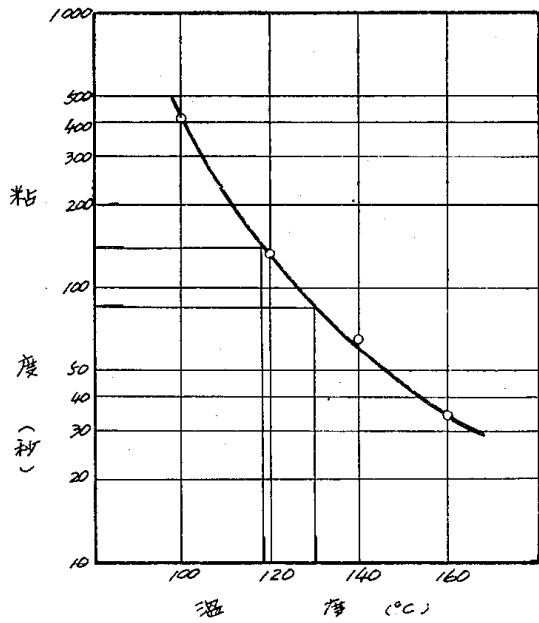
註: 勇払砂はアスファルトコンクリート用(4.76 mm 以上除去後使用)

合成砂はアスファルトモルタル、トベカ用(勇払砂 4.76 mm 以上除去後、合成)

表18-1~4 石 粉

産地名	比重	0.074 mm フルイ通過重量 百分率 (%)
鹿越	2.687	77.0

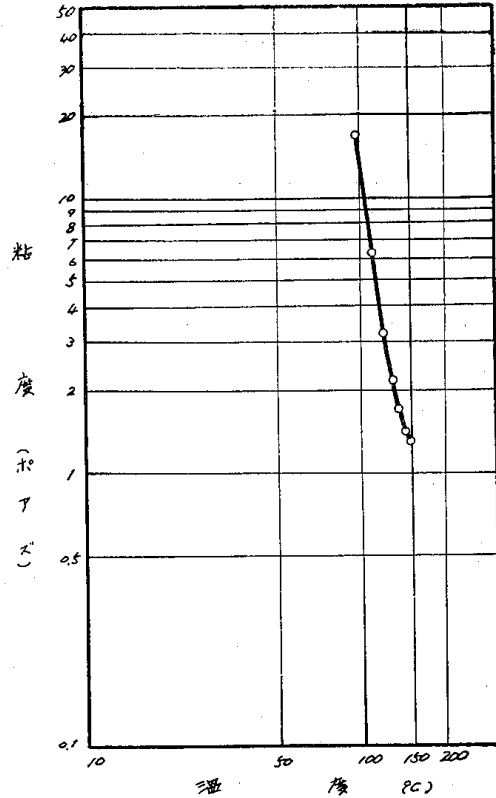
また、各合材の配合および骨材の合成粒度は表18-2, 図18-3, 4, 5に示すとおりである。



測定温度(°C)	100	120	140	160
粘度(秒)	414	135	65	34

軽任 118 °C
混合 130 °C

図 18-1 セイボルトフロール粘度試験によるアスファルトの温度～粘度曲線



測定温度(°C)	95	110	120	130	137	143	150
粘度(ポアズ)	17.0	6.2	3.2	2.3	1.7	1.4	1.3

図 18-2 ビスコテスター粘度試験によるアスファルトの温度～粘度曲線

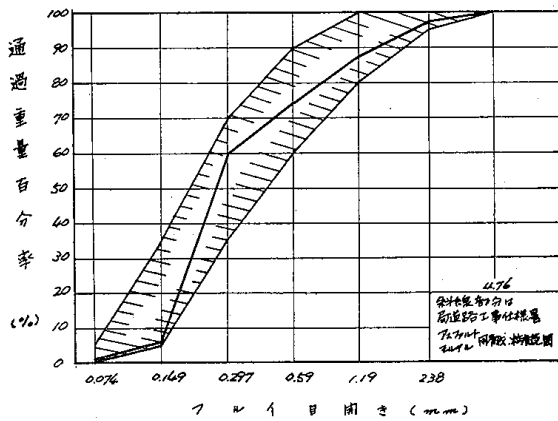


図 18-3 アスファルトモルタル 骨材合成粒度

ふるい目開き(mm)	25.4	15.9	9.52	4.76	2.38	1.19	0.59	0.297	0.149	0.075
通過率百分率(%)	100	95	77	64	53	53	46	6	6	1

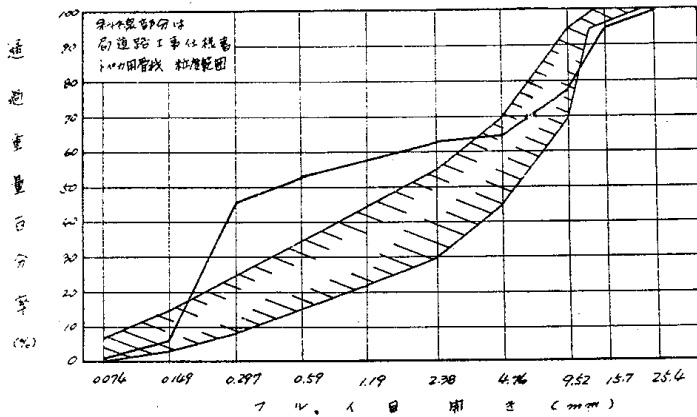


図 18-4 トベカ合材 骨材合成粒度

表 18-2 アスファルト合材配合表

合材種別	材料名	配合(重量比%)	摘要
アトスモフルアタル	アスファルト	11.0	
	石粉	15.3	
	合成砂	73.7	
トベカ	アスファルト	8.0	手稲産 最大粒径 25.4 mm
	石粉	15.6	
	合成砂	49.2	
アコソクアリルト	砕石	27.2	真駒内産 最大粒径 31.7 mm
	アスファルト	5.0	
	勇払砂	35.1	

7.5mm目開き(mm)	3.7	7.5	15.0	30.0	60.0	119	230	475	950	1900	3750	7500
通過重量百分率(%)	100	76	47	39	34	29	23	18	12	6	2	0

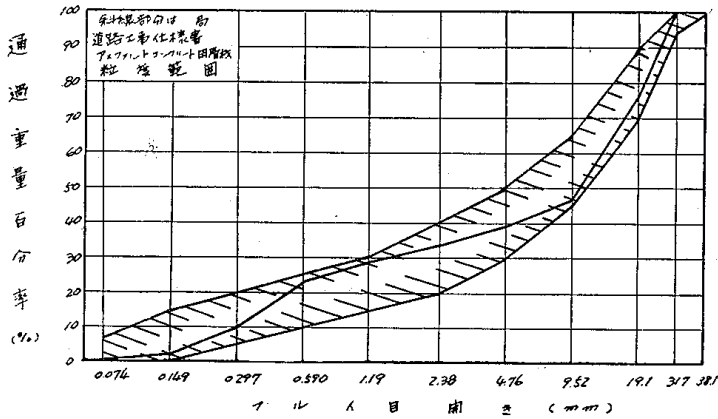


図18-5 アスファルトコンクリート 骨材合成粒度

表18-3-1 混合温度および混合時間を一定にして転圧温度を変えた場合

実験番号	1	2	3	4	備 考
混合温度(°C)	130	130	130	130	
混合時間(分)	2	2	2	2	
転圧温度(°C)	70	90	110	130	

表18-3-2 転圧温度および混合時間を一定にして混合温度を変えた場合

実験番号	1	2	3	4	備 考	
転圧温度(°C)	118	118	118	118	セイボルトフロール粘度 試験 140秒	
混合時間(分)	2	2	2	2		
混合温度(°C)	アスファルト モルタル	170	150	130		120
	トベカ	160	140	120		—
	アスファルト コンクリート	170	150	130		120

3. 実験とその結果の考察

1) 混合温度および混合時間を一定にして転圧温度を変えた場合

局道路工事仕様書では、材料の加熱温度は骨材130~180°C、アスファルト110~150°Cと定められている。

本実験では、骨材および石粉は150°C、アスファルトは130°Cとした。また、混合温度はASTMに定められた、粘度85セイボルトフロール秒を基準として、この実験に使用したアスファルトがこの粘度となる130°Cを混合温度とした。

転圧温度は最低70°C、最高130°Cとして、20°C間隔に4点を選んだ。局道路工事仕様書では初転圧温度は100°C以上となっているが、本実験ではこれより低い転圧温度70°C、90°Cをも含めて試験を行なった。

混合時間は2分とした。局道路工事仕様書では45~60秒となっているが、これは室内実験に使用しているミキサーで、合材が均一になる最小混合時間からきめたものである。

表 18-4 混合温度および混合時間を一定にして転圧温度を変えた場合の試験結果

種 別	No.	転圧温度 (°C)	理論的な 最大の密度 (g/cm ³)	実際の密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	マーシャル 安定度 (kg)	フロー値 (1/100 cm)
アスファルト モルタル	1	70	2.277	2.159	5.2	81.8	165	48
	2	90	"	2.171	4.7	83.3	244	50
	3	110	"	2.190	3.8	86.2	285	51
	4	130	"	2.184	4.1	85.2	265	50
トペカ	1	70	2.376	2.238	5.8	75.2	239	59
	2	90	"	2.277	4.2	81.0	321	56
	3	110	"	2.318	2.4	88.4	417	53
	4	130	"	2.287	3.7	82.9	411	58
アスファルト コンクリート	1	70	2.442	2.334	4.4	72.3	53	26
	2	90	"	2.334	4.4	72.3	76	26
	3	110	"	2.339	4.2	73.2	115	26
	4	130	"	2.337	4.3	72.8	130	24

実験時の室温は平均 20°C であり、これは札幌中央気象台の観測による昭和 37 年の札幌市における月別平均気温のうち 7 月および 8 月のそれぞれ 20.1°C、20.6°C に近い値であった。

実験の結果は表 18-4 のとおりである。

(a) 転圧温度と安定度の関係

転圧温度とマーシャル安定度の関係を図 18-6 に示す。

図 18-6 からわかるように、最大マーシャル安定度を示した時の転圧温度は、アスファルトモルタル 110°C、トペカ 120°C、アスファルトコンクリート 130°C と各合材とも 110~130°C の範囲にある。

(b) 安定度比による比較

今、同一合材の最大安定度に対する各転圧温度における安定度の比率を安定度比とよぶと

$$\text{安定度比} = \frac{\text{任意の点の安定度}}{\text{最大安定度}}$$

であらわされる。

各合材の安定度比と転圧温度との関係は図 18-7 に示すとおりである。転圧温度 70°C の時の各合材の安定度比は 0.58~0.41 の範囲にあり、転圧温度 90°C の時の安定度比はアスファルトモルタル 0.86、次いでトペカ 0.76、アスファルトコンクリート 0.58 順となっているが、いずれの合材も安定度比が不十分と思われる。局道路工事仕様書に示されている初転圧温度は 100°C 以上であるが、各合材の 100°C の時の安定度比はアスファルトモルタル、トペカではそれぞれ 0.96、0.95 とほぼ満足な値となっているが、アスファルトコンクリートでは 0.77 と十分ではなく、転圧温度 110°C において 0.88 となっている。また、ASTM に定められている転圧時の粘度 140

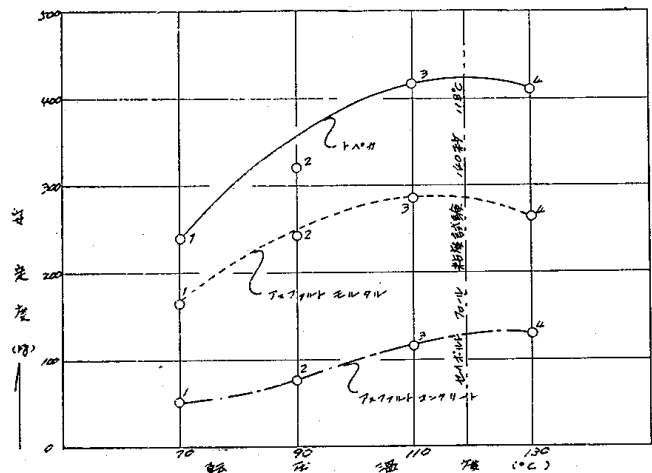


図 18-6 混合温度および混合時間を一定にして転圧温度を変えた場合の転圧温度～安定度曲線

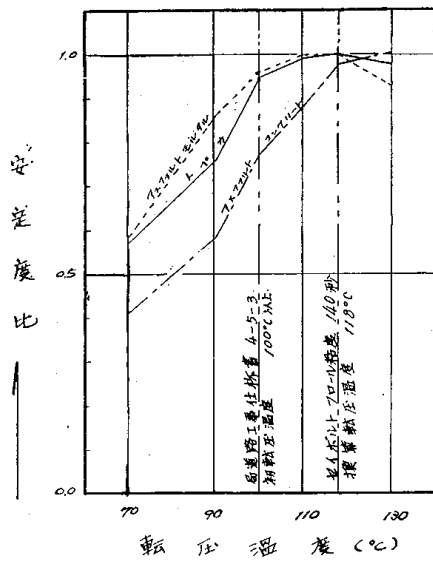


図18-7 安定度比図

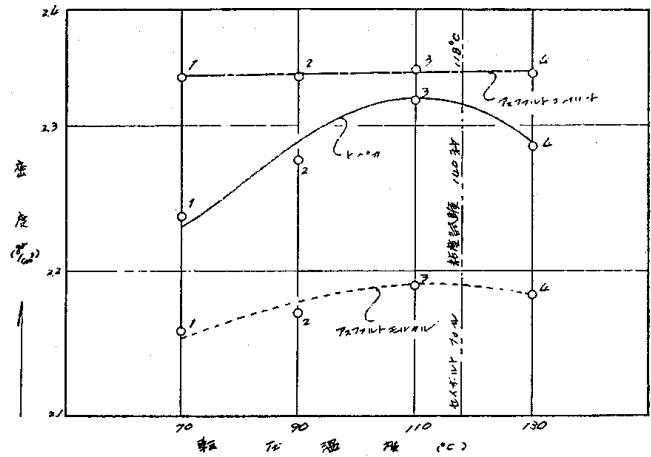


図18-8 混合温度および混合時間を一定にして転圧温度を変えた場合の転圧温度～密度曲線

セイボルトフロール秒は本実験に使用したアスファルトでは換算温度 118°C であるが、この温度における安定度比は、いずれの合材も 1.0 に近い値となっている。

(c) 転圧温度と密度の関係

図 18-8 は転圧温度と密度の関係を示すものである。

i) アスファルトモルタル

アスファルトモルタルの密度が最大となった転圧温度は 110°C で、これは安定度が最大となったときの転圧温度 110°C とまったく一致している。

ii) トベカ

トベカにおいて密度が最大となった転圧温度は 110°C であるがこれは安定度が最大となった転圧温度 120°C に比べやや低い値である。

iii) アスファルトコンクリート

転圧温度 70~130°C の範囲で、ほとんど差がなかったが、110~130°C ではやや大きい値となっている。

(d) 転圧温度とフロー値の関係

表 18-4 からわかるように、各合材とも転圧温度が変わっても、フロー値は、ほとんど差がない。

2) 転圧温度および混合時間を一定にして混合温度を変えた場合

混合温度は、アスファルトモルタルおよびアスファルトコンクリートは 120, 130, 150 および 170°C、トベカは 120, 140 および 160°C とした。

このため材料の加熱温度はアスファルトは 160, 140, 130 および 120°C、骨材および石粉は 180, 160, 150 および 140°C とした。局道路工事仕様書の規定からは、アスファルトの加熱温度 160°C だけが外れる。

転圧温度は、ASTM 規格 140 セイボルトフロール秒を基準として、この実験に使用したアスファルトでの換算温度 118°C とした。

混合時間、室温については 1) の場合と同じである。

アスファルトおよび骨材の加熱温度と混合温度の組み合わせおよび実験結果は表 18-5 のとおりである。

(a) 混合温度と安定度との関係

混合温度とマーシャル安定度との関係を図 18-9 に示す。図 18-9 からわかるように、混合温度を変えた場合、各合材とも安定度に大きな差はみられない。

表 18-5 転圧温度および混合時間を一定にして混合温度を変えた場合の試験結果

種 別	番 号	混 合 温 度 (°C)	材料加熱温度 (°C)		理論的な 最大の密度 (g/cm ³)	実 際 の 密 度 (g/cm ³)	空 隙 率 (%)	飽 和 度 (%)	マーシャル 安定度 (kg)	フロー値 (1/100 cm)
			アスファルト	骨 材						
アスファルトモルタル	1	170	160	180	2.277	2.194	3.6	86.9	305	48
	2	150	140	160	"	2.187	4.0	85.6	306	50
	3	130	130	150	"	2.192	3.7	86.5	294	51
	4	120	120	140	"	2.188	3.9	85.7	285	50
トペカ	1	160	160	180	2.376	2.317	2.5	87.9	400	57
	2	140	140	160	"	2.316	2.5	87.9	411	58
	3	120	120	140	"	2.318	2.4	88.4	415	53
アスファルトコンクリート	1	170	160	180	2.422	2.332	4.5	71.9	139	21
	2	150	140	160	"	2.335	4.4	72.3	133	23
	3	130	130	150	"	2.333	4.5	71.9	135	20
	4	120	120	140	"	2.336	4.3	72.8	124	25

(b) 混合温度と密度の関係

図 18-10 は、混合温度と密度の関係を示すものである。混合温度と密度の関係をみると、混合温度が変わっても密度に与える影響はほとんど認められず、さらに混合温度と密度、安定度についても、はっきりした関係を見ることはできなかった。

(c) 混合温度とフロー値の関係

表 18-5 からわかるように、各合材とも、混合温度が変わっても、フロー値はほとんど差がない。

3) 各合材の安定度が最大となったときの転圧温度および混合温度と粘度との関係

一般に、転圧時および混合時の粘度として推奨されている値を示すと表 18-6, 7 のとおりである。

表 18-8 は各合材の安定度が最大となったときの転圧温度におけるビスコテスター粘度(ポアズ)とセイボルトフロール粘度(秒)とを示すものである。表よりわかるように、合材の種類によって、安定度が最大となったときの転圧温度に差があるが、いずれも ASTM に規定されている 140±15 セイボルトフロール秒における本アスファルトの換算温度、すなわち 118°C

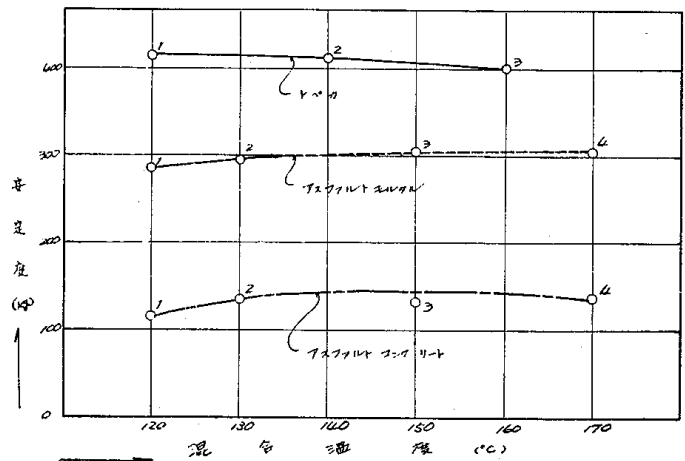


図 18-9 転圧温度および混合時間を一定にして混合温度を変えた場合の混合温度～安定度曲線

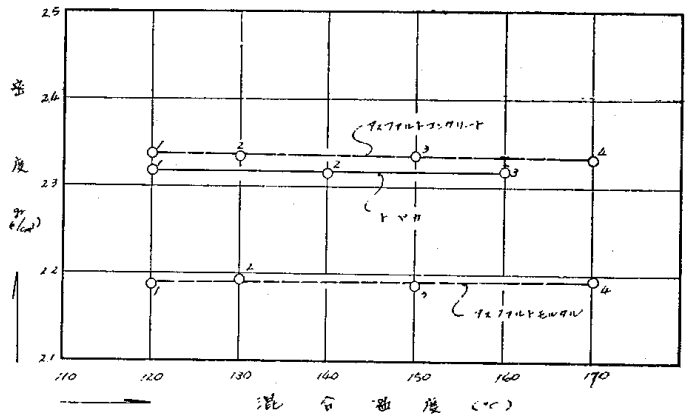


図 18-10 転圧温度および混合時間を一定にして混合温度を変えた場合の混合温度～密度曲線

表 18—6 転圧時の粘度

	粘 度	摘 要
日本道路協会	センチ・ストークス 20,000	局道路工事 仕様書付表
ダッチ・シェル 石油 KK	” 5,000~1,000	
ASTM (1960)	セイボルトフロ ール秒 140±15	

表 18—8 各合材の安定度が最大となったときの転圧温度と粘度

合 材 種 別	安定度が最大となった時の転圧温度 (°C)	ビスコテスター粘度 (ポアズ)	セイボルトフロ ール粘度 (秒)
アスファルト モルタル	110	6.2	220
トペカ	120	3.2	135
アスファルト コンクリート	130	2.3	85

(117~121°C)に近い値である。図 18-6 から各合材の 118°C のときの安定度をみるとトペカでは、最大安定度の値に近く、アスファルトモルタル、アスファルトコンクリートでは、最大安定度より、やや低い値となっていて、

本実験に関する限り ASTM に規定された 140±15 セイボルトフロール秒の時の換算転圧温度 118°C は、かなり妥当なものと思われる。

また、合材の種類によって転圧温度~安定度曲線のピークに差があり、かつ安定度にある幅を許した場合には、合材の種類によって、転圧温度はかなり広い幅が許されることがわかった。仮に許容される安定度比を 0.95 以上とした場合の転圧温度の範囲とそのときの粘度は、表 18-9 に示すとおりである。

次に混合温度を考えた場合、ASTM に規定されている混合時の粘度は 85±10 セイボルトフロール秒である。この実験で使用したアスファルトでは換算混合温度は 130°C である。図 18-9 の混合温度~安定度曲線からわかるように、混合温度が変わっても 130~170°C の範囲ではほとんど差がないが、転圧時における温度の確保、ウォーカーピリテーなどを合わせて考えると、ASTM に示された 85±10 セイボルトフロール秒は、最適に混合できる粘度の最低の限度に近いものと思われる。

4. む す び

本実験では、使用したアスファルトが 1 種類だけで、実験の範囲も限られており、現場と比較検討するためには、転圧エネルギー、仕上厚、あるいは気象条件などまだ多くの問題があるが、結果をとりまとめると次のようになる。

(1) 混合温度が合材の性質に与える影響については、混合温度が変わってもこの実験の範囲では密度および安定度には、あまり影響は見られなかった。

このことから、転圧温度が合材に与える影響より、混合温度が合材の性質に与える影響のほうが少ないといえそうである。

(2) 転圧温度が合材の性質に与える影響については、各合材の安定度が最大となった転圧温度をみると、合

表 18—7 混合時の粘度

	粘 度	摘 要
日本道路協会	センチ・ストークス 200	局道路工事 仕様書付表
板倉教授	セイボルトフロ ール秒 85~100	
Asphalt Institute	” 75~150	
ダッチ・シェル 石油 KK	センチ・ストークス 300~150	
ASTM (1960)	セイボルトフロ ール秒 85±10	

表 18—9 安定度比が 1.0~0.95 の時の転圧温度の範囲とそのときの粘度

合 材 種 別	転圧温度 (°C)	ビスコテスター粘度 (ポアズ)	セイボルトフロ ール粘度 (秒)
アスファルト モルタル	99~127	13.5~2.4	450~96
トペカ	100~130	12.0~2.3	420~85
アスファルト コンクリート	115~130	4.4~2.3	170~85

材の種別によって、そのピークに差があり、合材の転圧温度は、その種類によって管理されるのがのぞましいことがわかった。しかし、許容される安定度比を考慮すれば合材の種類によって、かなり大きな幅が許される。

(3) 混合温度および転圧温度とそのときの粘度との関係

昭和36年度の局調査資料*では、合材温度が90~100°C、アスファルトの粘度が20ポアズの時から転圧を始めれば、ヘヤークラックの発生や合材がローラーの鉄輪に付着するのを防ぐことはできそうであると報告されている。本実験の結果得られたのぞましい転圧温度の範囲は、アスファルトモルタルの99°Cを最低に、トペカ、アスファルトコンクリートの130°Cまでで、これは粘度にして13.5~2.3ポアズ(450~85セイボルトフロール秒)となっている。これは、原油の違いあるいは転圧エネルギー、仕上厚の違いなどにも関係があり、はっきり断定することはできないが、現場における転圧温度は、室内実験における転圧温度より低い値となる傾向にあるといえそうである。

また、ASTMに規定されている転圧および混合粘度140セイボルトフロール秒およびセイボルトフロール秒は、本実験に関する限り、かなり妥当なものと思われる。

* 第5回、北海道開発局技術研究発表会報文集要望課題：“アスファルトの特性に応じた施工温度”。

19. 切込砂利のセメントによる安定処理に関する実験について

土木試験所 小 山 道 義
高 橋 毅
林 亀 一
田 沢 文 男

1. ま え が き

最大粒径25.4mm以上の切込砂利のセメントによる安定処理土の試験方法は、開発局道路工事仕様書付表によれば、最大粒径25.4mm以上の部分は25.4mmフルイを通過し、4760 μ フルイにとどまる部分と等重量だけ置換してJIS A 1210土の締固め試験方法に準じて $\phi 10 \times 12.7$ cmのモールドを使用して行なうことになっている。

しかし、最大粒径25.4mm以上の原粒度の材料による試験と、最大粒径25.4mmフルイ通過分に置換した材料による試験との関係はまだ明らかではなく、この試験方法による結果と、原粒度の材料により施工された安定処理土の強度その他の性質との関係について検討を加える必要がある。

本実験では、最大粒径50.8mmの切込砂利、および最大粒径50.8mmの切込砂利の25.4mmフルイ残留分を25.4mmフルイを通過し4760 μ フルイにとどまる材料で置換した材料と、最大粒径19.1mmの山砂利の3種についてそれぞれセメント添加量およびモールドの大きさを変えて、締固め試験と圧縮強度試験を行ない、その関連性について検討し、さらに、各々の材料でセメント混合割合を変えた場合の温度変化による膨脹収縮量について実験を行なった。

2. 使用した材料の粒度

この実験に使用した材料の粒度は、図19-1に示すとおりである。

1) 最大粒径50.8mmの切込砂利(阿寒川産)

「開発局道路工事設計基準上層路盤用ソイルセメント標準粒度」の下限に沿って範囲内に入っている。