

アスファルト安定処理に関する調査研究

——砂利、アスファルトの加熱混合物について——

昭和40年3月

建設省土木研究所道路部舗装研究室

まえがき

東名高速道路静岡工事事務所管内の計画路線沿いにある静岡県金谷町、磐田市、浜松市それぞれの近郊に豊富に堆積する砂礫層を高速道路舗装の基層に利用しようとする計画があり、基礎的な資料をうる目的で三箇所から試料を採取して室内試験を行なった。

また、加熱混合式によりアスファルトで処理した基層材料の配合設計に関するわが国の基準は個々のケースにおいて定められたものを除いては未確定であるため、最近の施工例を調査し、更に諸外国の基準を参考としながら暫定的な基準をえた。

試料の室内試験の結果と暫定的基準とからアスファルト処理基層の概略の設計案をえたが、これらの経過をまとめて報告する。

昭和40年3月

建設省土木研究所道路部舗装研究室

目 次

1. 緒 言	1
2. アスファルト安定処理工法の利用状況	3
(1) 骨 材	3
(2) 歴巻材料	2 0
(3) 配合設計における基準値	2 1
(4) 舗装の構成	2 3
(5) アスファルト安定処理の効果	2 3
(6) 考 察	3 0
3. アスファルト処理混合物の安定度試験	3 2
(1) 試料の採取	3 2
(2) 骨材の試験	3 2
(3) 基準アスファルト量の決定	3 9
(i) 概 要	3 9
(ii) 試料の準備	3 9
(iii) 試験方法	4 2
(iv) 試験の結果	4 3
(v) 破砕骨材の影響	5 4
(4) 考 察	5 9
4. アスファルト処理混合物の一軸圧縮試験	6 0
(1) 概 要	6 0
(2) 試験方法	6 0
(3) 試験の結果	6 0
(4) 考 察	6 4
5. 結 論	6 4
6. 補 遺	6 5

1. 緒 言

最近の自動車の重量と交通量との増大は道路の急激な破壊をもたらし、現行の舗装設計法の可否が重量制限に対する交通取締りの強化と車両保安基準の改訂などの問題とからみながら論じられている。そのような議論の前に、先ず施工管理の不十分さと車両重量の調査の不備とを挙げなければならないが、十分な解決のえられていない現状では施工の欠点をおぎないながら、舗装の耐久性を経済的に高めて行かなければならない。その効果的な手段として土質安定処理工法が広く利用されつつある。

粒状材料にセメントを添加して締固めて作るソイルセメントは設計法の一応の基準もあって比較的使用の多い土質安定処理工法である。しかし、ソイルセメント舗装には設計施工が不適当な場合に種々の欠陥が現われやすいことや、AASHO道路試験の結果などから粒状材料にアスファルトを添加して処理したものの方が舗装に対して効果的であることなどから、最近では歴巻材料を用いた安定処理工法の利用が増加する傾向にある。

アスファルト安定処理工法には、土に液体アスファルトなどを添加する常温施工方式によるものがあるが、わが国の降雨日数や湿度などの気象条件に主として制約されて経験が浅く、液体アスファルトの利用ではわずかにアスファルト乳剤を用いた施工例が見られるに過ぎない。

わが国でアスファルト安定処理工と称しているものの多くはAASHOの道路試験にも見られるような粒状材料にストレートアスファルトを添加する加熱混合方式による工法で、アスファルト量が比較的少ないこと、骨材は切込砂利の利用が多いことなどから貧配合アスファルトコンクリート、または砂利アスファルトコンクリートとでも称することができる。しかし、原則として主たる骨材には粒度改良の目的で石粉や砂など他の材料を添加することをできるだけ避けており、現地産材料を安価に、効果的に利用しようとする土質安定処理の思想は失われていないので、たとえ加熱混合方式によって施工費が割高になる場合があっても、かゝる工法をアスファルト安定処理工、混合物をアスファルト処理または添加混合物と呼ぶことに大きな抵抗は感じないと思われる。

アスファルト処理混合物を舗装の基層に使用することの利点はAASHO道

路試験の結果により再確認されるまでもなく、次のような特長⁽¹⁾が認められており欧米ではすでに1950年代より使用されている。それらはほとんどが地方産材料を利用した加熱混合式工法によるものである。

- (1) 路床との圧力分布が良好で、交通による衝撃を吸収低減する路盤厚を減ずることができる。
- (2) 現地産材料を使用できるので経済的である。
- (3) たわみ性に富んでおり路床路盤の変形に順応できる。また収縮クラックが生じない。
- (4) 耐水性であるから舗装の耐久性に寄与する。
- (5) 表層用のアスファルトプラントを兼用できるので、仮設費が節減される。

わが国では最近1～2年からの工法が採用される傾向にあるが、特に北海道開発局では次のような理由から従来のアスファルトマカダム基層にかえて昭和38年度より全面的にこの工法を取り入れており、昭和39年度には一級国道のみで約80万 M^2 の施工量に達している。

- (1) 施工速度が大きく、しかも表面の平坦性をえられやすい。
- (2) 作業に熟練を必要とせず工程管理も容易であるから舗装の品質を高めることができる。

建設省の工事々務所ではソイルセメントからこの工法にかえていところがあるが、それは表層が比較的うすい場合、ソイルセメント基層面との間のすべりによる表層の破壊や、乾燥収縮または温度伸縮による破壊が生じないこと、あるいは施工がソイルセメントに比べて容易であることなどを利点と考えるからである。

加熱式アスファルト処理工法にはこのような色々な特長が挙げられているが、材料の面ではソイルセメントに比べて塑性の小さい、シルト分も少ないものがえらばれるもようで、含水比もできるだけ小さいことが要求されるといふ欠点はある。また、安定度などの規定を必要以上に高めた場合、舗装の耐久性にはそれだけ寄与しても地方産材料の採択範囲がせめられて安定処理の趣旨に反することにもなろう。

アスファルト安定処理工法の十分な利用は豊富な施工実績データの集積

-
- (1) 村山・中島：ヨーロッパ諸国の舗装工法について、アスファルト41-7 1964-12

にまたなければならぬが、現在入手しうる資料の範囲で暫定的な基準を設けることが必要であろう。

本報告でははじめに主として加熱混合式によるアスファルト処理混合物を基層に利用した施工例を列挙して一般的な傾向を知り、これによりアスファルト処理混合物に関する基準を設けた。次に現地より採取した試料について一般物理試験とマーシャル安定度試験とを行ない基礎的資料とした。

2. アスファルト安定処理工法の利用状況

入手しえた資料の範囲で過去に実施された諸外国の施工例⁽²⁾⁽³⁾と建設省の各工事々務所ならびに北海道開発局の施工実績について調査した結果を表2.1～2.4に示す。表2.1は1960年以前からのものであり、表2.3、2.4は大部分が39年度の実績によっている。

(i) 骨 材

(i) 種 類

一般に骨材は切込砂利の利用がもっとも多く、まれに碎石、砂を主材料に利用するところもある。安定処理の本来の目的に従えば、地方産骨材はできるだけ自然の状態で利用さるべきであろうが切込砂利を単独で利用した例は少ない。表2.1ではいずれも砂利に砂、ファイラーが添加されている。表2.2は最大粒径25mm以下のものに限った例であるため砂を単独で利用したものが多くなっている。表2.3、2.4では粒度調整した碎石、またはクラッシュランを利用した例もあるが、大部分は切込砂利に若干量の石粉を添加したものである。北海道開発局では切込砂利に石粉を添加せず単独に利用した例が約半数ある。いずれの場合も骨材の粒度改良には十分な考慮が払われており、アスファルトコンクリートと称しても十分である。

(2) 日本道路公団片平理事宛ソンドレガー氏書簡、1964-5-3, 1964-7-3

(3) Bitumen base course progress, Shell International Petroleum Co. Ltd.

表 2.1 ヨーロッパにおける施工例(3)

	ベルギー (Brabant)	デンマーク	フランス (リオン)	フランス (Estérel道路)	ドイツ (フランクフルト)	ドイツ (都市道路)
粗骨材	砂利 mm % 30~5 46 5~2 19 ダスト 16	砂利 mm % 20~2 35~60	砂利・砂 mm % 30~0 93.5	砕石 mm % 25~0 73	砂利 mm % 40~15 42 15~7 19 7~3 6.5	mm % 15~12 30
砂	5~0 16	30~55	—	17	23	61
フィラー	3	3~5	2.0	3.7	5.5	5
アスファルト	80~100pen 4.5	80~200pen 4~4.5	80~100pen 4.5	80~100pen 6.3	70~100pen 4	80pen 4
備考	—	—	厚 15 cm	厚 15 cm	—	上層 厚 16 cm, 3層に施工
	ドイツ (都市道路)	ベルギー (アントワープ)	フランス	ドイツ (R U bit 60)		
粗骨材	—	砂利・砂 mm % 35~0 —	mm % 25~0 — 40~0 —	mm % — 0~20	mm % — 20~60	mm % — 60~80
砂	85.5	—	—	自然砂または 砕石ダストと の混合材	砂質砂利、砕 石、破砕した スラグ	砂利質砂、砕石 破砕したスラグ
フィラー	9.5	—	—	—	—	—
アスファルト	80pen 4.7	80~100pen 4~4.5	180~200pen 4.5	50~70, 70~100pen 4.0	" 3.5	" 3.0
備考	下層 (サンドミックス)	2mmフルイを 50~70%通過	—	A 細粒度	B 中粒度	C 粗粒度

表-2.2 アメリカにおける施工例⁽²⁾

州 名		アリゾナ	コロラド	デラウェア
延 長 (km)		19	12	9
地 形		起 伏 地	起 伏 地	平 タ ン 地
路 線		州 際 道 路	一 級 道 路	一 級 道 路
年平均降雨量(mm)		250	200 ~ 300	1270
凍 結 深 (cm)		30 ~ 45	40 ~ 50	23
施 工 年		1957 ~ 1958	1959	—
舗装の設計条件	交通量(台/日)	5,000	1,000	3,400
	トラック混入率(%)	—	20	21
	路 床	A-3, A-6 (7)	A-400, A-4(4), A-6(1)	90~150cm中細粒準軟砂
	摘 要	10~25cmセレクト接近砂 13cm加熱混合アスファルト処理層を将来舗設	A-2-A(0), A-7-6(7), A-6(7) 10~20cm路盤(砂<10mm) 10cm アスファルト処理層(砂<10mm) 砕石屑5% 10cm一層 締固め後シープスフートローラーを通す。加熱プラント混合2.5cm 表層(砂<10mm) 砕石屑6%	16.5cmアス処理層, 加熱プラント, 混合サンドアスファルト
	アスファルトの種類	120 ~ 150	120 ~ 150	60 ~ 70
使 用 量 %		4.25 (下層) 5 (上層)	—	—
骨 材 の 種 類		砂 丘 砂	—	切込砂とスクリーニングス
粒 度	1/2	—	100	—
	3/8	—	100	—
	1/4	—	—	—
	# 4	—	95	—
	.8	—	—	—
	1.0	—	78 65~85 (設計)	99
	1.6	—	—	—
	2.0	—	—	—
	3.0	—	—	—
	4.0	—	33	68
%	5.0	—	—	—
	8.0	—	—	—
	10.0	—	12	—
	20.0	0~20	8 7~12	20
規 格		砂 丘 砂 NP	許容含水比 2% 締固め密度は、室内混合での締固め密度の95%	マージナル安定度>180kg フロア 50kg/cm 空ゲキ率 5~7% 飽和度 65~75% NP 締固め密度マージナルの93%
管理試験の結果				NP マージナル安定度>160kg フロア<50kg/cm 空ゲキ率 5~7% 飽和度65~75%

カンサス	ネブラスカ	ネバダ	ニューメキシコ
3	75	3	22
起伏地	—	平タン地	起伏地
一級道路	一級道路	一級道路—幹線街路	二級道路
1080	560	280	360
—	76	—	20
1957	1955	1957	1962
1850	1951年 410	11,241	1960年110 1980年360
23	27	3	40
上部15cm転圧	細砂	—	シム(A-4)と粘土(A-6)
17.5cmアスファルト処理層 加熱プラント混合 5cm アスコン表層	7.5~11cm路上混合アスファルト 5cm表層路上混合 サンドアスファルト	28cmセグメント材割花崗岩 7.5cmアス処理層アルミックス 6.5cmアスコン表層(碎石) プラント混合 1.3cm シールコート 開粒度のプラント混合	10~25cmセレクト材 15cmセメント安定処理層 4cmアス処理層プラント混合 1cmシールコート石炭岩チップ
80 ~100	200~300	SG-4	60~70
亜鉛,鉛鉄山の選鉱屑破砕	細砂	風化花崗岩	砂
100	—	100	—
90	100	99	95
57	99	92	—
37	98	—	—
24	—	—	—
16	79	52	—
8	50	20	—
5	11	9~8	20
凍結融解試験(25サイクル) で 2損失比 0.85 吸水率<4% ロサンゼルス スワール減量<45% 許容含水比<0.5%	許容含水比<2%	P.I <6, LL<25 ロサンゼルス スワール減量 <45% 許容含水比<3% 縮固め>95% 膨脹, 分離試験に合格 すること。	NP 許容含水比1/2~1% 締固めはマッシュタル試験 密度の95%
安定度 300 Kg フロー 18 1/100 cm	安定度 220Kg ハートフイルド 2"×1" 77 °F 密度 1.92 g/cc	NP	

ペンシルバニア	南カロライナ	南ダコタ	テキサス
4	9	15	2
丘陵地	平タン地	平タン地	起伏地
準高速道路路肩	一級道路	一級道路	住宅地路肩
	1400	500	1150
50、	5	120	0
1960	1960~1962	1961	1963
報告なし	8500	360	計画交通量 8850
	16	133	10
石炭ズリを含む細粒状岩塊	砂	砂丘砂 (0.9~2.1m)	PI<20の砂質粘土
15cm 路盤	25cm アス処理層	下に重粘土の層がある。	路盤 15cm 未仕上ポルト
20cm ソイルアスファルト	3.6cm バインダー		ランドセメント 15kg/m ²
石炭ズリ 1/4~200番A-10)	アスコン 80kg/m ²	16.5cm アス処理層	添加
5cm 表層最大粒径 50mm	2.4cm 表層, タイプ I	3層 7.6cm (路土混合)	13cm アス処理層, カスプラン
の特殊なバインダー, 通常の特殊なバインダー合材より密なもの。	アスコン 53kg/m ²	5.1cm, 3.8cm (常盤プラント混合) に施工、1.9cm シールコート	1cm 2層のアスファルト表層処理
乳 剤	85~100	SS-1	85~100
3.3	4	4.5	6
石炭ズリ	現地産砂	細 砂	砂利混り砂
100	—	設計範囲 実際の平均粒度	100
85	—	—	—
—	—	—	—
51	—	100	—
—	—	—	—
20	100	85~100	50~100
—	—	—	—
—	—	—	—
—	14	60~100 100	—
—	—	—	—
7	19	— 70	—
4	5~4	15~30 25	0~15
室内締固め値の100%	まき出し厚<7.5cm	締固めは転圧時間で管理	PI<4 締固めは試験室の値の 85~97%(最適90%)
PI 0 可燃性 35~50% 密度 105 pcf	PI 0 マンヤル安定 70~230 kg 平均 90~115 kg	PI 0.7 ゆるみ状態での重量 105kg	

バー ジ ニ ア	ワ シ ン ト ン
7	123
平 坦 地	起 伏 地
一 級 道 路	州 際 道 路 , 準 高 速 道 路
1270	1000
15	30
1960~1961	1962~
1961年 5219	8400
5	10
A - 4	砂 , シ ル ト 質 砂
15cm 路 盤	6.4cm ゆ る い 砂 を 破 碎 材 で 処 理
10cm アス処理層	5cm 基 層 表 層 用 材 料 を 破 碎 アス処理層 , B級 , 修 正
2層に施工 , 現地材料使用	10cm 加 熱 混 合
加熱プラント混合	6.4cm バ イ ン ダー B級
4cm バイスター 現地材料	3.8cm 表 層 B級
4cm 表 層 75kg/yd ²	
85 ~ 100	85~100
5.2	5.6
7% 砂利 , 92% 現地産切込砂 1% 石灰粉	B 級 修 正
J. M. F	90~100
100 92~100	55~75
93 84~92	32~48
23 32~40	11~24
6 12~20	6~15
2 0~4	2~8
現地材料	破 碎 面 > 50% (# 100 以 上 に つ き)
NP	LL < 25 PI < 1
許容含水比 0.5%	サ ン ド イ ク イ バ レ ン ト > 45
結 土 分 < 10%	ス タ ビ ロ メー タ > 30 , コ ヒー ジ ョ > 250
	残 留 強 度 > 70% , 室 内 密 度 の 95%
密度 83%	報 告 を し

表 2.3 建設省における施工例

地方建設局	東			北
工事々務所	岩 手	仙 台	秋 田	秋 田
路線および地名	4 号 小 繋	6 号 新 地	7 号 琴 丘	7 号 浜 田
施工量 M ²	45,000	20,000	40,000	15,000
舗装の構成	6 2層	5 トベカ	4 密粒	4 トベカ
	5 粗粒	5 粗粒	4 粗粒	5 粗粒
	6 アス処理	5 アス処理	8 アス処理	8 アス処理
	4 砕石	2.5 山砂利	10 砕石, 砂土	10 切込, 砂土
主骨材の種類	砕 石	山 砂 利	切 込 砂 利	切 込 砂 利
最大粒径 mm	25	25	30	25
骨 材 %	25~10 50	山砂利 94	切込砂利 90	切込砂利 91
	10~2.5 25 砂 22	石 粉 2.5	石 粉 2.8	石粉 4.8
歴 青 材 料	SA	SA	AE	SA
種 類	80~100	60~80	MK-2	80~100
添 加 量 %	3	3.8	6.5	3.8
備 考				

注 (1) アス処理=アスファルト安定処理層、クラ=クラッシュヤラン

密粒=密粒度アスファルトコンクリート、粗粒=粗粒度アスファルトコンクリート

(2) SA=ストーンアスファルト、AE=アスファルト乳剤

東			北		北
秋 田	湯 沢	湯 沢	山 形	岩 手	新 潟
7号 本荘	13号 六郷	13号 横手 バイパス	13号 主寝坂	45号 久慈	8号 白根市
30,000	11,000	25,000	31,000	7,000	—
4 トベカ	5 トベカ	5 トベカ	5 2層	5 2層	5 トベカ
5 粗 粒	5 砂利アスコン	5 砂利アスコン			5 粗 粒
8 アス処理	7 アス処理	7 アス処理	5 粗 粒	5 粗 粒	5 アス処理
10 クラ,砂,土	30 切込砂利	20 切込砂利	7 アス処理	5 アス処理	3 クラ
20 "			50 切込砂利	—	26 切込砂利
クラツンヤラン	切込砂利	切込砂利	切込砂利	切込砂利(切土)	クラツンヤラン
25	30	30	30	—	30
クラ 3.3	切込砂利 9.2	切込砂利 9.2	切込砂利 9.1	切込砂利 9.3	クラ 6.5.5
砂 5.7	石 粉 3.5	石 粉 4	石 粉 4.5		砂 2.5
石粉 4.8					石粉 4
SA	SA	SA	SA	AE	SA
80~100	80~100	60~80,80~100	—	ME-2	80~100
4.5	4.5	4	4.5	7	4.5

陸	関 東		中 部	近 畿	中 国
金 沢	横 浜	大 宮	名 古 屋	京 良	出 雲
8号 加賀市	1号 藤沢市	17号 戸田町	名岐・知立 バイパス	24号 御所市	9号 出雲市
—	—	—	200,000 40,000	—	—
5 トベカ	3 ナベ止め	3 密 粒	3 ナベ止め	5 密 粒	4 修正トベカ
5 粗 粒	4 密 粒 5 粗 粒	5 粗 粒	6 粗 粒	8 粗 粒	6 粗 粒
5 アス処理	20 アス処理	12 アス処理	10 アス処理	7 アス処理	5 アス処理
5 砕 石	既設舗装	10 砕 石	15 ク ラ	15 ク ラ	8 アスマカ
55 切込砂利		20 切 込	50 切 込		17 砕石マカ
クラシヤラン	砕 石	砕 石	切込砂利	クラシヤラン	砕 石
30	30	30	25	30	25
クラ 93	砕石 70	砕石 58	切込 70		砕石 82
石粉 3	砂 25	砂 39	クラ 30 (ダスト, 石粉)	—	砂 18
SA	SA	SA	SA	SA	SA
120~150	—	80~100	(60~80) 80~100(120~150)	—	80~100
4	3.5	3.5	4.2 4	3.5	3
			LI=22~28 PI=3~9		

四 国		九 州	道 路 公 団 名 四 道 路	A A S H O 道 路 試 験	東 京 都
徳 島	徳 島	八 代			
11号 鳴門市 32号 池田町	32号 池田町	3号 八代市			
—	—	—			
4 密 粒	4 密 粒	5 密 粒	4 表 層	10, 7.5 表 層	2.5 すべり止め
5 粗 粒	5 粗 粒	7 アス処理	6 中 間 層	5~4.6 アス処理	2.5 密 粒
5 アス処理	5 アス処理	5 砕 石	18 アス処理	0, 10 砂まじり	6 密 粒
7 砂 利	6 砂 利	15 砂 利	6 砕 マ カ	砂 利	12 アス処理(A)
			1.6 山砂利, クラ		8 (B)
切込砂利	砂 利	砂 利	山砂利, 切込	砂まじり砂利	15 混合砕石
2.5	2.5	1.0	3.0	2.5	15 山 砂
		砂利 7.5 砂 1.9 石粉 3.8	山砂利 9.6 石 粉 4 川砂利 8.0 砕 石 1.7 石 粉 3	—	砕 石
A E	S A	S A	S A	S A	洗 砂
M K	80~100	80~100	80~100	85~100	石 粉
7	4	4	4	5.2	A E
			安定度 300~800Kg フロー 18~30% 空気率 6~14%	PI=0~6 安定度 748Kg フロー 25 空気率 6.2%	常温3日養生 安定度(30°C) >250~300Kg

表 2.4 北海道開発局における施工例

建設部		創 路		札 幌		網 走	
路 線 , 地 名		38号. 白根町	札幌—留萌石狩町	旭川—留萌鉄父別町	札幌—虻田 定山溪	39号. 北見市 端野	5号 峠下～東山
施 工 量 m^3		52,000		35,000	12,000	19,000	25,000
交 通 量 台/日		1,873	633	1,060	2,012	4,735	547
トラック台数台/日, (混入率%)		1,075 (57.3)	346 (54.7)	618 (58.3)	752 (37.4)	2,452 (51.8)	277 (50.6)
骨 材 の 種 類		砂利・砂 (粗目)	切込砂利		砕 石	切込砂利	切込砕石・砂
最 大 粒 径 mm		30	40	40	30	40	
粒 度 %	40 mm		100	100		100	
	30	100	89～98	80～87	100	92	
	20	76～88	70～80	60～72	70～85	81	
	10	44～56	40～58	37～52	52～64	59	
	5	26～34	25～36	20～28	35～47	40	
	2.5	23～29	17～22	13～18	26～34	24	
	0.074	1～2.5	1～3	0～1.5	0.5～2.	3	
石 粉 量 %		3		3		3	
アスファルト量 %		4	4	3.5	4	3.5	4
管理試験	安定度 Kg	330 (200. 132)	580 (560. 207)	380 (250. 16)	530 (320. 56)		430 (350. 105)
	フロー値 $1/100 cm$	24 (30. 140)	35 (32. 211)	27 (30. 16)	29 (18. 58)		25 (13. 104)
	空隙率 %	7 (10. 133)	4.9 (6. 217)	9 (4. 16)	6.6 (7. 56)		5 (4. 108)
	平均値	密度 P/cm^3	2.23 (0.27. 143)	2.27 (0.14. 210)	2.31 (0.09. 16)	2.34 (0.11. 57)	
(範 圍、 試料数)	切取り供試体の 密度 P/cm^3			2.36 (0.14. 50)			
備 考		アスモル 1.5cm 粗粒式 5cm アス処理 6cm 以下記載のほかは 上記標準断面による。	細粒式 3cm 粗粒式 4cm アス処理 6cm ドラコート 0.3% 添加		細粒式 5cm アス処理 6cm デハイドロ添加	細粒式 3cm アス処理 4cm	

函		館		室	間	川		
5号 峠下～東山	5号 峠下～東山	5号 茂無部～田追	37号. 豊浦町	39号 上川町	40号 名寄市	38号 富良野町		
40,000	52,000	50,000				62,000		
547	547	531	529	878	1,623	2,059		
277 (50.6)	277 (50.6)	304 (57.2)	331 (62.6)	531 (60.4)	900 (55.3)	1,073 (52.2)		
切込碎石. 砂	切込碎石	切込砂利	切込碎石	砕 石	切込砂利	切込砂利		
	40	30	30	40	30	40		
	100			100		100		
	80~100	100	100	95	100	90		
	51~76	77	81~87	68	79~86	78		
	20~48	55	58~62	45	55~65	53		
	10~26	35	36~42	33	39~44	36		
	6~13	23	17~29	22	26~31	27		
	0.5~4	1	2~5	3	2~4	1		
		3				2		
4	4	4		4	4	4		
	650(450.72)		600(300.18)	350(113.9)	290(150.29)	320(70.17)		
27 (12.131)	35(18.72)		34(14.17)	24(3.9)	29(11.29)	23(3.21)		
5 (25.127)	7.9(5.65)		7(4.18)	39(08.9)	58(2.29)	51(1.2.21)		
2.33(00%125)	2.33(0.07.72)		2.31(0.1.18)	2.31(0.02.9)	2.31(0.04.29)	2.40(0.03.21)		
2.32(00%49)	2.32(0.05.112)		2.30(0.07.27)			2.40(0.13.121)		

旭	川	小	樽	稚	内	帯	広
39号 愛別町	39号 上川町	5号 狩太町 俱知安町	5号 狩太町 俱知安町	40号 稚 内	40号 豊 富町	36号 清水町	
80,000	69,000	44,000	34,000	52,000	26,000	80,000	
1,387	878	982	982		1,548	798	
860 (62.2)	531 (60.4)	496 (50.5)	496 (50.5)		618 (40)	481 (60.5)	
切込砕石(玉砕)	切込砕石	切込砕石・砂	切込砕石	切込砂利	切込砂利	切込砂利	
40	40	30	40	50	50	30	
100	100		100	96~99	98~100		
85~90	95	100	93~97	90~95	93~98	100	
69~74	74	67~75	60~70	76~80	79~85	77~86	
54~60	56	43~52	40~45	53~57	65~70	54~62	
38~41	38	30~35	20~30	35~41	49~55	33~39	
28~32	14	17~22	10~17	20~25	33~40	23~27	
2~5	2	1.5~2.5	0.5~2	1.5~2.5	1~2	2~3.5	
2	2			2.5	2.5	3	
4	4	4	4	3.5	3.5	3.5	
280(200. 99)	350(80.51)	660(500. 22)	620(200. 20)	330(140. 83)	290(110. 89)	370(90.88)	
27(20. 99)	23(6.51)	38(20. 22)	30(18. 21)	26(24. 116)	28(20. 75)	26(9.88)	
5.1 (35. 98)	4.2 (1.1. 48)	6.8 (3.5. 22)	6.5 (4. 21)	6.7 (45. 117)		5.6 (0.9. 88)	
23.2(0.1. 100)	2.30(0.0450)	2.29(0.08. 22)	2.39(0.12. 23)	2.38	2.34(0.1. 64)	2.39(0.04. 88)	
	2.30(0.02. 22)	2.31(0.1. 81)	2.34(0.09. 60)				

(iii) 粒 度

骨材の最大粒径は舗設層厚と原材料の粒度とによって左右されようが、大きな例で 45 mm、舗設層厚 40～50 mm の場合で 25～30 mm が普通のものである。

粒度は表 2.5 に実績を表 2.6、図 2.1 に規格範囲をそれぞれ示したが、オープンな粒度からトベカに近いものまで広範囲な粒度が採用されている。ある例では、骨材粒度の規定を設けず安定度その他が規格値を満足すればよいとしているが、施工性と規格を満たす材料をえやすくするためには大よその粒度範囲を明示するのが適当であろう。特に 0.075 mm 通過分は施工性とその性質によって混合物の耐水性にも影響することであろうが十分な資料がえられていない。

(iv) 塑性

骨材の 420 μm フライ通過分に対する塑性試験の資料はほとんどえられていない。利用される骨材に土を含むようなことが少ないためであろう。表 2.7 によれば材料の非塑性の規定が多いが、これらはアスファルト舗装要綱に示すソイルセメント材料に対する規定 ($LL < 40$, $PI < 18$) よりきびしい。これは一般的には添加する液体分の粘性が高いことや、これらの例において細粒の材料が多いことなどによるだろう。

地方建設局		東 北						
工事々務所		三陸国道	岩 手	秋 田	湯 沢	湯 沢	山 形	仙 台
路線および地名		岩手45号国道 久慈	岩手4号国道 小岩	秋田7号国道 鹿田	秋田13号国道 六郷	秋田13号国道 横手バイパス	山形13号国道 主税坂	福島6号国道 新地
アスファルト量		7.00	3.26	3.74	4.56	4.19	4.54	3.63
		0.45 (16)	0.20 (12)	0.50 (18)	0.17 (12)	0.50 (21)	0.25 (28)	0.50 (31)
粒 度 分 折 %	10mm 通過率	6.02	5.78	5.98	5.54		6.65	6.28
		14.8 (16)	5.9 (12)	4.3 (18)	10.7 (12)		9.8 (8)	18.2 (31)
	2.5mm "	4.10	2.75	4.15	3.53		4.78	3.51
		13.4 (16)	3.9 (12)	4.4 (18)	6.9		11.6 (8)	14.4 (31)
	0.074mm "	7.7	1.2	4.5	3.4		3.4	4.6
		2.8 (16)	1.1 (12)	0.3 (18)	3.0 (12)		0.4 (8)	5.9 (31)
	密 度 ρ/cm^3	2.16	2.36	2.19	2.19	2.40	2.24	2.30
		0.06 (16)	0.11 (32)	0.06 (30)	0.08 (16)	0.05 (21)	0.02 (35)	0.04 (25)
マ ー シ ヤ ル 試 験	安 定 度 Kg	426	283	315	432	626	427	890
		119 (16)	173 (32)	90 (30)	171 (16)	438 (21)	194 (32)	378 (30)
	フ ロー 値 1/100 cm	20	41	20	24	23	24	26
		10 (16)	45 (32)	8 (30)	17 (16)	8 (21)	8 (32)	11 (30)
	空 隙 率 %	11.3	7.1	9.5	8.4	4.5	9.6	4.6
		2.6 (16)	4.1 (32)	2.2 (30)	3.5 (16)	2.5 (21)	0.9 (35)	3.5 (25)
	飽 和 度 %	44.3	49.2	43.9	53.8	67.0	50.6	52.7
		6.4 (16)	15.1 (32)	6.3 (30)	8.6 (16)	12.3 (21)	2.6 (35)	25.3 (25)

注) 数字は上段平均値、下段範囲および(試験個数)試験個数は $\bar{X}-R$ 管理図のあるものでは $\bar{X}$ を1個とした。

表 2.5 建設省における管理データ

関 東		北 陸	中 部					九 州	
大 宮		石 川	名古屋国道（名岐バイパス）					八 代	
17号吹上バイパス	8号金沢	新川春日地区	春日五丁目	堀越～新川	丹陽地区	伝法寺九日市場	二見地区	袋地区	
3.59	4.14		4.13		4.02		4.36	4.6	
0.19 (17)	0.30 (36)		0.17 (16)		0.40 (5)		0.58 (30)	0.4 (24)	
7.04	7.20		6.62		7.09		8.71	9.57	
21.0 (17)	14.0 (36)		16.9 (16)		8.2 (5)		19.1 (30)	8.9 (24)	
4.33	4.20		4.42		4.59		4.81	3.85	
1.29 (17)	1.30 (36)		1.30 (16)		5.1 (5)		11.4 (30)	5.8 (24)	
1.6	7.2		4.9		5.0		3.5	4.2	
0.3 (17)	4.0 (36)		1.8 (16)		0.8 (5)		1.1 (30)	1.7 (24)	
2.21	2.31	2.26		2.31	2.26	2.22	2.27	2.25	
0.09 (17)	0.02 (11)	0.10 (19)		0.03 (22)	0.10 (10)	0.08 (24)	0.11 (30)	0.08 (24)	
63.5	6.11	4.75	5.9	8.17	7.51	6.15	9.49	6.34	
3.54 (17)	1.55 (11)	1.24 (19)	1.88 (30)	1.92 (22)	3.48 (10)	2.20 (24)	4.37 (30)	1.17 (24)	
2.5	2.6	2.2	2.3	2.4	2.7	2.8	3.5	2.6	
1.2 (17)	2 (11)	6 (19)	5 (30)	7 (22)	5 (10)	11.6 (24)	1.3 (30)	5 (24)	
12.0	6.1	9.2	11.8	6.8	9.4	11.0	7.9	8.7	
7.0 (17)	0.5 (11)	4.2 (19)	0.8 (30)	1.0 (22)	4.1 (10)	3.9 (24)	4.6 (30)	2.6 (24)	
3.92	5.99	4.82	4.18	5.70	4.87	4.46	5.51	5.33	
16.1 (17)	3.1 (11)	1.30 (19)	1.9 (30)	5.0 (22)	9.0 (10)	10.2 (24)	1.47 (30)	9.3 (24)	

		名岐バイパス	北海道 開発局	名四道路	アスファルト 舗装要綱 基層用粗 粒度アスコン	AASHO 道路試験
粒 度 %	50 μ	—	100	—	—	—
	40	—	95~100	—	—	100
	30	—	—	100	—	—
	25	100	—	75~100	100	95~100
	20	70~100	—	60~90	75~100	90~100
	10	50~90	—	40~75	45~70	15 μ 80~100
	5	35~75	—	—	30~50	55~100
	2.5	2 μ 25~50	10~30	20~50	20~35	2 μ 40~80
	0.6	0.4 μ 15~20	—	5~30	5~20	0.4 μ 10~30
	0.15	—	—	—	2~8	—
摘要		5~10	2~7	0~8	0~4	5~9
						サブベース材料 に同じ

表 2-6 示様各に示された粒度範囲

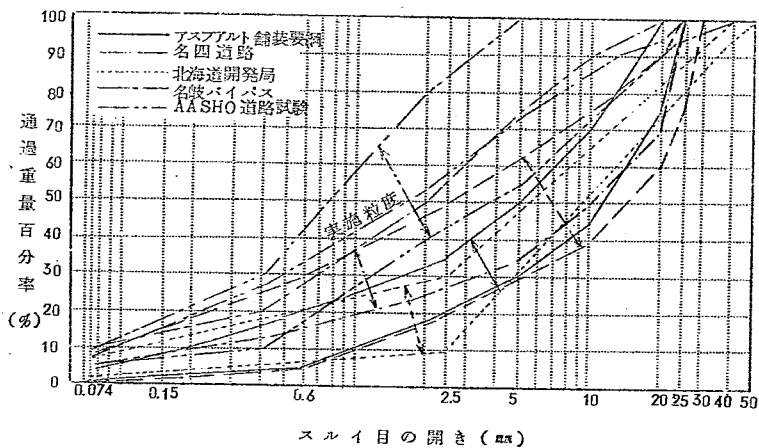


図 2-1 仕様示された粒度

地 名	アリゾナ	コロラド	デラウェア	カンサス	ネブラスカ	ネバダ	ニュー メキシコ	テキサス	バージニア	ワシントン
液性限界 $\%$						<25				<25
塑性指数	NP		NP			< 6	NP	<4	NP	< 1
許容含水比 $\%$		<2		<0.5	<2	< 3	0.5~1		0.5	
粘土分 $\%$									<10	
安 定 性				25サイクル >0.85						
ロサンゼルス スリヘリ				<45		<45				
減 量 $\%$										
吸 水 率 $\%$				<4						

表 2.7 材料の塑性などに関するアメリカの規定例⁽²⁾

(2) 歴巻材料

(i) 種類

ヨーロッパの例ではすべてがストレートアスファルト、アメリカでは 13 州のうちアスファルト乳剤 (SS-1) が 2 例、カットバックアスファルト (SC-4) が 1 例のみで他はすべてストレートアスファルトを使用している。建設省では秋田、岩手、徳島の各工事事務所でアスファルト乳剤の使用が 1 例ずつあるのみで、カットバックアスファルトやタールは皆無である。東京都はアスファルト乳剤を使用している。

総括的に見ればストレートアスファルトの場合針入度は 80~100 がもっとも多い。フランスで 180~200 pen、アメリカ・ネブラスカ (細砂使用) 200~300 pen、アリゾナ (blow sand 使用)、コロラド (pit run) 120~150 pen、デラウェア (砂とスクリーニングス)、ニューメキシコ (砂) 60~70 pen、仙台 60~80 pen、金沢 120~150 pen のほかはすべて 80~100 pen である。

(ii) 使用量

アスファルトの使用量は骨材の粒度などによってきまることであるが、混合物の安定度の規格値を低くきめているため表層のアスファルト混合物に比べて 2~3 % 少ない。アメリカの例は細粒骨材が多いため 4~6 % の

範囲にあるが、そのほかはすべて3～4.5%の範囲におさまっている。使用量をはじめに規定している例もあるが、粒度の規定を細分比する必要があるだろう。

(3) 配合設計における基準値

六
外

アスファルト処理基層に生じる応力が表層に比べて小さいことは明らかで、当然その強度特性は表層より劣ってよい。その程度は走行する自動車の荷重と重量、および表層厚などによって変わるべきであろうが、それぞれのケースごとに基準を設けた例は少ない。

アスファルト処理混合物は従って表層よりアスファルト量を減じており、粒度もあまり調整しない場合、締固めた混合物の骨材間ゲキ量は大きくなり、マーシャル安定度は小、フロー値、空ゲキ率は大、飽和度小となる。各国各例における基準は表2.8のようである。

八代工事々務所の例を除けば、重交通道路で表層厚が十分な場合、アスファルト処理層のマーシャル安定度は350Kgの規格値で十分と思われる。フロー値の下限は混合物に塑性を要求するために必要で、弾性変形と温度変化が表層より小さいことから、その大きさは表層混合物より小さくてよい。空ゲキ率は表層より下方における温度変化と圧密の進行との小なること、およびアスファルトの老化に対する条件がゆるやかであることから、ほゞドイツの規格に近い値をとり、飽和度は空ゲキ率とアスファルトの一般的な使用量とからきまってくる。残留安定度は極端になめらかな表面をもった骨材や有害質のシルト分をもった骨材を除外するために規定する意味がある。これらの考慮のもとに、本報告における配合設計のための暫定基準を下記の通りとする。

マーシャル安定度 Kg		> 350
フロー値	1/100 cm	10 ~ 40
空ゲキ率	%	2 ~ 12
飽和度	%	40 ~ 80
残留安定度	%	> 75
(60°C 2日水浸)		

		オーストリア				デンマーク		ドイツ(4)			
		軽交通	中交通	重交通	超重交通	下 層	上 層	軽交通	中交通	重交通	超重交通
安定度 K_p		150	200	250	300	>325	>450	>200	>200	>300	>300
フロー値 100 cm		10~40	10~40	10~40	20~40	10~40	10~40	10~40	10~40	10~40	10~40
空ゲキ率 %		3~10	3~10	3~10	3~10	4~12	4~10	A 2 ~ 20 B 2 ~ 16 C 2 ~ 12		A 2 ~ 16 B 2 ~ 12 C 2 ~ 10	
飽和度 %											
								A : 2.0 mm以上 0~20% B : " 20~40% max size 45 mm C : " 60~80% "			
イタリー		オランダ	スイス		(2) アメリカ デラウェア	名四国道 名岐パイ バス	八代工事	北海道 開発局	(2) Mr. Son deregger (39.53)	Mr. Son deregger (39.73)	
A	B		A	B							
350	300	150~350	250	350	180	>350	>650	>250	>340	>360	
45	45		40	45	50	20~40	20~40	20~40	<40	<40	
3~5	5~10	6 ~ 10	3~10	3~8	5 ~ 7	<13	<15	4 ~ 9	4~7		
					65~75	>40	>40				55~75
			破碎材を 含まない 砂利・砂	35%以上 の破碎材 を含む		現場 CBR > 70 (20~25°C)		残留安定 度 > 80 %	残留安定 度 > 75 %	1日水浸 残留安定 度>75%	

表 2.8 マーシャル安定度試験の基準値 (3)

(4) 舗装の構成

アスファルト処理層の上には必ず1～2層の表層あるいは基層と表層とが舗設される。アスファルト処理層または路盤の締固めのために表層舗設前に交通に開放することはあっても、重交通のもとでは早期に何等かの破壊を生じる恐れがある。軸荷重によってアスファルト処理層に生じるせん断応力は表層厚の大小によって大きさが異なるから、混合物がマッシュヤル安定度の規定を満たしていても、交通荷重の大きい道路では表層がうすい場合アスファルト処理層にせん断破壊をもたらすことも起りうる。

建設省の例(表2.3)と表2.9～2.10とにより、表層厚とアスファルト処理層厚との実例を図2.2のように比較した、また厚さに対して設けられた規定は表2.11のようである。これらによりわが国の従来の施工例では表層厚は十分であるが、アスファルト処理層厚はやや小さ目であることが知られる。これを厚くするためには、骨材の最大粒径を大にし、粒度調整も行き過ぎないようにするなど経済性を高める処置が必要であらう。

(5) アスファルト安定処理層の効果

AASHTOの道路試験以来、粗粒材料に何等かの添加物を加えて処理した路盤または基層材料は、舗装の耐久性を著しく向上させることが認識され、結果的には処理した層は処理しない層の何倍かの厚さに匹敵するとして厚さの等価値(または等価厚比)という考え方が一般化された。この値は純理論的に導かれるものではなく経験を主とするものであるから、経験が集積されれば次第に修正されて行かなければならない。アスファルト処理層に対する等価値はアメリカにおいては表2.12のように各州で異なった値がとられている。これらはAASHTO道路試験の結果以前のものでソンデレガー氏書簡によれば現在この値は2～3としており、交通荷重が軽～中程度で気候がおだやかな場合、少なくとも3に、日本の場合なら2.5に考えてよく、バインダーミックスを用いるなら3にすべきだとしている。

AASHTOの道路試験の結果をそのまま、あるいは結果を利用して理論的、実験的に求めた各材料の舗装厚指数は表2.13のようである。碎石の舗装厚指数を1としたとき各々の指数の比は厚さの等価値となる。アスファルト処理混合物の等価値は約2であるが、これはアメリカの例に比較しても妥当な値であらう。

表 2.9 文献(3)による舗装の構成(単位 cm)

国名、地名	ベルギー			フランス		ドイツ		イタ	
	リージュ	Hainaut	Brabant	Lyon	Estérel	フランクフルト	ハンブルグ	標準	Bologna -Florence
アスファルトコンクリート	3 4	3 4	4 4	4	3 5	3.5 8	3 6	3 4	3 4
アスファルト安定処理	6	6~24	7	15	15	18	16	10~15	10
粗粒材料	35	—	26	50	15~35	50~70	36	10~50	20~35
その他材料	シエール 50	リンセグリート 不定	砂 30	—	15	—	—	—	—
合計	98	—	71	69	53~73	79.5~99.5	61	—	—

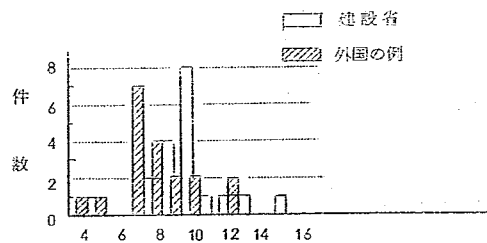
リ			スイス		アメリカ				
Sarravalle -Milan	Florence	Genova		ジョージア	カンサス	ケンタッキー	ミネソタ	ノース カロライナ	オクラホマ
3 4	7	4 4	7	4 4	10	4 4.5	25 7.5	2.5 2.5	4 7.5
14	15	10	11	13	28	15	7.5	15	20
水マカ 10	35	30	60	20	—	33	20	18~30	35
砂利、砂 50	—	—	—	—	—	—	—	—	—
80	57	48	78	41	38	56.5	37.5	38~50	66.5

表 - 2 - 10 アメリカにおける舗装の構成例(2)

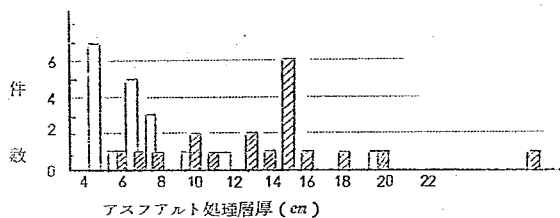
単位 cm

州 名	アリゾナ	コロラド	デラウェア	カンサス	ネブラスカ	ネバダ	ニューメキシコ
交通量 台/日	5,000	1,000	3,400	1,850	410	11,241	110
トラック混入率%	—	20	21	23	27	3	40
表層・基層	6	2.5	—	5	5	1.3 6.5	1
アスファルト安定処理層	13	10	16.5	18	7.5~10	7.5	4
路 盤	セレクト 10~25	10~20	—	—	—	セレクト 28	セメント処理 15 セレクト 10~25
路 床	A-3, A-6	A-4, A-6, 7	細砂	—	細砂	—	A-4, A-6
ペンシルベニア	南カロライナ	南ダコタ	テキサス	バージニア	ワシントン		
—	8,500	360	8,850	5,219	8,400		
—	16	13.3	10	台数 261	10		
5	2.3 3.5	1	1	4 4	4 6.5		
20	25	16.5	13	10	10		
15	—	—	セメント処理 15	15	11.5		
細粒土	砂	砂丘砂	砂質粘土	A-4	砂, シルト質砂		

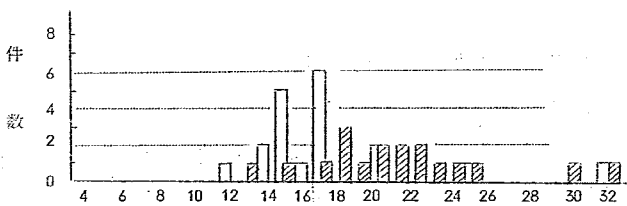
図一 2-2 加熱混合の層厚の比較



アスファルト処理層より上の層厚 (cm)



アスファルト処理層厚 (cm)



アスファルト加熱混合物合計厚 (cm)
(表層からアスファルト処理層までの合計)

表 2.1.1 アスファルト処理層の厚さに対する規定

交通量の区分	オーストラリア (5)				ドイツ (Rubit 60) (4)		
	軽	中	重	超重	軽	中	重
全交通量 *1 (24時間)	<1,000	1,000~3,000	3,000~6,000	>6,000	<1,000	1,000~3,000	3,000~6,000
重量車 *2 混入率%	< 5	5 ~ 10	10 ~ 20	> 20	< 5	5 ~ 10	10 ~ 20
重量車台数	—	—	—	—	< 50	50 ~ 300	300 ~ 1,200
表層厚 (cm)	2	3	7	> 8	< 3	3 ~ 5	5 ~ 8
アス処理層厚 (cm) *3	10	12	15	18	5 ~ 10	10 ~ 15	12 ~ 18
合計厚 (cm) *4	12	15	22	> 26	< 8 ~ 13	13 ~ 20	17 ~ 26

超重	イギリス (RRL) (5)				オランダ (8)		
	150~450	450~1,500	1,500~4,500	> 4,500	中	重	超重
>6,000	—	—	—	—	1,000~3,000	3,000~4,000	> 4,000
> 20	—	—	—	—	5 ~ 10	10 ~ 20	> 20
>1,200	—	—	—	—	—	—	—
> 8	5 ~ 7.5	7.5	10	10	3	5	7
16~20	15	20	20	25	14	15	15
>24~28	20~22.5	27.5	30	35	17	20	22

注) *1. イギリスの場合、非貨載量 1.5 t 以上、二方向

*2. ドイツの規定には積載荷重 (Nutzlast) 4 t 以上の貨物自動車、二方向、年平均、オランダでは輪荷重 3 t 以上

*3. イギリスの場合必ずしもアスファルト処理層ではない。

*4. 規定には設けていない

表 2-12 . アメリカにおけるアスファルト処理層の等価値(2)

州 名	厚さの等価値
コ ロ ラ ド	3
イ リ ノ イ	2.5
ア イ オ ワ	1.5
ケンタッキー*	2
メ イ ン *	2
メリーランド*	2
ミネソタ	2
ミゾーリ*	1.5
ネブラスカ	3
ニューメキシコ	1.5
ノースカロライナ	2
ノースダコタ	3
オクラホマ	1.25
オレゴン*	2
テキサス	コヒシヨメータ値によつて かえる。
ヴァージニア	1.5
ウイコンシン	2.5

* 1962年末現在で未確定

	マーシャル安定度 一軸圧縮強度 CBR		舗装厚指数	厚さの 等価値
	規 格 値	管 理 値		
表 層				
現場混合（低安定度）			0.20	1.4
中央混合（高安定度）	680~1130 Kg	900 Kg	0.44 ¹⁾	3.1
サンドアスファルト			0.40	2.8
ベースコース				
サンドグラベル			0.07 ²⁾	0.5
砕 石	>75%	52~160% 平均107.7	0.14	1.0
セメント処理（7日強度）				
650 psi以上	>45 Kg/cm ²	平均59 Kg/cm ²	0.23 ²⁾	1.6
400~650 psi	28~45		0.20	1.4
400 psi以下	<28		0.15	1.1
歴青処理				
粗 粒 式		748 Kg	0.30 ²⁾	2.1
サンドアスファルト			0.25	1.8
石灰処理			0.15~0.30	1.1~2.1
サブベース				
砂まじり、砂利	<60%	28~51% 平均34.7	0.11 ¹⁾	0.8
砂または砂まじり粘土			0.05~0.10	0.4~0.7

注 1) AASHO 道路試験の結果

2) AASHO の結果より判定、1) ほど正確でない。

表 2.1.3 AASHO の結果による舗装材料の等価値⁽⁶⁾

(6) W.J.Liddle: Application of AASHO Road Test Results to the Design of Flexible Pavement structures, International, Conference on the Structural Design of As. Pav. Proc. 1962

(6) 考 察

(i) 骨材の最大粒径

表層用骨材の場合、最大粒径は安定性と施工性を考慮して一般に層厚の $\frac{1}{2} \sim \frac{3}{4}$ とされているが、基層の場合仕上り表面のキメは問題にされないの
で、施工が可能な限り大きくする方が材料の利用度を高めることになる。
北海道開発局では統一的な仕様によりアスファルト処理層厚は60mmであ
るが、最大粒径は30mmをこえるとき材料の分離が起きやすいとしている。
この例や一般的な層厚と最大粒径との関係から、アスファルト処理用骨材
の最大粒径は層厚の%程度まで大きくすることが適当であろう。

東名道路におけるアスファルト処理層厚は15cmとし、7.5cmの2層仕
上げとすれば最大粒径は45mm($7.5 \times 60\%$)となり40mmは十分な大きさである。

(ii) 粒 度

アスファルト処理では、表層アスコンに比べて広い粒度範囲のものが利
用されており、各粒径ごとに範囲を規定する必要はないようだ。しかし主
として施工性を考慮して0.075mm通過量と、所要アスファルト量範囲を
低くおさえるために2.5mm通過量とを規定する開発局の仕様は適当だろう。
使用アスファルトの針入度、細粒分の塑性などによっても変るが図2.1に
よれば0.075mm通過量は0~10%である。

(iii) 塑 性

細粒分の塑性が大きいときアスファルトによる骨材粒子の被ふくは十分
に行なわれない。サンドピッチューメンの場合 $PL < 10$ 、できれば < 6
がよく、またソイルピッチューメンで $PI = 12 \sim 15$ では混合性が劣るとし
ている。⁽⁷⁾各鼓バイパスにおいて各種の土を含む材料について試験した結果
は、Pen 80~100のアスファルトを使用した場合、粗粒度アスコンの粒
度で $PI = 12 \sim 13$ までは施工の可能性があるとしている。実際に用いた
材料は $LL = 22 \sim 28$, $PI = 3 \sim 9$ であった。⁽⁸⁾AASHTO道路試験では $PI =$
0~6の材料であった。⁽⁹⁾

(7) Highway Engineering Handbook, Mc Graw Hill.

(8) 安部, 金井: 新名岐国道(22号国道バイパス)の施工, 土木施工5-3, 1964-3

(9) The AASHTO Road test, H. R. B. Spechal Report 61 B, E

(ウ) アスファルトの針入度

ストレータスファルトの針入度は一般に表層と同程度のものがえられるが、傾向的には細粒の骨材ほど大きいものを使用される。特に—200#
量が多くなれば混合性に影響する。名岐バイパスではシルト分 10% 以上
の場合 120~150 pen, 5~10% で 80~100 pen, 5% 以下で 60~
80 pen がそれぞれ適当であるとしている。また骨材の含水量が大きい
場合に針入度の大きいものが混合性に好結果を与えるとの報告¹⁰⁾がある。

(V) 配合設計の基準値

建設省の施工例(表 2.5)において、安定度の暫定基準値に満たないものは 16 例中 2 例に過ぎず、フロー値その他の値においてもほぼ基準範囲内にあることが知られる。北海道開発局(表 2.4)においても同様で安定度
に 2.3 満たない例が見受けられるが、そのほかはいずれも基準範囲内にある。

残留安定度については明確な根拠はなく、表層混合物に対する道路公団の規定をそのまま準用する。48 時間水没はきびし過ぎるとする意見もあり、ソンドレガー氏の提案は 24 時間水没である。

(vi) アスファルト処理層の効果

AASHTO 道路試験におけるアスファルト処理層の等価値は約 2 であるが、このとき混合物のマーシャル安定度は約 750 Kg である。かりにこれより安定度の低い混合物を使用するときは等価値はてい減しなければなら
ないと考える。AASHTO 道路試験の結果およびその他の報告を考慮してアスファルト混合物のマーシャル安定度と等価値との関係を図 2.3¹¹⁾の
ように表わした。

アメリカの例(表 2.12)ではマーシャル安定度の規格値が明らかでない
ので、この相関関係は確認できないが、テキサス州で等価値をコヒー
ジヨメータ値によって変えている例もあって、図 2.3 をアスファルト処理混
合物の暫定的な等価値として利用することができるだろう。

10) 松久 勉：名四道路アスファルト安定処理工について(IX2), 道路 1963-7, 8

11) 竹下春見：積雪寒冷地のアスファルト舗装について, アスファルト 7-40, 1964-10

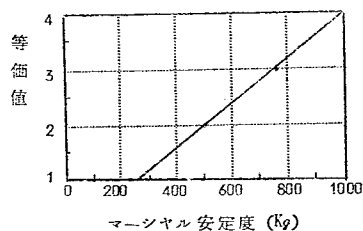


図 2.3 アスファルト混合物の等価値(竹下)

3. アスファルト処理混合物の安定度試験

(1) 試料の採取

静岡県金谷町のやゝ西南に位置する牧之原台地、磐田市近郊の磐田台地および浜名湖の東、浜松市との間の三方ヶ原台地それぞれの一帯はいずれも更新世第2階の洪積層で下部には貝化石を含む青い粘土または細砂をおくところもあるが上部は砂利層である。

試料の採取は東名道路計画路線沿いで、それぞれの台地の縁部で砂利層の露出している箇所をえらび図 3.1 に示す3箇所を実施した。採取の状況は写真-1～6の通りである。

砂利層の露出面で細粒分の雨水による流失等が考えられるので表面からの採取をさけるようにした。土取場を利用した広い跡の三方原では粒度のバラツキを見るために三箇所から採取した。

三種類の試料名はそれぞれ牧之原、磐田、三方原とする。採取量はいずれも500～600Kgである。

(2) 骨材の物理試験

三種類の試料の各々について比重、吸水量、スリヘリ減量、粒度分析、塑性の各試験を行なった。

採取 個所	粒 径 ^{mm}	比 重 $\rho/\text{g/cm}^3$			吸水量 ^g	ロサンゼルス スリヘリ減量 ^g
		見 カ ケ	カ サ	補 正		
三 方 ヶ 原	25 ~ 20	2.66 (0.01)	2.46 (0.01)	2.58 (0.0)	2.8 (0.2)	43.2
	20 ~ 10	2.66 (0.01)	2.45 (0.05)	2.58 (0.03)	3.3 (0.7)	
	10 ~ 5	2.67 (0.01)	2.42 (0.03)	2.56 (0.0)	3.9 (0.6)	
	5 ~ 2.5	2.68 (0.01)	2.40 (0.04)	2.56 (0.01)	4.3 (0.8)	
	2.5~0.074	2.63 (—)	2.36 —	2.52 —	4.4 —	
	0.074 以下	2.65 (0.01)	—	—	—	
磐 田	25 ~ 20	2.66 (0.02)	2.51 (0.02)	2.60 (0.02)	2.2 (0.1)	33.2
	20 ~ 10	2.67 (0.0)	2.48 (0.02)	2.58 (0.01)	2.8 (0.3)	
	10 ~ 5	2.67 (0.01)	2.44 (0.05)	2.58 (0.02)	3.7 (0.8)	
	5 ~ 2.5	2.68 (0.03)	2.35 (0.02)	2.54 (0.01)	5.1 (0.4)	
	2.5~0.074	2.62 (—)	2.41 —	2.54 —	3.3 —	
	0.074 以下	2.68 (0.0)	—	—	—	
牧 の 原	25 ~ 20	2.65 (0.0)	2.36 (0.08)	2.52 (0.05)	4.6 (1.2)	40.4
	20 ~ 10	2.65 (0.0)	2.33 (0.02)	2.51 (0.02)	5.2 (0.6)	
	10 ~ 5	2.66 (0.4)	2.28 (0.06)	2.50 (0.03)	6.2 (0.8)	
	5 ~ 2.5	2.68 (0.2)	2.24 (0.04)	2.48 (0.03)	7.0 (1.2)	
	2.5~0.074	2.65 —	2.40 —	2.55 —	3.9 —	
	0.074 以下	2.66 (0.0)	—	—	—	

注 1) 20~10, 10~5, 5~2.5の粒径の見かけ, カサ比重および吸水量は3個の測定値の平均(範囲)。

2.5~0.074の粒径は1個の測定値

他の比重, 吸水量の値は2個の測定値の平均(範囲)

- 2) ロサンゼルススリヘリ試験の試料粒度は J I S A 1 1 2 1 に規定する
粒度区分 A による。

表 - 3 - 1 骨材の物理試験結果

比重、吸水量、スリヘリ減量の試験結果は表 3.1 のようである。比重が比較的小さく、吸水量、スリヘリ減量も大きいが路盤材料としては十分である。補正比重とは見かけ比重とかさ比重との平均的な値である。このような吸水量の大きい骨材の場合、締固めたアスファルト処理混合物の空ゲキ率の計算に見かけ比重をそのまま用いるときは過大な結果を与える傾向にある。これは吸水量と吸アスファルト量とが相違することによるが、このため特別な試験方法によって求めた有効比重 (effective specific gravity) を用いることがある。ここでは特別な試験を行わずに吸アスファルト量が吸水量の 60% に相当すると考えて次式によって求めた値を補正比重とした。

粒度分析の結果は表 3.2、図 3.2 の通りである。全般的に粒度曲線はなめ

$$\text{補正比重} = \frac{A}{\frac{B}{1 + \frac{\omega \times 0.6}{100}} - C} \quad \rho / \text{cm}^3$$

ここに
 A = 乾燥骨材重量 (ρ)
 B = 表乾骨材重量 (ρ)
 C = 水中重量 (ρ)
 ω = 吸水量 (%)

らかで 10 mm 以下ではいずれもほぼ一致している。アスファルト処理混合物の最大粒径を仮に 40 mm とすれば、オーバーサイズの量は三方原 I、牧之原では 1.5%、比較的粗い部分の三方原では 5.0% にも達している。平均的には 3.0% 位であるがオーバーサイズ分については何等かの処置が必要になる。

ふるい分けは乾式によったが、0.075 mm 通過分は別に洗い試験によって求めた。結果は表 3.2 の最下欄に示す通りであるが、牧之原が比較的大きな値を示している。

420 μ フライ通過分の塑性試験結果は表 3.3 に示した。牧之原骨材の塑性指数が大きい。

表 3.2 粒 度 分 析 の 結 果

フル目 mm		三 方 ケ 原							磐 田				牧 之 原				
		Ⅰ				Ⅱ			Ⅲ								
		1	2	3	平均	1	2	平均		1	2	3	平均	1	2	3	平均
通 過 重 量 百 分 率 %	00	—	97.3	—	99.1	—	—	—	84.3	95.1	86.7	85.2	89.0	100	—	100	100
	80	100	97.3	100	99.1	100	100	100	84.3	93.4	86.7	85.2	88.0	97.8	100	94.3	97.4
	60	98.8	93.0	98.1	96.6	88.7	86.2	87.5	62.2	89.9	83.5	80.8	84.4	94.2	99.2	93.5	95.6
	50	94.5	91.5	95.1	93.7	83.6	80.8	82.2	60.1	82.6	79.7	70.7	77.7	90.1	94.5	90.6	91.4
	40	86.9	85.1	86.2	86.1	74.9	71.9	73.4	53.0	74.7	71.7	64.6	70.3	83.4	87.5	82.4	84.4
	30	77.1	77.5	77.9	77.5	66.6	65.3	66.0	49.7	66.7	64.6	57.4	57.4	76.5	80.8	77.4	78.2
	20	56.6	60.8	56.8	58.1	51.7	52.9	52.3	42.1	49.4	52.4	45.6	49.1	62.5	66.0	62.9	63.8
	10	30.2	37.1	31.8	33.0	31.9	33.8	32.9	32.3	34.1	37.8	31.6	34.5	44.2	43.9	42.4	43.5
	5	17.2	24.1	19.4	20.2	19.2	20.3	19.8	24.2	25.2	28.3	23.5	25.7	29.9	29.2	28.2	29.1
	2.5	11.4	16.6	13.1	13.7	12.4	13.2	12.8	18.3	20.3	23.0	19.0	20.7	20.3	19.8	19.6	19.9
	1.2	8.6	12.5	10.3	10.5	10.0	10.3	10.2	14.4	17.6	19.9	16.6	18.3	15.0	15.2	14.8	15.0
	0.6	6.3	9.1	7.6	7.7	8.0	8.1	8.2	9.4	13.0	14.4	12.4	13.6	9.6	9.8	10.0	9.8
0.3	3.8	5.4	4.2	4.5	4.0	4.2	4.1	3.8	4.7	5.5	5.1	5.1	5.8	5.8	6.2	5.9	
0.15	2.0	2.8	2.0	2.3	1.9	2.1	2.0	1.8	2.1	2.0	2.4	2.2	2.9	3.3	3.9	3.4	
0.074	1.3	1.7	1.2	1.4	1.0	1.5	1.3	1.0	1.4	1.5	1.3	1.4	2.1	1.6	2.6	2.1	
洗い試験による 0.074 mm以下		2.6			—			—					3.4	6.3			

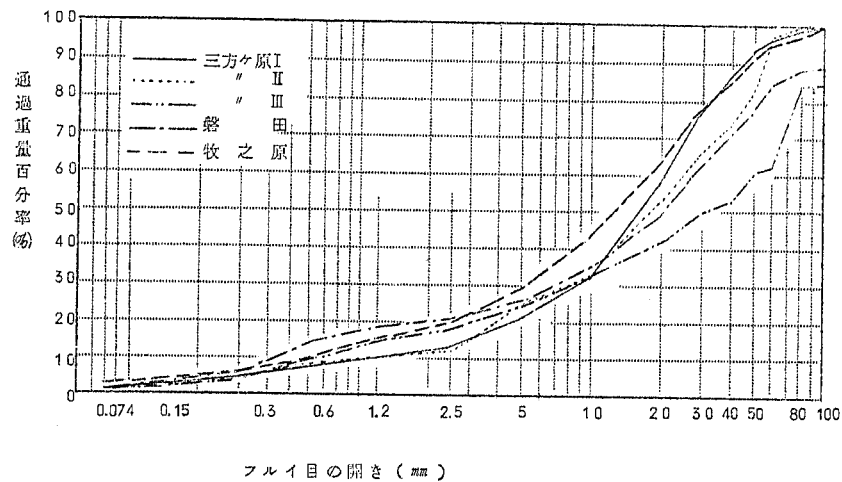


図 3 - 2 採取試料の粒度

	L L %	P I
三方ヶ原	—	N P
磐田	—	N P
牧之原	4 1. 5	2 1. 7

表 3. 3 塑性試験の結果

(3) 基準アスファルト量の決定

(i) 概要

三種類の骨材を用いたアスファルト処理混合物各々の基準アスファルト量をマーシャル安定度試験と 2—3 節における暫定基準とにより決定する。骨材の最大粒径は 4 0 mm であるが、マーシャル試験では置換により 2 5 mm とし、細粒分に砂、石粉などを添加していない。空ゲキ率、飽和度の計算には骨材の見かけ比重と補正比重とを用いた。

(ii) 試料の準備

骨材は各フルイでふるい分け 4 0 mm をこえる部分は一部破砕口の間ゲキを 3 0 mm に調節したクラツシャ（シングルトツグル 5 1 0 × 2 3 0 mm、3 0 0 rpm、1 9 KW 大塚鉄工 K K）で破砕した。4 0 mm 以下の各骨材の平均粒度と、2 5 ~ 4 0 mm の部分を 5 ~ 2 5 mm で置換した結果は図 3. 3 のようである。破砕骨材の粒度は図 3. 4 に示したが、4 0 mm 以下について同様な置換を行ない原粒度に合わせて破砕しない骨材と混合した。

アスファルトは表層と同種のもので針入度 6 0 ~ 8 0 としたが、物理性状は表 3. 4 の通りである。

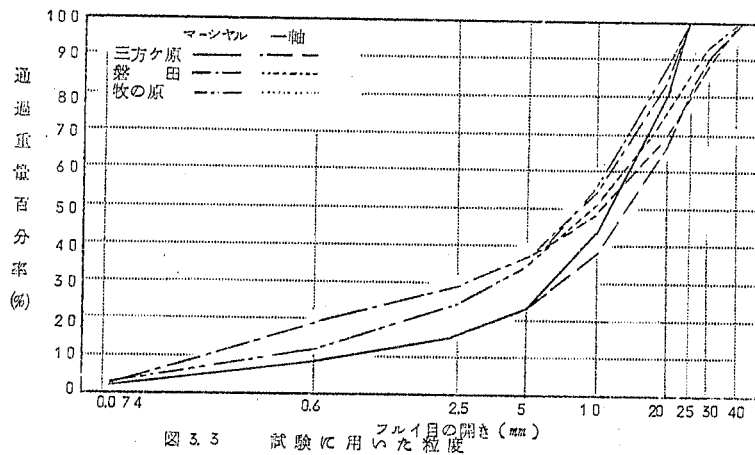


図 3.3 試験に用いた粒度

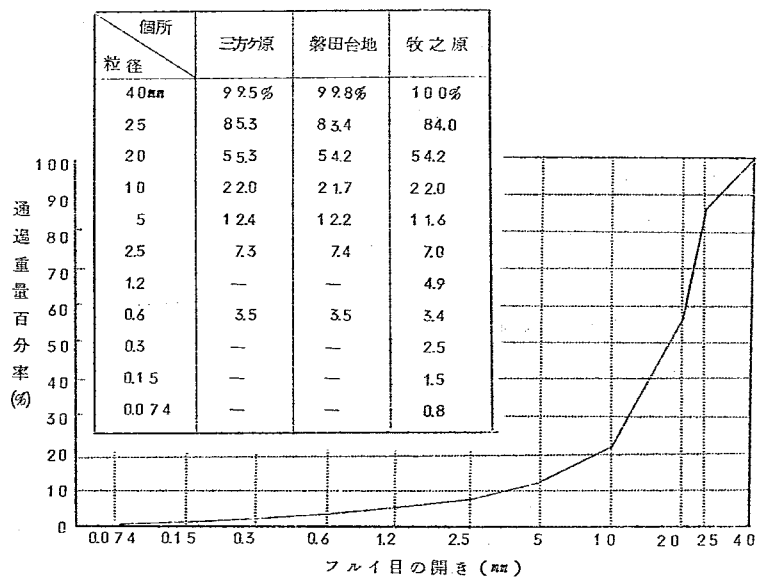


図-3.4 破碎骨材の粒度

種 類	60～80
比 重	1.025
針 入 度 25℃	66
軟 化 点 ℃	51.8
伸 度 10℃ cm	25
蒸 発 量 %	0.49
引 火 点 ℃	244

表 3.4 使用アスファルトの物理性状

(四) 試験方法

各粒径部分にふるい分けた骨材は各々の平均粒度に合わせて再配合を行った。骨材加熱温度は170℃とし混合温度150℃、締固め温度140℃はアスファルトの粘度試験の結果より決定した。

アスファルト量3～5.5%の0.5%きざみで8個ずつの供試体を作り、4個は60℃に2日間水浸した。

締固めた供試体の密度測定にはパラフィン被覆を行わずにカサ密度を採用した。試験方法の詳細はASTM D1559-60Tに従った。

iv) 試験の結果

マーシャル試験の結果は表—3.5～3.7の通りであるが、アスファルト量に対して各測定値を示せば図—3.5～3.7のようである。

安定度の大きさを比較すれば牧之原、磐田、三方原の順になる。これは牧之原、磐田の粒度はほぼ舗装要綱の粗粒度に同じが、三方原は更に粗なオーブン粒度であることやまた0.074mmフルイ通過分が安定度の大きさの順に少なくなっていることなどによる違いであろう。

水浸安定度はいずれにおいても大きな相違はないが、残留安定度とした場合、牧之原で小さな値になる。これは0.07mm以下の性質によるところが大きい。

フロー値のアスファルト量による変化は三方原、磐田で小さく、牧之原が大きい。これは0.074mm以下の量によると考えられる。

密度は三方原、磐田、牧之原の順でアスファルト量による変化が大きくなり、かつ締めりにくくなって密度は小さく空ゲキ率は大きくなる。

2—3節の基準値を満足するようなアスファルト量範囲をグラフから読み取り下記のように示した。

	三方原	磐田	牧之原
安定度 > 350kg	3.5%以上	—	—
フロー値 10~40	—	—	5%以下
空率 2~12%	3.25%以上(—)	4.0%以上(—)	5.75%以上(4.5%以上)
飽和度 40~80%	3.5%以上(3%以上)	3.75%以上(3.25%以上)	4.75%以上(4.25%以上)
残留安定度 > 75%	—	—	疑問

注) 括弧内は補正比重によつたもの

安定度は三方原のアスファルト量3%を除いてすべて満足され、フロー値は牧之原のアスファルト量が多い場合を除けば他は適当である。空ゲキ率、飽和度の計算に補正比重を用いた場合、基準の条件はいくぶん緩和されることになる。基準アスファルト量は最終的には現場の施工性を考慮した上で決定されるが、一応次のような値をとることとする。

三方原	3.75%
磐田	4.25%
牧之原	5.0%

アスファ ルト量 %	水浸の有無	厚さ mm	重量 g	測定密度 g/cm ³	理論密度 g/cm ³		空隙率 %		飽和度 %		安定度 Kp	フロー値 1/100 cm	残留安定度 %
					見かけ	補正	見かけ	補正	見かけ	補正			
3	—	63.4(3.5)	1028 (805)	2.25(0.07)	2.54	2.46	11.4(2.7)	8.5 (2.8)	36.7(6.0)	43.8(8.8)	235(31)	43(46)	
"	水浸	65.1(2.1)	1042 (135)	2.22(0.05)	"	"	12.6(2.1)	9.8(1.9)	34.0(4.4)	40.0(5.4)	317(151)	43(34)	135
3.5	—	64.6(1.6)	1052 (85)	2.22(0.07)	2.52	2.44	11.8(2.9)	8.9(2.9)	39.3(6.7)	46.2(8.9)	392(181)	30(18)	
"	水浸	64.1(1.4)	10635(235)	2.22(0.01)	"	"	11.6(0.3)	8.8(0.4)	39.5(0.6)	46.4(1.1)	365(81)	47(38)	93
4	—	62.6(2.1)	10605(35)	2.23(0.02)	2.50	2.42	10.8(0.7)	7.8(0.8)	44.6(1.6)	52.9(2.5)	426(169)	36(16)	
"	水浸	62.9(1.5)	10615(105)	2.22(0.02)	"	"	11.2(0.7)	8.2(1.0)	43.7(1.8)	51.4(3.3)	358(94)	46(18)	85
4.5	—	62.5(0.2)	1060 (110)	2.22(0.01)	2.48	2.40	10.2(0.5)	7.3(0.4)	48.6(1.7)	57.3(1.8)	489(206)	37(21)	
"	水浸	63.2(1.3)	10615(210)	2.23(0.04)	"	"	10.1(1.6)	7.1(1.7)	49.2(4.5)	58.0(6.4)	319(156)	44(17)	65
5	—	61.5(1.5)	10515(105)	2.23(0.02)	2.46	2.39	9.2(0.8)	6.5(0.8)	54.2(2.4)	62.6(3.1)	488(268)	36(20)	
"	水浸	61.5(2.6)	10565(95)	2.23(0.03)	"	"	9.2(1.1)	6.6(1.1)	54.2(2.2)	62.5(4.5)	390(207)	66(28)	80
5.5	—	61.8(0.8)	10465(75)	2.22(0.03)	2.44	2.37	8.9(1.2)	6.3(1.2)	57.2(3.6)	65.5(4.6)	415(116)	37(33)	
"	水浸	61.0(1.9)	1041 (235)	2.26(0.08)	"	"	7.6(3.4)	4.8(3.3)	61.7(120)	72.0(157)	323(150)	44(26)	78

注) 数字は4個の平均値、括弧内は範囲

表 3.5 三方原骨材における安定度試験結果

アスファ ルト骨 格	水浸の 有 無	厚 さ mm	重 量 g	測定密度 g/cm ³	理論密度 g/cm ³		空 隙 率 %		飽 和 度 %		安定度 Kg	フロー値 1/100 cm	残留安定 度 %
					見カケ	補 正	見カケ	補 正	見カケ	補 正			
3	—	62.2(0.8)	1081.0(15.0)	2.18(0.02)	2.54	2.46	14.3(0.9)	11.4(0.8)	31.0(1.3)	35.9(1.7)	519(256)	36(48)	
"	水浸	62.7(0.5)	1090.0(13.5)	2.17(0.02)	"	"	14.5(0.8)	11.6(0.9)	30.6(1.5)	35.4(2.2)	424(137)	42(38)	82
3.5	—	62.1(0.4)	1086.0(8.0)	2.18(0.01)	2.52	2.44	13.3(0.4)	10.5(0.4)	35.9(1.0)	41.5(1.2)	506(189)	24(10)	
"	水浸	62.0(1.0)	1084.5(12.0)	2.19(0.04)	"	"	13.0(1.7)	10.2(1.7)	36.4(3.3)	42.2(4.3)	511(37)	42(38)	101
4	—	61.8(0.6)	1086.5(12.5)	2.20(0.05)	2.50	2.42	11.8(2.1)	8.9(2.2)	42.3(3.1)	49.2(6.8)	614(217)	24(10)	
"	水浸	61.5(1.2)	1080.5(4.5)	2.21(0.04)	"	"	11.2(1.7)	8.7(1.7)	42.7(4.2)	49.8(5.5)	460(268)	50(41)	75
4.5	—	61.2(1.1)	1085.5(6.0)	2.23(0.02)	2.48	2.41	10.1(0.6)	7.4(1.0)	49.2(2.3)	55.7(3.5)	621(205)	38(21)	
"	水浸	61.8(2.8)	1087.5(18.0)	2.22(0.03)	"	"	10.6(1.3)	8.0(0.7)	47.8(3.3)	54.9(3.9)	364(63)	37(8)	59
5	—	61.4(0.6)	1083.5(11.5)	2.22(0.04)	2.46	2.39	9.9(1.6)	7.4(1.8)	51.8(5.3)	60.6(10.4)	506(119)	31(33)	
"	水浸	61.3(0.9)	1083.0(12.5)	2.24(0.02)	"	"	9.0(0.9)	6.4(0.9)	55.0(2.5)	66.2(5.5)	411(200)	37(10)	81
5.5	—	60.8(4.3)	1080.0(9.0)	2.24(0.01)	2.44	2.37	8.2(3.2)	5.6(3.5)	60.0(10.4)	68.7(14.6)	572(212)	26(3)	
"	水浸	60.6(1.8)	1085.0(43.5)	2.25(0.02)	"	"	7.7(0.8)	5.0(0.9)	61.0(2.6)	70.7(3.8)	336(218)	34(16)	67

注) 数字は4値の平均値、括弧内は範囲

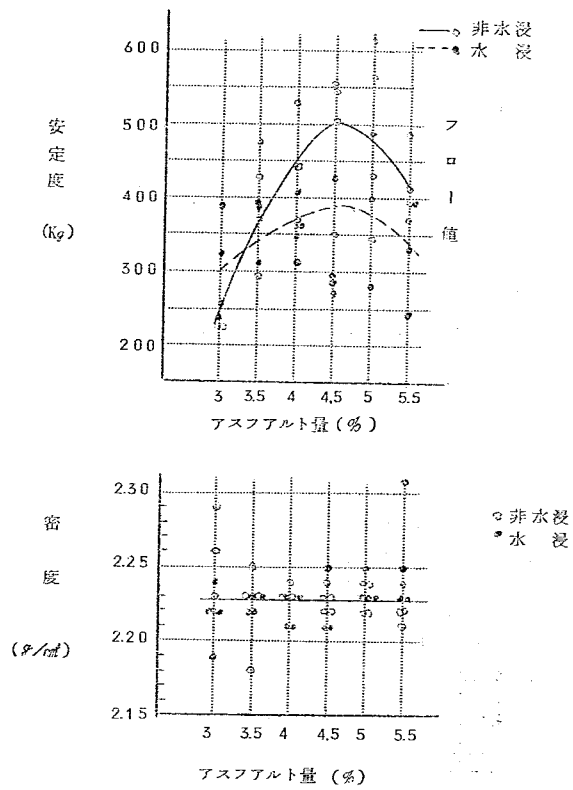
表 3. 6 磐田骨材における安定度試験結果

アスファルト 量 %	水 浸 の有無	厚 さ mm	重 量 g	測定密度 g/cm ³	理論密度 g/cm ³		空 隙 率 %	
					見カケ	補 正	見 カ ケ	補 正
3.5	—	63.5 (1.0)	1023.5 (2.5)	2.04 (0.02)	2.52	2.40	19.2 (0.9)	15.0 (0.8)
"	水 浸	64.3 (1.5)	1041.5 (21.5)	2.03 (0.04)	"	"	17.1 (1.6)	15.3 (1.6)
4	—	63.2 (1.2)	1029.0 (10.5)	2.07 (0.03)	2.50	2.38	17.1 (1.3)	12.8 (1.2)
"	水 浸	63.6 (1.0)	1032.0 (9.5)	2.07 (0.03)	"	"	17.2 (1.3)	12.9 (1.2)
4.5	—	62.2 (1.2)	1027.0 (2.6)	2.10 (0.03)	2.48	2.36	15.2 (1.2)	10.9 (1.3)
"	水 浸	63.2 (1.9)	1031.0 (1.5)	2.07 (0.04)	"	"	16.3 (1.5)	12.1 (1.7)
5	—	62.7 (1.2)	1033.0 (4.5)	2.10 (0.04)	2.46	2.35	14.6 (1.6)	10.5 (1.5)
"	水 浸	62.5 (0.9)	1034.0 (7.0)	2.09 (0.04)	"	"	14.8 (1.6)	10.7 (1.7)
5.5	—	61.5 (1.5)	1035.0 (12.0)	2.14 (0.03)	2.44	2.33	12.3 (1.3)	8.2 (1.2)
"	水 浸	61.6 (2.1)	1037.0 (10.5)	2.13 (0.02)	"	"	12.5 (0.8)	8.5 (0.7)

飽 和 度 %		安 定 度 R _q	フ ロー 値 1/100 cm	残留安定度 %
見 カ ケ	補 正			
26.8 (1.0)	31.8 (1.3)	606 (319)	33 (46)	
26.7 (1.6)	31.5 (2.2)	311 (38)	52 (21)	51
32.2 (2.0)	38.8 (2.6)	648 (186)	27 (23)	
32.1 (2.0)	38.6 (2.6)	359 (81)	42 (18)	52
37.9 (2.2)	45.9 (3.3)	694 (206)	35 (28)	
35.9 (2.4)	43.6 (2.1)	422 (169)	51 (53)	61
41.4 (2.9)	49.4 (3.8)	580 (201)	52 (23)	
40.9 (3.1)	48.8 (4.4)	380 (324)	45 (10)	66
48.5 (2.9)	58.2 (3.8)	697 (314)	44 (7)	
47.8 (1.8)	57.6 (2.2)	417 (87)	57 (43)	60

注) 数字は4個の平均値、括弧内は範囲

表 3. 7 牧之原骨材における安定度試験結果



図一3-5 三方原骨材における安定度試験結果

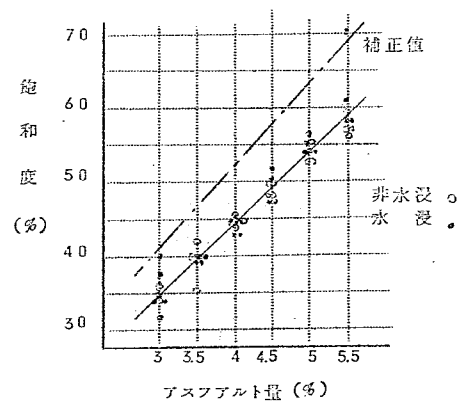
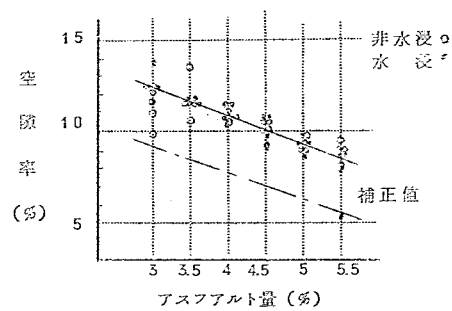


図-3.6 磐田骨材における安定度試験結果

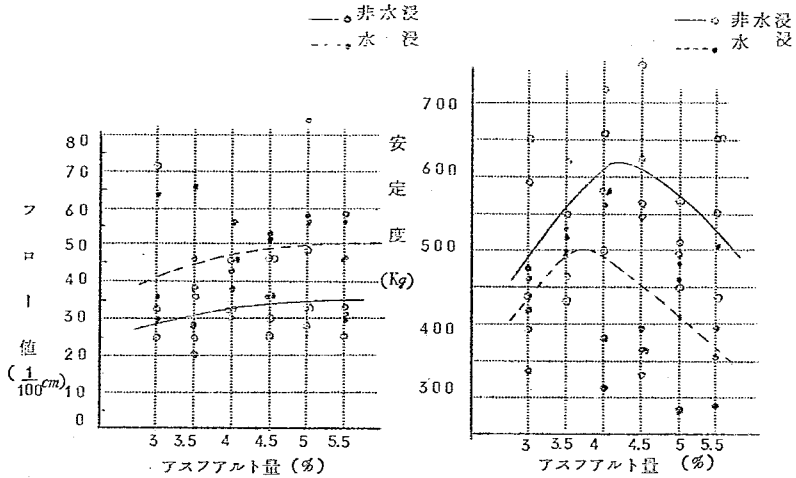
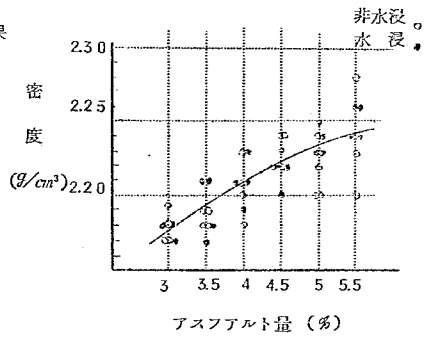
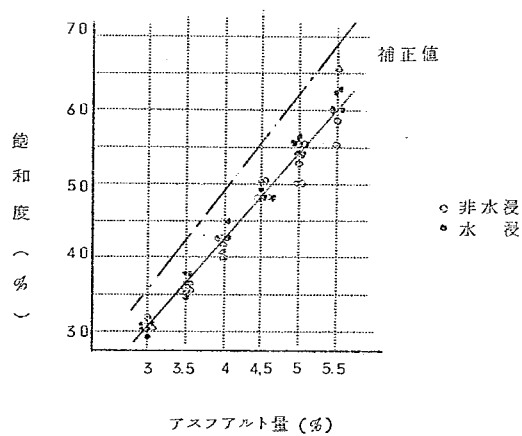
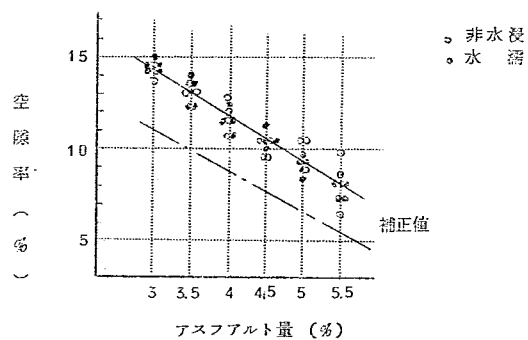
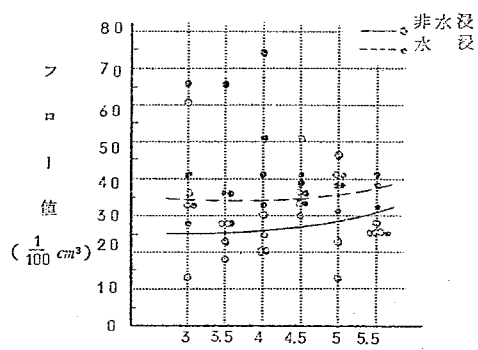


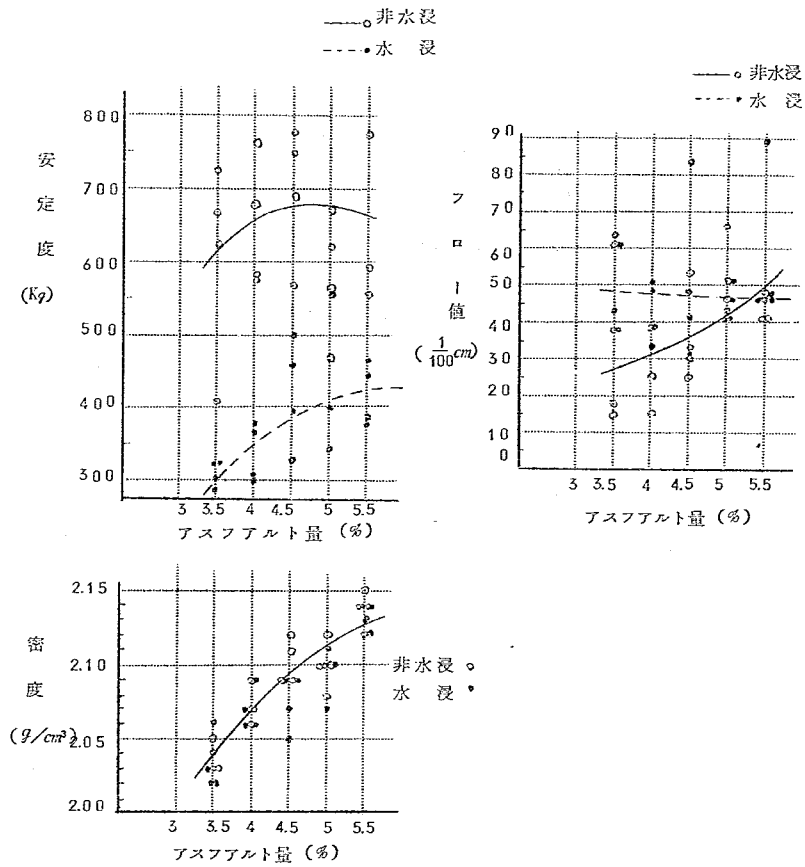
図-3.5 三方原骨材における安定度試験結果

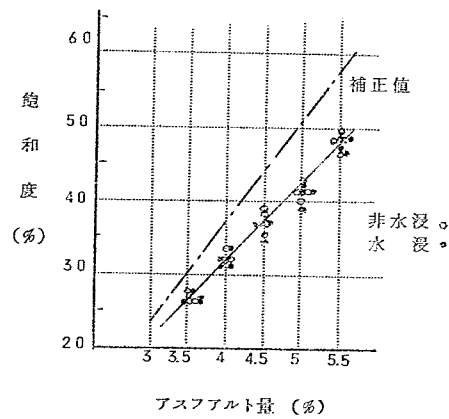
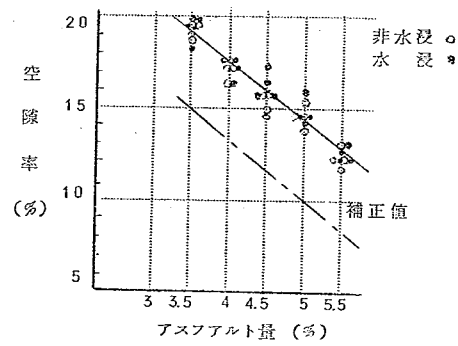






図一 3. 7 牧之原骨材における安定度試験結果





(V) 破碎骨材の影響

磐田骨材の原粒度において 40mm をこえる粒経部分は平均 30% であることから、図一 3.4 の破碎骨材ともとの骨材とを 3 : 7 の割合いで混合した。

マーシャル安定度試験の結果は表一 3.8、図一 3.8 の通りである。もとの骨材における結果と比較すれば、特にアスファルト量が多いところで安定度が増加している。密度も全体に増しており、アスファルト量の少ないところで著しい。従って空ゲキ率は減じ、飽和度は僅か増加している。

安定度を増す目的で破碎骨材を使用することは安定度が十分なこの場合適当ではない。

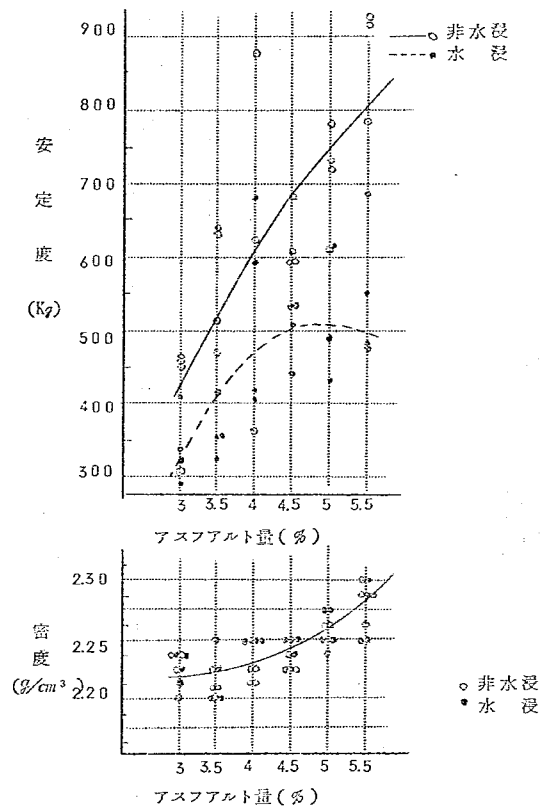
試験の範囲では破碎骨材を混入した結果骨材間ゲキ量が増加するという傾向は見受けられず、むしろ密度は増加しているので、破碎骨材を使用したため所要アスファルト量が増加するおそれは考えられない。

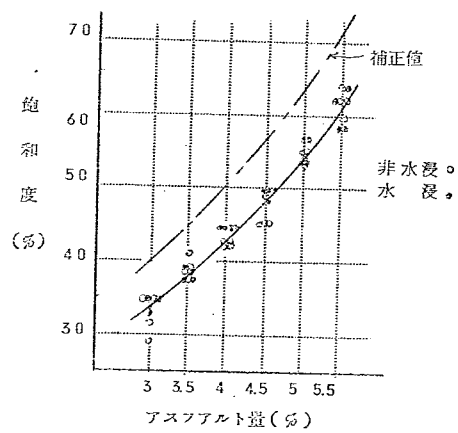
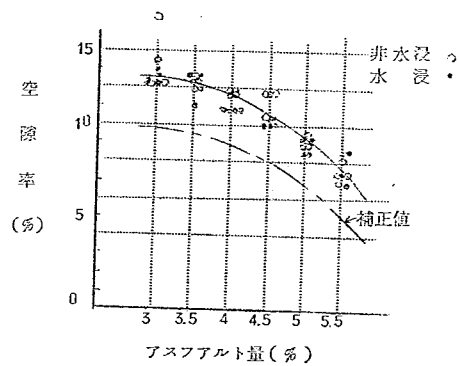
アスファルト量 %	水没の有無	厚さ mm	重量 g	測定密度 g/cm ³	理論密度 g/cm ³		空隙率 %		飽和度 %		安定度 Kg	フロー値 1/100 cm	残留安定度 %
					見かけ	補正	見かけ	補正	見かけ	補正			
3	—	67.2 (1.3)	1124.0 (26.0)	2.22 (0.03)	2.54	2.46	13.2 (3.6)	9.8 (1.2)	32.8 (5.6)	39.9 (3.2)	419 (157)	44 (3)	81
"	水没	66.9 (2.1)	1190 (24.0)	2.22 (0.02)	"	"	12.5 (0.8)	9.7 (0.6)	34.2 (1.4)	40.2 (2.0)	339 (118)	48 (6)	
3.5	—	66.2 (0.8)	1124.0 (9.5)	2.21 (0.02)	2.52	2.45	12.3 (0.7)	9.7 (0.7)	38.2 (1.6)	43.7 (2.1)	557 (161)	37 (16)	65
"	水没	67.2 (2.5)	1133.0 (39.0)	2.22 (0.04)	"	"	12.0 (1.5)	9.5 (1.6)	38.6 (3.6)	44.4 (4.9)	362 (88)	46 (18)	
4	—	67.0 (2.3)	1139.0 (11.0)	2.22 (0.01)	2.51	2.43	11.8 (0.3)	8.8 (0.4)	42.3 (0.8)	49.5 (1.4)	710 (624)	40 (20)	74
"	水没	66.5 (1.0)	1141.0 (9.5)	2.24 (0)	"	"	10.8 (0)	7.8 (0)	44.6 (0)	52.7 (0)	522 (263)	39 (10)	
4.5	—	66.2 (1.3)	1133.5 (10.0)	2.22 (0.01)	2.49	2.41	11.4 (1.4)	8.4 (1.3)	46.1 (3.6)	53.8 (4.3)	619 (89)	35 (7)	81
"	水没	65.9 (0.8)	1138.0 (2.5)	2.24 (0.01)	"	"	10.1 (0.4)	7.1 (0.4)	49.2 (1.0)	62.3 (7.1)	502 (94)	58 (28)	
5	—	65.2 (0.8)	1134.0 (16.0)	2.24 (0.02)	2.47	2.39	9.2 (0.8)	6.2 (0.8)	54.3 (2.3)	63.9 (5.3)	709 (170)	35 (18)	72
"	水没	65.4 (1.8)	1133.5 (14.0)	2.25 (0.02)	"	"	8.9 (0.8)	5.8 (0.9)	55.2 (2.7)	65.3 (3.8)	510 (181)	45 (5)	
5.5	—	64.3 (2.0)	1140.0 (14.0)	2.26 (0.03)	2.45	2.38	7.5 (1.3)	4.7 (1.3)	62.0 (4.3)	72.1 (5.6)	834 (215)	26 (10)	60
"	水没	64.5 (1.1)	1140.5 (4.0)	2.26 (0.04)	"	"	7.9 (1.7)	5.2 (1.7)	60.7 (5.7)	70.2 (7.4)	502 (75)	44 (3)	

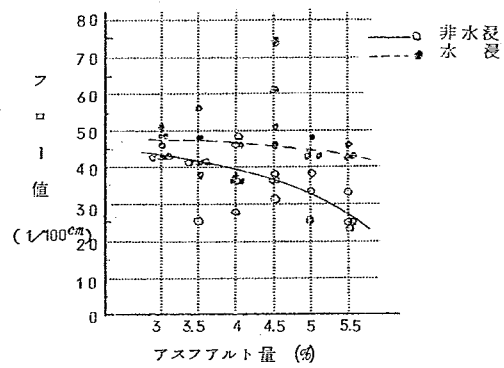
(注) 数字は4個の平均値、括弧内は範囲

表 3. 8 破砕骨材を加えたときの試験結果

図一 3. 8 破砕骨材を加えたときの結果







(4) 考 察

(i) 安定度試験

各アスファルト量について測定した4個の安定度とフロー値のバラツキは非常に大きい。これは骨材粒度が粗く細粒分の少ないことや分離が生じやすいことなどによる。表2.3—2.4の管理データにも見られるように安定度でバラツキの範囲が500Kgに達する例もあるので、セメント、コンクリートの場合の割増し係数のような考え方が適用できるだろう。

空ゲキ率の計算に見かけ比重を用いて基準範囲を上げよりも、吸収性の大きい骨材のみについて補正比重（または有効比重）を用いる方が合理的と思われる。

最大粒径が大きい場合、置換した粒度で安定度試験を行なうことの影響は次節で検討する。

(ii) 牧之原骨材

牧之原骨材を混合物にしたときの室内における状況は著しくプラスチックが失なわれて施工性に問題が生じそうである。十分な混合がえられず、締固めも困難で密度が小さくなる。細粒分を処理するか、針入度の大きいアスファルトにかえるなど検討の余地はある。

残留安定度を改善するためには、石粉あるいは消石灰などの少量添加が考慮されようが、所要アスファルト量を増す結果になるろう。

またこのように吸水性の大きい骨材は一たん濡れた場合、プラントにおける加熱温度が上昇し難く、施工能率を著しく低下させることがあるが、適当な室内試験の方法が見つからず検討していない。

(iii) オーバサイズ分の処置

原材料のオーバサイズ分の破砕に使用したクラッシュャは開口部の開き破砕骨材の粒度破砕能率などについて考慮の余地がある。開口部がやゝ広過ぎて破砕後の粒度はかなりオープンで、再混合したものは益々粗になる。そのような場合は所要アスファルト量についての検討が必要になる。

4 アスファルト処理混合物の一軸圧縮試験

(1) 概 要

アスファルト処理混合物を予定層厚に締固めて施工性を判定し、切取り供試体について一軸圧縮試験ならびにマーシャル安定度試験を行ない、主として骨材の最大粒径の相違が強度特性に及ぼす影響について検討した。

(2) 試験方法

骨材粒度は前節で用いた最大粒径 25mm の置換したものと、原材料そのままの粒度で最大粒径 40mm の 2 種類とする。(図-3.3 参照)

各骨材ともアスファルト量 5% とし、小型バグミルミキサーにより 2.5 Kg ずつ混合した。締固めはローラ型締固め装置(写真-7)により、2 回練り 5.0 Kg を 1 層として 2 層に仕げた。締固め密度はマーシャル 5.0 回突きの密度を目標としたが、各層ごとの締固めは次のようである。

締固め温度	ローラ荷重	転圧回数
12.5℃	0.5 t	10 回
9.5℃	0.5 t	10 回
7.5℃	1.0 t	10 回

完成した供試体の大きさは厚さ 1.5 cm、巾 4.0 cm、長さ 7.4 cm で、これより $\phi 1.5$ cm、 $\phi 1.0$ cm の切取りコアを採取した。

一軸圧縮試験にはセメントペーストによるキャッピングを行ない、マーシャル試験にはカッティングブレードにより上下に切断した。

試験温度は 20、40 および 60℃ にかえたが $\phi 1.0$ cm で 30 分間、 $\phi 1.5$ cm で 45 分間それぞれの温度で水浸し、載荷試験も同温度に保った水中で実施した。一軸圧縮試験の載荷速さは毎分供試体高さの 1% である。

(3) 試験の結果

締固めた混合物の密度は各版ごとに平均値を表-4-1 に示した。混合物の重量と厚さの変化とから締固めを調節したが表 3.5、3.6 と比較したとき密度はいくぶん大きくなっている。牧之原は締固めが十分でなかったため、コアカッターによる採取が不可能で三方原、磐田についてのみ圧縮試験の結果

果を表 4.2 に示した。一軸圧縮試験における変形係数は応力-ヒズミ曲線の破壊応力 $\frac{1}{3}$ 点における接線から求めた。

試験温度を横軸にとり、log、log 目盛に一軸圧縮荷重、安定度をそれぞれプロットすれば図 4-1 の通りである。最大粒径による相違は三方原骨材の場合にのみ比較することができるが、いずれの結果においても大きな影響は見られない。圧縮強さ、安定度とも磐田が大きいが、これは筋節の傾向に同様である。三方原 25 mm と 40 mm の相違は明らかでない。

	最大粒径(mm)	版 (g/cm ³)	径 15cm コア(g/cm ³)	径 10cm コア(g/cm ³)
三方ヶ原	25	2.14	2.26(0.01, 3)	2.26(0.02, 6)
全	25	2.10	2.25(0.01, 3)	2.34(0.04, 6)
全	40	2.19	2.27(0.03, 6)	2.27(0.03, 3)
磐田	25	2.11	2.26(0.03, 6)	2.27(0.02, 3)

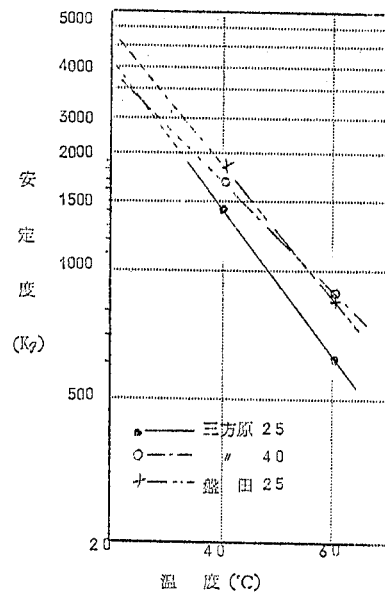
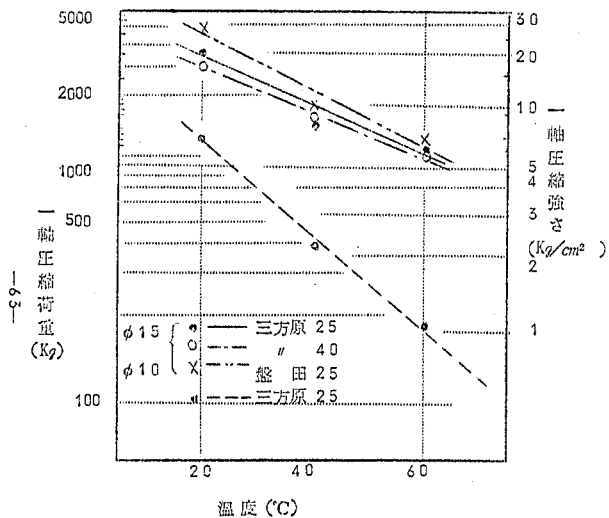
- 注) 1. () 内は範囲と個数
2. 版の密度は寸法から計算した体積による。

表 4-1 締固めた版の密度

表 4-2 切取りコアによる圧縮試験の結果

	最大 粒径 (mm)	コア 径 (cm)	試験 温度 (℃)	一軸圧縮試験				$E_s (Kg/cm^2 \times 10^3)$			マーシャル安定度試験		
				密度(g/cm^3)	破壊荷重 (kg)	圧縮強度 (Kg/cm^2)	変形係数 (Kg/cm^2)	キヤンビン グ 前	キヤンビン グ 後	水濡後	密度(g/cm^3)	安定度 (kg)	フロー (1/100cm)
三方ヶ原	25	10	20	2.30 (0.10)	1.190 (200)	15.2 (2.5)	1,320 (500)						
			40	2.30 (0.09)	380 (50)	4.8 (0.6)	370 (10)						
			60	2.24 (—)	180 (—)	2.4 (—)	240 (—)						
		15	20	2.26 (0.02)	3,570 (340)	19.2 (1.9)	1,580 (50)						
			40	2.26 (0.01)	1,480 (490)	7.9 (2.6)	500 (30)				2.28 (0.05, 4)	1420 (300, 4)	56 (34, 4)
			60	2.26 (0)	1,080 (110)	5.8 (0.7)	250 (50)				2.25 (0.06, 4)	620 (540, 4)	74 (23, 4)
	40	15	20	2.26 (0.01)	3,010 (90)	16.7 (0.8)	1,320 (10)	286 (66, 6)	264 (65, 6)	246 (11, 2)			
			40	2.26 (0.01)	1,550 (420)	8.6 (2.3)	440 (20)				2.28 (0.07, 3)	1,670 (90, 3)	62 (28, 3)
			60	2.28 (0.01)	1,000 (420)	5.5 (2.4)	250 (130)			214 (8, 2)	2.28 (0.02, 3)	860 (130, 3)	83 (36, 3)
磐田	25	15	20	2.26 (0.01)	5,000 (1,000)	27.2 (5.3)	1,570 (20)	210 (63, 3)	250 (86, 6)	249 (14, 2)			
			40	2.26 (0.01)	1,800 (280)	9.8 (1.5)	640 (60)				2.29 (0.03, 3)	1,860 (350, 3)	51 (43, 3)
			60	2.26 (0.01)	1,220 (400)	6.7 (2.2)	460 (120)			144 (17, 2)	2.29 (0.03, 3)	860 (420, 3)	68 (3, 3)

- 注 1) () 内は範囲または範囲と個数
 2) 一軸圧縮試験の個数は 2
 3) E_s は、超音波によるコンクリート無破壊試験器で測定した動弾性係数
 4) マーシャル安定度試験のコア径は 10 cm



図一 4. 1 切取りコアによる圧縮試験結果

注) 凡例の数字は最大粒径を示す。

(4) 考 察

骨材の最大粒径が大きくなれば、層全体の安定性は高まることが予想され、また一軸圧縮試験ではアスファルトの最適量を求めることが行なわれていないので、試料と実際の材料との違いに対する検討はもう少し多面的に行なうべきかも知れない。しかし試験の結果では大きな相違は生じていないので、最適量を安定度のピークから決定することのないアスファルト処理混合物では、たゞマーシャル安定度の大きさをチェックする目的においては粗粒部分を置換した試料について実施しても影響はほとんどないだろう。

試験温度を変えたのは、アスファルト処理層が基層以下にあって温度変化の上限が低いため標準の試験温度を変更するなどの場合の資料となるからである。

φ10 cmのコアの試験は結果のバラツキを調べるためにはじめ採取したものである。圧縮強さに対する温度変化の影響が大きいので、混合物の感温性の評価には適当だろう。

前節における結果と同様に牧之原骨材は施工性に劣ることが観察により明らかであったが、このような室内試験機を用いることにより、現場の状況をあるていど推測することができる。

5 結 論

- (1) 加熱アスファルト処理工法における材料ならびに配合設計に関する暫定基準を次の通りとする。

最大粒径	層厚の $\frac{1}{3} \sim \frac{3}{5}$
0.074mmフルイ通過量	< 10%
420μ以下の塑性	LL < 30, PI < 10
マーシャル安定度	> 350 Kg
フロー値	10~40/100 cm
空ゲキ率	2~12%
飽和度	40~80%
残留安定度(60°C 2日水没)	> 75%

- (2) 以上の基準にもとづいて実施した試験の結果、各材料に対する所要アスファルト量は次のようである。

三方原	3.75%
磐田	4.25%
牧之原	5.0%

- (3) アスファルト処理層厚 1.5 cm で 7.5 cm の 2 層仕上げとした場合、骨材の最大粒径は 40 mm とする。原材料の採取試料におけるオーバーサイズ分は三方原で平均約 30%、磐田、牧之原でそれぞれ約 30%、15% であった。
- (4) 材料はいずれも吸水量、およびロサンゼルススリヘリ減量が大きい。しかしアスファルト処理混合物にはほとんど利用することができる。牧之原は 420 μ 以下の塑性が大きく暫定基準によれば一応除外されよう。
- (5) 骨材の採否と混合物の施工性に關連して、使用アスファルトの針入度は何らかの試験を行なつて決定することが望ましい。
- (6) 骨材の吸水性とプラントの加熱能力との相関性を検討するには現場実験などの実施が必要である。
- (7) 暫定基準に従つて施工されるアスファルト処理層の等価値は 1.5 ~ 2.0 とすることができるだろう。
- (8) 最大粒径が 25 mm をこえるアスファルト処理混合物の安定度のチェックには 25 mm をこえる部分を置換した試料を用いて十分である。

6 補 遺

(1) 舗装材料の等価値

アスファルト処理層の等価値については図-2.3 のような考え方があるが、ソイルセメントあるいは粒状材料についても同様に取扱うことが便利な場合もあるだろう。表-2.1.3 から横軸に CBR、圧縮強さをとり等価値を図-6.1 のように示した。CBR と圧縮強さ (qu) の目盛りはほぼ等値で、 $CBR = 10 \times qu$ の直線関係にあるとした。ソイルセメントについてえられた結果⁽¹²⁾では $CBR \approx 7.5qu$ であり、その後の試験によつては $CBR = (8.5 \sim 17.5) \times qu$ であることによる。

マーシャル安定度と一軸圧縮強さあるいは CBR との相関は明らかでないが、マーシャル安定度は高さ と 直径 の比 (H/D) が 0.63 の一軸圧縮荷重 (60°C) と 1,000 kg 付近ではほぼ等しい結果がえられている。また $H/D = 0.63$ の場合の荷

(12) 竹下、田中：土質改良に関する実験的研究第 1 報、土研所報 95、1958-3

重は $H/D=2.0$ の 6 ～ 8 倍の大きさと、更に試験温度を常温 ($20 \sim 25^\circ\text{C}$) とした場合、荷重は $\frac{1}{6} \sim \frac{1}{8}$ に低下するのでマーシャル安定度 (66°C) $\Rightarrow$ 軸圧縮荷重 ($20 \sim 25^\circ\text{C}$) $= 8.0 \times$ 軸圧縮強さ ($20 \sim 25^\circ\text{C}$) の関係がえられる。従って軸圧縮強さ $10\text{Kg}/\text{cm}^2$ の目盛りをマーシャル安定度 800Kg とした。

図一 6.1 において 280 ± 40 の点は A A S H O 道路試験の結果から、コンクリート版の舗装厚指数を 0.6、等価値を 4 としてプロットした。30 の点はアスファルト舗装要綱においてソイルセメント層の等価値を 1.5 としてゐることによる。

図一 6.1 の関係は極めて便宜的なものであり、A A S H O の結果そのものも限られた条件のもとにおける値であるから十分な利用は期待できない。特にアスファルト処理層においては舗装温度の影響があるので、気温の高いわが国の場合、等価値にいくぶん小さくとられるべきだろう。

(2) 舗装の全厚

アスファルト処理層を採用する舗装はその等価値分だけ全厚を減じてよいことになるが、果してアスファルト舗装要綱の C B R 設計曲線で求めた値から減じてよいだろうか、A A S H O 道路試験の結果により検討した。

C B R 設計曲線の設計 C B R $= 3$ (A A S H O 道路試験における路床土 C B R が平均 2.9 であることによる。) における舗装全厚は A, B, C 曲線においてそれぞれ 45 cm, 57 cm, 90 cm である。表層、基層 (アスコン) 合計 10 cm, 上層路盤 (碎石) 15 cm, 以下を切込砂利として各々について舗装厚指数を求めれば次のようである。

$$\text{A 曲線} \quad 4'' \times 0.44 + 6'' \times 0.14 + 8'' \times 0.11 = 3.48$$

$$\text{B} \quad " \quad " \quad + 12.4'' \times 0.11 = 3.96$$

$$\text{C} \quad " \quad " \quad + 25.4'' \times 0.11 = 5.39$$

切込砂利の層を 15 cm とし更にその下に砂層を設けた場合

$$\text{A} \quad " \quad " \quad + 8'' \times 0.07 = 3.16$$

$$\text{B} \quad " \quad + 6'' \times 0.11 + 6.4'' \times 0.07 = 3.77$$

$$\text{C} \quad " \quad + " \quad + 19.4'' \times 0.07 = 4.68 \quad \text{となる。}$$

A A S H O 道路試験⁽⁹⁾でえられた舗装厚指数と 10.2 t 軸荷重通過回数の関

(9) The AASHO Road Test, H. R. B Special Report 61 B, E

係を図-6.2に示した。上で求めた舗装厚指数に対応する通過回数は次のようになる。

A, 120,000~230,000台

B, 360,000~480,000台

C, 1,400,000~3,500,000台

図-6.1 舗装材料の等価値

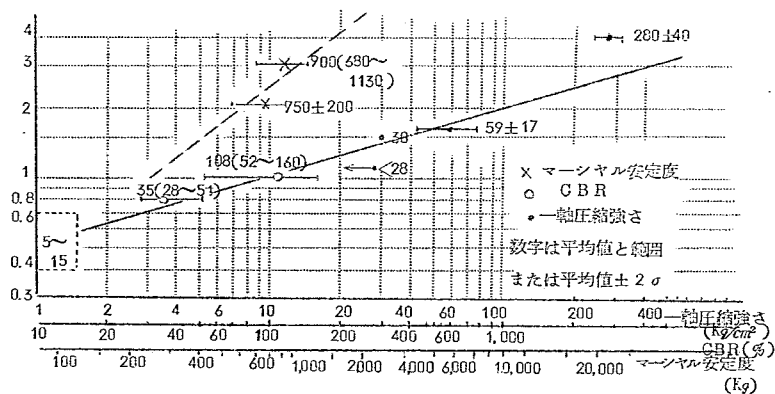
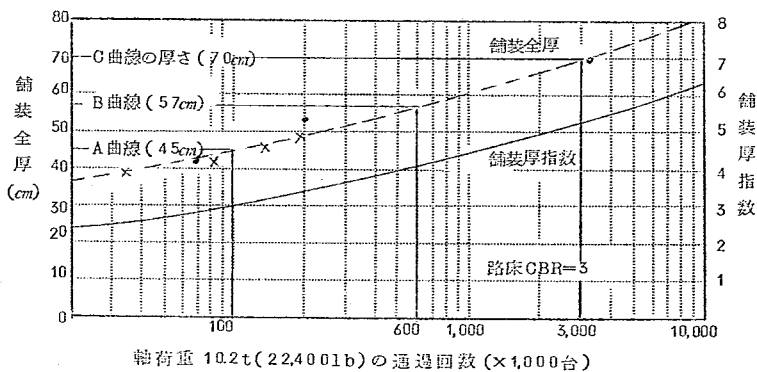


図-6.2 10.2t軸荷重通過回数と舗装の厚さ



次に GBR 設計曲線を 5000lb の等値軸荷重 (EWL) 台数で分類しているワイ
 オミングとケンタッキーのものとの比較を行なった。5000lb 軸荷重は図-6.3
 (7) (13)
 により 11200lb 軸荷重 (10.2t 軸荷重) に換算し、GBR=3 における厚さを
 読みとり図-6.2 にプロットした。この曲線によれば舗装要綱の厚さは A,
 1000 千台, B 600 千台, B 600 千台, C 3000 千台 に対応することになる。

従って A, B, C 曲線は 10.2t 軸荷重の次のような通過回数に対し適用し
 ると考えてよい。(1 車線当り)

A 曲線	100~200 千台
B 曲線	300~500 千台
C 曲線	1,500~3,000 千台

たゞし各種軸荷重の 10.2t への換算は AASHO の結果を利用するものとする。

交通量伸率、普通貨物自動車および乗合自動車構成比、普通貨物自動車の
 積載率、積載車の後軸荷重分布、乗合自動車の後軸荷重などをできるだけ
 実情に合うように仮定した結果、現在交通量 (昭和 37 年、台/12 時間) と
 以後 20 年間に通過する 10.2t 軸荷重との関係は図-6.4 のようにえられ
 (14)
 ている。これより現在交通量 (12 時間, 2 車線) を求めれば次のようであ
 る。

A 曲線	160~360 台
B 〃	560~960 台
C 〃	3,000~6,400 台

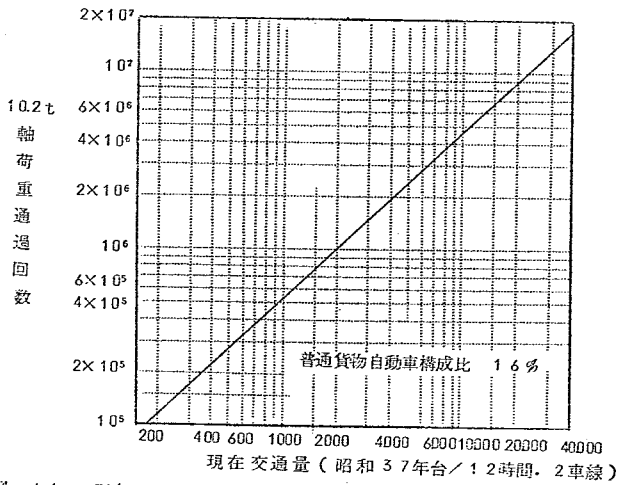
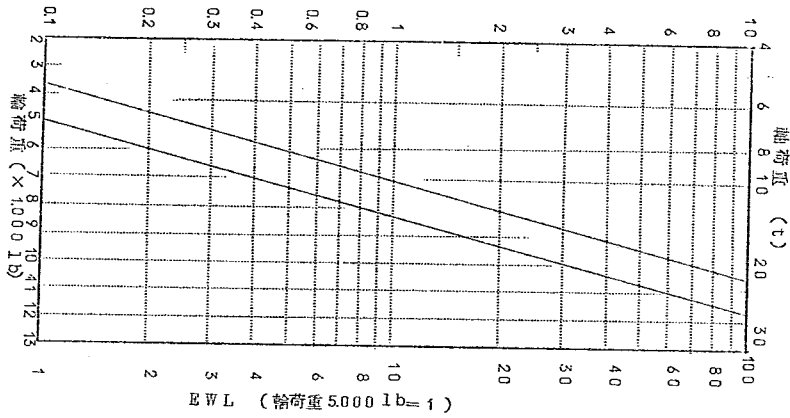
要綱の単位区間自動車交通量を将来 20 年後のものとすればその間の伸率をか
 りに 5~6 倍としたとき、C 曲線は 3 万台をとえる計画交通量の路線に適用
 できることになる。

将来交通量の予測が困難なことや、大型車の構成比が地方によって異なる
 ことなどから、この結果をすべての場合に当てはめることはできない。しか
 し、AASHO の結果の適用が低く妥当なものとなれば大型車軸荷重の換算
 が可能であるから、設計曲線がどれだけの軸荷重繰返し回数に耐えるかを先
 ず推測し、その上で舗装の厚さを決定するならばアスファルト処理層を設け
 たことによる全厚のてい度は適当な処置であると思われる。

- (7) Highway Engineering Handbook, McGraw Hill
- (13) Yoder: Principles of Pavement Design
- (14) アスファルト舗装の設計、アスファルト舗装講座第 2 巻日産化学工業 K. K.

図一6.3 輪-軸荷重の換算係数 (7) (14)

換算係数 (輪荷重 10.2 t = 1)



図一6.4 現在交通量と10.2 t軸荷重通過回数 (近路)

あ　と　が　き

本研究の対象が限られた地方の特定な材料であったため、報告の内容は材料試験の域を出なかったが、北海道開発局ならびに建設省における施工例を取りまとめることができたのは幸であった。

資料の調査に当り北海道開発局、建設省地方建設局、ならびに各工事々務所の担当係官、試料採取に当っては道路公団杉田美昭東名設計課員をはじめ静岡建設局の方々にそれぞれお世話になった。ここに感謝の意を表する。

試験は主として舗装研究室菅野美津雄、日大学生一本光男、加藤孟男が担当した。

(南雲貞夫記)

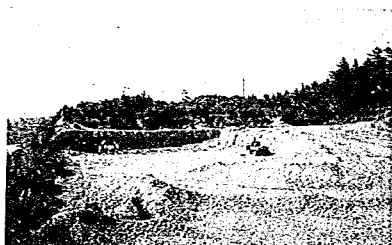


写真-1

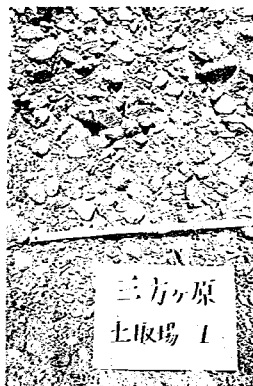


写真-2



写真-3



写真-4



写真-5

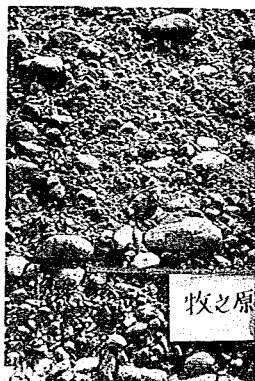


写真-6

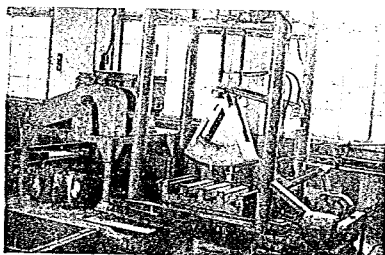


写真-7

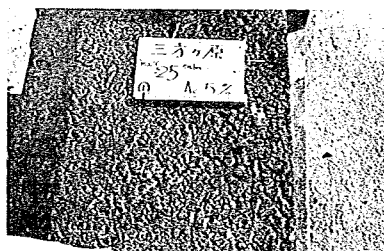


写真-8



写真-9

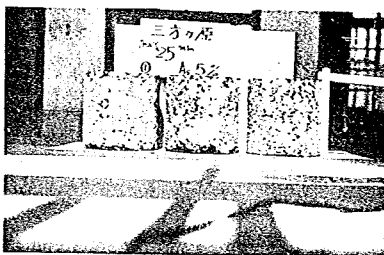


写真-10

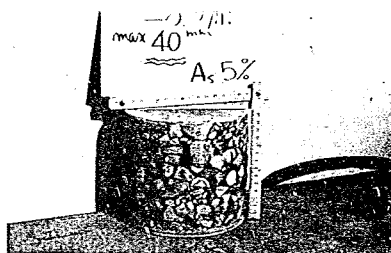


写真-11

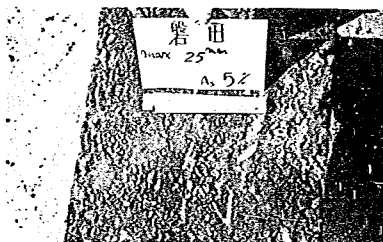


写真-12

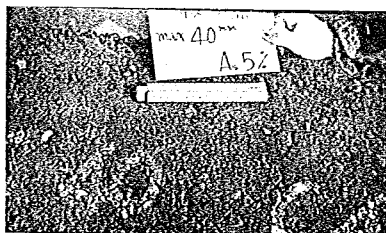


写真-13