



共同研究報告書

整理番号第16号

昭和61年度

耐摩耗耐流動性能を有する
ゴム入りアスファルトの
実用化に関する共同研究報告書

昭和63年9月

建設省土木研究所 道路部 舗装研究室

建設省土木研究所 地質化学部 化学研究室

財団法人 土木研究センター

日本ゴムアスファルト協会

Copyright © (1988) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted,
nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

昭和61年度
耐摩耗耐流動性能を有する
ゴム入りアスファルトの
実用化に関する共同研究報告書

建設省土木研究所 道 路 部 長
建設省土木研究所 地 質 化 学 部 長
建設省土木研究所 道 路 部 舗装研究室長
建設省土木研究所 地質化学部 化学研究室長
財 団 法 人 土 木 研 究 セ ン タ ー 理 事
日 本 ゴ ム ア ス フ ァ ル ト 協 会 会 長

要旨：耐摩耗耐流動性能を有するゴム入りアスファルトの実用化に関する共同研究報告書

建設省土木研究所、日本ゴムアスファルト協会および(財)土木研究センターの3者は、昭和60年度から62年度まで共同で「耐摩耗耐流動性能を有するゴム入りアスファルトの実用化に関する研究」を実施した。本報告書はこの共同研究の昭和62年度および3か年の共同研究の成果についてとりまとめたものである。

本研究では新しく開発された耐摩耗耐流動性能を有するゴム入りアスファルトについて、全国的な試験舗装を通じて、その効果を検討し、また実用上の様々な問題点について検討を行っている。

キーワード：舗装、アスファルト舗装、改質アスファルト、流動対策、摩耗対策

ま え が き

土木研究所、(財)土木研究センターおよび日本ゴムアスファルト協会の3機関では昭和56～58年の3ヶ年にわたり、従来の改質アスファルトよりさらに耐摩耗、耐流動性に優れた、より高品質のアスファルト材料の開発を目指して共同研究を行ってきた。その結果、耐摩耗、耐流動に特に優れた舗装用ゴム入りアスファルト“筑波1号”を開発し、その品質基準を明確にした。さらにその施工性を確認するために、59年度には土木研究所構内において実大規模の施工実験を行い、その施工性および、現場施工による筑波1号の性能確認を行い、いずれも満足な結果が得られた。

このように筑波1号については一応、開発目標を達成できたものと考えられる。しかし、この筑波1号については実際の道路における施工性、供用性、また工場製造時の品質管理や貯蔵後の性状等、幾つかの確認すべき点が残されている。そこで、これらの問題点について検討するため、試験舗装の施工(60年度25箇所、61年度18箇所)を含め、60～62年度にわたり共同研究を実施している。本報告書は61年度の共同研究の結果について報告するものである。

最後に、今回の共同研究の実施に当って御協力を頂いた関係各位に厚く感謝の意を表する。

目 次

まえがき

委員会構成

ワーキンググループ構成

1. 研究概要	1
1.1 過去の研究開発の経緯	1
1.2 60年度の研究概要	5
1.3 61年度の研究概要	6
2. 試験舗装の施工	7
2.1 試験舗装の実施体制	7
2.2 試験舗装の実施要領	8
2.2.1 概 要	8
2.2.2 施工箇所の選定	8
2.2.3 施工時の管理	9
2.2.4 調査の要領	12
2.3 試験舗装の実施箇所	13
3. 60年度施工試験舗装の供用性	15
3.1 概 説	15
3.2 摩耗地域の供用性	15
3.3 流動地域の供用性	15
3.4 ま と め	15
4. 筑波1号の性状	21
4.1 筑波1号の製造と供給	21
4.1.1 使用原材料	21
4.1.2 筑波1号の製造	21
4.1.3 筑波1号の性状	24
4.1.4 ま と め	29
4.2 筑波1号の性状に関する検討	31
4.2.1 筑波1号の性状と原材料の性状との関係	31
4.2.2 貯蔵中の性状変化	32
4.2.3 筑波1号の性状間の関係	34
4.2.4 ゴム定量	34
4.2.5 ま と め	35

4.3	コア回収バインダの性状	35
4.3.1	アブソン抽出およびバインダの回収方法	36
4.3.2	回収バインダの性状	36
4.3.3	回収バインダ性状間の相関	38
4.3.4	筑波1号の熱履歴特性	39
4.3.5	まとめ	41
4.4	考 察	42
5.	混合物性状	43
5.1	室内配合試験	43
5.1.1	マーシャル試験結果	44
5.1.2	ホイールトラッキング試験	45
5.1.3	ラベリング試験結果	45
5.1.4	まとめ	45
5.2	現場配合	46
5.2.1	マーシャル試験結果	47
5.2.2	ホイールトラッキング試験結果	47
5.2.3	ラベリング試験結果	48
5.2.4	まとめ	48
5.3	現場作製供試体による	
	ホイールトラッキング試験およびラベリング試験	48
5.3.1	ホイールトラッキング試験結果	49
5.3.2	ラベリング試験結果	50
5.3.3	まとめ	50
5.4	バインダ性状と混合物性状	50
5.5	考 察	51
6.	施工条件調査	52
6.1	施工温度	54
6.1.1	気 温	54
6.1.2	混合敷均し温度	54
6.1.3	締固め温度	55
6.1.4	交通開放温度	56
6.2	密度および締固め度	57
6.3	施工条件における相関関係	58
6.4	施 工 性	59

6.5 考 察	59
7. 筑波1号品質改良試験	60
7.1 概 要	60
7.2 試験方法	60
7.2.1 ベースアス1次選定試験	60
7.2.2 ベースアス2次選定試験	60
7.2.3 バインダ製造条件決定試験	60
7.2.4 各ベースアスに対する添加量の決定試験	61
7.2.5 決定した添加量で筑波1号の試作およびその物性試験	61
7.2.6 貯蔵試験条件決定試験	61
7.2.7 貯蔵試験	63
7.3 試験結果	63
7.3.1 ベースアス1次選定試験	63
7.3.2 ベースアス2次選定試験	64
7.3.3 バインダ製造条件決定試験	65
7.3.4 各ベースアスについて添加量の決定試験	67
7.3.5 決定した添加量で筑波1号の試作およびその物性試験	68
7.3.6 貯蔵試験条件決定試験	71
7.3.7 貯蔵試験	74
7.4 ストアス（ベースアス）の選定方法	75
7.5 ま と め	77
8. 寒冷期施工試験	78
8.1 概 要	78
8.2 工区の規模・水準	78
8.3 舗装断面	79
8.4 転圧回数の管理方法	79
8.5 試験、測定項目	80
8.6 使用材料	81
8.7 混合物の性状	83
8.8 表層の施工	83
8.9 混合物試験	84
8.10 試験結果	85
8.11 転圧試験のまとめ	86
9. 現場ケトル貯蔵試験	88

9.1 概 要	88
9.2 試験内容	88
9.2.1 試験試料	88
9.2.2 試験方法	88
9.2.3 試験結果	88
9.3 現場ケットル貯蔵試験のまとめ	92
10. 61年度共同研究のまとめ	93
あとがき	95

付 録

1. 早期わだち掘れ発生の原因の検討	97
2. 現場踏査記録	103

1. 研究概要

1.1 過去の研究開発の経緯

アスファルト舗装の供用性に関する問題で、抜本的な解決策が切望されているものとして、重交通道路における耐流動および積雪寒冷地道路の耐摩耗対策がある。

現在、これらの対策として、アスファルト舗装要綱では設計アスファルト量や粒度の改善など、主として配合設計の工夫によって対応を図っているが、特に耐流動あるいは耐摩耗を重視する場合は、特殊対策として改質アスファルトを用いることが望ましいとしている。しかし、これらの改質アスファルトは、適切な使用条件のもとでは一応の改善効果は得られているものの、特に近年の重交通道路および積雪寒冷地道路での供用性状については必ずしも十分とはいえず、さらに高品質のアスファルト材料の開発が望まれている現状にある。

そこで、これらの背景を踏まえて従来のゴム入りアスファルトより、さらに高品質の耐摩耗・耐流動舗装用のバインダーの開発を目標として、昭和56～58年度にわたり共同研究が実施された。この開発研究の経緯については、60年度報告書で述べているとおりであり（図-1.1.1）、室内試験の結果、供用性の目標（流動わだち5割、摩耗わだち2割の低減）が十分達成できるバインダーとして、「筑波1号」を開発、その品質基準を定めた。また、59年度に実施した筑波1号の転圧実験により、施工性および舗設混合物の性状も満足できるものであることを確認した。

一方、このように開発された筑波1号ではあるが、実際の道路における施工性、供用性、また工場製造時の品質管理や貯蔵後の性状等、幾つかの確認すべき点が残されていた。そこで、これらの問題点について検討するために、建設省道路局および地方建設局、北海道開発局の協力を得て、60年度は東日本を中心に全国25箇所、61年度は西日本を中心に全国18箇所において試験舗装を実施した。また60～62年度にわたり、前記の3者による共同研究を実施することとした。なお、共同研究の実施にあたっては、共同研究委員会を設置して検討を行った。委員会の構成を表-1.1.1に示す。

表-1.1.1 耐摩耗耐流動性能を有するゴム入りアスファルトの
実用化に関する共同研究委員会名簿(62年3月現在)

顧問	多田宏行	(財)日本道路交通情報センター副理事長
委員長	安崎裕	建設省土木研究所道路部舗装研究室長
委員	阿部頼政	日本大学理工学部土木工学科教授
	片脇清	建設省土木研究所地質化学部化学研究室長
	小島逸平	(社)日本道路協会アスファルト舗装小委員会委員
	金野諒二	日本ゴムアスファルト協会技術委員会委員長
	佐竹芳郎	建設省道路局地方道路課長補佐
	長健次	建設省土木研究所機械施工部機械研究室長
	桧垣一彦	日本ゴムアスファルト協会会長
	榎本実	建設省土木研究所道路部長
	蒔田実	(財)土木研究センター参与
	森芳徳	(財)土木研究センター研究開発部長
	渡辺茂樹	建設省道路局国道第一課長補佐
幹事長	○安崎裕	
幹事	○伊藤正秀	建設省土木研究所道路部舗装研究室研究員
	○太田健二	日本ゴムアスファルト協会技術委員
	大西練一	日本ゴムアスファルト協会技術委員
	○川野敏行	日本ゴムアスファルト協会技術委員
	斎藤隆志	日本ゴムアスファルト協会技術委員
	○坂本浩行	建設省土木研究所地質化学部化学研究室研究員
	寺田剛	建設省土木研究所地質化学部化学研究室
	額田讓	日本ゴムアスファルト協会技術委員
	石井一生	建設省道路局国道第二課舗装係長
事務局	荒居昇	(財)土木研究センター常務理事
	○=連絡幹事	

共同研究ワーキンググループ

伊藤正秀	建設省土木研究所道路部舗装研究室研究員
上坂憲一	昭和瀝青工業(株)技術研究所
宇津木桂	日本合成ゴム(株)エマルジョン事業本部
北川晋也	日本ゼオン(株)技術開発センター
小島睦司	日進化成(株)技術研究所
塩尻謙太郎	東亜道路工業(株)技術研究所
寺田剛	建設省土木研究所地質化学部化学研究室
村上倭弘	日瀝化学(株)技術研究所

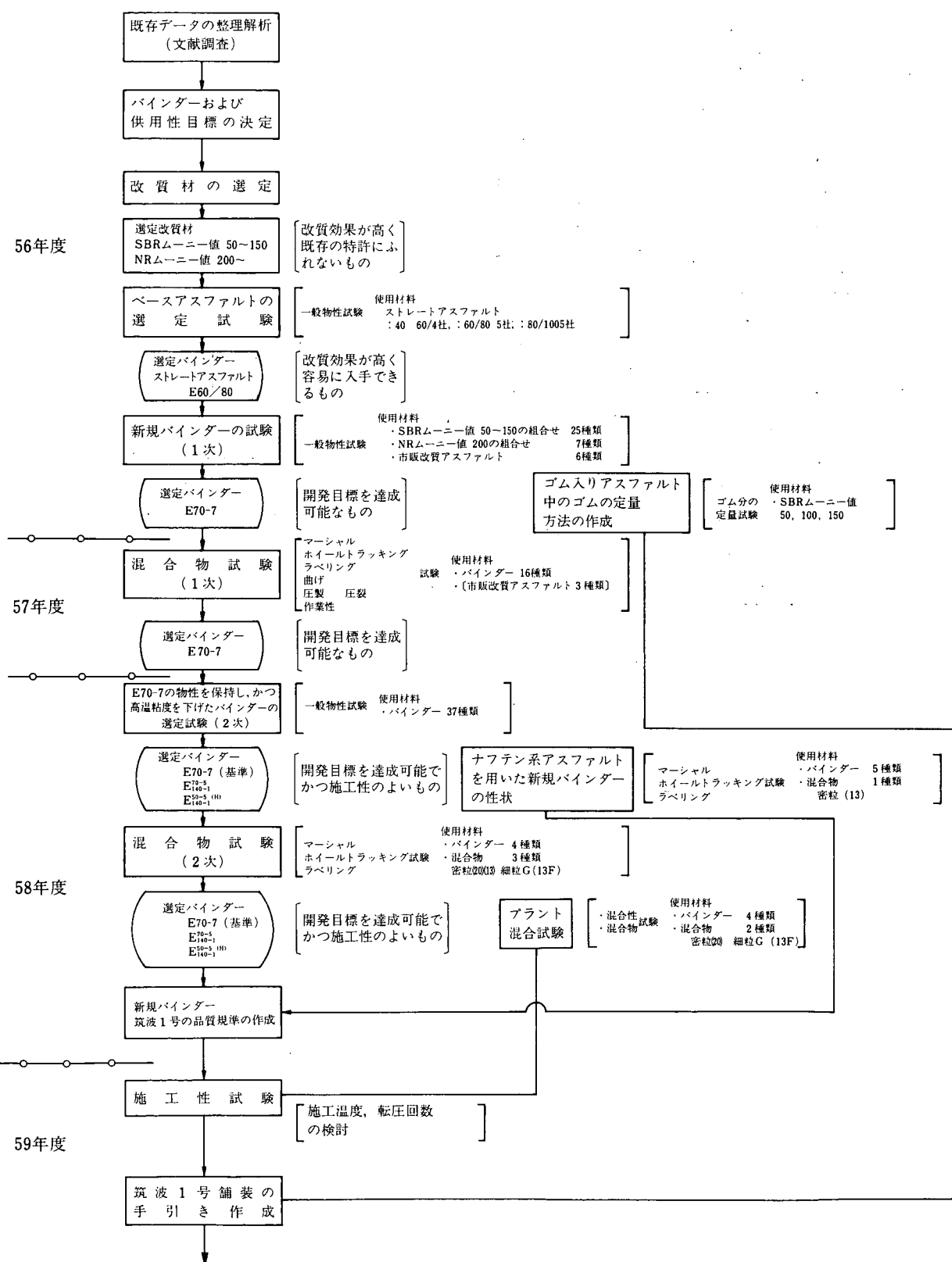
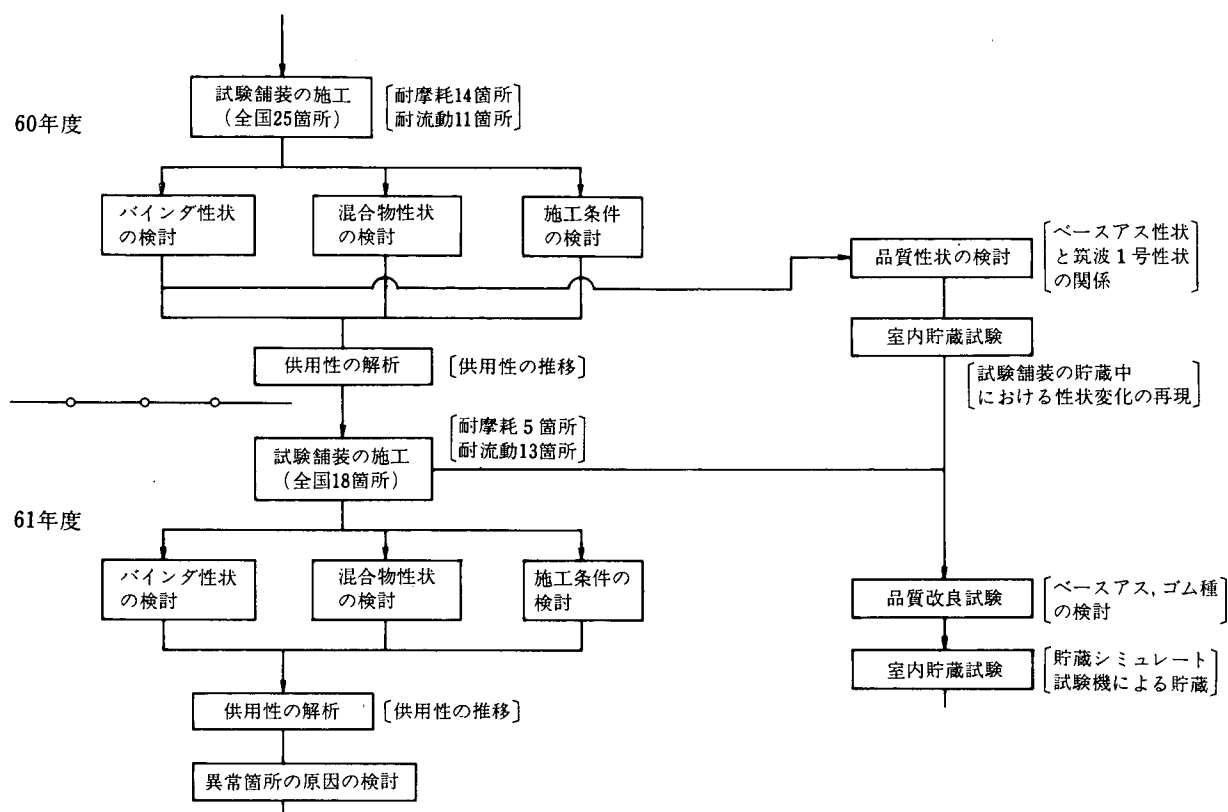


図- 1. 1. 1 筑波1号研究のフロー (その1)



図－1.1.1 筑波1号研究のフロー（その2）

表-1.1.2 筑波1号の品質基準

筑波1号は均質で水分を含まないもので、次の規格に適合するものでなければならない。			
項	目	規 格 値	試 験 方 法
針 入 度	(25℃, 100 g, 5 秒) 1/10mm	5 0 ~ 1 0 0	J I S K 2207
軟 化 点	(R & B) ℃	5 5 以上	J I S K 2207
伸 度	(7℃) cm	5 0 以上	J I S K 2207
タフネス	(25℃) kg・cm	1 0 0 以上	日本ゴムアスファルト協会基準 ^①
テナシティ	(25℃) kg・cm	5 0 以上	日本ゴムアスファルト協会基準 ^①
60℃粘度	poise	8,0 0 0 以上	土木研究所基準 ^②
200℃粘度	cSt	3 0 0 以下	J I S K 2207 ^③
薄膜加熱質量変化率	(180℃, 2.5 時間) %	0.3 以内	本四舗装基準 ^④
粘 度 比	(60℃, 薄膜加熱後/加熱前)	2 以下	土木研究所基準 ^②
比 重	(25/25℃)	1.0 0 0 以上	J I S K 2207

注) ① タフネス・テナシティ試験方法は、日本ゴムアスファルト協会基準で統一した試験方法に準拠する。
 ② 60℃粘度は減圧毛管式粘度計で測定する。試験方法は土木研究所基準による。
 ③ 200℃粘度は毛管式粘度計を用いた高温動粘度試験方法による。
 他の測定器 (B型回転粘度計, セイボルトフロール秒 等) によって測定し動粘度を算出した場合は、測定器の形式と換算式も示さなければならない。
 ④ 薄膜加熱試験方法は本四舗装基準と同様に180℃, 2.5時間の促進劣化で行い、装置等は J I S K 2207 に準拠する。
 ⑤ 粘度比は、薄膜加熱後の60℃粘度を薄膜加熱前の60℃粘度で割った値である。試験方法は薄膜加熱試験と60℃粘度試験による。

1.2 60年度の研究概要

60年度は次の3つの項目について検討を行った。

- 1) 60年度試験舗装結果の解析
- 2) 筑波1号の品質改良研究
- 3) 新評価方法の検討

以上の結果をまとめると次のようである。

- 1) 60年度試験舗装結果の解析

- ① 筑波1号を用いた混合物の性状は一部の現場を除き、目標とした混合物性状値を満たしている。
- ② 筑波1号の特長を最も効果的に発揮できる混合物粒度は、耐流動性については密粒(20), 耐摩耗性については密粒(20F)である。

- ③ 施工については温度管理さえ十分に行えば特に問題はなく、5℃以下の低温時でも施工可能であった。
- ④ ストレートアスファルトを用いた工事に比較して、クーリングに時間がかかるため、施工温度を下げる方法、クーリングを促進する方法の検討が必要である。
- ⑤ 供用性については現在調査中であり、今後の追跡調査結果により判断すべきである。

2) 筑波1号の品質改良研究

- ① 試験舗装で使用された筑波1号の中に規格値を満足しない項目を有するものがあり、すべての項目を満足したものは27試料中、17試料であった。規格を満足しなかった原因としては、貯蔵中の性状変化が主なものと考えられる。
- ② 貯蔵後の性状は工場で製造した時の性状と貯蔵時間より、ある程度推定することができる。しかし、このような貯蔵中の性状変化をシミュレートする試験方法の検討が必要と考えられる。
- ③ 筑波1号の性状は、ベースのアスファルト、ラテックスの性状にある程度影響されることがわかり、今後の筑波1号の製造に際してはこれら材料の性状を考慮していくことが重要である。

3) 新評価方法の検討

- ① 筑波1号の特性を的確に評価する試験、現場での簡易な品質確認試験については文献調査を行ったが、さらに調査が必要とされた。

1.3 61年度の研究概要

61年度は主として次の項目について検討を行った。

- ① 60年度試験舗装供用性の解析
- ② 61年度試験施工結果の解析
- ③ 筑波1号の品質改良研究

なお、各々の項目の内容については表-1.3.1に示す。

表-1.3.1 研究の項目

項 目	細 目
1. 試験施工結果の検討	1) 61年度試験施工抜取りバインダーの性状調査 2) 同、混合物試験結果の解析 3) 同、施工条件調査結果の解析 4) 60年度施工試験舗装供用性の解析
2. 筑波1号の品質の検討	1) ベースアスファルトによる筑波1号の品質の変動の検討 2) ラテックスの品質の変動の検討
3. 筑波1号の施工条件の検討	1) 現場プラント、ケトルによる貯蔵方法の検討 2) 寒冷期施工試験

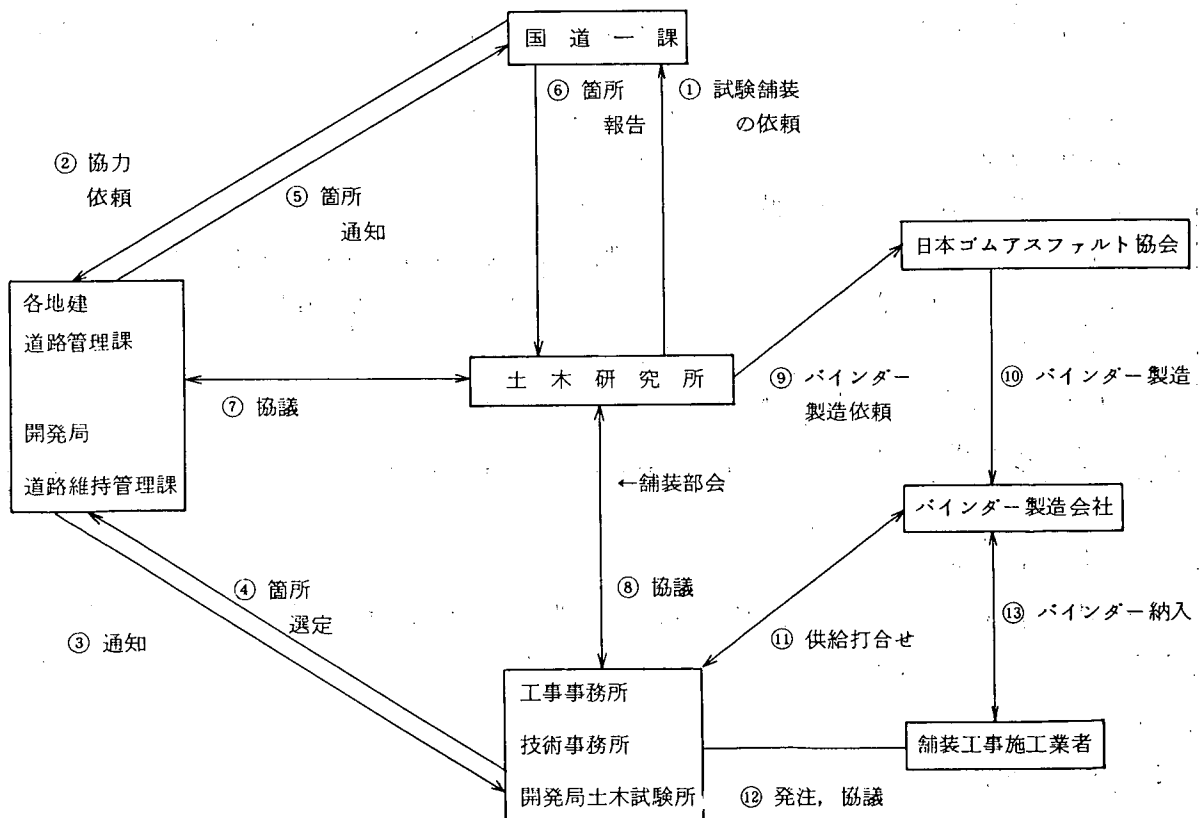
2. 試験舗装の施工

61年度は前年度に引き続き、西日本を中心に18箇所の直轄国道において、試験舗装の施工を実施した。試験舗装の開始に当っては、60年度試験舗装の施工と同様、以下に述べるように事前に実施体制を確定し、実施要領を定めた。

2.1 試験舗装の実施体制

61年度、試験舗装の施工に参加した機関は、本省国道一課、土木研究所、東北、北陸、近畿、中国、四国、九州の各地建道路管理課および技術事務所、またこれらの機関の現地工事事務所である。このように多くの機関が参加しているため、各種の混乱を避け、施工を円滑化し、試験舗装としての効果をよりあげるために、まず試験舗装の実施体制を決め、各機関の役割分担および連絡系統を明確にした。試験舗装の箇所選定から施工完了までの実施体制の流れを示すと図－2.2.1のようになる。

施工後の供用性の調査については各地建技術事務所が担当し、結果を土木研究所に報告することとした。試験舗装に際して必要となる筑波1号については、その製造を日本ゴムアスファルト協会に依頼し、後述の試験舗装箇所の選定後、各箇所に対して筑波1号を製造する担当工場を決定し、現場と工場で密接な連絡をとることとした。



図－2.1.1 試験舗装の実施体制

2.2 試験舗装の実施要領

2.2.1 概 要

試験舗装実施の手順は、次のとおりである。

まず、60年度試験舗装の場合と同様に「試験舗装選定箇所条件」を土木研究所が作成し、これに基づいて本省国道一課と各地建道路管理課および各技術事務所が試験舗装箇所および施工時期を決定した。その後、土木研究所が各地建に対して説明会を実施し、試験舗装の実施の詳細に関して打合せを行った。

一方、各機関によって選定された試験舗装箇所および施工時期を日本ゴムアスファルト協会に連絡し、筑波1号の供給体制を整えた。

施工に当っては、土木研究所、日本ゴムアスファルト協会いずれかの者が必ず立ち会うこととし、現地での指導に当たった。

なお、表－2.2.1に「筑波1号試験舗装実施要領」の構成を示す。

表－2.2.1 筑波1号試験舗装実施要領の構成

1. 筑波1号試験舗装選定箇所条件	
2. 試験舗装実施要領	
第1章 総 則	要領の目的、適用範囲
第2章 筑波1号	筑波1号の性状、搬入・貯蔵上の注意、品質確認方法
第3章 混合物の製造	配合設計時、現場配合時、混合物の製造・運搬時の注意事項、試験方法
第4章 舗 設	転圧条件、継目の処理
第5章 交通開放	交通開放温度
第6章 出来形および品質の管理検査	締固め度、検査
第7章 調 査	事前調査、施工時の調査、追跡調査の項目方法、頻度
第8章 その他の補足事項	上記以外の細目、試験舗装の実施体制
3. ホイールトラッキング試験方法についての注意	
4. 筑波1号試験舗装連絡先一覧、土研、協会、製造工場の連絡先	
5. 調査記入様式（様式－1～4）	

2.2.2 施工箇所の選定

今回の試験舗装においてはその施工性、供用性能を把握するため、各種の施工調査、追跡調査を行なう必要があった。そしてそれらの調査データの解析精度を上げるために、事前に試験施工箇所の選定条件を定めた。

選定条件としては、

- ① 施工箇所の条件をできるだけ同一にすること
- ② 施工後の調査データの解析に必要な資料が整備されていること

③ 筑波1号の製造，供給体制が整っていること

などの点を考慮し，地域，交通量，道路線形，延長，施工厚などの項目を取り上げた。定めた試験施工箇所の選定条件を表－2.2.2に示す。

表－2.2.2 筑波1号試験舗装箇所選定条件

項 目	条 件	理 由
1. 地 域	東北，北陸，近畿，中国，四国，九州	摩耗，流動が予想される所
2. 交 通 量	C，D交通区分，交差点含む	重交通道路における流動，摩耗対策
3. 線 形	1) 原則として直線区間，ただし曲線R=300m以上 2) 原則として平坦部，ただし縦断勾配6%以内	
4. 延 長	別添資料参照	
5. 施 工 厚	1) 耐流動対策：①2層施工 ②切削オーバーレイ1層の場合は，在来路面のたわみ量0.5mm以下 2) 耐摩耗対策：①混合物粒度はF type	
6. 施工箇所数	別添資料参照	
7. 施 工 時 期	5～12月を原則とする	厳寒期の施工をさける。
8. 事 前 調 査	1) 修繕工事 既設路面の性状，(横断凹凸，縦断凹凸，ひび割れ率)，舗装構成，交通量，たわみ量および路床土CBRのデータ整理 2) 新設工事 路床土CBR，T _A ，舗装構成，混合物等の配合，交通量およびたわみ量のデータ整理	調査データの解析に利用
9. そ の 他	1) 混合物試験を特記で明示 ① 耐流動対策：ホイールトラッキング試験 ② 耐摩耗対策：ラベリング試験 ③ そ の 他 2) 比較区間としてストレートアスファルトの工区を設けることが望ましい	供用性の評価に利用

2.2.3 施工時の管理

筑波1号試験舗装における品質管理および施工管理は，アスファルト舗装要綱，アスファルト舗装工事共通仕様書等に示されている一般のアスファルト舗装工事の項目に準じたが，この他に特にホイールトラッキング試験やラベリング試験などの実施，および施工時の合材の温度等各種の施工管理を実施した。これらの概要について以下に述べる。

(1) 配合設計時の管理

配合粒度は原則として耐流動地域では密粒 (20)、耐摩耗地域では密粒 (20F) とし、アスファルト舗装要綱の中央粒度を目標とした。配合設計は基層用混合物についてはアスファルト舗装要綱のマーシャル試験法によるものとした。表層用混合物については耐流動地域においてはマーシャル試験およびホイールトラッキング試験により行なうものとし、耐摩耗地域においてはマーシャル試験およびラベリング試験により行なうこととした。マーシャル試験 (目標値は密粒 (20) について規定。それ以外の粒度については土木研究所と協議の上決定)、ホイールトラッキングおよびラベリング試験については表 - 2.2.3 に示すように基準値を設定した。決定された材料および粒度、各試験結果については記録、報告することとした。

表 - 2.2.3 混合物の目標値

項	目	目 標 値
マ ー シ ャ ル 試 験	空 げ き 率	% 3 ~ 5
	飽 和 度	% 75 ~ 85
	安 定 度	kg 750 以上
	フ ロ ー	1 / 10mm 20 ~ 40
	水浸残留安定度	% 80 以上
ホイールトラッキング試験	動 的 安 定 度 (60℃, 全荷重 70kg)	回 / mm 2,000 ~ 6,000
ラ ベ リ ン グ 試 験	6 H 摩 耗 量 ^① (cm)	1.0 以下

注① 6 Hの摩耗量は、土木研究所基準によるもので、他の試験機、試験方法による場合はストアスの8割以下とする。

(2) アスファルトプラントにおける管理

アスファルトプラントにおける管理項目および内容は次のとおりである。

1) 筑波1号の搬入と貯蔵

筑波1号の搬入および貯蔵に際しては、ゴムとアスファルトの分離の可能性を防止するため、攪拌装置を備えた専用ケトルを用いることとした。また、長期間の貯蔵は筑波1号の性状が変化する恐れがあるため、貯蔵期間の限度を原則として1週間とした。また、専用ケトルはプラントと専用配管で接続することとし、貯蔵日数、貯蔵温度についても記録することとした。

2) 筑波1号の性状試験

混合物製造時には、納入メーカー発行の品質証明書による品質の確認および目視による分離の有無の確認を行なうこととした。また、この際、筑波1号を15kg採取し、土木研究所において一括して性状試験を行なうこととした。

3) 筑波1号混合物の混合温度

筑波1号混合物の混合温度は $185 \pm 5^{\circ}\text{C}$ とした。この際筑波1号の過熱防止のため、筑波1号の加熱

温度は 180℃ 以下とし、混合温度の調整は骨材加熱温度で行なうこととした。また、標準的な混合時間も示した。そして、混合温度、時間、またミキサー排出時の混合物温度を記録、報告することとした。

4) 現場配合

室内試験により配合設計された筑波 1 号混合物について、実際のアスファルトプラントにおいて試験練りを行ない、その混合物についてマーシャル試験を行なうこととした。それにより現場配合、基準密度を決定した。さらに現場配合混合物についてもホイールトラッキング試験またはラベリング試験を行なうこととした。これらの試験結果および現場配合で修正された粒度についても記録、報告することとした。

(3) 舗設における管理

1) 混合物の運搬

混合物の運搬に当っては温度低下を避けるため、必要な保温処置を施すこととした。

2) 転 圧

筑波 1 号は高粘度のため、通常のストレートアスファルト混合物と同様に転圧したのでは転圧不足となることが予想されたため、土木研究所構内で実施した転圧実験結果より標準的な転圧条件を決定した。その条件を表-2.2.4 に示す。なお、舗設の際の機械編成、転圧状況、混合物温度等を記録し、報告することとした。

表-2.2.4 標準的な転圧条件

項 目	初 転 圧	2 次 転 圧	仕 上 げ 転 圧
機 械	マカダムローラ	タイヤローラ	マカダム or タンデム
機 械 重 量	8 t 以上	15 t 以上	8 t 以上
回 数 (往 復)	2	7	2
転 圧 温 度 ℃	160 ~ 180	120 ~ 140	70 ~ 90

3) 継 目

筑波 1 号は高粘度のため継目部の接着性に不安があるため、継目はホットジョイントまたはセミホットジョイントを原則とした。

4) 交通開放

舗設後、混合物の温度が十分低下しないうちに交通開放すると、開放後の交通により初期のわだちが生じる恐れがあるため、交通開放は舗装表面の温度が 60℃ 以下の時とした。実際の施工においては開放温度を記録し、報告することとした。

5) 締固め度

筑波 1 号の耐流動、耐摩耗性能を最大限に引き出すために、締固め度の基準は表層で 98%、基層で 97% 以上とした。

6) 現場混合物試験

舗設の際の混合物よりホイールトラッキング試験またはラベリング試験用の供試体を作製し、試験を行うこととした。

2.2.4 調査の要領

各種の調査事項についても次のように要領を定めた。

(1) 事前調査

表-2.2.2の「8. 事前調査」に述べたように実施することとした。

(2) 施工時の調査

筑波1号の納入から交通開放までの間には、「2.2.3 施工時の管理」に述べたような調査を行うこととした。

また、舗設後、コアを採取し土木研究所に送付することとした。土木研究所では、送付されたコアより筑波1号の抽出、回収試験、回収された筑波1号の性状試験を行うこととした。

(3) 追跡調査

データの信頼性を高めるため、追跡調査に関し、各種の規定を設けた。

1) 調査区間の設定

交差点部は交差点の手前50m、単路部は交差点による渋滞の影響を受けない100m区間とし、後述の各データの測定位置も統一することとした。

また、データ整理の方法も統一した。

2) 調査項目と頻度

調査項目および頻度は、耐流動地域と耐摩耗地域各々について両者の供用状態の違いを考慮して別々に設定した。表-2.2.5、および2.2.6にその調査項目と頻度を示す。

表-2.2.5 追跡調査項目と頻度
(耐流動地域の場合)

項 目	時 期									
	1 年 目		2 年 目		3 年 目		4 年 目			
	事前	直後	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	
たわみ量	○	○					○		○	
ひびわれ率	○			○	○		○		○	
縦断凹凸		○	○	○	○		○		○	
横断凹凸	○	○	○	○	○		○		○	
すべり抵抗		○		○		○		○		
大型車交通量										
アスファルトコア		○								○

表-2.2.6 追跡調査項目と頻度
(耐摩耗地域の場合)

項 目	時 期									
	1 年 目		2 年 目		3 年 目		4 年 目			
	事前	直後	10月	5月	10月	5月	10月	5月	10月	
たわみ量	○	○					○		○	
ひびわれ率	○			○	○		○		○	
縦断凹凸		○	○	○	○		○		○	
横断凹凸	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
大型車交通量										
全車交通量										
スパイク装着率										
すべり抵抗		○		○		○		○		
アスファルトコア		○								○

2.3 試験舗装の実施箇所

表－2.2.2に示した試験舗装選定箇所条件にしたがって、各地建道路管理課において、試験舗装箇所の選定を行ない、土木研究所と協議の上、箇所の決定を行った。

原則として、各機関4箇所程度ということで検討を行い、その結果耐摩耗地域として5箇所、耐流動地域13箇所の計18箇所の試験舗装箇所が選定された。これらの各舗装箇所についての概要を表－2.2.7、2.2.8および図－2.2.2に示す。試験舗装全体の施工面積は33,572㎡となった。

表－2.2.7 61年度試験舗装箇所の内訳（箇所）

地域区分	交通量区分		
	B	C	D
耐流動地域	－	6	7
耐摩耗地域	1	3	1



図－2.2.2 61年度試験舗装実施箇所

表－2.2.8 61年度筑波1号試験舗装実施箇所一覧

担 当 機 関	路線名	施 工 箇 所	面積㎡	舗 装 構 成			施 工 時 期	備 考
				層	粒 度	厚 さ		
東北地建			1,625					
仙 台 工 事	4	岩沼市	1,625	1	密 (20F)	5	6月20日 夜	耐摩耗
山 形 工 事	13	山形市大野目	3,000	1	細G (20F)	5	12月12, 13日	”
北陸地建								
長 岡 国 道	8	長岡市 (長岡バイパス)	1,980	1	細G (13F)	4	9月25日	”
長 岡 国 道	17	北魚沼郡堀之内町	1,480	1	細G (13F)	4	8月1日	”
近畿地建								
滋 賀 国 道	1	草津市南笠町	3,400	2	密粗 (20) (20)	5 5	10月31日 11月1日	耐流動
京 都 国 道	1	京都市上鳥羽	1,540	2	密粗 (20) (20)	5 5	11月14, 17日	”
中国地建								
松 江 工 事	54	飯石郡掛合町	3,000	1	密 (20F)	5	9月26日	耐摩耗
岡 山 国 道	2	岡山市中尾	2,000	2	密粗 (20) (20)	5 5	12月9日	耐流動
広 島 国 道	2	安芸郡海田町	1,500	2	密粗 (20) (20)	5 5	11月6日	”
山 口 工 事	1	下松市西豊井	1,500	2	密粗 (20) (20)	5 5	10月25, 28, 30, 31日	”
四国地建								
香 川 工 事	11	丸亀市土器町 (丸亀バイパス)	1,595	2	密粗 (20) (20)	5 5	9月3日	”
香 川 工 事	11	三豊郡高瀬町 (丸亀バイパス)	1,950	2	密粗 (20) (20)	5 5	11月17, 18日	”
松 山 工 事	11	西条市下島山 (西条バイパス)	1,365	2	密粗 (20) (20)	5 5	9月2日	”
松 山 工 事	11	伊予三島市村松	1,397	2	密粗 (20) (20)	5 5	11月17日	”
九州地建								
福 岡 国 道	3	久留米市上津町	1,500	2	密粗 (20) (20)	5 5	11月5日	”
佐 賀 国 道	3	三養基郡基山町	1,740	2	密粗 (20) (20)	5 5	10月2日	”
熊 本 工 事	3	八代市岡町	1,500	2	密粗 (20) (20)	5 5	12月5日	”
大 分 工 事	10	別府市北浜	1,500	2	密粗 (20) (20)	5 5	11月13日	”
計			33,572					

* 施工面積は筑波工区のための面積

3. 60年度施工試験舗装の供用性

3.1 概 説

60年度施工した試験舗装については、施工後、60年秋(施工直後)、61年春および秋、62年春と追跡調査を行った。表-3.1.1に60年度施工試験舗装の実施箇所を示す。

表-3.1.1 60年度施工筑波1号試験舗装実施箇所概要
(筑波1号工区)

担 当 機 関	路線名	施 工 箇 所	面積㎡	舗 装 構 成			施 工 時 期	備 考
				層	粒 度	厚さ		
北海道開発局								
室 蘭 開 建	37	伊達市稀布	2,940	1	細 G (13 F)	4	7月25日	耐摩耗
旭 川 開 建	40	比布町比布	3,040	1	細 G (13 F)	4	6月17, 18日	〃
札 幌 開 建	230	札幌市下藤野	2,960	1	細 G (13 F)	4	7月29, 30日	〃
札 幌 開 建	275	当別町栄町	2,970	1	細 G (13 F)	4	6月10, 11日	〃
東北地建								
岩 手 工 事	4	盛岡市厨川	1,330	1	細 (G 20)	5	10月26日	〃
青 森 工 事	7	青森市長島	2,088	1	細 (G 20)	5	7月10日	〃
秋 田 工 事	7	秋田市土崎港	1,300	1	細 (G 13 F)	5	10月 2 日	〃
郡 山 国 道	4	郡山市安積	1,350	1	密 (20 F)	5	10月 2, 4 日	耐流動 C O 版上
関東地建								
長 野 国 道	18	長野市川合新田	3,400	1	密 (20 F)	5	9月26, 27日	耐摩耗
相 武 国 道	16	昭島市拝島町堂	1,540	2	密 (20) 粗 (20)	5 5	12月24日	耐流動
大 宮 国 道	4	浦和市町谷	2,334	2	密 (20) 粗 (20)	5 5	11月18, 19日	耐流動 C O 版上
横 浜 国 道	246	横浜市緑区荏田	1,540	2	密 (20) 粗 (20)	5 5	10月24, 28日	耐流動
北陸地建								
新 潟 国 道	49	北蒲原郡安田町	790 375	1 1	密 (20 F) 細 G (13 F)	5 4	9月13日 昼	耐摩耗
〃	8	西蒲原郡黒崎町	1,660	1	細 (G 13 F)	4	9月 9 日 夜	〃
高 田 工 事	18	上越市三田	680 420	1 1	密 (20 F) 細 G (13 F)	5 4	8月29日	耐摩耗 新 設
富 山 工 事	8	富山市針原仲町	1,130	1	密 (20 F)	5	10月 8 日	耐摩耗
〃	8	魚津市上村木	750 450	1 1	密 (20 F) 細 G (13 F)	5 4	10月 9 日	〃
中部地建								
高 山 国 道	41	大野郡久々野町	1,600	1	密 (20 F)	5	10月 3 日	耐摩耗
名 古 屋 国 道	23	海部郡飛島村	1,500	1	密 (20) 粗 (20)	5 5	11月16～28日 11月24～26日	耐流動
岐 阜 国 道	21	岐阜市茜部町	750	2	密 (20) 粗 (20)	5 5	10月18, 22日	〃
三 重 国 道	1	四日市市采女町	700	2	密 (20) 粗 (20)	5 5	10月24, 28日	〃
近畿地建								
滋 賀 国 道	1	栗太郎栗東町	1,400	1	密 (13) 粗 (20)	5 5	10月23, 25, 27日	〃
京 都 国 道	1	京都市東山区	1,400	1	密 (13)	5	11月15, 16日	〃
大 阪 国 道	26	堺市戒島町	1,600	2	密 (13)	5	10月11, 12日	〃
兵 庫 国 道	43	神戸市東灘区	2,800	1	密 (13) 粗 (20)	5 5	10月21, 22, 24, 25日	〃
計			44,497					

* 施工面積は筑波工区のみ面積

3.2 摩耗地域の供用性

摩耗地域における累積大型車交通量と横断凹凸量の関係を図－3.2.1～3.2.4に示す。摩耗地域では、スパイクタイヤの影響で流動地域に比較して、わだちの進行が早く、累積大型車交通量100万台での横断凹凸量をみると交差点部で10mm、単路部でも7～8mmもの大きな値を示している。

回帰式より推定した累積大型車交通量100万台時のわだち掘れ量を表－3.2.1に示す。これによると筑波工区は比較工区の90％程度の値を示しているが、この差は明確な差とは認められない。なお、累積スパイクタイヤ装着台数についても解析を行ったが、同様の傾向である。

また、筑波工区、比較工区ともわだち掘れ以外の供用性低下要因は発生していない。

3.3 流動地域の供用性

流動地域における累積大型車交通量とわだち掘れ量の関係を図－3.3.1～3.3.4に示す。累積大型車交通量100万台時のわだち掘れ量を表－3.2.1に示すが、この結果においては、筑波工区と比較工区に差は認められない。筑波工区は全体に供用直後のわだち掘れ量、すなわち初期わだちが大きく、これが影響しているとも考えられる。なお、国道26号堺市戎島では早期にわだち掘れが発生したため、原因について別途、調査を行っている。その結果は、付録－1に添付した。

また、筑波工区、比較工区ともわだち掘れ以外の供用性低下要因は発生していない。

表－3.2.1 累積大型車交通量 100万台時のわだち掘れ量

地 域 区 分	工 区 位 置	わ だ ち 掘 れ 量(mm)	
		筑 波 工 区	比 較 工 区
摩 耗 地 域	交 差 点 部	13.9	15.4
	単 路 部	13.8	15.2
流 動 地 域	交 差 点 部	7.0	7.3
	単 路 部	4.9	5.3

3.4 ま と め

60年度に施工した試験舗装の供用性についてまとめると、以下のようである。

- (1) 摩耗地域においては、筑波工区は比較工区の90％程度のわだち掘れ量を示している。しかし、明確な差とは認められず、筑波1号の優位性を判断するまでには至らない。
- (2) 流動地域においては、筑波工区、比較工区とも全体にわだち掘れ量が小さく、供用性の傾向は判断できない。
- (3) 筑波工区、比較工区ともわだち掘れ以外の供用性低下要因は発生していない。

以上のように、試験舗装の供用性については明確な傾向は認められず、今後の追跡調査を必要とする。

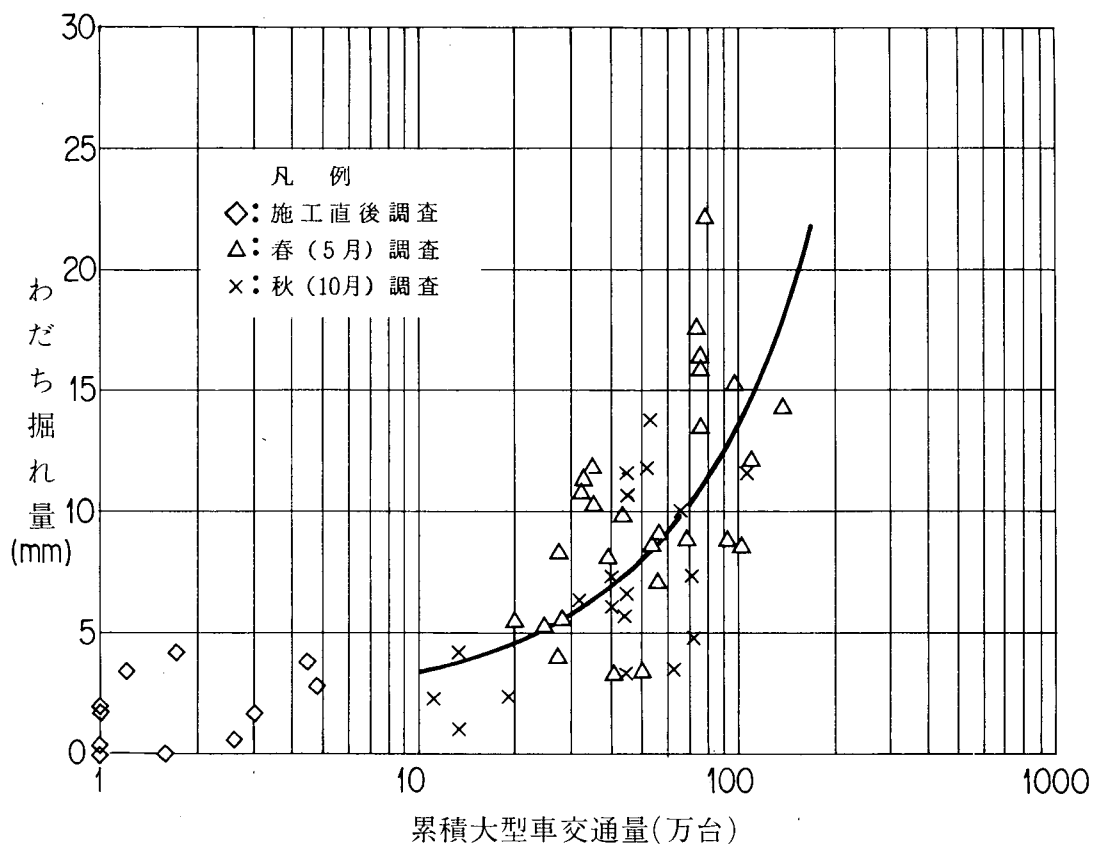


図-3.2.1 わだち掘れ量の推移(摩耗地域・単路部・筑波工区)

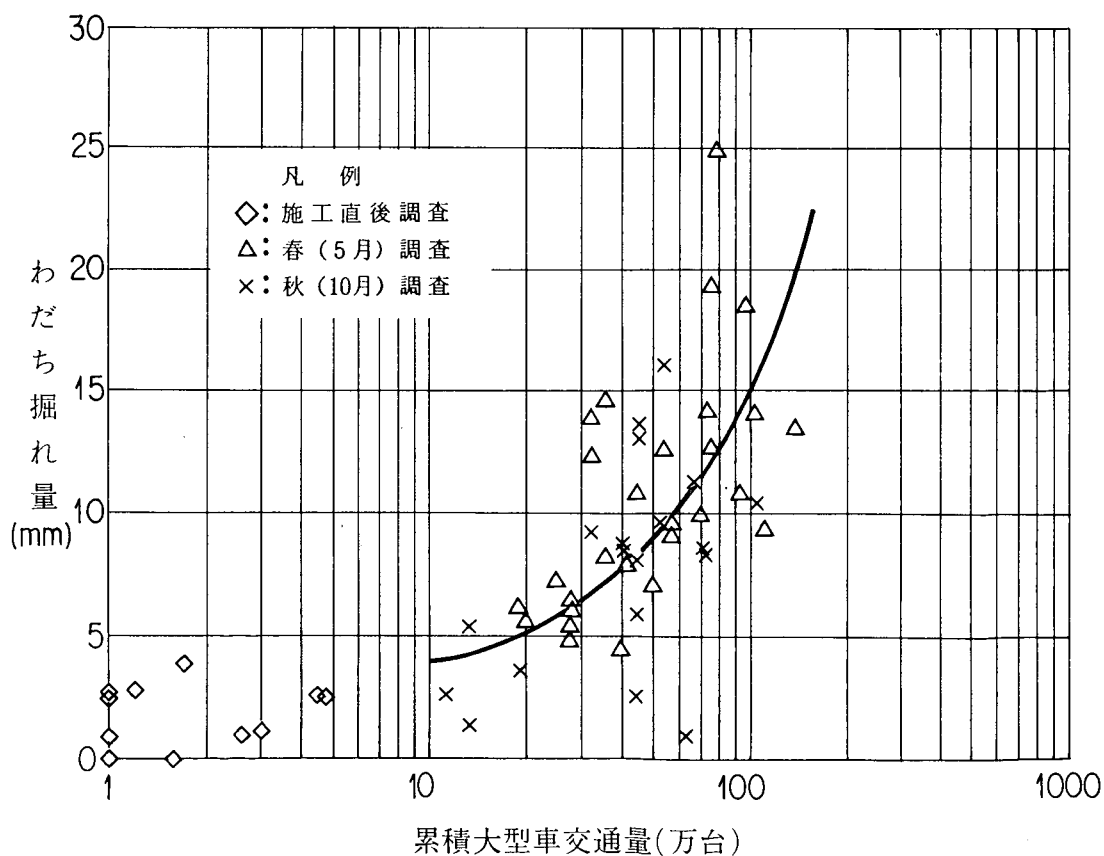


図-3.2.2 わだち掘れ量の推移(摩耗地域・単路部・比較工区)

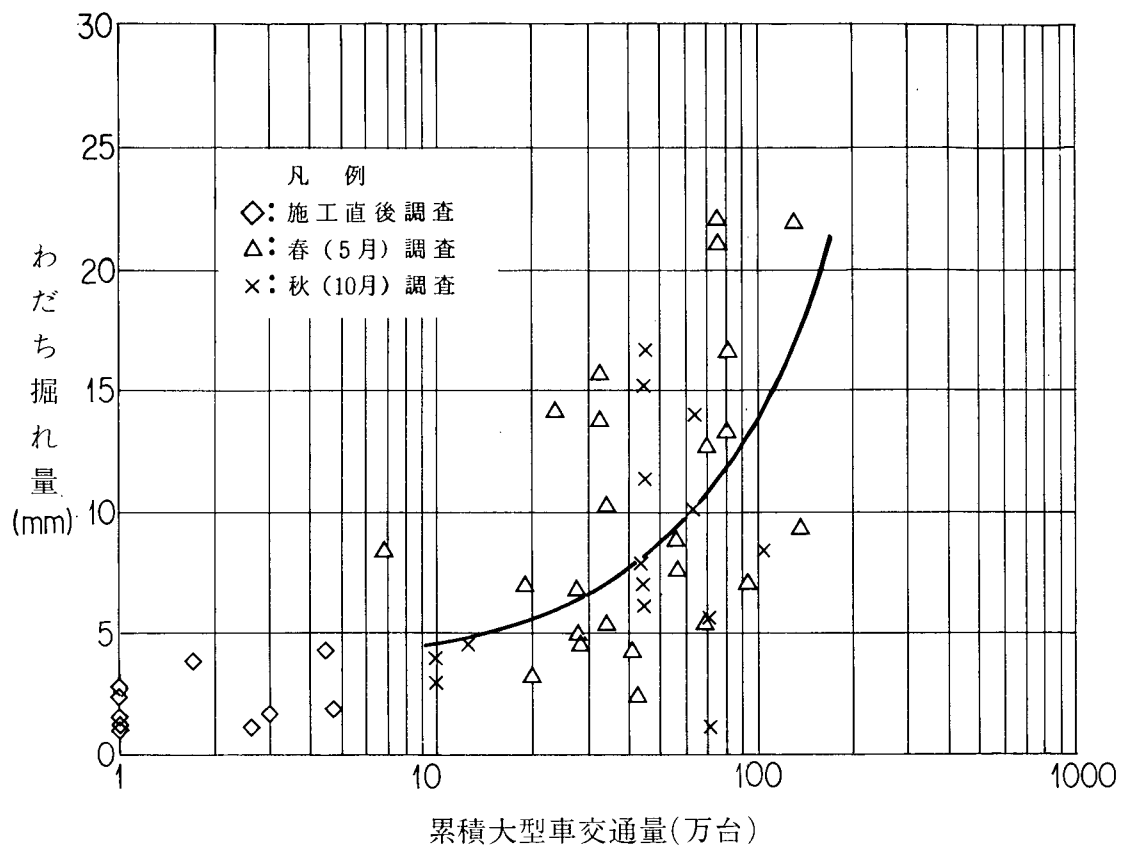


図-3.2.3 わだち掘れ量の推移(摩耗地域・交差点部・筑波工区)

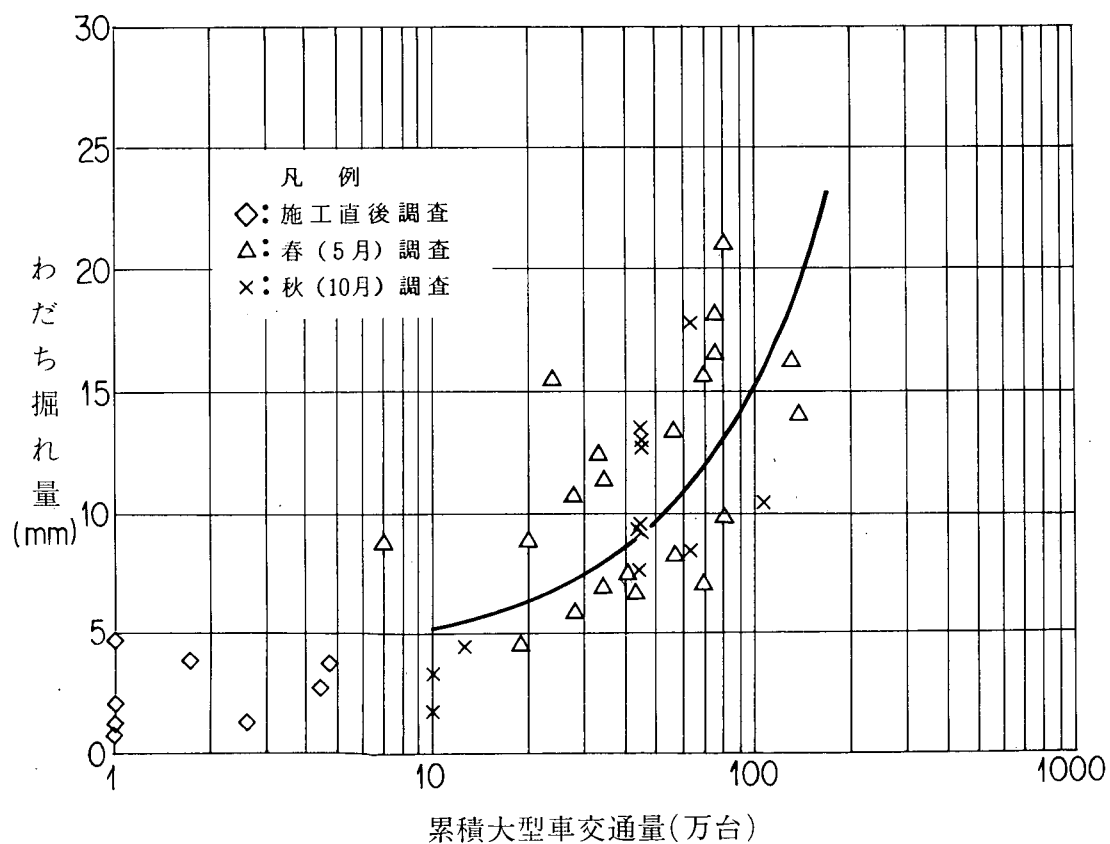


図-3.2.4 わだち掘れ量の推移(摩耗地域・交差点部・比較工区)

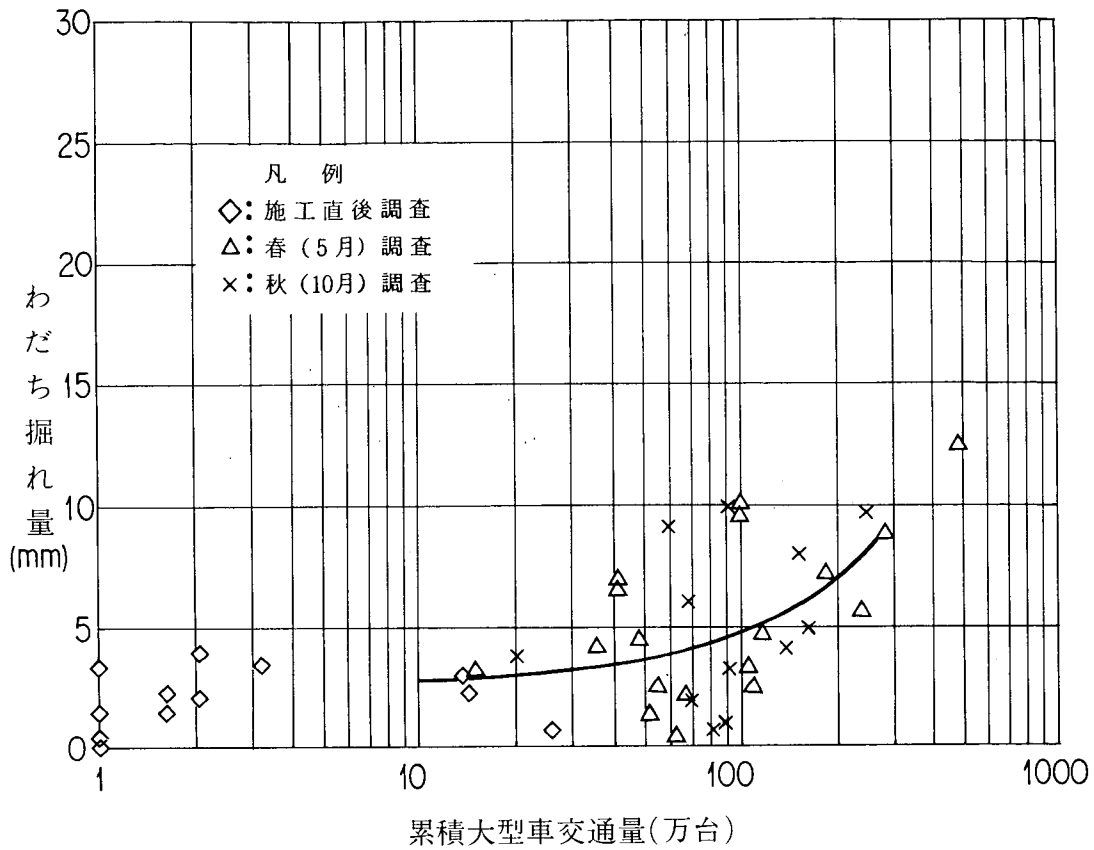


図-3.3.1 わだち掘れ量の推移(流動地域・単路部・筑波工区)

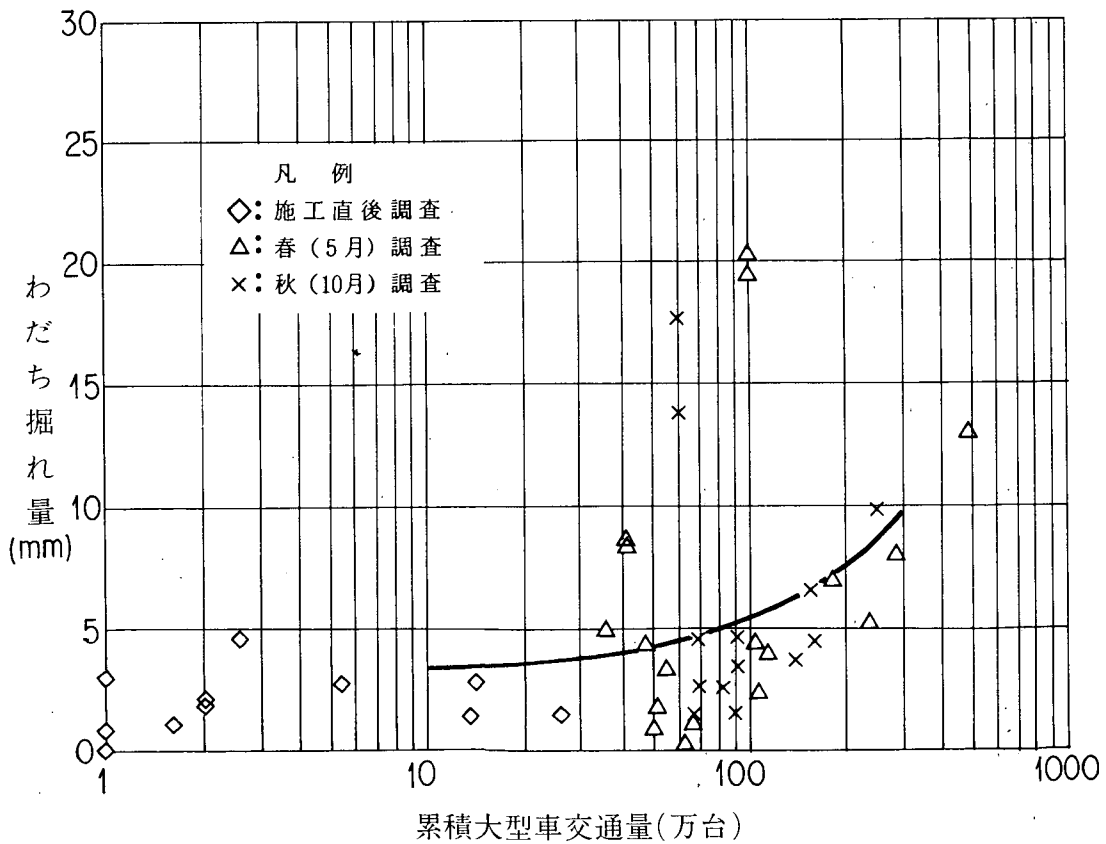


図-3.3.2 わだち掘れ量の推移(流動地域・単路部・比較工区)

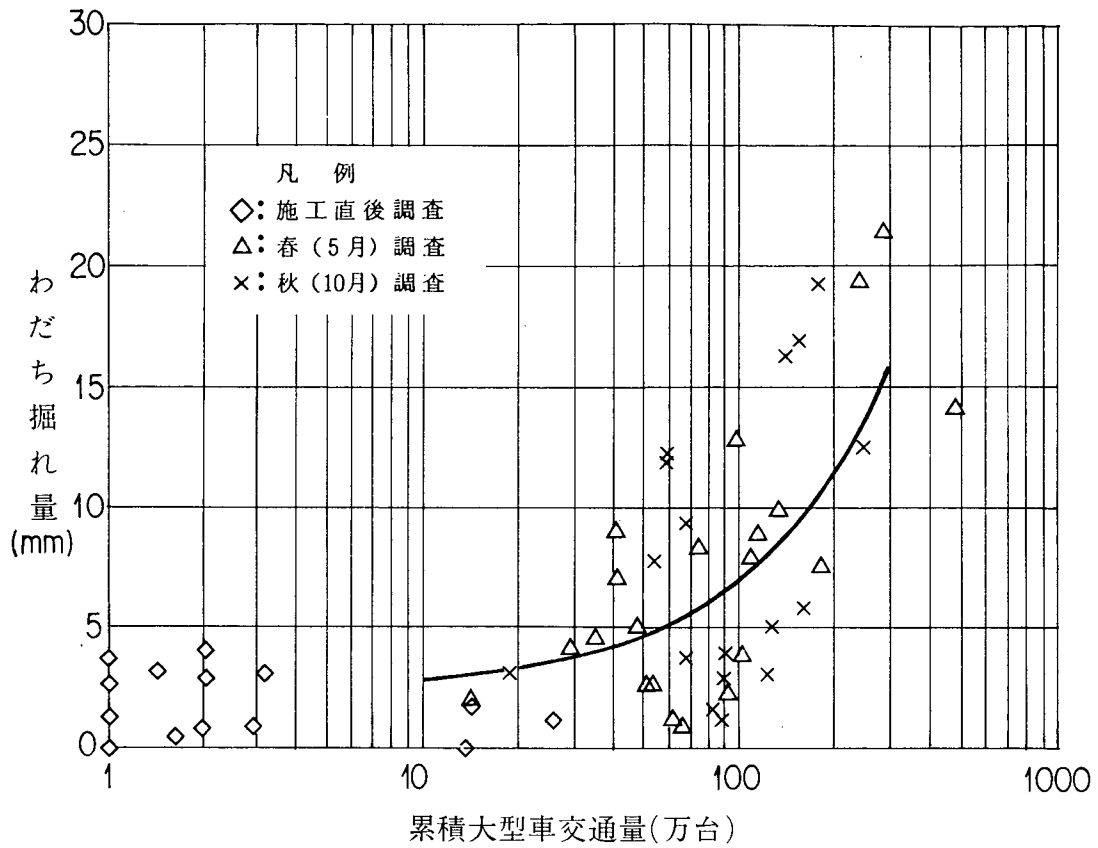


図- 3.3.3 わだち掘れ量の推移(流動地域・交差点部・筑波工区)

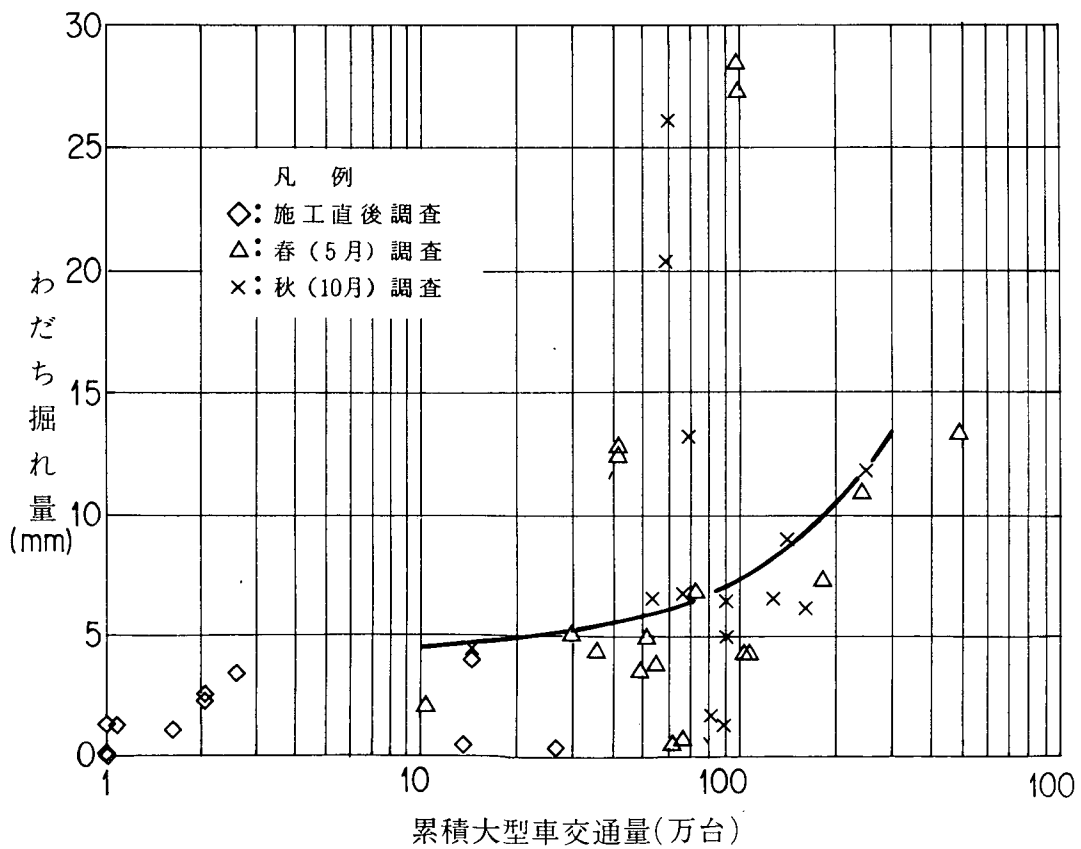


図- 3.3.4 わだち掘れ量の推移(流動地域・交差点部・比較工区)

4. 筑波 1 号の性状

試験施工に際して、現場よりバインダを収集して性状試験を行った。また、工場製造時の各種データも収集し、筑波 1 号の性状を検討した。

4.1 筑波 1 号の製造と供給

4.1.1 使用原材料

筑波 1 号はストレートアスファルトおよびムーニー値 140 と 50 (H) の 2 種類の SBR を用いて製造された。

(1) ストレートアスファルト

今回の試験施工では、針入度 60～80 単体、もしくは一部針入度 60～80 に 150～200 あるいは 200～300 をブレンドしたストレートアスファルトが原料として用いられた。表－ 4.1 に原料ストレートアスファルトの性状値を示す。なお、ブレンドアスファルトは通常の 60～80 に比べて軟らかい傾向を示した。

(2) SBR ラテックス

表－ 4.2 に試験施工に用いた 筑波 1 号の原料である SBR ラテックスの主な性状値を示す。

表－ 4.2 原料 SBR ラテックスの主な性状

項 目	種 類 ロット No.	SBR 140			SBR 50 (H)		試 験 方 法
		751201	760601	760801	3	5	
全 固 形 分 %		50.0	50.0	50.1	51.0	49.8	JIS K 6387
ムーニー値 ML ₄		144.5	135.5	140.0	49	62	JIS K 6383

また、各現場に用いられた SBR ラテックスのムーニー値および添加量を表－ 4.1 に示す。SBR50 (H) はムーニー値 49 および 62 の 2 ロットで、使用された SBR ラテックスの平均ムーニー値は平均 60.6 であった。ただし、ムーニー値 49 のものは 2 現場に用いられただけで、残りはすべてムーニー値 62 が使用された。また、SBR 140 はムーニー値 135.5、140.0 および 144.5 の 3 ロットが使用された。使用された SBR ラテックスの平均ムーニー値は平均 137.3 であった。一方ゴムの添加量は 6.0～7.0 %、平均 6.39 %であり、ややばらつきがあった。また 60 年度と比べると平均で 0.03 % 添加量が増加していた。

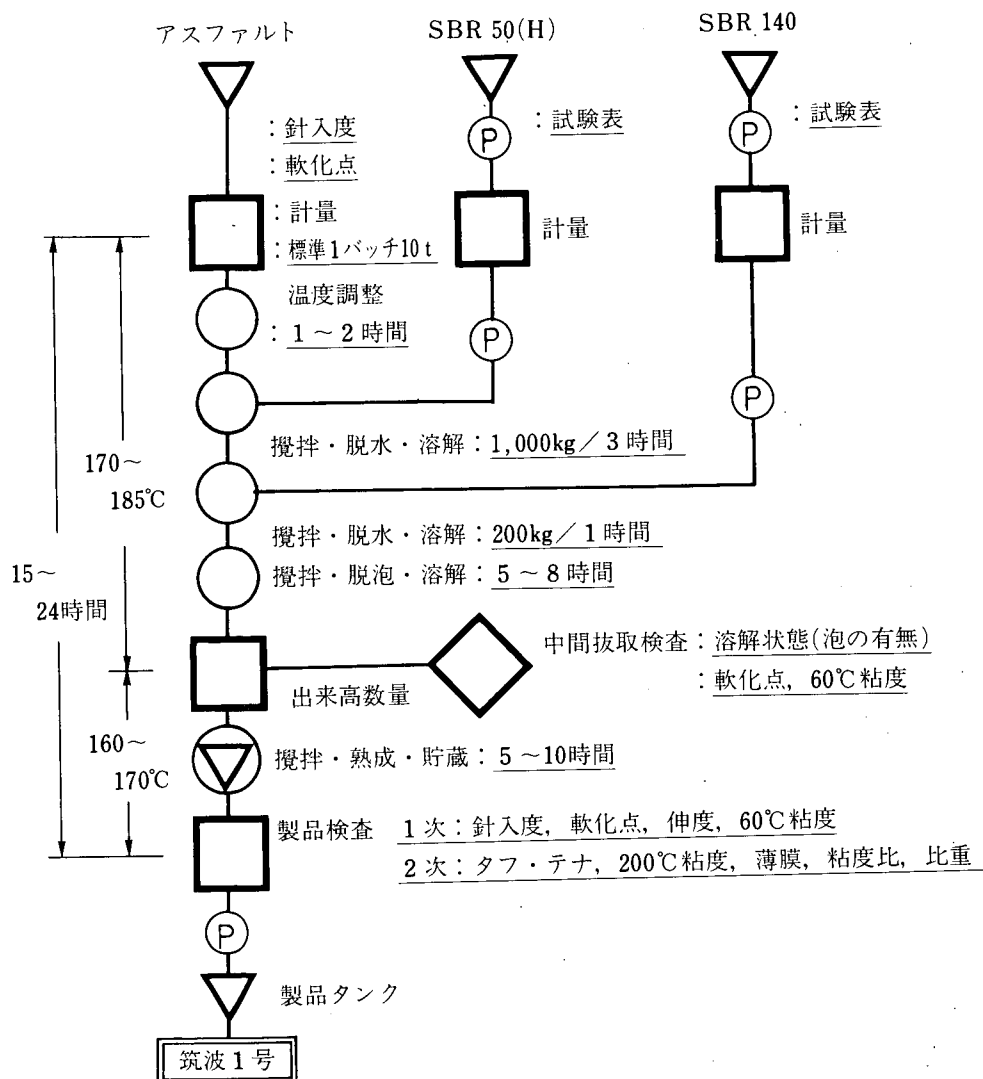
4.1.2 筑波 1 号の製造

筑波 1 号は図－ 4.1 に示す工程により、現場毎にメーカー 4 社が分担して製造供給された。製造工程は、60 年度と同様に設備の能力差により製造時間や温度に幅があったが、製造時間はやや短縮されていた。これは製造者が筑波 1 号の製造に慣れてきたものと考えられる。

表-4.1 昭和61年度筑波1号試験施工時使用原料ストアス, SBRラテックス及びラテックス添加量

No	施工地先名	ストレートアスファルト														SBRラテックス			
		針入度 (25℃) 1/10mm	軟化点 ℃	伸 度 (15℃) cm	三塩化 エタノ 可溶分 %	引火点 ℃	薄膜加熱 質 量 変化率 %	薄膜加熱 針入度 変化率 %	蒸 発 量 変化率 %	蒸発後 の 針入度比 %	比 重 (25/25℃)	粘 度 (℃) cSt				精製メーカー	ムーニー値		添加量 dry%
												120	140	160	180		140	50(H)	
1	岩沼市	63	48.0	100+	99.80	—	+0.08	63.2	—	—	1.030	1007	347	151	73.0	日本石油 *	144.5	49	7.0
2	山形市大野目	74	48.0	140+	99.86	300+	+0.10	70.0	—	99	1.031	1200	427	188	98.0	三菱石油	135.5	62	6.2
3	長岡市地蔵	70	48.0	130+	99.90	302	−0.14	65.8	—	97	1.030	980	341	145	71.6	コスモ石油	135.5	62	6.0
4	北魚沼郡 堀之内町	71	49.0	130+	99.93	316	−0.14	56.1	—	99	1.030	890	328	145	73.9	コスモ石油	144.5	49	6.2
5	大津市 月の輪町	91	46.0	100+	99.96	—	+0.12	64.8	—	—	1.027	780	260	119	58.0	モービル石油* コスモ石油	135.5	62	6.3
6	京都市上鳥羽	70	49.0	150+	99.96	360	+0.11	68.6	—	102	1.030	880	310	132	67.8	日本 アスファルト	135.5	62	6.2
7	飯石郡掛合町	84	47.0	100+	99.96	—	−0.08	65.5	—	—	1.025	820	314	141	75.0	コスモ石油 *	135.5	62	6.0
8	岡山市中尾	70	49.0	150+	99.96	360	+0.11	68.6	—	102	1.030	880	310	132	67.0	モービル石油*	135.5	62	6.0
9	安芸郡海田町	76	47.0	100+	99.90	—	+0.05	62.4	—	—	1.031	837	270	119	60.3	出光興産 *	135.5	62	7.0
10	下松市西豊井	67	48.0	150+	99.90	364	+0.04	66.0	0.02	100	1.031	1006	358	154	77.0	出光興産	135.5	62	6.3
11	丸亀市土器町 (丸亀バイパス)	69	48.5	140+	99.98	300+	+0.04	71.0	—	102	1.031	1080	379	162	80.4	三菱石油	135.5	62	6.3
12	三豊郡高瀬町	72	47.0	140+	99.90	300+	+0.03	63.7	—	98	1.030	836	300	132	67.0	三菱石油	135.5	62	6.3
13	西条市下島山 (西条バイパス)	74	47.5	100+	99.90	—	+0.06	64.3	—	—	1.030	890	313	136	67.1	出光興産 *	140.0	62	7.0
14	伊予三島市 村松	79	49.0	100+	99.90	—	+0.04	63.9	—	—	1.031	938	332	145	71.7	出光興産 *	140.0	62	7.0
15	久留米市 上津町	69	47.0	100+	99.99	336	+0.00	66.7	—	102	1.032	1100	400	180	—	日本石油	135.5	62	6.4
16	三養基郡 基山町長野	77	48.0	100+	99.90	—	+0.07	64.1	—	—	1.031	990	340	151	75.4	出光興産 *	144.5 135.5	62	7.0
17	八代市岡町	68	49.5	100+	99.99	342	+0.01	66.2	—	92	1.029	1102	414	184	94.5	日本石油	135.5	62	6.0
18	別府市北浜	68	49.5	100+	99.99	336	+0.02	69.1	—	102	1.031	1030	380	170	90.0	日本石油	135.5	62	6.0

* 2種類のアスファルトをブレンドして使用した。



図－4.1 筑波1号製造の作業工程図

4.1.3 筑波1号の製造

(1) 出荷時の性状

筑波1号の工場出荷時の性状（品質証明書）は表－4.3のとおりである。また、表－4.4には試験項目ごとの統計値を示した。

表－4.4 筑波1号の出荷時性状（品質証明書）の統計値

n=18

試験項目 項目	針入度 (25℃) 1/10mm	軟化点 ℃	針 度 (7℃) cm	タフネス kgf・cm	テナシテイ kgf・cm	60℃ 粘度 poise	200℃ 粘 度 cSt	薄 膜 加 熱		比 重 (25/25℃)
								量 質 変化率 %	粘度比	
最 大 値 max	67	66.5	100+	214	170	16200	297	+0.02	1.4	1.030
最 小 値 min	52	60.0	70	110	58	8840	201	-0.20	1.0	1.020
平 均 値 $\bar{x}$	57	63.0	—	137	87	12500	269	-0.08	1.1	1.027
標準偏差 σ_{n-1}	4.3	2.2	—	26	27	2180	28	+0.06	0.12	0.0027

表－4.4に示すとおり、筑波1号は各特性値にばらつきがあるが、規格値を十分満足していた。また、60年度と平均値で比べると、針入度は約5低下し、軟化点は2.2℃、60℃粘度は約1500 poise 上昇していたが、タフネス、テナシテイはそれぞれ15および10kgf・cm低下していた。

(2) 抜き取り時の性状

アスファルトプラントに設置された専用ケトルに貯蔵された筑波1号を混合物製造時に抜き取り、土木研究所へ送付して性状試験を行った。性状試験結果を表－4.5に示す。また、表－4.6には性状項目ごとの統計値を示した。さらに、図－4.2～図－4.9には性状の分布状態を示した。なお、これらの図には出荷時の性状分布も併せて示した。

表－4.6 筑波1号の抜き取り時（抜き取りバインダー）性状の統計値

n=18

試験項目 項目	針入度 (25℃) 1/10mm	軟化点 ℃	伸 度 (7℃) cm	タフネス kgf・cm	テナシテイ kgf・cm	60℃ 粘度 poise	200℃ 粘度 cSt	薄 膜 加 熱		貯蔵時間 hr
								質 量 変化率 %	粘度比	
最 大 値 max	73	65.5	100+	298	253	19000	318	+0.01	1.5	157
最 小 値 min	52	57.5	20	122	74	7450	187	-0.28	0.7	6
平 均 値 $\bar{x}$	60	61.5	—	195	146	11600	267	-0.10	1.1	66
標準偏差 σ_{n-1}	5.2	2.5	—	59	59	2860	31	-0.092	0.2	52

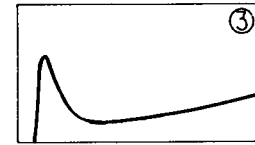
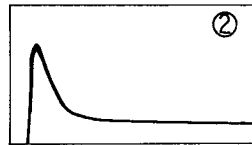
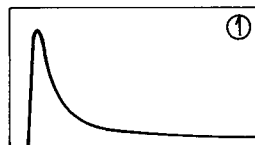
表－4.3 61年度試験舗装筑波1号性状（品質証明書）

No	施 工 地 先	製造会社	針入度 (25℃) 1/10mm	軟化点 ℃	伸 度 (7℃)cm	タフネス kg・cm	テナシティ kg・cm	60℃粘度 poise	200℃粘度 cst	薄膜加熱 質量変化 %	粘度比 (60℃)	比 重 (25/25℃)	試験年月日
1	岩沼市	東亜道路	52	60.5	100 +	132	77	11400	292	+ 0.02	1.2	1.020	61年 6 月 16 日
2	山形市大野目	日瀝化学	53	65.5	100 +	145	95	16100	265	- 0.03	1.4	1.028	61年11月12日
3	長岡市地蔵	日進化成	62	61.0	100 +	157	106	10600	292	- 0.01	1.0	1.025	61年 9 月 日
4	北魚沼郡 堀之内町	日進化成	58	62.5	100 +	110	63	13800	297	- 0.20	1.2	1.025	61年 7 月 27 日
5	大津市 月の輪町	昭和瀝青	65	61.5	100 +	110	78	10000	295	- 0.03	1.2	1.027	61年10月26日
6	京都市上鳥羽	日瀝化学	56	62.5	100 +	155	98	14100	245	- 0.09	1.1	1.027	61年11月10日
7	飯石郡掛合町	昭和瀝青	67	61.0	100 +	111	58	9270	268	- 0.15	1.1	1.025	61年 9 月 18 日
8	岡山市中尾	日進化成	60	60.0	100 +	123	74	8840	256	- 0.01	1.0	1.023	61年12月 9 日
9	安芸郡海田町	東亜道路	54	63.0	100 +	118	69	12200	273	- 0.11	1.1	1.030	61年10月27日
10	下松市西豊井	日瀝化学	56	64.0	100 +	136	88	14100	201	- 0.07	1.1	1.028	61年10月24日
11	丸亀市土器町 (丸亀バイパス)	日瀝化学	57	66.0	100 +	124	73	13200	266	- 0.08	1.1	1.028	61年 9 月 3 日
12	三豊郡高瀬町	日瀝化学	53	63.6	100 +	132	81	11400	258	- 0.08	1.3	1.028	61年11月13日
13	西条市下島山 (西条バイパス)	東亜道路	53	61.0	100 +	128	71	11100	291	- 0.08	1.1	1.030	61年 8 月 27 日
14	伊予三島市 村松	東亜道路	55	66.0	100 +	129	78	10900	280	- 0.10	1.1	1.030	61年11月16日
15	久留米市 上津町	日瀝化学	53	65.5	100 +	166	118	16200	205	- 0.03	1.4	1.028	61年11月 5 日
16	三養基郡 基山町長野	東亜道路	59	62.0	100 +	121	66	13200	273	- 0.15	1.1	1.030	61年 9 月 30 日
17	八代市岡町	昭和瀝青	55	66.0	100 +	159	119	14700	283	- 0.12	1.0	1.029	61年12月 3 日
18	別府市北浜	日進化成	61	62.0	70	214	170	12200	278	- 0.146	1.0	1.026	61年11月 7 日
規 格			50~100	55 以上	50 以上	100 以上	50 以上	8000 以上	300 以下	0.3 以内	2 以下	1.00 以上	-

表-4.5 61年度試験施工筑波1号抜取りバイнда性状

No.	施 工 地 先 名	針入度 1/10mm	軟化点 ℃	伸 度 (7℃)cm	タフネス kgf・cm	テナシティ kgf・cm	60℃粘度 poise	200℃粘度 cSt	薄膜加熱質量変化率 (180℃×2.5h)%	粘度比	ゴム量 %(IR)	貯蔵時間 hr	タフ・テナ チャート 形状*
1	岩沼市	52	60.5	100+	142	90	12800	318	-0.02	1.0	7.22	14	①
2	山形市大野目	58	65.0	100+	122	74	14800	187	-0.04	0.7	5.36	72	①
3	長岡市地蔵	56	59.5	22	298	253切断	10700	255	-0.28	1.5	5.49	154	③
4	北魚沼郡堀之内町	56	58.5	23	278	226	9880	244	-0.26	1.4	5.38	87	③
5	大津市月の輪町	73	58.5	100+	172	139	8710	292	-0.02	1.0	6.08	68	②
6	京都市上烏羽	59	60.5	100+	126	83	9680	300	+0.01	1.2	5.72	72	①
7	飯石郡掛合町	69	57.5	88	157	118	7450	262	-0.20	1.2	5.50	157	②
8	岡山市中尾	61	59.0	38	218	171	8600	291	-0.04	1.1	5.50	7	②
9	安芸郡海田町	54	61.0	67	182	117	12500	290	-0.08	1.1	7.38	8	①
10	下松市西豊井	53	65.4	20	239	188	15400	272	-0.01	0.9	6.78	96	②
11	丸亀市土器町(丸亀バイパス)	58	65.5	100+	158	117	14400	281	-0.05	0.8	6.91	40	①
12	三豊郡高瀬町	60	60.0	40	201	153	9480	266	-0.02	1.1	6.03	120	②
13	西条市下島山(西条バイパス)	61	61.0	100+	162	103	12000	283	-0.10	1.0	7.36	26	①
14	伊予三島市村松	60	60.5	100+	147	93	10900	264	-0.08	1.1	7.65	15	①
15	久留米市上津町	57	65.5	32	218	168	19000	211	-0.11	0.8	7.45	144	②
16	三養基郡基山町長野	59	61.5	100+	136	80	12200	256	-0.09	1.0	7.68	6	①
17	八代市岡町	61	62.0	36	290	237	10900	266	-0.20	1.4	5.48	65	③
18	別府市北浜	64	62.5	40	271	223	10200	274	-0.22	1.5	5.00	37	③

*タフ・テナチャート形状の分類番号①～③は下図のとおり



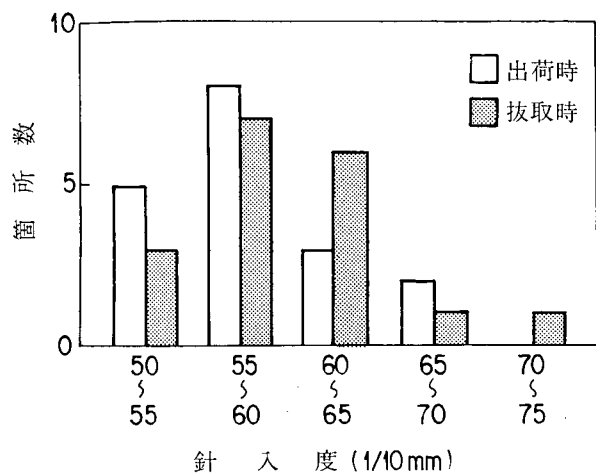


図-4.2 針入度の分布

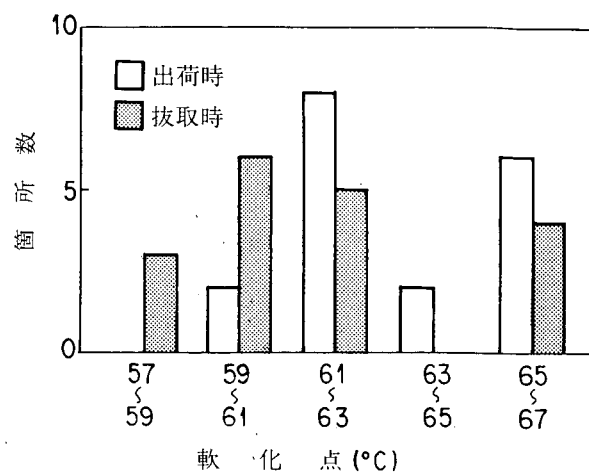


図-4.3 軟化点の分布

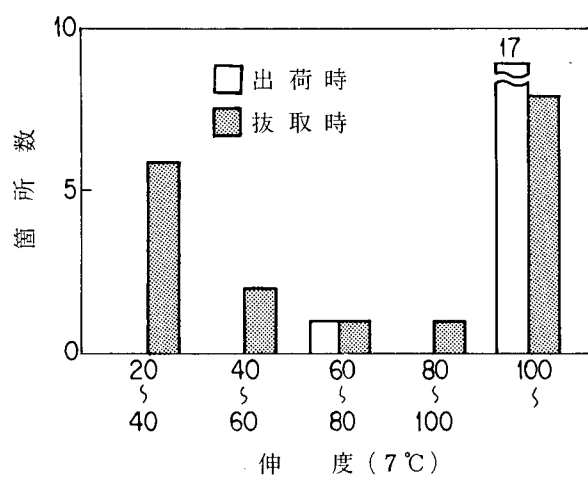


図-4.4 伸度の分布

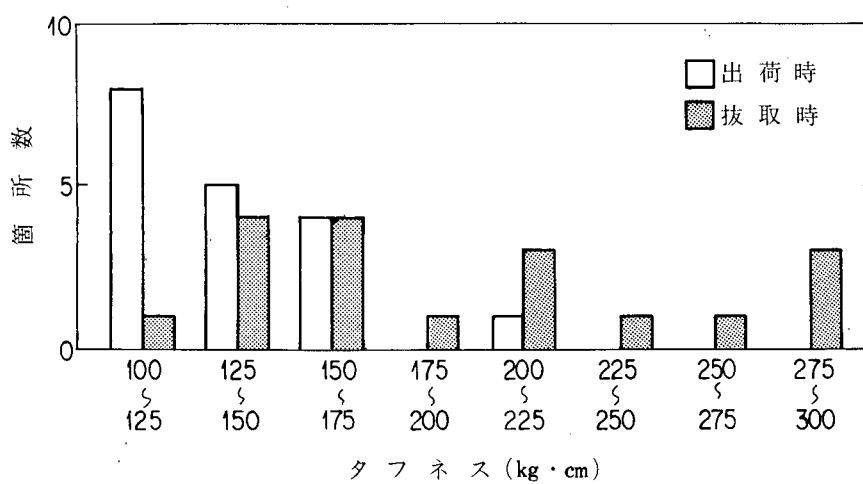


図-4.5 タフネスの分布

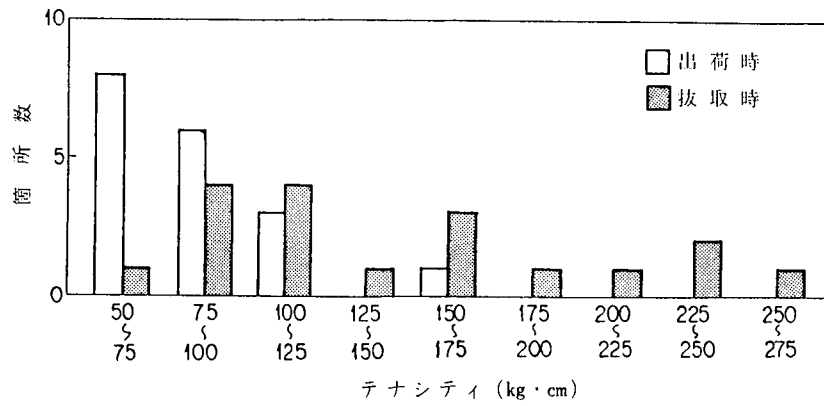


図- 4.6 テナシィの分布

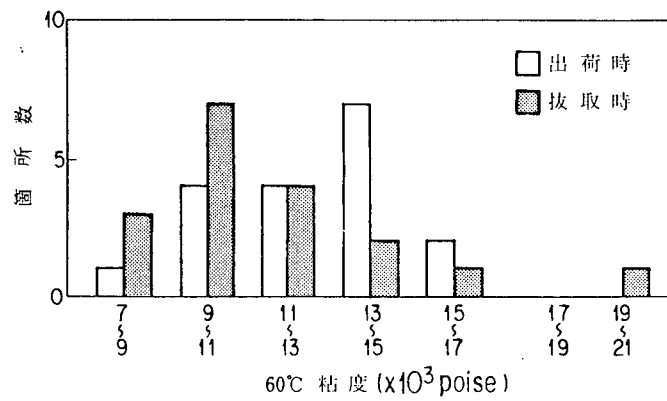


図- 4.7 60℃ 粘度の分布

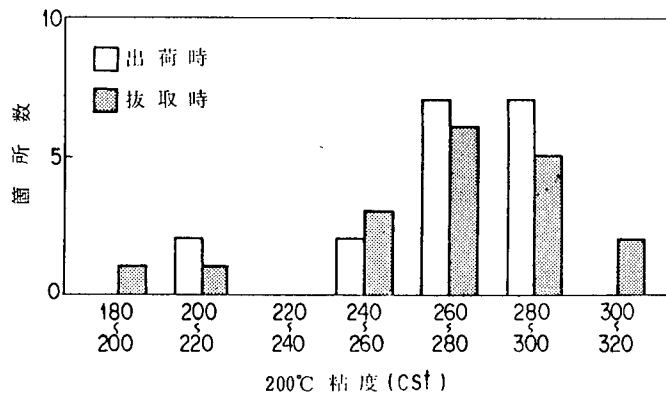


図- 4.8 200℃ 粘度の分布

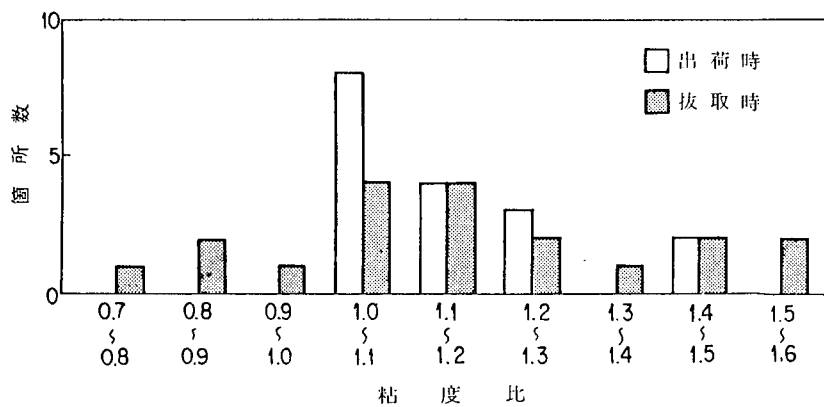


図- 4.9 粘度比の分布

1) 針入度

抜取りバインダの針入度は平均で60であり、出荷時と比べると若干高くなっていた。

2) 軟化点

抜取りバインダの軟化点は平均で61.5℃であり、出荷時と比べると約1.5℃の低下が見られた。

3) 伸 度

出荷時の伸度はほとんど100cm以上であったが、抜取りバインダは半数以上が100cm以下に低下していた。その中には、規格値(50cm以上)を下回ったものがほぼ半数発生した。

4) タフネス・テナンティ

抜取りバインダーは、タフネス・テナンティの平均がそれぞれ195.3および146.2kgf・cmであり、出荷時に比べて2件が減少しているものの、ほとんど増加していた。特にテナンティの増加割合が大きかった。また、タフ・テナチャートの形状をテナンティの様子で3つに分類した。この分類は表5下欄に示したように、①-③の順でテナンティ部位が大きくなっていることを意味している。

5) 60℃粘度

出荷時に平均で12500poiseあった60℃粘度は、抜取り時には平均で11600poiseと減少していたが、個々に見ると、出荷時の値から増加したものも見られた。また、規格値(8000poise以上)を下回ったものが1件生じたが、他はすべて規格値を満足していた。

6) 200℃粘度

200℃粘度は平均で269cStであり、出荷時(平均267cSt)からの変化は小さかった。個々のバインダについてみても、出荷時の値とあまり変化はなかったが、規格値(300cSt以下)を上回るものが1件あった。

7) 薄膜加熱質量変化率(180℃×2.5h)

薄膜加熱質量変化率は平均で-0.10%であり、ほとんど減量の傾向を示した。これは、出荷時のバインダ性状と同じ傾向であった。

8) 粘度比

粘度比は、抜取りバインダで平均1.14、出荷時で平均1.10とほぼ同様であったが、出荷時にはすべて1.0以上であったものが、抜取り時には1.0未満が4件発生した。

9) 貯 蔵

専用ケトル中での貯蔵時間は6～157時間にわたっており、そのうち2/3が3日以内に使われ、残りの1/3は4～7日間の間に使用されていた。これは、60年度とほぼ同様の貯蔵状況であった。

以上のように、各特性値はケトル貯蔵中に変化していたが、この傾向は前年とほぼ同様であった。また、抜取りバインダの平均性状は60年に比べて、軟化点で約2℃、60℃粘度で約1000poise、タフネス・テナンティでそれぞれ約10kgf・cmおよび5kgf・cm上昇していた。

4.1.4 ま と め

(1) 原料に用いられたストレートアスファルトは、針入度級60～80がベースであったが、一部150～

200 あるいは 200～300 を針入度級 60～80 にブレンドしたものも使われた。

- (2) 使用したゴムラテックスは、60年度と同様にムーニー値 50 (H) と 140 の 2種類であった。
- (3) ゴムの添加量は 6.0～7.0 %, 平均 6.39%であった。これは60年度に比べて平均で 0.03 %増加しており、前年度に生じた60℃粘度の低下を考慮したことがうかがえる。
- (4) 筑波 1 号の製造は60年と同様の作業工程で行なわれたが、製造者の慣れと高温の雰囲気により長時間保つことをなるべく避けたことで所要時間が短縮されていた。
- (5) 出荷時のバインダ性状は規格値をすべて満足しており、特に軟化点と60℃粘度は60年度に比べて高い値を示していた。これは、前年度において、貯蔵中に品質低下し、規格をはずれたものがあったため、ゴムの添加量を若干増加し、出荷時の性状を高めたものと考えられる。
- (6) 抜き取りバインダは、伸度 8 件、60℃粘度 1 件および 200℃粘度 1 件が規格値をはずれた性状であったが、その他はすべて規格を満足した。この規格をはずれた性状の件数は、60年度と比べると、伸度は増加したが、60℃粘度および 200℃粘度は少なくなった。
- (7) 貯蔵時間は、6～157時間と巾があったが、すべての現場とも 7 日以内であった。

4.2 筑波1号の性状に関する検討

4.2.1 筑波1号の性状と原材料の性状との関係

(1) 出荷時の性状

出荷時の筑波1号の性状のうち、針入度、軟化点および60℃粘度は、原料ストレートアスファルトの性状と表-4.7に示す相関があった。

表-4.7 出荷時の筑波1号性状と原料ストレートアスファルト性状との相関係数

筑波1号	原料ストレートアスファルト	相 関 係 数
針 入 度	針 入 度	0.56 (0.72)
軟 化 点	120℃ 粘 度	0.59 (0.36)
60℃ 粘 度	120℃ 粘 度	0.71 (0.60)

() は60年度における数値

60, 61年度を通じて相関の高かったものは、出荷時の60℃粘度と原料ストレートアスファルトの120℃粘度だけであった。そこでもう一つの原材料であるゴムの添加量を加えて出荷時の性状との重相関を求めた。その結果を表-4.8に示す。

表-4.8 出荷時性状と原料ストレートアスファルト性状およびゴム添加量との重相関係数

筑波1号	原料ストレートアスファルト	相 関 係 数
針 入 度	針 入 度	0.82
針 入 度	120℃ 粘 度	0.75
軟 化 点	軟 化 点	0.09
軟 化 点	120℃ 粘 度	0.47
タ フ ネ ス	120℃ 粘 度	0.63
テ ナ シ テ ィ	120℃ 粘 度	0.64
60℃ 粘 度	120℃ 粘 度	0.64

表-4.8より筑波1号の出荷時の性状のうち、針入度は原料ストレートアスファルトの針入度あるいは120℃粘度とゴム添加量が関連することがわかった。またタフネス、テナシティおよび60℃粘度にもある程度の関連が見出せた。

(2) 採取時の筑波1号の性状

採取時の筑波1号の性状のうち、針入度、軟化点および60℃粘度は、原料ストレートアスファルトの性状と表-4.9に示す相関があった。

表－ 4. 9 抜き取りバインダ性状と原料ストレートアスファルト性状との相関係数

抜き取りバインダー	原料ストレートアスファルト	相 関 係 数	
針 入 度	針 入 度	0.75	(0.79)
軟 化 点	120℃ 粘 度	0.81	(0.70)
60℃ 粘 度	120℃ 粘 度	0.70	(0.83)

() は60年度における数値

また、ゴム添加量を加えて重相関を求めた結果を表－ 4. 10 に示す。

表－ 4. 10 抜き取りバインダ性状と原料ストレートアスファルト
性状およびゴム添加量との重相関係数

抜き取りバインダー	原料ストレートアスファルト	重 相 関 係 数
針 入 度	針 入 度	0.86
針 入 度	120℃ 粘 度	0.55
軟 化 点	軟 化 点	0.14
軟 化 点	120℃ 粘 度	0.81
タ フ ネ ス	120℃ 粘 度	0.58
テ ナ シ テ ィ	120℃ 粘 度	0.64
60℃ 粘 度	120℃ 粘 度	0.79

表－ 4. 10 から抜き取り時の筑波 1 号の性状も出荷時と同じく原料ストレートアスファルトの性状とゴム添加量との関連性が見出せた。

60年度の共同研究では、筑波 1 号の性状が原料ストレートアスファルトとゴム添加量に影響されることが指摘されていたが、61年度の結果で、さらに強く裏付けされたといえる。

4. 2. 2 貯蔵中の性状変化

(1) 出荷時と抜き取り時の性状の関係

貯蔵中の性状変化について検討するために工場出荷時の性状と抜き取り時の性状の関係について検討を行った。

出荷時と抜き取り時とは、表－ 4. 11 に示した性状間に比較的相関が見られたが、その他は同一性状間においてもあまり相関はなかった。

表－4.11 出荷時と採取時の性状の相関係数

出 荷 時	採 取 時	相 関 係 数
針 入 度	針 入 度	0.69 (0.79)
軟 化 点	軟 化 点	0.68 (0.41)
軟 化 点	60 ℃ 粘 度	0.75 (0.45)
60 ℃ 粘 度	60 ℃ 粘 度	0.72 (0.57)

() は60年度における数値

同一性状で出荷時と採取時の間に関連が低いことは、各現場において、

- 1) 材 料：原料ストレートアスファルト、ゴム
- 2) 製造条件：製造時間、温度、製造設備など
- 3) 貯蔵条件：貯蔵時間、専用ケトルなど

といった事項の差異により、性状変化の様子が異なったためと考えられる。

(2) 貯蔵中の性状変化

60年度では貯蔵中の筑波1号の性状の変化は、原料ストレートアスファルトの性状に関連が見られた。そこで、貯蔵中の性状変化の割合を性状比(採取時/出荷時)で表し、出荷時の性状、原料ストレートアスファルト性状、ゴム添加量および貯蔵時間との相関を求めた。しかし、表－4.12に示す項目以外に高い相関は見出せなかった。

表－4.12 性状比(採取時/出荷時)と関連のあった項目および相関係数

性状比(採取時/出荷時)	項 目	相 関 係 数
T F O 粘 度 比	出 荷 時 の 60 ℃ 粘 度	-0.77
60 ℃ 粘 度	ゴ ム 量 (I R)	0.69

性状比(採取時/出荷時)が貯蔵時間と関連していなかったことは、前述した材料や製造、貯蔵条件が各現場で異なるため、性状変化が単純な時間のみの関数としてとらえられないことを示唆している。

(3) 貯蔵後の60℃粘度の推定

前述のように、筑波1号の採取時の性状は出荷時から変化しており、その様子は現場毎に異なっていた。しかし、採取時の針入度、軟化点および60℃粘度は原材料の性状およびゴムラテックスの添加量と比較的関連性があると考えられた。また、前年度では、採取時の60℃粘度は出荷時の60℃粘度および貯蔵時間である程度推定できることがわかっている。

ところで、61年度は前年度に比べ、ゴムラテックスのロットが統一され、ムーニー値の均一なものが供給できた。しかし、原料ストレートアスファルトは、2年間を通じて幅の広い性状であった。これは精製メーカーによってストレートアスファルトの製法が異なるためと考えられるが、その供給体制から

製造メーカーが選別して使用することは困難であった。

そこで、筑波1号の最も重要な性状の一つである60℃粘度に着目し、混合物製造時に規格8000poise以上を維持するために考慮すべき点を原材料面から検討するために、60、61年度を通して採取時の60℃粘度(Y)を原料ストレートアスファルトの120℃粘度(X₁)、ゴムのムーニー値(X₂)、ゴム添加量(X₃)および貯蔵時間(X₄)を用いて重回帰分析を行なった。その結果を以下に示す。

$$\text{回 帰 式} \quad Y = 21.6 X_1 - 91.9 X_2 + 2950 X_3 + 4.93 X_4 - 20600$$

$$\text{回帰係数} \quad r = 0.79$$

$$\text{標準化回帰係数} \quad X_1 \cdots \cdots 0.73 \quad X_2 \cdots \cdots -0.13 \quad X_3 \cdots \cdots 0.25 \quad X_4 \cdots \cdots 0.07$$

この回帰結果によれば、採取時の60℃粘度に影響度の高い順に

原料ストレートアスファルトの120℃粘度 > ゴム添加量 > ムーニー値 > 貯蔵時間

であった。このように原料ストレートアスファルトの120℃粘度を中心に原材料の面から筑波1号の60℃粘度をある程度推定できると考えられるが、さらに正確に把握するためには、製造、貯蔵条件を考慮する必要がある。

4.2.3 筑波1号の性状間の関係

60年度で確認された筑波1号性状間の関係について今年度も検討を行った。その結果を表-4.13に示す。

表-4.13 筑波1号性状間の相関係数

項 目	出 荷 時	採 取 時
軟 化 点-60℃ 粘 度	0.69	0.88 (0.92)
タフネス-テナシティ	0.98 (0.94)	0.99 (0.99)
伸 度-テナシティ	—	- 0.76 (-0.84)

() は60年度における数値

性状間の関係は、60年度と同様の傾向を示した。

4.2.4 ゴム定量

採取バインドのゴム量は60年度と同様の赤外分光分析(IR)法で定量した。その結果を表-4.15に示す。工場における実際のゴム添加量は、13現場が6.0～6.4%で残りの5現場が7.0%と、2つのグループに分かれており、相関を見る上で問題があったため、7.0%のグループを除いて定量値との関係を調べたところ、相関係数0.78で比較的相関が見られた。また、ゴム添加量と定量値との差は表-4.15に示すように、最大値や最小値は60年度より広がっていたが平均値ではほとんど差はなく、標準偏差0.61で60年度において見られた±10%の差と同程度のバラツキであった。以上から、IRによる定量

方法は、今後、SBR量をある程度の精度で管理することに用いることができると考えられる。

表 - 4.14 ゴム添加量と定量値との差
(定量値-ゴム添加量)の統計値
(n = 18)

項 目	統 計 値 (%)
最 大 値 max	1.05
最 小 値 min	- 0.90
平 均 値 $\bar{x}$	- 0.06
標 準 偏 差 σ_{n-1}	0.61

4.2.5 ま と め

- (1) 筑波1号の性状は、出荷時、採取時ともに原料ストレートアスファルトの性状とゴム添加量が影響していた。
- (2) 筑波1号の出荷時と採取時の同一性状間には、針入度、軟化点、60℃粘度に相関が見られた。従って、これらの性状については工場出荷時の性状を管理することにより、筑波1号を使用するときの性状もある程度管理できると考えられる。
- (3) 貯蔵中の性状変化の度合は、出荷時の性状、原料ストレートアスファルト性状、ゴム添加量および貯蔵時間の各々とはあまり相関が見られなかった。これは材料や製造、貯蔵条件が各現場で異なり、それらが複合して影響しているため、一様な性状変化には表わせないことを示唆している。ただし、60℃粘度の変化の度合はゴムの添加量と関連があり、これによれば、貯蔵中の60℃粘度の低下を抑制するためには、可能な範囲でゴムの添加量を少なくすることが望ましい。
- (4) 筑波1号の性状間には、60, 61年度を通じて、
 - I) 軟化点-60℃粘度
 - II) タフネス-テナシティ
 - III) 伸 度-テナシティ
 に相関があった。
- (5) 赤外分光分析 (IR) 法によって、ゴム量を比較的精度良く定量できた。この結果により、SBR量をIR法で管理できると考えられる。

4.3 コア回収バインダの性状

筑波1号の加熱混合による性状変化を調査するため、各現場で舗設直後、検査用コアと同時期に回収試験用コアを採取した。

このコアは土木研究所に送付し、一括してバインダの回収および性状試験を行った。

4.3.1 アブソン抽出およびバイндаの回収方法

バイндаの回収は、ASTM D 1856-79 アブソン法に準じ、試験条件および方法等はすべて60年度共同研究報告書と同様で行った。

4.3.2 回収バイндаの性状

施工直後の切取りコアから抽出した筑波1号の回収バイндаの性状試験結果を表-4.15 および図-4.12～4.16に示す。

(1) 針入度

針入度は36から53の範囲にあり、平均は43.6であった。抜取りバイндаの針入度の平均は59.5であり、筑波1号混合物製造時の熱劣化は針入度残留率でみると平均73.0%であり、個々では94.4%から59.0%に分布していた。

(2) 軟化点

軟化点は55.5から64℃の範囲にあり、平均は60.5℃であった。抜取りバイндаの平均軟化点は61.3℃であり、加熱混合による熱履歴で軟化傾向を示した。これを変化率でみると106.8%から90.8%の範囲にあり、平均98.74%であった。

(3) 7℃伸度

7℃伸度は13～79cmの範囲にあり、平均は32.3cmであった。抜取りバイндаでは18件中8件が100cm以上であったが、回収バイндаでは最大で79cmと減少傾向にあった。

しかしながら、抜取りバイндаに対する回収バイндаの個々の変化率をみると、100%以上と逆に増加したものも5件あった。

(4) 60℃粘度

60℃粘度は23400から8650poisの範囲にあり、平均は16374poiseであった。

抜取りバイндаの平均は11644poiseであり加熱混合による熱履歴でやゝ増粘傾向にあった。

これを混合物製造前後の粘度変化比でみると、2.37から0.73の範囲にあり、平均で1.46であった。粘度変化比1以下のもの、すなわち熱履歴で低粘度化したのは18件中3件であった。

一方、抜取りバイндаの薄膜加熱試験前後の粘度比は1.5から0.7の範囲、平均1.1であったことと比較すると、実際の加熱混合による熱履歴の方がやゝ大きいといえる。

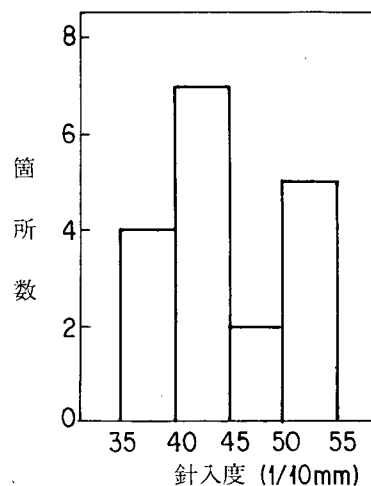


図-4.12
回収バイндаの針入度分布

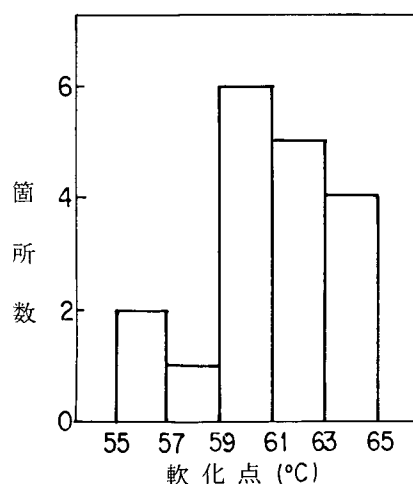


図-4.13
回収バイндаの軟化点分布

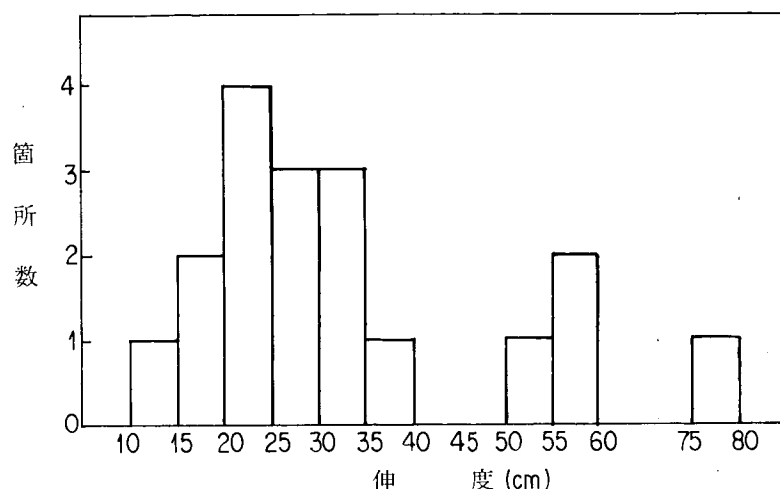


図-4.14 回収バインダの伸度分布

表-4.15 昭和61年度筑波1号コア回収バインダの性状

No.	施工地先	コア回収バインダー								
		針入度		軟化点		7℃伸度		60℃粘度		PI
		1/10mm	残留率%	℃	変化率%	cm	変化率%	Poise	変化比	
61-1	岩沼市	44	84.6	59.5	98.3	35	35 以下	13,700	1.07	0.62
- 2	山形市大野目	50	86.2	60.0	92.3	55	55 以下	14,500	0.98	1.03
- 3	長岡市地蔵	40	71.4	62.5	105.0	24	109	23,300	2.18	0.97
- 4	北魚沼郡堀之内町	38	67.9	62.5	106.8	26	113	23,400	2.37	0.85
- 5	大津市月の輪町	45	61.6	58.0	99.1	31	31 以下	10,600	1.22	0.37
- 6	京都市上鳥羽	50	84.7	55.5	91.7	79	79 以下	8,780	0.91	0.09
- 7	飯石郡掛合町	41	59.4	60.0	104.3	15	17	14,300	1.92	0.55
- 8	岡山市中尾	53	86.9	55.5	94.1	58	153	8,650	1.01	0.23
- 9	安芸郡海田町	51	94.4	61.5	100.8	32	48	16,400	1.31	1.37
-10	下松市西豊井	40	75.5	61.5	93.9	21	105	19,700	1.28	0.78
-11	丸亀市土器町(丸亀B.P)	40	69.0	64.0	97.7	20	20	17,200	1.19	1.24
-12	三豊郡高瀬町	39	65.0	59.5	99.2	15	38	16,100	1.70	0.34
-13	西条市下島山(西条B.P)	47	77.0	59.5	97.5	34	34 以下	13,200	1.10	0.78
-14	伊予三島市村松	51	72.9	63.0	104.1	26	26 以下	14,200	1.30	1.66
-15	久留米市上津町	40	70.2	59.5	90.8	51	159	13,900	0.73	0.40
-16	三養基郡基山町長野	37	62.7	64.0	104.1	25	25 以下	22,700	1.86	1.06
-17	八代市岡町	36	59.0	61.5	99.2	13	36	23,000	2.11	0.55
-18	別府市北浜	42	65.6	61.5	98.4	21	53	21,100	2.07	0.90
最大値	(X _{MAX.})	53	94.4	64.0	106.8	79	159	23,400	2.37	1.66
最小値	(X _{MIN.})	36	59.0	55.5	90.8	13	(17)	8,650	0.73	0.09
平均値	($\bar{X}$)	43.6	73.0	60.5	98.74	32.3	—	16,374	1.463	0.77
標準偏差	($\delta n-1$)	5.5	10.6	2.47	4.86	17.7	—	4,863	0.505	0.416

注) 表中の残留率、変化率等は抜取りバインダー性状に対する割合(コア回収/抜き取り)を示す。

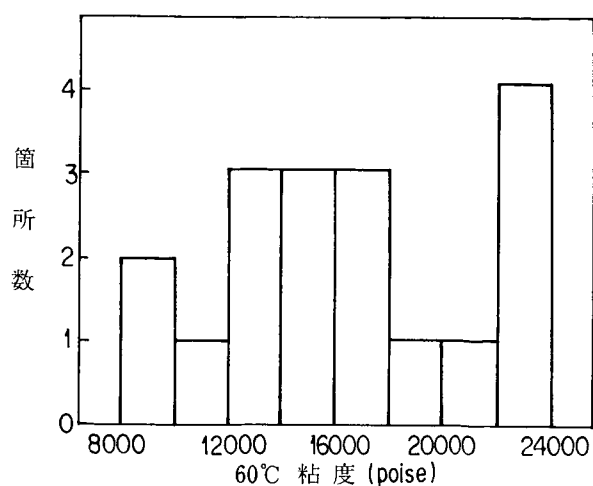


図-4.15 回収バインダ60℃粘度分布

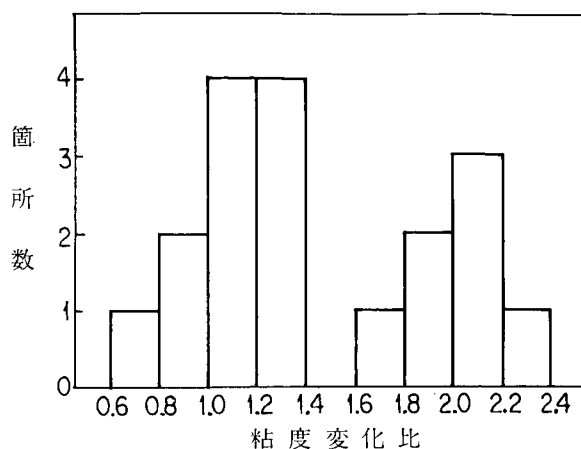


図-4.16 混合物製造前後のバインダの60℃粘度変化比分布

4.3.3 回収バインダ性状間の相関

回収バインダの性状間の関係を表-4.16に示す。

この表より、比較的相関の大きい相関係数 $r = 0.7$ 以上のものの関係を図-4.17～4.20に示す。

表-4.16 回収バインダの各性状間の相関係数

	針入度	針入度残留率	軟化点	軟化点変化	伸度	伸度変化	60℃粘度	粘度変化比
針入度	—	—	-0.527	-0.337	0.647	0.066	-0.735	-0.621
針入度残留率		—	-0.372	-0.433	0.650	0.280	-0.452	-0.599
軟化点			—	—	-0.706	-0.331	0.803	0.524
軟化点変化率				—	-0.663	-0.369	0.547	0.772
伸度					—	—	-0.665	-0.679
伸度変化率						—	-0.053	-0.158

(1) 軟化点と60℃粘度

回収バインダで最も相関の高かったものは、軟化点と60℃粘度 ($r=0.8$) の相関であり、加熱混合前後の熱履歴の度合いをみた軟化点変化率と60℃粘度変化比 ($r=0.77$) の相関も大きかった。

この軟化点と60℃粘度の相関は抜取

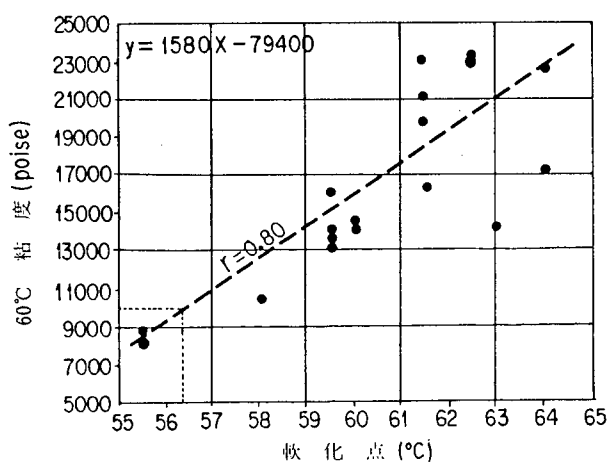


図-4.17 回収バインダの軟化点-60℃粘度の相関

りバインダでも高い相関があり、その回帰式の勾配は近似していた。したがって軟化点と60℃粘度の関係は熱履歴を受ける前後であまり変化しないといえる。

(2) 針入度 — 60℃粘度

針入度と60℃粘度の相関はその係数が $r = -0.74$ あり、針入度が小さいほど60℃粘度が高い関係にあった。

(3) 軟化点 — 7℃伸度

軟化点と7℃伸度の相関は、その係数が $r = -0.71$ あり、軟化点が低いものほど、7℃伸度は大きい関係にあった。

4.3.4 筑波1号の熱履歴特性

昭和60年および61年の筑波1号の試験舗装において、施工直後の現場切取りコアからバインダを回収し、混合物製造時の加熱による熱履歴状態をみるため、60℃粘度等の性状試験を行った。これを混合物製造の直前にプラントのケトルから採取したバインダ性状と比較し、変化の程度をまとめたものを表-4.17に示す。

これをみると、60年度の試験舗装は東日本地区で耐摩耗を目的とし、ベースアスファルトに80~100を多く使用し、逆に61年度は西日本地区で耐流動を主としたため、61年度の性状はやゝ硬質の傾向がみられる。

表-4.15に示した各現場の個々の値は変動幅が大きい。これは筑波1号のベースアスの差、性状の差あるいは混合物製造時の熱履歴の受け方、すなわち混合温度や粒度差からくるバイン

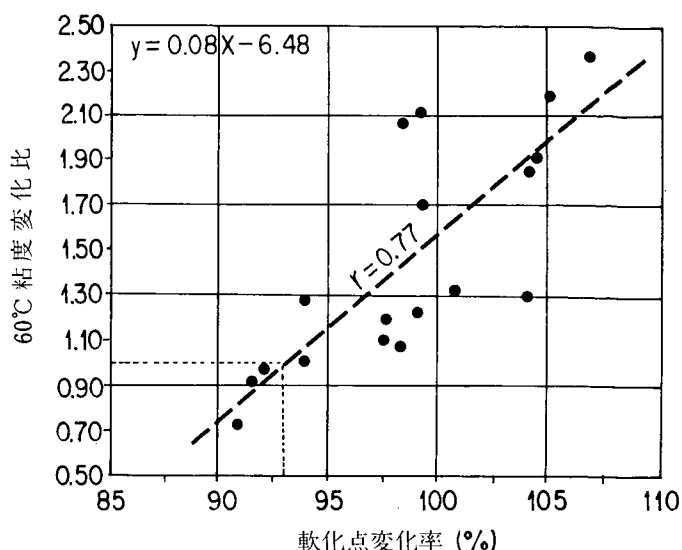


図-4.18 回収バインダの軟化点変化率と60℃粘度変化比の相関

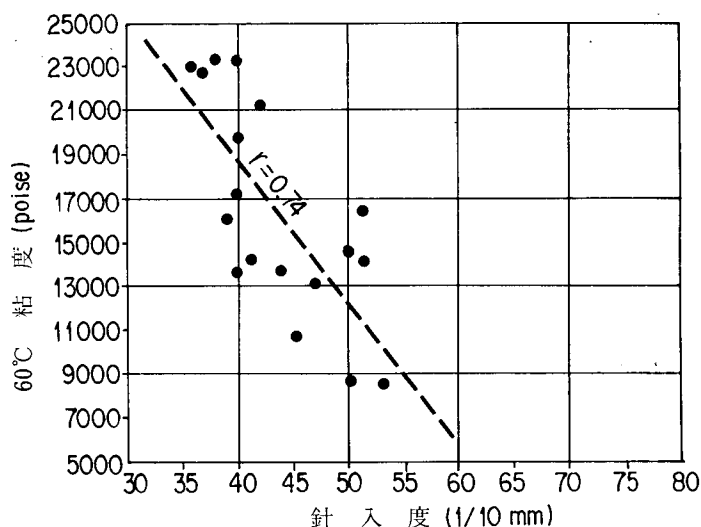


図-4.19 回収バインダの針入度と60℃粘度の相関

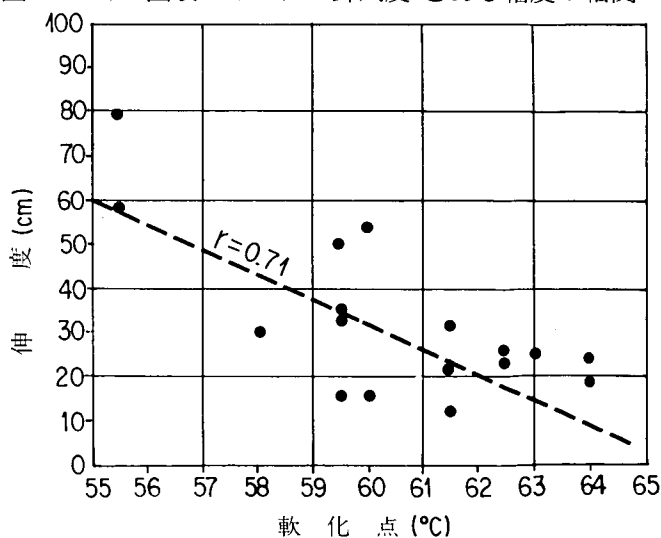


図-4.20 回収バインダの軟化点—伸度の相関

ダ被膜厚の違いからくるものと考えられる。しかし表－4.17の各年度の平均値でみる性状の変化率は極めて近似した値になっており、これらの値は筑波1号の熱履歴特性を十分表わしているものと考えられる。

表－4.18および図－4.21は各種試験舗装による各バインダの混合物製造前後での熱履歴による性状変化を比較したものである。

表－4.17 筑波1号の混合物製造時の熱履歴による性状変化

項 目 バインダ		針 入 度		軟 化 度		7℃伸度		60℃粘度		P I	
		1/10mm	残留率%	℃	変化率%	cm	変化率%	poise	変化比	値	±増減
昭和60年度 試験舗装	抜取り	62.0	71.6	59.5	99.7	(79.9)	—	10,178	1.419	1.50	-0.94
	回収	44.8		59.0		34.8		13,576		0.56	
昭和61年度 試験舗装	抜取り	59.5	73.0	61.5	98.74	(67.0)	—	11,644	1.462	1.75	-0.98
	回収	43.6		60.5		32.3		16,374		0.77	
平 均	抜取り	60.8	72.3	60.5	99.2	(73.4)	—	10,911	1.441	1.63	-0.96
	回収	44.2		60.0		33.6		14,975		0.67	

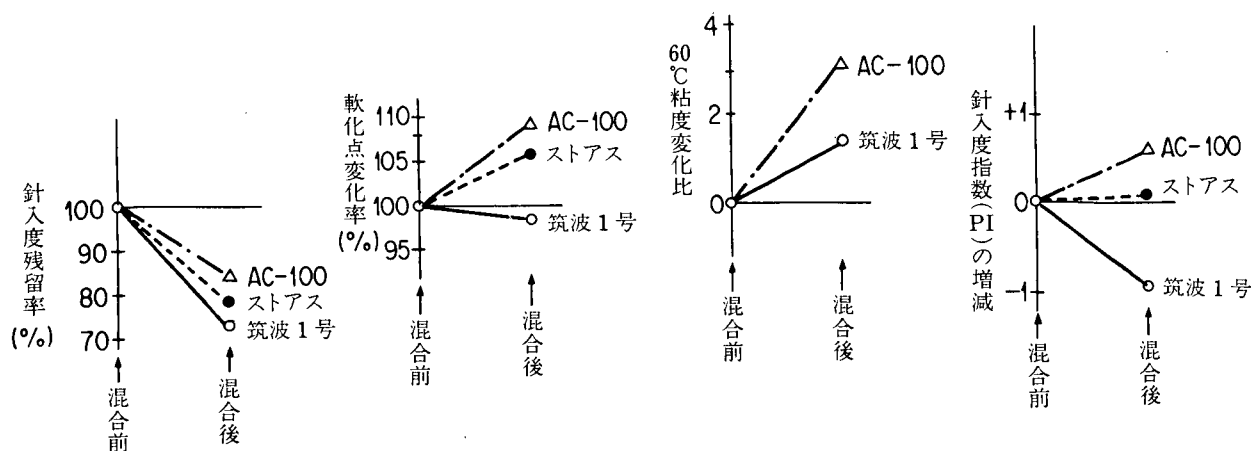
注 * 7℃伸度の()内の値は100cm以上(100+)を100として計算した。

** 残留率, 変化率等は, 個々に求めた値から算出した平均値である。

表－4.18 各種バインダの熱履歴による性状変化の比較

バインダ 種 項目	筑 波 1 号 (s 60, 61年全国試験舗装 n=43)			セミブローン AC-100 (s 56年試験舗装 n=12)			ストアス40/60, 80/100 (s 42年幕張試験舗装 n=48)		
	ケトル抜取り	回 収	率*	ケトル抜取り	回 収	率*	ケトル抜取り	回 収	率*
針入度	60.8	44.2	72.8	50.0	41.3	82.5	68.9	53.6	77.8
軟化点	60.5	60.0	98.9	58.2	63.5	109.1	50.0	53.0	105.8
60℃粘度	11108	14973	1.35	10728	33370	3.11	—	—	—
PI	1.63	0.675	-0.96	0.66	1.23	+0.57	-0.43	0.34	+0.09

注 * 率のうち針入度は残留率%, 軟化点は変化率%, 60℃粘度は変化比, PIは差(増減)を表す。



図－4.21 混合物製造前後の熱履歴による各バインダの性状変化割合

これより、混合物製造による熱履歴を AC-100、ストアスおよび筑波 1 号で比較すると、針入度残留率では、 $AC-100 > \text{ストアス} > \text{筑波 1 号}$ の順に小さくなり、針入度の低下は筑波 1 号が一番大きく、硬く変化している。

軟化点の変化率は逆に、筑波 1 号が 98.9%と混合物製造前後で変化が小さいのに対し、ストアス、AC-100 は大きく硬くなり、軟化点は上昇している。その傾向は、 $\text{ストアス} < AC-100$ の順である。

これを針入度指数の変化でみると、筑波 1 号はケトル拔取り時、 $PI = 1.63$ と最も高く、加熱混合後の回収バインダは $PI = 0.68$ になり、感温性が高くなるのに対し、ストアスは $PI = -0.43$ から -0.34 へと逆にわずかながら感温性がよくなる (PI の増加) 傾向を示している。また、AC-100 は熱履歴により PI が $+0.57$ 増加し、ストアスよりもブローン的性質を強くしている。このため回収バインダの PI は AC-100 の方が逆に筑波 1 号より高い PI を持っている。

しかし、筑波 1 号の場合、60 年度試験舗装の混合物製造前後のバインダの顕微鏡写真で確認されたように、アスファルト中でのゴムの溶解状態の変化が生じていること、あるいはゴムによるゲルの粘性を有していることなどから、同一 PI 値でも AC-100 等とは性質を異にする特性を有するものと考えられる。

熱履歴前の 60℃粘度は、筑波 1 号、AC-100 とも 11000 poise 程度と同様の値を示しているものの、混合物製造後の熱履歴を受けた後の 60℃粘度は大きく異なっている。すなわち、AC-100 の粘度変化比は 3.11 であるのに対し、筑波 1 号のそれは 1/2 以下の 1.35 であった。これら熱履歴後のバインダの性状差は、当然、混合物性状へも関係するものと考えられる。今後、筑波 1 号の試験舗装において、供用 3 年目に現場コア採取による追跡調査の予定があるが、バインダの供用劣化も合わせ、これら混合物性状とバインダ特性との関係は改めて検討できるものと期待する。

4.3.5 ま と め

- (1) 施工後のコアから回収したバインダは混合物製造時の拔取りバインダと比較し、次のような性状変化であった。

針入度：平均残留率 73.0% (最大 94.4%，最小 59%)

軟化点：平均変化率 98.7% (最大 106.8%，最小 90.8%)

60℃粘度：平均変化比 1.46 (最大 2.37，最小 0.73)

- (2) 混合物製造時の筑波 1 号の熱履歴による性状変化は、前年 (60 年度) と極めて類似しており、筑波 1 号の特性を表わしているものと判断された。

この特性を各現場の個々の値でみると変動巾 (最大～最小) が大きく、これは混合条件、粒度等、熱履歴の受け方の違いからくるものと考えられる。

- (3) 混合物製造前後における熱履歴は、ストアス、AC-100 と比較すると筑波 1 号の針入度の低下が一番大きく硬くなり、AC-100 が一番変化が小さい。一方、軟化点は逆に筑波 1 号の変化が小さいのに対し、AC-100 が一番変化が大きく、軟化点は上昇している。ストアスは、これらの中間にある。

60℃粘度変化比は AC-100 が 3.0 強であるのに対し、筑波 1 号は 1.4 程度で粘度の増加は半分ほど

であった。

これらの差は流動，クラックだけでなく，摩耗等舗装の耐久性，供用性に影響するものと考えられ，今後の追跡調査や他のデータからこれらの関係を明確にすることが望まれる。

4.4 考 察

61年度に施工された試験舗装で使用された筑波1号の性状についてまとめると以下のとおりである。

- (1) 61年度試験施工においては60℃粘度は規格をはずれることはほとんどなかったが，一方，伸度が貯蔵中に低下し，規格値（50cm以上）以下となるものが多く発生した。これらについては，品質の安定化の観点から今後の検討が必要と考えられる。
- (2) 筑波1号の性状は，出荷時，抜取り時ともに原料ストレートアスファルトの性状とゴムの添加量に影響された。特に抜取り時の60℃粘度は原料ストレートアスファルトの120℃粘度およびゴム添加量との関連が高く，筑波1号の60℃粘度をコントロールするためには，これらについて留意することが重要と考えられる。
- (3) 貯蔵中の60℃粘度の変化も，ゴムの添加量と関連があり，貯蔵中の粘度低下を抑えるためには，可能な範囲でゴムの添加量を少なくすることが望ましい。
- (4) ゴム量は60年，61年度を通じて赤外分光分析（IR）法によって比較的精度よく定量できた。これにより，今後はSBR量をIR法により，管理できると考えられる。
- (5) コアから回収したバインダの劣化はストレートアスファルト，AC-100などと比較して非常に小さい。しかし，実際の供用性，特に耐ひび割れ性との関連については現在のところ不明であり，今後試験舗装の調査結果との関連の解析により検討していくことが興味深い。

5. 混 合 物 性 状

5.1 室内配合試験

筑波1号および比較工区の配合設計は、筑波1号試験施工要領に従って行った。室内配合試験結果の一覧表を表-5.1に示す。

表-5.1 室内配合試験結果一覧表

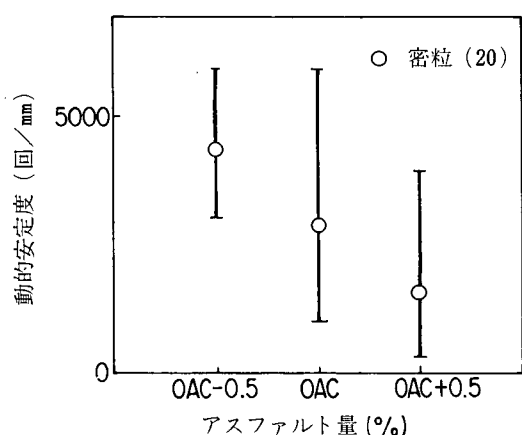
地 先 名	混合物 種 類	骨 材 種				筑 波 1 号 工 区										比 較 工 区			
						マ ー シ ャ ル 試 験				ホ イ ー ル ト ラ ッ チ ン グ 試 験			ラ ベ リ ン グ 試 験			マ ー シ ャ ル 試 験			
		粗骨材	粗 砂	細砂	フィラー	安定度 kg 1/100cm	フロー %	空隙率 %	OAC %	OAC- 0.5%	OAC %	OAC+ 0.5%	OAC- 0.5%	OAC %	OAC+ 0.5%	安定度 kg 1/100cm	フロー %	空隙率 %	OAC %
岩 沼 市	密粒G (20F)	安山岩	—	海砂	石灰岩	1374	33	3.3	5.0	—	—	—	1.4	1.3	1.3	1040	32	3.5	5.4
山 形	細粒G (20F)	砕 石	—	"	"	834	34	3.8	6.5	—	—	—	1.1	1.0	1.1	892	30	3.7	6.6
長 岡 市	細粒G (13F)	—	—	—	—	980	30	3.5	5.9	—	—	—	0.7	0.5	0.5	909	30	3.8	6.0
北魚沼郡 堀の内町	"	—	—	—	—	1390	33	3.6	6.1	—	—	—	0.4	0.2	0.2	1125	33	3.7	6.2
大 津 市 、 瀬田地区	密 粒 (20)	砕 石	—	川砂	石灰岩	1990	38	3.6	5.2	2998	1584	689	—	—	—	1330	32	4.5	5.2
京都市上鳥羽	"	砂 岩	ニッケル スラグ	海砂	"	1420	32	3.4	5.4	6000	5240	3600	—	—	—	1001	30	3.9	5.3
飯石郡掛合町	密 粒 (20F)	—	—	—	—	1790	30	3.4	6.2	—	—	—	—	—	—	936	32	3.6	6.1
岡 山 市 中 尾	密 粒 (20)	—	—	—	—	2700	36	3.9	5.5	4293	1296	408	—	—	—	982	34	3.6	5.5
安芸郡海田町	"	—	—	—	—	2400	36	3.8	5.6	5402	3097	1207	—	—	—	989	31	3.8	5.5
下松市西豊井	"	—	—	—	—	2740	35	3.3	5.1	4909	1376	638	—	—	—	1240	27	3.7	5.3
丸亀市土器町 (丸亀バイパス)	"	安山岩	砕 砂	海砂	石灰岩	1370	31	3.7	5.8	4728	3100	1784	—	—	—	1270	32	3.8	5.8
三豊郡高瀬町	"	"	"	"	"	1370	31	3.7	5.8	4728	3100	1784	—	—	—	1270	32	3.8	5.8
西条市下島山 (西条バイパス)	"	—	—	—	—	1350	33	3.7	5.8	4501	2778	1562	—	—	—	1200	28	3.6	5.8
伊予三島市 村 松	"	砕 石	海 砂	海砂	石灰岩	1120	30	3.3	5.4	4500	3500	1390	—	—	—	1095	27	3.4	5.4
久留米市 上津町	"	角閃岩	山 砂	川砂	"	2010	31	3.4	4.9	6000	6000	3938	—	—	—	1694	33	3.7	5.0
三養基郡 基山町	"	緑色片 岩	"	—	"	1490	29	3.3	4.9	4667	3778	3259	—	—	—	1130	33	3.6	4.8
八代市岡町	"	安山岩	"	川砂	"	1588	30	3.6	5.0	4487	945	287	—	—	—	1500	27	3.6	5.0
別府市北浜	"	砂 岩	川 砂	海砂	"	1358	37	3.4	5.5	4200	1484	355	—	—	—	1380	32	3.8	5.4

マーシャル試験結果の平均値を表－ 5. 2 に、ホイールトラッキング試験結果およびラベリング試験結果を図－ 5. 1 および図－ 5. 2 に示す。

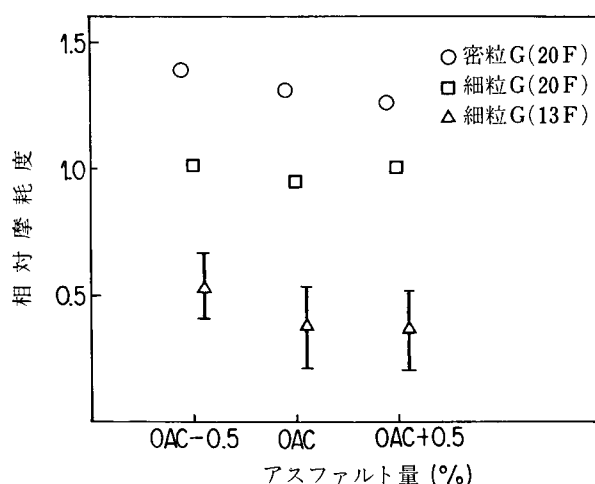
表－ 5. 2 マーシャル試験結果の平均値

区 分		安 定 度 kgf		フロー値 1/100 cm		空 隙 率 %		O A C %	
		筑 波	比 較	筑 波	比 較	筑 波	比 較	筑 波	比 較
平 均		1626	1166	32.7	30.8	3.54	3.73	5.53	5.56
流動*	密 粒 (20)	1762	1237	33.0	30.6	3.55	3.75	5.38	5.37
摩 耗	密粒 G (20 F)	1374	1040	33.0	32.0	3.30	3.50	5.00	5.40
	細粒 G (20 F)	834	892	34.0	30.0	3.80	3.70	6.50	6.60
	細粒 G (13 F)	1185	1017	35.0	31.5	3.55	3.75	6.00	6.10
	密 粒 (20 F)	1790	936	30.0	32.0	3.40	3.60	6.20	6.10
	平 均	1274	980	32.0	31.4	3.52	3.66	5.94	6.06

* 舗装要綱中の一般地域および積雪地域を対象とした粒度により区別



図－ 5. 1 アスファルト量と動的安定度
の関係（配合設計時）



図－ 5. 2 アスファルト量とラベリング試験
摩耗量の関係（ストアスを1とした
相対値）

5. 1. 1 マーシャル試験結果

筑波 1 号混合物のマーシャル性状を比較工区混合物と比べると、流動地域〔密粒 (20)〕の安定度は平均で 500 kgf 程度、摩耗地域は平均 300 kgf 程度筑波 1 号混合物の方が大きく、また、フロ値は筑波 1 号混合物の方が多少大きい結果にあった。空隙率はほぼ同じであった。

筑波 1 号混合物と比較工区混合物の最適バイング量の差を図－ 5. 3 および図－ 5. 4 に示す。

これよりわかるように、筑波 1 号の OAC はストレートアスファルトの場合とほとんど同じと考えてよく、全体的には 60 年度の結果とほぼ同じ傾向を示している。

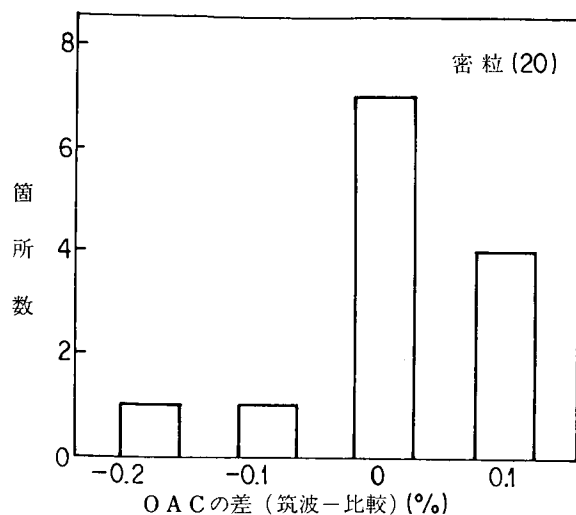


図- 5.3 流動地域におけるOACの差

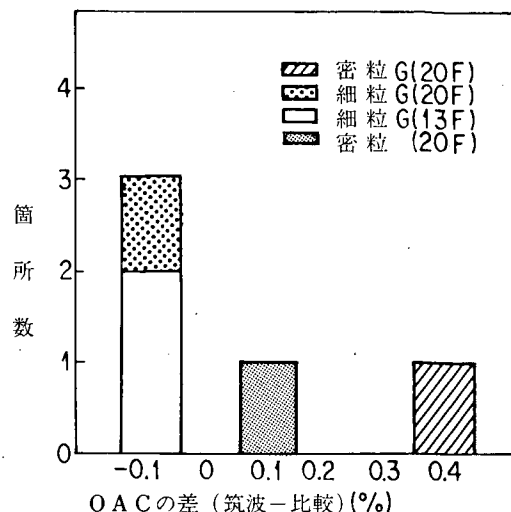


図- 5.4 摩耗地域におけるOACの差

5.1.2 ホイールトラッキング試験

筑波1号混合物のOACにおける動的安定度は試験施工全体で2860回/mmであり、高い耐流動性を示している。しかし、一部の箇所には動的安定度が2000回/mm以下と、耐流動用混合物としては低い値を示す箇所があった。

また、OAC+0.5%における平均値は1610回/mmであり、筑波1号を使用した時であってもアスファルト量の過多が、耐流動性に影響することがわかる。

5.1.3 ラベリング試験結果

ラベリング試験結果は、60年度と同様に相対値（筑波1号混合物の摩耗量/ストレートアスファルト混合物の摩耗量）で示した。

摩耗地域の施工は全部で5箇所であり、混合物の種類別内訳は細粒G(13F)2箇所、細粒G(20F)1箇所、密粒(20F)1箇所であった。

バインダ量の変化が摩耗量に与える影響は少ないが、バインダ量がOACより低い場合に相対摩耗量が大きく、すなわち筑波1号混合物の耐摩耗性が多少低くなる傾向がある。しかしこの傾向は明確とはいえない。

各粒度のOACにおける相対摩耗量は、細粒G(13F)が0.35、細粒G(20F)が1.0、密粒G(20F)が1.3である。61年度において最も相対摩耗量の小さな結果にあった密粒(20F)は今回の試験舗装では施工されていないが、細粒G(13F)<細粒G(20F)の傾向は60年度と同様であった。

5.1.4 まとめ

- (1) 筑波1号混合物のマーシャル安定度は、比較工区混合物と比較して、かなり大きな数値であった。フロー値は筑波1号混合物が多少大きい傾向にあるが、空隙率およびバインダ量は比較工区とはほぼ同じ値を示しており、安定度以外の筑波1号のマーシャル性状は、ストレートアスファルト混合物とはほぼ同じといえる。
- (2) 筑波1号混合物のOACにおける動的安定度は、全体の平均では2860回/mmと高い耐流動性を示し

たが数箇所 2000 回/mm 以下の値を示した箇所があった。

(3) 耐摩耗性については箇所によって相対摩耗量の値に大きなばらつきがあり、一概に判断できない。

また、アスファルト量の多少による耐摩耗性の変化は特に認められない。

5.2 現場配合

室内配合試験の後、施工に使用するプラントにおいて、「筑波 1 号試験舗装要領」に従って試験練りを行い、この際の混合物について混合物試験を行った。試験練り結果の一覧表を表-5.3 に示す。

表-5.3 試験練り結果一覧表

地 先 名	混合物 種 類	筑 波 1 号 工 区						比 較 工 区			
		マ ー シ ャ ル 試 験				ホイールト ラッキング 試 験	ラベリング 試 験	マ ー シ ャ ル 試 験			
		安定度 kg	フロー 1/100cm	空隙率 %	O A C %			安定度 kg	フロー 1/100cm	空隙率 %	O A C %
岩 沼 市	密粒 G (20F)	1399	36	3.3	5.0	—	1.3	1140	32	3.4	5.4
山 形 市	細粒 G (20F)	899	39	3.1	6.5	—	1.0	869	31	3.6	6.6
長 岡 市	細粒 G (13F)	1018	34	3.4	6.0	—	0.8	1045	39	3.2	6.1
北魚沼郡 堀の内町	—	1376	33	3.6	6.1	—	0.6	1146	35	3.7	6.2
大津市瀬田地区	密 粒 (20)	1967	37	3.3	5.2	2361	—	1373	31	4.3	5.2
京都市上鳥羽	—	1388	31	3.3	5.5	3150	—	1015	28	4.0	5.2
飯石郡掛合町	密 粒 (20F)	1859	34	3.2	6.2	—	—	828	33	3.2	6.1
岡 山 市 中 尾	密 粒 (20)	1481	31	3.8	5.5	3000	—	995	33	3.6	5.5
安芸郡海田町	—	1330	34	3.6	5.6	1766	—	1003	31	3.7	5.6
下松市西豊井	—	1425	27	3.4	5.1	6000	—	1201	29	3.5	5.3
丸亀市土器町 (丸亀バイパス)	—	1490	32	3.6	5.8	2740	—	1250	32	3.7	5.8
三豊郡高瀬町	—	1520	30	3.7	5.7	2392	—	1270	31	3.7	5.7
西条市下島山 (西条バイパス)	—	1460	29	3.7	5.7	3085	—	1350	33	3.7	5.7
伊予三島市村松	—	1189	33	3.3	5.4	1255	—	1114	32	4.3	4.9
久留米市上津町	—	2024	32	3.0	5.0	4893	—	1584	31	3.5	5.0
三養基郡基山町	—	1418	34	3.3	4.9	2060	—	1140	30	3.5	4.8
八 代 市 岡 町	—	1407	31	4.0	4.8	558	—	1489	28	3.8	4.0
別 府 市 北 浜	—	1238	33	3.2	5.4	896	—	1364	32	3.5	5.4

5.2.1 マーシャル試験結果

筑波1号混合物を比較工区混合物と比較すると、安定度は平均260kgf 程度大きい結果にあった。

これら全体の傾向は室内配合試験結果、および60年度の現場配合結果とはほぼ同じである。

バインダ量は、筑波1号およびストレートアスファルトの両方とも、室内配合時とはほぼ同じであり、現場配合によってバインダ量が大きく変わるということはないと判断される。

表-5.4 マーシャル試験結果の平均値

区 分		安 定 度 kgf		フロー値 1/100cm		空 隙 率 %		O A C %	
		筑 波	比 較	筑 波	比 較	筑 波	比 較	筑 波	比 較
平 均		1438	1176	32.8	31.7	3.43	3.66	5.52	5.47
流動*	密 粒 (20)	1487	1242	31.8	30.8	3.48	3.75	5.35	5.24
摩*	密粒G (20 F)	1399	1140	36.0	32.0	3.30	3.40	5.00	5.40
	細粒G (20 F)	899	869	39.0	31.0	3.10	3.60	6.50	6.60
	細粒G (13 F)	1197	1096	33.5	37.0	3.50	3.45	6.05	6.15
	密 粒 (20 F)	1859	828	34.0	33.0	3.20	3.20	6.20	6.10
	平 均	1310	1006	35.2	34.0	3.32	3.42	5.96	6.08

* 舗装要綱中の一般地域および積雪地域を対象とした粒度により区別

5.2.2 ホイールラッキング試験結果

ホイールラッキング試験結果を図-5.5に示す。

密粒(20)の動的安定度は平均で2630回/mmであり、室内配合試験と大きな差はないが、最小値は558回/mm、最大値は6000回/mmと、ばらつきが大きくなった。

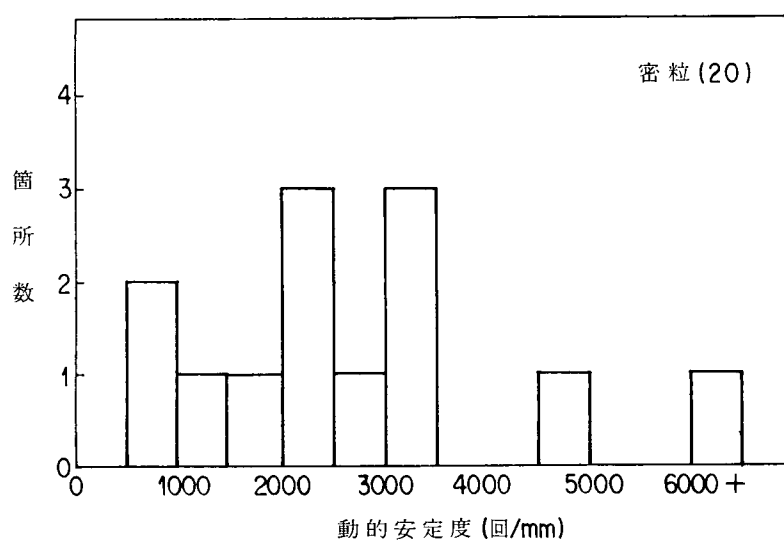


図-5.5 ホイールラッキング試験結果

5.2.3 ラベリング試験結果

ラベリング試験結果を図-5.6に示す。相対摩耗量は、細粒G(13F)が平均0.7、細粒G(20F)が1.1、密粒G(20F)が1.4であった。この傾向は室内配合試験と同じである。なお、密粒G(20F)でストレートアスファルトより摩耗量が大きい原因については不明である。

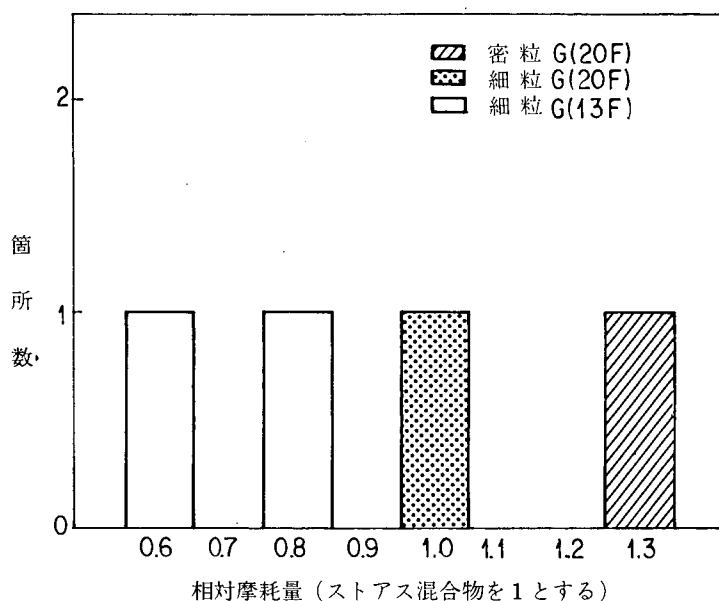


図-5.6 ラベリング試験結果

5.2.4 まとめ

- (1) マーシャル試験結果は、室内配合試験結果および60年度施工結果と同じ傾向を示した。
- (2) 現場配合によって、バインダ量が変わることはほとんどなく、室内配合試験結果をもって、バインダ量としてよいと考えられる。
- (3) 筑波1号混合物の動的安定度は平均では2630回/mmと高い値を示したが、箇所によりばらつきがあり、2000回/mm以下のところもあった。
- (4) 相対摩耗量は密粒G(20F) > 細粒G(20F) > 細粒G(13F)の順であり、室内配合試験と同じ傾向を示した。

筑波1号の耐摩耗性については、箇所ごとの相対摩耗量の値のばらつきが大きく、明確な傾向は認められない。

5.3 現場作製供試体によるホイールトラッキング試験およびラベリング試験

現場の施工時に、プラントで混合された混合物について供試体を作製し試験を行った。

現場作製供試体におけるホイールトラッキングおよびラベリング試験結果の一覧表を表-5.5に示す。

表-5.5 現場作製供試体試験結果

地 先 名	混合物種類	ホ イ ール (回/mm)		ラベリング (相対量)	
		筑波 1 号	比較工区	筑波 1 号	比較工区
岩 沼 市	密粒 G (20F)	434	127	0.87	1.00
山 形 市	細粒 G (20F)	395	49	1.06	1.00
長 岡 市	細粒 G (13F)	—	—	0.96	1.00
北魚沼郡堀の内町	"	—	—	0.40	1.00
大津市瀬田地区	密 粒 (20)	2391	1409	—	—
京都市上鳥羽	"	2700	1800	—	—
飯石郡掛合町	密 粒 (20F)	—	—	—	—
岡 山 市 中 尾	密 粒 (20)	2348	316	—	—
安芸郡海田町	"	2644	1135	—	—
下松市西豊井	"	6000	6000	—	—
丸亀市土器町 (丸亀バイパス)	"	3314	1131	—	—
三豊郡高瀬町	"	2452	1305	—	—
西条市下島山 (西条バイパス)	"	—	—	—	—
伊予三島市村松	"	1410	—	—	—
久留米市上津町	"	6000	3170	—	—
三養基郡基山町	"	5514	1604	—	—
八代市岡町	"	2363	443	—	—
別府市北浜	"	675	—	—	—

5.3.1 ホイールトラッキング試験結果

ホイールトラッキング試験結果を図-5.7に示す。

流動地域では、前回の試験舗装における混合物試験結果から、耐流動性に効果的であると判断された密粒(20)で施工されている。密粒(20)において、筑波1号混合物の動的安定度は、2箇所2000回/mm以下の箇所があったが平均では3150回/mm、比較工区混合物では平均1830回/mmであり、筑波1号混合物は高い値を示した。

また、耐摩耗地域でも参考までにホイールトラッキング試験を実施した箇所がある。これらの箇所の筑波1号混合物の動的安定度は高い値ではないが、比較工区に対してはかな

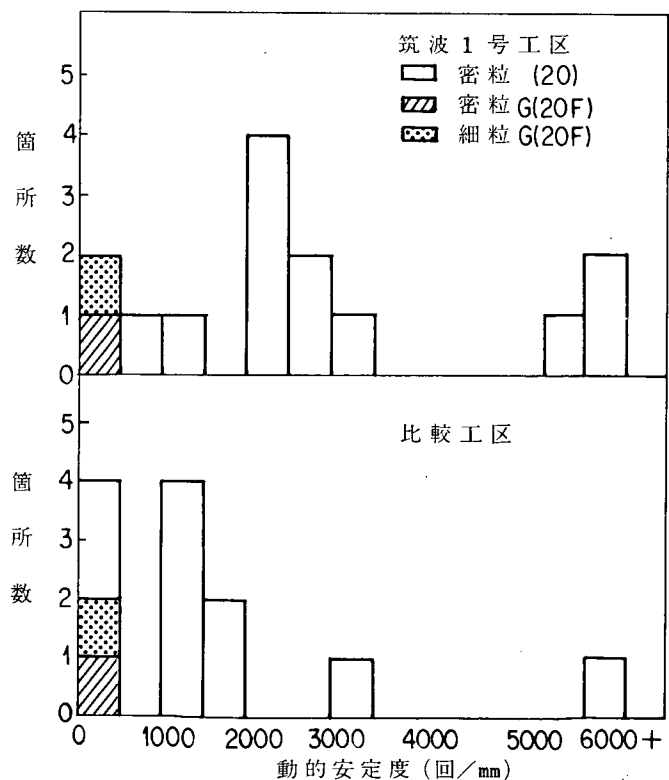


図-5.7 現場作製ホイールトラッキング試験結果

り高い値となっており、筑波1号の使用は耐摩耗混合物の耐流動性向上に効果があることがわかる。

5.3.2 ラベリング試験結果

ラベリング試験結果を図-5.8に示す。また、室内配合および試験練り結果との比較を図-5.9に示す。

相対摩耗量は、細粒G(13F)が平均0.68、密粒G(20F)が0.87、細粒G(20F)が1.06であり、全体としてみると筑波1号の方が、ストレートアスファルトより、多少、耐摩耗性が高いといえる。

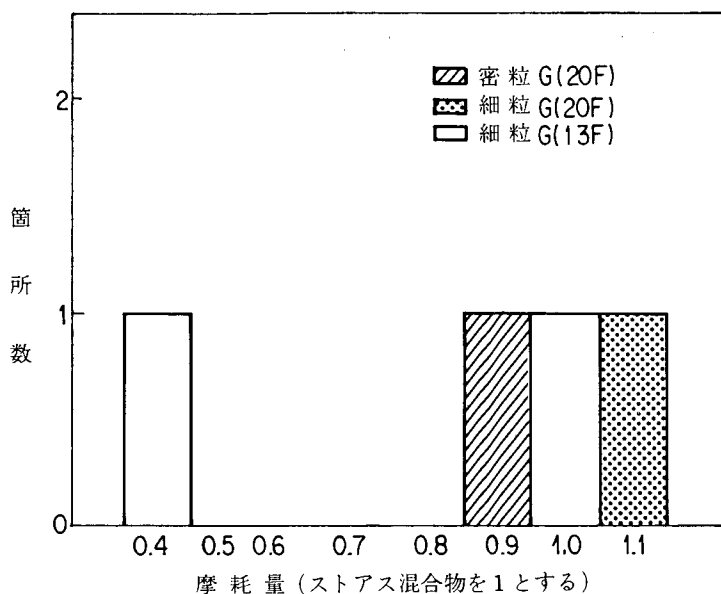


図-5.8 筑波1号ラベリング試験結果

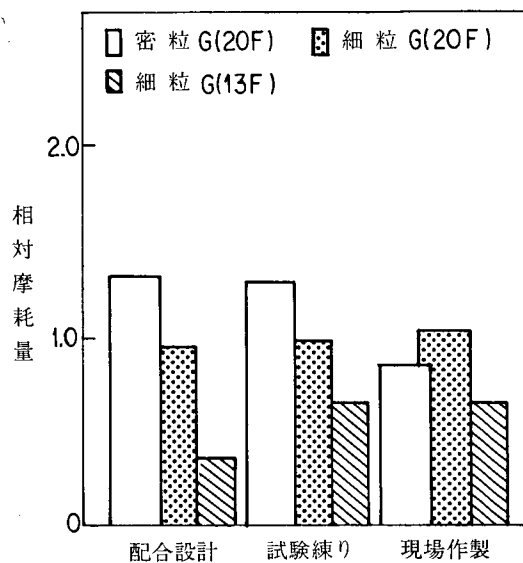


図-5.9 各施工段階におけるラベリング試験

5.3.3 まとめ

- (1) 筑波1号混合物の流動地域における動的安定度は、平均で3150回/mmであった。また、耐摩耗用混合物においても筑波1号混合物の動的安定度は、ストレートアスファルト混合物より高く、耐摩耗地域における流動防止のためには、筑波1号の使用は有効であると考えられる。
- (2) 筑波1号混合物はストレートアスファルト混合物より多少、耐摩耗性が高いようである。しかし、ストレートアスファルト混合物の8割以下を満足する粒度は細粒G(13F)のみであった。
- (3) 筑波1号混合物は、全体的によい結果にあるが、ホイールトラッキング試験で2箇所、ラベリング試験で3箇所規準値より外れる箇所があった。これらについては今後の供用性調査と対応させた評価が必要である。

5.4 バインダ性状と混合物性状

舗設された現場よりコアを採取し、アブソン法によりバインダを回収して、その性状と現場作製供試体の動的安定度の関係について検討した。

しかし、60年度と同様、明確な関係が認められたものはなかった。これは、骨材種や締固め度の違い

が混合物性状に影響しているためと考えられる。

5.5 考 察

試験舗装における筑波 1 号混合物の性状についてまとめると次のようになる。

(1) マーシャル試験

筑波 1 号混合物のマーシャル性状は、安定度が高い他は、ストレートアスファルト混合物と大きな差はない。特に OAC については、ほとんど同じであると考えて良いであろう。また、施工に使用する混合物のアスファルト量は、室内配合設計で決定してよく、現場試験練りによる修正はほとんど必要ないと考えられる。

(2) ホイールトラッキング試験

全体でみた場合、室内配合、現場配合、現場作製のいずれの段階でも筑波 1 号混合物の動的安定度は 2500 回/mm 以上あり、耐流動性が高いといえる。また、耐摩耗用混合物についても筑波 1 号を使用することにより耐流動性を高めることができ、耐摩耗地域において夏期の流動の防止対策として、筑波 1 号の使用が有効と考えられる。

(3) ラベリング試験

相対摩耗量は全体平均でみた場合、室内配合が 0.75、試験練りが 0.93、現場作製が 0.82 と混合物の目標値であるストレートアスファルト混合物の 8 割以下をおおむね満足している。しかし、個々の現場についての値は、ばらつきが大きく、筑波 1 号混合物の耐摩耗性については今後の供用性の結果を踏まえて判断していく必要があるだろう。

6. 施工条件調査

昭和60年度同様、61年度も試験施工の際の条件について調査を行なった。その結果について以下に述べる。各施行段階の条件についての管理調査結果を表－6.1，6.2，6.3に示す。

表－6.1 施工管理調査結果一覧表（その1）

施 工 地 先	気象 条件	気温 ℃	アスファルトプラント		混 合 物 舗 設									
			*1 混合温度 ℃	*2 横込時の 温度 ℃	敷 き な ら し			初 転 圧						
			フニッシャ 速度 m/min	温度 ℃	面の引 きずり	ローラの 機 種	ローラの 総重量 t	流 動 締 固 め	温度 ℃	回 数 往 復	混合物の 付着防止	混合物の おちつき		
岩 沼 市	曇	13.0	190	188	2.5	160	有	マカダム	11.0	無	150	2	－	良い
山 形 市	晴	6.0	190	190	1.5	175	無	マカダム	10.0	無	172	2	水	良い
長 岡 市	晴	22.0	190	189	3.0	177	無	マカダム	8.0	無	172	2	－	良い
北魚沼郡 堀の内町	晴	32.0	185	185	3.0	178	無	マカダム	－	無	170	2	－	悪い
大津市瀬田地区	曇	10.0	－	188	3.5	174	無	マカダム	10.0	無	163	2	水	良い
〃	晴	12.0	－	189	3.5	186	無	マカダム	－	無	168	2	水	良い
京 都 市 上 鳥 羽	晴	16.0	186	186	3.5	177	無	マカダム	11.0	無	170	3	－	良い
〃	晴	－	185	185	3.5	175	無	マカダム	11.0	無	170	3	－	良い
飯石郡掛合町	晴	19.0	181	185	2.3	179	無	マカダム	14.5	無	170	2	水	良い
岡 山 市 中 尾	晴	14.0	187	187	1.4	174	無	マカダム	8.0	無	174	2	水	－
安芸郡海田町	晴	7.0	189	188	2.0	171	無	マカダム	11.0	無	171	2	水	良い
下松市西豊井	晴	14.0	187	－	1.7	173	無	マカダム	11.0	無	173	2	水	良い
丸亀市土器町 (丸亀バイパス)	晴	32.0	184	184	2.3	180	無	タンデム	7.0	有	178	6	軽油	良い
三 豊 郡 高 瀬 町	晴	17.0	187	187	2.5	176	－	タンデム	7.0	有	173	4	水	良い
西条市下島山 (西条バイパス)	晴	28.0	190	187	5.0	193	無	タンデム	10.0	無	178	2	水	悪い
伊予三島市村松	晴	10.0	186	186	－	174	無	タンデム	8.0	有	169	2	軽油	良い
久留米市上津町	晴	8.0	187	187	2.0	168	無	マカダム	10.0	無	163	2	水	－
三養基郡基山町	曇	14.0	189	187	2.9	170	無	タンデム	12.0	無	168	2	軽油	良い
八 代 市 岡 町	晴	19.0	190	190	2.0	183	無	マカダム	14.0	無	177	8	水	良い
別 府 市 北 浜	曇	17.0	190	187	2.5	180	－	マカダム	10.0	無	170	2	水	良い
最 大 値	－	32.0	190	190	5.0	193	－	－	14.5	－	178	8	－	－
最 小 値	－	6.0	181	184	1.4	160	－	－	7.0	－	150	2	－	－
平 均	－	16.3	187.4	187.1	2.7	176.2	－	－	10.2	－	170	2	－	－
標 準 偏 差	－	7.48	2.52	1.65	0.86	6.67	－	－	2.04	－	6.03	1.55	－	－

表- 6.2 施工管理調査結果一覧表 (その2)

施 工 地 先	混 合 物 舗 設											ジョイント の 方 法 (コールド はヒーター 使用)	舗装表面の仕上り状況		交 通 開 放		締 固 め 度 %
	二 次 転 圧						仕 上 げ 転 圧						表面のきめ	表面の 一 様 性	舗装表 面の温 度 ℃	仕上げか ら開放ま で 分	
	タイヤロー ーラ 総 重量 t	温 度 ℃	回数 往 復	混合物 の付着 防 止	ローラ への付 着	ブリー ジング	ローラ の機種	ローラ の総重 量 t	温 度 ℃	回数 往 復	プラント出 荷から終 了まで分						
岩 沼 市	15.5	97	7	－	有	無	タンデム	4.0	62	4	－	コールド	粗 い	ややむら有	43	90	100.0
山 形 市	12.0	135	7	軽油	有	有	タンデム	8.0	90	2	－	コールド	骨材の浮き	ややむら有	35	30	100.0
長 岡 市	10.0	122	7	軽油	有	有	タンデム	4.0	87	3	－	コールド	平 滑	良 い	43	－	100.4
北魚沼郡 堀の内町	10.0	130	7	軽油	無	有	タンデム	6.5	90	2	－	コールド	平 滑	良 い	54	120	100.2
大津市瀬田地区	15.0	125	7	軽油	有	無	タンデム	7.0	72	2	198	－	平 滑	良 い	46	30	99.6
〃	15.0	120	7	軽油	有	無	タンデム	7.0	75	2	265	－	平 滑	良 い	43	40	99.6
京都市上鳥羽	15.0	134	8	－	有	有	タンデム	8.0	81	3	195	セミホット	骨材の浮き	ややむら有	29	90	99.9
〃	15.0	132	8	－	有	有	タンデム	8.0	80	3	180	コールド	骨材の浮き	ややむら有	31	90	99.9
飯石郡掛合町	13.5	130	7	軽油	無	－	タンデム	9.5	80	2	－	コールド	平 滑	良 い	59	80	101.9
岡 山 市 中 尾	15.0	129	7	軽油	無	無	マカダム	8.0	72	2	－	コールド	平 滑	ややむら有	48	35	98.6
安芸郡海田町	15.0	129	7	軽油	無	無	マカダム	11.0	73	2	－	コールド	平 滑	良 い	45	40	99.0
下松郡西豊井	15.0	130	7	軽油	無	無	マカダム	11.0	80	3	220	コールド	平 滑	良 い	53	30	100.2
丸亀市土器町 (丸亀バイパス)	15.0	133	12	軽油	無	無	マカダム	12.0	82	4	380	コールド	平 滑	良 い	－	1440	100.6
三豊郡高瀬町	15.0	132	8	軽油	無	無	マカダム	－	81	3	255	コールド	平 滑	良 い	43	55	100.6
西条市下島山 (西条バイパス)	15.0	134	8	軽油	無	－	タンデム	－	84	2	260	－	平 滑	むら有	60	120	100.7
伊予三島市村松	18.0	130	7	軽油	無	無	タンデム	8.0	80	2	153	コールド	平 滑	良 い	43	60	99.3
久留米市上津町	15.0	138	7	軽油	無	無	マカダム	4.0	77	2	－	－	骨材の浮き	ややむら有	18	253	－
三養基郡基山町	20.0	128	8	軽油	有	無	タンデム	12.0	73	2	－	セミホット	平 滑	良 い	47	100	99.1
八 代 市 岡 町	13.0	133	10	軽油	有	無	タンデム	8.0	76	3	－	セミホット	骨材の浮き	良 い	53	40	－
別 府 市 北 浜	15.0	130	7	軽油	無	無	タンデム	8.0	80	2	－	コールド	平 滑	良 い	50	60	－
最 大 値	20.0	138	12	－	－	－	－	12.0	90	4	380	－	－	－	60	1440	101.9
最 小 値	10.0	97	7	－	－	－	－	4.0	62	2	153	－	－	－	18	30	98.6
平 均	14.6	128.6	7.7	－	－	－	－	8.0	78.8	2.5	234	－	－	－	44.4	147.5	100.0
標 準 偏 差	2.2	8.33	1.24	－	－	－	－	2.41	6.48	0.67	63.14	－	－	－	10.16	308.86	0.75

表- 6.3 品質管理結果

施 工 地 先	地 域		品 質 管 理	
	摩 耗	流 動	アスファルト 量 %	空ゲキ率 %
岩 沼 市	○		5.1	3.1
山 形 市	○		6.4	3.2
長 岡 市	○		5.9	2.9
北魚沼郡堀の内町	○		6.1	3.4
大津市瀬田地区		○	5.2	3.7
京都市上鳥羽		○	5.4	3.8
飯石郡掛合町	○		6.5	1.4
岡山市中尾		○	5.6	5.1
安芸郡海田町		○	5.7	4.8
下松市西豊井		○	5.3	3.1
丸亀市土器町 (丸亀バイパス)		○	5.9	3.0
三豊郡高瀬町		○	5.8	3.1
西条市下島山 (西条バイパス)		○	5.9	3.1
〃		○	5.9	2.9
伊予三島市村松		○	5.4	3.9
久留米市上津町		○	—	—
三養基郡基山町		○	5.0	3.8
八代市岡町		○	—	—
別府市北浜		○	—	—
最 大 値	—	—	6.5	5.1
最 小 値	—	—	5.0	1.4

6.1 施工温度

6.1.1 気温

施工時の気温の調査結果を図- 6.1 に示す。

試験施行は昭和61年6月から12月にわたったため、6～32℃の広範囲に分布し、その平均値が16.3℃であった。

6.1.2 混合、敷均し温度

混合物の混合、積込みおよび敷均し温度の調査結果を図- 6.2, 6.3, 6.4 に示す。

混合温度は、その平均値が187℃であり、管理基準値の185±5℃の範囲内で混合された。

積込み温度は、上記の混合温度とおおむね同一

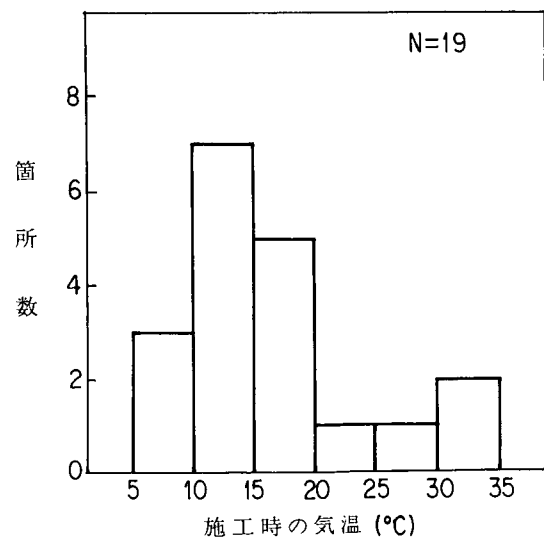


図- 6.1 施行時の気温と箇所数の関係

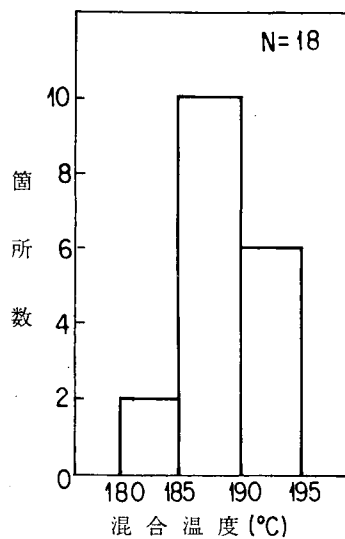


図-6.2 混合温度と箇所数の関係

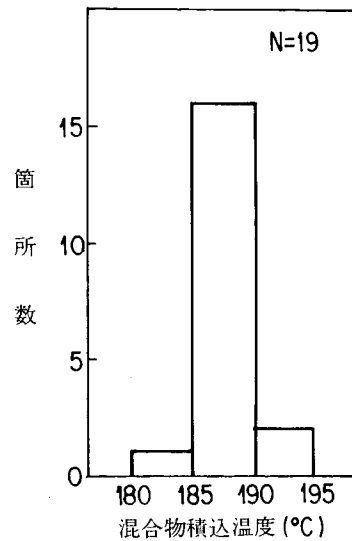


図-6.3 混合物積込温度と箇所数の関係

の値を示した。

敷均し温度は、160～193℃の範囲に分布し、その平均値が176℃であり、積込み温度より11℃ほど低下を示したが、温度低下の程度は小さいと判断される。

また、敷均し温度が特に低い箇所は、外気温度が10℃前後の比較的低い温度条件下で施工されたことによるものと考えられる。

6.1.3 締固め温度

初転圧開始温度ならびに2次転圧開始温度の調査結果を図-6.5、6.6に示す。

初転圧開始の平均温度は170℃であり、管理基準値の160～180℃の範囲内で転圧されている。また、

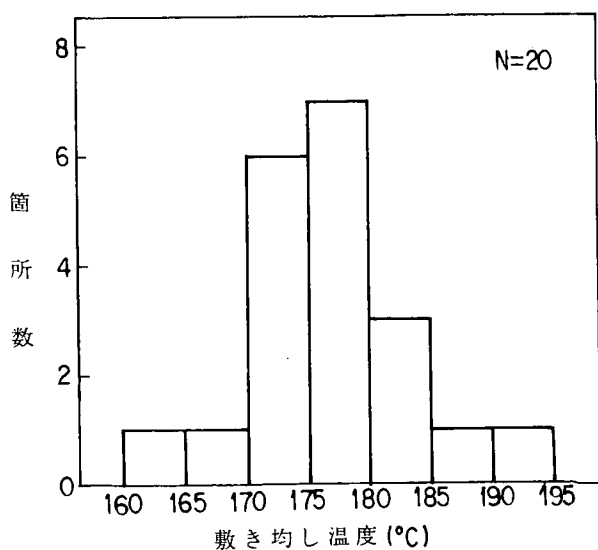


図-6.4 敷均し温度と箇所数の関係

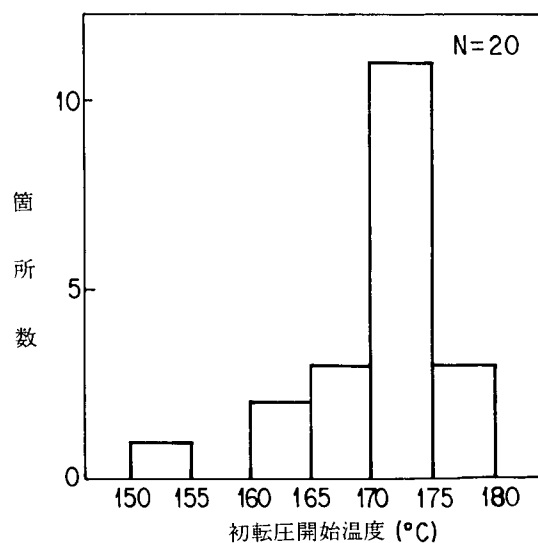


図-6.5 初転圧開始温度と箇所数の関係

2次転圧開始の温度も平均値が128℃であり、管理基準値の120～140℃を満足していた。

なお、1箇所だけ低い温度で初転圧および2次転圧を行なった現場もあるが、施工上特に問題は認められなかった。

以上に述べた舗設に伴う転圧温度の管理状況から、施工時の気温が広範囲に分布したにもかかわらず、各現場とも転圧管理基準の温度範囲内で施工され、施工上においても特に問題になる現場はなかった。

6.1.4 交通開放温度

交通開放時の路面温度の調査結果を図-6.7に示す。

交通開放温度は、平均値が44℃で、もっとも高い温度の箇所においても60℃であり、すべての施工箇所とも交通開放温度の管理基準値60℃以下を満足していた。

交通開放温度と仕上げ転圧から交通開放までの時間の関係を図-6.8に示す。この図が示すように、仕上げ転圧から交通開放までの時間が長い場合でも、交通開放時の舗装表面温度があまり低下しないようであり、夏期の施工の場合では問題となる可能性があるといえる。

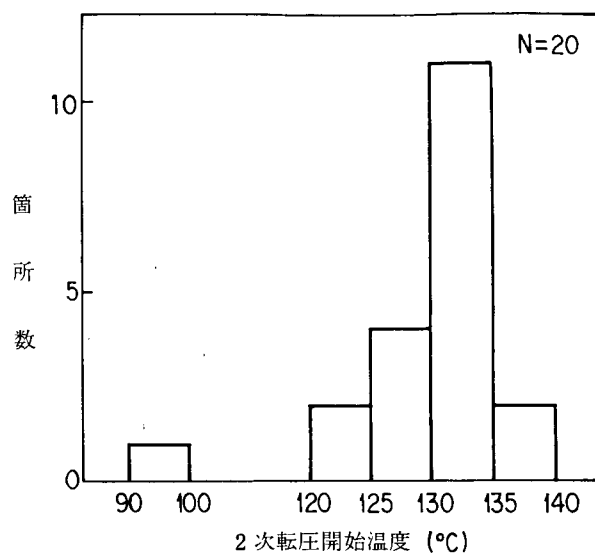


図-6.6 2次転圧開始温度と箇所数の関係

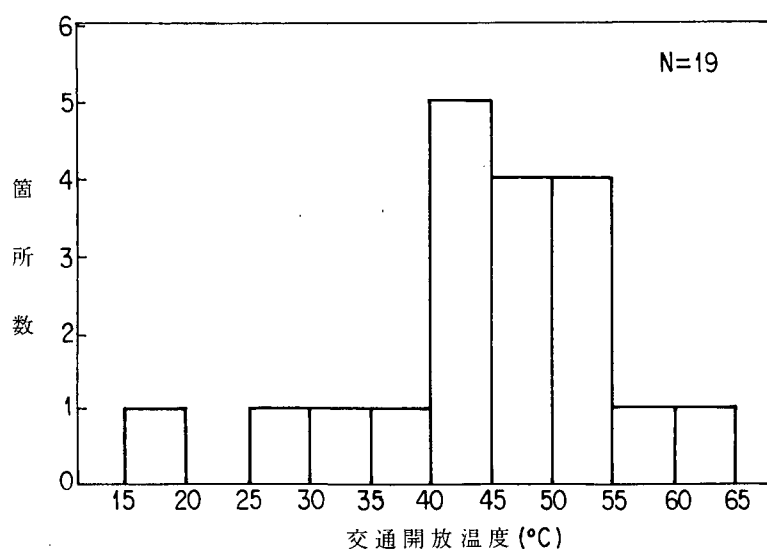
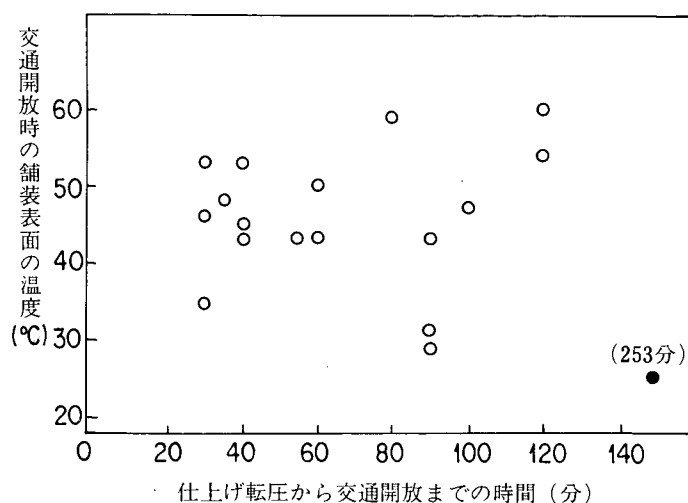


図-6.7 交通開放温度と箇所数の関係



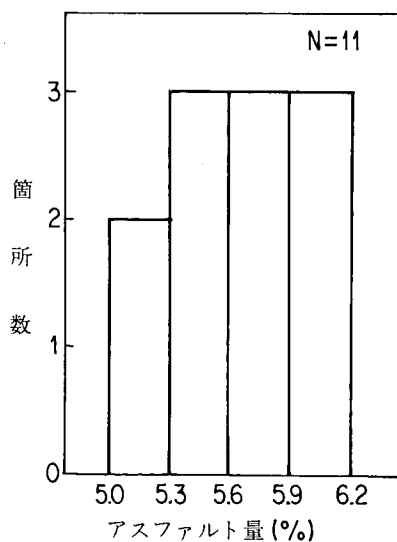
図－6.8 交通開放までの時間と表面温度の関係

6.2 密度および締固め度

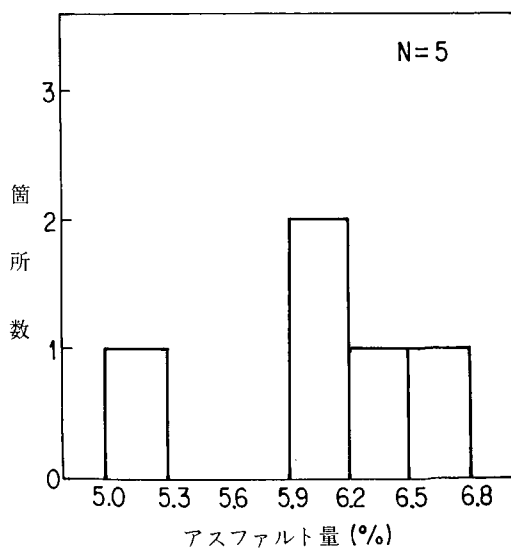
舗設後の切取りコアより抽出したアスファルト量の調査結果を図－6.9, 6.10, 空隙率の調査結果を図－6.11 に示す。

アスファルト量は、流動地域で 5.0～5.9 % の範囲に分布しその平均値が 5.6 %, 摩耗地域で 5.1～6.5 % の範囲に分布しその平均値が 6.0 % であり、摩耗地域の方が平均値で 0.4 % ほど多くなっていた。

空隙率は、平均値が流動地域で 3.7 %, 摩耗地域で 2.8 % であるが、空隙率の目標値の上限値と下限値からはずれるものが 3 箇所あった。



図－6.9 アスファルト量と箇所数の関係（流動地域）



図－6.10. アスファルト量と箇所数の関係（摩耗地域）

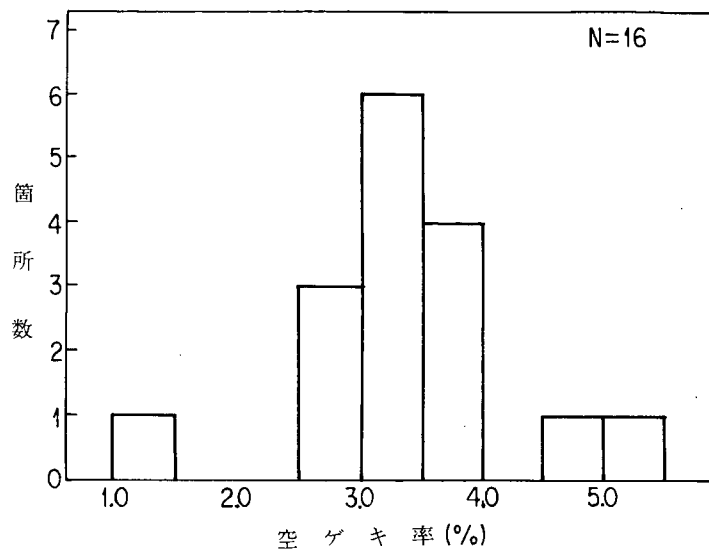


図- 6.11 空隙率と箇所数の関係

切取りコアの締固め度の調査分布を図- 6.12 に示す。

締固め度は、98.6～101.9%の範囲にあり、その平均値は、100%で基準値の98%以上を満足していた。このことは、締固め度が得にくいといわれている低温施工の場合においても98%以上を満足しており、規定の締固め条件で施工すれば満足な締固め度が得られることを示している。

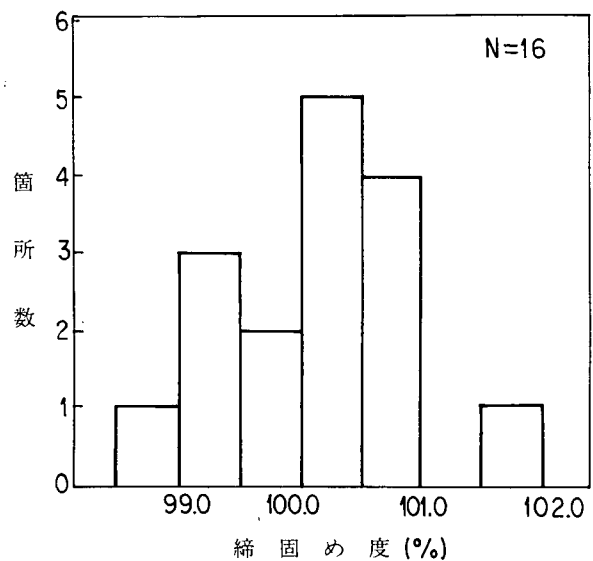


図- 6.12 締固め度と箇所数の関係

6.3 施工条件における相関関係

各施工温度や転圧回数などの施工条件と締固め度の関連について検討を行ったが、各因子間に相関はほとんど認められない。また、施工条件で最も重視されている締固め度と初転圧温度の相関についても図- 6.13に示すようにその相関係数は、0.16と低く、前年度の相関係数0.32と同様相関が低い。したがって、施工要領で規定された範囲(160～180℃)における施工温度の高低は、締固め度に特に影響しないようである。

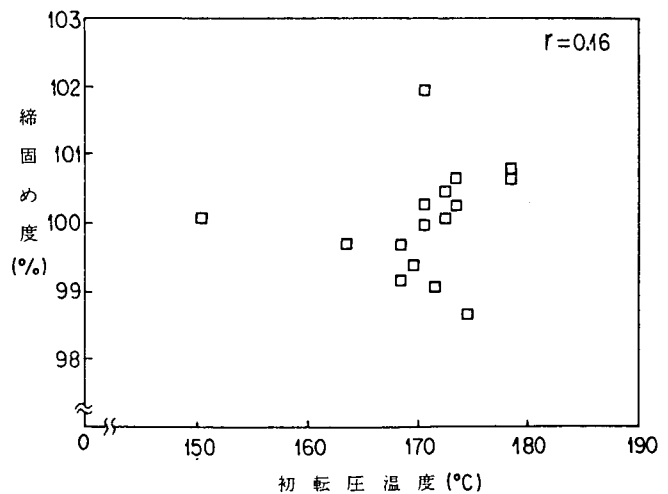


図- 6.13 初転圧温度と締固め度の関係

6.4 施工性

混合物の製造から舗設までの施工に関する問題点として、下記の事項が指摘された。

- (1) プラントにおいて、高温混合に関する経験の不足から温度管理に多少手間がかかった。
- (2) 2次転圧時において、混合物がタイヤローラに付着する傾向があったが灯油を入念に散布することで解決できた。
- (3) プラントと筑波専用ケトルとの接続配管の長い所でバインダが詰まったプラントがあった。接続配管が長い場合、プラントの配管と同様に電気ヒーターと保温材を使用することが必要である。しかし、この問題は筑波1号の貯蔵に際して、専用ケトルが不要になれば解決する問題である。

上記以外の点については、筑波1号試験要領を遵守することによって通常のストレートアスファルトを用いた場合と同等な施工性が確保できると考えられる。

6.5 考 察

筑波1号は、施工要領では高温での施工が要求されている。しかし、施工条件についての調査の結果、

- (1) 現在の施工条件は十分に達成可能な条件である。
 - (2) この施工条件に基づいて施工を行っていれば、十分な密度、締固め度が得られる。
- ということがわかり、施工要領の条件がおおむね妥当であると判断される。

一方で、(1)筑波1号専用ケトルと既設ケトル間の配管がつまること、(2)舗設後の温度低下に時間がかかることなどの問題があった。前者については、今後専用ケトルの廃止の可能性、後者については、高温時には施工温度を下げることの可否などについて検討していく必要がある。

また、プラントでの混合時は高温混合に対する経験不足から過熱状態となることがあった。しかし、これは経験により解決できる問題であり、大きな問題ではないといえる。

7. 筑波1号品質改良試験

7.1 概要

60年度の試験舗装の結果、試験舗装に用いた筑波1号の性状には品質証明書の値と現場採取バイндаの値が大幅に異なっていた。すなわち、貯蔵中に性状が変化したものがあり、中には、規格をはずれるものもあった。そして、検討の結果、この貯蔵時の性状変化は、原料アスファルトの性状が最も大きく影響しており、筑波1号の貯蔵時の性状を安定させるためには、筑波1号に最も適した原料アスファルトを選定する必要があると考えられた。そこで筑波1号の性状の安定化を目的として、各種の原料アスファルトについて、品質改良のための検討を行った。そして、この結果より、最終的にベースアス選定、ベースアスに応じたゴムの種類、添加量を決定する手法を見出すこととした。

7.2 試験方法

品質改良試験は、図-7.2.1のフローチャートに示す手順で実施した。以下に各試験の内容を述べる。

7.2.1 ベースアス1次選定試験

現在、日本で市販されているストレートアスファルトの中から、160℃粘度の値に基づき、粘度の値が、大2種類、中2種類、小2種類の計6種類を選定した。選定に際しては、60年度に土木研究所舗装研究室と化学研究室が行ったストレートアスファルトの性状調査結果¹⁾で示されている160℃粘度のデータを利用した。

注) 60年度の検討の結果、ベースアスファルトの120℃および160℃粘度と筑波1号の60℃粘度に相関があることが明らかにされている。

7.2.2 ベースアス2次選定試験

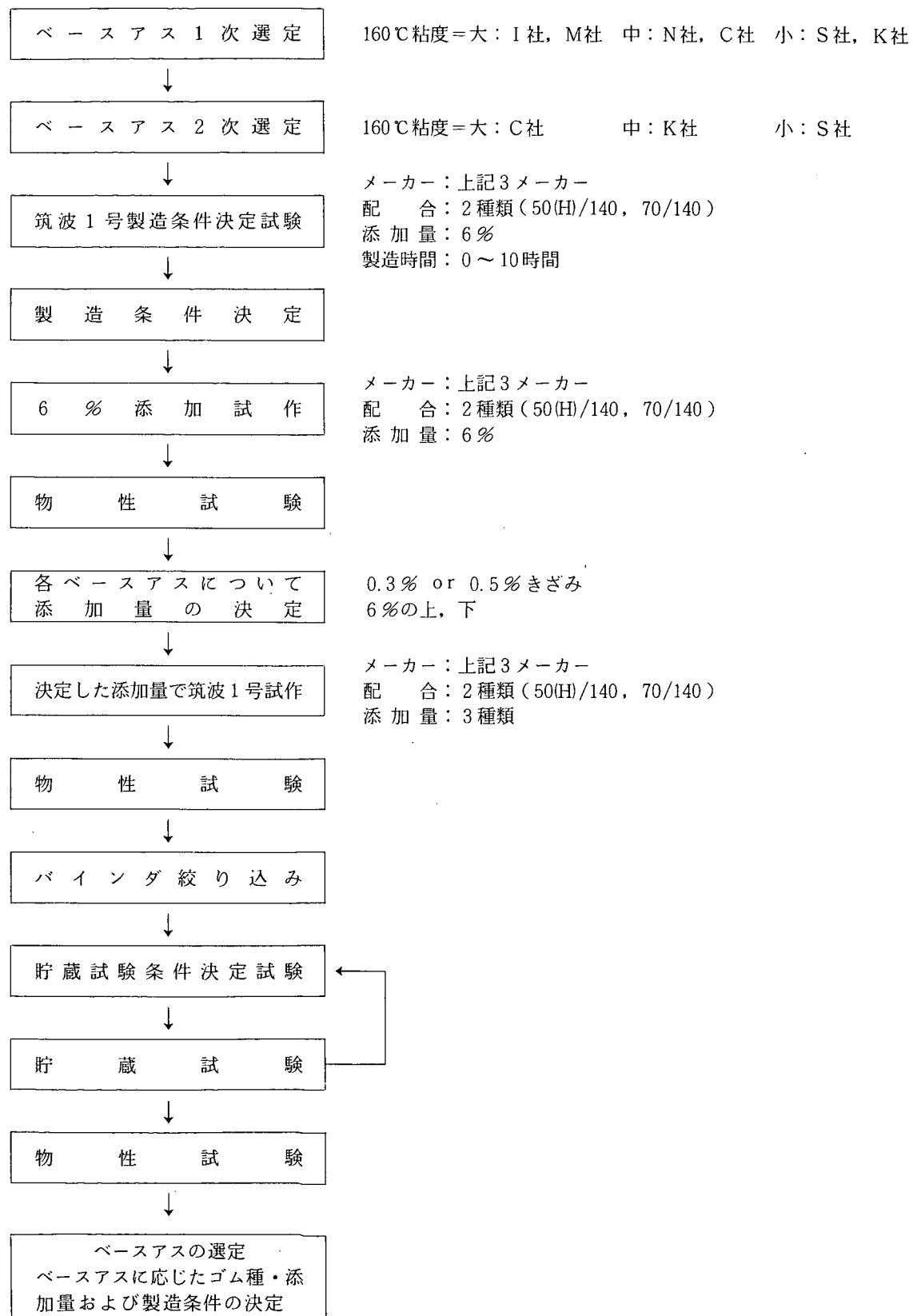
ベースアス1次選定試験によって選定した6種類のストレートアスファルトについて、針入度、軟化点、伸度(7℃)、60℃粘度、200℃粘度およびタフネス・テナシティ試験の6項目の性状試験を行い、60℃粘度が、大、中、小の各1種類のストレートアスファルトを選定した。

7.2.3 バインダ製造条件決定試験

室内で製造した筑波1号(以下、バインダという)が工場で製造した筑波1号の性状と同等になるように室内の製造条件を決定するための試験を行った。なお、筑波1号を製造する際の条件で最も性状に影響を及ぼすものは、SBRをベースアスファルトに投入した後の攪拌時間であると考えられたため、この条件について検討を行うこととした。

試料は、ベースアス2次選定試験で選定した3種類を用いて、ゴム添加量は6%、ゴムの種類および添加比率は、60年度の試験舗装に用いた50(H)/140タイプ(5:1)および、試験舗装には用いなかった70/140(5:1)タイプの2種類とした。ムーニー値70を用いたバインダは筑波1号の開発研究において満足すべき性状であることが確認されていたが、高温粘度が高い等の理由で試験舗装には採用されなかったものである。熟成時間は0~10時間とし、数時間おきに試料を採取し、60℃粘度試験を行って性状

の確認を行った。



図－7.2.1 品質改良試験フローチャート

7.2.4 各ベースアスに対する添加量の決定試験

7.2.2のベースアス2次選定試験において選定したストレートアスファルト3種類を用い、7.2.3で決定した筑波1号室内製造条件で、50(H)/140と70/140のゴム種について6%を添加した筑波1号を試作した。そして、性状試験を行い、各ベースアスについて標準的な添加量を決定した。性状試験としては、針入度、軟化点、伸度(7℃)、60℃粘度、200℃粘度およびタフネス・テナシティ試験の6項目を行った。

7.2.5 決定した添加量で筑波1号の試作およびその物性試験

ベースアス2次選定試験において選定したベースアス3種類についてゴム種は、50(H)/140と70/140の2種類、添加量は7.2.4で決定した標準的な添加量と、それに対して±0.5%、計 $3 \times 2 \times 3 = 18$ 種類のバインダを試作した。物性試験は、針入度、軟化点、伸度(7℃)、60℃粘度、200℃粘度、タフネス・テナシティおよび分離試験を行った。なお分離試験方法は、300mlのトールビーカーに300gの筑波1号を入れ、180℃の乾燥器に24h放置した後、上部と下部の試料について軟化点を測定した。

7.2.6 貯蔵試験条件決定試験

筑波1号は、実際の現場において施工されるまでに、工場で製造されてからタンクローリーで現場まで運ばれ、現場ケトルに貯蔵されており、工場で製造されてから本施工までに、長ければ1週間も貯蔵されているわけである。そして、この貯蔵中に性状の変化するものがあることが明らかにされている。したがって、室内で実際の現場での貯蔵状態をシミュレーションし、性状の変化について検討することを目的として貯蔵試験を行った。

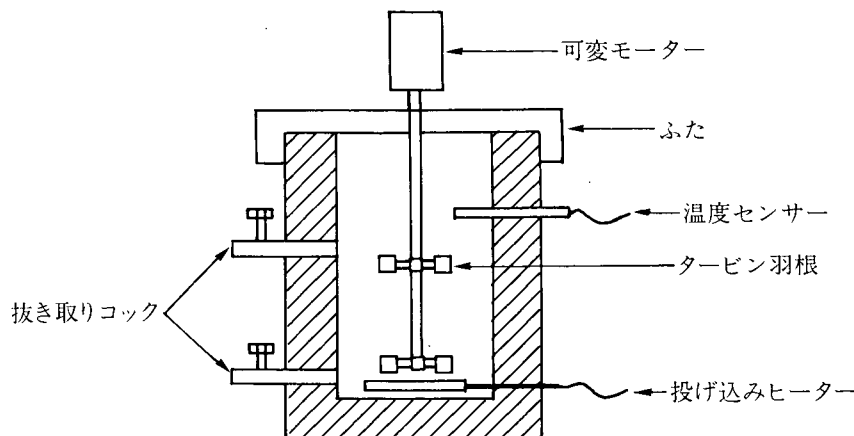


図-7.2.2 貯蔵試験機(模式図)

貯蔵試験に使用した試験機の構造は図-7.2.2のとおりである。貯蔵試験を行う前に、貯蔵試験条件を決めるための予備試験を行った。予備試験に用いた試料は、8章で述べる土木研究所構内において行った試験施工に用いた筑波1号とベースアスファルト(ストレートアスファルト)である。この試験施工の際には、筑波1号を専用ケトルに5日間貯蔵し、数時間ごとに試料を抜き取り性状試験を行って

いる。したがってシミュレーションにおいては貯蔵温度、160℃、180℃の2水準で貯蔵し性状試験した結果を、試験施工の際の性状値と対比することにより、シミュレーションにおける貯蔵温度を決定することとした。性状試験は、針入度、軟化点、伸度(7℃)、タフネス・テナシティ、60℃粘度、200℃粘度試験を行った。

7.2.7 貯蔵試験

予備試験で決定した条件で貯蔵試験を行った。試料は、鹿島-50(H)/140-6%，鹿島-70/140-6%，コスモ-50(H)/140-5.5%，コスモ-70/140-5.5%，昭和シェル-50(H)/140-7%，およびストアス2種類の合計7種類を用いた。貯蔵日数は5日間とし、0、1、3、5日に試料を抜取り性状試験を行った。

性状試験は、針入度、軟化点、伸度(7℃)、60℃粘度、200℃粘度、タフネス・テナシティ、分離試験および溶液粘度について実施した。

7.3 試験結果

7.3.1 ベースアス1次選定試験

現在市販されているストレートアスファルト60～80の23試料についての60℃粘度と160℃粘度の関係を図-7.3.1に示す。これより、粘度が大であるI社とM社、中にあたるN社とC社、小にあたるS社とK社の合計6社の試料をベースアスとして選定した。

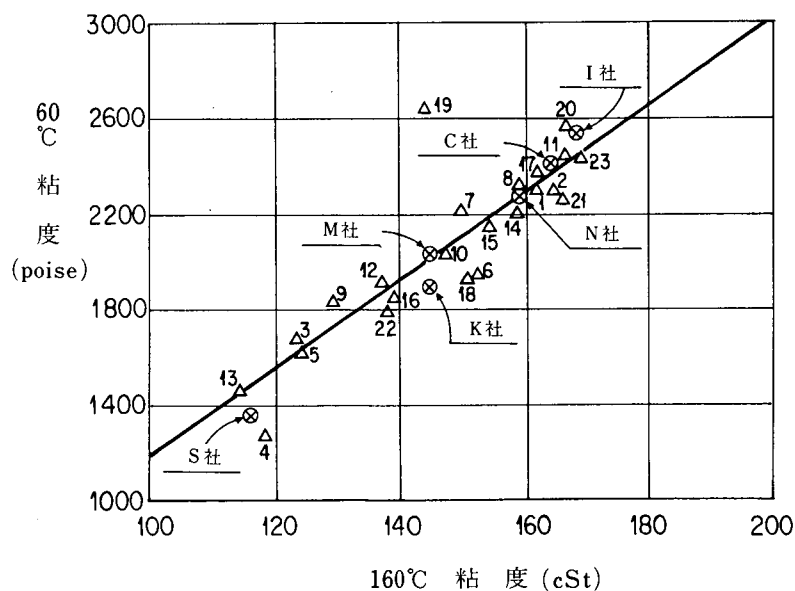


図-7.3.1 ストレートアスファルトの60℃粘度と160℃粘度の関係

7.3.2 ベースアス2次選定試験

ベースアス1次選定試験で選定した6試料について性状試験を行った。その結果を表-7.3.1に、60℃粘度と120℃粘度および160℃粘度の相関図を図-7.3.2に示す。この結果、粘度が大、中、小について各々1試料を選定すると、大はC社、中はK社、小はS社であった。

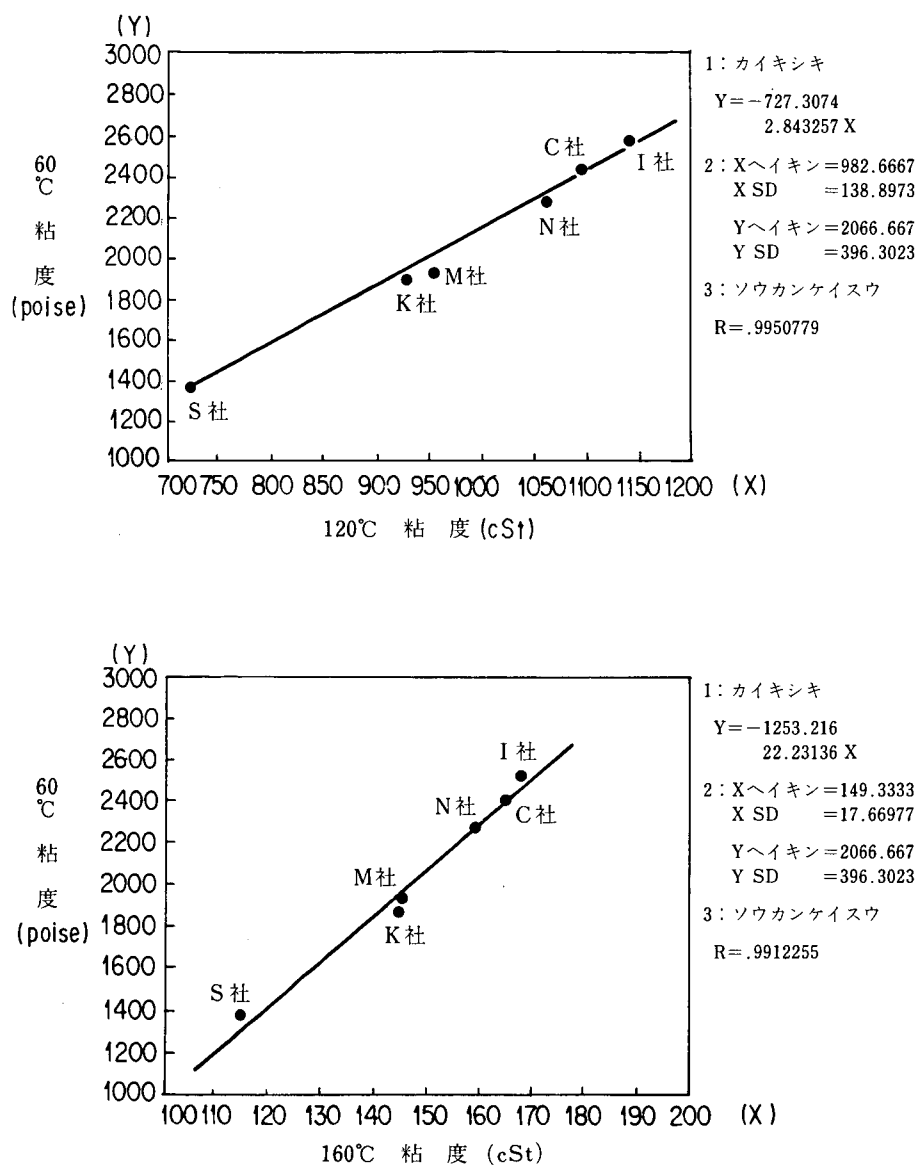


図-7.3.2 筑波1号用ベースアスファルトの
高温粘度と60℃粘度の相関

表-7.3.1 ベースアスファルト性状試験結果

項 目	ストレートアスファルト60/80メーカー					
	S	K	N	C	I	M
針 入 度	71	70	64	67	63	74
軟 化 点 ℃	45.6	47.0	47.2	47.6	47.8	46.4
60℃粘度 poise	1360	1890	2270	2420	2540	1920
120℃粘度 cSt	720	929	1063	1094	1137	953
160℃粘度 cSt	115	145	159	164	168	145
10℃伸 度 cm	54.0	23.0	—	10.5	—	—
備 考	㊦	㊦	針入度小さく 性状中の大	㊦	針入度小さく 性状大	針入度大きく 性状中

7.3.3 バインダ製造条件決定試験

まず、攪拌用の羽根としてタービン羽根を用いてバインダの試作を行ったところ回転数を高く（1500 rpm）しても脱泡しなかった。したがって、攪拌用の羽根を十字羽根に変えたところ15分ほどで脱泡された。なお、ラテックス投入中は、脱泡をより早くするため、羽根の位置を液面近くにし、回転数を早くした。ラテックス投入後の熟成時間については、まず2.5時間とした。この条件で製造されたバインダの性状を表-7.3.2に示す。その結果、60℃粘度は良い値を示したが、タフネス・テナシティが低い値となった。よって、熟成時間を3時間に増加してバインダを製造し、タフネス・テナシティの試験を行った。その結果を表-7.3.3に示す。S社はタフネス・テナシティとも高目の値であったが、C社と

表-7.3.2 攪拌2.5時間後の性状

試料名	60℃粘度 poise	タフネス kgf・cm	テナシティ kgf・cm
C-50-6	20200	86.8	46.2
C-70-6	17800	82.5	40.9
K-50-6	13700	97.9	50.9
K-70-6	13600	102.9	51.2
S-50-6	7440	106.1	59.1
S-70-6	7360	102.4	56.8

表-7.3.3 攪拌3時間後の性状

試料名	タフネス kgf・cm	テナシティ kgf・cm
C-50-6	96.1	53.6
S-50-6	108.7	61.2

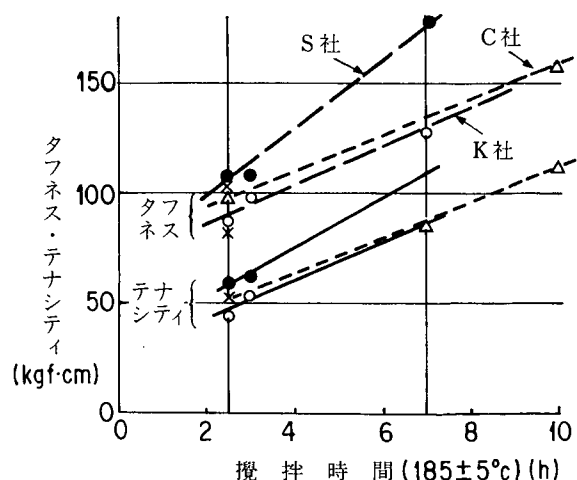


図-7.3.3 ゴム添加量6% (50(H)/140) のバインダの攪拌時間とタフネスの関係

K社については変わらず低い値であり、2.5時間の場合に対して性状の改善はみられなかった。よって、今度は、熟成時間を7時間と10時間まで延長しバインダを製造し性状試験を行った。その結果を表-7.3.4と図-7.3.3に示す。これより、3種類の筑波1号の性状は、タフネス・テナシティ、7℃伸度、および60℃粘度とも満足すべき結果となった。また、C社、K社およびS社の50(H)/140 6%添加試料については1時間おきに試料を抜取り、60℃粘度もあわせて測定した。また、この時、バインダを製造後、直ちに室温で放冷し再加熱した場合について60℃粘度を測定し、性状変化をあわせて確認した。その結果を図-7.3.4に示す。この結果、再加熱の影響はあるものの、3試料ともほぼ一定の値を示した。

以上の結果より、熟成時間を、工場製造と同様の性状を示すと思われる8時間と決定した。決定した筑波1号の製造条件を表-7.3.5に示す。

表-7.3.4 各バインダの最終攪拌時間におけるバインダ性状

試料名	投入後攪拌時間 h	タフネス kgf・cm	テナシティ kgf・cm	7℃伸度	60℃粘度 poise
C-50-6	3 + 4	127.6	85.6	100 +	17800
K-50-6	10	158.2	112.4	100 +	11800
S-50-6	3 + 4	170.6	119.5	86	5640

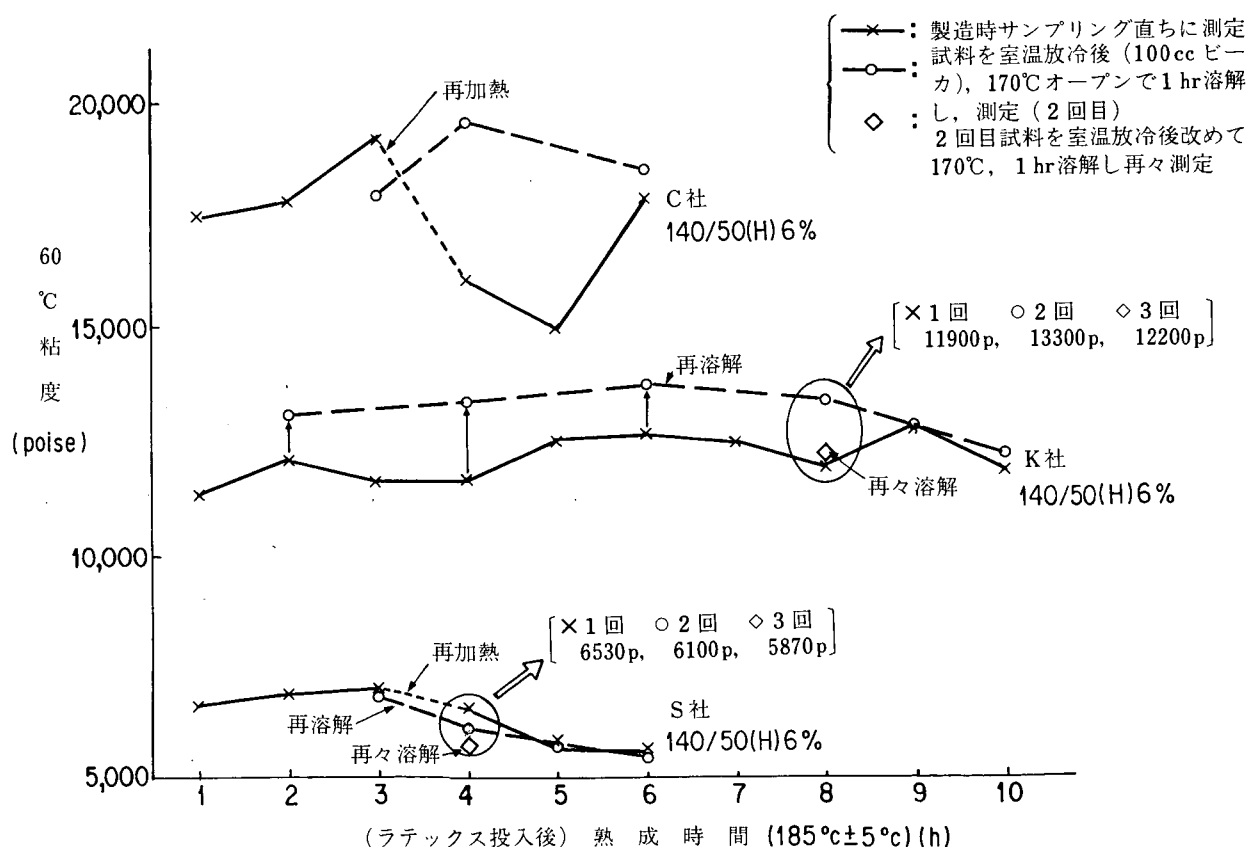


図-7.3.4 各熟成時間における60℃粘度

表－7.3.5 筑波1号製造条件

1) ストアス溶解	135℃の乾燥器に5時間			
2) ガスコノロで加熱	185℃まで加熱 45分			
3) ラテックス	140/50(H) または 140/70 をあらかじめブレンドしておく			
4) 投入	時 間	温 度	羽 根 位 置	回 転 数
	0 分	185℃	液面より7cm	500rpm
	5 分	170℃前後	7cm	650
	15 分	〃	3cm	750
	50 分	185℃	10cm	900
5) 熟成時間	投入終了後8時間	185 ± 5℃	10cm	900
6) 加熱	二重ガスコノロ			
7) 羽根	11cmφ十字平板パドル型			

7.3.4 各ベースアについて添加量の決定試験

3 試料のベースアスファルトに 50(H)/140 と 70/140 を 6% 添加した試料について性状試験を行った。その結果を表－7.3.6 と図－7.3.5 に示す。

これより、ラテックスを 6% 添加しても原料となるベースアスファルトの違いによって性状が大幅に異なり、中には、筑波1号の規格値を満足しない性状を有するバインダもあった。規格を外れたバインダおよび性状は針入度では C 社の 70/140、7℃伸度では S 社の 70/140、60℃粘度では S 社の 50(H)/140 と 70/140、200℃粘度では S 社の 70/140、テナシティでは C 社の 50(H)/140 であり、性状が小である S 社をベースアスとして用いたバインダの規格をはずれた性状が最も多かった。なお K 社はすべての添加量について、すべての性状が規格を満足した。

これより、規格を満足するようにベースアスと配合ごとに 3 種類の添加量を以下のように決定した。

- ・ S 社－50(H)/140 : 6, 6.5, 7% ・ S 社－70/140 : 6, 6.5, 7%
- ・ K 社－50(H)/140 : 5.5, 6, 6.5% ・ K 社－70/140 : 5.5, 6, 6.5%
- ・ C 社－50(H)/140 : 5.5, 6, 6.5% ・ C 社－70/140 : 5.5, 6, 6.5%

表－7.3.6 6%添加物性状（攪拌8時間）

試料名	針入度	軟化点 ℃	伸度(7℃) cm	60℃粘度 poise	200℃粘度 cSt	タフネス kgf・cm	テナシティ kgf・cm
S-50-6	59	57.0	53	6120	260	221.0	160.7
S-70-6	55	61.0	37	7370	378	181.8	119.4
K-50-6	58	62.5	100 +	14100	214	153.9	99.3
K-70-6	51	63.0	100 +	15600	261	161.0	106.0
C-50-6	54	64.0	100 +	22300	180	131.5	85.1
C-70-6	49	65.0	100 +	19900	283	146.9	108.7

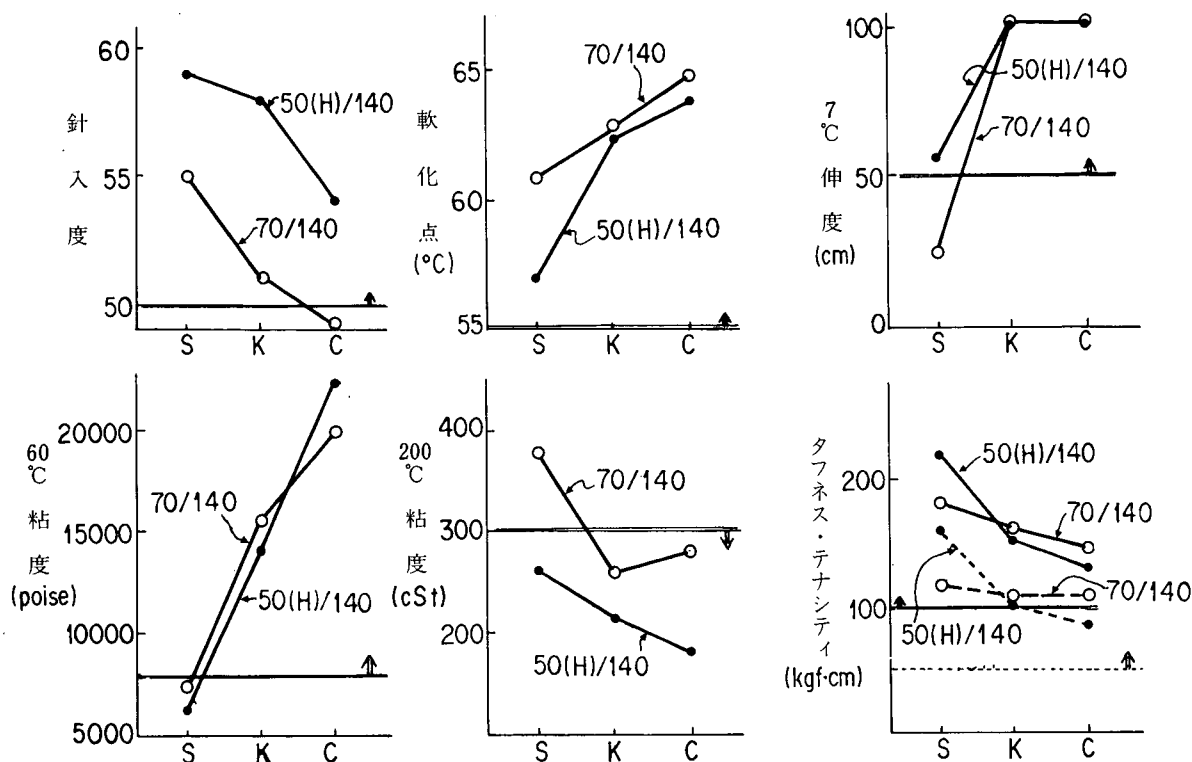


図-7.3.5 SBR 50(H)/140 又は 70/140 を 6% 添加した時の各ベースアスと性状

7.3.5 決定した添加量で筑波 1 号の試作およびその物性試験

各ベースアスの各配合について、7.2.4 で決定した 3 種類の添加量で筑波 1 号を試作し、物性試験を行った。その結果を表-7.3.7 と図-7.3.6 ~ 7.3.12 に示す。

この結果、性状が小である S 社の 6% 添加では 50(H)/140 および 70/140 とも 60°C 粘度が規格値の 8000 poise 以下であり、6.5 および 7% と添加量を多くすると規格値を満足した。しかし、添加量を多くした場合、200°C 粘度が規格値である 300 cSt をオーバーした。したがって S 社のようにベースアスの粘度が低い場合は、添加量を増加してもすべての規格を満足するのは難しいと判断された。

また、粘度が中にあたる K 社の 50(H)/140 タイプは、すべて規格値を満足しているのに対し、70/140 タイプは添加量を 5.5 と 6.5% にすると伸度が小さくなり、6.5% は 200°C 粘度も規格をオーバーする結果となった。

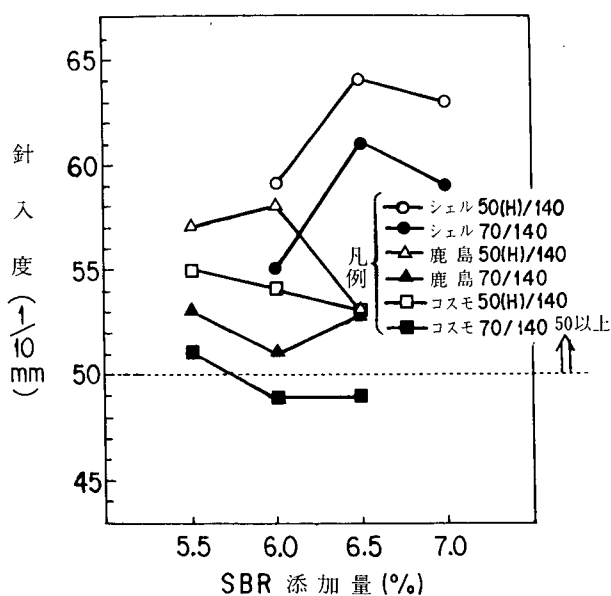
粘度が大にあたる C 社も K 社と同様に 50(H)/140 タイプはすべての添加量のバインダがすべての規格値を満足しているが、70/140 タイプは添加量が多い場合、針入度が低くなり規格値を下回る結果となった。また 6.5% のバインダは伸度も規格値を下回る結果となった。

70/140 タイプは、3 種類のベースアスいずれについても、規格値をはずれる性状があり、ムーニー値

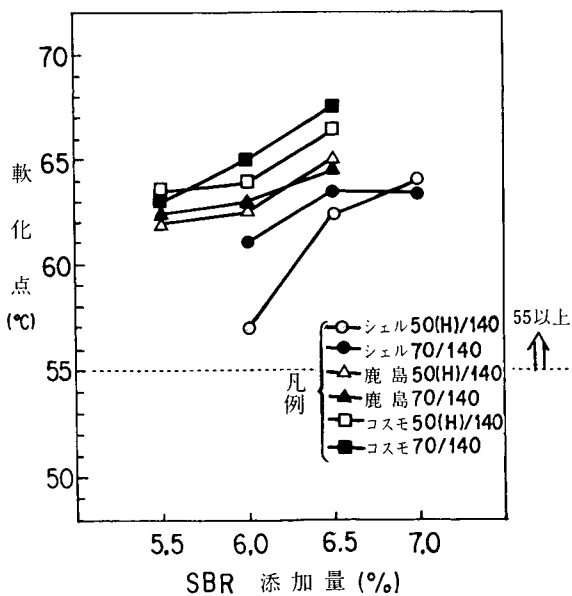
70 のラテックス使用によるバイнда性状の改善効果が出ていない。しかし、分離試験においては、添加量が増加するほど、また、ベースアスの粘度が大であるC社は、軟化点の上下の差（分離）が少なくなっており、140/70の使用による分離傾向の抑制効果が認められた。

表－7.3.7 筑波1号の改良試験結果

試料名	針入度	軟化点 ℃	伸度(7℃) cm	60℃粘度 poise	200℃粘度 cSt	タフネス kgf・cm	テナシティ kgf・cm	分離試験(軟化点)℃		
								上部	下部	上下差
S-50-6	59	57.0	53	6120	260	221.0	160.7	56.0	56.0	0
S-50-6.5	64	62.5	96	8650	418	164.3	123.0	58.5	58.5	0
S-50-7	63	64.0	100 +	8760	461	187.1	136.1	59.5	59.5	0
S-70-6	55	61.0	37	7370	378	181.8	119.4	58.0	58.5	- 0.5
S-70-6.5	61	63.5	48	8510	426	194.6	146.6	59.5	60.0	- 0.5
S-70-7	59	63.5	39	9810	507	223.5	172.6	61.5	61.5	0
K-50-5.5	57	62.0	100 +	13100	169	141.9	89.6	70.0	59.0	+ 1.0
K-50-6	58	62.5	100 +	14100	214	153.9	99.3	68.0	60.5	+ 7.5
K-50-6.5	53	65.0	100 +	18400	235	152.1	102.9	72.5	61.0	+11.5
K-70-5.5	53	62.5	18	13600	211	177.5	119.4	65.0	60.0	+ 5.0
K-70-6	51	63.0	100 +	15600	261	161.0	106.0	69.5	61.0	+ 8.5
K-70-6.5	53	64.5	23	19900	321	205.0	147.4	68.0	63.5	+ 4.5
C-50-5.5	55	63.5	100 +	16500	154	145.0	88.7	76.5	61.0	+15.5
C-50-6	54	64.0	100 +	22300	180	131.5	85.1	75.0	62.0	+13.0
C-50-6.5	53	66.5	100 +	22600	188	121.8	78.1	76.0	63.5	+12.5
C-70-5.5	51	63.0	100 +	18300	165	150.2	95.4	68.5	61.5	+ 7.0
C-70-6	49	65.0	100 +	19900	283	146.9	96.7	69.0	64.5	+ 4.5
C-70-6.5	49	67.5	17	29100	257	184.0	128.3	71.5	65.5	+ 6.0



図－7.3.6 SBR添加量と針入度の関係



図－7.3.7 SBR添加量と軟化点の関係

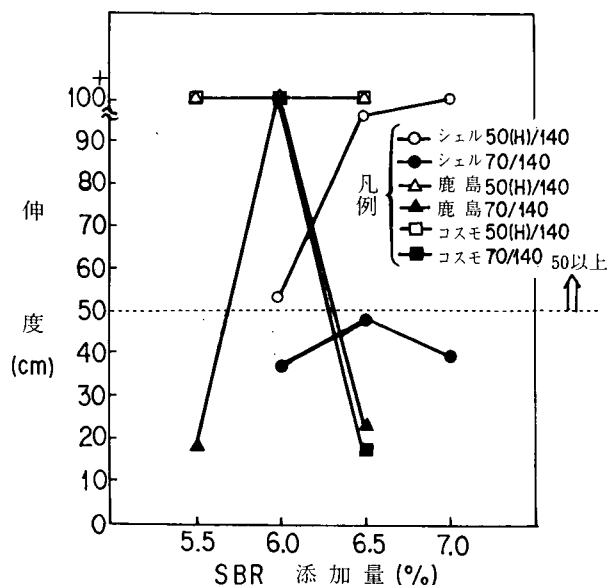


図- 7.3.8 SBR添加量と伸度の関係

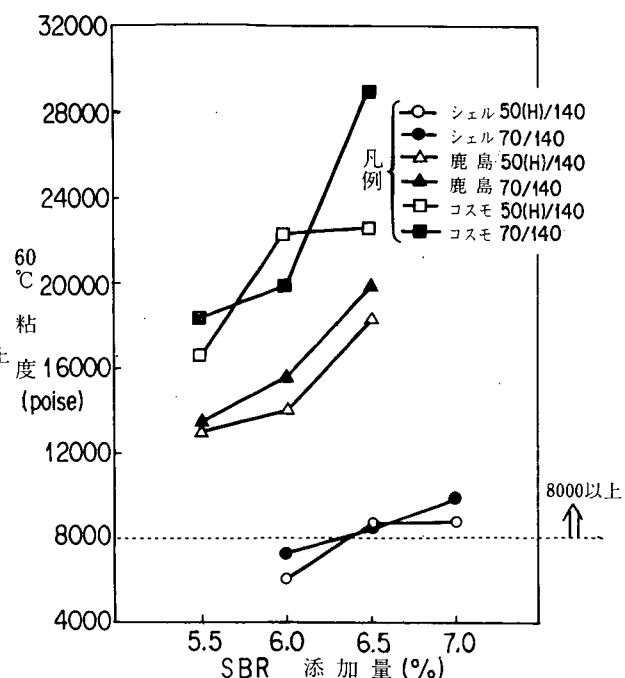


図- 7.3.9 SBR添加量と60℃粘度の関係

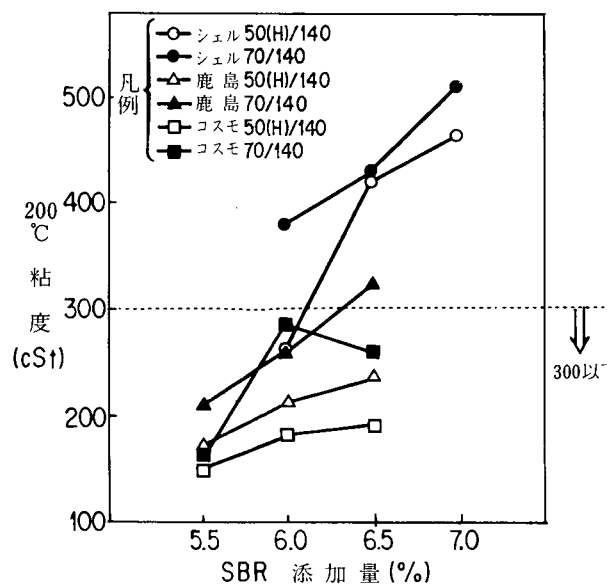


図- 7.3.10 200℃粘度とSBR添加量の関係

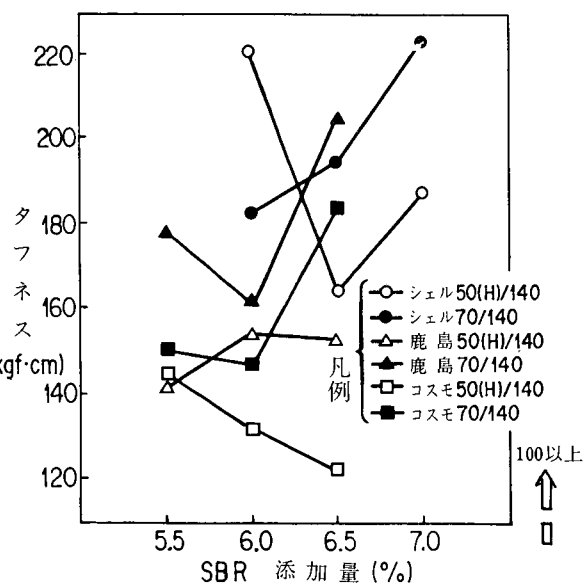


図7.3.11 SBR添加量とタフネスの関係

7.3.6 貯蔵試験条件決定試験

貯蔵試験を行うための条件を決めるため、土研構内で試験施工を行ったストレートアスファルトと筑波1号を用いて、貯蔵温度を160℃と180℃の2点について貯蔵試験を行った。ストアスの結果を表-7.3.8に、筑波1号の160℃の結果を表-7.3.9に、および筑波1号の180℃の結果を表-7.3.10に示す。また、図-7.3.13～7.3.18に各性状試験の結果を示す。

この結果を、試験施工の際の専用ケトル貯蔵試験結果と比較した。針入度、軟化点、200℃粘度については、貯蔵温度160℃と180℃のいずれも、試験施工における結果と同様な結果であるが、伸度、タフネス・テナシティは160℃貯蔵の結果とよく似た傾向を示した。一方、60℃粘度は180℃貯蔵の結果の方によく似た傾向を示した。以上の結果より、貯蔵試験における貯蔵温度は、筑波1号の性状を最もよく表わすと考えられる60℃粘度の結果を重視し、180℃とした。

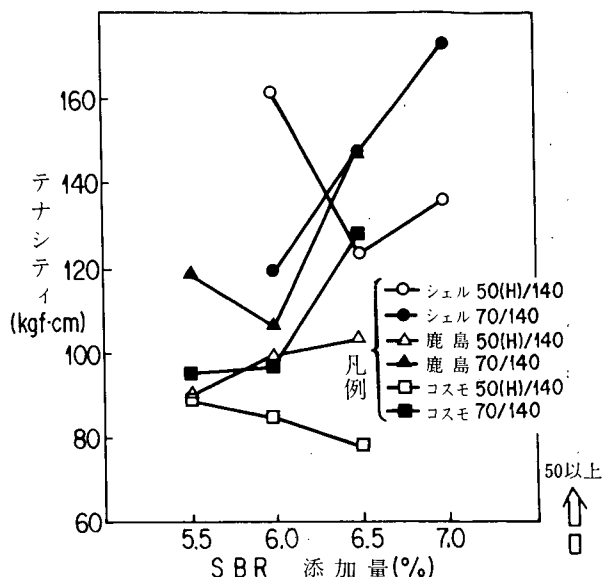


図-7.3.12 SBR添加量とテナシティの関係

表-7.3.8 ストアス貯蔵安定試験結果(180℃)

貯蔵日数 試験項目 (day)	0	1	3	5	7
針入度 (1/10mm)	76	72	69	58	50
軟化点 (℃)	48.0	48.5	49.0	50.5	51.5
伸度10℃ (cm)	11	11	11	11	6
伸度15℃ (cm)	100 +	100 +	100 +	100 +	67
60℃粘度 (poise)	1650	1830	2120	2590	3330

表-7.3.9 筑波1号貯蔵安定試験結果(160℃)

貯蔵日数 試験項目 (day)	0	1	3	5	7
伸入度 (1/10mm)	60	62	61	60	61
軟化点 (℃)	61.0	58.0	58.5	57.0	57.5
伸度7℃ (cm)	100 +	100 +	58	51	46
タフネス (kgf·cm)	149	153	211	227	292
テナシティ (kgf·cm)	96	106	158	180	244
60℃粘度 (poise)	9150	8400	8660	8480	8930
200℃粘度 (cSt)	296	282	263	245	246

表-7.3.10 筑波1号貯蔵安定試験結果(180℃)

貯蔵日数 (day) 試験項目	0	1	3	5	7
針入度(1/10 mm)	62	64	60	61	62
軟化点(℃)	63.0	60.5	58.5	57.0	58.5
伸度7℃(cm)	100+	61	53	35	24
タフネス(kgf・cm)	139	187	298	245ハクリ	201ハクリ
テナシティ(kgf・cm)	98	142	253	197	146
60℃粘度(poise)	12510	10810	9140	9240	9150
200℃粘度(cSt)	335	311	274	249	247

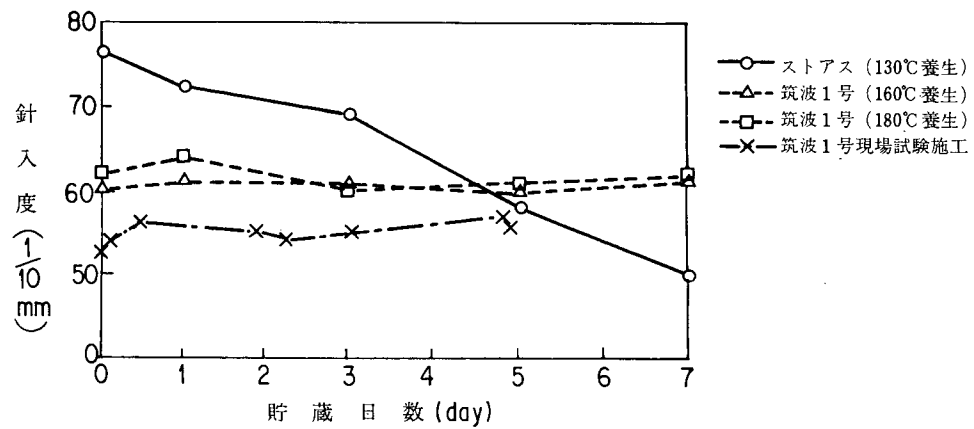


図-7.3.13 針入度と経時変化

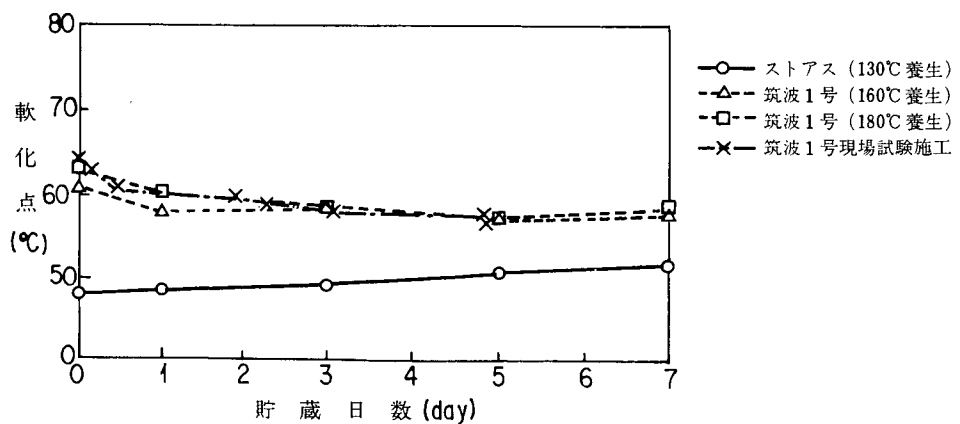


図-7.3.14 軟化点と経時変化

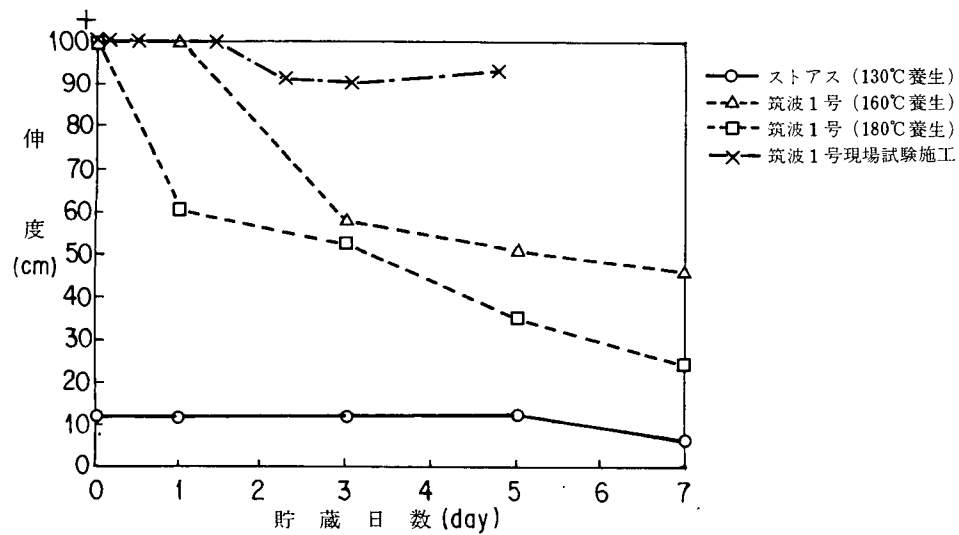


図-7.3.15 伸度と経時変化

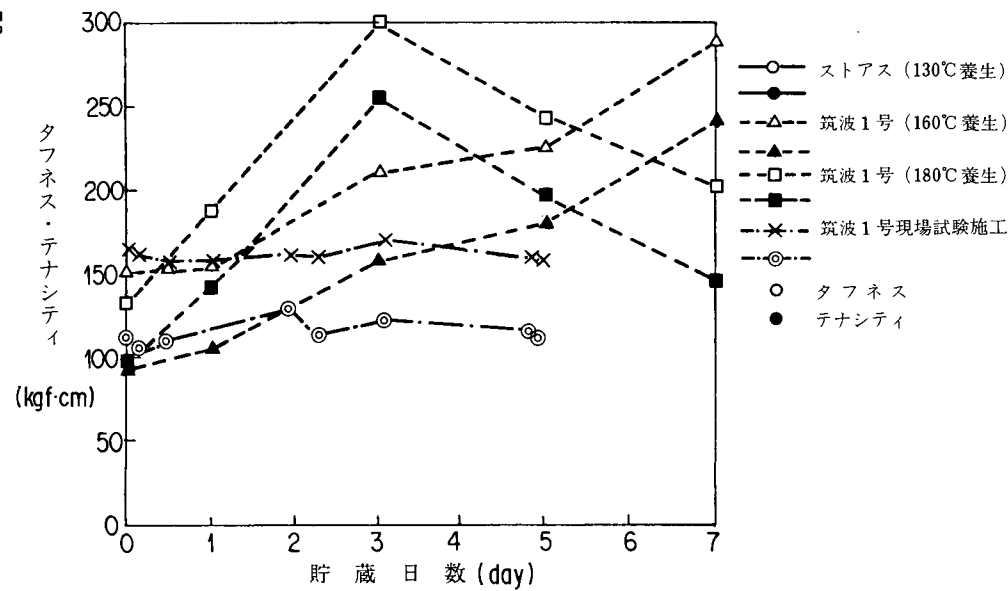


図-7.3.16 タフネス・テナシティと経時変化

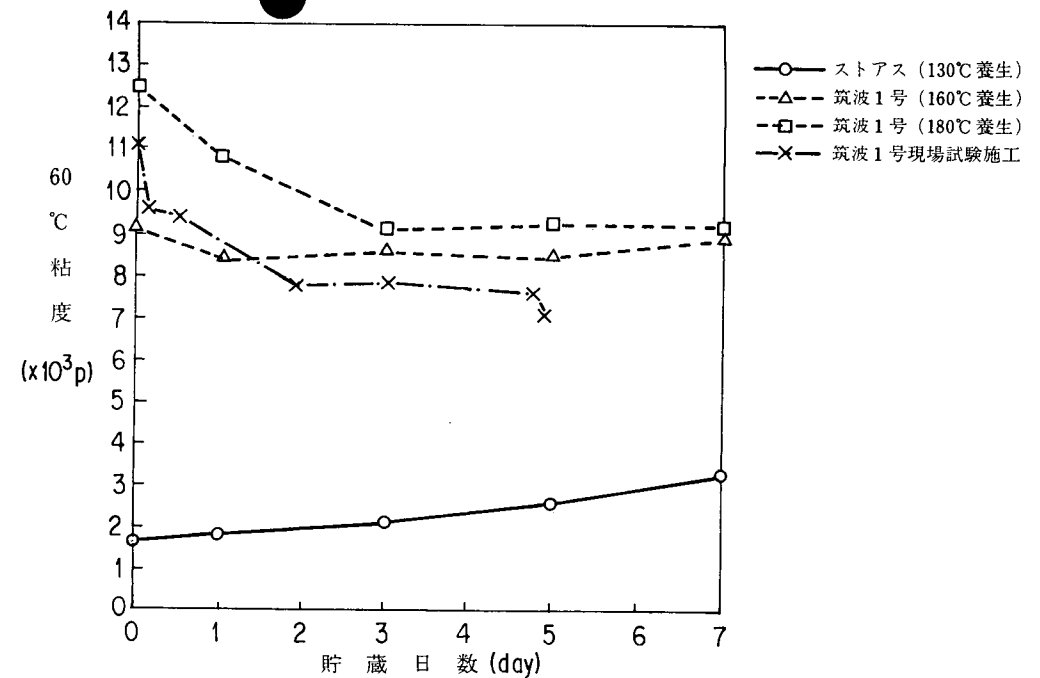


図-7.3.17 60℃粘度と経時変化

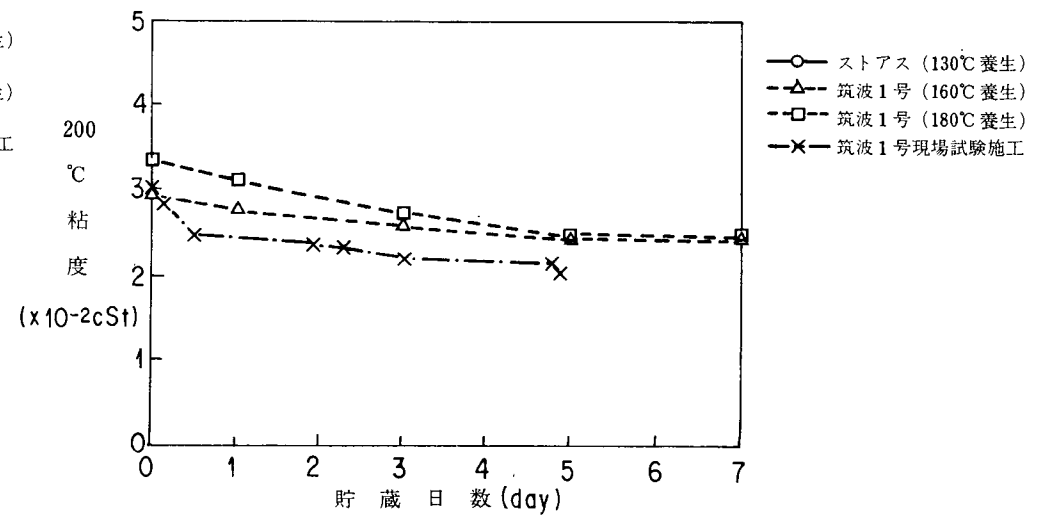


図-7.3.18 200℃粘度と経時変化

7.3.7 貯蔵試験

7.3.5の試験結果より、貯蔵試験を行う試料として、K社-50(H)/140-6%, K社-70/140-6%, C社-50(H)/140-5.5%, C社-70/140-5.5%, S社-50(H)/140-7% およびストアス2種類の合計7種類を選定した。これらについての貯蔵試験結果を表-7.3.11と図-7.3.19~7.3.22に示す。この結果、すべての試料とも針入度は下がる傾向を示し、3日目から5日目で規格をはずれるものがあった。60℃粘度は、1日目で一旦下がり、5日目は極端に粘度が高くなった。伸度は貯蔵日数が増すごとに低くなった。タフネス・テナシティは伸度と比例関係にあり、日数が増すごとに高い値を示したが、5日目では値が大きくなり過ぎ、剥離現象（アスファルトが硬くなり、ヘッドから剥がれてしまう現象）がおきてしまった。

このように今回の貯蔵試験は貯蔵中に極端に粘度が高くなる結果となり、実際の現場のケトルで貯蔵した筑波1号の性状とは違った結果となった。これは、貯蔵温度が高かったため、現場における貯蔵条件とは異なり酸化劣化の現象が起きたものと考えられる。また、性状の変化は、現場貯蔵の1週間が3日位に凝集された結果である。

しかし、分離試験の結果からは、貯蔵日数の増加とともに分離が小さくなる傾向を示した。工場であらかじめ攪拌を十分行うことにより分離傾向は減少し、現場ケトルでは攪拌しなくても良い可能性が示唆された。

表-7.3.11 筑波1号の貯蔵試験結果

試料名	日数	針入度	軟化点 ℃	伸度(7℃) cm	60℃粘度 poise	200℃粘度 cSt	タフネス kgf・cm	テナシティ kgf・cm	分離試験(軟化点)℃			溶 液 粘 度
									上 部	下 部	上下差	
K-50-6	0	58	62.5	100 +	14100	214	153.9	99.3	68.0	60.5	+ 7.5	-
	1	53	61.0	24	12500	310	269.5	210.3	60.5	60.5	0	2,161
	3	51	59.5	26	14500	268	355.4	297.3	60.0	60.0	0	1,884
	5	48	61.0	17	20500	269	258.5	193.0	62.0	62.0	0	1,651
K-70-6	0	51	63.0	100 +	15600	261	161.0	106.0	69.5	61.0	+ 8.5	-
	1	50	62.5	19	14300	289	279.2	217.4	61.0	60.5	+ 0.5	2,171
	3	49	60.5	21	16400	278	465.7	401.1	61.0	61.0	0	1,778
	5	45	61.5	14	23000	273	239.3	177.7	63.0	63.0	0	1,634
C-70-5.5	0	51	63.0	100 +	18300	165	150.2	95.4	68.5	61.5	+ 7.0	-
	1	48	63.0	11	19900	200	301.4	234.3	63.5	63.5	0	2,017
	3	46	62.0	17	21700	303	384.2	324.7	62.5	62.5	0	1,778
	5	45	62.0	17	25300	256	276.0	209.1	63.0	63.0	0	1,634
C-50-5.5	0	55	63.5	100 +	16500	154	145.0	88.7	76.5	61.0	+ 15.5	-
	1	52	63.5	22	15000	190	266.8	199.8	64.5	64.5	0	-
	3	49	61.5	17	17700	270	429.6	361.1	62.0	61.5	+ 0.5	-
	5	44	63.5	12	33800	261	291.2	212.9	65.0	65.0	0	-
S-50-7	0	63	64.0	100 +	8760	461	187.1	136.1	59.5	59.5	0	-
	1	62	57.5	49	6930	312	228.7	180.4	57.0	57.0	0	-
	3	62	56.5	27	7660	229	274.4	228.0	50.5	50.5	0	-
	5	54	60.5	11	18500	246	207.1	130.9	63.0	62.5	+ 0.5	-

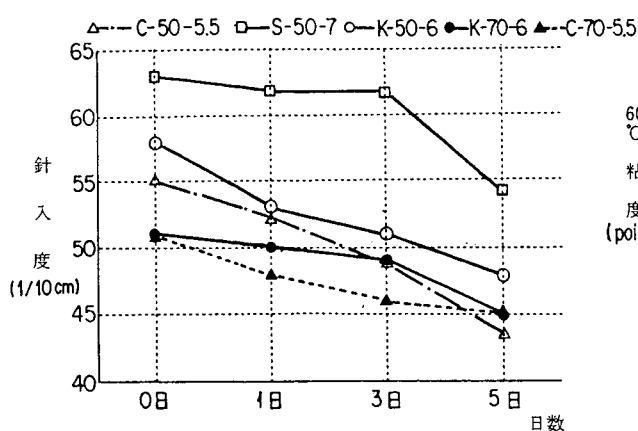


図-7.3.19 筑波1号の日数と針入度の関係

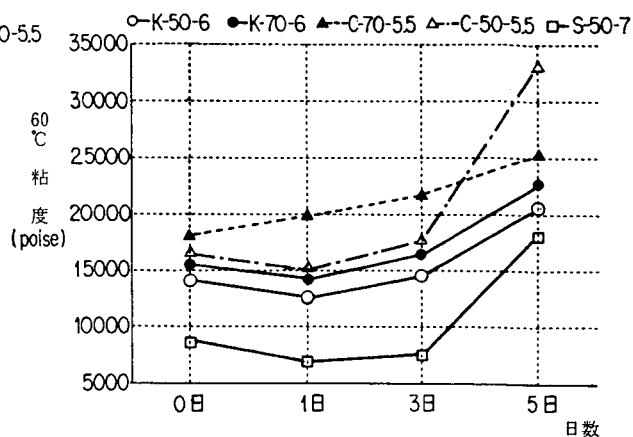


図-7.3.20 筑波1号の日数と60℃粘度の関係

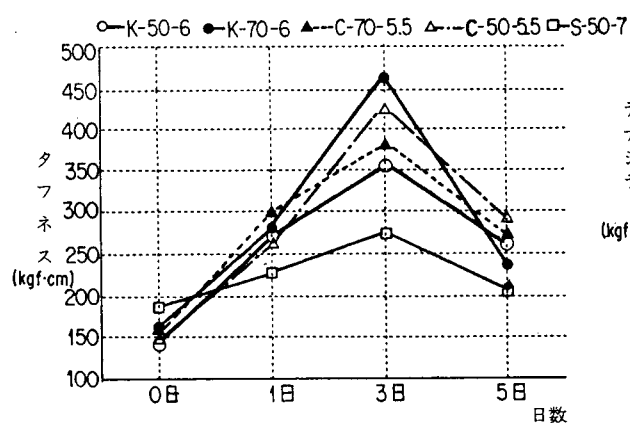


図-7.3.21 筑波1号の日数とタフネスの関係

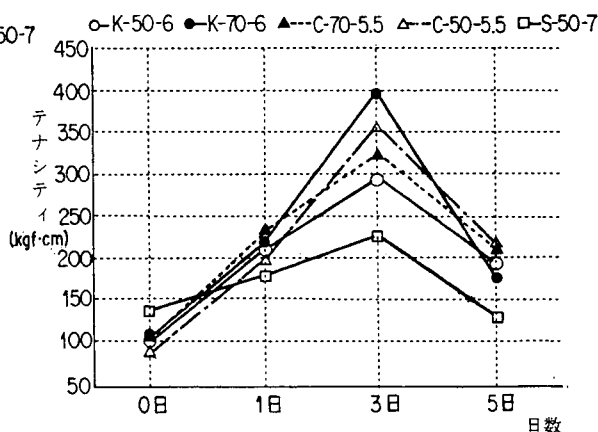
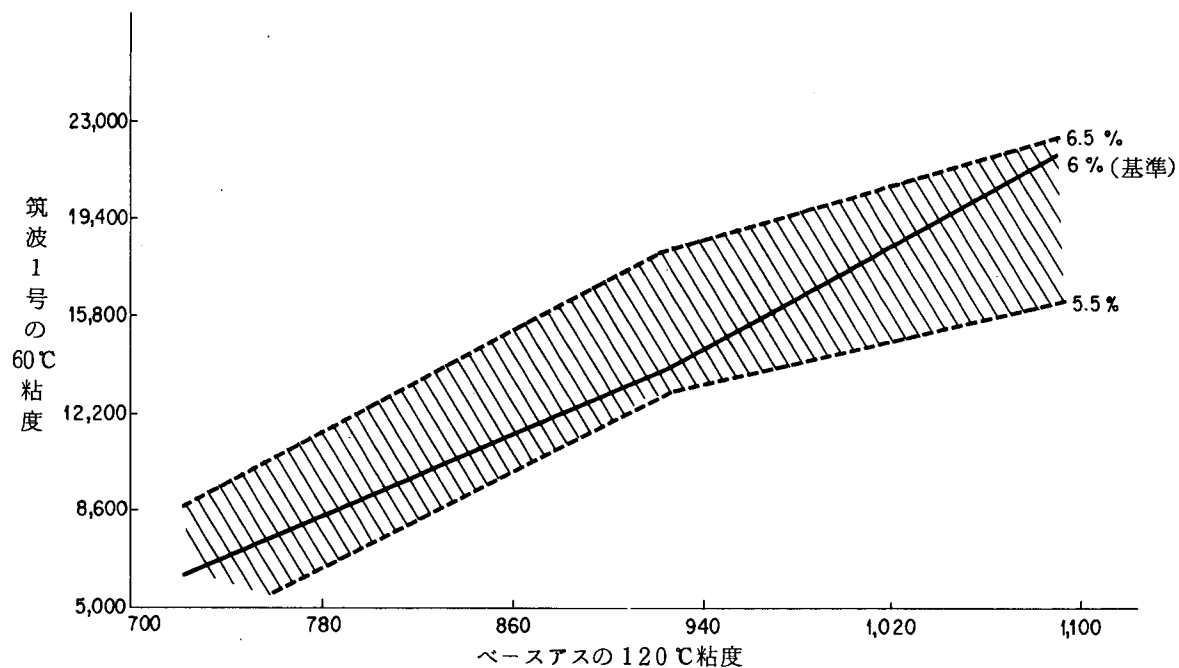


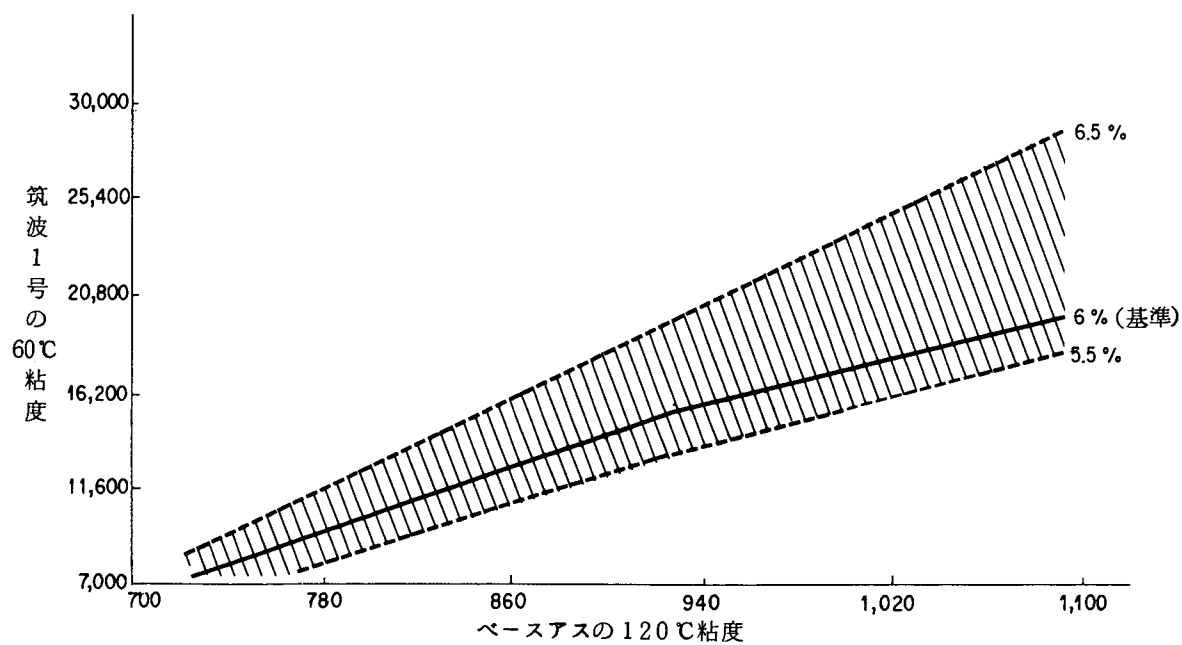
図-7.3.22 筑波1号の日数とテナシティの関係

7.4 ストアス（ベースアス）の選定方法

今回の試験に用いた試作バインダについて60℃粘度とベースアスの各性状値との相関を求めたところ、ベースアスの120℃粘度が最も相関が高かった。その相関係数はムーニー値50(H)/140のゴムでは0.92、ムーニー値70/140では0.87であった。そこでベースアスの120℃粘度とゴム添加量およびバインダの60℃粘度を図示すると図-7.4.1、7.4.2のようになる。図から筑波1号の60℃粘度の目標値を設定した時にベースアスの120℃粘度をチェックすることによりベースアスの選定が可能である。逆にベースアスの120℃粘度から筑波1号の60℃粘度のおよその値を選定することができる。ただし、筑波1号は60℃粘度以外にも規格値があるので、他の性状も確認してからベースアスの選定をすることはいうまでもない。



図－ 7. 4. 1 ムーニー値 50 (H)/140 におけるベースアス 120℃ 粘度と
筑波 1 号の 60℃ 粘度の関係



図－ 7. 4. 2 ムーニー値 70/140 におけるベースアス 120℃ 粘度と
筑波 1 号の 60℃ 粘度の関係

7.5 ま と め

- (1) 筑波1号を室内の小スケールで製造する場合、工場出荷時と同じ物性値を得るのに熟成をする必要がある。
- (2) ベースアスの粘度が非常に低い場合、ラテックスの添加量を増しても規格を満足することができない。
- (3) 粘度が中または大のベースアスを使用した時、50(H)/140はすべて規格を満足するが、70/140は添加量を変化させても規格を満足しない項目があるので注意が必要である。しかし70/140は耐分離性に優れているという結果が得られた。
- (4) ストアスを180℃で貯蔵すると針入度の低下が著しく、60℃粘度が増加した。
- (5) 筑波1号を160℃、180℃で貯蔵した場合、180℃の方が現場専用ケトル貯蔵した時の60℃粘度等の性状と類似していた。
- (6) 同一ベースアスを使用してもゴムの種類により性状に差がでることが分かった。また、貯蔵日数を増すと分離傾向が小さくなった。
- (7) ベースアスの120℃粘度と筑波1号の60℃粘度とは高い相関があり、筑波1号の目標粘度により使用するベースアスの120℃粘度をチェックすることによりベースアスを選定できる。

8. 寒冷期施工性試験

8.1 概要

筑波1号の施工性については、59年度に施工性試験を実施し、検討を行っている。しかし、59年度の試験では路盤を作製せずに基層、表層のみで施工したため、十分な転圧ができず、必ずしも必要なデータが得られなかった。また、筑波1号の寒期における施工性、および転圧条件を変えた場合に舗設された混合物にどのような影響が生じるか等については、十分な確認がされていない。そこで土木研究所舗装走行実験場において、実際の舗装と同規模の断面の路床、路盤を構築し、筑波1号の施工性試験を実施した。また、この際、現場ケトルによる貯蔵試験も実施した。

8.2 工区の規模、水準

工区は表-8.2.1に示すとおり、全部で5工区設けた。1工区は施工要領に示されている標準施工条件、2工区は施工時の気温が10℃以下で、それ以外の施工条件は標準条件のもの、3工区は混合、転圧温度を下げ、転圧回数を増加したもの、4工区は混合時のバインダ加熱温度を160℃におさえ、その他の条件は標準条件のもの、5工区は混合、転圧温度を下げ、2次転圧に振動ローラを使用したものである。

なお、各工区の規模は、3m×7mである。

表-8.2.1 筑波1号転圧実験施工条件

項目		表 層					基 層
		1	2	3	4	5	1～5
バインダの種類		筑 波 1 号					ストアス
粒 度 の 種 類		密 粒 20					粗粒20
バ イ ン ダ 量		5.4%					4.9%
混 合 温 度 ℃		190	190	170	190	170	155
バ イ ン ダ 温 度		180	180	180	160	180	143
混 合 時 間		60 sec					30 sec
初 転 圧 温 度		170	170	150	170	150	—
施 工 機 械 お よ び 転 圧 回 数	敷 均 し	フィニッシャ速度 6 m/min 以下					6 m/min 以下
	初 転 圧	マカダム 2往復	マカダム 2往復	マカダム 4往復	マカダム 2往復	振動ローラ 2往復 ¹⁾²⁾	マカダム 2往復
	2次転圧	タイヤ 7往復	タイヤ 7往復	タイヤ 10往復	タイヤ 7往復	振動ローラ 7往復 ³⁾	タイヤ 5往復
	仕 上 げ 転 圧	マカダム 2往復	マカダム 2往復	マカダム 4往復	マカダム 2往復	振動ローラ 2往復 ²⁾	—
気 温		10℃ 以上	10℃ 以下	10℃ 以上	10℃ 以上	10℃ 以上	10℃ 以上

1) 機種：CC-21 2) 振動なし 3) 振動あり

8.3 舗装断面

現地盤の CBR は 1.7 % であり，これに 60cm の石灰安定処理（石灰添加量 120 kg/m^3 ）を施し，設計 CBR = 8 % とした。この路床に対して，C 交通を目標とし， $T_A = 27 \text{ cm}$ ， $H = 50 \text{ cm}$ となるよう，図-8.3.1 の設計断面とした。

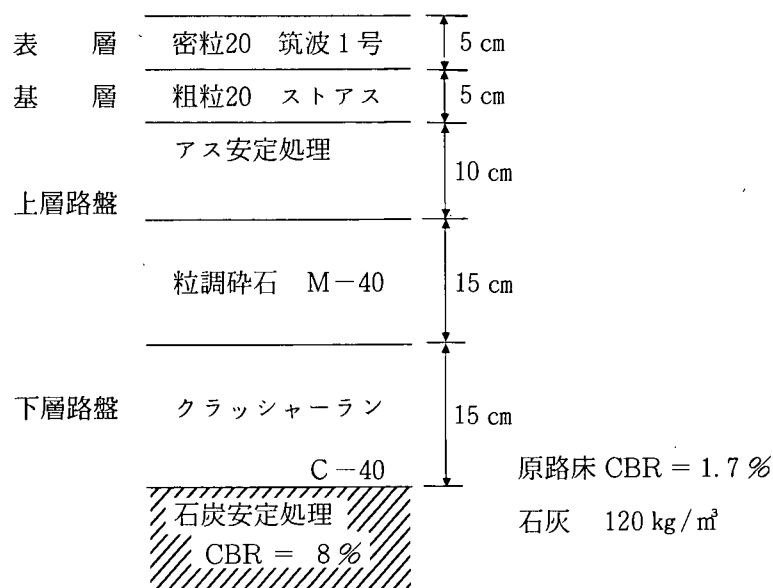


図-8.3.1 設計断面

8.4 転圧回数の管理方法

工区の幅と施工機械の幅の関係上，図-8.4.1～8.4.4 に示すとおり転圧回数を管理した。後述する混合物試験用の供試体は，所定の回数の転圧を行った箇所より，採取した。

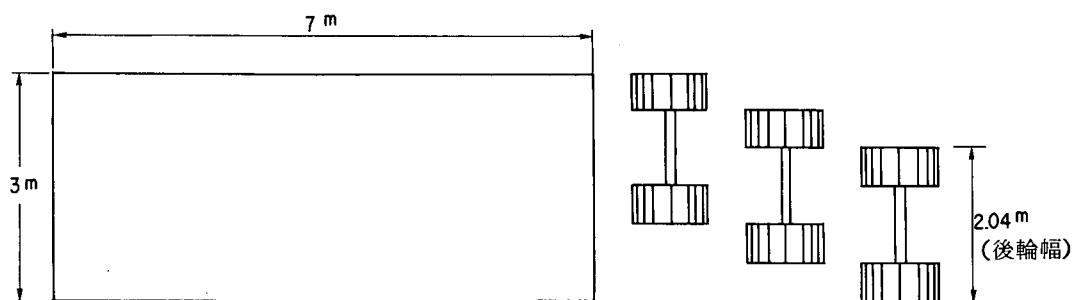


図-8.4.1 マカダムローラによる転圧

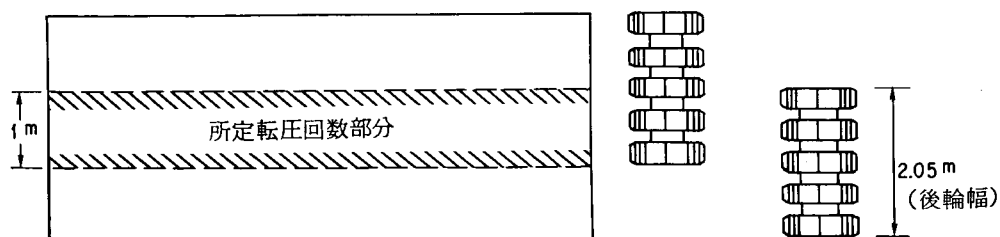


図-8.4.2 タイヤローラによる転圧

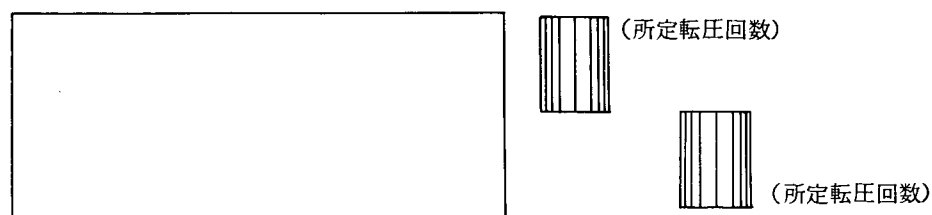


図-8.5 振動ローラによる転圧（初転圧，仕上げ転圧の場合）

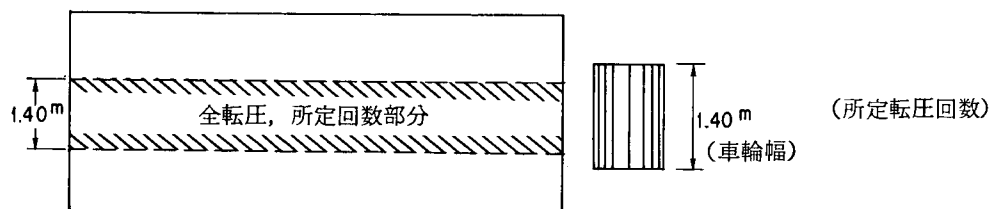


図-8.6 振動ローラによる転圧（2次転圧の場合）

8.5 試験，測定項目

一般の施工管理項目の他に表-8.5.1に示す項目の管理を行った。

表-8.5.1 施工管理の追加項目

項 目		備 考
施 工 時	混合状況	アンケートにより，調査
	敷均し状況	
	転圧状況	
	合材温度	熱電対にて測定
	加速度，振動数	振動ローラ時のみ
	地盤振動	
	バイング採取	後日性状試験実施

施工後の混合物試験として以下のものを実施した。

表-8.5.2 混合物試験

項 目	試験項目	試 験 方 法
ホイールトラッキング試験	各工区 3 枚	土木研究所（案）
ラベリング試験	〃 3 枚	建設省技術管理業務連絡会（案）
密度試験	〃 5 個	アスファルト舗装要綱
ビームコヒージョン試験	〃 5 個	ASTM D 1561
曲げ試験	〃 3 本	本州四国連絡橋橋面舗装基準（案）

8.6 使用材料

使用した材料の産地、性状を表－8.6.1～8.6.2に示す。

表－8.6.1 路床・路盤材料の性状

性 状		種 類	下層路盤	上層路盤	アス安定処理	
			C-40	M-40	C-40	細目砂
粒 度	40 mm		100	100	100	—
	20		65.4	71.6	72.9	—
	5		26.0	39.8	—	100
	2.5		16.2	30.6	18.7	88.6
	1.2		10.1	—	—	—
	0.6		—	—	—	38.4
	0.4		—	15.4	—	—
	0.3		—	—	—	25.9
	0.15		—	—	—	6.8
	0.074		—	5.5	6.9	2.1
骨 材 性 状	比 重	表 乾	2.671	2.665	2.683	2.512
		か さ	—	—	2.664	2.460
		見 掛	—	—	2.713	2.594
	吸 水 量 %		0.57	0.54	0.68	2.10
	すり減り量 %		19.1	18.8	18.3	—
	安 定 性 %		—	—	2.6	5.8
	軟 石 量 %		—	—	2.93	—
	単位体積重量 t / m ³		—	—	1.776	1.561
	最大乾燥密度 t / m ³		2.201	2.211	—	—
	最適含水比 %		3.8	5.4	—	—
	修正 C B R %		92	124	—	—
	液 性 限 界		16.7	17.1	—	—
	産 地		茨城県 新治郡	茨城県 新治郡	茨城県 新治郡	茨城県 真壁郡

表-8.6.2 表層・基層材料の性状

性 状			基 層 ・ 表 層					
			5 号	6 号	7 号	荒目砂	細目砂	石 粉
粒 度	25		100					
	20		94.0	100				
	13		6.0	96.5	100	100		
	5		0	6.3	94.2	98.2	100	
	2.5			1.2	12.9	76.1	95.7	
	0.6			0	3.2	36.2	71.2	
	0.3				0	7.5	27.9	100
	0.15					1.5	7.8	96.7
	0.074					1.1	2.0	87.3
骨 材 性 状	比 重	表 乾	2.671	2.655	2.641	2.542	2.615	
		か さ	2.662	2.638	2.616	2.464	2.562	
		見 掛	2.687	2.685	2.682	2.672	2.705	2.743
	吸 水 量 %		0.36	0.65	0.94	3.16	2.06	
	産 地		茨城県 新治郡	茨城県 新治郡	茨城県 新治郡	栃木県 鬼怒川	茨城県 霞ヶ浦	埼玉県 秩父郡

表-8.6.2 使用バインダの性状

項 目		用 途	アス安定	基 層	表 層
		種 類	40~60	60~80	筑波 1 号
針 入 度		1/10cm	45	73	55
軟 化 点		℃	53.0	47.5	60
伸 度		cm	100+	100+	100+ ¹⁾
三塩化エタン可溶分		%	99.91	99.8	
引 火 点		℃	306	340	
蒸発後針入度比		%	100	107	
薄膜加熱質量変化率		%	-0.06		-0.1 ²⁾
薄膜加熱針入度変化率		%	68.9		
粘 度	120℃	cSt	1549		
	140℃	cSt	497	195	
	160℃	cSt	197	85	
	180℃	cSt	93	42	
	200℃	cSt			280
60℃粘度		poise		2140	10900
粘 度 比					1.08
タフネス		kgf・cm			129
テナシティー		kgf・cm			78
比 重			1.027	1.030	1.030

1) 7℃における値

2) 180℃, 2.5時間加熱

8.7 混合物の性状

表-8.7.1にアスファルト安定処理混合物，基層用粗粒20，表層用粗粒20の粒度および，混合物性状を示す。

表-8.7.1 アスファルト混合物の粒度，性状

性 状		アス安定	粗 粒 20	密 粒 20
粒 度	50	100		
	40	100		
	25		100	100
	20	81.6	98.6	98.9
	13		77.9	81.1
	5		45.3	53.0
	2.5	41.1	26.9	40.3
	0.6		17.6	27.5
	0.3		9.9	13.2
	0.15		6.3	7.7
	0.074	5.4	5.0	5.8
	O A C	4.0	5.2	5.4
基 準 密 度		2.343	2.367	2.364
理 論 密 度		2.513	2.481	2.479
空 隙 率		6.6	4.7	4.5
飽 和 度		58.0	71.8	73.5
骨材間隙率		15.8	16.6	16.9
安 定 度		933	1131	1396
フ ロー 値		25	30	29

8.8 表層の施工

表層の施工は2月9日に実施した。各工区の混合，転圧温度および施工時の気温を表-8.8.1に示す。なお，密粒(20)のアスファルト量は，試験練りの結果を参考に5.4%とした。

表-8.8.1 施工温度，気温 (°C)

工 区		①	②	③	④	⑤
混 合 温 度	目 標	190	190	170	190	170
	実 測	185	187	165	187	172
転 圧 温 度	目 標	170	170	150	170	150
	実 測	182	180	180	160	180
バ イ ン ダ	目 標	180	180	180	160	180
気 温	目 標	10+	10-	10+	10+	10+
	実 測	14	4	16	12	15

8.9 混合物試験

図 8.9.1 に示すように供試体を切り出し、試験を実施した。

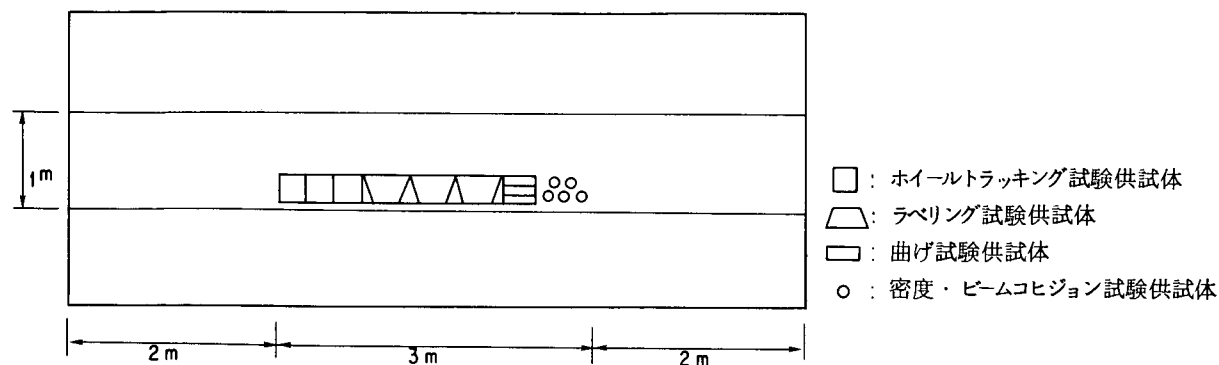


図 8.9.1 供試体の切り出し

各試験は、以下に述べる方法で実施した。

(1) ホイールトラッキング試験

試験は土木研究所資料2401号「ホイールトラッキング試験方法の改善に関する研究報告書」(昭和61年8月発行)に従い、60℃、輪荷重70kgfで実施した。

(2) ラベリング試験

試験は表-8.9.1に示す条件でスパイクラベリング試験を実施した。

表-8.9.1 スパイクラベリング試験条件

条 件	プレロード試験	スパイクラベリング試験
ならし走行	回転が安定するまで	回転が安定するまで
テーブル速度	20 km/h	20 km/h
タイヤ速度	20 km/h	20 km/h
タイヤ種類	ノーマルラジアル (ダンロップ SP4 STEEL) 145 SR 10	ラジアルタイヤ (オーツタイヤ B 650) 145 SR 10 B-650
輪 荷 重	150 kg	150 kg
タイヤ空気圧	1.6 kg/cm ²	1.6 kg/cm ²
試 験 温 度	20 °C	0 °C
キャンバー角	1.5°	1.5°
シフト幅	± 30 mm	± 30 mm
シフト速度	100 mm/min	100 mm/min
養生時間	4 h	4 h
運 転 回 数	5,000 回転	30,000 回転
散 水 量	—	2 ℓ/min

(3) 曲げ試験

本州四国連絡橋橋面舗装基準(案)(昭和58年3月)に従い、試験温度 -10°C 、載荷速度 $50\text{mm}/\text{min}$ で実施した。

(4) ビームコヒージョン試験

ビームコヒージョン試験は ASTM D 1561 に従って実施した。ただし、供試体の厚さは 45mm 、供試体の養生温度は 65°C とした。

(5) 密度試験

密度はアスファルト舗装要綱付録4-8に従い、測定した。

8.10 試験結果

試験結果を図-8.10.1に示す。この結果より次のことがいえる。

(1) ホイールトラッキング試験

標準施工条件工区である1工区に対して、他の工区は低い動的安定度を示している。ただし、61年度試験舗装における動的安定度の平均値は $3150\text{回}/\text{mm}$ である。これと比較した場合、2工区の動定安定度は $2845\text{回}/\text{mm}$ であり、多少動的安定度が小さいものの、その差は明確な差ではないと考えられる。

混合、締固め温度を低下させた場合については、3および5工区の動的安定度が各々 2619 、 $2523\text{回}/\text{mm}$ と低下の程度が若干大きくなっており、施工温度を低下させることにより、混合物性状が多少低下する可能性がある。また、振動ローラを使用した5工区の動的安定度が、振動ローラを使用しない2工区とほぼ同じ値であることから、振動ローラを使用することによる混合物性状の向上は期待できない。

バインダ温度を低下させた4工区の動的安定度は $2845\text{回}/\text{mm}$ であり、バインダ温度が異なる以外は、混合、締固め温度が同一である2工区と同じ動的安定度を示していることから、バインダ温度を下げることによる動的安定度への影響はないものと考えられる。

(2) ラベリング試験

標準施工条件工区である1工区に比較して他の工区は摩耗量が小さく、耐摩耗性に優れている傾向を示している。しかし、後述するように1工区は締固め度が低く、このことが摩耗量の違いに影響している可能性があるため、この結果から寒冷期における施工、混合および施工温度を下げた場合の施工が可能とは断定できない。なお、混合および転圧温度の低い3、5工区は、2および4工区に比較してやや大きい値を示しているものの、この差は有意な差ではないと判断される。

(3) 曲げ試験

曲げ強度は2~5工区とも標準施工区である1工区に比較して高い値を示している。しかし、いずれの工区も、破断時のひずみは1工区より低い値を示しており、特に混合、締固め温度が低い3、5工区の低下が大きい。またバインダ温度の低い4工区は1工区とほとんど差がないといえる。

(4) ビームコヒービジョン試験

施工時の気温が低い2工区がやや高い値を示している他は、特に1工区の値と差は認められず、施工時の気温、混合、施工温度、バインダ温度は、混合物の粘着性に影響しない。

(5) 密度試験

標準施工条件工区である1工区の密度（締固め度）が低い。施工時の観察の際、1工区の粒度がやや細かったことが指摘されており、これが影響したことも考えられる。他の工区はいずれも100%以上の締固め度を示している。

8.11 転圧試験のまとめ

転圧試験の結果をまとめると次のようである。

① 寒冷期（5℃以下）に施工した場合（2工区）でも、混合物性状の低下は余り認められない。しかし、今回の結果のみから、寒冷期でも施工可能とは断定できず、全国試験舗装において寒冷期に施工された箇所の供用性なども考慮して判断していく必要がある。

② 混合、転圧温度を下げた場合、転圧回数を増す、振動ローラを使用する等の方策を講じても、混合物性状が低下する可能性があるため、混合、転圧温度を下げることについては問題がある。

③ 通常の混合、転圧温度で施工すれば、バインダ温度を低下させても混合物性状に影響はない。したがってバインダは160℃で貯蔵し、その温度で混合してもよいと考えられる。ただし、この場合、バインダの粘度上昇による配管のつまりに注意する必要がある。

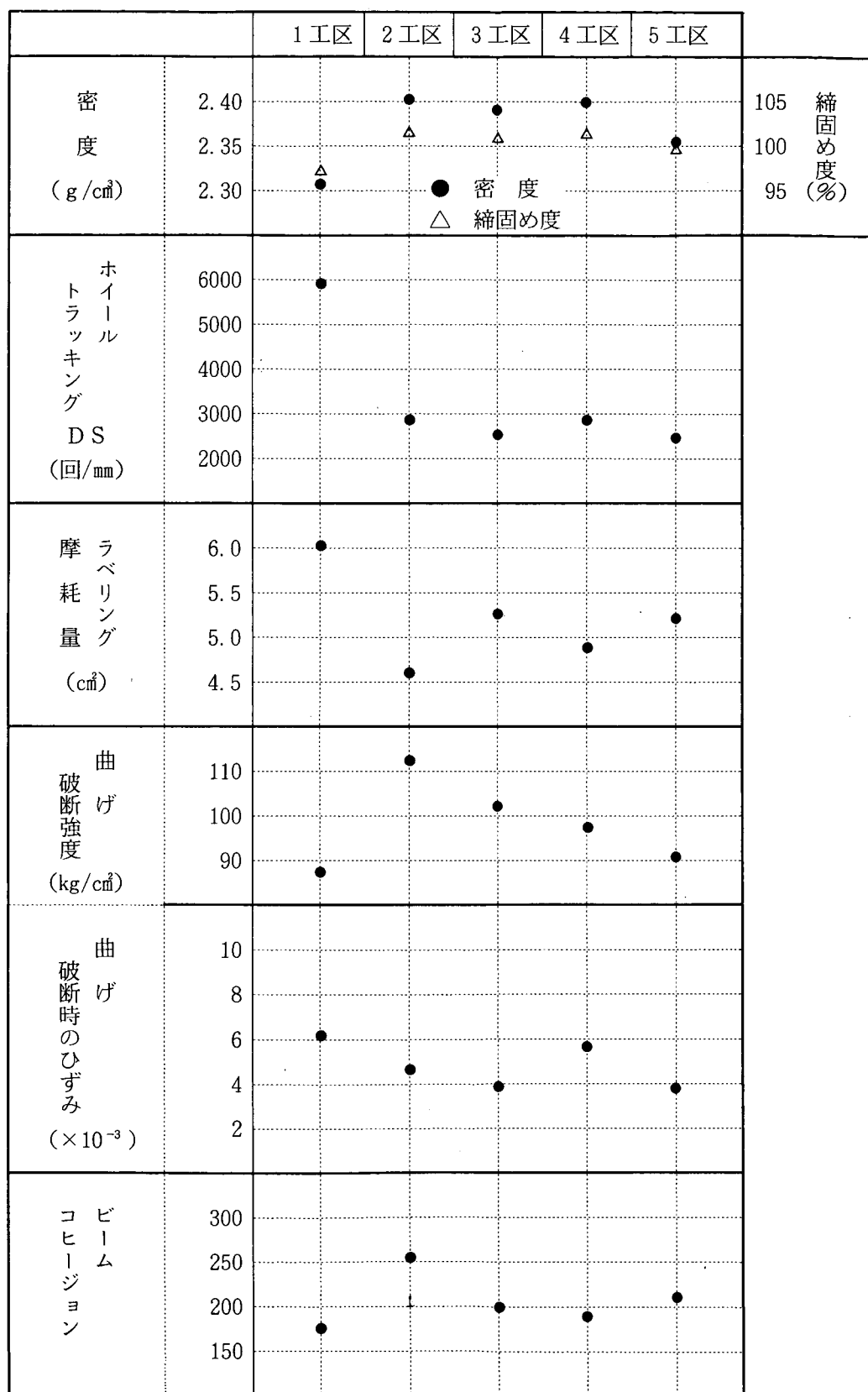


図-8.9 試験結果

9. 現場ケトル貯蔵試験

9.1 概 要

昭和60年度、昭和61年度に筑波1号の全国試験施工が実施されたが、貯蔵条件等によって筑波1号バイндаの性状に変化する傾向が認められた。このため、専用ケトルを使用して貯蔵経過に伴う性状の変化を検討することとした。

貯蔵試験は土木研究所構内における寒冷期施工性試験に際して、加熱アスファルトプラントに設置した筑波1号専用ケトルを使用して行った。

9.2 試験内容

9.2.1 試験試料

貯蔵試験に用いた試料を表-9.1に示す。

表-9.1 試験試料

試料 No.	製造年月日	原料アスファルト	ラテックス添加量 (固形分%)
ロット No. 1	S 62・1・31	N社 60/80 S社 200/300 = 85/15	6.6
ロット No. 2	S 62・2・9	S社 60/80 N社 200/300 = 85/15	7.6

9.2.2 試験方法

試験は、土木研究所構内の加熱プラントに設置した専用ケトルに、筑波1号バイндаが納入された時点から貯蔵試験を開始し、定期的に試料をサンプリングして性状試験を行った。

なお、ロット No. 2 については、通常の貯蔵温度より高温の条件下における性状変化を把握する目的で、貯蔵10日目に貯蔵温度を 300℃にして高温貯蔵試験を実施した。なお、貯蔵試験条件を表-9.2に、貯蔵試験中に採取した試料について実施した性状試験項目を表-9.3に示す。

9.2.3 試験結果

筑波1号バイндаの貯蔵試験結果を表-9.4、9.5に示す。これらより求めた貯蔵時間の経過と各物性値の関係を図-9.1～9.7に示す。主な結果は次のとおりである。

(1) 針入度

針入度は、貯蔵時間の経過に伴って多少増加の傾向が認められるが、その増加傾向はロットによって差があった。

なお、2種類のロットとも貯蔵時間が約5日間経過しても、針入度の品質基準値(50～100 1/10mm)を満足しており、貯蔵中の針入度の変化は問題ではないといえる。

表-9.2 貯 蔵 試 験 条 件

項 目	条 件
貯蔵ケトルの容量	11 m ³
攪 拌 機	平板4枚羽根2段, 回転数 285 rpm
試 験 試 料 重 量	ロットNo 1 4.0 ton ロットNo 2 5.0 ton
貯 蔵 温 度	混合物製造時 170～180℃ 通常貯蔵 140～160℃ 高温貯蔵 300℃
貯 蔵 時 間	ロットNo 1 93時間 ロットNo 2 244時間
備 考	貯蔵時の温度管理は、毎日朝、夕の2回灯油バーナーで所定温度まで加熱攪拌することにより行った。

表-9.3 試 験 項 目

針 入 度 (25℃, 100 g, 5 秒) 1/10 mm
軟 化 点 (R & B) °C
伸 度 (7 °C) cm
タ フ ネ ス (25℃) kgf・cm
テ ナ シ テ ィ (25℃) kgf・cm
60℃粘度 poise
200℃粘度 cSt
薄膜加熱質量変化率 (180℃, 2.5時間) %
粘 度 比 (60℃, 薄膜加熱後/加熱前)
ゴム分の定量 %

表-9.4 筑波1号(ロットNo 1)貯蔵試験結果

試 料 採 取 日 時	2月1日 12:30	2月1日 16:05	2月2日 0:00	2月3日 10:30	2月3日 19:00	2月4日 14:00	2月5日 8:00	2月5日 10:00
貯 蔵 温 度 (°C)	納入時	180	140	140～160	140～160	140～160	140～160	140～160
貯 蔵 時 間 (h)	170	180	140	140～160	140～160	140～160	140～160	140～160
試 験 項 目	0	3.5	11.5	46	54.5	73.5	91.5	93.5
針 入 度 (25℃, 100g, 5 秒) 1/10mm	53	54	56	55	54	55	57	56
軟 化 点 (R & B) °C	63.5	63	61	59.5	58.5	58	57.5	56.5
伸 度 (7 °C) cm	100+	100+	100+	100+	91	90	93	—
タ フ ネ ス (25℃) kgf・cm	165	160	156	161	160	169	160	159
テ ナ シ テ ィ (25℃) kgf・cm	113	103	111	131	114	122	117	113
60℃粘度 poise	11100	9550	9400	7800	—	7880	7640	7050
200℃粘度 cSt	297	286	250	239	235	222	217	201
ゴム分 (IR) %	6.1	6.1	6.3	6.2	6.1	6.2	—	6.1

表-9.5 筑波1号(ロットNo 2)貯蔵試験結果

試 料 採 取 日 時	2月9日 8:10	2月9日 10:47	2月9日 13:00	2月9日 14:35	2月9日 15:10	2月9日 15:37	2月9日 17:15	2月10日 11:15	2月12日 14:00	2月14日 12:30	2月19日 12:45
貯 蔵 温 度 (°C)	納入時	160	180	180	182	181	180	140～160	140～160	140～160	300前後
貯 蔵 時 間 (h)	180	160	180	180	182	181	180	140～160	140～160	140～160	300前後
試 験 項 目	0	2.5	5	6.5	7	7.5	9	27	78	124.5	244.5
針 入 度 (25℃, 100g, 5 秒) 1/10mm	61	59	60	61	61	61	59	63	69	70	75
軟 化 点 (R & B) °C	67	66	66	65.5	64	65	63	62.5	60	58.5	48
伸 度 (7 °C) cm	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	13
タ フ ネ ス (25℃) kgf・cm	176	186	160	167	160	164	177	185	149	138	78
テ ナ シ テ ィ (25℃) kgf・cm	123	134	116	120	115	119	129	140	107	99	39
60℃粘度 poise	13500	13100	12700	11300	10700	10400	10300	9700	8100	6800	1900
200℃粘度 cSt	767	746	630	612	584	568	498	463	422	345	60
薄膜加熱質量変化率 (180℃, 2.5時間) %	-0.05	-0.04	—	-0.05	-0.05	—	-0.06	-0.05	—	—	—
粘 度 比 (60℃, 薄膜加熱後/加熱前)	1.08	1.05	—	1.16	0.96	—	1.11	1.12	—	—	—
ゴム分 (IR) %	7.6	—	—	—	—	—	7.4	—	7.4	7.0	4.2
備 考	混合物製造時の条件						通常貯蔵条件			高温貯蔵条件	

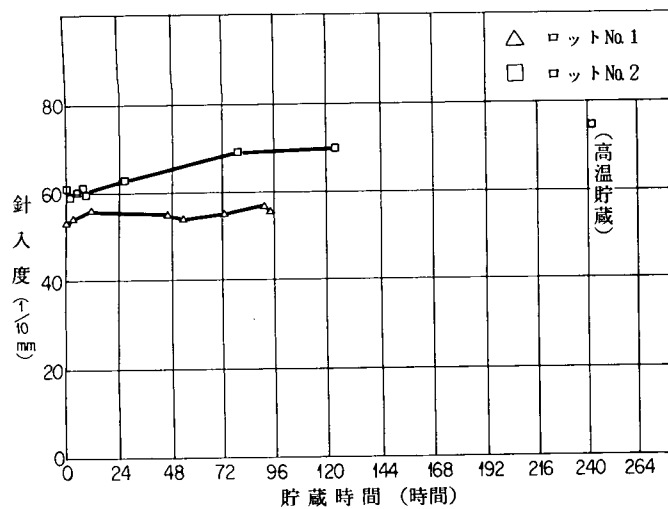


図-9.1 針入度と貯蔵時間の関係

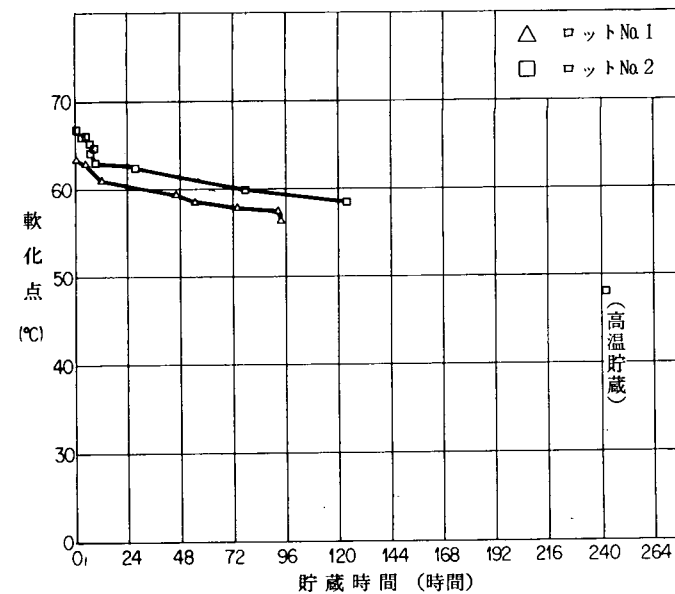


図-9.2 軟化点と貯蔵時間の関係

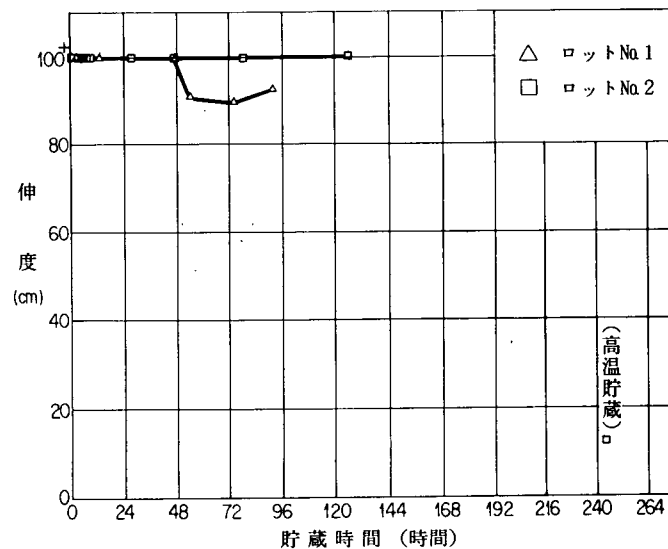


図-9.3 伸度と貯蔵時間の関係

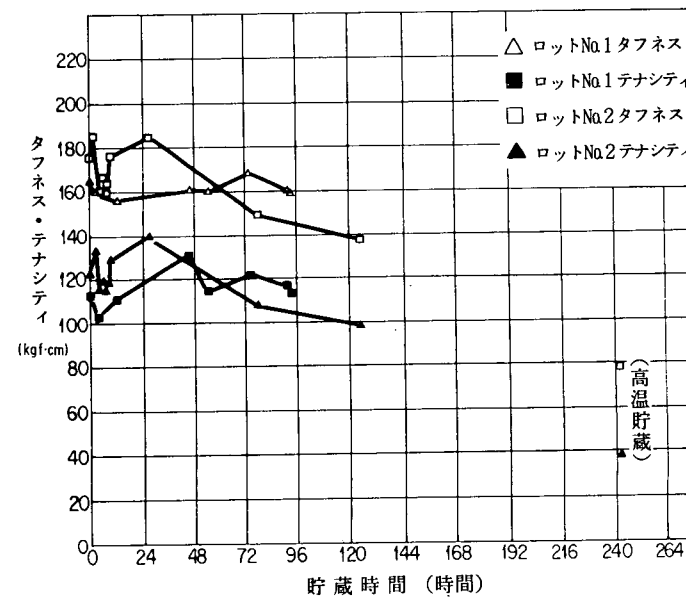


図-9.4 タフ・テナと貯蔵時間の関係

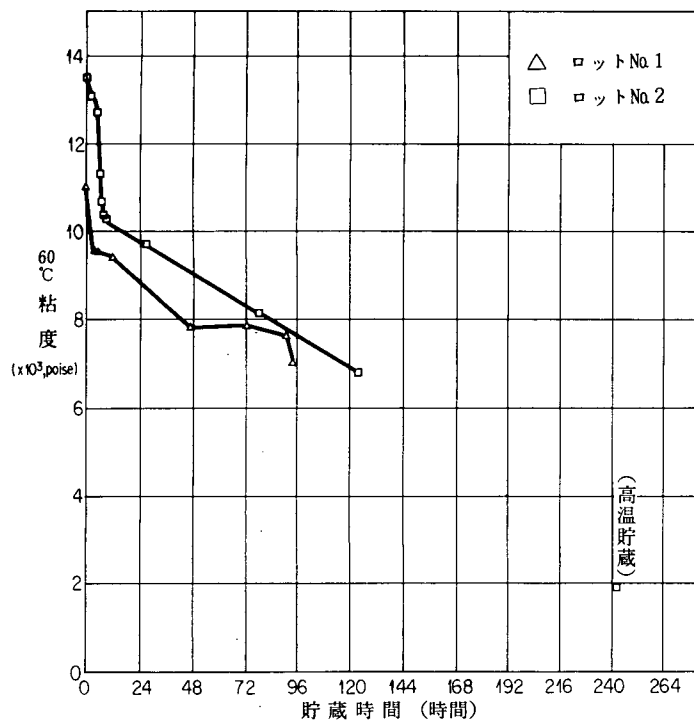


図- 9.5 60°C粘度と貯蔵時間の関係

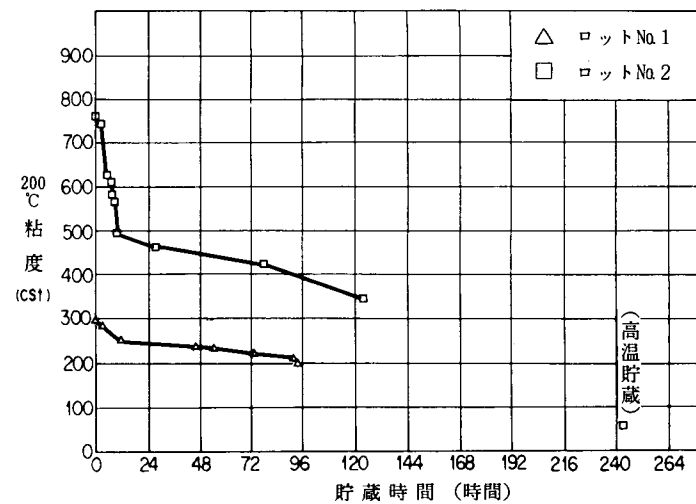


図- 9.6 200°C粘度と貯蔵時間の関係

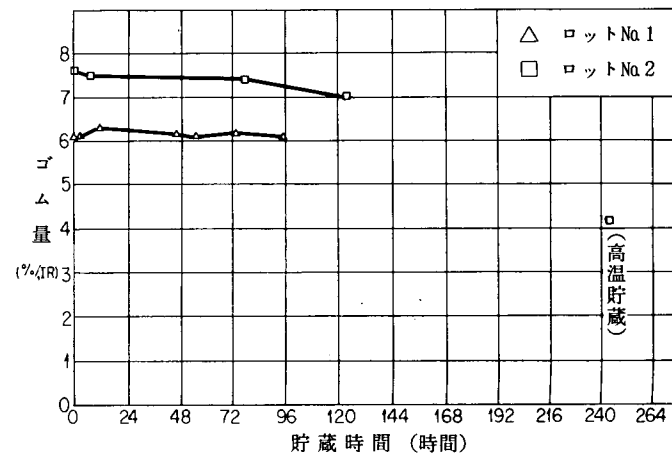


図- 9.7 ゴム量 (IR) と貯蔵時間の関係

(2) 軟化点

軟化点は、貯蔵時間の経過に伴って次第に低下する傾向が認められる。低下の程度は、ロットNo.1の場合には貯蔵時間が約93時間経過した時点で7.0℃、ロットNo.2の場合には貯蔵時間が約124時間で8.5℃である。なお、このような軟化点は、貯蔵中に低下する傾向となったが貯蔵時間が約5日間経過しても軟化点の品質基準値（55℃以上）を満足していた。

(3) 伸 度

伸度は、ロットNo.1が貯蔵時間の経過に伴って多少低下する傾向があったが、ロットNo.1、No.2とも伸度の低下は小さいといえる。なお、両ロットは貯蔵時間が約4～5日間経過しても、伸度の品質基準値（50cm以上）満足していた。

(4) タフネス・テナシティ

タフネス・テナシティは、貯蔵時間の経過に伴って低下する傾向となった。これらの特性値は、両ロットとも貯蔵開始後数時間の間にわずかに低下してから増加し、その後貯蔵時間の経過に伴って次第に減少する傾向を示した。なお、両ロットは、貯蔵時間が約4～5日間経過しても筑波1号バインダの品質基準値（タフネス：100 kgf・cm以上、テナシティ：50 kgf・cm以上）を満足していた。

(5) 60℃粘度

60℃粘度は、貯蔵後数時間で急激に低下し、その後も徐々に低下する傾向を示した。ロットNo.1の場合には、貯蔵後42時間で、ロットNo.2の場合には貯蔵後80時間で60℃粘度が品質基準値（8,000 poise 以上）を下回る結果となった。

(6) 200℃粘度

200℃粘度は、貯蔵時間の経過に伴って60℃粘度の場合と類似の低下傾向を示した。

(7) ゴム分の定量（赤外分光分析）

ゴム分は、貯蔵時間の経過に伴ってロットNo.1は、ほとんど変化がないのに対し、ロットNo.2は貯蔵後120時間で多少減少する傾向を示した。また、ロットNo.2については、高温（300℃前後）貯蔵後ゴム量が4.2%に低下していることから、高温貯蔵条件下においてはゴム分が分解する等の化学変化が生じていると考えられる。

9.3 現場ケトル貯蔵試験のまとめ

筑波1号専用ケトルを用いた現場貯蔵試験の結果、貯蔵時間が4～5日の試験条件においては60℃粘度を除いて筑波1号バインダの品質基準値を満足していることが確認された。しかし、60℃粘度については変化が大きく、今後、60℃粘度の安定化が最重要と判断された。

また、60℃粘度以外の性状についても、若干の貯蔵中の性状変化が認められることから、今後より安定なバインダに品質改良することが必要と考える。一方、通常の貯蔵温度条件より高温で貯蔵した場合、極端な性状変化およびゴム分の減少が認められたことから、貯蔵時の温度管理には十分な注意が必要と判断された。

10. 61年度共同研究のまとめ

61年度の共同研究の結果をまとめると以下のようなものである。

(1) 試験施工結果の検討

1) 60年度施工試験舗装供用性の解析

- ・摩耗地域においてややわだち掘れ低減の効果がみられるものの、全体に供用期間が短いため、明確な傾向は認められない。
- ・わだち掘れ以外の供用性低下は生じていない。

2) 試験舗装の施工

- ・60年度施工試験舗装に比較して、60℃粘度が規格値（8000 poise 以上）を下回るものは減少したものの、伸度が規格値（50cm以上）を下回る箇所が生じた。
- ・筑波1号の針入度、軟化点、60℃粘度については、工場出荷時の値と混合物製造時の値に相関が認められる。したがって、工場出荷時の性状を管理することにより、使用時の筑波1号の性状をある程度管理することができる。
- ・筑波1号の貯蔵中の60℃粘度の変化は、ゴムの添加量に関係している。したがって、筑波1号の貯蔵中の60℃粘度低下を抑制するためには、可能な範囲でゴムの添加量を少なくすることが望ましい。
- ・赤外分光分析法を用いることにより、筑波1号に含まれるゴム量の管理が可能である。
- ・筑波1号の加熱による劣化は、ストレートアスファルト、セミブローンアスファルト等と比較して、極めて劣化の程度が小さく特異な傾向を示しており、このことが供用性にどのような影響を与えるのか、今後、検討する必要がある。
- ・混合物性状については、特に問題はない。
- ・現在の標準施工条件は十分達成可能な条件であり、おおむね妥当な条件である。ただし、プラント配管のつまり等、施工上いくつか解決すべき問題がある。

(2) 筑波1号品質の検討

- ・ベースアスファルトの粘度が低い場合、ラテックス添加量を増加しても、規格を満足するバインダの製造は困難である。したがってベースアスファルトとして、粘度の高いものを選定する必要がある。
- ・ベースアスファルトの選定にあたっては、ベースアスファルトの60℃粘度を指標とする。なお、事前のチェックとして、120℃粘度および160℃粘度を参考にしてもよい。
- ・70/140タイプのラテックスを用いると、貯蔵時の分離傾向が減少する傾向がある。
- ・180℃で筑波1号を貯蔵した場合、貯蔵時の性状変化が大きい。

(3) 筑波1号の施工条件の検討

- ・今回の施工性試験結果のみから寒冷期（5℃以下）の条件でも十分な混合物性状が得られるとは断定できず、今後、試験舗装の供用性等も加味して寒冷期における施工の可否について判断していく必要がある。

- 転圧回数の増加，振動ローラの使用等の方策を講じても，混合および施工温度を下げることにっては問題がある。
- バインダ温度を下げて（160℃）骨材温度で混合温度を管理することにより，混合可能であり，混合物性状への影響もない。したがってバインダ貯蔵時の温度は160℃としてもよいと考えられる。ただし，この場合はバインダの粘度上昇による配管のつまりに注意する必要がある。
- 貯蔵中の温度管理が，バインダ性状の安定に重要である。

あ　と　が　き

61年度の共同研究の結果、筑波1号の品質上の問題点、あるいは施工上の課題が種々解明された。

また供用性については供用期間が短かった為、更に調査を進めると共に筑波1号の性状との関連を把握していきたい。

最後に本研究の実施に当り、御協力を載いた関係各位にこの紙面を借りて感謝の意を表する。

付 録

1. 早期わだち掘れ発生の原因の検討 97
2. 現場踏査記録 103

付録－１ 早期わだち掘れ発生の原因の検討

昭和60年度に施工された筑波1号試験舗装は全体としてはわだちが小さく、特に目立った傾向を示していない。しかし、国道26号堺市戎島では供用開始後、1年で流動によるわだちが発生し、修繕が必要な状態となった。この原因を検討するため、以下に述べるような調査を行った。

1. 調査の実施

61年12月に土木研究所、近畿技術事務所、現地事務所、ゴムアスファルト協会により、現地視察、打合せを行った。

(1) 現地の状況

1) 工区の設定

現場は片側2車線で下り2車線に筑波1号が施工されている。緩い下り勾配であり、工区起点に大きい交差点が存在する。

2) 供 用 性

わだちは追越車線のみ発達しており、走行車線には生じていない。また、同一の供用条件の比較工区は存在しないが、筑波工区の大阪寄りにストアスの単路区間があり、ここでも追越車線にはコブ状の流動が認められる。ただし、両車線の舗装構造は全く同じである。

3) 交 通 条 件

付表－1に車線別の交通量調査の結果を示す。これによると追越車線の大型車交通量は走行車線よりも2割以上多い。特に積載重量が大きいと考えられるトレーラについては、追越が走行の倍以上となっている。

付表－1 交 通 条 件
(台/24時間)

項 目	全 車	大 型 車	
		全 車	トレーラ
走 行	13515	3925	236
追 越	12726	4786	500

(2) 調査の内容

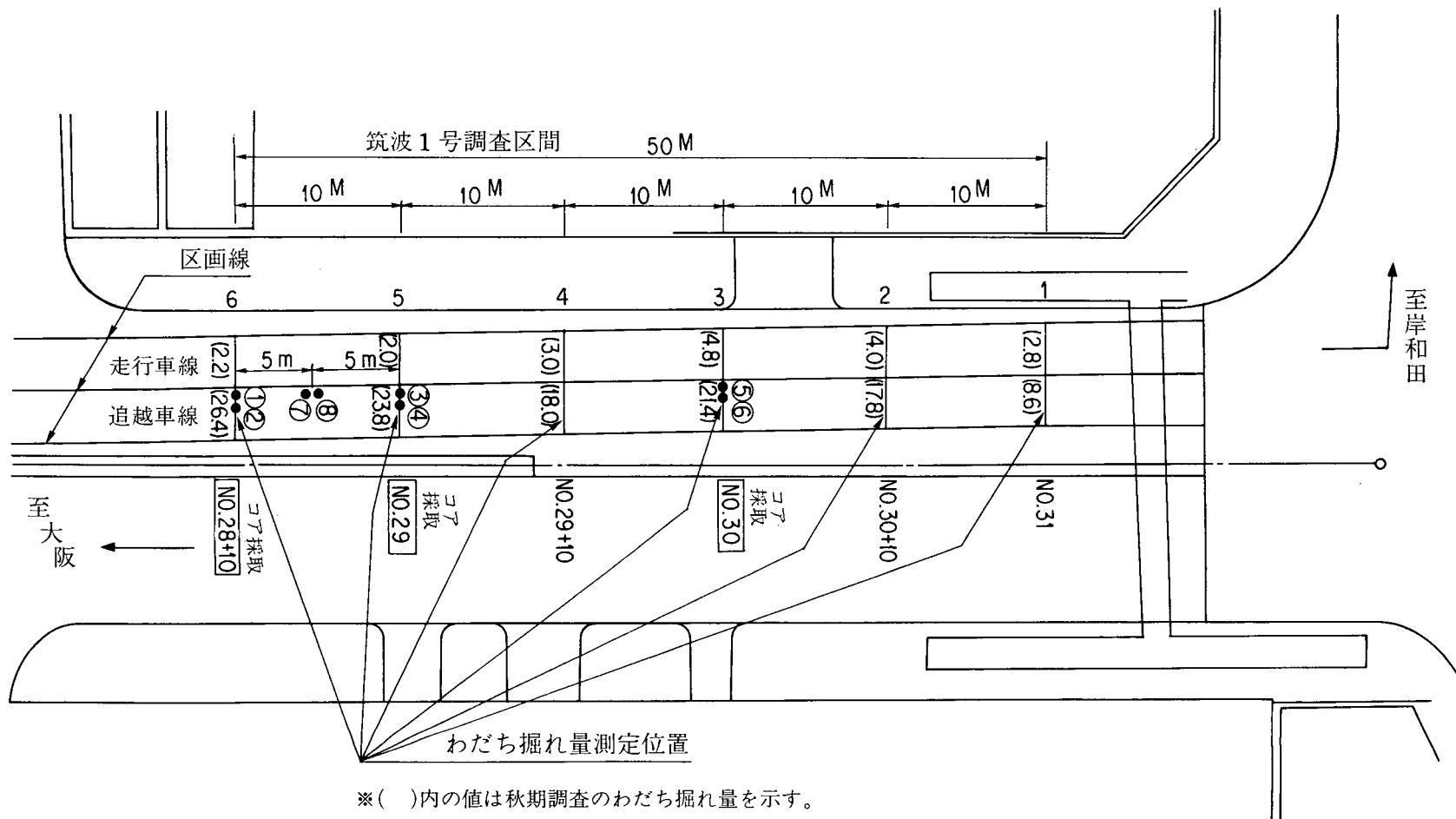
付図－1・付表－2に示すようにコアを採取し、調査を行った。コア調査項目の内訳は付表－3に示すとおりである。

付表－2 コアの採取区分

K P	わだちmm	凸 部	凹 部
28+10	26.2	①	②
28～29	—	⑦	⑧
29	23.8	③	④
30	21.4	⑤	⑥

付表－3 コア性状調査の内訳

調査項目	コア採取位置	
	凹 部	凸 部
厚さ、密度	② ④ ⑥	① ③ ⑤
粒 度	② ⑥	① ⑤
アス性状	④	③



付図-1 堺市戒島コア採取位置図(交差点部)

2. 調査結果

調査結果をまとめたものを付表－４に示す。

付表－４ 調 査 結 果

現場条件	交通量区分		D				
	C B R		9.2				
	H		45				
	T _A		28				
	施工後たわみ量		0.19				
施工時のデータ	旧路面性状	わだち（最大）		50			
		ひび割れ		9.8			
	アス	60℃粘度（混合前）		8640		—	
		〃（舗設後）		16400		—	
	混合	プラン	2.5 mm	40.8		—	
		ト粒度	0.6 mm	22.3		—	
	合物	S / F（配合設計時）		42		—	
		D S（配合設計時）		2820		—	
		D S（現場舗設時）		2660		—	
コア性状	混合物	密 度		2.391	2.367	2.454	2.447
		締 固 め 度		100.0	99.0	—	—
		厚 さ		3.8	5.6	3.3	4.6
	アス	針 入 度		36	41	57	49
		軟 化 点		63.5	63.5	47.0	49.5
		60℃粘 度		20900	21400	2300	2540
		伸 度		9	17	14	0

* 比較工区の現場 Ds = 1211回/mm

1) 現場条件

① 舗装構造

CBR 9.2 と支持力の高い路床であり、これに対して必要な H = 46cm（1/5 低減で 36.8 cm），T_A = 34 cm である。実際の構造は H は満たしているものの，T_A = 28cm と不足している。

② 交通条件

前述のように追越し車線は厳しく，このような交通条件の違いが両車線のわだちの発生の違いに影響したものと考えられる。さらに要因として考えられるものとして現地の特殊性がある。現地は工業団地と港

が隣接しており、工業団地の荷物を積んだトレーラは国道 26 号に入った後すぐ右折するため、追越車線のみを走行することになる。したがって追越車線を走行する車両には、超重量車が多いことが想像される。これについては可搬式車重計が実用化した後、車両重量を測定することにより明らかにできるものと考えられる。

2) 施工時のデータ

① アスファルト性状

混合前の60℃粘度は 8640 poise とやや低い。しかし、混合後の60℃粘度は 16400 と比較的高い値を示している。

② 粒 度

2.5 mm通過量は、アスファルト舗装要綱に想定されている密粒(13)のほぼ中央粒度、0.6 mm通過量はやや中央粒度より下側であり、特に細粒化の傾向はない。

③ 混合物性状

現場混合物の動的安定度は 2660 回/mmと、密粒(13)の値としては十分な値を示しており、特に低い値とはいえない。

3) コア性状

① 厚さ、密度

表層の凹部の厚さは凸部の厚さに比較して 1.8 cmも薄く、表層がかなり流動していると推定される。また締固め度も凹部と凸部で 1 %差があり、圧密によるわだちも生じているものと考えられる。一方、基層にもかなり流動が認められる。ここでの基層は既設舗装であり、バインダにはストレートアスファルト 60～80が使用されている。一方、路盤の高さは、凹部凸部でほとんど差はなく、わだちはアスファルト混合物層だけに起因するものと断定される。

② 粒 度

凹部、凸部ともかなり粒度が細かい。したがってプラント混合物の粒度が目標粒度に比較して、細かったと考えられる。

③ アスファルト性状

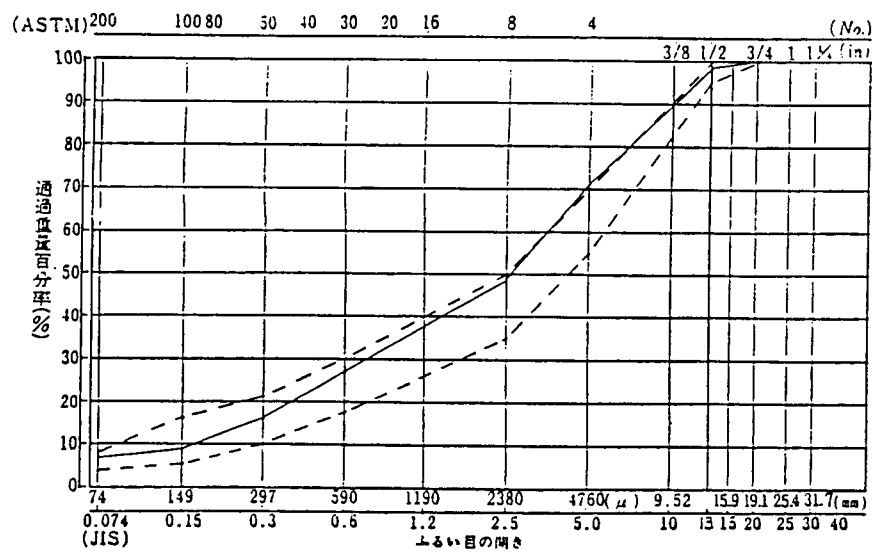
60℃粘度は 20000 poise 以上であり、耐流動用バインダとして十分な値といえる。

3. 結 論

以上の調査の結果、断定はできないものの、次の 2 点が原因と考えられる。

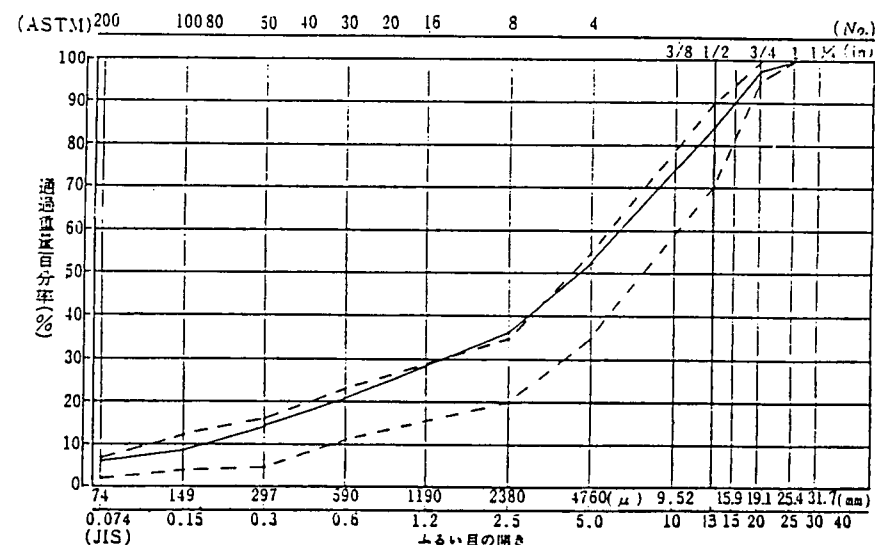
- a) 筑波工区の交通条件が極端に過酷であったこと。
- b) 混合物の粒度が配合設計時よりもかなり細かったこと。

特に、前者については、車両重量の測定などの詳細な調査が今後、必要と考えられる。



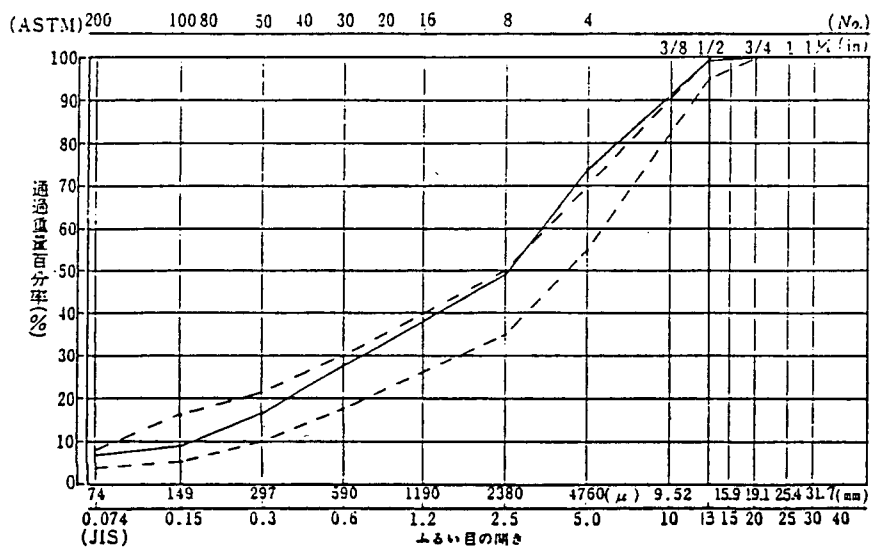
(凸部表層)

付図-2 コア粒度調査結果



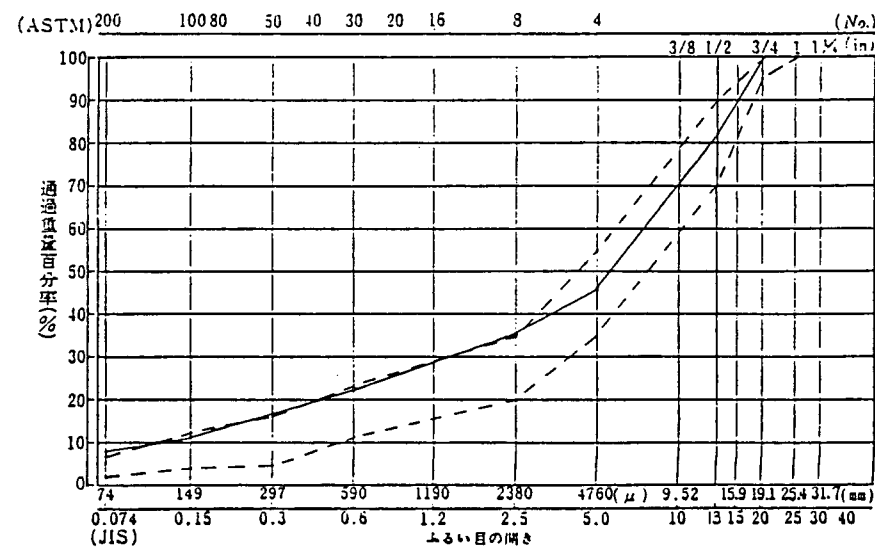
(凹部表層)

付図-3 コア粒度調査結果



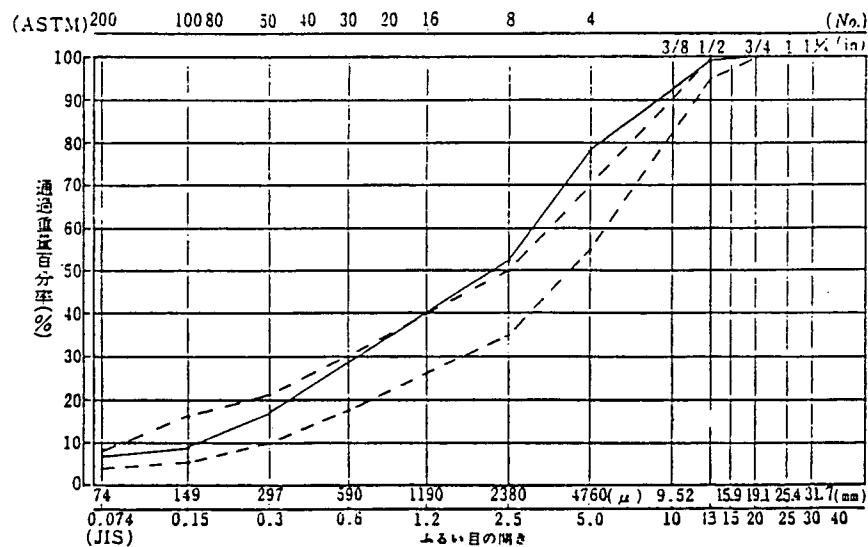
(凸部基層)

付図-4 コア粒度調査結果



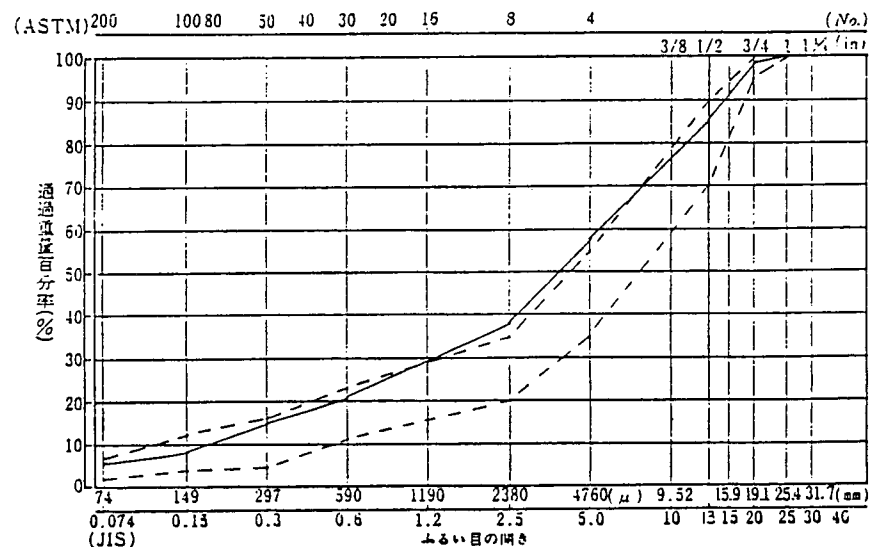
(凹部基層)

付図-5 コア粒度調査結果



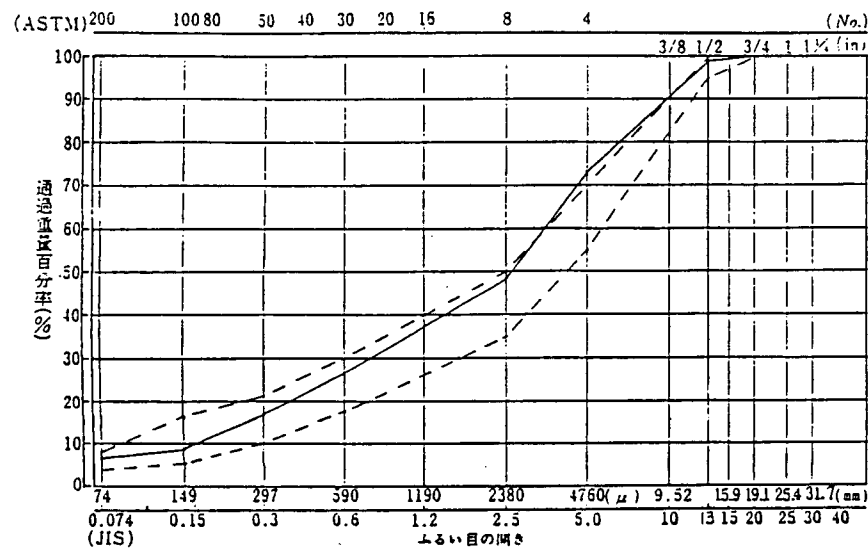
(凸部表層)

付図-6 コア粒度調査結果



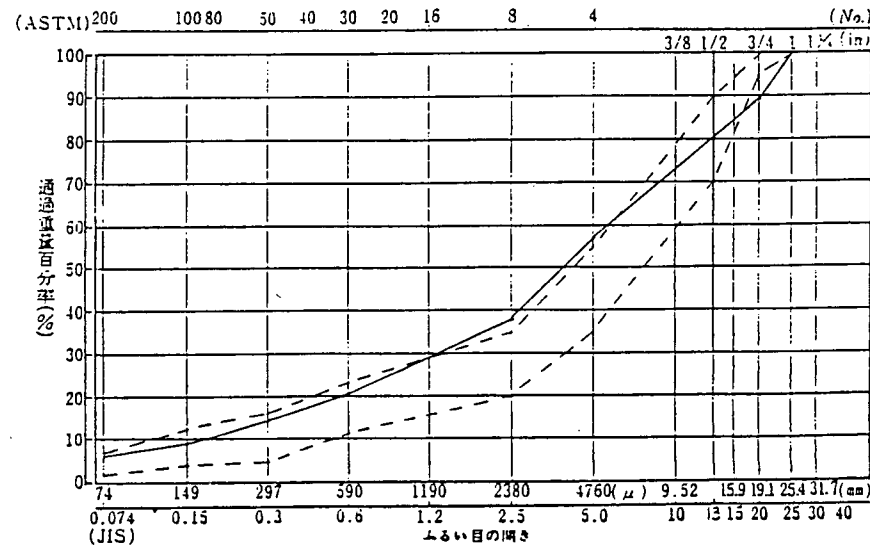
(凹部表層)

付図-7 コア粒度調査結果



(凸部基層)

付図-8 コア粒度調査結果



(凹部基層)

付図-9 コア粒度調査結果

付録－2 現場踏査記録

耐摩耗地域の試験舗装における，昭和62～63年の冬期経過後の供用性について確認するために，昭和63年2月から3月にかけて，現場の踏査を行った。その結果を付表－2.1に示す。

付録－2.1 60年度筑波1号試験舗装現場の踏査記録

観察日：昭和61年11月～12月

路線	地 区 名	対 象		粒 度	舗 設 日	供用 年月 年.箇月	目 視 観 察							
		摩 耗	流 動				わだち掘れ		ひびわれ		状 況			
							筑波	比較	筑波	比較				
37	伊達市稀布	レ		細 G13 F	60. 7. 25	1. 4	○	○	◎	◎	摩耗が主で、筑波、比較(スト80 / 100)の差は明確ではない。			
40	比布町比布	レ		〃	60. 6. 17～18	1. 5	○	○	○	○	摩耗より流動によるわだちが大きい。筑波・比較との差はない。両者に横断クラックが発生。			
230	札幌市下藤野	レ		〃	60. 7. 29～30	1. 4	○	○	◎	◎	摩耗によるわだちの方が大きいと感じられる。筑波・比較との差は明確ではない。			
275	当別町栄町	レ		〃	60. 6. 10～11	1. 5	○	○	○	◎	流動による方が大きいと感じられる。筑波の端部に流動コブ、縦クラックが1本ある。			
4	盛岡市厨川	レ		細 G20 F	60. 10. 26	1. 1	○	△	○	○	筑波工区（2車線）の方が比較工区（1車線）より変形は小さい。			
7	青森市長島	レ		〃	60. 7. 10	1. 5	△	△	○	○	両工区、流動・摩耗による変形で、差は明確でない。バス停部では筑波の流動が大きい。			
7	秋田市土崎港	レ		〃	60. 11. 2～3	1. 1	○	○	○	△	両工区にリフレクションクラックが発生しているが、筑波の方が少ない（約1/2）。変形は同程度。			
4	郡山市安積	レ	レ	密 20 F	60.10. 2～4	1. 2	○	△	○	○	両工区、流動がみられるが筑波工区の方が小さい。摩耗は両者同程度。			
18	長野市川合新田	レ	レ	〃	60. 9. 26～27	1. 2	○	○	○	◎	流動の方が主と思われ、差は明確でない。筑波(単)で20mのJクラック、同(交)で網状クラック0.5㎡。			
16	昭島市拝島町堂		レ	密 20	60.12. 23～25	0.11	△	△	◎	◎	右折車が多く、このわだちが筑波・比較とも大きい。特に停止線近く(筑波)が大きい。			
17	浦和市町谷		レ	〃	60. 11. 17～18	1. 1	○	○	△	○	わだちは両者差はないが、信号が長く筑波単路部も交差点の感じ。リフレクションクラック発生（筑波多い）			
246	横浜市緑区荏田		レ	〃	60.10. 24～28	1. 1	○	○	○	◎	筑波工区の信号停止時間は長い。両者の差は明確ではない。筑波Jクラック。			
49	北蒲原郡安田町	レ		密 20 F	60. 9. 13	1. 2	○	○	◎	◎	わだちはわずかで摩耗が主。筑波・比較とも2～3m毎に数ケの骨材飛散がある。			
8	西蒲原郡黒埼町	レ		細 G13 F	60. 9. 9	1. 2	△	△	◎	◎	わだち掘れはかなり大。工区内に4交差点、交通流量も大で、摩耗もあるが流動の方が大。			
18	上越市三田	レ		密 20 F	60. 8. 29	1. 0	◎	◎	◎	◎	良好。摩耗で骨材表面が出た程度。バイパス(60.11/未供用)で交通量も少ない。			
8	富山市針原仲町	レ		〃	60.10. 8	1. 2	○	○	◎	◎	筑波（交）はストアス（単）よりわだち掘れが小さい。筑波が優れる。			
8	魚津市	レ		〃	60.10. 9～13	1. 2	○	◎	◎	◎	筑波の密(20F)と細G(13F)では前者が良好。比較工区（ストアス）はゼブラゾーン。			
41	大野郡久々野町	レ		〃	60.10. 3	1. 2	○	○	◎	◎	摩耗によるわだちが両工区みられるが、筑波工区の方が良好。			
23	海部郡飛島町		レ	密 20	60.10. 16～28	1. 1	○	○	◎	◎	筑波工区交差点部の流動は、比較工区（AC-100）より小さい。			
21	岐阜市茜新可		レ	〃	60.10. 18～21	1. 1	△	○	◎	○	交差点部では筑波の方が比較（AC-100）より流動が大だが、クラックの発生がない。			
1	四日市市采女		レ	〃	60.10. 24～28	1. 1	○	◎	◎	◎	筑波交差点部では比較（AC-100）より流動は大、単路部では両者の差はみられない。			
1	栗太郡栗東町		レ	密 13	60.10. 23～27	1. 1	◎	△	◎	○	筑波は比較（ストアス）と比べて、特に交差点部で良好である。			
1	京都市東山区		レ	〃	60.11. 15～16	1. 1	◎	◎	◎	◎	筑波、比較（ストアス）との差はみられず、良好。			
26	堺市夷成島町		レ	〃	60.10. 10～11	1. 2	△	○	◎	◎	筑波・交差点部の追越し車線側に流動コブが大。ストアス(単)にもわずかみられる。			
43	神戸市東灘区		レ	〃	60.10. 21～25	1. 1	◎	◎	○	◎	筑波、比較（ストアス、AC-100）、いずれの工区とも差は認められない。（高架下）			

注）*◎：良好，○：やや認められる，△：かなり認められる

注) *◎：良好，○：やや認められる，△：かなり認められる

昭和61年度
耐摩耗耐流動性能を有する
ゴム入りアスファルトの実用
化に関する共同研究報告書

共同研究報告書

第16号 1988年9月

土木研究所 道路部長
" 地質化学部長
" 道路部 舗装研究室長
" 地質化学部 化学研究室長
財団法人 土木研究センター理事
日本ゴムアスファルト協会会長

要旨

建設省土木研究所、日本ゴムアスファルト協会および(財)土木研究センターの3者は、昭和60年度から62年度まで共同で「耐摩耗耐流動性能を有するゴム入りアスファルトの実用化に関する研究」を実施した。本報告書はこの共同研究の昭和62年度および3か年の共同研究の成果についてとりまとめたものである。

本研究では新しく開発された耐摩耗耐流動性能を有するゴム入りアスファルトについて、全国的な試験舗装を通じて、その効果を検討し、また実用上の様々な問題点について検討を行っている。

キーワード：舗装，アスファルト舗装，改質アスファルト，流動対策，摩耗対策

郵便はがき

四十円切手
をはって
下さい。

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所
舗装研究室 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所共同研究報告書第16号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印