



共同研究報告書

整理番号第17号

昭和62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62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 部長
建設省土木研究所 地質化学部 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ケ年にわたり、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”を室内試験により開発し、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、筑波1号の施工性および現場施工における筑波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きた。本報告書は62年度の共同研究の成果について報告するとともに、62年度が共同研究の最終年度であるため、3か年の研究全体についても概要をとりまとめたものである。

なお、研究を進めるにあたっては、共同研究委員会を設置して検討を行った。最後に、委員各位および今回の共同研究の実施にあた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

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	1
1.3 61年度の研究概要	2
1.4 62年度の研究概要	3
2. 秋田県における試験舗装の施工	8
2.1 概 要	8
2.2 筑波1号の性状	8
2.2.1 筑波1号の製造と供給	8
2.2.2 筑波1号の性状	9
2.2.3 ま と め	13
2.3 混合物の性状	13
2.3.1 室内配合試験	13
2.3.2 現場配合	16
2.3.3 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	17
2.3.4 ま と め	17
2.4 施工条件調査	17
2.4.1 プラントの品質管理	17
2.4.2 切取りコアの品質管理	18
2.4.3 施 工	19
2.5 秋田県試験舗装のまとめ	19
3. 試験舗装供用性の解析	21
3.1 概 要	21
3.2 60年度施工試験舗装の供用性	21
3.2.1 摩耗地域の供用性	21
3.2.2 流動地域の供用性	21
3.3 61年度施工試験舗装	43
3.4 早期わだち掘れ発生	43
3.5 バイング性状、混合物性状と供用性の関係	43
3.5.1 摩耗地域	43
3.5.2 流動地域	44
3.6 試験舗装のまとめ	44

4. 品質改良試験	52
4.1 概 要	52
4.2 バインダ試験	53
4.2.1 バインダ性状変化の原因の検討	53
4.2.2 ゴム量およびゴムの種類の検討	56
4.2.3 老化防止剤の検討	64
4.2.4 プラン ケットル貯蔵試験	68
4.2.5 バインダ試験のまとめ	75
4.3 混合物試験	75
4.3.1 概 要	75
4.3.2 使用材料	75
4.3.3 室内試験	77
4.3.4 プラント混合試験	84
4.3.5 混合物試験のまとめ	88
4.4 品質改良試験のまとめ	88
5. 62年度共同研究のまとめ	90
6. 共同研究の成果および今後の課題	91
6.1 共同研究の成果	91
6.1.1 筑波1号の品質改良	91
6.1.2 筑波1号の施工性	91
6.1.3 供 用 性	91
6.2 今後の課題	92
あとがき	93
付 録	
1. 3か年の研究と結果の概要	95
2. 早期わだち発生の原因	120
3. 現場踏査記録	131

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における摩耗の問題がある。

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の開発を目標として、昭和56～58年度にわたり土木研究所、(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者により、共同研究が実施された。室内試験の結果、供同性の目標（現供用性より流動わだち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、また60～62年度にわたり、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者により、共同研究を実施した。以上の研究のフローを図-1.1.1に示す。なお、共同研究の実施にあたっては、表-1.1.1に示す共同研究委員会を設置して検討を行った。

以下、60、61年度の共同研究の概要について述べることにする。

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

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る。
- 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原因と考えられる。
- 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、更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) 試験舗装の施工、解析
- (2) 筑波1号品質改良試験
- (3) 寒冷期施工性試験
- (4) 現場ケトル貯蔵試験

61年度の研究結果をまとめると以下のようなものである。

(1) 試験舗装の施工、解析

- 1) 60年度試験舗装の施工に比較して、60℃粘度が規格値を下回るものは減少したものの、伸度が規格値を下回るものが多く発生した。
- 2) 筑波1号の性状には、ベースアスの120℃粘度およびラテックスの添加量が大きく影響している。
- 3) コア回収バイнда性状、混合物性状については60年度と同様、問題はなかった。
- 4) タイヤローラへの混合物の付着、専用ケトルとプラント間の配管が詰まる等、施工時にいくつかの問題点が生じた。
- 5) 供用性については明確な判断はできない。

(2) 筑波1号品質改良試験

- 1) ベースアスの粘度が低い場合、ラテックスの添加量の増加によって、規格を満足する筑波1号を製造することは困難である。

2) 貯蔵時間の経過とともに上下層の分離の傾向は減少する。

(3) 寒冷期施工性試験

1) 寒冷期（気温 5℃以下）の条件下でも温度管理を十分に行えば，施工は可能である。

2) 混合および転圧温度を下げてでも施工が可能である。

3) バインダ温度を下げてでも施工が可能であるが，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。

(4) 現場ケトル貯蔵試験

1) 貯蔵中の温度管理がバインダ性状の安定に重要である。

1.4 62年度の研究概要

62年度に実施した研究項目は次のとおりである。

(1) 試験舗装の施工

1) 試験舗装の施工（秋田県のみ）

2) 60年度，61年度施工試験舗装の供用性解析

(2) 筑波1号品質改良試験

1) 室内貯蔵試験

2) 現場ケトル貯蔵試験および混合物試験

以上の62年度の研究結果については，2章以下に詳細を述べる。

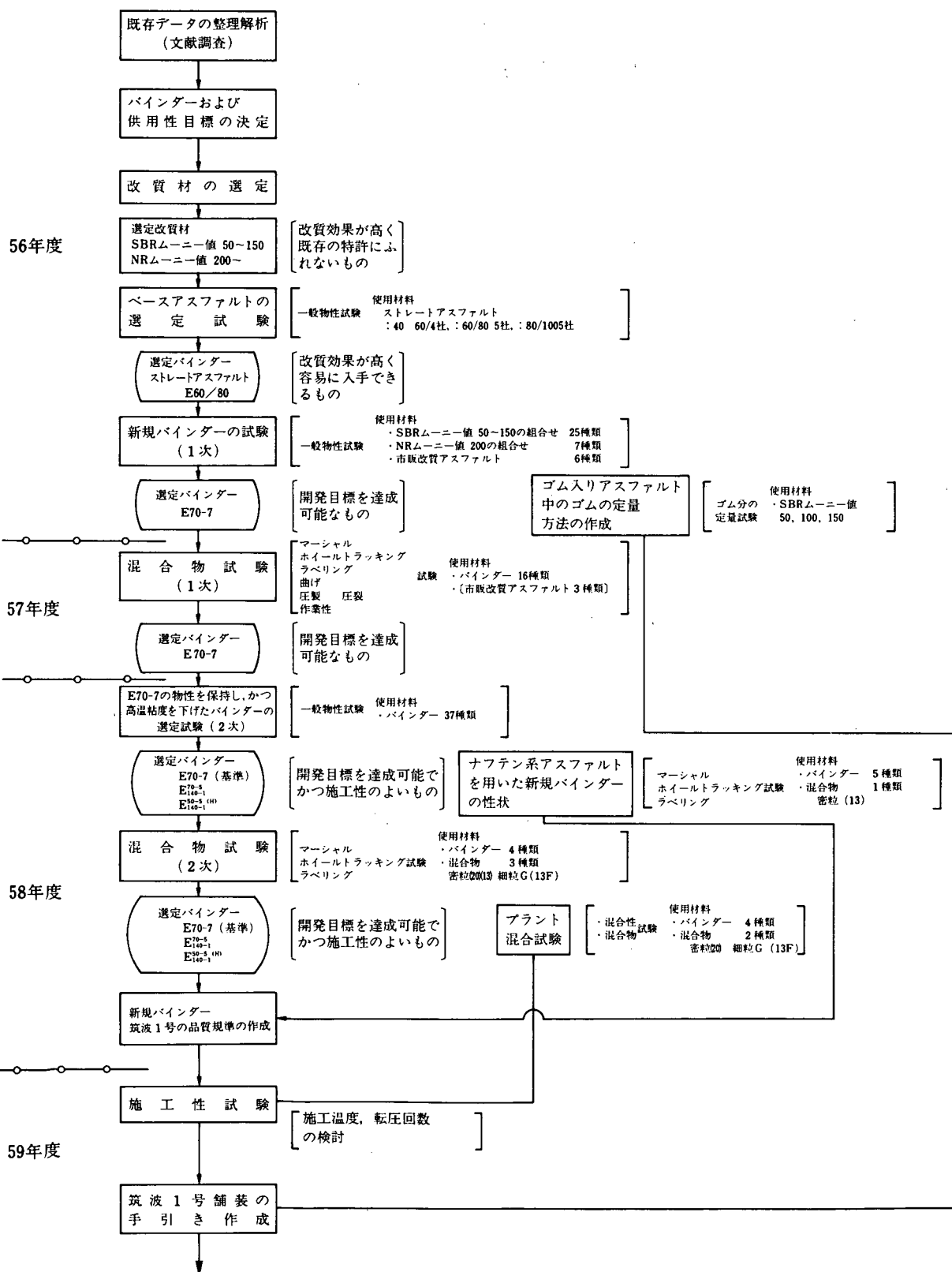
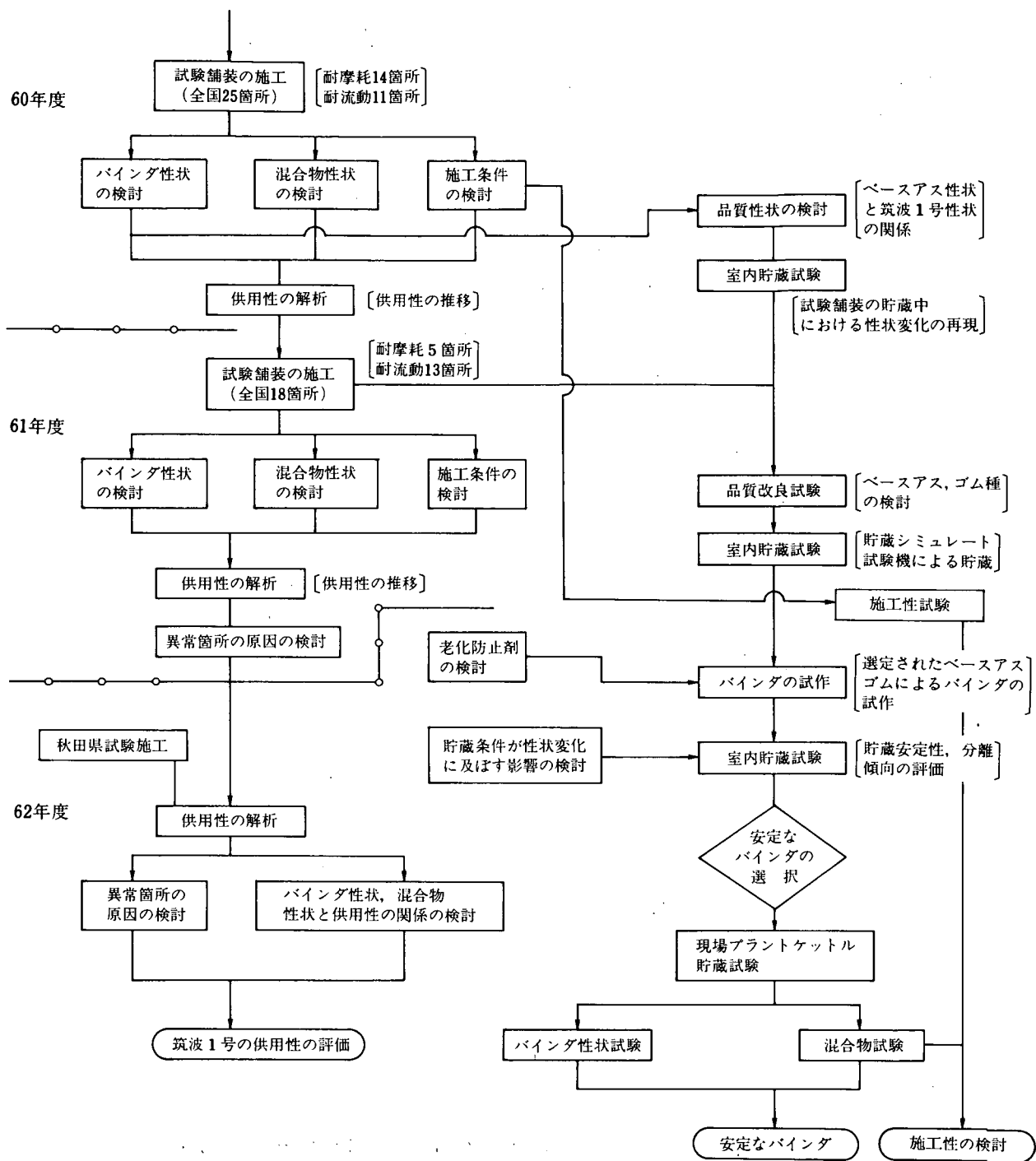


図 - 1.1.1 開発研究フロー (その 1)



図－1.1.1 開発研究フロー（その2）

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
(63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	足立義雄	建設省土木研究所道路部長
	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
	斎藤隆志	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
	檜垣一彦	日本ゴムアスファルト協会会長
	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
	森永教夫	建設省道路局国道第一課長補佐
幹事長	○坂本浩行	建設省土木研究所地質化学部化学研究室主任研究員
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
	○川野敏行	日本ゴムアスファルト協会技術委員
	金野諒二	日本ゴムアスファルト協会技術委員
	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
村上弘	日瀝化学(株)技術研究所

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℃, 100g, 5秒) 1/10mm	50~100	JIS K 2207
軟化点	(R&B) °C	55以上	JIS K 2207
伸度	(7℃) cm	50以上	JIS K 2207
タフネス	(25℃) kgf・cm	100以上	日本ゴムアスファルト協会基準 ^①
テナシティ	(25℃) kgf・cm	50以上	日本ゴムアスファルト協会基準 ^①
60℃粘度	poise	8,000以上	土木研究所基準 ^②
200℃粘度	cSt	300以下	JIS 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 ^⑤
比重	(25/25℃)	1,000以上	JIS 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，セイボルトフロー秒，等）によって測定した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，荘置等は JIS 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。			

2. 秋田県における試験舗装の施工

2.1 概 要

62年度は土木研究所の指導の下、秋田県土木部および建設技術センターにより試験舗装が実施された。この試験舗装は、60年、61年度と同様に「筑波1号試験舗装実施要領」に基づいて行われた。施工箇所の概要を表-2.1.1に示す。

表-2.1.1 筑波1号試験舗装実施箇所(筑波工区)

担当機関	路線名	施工箇所	延長 m	面積 ㎡	舗 装 構 成			施工時期	備 考
					層	粒 度	厚さ cm		
秋田土木	県道 秋田 男鹿線	秋 田 市 飯 島	340×6.5	2210	表 層	密 粒(20F)	5	9/18	耐 摩 耗
			352×6.5	2288	"	細粒 G(13F)	5	9/21	
			340×6.5	2210	"	密 粒(13F)	5	9/23	
			352×6.5	2288	"	密粒 G(20F)	5	9/28	
			352×6.5	2288	"	密粒 G(13F)	5	9/29	

なお、筑波1号の供給は日本ゴムアスファルト協会が担当し、施工後の供用性調査については秋田県建設技術センターが担当し、土木研究所へ報告することとした。

2.2 筑波1号の性状

60年および61年度試験舗装の結果、筑波1号の製造、供給に当たって品質の安定化を図るために、原料ストレートアスファルトおよびゴムの種類、添加量を選定する必要性が見出された。また、61年度品質改良試験においては、①60℃粘度の低いストレートアスファルトを原料に用いた筑波1号は品質規格をはずれる可能性が高いこと。②ストレートアスファルトの種類により、ゴムの添加量を調整する必要があること。③ムーニー値70のゴムは50(H)より貯蔵中の分離が若干小さいこと。などの結果を得た。そこで今回の試験舗装では、60年および61年度よりさらに厳密に原材料の選定を行うこととした。まず、原料ストレートアスファルトは、60℃粘度を測定調査し、なるべく高い60℃粘度を持つものを選定した。次に、ゴムの種類は、ムーニー値70および140を用いることとした。以上の原材料を用いて筑波1号を試作し、ゴムの添加量を決定した上で、試験舗装のバインダー供給を行った。

2.2.1. 筑波1号の製造

(1) 使用原材料

筑波1号の製造には、前述のごとく選定したストレートアスファルトおよびムーニー値70と140の2種類のSBRを使用した。表-2.2.1および表-2.2.2に、ストレートアスファルトおよびゴムラテックスの主な性状値を示す。

(2) 筑波1号の製造

筑波1号の製造は、60年および61年度試験舗装と同様の工程で行った。

表-2.2.1 原料ストレートアスファルトの主な性状

試験項目	試験結果
針入度 1/10mm	70
軟化点 °C	48.0
伸度 (15°C) cm	150 以上
薄膜加熱質量変化率%	0.0
針入度比 %	60.0
粘度 (120°C)	926
cSt (160°C)	146
60°C 粘度 poise	2030
精製メーカー	K 社

表-2.2.2 ゴムラテックスの主な性状

種類 ロット No.	SBR 140	SBR 70
試験項目	770401	770901
全固形分 (%)	50.1	50.2
ムーニー値 (ML _{T+4})	139.0	70.0

2.2.2. 筑波1号の性状

(1) 出荷時の性状

今回は5ロットの筑波1号が製造された。各ロットの性状を表-2.2.3に示す。

表-2.2.3 出荷時の筑波1号の性状

試験項目	ロット No.	1	2	3	4	5	統計値			
							最大値 max	最小値 min	平均値 $\bar{x}$	標準偏差 σ_{n-1}
針入度 (25°C) 1/10mm		65	64	62	65	66	66	62	64.4	1.5
軟化点 °C		63.0	63.5	64.0	62.0	64.0	64.0	62.0	63.3	0.8
伸度 (7°C) cm		100+	100+	100+	100+	100+	—	100+	100+	—
タフネス (25°C) kgf・cm		108	104	117	128	138	138	104	119	14
テナシティ (25°C) kgf・cm		62	56	74	86	94	94	56	74	16
60°C 粘度 poise		11300	13500	13900	10800	12500	13900	10800	12400	1350
200°C 粘度 cSt		277	232	290	201	207	290	201	241	40
薄膜加熱	質量変化率 %	-0.07	-0.05	-0.06	-0.05	-0.06	-0.05	-0.06	-0.06	0.008
	粘度比 %	1.1	1.1	1.0	1.1	1.2	1.2	1.0	1.1	0.07
比重 (25/25°C)		1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	1.028	0

全ロットについて、ゴム添加量はムーニー値70と140の固形分配合比率を5.4:1とし、合計で6.4%とした。

表-2.2.3に示すとおり、品質の安定したバインダを供給できた。これは、同一工場で製造されたため製造方法による差がなく、SBRラテックスも全ロット同一のものを使用し、添加量も同一であったためと考えられる。

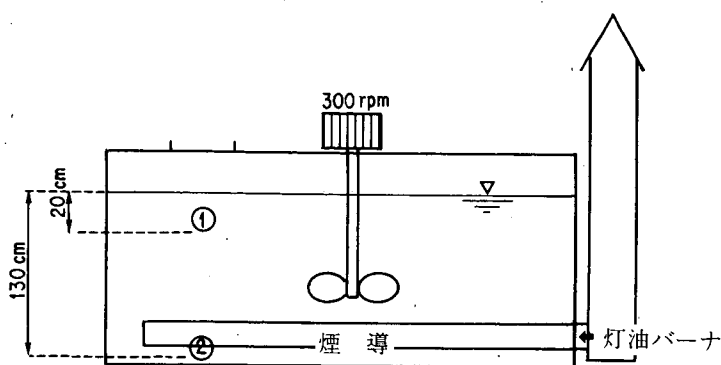
(2) 抜き取り時の性状

プラントに設置された専用ケトルからの筑波1号の抜き取りは、ロットNo.1およびNo.5について行った。

また、今回は貯蔵中の状況をより詳しく観察するために、表－2.2.4 および図－2.2.1 に示すごとく抜き取った。

表－2.2.4 専用ケトルからの筑波1号
抜き取り時期と位値

ロットNo.	貯蔵日数 (日)	*1 撈拌前後 の別	*2 採取位置
1	3	後	上, 下
	5	前, 後	上, 下
	8	前, 後	上, 下
5	1	前, 後	上, 下



図－2.2.1 専用ケトル模式図とバィンダ採取位置

① 上 ② 下

*1 専用ケトル貯蔵は、1日1回撈拌させたため、撈拌前と撈拌後に試料を採取した。

*2 採取位置については図－2.2.1 参照

抜き取りバィンダの性状を表－2.2.5 に示す。また、図－2.2.2～図－2.2.7 には、各性状と貯蔵時間の関係を示した。

以下に各性状についての試験結果を示す。

表－2.2.5 抜き取りバィンダの性状

試験項目	ロット 貯蔵日数(日) 撈拌前後の別 採取位置	No. 1						No. 5		
		出荷時	3	5		8		出荷時	1	
			後	前	後	前	後		前	後
針入度 1/10 mm	上	65	62	61	64	60	60	66	58	62
	下		63	62	63	61	60		60	61
軟化点 ℃	上	63.0	62.0	62.5	62.0	62.0	61.5	64.0	63.5	63.0
	下		62.0	62.0	62.0	61.5	61.5		63.5	63.0
伸度(7℃) cm	上	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+	100+
	下		100+	100+	100+	100+	100+		100+	100+
タフネス(25℃) kgf・cm	上	108	125	137	128	138	143	138	126	125
	下		124	136	125	136	142		118	129
テナシティ(25℃) kgf・cm	上	62	84	95	89	95	103	94	88	88
	下		80	95	85	94	101		78	89
60℃粘度 poise	上	11300	11100	12100	10600	10500	11000	12500	12000	12400
	下		11400	11200	11000	10700	10600		11800	11600
200℃粘度 cSt	上	277	209	—	206	—	159	244	—	205
	下		—	—	—	—	—		—	—
粘度比	上	1.1	—	—	—	—	1.2	1.2	—	1.2
	下		—	—	—	—	—		—	—

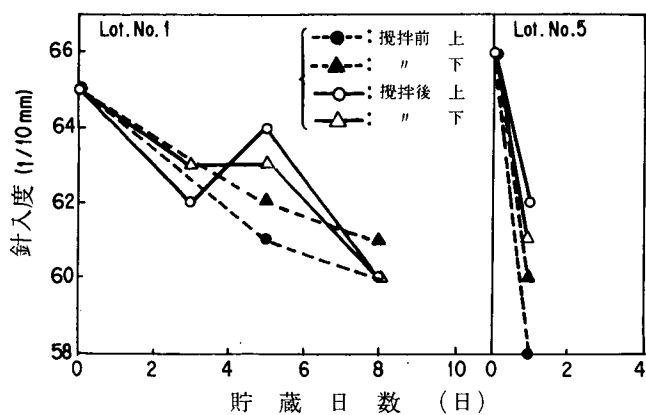


図-2.2.2 貯蔵日数と針入度の関係

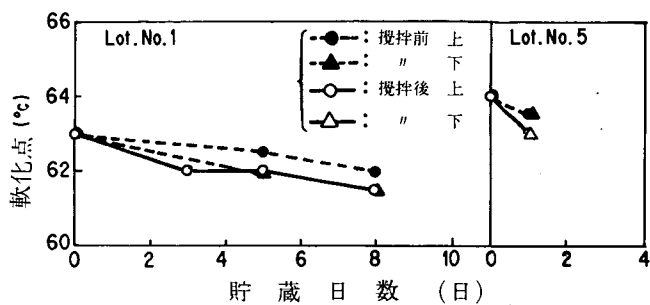


図-2.2.3 貯蔵日数と軟化点の関係

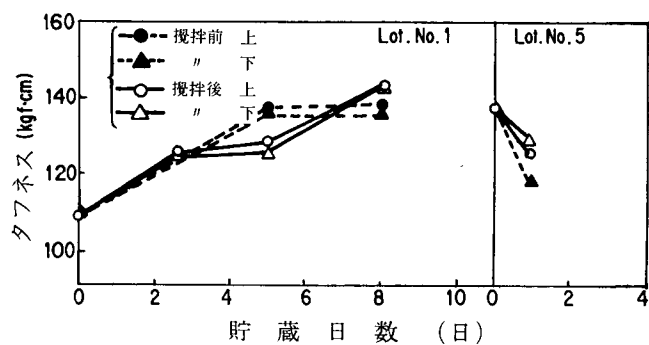


図-2.2.4 貯蔵日数とタフネスの関係

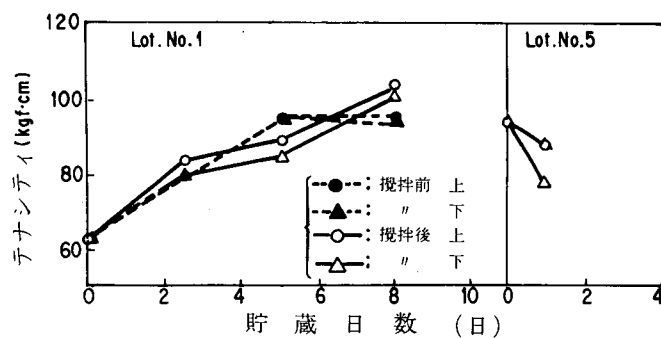


図-2.2.5 貯蔵日数とテナシティの関係

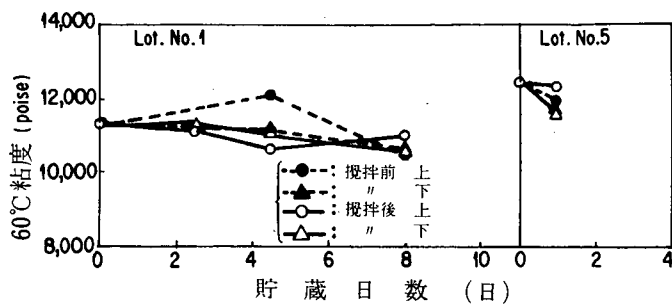


図-2.2.6 貯蔵日数と60℃粘度の関係

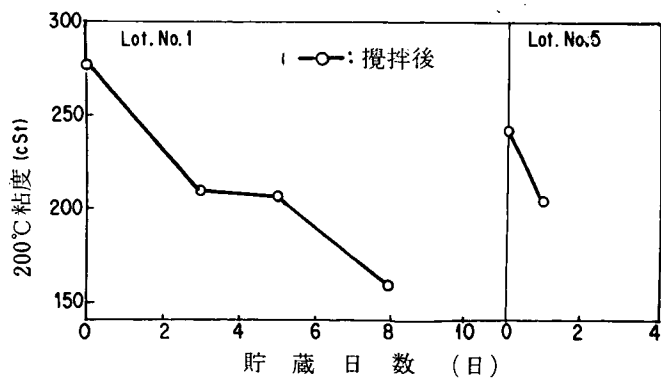


図-2.2.7 貯蔵日数と200℃粘度の関係

1) 針入度

針入度は貯蔵中に低下する傾向を示した。また、攪拌前のケトル中の上、下での針入度の差は0～2であった。

2) 軟化点

軟化点は貯蔵中に若干低下する傾向を示した。また、攪拌前のケトル中の上、下での軟化点の差は0～0.5℃であった。

3) 伸 度

伸度は貯蔵中はすべて100cm以上であった。

4) タフネス

タフネスはロットNo.1については貯蔵中に上昇する傾向を示したが、ロットNo.5についてはやや低下した。また、攪拌前のケトル中の上、下でのタフネスの差は1～8 kgf・cmであった。

5) テナシティ

テナシティは、タフネスと同様に、ロットNo.1は貯蔵中に上昇する傾向を示し、ロットNo.5は低下した。また、攪拌前のケトル中の上、下でのテナシティの差は0～10 kgf・cmであった。

6) 60℃粘度

60℃粘度は貯蔵中に若干低下する傾向を示した。攪拌前のケトル中の上、下での60℃粘度の差は200～900 poise であり、ほとんど分離は生じていない状態であった。

7) 200℃粘度

200℃粘度は貯蔵中に低下した。

8) 粘度比

粘度比は貯蔵後、若干上昇する傾向が見られた。

以上のように貯蔵時間が長くなるに従って多少性状が変化した。しかし、この性状変化の傾向は、60年および61年度試験舗装に比べ非常に小さいものであり、貯蔵1週間程度では筑波1号の品質規格を十分満足するものであった。

一方、貯蔵条件は1日おきに1回、約1～2時間、160℃まで加熱、攪拌する以外は攪拌機を止めるという状況であったが、攪拌前後および攪拌前の上、下での性状にはほとんど差がなかった。従って、攪拌しない状態でも1日間の貯蔵であれば、分離を生じないと考えられる。

なお、ロットNo.5について室内で貯蔵試験（トルビーカー使用、貯蔵温度は180℃）を行ったところ、表-2.2.6に示すように明らかに分離する傾向が認められた。このように分離が生じたのは、貯蔵温度が180℃であり現場の貯蔵条件より高い温度であるためと考えられる。したがって、貯蔵温度はなるべく低い方が分離を防止する

表-2.2.6 室内貯蔵試験結果
(試料 ロットNo.5)

試験項目	採取位置	試験結果	上 下 差
軟化点℃	上	68.0	5.5
	下	62.5	
伸 度 cm	上	100+	98+
	下	2	
60℃粘度 poise	上	11200	-6000
	下	17200	

(注) 300cc トルビーカー, 180℃×24H

上で有効であると考えられる。

2.2.3 ま と め

今回の試験舗装におけるバインダ性状についてまとめると次のようである。

- (1) ベースアスファルトとして60℃粘度の高いものを選択し、ムーニー値70と140のゴムを使用することにより、性状の安定した筑波1号を製造できる。
- (2) 同一の工場でバインダを製造すると、品質のバラツキが少ない。したがって、筑波1号の製造にあたっては、製造工場を限定する、製造装置をできるだけ同じ仕様にする、などの対応が望ましい。
- (3) 貯蔵時の分離を防止するためには、貯蔵温度の管理に注意し、必要以上に温度を上げないようにする必要がある。

2.3 混合物の性状

配合試験、ホイールトラッキング試験、ラベリング試験などの混合物試験は秋田県工業技術センターにおいて実施された。

2.3.1 室内配合試験

(1) マーシャル試験

マーシャル試験は「筑波1号試験舗装実施要領」に従い行った。なお、密粒(13F)および(20F)については、筑波工区のみで比較工区は設定していない。また比較工区のストレートアスファルトは針入度60～80であった。

マーシャル試験結果を表-2.3.1に示す。

表-2.3.1 マーシャル試験結果

項 目 混合物名	バインダ	安定度 (kgf)	フロー値	S/F	空 隙 %	飽 和 %	VMA %	F/A	粗 骨 %	O.A.C %
細粒G(13F)	筑波1号	1165	29	40	3.4	83	18.8	1.57	45.5	6.7
密粒(13F)	"	1150	25	47	3.5	80	17.4	1.42	49.3	6.0
密粒(20F)	"	1120	25	45	3.7	79	17.3	1.44	49.0	5.9
密粒G(13F)	"	975	29	37	3.4	79	16.4	1.82	66.7	5.5
密粒G(20F)	"	920	34	27	3.3	79	15.6	1.94	66.0	5.2
細粒G(13F)	ストレート アスファルト	1085	26	42	3.8	81	19.4	1.54	45.5	6.8
密粒(13F)	"	940	26	36	3.7	79	18.0	1.37	49.3	6.2
密粒(13F)	"	985	27	36	3.5	80	17.6	1.40	49.0	6.1

筑波1号混合物の安定度は、ストレートアスファルト混合物に比べ、80～210kgf 程度大きい値であった。また、筑波1号混合物のOACは、ストレートアスファルト混合物のOACより0.1～0.2%少ない傾向であるが、大きな違いがあるとは認められない。

(2) ホイールトラッキング試験

ホイールトラッキング試験結果を表-2.3.2および図-2.3.1に示す。

表-2.3.2 ホイールトラッキング試験結果

項目 混合物名	安定度		
	OAC-0.5%	OAC	OAC+0.5%
細粒G(13F) 筑波1号	1830 (99.9%)	440 (100.0%)	250 (100.0%)
密粒(13F) 筑波1号	3850 (100.0%)	1220 (99.7%)	320 (99.6%)
密粒(20F) 筑波1号	3250 (99.4%)	1050 (100.6%)	1770 (99.5%)
密粒G(13F) 筑波1号	1930 (99.8%)	740 (99.9%)	370 (99.1%)
密粒G(20F) 筑波1号	1690 (102.3%)	920 (101.3%)	730 (101.0%)
細粒G(13F) ストレートアスファルト	350 (100.7%)	— (100.0%)	— (99.8%)
密粒(13F) ストレートアスファルト	440 (99.8%)	— (100.5%)	— (99.8%)
密粒(20F) ストレートアスファルト	330 (100.2%)	— (100.6%)	— (99.9%)

※ () は、基準密度に対する締固め度を表わす。

※※ 測定値の一は、測定不能を表わす。

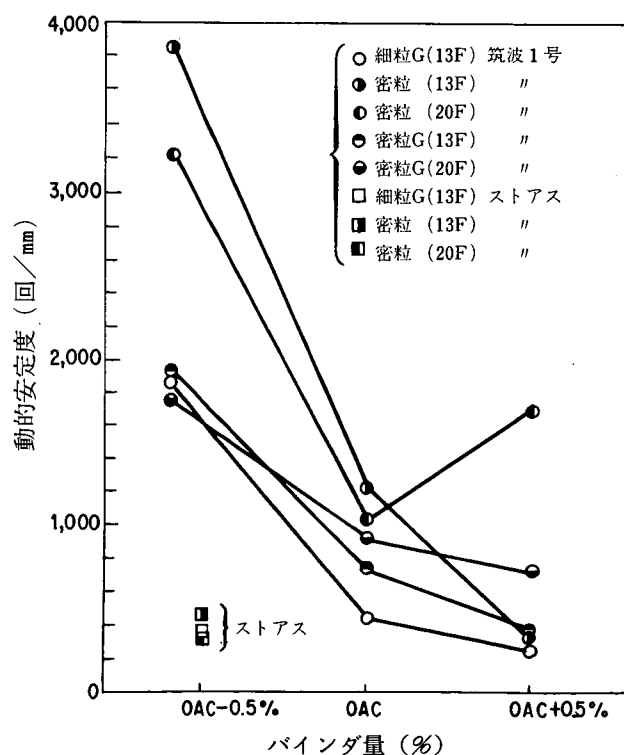


図-2.3.1 バイнда量と動的安定度の関係

OACにおけるストレートアスファルト混合物は極めて耐流動性が低く、動的安定度の測定が不能であるのに対し、筑波1号混合物では440～1220回/mmの値を示しており、細粒G（13F）の440回/mmを除いて、耐摩耗用表層混合物としては十分な耐流動性があるものといえる。

(3) ラベリング試験

1) 試験条件

ラベリング試験条件を表-2.3.3に示す。

表-2.3.3 ラベリング試験条件

試験項目	プレロード	スパイクラベリング
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・タイヤ速度	20km/h, 20km/h	20km/h, 20km/h
タイヤ種類	ノーマルタイヤ	オーツタイヤ, 145 SR B-650
軸荷重・タイヤ空気圧	150kg, 1.6kg/cm ²	150kg, 1.6kg/cm ²
試験温度・キャンバー角	20℃, 1.5°	0℃, 1.5°
シフト幅・シフト速度	±50mm, 100mm/min	±50mm, 100mm/min
養生時間	4.0hr以上	4.0hr以上
運転回数(時間)	約10,000回転	30,000回転
散水量	—	2.0リットル/min
摩耗量の測定	直線ポテンションメーターにより、パソコンでA/D変換(断面積, 深さ)	

2) 試験結果

ラベリング試験結果を表-2.3.4および図-2.3.2に示す。

表-2.3.4 ラベリング試験結果

項目 混合物名	摩 耗 量 (単位: cm ³)		
	OAC-0.5%	OAC	OAC+0.5%
細粒G (13F) 筑波1号	10.5 (100.3%)	9.9 (100.7%)	9.4 (99.8%)
密粒 (13F) 筑波1号	10.1 (100.7%)	8.1 (100.2%)	7.3 (99.6%)
密粒 (20F) 筑波1号	10.2 (99.8%)	8.6 (100.3%)	8.1 (100.0%)
密粒G (13F) 筑波1号	6.9 (99.6%)	6.1 (99.7%)	5.9 (99.2%)
密粒G (20F) 筑波1号	5.8 (102.6%)	6.6 (101.4%)	6.1 (101.0%)
細粒G (13F) ストレートアスファルト	7.2 (100.7%)	7.1 (100.1%)	6.7 (100.1%)
密粒 (13F) ストレートアスファルト	7.8 (100.6%)	6.5 (100.6%)	6.7 (99.9%)
密粒 (20F) ストレートアスファルト	7.1 (100.6%)	6.3 (100.5%)	6.8 (99.8%)

※ () は、基準密度に対する締固め度を表す。

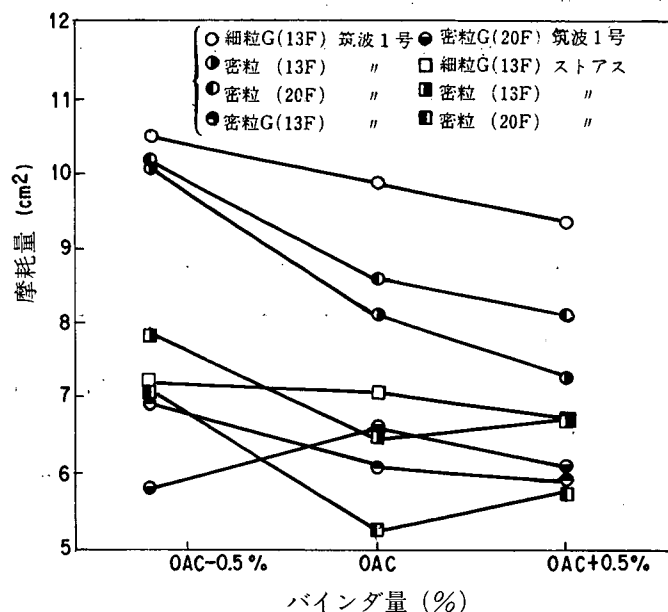


図-2.3.2 バインダ量と摩耗量の関係

筑波1号の粒度の違いによる摩耗量の傾向は、細粒G(13F) > 密粒(13F) および (20F) > 密粒G(13F) および (20F) の順に小さかった。OACにおける筑波1号の相対摩耗量(筑波1号混合物の摩耗量/同粒度のストアス混合物の摩耗量)は、細粒G(13F) = 1.29, 密粒(13F) = 1.25, 密粒(20F) = 1.37とストアス混合物より大きい結果となった。

(4) 室内配合試験のまとめ

- ① 筑波1号混合物のマーシャル安定度はストアス混合物より80~210kgf程度大きい値であるが、明確な差ではない。
- ② 筑波1号混合物の動的安定度は、積雪地域の混合物としては良好な値である。
- ③ 筑波1号混合物のOACにおけるストアス混合物に対する相対摩耗量は1.25~1.37と筑波1号の方が悪い結果を示した。この原因は不明である。

2.3.2 現場配合

混合物を実際に製造する混合所において試験練りを行った。その結果を表-2.3.5に示す。

表-2.3.5 試験練り結果

混合物種類	筑波1号					ストアス				
	マーシャル試験			ホイール・トラップ キング試験 DS	ラベリング 試験 (cm)	マーシャル試験			ホイール・トラップ キング試験 DS	ラベリング 試験 (cm)
	密度(g/cm³)	空隙率(%)	アス量(%)			密度(g/cm³)	空隙率(%)	アス量(%)		
細粒G(13F)	2.394	2.5	6.7	300 (98.3%)	8.1 (96.1%)	—	—	6.8	測定不能 (100.1%)	7.7 (99.6%)
密粒(13F)	2.358	4.3	6.0	2550 (100.9%)	—	—	—	6.2	280 (99.3%)	8.2 (100.6%)
密粒(20F)	2.388	3.6	5.7	3010 (98.2%)	—	2.397	2.6	6.1	測定不能 (98.2%)	7.6 (98.3%)
密粒G(13F)	—	—	5.3	—	—	/	/	/	/	/
密粒G(20F)	—	—	5.2	1130 (99.2%)	6.1 (99.1%)	/	/	/	/	/

() は締固め度を表わす。

筑波1号混合物のアスファルト量は、おおむねストアス混合物より若干少ない量であるが、密粒(20F)は0.4%の差がある。また、動的安定度はストアス混合物と比較してかなり大きな値である。特に密粒(13F)および密粒(20F)においては1500回/mm以上の値を示し、室内配合試験と同様、積雪寒冷地用混合物としては良好な耐流動性を有している。

ラベリング試験については、筑波1号とストアスの結果の比較が可能な粒度は、細粒G(13F)のみであり、これについてみると、筑波1号の摩耗量はストアス混合物より多少大きい。これは筑波1号混合物の締固め度が96.1%と低いことによると考えられる。

2.3.3 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

施工時にプラントより現場舗設用混合物を採取して、ホイールトラッキングおよびラベリング試験供試体を作製し、試験を行った。試験結果を表-2.3.6に示す。

表-2.3.6 現場作製供試体試験結果

混合物名	筑 波 1 号			ス ト ア ス		
	アス量(%)	ホイール・トラッキング試験 DS	ラベリング試験 (cm)	アス量(%)	ホイール・トラッキング試験 DS	ラベリング試験 (cm)
細粒G(13F)	6.7	340 (100.5%)	12.3 (100.5%)	6.7	—	—
密 粒(13F)	6.0	1440 (99.0%)	—	6.2	—	6.4 (99.1%)
密 粒(20F)	5.7	870 (98.5%)	—	5.9	測定不能 (99.2%)	—
密粒G(13F)	5.3	2840 (95.4%)	7.9 (94.6%)			
密粒G(20F)	5.0	1250 (99.1%)	7.9 (98.6%)			

() は締固め度を表わす。

筑波1号混合物の動的安定度は、積雪地域の混合物として大きな値を示した。摩耗量は細粒G(13F)が密粒G(13F)および(20F)より大きな値を示し、この傾向は室内配合および現場配合と同じであった。

2.3.4 ま と め

- (1) 筑波1号混合物の動的安定度は、ストアス混合物と比較して、積雪寒冷地用混合物としては良好な値を示し、筑波1号の使用は耐摩耗用混合物の耐流動性向上にも効果があるものと考えられる。
- (2) 筑波1号混合物の摩耗量は、ストアス混合物と比較してその差が明確でないため、今後の供用性調査に負うところが大きいと考えられる。

2.4 施工条件調査

筑波1号試験舗装における品質管理および施工管理調査結果について以下に述べる。

2.4.1 プラントの品質管理

筑波1号混合物の品質管理調査結果を表-2.4.1に示す。

表-2.4.1 筑波1号混合物の品質管理結果

工 種	項 目	温 度		抽 出 量 (アスファルト量, 粒度) %			
		アスファルト	排 出	アスファルト	2.5 mm	0.6 mm	0.074 mm
⑥13 F 筑 波	目 標 値	175±15	185±25	6.70	55.1	51.7	10.9
	最 大 値	178	193	6.78	54.7	50.7	9.8
	最 小 値	174	188	6.65	53.0	49.9	9.5
	平 均 値	176.5	190.7	6.72	(55.0) 53.9	(50.0) 50.3	(10.5) 9.6
⑤13 F 筑 波	目 標 値	175±15	185±25	6.00	49.7	37.7	8.2
	最 大 値	176	188	6.13	50.7	38.7	8.5
	最 小 値	174	184	5.87	50.4	38.1	7.9
	平 均 値	174.8	186.2	6.01	(50.0) 50.5	(35.0) 38.4	(8.5) 8.3
⑤20 F 筑 波	目 標 値	175±15	185±25	5.70	49.7	36.0	9.2
	最 大 値	177	189	5.77	50.1	38.0	8.4
	最 小 値	174	185	5.60	49.7	37.7	8.1
	平 均 値	175.6	187.4	5.70	(50.0) 49.8	(35.0) 37.8	(8.5) 8.3
④13 F 筑 波	目 標 値	175±15	185±25	5.30	35.3	33.2	9.8
	最 大 値	178	191	5.47	36.6	32.9	8.6
	最 小 値	175	187	5.27	36.1	31.9	8.1
	平 均 値	177.0	188.8	5.38	(34.0) 36.3	(29.0) 32.4	(10.0) 8.3
④20 F 筑 波	目 標 値	175±15	185±25	5.00	35.3	33.2	9.8
	最 大 値	178	191	5.18	37.1	34.2	8.5
	最 小 値	176	183	4.90	35.7	32.0	8.1
	平 均 値	176.5	189.0	5.04	(34.0) 36.3	(29.0) 33.2	(10.0) 8.3

※ () は、設計予定粒度を表わしている。

※※目標粒度の管理幅, 2.5 mm = ± 5.0%, 0.6 mm = ± 5.0%, 0.074 mm = ± 2.0%

筑波1号のプラント出荷に伴うプラントの品質管理結果を要約すると、下記のとおりである。

1) 混合時の筑波1号のバインダ温度は、各粒度配合の平均値が174.8～177.0℃であり「筑波1号試験舗装要領」に示されている目標値180℃以下を満足していた。

2) 積込み時のアスファルト混合物温度は、⑥13F配合を除き各粒度配合の平均値が186.2～189.0℃であり管理基準値185±5℃の範囲内で混合された。

3) 抽出粒度および抽出アスファルト量についても、秋田県土木部土木工事共通仕様書およびアスファルト舗装要綱による管理基準を満足した。

2.4.2 切り取りコアの品質管理

切り取りコアの品質試験結果を表-2.5.2に示す。

各粒度配合のコアの締固め度は、⑧' 13 Fを除き 99.8～100.9 の範囲にあって、基準値の98.0%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た。

また、抽出骨材の粒度は、秋田県工業技術センター指示の目標粒度の管理範囲内にあった。

表- 2.4.2 切取りコアの品質試験結果

工 種	項 目	抽出試験 (As量, 粒度)				締固め度 (%)
		As 量 (%)	2.5 (mm)	0.6 (mm)	0.074 (mm)	
筑波1号	⑥ 13F	目 標 値	6.70	54.6	50.3	10.5
		管理コア	6.66	54.0	51.3	9.7
	⑤ 13F	目 標 値	6.00	50.8	37.8	8.5
		管理コア	6.09	51.0	39.1	8.2
	⑤ 20F	目 標 値	5.70	51.0	38.1	8.5
		管理コア	5.69	50.6	38.1	7.6
	⑧' 13F	目 標 値	5.30	33.3	29.3	10.0
		管理コア	5.31	35.7	32.1	8.1
	⑧' 20F	目 標 値	5.00	34.0	30.2	10.1
		管理コア	4.97	35.7	32.7	8.2

2.4.3 施 工

(1) プラントの品質管理については、混合時のバインダ温度、積込み温度、抽出粒度および抽出アスファルト量のすべてが管理基準値の範囲で管理された。各施工温度も管理基準値の範囲で実施され SBR 70 を用いた筑波1号でも、従来と同様の条件で施工できると言える。

(2) 切取りコアの品質管理については、⑧' 13 F の締固め度を除き、管理基準値を満足した。

(3) ⑧' 13 F の締固め度が管理基準値をはずれた原因については、施工温度等にも異常はなく明確ではない。したがって、今後これらが供用性にどのような影響を与えるかを注目していきたい。

2.5 秋田県試験舗装のまとめ

62年度、秋田県で実施された試験舗装の結果をまとめると下記のとおりである。

(1) 筑波1号の品質を安定させるためには、次のことが重要である。

- 1) ベースアスファルトとして 60℃粘度の高いものを選定する。
- 2) SBR 70 / 140の使用は筑波1号の貯蔵安定性の向上に効果的である。
- 3) バインダの製造にあたっては、異なるロットであっても、同じ条件（ラテックス添加温度、溶解時間など）で製造することが望ましい。
- 4) 貯蔵にあたっては、過熱が生じないよう温度管理に注意する必要がある。

(2) 混合物性状

- 1) 積雪寒冷地用混合物であっても、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可能である。
- 2) 室内試験ではストレートアスファルトに対する筑波1号の耐摩耗性の優位性は確認できない。したがって今後、追跡調査結果をもって確認する必要がある。

(3) 施工管理

今回、SBR 70 / 140 の筑波 1 号を試験施工に用いたが、これについても試験舗装要領に示されている施工時の標準条件は十分達成可能であると判断された。ただし、一部の粒度については締固め度が低いものがあった。これについては、今後の追跡調査結果が必要といえよう。

3. 試験舗装供用性の解析

3.1 概 要

1章で述べたように、60、61年度にそれぞれ全国規模で試験舗装を実施した。2か年にわたる試験舗装は図-3.1.1、表-3.1.1、3.1.2、3.1.3に示すように、全体で43箇所（耐摩耗：19箇所、耐流動：24箇所）となった。これらの試験舗装については施工後、表-3.1.4、3.1.5に示すように各種の路面性状を定期的に調査している。現在の時点で62年秋までの調査が終了しており、それらについての解析結果を以下に述べることにする。

3.2 60年度施工試験舗装の供用性

60年度に施工した試験舗装については、62年秋の時点で大型車の交通量が、最大の箇所で500万台程度に達し、わだち掘れ量、ひび割れ率については供用性の傾向が現れるようになってきた。なお、縦断凹凸量については明確な傾向は現れていない。

3.2.1 摩耗地域の供用性

図-3.2.1～3.1.4に全摩耗地域についてのわだち掘れ量の推移を示す。なお、長野市川合新田については、後述するように調査工区の設定に問題があったため、図-3.2.3、3.1.4はこの箇所を除外して解析したものである。さらに図-3.2.5～3.2.12に各地建ごとに整理したわだち掘れ量の推移を示す。図中に示した曲線は50%包絡線（回帰線）である。回帰線より推定した、一定の累積大型車交通量通過時のわだち掘れ量についてまとめたものを表-3.2.1に示す。全体について見た場合、筑波工区のわだち掘れ量は比較工区の83～93%の値となっており、開発目標値80%に多少及ばない。

3.2.2 流動地域の供用性

(1) わだち掘れ量の推移

図-3.2.13～3.2.15に全流動地域のわだち掘れ量の推移を示す。なお、昭島市拝島については、後述するように調査工区の設定に問題があったため、図-3.2.14、3.2.15はこの箇所を除外して解析したものである。さらに図-3.2.16～3.2.24に各地建ごとに整理したわだち掘れ量の推移を示す。図中に示した曲線は50%包絡線（回帰線）である。また、流動地域のうち、中部地建では比較工区にセミブローンアスファルトを用いているが、これについてはセミブローンアスファルトに関する別途の検討結果に基づき、わだち掘れ量をストレートアスファルトの値に換算している。これらの図より推定した、一定の累積大型車交通量通過時のわだち掘れ量についてまとめたものを表-3.2.2に示す。昭島市拝島を除いた全流動地域についてみた場合、比較工区に対する筑波工区のわだち掘れ量の比は75～88%となっており、開発目標であるわだち掘れ量5割軽減の目標値に及ばない。

なお、地建別にみた場合、東北地建の筑波工区のわだち掘れ量が小さい。ただし、この箇所は冬期のスパイク装着率も60%余りあるため、流動、摩耗の両方の対策が必要とされる箇所である。したがって、このように耐摩耗対策と耐流動対策を併せて講ずる必要のある箇所に、筑波1号の効果が期待される。よってこの点については、今後、さらに詳細な検討が必要である。

(2) ひび割れ率の推移

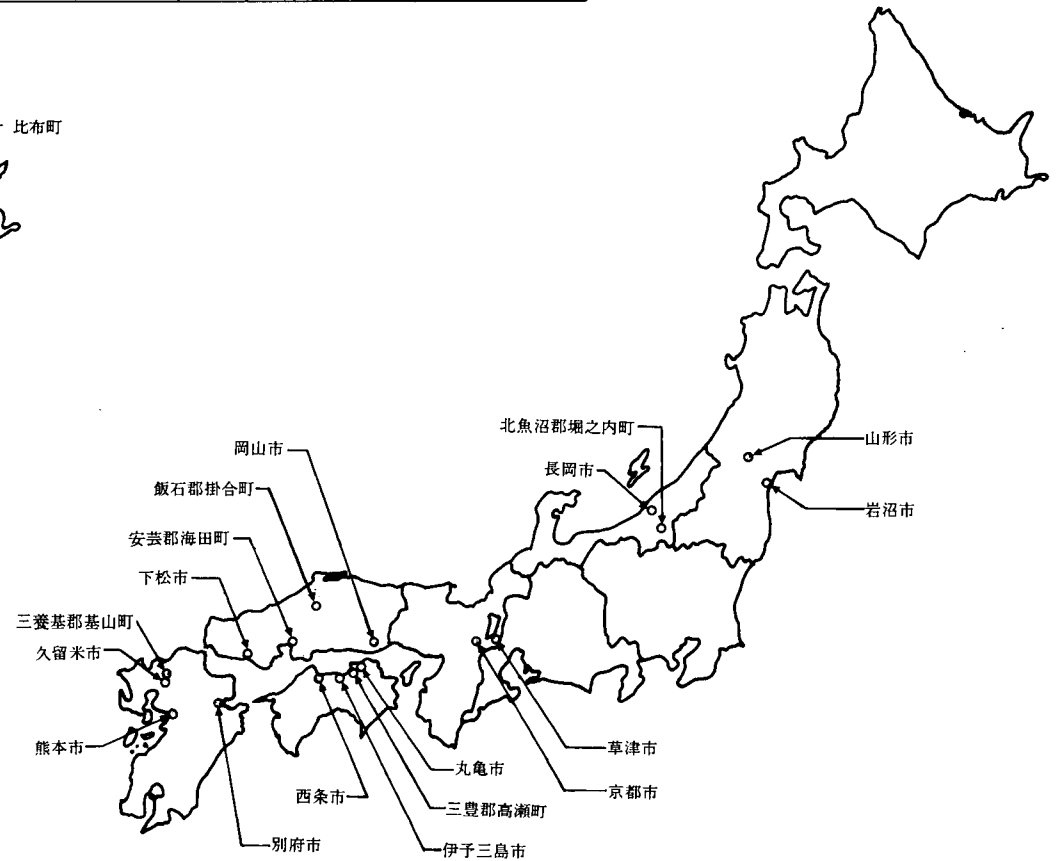
図-3.2.25, 3.2.26に中部地建の流動地域におけるひび割れ率の推移を示す。これらの箇所では比較工区にセミブローンアスファルトAC-100を用いており、すでにひび割れが発生し、大型車交通量100万台時の平均のひび割れ率は4%となっている。一方、筑波工区ではひび割れの発生はほとんど見られず、筑波1号は、耐流動性はAC-100に及ばないものの、耐ひび割れ性については良好な傾向を示している。

表-3.1.1 施工箇所の区分

地域区分	交通量区分					
	60年度			61年度		
	B	C	D	B	C	D
流動(箇所)	—	2	9	—	6	7
摩耗(〃)	1	13	—	1	3	1



60年度試験舗装の施工箇所



61年度試験舗装実施箇所

図-3.1.1 60年および61年度試験舗装実施箇所

表-3.1.1 60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		
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 (G20)	5	10月26日	〃
青 森 工 事	7	青森市長島	2,088	1	細 (G20)	5	7 月 10 日	〃
秋 田 工 事	7	秋田市土崎港	1,300	1	細 (G13 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 CO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 CO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 (G13 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	岐阜市西部町	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ための面積

表- 3.1.2 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 (20) 粗 (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 (20) 粗 (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 (20) 粗 (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 (20) 粗 (20)	5 5	11月6日	〃
山 口 工 事	1	下松市西豊井	1,500	2	密 (20) 粗 (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 (20) 粗 (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 (20) 粗 (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 (20) 粗 (20)	5 5	9月2日	〃
松 山 工 事	11	伊予三島市村松	1,397	2	密 (20) 粗 (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 (20) 粗 (20)	5 5	11月5日	〃
佐 賀 国 道	3	三養基郡基山町	1,740	2	密 (20) 粗 (20)	5 5	10月2日	〃
熊 本 工 事	3	八代市岡町	1,500	2	密 (20) 粗 (20)	5 5	12月5日	〃
大 分 工 事	10	別府市北浜	1,500	2	密 (20) 粗 (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

表- 3.1.2 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- 3.1.3 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		○							○

表-3.2.1 摩耗地域における供用性（わだち掘れ量）

地 建 名	交 差 点 部						単 路 部					
	100 万台時			200 万台時			100 万台時			200 万台時		
	筑波	比較	比	筑波	比較	比	筑波	比較	比	筑波	比較	比
全 体 ¹⁾	14.3	14.2	1.00	24.7	23.3	1.06	12.4	14.2	0.87	21.7	25.1	0.86
	13.9	15.0	0.93	23.7	25.4	0.93	12.7	15.2	0.83	22.4	27.1	0.83
北 海 道	—	—	—	—	—	—	15.2	18.1	0.84	28.2	34.4	0.82
東 北	20.5	19.0	1.08	37.9	34.5	1.10	16.7	19.9	0.84	31.9	37.9	0.84
関 東 ²⁾	16.7	11.8	1.41	29.1	16.9	1.72	10.7	8.7	1.23	17.5	14.5	1.20
北 陸	11.7	13.5	0.87	20.5	22.9	0.89	9.5	11.0	0.87	15.8	19.0	0.83
中 部	—	—	—	—	—	—	13.7	20.1	0.68	—	—	—

備考 1) 上段の数字は長野市川合新田を含むもの、下段は除いたもの。

2) 長野市川合新田のみ

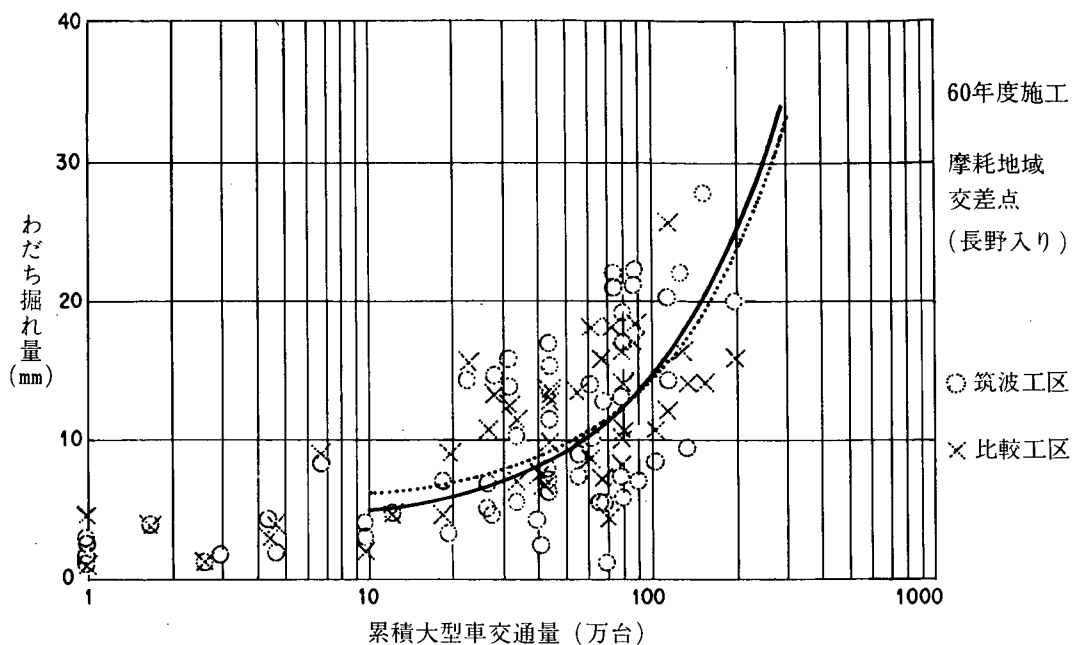
表-3.2.2 流動地域における供用性（わだち掘れ量）

地 建 名	交 差 点 部						単 路 部					
	100 万台時			200 万台時			100 万台時			200 万台時		
	筑波	比較	比	筑波	比較	比	筑波	比較	比	筑波	比較	比
全 体 ¹⁾	7.4	9.1	0.81	11.9	13.4	0.89	4.9	5.8	0.84	7.0	8.0	0.88
	6.9	9.2	0.75	10.8	13.0	0.83	—	—	—	—	—	—
東 北	13.4	30.1	0.45	22.0	57.4	0.38	10.5	21.3	0.49	17.3	40.8	0.42
関 東 ¹⁾	8.4	6.5	1.29	16.2	11.8	1.37	5.4	4.1	1.32	8.6	6.2	1.39
	6.2	5.2	1.19	11.2	9.0	1.24	—	—	—	—	—	—
中 部 ²⁾	10.1	10.6	0.95	12.9	13.9	0.93	4.7	5.4	0.87	6.6	7.6	0.87
	—	6.6	—	—	8.6	—	—	4.5	—	—	6.3	—
近 畿 ³⁾	3.8	4.3	0.88	6.4	6.5	0.98	—	—	—	—	—	—

備考 1) 上段の数字は昭島市拝島を含むもの、下段は除いたもの。

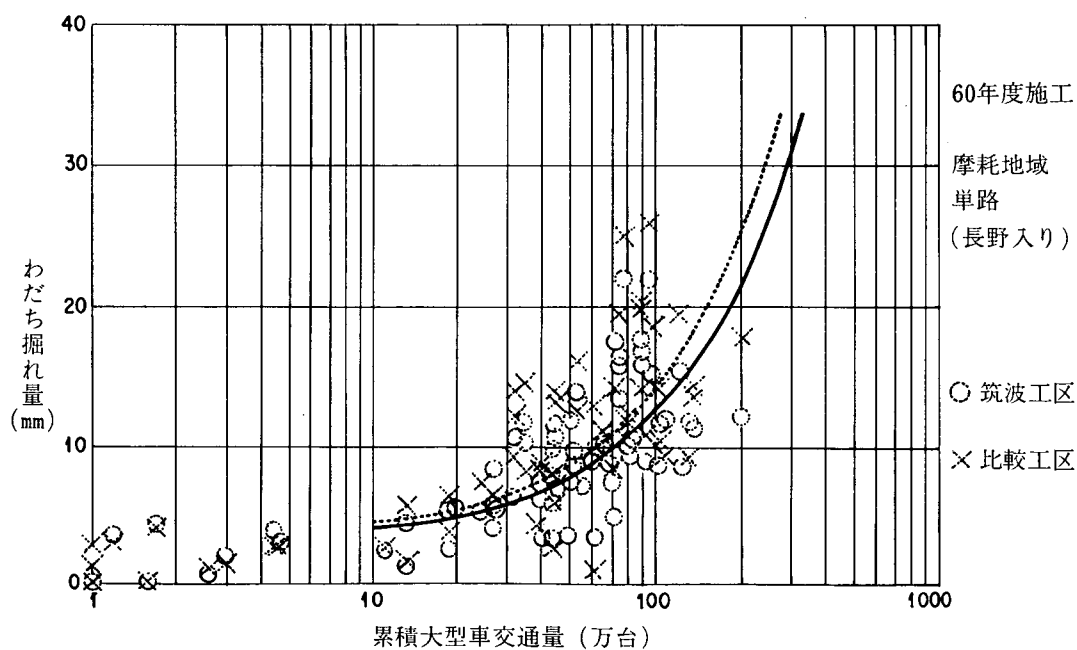
2) 比較工区はセミブローンアスファルトAC-100である。したがって比較工区の下段は、比較工区
のわだち掘れ量の実測値、上段はその値をストレートアスファルトの値に換算した値である。※ (AC-100のわだち掘れ量) / (ストアスのわだち掘れ量) = 交差点部 0.62, 単路部 0.78
とした(セミブローンAC-100試験舗装結果より)。

3) 単路部では明確な傾向が認められないため、値を記入していない。



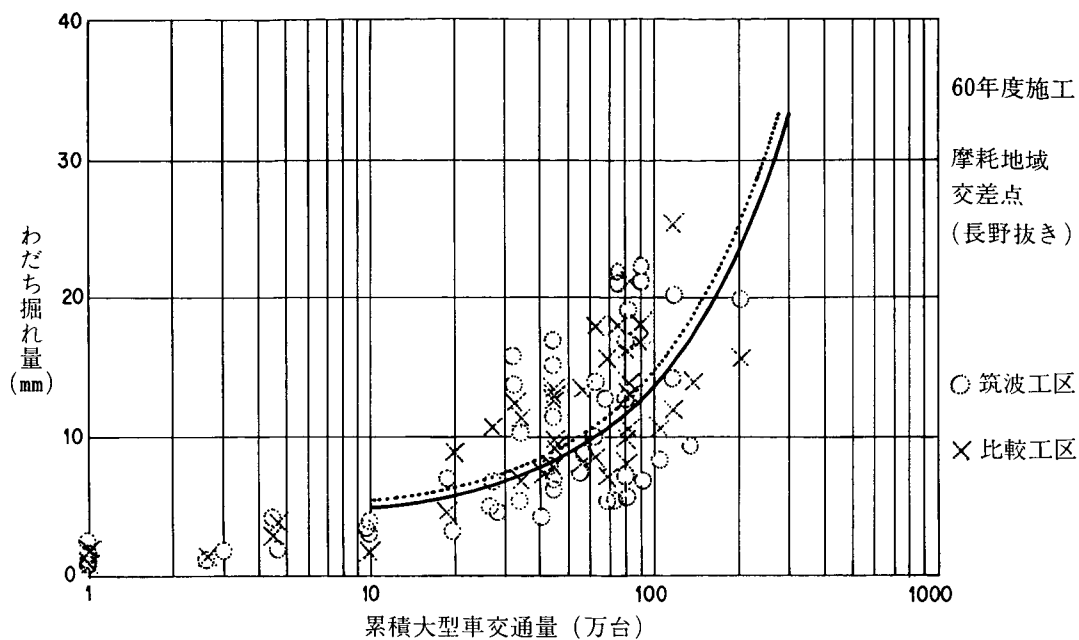
筑波工区	——	$Y = 0.104049 X + 3.939$	$R = 0.678$
比較工区		$Y = 0.091003 X + 5.144$	$R = 0.692$

図-3.2.1 わだち掘れ量の推移 (全摩耗地域, 交差点部, 長野市川合新田含む)



筑波工区	——	$Y = 0.092809 X + 3.156$	$R = 0.715$
比較工区		$Y = 0.108623 X + 3.377$	$R = 0.730$

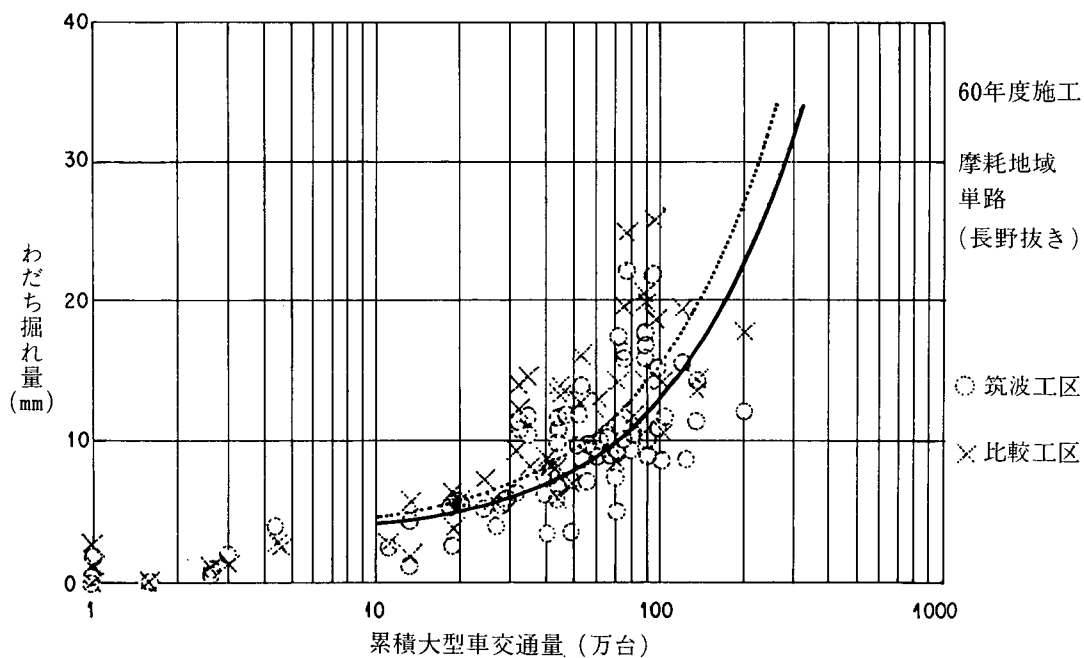
図-3.2.2 わだち掘れ量の推移 (全摩耗地域, 単路部, 長野市川合新田含む)



筑波工区 ——— $Y = 0.098703 X + 3.977$ $R = 0.659$

比較工区 $Y = 0.104557 X + 4.513$ $R = 0.733$

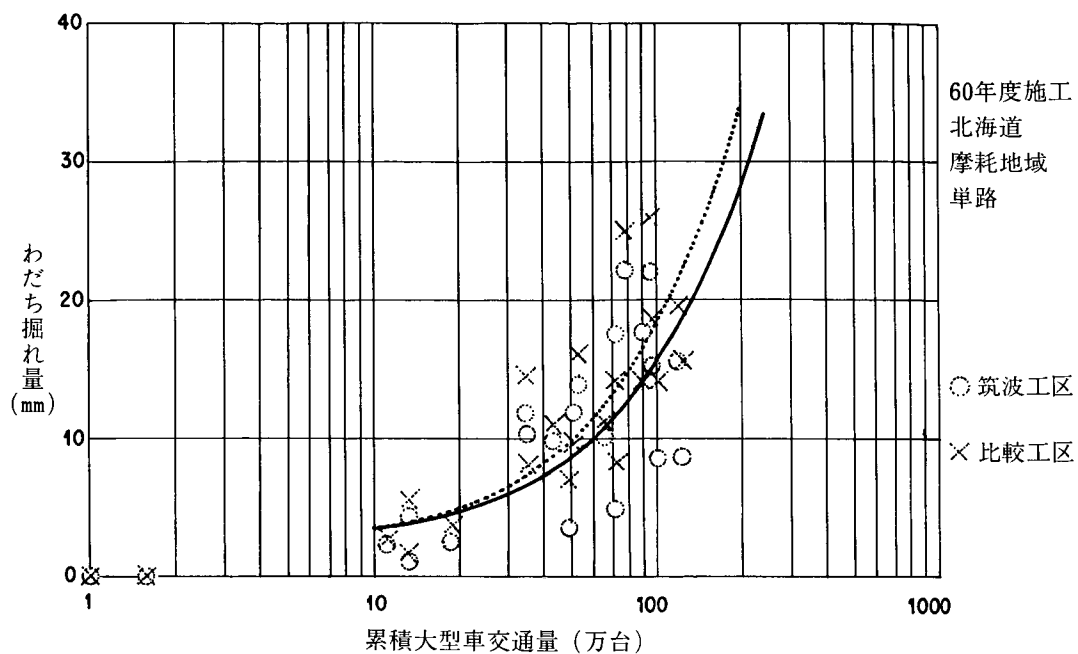
図-3.2.3 わだち掘れ量の推移 (全摩耗地域, 交差点, 長野市川合新田除く)



筑波工区 ——— $Y = 0.097035 X + 3.034$ $R = 0.719$

比較工区 $Y = 0.118467 X + 3.369$ $R = 0.771$

図-3.2.4 わだち掘れ量の推移 (全摩耗地域, 単路部, 長野市川合新田除く)



筑波工区 ——— $Y = 0.130826 X + 2.063$ $R = 0.733$
 比較工区 $Y = 0.163555 X + 1.719$ $R = 0.841$

図-3.2.5 わだち掘れ量の推移 (摩耗地域：北海道，単路部)

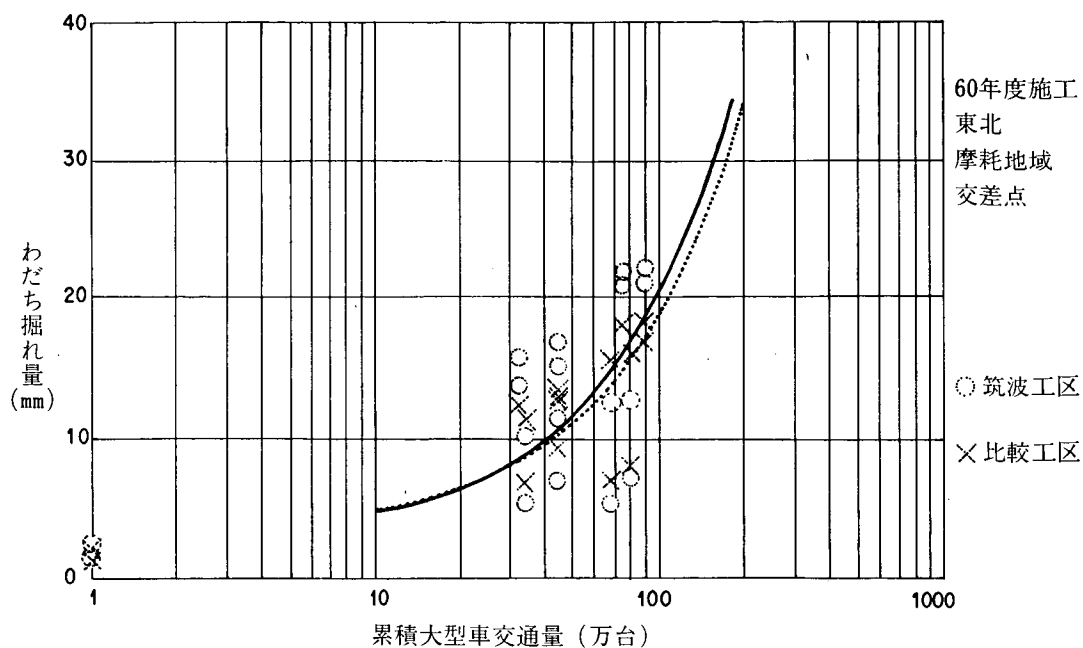


図- 3.2.6 わだち掘れ量の推移 (摩耗地域：東北，交差点部)

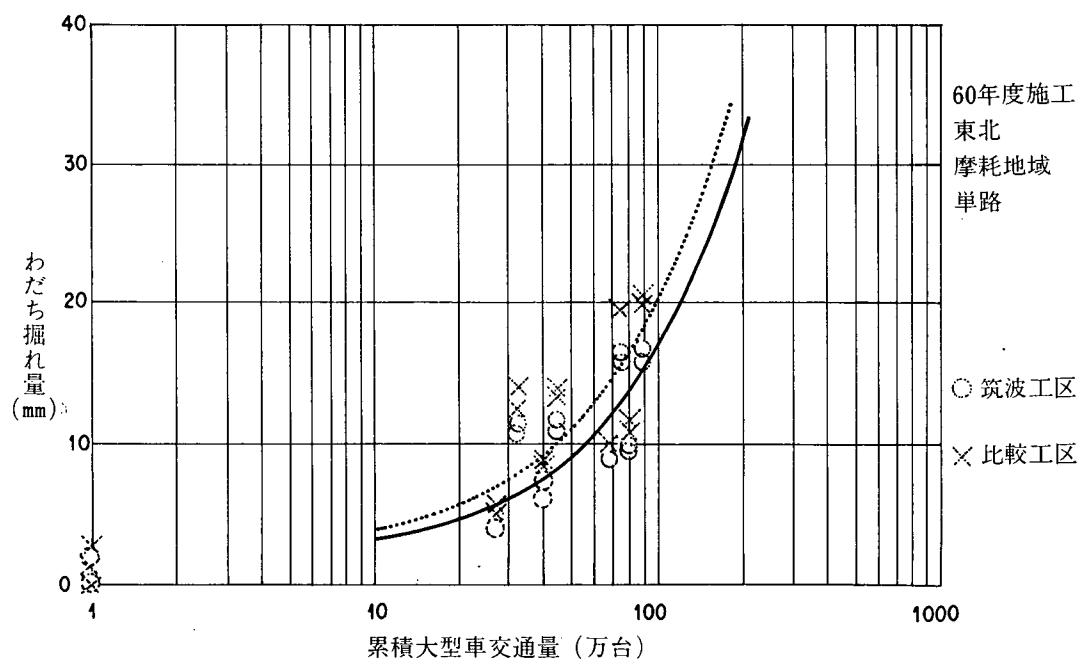
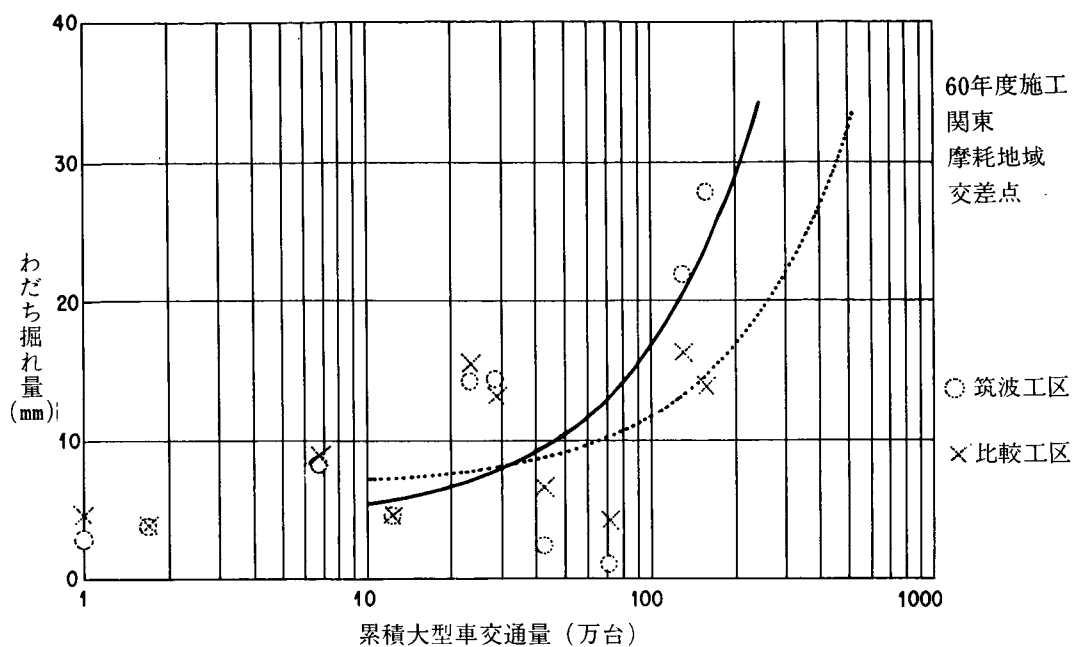


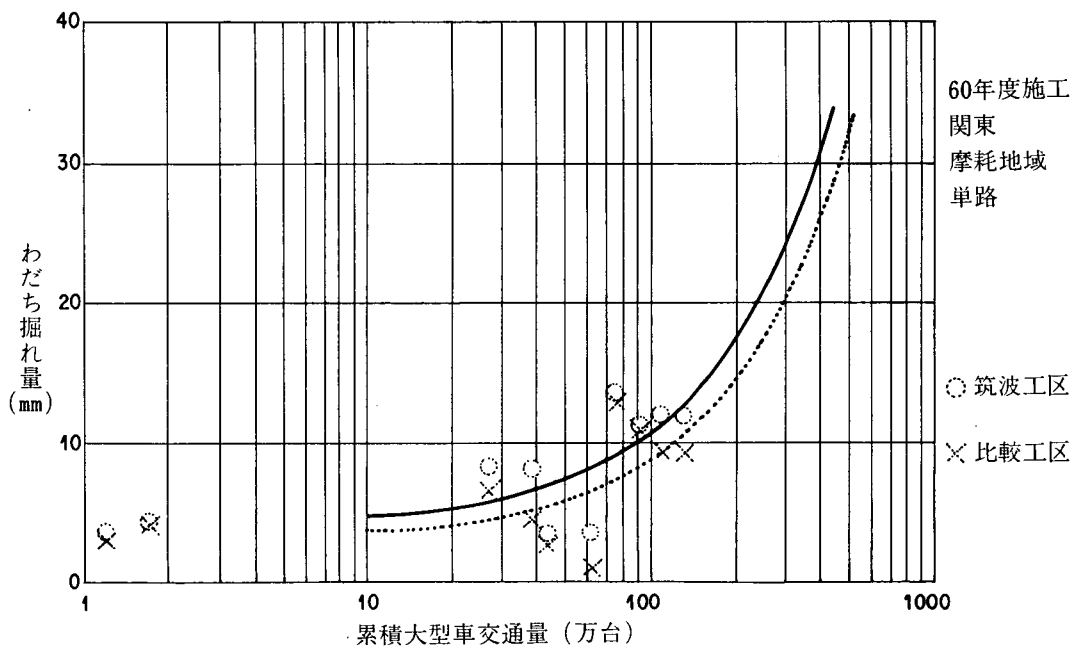
図- 3.2.7 わだち掘れ量の推移 (摩耗地域：東北，単路部)



筑波工区 ——— $Y = 0.124525 X + 4.243$ $R = 0.757$

比較工区 $Y = 0.050851 X + 6.724$ $R = 0.559$

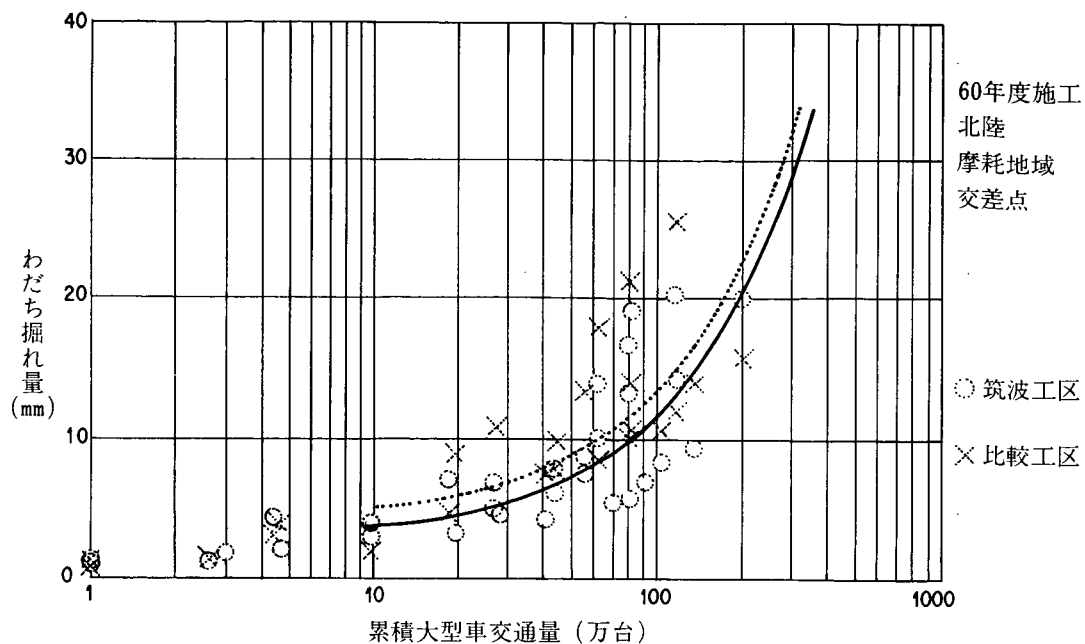
図-3.2.8 わだち掘れ量の推移 (摩耗地域：関東，交差点部)



筑波工区 ——— $Y = 0.067998 X + 3.946$ $R = 0.745$

比較工区 $Y = 0.058294 X + 2.873$ $R = 0.645$

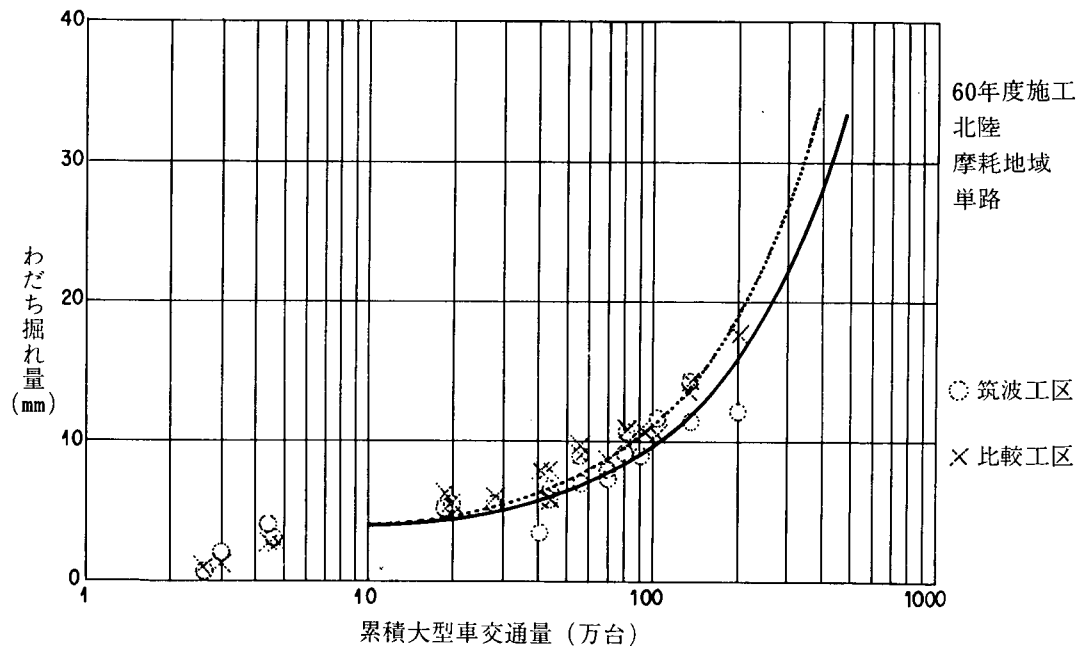
図-3.2.9 わだち掘れ量の推移 (摩耗地域：関東，単路部)



筑波工区 ——— $Y = 0.087849 X + 2.912$ $R = 0.774$

比較工区 $Y = 0.093565 X + 4.146$ $R = 0.742$

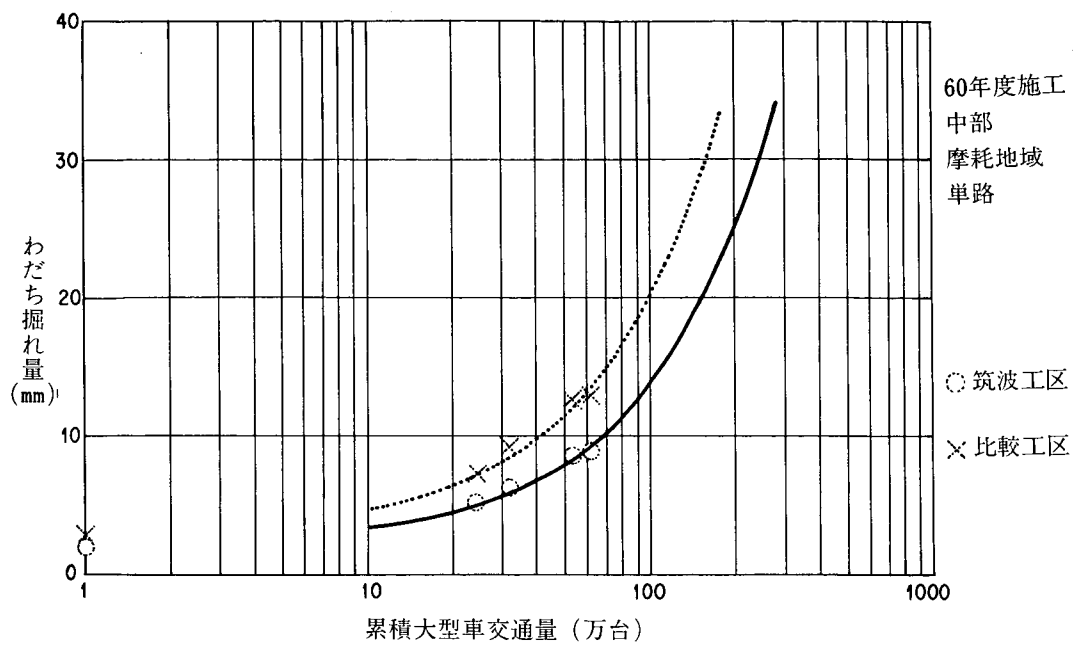
図-3.2.10 わだち掘れ量の推移 (摩耗地域：北陸, 交差点部)



筑波工区 ——— $Y = 0.062789 X + 3.246$ $R = 0.891$

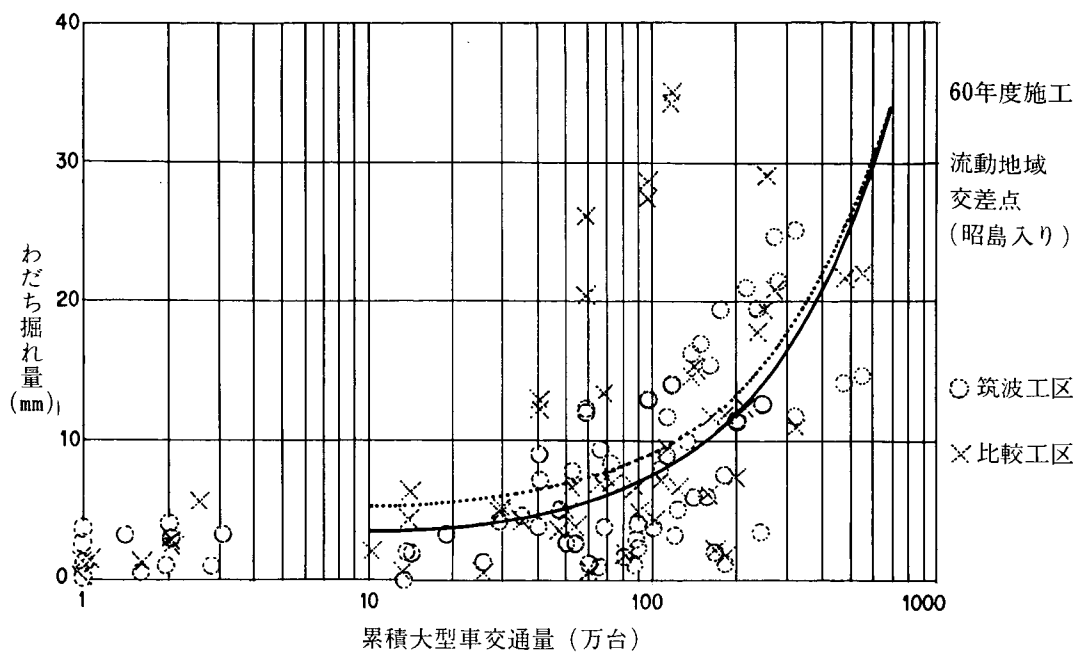
比較工区 $Y = 0.079155 X + 3.164$ $R = 0.955$

図-3.2.11 わだち掘れ量の推移 (摩耗地域：北陸, 単路部)



筑波工区 ———— $Y = 0.113603 X + 2.270$ $R = 0.990$
 比較工区 ······ $Y = 0.169646 X + 3.042$ $R = 0.990$

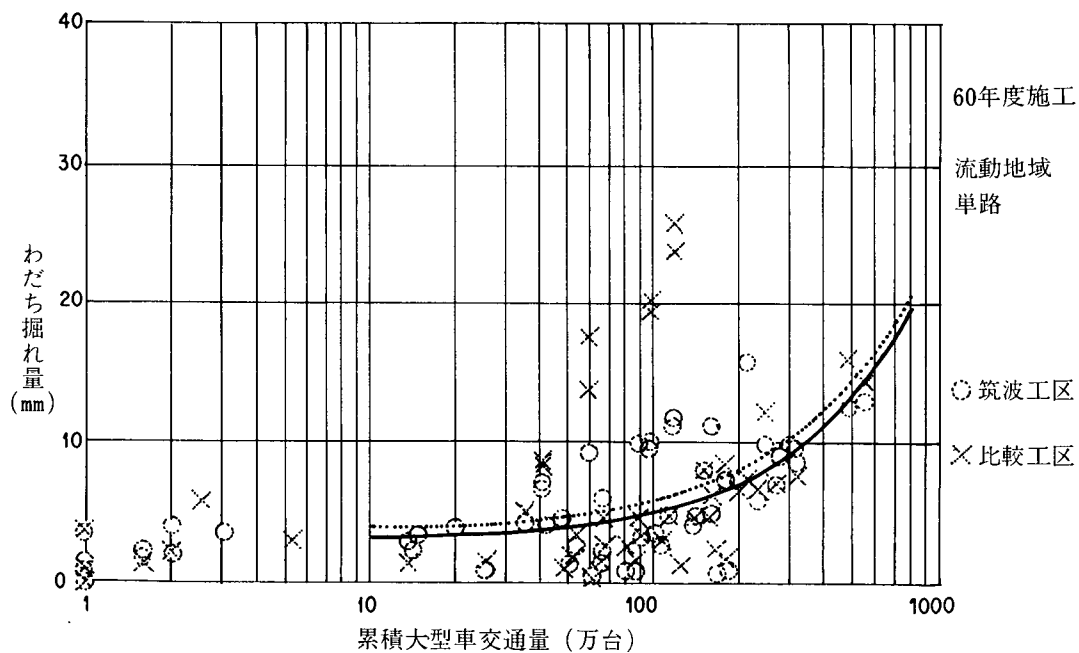
図-3.2.12 わだち掘れ量の推移 (摩耗地域：中部，単路部)



筑波工区 ——— $Y = 0.045303 X + 2.872$ $R = 0.620$

比較工区 $Y = 0.042834 X + 4.807$ $R = 0.514$

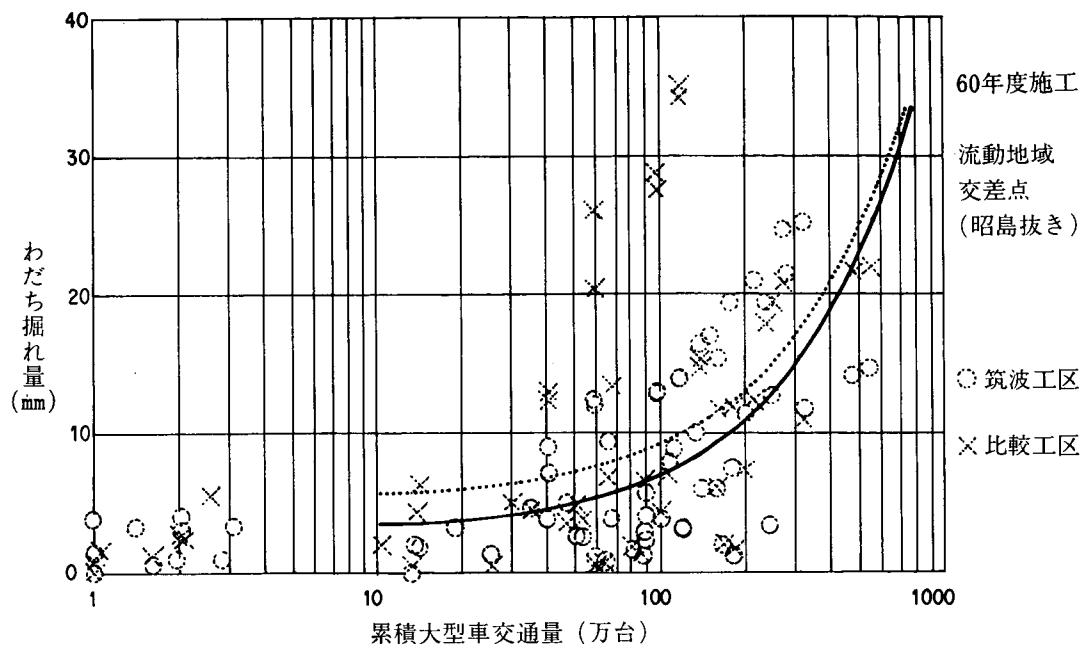
図-3.2.13 わだち掘れ量の推移 (全流動地域, 交差点部, 昭島市拝島含む)



筑波工区 ——— $Y = 0.020925 X + 2.856$ $R = 0.627$

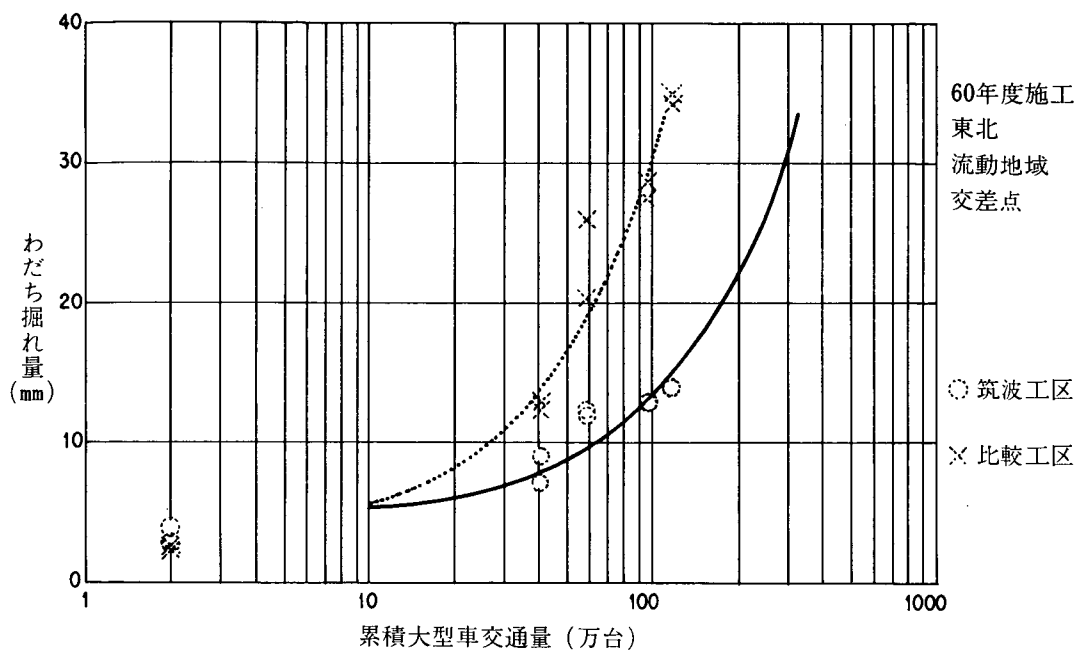
比較工区 $Y = 0.021569 X + 3.683$ $R = 0.410$

図-3.2.14 わだち掘れ量の推移 (全流動地域, 交差点部, 昭島市拝島除く)



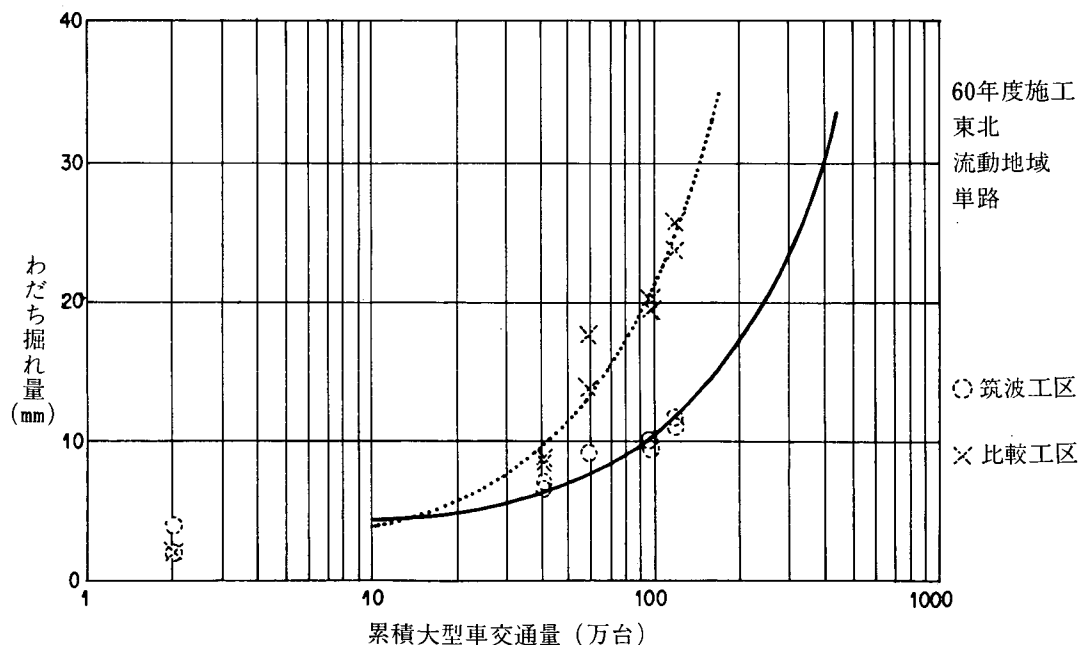
筑波工区	——	$Y = 0.039267 X + 2.973$	$R = 0.661$
比較工区		$Y = 0.038550 X + 5.296$	$R = 0.472$

図-3.2.15 わだち掘れ量の推移 (全流動地域, 単路部)



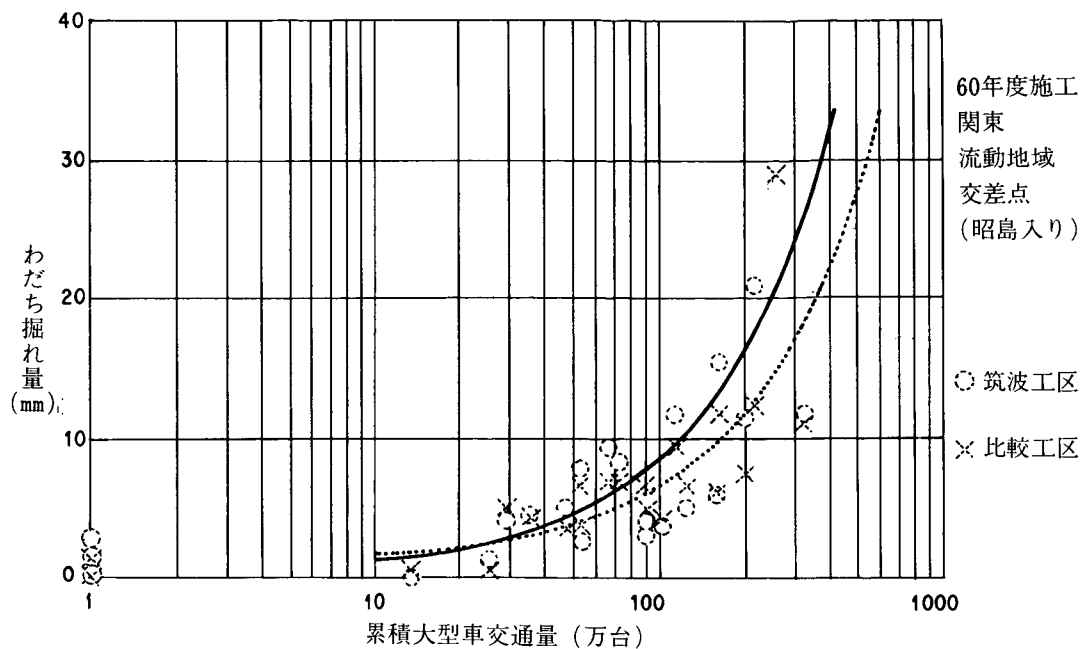
筑波工区 ——— $Y = 0.087731 X + 4.472$ $R = 0.931$
 比較工区 $Y = 0.272873 X + 2.794$ $R = 0.975$

図-3.2.16 わだち掘れ量の推移 (流動地域：東北, 交差点部)



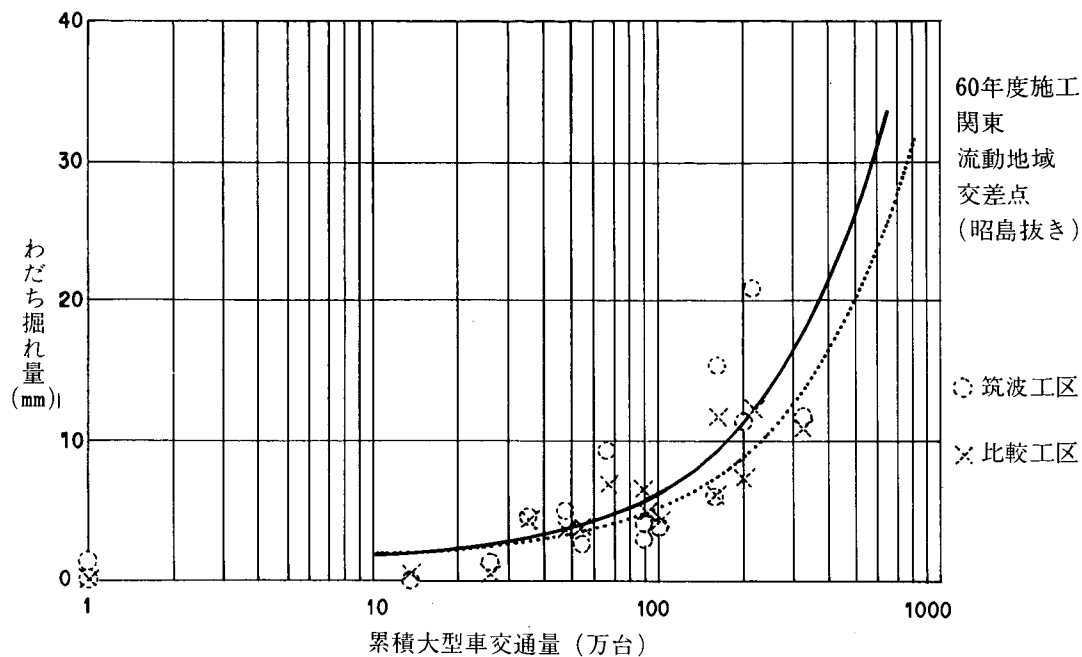
筑波工区 ——— $Y = 0.067771 X + 3.687$ $R = 0.947$
 比較工区 $Y = 0.194928 X + 1.832$ $R = 0.980$

図-3.2.17 わだち掘れ量の推移 (流動地域：東北, 単路部)



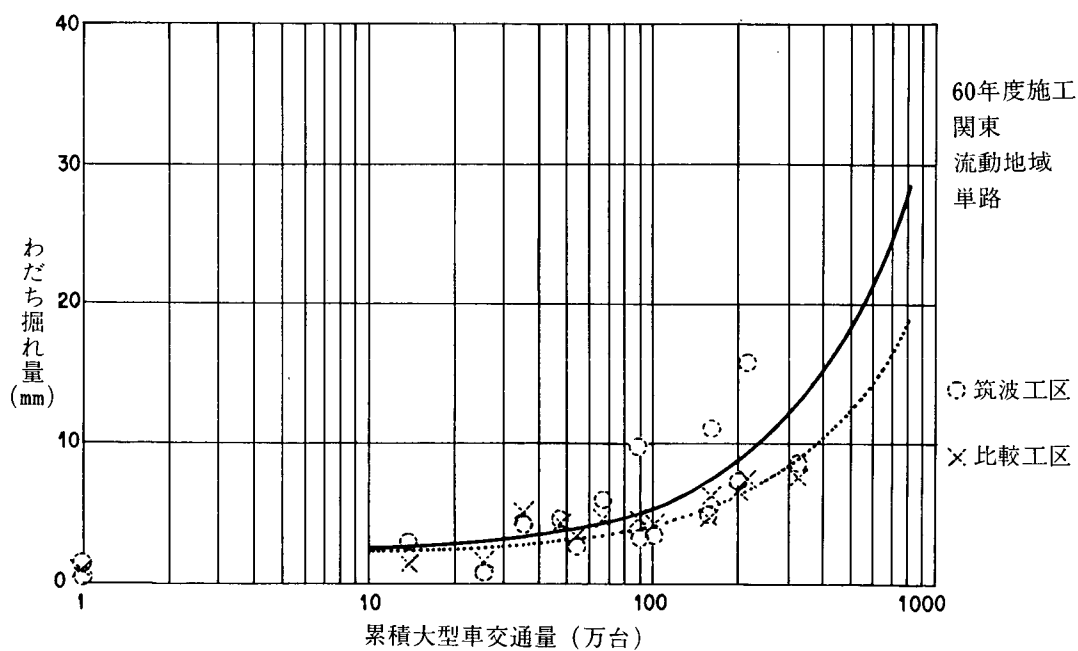
筑波工区 ——— $Y = 0.078922 X + 0.459$ $R = 0.692$
 比較工区 $Y = 0.053015 X + 1.184$ $R = 0.773$

図-3.2.18 わだち掘れ量の推移 (流動地域：関東, 交差点部, 昭島市拝島含む)



筑波工区 ——— $Y = 0.049884 X + 1.247$ $R = 0.771$
 比較工区 $Y = 0.037293 X + 1.488$ $R = 0.859$

図-3.2.19 わだち掘れ量の推移 (流動地域：関東，単路部)



筑波工区 ——— $Y = 0.032398 X + 2.148$ $R = 0.711$
 比較工区 $Y = 0.020740 X + 2.059$ $R = 0.866$

図-3.2.20 わだち掘れ量の推移 (流動地域：関東，交差点部，昭島市拝島抜き)

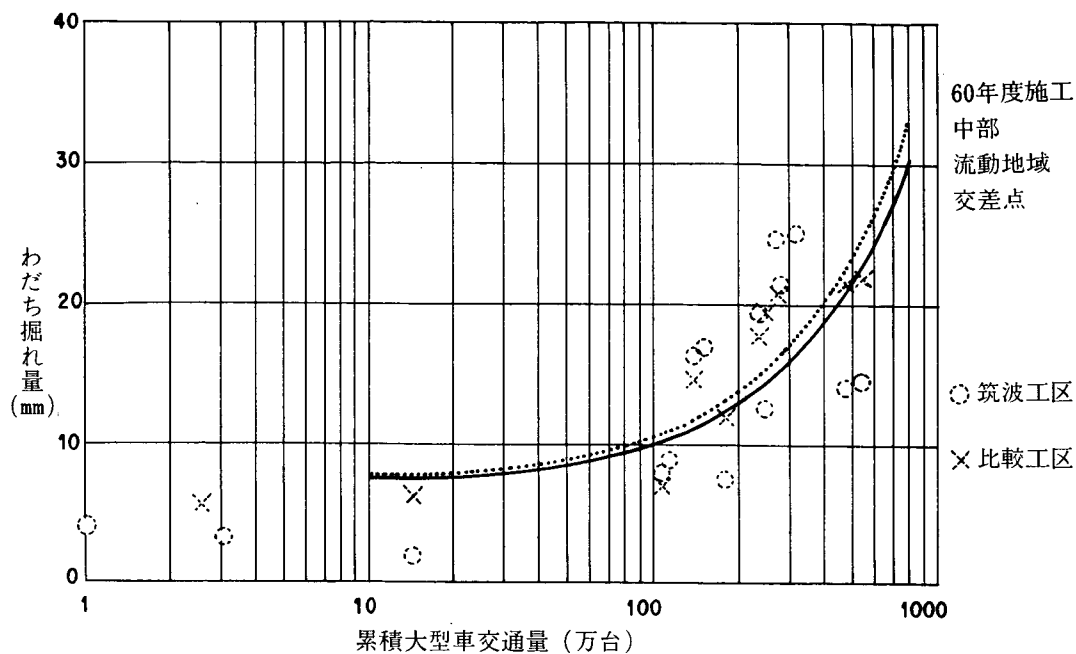


図-3.2.21 わだち掘れ量の推移 (流動地域：中部, 交差点部)

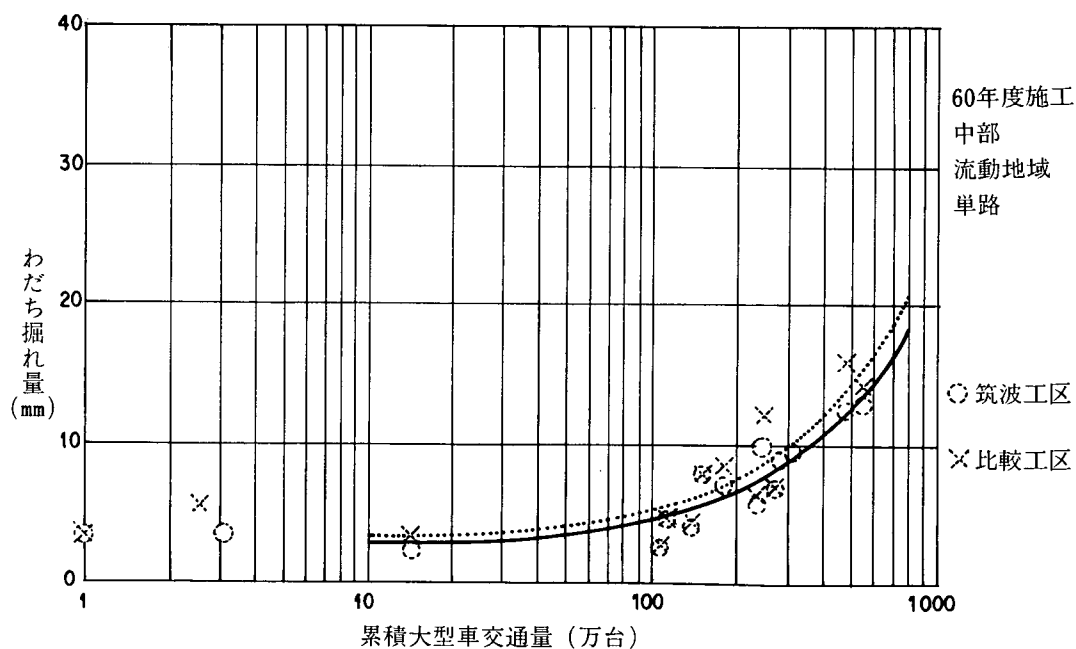
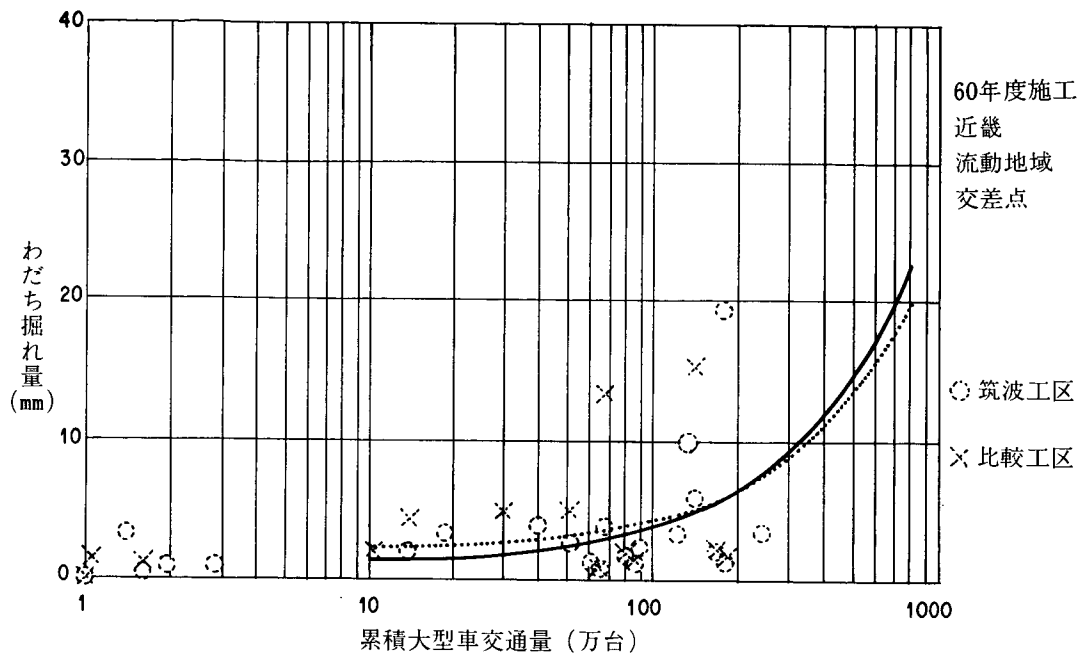
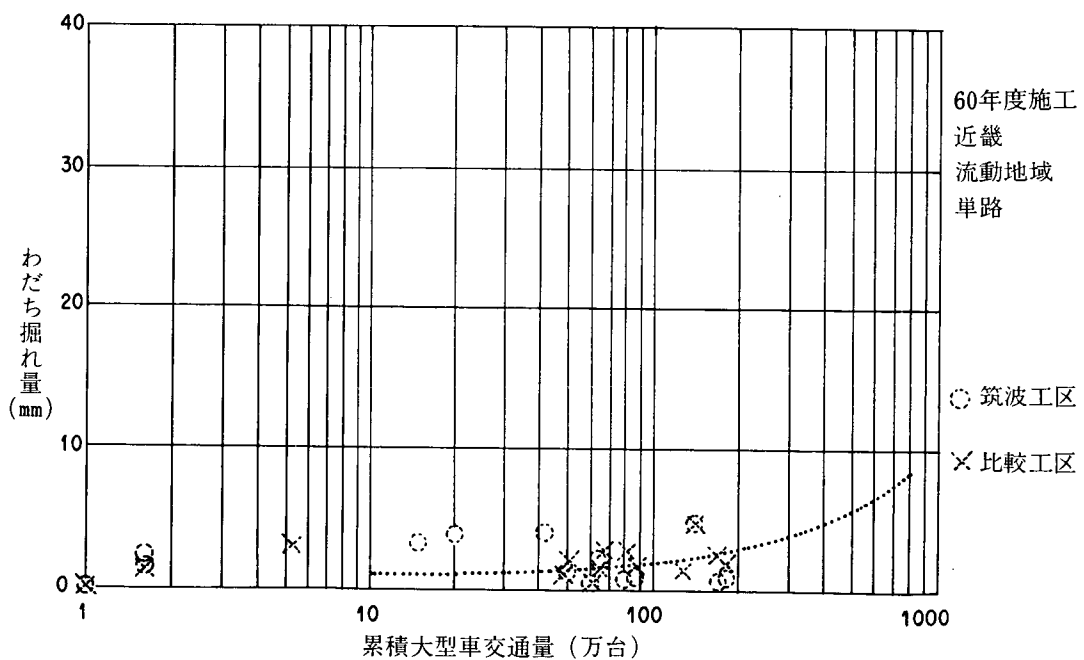


図-3.2.22 わだち掘れ量の推移 (流動地域：中部, 単路部)



筑波工区 ——— $Y = 0.026777 X + 1.071$ $R = 0.462$
 比較工区 $Y = 0.022093 X + 2.080$ $R = 0.296$

図-3.2.23 わだち掘れ量の推移 (流動地域：近畿，交差点部)



筑波工区 ——— $Y = -0.000346 X + 1.778$ $R = -0.014$
 比較工区 $Y = 0.009121 X + 0.931$ $R = 0.450$

図-3.2.24 わだち掘れ量の推移 (流動地域：近畿，単路部)

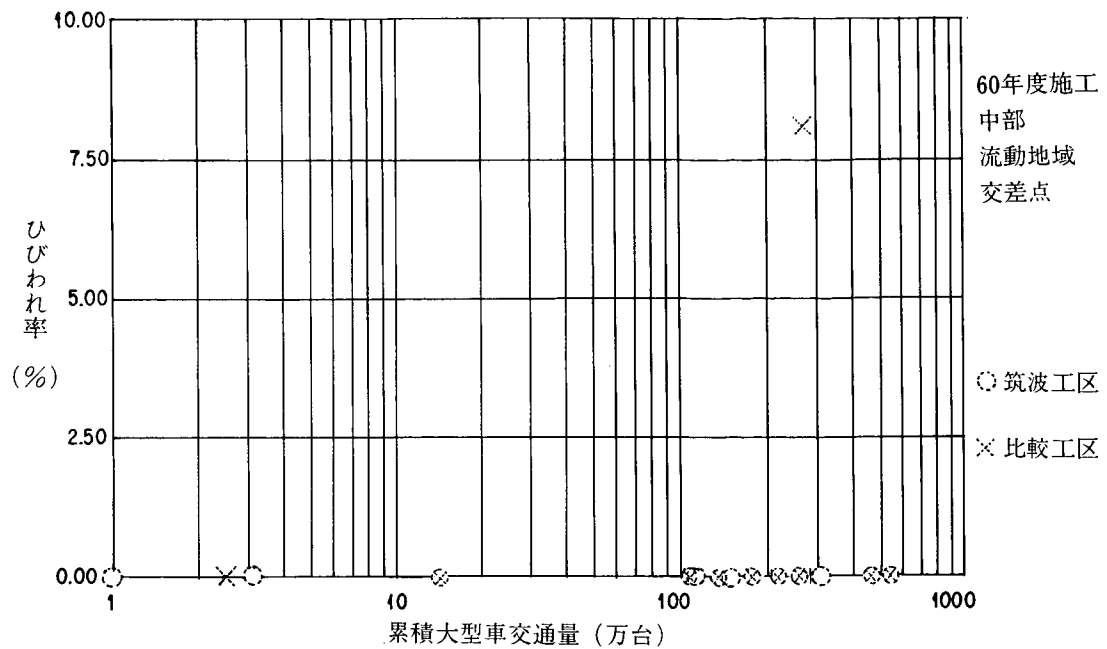
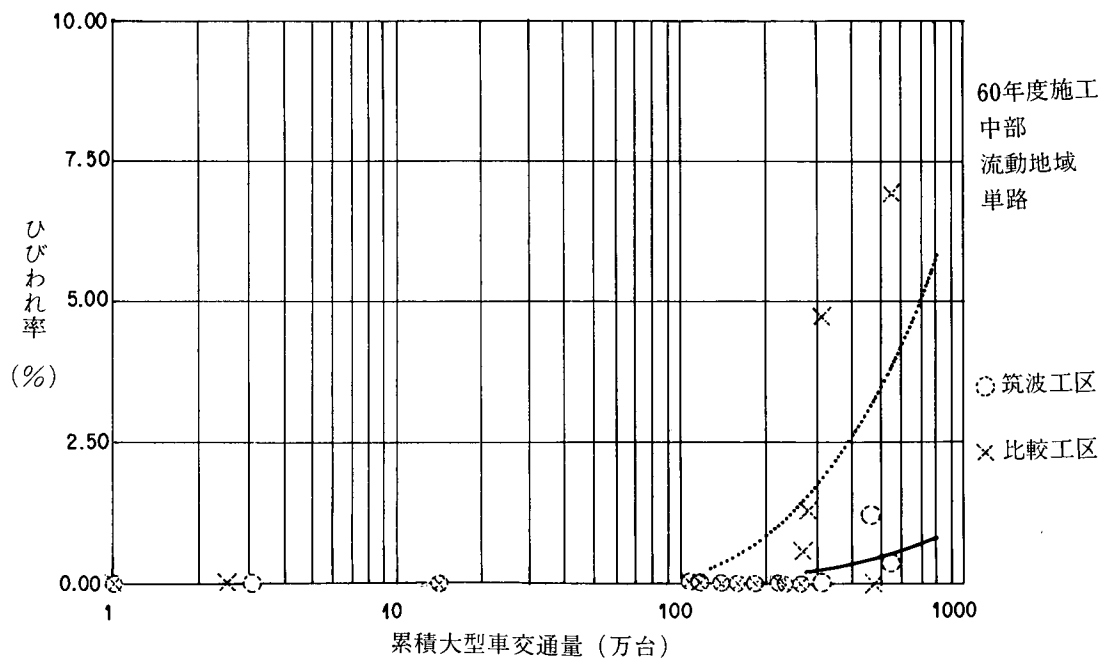


図- 3.2.25 ひび割れ率の推移 (中部, 交差点部)



筑波工区	——	$Y = 0.0000001271$	$X - 0.156$	$R = 0.643$
比較工区		$Y = 0.0000008333$	$X - 0.822$	$R = 0.652$

図- 3.2.26 ひび割れ率の推移 (中部, 単路部)

3.3 61年度施工試験舗装

61年度施工した試験舗装の供用性の結果、摩耗地域、流動地域とも明確な傾向は認められず、今後の追跡調査が必要である。

3.4 早期のわだち掘れ発生

試験舗装の全体の供用性は以上に述べたとおりであるが、相武国道工事事務所管内の国道16号線、昭島市拝島地先は供用後、1年半余りでわだち掘れ量が非常に大きくなり、62年8月にオーバーレイによる修繕を実施した。また長野工事事務所管内の国道18号長野市川合新田では筑波1号工区のわだちが比較工区のわだちに比較して非常に大きい値となった。このように早期にわだち掘れが発生した原因を検討するため、各種の調査を実施した。検討結果をまとめると以下のとおりである。なお、検討結果の詳細については付録-2に述べる。

(1) 昭島市拝島地先

- 1) わだち掘れの発生した筑波工区が非常に過酷な交通条件下にある。比較工区よりもかなり過酷な条件である。
- 2) 既設舗装に流動が生じている。
- 3) 筑波1号の60℃粘度が低い。
- 4) 粒度が配合設計時の目標値に比較して細かい。

(2) 長野市川合新田

- 1) 比較工区と筑波工区の交通条件が著しく異なっている。

3.5 バインダ性状、および混合物性状と供用性の関係

3.5.1 摩耗地域

摩耗地域の各試験舗装箇所について、大型車交通量と供用性の関係から一定累積大型車交通量時の供用性を推定し、その値と各施工箇所におけるバインダ性状、混合物性状の関係について検討を行った。ただし、3.2.1および3.2.2で述べたように、わだち掘れ以外には明確な傾向を示す供用性はないため、ここではバインダ性状、混合物性状とわだち掘れ量の関係について解析を行った。解析の結果得られた相関係数についてまとめたものを表-3.5.1に示す。

(1) バインダ性状とわだち掘れ量

摩耗地域においては、わだち掘れと高い相関を示すバインダ性状は少ない。比較的相関が高いものとして、舗設後のコアより回収したバインダの針入度および回収伸度と交差点部におけるわだち掘れ量があり、図-3.5.1、3.5.2に解析の結果を示す。図には大型車交通量50万、100万、および150万台時のわだち掘れ量をプロットしてある。回収針入度、回収伸度が高くなるに従ってわだち掘れ量が減少する傾向が多少認められる。

(2) 混合物性状とわだち掘れ量

混合物性状については施工時の抜き取りコアの性状において、わだち掘れ量と相関を示すものが認められた。比較的相関が高かった結果について図-3.5.3～3.5.12に示す。図-3.5.3、3.5.4は抜き取りコアの締めめ

度とわだち掘れ量の関係、図-3.5.5, 3.5.6は抜取りコアの空隙率とわだち掘れ量の関係である。締固め度が高いほど、また空隙率が小さいほどわだち掘れ量が小さい傾向が認められ、摩耗地域においては、施工時の締固めがわだち掘れの抑制に重要であると考えられる。ただし、いずれの関係についても、累積の大型車交通量が増加するにしたがって相関係数が低くなっている。このことは、締固め度および空隙率は、特に施工後のあまり供用期間が経過していない時期におけるわだち掘れの発生に関係するものと考えられる。また、図-3.5.7, 3.5.8は抜取りコアのバイнда量とわだち掘れ量の関係、図-3.5.9, 3.5.10は抜取りコアの0.074 mm通過量とわだち掘れ量の関係であり、比較的よい相関が認められる。一方、表-3.5.1に示すように配合設計時のこれらの混合物性状とわだち掘れ量の間には明確な相関は認められない。これは、現場で施工される混合物の性状が配合設計時の性状と多少異なっているためと考えられる。

3.5.2 流動地域

摩耗地域の場合と同様に、流動地域の各試験舗装箇所におけるバイнда性状、混合物性状の関係について検討を行った。ただし、ここでも対象とした供用性はわだち掘れ量である。各性状とわだち掘れ量の相関係数についてまとめたものを表-3.5.2に示す。

(1) バイнда性状とわだち掘れ量

わだち掘れ量とある程度の相関の傾向が認められたバイнда性状として、原アスファルトの軟化点、60℃粘度、コア回収バイндаの60℃粘度がある。図-3.5.13～3.5.18にこれらの関係を示す。図には大型車交通量50万、100万、および200万台時のわだち掘れ量をプロットしてある。軟化点、60℃粘度の上昇にしたがって、わだち掘れ量が減少する傾向がうかがえる。ただし、これらの関係についてもかなりのばらつきがあり、これらの結果から耐流動の面からバイнда性状の見直しを行うことは難しい。

(2) 混合物性状とわだち掘れ量

表-3.5.2によれば、わだち掘れ量と相関係数の高い混合物性状があるが、これらはいずれもデータの数が少ない、データに偏りがあり、傾向があるとは認めがたい。

3.6 試験舗装のまとめ

試験舗装の結果についてまとめると以下のようなものである。

- 1) 摩耗地域では、わだち掘れ2割軽減の目標値に多少及ばない。
- 2) 流動地域ではある程度わだち掘れを抑制するものの、わだち掘れ5割軽減の目標値には達していない。
- 3) 耐ひび割れ性は良好である。
- 4) 早期に供用性の低下した箇所では、筑波工区と比較工区交通条件が異なっており、工区の設定に問題があった。
- 5) 摩耗地域では、締固め度などの施工時の混合物性状が供用性に影響する。
- 6) 流動地域では、60℃粘度などのバイнда性状と供用性の間にある程度関係が認められるが、明確な傾向ではない。

しかし、上記の結果は供用開始後2年のデータに基づくものであり、今後、さらに供用性の推移について検討を加えていく必要がある。

表-3.5.1 バインダー性状とわだち掘れ量の相関係数（摩耗地域）

性 状 項 目			交 差 点 部			単 路 部		
			累積大型車交通量（万台）			累積大型車交通量（万台）		
			50	100	150	50	100	150
バインダー性状	原	針入度	-0.182	-0.205	-0.212	0.209	0.327	0.362
		軟化点	-0.188	-0.141	-0.121	-0.231	-0.328	-0.356
		伸 度	-0.026	-0.003	0.006	0.254	0.356	0.038
		タフネス	0.397	0.439	0.452	0.092	0.010	-0.017
		テナシテイ	0.379	0.421	0.434	0.070	-0.001	-0.025
		60℃粘度	0.184	0.259	0.287	0.022	-0.112	-0.155
		粘度比	-0.220	-0.176	-0.158	-0.170	-0.265	-0.293
		薄膜加熱質量変化率	-0.082	-0.174	-0.209	-0.111	-0.182	-0.203
	コ ア 回 収	針入度	-0.556	-0.583	-0.589	-0.032	0.110	0.155
		軟化点	0.041	0.101	0.125	-0.230	-0.338	-0.369
		伸 度	-0.523	-0.549	-0.555	0.159	0.268	0.300
		60℃粘度	-0.039	0.027	0.053	-0.157	-0.231	-0.253
混合物性状	配合設計	安定度	-0.315	-0.391	-0.419	-0.493	-0.597	-0.624
		フロー	0.517	0.518	0.515	0.327	0.350	0.353
		OAC	0.724	0.766	0.777	0.494	0.624	0.658
		空隙率	0.583	0.492	0.453	-0.262	-0.408	-0.451
		ラベリング摩耗(OAC)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	現場試験練り	アス量	0.722	0.765	0.777	0.494	0.624	0.658
		空隙率	0.687	0.696	0.694	0.388	0.283	0.245
		安定度	-0.136	-0.217	-0.248	-0.500	-0.599	-0.624
		フロー	0.033	-0.001	-0.015	-0.170	0.179	0.180
		粒 2.5 mm	0.552	0.528	0.515	0.396	0.498	0.525
		0.6 mm	0.447	0.494	0.509	0.297	0.421	0.456
		度 0.074 mm	0.749	0.719	0.702	0.361	0.489	0.524
		ラベリング摩耗(OAC)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	施工現場	締固め度	-0.710	-0.632	-0.597	-0.681	-0.664	-0.644
		空隙率	0.755	0.691	0.660	0.812	0.774	0.745
		アス量	0.635	0.679	0.690	0.887	0.958	0.958
		粒 2.5 mm	0.148	0.192	0.208	0.560	0.689	0.716
		0.6 mm	0.091	0.198	0.237	0.358	0.589	0.656
		度 0.074 mm	0.178	0.115	0.090	0.647	0.809	0.845
		ラベリング摩耗(OAC)	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

：相関係数が0.5以上のもの

表-3.5.2 バインダー性状とわだち掘れ量の相関係数（流動地域）

性 状 項 目			交 差 点 部			単 路 部		
			累積大型車交通量（万台）			累積大型車交通量（万台）		
			50	100	150	50	100	150
バインダー性状	原	針入度	-0.335	-0.114	-0.061	-0.415	0.307	0.468
		軟化点	0.256	-0.485	-0.490	0.177	-0.341	-0.426
		伸 度	-0.769	-0.193	-0.004	-0.774	0.086	0.345
		タフネス	0.247	0.426	0.356	0.497	0.532	0.413
		テナシテイ	0.154	0.446	0.396	0.374	0.451	0.365
		60℃粘度	0.094	-0.523	-0.490	0.020	-0.357	-0.393
		粘度比	-0.106	0.366	0.326	0.060	0.173	0.167
		薄膜加熱質量変化率	-0.248	0.081	0.143	-0.225	0.277	0.373
	コ	針入度	0.070	0.373	0.348	0.045	0.524	0.552
		軟化点	-0.056	-0.486	-0.437	0.018	-0.599	-0.654
		伸 度	0.067	0.385	0.409	0.340	-0.191	-0.318
		60℃粘度	0.220	-0.480	-0.507	0.261	-0.630	-0.766
混合物性状	配合設計	安定度	0.415	-0.010	-0.095	0.180	-0.152	-0.223
		フロー	0.074	0.256	0.252	0.004	0.368	0.396
		OAC	0.062	-0.137	-0.165	0.189	0.488	0.466
		空隙率	-0.632	-0.188	-0.072	-0.728	-0.273	-0.057
		動的安定度（OAC）	0.403	0.712	0.578	0.522	0.732	0.620
	現場試験練り	アス量	0.132	-0.178	-0.209	0.209	0.259	0.212
		空隙率	-0.139	0.012	0.004	-0.185	0.125	0.196
		安定度	0.343	0.608	0.521	0.454	0.318	0.196
		フロー	-0.273	0.002	0.088	-0.206	0.510	0.618
		粒 2.5 mm	0.005	0.355	0.344	0.254	0.409	0.359
		0.6 mm	0.055	0.401	0.398	0.274	0.189	0.115
		度 0.074 mm	0.338	0.179	0.101	0.418	0.413	0.309
		動的安定度（OAC）	0.256	0.233	0.127	0.779	0.328	0.164
	施工現場	締固め度	-0.494	0.132	0.273	-0.679	0.665	0.808
		空隙率	0.266	-0.094	-0.174	0.490	-0.758	-0.840
		アス量	-0.260	-0.513	-0.406	-0.939	0.266	0.516
		粒 2.5 mm	0.118	-0.602	-0.627	0.500	-0.892	-0.966
		0.6 mm	-0.105	0.543	0.555	-0.266	0.517	0.553
		度 0.074 mm	-0.203	0.504	0.546	-0.907	0.503	0.725
		動的安定度（OAC）	-0.056	0.500	0.520	0.002	-0.171	-0.186

: 相関係数が0.5以上のもの

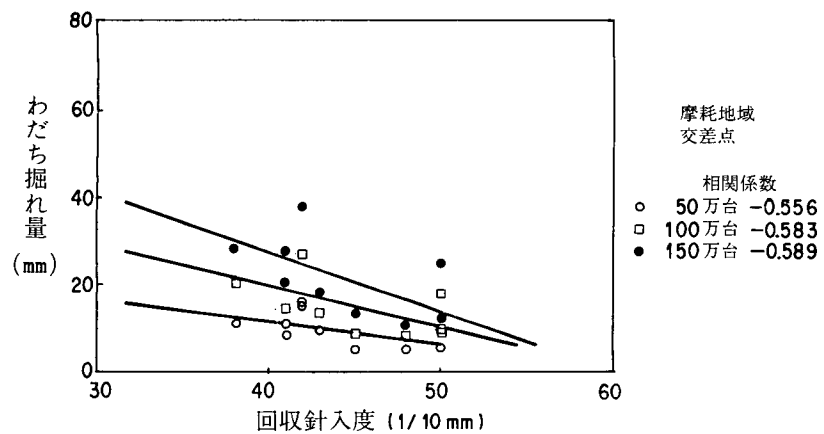


図-3.5.1 回収針入度とわだち掘れ量の関係
(摩耗地域, 交差点部)

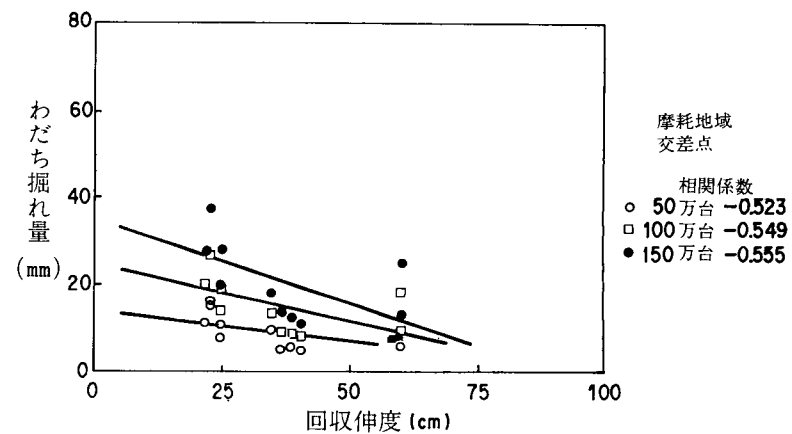


図-3.5.2 回収伸度とわだち掘れ量の関係
(摩耗地域, 交差点部)

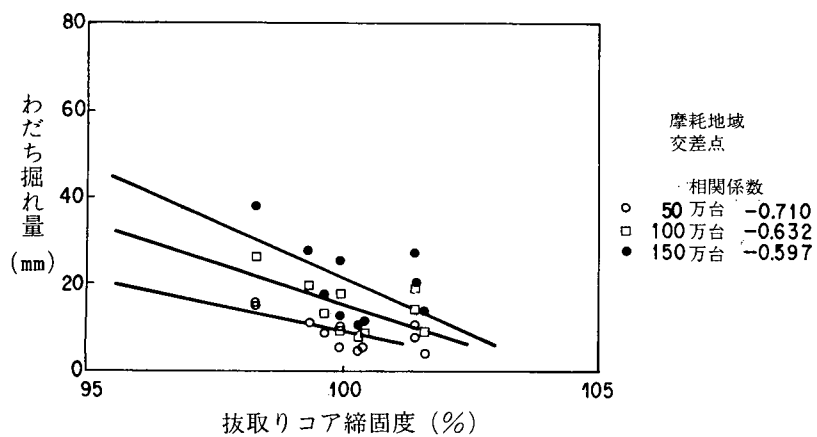


図-3.5.3 締固め度とわだち掘れ量の関係
(摩耗地域, 交差点部)

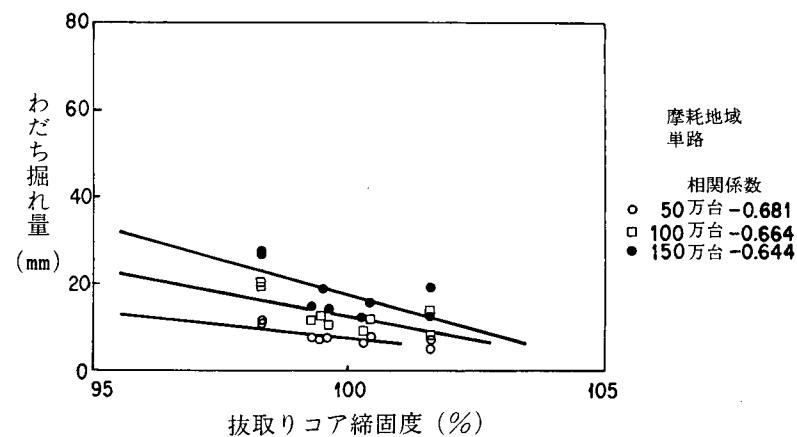


図-3.5.4 締固め度とわだち掘れ量の関係
(摩耗地域, 単路部)

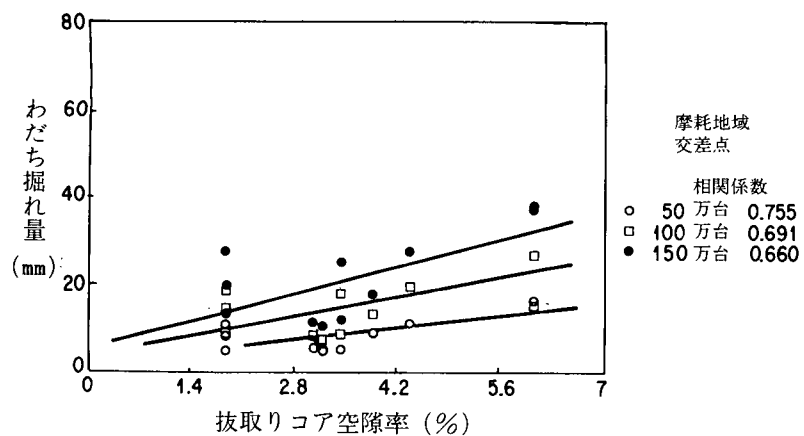


図-3.5.5 空隙率とわだち掘れ量の関係
(摩耗地域, 交差点部)

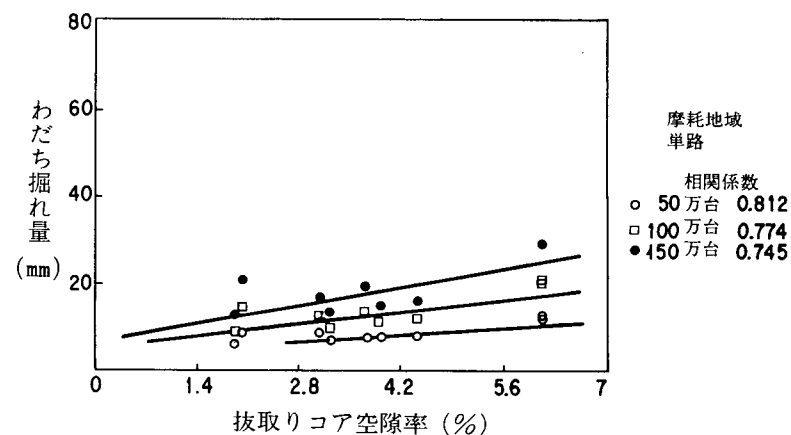


図-3.5.6 空隙率とわだち掘れ量の関係
(摩耗地域, 単路部)

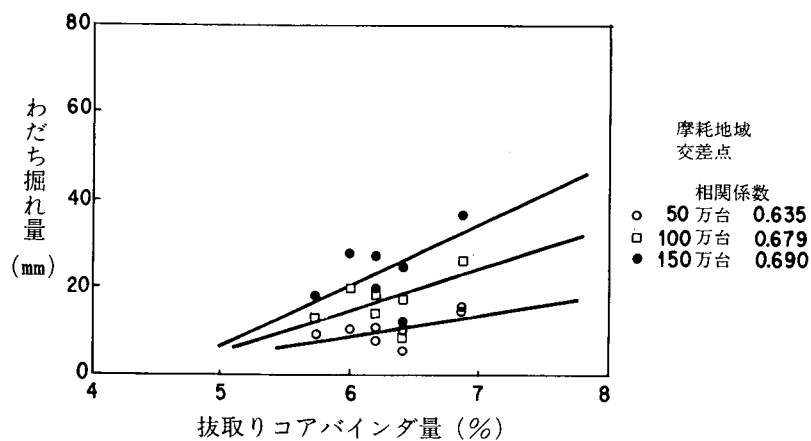


図-3.5.7 バインダ量とわだち掘れ量の関係
(摩耗地域, 交差点部)

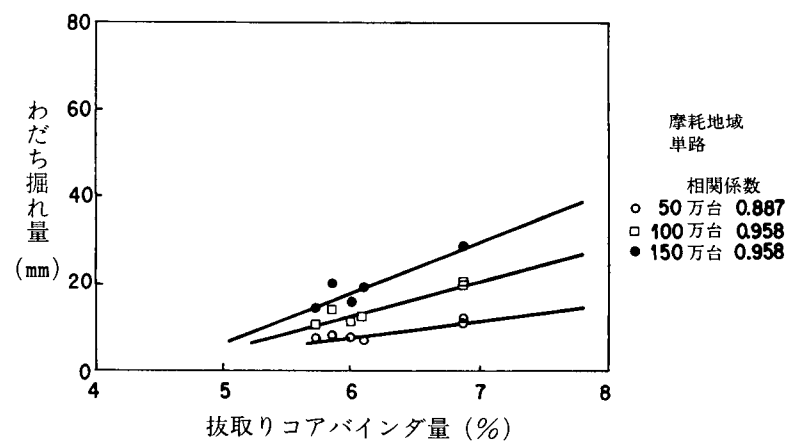


図-3.5.8 バインダ量とわだち掘れ量の関係
(摩耗地域, 単路部)

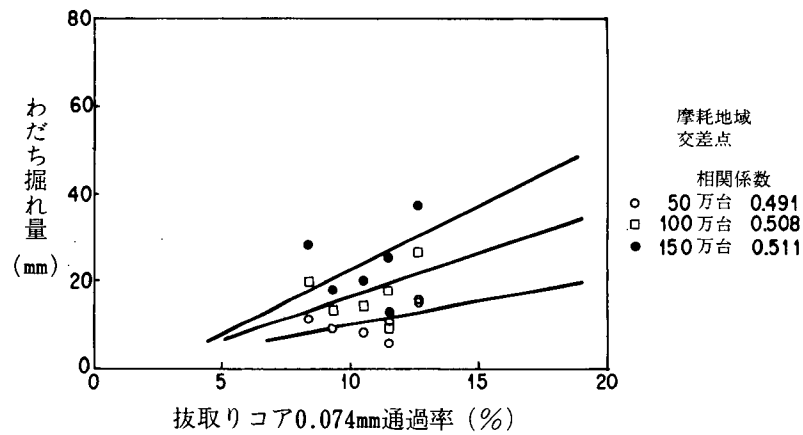


図-3.5.9 0.074 mm通過量とわだち掘れ量の関係
(摩耗地域, 交差点部)

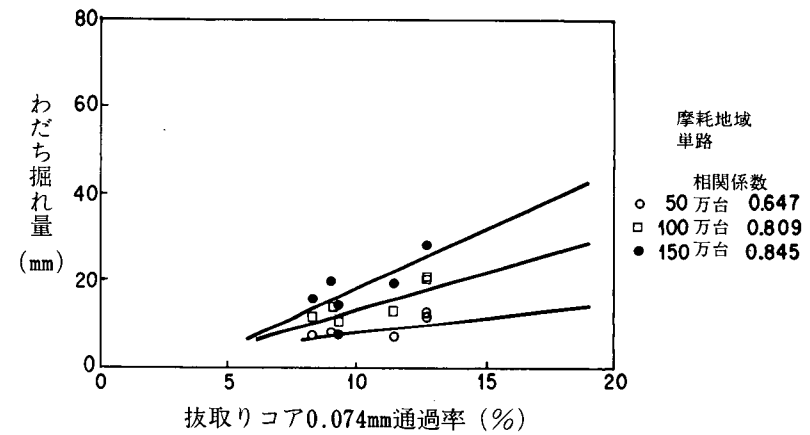


図-3.5.10 0.074 mm通過量とわだち掘れ量の関係
(摩耗地域, 単路部)

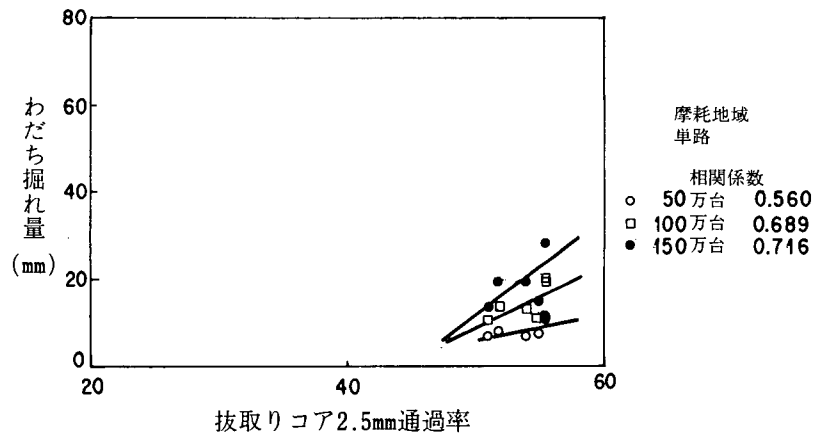


図-3.5.11 2.5 mm通過量とわだち掘れ量の関係
(摩耗地域, 単路部)

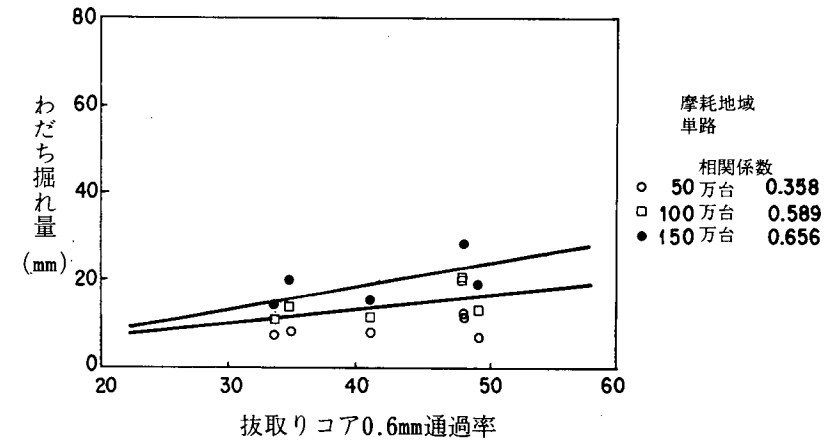


図-3.5.12 0.6 mm通過量とわだち掘れ量の関係

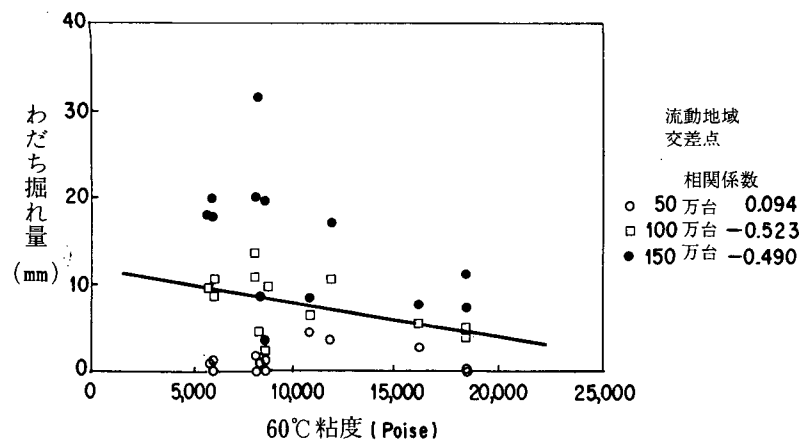


図-3.5.13 原アスの60℃粘度とわだち掘れ量の関係
(流動地域, 交差点部)

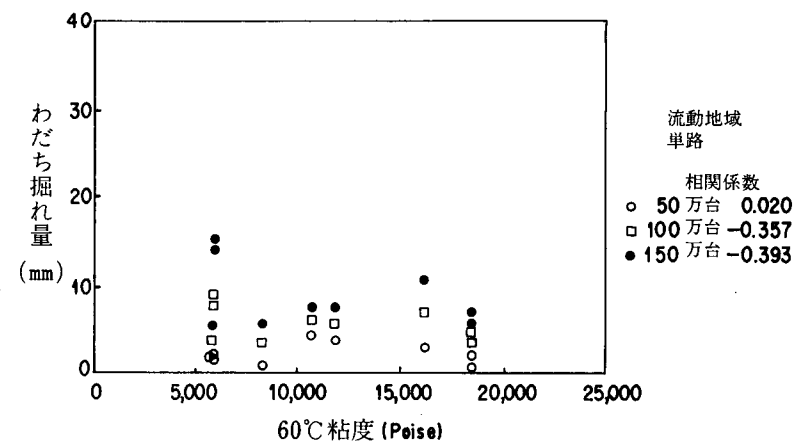


図-3.5.14 原アスの60℃粘度とわだち掘れ量の関係
(流動地域, 交差点部)

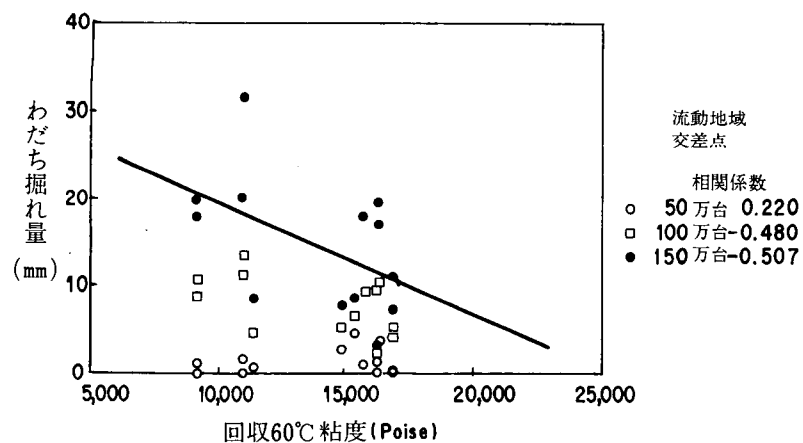


図-3.5.15 コア回収60℃粘度とわだち掘れ量の関係
(流動地域, 交差点部)

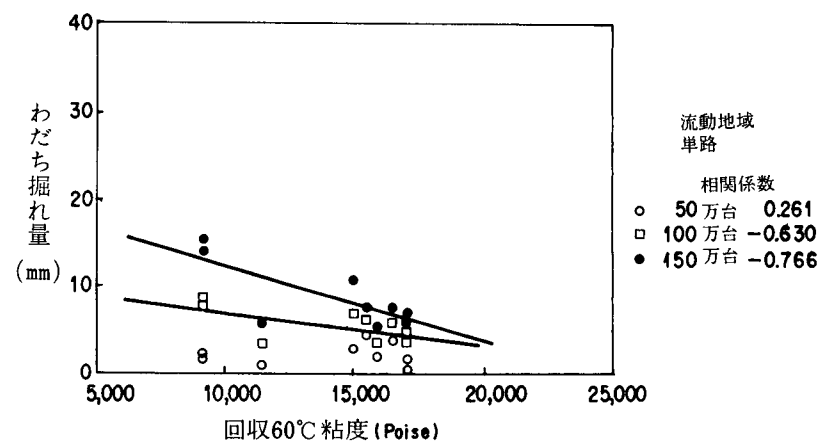


図-3.5.16 コア回収60℃粘度とわだち掘れ量の関係
(流動地域, 単路部)

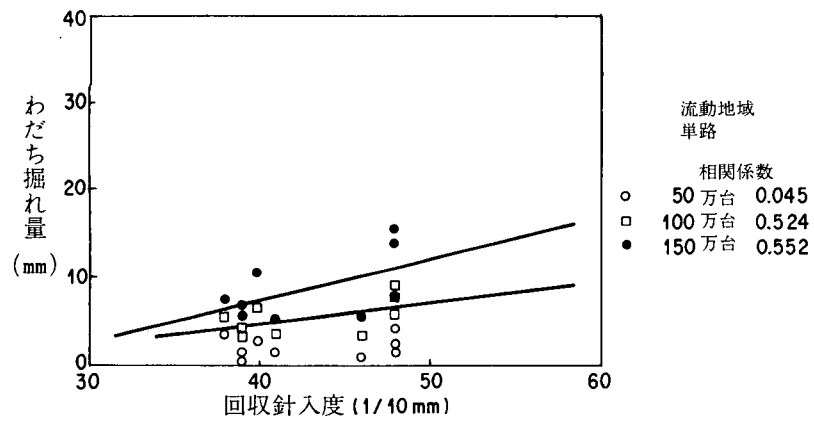


図-3.5.17 コア回収針入度とわだち掘れ量の関係
(流動地域, 単路部)

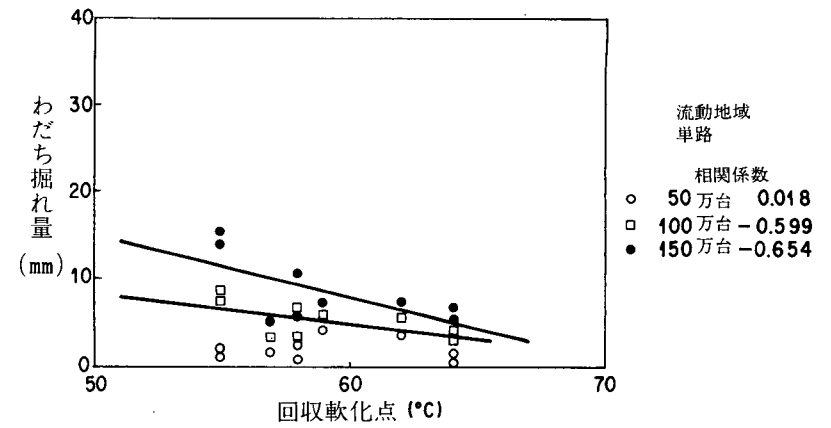


図-3.5.18 コア回収軟化点とわだち掘れ量の関係
(流動地域, 単路部)

4. 品質改良試験

4.1 概要

昭和60年度、61年度と「筑波1号」の試験舗装を行い、その供用性は前述のとおり、おおむね良好であったが、「筑波1号」を高温で貯蔵したときに性状が変化する場合があったこと、貯蔵時の分離防止のための攪拌機付き専用タンクの搬入および専用タンクとプラントとの接続の為に配管が煩わしいこと等の問題が明らかになった。

これらの問題点を解決するため表-4.1.1の試験を行った。試験のフローチャートを図-4.1.1に示す。

表-4.1.1 品質改良試験の内容

試験舗装時の問題点	試験内容
高温貯蔵による性状変化	(1) 性状変化の原因の検討 (2) ゴムの種類と量による影響の検討 (3) 老化防止剤の効果の検討 (4) 安定なバインダについて貯蔵条件（室内ープラント、攪拌有ー攪拌無）による性状変化の検討 (5) バインダの性状変化の混合物性状への影響の検討
筑波1号の分離 （攪拌機付き専用タンク使用）	(6) 室内およびプラントで無攪拌状態での分離性の検討
Fタイプ混合物のDSが小さい	(7) 昭和58年度ではDSが大きかったのでその確認試験

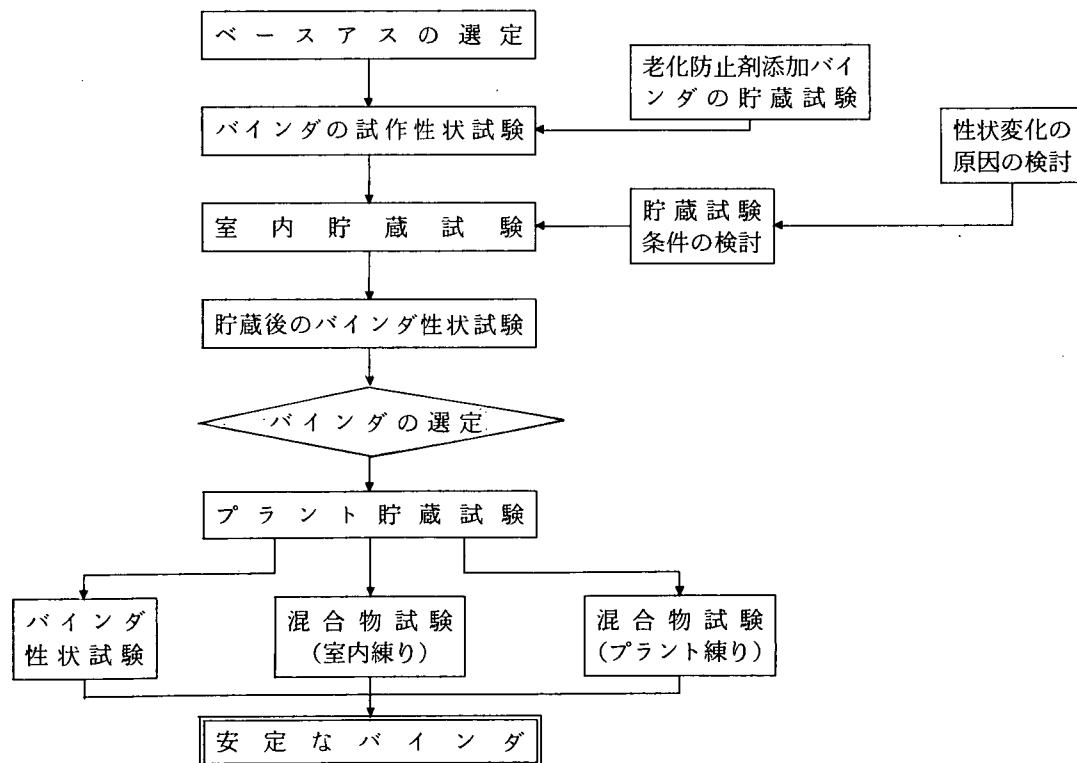


図-4.1.1 品質改良試験の検討フロー

4.2 バインダ試験

4.2.1 バインダ性状変化の原因の検討

前述のように試験施工の際に、筑波1号をプラント貯蔵している際に性状変化（60℃粘度や軟化点等が低下）する現象が見られた。この原因としては

- ① 貯蔵時の性状安定性の低いバインダがある。
- ② 貯蔵時の温度が不適切

の2つが考えられた。これらの原因を検討し筑波1号の貯蔵時の性状安定を高めることを目的として室内で貯蔵試験を行った。

(1) 予備試験

貯蔵温度が性状変化に及ぼす影響について検討するため、以下の試験方法で予備試験を行った。

1) 試験方法

予備試験用試料として、61年度土木研究所構内で実施した寒冷期施工試験の際に現場ケトルで貯蔵試験を行った試料を用いた。なお、この試料は寒冷期試験施工の際、貯蔵中に粘度が低下したものである。試料を1ℓステンレスビーカー中に500g入れ130℃で攪拌の後攪拌機を取除き電気コンロの上で加熱貯蔵した。試料中に熱電対を2本入れ、その1本は、試料表面より深さ約3cmにおいて温度調節器につないでヒーターをon, offさせた。もう1本は試料の底において温度の測定のみを行った。アスファルトは熱の不良導体であるので、攪拌なしでは温度差を生じ、底の温度が高くなるのが確認出来る。

2) 試験結果

温度調節器のセット温度を160℃、180℃として加熱を行った。このときの試料の底の温度と3時間加熱後の60℃粘度の測定値を表-4.2.1.1に示す。これより試料の底の温度が220℃程度になると粘度の低下が起こるものと考えられた。

表-4.2.1.1 試料の底の温度と60℃粘度の変化

調節器セット温度 (試料上部の温度) ℃	試料の底の温度 ℃	加熱前の60℃粘度 poise	3時間後の60℃粘度 poise
160	208	11500	11500
180	228	11500	9700

確認のため同じ試料を用い、220℃オープン中において密閉した缶に入れ、貯蔵試験を行った。そして3時間、10時間貯蔵後の60℃粘度を測定した。その結果を表-4.2.1.2に示す。この結果、220℃のオープン中においても性状変化が生ずることが確認された。

表-4.2.1.2 220℃オープンによる粘度変化

貯蔵時間 h	0	3	10
60℃粘度	11500	9900	8000

(2) 貯蔵試験（電気オープン）

1) 試験施工に用いた試料の貯蔵試験

予備試験より、加熱温度が 220℃ の場合に性状変化を生ずる可能性が示された。また、試験施工の際には性状の変化するものとししないものがあった。そこで試験施工に用いられた筑波 1 号について室内で貯蔵試験を行い、試験施工の際と同様の性状変化を示すか検討した。試験に用いた試料は 60 年度試験施工箇所のうち岐阜、堺、大宮で用いたもの、および 62 年度の秋田の試験施工で用いられたものである。岐阜は試験施工の際、貯蔵中に粘度が低下、大宮は上昇、堺と秋田は貯蔵中でもほとんど性状が変化しなかったものである。

これらの試料を 300 ml のブリキ缶容器に密閉し、220℃ の電気オープン中で貯蔵し、60℃ 粘度、伸度（7℃）、IR によるゴム分定量および比粘度を測定した。このうち比粘度とはバインダをトルエンに溶かしてその溶液粘度を測定するものであり、バインダに含まれるゴム分の分子量の大小を比較するものである。すなわち比粘度が低下すればゴムが低分子化したということとなり貯蔵中にゴムの変質を生じたと判断することができる。

試験結果を表-4.2.1.3 に示す。この結果からわかるように試料によって性状の変化は異なる傾向を示した。特に 60℃ 粘度の低下と比粘度の低下には関連があり、貯蔵中の粘度の低下はゴム低分子化によるものと判断される。この中でも秋田で用いた試料は低下がほとんどない。この試料は SBR 70/140 を用いている点が他の試料と異なる点であり、このことから SBR 70/140 の使用が貯蔵安定性について効果があると推定された。なお赤外線吸収によるカルボニル基の有無を調べたが、いずれもカルボニル基は存在せずバインダの酸化は生じていないと判断された。

2) 試作バインダの貯蔵試験

SBR の種類による貯蔵安定性の違いをみるために、3 種の SBR（SBR 50 (H)/140, SBR 70/140, SBR 70 各 6 %）を用いてバインダを試作し、貯蔵試験を行った。また、筑波 1 号は粘度比が低く、加熱混合後の回収バインダの 60℃ 粘度も余り高くないため、ゴム分を減らして粘度比を上げた場合の貯蔵安定性についても検討するため SBR 70/140-4 % のバインダも試作し、合計 4 種類のバインダについて、1) と同様に貯蔵試験を行った。その結果を表-4.2.1.4 に示す。ここでも SBR 70/140-6 % のバインダは貯蔵安定性がよいことが確認された。

(3) まとめ

電気コンロ、電気オープンを用いた簡易な貯蔵試験により次のことがわかった。

① 貯蔵時の温度がバインダの性状変化に影響する。このため貯蔵時の温度は可能な範囲で低いことが望ましい。

② 貯蔵中に 60℃ 粘度の低下するバインダは比粘度も低下する。すなわち貯蔵中の 60℃ 粘度の低下はゴムの低分子化によるものと考えられる。

③ SBR 70/140-6 % 添加のバインダは貯蔵時の性状安定性がよいと考えられる。

表-4.2.1.3 筑波1号試験施工サンプル加熱試験結果

(220℃加熱, 密閉, 攪拌なし)

施工場所	試験項目	試験舗装		加熱時間 (H)					
		出荷時	採取時	0	3	10	24	36	48
秋田	60℃ Vis(p)	11,300	10,800	11,000	10,500	10,500	11,000		10,000
	伸度 7℃	100+	100+	100+	100+	100+	100+		53
	比粘度 * ¹			2.49					2.38
	ゴム量 (%)			6.4					8.1
	カルボニル基			無					無
岐阜	60℃ Vis(p)	8,899	5,780	5,700	5,400	4,400	3,900	3,500	
	伸度 7℃	100+	71	63	54	50	39	37	
	比粘度			1.66				1.07	
	ゴム量 (%)			5.3				4.7	
	カルボニル基			無				無	
堺	60℃ Vis(p)	9,020	8,640	8,200	8,000	5,900	4,600	5,000	
	伸度 7℃	72	86	78	64	58	51	(37)* ²	
	比粘度			1.69				1.23	
	ゴム量 (%)			5.4				4.8	
	カルボニル基			無				無	
大宮	60℃ Vis(p)	13,700	21,200	18,200	18,000	14,000	10,000		9,000
	伸度 7℃	100+	100+	100+	50	65	35		43
	比粘度			3.17					2.21
	ゴム量 (%)			6.6					7.0
	カルボニル基			無					無

注) *¹ 溶液の比粘度: 2.0 g / 20 ml トルエン

測定温度: 30℃

*² 蓋がとんだ

表-4.2.1.4 作成サンプル加熱テスト結果

(密閉-攪拌なし)

種類	試験項目	220℃ 加熱時間			
		0 _h	10 _h	24 _h	7日
50 (H) / 140-6	60℃ Vis 伸度 7℃	11,000 (100+)	10,500	8,000 49	—
70 / 140-6	60℃ Vis 伸度 7℃	11,000 (100+)	11,000	10,500 66	—
70 / 140-4	60℃ Vis 伸度 7℃	7,700 (100+)	6,300	5,200 36	—
70-6	60℃ Vis 伸度 7℃	11,000 (100+)	11,000	9,900 74	—
種類	試験項目	180℃ 加熱時間 (D)			
		0 _h	10 _h	24 _h	7日
50 (H) / 140:6 (%)	60℃ Vis 伸度 7℃	11,000 (100+)	—	—	分離 ゲル化
70 / 140:6 (%)	60℃ Vis 伸度 7℃	11,000 (100+)	—	—	14,000 87
70 / 140:4 (%)	60℃ Vis 伸度 7℃	7,700 (100+)	—	—	11,000 77
70:6 (%)	60℃ Vis 伸度 7℃	11,000 (100+)	—	—	15,000 100+

() ベースの値

4.2.2 ゴム量およびゴムの種類の検討

これまでの検討から、貯蔵時の性状安定性のよいバインダを製造するには

- ① ベースアスファルトとして60℃粘度のある程度高いものを選択する。
- ② 添加するゴムとして SBR70/140 を用いる。

ことが示された。これらの点についてさらに検討するために、現場ケトルをシミュレートした貯蔵試験器を用いて貯蔵試験を実施した。

(1) 使用材料

1) ベースアスファルト

ベースアスファルトとして中程度の粘度特性を示すストレートアスファルトの中からK社の 60/80 アスファルトを選んだ。その性状を表-4.2.2.1 に示す。

表-4.2.2.1 使用アスファルトの性状

(試験成績表による。ただし60℃粘度は測定を行った。)

試験項目	メーカ	K 社
		60-80 ストレートアスファルト
比 重 (25/25℃)		1.028
針入度	1/10mm	71
軟化点	℃	49.0
伸 度 (15℃)	cm	150 以上
三塩化エタン可溶分	%	99.71
引火点	℃	320
薄膜加熱質量変化率	%	-0.03
薄膜加熱針入度変化率	%	60.6
蒸発質量変化率	%	—
蒸発後の針入度比	%	98
動粘度 (120℃)	cSt	926
動粘度 (140℃)	cSt	339
動粘度 (160℃)	cSt	143
動粘度 (180℃)	cSt	72.4
薄膜加熱後の軟化点	℃	—
60℃ 粘 度	poise	2026

2) ゴムラテックス

使用ゴムラテックスは SBR50 (H), SBR70, SBR140 の 3 種類を用いた。これらラテックスの性状を

表-4.2.2.2 に示す。

表-4.2.2.2 使用ゴムラテックスの性状

		SBR 50 (H)	SBR 70	SBR 140
全固型分	%	49.8	50.0	50.0
pH		9.8	10.4	10.5
BF 粘度	c.p.	62	117	110
ムーニー値	ML ₁₊₄	62	70.0	135.5

(2) バインダ作製

貯蔵試験に用いたバインダとして表-4.2.2.3 に示す 4 種類のものを作製した。

表-4.2.2.3 ゴム種およびゴムの添加割合

No	ゴム種の組合せ	添加量 %
1	50 (H)/140	6
2	70/140	6
3	70	6
4	70/140	4

また、バインダの作製は表-4.2.2.4 の条件により行った。

表-4.2.2.4 筑波 1 号製造条件

1) ストアス溶解	135℃の乾燥機に 5 時間			
2) ガスコロで加熱	185℃まで加熱 45 分 (170 r.p.m)			
3) ラテックス	50 (H)/140 または 70/140 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	185℃	7 cm	500 rpm
	5	180℃前後	7	650
	15	〃	3	750
	50 *	185℃	10	900
5) 熟成時間	投入終了後5時間	185 ± 5℃	10	900
6) 加 熱	二重ガスコロ			
7) 羽 根	11cm φ 十字平板パドル型			

備考 * 投入終了時

(3) 貯蔵試験

貯蔵試験では現場の専用ケトル中での貯蔵と同じように攪拌を行った状態での貯蔵の他に、攪拌のない状態でも貯蔵を行い、分離の傾向についても検討することとした。

1) 攪拌貯蔵

(2)で作製した試料およびベースアスファルトとして用いたストレートアスファルトについて貯蔵シミュレート試験器を用いて貯蔵試験を実施した。

この試験器は61年度の共同研究に用いたものを、図-4.2.2.1のように多少改良を施して使用した。貯蔵条件は表-4.2.2.5のとおりであり貯蔵開始時（0日目）、1日目、3日目、7日目に性状試験用にサンプリングを行い、この試料について軟化点、60℃粘度、伸度などの性状試験を行った。

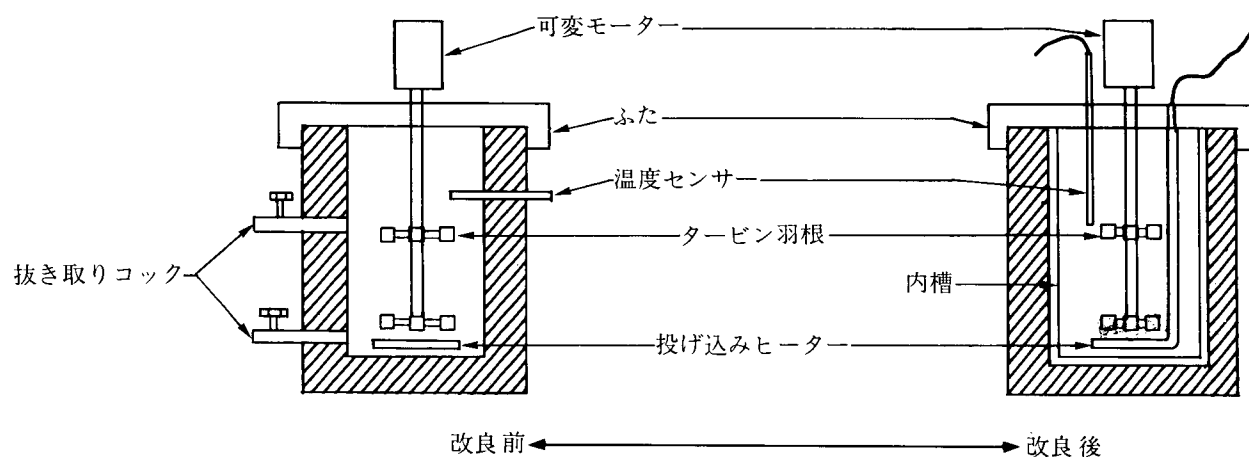


図-4.2.2.1 貯蔵シミュレート試験機（模式図）

表-4.2.2.5 貯蔵条件

貯蔵温度	採取試料	攪拌速度	加熱量	備考
160℃	10 kg	100 rpm	360 ワット hr	ヒータースイッチ 攪拌機連動

2) 無攪拌貯蔵

攪拌貯蔵の条件で最も貯蔵安定性のよいバインダについて、通常のプラントに既設のケトルにおける貯蔵（無攪拌の状態）の場合を想定して無攪拌の状態での貯蔵試験を行い、貯蔵時の性状変化および分離の傾向について検討を行った。なお、この場合、性状試験用のサンプルは貯蔵試験機の上部、下部、各々から採取を行っている。

(4) 試験結果

1) 攪拌貯蔵

攪拌状態での試験結果を表-4.2.2.6、図-4.2.2.2～4.2.2.7に示す。この結果をまとめると次のとおり

となる。

a) 軟化点, 60℃粘度

ストアスは貯蔵中に軟化点, 60℃粘度が上昇傾向であるのに対して, ゴムアスは低下傾向にある。この違いはストアスでは熱による硬化がおこるのに対して, ゴムアスでは, ゴムにより硬化がおさえられ, さらに 4.2.1 で述べたように, ゴムアス中のゴムが低分子化するためであると考えられる。また 50(H)/140-6%と 70/140-6%を比較すると 50(H)/140-6%の方が低下傾向が大きく, 粘度低下防止を考えた場合, SBR 50(H)にかえて SBR 70を使用することは効果があるといえる。70-6%は 70/140-6%よりも少し低下傾向が大きい。70/140-4%はゴム量が少ないため軟化点, 60℃粘度の低下は小さいが貯蔵前の 60℃粘度の値が小さいため貯蔵中に 60℃粘度が筑波 1 号の規格値を外れる結果となった。

b) 伸度 (7℃)

いずれの試料も貯蔵中に低下する傾向を示し 50(H)/140-6%, 70/140-6%では貯蔵 7 日目, 70-6%, 70/140-4%では貯蔵 3 日目より低下した。ただし伸度が低下したとき供試体は太い状態のままでプツンと音をたてて切れており, 通常の劣化アスファルトが低い伸度を示す場合とは異なった状態を示した。

表—4.2.2.6 筑波 1 号 貯蔵試験結果 (攪拌)

試料名	日数	針入度	軟化点(℃)	伸度(cm)*	60℃粘度(poise)	タフネスkg・cm	テナシティkg・cm	粘度比
ストアス	0	68	48.5	100+	2,020	—	—	2.8
	1	64	48.5	100+	2,080	—	—	2.7
	3	61	49.0	100+	2,260	—	—	2.6
	7	58	50.0	100+	2,750	—	—	2.5
50(H)/140 6%	0	—	64.5	100+	15,400	122	80	0.9
	1	—	61.5	100+	12,300	136	92	0.9
	3	—	60.0	100+	10,500	155	107	1.1
	7	—	57.5	27	8,700	192	131	1.6
70/140 6%	0	—	64.0	100+	14,900	132	83	0.9
	1	—	62.5	100+	13,000	147	103	0.9
	3	—	61.5	100+	12,600	167	125	0.9
	7	—	59.5	15	12,200	271	204	1.5
70 6%	0	56	62.0	100+	14,800	115	66	0.9
	1	55	61.5	100+	14,500	136	93	0.9
	3	52	61.0	50	13,300	158	101	0.9
	7	51	58.5	24	10,700	164	106	1.4
70/140 4%	0	—	58.5	100+	8,360	87	37	1.1
	1	—	57.0	100+	7,480	136	71	1.1
	3	—	57.0	23	6,850	114	64	1.5
	7	—	56.0	21	6,760	223	157	1.9

備考 *ストアスは15℃, 他は7℃

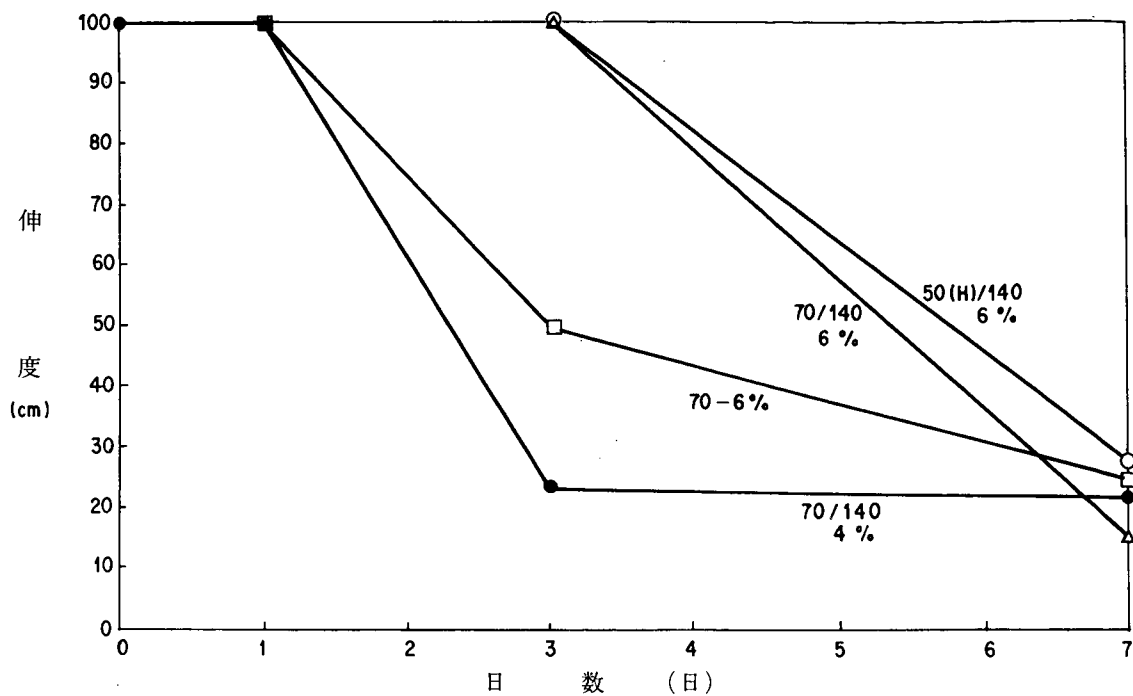


図-4.2.2.2 伸度と貯蔵日数の関係

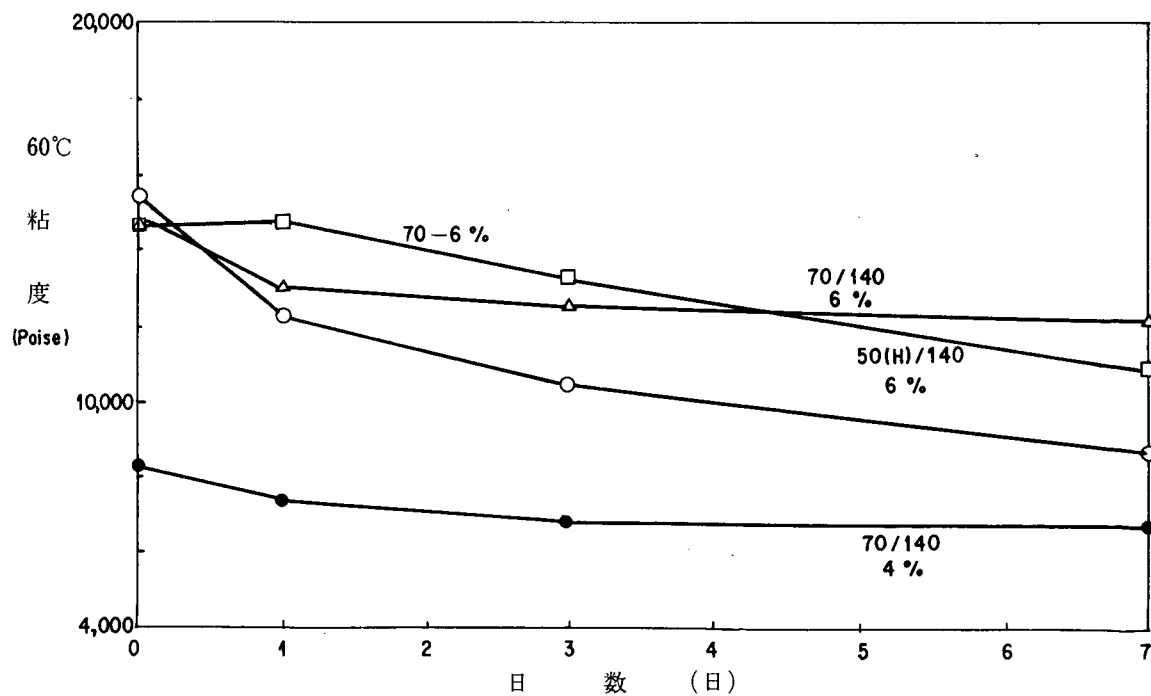


図-4.2.2.3 60°C粘度と貯蔵日数の関係

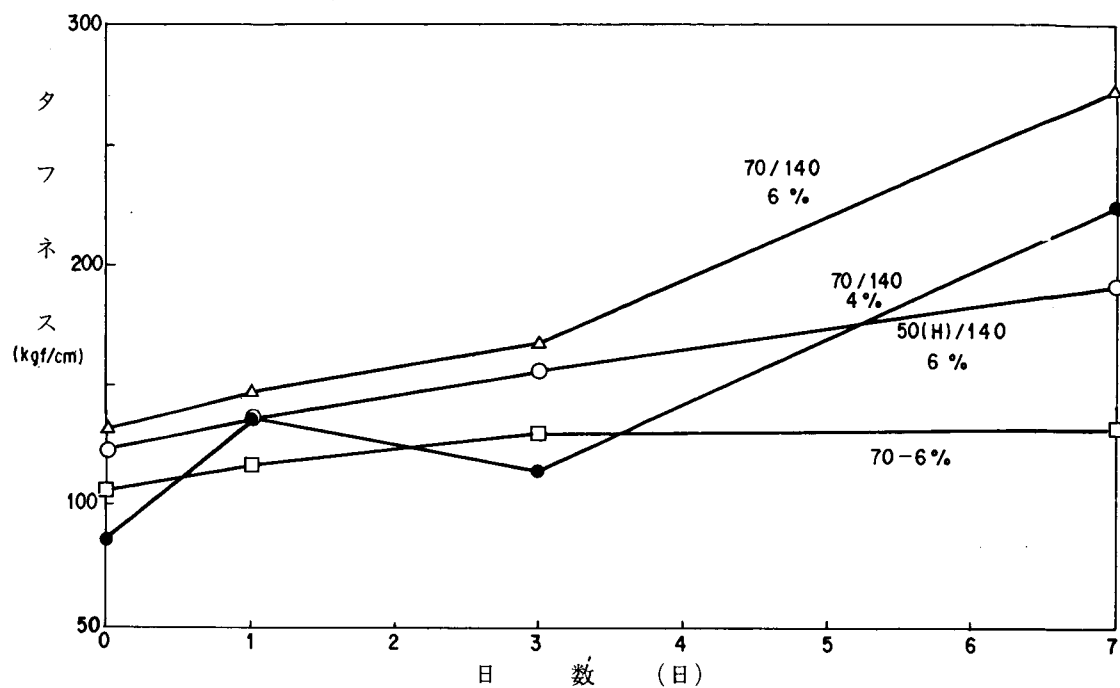


図-4.2.2.4 タフネスと貯蔵日数の関係

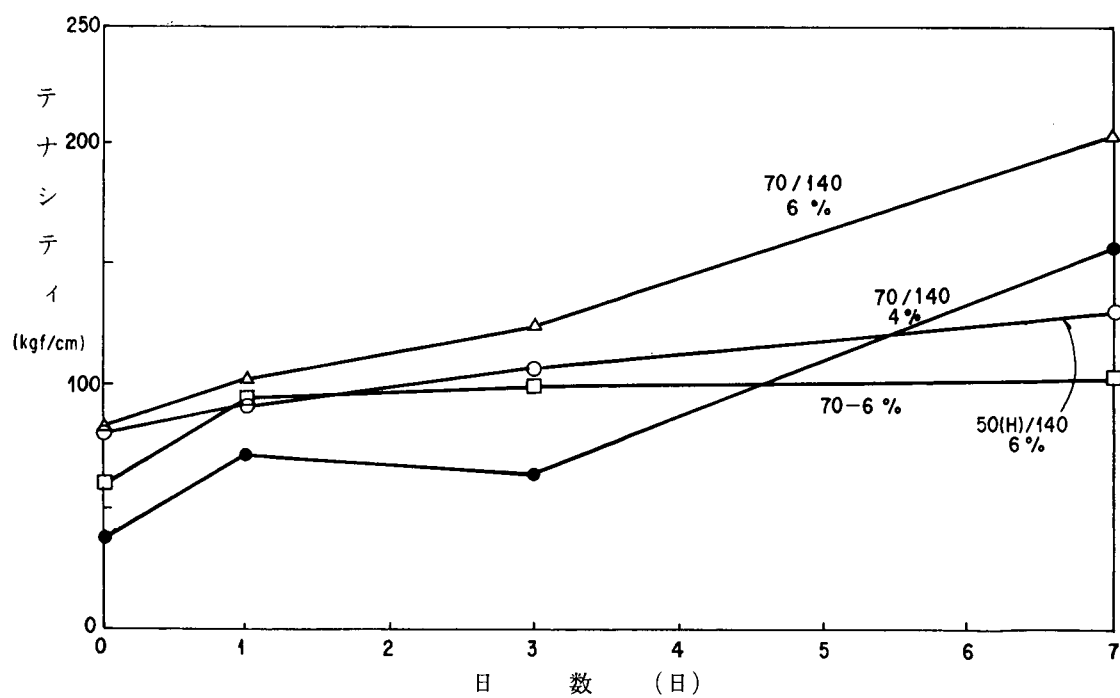


図-4.2.2.5 テナシティーと貯蔵日数の関係

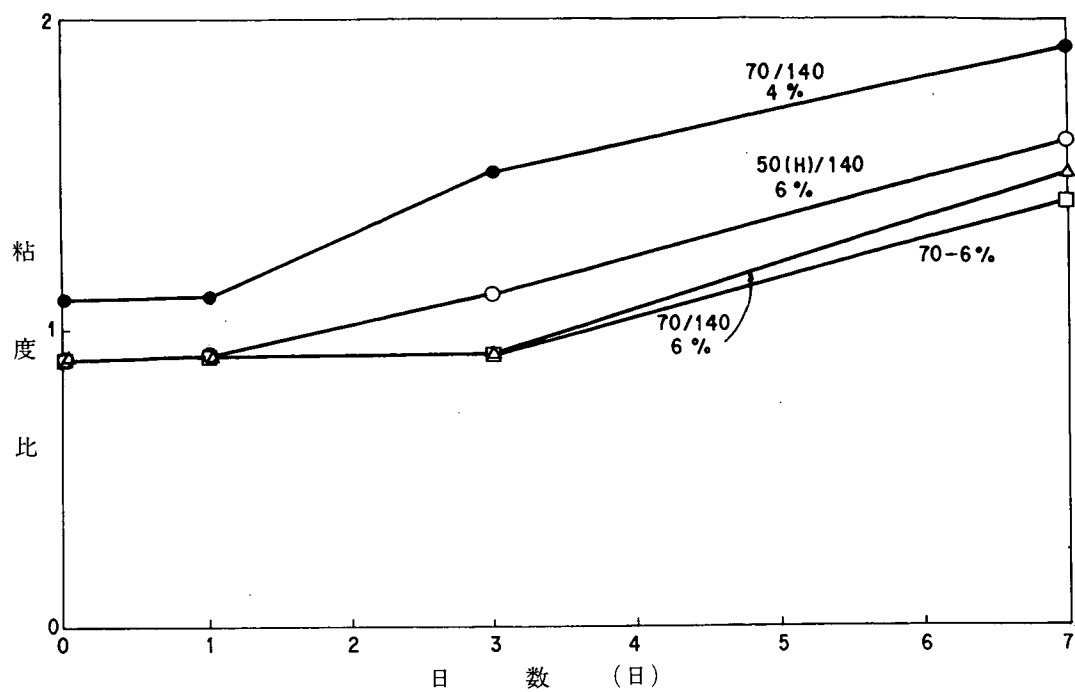


図-4.2.2.6 粘度比と貯蔵日数の関係

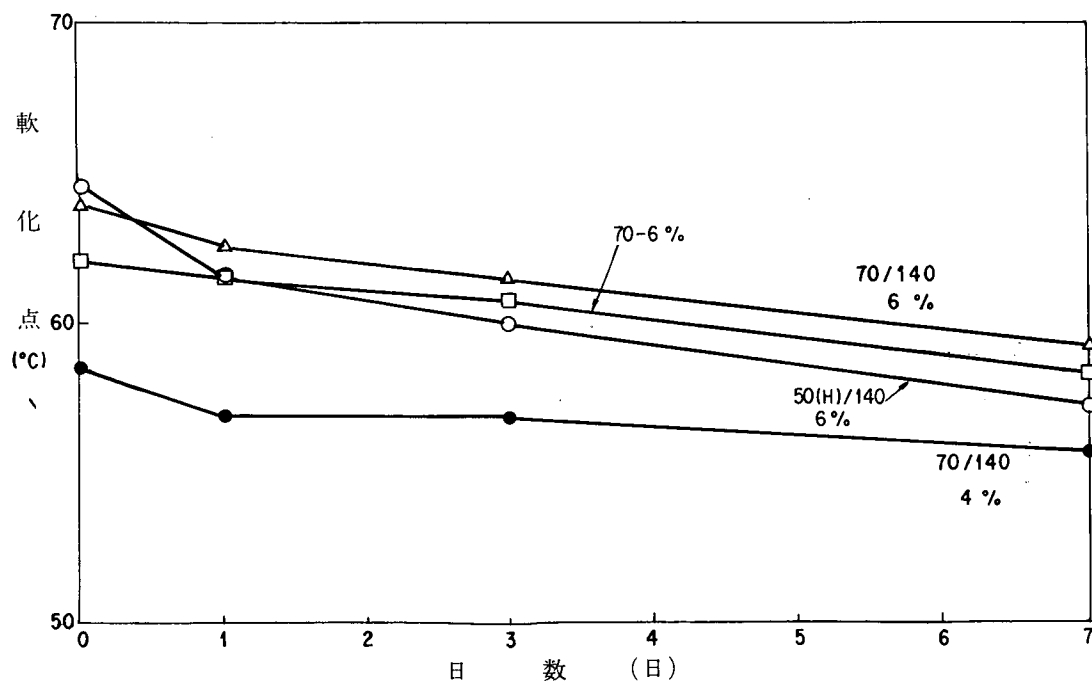


図-4.2.2.7 軟化点と貯蔵日数の関係

c) タフネス・テナシティ

いずれの試料も貯蔵中に上昇する傾向を示し、特に 70/140-6%, 70/140-4% では貯蔵7日目のタフネスが 200 kg・cm以上となり貯蔵開始前の2倍を超す値となった。この時の試料は、応力の最大値が大きくなり、すそ部の応力も大きくなり、ある程度の太さのままのびて切断された。

d) 粘度比

SBR を6% 添加した試料では3日目まで変化がほとんどなく7日目で少し大きな値を示している。一方 70/140-4% は3日目 1.5, 7日目 1.9 であり貯蔵中に粘度比が高くなる傾向が6%よりも多少大きい結果となった。しかし、70/140-4% の薄膜加熱前の 60℃ 粘度が余り高くなかったため、多少粘度比が高くても薄膜加熱後の 60℃ 粘度は余り高いものでなく、SBR の添加量を減じて粘度比を高め薄膜加熱後の粘度を高くすることは現実的ではないと判断される。

2) 無攪拌貯蔵

攪拌試験の結果 70/140-6% のものが最も貯蔵安定性がよいと判断され、この試料について無攪拌状態で貯蔵試験を行った。試験結果を表-4.2.2.7 に示す。貯蔵中の軟化点、60℃ 粘度の上下の差は余り生じておらずゴム分が分離して上層に多くなる様な傾向は認められない。したがって無攪拌の状態で貯蔵してもゴム分の分離は余り生じないと考えられる。しかし、60℃ 粘度の値は1日後から低下傾向を示し攪拌状態で貯蔵した場合とは異なる傾向を示した。これは試料の容積に比較して投げ込みヒーターの容量が大きく、また攪拌がないために、局部的な加熱が生じたためと考えられる。

表-4.2.2.7 筑波1号 貯蔵試験結果

試料名	日数 (日)	針入度	軟化点 (℃)	軟化点 上下の差 (℃)	伸度 (cm)	伸度 上下の差 (℃)	60℃粘度 (Poise)	60℃粘度 上下の差 (Poise)	ゴム量 (%)	備 考
70/140 6 % 無攪拌	0	48	65.0	—	100 +	—	17300	—	6.00	粘度比 0.8 タフネス 131 kg・cm テナシティ 79 kg・cm
	1	上	52	+ 2.0	100 +	0	8170	— 350	5.80	タフネス 111 kg・cm テナシティ 58 kg・cm
		下	—		100 +		8520		—	
	3	上	56	— 3.5	100 +	0	5500	— 1560	5.71	タフネス 100 kg・cm テナシティ 44 kg・cm
		下	—		100 +		7060		—	
	7	上	56	— 2.0	36	—	4300	— 670	5.46	タフネス 120 kg・cm テナシティ 71 kg・cm
		下	—		—		4970		—	
	7攪拌後	55	52.0	—	35	—	4200	—	5.24	タフネス 124 kg・cm テナシティ 71 kg・cm

(5) まとめ

貯蔵シミュレート試験から得られた結果を要約すると次のようである。

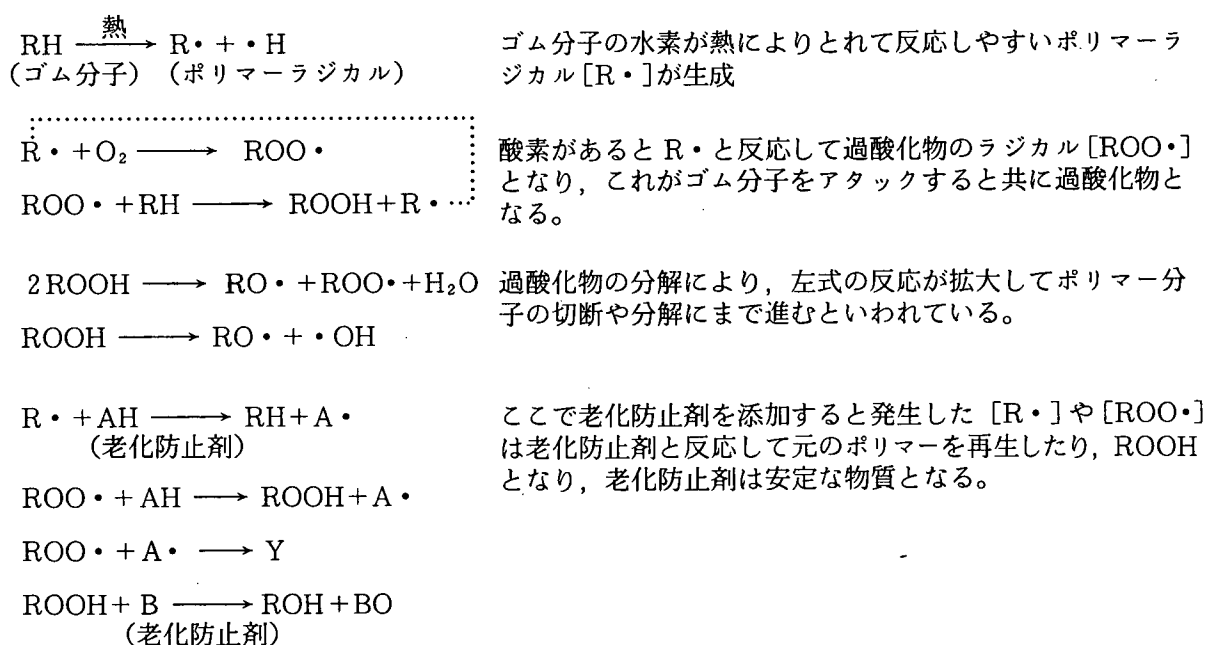
- ① SBR 50 (H) のかわりに SBR 70 を用いると貯蔵安定性がよい。
- ② SBR の添加量は 6% 必要である。
- ③ 貯蔵時に攪拌がなくてもゴム分の分離は生じない。しかしヒーター周辺の局部加熱の恐れがあるので対策を要する。

4.2.3 老化防止剤の検討

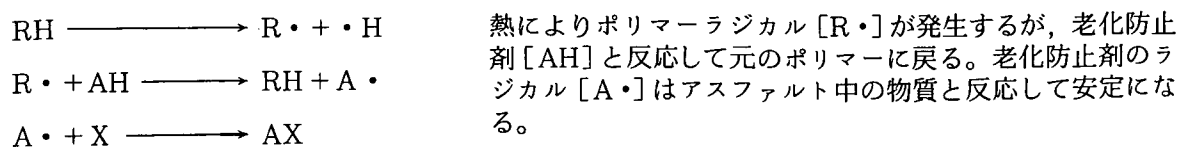
(1) 概要

筑波 1 号は高温の貯蔵 (180 °C) で分離が認められ、60 °C 粘度の低下や溶液粘度の低下等ゴム分の老化と思われる現象が確認されている。前記の貯蔵試験では、筑波 1 号の性状変化を防止する方法として① SBR 70 の使用 ② 貯蔵温度の管理という方法が示された。一方ゴムの低分子化を抑える添加剤 (老化防止剤) によりバインダの性状変化を防止する方法も一つの方策として考えられた。そこで 3 つの系統の 7 種類の老化防止剤による高温貯蔵時の性状変化の検討を行った。

ゴムの熱劣化のメカニズムと老化防止剤の役割は次のように考えられている。



アスファルト中では酸素がないと考えて次のようなメカニズムになるものと思われる。



すなわち、老化防止剤を添加することにより、熱によるポリマー分子の切断や分解をおさえ、バインダの性状変化を防止出来るのではないかと考える。

(2) 試験方法

試験はA、Bの2とおりの方で行った。

試験Aは、老化防止剤を乳化剤もしくは分散剤（老化防止剤を水中に分散させる為の安定剤—乳化剤と同じような役割）であらかじめ水分散液にしておき、これを所定量 SBR 70 に添加した。老化防止剤を添加した SBR 70 をストアスに添加してバイндаとした。

試験Bは、すでにゴムを添加してあるバイндаに、老化防止剤をそのまま所定量添加した。

また、試験A、Bに用いた老化防止剤は以下に示すものを使用した。

試験A：フェノール系老化防止剤2種類（①、②）、アミン系老化防止剤1種類（③）を選び、添加量を変えて効果の程度を検討した。

試験B：系統の異なる老化防止剤の中から3種類（④、⑤、⑥、⑦）を選び老化防止剤の種類による効果の程度を検討した。

1) 使用材料

使用材料等を表-4.2.3.1に示す。

表-4.2.3.1 使用材料と使用量

試験名	バイндаの種類	老 化 防 止 剤	
		種 類	使用量 (対ゴム%)
試験 A	アスファルト：F社（60～80） ゴム：SBR 70 6%	フェノール系 ①	1, 3
		フェノール系 ②	1, 3
		アミン系 ③	1, 3, 10
試験 B	昭和61年度に土木研究所構内で実施した施工性試験の際に貯蔵試験を行った試料	フェノール系 ④	5
		アミン系 ⑤、⑥	5
		キノン系 ⑦	5

2) 貯蔵試験

試験A：試料を150ccのカップに100g取り、アルミホイルで密封（完全密封にはならない）した。次に180℃オープン中に放置し、1日、3日、5日、7日毎に1個ずつ取り出し老化試験の試料とした。

試験B：試料を300ccの缶に300ml取り、オープン中で一方は220℃、10時間、他方は180℃で3日、7日各々放置した。

なお、試験A、B共に加熱貯蔵中には攪拌は行わず静置とし、所定の時間放置した試料を攪拌して老化試験用試料とした。

(3) 試験結果

① 試験A

ゴムの老化の程度を判定する方法としてバインダの溶液粘度を測定した。その結果を図-4.2.3.1および図-4.2.3.2に示す。図-4.2.3.1から分かるように老化防止剤を使用すると無添加の試料に比べて若干の老化抑止効果が伺え、1～2日粘度低下を抑止する効果がある。

図-4.2.3.2から老化防止剤の添加量の増量による効果は明確でない。

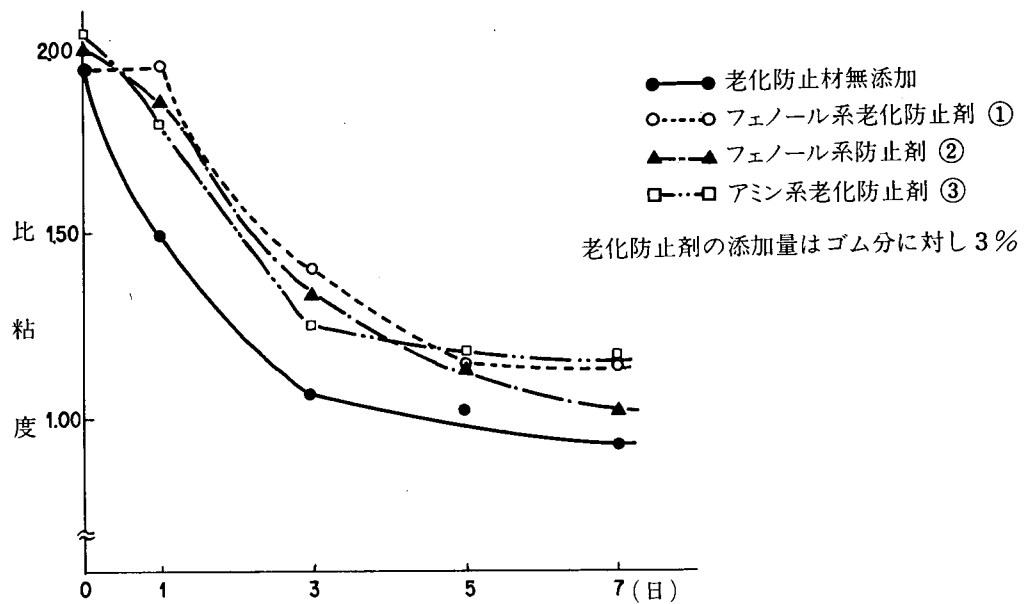


図-4.2.3.1 老化防止剤の種類と経日による溶液粘度低下

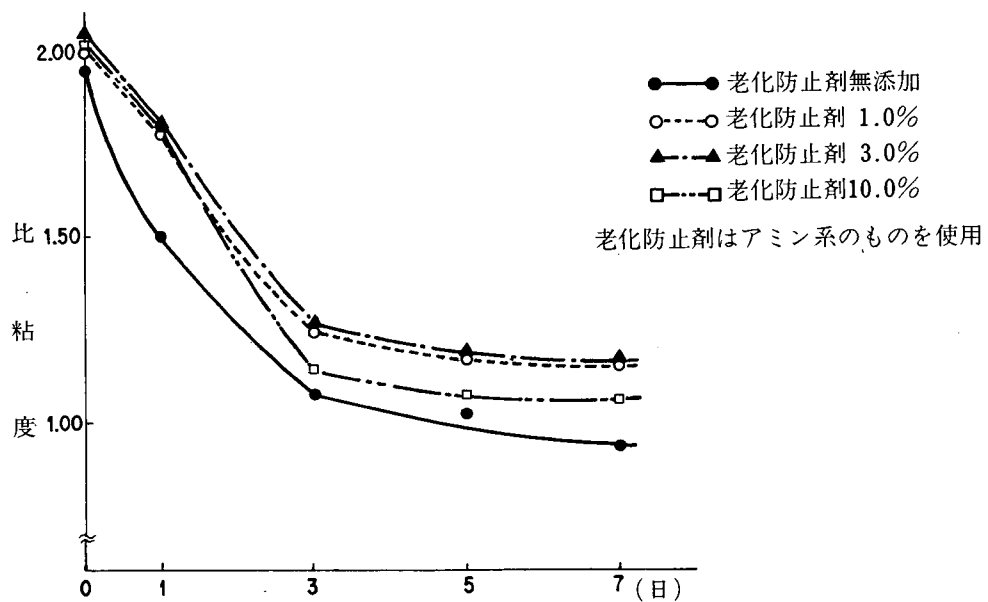


図-4.2.3.2 老化防止剤の添加量と経日による溶液粘度の低下

② 試験B

ここでの老化の判定は60℃粘度の低下をもって判定した。220℃貯蔵結果を図-4.2.3.3に180℃貯蔵結果を図-4.2.3.4に示す。

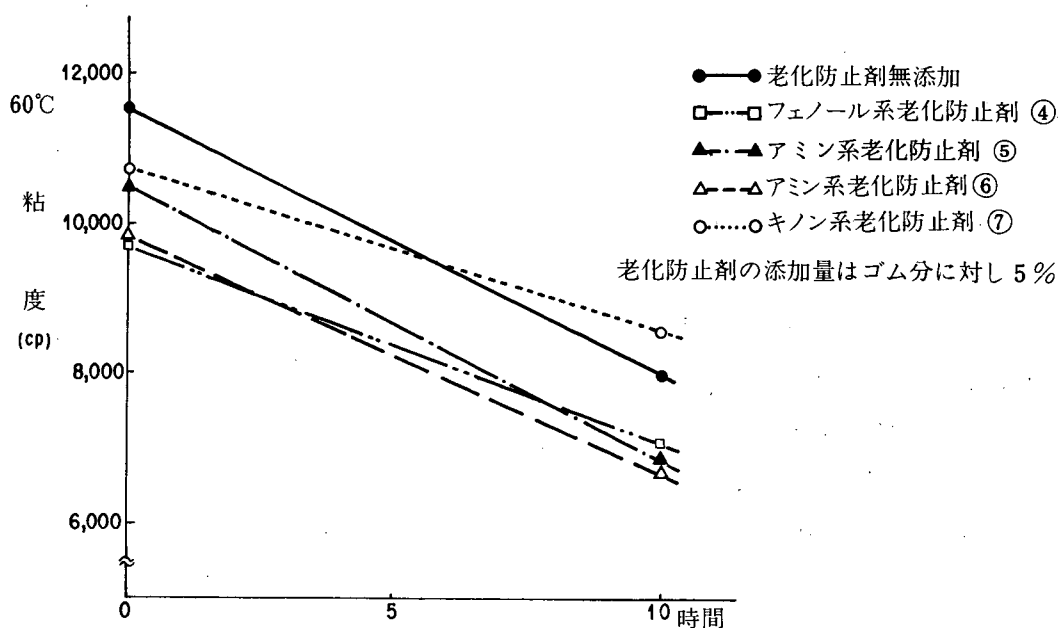


図-4.2.3.3 老化防止剤の種類と経時による粘度低下 (220℃)

図4.2.3.3から分るように220℃という高温での貯蔵試験では、老化防止剤無添加の場合の粘度低下に比べてキノン系およびフェノール系老化防止剤で若干の効果が認められた。

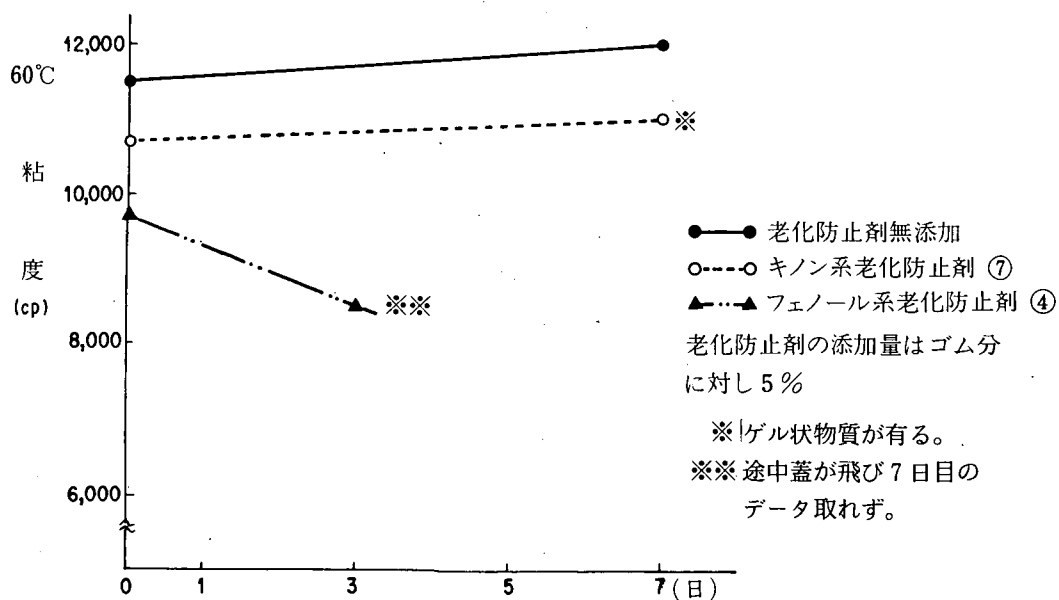


図-4.2.3.4 老化防止剤の種類と経日による粘度低下 (180℃)

また図-4.2.3.4のように、180℃、7日間の貯蔵試験では内部にゲル状物質が発生した。試料容器の蓋が飛んでデータが得られなかった等の理由で老化防止剤の効果がほとんど判定できなかった。

(4) 試験AおよびBのまとめ

筑波1号の高温貯蔵時の老化防止剤添加による効果は若干みられたが、大幅な効果は無く、老化防止剤を添加することによりゴムの低分子化に伴う筑波1号の性状変化を抑える方法としては適切ではないと判断された。なお、このように老化防止剤の効果が認められなかった原因としては180℃あるいはそれ以上の温度で放置した場合、老化防止剤自体の部分的蒸発や老化防止剤の効果が発揮される限界以上に貯蔵条件（温度－時間）が厳しい等の理由によるものと考えられる。

4.2.4 プラントケトル貯蔵試験

前述のように筑波1号の貯蔵時の性状変化について室内試験により検討を行ったが、さらに実際の施工規模で貯蔵した場合の性状変化を確認するために土木研究所内プラントケトルにおいて貯蔵試験を実施した。検討した項目は次のとおりである。

① 筑波1号の貯蔵中の性状変化

② 筑波1号の貯蔵時の攪拌の有無による性状変化および分離傾向

この試験で対象としたバインダは、4.2.1および4.2.2において良好な性状安定性を示したSBR70/140-6%である。

(1) 使用材料

1) ベースアスファルト

使用アスファルトの性状を表-4.2.4.1に示す。

2) ゴムラテックス

使用ゴムラテックスの性状を表-4.2.4.2に示す。

表-4.2.4.2 ゴムラテックスの性状

項目	品名	SBR 70	SBR 140
全固型分 %		50.2	50.3
pH		10.6	10.3
BF粘度 c.p.		122	130
ムーニー粘度 ML ₁₊₄		70.0	139.0

表-4.2.4.1 ベースアスファルトの性状

試験項目		K 社 ストアス60-80
針入度 (25℃) $\frac{1}{10}$ mm		71
軟化点	℃	50.0
伸度	(15℃) cm	150 以上
	(25℃) cm	
引火点	℃	304
蒸発	質量変化率 %	
	後の針入度比 %	100
薄膜加熱	質量変化率 %	-0.01
	針入度変化率 %	64.8
	後の軟化点 ℃	
三塩化エタン可溶分 %		99.72
比重 (25/25℃)		1.030
動粘度 (cSt)	(120℃)	1090
	(140℃)	382
	(160℃)	163
	(180℃)	84.0

(2) バインダの製造

61年度報告書図-4.1の製造工程図に従い、SBR 50 (H)/140 を SBR 70/140 に替えてバインダを工場で製造した。

(3) バインダ性状

製造されたバインダを工場から出荷する際に抜き取り、性状試験を行った。出荷時のバインダ性状を表-4.2.4.3に示す。

表-4.2.4.3 バインダ性状

項 目	性 状 値
針入度 1/10 mm	54
軟化点 °C	64.0
7°C 伸度 cm	100+
60°C 粘度 poise	13700
タフネス kgf・cm	116
テナシティ kgf・cm	70
200°C 粘度 cp	242
薄膜加熱減量 %	-0.06
粘度比	1.1
比 重	1.024

(4) プラントケトル貯蔵試験方法

工場で製造したバインダを土木研究所のプラント(日工 NAPU-300 ABL)付属のアスファルトケトル2基(内容積各約5 m³)に貯蔵し、その性状変化を調査した。

1基のケトルには取り外し式の攪拌機をケトル上面に設けられたマンホールに設置し緩やかな攪拌がある状態で貯蔵した。攪拌機の回転数は300 rpmであり、ケトルのヒーター入力時に回転するようにセットした。他方のケトルには攪拌機をセットしない状態で貯蔵した。

バインダの貯蔵温度を160°Cに保ち、1, 3, 7, 8, 14, 22日目にサンプリングを行った。攪拌機を設置しないケトルにおけるバインダのサンプリングは上のマンホールと下のドレイン管各々より注意深く行った。また、この攪拌機なしのケトルによる貯蔵については、8日目にプラントに付属のバインダ循環用ポンプを用いて3時間プラント配管内を循環運転をした後、ケトル上部、下部よりサンプリングを行った。さらに14日目にも同様に2時間循環してからバインダーのサンプリングを行った。

(5) 試験結果

貯蔵時のバインダ性状を表-4.2.4.4および図-4.2.4.1～4.2.4.7に示す。

1) 攪拌した状態での性状変化

針入度はやや低下傾向があるが、軟化点はほぼ一定である。また伸度は3日目で低下し、規格値50cmを下回った。タフネス、テナシティは増加傾向にあり、60°C粘度も若干上昇傾向にあった。

2) 攪拌しない状態での性状変化

各性状および IR により求めたゴム含有量は、ケトル上部と下部のバインダで違いが認められ、攪拌のない場合はバインダおよびゴム分の分離が多少生じていると考えられる。ケトル上部と下部のバインダ性状を平均すると、その値は攪拌ケトルのバインダ性状とほぼ同じ値を示しており、無攪拌で貯蔵した場合でもバインダ全体としての性状変化は攪拌ケトルによる貯蔵の場合と大きな差はないと推定された。

さらに、無攪拌ケトルにおいてサンプリング直前にポンプ循環を行った場合、ケトル上部、下部でのバインダ性状およびゴム含有量の差はほとんどなくなった。以上のことから無攪拌の状態で貯蔵した場合でも性状の変化は小さく、また分離の傾向もポンプ循環により解決できることがわかり、通常のプラントに設置されているケトルを使用しても十分筑波 1 号の貯蔵が可能であると判断された。

表-4.2.4.4 プラントケトル貯蔵試験結果

区分	貯蔵 日数	針入度	軟化点 ℃	(上下差) ℃	伸度 cm	タフネス kg f・cm	テナシティ kg f・cm	60℃粘度 poise	(上下差) poise	ゴム分 %	(上下差) %
攪 拌 ケ ッ ト ル	0	50	65.0		100 +	161	112	11410		5.90	
	1	46	64.5		100 +	174	124	11650		5.80	
	3	46	64.0		19	226	169	13200		5.85	
	7	43	63.5		32	274	219	12500		5.90	
	14	44	65.0		20	320	260	13800		5.66	
	22	48	64.0		25	534	463	15000		5.65	
無 攪 拌 ケ ッ ト ル	0	49	65.5		100 +	155	106	11640		5.80	
	1 上	46	66.0	+ 2.0	100 +	165	117	11610	+ 770	5.95	+ 0.10
	1 下	45	64.0		100 +	180	128	10840		5.85	
	3 上	45	66.0	+ 2.0	21	165	118	15000	+ 3460	6.15	+ 0.74
	3 下	45	64.0		19	203	149	11540		5.41	
	7 上	46	67.0	+ 4.0	20	246	193	16000	+ 4800	6.10	+ 0.88
	7 下	43	63.0		26	262	207	11200		5.22	
	14 上	48	65.0	+ 0.5	16	327	274	13700	+ 1200	5.71	+ 0.20
	14 下	44	64.5		12	303	244	12500		5.51	
	22 上	48	66.0		17	402	336	13000		5.65	
全 上 循 環 後	8 上	47	64.0	0.0	20	269	217	11500	- 1000	5.61	+ 0.15
	8 下	44	64.0		19	283	226	12500		5.46	
	14 上	45	64.0	- 1.0	12	366	305	12700	- 1000	5.66	+ 0.05
	14 下	48	65.0		13	349	291	13700		5.61	

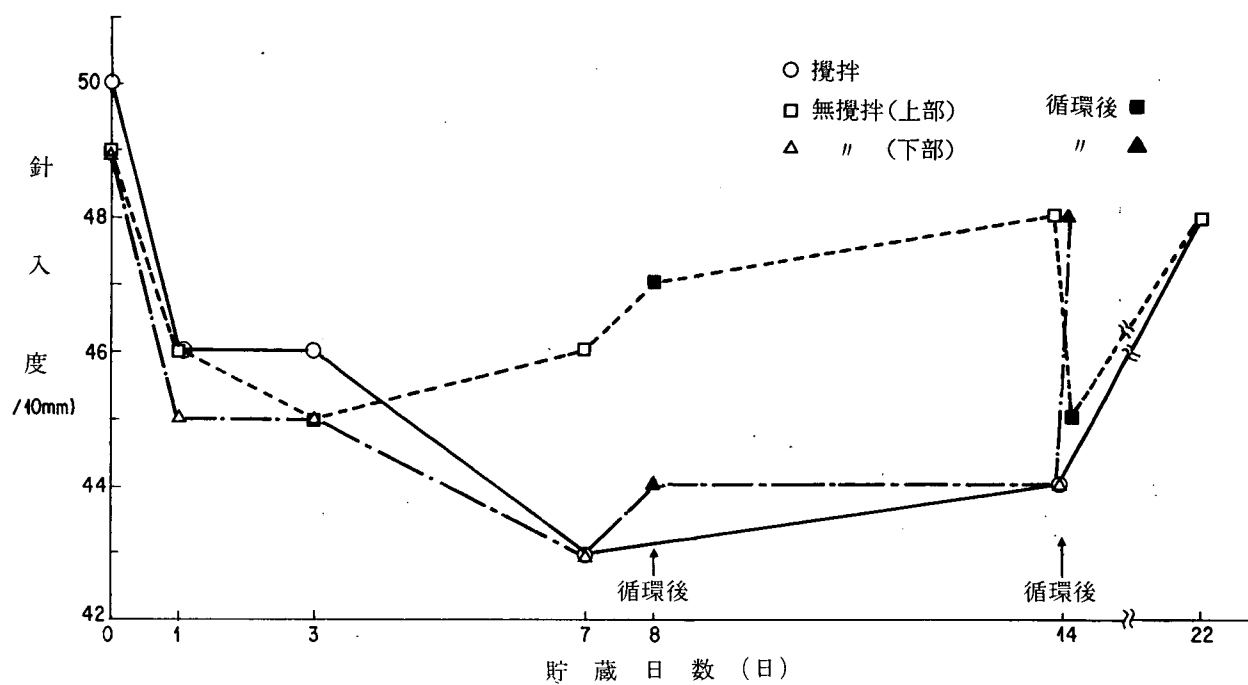


図-4.2.4.1 貯蔵日数と針入度の関係

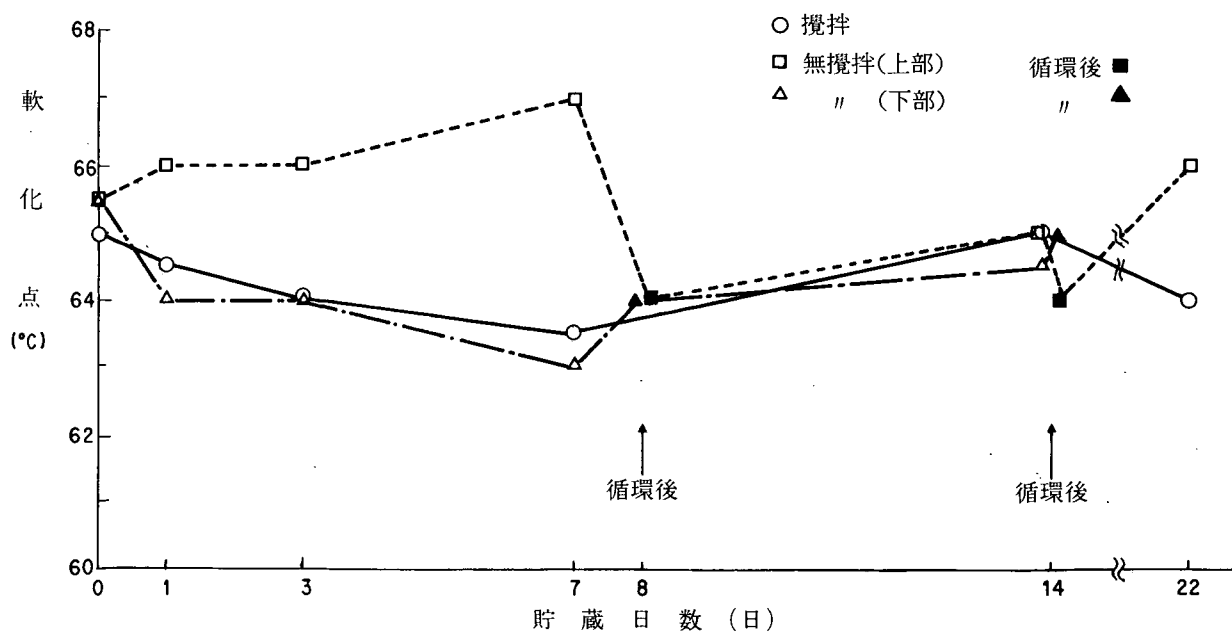


図-4.2.4.2 貯蔵日数と軟化点の関係

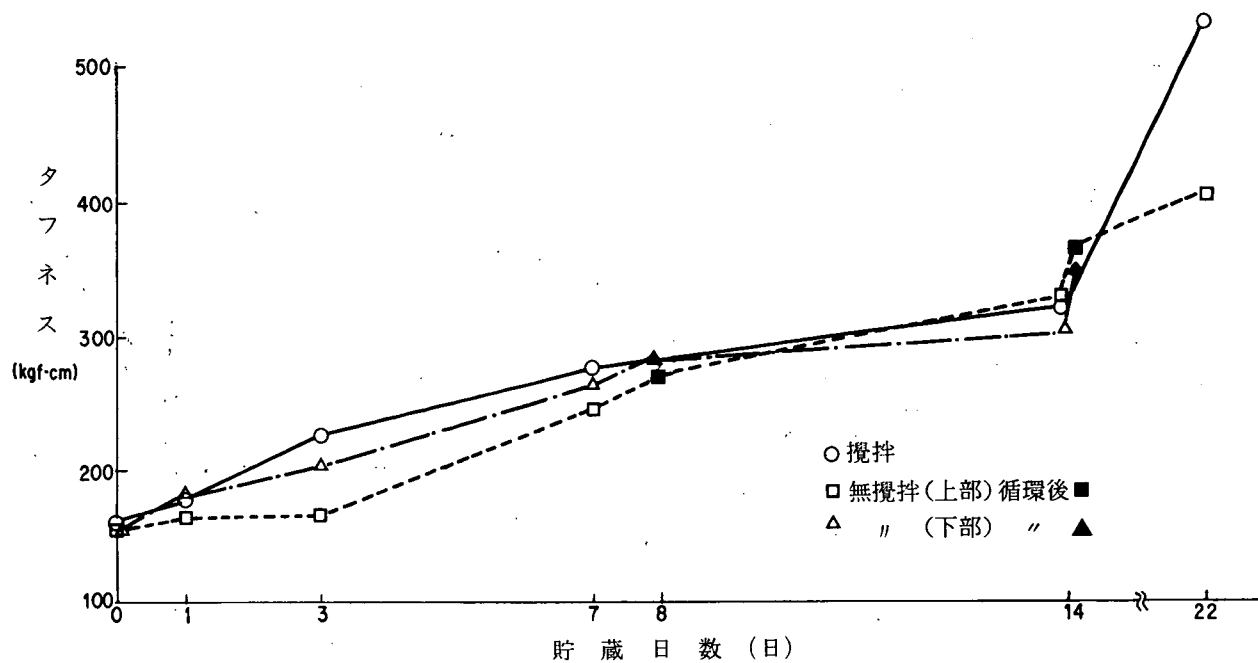


図-4.2.4.3 貯蔵日数とタフネスの関係

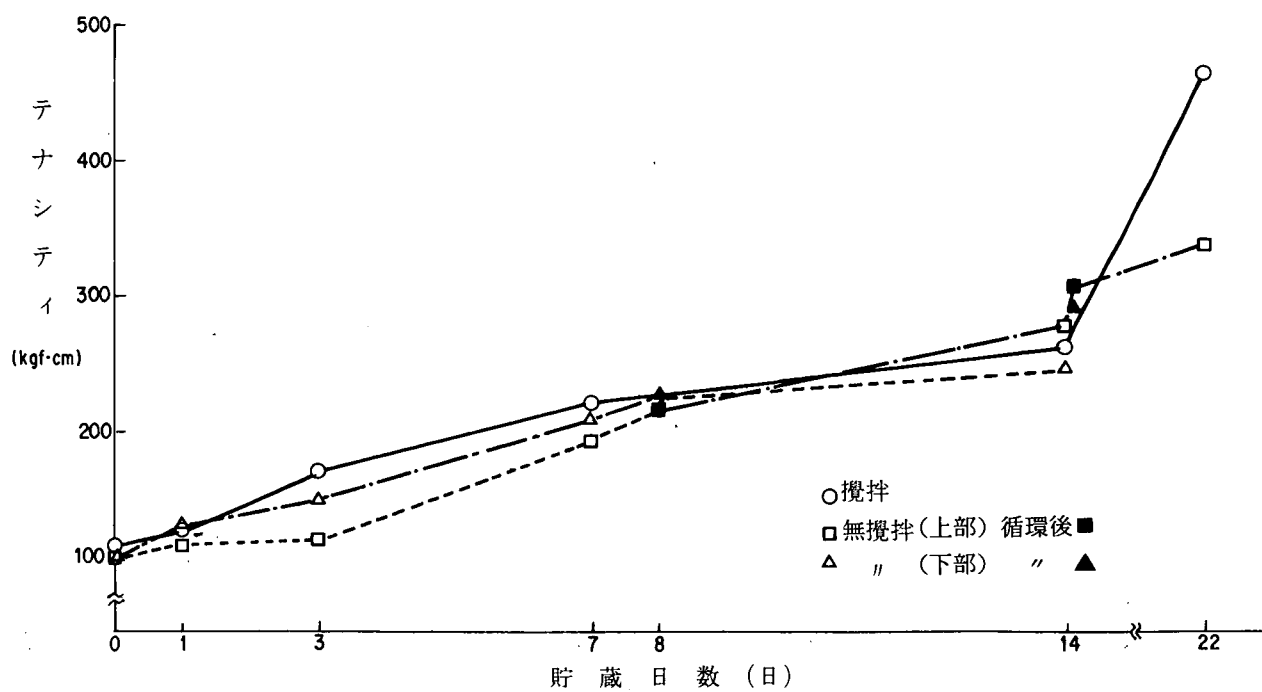


図-4.2.4.4 貯蔵日数とテナシティの関係

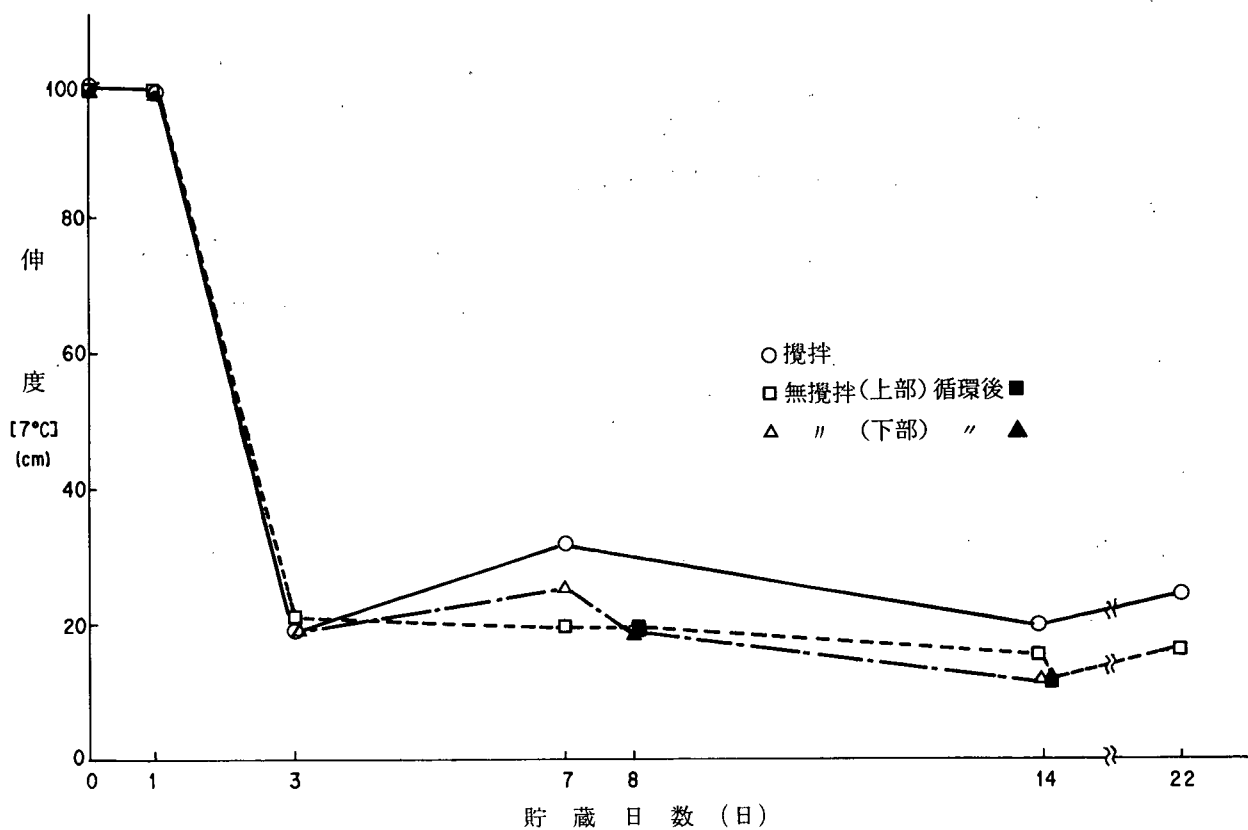


図-4.2.4.5 貯蔵日数と伸度 (7°C) の関係

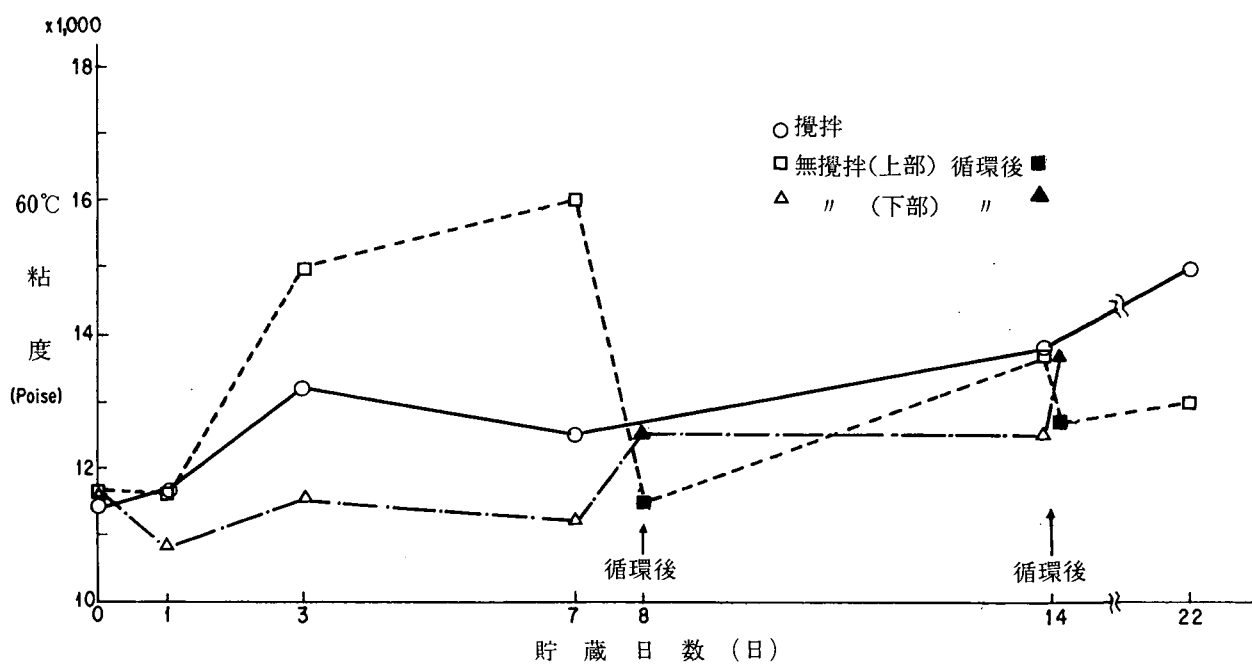


図-4.2.4.6 貯蔵日数と 60°C 粘度の関係

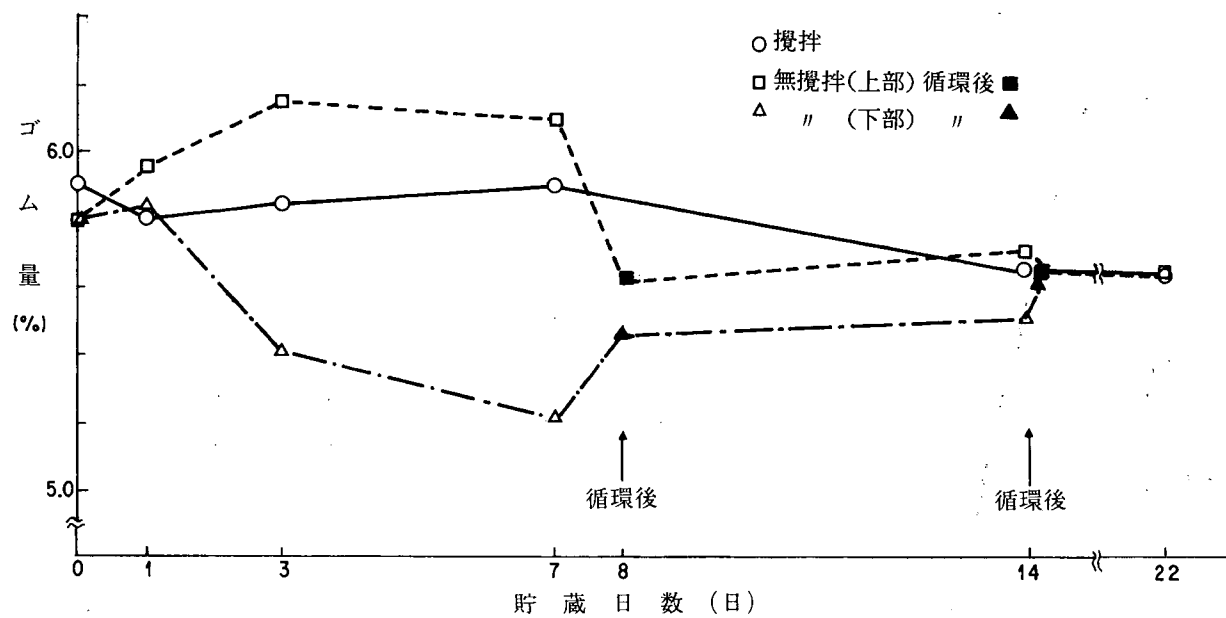


図-4.2.4.7 貯蔵日数とゴム量の関係

(6) まとめ

今回のプラントケトルを使用した貯蔵試験では、攪拌あり、なしのいずれの状態でも、伸度を除き問題となるような性状変化は認められなかった。また攪拌のない状態で貯蔵してもプラント付属のポンプを用いて配管内を循環させることにより、ゴム分の分離は防止できることがわかり次のような結論が得られた。

① SBR 70/140 のゴムを用い、ベースアスファルトを 120℃粘度により選定してバイндаを作製すれば貯蔵中の性状変化はある程度防止できる。

② プラントのケトルにおいても筑波 1 号の貯蔵は可能である。ただし、この場合プラント配管の付属のポンプによりバイндаを配管内で 2～3 時間循環させることが望ましい。

4.2.5 バイнда試験のまとめ

室内貯蔵試験、現場ケトル貯蔵試験より得られた結果をまとめると次のようである。

① SBR 70/140 を 6% 添加したバイндаが最も貯蔵時の安定性に優れている。しかし、このバイндаについても貯蔵中に伸度が低下するという問題は残されている。

② 貯蔵時の性状安定性向上、および薄膜加熱における粘度比上昇のために SBR の添加量を減ずることは適切でない。

③ 老化防止剤の使用は筑波 1 号の性状安定性に大きな効果はないため、老化防止剤を添加する必要はない。

④ 貯蔵時の性状を安定化させるためには貯蔵温度を可能な範囲で低くする（160℃程度）ことも重要である。

⑤ 筑波 1 号は通常のプラントのケトル（攪拌機なし）で貯蔵してもゴム分の分離はあまり生じない。また多少の分離が発生してもプラントのアスファルト配管内を循環させることにより全く均一な状態にすることができる。従って今後は攪拌機付きの専用ケトルを使用する必要はないと判断された。

4.3 混合物試験

4.3.1 概要

60年および61年の筑波 1 号の試験舗装において、56～58年の開発研究時の結果と性状が異なる（例えば、動的安定度（DS）の違いなど）ことが指摘された。この原因を確認するため、貯蔵前後のバイндаによる混合物性状、粒度および転圧条件の変化による混合物性状等の室内試験比較、ならびに、プラントケトルで 7 日貯蔵したバイндаでプラント混合物を作製し、混合物試験を実施した。

4.3.2 使用材料

混合物試験に用いた材料は以下のとおりである。

1) 骨材

室内およびプラントの混合物試験に使用する粒度は密粒（20）、密粒（20F）および細粒（13F）とした。使用した骨材の種類、産地および材種を表 4.3.1 に示す。

表-4.3.1 使用骨材の種類

種 類	産 地	材 種
5 号 砕 石	日本砕石 茨城県石岡市染谷	硬 質 砂 岩
6 号 砕 石	" "	"
7 号 砕 石	" "	"
粗 砂	青木建材 茨城県霞ヶ浦	川 砂
細 砂	" "	"
石 砂	菱光石灰 埼玉県秩父郡横瀬村横瀬	炭酸カルシウム

使用した骨材の試験は表-4.3.2の項目と方法で行い、骨材試験の結果は表-4.3.3に示すとおりであった。

表-4.3.2 試験項目および試験方法

試 験 項 目	試 験 方 法
比重および吸水量試験	JIS A 1109, 1110
ふるい分け試験	JIS A 1104

表-4.3.3 骨材試験結果

試 験 項 目			5 号	6 号	7 号	粗 砂	細 砂	石 粉	
比 重	表 乾		2.683	2.706	2.677	2.626	2.566	—	
	カ サ		2.669	2.688	2.636	2.580	2.495	—	
	見 掛		2.708	2.736	2.749	2.705	2.687	2.726	
吸 水 量 (%)			0.541	0.654	1.60	1.80	2.85	—	
粒 度 (通過重量百分率) (%)	フルイ目の開き		フルイ目の 呼 び 寸 法 (mm)	5 号	6 号	7 号	粗 砂	細 砂	石 粉
	(mm)	(in)							
		1	25	100					
	19.1	3/4	20	92.2	100				
	12.7	1/2	13	10.5	97.2	100	100	100	
	4.76	4	5	0	15.2	98.3	99.6	100	
	2.38	8	2.5		2.2	23.5	89.6	99.6	
	0.59	30	0.6		1.4	4.4	47.6	69.9	
	0.297	50	0.3		1.2	3.8	15.5	28.7	100
	0.149	100	0.15		1.1	3.4	2.0	2.6	99.0
	0.074	200	0.074		0.9	2.9	0.2	0.5	89.1

2) 配合比および合成粒度

アスファルト舗装要綱の中央粒度を目標に配合設計を行った。密粒(20)、密粒(20F)および細粒G(13F)の骨材配合比と合成粒度は表-4.3.4に示すとおりである。

表-4.3.4 骨材配合比および合成粒度

骨 材 種		5号碎石	6 号	7 号	粗 砂	細 砂	石 粉	密 粒(20)		密 粒(20F)		細粒G(13F)	
配 合 比	密 粒(20)	20	29	10	24	12	5	合 成 粒 度	予 定 粒 度	合 成 粒 度	予 定 粒 度	合 成 粒 度	予 定 粒 度
	密 粒(20F)	18	22	11	10	30	9						
	細粒G(13F)	—	35	6	—	47	12						
通 過 重 量 百 分 率 %	25 mm	100						100	100	100	100		
	20	92.2	100					98.4	97.5	98.6	97.5	100	100
	13	10.5	97.2	100	100			81.3	82.5	83.4	85	99.0	97.5
	5	0	15.2	98.3	99.6	100		55.1	55.0	63.1	62	70.2	70
	2.5		2.2	23.5	89.6	99.6		41.5	42.5	49.0	50	61.0	55
	0.6		1.4	4.4	47.6	69.9		25.6	24.0	35.5	35	45.7	50
	0.3		1.2	3.8	15.5	28.7	100	12.9	15.5	19.9	24.5	26.1	32.5
	0.15		1.1	3.4	2.0	2.6	99.0	6.4	11.0	10.5	14.5	13.7	17.5
	0.074		0.9	2.9	0.2	0.5	89.1	5.2	6.0	8.7	8.5	11.4	10.5

3) バインダ

混合物試験に使用したバインダは4.2.4で述べたSBR 70/140の筑波1号である。

混合物試験はプラントで実際に貯蔵したバインダを使用し、室内で混合物を作製する室内混合物試験とプラントで混合物を製造し、室内で供試体に成型するプラント混合試験を実施した。

室内混合物試験では、筑波1号をプラントに納入した直後の貯蔵0日目、貯蔵3日目、同じく7日目にサンプリングしたバインダを使用した。また、今回製造した筑波1号のベースアスファルトについても比較のため混合物試験を行った。

一方、プラント混合物試験では7日貯蔵のみのバインダを用いた。

混合物試験に用いたバインダの性状を表-4.3.5に示す。

4.3.3 室内試験

室内試験として、マーシャル試験、ホイールトラッキング試験を行った。

(1) 試験方法

1) マーシャル試験

マーシャル試験は配合設計による最適バインダ量(OAC)の決定とバインダ量を変化させた場合の水の影響を検討するため、密粒(20)混合物で、96時間水浸残留安定度の測定を行った。

マーシャル試験の組合わせと条件は表-4.3.6のとおりである。また、配合設計時のマーシャル供試体の基準値はアスファルト舗装要綱に準じた。

表-4.3.5 使用バインダの性状

試験項目	バインダ名 ストレートアスファルト 60 / 80	筑 波 1 号		
		貯蔵 0 日目	貯蔵 3 日目	貯蔵 7 日目
針 入 度 1/10mm	71	50	46	43
軟 化 点 °C	47.0	65.0	64.0	63.5
伸 度 cm	(15°C) 100 + (10°C) 31	(7°C) 100 +	(7°C) 19	(7°C) 32
タフネス kg・cm	——	161	226	274
テナシティ kg・cm	——	112	169	219
60°C 粘度 poise	2026	11400	13200	12500
粘 度 cst	(120°C) 926 (160°C) 143	——	——	——
薄膜加熱減量 %	- 0.03	——	——	——
粘 度 比	——	——	——	——
比 重	1.028	1.024	1.024	1.024

表-4.3.6 マーシャル試験組合わせと条件

項 目		バインダ			ストレートアスファルト	
粒 度		密粒(20)	密粒(20F)	細G(13F)	密粒(20)	密粒(20F)
供試体作製 条 件	混 合 温 度	190 °C			155 °C	
	締固め温度	180 °C			143 °C	
マーシャル安定度試験		○	○	○	○	○
96時間, 60°C 水浸残留強度		○			○	

(注) ○印実施項目 (n = 3)

2) ホイールトラッキング試験

ホイールトラッキング試験は次の影響を調べる目的で実施した。

① バインダの影響：貯蔵によるバインダ性状変化が混合物性状に与える影響について調べるため、貯蔵 0 日、3 日および 7 日目の筑波 1 号と比較のためストアスについて試験した。

② 粒度の影響：筑波 1 号について密粒 (20)、密粒 (20F)、細粒 G (13F) の 3 粒度、比較としてストアス密粒 (20) を試験した。

③ 温度の影響：筑波 1 号で混合・締固め温度を標準の 190・180°C、低温側の 180・160°C、高温側の 200・190°C に変えて試験した (密粒 20)。

④ バインダ量の影響：OAC - 0.3 %, OAC, OAC + 0.3 % の 3 点で③の各温度条件について試験し

た。この組合せと条件は表-4.3.7 に示す。

表-4.3.7 ホイールトラッキング試験組合せと条件

バインダ	筑波 1 号 0 日目										筑波 3 日	筑波 7 日	ストアス			
粒 度	密 粒 (20)								細 G (13 F)	密 (20 F)	密粒 (20)		密粒 (20)			
混合 温度	180				190		200		190	190	190		(155)			
締 固 温度	160				180		190		180	180	180		(143)			
バインダ量	-0.3	OAC	+0.3	OAC	-0.3	OAC	+0.3	-0.3	OAC	OAC	OAC	OAC	OAC	-0.3	OAC	+0.3
転 圧	標 準			多	標 準			標 準		標準	標準	標準	標 準		標 準	
混合 時間	アスファルトミキサー：ドライ 5 秒 ウェット 2 分															

なお、供試体作製条件および試験条件については、4.3.4 プラント混合試験、(3)に示した。

(2) 試験結果

混合物の室内試験の結果を以下に示す。

1) マーシャル試験

① OAC の決定

各粒度と各バインダについて、OACにおけるマーシャル試験結果を表-4.3.8 に示す。

表-4.3.8 マーシャル試験結果

バインダー	粒 度	OAC% (共通範囲)	密 度 g/cm ³	空隙率 %	飽和度 %	安定度 kgf	フロー値 1/100cm	S / F 100 kg/cm
筑波1号	密 粒(20)	5.4 (5.05~5.8)	2.388	3.8	76	1300	25	52
	密 粒(20F)	5.6 (5.35~5.9)	2.391	3.6	78	1200	26	46
	細粒G(13F)	6.4 (6.0~6.8)	2.360	3.7	80	1200	32	37.5
ストレート アスファルト	密 粒(20)	5.4 (5.0~5.8)	2.389	3.9	76	1100	27	41
	密 粒(20F)	5.7 (5.45~6.0)	2.385	3.5	78	1040	29	36

この結果、密粒(20)では筑波1号、ストアスとも同じ5.4%、密粒(20F)は筑波1号が5.6%、ストアスが5.7%と、筑波1号が0.1%少なかった。細粒G(13F)は筑波1号のみで6.4%とそれぞれOAC(最適バインダ量)を決定した。

② 水浸残留安定度

バインダ量の増減による水の影響をみるために行った96時間水浸マーシャル試験の結果を表-4.3.9、

図-4.3.1 に示す。

表-4.3.9 96時間水浸残留安定度結果（粒度：密粒（20））

バインダ名 項目 バインダ量		筑 波 1 号			ストレートアスファルト		
		安 定 度 kg	フ ロー 値 1/100 cm	残 留 安 定 度 %	安 定 度 kg	フ ロー 値 1/100 cm	残 留 安 定 度 %
4.5 %	標 準	1250	23	76	988	29	76
	水 浸	947	37		754	32	
5.0	標 準	1292	25	82	1033	25	74
	水 浸	1058	33		767	34	
5.5	標 準	1291	25	84	971	24	70
	水 浸	1087	36		685	33	
6.0	標 準	1259	33	84	1152	30	76
	水 浸	1061	37		873	37	
6.5	標 準	1148	43	93	992	33	83
	水 浸	1070	43		828	36	
備 考		OAC 5.4 % (共通範囲 5.0 ~ 5.8 %)			OAC 5.4 % (共通範囲 5.0 ~ 5.8 %)		

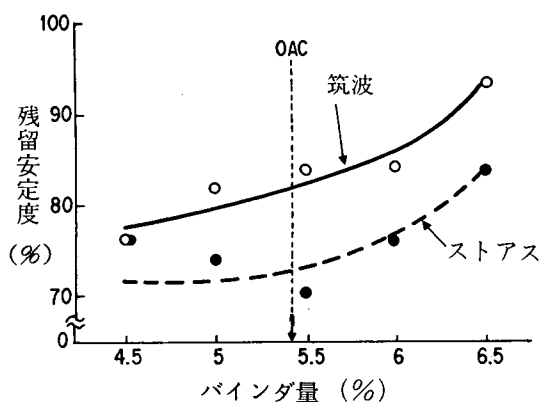


図-4.3.1 96時間水浸残留安定度（OAC 5.4%）

この結果、残留安定度は筑波1号とストアスでは10%程度の差があり筑波1号が高い。バインダ量が減少すると残留安定度は低下し、増加すると高くなり、混合物の水に対する耐久性は、筑波1号の方が、バインダ量の多いほど高かった。

2) ホイールトラッキング試験

各種組合わせと条件によるホイールトラッキング試験結果を表-4.3.10、図-4.3.2～5に示す。表中の「再試験中」の項は、データがばらつき、DSの変動係数が20%を超えたため、再度試験を行うことにした。

表-4.3.10 ホイールトラッキング試験結果

粒 度		密 粒 (20)										細G (13F)	密 (20F)	密 粒 (20)				
バ イ ン ダ		筑波 0 日目								筑 波 3 日目	筑 波 7 日目	筑 波 0 日目	筑 波 0 日目	ストレートアスファルト 60-80				
混 合 温 度		180				190				200		190	190	190	190	155		
締 固 温 度		160				180				190		180	180	180	180	143		
バ イ ン ダ 量		-0.3	OAC	+0.3	OAC	-0.3	OAC	+0.3	-0.3	OAC	OAC	OAC	OAC	OAC	OAC	-0.3	OAC	+0.3
転 圧		標 準			多		標 準						標 準	標 準	標 準			
混 合 時 間		dry 5 秒 wet 2 分																
密 度 (g/cm ³)	1	2.400	2.408	2.408	2.436	2.397	2.405	2.410			2.403	2.384	2.345		2.388	2.365	2.417	
	2	2.389	2.412	2.406	2.432	2.411	2.398	2.410			2.413	2.409	2.352		2.397	2.411	2.421	
	3	2.395	2.409	2.401	2.434	2.407	2.398	2.423			2.407	2.406	2.347		2.388	2.409	2.390	
	4	(2.391)	(2.397)		(2.437)													
	平均	2.395	2.410	2.405	2.434	2.405	2.400	2.414			2.408	2.400	2.348		2.398	2.395	2.409	
締固度 (%)	1	100.5	100.5	100.3	101.7	100.4	100.4	100.3	再	再	100.3	99.5	99.4	再	99.8	98.6	100.6	
	2	100.0	100.7	100.2	101.5	101.0	100.1	100.3			100.7	100.5	99.7		100.2	100.5	100.8	
	3	100.3	100.5	100.0	101.6	100.8	100.1	100.9			100.5	100.4	99.4		99.8	100.5	99.5	
	4	(100.1)	(100.0)		(101.7)				試	試				試				
	平均	100.3	100.6	100.2	101.6	100.7	100.2	100.5			100.5	100.1	99.5		99.9	99.9	100.3	
DS (回/mm)	1	2510	3500	2030	3160	3500	2860	1970	験	験	3310	2510	2100	験	940	840	420	
	2	2740	3500	1620	2330	3160	2170	2860			3720	2860	1850		840	840	350	
	3	2170	3160	1540	3310	3310	2330	2510			3000	2630	2520		720	660	410	
	4	(2510)	(3000)		(2100)				中	中				中				
	平均	2470	3390	1730	2930	3320	2450	2450			3340	2670	2160		830	780	390	
DSの変動係数 (%)		11.6	5.8	15.2	18.0	5.1	14.7	18.3			10.8	6.7	15.7		13.3	13.3	9.6	

注] 表中 () 内の値は再試験データである。

① バインダの貯蔵による影響

プラント納入時に採取した貯蔵 0 日目の筑波 1 号と、プラントで 160℃で貯蔵し 3 日目、7 日目に採取した各筑波 1 号を用いた密粒 (20) 混合物の動的安定度 (DS) は、図-4.3.2 に示すとおりであった。

この結果、3 日目の DS がやや高いが、貯蔵 0 日から 7 日の DS の値は 2450 回/mm から 2670 回/mm であり、筑波 1 号を 160℃で貯蔵した場合、DS には影響しないものと判断された。

このことは、今回、土木研究所プラントのケトルに 160℃で貯蔵した筑波 1 号の性状が、表-4.2.4.4 あるいは表-4.3.5 に示したように安定したものであり、これが混合物性状においても安定した DS として表われたと考えられる。

② 粒度の影響

60 年、61 年に実施した筑波 1 号の試験舗装では F タイプ粒度、特に細粒 G (13F) においてホイールトラッキング試験の DS が低い場合があった。しかし、初期に行われた筑波 1 号の開発研究 (昭和 56~58 年) では細粒 G (13F) の DS は極めて高い値を示しており、試験舗装の場合と異なる結果であった。この違いについて検討するため、室内で細粒 G (13F) の供試体を作製し、ホイールトラッキング試験を行った。

この結果、筑波 1 号は密粒 (20) で DS 2450 回/mm、(密 (20F) : 再測中)、細粒 G (13F) で 2160 回/mm

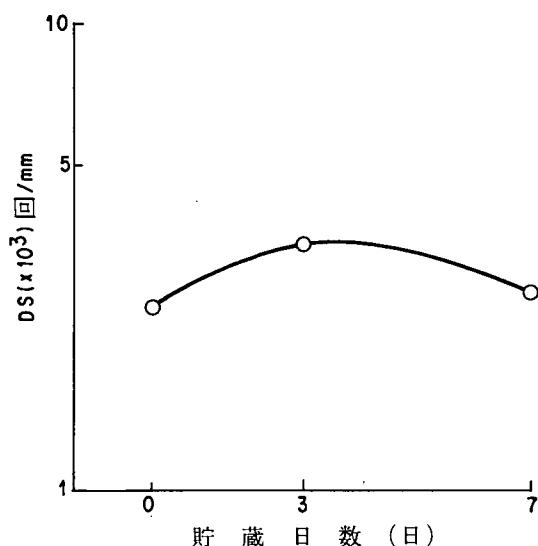


図-4.3.2 筑波1号プラント貯蔵日数とDSの関係

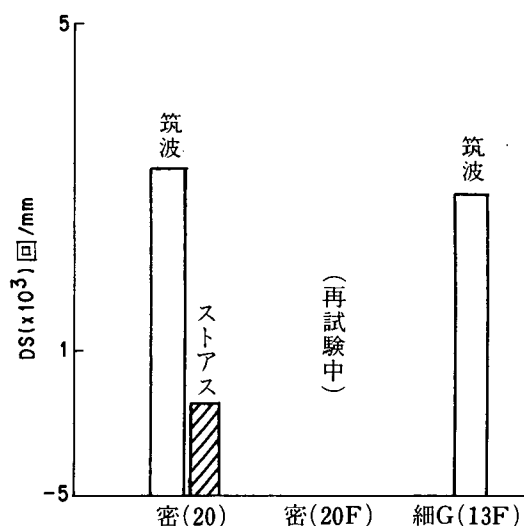


図-4.3.3 各種粒度によるDSの比較

と、ほぼ一定したDSであり、開発研究の時と同様、高い値を示した。また、比較のために実施したストアス密粒(20)のDSは780回/mmで、筑波1号の約1/3であった。

③ 温度の影響

筑波1号は混合温度190℃、締固め温度180℃の条件を標準としているが現場でのクーリングに時間を要し、施工後の交通開放に問題を残している。このため、施工温度を出来るだけ低くすることが望まれている。そこで混合・締固め温度をそれぞれ180・160℃とした低温側、逆に200・190℃を高温側で供試体を作製しDSの変化をみた。高温側の条件は開発研究の時室内で使用した条件である。また、バイнда量をOAC±0.3%と変化させた場合の影響も試験した。この結果を、図-4.3.4に示す。低温側、すなわち締固め温度を180℃から160℃と20℃低下しても、十分な締固め度が得られDSも標準の180℃の時と同様であった。また、この時、供試体作製の転圧回数を多くしたものは締固め度は101.6%と過転圧状態となり、160℃締固めでも、あえて転圧回数を増す必要のないことがわかった。一方、標準より10℃高い190℃で締固めた時のDSは、バラツキが大きく(変動系数20%以上のため)、再試験中である。

④ バインダ量の影響

一般に、耐流動性を高めるために、バイнда量を減らす方法が一手法として利用されている。筑波1号においてバイнда量を減らした場合の耐流動性向上効果を検討するため、バイнда量を、OAC, OAC±0.3%の3点に変化させてホイールトラッキング試験を実施した。

結果は、筑波1号については図-4.3.4に、比較のため行ったストアスについては図-4.3.5に示した。

これよりバイнда量の減少(OAC-0.3%)による耐流動効果は、筑波1号の締固め温度160℃の時を除いて認められた。すなわち、標準より20℃低い160℃締固めの供試体以外は、バイнда量の増減によるDSの値は一般のアスファルト混合物傾向と同じであり、バイнда量が少ないと耐流動性が高く、多いと耐流動性が低下する傾向にある。しかし、今回認められた、バイнда量の増減による耐流動性の変化の傾向は余り明確なものではない。また、160℃締固めのOACおよび-0.3%については、再試験を行った

が結果は同じで、OACの方が高いDSを示している。

一方、バインダ量を減らした場合、耐水性、疲労抵抗性など、混合物の耐久性が低下することが予想される。以上の点を考慮すると、バインダ量を減ずることによる耐流動性向上のメリットは少ないものと判断され、従来どおり、マーシャル試験によるOACをバインダ量と決定することが適切と判断される。

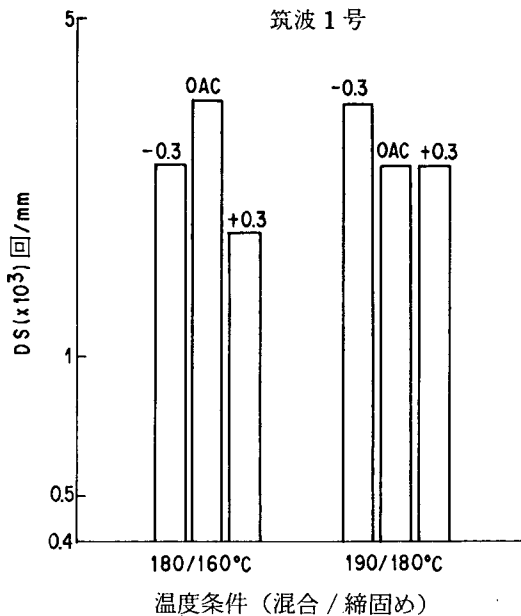


図-4.3.4 供試体作製温度条件，ならびにバインダ量を変えた時のDSの変化

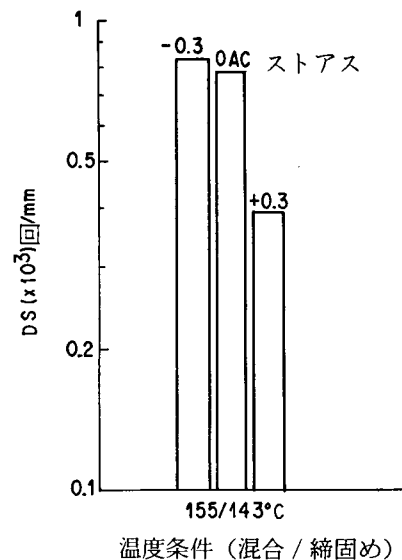


図-4.3.5 ストアス(密(20))のバインダ量とDSの変化

(3) まとめ

室内で実施した混合物試験結果をまとめると、次のようである。

① SBR 70/140 の筑波 1号も、190°C 混合，180°C 締固めの条件で配合設計した最適バインダ量はストアスと同様なバインダ量（OAC）となった。

② 96時間水浸による残留安定度は筑波 1号の方が、ストアスより10%程度高く、OAC付近で84%であった。水浸による安定度の低下度合いは、供用時の舗装の耐久性を判定する一つの大きな因子と考えるとき、筑波 1号は耐水性、耐剥離性において優位なものと判断される。

③ バインダ量を減ずることで筑波 1号混合物の耐流動性を多少高めることができる。しかし、その効果は顕著なものではなく、またバインダ量減少による耐水性（残留安定度）の低下が予想されることから、従来どおり、OACをバインダ量としてよい。

④ 180°C 混合，160°C 締固めと、温度条件を低くしても、混合物性状に影響はない。また、必要以上に転圧回数を多くすることは過転圧状態を生じることとなり耐流動性の向上に対して逆効果である。

⑤ バインダを長時間貯蔵しても、その性状に大きな変化がなければ、混合物性状にも影響は与えない。

⑥ 筑波 1号の耐流動性は細粒 G（13F）を用いても、ストアスを用いた密粒（20）より優れているこ

とが再確認された。

4.3.4 プラント混合試験

4.3.3では、プラントケツトルで貯蔵したバインダについて、室内において混合物を作製し、混合物試験を行ったが、7日貯蔵したバインダを用いてプラントにおいても混合物を作製し、混合条件の違いが混合物性状に及ぼす影響について検討した。

(1) 使用材料

1) バインダ

使用したバインダは、室内混合物試験と同一のもので、プラントケツトルにおいて7日間貯蔵したものである。その物性試験結果を表-4.3.11に示す。

表-4.3.11 バインダ物性試験結果

試験項目 \ バインダ	7日間貯蔵バインダ (攪拌なし)
針入度	43
軟化点 (°C)	63.5
伸度 7 °C (cm)	32
タフネス (kgf・cm)	274
テナシティ (kgf・cm)	219
60 °C 粘度 (Poise)	12,500

2) 骨材粒度

混合物試験に用いた粒度は、密粒(20)と密粒(20F)である。なお、配合設計時の骨材配合および合成粒度は、表-4.3.4に示すとおりである。

3) 最適アスファルト量

最適アスファルト量は、室内混合物試験で用いた値と同一量とした。

4) プラント配合

各混合物のプラント混合試験においては、既存のコールドフィーダー・モーター回転数と各骨材の吐出量とのキャリブレーションカーブより、各骨材についてコールドフィーダーモーター回転数を決定した。次に、各配合について骨材をホットビンに上げ、各ホットビンのふるい分け試験を行い、室内配合設計で得られた合成粒度を目標にホットビン骨材の配合比を決定した。

ホットビン骨材配合比および合成粒度を表-4.3.12と表-4.3.13に示す。

(2) 混合条件

各混合物の混合時間および混合状況を表-5.3.14に示す。

(3) 混合物試験

1) 抽出試験

各混合物について抽出試験を行い、混合物のバインダ量および骨材粒度を確認した。抽出試験結果を

表-4.3.12 ホットビン骨材配合比および合成粒度（密粒（20））

ホットビン種		4 ビン	3 ビン	2 ビン	1 ビン	石 粉	密 粒 (20)	
配合(%)	密粒(20)	17.0	25.0	14.0	38.5	5.5	合成粒度	予定粒度
通過重量百分率 (%)	25 mm	100.0					100.0	100.0
	20 "	81.6	100.0				96.9	97.5
	13 "	0.5	92.1	100.0	100.0		81.1	82.5
	5 "	0.0	0.3	80.8	99.9		55.4	55.0
	2.5 "		0.0	0.1	92.9		41.0	42.5
	0.6 "			0.0	46.4		23.4	24.0
	0.3 "				17.1	100.0	12.1	15.5
	0.15 "				3.5	99.0	6.7	11.0
	0.074 "				1.5	89.1	5.5	6.0

表-4.3.13 ホットビン骨材配合比および合成粒度（密粒（20F））

ホットビン種		4 ビン	3 ビン	2 ビン	1 ビン	石 粉	密 粒 (20F)	
配合(%)	密粒(20F)	15.5	19.0	11.0	46.5	8.0	合成粒度	予定粒度
通過重量百分率 (%)	25 mm	100.0					100.0	100.0
	20 "	92.8	100.0				98.9	97.5
	13 "	1.4	91.5	100.0	100.0		83.1	85.0
	5 "	0.0	1.2	74.9	99.9		62.9	62.0
	2.5 "		0.0	0.1	90.5		50.1	50.0
	0.6 "			0.0	51.2		31.8	35.0
	0.3 "				23.0	100.0	18.7	24.5
	0.15 "				5.7	99.0	10.6	14.5
	0.074 "				3.3	89.1	8.6	8.5

表-4.3.14 混合時間および混合状況

粒 度	密粒 (20)		密粒 (20 F)	
バ イ ン ダ	筑波 7 日目			
混 合 温 度	185 ± 5 °C			
締 固 温 度	180 °C			
バ イ ン ダ 量	O A C			
混 合 時 間	dry 5sec, wet 45 sec	dry 5sec, wet 90sec	dry 5sec, wet 45sec	dry 5sec, wet 90sec
混 合 状 態	良 好	良 好	良 好	良 好
練 り 落 し 温 度	179 °C	207 °C	191 °C	192 °C
備 考	練り落とし状態は良好であった。			

表-4.3.15 抽出試験結果—密粒(20)

混合 時間	OAC (%)	抽出バインダ量 (%)	抽出粒度(%)								
			25mm	20mm	13mm	5mm	2.5mm	0.6mm	0.3mm	0.15mm	0.074mm
45秒	5.4	5.43	100	97.6	82.8	55.6	41.6	31.1	18.0	8.7	6.0
90秒	5.4	5.63	100	99.5	85.9	58.2	43.0	30.6	17.7	8.6	5.8
		室内配合合成粒度	100	98.4	81.3	55.1	41.5	25.6	12.9	6.4	5.2
		ホットビン合成粒度	100	96.9	81.1	55.4	41.0	23.4	12.1	6.7	5.5

表-4.3.16 抽出試験結果—密粒(20F)

混合 時間	OAC (%)	抽出バインダ量 (%)	抽出粒度(%)								
			25mm	20mm	13mm	5mm	2.5mm	0.6mm	0.3mm	0.15mm	0.074mm
45秒	5.6	5.69	100	99.4	82.2	56.1	42.4	33.6	20.3	8.5	5.5
90秒	5.6	5.90	100	99.6	85.1	58.8	44.8	34.7	21.2	8.4	5.2
		室内配合合成粒度	100	98.6	83.4	63.1	49.0	35.5	19.9	10.5	8.7
		ホットビン合成粒度	100	98.9	83.1	62.9	50.1	31.8	18.7	10.6	8.6

表-4.3.15と表-4.3.16に示す。

なお抽出に要した時間は、密粒(20)および密粒(20F)ともに20時間であった。

抽出バインダ量については、通常のウェットミキシング時間(45秒)においては、設計バインダ量とほぼ一致しているが、ウェットミキシング時間が長い(90秒)場合、密粒(20)、密粒(20F)ともに抽出バインダ量が目標値より0.2%増加していた。

抽出粒度とホットビン合成粒度を比較すると、密粒(20)の粒度は0.6mmおよび0.3mmフルイ通過量が約6%前後多くなっている。また、密粒(20F)は、2.5mmフルイ通過量で約6%少なく、0.074mmで約3%少ない。

2) マーシャル試験

① 供試体作製方法

締固め温度は配合設計と同様に180℃を目標とした。

供試体作製方法は、プラントで練り落とした混合物をバットに入れて乾燥炉で所定の温度に保温し、必要量を計量し、混合なべて加熱混合して締固め温度に合わせてから行った。

なお、供試体の突固め回数は密粒(20)で両面75回、密粒(20F)で両面50回とした。

② 試験結果

マーシャル試験結果を表-4.3.17に示す。

各混合物ともに室内配合設計時と比較して、密度が高く、空隙率が低下する傾向にある。混合温度、転圧温度、バインダ量の目標値は、室内混合物試験と同じであるため、このようにプラント混合物の密度

が高くなった理由としてはプラントにおいては、室内で人力による混合に比較して高い練り効果が得られることが考えられる。

表-4.3.17 マーシャル試験結果

粒 度	混合時間 (sec)	理論密度 (g/cm ³)	密 度 (g/cm ³)	空 隙 率 (%)	飽 和 度 (%)	安 定 度 (kg)	フロー値 (1/100mm)
密粒(20)	45	2.492	2.431	2.4	84.2	1292	37
	90	2.492	2.436	2.3	84.8	1234	35
密粒(20F)	45	2.481	2.399	3.3	80.2	1255	33
	90	2.481	2.410	2.9	82.3	1238	33

3) ホイールトラッキング試験

① 供試体作製条件

供試体の作製条件を、表-4.3.18に示す。

表-4.3.18 供試体作製条件

項 目	種 別	条 件
締固め温度	密粒(20) 密粒(20F)	180℃
締固め条件 (ローラーコンパクター)		線 圧 46 kg f/cm ² 鉄 輪 5 回 ゴム板 15 回
締固め度範囲		マーシャル密度に対して 100 ± 1 %

なお、供試体を作製する際の混合物の温度調整は、室内試験と同様である。

② 試験条件

試験条件は、アスファルト舗装要綱に準じ、温度60℃、輪荷車70kgf（接地圧 6.58 kg f/cm²）、走行速度42 ± 1 回/min、走行距離 230 mmで実施した。

③ 試験結果

ホイールトラッキング試験結果を表-4.3.19に示す。密粒(20)については、ウェットミキシング時間が45秒の場合、DSが2600回/mm、90秒の場合、1880回/mmと混合時間が長くなるとDSの低下が認められた。低下の原因としては、前述のように、ウェットミキシング90秒の場合、アスファルト量が0.2%、目標値より高かったことが挙げられる。しかし、このことを考慮しても、ウェットミキシング時間を長くすることによる混合物性状の向上はないと考えてよい。

密粒(20F)については、DSが2700回/mmと耐摩耗用混合物としては非常に高い値を示し、筑波1号バインダによる改質効果が現われていると考えられる。また、室内混合物試験結果では、プラントケットルにおけるバインダの貯蔵は混合物性状に影響しないことが示されたが、プラント混合物試験でもこの

表-4.3.19 ホイールトラッキング試験結果

粒 度	ウェットミキシング時間	No.	密 度 (g/cm ³)	締固め度 (%)	R D (×10 ⁻² , mm/分)	D S (回/mm)	※基準密度 (g/cm ³)
密粒(20)	45 秒	1	2.418	99.5	1.73	2430	2.431
		2	2.429	99.9	1.53	2750	
		3	2.433	100.1	1.60	2630	
		平均	2.427	99.8	1.62	2600	
	90 秒	1	2.432	99.8	2.33	1800	2.436
		2	2.438	100.1	2.53	1660	
		3	2.437	100.0	1.93	2180	
		平均	2.436	100.0	2.26	1880	
密粒(20F)	45 秒	1	2.390	99.6	1.53	2740	2.399

※ 基準密度はプラント混合物のマーシャル密度である。

ことが裏付けられた。

(4) まとめ

SBR 70/140 を 6 % 添加して作製したバインダについて、プラントで混合物を作製して性状試験を行った結果をまとめると次のようである。

- ① プラントでバインダを 7 日間貯蔵しても、混合物性状への影響はない。
- ② ウェットミキシング時間を延長しても混合物性状の向上は認められないため、混合時間は通常 (45 sec 程度) で十分と考えられる。

4.3.5 混合物試験のまとめ

室内およびプラント混合物試験の結果をまとめると次のことがいえる。

- (1) 水浸による残留安定度は筑波 1 号の方がストアスより高い。
- (2) 180℃ 混合, 160℃ 締固めと混合物作製時の温度条件を下げても、混合物性状に影響はない。
- (3) 筑波 1 号の耐流動性は密粒 (20F), 細粒 G (13F) 等, 耐摩耗用混合物であっても優れている。
- (4) プラントでバインダを貯蔵しても、その性状に変化がなければ、混合物性状への影響はない。
- (5) ウェットミキシング時間は通常 (45 sec 程度) で十分と考えられる。

4.4 品質改良試験のまとめ

筑波 1 号の性状安定を主な目的として実施したバインダ試験, 混合物試験の結果をまとめると次のようである。

- (1) 貯蔵安定性の高い筑波 1 号を製造するためには
 - ① ベースアスファルトとして, 60℃ 粘度の高いものを選定する。
 - ② 添加するゴムは, SBR 70/140 とし, 添加量は 6 % とする。また, 老化防止剤を添加する必要はな

い。

- (2) 貯蔵時の性状安定させるためには、ケットルの温度を低く（160℃以下）とすることが望ましい。
- (3) 筑波1号は、通常のプラントケットルで貯蔵可能である。ただし、混合物製造直前にプラントのアスファルト配管中を循環させることが望ましい。
- (4) 現在の筑波1号の混合条件、締固め温度を変更する必要性は、認められない。ただし、混合、締固め温度を下げるものの可能性が示されており、今後の検討課題であるといえる。
- (5) 筑波1号の性状項目中で60℃粘度は、安定なものできたが、伸度が低下する問題が残されており、これも今後の課題といえる。

5. 62年度共同研究のまとめ

62年度の研究の結果をまとめると次のようである。

(1) 試験舗装の施工

- 1) 施工は順調であり、SBR 70/140 を用いた筑波 1 号であっても、SBR 50 (H)/140 タイプと施工性は変わらない。
- 2) 70/140 タイプは貯蔵時の安定性がよい。

(2) 試験舗装供用性の解析

- 1) 摩耗地域、流動地域とも、わだち掘れ軽減の目標値には及ばない。ただし、耐摩耗性のほか耐流動性をも必要とする積雪寒冷地では効果が大きいと考えられる。
- 2) 筑波 1 号の耐ひび割れ性は良好である。
- 3) 筑波工区の供用性が早期に低下した箇所では、工区の設定に問題がみられた。
- 4) 摩耗地域では、混合物性状とわだち掘れ量に関係があり、筑波 1 号についても施工時の締固め度を上げることが重要である。
- 5) 流動地域では、バインダ性状とわだち掘れ量の間に関係があるものの、明確な傾向とは断定できず、現在の調査結果から筑波 1 号の品質基準（案）見直しを行うまでには至らない。
- 6) 今回の調査結果は、供用期間の長い箇所でも 2 年余りの供用であり明確な供用性の傾向を判断するに到っていないため、最終的な供用性の判断は今後の追跡調査を必要とする。

(3) 品質改良試験

- 1) 貯蔵安定性の高い筑波 1 号を製造するためには、以下の点に配慮することが重要である。
 - a) ベースアスファルトとして、60℃の高いものを選定する。
 - b) 添加するゴムは SBR 70/140 とし、添加量は 6 % とする。
 - c) ゴムの老化防止剤を添加する必要はない。なお、貯蔵中に伸度が低下する傾向があり、これについては今後検討する必要がある。
- 2) 貯蔵時の性状の安定のために、ケトルの温度を低く（160℃程度）管理することが重要である。
- 3) 筑波 1 号は通常のプラントケトルで貯蔵可能である。ただし、混合物製造前（混合の 1 日前以内）にプラントのアスファルト配管中を循環させることが望ましい。
- 4) 現在の筑波 1 号の混合、締め固め等の施工条件を変更する必要性は認められない。ただし、混合、締め固め温度を下げるものの可能性が残されており、今後の検討課題であるといえる。

6. 共同研究の成果および今後の課題

昭和56～58年度にわたる共同研究によって開発された筑波1号について、引続き実用化を目指して昭和60年度より共同研究を実施してきた。

今回の共同研究においては、実際の道路における施工性、供用性の確認ならびに工場製造時の品質管理手法や貯蔵安定性の把握、検討を行った。以下に、3か年にわたり実施した共同研究の成果と今後の課題について述べる。

6.1 共同研究の成果

6.1.1 筑波1号の品質改良

筑波1号の性状、貯蔵時の性状安定性はベースアスファルトおよび添加するラテックスの種類と添加量に影響され、今後、筑波1号の製造にあたっては、以下のことを考慮することにより、筑波1号の品質の向上、安定化を図ることができる。

(1) ベースアスファルトは60℃粘度の高いものを選定する。また、60℃粘度に代えて、120℃粘度の高いものを選択してもよい。

(2) 添加するSBRはムーニー値70と140のものを5:1の比率で混合したものを6%（固形分）添加することが適切である。

6.1.2 筑波1号の施工性

(1) 試験舗装における調査結果、および各種の施工実験結果より、筑波1号の施工要領どおり施工すれば筑波1号の施工性は、ストレートアスファルトの場合と大差はなく、施工要領に示された標準施工条件はおおむね妥当であると考えられる。

また施工実験、プラント混合試験結果より、混合および転圧温度を下げて混合性状に影響がないことが確認されたが、この混合および転圧温度を下げることは是非については、さらに供用性に対する影響等も考慮して判断していく必要がある。

(2) 施工の際に大きな問題となった専用ケトルの搬入、プラントとの配管については、専用ケトルがなくても、筑波1号の分離はほとんど生じないことが示されたため、今後、専用ケトルの使用を廃止し、プラントに既設のケトルに筑波1号を納入、貯蔵することができる。ただし、混合物の製造前に、アスファルト配管中で筑波1号を循環させることが望ましい。

一方貯蔵時の温度は160℃を原則とし、その管理は十分に行う必要がある。

6.1.3 供用性

(1) 摩耗地域、流動地域とも、わだち掘れ軽減の目標値には及ばない。ただし、耐流動対策を必要とする積雪寒冷地では効果が大きいと考えられる。

(2) 筑波1号の耐ひび割れ性は良好である。

(3) わだち掘れについては、試験舗装全体でみた場合、開発目標に達していない。しかし、個々の箇所では、よい供用性を示している箇所もあるため、筑波1号の効果が発揮される地域条件があると考えられ

る。これについては、今後の検討を必要とする。

6.2 今後の課題

今後、残された検討課題についてまとめると次のようである。

(1) 筑波1号の製造および品質管理マニュアルの作成

品質改良試験の結果をふまえ、筑波1号の製造条件、品質管理マニュアルを作成し、工場での製造に資する。

(2) 品質基準の見直し

現在、筑波1号の品質基準を変更する必要性は認められていない。ただし、今後の供用性の結果を考慮して、再度、品質基準および貯蔵中の伸度の低下の問題について検討する必要がある。

(3) 施工要領の確認、見直し

1) 粒度に応じた配合設計の基準値

2) 施工温度の変更

について検討を行う。また、

3) 専用ケトルに関する規定を削除、また貯蔵温度の管理上の注意の明記を行う。

あ　と　が　き

60年度および61年度の試験舗装をとおして品質の安定、施工性など筑波1号についていくつかの問題点が示された。しかし、それらの多くは62年度までの共同研究において検討され、実用上の問題点はおおよそ解明された。

今後は供用性の検討を進めていくと共に品質、施工マニュアルを充実させ筑波1号の普及を図っていくことが重要と考える。

最後に、本研究の実施にあたり御協力を戴いた関係各位に、この紙面を借りて感謝の意を表わす。

付 録

1. 3 か年の研究と結果の概要	95
2. 早期わだち発生の原因	120
3. 現場踏査記録	131

付録－1 3か年の研究と結果の概要

3か年にわたり実施した共同研究の各年度ごとの概要を、以下に紹介する。

1. 3か年の研究経過

実施した研究は、下記のように大別できる。

(1) 試験舗装の実施および供用性の評価

3か年にわたり全国で計44箇所（60年度25箇所，61年度18箇所，62年度1箇所）の試験舗装を施工し，その後の供用性調査を行った。この結果より，筑波1号の効果の評価を行った。

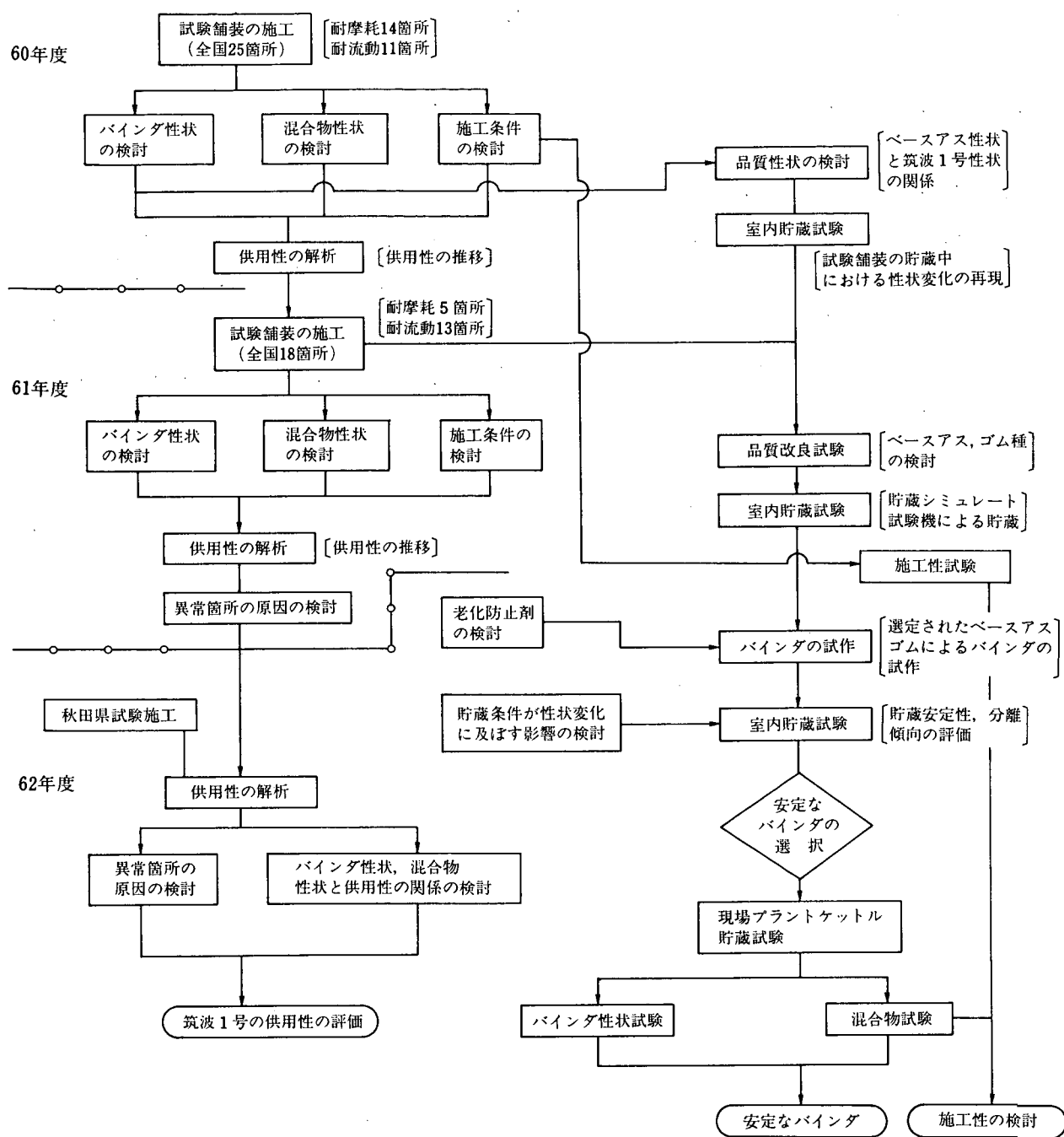
(2) 筑波1号施工条件の検討

①試験舗装における施工条件，②実物大の施工性試験，③室内における混合物試験，を通じて筑波1号を用いて施工する場合の条件について検討を行った。

(3) 筑波1号の品質改良研究

一定品質の筑波1号を製造するための検討，および貯蔵した場合の性状安定性の向上について検討を行った。

これら研究内容の全体フローを付図－1.1に示す。



付図-1.1 筑波1号研究のフロー

2. 60年度の概要

2.1 研究概要

60年度、実施した研究は以下のとおりである。

(1) 60年度試験舗装の施工

全国25箇所（耐摩耗地域14箇所、耐流動地域11箇所）で試験舗装を施工した。施工に際しては、以下の項目について調査、解析を行った。

1) バインダ性状

工場出荷時のバインダと試験施工の混合物製造の際に採取したバインダについて性状の調査を行い、その結果について解析、検討を行った。また、混合物製造の際に採取したバインダについて顕微鏡観察も行った。

2) 混合物性状

室内の配合設計時、現場試験練り時、舗設時において、粒度、マーシャル性状、ホイールトラッキング動的安定度、ラベリング摩耗量等の性状について調査し、解析を行った。

3) 施工条件

気温、各段階の施工温度および転圧回数、転圧状況等について調査し、解析を行った。

4) 品質管理

施工後の密度および締固め度のデータを回収し、施工条件との関連についても解析した。

(3) 試験舗装の供用性

60年秋、61年春の供用性追跡調査結果について解析を行った。

(4) 筑波1号の品質改良研究

1) 原材料の検討

試験施工に用いたバインダの性状および使用原材料の性状に関するデータに基づき、筑波1号の製造時における品質変動、加熱貯蔵時の性状変化について検討を行った。

2) 加熱貯蔵による性状変化の検討

試験施工に用いたバインダの性状調査の結果、加熱貯蔵中に性状が変化するバインダがあった。そこで、室内で貯蔵試験を行い、その時の性状変化について検討を行った。

2.2 研究結果の概要

研究結果についてまとめると以下のようなものである。

(1) 60年度試験舗装の施工

1) バインダ性状

①工場出荷時はすべてのバインダがすべての規格を満足していたものの、混合物製造時のバインダについては、規格値を下回る性状（60℃粘度、伸度、200℃粘度）を有するものがあった。これは、貯蔵中に性状が変化したものと判断された。

②貯蔵中の60℃粘度の低下は、貯蔵時間および原料アスファルトの性状にある程度関係して

いることがわかり（付図－1.2），筑波1号の貯蔵中の60℃粘度の安定化について検討するための方向性が得られた。

③筑波1号の60℃粘度は，原料アスファルトの120℃粘度と高い相関があった（付図－1.3）。

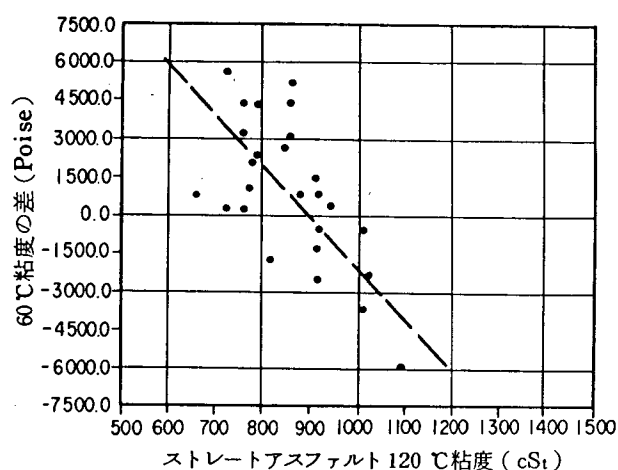
④伸度（7℃）の低下は，テナシティの増加（ゴム弾性の増加）によるもので，脆化による低下ではない。

⑤筑波1号の軟化点と60℃粘度の相関は高く（ $r=0.92$ ），この結果から軟化点の規格値の見直し，または軟化点規格の60℃粘度への集約も可能である。

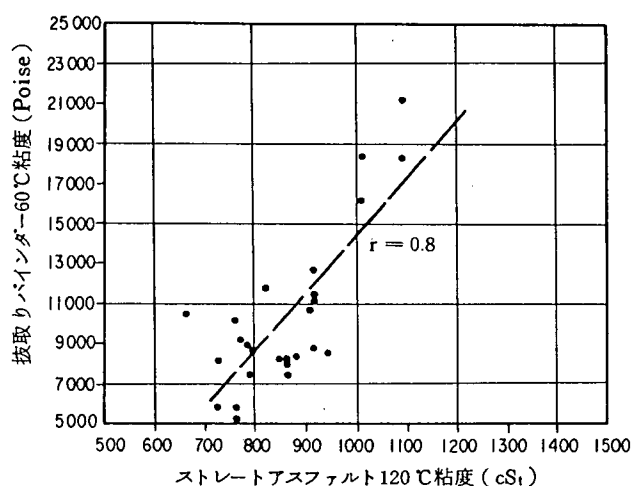
⑥コアより回収したバインダの劣化は小さく（平均の針入度残留率72%，原アスファルトに対する60℃粘度の変化比1.4），耐ひび割れ性については良好な結果を生むものと予想された。

⑦赤外分光分析（IR法）によるゴム分の定量については，実際の添加量に対して±10%のバラツキがみられるものの，平均的には良好な定量結果が得られ，十分ゴム量の管理が行えると考えられた。

⑧試験施工に用いたバインダを顕微鏡で観察したところ，ゴムの分散状態は様々であった。



付図－1.2 原料アスファルトの120℃粘度と60℃粘度差（品質証明書－抜取りバインダの値）の関係



付図－1.3 原料アスファルトの120℃粘度と筑波1号の60℃粘度の関係

2) 混合物性状

試験施工における混合物性状についてまとめると以下のとおりである。

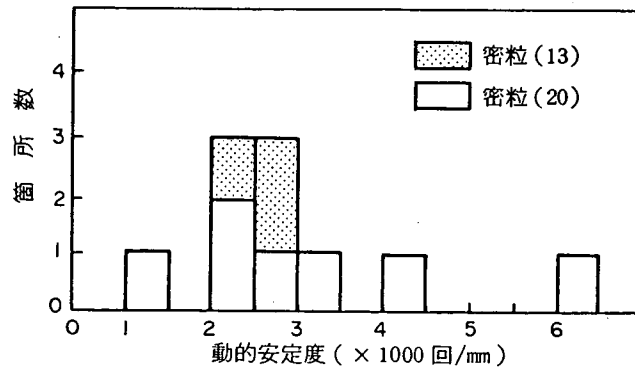
① マーシャル試験

筑波1号混合物はストレートアスファルト混合物に比較して，安定度が大きい。フロー値はわずかな上昇である。OACはほとんど差はなく，筑波1号混合物のアスファルト量は同一粒度のストレートアスファルト混合物と同じと考えてよい。

② ホイールトラッキング試験（付図－1.4）

筑波1号混合物の動的安定度の平均値（室内配合試験時，OAC）は，密粒(13)で3550回/mm，

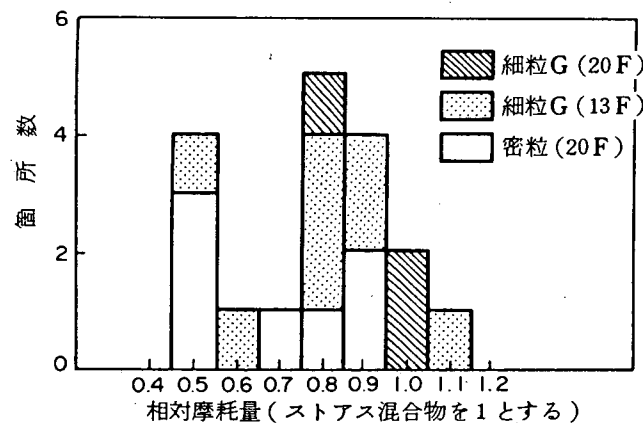
密粒(20)で3430回/mmであり、比較工区のストレートアスファルト混合物の1470回/mmに比較すると十分な耐流動性を有している。



付図-1.4 ホイールトラッキング試験結果

③ ラベリング試験（付図-1.5）

密粒（20F）における筑波1号混合物のストレートアスファルト混合物に対する相対摩耗量は室内試験、試験練り、現場作製を通じて、目標値であるストレートアスファルト混合物の8割以下を満足する0.67～0.72の値である。



付図-1.5 ラベリング試験結果

3) 施工条件

施工温度、転圧回数などの条件について行った調査結果をまとめると、以下のようである。

①筑波1号混合物は高温範囲での施工であったが、混合物の温度管理および施工管理を十分行うことにより、問題ない施工性が得られた。また、外気温が0℃前後の現場でも問題なく、施工できた。

②200℃粘度の規格値300 cStを超えたバインダが数箇所あったが、混合物製造時に特に問題は生じなかった。ただし、これら以外の箇所において、ミキサの負荷が増大したため、1バッチの混合量を落として混合した現場があった。これは、バインダが高粘度であることの他に、使用粒度も影響していると考えられた。

③混合物の混合温度が 200℃を超える現場が数箇所あった。混合温度の調整は骨材温度により行っているため、温度管理には十分な注意が必要と考えられた。

④初転圧温度の平均は 169℃、2次転圧温度の平均は 129℃、施工要領に示された標準施工温度を十分に満足していた。

⑤交通開放時の温度は、夏期に施工された現場でも60℃以下の基準値を満足していた。

4) 品質管理

品質管理の結果について要約すると以下のようである。

①締固め度は、平均で 99.7%であり、十分基準値(98%以上)を満足した。また、寒冷期に施工した箇所についても基準値を満足していた。

②初転圧温度が締固め度に関係しており、初転圧温度の管理が重要であることがうかがえた。

(2) 試験舗装の供用状況

60年秋、61年春の供用性調査結果より、摩耗地域における冬期の摩耗量を求め、スパイクタイヤ装着率50万台通過時の摩耗量を推定した(付表-1.1)。

筑波1号工区はストレートアスファルト工区に比較して良好な供用性を示しているが、1冬のみ供用結果であるため摩耗量が小さく、また地域によってバラツキが見られるため、筑波1号の供用性については、さらに調査が必要と考えられた。

付表-1.1 冬期間の筑波1号とストアスの摩耗量の比較

摩耗量の単位: mm

地 建 名	工区数		スパイク車50万台通過時の平均冬期摩耗量				筑波/ストアスの比率	
	交 差	単 路	交 差 点 部		単 路 部		交 差 点	単 路
			筑 波	ストアス	筑 波	ストアス		
北 海 道	—	4	—	—	4.32	4.66	—	0.927
東 北	6	6	5.53	7.85	4.51	6.34	0.704	0.711
関 東	2	2	7.43	4.00	3.43	2.95	1.858	1.163
北 陸	6*	4	1.93	3.89	2.19	3.51	0.496	0.624
中 部	—	1	—	—	9.30	13.08	—	0.711
全体平均	—	—	4.26	5.73	4.07	5.27	0.743	0.772

注) *ストアスは5工区

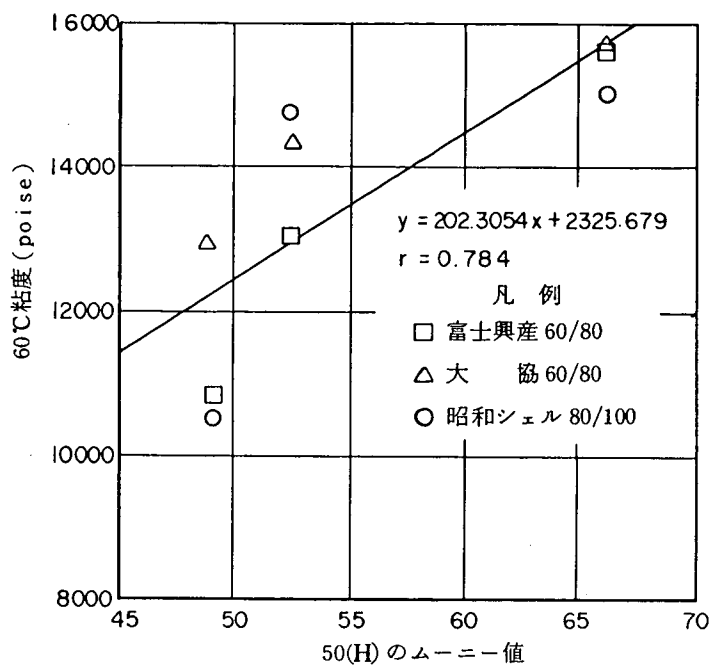
(3) 筑波1号の品質改良研究

1) 原材料の検討

試験施工に用いたバインダの性状および使用原材料の性状に関するデータより、以下のことがわかった。

①原料アスファルトの品質変動が筑波1号の品質変動に及ぼす影響は大きい。

②ゴムのムーニー値の上昇に伴い、筑波1号の60℃粘度も上昇しており、ゴムの品質変動も筑波1号の品質変動に影響している(付図-1.6)。



付図－1.6 50 (H) のムーニー値と60℃粘度の相関関係

③以上のことから、原料アスファルトの品質変動に対応した筑波1号の製造管理、あるいはゴムのムーニー値の見直しとゴムラテックスの品質規格についての検討が必要と判断された。

2) 加熱貯蔵による性状変化の検討

①室内試験においてもバインダの性状変化が確認された。しかし、現場での性状変化を十分に再現することはできず、貯蔵方法の検討が必要とされた。

②貯蔵試験結果からも、原料アスファルトの性状が貯蔵中のバインダの性状変化に関係していると考えられた。

3. 61年度の概要

3.1 研究概要

61年度に実施した研究は以下のとおりである。

(1) 60年度施工試験舗装の供用性解析

60年度に施工した試験舗装（耐摩耗地域14箇所、耐流動地域11箇所）の供用性について解析を行った。

(2) 61年度試験舗装の施工

西日本を中心に全国18箇所（耐摩耗地域5箇所、耐流動地域13箇所）において、試験舗装を施工した。施工にあたっては、60年度の施工と同様に、

- 1) バイнда性状
- 2) 混合物性状
- 3) 施工条件

について調査を行い、検討を加えた。

(3) 筑波1号の品質改良研究

60年度の研究の結果、筑波1号には、貯蔵中に性状が変化（特に、60℃粘度が低下）し、その結果、規格値をはずれることもあることが判明した。そして、原料であるベースアスファルトの性状が、貯蔵中の性状変化に最も関係していると考えられた。また、ゴムの粘度（ムーニー値）も筑波1号の60℃粘度に関係していることがわかった。そこで、61年度は、

- 1) 筑波1号に適したベースアスファルトの選定
- 2) ベースアスファルトの性状に応じたゴムの添加量

について検討を行い、さらに

- 3) 室内貯蔵試験による貯蔵時の性状変化

についても検討を行った。

(4) 施工条件の検討

実物大の施工実験を行い、

- 1) 筑波1号の寒冷期における施工性
- 2) 混合、転圧条件を変化させた場合の混合物性状への影響

について検討した。またこの際に、

- 3) 筑波1号専用ケトルによる貯蔵試験

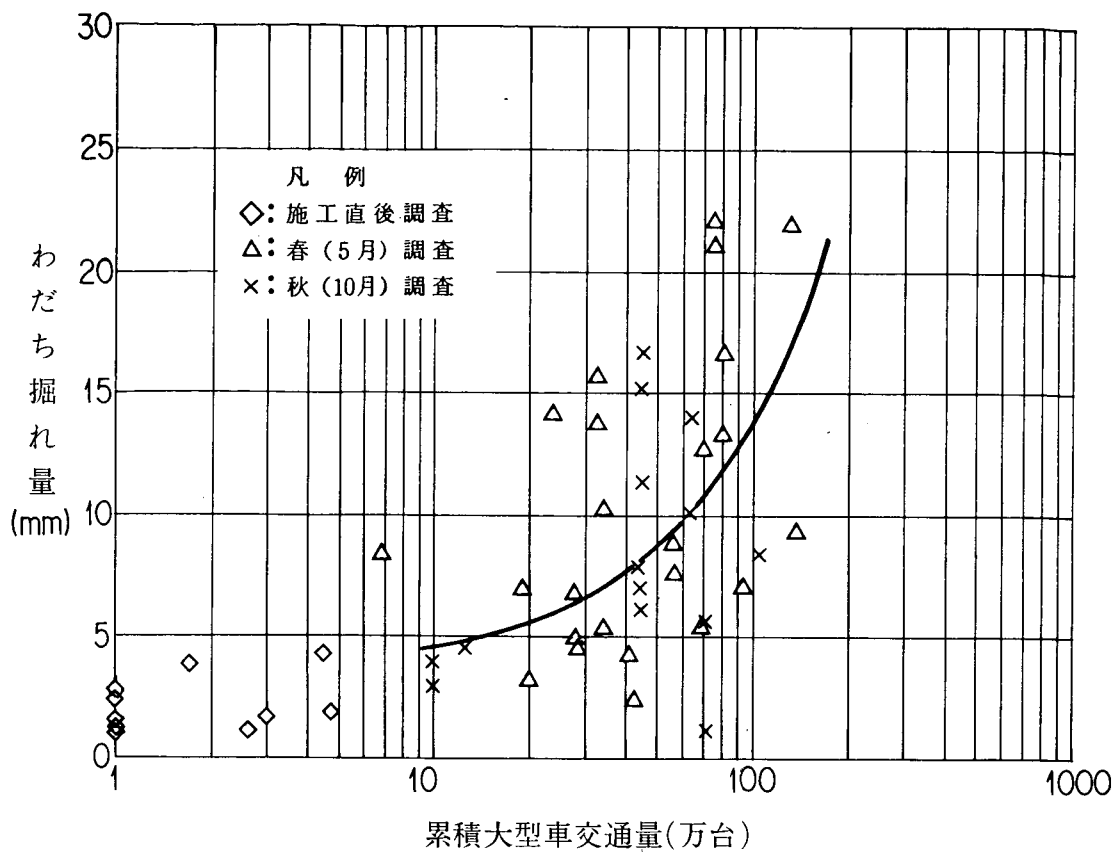
を実施し、貯蔵時の性状変化について検討した。

3.2 研究結果の概要

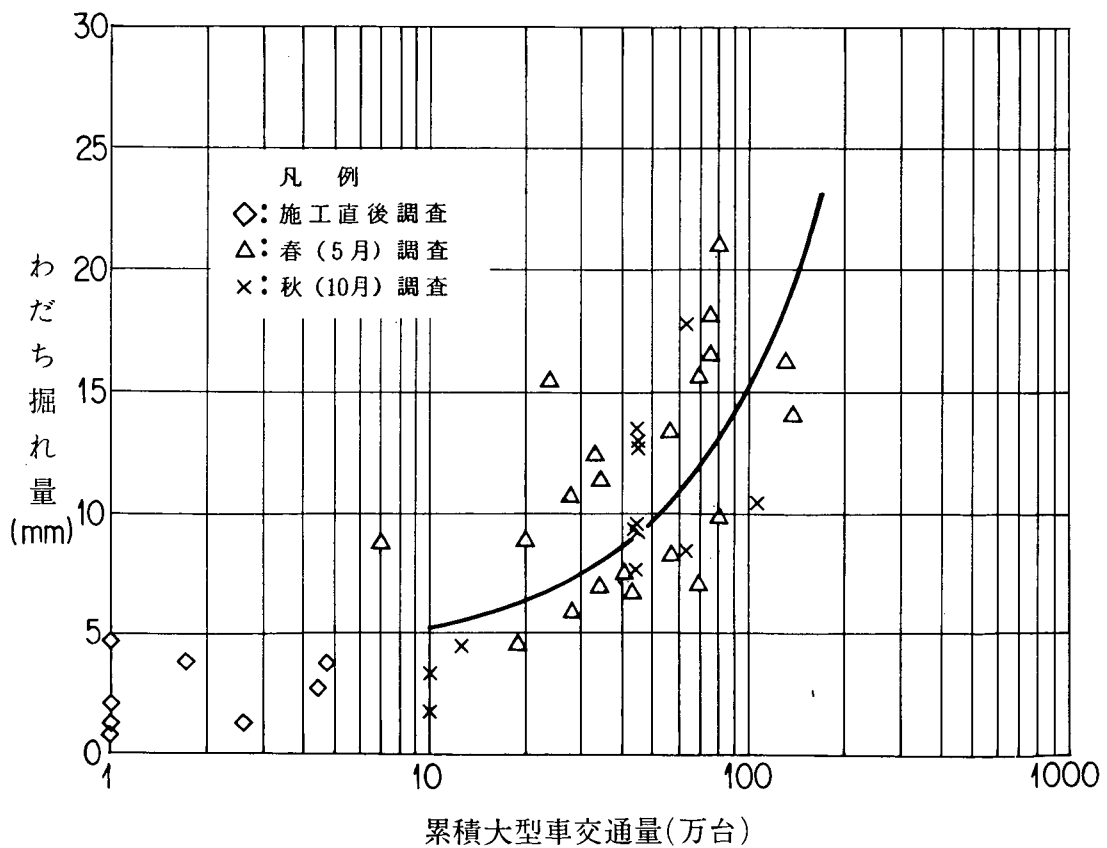
研究結果についてまとめると次のとおりである。

(1) 60年度施工試験舗装の供用性

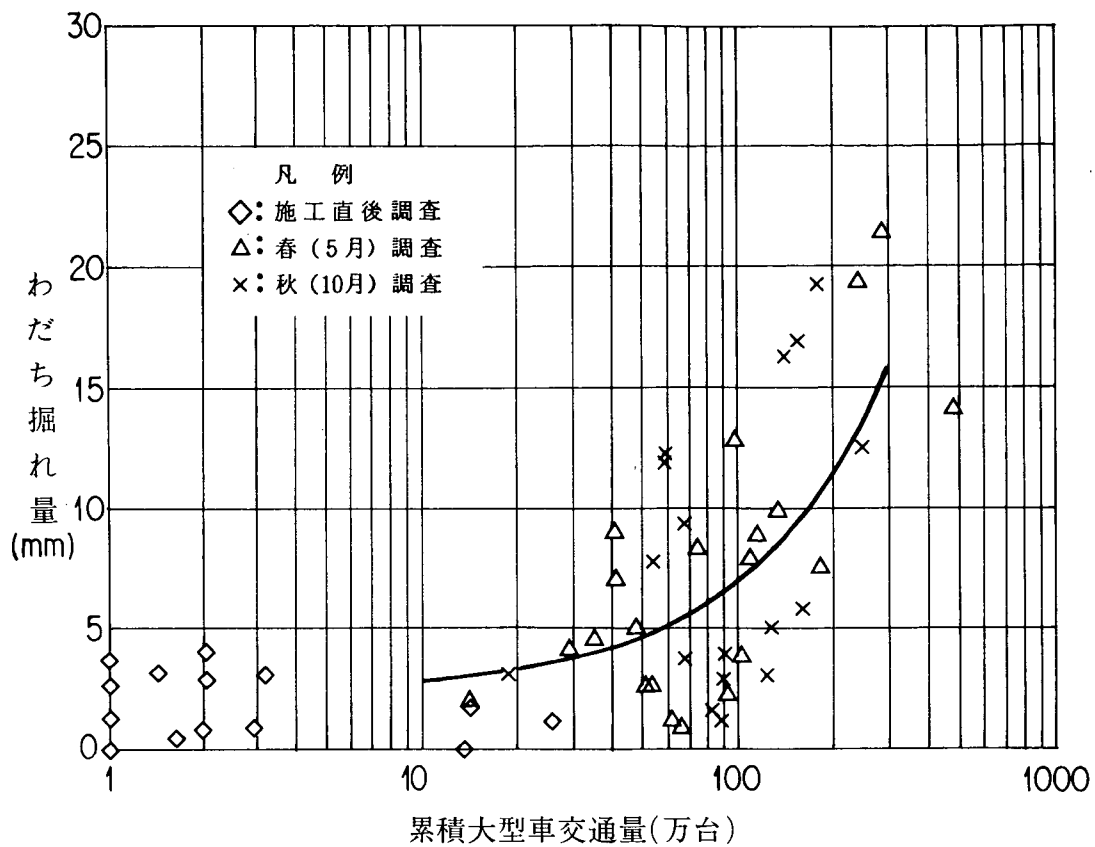
62年春までの供用性追跡調査の結果について解析を行った。62年春の時点では、わだち掘れ以



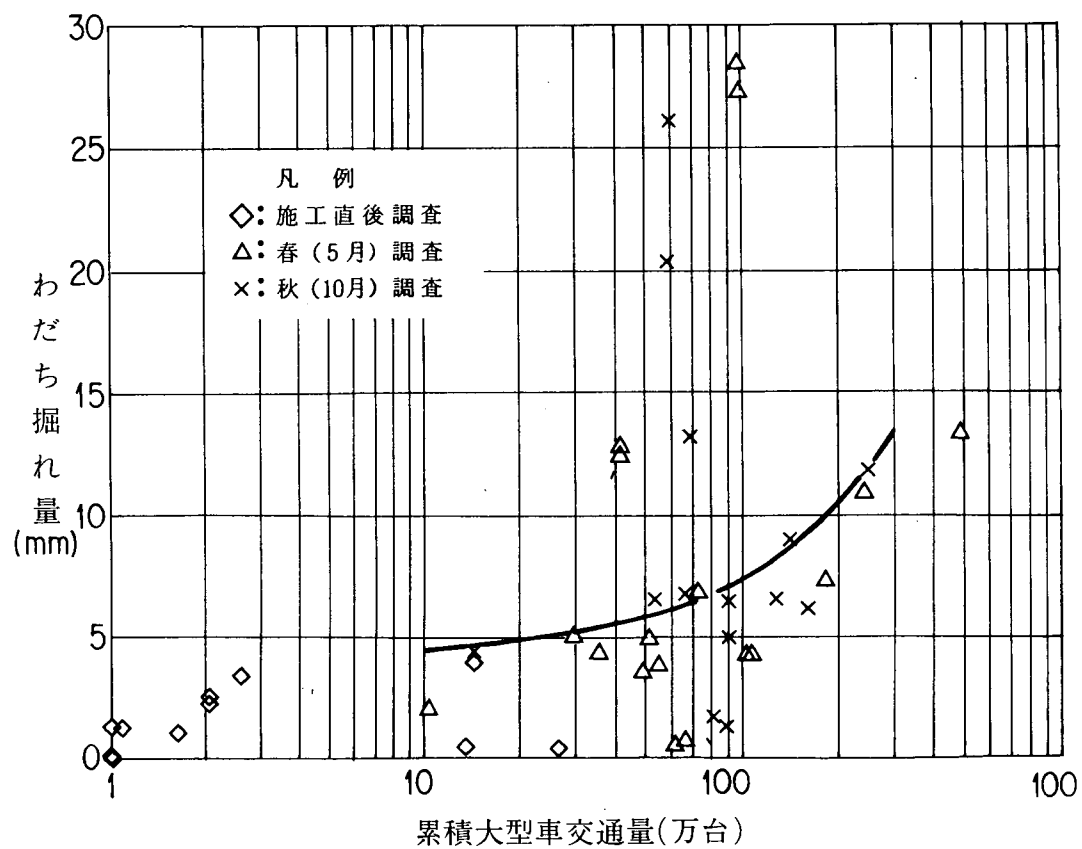
付図一 1.7 わだち掘れ量の推移 (摩耗地域・交差点部・筑波工区)



付図一 1.8 わだち掘れ量の推移 (摩耗地域・交差点部・比較工区)



付図一 1.9 わだち掘れ量の推移 (流動地域・交差点部・筑波工区)



付図一 1.10 わだち掘れ量の推移 (流動地域・交差点部・比較工区)

外の供用性低下要因は認められないため、わだち掘れについて解析を行っている。付図— 1.7 ～ 1.10に交差点部における筑波工区と比較工区のわだち掘れ量の推移を示す。また、これらの図に示した回帰線により、累積大型車交通量 100 万台時のわだち掘れ量を推定した値を付表— 1.2 に示す。これらの結果を要約すると次のとおりである。

1) 摩耗地域においては筑波工区のわだち掘れ量は、比較工区の90%程度の値を示している。しかし、筑波1号の優位性を明確に判断できる程度の差はない。

2) 流動地域においては、わだち掘れ量が小さく供用性の傾向を判断できない。

このように62年春までの結果では十分な傾向は認められず、さらに調査が必要とされた。

付表— 1.2 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

(2) 61年度試験舗装の施工

61年度に施工した試験舗装に関する調査結果をまとめると、以下のとおりである。

1) バイнда性状

①61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た。

②筑波1号の性状は、出荷時および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℃粘度については、60年度試験施工のときと同様に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(重相関係数; 0.79)、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た。

③貯蔵中の60℃粘度の変化もゴムの添加量と関連があり($r=0.69$)、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と考えられた。

④コアから回収した筑波1号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不明であり、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必要と考えられた。

⑤ゴム量は60年度と同様、61年度も赤外線分光分析(IR法)によって比較的精度よく定量できた。したがって、今後はSBR添加量をIR法により、管理できると判断された。

2) 混合物性状

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、安定度が高いほか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、60年度と同様に、ストレートアスファルトの場合とほとんど同じであると考えて良い。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にはほとんど必要ないと判断された。

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た。

③ ラベリング試験

相対摩耗量（ストレートアスファルト混合物の摩耗量を1とした時の筑波1号の摩耗量）は摩耗地域全箇所の平均でみた場合、室内配合が0.75、試験練りが0.93、現場作製が0.82と、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、バラツキが大きく、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た判断が必要と考えられた。

3) 施工条件

施工条件についての調査の結果、

- ・施工要領に示された標準施工条件は十分に達成可能な条件である。
- ・標準施工条件に基づいて施工を行えば、十分な密度、締固め度が得られる。

ということがわかった。60年度の試験舗装の施工においても同様の結果が報告されており、これらの結果を踏まえて、施工要領の条件がおおむね妥当であると判断された。一方、

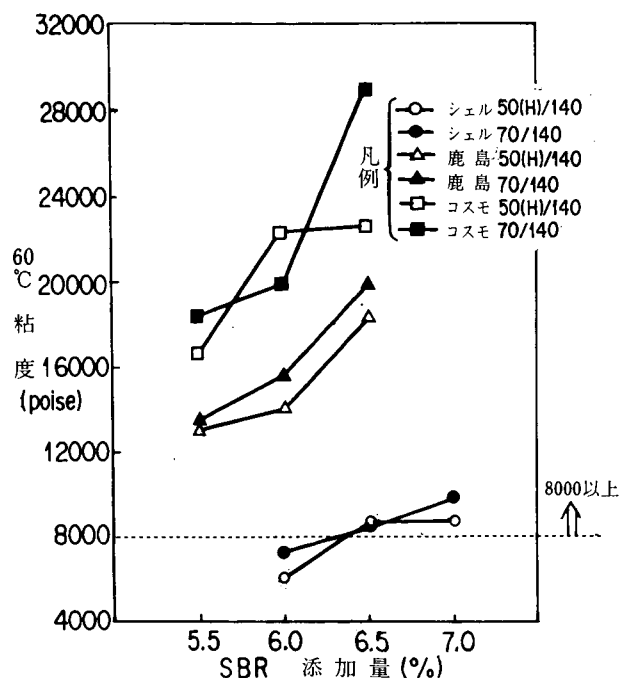
- ・筑波1号専用ケトルとプラントの既設配管を接続する配管がつまること
- ・舗装後の温度低下に時間がかかる。

等の問題が生じ、今後の検討課題とされた。

(3) 筑波1号の品質改良研究

60℃粘度の高い（C社）、中程度（K社）および低い（S社）という3種のベースアスファルトを選定し、ゴムの種類および添加量を変化させてバインドを試作した。これらバインドについて、性状試験および貯蔵試験を行った結果、次のことがわかった。

- 1) ベースアスファルトの粘度が極端に低い場合、ゴムの添加量を増加しても、規格を満足するバインドを製造することは困難である（付図－1.11）。
- 2) 標準的な粘度のベースアスファルトを用いた場合、筑波1号の60℃粘度は、ゴムの添加量に比



付図－1.11 SBR添加量，ベースアスファルト性状と
バインダの60℃粘度の関係

較して増大する（付図－1.11）。

3) ベースアスファルトの120℃粘度とバインダの60℃粘度には高い相関がある。したがって、ベースアスファルトの120℃粘度をチェックすることにより、ベースアスファルトの選定とそのときの適切なゴム添加量を選択できる（付図－1.12, 1.13）。

4) ムーニー値70のゴムを使用すると、貯蔵中の筑波1号の分離傾向が小さくなり、分離防止のためにはムーニー値70のゴムは有効であると考えられた。また、貯蔵期間の経過と共に分離の傾向は低下することがわかった。

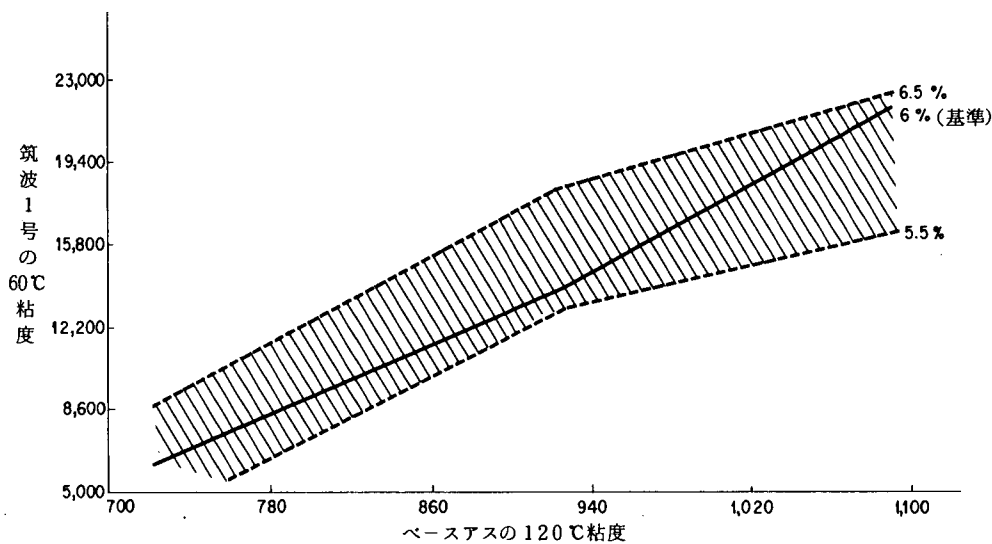
5) 180℃で貯蔵した場合、筑波1号の性状変化が大きいため、貯蔵時の性状変化を抑制するには、貯蔵時の温度を抑える必要があることが示唆された。

(4) 施工条件の検討

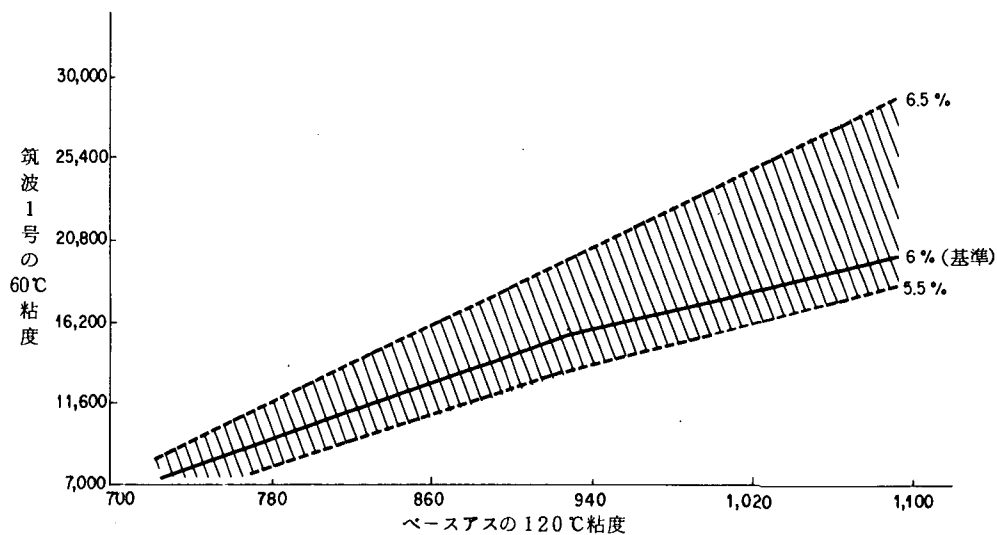
転圧試験は付表－1.3に示す水準で行い、転圧後、供試体を切り出して密度試験、ホイールトラッキング試験、ラベリング試験、曲げ試験、ビームコヒージョン試験を行った。試験結果は付図－1.14に示すとおりである。結果を要約すると次のようである。

- 1) 寒冷期（5℃以下）に施工した場合でも、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、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、混合の際はバインダ温度を160℃のままとし、骨材温度を調整して、180℃で混合すればよいと考えられる。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。
- 4) 専用ケトルによる貯蔵試験の結果、60℃粘度が大きな変化を示した。したがって、60℃の安定化が、やはり最重要と判断された。また、通常の貯蔵温度より極端な高温（300℃程度）で貯蔵を行った結果、バインダ性状の急激な変化と、ゴムの分解によるゴム分の減少が認められた。したがって、貯蔵時の性状安定のためにはバインダの温度管理が最も重要であると考えられた。



付図－ 1.12 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

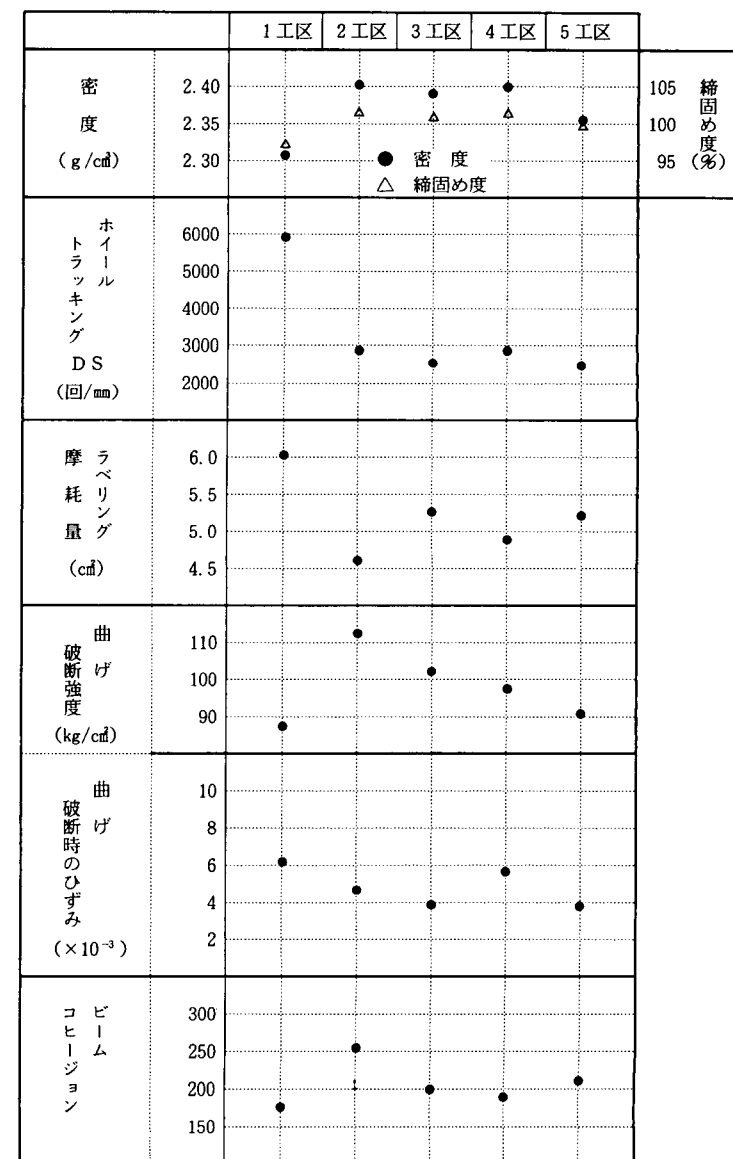


付図－ 1.13 ムーニー値70/140 におけるベースアス 120℃粘度と
筑波 1 号の60℃粘度の関係

付表-1.3 転圧試験条件

工 区 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 2 0
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



付図-1.14 転圧試験混合物性状

4. 62年度の概要

4.1 研究概要

62年度に実施した研究は以下のとおりである。

(1) 試験舗装の施工

秋田県において試験舗装を施工した。なお、この試験舗装で用いた筑波1号は70/140タイプのゴムである。70/140タイプのゴムは50(H)/140タイプのゴムに比較して貯蔵時の安定性がよいことが61年度に示されている。

(2) 60年度、61年度施工試験舗装の供用性解析

60年度、61年度に施工した試験舗装は全国で78,069㎡に及んだ。この試験舗装の供用性について解析を行った。

(3) 筑波1号の品質改良研究

61年度までの研究により、一定品質のバインダの製造、貯蔵安定性のよいバインダの製造のためには、

- ① ベースアスファルトを120℃粘度により選定する。
- ② ムーニー値70/140のゴムを用いる。

ことが有効ということが示された。62年度はこれらの点について室内試験、さらに実際のプラントにおいて検証を行った。

1) 室内貯蔵試験

① 性状変化原因の検討

貯蔵中のバインダの性状変化には、バインダ自体の性質のほかに、高温下（おおむね180℃以上）での貯蔵が影響していることが61年度に示された。62年度はゴムの種類および添加量を変化させた数種のバインダを試作し、これらについて高温下での貯蔵が性状変化に及ぼす影響について検討した。このときにバインダの比粘度も測定し、ゴムの低分子化（老化）についても検討を行った。

② 老化防止剤の検討

バインダ貯蔵中の粘度低下に関係する、ゴムの低分子化を抑制する老化防止剤の効果について検討を行った。

③ 貯蔵試験

ゴム種およびゴムの添加量を変えて試作したバインダについて室内で貯蔵シミュレート試験機を用いて貯蔵試験を行い、性状変化について検討した。なお、貯蔵にあたっては、

- a) 攪拌のある状態での貯蔵
- b) 攪拌のない状態での貯蔵

の2つの方法で行った。a)は専用ケトルによる従来の貯蔵、b)は通常のプラントに設置されているケトルで貯蔵した状態を想定したものである。

2) プラントケトル貯蔵試験

室内貯蔵試験の結果、最も貯蔵安定性がよいと判断されたバインダについて、実際のプラントに設置されているケトルで貯蔵試験を行った。このときも室内試験と同様、

- a) 攪拌のある状態での貯蔵
- b) 攪拌のない状態での貯蔵

で行った。

3) 混合物試験

プラントケトル貯蔵試験の際に貯蔵したバインダを用いて混合物試験を実施した。検討した項目は、以下のとおりである。

- ① バインダの貯蔵が混合物性状に及ぼす影響
- ② 混合、締固め温度が混合物性状に及ぼす影響
- ③ バインダ量が混合物性状に及ぼす影響
- ④ 混合時間が混合物性状に及ぼす影響

4.2 研究結果の概要

(1) 試験舗装の施工

秋田県で実施した試験舗装の結果、得られたことをまとめると、以下のとおりである。

① SBR 70/140 のゴムを用いた筑波 1 号は貯蔵時の性状変化が非常に小さく、SBR 70/140 の使用は筑波 1 号の貯蔵安定性の向上に効果がある。

② 筑波 1 号を製造する場合には、異なるロットであっても同一の条件で製造すれば、一定品質のものが製造できる。したがって、筑波 1 号の製造は極力同一条件で実施することが望ましい。

③ 貯蔵温度を低く管理すると性状変化が小さい。

④ 積雪寒冷地用混合物であっても、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る。一方、耐摩耗性については、室内試験では優位性は確認できず、供用性の確認を必要とした。

⑤ SBR 70/140 を用いた筑波 1 号であっても、SBR 50 (H)/140 と同様の施工条件により施工できる。

(2) 試験舗装供用性の解析

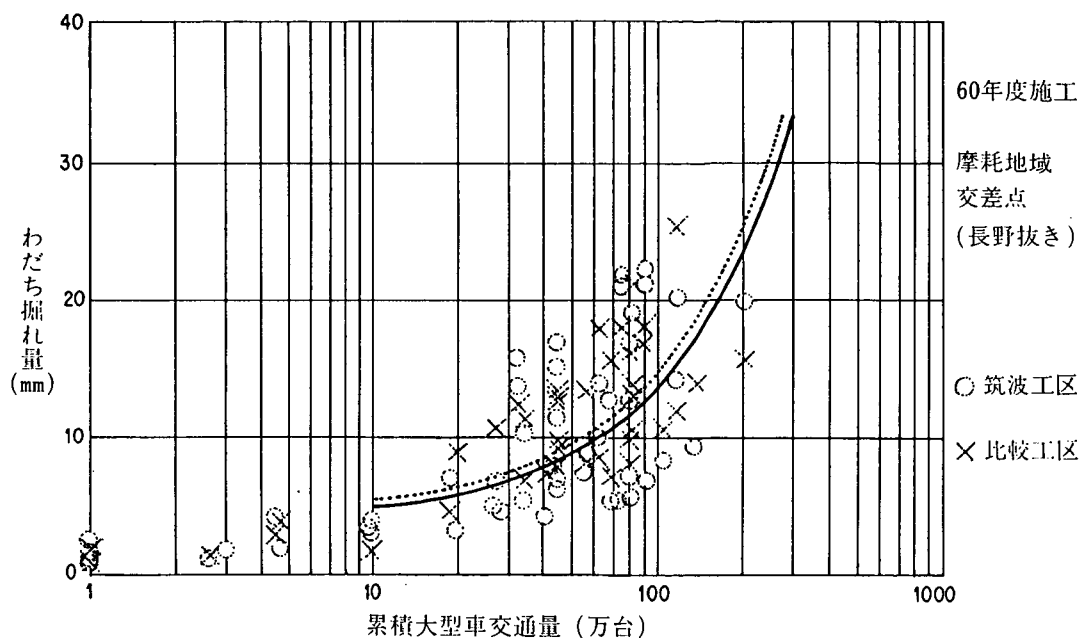
62年秋までの追跡調査に基づき解析を行った。

1) 60年度施工試験舗装

累積大型車交通量が、最大の箇所でも 500 万台程度に達し、わだち掘れ量、ひび割れ率については供用性の傾向が現れるようになってきた。なお、縦断凹凸量については明確な傾向は現れていない。

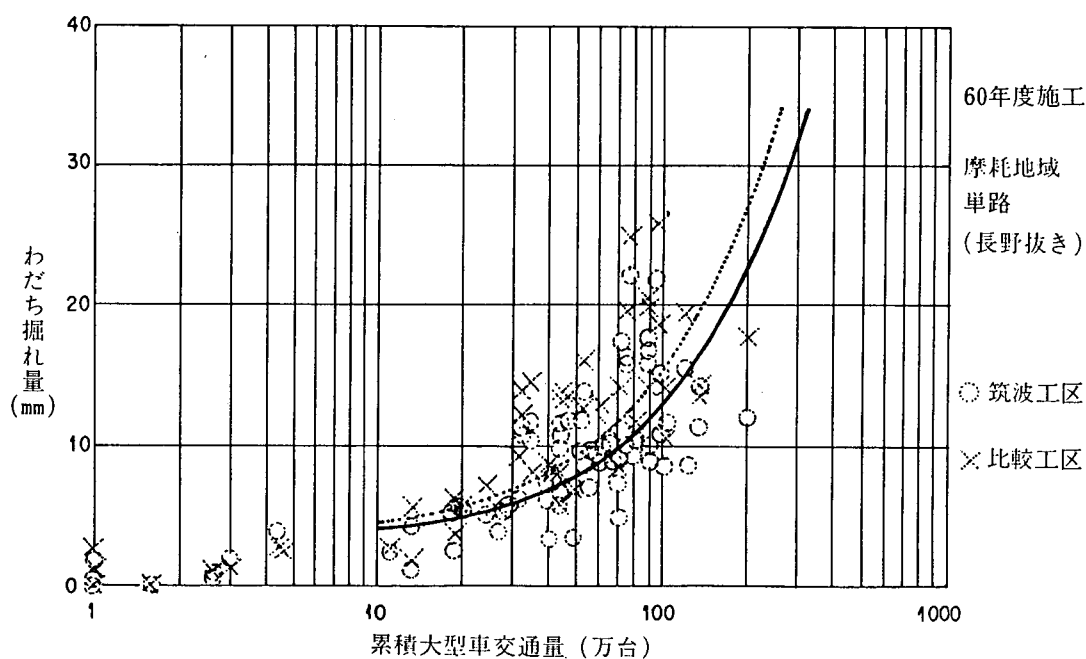
① 摩耗地域の供用性

付図－1.15, 1.16に全摩耗地域についてのわだち掘れ量の推移を示す。一定交通量ごとにおける平均わだち掘れ量を比較すると、筑波工区のわだち掘れ量は比較工区の83～93%の値



筑波工区 ——— $Y = 0.098703 X + 3.977$ $R = 0.659$
 比較工区 $Y = 0.104557 X + 4.513$ $R = 0.733$

付図－ 1.15 わだち掘れ量の推移 (全摩耗地域, 交差点, 長野市川合新田除く)



筑波工区 ——— $Y = 0.097035 X + 3.034$ $R = 0.719$
 比較工区 $Y = 0.118467 X + 3.369$ $R = 0.771$

付図－ 1.16 わだち掘れ量の推移 (全摩耗地域, 単路部, 長野市川合新田除く)

となっており、開発目標値80%に多少及ばない。

② 流動地域の供用性

付図— 1.17, 1.18に全流動地域についてのわだち掘れ量の推移を示す。一定交通量ごとにおける平均わだち掘れ量を比較すると、筑波工区のわだち掘れ量は比較工区の75~88%となっており、開発目標であるわだち掘れ量5割軽減の目標値に及ばない。

なお、個々の箇所についての解析結果から、耐摩耗対策と耐流動対策を合わせて講ずる必要のある箇所に、筑波1号の効果が最も期待できると判断された。

また、比較工区にセミブローンアスファルトAC-100を用いた箇所との比較より、筑波1号の耐ひび割れ性は良好と判断された(付図— 1.19)。

3) 早期のわだち掘れ発生

試験舗装のうち2箇所(昭島市拝島地先、長野市川合新田)において、筑波1号工区のわだちが比較工区のわだちに比較して非常に大きい値となった。原因を調査した結果、これらの箇所では、

①筑波工区が比較工区に比較して著しく過酷な交通条件におかれている(昭島、長野)。

②既設舗装に流動が生じている。

③バインダの粘度、混合物粒度に問題があった(昭島)。

等の問題があることがわかった。したがって、供用性の解析にあたっては、これらを除外した場合についても検討した。

4) バインダ性状および混合物性状と供用性の関係

60年度試験舗装について、バインダ性状および混合物性状と供用性の関係について解析を行ったところ、以下のことがわかった。

①摩耗地域では、締固め度などの施工時の混合物性状が供用性に影響する(付図— 1.20, 1.21)。

②流動地域では、60℃粘度などのバインダ性状と供用性の間にある程度の関係が認められる(付図— 1.22, 1.23)が、明確な傾向ではない。

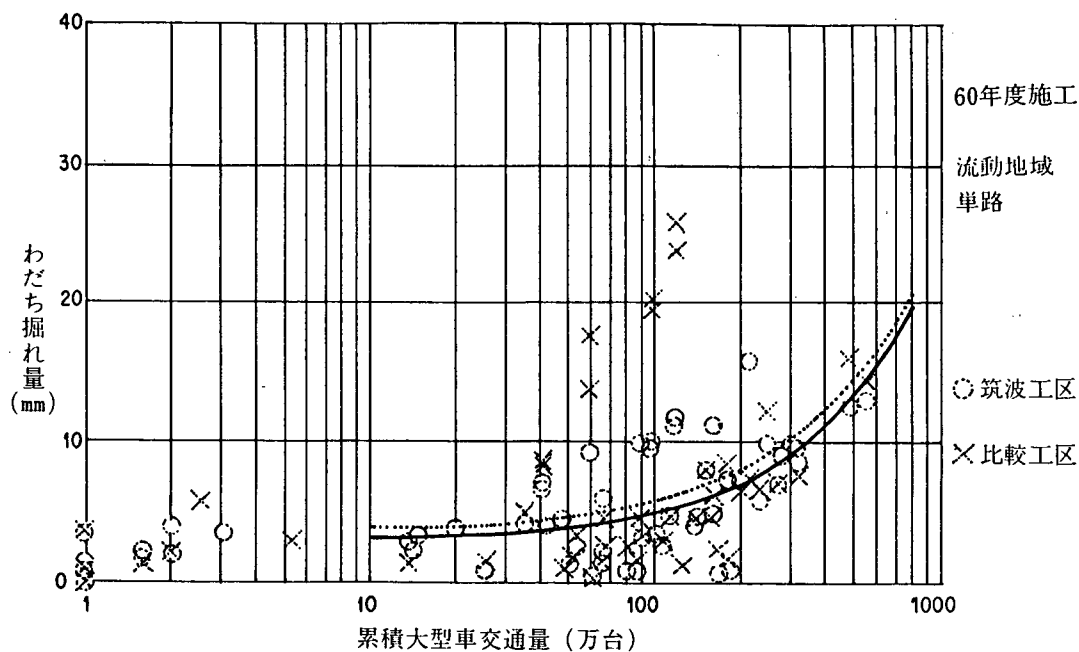
(3) 筑波1号品質改良研究

1) 室内貯蔵試験

ゴム種を50(H)/140, 70/140, 70の3種、添加量は6%を標準とし、70/140については、4%添加のバインダも作製して貯蔵安定性の検討を行った。なお、4%の添加量を試験に加えたのは、61年度、ゴムの添加量と粘度比に負の相関があることが示されたためであり、ゴムの添加量を減じた場合の粘度比の上昇の程度、およびその時のバインダの性状について検討するためである。

① 性状変化原因の検討

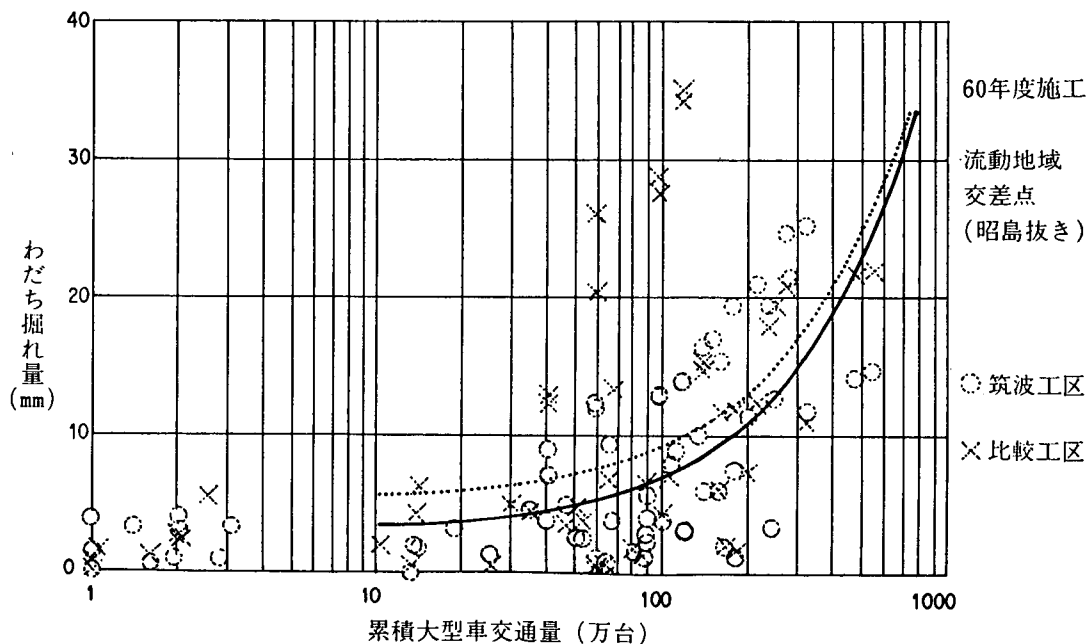
- ・貯蔵温度がバインダの性状変化に及ぼす影響について検討するため、貯蔵温度160℃および180℃の2とおりの場合について貯蔵試験を行った。その結果、バインダの貯蔵温度を180℃(局部温度は200℃に達する)にすると性状変化が大きく、貯蔵温度が160℃では



筑波工区 ——— $Y = 0.020925 X + 2.856$ $R = 0.627$

比較工区 $Y = 0.021569 X + 3.683$ $R = 0.410$

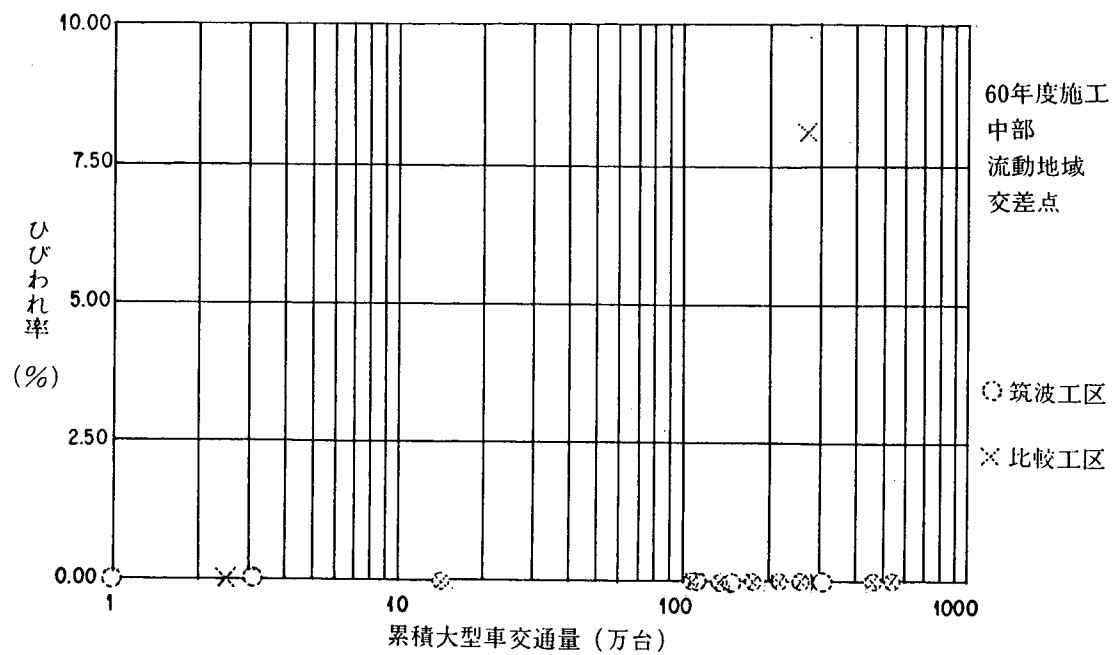
付図－ 1. 17 わだち掘れ量の推移 (全流動地域, 交差点部, 昭島市拝島除く)



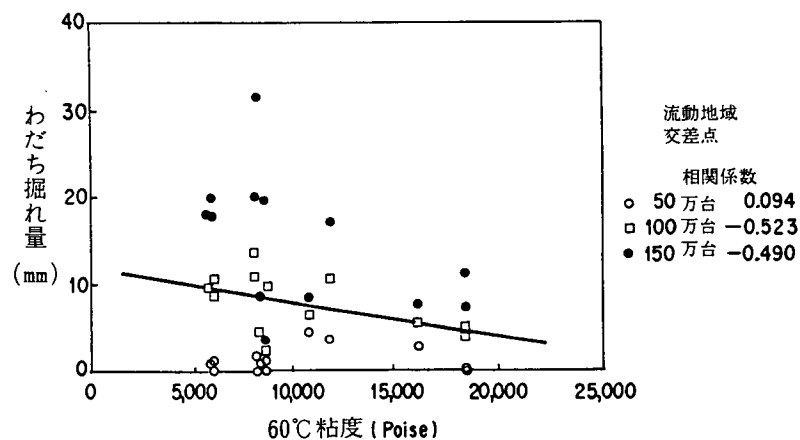
筑波工区 ——— $Y = 0.039267 X + 2.973$ $R = 0.661$

比較工区 $Y = 0.038550 X + 5.296$ $R = 0.472$

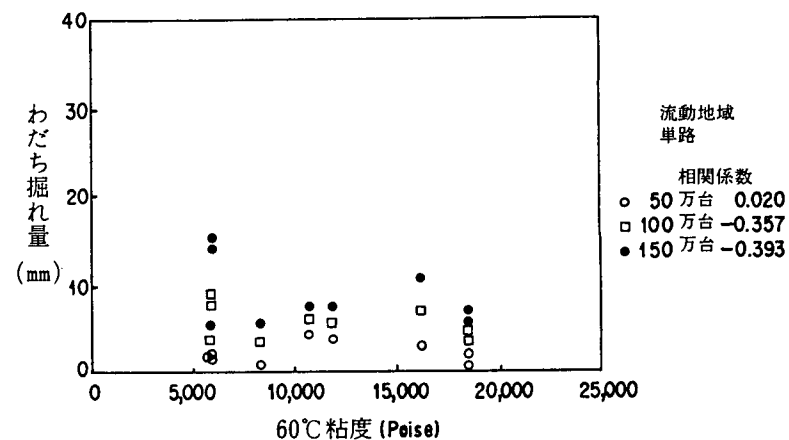
付図－ 1. 18 わだち掘れ量の推移 (全流動地域, 単路部)



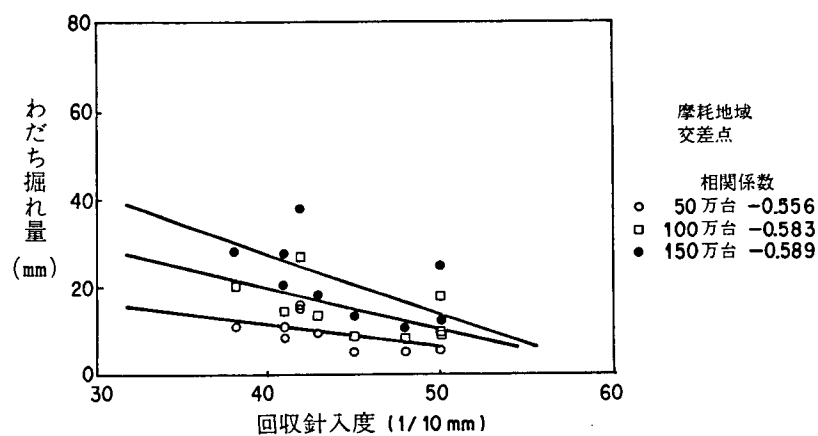
付図－ 1.19 ひび割れ率の推移 (中部, 単路部)



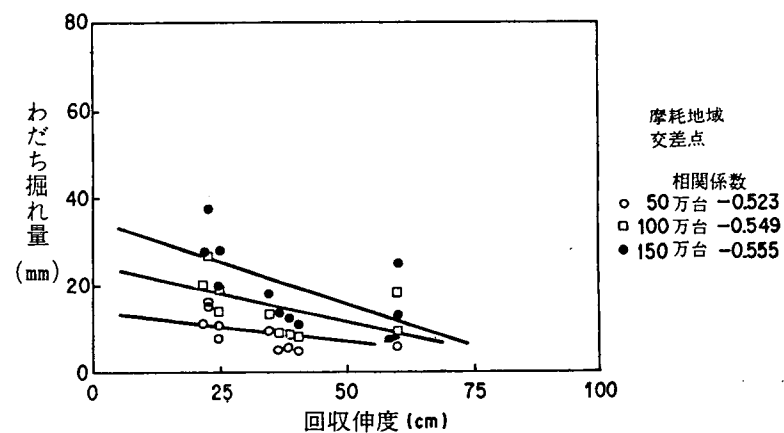
付図- 1.20 締固め度とわだち掘れ量の関係
(摩耗地域, 交差点部)



付図- 1.21 締固め度とわだち掘れ量の関係
(摩耗地域, 単路部)



付図- 1.22 コア回収 60℃粘度とわだち掘れ量の関係
(流動地域, 交差点部)



付図- 1.23 コア回収 60℃粘度とわだち掘れ量の関係
(流動地域, 単路部)

性状変化は小さいため、バインダの貯蔵温度は 160℃が適切と考えられた。

- ・貯蔵中に60℃粘度の低下するバインダは、比粘度も低下した。すなわち、バインダの60℃粘度の低下は、ゴムの低分子化によると考えられた。

② 老化防止剤の検討

- ・老化防止剤の添加は、貯蔵中のバインダの60℃粘度の低下抑制にある程度の効果があるものの、その効果は大きなものではなく、老化防止剤の添加が必要とは判断されなかった。

③ 貯蔵試験

試験結果を付表— 1.4 に示す。結果をようやくすると次のとおりである。

- ・貯蔵中の60℃粘度が最も安定しているバインダは、70/140 のゴムを用いたバインダ（6% 添加）である。
- ・ゴムの添加量を減じる（4%）と、バインダの粘度比は向上する。しかし、加熱前の60℃粘度が高くないため、貯蔵中に60℃粘度が規格値を下回る。したがって、ゴムの添加量を減じることは適切ではないと判断された。
- ・70/140 を6%添加したバインダは、攪拌のない状態で貯蔵しても分離は生じず、貯蔵安定性に優れていると判断された。

以上の結果と61年度の研究結果、および秋田県における試験舗装施工の結果も考慮すると、筑波1号に用いるゴムの種類は70/140（配合比率5：1）、添加量は6%が最適と判断された。

2) プラントケトル貯蔵試験

試験結果を付表— 1.5 に示す。

①攪拌のある状態での貯蔵、攪拌のない状態での貯蔵のいずれの場合でも、70/140—6%添加バインダの60℃粘度は安定している。一方、いずれの貯蔵状態でも、伸度は低下傾向を示しており、今後の検討課題と考えられた。

②攪拌のない状態での貯蔵すると、多少、上下層で分離が生じる。しかし、この分離は、プラントのアスファルト配管に設置されているポンプにより、バインダを循環させることによって十分解消できることがわかった。したがって、専用ケトルを使用せず、プラントに既設のケトルで筑波1号は貯蔵できると判断された。

3) 混合物試験

混合物試験は付表— 1.6 に示す水準について実施した。結果を付表— 1.6 に示す。要約すると次のとおりである。

①バインダの貯蔵が混合物の耐流動性に及ぼす影響はほとんど認められない。すなわち、バインダ性状が安定していれば、混合物性状も変化しない。

②混合および転圧温度を低く（180℃混合、160℃転圧）しても、混合物の耐流動性に影響しない。また、この場合、転圧回数を増加させても耐流動性は特に向上せず、反面フラッシュ状になるため、転圧回数の増加は必要ないと判断された。

ただし、61年度に実施した転圧実験の結果を考慮すると、混合、転圧温度を低くしてもよい

付表- 1.4 室内貯蔵試験結果 (かくはんあり)

試料名	日数	針入度	軟化点(°C)	伸度(cm)*	60°C粘度(poise)	タフネスkg・cm	テナシティkg・cm	粘度比
ストアス	0	68	48.5	100+	2,020	—	—	2.8
	1	64	48.5	100+	2,080	—	—	2.7
	3	61	49.0	100+	2,260	—	—	2.6
	7	58	50.0	100+	2,750	—	—	2.5
50(H)/140 6%	0	—	64.5	100+	15,400	122	80	0.9
	1	—	61.5	100+	12,300	136	92	0.9
	3	—	60.0	100+	10,500	155	107	1.1
	7	—	57.5	27	8,700	192	131	1.6
70/140 6%	0	—	64.0	100+	14,900	132	83	0.9
	1	—	62.5	100+	13,000	147	103	0.9
	3	—	61.5	100+	12,600	167	125	0.9
	7	—	59.5	15	12,200	271	204	1.5
70 6%	0	56	62.0	100+	14,800	115	66	0.9
	1	55	61.5	100+	14,500	136	93	0.9
	3	52	61.0	50	13,300	158	101	0.9
	7	51	58.5	24	10,700	164	106	1.4
70/140 4%	0	—	58.5	100+	8,360	87	37	1.1
	1	—	57.0	100+	7,480	136	71	1.1
	3	—	57.0	23	6,850	114	64	1.5
	7	—	56.0	21	6,760	223	157	1.9

備考 *ストアスは15°C, 他は7°C

付表- 1.5 プラント貯蔵試験バイнда性状の変化

区分	貯蔵 日数	針入度	軟化点 °C	(上下差) °C	伸度 cm	タフネス kg f・cm	テナシティ kg f・cm	60°C粘度 poise	(上下差) poise	ゴム分 %	(上下差) %
攪拌 ケツ トル	0	50	65.0		100+	161	112	11410		5.90	
	1	46	64.5		100+	174	124	11650		5.80	
	3	46	64.0		19	226	169	13200		5.85	
	7	43	63.5		32	274	219	12500		5.90	
	14	44	65.0		20	320	260	13800		5.66	
	22	48	64.0		25	534	463	15000		5.65	
無攪拌 ケツ トル	0	49	65.5		100+	155	106	11640		5.80	
	1上	46	66.0	+2.0	100+	165	117	11610	+770	5.95	+0.10
	1下	45	64.0		100+	180	128	10840		5.85	
	3上	45	66.0	+2.0	21	165	118	15000	+3460	6.15	+0.74
	3下	45	64.0		19	203	149	11540		5.41	
	7上	46	67.0	+4.0	20	246	193	16000	+4800	6.10	+0.88
	7下	43	63.0		26	262	207	11200		5.22	
	14上	48	65.0	+0.5	16	327	274	13700	+1200	5.71	+0.20
	14下	44	64.5		12	303	244	12500		5.51	
	22上	48	66.0		17	402	336	13000		5.65	
全上 循環後	8上	47	64.0	0.0	20	269	217	11500	-1000	5.61	+0.15
	8下	44	64.0		19	283	226	12500		5.46	
	14上	45	64.0	-1.0	12	366	305	12700	-1000	5.66	+0.05
	14下	48	65.0		13	349	291	13700		5.61	

付表－1.6 混合物作製条件とホイールトラッキング試験結果

供試体作製場所	室内											プラント		室内					
粒 度	密 粒 (20)														細G 13F	密 20F			
バインダ	筑 波 1 号											ストアス 60～80				筑波 1 号			
貯蔵日数 日	0							3	7	7	0				0	0			
混合温度 ℃	180				190			200		190	190	190	155				190	190	
転圧温度 ℃	160				180			190		180	180	180	143				180	180	
バインダ量	-0.3	OAC	+0.3	OAC	-0.3	OAC	+0.3	-0.3	OAC	OAC	OAC	OAC		-0.3	OAC	+0.3	OAC	OAC	
転圧回数	標 準			多		標 準						標 準		標 準			標 準		
混合時間	Dry : 5 sec Wet : 120 sec											Wet : 45	Wet : 90	Dry : 5 sec Wet : 120sec					
締固め度 (%)	100.3	100.6	100.2	101.6	100.7	100.2	100.5	100.9	100.5	100.5	100.1	99.8	100.0	99.9	99.9	100.3	99.5	100.3	
DS(回/ mm)	2470	3390	1730	2930	3320	2450	2450	3710	3500	3340	2670	2600	1880	830	780	390	2160	2820	

とは断定できない。

③バインダ量を少なくすると混合物の耐流動性は向上するが、その程度はあまり大きくなく、筑波1号のアスファルト量はマーシャル試験におけるOACをもって決定してよい。

④混合時間を長く（ウェットミキシング90秒）しても、混合物の耐流動性の向上はみられない。したがって、混合時間を標準の45秒（ウェットミキシング）程度から変更する必要性は認められない。

付録－2 早期わだち発生の原因

相武国道工事事務所管内の国道16号線，昭島市拝島地先は供用後，1年半余りでわだち掘れ量が非常に大きくなり，62年8月にオーバーレイによる修繕を実施した。また長野工事事務所管内の国道18号長野市川合新田では筑波工区のわだちが比較工区のわだちに比較して非常に大きい値となった。これらの原因解明のため，各種の調査を実施した。

1. 昭島市拝島地先

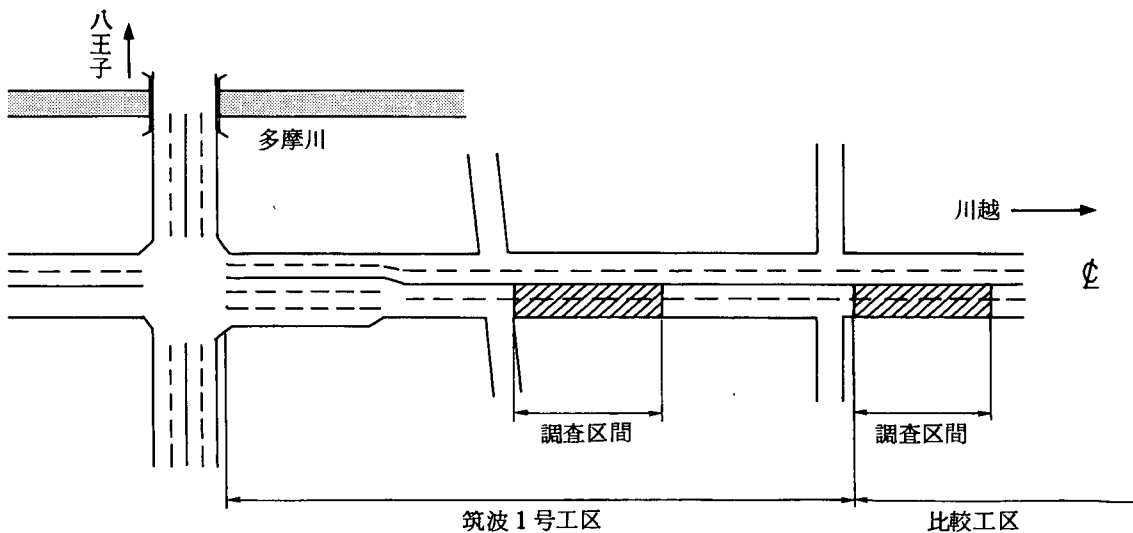
62年8月3日の最終の追跡調査立会いを兼ね，舗装研究室，関東技術事務所，相武国道工事事務所の担当者が現地の状況を確認し，その後，各種の調査を実施した。

1.1 現地の状況

(1) 工区の設定（付図－2.1）

現場は川越方面から八王子方面に向かっている国道16号線が，多摩川を横断する直前で90°方向が変わる（交差点で右折する）位置の手前である。筑波工区はこの交差点の200 m程手前の交差点に，さらに比較工区は筑波工区より150 m程手前（川越寄り）に設定されている。

車線数は片側2車線，交差点の直前は右折レーンが設けられており，片側3車線となっている。調査区間は2車線の部分に設定されている。縦断勾配はほとんど0%である。

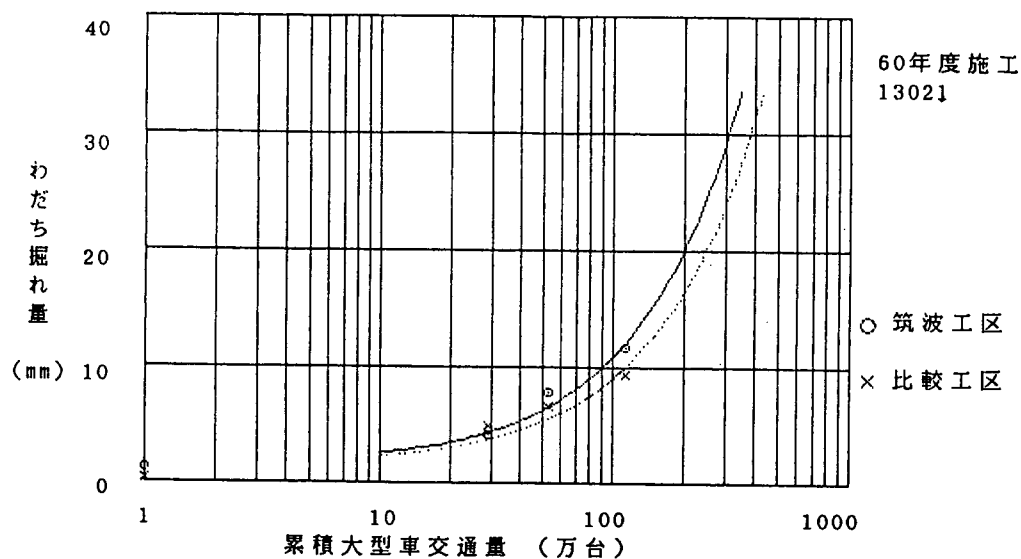


付図－2.1 現地の工区設定状況
(昭島市拝島)

(2) 供用性

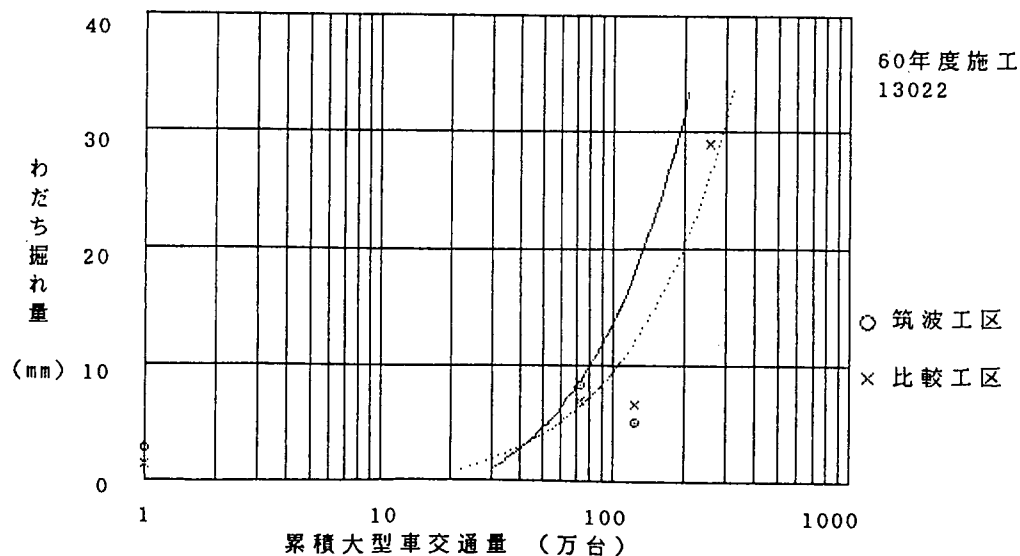
現地のわだち掘れ量の推移を付図－2.2（走行車線側），2.3（追越し車線側）に示す。筑波工区

の方が大きな値を示しており、特に追越し車線側においては、修繕を必要とする状態となっている。しかし、わだち掘れ量が多いのは筑波工区、比較工区とも追越し車線の方であり、走行車線には大きなわだちは発生していない。



筑波工区	——	$Y = 0.091700 X + 1.633$	$R = 0.982$
比較工区		$Y = 0.074231 X + 1.548$	$R = 0.941$

付図－2.2 わだち掘れ量の推移
(交差点部, 走行車線)



筑波工区	——	$Y = 0.180404 X - 4.543$	$R = 0.900$
比較工区		$Y = 0.107503 X - 1.421$	$R = 0.948$

付図－2.3 わだち掘れ量の推移
(交差点部, 追越車線)

(3) 交通条件

現地の交通量を状態（61年10月調査）を付表-2.1に示す。全交通量は走行車線の方が多いものの、現地は国道が右折するため大型車の多くは追越し車線を走行しており、追越し車線の大型車交通量は走行車線の2倍以上となっている。また追越し車線は右折車両が常に渋滞している状態である。追越し車線では大型車のうちでも3軸以上の大型車が多く、5軸のトレーラーなどもかなり見られる。

付表-2.1 交通量調査結果（61.10）

（台/車線・日）

	全 車	大型車
走 行	9,309	2,005
追越し	7,076	4,306

1.2 舗装構造

施工時のデータについてチェックするとともに、現地（追越し車線工区）よりコアを採取し、混合物の性状について調査を行った。その結果については、付表-2.2に示す。

(1) 舗装構造

現場の設計CBR = 3に対して必要な舗装構造は、 $H=83\text{cm}$ （1/5低減を考慮すると66cm）、 $T_a=45\text{cm}$ であり、現地の舗装構造はいずれの条件も満たしていない。施工直後のたわみ量も0.46mmとD交通路線としてはやや大きい。

(2) 交通条件

前述したように、大型車の台数、渋滞の程度など、特に追越し車線は非常に過酷な供用条件下にある。追越し車線に大きなわだち掘れが発生している一方で走行車線のわだち掘れ量が小さい原因は、この交通条件の違いによるものと考えられる。

また、筑波工区が比較工区より大きいわだち掘れ量となったのは、比較工区が設定されている交差点が、筑波工区の設定されている交差点に比較して、かなり小規模の交差点であるためと考えられる。なお、調査は実施されていないが、筑波工区の反対の場所に位置する川越に向かう車線では筑波工区と同程度もしくはそれ以上のわだち掘れが発生しており、このことから筑波工区の追越し車線におけるわだち掘れ量が、比較工区より大きい原因は、交通条件の違いによるものと考えられる。

(3) 施工時のデータ

バインダの60℃粘度が混合前で8090 poiseとやや低い。またコアより回収したバインダの60℃粘度も11000 poiseと低い結果となっている。

粒度については表層の0.6mm通過量がやや多い程度で特に以上は認められない。

施工時の現場作製供試体の動的安定度は431回/mmと極端に低い（室内の配合設計時では3740

付表-2.2 調査結果

項 目			表 層		基 層	
			凹 部	凸 部	凹 部	凸 部
現 場 条 件	交通量区分		D			
	路床 C B R		3			
	H		60			
	T _A		34.5			
	施工後たわみ量		0.46			
施 工 時 の デ ィ タ	旧路面 性状	わだち(最大)	17.0			
		ひび割れ	0			
	ア ス タ	60℃粘度(混合前)		8090		
		〃 (舗設後)		11000	—	
	混 合 物	プラン ト粒度	2.5 mm	43.3	27.0	
			0.6 mm	26.2	17.0	
		S/F(配合設計時)		52	38.7	
		D S(配合設計時)		3740	—	
		D S(現場舗設時)		431	—	
	コ ア 性 状	混 合 物	密度	2.433	2.423	2.425
締固め度			101.7	101.3	101.8	100.5
厚さ			6.7	5.8	5.5	5.2
ア ス フ ァ ル ト		針入度	44	48	55	57
		軟化点	58.5	58.0	55.0	56.0
		60℃粘度	10300	9600	5910	6040
		伸度	40	44	27	47

注) * ストアス区間の現場 DS = 2032

回/mm)。比較工区のストレートアスファルト混合物についての動的安定度は2032 回/mmである。筑波1号供試体とストレートアスファルト混合物が入れ替わっていたことも想定されたため、施工時に再試験を実施し、またホイールトラッキング試験終了後、ゴム分の定量を実施したが、動的安定度は同じ結果であり、ゴム分にも異常は認められず、動的安定度が低い原因は不明である。

(4) コア性状

現地よりコアを採取（車両の走行する凹部，走行しない凸部より各々採取）し，厚さ，密度，粒度，バインダ性状について調査した。

1) 厚さ，密度

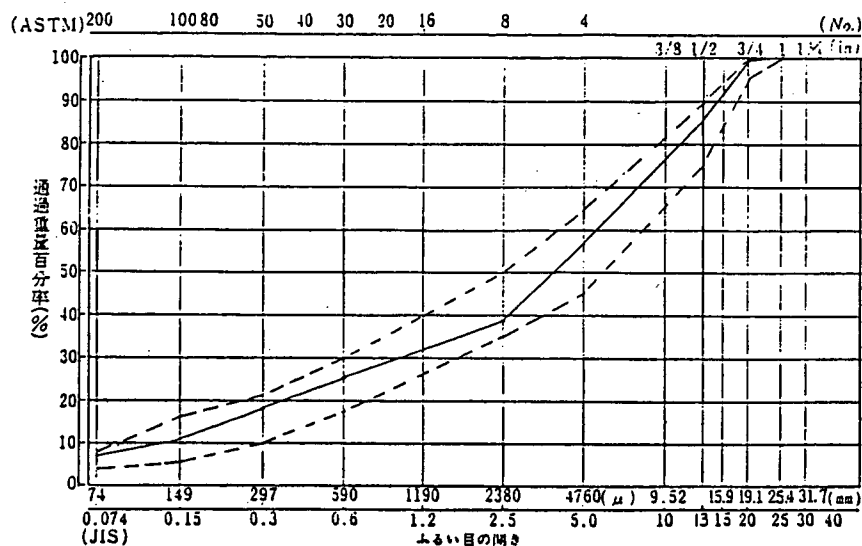
凹部，凸部で層の厚さに差は認められない。このため，わだち掘れの多くは既設舗装に発生していたものと推定される。締固め度は表層においては，凹部，凸部で差はなく，基層では凹部の方が締固め度が高く，交通による締固めが生じている。

2) 粒度 (付図-2.4 ~ 2.7)

凹部の表層を除いて非常に粒度が細かくなっている。したがって、施工時の粒度が目標粒度より細かったことが想定される。

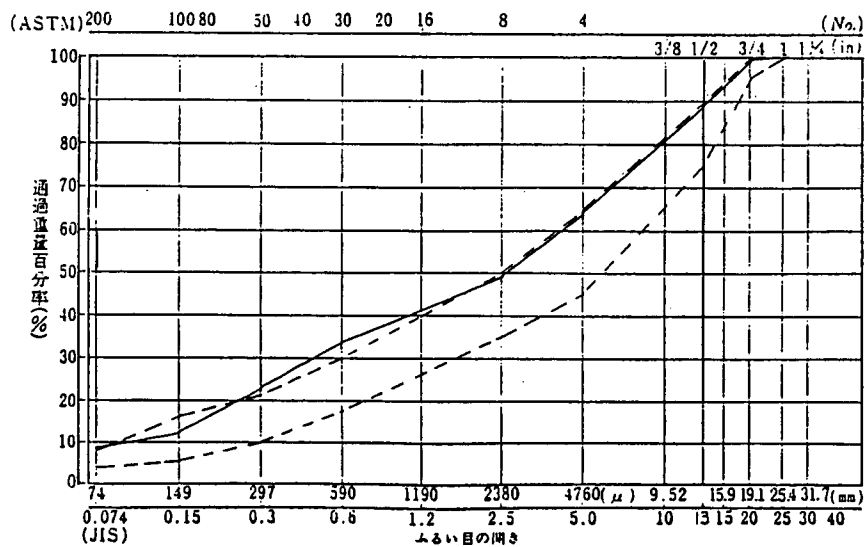
3) バイнда性状

回収されたバイндаの60°C粘度は、表層、基層とも低い値を示している。



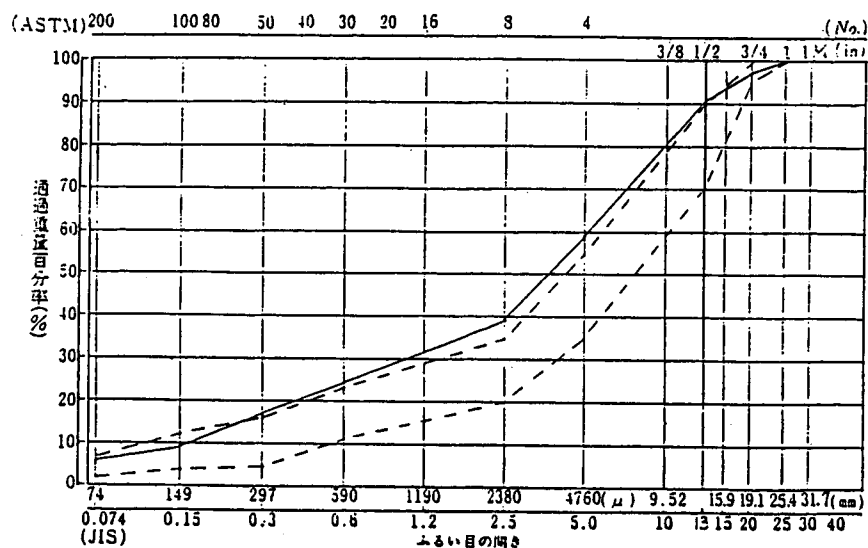
(凹部表層)

付図-2.4 コア抽出粒度測定結果



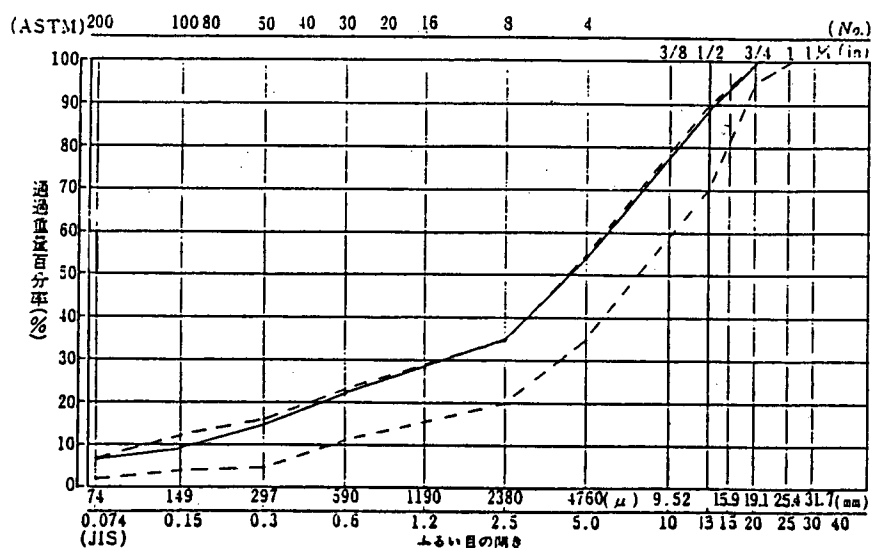
(凸部表層)

付図-2.5 コア抽出粒度測定結果



(凹部基層)

付図-2.6 コア抽出粒度測定結果



(凸部基層)

付図-2.7 コア抽出粒度測定結果

1.3 結 論

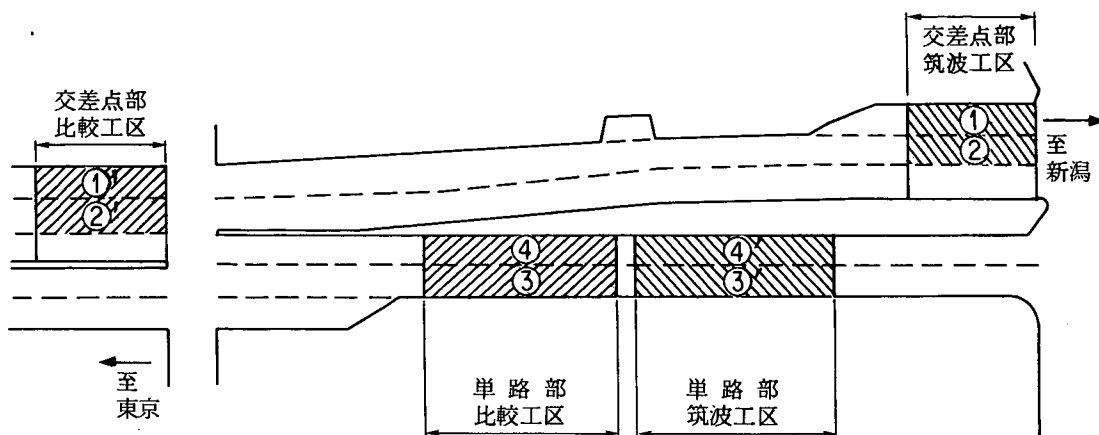
以上の調査の結果、わだち掘れの主な原因は、追越し車線側の筑波工区が非常に過酷な交通条件下におかれていたためであると考えられる。また、その他の原因として、既設舗装の流動、筑波1号の60℃粘度が低いこと、粒度が配合設計時の目標値に比較して細かいことなどがあげられる。

2. 長野市川合新田地先

2.1 現地の状況

(1) 工区の設定 (付図-2.8)

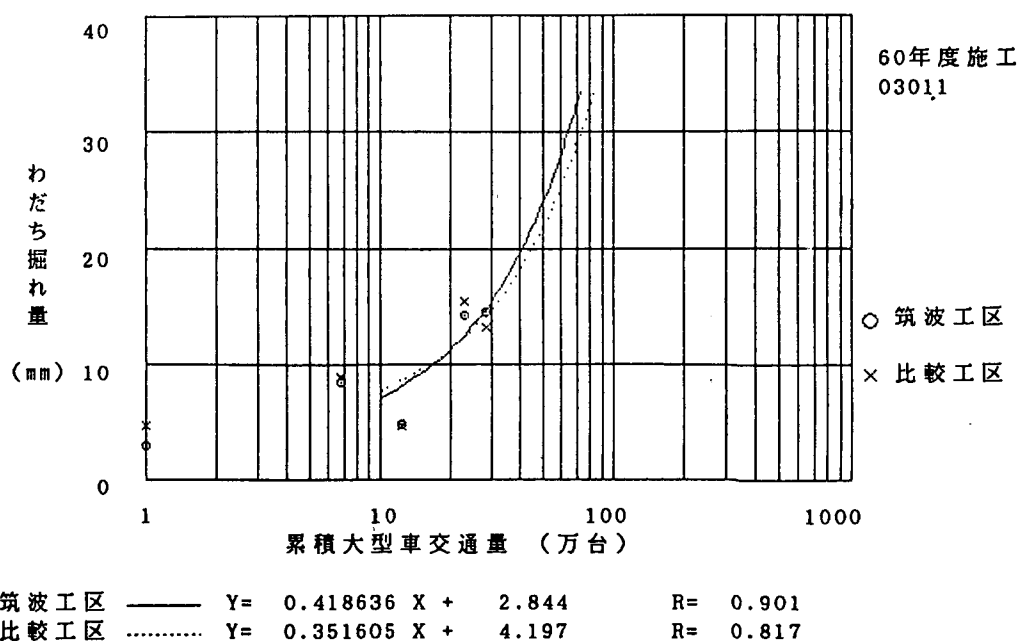
付図-2.8に示すように片側2車線の道路に4つの調査工区が設定されている。ただし、筑波工区が設けられている交差点には右折車線があるが、ここは調査工区には含まれていない。縦断勾配も0.2%であり、ほとんど平らと考えてよい場所である。



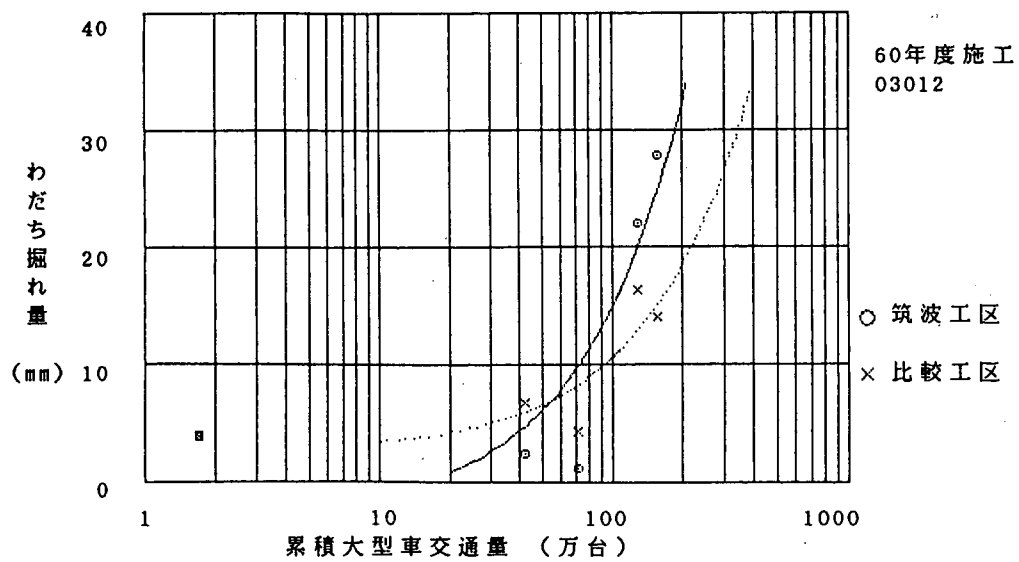
付図-2.8 現地の工区設定状況 (長野市川合新田)

(2) 供用性

付図-2.9～2.12に現地のわだち掘れ量の推移を示す。特に交差点部の第2車線、単路部の第1車線において筑波工区のわだち掘れ量が比較工区のわだち量を上回っている。

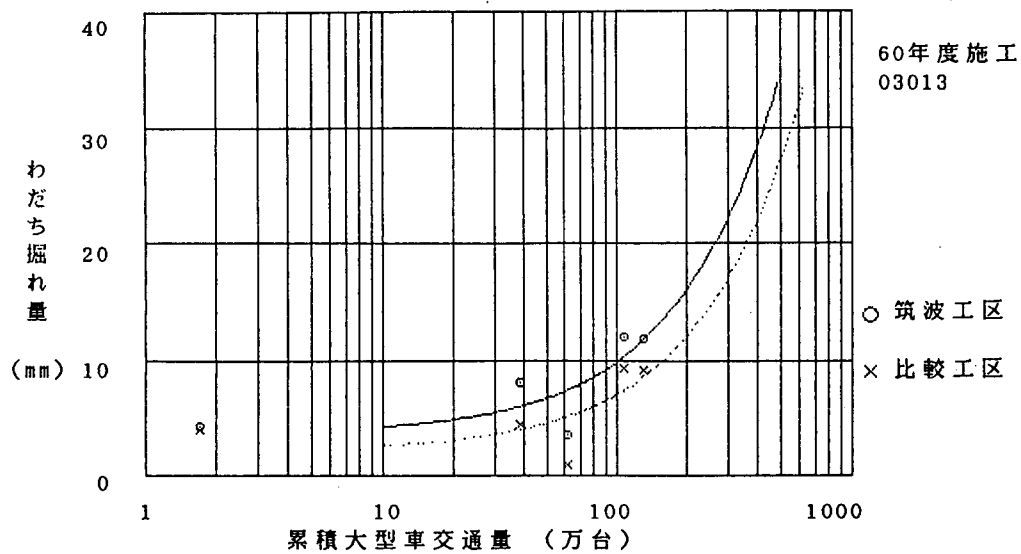


付図-2.9 わだち掘れ量の推移
(交差点部, 第1車線)



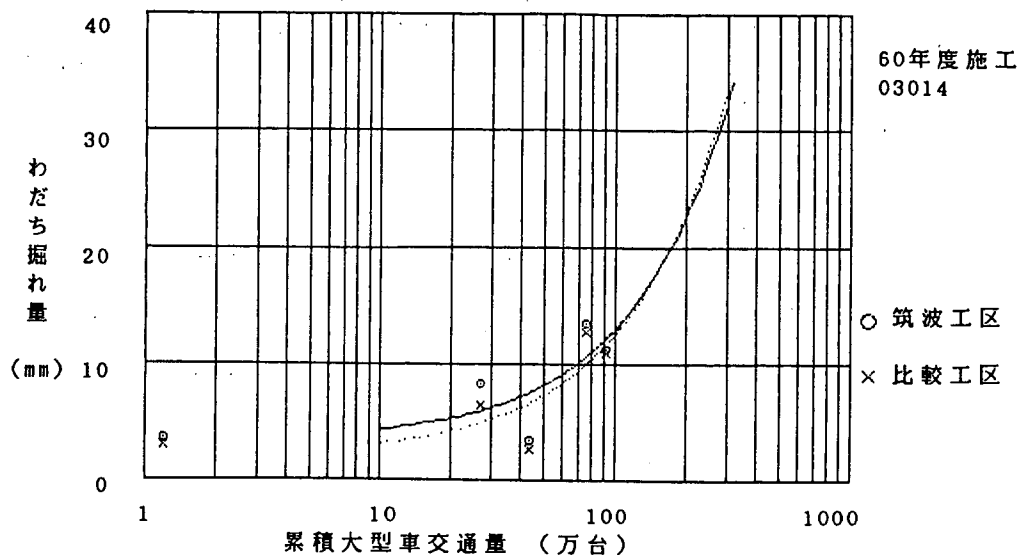
筑波工区	——	$Y = 0.174189 X - 2.653$	$R = 0.889$
比較工区		$Y = 0.078801 X + 2.623$	$R = 0.876$

付図- 2.10 わだち掘れ量の推移
(交差点部, 第2車線)



筑波工区	——	$Y = 0.061446 X + 3.677$	$R = 0.804$
比較工区		$Y = 0.049586 X + 2.096$	$R = 0.724$

付図- 2.11 わだち掘れ量の推移
(単路部, 第1車線)



筑波工区 ——— $Y = 0.096274 X + 3.314$ $R = 0.777$
 比較工区 $Y = 0.104296 X + 2.050$ $R = 0.822$

付図－2.12 わだち掘れ量の推移
 (単路部, 第2車線)

(3) 交通条件

現地の交通量(61年10月調査)を付表－2.3に示す。筑波工区と比較工区の間には交通量の違いはない。なお、現地は12月中旬から4月上旬まではスパイクタイヤを装着した車両が走行し、特に1月中旬から3月中旬の間は全体の76%の車両がスパイクタイヤもしくはタイヤチェーンを装着している。

付表－2.3 交通量の調査結果
 (長野市川合新田：61.10)

交通量 (台/日 ・車線)	工区	交 差 点 部				単 路 部			
		筑 波 工 区		比 較 工 区		筑 波 工 区		比 較 工 区	
	車線	1	2	1	2	1	2	1	2
全 交 通		7267	6747	7267	6747	9400	8524	9400	8524
大型車交通量		447	2369	447	2369	1924	1317	1924	1317

2.2 原因の調査

(1) 舗装構造(付表－2.4)

現場の設計CBR＝4，C交通に対して必要な舗装構造は，H＝60cm， $T_A＝32.3$ cmであり，現地の舗装構造はいずれの条件も満足している。施工直後のたわみ量も0.30mm程度であり，特に問題は認められない。

付表－2.4 長野市川合新田の現場条件, 施行時のデータ

項 目			交 差 点 部		単 路 部	
			第 1 車線	第 2 車線	第 1 車線	第 2 車線
現 場 条 件	交通量区分		C			
	路床 C B R		4			
	H		60			
	T _A		32.3			
	施工後たわみ量		0.30	0.34	0.28	0.20
施 工 時 の デ ー タ	旧路面 性状	わだち(最大)	48.9	45.8	57.0	55.7
		ひび割れ	0			
	ア ス フ ルト	60℃粘度(混合前)	15100			
		“ (舗設後)	15400			
	混 合 物	プラン ト粒度	2.5 mm	51.0		
			0.6 mm	30.4		
	S/F		42.6			
	ラベ(配合設計時) ¹⁾		0.57			
	ラベ(現場舗設時) ¹⁾		0.62			

注1) ストアス混合物の摩耗量を1とした時の値

(2) 交通条件

交差点部については、筑波1号の設置されている交差点と比較工区の設定されている交差点の規模がかなり異なり、比較工区の交差点は筑波工区のそれに比較してかなり小さいと指摘されていた。そこで、各々の交差点において、赤信号の時間およびその時の平均の信号待ちの車両の台数を調査した。また合わせて、交差点部、単路部での平均車両走行速度を調査した。その結果を付表－2.5に示す。筑波工区の交差点は、比較工区の交差点に比較して、赤信号時間が長く、信号待ち車両台数も多い。また車両の走行速度にも差がみられる。一方、単路部においては特に差は認められない。

付表－2.5 交通条件の調査結果
(長野市川合新田：63.3.5 調査)

調 査 項 目	交 差 点 部		単 路 部	
	筑波工区	比較工区	筑波工区	比較工区
信号赤色時間(秒)	8 6	3 4	—	—
信号待ち台数(台)	3 6	7	—	—
平均走行速度(km/h)	4.5	14.1	46.2	51.1

(3) 施工時のデータ (付表－2.4)

バインダ性状、混合物性状とも異常は認められない。

2.3 結 論

以上の結果より、長野市川合新田地先の供用性低下の原因については、次のようにまとめられる。

- ・交差点部においては、比較工区と筑波工区の交通条件が著しく異なっている。
- ・単路部の追越し車線側で筑波工区のわだち掘れが、比較工区より大きい値となった原因は、不明である。しかし、ここでわだち掘れ量は10mm程度の値であり、今後の供用性の推移をみる必要がある。

付録－3 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－3.1に示す。

付表- 3.1 筑波1号舗装現場の踏査記録

観察日：昭和63年2月～3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	*		細G 13F	60. 7. 25	2. 8	○	○	◎	◎	筑波工区と比較工区ともに良好である。	
40	比布町比布	*		細G 13F	60. 6. 17～18	2. 8	○	○	○	○	筑波工区と比較工区との差は明確でない。	
230	札幌市下藤野	*		細G 13F	60. 7. 29～30	2. 7	○	○	◎	◎	筑波工区の方が若干わだち掘れが小さい。	
275	当別町栄町	*		細G 13F	60. 6. 10～11	2. 8	—	—	—	—	雪のため路面の観察ができず。	
4	盛岡市厨川	*		細G 20	60. 10. 26	2. 4	○	△	○	△	筑波工区の方が比較工区より優れている。	
7	青森市長島	*		細G 20	60. 7. 10	2. 7	○	△	◎	◎	比較工区の方が流動摩耗が大きい。	
7	秋田市土崎港	*		細G 13F	60. 11. 2～3	2. 5	△	△	○	△	筑波, 比較工区ともわだち掘れが発生している。両工区にリフレクションクラックが発生しているが比較工区に多い。	
県道	秋田市飯島	*		密 13F, 20F 細G 13F	62 9. 21 ～	0. 5	◎	◎	◎	◎	試験施工区間, 全体的にモルタル部分の摩耗が認められるが, 工区間の差が認められない。	
4	郡山市安積	*		密 20F	60. 10. 2～4	2. 4	○	△	○	○	交差点並びに単路部において, 筑波工区の方が比較工区より明らかに優れている。	
4	岩沼市	*		密 20F	61. 6. 20	1. 8	○	△	○	○	単路部において比較工区の方がクラックや網状ひび割れが多。	
13	山形市大野月	*		細G 20F	61. 11. 13	1. 3	○	△	◎	◎	筑波工区は, 比較工区と比較してわだち掘れ深さが1/2程度である	
18	長野市川合新田	*		密 20F	60. 9. 26～27	2. 5	○	○	○	◎	単路部は, 筑波工区の方がわだち掘れが小さい。交差点部は筑波工区のわだち掘れが大だが渋滞量も大。	
49	北蒲原郡安田町	*		密 20F 細G 13F	60. 9. 13	2. 6	○	○	◎	◎	筑波, 比較工区ともわだち掘れが見られるが, ほぼ良好である。	
8	西蒲原郡黒崎町	*		細G 13F	60. 9. 9	2. 6	△	△	◎	◎	筑波, 比較工区ともわだち掘れがかなり大きい。	
18	上越市三田	*		密 20F 細G 13F	60 8. 9	2. 6	○	○	◎	◎	筑波, 比較工区とも大差がなく, わだち掘れは小さい。	
8	長岡市	*		細G 13F	61. 9. 25	0. 5	◎	◎	◎	◎	筑波, 比較工区ともわだち掘れが小さく良好である。	
17	北魚沼郡堀の内町	*		細G 13F	61. 8. 1	1. 4	◎	◎	◎	◎	筑波, 比較工区ともわだち掘れが小さく良好である。	
8	富山市針原仲町	*		密 20F	60. 10. 8	2. 5	○	○	◎	◎	若干比較工区に流動, 摩耗が大きいと思われる。	
8	魚津市上村木	*		密 20F 細G 13F	60. 10. 9	2. 5	○	○	◎	◎	筑波工区と比較工区には差が見られない。	
41	大野郡久々野町	*		密 20F	60. 10. 3	2. 5	○	○	◎	◎	表面の荒れ方は, 比較工区の方がやや大きい。	
54	飯石郡掛谷町	*		密 20F	61. 9. 24	1. 5	○	○	◎	◎	両工区ともスリヘリ主体の路面状況であり, スリヘリの進行状況は比較工区の方がやや速い。	

注) ◎：なし、○：やや認められる、△：かなり認められる、×：補修を要す。

昭和62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17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
いて
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17号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名

印