

# 土木研究所資料

## ストレートアスファストの性状調査結果

昭和61年8月

建設省土木研究所  
道路部舗装研究室  
地質化学部化学研究室

「Copyright © (1986) 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、複製は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。」

## ストレートアスファルトの性状調査結果

|              |       |                    |  |
|--------------|-------|--------------------|--|
| 舗装研究室        | 室長    | 安崎 裕               |  |
|              | 研究員   | 伊藤 正秀              |  |
| 化学研究室        | 研究員   | 坂本 浩行              |  |
|              |       | 寺田 剛               |  |
| 元 舗装研究室部外研究員 | 浅野嘉津真 | (現 佐藤道路(株)技術研究所)   |  |
|              | 阿部 浩  | (現 日本道路(株)技術研究所)   |  |
|              | 工藤 裕  | (現 熊谷道路(株)技術研究所)   |  |
|              | 向後 憲一 | (現 日本舗道(株)技術研究所)   |  |
|              | 雑賀 義夫 | (現 東亜道路工業(株)技術研究所) |  |
|              | 島田 則之 | (現 日瀝化学工業(株)技術研究所) |  |
|              | 永井 哲郎 | (現 世紀東急工業(株)技術研究所) |  |
|              | 船木 雅秀 | (現 常磐工業(株)技術研究所)   |  |

### 要 旨

本資料は現在の道路舗装用のストレートアスファルトの品質および試験法に係わる問題点を明らかにするために、昭和60年9月～61年3月にわたり、実施した現況のストレートアスファルトと性状に関する試験調査の成果をとりまとめたものである。

内容は、大別して(1) JIS に規定されている品質規格性状の検討(2) JIS に規定されていない品質性状の検討(3) 各性状間の関連の検討、に分けられる。

試験の対象とした試料は、現在、日本で生産されている全ての道路舗装用ストレートアスファルトであり、本資料は現在のストレートアスファルトの品質性状の把握および今後の品質規格のあり方について有益な情報を与えるものである。

キーワード：舗装、ストレートアスファルト、品質規格、物理性状、化学分析

## まえがき

現在の我が国の道路舗装は、その大部分がアスファルト舗装であり、さらにそれらのアスファルト舗装にはストレートアスファルトが一般的に用いられている。現在の道路舗装用ストレートアスファルトの品質は JIS K 2207 によって規定されているが、この規格は昭和 53 年版のアスファルト舗装要綱の品質規格に一部修正が加わった（100/120 グレードに修正が加わった）ものであり、その意味では我が国の一般的な道路舗装用ストレートアスファルト（40/60～80/100）の品質規格は昭和 53 年以来、変化していないといえる。この間、原油輸入先の多角化に伴いアスファルトの原料となる原油の種類が増え、重質油分解等の石油精製技術も進歩した。このようなことを背景にアスファルトの品質が以前とは異なってきているのではないかということが最近言われている。一方、以前は認められなかった破壊形態の発生や近年の重交通化により、舗装用アスファルトの品質に対するニーズも多様化してきている。

しかし、全国的なストレートアスファルト品質性状の一斉の調査は、ここ 10 年来、行われておらず、またアスファルトの品質試験方法についての検討もあまり活発に行われてはいなかったため、その品質や規格についての具体的な議論がされにくい状況にあった。そこで、今回、土木研究所舗装研究室および化学研究室では昭和 60 年度の部外研究員の研究テーマとしてストレートアスファルトの品質に関する調査を行うこととした。本資料では現在、我が国で生産されているすべての道路舗装用ストレートアスファルトについて、その品質の現況の把握、さらに各種の性状評価試験に関する検討を行っており、今後のストレートアスファルトの品質および試験法の検討に際して貴重な情報を与えるものと考えられる。本資料により、今後、各方面において、ストレートアスファルトの品質や試験方法に関する議論がより活発になれば幸いである。

# 目 次

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 1. 調査の概要 .....                     | 1  |
| 1.1 調査目的 .....                     | 1  |
| 1.2 調査対象, 使用材料 .....               | 1  |
| 2. 調査内容と項目 .....                   | 4  |
| 2.1 試験項目 .....                     | 4  |
| 2.2 試料の準備 .....                    | 5  |
| 2.3 その他の試験 .....                   | 5  |
| 2.3.1 針入度針の経時変化 .....              | 5  |
| 2.3.2 アスファルト試料の繰り返し加熱による性状変化 ..... | 5  |
| 2.3.3 軟化点における手動測定と自動測定の比較 .....    | 5  |
| 3. 予備試験結果 .....                    | 7  |
| 3.1 予備試験の結果 .....                  | 7  |
| 3.2 その他の試験の結果 .....                | 7  |
| 3.2.1 針入度針の経時変化 .....              | 7  |
| 3.2.2 アスファルト試料の繰り返し加熱による性状変化 ..... | 7  |
| 3.2.3 軟化点における手動測定と自動測定の比較 .....    | 11 |
| 3.3 結 論 .....                      | 11 |
| 4. 本試験結果 .....                     | 13 |
| 4.1 針入度試験 .....                    | 13 |
| 4.1.1 25℃針入度 .....                 | 13 |
| 4.1.2 5℃針入度 .....                  | 14 |
| 4.2 軟化点 .....                      | 17 |
| 4.3 針入度指数 (PI) .....               | 18 |
| 4.4 60℃粘度 .....                    | 20 |
| 4.5 高温動粘度 .....                    | 22 |
| 4.6 伸 度 .....                      | 28 |
| 4.6.1 15℃伸度 .....                  | 28 |
| 4.6.2 10℃伸度 .....                  | 28 |
| 4.6.3 7℃伸度 .....                   | 28 |

|        |                       |    |
|--------|-----------------------|----|
| 4.7    | 三塩化エタン可溶分             | 29 |
| 4.8    | 引火点                   | 30 |
| 4.9    | 蒸発試験                  | 31 |
| 4.9.1  | 質量変化                  | 31 |
| 4.9.2  | 蒸発試験後の針入度比            | 32 |
| 4.10   | 組成分析                  | 33 |
| 4.10.1 | 試験方法の概要               | 33 |
| 4.10.2 | 試験結果                  | 35 |
| 4.11   | パラフィン分                | 39 |
| 4.11.1 | 試験方法の概要               | 39 |
| 4.11.2 | 試験結果                  | 39 |
| 4.12   | スポットテスト               | 42 |
| 4.12.1 | 試験方法の概要               | 42 |
| 4.12.2 | 試験結果                  | 42 |
| 4.13   | 比重                    | 42 |
| 4.14   | はく離試験                 | 44 |
| 4.15   | 薄膜加熱試験                | 44 |
| 4.15.1 | 薄膜加熱質量変化              | 44 |
| 4.15.2 | 薄膜加熱試験後の針入度           | 45 |
| 4.15.3 | 薄膜加熱試験後の軟化点           | 47 |
| 4.15.4 | 薄膜加熱試験後の針入度指数 (PI)    | 48 |
| 4.15.5 | 薄膜加熱試験後の伸度 (15°C)     | 51 |
| 4.15.6 | 薄膜加熱試験後の 60°C粘度       | 52 |
| 4.15.7 | 薄膜加熱試験後の組成分析          | 55 |
| 4.16   | 回転式薄膜加熱試験             | 61 |
| 4.16.1 | 試験方法の概要               | 61 |
| 4.16.2 | 回転式薄膜加熱質量変化           | 61 |
| 4.16.3 | 回転式薄膜加熱試験後の針入度        | 62 |
| 4.16.4 | 回転式薄膜加熱試験後の軟化点        | 65 |
| 4.16.5 | 回転式薄膜加熱試験後の針入度指数 (PI) | 66 |
| 4.16.6 | 回転式薄膜加熱試験後の伸度 (15°C)  | 68 |
| 4.16.7 | 回転式薄膜加熱試験後の 60°C粘度    | 69 |
| 5.     | 試験成績書との関係             | 73 |

|                                         |     |
|-----------------------------------------|-----|
| 6. 各性状間の関係 .....                        | 79  |
| 6.1 60°C粘度と針入度, 軟化点 .....               | 79  |
| 6.2 組成と他の性状 .....                       | 82  |
| 6.3 蒸発試験と薄膜加熱試験 .....                   | 84  |
| 6.3.1 質量変化 .....                        | 84  |
| 6.3.2 針入度変化率 .....                      | 85  |
| 6.4 薄膜加熱試験と回転式薄膜加熱試験 .....              | 85  |
| 6.4.1 質量変化 .....                        | 85  |
| 6.4.2 針入度 .....                         | 86  |
| 6.4.3 軟化点 .....                         | 87  |
| 6.4.4 伸 度 (15°C) .....                  | 88  |
| 6.4.5 60°C粘度 .....                      | 88  |
| 6.5 加熱試験後の 60°C粘度と軟化点 .....             | 90  |
| 6.6 加熱試験前後の伸度 .....                     | 91  |
| 7. 試験結果と規格値との関係 .....                   | 92  |
| 8. 結 論 .....                            | 96  |
| 8.1 ストレートアスファルトの品質の現況 .....             | 96  |
| 8.2 試験成績書との関係 .....                     | 96  |
| 8.3 各性状間の関係 .....                       | 96  |
| あ と が き .....                           | 97  |
| 参 考 文 献 .....                           | 97  |
| 付表—1 試験結果一覧表 (40/60, 80/100 その 1) ..... | 101 |
| 付表—2 試験結果一覧表 (40/60, 80/100 その 2) ..... | 102 |
| 付表—3 試験結果一覧表 (60/80 その 1) .....         | 103 |
| 付表—4 試験結果一覧表 (60/80 その 2) .....         | 104 |
| 付表—5 試験成績書一覧表 (40/60, 80/100) .....     | 105 |
| 付表—6 試験成績書一覧表 (60/80) .....             | 106 |

## 1. 調査の概要

### 1.1 調査目的

舗装用石油アスファルトの品質はアスファルト舗装としての所要の機能を十分維持出来るような品質を有する必要があるが、現在は JIS K 2207 の規格（以下、JIS 規格；表—1.1）を満足することになっている。しかし、原油産地の多様化や石油精製技術の進歩に伴うアスファルト製造法の変化、舗装に対するニーズの多様化などを背景に、アスファルトの規格の妥当性も含めて、アスファルトの品質に対する議論がかなり活発になってきた。

このような状況の下、現在我が国で生産されているすべての道路用ストレートアスファルトについて様々な性状試験を行い、現況のアスファルトの品質がどのようになっているのか把握し、合わせて今後の性状試験の方向について検討することとした。

表—1.1 JIS K 2207 規格

| 種 類                                                                                        | 40～60         | 60～80         | 80～100         | 100～120         |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|---------------|----------------|-----------------|
| 項 目                                                                                        |               |               |                |                 |
| 針 入 度 (25℃) $\frac{1}{10}$ mm                                                              | 40を超え<br>60以下 | 60を超え<br>80以下 | 80を超え<br>100以下 | 100を超え<br>120以下 |
| 軟 化 点 ℃                                                                                    | 47.0～55.0     | 44.0～52.0     | 42.0～50.0      | 40.0～50.0       |
| 伸 度 (15℃) cm                                                                               | 10以上          | 100以上         | 100以上          | 100以上           |
| 三 塩 化 エ タ ン 可 溶 分%                                                                         | 99.0以上        | 99.0以上        | 99.0以上         | 99.0以上          |
| 引 火 点 ℃                                                                                    | 260以上         | 260以上         | 260以上          | 260以上           |
| 薄 膜 加 熱 質 量 変 化 率%                                                                         | 0.6以下         | 0.6以下         | 0.6以下          | —               |
| 薄 膜 加 熱 針 入 度 変 化 率%                                                                       | 58以上          | 55以上          | 50以上           | —               |
| 蒸 発 質 量 変 化 率%                                                                             | —             | —             | —              | 0.5以下           |
| 蒸 発 後 の 針 入 度 比%                                                                           | 110以下         | 110以下         | 110以下          | —               |
| 比 重 (25/25℃)                                                                               | 1.000以上       | 1.000以上       | 1.000以上        | 1.000以上         |
| 備考 ストレートアスファルトの種類40～60、60～80、80～100 については120℃、140℃、160℃、180℃ のそれぞれにおける動粘度を試験表に付記しなければならない。 |               |               |                |                 |

### 1.2 調査対象、使用材料

今回の調査対象としたストレートアスファルトは、全国の各製油所より石油缶単位で収集したアスファルトである。その内訳を表—1.2 に、製油所一覧を表—1.3 に示す。

調査対象のアスファルト以外に使用した材料としてはく離試験用骨材があり、これは茨城県石岡産硬質砂岩を使用した。その主な性状を表—1.4 に示す。予備試験及びその他の確認試験には、本試験とは別の 60/80 ストレートアスファルト（石油缶 No.B—1～B—3）を使用した。表—1.5 にその性状（試験成績書による）を示す。

表-1.2 試料の内訳

| 種 類    | 個 数 | N o .              |
|--------|-----|--------------------|
| 40/60  | 5   | 40/60-1~40/60-5    |
| 60/80  | 23  | 60/80-1~60/80-23   |
| 80/100 | 11  | 80/100-1~80/100-11 |

表-1.3 製油所一覧

| N o . | 会 社 名       | 製油所    | 40/60 | 60/80 | 80/100 |
|-------|-------------|--------|-------|-------|--------|
| 1     | アジア共石株式会社   | 坂出製油所  |       | ○     |        |
| 2     | 出光興産株式会社    | 千葉製油所  | ○     | ○     | ○      |
| 3     | 〃           | 徳山製油所  |       | ○     |        |
| 4     | 鹿島石油株式会社    | 鹿島製油所  |       | ○     | ○      |
| 5     | 極東石油工業株式会社  | 千葉製油所  |       | ○     |        |
| 6     | 興亜石油株式会社    | 麻里布製油所 |       | ○     |        |
| 7     | コスモ石油株式会社   | 千葉製油所  |       | ○     | ○      |
| 8     | 〃           | 四日市製油所 |       | ○     | ○      |
| 9     | 三共油化工業株式会社  | 市川工場   | ○     | ○     |        |
| 10    | 昭和シェル石油株式会社 | 川崎製油所  | ○     | ○     | ○      |
| 11    | 西部石油株式会社    | 山口製油所  |       | ○     |        |
| 12    | 昭和四日市石油株式会社 | 四日市製油所 |       | ○     | ○      |
| 13    | 東亜燃料工業株式会社  | 川崎工場   |       | ○     |        |
| 14    | 〃           | 和歌山工場  |       | ○     |        |
| 15    | 東北石油株式会社    | 仙台製油所  |       | ○     | ○      |
| 16    | 日本鉱業株式会社    | 水島製油所  |       | ○     |        |
| 17    | 〃           | 知多製油所  |       | ○     |        |
| 18    | 日本石油株式会社    | 新潟製油所  |       | ○     |        |
| 19    | 日本石油精製株式会社  | 根岸製油所  | ○     | ○     | ○      |
| 20    | 〃           | 室蘭製油所  |       |       | ○      |
| 21    | 富士石油株式会社    | 袖ヶ浦製油所 |       | ○     | ○      |
| 22    | 海南石油精製株式会社  | 海南製油所  |       | ○     | ○      |
| 23    | 三菱石油株式会社    | 川崎製油所  | ○     | ○     |        |
| 24    | 〃           | 水島製油所  |       | ○     |        |

表一1.4 はく離試験用骨材の性状

|       |    |        |
|-------|----|--------|
| 産 地   |    | 茨城県石岡市 |
| 岩 質   |    | 硬質砂岩   |
| 比 重   | 表乾 | 2.644  |
|       | かさ | 2.627  |
|       | 見掛 | 2.673  |
| 吸 水 量 |    | 0.66%  |

表一1.5 予備試験アスファルトの性状

| 項 目           | 試 験 値 |
|---------------|-------|
| 針入度 (25℃)     | 77    |
| 軟化点 ℃         | 47.5  |
| 伸度 (15℃) cm   | 100+  |
| 引火点 ℃         | 356   |
| 三塩化エタン可溶分%    | 99.7  |
| 比重 (25/25℃)   | 1.035 |
| 蒸発後の針入度比%     | 101   |
| 薄膜加熱質量変化率%    | +0.10 |
| ” 針入度変化率%     | 69    |
| 高温粘度 cSt 120℃ | 834   |
| 140℃          | 297   |
| 160℃          | 132   |
| 180℃          | 67    |

## 2. 調査内容と項目

### 2.1 試験項目

試験項目としては JIS 規格に規定されている試験のほかに、JIS に規定されていない幾つかの試験項目について試験を行った。表-2.1 に試験項目の一覧表を示す。各試験項目について、2 回繰り返し試験を行ない平均値を求めた。試験は昭和 60 年 9 月から昭和 61 年 3 月にかけて行なったものであり、表-2.1 に示す分類について表-2.2 の日程で行なった。試験は土木研究所において 8 人の部外研究員が直接行なったものである。また本試験に先立ち予備試験を行なった。予備試験は、試験に対する熟練、精度の範囲等を確認するため、1 種類のアスファルトについて行ったものであり、JIS 規格に規定されている試験項目と回転式薄膜加熱試験、パラフィン分試験について実施した。

表-2.1 試験項目一覧

| 試験項目      | 第 1 類               | 第 2 類                                            | 第 3 類           | 試験方法        |
|-----------|---------------------|--------------------------------------------------|-----------------|-------------|
| 針入度       | 25℃/5s              | 5℃/5s                                            |                 | JIS K2207   |
| 軟化点       | 環球法(自動)             |                                                  |                 | 〃           |
| 伸度        | 15℃                 | 10℃, 7℃                                          |                 | 〃           |
| 引火点       | C. O. C.            |                                                  |                 | 〃           |
| 比重        | 25℃/25℃             |                                                  |                 | JIS K2249   |
| 三塩化エタン可溶分 | 三塩化エタン              |                                                  |                 | JIS K2207   |
| はく離       | 静的はく離               |                                                  |                 | 舗装要綱法       |
| 60℃粘度 1)  | 絶対粘度                |                                                  |                 | 土研基準        |
| 高温粘度 2)   | 120, 140, 160, 180℃ |                                                  |                 | 土研基準        |
| 蒸発試験      | 質量変化<br>針入度比        |                                                  |                 | JIS K2207   |
| 薄膜加熱      |                     | 質量変化<br>針入度(15℃)<br>軟化点(15℃)<br>伸度(15℃)<br>60℃粘度 | 組成分析<br>スポットテスト | 〃           |
| 回転式薄膜加熱   |                     | 質量変化<br>針入度(15℃)<br>軟化点(15℃)<br>伸度(15℃)<br>60℃粘度 |                 | ASTM D2872  |
| 組成分析      |                     |                                                  | 4 成分            | 石油学会法       |
| スポットテスト   |                     |                                                  | スポット            | AASHTO T102 |
| パラフィン分    |                     |                                                  | パラフィン分          | 石油学会法       |

注)

- 1) 原アスファルトの 60℃絶対粘度は粘度管 No.100, 加熱後は粘度管 No.200 を使用した。
- 2) 高温粘度は、キャノン・フェンスケ不透明液用粘度計を用い、120, 140, 160, 180℃各温度に対し粘度計番号 450, 400, 350, 300 を使用した。

表—2.2 試験実施の日程

| 月    | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 |
|------|---|----|----|----|---|---|---|
| 予備試験 | → |    |    |    |   |   |   |
| 第1類  |   | →  | →  |    |   |   |   |
| 第2類  |   |    | →  | →  | → |   |   |
| 第3類  |   | →  | →  | →  | → | → |   |
| まとめ  |   |    |    |    |   | → | → |

## 2.2 試料の準備

収集したアスファルトの荷姿は 18 kg 入り石油缶又はペール缶であり、それらを溶融後 1 kg 缶に小分けし、試験に供した。原アスファルトの溶融回数は小分け時と、試験試料作製時の 2 回とした。また溶融は 135°C の恒温槽により 2～3 時間加熱の条件で行なった。各試験項目を実施する際には小分けした 1 kg 缶を同じ条件で溶融し、試料作製を行なった。予備試験についても同様である。

## 2.3 その他の試験

### 2.3.1 針入度針の経時変化

試験に用いた針入度針は新しく購入した No.1～6 の 6 本である。これら 6 本のうち、試験期間の前半に 2 本 (No.1, 2) 後半に 2 本 (No.4, 6) を使用し、No.3 と No.5 の針は予備として、以下に述べる経時変化確認試験以外には使用しなかった。今回の試験では多数の試料を測定するので、針入度針の消耗等による誤差の有無を確かめるため、一定期間毎に針入度針の検定を行なった。検定は同一アスファルトから作製した試料の針入度をすべての針で測定することにより行なった。試料アスファルトとしては予備試験用アスファルトを使用した。また針の消耗度をチェックするため、顕微鏡による観察と写真撮影も行なった。

### 2.3.2 アスファルト試料の繰り返し加熱による性状変化

今回の試験ではアスファルト試料の溶融回数は、小分け時と測定試料作成時の 2 回を原則として行なったが、繰り返し加熱によりアスファルトの性状がどの程度変化するか確認を行なった。試験は 1 個の試料缶に予備試験用アスファルトを約 3 kg 採り、135°C の恒温槽中で約 3 時間加熱した後、よく攪拌して試料を採取し、針入度、軟化点を測定した。試料缶は試料採取後、再びふたをして室温で放置、翌日同様の操作を繰り返した。

### 2.3.3 軟化点における手動測定と自動測定の結果比較

近年、自動軟化点試験器がかなり普及してきており、本試験においても自動軟化点試験器を使用した。そこで JIS に規定されている手動軟化点試験との結果の相違について検討を行なった。試料は予備試験用のアスファルトを使用し、8 人の試験者により自動と手動の各々の測定法を軟化点を 2 回ずつ

測定して繰り返し精度<sup>1)</sup>および再現精度<sup>2)</sup>を確認したものである。

- 1) 同一の試験装置で、同一の試験者が試験を実施した場合の結果のバラツキ
- 2) 異なる試験装置で、異なる試験者が試験を実施した場合の結果のバラツキ

### 3. 予備試験結果

#### 3.1 予備試験の結果

8人の試験者による予備試験の結果のまとめを表—3.1に示す。これらの結果より、各試験者における繰り返し精度および試験者間の再現精度は、パラフィン分試験を除き、それぞれの試験規格に規定されている精度を十分満足するものであった。パラフィン分試験については「4.11 パラフィン分」の項に後述する。

#### 3.2 その他の試験の結果

##### 3.2.1 針入度針の経時変化

針入度針の検定は5回行なった。その結果を表—3.2に示す。

表—3.2 針入度針の検定結果

| 試験日 No    | 1  | 2   | 3  | 4  | 5  | 6  | 平均 | 最大 | 最小 |
|-----------|----|-----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 1 / 6   | 67 | 66  | 67 | —  | —  | —  | 67 | 67 | 66 |
| 1 1 / 2 5 | 66 | 67  | 66 | —  | —  | —  | 66 | 67 | 66 |
| 1 2 / 1 0 | 72 | 74* | 72 | 73 | 73 | 73 | 73 | 73 | 72 |
| 1 / 9     | 72 | 74* | 73 | 72 | 72 | 71 | 72 | 73 | 71 |
| 1 / 2 3   | 72 | 72* | 72 | 70 | 72 | 71 | 71 | 72 | 70 |

\*は、針が変形したため、本試験では使用せず。

針番号 No.1, 2は9~12月, No.4, 6は12~2月に使用したもので、1本の針につき約400回程度使用したものである。しかし表—3.2の結果に見られるように、上記の使用期間ではほとんど試験値に与える影響は見られなかった。また針の違いによる測定値の差も1~2の範囲にあり、どの針を用いても十分な再現精度が得られる事を示している。なお、No.2の針は使用中に床に落ち、先端が写真—3.1のように変形したため使用を中止し、2回目以降のブランク試験時のみ使用したが、表—3.2から分るように写真—3.1程度の変形ではあまり試験値に与える影響はないと判断される。なお写真—3.2は正常な針の先端である。

##### 3.2.2 アスファルト試料の繰り返し加熱による性状変化

加熱回数は10回まで繰り返し行なった。各加熱時の針入度、軟化点の測定結果を図—3.1~2に示す。この結果より針入度は3~4回目程度から若干の低下の傾向を示している。一方、軟化点はほとんど変化が見られない。以上より本試験で行なった溶融条件である小分け時と測定試料作製時の2回の溶融条件では、加熱による性状の変化はないと考えてよい。

表-3.1 予 備 試 験 結 果

| 項 目              | 平均値       | 最大値   | 最小値   | $\sigma_{0.1}$ | 変動係数<br>% | J I S 許容差の規定             |                          |                                    |
|------------------|-----------|-------|-------|----------------|-----------|--------------------------|--------------------------|------------------------------------|
|                  |           |       |       |                |           | 繰り返し精度                   | 再現精度                     | 備 考                                |
| 針入度 (25℃) 1/10mm | 68        | 69    | 68    | 0.5            | 0.7       | 0.02A+2                  | 0.04A+4                  | A; 平均値                             |
| 軟化点 ℃            | 47.0      | 47.5  | 46.5  | 0.3            | 0.7       | 1.0                      | 4.0                      | 軟化点<80℃の場合                         |
| 伸 度 (15℃) mm     | 140+      | 140+  | 140+  | —              | —         | —                        | —                        |                                    |
| 引火点 ℃            | 350       | 357   | 346   | 4.1            | 1.2       | 8                        | 16                       |                                    |
| 比重 (25/25℃)      | 1.030     | 1.031 | 1.029 | 0.001          | 0.1       | 0.0006                   | 0.0010                   |                                    |
| 三塩化エタン可溶分 %      | 99.93     | 100.0 | 99.82 | 0.07           | 0.1       | 0.10                     | 0.50                     |                                    |
| 60℃粘度 poise      | 1810      | 1900  | 1720  | 57.8           | 3.2       | 0.07A                    | 0.10A                    | A; 平均値 土研法                         |
| 静的はくり            | 5%未満      | 5%未満  | 5%未満  | —              | —         | —                        | —                        |                                    |
| 高温動粘度 (120℃) cst | 944       | 1087  | 854   | 81.3           | 8.6       | 1.8A                     | 8.8A                     | A; 平均値                             |
| " (140℃)         | 317       | 337   | 304   | 12.1           | 3.8       |                          |                          |                                    |
| " (160℃)         | 138       | 146   | 132   | 5.4            | 3.9       |                          |                          |                                    |
| " (180℃)         | 69.4      | 73.3  | 66.5  | 2.4            | 3.8       |                          |                          |                                    |
| 蒸発質量変化率 %        | +0.01     | +0.02 | 0     | 0.01           | 57        | ①0.10②0.20<br>③0.3or0.1A | ①0.20②0.40<br>③0.6or0.2A | ①A≤0.50②0.5<A≤1.0<br>③A>1.0 A; 平均値 |
| 蒸発後針入度比 %        | 95        | 101   | 89    | 3.6            | 3.4       | —                        | —                        |                                    |
| 薄膜加熱質量変化率 %      | +0.10     | +0.10 | +0.10 | 0              | 0         | ①0.04②0.08A              | ①0.16②0.4A               | ①A<0.4②A≥0.4 A; 平均値                |
| 薄膜加熱針入度変化率 %     | 67.7      | 69.7  | 63.4  | 2.2            | 3.2       | 4.0                      | 12.0                     |                                    |
| 回転式薄膜質量変化率 %     | +0.11     | +0.20 | +0.10 | 0.04           | 31        | —                        | —                        | ASTMには加熱後の60℃粘度のみ規定あり              |
| 回転式薄膜針入度変化率 %    | 61.1      | 65.0  | 57.0  | 3.1            | 5.1       | —                        | —                        |                                    |
| 組成分析             | アスファルテン % | 11.5  | 12.5  | 10.7           | 0.5       | 4.5                      | —                        | 石油学会法は精度の規定無                       |
|                  | レジン分 %    | 22.1  | 23.0  | 20.9           | 0.7       | 3.2                      | —                        |                                    |
|                  | 芳香族分 %    | 49.9  | 50.7  | 48.3           | 0.9       | 1.7                      | —                        |                                    |
|                  | 飽和分 %     | 15.9  | 17.6  | 15.0           | 0.8       | 5.1                      | —                        |                                    |
|                  | 回収率 %     | 99.4  | 100.0 | 99.8           | 0.4       | 0.4                      | —                        |                                    |
| パラフィン分 %         | 2.28      | 2.81  | 2.05  | 0.2            | 10.0      | ①0.1②0.3                 | ①0.3②1.0                 | ①0-A-1.0②1.0-A-3.0                 |

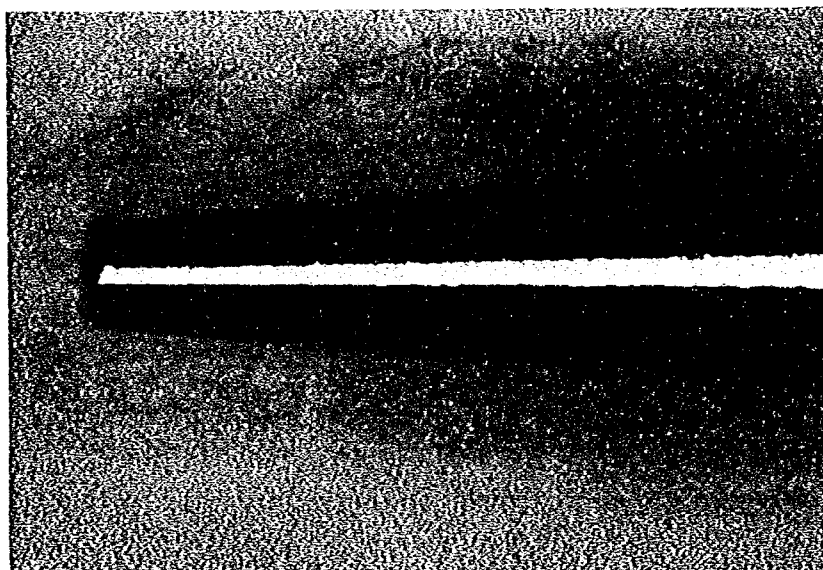


写真-3.1 変形した針入度針の形状

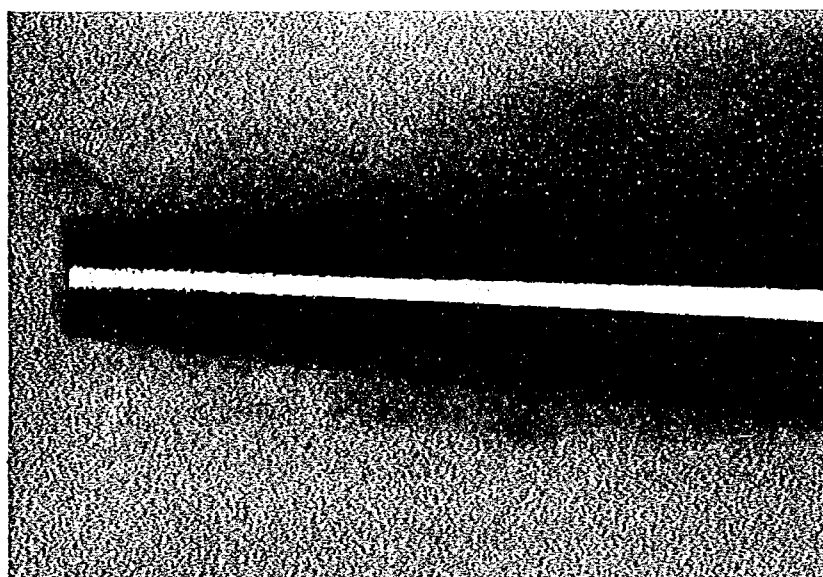


写真-3.2 正常な針入度針の形状

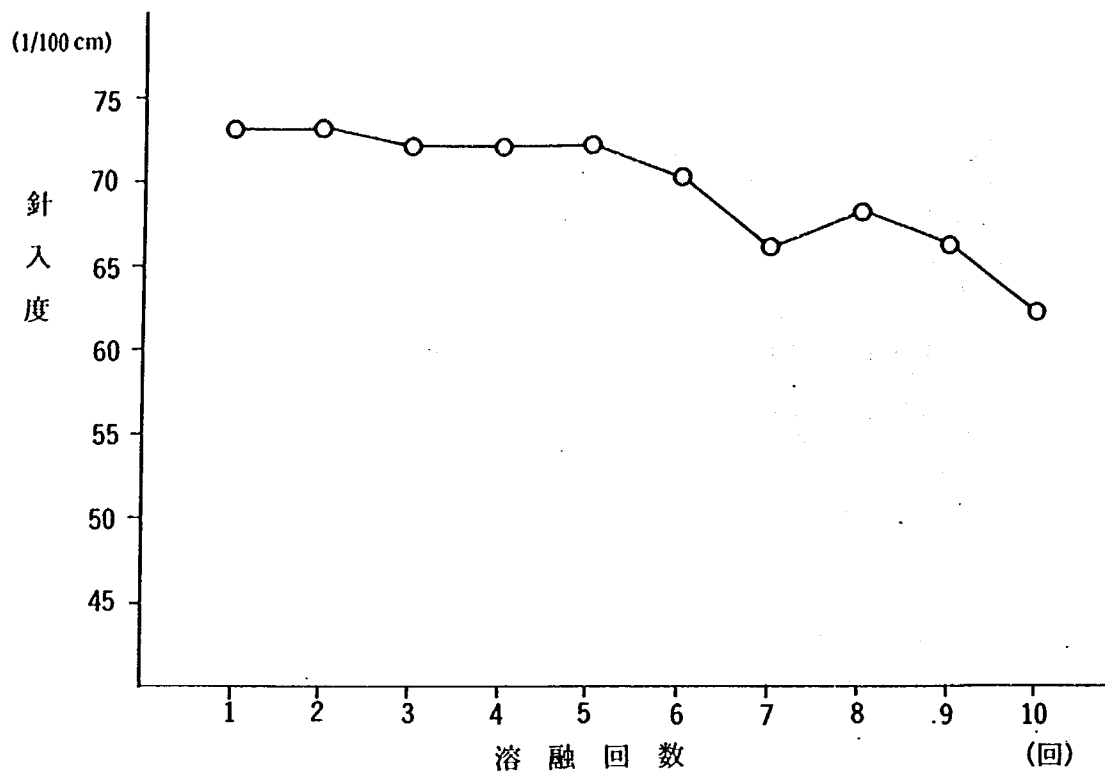


図-3.1 繰り返し加熱による針入度の変化

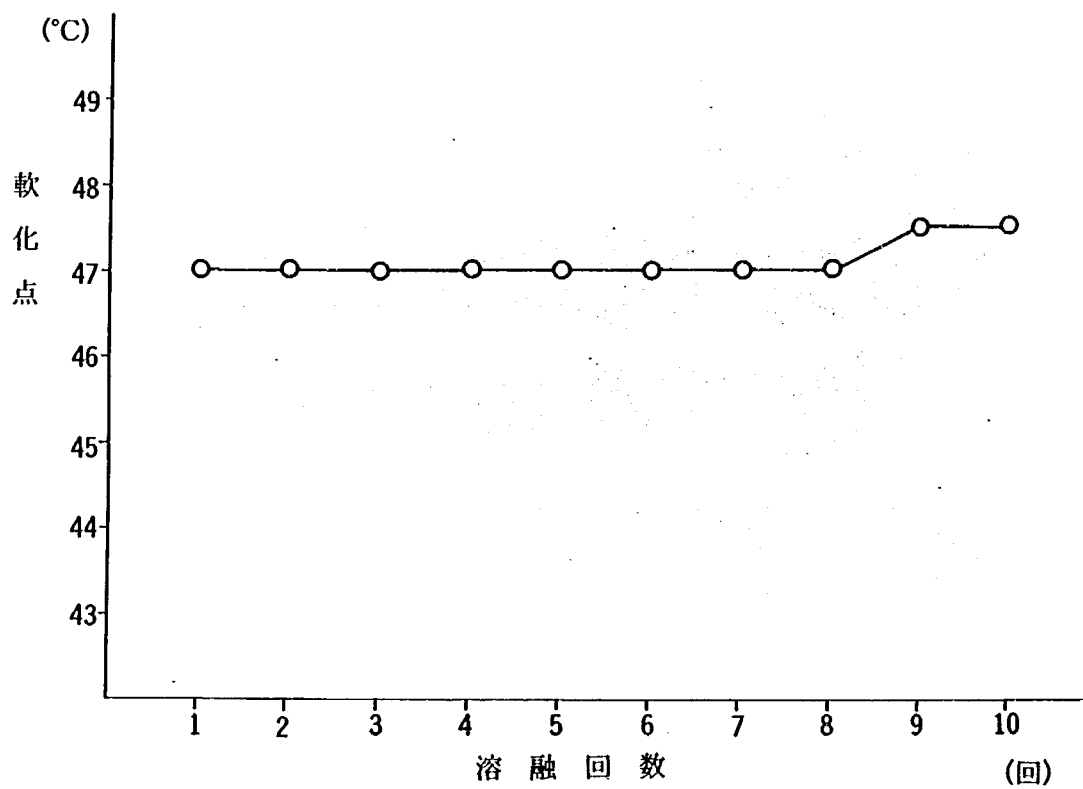


図-3.2 繰り返し加熱による軟化点の変化

### 3.2.3 軟化点における手動と自動測定と比較

8人による軟化点の手動と自動試験器による測定結果のまとめを表—3.3に示す。

表—3.3 軟化点の手動と自動試験器による測定結果

|       | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|-------|----|------|------|------|----------------|------|
| 自動軟化点 | 8  | 46.8 | 47.0 | 46.5 | 0.3            | 0.6  |
| 手動軟化点 | 8  | 50.1 | 50.5 | 49.5 | 0.4            | 0.9  |
| 手・自の差 | 8  | 3.3  | 4.0  | 2.5  | 0.6            | 17.9 |

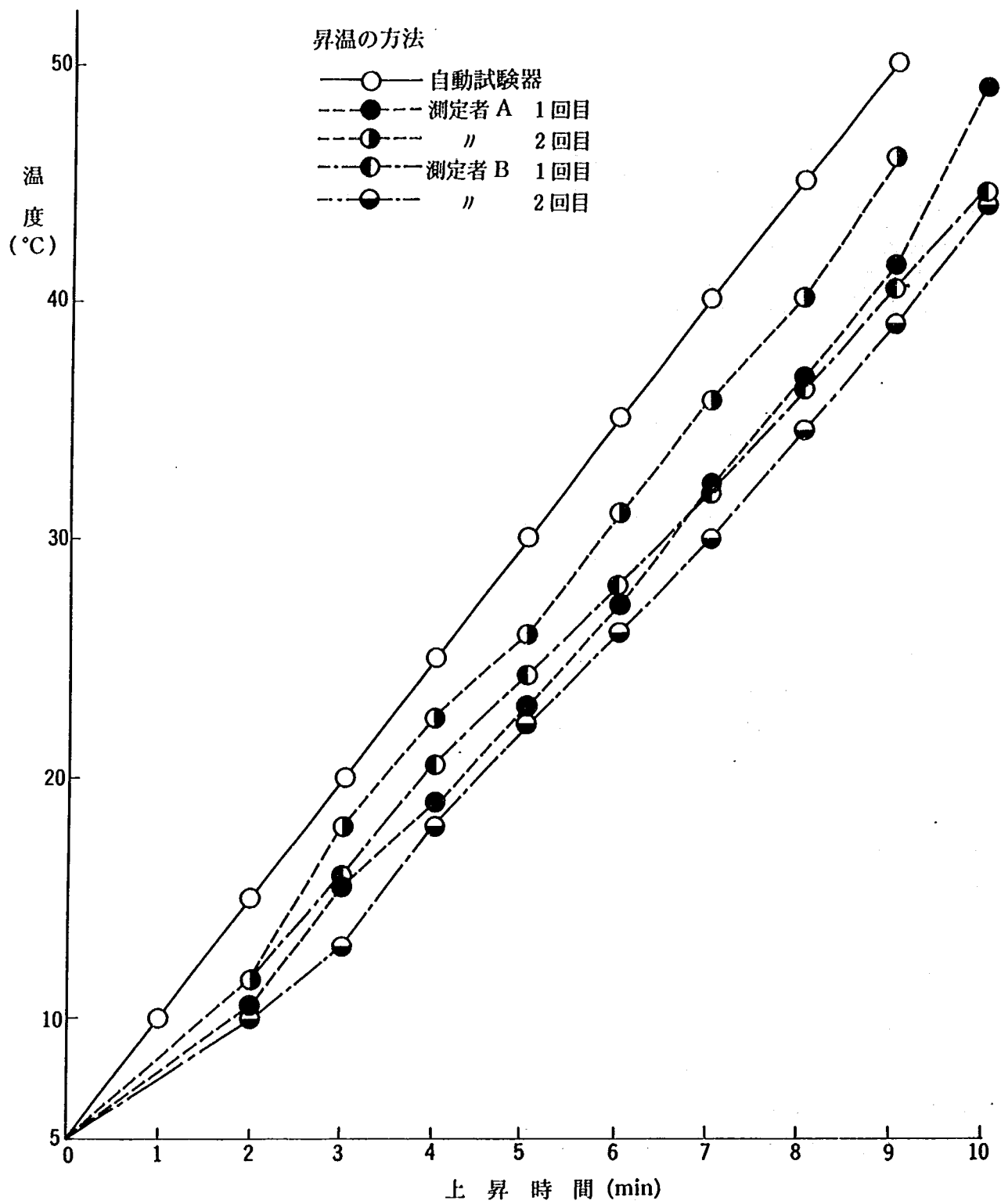
自動と手動による軟化点の差は4.0～2.5℃の違いがあり、手動測定の方が高い値を示している。また全平均でも3.3℃の違いがあり、無視できない大きさと思われる。同一の試験者による繰り返し精度については、自動、手動ともそれぞれ1.0℃以内である。また異なる試験者による再現精度も手動、自動とも満足する結果であり、上昇温度等のバラツキの影響は小さいように思われる。

手動と自動測定での平均値の違いは、自動では昇温を機械的に管理し、また攪拌子により容器内を攪拌している事によるものと考えられる。また手動の場合と自動の場合では温度上昇の程度が異なり、自動の場合、温度は±0.1℃の範囲で正確に上昇するが、手動では各人により温度上昇の程度のバラツキが大きい。図—3.3に温度上昇の測定例を示す。手動の方が自動より測定値が高くなる原因として、温度上昇時間の違い、容器内の攪拌が無く試料に均一に水温の上昇が伝わらない等が考えられる。

### 3.3 結 論

予備試験及びその他の確認試験結果より次の事が明らかになった。

- 1) 各試験者による繰り返し精度および試験者間の再現精度は、パラフィン分試験を除き規定を十分満足するものである。
- 2) 針入度針は約400回（今回の試験では2～3ヶ月）程度連続使用しても、針の形状にはほとんど変化は見られず、測定精度に対する影響はほとんど見られない。
- 3) アスファルト試料の小分け及び試料作成時の加熱溶融影響は、本試験の条件（135℃で2～3時間で2回）程度であれば、ほとんど影響ない。
- 4) 軟化点の手動による測定と自動試験器による測定では手動の方が高めの値を示し、この差は、無視できない。



図—3.3 軟化点試験温度上昇の測定例

#### 4. 本試験結果

本試験の結果を以下に述べる。なお、各試験において1回の試験が複数の測定値より算出するように規定されている試験項目の場合は同一試験者によるその試験値のバラツキについて、また、同一試験について2人の試験者により試験を各々実施した場合はその試験値のバラツキについても言及した。

##### 4.1 針入度試験

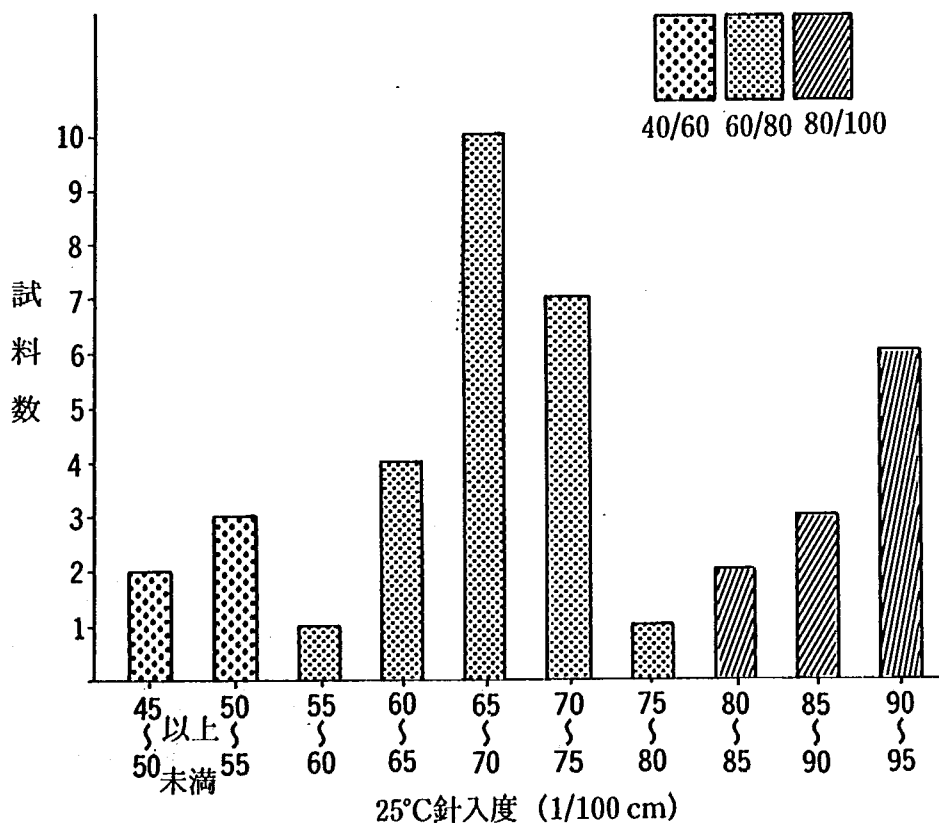
##### 4.1.1 25°C針入度

針入度試験結果を表—4.1、図—4.1に示す。40/60の針入度は47～52とほぼ規格値の中央にあり、60/80の針入度は、規格値の中央から下限値（60～70）のものが約60%を占めている。80/100の針入度は83～94の範囲にあり、約50%が90～94の値を示している。ただし各グレードの平均値はほぼ規格値の中央にある。

表—4.1 25°C針入度

(1/100 cm)

| グレード     | 個数 | 平均値  | 最大値 | 最小値 | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|----------|----|------|-----|-----|----------------|------|
| 40 / 60  | 5  | 49.8 | 52  | 47  | 1.9            | 3.9  |
| 60 / 80  | 23 | 67.8 | 76  | 61  | 3.5            | 5.2  |
| 80 / 100 | 11 | 88.6 | 94  | 83  | 3.4            | 3.8  |



図—4.1 25°C針入度

各試料ごとの2人の試験者による試験値（3点の測定値の平均）のバラツキを図-4.2に示す。40/60で0~1, 60/80で0~2, 80/100で0~4の範囲にあり、グレードが大きくなるほどバラツキは大きくなっている。

また1回の試験（1人の試験者による）における3測点の測定値のバラツキは、40/60で0~1, 60/80で0~2, 80/100で0~3の範囲にあり、2人の試験値のバラツキと同様、グレードが大きくなるにしたがってバラツキが大きくなっている。

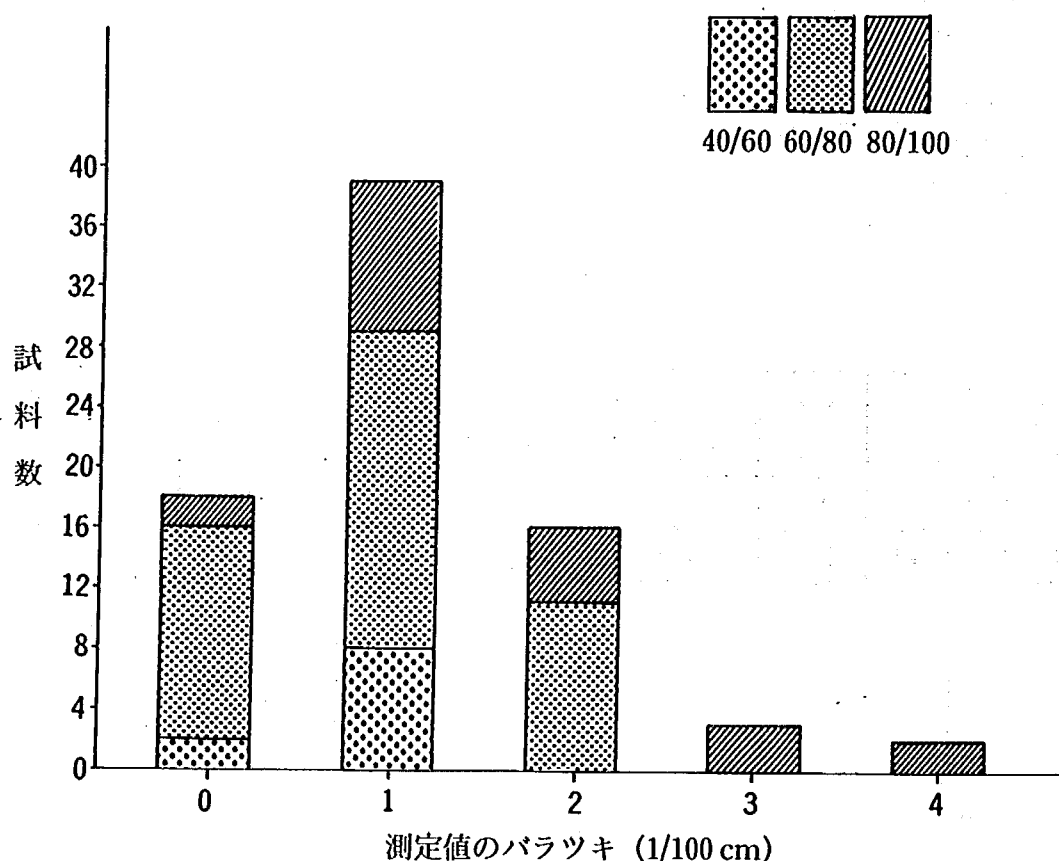


図-4.2 25°C針入度の再現精度

#### 4.1.2 5°C針入度

5°C, 100 g, 5秒载荷における針入度の測定結果を表-4.2, 図-4.3に示す。5°C針入度は25°C針入度と同一の荷重, 载荷時間で測定したため, 試験値は25°C針入度の結果が圧縮された形になっており, 5~11の範囲に全試料の結果が入っている。したがって試料間の値にあまり差が認められない。

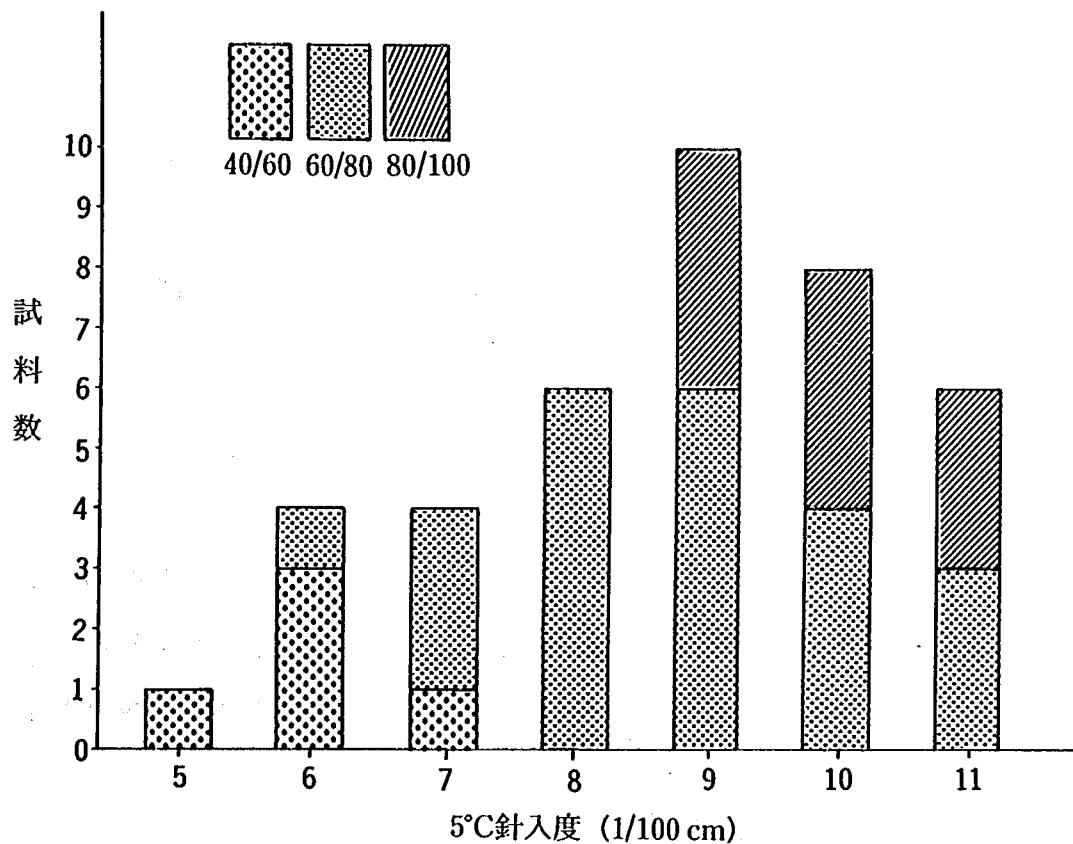
次に, 今回使用した自動針入度測定器では荷重を変える事ができないため, 载荷時間を60秒とし6個の試料について針入度の測定を行なった。その結果と25°C針入度の関係を図-4.4に示す。しかし, 60秒载荷による針入度は60/80で16~18, 80/100で19~21程度であり, 5秒载荷の場合と同様に試験値の幅が圧縮されているため, 明確な傾向は認められない。

なお, 5°C針入度における载荷時間と針入度値の関係を図-4.5に示す。しかし, いずれの载荷時間

表—4.2 5°C針入度

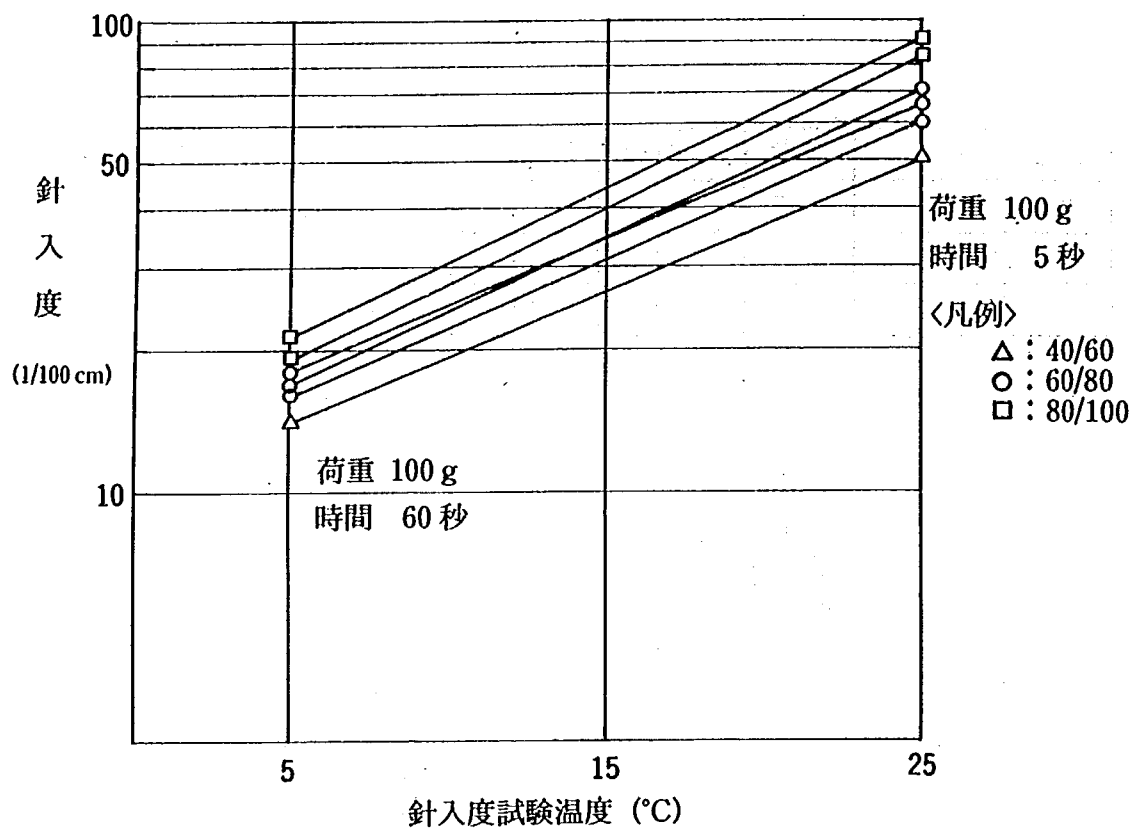
(1/100 cm)

| グレード   | 個数 | 平均値 | 最大値 | 最小値 | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|-----|-----|-----|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 6   | 7   | 5   | 0.7            | 11.8 |
| 60/80  | 23 | 9   | 11  | 6   | 1.4            | 15.7 |
| 80/100 | 11 | 10  | 11  | 9   | 0.8            | 8.4  |

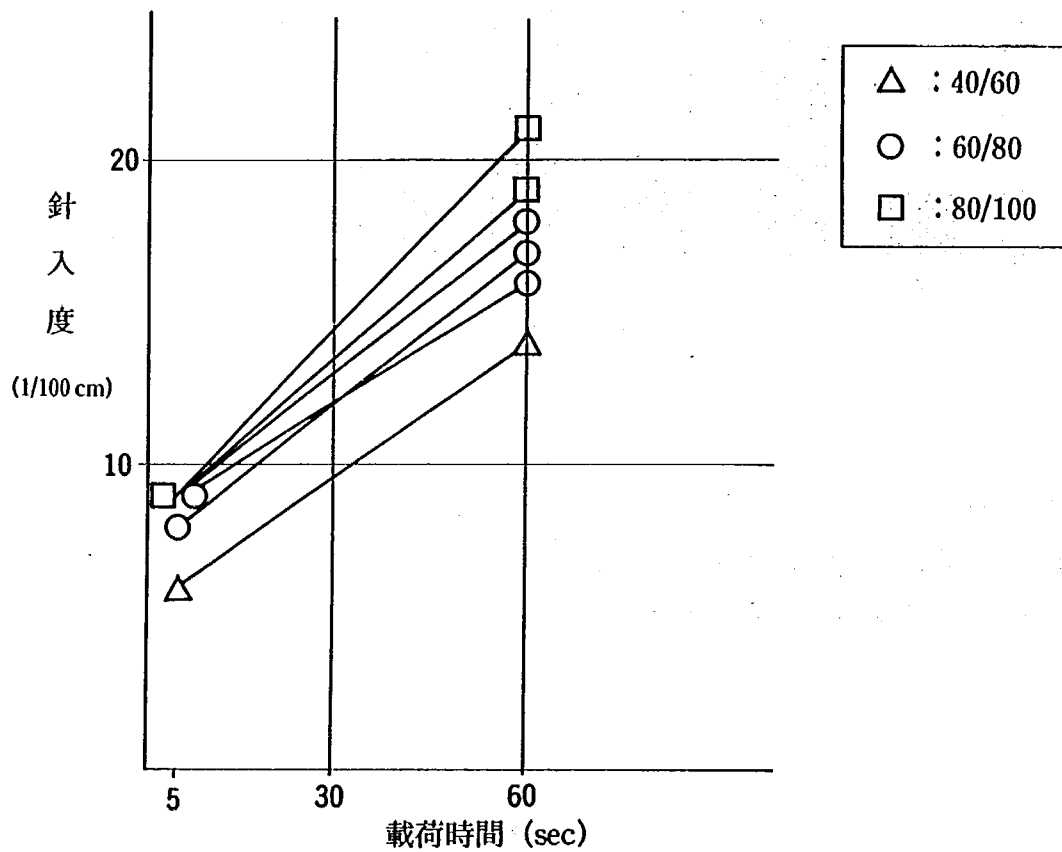


図—4.3 5°C針入度

による結果も試験値の幅が小さいため、やはり明確な傾向は認められない。5°C針入度については、全試料の測定値の平均値が、標準の 25°C、100 g、5 秒による試験による全試料の測定値の平均にほぼ等しくなるような载荷条件を検討する必要があると考えられる。



図—4.4 25°C針入度と 5°C針入度の関係



図—4.5 载荷時間と 5°C針入度の関係

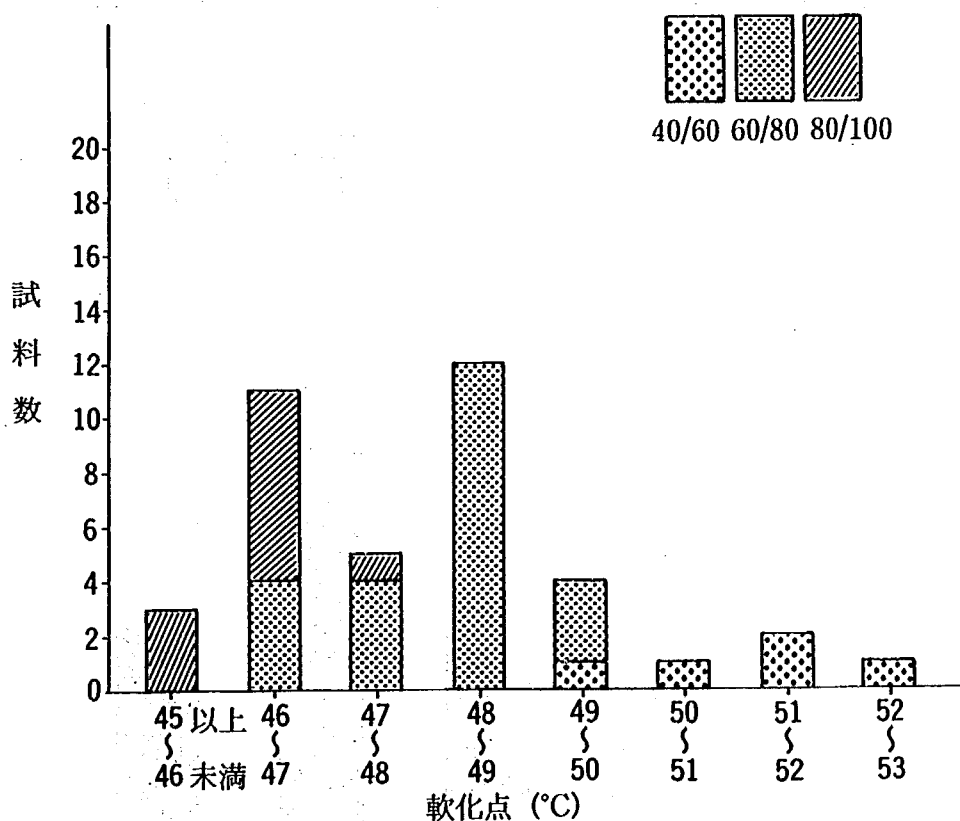
## 4.2 軟化点試験

軟化点試験結果を表—4.3, 図—4.6 に示す。各グレードにおける規格値は 40/60 で 47~55°C, 60/80 で 44~52°C, 80/100 で 42~50°C であり, すべてのアスファルトが規格値を満足し, ほぼその中央値に集まった。表—4.3 に示すグレード別の変動係数は 1.3~2.2% であり, また 80/100 で最大値と最小値の差が 2°C, 60/80 で 3°C であった。

表—4.3 軟化点

(°C)

| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 51.1 | 52.5 | 49.5 | 1.1            | 2.2  |
| 60/80  | 23 | 47.8 | 49.0 | 46.0 | 1.0            | 2.1  |
| 80/100 | 11 | 45.8 | 47.0 | 45.0 | 0.6            | 1.3  |



図—4.6 軟化点

### 4.3 針入度指数 (PI)

PIの計算結果を表-4.4, 図-4.7に示す。図-4.8は針入度, 軟化点, PIの3者の関係を示したものである。40/60, 60/80, 80/100ともPIの最大値は-0.7付近であり, 最小値は40/60で-1.23, 60/80で-1.47, 80/100で-1.10である。各グレードの平均値は40/60で-0.94, 60/80で-1.03, 80/100で-0.90であり, 各グレードによる違いは見られず, いずれも同程度の感温性を持っているようである。一般に針入度グレードが違っていても, 同一原油から生産されたアスファルトのPIはほぼ一定であるといわれるため, 表-4.5に製油所ごとの各グレードのPIを示したが, あまり明確な関係は認められない。

表-4.4 針入度指数 (PI)

| グレード   | 個数 | 平均値   | 最大値   | 最小値   | $\sigma n-1$ | 変動係数 |
|--------|----|-------|-------|-------|--------------|------|
| 40/60  | 5  | -0.94 | -0.74 | -1.23 | 0.19         | 20.4 |
| 60/80  | 23 | -1.03 | -0.71 | -1.47 | 0.24         | 22.8 |
| 80/100 | 11 | -0.90 | -0.73 | -1.10 | 0.13         | 14.3 |

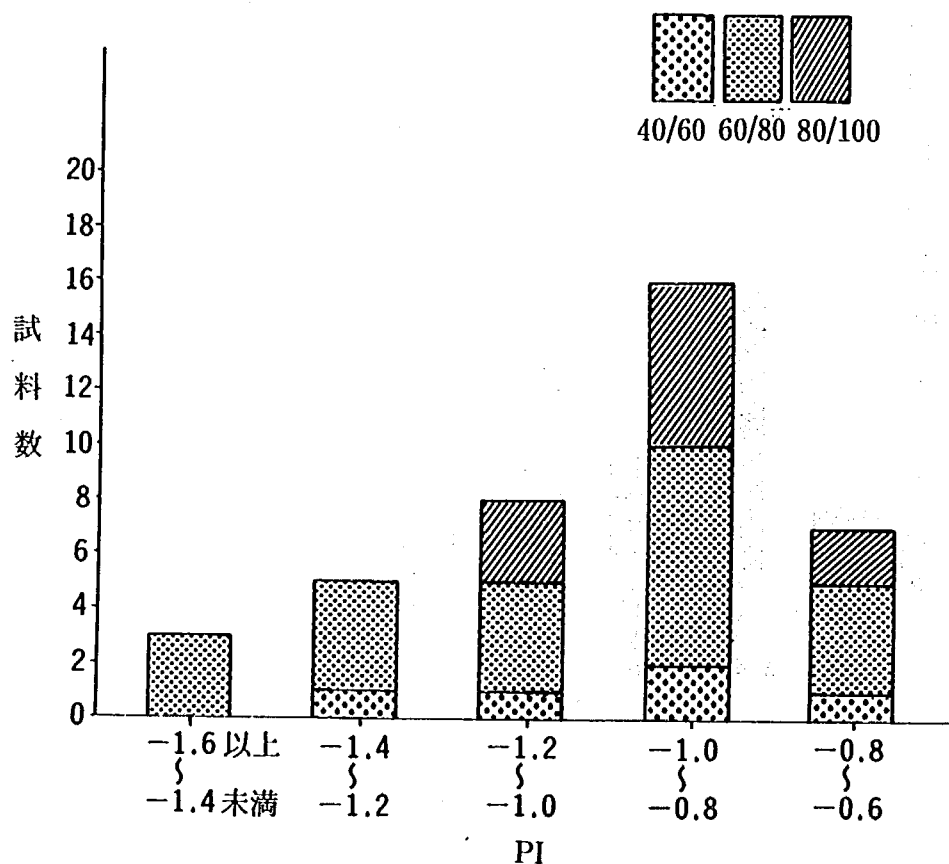
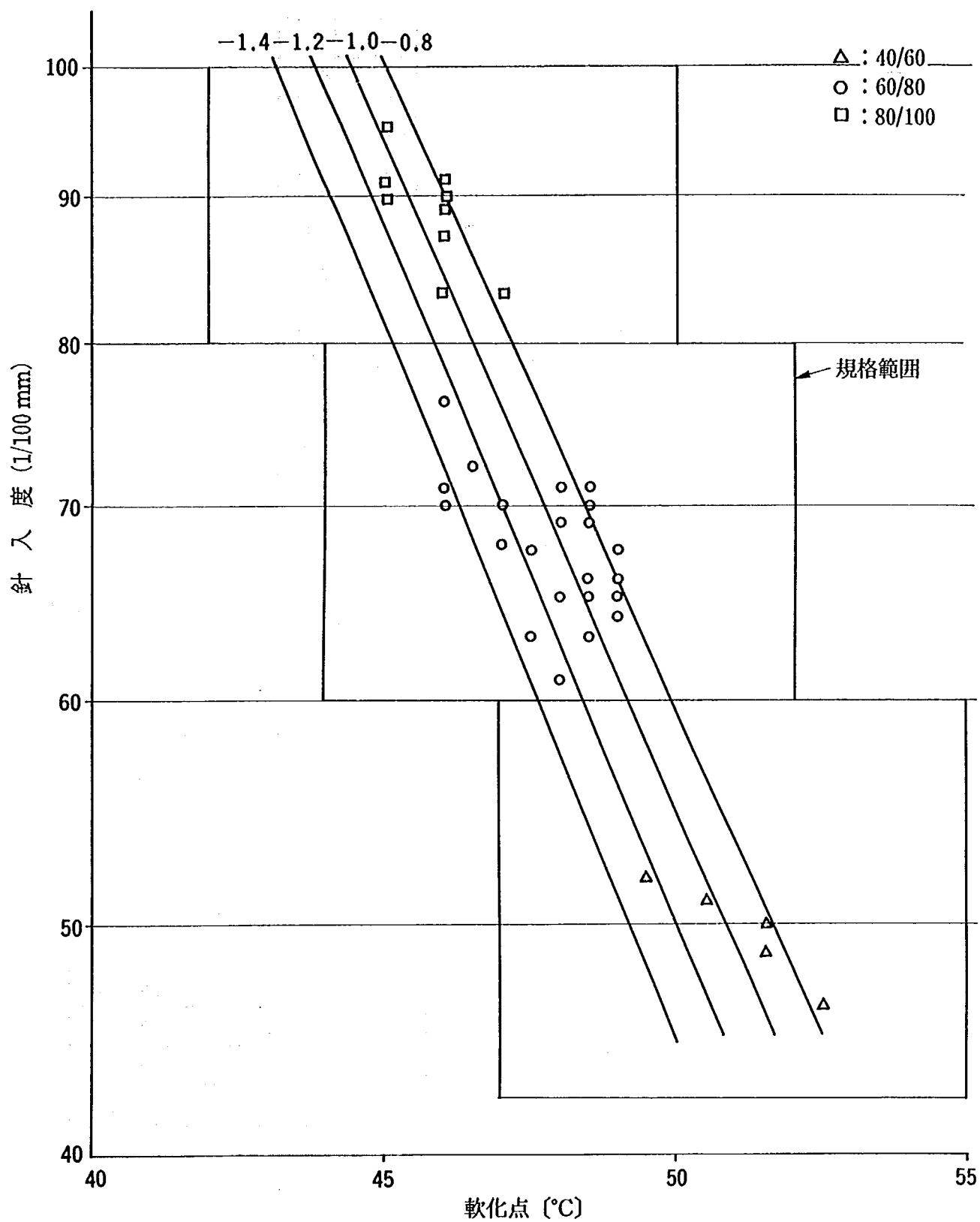


図-4.7 針入度指数 (PI)



図—4.8 針入度，軟化点，針入度指数の関係

表—4.5 製油所別の針入度指数

| 製油所 | グレード     | P I   |
|-----|----------|-------|
| A   | 40 / 60  | -0.88 |
|     | 60 / 80  | -1.10 |
|     | 80 / 100 | -1.07 |
| B   | 40 / 60  | -1.23 |
|     | 60 / 80  | -1.26 |
|     | 80 / 100 | -0.89 |
| C   | 40 / 60  | -1.03 |
|     | 60 / 80  | -1.26 |
|     | 80 / 100 | -0.89 |
| D   | 40 / 60  | -0.83 |
|     | 60 / 80  | -1.19 |

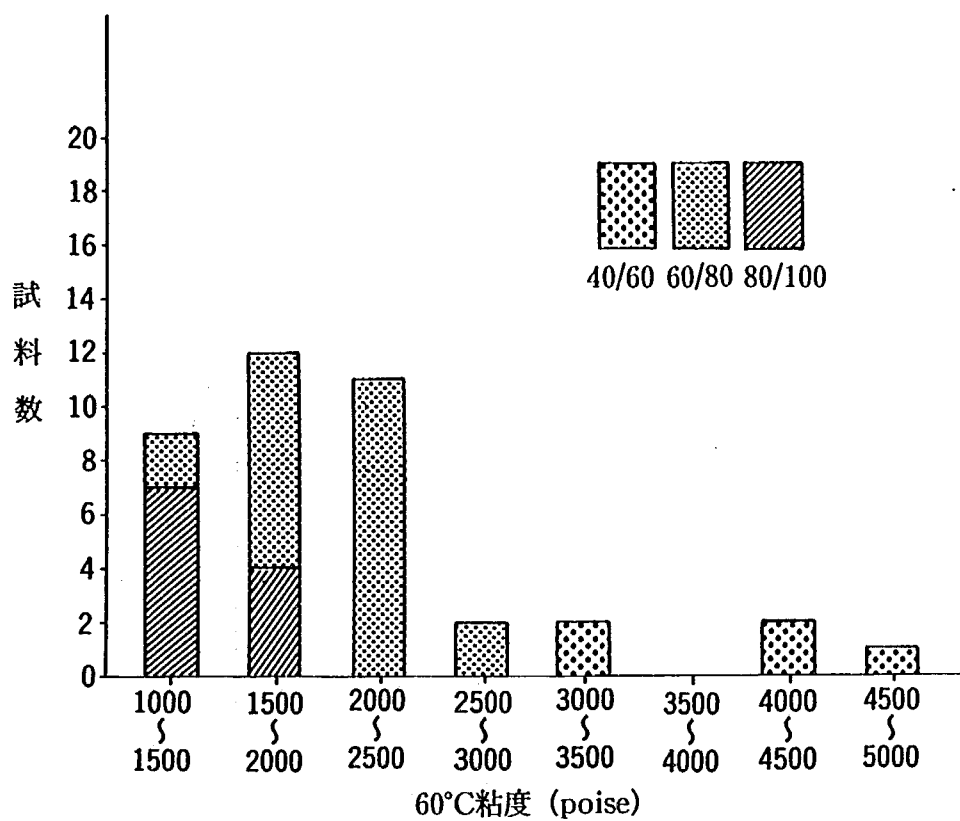
#### 4.4 60°C粘度

60°C粘度の測定結果を表—4.6, 図—4.9 に示す。各グレードでの平均値は 3980, 2060, 1410 Poise であり、平均値ではほぼ針入度別に分かれているようであるが、図—4.9 からわかるように 40/60, 60/80 は同じグレードでも広い粘度分布を示しているようである。

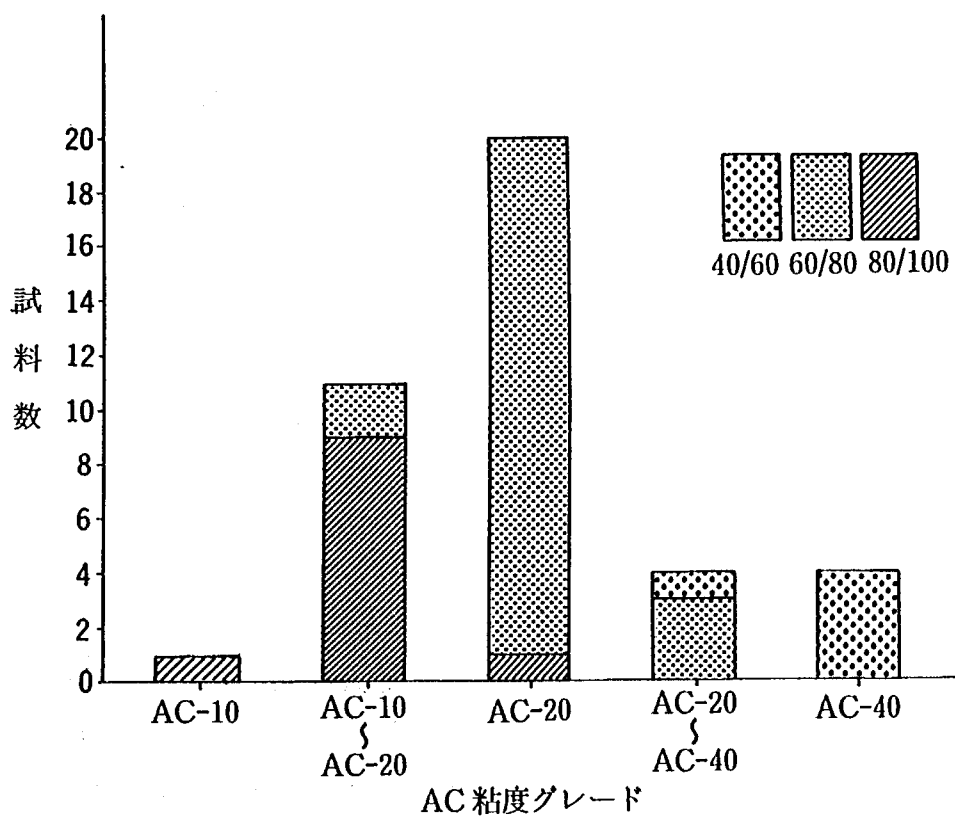
現在の JIS 規格には 60°C粘度は規定されていないが、今回の測定結果を AASHTO 粘度規格の分類に当てはめてみると、図—4.10 に示すように 40/60 は AC-40, 60/80 は AC-20 にほぼ相当するようであるが、80/100 は AC-10 の範囲よりやや高めの 60°C粘度値を示すものが多い。

表—4.6 60°C粘度 (Poise)

| グレード     | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|----------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40 / 60  | 5  | 3980 | 4760 | 3060 | 737            | 18.5 |
| 60 / 80  | 23 | 2060 | 2630 | 1360 | 355            | 17.2 |
| 80 / 100 | 11 | 1410 | 1860 | 1160 | 204            | 14.5 |



図—4.9 60°C粘度



図—4.10 60°C粘度試験結果と AASHTO 粘度規格の分類の関係

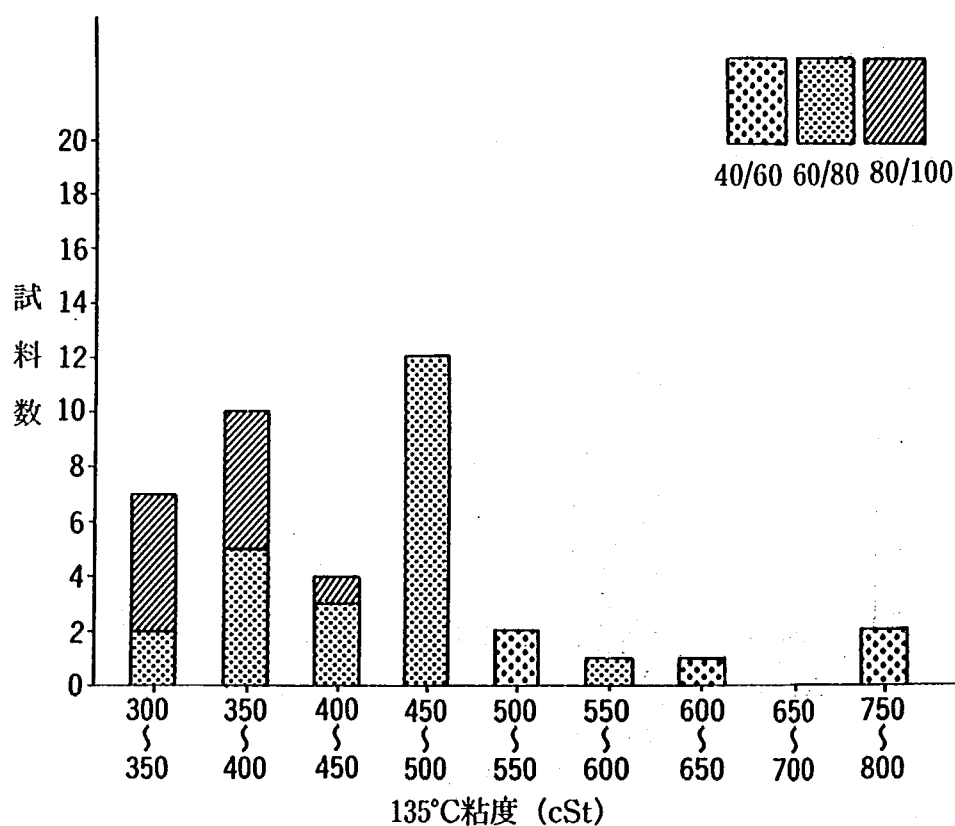
#### 4.5 高温動粘度

高温動粘度の試験結果を表—4.7 に示す。また各アスファルトの温度—粘度曲線より求めた相関式を表—4.8 に示す。また、図—4.11 は、温度—粘度直線から内挿により求めた 135°C 粘度を示したものである。

表—4.7 高温動粘度

(cSt)

| グレード   | 温度℃ | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|-----|----|------|------|------|----------------|------|
| 40/60  | 120 | 5  | 1524 | 1760 | 1300 | 200            | 13.1 |
|        | 140 |    | 475  | 546  | 408  | 59.8           | 12.6 |
|        | 160 |    | 192  | 220  | 171  | 22.2           | 11.6 |
|        | 180 |    | 92.8 | 107  | 83.7 | 10.2           | 10.9 |
| 60/80  | 120 | 23 | 1007 | 1200 | 751  | 133            | 13.2 |
|        | 140 |    | 353  | 408  | 267  | 43.4           | 12.3 |
|        | 160 |    | 148  | 169  | 114  | 16.9           | 11.5 |
|        | 180 |    | 74.7 | 84.8 | 60.9 | 8.1            | 10.9 |
| 80/100 | 120 | 11 | 800  | 908  | 691  | 16.4           | 9.5  |
|        | 140 |    | 299  | 333  | 261  | 24.1           | 8.4  |
|        | 160 |    | 131  | 164  | 112  | 14.6           | 11.1 |
|        | 180 |    | 67.2 | 74.7 | 59.0 | 4.8            | 7.2  |



図—4.11 推定した 135°C 粘度

表-4.8 温度-粘度曲線の相関式係数一覧

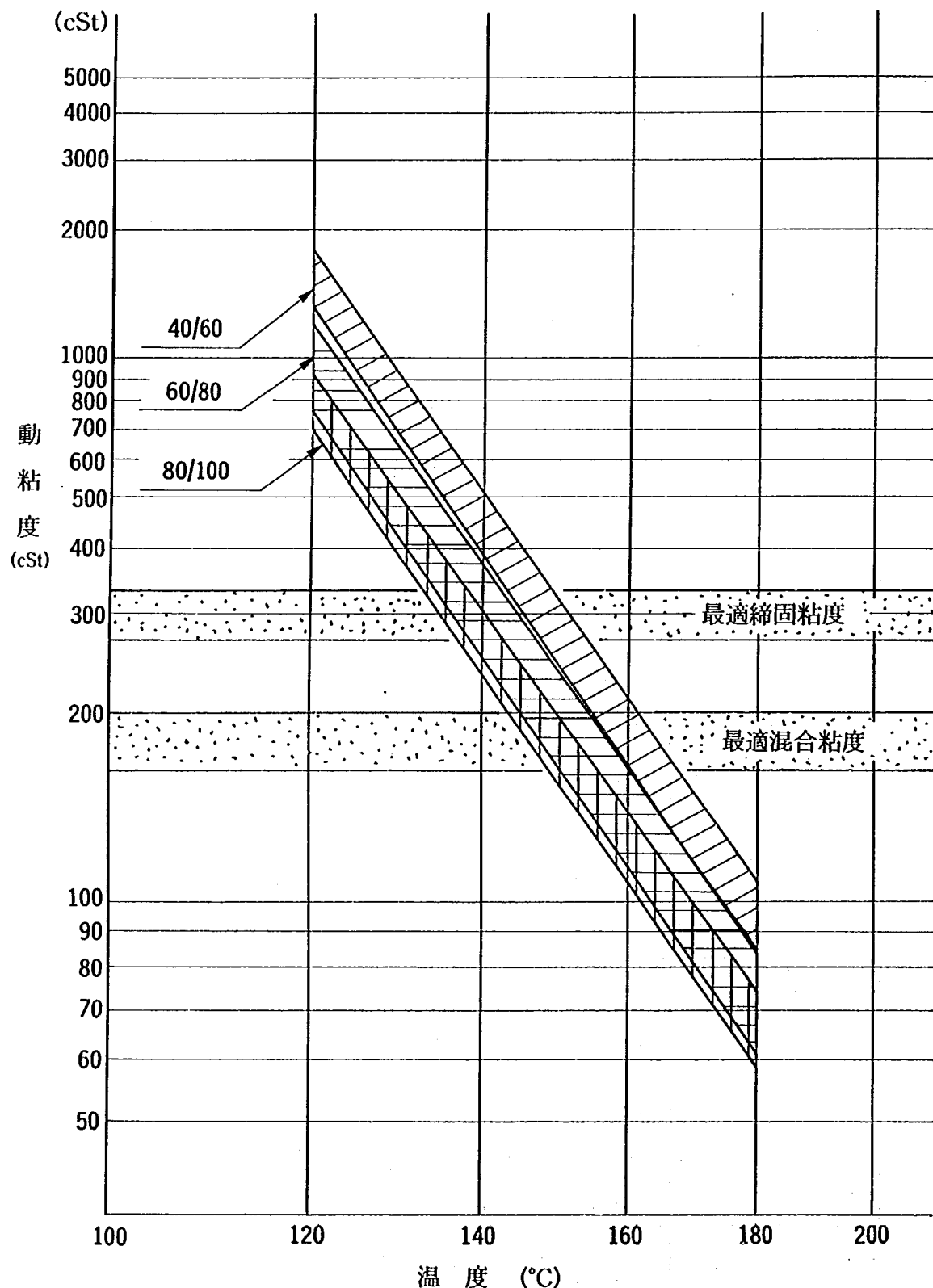
高温粘度 (温度粘度式)

$$\text{Log (Log } y) = A \text{Log } x + B$$

(x: 温度°C, y: 粘度 cSt)

| 試料 No.   | 測定値    |       |       | 試験成績表  |       |       |
|----------|--------|-------|-------|--------|-------|-------|
|          | A      | B     | r     | A      | B     | r     |
| 40/60-1  | -1.167 | 2.943 | 0.999 | -1.167 | 2.982 | 0.999 |
| 2        | -1.189 | 2.968 | 1.0   | -1.151 | 2.881 | 0.999 |
| 3        | -1.188 | 2.967 | 1.0   | -1.116 | 2.794 | 0.995 |
| 4        | -1.225 | 3.055 | 1.0   | -1.170 | 2.931 | 0.999 |
| 5        | -1.157 | 2.919 | 1.0   | -1.193 | 2.985 | 0.999 |
| 60/80-1  | -1.182 | 2.942 | 0.999 | -1.167 | 2.909 | 0.999 |
| 2        | -1.151 | 2.883 | 1.0   | -1.139 | 2.849 | 0.999 |
| 3        | -1.189 | 2.940 | 1.0   | -1.174 | 2.905 | 0.999 |
| 4        | -1.193 | 2.943 | 1.0   | -1.155 | 2.865 | 0.997 |
| 5        | -1.208 | 2.983 | 1.0   | -1.159 | 2.874 | 0.999 |
| 6        | -1.167 | 2.910 | 1.0   | -1.135 | 2.839 | 0.999 |
| 7        | -1.200 | 2.981 | 0.999 | -1.126 | 2.826 | 1.0   |
| 8        | -1.183 | 2.949 | 1.0   | -1.131 | 2.834 | 0.999 |
| 9        | -1.176 | 2.916 | 0.999 | -1.108 | 2.771 | 0.999 |
| 10       | -1.155 | 2.879 | 0.999 | -1.151 | 2.872 | 0.999 |
| 11       | -1.138 | 2.853 | 0.999 | -1.119 | 2.812 | 1.0   |
| 12       | -1.161 | 2.887 | 0.999 | -1.158 | 2.889 | 1.0   |
| 13       | -1.200 | 2.957 | 0.999 | -1.221 | 2.997 | 0.998 |
| 14       | -1.146 | 2.868 | 0.999 | -1.100 | 2.768 | 0.999 |
| 15       | -1.157 | 2.889 | 0.999 | -1.136 | 2.841 | 0.999 |
| 16       | -1.167 | 2.902 | 0.999 | -1.172 | 2.915 | 0.999 |
| 17       | -1.146 | 2.868 | 0.999 | -1.133 | 2.835 | 0.999 |
| 18       | -1.137 | 2.843 | 0.999 | -1.456 | 2.856 | 0.999 |
| 19       | -1.181 | 2.936 | 0.999 | -1.178 | 2.928 | 0.999 |
| 20       | -1.132 | 2.839 | 0.999 | -1.113 | 2.798 | 0.999 |
| 21       | -1.141 | 2.859 | 0.999 | -1.181 | 2.949 | 0.999 |
| 22       | -1.163 | 2.892 | 0.999 | -1.129 | 2.823 | 0.999 |
| 23       | -1.135 | 2.856 | 0.999 | -1.146 | 2.874 | 0.999 |
| 80/100-1 | -1.149 | 2.860 | 0.999 | -1.165 | 2.887 | 0.999 |
| 2        | -1.156 | 2.879 | 0.999 | -1.101 | 2.756 | 1.0   |
| 3        | -1.145 | 2.847 | 0.999 | -1.139 | 2.833 | 1.0   |
| 4        | -1.150 | 2.859 | 0.999 | -1.143 | 2.843 | 1.0   |
| 5        | -1.128 | 2.816 | 0.999 | -1.137 | 2.834 | 0.999 |
| 6        | -1.122 | 2.805 | 0.999 | -1.117 | 2.799 | 1.0   |
| 7        | -1.130 | 2.812 | 0.999 | -1.146 | 2.849 | 0.999 |
| 8        | -1.141 | 2.833 | 0.999 | -1.188 | 2.941 | 0.999 |
| 9        | -1.144 | 2.838 | 0.999 | -1.183 | 2.918 | 0.999 |
| 10       | -1.169 | 2.886 | 0.999 | -1.156 | 2.857 | 0.999 |
| 11       | -1.155 | 2.862 | 0.999 | -1.113 | 2.771 | 1.0   |

温度—粘度直線は縦軸に粘度の  $\log(\log)$  を、横軸に温度の  $\log$  をプロットすることにより求めたものであるが、いずれの試料も相関係数は 0.99 以上でありバラツキはほとんどなく、非常に良い相関を示している。各アスファルトの温度—粘度直線において得られる直線群の各グレード別の範囲を図—4.12 に示す。60/80 と 80/100 の直線の範囲は重なっているが、135°C 粘度の両グレードでの平均値



図—4.12 各グレード別の温度—粘度曲線の範囲

では5%の危険率で有意差がみられ、80/100が低めの粘度となっている。また図-4.12の範囲より求めた各グレードでの最適混合温度、最適締固め温度範囲を図-4.13に示した。

上記の温度粘度直線の各試料の傾きとPIの関係を示したものが図-4.14である。相関係数は0.46となっており、25℃から軟化点付近の感温性と高温域での感温性はかならずしも一致しないことを示している。

135℃粘度と針入度、軟化点、60℃粘度のそれぞれの関係を示したものが、図-4.15～17である。それぞれの相関係数は針入度では0.81、軟化点では0.89、60℃では0.94となっており、それぞれの試験値の測定温度と135℃粘度の測定温度の違いが大きいほど相関係数は小さくなっている。

図-4.17にはAASHTO粘度規格の60℃粘度の規格範囲を図中に示している。前項で述べたように、40/60、60/80はほぼAC-40、AC-20に相当し、80/100の60℃粘度はAC-10よりやや高めになっていることがわかる。また各ACグレードに相当するものは、該当する135℃粘度の規格値をいずれも満足している。

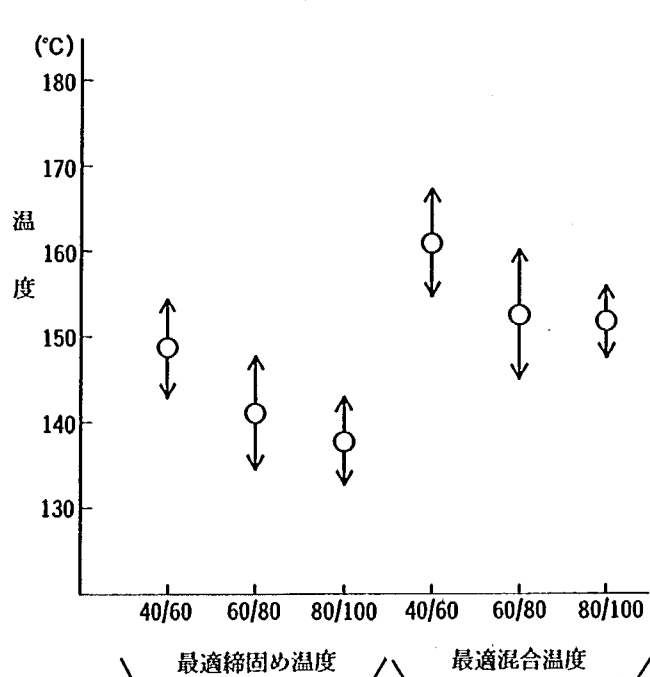


図-4.13 各グレード別の最適混合温度、最適締固め温度範囲

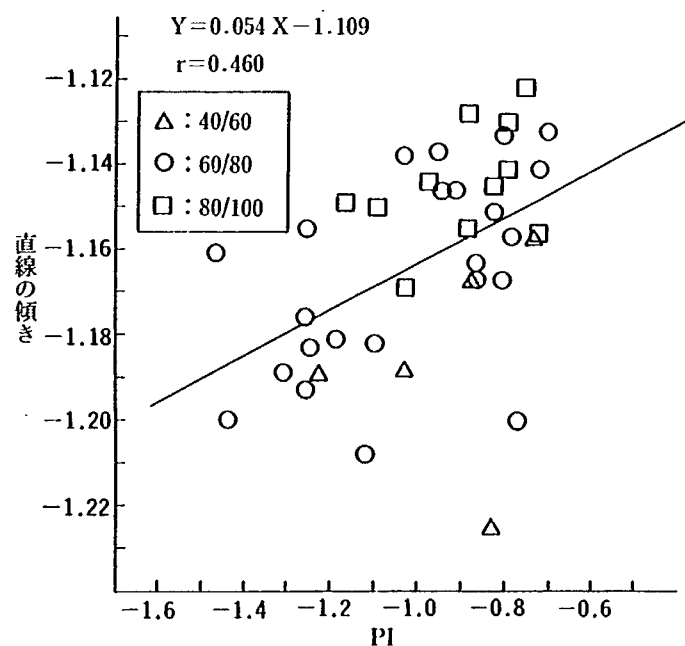


図-4.14 温度粘度曲線の傾きとPIの関係

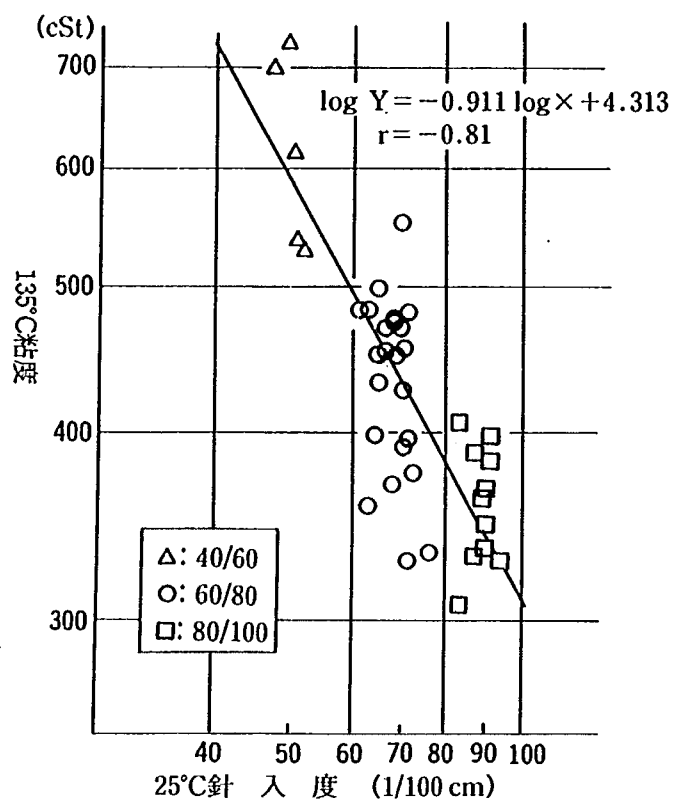


図-4.15 135°C粘度と針入度の関係

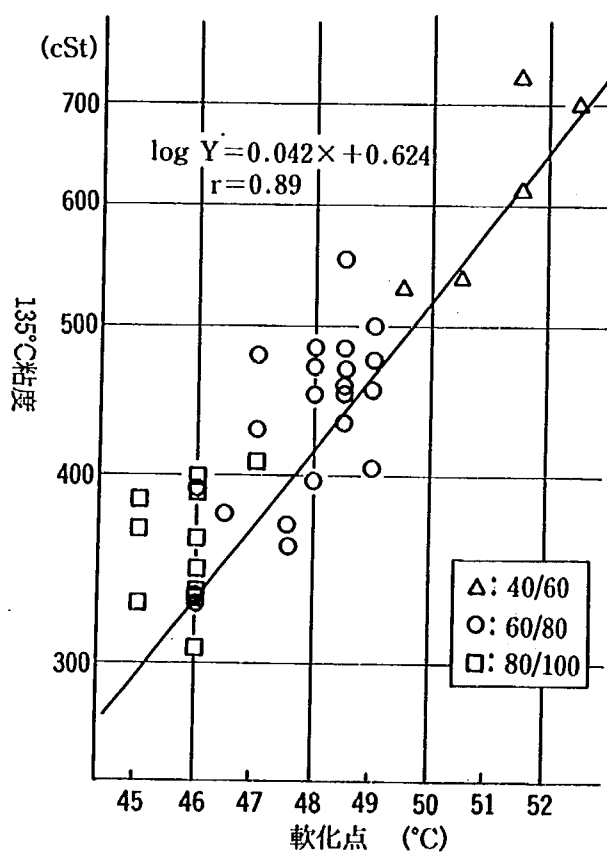
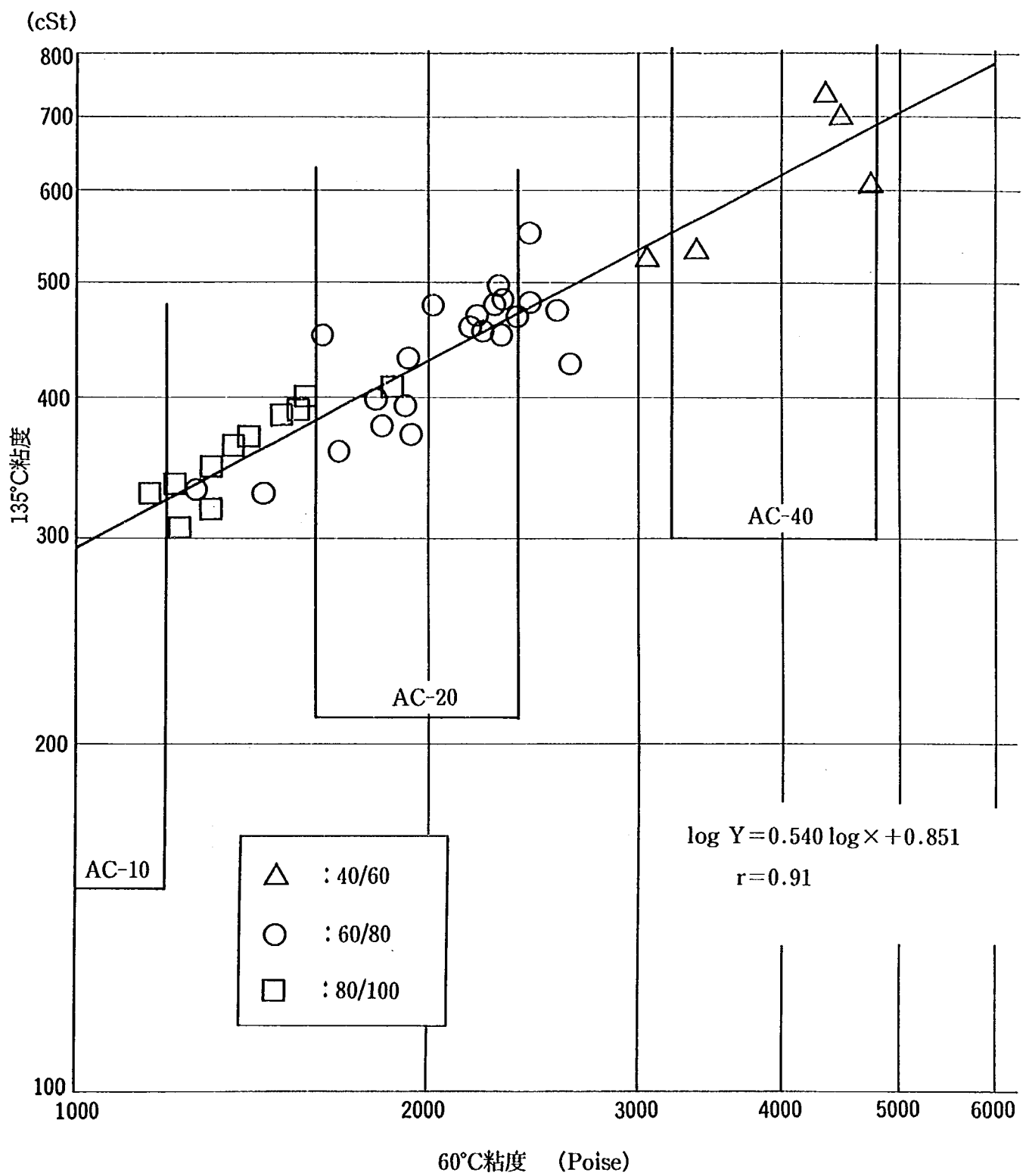


図-4.16 135°C粘度と軟化点の関係



図—4.17 135°C粘度と 60°C粘度の関係

## 4.6 伸 度

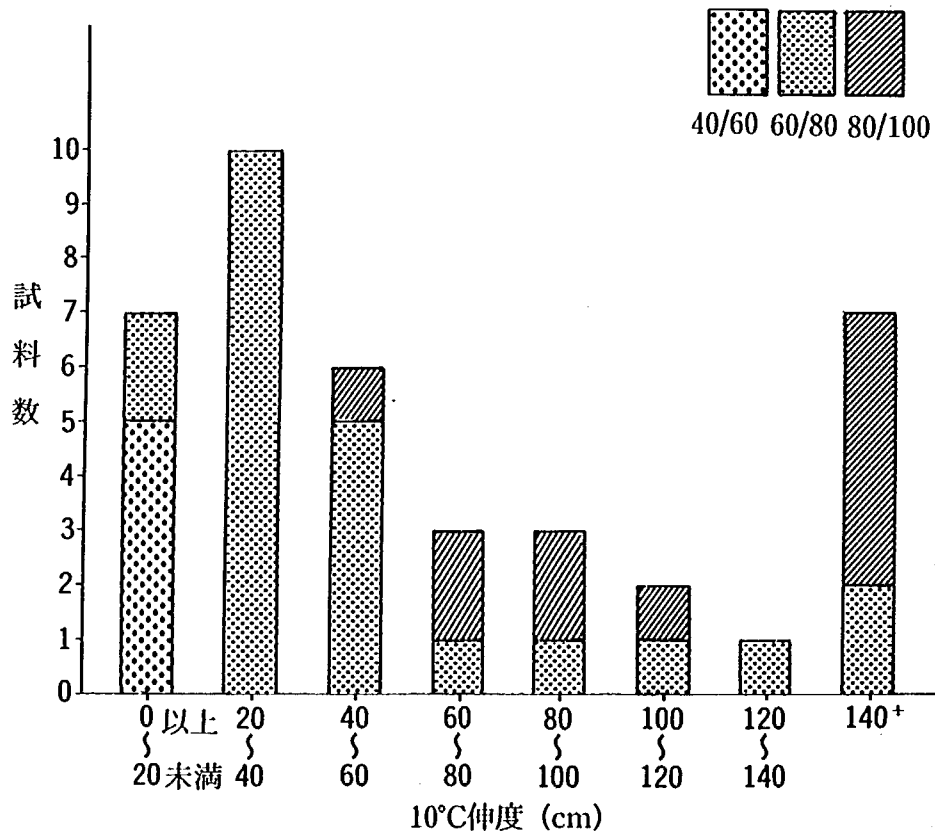
### 4.6.1 15°C伸度

15°Cにおける伸度は全試料とも 100+となり、JIS および要綱規格である 40/60 では 10 以上、60/80 および 80/100 では 100 以上の規格値をすべて満足しており、試料による違いは見られない。

### 4.6.2 10°C伸度

15°C伸度では差が認められなかったため、10°Cにおいて伸度試験を行なった。その結果をグレード別に整理したものを図—4.18 に示す。

試験値は広範囲にばらついているが、グレードが大きくなるに従って伸度は大きくなる傾向が認められる。40/60 グレードは、10°Cでは脆性領域に入っているものと考えられ、個々の試料間の差は小さい。60/80 の結果は最小 11 から最大 140+と広範囲にわたっており、試料間の差が最も顕著に現れている。80/100 では 140 以上の値を示すものが 5 試料 (45%) あり、顕著な差は認められない。



図—4.18 10°C伸度

### 4.6.3 7°C伸度

10°Cでの伸度試験において 80/100 は約半分の試料が 140+であったことから、さらに 7°Cにおいて伸度試験を行なった。また 60/80 の試料のうち 100+のものについても 7°C伸度試験を行なった。7°C伸度の結果は表—4.9 に示すとおりであり、最大 27 であって約 2/3 の試料が 10±2 cm という結果であっ

表—4.9 10℃, 7℃伸度

(cm)

| グ<br>レ<br>ー<br>ド | N<br>o.<br>. | 7℃<br>伸<br>度 | 10℃<br>伸<br>度 |
|------------------|--------------|--------------|---------------|
| 60/80            | 1            | 0            | 106           |
|                  | 4            | 5            | 127           |
|                  | 12           | 9            | 140+          |
|                  | 19           | 16           | 140+          |
| 80/100           | 1            | 27           | 140+          |
|                  | 2            | 8            | 43            |
|                  | 3            | 12           | 140+          |
|                  | 4            | 10           | 140+          |
|                  | 5            | 10           | 88            |
|                  | 6            | 10           | 119           |
|                  | 7            | 10           | 73            |
|                  | 8            | 13           | 140+          |
|                  | 9            | 16           | 140+          |
|                  | 10           | 8            | 68            |
|                  | 11           | 10           | 92            |

た。この結果より 10℃において 100+であった試料でも 7℃ではほとんどが脆性領域に入っていると考えられ、試料間の差は小さくなっている。これらのことから、60/80, 80/100 のグレードのアスファルトは 10℃前後の温度領域ではわずかな温度変化でも伸度は急激に変化するものと考えられる。

以上、本試験では引張速度一定という条件で温度を 15, 10, 7℃の 3 点で行なったが、わずかな温度変化でも伸度は急激に変化した。この変化はアスファルトが粘性領域から脆性領域に移行するためと考えられ、その転移温度は、40/60 では 10~15℃, 60/80 では 10℃前後, 80/100 では 7~10℃の付近にあると考えられる。

#### 4.7 三塩化エタン可溶分

試験結果を表—4.10 に示す。試験結果は、要綱規格の 99.0%以上を全試料とも満足しており、また同一試験者による試験値のバラツキが最大 0.06%であって、全試料とも JIS の繰返し精度の規定 0.1%を満足している。全試料中 42%が 99.5%以上を示し、異常な無機物等の混入はなく、十分な品質であった。しかし JIS K 2207 に規定されている試験値の丸め方は、試験結果が 99%以上が 0.01, 99%未満のものについては 0.1 となっている。今回の試験では 1 試料 (80/100—7) のみ 99%未満の値を示すものがあったが、この規定により試験値を丸めると試験値が 99.0%となり、規格を辛うじて満

表—4.10 三塩化エタン可溶分

(%)

| グレード   | 個数 | 平均値   | 最大値   | 最小値   | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|-------|-------|-------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 99.90 | 99.99 | 99.77 | 0.10           | 0.1  |
| 60/80  | 23 | 99.85 | 100.0 | 99.39 | 0.18           | 0.2  |
| 80/100 | 11 | 99.86 | 99.98 | 99.0  | 0.15           | 0.1  |

足していることになった。また三塩化エタン可溶分と他の性状との関連性は特に認められなかった。

#### 4.8 引火点

引火点の試験結果を表—4.11, 図—4.19 に示す。引火点の規格値は 260°C 以上となっているが, 全試料とも規格値を満足する結果であった。各グレードごとの引火点の平均値について, 5%の危険率で検討を行なったところ, グレード間には有意差はなく, 320~360°Cの間に全試料の約 80%が入っている。

引火点の測定時に, 膜の生成あるいは泡の発生の見られる試料がいくつか存在したので, それらの状況についても簡単に記録した。膜の生成や泡の発生は同一の試料で繰り返し試験を行なった場合, ほとんどが同じ状況を示すことから, 各試料に特有の性質と考えられる。表—4.12 は同一製油所毎に整理した結果であり, A は引火点の最小値をもつものである。また泡の生じた試料は 5 試料あったが, その内の 4 試料は B, C の製油所のものであり, 同一製油所の試料は引火点および引火状況に同様な傾向が見られる。

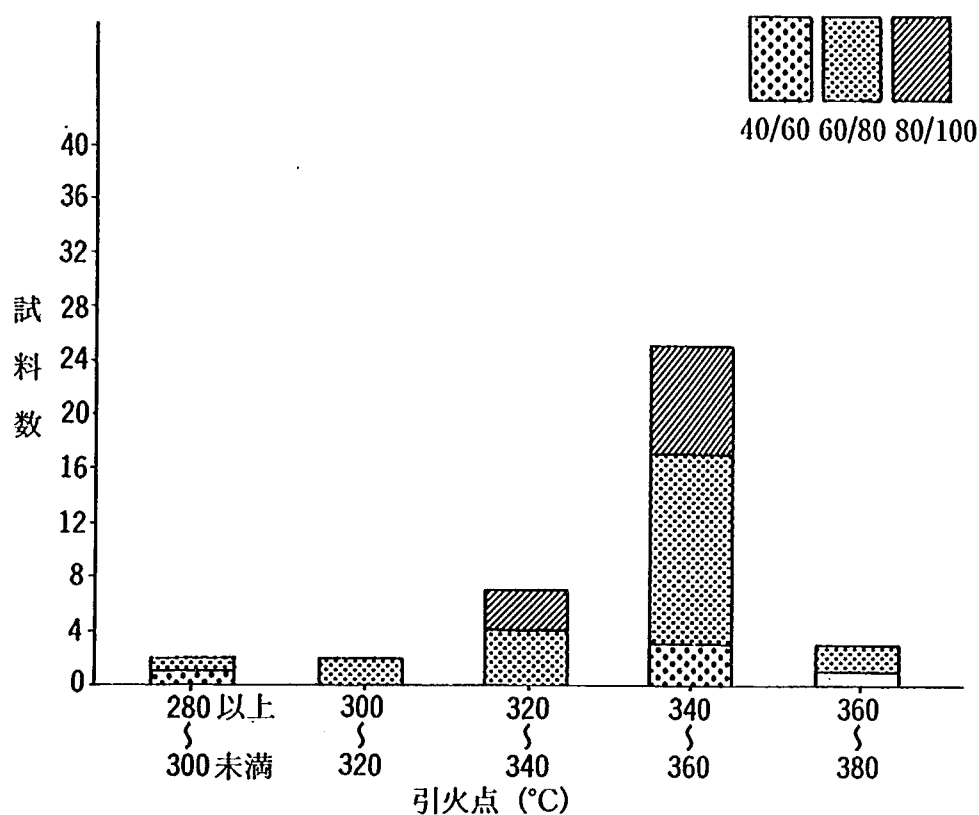
表—4.11 引火点

(°C)

| グレード   | 個数 | 平均値 | 最大値 | 最小値 | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|-----|-----|-----|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 340 | 362 | 299 | 24.6           | 7.2  |
| 60/80  | 23 | 342 | 363 | 296 | 16.8           | 4.9  |
| 80/100 | 11 | 345 | 357 | 323 | 9.7            | 2.8  |

表—4.12 製油所別の引火点と引火状況

| 製油所 | 試料    | 引火点(°C) | 状況 | 試料     | 引火点(°C) | 状況 |
|-----|-------|---------|----|--------|---------|----|
| A   | 40/60 | 299     | —  | 60-80  | 296     | —  |
| B   | 60/80 | 354     | 泡  | 80/100 | 343     | 泡  |
| C   | 60-80 | 346     | 泡  | 80/100 | 350     | 泡  |



図—4.19 引火点

## 4.9 蒸発試験

### 4.9.1 質量変化

蒸発試験後の質量変化を表—4.13, 図—4.20 に示す。

各グレードの平均値は、40/60, 60/80, 80/100 それぞれ 0.006, 0.003, -0.02 であった。グレード間ごとの平均値に有意差は見られないが、蒸発試験後、質量増加の見られた試料数は 40/60, 60/80, 80/100 それぞれ 80%, 57%, 27% あり、グレードの大きいものほど質量増加する試料は少なくなっている。これはグレードの大きいものほど、酸化作用による質量増加より蒸発作用による質量減少の影響が大きいと考えられる。

表—4.13 蒸発試験質量変化

(%)

| グレード     | 個数 | 平均値   | 最大値  | 最小値   | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|----------|----|-------|------|-------|----------------|------|
| 40 / 60  | 5  | 0.006 | 0.02 | -0.01 | 0.01           | 190  |
| 60 / 80  | 23 | 0.003 | 0.03 | -0.06 | 0.02           | 851  |
| 80 / 100 | 11 | -0.02 | 0.08 | -0.12 | 0.05           | 248  |

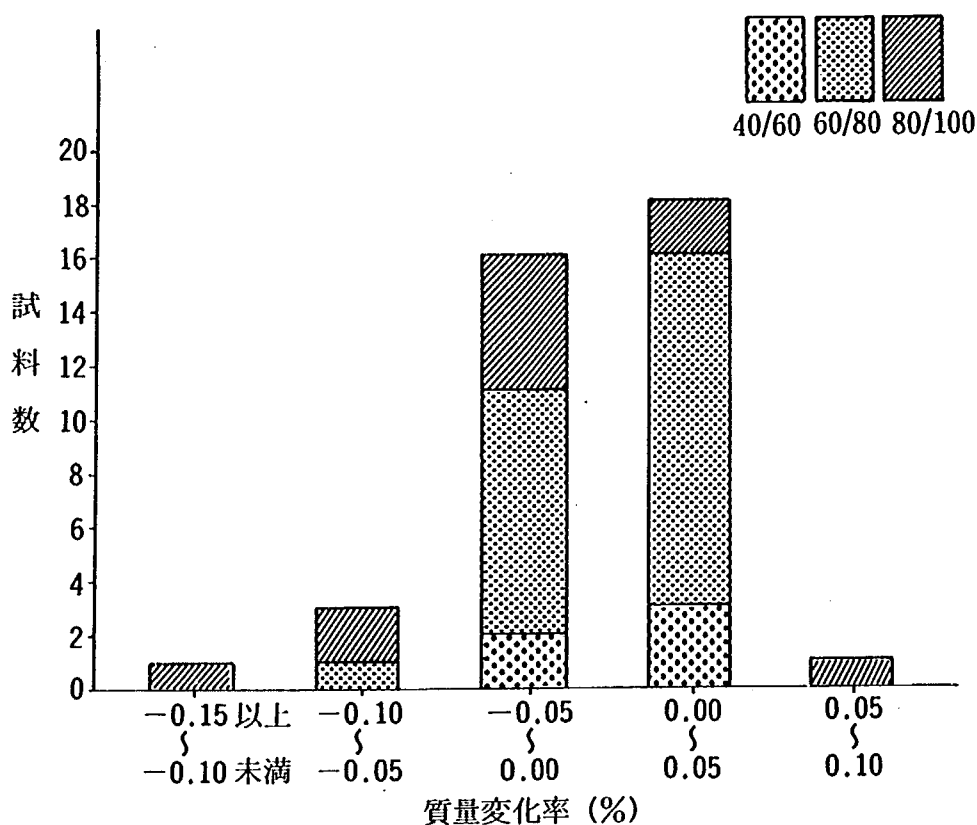


図-4.20 蒸発試験質量変化率

#### 4.9.2 蒸発試験後の針入度比

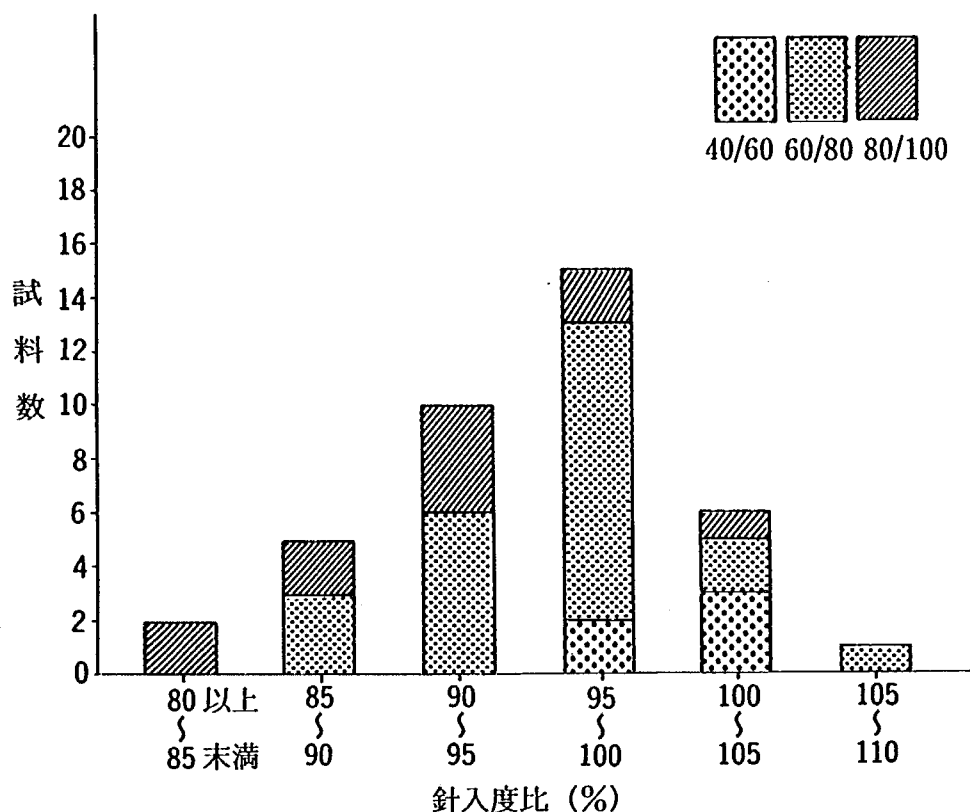
蒸発試験後の針入度比の試験結果を表-4.14、図-4.21 に示す。蒸発試験後の針入度比は、軽質分が多く分離し易いアスファルト等を除く目的でアスファルト舗装要綱および JIS 規格に規定され、その規格値は 110 以下とされているが、今回の試料ではすべて 110 以下であり規格は満足していた。

40/60, 60/80, 80/100 各グレードでの平均値は 99.0, 95.9, 91.6 であり、グレードが大きくなるに従って針入度比は小さくなる傾向が見られるが、60/80 と 80/100 の間には危険率 5% で有意差があるものの、40/60 と 60/80 間には有意差は見られなかった。また、グレード内でのバラツキはグレードが大きくなるに従って、大きくなっている。

表-4.14 蒸発試験後の針入度比

(%)

| グレード     | 個数 | 平均値  | 最大値   | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|----------|----|------|-------|------|----------------|------|
| 40 / 60  | 5  | 99.0 | 101.1 | 95.8 | 2.1            | 2.1  |
| 60 / 80  | 23 | 95.9 | 106.6 | 88.2 | 4.4            | 4.6  |
| 80 / 100 | 11 | 91.6 | 102.7 | 80.9 | 7.0            | 7.6  |



図一4.21 蒸発試験後の針入度比

蒸発試験後の針入度比は加熱劣化による硬化の性状を示すものとは考えられてはおらず、下限値は設けられていないが、かき混ぜない試料において表面の状態が一樣でなく、部分的に軽質分あるいは硬化した部分が表面に分離している試料が 40/60 および 60/80 で約 2 割、80/100 でほぼ全部の試料について見られた。また、各測点別に針入度比を算出（（かき混ぜない試料の各測点の針入度）/（かき混ぜた試料の平均針入度））した場合、軽質分の分離を示していると考えられる針入度比 110 以上となった測点が、全試料 234 測点中（39 試料×2 カップ×3 測点）1 測点あった。しかし前述のように、劣化により硬化した部分が分離している部分もかなりあり、そのため針をさす位置によって試験値が大きく左右され、カップ内の 3 点の針入度値でも最大 26 の差があるものもあった。今後、本試験については試験の操作そのものについての検討も必要と考えられる。

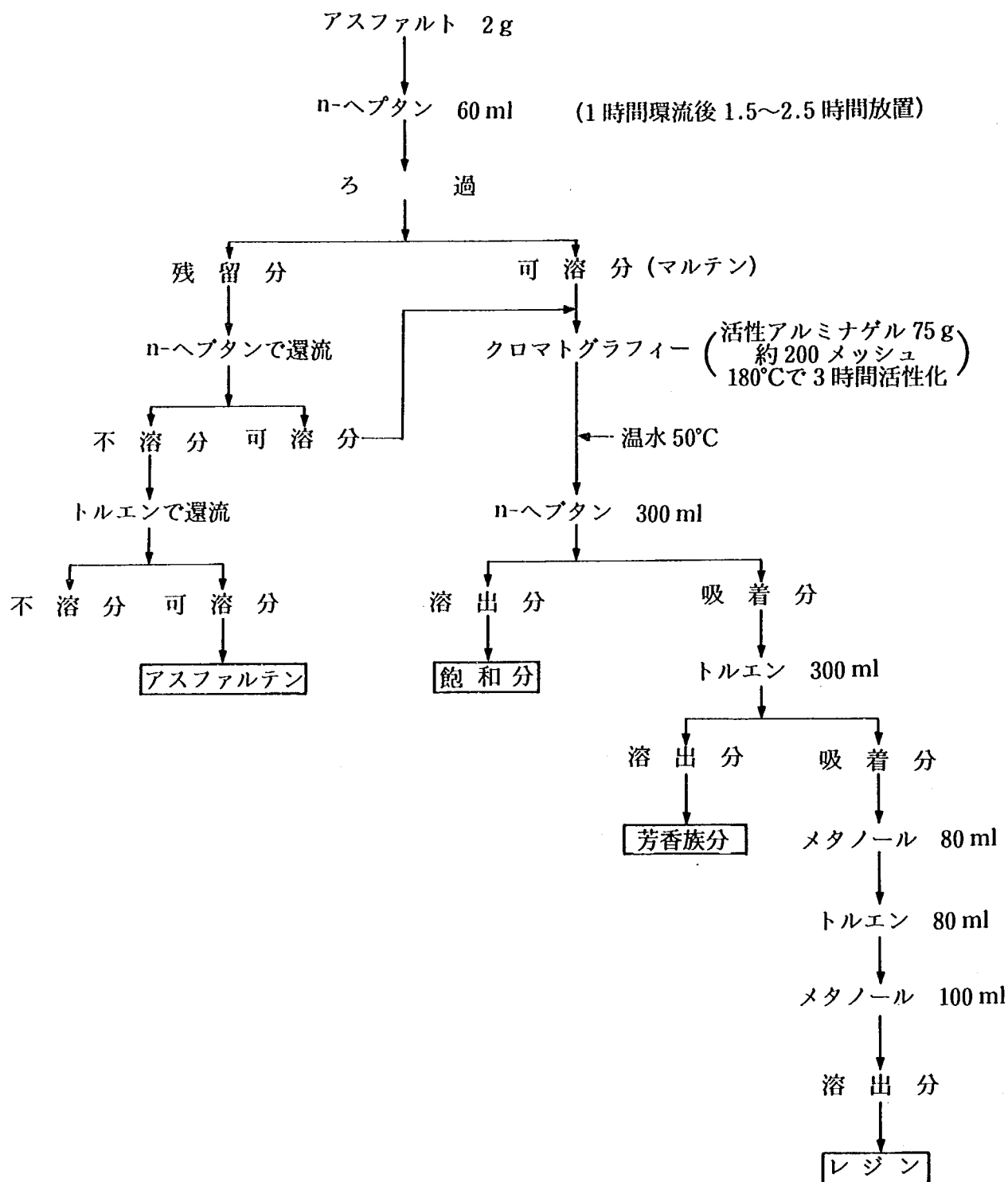
## 4.10 組成分析

### 4.10.1 試験方法の概要

アスファルトは、種々の炭化水素およびその誘導体からなり、個々の成分を知ることはほとんど不可能である。したがってアスファルトの組成を分析する方法としては、類似した性質を持つ幾つかのグループに分けることが行なわれている。

国内の組成分析方法として規格化されているものとしては、石油学会規格「アスファルトのカラムクロマトグラフィーによる組成分析法（JPI-5 S-22-83）」があり、これは従来より飯島法として行なわれている方法をもとに規格化したもので、今回の試験では本方法を使用した。本方法は、アスファル

トをアスファルテン、レジン、芳香族、飽和分の4成分に分別する方法で、図—4.22 にその系統図を示す。



図—4.22 組成分析系統図

#### 4.10.2 試験結果

原アスファルトの組成分析の結果を表—4.15～18、図—4.23～26に示す。各成分のグレード間における違いは、アスファルテンでは全グレードとも12%程度であり、危険率5%で有意差はなかった。レジンでは5%の危険率で40/60が60/80に対し有意差があり、40/60の方が少い。芳香族分及び飽和分では、危険率5%でいずれもグレード間にも差は認められない。

表—4.15 組成分析結果（アスファルテン分）

(%)

| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値 | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|------|-----|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 12.5 | 15.8 | 8.5 | 2.8            | 21.9 |
| 60/80  | 23 | 12.4 | 16.4 | 9.0 | 1.9            | 15.7 |
| 80/100 | 11 | 11.3 | 15.8 | 8.8 | 1.9            | 17.3 |

表—4.16 組成分析結果（レジン分）

(%)

| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 20.4 | 21.8 | 18.4 | 1.4            | 7.0  |
| 60/80  | 23 | 22.7 | 28.0 | 19.3 | 1.8            | 8.1  |
| 80/100 | 11 | 22.5 | 23.8 | 20.9 | 1.1            | 4.8  |

表—4.17 組成分析結果（芳香族分）

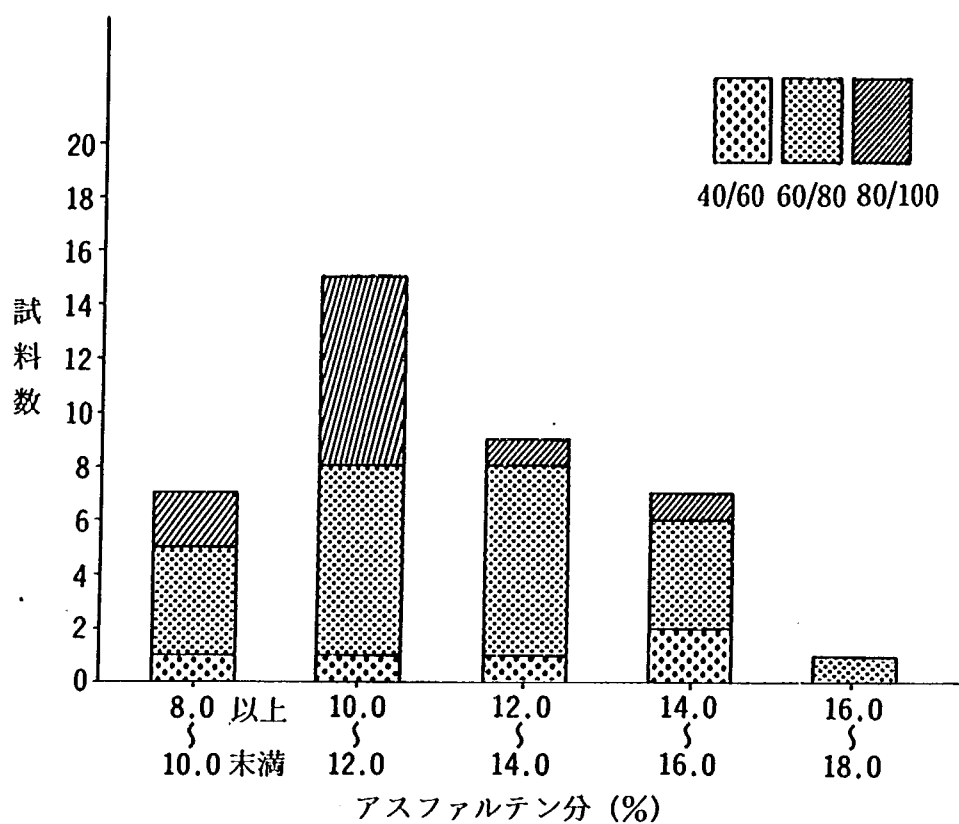
(%)

| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 50.8 | 55.6 | 43.6 | 4.5            | 8.9  |
| 60/80  | 23 | 49.3 | 53.1 | 43.2 | 2.6            | 5.4  |
| 80/100 | 11 | 49.9 | 54.2 | 43.4 | 2.8            | 5.7  |

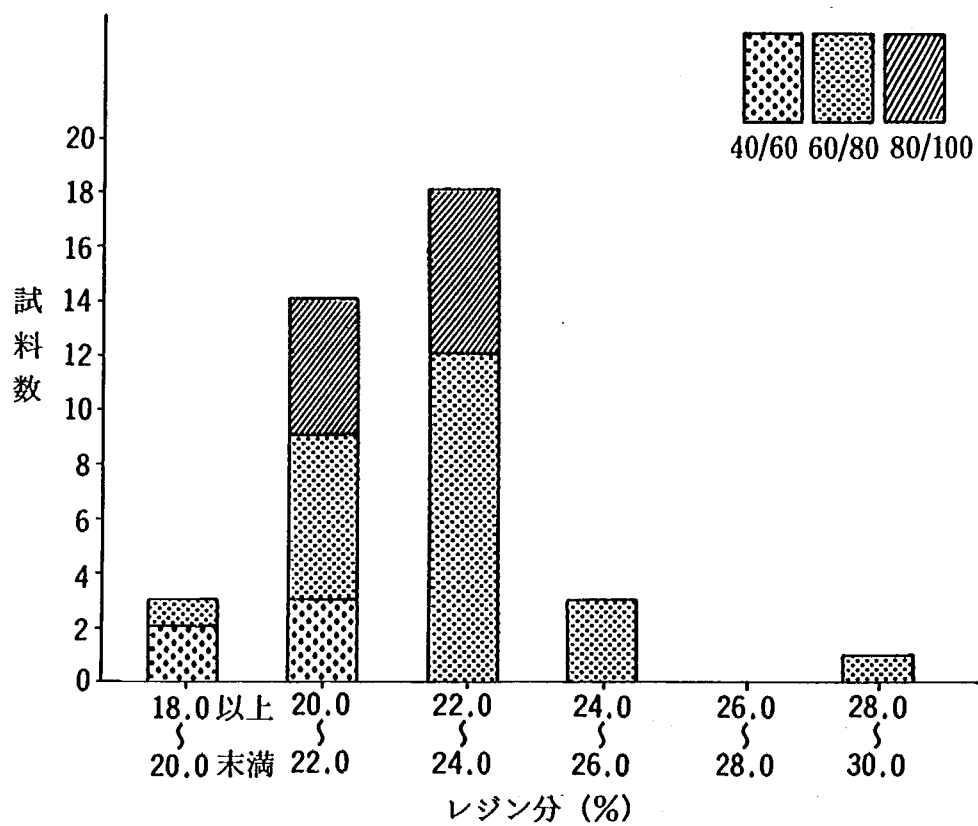
表—4.18 組成分析結果（飽和分）

(%)

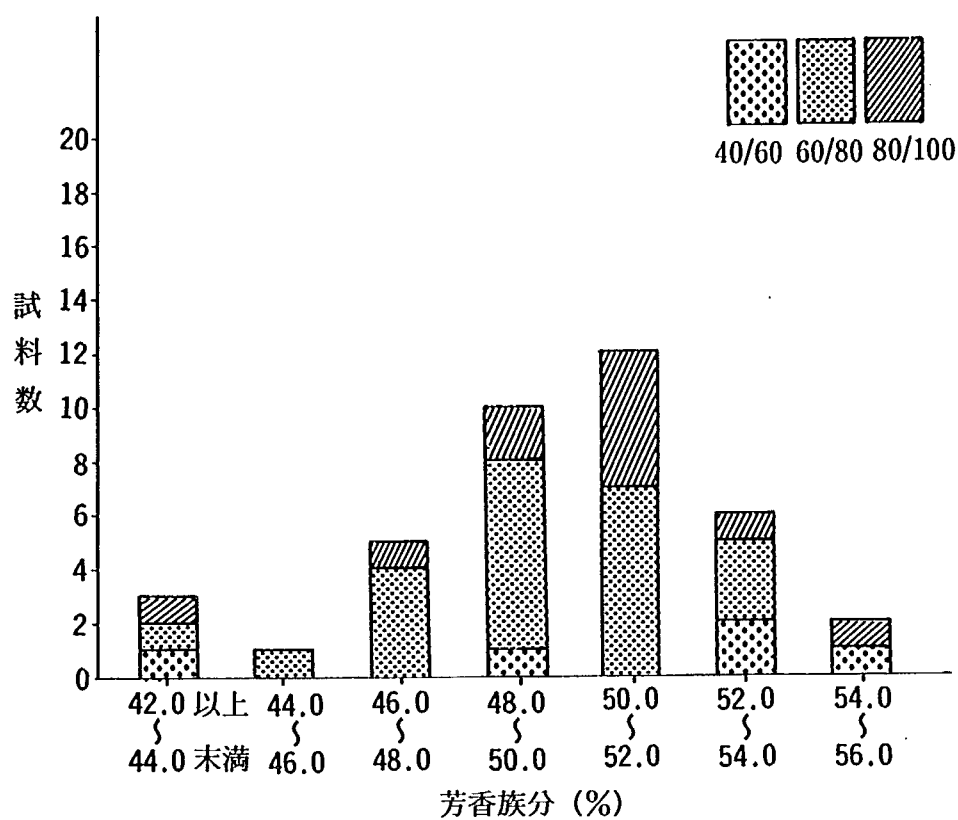
| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 15.1 | 18.5 | 13.4 | 2.0            | 13.3 |
| 60/80  | 23 | 14.9 | 18.4 | 12.4 | 1.7            | 11.2 |
| 80/100 | 11 | 15.6 | 17.2 | 13.5 | 1.1            | 6.8  |



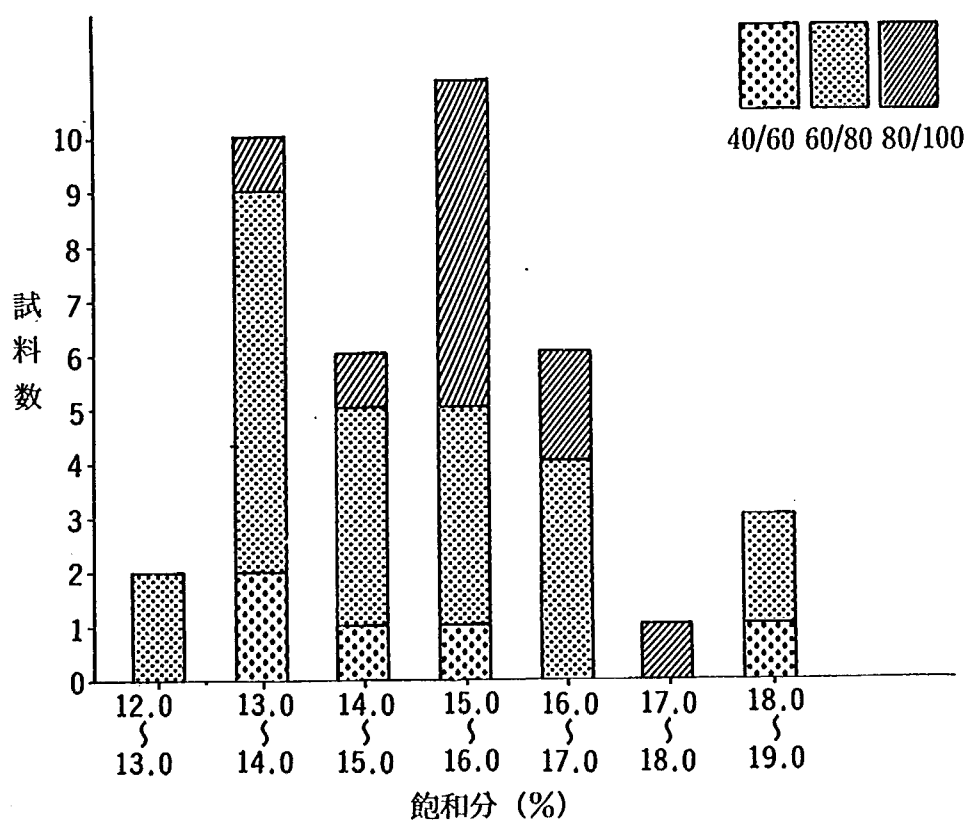
図一4.23 組成分析結果 (アスファルテン分)



図一4.24 組成分析結果 (レジン分)



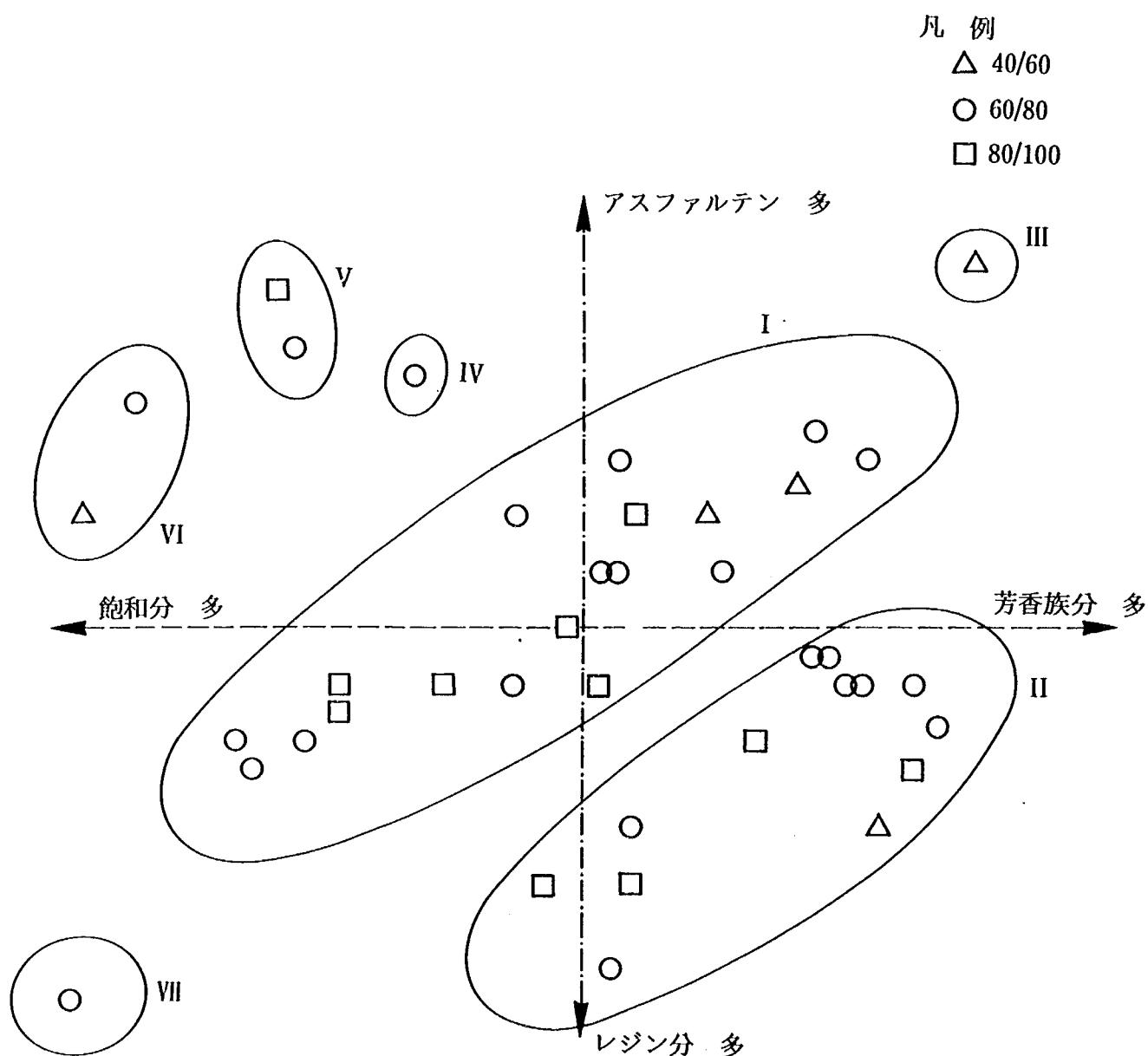
図—4.25 組成分析結果 (芳香族分)



図—4.26 組成分析結果 (飽和分)

回収率については、2 試料を除きいずれも 96%以上あった。回収率が低い 2 試料の回収率は 91.9%、95.1%であり、これはアルミナゲルに強く吸着し回収できない成分が存在するためと考えられる。

いずれの試料も似たような成分値を示し明確な比較ができないため、4 成分について主成分分析を行った。図—4.27 は横軸に第 1 主成分、縦軸に第 2 主成分をプロットしたものである。表—4.19 に固有ベクトルを示す。固有ベクトルより図—4.27 の横軸の右方向には芳香族分が多く、左方向には飽和分が多い、また縦軸は上方向にはアスファルテンが多く、下方向にはレジン分が多いということが分かる。○印で 7 個のグループに分けてみたが、大きなグループよりとびはなれたものとして、III、IV、VIIがある。またVIは回収率の低くかった 2 試料である。Vは同一製油所のものである。このように幾つかの離れたグループは見いだせた。しかし、I、IIの大きなグループについては他の性状との関連については、あまり明確な事は認められない。



図—4.27 4 成分についての主成分分析結果

表—4.19 主成分分析による固有ベクトル

|        | 第1主成分<br>固有ベクトル | 第2主成分<br>固有ベクトル |
|--------|-----------------|-----------------|
| アスファレン | 0.05            | 0.74            |
| レジン    | -0.26           | -0.62           |
| 芳香族分   | 0.69            | -0.25           |
| 飽和分    | -0.68           | 0.04            |
| 累積寄与率  | 43.5            | 80.3            |

#### 4.11 パラフィン分

##### 4.11.1 試験方法の概要

アスファルト中にパラフィン分を多量に含むことはアスファルトの骨材への付着を悪くし、伸張性を低下させると言われており、ドイツ規格 (DIN 1995) ではその含有量を2%以下と規定している。

試験方法としては、ホルデ法、UOP法、クロマト法、五塩化アンチモン法、ベッツ法等がある。しかしながらこれらはパラフィン含有の相対量を示すものであり、絶対量を求めるものではない。これらはいずれも測定精度に問題があるために、今回はホルデ法を改良した石油学会法 (昭和40年) を用いた。以下に石油学会法の概略を示す。

- ① 試料 50 g を蒸溜フラスコにて蒸溜し、留出液を採取する。
- ② 適当量の留出液をエチルエーテル—エチルアルコール (1:1) に溶解し、 $-20\sim-21^{\circ}\text{C}$  にてパラフィン分を析出させる。
- ③ 温ベンゼンにてパラフィン分を回収し、パラフィン分%を求める。
- ④ 留出液量を変え (3点) 同様の操作を行ない、回収されたパラフィン分量が 0.075 g となるパラフィン分%を求め、これをパラフィン分%とする。

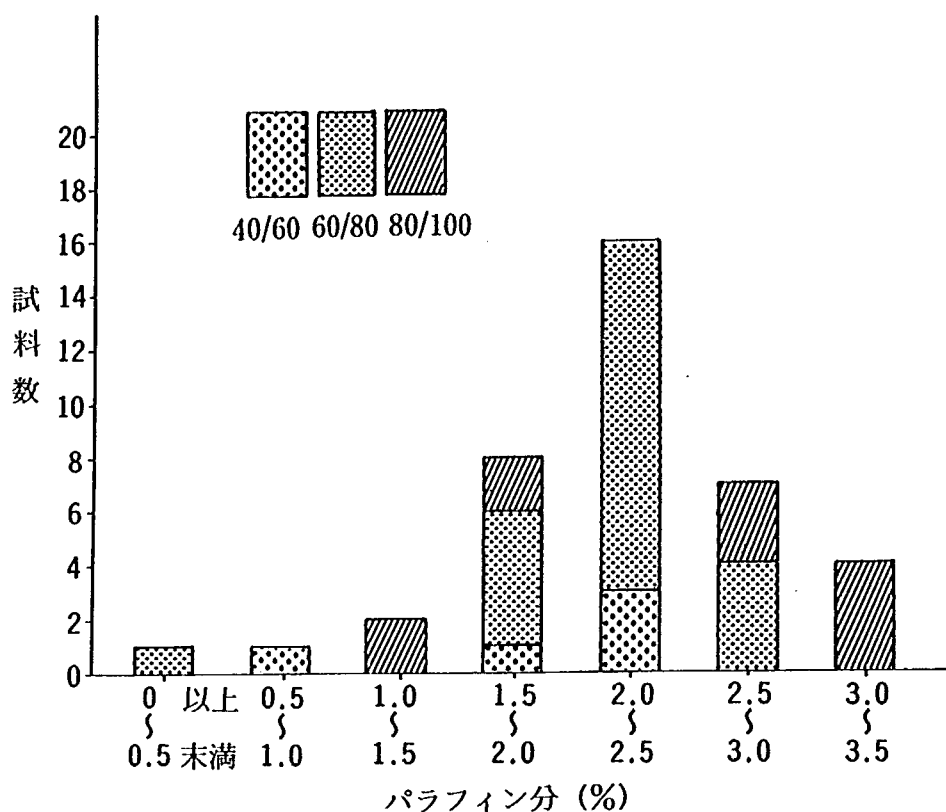
##### 4.11.2 試験結果

パラフィン分試験の結果を表—4.20、図—4.28に示す。本試験結果は、すべての試料については2回の繰り返しを行なうことができなかったため、1回の試験結果である。なお一部の試料について再試験を行なった。

表—4.20 パラフィン分

(%)

| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 1.76 | 2.08 | 0.71 | 0.6            | 34   |
| 60/80  | 23 | 2.07 | 2.84 | 0.43 | 0.5            | 23   |
| 80/100 | 11 | 2.48 | 3.44 | 1.09 | 0.8            | 32   |



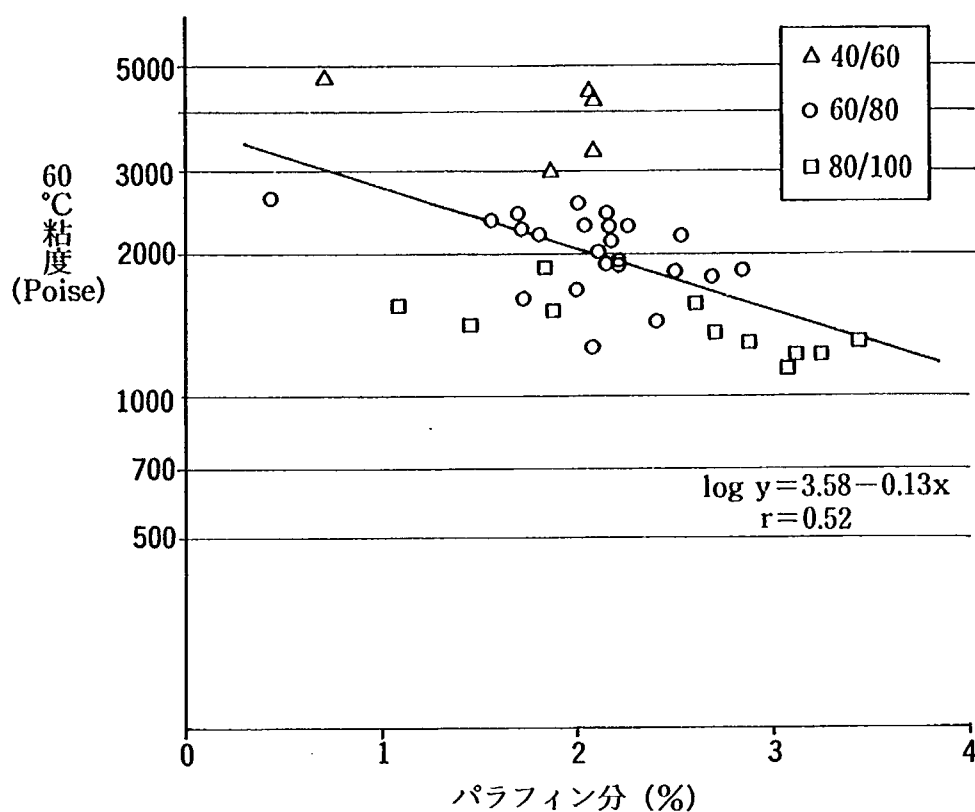
図—4.28 パラフィン分

各グレードの平均値について、5%の危険率でグレード間の違いについて検定を行なったが、いずれのグレード間にも有意差は見られず、図—4.28 に示すように、ほぼ結果は2%前後に集中している。パラフィン含有量1%以下の試料が2試料あったが、これは原油の違いによると考えられる。

パラフィン分と他の性状について相関関係を求めてみたが、高い相関を示したものはあまりない。比較的相問の良かったものとしては60°C粘度があり、その関係を図—4.29 に示す。しかし相関係数0.52であり、あまり高い相関とは言えない。

次にパラフィン分試験における精度は、石油学会の規定では繰り返し精度は0.3%、再現精度は1%以内となっている。表—4.21 に示す予備試験の結果によると、同一試料についての各人の繰り返し試験では3人が0.3%以上となり、規定を満足しなかった。また2人の試験者による試験結果のバラツキは表—4.22 に示すように、1%を超えたものが1試料あった。

パラフィン分試験については、事前に十分な試験操作の熟練を行なった上で予備試験および本試験に臨んだ。しかし、このようなバラツキが現われたということは、試験操作の規定そのものに問題があると考えられる。



図—4.29 パラフィン分と 60°C粘度の関係

表—4.21 パラフィン分予備試験結果

(%)

| 項 目     | A    | B    | C    | D    | E    | F    | G    | H    |
|---------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| N o . 1 | 2.33 | 2.20 | 2.25 | 2.34 | 2.30 | 2.31 | 2.06 | 2.31 |
| N o . 2 | 2.28 | 2.18 | 2.05 | 1.75 | 2.28 | 3.30 | 2.41 | 2.03 |
| 平均値     | 2.30 | 2.19 | 2.15 | 2.05 | 2.29 | 2.81 | 2.24 | 2.17 |
| 繰返精度    | 0.05 | 0.02 | 0.20 | 0.59 | 0.02 | 0.99 | 0.35 | 0.28 |

表—4.22 パラフィン分試験の再現精度

(%)

| 試料 N o . | 1    | 2    | 再現精度 |
|----------|------|------|------|
| 40/60-1  | 2.08 | 1.69 | 0.39 |
| 3        | 2.08 | 2.18 | 0.10 |
| 60/80-5  | 2.21 | 2.54 | 0.33 |
| 7        | 1.80 | 1.55 | 0.25 |
| 9        | 2.50 | 1.87 | 0.63 |
| 11       | 1.69 | 2.86 | 1.17 |
| 12       | 2.40 | 2.76 | 0.76 |
| 14       | 2.52 | 1.67 | 0.85 |

## 4.12 スポットテスト

### 4.12.1 試験方法の概要

本試験は本来、通常のストレートアスファルトと異常処理されたようなアスファルトとの相違を見出そうとするもので、アスファルトの均質、不均質を見るものである。例えばアスファルト中に熱分解によるカーボンなどが多量に混入している場合、溶剤に不溶解なカーボンなどが、ろ紙上に分離し、スポットテストでは陽性と判断される。

スポットテストの試験法は AASHTO T 102 に規定されている。その概要は次のとおりである。

- ① 試料 2 g に 10.2 ml の標準ナフサを加え一定時間攪拌し、所定の温度において規定のろ紙上に溶液を落す。
- ② 5 分後観察し、ろ紙上に黒い斑点又は粒子状のものが生じたものは陽性とし、均一な褐色状のものは陰性とする。
- ③ 陽性の場合にはキシレンを加えた溶液により同操作を繰り返し、陰性となるキシレン量 (%) を求める。(キシレン当量)

### 4.12.2 試験結果

スポットテストの試験結果は各アスファルトとも陰性であり、陽性となるアスファルトはなく、何れのアスファルトにも違いは見られなかった。

また薄膜加熱後のアスファルトについても、数試料スポットテストを行なったが、陽性となるものはなかった。

## 4.13 比重試験

比重試験結果を表—4.23、図—4.30 に示す。

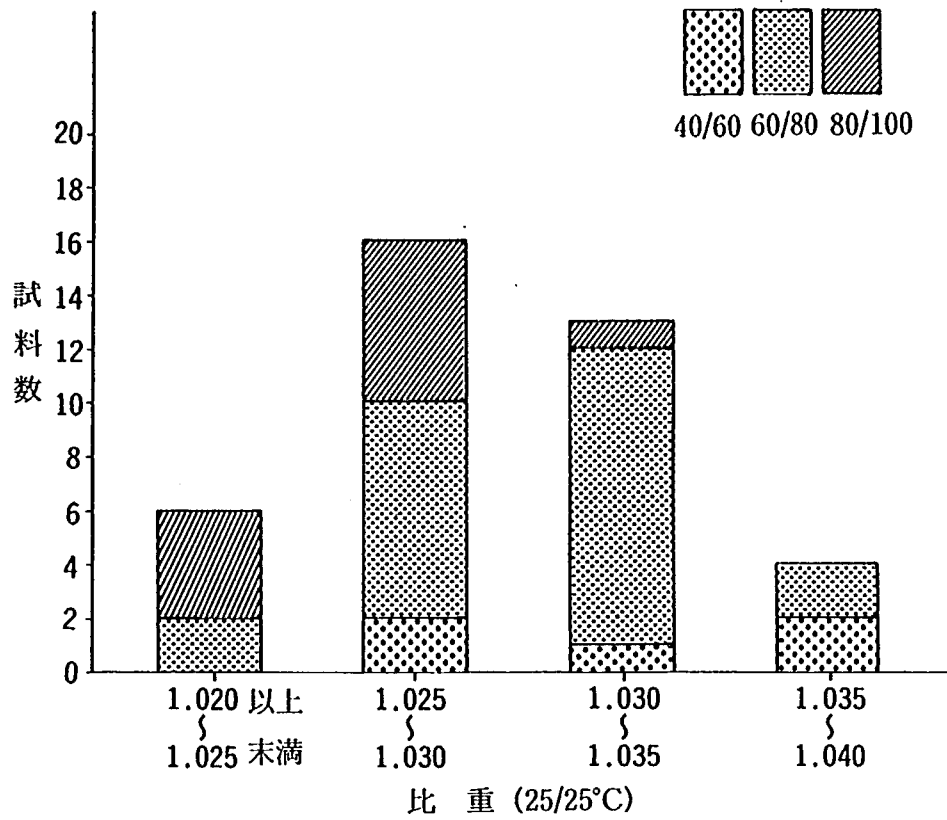
比重試験の規格値は 1.000 以上であり、本試験では全試料が規格値を満足し、1.025～1.035 の範囲に 70%の試料が含まれる。

図—4.31 は針入度と比重の関係を示したものである。比重は針入度の低下とともに増加するともいわれているが、本試験の結果では相関係数 $-0.49$ でバラツキが大きい。またグレード間の違いについて危険率 5%の検定を行なったところ、60/80 と 80/100 には差が認められるが、40/60 と 60/80 では差が認められず、比重と針入度には明確な関係は認められなかった。

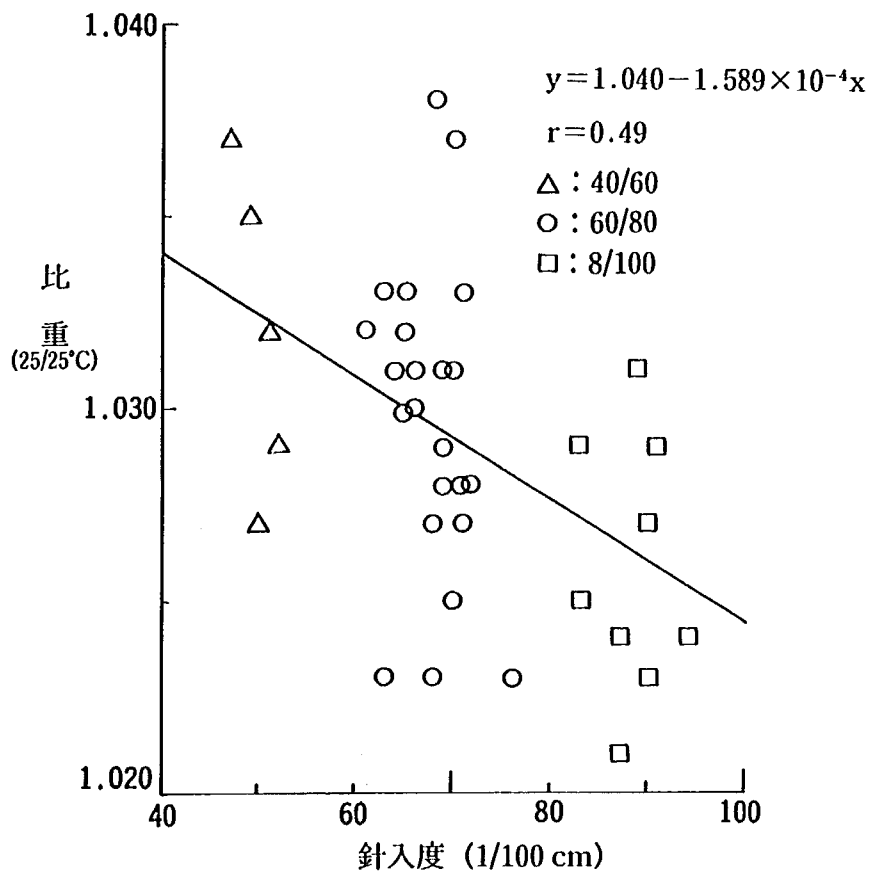
表—4.23 比 重

(25/25°C)

| グレード     | 個数 | 平均値   | 最大値   | 最小値   | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|----------|----|-------|-------|-------|----------------|------|
| 40 / 60  | 5  | 1.032 | 1.037 | 1.027 | 0.0041         | 0.40 |
| 60 / 80  | 23 | 1.030 | 1.038 | 1.023 | 0.0038         | 0.36 |
| 80 / 100 | 11 | 1.026 | 1.031 | 1.021 | 0.0031         | 0.30 |



図—4.30 比重



図—4.31 針入度と比重の関係

#### 4.14 はく離試験

はく離試験の結果は各アスファルトとも 5%未満であり、今回使用した骨材では何れのアスファルトにも違いは認められない。

#### 4.15 薄膜加熱試験

##### 4.15.1 薄膜加熱質量変化

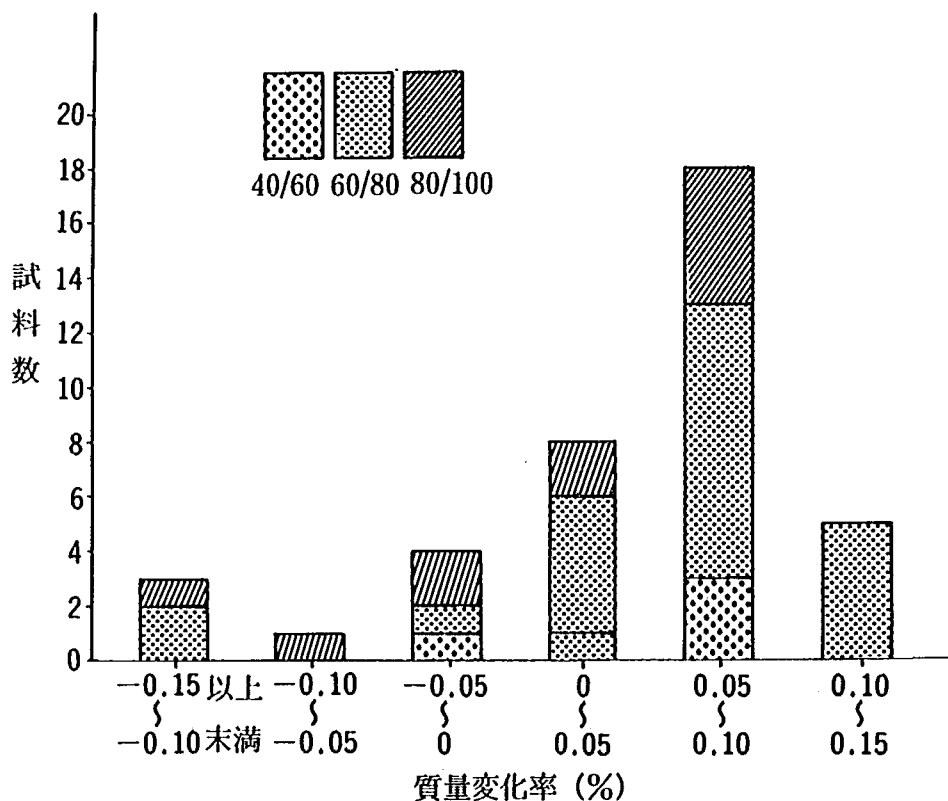
薄膜加熱試験後の質量変化試験結果を表—4.24、図—4.32 に示す。いずれの試料も質量変化は、絶対値で 0.14%以下の値であり、規格値はすべて満足していた。

各グレード間の平均値には 5%の危険率で有意差は見られない。これは薄膜加熱試験による質量変化は軽質分の蒸発による減量だけでなく、酸化反応による増量もあるため、両作用が相殺してグレード間の違いが現れにくいためと考えられる。

表—4.24 薄膜加熱試験質量変化率

(%)

| グレード     | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値   | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|----------|----|------|------|-------|----------------|------|
| 40 / 60  | 5  | 0.06 | 0.09 | -0.04 | 0.06           | 101  |
| 60 / 80  | 23 | 0.06 | 0.11 | -0.14 | 0.07           | 117  |
| 80 / 100 | 11 | 0.03 | 0.09 | -0.11 | 0.07           | 298  |



図—4.32 薄膜加熱試験質量変化率

#### 4.15.2 薄膜加熱試験後の針入度

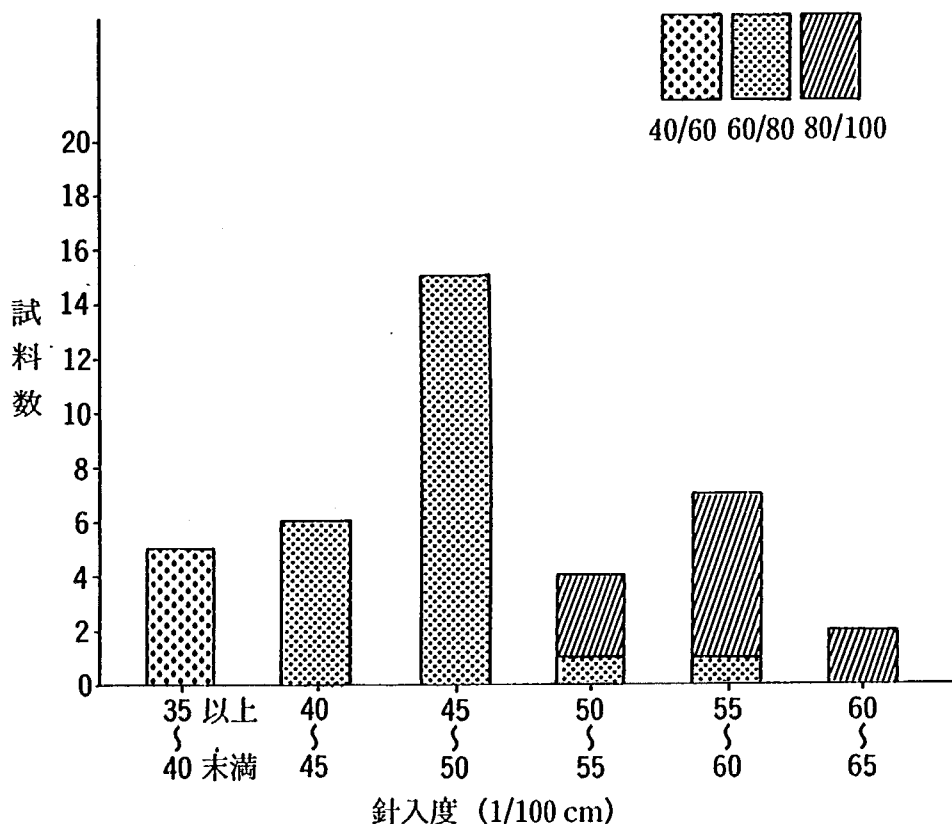
薄膜加熱試験後の針入度試験結果を表—4.25、図—4.33 に示す。また、薄膜加熱試験後の針入度変化率の試験結果を表—4.26、図—4.34 に示す。針入度変化率の要綱規格は 40/60 で 58%以上、60/80 で 55%以上、80/100 で 50%以上であるが、すべての試料が規格値を満足していた。

加熱前のアスファルトの針入度と加熱後の針入度変化率の関係を図—4.35 に示す。各グレードでの変化率の平均値には有意差があり、グレードの大きいアスファルトほど針入度変化率は小さい値になっている。これは粘度の低いアスファルトほど拡散が生じ易いため、あるいは蒸発や酸化による硬化作用を受けやすい成分が多いためと考えられる。

表—4.25 薄膜加熱試験後の針入度

(1/100 cm)

| グレード     | 個数 | 平均値  | 最大値 | 最小値 | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|----------|----|------|-----|-----|----------------|------|
| 40 / 60  | 5  | 36.0 | 37  | 35  | 1.0            | 2.8  |
| 60 / 80  | 23 | 46.7 | 55  | 43  | 2.9            | 6.3  |
| 80 / 100 | 11 | 56.2 | 62  | 50  | 4.0            | 7.0  |

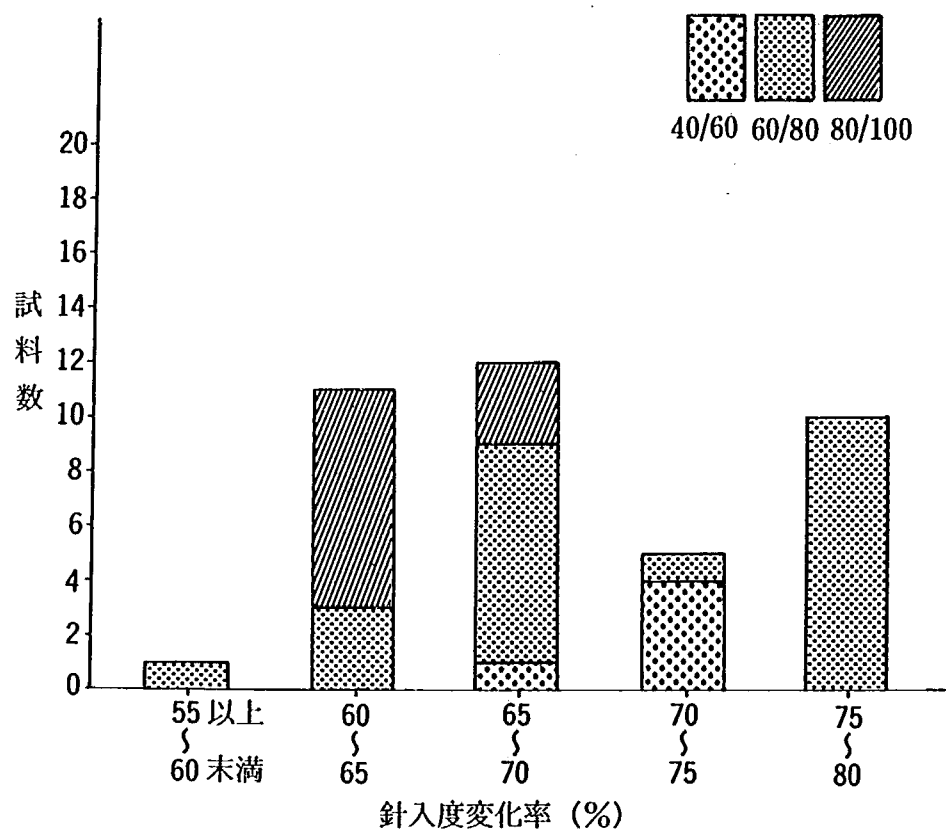


図—4.33 薄膜加熱試験後の針入度

表一4.26 薄膜加熱試験針入度変化率

(%)

| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 72.4 | 74.5 | 68.6 | 2.5            | 3.3  |
| 60/80  | 23 | 68.6 | 75.4 | 59.9 | 4.0            | 5.8  |
| 80/100 | 11 | 63.2 | 68.9 | 60.2 | 3.0            | 4.8  |



図一4.34 薄膜加熱試験針入度変化率

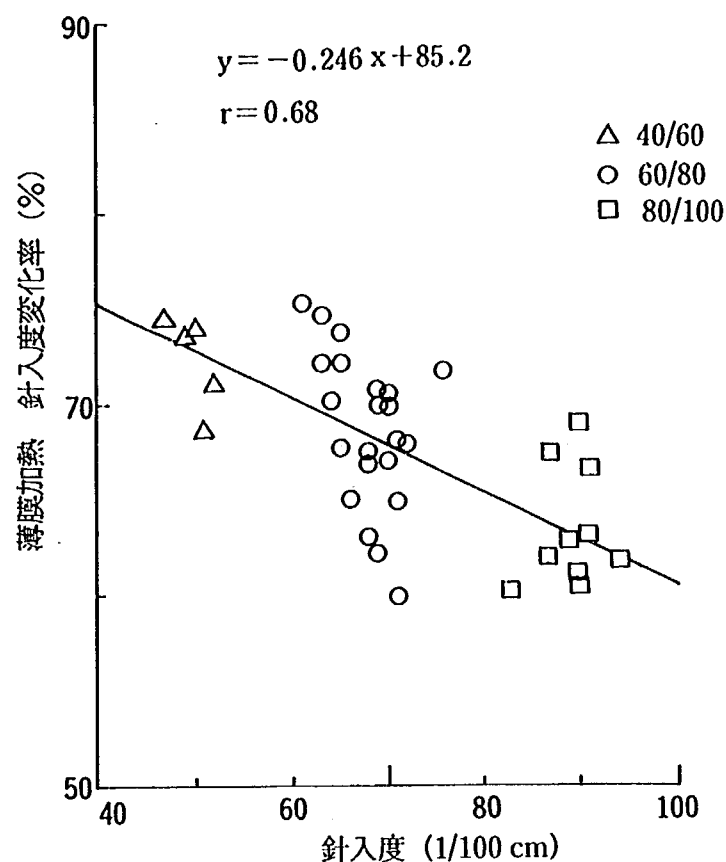


図-4.35 原アスファルトの針入度と薄膜加熱針入度変化率の関係

#### 4.15.3 薄膜加熱試験後の軟化点

薄膜加熱試験後の軟化点試験結果を表-4.27, 図-4.36 に示す。表-4.28 は, 薄膜加熱試験後の軟化点の変化率 (加熱後の軟化点/加熱前のアスファルトの軟化点 $\times 100$ ) を示す。すべてのアスファルトにおいて軟化点の上昇が認められ, 変化率の平均値はグレードが大きくなるに従って大きくなっているようである。しかし, 各グレードの平均値について5%の危険率で検定を行なったところ, 40/60 と 60/80, 60/80 と 80/100 の間には, 有意差は見られなかった。

表-4.27 薄膜加熱試験後の軟化点

(°C)

| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 54.5 | 56.0 | 53.0 | 1.1            | 2.0  |
| 60/80  | 23 | 51.6 | 53.5 | 49.5 | 1.1            | 2.1  |
| 80/100 | 11 | 49.8 | 52.0 | 48.5 | 1.0            | 2.1  |

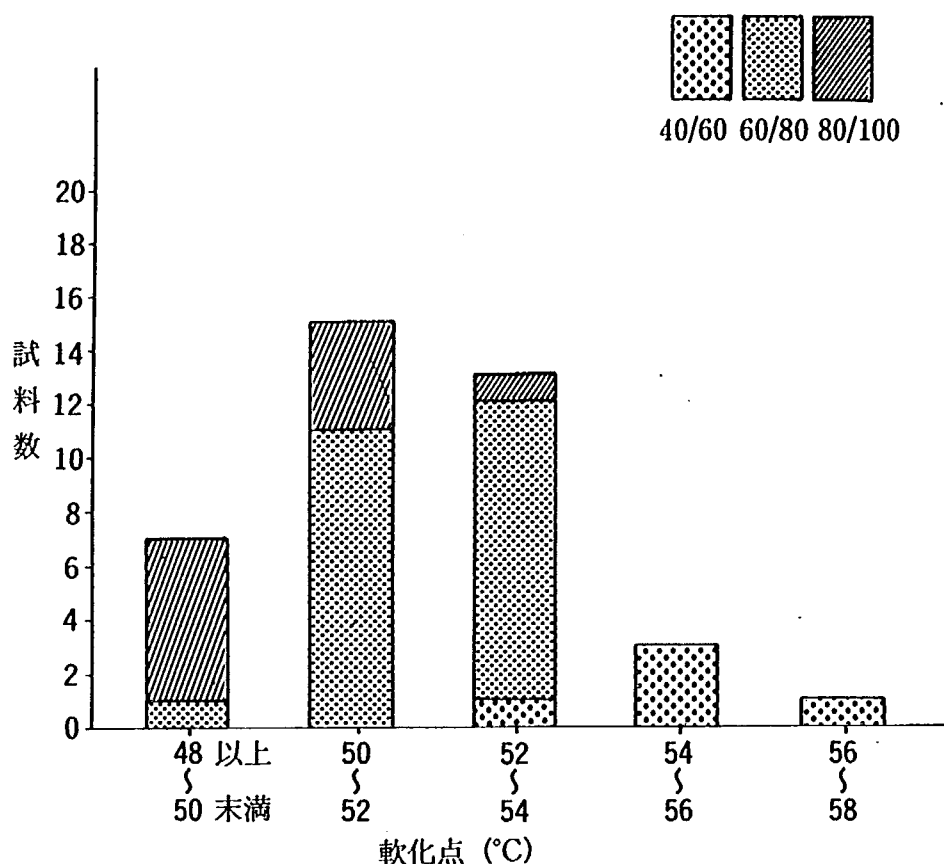


図-4.36 薄膜加熱試験後の軟化点

表-4.28 薄膜加熱試験軟化点変化率

(%)

| グレード   | 個数 | 平均値   | 最大値   | 最小値   | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|-------|-------|-------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 106.7 | 107.9 | 105.8 | 0.9            | 0.8  |
| 60/80  | 23 | 107.9 | 110.9 | 104.1 | 1.5            | 1.4  |
| 80/100 | 11 | 108.6 | 110.6 | 106.5 | 1.6            | 1.4  |

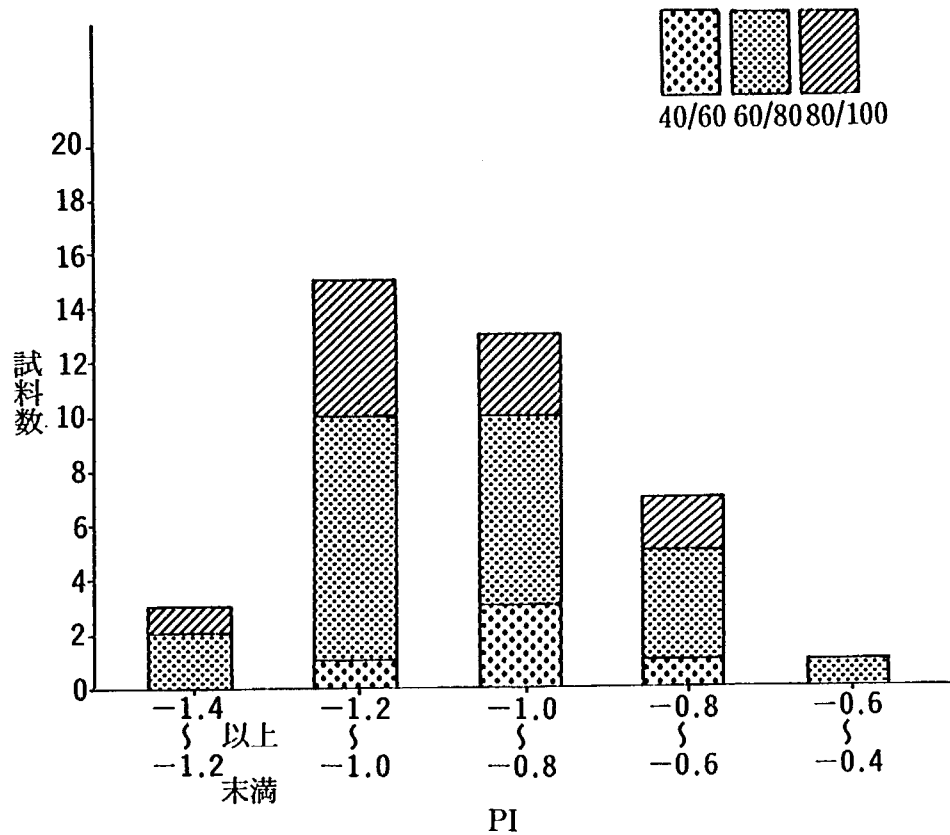
#### 4.15.4 薄膜加熱試験後の針入度指数 (PI)

薄膜加熱試験後の PI の結果を表-4.29, 図-4.37 に, 薄膜加熱試験前後の各グレードの PI の平均値の比較を表-4.30 に, また針入度と軟化点と PI の 3 者の関係を図-4.38 に示す。

薄膜加熱試験前後の PI の平均値では, 80/100 は他のグレードに対し 5%の危険率で有意差があり, 他のグレードに比較して薄膜加熱試験により PI が低下する傾向を示している。これは, 針入度の低下の割には軟化点の上昇が小さいためと考えられる。

表一4.29 薄膜加熱試験後の針入度指数

| グレード   | 個数 | 平均値   | 最大値   | 最小値   | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|-------|-------|-------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | -0.86 | -0.60 | -1.13 | 0.19           | 22.3 |
| 60/80  | 23 | -0.96 | -0.52 | -1.35 | 0.20           | 21.1 |
| 80/100 | 11 | -0.99 | -0.71 | -1.23 | 0.17           | 17.3 |



図一4.37 薄膜加熱試験後の針入度指数 (PI)

表一4.30 薄膜加熱試験前後の針入度指数の平均値

| グレード   | 原アス   | 加熱後   | 差     |
|--------|-------|-------|-------|
| 40/60  | -0.94 | -0.86 | 0.08  |
| 60/80  | -1.03 | -0.96 | 0.07  |
| 80/100 | -0.90 | -0.99 | -0.09 |



#### 4.15.5 薄膜加熱試験後の伸度 (15°C)

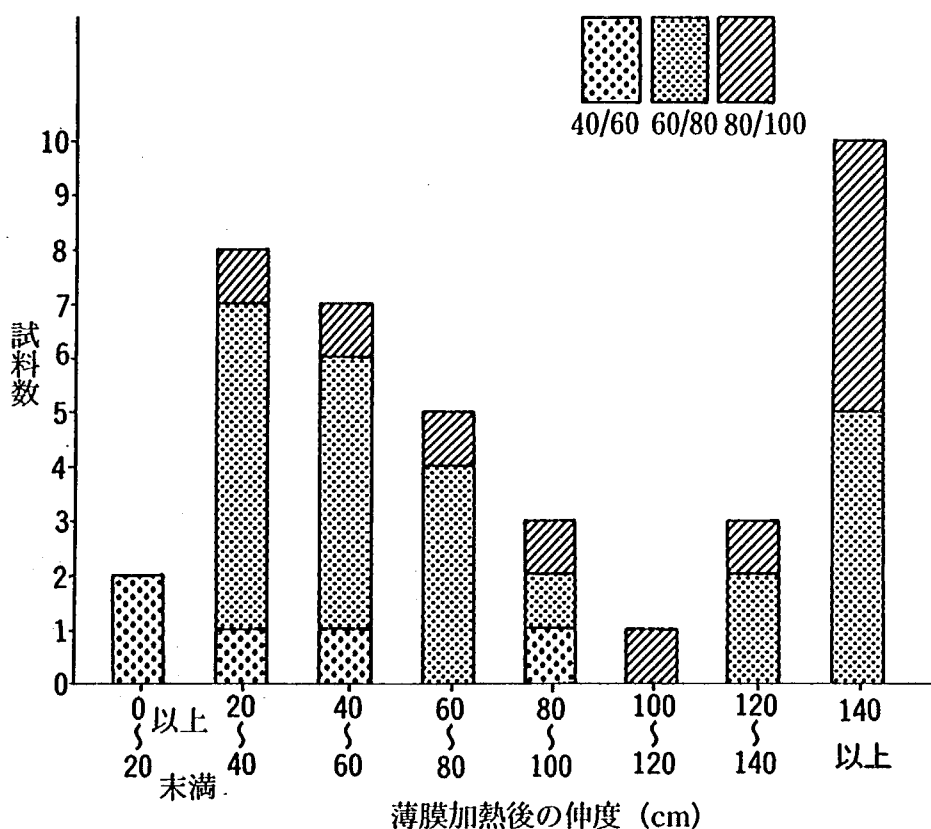
薄膜加熱試験後の伸度試験結果を表—4.31, 図—4.39 に示す。

40/60 では 0~60 cm に 80%の試料が含まれ平均値 34.4 cm (140+のものは 140 として計算), 60/80 では 70%が 20~100 cm にあり平均値 74.6 cm, 80/100 では 80%が 60~140+であり平均値 105.2 cm となっている。このように, 平均値では各グレード間に差が認められ, グレードが大きいものほど伸度は大きくなっている。しかし, 図—4.39 から分るように, 各グレードとも薄膜加熱試験後の伸度は広い範囲に分布しており, 同一のグレード内でも試料間の違いが現われている。

表—4.31 薄膜加熱試験後の 15°C伸度

(cm)

| グレード   | 個数 | 平均値   | 最大値  | 最小値 | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|-------|------|-----|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 34.4  | 88   | 9   | 33.1           | 96.3 |
| 60/80  | 23 | 74.6  | 140+ | 20  | 44.1           | 59.1 |
| 80/100 | 11 | 105.2 | 140+ | 32  | 42.2           | 40.1 |



図—4.39 薄膜加熱試験後の 15°C伸度

伸度測定は、1 試料 3 本の供試体で行なったが、3 本の測定値の変動係数の平均値について、加熱前のアスファルト（10℃伸度）と比較したものを表—4.32 に示す。同一試料における測定バラツキは、加熱前のアスファルト（10℃伸度）の場合に比べ、薄膜加熱試験後の伸度の方が小さくなる傾向を示した。

表—4.32 原アスファルト 10℃伸度と  
薄膜加熱試験後 15℃伸度の変動係数  
(%)

| グレード     | 原アス(10℃)<br>変動係数 | 薄膜後<br>変動係数 |
|----------|------------------|-------------|
| 40 / 60  | 49.3             | 11.6        |
| 60 / 80  | 20.2             | 9.9         |
| 80 / 100 | 21.7             | 10.8        |

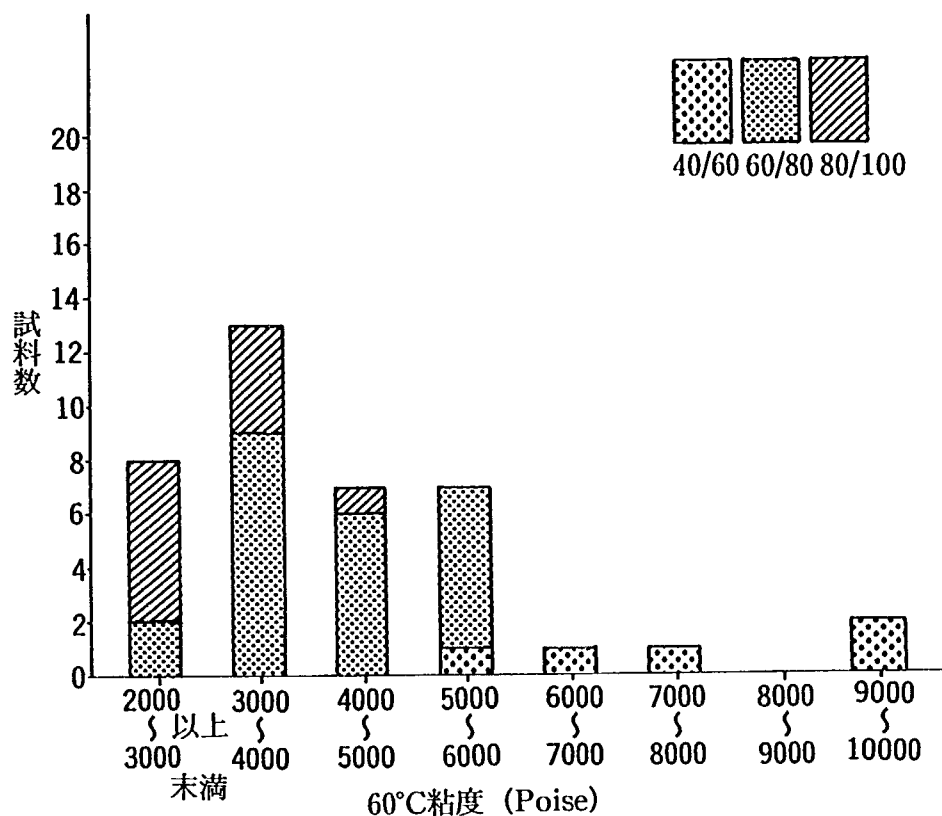
#### 4.15.6 薄膜加熱試験後の 60℃粘度

薄膜加熱試験後の 60℃粘度試験結果を表—4.33、図—4.40 に示す。

各グレードの平均値は 40/60, 60/80, 80/100 でそれぞれ 7650, 4210, 3330 poise となっている。加熱前のアスファルトの 60℃粘度を AASHTO 粘度規格と比較した場合、40/60, 60/80 はそれぞれ AC—40, AC—20 にほぼ相当し、80/100 では AC—10 よりやや高い粘度となっていたが、薄膜加熱後の粘度規格値（AC—40 では 16000 以下、AC—20 では 8000 以下、AC—10 では 4000 以下）に当てはめて見ると、原アスファルトの 60℃粘度が各 AC グレードに入るものは薄膜加熱試験後の粘度規格も十分満足していた。

表—4.33 薄膜加熱試験後の 60℃粘度  
(Poise)

| グレード     | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|----------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40 / 60  | 5  | 7650 | 9120 | 5460 | 1570           | 20.5 |
| 60 / 80  | 23 | 4210 | 5900 | 2500 | 972            | 23.1 |
| 80 / 100 | 11 | 3330 | 4650 | 2110 | 698            | 23.0 |

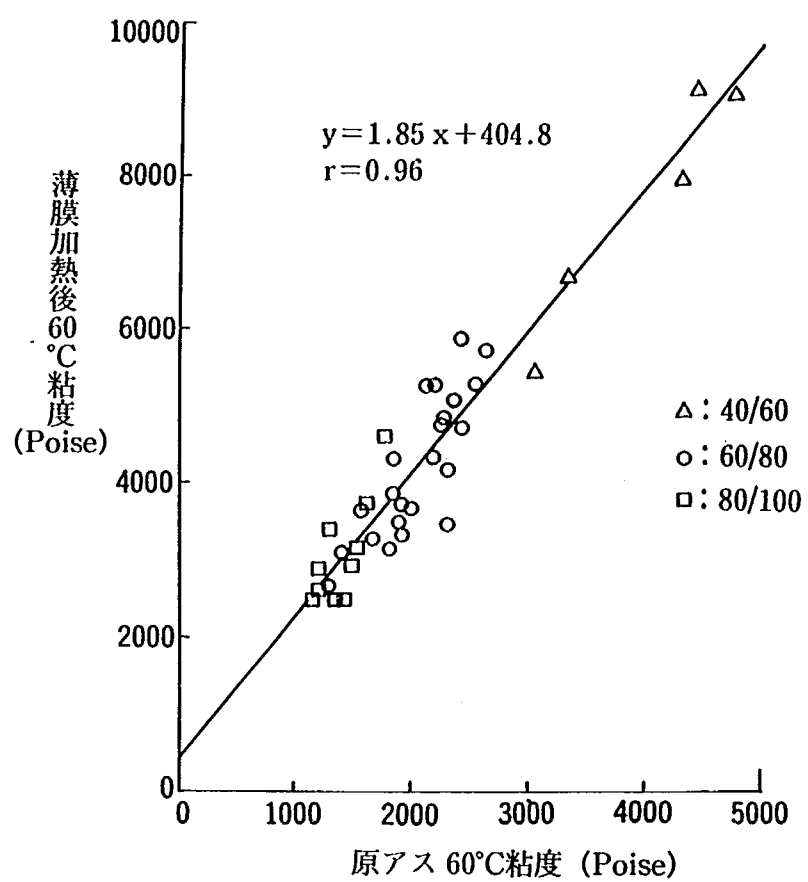


図—4.40 薄膜加熱試験後の 60°C粘度

粘度比（薄膜加熱試験後の 60°C粘度/加熱前のアスファルト 60°C粘度）の結果を表—4.34 に示す。図—4.41 は原アスファルトと薄膜加熱試験後の粘度の関係を示したもので、相関係数 0.96 と高い相関を示している。40/60, 60/80, 80/100 の各グレードの平均値は、それぞれ 1.91, 2.04, 2.22 であり、ほとんどのものが薄膜加熱試験により 60°C粘度が 2 倍前後に上昇していることが分る。

表—4.34 薄膜加熱試験 60°C粘度比

| グレード     | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|----------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40 / 60  | 5  | 1.91 | 2.05 | 1.78 | 0.11           | 5.8  |
| 60 / 80  | 23 | 2.04 | 2.57 | 1.51 | 0.27           | 13.3 |
| 80 / 100 | 11 | 2.22 | 2.58 | 1.85 | 0.25           | 11.3 |



図一4.41 原アスファルト，薄膜加熱試験後の 60°C 粘度の関係

#### 4.15.7 薄膜加熱試験後の組成分析

薄膜加熱試験後の組成分析結果を表—4.35～38、図—4.42～45 に示す。これらの結果が示すように、どの成分においても、加熱前のアスファルトの組成分析の場合と同様、グレード間に明確な差はみられない。

表—4.35 薄膜加熱試験後の組成分析結果  
(アスファルテン分)

(%)

| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 13.7 | 16.3 | 10.7 | 2.1            | 15.1 |
| 60/80  | 23 | 13.6 | 17.2 | 9.6  | 1.8            | 13.1 |
| 80/100 | 11 | 13.6 | 17.3 | 11.4 | 1.7            | 12.6 |

表—4.36 薄膜加熱試験後の組成分析結果  
(レジン分)

(%)

| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 23.4 | 25.2 | 22.0 | 1.2            | 5.3  |
| 60/80  | 23 | 24.6 | 28.1 | 21.2 | 1.9            | 7.7  |
| 80/100 | 11 | 24.1 | 26.3 | 22.5 | 1.3            | 4.7  |

表—4.37 薄膜加熱試験後の組成分析結果  
(芳香族分)

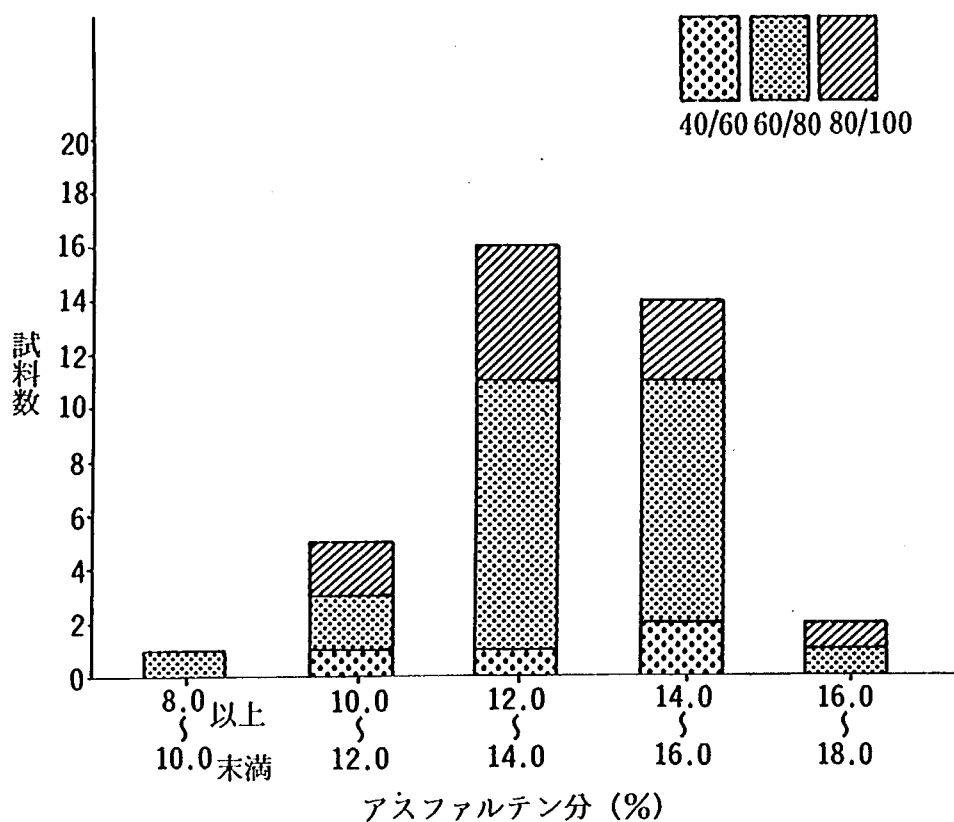
(%)

| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 47.2 | 50.7 | 42.1 | 3.3            | 7.0  |
| 60/80  | 23 | 47.1 | 50.9 | 40.1 | 2.9            | 6.1  |
| 80/100 | 11 | 46.6 | 50.1 | 42.2 | 2.2            | 4.7  |

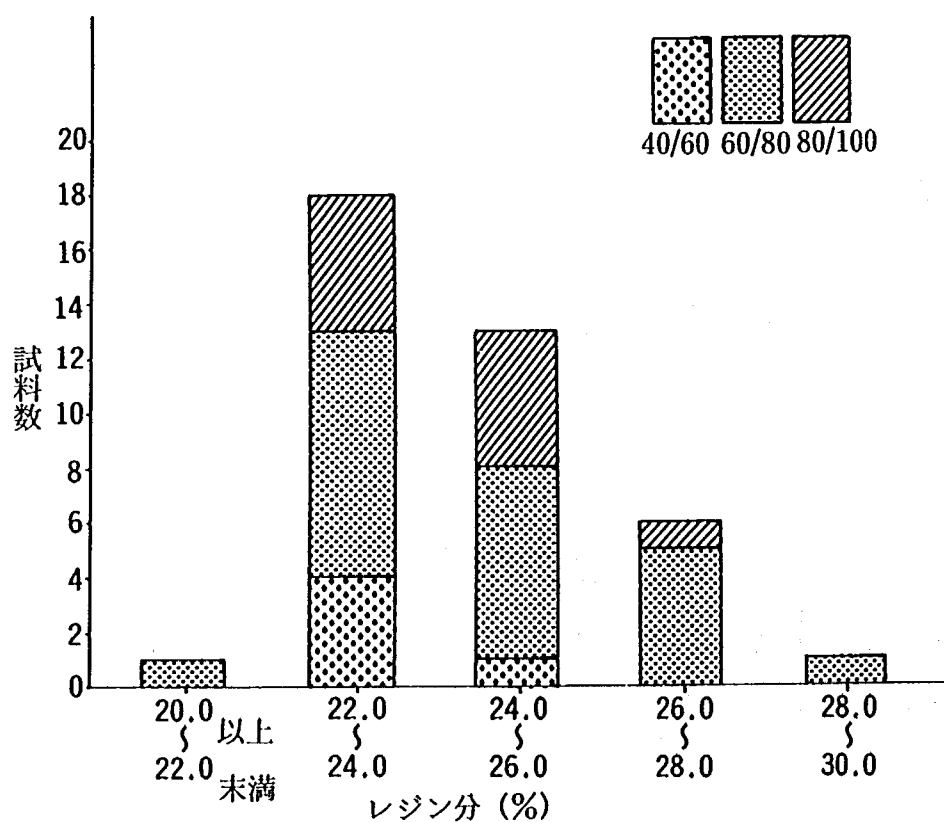
表—4.38 薄膜加熱試験後の組成分析結果  
(飽和分)

(%)

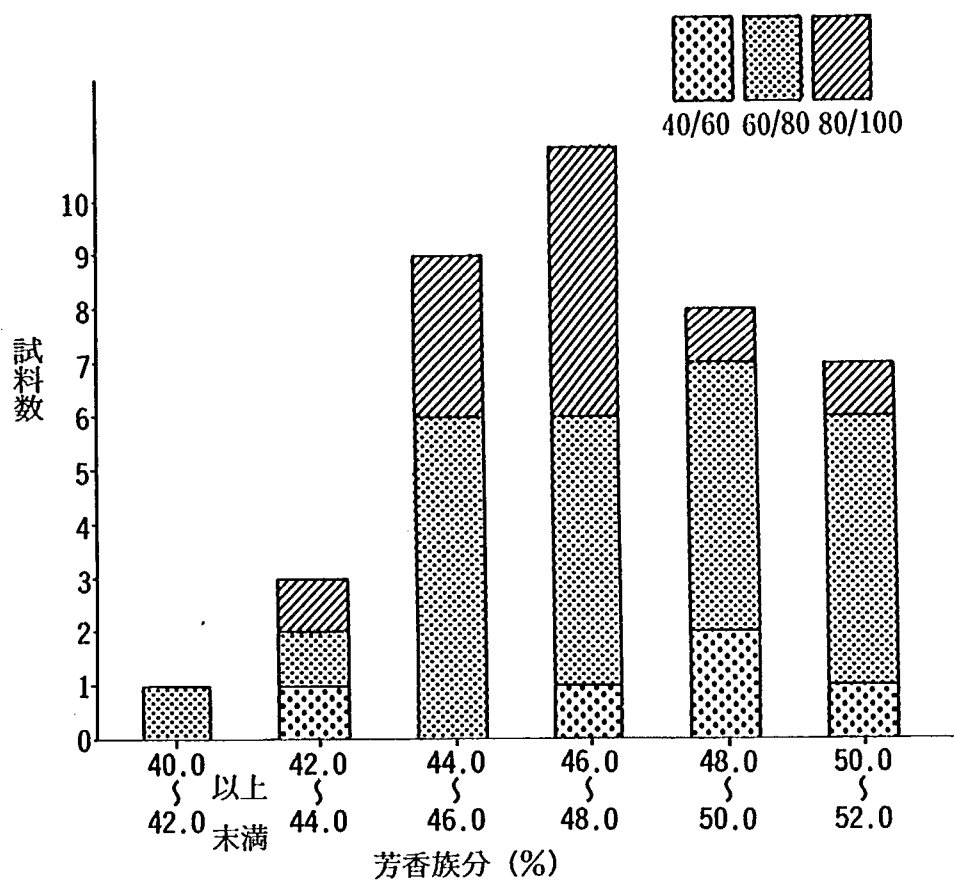
| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 13.4 | 18.2 | 11.5 | 2.8            | 20.7 |
| 60/80  | 23 | 13.3 | 16.4 | 9.2  | 1.8            | 13.8 |
| 80/100 | 11 | 15.1 | 16.4 | 13.1 | 1.0            | 6.7  |



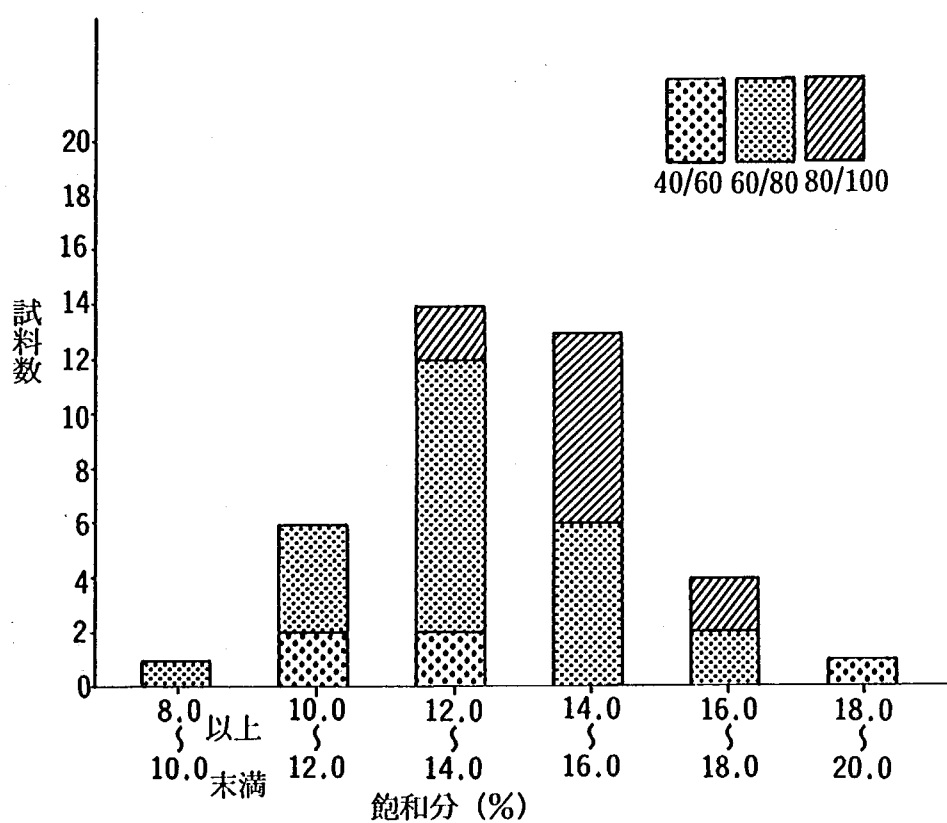
図一4.42 薄膜加熱試験後の組成分析結果 (アスファルテン分)



図一4.43 薄膜加熱試験後の組成分析結果 (レジジン分)



図一4.44 薄膜加熱試験後の組成分析結果（芳香族分）



図一4.45 薄膜加熱試験後の組成分析結果（飽和分）

薄膜加熱試験前後の各成分の変化量を表—4.39～4.42 に、ヒストグラムを図—4.46～49 に示す。薄膜加熱試験前後の各成分量変化は、

- ・ アスファルテン 0～+4.2% (平均値+1.5%)
- ・ レジン 0～+4.4% (平均値+2.1%)
- ・ 芳香族 -4.9～+1.3% (平均値-2.6%)
- ・ 飽和分 -4.0～+0.2% (平均値-1.4%)

であり、アスファルテン、レジンが増加し、芳香族分、飽和分が減少する傾向であったが、各成分量の変化はあまり顕著でない。一般に酸化劣化によるアスファルトの組成変化は芳香族分→アスファルテンと変化するといわれているが、薄膜加熱試験のような劣化の初期の段階では、芳香族分→レジンの変化が他に比べて大きい結果であった。また各グレードにおける各成分の変化量について5%の危険率で検定を行なうと、アスファルテンについては80/100の変化量が他のグレードに比べて大きく、レジンおよび飽和分についてはグレードが大きくなるにしたがって変化量が減少する傾向が有意であった。

次に薄膜加熱試験後の各成分の変化率と、薄膜加熱試験後の針入度変化率、60℃粘度比の関係について重回帰分析を行なったが、重相関係数はそれぞれ0.51, 0.38とあまり高い相関は示していない。加熱後の各成分量および薄膜加熱前後の成分変化量と他の物理性状間にも明確な相関は認められない。

表—4.39 薄膜加熱試験アスファルテン分の変化量

(%)

| グレード   | 個数 | 平均値   | 範 囲         | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|-------|-------------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | +1.24 | +2.2 ~ +0.5 | 0.7            | 59.4 |
| 60/80  | 23 | +1.21 | +4.2 ~ 0    | 1.0            | 82.5 |
| 80/100 | 11 | +2.38 | +3.7 ~ +1.3 | 0.7            | 28.0 |

表—4.40 薄膜加熱試験レジン分の変化量

(%)

| グレード   | 個数 | 平均値   | 範 囲         | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|-------|-------------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | +3.60 | +4.4 ~ +2.0 | 1.0            | 26.4 |
| 60/80  | 23 | +1.96 | +4.1 ~ 0    | 1.3            | 67.0 |
| 80/100 | 11 | +1.62 | +3.4 ~ +0.2 | 1.0            | 63.9 |

表—4.41 薄膜加熱試験芳香族分の変化量

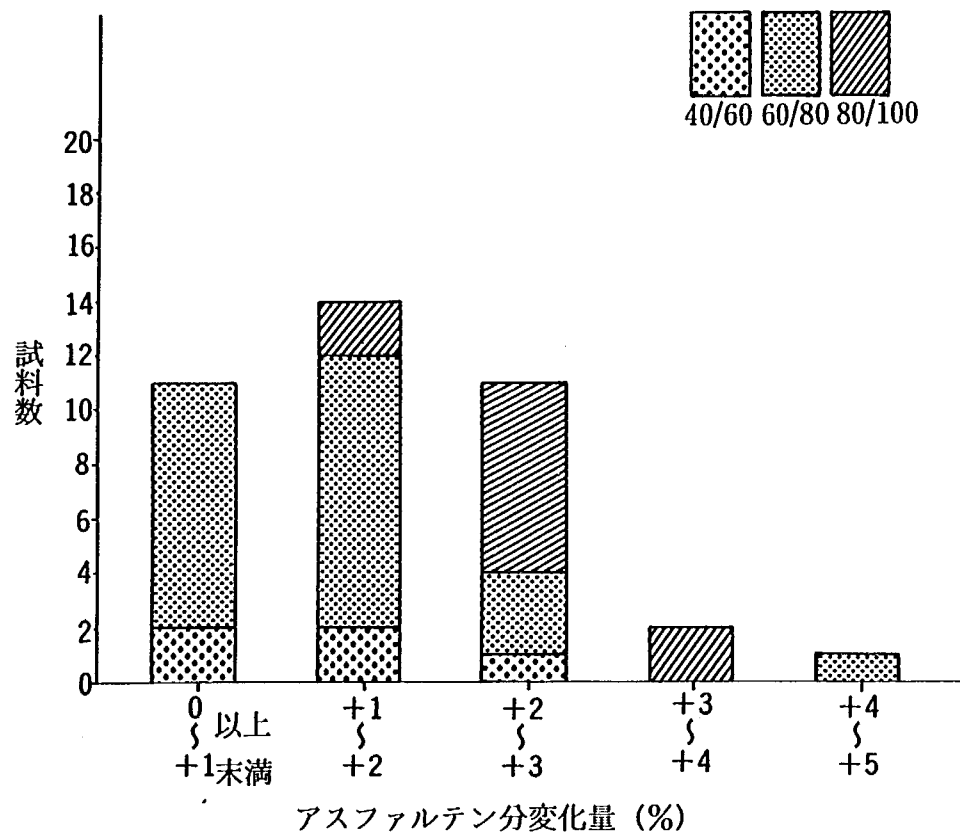
(%)

| グレード   | 個数 | 平均値   | 範 囲         | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|-------|-------------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | -3.56 | -1.5 ~ -4.9 | 1.3            | 35.5 |
| 60/80  | 23 | -2.06 | +1.3 ~ -4.3 | 1.3            | 62.4 |
| 80/100 | 11 | -3.36 | -1.2 ~ -4.8 | 1.2            | 35.0 |

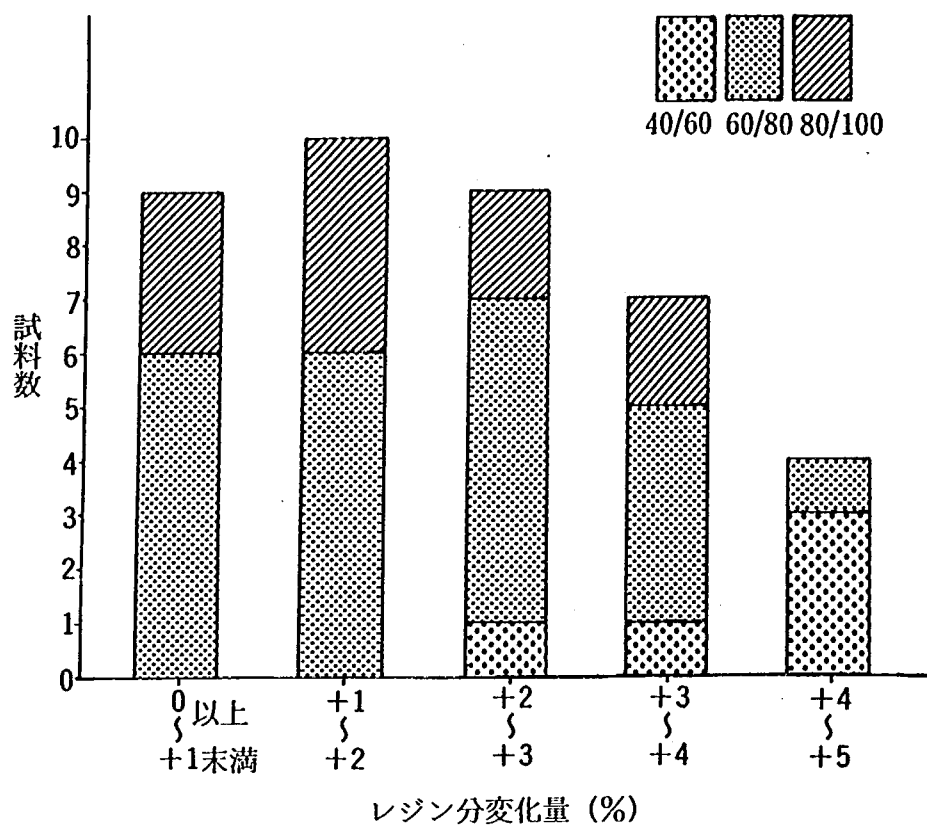
表—4.42 薄膜加熱試験飽和分の変化量

(%)

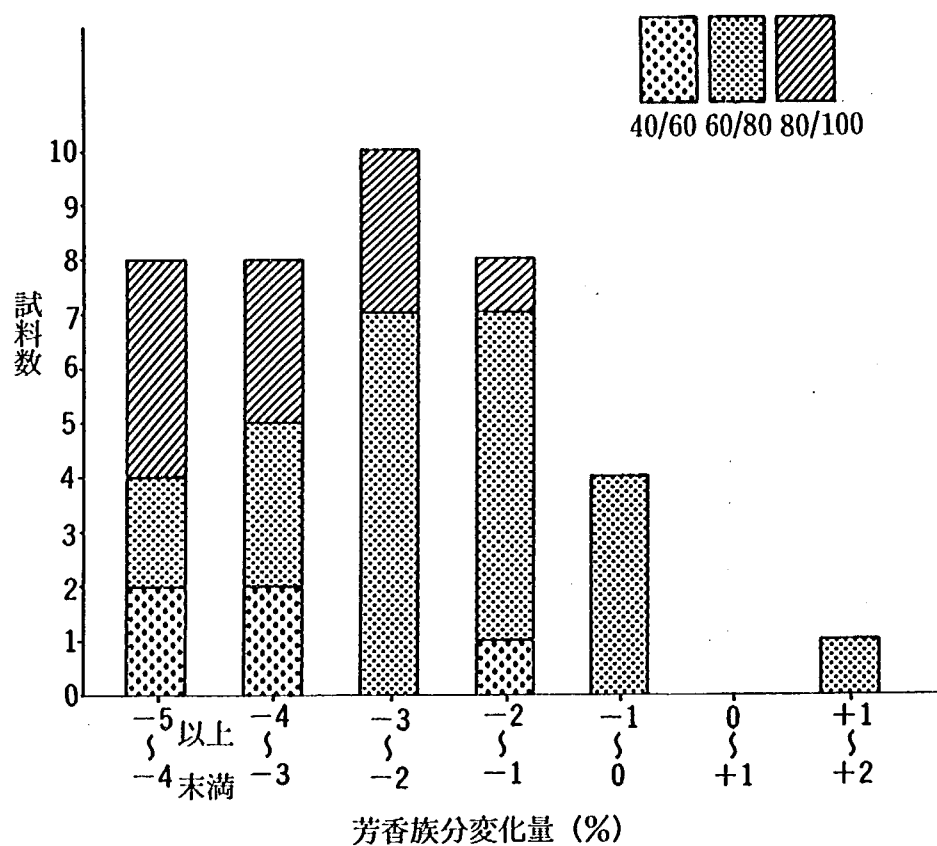
| グレード   | 個数 | 平均値   | 範 囲         | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|-------|-------------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | -2.30 | -0.4 ~ -3.3 | 1.3            | 57.8 |
| 60/80  | 23 | -1.66 | -0.4 ~ -4.0 | 1.1            | 64.2 |
| 80/100 | 11 | -0.54 | +0.2 ~ -1.4 | 0.5            | 97.7 |



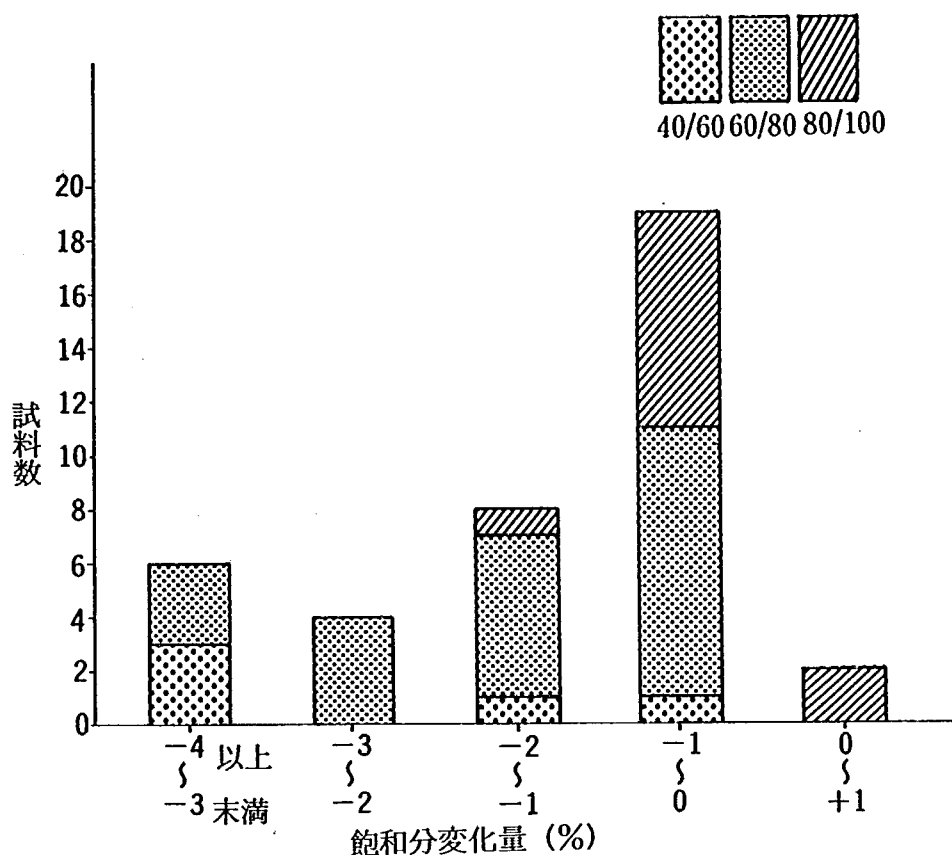
図—4.46 薄膜加熱試験のアスファルテン分の変化量



図—4.47 薄膜加熱試験レジン分の変化量



図—4.48 薄膜加熱試験芳香族分の変化量



図—4.49 薄膜加熱試験飽和分の変化量

#### 4.16 回転式薄膜加熱試験

##### 4.16.1 試験方法の概要

回転式薄膜加熱試験は、ASTM D 2278 に規定されている。試験方法は 35 g のアスファルト試料を径 64 mm、高さ 140 mm の円筒状ガラス容器に採取し、163°C の恒温槽中で垂直面で毎分 15 回の速度で回転する試料架台にその容器をはめ込み、1 回転ごとに毎分 4 ℓ の炉中と同温度の新鮮な空気を吹き出すノズル面を容器が通過するようにし、75 分間試験を継続するものである。

薄膜加熱試験と異なる点は、アスファルトがガラス容器の内壁で薄膜状 (5~10 μ) で流動し、常に新しい試料表面が空気と接触していることである。このように極く薄膜状で試験を行なうため、試験時間は薄膜加熱試験の 5 時間に対し 75 分に短縮されている。

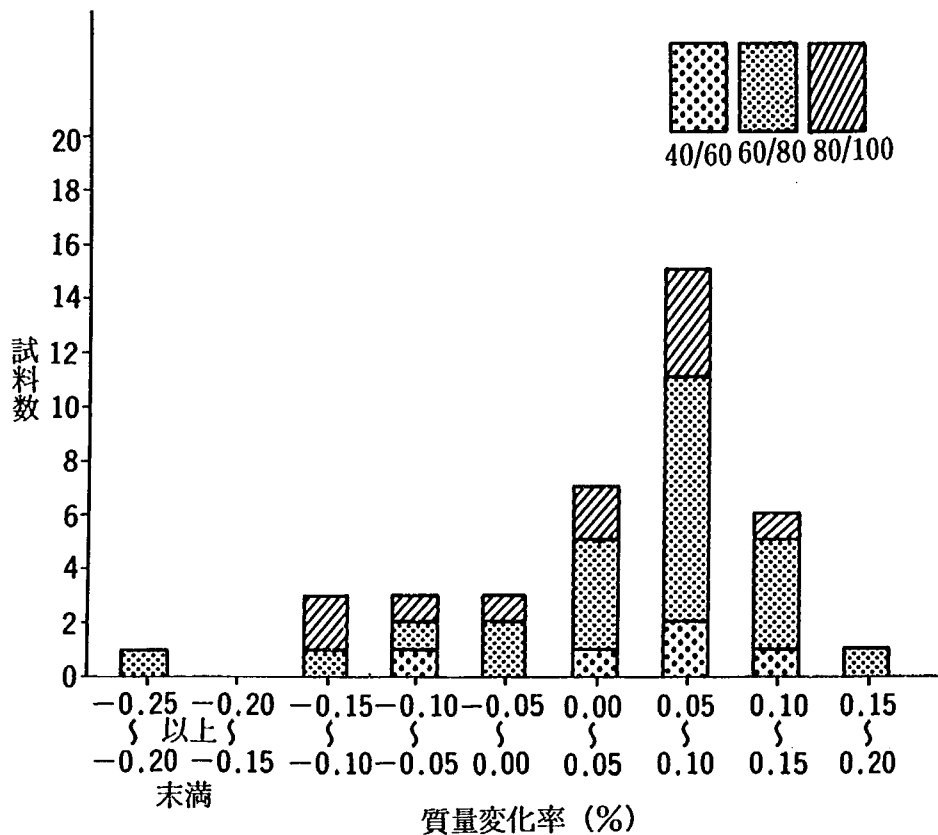
##### 4.16.2 回転式薄膜加熱質量変化

回転式薄膜加熱試験による質量変化試験結果を表—4.43、図—4.50 に示す。質量変化率が減となった試料は 40/60 で 1 試料、60/80 で 5 試料、80/100 で 4 試料あったが、グレードが異なっても同一製油所のアスファルトは同一の質量変化の傾向を示しており、原油もしくは製造法の違いによる影響と考えられる。また薄膜加熱試験においても、同様な傾向が見られた。

表—4.43 回転式薄膜加熱試験質量変化率

(%)

| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値   | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|------|-------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 0.04 | 0.12 | -0.10 | 0.089          | 201  |
| 60/80  | 23 | 0.05 | 0.17 | -0.24 | 0.093          | 196  |
| 80/100 | 11 | 0.01 | 0.11 | -0.14 | 0.090          | 661  |



図—4.50 回転式薄膜加熱試験質量変化率

#### 4.16.3 回転式薄膜加熱試験後の針入度

回転式薄膜加熱試験後の針入度試験結果を表—4.44 および図—4.51 に、同針入度変化率を表—4.45, 図—4.52 に示す。

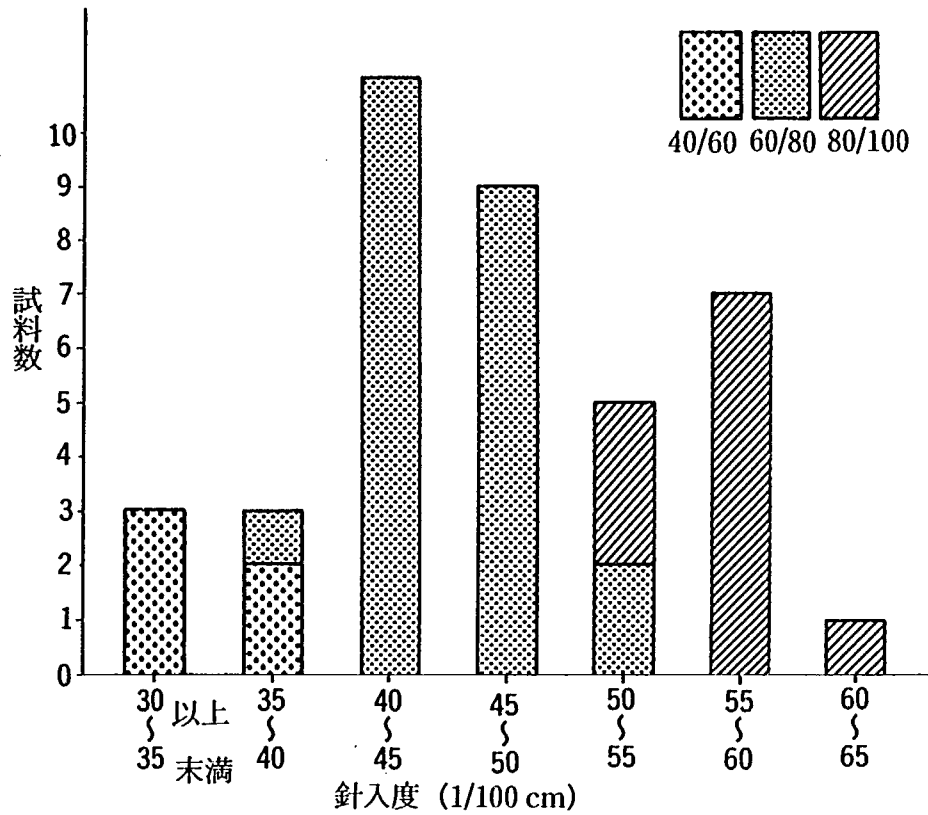
針入度変化率では、60/80 において最大値と最小値の差が 15.5% と他のグレードと比較してかなり大きい値を示しているが、これは集団から外れているものが数個見られるためであり、それらを除くと 62~68% 程度の範囲にある。これらの数個の特異点に関して、特に他の試験値との相関は見られず、特異な値を示した原因は不明である。

加熱前のアスファルトの針入度と針入度変化率の関係を図—4.53 に示す。60/80 グレードは若干バラツキがあるが、軟らかいアスファルト程、針入度の低下の割合が大きくなる傾向が見られる。

表—4.44 回転式薄膜加熱試験後の針入度

(1/100 cm)

| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値 | 最小値 | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|-----|-----|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 34.0 | 36  | 33  | 1.4            | 4.2  |
| 60/80  | 23 | 44.8 | 52  | 39  | 2.8            | 6.4  |
| 80/100 | 11 | 55.9 | 60  | 50  | 3.0            | 5.3  |

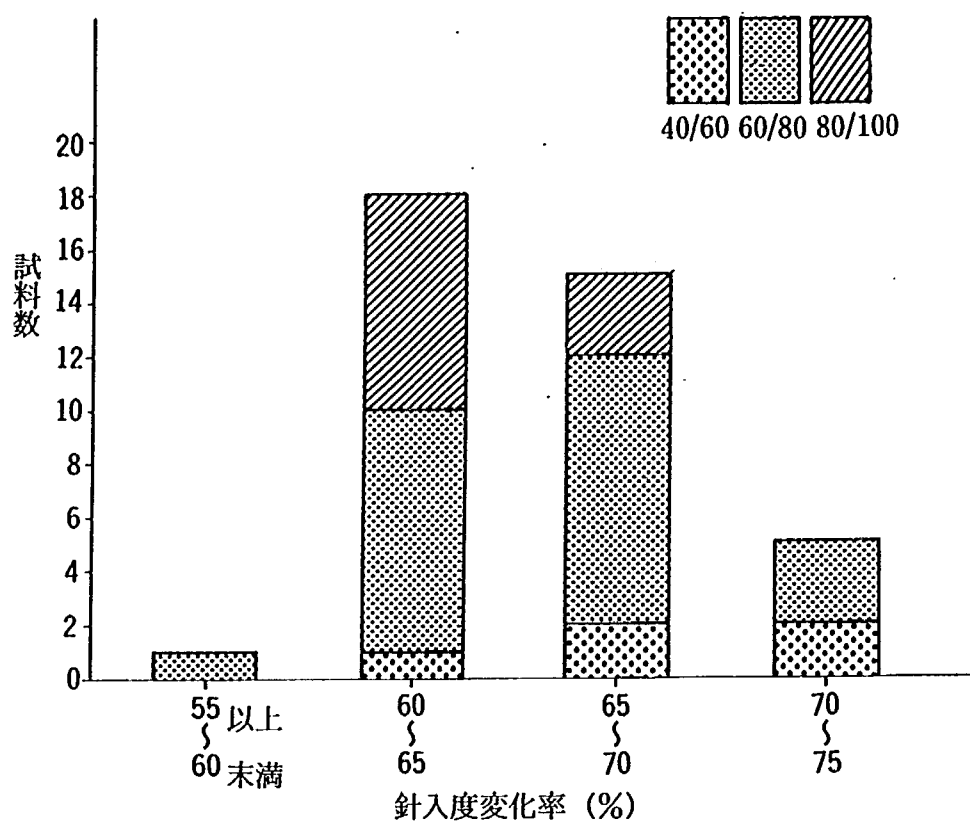


図—4.51 回転式薄膜加熱試験後の針入度

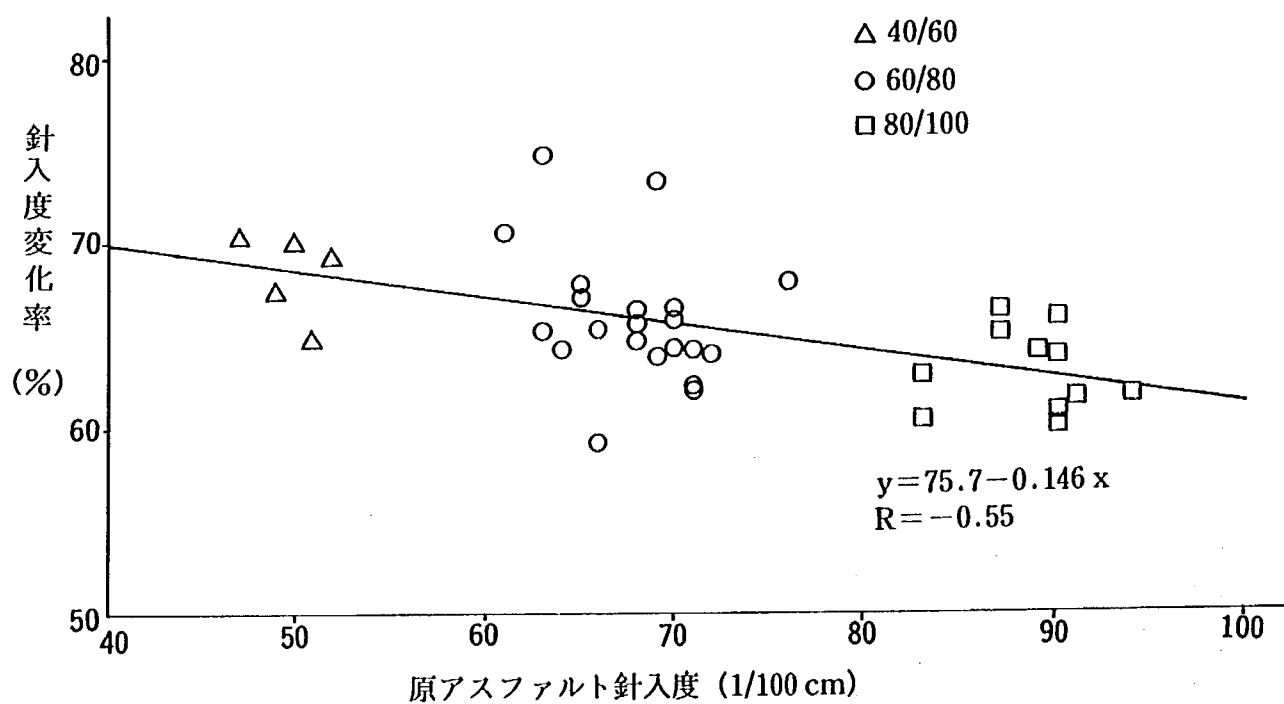
表—4.45 回転式薄膜加熱試験針入度変化率

(%)

| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 68.3 | 70.2 | 64.7 | 2.4            | 3.4  |
| 60/80  | 23 | 65.8 | 74.6 | 59.1 | 3.4            | 5.2  |
| 80/100 | 11 | 62.9 | 66.1 | 60.0 | 2.2            | 3.6  |



図—4.52 回転式薄膜加熱試験針入度変化率



図—4.53 原アスファルトの針入度と回転式薄膜加熱試験針入度変化率の関係

#### 4.16.4 回転式薄膜加熱試験後の軟化点

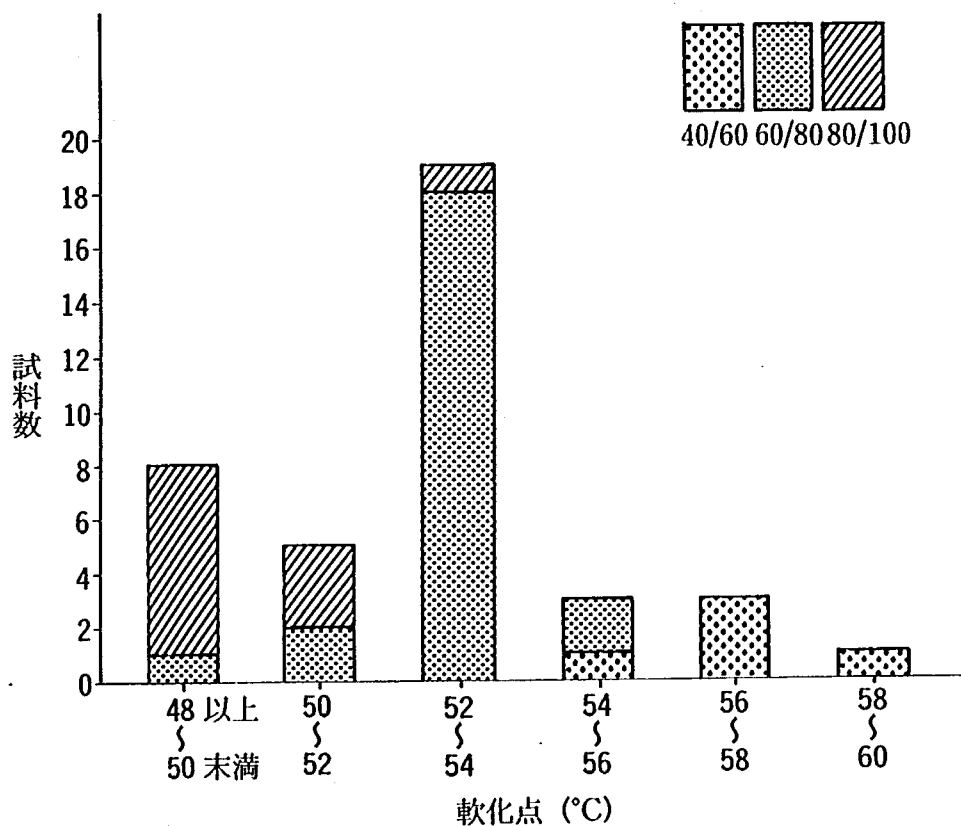
回転式薄膜加熱後のアスファルトの軟化点試験結果を表—4.46、図—4.54 に示す。また、同軟化点変化率の試験結果を表—4.47 に示す。

軟化点変化率の平均値は各グレードも同程度の値を示し、危険率 5% で検定を行なったが有意差は見られない。

表—4.46 回転式薄膜加熱試験後の軟化点

(°C)

| グレード   | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 56.3 | 58.0 | 54.0 | 1.5            | 2.6  |
| 60/80  | 23 | 52.6 | 55.0 | 49.5 | 1.2            | 2.3  |
| 80/100 | 11 | 49.9 | 52.5 | 49.0 | 1.1            | 2.2  |



図—4.54 回転式薄膜加熱試験後の軟化点

表一4.47 回転式薄膜加熱試験軟化点変化率

(% )

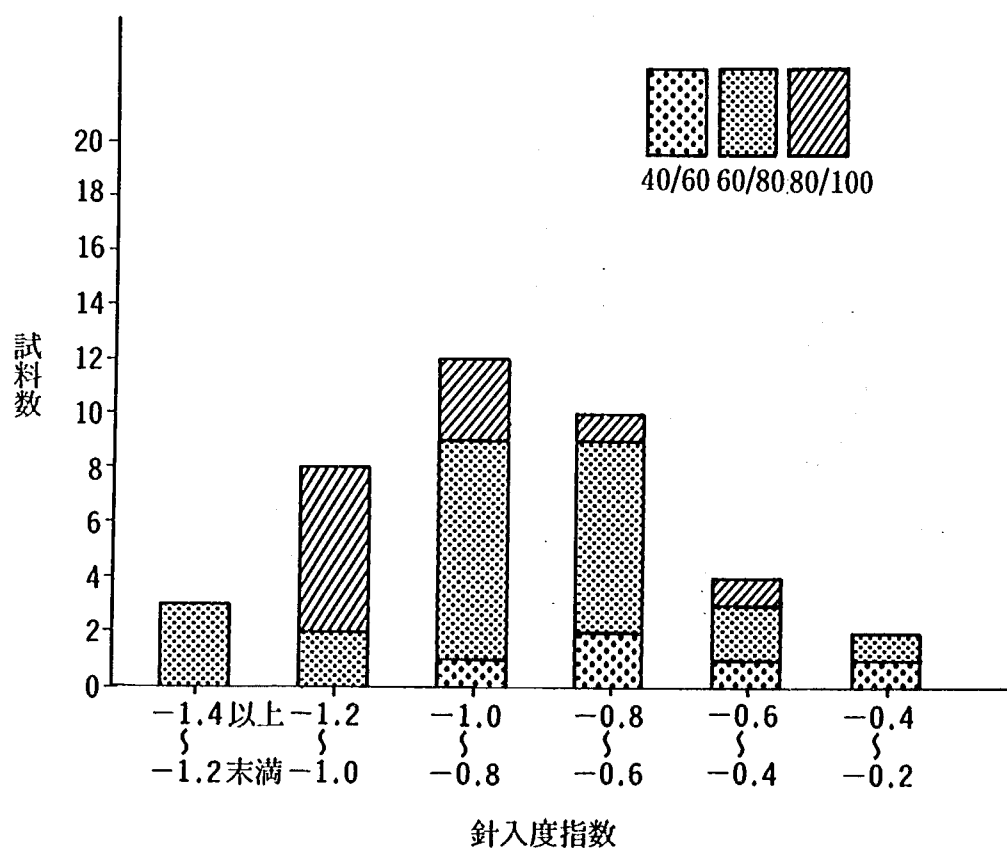
| グレード   | 個数 | 平均値   | 最大値   | 最小値   | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|-------|-------|-------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 110.2 | 110.9 | 109.1 | 0.8            | 0.7  |
| 60/80  | 23 | 109.9 | 113.4 | 107.2 | 1.7            | 1.6  |
| 80/100 | 11 | 108.8 | 111.7 | 106.5 | 1.7            | 1.6  |

## 4.16.5 回転式薄膜加熱試験後の針入度指数 (PI)

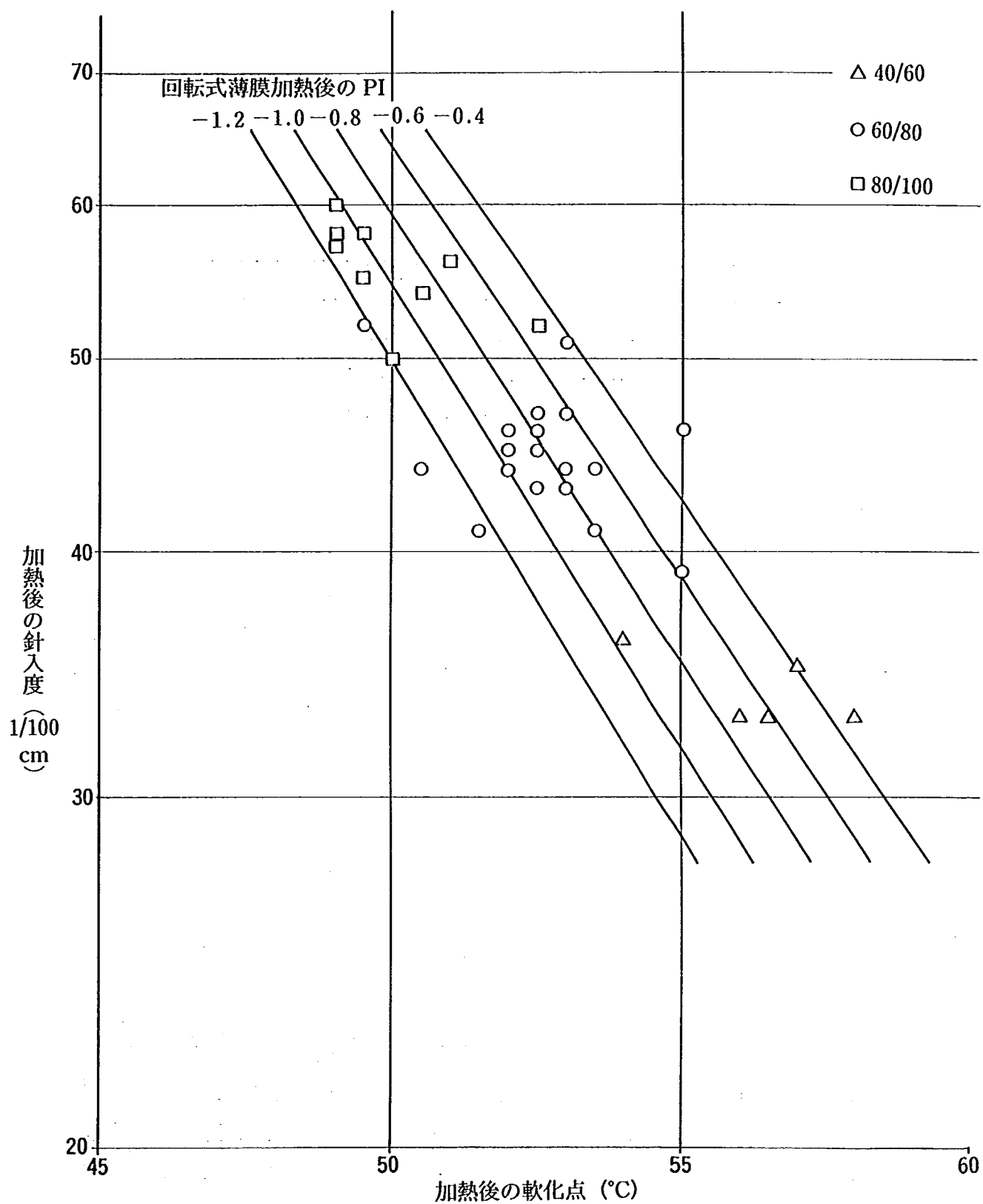
回転式薄膜加熱試験後の針入度指数 (PI) の結果を表一4.48, 図一4.55 に示す。また, 図一4.56 は回転式薄膜加熱後の針入度, 軟化点, PI の3者の関係を示したものである。グレードが大きくなるに従って PI は小さくなっている。

表一4.48 回転式薄膜加熱試験後の針入度指数 (PI)

| グレード   | 個数 | 平均値   | 最大値   | 最小値   | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|-------|-------|-------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | -0.61 | -0.32 | -0.97 | 0.26           | 42.9 |
| 60/80  | 23 | -0.84 | -0.22 | -1.35 | 0.25           | 30.2 |
| 80/100 | 11 | -0.98 | -0.50 | -1.20 | 0.33           | 37.5 |



図一4.55 回転式薄膜加熱試験後の針入度指数



図—4.56 回転式薄膜加熱試験後の針入度，軟化点，PI の関係

表-4.49 は加熱前のアスファルトと回転式薄膜加熱後の PI の各グレードの平均値を比較したものである。加熱前後の PI の差では、80/100 は他のグレードに対し、5%の危険率で有意差があり、80/100 では他のグレードに比べ PI は低めの変化している。これは薄膜加熱試験の場合と同様に回転式薄膜加熱試験の場合についても、針入度の低下の程度に対し軟化点の上昇の程度が小さいためと考えられる。

表-4.49 原アスファルト、回転式薄膜加熱後の針入度指数平均値の比較

| グレード     | 原アス   | 加熱後   | 差     |
|----------|-------|-------|-------|
| 40 / 60  | -0.94 | -0.61 | 0.33  |
| 60 / 80  | -1.03 | -0.84 | 0.19  |
| 80 / 100 | -0.90 | -0.98 | -0.08 |

#### 4.16.6 回転式薄膜加熱試験後の伸度 (15°C)

回転式薄膜加熱試験後の伸度試験の結果を表-4.50, 図-4.57 に示す。

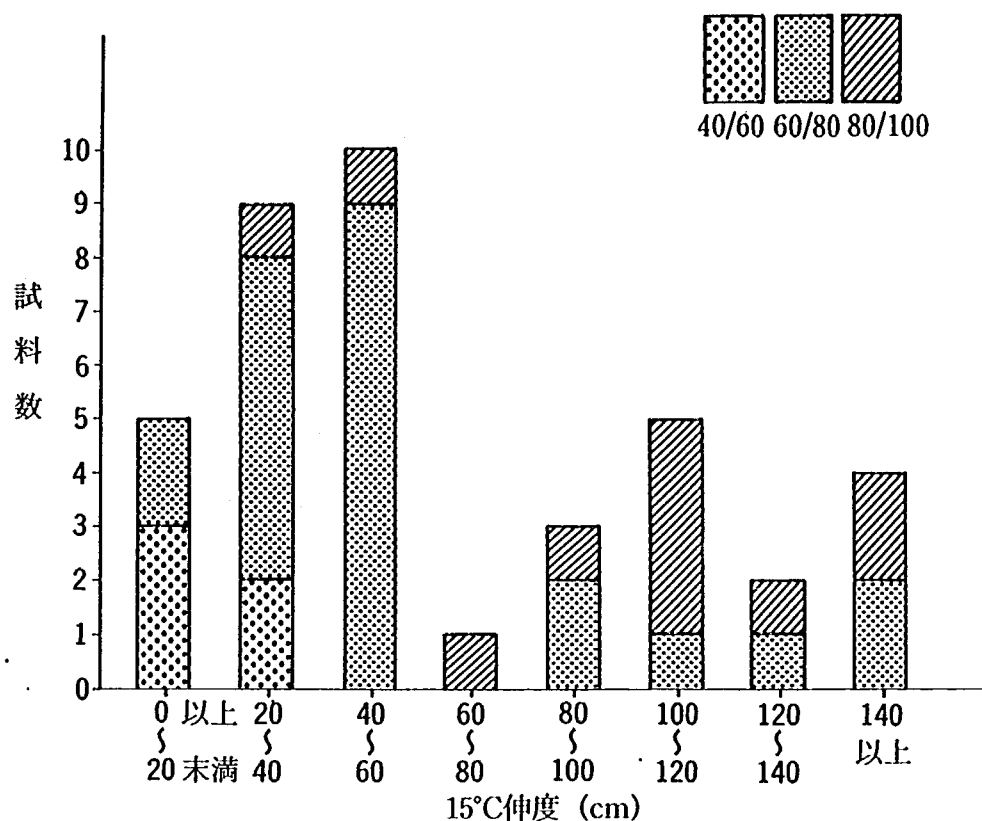
40/60 では 0 ~ 60 cm の範囲に全試料が含まれ平均値 15.0 cm, 60/80 では 75%が 20 ~ 100 cm であり平均値 58.8 cm, 80/100 では 80%が 60 ~ 140+ にあり平均値 96.5 cm となっている。薄膜加熱試験の場合と同様、グレードが大きくなるほど伸度の平均値は大きくなる傾向にあるが、図-4.57 から分かるように加熱後の伸度は広い範囲にわたっており、同一グレード内でも試料間の違いが現われている。

3本の試料の測定値の変動係数の平均値を加熱前のアスファルト (10°C) の場合の値も含めて表-4.51 に示す。薄膜加熱試験と同様に、同一試料による測定バラツキは原アスファルト (10°C) の伸度の場合に比べ、加熱後の方が小さくなる傾向を示した。

表-4.50 回転式薄膜加熱試験後の 15°C伸度

(cm)

| グレード     | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値 | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|----------|----|------|------|-----|----------------|------|
| 40 / 60  | 5  | 15.0 | 27   | 7   | 9.7            | 64.5 |
| 60 / 80  | 23 | 58.8 | 140+ | 11  | 38.8           | 66.0 |
| 80 / 100 | 11 | 96.5 | 140+ | 27  | 38.2           | 39.6 |



図—4.57 回転式薄膜加熱試験後の 15°C伸度

表—4.51 原アスファルトの 10°C伸度と  
回転式薄膜加熱試験後の 15°C伸度の変動係数  
(%)

| グレード     | 原アス(10°C)<br>変動係数 | 回転式薄膜後<br>変動係数 |
|----------|-------------------|----------------|
| 40 / 60  | 49.3              | 9.0            |
| 60 / 80  | 20.2              | 14.8           |
| 80 / 100 | 21.7              | 11.5           |

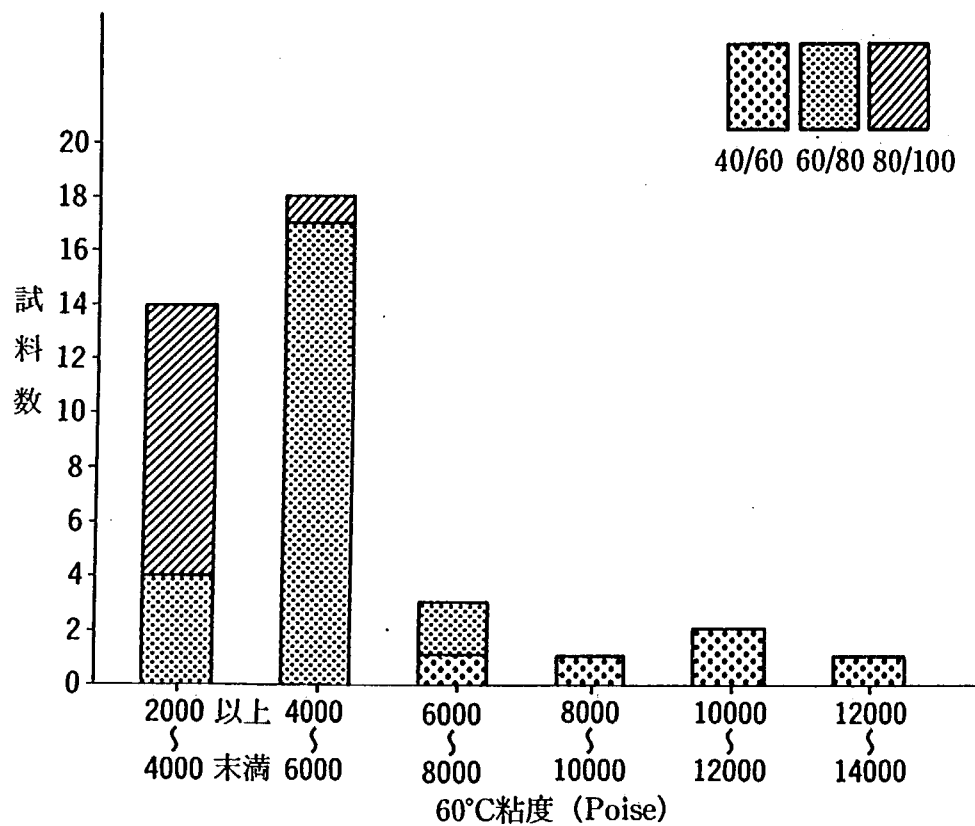
#### 4.16.7 回転式薄膜加熱試験後の 60°C粘度

回転式薄膜加熱試験後の 60°C粘度の結果を表—4.52、図—4.58 に示す。40/60, 60/80, 80/100 の各グレードでの結果の平均値は, 10120, 4585, 3080 poise となっている。回転式薄膜加熱試験後の粘度規格としては, AASHTO の回転式薄膜加熱試験後の粘度規格があり, それにより今回の試験結果を分類したものを図—4.59 に示す。各グレード相当する試料数は, AR—40 で 46%, AR—80 で 10%, AR—160 で 3% である。原アスファルト 60°C粘度結果を粘度グレードにあてはめた場合ほどは対応していないようである。

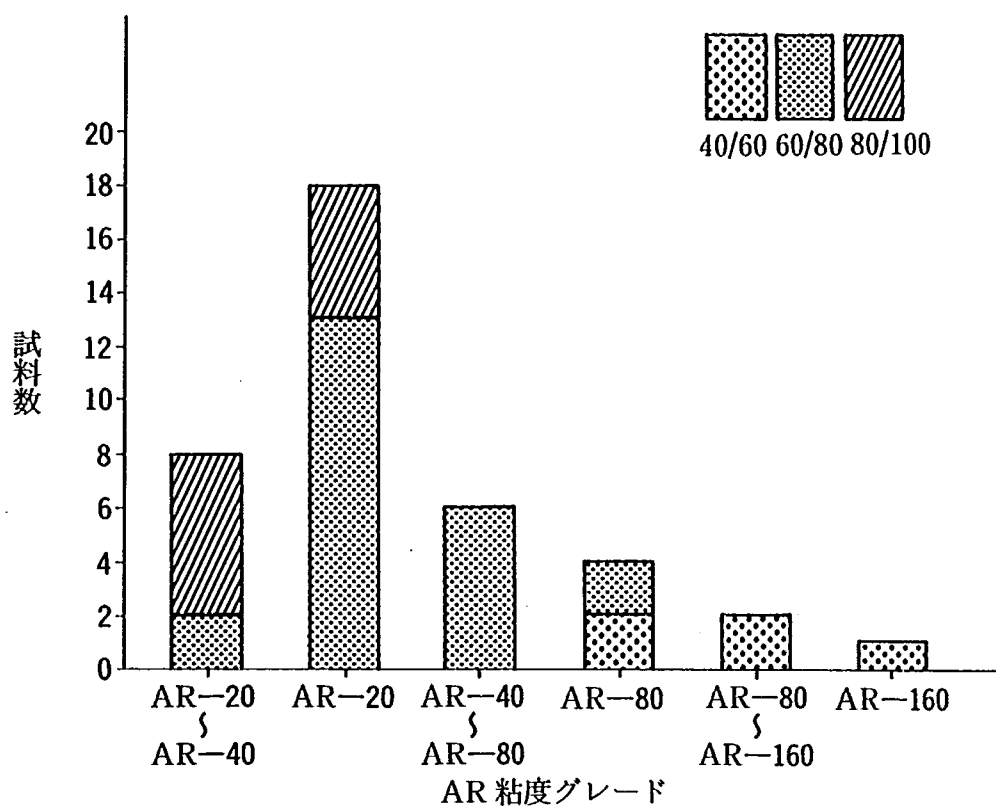
表—4.52 回転式薄膜加熱試験後の 60°C粘度

(Poise)

| グレード   | 個数 | 平均値   | 最大値   | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|--------|----|-------|-------|------|----------------|------|
| 40/60  | 5  | 10120 | 12200 | 6920 | 2440           | 24.1 |
| 60/80  | 23 | 4585  | 6350  | 2570 | 951            | 20.8 |
| 80/100 | 11 | 3076  | 4320  | 2510 | 556            | 18.1 |



図—4.58 回転式薄膜加熱試験後の 60°C粘度

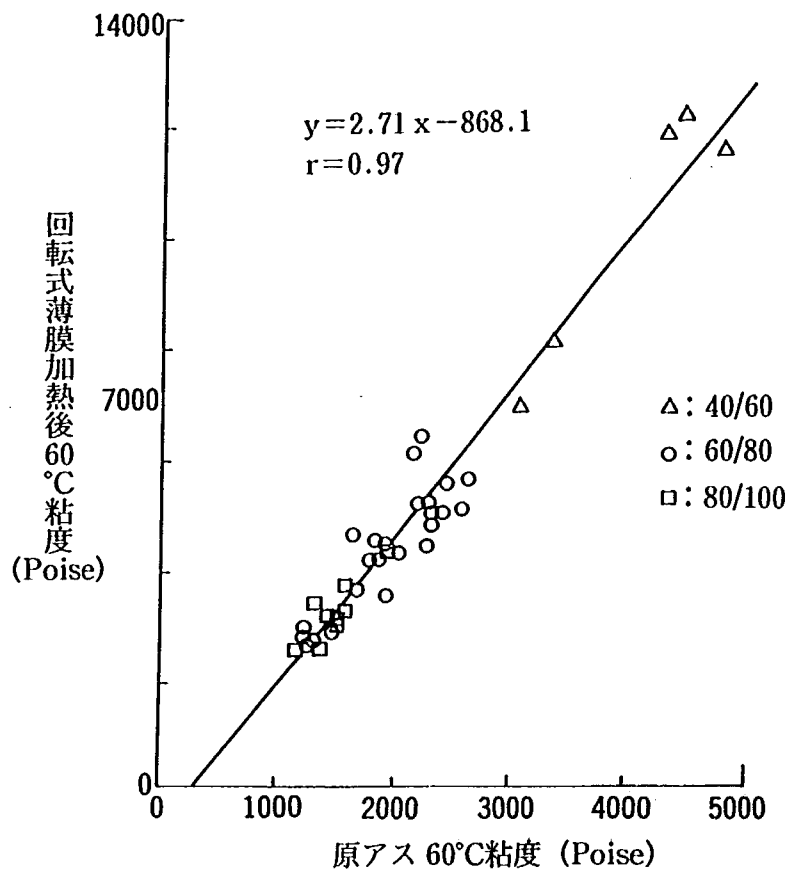


図—4.59 AASHTO 粘度規格による回転式薄膜加熱試験後の 60°C粘度試験結果の分類

回転式薄膜加熱試験前後の 60°C粘度比の結果を表—4.53 に示す。また図—4.60 は原アスファルトの 60°C粘度と回転式薄膜加熱試験後の 60°C粘度の関係を示したもので、相関係数は 0.97 となっている。表—4.53 より回転式薄膜加熱試験後の 60°C粘度は、平均して原アスファルトに比べて 2.3 倍前後に上昇することが分かる。

表—4.53 回転式薄膜加熱試験 60°C粘度比

| グレード     | 個数 | 平均値  | 最大値  | 最小値  | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 |
|----------|----|------|------|------|----------------|------|
| 40 / 60  | 5  | 2.52 | 2.75 | 2.28 | 0.21           | 8.3  |
| 60 / 80  | 23 | 2.23 | 2.87 | 1.66 | 0.31           | 13.9 |
| 80 / 100 | 11 | 2.19 | 2.58 | 1.85 | 0.21           | 9.6  |



図一4.60 原アスファルトの 60°C粘度と回転式薄膜加熱試験後の 60°C粘度の関係

## 5. 試験成績書との関係

試験成績書と本試験での測定値との比較を行なったものを、図—5.1～10に示す。JISに再現性の規定のあるものはその範囲を点線で示した。

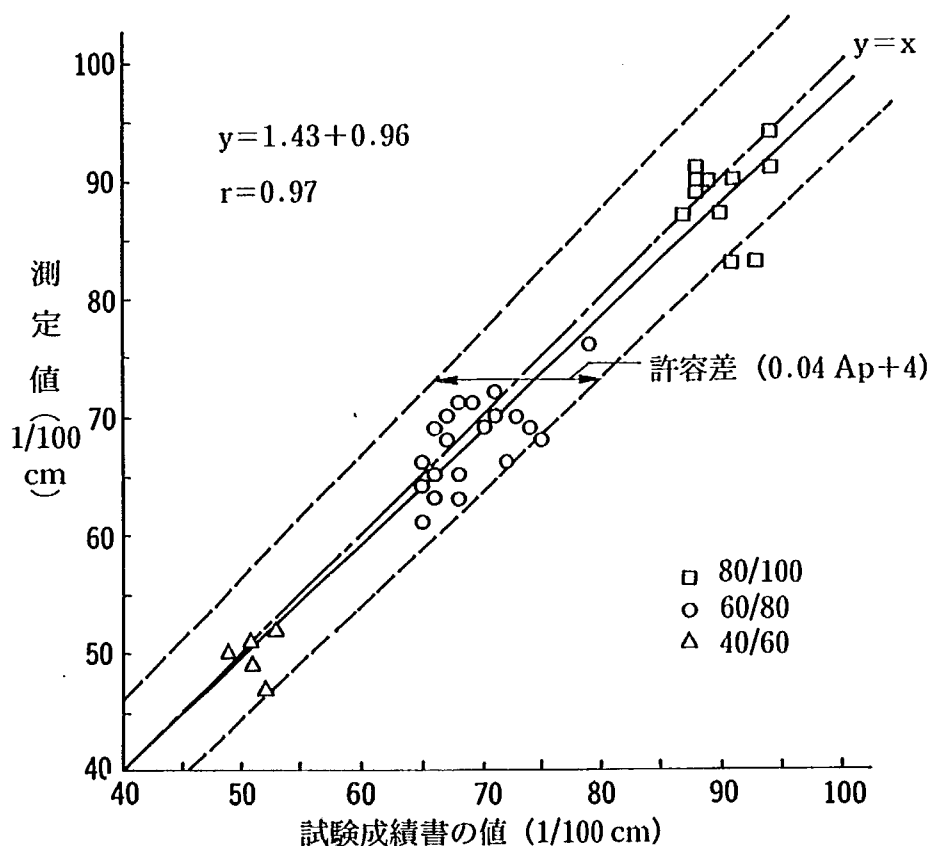
針入度では許容差を越えるものが3試料あったが、両者の関係は $y=x$ の直線に近いものとなっている。しかし、軟化点はすべて、許容差の範囲に入っているものの、両者は $y=x$ の下側にくるものが多い、測定値の方が試験成績書の値に比べて、やや低めになっている。また、図—5.3の針入度指数(PI)については低い相関になっている。

高温粘度、三塩化エタン可溶分では何試料か許容差を越えるものがあるが、ほぼ同程度の値となっている。また引火点、比重では幾分ばらついているようである。

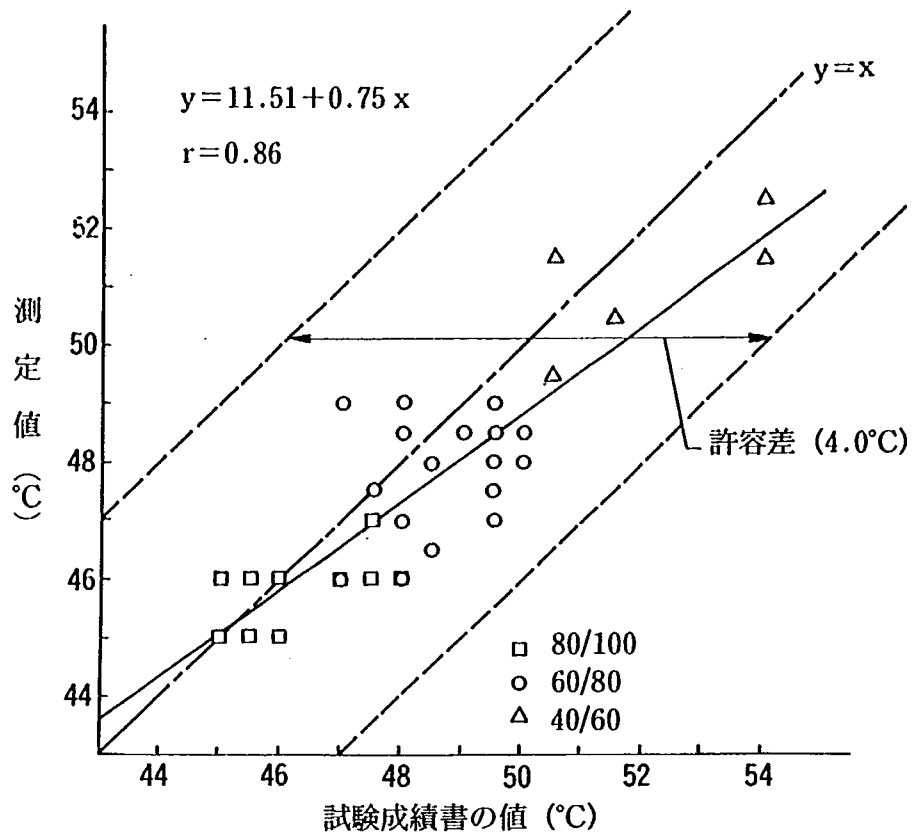
蒸発試験後の針入度比では、測定値の方がかなり幅のある分布となっている。

薄膜加熱試験では、質量変化率、針入度変化率とも若干のばらつきが見られ、針入度変化率では試験成績書の方が幅のある分布になっている。

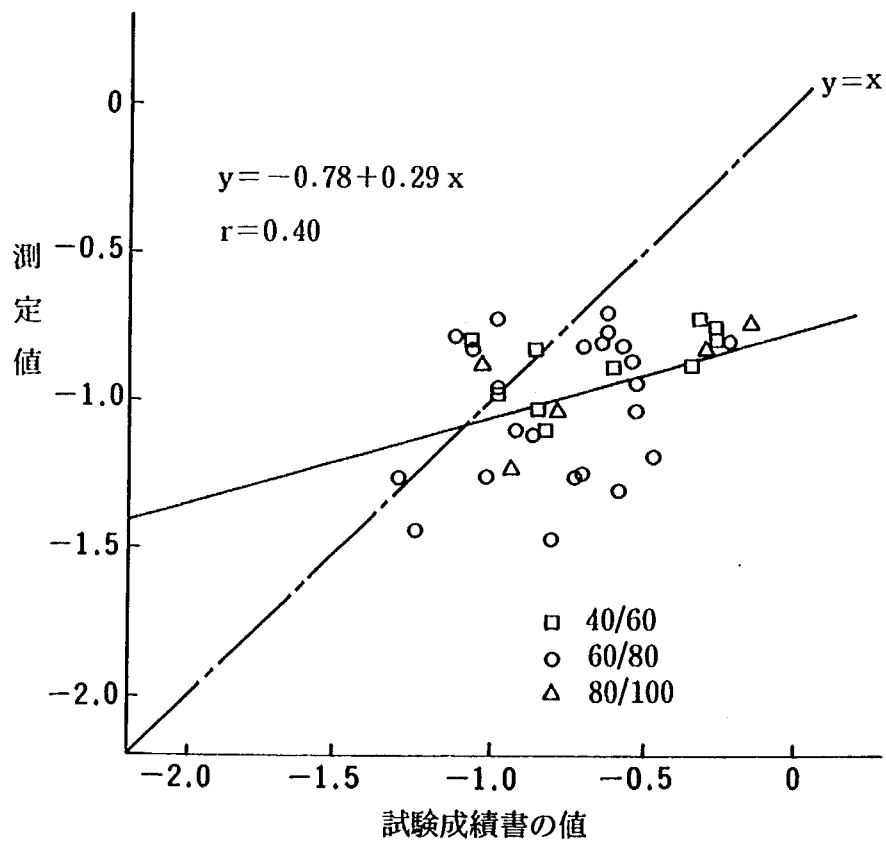
しかし、全体として見た場合、実験の測定結果が試験成績書の値と極端に異なるというものはなく、試験成績書の値は信頼できるものと考えられる。



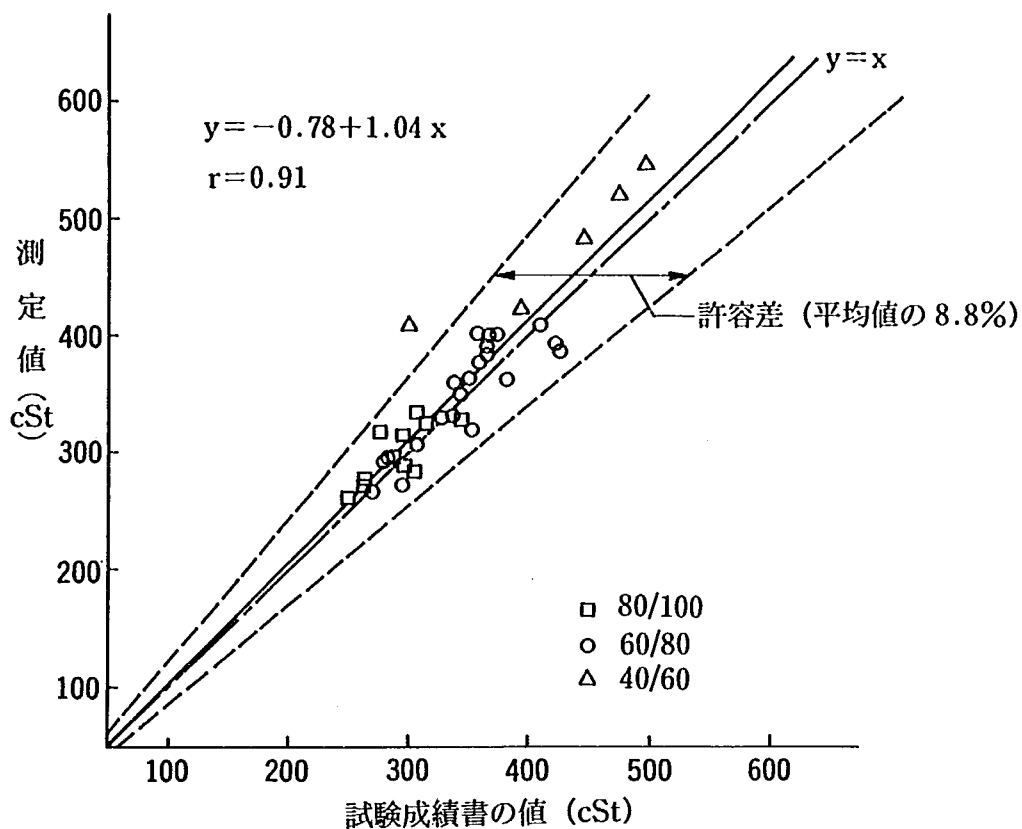
図—5.1 試験成績書と実測値との関係 (針入度)



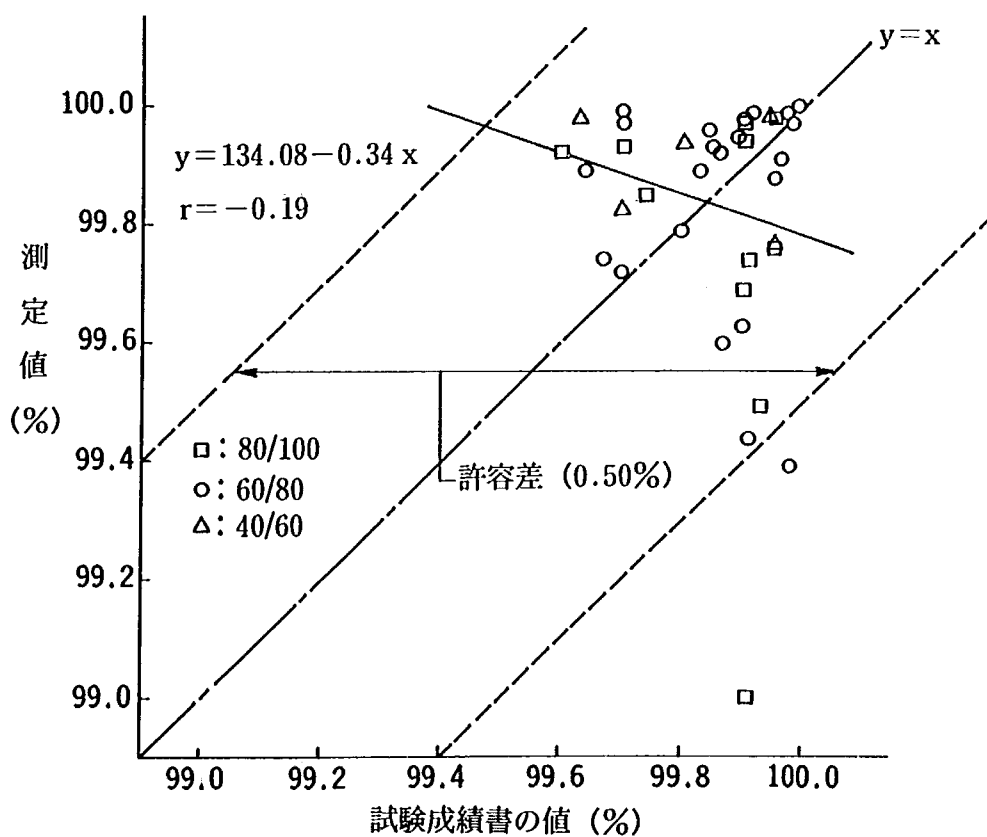
図—5.2 試験成績書と実測値との関係 (軟化点)



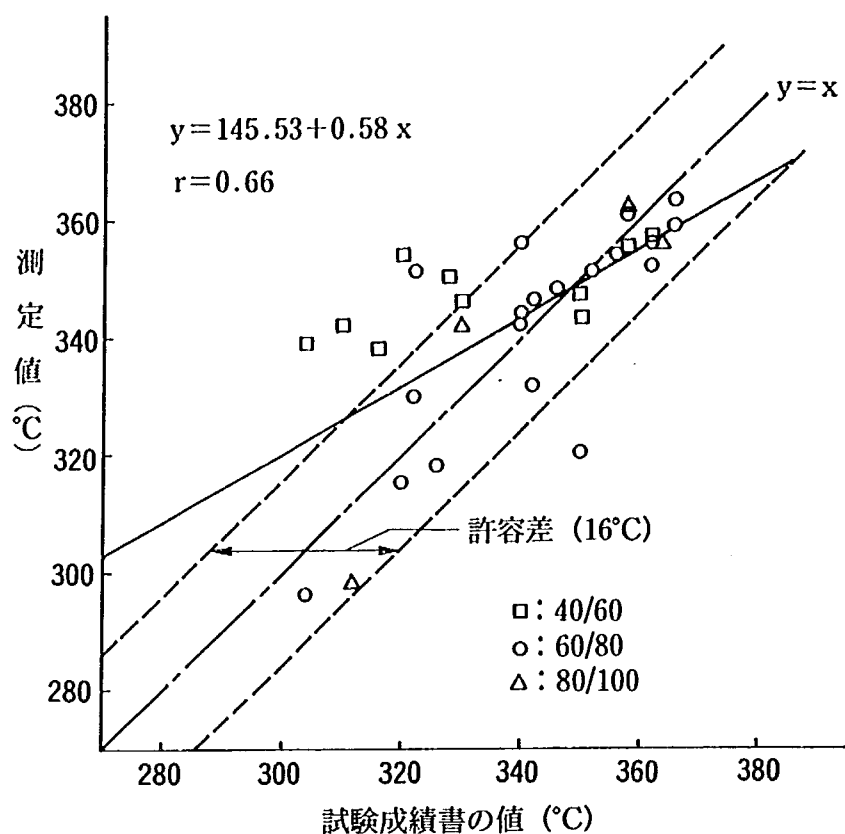
図—5.3 試験成績書と実測値との関係 (針入度指数)



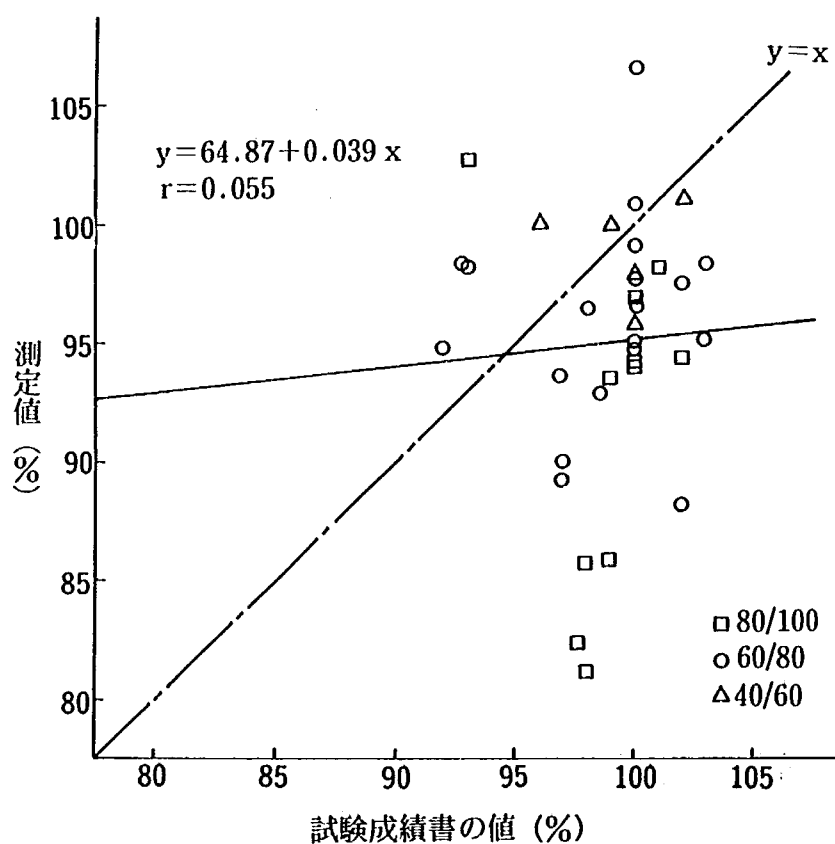
図—5.4 試験成績書と実測値との関係 (高温動粘度; 140°C)



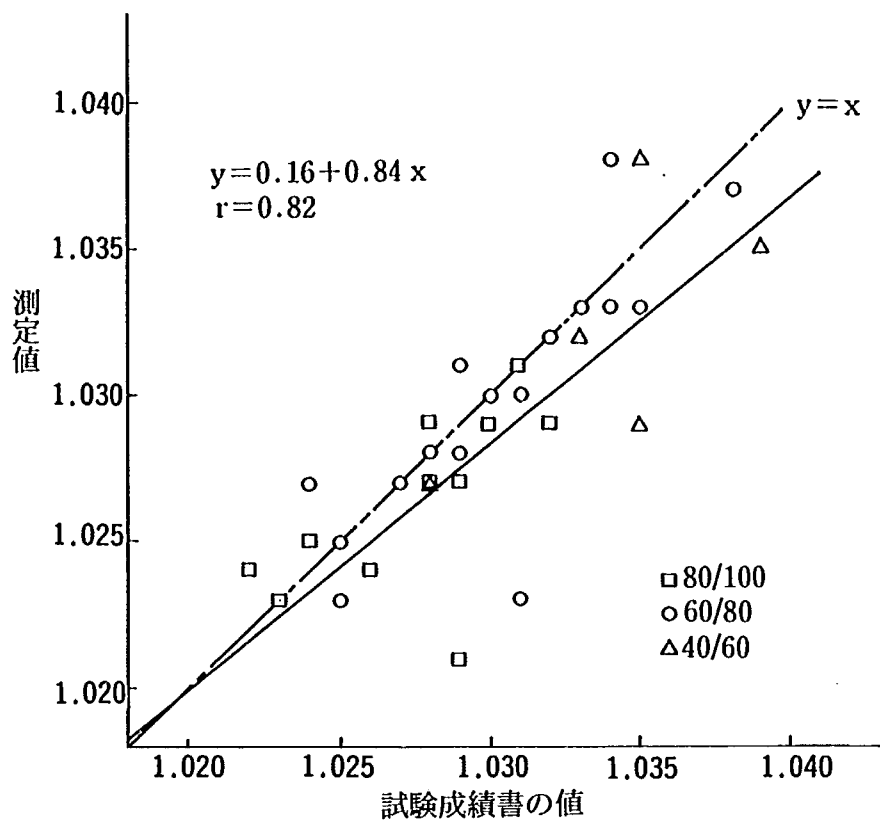
図—5.5 試験成績書と実測値との関係 (三塩化エタン可溶分)



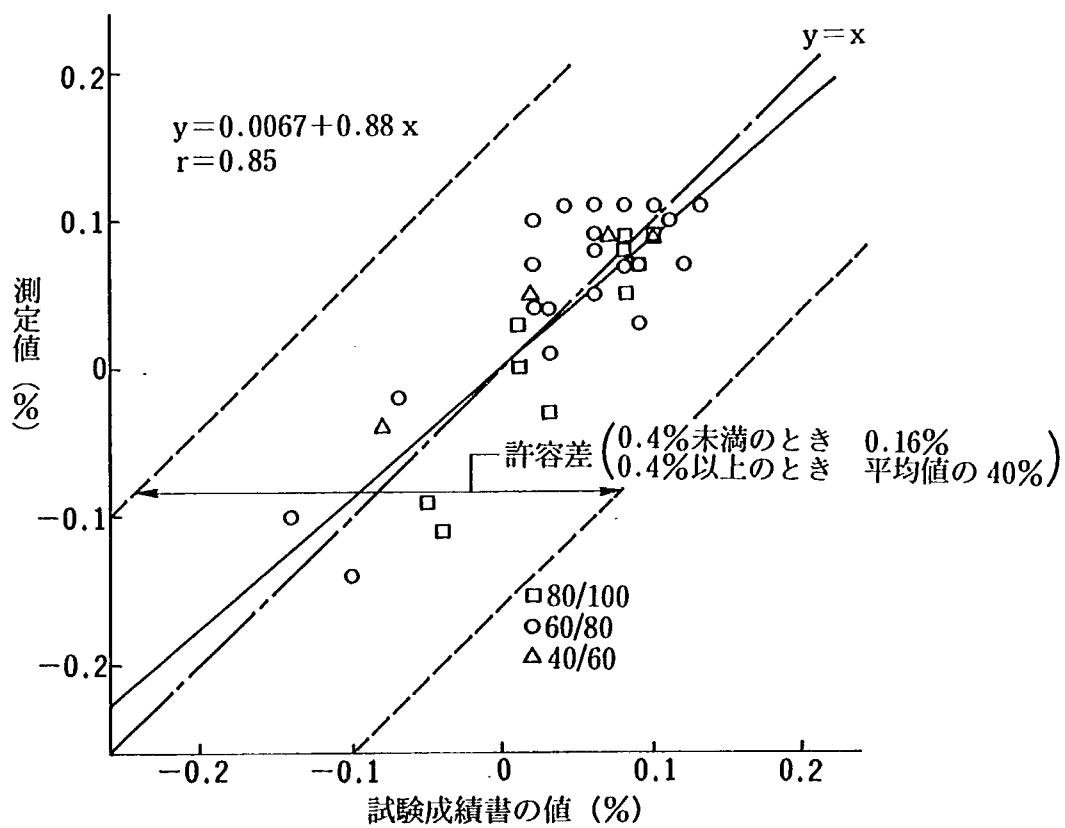
図—5.6 試験成績書と実測値との関係 (引火点)



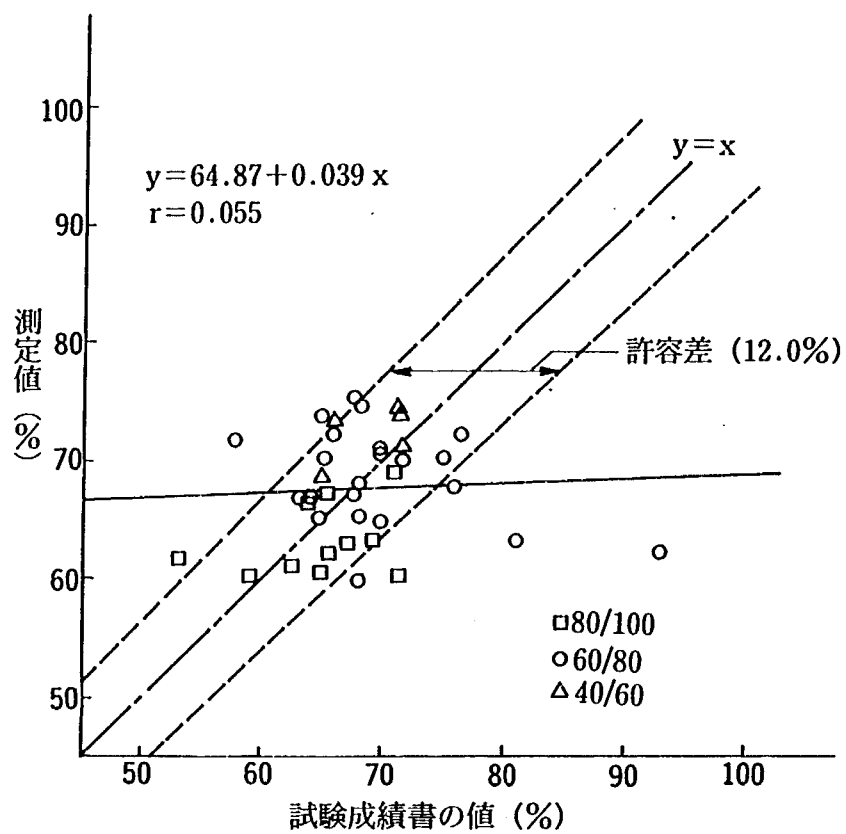
図—5.7 試験成績書と実測値との関係 (蒸発後の針入度比)



図—5.8 試験成績書と実測値との関係（比重）



図—5.9 試験成績書と実測値との関係（薄膜加熱質量変化率）



図—5.10 試験成績書と実測値との関係（薄膜加熱針入度変化率）

## 6. 各性状間の関係

### 6.1 60°C粘度と針入度、軟化点

60°C粘度と針入度の関係を両対数にプロットしたものを図-6.1に示す。相関係数は $r=0.89$ と良い相関を示している。しかし両者の関係は、原油の違い等によりそれぞれ異なる直線になるといわれている。図-6.2は60°C粘度が高め、低めとその中間の値を示す試料について、その結果を各製油所ごとにプロットしたもので、それぞれの製油所ごとの直線になっている傾向がうかがえる。60°C粘度と針入度の関係を、針入度数 (PI) の値によって分類し、プロットしたものが図-6.3であるが、両者には明確な違いは見いだせない。

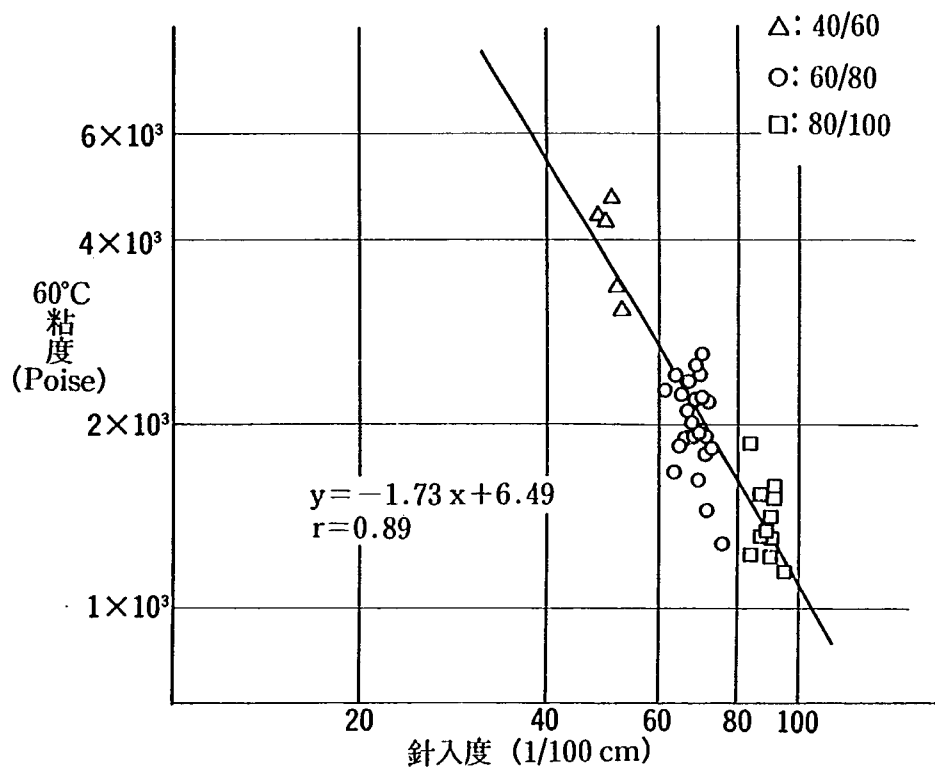


図-6.1 60°C粘度と針入度の関係

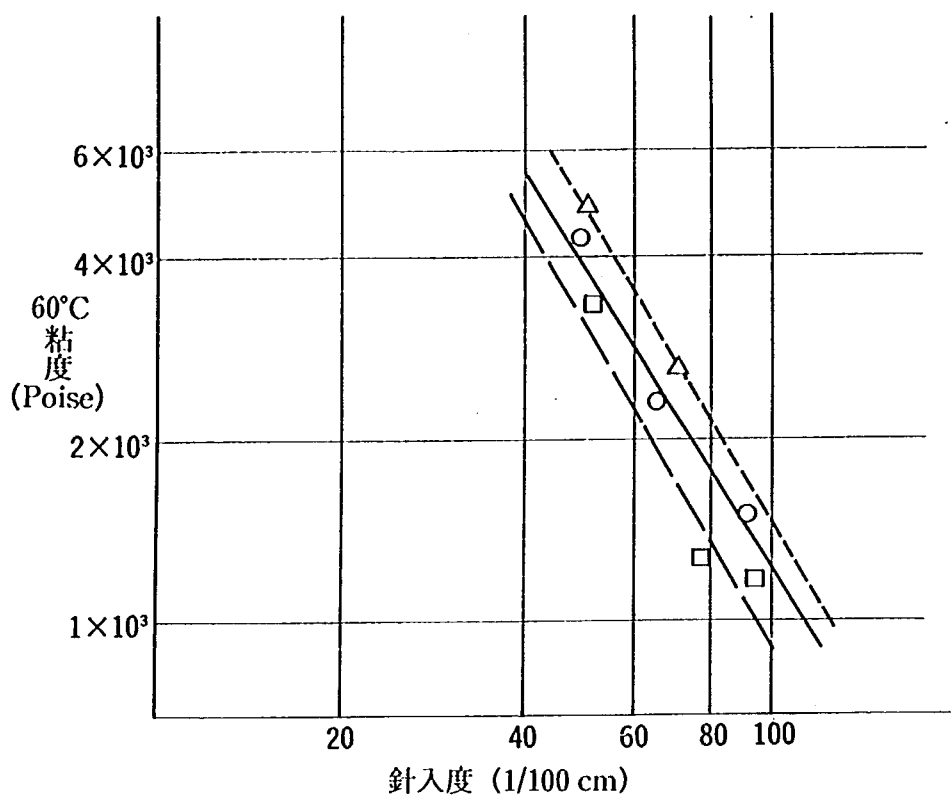


図-6.2 各製油所別の 60°C粘度と針入度の関係

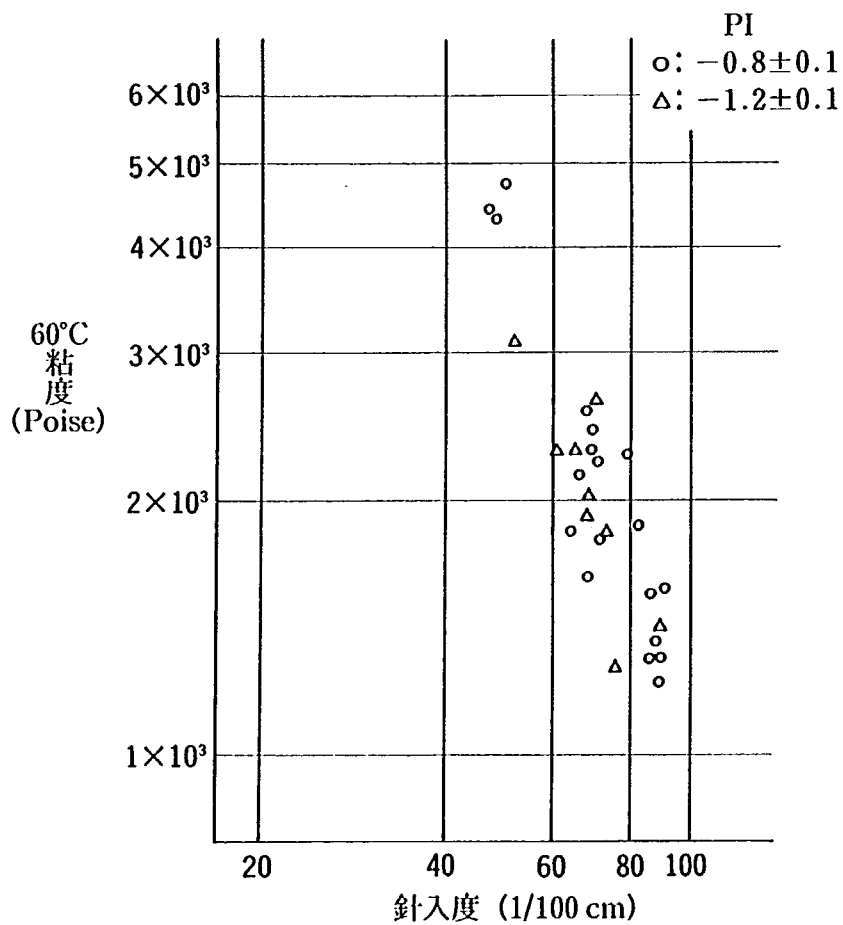


図-6.3 PIの値によって分類した 60°C粘度と針入度の関係

軟化点と 60°C 粘度の関係を片対数上にプロットしたものを図-6.4 に示す。相関係数は 0.9 と良い相関を示している。図中には参考のため、プレミックスタイプのゴム入りアスファルト、セミプローンアスファルト、再生アスファルト等の関係直線の一例を示した。いずれの系も高い相関を示しているものの、異なる系では異なる直線を形成している。60°C 粘度と針入度あるいは軟化点の関係において、両者には測定温度のズレ、それによる感温性の違いの影響、また非ニュートン粘度の程度が影響してくるものと考えられ、異なる系のアスファルトではそれらの影響が異なるため、同一の直線は示しにくいのではないかと考えられる。すなわちストレートアスファルトのみについて考えた場合でも原油、精製法の異なるアスファルトでは軟化点と 60°C 粘度の関係を 1 つの直線で表すのは難しいと考えられる。図-6.5 は図-6.2 と同一試料について、製油所ごとに 60°C 粘度と軟化点の関係がプロットしたものである。同一製油所で同一原油を使用しているとする、原油及び精製法により直線が異なってくるとも考えられるが、プロット数および 60°C 粘度、軟化点の範囲が小さいため、十分な事は明らかではない。

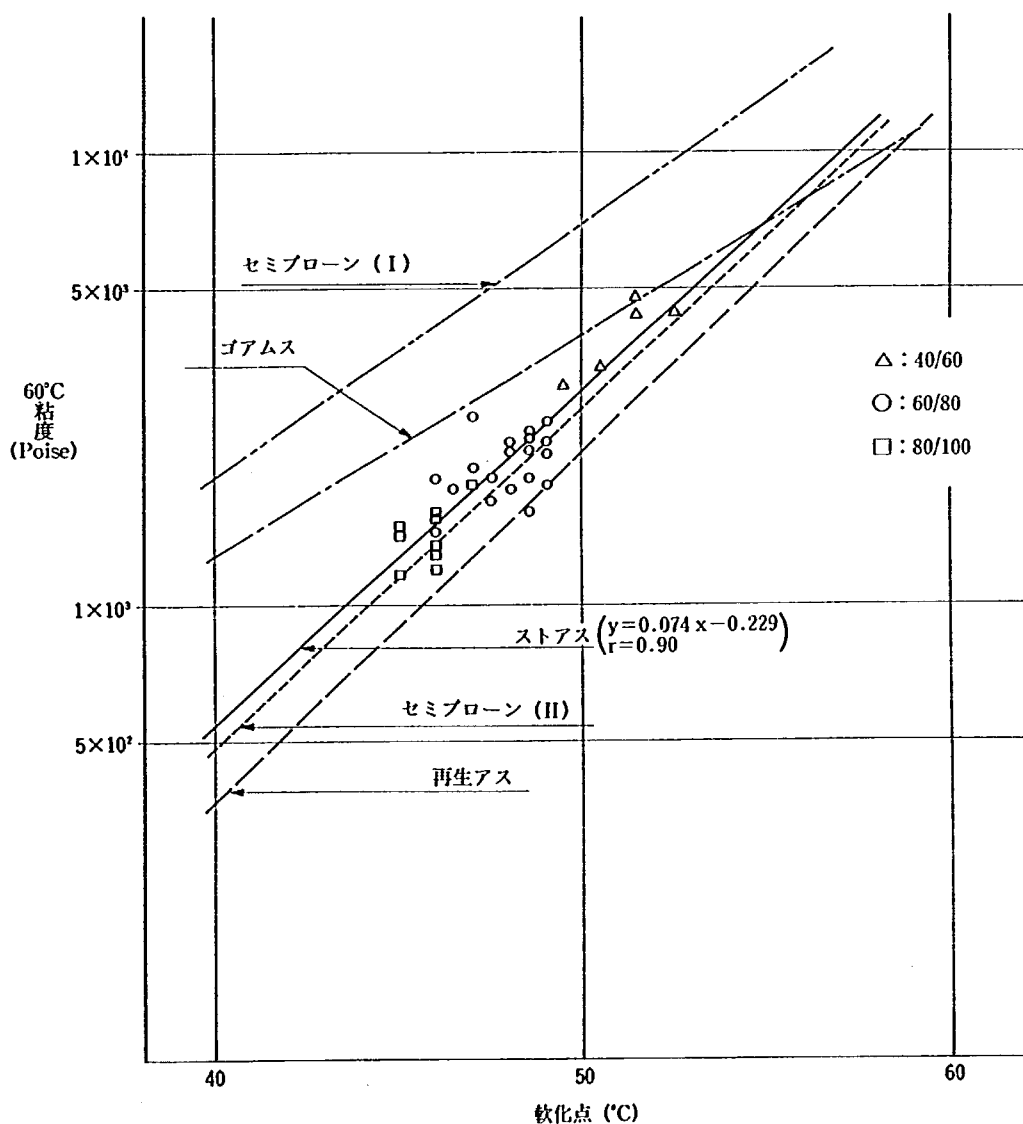


図-6.4 軟化点と 60°C 粘度の関係

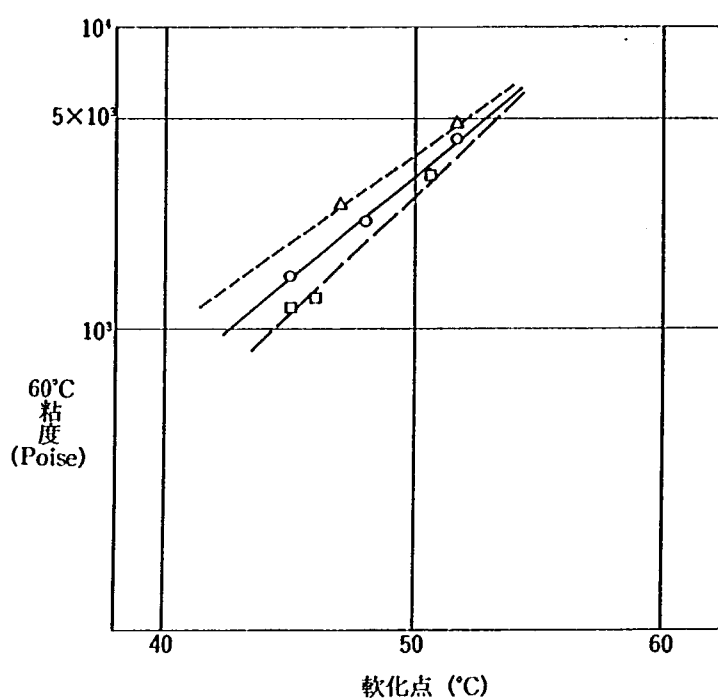


図-6.5 各製油所別の 60°C粘度と軟化点の関係

## 6.2 組成と他の性状

原アスファルトの個々の成分（アスファルテン、レジン、芳香族分、飽和分）と各種試験値の関係について検討した結果を表-6.1 に示す。比較的相関係数の高かったものとして、アスファルテンと薄膜加熱試験、回転式薄膜加熱試験後の PI があったが、原アスファルトの PI との相関係数は 0.54 と低い値であった。また、比重とアスファルテン、レジン、飽和分の 3 成分はある程度の相関を示し、4 成分と比重との多重回帰は相関性が高いことを示唆している。その他の性状で、各成分と良い相関を示すものではなかった。

表-6.1 原アスファルトの成分と各種試験値の相関係数

| 項 目        | A s t | R e   | A r   | S a   |
|------------|-------|-------|-------|-------|
| 針入度        | -0.27 | 0.24  | -0.04 | -0.27 |
| 軟化点        | 0.47  | -0.47 | 0.05  | 0.47  |
| P I        | 0.54  | -0.50 | -0.03 | 0.54  |
| 針入度（逆数）    | 0.22  | -0.27 | 0.09  | 0.22  |
| log(針入度)   | -0.26 | 0.27  | -0.07 | -0.26 |
| 比重         | 0.68  | -0.58 | 0.29  | 0.68  |
| 引火点        | -0.36 | 0.25  | 0.65  | -0.36 |
| log(60℃粘度) | 0.40  | -0.50 | 0.11  | 0.40  |
| 薄膜質量変化     | 0.04  | -0.05 | 0.54  | 0.04  |
| 蒸発質量変化     | 0.15  | -0.24 | 0.11  | 0.15  |

次に4成分を説明変数として、他の試験値との重相関について検討した結果、表—6.2に示す。重相関係数の比較的高かったものとして、比重、引火点との相関があり、各々の重相関式の係数を表—6.3に示す。比重と4成分との重相関係数は0.89であり、このような高い相関は各成分の単相関からも予想されたものである。引火点では重相関係数0.76であるが、表—6.3の係数よりアスファルテンの多少と引火点はほとんど関係ないことがわかる。

軟化点と4成分に関しては飯島の式があり、ある程度の相関があるとされているが、今回の試験ではあまり良い相関を示していない。

表—6.2 原アスファルトの4成分と各種試験値との重相関

| 項 目        | 重 相 関 係 数 |
|------------|-----------|
| 針入度        | 0.39      |
| 軟化点        | 0.57      |
| P I        | 0.66      |
| 比重         | 0.89      |
| 引火点        | 0.76      |
| log(60℃粘度) | 0.62      |

表—6.3 原アスファルトの4成分と比重、引火点との重相関式の係数

| 項 目 y | $a_0$ | $a_1$                | $a_2$                 | $a_3$                 | $a_4$                 |
|-------|-------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 比 重   | 1.06  | $8.5 \times 10^{-4}$ | $-7.2 \times 10^{-4}$ | $-8.7 \times 10^{-5}$ | $-1.6 \times 10^{-3}$ |
| 引火点   | 93.5  | 0                    | 3.56                  | 3.65                  | -0.78                 |

$$y = a_0 + a_1 Ast + a_2 Re + a_3 Ar + a_4 Sa$$

Ast ; アスファルテン分(%)

Re ; レジン分(%)

Ar ; 芳香族分(%)

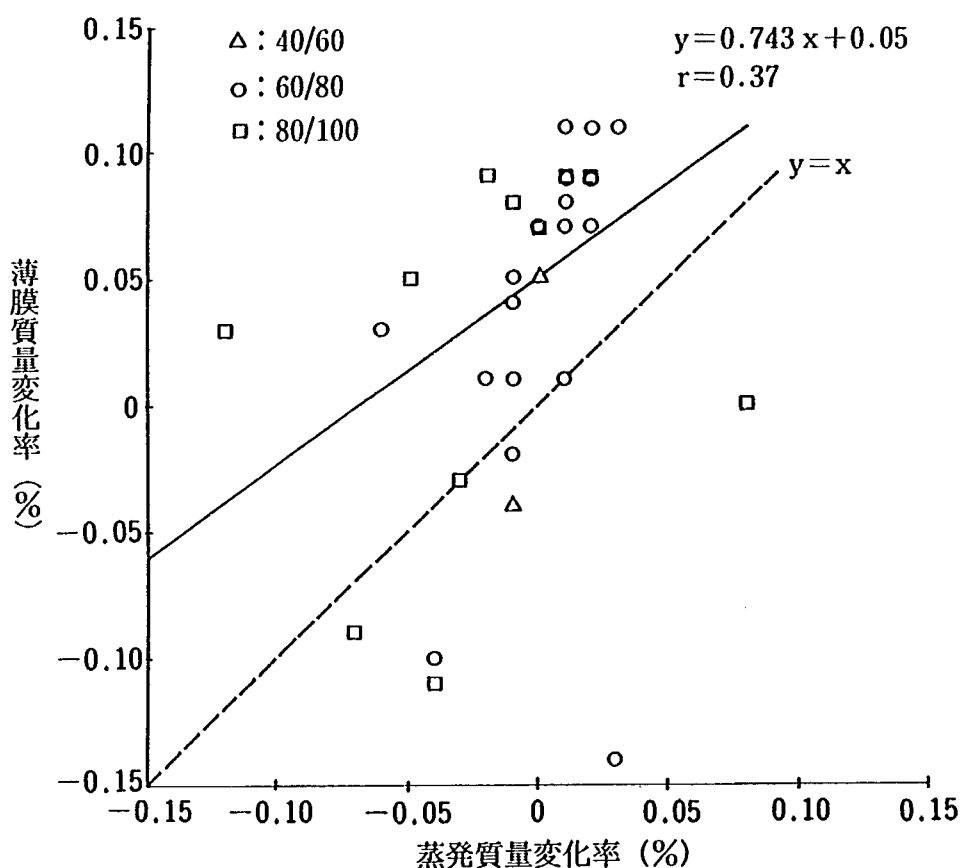
Sa ; 飽和分(%)

### 6.3 蒸発試験と薄膜加熱試験

#### 6.3.1 質量変化

蒸発試験と薄膜加熱試験の質量変化率の関係を図—6.6 に示す。蒸発試験において $-0.05\sim0.05$ の範囲にあるものは約85%であるが、これが薄膜加熱試験では $-0.14\sim0.11$ の範囲にばらついており、相関係数は0.37と小さな値となっている。

加熱による質量変化は軽質分の蒸発による減量と酸化作用による増量の両方の要素が考えられるが、今回の試験結果では、約8割の試料において薄膜加熱試験後、増量する傾向を示している。これは蒸発試験では膜厚が大きく、表面積が小さいのに比べ、膜厚が小さく表面積の大きい薄膜加熱試験では酸化作用による増量の作用が激しいためと考えられる。しかし、蒸発試験では増量したが薄膜加熱では減少したもの、あるいは蒸発試験では減少し薄膜加熱ではさらに大きな減少を示した試料が8試料あった。これらは蒸発分の多い試料と考えられるが、このことは膜厚の影響は酸化作用の程度のみでなく蒸発作用の程度にも影響している事を示していると考えられる。いずれにせよ、蒸発による減量、酸化による増量の両作用とも、薄膜加熱試験の方が蒸発試験の場合より強く現われるものと考えられる。



図—6.6 蒸発試験，薄膜加熱試験の質量変化率の関係

### 6.3.2 針入度変化率

蒸発試験後の針入度変化率（加熱後のかき混ぜた試料の針入度/加熱前のアスファルトの針入度×100）と薄膜加熱試験後の針入度変化率との関係を示したものが図-6.7である。蒸発試験後の残留針入度は87～103%の範囲にあるが、薄膜加熱試験後の針入度変化率では59～76%の範囲になっており、薄膜加熱試験の方が過酷な条件であることを示している。また相関係数は0.34と相関はあまり認められず、やはり質量変化率の場合と同様、両者は別の試験として扱われて妥当であろう。

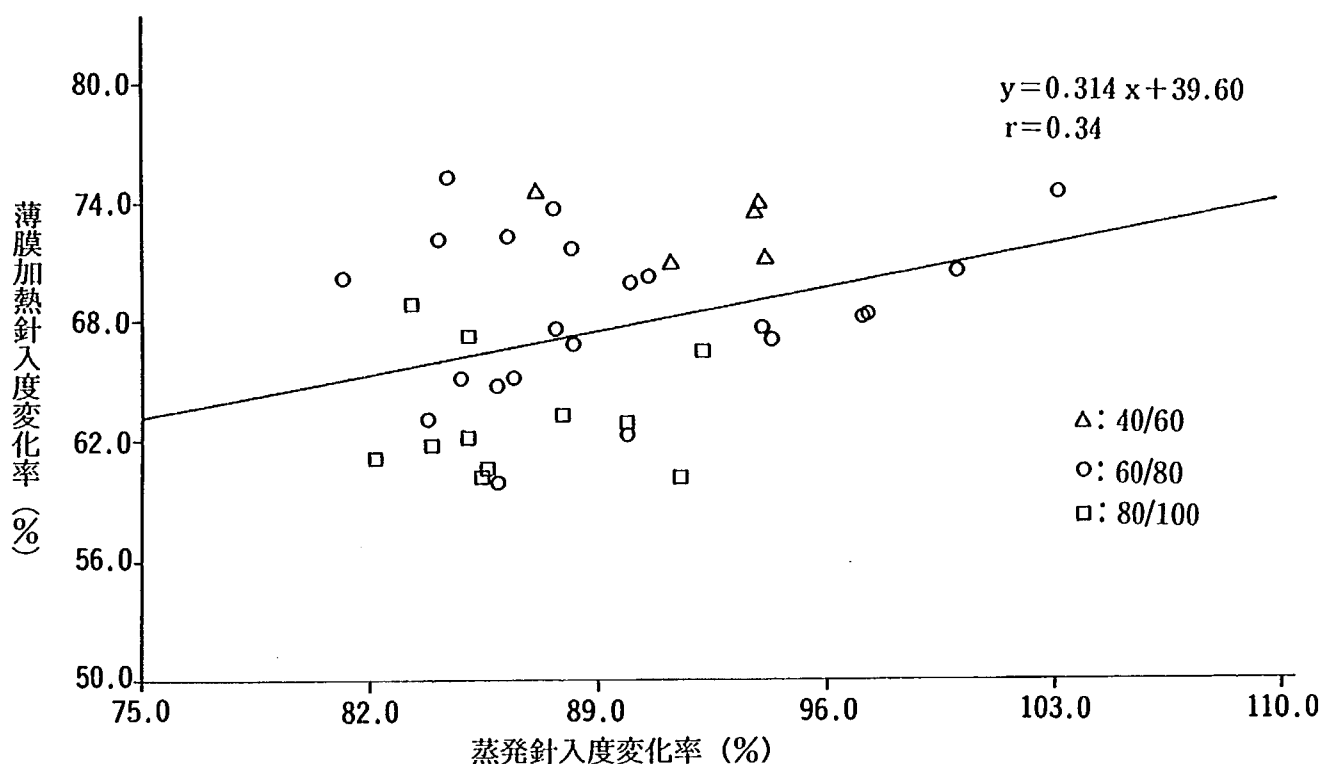


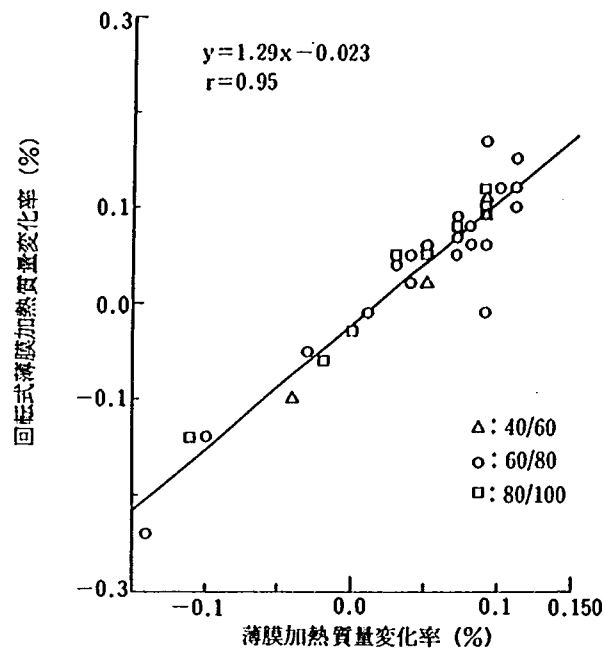
図-6.7 蒸発試験、薄膜加熱試験の針入度変化率の関係

### 6.4 薄膜加熱試験と回転式薄膜加熱試験

薄膜加熱試験は、本来プラント混合時のアスファルトの劣化の程度を推定しようとするものであり、回転式薄膜加熱試験は膜厚をさらに薄くし、空気を吹き込むことによって薄膜加熱試験より試験時間の短縮を行なったものである。ここでは両試験法により加熱した試料の種々の物性について比較を行なった。

#### 6.4.1 質量変化

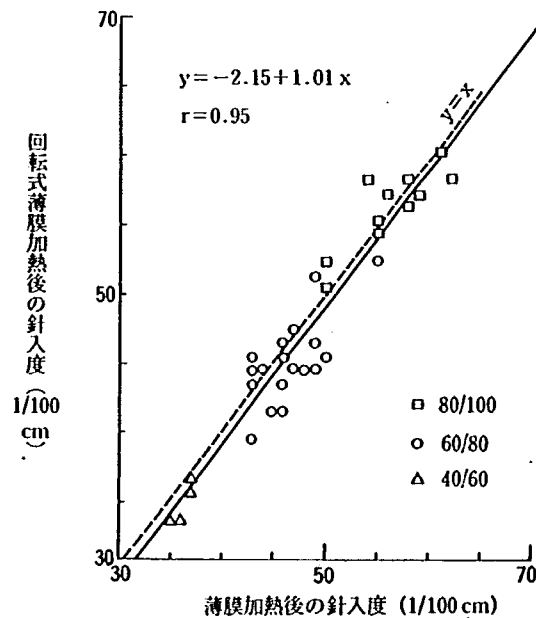
両試験による質量変化率の関係を図-6.8に示す。相関係数は0.95となっているが、相関式の係数より判断すると、回転式薄膜加熱試験の方が約1.3倍の質量変化率を示していることがわかる。このことは増量だけでなく、薄膜加熱試験では減量する試料は回転式薄膜加熱試験ではさらに減量することを示している。実際、薄膜加熱試験で増加あるいは減量するものは、回転式薄膜加熱試験でもそれぞれ増加あるいは減量を示すものがほとんどであった。



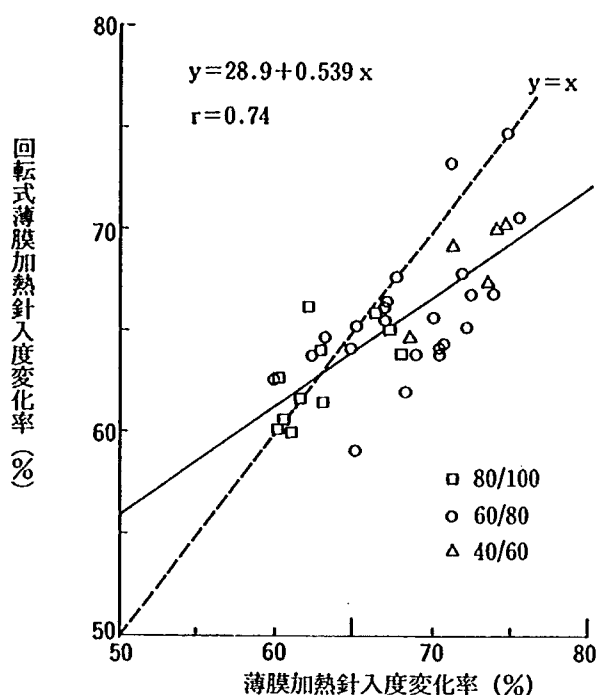
図—6.8 薄膜加熱試験，回転式薄膜試験による質量変化率の関係

#### 6.4.2 針入度

薄膜加熱試験および回転式薄膜加熱試験後の針入度，針入度変化率の関係を図—6.9～10 にそれぞれ示す。一般に，両試験後の針入度は良い相関を示すといわれているが，本試験でも図—6.9 が示すように相関係数 0.95 と高い相関になっており， $y=x$  の直線にほぼ相当している。しかし針入度変化率については，図—6.10 に示すように相関係数 0.74 と小さくなってきており，両者のバラツキが大きくなっている。また図—6.10 では  $y=x$  の直線より大部分が下側にきており，針入度変化率でみれば，薄膜加熱試験より回転式薄膜加熱試験の方がより厳しい結果を与えるようである。



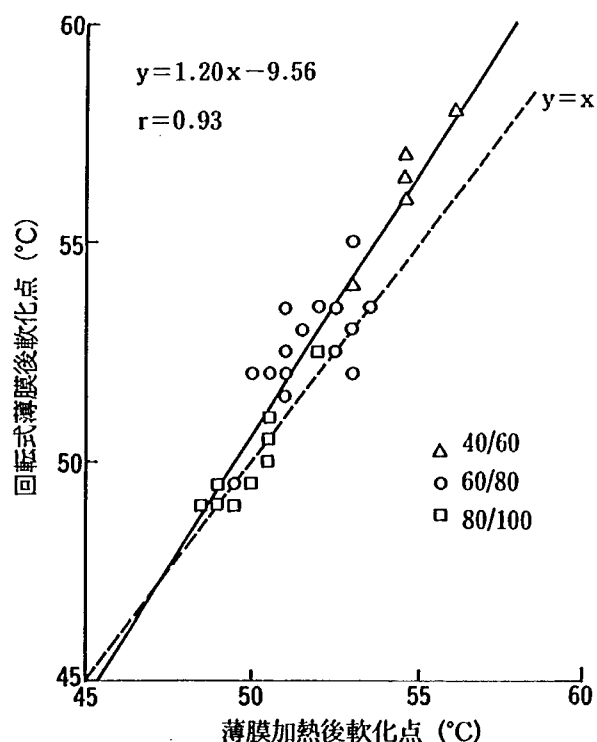
図—6.9 薄膜加熱試験後，回転式薄膜加熱試験後の針入度の関係



図一6.10 薄膜加熱試験，回転式薄膜加熱試験の針入度変化率の関係

#### 6.4.3 軟化点

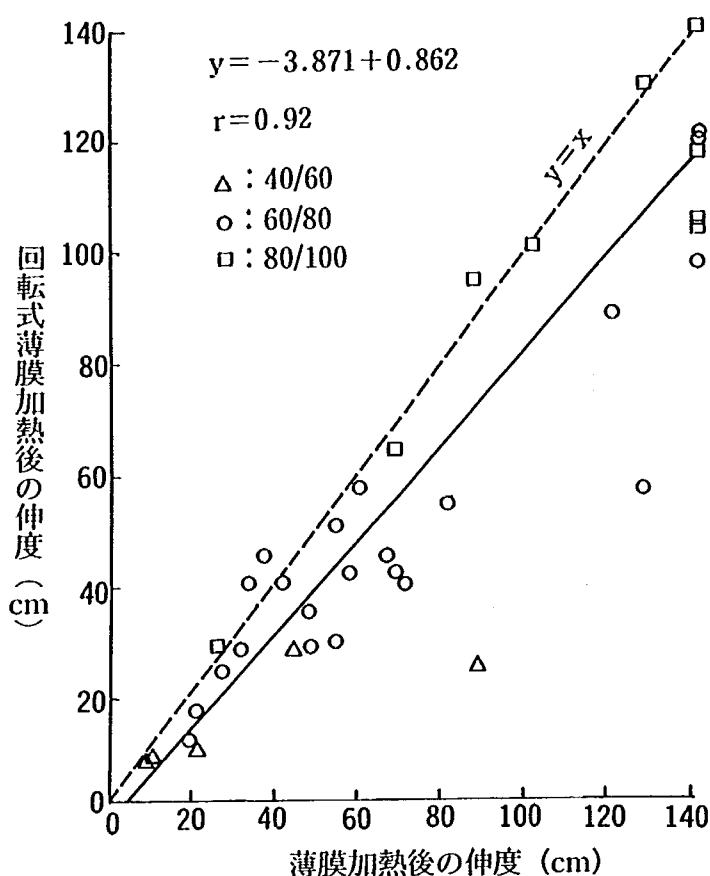
両者の軟化点の関係を図一6.11 に示す。相関係数は 0.93 となっているものの，多くの試料が，薄膜加熱試験より回転式薄膜加熱試験の方が高めの軟化点を示している。したがって軟化点についても針入度変化率と同様，薄膜加熱に比べ回転式薄膜加熱の方がやや過酷な試験のようである。



図一6.11 薄膜加熱試験後，回転式薄膜加熱試験後の軟化点の関係

#### 6.4.4 伸 度 (15°C)

図一6.12 は薄膜加熱試験後と回転式薄膜加熱試験後の伸度 (15°C) を示したものである。相関係数は 0.92 (点線) と良い相関を示している。しかし両者は同じ様な値を示すのではなく、かなりの点が  $y=x$  の直線より下側にきている。すなわち回転式薄膜加熱試験後の伸度の方が小さな値を示す傾向にあり、伸度についても回転式薄膜加熱試験の方が厳しい劣化条件のようである。また、両試験による結果の差が比較的大きい試料が 2 つあった。



図一6.12 薄膜加熱試験後、回転式薄膜加熱試験後の 15°C伸度の関係

#### 6.4.5 60°C粘度

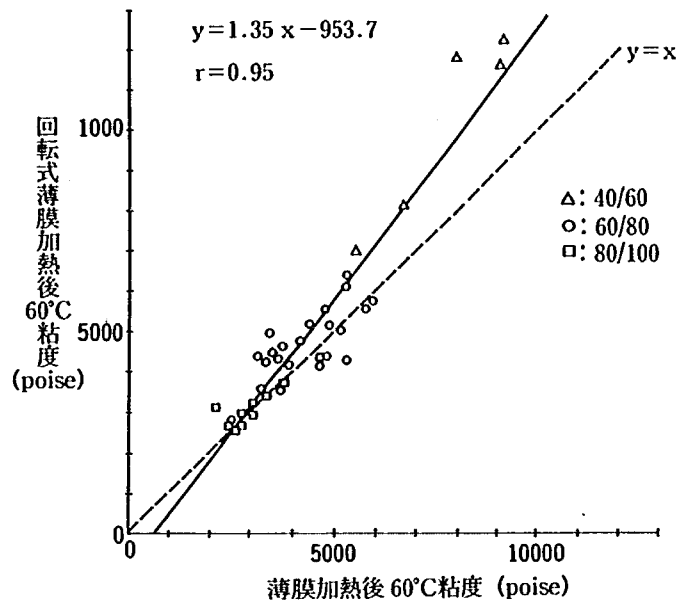
薄膜加熱試験後と回転式薄膜加熱試験後の 60°C粘度の関係を示したものが図一6.13 である。両者の相関係数は 0.95 と高い相関を示している。しかし、回転式薄膜加熱試験後の 60°C粘度は薄膜加熱試験後の 60°C粘度に比べ約 1.15 倍になっており、薄膜加熱試験後の 60°C粘度より小さな値になったものは 12 試料、それ以外の試料ではほぼ同じか大きな値となっている。これらのことより回転式薄膜加熱試験の方がいくぶん過酷な条件のようである。

両試験による 60°C粘度比の関係を図一6.14 に示す。60°C粘度比で比較すると全体的に回転式薄膜加熱試験の方が大きな値を示しているようであるが、あまり明確な関係は見られない。

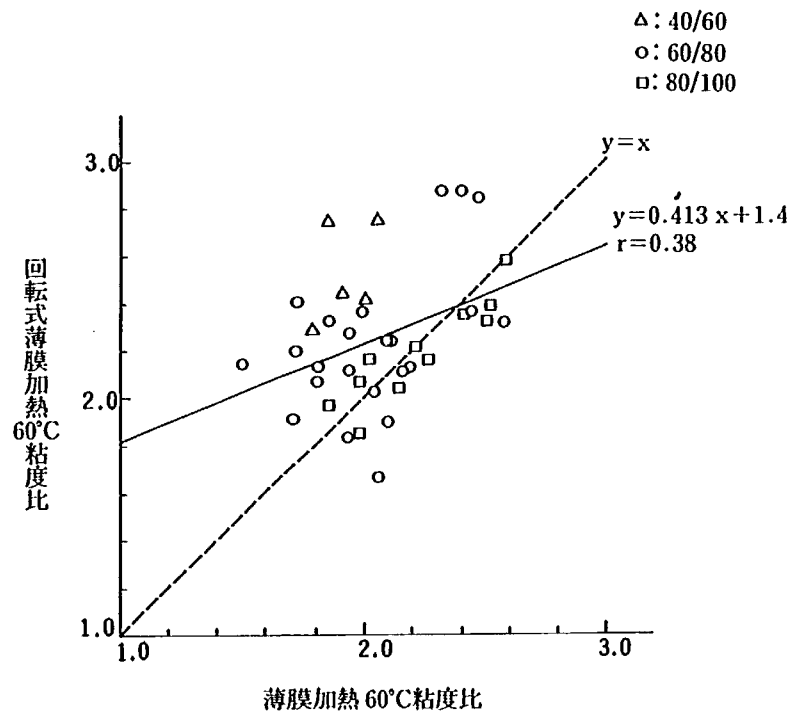
グレード別で比較してみると、40/60 ではすべて回転式薄膜加熱試験後の 60°C粘度比の方が大きく、薄膜加熱試験後の 60°C粘度比との差も大きい。60/80 では両者の関係はばらついているが、回転式薄

膜加熱試験後の粘度比の方が大きい値をもつものが多い。80/100 では両者の粘度比はほぼ同じような値を示している。

これは回転式薄膜加熱試験では常に新しい表面が曝され十分混合されているのに対し、薄膜加熱試験では回転式薄膜加熱試験に比べ薄膜が大きく、粘度の大きなアスファルトほど表面から内部への拡散が小さいためと考えられる。したがってグレードの小さいもの、すなわち粘度の大きいもの程、回転式薄膜加熱試験の方が劣化に対し厳しい条件の試験であると考えられる。また、針入度についても同様な傾向が見られていることは前述したとおりである。



図一6.13 薄膜加熱試験後，回転式薄膜加熱試験後の 60°C粘度の関係



図一6.14 薄膜加熱試験，回転式薄膜加熱試験の 60°C粘度比の関係

## 6.5 加熱試験後の 60°C 粘度と軟化点

加熱前のアスファルト，薄膜加熱試験，回転式薄膜加熱試験後の 60°C 粘度と軟化点の関係を 1 つの図上にプロットしたものを図-6.15 に示す。3 者は良い相関を示しており，加熱後も原アスファルトで得られた軟化点-60°C 粘度直線上にのっており，加熱後も同一線上を動くものと思われる。

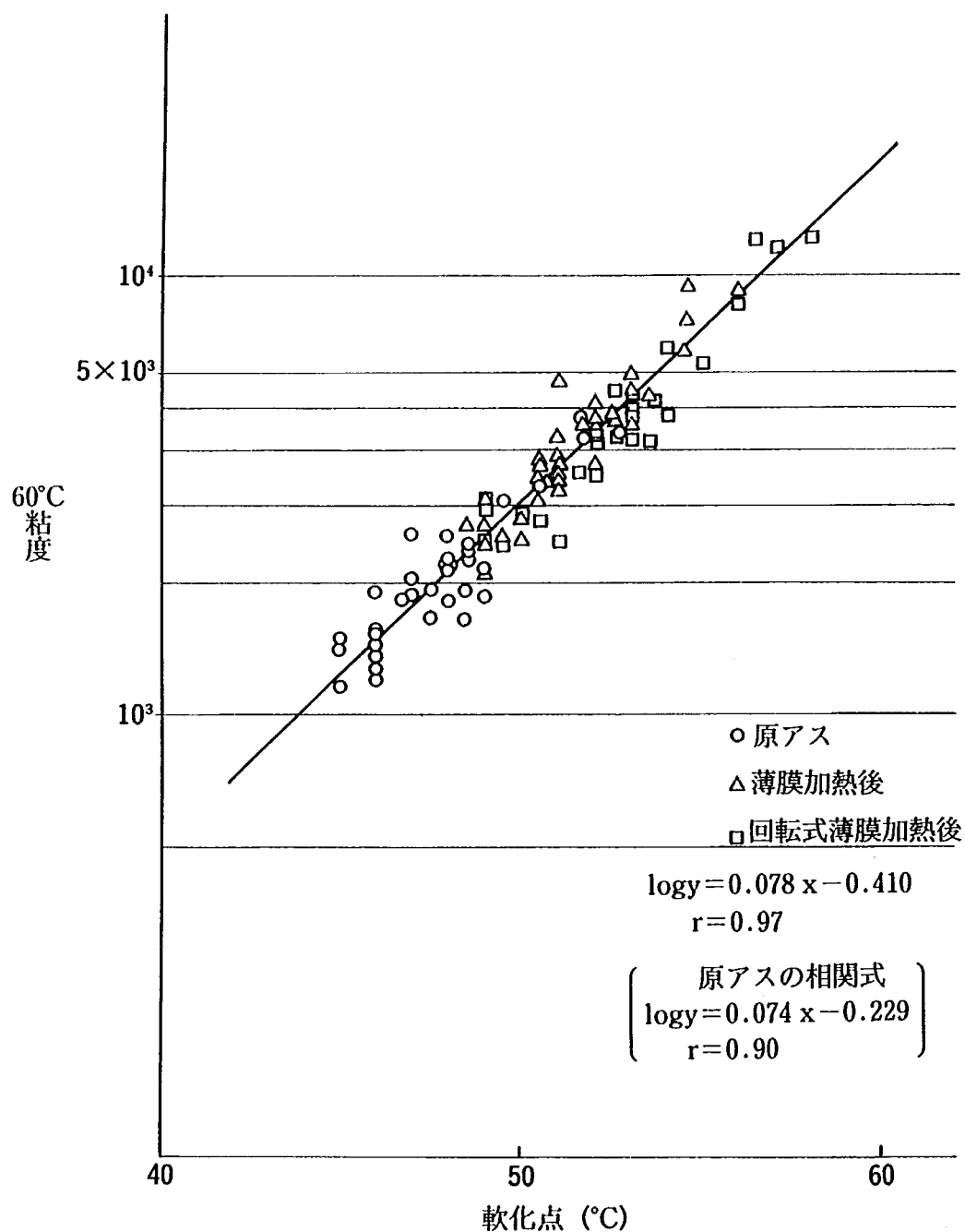
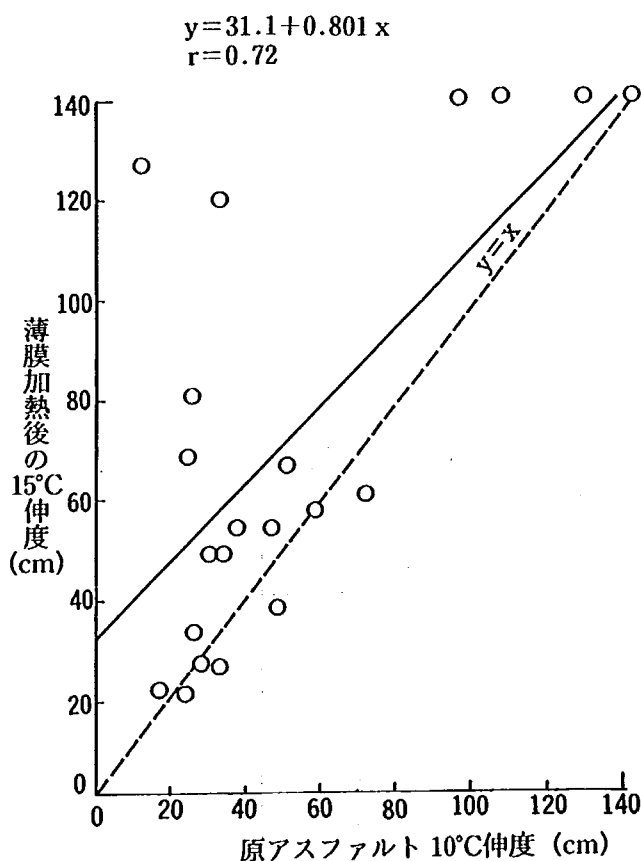


図-6.15 原アスファルト，薄膜加熱試験，回転式薄膜加熱試験後の 60°C 粘度と軟化点の関係

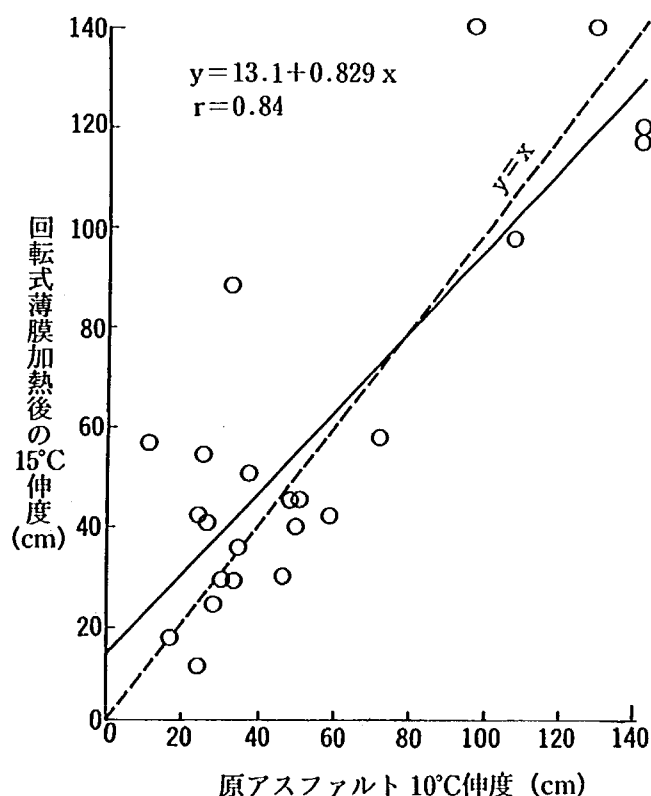
## 6.6 加熱試験前後の伸度

加熱前のアスファルトの伸度では 60/80 については、10℃前後が伸度における脆性と粘性の転移領域にあり試料間の相違が最も現れたため、ここでは 60/80 について加熱前のアスファルトの 10℃伸度と薄膜加熱試験、回転式薄膜加熱試験後の 15℃伸度の比較を行なった。

図—6.16～17 は、それぞれ加熱前のアスファルトの 10℃伸度と薄膜加熱試験および回転式薄膜加熱試験後の 15℃伸度の関係を示したものである。薄膜加熱試験後の伸度と加熱前のアスファルトの 10℃伸度では相関係数 0.72 であるが、両試験結果に大きな差のある試料も見られる。回転式薄膜加熱試験後の伸度と加熱前のアスファルトの 10℃伸度では相関係数 0.84 と高い相関を示している。このように加熱前のアスファルトの 10℃伸度と、加熱後の 15℃伸度には比較的良好な相関があり、これらのことから、加熱劣化作用により伸度における脆性と粘性の転移領域が、加熱前のアスファルトに比べ高い温度に移行してくるものと思われる。



図—6.16 原アスファルトの 10℃伸度と薄膜加熱試験後の 15℃伸度の関係 (60/80)



図—6.17 原アスファルトの 10℃伸度と回転式薄膜加熱試験後の 15℃伸度の関係 (60/80)

## 7. 試験結果と規格値との関係

JIS に規定されている試験項目も含めて各グレードごとに試験結果をまとめた一覧を表—7.2～4 に示す。JIS に規格されている試験項目については、ほとんどすべてのアスファルトの試験結果が規格値を満足している。また各試験項目での変動係数が大きいものとして、蒸発試験の質量変化、10℃伸度等があったが、その他の規格にある項目ではいずれも変動係数が20%以下であり、あまりバラツキは見られない。

要綱規格の規格範囲のゆとりについて検討した結果を表—7.1に示した。表—7.1は次式によりもとめたものである。

$$\text{両側規格 } A = \frac{S_u - S_l}{\sigma_{x-1}}$$

$$\text{片側規格 } A = \frac{S - \bar{x}}{\sigma_{n-1}}$$

$S_u$  : 規格値上限

$S_l$  : 規格値下限

$S$  : 規格値

$\bar{x}$  : 平均値

$\sigma_{x-1}$  : 標準偏差

A の値を両側規格では6～8、片側規格では3～4と考えると、現行規格のゆとりは妥当なものと考えられる。

表—7.1 規格範囲のゆとり (A 値)

| グレード      | 40/60 | 60/80 | 80/100 |
|-----------|-------|-------|--------|
| 針入度 (25℃) | 10.4  | 5.7   | 5.9    |
| 軟化点       | 7.0   | 7.8   | 13.3   |
| 三塩化エタン可溶分 | 9.0   | 4.8   | 5.9    |
| 引火点       | 3.2   | 4.8   | 8.4    |
| 比重        | 8.0   | 8.0   | 8.7    |
| 蒸発針入度比    | 2.5   | 3.2   | 2.6    |
| 薄膜質量変化    | 9.6   | 8.2   | 7.8    |
| 〃 針入度変化率  | 5.9   | 3.4   | 4.3    |

表-7.2 試験結果と規格値との関係 (40/60)

| 項 目       | 規格値       | 試料数 | 平均値   | $\sigma n-1$ | 変動係数 | $\mu \pm 2\sigma$ | $\mu + 2\sigma$ 以上 | $\mu - 2\sigma$ 以下 | 規格外 |
|-----------|-----------|-----|-------|--------------|------|-------------------|--------------------|--------------------|-----|
| 針入度 (25℃) | 40~60     | 5   | 50    | 1.9          | 3.9  | 53.8~46.2         | 0                  | 0                  | 0   |
| 軟化点       | 47.0~55.0 | "   | 51.1  | 1.1          | 2.2  | 53.4~48.8         | 0                  | 0                  | 0   |
| P I       | -         | "   | -0.94 | 0.2          | 20.4 | -1.32~-0.56       | 0                  | 0                  | -   |
| 伸度 (15℃)  | 10以上      | "   | -     | -            | -    | -                 | -                  | -                  | 0   |
| " (10℃)   | -         | "   | 11    | 5.6          | 52.1 | 22~0.5            | 0                  | 0                  | -   |
| 三塩化エタン可溶分 | 99.0以上    | "   | 99.90 | 0.1          | 0.1  | 100~99.7          | 0                  | 0                  | 0   |
| 引火点       | 260以上     | "   | 340   | 25.0         | 7.4  | 390~290           | 0                  | 0                  | 0   |
| 比重        | 1.000以上   | "   | 1.032 | 0.004        | 0.4  | 1.040~1.024       | 0                  | 0                  | 0   |
| 60℃粘度     | -         | "   | 3980  | 737          | 18.5 | 5460~2510         | 0                  | 0                  | -   |
| 高温粘度 120℃ | -         | "   | 1520  | 200          | 13.1 | 1920~1120         | 0                  | 0                  | -   |
| " 140     | -         | "   | 475   | 59.8         | 12.6 | 595~356           | 0                  | 0                  | -   |
| " 160     | -         | "   | 192   | 22.2         | 11.6 | 236~147           | 0                  | 0                  | -   |
| " 180     | -         | "   | 92.8  | 10.2         | 10.9 | 113~72.5          | 0                  | 0                  | -   |
| 蒸発質量変化    | -         | "   | 0.006 | 0.011        | 190  | 0.03~0.02         | 0                  | 0                  | -   |
| " 針入度比    | 110以下     | "   | 99.0  | 4.5          | 2.1  | 108~90.3          | 0                  | 0                  | 0   |
| 薄膜質量変化    | 0.6以下     | "   | 0.056 | 0.06         | 100  | 0.17~0.06         | 0                  | 0                  | 0   |
| " 針入度変化率  | 58以上      | "   | 72.4  | 2.5          | 3.4  | 77.2~67.5         | 0                  | 0                  | 0   |
| " 針入度     | -         | "   | 36.0  | 1.0          | 2.8  | 38.0~34.0         | 0                  | 0                  | -   |
| " 軟化点     | -         | "   | 54.5  | 1.1          | 2.0  | 56.6~52.4         | 0                  | 0                  | -   |
| " P I     | -         | "   | -0.86 | 0.2          | 22.3 | -0.48~-1.25       | 1                  | 0                  | -   |
| " 60℃粘度   | -         | "   | 7646  | 1570         | 20.5 | 10790~4506        | 0                  | 0                  | -   |
| " 60℃粘度比  | -         | "   | 1.91  | 0.1          | 5.8  | 2.13~1.69         | 0                  | 0                  | -   |
| " 伸度      | -         | "   | 34.4  | 33.1         | 96.3 | 101~0             | 0                  | 0                  | -   |
| 回転薄膜質量変化  | -         | "   | 0.044 | 0.09         | 201  | 0.22~-0.13        | 0                  | 0                  | -   |
| " 針入度変化率  | -         | "   | 62.3  | 2.3          | 3.4  | 72.9~63.7         | 0                  | 0                  | -   |
| " 針入度     | -         | "   | 34.0  | 1.4          | 4.2  | 36.8~31.2         | 0                  | 0                  | -   |
| " 軟化点     | -         | "   | 56.3  | 1.5          | 2.6  | 59.1~53.5         | 0                  | 0                  | -   |
| " P I     | -         | "   | -0.61 | 0.26         | 42.9 | -0.09~-1.13       | 0                  | 0                  | -   |
| " 60℃粘度   | -         | "   | 10120 | 2440         | 24.1 | 14500~5236        | 0                  | 0                  | -   |
| " 60℃粘度比  | -         | "   | 2.52  | 0.21         | 8.1  | 2.94~2.10         | 0                  | 0                  | -   |
| " 伸度      | -         | "   | 15.0  | 9.7          | 64.5 | 34.3~0            | 0                  | 0                  | -   |

表-7.3 試験結果と規格値との関係 (60/80)

| 項 目       | 規格値       | 試料数 | 平均値   | $\sigma_{n-1}$ | 変動係数 | $\mu \pm 2\sigma$ | $\mu + 2\sigma$ 以上 | $\mu - 2\sigma$ 以下 | 規格外 |
|-----------|-----------|-----|-------|----------------|------|-------------------|--------------------|--------------------|-----|
| 針入度 (25℃) | 60~80     | 23  | 67    | 3.5            | 5.2  | 60.0~74.0         | 0                  | 0                  | 0   |
| 軟化点       | 44.0~52.0 | "   | 47.8  | 1.0            | 2.1  | 45.5~50.0         | 0                  | 0                  | 0   |
| PI        | -         | "   | -1.03 | 0.2            | 22.8 | -1.50~-0.56       | 0                  | 0                  | -   |
| 伸度 (15℃)  | 100 以上    | "   | 140+  | -              | -    | -                 | -                  | -                  | 0   |
| " (10℃)   | -         | "   | -     | -              | -    | -                 | -                  | -                  | -   |
| 三塩化エタン可溶分 | 99.0以上    | "   | 99.85 | 0.2            | 0.2  | 99.5~100          | 0                  | 2                  | 0   |
| 引火点       | 260以上     | "   | 342   | 16.8           | 4.9  | 308~376           | 0                  | 1                  | 0   |
| 比重        | 1.000以上   | "   | 1.030 | 0.004          | 0.4  | 1.026~1.034       | 1                  | 4                  | 0   |
| 60℃粘度     | -         | "   | 2060  | 355            | 17.2 | 1350~2770         | 0                  | 1                  | -   |
| 高温粘度 120℃ | -         | "   | 1007  | 133            | 13.2 | 741~1273          | 0                  | 0                  | -   |
| " 140     | -         | "   | 353   | 43.4           | 12.3 | 266~440           | 0                  | 0                  | -   |
| " 160     | -         | "   | 148   | 16.9           | 11.5 | 114~182           | 0                  | 1                  | -   |
| " 180     | -         | "   | 74.7  | 8.1            | 10.9 | 58.5~90.9         | 0                  | 0                  | -   |
| 蒸発質量変化    | -         | "   | 0.003 | 0.022          | 851  | 0.05~0.04         | 0                  | 1                  | -   |
| " 針入度比    | 110以下     | "   | 96.0  | 4.4            | 4.6  | 105~87.1          | 1                  | 0                  | 0   |
| 薄膜質量変化    | 0.6以下     | "   | 0.056 | 0.07           | 117  | 0.19~0.08         | 0                  | 2                  | 0   |
| " 針入度変化率  | 55以上      | "   | 68.6  | 4.0            | 5.8  | 76.6~60.6         | 0                  | 1                  | 0   |
| " 針入度     | -         | "   | 46.7  | 2.9            | 6.3  | 52.6~40.8         | 0                  | 0                  | -   |
| " 軟化点     | -         | "   | 51.6  | 1.1            | 2.1  | 53.8~49.5         | 0                  | 0                  | -   |
| " PI      | -         | "   | -0.96 | 0.2            | 21.1 | -0.56~-1.37       | 1                  | 0                  | -   |
| " 60℃粘度   | -         | "   | 4210  | 9720           | 23.1 | 6154~2266         | 0                  | 0                  | -   |
| " 60℃粘度比  | -         | "   | 2.04  | 0.3            | 13.3 | 2.58~1.50         | 0                  | 0                  | -   |
| " 伸度      | -         | "   | 74.6  | 44.1           | 59.1 | -                 | -                  | -                  | -   |
| 回転薄膜質量変化  | -         | "   | 0.049 | 0.09           | 191  | 0.24~-0.14        | 0                  | 2                  | -   |
| " 針入度変化率  | -         | "   | 66.3  | 3.5            | 5.3  | 73.0~59.1         | 2                  | 0                  | -   |
| " 針入度     | -         | "   | 44.9  | 2.9            | 6.4  | 50.6~39.2         | 1                  | 1                  | -   |
| " 軟化点     | -         | "   | 52.6  | 1.2            | 2.3  | 55.0~50.2         | 2                  | 1                  | -   |
| " PI      | -         | "   | -0.84 | 0.26           | 30.4 | -0.33~-1.35       | 0                  | 1                  | -   |
| " 60℃粘度   | -         | "   | 4585  | 951            | 20.8 | 6487~2683         | 0                  | 1                  | -   |
| " 60℃粘度比  | -         | "   | 2.23  | 0.31           | 13.9 | 2.85~1.61         | 0                  | 3                  | -   |
| " 伸度      | -         | "   | -     | -              | -    | -                 | -                  | -                  | -   |

表-7.4 試験結果と規格値との関係 (80/100)

| 項 目       | 規格値       | 試料数 | 平均値   | $\sigma n-1$ | 変動係数 | $\mu \pm 2\sigma$ | $\mu + 2\sigma$ 以上 | $\mu - 2\sigma$ 以下 | 規格外 |
|-----------|-----------|-----|-------|--------------|------|-------------------|--------------------|--------------------|-----|
| 針入度 (25℃) | 80~100    | 11  | 89    | 3.4          | 3.8  | 82.2~95.8         | 0                  | 0                  | 0   |
| 軟化点       | 42.0~50.0 | "   | 46.0  | 0.6          | 1.3  | 45.0~47.0         | 0                  | 0                  | 0   |
| PI        | -         | "   | -0.90 | 0.1          | 14.3 | -0.77~-1.03       | 2                  | 2                  | -   |
| 伸度 (15℃)  | 100 以上    | "   | 140+  | -            | -    | -                 | -                  | -                  | 0   |
| " (10℃)   | -         | "   | -     | -            | -    | -                 | -                  | -                  | -   |
| 三塩化エタン可溶分 | 99.0以上    | "   | 99.86 | 0.2          | 0.1  | 99.6~100          | 0                  | 2                  | 0   |
| 引火点       | 260以上     | "   | 344   | 10.0         | 2.9  | 364~324           | 0                  | 0                  | 0   |
| 比重        | 1.000以上   | "   | 1.026 | 0.003        | 0.3  | 1.023~1.029       | 1                  | 1                  | 0   |
| 60℃粘度     | -         | "   | 1410  | 204          | 14.5 | 1810~1000         | 1                  | 0                  | -   |
| 高温粘度 120℃ | -         | "   | 800   | 76.4         | 9.5  | 953~6473          | 0                  | 0                  | -   |
| " 140     | -         | "   | 299   | 25.1         | 8.4  | 349~248           | 0                  | 0                  | -   |
| " 160     | -         | "   | 129   | 10.1         | 7.9  | 149~108           | 0                  | 0                  | -   |
| " 180     | -         | "   | 67.2  | 4.9          | 7.2  | 77.0~57.5         | 0                  | 0                  | -   |
| 蒸発質量変化    | -         | "   | 0.003 | 0.06         | 248  | 0.11~-0.11        | 0                  | 1                  | -   |
| " 針入度比    | 110以下     | "   | 91.6  | 7.0          | 7.6  | 106~77.7          | 0                  | 0                  | 0   |
| 薄膜質量変化    | 0.6以下     | "   | 0.025 | 0.07         | 298  | 0.17~-0.12        | 0                  | 0                  | 0   |
| " 針入度変化率  | 58以上      | "   | 63.2  | 3.0          | 5.8  | 69.2~57.0         | 0                  | 0                  | 0   |
| " 針入度     | -         | "   | 56.2  | 4.0          | 7.0  | 64.1~48.3         | 0                  | 0                  | -   |
| " 軟化点     | -         | "   | 49.8  | 1.0          | 2.1  | 51.8~47.7         | 1                  | 0                  | -   |
| " PI      | -         | "   | -0.99 | 0.2          | 17.3 | -0.65~-1.34       | 0                  | 0                  | -   |
| " 60℃粘度   | -         | "   | 3033  | 698          | 23.0 | 4429~1637         | 1                  | 0                  | -   |
| " 60℃粘度比  | -         | "   | 2.22  | 0.3          | 11.3 | 2.72~1.72         | 0                  | 0                  | -   |
| " 伸度      | -         | "   | -     | -            | -    | -                 | -                  | -                  | -   |
| 回転薄膜質量変化  | -         | "   | 0.014 | 0.09         | 661  | 0.19~-0.17        | 0                  | 0                  | -   |
| " 針入度変化率  | -         | "   | 62.9  | 2.2          | 3.6  | 67.3~58.4         | 0                  | 0                  | -   |
| " 針入度     | -         | "   | 55.9  | 3.0          | 5.3  | 61.8~50.0         | 0                  | 0                  | -   |
| " 軟化点     | -         | "   | 49.9  | 1.1          | 2.2  | 52.1~47.7         | 1                  | 0                  | -   |
| " PI      | -         | "   | -0.89 | 0.33         | 37.5 | -0.22~-1.56       | 1                  | 0                  | -   |
| " 60℃粘度   | -         | "   | 3076  | 556          | 18.1 | 4188~1964         | 1                  | 0                  | -   |
| " 60℃粘度比  | -         | "   | 2.19  | 0.21         | 9.6  | 2.61~1.77         | 0                  | 0                  | -   |
| " 伸度      | -         | "   | -     | -            | -    | -                 | -                  | -                  | -   |

## 8. 結 論

### 8.1 ストレートアスファルトの品質の現況

JIS 規格に規定されている試験項目については、いずれのアスファルトも規格値を満足し、十分な品質を有している事が分かった。また昭和 47 年道路協会において実施されたストレートアスファルトの性状調査結果（このときの試験項目は舗装要綱規格の試験項目のみ）との大きな違いは認められなかった。しかし規格に規定されている試験値だけの比較では、いずれのアスファルトも同様な値を示すことはある意味では当然のことと考えられる。それに対し、60°C 粘度、10°C 伸度、薄膜加熱試験後および回転式薄膜加熱試験後の 15°C 伸度などの JIS 規格項目以外の試験値は、同じグレードのアスファルトでも幅の広い分布となっており、個々の試料の違いが見られるといえる。これらの事から、今後、アスファルトの品質について論じる場合は、JIS 規格以外の項目についても検討していく必要があると考えられる。

### 8.2 試験成績書との関係

試験成績書と試験値の比較では、JIS の試験法に規定されている許容差（再現精度）からはずれた試験項目を有する試料が数試料あった。また許容差の規定のない試験項目についても、実測結果が試験成績書の結果とかなり異なっている項目を有する試料が幾つかみられた。その他については両者はほぼ一致しており試験成績書の信頼性は高いと言えるが、定期的にアスファルトをサンプリングして性状試験を行なうことは意義のあることだと考えられる。

### 8.3 各性状間の関係

60°C 粘度と針入度、軟化点は良い相関を示すものの、系により異なる直線となるようである。

薄膜加熱試験と回転式薄膜加熱試験における種々の性状の比較では、針入度値を除き、いずれも回転式薄膜加熱の方が劣化の進行が大きく、過酷なようである。しかし、現在のところ薄膜加熱試験に対する回転式薄膜加熱試験の特段な有利性は認められない。

組成分析における各成分と他の性状との比較では、比重、引火点での重相関がやや良かったが、その他のものではあまり明確な相関を示しておらず、組成分析によるアスファルトの品質の判断は難しいようである。

## あ と が き

半年間にわたる調査研究の結果、現在我が国で生産されているすべての道路用ストレートアスファルトの性状の現況について明らかにすることができた。

現在、舗装用の各種材料のうちでも、特にストレートアスファルトは、その品質、挙動について最も関心が集まっているところである。これは我が国のみの事実ではなく、海外でも例えばアメリカの新道路研究計画 (Strategic Highway Research Program ; SHRP) の中の重要課題にもとりあげられているように、各国共通の問題と考えられる。このような状況の下、今後の道路用ストレートアスファルトの規定やその性状を的確に評価する試験法等を検討する際に、本資料は非常に有用な情報を提供することになるであろう。しかし、一方でアスファルトの品質というものは、混合物としての挙動および舗装として供用中の挙動と関連づけて考えていく必要があると言え、このことは今後の重要な課題である。

最後に本調査研究の実施に当って御協力を戴いた(株)日本道路協会舗装試験方法小委員会、(株)日本アスファルト協会技術委員会、および試料を提供して戴いた石油会社の関係者各位に深甚の謝意を表する次第である。

### 参考文献

- 1) (株)日本道路協会、アスファルト舗装要綱 (昭和 53 年版)
- 2) (株)日本規格協会、JIS ハンドブッケー土木一
- 3) Annual Book of ASTM STANDARDS, Road and Paving Materials
- 4) 金谷、舗装用石油アスファルトの規格について、舗装、1973.3
- 5) 林、JIS 化されていない試験方法とその問題点「アスファルトの 60°C 粘度試験」、舗装、1984.4
- 6) 土木研究所舗装研究室・化学研究室、筑波 1 号舗装工事の手引き、土木研究所資料 2204 号、1985.3
- 7) 耐流動、耐摩耗舗装用ゴム入りアスファルトの開発に関する研究委員会、耐流動・耐摩耗舗装用ゴム入りアスファルトの開発に関する研究報告書、1981.3
- 8) (株)日本アスファルト協会、重交通道路の舗装用アスファルトの研究報告書、1978.4
- 9) (株)石油学会製品部会討論会、セミプローンアスファルトの熱劣化に関する検討、1985
- 10) 鈴木・向後、第 16 回日本道路会議一般論文集、再生アスファルトの耐熱劣化性について、1985.10
- 11) (株)石油学会パラフィン分試験方法専門委員会、アスファルト中のパラフィン分試験方法、石油学会誌、第 9 巻第 11 号、1966
- 12) 小島、講座「アスファルト舗装」、舗装、1980.5
- 13) 井町、JIS 化されていない試験方法とその問題点「アスファルトの組成分析試験」、舗装、1984.9
- 14) 近藤、アスファルトの薄膜蒸発試験、アスファルト、No. 74, 1970.8







付表—1 試験結果一覧表 (40/60, 80/100 その1)

| 試料番号                  |                       | 40/60 |       |       |       |       | 80/100 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |   |   |   |   |   |   |   |
|-----------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---|---|---|---|---|---|---|
| 項 目                   |                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     |        | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |   |   |   |   |   |   |   |
| 針入度                   | 25℃                   | 49    | 52    | 51    | 50    | 47    |        | 91    | 83    | 89    | 90    | 87    | 91    | 90    | 90    | 94    | 83    | 87    |   |   |   |   |   |   |   |
|                       | 5℃                    | 6     | 7     | 6     | 5     | 6     |        | 9     | 11    | 10    | 9     | 9     | 11    | 10    | 10    | 11    | 9     | 10    |   |   |   |   |   |   |   |
| 軟化点                   |                       | 51.5  | 49.5  | 50.5  | 51.5  | 52.5  |        | 45.0  | 47.0  | 46.0  | 45.0  | 46.0  | 46.0  | 46.0  | 46.0  | 45.0  | 46.0  | 46.0  |   |   |   |   |   |   |   |
| P. I                  |                       | -0.88 | -1.23 | -1.03 | -0.83 | -0.74 |        | -1.07 | -0.73 | -0.83 | -1.10 | -0.89 | -0.76 | -0.80 | -0.80 | -0.98 | -1.03 | -0.89 |   |   |   |   |   |   |   |
| 60℃粘度 poise           |                       | 4310  | 3060  | 3350  | 4760  | 4440  |        | 1500  | 1860  | 1360  | 1410  | 1550  | 1570  | 1310  | 1220  | 1160  | 1300  | 1220  |   |   |   |   |   |   |   |
| 高<br>温<br>動<br>粘<br>度 | 120℃ cSt              | 1620  | 1300  | 1330  | 1610  | 1760  |        | 858   | 908   | 805   | 825   | 871   | 893   | 769   | 737   | 714   | 691   | 731   |   |   |   |   |   |   |   |
|                       | 140℃                  | 519   | 422   | 408   | 481   | 546   |        | 316   | 333   | 295   | 314   | 323   | 327   | 288   | 281   | 270   | 261   | 276   |   |   |   |   |   |   |   |
|                       | 160℃                  | 209   | 171   | 171   | 188   | 220   |        | 135   | 164   | 130   | 132   | 140   | 143   | 127   | 121   | 118   | 112   | 119   |   |   |   |   |   |   |   |
|                       | 180℃                  | 99.7  | 83.7  | 84.5  | 89.3  | 107   |        | 69.6  | 71.6  | 67.0  | 68.1  | 72.9  | 74.7  | 67.1  | 64.4  | 62.6  | 59.0  | 62.4  |   |   |   |   |   |   |   |
| 伸<br>度                | 15℃                   | 121   | 140+  | 140+  | 140+  | 108   |        | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  |   |   |   |   |   |   |   |
|                       | 10℃                   | 9     | 15    | 4     | 18    | 8     |        | 140+  | 43    | 140+  | 140+  | 88    | 119   | 73    | 140+  | 140+  | 68    | 92    |   |   |   |   |   |   |   |
|                       | 7℃                    | -     | -     | -     | -     | -     |        | 27    | 8     | 12    | 10    | 10    | 10    | 10    | 13    | 16    | 8     | 10    |   |   |   |   |   |   |   |
| 三塩化エタン可溶分             |                       | 99.77 | 99.83 | 99.94 | 99.99 | 99.98 |        | 99.98 | 99.76 | 99.94 | 99.97 | 99.93 | 99.85 | 99.0  | 99.49 | 99.74 | 99.91 | 99.92 |   |   |   |   |   |   |   |
| 引<br>火<br>点           | 引火点温度                 | 362   | 356   | 342   | 299   | 341   |        | 355   | 347   | 343   | 354   | 357   | 323   | 339   | 342   | 346   | 338   | 350   |   |   |   |   |   |   |   |
|                       | 泡の有無                  | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     |        | ⋮     | ⋮     | ○○    | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ○○    | ○○    | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
|                       | 膜の有無                  | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ○○    |        | ○○    | ○○    | ○○    | ○○    | ○○    | ○○    | ○     | ○     | ⋮     | ○○    | ○     | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ | ⋮ |
| 蒸<br>発<br>試<br>験      | 質量変化                  |       | +0.02 | +0.01 | 0     | -0.01 | +0.01  | +0.02 | 0     | +0.01 | -0.03 | -0.01 | -0.02 | -0.07 | -0.12 | -0.05 | -0.04 | +0.08 |   |   |   |   |   |   |   |
|                       | 針<br>入<br>度<br>比<br>% | 平 均   | 97.5  | 101.1 | 100.0 | 95.8  | 100.0  | 94.1  | 82.3  | 96.9  | 93.5  | 98.1  | 85.7  | 81.1  | 102.7 | 94.3  | 85.8  | 93.9  |   |   |   |   |   |   |   |
|                       |                       | (測点1) | 100   | 98    | 100   | 100   | 102    | 75    | 82    | 98    | 99    | 97    | 86    | 77    | 96    | 99    | 89    | 100   |   |   |   |   |   |   |   |
|                       |                       | (測点2) | 100   | 98    | 100   | 94    | 105    | 95    | 88    | 98    | 99    | 99    | 90    | 78    | 95    | 101   | 70    | 88    |   |   |   |   |   |   |   |
|                       |                       | (測点3) | 100   | 100   | 100   | 98    | 100    | 99    | 86    | 99    | 99    | 100   | 90    | 75    | 109   | 78    | 93    | 96    |   |   |   |   |   |   |   |
|                       |                       | (測点1) | 96    | 102   | 100   | 91    | 98     | 98    | 84    | 95    | 84    | 103   | 89    | 84    | 92    | 103   | 76    | 89    |   |   |   |   |   |   |   |
|                       |                       | (測点2) | 96    | 102   | 100   | 89    | 100    | 100   | 84    | 94    | 88    | 108   | 81    | 89    | 109   | 81    | 103   | 97    |   |   |   |   |   |   |   |
|                       |                       | (測点3) | 96    | 102   | 100   | 100   | 98     | 94    | 84    | 96    | 81    | 100   | 78    | 80    | 104   | 101   | 79    | 93    |   |   |   |   |   |   |   |

付表—2 試験結果一覧表 (40/60, 80/100 その2)

| 試料番号      |             | 40/60             |       |       |       |       | 80/100 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------|-------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| 項 目       |             | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     |        | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 組成分析 %    | アスファルテン     | 12.5              | 8.5   | 14.0  | 11.6  | 15.8  |        | 10.2  | 15.8  | 10.0  | 9.0   | 8.8   | 12.7  | 11.7  | 11.0  | 10.8  | 11.8  | 11.9  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 飽 和 分       | 15.0              | 14.8  | 13.8  | 18.5  | 13.4  |        | 14.0  | 16.3  | 13.5  | 15.8  | 15.2  | 15.4  | 15.9  | 15.6  | 17.2  | 16.5  | 15.9  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 芳香族分        | 52.7              | 55.6  | 49.6  | 43.6  | 52.4  |        | 51.6  | 43.4  | 54.2  | 51.4  | 52.0  | 50.5  | 50.4  | 51.0  | 48.6  | 47.5  | 48.7  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | レジン分        | 19.5              | 20.8  | 21.8  | 21.5  | 18.4  |        | 21.9  | 21.2  | 21.6  | 23.7  | 23.3  | 20.9  | 21.8  | 22.2  | 23.2  | 23.8  | 23.6  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 回 収 率       | 99.6              | 99.7  | 99.2  | 95.1  | 99.9  |        | 97.7  | 86.6  | 89.3  | 89.9  | 89.3  | 98.5  | 99.8  | 99.8  | 99.8  | 98.5  | 100.1 |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| パラフィン分 %  |             | 2.08              | 1.86  | 2.08  | 0.71  | 2.06  |        | 1.88  | 1.83  | 2.71  | 1.45  | 1.09  | 2.61  | 2.88  | 3.25  | 3.07  | 3.12  | 3.44  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| スポットテスト   |             | 陰                 | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     |        | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 比 重       |             | 1.035             | 1.029 | 1.032 | 1.027 | 1.037 |        | 1.029 | 1.029 | 1.031 | 1.023 | 1.021 | 1.029 | 1.027 | 1.027 | 1.024 | 1.025 | 1.024 |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| はくり試験     |             | 5%- <sup>3)</sup> | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   |        | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 薄膜加熱試験    | 質量変化 %      | +0.09             | +0.09 | +0.05 | -0.04 | +0.09 |        | +0.09 | +0.07 | +0.08 | -0.03 | +0.08 | +0.09 | -0.09 | +0.03 | +0.05 | -0.11 | 0.0   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 針入度         | 36                | 37    | 35    | 37    | 35    |        | 61    | 50    | 56    | 55    | 59    | 58    | 55    | 62    | 58    | 50    | 54    |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 針入度変化率 %    | 73.5              | 71.2  | 68.6  | 74.0  | 74.5  |        | 66.5  | 60.2  | 62.9  | 60.6  | 67.3  | 63.2  | 61.6  | 68.9  | 61.7  | 60.2  | 62.1  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 軟化点         | 54.5              | 53.0  | 54.5  | 54.5  | 56.0  |        | 48.5  | 52.0  | 49.0  | 49.0  | 49.0  | 50.5  | 50.5  | 49.0  | 48.5  | 50.5  | 50.0  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | P. I        | -0.82             | -1.13 | -0.92 | -0.80 | -0.60 |        | -1.12 | -0.71 | -1.19 | -1.23 | -1.07 | -0.73 | -0.85 | -0.95 | -0.98 | -1.07 | -1.02 |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 60℃粘度       | 7930              | 5460  | 6690  | 9030  | 9120  |        | 2780  | 4650  | 2690  | 3110  | 3070  | 3770  | 3380  | 2460  | 2620  | 3060  | 2780  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 60℃粘度比      | 1.87              | 1.78  | 2.00  | 1.90  | 2.05  |        | 1.85  | 2.50  | 1.98  | 2.21  | 1.98  | 2.40  | 2.58  | 2.02  | 2.26  | 2.51  | 2.14  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 伸度 (15℃)    | 21                | 44    | 10    | 88    | 9     |        | 140+  | 32    | 140+  | 140+  | 140+  | 87    | 41    | 140+  | 128   | 68    | 101   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 組 成         | アスファルテン           | 14.1  | 10.7  | 14.5  | 13.0  | 16.3   |       | 12.7  | 17.3  | 12.6  | 11.4  | 11.9  | 14.9  | 14.1  | 13.0  | 13.3  | 15.5  | 13.2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 飽 和 分       | 11.8              | 11.5  | 13.4  | 18.2  | 12.0  |        | 13.9  | 15.3  | 13.1  | 14.8  | 14.2  | 14.6  | 16.1  | 15.6  | 15.8  | 16.4  | 15.6  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 芳香族分        | 48.6              | 50.7  | 46.1  | 42.1  | 48.6  |        | 49.4  | 42.2  | 50.1  | 47.5  | 47.8  | 46.7  | 45.7  | 46.1  | 45.5  | 44.7  | 46.6  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | レジン分        | 23.5              | 25.2  | 23.8  | 22.0  | 22.5  |        | 22.5  | 22.6  | 25.0  | 25.1  | 26.3  | 23.3  | 23.6  | 24.2  | 24.4  | 24.2  | 23.8  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | % 回 収 率     | 98.1              | 98.1  | 97.8  | 95.3  | 99.4  |        | 98.4  | 87.4  | 100.7 | 99.7  | 100.2 | 99.4  | 99.4  | 98.7  | 99.1  | 100.0 | 99.2  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| スポットテスト   |             | 陰                 | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     |        | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 回転式薄膜加熱試験 | 質量変化 %      | +0.08             | +0.08 | +0.02 | -0.10 | +0.12 |        | +0.06 | +0.08 | +0.11 | -0.05 | +0.06 | +0.10 | -0.14 | +0.05 | +0.05 | -0.14 | -0.3  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 針入度         | 33                | 36    | 33    | 35    | 33    |        | 60    | 52    | 57    | 55    | 57    | 56    | 54    | 58    | 58    | 50    | 58    |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 針入度変化率 %    | 67.3              | 69.2  | 64.7  | 70.0  | 70.2  |        | 65.9  | 62.7  | 64.0  | 60.7  | 65.0  | 61.5  | 60.0  | 63.8  | 61.7  | 60.2  | 66.1  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 軟化点         | 56.5              | 54.0  | 56.0  | 57.0  | 58.0  |        | 49.0  | 52.5  | 49.0  | 49.5  | 49.0  | 51.0  | 50.5  | 49.5  | 49.0  | 50.0  | 49.5  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | P. I        | -0.62             | -0.97 | -0.72 | -0.40 | -0.32 |        | -1.03 | -0.50 | -1.15 | -1.11 | -1.15 | -0.69 | -0.90 | -0.98 | -0.11 | -1.20 | -0.98 |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 60℃粘度 poise | 11800             | 6990  | 8060  | 11600 | 12200 |        | 2950  | 4320  | 2510  | 3100  | 3190  | 3690  | 3380  | 2630  | 2510  | 2910  | 2650  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 60℃粘度比      | 2.74              | 2.28  | 2.41  | 2.44  | 2.75  |        | 1.97  | 2.32  | 1.85  | 2.21  | 2.06  | 2.35  | 2.58  | 2.16  | 2.16  | 2.39  | 2.04  |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|           | 伸度 (15℃)    | 9                 | 27    | 8     | 24    | 7     |        | 140+  | 27    | 140+  | 103   | 104   | 94    | 89    | 119   | 130   | 64    | 100   |      |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

1) 5%未満の値

付表-3 試験結果一覧表 (60/80 その1)

| 試料番号             |                       | 60/80 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |     |
|------------------|-----------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| 項 目              |                       | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    |       |     |
| 針入度              | 25℃                   | 65    | 65    | 63    | 76    | 68    | 69    | 70    | 61    | 72    | 68    | 63    | 70    | 71    | 69    | 66    | 64    | 66    | 65    | 70    | 68    | 71    | 71    | 69    |       |     |
|                  | 5℃                    | 9     | 10    | 8     | 10    | 9     | 10    | 11    | 9     | 10    | 8     | 10    | 10    | 7     | 8     | 9     | 7     | 7     | 6     | 7     | 9     | 8     | 8     | 8     |       |     |
| 軟 化 点            |                       | 48.0  | 49.0  | 47.5  | 46.0  | 47.5  | 48.5  | 48.5  | 48.0  | 46.5  | 47.0  | 48.5  | 46.0  | 46.0  | 48.0  | 49.0  | 49.0  | 48.5  | 48.5  | 47.0  | 49.0  | 48.5  | 48.0  | 48.5  |       |     |
| P. I             |                       | -1.10 | -0.83 | -1.31 | -1.26 | -1.12 | -0.81 | -0.77 | -1.25 | -1.26 | -1.26 | -1.04 | -1.47 | -1.44 | -0.95 | -0.79 | -0.87 | -0.92 | -0.96 | -1.19 | -0.71 | -0.73 | -0.87 | -0.81 |       |     |
| 60℃粘度 poise      |                       | 2300  | 2290  | 1680  | 1270  | 1620  | 1930  | 2210  | 2300  | 1830  | 2020  | 2430  | 1900  | 1450  | 2190  | 2140  | 1850  | 2370  | 1920  | 2630  | 2560  | 2270  | 1790  | 2430  |       |     |
| 高<br>温<br>粘<br>度 | 120℃ cSt              | 1190  | 1200  | 832   | 784   | 859   | 1070  | 1090  | 1160  | 857   | 984   | 1120  | 893   | 751   | 1080  | 1040  | 920   | 1090  | 990   | 1000  | 1100  | 1110  | 907   | 1140  |       |     |
|                  | 140℃                  | 400   | 401   | 292   | 273   | 295   | 363   | 361   | 383   | 305   | 349   | 393   | 318   | 267   | 382   | 374   | 329   | 389   | 358   | 359   | 398   | 386   | 330   | 408   |       |     |
|                  | 160℃                  | 162   | 164   | 123   | 118   | 124   | 152   | 150   | 159   | 129   | 147   | 166   | 137   | 114   | 159   | 154   | 139   | 162   | 151   | 144   | 167   | 165   | 138   | 169   |       |     |
|                  | 180℃                  | 80.5  | 86.1  | 63.8  | 60.8  | 62.8  | 77.3  | 73.4  | 78.7  | 66.4  | 75.1  | 83.4  | 69.6  | 58.7  | 80.9  | 77.5  | 70.3  | 81.3  | 77.9  | 72.9  | 83.8  | 82.4  | 70.5  | 84.8  |       |     |
| 伸<br>度           | 15℃                   | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  | 140+  |       |     |
|                  | 10℃                   | 106   | 30    | 32    | 127   | 50    | 49    | 17    | 11    | 24    | 71    | 58    | 140+  | 95    | 46    | 24    | 34    | 26    | 25    | 140+  | 48    | 37    | 33    | 28    |       |     |
|                  | 7℃                    | 0     | -     | -     | 5     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 8     | -     | -     | -     | -     | -     | -     | 16    | -     | -     | -     | -     |       |     |
| 三塩化エタン可溶分        |                       | 99.88 | 99.63 | 99.93 | 99.89 | 99.92 | 99.60 | 99.76 | 99.91 | 99.94 | 99.98 | 99.97 | 99.99 | 99.97 | 99.96 | 99.98 | 99.44 | 99.95 | 99.79 | 99.98 | 99.38 | 99.72 | 99.88 | 100.0 |       |     |
| 引<br>火<br>点      | 引火点温度                 | 361   | 346   | 351   | 332   | 344   | 348   | 320   | 354   | 342   | 352   | 347   | 318   | 359   | 356   | 315   | 351   | 356   | 363   | 296   | 343   | 333   | 346   | 330   |       |     |
|                  | 泡の有無                  | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ○     | ○     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ○     | ○     | ⋮     |       |     |
|                  | 膜の有無                  | ⋮     | ○     | ○     | ⋮     | ○     | ○     | ○     | ⋮     | ⋮     | ⋮     | ○     | ○     | ⋮     | ○     | ○     | ○     | ○     | ○     | ⋮     | ○     | ○     | ○     | ○     | ⋮     |     |
| 蒸<br>発<br>試<br>験 | 質量変化                  |       | +0.02 | +0.03 | -0.06 | -0.02 | -0.01 | +0.01 | 0     | +0.01 | -0.01 | +0.01 | 0     | -0.01 | +0.01 | -0.01 | -0.04 | +0.01 | +0.02 | +0.02 | -0.03 | +0.01 | +0.03 | -0.02 | -0.01 |     |
|                  | 針<br>入<br>度<br>比<br>% | 平 均   | 96.5  | 99.1  | 106.6 | 97.8  | 97.5  | 92.8  | 92.9  | 95.0  | 89.9  | 88.2  | 90.0  | 95.1  | 89.2  | 102.8 | 96.4  | 94.8  | 98.3  | 98.2  | 94.7  | 98.3  | 100.8 | 97.6  | 93.6  |     |
|                  |                       | 1     | (測点1) | 93    | 102   | 111   | 100   | 97    | 94    | 90    | 90    | 91    | 88    | 86    | 94    | 88    | 102   | 93    | 91    | 95    | 96    | 91    | 100   | 98    | 100   | 98  |
|                  |                       |       | (測点2) | 98    | 102   | 123   | 100   | 95    | 92    | 95    | 93    | 88    | 94    | 94    | 87    | 104   | 98    | 95    | 96    | 96    | 94    | 95    | 102   | 97    | 58    |     |
|                  |                       |       | (測点3) | 95    | 102   | 106   | 97    | 98    | 92    | 87    | 95    | 91    | 94    | 97    | 96    | 90    | 104   | 98    | 97    | 98    | 100   | 97    | 95    | 103   | 98    | 100 |
|                  |                       | 2     | (測点1) | 102   | 93    | 104   | 96    | 98    | 94    | 102   | 95    | 87    | 83    | 94    | 96    | 90    | 100   | 96    | 93    | 100   | 98    | 92    | 98    | 100   | 97    | 78  |
|                  |                       |       | (測点2) | 98    | 96    | 98    | 91    | 97    | 89    | 94    | 95    | 87    | 89    | 72    | 96    | 91    | 100   | 98    | 95    | 98    | 95    | 98    | 100   | 102   | 93    | 100 |
| (測点3)            | 96                    |       | 95    | 100   | 100   | 98    | 97    | 84    | 93    | 103   | 84    | 95    | 86    | 90    | 98    | 96    | 93    | 100   | 98    | 94    | 100   | 100   | 95    | 102   |       |     |

付表-4 試験結果一覧表 (60/80 その2)

| 試料番号                                      |                       | 60/80             |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |  |  |
|-------------------------------------------|-----------------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|--|--|
| 項 目                                       |                       | 1                 | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    |      |  |  |
| 組<br>成<br>分<br>析<br>%                     | アスファルテン               | 12.9              | 13.8  | 9.0   | 9.8   | 11.1  | 11.5  | 16.4  | 11.6  | 11.4  | 9.4   | 11.7  | 14.0  | 9.9   | 12.2  | 15.0  | 13.4  | 12.5  | 11.1  | 10.9  | 15.3  | 14.5  | 12.9  | 12.8  |      |  |  |
|                                           | 飽 和 分                 | 13.1              | 14.8  | 15.6  | 18.2  | 16.5  | 15.5  | 16.1  | 13.4  | 15.8  | 13.6  | 13.1  | 13.1  | 14.8  | 14.8  | 16.5  | 14.3  | 12.7  | 13.8  | 18.1  | 12.4  | 13.8  | 16.2  | 15.1  |      |  |  |
|                                           | 芳 香 族 分               | 51.6              | 49.2  | 46.7  | 48.8  | 46.3  | 49.1  | 44.3  | 52.8  | 46.0  | 50.0  | 51.5  | 49.6  | 51.4  | 50.3  | 47.4  | 49.0  | 53.1  | 52.7  | 43.0  | 50.6  | 51.0  | 49.2  | 49.9  |      |  |  |
|                                           | レ ジ ン 分               | 22.9              | 21.2  | 28.0  | 22.9  | 24.7  | 22.8  | 22.6  | 21.8  | 24.7  | 25.7  | 22.0  | 23.3  | 23.5  | 22.1  | 21.2  | 22.7  | 22.8  | 21.4  | 20.2  | 22.0  | 20.4  | 21.1  | 22.1  |      |  |  |
|                                           | 回 収 率                 | 100.5             | 99.0  | 99.1  | 99.6  | 98.4  | 98.9  | 98.3  | 99.6  | 98.0  | 98.6  | 98.2  | 99.8  | 99.6  | 99.4  | 100.0 | 99.3  | 101.0 | 99.0  | 91.9  | 100.3 | 99.7  | 99.3  | 99.8  |      |  |  |
| パラフィン分 %                                  |                       | 2.30              | 2.25  | 2.00  | 2.07  | 2.54  | 1.72  | 1.55  | 2.16  | 2.50  | 2.11  | 1.69  | 2.21  | 2.76  | 1.67  | 2.17  | 2.84  | 1.55  | 2.14  | 0.43  | 2.00  | 1.71  | 2.68  | 2.14  |      |  |  |
| スポットテスト                                   |                       | 陰                 | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     |      |  |  |
| 比 重                                       |                       | 1.033             | 1.032 | 1.023 | 1.023 | 1.027 | 1.031 | 1.031 | 1.032 | 1.028 | 1.023 | 1.033 | 1.037 | 1.028 | 1.028 | 1.031 | 1.031 | 1.030 | 1.030 | 1.025 | 1.038 | 1.033 | 1.027 | 1.029 |      |  |  |
| はくり試験                                     |                       | 5%- <sup>2)</sup> | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   | 5%-   |      |  |  |
| 薄<br>膜<br>加<br>熱<br>試<br>験                | 質量変化 %                | +0.09             | +0.11 | +0.03 | +0.07 | -0.02 | +0.09 | +0.07 | +0.10 | +0.04 | +0.08 | +0.07 | +0.04 | +0.11 | +0.05 | -0.10 | +0.07 | +0.11 | +0.11 | -0.14 | +0.09 | +0.11 | +0.01 | +0.09 |      |  |  |
|                                           | 針入度                   | 48                | 47    | 46    | 55    | 46    | 49    | 49    | 46    | 49    | 46    | 47    | 50    | 49    | 49    | 43    | 45    | 43    | 44    | 47    | 43    | 46    | 43    | 43    |      |  |  |
|                                           | 針入度変化率 %              | 73.8              | 72.3  | 72.2  | 71.8  | 66.9  | 71.0  | 70.0  | 75.4  | 68.1  | 66.9  | 74.6  | 70.7  | 68.3  | 70.3  | 65.2  | 70.3  | 65.2  | 67.7  | 67.1  | 63.2  | 64.8  | 59.9  | 62.3  |      |  |  |
|                                           | 軟化点                   | 51.0              | 52.5  | 51.0  | 49.5  | 51.0  | 52.0  | 53.0  | 51.0  | 50.5  | 51.0  | 52.5  | 51.0  | 50.0  | 51.5  | 53.0  | 52.0  | 52.0  | 50.5  | 51.0  | 53.5  | 52.0  | 53.0  | 53.0  |      |  |  |
|                                           | P. I                  | -1.04             | -0.74 | -1.14 | -1.11 | -1.14 | -0.76 | -0.52 | -1.14 | -1.12 | -1.14 | -0.74 | -0.95 | -1.24 | -0.88 | -0.82 | -0.95 | -1.05 | -1.35 | -1.09 | -0.70 | -0.90 | -0.82 | -0.82 |      |  |  |
|                                           | 60℃粘度                 | 4160              | 4830  | 3260  | 2590  | 3330  | 3740  | 5290  | 3470  | 3170  | 3660  | 4710  | 3510  | 2500  | 4350  | 5270  | 3890  | 5130  | 3700  | 5730  | 5280  | 4760  | 4600  | 5900  |      |  |  |
|                                           | 60℃粘度比                | 1.81              | 2.11  | 1.94  | 2.04  | 1.73  | 2.31  | 2.39  | 1.51  | 1.73  | 1.81  | 1.94  | 1.85  | 1.72  | 1.99  | 2.46  | 2.10  | 2.16  | 1.93  | 2.18  | 2.06  | 2.10  | 2.57  | 2.43  |      |  |  |
|                                           | 伸度 (15℃)              | 140+              | 48    | 120   | 140+  | 66    | 70    | 21    | 127   | 68    | 60    | 57    | 140+  | 140+  | 54    | 20    | 48    | 33    | 80    | 140+  | 37    | 54    | 26    | 27    |      |  |  |
|                                           | 組<br>成<br>分<br>析<br>% | アスファルテン           | 14.3  | 14.8  | 10.9  | 12.7  | 12.6  | 12.9  | 17.2  | 12.9  | 13.4  | 9.6   | 15.9  | 15.1  | 11.1  | 12.5  | 15.1  | 13.4  | 13.7  | 12.0  | 12.3  | 15.3  | 14.6  | 14.6  | 14.8 |  |  |
|                                           |                       | 飽 和 分             | 12.6  | 13.8  | 15.2  | 16.0  | 15.5  | 13.9  | 15.2  | 11.0  | 14.2  | 12.9  | 10.4  | 9.2   | 10.8  | 12.6  | 13.0  | 12.7  | 13.5  | 13.0  | 16.4  | 11.8  | 12.5  | 14.5  | 14.3 |  |  |
|                                           |                       | 芳 香 族 分           | 49.5  | 47.6  | 45.1  | 44.5  | 44.1  | 46.7  | 42.7  | 50.5  | 44.0  | 49.1  | 50.0  | 50.9  | 50.1  | 48.4  | 45.8  | 46.3  | 49.4  | 50.5  | 40.1  | 49.7  | 46.7  | 45.0  | 47.4 |  |  |
|                                           |                       | レ ジ ン 分           | 23.1  | 23.1  | 28.1  | 26.2  | 27.4  | 24.8  | 23.8  | 24.3  | 26.7  | 25.7  | 23.4  | 24.3  | 27.4  | 25.9  | 25.1  | 26.8  | 23.6  | 24.1  | 21.2  | 22.1  | 22.3  | 23.9  | 22.4 |  |  |
|                                           | % 回 収 率               |                   | 99.5  | 99.3  | 99.3  | 99.4  | 99.6  | 98.3  | 98.9  | 98.6  | 98.3  | 97.3  | 99.7  | 99.5  | 99.4  | 99.4  | 99.0  | 99.2  | 100.2 | 99.5  | 99.9  | 98.8  | 96.0  | 98.0  | 98.8 |  |  |
| スポットテスト                                   |                       | 陰                 | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     | 陰     |      |  |  |
| 回<br>転<br>式<br>薄<br>膜<br>加<br>熱<br>試<br>験 | 質量変化 %                | +0.17             | +0.15 | +0.04 | +0.09 | -0.06 | +0.09 | +0.06 | +0.12 | +0.02 | +0.08 | +0.07 | +0.05 | +0.12 | +0.06 | -0.14 | +0.05 | +0.10 | +0.10 | -0.24 | +0.06 | +0.12 | -0.01 | -0.01 |      |  |  |
|                                           | 針入度                   | 44                | 44    | 41    | 52    | 45    | 51    | 46    | 43    | 46    | 45    | 47    | 45    | 44    | 44    | 39    | 41    | 43    | 44    | 47    | 44    | 46    | 45    | 44    |      |  |  |
|                                           | 針入度変化率 %              | 66.9              | 66.9  | 65.1  | 67.8  | 65.5  | 73.2  | 65.7  | 70.5  | 63.9  | 66.2  | 74.6  | 64.3  | 62.0  | 63.8  | 59.1  | 64.1  | 65.2  | 67.7  | 66.4  | 64.7  | 64.1  | 62.7  | 63.8  |      |  |  |
|                                           | 軟化点                   | 52.0              | 53.5  | 51.5  | 49.5  | 52.0  | 53.0  | 55.0  | 52.5  | 52.0  | 52.5  | 53.5  | 52.0  | 50.5  | 53.0  | 55.0  | 53.5  | 53.0  | 52.0  | 52.5  | 53.5  | 52.5  | 52.0  | 53.0  |      |  |  |
|                                           | P. I                  | -1.00             | -0.65 | -1.27 | -1.23 | -0.95 | -0.43 | -0.22 | -0.93 | -0.90 | -0.83 | -0.74 | -0.95 | -1.35 | -0.77 | -0.59 | -0.81 | -0.82 | -1.00 | -0.74 | -0.65 | -0.78 | -0.95 | -0.77 |      |  |  |
|                                           | 60℃粘度 poise           | 4750              | 5120  | 3540  | 2570  | 4240  | 4610  | 6350  | 4920  | 4400  | 4300  | 5510  | 4410  | 2770  | 5160  | 6100  | 4140  | 5000  | 3520  | 5580  | 5060  | 4320  | 4150  | 5730  |      |  |  |
|                                           | 60℃粘度比                | 2.07              | 2.24  | 2.11  | 2.02  | 2.20  | 2.85  | 2.87  | 2.14  | 2.40  | 2.13  | 2.27  | 2.32  | 1.91  | 2.36  | 2.85  | 2.24  | 2.11  | 1.83  | 2.12  | 1.98  | 1.90  | 2.32  | 2.36  |      |  |  |
| 伸度 (15℃)                                  |                       | 94                | 28    | 88    | 140+  | 44    | 39    | 16    | 56    | 41    | 57    | 41    | 120   | 140+  | 29    | 11    | 34    | 40    | 54    | 117   | 44    | 50    | 28    | 23    |      |  |  |

1) 5%未満の意

付表—5 試験成績書一覧 (40/60, 80/100)

| グ レ ー ド         |          | 40/60  |        |                    |        |        |  |  |  |  |  |  |  |
|-----------------|----------|--------|--------|--------------------|--------|--------|--|--|--|--|--|--|--|
| 試 料 番 号         |          | 1      | 2      | 3                  | 4      | 5      |  |  |  |  |  |  |  |
| 試験年月日 (昭和60年)   |          | 7.23   | 8.1    | 6.28               | 8.12   | 7.27   |  |  |  |  |  |  |  |
| 針入度(25℃) 1/10mm |          | 51     | 53     | 51                 | 49     | 52     |  |  |  |  |  |  |  |
| 軟 化 点 ℃         |          | 50.5   | 50.5   | 51.5               | 54.0   | 54.0   |  |  |  |  |  |  |  |
| 伸度(15℃) cm      |          | 150+   | 100+   | 150+               | 100+   | 140+   |  |  |  |  |  |  |  |
| 三塩化エタン可溶分 %     |          | 99.95  | 99.7   | 99.8               | 99.94  | 99.63  |  |  |  |  |  |  |  |
| 引 火 点 ℃         |          | 358    | 364    | 330                | 312    | 300+   |  |  |  |  |  |  |  |
| 薄膜加熱質量変化率 %     |          | +0.10  | +0.07  | +0.02              | -0.08  | +0.10  |  |  |  |  |  |  |  |
| 薄膜加熱針入度変化率 %    |          | 66.0   | 71.7   | 65.0               | 71.4   | 71.3   |  |  |  |  |  |  |  |
| 蒸発後の針入度比 %      |          | 100    | 102    | 99                 | 100    | 96     |  |  |  |  |  |  |  |
| 比重 (25℃/25℃)    |          | 1.0386 | 1.0349 | 1.033              | 1.0276 | 1.0350 |  |  |  |  |  |  |  |
| 高 温 粘 度         | 120℃ cSt | 1430   | 1134   | 10.2 <sup>1)</sup> | 1350   | 1470   |  |  |  |  |  |  |  |
|                 | 140℃     | 472    | 394    | 3.0 <sup>1)</sup>  | 445    | 495    |  |  |  |  |  |  |  |
|                 | 160℃     | 192    | 167    | 1.2 <sup>1)</sup>  | 184    | 188    |  |  |  |  |  |  |  |
|                 | 180℃     | 92.2   | 82     | —                  | 88.2   | 90.5   |  |  |  |  |  |  |  |

| グ レ ー ド         |          | 80/100 |       |        |        |        |        |        |        |        |       |        |  |
|-----------------|----------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|--------|--|
| 試 料 番 号         |          | 1      | 2     | 3      | 4      | 5      | 6      | 7      | 8      | 9      | 10    | 11     |  |
| 試験年月日 (昭和60年)   |          | 7.23   | 7.30  | 8.19   | 7.30   | 8.1    | 8.4    | 8.2    | 8.31   | 8.9    | 8.6   | 8.14   |  |
| 針入度(25℃) 1/10mm |          | 94     | 91    | 88     | 89     | 87     | 88     | 91     | 88     | 94     | 93    | 90     |  |
| 軟 化 点 ℃         |          | 45.5   | 47.5  | 46.0   | 46.0   | 47.0   | 48.0   | 45.0   | 48.0   | 45.0   | 45.5  | 47.5   |  |
| 伸度(15℃) cm      |          | 150+   | 150+  | 100+   | 100+   | 100+   | 140+   | 130+   | 100+   | 150+   | 140+  | 150+   |  |
| 三塩化エタン可溶分 %     |          | 99.95  | 99.95 | 99.90  | 99.90  | 99.90  | 99.7   | 99.74  | 99.93  | 99.91  | 99.90 | 99.60  |  |
| 引 火 点 ℃         |          | 358    | 350   | 350    | 320    | 362    | 300+   | 304    | 310    | 330    | 316   | 328    |  |
| 薄膜加熱質量変化率 %     |          | +0.10  | +0.09 | +0.10  | +0.03  | +0.08  | +0.08  | -0.05  | +0.01  | +0.08  | -0.04 | +0.01  |  |
| 薄膜加熱針入度変化率 %    |          | 64     | 71.4  | 67.0   | 65     | 65.5   | 69.3   | 62.6   | 71.0   | 53.1   | 59.1  | 65.6   |  |
| 蒸発後の針入度比 %      |          | 100    | 97.7  | 100    | 99     | 101    | 98     | 98     | 93     | 102    | 99    | 100    |  |
| 比重 (25℃/25℃)    |          | 1.0320 | 1.028 | 1.0308 | 1.0234 | 1.0288 | 1.0302 | 1.0294 | 1.0276 | 1.0220 | 1.024 | 1.0245 |  |
| 高 温 粘 度         | 120℃ cSt | 758    | 847   | 795    | 820    | 850    | 964    | 810    | 885    | 683    | 660.0 | 697    |  |
|                 | 140℃     | 276    | 306   | 288    | 296    | 313    | 344    | 297    | 305    | 263    | 249.7 | 264    |  |
|                 | 160℃     | 122    | 133   | 128    | 130    | 139    | 152    | 131    | 131    | 115    | 110.0 | 118    |  |
|                 | 180℃     | 62.1   | 75.9  | 67.2   | 68.2   | 70     | 78.8   | —      | 66.0   | 56.5   | 58.4  | 65.1   |  |

1) 単位 ; poise

付表-6 試験成績書一覧 (60/80)

| グ レ ー ド         |          | 60/80 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 試 料 番 号         |          | 1     | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    |
| 試験年月日 (昭和60年)   |          | 7.23  | 9.18  | 7.3   | 8.7   | 8.6   | 6.29  | 7.30  | 8.19  | 7.26  | 8.1   | 8.4   | 8.5   |
| 針入度(25℃) 1/10mm |          | 66    | 66    | 68    | 79    | 75    | 70    | 67    | 65    | 71    | 67    | 66    | 73    |
| 軟 化 点 ℃         |          | 48.5  | 48.0  | 49.5  | 45.5  | 47.5  | 49.0  | 49.5  | 49.5  | 48.5  | 48.0  | 50.0  | 48.0  |
| 伸度(15℃) cm      |          | 150+  | 150+  | 100+  | 150+  | 140+  | 150+  | 150+  | 100+  | 150+  | 100+  | 140+  | 150+  |
| 三塩化エタン可溶分 %     |          | 99.95 | 99.90 | 99.85 | 99.83 | 99.86 | 99.87 | 99.95 | 99.96 | 99.67 | 99.7  | 99.70 | 99.97 |
| 引 火 点 ℃         |          | 358   | 270+  | 352   | 342   | 340   | 346   | 350   | 356   | 340   | 362   | 300+  | 326   |
| 薄膜加熱質量変化率 %     |          | +0.10 | +0.04 | +0.09 | +0.12 | -0.07 | +0.10 | +0.09 | +0.11 | +0.02 | +0.06 | +0.08 | +0.03 |
| 薄膜加熱針入度変化率 %    |          | 65    | 66    | 76.5  | 57.9  | 63.2  | 70.0  | 71.6  | 67.7  | 68.1  | 64.2  | 68.2  | 69.9  |
| 蒸発後の針入度比 %      |          | 100   | 100   | 100   | 100   | 102   | 98.6  | 98.5  | 100   | 97.0  | 102   | 97    | 102.9 |
| 比重 (25℃/25℃)    |          | 1.035 | 1.032 | 1.025 | 1.023 | 1.024 | 1.031 | 1.031 | 1.032 | 1.028 | 1.031 | 1.033 | 1.038 |
| 高 温 粘 度         | 120℃ cSt | 1060  | 1000  | 777   | 732   | 780   | 1000  | 1100  | 1040  | 842   | 965   | 1230  | 1031  |
|                 | 140℃     | 366   | 358   | 279   | 294   | 283   | 352   | 383   | 365   | 307   | 344   | 422   | 354   |
|                 | 160℃     | 155   | 155   | 124   | 129   | 124.0 | 154   | 158   | 159   | 136   | 149   | 177   | 151   |
|                 | 180℃     | 76.5  | 77.4  | 62.0  | 62.0  | 64.2  | 78.0  | 85.7  | 80.5  | 74.0  | 74.0  | 92.4  | 76.5  |

| グ レ ー ド         |          | 60/80 |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
|-----------------|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
| 試 料 番 号         |          | 13    | 14    | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    | 23    |  |
| 試験年月日 (昭和60年)   |          | 8.2   | 7.24  | 8.2   | 8.30  | 7.15  | 6.19  | 8.10  | 8.    | 8.1   | 8.14  | 9.3   |  |
| 針入度(25℃) 1/10mm |          | 69    | 66    | 72    | 65    | 65    | 68    | 71    | 67    | 68    | 69    | 74    |  |
| 軟 化 点 ℃         |          | 47.0  | 50.0  | 47.0  | 49.5  | 50.0  | 48.0  | 49.5  | 49.5  | 48.0  | 49.5  | 50.0  |  |
| 伸度(15℃) cm      |          | 150+  | 150+  | 130+  | 100+  | 150+  | 150+  | 100+  | 140+  | 140+  | 150+  | 100+  |  |
| 三塩化エタン可溶分 %     |          | 99.98 | 99.84 | 99.90 | 99.91 | 99.89 | 99.8  | 99.91 | 99.98 | 99.70 | 99.64 | 99.99 |  |
| 引 火 点 ℃         |          | 366   | 362   | 320   | 322   | 340   | 366   | 304   | 300+  | 300+  | 342   | 322   |  |
| 薄膜加熱質量変化率 %     |          | +0.13 | +0.06 | -0.14 | +0.02 | +0.06 | +0.08 | -0.10 | +0.06 | +0.10 | +0.03 | +0.02 |  |
| 薄膜加熱針入度変化率 %    |          | 65.2  | 65.2  | 68.1  | 75    | 64.9  | 76.0  | 67.6  | 81.2  | 70.0  | 68.1  | 93.2  |  |
| 蒸発後の針入度比 %      |          | 97    | -     | 98    | 92    | 92.8  | 93    | 100   | 103   | 100   | 100   | 96.9  |  |
| 比重 (25℃/25℃)    |          | 1.029 | 1.029 | 1.031 | 1.029 | 1.031 | 1.030 | 1.025 | 1.034 | 1.034 | 1.027 | 1.030 |  |
| 高 温 粘 度         | 120℃ cSt | 704   | 1020  | 993   | 960   | 995   | 937   | 990   | 1060  | 1250  | 926   | 1187  |  |
|                 | 140℃     | 270   | 365   | 358   | 330   | 365   | 339   | 337   | 383   | 425   | 337   | 410   |  |
|                 | 160℃     | 105.0 | 166   | 155   | 143   | 158   | 147   | 148   | 167   | 178   | 145   | 171   |  |
|                 | 180℃     | 55.7  | 83.5  | 77.6  | 71.0  | 78.0  | 73.6  | 71.2  | 84.2  | 82.0  | 75.6  | 85.7  |  |

要 旨

本資料は昭和60年9月～61年3月にわたり、実施した現況のストレートアスファルトの性状に関する試験調査の結果をとりまとめたものである。

キーワード：舗装，ストレートアスファルト，品質規格，物理性状，化学分析

