

# アスファルト

第45巻 第213号 平成15年1月発行

# 213

|                             |        |    |
|-----------------------------|--------|----|
| アスファルト協会の活動について             | 山口 憲一  | 1  |
| 特集・アスファルト協会における舗装関係委員会の足跡   |        |    |
| 特集にあたって                     | 中村 俊行  | 2  |
| I. アスファルト舗装技術委員会の研究開発活動     |        |    |
| 湿潤時作業可能な舗装補修材料の研究開発         | 太田 健二  | 3  |
| 歴青路面処理工法の研究開発               | 太田 健二  | 8  |
| フルデプスアスファルト舗装の設計・施工の研究      | 田井 文夫  | 10 |
| セミブローンアスファルトの開発             | 飯島 尚   | 14 |
| 道路舗装用アスファルト品質規格試験法の検討       | 牛尾 俊介  | 19 |
| 改質アスファルトを用いた混合物の設計と施工の研究    | 野村 健一郎 | 23 |
| 排水性舗装用エポキシアスファルトの研究開発       |        |    |
| アスファルト舗装技術委員会材料開発研究分科会      |        | 27 |
| 舗装用ストレートアスファルトの品質規格に関する調査研究 |        |    |
| アスファルト舗装技術委員会材料開発研究分科会      |        | 31 |
| II. 委託関係事業                  |        |    |
| 滑走路の表層材料に関する研究              | 菅原 照雄  | 38 |
| 石油アスファルトJIS規格に係わる研究活動       | 長谷川 宏  | 41 |
| アスファルト舗装直結軌道の設計・施工の研究開発     | 阿部 忠行  | 45 |
| 廃棄物最終処分場アスファルト舗装工設計・施工の調査研究 | 稲垣 竜興  | 48 |
| III. アスファルト舗装技術研究グループの活動    |        |    |
|                             | 阿部 頼政  | 54 |
|                             | 姫野 賢治  | 57 |
|                             | 峰岸 順一  | 60 |
| <石油アスファルト需要量の年度別推移>         |        | 62 |
| <統計資料>                      |        | 30 |

## ASPHALT

社団法人 日本アスファルト協会  
THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION

## 第81回 アスファルトゼミナール開催のご案内

社団法人 日本アスファルト協会

拝啓 時下ますますご清栄のこととお慶び申し上げます。

さて、恒例の当協会主催の「アスファルトゼミナール」を下記要領にて開催致します。

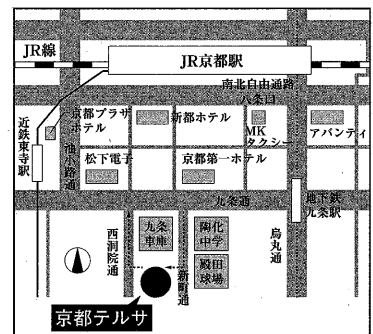
内容等参考の上、奮ってご参加くださいますようご案内申し上げます。

敬 具

記

1. 主 催 社団法人 日本アスファルト協会
2. 協 賛 社団法人 日本アスファルト乳剤協会、日本改質アスファルト協会
3. 後 援 国土交通省、社団法人 日本道路建設業協会、社団法人 日本アスファルト合材協会
4. 開催月日 平成15年2月13日（木）～2月14日（金）
5. 開催場所 京都市 京都テルサ「テルサホール」（案内図参照）  
京都市南区東九条下殿田町70  
☎075-692-3400
6. 内 容 裏面「プログラム」参照
7. 申込方法 平成15年1月20日までに、下記参加申込書に必要事項をご記入のうえ、下記申込先へFAXでお申し込み下さい。  
折返しFAXで参加受講書をお送りいたします。
8. 申 込 先 社団法人 日本アスファルト協会 アスゼミ係  
〒100-0014 東京都千代田区永田町2-10-2  
秀和永田町TBRビル514号室  
FAX 03-3502-3376 ☎03-3502-3956
9. 参 加 費 無料
10. 参加人数 300名（締切日以前でも定員になり次第締め切らせていただきます。）
11. そ の 他 (1)当日申込受付はできませんので、必ず上記方法でお申し込み下さい。  
(2)宿泊については、別紙をご参照下さい。

会場案内図



- 地下鉄「九条」駅より徒歩5分
- 近鉄「東寺」駅より徒歩5分
- JR京都駅（南武自由通路八条口）より徒歩10分

## 第81回 アスファルトゼミナール 参加申込書

### ■申込連絡先■

|       |   |       |  |
|-------|---|-------|--|
| 勤 務 先 |   |       |  |
| 部 課 名 |   | 氏 名   |  |
| 所 在 地 | 〒 |       |  |
| F A X |   | T E L |  |

### ■ゼミナール参加者■

| 受付番号(※) | 氏 名 | 勤務先名 (必ずご記入下さい) |
|---------|-----|-----------------|
|         |     |                 |
|         |     |                 |
|         |     |                 |

※記入しない下さい

# プログラム

開催日時 平成15年2月13日(木)～2月14日(金)  
開催場所 京都市 京都テルサ「テルサホール」  
京都市南区東九条下殿田町70 ☎075-692-3400

第1日目 平成15年2月13日(木) 13:00～16:35

(敬称略)

1. 挨拶 13:00～13:05  
社団法人日本アスファルト協会 会長 山 口 憲 一
2. 日本のアスファルト事情 13:05～14:05  
社団法人日本アスファルト協会 事務局長 土 居 貞 幸  
(休憩 14:05～14:10)
3. 適正な施工体制の実現に向けて 14:10～15:20  
国土交通省大臣官房技術調査課 建設コスト管理企画室長 松 本 直 也  
(休憩 15:20～15:25)
4. 自動車タイヤからの騒音・すべり等へのアプローチ 15:25～16:35  
東洋ゴム工業(株)タイヤ技術部タイヤ先行技術開発グループ  
騒音研究 担当課長代理・リーダー DOAN QUANG VAN

第2日目 平成15年2月14日(金) 9:30～12:40

5. 新しい道路整備計画の方向と平成15年度道路予算(案) 9:30～10:30  
国土交通省道路局 道路経済調査室長 前 川 秀 和  
(休憩 10:30～10:35)
6. アスファルト乳剤舗装と環境 10:35～11:35  
社団法人日本アスファルト乳剤協会 技術委員長  
(ニチレキ株式会社技術研究所 所長) 小 林 耕 平  
(休憩 11:35～11:40)
7. 高速道路舗装の現況について 11:40～12:40  
日本道路公団試験研究所道路研究部 舗装研究室長 大 野 滋 也

(※講師は都合で変更になる場合があります)

# 平成15年度 1級・2級舗装施工管理技術者 資格試験の御案内

「1級舗装施工管理技術者」および「2級舗装施工管理技術者」の資格試験を下記のとおり実施します。

1. 受験資格：次表に示す区分①、②、③、④、⑤のいずれかに該当する者。

区分①、②、④、⑤の年数は卒業後の舗装実務経験年数を、区分③の年数は資格取得後の実務経験年数を示す。

| 区分 |                                                        | 舗装施工管理に関する実務経験の必要年数 <sup>※1)</sup> |                                      |                     |              |         |
|----|--------------------------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------|---------|
|    |                                                        | 1 級 試 験                            |                                      | 2 級 試 験             |              |         |
|    |                                                        | 指定学科 <sup>※2)</sup>                | 指定学科以外                               | 指定学科 <sup>※2)</sup> | 指定学科以外       |         |
| ①  | 大学 卒 業 者                                               |                                    | 3年以上(1年) <sup>※3)</sup>              | 4年6ヵ月以上(1年)         | 1年以上         | 1年6ヵ月以上 |
|    | 短 期 大 学 お よ び<br>高等専門学校(5年制)卒業生                        |                                    | 5年以上(1年)                             | 7年6ヵ月以上(1年)         | 2年以上         | 3年以上    |
|    | 高 等 学 校 卒 業 者                                          |                                    | 10年以上(1年)                            | 11年6ヵ月以上(1年)        | 3年以上         | 4年6ヵ月以上 |
|    | 上 記 以 外 の 者                                            |                                    | 15年以上(1年)                            |                     | 8年以上         |         |
| ②  | 技術士(建設部門) 二次試験 合格者                                     |                                    | 1年以上の指導監督の実務経験が含まれ                   |                     | 実務経験の年数は問わない |         |
|    | 1級土木施工管理 技術検定 合格者                                      |                                    | 1級建設機械施工 技術検定 合格者                    |                     |              |         |
| ③  | 2級舗装施工管理技術者資格試験合格者                                     |                                    | 合格後5年以上の舗装実務経験(1年)                   |                     |              |         |
|    | 2級土木施工管理 技術検定 合格者                                      |                                    | 2級建設機械施工 技術検定 合格者                    |                     |              |         |
| ④  | 区分③の合格者で<br>合格後5年未満の<br>者                              |                                    | 高等学校卒業生                              | 9年以上(1年)            |              |         |
|    | そ の 他 の 者                                              |                                    | 14年以上(1年)                            |                     |              |         |
| ⑤  | 専任の1年<br>の実務主<br>任経上<br>にある<br>技術者<br>者 <sup>※4)</sup> | 区分③の<br>合格者                        | 短期大学・高等<br>専門学校(5年制)<br>卒業生          |                     | 7年以上         |         |
|    |                                                        |                                    | 高等学校卒業生                              | 7年以上                | 8年6ヵ月以上      |         |
|    |                                                        |                                    | そ の 他 の 者                            | 12年以上               |              |         |
|    |                                                        |                                    | 合格後1年以上の専任の主任技術者経験<br>を含む3年以上の舗装実務経験 |                     |              |         |
|    |                                                        | 上記以外<br>の者                         | 高等学校卒業生                              | 8年以上                | 11年以上        |         |
|    |                                                        |                                    | そ の 他 の 者                            | 13年以上               |              |         |

注1) 実務経験の必要年数とは、舗装工事の施工管理に従事した年数をいい、平成15年3月31日現在で算定する。

注2) 指定学科とは、土木工学、農業土木学、森林土木学、鉱山土木学、砂防学、治山学、都市工学、衛生工学、交通工学、緑地・造園学または建築学に関する学科をいう。

注3) ( )内は、指導監督の実務経験年数を示し、上記表中の実務経験必要年数に含まれていることが必須条件になる。指導監督の実務経験とは、舗装工事の施工にあたって、現場代理人、施工監督、工事主任等の立場で部下を指示、指導または監督し、工事の施工管理を実施した経験をいう。

注4) 専任の主任技術者の実務経験とは、舗装工事の施工にあたって、建設業法に定める主任技術者または監理技術者として、工事の施工計画作成、工程管理、品質管理、その他の技術管理および施工に従事する者の技術上の指導監督を専任で行った経験をいう。この専任の主任技術者の実務経験は証明が必要。詳細については受験の手引きを参照のこと。

2. 試験日：1級・2級試験ともに平成15年6月22日(日)

3. 試験地：1級・2級試験ともに札幌、仙台、東京、新潟、名古屋、大阪、広島、高松、福岡、那覇

4. 受験手数料：1級試験 15,000円(税込)、2級試験 8,000円(税込)

5. 申込受付期間：1級・2級試験ともに平成15年2月14日(金)～2月28日(金)：締切日の消印有効

6. 受験申込書類：1部 1,000円(税込) ①受験の手引き ②受験申込書 ③実務経験証明書等 ④郵便振替払込用紙 ⑤申込用封筒

・頒布期間：平成15年1月15日(水)～2月28日(金)

・取扱所：(財)道路保全技術センター 本部・支部、(財)北海道道路管理技術センター、(財)北海道開発協会、(社)建設弘済会(建設協会)、(社)日本道路建設業協会

・郵送を希望される場合は、(財)道路保全技術センター 本部・支部に限り受け付けます。次ページの郵送申込書(コピー可)に必要な事項を記入のうえ、現金書留(代金と送料)で請求して下さい。

| 部数 | 1部   | 2～3部 | 4～5部 | 6～7部 | 8～14部  | 15～22部 | 23～30部 |
|----|------|------|------|------|--------|--------|--------|
| 送料 | 200円 | 500円 | 800円 | 900円 | 1,200円 | 1,400円 | 1,600円 |

送料(梱包材料、手数料を含む)は上表のとおりで、代金に送料を加えた計算例は下記のとおりです。

例1) 20部の場合の計算例  $1,000円 \times 20部(代金) + 1,400円(送料) = 21,400円$

例2) 40部の場合の計算例  $1,000円 \times 40部(代金) + 1,200円 + 1,600円(送料) = 42,800円$

◎問合せ先 財団法人 道路保全技術センター 技術検定室 (9:00～17:30 土・日・祝祭日は休日です)

〒112-0004 東京都文京区後楽2-3-21 TEL. 03(5803)7811 FAX. 03(5803)7880

ホームページアドレス <http://www.hozen.or.jp/>

※郵送により「受験申込書類」を請求される場合は、  
この 申込書に必要事項を記入のうえ、現金書留で  
平成15年2月24日(月)(必着)迄に請求して下さい。

| 郵 送 申 込 書                                |   |                  |   |
|------------------------------------------|---|------------------|---|
| 下記により舗装施工管理技術者資格試験の<br>「受験申込書類」を郵送して下さい。 |   |                  |   |
| 部 数                                      | 部 | 1 級              | 部 |
| 代 金                                      | 円 | 2 級              | 部 |
| 送 料                                      | 円 | 計                | 部 |
| 合 計                                      | 円 | ( 代金=部数×1,000円 ) |   |
| 住 所                                      |   |                  |   |
| 〒 都 道 市 区<br>府 県 郡                       |   |                  |   |
| TEL — —                                  |   |                  |   |
| FAX — —                                  |   |                  |   |
| 氏名または勤務先名                                |   |                  |   |

返信用住所 (当センターで発送の際に貼付するもの  
ですから、必ず記入して下さい)

| 住 所                |  |  |  |
|--------------------|--|--|--|
| 〒 都 道 市 区<br>府 県 郡 |  |  |  |
| 勤務先名               |  |  |  |
| 氏 名                |  |  |  |
| 様                  |  |  |  |

参 考  
1 級試験, 2 級試験は、ともに一般試験(択一式)と  
応用試験(記述式)で行います。  
おもな出題範囲は次のとおりです。

| 種別           | 細 別          |                                                                                  |
|--------------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------|
|              | 項 目          | 例                                                                                |
| 土木工学         | 土工           | ・切土,盛土 等                                                                         |
|              | コンクリート構造物    | ・側溝,擁壁 等                                                                         |
|              | 安全施設         | ・道路標識・標示<br>・防護柵<br>・道路照明 等                                                      |
|              | 建設機械         | ・土工用機械 等                                                                         |
|              | 造園           | ・道路緑化 等                                                                          |
|              | 共通           | ・契約約款<br>・設計図書<br>・測量,調査<br>・試験 等                                                |
|              |              |                                                                                  |
| 舗装工学         | 設計           | ・路床の支持力評価<br>・アスファルト舗装<br>・セメントコンクリート舗装<br>・特殊な機能や構造をもつ舗装 等                      |
|              | 材料           | ・骨材<br>・アスファルト、セメント<br>・路盤材<br>・加熱アスファルト混合物<br>・舗装用セメントコンクリート<br>・その他(新材料,再生材) 等 |
|              | 施工           | ・路床、路盤<br>・舗装用材料の製造・運搬<br>・アスファルト混合物の舗設<br>・セメントコンクリートの舗設<br>・その他の舗装<br>・舗装用機械 等 |
|              | 補修           | ・在来舗装の評価<br>・補修の設計<br>・補修工法 等                                                    |
|              |              |                                                                                  |
| 施工管理         | 施工計画         | ・施工計画<br>・建設副産物の活用 等                                                             |
|              | 施工管理         | ・工程管理<br>・原価管理<br>・安全管理<br>・品質管理<br>・出来形管理<br>・検査<br>・試験 等                       |
| 舗装工事<br>関連法規 | 労働関係         | ・労働基準法<br>・労働安全衛生法 等                                                             |
|              | 建設業関係        | ・建設業法 等                                                                          |
|              | 道路交通関係       | ・道路法<br>・道路交通法 等                                                                 |
|              | 環境保全対策<br>関係 | ・環境基本法<br>・大気汚染防止法<br>・騒音規制法<br>・振動規制法 等                                         |
|              | 建設副産物<br>関係  | ・資源の有効な利用の促<br>進に関する法律<br>・産業廃棄物の処理及び<br>清掃に関する法律 等                              |

# アスファルト協会の活動について

(社)日本アスファルト協会  
会長 山口 憲一

戦後の復興のあゆみを始めた昭和22～3年頃になると、産業界では各業者間の連繋や販売促進などを目的に団体が結成されるようになった。

アスファルト関係でも「アスファルト乳剤協会」が昭和24年に、防水関係の「社団法人日本アスファルト同業会」が昭和24年に発足している。

本協会の前進である「アスファルト販売業者協会」も昭和23年4月に設立されたが、当初はまだ石油精製が再開されておらず、アスファルトの入手は困難を極め、米軍との折衝を始めとして採算面で採取されなくなった天然アスファルトの再利用、人工アスファルトの開発などと大変苦勞されたものと推察される。その後、石油精製の再開とともにアスファルトの生産が可能となったこと、それまでセメント舗装が多かった道路に安価で短期間に施工できるアスファルトが使われるようになりアスファルトは大幅な需要増が期待されるようになった。しかし、アスファルトに対する知識は一般的ではなく、販売側でもドラム缶の中身を知らないで売っている人もあるほどであった。

そこで、アスファルトに対する知識を普及させること、品質の改良や需要の開発に積極的に取り組んでいこうということになり、それまでの販売業者に加えてアスファルト生産会社を賛助会員に迎え昭和32年12月に「日本アスファルト協会」を任意団体として設立した。

まず、最初に手がけたのは技術の啓蒙を推し進めるべく我が国で初めてのアスファルトの専門誌（道路技術者とアスファルト関係のエンジニアとの協力の場合）を昭和33年4月に刊行したのですが、記事内容も年々充実するようになり平成15年1月に発行する今回が213号となります。

次に、最新の技術情報をいち早く多くの技術者に伝えるため、昭和36年11月に「アスファルト舗装ゼミナール」（第2回より「アスファルトゼミナール」と改称）という全国規模の講習会を東京において開催させましたが、こちらも毎回公表で本年2月の開催で81回となります。

また、昭和35年2月に通商産業省から社団法人として認可されましたが、協会は法人化を契機として技術研究・調査活動を中心的に行うことになり、市場調整に関する経済関係事業については、協会の市場調査研究会を発展解消し、全国石油商業組合連合会にアスファルト部会を設けて行うこととなりました。

その後、アスファルトを生産販売している石油会社がすべて正会員として加入するなどにより組織体制の強化が図られ、各種委員会活動は益々充実し、今回の特集のような数々の成果が得られたことは、これまで協会の事業活動に携わっていただいた方々のご尽力の賜物と感謝いたしております。

このように、協会ではアスファルトの有効利用を目的とした研究開発に積極的に取り組んでまいりましたが、最近の経済不況並びに石油業界を取り巻く環境も他業界同様に大変厳しく、業界の再編や流通設備の共同利用などによりコスト削減を行っておりますが、まだ十分ではなく、引き続き検討を行っているところです。

このような動きのなかで、石油関係の諸団体についても統廃合の検討が行われるようになり、当協会で行っていた業務のうちアスファルト統計とアスファルト製造技術やJISの検討を石油連盟へ返還することとなりました。

一方、アスファルト舗装技術に関する調査研究やアスファルト誌の発行等につきましては、新しい道路行政の目指す方向が「量から質への転換」であること、また産官学民が忌憚りの無い意見交換の場としての機能を果たしてきた等を考え合わせると協会がこれまで行ってきた業務の必要性は十分あるとの認識から、新たに「有限責任中間法人日本アスファルト協会」（仮称）を設立して引き続き取り組んでいくこととなりますので、これまで同様新しい団体の調査研究活動に引き続きご協力いただきますようお願いいたします。

(株式会社ジャパンエナジー 執行役員)

## 特集にあたって

中 村 俊 行

国土交通省国土技術政策総合研究所道路研究部長

わが国の舗装技術は、急激に進展してきた道路整備を支えるとともに、新たな道路へのニーズに応えるべく、産学官において絶え間なく着実に研究開発が行われてきた。

(社)日本アスファルト協会においても、アスファルト材料の専門家集団である特色を生かして、昭和47年にアスファルト舗装技術委員会を設置し、協会として研究の必要性が高いと判断されるテーマで緊急に解決が迫られている課題について、分科会等を設置して調査研究を行ってきた。

以下に各分科会と主要な研究テーマを記す。

1) 補修材料分科会 (昭和46年～48年)

「湿潤時作業可能な舗装補修材料の研究開発」

2) 歴青路面処理分科会 (昭和47年～59年)

「砂利道の路面処理の設計・施工に関する研究」

3) フルデプス分科会 (昭和48年～60年)

「フルデプスアスファルト舗装の設計・施工の研究」

4) 舗装用アスファルト分科会 (昭和50年～52年)

「セミブローンアスファルトの開発」

5) 試験舗装調査分科会 (昭和53年～59年)

「セミブローンアスファルト試験舗装追跡調査」

7) 品質・試験法分科会 (昭和60～62年)

「道路舗装用アスファルト品質規格試験法の検討」

8) 材料開発研究分科会 (昭和60年～現在)

「特殊アスファルトの研究」

「排水性舗装用エポキシアスファルトの開発」

「アスファルトの品質・規格の調査研究」

また、技術委員会の中に「アスファルト舗装技術研究グループ」が昭和52年に発足している。これは、海外の新しい舗装技術を整理することを主眼に置いた有志による勉強会であり、その成果の一部をまとめて本誌に報告している。海外の技術の紹介は、舗装技術の向上に寄与してきているが、さらに報文にもあるとおり、グループでの活動はメンバーの修行の場ともなり、多くの若手技術者を育成したことも

見逃せない成果である。

さらに協会では技術委員会での上記活動以外にも、関係省庁との共同もしくは委託を受けるなどの調査研究も行ってきている。そのいくつかを以下に示す。

- ・「滑走路の表層材料に関する研究」運輸省委託 (昭和42～43年)

- ・「石油アスファルトJIS規格に関する研究」通産省委託 (昭和55年以降数回)

- ・「アスファルトの鉄道及び廃棄物最終処分場への利用拡大のための調査研究」通産省委託 (平成7年～10年)

このように(社)日本アスファルト協会では、その時々のニーズに応えた調査研究を行い、大きな成果を上げ、わが国の舗装技術の向上に貢献してきたところである。

この度、アスファルト舗装技術委員会が発足より30周年を迎えることとなり、さらには、(社)日本アスファルト協会の形態が大きく変わる方向で検討が行われていることから、これまでの協会での研究活動成果を特集として取りまとめたものである。

執筆にあたっては、研究開発に深くかかわられた人に依頼し、研究内容以外にも当時の時代的背景、成果の活用状況などを記述していただいた。さらには、苦労話や裏話、今後の研究への示唆なども織り込まれており、今までの協会での調査研究活動の実態が十分にご理解いただけるものと思っている。

舗装の性能規定化の流れの中で、アスファルト材料についてもその規格のあり方や、地球環境も含めた環境との調和など、今後更なる調査研究を進めていく必要がある。

本特集が、この分野での調査研究の歴史を振り返ることにとどまらず、今後の新たな技術開発の参考となることを祈念するものである。

なお、特集の各報文については、過去の成果の引用等もあり当時の単位系を用いていることをおことわりしたい。



## I. アスファルト舗装技術委員会の研究開発活動

### 湿潤時作業可能な舗装補修材料の研究開発

(昭和46年～49年)

太田 健二\*

#### 1. 研究開発の目的

東北、北陸地方のような積雪寒冷地における舗装路面は、冬期に寒冷且つ湿潤な状態で車のタイヤチェーン又はスパイクタイヤ（当時）による損傷を受け、ポットホール等の損傷が発生する。ひとたびポットホールが発生すると、急速に拡大し、車両等の通行に支障をきたす。

したがって、大きな破損を引き起こす前に、速やかに補修する必要があるが、補修しても1週間前後で飛散してしまうのが実情であった。この主たる原因は、大型車のタイヤチェーン、スパイクタイヤによるものであった。補修には、冬期のためアスファルト混合所は閉鎖されており加熱混合物が使えず、限られた材料に頼らざるをえないこと、加えて、気温が寒冷で且つ、路面が湿潤状態にある等、施工条件が悪いことである。以上のような諸条件にあっても有効な補修材料と施工方法は、当時開発・確立されていなかった。

本研究の目的は、上記のような現場状況を考慮し、舗装路面が湿潤状態にあっても有効且つ実用的な舗装補修材料の開発と試験方法及び施工方法を考案・確立することであった。

#### 2. 研究方法と経過

2.1 第1次補修材料委員会（委員長：東工大渡辺隆教授、昭和46年度建設技術研究補助金による研究事業、表-1参照）

##### 2.1.1 研究方法

本委員会では、下記のような研究方針の基に活動を行った。

- (1)各種瀝青材料の施工可能な外的条件を比較検討し、材料の品質と施工条件を把握する。このために各種材料の調査と併せて、現場実態調査の実施
- (2)外的条件に適合する、瀝青材料の品質基準制定のための室内実験を行い、これを室内及び現場実験

表-1 補修材料委員会（敬称略、50音順）

|     |       |              |
|-----|-------|--------------|
| 委員長 | 渡辺 隆  | 東京工業大学       |
| 委員  | 阿部 頼政 | 東京工業大学       |
| 〃   | 稲垣 健三 | 東亜道路工業㈱技術部   |
| 〃   | 太田 健二 | 日産化学工業㈱中央研究所 |
| 〃   | 昆布谷竹郎 | 日本舗道技術研究所    |
| 〃   | 近藤 紀  | 大成道路技術部      |
| 〃   | 関 勇三郎 | 前田道路技術研究所    |
| 〃   | 多田 宏行 | 建設省関東地方建設局   |
| 〃   | 高見 博  | 日本舗道技術部      |
| 〃   | 南雲 貞夫 | 建設省土木研究所     |
| 〃   | 萩原 浩  | 建設省道路局       |
| 〃   | 真柴 和昌 | 協会需要開発委員会    |
| 〃   | 松野 三朗 | 建設省土木研究所     |
| 〃   | 吉村 和美 | 協会需要開発委員会    |

の両面からの検討

- (3)上記の基準に適合した材料について施工性、耐久性について現場実験と併せて室内実験に置いて基本的性状及び貯蔵性の検討・確認
- (4)瀝青材料と他材料との比較実験を行い、最適の材料開発に関する検討

##### 2.1.2 研究経過

研究の手順は、下記の要領で行った。

- (1)既存材料の調査
- (2)現場の施工実態調査を基に実験のための現場条件の設定
- (3)代表的な既存材料を選定し、予備実験データを基に現場条件に合わせて、これら材料を改良し、新材料の開発
- (4)新材料の室内・現場実験の実施
- (5)上記の両実験結果より新材料の評価・良否の判定
- (6)以上の結果を総合して、適合材料の方向性を検討・提案

##### 2.1.3 結果

###### (1) 現場調査結果

###### 1) 舗装路面の破壊状況

###### a) 破壊の発生時期

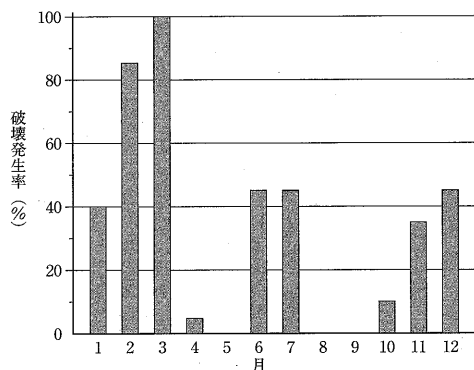
東北及び北陸の現地へのアンケート調査と委員会現

\*おた けんじ 元補修材料委員会委員



地調査から破損の発生時期を月別に整理したのが図-1である。破損の状況から次のように区分される。

- ① 6月～7月・・・梅雨時期の破損
- ② 11月～12月初旬・・・クラック発生
- ③ 12月～2月・・・冬期の破損
- ④ 2月～3月・・・融雪時の破損



注) 上図の破損発生率は、調査数20のうち、その月に破損があると回答したのは何%あるかを示す。たとえば3月はすべての地域 (100%) で破損が発生している。

図-1 月別の破損発生状況  
(アンケート調査による)

#### b) 破損の原因

- ① 大型車の交通量が多い
- ② 路面が湿潤である
- ③ タイヤチェーン車の通過
- ④ 凍結・融解作用を受ける

#### 2) 補修方法

補修作業は、各事務所によって違いがあるものの、一般に小規模且つ緊急を要する場合 (特に冬期のポットホールの補修など) は、直営で行われており、常温補修材料が使用されている。

##### 補修作業の実情は

##### ① ポットホールの清掃:

ごく簡単で冬期では、穴の内部に水が溜まっているのが常態である

##### ② 転圧:

ほとんどの場合、タンパーや作業車の車輪による転圧、冬期には、足踏み或はスコップで叩く程度

#### 3) 補修材料

加熱混合物 (主としてトベカ) 及びカットバック系常温混合物が主流である。なお、冬期には、耐久性向上の観点から次の様な工夫がなされていた。

・常温混合物への加熱アスファルトの添加

加熱したアスファルトを常温混合物にまぶし舗設する方法である。

本方法によれば、常温混合物単独より耐久性は期待できるが、春先～夏場にかけてのアスファルトのプリージング・フラッシュへの対処が難点である。

・常温混合物の加熱

冬期、混合物が堅く作業性が悪いため現場でバーナなどを用いて加熱し、パッチング。耐久性は、ある程度向上するようである。

・加熱混合物の貯蔵

これは、冬に入る前にアスファルト混合所で加熱混合物を薄く均した物を作製・貯蔵し、使用時に現場でバーナで炙り舗設する手法 (現地用語: トベカオコシ)

#### 4) 耐久性

補修箇所は、材料の剥離・飛散、既設舗装からの剥がれ・塊状態で飛散するなどの傾向があり、常温混合物でせいぜい7～10日、場合によっては、2～3日しか持たない事例もある。

#### 5) 新材料の開発と性能評価

新材料は、先に設定された現場条件を踏まえ、性質の異なった材料を選定し、委員会で改良を加えた表-2に示す7種類の補修材料を試作した。これら材料を室内及び現場実験 (表-3) により施工性、耐久性等の評価を行った。新材料の現場での耐久性評価は、東北、北陸地建の計300箇所のポットホールについて1, 3, 7, 14及び30日後に現場観察を行い、これらの結果と室内評価項目との相関性を検討した。

表-2 新材料の特性

| 記号 | 材料の種類               | 目標施工温度 |
|----|---------------------|--------|
| A  | カットバック系低温施工用材料      | 5℃前後   |
| B  | 乳剤系低温施工用材料          | 〃      |
| C  | ゴム入り系低温施工用材料        | 〃      |
| D  | カットバック系常温施工用材料 (I)  | 20℃前後  |
| E  | カットバック系常温施工用材料 (II) | 〃      |
| F  | トベカ系常温施工用材料         | 70℃前後  |
| G  | シート系常温施工用材料         | 〃      |

#### 6) 適合材料の方向

現場実験の結果から、補修材料として委員会開発材料は、いずれも従来の材料と同等又はそれ以上あったが、特にカットバック系低温施工用材料が優れていた。具体的な項目については、下記の通りである。

##### a) 骨材粒度

顕著な差がみられたのが、フィラー量 (0.074ミリ以下) と耐久度には相関が認められ、施工性の面を考慮したうえで、多い方が耐久度大。

表-3 現場一覧表

| 事務所名 | 出張所名    | 送付材料名とその数量 (1袋40kg) |      |     |     |      |     |
|------|---------|---------------------|------|-----|-----|------|-----|
|      |         | 材料名                 | 数量   | 袋数  | 材料名 | 数量   | 袋数  |
| 青森工事 |         |                     | (kg) | (袋) |     | (kg) | (袋) |
| 1    | 十和田国道維持 | A                   | 200  | 5   | E   | 200  | 5   |
| 2    | 青森国道維持  | B                   | 200  | 5   | F   | 200  | 5   |
| 3    | 大鰐国道    | C                   | 200  | 5   | G   | 200  | 5   |
| 4    | 八戸国道    | D                   | 200  | 5   | A   | 200  | 5   |
| 能代工事 |         |                     |      |     |     |      |     |
| 5    | 能代国道維持  | B                   | 200  | 5   | D   | 200  | 5   |
| 6    | 大館国道維持  | C                   | 200  | 5   | E   | 200  | 5   |
| 秋田工事 |         |                     |      |     |     |      |     |
| 7    | 本荘国道維持  | F                   | 200  | 5   | B   | 200  | 5   |
| 8    | 秋田国道維持  | G                   | 200  | 5   | C   | 200  | 5   |
| 9    | 角館国道    | A                   | 200  | 5   | D   | 200  | 5   |
| 湯沢工事 |         |                     |      |     |     |      |     |
| 10   | 湯沢国道    | E                   | 200  | 5   | G   | 200  | 5   |
| 11   | 大曲国道    | F                   | 200  | 5   | A   | 200  | 5   |
| 山形工事 |         |                     |      |     |     |      |     |
| 12   | 山形国道維持  | B                   | 200  | 5   | E   | 200  | 5   |
| 13   | 新庄国道    | C                   | 200  | 5   | F   | 200  | 5   |
| 14   | 米沢国道    | D                   | 200  | 5   | G   | 200  | 5   |
| 酒田工事 |         |                     |      |     |     |      |     |
| 15   | 酒田国道維持  | A                   | 200  | 5   | C   | 200  | 5   |
| 16   | 鶴岡国道維持  | B                   | 200  | 5   | D   | 200  | 5   |
| 新潟国道 |         |                     |      |     |     |      |     |
| 17   | 新潟維持    | E                   | 200  | 5   | B   | 200  | 5   |
| 18   | 村上維持    | F                   | 200  | 5   | C   | 200  | 5   |
| 19   | 新発田維持   | G                   | 200  | 5   | D   | 200  | 5   |
| 20   | 水原維持    | A                   | 200  | 5   | E   | 200  | 5   |
| 長岡工事 |         |                     |      |     |     |      |     |
| 21   | 長岡国道維持  | F                   | 200  | 5   | A   | 200  | 5   |
| 22   | 柏崎国道    | G                   | 200  | 5   | B   | 200  | 5   |
| 上越国道 |         |                     |      |     |     |      |     |
| 23   | 湯沢維持    | C                   | 200  | 5   | E   | 200  | 5   |
| 24   | 小出      | D                   | 200  | 5   | F   | 200  | 5   |
| 高田工事 |         |                     |      |     |     |      |     |
| 25   | 直江津国道維持 | G                   | 200  | 5   | B   | 200  | 5   |
| 26   | 糸魚川国道維持 | A                   | 200  | 5   | C   | 200  | 5   |
| 富山工事 |         |                     |      |     |     |      |     |
| 27   | 小杉国道維持  | D                   | 200  | 5   | F   | 200  | 5   |
| 28   | 黒部国道維持  | E                   | 200  | 5   | G   | 200  | 5   |
| 金沢工事 |         |                     |      |     |     |      |     |
| 29   | 松任国道維持  | A                   | 200  | 5   | C   | 200  | 5   |
| 30   | 津幡国道維持  | B                   | 200  | 5   | D   | 200  | 5   |

## b) バインダーの性状

バインダーは、やわらかくて且つ粘着力が大きいものが耐久度大。

## c) 混合物の性状

上記バインダー性状と関連し、塑性的な変形の仕方をする混合物が耐久度大。(図-2)

## 2.1.4 結論・適合材料の方向

- 1) 骨材粒度は、細粒のものが望ましい。特にフィラー量が多い方が一般に耐久性がある。
- 2) バインダーは、流動性を持つとともに、粘着力を持ったものが望ましい。

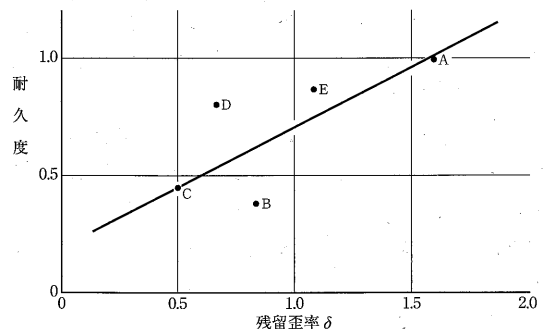


図-2 残留歪率と耐久度の関係

## 2.2 第2次補修材料分科会（委員長：南雲貞夫建設省土研舗装研究室長，昭和47年～同48年度アスファルト協会事業）

### 2.2.1 研究方法

本分科会は，上記第1次委員会の研究成果を更に具体的に確認するとともに，補修材料の配合設計および施工方法について留意すべき点を検討し，併せて試験方法を確立することを目的とした。

#### (1) 研究の方法

混合物の配合設計において，①骨材の粒度，②バインダーの種類，③フィラーの種類，を取り上げ，試験方法としては前年度の研究で耐久性に関係があるとされた，一軸圧縮試験の残留歪を評価項目としてとり上げ研究開発を進めた。

具体的な手順は，次の通りである。

- 1) 予備実験として，フィラーの種類（炭酸カルシウムと消石灰の組み合わせによる）が変わった時の最適バインダー量の変化
- 2) バインダー量，混合物粒度（5mm篩い通過量％），フィラー量（D/B），およびフィラーの種類を因子としてとり上げ，実験計画法L27に割り付け一軸圧縮試験を行い，残留歪を基準にとって，各因子の最適値を決定
- 3) 室内実験の結果を基に補修材料を試作し，実際の現場に適用し，その耐久性を確認
- 4) 上記のデータを基に，本実験のための補修材料を7種試作し，室内・現場実験を実施
- 5) 両実験結果を解析・検討を加え，舗装補修材料の方向性を提案

### 2.2.2 研究経過

#### (1) 予備実験による配合設計

前年度の研究成果を基に，材料特性として，混合物の粒度，バインダーの種類およびフィラーの種類に着目した。混合物の試験方法としては，一軸圧縮試験の残留歪を基準にとって，定量的な研究を進めた。供試体の寸法，荷重方向を図-3に示す。なお，残留歪率は，本研究の推進するにあたって特に考案された尺度である。その定義は，図-4に示すように応力～歪曲線において，応力が最大値に達してから最大値の1/2に下がるまでの歪を最大値に達するまでの歪で割ったものである。

#### 1) 室内予備実験結果

予備実験からの補修材料の最適な配合は，表-4に示すとおりである。

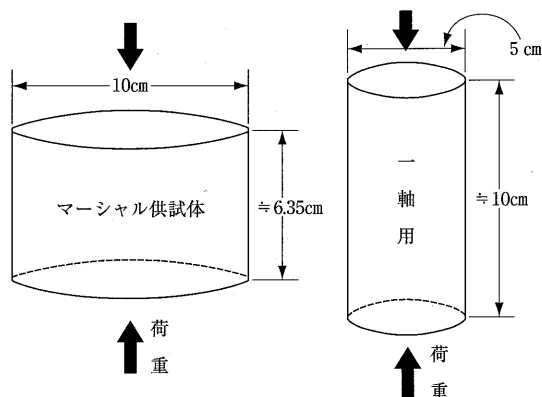
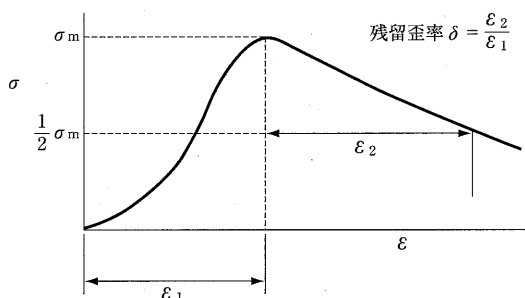


図-3 供試体の寸法



(注) 残留歪率はマーシャル供試体による。

図-4 残留歪率δの定義

表-4 バインダーの配合

| フルイ目 (mm) | 13mm | 5  | 2.5 | 0.074 |
|-----------|------|----|-----|-------|
| 通過重量パーセント | 100% | 80 | 50  | 10    |

#### 2) 現場予備実験とその結果

現場での実験には，上記の実験結果を受け，

##### a) フィラーの種類：

消石灰のみ

##### b) 混合物の骨材粒度：

5mmパス％として，60％及び前年度成果を参考に90％の2種類

の組み合わせによる混合物について，残留歪を変化させた試作品を現場実験に適用し，5週間にわたって耐久性試験を実施した。

試作品は，ほぼ予測どりの成果を示した。

#### (2) 開発品の現場適用性能

第2次の委員会で新規に開発した舗装補修材料7種類を東北，北陸地建の現場に適用し，その適用性能を検討・確認した。

図-5に供用30日後の耐久度と残留歪を、図-6に  
変形係数との関係を示した。

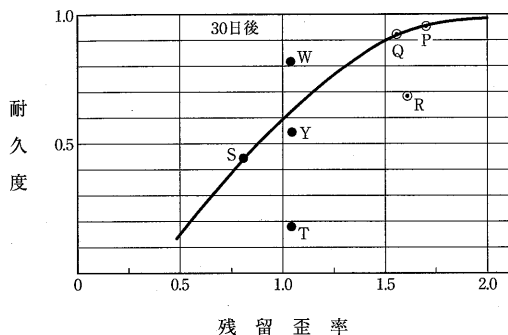


図-5 残留歪率と耐久度の関係

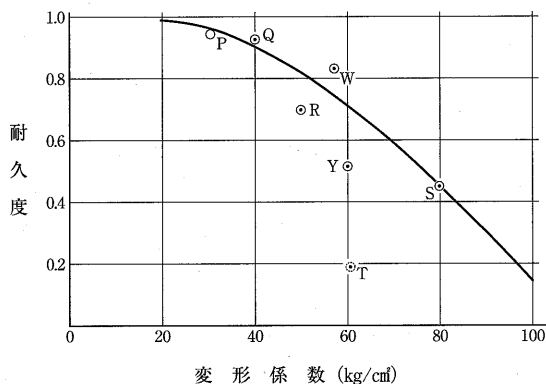


図-6 変形係数と耐久度の関係

## 2.2.3 最終結論

3カ年にわたる研究結果の結論として

- (1) 補修材料の耐久性と一軸圧縮試験の変形係数、残留歪率の間には相関関係がある。したがって、補修材料の良否を一軸圧縮試験で判定できると思われる。
- (2) 補修材料の耐久性を左右する最も大きな原因は、バインダーの種類にある。したがって、良いバインダーの開発が補修材料の設計には不可欠である。
- (3) フィラーとしては、炭酸カルシウムだけでなく、消石灰と炭酸カルシウムの比を7:3にとると良い。
- (4) 混合物の骨材粒度は、バインダー、フィラーに次いで影響が大きい。
- (5) 作業性の良否は、10回突き固めたマーシャル供試体の安定度を測定することにより、ある程度判断できる。

## あとがき

本研究開発で補修材の耐久性能の評価手法として、新たに開発された「マーシャル一軸圧縮試験方法」は、「セメント・アスファルト乳剤混合物の配合設計方法」として採用され、現在に至っている。

## 参考文献

- 1) ㈱日本アスファルト協会：湿潤時作業可能な舗装補修材料に関する研究報告書，1971.4
- 2) ㈱日本アスファルト協会：同上，1974.3

## I. アスファルト舗装技術委員会の研究開発活動

# 歴青路面処理工法の研究開発

(昭和47年～59年)

太 田 健 二\*

### 1. 研究開発の目的

本研究は、市町村道の内、大型車の交通量が極めて少ない道路（0～40台未満/日、両方向）を対象とした路面処理工法の開発及び技術指針の策定を目的とした。

当時、地域によっては、応急舗装、軽舗装等と呼ばれていた路面処理工法の情報も参考にし、委員会としての新たなコンセプトの基に「砂利道の歴青路面処理工法の開発・技術指針」の策定を行った。

### 2. 研究経過と結果

研究開発のコンセプトとして、①現道の利用と現地材料の積極的な活用を図ること、②その設計にあたっては、従来の実績等の経験を重視し、CBR法、たわみ法などによらず、大型車交通量、在来砂利層の厚さ及び路床土の性質によって行うこととした。図-1に歴青路面処理工法の構成を示す。

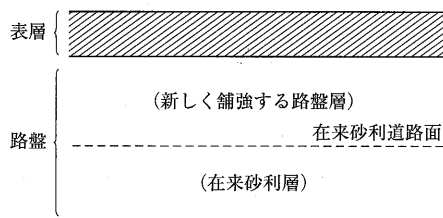


図-1 歴青路面処理工法の構成

#### 2.1 軽交通道路の舗装に関する実態調査

当時、各県の単独事業で応急舗装、軽舗装等の呼び名で実施されていた各種の工法について、都道府県に対するアンケート調査を行った。その結果、簡易舗装要綱によらない軽舗装の技術基準の作成を望む声が圧倒的に多かった。

#### 2.2 砂利道の歴青路面処理指針（第2次案）の作成（昭和48年4月）

先に取りまとめられていたアスファルト乳剤協会の

「軽舗装の手引き（案）」を叩き台として、検討を加え「砂利道の歴青路面処理指針（第2次案）」を作成。

2次案での設計方法は、CBR法によらず視察評価による手法を取り入れた。事前調査項目としては、①路床土の評価（砂質土、シルト質土、粘土質土）、②砂利層の厚さ、③路面の評価（凹凸の程度、軟弱の有無）、④大型車による振動の程度、について3段階の評価を行い総合評価（A, B, C）を決定した。参考項目として、排水条件、凍結深さを考慮に加えた。

#### 2.3 現場試験舗装の実施（昭和48年度建設技術研究補助金事業）

指針（第2次案）の妥当性を検討するために、分科会直営工事として埼玉、千葉の両県にて各3箇所（39工区）、全国の市町村で約83箇所（150工区）の試験舗装を実施。

#### 2.4 試験舗装現場のアンケート調査と指針（第3次案）の作成（昭和49年6月）

試験舗装現場の設計・施工等に関するアンケート調査の結果から指針（第2次案）には、多くの問題点があることが判明した。これらの結果を基に、特に重要な設計方法を中心に検討を加え、指針（第3次案）を作成。

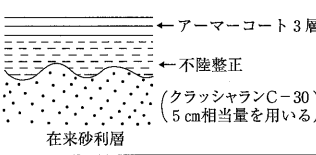
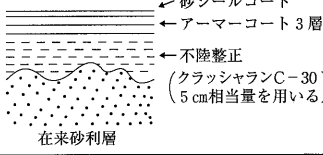
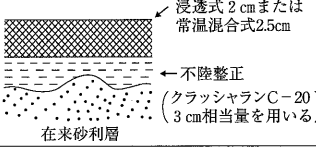
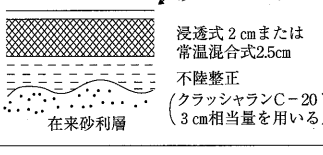
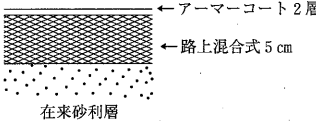
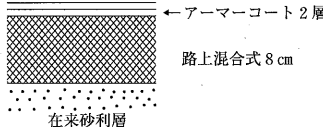
改訂の主たる点は、設計因子として①大型車交通量、②在来砂利層厚、③路床土の性質、の3項目に絞込み、より簡略化した。特に、これら評価項目を3対2対1と云う重み付けを行った点である。加えて、設計例も、13種から8種類に絞り、より簡便に工法の選択ができるように配慮した。

#### 2.5 試験舗装箇所の追跡調査と指針（第3次案）の見直し、施工要領の作成（昭和54年3月）

48年度に実施した試験舗装現場（全国86箇所、189工区）を3カ年間にわたって追跡調査を行った。調査結果の解析を基に、指針（第3次案）の一部見直しと並行し、歴青路面処理工法の施工要領を作成。

\*おた けんじ 元歴青路面処理分科会委員

表-1 設計断面と適用基準

| 大型車交通量               | 指針(3次案)関連    | 一般地域                                                                                                                                                                      | 雪寒地域                                                                                                                                                                                  |
|----------------------|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10台未満/日・二方向          | A-1型         |  <p>←アーマーコート3層<br/>←不陸整正<br/>(クラッシュランC-30)<br/>5 cm相当量を用いる<br/>在来砂利層</p>                 |  <p>←砂シールコート<br/>←アーマーコート3層<br/>←不陸整正<br/>(クラッシュランC-30)<br/>5 cm相当量を用いる<br/>在来砂利層</p>               |
|                      | B-1型         |  <p>←浸透式2 cmまたは<br/>常温混合式2.5cm<br/>←不陸整正<br/>(クラッシュランC-20)<br/>3 cm相当量を用いる<br/>在来砂利層</p> |  <p>←砂シールコート<br/>浸透式2 cmまたは<br/>常温混合式2.5cm<br/>不陸整正<br/>(クラッシュランC-20)<br/>3 cm相当量を用いる<br/>在来砂利層</p> |
| 10台以上<br>40台未満/日・二方向 | C-1型<br>C-2型 |  <p>←アーマーコート2層<br/>←路上混合式5 cm<br/>在来砂利層</p>                                              |  <p>←砂シールコート<br/>←アーマーコート2層<br/>路上混合式8 cm<br/>在来砂利層</p>                                             |

注1) 常温混合式の場合は、7号砕石(S-5)を用いたシールコートを必ず行なう。

2) 雪寒地域はすべてについて最上層に砂シールコート1層を追加した。その仕様はアスファルト乳剤120ℓ/100㎡、粗目砂0.5㎡/100㎡とする。

主な修正点は、①標準設計断面を8種類から6種類に整理、②各設計例の仕様を一部変更、③仕様変更に伴って仕様材料のうち、石油アスファルト乳剤のJISを改正し、PK-1、2の蒸発残留物を60%以上とした(JIS 2208の改正：1980.1)。

## 2.6 52年度全国試験舗装の実施

指針(第3次案)の見直し、施工要領の新規作成を受けて、その妥当性を確認すべく、新たに全国の市町村道を対象に約72箇所において試験舗装を行った。

試験舗装では、標準設計例、仕様の一部変更、アスファルト乳剤の濃度アップ、等による施工性、耐久性の確認に重点をおいた。

## 2.7 標準設計断面、指針適用基準の策定(昭和59年12月)

48、52両年度における試験舗装の追跡調査データの解析結果を基に、歴青路面処理工法の設計断面と適用基準の策定。(表-1参照)

## あとがき

本研究開発では、(社)日本アスファルト乳剤協会が開発された『路上混合式セメント・アスファルト乳剤安定処理工法』を昭和52年度全国試験舗装で取り上げ、その適用性を確認後C-1、C-2の工法として採択した。以後、歴青路面処理工法の主たる工法として活用されている。

## 参考文献

- 1) (社)日本アスファルト協会：砂利道の歴青路面処理指針(第2次案)、1973.4
- 2) (社)日本アスファルト協会：同上(第3次案)、1974.6
- 3) (社)日本アスファルト協会：同上(昭和59年版)、1984.12
- 4) (社)日本アスファルト乳剤協会：アスファルト乳剤誌、35号、1973.11、p.2
- 5) (社)日本アスファルト協会歴青路面処理分科会：歴青路面処理の適用性、第13回日本道路会議舗装部会特定課題、1979.10、p.186
- 6) 太田健二：歴青路面処理分科会の活動、アスファルト誌、23巻126号、1981.1、p.12

# I. アスファルト舗装技術委員会の研究開発活動

## フルデプスアスファルト舗装の設計・施工の研究

(昭和48年～61年)

田 井 文 夫\*

### 1. まえがき

フルデプス分科会の活動は、フルデプスアスファルト舗装（以下、フルデプス舗装という）の設計・施工の標準を示した技術指針（案）の作成を最終目標とし、高度成長期末期のⅠ期（昭和48年、1973～）とオイルショック後のⅡ期（昭和57年、1982～）に分けて、それぞれの時代のニーズを反映させる形で実施された。

以下に、分科会がどのような背景の下に発足し、いかなる技術的課題に取り組み、その検討成果として何が得られたか、また検討成果が舗装技術の集大成であるアスファルト舗装要綱や今日の「舗装設計施工指針」や「舗装施工便覧」にどのように反映されているかなどを概説し、分科会活動が舗装技術の進展に果たした役割を示す。

### 2. フルデプス分科会の発足と活動目標

わが国の舗装整備は着実に進展し、昭和40年代後半の舗装需要の急速な増大は必然的に骨材資源の不足傾向を招いた。このことに対応するため、舗装合計厚を薄くし、使用する骨材資源を減少できる省資源型の舗装構造としてフルデプス舗装の有効性が認識されるに至った<sup>1)</sup>。

路床の上のすべての層にアスファルト混合物を用いたフルデプス舗装は昭和38年（1962）頃米国で実施されたのがきっかけとなり、その後、ドイツなどでも検討されていた。一方、わが国では昭和44年（1969）以降、この舗装が試行されてきたが、フルデプス舗装の特性あるいは採用の前提となる基本的条件が必ずしも明確でなく、また舗装の構造設計方法が確立されておらず、シックリフト工法採用上の問題点も十分に確認されていないのが実状であった<sup>2)</sup>。

このような背景の下に分科会Ⅰ期（多田宏行分科会長）は発足し、この舗装の技術指針（案）作成を目標として活動を開始した。この活動は約3年間に及び、

その成果はアスファルト舗装要綱（以下、要綱という）（昭和53年版）における「市街地などの舗装で目標とする合計厚が確保するのが困難で、路床の設計CBRが5以上の場合には、目標とする $T_A$ をすべて加熱アスファルト混合物で構成する舗装を採用することがある」に反映された。

しかし、わが国でフルデプス舗装が採用されているのは路床土の設計CBRが比較的小さい場合が多い。このことから、昭和57年（1982）に分科会Ⅱ期（河野宏分科会長）を発足させ、わが国の実施例を踏まえた舗装厚の設計の基準化とシックリフト工法の標準化など「フルデプス・アスファルト舗装設計施工指針（案）」（以下、指針（案）という）の成案を得ることを目標とした活動を実施した<sup>2)</sup>。

### 3. 主な研究実施内容

主な研究実施内容の流れは、図-1のとおりである。分科会Ⅰ期においてもⅡ期においても基本的な検討事項は共通しているが、Ⅰ期では、A.I.の構造設計法を含めた文献調査を中心に実施した。また、Ⅱ期ではⅠ期の研究成果を出発点とし、供用性を含めた施工実績にもとづき、指針（案）作成作業を行った。

主な研究実施内容は次のとおりである。

#### (1) フルデプス舗装の定義の確立

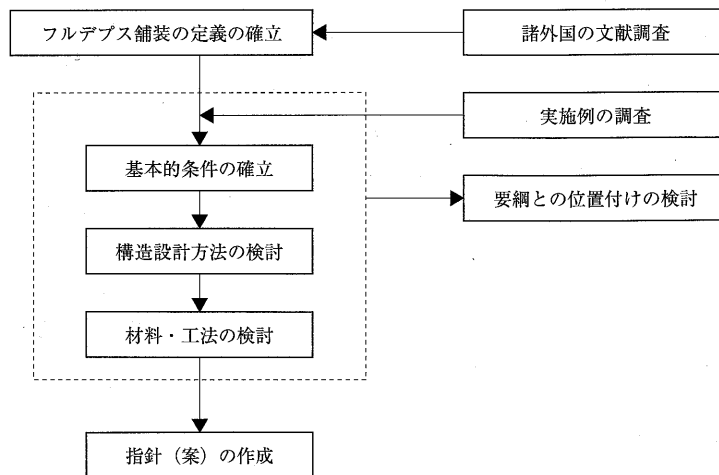
当時、舗装構造の種類を意味するフルデプス舗装、ディープストレングス舗装、工法を意味するシックリフト工法が混同して用いられる面がみられ、検討に当たっての共通土壌をまず形成するため、諸外国の文献調査等にもとづき、フルデプス舗装の定義を確立することから検討を行った。

#### (2) 採用の前提となる基本的条件の確立

フルデプス舗装の利点は舗装厚を薄くできる、良質な粒状骨材の使用量を少なくできる、低品質の骨材を使用可能にする、シックリフト工法により工期を短縮

\*たい ふみお 日本道路技術研究所次長





図－１ 研究実施内容の流れ

できるなどとされている。わが国の実施例からみてこの舗装の利点を活かした適用するとよい条件（適用範囲）、すなわち、フルデプス舗装採用の前提となる基本的条件を検討した。

### (3) 構造設計方法の検討

フルデプス舗装では、要綱の合計厚 $H$ の規定が意味をなさなくなるが、 $T_A$ だけで設計してよいか。すなわち、要綱にはCBRが５程度以上のとき、 $T_A$ 規定のみで設計を行うこともあると示されているが、フルデプス舗装は路床の設計CBRが比較的低い場合に実施されており、このような場合にも $T_A$ だけで設計してよいかを中心に検討を行った。

### (4) 材料・工法の検討

フルデプス舗装は、路盤工種が単一化され、シックリフト工法の採用が多い。分科会スタート当時、要綱には一層の仕上り厚が10cm以内で行う工法のみが示されていただけで、シックリフト工法の標準化を実施例にもとづき検討した。

### (5) (1)～(4)にもとづく指針（案）の作成

以上の研究内容にもとづき、指針（案）は、要綱に準拠し得る事項は要綱の規定により、準拠することが困難な事項はできる限り要綱との整合性を確保しつつ作成した。

## 4. 主な研究成果

分科会の研究成果は、「フルデプス・アスファルト舗装設計施工指針（案）」<sup>2)</sup>、「フルデプス・アスファルト舗装資料集」<sup>4)</sup>として本協会から刊行された。

主な研究成果<sup>3)</sup>を表－１に示す。

表－１ 主な研究成果

| 項 目        | 研究成果                                                            |
|------------|-----------------------------------------------------------------|
| フルデプス舗装の定義 | 定義を明確化                                                          |
| 適用範囲       | 粒状材料を路盤に用いた通常のアスファルト舗装の適用が困難と考えられる場合に適用                         |
| 構造設計       | ①要綱の $T_A$ 規定を満足するよう設計<br>②設計CBRが比較的低い場合は、路床の一部として施工基盤を設けることを規定 |
| 材料・工法      | ①材料としてAC-100、製鋼スラグの利用を新たに採用<br>②路盤の施工方法としてシックリフト工法を標準化          |

### (1) フルデプス舗装の定義

路床の上のすべての層にアスファルト混合物を用いた舗装をフルデプス舗装とした。その特徴は路盤全層にアスファルト混合物（通常、瀝青安定処理混合物）を用いることである。

### (2) 適用範囲

フルデプス舗装の適用面からみた位置付けは表－１中に示したとおりである。この舗装は、新設よりも補修において、路面高さの制約をうけ、通常の舗装では合計厚の確保が困難となる場合、地下埋設物の埋設位置が浅く、舗装施工時における地下埋設物の保全面で有利となる場合などに採用されることを示した。

### (3) 構造設計

舗装の構成は図－２のとおりとした。

構造設計方法は、

①舗装厚は要綱の $T_A$ 規定を満足するように決定する

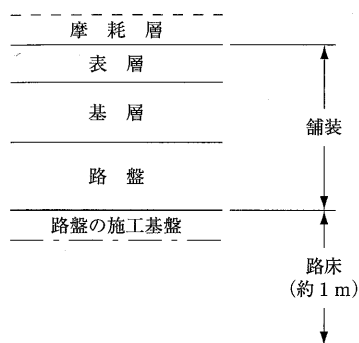


図-2 フルデプス舗装の構成

②設計CBRが2以上5未満のときには路床の一部として路盤の施工基盤を設け、その標準的な厚さは設計CBRが2の場合は30cm、3または4では15cmとする

というものであった。

これらは、設計CBRの取扱いを示した表-2からわかるように、設計CBRが2、3、4の場合においてもT<sub>A</sub>規定だけでよいが、路盤の施工性確保のための対処策は十分かに対する検討成果である。

表-2 設計CBRの取扱い

| 項 目                   | 設 計 C B R |   |   |   |   |    |    |
|-----------------------|-----------|---|---|---|---|----|----|
|                       | 2         | 3 | 4 | 6 | 8 | 12 | 20 |
| フルデプス舗装の適用性           | 有効である     | ← | → |   |   |    |    |
|                       | やや有効である   |   |   | ← | → |    |    |
|                       | あまり有効でない  |   |   |   |   | ←  | →  |
| 路盤の施工性が確保されている        |           |   |   | ← | → |    |    |
| 路盤の施工性確保のための対処策が必要である | ←         | → |   |   |   |    |    |
| 本指針(案)の適用範囲           | ←         | → |   |   |   |    |    |

上記①については、種々検討したが、実施例によるとT<sub>A</sub>規定のみで設計されたフルデプス舗装の供用性が通常のアスファルト舗装と同程度の供用性を示していたことからT<sub>A</sub>規定のみで構造設計を行う方法とした。

上記②については、実施例を踏まえて、路盤の施工基盤(ワーキングプラットフォーム)を設ける方法の採用とした。

### (3) シックリフト工法の標準化

シックリフト工法は、フルデプス舗装の実施例よりみて一層の仕上り厚が10~30cmの場合が多いことや施工管理の面から、一層を10cm以上30cm以下の仕上り厚

で施工する工法と定義し、その標準的な施工法や施工時の留意点を示した。すなわち、材料分離や密度の不均一性を防ぐ方法、仕上り面の平坦性確保の方法などである。

また、この工法では、仕上り厚が厚く、混合物の温度低下が遅くなるので交通開放時期に注意を要すること、開放時期は仕上り面の温度で行う方法を示した。

## 5. 今日の舗装技術への影響

分科会の成果である指針(案)の設計施工における特徴となる事項と要綱類の変遷との関係をまとめると、表-3のとおりである。

分科会の示した設計と施工の間の橋架けとなる施工基盤の考え方は、「舗装の構造に関する技術基準・同解説」<sup>5)</sup>に組み入れられている。

フルデプス舗装の構造設計方法はT<sub>A</sub>法を適用できる舗装として「舗装設計施工指針」<sup>6)</sup>に示され、設計CBRが6未満のときには6以上となるよう構築路床を設けるというように活かされている。また、施工方法は「舗装施工便覧」<sup>7)</sup>に示されており、その内容は分科会の作成した指針(案)が原型となっている。

## 6. あとがき

フルデプス舗装は、昭和40年代中頃から50年代中頃にかけてほど近年は実施されることはなくなったが、分科会の成果は今日の技術図書にも反映され、舗装技術の進展に大きく貢献したことを最後に付言してまとめたい。

## 参考文献

- 1) 特集・フルデプスアスファルト舗装, アスファルトNo.92, 93
- 2) 社日本アスファルト協会; フルデプス・アスファルト舗装設計施工指針(案), 昭和61年9月
- 3) 河野宏; フルデプス・アスファルト舗装設計・施工指針(案)について, アスファルトNo.150
- 4) 社日本アスファルト協会; フルデプス・アスファルト舗装資料集, 昭和61年9月
- 5) 社日本道路協会; 舗装の構造に関する技術基準・同解説, 平成13年7月
- 6) 社日本道路協会; 舗装設計施工指針, 平成13年12月
- 7) 社日本道路協会; 舗装施工便覧, 平成13年12月

表-3 フルデプス分科会の活動と要綱類の変遷の関係

| 年               | 項 目                                                    | 設 計                                                                                                     | 路盤工種<br>材料・工法                     |
|-----------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| 昭和42年<br>(1967) | 要綱42年版                                                 | ・ CBR-T <sub>A</sub> 法                                                                                  | ・ 瀝青安定処理路盤が工種として加わる               |
| 昭和48年<br>(1973) | フルデプス分科会発足                                             | 約3年間、フルデプス舗装の設計施工に関する調査、研究を行い、その結果をアスファルト No.92, 93にて報告                                                 |                                   |
| 昭和53年<br>(1978) | 要綱53年版                                                 | ・ CBR-T <sub>A</sub> 法<br>・ 「舗装の構成」における[注]で目標とするT <sub>A</sub> をすべて加熱アスファルト混合物で構成する舗装を採用することがあることが示される。 | ・ 瀝青安定処理工法の施工においてシックリフト工法が[注]で加わる |
| 昭和57年<br>(1982) | フルデプス分科会再スタート                                          | わが国の実施例にもとづいた指針(案)作成を目標とする作業を再スタート                                                                      |                                   |
| 昭和61年<br>(1986) | フルデプス分科会指針(案) <sup>2)</sup> 刊行                         | ・ T <sub>A</sub> 法<br>・ 設計CBRが比較的低い場合は路盤の施工基盤を設ける                                                       | ・ シックリフト工法を標準化                    |
| 昭和63年<br>(1988) | 要綱63年版                                                 | ・ CBR-T <sub>A</sub> 法<br>・ 「特殊舗装」においてフルデプス舗装の節が採り入れられる                                                 | ・ 「瀝青安定処理路盤の施工」においてシックリフト工法が示される  |
| 平成4年<br>(1992)  | 要綱平成4年版                                                | ・ T <sub>A</sub> 法<br>・ 「特殊舗装」においてフルデプス舗装が示される                                                          | ・ 同上                              |
| 平成13年<br>(2001) | 技術基準 <sup>5)</sup> 、指針 <sup>6)</sup> 、便覧 <sup>7)</sup> | ・ フルデプス舗装はT <sub>A</sub> 法を適用できる舗装として示される <sup>6)</sup><br>・ 施工基盤の考え方が示される <sup>5)</sup>                | ・ フルデプス舗装の施工方法が示される <sup>7)</sup> |

☆

☆

☆

☆

☆

☆

# I. アスファルト舗装技術委員会の研究開発活動

## セミブローンアスファルトの開発

(昭和50年～昭和62年)

飯 島 尚\*

### 1. はじめに

我国では、昭和30年代後半から50年代以降にかけて全国各地の主要道路において車輛走行部におけるわだち掘れが顕著に発生していた。わだち掘れには、舗装構造に起因するわだち掘れと、アスファルト混合物の流動によるわだち掘れに大別され、50年代に著しく発生したわだち掘れは主として流動によるものであった。

そして、このわだち掘れの発生原因は我国の舗装がおかれている次のような特殊環境によるものと考えられていた。

①重車輛の通行が極めて大きく、タイヤ空気圧も高い

②夏期における高気温が連続することから、舗装表面の温度は60℃にも達する。

③一般に車道幅員が狭く、車輛の走行位置が一定している

従来、流動によるわだち掘れ対策としては、

①アスファルト量を少なくする

②骨材粒度を粗くする

③硬いアスファルトを使用する

などの主として配合設計の工夫による対策がとられ

て来た。しかし、ますます増大する交通荷重に対して十分な効果を挙げているとはいえず、その後もわだち掘れは全国的な規模で発生していた。

このような社会情勢の下、(社)日本アスファルト協会ではアスファルトの感温性の改善に着目し、アスファルトの60℃粘度を高めたセミブローンアスファルトを使用することによって、この問題に対処すべく10年以上にわたって開発研究を実施した。

これらの一連の研究によってわだち掘れの発生がかなり抑制されたのみならず、その後のアスファルトの開発研究の方向性に大きな影響を与えたものと考えられる。

ここでは、これらの一連の研究開発の成果について簡単にふりかえて見たい。まず、研究の開始は昭和50年代にさかのぼる。

各年次における研究経過は表-1に示すとおりであり、その内容は

①文献調査

②室内試験

③試験舗装

の3段階となっている。

表-1 セミブローンアスファルトの研究経過

| 内 容 \ 年 次                | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56   | 57 | 58 | 59 | 60   | 61 | 62 |
|--------------------------|----|----|----|----|----|----|------|----|----|----|------|----|----|
| 1) 文献, 改質アスファルトの調査       | ←→ |    |    |    |    |    |      |    |    |    |      |    |    |
| 2) セミブローンアスファルトの試作, 室内試験 |    | ←→ |    |    |    |    | ←→   |    |    |    |      |    |    |
| 3) 第1次試験舗装               |    |    | 舗設 | ←→ |    |    | 追跡調査 | ←→ |    |    |      |    |    |
| 4) 第2次試験舗装               |    |    |    | 舗設 | ←→ |    | 追跡調査 | ←→ |    |    |      |    |    |
| 5) 第3次試験舗装               |    |    |    |    |    |    | 舗設   | ←→ |    |    | 追跡調査 | ←→ |    |

\*いいじま たかし 元建設省土木研究所長

まず、第1の文献調査及び室内試験では国内外の各種文献調査結果をふまえて、60℃粘度を高めることが有効であるとの結論を得、数種のセミプローンアスファルトが製作された。そして、これを用いた混合物の室内試験が繰り返された。

次に開発されたセミプローンアスファルトを用いて、実際の道路での効果を確認するために、大規模な試験舗装が実施された。

試験舗装は建設省の指導のもとに昭和53年度より3次にわたり全国的に実施された。

このうち、第1次、第2次試験舗装は、AC-140を中心に一部AC-80を用いて52年、53年に実施され、第3次試験舗装は第1次、第2次のデータ分析のもとにAC-100を中心に56年、57年に実施された。

舗装後、それぞれ5年にわたって路面性状の観測調査が続けられた。

これらの調査結果、セミプローンアスファルトの持つ耐流動性が確認される一方、デメリットであるひびわれの発生やアスファルトの劣化状態についても確認を行ない、最終的にはAC-100の規格を提案することが出来た。

## 2. 文献調査及び室内試験

まず、欧米諸国の舗装用アスファルトの品質規格、およびアスファルト混合物の流動に関する研究論文について幅広い文献調査を行なった。その結果次のようなことが明らかになった。

- ①ヨーロッパでは高温時のコンシステンシーを主として軟化点によって評価している。
- ②アメリカでは80%以上の州が高温時のコンシステンシーを60℃粘度によって評価している。
- ③ヨーロッパ、アメリカとも、混合物の流動によるわだち掘れは大きな問題となっていない。

これらの調査結果から、60℃粘度を高めるための基本的方向が得られ、また、60℃粘度を高める製造方法として種々の製造プロセスの検討結果からブローイング方式が最適であるとの結論を得た。

ブローイング方式とはストレートアスファルトを250℃～300℃に加熱した状態で数時間空気を吹き込み、アスファルトの粘度及び感温性を改善することである。

さらに、加熱混合時の施工性を考慮して

- ①25℃における針入度は40以上
- ②180℃における動粘度は200cst以下

を目標とし、製造されたアスファルトはセミプローンアスファルトと称することとした。

この性状は60℃では従来のアスファルトより硬く、25℃、180℃では従来のストレートアスファルトとほぼ同程度の軟かさ（施工性）を持つということになる。次に試作アスファルトを用いた混合物の物理的性状を検討することとした。一般にマーシャル試験、ホイールトラッキング試験の両安定度は使用アスファルトの60℃粘度と相関が高く、60℃粘度が高い程安定度も高い。

このことから各種室内試験のデータを分析した結果、60℃粘度を14,000poise程度に高めたセミプローンアスファルトが、現地の耐流動性を高めるのに有効であるものと予測された。また、製造のバラツキを考慮して、 $\pm 4,000$ poiseの幅を持たせた $14,000 \pm 4,000$ poiseのセミプローンアスファルトをAC-140とした。

## 3. 第1次及び第2次試験舗装

第1次試験舗装は建設省直轄国道を中心に全国10箇所に於て実施した。

使用したセミプローンアスファルトはAC-140を中心に比較のためにAC-80が用いられた。

第1次試験舗装の結果からセミプローンアスファルトは耐流動に効果があることが解ったが、一方、多くの個所で早期にひびわれが発生した。調査の結果すべて原アスファルトの60℃粘度が非常に高いことが判明し、また薄膜加熱試験（TFOT）後と原アスファルトの60℃粘度の比率（粘度比）が大きい場合にひびわれ発生が顕著であることが解った。このようなことから60℃粘度を厳密に管理することに加えて、粘度比を規定する必要があるものと判断され、データ分析の結果粘度比を6以下とし、さらに試験舗装を継続実施することとした。

第2次試験舗装は全国14ヶ所に於て実施し、各種測定結果から耐流動性ととともにひびわれ防止についても改善効果が見られた。しかし原アスファルトの60℃粘度が15,000poiseを超える個所でひびわれが発生し、一方60℃粘度が7,000poiseを下まわる個所では流動が見られた。このようなことから60℃粘度はAC-140とAC-80の中間の値が適切であり、かつ、ひびわれ防止の面から粘度比をさらに下げて5以下とすることが適切であると判断された。

#### 4. 第3次試験舗装

第1次、第2次の試験舗装の結果から、60℃粘度を $10,000 \pm 2,000$ poise (AC-100)、粘度比を5以下として、第3次試験舗装に取り組むこととした。第1次、第2次とも工事内容は特記仕様書によって施工して来たが、試験区間によっては必ずしも条件が統一されていなかった。そこで、第3次試験舗装に当っては試験個所の選定から施工管理、データ収集解析等の一連の作業を厳密に同一条件下で比較出来るように

##### ①試験舗装選定箇所条件

##### ②施工基準

##### ③路面性状の追跡調査要領

を事前に作成し、これに基づいて試験舗装を実施することとした。

まず、①の個所の選定では表-2に示すように、交通量、線形、延長等について一定条件になるように選定し、試験規模はアスファルトのロットの大きさを考慮して1箇所400m以上とした。結果的にはこの条件に基づいて全国で16箇所、53,448㎡の第3次試験舗装が実施された。

②の施工基準では④セミプローンアスファルトの品質、⑤アスファルトの貯蔵時の注意、⑥混合物の配合設計の手順、⑦転圧温度および転圧時の注意、⑧交通解放時の舗装表面温度、⑨品質管理および検査の方法、⑩施工時のアンケートの実施と内容等について細かく規定して工事施工に当った。

さらに供用後の追跡調査についても③の追跡調査要領を細かく定め、例えば交差点部では起点より50m、単路部においては100mを調査区間とし、交通量、たわみ量、ひびわれ率、縦横断凹凸、コア採取による密度測定等を一定の測定期間毎に定期的実施することとした。

#### 5. 試験施工と供用性

##### ① 使用アスファルトの性状

第3次試験舗装に使用したアスファルト性状を表-3に示す。

これによれば、工場出荷時の60℃粘度は平均で9,520poiseであったものが、プラント納入時には概ね14%上昇し、10,853poiseとなっていた。

また、粘度比は、出荷時が平均値で4.0であったものが、プラント納入時には平均値で3.7と若干低下していた。

その他の性状は出荷時も納入時もほぼ一定の値であり、輸送期間の品質の変化は比較的少ないものと判断出来た。

##### ② 配合設計

セミプローンアスファルトを用いた混合物は表層用として密粒度アスコン (20.13)、基層用として粗粒度アスコン (20) を原則とした。

マーシャル試験による配合設計を実施し、骨材粒度範囲は中央値を目標とし、又アスファルト量も基準値

表-2 セミプローンアスファルト試験舗装選定箇所条件

| 項 目                        | 条 件                                                                                                                         | 理 由                                                                                        |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 交通量<br>2. 線 形<br>3. 延 長 | C, D交通区分 交差点を含む<br>1) 原則として直線区間 (ただし曲線R=300m以上)<br>2) 原則として平坦部 (ただし縦断勾配6%以内)<br>400m/工事以上かまたは、これの整数倍                        | 重交通道路における流動、わだち掘れ対策                                                                        |
| 4. 施工厚                     | 1) 2層施工が望ましい<br>この場合は延長200mでよい<br>2) ただし切削オーバーレイで1層5cmの場合は在来路面のたわみ量0.5mm以下<br>3) 新設の場合は2層以上とする。                             | ローリー運搬 1台10t } 20t<br>アスファルトタンク 20t<br>巾7.0m, 厚さ5cm, As量5.5%と仮定すると<br>$\ell = 421\text{m}$ |
| 5. 舗装データ                   | 1) 修繕工事<br>既設路面の性状、舗装構成、材料、オーバーレイ前のたわみ量 (路床CBR)、交通量のデータを明らかにすること<br>2) 新設工事<br>CBR, $T_A$ , 構成、配合、施工後のたわみ量、交通量のデータを明らかにすること | 構造解析を行う                                                                                    |
| 6. その他                     | 1) 混合物の試験を特記で追加する<br>例: ホイールトラッキング, 曲げ試験<br>2) 高架部での舗装なども含める<br>3) ストレートアスファルトの工区を含める                                       | 下層支持力のよい個所に効果的であることの実証<br>セミプローンとの比較                                                       |

表-3 AC-100の性状 (56年度施工箇所)

| 性状          | 試験時期   | 工場出荷時 |        |       |       |       | プラント納入時 |        |       |        |       |
|-------------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|---------|--------|-------|--------|-------|
|             |        | n     | 最大値    | 最小値   | 平均値   | 偏差    | n       | 最大値    | 最小値   | 平均値    | 偏差    |
| 60℃粘度       | poise  | 17    | 12,800 | 8,410 | 9,520 | 931   | 16      | 13,000 | 9,580 | 10,853 | 964   |
| 動粘度 (180℃)  | cSt    | 17    | 138    | 98    | 125   | 12.8  | 16      | 153    | 102   | 132    | 16.1  |
| 薄膜加熱質量変化    | %      | 17    | 0.10   | -0.16 | -0.03 | 0.08  | 16      | 0.09   | -0.18 | -0.05  | 0.08  |
| 針入度 (25℃)   | 1/10mm | 17    | 62     | 42    | 51    | 7.1   | 16      | 59     | 41    | 51     | 5.4   |
| 三塩化エタン可溶分   | %      | 17    | 99.99  | 98.9  | 99.79 | 0.25  | 16      | 99.99  | 99.1  | 99.66  | 0.26  |
| 引火点         | ℃      | 17    | 306    | 286   | 299   | 6.2   | 16      | 312    | 286   | 300    | 7.5   |
| 比重 (25/25℃) |        | 17    | 1.034  | 1.012 | 1.024 | 0.006 | 16      | 1.031  | 1.015 | 1.025  | 0.005 |
| 粘度比 (60℃)   |        | 17    | 4.6    | 2.9   | 4.0   | 0.6   | 16      | 4.9    | 2.9   | 3.7    | 0.6   |
| 動粘度 (140℃)  | cSt    | 17    | 760    | 522   | 682   | 65.3  | 14      | 815    | 580   | 710    | 66.0  |
| 動粘度 (160℃)  | cSt    | 17    | 294    | 206   | 268   | 25.4  | 14      | 313    | 222   | 279    | 28.1  |
| 軟化点         | ℃      | 11    | 58.0   | 56.0  | 57.6  | 1.0   | 7       | 61.5   | 55.5  | 58.7   | 2.4   |

の共通範囲の中央値とした。動的安定度の目標値は1,500~4,000回/mmとした。

### ③ アスファルトの性状管理

ローリーから現場のアスファルトタンク内に納入する際アスファルトを採取し、60℃粘度試験を行なって合格品のみを受入れる体制とした。この60℃粘度測定によるアスファルト受入れ検査は地建技術事務所が実施した。事務所の試験担当者が60℃粘度測定の方法に習熟するために、事前に土木研究所に於て、研修を行ない綿密なトレーニングを実施した。実際の受入れ時にはローリーを受入れるか否かが決定するとあって、測定者が緊張のあまり手がブルブルふるえる程の厳しい検査体制であった。

### ④ 施工管理

プラントにおける混合温度の管理は通常のストレートアスファルトよりも、おおむね15~20℃高くなった。初期転圧の温度は150~165℃を目標とした。施工後、切取りコア (φ10cm) によって厚さと密度を測定し、締固め度を算出した。

また、切取りコアからアスファルトを回収して60℃粘度、針入度及び軟化点を測定した。その結果、回収アスファルトの60℃粘度は表層で16,000~50,000poise、基層で30,000~50,000poiseの範囲であり、施工時の60℃粘度上昇は3~5倍となっていた。また、針入度は35~45、軟化点は64±2℃であった。

## 6. 第3次試験舗装のまとめ

既に本誌Vol.31, 157号 (多田宏行, 伊藤正秀) に発表されている施工後5ヶ年にわたる観測結果のレポートから、ひびわれ (c), わだち掘れ (d), 及びMCIの図の平均値のみを取り出したのが図-1, 図-2で

ある。また、60℃粘度とわだち掘れ及びひびわれの関係を整理したものが図-3であり、図中の線はそれぞれ上限値である。なお、図中でstはストレートアスファルト、ACはセミプロンアスファルトの工区、交は交差点部、単は単路部の意味である。

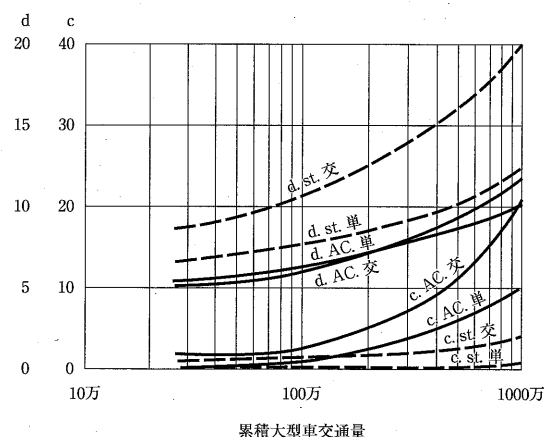


図-1 累積大型車交通量とわだち掘れ (d) 及びひびわれ (c)

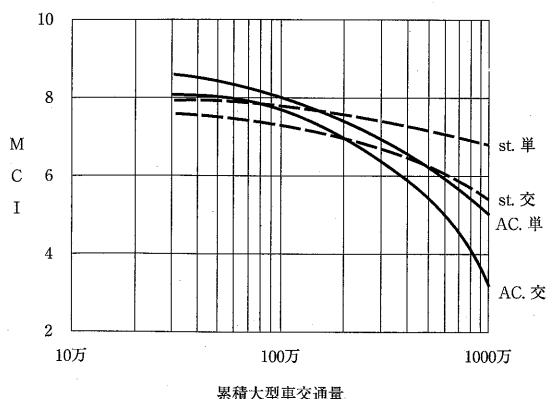


図-2 累積大型車交通量とMCI

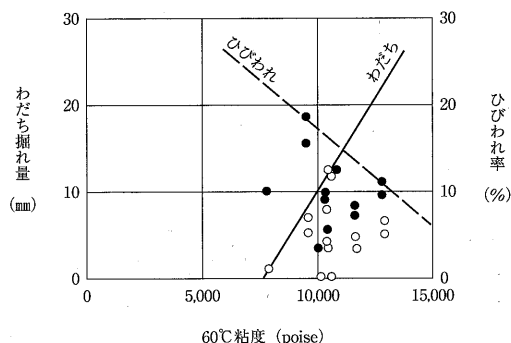


図-3 60℃粘度とわだち掘れ及びひびわれ

これらの長年にわたる追跡調査の結果から第3次試験舗装の結果は概ね次のとおりまとめられている。

- ①AC-100の耐流動性は高い
- ②AC-100を使用した場合、ある程度のひびわれの発生は避けられない
- ③アスファルト性状および混合物性状と供用性の間には室内試験から予測されたような明確な関係は認められなかった。

これらのことから、第3次試験舗装に当って設定したAC-100(表-4)の品質は妥当なものであることが確認された。

表-4 セミブローンアスファルトの品質

| セミブローンアスファルトは均質で水分を含まず、180℃まで加熱してもあわ立たないものであって、次の規定に適合しなければならない。 |                   |              |
|------------------------------------------------------------------|-------------------|--------------|
| 項                                                                | 目                 | AC-100       |
| 粘度                                                               | (60℃) poise ①     | 10,000±2,000 |
| 動粘度                                                              | (180℃) cSt ②      | 200以下        |
| 薄膜加熱質量変化                                                         | %                 | 0.6以下        |
| 針入度                                                              | (25℃, 100 g, 5 秒) | 40以上         |
| 三塩化エタン可溶分                                                        | %                 | 99.0以上       |
| 引火点                                                              | ℃                 | 260以上        |
| 比重                                                               | (25/25℃)          | 1.000以上      |
| 粘度比                                                              | 60℃(薄膜加熱後/加熱前)    | 5以下          |

〔注〕①60℃の粘度は減圧毛管式粘度計で測定する。試験方法は(社)日本アスファルト協会規格JAA-001(石油アスファルト絶対粘度試験方法)による。

②動粘度は毛管粘度計を用いて測定する。140℃, 160℃の測定値も明示するものとする。他の測定器によって測定して動粘度を算出した場合は、測定器の形式と換算式を示さなければならない。

#### あとがき

昭和50年よりスタートしたセミブローンアスファルトの開発研究は第3次試験舗装の5年にわたる観測をもって終了した。

これらのことから、セミブローンアスファルトAC-100の規格は、アスファルト舗装要綱に取り入れられ、

その後新たに制定された舗装設計施工指針にも生かされ今日に至っている。ちなみにセミブローンアスファルト使用実績は第1次, 第2次, 第3次の合計1,890ton, 141,240㎡の施工面積であった。

概ね10年にわたる開発研究の状況について簡単に述べたが、産学官が一丸となった開発研究のあり方はその後のアスファルトに関する開発研究に大きな影響を与えたものと考えられる。そして現時点で研究の流れをふりかえって見ると、いわばSHRPの研究を先取りするような先駆的な取り組みであったともいえる。

現在、道路を取りまく環境は誠に厳しく、省エネルギーやヒートアイランド対策等からアスファルト舗装も加熱温度をなるべく低くすることや供用後のひびわれ発生が構造破壊の原因となるかも知れないということ等からセミブローンアスファルトにとっては制約条件が大きくなっている。しかし、将来にもアスファルトは重要な舗装材料であることは間違いのないことであり、21世紀にふさわしいアスファルトの開発研究を考えると、セミブローンアスファルトの開発研究のあり方は大いに参考になるのではなかろうか。

#### 参考文献

- 1) 蒔田実：舗装用アスファルト分科会の活動について、アスファルト, 第19巻第106号, 昭和51年4月
- 2) 竹下洋：アスファルト舗装の供用性とアスファルトの60℃粘度の関連性について、アスファルト, 第19巻第106号, 昭和51年4月, P4~P13
- 3) 関根幸生他：舗装用アスファルトの研究(特集号), アスファルト, 第20巻第110号, 昭和52年1月号
- 4) 関根幸生他：舗装用バインダーとしてのセミブローンアスファルトの特性に関する一見解, アスファルト, 第21巻第116号, 昭和53年8月
- 5) 多田宏行他：セミブローンアスファルトの開発と研究, アスファルト, 第24巻第130号, 昭和57年1月
- 6) 成田保三他：AC-100設計施工検討委員会報告, アスファルト, 第29巻第148号, 昭和61年7月
- 7) 多田宏行他：セミブローンアスファルト(AC-100)第3次試験舗装の供用性追跡調査結果, アスファルト, 第31巻第157号, 昭和63年10月
- 8) (社)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, 昭和53年4月
- 9) (社)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「セミブローンアスファルト」の開発, 昭和59年5月



## I. アスファルト舗装技術委員会の研究開発活動

# 道路舗装用アスファルト品質規格試験法の検討

(昭和60年～昭和62年)

牛 尾 俊 介\*

### 1. 背景

舗装用石油アスファルトの規格は昭和25年、36年、42年、50年、53年の改定を経て63年に制定されて現在に至っている。(社)日本アスファルト協会品質試験法分科会は、道路用ストレートアスファルトの適確な規格・試験法を検討することを目的として昭和60年6月に設けられて以来、性状の現況に関して調査を行って来た。分科会は役所、石油会社、道路会社などの各方面の舗装技術者によって構成され、世界各国の規格の背景を探り、現行の規格・試験法の検討と改善策を提案した<sup>1)</sup>。昭和61年12月、(社)日本道路協会より道路用ストレートアスファルトの性状について詳細な検討の

依頼があった。(社)日本道路協会のアスファルト舗装小委員会で行われていたアスファルト舗装要綱の見直しに関して当委員会からの提案を求めるものであった。以下、当委員会の活動の主なものについて報告する。

### 2. 各国のストレートアスファルトの品質と規格

諸外国のストレートアスファルトに関する品質試験と規格の整理を行った。表-1は先進七ヶ国の品質試験項目と規格の所在について纏めたものである。品質規格そのものや規格値については他の文献に譲ることとする<sup>2)</sup>。

表-1 先進七ヶ国のストレートアスファルト規格試験項目

| 試験の性格    | 試験の目的    | 試験項目       | 日本 | アメリカ |        | イギリス |    | ドイツ | カナダ | イタリア | フランス |
|----------|----------|------------|----|------|--------|------|----|-----|-----|------|------|
|          |          |            |    | ASTM | AASHTO | BS   | IP |     |     |      |      |
| コンシステンシー | 硬さ       | 針入度        | *  | *    | *      | *    | *  | *   | *   | *    | *    |
|          |          | 軟化点        | *  | *    |        | *    | *  | *   |     | *    | *    |
|          |          | 60℃絶対粘度    |    | *    | *      |      |    |     | *   | *    |      |
| 粘性       | 高温粘度     | 135℃粘度     |    | *    | *      |      |    |     |     |      |      |
|          |          | 高温動粘度      | *  |      |        |      | *  |     | *   |      |      |
|          |          | セイボルトフロール秒 | *  |      |        |      |    |     |     |      |      |
| 純度       | 不純物      | 三塩化エタン可溶分  | *  |      |        |      | *  | *   |     | *    |      |
|          |          | 三塩化エチレン可溶分 |    | *    | *      | *    |    |     | *   |      |      |
|          |          | 四塩化炭素可溶分   |    |      |        |      |    |     |     |      | *    |
|          |          | 水分         |    |      | *      |      |    |     | *   |      |      |
|          |          | 灰分         |    |      |        |      |    | *   |     |      |      |
| 安全性      | 引火       | 引火点        | *  | *    | *      | *    | *  |     | *   |      | *    |
| 熱劣化      | 蒸発、酸化    | 蒸発試験       | *  | *    |        | *    |    | *   |     | *    | *    |
|          |          | 薄膜加熱試験     | *  | *    | *      |      |    | *   | *   |      |      |
|          |          | 回転式薄膜加熱試験  |    | *    | *      |      |    |     |     |      |      |
| 比重       | 比重       | 比重試験       | *  | *    |        | *    | *  | *   |     | *    | *    |
| 相溶性      | 軟質分      | 蒸発試験(針入度比) | *  |      |        |      |    |     |     | *    |      |
| 安定性      | コロイドの均一性 | スポットテスト    |    |      | *      |      |    |     | *   |      |      |
| 低温性状     | 脆化       | フラス脆化点     | *  |      |        |      |    | *   |     | *    |      |
| 延性       | 伸び       | 伸度         | *  | *    | *      | *    |    | *   | *   | *    | *    |
| 成分       | 組成       | パラフィン含有量   |    |      |        |      |    | *   |     |      |      |
|          |          | クロマトグラフィー  | *  | *    |        |      |    |     |     |      |      |
| 付着       | 付着性      | はくり試験      | *  |      |        |      |    |     |     |      |      |

注1) \*印は規格を定めていることを表す。

注2) 各国の規格名や規格値は他の文献を参照されたい。

\*うしお しゅんすけ 元品質・試験法分科会委員長・工学博士

## 2.1 日本の舗装用ストレートアスファルトの規格

(社)日本道路協会は、昭和25年に「アスファルト舗装要綱」を刊行し、舗装用アスファルトとしてアメリカのAsphalt Instituteの規定を紹介した。そして昭和32年舗装用ストレートアスファルトの品質を規定した日本道路協会規格を制定した。その後舗装用ストレートアスファルトの品質はアスファルト舗装要綱の規定に従う事となっている。石油事情による石油アスファルトの品質の変化、使用者の要望などを受けて数次改定されたが、昭和55年にJISが改正されて日本道路協会規格と整合が取られ、アスファルト舗装要綱は舗装用石油アスファルトとしてJIS K 2207-制定年度を掲げている。

## 2.2 海外の規格

大部分の国が舗装用アスファルトの規格を1つしか持たないのに対し、アメリカではAASHTO連邦規格(AASHTO)、ASTM、AIなどのほか、多くの州で独自の規格を有しイギリスではBS規格、IP規格を持っている。また近年は国際標準化機構(ISO)がアスファルトの規格整備を進めている。調査は25ヶ国に及び全項目数は30以上となるが、共通項目としては6~14項目にまとめられる。半数以上の国が採用している項目は、25℃針入度、軟化点、伸度、蒸発量、蒸発後針入度、二硫化炭素または四塩化炭素可溶分、引火点、比重の8項目であり、25ヶ国全部が採用している項目は25℃針入度のみである。アメリカでは25℃針入度によるアスファルト分類の他に60℃粘度分類を採用している。アメリカでは1960年頃より、針入度分類から60℃の絶対粘度分類に変えようという試みが活発化した。1962年にAsphalt Institute(AI)が研究仕様を発表し、手が加えられて1965年に等級を5段階とした研究仕様に改められた。60℃絶対粘度が分類の基本で、その他に135℃粘度の最大値と15.5℃の最小値を規定しているが、針入度規定は全く消えている。また、新しく薄膜加熱試験後における60℃粘度比の最大値も規定している。この研究仕様の後、AASHTO、ASTM、アメリカ各州では粘度分類による規格を発表し、逐次粘度分類へと移行していった。既にアメリカでは粘度分類が主流となっている。

## 3. 道路用ストレートアスファルトの性状調査

昭和61年12月、(社)日本道路協会よりストレートアスファルトの性状について検討の依頼が(社)日本アスファルト協会にあったのを受けて性状調査を行った。日本

で製造されている全てのストレートアスファルトについて広範な試験を実施し、解析、検討を行った。試験は建設省土木研究所で昭和60年9月~61年3月に行われた<sup>3)</sup>。

### 3.1 調査の目的と概要

日本国内で用いられている舗装用ストレートアスファルトはJIS K 2207の規格を満たして製造されている。しかし、アスファルトの混合、舗設などの使用条件などに照らし、品質が同等と判断されるアスファルトであっても性状が異なっているのではないかという意見も聞かれ、さまざまな議論がなされている。そこで、全国24箇所で開催されている全てのアスファルトについて規格試験及び規格以外でも重要と思われる試験を同一個所、同一条件で実施して性状の現況を把握し、規格及び試験法に検討を加えることを目的として調査検討した。表-2に試験項目の一覧を示す。

表-2 試験項目一覧

| 試験項目      | 試験条件                                                           | 試験方法                                       |
|-----------|----------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| 針入度       | 25℃/5s, 5℃/5s                                                  | JIS K 2207                                 |
| 軟化点       | 環球法(自動)                                                        | 〃                                          |
| 伸度        | 15℃, 10℃, 7℃                                                   | 〃                                          |
| 引火点       | C.O.C                                                          | 〃                                          |
| 比重        | 25℃/25℃                                                        | JIS K 2249                                 |
| 三塩化エタン可溶分 | 三塩化エタン                                                         | JIS K 2207                                 |
| はく離       | 静的はく離                                                          | 舗装要綱                                       |
| 60℃粘度     | 絶対粘度                                                           | 土研基準                                       |
| 高温粘度      | 120, 140, 160, 180℃                                            | 〃                                          |
| 蒸発試験      | 質量変化<br>針入度比                                                   | JIS K 2207                                 |
| 薄膜加熱      | 質量変化<br>新入度変化率<br>軟化点<br>伸度(15℃)<br>60℃絶対粘度<br>組成分析<br>スポットテスト | JIS K 2207<br>土研基準<br>石油学会法<br>AASHTO T102 |
| 回転式薄膜加熱   |                                                                | 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                                      |

### 3.2 性状調査結果

表-3に性状調査の結果判明した事柄と規格の見直しの観点からの検討結果を示す。

## 4. 結論

性状調査結果を基に明確な結論が得られたものについては規格改定の提言を行い、また明確な結論が得られなくても今後の検討が必要と考えられる事項についてもその方向を示した。(表-4)

表-3 調査結果 (その1)

| 試験項目              | 調査結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 検討結果                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 針入度試験             | <ul style="list-style-type: none"> <li>●25℃針入度の平均値はほぼ規格値の中央にあって特に問題はない</li> <li>●5℃針入度は25℃針入度と同じ条件で試験した為、測定値の幅が狭く(5~11)資料間の明確な差は認められない</li> <li>●135℃粘度との間により相関がある</li> </ul>                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>●試験精度を上げる為、針の検定、温度管理、試験の自動化の検討が必要</li> <li>●低温針入度(5℃)と混合物の曲げ脆化性との間に関係があることが分っているので、試験の条件として25℃の時と同じ程度の試験値が得られるような載荷条件の検討が必要</li> </ul>                                                     |
| 軟化点試験             | <ul style="list-style-type: none"> <li>●測定結果の平均値はほぼ規格の中央にあって特に問題はない</li> <li>●測定方法で手動と自動による軟化点の差が平均で3.3℃手動の方が高い</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>●手動では試験者によるバラツキが大きいことと水槽の水温の上昇が均一でないことがわかった</li> <li>●JISでは軟化点試験を手動と規定しているので検討の要あり</li> </ul>                                                                                              |
| 針入度指数 (PI)        | <ul style="list-style-type: none"> <li>●今回測定された針入度、軟化点から計算により求められるPIは-1.6~-0.6の範囲に含まれ、グレード間の差は見られず感温性は同程度である</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>●PIはアスファルトの物性を把握する良い指標であるが規格化についてはまだ検討の余地がある</li> </ul>                                                                                                                                    |
| 60℃粘度試験           | <ul style="list-style-type: none"> <li>●AASHTOの粘度分類を当てはめて針入度グレードとの相関を見てみると、40~60はAC-40に、60~80はAC-20にはほぼ相当し、80~100はAC-20とAC-10の中間にある</li> <li>●60℃粘度と針入度、軟化点の関係は良い相関を示した</li> <li>●軟化点の規格幅(60/80、44~52℃)の60℃粘度幅は1000~4000ポアズでAASHTO、AC-20は1400~2400ポアズAASHTOの粘度規格の方が厳しい</li> <li>●60℃粘度は耐流動性を示す動的安定度(DS)と高い相関があるがグレード間の違いはあっても同一グレードの中ではアスファルトによる違いはない</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>●ストレートアスファルトの60℃粘度の値は低く同一グレードでもアスファルトの違いによるバラツキが大きく、針入度グレードとの相関は困難である</li> <li>●針入度間の動的安定度の耐流動に対する違いはあり、低い針入度グレード例えば40/60が60/80、80/100より有利である。しかし60℃粘度をストレートアスファルトに適用する論拠にはならない</li> </ul> |
| 高温動粘度             | <ul style="list-style-type: none"> <li>●温度-粘度直線において測定値幅を見ると40/60は独立しているが60/80と80/100は広い範囲で重なっている</li> <li>●最適混合温度(200cst)、最適締固温度(300cst)の温度範囲の幅も同様である</li> <li>●アメリカは混合、施工に関連のある135℃粘度を規格に取り入れているがJISでは120、140、160、180℃で測定し報告する</li> </ul>                                                                                                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>●各グレードの試料ごとに最適な混合、締固温度に差異がありアメリカのように135℃粘度だけでなく温度-粘度直線を求める必要がある</li> <li>●全試料について温度-粘度直線の相関は良く4点の測定の必要はなく、混合、締固めをカバーする温度域での3点測定で充分である</li> </ul>                                           |
| 蒸発試験              | <ul style="list-style-type: none"> <li>●蒸発量は酸化による質量増加と軽質分蒸発との相殺されたものであるが高針入度はほとんど増加は少ないが変化のバラツキが大きくなる</li> <li>●針入度比において平均値は各グレードが大きくなるほど、大きくなる傾向があるが不合格はない</li> <li>●加熱後未攪拌試料でサンプルの表面が軽質分あるいは硬化部分が点在する事によって値が大きくバラツク場合がある</li> </ul>                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>●蒸発後の針入度比試験は海外でも例がなく、近年は不合格なアスファルトではなく規格試験として疑義の意見もある</li> <li>●針入度比試験の当初の目的と異なった分離現象も多いことから、試験の意義について再検討の要がある</li> <li>●針入度比のかなり低い値のものが見られ、上限値だけでなく下限値についても検討が必要</li> </ul>               |
| 薄膜加熱試験 (TFOT)     | <ul style="list-style-type: none"> <li>●質量変化及び原アスファルトとの針入度変化率は規格値を満たしている</li> <li>●針入度の大きいアスファルトほど残留針入度が小さくなる傾向がある、熱の影響を受け易い</li> <li>●加熱前後の60℃粘度比は殆どの試料が2倍前後の値を示す</li> </ul>                                                                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>●試験器がJIS仕様のものとASTM仕様のものがまちまちに用いられており、試料容器などの統一がなされていない<br/>この試験器の仕様の違いが試験値に及ぼす影響を調べて確認する必要がある</li> </ul>                                                                                   |
| 回転式薄膜加熱試験 (RTFOT) | <ul style="list-style-type: none"> <li>●RTFOTによる加熱前後の性状につき、針入度、軟化点、60℃粘度の相関関係は良い</li> <li>●針入度の変化は軟らかいアスファルトほど低下の割合が大きくなる</li> <li>●RTFOTとTFOTの関係につき、質量変化率、針入度、軟化点、60℃粘度の相関関係は良い</li> <li>●RTFOT/TFOTは質量変化率で約1.3倍、軟化点で約1.03倍、60℃粘度で約1.15倍であった</li> </ul>                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>●RTFOTとTFOTの試験結果にはかなり高い相関がある為、劣化を調べる場合には、TFOTで充分と思われる</li> </ul>                                                                                                                           |
| 組成分析              | <ul style="list-style-type: none"> <li>●4成分法によるアスファルテン分、レジ分、芳香族分、飽和分の有意差は認められない、わずかにレジ分が40/60の方が60/80より少なかった</li> <li>●試料の原油や製造方法が異なるので成分の有意差は分わない(グレードによる違いはない)</li> <li>●比重は炭化水素の分子量和構造と関係があるので4成分との相関が高いものと思われる</li> </ul>                                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>●アスファルテンの分離定量、クロマトグラフィーによる3成分の分離、各成分の定量は高度の技術と多くの手間がかかり品質管理試験として用いるのは難しい</li> <li>●TFOT後の組成変化は芳香族分→レジ分の変化が他に比べて大きい</li> </ul>                                                              |
| ワックス分試験           | <ul style="list-style-type: none"> <li>●ワックス分含有量はほぼ2%に集中しており、グレードによる差は殆どなく、量も少ない</li> <li>●アスファルトの製造原油が中東系の重質原油である為、殆ど差はない</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>●日本のアスファルトを製造する輸入原油から測定されるワックス分は最大で3.44%、大半のものが2.0~2.5%と特に問題になるほど多くない</li> <li>●試験方法も難しく、バラツキも大きいので規格項目として採用するは適当でない</li> </ul>                                                            |
| スポットテスト試験         | <ul style="list-style-type: none"> <li>●原アスファルト、薄膜加熱後のアスファルトいずれに於いても陰性であった</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>●アスファルト製造上の管理試験であり、今回規格に取り入れる必要性はない</li> <li>●アメリカでは熱分解アスファルトを多量に混入したアスファルトを識別する任意試験として採用されている、日本でも熱分解技術が急速に導入されており、将来は検討の必要があるであろう</li> </ul>                                             |

表-3 調査結果 (その2)

| 試験項目        | 調査結果                                                                                                                                                                                                    | 検討結果                                                                                                                                                                             |
|-------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 伸度試験        | <ul style="list-style-type: none"> <li>●15℃における試験結果は全て規格(100cm以上)を満足している</li> <li>●7, 10℃(低温伸度)の試験結果では各試験間に差異があった, 15℃よりもクリティカルな温度領域である</li> <li>●TFOTもしくはRTFOT後の15℃伸度と原アスファルトの10℃伸度の間に相関がある</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>●試験水槽内の温度を±0.1℃に保つのは困難である, 低温伸度を適用する場合には改善が必要である</li> <li>●TFOTまたはRTFOT後の伸度の意義につき今後検討する要あり</li> </ul>                                     |
| 三塩化エタン可溶分試験 | <ul style="list-style-type: none"> <li>●全ての試料が99.0~100%の範囲で規格を外れるものはない</li> <li>●三塩化エタンは現在のところ毒性に問題はない</li> </ul>                                                                                       | ●わが国で製造されるアスファルトは不溶分が混入する可能性は殆どなく, 将来は規格試験としては不要である                                                                                                                              |
| 引火点試験       | ●80%以上のアスファルトが320~360℃の範囲となっている, 実用上から見て充分高く安全性に問題ない                                                                                                                                                    | ●引火の危険は殆どないが引火に対する安全性を示す指標としては必要である                                                                                                                                              |
| 比重試験        | <ul style="list-style-type: none"> <li>●針入度40~100の範囲の比重は1.025~1.035の間に全体の70%が含まれ, 規格の1.000以上は満足している</li> <li>●組成との関連において, アスファルテン量は比重の増大に作用し, 飽和分が多いと比重は低下する</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>●比重は体積換算や配合設計に用い, 規格として必要</li> <li>●石油製品の密度表示が義務づけられたのに伴い, 密度の規格値は現行据え置きで問題ない</li> </ul>                                                  |
| はく離試験       | ●全てのアスファルトがはく離率5%以内で合格であった                                                                                                                                                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>●はく離は骨材の接着性を評価する試験として捉えられている側面もあり, アスファルトを評価する為には標準骨材を定める必要がある</li> <li>●はく離は混合物への影響が大きく, 水浸ホイールトラッキング試験との併用などで耐水性の面から検討が必要である</li> </ul> |

表-4 検討結果のまとめ(現行規格項目について)

| 試験項目      | 変更 | 規格内容の改正                            | その他の検討事項                                |
|-----------|----|------------------------------------|-----------------------------------------|
| 針入度       | B  | 自動試験器について記述する                      | 5℃針入度の条件, 混合物試験との関連<br>自動試験器と手動試験器の差の確認 |
| 軟化点       | B  | 自動試験器について記述する                      |                                         |
| 高温粘度      | A  | 粘度測定温度を3点とする(130, 150, 170℃)       | 混合物試験との関連, 低温伸度と混合物性状の検討<br>劣化性状との関連    |
| 伸度        | C  |                                    |                                         |
| 三塩化エタン可溶分 | A  | 削除もしくは報告事項とする                      | 下限値についての検討                              |
| 引火点       | B  | 膜が生じた場合の処置の方法の記述                   |                                         |
| 蒸発試験      |    |                                    |                                         |
| 質量変化率     | A  | 100~120の規定を削除                      |                                         |
| 針入度比      | B  | 蒸発試験後, 針入度試験を行うタイミング<br>前処理についての規定 | 試験器の影響の確認(皿の枚数), 供用性との関係の検討             |
| 比重        | A  | 「密度」の規定にする                         |                                         |
| はく離試験     | B  | 骨材の試験として位置付ける                      |                                         |
| 薄膜加熱試験    |    |                                    |                                         |
| 針入度変化率    | C  |                                    |                                         |
| 質量変化率     | A  | 100~120について規定する                    |                                         |

A: 規格の変更のあるもの

B: 試験法の規定の変更のあるもの

C: 変更のないもの

## 5. あとがき

以上, アスファルト品質・試験法分科会の設立の背景, 主な活動について述べたが一番重要と考えられるアスファルトの品質と供用性の関係については殆ど明らかになっていない現状にある。今後, アスファルトの品質を考えていく場合に最も力を注がなければならない点である。

元分科会委員の方々, 建設省土木研究所舗装研究室(当時), (社)日本道路協会アスファルト舗装小委員会のご協力とご指導を頂いた事に対し, 感謝致します。

## 参考文献

- 1) 牛尾俊介, 「道路用ストレートアスファルトの規格と試験法について」アスファルトNo.157 (1988)
- 2) 伊藤正秀, 「アスファルトの品質試験」アスファルトNo.147 (1986)
- 3) (社)日本アスファルト協会, 「昭和62年度舗装用ストレートアスファルトの品質と性状に関する検討結果報告書」, 昭和62年8月

# I. アスファルト舗装技術委員会の研究開発活動 改質アスファルトを用いた混合物の設計と施工の研究

(昭和62年～平成9年)

野村 健一郎\*

## 1. 研究着手の背景

アスファルトの改質の先駆けは、1898年にフランスで試みられた“アスファルトへのゴムの添加”とされている<sup>1) 2)</sup>。また、わが国におけるアスファルトの改質は、1952年の東京都における“天然ゴム粉末の試用”が最初といわれている<sup>1) 2)</sup>。

その後、SBRラテックスによるアスファルトの改質が実用化されるなどして、ゴムで改質したアスファルトが普及、42年改訂版と50年版のアスファルト舗装要綱に、特殊材料として“ゴム入りアスファルトおよびその乳剤”が示された<sup>3) 4)</sup>。

1970年代に入ってから、セミプロンアスファルトや熱可塑性樹脂によるアスファルトの改質が実用化された。これを背景に、昭和53年度版のアスファルト舗装要綱では、“特殊舗装および特殊材料”の章に“改質アスファルト”の項を設け、セミプロンアスファルト、ゴム入りアスファルト、熱可塑性樹脂入りアスファルトを取り上げている<sup>5)</sup>。

その後も、重交通道路における流動対策や摩耗対策の必要性の増大に伴い、改質アスファルトの開発や改良が活発に行われ、適用例も増え続けた。

また、このころから、増大する舗装ストックを、新設時点から合理的かつ効率的に維持管理することが、特に、必要と考えられるようになった。

アスファルト舗装技術委員会材料開発研究分科会では、1987年に、“合理的かつ効率的な維持管理”を、アスファルト舗装材料の面から検討し、今後の材料開発の方向を的確に捉えるために、改質アスファルトを研究課題として取り上げることとなった。なお、研究着手当初は、改質アスファルトを特殊アスファルトと呼んでいる。

本研究着手1年後の1988年に改訂された昭和63年版アスファルト舗装要綱からは、それまで特殊材料として扱っていた改質アスファルトを一般的な材料として取り上げるようになった<sup>6)</sup>。

本文では、1987年～1993年の6年間に、アスファルト舗装技術委員会材料開発研究分科会で実施した“耐流動、耐摩耗等の特別な用途で用いられる特殊アスファルトの全国的な実態調査”および“改質アスファルトを用いた混合物の設計と施工の手引き”の発行とその改訂の概要を紹介する。

このほか、同手引きの改訂作業と並行して、高粘度改質アスファルトの開発とともに適用例が急増し始めた“排水性舗装”に関する実態調査も実施した。なお、紙面の都合でここでの紹介は省略するので、アスファルト誌、vol.36, No.177を参照願いたい<sup>7)</sup>。

## 2. 分科会の構成

1987年～1990年の本分科会は、橋本鋼太郎氏（当時建設省道路局企画課）を分科会長として、官学民約20名の委員で構成されていた。また、1991年～1993年の本分科会は、矢野善章氏（当時建設省道路局地方道課）を分科会長として、官学民約20名の委員で構成されていた。

## 3. 活動内容

1987年～1988年にかけては、“耐流動、耐摩耗等の特別な用途で用いられる特殊アスファルトの全国的な実態調査”を実施し報告書を作成して、成果の一部をアスファルト誌等に発表した<sup>8) ～10)</sup>。

また、1989年～1991年にかけては、“改質アスファルトを用いた混合物の設計と施工の手引き”を作成、1992年1月に発刊した<sup>11)</sup>。

さらには、1992年～1993年にかけて、同手引きの改訂作業を実施、1993年8月に改訂版を発刊した<sup>12)</sup>。

以下に、これらの概要を示す。

### 3.1 特殊アスファルトに関する実態調査<sup>8) ～10)</sup>

#### 3.1.1 研究内容

本実態調査は、1987年時点におけるわが国の特殊ア

\*のむら けんいちろう 大成ロテック(株)総合技術部部长

表-1 アンケートでの主な調査項目(発注者対象, 施工業者対象)<sup>8)</sup>

| 種 類    |      | 調 査 項 目                                                                                                                          |
|--------|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 発注者対象  | 様式-1 | 管内における特殊アスファルト適用箇所全施工面積                                                                                                          |
|        | 様式-2 | 補修・新設別, 本施工・試験施工別, 施工延長・施工面積, 混合物の使用量, 交通条件, 道路構造条件, 沿道条件, 自然環境条件, 使用目的, 適用層, 適用混合物の種類, 混合物の単価, 適用箇所の設計CBR, 特殊アスファルト適用箇所の評価, その他 |
|        | 様式-3 | 使用実績, 適用規定, 特殊アスファルトに関する品質規格, 特殊アスファルト混合物に関する品質規定, 舗設・品質管理・検査に関する規定, 特殊アスファルトの評価, 今後の使用予定・使用量の予測, 特殊アスファルトの開発の必要性・要求性能           |
| 施工業者対象 |      | 特殊アスファルト混合物製造上の問題点, 特殊アスファルト混合物の施工性, 特殊アスファルトの開発の必要性・要求性能, その他の要求事項                                                              |

スファルトの使用の実態やニーズ等を明らかにすることを目的に実施した。また, 調査にあたっては, ユーザである発注機関および施工業者, ならびにアスファルトのメーカーを対象に, アンケート形式で調査を実施したほか, 文献調査も行った。

#### (1) 発注機関対象のアンケート調査

本調査は, 建設省地方建設局, 都道府県, 政令指定都市, 道路関係公団および地方道路公社の計113機関, ならびにこれらの出先工事事務所を対象に, 3様式に分けて, 表-1に示す項目について実施した。

#### (2) 施工業者対象のアンケート調査

本調査は, 施工業者18社を選定し, 1983年~1985年の舗装工事を対象に, 表-1に示す項目について実施した。

#### (3) メーカー対象のアンケート調査

本調査は, 1協会25社を対象に, 改質アスファルトの用途, 改質材の種類と添加量, アスファルトの性状, 混合物の性状, 施工上の留意点, 供用性および施工実績等について行った。

#### (4) 文献調査

本調査では, 1975年~1986年に国内外で発刊され, 一般に公開された雑誌, 論文集等33資料(国内28, 海外5)を対象に実施した。調査結果は, アスファルトの種類, アスファルトの性状, 混合物性状, 製造・施工に関連する事項および供用性等について整理分類した。また, 情報量が比較的多い187編については抄録を作成し, 得られた情報を統計処理等で解析した。

#### 3.1.2 研究成果

アンケートの回収率が全て100%であったこともあり, 膨大なデータの整理, 解析にはかなりの時間を要した。また, その成果は, コンパクトにまとめてもアスファルト誌の71頁を占める量となった<sup>8)</sup>。

ここでは, 調査結果の一例を紹介する。

#### (1) 発注機関対象のアンケート調査結果

- ①特殊アスファルトの使用量は年々増加し, 昭和60年度の施工面積は, 58年度の34%増である。
- ②使用された特殊アスファルトの約60%をゴム系が, 約20%をゴム・樹脂系が占めている。
- ③特殊アスファルトは, 全体の68%が補修工事に使用され, かつ, 切削オーバーレイの割合が高い。
- ④流動対策, 摩耗対策およびその両者を使用目的としたものが, 全体の76%を占める。
- ⑤特殊アスファルト適用箇所の供用性の総合評価, ならびに使用目的に対応する評価とも, 良いとする回答が多くを占めている(表-2, 図-1)。

表-2 全使用目的での供用性の評価

|         |       |        |
|---------|-------|--------|
| 総合評価    | 非常に良い | 6.7%   |
|         | 良い    | 73.4   |
|         | 普通    | 19.0   |
|         | 悪い    | 0.9    |
|         | 総件数   | 1,469件 |
| 耐流動評価   | 良い    | 72.4   |
|         | 普通    | 26.5   |
|         | 悪い    | 1.1    |
|         | 総件数   | 1,447  |
| 耐摩耗評価   | 良い    | 65.2   |
|         | 普通    | 33.5   |
|         | 悪い    | 1.3    |
|         | 総件数   | 1,366  |
| 耐すべり評価  | 良い    | 46.5   |
|         | 普通    | 53.1   |
|         | 悪い    | 0.4    |
|         | 総件数   | 1,387  |
| 耐ひびわれ評価 | 良い    | 53.3   |
|         | 普通    | 44.5   |
|         | 悪い    | 2.2    |
|         | 総件数   | 1,400  |

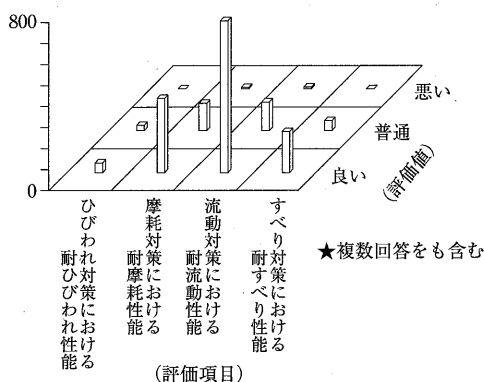


図-1 各使用目的に対応する評価

## (2) 施工業者対象

- ①多くの業者が、「専用タンクが必要となる」、「コンタミネーションの恐れがある」、「貯蔵中に変質の恐れがある」を指摘している。
- ②多くの業者が、特殊アスファルトを用いた混合物は、通常のアスファルト混合物に比べて施工性がやや劣ると評価している。
- ③一部の業者から、「特殊アスファルトを使用して問題が発生した場合、責任を明確にできるようにすべきである。」との指摘があった。

## (3) メーカー対象

- ①特殊アスファルトの製造量は、毎年増加しており、昭和60年度には、舗装に使用されたアスファルト(373万t)の約3.5%を占めている。
- ②昭和56年度から60年度にかけての製造量の伸び率は、ゴム系が1.1であるのに対し、樹脂系とゴム・樹脂系を合わせたものは1.6となっている。
- ③特殊アスファルトの種類によって改質材の種類と添加量が異なるが、改質材の添加量としては、3～5% (dry) の製品が多い。
- ④特殊アスファルトの価格は、ストレートアスファルトの1.8～3.1倍となっている。

## (4) 文献調査

- ①抄録文献187編から、アスファルトに関するデータ324点、改質材に関するデータ206点が得られた。
- ②文献に示される改質は、SBR, CR, エポキシ樹脂, SBS, EEAの順で多く、5種で82%を占める。
- ③特殊アスファルトは、ストレートアスファルトに比べて60℃粘度とタフネス・テナシティが、特に高い傾向にある。

## 3.2 改質アスファルトを用いた混合物の設計と施工の手引きの発刊と改訂<sup>11) 12)</sup>

改質アスファルトは、アスファルト舗装の耐久性向上を目的として、舗装用石油アスファルトの性質を改善したアスファルトである。しかし、特殊アスファルトの実態調査結果からも明らかなように、改質方法等によって、その性能も多様である。したがって、これらを理解したうえで利用しなければ、その機能を十分に発揮させられない。これを踏まえ、適用箇所の条件を踏まえた改質アスファルトの選定、配合設計、製造および施工等に関する手引きをとりまとめた。

本手引の要点を、以下に示す。

- ①アスファルト舗装要綱に記載される改質アスファルトだけでなく、本州四国連絡橋公団、橋面舗装基準(案)に示される改質アスファルトも取り上げている。
- ②第44回建設省技術研究会道路部門指定課題論文集「耐流動耐摩耗対策の選定手法に関する調査研究」等を参考に、混合物の動的安定度(DS)の目標値を示している。
- ③プラントミックスタイプとプレミックスタイプそれぞれの改質アスファルトについて、配合設計手法を示している。
- ④プラントミックスタイプの改質材とプレミックスタイプの改質アスファルトについて、貯蔵上の留意点と混合所で必要となる設備を示している。
- ⑤改質アスファルトの混合温度および混合時間は、改質アスファルトまたは改質材料により異なることから、製造メーカーが提示する条件を参考に設定するとしている。  
※アスファルト舗装要綱でも、平成4年改訂版から「改質アスファルトの混合温度は必ずしも粘度-温度曲線から求められるとはかぎらず、材料製造者が提示する条件を参考に設定する。」と示している<sup>13)</sup>。
- ⑥混合温度、一次・二次転圧温度は、改質アスファルト(製品)により相当の開きがあることを示している。例えば、混合温度は、製品により150℃～200℃に分布している。
- ⑦排水性舗装に関しては、「3.5 その他」と「4.3 特殊箇所における舗装」の項で高粘度改質アスファルトを取り上げ、「5.2 配合設計における確認試験」の項でカンタブロ試験を取り上げている。

### 3.2.1 改訂の要点

平成5年改訂版の主な改訂点は、次に示すとおりである。

- ①熱可塑性樹脂に分類していたEVAとEEAを熱可塑性エラストマに分類したほか、SEBSを熱可塑性エラストマから削除した。
- ②「表-2.3 改質アスファルトの種類と主な用途」に示される改質アスファルトⅠ型とⅡ型（アスファルト舗装要綱）の主な適用例を変更。前者では“耐流動と排水性”を削除し“すべり止め”を追記、後者では“すべり止め”を追記した。
- ③「表-2.4 ゴム・熱可塑性樹脂入りアスファルトの標準的性状」を、アスファルト舗装要綱平成4年改訂版のゴム・熱可塑性エラストマー入りアスファルトと整合させている。

### 4. その後の改質アスファルトの展開<sup>14) ~18)</sup>

本研究が終了してから、10年が経過しようとしている。この間にも、改質アスファルトに対するニーズの拡大等に対応すべく、改質アスファルトは多様化・細分化している。また、改質アスファルト協会のデータによると、平成13年度の改質アスファルトの使用量は約38万tで、この16年間で約3倍となっている。また、舗装に使用されたアスファルトの約10%を占めている。

新しい技術基準類に、改質アスファルトの必要性が示されていることや、低騒音舗装など、機能を付与した舗装が今後も増えると予測されることから、改質アスファルトの需要は、増加傾向にあると考えている。

最後になるが、ここに示した研究が、改質アスファルトの今日を見据えたものであったと、改めて実感している次第である。

### — 参考文献 —

- 1) ㈱日本アスファルト協会：アスファルトの利用技術，pp.53～70，1997.11
- 2) 栗谷川裕造：改質アスファルトの変遷とその背景，アスファルト，vol.45，No.211，pp.1～6，2002.5
- 3) ㈱日本道路協会編：アスファルト舗装要綱42年改訂版，pp.119～121，pp.124～125，1967.12
- 4) ㈱日本道路協会編：アスファルト舗装要綱50年版，pp.126～127，p.131，1975.11
- 5) ㈱日本道路協会編：アスファルト舗装要綱53年改訂版，pp.120～122，pp.126～137，pp.141～144，1978.6
- 6) ㈱日本道路協会編：アスファルト舗装要綱63年版，pp.28～30，pp.55～，pp.129～130，pp.140～149，1988.11
- 7) 特集・排水性舗装：アスファルト，vol.36，No.177，pp.1～30，1993.10
- 8) 特集・特殊アスファルトの現状：アスファルト，vol.31，No.156，pp.1～71，1988.7
- 9) 野村，姫野，橋本：特殊アスファルトの使用の実態に関する調査研究，年次学術講演会概要集 pp.134～135，1989.10
- 10) 高橋，姫野，橋本：特殊アスファルトの製造の実態に関する調査研究，年次学術講演会概要集 pp.132～133，1989.10
- 11) ㈱日本アスファルト協会：改質アスファルトを用いた混合物の設計と施工の手引き 初版，1992.1
- 12) ㈱日本アスファルト協会：改質アスファルトを用いた混合物の設計と施工の手引き 改訂版，1993.8
- 13) ㈱日本道路協会編：アスファルト舗装要綱平成4年改訂版，pp.47～51，pp.100～105，pp.128～135，pp.201～210，1992.12
- 14) 特集・特殊な機能を持たせたアスファルト：アスファルト，vol.45，No.211，pp.7～41，2002.5
- 15) 特集・特殊なバインダーを用いた舗装：アスファルト，vol.39，No.189，pp.2～30，1993.10
- 16) ㈱日本道路協会編：舗装の構造に関する技術基準・同解説，pp.58～60，2001.12
- 17) ㈱日本道路協会編：舗装設計施工指針，pp.86～89，2001.12
- 18) 日本改質アスファルト協会：改質アスファルトの地域別出荷量（2001年度），改質アスファルト No.19，pp.38～39，2002.9
- 19) ㈱日本アスファルト協会：＜統計資料＞石油アスファルトの需給統計資料，アスファルト第45巻第212号，p.48，2002.9



## I. アスファルト舗装技術委員会の研究開発活動

# 排水性舗装用エポキシアスファルトの研究開発

(平成4年～平成10年)

アスファルト舗装技術委員会材料開発研究分科会

### 1. 経緯

排水性舗装は、走行車両の安全性確保や沿道環境保全の確保を目的として一般化されるに至っているが、

本研究が始まった頃は「排水性舗装技術指針（案）」については、まだ未刊の状態で（社）日本道路協会で検討されている状況であった。そして排水性舗装は、概ね試験舗装の段階から本格的な普及化への進展が図られていた時期であった。

排水性舗装用のバインダとしては、植物繊維入りアスファルトや改質アスファルトの使用からアスファルトに熱可塑性エラストマ等の高分子材料を添加した高粘度改質アスファルトが用いられることが定着しつつあり、特に支障もなく普及していた現状であった。しかし、交差点流入部、交差点、超重交通道路など特定の箇所については目詰まり、わだち掘れ、骨材飛散など舗装の供用性を低下させる事例もあり、さらに高品質のバインダ開発の必要性が望まれていた。これらを踏まえ、バインダとして優れた特性を有するエポキシアスファルトを排水性舗装用バインダとして適用すべく研究開発を行ったものである。

分科会の構成は、森永教夫分科会長をはじめ委員14名である。

一方、高粘度改質アスファルト等をバインダに用いた排水性舗装技術指針（案）は、平成8年11月に（社）日本道路協会から「排水性舗装技術指針（案）」として発行され、さらに普及化が進み現在に推移している。

### 2. 研究内容

研究の進め方としては、各種エポキシアスファルト（以下、エポアスと略す）を試作して室内試験を行いその性状を確認した。それらの結果をもとに、エポアス混合物の目標値などを設定した「エポアス混合物施工の手引」を作成した。この手引を参考にして、舗装走行試験場や実道路での試験施工が行われ、併せてその供用性が調査された。これらの開発調査フローは図-1の通りである。

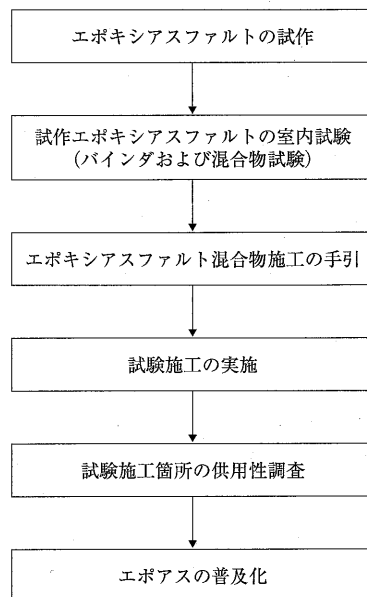


図-1 エポキシアスファルトの開発調査フロー

### 3. 研究結果

#### 3.1 混合物性状

各種エポキシアスファルト（以下、エポアスと略す）4種類と比較材の高粘度改質アスファルトおよびストレートアスファルトを用いた混合物の代表的性状例を表-1に示す。

エポアス混合物の特徴として下記の通りである。

- ①化学反応によって硬化するので施工時間（可使用時間）が制約される。また、混合物性状は養生時間によって異なる。
- ②エポアスの種類（主剤と硬化剤の配合等）によって性状が異なる。
- ③マーシャル安定度や動的安定度の初期性状は、高粘度改質アスファルトとあまり差はないが、硬化後の性状で比較すると極端な差がでている。
- ④カンタブロ試験値は、高粘度改質アスファルトと比べて若干大きい。

表-1 エポキシアスファルト混合物の代表的性状例<sup>2)</sup>

| バインダ区分<br>項 目      |     | エポキシアスファルト |         |         |         | 高粘度改質<br>アスファルト | ストレート<br>アスファルト |
|--------------------|-----|------------|---------|---------|---------|-----------------|-----------------|
|                    |     | A          | B       | C       |         |                 |                 |
|                    |     |            |         | C-S     | C-X     |                 |                 |
| 可使時間 (min) *       |     | 90         | 90      | 120     | 90      | －               | －               |
| バインダ量 (%)          |     | 4.8        | 5.0     | 4.5     | 4.5     | 4.9             | 4.3             |
| マーシャル安定度<br>(kgf)  | 初 期 | 500        | 600     | 520     | 550     | 650             | 410             |
|                    | 硬化後 | 1300       | 1340    | 3090    | 1250    | －               | －               |
| カンタプロ試験 (%)        |     | 12.7       | 12.4    | 14.0    | 10.2    | 9.4             | 28.5            |
| 動的安定度<br>DS (回/mm) | 初 期 | 1500       | 5600    | 2250    | 6300    | 4290            | 100以下           |
|                    | 硬化後 | 20000以上    | 20000以上 | 20000以上 | 20000以上 | －               | －               |

\*混合物の製造から初期 (一次) 転圧後までの舗設が可能な時間

### 3.2 排水性舗装用エポキシアスファルト混合物施工の手引の作成

試作エポキシアスの室内試験等をもとに、エポアス混合物の手引を平成9年3月に作成した。同手引の目次構成とその概要は下記の通りである。

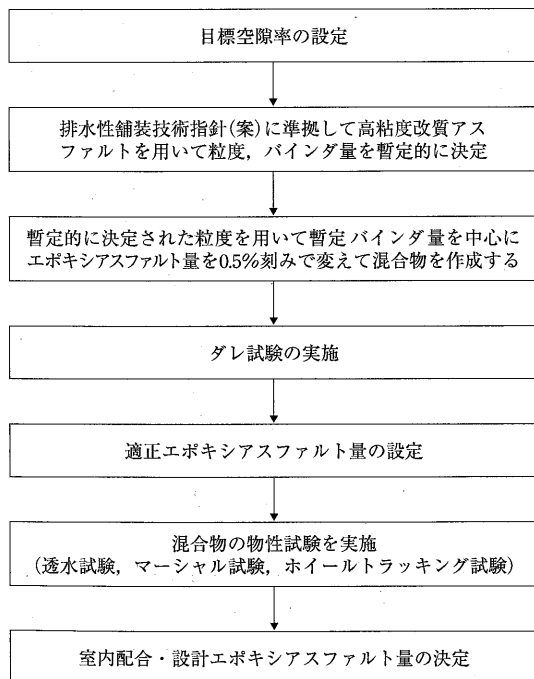
#### 第1章 総則

#### 第2章 材料

#### 第3章 配合設計

##### (1) 配合設計方法

図-2 にエポキシアスファルト配合設計の手順を示した。基本的には「排水性舗装技術指針 (案)<sup>1)</sup>」による。なお、特に仕様書等で指示された方法があればそれに従う。

図-2 エポキシアスファルト配合設計の手順<sup>2)</sup>

### (2) エポアス混合物の目標値

エポアス混合物の目標値を表-2に示す。

表-2 エポキシアスファルト混合物の目標値<sup>2)</sup>

| 項 目                    | 目標値                | 備 考                    |
|------------------------|--------------------|------------------------|
| 可使時間 (min) *           | 90程度               | 混合時温度                  |
| マーシャル安定度<br>[KN (kgf)] | 4.9 (500) 以上       | 促進硬化140℃,<br>24hr養生後測定 |
| 動的安定度 (回/mm)           | 6000以上             | 〃                      |
| 空隙率 (%)                | 20程度               | 〃                      |
| 透水係数 (cm/sec)          | $1 \times 10^{-2}$ | 〃                      |

\*混合物の製造から初期 (一次) 転圧後までの舗設が可能な時間

#### 第4章 試験練り

#### 第5章 施工

#### 第6章 品質管理および検査

#### 第7章 調査

#### 付録-1 エポキシ樹脂について

#### 付録-2 エポキシアスファルトの構成, 混合方法, 代表的性状

### 3.3 試験施工結果例

試験施工例は数多くはないが、代表的な結果例からその特性を述べると下記の通りである。

#### 3.3.1 土木研究所走行試験場における試験施工<sup>3) 4)</sup>

アスファルト合材プラントにおける製造, 施工性および供用性を検討する目的で, 建設省土木研究所構内の舗装走行試験場で試験施工が行われた。

試験条件として, 混合物の種類は3種類のエポアス, 粒度は最大粒径13mmの排水性混合物で目標空隙率は20%とした。試験施工結果は次の通りである。

①混合物の製造: 通常の高粘度改質アスファルトに対して, プラントでの投入方法に工夫はあるものの混合性に対しては問題はなかった。

②施工性: 通常排水性舗装と同様に行うことができた。

- ③供用性：荷重車走行12万回で舗装の破損はなく、現場透水性、縦横断凹凸量、ひびわれ率、すべり抵抗性の値についても良好な結果が得られていた。

これらの結果から開発された3種類のエポアスは、混合物の製造、施工性および供用性とも特に支障はなく実用にできるものと判断された。

### 3.3.2 実道路での試験施工例

ここでは、一般国道57号（熊本帯山地区）での試験施工における追跡調査結果例を示す。

- (1) 試験施工条件：エポアスは表-3に示すように5工区のうち2工区で行っている。
- (2) 追跡調査結果：表-4に示す。結果の概略は次の通りである。
  - ①各工区の供用性状を比較すると全体的には工区間に極端な差はなく、特にエポアス工区がよいという結果にはなっていない。
  - ②混合物の空隙率の要因から横断凹凸量を見ると、空隙率の低いものが高いいものより小さい値、逆に減音量は空隙率の高いものが高いいものより若干大きめ値になっている。
  - ③各工区間の差を明らかにするためには、さらに長

期にわたる追跡調査が必要である。

### (3) この他のエポアスの試験施工例

エポアスの試験施工例は、この他にも実施されているが追跡調査結果が公表されていないので、その効果についてはよく分からない。

## 4. まとめ

エポキシアスファルトを用いた混合物についてまとめると次の通りである。

- (1) 室内的な混合物試験では良い物性が得られる。
- (2) エポキシアスファルト混合物施工の手引きを作成。
- (3) 試験施工での短期における供用性は比較的良好である。長期の供用性は今後追跡調査を行う必要がある。
- (4) 試験施工では、施工性に特に支障はなかったが施工時間に制約があり、エポアスを普及させるためには、化学反応によって硬化するという材料の特性を制御した施工技術の確立を図る必要がある。
- (5) エポアスは、材料配合の組合せにより多様な物性を模倣することができ、適用箇所に応じた物性値設定もある程度コントロール可能であるので使いよう

表-3 試験施工条件<sup>5)</sup>

| 項 目          | 1 工区  | 2 工区     | 3 工区 | 4 工区 | 5 工区  |      |
|--------------|-------|----------|------|------|-------|------|
|              |       |          |      |      | 上層    | 下層   |
| バインダの種類      | 高粘度アス | 高粘度＋樹脂含浸 | エポアス |      | 高粘度アス |      |
| 骨材の最大粒径 (mm) | 13    |          |      |      | 13～10 | 10～5 |
| 空隙率 (%)      | 20    | 25       | 25   | 20   | 25    | 20   |
| 施工厚 (cm)     | 5     |          |      |      | 4     | 3    |
|              |       |          |      |      | 7     |      |

表-4 追跡調査結果<sup>5)</sup>

| 項 目              |       |                 | 1 工区        | 2 工区        | 3 工区        | 4 工区        | 5 工区        |
|------------------|-------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 横断凹凸量 (mm)       | 2ヶ月後  |                 | 2.8         | 4.3         | 5.0         | 3.8         | 3.6         |
|                  | 14ヶ月後 |                 | 3.5         | 5.4         | 5.2         | 4.7         | 4.6         |
| 現場透水量 (ml/15sec) | 施工直後  | わだち部            | 1200        | 1364        | 1333        | 1277        | 1304        |
|                  |       | 非わだち部           |             |             |             |             |             |
|                  | 2ヶ月後  | わだち部            | 1395        | 1418        | 1406        | 1406        | 1418        |
|                  |       | 非わだち部           | 1334        | 1406        | 1385        | 1364        | 1453        |
|                  | 14ヶ月後 | わだち部            | 1278        | 1336        | 1354        | 1250        | 1268        |
|                  |       | 非わだち部           | 1270        | 1243        | 1334        | 1334        | 1334        |
| 騒 音 (dB)         | 施工前   | L <sub>50</sub> | 71.8        | 68.2        | 70.6        | 68.6        | 71.0        |
|                  |       | L <sub>eq</sub> | 73.0        | 70.2        | 72.3        | 70.9        | 72.6        |
|                  | 6ヶ月後  | L <sub>50</sub> | 68.0 (-4.8) | 66.2 (-6.6) | 67.4 (-5.4) | 68.6 (-4.2) | 67.4 (-5.4) |
|                  |       | L <sub>eq</sub> | 70.1 (-4.5) | 68.0 (-6.6) | 69.1 (-5.5) | 70.5 (-4.1) | 69.0 (-5.6) |
|                  | 12ヶ月後 | L <sub>50</sub> | 68.4 (-6.2) | 66.0 (-8.6) | 65.6 (-9.0) | 66.6 (-8.0) | 65.2 (-9.4) |
|                  |       | L <sub>eq</sub> | 70.1 (-4.5) | 67.9 (-6.7) | 67.8 (-6.8) | 69.3 (-5.3) | 67.9 (-6.7) |

\*騒音の( )の数値は減音量。減音量は比較工区騒音レベルとの差を示したものである。

\*\*表-4は、参考文献5の表-6, 7, 8を整理、再作成したものである。

によっては問題解決の有力な材料となり得る。

- (6) 高粘度改質バインダを用いた排水性舗装は、交差点左右折曲線部、車両の出入り口部などタイヤに偏心力のかかる部分での骨材の飛散など、性能的にはまだ未解決な部分もあるので、このような箇所でのエポア適用の可能性は十分に残っている。

## 5. 今後の課題

エポアスは、高粘度改質バインダで補えない部分をフォローアップすることを目的に開発してきている。試験施工などを通して、施工性や供用性を調査した結果では特に実用性に支障のない結果が得られている。しかし、その後の施工実績に進展はなく、試験施工の域を出ていないと言ったところが現状である。この理由として、施工性や価格の問題がある。

エポアスの今後の展開としては、価格の低減化には限界があるので、当面はその特長を生かした限定的な使い方があるのではないかと考える。また、改良点と

しては材料面からの施工性の改善、工法面からは施工の徹底したコントロールが必要となろう。

(文責：坂本浩行)

## 参考文献

- 1) (社)日本道路協会：排水性舗装技術指針（案），平成8年11月
- 2) (社)日本アスファルト協会：排水性舗装用エポキシアスファルト混合物施工の手引，平成9年3月
- 3) 池田：排水性舗装用エポキシアスファルトの開発：(社)日本アスファルト協会，第72回アスファルトゼミナールテキスト，平成8年2月
- 4) 池田，中川，青木，遠西：エポキシアスファルト排水性舗装の実用性評価，第22回日本道路会議論文集，1997.10
- 5) 村松，山本：エポキシアスファルト排水性舗装，アスファルト，vol.41，No.196，1998

## <統計資料>

## 石油アスファルト内需実績（品種別明細）

(単位：千 t)

| 年 度     | 内 需 量        |     |     |       |                    |       | 対 前 年 度 比    |       |       |       |                    |       |
|---------|--------------|-----|-----|-------|--------------------|-------|--------------|-------|-------|-------|--------------------|-------|
|         | ストレート・アスファルト |     |     |       | ブローン<br>アスフ<br>アルト | 合 計   | ストレート・アスファルト |       |       |       | ブローン<br>アスフ<br>アルト | 合 計   |
|         | 道路用          | 工業用 | 燃焼用 | 計     |                    |       | 道路用          | 工業用   | 燃焼用   | 計     |                    |       |
| 12 年 度  | 3,613        | 189 | 892 | 4,698 | 194                | 4,892 | 99.6         | 109.2 | 86.6  | 97.3  | 98.0               | 97.3  |
| 13. 11月 | 360          | 18  | 80  | 458   | 18                 | 476   | 99.1         | 102.7 | 123.2 | 102.6 | 101.0              | 102.6 |
| 12月     | 317          | 17  | 90  | 424   | 15                 | 439   | 86.3         | 96.9  | 117.9 | 91.9  | 87.9               | 91.8  |
| 10~12月  | 976          | 52  | 246 | 1,274 | 50                 | 1,324 | 93.7         | 98.8  | 121.7 | 98.3  | 94.6               | 98.1  |
| 14. 1 月 | 203          | 15  | 88  | 306   | 15                 | 321   | 115.8        | 119.3 | 110.8 | 114.5 | 98.7               | 113.7 |
| 2 月     | 293          | 16  | 71  | 380   | 14                 | 395   | 93.7         | 110.5 | 85.3  | 92.6  | 89.5               | 92.5  |
| 3 月     | 491          | 20  | 70  | 581   | 14                 | 595   | 88.1         | 97.5  | 89.0  | 88.5  | 87.4               | 88.5  |
| 1~3 月   | 988          | 51  | 229 | 1,268 | 43                 | 1,311 | 94.4         | 107.4 | 94.9  | 95.0  | 91.8               | 94.9  |
| 13 年 度  | 3,401        | 180 | 960 | 4,541 | 176                | 4,717 | 94.4         | 95.1  | 107.7 | 97.0  | 92.3               | 96.8  |
| 14. 4 月 | 219          | 75  |     | 294   | 12                 | 306   | 80.0         | 78.9  |       | 79.7  | 87.9               | 79.4  |
| 5 月     | 190          | 76  |     | 266   | 13                 | 279   | 95.2         | 99.2  |       | 96.2  | 93.2               | 96.2  |
| 6 月     | 225          | 62  |     | 287   | 15                 | 302   | 91.3         | 85.4  |       | 89.9  | 108.5              | 90.7  |
| 4~6 月   | 634          | 214 |     | 848   | 40                 | 888   | 88.1         | 87.2  |       | 87.9  | 96.7               | 88.2  |
| 7 月     | 232          | 95  |     | 327   | 13                 | 340   | 97.6         | 87.9  |       | 94.6  | 86.7               | 94.2  |
| 8 月     | 226          | 102 |     | 328   | 13                 | 341   | 101.4        | 94.1  |       | 99.0  | 100.5              | 99.1  |
| 9 月     | 250          | 102 |     | 352   | 15                 | 367   | 97.5         | 100.2 |       | 98.2  | 105.7              | 98.5  |
| 7~9 月   | 708          | 299 |     | 1,007 | 41                 | 1,048 | 98.7         | 93.9  |       | 97.3  | 97.3               | 97.3  |

[注] (1) 経産省エネルギー生産・需給統計月報 14年9月確報

(2) 工業用ストレート・アスファルト、燃焼用アスファルト、ブローンアスファルトは日本アスファルト協会調べ。

(3) 道路用ストレート・アスファルト=内需量合計-(ブローンアスファルト+燃焼用アスファルト+工業用ストレート・アスファルト)

(4) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

(5) 平成14年4月以降の工業用、燃焼用アスファルト内需量は、諸事情により区別が出来なくなったことを受け、合算の数値のみ表記となります。

# I. アスファルト舗装技術委員会の研究開発活動 舗装用ストレートアスファルトの品質規格に関する調査研究

(平成11年～平成14年)

アスファルト舗装技術委員会材料開発研究分科会

## 1. はじめに

アスファルト舗装を取り巻く状況の変化として、舗装ストックの増大とコスト縮減の要求から供用寿命をできるだけ長くのばすことが求められている。さらに、リサイクルの観点からも、供用中のアスファルトの品質変化に関心が高まっている。本分科会では、アスファルトが供用される状況を評価することに主眼をおいた試験項目の再検討、および供用中の性能変化を考慮した品質規定項目の必要性ならびにその設定について、問題点を整理し望ましい方向性について議論した成果を提言としてとりまとめた。舗装に関わる様々な方々が、今後とも材料の品質について前向きな取り組みを行って頂く際の資料となることを期待するものである。

## 2. 活動目標

材料開発研究分科会では、舗装用ストレートアスファルト（以後本文中では舗装用アスファルトと略）の品質規格のあり方について検討を進めてきた。すでに中間報告<sup>1)</sup>として、品質規格の変遷、品質の現状や供用性との関係、アンケート調査等の結果を報告している。今回は、長寿命化や性能規定化等の舗装をとりまく状況の変化を踏まえて、現行の舗装用アスファルト品質規格の改善点に関して提言をおこなう。分科会構成は、吉兼秀典分科会長をはじめ委員幹事17名である。

## 3. 活動内容

### 3.1 アスファルトの品質規格と舗装の話題

現行の舗装用アスファルトの品質規格は、1978年の規格改定以後、そのあり方について組織的に検討されたことはなく、規格項目や規格値の見直しは20年以上なされていない。

一方、2001年には舗装の構造に関する技術基準<sup>2)</sup>が制定され、第3種2級及び第4種1級以上の道路においては少なくとも1500という塑性変形輪数を満足することが求められるようになった。これは、改質アスファルトを用いるか、配合粒度やアスファルト量に特別

の配慮をしない限り達成できないと思われ、特別な技術開発をした場合を除いて、いわゆる幹線道路ではストレートアスファルトの使用は制限される。したがって、ストレートアスファルトは、表基層用材料としては、将来的にもっぱら地方道を主とした中・軽交通道路に用いられる材料になってゆくと予想される。

中・軽交通道路は高速道路や直轄国道等と異なり、維持管理予算の手当に乏しいほか、舗装ストックの量が多いことから、同一路面を長く使うという方向性がこれまでもまして鮮明になるとみられる。また日本の経済状況からも、長寿命化によるライフサイクルコストの縮減が求められている。改質アスファルトの使用量は増えてきているとはいえ、舗装用アスファルトの出荷量は依然として改質アスファルトの10倍程度もあり、その品質を吟味し長寿命化をはかることは重要である。

アスファルト舗装のリサイクルも積極的に進められてきているが、アスファルトの繰り返し利用における再生限界等の研究が多くなされているように、バインダ材料の劣化に関する挙動が鍵となっている。長寿命化の観点と同様に、有効な再生利用を支えるためには、長期間にわたり変化しにくい材料が望まれている。

舗装の長寿命化は、材料から、設計、施工、維持管理にいたる広汎な要素技術に支えられた成果であるが、材料に求められるウェイトは大きい。添加材の検討や配合面の対策等も重要だが、アスファルトそのものの対応の可能性も大きいと考えられる。特に、長期供用における損傷はわだち掘れよりもひび割れが主になるということを考慮すると、アスファルトの品質からのアプローチが不可欠である。耐流動性の改善に対しては改質アスファルトによる対応が一般化しているが、舗装構造のほかにバインダの耐劣化性や耐老化性が要因といわれるひび割れに関しては、材料面からの対応策は一般化していない。ストレートアスファルトによる舗装がほとんどである中・軽交通道路では、さらにその傾向が強いと言える。

舗装の技術基準で性能規定化がなされ、材料の品質規定は、工事の発注書にしばられることなく選択・修正できる余地が増えてくる。資材の品質評価は、本来、使用される状態に即した状況で試験が行われることが重要で、材料規格は柔軟に変化してゆくことが望ましい。指定された性能の舗装を受注した道路工事会社が担保する性能規定の考え方へ移行しつつあるが、パインダ仕様は今後もアスファルト供給者と舗装工事会社の間の契約条件として重要である。そして、その規格項目はより供用性を目指したものとなり、未劣化（取引時点）での品質から、竣工・供用後の品質に関心が移ると思われる。

### 3.2 ストレートアスファルトを用いた舗装の供用性調査の例

舗装の供用性に関する調査として、ストレートアスファルトで舗装された路線を対象とし、補修までの供用期間の調査を行った。

#### (1) 対象路線

ある機関が管理する、ストレートアスファルトで新設または補修された路線を対象として整理した。なお補修原因は特定できないため、舗装の損傷以外の理由による補修を含むものとみられる。

- ・路線延長50数kmについて、100mを区間単位として集計した。
- ・施工年代により5年ごとに分類し、5年ごとに補修延長の割合を求めた。

#### (2) 資料の分析結果

資料は、全交通量、L、A、B、C、D交通に分類し取りまとめた。その一例として、表-1及び図-1に全交通量の調査結果を示した。

表-1 施工年代別の補修までの年月  
(施工年代ごとの路線延長に対する割合：%)

| 施工年代  | 1～5年 | 6～10年 | 11～15年 | 16～20年 | 21～25年 | 26～30年 |
|-------|------|-------|--------|--------|--------|--------|
| 66-70 | 0    | 9.4   | 29.3   | 25.8   | 14.1   | 15.1   |
| 71-75 | 0    | 42.4  | 39.0   | 12.5   | 2.7    | 1.4    |
| 76-80 | 11.9 | 31.5  | 25.2   | 21.8   | 1.2    | -      |
| 81-85 | 12.6 | 38.1  | 21.4   | 3.7    | -      | -      |
| 86-90 | 10.0 | 33.2  | 8.8    | -      | -      | -      |
| 91-95 | 12.3 | 7.8   | -      | -      | -      | -      |
| 96-00 | 30.9 | -     | -      | -      | -      | -      |

(施工年代ごとの横方向の合計が100%に満たない部分が、調査時点における未補修供用部分の割合となる)

この結果から、供用寿命は全体的に短くなってきている傾向があることがわかる。特に供用初期に注目すると以下のことが言える。

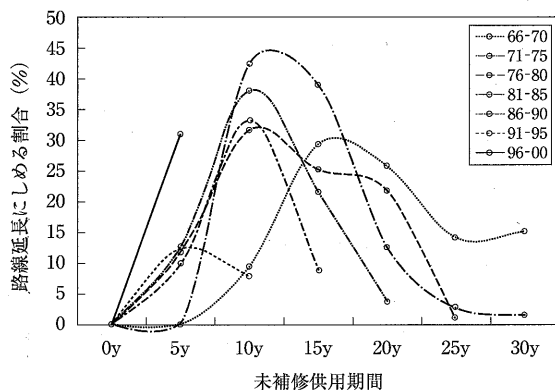


図-1 補修時の供用期間

- ・1966～1975年の施工では、1～5年で補修したものはない。
- ・1976～1995年の施工では、1割程度が5年以内に補修されていた。
- ・1996～2000年の施工では、まだ5年経過していないにもかかわらず3割が補修されていた。

また、交通量をL、A、Bと、C、Dにわけて整理したものを、図-2、3に示す。いずれも、古いものほど未補修供用寿命が長い傾向が見られ、交通量の多い図-3の方が補修率は高いことがわかる。また、C交通において、1976年～1995年に施工されたものは、1～5年で補修されたものが10.9～14.8%だったのに対し、1996年～2000年に施工されたものでは42.8%と飛躍的に増加していた。D交通では、1976年～1995年に施工された区間の1～5年での補修が4.2～20.1%だったのに対し、1996年～2000年に施工されたものは31.9%と著しく増加していた。

#### (3) 資料から推測されること

補修は同一の基準で実施されたと仮定すると、施工年代1966～75、1976～95、1996～2000の各期間で、材

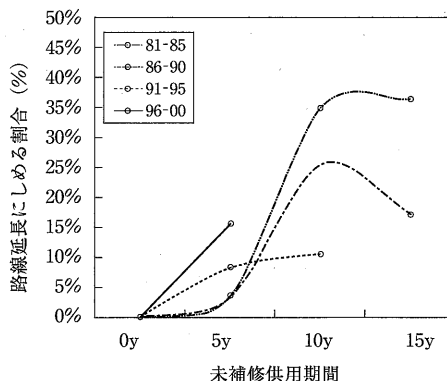


図-2 補修時の供用期間 (LAB交通)

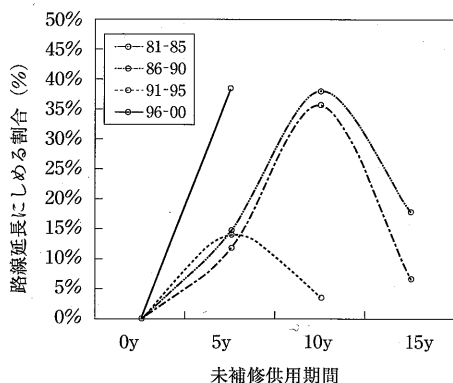


図-3 補修時の供用期間 (CD交通)

料、構造、あるいは舗装をとりまく他の状況に何らかの違いがあったことが推測される。なお、当該機関では、構造設計法、配合設計方法、材料基準等の変更は基本的に実施していない。

この結果に対する明確な要因を、上記資料のみから判断することはできない。単なるデータのばらつき、交通条件や気象条件の変化、施工方法や骨材・アスファルト等の材料の品質が変化したこともその原因として考えられる。特に、1996-2000に施工した舗装で補修率が急激に増加したことは、交通・環境条件のほか、占用工事など損傷以外の要因が考えられるが、再生利用が進んだことや、材料が変化したことも要因の一つと考えられる。

このような事象の要因として、バインダであるアスファルトの品質評価法が、舗装の供用性にどの程度関与しているかを確認することは意義のあることである。また、アスファルト舗装の寿命は10年とされ、本資料でも10数年で多くの舗装が補修されていることがわかる。供用寿命低下の原因究明とは別に、長寿命化の一方策として材料の議論をすることの重要性に変わりはない。

### 3.3 舗装用アスファルトの品質規格に関する検討

#### 3.3.1 アスファルトの品質

本分科会の中間調査結果<sup>1)</sup>では、1970年以降は舗装用アスファルトの経年的な品質の変動は少ないことから、数十年の間に培われてきた生産管理技術や品質管理体制の向上とあわせて、国内で生産されるアスファルトは現行規格において均質なものが供給されていると言える。ただし、今後はブレンド法による製造の割合が増加するものと考えられ、脱れきアスファルトに関しては、品質に与える影響の確認を行っておく必要がある。

脱れきアスファルトは、耐劣化性能について性状変化率が小さいという特徴も予想され、長寿命化の観点

からみると、むしろ適した素材とも考えられるが、不明点が多いのが事実である。したがって、舗装用アスファルトの品質を議論するためには、脱れきアスファルトの市場動向や舗装に与える性能を、試験結果によって明確にすることが不可欠である。そして、舗装の品質向上あるいは低下に影響を及ぼす可能性があるのならば、市場動向について統計調査等による実態把握が必要であろう。

#### 3.3.2 現行の舗装用アスファルトの品質規格

##### (1) 品質規格の経緯

わが国の舗装用アスファルトの品質規定は、1950年に刊行された日本道路協会のアスファルト舗装要項で米国Asphalt Instituteの規格を紹介するかたちで米国から導入された。その後、輸入原油種の変遷、製造方法の改善や品質の改善要求により、規格項目の追加や規定値について変更（例えば、薄膜加熱試験、伸度区分）が加えられてきたものの、その規定項目等の基本的構成に変更はない。

##### (2) 規格項目とその試験方法

舗装用アスファルトの等級は針入度で分類している。舗装用アスファルトの我が国の品質規格試験項目は、針入度、軟化点、伸度、トルエン可溶分、引火点、薄膜加熱質量変化率、薄膜加熱針入度残留率、蒸発後の針入度比、密度の9項目である。そのほか慣用的なものとしては、蒸発量、粘度、フラスコ脆化点等がある。これらのうち、針入度、軟化点、伸度、粘度、フラスコ脆化点の各試験は、アスファルトのコンシステンシーに関するものであり、薄膜加熱質量変化、薄膜加熱針入度残留率、蒸発試験は耐久性に関連する試験である。

##### (3) 舗装用アスファルトの品質性状と混合物・供用性状の関係

現行の品質規格項目と供用性状の間にはある程度 of 関係が見られる。詳しくは中間報告<sup>1)</sup>にて報告したが、以下にその概略を述べる。

##### ① アスファルトの品質性状と混合物性状

アスファルトの性状と室内試験で観察される混合物性状の関係を表-2に示す。

##### ② アスファルトの品質性状と供用性

###### a. 流動わだち掘れ

針入度、軟化点、60℃粘度などの一般性状において、実道でのわだち掘れ量との相関性が高い項目は60℃粘度である。しかしながら、舗装用アスファルトの現行の規格には60℃粘度はない。これは、耐流動性が議論されるのは60℃粘度が10,000poise前後の値であるため、

表-2 アスファルトの品質項目とアスファルト混合物との相関関係の傾向

|            | 流動性       | 摩耗性               | 低温亀裂 | 疲労                | 剥離   |
|------------|-----------|-------------------|------|-------------------|------|
| 混合物試験      | ホイールラッキング | ラベリング             | 曲げ   | 繰返し曲げ             | 水浸WT |
| 針入度        |           | △ <sup>(注1)</sup> | ○    | △ <sup>(注2)</sup> |      |
| 軟化点        |           | ○                 |      |                   |      |
| 針入度指数 (PI) | △         | △                 | △    | △                 |      |
| 60℃粘度      | ○         |                   |      |                   | △    |
| フラス脆化点     |           |                   | ○    |                   |      |

注) 相関関係は○:ある, △:ややある, ×:無しの3段階で評価  
 注1) 本分科会の中間報告では、「同程度の針入度でもDSが大きくなる場合がある。…動的安定度の推定は難しい」としているが、ある程度の傾向は認められることや東京都では流動対策として40~60を採用していることを考慮した。  
 注2) 試験温度5℃の場合、相関はよい。

ストレートアスファルトの数千poiseレベルでは、60℃粘度を規格化しその狭い粘度範囲での大小を議論したところで耐流動わだち掘れの効果的な対策指標とはなり得ないと考えられていることがある。

一方、60℃粘度は、薄膜加熱後のアスファルトと混合物製造後のアスファルトの粘度において相関が良いとの報文<sup>3)</sup>もあり、その適用性は是非はかたまっておらず、アスファルトの供用性を評価する試験として検討することも指摘されている。

#### b. ひび割れ

供用時におけるアスファルト性状と路面性状（ひび割れ）の関係は各機関で研究され、供用中の混合物より回収したアスファルトの針入度、軟化点、60℃粘度、伸び、およびそれらを組み合わせたものと、路面性状との相関を検討したものは数多くある。しかしながら、使用された原アスファルトの性状との関係を検討した例は少なく、初期のアスファルトがどのような性状を示すのがよいか不明なのが現状である。供用後の劣化をシミュレートするための試験と、物理性状を適切に試験するための評価指標の両面について、適切な試験方法を開発することが望まれている。

#### ③ 供用後性状を評価するための試験

供用後のアスファルト性状は、室内における促進劣化試験により評価できる。ストレートアスファルトを用いた混合物の製造時劣化の再現は、薄膜加熱試験（または回転式薄膜加熱試験）が、長期供用中の劣化を再現する試験法は加圧劣化容器（PAV）を用いた試験が有効である。

#### (4) SHRP規格による国内の舗装用アスファルトの分類

SHRP規格によれば、針入度で3つのグレードに分類される日本の舗装用アスファルト40~60、60~80、80~100は、全体として4つのPGグレードに分類される。一方、米国のAC10は4つ、AC20は6つのPGグ

レードに分類される。

#### (5) 海外における舗装用アスファルトの品質規格について

①SHRPでは、曲げ試験・引張試験・動的せん断試験を物性試験として、回転式薄膜加熱試験・加圧劣化試験（PAV）を混合時と供用時の劣化試験として採用している。

②CENでは、①針入度と軟化点、②針入度と60℃粘度、③60℃粘度の3通りの品質規格を採用している。パラフィンワックス含有量を規定している国もある。劣化試験としては、スイス<sup>4)</sup>ではPAVによる品質評価が、また、ベルギー<sup>5)</sup>ではRCAT (Rotating Cylinder Ageing Test) を用いたアスファルトの評価に関する研究が試みられている。

③アジア諸国の規格試験法は日本と同様である。

(6) 舗装用アスファルトに関するアンケート調査結果  
 アンケート調査結果によれば、製造者は利用者に比べると舗装用アスファルトの品質に差がないと認識する傾向が大きい。品質規格の中から除外すべきとする項目は、トルエン可溶分・伸び・引火点・蒸発後の針入度である。追加すべき項目は、PAV・60℃粘度・フラス脆化点であった。なお、このアンケート調査結果の詳細については本分科会中間報告<sup>1)</sup>を参照されたい。

#### 3.3 舗装用アスファルトの規格項目とその問題点

アスファルトは温度や載荷速度に影響される粘弾性体であり、この性質を正確に測定したり、表現したりすることが難しい。品質試験項目間の関連性を調べた例<sup>6)</sup>でも、ともに25℃で測定されるためタフネスは針入度によりほとんど説明できるなど、測定温度の近い項目の相関性が高い傾向がある。このため、以上に述べたように現行の各種品質規格試験は、アスファルトの基本的な性状をすべて網羅しているわけではない。供用現場で求められる性能の項目ごとに、その状況を再現できる試験条件による品質指標が求められる。しかし、現在の試験方法は経験的に築き上げられ、また各国で使用されているもので、これらの試験法の意義と、求められた結果の意味を、十分理解する必要がある。そして、最近の測定技術や優れた装置を利用し、その複雑な物理的性質を明らかにし、より適当な試験法を確立しアスファルトを評価する必要がある。

SHRP計画では、測定温度を重視し温度自体を評価指標にしている点で、粘弾性物質の評価としての考え



方は妥当と考えられる。しかしながら、たとえば、想定される平均車速から定められた載荷速度（測定周波数）の設定など、日本への適用性には課題が多いといわれている。海外での事例を含めた良い点を参考に、我が国の事情に即した独自の品質評価指標を策定することが大事である。

日本のストレートアスファルトは、その製造原油及び製造方法の固定化のため、品質のバラツキも少なくなってきたと言える。戦後の品質規格制定当時に見られた不純物の多いアスファルトを選別するために設けられた、蒸発試験・薄膜加熱後の質量変化・可溶分の各規格項目は、その役目を終えており、規定項目からの廃止を含め再考の時期にあると考える。

現行の試験項目のいくつかについて、供用性指標としての妥当性を考察した例を以下に示す。

### ① 針入度試験

針入度は一定条件下におけるコンシステンシーを表し、目的はアスファルトの常温（25℃）における硬さを測定して、その硬さによってアスファルトの種類を分類し使い分けるための品質項目で、現行品質規格において基本となる指標である。

しかし、表-3に示すように条件を変えて針入度試験を行った結果では、A種、B種どちらのアスファルトが硬いのかの判断は難しく、規定の針入度のみで硬さを判断することは困難である<sup>7)</sup>。また、いろいろな試験法を用いて3種類のアスファルトを試験した結果が表-4である。針入度が同一級の1と2は他の試験では異なった性状を示し、針入度級の異なる1と3が近い性状を示しているなど、単なる針入度級のみでの区分では不十分である。

針入度は、任意の条件で求められた相対硬さに過ぎず、アスファルトの粘度の本質には触れていないようであり、針入度級によるアスファルトの硬さ区分は便宜的区分に過ぎない。試験温度5℃における針入度は、低温ひび割れと相関性があるとの報告<sup>8)</sup>もあり、試験温度に配慮することが重要であることが示唆される。

温度及び載荷速度により大きく性質が変化する、アスファルトという材料を評価するための測定法として、25℃における針入度試験の妥当性の評価をはじめとして、品質評価を再整理するとともに、さらに最適な測定方法を考案・提案する必要がある。

### ② 軟化点

軟化点は、ある任意の条件下で、ある一定のかたさ（コンシステンシー）を表す温度であると定義されて

表-3 条件を変えた針入度試験結果<sup>7)</sup>

| 試験条件   |        |        | アスファルト |     |
|--------|--------|--------|--------|-----|
| 温度 (℃) | 荷重 (g) | 時間 (秒) | A      | B   |
| 25     | 100    | 5      | 96     | 86  |
| 15     | 100    | 5      | 36     | 26  |
| 35     | 100    | 5      | 230    | 250 |
| 25     | 50     | 5      | 60     | 61  |
| 25     | 200    | 5      | 143    | 128 |
| 25     | 100    | 10     | 125    | 120 |
| 25     | 100    | 20     | 156    | 168 |

表-4 コンシステンシー試験結果<sup>7)</sup>

| アスファルトの種類          | 1                | 2               | 3                |
|--------------------|------------------|-----------------|------------------|
| 針入度 (25℃)          | 91               | 91              | 67               |
| 25℃粘度 (*)          | $15 \times 10^5$ | $8 \times 10^5$ | $14 \times 10^5$ |
| 軟化点 (℃)            | 47               | 45              | 48               |
| 100S, S, F, 温度 (℃) | 155              | 150             | 155              |

\* :  $\tau = 16.7 \text{ g/cm}^2 \text{ poises}$

いる。しかし、試験法はあくまでも経験的なものであり、防水材などの工業用材料に用いられる場合に重要視される規格項目である。規定の相違によりいろいろな試験法があり（日本では環球法を採用）、測定結果も相違する。また、軟化点温度は等粘度温度であるが、アスファルトの比重、比熱、熱伝導率等により影響され、推定粘度は8,000～30,000poise、推定針入度は600～1,000といわれている<sup>9)</sup>。

アスファルトの軟化点は、60℃粘度や $G^*/\sin \delta$ とともに、混合物のホイールトラッキング試験結果との相関が高いとの報告が多く<sup>1) 10)</sup>、評価指標としての有意性は認められる。しかしながら、ある固さの点を実験的に規定した経験的指標である軟化点を、粘度やスティフネスを評価する一般的な物理指標へ置き換えることについての検討は必要であろう。

### ③ 伸度

試験温度を変化させた伸度試験結果の例を表-5に示す。この試験結果から、ある温度で伸びが良いからといって、他の温度でも伸びが良いとは限らない。また、引張り速度の条件によっては結果が逆転することもある。伸度は任意の条件で求められた値であり、載荷形式や温度により変化するため、一定条件での伸度の大小のみでアスファルトの品質に対する意見を述べることは難しいと思われる。

低温伸度は劣化や $\tan \delta$ 変化と相関性の高い指標で<sup>11)</sup>、低温時の変形特性や脆性を判定するのに良い。材料劣化（薄膜加熱等）の影響を大きく受ける特性値であるといえる。したがって、これらの特性を生かした評価方法の調査を続けることは必要と考えられる。

表-5 試験温度を変化させた伸度試験結果<sup>1)</sup>

| アスファルトの種類   |         | A   | B   |
|-------------|---------|-----|-----|
| 針入度 (25℃)   |         | 86  | 88  |
| 伸 度<br>(cm) | 試験温度25℃ | 100 | 100 |
|             | 15℃     | 44  | 100 |
|             | 10℃     | 8   | 100 |
|             | 5℃      | 4.5 | 0   |
|             | 0℃      | 2   | 0   |

#### 4. 舗装の長寿命化を考慮した品質規定及び試験方法の提言

舗装の長寿命化を考慮したアスファルトの品質規定及び試験方法の提言は、次の通りである。

##### ① 供用までの過程に配慮した品質評価

現行の舗装用アスファルトの品質規定は、製造管理のための指標を主目的として策定されたこともあり、未劣化状態での品質を規定する項目がほとんどである。これは、実際にアスファルトバインダが受ける履歴と対照すると、製油所での製造出荷から合材プラントでの噴射までの期間に相当する。材料性能からいえば、当該材料の供用開始時の性能である薄膜加熱試験後か、供用後の性状であるとされるPAV試験後の評価が求められる。アスファルトは混合物施工時にその性状が大きく変化することを考えると、なおさら変化後の物性で規定するのが妥当であると言えよう。舗装の性能規定化の流れからも、供用環境を意識した品質指標への移行が望まれる。

製造・施工後のアスファルト性状については、針入度や軟化点試験を用いて多くの機関で調査が行われてきているが、60℃粘度や伸度、あるいは新しい試験方法等を加え、供用後の物性を規格項目として設定するための更なる検討が必要ではないだろうか。

##### ② 材料劣化を予測するための試験方法

アスファルトの劣化の主な要因は、混合物製造時の熱劣化と供用中の酸素や紫外線によるものであり、その中でも製造時の劣化は無視できない。同じ針入度級のアスファルトでも、舗設後の針入度は大幅に異なり一様ではない可能性もある。つまり、初期の性状は同じであっても混合物を敷き均し、供用を開始した時点で異なった性能の舗装ができあがっている場合があると推測される。

さらに、経時的なアスファルト劣化の度合いも異なる場合には、たとえば5、6年先の混合物の性状にも差が生じることが予想される。したがって、舗装の供用性能を考えれば供用後のアスファルトの性状まで規

定するのが望ましいことではあるが、性状に与える外的要因が多く、規格値を設定することは困難と考えられる。しかしながら、長期供用後のアスファルト性状を有効に判定する指標項目を規定することは重要である。舗装施工直後を再現するための薄膜加熱試験の他に、劣化試験として、長期供用中の変化を再現するための劣化操作を経た評価項目を導入するための検討が必要である。

##### ③ 供用性評価のための合理的な物性試験方法

舗装の供用性に配慮した品質規格は、劣化試験と物性規格から構成される。物性規格である針入度や軟化点をはじめとした現在の各試験方法は、制定当時の技術やその測定原理の範囲内で、経験的に供用環境の再現性の良い試験条件が設定されている。しかしながら、アスファルトは典型的な粘弾性物質で、温度や載荷時間に対して敏感な材料であるため、試験条件により測定結果の値は大きく異なる。力学材料はできるだけ工学的な物性指標で評価されるべきであり、例えば破断歪や弾性率など、舗装体としての解析が容易な規格項目で規定されることが望ましい。現行規格の制定当時と比べて測定技術が格段に進歩した現在では、供用現場での状況を再現した測定条件を実現するための評価試験方法の導入は技術的には容易である。物性規格に関しては、アスファルトの物性を実験常数から物理常数に置き換えたSHRPの流れも参考になる。

現行規格で管理されている現在のストレートアスファルトの性能を、舗装の供用性と関連づけて工学的に検証しやすくするために、現場での供用状態を忠実に再現できる新しい評価試験法を検討することは有意義である。その試験法への理解が進み供用性への影響が認識されれば、品質規定項目へどのように反映するかという議論の段階に進むこととなるのであろう。

##### ④ ひび割れ評価のためのバインダ品質試験法

舗装のひび割れ（性能規定では疲労破壊回数）へのアスファルト性状による影響を考察すると、アスファルト自体の劣化は原因の一つになると考えられる（他に、骨材の種類や舗装構造等にも関係している）。劣化試験とともに物性評価のための試験方法の確立が求められる。

SHRP試験法で評価した国内のバインダの品質は、中間報告<sup>1)</sup>に示すとおり、PAVを含めた劣化後も一定の範囲におさまっている。しかし、これを含め国内の多くのSHRP規格試験調査結果は、塑性変形と低温ひび割れ性能を評価するための試験結果のみから得ら

れた成果の報告であり、疲労ひび割れの照査は行われていない事例がある。さらに、SHRPで採用された疲労ひび割れに関する指標項目は、ひずみ量や疲労を考慮していないなど、本当にパフォーマンスに基づいた仕様であるかを疑う意見<sup>10)</sup>もある。促進劣化の再現試験とともに、疲労ひび割れを評価するための試験方法を含めて、アスファルトの劣化後の性能を適切に評価する必要がある。

いわゆるわだち割れと呼ばれる、舗装表面からのひび割れによる損傷については、バインダ劣化が影響している可能性もある。舗装表面で生じる損傷であり、経時的な酸化劣化とともに、その他の劣化因子（たとえば紫外線）についても、その有意性を含めて原因の検証を続ける必要がある。

#### ⑤ 供用性評価のためのデータの蓄積

我が国の現行の品質規格は、薄膜加熱試験を除いて、あくまでもアスファルトの初期性状を規定したものであったため、長期劣化を評価するための性能指標や検証データは十分に蓄積されてきていない。今後の長寿命化や再生利用を考慮すると、舗装体の供用性能を向上するために、アスファルトの供用劣化に配慮した試験法を検証することが不可欠である。長期供用中の酸化劣化を再現するためのPAV等の促進劣化試験を導入するための検討や、疲労ひび割れをアスファルトの品質面から適切に評価できるような試験方法の開発も求められている。これらの議論のためには、まず資料の充実を急ぐ必要がある。

アスファルト舗装の耐劣化性向上をはかるためには材料の劣化挙動を把握することが必要であり、適切な試験方法を標準化し、データの蓄積及び供用性との関連付けを進めてゆくことが望まれる。

### 5. まとめ

本分科会では、アスファルト舗装をとりまく種々の社会的・技術的背景や現行品質規格が抱える問題点の議論を通して、品質規格に関する提言を行った。その要点を整理すると次の通りである。

- ①長期供用後の品質変化を評価するための劣化試験方法の導入に関する検討
- ②経験的指標である現行の各試験法を工学的物性指標に移行するための調査研究
- ③供用性予測を可能とする劣化試験及び物性規格を評価するためのデータの蓄積

舗装の供用性により結びついたアスファルトの品質規格のあり方を検討するためには、まず舗装後の供用性を適切に示す試験方法によって区分されたアスファルトの舗装後の供用性を試験舗装等によって追跡する。次いで、アスファルトの品質が供用性に及ぼす影響の程度を統計的に分析することにより、アスファルト品質の差が舗装の供用性に有意な違いを生じることを確認したうえで、より耐久性のあるアスファルトを適切に評価する試験方法とその基準値の提案が行われるべきと考える。

#### — 参考文献 —

- 1) アスファルト舗装技術委員会材料開発分科会, 「舗装の構造に関する技術基準・同解説」, アスファルト, No.210, pp.20-53, (2001)
- 2) ㈱日本道路協会, 「舗装の構造に関する技術基準・同解説」, (2001)
- 3) 谷口豊明他, 「舗装用アスファルトの熱劣化特性に関する一考察」, 道路建設, 62/7 (1987)
- 4) Manfred N.Partle, 「積雪寒冷地における舗装の耐久性向上への取組みについて」, JH海外技術導入技術講演会, (2002)
- 5) 黒田智他, 「ベルギーとドイツの舗装技術の現況」, アスファルト, No.207, pp.37-46, (2001)
- 6) 鶴窪廣洋, 「アスファルト針入度の流動・摩耗への影響とその品質実態」, 舗装, 27-6, pp.16-22, (2001)
- 7) 昆布谷竹郎, 「舗装用アスファルトの規格試験とその意義」, ASPHALT, No.7, pp.2-6, (19??)
- 8) 林誠之, 「アスファルトの供用性に関する研究」, アスファルト, No.110, pp.32-46, (1976)
- 9) 松野三朗他, 「アスファルト舗装に関する試験」, 建設図書
- 10) 田中正義他, 「SHRPバインダ仕様に関する検討」, 第21回日本道路会議論文集, (1995)
- 11) 立石大作, 「ストレートアスファルトの一般性状とSHRP粘弾性状の関係」, 第24回日本道路会議論文集, pp.344-345, (2001)
- 12) アスファルト舗装技術委員会材料開発分科会, 「ストレートアスファルトの品質規格に関する調査報告書～SUPERPAVEのアスファルト規格導入に関する諸問題～」, (1999)

## Ⅱ. 委託関係事業

# 滑走路の表層材料に関する研究

(昭和42年～昭和43年)

菅 原 照 雄\*

### 1. 委託研究の概要とその背景

本研究は運輸省（現国土交通省）第三港湾建設局の依頼にかかるものであり昭和42、43年度に行われた。

当時運輸省では、大学へ直接委託研究は行っており、著者への研究委託に当たり、アスファルト協会を経由する形態をとったものと記憶している。従って協会としては、契約業務のみを行い、特に委員会等を組織することなく、全て北海道大学において研究を実施し、協会の名で報告が行われた。

当時運輸省には滑走路に関わる専門家も少なく、この研究を通じ、空港舗装に関する既往の知識の集約をはかることを主目的とし、また直接的には当時大阪空港（現伊丹空港）で発生したプリスタリング現象の原因の解明と対策をさぐるものが目的の一つであった。

またその背景として、当時実施されていた羽田空港の改修、新滑走路新設計画に関し、筆者が助言者の立場でいろいろお手伝いしてこともあった。なおこの時点では、運輸省の港湾技術研究所にも直接これに関わる部署はなかった。

研究は2年度にわたり実施され、この間数次にわたり著者が大阪空港（現伊丹空港）に出向き、現場での調査、技術指導等を行った。

報告書は2年次にわたり提出されたが、各年次の研究の内容をここにとりまとめて紹介する。

### 2. 昭和42年度の研究の内容

滑走路舗装全般にわたる調査研究を主体とし、研究の結果を集約し、問題点を導き出したものである。

研究の内容は以下の通りである。

#### 2.1 道路舗装と滑走路舗装の差異について

道路舗装と滑走路舗装の相違について、荷重条件、車両の走行条件から分析し、さらに高压タイヤ向けの既往の各種の研究をとりまとめた。

当時はターボブロップ機の運行が多かったため耐油

構造も重視されていた関係上、耐油舗装の世界の研究事例の調査も行った。

さらにここでは当時世界的に課題とされていた、ジェット機特有の熱とその吹きつけの舗装への影響について研究事例の調査を行った結果にも触れている。

#### 2.2 アスファルト舗装一般論

アスファルト舗装の一般的な紹介であるが、当時日本の道路舗装で行われていたもの以外にも世界的な視野での技術手法について紹介した。

#### 2.3 アメリカアスファルト協会の仕様

アメリカのアスファルト協会は古くから空港舗装に関して独自の仕様を持っており、アメリカの地方空港ではこれらに基づく設計も行われてきた。ここではその詳細を紹介した。

#### 2.4 空港舗装の施工法

当時アメリカで行われていた空港の施工に関し紹介した。この時点で日本では、道路舗装と全く同じ施工法がとられていた関係もあり、その施工法の特殊な部分について詳細を紹介した。

#### 2.5 実験研究を伴う研究課題

実験を伴う委託研究課題として、

##### a. アスファルト舗装のこね返し作用

アスファルト舗装のこね返し作用 (Kneading Action) に関してはかねてからその研究の重要性が指摘されながらも研究室での再現が困難とされて、アメリカでも研究の例はみられなかった。これに対し、筆者はトラバースの可能なホイールトラッキング試験機を製作し、供試体全面に模擬車輪を走行させて、こね返しの基礎的な実験を実施した。これらによって得られる供試体を切断し、各種の力学試験を実施することにより、こね返し作用の影響を求める方法を提案した。この研究成果は43年度研究報告書に詳細に述べた。

こね返しは、単に密度の変化をもたらすのみでなく、骨材の配列をも変化させ、場合によっては、供用開始

\*すがわら てるお 北海道大学名誉教授・工学博士

後舗装の安定性を著しく損なうこともあることを指摘した。

これらの研究は、時代を経てSHRP研究で、ジャイレトリコンパクトによる、供試体の製作、配合設計へと展開して行った。これらは次項に述べるプリスタリング研究とも密接に関係したものである。

#### b. 混合物の高温安定性に関する研究

ホイールトラッキング試験を利用した、高温時の混合物の安定性について述べたものである。比較的高温での安定性は、全てマーシャル試験で論じられていたのに加え、英国の道路研究所で開発されたホイールトラッキング試験も有用な評価手段であることを述べた。英国で行われたこの試験法の開発、実際の道路の変形との相関などに関しては、昭和36年から英国の道路研究所に留学中だった著者が深く関与した研究である。

#### c. 混合物の高速曲げ破壊に関する研究

混合物の高速曲げ破壊研究は、著者が世界で始めて行った研究で、それまで混合物の評価がマーシャル試験のみであったのに対し、広い温度範囲で力学的性状を評価する手法を提案したものであった。

この研究では、当時空港用に盛んに売り込みが行われた改質アスファルトの評価にも適用を試みた。

その結果、マーシャル試験では十分に評価できなかった改質アスファルトの利点、欠点等を見いだすことが出来ること、高温時の安定性にのみ注目することは適切ではないこと、時として低温において著しく亀裂を発生させる可能性のあることを指摘し、その限界を明らかにしていくことの重要性について述べた。この評価手法は、現在でも広く利用されており、今日でも改質アスファルトの技術説明資料としてよく見かけることが出来る。

付録の第1編はこね返し作用に関する詳細な実験研究報告である。

第2編は夏期高温時における混合物の安定性について実験結果を詳述した。

第3編は高速破壊に関する研究の結果を詳細に述べ、高速破壊時の応力-ひずみ関係について、そのレオロジ的な特性を詳述した。

### 3. 昭和43年度研究の内容

前年度に引き続き要請のあった調査研究の結果を述べたものである。

#### 3.1 舗装材料

表層用材料、さらに路床、路盤の締め固めについて

述べ、世界の主要な方法を紹介した。とくに滑走路用アスファルト混合物の配合設計基準に関し、アメリカ、イギリスの現状を詳細に調査した結果と、使用アスファルトの選択基準について報告している。当時空港舗装に関しては、その重要性はほとんど認識されておらず、諸外国の実情はほとんど調査の事例はみられなかったため、著者の手許にあった資料に、諸外国から取り寄せた調査結果をとりまとめた。

#### 3.2 ロールドアスファルトの力学特性の紹介

当時運輸省の一部にロールドアスファルトについての調査が必要との意見があり、この報告書の中で詳細な紹介がほしいとの要請があり、英国の現状の紹介を行った。その後、ロールドアスファルトは滑走路には必ずしも適切ではないことが明らかになり、再び話題にならなかった。

#### 3.3 滑走路舗装の構造設計について

大型滑走路の構造設計法について世界各国の現状について調査を行った結果の報告である。

ここではB747対応直前の、世界の滑走路の構造設計法をとりまとめ、さらにB747向けの構造設計への取り組みを紹介した。さらに主要空港の滑走路誘導路の構造設計断面をとりまとめた。

この委託研究の成果は、その後の新東京国際空港の構造設計へと引き継がれて行くことになる。これに関しては後に、公団からの委託で土木学会が大規模な研究委員会を組織することになった。筆者もアスファルトを担当する委員会の委員長として、この研究を継続することになった。なおこの委員会には文献調査に関わる委員会も設置され、この委託研究で調査した諸外国の文献調査結果をそちらに引き継いだ。

#### 3.4 アスファルト舗装の基礎的な課題のレオロジー的角度からの整理

この研究の時点まで、アスファルト混合物を力学的な見地から評価する手法はほとんど用いられていなかったが、アスファルト舗装の合理的設計法が論じられるようになって、レオロジー特性を明らかにすることが重要ではないかとして、その手法を論じた。

#### 3.5 アスファルト混合物の曲げ破壊性状についての研究成果についてのべ、曲げ強さ、許容のひずみについて詳述した。

#### 3.6 各種の航空機に関してのESWLの計算

#### 3.7 ニーディングを受けたアスファルト混合物の力学性状

前年度研究に続き、実験研究を行い、Kneadingを

受けた供試体について高速曲げ破壊試験を行い、その力学性状がいかに変化するかについて詳述した。

### 3.8 プリスタリング現象に関する研究と私見

昭和42年5月26日大阪空港（現伊丹空港）A滑走路の一部に約60ヶのプリスタリング（ふくれあがり現象）が発見された。この舗装は昭和41年にオーバーレイされたものであった。調査の結果この現象は厚4センチの表層にのみ発生していること、横断的にみれば滑走路中心線の両側6メートル付近に集中していることが明らかになった。盛り上がり高さは、5ミリから20ミリ、大きさは径60ミリないし150ミリであった。

これらは明らかに、航空機の走行により過度の締め固め現象が起り、最初は航空機の走行部分全面に発生したものが、航空機の反復走行で、側方に移動して線状に近い分布になったものであった。もともと空気が透過しにくいまでに締め固められた下層に、直接オーバーレイを行い、上層が過度に締め固められたために、水蒸気等の逃げ道がふさがれたために発生したものである。プリスタリングは舗装中に入り込んだ水分が高温時に気化する際の蒸気圧に起因する、すなわち発生の条件は、発生した水蒸気が、上にも下にも逃げられない場合である。筆者は、空隙よりもむしろ透水係数ないしは透気係数が鍵を握るものと考え、発生箇所、未発生箇所、発生箇所にごく近い未発生箇所から試料を採取し、透水係数、透気係数の測定を行った。この実験は、委託の期間内に実験が完了せず、試料の採取に止まったが、後にその結果を詳細に報告した（石油学会誌、Vol.23, No.2, 1980 所載）。

その結果、透気係数から求められた換算透水係数（cm/sec）はプリスタリング発生箇所において、 $2 \times 10^{-7}$ ないし $1 \times 10^{-6}$ であり、一方未発生箇所のそれは $2 \times 10^{-6}$ ないし $8 \times 10^{-4}$ であり、 $1 \times 10^{-6}$ cm/secがプリスタリングの発生限界であることが明らかになった。空隙率の測定も行ったが、約2%近傍に限界があるようにみられたが、切り取り供試体で、厳密な空隙率の測定も困難であり、空隙率でプリスタリング発生限界

を示すのは困難と判断される。下の層の透水係数も大きく影響するのはもちろんであるが、混合物の設計時の配慮が必要が重要であるとまとめた。この研究はこね返し（Kneading作用）研究の項と連動するものである。さらに現在までに建設されているアスファルトしゃ水壁にもその研究成果は広く利用されている。

### 後記

何分にも本研究は35年ほど以前の研究であり、筆者の記憶が定かでない部分も多い。幸い報告書が筆者の手許に残されていたので、本稿をとりまとめて見た。筆者から見れば大変古い研究ではあるが、実験、研究の手法から見れば、未だに現役であるものも多いし、すでに忘れ去られたものも多い。先頃からあちこちの空港で発生が伝えられたプリスタリングも、この時点で一応の結論が出ていたにもかかわらず教訓が生かされなかった事例といえるかも知れない。

空港舗装に関しては、後に港湾技術研究所に滑走路研究を主業務とする研究室が設置され、多くの立派な研究を進めておられるのはまことに喜ばしいことである。

最近筆者は、国内外の大型のアスファルトしゃ水壁工事の技術指導を行っているが、これらに関しては、アメリカのSHRP研究によって開発された研究、実験機器が大幅に利用されている。これらはその力学根拠が明快であり、実験精度も高いので、研究上きわめて有力な武器になっており、ダム構造の設計にも寄与するところが大きい。アスファルトが材料としての地位を確立するには、共通の土俵で他分野との会話を成立させなければならない。アスファルトの性状が複雑なことが、他分野との会話を妨げているという考え方には、大きな問題があるのではないのではないだろうか。若い諸君には、今後とも奇をてらうことなく大胆にアスファルトの本質に迫る研究を進めてほしいものである。

以 上

## Ⅱ. 委託関係事業

# 石油アスファルトJIS規格に係わる研究活動

(昭和55年～現在)

長谷川 宏\*

### 1. はじめに

石油アスファルトの需要は、昭和46年以降400万トンを超えるようになり、アスファルトメーカーにとって品質保証の重要性を認識し、(社)日本アスファルト協会の試験法分科会では品質規格のものさしとしてより精度の高い試験方法の確立とJISとして未制定の試験方法の開発に取り組んできた。

(社)日本アスファルト協会では、規格や試験法についておもに技術委員会品質小委員会(試験法分科会、規格分科会)で調査・研究・検討を行ってきた<sup>1)</sup>。また、昭和60年6月にはアスファルト品質・試験法分科会が設立され、道路用アスファルトについて、よりの確な規格・試験項目を目指して、わが国をはじめ各国の規格背景を探り、現行の規格・試験方法の検討・改善の提案を行うべく活動を行ってきた<sup>2)</sup>。

一方、工業技術院から委託されたJISの改正作業は工業標準原案作成委員会を組織し、技術委員会を中心とした原案作成小委員会を設置して照合試験などの実作業を行い原案の作成作業を行ってきた。

わが国のアスファルト規格の変遷については、アスファルト規格の始まりからJIS規格の変遷、日本道路協会規格との関連について本誌に詳述されている<sup>3), 4)</sup>。ここでは、若干重複するが改定の経緯を含めて、(社)日本アスファルト協会がJIS規格の試験法、試験項目および規格値について研究活動をしてきた内容を中心に概説したい。

### 2. JIS規格の変遷の概要

アスファルトのJIS規格は、昭和31年(1956)にJIS K 2207-56として初めて制定された。原案の作成は、石油連盟が工業技術院から委託された。その後の昭和35年(1960)、昭和44年(1969)の改正案作成も石油連盟が受託したが、それ以降、昭和55年(1975)、平成2年(1990)および平成8年(1996)の改正案は(社)日本アスファルト協会が受託し技術委員会が中心となって試験法の検討・原案作成作業を行ってきた<sup>3)</sup>。それらの変遷の概要を表-1に示す。

表-1 アスファルトJIS規格の変遷と概要

| JIS規格名        | 原案作成協力者<br>(制定・改正日)             | (社)日本アスファルト協会での主な検討内容とJIS改正点                                                                                                                                                     |
|---------------|---------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| JIS K 2207-56 | 石油連盟<br>(昭和31年7月17日制定)          |                                                                                                                                                                                  |
| JIS K 2207-60 | 石油連盟<br>(昭和35年4月1日改正)           |                                                                                                                                                                                  |
| JIS K 2207-69 | 石油連盟<br>(昭和44年3月1日改正)           |                                                                                                                                                                                  |
| JIS K 2207-80 | (社)日本アスファルト協会<br>(昭和55年1月18日改正) | 40～60, 60～80, 80～100を道路協会規格に整合した(道路協会規格としてK 2207-80を掲載)。<br>JIS A 6011(防水工用アスファルト)を併合。<br>動粘度(120, 140, 160, 180℃)4点を試験表に付記することを規定。<br>可溶分試験の溶剤を、四塩化炭素から三塩化エタンに変更。<br>薄膜加熱試験を採用。 |
| JIS K 2207-90 | (社)日本アスファルト協会<br>(平成2年8月1日改正)   | 比重を廃止し、密度に変更。<br>試験表に付記する動粘度を4点から3点(120, 150, 180℃)に変更。                                                                                                                          |
| JIS K 2207-96 | (社)日本アスファルト協会<br>(平成8年11月20日改正) | 可溶分試験の溶剤を、三塩化エタンからトルエンに変更。<br>SI単位への移行を実施。                                                                                                                                       |

\*はせがわ ひろし 新日石テクノロジー(株)製品事業部部長

最初のJIS K 2207-56では、防水工用アスファルトは入っていなかったが、ストレートアスファルトの種類は、0～10、10～20、20～40、40～60、60～80、80～100、100～120、120～150、150～200、200～300の10種類、ブローンアスファルトの種類は、0～5、5～10、10～20、20～30、30～40の5種類であり、現在の規格と同じ種類であった。

昭和35年(1960)(JIS K 2207-60)、昭和44年(1969)(JIS K 2207-69)のJIS改正は、日本道路協会規格に対応すべく規格値の区分を変更するなどの小規模な改正が行われた。

昭和55年(1980)の改正は、日本道路協会の規格に整合し、一方日本道路協会規格としてJIS K 2207-80が掲載された。また、JIS A 6011(防水工用アスファルト)が併合された。

平成2年(1990)、平成8年(1996)の改正は、試験法の変更など小規模な改正が行われた。

### 3. (社)日本アスファルト協会の委員会活動

(社)日本アスファルト協会は、昭和50年(1975)8月、工業技術院の委託を受けて、技術委員会品質小委員会試験法分科会において石油アスファルトの軟化点試験法(環球法)(JIS K 2531-1960)、石油アスファルト伸度試験方法(JIS K 2532)及び石油アスファルト四塩化炭素可溶分試験方法(JIS K 2534-1960)の3試験法のJIS原案作成作業を開始した。

具体的作業の開始に当たって、各石油メーカーの規格に対する意見を集約する目的で技術委員会品質小委員会規格分科会ではアンケート調査を行い、改正にあたっての方向性を明確にした。

また、試験法分科会では軟化点試験および四塩化炭素可溶分試験について照合試験等を行い試験精度の検討を行って、昭和51年(1976)3月に原案を工業技術院に報告している。その他、高温動粘度試験と道路協会暫定規格にあった薄膜加熱試験についてもJIS化すべく検討を行った<sup>1)</sup>。

軟化点試験法は、照合試験の結果、精度、加熱温度、放冷時間、剥離剤などを見直した。伸度試験においては、剥離剤、引張速度の変更をおこなった。また、有機溶剤可溶分試験においては、ASTMでは四塩化炭素のほかベンゼン、二硫化炭素、トリクレンが加えられていたものを四塩化炭素のみとし、ろ過法としてガラスファイバー法を採用し精度を提案した<sup>5)</sup>。

### 昭和55年(1980)(JIS K 2207-80)の改正

日本工業標準調査会資質エネルギー部会が担当する石油製品関係のJISは、昭和54年(1979)3月末当時点で216規格にのぼり、これらは、製品規格・試験方法規格・試験器規格に分けられていた。

昭和50年(1975)当時、アスファルトに関する規格も、JIS規格(石油アスファルト、防水工用アスファルト)、日本道路協会規格および需要家規格などがあり、それぞれ需要家毎にばらばらの規格を統合・併合すべく、日本アスファルト協会では、かねてから技術委員会品質小委員会でアスファルトの品質と規格について検討を行っていた。

しかし、規格を全般的にみると、その時々々の技術水準、時代の要請に対応して適宜改正を行ってきたものの、数回の確認作業のみで内容が時代に対応できなくなっているもの、あるいは品質性能規格に対応する試験方法規格のないものなど、規格内容のレベルはまちまちであったことから、これらすべての石油関係規格を体系的に見直し、かつ整理統合をはかり、現状に適した使用される規格に整備するため、通産省工業技術院は昭和53年度(1978)に「石油関係216規格の見直し調査」を(社)石油学会に委託した<sup>6)</sup>。

石油学会は、規格体系調査委員会を設置し、石油製品、アスファルト、グリース、さび止め油、ワックス、ガス、工作油剤、試験器の8分科会を設けて検討した結果、216規格を60規格に整理統合する案を作成した。

アスファルトについては、工業技術院・石油学会の委嘱をうけて、(社)日本アスファルト協会と(社)日本アスファルト乳剤協会が中心となって、アスファルト分科会を設置し、改正原案の検討・作成を行なった。また、アスファルトの製品規格については、(社)日本アスファルト協会技術委員会品質小委員会規格分科会が、試験方法については、同試験法分科会が原案作成に当たった<sup>7)</sup>。

試験法分科会では、石油アスファルト四塩化炭素可溶分試験(JIS K 2534-1960)を見直し、ASTM D 2042-66が毒性の高い四塩化炭素からトリクロルエチレンに変更したこと、東京都の規格ではトリクロルエチレンより更に毒性の低い三塩化エタンを採用したことから、三塩化エタンを採用すべく、四塩化炭素と三塩化エタンの比較照合試験を実施した。その結果、三塩化エタン法は四塩化炭素法より若干低い値を示し、その差は「有意である」との結果となったが、安全・衛生面を重視し、測定値が低くなるのはやむを得ない



と判断して、三塩化エタン法を採用した<sup>8)</sup>。

アスファルトの高温動粘度は、舗装用混合物を製造する際の混合温度あるいは施工温度を管理する上で重要な試験項目であることから、精度のよい試験法の標準化が強く望まれていた。高温粘度測定方法には、一般にセイボルトフロール粘度試験方法と毛管式動粘度試験方法とがあるが、試験法分科会では、ASTM D 2170を参考にして精度のよい毛管式動粘度試験の照合試験を実施し、規格の原案を作成した。

また、試験法分科会では、昭和52年6月から60℃粘度の試験方法を検討し、照合試験を行って試験法を確立した。この試験法は、日本アスファルト協会試験方法JAA-001-1978(石油アスファルト絶対粘度試験方法)として制定し、アスファルト舗装要綱(昭和53年版)にも採用されたが、JIS規格には採用されていない<sup>8)</sup>。

このように、昭和55年(1980)の改正(JIS K 2207-80)は、新体系に包含した旧規格は表-2に示す11規格にのぼり、新たに表-3に示す5規格が加えられ、試験法の見直し、規格の整理統合を含む大規模な改正となった<sup>6), 7)</sup>。

表-2 JIS K 2207-80規格体系に包含された旧規格

| 新規格体系名称            | 包含された旧規格名称                            |
|--------------------|---------------------------------------|
| K 2207-80 石油アスファルト | K 2207 石油アスファルト                       |
|                    | K 2530 石油アスファルト針入度試験方法                |
|                    | K 2531 石油アスファルト軟化点試験方法(環球法)           |
|                    | K 2532 石油アスファルト伸度試験方法                 |
|                    | K 2533 石油アスファルト蒸発量試験方法                |
|                    | K 2548 石油アスファルト軟化点試験方法(環球-エチレングリコール法) |
|                    | K 2808 石油アスファルト針入度試験器                 |
|                    | K 2817 石油アスファルト軟化点試験器                 |
|                    | K 2822 石油アスファルト伸度試験器                  |
|                    | K 2829 石油アスファルト蒸発量試験器                 |
|                    | A 6011 防水工事用アスファルト                    |

表-3 JIS K 2207-80に新たに加えられた規格

三塩化エタン可溶分試験方法  
薄膜加熱試験方法  
蒸発後の針入度比試験方法  
セイボルトフロール秒試験方法  
高温動粘度試験方法

#### 平成2年(1990)(JIS K 2207-90)の改正

技術委員会品質試験法分科会では、当時、アスファルト合材の混合時や舗設時の経験的な判断から、規格上同等のストアスでも其々性質が異なっているのではないかというユーザーからの意見が聞かれ、規格以外

の性状も含めてストレートアスファルトの性状を把握し、規格及び試験法の検討を目的としてストレートアスファルトの性状調査を実施した。その結果、その時点では特に大きな変更の必要は認められないと結論したが、一番重要と考えられるアスファルトの品質と舗装の供用性の関係についてはほとんど明らかにされていないと述べている<sup>9)</sup>。

(社)日本アスファルト協会は、1988年7月に工業技術院より改正原案の作成を委託され、工業標準原案作成委員会を組織し作業を開始した。技術委員会試験法分科会では、軟化点試験法については手動と自動の比較を行うために、また密度試験については精度を検討するために照合試験を実施した。

試験法分科会では、JIS K 2249-1987(原油及び石油製品の密度試験方法並びに密度・質量・容積換算表)の改正により比重25/25℃を密度(15℃)g/cm<sup>3</sup>に変更することになり、密度への変更に併せて密度試験方法(ハーバード法)としてJIS K 2249の規定を簡素化し、密度報告桁数を3桁にしてJIS K 2207に組み込むという原案を作成した。この時、許容差を0.003g/cm<sup>3</sup>、再現許容差を0.007g/cm<sup>3</sup>とした<sup>9)</sup>。

また、軟化点試験については、試験法分科会で照合試験を実施し、従来の手動試験に加えて自動試験器も使用できるように修正した。

その他、次の点を変更ないしは追加した<sup>10)</sup>。

- ・薄膜加熱試験：ストレートアス100~120について、質量変化率及び針入度残留率を新設
- ・蒸発試験：ストレートアス100~120について、質量変化率を廃止し、針入度比を新設
- ・動粘度：試験温度を4点から3点(120℃・150℃・180℃)に変更
- ・防水工事用アスファルト：1種の針入度指数を3以上から3.5以上に、4種のだれ長さを10以下から8以下に変更
- ・SI単位：JISへの導入プログラムと整合させるため、第2段階へ移行

その他、各試験における試験方法でいくつかの変更を行った。

#### 平成8年(1996)(JIS K 2207-96)の改正

(社)日本アスファルト協会は、1994年8月に工業技術院より改正原案の作成を委託され、工業標準原案作成委員会を組織し作業を開始した。

技術委員会を中心とした原案作成小委員会では、可

溶分試験に使用されている三塩化エタンがオゾン層破壊特定物質に指定され使用が禁止されることに伴う溶剤の変更を検討した。最終的にトルエンを選定し、ストレートアスファルト、ブローンアスファルト及び防水工事用アスファルトの計10種類について三塩化エタンとトルエンの比較照合試験を実施した。その結果、三塩化エタンとトルエンでは溶解性が若干異なるものの有意差は認められなかったことからトルエンに変更する案を提出した<sup>11)</sup>。

その他の変更点は、SI単位のJISへの最終段階への移行を実施したほかは、誤植の訂正のみであった。

#### あとがき

原油ソースが様々で精製設備が未熟な昭和30年代から40年代に至る時期は、品質的に多種多様なアスファルトが生産された時代であり、舗装用アスファルトとして適切な品質を得べく規格がつくれ改正されてきた。昭和40年代後半から昭和50年代後半にかけてのアスファルト需要の急増時期には、その品質保障の重要性から試験方法の精度向上にも努力が向けられてきた。

その間、舗装用アスファルトの品質規格と舗装の供用性とは十分に対応していないことが常に問題視され、舗装の供用性・耐久性の向上にはどのような品質のアスファルトが望ましいかということを明らかにするために、舗装技術委員会品質・試験法分科会でも文献を調査し議論してきた<sup>2)</sup>。最近のSHRPやCENに見られる欧米諸国の取り組み、国内においては「舗装の構造に関する技術基準」における材料の供用性との関連の重視・性能規定の考え方の導入など技術動向を鑑み、アスファルト舗装技術委員会材料開発研究分科会では、舗装用アスファルトの品質規格のあり方について調査し、望ましい品質規格のあり方を提案すべく中間報告書を発表している<sup>4)</sup>。

しかし、未だに品質規格と供用性の関係は明確にされていない。この問題を解決するには、各種材料、設計、施工の各分野の協力体制に加え、長期間の追跡調査を要する膨大な研究プロジェクトを組む必要があり、日本アスファルト協会という1組織でなし得るものではないと思われる。其々の分野が協力し問題解決に当

たれる日が望まれる。

また一方、規格が先行してアスファルトの供給が困難となっても本末転倒である。原油の種類をはじめ燃料油など石油製品の構成を考慮し、これからのアスファルト製造の実情を十分に踏まえた上で規格をつくるべきであろう。

これからの舗装は、ライフサイクルを考慮したコストがますます重要な課題となる。アスファルトは原油から生産される連産品の1つであり、舗装用アスファルトは原油処理量に対して2.6%にも満たない量である。特殊なアスファルトを輸入し特殊な装置で精製するより、燃料油生産過程で得られる減圧蒸留残渣を舗装用アスファルトとすることで、より経済性に優れたアスファルトを得ることができる。この材料を配合設計や施工技術の開発でより供用性に優れた舗装を造るのがこれからの大きな課題ではなかろうか。

最後に、今まで防水工事用アスファルトについてはJIS K 2207への統合以前から20数年にわたって基本的な改正はなされていないが、この間、防水工事の工法や施工現場の環境の変化は著しいものがある。実情に合った規格へと改正すべき時期に来ていると思われる。

#### — 参考文献 —

- 1) 根来一夫, 本誌, Vol.18, No.103, p12 (1975)
- 2) 伊藤正秀, 本誌, Vol.29, No.147, p47 (1986)
- 3) 白神健児, 土居貞幸, 本誌, Vol.29, No.148, p3 (1986)
- 4) 材料開発研究分科会, 本誌, Vol.44, No.210, p20 (2002)
- 5) 試験法分科会, 本誌, Vol.19, No.106, p14 (1976)
- 6) JIS K 2207-1980 (石油アスファルト解説)
- 7) 技術委員会, 本誌, Vol.23, No.124, p1 (1980)
- 8) 試験法分科会, 本誌, Vol.21, No.116, p133 (1978)
- 9) 試験法分科会, 本誌, Vol.31, No.157, p35 (1988)
- 10) JIS K 2207-1990 (石油アスファルト解説)
- 11) JIS K 2207-1996 (石油アスファルト解説)

## Ⅱ. 委託関係事業

# アスファルト舗装直結軌道の設計・施工の研究開発

(平成7年～平成10年)

阿部 忠行\*

### 1. はじめに

道路整備の充実に伴い、舗装工事も新設から維持管理へ移行するとともに、再生資源の有効利用の観点から再生アスファルト合材の使用が積極化し、アスファルト需要量の減少化が顕在化した。このような状況にあって、国内の新しい需要先を確保することにより石油製品の安定的供給を目指してアスファルト使用の新たなマーケットの拡大が希求された。

そこで、我が国の2万7千キロに及ぶ鉄道へのアスファルトの利用拡大を図る目的で「鉄道へのアスファルト利用調査委員会（委員長：阿部頼政日本大学教授）」が設置された。

鉄道の軌道は、従来、バラスト、枕木およびレールからなる有道床が洋の東西を問わず基本となっており、今日の高速鉄道にも採用されている。しかし、列車の高速化にともないより安全で乗り心地のよい軌道が望まれるようになり、それに伴って保守作業が増大してきている。しかし、労働力の確保の困難性やコスト縮減の面から保守作業の軽減は社会的、経済的なニーズであり、この対応策として種々の省力化軌道構造が研究され、その一部が実用化されてきた。

アスファルト舗装は道路舗装としてもっとも広く使用されているが、道路舗装は直接車両のタイヤと接することから非常に過酷な状況におかれており、気象条件、荷重条件による変状を少なくする研究が進められてきた。アスファルト混合物の改良が進み、種々の条件下での必要性能を満足する混合物の選定に関するノウハウが蓄積されており、施工法の面でも、施工機械の発達と施工技術の向上により、精度の高い平坦性が得られるようになっている。

また、アスファルト混合物の配合設計から製造に至る技術が確立していることから、均一で耐久性のあるアスファルト混合物が日本全国で容易に入手できることも使用材料としての優位な特徴である。

我が国においてアスファルト舗装を軌道に利用した例は多くないが、諸外国の例を見るとすでに、ドイツ鉄道を中心にして多くの実績がある。このような状況を踏まえて「鉄道へのアスファルト利用調査委員会」においてアスファルト舗装直結軌道の適用を検討した。

ここでは、道床部にアスファルト舗装を使用した軌道構造部検証実験を行い、その成果を踏まえて、より耐久性が高く、保守作業の少ない軌道構造を提案した。

アスファルト舗装直結軌道の積極的な適用を図るために、先ず、実軌道における試験施工を行い、その施工性、性能、耐久性などを検証するための「アスファルト舗装直結軌道試験施工のための設計・施工マニュアル」（平成11年）をまとめた。

### 2. 検討の経緯

調査検討の経緯は、図-1に示すとおりである。

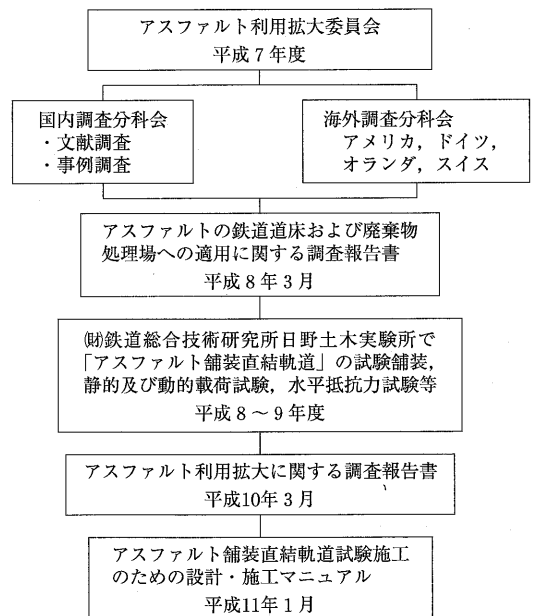


図-1 調査検討の経緯

\*あべ ただゆき (財)道路保全技術センター 道路保全技術研究所研究第二部長

平成7年度には、国内及び海外の文献及び事例調査を行った。

国内調査は、東日本旅客鉄道㈱の事例を中心に検討した。

我が国の事例としては、1960年に旧国鉄において総武本線の新検見川～稲毛間で、アスファルト表面処理バラスト道床、道床アスファルト一層浸透工法及び道床アスファルト二層浸透式工法の三種類の試験軌道が敷設されていた。また、1971年には総武本線の東中野駅でフルデプス型のアスファルト軌道が敷設されていた。しかしながら、注入材の品質、施工性及び高温時にアスファルトが軟化して沈下するなどの現象が発生し、その後進展が見られなかった。

国鉄改革などの影響でアスファルトを使用した軌道の敷設実績は無かったが、民営分割後、労働力不足や保守経費節減を目指してアスファルト乳剤を応用した超早強セメントアスファルトモルタルをバラスト中に注入するE型舗装軌道が開発され、平成2年度以降山手線に継続的に施工されていた。

一方、海外調査は欧米における鉄道へのアスファルトの利用状況を現地調査を行った。

アメリカでは、ケンタッキー州レキシントン郊外のコンウェイ（Conway）及びリビングストン（Livingston）におけるのCSX鉄道ではバラストの下にアスファルト混合物を舗設することによって維持管理が簡易になった事例があった。又、米国アスファルト協会ではアスファルトの軌道への適用の概要についての聞き取り調査を実施した。

今回のドイツの現地調査は、ベルリン、ライプツヒ、ヴェルツブルグ地区のアスファルト系直結軌道の視察を行った。

首都ベルリンを中心として、旧東側と西側間の交通網の整備が国家プロジェクトとして急ピッチで進められており多くの鉄道建設プログラムが進行中であった。また、2000年からは200kmの新設線を全て直結軌道で施設される予定であった。

ドイツにおいては、アスファルト舗装直結軌道として、アスファルト舗装の上に直接PC枕木や2ブロックRC枕木を使用するなど4つのタイプが開発されていた。全ての共通点はアスファルト舗装上に軌道が設置されていることで、相違点は枕木と舗

装の結合をボルトで行うか、摩擦力とバラスト抵抗抗力に期待するかである。

また、ベルリン近郊のWayss & Freytagの軌道では騒音を低減する目的でポーラスセメントコンクリートブロックをレールの両側に敷設してあった。

オランダでは、ヨーロッパアスファルト舗装協会を訪問して関係者から現状の説明を受けた。この中で興味深いものとして鉄道の騒音を低減する目的で空隙率25%程度のアスファルト混合物をバラストの上に設置することを検討しているとのことであった。

ドイツやオランダにおいて、環境騒音に配慮していることは我が国の鉄道においても大いに参考とすべきことであろう。

### 3. アスファルト舗装直結軌道の評価試験

アスファルト路盤直結軌道の性能を確認するために（財）鉄道総合技術研究所日野土木実験所において3種類の路盤構造から構成される試験軌道を舗設し、各種の実験を行った。

#### 3.1 試験軌道の概要

試験軌道の構造は図-2に示すとおりで、1.2mの稲城砂の置換路床上に、既設線発生バラスト、粒度調整碎石及びアスファルト混合物から成る3種類の路盤を構築し、この上に特殊PC枕木を直結した軌道を構築した。

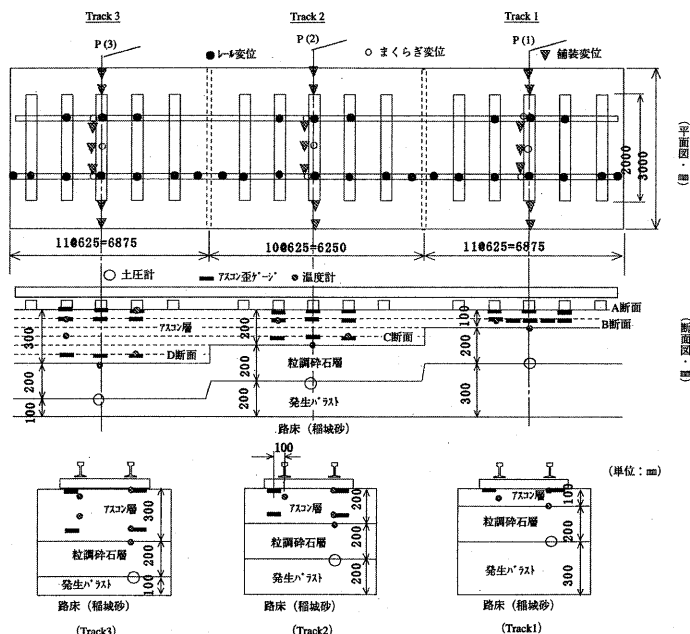


図-2 試験軌道の断面と測点位置

### 3.2 試験及び測定

図-2に示す各位置に、土圧計、ひずみゲージ、温度計及び変位計を設置した。載荷試験としては、80KNの輪荷重の載荷と $60 \pm 30$ KN (7Hz, sin波)を66時間載荷(累積通トン数で3000万トン相当)を行った。さらに、軌道の水平抵抗力を確認するために枕木に水平荷重を載荷した。

### 3.3 主な結果

試験結果として次のようなことが分かった。

- ①各軌道の軌道バネ係数は、Track 1は73.3MN/m、Track 2は40.1MN/m、Track 3は64.3MN/mであった。
- ②80KN載荷時のひずみの最大値はレール方向アスファルト混合物層下面に生じTrack 1で $49 \times 10^{-6}$ 、Track 2で $75 \times 10^{-6}$ 、Track 3で $65 \times 10^{-6}$ であった。
- ③累積通トン数が90~1900万トンの間の沈下勾配を求めた結果、特殊型枕木有道床軌道に比べて、Track 1が約1/40と最も小さく、以下Track 2が1/30、Track 3が1/5と各軌道とも沈下抑制効果があることが確認された。
- ④水平方向の載荷試験からは、枕木の下に突起を設けない場合は必要抵抗力5KN/mよりも抵抗力が不足するが、突起を設けることで十分な抵抗力を確保できることが分かった。
- ⑤以上を総合すると、概ねアスファルト混合物層が20cm以上あれば、省力化軌道として良好な性能を有すると判断された。

## 4. アスファルト舗装直結軌道試験施工のための設計・施工マニュアル

本マニュアルは、アスファルト舗装直結軌道を試験的に施設する場合に適用するものであり、次のような目次から構成されている。

1. 総則
2. 構造の設計
3. 材料
4. 工法と配合
5. 施工
6. 管理と検査

付録1. 有限要素法解析を利用したアスファルト路盤設計方法の例

付録2. アスファルト直結軌道の設計例

なお標準的なアスファルト舗装直結軌道の構成例は図-3に示すとおりである。

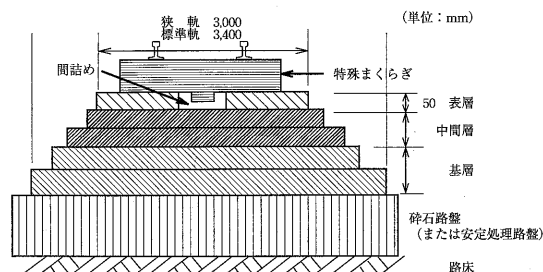


図-3 標準的なアスファルト舗装直結軌道の構成例

砕石層の上は表層、中間層及び基層から構成される。表層は枕木からの荷重を下層へ伝達すると共に、荷重による流動、ひび割れならびに沈下に抵抗し平坦な基面を確保するとともに雨水の浸透を防ぐ役割を有する。表層には加熱アスファルト混合物の密粒度を用いる。中間層は表層に加わる荷重を均一に基層に伝達するもので、加熱アスファルト混合物の粗粒度を用いる。基層は砕石路盤の不陸を整正し、中間層に加わる荷重を均一に砕石路盤に伝達するもので、加熱アスファルト混合物の粗粒度を使用する。

## 5. まとめ

鉄道へのアスファルト利用について検討を行った結果として、以下のような結論を得た。

- ①既設路線については、現場バラスト材に有る程度の粘性を有するアスファルト乳剤系混合物もしくはフォームドアスファルトなどを充填することによって、バラスト道床を強化することができる。
- ②新設線については、軌道にアスファルト舗装を利用した「アスファルト舗装直結軌道」が保守省力化に有効であることが確認できた。また、この軌道は騒音、施工性、建設コストの面からも有利である事が分かった。

## Ⅱ. 委託関係事業

# 廃棄物最終処分場アスファルトしゅ水工設計・施工の調査研究

(平成7年～平成10年)

稲垣竜興\*

### 1. はじめに

本調査研究は、平成7年度から平成9年度の3年間にわたって、通商産業省より(社)日本アスファルト協会が「アスファルトの鉄道および廃棄物処分場への利用拡大のための調査研究」の委託を受け始めたもので、アスファルト利用拡大の調査研究を円滑に進めるために「鉄道へのアスファルト利用調査委員会」および「廃棄物最終処分場へのアスファルト利用調査委員会」(委員長 阿部頼政-日本大学理工学部土木工学科教授-)を設置して各々調査研究を実施した。

本文は、この内「廃棄物最終処分場へのアスファルト利用調査委員会」において行った調査研究の概要をとりまとめたものである。

### 2. 調査研究の概要

わが国では、最近廃棄物最終処分場の汚染水が地下に浸透して、土壌や地下水を汚染するなどの深刻な問題が発生してきており、土壌や地下水を汚染しないような処分場の築造が求められている。しかし、廃棄物最終処分場にアスファルトを利用する方法について明確に記述されたものがないことから、構造や施工法について検討を行い、マニュアルを作成し、普及を図ることが、廃棄物処分に派生する環境問題解決への寄与およびアスファルトの利用拡大につながっていくものと考えた。

平成7年当時、アスファルトの廃棄物最終処分場への利用について、わが国では実施例がないものの、スイス・ドイツ・オランダ及びアメリカの一部では積極的に行われており、規格についても整備されていた。そこで平成7年度にはアメリカ、ヨーロッパの実施例について調査を行うとともに、わが国の実情についても文献等をもとにとりまとめた。

平成8年度は、海外事例やわが国の実情をもとに問題点を抽出し、わが国に合ったアスファルト混合物に

よる廃棄物最終処分場用の設計施工マニュアル素案を作成した。

調査研究の最終年度である平成9年度は、廃棄物最終処分場へのアスファルトしゅ水工の適用について、より広範囲に適用できるようにするため、日本では新しい考え方であるしゅ水補完層(ミネラル層)に使用する材料の検討のため室内試験等を実施し、廃棄物最終処分場へのアスファルト利用に関する最終的な技術的検討を行い、「廃棄物最終処分場アスファルトしゅ水工設計・施工マニュアル(案)」を提案した。

### 3. 廃棄物処分場へのアスファルト利用状況

アメリカにおいて、1965年には1,800箇所の廃棄物処分場が、ヨーロッパにおいても、ドイツでは1962年に化学工場の処分場としてアスファルト混合物が利用されている。スイスでは1979年に6,000m<sup>2</sup>の施工実績があり、それ以降独自の基準を作り現在に至っている。

一方我が国では、アスファルト系シート以外の施工例は少なく、最近になって底面をアスファルト混合物とした処分場が見られるようになってきた。

各国の廃棄物処分場へのアスファルト利用状況を表-1に示す。

#### 3.1 わが国における廃棄物処分場の現状

わが国の産業廃棄物は、その発生抑制や再資源化などの積極的な推進によって少しでも発生量を減らす努力が続けられているものの、現状では最終処分に依存していかなければならない状況にある。しかし、産業廃棄物の最終処分場については、環境や水質汚染などの観点から住民による反対運動もあり、設置が困難になってきている。

わが国では廃棄物の種類を図-1に示すように、大きく一般廃棄物と産業廃棄物に分類されており、さらに産業廃棄物の最終処分場は管理型、安定型およびしゅ断型に分類されている。

\*いながき たつおき (財)道路保全技術センター情報技術部長

表-1 各国の廃棄物処分場へのアスファルト利用状況

| 国          | 従来技術・法的基準                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | アスファルト利用状況                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 日本         | <ul style="list-style-type: none"> <li>・廃棄物処理法、産業廃棄物処理特定施設整備法などの法律で処理方法が規制されている。</li> <li>・一般廃棄物の処分場は、不透水性の粘土やゴムシート等でしゃ水している。</li> <li>・産業廃棄物を埋立処分するときは、それぞれの分類に適した埋立処分場を使用することになっており、有害物質が溶出しない廃棄物については汚水が地下へ浸透しないように粘土層の敷設やアスファルト・ゴム・樹脂シートの張付を行っている。</li> <li>・有害な物質を含む産業廃棄物は、汚水が絶対に外部に漏出しないようにコンクリートで周囲を囲い、最後に蓋をしている。</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>・水利工事については古くから高いしゃ水技術があるが、廃棄物処分場へのアスファルトの適用は、アスファルト系シート以外の施工例は少ない。</li> <li>・アスファルト混合物による施工は、主として経済性の理由から、採用されたケースは少なく、埋め立て地の法面まで採用したケースは極めて少ない。</li> <li>・アスファルト混合物によるしゃ水層の設計基準はない。</li> </ul>                               |
| アメリカ       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・国や州としての設計基準は無い。</li> <li>・古くから水利施設のしゃ水技術を応用してアスファルトを利用した廃棄物処分場の底部のしゃ水を行ってきた。</li> <li>・処分場の上面にも雨水の浸透を防ぐ目的でアスファルトを利用したカバー層を設けた施工を行っている。</li> </ul>                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| スイス<br>ドイツ | <ul style="list-style-type: none"> <li>・処分場建設および施工についての法的な設計基準が整っている。</li> <li>・「地下水は絶対汚染しない」という思想で施工基準が作られている。</li> <li>・プラスチックシール層の下部は、十分な厚さの地層を利用した吸着層を設けている。</li> <li>・廃棄物上面は、不透水層としてのカバー層を設けている。</li> </ul>                                                                                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>・アスファルトの利用は比較的最近であり、法的な施工基準も最近作られた。</li> <li>・アスファルト混合物の配合設計および層の厚さが決められており、プラスチックシールと併用して長期的に完全なしゃ水を考慮した優れた設計基準である。</li> <li>・不透水層としてのカバー層にもアスファルトを利用して、廃棄物への雨水の浸透を防いでいる。</li> <li>・2重の浸出水防止システムなどの設計基準は大いに参考となる。</li> </ul> |
| オランダ       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・基本的にはスイスやドイツと同じように施工基準を設けているが、わが国と地形が全く異なる（大地の大部分が海面下である）ので、設計基準は大幅に異なっている。</li> </ul>                                                                                                                                                                                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>・アスファルトの利用は比較的最近であり、法的な施工基準はドイツやスイスを参考にしてこれから独自の物を作成する。</li> </ul>                                                                                                                                                            |

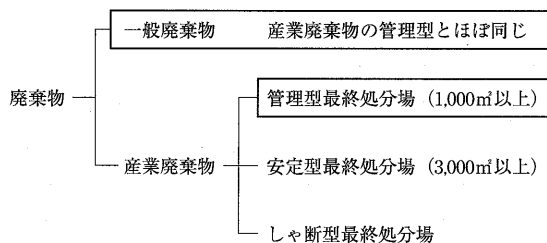


図-1 処分場の分類

安定型処分場は、産業廃棄物の内、安定5品目と呼ばれる有害物質の溶出が少ないガラス・陶磁器くず、金属くず、ゴムくず、廃プラスチックおよび建設廃材（コンクリートの破片等）だけを受け入れる処分場である。安定型処分場は、廃棄物の性状が安定しており、溶出物質による環境被害が発生しないという前提であることから、しゃ水工や浸出水の処理施設は義務付けられていないが、廃棄物に付着した木くずや繊維くずの有機物が発酵し、ガスが発生する被害もあり、完全に安定5品目に限った廃棄物の選別廃棄が難しい。

管理型処分場は安定型処分場での処分が認められない産業廃棄物と一般廃棄物全般の内、特別管理廃棄物

を除くものの処分が対象である。この型の処分場では、雨水、地下水の埋立て地への進入の防止や汚水を排水処理施設に導くなど、しゃ水構造だけでなく、集水管の設置、浸出水処理施設等の設備が必要となる。なお、市町村が設置する一般廃棄物最終処分場は全て管理型となっている。管理型処分場においても、しゃ水シートの破損による汚水の地下水への影響が問題となるケースもあり、しゃ水構造の安全性への信頼性が問題となるケースがある。

しゃ断型処分場は、特別管理廃棄物の中で、有害重金属を含む特定有害廃棄物を固形化したものを受け入れる処分場である。この処分場は、コンクリート壁により外部との完全なしゃ断を行っている施設で、管理型処分場で受け入れが認められない廃棄物を受け入れている。こういった最終処分場は我が国には約5,200カ所あり、主として市町村が設置する一般廃棄物処分場が平成9年度で2,266施設、主として民間業者が設置する産業廃棄物最終処分場が平成11年度で2,989施設となっている。

最終処分場を建設するにあたっては、「一般廃棄物の最終処分場及び産業廃棄物の最終処分場に関わる技術上の基準を定める命令の一部を改正する命令」（総

理府、厚生省の共同命令)により、構造基準及び維持管理基準の強化が求められている。

### 3.2 海外における現状

#### 3.2.1 アメリカにおける現状

アメリカでは、廃棄物などを埋め、そこから漏水させないためにアスファルト混合物を使用する技術としては、廃棄水用の池の築造から始まっている。地下水の汚染を防ぐために下水や工業排水を一時貯留するためのwaste pondが多く利用され、その斜面や底面のライニングにアスファルト混合物、アスファルトライニング材、加熱アスファルト布などが用いられた。

1965年の時点で1,800程度のwaste pondが報告されている。これらは水利構造物として位置づけられるもので、詳細についてはアスファルトインスティテュート(AI)のMS-12(1976)にまとめられている。固形廃棄物が環境に悪影響を及ぼさないためには、基底部の防水性のもとより、表面のカバーが重視されている。EPA(環境保全庁)では、透水性を小さくして内部に水の浸入が無いようにするために、以下のような品質規則を設けている。

- ①底面の保護層あるいは土よりも非透水性を備えなければならない。透水係数は $1 \times 10^{-8}$ 以下とする。
- ②自然堆積物で45.7cm以上の非透水層を設けなければならない。
- ③植物などの生育を助ける最低15.3cm以上の浸食防止層を備える。

以上の規則から、最終被覆工として最小限度必要な構造は図-2に示すとおりである。

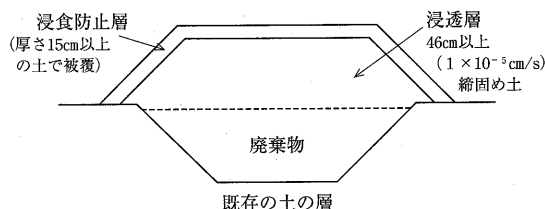


図-2 最終被覆工として最小限必要な構造

#### 3.2.2 スイスにおける現状

スイスでは、1979年にSchalen-Suessplatzで6,000m<sup>3</sup>施工したのが最初で、それ以来1995年のChruzlenの施工までに35箇所495,400m<sup>3</sup>が施工されている。

スイスでは、廃棄物は安全性の観点から次の3種類のタイプに分類されている。

- ①タイプⅠ：不活性廃棄物(重金属を含まない)

- ②タイプⅡ：不活性廃棄物の残査(鉛、カドミウム、ニッケル等の重金属を含む)

- ③タイプⅢ：家庭ゴミ(家庭からの廃棄物の内、紙屑、ビン、缶、乾電池等を分別した残りのゴミ)

ただし、化学薬品、原子力産業廃棄物は廃棄物処分場での処理は行わない。

アスファルト混合物によるしゃ水層は、現在のところタイプⅠとタイプⅡの廃棄物に適用されている。アスファルト混合物層を使用した構造を図-3に示す。

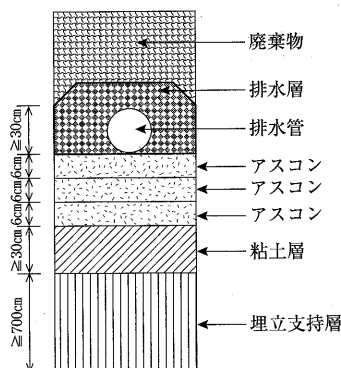


図-3 クラスⅡの最終処分場の下部構造

アスコン層を用いない場合は、高密度ポリエチレン製のプラスチック層(厚さ2.5mm以上)を設けることになっているが、その場合は、粘土層は3層以上とし、合計厚さを75cm以上としている。また、粘土層の透水係数は $5 \times 10^{-8}$ 以下である。

アスファルト混合物層を用いた場合、粘土層を75cmから30cmに変更している。アスコンの粒度は特に規定されていないが、空隙率は12%以下としている。なお、ドイツでは完全なシール性を重視して3%以下としている。

#### 3.2.3 ドイツにおける現状

ドイツでは、1962年に化学工場の処分場として、アスファルト混合物やグースアスファルト混合物を使って、会社独自の処理が行われたのが最初である。その後技術手引き書(TA)が出され、廃棄物処分場へのアスファルトの利用が拡大してきた。

現在ドイツではアスファルトを利用した廃棄物処理場は16箇所あり、全体で560,000m<sup>3</sup>、また現在計画中のものが470,000m<sup>3</sup>ある。このうち、公営が80%、個人的な(企業)運営は20%程度である。



なお、1箇所当たりの面積は小さいもので20,000㎡、大きいもので160,000㎡である。

ドイツにおける廃棄物の分類は、スイスのそれと類似して、以下のように分類されている。

- ①廃棄物クラスⅠ：有害物が最小のもの(家庭ゴミ)
- ②廃棄物クラスⅡ：多少の有害廃棄物が含まれる可能性のあるもの(家庭ゴミ)
- ③廃棄物クラスⅢ：有害廃棄物の含まれる可能性のあるもの(一般ゴミ)

これらの廃棄物のクラスに応じた対応がなされているが、底面部の構造と、一つの最終処分場区画が充満した後に埋立本体を表面しゃ水工で被覆する構造の基準がある。

これらの標準断面で建設された廃棄物処分場でも、地下の汚染が検出されていることから、例えばツバイブリュッケン市では、1979年からゴミ処理場にアスファルトシールが使われてきており、ツバイブリュッケン地域で200,000㎡が完成している。ツバイブリュッケン市で建設されている、アスファルト混合物層20cmの標準断面を図-4に示す。

#### 4. 設計・施工マニュアル(案)

アスファルトは、紀元前から防水用として使用されてきており、完全しゃ水の機能や長期的な構造物としての安定性が認められている。そこでこの技術を利用

した廃棄物最終処分場の建設も一部実施されるようになってきているが、わが国には標準的なガイドラインが無いのが現状である。特に、廃棄物処理法の改正により、環境に対するより安全な構造の処理場が求められることから、アスファルトしゃ水工の設計施工マニュアル(案)を提案した。以下にその概要を示す。

##### 4.1 設計・施工マニュアル(案)概要

##### 1) 処理場検討フロー

処理場の適地選定から、しゃ水工の必要性等の検討では、調査、計画から設計・施工および処理場を廃止する段階での方法まで、多岐にわたっての検討が必要である。その基本的な考え方を図-5に示す。

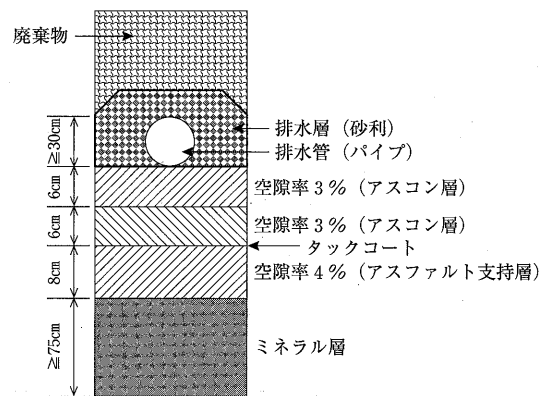


図-4 ツバイブリュッケン市処理場の底断面構成

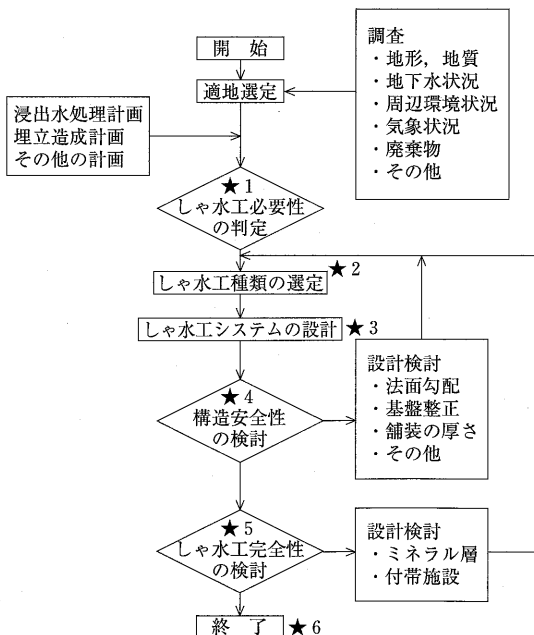


図-5 廃棄物処理場検討フロー

- ★1 しゃ水工必要性の判定
  - ・必要性の判定基準を示す
- ★2 しゃ水工種類の選定
  - ・しゃ水工の種類 シート系しゃ水工
  - アスファルト混合物系しゃ水工
  - 混合型しゃ水工
- ★3 しゃ水システムの設計
  - ・底部 ミネラル層、基盤、底面しゃ水等構造、排水施設等
  - ・法面基盤、法面しゃ水等構造、湧水対策施設等
  - ・付帯施設 雨水集排水、浸出水集排水、浸出水処理、発生ガス処理等
- ★4 構造の安全性(チェック項目)
  - ・基盤支持力、想定荷重
  - ・各部に生じる応力と許容応力
- ★5 しゃ水の完全性
  - ・各層の透水係数
  - ・排水施設等
  - ・監視施設
- ★6 被覆工等最終処理方法を含む

## 2) 適用範囲

本設計・施工マニュアル(案)の対象とする処分場は、管理型最終処分場であり、一般廃棄物及び重金属等の有害物質が雨水や海水に溶け出さないことが証明された産業廃棄物とした。

## 3) 構造設計および舗装の構成

アスファルトコンクリートを表層とする底面、斜面のしゃ水層を前提に、管理型最終処分場での構造基準の考え方およびドイツやスイスで行われている二重安全思想を取り入れた構造を提案した。

## 4) 材料・配合設計

一般の舗装材料に加え、しゃ水層を構成するための材料および斜面での流動防止のための必要な素材、配合およびしゃ水補完層(ミネラル層)構築のための必要材料およびその配合設計方法等について示した。

## 5) 施工

一般的な舗装の施工方法に加え、最終処分場で特徴的な排水層、ミネラル層および斜面アスファルトしゃ水工の施工方法および施工管理方法等について示した。

## 6) 付録

付録-1では基準に適合する付帯施設として、雨水集排水施設、浸出水集排水施設、浸出水処理施設、発生ガス処理施設および管理施設や関連施設について示した。また、関連する法律及びその解説を付録-2に、参考となる文献を付録-3に示した。

### 4.2 舗装部分の主な仕様

#### 1) アスファルトしゃ水工の舗装構造

しゃ水工の舗装は、アスファルト混合物層による表層、表面保護層等のしゃ水構造とするが、二重安全思

想を取り入れ、シート系防水あるいは粘土層等による透水係数 $10^{-7}$ cm/s程度のミネラル層を設ける。なお、斜面部はミネラル層は設けず、シート系の防水層を設ける。

図-6にしゃ水工の底面、斜面及び接合部の舗装構成を示す。

#### 2) のり面勾配に対する安定性

しゃ水工ののり面勾配は、力学的にのり面が安定していることを前提条件とし、一割五分以下とした。

なお、安定性を確保すべき安定計算は以下を参考とする(図-7参照)。

のり面の舗装体の安定性は、舗装体の密度、内部摩擦角、粘着力によって決定されるので、式(1)が成り立つことを確認する。

$$H \cdot \gamma_b \cdot \sin \alpha \leq Cc + H \cdot \gamma_b \cdot \cos \alpha \cdot \tan \phi \quad \dots \dots \text{式(1)}$$

ここに H : 舗装体の厚さ (cm)

$\alpha$  : 法面勾配

$\gamma_b$  : 舗装体の質量 (g/cm<sup>3</sup>)

$\phi$  : 舗装体の内部摩擦角

Cc : 有効粘着力 (通常、粘着力C×1/1000)

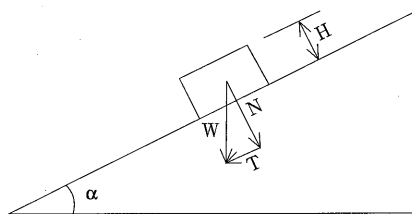


図-7 法面勾配に対する安定厚さ

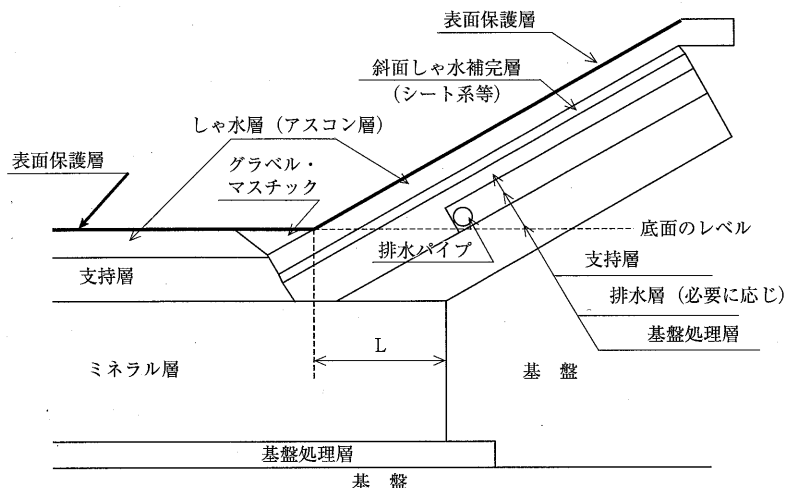


図-6 しゃ水工(底面・斜面・接合部)舗装構造

### 3) アスファルト混合物の選定

アスファルト混合物は、しゃ水目的と構造目的がある。しゃ水目的のためには透水係数 $10^{-7}$  cm/s以下の水密性混合物とする。さらに表面保護層としてしゃ水及び劣化防止の目的で、アスファルトマシチック等を用いる。構造目的としては、処理される廃棄物の荷重に耐えられる層構造の表面部分を担う強度特性を持つことが必要で、そのための必要な物理試験の基準値に合致するものとする。

### 4) しゃ水補完層

図-7の構造において、アスコン層に異常が生じて水漏れが発生した場合でも、斜面ではしゃ水シート（あるいはアスファルトマット）系のしゃ水補完層を、底面では $10^{-7}$  (cm/s) 以下の透水係数を持つ粘土質の現地発生土を、標準厚さ75cm敷設する。

### 5) 最終処理（グラントカバー）

埋め立て完了後の処分場の処置についてグラントカバー（図-2参照）を提案している。最低限必要な層としては、45cm以上の浸透層と15cm以上の浸食防止層である。

廃棄物の中に水を浸透させない場合には、表層にアスファルト混合物層を設ける。廃棄物の状況により、必要な機能層は、廃棄物からガスが発生する可能性がある場合はガス抜き層、廃棄物中に雨水等が浸入しないための低透水層（あるいは透水係数の低い土質層）、雨水等の排水層、菌類の防御層、フィルター層および植生の生育可能な表層などを、総厚60cm以上で敷設することが示されている（図-8参照）。

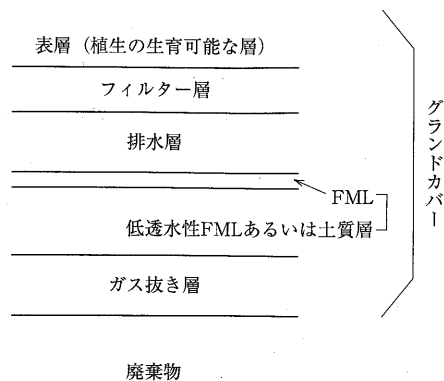


図-8 グラントカバーの機能層

### 5. おわりに

現段階でとりまとめたマニュアルは、今後応用性に富んだマニュアルづくりへの第一歩であるといえる。とくにミネラル層の考え方は海外での事例に学んだものであるが、わが国の土質にあわせた配合方法や層の厚さ決定の方法など、早急に検討すべき課題は残されている。

さらに処分完了後の処理方法も、欧米で行われているように跡地利用まで考えた一貫性のあるシステムとして確立する必要がある。本調査研究が、そういった課題の解決に向けた第一歩となれば幸いである。

### Ⅲ. アスファルト舗装技術研究グループの活動

## アスファルト舗装技術研究グループの活動. 1

(昭和52年～昭和62年)

阿 部 頼 政\*

アスファルト舗装技術研究グループの発足は、昭和52年11月、今から約25年前にさかのぼる。当時、企業人とつきあう学者は後ろ指をさされ、役人は汚職につながりかねないとされる風潮があった。また、企業人の間でも、他社に企業秘密がもれるという周囲の疑いの眼を避けるため、お互いを敬遠しがちな時代であった。そんな中、勉強するのに官も民も学もないという私の方針を受け入れ、研究グループを発足させて下さったのは、多田宏行氏、藤井治芳氏、櫛島務氏（故人）であった。「いつまで続くかわからんが、とにかくやらせてみよう」と感じてあったと思う。

勉強の題材はすべて海外文献とした。当時は、海外の技術がわが国のはるか先を行っており、それを吸収することが急務と言えたからであった。海外の主な論文を抜粋し、全員に割りふってその概要を月2回の勉強会で発表するという方式をとった。英文を読み慣れていないメンバーにとっては、かなりハードな宿題だったらしい。「みんな、やつれてきたよ」という櫛島氏の言もあり、2年後には月1回とし、それまでの論文主体から「Pavement Management System」に切りかえた。「前とは比べにならない程、楽になった」という感想を後で聞いたが、それでも、400ページを超える単行本を5、6回で読み終えていた。

勉強2時間、飲み会2時間+αが慣例となっていた。2、3日ほとんど寝ていなかったという人も多く、一種の達成感につつまれて話がはずんだ。

入会者も徐々に増え、10年間で表-1のようになった。現在でも活躍中の人が大部分であり、若い頃の勉強の成果が、20年たっても生きていることの証明とも言えよう。もう一つ、紹介しておきたいのは、研究報告（表-2）である。これは、グループ全体で読んだ文献のうちから、アスファルト誌の読者に有益であろうと判断したテーマにつき、担当者を選んで執筆してもらったものである。報文の構成、内容、文章、用語

すべてにわたって、立場上、私がチェックした。活字になることの怖さを知って欲しかったのであるが、注文がきつすぎたせいか、途中で涙ながらに挫折した例も何件かあった。それだけに、アスファルト誌の著者の欄に自分の名前を初めて眼にしたときの感激は、今だに強烈な印象として各人に残っているらしい。担当者にとっても、私にとっても若かりし頃のよき修行であった。

約10年間続けた後、私は座長を降り退会した。と同時に、40才以上は全員自主的に退会するよう提案した。「こんなに順調に行っているのに何故辞めるのか」という異議はあったが、私の方針を押し通した。10年間勉強してきた人達の前で、若い新人達が何も言えなくなっていたこと、私を含め年寄り達が楽になっていたことなど、色々理由はあったが、要は、次の若い世代にバトンタッチしようという単純な発想であった。昭和63年4月、アスファルト誌155号に「アスファルト舗装技術研究グループ10周年記念特集」を発表した後、座長の選出、グループの運営方針等、すべて若い世代で決めるように言い残して、年寄りは全員退会した。

抛り所のなくなった年寄り達、と言っても40代の世俗的には血気盛んな連中が集まって、別な会をつくろうという気運が高まり、「夢酔会」が発足した。メンバーは厳選するが、座長はおかず、酒を飲みながら夢を語るだけの会で、勉強会に比べれば言わば怠け者の会である。15年程たった現在では、40名近くの会員があり、半年に1回、熱海の小さな温泉旅館を借りきったの定例会には全国から20名以上が参集する。午後3時頃からボツボツ始まり、終るのは午前3時頃というのが最近のパターンである。

「アスファルト協会に設置された若手の勉強会」が当時の通り名であった。還暦を過ぎた今、当時の仲間にとっても私にとっても、研究者としての青春時代がアスファルト協会にあったと思う。

\*あべ よりまさ 日本大学理工学部土木工学科教授・工学博士

表-1 アスファルト舗装技術研究グループ名簿

| 氏 名        | 勤 務 先    | 入会年月   | 氏 名        | 勤 務 先     | 入会年月   |
|------------|----------|--------|------------|-----------|--------|
| ◎阿 部 頼 政   | 日本大学     | 52. 11 | ◎佐 藤 喜 久   | 鹿島道路㈱     | 57. 1  |
| ◎阿 部 忠 行   | 東京都      | 52. 11 | 東海林更次郎     | 日本舗道㈱     | 57. 1  |
| ◎荒 井 孝 雄   | 日本舗道㈱    | 52. 11 | 寺 本 哲      | 東京工業大学    | 57. 1  |
| ◎安 崎 裕     | 建設省      | 52. 11 | ◎亀 田 昭 一   | 新東京国際空港公団 | 57. 3  |
| ◎井 上 武 美   | 日本舗道㈱    | 52. 11 | 松 本 俊 雄    | 東京都       | 57. 3  |
| 内 田 淳 一    | 日本道路㈱    | 52. 11 | ◎飯 田 章 夫   | 日本道路公団    | 57. 5  |
| 大 島 剛      | 大林道路㈱    | 52. 11 | ◎八 谷 好 高   | 運輸省       | 57. 5  |
| ◎太 田 健 二   | 日瀝化学工業㈱  | 52. 11 | ◎姫 野 賢 治   | 東京工業大学    | 57. 5  |
| ◎大 坪 義 治   | 日瀝化学工業㈱  | 52. 11 | ◎野 村 敏 明   | 日瀝化学工業㈱   | 57. 8  |
| 川 野 敏 行    | 東亜道路工業㈱  | 52. 11 | ◎羽 山 高 義   | 日本舗道㈱     | 57. 8  |
| 木 村 剛 也    | 日本道路公団   | 52. 11 | ◎池 田 拓 哉   | 建設省       | 57. 10 |
| ◎古 財 武 久   | 大成道路㈱    | 52. 11 | ◎丹 治 和 裕   | ㈱パスコ      | 57. 10 |
| ◎小 坂 寛 巳   | 首都高速道路公団 | 52. 11 | ◎野 村 健 一 郎 | 大成道路㈱     | 57. 10 |
| 小 島 逸 平    | 熊谷道路㈱    | 52. 11 | ◎田 中 輝 栄   | 東京都       | 57. 12 |
| 塩 尻 謙 太 郎  | 東亜道路工業㈱  | 52. 11 | ◎中 村 州 章   | 日本道路公団    | 57. 12 |
| 関 根 幸 生    | コスモ開発㈱   | 52. 11 | 山 梨 安 弘    | 日瀝化学工業㈱   | 58. 2  |
| ◎田 井 文 夫   | 日本道路㈱    | 52. 11 | ◎吉 村 啓 之   | 前田道路㈱     | 58. 3  |
| 竹 下 洋      | 昭和シェル石油㈱ | 52. 11 | 佐 藤 剛      | 日本舗道㈱     | 58. 5  |
| 林 誠 之      | 日本石油㈱    | 52. 11 | 吉 川 文 夫    | 日瀝化学工業㈱   | 58. 11 |
| ◎福 手 勤     | 運輸省      | 52. 11 | ◎児 玉 充 生   | 昭和シェル石油㈱  | 59. 1  |
| 松 浦 精 一    | 日本道路㈱    | 52. 11 | 栢 野 宏      | 佐藤工業㈱     | 59. 5  |
| 山 内 幸 夫    | 日瀝化学工業㈱  | 52. 11 | ◎滝 瀬 穰     | 東京都       | 59. 5  |
| 丸 山 暉 彦    | 長岡科学技術大学 | 52. 11 | ◎小 澤 孝 吉   | 東京都       | 59. 11 |
| 阿 部 栄 三    | 昭和シェル石油㈱ | 54. 8  | 野 々 田 充    | 日本道路㈱     | 59. 12 |
| ◎榎 戸 靖 暢   | 日本道路公団   | 55. 2  | ◎井 上 正     | 日瀝化学工業㈱   | 60. 2  |
| 金 沢 円 太 郎  | 日本道路㈱    | 55. 2  | ◎蛭 原 巖     | 西武建設㈱     | 61. 4  |
| 鈴 木 秀 敏    | 日瀝化学工業㈱  | 55. 2  | ◎久 下 晴 巳   | 日本道路㈱     | 61. 4  |
| ◎竹 田 敏 意   | 東京都      | 55. 2  | ◎緒 方 健 治   | 日本道路公団    | 61. 10 |
| ◎谷 口 豊 明   | 大林道路㈱    | 55. 2  | ◎雑 賀 義 夫   | 東亜道路工業㈱   | 61. 12 |
| 栃 木 博      | 日本道路公団   | 55. 2  | ◎小 林 孝 行   | 昭和シェル石油㈱  | 62. 2  |
| 澤 正        | 日本舗道㈱    | 55. 9  | ◎勝 又 雄 弥   | 昭和シェル石油㈱  | 62. 4  |
| ◎西 沢 典 夫   | 大成道路㈱    | 55. 9  | ◎形 岡 昭 彦   | 日瀝化学工業㈱   | 62. 5  |
| ◎大 久 保 高 秀 | 首都高速道路公団 | 56. 1  | ◎峰 岸 順 一   | 東京都       | 62. 6  |
| 秋 本 隆      | 日瀝化学工業㈱  | 57. 1  |            |           |        |

◎：昭和63年4月現在の会員

表-2 研究報告の経過

| 回    | 題 名                                                                                                                                                                                     | 担当者                                                       | 巻, 号    |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|---------|
| 第1回  | 「クラック」「わだち掘れ」に関する海外の研究, 抄訳<br>アスファルト舗装の低温クラック<br>アスファルト舗装の疲労クラック<br>アスファルト舗装のわだち掘れ<br>供用性・その他                                                                                           | 全 員<br>福手 勤<br>田井 文夫<br>山内 幸夫<br>阿部 忠行                    | 21, 117 |
| 第2回  | 舗装設計システムVESYS II Mについて                                                                                                                                                                  | 阿部 忠行                                                     | 22, 118 |
| 第3回  | 弾性論を中心とした各種設計法                                                                                                                                                                          | 古財 武久<br>塩尻謙太郎                                            | 22, 119 |
| 第4回  | アスファルト舗装の構造設計に関する最近の動向 (抄訳)                                                                                                                                                             | 全 員                                                       | 22, 120 |
| 第5回  | 舗装管理システムに関する海外の動向(1) 舗装管理システムについて                                                                                                                                                       | 阿部 忠行                                                     | 23, 122 |
| 第6回  | たわみ性舗装技術委員会報告と会議討論「舗装の維持」に関する報告について                                                                                                                                                     | 古財 武久                                                     | 23, 125 |
| 第7回  | 舗装管理システムに関する海外の動向(2) 舗装管理システムについて SAMP-5                                                                                                                                                | 竹田 敏憲                                                     | 23, 126 |
| 第8回  | 米国におけるリサイクリングの経緯と動向                                                                                                                                                                     | 栃木 博                                                      | 24, 128 |
| 第9回  | オーバーレイの設計法, セメントコンクリート舗装上のオーバーレイ                                                                                                                                                        | 井上 武美<br>栃木 博<br>福手 勤                                     | 24, 130 |
| 第10回 | オーバーレイの設計法, アスファルトコンクリート舗装上のオーバーレイ, 経験に基づいた設計法                                                                                                                                          | 井上 武美<br>栃木 博<br>福手 勤                                     | 24, 131 |
| 第11回 | オーバーレイの設計法, アスファルトコンクリート舗装上のオーバーレイ, 弾性理論に基づいた設計法                                                                                                                                        | 井上 武美<br>栃木 博<br>福手 勤                                     | 24, 132 |
| 第12回 | 舗装の支持力に関する海外の研究の動向<br>セッションⅠ Bearing Capacityの概念<br>セッションⅡ Bearing Capacityの主な指標<br>セッションⅢ 支持力に影響する因子<br>セッションⅣ 測定装置<br>セッションⅤ 支持力評価と設計システム<br>セッションⅥ 既設舗装の履歴・道路<br>セッションⅦ 既設舗装の履歴・空港舗装 | 栃木 博<br>栃木 博<br>大坪 義治<br>竹田 敏憲<br>姫野 賢治<br>野村 敏明<br>野村 敏明 | 26, 134 |
| 第13回 | 第5回・アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議の概要                                                                                                                                                            | 全 員                                                       | 26, 135 |
| 第14回 | アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議(2) セッションⅠ 設計舗装                                                                                                                                                    | 西沢 典夫                                                     | 26, 137 |
| 第15回 | アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議(3) セッションⅡ 検証                                                                                                                                                      | 田井 文夫                                                     | 26, 138 |
| 第16回 | アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議(4) セッションⅢ 評価                                                                                                                                                      | 八谷 好高                                                     | 26, 139 |
| 第17回 | アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議(5) セッションⅣ 舗装管理システム                                                                                                                                                | 大坪 義治                                                     | 27, 140 |
| 第18回 | アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議(6) セッションⅤ 修繕                                                                                                                                                      | 羽山 高義                                                     | 27, 141 |
| 第19回 | アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議(7) セッションⅥ 材料特性                                                                                                                                                    | 野村健一郎                                                     | 27, 142 |
| 第20回 | 第10回IRF世界道路会議論文の概要                                                                                                                                                                      | 野村 敏明                                                     | 28, 143 |
| 第21回 | 路面のメンテナンス技術 ～OECDレポートより～                                                                                                                                                                | 野々田 充                                                     | 28, 145 |
| 第22回 | 大型貨物自動車のインパクト ～OECDレポートより～                                                                                                                                                              | 吉村 啓之                                                     | 29, 147 |
| 第23回 | 産業廃棄物と工業副産物の道路への利用 ～OECDレポートより～                                                                                                                                                         | 中村 州章                                                     | 29, 148 |
| 第24回 | アスファルト舗装の寿命予測コンピュータプログラムDAMA                                                                                                                                                            | 阿部 忠行<br>田中 輝栄                                            | 29, 149 |
| 第25回 | 第2回・舗装の支持力に関する国際会議, 発表論文の概要                                                                                                                                                             | 全 員                                                       | 29, 150 |
| 第26回 | 道路舗装計画に対する経済評価の方法                                                                                                                                                                       | 田中 輝栄                                                     | 29, 151 |
| 第27回 | 英国におけるたわみ性舗装の新設計法について                                                                                                                                                                   | 緒方 健治                                                     | 30, 153 |
| 第28回 | 特集・アスファルト舗装技術研究グループ10周年記念 アスファルト舗装技術の変遷                                                                                                                                                 | 全 員                                                       | 30, 155 |

### Ⅲ. アスファルト舗装技術研究グループの活動

## アスファルト舗装技術研究グループの活動. 2

(昭和63年～平成5年)

姫 野 賢 治\*

「アスファルト舗装技術研究グループ」は、日本大  
学理工学部の阿部頼政教授をグループ長として、昭和  
52年11月に(株)日本アスファルト協会内におよそ20名の  
メンバーで設置された有志の集りであった。徐々にメ  
ンバーを加えながら活発な研究活動を行い続け、その  
成果は二十数回に亘る研究報告として「アスファルト  
誌」に掲載されてきたことは周知の事実である。約10  
年間の活動を経て、本研究グループは、グループ長以  
下、ほとんどのメンバーが入替わり、平均年齢約31歳  
という若手が主体となって1988年6月より再スタート  
をきることとなった。

このとき、筆者は、東京工業大学で助手のポジショ  
ンにあって、当時の雰囲気は、「舗装は工学か否か」  
というようなことがまじめに議論されているような状  
態であった。土木学会にも舗装を研究する常置委員会  
はなく、成田空港の舗装設計のために空港公団から委  
託された委員会が過去に存在していただけであった。  
当時、土木学会には、土構造および基礎委員会（現地  
盤工学委員会）があって、東京工業大学の故中瀬明男  
教授が委員長をされていて、若手有志の会を結成して  
その下に舗装を研究する小委員会を設置して頂くべく、  
働きかけをしている最中であった。

このようなとき、当時の建設省土木研究所舗装研究  
室の研究員であった故池田拓哉氏より、阿部先生の後  
任として、グループ長を引き受けてもらえないかとの  
お誘いがあり、渡りに船とばかりに新製のグループを  
結成することになった次第である。メンバーは自主的  
に参加をし、自分たちでテーマを決め、共通の目的を  
目指しているという点では発足当初の姿勢を踏襲して  
いたと言える。

当時の活動は、舗装に関わるあらゆることがらを整  
理し、そこに含まれる問題点を討論や文献調査を通じ  
て明らかにし、最終的に「舗装工学」という1つの学  
問体系を確立することを取りあえずの目標としていた。

解決すべき問題は沢山あり、各メンバーの関心事もさ  
まざまであったので、グループ全体を5つの班に分け、  
各班に班長を決め、班長を中心に各班が独自に活動を  
して、およそ3か月に1度、全メンバーが集る席でと  
りまとめた成果を発表しあう方針をとっていた。さら  
に、当時刊行されたばかりの舗装に関する国際会議の  
論文集を中心とした主要外国文献を手当たり次第に抄  
録し、そのデータベース化の作業も並行して行ってい  
た。

以下、この体制で行った活動の記録を、外国文献の  
抄録と、独自の研究成果とに分けて簡単に振り返って  
みよう。

#### ■文献抄録

1950年代にアメリカのIllinois州Ottawaで実施され  
たAASHO道路試験で舗装に関する大量のデータが収  
集され、これに基づいた研究が非常に活発に行われる  
ようになり、その成果のかんりの部分が本日の各国の  
舗装設計法の基礎を築いたと言えよう。この直後の、  
1962年8月に、Michigan大学で「第1回アスファルト  
舗装の構造設計に関する国際会議」が開催され、爾来、  
5年ごとに定期的に開催されるようになり、1987年7  
月に同じMichigan大学で第6回目の国際会議が開催  
された。アスファルト誌160号の第1回目の報告では、  
この論文集に掲載された84編の論文を抄録して掲載し  
た。また、第2回、第3回の報告では、この論文集の  
各セッションに掲載された論文の内容を担当メンバー  
の視点で体系的に取りまとめて発表をした。

この国際会議は、次の1992年から、構造設計に限ら  
ずアスファルト舗装全般を扱うようになり、「アスフ  
ァルト舗装に関する国際会議」と名前を変えており、  
最近では2002年8月にCopenhagenで第9回の会議が  
開催されたが、これらの一連の論文集は、舗装工学に  
携わる研究者が最も注目をしている権威の高いものの

\*ひめの けんじ 中央大学理工学部教授・工学博士

1つとなっている。本研究グループの最後の報告となったアスファルト誌174・175号では、1992年に開催された第7回の国際会議の論文集の抄録を2回に分けて掲載している。

同様に、1982年に、イギリスのNottinghamで、「第1回道路および空港舗装の支持力に関する国際会議」が開催され、それ以来、定期的に4年ごとに開催されるようになったが、アスファルト誌170号では、1990年にノルウェーTrondheimにあるノルウェー工科大学で開催された第3回の国際会議の論文集を抄録した。因みに、2002年6月にポルトガルのLisbonで開催された第6回の会議からは、鉄道も対象とするようになっている。本国際会議では、FWDの出現によって急速に発展してきた舗装の構造的な評価方法が議論されており、その論文集は実務者を含めて関心の高いものの1つといえよう。

### ■独自の研究成果

先にも触れたように、当時の研究グループの目標は、舗装を学問的にとらえ、舗装工学と称する学問分野を確立することにあった。アスファルト誌164号の第4回報告からは、「アスファルト舗装工学を目指して」という副題をつけて、10回に亘って研究成果を発表した。当時の意気込みとしては、単なる文献を集約するのではなく、たとえば舗装の破壊規準を整理する場合を例にとれば、諸外国の設計基準を入手し、その規定はどういう考え方でどのような根拠に基づき定められたかをとことん追求し、論文の孫引きをくり返しながら各メンバーが激論をたたかわせて疑問点を解明していくというようなやり方をとっていた。また、力学理論を研究していたときには、たった1つの数式がどのようにして得られたのかを明らかにするだけのためにレポート用紙数十枚にもわたって数式を展開し、その理論の原点から全体を積み上げていくというようなことも行った。

その成果の第1回目は、「アスファルトの組成分析」・「ブレンドによるアスファルトの製造」および「アスファルトの劣化」として、それぞれ大林道路㈱の谷口豊明氏、日瀝化学工業㈱（現ニチレキ㈱）の伊藤達也氏と日本道路㈱の久下晴巳氏に第4回報告としてとりまとめて頂いたが、たいへんすばらしい内容であった。

第5回報告では、舗装に外部から影響を及ぼす要因としては最も重要なものの一つである交通荷重につい

て、近代的な測定装置の原理や測定方法を紹介し、それらを用いた測定結果や、荷重が舗装の破壊に及ぼす影響などについて検討を頂いた。その成果を、東京都の峰岸順一氏、鹿島道路㈱の金井利浩氏および東亜道路工業㈱の村山雅人氏に、「交通荷重測定とその利用」と題して報告して頂いた。

第6回報告では、日本道路㈱の藤田仁氏をリーダーとする舗装の維持修繕を主な研究テーマとしていた班のメンバー6人により、「各国のオーバーレイ設計方法」について報告して頂いた。主要な国々の舗装のオーバーレイ設計方法を詳細に検討すると同時に、具体的な例題を用いて、詳しいフローと各国の設計方法の比較結果をまとめて頂いた。膨大な作業量を伴ったものであった。

第7回報告では、既存の設計手法からやや距離を置いて、この当時から個人的に関心を抱き始めた自動車の乗心地に的を絞った研究を行ってもらった。舗装～車両～乗員が一体となったシステムを根元的に分析して、そもそも「快適性」とは何なのかという疑問に基づいた根本からの議論をして頂き、「舗装の乗心地評価と生体反応」として取りまとめて頂いた。日本道路公団の榎戸靖暢氏と元鹿島道路㈱の湯川ひとみ氏との2年掛かりの労作であった。このテーマは、小生の現在の主要な研究テーマの1つになっている。

1991年春のアスファルト誌に掲載された第8回報告では、永遠のテーマである舗装の理論的な設計方法を確立するに際して避けては通れない力学の問題がテーマであった。アスファルト誌の読者には適切ではないのではというような意見もあったが、堅苦しく読みにくい内容にならないように配慮をしてもらいながら、前田道路㈱の吉村啓之氏を中心としたメンバーに「舗装の力学～Boussinesq理論」をまとめて頂いた。当時は、やっとパソコンで多層弾性プログラムが普通に見えるようになったばかりであったこともあり、最終的にはその理論を理解する第一歩として、均質な地盤に鉛直方向に集中荷重が加わったときに地盤内部に作用する応力、ひずみ、変形を解析するというBoussinesq理論に焦点を当てたものである。

第9回報告では、大林道路㈱の谷口豊明氏の班の8名のメンバーにより、「アスファルト混合物のはく離」の問題を要領よく取りまとめて頂いた。非常に数多くの外国論文を読みこなし、用語の定義からはじめて慎重に筆を進めた力作である。

1号飛ばして第10回報告では、わが国でも理論的な



アスファルト舗装の設計法を確立する基礎資料とすることを旨として、欧米諸国ですでに使用されているいろいろな理論的設計法を分析し、「各国のアスファルト舗装の設計法の現状と研究の動向」としてとりまとめた。東京都の峰岸順一氏を中心とした班の4名のメンバーによるものである。

第11回報告では、限られた予算を使って、如何に効率的な舗装の維持修繕を行うかを考えるときの強力な道具となる、PMS、すなわち、「舗装管理システムの現況」についてのものである。アメリカやカナダでは、すでにこの当時に一つの学問領域として確立しており、教科書レベルの書籍も出版されていたが、日本では言葉が一人歩きをしていながらもその中身については共通認識が必ずしも十分ではなかったと思われるが、そのような中で日本道路㈱の藤田仁氏を中心とする班の5名にご尽力を頂いた。時宜を得た報文であった。

そして、「アスファルト舗装工学の発展を目指して」シリーズの最後になったのが、アスファルト誌173号に掲載された、舗装の路面性状に関する4つの報文である。すなわち、㈱パスコの南沢輝雄氏による「ひびわれの評価」、東京都の峰岸順一氏と建設省土木研究所（現独）土木研究所の佐々木巖氏による「わだち

掘れの評価」、大成ロテック㈱の野村健一郎氏と山本達哉氏による「平坦性の評価とモデルによる車両の挙動の解析」ならびに、日瀝化学工業㈱（現ニチレキ㈱）の野村敏明氏による「路面の総合的評価の現状」である。舗装の善し悪しを原点に立ち返って評価するために有用なレポートであり、最後を締めくくるのにふさわしい内容であった。

さて、当時を振り返ってみると、4年強に亘って、合計15回の報告を行ったことになるが、これだけ大勢の方々がチームを組んで本気でものごとに立ち向かうと、本当に立派な成果が期待できるものだということが実感できた4年間であった。この間、3か月に1度の全体研究会の後は舗装の話を肴にしてメンバーの何人かと必ず飲みに出だし、毎年夏には東京を離れて合宿をし、暮れには全員で集まって忘年会をして、仕事を超えた何か不思議な集団であったと思う。

1994年以降は、一部メンバーの若返りを図り、グループ長を東京都の峰岸順一氏に引き継いで頂き、現在も継続して研究活動を行ってもらっていることは周知のことであろう。今後とも若手の研究者および技術者の勉強の場となるとともに、貴重な研究成果を発表していただくことを祈念しております。

☆

☆

☆

☆

☆

☆

### Ⅲ. アスファルト舗装技術研究グループの活動

## アスファルト舗装技術研究グループの活動. 3

(平成6年～現在)

峰 岸 順 一\*

アスファルト舗装技術研究グループは、昭和52年にアスファルト協会内に設置され、発足以来25年を迎えます。発足から10年間は阿部頼政先生がグループ長として担当され、10周年を機に平均年齢31歳と若手を中心とする31名の研究グループが姫野賢治先生をグループ長として再スタートをきりました。その後、姫野先生の北海道での勤務の関係で出席が難しいとのことから、平成6年にグループ代表幹事を私が引き受け、34名で再々スタートをきり現在に至っています。私は、阿部先生、姫野先生の指導的な立場ではなく、一緒に勉強するとともにグループの取りまとめ役ということとして代表幹事とさせていただきます。

研究テーマ、研究方針等はすべてグループメンバーの判断によって行い、グループは自由な立場で、すべて個人的に参加し、参加資格も特に制限がないことになりました。メンバーが自主的に参加し、自分たちでテーマを決め、舗装技術の今後の発展のために少しでも役に立てばという共通の目的も当初から変わらないものでした。

グループは、設計班、材料班、管理班、施工班の4班体制で勉強を進めました。各班には、班長、副班長を置き、班の取りまとめをお願いしました。全体会議として2ヶ月に一度全員が集合し、各班の成果報告を行いました。班会議は、その間に適時集まるという方法でした。先のグループ長の引継事項である勉強会後の懇親会も毎回行われました。

研究グループの作業は、世界各国で開催される国際会議で発表される多数の論文の中から有用なものを選びだし、これに検討を加えることが主でした。海外の発表論文の抄訳は、全員で分担し、その後興味のある内容があれば各班でさらに勉強を進めるという方法を取り、我が国の研究の現状と対比しながらの考察を加えてアスファルト誌に掲載させていただいた。

アスファルト誌213号の歴史の中で117号からグルー

プの研究成果の掲載が始まり、私は、179号から担当し、特集が組まれたとき以外は欠かさず掲載させていただいた(掲載内容は、表-1参照)。掲載された内容は、全体会議で全員が目を通し、質疑が行われ、その後執筆担当の修正が行われ、私と班長、副班長を含めた9人で再チェックを行う方法で投稿原稿としました。年4回と言っても、常に原稿に追われていたような気がします。また、各班で勉強した内容がすべて掲載されたわけではなく、掲載されたもの以外の成果のほうはメンバーにとって貴重な財産となったように思われます。

私も代表幹事を担当させていただいて早9年が過ぎてしまいました。出来るだけ早く若手のメンバーに引き継がねばと考えています。

なお、グループの体制として今までの班体制を変更し、以下のテーマにメンバーの希望で3～4人のワーキンググループを構成して勉強を進めていく予定です。

- ①Technology and Application of Weigh-in-Motion, China Road Federation (Taiwan 1999.4)
- ②英国の重交通用たわみ性舗装の設計
- ③塑性変形評価のための屋外促進載荷試験機の現状
- ④疲労抵抗性評価のための屋外促進載荷試験機の現状 (NCHRP synthesis 235)
- ⑤技術基準の性能指標を評価するための新しい試験法について
- ⑥バリアフリーについて：道路舗装に関連するバリアフリー技術について調査する
- ⑦低騒音舗装について：騒音、騒音の基準、測定方法、評価方法などを体系的に整理する、骨材飛散など排水性舗装特有の問題に関して調査する
- ⑧道路の必要性について：道路建設の必要性について、何らかの効果を上げた事例を調査する
- ⑨環境関連：大気汚染、ヒートアイランドなどに対する舗装技術を整理する

\*みねぎし じゅんいち 東京都土木技術研究所技術部道路環境グループ主任

# ⑩PIARCの情報紹介

⑪日本の技術指針とその活用に関する問題（Q & A 形式等で整理）

⑫海外に情報を発信するワーキンググループ：国際会議に報文を出すことを目指す。最初のテーマと

しては、技術基準に関する日本の動きを報告する（案）。

今後とも、当初の目的を目指して勉強を進めていきたいと考えておりますので、若手の方の多くの参加を希望いたします。

表-1 研究報告の内容

|    |                                           |                                                              |     |          |
|----|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----|----------|
| 16 | アスファルト舗装の各層の変形係数の決定手法について                 | 阿部長門<br>小笠幸雄<br>増山幸衛<br>峰岸順一                                 | 179 | 1994, 4  |
| 17 | 混合物の新しい配合設計法<br>-AAMASについて                | 伊藤達也<br>佐藤雅規                                                 | 180 | 1994, 8  |
| 18 | 舗装の力学～バーミスタ理論について～                        | 吉村啓之<br>伊藤達也<br>梅野修一<br>岡藤博国<br>金井利浩<br>高橋修                  | 181 | 1994, 10 |
| 19 | 舗装の路面性状に関する海外の研究動向<br>第2回路面性状に関する国際シンポジウム |                                                              | 182 | 1995, 1  |
|    | セッションA：タイヤ／道路騒音－騒音測定                      | 北沢弘明<br>村田信之                                                 |     |          |
|    | セッションB：タイヤ／道路騒音－路面                        | 北沢弘明<br>村田信之                                                 |     |          |
|    | セッションC：交通安全－すべり抵抗                         | 鈴木秀輔<br>水野卓哉                                                 |     |          |
|    | セッションD：交通安全－きめ、平坦性                        | 鈴木秀輔<br>水野卓哉                                                 |     |          |
|    | セッションE：舗装の評価とマネジメント                       | 鈴木康豊<br>南沢輝雄                                                 |     |          |
|    | セッションF：道路ユーザーコスト、タイヤのパフォーマンスと路面反射、水しぶき    | 鈴木康豊<br>南沢輝雄                                                 |     |          |
| 20 | 第4回道路および空港舗装の支持力に関する国際会議の論文抄録             | 全員                                                           | 183 | 1995, 4  |
| 21 | 第4回道路および空港舗装の支持力に関する国際会議の論文抄録（その2）        | 全員                                                           | 184 | 1995, 7  |
| 22 | 舗装の力学～2・3層系の応力                            | 吉村啓之<br>岡藤博国<br>金井利浩                                         | 185 | 1995, 10 |
| 23 | 舗装の常温化の動向と現況                              | 水口浩明                                                         | 186 | 1996, 1  |
| 24 | 第2回舗装のリフレクションクラックに関する国際会議（その1）            |                                                              | 187 | 1996, 4  |
|    | パート1：概要と基調論文                              | 小関裕二<br>鈴木秀輔<br>池田和則                                         |     |          |
|    | パート2：舗装のリフレクションクラックに関する設計モデル              | 黒田智<br>杉内正弘                                                  |     |          |
|    | パート3：舗装のリフレクションクラックに関する評価方法               | 水野卓哉<br>南沢輝雄                                                 |     |          |
| 25 | 第2回舗装のリフレクションクラックに関する国際会議（その2）            |                                                              | 188 | 1996, 7  |
|    | パート4：舗装のリフレクションクラックに関する抑制対策               | 関口英輔<br>村田信之<br>山脇宏成                                         |     |          |
|    | パート5：事例紹介                                 | 北沢弘明<br>鈴木康豊<br>浜田幸二                                         |     |          |
| 26 | 海外舗装文献検索システムについて「海外舗装文献検索システム」の開発について     | 吉村啓之<br>阿部長門<br>北沢弘明<br>鈴木康豊                                 | 189 | 1996, 10 |
| 27 | Pavement Analysis and Design              | 岡藤博国<br>阿部長門<br>伊藤達也<br>遠藤幸雄<br>小笠幸雄<br>金井利浩<br>増山幸衛<br>吉村啓之 | 190 | 1997, 1  |

|    |                                                 |                                                     |     |          |
|----|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|----------|
| 28 | 第20回PIARC国際道路会議<br>Question4：舗装の強化と維持に関する新技術    | 小関裕二<br>早川洋子<br>村田信之                                | 195 | 1998, 4  |
| 29 | アスファルト混合物の永久変形に関するSHRPの研究結果                     | 深沢邦彦<br>小林正利<br>飯田健一                                | 196 | 1998, 7  |
| 30 | 第3回舗装のリフレクティブクラッキングに関する国際会議の論文抄録                | 全員                                                  | 197 | 1998, 10 |
| 31 | 第3回舗装のリフレクティブクラッキングに関する国際会議の論文抄録（その2）           | 全員                                                  | 198 | 1999, 1  |
| 32 | 舗装体内排水システムに関する指針                                | 阿部長門<br>小笠幸雄<br>谷口聡                                 | 199 | 1999, 4  |
| 33 | 舗装の長期供用性（LTTP）調査に関する報告書                         | 谷口聡<br>阿部長門<br>鎌田孝行<br>小関裕二<br>佐藤雅規<br>小林正利         | 200 | 1999, 7  |
| 34 | 繰返し三軸圧縮試験機を用いた路床土と路盤材の復元弾性係数                    | 阿部長門                                                | 201 | 1999, 10 |
| 35 | 舗装の材料特性が供用性に及ぼす影響に関する解析                         | 金井利浩<br>東本崇<br>岡藤博国                                 | 202 | 2000, 1  |
| 36 | 第3回路面性状に関する国際シンポジウム                             | 高橋光彦<br>関口英輔<br>安井由康<br>鈴木孝之<br>黒田智<br>山脇宏成<br>清水浩昭 | 203 | 2000, 4  |
| 37 | 常温路上再生（CIR）工法について                               | 市岡孝夫<br>鈴木徹<br>越健太郎<br>佐藤雅規<br>玉塚現雄<br>増山幸衛         | 204 | 2000, 7  |
| 38 | 第5回道路・空港舗装の支持力に関する国際会議                          | 全員                                                  | 205 | 2000, 10 |
| 39 | 第5回道路・空港舗装の支持力に関する国際会議（その2）                     | 全員                                                  | 206 | 2001, 1  |
| 40 | ベルギーとドイツの舗装技術の現状<br>第5回道路・空港舗装の支持力に関する国際会議（その3） | 黒田智<br>鈴木孝之<br>鈴木秀輔<br>全員                           | 207 | 2001, 4  |
| 41 | 第8回アスファルト舗装に関する国際会議論文抄録（その1）                    | 全員                                                  | 208 | 2001, 7  |
| 42 | 第8回アスファルト舗装に関する国際会議論文抄録（その2）                    | 全員                                                  | 209 | 2001, 10 |
| 43 | 国際ラフネス指数（IRI）について                               | 小関裕二<br>鈴木康豊<br>関口英輔                                | 210 | 2002, 1  |
| 44 | 改質アスファルトについて～Xiaohu Lu氏の学位論文より～                 | 立石大平<br>佐々木昌<br>武本敏<br>佐々木敏                         | 211 | 2002, 5  |
| 45 | 英国における重交通対応長寿命たわみ性舗装の設計について                     | 金井利浩<br>阿部長門<br>東本崇<br>前田利明<br>保本敏伸                 | 212 | 2002, 9  |

石油アスファルト需要量の年度別推移

|         | 国内需要量 (千 t) |     |       |      |       | 対前年度比 (%) |       |         |
|---------|-------------|-----|-------|------|-------|-----------|-------|---------|
|         | 道路用         | 工業用 | 燃焼用   | ブローン | 合 計   | 道路用       | 工業用   | 燃焼用     |
| 昭和29年度  |             |     |       |      | 143   |           |       |         |
| 昭和30年度  |             |     |       |      | 172   |           |       |         |
| 昭和31年度  |             |     |       |      | 230   |           |       |         |
| 昭和32年度  | 170         | 0   | 0     | 75   | 245   |           |       |         |
| 昭和33年度  | 245         | 0   | 0     | 82   | 327   | 114.5     |       |         |
| 昭和34年度  | 307         | 0   | 0     | 102  | 409   | 79.8      |       |         |
| 昭和35年度  | 319         | 0   | 0     | 118  | 437   | 96.2      |       |         |
| 昭和36年度  | 494         | 0   | 0     | 148  | 642   | 64.6      |       |         |
| 昭和37年度  | 600         | 0   | 0     | 145  | 745   | 82.3      |       |         |
| 昭和38年度  | 755         | 0   | 0     | 163  | 918   | 79.5      |       |         |
| 昭和39年度  | 1,067       | 0   | 0     | 191  | 1,258 | 70.8      |       |         |
| 昭和40年度  | 1,222       | 0   | 0     | 190  | 1,412 | 87.3      |       |         |
| 昭和41年度  | 1,608       | 0   | 0     | 211  | 1,819 | 76.0      |       |         |
| 昭和42年度  | 1,830       | 0   | 0     | 239  | 2,069 | 87.9      |       |         |
| 昭和43年度  | 2,113       | 0   | 0     | 260  | 2,373 | 86.6      |       |         |
| 昭和44年度  | 2,656       | 0   | 0     | 270  | 2,926 | 79.6      |       |         |
| 昭和45年度  | 3,235       | 0   | 0     | 275  | 3,510 | 82.1      |       |         |
| 昭和46年度  | 3,884       | 0   | 0     | 286  | 4,170 | 83.3      |       |         |
| 昭和47年度  | 4,346       | 49  | 0     | 316  | 4,711 | 89.4      |       |         |
| 昭和48年度  | 4,653       | 140 | 0     | 353  | 5,146 | 93.4      | 285.7 |         |
| 昭和49年度  | 4,211       | 132 | 0     | 243  | 4,586 | 110.5     | 94.3  |         |
| 昭和50年度  | 3,565       | 190 | 0     | 260  | 4,015 | 118.1     | 143.9 |         |
| 昭和51年度  | 3,630       | 209 | 0     | 265  | 4,104 | 98.2      | 110.0 |         |
| 昭和52年度  | 4,242       | 235 | 0     | 288  | 4,765 | 85.6      | 112.4 |         |
| 昭和53年度  | 4,639       | 264 | 0     | 314  | 5,217 | 91.4      | 112.3 |         |
| 昭和54年度  | 4,617       | 177 | 0     | 343  | 5,137 | 100.5     | 67.0  |         |
| 昭和55年度  | 4,232       | 184 | 0     | 287  | 4,703 | 109.1     | 104.0 |         |
| 昭和56年度  | 4,081       | 202 | 4     | 275  | 4,562 | 103.7     | 109.8 |         |
| 昭和57年度  | 3,943       | 185 | 187   | 260  | 4,575 | 103.5     | 91.6  | 4,675.0 |
| 昭和58年度  | 3,951       | 177 | 540   | 253  | 4,921 | 99.8      | 95.7  | 288.8   |
| 昭和59年度  | 4,000       | 162 | 805   | 254  | 5,221 | 98.8      | 91.5  | 149.1   |
| 昭和60年度  | 3,739       | 139 | 911   | 246  | 5,035 | 107.0     | 85.8  | 113.2   |
| 昭和61年度  | 3,979       | 241 | 1,238 | 237  | 5,695 | 94.0      | 173.4 | 135.9   |
| 昭和62年度  | 4,252       | 360 | 995   | 255  | 5,862 | 93.6      | 149.4 | 80.4    |
| 昭和63年度  | 4,307       | 421 | 967   | 258  | 5,953 | 98.7      | 116.9 | 97.2    |
| 平成 1 年度 | 4,360       | 447 | 932   | 251  | 5,990 | 98.8      | 106.2 | 96.4    |
| 平成 2 年度 | 4,416       | 606 | 929   | 254  | 6,205 | 98.7      | 135.6 | 99.7    |
| 平成 3 年度 | 4,310       | 590 | 796   | 241  | 5,937 | 102.5     | 97.4  | 85.7    |
| 平成 4 年度 | 4,559       | 568 | 741   | 241  | 6,109 | 94.5      | 96.3  | 93.1    |
| 平成 5 年度 | 4,336       | 602 | 861   | 237  | 6,036 | 105.1     | 106.0 | 116.2   |
| 平成 6 年度 | 4,129       | 506 | 968   | 231  | 5,834 | 105.0     | 84.1  | 112.4   |
| 平成 7 年度 | 4,011       | 476 | 978   | 232  | 5,697 | 102.9     | 94.1  | 101.0   |
| 平成 8 年度 | 4,046       | 496 | 1,048 | 227  | 5,817 | 99.1      | 104.2 | 107.2   |
| 平成 9 年度 | 3,908       | 495 | 1,020 | 209  | 5,632 | 103.5     | 99.8  | 97.3    |
| 平成10年度  | 3,622       | 418 | 994   | 195  | 5,229 | 107.9     | 84.4  | 97.5    |
| 平成11年度  | 3,627       | 171 | 1,030 | 196  | 5,024 | 99.9      | 40.9  | 103.6   |
| 平成12年度  | 3,613       | 189 | 892   | 191  | 4,885 | 100.4     | 110.5 | 86.6    |
| 平成13年度  | 3,401       | 180 | 960   | 176  | 4,717 | 106.2     | 95.2  | 107.6   |

[注] 出典

1. 石油アスファルト需要量

- ・合計：経済産業省（エネルギー生産・需給統計年報）
- ・道路用、工業用、燃焼用、ブローン：社日本アスファルト協会
- 道路用＝合計－（工業用＋燃焼用＋ブローン）

2. 道路投資額

- ・国土交通省
- ・平成13年度まで最終実施計画。ただし、地方単独事業費は平成12年度まで決算。
- 平成13年度以降は推計値。

| 対前年度比 (%) |       | 構 成 比 (%) |      |      |      |       | 道路投資額<br>(億円) |
|-----------|-------|-----------|------|------|------|-------|---------------|
| ブローン      | 合 計   | 道路用       | 工業用  | 燃焼用  | ブローン | 合 計   |               |
|           | 102.1 |           |      |      |      |       | 611           |
|           | 120.3 |           |      |      |      |       | 623           |
|           | 133.7 |           |      |      |      |       | 745           |
|           | 106.5 | 69.4      |      |      | 30.6 | 100.0 | 1,108         |
| 109.3     | 92.4  | 72.8      |      |      | 27.2 | 100.0 | 1,381         |
| 124.4     | 125.1 | 75.1      |      |      | 24.9 | 100.0 | 1,759         |
| 115.7     | 106.8 | 73.0      |      |      | 27.0 | 100.0 | 2,113         |
| 125.4     | 146.9 | 76.9      |      |      | 23.1 | 100.0 | 3,162         |
| 98.0      | 116.0 | 80.5      |      |      | 19.5 | 100.0 | 4,125         |
| 112.4     | 123.2 | 82.2      |      |      | 17.8 | 100.0 | 5,235         |
| 117.2     | 137.0 | 84.8      |      |      | 15.2 | 100.0 | 6,219         |
| 99.5      | 112.2 | 86.5      |      |      | 13.5 | 100.0 | 6,991         |
| 111.1     | 128.8 | 88.4      |      |      | 11.6 | 100.0 | 8,686         |
| 113.3     | 113.7 | 88.4      |      |      | 11.6 | 100.0 | 10,163        |
| 108.8     | 114.7 | 89.0      |      |      | 11.0 | 100.0 | 11,296        |
| 103.8     | 123.3 | 90.8      |      |      | 9.2  | 100.0 | 13,159        |
| 101.9     | 120.0 | 92.2      |      |      | 7.8  | 100.0 | 15,979        |
| 104.0     | 118.8 | 93.1      |      |      | 6.9  | 100.0 | 20,467        |
| 110.5     | 113.0 | 92.3      | 1.0  |      | 6.7  | 100.0 | 25,789        |
| 111.7     | 109.2 | 90.4      | 2.7  |      | 6.9  | 100.0 | 28,772        |
| 68.8      | 89.1  | 91.8      | 2.9  |      | 5.3  | 100.0 | 29,176        |
| 107.0     | 87.5  | 88.8      | 4.7  |      | 6.5  | 100.0 | 29,550        |
| 101.9     | 102.2 | 88.5      | 5.1  |      | 6.5  | 100.0 | 33,904        |
| 108.7     | 116.1 | 89.0      | 4.9  |      | 6.0  | 100.0 | 42,724        |
| 109.0     | 109.5 | 88.9      | 5.1  |      | 6.0  | 100.0 | 50,961        |
| 109.2     | 98.5  | 89.9      | 3.4  |      | 6.7  | 100.0 | 56,506        |
| 83.7      | 91.6  | 90.0      | 3.9  |      | 6.1  | 100.0 | 58,290        |
| 95.8      | 97.0  | 89.5      | 4.4  | 0.1  | 6.0  | 100.0 | 59,731        |
| 94.5      | 100.3 | 86.2      | 4.0  | 4.1  | 5.7  | 100.0 | 62,450        |
| 97.3      | 107.6 | 80.3      | 3.6  | 11.0 | 5.1  | 100.0 | 64,329        |
| 100.4     | 106.1 | 76.6      | 3.1  | 15.4 | 4.9  | 100.0 | 66,145        |
| 96.9      | 96.4  | 74.3      | 2.8  | 18.1 | 4.9  | 100.0 | 71,874        |
| 96.3      | 113.1 | 69.9      | 4.2  | 21.7 | 4.2  | 100.0 | 77,036        |
| 107.6     | 102.9 | 72.5      | 6.1  | 17.0 | 4.4  | 100.0 | 89,811        |
| 101.2     | 101.6 | 72.4      | 7.1  | 16.2 | 4.3  | 100.0 | 93,840        |
| 97.3      | 100.6 | 72.8      | 7.5  | 15.6 | 4.2  | 100.0 | 100,647       |
| 101.2     | 103.6 | 71.2      | 9.8  | 15.0 | 4.1  | 100.0 | 107,328       |
| 94.9      | 95.7  | 72.6      | 9.9  | 13.4 | 4.1  | 100.0 | 114,643       |
| 100.0     | 102.9 | 74.6      | 9.3  | 12.1 | 3.9  | 100.0 | 133,921       |
| 98.3      | 98.8  | 71.8      | 10.0 | 14.3 | 3.9  | 100.0 | 150,642       |
| 97.5      | 96.7  | 70.8      | 8.7  | 16.6 | 4.0  | 100.0 | 135,974       |
| 100.4     | 97.7  | 70.4      | 8.4  | 17.2 | 4.1  | 100.0 | 152,745       |
| 97.8      | 102.1 | 69.6      | 8.5  | 18.0 | 3.9  | 100.0 | 142,151       |
| 92.1      | 96.8  | 69.4      | 8.8  | 18.1 | 3.7  | 100.0 | 136,560       |
| 93.3      | 92.8  | 69.3      | 8.0  | 19.0 | 3.7  | 100.0 | 154,066       |
| 100.5     | 96.1  | 72.2      | 3.4  | 20.5 | 3.9  | 100.0 | 135,002       |
| 97.4      | 97.2  | 74.0      | 3.9  | 18.3 | 3.9  | 100.0 | 127,686       |
| 92.1      | 96.6  | 72.1      | 3.8  | 20.4 | 3.7  | 100.0 | 124,415       |

# 石油アスファルト統計年報 (平成13年度版)

A 4 : 26ページ ¥800 (送料込) 毎年 8 月発行

アスファルトに関する統計  
資料を網羅し、年一回発行  
する統計年報です。

広くご利用いただけるよ  
う編纂致しました。

一目 次一

- 石油アスファルト品種別月別生産量・輸入量
- 石油アスファルト品種別月別内需量・輸出力
- 石油アスファルト品種別月別在庫量
- 石油アスファルト品種別荷姿別月別販売量
- 石油アスファルト品種別針入度別月別販売量
- 石油アスファルト品種別地域別月別販売量

申込先

〒100-0014 東京都千代田区永田町2丁目10番2号  
秀和永田町TBRビル514号室  
社団法人 日本アスファルト協会

## お知らせ

ホームページを開設いたしましたので、ご覧下さい。

<http://www.01.246.ne.jp/~askyo/>

### 編集顧問

多田 宏 行  
藤 井 治 芳  
松 野 三 朗

### 編集委員

|         |         |           |         |  |
|---------|---------|-----------|---------|--|
| 委 員 長 : | 中 村 俊 行 |           |         |  |
| 阿 部 忠 行 | 栗谷川 裕造  | 塚 越 徹     | 溝 口 孝 夫 |  |
| 安 崎 裕   | 小 島 逸 平 | 野 村 健 一 郎 | 溝 渕 優   |  |
| 太 田 亨   | 柴 崎 隆 次 | 服 部 潤     | 吉 村 啓 之 |  |
| 大 野 滋 也 | 田 井 文 夫 | 姫 野 賢 治   |         |  |

アスファルト 第213号

平成15年 1 月発行

社団法人 日本アスファルト協会

〒100-0014 東京都千代田区永田町2-10-2

秀和永田町TBRビル514号室 TEL 03-3502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 廣業社

〒104-0061 東京都中央区銀座8-2-9 TEL 03-3571-0997 (代)

印刷所 キュービシステム株式会社

〒104-0061 東京都中央区銀座1-21-7

GNビル4F TEL 03-3538-3171 (代)

Vol.45 No.213 JANUARY 2003

Published by **THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION**