アスファルト

第23巻 第126号 昭和56年1月発行

126

特集・日本アスファルト協会の委員会活動

本号の特集に当って〈編集委員会〉	中山才祐	1
アスファルト舗装技術委員会の紹介	多田宏行	2
試験舗装調査分科会の活動	飯島　尚	5
フルデプス・アスファルト舗装分科会の活動	河野　宏	10
歴青路面処理分科会の活動	太田健二	12
アスファルト舗装技術研究グループの活動	阿部頼政	16
技術委員会の研究活動	真柴和昌	18
調査委員会の活動	杉浦和夫	22
ゼミナール委員会の活動	加藤兼次郎	24
☆アスファルト舗装技術研究グループ・第7回研究報告☆		
舗装管理システムに関する海外の動向(2)	竹田敏憲	26
〈アスファルトの分析法・第8回〉		
熱分析および反射率	松原三千郎	39
アスファルトの分析法シリーズを終って	飯島　博	46
報文・舗装の横断クラック	菅原照雄	47
時事解説・図表にみる石油産業の現状		55
統計資料・石油アスファルト需給実績		59
高松市開催 56.2.20 アスファルトゼミナール開催要綱	巻頭	

ASPHALT

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

第42回 アスファルトゼミナール開催のご案内

主　催：社団法人 日本アスファルト協会

協　賛：社団法人 日本アスファルト乳剤協会

後　援：社団法人 日本道路建設業協会四国支部
　　四国舗装協会

開催月日　**昭和56年2月20日(金)　9:00～17:00**

開催場所　**高松市　四国新聞社7階大ホール**

高松市中野町15-1 電話 0878-33-1111(内線302、203)

1. **挨　拶**　日本アスファルト協会　会長　末政　圭三　9:30～9:40
　日本アスファルト協会名誉会長　谷藤　正三　9:40～9:55
　香川県土木部長　落合　治美　9:55～10:00

2. **アスファルト舗装を考える**
　建設省四国地方建設局長　多田　宏行　10:00～10:50
　(日本アスファルト協会アスファルト舗装技術委員長)

3. **80年代の道路整備**
　(予定) 建設省道路局企画課長　萩原　浩　10:50～11:50

〔昼食休憩　11:50～12:50〕

4. パネルディスカッション・研究発表
重交通道路舗装用セミブローンアスファルトの研究開発
　座長：飯島　尚 (建設省土木研究所舗装研究室長)　12:50～14:20
　(日本アスファルト協会試験舗装調査分科会長)
　パネルメンバー：小島　逸平 (土木研究所舗装研究室)
　阿部　忠行 (東京都土木技術研究所)
　荒井　孝雄 (日本舗道技術部)
　林　誠之 (日本石油中央技術研究所)
　関根　幸生 (丸善石油研究所)

(休憩　10分)

5. **四国地方の道路整備と舗装補修材料・施工**
　建設省四国地方建設局四国技術事務所長　宇山　高信　14:30～16:40

6. **軽交通道路の舗装と維持修繕**
　日本アスファルト乳剤協会技術委員　太田　健二　15:30～16:40

(申込方法などは次ページをごらん下さい)

◎ 受　講　料

3,000円（途中入退場の別なし）当日「受付」までご持参下さい。

◎ 参加申込方法

ハガキにて下記のとおり記入し郵送のこと。

(1) 42ゼミナール参加申込

(2) 参加者の受付区分（別項A～Fのうち該当するものを記入）

(3) 参加者の勤務先と住所

(4) 参加者の氏名(同じ所属にて3名以上申込みの場合は参加代表者氏名と合計数記入)

◎ 参加申込先　〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7（和孝第10ビル）

日本アスファルト協会　42ゼミ係（電話 03-502-3956）

◎ 参加申込期限　昭和56年2月10日まで到着のこと（電話にても受付けます）

◎ 注　意　事　項

(1) 参加を申込まれた方へは特に通知を差し上げませんので、当日会場「受付」までご来場下さい。

当日の「受付」は下記の区分になっております。

（参加申込みのハガキには必ずA～Fのいずれかを記入のこと）

A＝建設省、道路公団等の公団、公社

B＝都道府県庁、市(町村)役所

C＝日本道路建設業協会四国支部会員会社

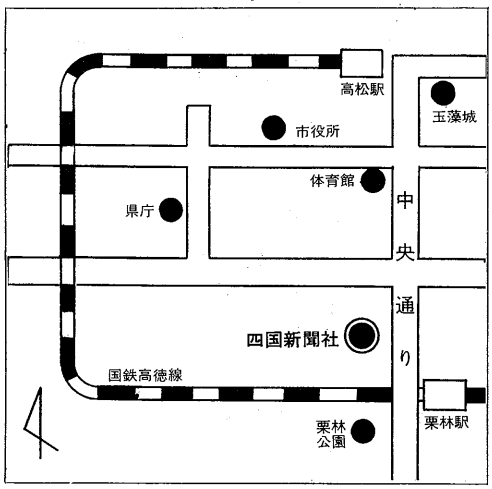
D＝四国舗装協会会員会社

E＝道路建設業等の民間会社（材料関係も含む）

F＝本協会々員会社関係、学校関係およびA～Eに該当しない方

(2) テキストは配布しますが、昼食の支給はありませんので、悪しからずご了承下さい。

(3) **会場への入場は午前9時20分までにお願いします。**



バス利用で高松駅よりおいでの方は、

「中野町、四国新聞社前」で下車

（乗車バスは駅前案内所でおたずね下さい）

本号の特集に当って

編集委員長　中　山　才　祐

日本アスファルト協会は，昭和32年12月に任意団体として創立されました。

それから5カ月後の昭和33年4月に「アスファルト」誌を創刊しております。本協会最初の事業が，20有余年来，皆様方に愛読されている本誌の発行であり，創立当初から現在に至るまで，さらにまた今後とも，本協会の中心となる事業として発行を続けて参りたいと考えております。

昭和35年2月，本協会は社団法人としての認可を受けました。本誌の企画，編集に当っている編集委員会は，この頃より建設省道路局，土木研究所など関係筋の方々の参加ご指導を求めて委員に加わっていただくようになり，現在も委員会構成はその流れを踏襲しております。

昭和45年10月，本協会は機構の強化を図りました。すなわち,時代の趨勢に即応できる体制づくり,これに対応できる内部組織の充実を目指して，本協会内の各種委員会の構成を検討，具体化しました。これが下図のとおりの現在の委員会構成の基礎となっております。

実際，昭和40年代後半と昭和50年代前半とは，時代の流れに著しい変化がありました。昭和45年から48年にかけて，わが国の経済発展は公共事業の進展に拍車をかけ，就中，道路の舗装整備はアスファルトの需要量を急角度に伸ばしていっております。昭和48年は，私ども業界が待望久しかった500万屯台需要の時代を迎えたのであります。

また一方，1973年の第4次中東戦争は，根底から世界を揺がせました。原油の98%を中東を中心とする海外からの輸入に依存している日本にとって，この〝石油ショック〟は，われわれの日常生活をも一時期，混乱におとしいれました。

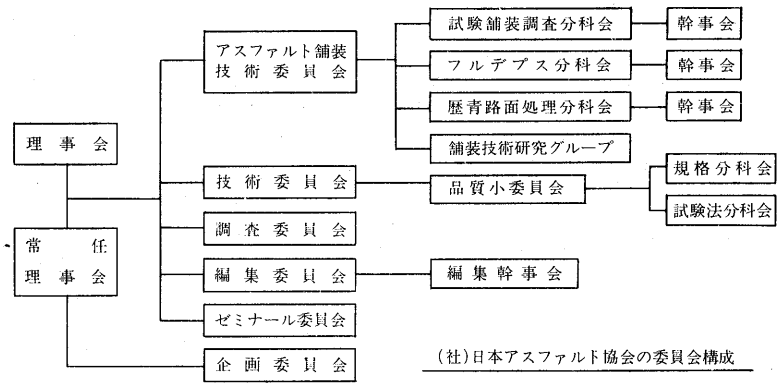
さて,昭和50年代前半は低成長の時代となりました。公共事業は抑制され，とくに道路整備事業は目下マイナス成長と言われております。

アスファルトは，原油の輸入状況，石油製品の需要動向に直結しております。加えて重要なことは，公共事業――道路整備事業の動向にアスファルトは直接の影響を蒙むることです。

安価にして大量に消費される材料の時代は終りました。アスファルトもそれぞれの利用分野において，適確に高品質の材料として，時代の要請に対応していかなければならないと考えます。道路舗装整備のなかで重要な位置を占める舗装材料としてのアスファルトは，今後どのような対策，研究，開発を講じていけばよいのか，非常に難かしい時期にさしかかっているように思われます。

この時期において,アスファルトの技術研究,開発を中心事業とする本協会は，各種委員会の機能を十二分に活用して，昭和50年代後半に対処していこうとしております。この機会に読者諸氏に，本協会のあり方，各種委員会の活動状況をお知らせし，ご理解を深めていただこうと，この特集を企画した次第です。

編集委員会は，20年来，委員をつとめていただいた方々を顧集顧問に仰ぎ，2年前より中堅・若手の諸氏に幹事となっていただき，毎月1回の幹事会を中心に諸者の皆様方のご期待をそうべく，各号の編集企画を練り上げております。



(社)日本アスファルト協会の委員会構成

アスファルト舗装技術委員会の紹介

委員長 多 田 宏 行

1. 当委員会の目的

わが国における舗装技術の開発・研究は，建設省をはじめとする官公庁ならびに大学，さらには民間企業の研究所などにおいて推進されているが，一方，全国各地の数多くの舗装現場における各種の地道な研究成果もまた極めて重要な役割を果してきている。

このような各機関，各地による研究成果は，たとえば(社)日本道路協会の舗装委員会などにおいて検討，整理され，幾多の技術指針がまとめられ，これが再び現場にフィードバッグされている。すなわち，現在，わが国の舗装に関する統一的な技術基準は，日本道路協会刊行のアスファルト舗装要綱などであり，建設省道路局もこれを積極的に活用することとしている。

ところで，最近のように公共事業に対する社会的要請が多面的になると，舗装の技術的信頼度が高いこと，経済性に優れたものであることなどの他に，第三者への影響――すなわち環境，公害問題など社会的な影響への対応が可能であることなど多く問題が生じている。

これらの問題のうち，個別の問題については，その研究，解決が各機関での研究成果に期待されるが，日本道路協会などの委員会活動には，これらを総合的に対処する方向を明確にすることが特に求められる。

アスファルト舗装に関する技術研究を，以上の観点からみると，材料・構造・設計・混合物・施工・品質管理など，研究すべき多くの側面をもっており，これらを関係方面の研究機関，研究者がそれぞれ分担して実施し，それらをまとめることによって，有益な成果を得ることが必要である。

日本アスファルト協会がアスファルト舗装技術委員会を設けて，道路協会とは異った形でアスファルト舗装に係る調査研究を行なうに至った理由もここにある。

この技術委員会は，アスファルト材料の専門家を中心に関係官公庁，公団，大学，民間関連会社などの技術者の参加協力を求めて，アスファルト材料の有効利用の立場から，アスファルト舗装に係る技術的諸問題の研究を行なうことを目的としている。

2. 当委員会の活動方針

アスファルト舗装技術委員会は，アスファルト舗装技術に関する諸問題のうち，アスファルト協会として研究の必要性が高いと判断されるテーマ，ならびに現在わが国において緊急に解決を迫られているテーマについて，それぞれ分科会を設置し，調査研究を続行している。

採り上げるべきテーマならびに分科会の設置については，当委員会は以下の構成メンバーにて適宜検討を重ね具体化している。

委員長　多田宏行（建設省四国地方建設局長）
委　員　飯島　尚（土木研究所舗装研究室長）
　　昆布谷竹郎（日本舗道㈱技術部長）
　　南雲貞夫
　　（土木研究所機械施工部長）
　　藤井治芳
　　（建設省道路局企画課建設専門官）
　　日本アスファルト協会技術委員長
　　同　　企画委員長

3. 現在までの成果

昭和46年から52年にかけて設置された分科会の研究に対し，それぞれ建設省から建設技術研究補助金の交付を受けて，公共性の高い研究開発を行なってきている。すなわち

1）補修材料分科会の研究(昭46年～48年)

昭和46年度建設技術研究補助金（研究費総額450万円，うち補助金190万円)の交付を受け，研究テーマは「湿潤時作業可能な舗装修材料の開発研究」とし，分科会長に東京工業大学教授の渡辺隆氏を迎え，約2カ年間，東北，北陸各地方建設局の協力を得て，融雪時の道路現場における補修材料の実験研究を行った。

その結果，アスファルト舗装の破壊のプロセスの把握，新材料の開発および適正な混合物粒度の設定が可能となり，現在この成果は実用化されている。

研究の発表は「アスファルト」第81号に掲載し，昭和47年4月，研究報告書を建設省に提出，併せて本協会より同報告書を刊行している。

2）歴青路面処理分科会

（昭和47年～現在継続中）

市町村道を対象とする軽交通道路の舗装として，歴青路面処理工法の研究開発を行なっていたところ，昭和48年度建設技術研究補助金（研究費総額500万円，うち補助金150万円）の交付を受け，研究テーマは「砂利道の路面処理の設計・施工に関する研究」とし，分科会長に中央大学教授の久野悟郎氏を迎え，副委員長は建設省道路局市町村道室長とし，研究の協力体制に万全を期した。

研究の成果は，研究報告書を建設省へ提出すると共に，「歴青路面処理技術指針案」を作成した。また，これに基づく試験舗装を，建設省市町村道室を通して，各県の協力を得て実施し，追跡調査，アンケート調査をまとめて，推奨すべき舗装断面および材料の中間成果を得ている。この研究の流れと成果については，第13回日本道路会議の特定課題において発表されている。

なお，本研究は，現在も継続中であり，詳細に関しては，別項に掲載してあるので参照されたい。

3）舗装用アスファルト分科会ならびに研究補助金特別委員会

3－1　舗装用アスファルト分科会

（昭和50年～52年）

舗装用アスファルト分科会（分科会長蒔田実氏 土木研究所地質化学部長)は昭和50年に設置され，重交通道路におけるアスファルト舗装の流動対策に関する研究に着手した。

アスファルト舗装の流動には種々の要因が複雑に関与しているが，アスファルトの品質もその主要な要因の一つと考えられ，耐流動性のある舗装とするには，アスファルトの品質性状は如何にあるべきかという観点から，これまでの舗装用アスファルトの品質，規格，試験法について根本的見直しを行ない，内外の文献調査を実施した。（詳細は「アスファルト」第110号に全ページ特集として発表）

これらの文献調査をもとに，市販ならびに試作アスファルト（セミブローンアスファルト）について，60℃粘度を中心としたアスファルトの各種性状と高温時の流動抵抗性などについて，アスファルト混合物との関連を明らかにするための室内実験を実施している。

本研究の成果については，昭和52年10月，当協会より「舗装用アスファルトの研究」と題する研究報告書を発行し，同報告書において分科会の研究活動，文献調査結果，共同試験結果ならびに本研究から得られた重交道路舗装用石油アスファルトの規格案（セミブローンアスファルト）の提案と解説を行なっている。

3－2　研究補助金特別委員会

（昭和52～53年）

舗装用アスファルト分科会の研究成果をもとに，日本アスファルト協会は建設省に対し建設技術研究補助金の申請を行ない，昭和52年6月これの認可を受けた。（研究費総額1,787万円，うち補助金361万円）

研究テーマは「重交通道路舗装用アスファルトの研究」とし，耐流動性，施工性に優れた混合物に用いるセミブローンアスファルトを開発し，重交通道路の供用性の確保をはかることを目的とした。委員長に昆布谷竹郎氏（日本舗道技術部長）を迎え，特に建設省道路局国道第一課，同第二課，地方道課ならびに土木研究所さらに大臣官房技術調査室の関係者を委員に加え，全国的な規模によるセミブローンアスファルトの試験舗装を実施した。

一方，日本道路協会ではアスファルト舗装要綱の改訂作業にさいして，特殊対策，特殊材料の研究を行っており，耐流動対策の歴青材料として，セミブローンアスファルトの規格が検討され，この結果，昭和53年版に改質アスファルトの項にこれが採択されている。

なお，特別委員会の研究成果は「重交通道路舗装用アスファルトの研究報告書」として，昭和53年４月，建設省へ提出すると共に，単行本として日本アスファルト協会より発行している。

4. 現在の活動状況

現在，アスファルト舗装技術委員会のもとに，次の分科会ならびに研究グループがある。

1）試験舗装調査分科会

当分科会（分科会長　飯島尚氏　土木研究所舗装研究室長）は，昭和50年度より研究を開始した「舗装用アスファルト分科会」ならびに昭和52年度建設技術研究補助金の特別委員会の研究の流れを受けて，その後，新たに実施した舗装用セミブローンアスファルトの試験舗装の追跡調査を担当し，その研究のまとめを行ないつつある。詳細に関しては，別項の試験舗装調査分科会の活動を参照されたい。

2）歴青路面処理分科会

当分科会は，前述のとおり昭和47年度より研究に着手し，現在なお継続中である。ひきつづき建設省市町村道室の協力を仰ぎ，昭和54年度より日本アスファルト乳剤協会技術委員会との共同作業により地道な研究を進めている。詳細に関しては別項の歴青路面処理分科会の活動を参照されたい。

3）フルデプス分科会

当分科会は本年度より新たに設置され，分科会長は河野宏氏（石油公団企画調整課長）とし，アメリカで開発されたフルデプスアスファルト舗装のわが国へ適用に関し研究を進めることとした。なおフルデプスの研究は昭和48～49年にかけて文献調査を中心に一応のまとめを行なっているが，今回新たに設置した分科会は陣容を一新し，改めて基礎から勉強を積み重ね，わが国のフルデプスアスファルト舗装の技術指針案を作成しようとするものである。

詳細に関しては，別項のフルデプス分科会の活動を参照されたい。

4）アスファルト舗装技術研究グループ

当グループは，日本大学理工学部助教授の阿部頼政氏を中心に，昭和52年度より若手技術者が日本アスファルト協会会議室に自由参加の形で参集し，毎月１～２回の勉強会によって最新の海外の文献をまとめ輪講を行なっている。

詳細に関しては，別項の同グループの研究活動を参照されたい。

冒頭述べたように，アスファルト舗装技術の開発研究は，全国の関係者のそれぞれの地道な努力の積み重ねによって成果をみているが，当アスファルト舗装技術委員会は，今後とも緊急かつ重要な課題を掌握し，一層の研究を推し進めることによって，舗装技術の発展にいささかなりとも寄与していきたいと考えている。

舗装用セミブローンアスファルトの研究

試験舗装調査分科会の活動

飯島　　尚*

1. 流動・わだち掘れ対策の研究の推移

昭和50年4月，日本アスファルト協会アスファルト舗装技術委員会（委員長　多田宏行氏）では，流動・わだち掘れ対策の一環として，改質アスファルトの検討を採り上げることとし，同委員会のもとに分科会を設置，研究の推進をはかることとした。

今日に至るまでの研究の流れは，図－1に示すとおりである。

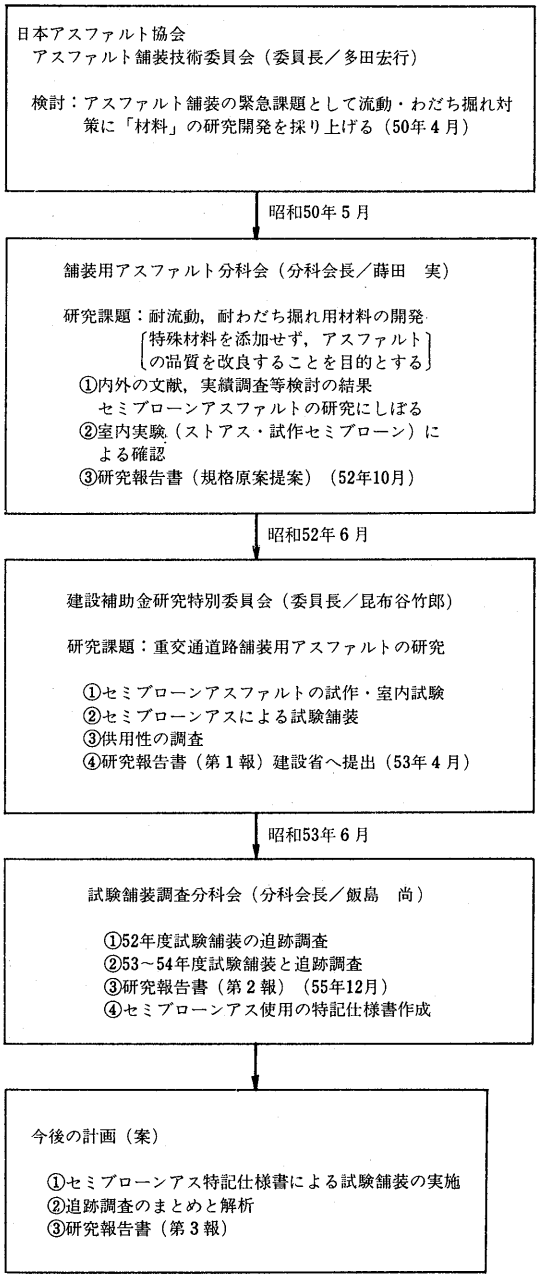
昭和50～52年度に設置された「舗装用アスファルト分科会」の地道な文献調査とその検討ならびに室内実験は誠に貴重なものであり，その結果，従来の針入度級によるストレートアスファルトに代り，粘度等級によるセミブローンアスファルトが，重交通道路舗装用アスファルトとして，わが国に適用できるのではないかとの提案を行なっている。

当時，建設省においても重交通道路におけるアスファルト舗装の流動，わだち掘れ対策に苦慮しており，全国各地で材料・混合物・施工について研究を重ね試験舗装を実施している。

上記，分科会における研究の中間成果について建設省は，これを評価，着目しつつあるとき，同研究について日本アスファルト協会から建設技術研究補助金の申請が出されたのに対し，セミブローンアスファルトによる重交通道路の流動，わだち掘れ対策の研究を推進させるべく研究補助金事業として認可を与えた。

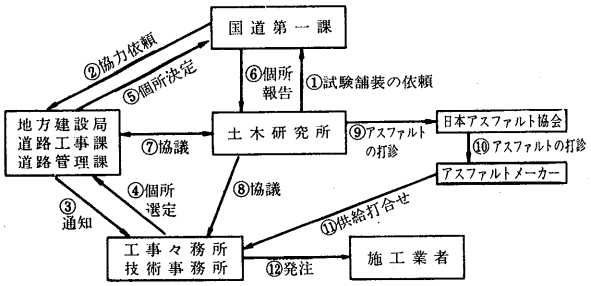
これにより，アスファルト舗装技術委員会は，舗装用アスファルト分科会を発展解消させ，昭和52年度建設技術研究補助金特別委員会を設置し，改めて重交通道路舗装用セミブローンアスファルトの研究を一歩前進させることとした。

同委員会は，前記分科会の研究を受けて，セミブローンアスファルトＡＣ－80，ＡＣ140の試作をメーカーへ依頼し，これによる混合物の室内実験を行ない，ついで

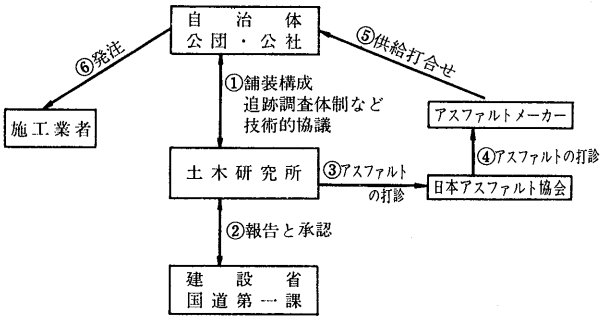


図－1　流動・わだち掘れ対策の研究経過

*本協会アス舗装技術委員会試験舗装調査分科会長
建設省土木研究所舗装研究室長

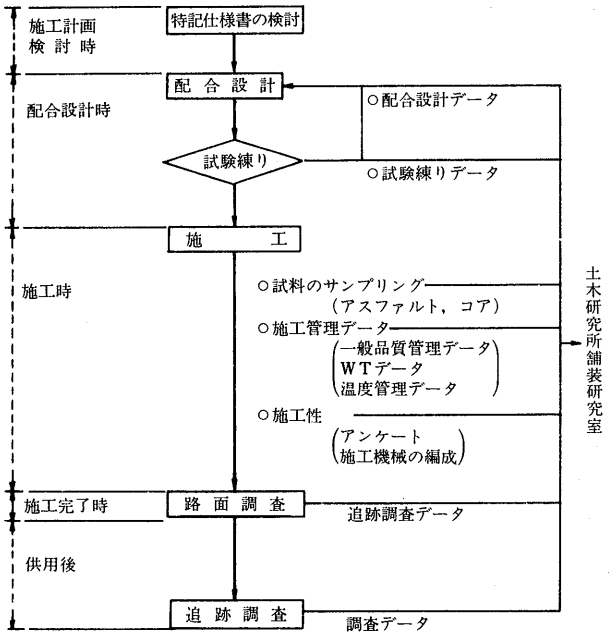


建設省工事の場合



自治体，公団・公社の場合

図－2　試験舗装の実施体制



図－3　試験舗装の施工および調査の実施要領

建設省国道一課，土木研究所に対し，試験舗装の協力を要請した。

一方，日本道路協会ではアスファルト舗装要綱50年暫定版についで，新たな改訂を検討するための作業に入り改訂の中に特殊対策，特殊材料を採り上げ，流動対策の材料として改質アスファルト（セミブローンアスファルト）を盛り込むべく研究を進めていた。

この要綱改訂の動きと，日本アスファルト協会特別委員会の研究の進捗をみて，建設省国道一課では，セミブローンアスファルトによる試験舗装の実施に踏み切り，施工性，供用性の確認を行なうこととした。

建設省国道一課，土木研究所の指導協力のもとに日本アスファルト協会特別委員会は，関東，中部，近畿の各地建，東京都，神奈川県の協力を得てセミブローンアスファルトＡＣ－140を中心とする試験舗装ならびにその供用性の調査と分析を行なった。

その結果，日本アスファルト協会特別委員会は，昭和53年４月，建設省へ研究報告書を提出し，セミブローンアスファルトが流動，わだち掘れに対し適用効果のあることを報告し，併せて日本道路協会に対しても同要旨の説明報告を行なっている。

これにより，昭和53年改訂版のアスファルト舗装要綱にセミブローンアスファルトの規格が採用されるに至っている。

2　試験舗装調査分科会の研究体制

アスファルト舗装技術委員会は，建設技術研究補助金による研究の報告終了により，特別委員会を解消させると共に，昭和52年度実施の試験舗装の追跡調査を行なうための分科会を設置した。

これが，現在の試験舗装調査分科会である。

当分科会は，建設省国道一課の指導ならびにアスファルト舗装技術委員会の指示にもとづき，52年度の試験舗装の追跡調査と併せて，さらに新たに試験舗装を実施することとし，実施体制，試験舗装個所の選定，追跡調査の方法，特記仕様書，アンケート調査方法などの計画案を検討し，建設省，土木研究所などの協力を求めた。

これにより，昭和53年度の試験舗装は関東，中部，近畿，中国，四国の各地建にわたり，さらに首都高速道路公団，名古屋高速道路公社，千葉県，大阪府にも協力を仰ぎ，昭和52年度の個所を加えると合計19工事事務所，90工区となった。

2－1　試験舗装の実施要領

試験舗装を行なうに当っては，その実施体制を十分に

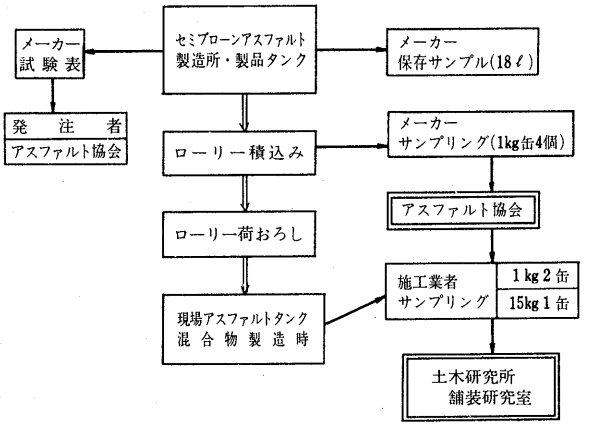
整えることが重要であると考えられ，図－2に示す方法によって万全を期した。

さらに，施工ならびに調査に関し一定のルールをきめこれにもとづいて，すべての現場に協力を依頼し，データの蓄積と蒐集に遺漏のないように努めた。この方法は図－3に示すとおりである。

当分科会として，最も細心の注意をはらったものの一つはセミブローンアスファルトの品質性状である。図－4ならびに表－1に示す方法によって，性状のチェックと品質管理を行ない，品質の確保に努めた。

2－2　追跡調査要領

試験舗装後の追跡調査は，一層重要であると考え，表－2に示す項目，方法，頻度ならびに担当者を設定し各現場に依頼した。定期的な路面観察については，当分科会幹事会が中心となって，すべての現場へ出張し評価を行なっている。



図－4　アスファルト試験用試料採取方法

表－1　品質管理

	試験	項目（内容）	頻度	担当
アスファルトプラント	アスファルト試験	60℃粘度，針入度，軟化点，TFO後60℃粘度	1回／工区	アス協分科会
	混合温度	ミキサより排出されたときの混合物の温度測定	トラック1台毎	施工会社
	骨材温度	アスファルトプラントのドライヤ出口の骨材温度（自記）	自記記録	〃
	アスファルト温度	アスファルトケトル中のアスファルト温度（自記）	〃	〃
	マーシャル試験	ミキサ排出混合物についてのマーシャル試験	2回／工区（1回に3個作成）	〃
	ホイールトラッキング試験	〃　WT試験	1回／工区（1回に2個作成）	地建技術事務所
施工現場	舗設温度	気温，混合物敷均し，初転圧，転圧終了の各工程を代表する温度を測定しクーリングカーブを描く	1回／工区	施工会社
	開放時の温度	交通開放時の路面温度	1回／工区	施工会社
	施工性のアンケート調査	通常のアスコンの施工に比べ敷均し，作業性の良否などの差異をアンケート調査	1回／工区	工事事務所 施工会社
	施工機械の編成	上記と同様施工機械の編成をまとめる	1回／工区	施工会社
	コア	密度，抽出アスファルト量，粒度	1回／工区（1回に3個採取）	施工会社
	コア	回収アスファルトの性状	1回／工区（1回に3個採取）	アス協分科会

註）1工区とは，混合物の種類，アスファルトの種類，アスファルト量，表層，基層などが変れば，それぞれ1工区とする。

2－3　アンケート調査

セミブローンアスファルトは，各現場にとって初めて取り扱う材料であるため，現場の生の声を集め，研究のまとめの中に反映させることとし，以下の項目により実施した。

①施工時のアンケート調査

配合設計時，プラント混合時，舗設現場時，舗設後ならびに以上の総合評価について，具体的設問によって，アンケート表を提出してもらった。

②路面観察

当分科会が行なう路面観察と併行して，各現場にもお願いし，流動・わだち掘れ，ひびわれ（ジョイント部分，走行軌跡部分），はく脱飛散，総合評価について適宜提出してもらった。

表－2　追跡調査項目と頻度

項　　目	方　　法	年　　度注-1)						担　　当	
		直後	9月*	1カ年	2カ年	3カ年	4カ年	施工会社	技術事務所
たわみ量	ベンケルマンビームによる復元たわみ量輪荷重5t	○			○		○	○**	○
ひびわれ率	発生位置対応スケッチ			○	○	○	○		○
縦断凹凸	3mプロフィルメータによりσmmを求める	○	○	○	○	○	○		○
横断凹凸	横断プロフィルメータによるわだち掘れ量（最大，最小，平均）	○	○	○	○	○	○		○
密　　度	コア採取による(ϕ 100)	○			○		○	○**	○
路面観察注-2)	評価員による路面観察			○	○	○	○		○
大型車交通量注-3)	四季観測データによる	○				○			○
アスファルトコア	コア採取　ϕ＝10cm	○					○		○

注－1）最初の1年は3月，9月。2年目以降は9月に定期観測。
注－2）アスファルト舗装表面の観察記録表によって行う。
注－3）交通情勢調査のデータによる(3年に1回)
*夏期に流動があったあとの時期(9月)
**施工会社の調査は施工直後のみとする。

3　試験舗装調査分科会の研究のまとめ

昭和53年6月に研究を開始し，現在，約2カ年を経た。当分科会幹事会は，昭和52年度の試験舗装の追跡調査を行いつつ，昭和53年度以降の試験舗装に当って，各現場へ出張し，ミーティング，プラント練り，施工などに立ち合い，データの蒐集に努め，かつ路面観察を行なっている。

本年6月より研究報告書をまとめるための本格的作業に入り，漸く11月に報告書第2報の原文を完成させた。

研究報告書の概要は以下のとおりである。

1. 概説
2. 試験舗装
   - 2－1実施要領
   - 2－2試験舗装個所の詳細
   - 2－3調査結果（使用アスの性状，混合物の性状，交通量と供用性，動的安定度とわだち掘れおよびひびわれ，アスファルトおよび混合物の性状と供用性）
   - 2－4アンケート調査
   - 2－5まとめ
   - 2－6今後の課題
3. セミブローンアスファルト使用マニュアル案
   附録資料（データ集）

現在，その後の観測結果に基づいて若干の補正を行いつつあるが，近々，日本アスファルト協会より「報告書」として発行する予定である。

4. 研究報告

当分科会は，上記の研究報告書をアスファルト舗装技術委員会へ提出し，分科会長より詳細にわたり説明を行ない，委員会に受理された。

次に，日本道路協会アスファルト舗装小委員会ならびに建設省道路局に対し，研究報告書を提出し，現在までの研究の報告を行なっている。

今後の計画については，建設省ならびにアスファルト舗装技術委員会の判断を待って，分科会として研究の継続をはかることとしたい。

当分科会として，研究報告において説明した「今後の計画」は次のとおりである。

①52，53年度の試験舗装の体験，実績にもとづいて，さらに新しい試験舗装を実施したい。

②このための特記仕様書を改めて作成したい。

③52年度，53年度ならびに今後新たに実施する試験舗装を含めた追跡調査を行ない，その供用性を把握したい。

④研究報告書（第3報）によって，重交通道路舗装用セミブローンアスファルトの研究の総括としたい。

英文アスファルト舗装要綱
MANUAL FOR DESIGN AND CONSTRUCTION OF ASPHALT PAVEMENT

A 5判 160ページ　定価 2,300円

日本道路協会・発行
(発売所・丸善株式会社)

待望久しかった「英文アスファルト舗装要綱」が発刊された。

わが国の舗装技術は既に欧米と比肩できるほど発展してきていると自負しているものの，相手側の受ける印象としては未だしの感がなくはない。これは一重にわれわれ土木屋の英語アレルギーに帰するところが多く，理解していながら相手に説明できないもどかしさを痛感された方は，小生一人だけではあるまい。過去の国際会議等で舗装に関する論文が数多く発表されているが，その基本となる「アスファルト舗装要綱」が今まで英文化されなかったのが不思議なくらいで，またそれだけ難事業であったとも推測される。

内容的には，現「アスファルト舗装要綱」の大半を網羅しており，今回とくに日本の地形・気象などの概況を新たに書き加え，さらに深い理解が得られるよう配慮してある。また翻訳面でも日本語独特の言い廻しがあるため，基本となる日本文の見直しから作業に入り，完成までに2年近くを要したと聞く。それだけに英文としての完成度も高く，改めて関係者の努力を称賛したい。

本書の利用法としては，海外での舗装工事の指針，世界各国の舗装技術者への日本の舗装技術の紹介，海外に出かける際の手土産として，外国の技術者へ贈呈する。——など数多くあるが，諸兄におかれては，さらに有効活用をはかられ，書架の一端に加えられんことを願い，ここにお薦めする次第である。〔K生〕

内容見本〔2-2 舗装の構造〕

2.2 Pavement Structure

2.2.1 General

Asphalt pavement is constructed on a subgrade in layers generally designated subbase, base, binder and surface courses as illustrated in Fig. 2-1. Roadway shoulders are usually constructed on both sides of

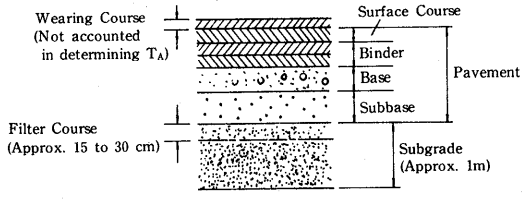


Fig. 2-1 Typical Cross Section of Asphalt Pavement

フルデプス・アスファルト舗装の研究

河野　宏*

1. 研究の基本方針に至るまでの検討

アメリカで開発されたフルデプスアスファルト舗装の定義は，次のとおりである。

「路床あるいは改良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」

アスファルト舗装技術委員会の本年度研究計画の一つとして，フルデプス分科会を設置し，フルデプスのわが国への適用についての研究を推し進めることとなり，第1回分科会を開催したところ，当然，予想されてはいたが，冒頭の「定義」をめぐって分科会の研究の基本方針について活発な議論がなされた。

以下，フルデプスをめぐる問題について列挙してみる。

☆フルデプスアスファルト舗装の利点☆

①舗装全厚を薄くすることができる。

②舗装体の均一性の確保が容易にできる。……施工管理，作業能率上有利。

③骨材資源の節約が期待できる。

④水の浸入の影響が少ない。

⑤ステージコンストラクションが可能。

⑥降雨時に施工中の路床を保護する。

⑦シックリフト工法の利点……締固め度上昇，工期短縮，工費節減。

☆適用上の問題点☆

構造設計……アスファルト舗装要綱のT_Aで設計

①Hの規定に反してもよいか。

②下層と上層では等値換算係数が異るのではないか。

③軟弱な路床の場合，どのようなワーキングテーブルを設けるか。

材料

①アスファルトの品質はアスファルト舗装要綱通りでよいか。（アスファルト量は？）

②現地材料の安定処理は有効か

③骨材の粒度，品質もアスファルト舗装要綱通りでよいか。

④アスコンの大量使用の問題→プラントの供給能力は大丈夫か。

施工

①敷き均し，転圧→施工機械とその組合せ

②ワーキングテーブル

③表層の平担性

④施工継目

フルデプスアスファルト舗装の利点と，わが国への適用上の問題点とを対比してみると，要はアスファルト舗装要綱との関連をいかにするか，また要綱との相違をどう扱えばよいのかに帰するものと思われる。

分科会において検討の結果，アスファルト舗装要綱との関連について，次のような結論を得た。

2. 研究の基本方針

一つの考え方としては，現在のアスファルト舗装要綱とは無関係に，フルデプスの技術指針案を作成してはどうか――であろう。問題点としては，①要綱から独立させるための技術的根拠づくりができるのか，②運用面での行政的仕分けは可能か――などである。

現実に考えてみて，この独立案は一分科会の研究としてはきわめて困難であると思われ，実現は不可能とされた。

分科会の検討結果は，アスファルト舗装要綱との一種の共存案ともいうべきもので，特定の条件下ではフルデプスアスファルト舗装も採用できることとし，その技術指針案を当面は作成することとする――で意見の一致をみた。

3. 研究上の問題点

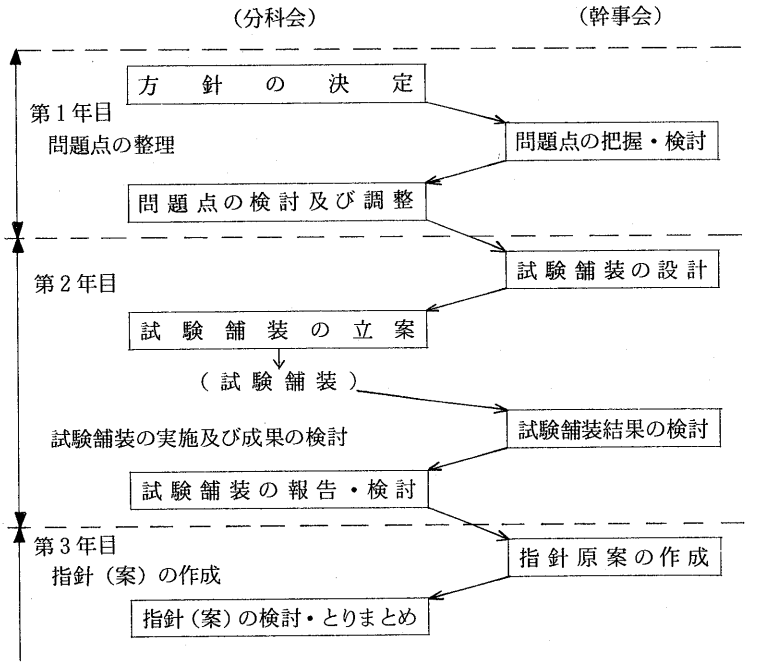
研究の基本的方針は明確にされたが，今後，具体的検討を行なう上での問題点がいくつか考えられる。細かい

* 本協会アス舗装技術委員会フルデプス分科会長
石油公団備蓄事業部企画調整課長

表－1　フルデプス分科会の研究計画

1）目的：フルデプスアスファルト舗装の技術指針（案）の作成

2）計　画



点は検討段階において個々に解決していくこととするがわが国へ適用する上での問題点は

①フルデプスを適用する条件（構造設計，材料，施工…）を明確にすること。

②アスファルト舗装要綱相違の技術的根拠づくり

③日本のフルデプスアスファルト舗装の定義

以上の3点が眼目であろうと思われる。（Full Depth Asphalt Pavementとは ASPHALT INSTITUTEの登録用語となっているので，単にこの面からでも日本語の表現用語を考案しなければならない）。

4. フルデプス分科会の研究計画

分科会において検討し，アスファルト舗装技術委員会の承認を得た“研究の目的”ならびに“研究計画”は表－1のとおりである。

また研究期間は3年間を目標として，当初の目的を達成できるよう努力していきたい。

第1年目は，問題点の整理に重点をおくこととする。

舗装技術の進展にともない，フルデプスアスファルト舗装は都市内道路を中心に極く一部ではあるが，その実例，実績を有してはいるが，それは個々の現場の考え方からフルデプス的な舗装がなされているにすぎず，解釈の仕方は，まちまちであろうし，また技術上の問題点は未解決のまま残されているように思われる。

当分科会の委員諸氏においても，第1回の会合の発言内容から推して，フルデプスに対するイメージにくい違いがあるように感じられた。

そこで，分科会に幹事会を設けて，①内外の文献調査を改めて行ない，幹事が分担して項目別分類（構造設計，施工，材料など）に整理し，勉強会によってフルデプスのイメージ，考え方を統一する。②併行して，国内のフルデプス舗装（ディープストレングス舗装も含めて）の実施例を調査し，その後の（現在の）成果を調査する。

第2年目は，以上の勉強の成果にもとづいて，試験舗装を実施するためのマニュアル案作りに専念してみたい。

第2年目後半から第3年目にかけて，建設省などの協力を得て試験舗装を実施する。その後，追跡調査などの結果をベースとし，技術指針案の検討，作成を行なうこととしている。

市町村道舗装の設計・施工の研究

歴青路面処理分科会の活動

分科会幹事会

1. 歴青路面処理工法の目的

わが国の市町村道は，延長が約92.6万km(54年度末見込み）と大きいにもかかわらず，その整備がかなり遅れており舗装済延長約35.6万km，舗装率38.5％と，かなり低い水準にある。

しかし，多くの市町村道，特に足もと道路と呼ばれている道路は，大型車交通量が極めて少ないこと（1日当り0～40台程度以下）などから，舗装の整備に当たっては，簡易舗装までは必要としないが，さりとて防じん処理では耐久性に乏しすぎる場合が多い。

歴青路面処理工法は，これらの道路を対象としたもので，技術者不足の町村に対して①特に高度の技術能力を持たなくとも，設計・施工ができること，②交通量の少ない道路に適合したある程度の耐久性を有すること，③しかも経済的であること ――を基本としている。その構成は**図－1**に示すような簡便な構造となっている。

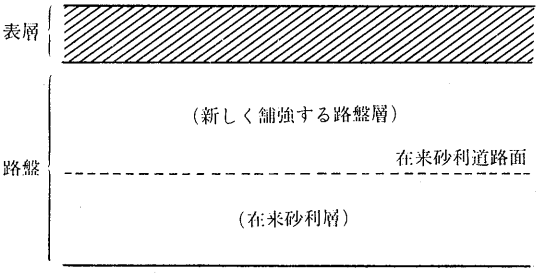
本工法の特徴は，現道の利用と現地材料の積極的な活用を図り，その設計にあたっては経験を重視し，CBR法・たわみ法などによらず大型車交通量，在来砂利層厚および路床土の性質によって行うこととしている。

2. 分科会の研究経過

昭和40年9月，分科会が設置されてから今日に至るまでの研究経過の概要は**表－1**に示すとおりである。

分科会は，大型車交通量の極めて少ない道路を対象とした市町村道舗装の標準的な技術指針の作成を目的に設置された。

分科会の活動経過の概容は次のとおりである。



図－1　歴青路面処理工法の構成

1）軽交通道路舗装の実態調査

都道府県に対するアンケート調査を行なった結果，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）砂利道の歴青路面処理指針（第2次案の作成）

昭和47年9月に日本アスファルト乳剤協会で実施した軽舗装実態調査の結果を基に作成された「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（以下，指針と呼ぶ)」（第2次案）を作成した。

3）昭和48年度建設技術研究補助金事業による試験施工

指針（第2次案）の妥当性を検討するために分科会直営により埼玉および千葉両県で3カ所，建設省道路局地方道課市町村道室の協力を得て全国市町村で約83カ所にわたり試験施工を実施。

4）指針（第3次案）の作成

48年度の試験施工およびアンケート調査の結果から指針（第2次案）にかなり問題点のあることが判明した。そこで最も重要な設計方法を中心に検討を加え，改めて指針（第3次案）を作成した。

改訂の主たる点は，設計因子として大型車交通量，在来砂利層厚および路床土の性質の3項目にしぼった。

また，設計例も13種から8種類にしぼり，より簡便にした。

5）48年度試験施工の追跡調査，指針（第3次案）の見直し，施工要領の作成

48年度に実施した試験施工現場（全国86カ所，189工区)を3カ年にわたって追跡調査した。これら追跡調査の結果を解析することによって，指針第3次案の見直しを行い，歴青路面処理施工要領を作成している。

主な修正点は，①標準設計例を8種類から6種類に整理し，②各設計例の仕様を一部修正，③併せて使用材料のうち石油アスファルト乳剤の規格を改正し，残留分の濃度アップを図った（JIS 2208の改正　55年1月1日)。

6）施工要領に基づく新たな試験施工（52年度）

新たに作成した歴青路面処理施工要領による試験施

表－1　歴青路面処理分科会の活動経過

研究の推移とその内容	研究の中間発表
路面処理研究準備会　昭和47年９月　本協会アスファルト舗装技術委員長（多田宏行氏）の要請により臨時設置	
↓	
路面処理指針原案作成分科会　昭和47年10月～48年２月（分科会長：多田宏行氏） ①．簡易舗装以外の歴青路面処理の実態調査（都道府県へのアンケート調査） ②．アスファルト乳剤協会作成「軽舗装の手引」の検討 ③．歴青路面処理の定義検討（関係先からの提案を求め整理） ④．指針原案作成班の編成と作業（総説，構造設計，路盤，表層，維持修繕） ⑤．指針原案の総括検討	
↓	
砂利道の歴青路面処理指針 第２次案　昭和48年４月	
↓	アスファルト　第91号（48年６月） 「砂利道の歴青路面処理指針について」 ○研究発足の経緯 ○指針第２次案の概要 ○分科会設置（メンバー），研究計画
路面処理分科会　昭和48年６月　48年度建設技術研究補助金事業の特別分科会（委員長：中央大学・久野悟郎氏） ①．指針第２次案の検討 ②．使用する材料と工法の検討（各種材料と工法の組合せ） ③．分科会直轄による試験施工（協力：千葉県，埼玉県） ④．全国83ヵ所，150工区の試験施工 ⑤．③，④の追跡調査（パンチカードによる蒐集，直轄は分科会により評価） ⑥．研究のまとめ	
↓	
砂利道の路面処理の設計および施工に関する研究報告書　昭和49年４月　建設省へ提出	アスファルト　第98号（49年８月） 「特集・砂利道の歴青路面処理の設計ならびに施工」 ○舗装の中に占める歴青路面処理の必要性 ○市町村道整備の実態 ○２次案→試験施工→３次案の経緯 ○全国の試験施工のまとめ ○３次案の概要
↓	
砂利道の歴青路面処理指針 第３次案　昭和49年６月　上記分科会の研究の成果	
↓	
歴青路面処理分科会　昭和50年４月　アスファルト舗装技術委員会のもとに設置（分科会長：建設省道路局市町村道室長） ①．48年度施工の３ヵ年後の追跡調査 ②．48年度施工の３ヵ年後の設計，仕様，材料面からのデータ分析と検討 ③．上記①，②から施工要領作成（昭和52年度） ④．上記③による試験施工（昭和52年度）	アスファルト　第105号（51年３月） 「砂利道の歴青路面処理試験舗装追跡調査報告」 第2次案による施工の3ヵ月後，6ヵ月後，１ヵ年後，1.5ヵ年後の結果のまとめ
標準設計断面適用基準 ← **日本アスファルト乳剤協会 技術委員会　協力**　昭和53年４月 ①．一般地域３種，雪寒地域３種，計６種の推奨し得る適用基準をまとめる。 ②．上記①による試験施工 ③．昭和52年度施工の追跡調査	アスファルト　第112号（52年８月） 「歴青路面処理試験舗装追跡調査」 ３ヵ年後の調査結果のまとめ
第13回日本道路会議特定課題論文「歴青路面処理の適用性」　昭和54年10月　分科会を代表して太田委員が発表	アスファルト　第115号（53年５月） 「歴青路面処理施工要領について」 ○試験舗装工事施工要領案 ○標準設計断面，適用基準選定の経緯 ○標準設計断面，適用基準掲載の内容
↓〔今後の計画〕	
全国関係者のアンケート調査 ― **追跡調査の総まとめ**	
↓	
指針最終案	
↓	
技術基準	

工は全国市町村道のうち約72カ所で実施した。この試験施工の目的は，前述の標準設計例，仕様の一部修正，石油アスファルト乳剤の濃度アップに伴なう耐久性，施工性の確認に重点をおいた。

7）標準設計断面，適用基準のまとめ

48年度および52年度の試験施工データとその解析結果から**表－2**に示す成果を得た。第13回日本道路会議（54年10月）舗装部会の特定課題論文として本分科会の成果を発表し，本工法の特長，標準設計断面および適用基準を明確にした。

3. 歴青路面処理指針案の概要

歴青路面処理は表－2に示した標準設計断面と適用基準に集約されるが，全体の概要を具体的に示すと次のとおりである。

1）本工法の対象となる道路の条件

- 交通量は，おおむね300台以下／日・二方向とし，うち大型車交通量は40台未満／日・二方向であること。
- 車道幅員がおおむね4m（全幅員5m）未満の道路であること。ただし，積雪寒冷地における除雪帯等のある場合はこの限ぎりでない。
- 将来，オーバーレイによる段階施工が可能な道路であること。
- 供用開始後，適切な維持管理ができること。

2）断面の選定

設計断面の決定は，表－2を参考にし，大型車交通量10台未満／日・二方向か，同10台以上40台未満／日・二方向かによってA－1，B－1型，もしくはC－2型かが決まることになる。

また，各々に砂シールコートを施すか否かは，年間に地表に雪のある日数が30日未満の場合は一般地域とみなし，砂シールコートは特に必要としない。他は雪寒地域とみなし，耐摩耗を考慮して砂シールコートを施す。

3）標準設計断面の仕様

2回にわたる試験施工の現場調査から――表層工のうち浸透式工法（A－1，B－1，B－2型）については，歴青材の量と質，散布量のあり方（上層に多く用いるなど）が耐久性を大きく左右することが判明した。併せて，骨材の最大粒径と機械化施工の問題，雪積寒冷地域での耐久性の問題も提起された。

これらの問題点を検討し，次のとおり仕様を変更した。

① 石油アスファルト乳剤

本工法に主として使用される石油アスファルト乳剤の規格を改正，特にPK－1，2の濃度を55%から60%にアップさせた。

② 材料使用量

標準設計断面について材料使用量の標準は**表－3**に示すとおりとした。

表－2 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	←アーマーコート3層 ←不陸整正 （クラッシャランC-30 5cm相当量を用いる） 在来砂利層	←砂シールコート ←アーマーコート3層 ←不陸整正 （クラッシャランC-30 5cm相当量を用いる） 在来砂利層
	B－1型	←浸透式2cmまたは常温混合式25cm ←不陸整正 （クラッシャランC-20 3cm相当量を用いる） 在来砂利層	←砂シールコート 浸透式2cmまたは常温混合式25cm 不陸整正 （クラッシャランC－20 3cm相当量を用いる） 在来砂利層
10台以上40台未満／日・二方向	C－1 C－2 型	←アーマーコート2層 ←路上混合式5cm 在来砂利層	←砂シールコート ←アーマーコート2層 路上混合式8cm 在来砂利層

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／100m²、粗目砂 0.5m²／100m²とする。

4. 今後の方針

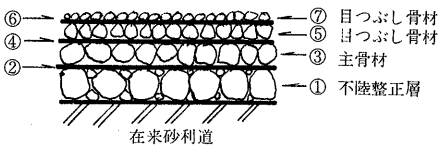
現在，分科会では52年度に実施した試験施工現場の3カ年経過までの追跡調査を行っている。併せて全国関係者，特に県市町村道の直接の担当者との意見交換・アンケート調査を行ない，指針の最終案を取りまとめる方針である。なお，本分科会の研究は，日本アスファルト乳剤協会の協力を得て継続している。

（文責　太田健二）

表－3　標準設計断面の材料使用量の標準

A－1型

標準設計断面



材料使用量の標準　(100㎡当り)

施工順序	砕石	㎥	乳剤 ℓ
⑦	S－5	0.4	
⑥			120
⑤	S－5	0.5	
④			160
③	S－13	1.3	
②			100
計		2.2	380
①	C－30	6.8	

〔注1〕 不陸整正層の施工に引続いて表層を施工する。

〔注2〕 特に雨期，冬期及び日蔭の箇所又は坂道，カーブの箇所で，次表のような散布量でよい結果を得た例がある。

散布順序	乳剤 ℓ (100㎡当り)
⑥ (第3回目)	140
④ (第2回目)	150
② (第1回目)	90

C－1，C－2型

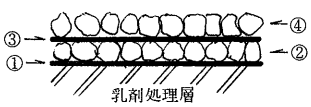
乳剤処理用骨材の望ましい粒度範囲

ふるい目 mm ＼ 粒径の範囲 mm		30 ～ 0	25 ～ 0
ふるい通過重量百分率 %	40	100	
	30	95 ～ 100	100
	25	60 ～ 90	95 ～ 100
	13	25 ～ 70	
	2.5	10 ～ 50	
	0.074	0 ～ 10	

乳剤処理工の設計厚と混合に用いる乳剤量の一例　(100㎡当り)

設計厚 cm	乳剤量 ℓ
5	700
7	1000
8	1150

アーマーコートの標準設計断面



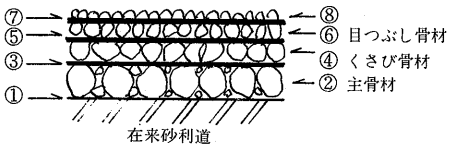
アーマーコート材料使用量の標準 (100㎡当り)

施工順序	砕石	㎥	乳剤 ℓ
④	S－5	0.4	
③			120
②	S－5	0.5	
①			100
計		0.9	220

〔注〕 雪寒地域の場合は，さらに砂を用いたシールコートを施す。この場合の材料の使用量は100㎡当り乳剤120ℓ，粗目砂0.5㎥を標準とする。

B－1型　浸透式工法

標準設計断面



材料使用量の標準

施工順序	砕石 (㎥)	乳剤 (ℓ)
⑧	S－5　0.4	
⑦		120
⑥	S－5　0.5	
⑤		170
④	S－13　0.7	
③		150
②	S－20　2.0	
①		100
計	3.6	540

〔注1〕 1層目の乳剤はタックコートである。

〔注2〕 路盤の施工に引続いて表層を施工する場合は，路盤にプライムコートが行なわれているので，タックコートは行なわない。

〔注3〕 骨材の種類によって乳剤の使用量が若干異なる場合がある。

〔注4〕 材料使用量の標準には損失量を含んでいないが，一般に乳剤は3%，砕石は5%を見込むのが望ましい。なお骨材の容積は現場着単位容積重量の平均的な値を用いた。

〔注5〕 寒冷期施工の場合は最上層乳剤使用量は，下の層から20ℓを減じて140ℓに増す。

〔注6〕 雪寒地区の場合は更に砂を用いたシールコートを施す。この場合の100㎡当り材料使用量は次のものを標準とする。

乳剤　120ℓ/100㎡

粗目砂　0.5㎥/100㎡

B－1型　常温混合式工法

乳剤混合物の標準配合

ふるい目 mm	ふるい通過重量百分率 %
20	100
13	95 ～ 100
5	40 ～ 65
2.5	25 ～ 45
0.3	5 ～ 17
0.074	0 ～ 3
乳剤使用量 %	7.5 ～ 9.0

〔注1〕 表中の乳剤使用量とは乳剤そのものの量であり，残留アスファルト量ではない。

〔注2〕 乳剤の使用範囲のうち寒冷な地方では上限近くを，温暖な地方では下限近くの値を用いるとよい。

〔注3〕 一般にフィラーは使用しないが，積雪寒冷地においてはタイヤチェーンによる摩耗を考慮して使用することがある。

〔注4〕 MK－Cを使用するときは乳剤使用量をMK－1，MK－2またはMK－3の場合の80%程度に減ずる。

〔注5〕 高炉スラグを使用するときは乳剤使用量を20%程度増量する。また高炉スラグに適した乳剤を使用する。

アスファルト舗装技術研究グループの活動

阿　部　頼　政

当研究グループは昭和52年11月に発足した。現在すでに4年目に入っているが，今後もさらに数年間は継続の予定である。

活動内容は主として海外文献の輪講である。その意味では研究グループという名称はおこがましく，読書会あるいは勉強会などの方が適当なのかも知れない。発足当初はこの活動内容について種々の議論があった。現実の問題解決（たとえばわだち掘れなど）に取り組みたいという案が特に詳しく検討されたが，結局は地味な勉強を主にするという案が大勢を占め，そのまま現在に至っている。

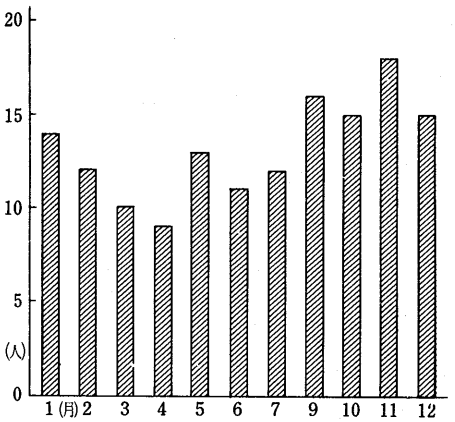
メンバーの資格について特に制限は設けていない。勉強する意思があり，輪講の割当てをこなせる人なら原則として誰でも受入れる体制となっている。ただ，欠席があまり多くなる人は他の迷惑にもなることから自主的に退会していくようである。新規入会と，自然退会，遠隔地への転勤などがほぼバランスしており，メンバーは常に20人程度となっている。表－1に55年12月現在の名簿を示した。大学4，官庁5，道路会社11，石油会社2の構成となっている。

グループ発足から最初の2年間は，毎月2回の定期的会合をもっていたが，活動が軌道に乗り始めたこともあり，54年9月からは月1回に変更した。最近10回の出席状況は図－1のとおりである。10名を切ることはほとんどなく，毎回活発な議論が展開されている。

定例会は毎月第2火曜日の午後5時半～8時に日本アスファルト協会の会議室で開いている。この時間帯は，できるだけ各自の職場に迷惑をかけないように，及び帰宅に2時間以上かかる人もあるのであまり遅くならない

表－1　アスファルト舗装技術研究グループ
（昭和55年12月現在）

阿部頼政	日本大学理工学部土木工学科
阿部栄三	シェル石油㈱アスファルト部
阿部忠行	東京都土木技術研究所道路構造研究室
荒井孝雄	日本舗道㈱技術部
井上武美	日本舗道㈱技術研究所
榎戸靖暢	日本大学理工学部土木工学科
大久保高秀	東京工業大学工学部土木教室
大島　剛	大林道路㈱技術研究所
太田健二	日瀝化学工業㈱技術課
大坪義治	日瀝化学工業㈱技術研究所
金沢円太郎	日本道路㈱技術研究所
小坂寛己	首都高速道路公団第二建設部設計課
古財武久	大成道路㈱技術研究所
澤　正	日本舗道㈱技術部
鈴木秀敏	日瀝化学工業㈱技術研究所
田井文夫	東京工業大学工学部土木教室
竹田敏憲	東京都土木技術研究所舗装研究室
谷口豊明	大林道路㈱技術研究所
栃木　博	日本道路公団試験所舗装試験室
西沢典夫	大成道路㈱技術研究所
林　誠之	日本石油㈱中央技術研究所
福手　勤	運輸省港湾技術研究所滑走路研究室



図－1　出席状況（昭和55年1～12月）

ようにという2点から決定されたものである。しかし，5時前に勤務先を出発する人が大半であるから，それぞれの上司の温い配慮に支えられていると言えよう。また会合の性格上，8時に終えることは無理で9時前後になることもあり，さらには場所を移して2次会という発案があったりして帰宅が深夜になることも少なくない。

研究グループがこれまでとりあげてきたテーマは，わだち掘れ，クラック，構造設計，システム，弾性論，維持修繕など様々である。テーマの選択はその都度，定例会で相談して決定しているが，長期的な課題としては舗装管理システムを勉強していくという点で意見の一致を見ている。短期的な課題は，新らしい重要文献が入手できた場合とか，この問題の概要を把握しておこうとか各種の動機があり，きわめて流動的である。しかし，長期，短期に限らず，多くの技術者の参考となりそうな内容については，これをまとめてアスファルト誌上に報告することにしている。**表－2**に過去の研究報告を一覧表にして載せた。報告の作成にあたっては，全員が参加する場合と，特定のメンバーが担当する場合とがある。後者の場合，担当者は輪講したすべての文献を読みなおし，さらに他の参考文献もつけ加えてまとめるなど個人の努力に負うところが大きい。

大学は舗装やアスファルト材料の分野の研究者が育ち難い環境にあるようである。すなわち，両方とも土木工学の主要科目には入っていないこと，したがって講座を設置している大学がきわめて少ないこと，舗装は経験工学的色彩が濃いため論文としてまとめ難いこと，アスファルトは他の土木材料に比して特殊な性質を有することなど，数えあげればきりがない。一方，官庁，道路会社，石油会社の研究者にも，それぞれ個有の問題点が多いようである。しかし，どのような悪条件が重なっているにせよ，研究を続けることはこの道を選択した我々の宿命であり，またそれに喜びを感ずる者の集まりが当研究グループであると言ってよかろう。そして，この研究グループの活動に関するかぎり，きわめて理想的な環境が与えられている。日本アスファルト協会はじめ，諸先輩の配慮に感謝するとともに，今後もなお一層の努力を続けたいと考えている。

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	全　　員	21, 117
	アスファルト舗装の低温クラック	福手　勤	〃
	アスファルト舗装の疲労クラック	田井文夫	〃
	アスファルト舗装のわだち掘れ	山内幸夫	〃
	供用性・その他	阿部忠行	〃
第2回	舗装設計システム VESYS ⅡM について	阿部忠行	22, 118
第3回	弾性理論を中心とした各種設計法	古財武久 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（国際会議に発表された全論文の抄訳）	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	PIARC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	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) SAMP－5	竹田敏憲	23, 126

アスファルトの品質研究に取組む

技術委員会の活動

委員長　真　柴　和　昌

1. 技術委員会の誕生

アスファルトの需要は，昭和48年度の515万屯をピークとして，昭和50年代はやや下降気味の傾向にあり（53年度，一時回復の兆しをみせたが）今後の見通しも大巾な需要の伸びは予測できない。

昭和30年代から40年代後半にかけてのアスファルトの需要は著しい進展をみせており，これは時代の社会的，経済的要請による道路網の整備計画，舗装技術の飛躍的進歩，石油産業の安定成長に支えられたものであろう。

本協会は，昭和40年代までは，アスファルトの需要を，技術的うらずけによって進展させるべく，アスファルトメーカー（石油会社）の技術陣によって，需要開発委員会を設置し，とくに道路を中心として建設省をはじめとする関係官公庁，大学，道路会社などの協力指導を得て舗装技術の開発，舗装材料としてのアスファルトの利用技術の研究，品質の確保などについて，地道な研究に取組み，時代の要請に対応してきた。

しかしながら，昭和50年代に入る直前の第4次中東戦争による〝石油ショック〟は，わが国の経済に大きな影響を及ぼし，就中，公共事業への波及は〝沈滞〟を余儀なくされるに至っている。アスファルトの需要は道路整備計画の進展いかんにかかわっており，現状の見通しとしては弱含み横ばいの状況が続くものと思われる。

昭和50年4月，本協会は需要開発委員会の委員会名称を改め「技術委員会」とした。

一方，当委員会の名称変更と前後して，建設省の協力によって，「アスファルト舗装技術委員会」が設置され道路舗装へのアスファルトの利用研究は，すべてこの委員会に一任することとした。

この二つの委員会の設置は「量」の時代から「質」の時代への移行を端的に表現するものとして，本協会研究事業の一つの特徴を示すものであろう。

本委員会は，アスファルトの有効利用を目標に品質の研究を中心課題として，地道な研究に取組むと同時に，アスファルト舗装技術委員会などの研究開発に，側面から協力していきたいと考えている。

2. 技術委員会の研究活動

別表に本委員会の活動を一覧表として掲載する。このうちより主要と思われる項目を以下に概述する。

1) 市販アスファルトの性状調査

当初の目的は，度重なるアスファルト舗装要綱の規格変更にともなって，ストレートアスファルトの性状が，メーカーとして，これに対応できるものなのかどうか，また，その当時の時点でのアスファルトが要綱規格に適合しているのか否か――をチェックするため，昭和49年度より市販ストレートアスファルトの照合試験を開始している。

その後，ＪＩＳ規格の改正作業（後述）にともなって，ブローンアスファルト，防水工事用アスファルトを加え，わが国で製造販売されているアスファルトのすべてにわたって性状調査を毎年度実施している。詳細は総括して，その都度「アスファルト」に発表し，メーカーとしての自主管理の体制を明確に打ち出してきている。

2) ＪＩＳ規格改正への研究

昭和55年1月以前のアスファルトのＪＩＳ規格は，ユーザー側に利用されず，有名無実となっていた。

工業技術院では，ＪＩＳを現実に即した，生かされた内容に改正することを試み，手始めに本協会に原案検討の委託があり，本委員会が中心となって，規格，試験法などの照合試験を実施し，研究の成果を原案提出の形で工業技術院へ答申している。

本委員会の原案にもとづいて，さらに工業技術院は，石油類規格の体系見直しを図り，併せて規格の改正を行なうこととし，石油学会，本協会など関係団体などを軸にＪＩＳ規格改正の作業を本格的に推し進めた。

本委員会は規格・試験法両分科会の機能をフルに動員して改正作業に協力し，とくにストレートアスファルトはアスファルト舗装要綱規格と同一規格となるよう研究を重ね，これを現実のものとした。

3) アスファルト舗装要綱改訂に対する協力，研究

本委員会は，要綱昭和50年暫定版，53年改訂版に当って以下の協力体制と試験研究を実施している。

①要綱改訂小委員会へ委員を派遣

建設省へお願いし，本委員会選考のメーカー技術者２名を要綱改訂作業の小委員会へ派遣し，メーカー側の意見具申を図った。

②暫定ならびに改訂規格へのメーカー案提出

規格改訂原案について照合試験などを実施し，データを添付して要望書を提出してきた。

③石油アスファルト絶対粘度試験方法の研究ならびに本協会試験方法JAA－001の制定

要綱改訂版の特殊対策，特殊材料の項にセミブローンアスファルトの規格が採用されている。この試験方法は，当時，内外においても全く確立されていなかったため，後述のアスファルト舗装技術委員会からの要請，道路協会の指示にもとづいて，高粘度アスファルトを測定，試験するための試験器の設定，試験項目，試験方法を長期かつ詳細にわたって，メーカー全社の参加のもとに照合試験，解析を行ない，試験方法を確立した。

本協会創立以来，本協会名による初めての試験方法制定が実現をみ，要綱53年版のセミブローンアスファルトの規格表にJAA－011の試験方法による――ことが明記されている。

4) アスファルト舗装技術委員会に対する協力，研究

重交通道路舗装用セミブローンアスファルトの研究は昭和52年以来，全国各地において試験舗装が実施されてきている。

本委員会では，試験舗装の開始と併行して，試験舗装用サンプルを収集し，要綱規格の全項目について共同試験を行ない，提供メーカーの性状表と照合し，性状の誤差をチェックした。この結果，ほとんど差異はなくすべて合格品であることが判り，セミブローンの製造に自信を深めている。

5) 建設省への対応と協力

①ＪＩＳ規格改正について

ＪＩＳ規格の改正作業は，前述のとおり昭和50年より本委員会内各分科会において原案の検討を開始し，昭和55年１月の改正公布までＪＩＳの研究に取組んできた。とくに要綱規格と関連しているため，建設省などユーザー官庁との意見交換を行ない，研究作業に遺漏のないように努めてきた。

②道路舗装に要する省エネルギー量の研究

建設省道路局よりの依頼により道路舗装とエネルギーの研究について本委員会メンバーを中心に研究グループを臨時に設置して，昭和52年11月より検討を開始し，中間報告を経て，最終のまとめを54年５月に行なっている。

この詳細なデータは，道路局内の舗装計画研究会に活用された他，第13回日本道路会議舗装部会において土研飯島舗装研究室長が「道路舗装の消費エネルギー」と題し発表を行なっており，この中に研究グループのデータが，随所に活用されている。

3. 今後の計画

以上，研究活動の概要を述べたが，本委員会の研究計画は今後とも上記の研究活動をそれぞれ継続して，これを発展させていきたいと考えている。

当面，具体的に作業を進めていこうとしている計画にについて，簡単に述べる。

①日本の石油アスファルト100年の歩みの編纂

編集委員会の企画に協力することとし，目下，委員全員によって，わが国の石油精製の歴史とアスファルトの変遷を軸にデータの蒐集を行なっている。

②ＪISK 2207（石油アスファルト）アンケート調査

昭和55年１月改正公布から，１年を経過しようとしている。この間，新しいＪＩＳ規格がとくにユーザー側にとって，どのように活用されているか，その他具体的な意見を広く求めるため，工業技術院の委嘱を受けて，アンケート調査を担当することとなった。

このアンケート調査のまとめを経た後，さらに改正すべき点があれば，適宜これを実施する方向で作業を進めていきたいと考えている。

③セミブローンアスファルトの研究

とくに会員向に「解説セミブローンアスファルト」のパンフレットを作成し，製造・販売担当者側の正しい理解を深めることを目的に，原稿を作成中である。

さらに今後，セミブローンが市販されることを予測し，自主管理などについて品質，技術面の研究を行なうことを検討しつつある。

④石油アスファルトの正しい利用の研究

アスファルトの利用は多岐にわたっているため，これの利用分野と各種アスファルトとの関連を整理し，解説パンフレットを作成したいと考えている。

技術委員会設置から今日までの研究活動（昭和50年～55年）

研究項目	研究概要	発表方法（年月）
市販ストレートアスファルト性状調査（昭和49年度）	昭和48年3月，アスファルト舗装要綱の暫定規格の適用に当り，毎年度市販ストアスの性状調査を自主的に実施，この調査結果を公表。(第1回48年度実施：需要開発委員会)	アスファルト誌 102号（昭和50年10月）
石油アスファルトの試験方法の照合試験研究（50/4～51/3）	工業技術院よりの委託研究に対し，試験法分科会が担当してJIS改訂のための軟化点，伸度，四塩化炭素可溶分の試験法精度確認の照合試験実施。(メーカー11社参加)	アスファルト誌 103号（昭和50年11月）
資料：日本のアスファルト事情	中国土工程学会の来日に当り資料作成。これがもとになって，本協会より毎年度「最近のアスファルト事情」が出版されている。	別冊発行（昭和50年12月）
中国土木工程学会道路技術考察団との懇談会	昭和50年12月8日，本協会より会長，調査，企画，技術各委員長ならびに建設省多田・藤井両氏参加，双方のアスファルト，道路事情を説明し合い，懇談。とくに本協会が用意した資料の贈呈は中国側を喜ばせた。同会合の概要をまとめて発表する。	アスファルト誌 105号（昭和51年3月）
市販ストレートアスファルト性状調査（昭和50年度）	アスファルト舗装要綱50年改訂版に暫定規格が正式に規格となる。48，49年度にひきつづき性状調査を実施。	アスファルト誌 105号（昭和51年3月）
石油アスファルトのJIS試験法改正作業	試験法分科会：50年8月～51年3月，工業技術院の委託研究の研究総括。	アスファルト誌 106号（昭和51年4月） 106号「特集・アスファルトの研究」に発表
石油アスファルト軟化点，四塩化炭素可溶分照合試験結果報告	試験法分科会：JIS改正予定の精度確認の照合試験報告。	アスファルト誌 106号（昭和51年4月）
石油アスファルトJIS規格のアンケート調査 ①石油メーカー ②官公庁，ユーザー	規格分科会：アンケート要旨　1)現行(昭和51年)JIS規格見直しの可否。2)改正に当っての具体的要望。3)アス舗装要綱規格に対する意見　を中心にメーカーならびに関係官庁，都道府県，主要道路・材料会社へアンケート表配布，改訂作業に当って，ひろく意見を蒐集。	アスファルト誌 106号（昭和51年4月） 106号「特集・アスファルトの研究」に発表
第30回アスファルトゼミナールに資料提供・講師派遣「アスファルトの品質」	根来一夫品質小委員長：原油，製造，生産場所，需要推移，規格，試験法，用途など。	第30回ゼミナールテキスト（昭和51年11月）
道路技術訪中団の一員に技術委員長参加	真柴技術委員長：昭和51年5月20日～6月10日，中国各地を訪問。同国の国情，道路，アスファルトなど帰国報告。	アスファルト誌 108号（昭和51年8月）
市販ストレートアスファルト性状調査（昭和51年度）	第4回性状調査，今回は，とくにJIS規格改正案検討の折から，アス舗装要綱との規格と併せて，性状チェックを行なった。	アスファルト誌 111号（昭和52年3月）
石油アスファルトJIS規格改正案を工業技術院へ提案(51/4～52/3)	工業技術院からの委託研究作業結果（50年8月～51年3月）ならびにメーカー，ユーザーのアンケート調査などをもとに，呼称，規格項目，規格値などの修正案をとりまとめ，工業技術院へ提出。	公表せず
日本道路協会へ舗装用アスファルトの規格項目について要望書提出（52/4）	アスファルト舗装要綱改訂に当り，本協会としての規格改訂原案をとりまとめ，かつアスファルトの製造，性状などの解説を行ない，原案改訂の説明材料とする。	公表せず
市販アスファルトの性状調査（昭和52年度）	今回よりJIS規格改正に当り，調査対象をストレートの他に，ブローンアスファルト，防水工事用アスファルトにひろげて性状調査を実施。	アスファルト誌 115号（昭和53年5月）
石油アスファルト絶対粘度試験方法制定の研究（52/6～53/6）	試験法分科会：重交通道路舗装用アスファルトの研究において提案されたセミブローンアスファルトの規格の中心となる60℃粘度の試験方法は測定方法，粘度計など，いまだ制定されていない。当分科会は，セミブローンが舗装要綱に規格採用されるに当って，試験方法制定のための照合試験研究を行ない，日本アスファルト協会試験方法を確立した。	アスファルト誌 116号（昭和53年8月）
石油アスファルト高温動粘度照合試験研究（52/6～53/6）	試験法分科会：上記の試験方法制定に当り，試験方法のうち最も精度のよい粘度測定法について照合試験研究を行ない，毛管式動粘度試験方法を確立した。	アスファルト誌 116号（昭和53年8月）

研　究　項　目	研　究　概　要	発表方法（年月）
日本アスファルト協会，石油アスファルト絶対粘度試験方法制定 JAA-001-1978	上記の試験法分科会の研究にもとづいて，技術委員会では，本協会初の試験方法制定を行なうこととし，内外の関係筋の了解を得て，日本道路協会舗装委員会へ提出後，本協会より公表。 アスファルト舗装要綱53年版セミブローンアスファルトの規格表にJAA-001が明記されている。	パンフレット （53年8月）
石油アスファルトの規格中の試験項目「三塩化エタン可溶分」照合試験研究（52/6～53/6）	試験法分科会：JIS，舗装要綱などの規格の試験項目にある「四塩化炭素」は毒性が多く，ASTM，東京都などにおいても他の試験方法に改められている。東京都規格の三塩化エタン溶剤を採用する方向にあるので，これの照合試験を行ない，三塩化エタンが安全性，衛生面，精度上から，四塩化炭素に代る試験方法として妥当であることを確認した。	アスファルト誌 116号 （昭和53年8月）
道路舗装に要するエネルギー量の研究（52/11～54/5）	建設省は省エネルギー対策の一環として，道路舗装(新設，補修，維持管理など）の必要エネルギーを研究することになり，本協会に対し資料提供の依頼があった。本協会は技術委員会を中心に，省エネルギー対策資料研究グループを臨時に設置し、舗装材料原単位など必要データの蒐集を行ない，検討を重ね研究レポートを作成，建設省へ提出。当レポートはアスファルト，コンクリート舗装別に道路構築上，必要とするすべての材料を集めた貴重なデータであるが，公正を期することとし，本協会から発表することは避けた。	建設省道路局へ提出 （昭和54年5月） （非公開扱い）
試験舗装用セミブローンアスファルトの性状調査に対する協力（照合試験）（53/9～54/7）	アスファルト舗装技術委員会試験舗装調査分科会が昭和53年度に実施した試験舗装に対し，技術委員会では，これに提供されたセミブローンアスファルトの性状調査を行なうため，全サンプルを蒐集し，JAA-001の試験方法などによって，照合試験を実施した。この結果，試験舗装へ提供したセミブローンの各メーカーの性状表と照合試験結果の性状表との差異は，ほとんどなく良好の結果を得た。	試験舗装調査分科会へ報告 （公表せず）
市販アスファルト性状調査 （昭和53年度）	第6回の調査も前年度と同じく，ストレート，ブローン，防水工事用に分けて，全メーカーの性状実績をとりまとめた。	アスファルト誌 121号 （昭和54年11月）
石油類規格体系見直し調査についてのアスファルト分科会の研究（53/4～54/3）	JISの石油関係規格を体系的に見直し，整理統合をはかることを目的とし，工業技術院はこれを石油学会に委託した。石油学会は製品別に分科会を設け，アスファルトについては本協会の技術委員長が分科会長となり，土研，東京都などの関係官庁，道路材料メーカーによる分科会構成によって検討の結果，11規格をすべてK2207石油アスファルトの1規格に包含することとした。	アスファルト誌 124号 （昭和55年6月）
石油アスファルトJIS規格の改正作業（54/4～55/12）	上記の石油学会アスファルト分科会は，ひきつづきJIS規格改正作業を行なうことになり，本協会技術委員会は品質小委員会が製品規格を，試験法分科会が試験方法をそれぞれ分担し，原案作成に協力した。改正されたJIS K 2207石油アスファルトは昭和55年1月に公布されている。	アスファルト誌 124号 （昭和55年6月）
市販アスファルト性状調査 （昭和54年度）	改正されるJISと舗装要綱の規格が適合するか否かについて，とくに留意して，ここ2～3年間，性状調査を実施，その照合を行なってきた。結果は満足のいく整合性を得ている。	アスファルト誌 124号 （昭和55年6月）
「日本の石油アスファルト100年の歩み」資料蒐集作業 （55/7～継続中）	編集委員会の委嘱をうけて，技術委員会では，明治，大正から今日までの日本のアスファルトの歩みを石油精製の歴史にからませて編纂することとした。全メーカーより各社のアスファルトを中心とするデータ蒐集を行ない，目下，資料の整理に入っている。	アスファルト誌 127号（昭和56年6月）に特集として掲載予定

調査委員会の活動

委員長　杉　浦　和　夫

調査委員会は，昭和32年12月，本協会の創立と同時に設置され（途中，昭和49年5月名称をそれまでの需給委員会から現在の調査委員会に変更），アスファルトの需要ならびに流通動向に関する調査活動を主たる事業として推進している。

最近のアスファルト需要の動向をみると，政府の公共事業抑制策により，大きく減退しており，一方，世界の原油事情は，一昨年のイラン政変ならびに最近のイラン・イラク戦争等複雑な様相を呈しており，とどまることをしらない原油の価格高騰と相まってアスファルト需給に及ぼす影響はますます厳しさを増している。

この様な状況から当委員会の役割は，一段と重要性を増していると認識している。

当委員会の活動現況の中で主だったものを幾つか拾い上げると次の如くである。これらの調査活動を推進するために当委員会の下に幹事会および必要に応じ専門グループを設けている。

1　アスファルトの需要関係の実態調査

アスファルトの需要量は，昭和48年度の515万t をピークとして，石油ショックで大幅に減少し51年度より徐々に回復，53年度では，これまでの史上最高の522万t を記録するに至った。しかし54年度においては，政府の公共事業抑制策により再び514万 t と減退した。
また55年度については引続き政府の公共事業抑制策が進められているのでさらに減少する見通しにある。

このような情勢の中で当委員会としては，アスファルト需要に関する資料の蒐集・整備等基礎的な調査活動を展開している。さらに，アスファルト需要の大部分は道路用であることから，密接な関係にあると考えられている道路投資額についても専門グループを設け，その資料蒐集と両者の関係について分析調査等を行っている。

2　ブローンアスファルトの実態調査

アスファルト全体に占めるブローンアスファルトの構成比は，約6～7％であるが用途は多岐にわたっており今後さらに需要拡大が期待できる測面も考えられるので毎年専門グループでその需要実態調査を行っている。またブローンアスファルトについては，その需要の主力が建材用として使用されているので専門グループとしては関係のある建築物着工床面積とブローンアスファルトとの関係についても資料の蒐集等を行っている。

3　アスファルトの流通実態調査

アスファルト需要は，政府の公共事業施策如何により年度単位でも大幅なバラツキがあり，さらに年度内においても季節変動が大きく最近3年間の平均でみても平均値420千t 最大値564千t 最少値241千t というバラツキを示している。このことは，需要家に対する安定供給を確保するため流通上の設備負担を余儀なくさせている。この様な観点から将来に対しての円滑な設備投資の指針となるよう流通設備等の実態調査を行っている。

4　アスファルト需要開発のための調査

最近の原油情勢は，長期的な需給タイト化の見通しの中で高価格化と重質化が進んでいること，財源ネックによる道路投資の停滞見通しの中で，アスファルト需要は，厳しい見通しにおかれていること，またエネルギー源の有効利用といった観点等から従来の需要分野にとどまらず，新規の需要分野開拓も必要になってきているので，これに関した資料の蒐集等基礎的な調査を行っている。

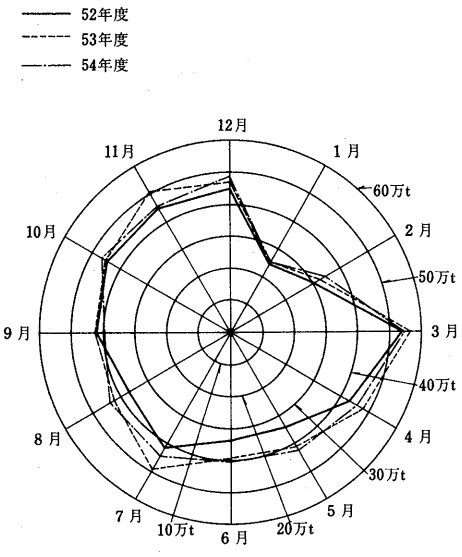
以上の他①アスファルト需給に関する統計資料②アスファルトポケットブック等を定期的に発行し，会員各位ならびに関係先に配布供与するとともにアスファルトに関する内外の図書，資料，論文，情報等の蒐集整備も行っている。また委員各位の識見を高めるため毎年関係施設等の見学を兼ね研修会をも行っている。

なお今後の当委員会の活動にあたっては，基本的には従来の方針を踏しゅうしてゆきたいと考えているが，とくに需要動向については，最近の財源難から道路整備がきわめて厳しい見通しにたたされていることから，道路用以外の需要分野にも十分注目してゆく必要がある。

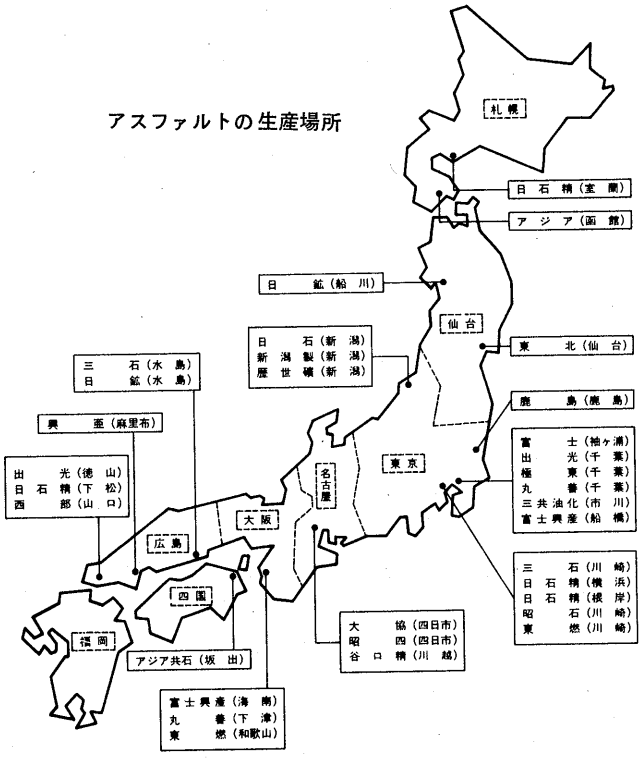
いずれにしろ今後も石油情勢は，複雑かつ流動的な見通しにあり，アスファルトの需給・流通に関しても多大の影響が予想される。

以上，私見にわたるところもあるが，上述のように厳しい客観情勢にあるので今後会員各位の御協力を得ながら意義ある調査活動を展開してゆきたいと考えている。

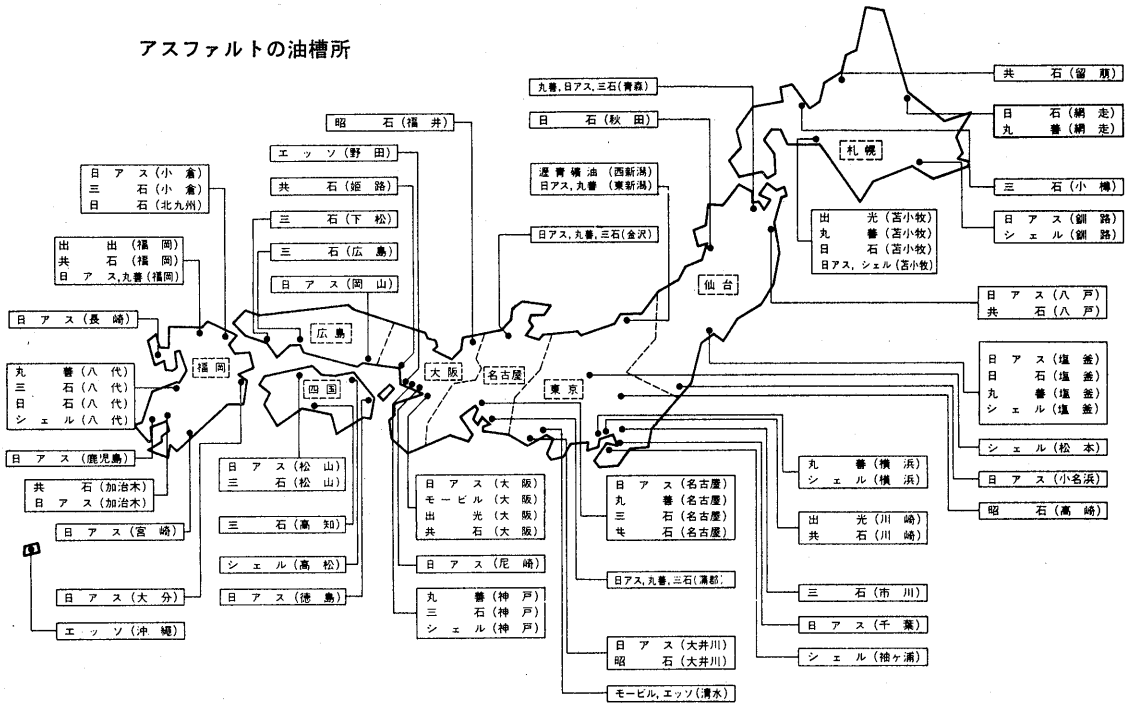
アスファルト需要量の月別変動



アスファルトの生産場所



アスファルトの油槽所



〔注〕 1）昭和55年3月現在
2）精製・元売会社分のみで特約店・需要家分は除く。

アスファルトゼミナールの実績と役割

ゼミナール委員長　加　藤　兼次郎

昭和36年11月，本協会主催の第1回アスファルトゼミナールが開催されて以来，来春2月，高松市において予定されているゼミナールまで含めると，実に第42回目を迎えるに至っている。

第1回開催から今日まで，当ゼミナールは，一貫して建設省道路局のご指導ご協力をいただき，アスファルトならびにアスファルト舗装技術の研究開発，技術の向上に寄与するところが大であると自負している。また，当ゼミナールが，その時代，時代に育っていった若手技術者の技術育成に側面から貢献するところも，少からずあったものとこれまた自負している次第である。

さらに話を大きくすれば，技術講習会形式のゼミナールは，昭和20年代後半より，全国各地の関係機関において小規模ながら開催されていたものと思われるが，本協会が昭和36年に第1回を開催したゼミナールが，全国規模の――全国の技術者を対象として開催参加を呼びかけたもの――が，わが国としては初の道路関係ゼミナールであろうと自負している。

本協会主催のアスファルトゼミナールは，第3次道路整備5カ年計画による目ざましい舗装技術の進展にあわせ，道路舗装へのアスファルトの需要が著しく増加するものと予想され，この機会に全国へのアスファルトの浸透を目的に開催を企画し，今日に至っている

当ゼミナールの目的は，昭和30年代，40年代のそれぞれの時代の要望に，ひろく応えることができ，本協会のアスファルトの需要開発，需要進展の事業目的に対し，その使命を全うしてきたものと考える。

しかしながら，戦後から昭和40年代までの安価にして大量に消費される〝もの〟の時代は終り，いま迎えている昭和50年代は，アスファルトを含める舗装材料は，高品位，高価格の時代となっている。当然，アスファルトゼミナールの開催内容も，この時代の要請に応えるための企画を盛り込み，全国関係筋各位を対象として，今後もひきつづき開催していきたいと考え，委員会において研究を重ねている。今後をご期待いただきたい。

開催の概要

第1回	昭和36年11月	東京
第2回	36年6月	名古屋市
第3回	37年12月	東京
第4回	38年2月	札幌市
第5回	38年6月	会員のための講習会・見学会（宝塚市講習会・名神高速道路鍋田干拓地見学）
第6回		
第7回		
第8回	38年11月	大阪市
第9回	39年6月	広島市
第10回	39年6月	〃　パネルディスカッション
第11回	39年11月	東京　パネルディスカッション
第12回		
第13回	40年2月	仙台市
第14回	40年6月	福岡市
第15回	41年4月	金沢市
第16回	42年9月	東京
第17回	43年12月	名古屋市
第18回	44年11月	岡山市
第19回	45年11月	福岡市
第20回	46年2月	新潟市　パネルディスカッション
第21回	46年6月	和歌山市
第22回	46年7月	鹿児島市
第23回	47年2月	札幌市
第24回	47年7月	高松市
第25回	48年2月	仙台市
第26回	48年7月	広島市
第27回	49年11月	京都市
第28回	50年10月	鹿児島市
第29回	50年12月	山形市
第30回	51年5月	東京　会員研修会
第31回	51年7月	甲府市
第32回	51年12月	札幌市
第33回	52年5月	東京　会員研修会
第34回	52年11月	東京
第35回	53年6月	東京　会員研修会
第36回	53年11月	京都市
第37回	54年6月	土木研究所見学会・会員研修会
第38回	54年11月	名古屋市　会員研修会
第39回	55年12月	仙台市
第40回	55年7月	東京　会員研修会
第41回	55年11月	港湾技研見学会・会員研修会
第42回	56年2月	高松市

アスファルト舗装技術研究グループ　第7回研究報告

舗装管理システムに関する海外の動向(2)

阿　部　頼　政*

今回は，舗装管理システムで実用化されているもののうちから，ＳＡＭＰ－５の概要を紹介する。担当は東京都土木技術研究所の竹田敏憲氏であり，報告の流れとしては第５回（アスファルト誌，No. 122，阿部忠行氏担当）研究報告の続編にあたる。

舗装管理システムは，現在アメリカを中心としてさかんに研究されている課題であるが，アメリカがこの研究に着手するに至った経緯をここで簡単に考察しておこう。

第２次大戦終了当時，アメリカの自動車保有台数は約3,000万台（ちなみに，わが国は現在約3,500万台）であった。その後，産業の活発化とともに自動車保有台数は急速に伸び，1960年には7,000万台に達している。この15年間には道路舗装の重要性が広く認識されると同時に，舗装技術の発達に対する要望もとみに強くなっていったことは想像に難くない。

1950年代，10年間の才月と100億円の巨費を投じて行なわれたＡＡＳＨＯ道路試験は，膨大な実験データを提供した。ＡＡＳＨＯ道路研究委員会の報告書に盛り込まれたサービス指数，舗装厚指数の概念などの成果もさることながら，貴重な実験データはその後の各種設計法に大きな影響を及ぼしていく。すなわち，1960年以降現在に至るまで，ＡＡＳＨＯの実験結果に適合するかどうかが舗装設計の重要な目安となってきている。

しかし，一方ではＡＡＳＨＯの解析も一段落した1960年代後半から，二つの新しい動きが活発化する。多層弾性論の舗装設計への導入と，舗装管理システムの研究である。この両者は，初期にはそれぞれ単独に発展してきたが現在では前者が後者の一部に取り入れられるという形で緊密に結びつきつつある。両者に関する研究がこのように急速に進歩するようになってきた背景には，コンピュータの発達，普及という大きな原動力があったことは言うまでもなく，両者ともコンピュータの利用を前提としている。このように，理論的にあるいはそれをもとにして組織的に舗装をとらえようとする動きは世界的なものであり，わが国でも近い将来に重要な課題としてとりあげられる時期が来るものと思われる。

舗装の管理システムといっても，その目的とするところは決して目新しいものではなく，舗装の管理に必要な計画，設計，施工，維持，修繕を統一的にとらえようとするだけである。ただ，計画の段階で舗装が破壊した後の数回のオーバーレイまで考慮に入れ，トータルコストで議論をしようとする点が従来とは異なったスケールの導入と言えよう。設計にあたっては舗装構造，材料，オーバーレイ厚さ等，各段階でいくつかの候補があるため数多くの組合せ（選択の方法によっては数百）が生じ，その一つ一つについてトータルコストを計算するのは大変であるが，これはコンピュータが代行してくれる。すなわち，コンピュータの役割は単なる計算時間の短縮と考えてよい。舗装技術者の役割は，交通量や破壊の予測など，やはり工学的な問題の解決にあり，コンピュータのプログラミングなどを特に勉強する必要はないと言ってよかろう。しかし，システムの中でこれまでの経験および技術がどのように使用されているかという点については是非知っておく必要があろう。実用化されているプログラムをとりあげた今回の報告は，その意味で色々と参考になる点が多いのではないかと考えている。

＊日本大学理工学部助教授

舗装管理システムについて

SAMP-5 *(Systems Analysis Method for Pavements)*

1. はじめに
2. SAMP－5までの変遷
3. SAMP－5
4. 解析例による検討
5. 今後の改良について
6. おわりに

竹　田　敏　憲*

1. はじめに

今回は舗装管理システムに関する海外の動向[1]の第2回目として，実際に運用しているシステムの中からＳＡＭＰをとりあげ，その概要を紹介する。

ＳＡＭＰは，実用舗装システムとして最も早く公表されたＦＰＳをさらに改良発展させたものである。本報告では，まずＦＰＳが開発されてからＳＡＭＰとなり，さらにＳＡＭＰ－５として確立されるまでの経緯を述べ，次にＳＡＭＰ－５プログラムの内容を舗装厚の設計例を交えながら紹介する。そして最後に，ＳＡＭＰ－５の改善点とＳＡＭＰ－６やその後の発展性について簡単にふれる。現在ではすでにＳＡＭＰ－６が公表されているにもかかわらず，とくにＳＡＭＰ－５をとりあげたのは，プログラムが入手でき，内容が把握されたためである。

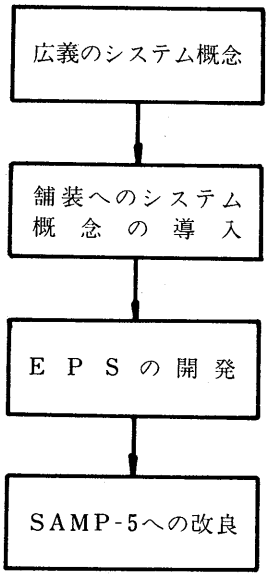
なお紹介にあたっては，National Cooprative Highway Research Program Report（ＮＣＨＲＰ）－139[2]とR. Hass and W. R. Hudson著によるPavement Management Systems（1978 McGraw-Hill）[3]を主に参考にした。

2. ＳＡＭＰ－５までの変遷

舗装にシステムの概念が導入されてから，ＳＡＭＰ－５が開発されるまでの過程は，おおまかに図－１のように表わすことができる。本章ではこの流れにそってその概要を述べる。

(1) システム概念について

舗装のシステム化に関しては，諸外国ではかなり以前から論議されていた。これらの情報については，南雲ら[4]によって詳細に紹介されている。その報文の中では，わが国への適用性についても検討が加えられており，参考になるものと思われる。



図－１
ＳＡＭＰ－５までの変遷

システムとは多くの定義をもつ巾広い概念であり，いろいろな表現方法がとられている。ＮＣＨＲＰ－139では，システム解析の段階を図－２のように示している。問題を解析するには，問題に対する認識と理解は欠かせないものである。

まず最初の段階で問題を設定する。次にシステムを組立てる上で必要な条件を定義し，問題をモデル化することになる。そしてこのモデルを解き，その解を比較検討し選択する。最終的な選択は諸々の条件を考慮して決定者が行う。このようにして選択されたものを実行へ移し，最後に実用性能をチェックする。実用性能が満足されていなければ，このサイクルを繰返す。あわせてシステムの各段階では，システムを改良するために必要なデータを収集する。

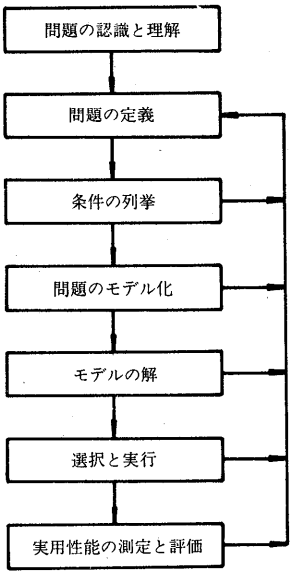
＊東京都土木技術研究所舗装研究室

(2) 舗装へのシステム概念の導入

以上のような広義の考え方を舗装へ導入するにあたって，Finnらは舗装システムの概念を図－3のように示した。舗装システムは①入力変数，②物理特性，③応答，④出力，⑤付属関数，⑥システム出力関数，⑦決定基準⑧選択，⑨実行などで構成されている。この図にそって，相互の関連性を示すと，次のとおりとなる。

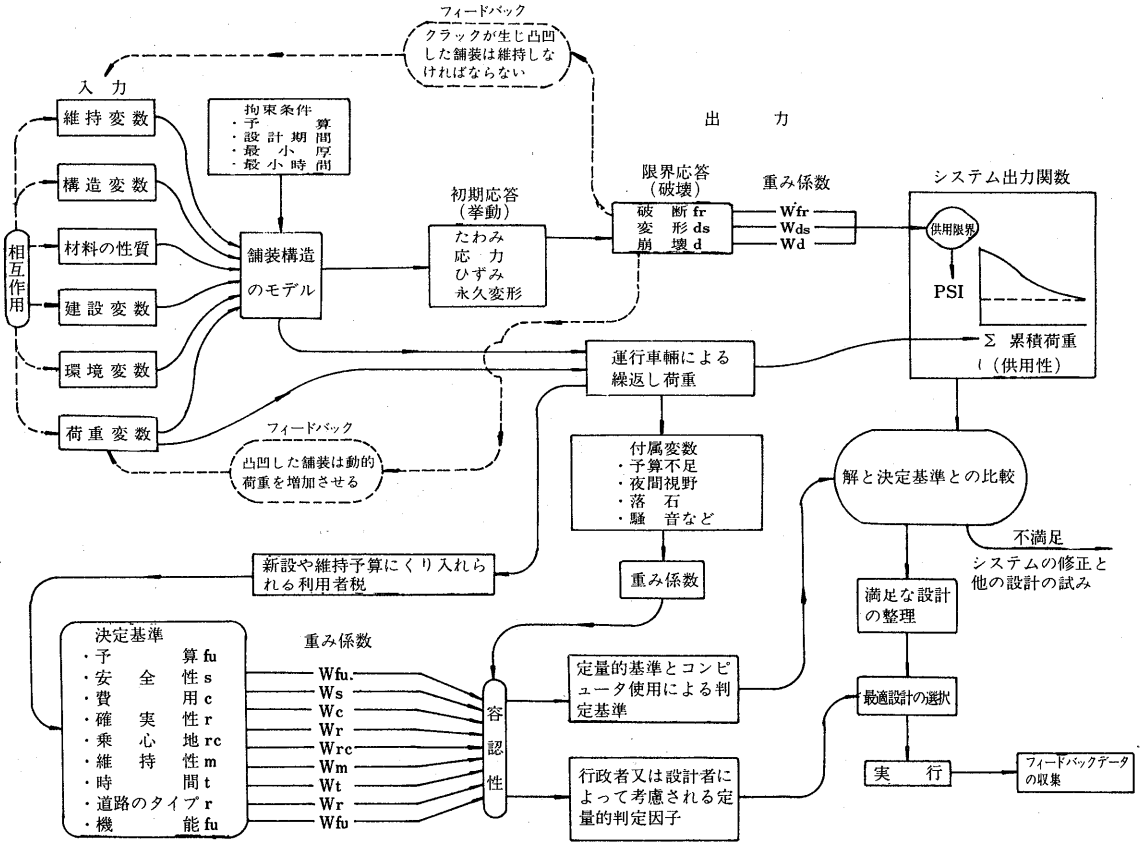
まず入力変数と拘束条件から舗装構造のモデルを設定する。入力変数は個々に独立しているものではなく，相互に影響し合っている。初期応答（たわみ，応力，ひずみ，永久変形）は，荷重や温度に対する挙動であり，破壊（破断，変形，崩壊）は初期応答が，ある限界に達したとき生じる。例えば路面に凹凸が生じると動的荷重が増加し，舗装を維持することが必要になる。このような場合には初期の入力変数（荷重変数および維持変数）へフィードバックして入力条件を変更する必要が生じる。

出力関数は，実際に通過した繰返し荷重とサービス指数の関係で，供用性履歴として表現される。



図－2 システム解析の段階

決定基準には予算，安全性……などが含まれており，各因子ごとに許容出来る水準を設定する。許容水準には付属の関数として予算不足，夜間視野……などを考慮す

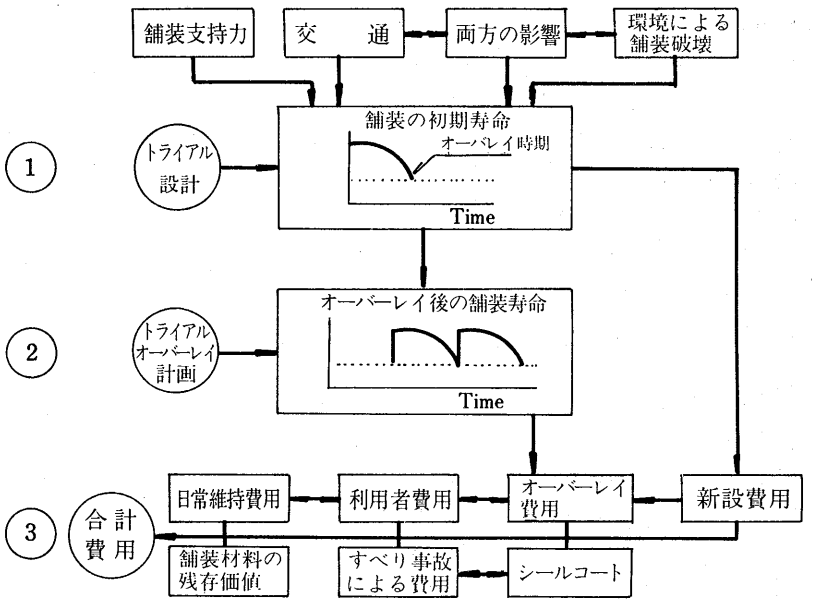


図－3 飾装システムの概念図

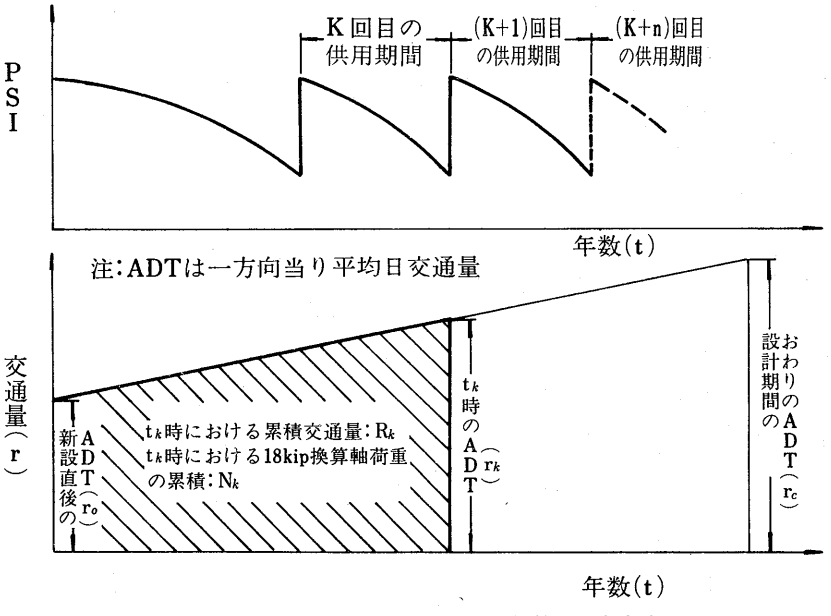
る。そして決定基準と先に計算された実際の供用性履歴とを比較することにより，諸条件を満足する設計が得られるかどうかを検討し，最適な設計が選択される。選択されたら実行する。さらに図－3には，いくつかのフィードバックや相互関係が含まれているが，Finn らはそれらを定量的に関係づける難しさを指摘している。

このように舗装システムを概念化することは，舗装へシステムという概念を導入するための基本であり，問題の解決をはかるうえでも非常に有効である。しかし，現実の問題に適応するために最も重要なことは，図－3に述べたような概念をモデル化することである。

舗装システムの実用化に関する研究は，1962年にＴＴＩ(Texas Transportation Institute)の Scrivner らによって開始された。[5] ＴＴＩの研究の第一段階は1968年に終結され，ＦＰＳ－3プログラムとして公表された。[6] ＦＰＳ－3は最初につくられた実用舗装システムであることから，舗装設計の分野におけるシステム導入の大きな成果として各機関や研究者に評価されている。ここではＳＡＭＰの理解を容易にするために，その母体となるＦＰＳの内容について簡単にふれる。



図－4　ＦＰＳの概要



図－5　t_k時における累積18 kip換算軸数の算出方法

(3)　ＦＰＳ
(Flexible Pavement Design Systems)

ＦＰＳを開発した目的は計画，設計，供用，維持などの流れを有機的に結びつけることである。ＦＰＳの概要を図－4に示す。図－4の流れは次のとおりである。

①種々の設計条件に基づき新設時の舗装設計を行い，あわせて最初のオーバーレイまでの供用履歴の予測を行う。

②次にオーバーレイ設計を行い，新設時の設計と同様にオーバーレイ後の供用履歴の予測を行う。

③費用計算を行う。

最終的に選択される舗装断面は，費用計算との関連から最も経済的なものとなるように繰返し計算される。この流れはＳＡＭＰにおいても全く同様である。

次に供用履歴の予測方法と費用計算について詳述する。

1）供用履歴の予測

新設時およびオーバーレイ設計時には，設計寿命の予測が伴うが，ＦＰＳでは設計寿命の予測を供用履歴に関連づけて求めている。供用履歴を予測するには①交通荷重予測式，②たわみ予測式，③供用性予測式の３つの式が必要である。まず交通荷重予測式により設計期間に予測される18 kip（8.2 t）軸荷重の累積とたわみ予測式から，ダイナフレクトによって生ずる舗装表面の曲率指数を予測する。この結果を供用性予測式に代入することによって，供用履歴が予測出来る。各式の詳細は次のとおりである。

①交通荷重予測式

交通荷重の予測では，設計期間に予測される18 kip（8.2 t）換算軸荷重の累積を求める。そのための式にはTexas Highway Departmentで最初に開発されたものを用いている。交通荷重予測式は以下のようにして求められるものである。**図－5**において，新設時からK番目の供用期間のおわり（t_K）における平均日交通量（r_K）は次式で求められる。

$$r_K = \frac{t_K(r_C - r_0)}{t_c} + r_0 \quad \cdots\cdots(1)$$

t_K 時における累積交通量（R_k：斜線部分の面積）は，次式で求められる。

$$R_k = \frac{(r_0 + r_c)}{2} \cdot t_K \quad \cdots\cdots(2)$$

(1)式と(2)式からR_kは次式のように変換できる。

$$R_K = r_0 t + \frac{t_K^2(r_c - r_0)}{2t_c} \text{（台／－方向）} \quad \cdots\cdots(3)$$

また，累積交通量を18 kip（8.2 t）換算軸荷重の累積に直すと，

$$N_k = \frac{N_c}{t_c(r_0 + r_c)} \cdot \left[2r_0 t_k + \frac{r_c - r_0}{t_c} \cdot t_k^2\right] \quad \cdots(4)$$

となる。ここで，

t ＝新設からの年数

N＝年数 t の間に一方向を通過する18 kip（8.2 t）換算軸荷重の累積（万回）

t_c＝解析期間の長さ（年）

N_C＝ t が t_C のときのN

N_k＝ t がt_KのときのN

r_0＝ t が０のときの一方向当り平均日交通量

r_c＝ t が c のときの一方向当り平均日交通量

t_k＝K供用期間の終り，または次の期間の始まる t_0＝０のときの t の値

(4)式で新設から t_K 年経過した時点での18 kip（8.2 t）換算軸荷重の累積が求まる。

②たわみ予測式

たわみ予測式は，舗装を構成する材料の強度係数と厚さから，ダイナフレクトによって生じる舗装表面のたわみ形状を予測する式である。舗装表面の曲率指数（S）は次式で求める。

$$S = W_1 - W_2 \quad \cdots\cdots(5)$$

ここに $W_j = \sum_{k=1}^{n+1} \Delta J_k$

$$\Delta J_k = \frac{C_0}{a_k c_1}\left[\frac{1}{r_j^2 + C_2(\sum_{i=0}^{k-i} a_i D_i)^2} - \frac{1}{r_j^2 + C_2(\sum_{i=0}^{k} a_i D_i)^2}\right] \quad \cdots\cdots(6)$$

$a_0 = D_0 = 0$

a_i＝舗装の i 番目の層の強度係数（$i = 1, 2 \cdots\cdots n$）

D_i＝ i 番目の層の厚さ：インチ

W_j＝ダイナフレクトの j 番目のセンサにより検出されたたわみ量

r_j＝ダイナフレクトの荷重点から j 番目のセンサまでの距離：インチ（$r_1^2 = 100, r_2^2 = 244$）

n＝層数（ただし路床を除く）

C_0，C_1，C_2は実験常数であり，$C_0 = 0.891$，$C_1 = 4.503$，$C_2 = 6.25$ である。

ダイナフレクトによって測定されるたわみは**図－6**に示すように５点である。各点におけるたわみ量（W_j）は各層のたわみ量（ΔJ_K）の累積で求められる。またΔJ_Kは舗装厚指数（ＳＮ）と荷重点からの距離（r_j）の関係から(6)式で求められる。

表面曲率指数（S）は，荷重点から１番目，すなわち荷重に一番近いセンサで検出されたたわみ量と，２番目のセンサにより検出されたたわみ量の差である。なおダイナフレクトに関する詳細は，文献[7)8)]が参考になる。

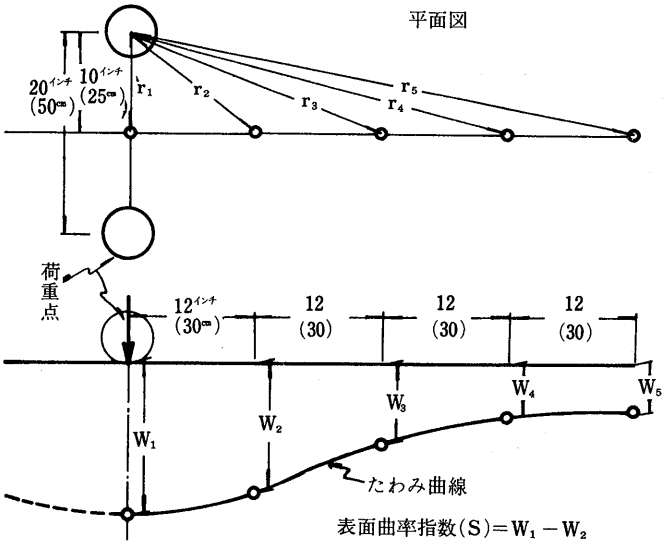
③供用性予測式

Scrivnerは，供用性予測式を得るために，ＡＡＳＨＯ道路試験で開発された供用性因子に，たわみのデータを関連づけた。さらにこのようにして得られた供用性予測式に，２つの膨張性粘土変数（b_K，P'_2）を考慮して修正した。供用性予測式は次式で表される。

$$Q_2 = \frac{53.6(N_k - N_{k-1})S^2}{\bar{\alpha}} + Q'_2[1 - e^{-b_k(t_k - t_{k-1})}] \quad (7)$$

ここに〔　〕の項は膨張性粘土の影響であり，

b_K＝K番目の供用期間に適用される膨張性粘土変数



図－6　ダイナフレクトのセンサの位置とたわみ曲線

t_K ＝K番目の供用期間の終り

である。

Q（供用性の減少関数）＝ $\sqrt{5-P}-\sqrt{5-P_1}$

Q_2 ＝PがP_2のときのQ

$Q_2'=\sqrt{5-P_2'}-\sqrt{5-P_1}$

α（日温度常数）＝½（最高日温度＋最低日温度）$-32°F$

$\bar{\alpha}$ ＝ある地域における代表的年変均値であり，次のように定義される。

$$\bar{\alpha}=\frac{n}{\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{1}{\alpha_i}\right)}$$

ここで，

n ＝1年間の日数

α_i ＝その年の i 日目のα値

P＝t 時期におけるサービス指数

P_1＝新設またはオーバーレイ施工直後に期待されるPの値

P_2＝オーバーレイが施工される際の基準値P

P_2'（膨張性粘土パラメータ）＝ $t=\infty$ における交通のないときの仮定値P，一般的に $0\leq P_2'\leq P_1$

供用性は時間とともに減少するが，ある時期における供用性の予測は，交通荷重の予測式(4)式と，たわみ予測式(6)さらに，日温度の年平均値とから(7)式で行う。また(7)式では膨張性粘土の影響を考慮している。

以上のようにして供用履歴が求まると次に費用の計算を行う。

2）費用計算

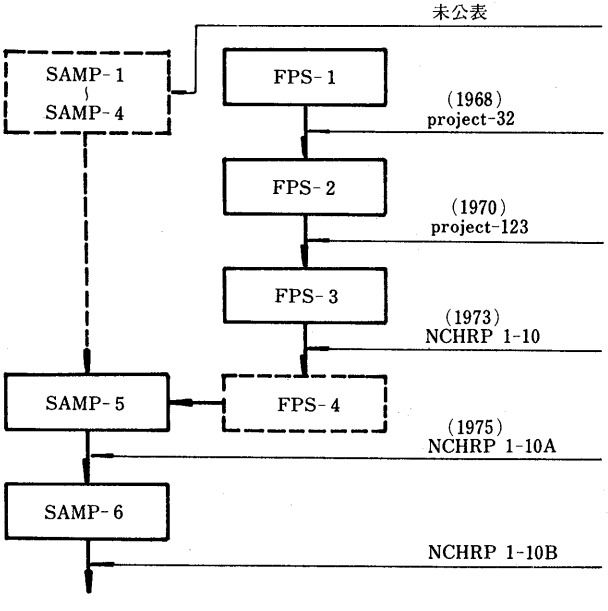
解析で得られる費用は①新設費用，②日常の維持費用③定期的なシールコート，④サービス性を維持するためのアスコンによるオーバーレイ，⑤交通渋滞により利用者がこうむる損失，⑥残存価値である。これらすべての費用を解析期間中の舗装構造の全費用に組入れ，現在の価値に換算する。

さらにコンピュータプログラムの運用にあたっては，次のような制御が設計者（あるいはプログラム利用者）によって与えられなければならない。それは①新設するために使用出来る最大予算，②材料の最小および最大厚③新設時の最大合計厚，④最大オーバーレイ厚である。

以上がＦＰＳの概要である。ＳＡＭＰはＦＰＳを改良発展させたものであるが，システムの内容には本質的な違いはない。改良点のうち最も大きな点は供用性予測式の中にある。ＦＰＳではすでに述べたように，供用性予測式の中で舗装構造の強さの履歴を，舗装表面のたわみで表現していたが，ＳＡＭＰでは舗装厚指数（ＳＮ）によって行っている。

3. ＳＡＭＰ－5

ＳＡＭＰはＮＣＨＲＰの一部として，1966年にFred. N. Finn, W.R. Hudson, B. Frank, McCulloughの研究



図－7　ＦＰＳとＳＡＭＰの関連

チームによって開発された。ＦＰＳとＳＡＭＰの関連性及びその後の進展は**図－７**のように表わすことができる。図に示すように，ＳＡＭＰはＦＰＳを発展させたものであり，ＦＰＳ－４がＳＡＭＰ－５に相当する。ＳＡＭＰ－５はアメリカのカンサス，フロリダ，ルイジアナの各州において実用に供されており，実行一修正の繰返しによりかなり精度の高いシステムになりつつある。現在ではＳＡＭＰ－６も公表されており，ＮＣＨＲＰ１－10ＢではさらにｓＡＭＰ－７への発展性をも示唆しながら，改良点を検討している。

本章ではＳＡＭＰのうちＳＡＭＰ－５をとりあげ，その概要を述べる。

(1)　システムの概要

システムの流れを**図－８**に示す。設定した入力条件に基づいて舗装断面を設定し，最初のオーバーレイまでの寿命を予測する。次に供用性の基準値にてらして，経済性を考慮したオーバーレイ計画を行う。最後に費用計算をし，アウトプットされたいくつかの設計断面の中から設計者が採用する断面を選択する。

図－８の流れの内容を大きく分類すると，新設時の舗装厚設計，オーバーレイ設計，費用計算，設計断面の費用による順位決定の４つに分けられる。

１）新設時の舗装厚設計

新設時の設計では，使用材料の厚さや各層の組合せを選択し，舗装厚指数を計算する。舗装厚指数を決定する際には，まず供用性モデルを設定しなければならない。

供用履歴の予測は，新設時のみならず後述するオーバーレイの設計時でも必要になるが，ここで予測の方法について述べる。供用履歴の予測には，３つの式と１つの不等式が必要である。すなわち，供用後のあるサービス指数に対して必要な舗装厚指数を予測するのに，18 kip（8.2 t）換算軸数の累積を求める交通荷重予測式と，ＡＡＳＨＯ舗装厚指数を求める構造式が基本になっている。各式は次のとおりである。

１）交通荷重予測式

ＦＰＳで用いた式と同じである。

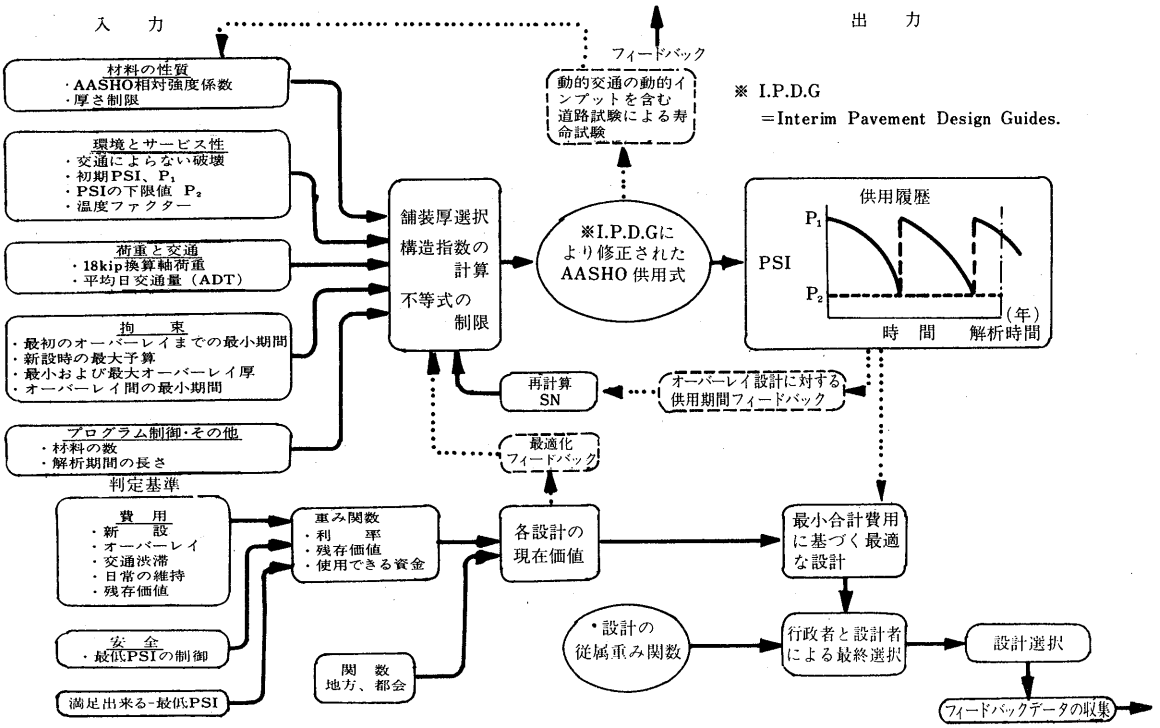
２）構造式

構造式はＡＡＳＨＯ道路試験の結果を利用しており，次のとおりである。

$$SN^* = A_1D_1 + A_2D_2 + \cdots\cdots + A_nD_n \cdots\cdots\cdots (8)$$

ここにＳＮ*＝舗装厚指数

A_i ＝ i 層目のＡＡＳＨＯ相対性強度



図－８　ＳＡＭＰシステムの概要

D_i = i 層目の厚さ

n =路床より上の層の数

3）供用性予測式

供用性予測式は，NCHRPレポート128[9]に示された交通荷重による式に，交通によらない破壊の影響を考慮して修正したものである。AASHO Interim Guide[10]では，設計時に初期のサービス指数（P）を与えておいて，必要なSNを算出する方法と，設計時に定めたSNに対してPを予測する2通りの場合がある。あるサービス指数（P）に対する必要舗装厚指数は次式であらわされる。

$$SN = \frac{1.051\,(N_t \cdot R)^{0.1068}}{10^{0.03973(ss-3)} \times 10^{1/\beta_{18}} \times (g-g')} - 1 \quad \cdots\cdots\cdots(9)$$

ここにSN＝舗装構造に必要な舗装厚指数

N_t＝設計期間に予測される18kip（8.2 t）換算軸荷重の累積

SS＝路床支持力

R ＝地域係数

$\beta_{18} = 0.4 + 0.081\,(19)^{3.23}/(SN^* + 1)^{5.19}$

$g = (P_1 - P_2)/(P_1 - 1.5)$

$g' = [M^2 + 2M(5 - P_1)]/(P_1 - 1.5)$

$M = (5 - P_2' - 5 - P_1)(1 - e^{-b_K \cdot t_K})$

ここにP_1 ＝初期サービス指数

P_2'＝非交通破壊の下限

b_K＝K回目の供用期間の初めにおける非交通破壊率

t_K＝K回目の供用期間の長さ

(9)式では，路床支持力，交通荷重，地域係数の設計条件から初期のサービス指数に対する必要舗装厚指数が求められる。

4）不等式

不等式はAASHO Interium Guide[10]によっている。この方法は種々の設計条件と設計寿命から舗装厚を決定するものである。設計条件は路床支持力，交通荷重，各層の相対性強度，地域係数であり，設計期間は20年間としている。

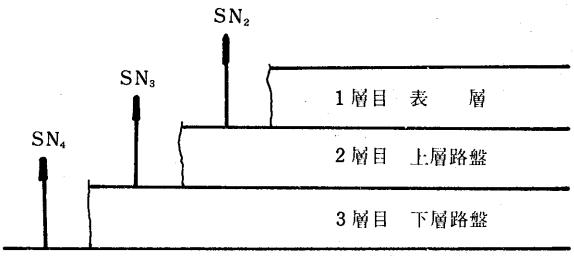
舗装厚は各設計条件に基づき，ノモグラフ[10]から各層より上の部分のSNを求め次式により決定する。

$$D_1 \geq \frac{SN_2}{A_1} \quad \cdots\cdots\cdots(10)$$

$$SN_2^* = A_1 D_1 \geq SN_2 \quad \cdots\cdots\cdots(11)$$

$$D_i \geq \frac{SN_{i+1} - SN_i^*}{A_i} \quad i = 2, \cdots\cdots n, \quad \cdots\cdots\cdots(12)$$

$$SN_{i+1} = SN_i^* + A_i D_i \geq SN_{i+1}, \; i = 2, \cdots\cdots n \cdots\cdots(13)$$



図－9　AASHO Interim Guideによる舗装厚の決定方法

図－9において，1層目の必要舗装厚（D_1）は，ノモグラフから求めた舗装厚指数（SN）と，相対性強度（A_1）との比から不等式(10)を満足するように決定する。最終的に必要な舗装厚指数（SN*）は(11)により求まる。

2層目以下の必要舗装厚（Di）は，（i ＋1）層から上のSNから，i 層より上の最終的に計算されたSN*との差と，i 層目の相対性強度（Ai）との比が(12)式を満足するように求める。最終的に計算された SN_{i+1} は(13)のように求められる。

SAMPにおける供用履歴の予測は，舗装厚指数（SN）を使って以上のように行う。ダイナフレクトたわみによったFPSとの違いが明らかであろう。

さらに新設時の設計では次の3つの拘束条件を滞足させることが必要である。

① 新設するために使用する費用が，最大予算をこえないこと。

② 所要最大合計厚をこえないこと。

③ 最初のオーバーレイ（P_2になる）までの最大許容期間を満足すること。

新設時の設計で以上の3条件が満足されるなら，次にオーバーレイ設計の段階へと進むことになる。

(2) オーバーレイ設計

オーバーレイ設計には次のような変数が用いられている。

① サービス指数の下限値：P_2

② 解析期間の長さ：L

③ オーバーレイ厚の制限（最大および最小）

SAMP－5では，AASHO道路試験で得られた供用性モデルと同様に，舗装のサービス性が下限値（P_2）に達するとオーバーレイをする必要があるとした。またオーバーレイ厚の組合せと回数は，最も経済的なものとなるように繰返し計算によりなされる。

(3) 費用計算

SAMP－5で計算する費用は，①新設費用，②オー

バーレイ費用，③維持費用，④交通渋滞により利用者がこうむる損失，⑤残存価値の５つである。

それぞれの費用はプログラムの中にインプットされた利率を用いて，現在の価値に換算しており，換算した費用の合計がトータルコストになる。

(4) 設計断面の順位決定

いくつかの断面において計算されたトータルコストは，安い順に分類される。この結果はアウトプットとして舗装断面が一覧表になって打出される。

4. 解析例による検討

システムの理解を深めるために，本章ではＳＡＭＰ－５プログラムによって具体的に，入力と出力の例を掲げるとともに，出力に対する変数の影響を調べるための影響度解析について述べる。

入力および出力の例には，実際に数値を与え計算例として示した。ＮＣＨＲＰ－139ではドルおよびヤード・ポンドで表示しているが，わかりやすくするために図には円およびメートル・キログラムに換算したものも併記した。

(1) 入力（インプット）

入力の例を**表－１**に示す。入力変数は，１）材料特性，２）プログラム制御，３）環境およびサービス性変数，４）荷重および交通変数，５）拘束変数，６）交通渋滞変数，７）維持変数の７つに大別される。また各変数は以下のように分類される。

１）材料特性

①単価（ドル／ヤード^3），③強度（ＡＡＳＨＯ相対性強度），③最小厚（インチ），④最大厚（インチ），⑤残存価値（％），⑥路床支持力（Ｓ）

２）プログラム制御

①アウトプットのページ数（10設計／ページ），②層の合計数（路床を除く），③解析期間の長さ（１年），④各車線の幅（フィート），⑤利率または金の時間的価値（％）

３）環境変数およびサービス性変数

①地域係数Ｒ，②新設直後のサービス指数ＰＳＩ ③オーバーレイ直後のサービス指数P_1，④サービス指数の最低限界P_2 ⑤交通によらない破壊因子による最終のサービス指数の最低限界P_2'，⑥交通によらない破壊因子がサービス指数を減ずる割合，

４）荷重および交通変数

①解析期間初期の平均日交通量ＡＤＴ，②解析期間最終の平均日交通量ＡＤＴ，③解析期間に通過する18kip換算軸数の合計Ｎ，④オーバーレイ区間を時間当りに通過するＡＤＴの率（％），⑤道路のタイプ（１－地方，２－都市）

５）拘束変数

①最初のオーバーレイまでの最小時間（年），②オーバーレイから次のオーバーレイに至る最小時間（年），③新設に必要な最大費用（ドル），④新設に必要な最小合計厚（インチ），⑤個々のオーバーレイの最小厚（インチ），⑥全オーバーレイのうちの最大厚（インチ）

拘束変数は，システムの決定権を有する舗装設計者（プログラム使用者）によって選択決定することになる。たとえば市街地道路の場合を例にとると，埋設企業者への掘削許可年数から，最初のオーバーレイまでの最小期間あるいはオーバーレイとオーバーレイの最小期間が決定される。またオーバーレイ厚は現状道路の幾何構造などを考慮して決定することになる。

６）交通渋滞変数

補修工事に伴う交通渋滞により利用者がこうむる損失である。

イ）オーバーレイと道路幾何による交通渋滞変数。

①アスコンの生産部 ②アスコンの密度 ③オーバーレイ区間内において交通が速度低下する距離，④オーバーレイ区間外において交通が速度低下する距離，⑤オーバーレイ区間を迂回する距離，⑥オーバーレイの１日当り施工時間

アスコンの生産率は，アスファルトプラントの生産能力を意味し，現地までの合材搬入回数が交通渋滞に及ぼす影響である。またアスコンの密度はローラーの転圧回数に関連し，施工機械が渋滞に及ぼす影響を示す。

ロ）交通スピードと渋滞による交通渋滞変数

①作業員（職員）や施工機械のためにストップする車の全交通量に対する比率（％），②作業員（職員）や施工機械のためにおこる平均渋滞距離と車速の比率（時）③オーバーレイ区間への平均到達スピード（マイル／時），④オーバーレイ区間を通過する平均スピード（マイル／時），⑤交通整理の方法

オーバーレイ施工中，施工機械や作業のために車線の一部あるいは多くが閉鎖され，一般交通のスピードを低下させたり，ストップさせることになる。また迂回などによる距離の増加を考慮する。このうち①，②，④については，オーバーレイ区間と非オーバーレイ区間の両方について計算する。

７）維持変数

①年間当り気温が32°Ｆ以下になる日数，②労働賃金，

表－1　入力の例

(1)　材料特性

層	コード	材料名	単価		強度係数		最小厚		最大厚		残存価値	路床支持力
			ドル/ヤード³	円/m³	AASHO	a_n	インチ	cm	インチ	cm	%	S
1	A	アスファルトコンクリート	10.00	3,270	0.44	1.00	6.00	15.2	8.00	20.3	50	0.00
2	B	砕石	5.00	1,650	0.14	0.32	5.00	12.7	8.00	20.3	50	9.20
3	C	砂利	2.00	654	0.11	0.25	5.00	12.7	10.00	25.4	50	6.90
		路床	－0.00	－0.00	－0.00	－0.00	－0.00	－0.00	－0.00	－0.00	－0.00	4.25

分類	変数	ドル・ヤード・ポンド表示		円・メートル・kgに換算	
(2) プログラム制御	① アウトプットのページ数	3	10設計/ページ	3	10設計/ページ
	② 層の合計数	3	層	3	層
	③ 解析期間の長さ	20	年	20	年
	④ 各車線の巾	12	フィート	3.66	m
	⑤ 利率または金の時間的価値	5.0	%	5.0	%
(3) サービス性変数および環境変数	① 地域係数：R	1.7		1.7	
	② 新設直後のサービス指数：PSI	4.2		4.2	
	③ オーバーレイ直後のサービス指数：P	4.2		4.2	
	④ サービス指数の最低限界：P_2	2.5		2.5	
	⑤ 交通によらない破壊因子による最終のサービス指数の最低限界：P_2'	1.5		1.5	
	⑥ 交通によらない破壊因子がサービス指数を減ずる割合	0.12		0.12	
(4) 交通変数および荷重	① 解析期間初期の平均日交通量：ADT	10,000	台/日・方向	10,000	台/日・方向
	② 〃 最終 〃 ：ADT	20,000	〃	20,000	〃
	③ 解析期間に通過する18Kip換算軸荷重の累積：N	5,000,000	回	5,000,000	回
	④ オーバーレイ区間を時間当りに通過するADTの率	6.0	%	6.1	%
	⑤ 道路のタイプ（1－地方，2－都市）	1		1	
(5) 拘束変数	① 最初のオーバーレイまでの最小期間	2.0	年	2.0	年
	② オーバーレイから次のオーバーレイに至る最小時間	3.0	〃	3.0	〃
	③ 新設に必要な最大費用	5.00	ドル	1.250	円
	④ 新設に必要な最小合計厚	32.0	インチ	80	cm
	⑤ 個々のオーバーレイの最小厚	0.50	〃	1.27	〃
	⑥ 全オーバーレイのうちの最大厚	2.5	〃	6.35	〃
(6) 交通渋滞変数	イ）オーバーレイと道路幾何による交通渋滞変数				
	① アスコンの生産率	75.00	t/時	75.0	t/時
	② アスコンの密度	1.80	t/m³	1.80	t/m³
	③ オーバーレイ区間において交通が速度低下する距離	0.60	マイル	0.966	km
	④ オーバーレイ区間外 〃 〃	0.60	〃	0.966	〃
	⑤ オーバーレイ区間を迂回する距離	0.00	〃	0	〃
	⑥ オーバーレイの1日当り施工時間	8.00	時間	8.00	時間
	ロ）交通スピードと渋滞による交通渋滞変数				
	① 作業員（職員）や施工機械のためにストップする車の全交通量に対する比率				
	・オーバーレイ区間	5.00	%	5.00	%
	・非オーバーレイ区間	5.00	〃	5.00	〃
	② 作業員（職員）や施工機械のためにおこる平均渋滞距離と車速の比率				
	・オーバーレイ区間	0.150	時	0.150	時
	・非オーバーレイ区間	0.150	時	0.150	時
	③ オーバーレイ区間への平均到達スピード	50	マイル/時	80.45	km/時
	④ オーバーレイ区間を通過する平均スピード				
	・オーバーレイ区間	30	マイル/時	48.27	km/時
	・非オーバーレイ区間	50	〃	80.45	〃
	⑤ 交通整理の方法	3		3	
(7) 維持変数	① 年間当り気温が32°F以下になる日数	60	日	60	日
	② 労働賃金	2.05	ドル	500	円
	③ 設備の賃借料	2.50	〃	625	〃
	④ 地域特性を考慮した材料単価	1.00	〃	250	〃

注：1ドル＝250円で計算

表－2　出　力　の　例

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
材料の組合せ		A	A	A	A	ABC	ABC	ABC	ABC	ABC	AB
費用計算	新設費用	2.153	2.222	2.014	2.083	2.639	2.917	2.917	2.708	2.708	2.639
	オーバーレイ費用	1.127	1.092	1.309	1.262	.825	.558	.570	.802	.802	.863
	利用者費用	.271	.252	.303	.297	.203	.130	.138	.201	.202	.208
	日常維持費用	.588	.633	.594	.592	.624	.710	.714	.631	.633	.627
	残存価値	−.510	−.550	−.510	−.523	−.576	−.602	−.602	−.589	−.589	−.576
	合計費用	3,628	3,650	3,710	3,710	3,715	3,719	3,737	3,753	3,756	3,761
新設時の舗装厚設計	層の数	1	1	1	1	3	3	3	3	3	2
	層厚(インチ)										
	D (1)	7.75A	8.00A	7.25A	7.50A	6.00A	6.00A	6.25A	6.25A	6.00A	7.00A
	D (2)					6.00B	5.00B	5.00B	5.00B	5.00B	5.00B
	D (3)					6.00C	10.00C	8.75C	5.00C	8.25C	
供用履歴の予測	供用回数	5	4	5	5	4	3	3	4	4	4
	供用期間(年)										
	1 (1)	2.563	2.813	2.031	2.281	3.688	4.781	4.688	3.806	3.938	3.438
	1 (2)	5.797	7.734	5.266	5.844	8.469	11.625	11.344	9.063	9.234	7.844
	1 (3)	9.828	14.016	9.297	10.250	14.516	20.531	20.062	15.672	15.891	13.375
	1 (4)	14.750	21.750	14.219	15.594	21.875			23.641	24.047	20.031
	1 (5)	20.656		20.125	22.062						
オーバーレイの設計	オーバーレイ計画										
	0 (1)	1.5	2.5	2.0	2.0	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0 (2)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
	0 (3)	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5			1.5	1.5	1.5
	0 (4)	1.5		1.5	1.5						

③設備の賃借料，④地域特性を考慮した材料単価

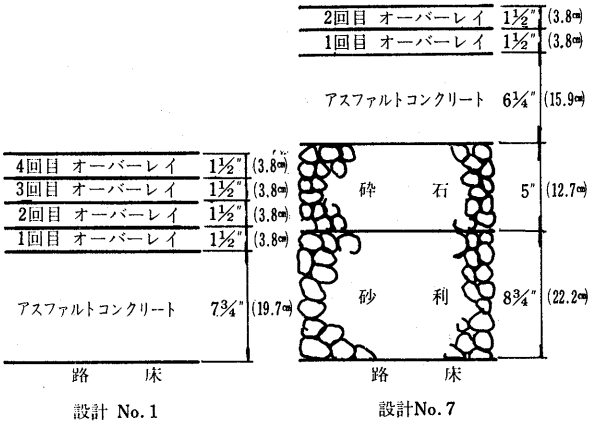
(2)　出力（アウトプット）

以上のインプット変数を入力すると，①新設時の舗装構成，②オーバーレイ計画，③費用の内訳などが計算される。費用の内訳には新設費用，オーバーレイ費用，日常の維持費用，オーバーレイ施工時に渋滞により利用者がこうむる損失，残存価値が含まれる。そしてこれらすべての費用はプログラム使用者によって選択された利率を用いて現在の価値に換算される。

アウトプットの一例を**表－2**に示す。ここでは10通りの設計断面がトータルコストの増加する順に打出されている。4種類が一層系（A），すなわちフルデプスタイプであり，1種類が二層系（AB），そして5種類が三層系（ABC）の設計断面になっている。

これら10通りの設計断面のうちNo.1およびNo.7の断面をとりあげＮＣＨＲＰ－139では次のような考察を行っている。

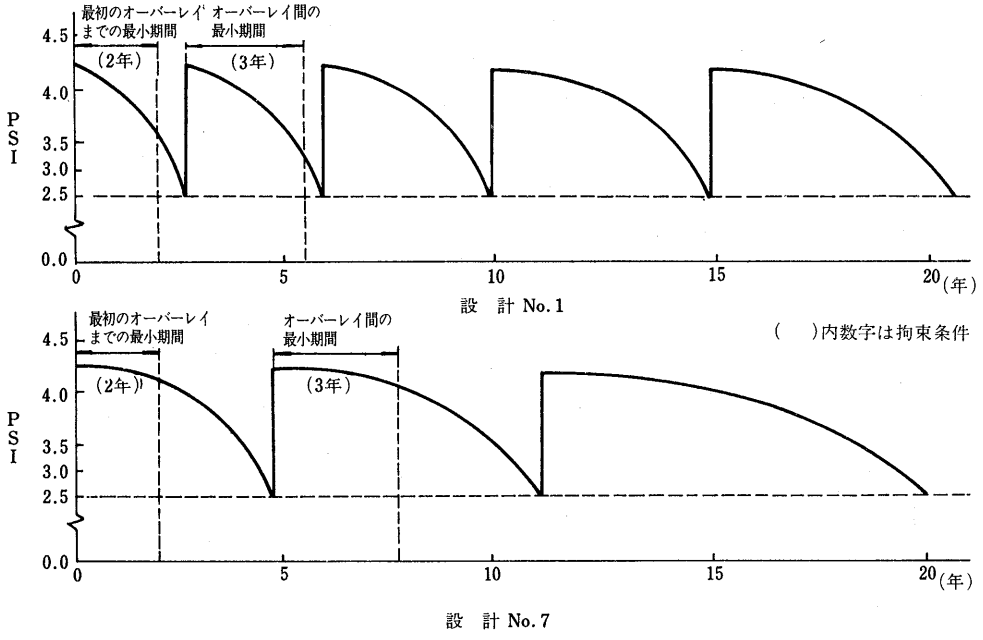
No.1の構造はフルデプスタイプであり，No.7は三層系である。それぞれの舗装構成は**図－10**に示すようになる。No.1ではオーバーレイが必要なＰＳＩ＝2.5に低下する最初の時期は2.563≒2.6年後であり，その後設計寿命20年間に4回のオーバーレイを必要とする。No.7については，最初のオーバーレイが4.688≒4.7年後であり，その後2回のオーバーレイしか行わないですむ。これら



図－10　舗装構造

の履歴は**図－11**のように表わすことが出来る。

一方，費用の面から比較すると，No.1は新設費用が，2.153（ドル／ヤード^2），オーバーレイ費用が1.127（ドル／ヤード^2）であるのに対し，No.7は新設費用が2.917（ドル／ヤード^2），オーバーレイ費用が0.570（ドル／ヤード^2）である。利用者費用，日常維持費用はほとんど変らず，設計寿命期間中に投入する合計費用は，No.1が3.628（ドル／ヤード^2），No.7は3.737（ドル／ヤード^2）となっている。すなわち，No.7は新設時に投資する費用が



図－11　予測された供用履歴

大きい分だけオーバーレイ費用が少なくなっている。そして，合計費用で考えた場合もNo. 7 の方が大きく，費用の面では新設時に投資を少くし，維持補修で補う方が有利な結果になっている。このうちどの設計断面を採用するかの最終判断は，設計者や行政担当者の判断にまかされるが，必ずしも合計費用のみで決定すべきではない。

たとえば新設時の費用を少なくし，維持補修で補う方法は，工事を行う回数が多くなり，住民やドライバーに対して悪い印象を与えるなど，行政的にはマイナスに作用することも考えられるからである。

(3)　影響度解析

システム解析を行うために多くの変数を入力している。そしてＮＣＨＲＰ－139 ではそれらの変数の設計費用に対する影響度を検討している。影響度解析は本来すべての変数に対して行うべきであるが，次の５つの変数のみ検討の対象としている。

①交通によらない破壊因子

②18 kip（8.2 t）換算軸荷重の累積

③32 °F（0 °C）以下になる日数

④アスコン層の強度係数

⑤路床の支持力

解析方法は各変数の最大値，平均値，最小値を入力し各々に対する費用を計算している。その結果は**図－12，表－3** に示すとおりである。各変数の設計費用に与える影響度を判断するには，直線の勾配（最大値と最小値の差）に注目するとよい。たとえば図－13によれば合計費用に対して最も大きな影響を与えているのは，路床の支持力とアスコンの強度係数である。逆にそれほど重要なパラメータになっていないのは，交通によらない破壊因子である。32°F 以下の日数は，表－１をみてわかるように新設時の厚さやオーバーレイの数など構造には影響しないが，合計費用に影響する。

5.　今後の改良について

ＳＡＭＰ－５は開発されてから歴史も浅く，まだまだ改善すべき余地が残されている。ＮＣＨＲＰ－139 では今後ＳＡＭＰ－５で改善すべきいくつかの課題について述べているが，その主要部分は舗装破壊履歴の数式化にある。以下では，まず舗装破壊の概念を紹介したうえで，予測手法と，クラックに影響する因子に関する概要を簡単に述べる。

(1)　破壊の概念

舗装破壊の表示や原因分析に関する研究は，古くから多くの研究者によって行われてきた。しかし，現状では舗装破壊を明確に定義するには至っていない。

ＳＡＭＰ－５ではＰＳＩの予測から供用履歴を求め，破壊履歴へ関連づけている。ＰＳＩはＡＡＳＨＯ道路試験から得られたものであり，ＰＳＩ＝1.5に達したとき

を舗装の破壊（打換の必要あり）としている。

これに対して舗装の破壊は，決定基準を破壊指数が越えたときに生じるとの考えを基本に次のように定量化出来る。

破壊指数は各種の破壊モード（破断，変形，崩壊）の関数で表わされる。なお各破壊モードは，荷重，環境，施工，維持，構造の5つの変数から予測される。

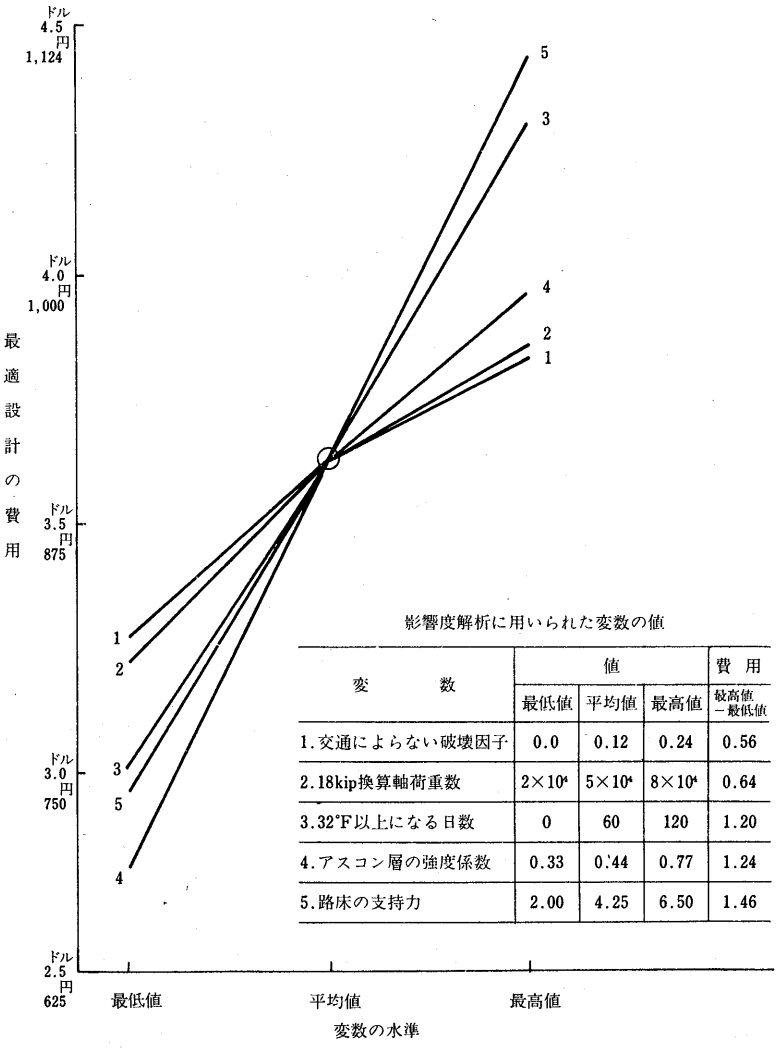
決定基準指数は，乗心地，経済性，安全性，その他の関数で表わす。破壊指数および決定基準指数の時間による変化をそれぞれ求め，両者のグラフを合成すると交点が生じる。この交点が破壊点である。

(2) クラック発生の確率的予測

NCHRPプロジェクト140の材料特性部門[11]で弾性理論に基づく層構造解析の利用について検討された。もし計算された応力が材料の強度よりも大きければクラックが生じるとするものである。この場合，応力と強度のバラツキを考慮することが必要で，材料の強度と応力が正規分布するとしたとき，クラック発生の概念は**図－13**のように表すことが出来る。ポジション①のときは，破壊が生じる確率は0である。もし，荷重や温度あるいは含水状態の変化などによって②のポジションに移行したときは，クラック発生の可能性が生じる。破壊の可能性は，カーブA，Bの交差したハッチ部分の大きさで表される。

(3) クラックに影響する因子

クラックの発生を適確に予測するためには，クラックに影響する各因子との関係を把握して



影響度解析に用いられた変数の値

変　　数	値			費用
	最低値	平均値	最高値	最高値－最低値
1.交通によらない破壊因子	0.0	0.12	0.24	0.56
2.18kip換算軸荷重数	2×10^4	5×10^4	8×10^4	0.64
3.32°F以上になる日数	0	60	120	1.20
4.アスコン層の強度係数	0.33	0.44	0.77	1.24
5.路床の支持力	2.00	4.25	6.50	1.46

図－12　影響度解析の説明のための最適設計費用と変数の水準

表－3　影響度解析のための最適解

変　　数	最低値			最高値		
	新設時の厚さ	オーバーレイの数	合計費用（ドル/ヤード²）	新設時の厚さ	オーバーレイの数	合計費用（ドル/ヤード²）
1. 交通によらない破壊因子	8.00 A	2	3.266 (978)	5.25 A 5.00 B 10.00 C	3	3.842 (1.150)
2. 18Kip換算軸荷重数	7.25 A	3	3.220 (965)	6.00 A 5.00 B 7.50 C	3	3.860 (1.156)
3. 32°F以下になる日数	7.75 A	4	3.049 (913)	7.75 A	4	4.307 (1.290)
4. アスコン層の強度係数	6.00 A	2	2.703 (809)	6.00 A 7.00 B 10.00 C	2	3.965 (1.187)
5. 路床の支持力	6.75 A	2	2.857 (855)	8.00 A 5.00 B 10.00 C	3	4.438 (1.329)

	新設時の厚さ	オーバーレイの厚さ	合計費用（ドル/ヤード²）
平均値解	7.75 A	4	3.628 (1.086)

注1. A，B，Cは例題における材料のタイプをさす。
2. (　) 内は円/㎡に換算した値

おくことが必要である。因子には①構造因子，②環境因子，③施工因子がある。

構造因子では，路盤厚，路床の強さ，通過交通の変化が，クラックに対して大きな影響をもつ。

環境因子には荷重分布の季節による違い，温度変化に伴なうアスコンスチフネスの影響がある。

施工因子では，施工時における材料の品質の良悪が大きく影響する。

このようにクラックに対する各因子の影響度を調べておくことにより，クラック発生の予測の精度が高まる。

(4) ＳＡＭＰシステムのその後の進展

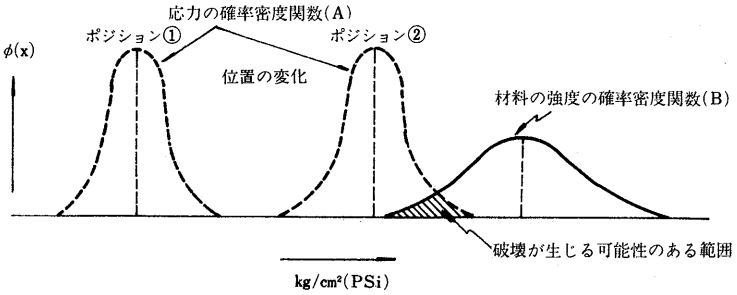
以上のようにＳＡＭＰ－５にはまだまだ改善すべき点が残されているが，とりわけ破壊履歴を予測するための数学的モデルの導入と，構造設計への弾性理論の適用が大きな課題になっている。さらにプログラムの精度を高め現実とのギャップをうめるためには，多くのデータを収集することも必要である。とくにＳＡＭＰ－５の段階では，維持費用，ユーザー費用に関する情報不足が指摘されている。

このような現状をふまえて，ＮＣＨＲＰプロジェクト１－10Ａでは，Lyton らによってＳＡＭＰ－５をさらに発展させたＳＡＭＰ－６を公表している。ＮＣＨＲＰ１－10Ａでの大きな収穫として考えられているのは，構造サブシステム改善の提案である。その結果ＮＣＨＲＰ１－10Ｂでは，Finn らによってＳＡＭＰへの破壊予測サブシステムの導入について検討された。すなわち前章で述べた概念を現実化したものであり，舗装構造の初期の挙動（応力，ひずみ，たわみ）を用いて舗装の破壊モード（破断，変形，崩壊）の予測を試みるものである。この詳細については第４回アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議で報告されている[12]ので参照されるとよいであろう。

このようにＮＣＨＲＰをはじめとして，アメリカ各州では実行にあたって精度の高いシステムとして確立するために，絶え間なく実行一修正が繰返されつづけている。

6. おわりに

今回紹介した実用舗装システムは，ＦＰＳからＳＡＭＰ－５までの概要であり，開発初期のものである。しかし，その内容については参考にすべき点がたくさん含まれており，応用次第によってはわが国に適用することも



図－13　破壊の確率的概念

可能であると思われる。そこで当研究グループでは，このプログラムで使われている諸変数をわが国の実情に合わせ，実用的なプログラムに改良するための作業も引継き検討中である。結果が良ければ機会をあらためて報告する予定である。わが国においても舗装のシステム化が１つの焦点になっているおり，この報文が少しでも参考になれば幸わいである。あわせて読者諸兄の御意見，御批判を切望する次第である。

参　考　文　献

1）阿部忠行　舗装管理システムに関する海外の動向 第１回，アスファルト，vol 23, №122, 1980, P1～12.

2）Hudson, W. R. and B. F. McCullough: "Flexible Pavement Design and Management Systems Formulation," National Cooperative Highway Research Program Report 139, 1973.

3）R. Hass and W. R. Hudson" Pavement Management Systems 1978. McGrow-Hill

4）南雲貞夫他，舗装設計の体系化とその問題点(上)～(下)舗装，vol. 7, №4～№6　1972.

5）Scrivner F. H., McFarland, W. H., and Caray. G. R."A Systems Approach to the Flexible Pavement Design Problem"Res, Rep. 32－11, Texas. Inst. (1968)

6）Hudson, W. R, B. F. McCullough, F. H. Scrivner, and J. L. Brown, "A Systems Approach Applied to pavement Design and Research,"; Research Report 123－1, Texas Highway Department, Texas Transportation Institute, Texas A & M University, and the Center for Highway Research, University of Texas at Austin, March 1970.

7）Scrivner. F. H, and Moore, W. H."Some Recent Findings in Flexible Pavement Research"Research Report 32－9. Texas Transportation Institute, Texas A &M University, 1967.

8）達下文一，阿部忠行"表面たわみによる舗装構造の解析"，54都土木技研年報，P23～28, 1979.

9）Van Til, C. J. McCullough. B. F. Vallerga, B. A. and Hicks, R. G."Evaluation of AASHO Interim Guides for Design of Pavement Structures"NCHRP Report 128, 1972.

10）AASHO."AASHO Interim Guide for Design of Pavement Structures"1972.

11）Nair, K. and C. Y. Chang."Flexible Pavement Design and Management-Materiale Characterrization,"NCHRP Report 140. 1973.

12）Finn. F. N., C. Saraf, R. Kulkarni, K. Nair, W. Smith, and A. Abdullah,"The Use of Distress Prediction Subsystem for the Design of Pavement Structures"Fourth International Conference on Structural Design of Asphalt Pavements, August 1977.

〈アスファルトの分析法　（第８回・最終回）〉

熱分析および反射率

松　原　三　千　郎*

1. はじめに

本稿では熱分析と反射率の測定方法について述べると共に，これらの手法をアスファルトおよび重質油試料に対して適用した研究例について解説する。

2. 熱分析

熱分析国際会議（ＩＣＴＡ）によれば，熱分析とは「物質の温度を，調節されたプログラムによって変化させながら，その物質のある物理的性質を温度の関数として測定する一群の技法」と定義[1]されており，熱分析の範疇には多くの分析手法が含まれている。主な熱分析の手法を表１に示したが，本稿では特にＴＧ，ＤＴＧ，ＤＴＡ，DSCを中心に原理，測定方法，アスファルトおよび重質油試料に対する適用について述べる。

2.1　原理および測定法

(1)　熱重量測定法（ＴＧ），微分熱重量測定（ＤＴＧ）

ＴＧは試料の温度を変化させた時の重量変化を連続的に測定する手法である。重量変化を測定する方法には，天秤のビームの傾きを差動変圧器等により直接検出する変位法，およびソレノイドコイルを使って天秤のビームの傾きを元に戻し，その際コイルに流れる電流を測定する零位法がある。実装置は浮力，対流および振動に対する影響を除くように工夫されている。

ＴＧに微分回路を組み込むとＤＴＧとなり，重量変化変化率の測定ができる。

(2)　示差熱分析（ＤＴＡ）

試料と基準物質を同一の熱的条件で加熱または冷却し，両者の間に生ずる温度差△Ｔを熱電対等で検出し，温度Ｔと共に連続的に記録する。

基準物質には比熱，熱伝導率等の熱的特性が試料と

表１　主な熱分析の手法

名　称	略　号	測定する物性
熱重量測定	ＴＧ	重量変化
微分熱重量測定	ＤＴＧ	重量変化変化率
示差熱分析	ＤＴＡ	温度差
示差走査熱量測定	ＤＳＣ	エネルギー入力の差
熱膨張測定	dilatometry	寸法変化
発生気体分析	ＥＧＡ	揮発物の量，性質

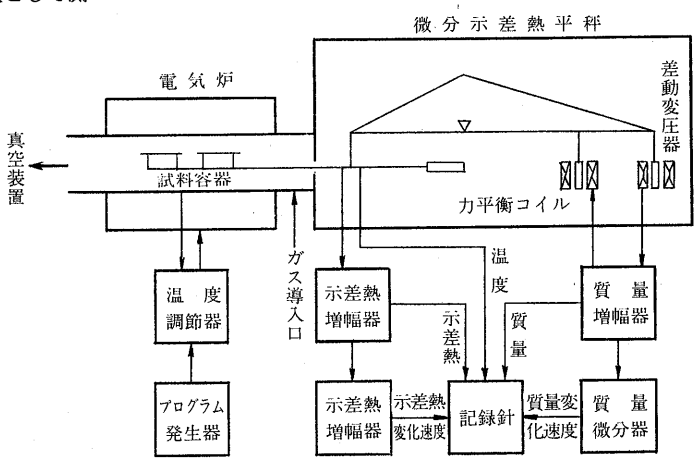


図１　ＴＧ－ＤＴＧ－ＤＴＡ装置の１例

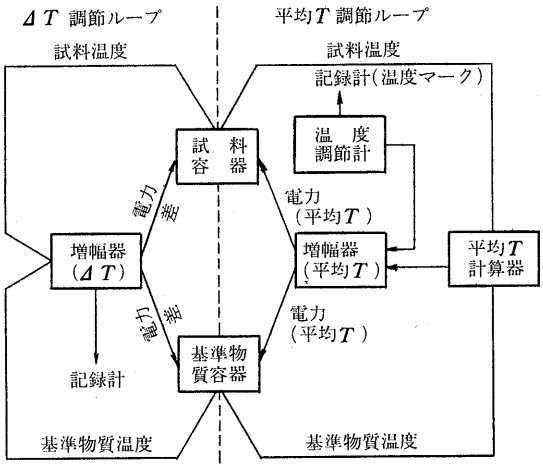


図２　ＤＳＣ装置の１例

＊三菱石油㈱研究所研究開発二部

近く，また測定温度範囲で状態変化を示さないものが適しており，α－アルミナ等が用いられる。

(3) 示差走査熱量測定（ＤＳＣ）

ＤＴＡは試料内の熱伝導が影響するため熱量の定量的な測定ができない。ＤＳＣでは試料と基準物質を熱的に切り離し別々にエネルギー入力を与える方式をとっており，試料と基準物質の温度を等しく保つために必要なエネルギー入力の差（△Ｅ）が測定される。実装置ではエネルギーは電気抵抗線のジュール熱として与えられ，所要電力の差（△Ｗ）が測定され基準物質の温度と共に記録される。従ってＤＳＣでは転移や反応の途中においても試料温度が制御下にあるのでＤＴＡに較べて精度，再現性の点で優れている。ＤＳＣのピーク面積は転移や反応に要した全エネルギーに直接比例している。

熱分析の実装置には前記各手法の単体の装置もあるが，ＴＧ－ＤＴＡ，ＴＧ－ＤＴＧ－ＤＴＡ，ＴＧ－ＤＳＣ等の同時測定が可能な装置が一般的である。

図１にＴＧ－ＤＴＧ－ＤＴＡ，図２にＤＳＣ装置図の１例を示す。

2.2 熱分析のアスファルト試料への適用

ＴＧ，ＤＴＧ，ＤＴＡ，ＤＳＣの熱分析手法をアスファルト試料へ適用した研究を大別すると

① 熱的な状態変化，特にガラス転移点の測定

② 熱分解反応性の測定

③ アスファルト中のワックスに関する測定

が主なものである。

(1) 状態変化，ガラス転移点（Tg）の測定

一般に有機高分子物質の研究においては熱による状態変化の測定，例えば融解，結晶化，ガラス転移，固相転移等の測定にこれらの熱分析手法が用いられている。

アスファルト舗装材料として利用する上では，合材の力学的特性に大きな影響を与えるアスファルトバインダーの熱的な特性は重要であるが，その中でも低温性状に関係するガラス転移点の測定は特に重要である。ガラス転移点は非晶質高分子物質を冷却した時，過冷却温度域において比容積対温度の直線が折れ曲がる点であり，同時に弾性，膨張係数，比熱，屈折率等の性質が急変する温度である。すなわちアスファルトは軟化点よりかなり低い温度においても，Tg より高い温度ではまだ粘り強い性質を有しているが，Tg より低い温度では堅くてもろい性質に変化する。なおガラス転移は高分子鎖のミクロブラウン運動の凍結に関する一種の緩和現象であると考えられる。

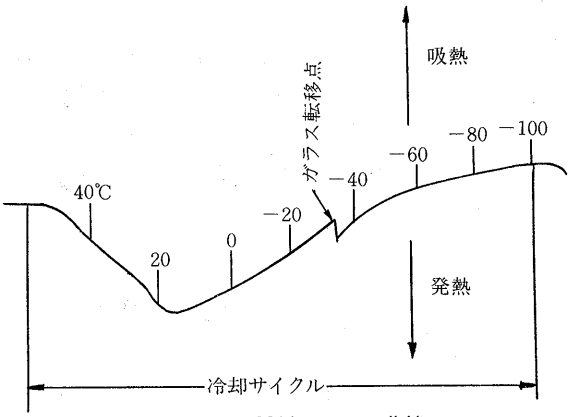


図３　アスファルト試料のＤＴＡ曲線

（ナイジェリアアスファルト）

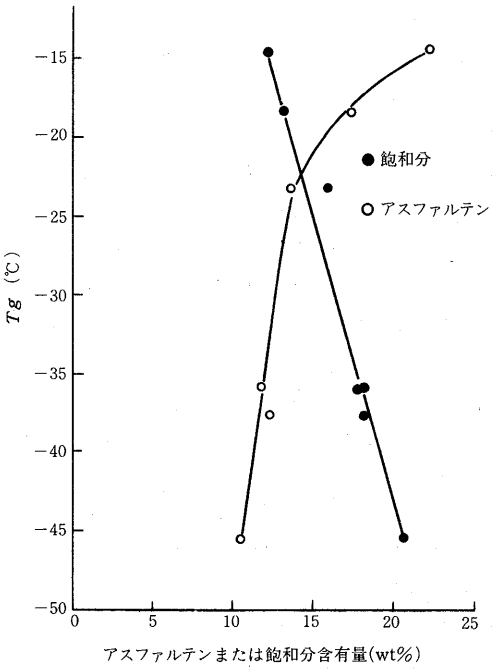


図４　アスファルト組成成分とＴg の関係

（ナイジェリアアスファルト）

アスファルトにもTg が存在することは和田らの研究[2]が最初に示したが，初期の測定手法は比容積の測定，ディラトメトリー（容積膨張法）[3,4]により行われていたが，その後熱分析手法が利用されるようにった。

Schmidt と Barrall はＤＴＡを改造して熱膨張を測定できるようにした装置によりTg を測定しアスファルトの転移現象を論じている[5]。

その後 Connor と Spiro はＤＴＡにより直接Tgを測定した。すなわちＤＴＡ曲線を図３に示したが，Tgは冷却サイクルにおいてのみ観測された。彼らは，同一原油から製造された組成の異なるアスファルトのTgを測定した結果，図４に示すようにTg は飽和分が多い程低くなりアスファルテンが多い程高くなることを認めた[6]。また針入度が大きい程Tgは低くなり針入度の対数とTg には直線関係が成り立つと述べている。ただし後になってTgと針入度の関係は組成の異なるアスファルトにおいては必ずしも成り立たないことが Khong らによって示されている。[7]

最近では，前述のごとくＤＴＡよりＤＳＣの方が高精度で再現性が良いのでTg はＤＳＣで測定されることが多い。アスファルト試料の代表的なＤＳＣ曲線を図５に示す。ここで(1)はガラス転移による吸熱，(2)は結晶化による発熱，(3)は融解による吸熱に対応したピークである。この曲線が示すようにガラス転移により10～20℃の温度に渡る吸熱を示すが吸熱ピークの½の点に対応する温度をTg とする。ガラス転移は緩和現象であるので昇温速度依存性がある。

Khong らが測定した種々のアスファルトの Tgを表2に示した[7]。昇温速度（q，°C / min ）が小さい程Tgは低くなる。なお表２でq = １の値は他の昇温速度における Tg の値から log q = a − b / Tg の式より求めた計算値である。

一方NoeI と Corbett もＤＳＣによるTg の測定を行っているが，彼らの研究は図５の(2)，(3)のピークに関しても詳細に論じている[8]。特に(3)のピークは waxyアスファルトに顕著に表われる。また Corbett 法組成分析[9]

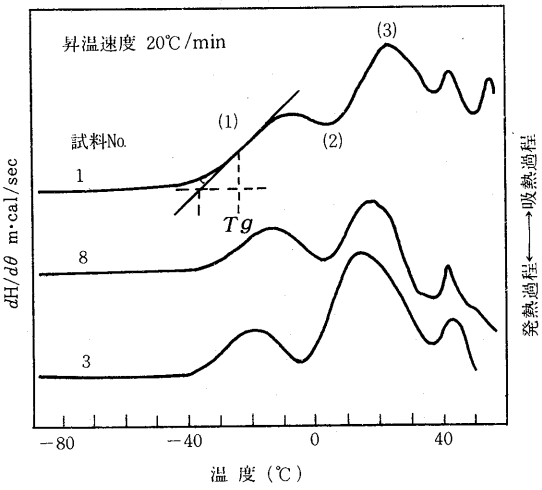


図５　アスファルト（針入度85～100）のＤＳＣ曲線

により分離したフラクションについてもＤＳＣ測定を行い，waxyアスファルトの飽和分，ナフテン性芳香族分には(3)のピークが表れるが，他の成分および non－waxyアスファルトの飽和分には表れないので，このピークは結晶性のロウ分の融解によるものであるとしている。

また極性芳香族分，アスファルテンは100℃以下の測定では Tg が検出されないこと，同一アスファルトでは飽和分の Tgはナフテン性芳香族分のTg より低いこと，飽和分およびナフテン性芳香族分の Tg はいずれもアスファルト全体の Tg よりも低いこと等の興味深い知見を報告しており，これらの結果より飽和分とナフテン性芳香族分には他の成分に働いて Tg を低くする作用があると述べている。

表２　アスファルトのガラス転移点（Tg）

No.	試料	針入度 at 4°c	針入度 at 25°c	針入度 at 60°c	粘度 60°c (poises)	軟化点 (°c)	分子量 $\overline{Mw}$	分子量 $\overline{Mn}$	昇温速度q（°c／min）におけるガラス転移点Tg（°c） q＝80	q＝40	q＝20	q＝10	q＝1
	A												
1	85－100	20	90	260	1479	46.7	1230	845	−18.3	−20.7	−24.5	−26.3	−35.0
2	150－200	29	148	300+	703	40.0	1180	820	−25.8	−28.7	−32.3	−34.5	−43.4
	B												
3	85－100	15	90	275+	1570	47.2	1300	880	−26.3	−29.7	−32.5	−34.5	−44.7
4	150－200	28	170	275+	615	40.0	1250	865	−26.6	−29.7	−32.8	−35.2	−45.2
5	300－400	48	293	275+	286	33.3	1160	835	−27.8	−31.0	−33.6	−35.0	−45.0
	C												
6	85－100	19	83	250	1977	47.8	1210	875	−20.3	−23.2	−25.5	−26.6	−36.0
7	150－200	34	164	300+	511	38.3	1130	835	−25.3	−27.7	−30.8	−32.0	−40.0
	D												
8	85－100	—	—	—	—	—	1160	845	−22.0	−24.7	−26.6	−29.8	−37.7

表 3　WLF式から求めたアスファルトの低温粘度（ずり速度 0 sec^{-1}）

温度 ℃	−A−		−B−			−C−		−D−
	85−100	150−200	85−100	150−200	300−400	85−100	150−200	85−100
−30	1.94×10^{18}	8.51×10^{19}	5.67×10^{15}	9.87×10^{18}	6.44×10^{17}	1.36×10^{18}	1.09×10^{22}	4.60×10^{17}
−20	3.67×10^{14}	5.46×10^{14}	9.23×10^{12}	1.73×10^{14}	1.75×10^{13}	3.37×10^{14}	6.86×10^{15}	1.75×10^{14}
−10	6.30×10^{11}	2.55×10^{11}	6.53×10^{10}	1.36×10^{11}	1.84×10^{10}	6.87×10^{11}	1.01×10^{12}	4.70×10^{11}
0	4.62×10^{9}	1.23×10^{9}	1.28×10^{9}	8.92×10^{8}	1.48×10^{8}	5.67×10^{9}	2.53×10^{9}	4.68×10^{9}
10	9.27×10^{7}	2.43×10^{7}	5.20×10^{7}	2.13×10^{7}	4.11×10^{6}	1.24×10^{8}	3.32×10^{7}	1.17×10^{8}
20	3.84×10^{6}	1.20×10^{6}	3.65×10^{6}	1.20×10^{6}	2.60×10^{5}	5.45×10^{6}	1.25×10^{6}	5.70×10^{6}
30	2.74×10^{5}	1.11×10^{5}	3.89×10^{5}	1.22×10^{5}	2.89×10^{4}	4.06×10^{5}	9.56×10^{4}	4.59×10^{5}
37.8	4.67×10^{4}	2.38×10^{4}	8.54×10^{4}	2.76×10^{4}	6.98×10^{3}	7.14×10^{4}	1.94×10^{4}	8.44×10^{4}
50	4.39×10^{3}	3.26×10^{3}	1.10×10^{4}	4.02×10^{3}	1.10×10^{3}	7.95×10^{3}	2.31×10^{3}	8.72×10^{3}
60	8.46×10^{2}	8.52×10^{2}	2.59×10^{3}	1.09×10^{3}	3.15×10^{2}	1.37×10^{3}	5.33×10^{2}	1.79×10^{3}
70	3.01×10^{2}	2.71×10^{2}	7.27×10^{2}	3.58×10^{2}	1.08×10^{2}	3.32×10^{2}	1.59×10^{2}	4.46×10^{2}

(2)　ガラス転移点による低温粘度の推定

合材の低温性状を予測する上でアスファルトの低温における粘度の値を知ることは重要であるが，軟化点以下の温度での粘度測定には測定上困難な点が多い。間接的な方法ではあるが，アスファルトの低温における粘度を Tg から計算により求める方法が提案されている。

すなわち Williams − Landel − Ferry の経験式[10]は次式で示される。

$$\log\frac{\eta(T)}{\eta(Tg)}=\frac{-C_1(T-Tg)}{C_2+(T-Tg)}$$

この式を変形すると

$$\log\frac{\eta_1}{\eta_2}=\frac{C_1(T_2-Tg)}{C_2+(T_2-Tg)}-\frac{C_1(T_1-Tg)}{C_2+(T_1-Tg)}$$

となる。

ここにおいて　η_1　温度T_1（低温）における粘度

η_2　温度T_2（高温）における粘度

C_1, C_2　定数

Scmidt と Santucci は Bureau of Public Roads の提供した52種の舗装用アスファルトについてTg からWLF式より77°F，45°F，39.2°F の粘度を求めている[4]。（ただし彼等はディラトメトリーにより測定したTg の値を用いている。）

また Khong らはWLF式の定数にはずり速度依存性があることを指適し，コーン・プレート型粘度計によって測定した粘度の実測値を用いて電算機処理によりずり速度と針入度に応じた最適な定数表を作成した。表2に示した性状のアスファルトについて，最適な定数を用いてWLF式により計算した70℃から−30℃までのずり速度0 sec^{-1}における粘度の計算値を表3に示した[7]。彼等の用いたTg の値はDSCにより測定したものである。

以上，アスファルトのガラス転移に関する主な研究例を紹介した。ただしガラス転移の理論は本来，非晶質高分子物質を対象に展開されたものであり，分子量が数百から数万程度の分子から構成されているアスファルトに対してまったく同じ取扱いを行って良いかは疑問のあるところである。特にアスファルトのミセル構造がガラス転移とどのような関係があるかについては，ほとんど分っていないのが現状である。

(3)　熱分解特性

アスファルトまたは減圧残油を分解して合成ガス，軽質燃料油，オレフィン等の化学原料を得ようとする場合，あるいはコークバインダー等のピッチ類やコークス等の炭素材料原料を製造する場合等においては熱分解特性は重要である。

一般に重質油の熱分解特性の測定にはTG，DTG，DTAが使用され，雰囲気や昇温速度を変え，また触媒等を混合して測定される。

図6には多く研究者により報告[11]されたアスファルトを含めた各種の石油系，石炭系重質油のTGによる熱分解曲線を示したが，重質油はその組成や構造の違いにより熱分解特性がかなり異なることが容易に分かる。

一般にアスファルトは300°C付近から熱分解，低

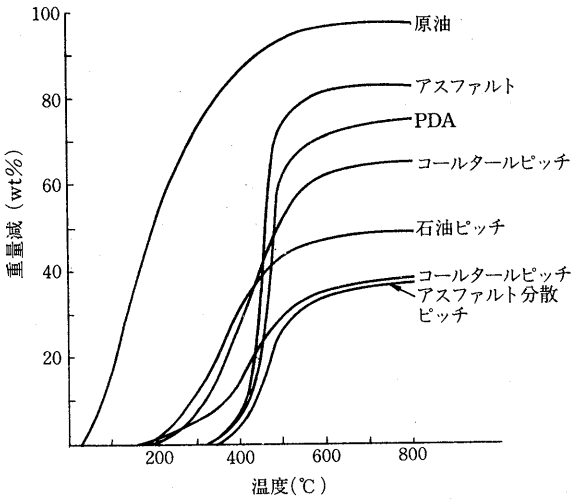


図6　重質油類のＴＧ曲線

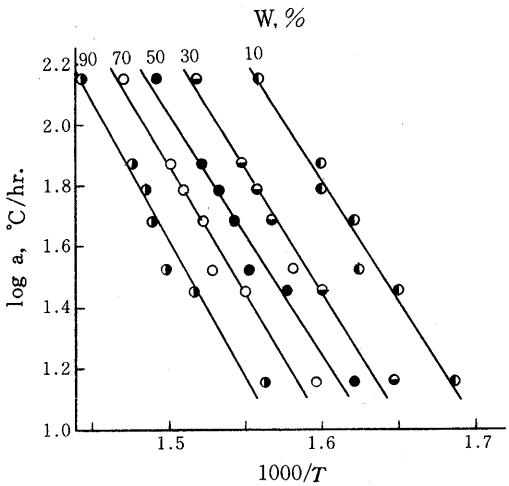


図7　昇温速度の対数と温度の逆数の関係
（ナイロン６の熱分解）

分子量成分の蒸発による重量減少が始まり，400～500℃ の狭い温度範囲で著しく熱分解が進行する。また残留する炭化物の収率は低く15～30wt ％程度である。ＤＴＡ曲線には450℃ 付近に鋭い吸熱ピークが表われる。一方コールタールピッチあるいは石油系熱分解ピッチでは200～550℃の広い温度範囲で徐々に重量が減少し，また残留炭化物収率が大きい等の相違がある。

これらのＴＧあるいはＤＴＧ曲線を速度論的に解析することにより熱分解反応における活性化エネルギーを求めることができる。例えばOzawa の方法[12]を述べる。

熱分解反応の速度式を次式で表わし

$$-\frac{dx}{dt} = A \exp\left(-\frac{\triangle E}{RT}\right) g(x)$$

これを展開し，また Doyle の方法等の近似を行うことにより最終的に次式を誘導する。

$$-\log a_1 - 0.4567\frac{\triangle E}{RT_1} =$$

$$-\log a_2 - 0.4567\frac{\triangle E}{RT_2} = \cdots\cdots$$

ここでａは昇温速度を表わす。

従って昇温速度を変化させてＴＧ曲線を測定し，それぞれの重量減少率において縦軸に log a，横軸に１／Ｔをプロットすると図７に示すような直線が得られる。この直線の勾配より活性化エネルギーが計算される。ただしこの方法で求められるのは，熱分解反応と分解によって生成した成分の二次分解，蒸発等の複雑な現象が組み合わさった見掛けの活性化エネルギーである。従ってアスファルトや重質油の熱分解反応の活性化エネルギーは測定条件によりかなり異った値が報告されており，アスファルトの場合で35～55 kcal/mol程度であり，コールタールピッチではこれより低い。

また熱分析手法では代替エネルギー関連の研究においてもよく用いられており，例えばオイルサンドビチューメンやオイルシェールの熱分解あるいは石炭の水添液化反応の解析にＴＧ，ＤＴＧ，ＤＴＡ，ＤＳＣ等が利用されている。

3.　反射率

基礎的な光学的測定値である屈折率は，炭化水素類にとって，その構造に対応する本質的な物理量である。このため石油類の分析において屈折率がしばしば測定され，特に潤滑油ベースオイルについては屈折率，密度，分子量の値から平均構造パラメーターを求めるｎ－ｄ－Ｍ法等の環分析が考案され広く用いられている。

アスファルトやピッチ，石炭類は黒色で光をほとんど透過しないので，通常の手法で屈折率を測定することは困難である。しかし，研磨等の何らかの手段で表面が平滑にできる試料であれば，光学的な反射率が測定でき，この値から計算により屈折率を求めることができる。反射率の測定は石炭試料に関しては従来から広く採用されており，測定法も標準化されている[13]。アスファルトやピッチ類の反射率測定も，ほぼこれに準じて行うことができる。

3.1　測定法

反射率測定の装置図の1例を図8に示す。すなわち落射照明装置を備えた顕微鏡（反射型）に表面を平滑にした試料をセットし，試料面に垂直に光を入射させ，反射光を増幅した後測光器指示計を読み取る。測光は干渉フィルター等を用いて546 nmの波長で行い，絶対値は標準反射率片（ガラス製等）を使用して製作した検量線より求める。

3.2 反射率からの屈析率の算出およびその応用

反射率の値はそれ自体重要な重質油類のキャラクタリゼーション因子であり，特に石炭類の研究ではこのまま使用されることが一般的であるが，重質油類の研究では反射率から屈析率を算出する場合がある。

すなわち，試料の反射率を屈析率の異なる2種類の媒体中，例えば油浸下および空気中で行う。次に Beer の式より試料の屈析率および吸光係数を計算する。

$$r=\frac{(n+n_0)^2+(nk)^2}{(n+n_0)^2+(nk)^2}$$

ただし　r　反射率

n_0　光媒体の屈析率

n　試料の屈析率

k　試料の吸光係数

アスファルト試料は光学的にほぼ等方性であるが，重質油の初期炭化物，特にメソフェーズを含む試料は光学的に異方性であり，このような試料では反射率や吸光係数に最大値（r_{max}，K_{max}）および最小値（r_{min}，K_{min}）がある。この時　$\triangle r = r_{max} - r_{min}$

および

$$\phi = \frac{K_{max} - r_{min}}{K_{max}}$$

は試料の異方性，すなわち試料中の炭素網面の積層に関する情報を表わす。特にϕは異方性指数と呼ばれており，$\phi = 1$は積層構造が完全に平行に配向した状態，$\phi = 0$は完全な等方性の状態に対応する。

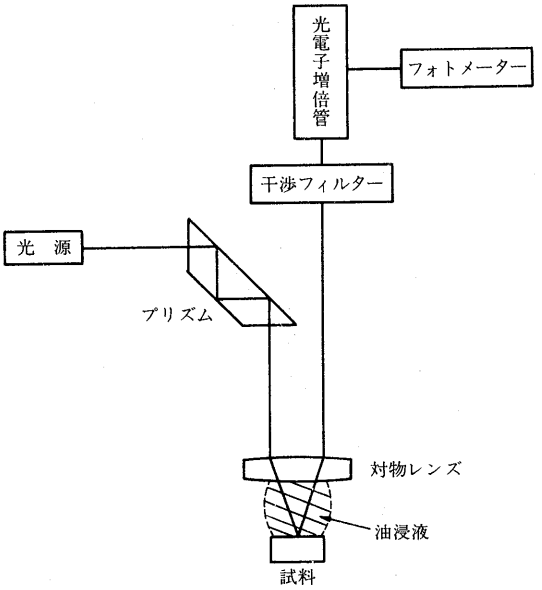


図8　反射率測定装置図の1例

アスファルトを含む重質油試料に対して反射率を測定し，前記の計算を行った例を表4に示した[14]。大慶減圧残油の反射率は小さく，クエート，ワフラ，ベエネズエラ減圧残油では大きく芳香族性等の構造を反映していることが分かる。またこれらの重質油類を430 °C近くの温度で熱処理することによって得られる初期炭化物について，真田らは$\triangle r$，ϕ等のパラメーターと試料のメソフェーズの組織観察の結果を対比させて興味ある知見を報告している[15]。すならち図9に示すように減圧残油，石炭，天然ギルソナイト，石油系分解ピッチ，石炭液化物のいずれの試料においても$\triangle r$の増加に伴ってϕが増加し，両者の間には直線関係のあること，また$\triangle r$およびϕの増加により組織が isotropic，fine，mosaic，co-

表4　減圧残油および熱処理の反射率測定結果

試料			反射率 空気中 r_{max}	反射率 空気中 r_{min}	反射率 空気中 $\triangle r$	反射率 グリセリン中 r_{max}	反射率 グリセリン中 r_{min}	反射率 グリセリン中 $\triangle r$	屈折率 n_{max}	屈折率 n_{min}	吸光係数 K_{max}	吸光係数 K_{min}	異方性指数 ϕ
大慶減圧残油			5.15	4.72	0.43	0.15	0.08	0.07	1.586	1.555	0.443	0.430	0.030
クエート減圧残油			6.95	6.60	0.35	0.62	0.38	0.24	1.711	1.706	0.488	0.473	0.027
ベエネズエラ減圧残油			6.83	6.08	0.75	0.55	0.50	0.05	1.707	1.633	0.484	0.473	0.022
ワフラ減圧残油			7.15	6.75	0.40	0.55	0.46	0.09	1.745	1.712	0.485	0.479	0.013
油ワフラ減圧残油の熱処理物	430 ℃ 1 hr	マトリックス	7.60	6.80	0.80	0.95	0.84	0.11	1.738	1.662	0.505	0.495	0.020
		メソフェーズ	9.20	7.70	1.50	2.24	1.16	1.08	1.732	1.717	0.567	0.515	0.091
	430 ℃ 2 hr	マトリックス	8.00	7.50	0.50	1.26	1.11	0.15	1.738	1.701	0.521	0.512	0.016
		メソフェーズ	10.30	7.90	2.40	2.80	1.38	1.42	1.783	1.708	0.591	0.526	0.109

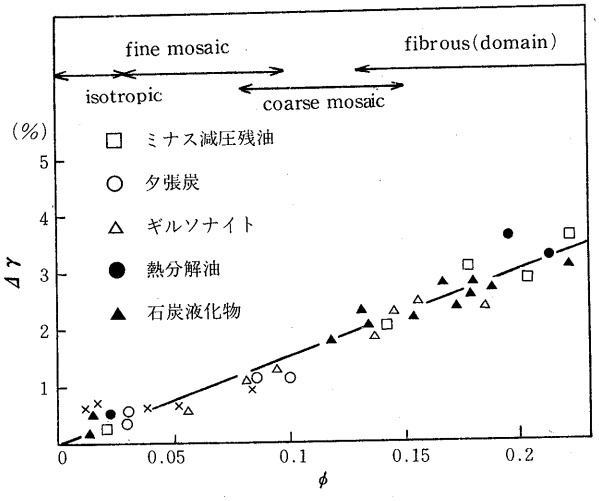


図9　△γ，φ，異方性組織の関係

arse mosaic，fibrous（domain）の順に変化し，組織と△γやφの数値の間に対応があることを認めた。

3.3　反射率を利用した平均構造解析

反射率から屈折率が算出できることはすでに述べたが，さらに密度，分子量の測定を行うことによりn，d，M_Wの値から Lorentz－Lorentz の式より分子屈折率（R_M）が求められる。

$$R_M = \frac{n^2-1}{n^2+2} \cdot \frac{Mw}{d}$$

一般に分子屈折率には加成性があり構成各原子の原子屈折率の和として表わされる。

すなわち　$R_M = \sum_i n\,Ri + \sum_j Ij$

ただし　Ri 原子屈折率

Ij 補正項

石炭類においては van Krevelen らにより次式の関係が示されており，これよりCa，fa 等の構造パラメーターを算出する構造解析法がある[16]。

$$\frac{R_M}{C} = \frac{n^2-1}{n^2+2} = 2.558 + 1.039\frac{H}{C} + 1.65\frac{O}{C} + 2.48\frac{N}{C} + 7.64\frac{S}{C} + \frac{I_M}{C}$$

ただし　Mc　仮想分子量

I_M　構造補正項

炭化水素の分子屈折率の計算式はその後 Montgomery らによって精密なものが報告されているが[17]，片山らはさらにこの式を改良し次式を提案した。

MRC（分子屈折率）＝

$$CRC\left\{1.0 - 0.122\,fa\left(\frac{11.0}{(100-XC)} - 0.1\right)\right\}$$

ここでCRCは Montogomery の式であり

$$CRC = C_1\left(4.623 + \frac{2.314}{C}\right) + C_2\left(4.468 + \frac{0.868}{C} - \frac{0.245 \cdot C_1}{C}\right) + C_3\left(3.693 + \frac{0.3395}{C}\right) + C_4\left(4.5445 - \frac{1.021}{C} - \frac{0.396\,C_1}{C} - \frac{5.701\,C_2}{C}\right) + C_5\left(5.734 - \frac{14.333}{C}\right)$$

ただし　C_1 ＝ CP

C_2 ＝ CPT－HAR－L

C_3 ＝ CIT＋HAR＋L－CA

C_4 ＝ CPA

C_5 ＝ CIA

（CP～CIAは構造パラメーターである。）

片山らはこの式をすでに確立した重質油類の電算機法構造解析に組み込み，新しい構造解析法を開発した[18]。入力データーは(1)反射率，(2)密度，(3)元素分析値，(4)IRか広幅NMRスペクトル分析より求めた芳香族水素と脂肪族水素の比の4種類であり，これより重質油類の構造を反映する多くの平均構造パラメーターが算出される。石炭ピッチの解析例を表5に示した。

この反射率を利用した平均構造解析の方法は通常の電算機法よりも算出される構造パラメーターの数は少なく精度の点でもまだ改良の余地があるように思われるが，溶剤に不溶で高分解能NMR等の測定ができず従来の手法が適用できなかった試料にまで対象範囲を拡大したものとして意義がある。

4.　おわりに

以上，熱分析についてはアスファルトの低温性状（特にガラス転移点）および熱分解特性に関する研究，反射率については重質油類および初期炭化物の構造解析に関する研究を中心に解説した。熱分析の利用にはここで述べたもののほかに，アスファルトの軟化点の測定やロウ分含有量の測定等の興味ある研究もある。

アスファルト試料に対するDSCの適用および反射率の測定は比較的新しい研究であり，利用の方法を考えることによりまだ多くの知見が得られる研究分野であると思われ，今後のより一層の研究の進展が期待される。

参考文献

1)　丸田，ぶんせき，1980（7），482
2)　Y. Wada，J. Phys. Soc. Japan，15，1885（1960）

表 5　反射率を利用した平均構造解析の結果

	A	B	C	D	E
元素分析値					
C	80.5	87.1	92.2	92.7	91.9
H	4.9	5.3	4.9	4.4	4.6
N	1.9	1.8	1.3	1.2	1.3
S	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
Hal/Har	1.625	1.247	0.259	0.190	0.208
比　重	1.342	1.320	1.295	1.320	1.300
屈 折 率	1.857	1.875	1.935	1.962	1.933
分 子 量	1,385	1,855	585	1,100	630

	構造パラメーター									
	M	*C*	*H*	*RA*	*RN*	*CR*	*CA*	*CN*	*CP*	*L*
A	2	95	69	17	9	89	71	18	6	2
B	3	137	100	26	9	129	106	23	8	5
C	2	46	29	11	0	43	43	0	3	2
D	2	86	49	21	0	83	83	0	3	3
E	2	49	29	12	0	47	47	0	2	3

3) R. J. Schmidt, R. F. Boynton, L. E. Santucci, ACS, Div. Petrol. Chem., Prepr., 11, 17 (1966)
4) R. J. Schmidt, L. E. Santucci, P. A. A. P. T. 35, 61 (1966)
5) R. J. Schmidt, E. M. Barrall, II, J. Inst. Petro., 51 (497), 162 (1965)
6) H. J. Connor, J. G. Spiro, ibid, 54 (533) 137 (1968)
7) T. D. Khong, S. L. Malhotra, L. P. Blanchard, Reol. Acta, 17 (6), 654 (1978)
8) F. Noel, L. W. Corbett, J. Inst. Petro., 56 (551), 261 (1970)
9) L. W. Corbett, Anal. Chem., 41, 576 (1969)
10) M. L. Willams, R. F. Landel, J. D. Ferry, J. Am. Chem. Soc., 77, 3701 (1955)
11) J. V. Jardim, H. J. Neumann, Erölu. Kohle, 30 (7), 329 (1977); 宮川, 武上, 燃協誌, 51 (539), 162 (1972); 鈴木, 化学工業, 1976 (12), 1281
12) T. Ozawa, Bull. Chem. Soc. Japan, 38 (11), 1881 (1965)
13) JIS M8816−1979
14) 石油学会重質油研究会資料 8−13 (1979)
15) 真田, 根本, 第66回コークス特別会講演要旨, 14 (1979); 根本, 真田, 北大工学部研究報告, 91, 171 (1978)
16) D. W. van Krevelen, N. F. Huntjent, Fuel, 33, 88 (1954)
17) D. S. Montgomery, M. L. Boyd, Anal. Chem., 31 (8), 1920 (1959)
18) 片山, 加藤, 真田, 大内, 石油誌, 21 (3), 181 (1978)

アスファルトの分析法シリーズを終えて

予定した8回に達したので本シリーズを一旦終了とすることにします。本シリーズは第1回の総説で述べられているように，化学的に非常に複雑なアスファルトのキャラクタリゼーションを目的として，最近の機器分析がアスファルトにどのように適用されているかを紹介したものですが，この面での最近の進歩は著しく，また時期をみてシリーズを再開する必要があるかも知れません。

アスファルトを製造する立場の者のみならず，使用する立場の者にとっても，従来の規格試験のみによる評価に止まらず，ここに紹介されているような手法を積極的に取り入れることによって，現在われわれが直面しているアスファルトの技術的諸問題に対して，その解決のためのより有効な道がひらけるものと信じます。また本シリーズ企画の意義もそこにあるのであって，これを単なる知識として止めず，実際に応用して実りのあるものにしていただくことを願うものであります。

最後に，ご多忙中にもかかわらず快く執筆をお引き受け下さった著者各位に監修者として厚く御礼申し上げます。

三菱石油(株)研究所　**飯島　博**

舗装の横断クラック**

菅　原　照　雄*

1. まえがき

寒冷地に多発するアスファルト舗装の横断クラックについてはいろいろな雑誌に発表して来たので興味をお持ちの方々にはお読みいただけたかと思う。[1)2)3)]

温暖地域に住んでおられる方々は，我々にはあまり関係がないと思われるかも知れないが，この問題は，アスファルト舗装なるものの根幹にかかわる性質のものであり，多くの方々に興味を持っていただきたいテーマである。今までは，学術論文のようなかたちばかりで発表してきた関係上，推測やら，対策めいたことなど十分の確信を持てない部分は書くことが出来なかったので，本稿では今まで触れなかったこと，エピソードのような話，またこれと関係のある舗装のいろいろな話題について書いてみたいと思う。

2. 温度クラックの発見のいきさつ

今まで舗装の破壊は，流動変形とひびわれ破壊に集約されて考えられて来た。寒冷地ではこれに凍上問題が加わっていたが，これも力学的にみれば支持力問題でひびわれ破壊の一種に整理出来る。ここで述べようとする話題はいわば第3の破壊形態とでも呼ぶべきもので，前2者が何れも走行荷重によるものなのに対し，温度クラックという温度変化が因をなすもので，走行荷重には全く関係なく，むしろ荷重のないことが破壊を促進させるという異質なもので，従来常識が通用しない話題である。

もちろん，これはカナダ，アメリカ北部，北欧などで古くから話題にされ，研究も進められて来たもので，筆者もかねてから大変興味深く見ていた現象である。私達の調査によれば，この破壊の実態は各国ごとに多少異なり，諸外国のデータなり，研究成果なりが直ちにわが国に適用出来るものでもないらしい。

残念ながら，最近数年間にわたって私自身の事情によって，研究に専念して道路を調査して歩くことが出来ない状態になってしまった。

大変気になりながら，研究室での基礎実験だけを続けていたが，3年ほど前に，お役所の方々に，このような横断クラックがあったら教えて下さいと，2・3の地域を指定してお願いした。最初は何を言い出すのやらと不思議に思ったらしく，そんなのは見当りませんという回答だった。そのうち北海道開発局の久保さんに，〝ない筈はないから探し出して欲しい〟と強引に頼み込んだ。実は理論研究と実験の結果からこの種のクラックがない筈はないという確信に近いものが私にあったのでこのような頼み方になってしまった。

久保さんの調査の結果は意外なものだった。あるどころではなく，ぞろぞろと出て来たのである。これは現場の人々が無関心だったという意味ではなく，どうも私がお願いした1・2年前から生じ始めたらしいことが後になって判って来た。もちろん現場の方々にすれば，クラックがないと言っているのではなく，凍上とか，自動車荷重による普通の疲労破壊によるものと思い込んでいたらしい。

それからあとの話はいろいろなところに書いた通りである。

この問題は，ただ寒いところで舗装にクラックが入ると言った単純な問題ではなく，アスファルト舗装なり，アスファルトの工学にとってかなり〝本質的〟な問題である。いろいろな方々のお話を聞くと，これは北海道に限って発生しているものではなく，温暖な地方でも見られるそうだし，関連する諸問題をも含めて考えれば，日本国中どこでも，一応頭のなかに入れておくべき問題だということが次第に明らかになって来た。つまりこの問題はかなり〝根が深い〟ということである。

3. 破壊の形態

破壊の形態は大変単純明快である。**図―1**を御覧いただきたい。

図の数字はクラック発生順序である。最初に〝何かの〟きっかけで①が入る。このクラック間隔は20～30mが多い。翌年には②が①と①の中間に入る。その次は③である。従ってクラック数はバイバイゲームで増す。最終的

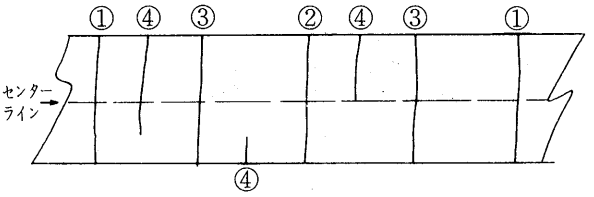
* 北海道大学工学部教授　** 昭和55年10月9日投稿

に間隔は1mくらいになる例もある。そして例外なく舗装の上面から切れて下に及ぶ。

かならず道路に直角に入る。例外はないと言ってよい。全幅員を横断する場合もあるしセンターライン沿いにクラックがあればそこで止まることもある。

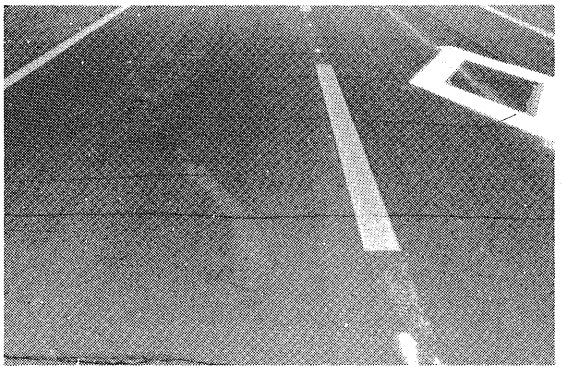
引き金は，さまざまである。コアーを抜いた部分，雨水マスの角，舗装のキズ，なんでも引き金になっているように見える。そのようなものが全くなくとも一定間隔で入る。舗設時の微細なクラックも当然引き金になろう。

さらに延長方向に入る例もあるが，これが入り出すと末期的なものである。そして一回クラックが発生すれば，その開きは年を追って拡大され，決してふさがることはない。交通量が多ければワダチ部分だけ多少はふさがるが，冬になれば又口を開く。ひどいときにはクラック巾は1cm以上にもなる。こうなれば舗装の下に水がまわって構造的な破壊へと進行して行く。



①が最初の年に入る
②が翌年つづいて入り，③が入る
④は1年後に舗装を横断する

図—1 横断クラックの入る順序



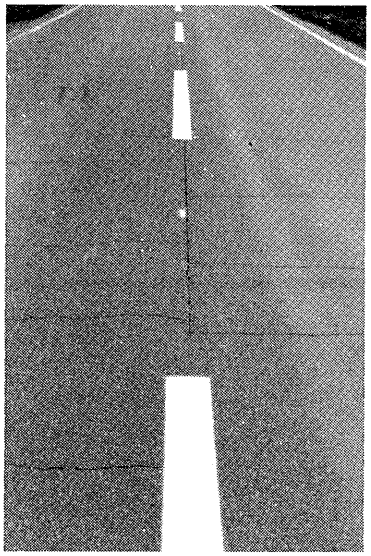
写真—1・舗装を横断するクラック，センターのジョイントが目地切れを起していない場合（まだ完全に横断に至らないクラックも見える）

4. 発生する地域，箇所

地域的にみるとおおよそ限定された地域，いうまでもなく寒い地域で発生が多い。積算寒度，気温などでおおよその推定が出来る。その多くは山間部である。しかし比較的寒くなくそして平地でもいくつかの発生例がある。これは積算寒度，気温に加えて，温度低下の勾配が非常に大きな要因になっていることを物語る。

発生箇所についてみると

a．交通量のかなり小さいところ，しかし寒冷山間部



写真—2 舗装の片側だけを横断するクラック，センターのジョイントが先に目地切れをおこしたときの例

写真—3 大きく開いたクラック，20～30㎜に達することも珍しくない。わだち部分は多少クラック巾が狭い。

は交通量が小さいという反論も出来る。平地部で交通量の多い内陸盆地でも発生している。この点の因果関係は未だ明確ではない。

b．沢に沿った風の吹き抜けるようなところに多発する。林間を通る道路では少ない。太陽にあたって舗装体温度が上昇し，夕方日没とともに急激に気温が低下するようなところということになろうか。面白いことに海岸沿いの道路に少ない。

舗装構造についてみれば，

a．砂利路盤に多く，砕石路盤に少ない。

b．アスファルト混合物層の比較的薄いものに多く，厚いものに少ない。熱をよく貯える舗装に少なく，熱容量の小さいもの（粗粒材路盤）に多く発生するものらしい。

何れにしろ，各々傾向がわかるだけで，決定的な決め手を欠く。極端な場合，継続工事で，材料も施工者も全く同じでありながら，一昨年のものになく，昨年のものにあったりする。何度我々がその境界に立って首をかしげたことか。

北海道開発局と北海道の集計によれば被害延長は国道で総延長の17%，道々で9%，総計で12.3%であり，この被害額もまた巨額である。

5. クラック発生の年代と発生時期

何時頃から発生し出したのかは未だ不明である。北海道内全域にわたって調査をし，現場の人々と接触した限りでは，ここ4・5年ということになる。ここ4・5年は何を意味しているのかが把握出来ない。ただ10年も前にそれらしきものが見られたという報告もある。

そのときには亀裂本数も少なくあまり気にならなかったのは，凍上破壊と入りまじっていたからだろうと推測される。

それでは1年のうちどの時期に発生するのかである。これも雪の下になることが多いのでわからない。春先になってはっきりするので，多分冬の間だろうということになる。一応初冬から冬の寒い時期にということか。夏には発生しないかと言えばそうも断言出来ない。夏に発生し，成長しているものもあることが調査の結果わかりわれわれにとっては大変なショックであった。

施工の翌春に亀裂が多数発生しているのが発見された例もある。しかし一般には2・3年経過ないしは10年ほど経過している例の方が多い。施工後長期間を経て破壊しているのは，どちらかと言えばそう寒くない地域である。このことは，温度変化の繰返し，言わば疲労破壊の一種であることを推測させる。この推測は後にわれわれの室内実験で確認実証されることになる。何れにしろ一度発生してしまえば，次々と拡大して行くことは間違いない。

これらの調査のかげには北海道開発局と北海道の皆さんの大変な努力がある。全延長で何kmになるのか，私どもの手もとには道内の全国道ならびに道々の亀裂分布図がある。何時頃，発生し，それがどのように成長するのかもこれからはすべてわかる仕組みになっている。

聞くところによると，この種の亀裂は東北，北陸にも発見されているという。これに対して私どもとしては，〝あり得ること〟と考えている。

ごく最近中国の旧満洲からも私どものところに問合せがあり，現在中国側と共同で研究を行っている。

ごく最近大変おもしろい現象を発見した。これもやはり北海道中央部で生じた現象だが，路線の切り換えで廃道になったアスファルト舗装に，廃道後2年を経過して，横断クラックが発生し始めた。もちろん自動車交通はない。全部がまだ道路を横断しておらず，9月末現在でクラックが，片側車線の中央まで路側から入っている。これは当然遠からず横断に至るものと思われ，継続的に観察して行きたいと考えている。

6. 亀裂発生の原因

亀裂の発生の原因は複雑だとは言いながら実は大変単純である。要するに温度が下がって縮みたいのに縮めないからこわれるのであって，セメントコンクリート舗装と同じことである。温度が下がればセメントコンクリートと同じことになると言ってもよい。弱いなりに，そして厚みが小さいなりに，そして目地もなしにとあればこのような現象がおこるのは不思議ではない。

調査の結果いろいろなことがわかって来た。どれ1つとして決定的なものではなく，大変複雑である。もちろん，使ったアスファルトはおかしくないか，施工に問題があったのではないかという推定もあったが，1つの要因に目を奪われることがないようにということで，最初のうちはこの2つの要因を抜いて，ごく一般論として広い角度から検討を進めて来た。これはある意味では成功だったと考えている。

調査の結果についてなるべく先入観念なしに，それをならべて，何回も議論を重ねて，お互に矛盾しないような一応の結論を出してみた。数学的，力学的な数値処理は出来ないので，それは大変苦しい作業になった。その結果が，あちこちに書いたような結論である。

ごく単純に言えば，この結論は温度が急激に低下するときに発生する，温度変化が繰返えされれば疲労によって破壊する，もろい合材では高い温度で発生するなどということを示している。私達はこの尺度になるものが，〝応力緩和性状〟だと考えることにした。応力緩和論をもってすれば，いろいろなことが矛盾なく説明出来るという意味である。

「応力緩和 ―― 材料に一定の歪みを加えて放置すると，それに伴う応力が時間とともに減少してくる現象，クリープの結果あらわれるものである。
―――― 岩波理化学辞典より ――――

すなわち，温度が低下して舗装体内に応力が発生するとき応力が次々と緩和すれば，あるいは材料が伸びてくれるなら，破壊は生じないが，応力が解放される前にさらに応力が増加するようなとき，即ち温度が急激に低下するときには破壊がおこると考えた。

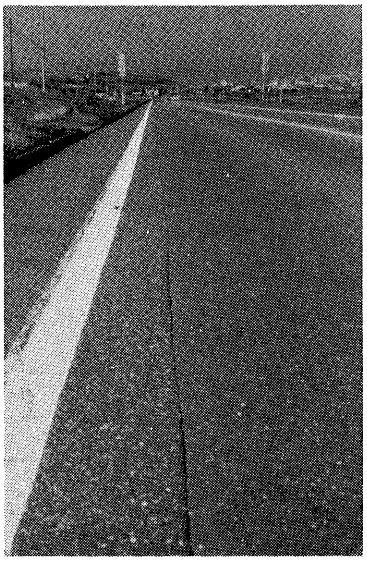
これにはアスファルトのコンシステンシーが大きく関係する。路盤とアスファルトコンクリート層の付着も関係する。そしてたとえ応力が小さくて一回で破壊しなくとも，材料の疲労で破壊が生ずることになる。

この解析は，私達がこれまで行って来た基礎的な実験研究成果の組合せであり，応用問題でもあった。

どのような混合物が脆いかはよく御承知だろう。この脆さというのは実は大変複雑である。合材の配合を一定にして考えれば，脆くなる温度とアスファルトの軟化点との間には密接な関係がある。合材が脆くなる温度とアスファルトの軟化点との温度差は，われわれが普通使うアスファルトについてほぼ一定である。だから軟化点の高いアスファルトを使えば，脆くなる温度は高くなる。つまりあまり寒くなくともクラックが入る。だから軟化点をあげることは或る意味では大変恐ろしいことなのである。（わだち掘れ対策の側からは軟化点を上げることが大変効果がある）軟化点をあげることは，クラックを発生させる地域の緯度をどんどん下げることを意味している。

これに関してアスファルトの老化の問題について少しコメントしておきたい。

アスファルトはかなり老化しやすい材料である。これはアスファルトの薄膜を作って試験してみるとよくわかる。世界中の研究者がこの問題についていろいろと研究をして来ているが，結果として，密実なアスファルト混合物では，表面の一部には顕著な老化が見られるが，それは舗装の全体を支配するものではないことが確められている。そしてアスファルトの老化は合材の混合時にその大半が生じているとしている。交通によってたえずこねられているような舗装ではあまり問題にならないということである。しかし，車が通らない舗装ではこの老化が問題になることが多い。それはもろもろの理由で，合材の空隙が次第に増加し，水も通すようになって，問題とすべき老化が生ずるからと考えられている。



写真―4
施工継目の
クラック

従ってこれはアスファルトが老化するからこわれるのではなく，空隙が増すから，老化しやすくなるのであって，老化が最初の引き金ではない。

加えて老化が直接物理的な亀裂をもたらすと考えるのはいささか短絡的で，アスファルトの老化か混合物の何らかの性質を変えて，混合物の物理的性質の変化が舗装に何らかの現象をもたらすと考えるのが適切だろう。私達はこの何らかの合材の物理的性質というのに応力緩和性状を当てはめた。従って私達は，アスファルトの老化問題を，１つの因子とは考えたが，それを主要因子とするといろいろ矛盾が起ってしまうので，マイナーな因子として位置づけることにした。しかし，一方最近のアスファルト事情からすれば，供用以前，すなわち，混合時，アスファルトに重大な性質の変化が生じていないとは言えないのでこの点の検討も進める必要があろうと考えている。

7. これと関係するいろいろな問題

私どもは研究上，この種の話題を一括して〝応力緩和問題〟としている。要するに伸びたくとも伸びられないで切れてしまう現象である。この応力緩和問題は舗装の

なかで大変幅の広い課題である。

そのいくつかの例をあげておこう。

a．継目のひびわれ現象

施工継目のうち主として縦方向の目地が切れて口を開く現象が数多く見られる。これも舗装が縮んで口を開く現象である。夏になって伸びたら小さくなるかと思えば，なかなかそうはいかない。夏でも口は開いたままである。むずかしい表現になるが，これは応力が緩和出来ずに口が開き，そして伸びようとするときには路盤との摩擦が効いて，伸びないで応力が緩和してしまう現象である。

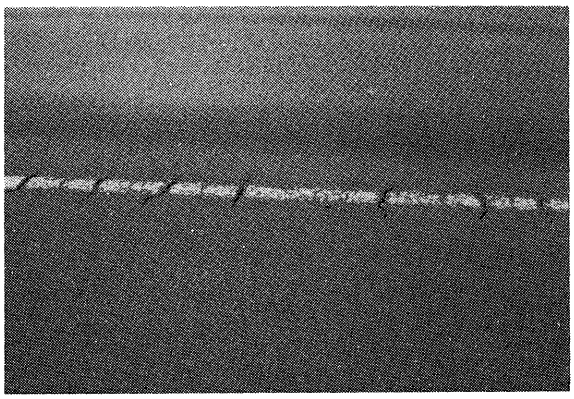
私達の実験によれば，目地切れは，不完全な施工，硬いバインダーの使用で多くみられる。ダイヤモンドカッターで切ったものは絶対と言ってよい程新しい舗装とは付着しないで，何時の間にか口が開いてしまう。タックコートの使用はかえって継目のひびわれを助長する。[4] これは何れも理屈通りである。ダイヤモンドカッターの多用は寒冷地では大変問題が多い。一番よいのは，もちろんホットジョイントだが，コールドジョイントでも，継目部を〝こねる〟ようなかたちでローラをかけてやると大変強い継目が出来る。とくに気温の低いときには継目の入念な施工が必要である。私達が調べた範囲で，路盤，基層，表層と継目を少しづつずらしてみてもクラックについてはあまり意味はない。表層に入った継目のひびわれは時間の経過とともにその直下の基層，路盤にまで，上から下へと直線的に進行する例が多い。継目についてはとにかく，表層で継目ひびわれをおこさないことである。

b．ひびわれの引き金とひびわれの挙動

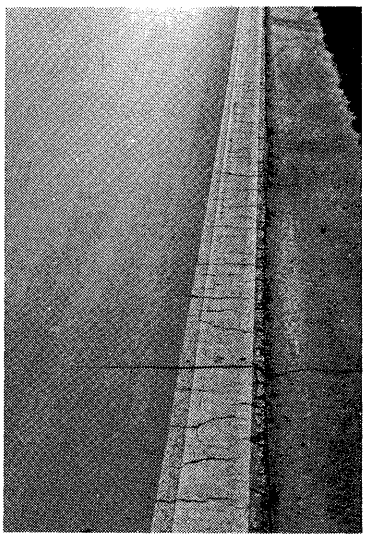
ひびわれの〝引き金〟はさまざまである。温度クラックの場合は応力緩和だが，表層の強さが，荷重による応力に負けてしまうためにおこるひびわれが大半である。引き金はごく普通の形態の破壊でも，一回ひびわれが生じてしまえば，舗装は連続性を失い小さな部分に分断されて，各々の部分が，温度変化で伸びたり縮んだりする。先に書いたようにアスファルト舗装は縮むときには縮むくせに伸びるときには伸びないという性質があるから，ひびわれは成長する一方ということになる。引き金は応力緩和でなくとも，一度ひびわれが生じたあとは応力緩和性状に支配されるようになる。

c．アスファルト混合物の伸び

アスファルト混合物はよく伸びる材料と一般には思われている。しかし実はこれは大変な錯覚と言わねばならない。コンクリートなどに比べればよく伸びる。しかしただ引張るだけでは実際最大でも数%か10%位の伸びしか期待出来ない。まして低温ではこれより1ケタ下の伸びが期待出来るだけである。大きな路盤，路床の凹みにもよく追随して行くように見えるが，そのようなときでも伸びはあまり大きくない。このことは車の全く通らない，歩道などでの亀裂を見ていただけばよくわかる。私達に大きな変形に耐えられると見えるのは，実は，混合物が車によってこねられて，伸びると言うより，むしろ〝拡がる〟かたちで亀裂が見られないということである。だから，〝車によってこねる〟ということは実は舗装に大変大きなメリットを与えていることになる。思い当る原因がないのに，車が通らないところで亀裂が沢山あるという，滑走路やらショルダー，歩道にみられるクラックはこの種の亀裂と考えればよい。このようなときには，アスファルト混合物自体の伸びだけに期待するのは無理な話である。



写真－5　センターラインのペイントの収縮にともなう舗装表面のクラック，路面温度が急激に降下するところから横断クラックが進む。



写真－6
ペイントに入るクラック，このクラックから横断クラックが成長することが多い。

d．トラフィックペイントの収縮

最近話題になっているのは，トラフィックペイントの収縮である。ある種のペイントは，舗装面に塗布した後，かなり収縮する。そのとき，下の舗装の表面もひきずって小さなひびを生ぜしめる。これは次に舗装の温度収縮のときに拡大され，だんだん深くまで及んで行き，継目のひびわれと同じ現象をもたらす。センターラインなどになると車輪でこねかえされることがないから，ひびわれは進行する一方である。

最初に述べた温度クラックでも，これが引き金になっている例も多い。トラフィックペイントの収縮クラックも要注意である。逆に言えば，ゆっくりと引張られると，アスファルト混合物は無低抗同様に弱い材料だということである。**写真―5**はかつてペイントが塗られていて今はペイントが摩耗して半分消えたものである。ペイントの収縮が舗装の表面を引張って面白いひびわれを起させたものの例である。**写真―6**はペイントのひびわれである。

e．非常に硬いバインダーを用いたときのひびわれ

アスファルトの粘度がきわめて高く，舗装厚が小さいときとか，何かのまぜものをしたときに生ずるひびわれも広い意味でこの話題に含まれる。これは粘度が何ポアズということではなく，その地域の舗装体温度との関係で議論されることになる。このようなときは，横断クラックよりももっとこまかに舗装がひびわれ分断される。そして，縦方向とか横断方向とかは関係がなくひびわれる。俗にいう〝フレキシビリティー〟を失った状態である。私どもにも大変にがい経験が沢山ある。舗装にはやはり〝流れる〟という性質が不可欠なのだろう。

8. 防止ならびに補修対策

防止および補修対策についても私どもは未だに確たる自信をもつに至っていない。しかし，ひびわれ箇所の解体調査を重ねて行くうちに，ひびわれした部分の直下は路盤がかなり軟弱化していることが，多くの地点で観察され，これが支持力の低下による構造の弱体化による破壊へと結びつく可能性が少なからず懸念される状況にある。

重車輌の通行のあるところではクラック部分の角がとれて，亀裂幅が拡がるところや，ポットホールに進むところも見られる。

当面私達の研究は，補修，防止の両面にわたって進められて来ている。

a．補修対策

補修の第1はとにかくクラックからの水の浸入を防止するためのシールである。亀裂の幅は2cm位から0.2～0.3mm位まで，いろいろである。このいわば目地になったような部分になにかをつめこんで一体に働かせようと考えるのはとても無理な話で不可能である。クラックの上部だけに何かつめものをしてみても，これはすぐにとれてしまって駄目であろう。これはどんな亀裂にも共通である。粘度の非常に小さなスラリーを流し込むことは出来ないかと考えているが，とても現在販売されているような粘度の高いものでは利用出来そうもない。先にも書いたように，一度クラックが入ってしまったら，アッチはアッチ，コッチはコッチで勝手に動いてくれるから手のつけようがない。

大変厄介なことにオーバーレイをしてみてもリフレクションクラックが生じ，クラックの本数は若干少なくなるものの，依然としてクラックの発生は止まらない。このリフレクションクラックはアスファルト舗装の本質的なもので上にかける層の厚みを厚くすることしか解決策はない。アスファルトコンクリートでのミニマムは10cmであろう。それ以下ではどんな策を考えようと防止は出来ない。全体的にみて亀裂を生じているのは表層，基層合せて10cm位のところが多いから，そのようなところにまた10cmもオーバーレイをするのでは経済的な問題として首をかしげざるを得ない面も出て来よう。

ネットを入れてリフレクションクラックを防止するとか，ゴムのようなものを混ぜてとかの研究も全て実りのないままにリフレクションクラック防止対策は推移している。

b．防止対策

i）路盤仕上げ

路盤面が砂利で仕上げられたものにこの種のクラックの発生が多い。特にアスファルト層の厚みが薄いときに危険である。このことは路盤とアスファルトコンクリートの付着，拘束が大きく影響していることを物語るのではないかと推測される。この意味では，路盤の粗い仕上げが防止に有効と思われる。交通量が多いということは，この路盤との付着や拘束を大きくしているのではないかという推測も出来る。逆に交通量の小さいところに多発するのは交通による付着なり摩擦の増大が期待出来ないからだと考えることも出来るだろう。

ii）熱容量

熱容量の小さいと思われるもの，すなわち外気温の変化に追随しやすい構造のものに発生が大きい。アスファルト混合物層の厚みの大きなものに発生し難いことは，

これを裏付ける1つの現象である。この意味では，アスファルト層をあまり薄くしないことも防止策になろう。しかしこれは経済的な見地からすれば少なからず疑問を残す対策でもあろう。

iii) アスファルトのコンシステンシー

現在までの諸外国の研究やら，私達の室内実験の結果では，明らかに軟質アスファルトについて，発生の危険は少ない。これは理論的にも説明出来ることである。しかし北海道の舗装は殆んど同じコンシステンシーのアスファルトを使用（80〜100）しているので，現場で確認は出来ていない。日本では全くと言ってよいほどpen.100以上は製造されておらず軟質アスファルトを直ちに使用することも難しい。しかし考え方としては薄い舗装には軟質アスファルトをというのが第1の対策となろう。これは，厚い舗装にも軟質アスファルトをということには直接はつながらない。アスファルトの使い分けが大事なのだろう。この際のコンシステンシーは〝針人度〟の大小で考えるのがよいだろう（流動ワダチ掘れ問題については高温粘度，軟化点で考える）。

iv) 骨材吸水率

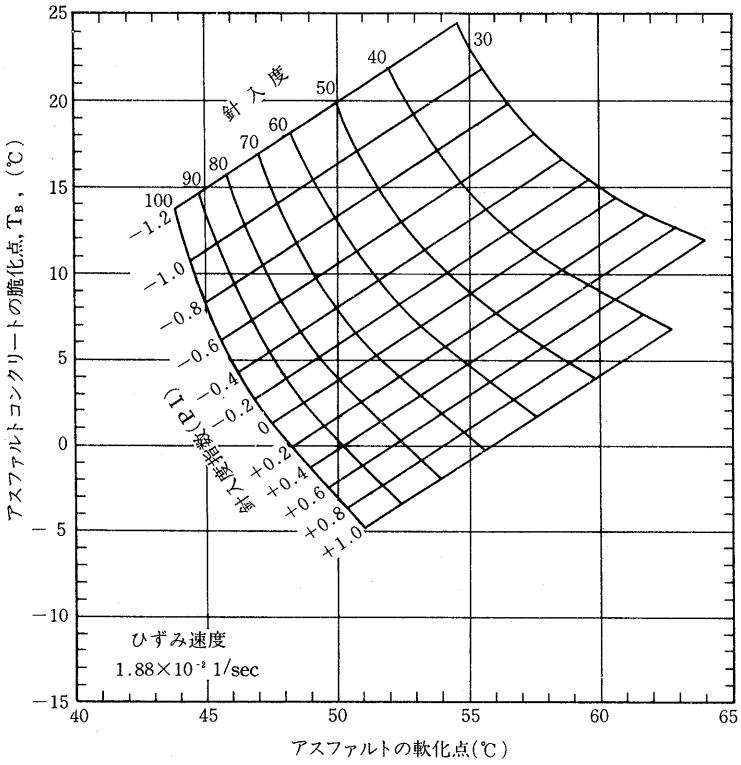
骨材の吸水率に関しても，いましばらくの観察，基礎研究を必要とする。私どもの調査結果では有意の差ありと出た。骨材には選択吸収性という大きな性質があって，骨材によっては，アスファルトの軽い成分をよく吸収する。軽い成分を吸収されてしまったアスファルトは大変硬いアスファルトになってしまって，その良い面を発揮出来なくなってしまう。全体として合材は硬く，もろい側へ移行する。これはより高い温度で温度クラックを発生させることを意味しており，極端に高い粘度のアスファルト合材と同じことを意味する。対策としては，出来るだけ吸水率の低い骨材の利用，それが不可能なら出来るだけ軟質のアスファルトを使うことである。

砕石・砂などの骨材事情は年を追ってきびしくなる。よいものを選んで使える時代がそうながく続くとは思われない。骨材が低品質になればこの温度クラックの危険は増大する。

わだち掘れ対策を考えれば，高粘度バインダー指向は当然の成行きである。しかし高粘度バインダーの利用は，特に寒冷地の薄い舗装にとって致命的なものになりかねない。この辺りの整合性をいかにはかって行くかが大変大事な課題である。それを可能にする手段は，アスファルトの感温性を思い切って下げること，それも外国には例のないようなアスファルトを作ることしかない。配合の選択やら，今製造されているアスファルトのどれがよいかという観点では解決策はなかろう。

v) 合材の配合

アスファルト量が多いのがよいのか，少ないのがよいのかは判ったようで未だ判らない。これは大変複雑なからみで出てくるもので，簡単に結論は出そうにもない。私達の実験でも未だ結論を出すに至らないが，いずれ近いうちにはっきりさせることが出来よう。



図−2 アスファルトコンクリートの脆化点，軟化点，針入度の関係

9. 基礎的な実験研究

私共の実験研究は大変細かな話ばかりになって，すぐには皆さんのお役にたちそうもないが，内容をごくかいつまんで説明しておこう。

この問題は，材料の変形係数—膨張係数—温度—温度変化速度—発生応力—緩和する応力，を丹念に理論と実験で追って行くことに尽きるが，各々の要因がその中で複雑に変化するから一

筋なわでは行かない。このために私共は温度変化のみで供試体を破壊させる装置を作って破壊実験をやっている。温度変化をプログラムしたり，さまざまなカラクリが必要なので実験装置は大変大がかりなものになってしまう。現在までにどのような条件のもとで破壊するか，熱疲労はあるのかなどの実験を進め，アスファルト混合物はきわめて規則正しく温度変化で破壊することが明らかになって来ている。しかしまだまだ一般論の組立てまでには至っていない。

もう一つは，アスファルト混合物の破壊現象の研究だが，一応完結して，論文として発表してきた。そのうち，材料の脆さという問題がこの主題と深い関係がありそうである。

図—2はアスファルトコンクリートについて，使用アスファルトの軟化点と，アスファルトコンクリートの脆さが一定である温度[5]（実際には，だんだん温度を下げて行って脆くなる温度，変形係数にして$(2\pm1)\times10^4$kg/cm^{2}の点，私達はこれを脆化点と呼ぶ）との関係をノモグラムにして示したものであり，非常に沢山のアスファルトについて実験した結果をまとめたものである。配合は一定なので，アスファルトの軟化点，針入度，針入度指数，脆さが一定になる温度の関係を示すことになる。これらの関係は荷重のかかる速度（温度クラックの問題のときには温度低下速度）によって，大きく動く，しかしその動きは温度軸が上下方向に動くのみであって，この図での相対的な関係は全くかわらない。この図では与えるひずみの速度を1.88×10^{-2}1/secにしたときの脆化点を目盛ってある。この図は危険温度予測に有用な資料となるだろう。そしてアスファルトのもつコンシステンシーの重要さを示すものにもなっている。

この種の問題で好ましいアスファルトは，点がなるべく図の下の方に来ること，そして逆に流動対策としては図のなるべく右側にあることである。結論は明瞭でP.I.の高い側へ移行すれば，すなわち斜め右下の側へ行くアスファルトが好ましいということである。

このノモグラムの適用範囲としては，O.A.Cのアスファルトコンクリートで最大1～2°Cのずれ，ひずみ速度がおそくなれば全体的に下方にずれる。そのずれの幅はひずみ速度がおそくなれば全体的に下方にずれる。そのずれの幅はひずみ速度1桁で5～6°Cである。

10 おわりに

今の我国の舗装の状況は，北の方から，スパイクによる舗装の摩耗と，温度クラックの問題が南下の兆しをみせ，その逆にワダチ掘れ問題が南から，北上の兆しをみせている。この調和がいかに図られるのか，大変頭の痛い話である。

この問題の一つの鍵は確かに〝アスファルトの性質〟である。しかしただ，アスファルトにのみに目を奪われると大変危険である。両方をにらんでの解決策はどこにあるのだろうか。

この研究については，北海道開発局や北海道の皆さん，とりわけ北海道開発局土木試験所の久保宏博士，北大の森吉，北海道工業大学の笠原両助教授に負うところが大きい。ここに深く感謝の意を表したい。

（原文のまま）

参考文献

1)菅原照雄，久保宏，森吉昭博
〝寒冷地舗装に発生する横断方向のひび割れ〟道路 1978，8，

2)菅原照雄，久保宏，森吉昭博
〝温度応力によるアスファルト舗装のクラック破壊〟土木学会誌， 1979，4

3)久保宏
〝アスファルト舗装に発生する温度応力クラック〟道路建設 No，390， 1980，7

4)森吉昭博，堀尾哲一郎，菅原照雄
〝アスファルト舗装の施工ジョイントに関する研究〟石油学会誌 第16巻，8号， 1973，8

5)菅原照雄，笠原篤
〝アスファルトの性状のアスファルト混合物の力学的性状に及ぼす影響〟土木学会論文報告集 第268号， 1977，12

時事解説

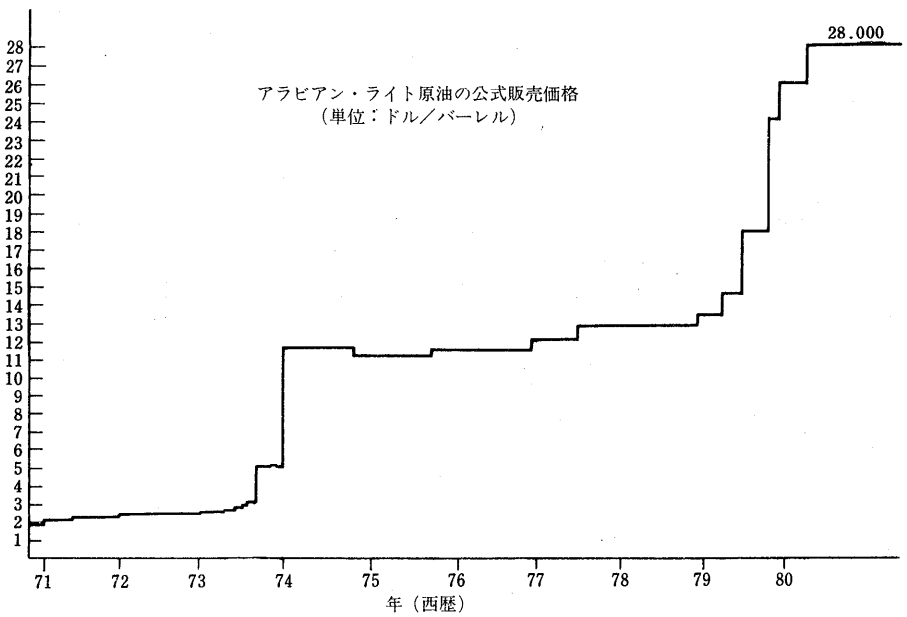
図表でみる石油産業の現状

最近の新聞・テレビ等で石油業界の中間決算について大きく報道されているが，石油産業の現状は依然として脆弱な体質であることには変りなく，原油事情を始め石油産業をとりまく情勢も一段と複雑且つ不透明さを増しており，今後の石油安定供給のためには体質強化が急務とされているものである。

そこで，石油産業の現状に関する特長的な幾つかの点について，統計図表を中心に記述してみたい。

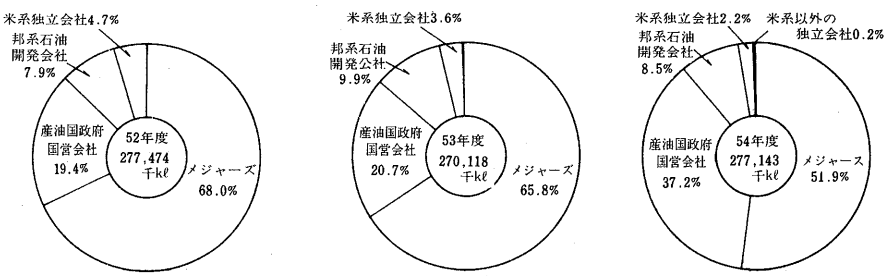
図－1　とどまらない原油価格の高騰

1973年秋の第4次中東戦争による第1次石油ショック並びに1979年初めのイラン政変による第2次石油ショックを契機として，産油国の原油価格引上げ攻勢は一段とエスカレートし，現在でもなおとどまるところを知らない情勢にあります。



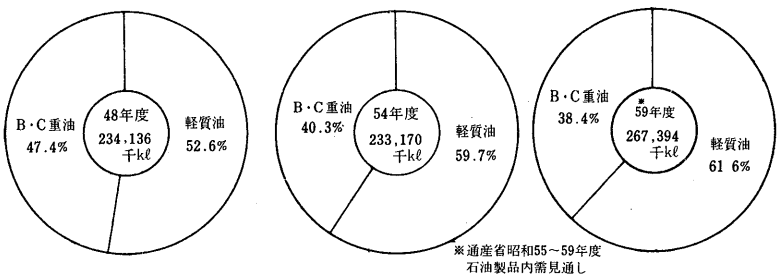
図－2　急変している原油供給ルート

イラン政変を契機に原油の流通ルートが大きく変化し，いわゆるDD原油，GG原油など産油国の直接供給比率が増大し，逆にメジャーの供給比率が遂次減少傾向にあります。



モータリゼーションや環境対策などの進行とともにガソリンや中間製品（灯油，軽油，A重油）の比率が増加し，一方石炭等への燃料転換による産業用C重油の減少により，石油製品全体の需要構造は軽質化傾向が進んでいます。

図－3　軽質化が進む日本の石油製品需要



図－4　負担が増大している石油諸税

石油諸税は財源不足が問題となるたびに増徴が行なわれてきました。また53年6月からは新たに「石油税」が創設され，石油製品が消費者の手許に届くまでに2重あるいは3重に課税される仕組みとなりました。又この結果，国税収入に占める石油諸税の割合は1割近くを占めることとなり，所得税・法人税につぎ3番目となっています。

（単位：円／kℓ）

(イ)　原重油関税

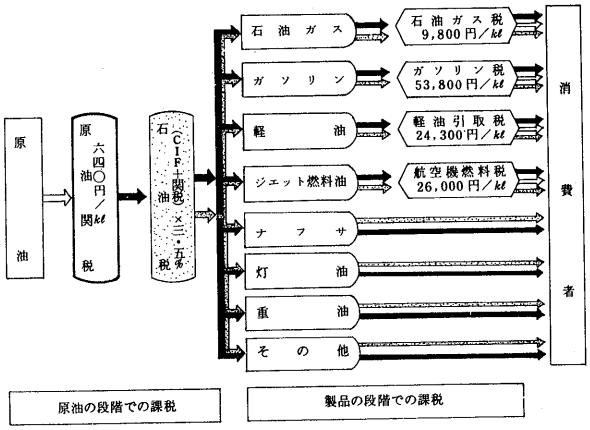
			原油関税(国)	A重油	B重油	C重油
危機前	昭和36年6月	原重油関税の従量税化	320	820	630	570
	昭和37年4月	原油関税の引上げ	530			
	昭和38年4月	原重油関税の引上げ	640	955	730	660
危機後	昭和52年4月	原重油関税の引上げ	750	1,070	835	750
	昭和53年6月	原重油関税の引下げ（石油税の新設に伴う）	640	955	730	660

(単位：円／kℓ)

(ロ)　石油消費税　　（　）内はアップ率

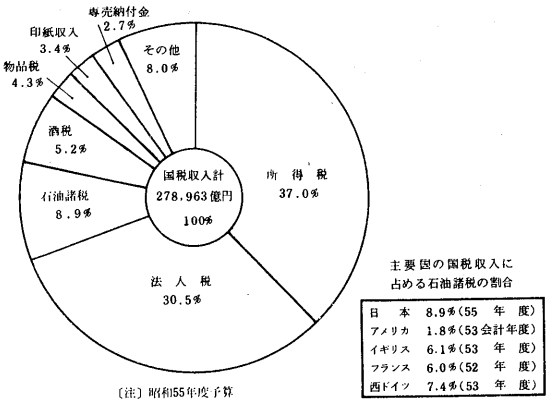
			ガソリン税（国）	軽油引取税（地）	石油ガス税（国）	航空機燃料税(国)	石油税（国）
危機前	昭和32年4月	ガソリン税引上げ（41%）	18,300	6,000			
	昭和32年4月	軽油引取税引上げ（33%）	18,300	8,000			
	昭和34年4月	ガソリン税引上げ（24%）	22,700	8,000			
	昭和34年4月	軽油引取税引上げ（30%）	22,700	10,400			
	昭和36年4月	ガソリン税引上げ（15%）	26,100	10,400			
	昭和36年5月	軽油引取税引上げ（20%）	26,100	12,500			
	昭和39年4月	ガソリン税引上げ（10%）	28,700	12,500			
	昭和39年4月	軽油引取税引上げ（20%）	28,700	15,000			
	昭和41年2月	石油ガス税新設（5,000円／t）	28,700	15,000	5円／kg（2.80円／ℓ）		
	昭和42年1月	石油ガス税引上げ（100%）	28,700	15,000	10円／kg（5.60円／ℓ）		
	昭和45年1月	石油ガス税引上げ（75%）	28,700	15,000	17.50円／kg（9.80円／ℓ）		
	昭和47年4月	航空機燃料税新設（5,200円/kl）	28,700	15,000	17.50円／kg（9.80円／ℓ）	5,200	
	昭和48年4月	航空機燃料税引上げ（100%）	28,700	15,000	17.50円／kg（9.80円／ℓ）	10,400	
危機後	昭和49年4月	航空機燃料税引上げ（25%）	28,700	15,000	17.50円／kg（9.80円／ℓ）	13,000	
	昭和49年4月	ガソリン税引上げ（20%）	34,500	15,000	17.50円／kg（9.80円／ℓ）	13,000	
	昭和51年4月	軽油引取税引上げ（30%）	34,500	19,500	17.50円／kg（9.80円／ℓ）	13,000	
	昭和51年7月	ガソリン税引上げ（25%）	43,100	19,500	17.50円／kg（9.80円／ℓ）	13,000	
	昭和53年6月	石油税新設（従価税）（CIF価格＋関税）×3.5%	43,100	19,500	17.50円／kg（9.80円／ℓ）	13,000	（CIF＋関税）3.5%
	昭和54年4月	航空燃料税引上げ（100%）	43,100	19,500	17.50円／kg（9.80円／ℓ）	26,000	（CIF＋関税）3.5%
	昭和54年6月	ガソリン税引上げ（25%）	53,800	19,500	17.50円／kg（9.80円／ℓ）	26,000	（CIF＋関税）3.5%
	〃	軽油引取税引上げ（25%）	53,800	24,300	17.50円／kg（9.80円／ℓ）	26,000	（CIF＋関税）3.5%

(ハ) 石油課税の多段階課税



出所：石油連盟

(ホ) 国税収入に占める石油諸税の割合



図－5 厳しい備蓄増強の達成

石油備蓄は国民ひとりひとりにかかわる安全保障です。政府は石油備蓄法を50年12月に制定し51年4月から施行しました。これにより民間備蓄として90日分を56年3月末迄に達成しなければならないこととなっています。

(1) 石油備蓄法のあらまし

①石油備蓄目標の策定（法第4条）

②石油精製業者等の石油備蓄実施計画の届出（法第5条）

③石油備蓄実施計画の変更勧告（法第5条第3項）

④前年の石油製品の生産量，販売量，輸入量等の届出（法第6条）

⑤基準備蓄量の通知（法第7条）

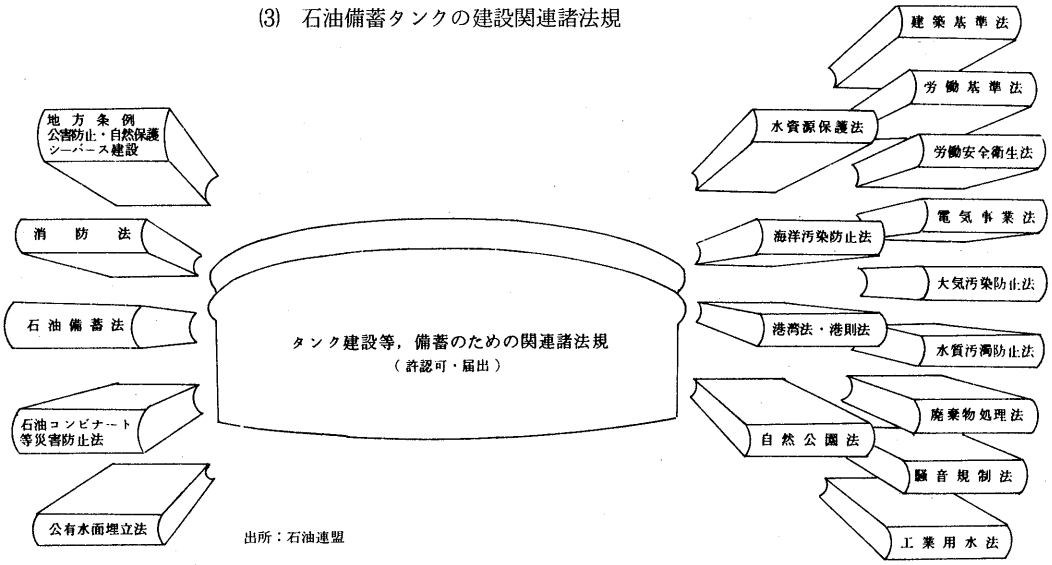
⑤基準備蓄量以上の石油の保有勧告（法第10条第1項）命令（法第10条第2項）

(2) 90日備蓄増強計画

年度末	50	51	52	53	54	55
備蓄目標日数	70日	75日	80日	85日	85日	90日

（注）備蓄目標日数は，前暦年内需量を基礎とするOECD方式による日数である。

(3) 石油備蓄タンクの建設関連諸法規



出所：石油連盟

表－1　石油産業の収益率は製造業で最低

石油産業の売上高経常利益率は製造業中最低で，石油産業の企業体質は劣悪です。

（注）1. 石油は石油連盟加盟29社，ただし50年度以降は36社（日経新聞社調査）の平均。

2. 石油以外の各期別は日銀統計局調査，年度計は日経新聞社調査。

業種＼年度	48	49	50	52	53	54
石　油	1.45	△0.65	△0.82	1.75	0.38	1.35
パルプ・紙	6.30	3.34	△0.93	1.50	1.54	2.41
鉄　鋼	6.40	3.75	△0.78	0.40	3.56	5.81
化　学	6.26	5.06	0.35	1.89	2.79	4.28
繊　維	8.68	1.07	△5.23	△0.30	1.71	3.90
自動車製造	4.75	2.28	3.79	5.35	4.77	5.19
電　力	1.11	4.06	5.37	8.76	8.40	△1.89
ガ　ス	4.10	0.24	4.24	6.95	4.91	0.37
製造業平均	6.05	3.56	1.37	3.08	3.81	4.75

表－2　自己資本比率も最低水準

石油産業の自己資本比率は製造業平均の¼という最低水準にあり，石油安定供給のためには企業体質の改善強化が何よりの急務です。

（単位：％）

産業＼年度・期	48／上	48／下	49／上	49／下	50	52	53	54
石　油	11.01	8.08	5.59	4.79	3.31	6.11	6.77	5.20
パルプ・紙	13.36	13.56	13.39	12.80	11.80	12.08	12.38	12.58
鉄　鋼	13.79	13.40	12.63	12.61	11.84	10.55	11.60	13.22
化　学	22.27	21.44	21.53	21.25	15.62	16.53	18.12	18.59
繊　維	23.59	22.93	21.91	20.04	19.01	19.62	20.76	21.50
自動車製造	30.19	29.89	28.97	27.62	26.66	33.03	35.60	36.16
電　力	22.56	20.65	19.14	18.98	18.50	16.19	16.54	13.37
ガ　ス	32.11	28.96	24.00	18.73	23.36	22.92	23.66	20.82
製造業平均	20.30	19.29	18.74	18.31	18.37	19.82	21.48	21.96

（注）1. 石油は石油連盟加盟２９社，ただし５０年度以降は３６社（日経新聞社調査）の平均。

2. 石油以外の各期別は日銀統計局調査，年度計は日経新聞社調査。

〔構成：真山治信　東亜燃料工業㈱企画室〕

<石油アスファルト需給統計資料>　その1

石油アスファルト需給実績（総括表）

（単位：千t）

項目 / 年度	供給					需要					
	期初在庫	生　産	対前年度比	輸　入	合　計	内　需	対前年度比	輸　出	小　計	期末在庫	合　計
49　年　度	226	4,571	(88.5)	16	4,813	4,586	(89.1)	29	4,615	182	4,797
50　年　度	182	4,086	(89.4)	0	4,268	4,015	(87.6)	13	4,029	236	4,265
51年度上期	236	2,104	(97.2)	0	2,340	2,045	(99.2)	18	2,060	266	2,326
51年度下期	266	2,050	(106.7)	0	2,316	2,058	(105.2)	4	2,062	256	2,318
51　年　度	236	4,154	(101.7)	0	4,390	4,103	(102.1)	22	4,122	256	4,378
52年度上期	256	2,284	(108.6)	0	2,540	2,320	(113.6)	0	2,320	227	2,547
52年度下期	227	2,506	(122.1)	0	2,733	2,445	(118.8)	0	2,445	287	2,732
52　年　度	256	4,790	(115.3)	0	5,046	4,765	(116.2)	0	4,765	287	5,052
53年度上期	287	2,661	(116.5)	0	2,948	2,636	(113.6)	0	2,636	312	2,948
53年度下期	312	2,568	(102.6)	0	2,880	2,582	(105.6)	0	2,582	297	2,879
53　年　度	287	5,229	(109.2)	0	5,516	5,218	(109.5)	0	5,218	297	5,515
54.　4月	297	476	(93.7)	0	773	463	(95.9)	0	463	310	773
5月	310	419	(89.3)	0	734	425	(102.4)	0	425	305	730
6月	305	382	(114.7)	0	687	405	(102.5)	0	405	283	688
4～6月	297	1,277	(97.5)	0	1,574	1,293	(100.0)	0	1,293	283	1,576
7月	283	462	(96.9)	0	745	446	(91.2)	0	446	300	746
8月	300	460	(104.8)	0	760	438	(102.7)	0	438	322	760
9月	322	425	(97.7)	0	747	399	(93.5)	0	399	348	747
7～9月	283	1,347	(99.7)	0	1,630	1,283	(95.5)	0	1,283	348	1,631
54年度上期	297	2,624	(98.6)	0	2,921	2,576	(97.7)	0	2,576	348	2,924
10月	348	423	(85.3)	0	771	466	(101.5)	0	466	316	782
11月	316	460	(96.8)	0	776	459	(91.6)	0	459	318	777
12月	318	437	(106.8)	0	755	489	(103.8)	0	489	266	755
10～12月	348	1,320	(95.7)	0	1,668	1,414	(98.8)	0	1,414	266	1,680
55.　1月	266	283	(91.9)	0	549	250	(96.9)	0	250	299	549
2月	299	340	(96.3)	0	639	351	(106.7)	1	352	286	638
3月	286	497	(94.3)	1	784	548	(97.3)	1	549	235	784
1～3月	266	1,120	(94.3)	1	1,387	1,149	(99.9)	2	1,151	235	1,386
54年度下期	348	2,440	(95.0)	1	2,789	2,563	(99.3)	2	2,565	235	2,800
54　年　度	297	5,064	(96.8)	1	5,362	5,139	(98.5)	2	5,141	235	5,376
55.　4月	235	466	(97.9)	0	701	461	(99.6)	3	464	240	704
5月	240	396	(94.5)	0	636	349	(82.1)	0	349	286	635
6月	286	327	(85.6)	0	613	365	(90.1)	3	368	244	612
4～6月	235	1,189	(93.1)	0	1,424	1,175	(90.9)	6	1,181	244	1,425

〔注〕 (1)通産省エネルギー統計月報　55年3月確報
(2)四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

＜石油アスファルト需給統計資料＞　その２

石油アスファルト内需実績（品種別明細）

（単位：千ｔ）

項目 / 年月	内需量					構成比					対前年度比				
	ストレート・アスファルト			ブローンアスファルト	合計	ストレート・アスファルト			ブローンアスファルト	合計	ストレート・アスファルト			ブローンアスファルト	合計
	一般用	工業用	計			一般用	工業用	計			一般用	工業用	計		
49　年　度	4,213	132	4,345	241	4,586	91.9	2.9	94.7	5.3	100.0	90.6	91.9	90.6	68.9	89.1
50　年　度	3,574	190	3,764	251	4,015	89.0	4.7	93.7	6.3	100.0	84.8	143.9	86.6	104.1	87.5
51年度上期	1,828	93	1,921	124	2,045	89.4	4.6	93.9	6.1	100.0	97.6	120.8	98.5	110.7	99.2
51年度下期	1,802	116	1,918	140	2,058	87.6	5.6	93.2	6.8	100.0	105.6	103.6	105.5	100.7	105.2
51　年　度	3,630	209	3,839	264	4,103	88.5	5.1	93.6	6.4	100.0	101.6	110.0	102.0	105.2	102.2
52年度上期	2,076	113	2,189	131	2,320	89.5	4.9	94.4	5.6	100.0	113.6	121.5	114.0	105.6	113.4
52年度下期	2,166	122	2,288	157	2,445	88.6	5.0	93.6	6.4	100.0	120.2	105.2	119.3	112.1	118.8
52　年　度	4,242	235	4,477	288	4,765	89.0	4.9	93.9	6.1	100.0	116.9	112.4	116.6	109.1	116.1
53年度上期	2,355	136	2,491	145	2,636	89.3	5.2	94.5	5.5	100.0	113.4	120.3	113.8	110.7	113.6
53年度下期	2,283	131	2,414	168	2,582	88.4	5.1	93.5	6.5	100.0	105.2	107.4	105.3	109.6	105.6
53　年　度	4,638	267	4,905	313	5,218	88.9	5.1	94.0	6.0	100.0	109.3	113.6	109.6	108.7	109.5
54.　4月	416	21	437	26	463	89.8	4.5	94.4	5.6	100.0	96.5	72.4	95.0	108.3	95.7
5月	375	25	400	25	425	88.0	6.1	94.1	5.9	100.0	100.0	173.3	102.8	100.0	102.7
6月	358	17	375	30	405	88.4	4.2	92.6	7.4	100.0	102.6	77.3	101.1	125.0	102.5
4～6月	1,149	63	1,212	81	1,293	88.8	4.9	93.7	6.3	100.0	99.5	97.0	99.3	111.0	100.0
7月	408	10	418	28	446	91.5	2.2	93.7	6.3	100.0	92.7	40.0	89.9	116.7	91.2
8月	398	10	408	30	438	90.9	2.3	93.2	6.8	100.0	104.7	43.4	101.2	130.4	102.8
9月	354	17	371	28	399	88.7	4.3	93.0	7.0	100.0	93.2	77.3	92.3	112.0	93.4
7～9月	1,160	37	1,197	86	1,293	90.4	2.9	93.3	6.7	100.0	96.7	52.9	94.3	119.4	95.6
54年度上期	2,309	100	2,409	167	2,576	89.6	3.9	93.5	6.5	100.0	98.0	74.3	96.7	115.2	97.8
10月	426	12	438	28	466	91.4	2.6	94.0	6.0	100.0	103.6	54.5	101.2	103.7	101.3
11月	419	12	431	28	459	91.3	2.6	93.9	6.1	100.0	93.1	54.5	91.3	100.0	91.8
12月	448	13	461	28	489	91.6	2.7	94.3	5.7	100.0	106.7	54.2	103.8	107.7	104.0
10～12月	1,293	37	1,330	84	1,414	91.5	2.6	94.1	5.9	100.0	100.9	54.4	98.6	103.7	98.9
55.　1月	211	12	223	27	250	84.4	4.8	89.2	10.8	100.0	99.1	63.2	96.1	103.8	96.9
2月	303	15	318	33	351	86.3	4.3	90.6	9.4	100.0	109.8	62.5	106.0	113.8	106.7
3月	505	11	516	32	548	92.2	2.0	94.2	5.8	100.0	98.6	55.0	97.0	100.0	97.2
1～3月	1,019	38	1,057	92	1,149	88.7	3.3	92.0	8.0	100.0	101.8	60.3	99.3	105.7	99.8
54年度下期	2,312	75	2,387	176	2,563	90.2	2.9	93.1	6.9	100.0	101.3	57.3	98.9	104.8	99.3
54　年　度	4,621	175	4,796	343	5,139	89.9	3.4	93.3	6.7	100.0	99.7	65.5	97.8	109.6	98.5
55.　4月	420	12	432	29	461	91.1	2.6	93.7	6.3	100.0	101.0	57.1	98.9	111.5	99.6
5月	309	14	323	26	349	88.5	4.1	92.6	7.4	100.0	82.4	56.0	80.8	104.0	82.1
6月	327	15	342	23	365	89.6	4.1	93.7	6.3	100.0	91.3	88.2	91.2	76.7	90.1
4～6月	1,056	41	1,097	78	1,175	89.9	3.5	93.4	6.6	100.0	91.9	65.1	90.5	96.3	90.9

〔注〕(1)通産省エネルギー統計月報　55年３月確報
(2)工業用ストレート・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)一般用ストレート・アスファルト＝内需量合計－（ブローンアスファルト＋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。

社団法人　日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話
〔メーカー〕		
アジア石油株式会社	(100) 東京都千代田区内幸町2－1－1	03 (506) 5649
大協石油株式会社	(104) 東京都中央区八重洲2－4－1	03 (274) 5211
エッソスタンダード石油株式会社	(107) 東京都港区赤坂5－3－3	03 (584) 6211
富士興産株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2－4－3	03 (580) 3571
富士石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1－2－3	03 (211) 6531
出光興産株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内3－1－1	03 (213) 3111
鹿島石油株式会社	(102) 東京都千代田区紀尾井町3－6	03 (265) 0411
興亜石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町2－6－2	03 (270) 7651
共同石油株式会社	(100) 東京都千代田区永田町2－11－2	03 (593) 6118
極東石油工業株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1－7－2	03 (270) 0841
丸善石油株式会社	(107) 東京都港区赤坂6－1－20	03 (588) 9611
三菱石油株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門1－2－4	03 (595) 7412
モービル石油株式会社	(100) 東京都千代田区大手町1－7－2	03 (244) 4359
日本アスファルト株式会社	(102) 東京都千代田区平河町2－7－6	03 (234) 5021
日本鉱業株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門2－10－1	03 (582) 2111
日本石油株式会社	(105) 東京都港区西新橋1－3－12	03 (502) 1111
日本石油精製株式会社	(105) 東京都港区西新橋1－3－12	03 (502) 1111
三共油化工業株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1－4－2	03 (284) 1911
西部石油株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内1－2－1	03 (216) 6781
シェル石油株式会社	(100) 東京都千代田区霞が関3－2－5	03 (580) 0111
昭和石油株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2－7－3	03 (231) 0311
昭和四日市石油株式会社	(100) 東京都千代田区有楽町1－11	03 (211) 1411
東亜燃料工業株式会社	(100) 東京都千代田区一ッ橋1－1－1	03 (213) 2211
東北石油株式会社	(983) 宮城県仙台市中野字高松238	02236 (5) 8141

〔ディーラー〕

● 北海道

アサヒレキセイ(株)札幌支店	(060) 札幌市中央区大通西10－4	011 (281) 3906	日アス
中西瀝青(株)札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (231) 2895	日石
(株)南部商会札幌出張所	(060) 札幌市中央区北2条西2－15	011 (231) 7587	日石
レキセイ商事株式会社	(060) 札幌市中央区北4条西12	011 (231) 5931	出光
株式会社ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10－1－11	011 (281) 3976	丸善
(株)沢田商行 北海道出張所	(060) 札幌市中央区北2条西3	011 (221) 5861	丸善
東光商事(株)札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7	011 (261) 7957	三石
(株)トーアス札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (281) 2361	共石

社団法人　日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話	
蔦井石油株式会社	(060) 札幌市中央区北5条西21－411	011 (643) 6111	丸善
● 東北			
アサヒレキセイ(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市中央3－3－3	0222 (66) 1101	日アス
株式会社亀井商店	(980-91)宮城県仙台市国分町3－1－18	0222 (64) 6077	日石
宮城石油販売株式会社	(980) 宮城県仙台市東7番丁102	0222 (57) 1231	三石
中西瀝青(株)仙台営業所	(980) 宮城県仙台市中央2－1－30	0222 (23) 4866	日石
(株)南部商会仙台出張所	(980) 宮城県仙台市中央2－1－17	0222 (23) 1011	日石
有限会社男鹿興業社	(010-05)秋田県男鹿市船川港船川字化世沢178	01852 (3) 3293	共石
菱油販売(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市国分町3－1－1	0222 (25) 1491	三石
正興産業(株)仙台営業所	(980) 宮城県仙台市国分町3－3－3	0222 (63) 0679	三石
竹中産業(株)新潟営業所	(950) 新潟市東大通1－4－2	0252 (46) 2770	シェル
常盤商事(株)仙台支店	(980) 宮城県仙台市上杉1－8－19	0222 (24) 1151	三石
● 関東			
アサヒレキセイ株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3－3－5	03 (551) 8011	日アス
アスファルト産業株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀4－4－13	03 (553) 3001	シェル
富士興産アスファルト株式会社	(107) 東京都港区赤坂1－5－11	03 (585) 7601	日アス
富士鉱油株式会社	(105) 東京都港区新橋4－26－5	03 (432) 2891	丸善
富士石油販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2－13－12	03 (274) 2061	共石
富士油業(株)東京支店	(106) 東京都港区西麻布1－8－7	03 (478) 3501	日アス
伊藤忠燃料株式会社	(160) 東京都新宿区西新宿3－4－7	03 (347) 3961	共石
関東アスファルト株式会社	(336) 浦和市岸町4－26－19	0488 (22) 0161	シェル
株式会社木畑商会	(104) 東京都中央区八丁堀4－2－2	03 (552) 3191	共石
国光商事株式会社	(165) 東京都中野区東中野1－7－1	03 (363) 8231	出光
極東資材株式会社	(105) 東京都港区新橋2－3－5	03 (504) 1528	三石
丸紅石油株式会社	(102) 東京都千代田区九段北1－13－5	03 (230) 1131	モービル
三菱商事株式会社	(100) 東京都千代田区丸の内2－6－3	03 (210) 6290	三石
三井物産石油販売株式会社	(100) 東京都千代田区内幸町2－1－1	03 (504) 2271	極東石
中西瀝青株式会社	(103) 東京都中央区八重洲1－2－1	03 (272) 3471	日石
株式会社南部商会	(107) 東京都港区南青山1－1－1	03 (475) 1531	日石
日東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区新川2－8－3	03 (551) 6101	シェル
日東商事株式会社	(170) 東京都豊島区巣鴨3－39－4	03 (915) 7151	昭石
瀝青販売株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2－16－3	03 (271) 7691	出光
菱東石油販売株式会社	(104) 東京都中央区八重洲2－7－16	03 (281) 2030	三石
菱洋通商株式会社	(104) 東京都中央区銀座4－2－14	03 (564) 1321	三石
菱油販売株式会社	(160) 東京都新宿区西新宿1－20－2	03 (348) 6241	三石
三徳商事(株)東京営業所	(101) 東京都千代田区岩本町1－3－7	03 (861) 5455	昭石
株式会社沢田商行	(104) 東京都中央区入船町1－7－2	03 (551) 7131	丸善
新日本商事株式会社	(101) 東京都千代田区神田錦町2－7	03 (294) 3961	昭石
昭和石油アスファルト株式会社	(140) 東京都品川区南大井1－7－4	03 (761) 4271	昭石
住商石油株式会社	(160-91)東京都新宿区西新宿2－6－1	03 (344) 6311	出光
大洋商運株式会社	(103) 東京都中央区日本橋本町3－7	03 (245) 1632	三石
竹中産業株式会社	(101) 東京都千代田区鍛冶町1－5－5	03 (251) 0185	シェル
東光商事株式会社	(104) 東京都中央区京橋1－6	03 (274) 2751	三石
株式会社トーアス	(100) 東京都千代田区内幸町2－1－1	03 (501) 7081	共石
東京富士興産販売株式会社	(105) 東京都港区虎ノ門1－13－4	03 (591) 3401	日アス

社団法人　日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話	
東京レキセイ株式会社	(150) 東京都渋谷区恵比寿西1－9－12	03 (496) 8691	日アス
東生商事株式会社	(150) 東京都渋谷区渋谷町2－19－18	03 (409) 3801	三共・出光
東新瀝青株式会社	(103) 東京都中央区日本橋2－13－5	03 (273) 3551	日石
東洋国際石油株式会社	(104) 東京都中央区八丁堀3－3－5	03 (552) 8151	日アス
東和産業株式会社	(174) 東京都板橋区坂下3－29－11	03 (968) 3101	共石
梅本石油株式会社	(162) 東京都新宿区新小川町2－10	03 (269) 7541	丸善
ユニ石油株式会社	(100) 東京都千代田区霞ヶ関1－4－1	03 (503) 4021	シェル
渡辺油化興業株式会社	(107) 東京都港区赤坂3－21－21	03 (582) 6411	昭石
横浜米油株式会社	(220) 横浜市西区高島2－12－12	045 (441) 9331	エッソ
● 中部			
アサヒレキセイ(株)名古屋支店	(466) 名古屋市昭和区塩付通4－9	052 (851) 1111	日アス
丸福石油	(933) 富山県高岡市美幸町2－1－28	0766 (22) 2860	シェル
松村物産株式会社	(920) 石川県金沢市広岡町ト25	0762 (21) 6121	三石
三谷商事株式会社	(910) 福井市中央3－1－5	0776 (20) 3111	モービル
名古屋富士興産販売(株)	(451) 名古屋市西区城西4－28－11	052 (521) 9391	日アス
中西瀝青（株）名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1－20－6	052 (211) 5011	日石
三徳商事（株）名古屋営業所	(453) 名古屋市中村区則武1－10－6	052 (452) 2781	昭石
株式会社三油商会	(460) 名古屋市中区丸の内2－1－5	52 (231) 7721	日アス
株式会社沢田商行	(454) 名古屋市中川区富川町1－1	052 (361) 7151	丸善
新東亜交易（株）名古屋支店	(450) 名古屋市中村区名駅3－28－12	052 (561) 3514	三石
静岡鉱油株式会社	(424) 静岡県清水市袖師町1575	0543 (66) 1195	モービル
竹中産業（株）福井営業所	(910) 福井市大手2－4－26	0776 (22) 1565	シェル
株式会社田中石油店	(910) 福井市毛矢2－9－1	0776 (35) 1721	昭石
● 近畿			
赤馬瀝青工業株式会社	(531) 大阪市大淀区中津3－10－4－304	06 (374) 2271	モービル
アサヒレキセイ(株)大阪支店	(550) 大阪市西区南堀江4－17－18	06 (538) 2731	日アス
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2－8－8	06 (358) 5531	三石
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀3－20	06 (441) 5159	日アス
平井商事株式会社	(542) 大阪市南区長堀橋筋1－43	06 (252) 5856	日アス
木曽通産（株）大阪支店	(550) 大阪市西区九条南4－11－12	06 (581) 7216	日アス
北坂石油株式会社	(590) 大阪府堺市戒島町5丁32	0722 (32) 6585	シェル
株式会社松宮物産	(522) 滋賀県彦根市幸町32	07492 (3) 1608	シェル
丸和鉱油株式会社	(532) 大阪市淀川区塚本2－14－17	06 (301) 8073	丸善
三菱商事（株）大阪支社	(530) 大阪市北区堂島浜通1－15－1	06 (343) 1111	三石
株式会社ナカムラ	(670) 姫路市国府寺町甲14	0792 (85) 2551	共石
中西瀝青（株）大阪営業所	(532) 大阪市淀川区西中島3－18－21	06 (303) 0201	日石
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市大淀区豊崎5－8－2	06 (372) 0031	日アス
株式会社菱芳砿産	(671-11) 姫路市広畑区西夢前台7－140	0792 (39) 1344	共石
菱油販売（株）大阪支店	(550) 大阪市西区新町1－4－26	06 (534) 0141	三石
三徳商事株式会社	(532) 大阪市淀川区新高4－1－3	06 (394) 1551	昭石
(株)沢田商行大阪支店	(542) 大阪市南区鰻谷西之町50	06 (251) 1922	丸善
正興産業株式会社	(662) 兵庫県西宮市久保町2－1	0793 (34) 3323	三石
(株)シェル石油大阪発売所	(530) 大阪市北区堂島浜通1－2－6	06 (343) 0441	シェル
梅本石油（株）大阪営業所	(550) 大阪市西区新町1－12－23	06 (351) 9064	丸善

社団法人　日本アスファルト協会会員

社名	住所	電話	
山文商事株式会社	(550) 大阪市西区土佐堀通1－13	06 (443) 1131	日石
横田瀝青興業株式会社	(672) 姫路市飾磨区南細江995	0792 (33) 0555	共石
アサヒレキセイ(株)広島支店	(730) 広島市田中町5－9	0822 (44) 6262	日アス
富士商株式会社	(756) 山口県小野田市稲荷町6539	08368 (3) 3210	シェル
共和産業株式会社	(700) 岡山県岡山市蕃山町3－10	0862 (33) 1500	共石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 岡山県倉敷市児島味野浜の宮4051	0864 (73) 0350	日アス
● 四国・九州			
アサヒレキセイ(株)九州支店	(810) 福岡市中央区鳥飼1－3－52	092 (77) 7436	日アス
畑礦油株式会社	(804) 北九州市戸畑区牧山新町1－40	093 (871) 3625	丸善
平和石油(株)高松支店	(760) 高松市番町5－6－26	0878 (31) 7255	シェル
今別府産業株式会社	(890) 鹿児島市新栄町15－7	0992 (56) 4111	共石
入交産業株式会社	(780) 高知市大川筋1－1－1	0888 (22) 2141	シェル
伊藤忠燃料(株)福岡支店	(812) 福岡市博多区博多駅前3－2－8	092 (444) 8353	共石
株式会社カンダ	(892) 鹿児島市住吉町1－3	0992 (24) 5111	シェル
丸菱株式会社	(812) 福岡市博多区博多駅前1－9－3	092 (43) 7561	シェル
中西瀝青(株)福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神4－1－18	092 (771) 6881	日石
(株)南部商会福岡出張所	(810) 福岡市中央区舞鶴1－1－5	092 (721) 4838	日石
西岡商事株式会社	(764) 香川県仲多度郡多度津町新町125-2	08773 (3) 1001	三石
菱油販売(株)九州支店	(805) 北九州市八幡東区山王1－17－11	093 (661) 4868	三石
三協商事株式会社	(770) 徳島市万代町5－8	0886 (53) 5131	日アス
三陽アスファルト株式会社	(815) 福岡市南区上盤瀬町55	092 (541) 7615	日アス
(株)シェル石油徳島発売所	(770) 徳島市中州町3－5－1	0886 (22) 0201	シェル

編集顧問	編集委員		編集幹事	
多田宏行	阿部頼政	中山才祐	阿部忠行	酒井敏雄
萩原　浩	飯島　尚	南雲貞夫	荒井孝雄	真山治信
松野三朗	石動谷英二	藤井治芳	安崎　裕	関根幸生
	河野　宏	真柴和昌	太田健二	戸田　透
	曽我野　慶		岡村　真	林　誠之

アスファルト　第126号

昭和56年1月発行

社団法人　**日本アスファルト協会**

〒105 東京都港区虎ノ門2－6－7　TEL 03－502－3956

本誌広告一手取扱　株式会社　広業社

〒104 東京都中央区銀座8－2－9 TEL 03-571-0997(代)

ASPHALT　Vol. 23　No. 126　JANUARY　1981

Published by　**THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION**