

アスファルト

第38巻 第185号 平成7年10月発行

185

特集・舗装に係わる新技術開発と導入制度

特集にあたって	鈴木藤一郎	1
建設省における技術開発の動向	上野山智也	3
「大粒径アスコンによる舗装工法の開発」について	中村 憲二	7
車道排水性舗装の関東地建の取り組み	秋元 治之	9
建設技術評価制度	中村 俊行	15
民間開発建設技術の技術審査証明事業について	小林 茂敏・鈴木 一成	19
日本道路公団における共同研究制度について	七五三野茂	24
アスファルト施工機械の自動化・ロボット化 ～総合技術開発プロジェクト～	桐山 孝晴・福田 実	27

<報 文>

縄文時代のアスファルト

～北海道南茅部町の出土資料より～	阿部 千春	37
------------------	-------	----

<シリーズ 石油ミニ知識>

～規格と試験法～	室賀 五郎	41
----------	-------	----

<アスファルト舗装技術研究グループ・第22回報告>	峰岸 順一	43
---------------------------	-------	----

舗装の力学

～2.3層系の応力～	吉村 啓之・岡 藤博国・金井 利浩	44
------------	-------------------	----

<用語の解説>

凍上抑制層	小島 逸平	54
-------	-------	----

低臭性、低煙性防水工事用アスファルト	青木 秀樹	56
--------------------	-------	----

<新刊書紹介>

ハイウェイ技術	日本道路公団 試験研究所	57
---------	--------------	----

<統計資料>石油アスファルト需給統計資料		58
----------------------	--	----

ASPHALT

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

特集にあたって

鈴木 藤一郎

建設省大臣官房技術調査室長

1. はじめに

建設分野における研究開発を促進するため、昭和47年度の総合技術開発プロジェクトの開始以来、産・官・学が連携して研究開発を実施する制度や民間の研究開発を促進するための各種制度等をつくり、積極的に建設技術研究開発を展開しているところである。そこで、巻頭において研究開発促進のための制度について簡単に紹介させて頂く。

2. 研究開発促進のための制度の概要について

研究開発促進するための各種制度について、以下に概略を示す。

(1) 総合技術開発プロジェクト

総合技術開発プロジェクトは、建設技術に関する重要な研究課題のうち、特に緊急性が高く、対象分野の広い課題を取り上げ、産官学の連携により、総合的、組織的に研究を実施する制度である。昭和47年度の創設以来、平成6年度までに「省資源・省エネルギー型国土建設技術開発」、「建設事業における施行新技術の開発」等の29課題が終了している。

(2) 官民連帯共同研究

総合技術開発プロジェクトが広範な範囲を総合的、横断的に研究するのに対し、官民連帯共同研究は、比較的狭い対象について、早めの成果を期待したい場合に利用する制度である。特に、民間に革新的な技術の芽がありながら、単独での技術開発ではリスクが大きい場合などにおいて、その促進を図ることが可能な制度である。昭和61年度の創設以来、平成6年度までに14課題が終了している。

(3) 建設技術評価制度

建設技術評価制度は、建設省が行政ニーズに基づいた研究課題及び技術開発目標を示し、これに民間が研究開発を実施。これを受けて建設大臣が評価を与える制度である。昭和53年度の創設以来、平成7年度までに65課題を評価。開発された技術は、公共事業等で積極的に活用されている。

(4) 技術審査証明事業

民間が自主的に開発した技術について、建設大臣が認定した機関において技術開発の内容を的確に審査証明し、結果の周知を幅広く行うことにより民間技術の活用を促進する。平成6年度までに251技術の審査証明を終えている。

(5) 税制

①増加試験研究費等税制（昭和44年度創設）

民間の技術開発経費の増加を促すため、増加試験研究費（試験研究費が過去の最高額を超えた場合の、その超えた額）の20%相当額、基盤技術開発研究資産（衝撃試験機、摩擦摩耗試験機等）取得費の5%相当額、中小企業者の試験研究費の6%相当額を所得税額、法人税額から控除する。

②官民共同試験研究促進税制（平成5年度創設）

国の試験研究機関（建設省においては土木研究及び建築研究所）との間で民間企業が共同研究を行う場合、当該民間の試験研究費（官民共同試験研究費）の6%相当額、所得税額、法人税額から控除する。

③リサイクル技術開発促進税制（平成5年度創設）

「エネルギー等の使用の合理化及び再生資源の利用に資する事業活動の促進に関する臨時措置法」に基づき、建設事業者等が建設工事の施工技術に関するリサイクル処理（・汚泥再生資源化技術、・コンクリート及びアスファルトコンクリート再生資源化技術）の研究開発に関する事業計画を策定し、建設大臣の承認を受けた場合、当該研究開発に関わる試験研究費の6%相当額を所得税額、法人税額から控除する。

(6) 日本開発銀行融資制度

平成元年度より、日本開発銀行において、建設省と共同開発を実施している民間企業へ、共同研究開発に必要な資金に対して低利の融資を行い、建設新技術開発の促進を図っている。

平成6年度からは、従来の融資対象に加えて、民間企業が独自に実施する研究開発のうち「施工の無人化・省人化」、「省エネルギー化」、「メンテナンスフリー化」及び「住宅建設コストの低減化」の4テーマに資する研究開発資金が新たな融資対象となっている。

(7) 技術活用パイロット事業

新技術の現場への適用性を検証することを目的に、昭和62年度から、地方建設局単位で「技術活用パイロット事業」を実施している。

技術活用パイロット事業は、総合技術開発プロジェクト等で開発された技術や、民間で開発された新しい技術について、積算基準、技術基準の整備に役立てるとともに、技術完成度の向上に資するものである。

平成2年度には、早急に普及を図ることが望まれる技術を全国的に活用する「特定技術活用パイロット」を創設した。

(8) 試験フィールド制度

技術パイロット事業は、新技術とはいえ、比較的完成度のある技術を対象としてきている。このため、実験・研究レベルで技術の有効性等が確認されているだけの技術は、本事業には適

用することが困難である。

そこで、将来に向けて行政ニーズが高く、現場での技術的検証を通じて完成度を高める必要のある技術を対象に、施工現場を設定し、実大構造物を建設して現場での適応性の検証等を実施する「試験フィールド制度」を平成5年度に創設した。

3. おわりに

平成7年1月17日早朝に突然兵庫県南部を襲ったマグニチュード7.2の大地震は、5,500人を超える尊い人名を奪い、4万人以上の負傷者を出す大災害になった。これまで日常生活における「安全性」は、現代社会では半ば当然のことと思われてきた。にもかかわらず今回の地震でこのような大惨事に至ったことは、建設技術に対する信頼を根底から揺さぶる結果となった。早急なる被災原因の徹底究明と、その結果を安全で安心して生活できる国土づくり、まちづくりに活かしていくことが建設技術が今直面する第1の大きな課題である。

また、環境に対する国民の意識は、近年急速に高まっており、身近な生活レベルの快適な環境づくりから、自然環境の保全、地球環境問題解決への貢献に至るまで、非常に幅広いものとなっている。

さらに、高齢者や障害者を含む全ての人々が健康で心豊かな質の高い生活を享受できる福祉社会の構築、情報通信関連技術の飛躍的進歩に対応した戦略的な国土基盤・生活空間づくり、建築技術における国際化への対応など、建設技術が国民のニーズに応えて取り組むべき課題は多岐にわたっている。

これらのニーズに応えるため、産官学が協力してそれぞれの立場から新たな技術創造に向かわなければならない。そのためにも、上記に挙げた制度の活用と積極的な新技術の創出が望まれる。

建設省における技術開発の動向

上野山 智 也*

1. はじめに

建設技術は人々の夢を実現するものである。しかしながら、ともすれば「建設技術」が一部の専門家の独占物、特別なものであり、一般の国民から遠くかけ離れたものであるかのように誤解されているように思える。

言うまでもなく新しい技術を開発し、活用するのは経験、判断、論理を有する専門の技術者であり、その責任と社会的役割は極めて重要である。しかし、建設技術が提供する様々なサービスはすべて国民生活に密接に結びついたものであり、国民に近い存在なのである。このことを建設技術に携わる者が再認識し、技術者本来の姿を見つめ直す時期にきている。このような意識に立って、今後の技術開発の進め方について考えることを以下にまとめた。

2. 技術開発にあたっての基本的考え方について

(1) 技術に対する基本認識の転換

施設整備を大目標に据えた時代の技術は、不足する社会基盤施設の整備を早急に行うために、施設整備の経済性や効率性を第一とした技術、いわば「つくる側の技術」であった。国民生活を中心に据え、一人一人が真に豊かさを実感できる生活を第一に考える時代には、技術の視点を実際に使う人々の側に置き、施設そのもののみでなく、施設周辺地域の環境や生活、歴史、文化などを含めた総合的な視点が重要になってくる。「つくる側の技術」から「使う側の技術」へと認識を転換するのである。また計画づくりのプロセスにおいても、施設の整備の目的・内容等を人々にわかりやすく示し、多くの人々の意見を反映しながら合意形成することが前提となってくる。これらに応える建設技術は、ますます広く、深くなっていくのである。

建設技術に対する認識をこのように転換し、21世紀の豊かな社会を実現するため、人々の将来のニーズを

先取りし、これに応える技術開発を展開していく。そのための前提として、21世紀の暮らしを展望した建設技術の視点について以下に述べる。

①自然との共生

人間は環境を構成する一員であり、人間が環境に対して過大な負荷を与えることはめぐりめぐって人間自らの存在を危うくするということが、世界的に認識されるようになった。人間による環境への負荷を極力軽減し、生態系を保全し、悪化した環境を回復し、さらに豊かな環境を創造すること。こうした「自然との共生」をめざす努力の中から、持続的な発展が可能な社会が実現していくのである。

ハードな構造物の建設のみによって自然をコントロールしたり、人間の利便性だけを向上しようとするのではなく、土地利用の調整や需要の抑制、あるいは既存施設の有効利用といったソフトな施策を通じて目標を達成しようとする努力がまず第一にあるべきである。資源のリサイクルによる環境にやさしい循環型社会を築くことも重要である。施設整備を行う場合には、構造物が自然と調和した新たな環境を創り出すという認識に立って、最小限必要な範囲で手を加えるという考えが大切である。構造物は、環境の中にとけ込み、人にもやさしいものでなければならない。また、我が国固有の自然を守ることや我が国の古来からの歴史や文化を大切に日本らしさを保つことも重要である。

②安全への備え

人間は、地震をはじめ、水害や火山噴火などの自然の脅威から生命や財産の安全を確保する努力を続けてきた。より確かな安全・安心を目指した新たな技術開発は今後も極めて重要な課題といえる。

一方で、自然の力は際限がなく、人間が完全に自然の力をコントロールすることは不可能であることも認識する必要がある。

*うえのやま としや 建設省大臣官房技術調査室研究企画係長

むしろ、想定を越えた外力に対しては被害を最小限に食い止めるという考え方が必要となるのである。このためには、「安全」についての現状を人々が正しく理解し、自然災害に対して常に日頃から備えをしなければならぬ。地域の危険度や構造物の安全性の限界などを広く一般に情報提供することが重要になる。

③参加型の社会

国民のまちづくりへの関心の高まりとともに、生活者の視点にたった国づくり、まちづくりが求められている。そのためには、国民ひとりひとりの声の反映と住民の積極的な行政への参加が重要になってくる。環境調査や種々の観測、まちづくり、モニタリングなどの活動への地域住民の参加は、よりきめ細かな行政サービスにつながるとともに、とりわけ地域の歴史や文化を活かした個性的で魅力あるまちづくりには地域全体の努力が必要であり、地域住民の主体的な活動に負う部分は大きいものがある。住民と行政がともに考え、情報や意見を交換し、選択・判断する、皆がいきいきとした生活を送るためにも、一人一人が活躍できる参加型社会を実現しなければならない。

④豊かな生活

近年の建設技術の発展が、わが国の現在の社会・経済の繁栄を築いた。人々の生活の利便性は格段に向上したが、いまだ十分とはいえない。

職場から近くて、ゆっくりとした広い家に住みたい。でも日曜日には渋滞に遭わずに郊外に出たい。近くの公園や川で遊びたい。全国各地の新鮮でおいしい食べ物が欲しい。宅急便は翌日には間違いなく届いて欲しい。汚水やごみはきれいに始末したい……。このように国民は常により豊かな生活を求めている。

住宅をはじめとして、道路、河川、下水道、公園、ダムなどの住宅・社会資本は、こうした豊かさを支える上で必要不可欠である。今後も、生活者の視点に立って、自然や歴史、文化など、さまざまな面により一層配慮しつつ、だれもがより豊かに暮らせるよう、ゆったりとした住まい、快適な都市、安全で快適な道路網、水と親しめる河川などを実現していく。

⑤福祉社会の実現

社会参加や豊かな生活は高齢者や障害者も含めたすべての人々に共通して実現されなければならない。

そのため社会活動における高齢者や障害者のハンデキャップを克服するための技術や生活空間におけるバリアフリー化技術の開発等を幅広く押し進める。

⑥情報化社会

最近の情報技術の発展は目覚ましく、建設技術においても情報化とそのための技術の標準化が重要な課題となっている。21世紀における国民生活を豊かなものとするためには、情報技術を最大限に活用した社会を築き上げることが必須である。そのため、全国に網の目のように張りめぐらしている道路、河川、下水道等の線状施設を活かして情報ネットワークをつくり上げ、幅広い利用に開放することが有効である。

情報ネットワークが構築されれば、建設情報の一元化による生産性の向上や公共施設の効率的な管理が可能となるだけでなく、各戸単位に公共施設の利用情報や災害情報などを提供することができる。生活の利便性は格段に向上するだけでなく、行政のさまざまな活動への人々の参加や協力を得ることが容易となる。

⑦世界への貢献

近年、外国との距離感が大幅に縮小し、人的交流や情報交流が急速に拡大した。経済のボーダレス化も進んだ。したがって、国民に豊かで安定した生活をもたらすためには、国内にのみ目を向けていたのでは不十分であり、国際社会の一員として日本の役割を果たすことが重要である。

建設分野における国際社会への貢献は、諸外国との技術協力が主軸となるであろう。また今後、外国との技術情報交流がますます重要となる。情報技術やデータ規格は国際的に統一される傾向にあるため、世界の潮流に沿って我が国の技術規格やデータを標準化し、各国と強調した技術開発を進めていく必要がある。

⑧低コストの社会

今後、いかに経済的に、暮らしやすい社会を維持・発展させることができるかが課題となる。

まず、既存の施設をできる限り長時間にわたって有効に利用するため、メンテナンスのためのコストを極力低く抑えるとともに、メンテナンスの質の向上を図る。また施設の単一利用でなく、多目的の利用を図る。

また、公共施設の利用情報や環境情報、防災情報などを広く公開することによって、地域住民の幅広

い協力が期待でき、住民ニーズにかなった効率的で
きめ細かな行政が可能となつて、これが社会全体の
コストの軽減につながる。

今後は、質の高いサービスを安価に供給すること
が求められている。このため、均等な機会のもとに
能力のあるものや努力する者が報われるという自由
競争の原理を積極的に導入していく。

(2) 今後取り組むべき主な技術開発テーマについて新
世紀の生活大国づくりをめざして、取り組むべき主な
技術開発テーマとしては、次のものが挙げられる。

- ①安全に、安心して暮らせる生活の実現を目指して、
国土を保全し災害や事故から生命や財産を守る「安
全・安心」のための技術開発
- ②美しく、豊かな自然と共生する生活の実現を目指
して、豊かな環境を保全・創造するとともに、地
球環境問題への貢献に資する「環境」に関する技
術開発
- ③高齢者や障害者を含め多くの人々が社会に参加し、
より豊かで質の高い生活を実現する「ゆとりと福
祉」のための技術開発
- ④短期間に安価で質の高い住まいと地域づくりを進
める「コスト縮減・生産性の向上」
- ⑤公共工事の受注競争が激化する中で工事の質を確
保する「公共工事の品質確保・向上」

①～⑤の技術開発テーマに対応した具体的な技術開
発課題のうち、特に平成8年度総合技術開発プロジェ
クト等で新たにに取り組む予定の主な課題を以下に紹介
する。

1) C A L Sによる建設事業の高度化・情報化の開 発(総合技術開発プロジェクト)

建設事業において、設計、調達、施工、管理等の
各段階における情報を各種データベースや既存のネ
ットワークと整合性を図りつつ、受発注者間を含む
関係者間で電子情報として共有・活用し、生産性の
向上、品質の確保・向上を図るために、CALS(生産・
調達・運用支援統合情報システム)の開発・導入を
進める。

2) GISの標準化に関する調査(官民連帯共同研究)

情報インフラとしての空間データ基盤(統計デー
タと統合可能な地図データ)の整備により、社会全
体の効率の向上や、防災面や道路交通などへの新た
な利用を進めることが可能となる。このためGIS(地
理情報システム)を通じて、主要地域の空間データ
基盤を早急に整備するとともに、その標準化に着手

する。

3) 生態系の保全・生息空間の創造技術の開発(総 合技術開発プロジェクト)

生物と環境条件の関係把握を基本として、公共事
業が生態系に与える影響を予測する技術の向上を図
ると共に、その影響を最小化することにより自然を
保全し、さらに新たな生物生息空間を創造していく
ための技術開発に着手する。

(3) 民間技術開発に関する支援制度

全産業の研究開発費は、平成5年度で全売上高に対
し2.76%であるのに対し、建設産業における研究開発
投資は全売上高に対しわずかに0.54%に過ぎず、他産
業、特に製造業の3.47%に比べ著しく少ない。さらに、
建設産業内の格差が大きく、資本金100億円以上大手建
設会社の研究開発投資比率が0.71%であるのに対し、
資本金10億円未満の中小規模の建設会社ではわずかに
0.27%に過ぎない。(総務庁統計局「平成6年科学技術
研究調査報告」)これは、現場一品生産方式であること
による限界のほか、公共工事においては新技術採用
に対し慎重であったことが大きな要因と考えられる。

今後は、民間企業における技術開発を適正に評価し、
これにインセンティブを与えるため、民間独自に開発
した技術を積極的に公共工事に取り入れ、能力ある者
や努力した者が報われる仕組みをつくっていく。

以上を踏まえ、建設省は以下の施策を実施し、民間
における技術開発を促進するための条件整備を行う。

①現場ニーズ情報の提供

民間における技術開発に方向性や目標を与えるた
め、現場が抱える技術的課題など建設省の現場ニー
ズ情報を民間の技術開発者へ広く伝達する技術情報
システムをつくる。

②技術提案の評価

実際の工事現場への適用を前提として、発注者が
技術提案を公募し、価格のみならず、技術も含めた
評価により、受注者を決定する方式の導入により、
工事発注における技術評価の比重を増大し、「優れた
技術は活用される」土壌を形成する。

③弾力的な技術基準類の整備

新しい技術、工法、材料などに対して柔軟な対応
を可能とし、民間の豊かな発想による研究開発を受
け入れられるよう、技術基準類の見直しを行う。

④新技術の審査・証明

民間が独自に開発した新技術を対象として、建設
省が認定する機関が内容を審査し、証明する「技術

審査・証明事業」がある。民間企業による技術開発の成果を広く普及することにより、研究開発を促進することをねらった制度である。

この制度をより有効なものにするよう、従来の標準工法との比較、現場ニーズに照らした評価など、審査・証明の内容を充実するとともに、手続きの簡素化を行う。

また、審査証明された民間技術に関する情報を現場技術に周知することによりその技術の活用機会を増やす。

⑤技術開発の支援

民間における技術開発を資金面から支援するため、税制上の優遇措置や日本開発銀行による融資制度の利用の一層の普及を図る。

また、独創的で優れた技術開発のシーズを有しながら、独力による開発が困難な中小・中堅企業に対し、優れた技術の発掘の観点から開発テーマを審査したうえで支援を行う新規制度を創設する。開発された技術については、試験フィールド等を通じてその性能を検証のうえ全国的な普及を図る。

また、建設機械の分野においても、排出ガス、騒音・振動対策などについて指定制度を設け、民間の技術開発を促す。

(4) 新技術の活用・普及

新技術は、実際に広く活用されて初めてその成果が生きる。また、普及することにより開発者に利益が還元されることが、民間企業にとって大きなインセンティブになる。公共工事における新技術採用のハードルを低くすることが課題である。地方建設局が中心となって建設省や民間が開発した新技術を積極的に現場へ適用するため、以下の施策を講じる。

①新技術情報の伝達

民間で開発された技術に関する情報を、技術情報システムを利用して、開発者から直接、設計者にシーズ情報として伝達するシステムづくりを行う。

②新技術の活用

技術活用パイロット事業の一層の活用を図るとともに、年度当初に具体的な新技術の活用計画を必要な技術水準などとともに公表する。

③フォローアップの充実

新技術の現場における活用結果の評価とその情報の蓄積、結果のフィードバックを行うためのシステムづくりを進める。

④技術提案を組み入れた発注

現場で必要とする技術の要求水準を公募条件として明示し、技術提案と経済性とを総合的に評価する「契約方式」などの検討を進める。

3. おわりに

現在、我が国では、産業の空洞化が進行し、輸出産業は低調傾向である。さらに、国外に目を向けると、米国産業は再生し、新興工業国は急成長している。このような内外の状況を鑑み、現在の布教を立て直すためには、平成7年4月に発表された「緊急経済・円高対策」に盛り込まれたように新しい産業の創出につながる技術開発が以前にもまして強く求められている。

建設省技術五箇年計画は、このような経済状況の中で、建設省として今後取り組んで行くべき技術開発の基本計画をまとめたものである。

なお、本五箇年計画は平成7年9月を目途に現在作成中であるが、本計画を早急に策定し、新たな時代へつながる技術創造に向けて全省的に取り組んでいきたいと考えている。

☆

☆

☆

☆

☆

☆

「大粒径アスコンによる舗装工法の開発」について

中 村 憲 二*

はじめに

近年、社会経済の発展に伴う物流の進展により道路交通量の増大や大型車交通量の増加から道路舗装の損傷が顕在化し、オーバーレイや打換え等の補修が頻繁に行われている。

なかでも、打換えは、交通規制時間を長く必要とし交通渋滞の早期解消などが課題となっている。

このような背景から、舗装打換えの急速舗装修繕工法（QRP工法：QUICK REPAIR PAVEMENT）の開発を（財）日本道路建設業協会中国支部と共同で行った。

1. 技術開発の概要

施工時間の短縮を目的として、舗装打換えの施工効率を高めるための工法として、従来からフルディプス工法やシクリフト工法を組み合わせた工法が試みられているが、一回の敷均し厚さが厚いことによる温度低下の遅れ、および敷均し機械の特性等に起因して、

- ①深さ方向の締固め度が不均一になる
- ②交通開放後の自然転圧によりわだち掘れが発生する
- ③締固め後の平坦性が悪い

などの問題が指摘されている。これらの課題を解決するため、材料および施工方法の両面から検討、開発されたのがQRP工法である。

QRP工法では、

- ①骨材（最大粒径30mm）の良好な噛み合わせで交通荷重に抵抗する大粒径アスファルト混合物（以下、大粒径アスコンという）を使用
- ②均一な敷均しおよび締固めを行うため、高締固め型ASフィニッシャーを使用

また、より効率的な施工や舗装の耐久性向上のために、上層路盤（AS安定処理）および基層を同一材料で同時に一回の敷均しで施工するものである。

図-1に一般工法とQRP工法の比較を示す。

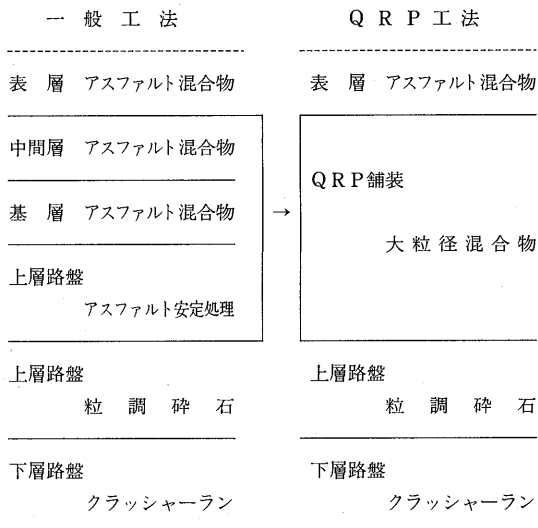


図-1 一般工法とQRP工法の比較

2. 開発経緯

開発までの経緯は以下のとおりである。

- ①平成3年度
 - ・QRP工法の規格目標値の設定
 - ・室内試験により大粒径アスコンの品質性状の確立
- ②平成4年度
 - ・構内試験施工により、大粒径アスコンの施工性、使用機械の選定、舗装体としての特性の把握
- ③平成5年度
 - ・実路試験施工により、構内試験施工結果の実証

3. 開発成果

開発の成果をまとめると次のとおりである。

- ①施工時間の大幅短縮

通常の施工に比べ施工時間の短縮（約1/2）が図れ、交通規制に伴う渋滞が緩和される。また、工種が少なくなり施工の合理化、省人化が図れる。

*なかむら けんじ 建設省中国地方建設局企画部技術調整管理官

②耐流動性に優れている

大粒径アスコンは、骨材の噛み合わせによる安定性が高く、締固め効果も大きく、高い動的安定度 (DS3,000回/mm以上) を示す。

③交通開放が早くできる

大粒径アスコンは、耐流動性が高く、締固め直後の高温の状態でも、シックリフト工法等に比べ混合物温度が高くても交通開放が可能である。

(80℃から100℃で開放可能)

④均一な品質の舗装体

敷均しは、高締固め型ASフィニッシャーを使用

するため、従来のシックリフト工法等に比べ舗装体の締固め度および仕上がりが均一となる。

まとめ

今回紹介したQRP工法は関係各位の協力により一応の成果を得ることができ、現在追跡調査を行い長期供用性について検証していく予定であり、本工法が今後の効率的な舗装打換え工事に役立てば幸いである。また、平成7年度「特定技術活用パイロット事業」として取り入れられており、より一層の普及を期待するものである。

重交通道路の舗装用アスファルト 「セミブローンアスファルト」の開発

B 5 版・132 ページ・実費頒価 3000 円 (送料実費)

当協会において、昭和50年の研究着手以来、鋭意検討されてきた重交通道路の舗装用アスファルトについての研究の集大成です。本レポートが、アスファルト舗装の耐流動対策の一助となれば幸いです。

目

1. 研究の概要
 - 1.1 文献調査
 - 1.2 室内試験
 - 1.3 試験舗装
 - 1.4 研究成果
2. 舗装の破損の原因と対策
 - 2.1 アスファルト舗装の破損の分類
 - 2.2 ひびわれ (Cracking)
 - 2.3 わだち掘れ (Rutting)
3. セミブローンアスファルトの開発
 - 3.1 概 説
 - 3.2 市販ストレートアスファルトの60℃粘度調査
 - 3.3 製造方法の比較
 - 3.4 セミブローンアスファルトの試作
 - 3.5 試作アスファルトの特徴
 - 3.6 60℃粘度と他の物理性状の関係
 - 3.7 薄膜加熱による性状変化
4. セミブローンアスファルトを用いた混合物の性状
 - 4.1 概 説
 - 4.2 マーシャル安定度試験
 - 4.3 ホイールトラッキング試験

次

- 4.4 高速曲げ試験
 - 4.5 水浸マーシャル安定度試験
 - 4.6 試験結果のまとめ
 - 4.7 品質規格の設定
 5. 試験舗装による検討
 - 5.1 概 説
 - 5.2 実施要領
 - 5.3 施工箇所と舗装構成
 - 5.4 追跡調査の方法
 - 5.5 使用アスファルトの性状
 - 5.6 アスファルト混合物の性状
 - 5.7 第1次および第2次試験舗装の供用性状
 - 5.8 第3次試験舗装の供用性
 - 5.9 アンケート調査
 - 5.10 試験舗装のまとめ
 6. む す び
- ## 資 料
1. セミブローンアスファルトの規格 (案)
 - 2.1 石油アスファルト絶対粘度試験方法
 - 2.2 60℃粘度試験の共通試験
 3. 舗装用セミブローンアスファルトの舗装施工基準

車道排水性舗装の関東地建の取り組み

秋 元 治 之*

1. まえがき

本研究は道路舗装に対して近年要求が高まっている“より高い安全性、より高い快適性”を実現するため、重交通環境という特殊性を考慮した一般道路用の「排水性舗装」を舗装の新工法として確立するために平成元年度から取り組んできた。

排水性舗装は、雨天時の水はね防止、ハイドロプレーニングの防止、夜間、雨天時の視認性の向上のほか、車両の走行騒音の低減などの付加的な効果も期待できるといわれている。このため、排水性舗装について、「施工性」や「耐久性」の評価はもちろんのこと、「排水効果」と「交通騒音の低減効果」の評価をおこない、排水性舗装の手引を作成する。

2. 研究目的

本研究は、水はね防止や交通騒音の低減に効果がある「排水性舗装工法」を重交通環境に適用するために、施工性、耐久性及び維持・管理面から現場舗設とその追跡調査によりデータを収集・分析し、「排水性舗装工法」を本格的に導入していくための技術マニュアルの作成を目的として行っている。

3. 研究の経緯

排水性舗装とは、舗装用アスファルト混合物を表層または表層・基層に用い、路盤以下へ水を浸透させずに排水溝等へ排水を行うことにより舗装路面の滞水による水はねを防止し、連続した水膜を除去することにより走行安定性の確保、エンジン騒音やタイヤの転がり騒音に起因する交通騒音を低減させる効果をねらった舗装のことをいう。

この舗装は、欧米を中心として1980年代から普及し始め、わが国では、1987年に東京都で試験施工されて以来、“より高い安全性、より高い快適性”のニーズに応える舗装として建設省や日本道路公団でも試行され、

着実に施工実績を積み上げているが、アスファルト舗装要綱にも記述がない状況から、排水性舗装の標準化を目指し、本研究を平成元年度の試験舗装を皮切りに、平成3年度までに、平成元年度1現場、2年度2現場、3年度2現場と計5現場で試験舗設し、舗設3年間を目安として追跡調査を行ってきた。

舗設位置を図-1に示す。

4. 取り組み体制

本研究は、官民の舗装技術にかかわるメンバーで開発研究会及び開発研究ワーキング・グループを設置して進めた。

5. 各年度のテーマ

5.1 平成元年度

排水性舗装に関する文献調査及び実態調査を行い、排水性舗装に用いるアスファルト混合物の空隙率、透水係数、動的安定度について基準値を設定した。次に排水性舗装に対して適切な配合設計法が確立されていないことから、室内試験で配合試験、混合物性状試験を実施し、「改質II型バインダー+植物繊維+消石灰」を標準的仕様とし、空隙率による機能の差異を検討することを目的として15%及び20%を選定し、R246(伊勢原)の現場で試験舗設した。

5.2 平成2年度

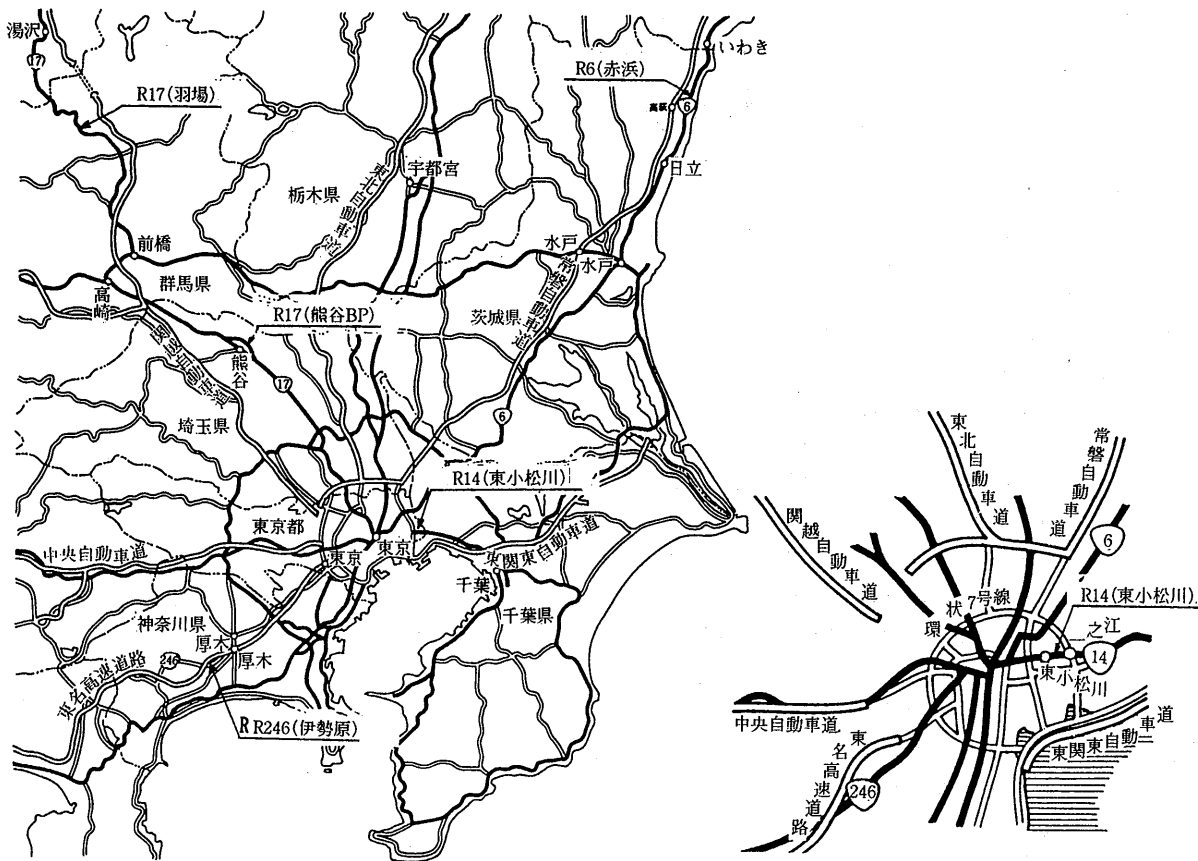
平成元年度で実施した標準的配合により、R14(東小松川)とR17(熊谷B P)の2現場で追加試験舗設し、舗設状況調査を実施した。

また、平成元年度舗設したR246(伊勢原)の追跡調査も実施した。

5.3 平成3年度

R246(伊勢原)、R14(東小松川)、R17(熊谷B P)の3現場の追跡調査を実施した。また、関東地方建設局管内での排水性舗装の適用に関して、上記の3現場

*あきもと はるゆき 建設省関東地方建設局道路管理課長



図－1 排水性舗装舗設位置図

とは異なる条件・材料について検討を加えた。検討理由は、スパイクタイヤ等の装着率が高い積雪寒冷地域での評価、また、試験舗装での標準的仕様と排水性舗装専用バインダとして開発され、各地で試験施工が行われている高粘度バインダ（空隙率20％）との比較検討である。

積雪寒冷地域に対してR17（羽場）で、高粘度バインダに対してR6（赤浜）で舗設した。

5.4 平成4年度

騒音調査と路面性状調査等の追跡調査を、5現場で実施した。

調査結果の整理・分析は、現場単位だけでなく、調査継続期間と設定した3年目をR246（伊勢原）が迎えたことにより、排水性舗装について中間評価を行うとともに、それぞれの現場間の特性を踏まえて総合評価を行った。

5.5 平成5年度

平成5年度4月以降の国内における「排水性舗装」に関する文献や資料を調査した。さらに、前年度調査

した文献と合わせて、最近の排水性舗装に関して、材料、配合設計、施工、機能、等の項目について整理した。

騒音調査と路面性状調査等の追跡調査を引き続き5現場で実施した。

又、R246（伊勢原）については、舗設後4年たち排水機能が低下したことから路面の洗浄を行い、機能回復調査を実施した。

調査結果の整理・分析は、現場単位だけでなく、排水性舗装について中間評価を行うとともに、それぞれの現場間の特性を踏まえて総合評価を行った。

5.6 平成6年度

平成6年度までに試験舗装した工事を対象に、施工面積、施工概要、（使用材料・配合）、粒度、混合物の性状について調査を行い、施工実績をとりまとめた。

また、平成5年度と同様に騒音調査と路面性状調査等の追跡調査を5現場で実施した。

なお、試験舗装の概要を表－1に示す。

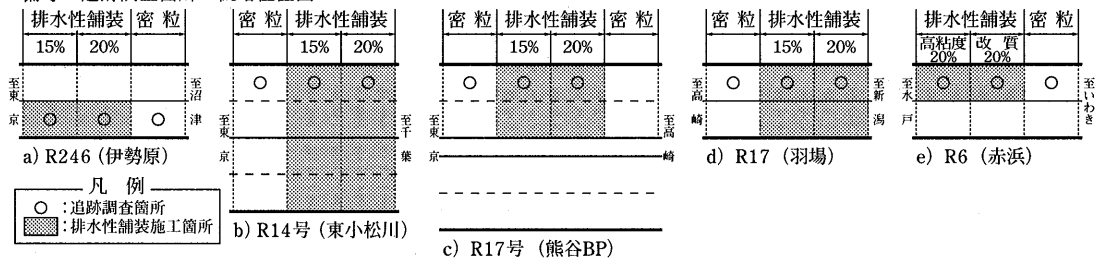
また、試験舗装に用いた材料の諸元等を表－2～4に示す。

表－１ 試験舗装の概要

項 目		一般国道 246号 (伊勢原)		一般国道14号 (東小松川)		一般国道17号 (熊 谷)		一般国道17号 (羽 場)		一般国道 6 号 (赤 浜)	
		計 画	実 施	計 画	実 施	計 画	実 施	計 画	実 施	計 画	実 施
延 長	密 粒	600m	600m	304m	304m	100m	100m	100m	100m	692.5m	692.5m
	空隙率15% (改 質)	100m	100m	104m	104m	100m	100m	100m	100m	—	—
	空隙率20% (改 質)	100m	107m	141m	147m	100m	100m	100m	110m	100m	100m
	空隙率20% (高粘度)	—	—	—	—	—	—	—	—	100m	100m
面 積	密 度	7520㎡	6670㎡	3100㎡	3100㎡	700㎡	805㎡	790㎡	797㎡	3506㎡	3506㎡
	空隙率15% (改 質)	425㎡	478㎡	1610㎡	1615㎡	700㎡	700㎡	1000㎡	1003㎡	—	—
	空隙率20% (改 質)	425㎡	610㎡	2190㎡	2280㎡	700㎡	743㎡	1090㎡	1099㎡	475㎡	475㎡
	空隙率20% (高粘度)	—	—	—	—	—	—	—	—	475㎡	475㎡
車 線 数		2		4		4		2		2	
施 工 幅 員 (m)		標準4.25(1車線)		標準15.55 (4車線)		標準7.0 (2車線)		標準8.7 (2車線)		標準4.75(1車線)	
表 層 施 工 厚 (cm)		5.0		4.0		5.0		5.0		5.0	
横 断 勾 配 (%)		2.0		2.0		2.0		1.5		2.0	
縦 断 勾 配 (%)		2.0(密粒:0.9%)		0		0		0.315~1.69		0.24~0.83	
交 通 量 (方向日)		14,875 (41.3%)		22,790 (18.1%)		21,455 (33.5%)		7,900 (23.6%)		11,755 (15.7%)	
施 工 年 月		平成 2 年 3 月		平成 3 年 1 月		平成 3 年 3 月		平成 3 年11月		平成 4 年 2 月	

注) 交通量の () は、大型車混入率を表す。

備考: 追跡調査箇所の概略位置図



表－２ 試験舗装に用いたアスファルトと物理性状

区 分	項 目	一般国道 246号 (伊勢原)	一般国道14号 (東小松川)	一般国道17号 (熊 谷)	一般国道17号 (羽 場)	一般国道 6 号 (赤 浜)	
排 水 性	アスファルトの種類	改質Ⅱ型 (プレミックス)	改質Ⅱ型 (プレミックス)	改質Ⅱ型 (プラントミックス)	改質Ⅱ型 (プレミックス)	改質Ⅱ型 (プレミックス)	高 粘 度 バインダ
	針入度 (25℃秒) 1/10mm	56	48	70	53	49	45
	軟 化 点 (℃)	67.1	66.6	57.5	63.5	67.6	91.0
	60℃絶対粘度 poise		8,000	9,850	8,000		20万以上
	タフネス kgf・cm	172	144	148	151	210	303
	テナシティ kgf・cm	117	72	111	81	143	224
	バインダの品名	HRバインダ	ポリファルトSS	TR-100'S	ポリファルトSS	HRバインダ	セナファルト
密 粒	アスファルトの種類	HRバインダ	StAs 40~60	StAs 40~60	改質Ⅱ型 (プレミックス)	セミブローン	

注) 60℃絶対粘度は参考値を示す。

6. 研究成果

6.1 供用性

塑性流動によるわだち掘れ量、平坦性等、舗装の供用性を評価する路面性状は、いずれも一般の密粒度アスファルトコンクリート区間より排水性舗装区間が良好である。

これは排水性舗装区間はいずれも、改質アスファルトを使用しているが、繊維による補強をおこなったり、

1ヵ所だけではあるが高粘度バインダを使用し、バインダの60℃粘度やタフネス・テナシティの性状が大幅に改善され、これが舗装の供用性を良くすることに寄与しているものと推定できる。したがって排水性舗装の供用性は十分期待できる舗装といえる。

わだち掘れ量及び平坦性の経時変化をそれぞれ図－2、図－3に示す。

表－3 骨材の配合割合と合成粒度

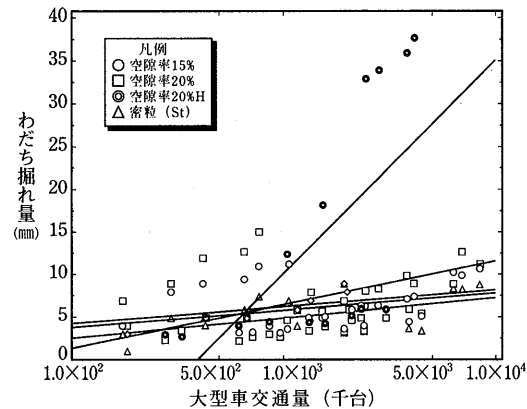
試験 区分	配合 種別	目標 空隙率 (%)	骨材配合割合 (%)				植物性 繊維	通過質量百分率 (%)							
			6号碎石	粗砂	石粉	消石灰		19	13.2	4.75	2.36	0.6	0.3	0.15	0.075
R 246	①	15	78	17.5	2.25	2.25	0.5	100	92.7	31.9	19.9	11.1	7.4	5.4	4.4
	②	20	87	8.5	2.25	2.25	0.5	100	91.8	24.3	12.9	7.7	5.9	4.9	4.3
R 14	①	15	78	17	2.5	2.5	0.3	100	98.8	26.2	19.1	12.9	9.1	6.1	4.9
	②	20	85	10	2.5	2.5	0.3	100	98.6	19.6	13.3	9.7	7.4	5.6	4.8
R 17 熊谷 B P	①	15	79	16	2.5	2.5	0.4	100	95.8	24.0	20.4	11.1	7.6	6.0	4.9
	②	20	87	8	2.5	2.5	0.4	100	95.4	16.3	13.3	8.1	6.3	5.4	4.6
R 17 羽場	①	15	79	17	2.0	2.0	0.3	100	95.3	25.3	19.4	10.1	7.3	5.4	4.8
	②	20	86	10	2.0	2.0	0.3	100	94.9	18.7	13.3	7.6	6.0	4.8	4.4
R 6	①	20	88	7	2.5	2.5	0.3	100	91.2	14.6	12.0	11.7	7.8	5.2	4.4
	②	20	87	8	2.5	2.5	—	100	91.3	15.6	13.0	12.7	8.1	5.2	4.5

注1) 植物性繊維は混合物質量に対する添加量
注2) R 6の配合①は改質Ⅱ型, 配合②は高粘度バインダを使用

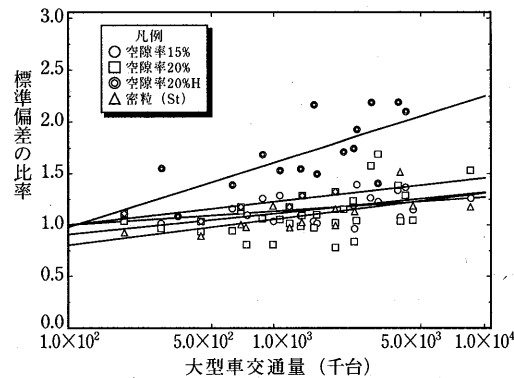
表－4 最適アスファルト量における混合物の性状

試験区分	配分 種別	目標 空隙率 (%)	As量 (%)	密度 (g/cm ³)	空隙率 (%)	飽和度 (%)	安定度 (kgf)	フロー値 (1/10mm)	透水係数 ×10 ⁻² cm/sec	動的安定度 (回/mm)
R 246 伊勢原	①	15	5.4	2.136	14.4	43.8	679	28	7.4	6000以上
	②	20	5.2	2.007	19.8	34.4	605	22	2.4	6000以上
R 14 東小松川	①	15	5.5	2.095	14.8	43.1	693	32	4.7	5490
	②	20	5.0	1.988	19.8	32.9	542	29	8.1	4680
R 17 熊谷B P	①	15	5.2	2.101	15.3	40.9	651	24	7.1	6000以上
	②	20	5.1	1.996	19.7	33.4	606	26	9.3	6000以上
R 17 羽場	①	15	5.2	2.123	15.1	41.5	869	33	1.1	3840
	②	20	4.8	2.014	20.0	31.7	640	30	10.0	3320
R 6 赤浜	①	20	5.3	1.976	20.1	33.7	530	28	8.4	6000以上
	②	20	4.8	1.991	20.2	31.7	530	27	20.0	6000以上

注) R 6の配合①は改質Ⅱ型, 配合②は高粘度バインダを使用



図－2 わだち掘れ量の経年変化



図－3 平坦性の経年変化

6.2 現場透水性

3ヵ年間の現場透水量の変化の調査から次のことがわかる。

透水量は、空隙率20%区間については外車輪の走行部（以下OWPという）、車輪間の非走行部（以下BWPという）とも空隙率15%区間に比較して図-4に示すように優れている。さらに、経過月数による変化を比較すると空隙率20%の区間の中でもOWPの方がBWPより優位性を保っており、時間を経るごとにその差は顕著になる。

一方、空隙率15%区間の透水量は、OWP、BWPともに低減著しく、12ヶ月で1割程度に低下している。

6.3 騒音調査

排水性舗装は供用後2年程度経過すると通常の舗装

に比較して、騒音の差異はほとんどなくなるようである。

ただし、大型車のパワーレベルについてだけは3年程度経過しても-1~-4 dBA程度の優位性が空隙率20%区間において認められる。

通常舗装に対する排水性舗装の差の経年変化を図-5に示す。

6.4 機能回復

現状の機能回復機は現場透水試験で評価する限り、洗浄の効果は表れているが、排水性舗装全厚の洗浄が困難なことから一時的な回復にとどまっている。走行部（OWP）は、車輪が走行していることにより目詰まりが少なく、洗浄を行うことによりかえって目詰まりを起こして機能の低下をもたらしていることが空隙率15%区間で多く見受けられる。

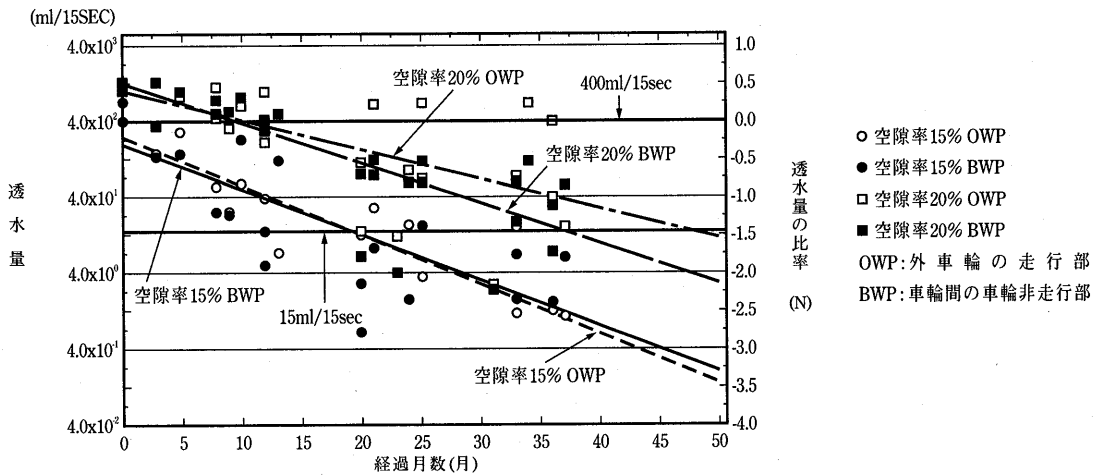


図-4 現場透水量の経年変化

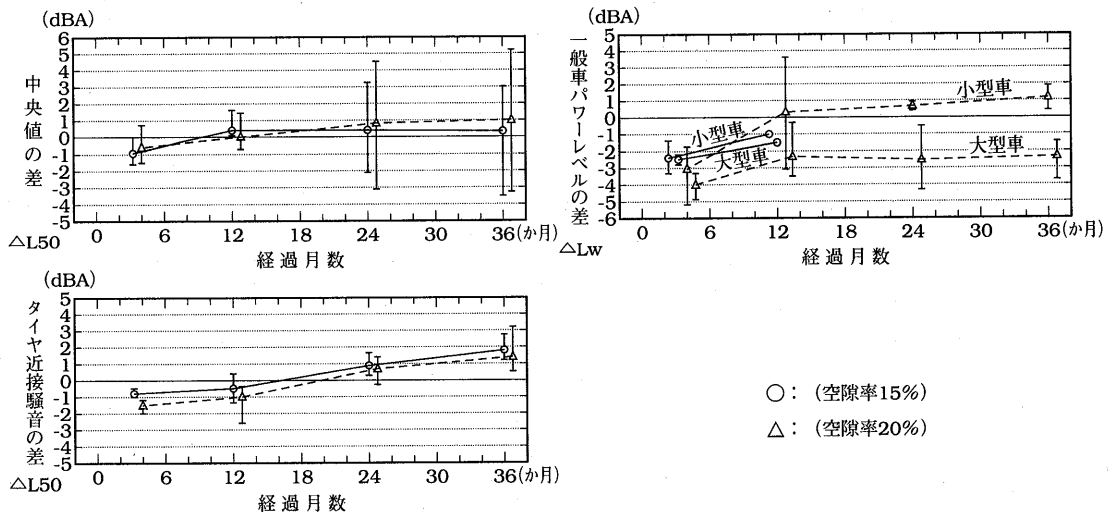


図-5 通常舗装に対する排水性舗装の差の経年変化

一方、非走行部（BWP）は、洗浄効果が空隙率15%、20%区間でも表れている。ただし、透水量の絶対値は、空隙率20%の方が大きい。機能回復をする場合の透水量の目安は、これまでの調査結果によれば〔100 ml/15秒〕以上のレベルと考えられるので、このような時期の予測と適用効果の関係を調べるのが重要といえる。

また、騒音に対する洗浄効果については、高音域と低音域にその効果が認められるが、肝心の中音域に効果がほとんど認められないため、騒音レベルの低減は僅かである。今後、洗浄の仕方と機械の開発について再度検討することが必要と考えられる。

透水量及び騒音についての洗浄効果をそれぞれ図-6、図-7に示す。

7. あとがき

平成5年度から始まった第11次道路整備五ヵ年計画の主要課題の一つである「くらしの安全性向上のための道路整備の推進」の基本方向の中で「降雨時の路面の滑り抵抗の増大と水はねの防止、さらに騒音低減効果が期待できる排水性舗装の開発と使用の促進を図る」ことが政策として取り上げられ、試験舗装の実施から一般施工への実施がされつつあるが、供用後の管理方法については、課題が多くまだ未解決の部分がある。排水性舗装の機能回復に対する手法の検討、機能の長期持続のための新材料等の開発も、より一層検討を図ることが重要と考えられる。

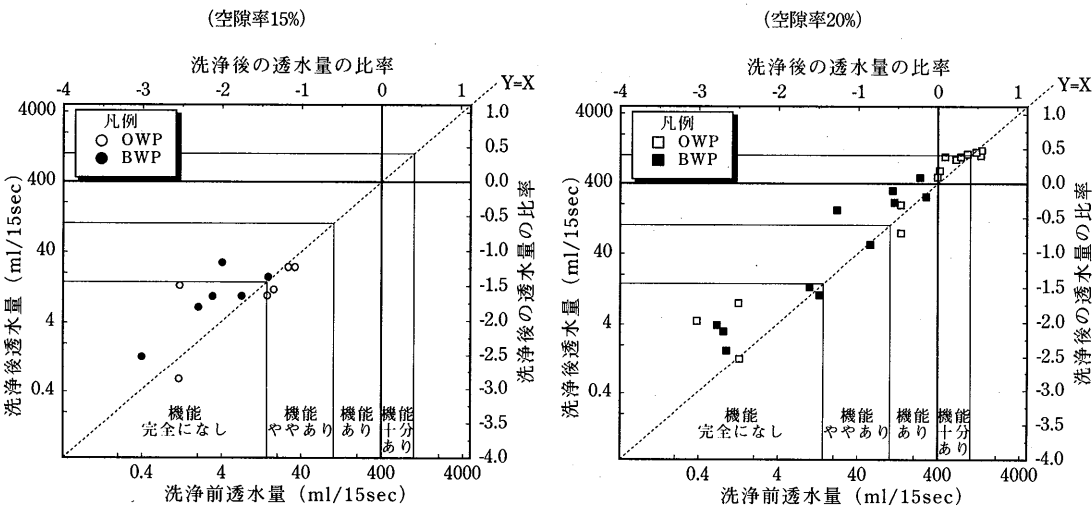


図-6 透水量の洗浄効果

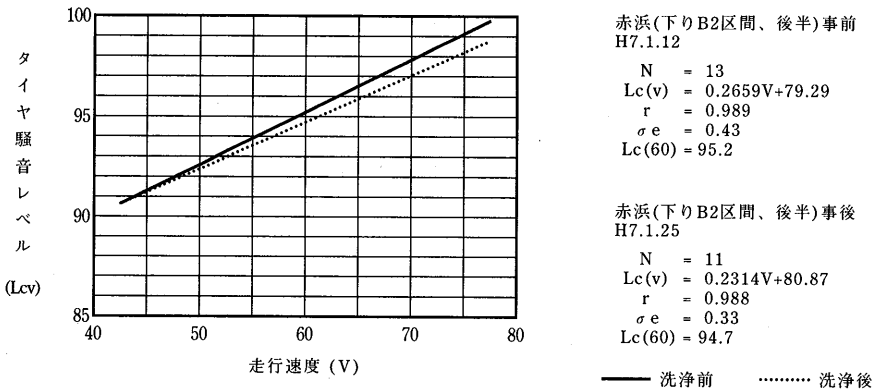


図-7 洗浄前後のタイヤ騒音

建設技術評価制度

中 村 俊 行*

1. 建設技術評価制度の概要

建設技術評価制度は、行政ニーズに基づいた、個別分野の研究課題について、官側で技術開発目標を示し、これに対し、民間が研究開発を実施し、開発された新技術の評価を官側で行う制度である。本制度は「建設技術評価規定（昭和53年建設省告示第976号）」に基づき実施されており、昭和53年に制度が創設されて以来、平成5年度までに61課題を評価している。

本制度の大まかな流れは図-1のとおりである。

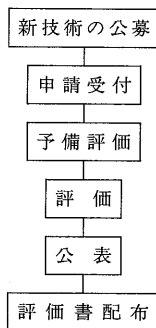


図-1 建設技術評価制度の流れ

2. 過去の主な研究課題

2.1 コンクリート中の塩分含有量測定器の開発 (昭和59年度)

海砂の使用増加に伴い、塩分による鉄筋コンクリート構造物への影響が懸念される。これを一定基準以下に抑えることを目的とし、フレッシュコンクリートおよび細骨材中の塩分含有量を簡便に測定する機器の開発を行った。

2.2 舗装路面下の空洞探知装置の開発（昭和60年度）

空洞が原因による路面等の突発的な陥没の危険を事前に察知し、適切な維持管理を実施することを目的とした、舗装路面下、またはモルタル等吹き付け面直下の空洞を破壊せずに簡便に探知できる装置の開発を行

った。

2.3 鉄筋コンクリート建設物等における床型枠用鋼製デッキプレートの開発（平成3年度）

鉄筋コンクリート造りの建築物において支保工等の仮設構造物の削減により現場作業の合理化が図れ、かつ、作業安全性の高い床型枠用デッキプレートの開発を行った。

3. 排水性舗装の機能回復機器の開発

平成6～7年度の課題として取り上げられている「排水性舗装の機能回復機器の開発」を例に、実際の技術評価制度について説明する。

3.1 技術評価の流れ

平成5年

12月 建設省大臣官房技術調査室（以下、技術調査室）より本省各局、地方建設局、研究機関および関係団体に対して研究課題の募集

建設省道路局国道第一課（以下、国道第一課）および土木研究所舗装研究室（以下、舗装研究室）より「排水性舗装の機能回復機器の開発」というテーマ名で研究課題を申請

平成6年

2月 技術調査室が国道第一課担当者に対して研究課題のヒアリングを実施
研究課題を4課題程度に絞り込み
（技術調査室）

3月 建設技術協議会
研究課題の決定

5月 予備評価委員会および同幹事会のメンバーを産学官より選出
委員長 安崎 前土木研究所道路交通総括研究官

*なかむら としゆき 建設省土木研究所道路部舗装研究室長

事務局（国土開発技術研究センター

（以下、国土センター）

選出された委員・幹事に対しては国土センターより委嘱状を送付

6月 開発目標の素案作成
（国道第一課，舗装研究室）

予備評価委員会

開発目標の素案に関する審議

7月 建設技術評価委員会

予備評価委員会で作成された開発目標についてその評価項目と評価基準について審議

11月 研究者公募の官報公示（技術調査室担当）
公募説明会（技術調査室，国道第一課）
研究申請書の受付

12月 公募締切（15日）
最終的に6社5グループから申請あり

平成7年

2月 研究内容，研究計画について参加各社に対してのヒアリングの実施（国土センター，舗装研究室）

7月 予備評価幹事会
ヒアリング時の課題への対応，今後の進め方に関する審議

（これ以降は予定）

8月 中間状況に関するヒアリングの実施
（国土センター，建設省道路局国道課（以下，国道課），舗装研究室）

9月 予備評価委員会
ヒアリング結果に関する検討と今後の対応

11月 研究開発終了

12月 研究者より研究成果所の提出（15日締切）
研究成果内容に対するヒアリング
（国土センター，国道課，本省機械課，舗装研究室）

平成8年

1月 評価申請に必要な事項の通知
評価申請書の提出（15日締切）

予備評価委員会
研究成果の検討

2月 確認試験等の実施
（国土センター，国道課，舗装研究室）
予備評価委員会

開発目標に基づく評価

3月 建設技術評価委員会

各研究課題の申請に対する評価

4月 評価書の作成開始

建設大臣より評価書の交付

評価結果の官報告示，記者発表

3.2 開発目標

予備評価委員会で作成した開発目標は以下のとおりである。

- ①機能回復効果があること
- ②作業性がよいこと
- ③舗装体への影響が少ないこと
- ④沿道環境への影響が少ないこと
- ⑤他の維持修繕工と比較して高価でないこと

（1）機能回復効果があること

機能回復効果の確認方法としては実際の機能の低下した排水性舗装試験舗装箇所での現場透水量試験が実施される予定である。ただし，実施場所の機能の低下具合のばらつきによる不公平をなくすために建設省土木研究所構内の舗装走行実験場に舗装されている排水性舗装箇所でも人工的に空隙詰まりを再現し，できるだけ同一条件下での評価ができるように検討している。この人工的な空隙詰まりの再現方法については事務局より各参加者に対しても提案するように支持している。具体的な値としては300～500cc/15sec.に低下した現場透水量を800～1,000cc/15sec.に回復できることとしている。

一方，実際の機能が低下した実道の排水性舗装箇所での機能回復作業も参考試験として実施する予定である。そのほか，機能回復効果の確認として作業前後のコアを採取し，目視により空隙に詰まっていた物質の除去の程度を確認することとしている。

（2）作業性がよいこと

作業性については1時間当たり1,000～2,000㎡程度以上の作業ができることとし，作業時の車線規制は1車線を限度としている。また，熟練した専門作業員を要しないといった使い勝手のよさ，事前準備の容易性が求められている。

（3）舗装体への影響が少ないこと

高圧水を用いるため，その圧力による骨材等の剥離が懸念される。そこで，作業時に骨材やバインダの剥離が認められないことを目視観察により確認することとしている。

（4）沿道環境への影響が少ないこと

高圧水によって洗浄する際、道路施設外への著しい汚水の流出による歩行者の通行への支障がないことを目視観察により確認することとしている。

騒音については「特定作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準」を参考にし、敷地境界にて85ホン以下を一応の目安としている。

振動については「振動規制法施行規則」中の特定建設作業の規制に関する基準を参考にし、敷地境界にて75デシベル以下を一応の目安としている。

(5) 他の維持修繕工と比較して高価でないこと

一般的なアスファルト舗装のオーバーレイは直接工事費で1,500円/㎡程度であり、これに比べて高価とならないことが望ましい。なお、排水性舗装の機能回復作業は2～3年程度のサイクルで実施することを想定しており、2回の機能回復作業の後、表層の切削オーバーレイにより新たに排水性舗装を施工することを考えている。

3.3 開発状況

排水性舗装の機能回復機器の概念図を図-2に示す。基本的な特徴は以下のとおりである。

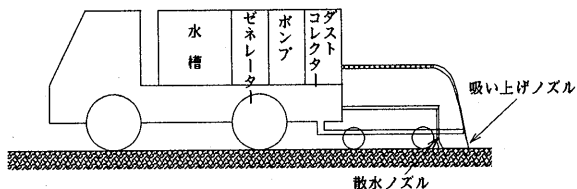


図-2 排水性舗装の機能回復機器の概念図

- ①自走式であること
- ②高圧水により空隙に詰まった物質の洗浄を行うこと
- ③洗浄後の汚水を吸引すること
- ④吸引した汚水をフィルター等で濾して空隙に詰まっていた物質を取り出すことができるとともに、処理した水を再び洗浄用に利用できること

4. 今後の展望

建設技術評価制度で評価された技術は試行段階を経て普及段階に移行していく。この普及段階がいわゆる技術の実用化である。建設省で実施されている建設技術研究開発の研究課題の設定から普及段階までの流れは図-3のとおりである。

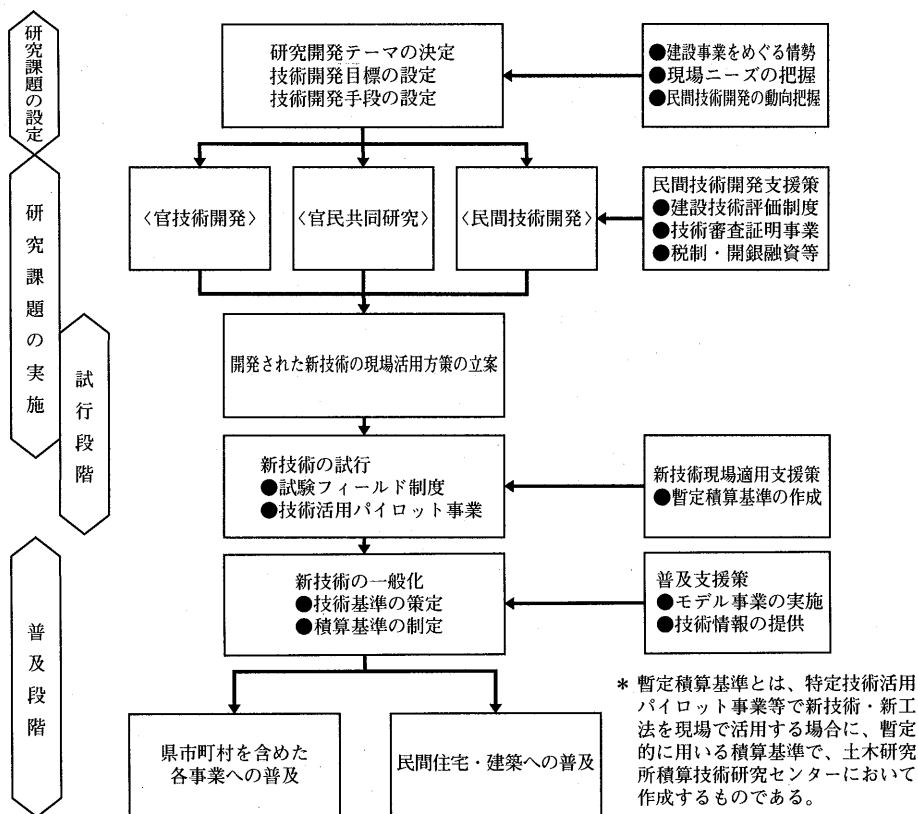


図-3 建設技術研究開発の流れ

4.1 試行段階

開発された新技術の建設現場での適用に際しては、完成度の高い新技術については、土木研究所積算技術研究センターにおいて暫定積算基準を整備し、直轄等の現場で活用する技術活用パイロット事業を実施する。また、現場での実物による検証が残される段階まで開発が進んだ技術については、実際の現場で検証する試験フィールド制度を用いて技術の完成度を高めることとなる。

①技術活用パイロット事業とは

質の高い住宅・社会資本整備を効率的に進めていくためには、民間を含めた技術開発の推進と併せて、開発された新技術の現場への積極的な導入を図る必要がある。

このため、新技術の現場への適用性を検証することを目的に、昭和62年度から地方建設局単位で新技術・新工法を直轄事業で活用する「技術活用パイロット事業」を実施しており、平成4年度までに511技術が終了している。

平成2年度には、早急に普及を図ることが望まれる新技術・新工法を全国的に直轄事業で活用する「特

定技術パイロット事業」が創設され、平成5年度までに12技術について実施されている。この事業においては平成2年度に転圧コンクリート舗装が、平成3年度には排水性舗装が取り上げられている。

②試験フィールド制度とは

将来に向けて行政ニーズが高く、現場での技術的検証を通して完成度を高める必要のある技術を対象に、実際の現場において試験フィールド（新技術の実施工現場）を設定し、実大構造物を建設して各種試験等を実施する制度であり、平成5年度より実施されている。本制度はその実施主体により、「地方建設局主体の試験フィールド制度」と「本省主体の試験フィールド制度」の2種類がある。

4.2 普及段階

パイロット事業や試験フィールドで試行された新技術についての知見の蓄積に基づき、技術基準や積算基準の整備を図る。

一般には、これら技術基準や積算基準の開示や新技術、新工法に関する情報提供等を通じ、新技術の県市町村を含めた公共事業や民間の住宅・建設工事への普及を図ることとなる。

砂利道の歴青路面処理指針（59年版）増刷

第3刷 B5版・64ページ・実費頒価500円（送料実費）

目 次

1. 総 説	3. 路 盤	5. 維持修繕
1-1 はじめに	3-1 概 説	5-1 概 説
1-2 歴青路面処理の対象 となる道路の条件	3-2 在来砂利層の利用	5-2 維持修繕の手順
	3-3 補強路盤の工法	5-3 巡 回
2. 構造設計	4. 表 層	5-4 維持修繕工法
2-1 概 説	4-1 概 説	付録1. 総合評価別標準設計例一覧
2-2 調 査	4-2 浸透式工法	付録2. 材料の規格
2-3 設計の方法	4-3 常温混合式工法	付録3. 施工法の一例（D-2工法）
2-4 設計例	4-4 加熱混合式工法	付録4. 材料の品質、出来形の確認
2-5 排 水		

民間開発建設技術の技術審査証明事業について

小林 茂 敏*
鈴木 一 成**

1. 民間開発建設技術審査証明事業とは

公共事業の工事では、技術内容の信頼性が裏付けられるか、あるいは採用実績が多くならない限り、新技術が採用されることは困難である。建設材料についてもJIS規格合格品等であれば公共工事に採用されやすいが、新技術の場合のように特定の会社でのみ生産されているようなものについては、JIS規格が無いため採用されにくいのが実情である。このため建設省は、民間で開発された新材料や新工法の現場導入の促進を図るために、昭和62年に民間開発技術審査証明事業（以下、審査証明と略記する）の制度を制定した。

この審査証明制度とは、民間で開発された新材料や新工法の技術が、依頼者のいう通りの技術かどうかを、建設大臣が認定する第3機関において審査させるものであり、技術の開発者または発売者が審査機関に申し込めば審査してもらえる。審査証明を受けた新材料や新工法は、そのことを商品に表示させると共に公共工事の発注者にもこのことを連絡して、工事に採用可能かどうかの判断が容易になるように配慮されている。

審査証明制度による審査を実施できる機関は14ヶ所あり、技術分野を分けて担当している、表-1に審査証明認定機関の一覧表および対象技術を示す。

（財）土木研究センターにおける審査証明の対象となる技術は、土木系材料（2次製品を含む）及びその利用技術であり、①コンクリート関係 ②アスファルト関係 ③鋼材関係 ④地盤材料関係 ⑤高分子材料関係 ⑥その他 の多分野にわたり、審査件数も非常に多い。

平成6年度末までに審査証明された技術は、全部の審査証明認定機関で約220技術あり、審査証明制度の良さが次第に広く理解され始めている。

このような審査証明制度の主旨と実状をどうかよく認識されて、民間におかれては自社のほこる新技術の売り上げを一層伸ばすために、また、公共建設事業の

表-1 審査証明認定機関一覧

認 定 機 関	対 象 技 術
（財）国土開発技術研究センター	一般土木工芸
（財）土木研究センター（企画調査部）	土木系材料技術
（財）日本建設情報総合センター	建設情報技術
（社）日本測量協会	測量技術
（社）日本建設機械化協会	建設機械化技術
（財）ダム技術センター	ダム建設技術
（財）日本建築センター	建築物等の保全技術、建築施工技術
（財）建築保全センター	建築物等の保全技術
（財）砂防・地すべり技術センター	砂防技術
（財）道路保全技術センター	道路保全技術
（財）下水道新技術推進機構	下水道技術
（財）先端建設技術センター	先端建設技術
（財）都市緑化技術開発機構	都市緑化技術
（財）日本地図センター	地図調製技術

主体者におかれては新技術の適正な導入のために、当制度を積極的に利用されることを期待したい。

2. 審査証明の概要

2.1 審査証明のフロー

審査証明のフローを図-1に示す。

依頼者より依頼のあった技術の審査証明委員会での審査期間は6ヶ月以内であり、審査に必要な技術データ、実験データ等は依頼者が準備して提出することになっている。

審査は、審査機関に学識経験者、使用者、施工業者などの技術者で構成される審査証明委員会を設けて行われる。

審査証明された技術には証明書が発行され、建設省、各公団、都道府県に審査証明された技術の報告書を配

*こばやし しげとし 財団法人土木研究センター理事 工学博士

**すずき かづしげ 財団法人土木研究センター企画調査部長

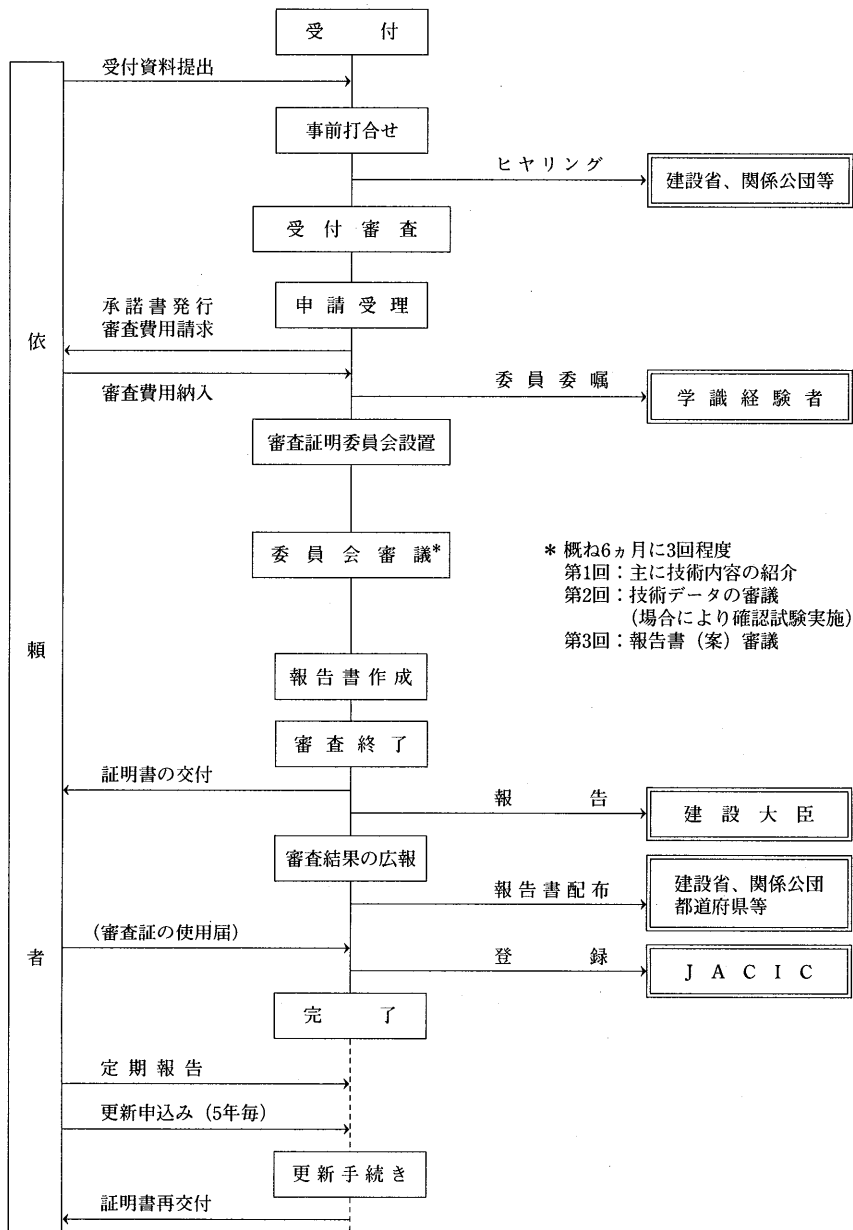


図-1 審査証明のフロー

布し、また財日本建設情報総合センター（JACIC）の JACIC NETに登録され広く PRして利用の促進が図られる。

審査証明には有効期間があり5年間有効となっている。これは審査された技術が常に優れたもの、使用上問題のないものであることを配慮するためである。

一度審査証明を受けている技術は、変更がなければ簡単に更新（5年間有効）も出来るようになっている。

2.2 審査証明の申込み方法、費用等

申込み書は各審査機関に用意されているが、表-2

に（財）土木研究センターの場合の申込み用紙の記入例を示す。

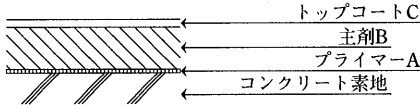
審査証明期間は、原則として申込み受理後6ヶ月間である。

審査証明にかかる費用は、申込み料と証明費用で310万円である。

3. 道路関係材料で審査証明を得た例

（財）土木研究センターで審査証明を得た道路関係材料について、いくつかを紹介する。

表-2 申込み用紙の記入例

申請者名	〇〇〇株式会社																																						
課題名	コンクリート構造物の防水・劣化防止材「ABCコート」																																						
技術の概要	「ABCコート」は、コンクリート構造物の防水性を高め、塩害、中性化などによるコンクリートの劣化を防止する高分子系表面被覆材です。 材料構成は図1のようにプライマーA、主剤B、トップコートCの3層構造となっている。 																																						
諸元・性能	(1) 「ABCコート」の構造 <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>プライマー A</th> <th>主剤 B</th> <th>トップコート C</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①目的</td> <td>接着性の向上</td> <td>防水・劣化防止</td> <td>主剤の保護と美観性向上</td> </tr> <tr> <td>②成分</td> <td>1 液湿気硬化型ウレタン系プライマー</td> <td>2 液反応硬化型ポリエーテル系ウレタンエラストマー</td> <td>2 液反応型アクリルウレタン樹脂</td> </tr> <tr> <td>③標準塗布量 (kg/m²)</td> <td>0.2</td> <td>2.0</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td>④塗布方法</td> <td>ローラー、はけ、またはスプレー</td> <td>スプレー</td> <td>ローラー、はけ、またはスプレー</td> </tr> <tr> <td>⑤荷姿</td> <td>4 kg入缶</td> <td>18kg入缶</td> <td>9 kgセット</td> </tr> </tbody> </table> (2) 各材料の仕様 <table border="1"> <thead> <tr> <th>材 料</th> <th>項 目</th> <th>形 状</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>プライマー A</td> <td>外 観 乾燥時間 (20℃) 樹脂分</td> <td>淡黄色透明液体 30分 (指触乾燥) 以内 40%以上</td> </tr> <tr> <td>主 剤 B</td> <td>指触乾燥時間 (20℃) 完全硬化時間 (20℃)</td> <td>10～20秒 24～28時間</td> </tr> <tr> <td>トップコート C</td> <td>外 観 乾燥時間 (20℃) 不揮発分 伸び</td> <td>主剤・硬化剤とも、かき混ぜたとき堅いかたまりがなく一様になること 8時間 以内 55% 以上 120% 以上</td> </tr> </tbody> </table>			項目	プライマー A	主剤 B	トップコート C	①目的	接着性の向上	防水・劣化防止	主剤の保護と美観性向上	②成分	1 液湿気硬化型ウレタン系プライマー	2 液反応硬化型ポリエーテル系ウレタンエラストマー	2 液反応型アクリルウレタン樹脂	③標準塗布量 (kg/m ²)	0.2	2.0	0.3	④塗布方法	ローラー、はけ、またはスプレー	スプレー	ローラー、はけ、またはスプレー	⑤荷姿	4 kg入缶	18kg入缶	9 kgセット	材 料	項 目	形 状	プライマー A	外 観 乾燥時間 (20℃) 樹脂分	淡黄色透明液体 30分 (指触乾燥) 以内 40%以上	主 剤 B	指触乾燥時間 (20℃) 完全硬化時間 (20℃)	10～20秒 24～28時間	トップコート C	外 観 乾燥時間 (20℃) 不揮発分 伸び	主剤・硬化剤とも、かき混ぜたとき堅いかたまりがなく一様になること 8時間 以内 55% 以上 120% 以上
項目	プライマー A	主剤 B	トップコート C																																				
①目的	接着性の向上	防水・劣化防止	主剤の保護と美観性向上																																				
②成分	1 液湿気硬化型ウレタン系プライマー	2 液反応硬化型ポリエーテル系ウレタンエラストマー	2 液反応型アクリルウレタン樹脂																																				
③標準塗布量 (kg/m ²)	0.2	2.0	0.3																																				
④塗布方法	ローラー、はけ、またはスプレー	スプレー	ローラー、はけ、またはスプレー																																				
⑤荷姿	4 kg入缶	18kg入缶	9 kgセット																																				
材 料	項 目	形 状																																					
プライマー A	外 観 乾燥時間 (20℃) 樹脂分	淡黄色透明液体 30分 (指触乾燥) 以内 40%以上																																					
主 剤 B	指触乾燥時間 (20℃) 完全硬化時間 (20℃)	10～20秒 24～28時間																																					
トップコート C	外 観 乾燥時間 (20℃) 不揮発分 伸び	主剤・硬化剤とも、かき混ぜたとき堅いかたまりがなく一様になること 8時間 以内 55% 以上 120% 以上																																					
開発の趣旨と 開発目標	「ABCコート」は、コンクリート構造物の防水と劣化防止を目的として開発されたものであり、開発目標を以下に示す。 (1) 防水性と水蒸気透過性 コンクリートへの水の浸入を防止する十分な防水性と、コンクリート内部の水分を外部に排出する水蒸気透過性を有すること。 (2) 有害因子に対する遮断性 コンクリートへの有害因子の侵入を防止するための遮塩性、中性化阻止性、酸素透過阻止性を有すること。 (3) 力学特性 伸びと接着性に優れ、コンクリートのひびわれに十分追従すること。 (4) 施工性 垂直面や天井面にも1回塗りでたれ落ちることなく、厚膜塗布が可能な超速硬化性を有すること。																																						
開発目標達成 の確認方法	各開発目標達成の確認は、以下の性能評価試験により行った。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>開発項目</th> <th>試験項目</th> <th>試験条件</th> <th>試験方法</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">(1) 防水性と水蒸気透過性</td> <td>①透水性試験</td> <td>測定：20℃、水圧 1 kgf/cm²、加圧時間30分、</td> <td rowspan="2">注 1 JIS Z 0208</td> </tr> <tr> <td>②透湿度試験</td> <td>養生：20℃、65%RH、14日間 測定：40℃、90%RH</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">(2) 有害因子に対する 遮断性</td> <td>①遮塩性試験</td> <td>養生：20℃、65%RH、28日間 測定：20℃、30日間、3%食塩水と蒸留水</td> <td rowspan="3">注 2</td> </tr> <tr> <td>②中性化阻止性試験</td> <td>養生：20℃、65%RH、14日間 測定：30℃、65%RH CO₂濃度5%、30日間</td> </tr> <tr> <td>③酸素透過阻止性試験</td> <td>養生：20℃、65%RH、28日間 測定：製科研式フィルム、酸素透過率計</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">(3) 力学特性</td> <td>①ひびわれ追従性試験</td> <td>養生：20℃、65%RH、28日間 測定：標準養生後 20℃、 標準養生後 -20℃、 促進耐候 700時間後</td> <td rowspan="3">JIS K 6301</td> </tr> <tr> <td>②伸び試験</td> <td>測定：20℃、65%RH</td> </tr> <tr> <td>③下地との付着性試験</td> <td>養生：20℃、65%RH、28日間 測定：標準養生後、促進耐候 700時間後、 温冷繰返し10サイクル後、 耐アルカリ性10日間後</td> </tr> <tr> <td>(4) 施工性</td> <td>①たれ抵抗性能試験</td> <td>養生：20℃、65%RH、設置時間24時間</td> <td>注 2 JIS A 6021</td> </tr> </tbody> </table>			開発項目	試験項目	試験条件	試験方法	(1) 防水性と水蒸気透過性	①透水性試験	測定：20℃、水圧 1 kgf/cm ² 、加圧時間30分、	注 1 JIS Z 0208	②透湿度試験	養生：20℃、65%RH、14日間 測定：40℃、90%RH	(2) 有害因子に対する 遮断性	①遮塩性試験	養生：20℃、65%RH、28日間 測定：20℃、30日間、3%食塩水と蒸留水	注 2	②中性化阻止性試験	養生：20℃、65%RH、14日間 測定：30℃、65%RH CO ₂ 濃度5%、30日間	③酸素透過阻止性試験	養生：20℃、65%RH、28日間 測定：製科研式フィルム、酸素透過率計	(3) 力学特性	①ひびわれ追従性試験	養生：20℃、65%RH、28日間 測定：標準養生後 20℃、 標準養生後 -20℃、 促進耐候 700時間後	JIS K 6301	②伸び試験	測定：20℃、65%RH	③下地との付着性試験	養生：20℃、65%RH、28日間 測定：標準養生後、促進耐候 700時間後、 温冷繰返し10サイクル後、 耐アルカリ性10日間後	(4) 施工性	①たれ抵抗性能試験	養生：20℃、65%RH、設置時間24時間	注 2 JIS A 6021						
開発項目	試験項目	試験条件	試験方法																																				
(1) 防水性と水蒸気透過性	①透水性試験	測定：20℃、水圧 1 kgf/cm ² 、加圧時間30分、	注 1 JIS Z 0208																																				
	②透湿度試験	養生：20℃、65%RH、14日間 測定：40℃、90%RH																																					
(2) 有害因子に対する 遮断性	①遮塩性試験	養生：20℃、65%RH、28日間 測定：20℃、30日間、3%食塩水と蒸留水	注 2																																				
	②中性化阻止性試験	養生：20℃、65%RH、14日間 測定：30℃、65%RH CO ₂ 濃度5%、30日間																																					
	③酸素透過阻止性試験	養生：20℃、65%RH、28日間 測定：製科研式フィルム、酸素透過率計																																					
(3) 力学特性	①ひびわれ追従性試験	養生：20℃、65%RH、28日間 測定：標準養生後 20℃、 標準養生後 -20℃、 促進耐候 700時間後	JIS K 6301																																				
	②伸び試験	測定：20℃、65%RH																																					
	③下地との付着性試験	養生：20℃、65%RH、28日間 測定：標準養生後、促進耐候 700時間後、 温冷繰返し10サイクル後、 耐アルカリ性10日間後																																					
(4) 施工性	①たれ抵抗性能試験	養生：20℃、65%RH、設置時間24時間	注 2 JIS A 6021																																				

3.1 樹脂浸透型常温アスファルト混合物

「レミファルトA」

樹脂浸透型の常温アスファルト混合物。アスファルト舗装道路におけるポットホールなどの路面の破損箇所や道路占用工事での掘削箇所などの小規模な補修に用いられる。

熱可塑性樹脂を混入したカットバックアスファルト系常温混合物（母体混合物）と変性アクリル樹脂（路面強化剤）とで構成されており、施工は母体混合物を締め固めた後、その表面から路面強化剤を母体混合物の空隙に浸透充填させる方法で行われる。

加熱アスファルト混合物に準ずる耐久性を有すると

⑥阪神高速道路公団「土木材料共通仕様書」

・品質審査・証明の有効期間：

平成7年3月31日～平成8年3月30日

・品質審査・証明実施機関：（財）建材試験センター

土木研究センターでは発注者、施工者、生産者のいずれの皆様もこれらの審査証明制度をよく理解され、当制度を積極的に活用されることを期待している。

ともに、強度発現が早いという特徴をもつ。

3.2 テフロン処理防塵型土質安定材

「テフィクス」

セメントや石灰などの土質安定材（または固化材）をそれらの施工性や安定処理効果を損ねることなく防塵処理をした材料。

セメントや石灰に微量のテフロンを添加し粉体中にサブミクロン径の繊維を形成させ、これにより微粒子を捕捉し粉体の発塵や飛散を抑制している。この繊維は極めて脆弱であるため容易に切断され、散布・混合等の施工作業は通常の方法によって行うことができ、安定処理効果も原材料と同等である。

用途としては、路床路盤安定処理および浅層地盤改良などがあるが、周辺環境保全の観点から特に粉塵を嫌う箇所での施工に適している。また、本材料は施工従事者の作業改善にも極めて有効であるため、現場での使用量も急速に増えているようである。

3.3 耐摩耗性樹脂コンクリート舗装補修材

「マーベルレック」

アクリル系樹脂をバインダーとし、転炉スラグや碎石、砂、炭酸カルシウムなどを配合した耐摩耗性樹脂コンクリート舗装補修材。

次の様な特徴を有する。

① 樹脂の粘度が低いために骨材との混練性および

施工作業性が良い。

② 短時間でしかも低温でも常温硬化し、高強度の樹脂コンクリートが得られる。

③ コンクリート表面は耐摩耗性、耐薬品性に優れている。

④ 路面のすべり抵抗値はセメントコンクリート舗装と同等である。

これらの特徴を生かすと、セメントコンクリート舗装の薄層オーバーレイ、スパイクタイヤやタイヤチェーンによるセメントコンクリート舗装道路のわだち掘れの補修・補強等で短時間に交通を解放したい場合に優れた効果を発揮するものと考えられる。

3.4 雨天（夜間）時に視認できる区画線

「スーパーミライナー」、「スーパーブライツ100、スーパーブライツ200」

従来の区画線および道路標示が雨天（夜間）時に非常に見えにくいという欠点を改良したもので、特殊熱溶融形塗料を小型専用施工機で平面塗膜と高さ3～5mmの台形状あるいは半球状凸部を一体型に施工し、特殊ガラスビーズを散布する工法となっている。

こうして得られた塗膜は、降雨時でも冠水することなく、雨天時の夜間においてもヘッドライト光を再帰反射し、優れた視認性を維持するものである。

4. 海外建設資材の審査について

海外建設資材品質審査・証明事業は、JIS以外の品質管理により海外で生産された建設資材が、建設省および建設省関係各公団の発注機関の「土木工事共通仕様書」で定める材料品質の規定に適合するか否か、JISと同等以上であるかどうかの審査証明を行うものである。建設省が認定した機関が発行した証明書を発注者の監督職員に提出することにより、当該資材の使用が認められることになる。証明の有効期間は1年であるが、建設省、北海道開発局、公団等の公共機関の工事では、この材料の使用が可能となる。また、1年後に希望すれば更新も可能である。

審査を実施できる機関は、（財）土木研究センターと（財）建材試験センターの2機関である。

審査料は50万円で申込み書類が受理されてから1ヶ月以内に審査証明書が得られる。

現在までに、海外建設資材品質審査・証明を受けた資材品は、次の2件である。

（1）アスファルト舗装用骨材

「ノーザンブライアンレッド」

- ・申請者：英国・クオリティパック社
- ・代理人：日進化成(株)
- ・適用仕様書：①建設省「土木工事共通仕様書」
②日本道路公団「土木工事共通仕様書」
- ・品質規格：JIS A 5001
- ・品質審査・証明の範囲：アスファルト工事の表層に
使用する範囲
- ・品質審査・証明の有効期間：
平成7年2月1日～平成8年1月31日
- ・品質審査・証明実施機関：(財)土木研究センター

- (2)普通ポルトランドセメント(低アルカリ形を除く)
- ・申請者：韓国・東洋セメント株式会社
- ・適用仕様書：①建設省「土木工事共通仕様書」
②日本道路公団「土木工事共通仕様書」
③首都高速道路公団「土木材料共通仕様書」
④水資源開発公団「土木工事共通仕様書」
⑤本州四国連絡橋公団「土木工事共通仕様書」

フルデプス・アスファルト舗装設計施工指針（案）

B 5 版 42ページ 実費頒価 800円（送料は実費）・申込先（社）日本アスファルト協会
〒105 東京都港区虎ノ門1-21-8
秀和第3虎ノ門ビル7階

路床の上のすべての層にアスファルト混合物を用いたフルデプス・アスファルト舗装は、昭和40年代半ばから積極的な試みとして市街地道路を中心にシックリフト工法により施工され、実施例は数十例に及んでいます。

フルデプス舗装は、舗装厚が薄く、工種が単一化されることから、工期が非常に制約される箇所等に適用して有効であるが、またアスファルト舗装の修繕に伴って発生する舗装廃材の利用方法の一つとして、フルデプス舗装の路盤への再生加熱アスファルト混合物の利用が考えられ、省資源の観点から今後普及する可能性も大きい。

本指針（案）を、フルデプス舗装の設計施工に従事する関係者必読の書としておすすめします。

目 次

- | | |
|-----------------------|-----------------|
| 1. 総 説 | 3-4 アスファルト混合物 |
| 1-1 フルデプス・アスファルト舗装の定義 | 4. 路床および路盤 |
| 1-2 適用範囲 | 4-1 概 説 |
| 2. 構造の設計 | 4-2 路 床 |
| 2-1 舗装の構造 | 4-3 路 盤 |
| 2-2 設計の方法 | 5. 表層および基層 |
| 2-3 排 水 | 6. 品質管理および検査 |
| 3. 材 料 | 6-1 概 説 |
| 3-1 概 説 | 6-2 出来形および品質の管理 |
| 3-2 瀝青材料 | 6-3 検 査 |
| 3-3 骨 材 | 7. 記 録 |

日本道路公団における共同研究制度について

七五三野 茂*

1. はじめに

高速道路の供用延長は、約5,800kmとなり計画延長11,520kmのほぼ半分に達した。日本列島を南北に縦貫する路線は概ね完了し、今後は肋骨部分に相当する横断道路の建設が残されている。横断道路は大部分が山間部を通過するため、トンネルや橋梁の比率が高くなるとともに、土工部についても長大切土法面や高盛土などが多くなり、高度な技術が要求されるとともに、工事費が高いものとなる。また、年々増加する供用延長に対応しつつ利用者の満足するサービスを提供するためには効率的な維持管理が必要である。更に、第二東名・名神がいよいよ本格的に始動し、従来の設計基準にない高速の設計速度に対応した道路構造が必要であり、諸課題の解決に向けて高い技術が要求される。

このように、建設や管理において益々高度な技術が要求されるとともに採算性向上の観点から工事費の節減は大きな課題である。そこで、このような状況の中で日本道路公団（以下、JHという）では全社的な体制のもとに、現地のニーズに対応した効率的な技術開発を目指している。

以下にJHにおける技術開発体制の概要を述べるとともに、試験施工と並んで技術開発方式の大きな柱である共同研究制度について説明する。

2. 技術開発体制の概要

(1) 技術開発体制

JHにおける研究・開発は、本社及び試験研究所が中心となって進めている。本社内には技術開発委員会が設置され、土工、舗装、橋梁、トンネルなどの各分科会に分かれて開発目標やスケジュールなどの審議を行ない、技術開発の推進に努めている。研究・開発の体制及び流れについては図-1のとおりである。

現地からのニーズをベースにして外部機関や有識者との情報交換、あるいは民間からの新技術情報を入手

して総合的に技術開発項目の設定を行なっている。

(2) 新技術情報の収集

新技術情報は民間で開発された有益な技術を効率的に使用するための情報収集である。本社・技術部へ紹介された新技術（新工法・新材料）は技術開発委員会では審査され、JHの事業推進に有益であると判断されたものについては新技術情報整理表などの形に取りまとめられ、試験研究所にて新技術情報データベースに登録される。登録された情報については、局・事務所において検索し、概要を把握することができるようになっている。現在、新材料の情報を中心に約620件が登録されている。

以上のような研究・開発体制のなかの開発方式の柱のひとつとして共同研究制度がある。共同研究については試験研究所において行なわれている。試験研究所では9研究室により、年間およそ100のテーマについて試験研究が進められている。共同研究については試験研究所における試験研究の一環として進められているものである。

3. 共同研究制度

試験研究所では、平成3年度からより効率的に試験研究・技術開発を進めるために民間企業・大学などの機関との共同研究制度を導入した。

研究のメリットとしては、

- ・お互いの技術やノウハウ、データを提供しあうことにより、研究開発の促進ができること
 - ・研究成果をJHの現場でいち早く検証できること
 - ・研究資金の有効活用ができること
- などがあげられる。

共同研究を実施するための要件は以下のとおりである。

- (1) 合理的、効率的に研究が推進されるもので、公益性を有するものであること。

*しめの しげる 日本道路公団試験研究所舗装試験研究室長

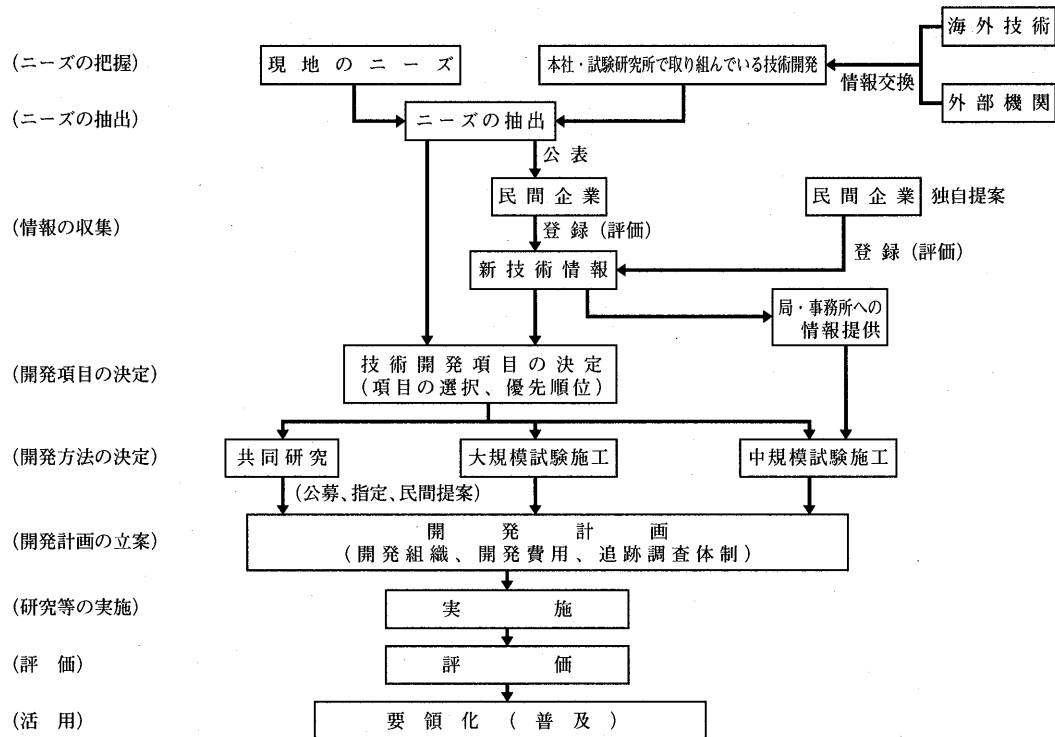


図-1 JHにおける技術開発体制

(2) 既に登録済み出願中の発明または考案の検証的な研究、試験または調査を実施するものではないこと。

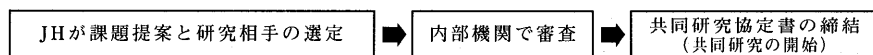
(3) 原則として、試験研究所の研究課題の実施計画に基づいていること。

共同研究の方式及び流れについては図-2に示すとおりである。

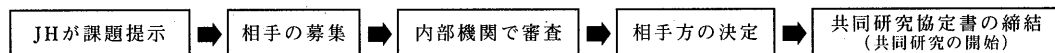
(1) 指定共同研究

これは、試験研究所長が共同研究者を指定する共同研究をいう。共同研究を実施するための相手機関の要件は、国立試験研究機関・国立大学及びこれに準ずる国立機関、試験研究所長が必要と認めた公益法人等である。

① 研究相手を指定



② 研究相手を民間から公募



③ 民間提案による共同研究

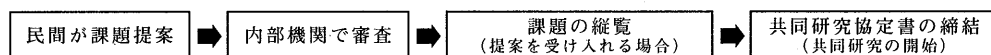


図-2 共同研究制度の流れ

は、以下の内容が記載されている。

- ・共同研究者の名称及び住所
- ・共同研究の名称、内容及び実施期間
- ・共同研究の分担
- ・共同研究に要する費用の概算及び分担
- ・研究成果及びその帰属、特許出願
- ・研究成果の公表等

最近行なわれた共同研究の主なテーマ（舗装関係以外）は多岐にわたっており、以下のとおりである。

- ・軽量盛土工法
- ・凍土対策
- ・炭素繊維を用いた補強技術
- ・鋼製エレメント
- ・高性能コンクリート
- ・鋼橋塗装の塗膜劣化度の定量化
- ・蓄熱融雪システム
- ・新素材グランドアンカー
- ・消霧システム
- ・トンネル照明器具

4. 共同研究の実施例

試験研究所・舗装試験研究室で実施した舗装関係の共同研究の概要を以下に示す。

（1）舗装品質管理の効率化

①共同研究方式

公募型共同研究

②研究概要

本研究は、近年色々な方面で実用化の進んでいるRI（ラジオアイソトープ）計器及び電磁波計器の導入により、任意箇所での非破壊かつ迅速に測定可能な品質管理手法の開発導入を目指すものである。

試験研究所でプロトタイプとして開発したアスファルトコンクリート用RI密度計を使用して切り取りコア採取による仕上がり密度との比較を通して、精度及び操作上の問題点を検討し、実用化に向けての課題抽出を行なった。

また、タイプの異なる電磁波厚さ計を使用して切り取りコア採取による仕上がり厚さとの比較を行ない、

精度や操作上の問題点を検討した。

③共同研究期間

平成4年10月20日～平成6年3月31日

④共同研究相手

大林道路㈱、世紀東急工業㈱、大成ロテック㈱、東亜道路工業㈱、日本道路㈱、日本舗道㈱、ソイルアンドロックエンジニアリング㈱

なお、本研究の対象となったRI密度計及び電磁波厚さ計については、実工事における精度及び運用上の問題点を把握するため東関東自動車道（千葉～木更津）においてモデル工事を設定して測定を行なうとともに、データの整理と分析を進めている。

（2）表層用バインダー材の研究開発

①共同研究方式

公募型共同研究

②研究概要

現在、アスファルト舗装の補修要因については流動わだちが大きな比重を占め、改質アスファルトの使用を始めとして色々な対策がなされている。しかしながら、加熱混合物については、品質管理や施工上で色々な課題を抱えている。そこで、製造や施工時の温度管理を初めとする品質管理面での改善や地球環境の保全の観点から従来の加熱混合物に代わって、常温混合物用のバインダーが注目されている。JHにおいても、耐久性についてJHの標準的な密粒混合物と同程度を確保するとともに品質管理や施工性の改善を図った常温バインダーを目指して開発を進めている。バインダーについては、アスファルト乳剤をベースに数種類の改質材を添加し、耐久性や可使時間の検討を行なっている。

③共同研究期間

平成4年10月21日～平成8年3月31日

④共同研究相手

㈱日本アスファルト乳剤協会、三菱レイヨン㈱、電気科学工業㈱

現在、混合物試験の最終段階にあり、今後は試験研究所保有の回転式舗装試験機による耐久性試験及び現地における試験施工を行なう予定である。

☆

☆

☆

☆

☆

☆

☆

☆

アスファルト施工機械の自動化・ロボット化

～総合技術開発プロジェクト～

桐 山 孝 晴*
福 田 実**

はじめに

国内の建設事業は、事業の特殊性や作業内容及び環境条件の多様性から、他産業に比べて現場施工の合理化・自動化の進展が遅れている。その結果、建設事業の労働生産性は低く、労働条件にも苛酷なものがある。また、就業者の高齢化も著しく、技能労働者を中心とした労働力が不足し深刻な状態になりつつある。

道路舗装の分野においては施工の機械化はある程度進んでいるものの、いまだに補助的作業や施工管理等に多くの人手を要している。また、施工中に施工状況を合理的に把握することができないために、施工の精度や効率も熟練技能者の技量によるところが大きいというのが実状である。

そこで、これらの諸問題に対処すると共に21世紀の建設事業を展望した時の対応として、「建設事業における施工新技術の開発（総合開発プロジェクト：施工総プロ）」の研究を実施することとなった。当舗装グループ（下記の共同研究者）は、その開発の一環として「舗装における合理化施工技術の開発に関する研究」をテーマに建設省土木研究所と民間企業者との共同研究として、平成2年度～6年度に実施した。なお、研究開発の対象は「アスファルト舗装」とした。

共同研究者

建設省土木研究所、(財)先端建設技術センター、大林道路(株)、鹿島道路(株)、前田道路(株)、日本道路(株)、大成ロテック(株)、日本舗道(株)、住友建機(株)、(株)トプコン、世紀東急工業(株)、川崎重工業(株)、東亜道路工業(株)、(株)ガイアートクマガイ、(株)新潟鉄工所

(1) 平成2年度

1) 課 題

舗装施工の現状を把握し、問題点の抽出、合理化可能性の検討および要素技術の動向調査を行い、今後の研究開発構想を明らかにする。

2) 検討内容

イ. 現場作業の問題点と合理化可能性

舗装の新設及び修繕（切削打換え）を対象に、現状の作業工程を施工業者（9社）及び機械メーカー（3社）へのアンケート、ヒヤリング調査等によって把握し、分析を行って問題点を抽出するとともに、これらの作業に対しての合理化可能性を検討した。

その結果を表-1、2に示す。

ロ. 要素技術の動向調査

要素技術についての文献調査は最近数年間の専門雑誌、論文集等から収集し、その内容から表-3に示すように取りまとめた。

表-3 要素技術一覧表

区 分	方 法
測 量	①位置決めシステム レーザによる3次元データの自動計測
	②距離センサ レーザまたは超音波での路面からフィニッシュアームまでの距離測定
舗 装 厚	①地中レーダ 電磁波の反射波処理による測定
締 固 め 度	①RI密度計（透過型、散乱型）
	②インピーダンスヘッド落下法
	③電波レーダ法
	④振動ローラの地盤からの反発力による振動 加速度波形変化利用の密度測定

ハ. 開発構想の策定

検討結果に基づき、本研究の開発構想を次のように策定した。

研究開発の概要

各年度における研究開発の概要は次のとおりである。

*きりやま たかはる 建設省土木研究所道路部舗装研究室研究員

**ふくだ みのも 財団法人先端建設技術センター審議役

表－１ 舗装施工の現行作業の問題点

工 程	作業内容	作業の安全性	作業の苦渋性	作業精度	施工管理	そ の 他
路 床 工	測 量	一般車両との接触		測量者の技量による		
	不陸整正	重機近接作業 (モータグレーダ)	単純繰返作業 ほこり, 騒音		リアルタイム 管理が不能	端部処理, 高さ 調整の労力
	締 固 め	重機近接作業 (ローラ)	単純繰返作業 騒音, 振動		リアルタイム 管理が不能	
	出来形確認		単純繰返作業	圧密沈下が予想 しにくい	測定結果を施工 に使えない	測定に労力
	品質確認		単純繰返作業	測定者の技量による	測定結果を施工 に使えない	測定に労力
路 盤 工 (粒度調整工法)	敷 均 し 不陸整正	重機近接作業 (モータグレーダ)	単純繰返作業 騒音, 粉塵	オペレータの 技量による	リアルタイム 管理が不能	端部処理, 高さ 調整の労力
	締 固 め	重機近接作業 (ローラ)	単純繰返作業 騒音, 振動		リアルタイム 管理が不能	
	出来形確認		単純繰返作業	圧密沈下が予想 しにくい	測定結果を施工 に使えない	測定に労力
	品質確認		単純繰返作業	測定者の技量による	測定結果を施工 に使えない	測定に労力
基層・表層工 (アスファルト舗装工)	瀝青材散布	重機近接作業 (散布機)	単純繰返作業 飛沫飛散	養生砂の厚みに ばらつき	散布量の確認 方法あいまい	
	型 枠 設 置	ハンマー作業	単純繰返作業 重量物運搬	型枠のひずみによる 影響		設置に労力
	センサーロープ の設置	ハンマー作業	単純繰返作業	設置者の技量による		設置に労力
	合材敷均し	重機近接作業 (フィニッシャー) 火傷, 日射病	単純繰返作業 重量物運搬 高温, 油煙	オペレータの 技量による	リアルタイム 管理が不能	端部処理に労力 作業待機時間
	締 固 め	重機近接作業 (ローラ)	単純繰返作業 高温	オペレータの 技量による	リアルタイム 管理が不能	
	養 生		単純繰返作業			養生時間
	出来形確認		単純繰返作業		測定結果を施工 で使えない	厚さの測定が 破壊測定
	品質確認		単純繰返作業		測定結果を施工 で使えない	締固め度の測定 が破壊測定
切 削 工	切 削	重機近接作業 (切削機)	騒音, 振動, 粉塵	オペレータの 技量による	リアルタイム 管理が不能	
	積込み運搬	重機近接作業 (ダンプトラック)	単純繰返作業 騒音, 粉塵			
	清 掃	重機近接作業 (路面清掃車)	単純繰返作業 粉塵			細部清掃に労力
	出来形確認		単純繰返作業			測定に労力

表-2 舗装施工の合理化案

工 程	作 業 内 容	合 理 化 案
路 床 工	測 量	・自動測量システム（レーザ灯台，レーザレベル，光波距離計等の利用）
	不 陸 整 正	・自動高さ調節装置（レーザ等による高さの測定と高さの制御） ・カッティングブレードの切削抵抗の軽減と駆動力の増大
	締 固 め	・振動ローラによる締固め度の測定 ・振動ローラの締固め力の制御（振動数，振幅，振動方向） ・転圧軌跡の管理
	出来形確認	・路面形状測定装置の開始（レーザ等利用） ・モータグレーダ，ローラ装着型自動測定システム
	品 質 確 認	・R密度計の利用 ・ローラ装着型自動測定システム
路 盤 工 (粒度調整工法)	敷 均 し 不 陸 整 正	・高締固め型オートレベリング路盤フィニッシャ ・フィニッシャへのセルフローディング機構の開発
	締 固 め	・振動ローラによる締固め度の測定 ・振動ローラの締固め力の制御（振動数，振幅，振動方向） ・転圧軌跡の管理
	出来形確認	・路面形状測定装置の開始（レーザ等利用） ・モータグレーダ，ローラ装着型自動測定システム
	品 質 確 認	・R密度計の利用 ・ローラ装着型自動測定システム
基層・表層工 (アスファルト舗装工)	瀝青材散布	・散布量自動調整システム（車速に連動した調整）
	型 枠 設 置	・エンドブレードの改良（型枠のいらない施工方法） ・端部処理装置の開発
	センサロープ の設置	・レーザ，超音波等による基準の確認と補正 （仮設設備のいらないセンサシステム）
	合材敷均し	・フィニッシャへの合材自動供給システム ・高締固めスクリッド ・敷均し厚さ自動管理装置 ・セルフローディング機構
	締 固 め	・振動ローラによる締固め度の測定 ・振動ローラの締固め力の制御（振動数，振幅，振動方向） ・転圧軌跡の管理
	養 生	・水，空気による強制冷却 ・気化熱の大きい養生剤の開発
	出来形確認	・舗装厚測定レーダ（電磁波利用） ・フィニッシャ，ローラ装着型自動測定システム
	品 質 確 認	・R密度計の利用 ・ローラ装着型自動測定システム
切 削 工	切 削	・切削深さ自動コントロール装置 ・切削深さチェックシステム
	積込み運搬	
	清 掃	
	出来形確認	・レーザスキャンニングによる横断形状測定

- ①フィニッシャ：省力化，省熟練化を目標とする
合材数均し厚の自動制御
- ②ローラ：締固め後（密度）を非破壊でリアルタイムに測定，締固め力を自動制御

(2) 平成3年度

1) 課 題

開発構想の具体化を図ることとし，施工管理のた

めの各種センサの調査を行うとともに，センサ活用型舗装施工システムの基本仕様を作成する。

2) 検討内容

イ．フィニッシャ関係のセンサ技術

代表的な位置，高さ測定用センサとして画像処理方式，レーザレベル方式，自動追尾灯台方式等がある。これらの方式についてその内容を調査し比較評価した結果を表-4に示す。

表-4 位置，高さ測定用センサの比較評価

比較項目	画像処理方式	レーザレベル方式	自動追尾灯台方式
測定精度	○表層まで適用可 3.5% $50\text{mm} \times 3.5\% = 1.75\text{mm}$	△上層路盤まで適用可 水平精度 $\pm 10''$ $200\text{m} \times \pm 10'' = \pm 1\text{cm}$	△上層路盤まで適用可 視準精度 $\pm 10''$ $200\text{m} \times \pm 10'' = \pm 1\text{cm}$
測定可能距離	～10m (同上)	1.5～175m (同上)	100～3500m (同上)
(目標物の設置方式が異なるので，比較できない)			
測定所要時間	瞬 時	瞬 時	瞬 時
使用性	問題なし	問題なし	問題なし
耐振性			
視界条件	○標識までの距離が短く，空気の影響なし カーブの影響なし	△雨，霧等の影響を受ける カーブに対応できず	△雨，霧等の影響を受ける カーブに対応できず
勾配対応	○対応可能	△高さ変化に制限あり	○対応可能
夜間使用	△問題あり	○使用可能	○使用可能
施工障害	△標識が施工の障害になる (丁張り程度)	○障害にならない	○障害にならない
ローラ併用	○ローラでも使用可 (バーコード使用)	×高さのみの測定	△ローラ用にもう1セット必要となる
通信機能	○不要 フィニッシャにセンサ搭載	○不要 フィニッシャにセンサ搭載	○必要 センサは基準地点
省力化	△標識設置に手間	○標識不要	○標識不要

ロ. ローラ関係のセンサ技術

代表的な締固め度測定用センサとしてR I 密度測定器、コンパクションメータ、インピーダンスヘッド落下方式等がある。同様に比較評価した結果を表-5に示す。

ハ. センサの試験測定

各センサ技術の比較評価を基に次の方式について試験測定を行い、研究開発の候補を検討した。

① 自動追尾式トータルステーション

この方法により道路測線210m、8測点を「静止測定」及び「移動測定：走行測定」で行い、その実用性を検討した。その結果は通常の水準測量との高さ測定比較で静止は+1mm（1点）、移動では2.5m/分で±16mm、5m/分で±6mmの誤差が測定された。

② R I 密度測定器

測定は試験舗装（粒調碎石15cm、密粒5cm）で、振動ローラ転圧と並行しておこない、転圧後に路盤は砂置換法、表層はコア密度を測定して検討した。

ニ. システムの基本仕様

検討結果に基づいて開発システムの基本仕様を作成した。なお、開発するフィニッシャ、ローラの名称は「3次元位置自動制御型フィニッシャ」

及び「締固め力自動制御型ローラ」とした。

(3) 平成4年度

1) 課 題

研究開発に採用した各センサの試験測定を継続し、開発システムの基本設計を行うとともに、プロトタイプ機の製作に向けての検討を行う。

2) 検討内容

イ. 3次元位置自動制御型フィニッシャ

自動追尾式トータルステーションシステムを解読し、自動制御型フィニッシャの開発に利用するための確認試験を行った。

① センサの概要

当センサは、レーザースキャニング装置と駆動用モーターにより目標点（プリズム）を自動追尾し、リアルタイムで位置計測を行う。

② センサの試験測定

センサによる高さ方向及び位置の測定精度の検証等について、土木研究所試験走路で試験測定を行った。結果はトータルステーション自身の水平が保たれていれば、実用上ほとんど問題のない精度で測定を行うことができることが判った。

ロ. 締固め力自動制御型ローラ

施工中及び施工後の密度を連続的にリアルタイ

表-5 締固め度測定用センサの比較評価

比較項目	R I 測定器（散乱型）	コンパクションメーター	インピーダンスヘッド落下法
測定精度	○過去の研究実績より	△地盤反力からの推定	△地盤反力からの推定
	・事前に使用材料に対するキャリブレーションが必要 ・下の層からデータを蓄積していく必要がある		
測定所要時間	△従来型は1分以上 →走行測定不可 ○走行型は1秒単位	○瞬時 走行測定に問題なし	○0.5秒（エレクトロ総プロ） 走行測定可能
使用性	・耐環境性（熱、振動）について検討する必要がある ・使いやすいソフトウェアを開発する必要がある		
汎用性	○ローラ種類を問わず	△振動ローラに限定	○ローラ種類を問わず
表面形状	△表面凹凸の影響あり （敷砂でならす）	○表面形状を問わず	○表面形状を問わず
測定温度	○温度に影響されない （センサの耐熱は要）	△アスコンの弾性係数変化の影響あり	△アスコンの弾性係数変化の影響あり

ムで測定し、起振力と締固め効果の関係を把握し最適締固め施工を検討する。

① センサの概要

既存のRI測定器は、転圧コンクリートの密度を非破壊で測定する定置式であるが、この測定原理を使用して、アスファルト舗装も測定できる走行型RI密度・水分測定器を開発する。

測定器の概略仕様は次のとおりである。

- ・測定方式：密度…ガンマ線後方散乱式
水分…熱中性子散乱式
計測時間…1～999秒（任意設定）
- ・使用環境：－5～120℃
- ・線源：ガンマ線源 コバルト－60
中性子線源 カルフォルニウム－252

② 締固めに関する実験

試験ヤードに下層路盤（クラッシャラン：30cm）上層路盤（粒調碎石：20cm）表層（密粒アスコン：5cm）の試験舗装を施工し、転圧回数を0～6回の工区に分けて、それぞれ、RI測定密度（定置式、走行式）、砂置換測定密度、コア採取密度による比較検討を行い、その相関性を求めたが、いずれもかなり高い結果が得られた。

③ システムの基本設計

振動ローラの位置情報をエンコーダとジャイロで測定し、締固め度の測定データと組合せて、転圧マップの形でオペレータに施工状況を知らせるとともに、施工状況に応じて起振力を変えながら施工するシステムを検討した。

（3）平成5年度

1）課題

プロトタイプ機を製作し、試験施工を実施して問題点の抽出、改良の検討を行う。

2）検討内容

イ. 3次元位置自動制御型フィニッシャー

① プロトタイプ機の製作

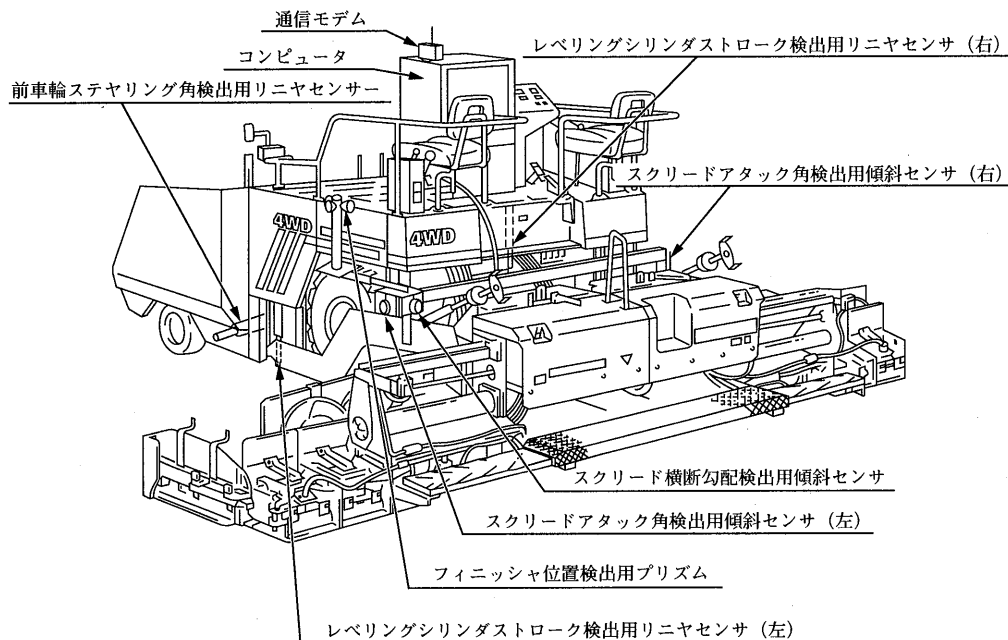
基本設計に基づいて、プロトタイプ機を製作した。移動局であるフィニッシャーには、図－1に示すセンサ類及びコンピュータが搭載されている。

② ソフトウェアの開発

本システムのソフトウェアは、次の2つのソフトで構成している。

・基本設計ソフト

固定局側のソフトで、道路の設計線演算機能と測定位置データ管理機能からなっており、設計線は施工に先立ち道路の設計データ（直線、緩急曲線、単曲線等のパラメータ、半径と終点座標及び幅員、拡幅条件、縦横断勾配等）を



図－1 3次元位置自動制御型フィニッシャーのプロトタイプ機

入力することにより計画道路面を表す2次元メッシュの3次元曲面テーブルが作成される。なお、各線形要素の中間点は30cmメッシュで演算補完する。

・機械制御ソフト

このソフトは、作業装置3次元姿勢制御機能と経路制御機能からなっており、作業装置にとりつけられたターゲットの3次元計測データと縦横断傾斜角から作業装置の姿勢を算出し、設計計画面データより作業装置を最適な姿勢に制御する。また、経路制御はターゲットの連続的な移動計測データからフィニッシャの車軸中心座標を算出し、設計計画線に集斂させるよう制御する。

ロ. 締固め力自動制御型ローラ

① プロトタイプ機の製作

基本設計に基づいて、振動ローラを母体としたプロトタイプ機(図-2)を製作した。

② ソフトウェアの開発

制御用ソフトウェアは、センサからのデータを処理し、画面表示、ICカードへの記録を行う。

ハ. プロトタイプ機による試験施工

センサ活用型舗装施工システムのプロトタイプ機を用いて、関東技術事務所(防災センサー構内)で試験施工を実施した。試験施工の規模は施工延長110m、路盤(粒調碎石)15cm、表層(密粒アス

コン) 5cmで、その結果は、施工中心線の誤差数cm以内、敷均し高さの誤差は路盤で±10cm以内、表層で数mm以内となり、ほぼ妥当であった。

(5) 平成6年度

1) 課題

平成6年度は、研究開発の最終年度であることから、自動制御システムの安定化を図るため、プロトタイプ機を用いて試験フィールドにおける現場試験施工を行うとともに、システムの詳細仕様、施工方法、施工管理方法等を取りまとめたマニュアルを作成する。

2) 検討内容

センサ活用型舗装施工システムのシステム構成を総括的に把握し、試験施工等からの問題点及び改良点を再度検討して、システムの高度化を図った。

イ. 3次元位置自動制御型フィニッシャの概要

このシステムは、自動追尾式トータルステーションを用いてフィニッシャの3次元位置をリアルタイムで把握し、設計計画面のとりに敷均し高さや走行経路を自動制御するシステムで、固定局と移動局とのデータ交信により施工される。

ロ. 締固め力自動制御型ローラの概要

このシステムは、振動ローラ本体と位置を測定するエンコーダ、ジャイロ及び締固め度を測定する走行型RI密度測定器から構成され、転圧作業中に非破壊で対象物の密度を測定し、リアルタイムでオペレータに転圧密度の情報を提供して最適

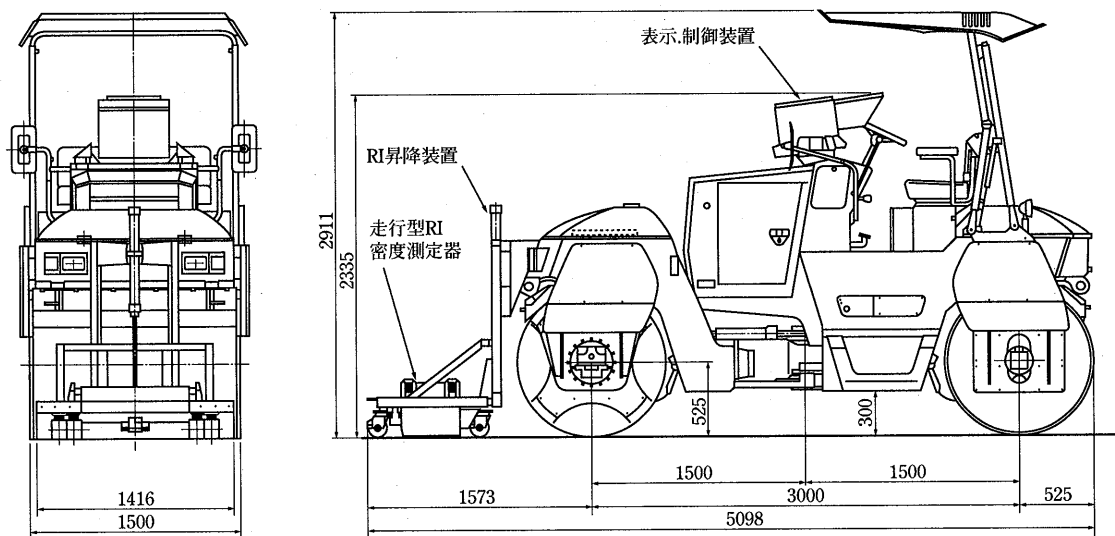


図-2 締固め力自動制御型ローラのプロトタイプ機

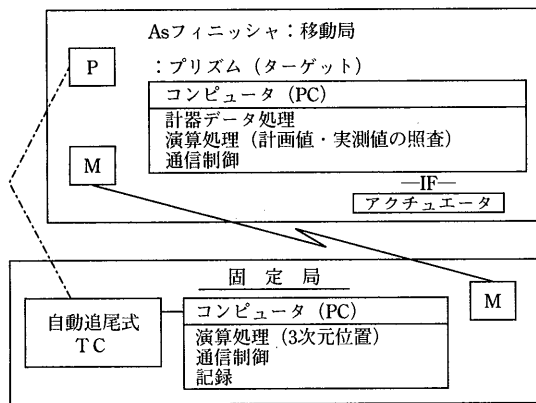


図-3 フィニッシャ・システム構成

転圧施工を行う。なお、この転圧密度は、自己位置情報と組合せて、モニター（タッチパネル）上に締固め度を段階的にカラー表示する。

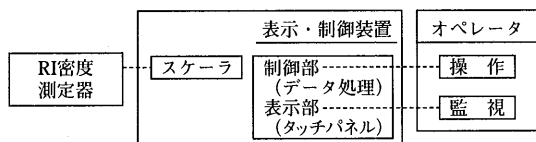


図-4 ローラ・システム構成

3) 試験フィールドの施工概要

センサ活用型舗装施工システムのプロトタイプ機による試験施工は、建設省関東地方建設局常陸工事事務所の協力を得て、国道51号東バイパスにおいて実施した。

イ. 試験施工の規模

施工規模は表-6に示すとおりである。

表-6 試験施工の規模

工種	材料・規格	延長 (m)	面積 (㎡)	厚さ (mm)
上層路盤	粒調碎石 (M-40)	200 (曲線20)	1,900	100
上層路盤	As安定 (M-01)	180	1,500	100
基層	粗粒As (R-02A)	160	700	50

ロ. 施工機械編成と配置 (図-5 参照)

ハ. 施工方法

① 施工手順 (図-6 参照)

② 施工

・フィニッシャの施工

3次元位置自動制御型フィニッシャによる施

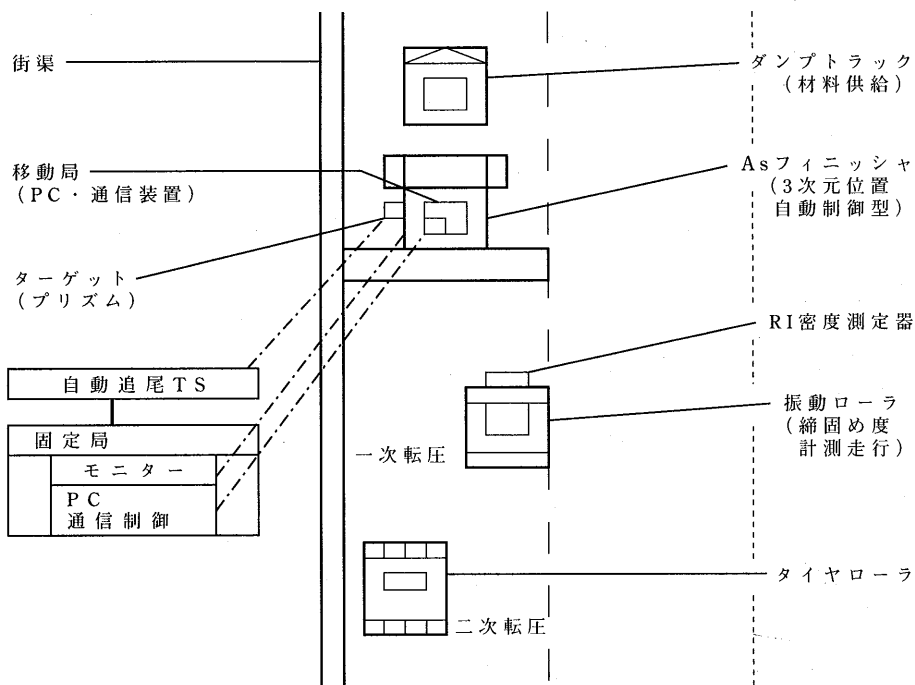


図-5 施工機械編成と配置

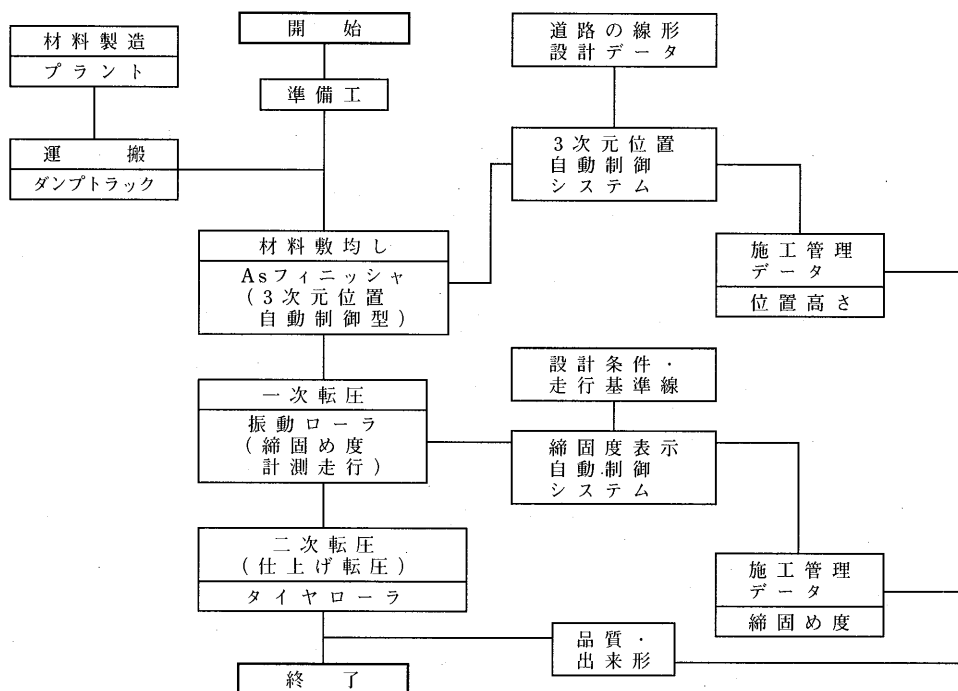


図-6 施工手順

工は「事前準備」で道路の設計計画データ（中心線座標，幅員，縦横断勾配等：基本データ）を入力し，道路面を表す3次元曲面テーブルを作成するとともに，固定局の位置，センサパラメータ，制御パラメータ等の各種パラメータを設定する。次に，本システムを構成する各要素（システム装置）を起動させる。このうち，自動追尾式トータルステーションは施工区間（約200m）のほぼ中央で見通しがよく，地盤のよい場所に設置する。

スタートは，固定局のパソコンによる走行開始のキー入力で施工開始となる。施工中は，オペレータ及びスクリーンマンの操作は必要としない。また，1施工区間の終了後は固定局を移動し再開する。

なお，フィニッシャの施工速度は通常の施工となんら変わることはなく，むしろ，速度を早めた方が処理システムのバランスがよく，施工動作がスムーズになる傾向にある。

・振動ローラの施工

締固め力自動制御型ローラによる施工は「事前準備」でRI密度測定器の使用にあたり，標準体計測（密度既知の標準体（アクリル）の計測）

を行い，次に，バックグラウンド計測（線源とは別の周囲の自然界に存在する放射線を計測）を行い，現地に適した測定係数に校正する。コンピュータの起動後，計器の校正パラメータ及び舗装材料の基準密度等の計測条件を入力し，通常の転圧作業に入る。締固め度の計測は，キャスター付きのセンサボックスを接地（1cm空）させて走行計測する。

ニ. 測定結果

試験施工の結果は次のとおりである。

① 3次元位置自動制御型フィニッシャ

- ・平面方向の誤差

ほぼ数cm以内である。

- ・高さの誤差

上層路盤（粒調碎石・As安定），基層とも±5mm程度である。

- ・平坦性

プロファイルメーターの計測結果は，上層路盤（粒調）1.53mm，上層路盤（As安定）2.26mm，基層1.24mmで，表層の合格判定値2.4mmに対してもよい結果となっている。

② 締固め力自動制御型ローラ

各層の密度比較の結果は次のとおりである。

- ・上層路盤（粒度調整碎石）
=RI走行／砂置換=94%（乾燥）
- ・上層路盤（再生As安定）
=RI走行／コア=98%（湿潤）
- ・上層路盤（再生As安定）
=RI走行／コア=100%（湿潤）
- ・基層（再生粗粒アスコン）
=RI走行／コア=98%（湿潤）
走行型RIによる測定値は全体的に低めに出ているが、十分実用可能と言える。

表－7 密度測定一覧表

工種材料 ・規格	基準	砂置換	コア	RI定置	RI走行
上層粒調碎石 路盤（M-40）	2,232	2,246	—	2,100	2,098
上層As安定 路盤（R-01）	2,371	—	2,431	2,383	2,378
基層粗粒As （R-02A）	2,365	—	2,391	2,353	2,364

まとめ

アスファルト舗装の施工の省力化、省熟練化をテーマに共同研究開発を行った内容について、経年的に概

要を紹介したが、この「センサ活用型舗装施工システム」は多くの要素実験や試験フィールド等の試験施工により、十分に実用可能であることが判った。今後は、現場での施工環境に耐え、かつ、出来形、精度等に安定したシステムとするために、引き続き試験フィールド等、現場における試験施工を行い、使用性、経済性についても検討し、信頼性を高めるとともに、本システムによる施工管理の省力化への資料提供及び検測方法の改良を提案し、普及促進を図るための検討を行いたい。

なお、この共同研究開発は、「施工管理基準に関する研究」が追加され研究期間を平成7～8年度の2ヶ年が継続されることになり、現在、鋭意研究開発中である。

〔参考〕 この研究開発に要した調査及び実験費等について表－8に示す。（直接の概算費用）

表－8 研究開発費一覧表

（単位：百万円）

共同研究者	H 2	H 3	H 4	H 5	H 6	計
土木研究所	5	5	5	5	5	25
先端センタ	3	3	3	3	3	15
民間13社	—	5	21	41	13	80
計	8	13	29	49	21	120

日本アスファルト協会試験方法 JAA-001-1978.

石油アスファルト絶対粘度試験方法

Testing Method for Absolute Viscosity of Asphalt

- 適用範囲
- 試験方法の概要
- 用語の意味
 - 絶対粘度
 - ニュートン流体
- 装置
 - 粘度計
 - 温度計
 - 恒温そう
 - 減圧装置
 - 秒時計
- 校正
 - 粘度計の校正

- 粘度計校正用標準液による方法
- 標準減圧毛管粘度計による方法
- 試料の準備
- 操作
- 計算および報告
- 精度
 - くり返し精度
 - 再現性

★ 実費頒価 400円 ★

申込先 社団法人 日本アスファルト協会
東京都港区虎ノ門1丁目21番8号
〒105 電話 (03) 3502-3956

縄文時代のアスファルト

～ 北海道南茅部町の出土資料より～

阿 部 千 春*

はじめに

縄文時代の遺跡を調査していると、発掘された土器片や石鏃・石銚の基部に黒色の膠着物があることに気がつくことがある。

このことは明治年間から知られており、考古学研究者らによって様々な考察や実験が行われていた。昭和になると、これまでの資料をもとに八幡一郎氏は、この膠着物が天然のアスファルトを接着剤として使用したものであること、またこれらが交易によって広まった可能性があることを指摘し、その後のアスファルト研究の基礎を築いた¹⁾。

その後、江坂輝弥氏²⁾、安孫子昭二氏³⁾らによって使用時期や地域差など、総合的な考察が行われるようになったが、これによってアスファルトが縄文時代前期の終わり頃(5,000年前)に使用され初め、中期末～後期(4～3,000年前)には、骨角製の銚や石鏃・石槍と柄の装着、あるいは土器の補修などに多用されるようになること、またその分布が北関東地方から北海道南部に広がっていることなど、全容が徐々に明らかになってきた。

また近年では、科学分析の分野からのアプローチも積極的に行われており⁴⁾、南茅部町豊崎N遺跡⁵⁾から出土した資料のように、秋田県昭和町の周辺で自然産出するアスファルトが用いられたとされる考古資料も確認されるようになってきている。

ここでは、南茅部町の2遺跡から出土した縄文時代のアスファルトを紹介するとともに、その意義についても簡単に触れたい。

1. 南茅部町の位置と環境

南茅部町は北海道の南に伸びる渡島半島の南東、東経140°58'北緯41°54'に位置しており、前面には海産資源豊富な噴火湾、背後には杉の美林で有名な亀田山塊に接している。表日本海型の気候を示す南茅部町は、

寒さの厳しい北海道の中にあっては比較的温暖で過ごしやすく、本州に近いため、初夏には梅雨があり雨が多いのが特徴である。

町面積は159.56km²で山地・山麓緩斜面・海岸段丘・平地に分けられるが、平地部は極端に少なく、そのほとんどに縄文時代の遺跡がある。現在確認されている遺跡数は87ヵ所と非常に多く、時期的には縄文時代早期(7～6,000年前)から晩期(3～2,000年前)まで各時期の遺跡がある。アスファルト塊が出土している遺跡は、豊崎N遺跡と磨光B遺跡で、ともに縄文時代後期の集落跡である(図-1)。

2. 土器に入ったアスファルト塊

平成5年に調査した豊崎1N遺跡から、小型の深鉢に入ったアスファルト塊が出土している(写真-1)。

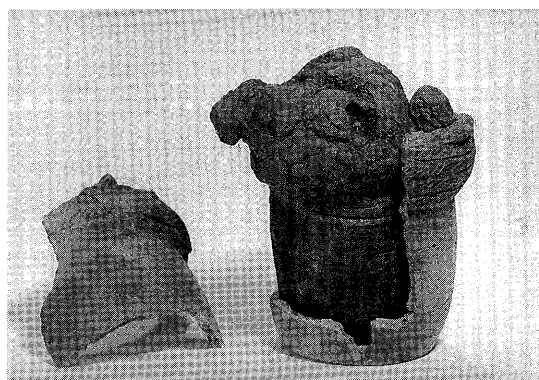
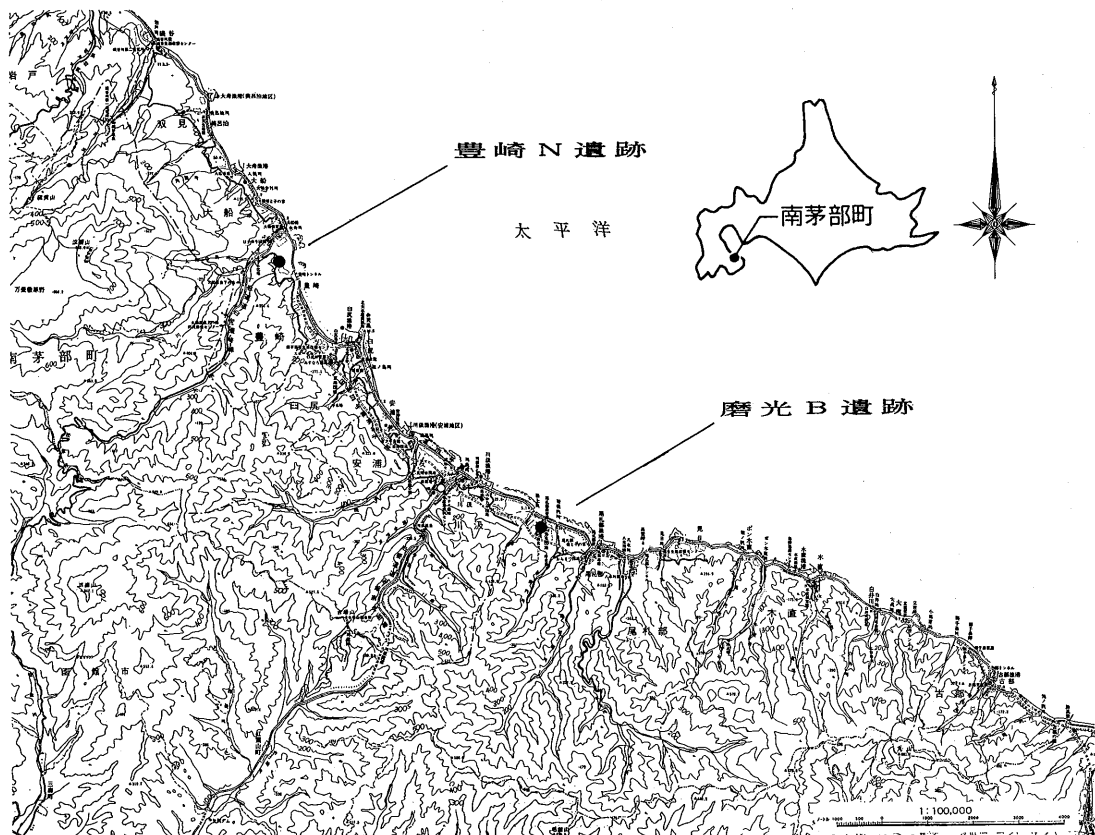


写真-1 土器に入ったアスファルト

豊崎N遺跡は、町の中心から7km程北西を流れる大船川の右岸の台地に形成された縄文時代後期の集落跡で、住居跡30軒、土坑22基が確認されている。

アスファルト塊が見つかったのは、住居群の間にある作業場として利用されたと思われる場所から、口縁部の破損した小型の深鉢に入ったまま正立した状態で

*あべ ちはる 南茅部町教育委員会



図－１ 遺跡位置図

出土した。

アスファルトは土器の内部に密着するように入っており、さらに破損した口縁部から 3 cm 程溢れ出すように盛り上がっていた。土器から露出していた部分は乾燥し光沢が失われていたが、土器内部に納まっていた部分は黒色の油脂光沢があり手にべとつく程であった。大きさは、高さ 13.5 cm、直径 8.5～10.0 cm 重量 0.74 kg、容積 850 ml で、発見当時は国内最大量として注目された。

北海道教育大学函館校の小笠原正明氏（現北海道大学）に分析して頂いた結果、天然アスファルトであるという結論を得た。また、この資料の分析により、遺跡から発掘されたアスファルトの原産地同定の方法も可能となった⁶⁾。

３．工房跡から発見されたアスファルト塊

平成 7 年 7 月に磨光 B 遺跡で、アスファルト加工の工房と思われる遺構が見つかり、中から 2 個体のアスファルト塊が発見された（写真－２・３）。

磨光 B 遺跡は町の中心から 3 km 程南東を流れる著保

内川と築上川に挟まれた海岸段丘に形成された縄文時代後期後半の集落・祭祀場の遺跡である。時期的には、同じ後期であるが、前述の豊崎 N 遺跡より若干新しいと思われる。

遺跡は地形によって「生活の場」と「祭祀の場」が明瞭に区分されており、小沢に面した暖斜面には 8 軒の住居群が構築され、台地平坦部には 2 群のストーンサークルがある。さらに「生活の場」と「祭祀の場」の間には「作業の場」としての空間が設けられている。



写真－２ アスファルト加工工房址

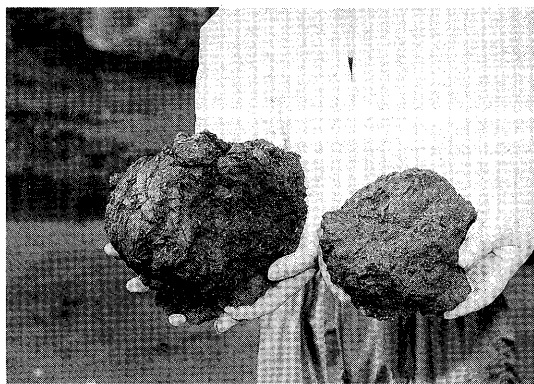


写真-3 工房から出土したアスファルト塊

今回発見されたアスファルト加工工房は、「作業の場」に建てられた8軒の掘建て小屋の内1軒から見つかっている。この小屋は直径4.5mの円形を呈する平地式の簡易な建物で、中央に直径50cm程のボウル状の土坑を掘り、その上面に4隅に20cm前後の窪みが設けられていた(図-2)。

アスファルトはこの4ヵ所の窪みのうち、2ヵ所から出土している。大きさは1個体が直径20cm、重量2.35kg、もう1個体が直径約14cm、重量0.86kgで、量的にはこれまで最大といわれた豊崎N遺跡の資料を大きく

上回った。2個体とも動物の皮で作った巾着状の袋に包んであったようで、いずれも球形を呈し、所々に絞ったような皮の袋の圧痕が観察される。おそらく交易等には、皮の袋に入れて持ち運んだものと推測される。

工房内の土坑は、火を焚いたように底が堅くなっており、火の熱で回りに置いたアスファルトを徐々に溶かしながら使用した状況が看取される。

これまで、アスファルトの加工については、その性質からおよその推測はされていたが、火で熱しながら使用するという具体的な技術が明らかになったという点で、この工房址は非常に画期的な発見となった。

4. 縄文の「アスファルトロード」と今後の課題

簡単であるが、南茅部町で出土した2例のアスファルト資料について紹介した。

「縄文時代」というと、一般的には原始的で野蛮なイメージを思い浮かべるに違いない。しかし最近の調査によって、その様相も大きく変わろうとしている。とくに今から、4～3,000年前の縄文時代後期については、日本海を中心とした交易が発達した時期であり、北海道の内陸部まで、新潟県糸魚川周辺から産出するヒスイの珠が持ち込まれるなど、その活発な交流が知

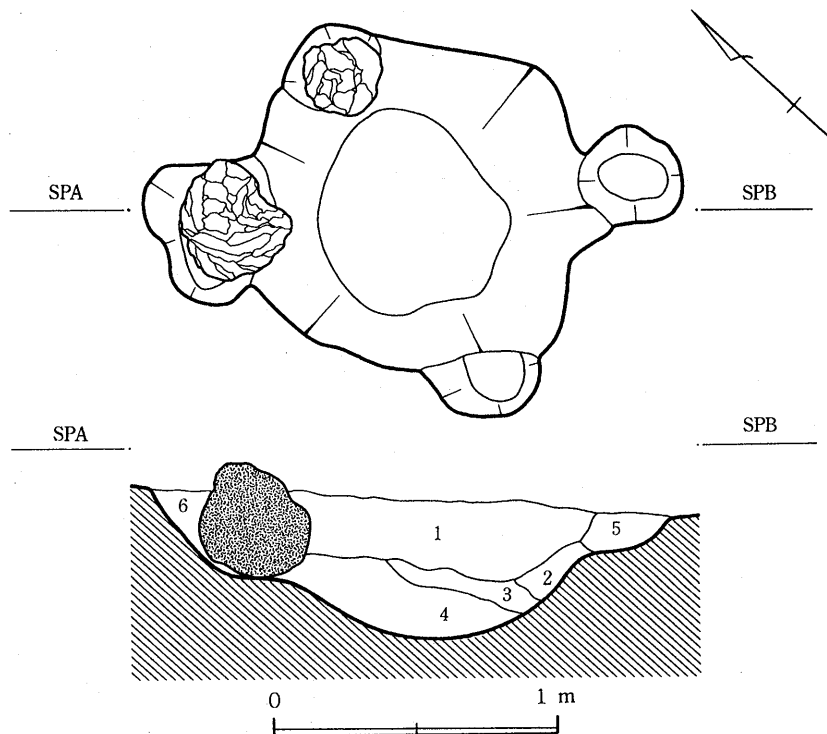


図-2 アスファルト出土状況図

られている。南茅部町の遺跡からもヒスイは多数発見されているが、今回のアスファルトもこうした日本海を中心とした交易ルートに乗って秋田県周辺から運ばれたものと想定される。

日本で最北のアスファルト塊が発見されたのは、南茅部町から直線距離でおよそ250km離れた芦別市である。ここでは3cmくらいの塊が土器の底に付いて発見されている。まだ分析結果が出ていないので産地の同定はできないが、もし南茅部町の資料と同じ結果になるとしたら、秋田県を起点として南茅部町～芦別市というアスファルトの道、いわゆる古代の「アスファルトロード」が想定されるであろう。さしずめ、南茅部町の遺跡はその一大中継地点というべきか。

現代の我々が考えている以上に、縄文人は生活に役立つ情報に対し敏感に反応し、ダイナミックに行動していたようである。

彼らがアスファルトという物質に出合った時、逸早くその膠着性という特徴に気がつき、接着剤として生活道具の中に取り入れたうえ、加工技術を発達させ交易品として産業形態まで確立していったことは想像に難くない。

今後は半固体状の天然アスファルトから個体状にす

る謂わば一次加工の可能性や、専門の加工集団の存在の有無など、さらに一步踏み込んだ研究が行われることと思うが、こうしたアスファルトに関わる実態が次第に解明されるとともに、日本の古代文化が、縄文時代という太古から石油資源を生活の中に上手に取り入れ、文明を発達させていったということが明らかになっていくのだろう。

—— 参考文献 ——

- 1) 八幡一郎：1938「先史時代の交易」『人類学先史学講座』第3巻 雄山閣
- 2) 江坂輝弥：1971「天然アスファルト」『新版考古学講座』9 雄山閣
- 3) 安孫子昭二：1982「アスファルト」『縄文文化の研究』8 雄山閣
- 4) 小笠原正明・阿部千春他：1994「豊崎N遺跡出土の天然アスファルト塊」『考古学ジャーナル』373 ニューサイエンス社
- 5) 阿部千春・小林貢：1994『豊崎N遺跡』 南茅部町教育委員会
- 6) 4) に同じ。

石油アスファルト統計月報

B 5 : 16ページ ¥500 (送料は実費) 毎月1日発行

アスファルトに関する統計
資料を網羅し、月毎に発行
する統計月報です。

広くご利用いただけるよ
う編纂致しました。

ハガキにてお申し込みください。

申込先 〒105 東京都港区虎ノ門1丁目21番8号
秀和第3虎ノ門ビル7階
社団法人 日本アスファルト協会

目次

- 石油アスファルト需給実績
- 石油アスファルト品種別月別生産量・輸入量
- 石油アスファルト品種別月別内需量・輸出量
- 石油アスファルト品種別月別在庫量
- 石油アスファルト品種別荷姿別月別販売量
- 石油アスファルト品種別針入度別月別販売量
- 石油アスファルト地域別月別販売量
- 石油アスファルト品種別通産局別月別販売量
- 石油関係諸元表

～規格と試験法～

J.D.ロックフェラーがスタンダード石油会社を設立した1870年当時、灯油として販売されていた商品の中にはガソリンやナフサが多量に含まれている物があり、事故を起こすことも多かったと言われています。スタンダード石油という社名は、消費者に“製品のスタンダード（標準）”を提供するというに由来するそうです¹⁾、ロックフェラーは当初から、混合物であり危険物でもある石油製品の品質管理の重要性を認識していたと言えます。

今回は石油製品の品質管理上最も重要な規格と試験法についてのお話です。

【石油製品の規格と試験法の特徴】

ご存じのように石油製品は炭化水素を主成分とした混合物ですから、その品質は純度や組成で規定することは少なく、製品として必要とされる性状で規定していることが多いのです。また、密度、粘度、硫黄分といった名前を聞けば内容が分かるもののほかに、測定条件を一定にして初めて意味のある流動点、煙点、酸化安定度、色といった類いの規格が数多くあります。アスファルトでおなじみの針入度、軟化点、伸度なども後者の例と言えます。

石油製品の規格として最も一般的なものは、日本工業規格（JIS）です。多くの場合、石油会社はJISを基準としてさらに厳しい社内規格を設定して品質を管理しているのが現状です。また、JISの規格項目に対する試験方法は、石油製品試験法としてやはりJISによって規定されています。石油各社の試験室ではJISやASTM等の試験法に基づき、各社なりの試験マニュアルを作成して試験の精度向上や合理化を図っています。

それでは例として、私たちに身近な燃料である自動

車ガソリンと灯油のJISを見てみましょう。

自動車ガソリンの規格（表－1）は、1号と2号に分かれており、1号はオクタン価96.0以上で通称ハイオクといわれるプレミアムガソリンであり、2号はオクタン価89.0以上でレギュラーガソリンといわれているものに相当します。（実際にガソリンスタンドで販売されているガソリンのオクタン価はこの規格値を上回っており、レギュラーで90、プレミアムではほとんど100に達していると思われます）

オクタン価というのはガソリンのアンチノック性を表す尺度で、一般に0～100（100を越えることもあります）の数値で表し、数値が大きい程エンジンがノッキングを起こしにくいとされています。オクタン価の測定はCFR試験エンジンと呼ばれる実際のエンジンを使用して行います。

蒸留性状と蒸気圧はガソリンの揮発性の尺度です。エンジンが正常に運転を継続していくためにはガソリンと空気の適正な混合気を供給する必要があるためにはガソリンの揮発性が適切であることが要求されます。蒸留性状はガソリンをフラスコを用いて蒸留することによって測定し、蒸気圧は試料をボンベに密閉して37.8℃における圧力を測定します。その他金属に対する腐食性（銅板腐食）やガムの発生、酸化安定度などについても規定があります。

一方、灯油の規格（表－2）にも1号と2号があり、1号は主として家庭暖房用に使用され、2号は石油発動機や溶剤用に使用されるものですが需要はわずかです。

以下1号灯油について述べますと、灯油が家庭用の暖房に使われることから安全性を考慮して、引火点を40℃以上としています。また、芯式石油ストーブで燃

表－1 自動車ガソリンの規格（JIS）

種類	オクタン価 (リサーチ法)	密度 (15℃) g/cm ³	蒸 留 性 状 (減失量加算)					銅板腐食 (50℃ 3 h)	蒸気圧 ¹⁾ (37.8℃) kPa (kgf/cm ²)	実在ガム ²⁾ mg/100ml	酸 化 安定度 min	色
			10% 留出温度 ℃	50% 留出温度 ℃	90% 留出温度 ℃	終 点 ℃	残油量 容 量 %					
1号	96.0以上	0.783	70以下	125以下	180以下	220	2.0	1以下	44～78 (0.45～0.80)	5以下	240 以上	オレンジ 系色
2号	89.0以上	以下				以下	以下					

注¹⁾ 寒候用のものの蒸気圧の上限は、93kPa {0.95kgf/cm²} とする。

²⁾ 未洗のもの。ただし、5～20mg/100mlの範囲にあるものは、洗浄実在ガムが5mg/100ml以下であればよい。

表-2 灯油の規格 (JIS)

種類	引火点 ℃	蒸留性状 95%留出温度 ℃	硫黄分 質量%	煙 点 mm	銅板腐食 (50℃, 3 h)	色 (セーボルト)
1号	40以上	270以下	0.015 以下	23以上 ¹⁾	1 以下	+25以上
2号		300以下	0.50 以下		—	—

注) ¹⁾ 1号の寒候用のものの煙点は、21mm以上とする。

やしたときの燃焼性を考慮した煙点と言う規格があります。煙点とは規定の試験用ランプで灯油を燃焼したときに、煙を出さずに燃焼可能な炎の長さの最大値をmm単位で表した値をいい、23mm以上と規定されています。この値が大きいくほど煤が出にくいと言えます。

灯油中に重質成分が多くなると燃焼時にタールが生成しやすくなると考えられ、蒸留試験における95%留出温度を270℃以下としています。その他硫黄分、銅板腐食、色が規定されています。

以上、ガソリンと灯油について規格と試験法を概観しましたが、用途を限定した規格であり試験法であることがお分かりいただけたかと思います。

さて、石油製品の種類と用途については前回に記載がありましたが、エネルギー源として利用される燃料油のほかに、需要家の規格などを加えて細分するとおそらく規格の数が数百に達すると思われる潤滑油があります。潤滑油は機械の稼働しているところでは不可欠な存在で、工業を陰で支えていると言っても過言ではありません。潤滑油にはそれぞれの用途に対応した実に様々な規格、試験法が存在し、品質管理という点では大きなマンパワーを要する部分です。

なお、アスファルトに関しては従来の規格とは趣を異にするSHRPの仕様が提案されており、今後の展開に大変興味深いものがあります。SHRP仕様に関しては本誌²⁾等をご参照ください。

〔試験の自動化〕

石油製品は種類が多く、かつそれぞれのロット毎に複数の規格項目が規定されており、その試験には多数の人手と熟練を要するため、迅速・高精度・省力化を目指して試験自動化の試みが続けられてきました。その結果次に例を示すような多くの項目について自動試

験器が開発され広く使用されています。当然ながらこれらはまた頻度の高い試験でもあります。

多く使用されている自動試験器の例：

密度 動粘度 蒸留 中和価 硫黄分 窒素分 蒸気圧 残留炭素分 引火点 微量水分 流動点 CFPP (ろ過目詰り点) アニリン点 軟化点

これらの自動試験器は主として測定操作を自動化する形で開発され、プリントアウトされた結果を人力で試験台帳やコンピュータにインプットすると言った使い方をされて来ましたが、最近ではインターフェースを介して結果をコンピュータに自動的に伝送する形式のものも多くなってきたようです。

さらに、決められた複数の試験に要する量の試料を一定の容器に入れてセットすれば、一連の試験を総て自動的に実施し、結果がコンピュータネットワークに取り込まれるというのがより完成されたLAS (Laboratory Automation System) の形でしょう。

すでに何種類かの試験項目をセットにしてこれに近い形を試みているものもあるようですが、石油製品の種類が多く試験項目の組み合わせが余りにも多いため、一部の製品のみが対象とされているものと考えられます。

いずれにしても昨今では、自動試験器もコンピュータシステムを構成する一員と考えられるようになりつつあるようです。

—— 参考文献 ——

- 1) ダニエル・ヤーギン著、日高義樹、持田直武共訳、"石油の世紀"、日本放送出版協会、(1991)
- 2) 神谷恵三、アスファルト、32 (181号)、28 (1994)

(室賀五郎 三菱石油(株)開発研究所)

アスファルト舗装技術研究グループ・第22回報告

舗装の力学（2，3層系の応力）

今年の夏も昨年に引続き記録的な猛暑となり舗装にとっては、苛酷な条件となりました。わだち掘れ対策に頭を悩ませている地域の方々にとっては、わだち掘れの進行が懸念されているところです。

さて、今回の研究報告は、1991年7月の168号および1994年10月の181号で報告した「舗装の力学」の続編にあたります。168号では、均一な一様路盤に集中荷重が載荷された時の応力、変位を求めるブジネスクの理論について報告し、181号では、バーミスタの2層弾性体

の表面変位について、式の誘導を中心に各研究者の近似計算法との比較および弾性理論プログラムと比較した結果を報告しました。本報告では、2，3層系の応力を表、図などによる近似解と弾性理論プログラムと比較した結果を紹介します。前回までが数式の羅列になってやや取っ付きにくい面がありましたが、今回は、出来るだけビジュアルにまとめるように心掛けました。限られた設計条件の中では、弾性理論プログラムを用いなくても簡便に表、図などによる近似解から応力を求められるといえます。

（研究グループ代表幹事：峰岸順一）

アスファルト舗装技術研究グループ名簿

*は班長 **は副班長

峰岸順一 東京都土木技術研究所技術部

阿部長門 東亜道路工業㈱技術研究所
飯田健一 鹿島道路㈱技術研究所
伊藤達也 ニチレキ㈱道路エンジニアリング部
岩崎聖司 日本道路㈱技術本部技術研究所
遠藤 桂 日本道路㈱技術本部技術研究所
岡藤博国 世紀東急工業㈱技術部
小笠幸雄 大林道路㈱技術管理部
小林正利 福田道路㈱技術研究所
金井利浩 鹿島道路㈱技術研究所
北沢弘明 ニチレキ㈱総務部
黒田 智 日本舗道㈱技術研究所
小関裕二 大林道路㈱技術研究所
佐々木巖 建設省土木研究所材料施工部化学研究室
佐藤雅規 世紀東急工業㈱技術研究所
島崎 勝 大成ロテック㈱技術研究所
**菅野伸一 常盤工業㈱技術研究所
杉内正弘 飛鳥道路㈱技術研究所

**鈴木秀輔 大成ロテック㈱技術研究所
鈴木康豊 ㈱パスコ道路技術センター
関口英輔 日本大学理工学部阿部研究室助手
田口克也 ニチレキ㈱技術研究所
田中秀明 東亜道路工業㈱技術研究所
田中正義 ニチレキ㈱技術研究所
* 谷口豊明 大林道路㈱技術研究所
塚越 徹 日本石油㈱中央技術研究所
浜田幸二 日本道路㈱技術本部技術研究所
深沢邦彦 大成ロテック㈱技術研究所
**増山幸衛 世紀東急工業㈱技術部技術一課
水口浩明 前田道路㈱技術研究所
水野卓哉 福田道路㈱技術研究所
* 南沢輝雄 ㈱パスコ道路技術センター
村田信之 日本舗道㈱企画部
森久保道生 昭和シェル石油㈱中央研究所
* 吉村啓之 前田道路㈱技術研究所

計35名

舗装の力学

～2, 3層系の応力～

吉 村 啓 之*
岡 藤 博 国**
金 井 利 浩***

1. はじめに

アスファルト舗装の構造設計は従来、経験的な手法により行われてきたが、弾性理論を用いた理論的設計法も研究されている。この理論的設計法は、舗装各層を弾性体と仮定し、弾性理論によって舗装表面の変位、路床上面の垂直方向応力などを求める必要がある。しかし、コンピュータが普及する以前には弾性計算を行うことが非常に困難であったことから、舗装実務者のために数表や図を用いて近似解を提供しようとする研究が行われてきた。前報¹⁾では「舗装の力学—バーミスタ理論について」と題してバーミスタ理論をはじめとした2層系での研究内容を紹介し、舗装表面での変位の比較、検討を行った。本報告は、2, 3層系における応力の近似解を数表や図によって求めた論文をまとめたものである。

2. 応力とひずみ

2層系の応力はBurmister²⁾によって一般解が得られている。Burmisterをはじめ、多くの研究者は荷重として垂直荷重を扱っているが、水平荷重（せん断応力）を受けたときの2層系のせん断応力分布を計算した研究³⁾もなされている。ここでは紙面の都合により垂直荷重を扱った文献だけをまとめることにした。

等方等質の弾性体では式-1に示す応力とひずみの関係がある。

$$\begin{aligned}\epsilon_z &= \frac{1}{E} (\sigma_z - \nu (\sigma_r + \sigma_t)) \\ \epsilon_r &= \frac{1}{E} (\sigma_r - \nu (\sigma_t + \sigma_z)) \\ \epsilon_t &= \frac{1}{E} (\sigma_t - \nu (\sigma_z + \sigma_r))\end{aligned}\quad \text{式-1}$$

ここに、 ν : ポアソン比 E : 弾性係数
 σ_z : 垂直方向応力
 σ_r : 半径方向応力

σ_t : 接線方向応力
 ϵ_z : 垂直方向ひずみ
 ϵ_r : 半径方向ひずみ
 ϵ_t : 接線方向ひずみ

ポアソン比が0.5で中心軸上の場合、 $\sigma_r = \sigma_t$ となるため、 ϵ_z と ϵ_r は式-2のように表わせる。

$$\begin{aligned}\epsilon_z &= \frac{1}{E} (\sigma_z - \sigma_r) \\ \epsilon_r &= \frac{1}{2E} (\sigma_r - \sigma_z)\end{aligned}\quad \text{式-2}$$

ひずみは垂直方向応力と水平（半径）方向応力が求められれば、容易に数値計算できる。そのため、2, 3層系の応力を計算した研究者はひずみを簡単に求められるように、 σ_z や $\sigma_z - \sigma_r$ などを計算して数表にしている例が多い。

2.1 2層系の垂直方向応力

図-1は2層系の弾性体に円形等分布荷重（荷重：5 t，接地半径：15cm）が載荷されたときの、境界面における垂直方向応力を示したものである。なお、計算はBISARで行った。垂直方向応力は第1層の厚さが厚いほど小さく、第1層と第2層の弾性係数の比（ E_1

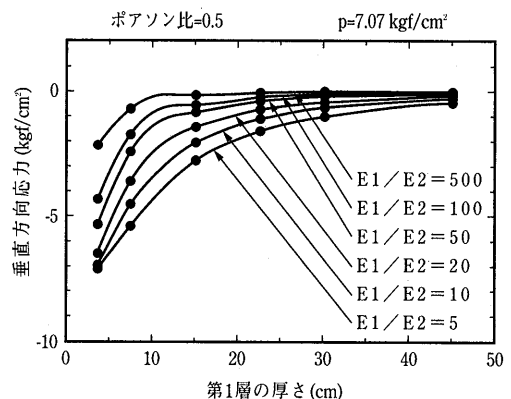


図-1 境界面での垂直方向応力（2層系）

*よしむら ひろゆき 前田道路㈱技術研究所

**おかふじ ひろくに 世紀東急工業㈱技術部

***かない としひろ 鹿島道路㈱技術研究所

$/E_2)$ が小さいほど大きい。また、第1層と第2層の弾性係数の比が小さいほど厚さに対して大きく変化することがわかる。

2.2 2層系の水平方向応力

図-2は2層系の弾性体に円形等分布荷重(荷重: 5 t, 接地半径: 15cm)が載荷されたときの、境界面における水平方向応力を示したものである。なお、計算はBISARで行った。水平方向応力は第1層の厚さが厚いほど小さく、第1層と第2層の弾性係数の比が小さいほど小さいことがわかる。しかし、水平方向応力は弾性係数の比が小さく、第1層の厚さが10cm程度の厚さのときに最大値を示すことが認められる。

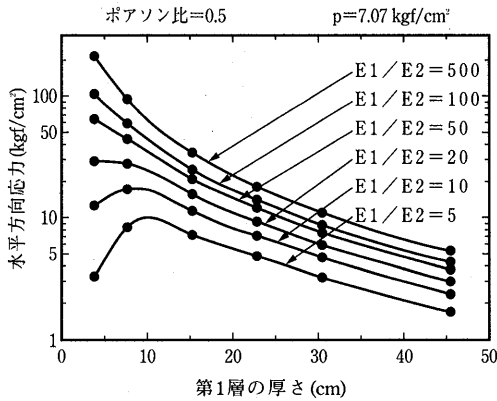


図-2 境界面での水平方向応力(2層系)

3. 各研究者のまとめ

現在では弾性体に荷重が作用した場合の表面の変位、弾性体中の応力およびひずみは、弾性理論プログラム

を利用することによって簡単に求められるが、それ以前は数値計算が非常に困難であった。そのため、容易に求められる図表を用いた簡易計算の研究が試みられた。収集した2, 3層系の応力を計算するための文献をまとめたものを表-1に示す。ここに紹介する研究は、主に軸対称の等方等質弾性体に円形等分布荷重が載荷したと仮定しているものが多い。なお、表中での応力の名称は図-3に示すとおりであるが、これらは文献の整理上、筆者らが定義したものである。

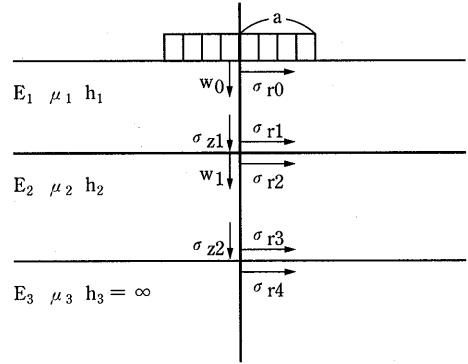


図-3 3層系での主な記号の付け方

3.1 Burmisterの研究²⁾

Burmisterの1945年の論文²⁾では2層系の各応力的一般解が示されているが、3層系の応力を求める解法がなく、方程式を表示しているにとどめられており、表面変位の解しか示されていない。なお、Burmisterは計算した舗装表面の変位または舗装体中の応力が許容値以下になるように舗装を設計すべきであるということを述べている。

表-1 各研究者の論文のまとめ

	研究者	層間条件	ポアソン比	計算結果
2層系	Burmister (1945)	粗or滑		σ_{z1} σ_{r1} τ_{rz1} W_0
	Fox (1948)	粗or滑		σ_{z0} σ_{r0} σ_{z1} σ_{r1}
3層系	Burmister (1945)	粗or滑		W_1
	Acum and Fox (1951)	粗	$\mu=0.5$	σ_{z1} σ_{r1} σ_{r2} σ_{z2} σ_{r3} σ_{r4}
	Schiffman (1957)	粗	$\mu_1=0.4$ $\mu_2=0.2$ $\mu_3=0.4$	σ_{z1} τ_{rz} W_0
	Jeuffroy and Bachelez (1962)	第1層下面:滑 第2層下面:粗	$\mu=0.5$	σ_{r1} σ_{z2} W_0
	Jones (1963)	粗	$\mu=0.5$	σ_{z1} σ_{r1} σ_{r2} σ_{z2} σ_{r3} σ_{r4}
	Peattie (1963)	粗	$\mu=0.5$	σ_{z2} σ_{r1} ϵ_{r1}
	Kirk (1966)	粗	$\mu=0.3, 0.4, 0.5$	$\sigma(R)_r$ $\sigma(R)_r$

τ_{rz} : セン断応力

$\sigma(R)_r$: 水平距離Rでの水平方向応力

ϵ_r : 水平方向ひずみ

3.2 Foxの研究⁴⁾

FoxはBurmisterの理論を用いて2層系における境界面が完全に「粗」の場合と完全に「滑」の場合の荷重中心軸上の垂直方向応力(σ_z), 水平方向応力(σ_r), およびこれらの差($\sigma_z - \sigma_r$)を計算し, 図表にまとめている。図-4は垂直方向応力を示したもので, 境界面が滑の方が粗よりも大きな値となっている。

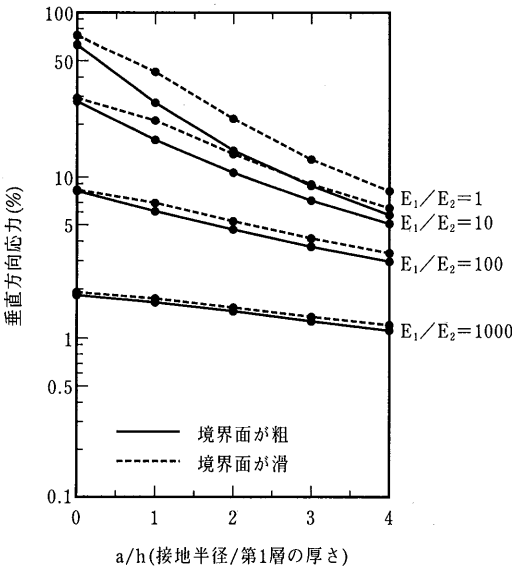


図-4 2層系における境界面での垂直方向応力⁴⁾

3.3 Acum and Foxの研究⁵⁾

AcumとFoxは3層系でのパラメータを $a_1 = a / h_2$, $H = h_1 / h_2$, $k_1 = E_1 / E_2$, $k_2 = E_2 / E_3$ とし, 荷重中心軸上の第1層と第2層の境界面における zz_1 , $zz_1 - rr_1$, $zz_1 - rr_2$, 第2層と第3層の境界面における zz_2 , $zz_2 - rr_2$, $zz_2 - rr_3$ を計算し, 数表にまとめている。数表の一部を表-2に示す。応力は数表から読みとった数値に荷重の接地圧を乗じ, 100で除して求められる。

3.4 Schiffmanの研究⁶⁾

SchiffmanはBurmisterの指導のもとで行われた, 3層系でのコンピュータを用いた計算方法や誤差分析について述べている。Schiffmanは3層系における荷重中心軸上の表面変位, 第1層と第2層の境界面の垂直方向応力, セン断応力(τ_{rz})を計算している。なお, ポアソン比は従来の研究者とは異なり, $\mu_1 = 0.4$, $\mu_2 = 0.2$, $\mu_3 = 0.4$ としている。

3.5 Jeuffroy and Bachelezの研究⁷⁾

JeuffroyとBachelezは3層系における円形等分布荷

重(単輪および複輪)が載荷されたときの荷重中心軸から距離Rだけ離れた点での表面変位, 第1層下面の水平方向応力, 第2層下面の垂直方向応力を求めるためのノモグラフを作成している。単輪が載荷されたときの水平方向応力を求めるためのノモグラフを図-5に示す。

3.6 Jonesの研究⁸⁾

JonesはAcumとFox, Schiffmanの研究をさらに拡張するために, 大型計算機を用いて, 3層系の応力

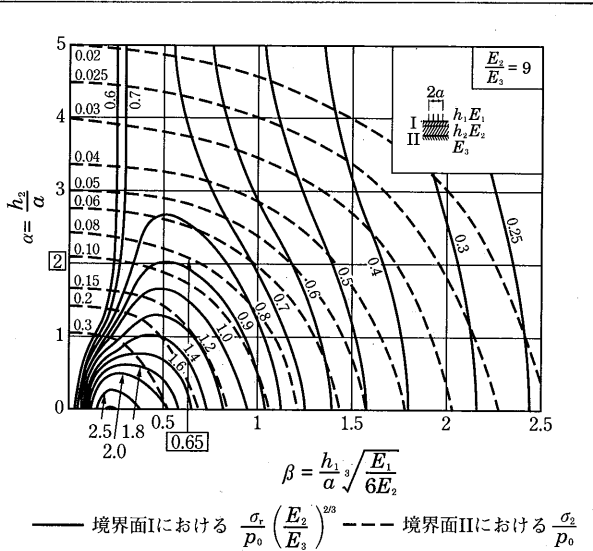


図-5 Jeuffroy and Bachelezのノモグラフ⁷⁾

例 以下の条件の時の第1層下面の水平方向応力と第3層上面の垂直方向応力の求め方

$E_1 = 50000 \text{ kgf/cm}^2 \quad h_1 = 10 \text{ cm}$

$E_2 = 9000 \text{ kgf/cm}^2 \quad h_2 = 30 \text{ cm}$

$E_3 = 2000 \text{ kgf/cm}^2$

$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = 0.5$

$A = 15 \text{ cm} \quad p = 7.07 \text{ kgf/cm}^2$

α と β を計算すると

$$\alpha = h_2 / a = 2$$

$$\beta = \frac{h_1}{a} \sqrt{\frac{E_1}{6E_2}} = 0.65$$

となる。図より係数を読み取ると

$$\frac{\sigma_r}{p} \left(\frac{E_2}{E_1} \right)^{\frac{2}{3}} = 0.88$$

$$\frac{\sigma_z}{p} = 0.085$$

となり, $\sigma_r = 19.51$, $\sigma_z = 0.601$ が得られる。

表-2 Acum and Fox の数表⁵⁾

H=0.25 a₁=0.5

k ₁ \ k ₂	5		10		20		50		100		500	
5	74.10 189.00 37.90	8.79 38.00 7.61	61.40 312.00 31.30	8.03 34.70 6.95	47.50 476.00 23.80	7.15 30.50 6.10	30.80 747.00 15.00	5.80 23.80 4.77	20.90 984.00 9.87	4.72 18.60 3.72	7.30 1582.00 3.17	2.50 8.52 1.71
10	73.40 186.00 37.10	5.70 46.50 4.65	60.60 315.00 31.50	5.17 42.50 4.25	46.60 489.00 24.50	4.60 37.40 3.74	29.80 783.00 15.60	3.76 29.50 2.95	19.90 1045.00 10.50	3.08 23.10 2.31	6.61 1713.00 3.43	1.65 10.60 1.06
50	72.40 175.00 34.80	1.90 63.90 1.28	59.60 314.00 31.30	1.71 58.40 1.17	45.60 508.00 25.40	1.52 51.90 1.04	28.70 850.00 17.00	1.28 41.70 0.836	18.80 1167.00 11.67	1.07 33.30 0.665		
100	72.40 170.00 34.00	1.17 70.70 0.707	59.40 311.00 31.20	1.04 64.50 0.645	45.40 513.00 25.70	0.934 57.50 0.575	28.50 872.00 17.40	0.791 46.60 0.466			ZZ ₁ ZZ ₁ -RR ₁ ZZ ₁ -RR ₂	ZZ ₂ ZZ ₂ -RR ₂ ZZ ₂ -RR ₃

例 以下の条件の時の第1層下面と第3層上面の垂直方向応力と水平方向応力の求め方

$$E_1 = 50000 \text{ kgf/cm}^2 \quad h_1 = 7.5 \text{ cm}$$

$$E_2 = 10000 \text{ kgf/cm}^2 \quad h_2 = 30 \text{ cm}$$

$$E_3 = 2000 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = 0.5$$

$$a = 15 \text{ cm} \quad P = 7.07 \text{ kgf/cm}^2$$

H = h₁ / h₂ = 0.25, a₁ = a / h₂ = 0.5, k₁ = E₁ / E₂ = 5, k₂ = E₂ / E₃ = 5 となるので、上表から該当する欄の係数を読み取ると次のようになる。

$$(z z_1) \text{ の係数} = 74.10$$

$$(z z_2) \text{ の係数} = 8.79$$

$$(z z_1 - r r_1) \text{ の係数} = 189.00$$

$$(z z_2 - r r_3) \text{ の係数} = 7.61$$

第1層下面の垂直方向応力および第3層上面の垂直方向応力は

$$\sigma_{z1} = 74.10 \times 7.07 \div 100 = 5.239 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$\sigma_{z2} = 8.79 \times 7.07 \div 100 = 0.621 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

となる。

第1層下面の垂直方向応力と水平方向応力の差および第3層上面の垂直方向応力と水平方向応力の差は

$$\sigma_{z1} - \sigma_{r1} = 189.00 \times 7.07 \div 100 = 13.362 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$\sigma_{z2} - \sigma_{r3} = 7.61 \times 7.07 \div 100 = 0.538 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

となる。

したがって、第1層下面の水平方向応力は第1層下面の垂直方向応力から第1層下面の垂直方向応力と水平方向応力の差を差し引いたものに等しいので、

$$\begin{aligned} \sigma_{r1} - (\sigma_{z1} - \sigma_{r1}) &= \sigma_{r1} = 5.239 - 13.362 \\ &= -8.123 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

となる。同様に第3層上面の水平方向応力は

$$\begin{aligned} \sigma_{r3} - (\sigma_{z2} - \sigma_{r3}) &= \sigma_{r3} = 0.621 - 0.538 \\ &= 0.083 \text{ (kgf/cm}^2\text{)} \end{aligned}$$

となる。

(σ_{z1} , $\sigma_{z1} - \sigma_{r1}$, $\sigma_{z1} - \sigma_{r2}$, σ_{z2} , $\sigma_{z2} - \sigma_{r2}$, $\sigma_{z2} - \sigma_{r3}$)を算出するための膨大な数表を発表した。数表の一部を表-3に示す。パラメータは k₁ = E₁ / E₂, k₂ = E₂ / E₃, a₁ = a / h₂, H = h₁ / h₂ とし, k₁ と k₂ は 0.2, 2, 20, 200 の値をとっている。Jones は計算の結果, Acum と Fox の結果と比較して精度が 1% 以内であると述べている。なお, k₁ と k₂ の値は 0.2, 2, 20, 200 の 4 つの数値しかないため, 中間の値に対する数値解は内挿して求めなければならない。この内挿時の誤差については阿部⁹⁾が研究を行っている。応力は数表の

中から読みとった数値に荷重の接地圧を乗じて計算される。

3.7 Peattie の研究¹⁰⁾

Peattie は Jones の数表をもとにして応力とひずみを読みとれるノモグラフを作成している。図-6 にノモグラフの一例を示す。パラメータは K₁ = E₁ / E₂, K₂ = E₂ / E₃, A = a / h₂, H = h₁ / h₂ であり, パラメータのとり数値は Jones と同じである。応力は ZZ1 (第1層下面の垂直方向応力), ZZ2 (第2層下面の垂直方向応力), RR1 (第1層下面の水平方向応力) の係数が,

表-3 Jones の数表⁸⁾H=0.5
k₁=2.0

a ₁	σ _{z1}	σ _{z1} -σ _{r1}	σ _{z1} -σ _{r2}	σ _{z2}	σ _{z2} -σ _{r2}	σ _{z2} -σ _{r3}
						k ₂ =0.2
0.1	0.04496	0.08398	0.04199	0.00903	0.00181	0.00906
0.2	0.15978	0.28904	0.14452	0.03551	0.00711	0.03554
0.4	0.44523	0.72313	0.36156	0.13314	0.02634	0.13172
0.8	0.83298	1.03603	0.51802	0.42199	0.07992	0.39962
1.6	1.05462	0.83475	0.41737	0.85529	0.13973	0.69863
3.2	0.99967	0.45119	0.22560	0.94506	0.10667	0.53336
						k ₂ =2
0.1	0.04330	0.08250	0.04125	0.00465	0.00873	0.00439
0.2	0.15325	0.28318	0.14159	0.01836	0.03454	0.01727
0.4	0.42077	0.70119	0.35060	0.06974	0.12954	0.06477
0.8	0.75683	0.96681	0.48341	0.23256	0.41187	0.20594
1.6	0.93447	0.70726	0.35363	0.56298	0.85930	0.42965
3.2	0.98801	0.33878	0.16939	0.88655	0.96353	0.48176
						k ₂ =20
0.1	0.04193	0.08044	0.04022	0.00117	0.01778	0.00089
0.2	0.14808	0.27574	0.13787	0.00464	0.07027	0.00351
0.4	0.40086	0.67174	0.33587	0.01799	0.26817	0.01341
0.8	0.69098	0.86191	0.43095	0.06476	0.91168	0.04558
1.6	0.79338	0.39588	0.19794	0.19803	2.38377	0.11919
3.2	0.85940	-0.41078	-0.20539	0.49238	4.47022	0.22351
						k ₂ =200
0.1	0.04160	0.07864	0.03932	0.00024	0.02515	0.00013
0.2	0.14676	0.26853	0.13426	0.00095	0.09968	0.00050
0.4	0.39570	0.64303	0.32152	0.00374	0.38497	0.00192
0.8	0.67257	0.74947	0.37474	0.01416	1.36766	0.00684
1.6	0.74106	-0.02761	-0.01381	0.04972	4.08937	0.02045
3.2	0.75176	-1.88545	-0.94273	0.15960	10.25631	0.05128

例 以下の条件の時の第1層下面と第3層上面の水平

方向応力と垂直方向応力の求め方

E₁ = 50000kgf/cm² h₁ = 10cmE₂ = 25000kgf/cm² h₂ = 20cmE₃ = 1250kgf/cm²μ₁ = μ₂ = μ₃ = 0.5a = 16cm p = 6.22kgf/cm²

a₁ = a / h₂ = 0.8, H = h₁ / h₂ = 0.5, k₁
 = E₁ / E₂ = 2, k₂ = E₂ / E₃ = 20となるので、
 上表から以下の係数を読み取る。

(σ_{z1}) の係数 = 0.69098(σ_{z1}-σ_{r1}) の係数 = 0.86191(σ_{z2}) の係数 = 0.06476(σ_{z2}-σ_{r3}) の係数 = 0.04558

第1層下面の垂直方向応力は

σ_{z1} = 0.69098 × 6.22 = 4.30 (kgf/cm²)

となり、第1層下面の垂直方向応力と第1層下面の水平
 方向応力の差は

σ_{z1}-σ_{r1} = 0.86191 × 6.22 = 5.36 (kgf/cm²)

となり、第1層下面の水平方向応力は

σ_{z1} - (σ_{z1} - σ_{r1}) = σ_{r1} = 4.30 - 5.36
 = -1.06 (kgf/cm²)

となる。同様にして、第3層上面の水平方向応力は

σ_{z2} = 0.06476 × 6.22 = 0.40 (kgf/cm²)

となり、第3層上面の水平方向応力は

σ_{z2} - (σ_{z2} - σ_{r3}) = σ_{r3} = 0.40 - 0.28
 = 0.12 (kgf/cm²)

となる。

ひずみは (RR1-ZZ1) / 2 (第1層下面の水平方向ひ
 ずみ) の係数が求められる。各応力は式-3に示すよ

うに、ノモグラフから読みとった係数に接地圧を乗じ
 て計算され、水平方向ひずみ(ε_r)は式-4で計算され

る¹¹⁾。

$$\sigma_{z1} = p \quad (ZZ1)$$

$$\sigma_{z2} = p \quad (ZZ2) \quad \text{式-3}$$

$$\sigma_{r1} = p \quad (RR1)$$

$$\epsilon_r = \frac{p}{E_1} \left(\frac{RR1 - ZZ1}{2} \right) \quad \text{式-4}$$

ここに、 σ_{z1} : 第1層下面の垂直方向応力

σ_{z2} : 第2層下面の垂直方向応力

σ_{r1} : 第1層下面の水平方向応力

p : 接地圧

E_1 : 第1層の弾性係数

なお、応力のノモグラフの応用例として、3層系の路床上面に生じる垂直方向応力を利用した弾性理論による舗装設計の手法が紹介されている。

3.8 Kirkの研究¹²⁾

Kirkは3層系における載荷荷重が複輪の場合の応力を求めるため、円形等分布荷重の中心から距離 R だけ離れた第1層上面($Z=1$)及び第1層下面($Z=0$)での水平方向応力を求めるための数表を、 H_1/A , H_2/A , Z/H_1 , E_1/E_2 , E_2/E_3 , R/A のパラメータごとに作成している。 $Z/H_1=0$ と $Z/H_1=1$ のときの一例を表-4に示す。また、ポアソン比を3層とも同じとして0.3, 0.4, 0.5のときの水平方向応力を求める数表も作成している。Kirkは、ポアソン比が0.3から0.5の範囲内ではポアソン比が小さいほど水平方向応力が小さくなることを指摘している。

4. 計算手法の比較(3層系)

筆者らは各研究者の近似計算の精度を比較するため、応力を実際に算出してみた。ただし、各研究者によってパラメータの種類、数値の取り方、範囲が異なるため、すべての研究手法を取り上げることはできなかった。

4.1 荷重中心軸上の応力の比較

ここでは、Acum and Fox, Jones, Kirk (円形等分布荷重の中心から距離 $R=0$ のとき)の計算手法を用いて、第1層下面および第3層上面における荷重中心軸上の垂直方向応力、水平方向応力を計算した。厳密解はBISARの計算結果とした。なお、計算に用いたパラメータは次のとおりである。

$$E_1/E_2 = 5, 10, 50$$

$$E_2/E_3 = 5, 100$$

$$a/h_1 = 0.5, 2, 4 \quad (a: \text{接地半径})$$

$$a/h_2 = 0.5, 1$$

$$h_1/h_2 = 0.25, 2$$

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = 0.5$$

計算結果は表-5に示すとおりである。計算結果を比較すると、求めた応力はほぼ一致する。しかしパラメータで設定した数値以外では内挿時に誤差が生じる可能性が考えられるため、改めて検討したいと考えている。

4.2 第1層下面の水平応力の比較(荷重中心軸上以外)

VERTICAL COMPRESSIVE STRESS FACTOR ZZ1 $K1=2.0$ $K2=200$

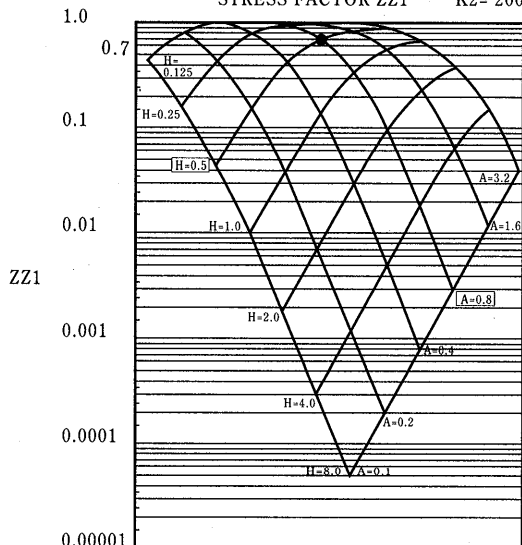


図-6 Peattieのノモグラフ¹⁰⁾

(3層系における第1層下面での垂直方向応力)

例 以下の条件の時の第1層下面の垂直方向応力の求め方

$$E_1 = 50000 \text{ kgf/cm}^2 \quad h_1 = 10 \text{ cm}$$

$$E_2 = 25000 \text{ kgf/cm}^2 \quad h_2 = 20 \text{ cm}$$

$$E_3 = 1250 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = 0.5$$

$$A = 16 \text{ cm} \quad p = 6.22 \text{ kgf/cm}^2$$

$K_1 = E_1/E_2 = 2$, $K_2 = E_2/E_3 = 20$ のノモグラフを選び、 $A = a/h_2 = 0.8$, $H = h_1/h_2 = 0.5$ での $ZZ1$ の係数を読み取る。

($ZZ1$)の係数=0.70

第1層下面の垂直方向応力は

$$\sigma_{z1} = 0.70 \times 6.22 = 4.35 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

となる。

表-4 Kirkの数表¹²⁾ $H_1/A=0.50$ $H_2/A=2.00$ $Z/H_1=0.00$ $\mu_1=\mu_2=\mu_3=0.5$

E_1/E_2	E_2/E_3	$R/A=0.0$	$R/A=0.5$	$R/A=1.0$	$R/A=1.5$	$R/A=2.0$	$R/A=2.5$	$R/A=3.0$	$R/A=3.5$	$R/A=4.0$
2	5	0.00	0.01	-0.25	-0.37	-0.23	-0.14	-0.09	-0.05	-0.03
5	5	1.15	0.99	0.12	-0.47	-0.39	-0.25	-0.16	-0.11	-0.07
10	5	2.51	2.16	0.71	-0.38	-0.47	-0.37	-0.26	-0.18	-0.13
20	5	4.29	3.71	1.67	0.01	-0.40	-0.44	-0.37	-0.29	-0.23
50	5	7.16	6.32	3.58	1.16	0.19	-0.21	-0.36	-0.38	-0.37
100	5	9.63	8.63	5.48	2.55	1.14	0.39	-0.02	-0.23	-0.34
500	5	15.75	14.54	10.81	7.13	4.94	3.46	2.40	1.64	1.06
2	10	-0.05	-0.04	-0.30	-0.42	-0.27	-0.17	-0.11	-0.08	-0.05
5	10	1.12	0.96	0.09	-0.50	-0.41	-0.28	-0.19	-0.13	-0.10
10	10	2.54	2.18	0.73	-0.37	-0.46	-0.37	-0.27	-0.19	-0.14
20	10	4.42	3.84	1.79	0.11	-0.32	-0.38	-0.33	-0.26	-0.21
50	10	7.53	6.68	3.92	1.47	0.46	0.02	-0.16	-0.23	-0.25
100	10	10.25	9.24	6.07	3.10	1.65	0.84	0.38	0.11	-0.06
500	10	17.06	15.84	12.09	8.37	6.13	4.59	3.47	2.63	1.97

 $H_1/A=0.50$ $H_2/A=2.00$ $Z/H_1=1.00$ $\mu_1=\mu_2=\mu_3=0.5$

E_1/E_2	E_2/E_3	$R/A=0.0$	$R/A=0.5$	$R/A=1.0$	$R/A=1.5$	$R/A=2.0$	$R/A=2.5$	$R/A=3.0$	$R/A=3.5$	$R/A=4.0$
2	5	-1.65	-1.58	-0.81	-0.10	-0.07	-0.06	-0.04	-0.02	-0.01
5	5	-2.74	-2.50	-1.23	-0.13	-0.01	-0.03	-0.04	-0.03	-0.01
10	5	-3.99	-3.56	-1.81	-0.28	0.02	0.05	0.04	0.03	0.04
20	5	-5.61	-4.98	-2.72	-0.69	-0.09	0.09	0.11	0.12	0.11
50	5	-8.25	-7.38	-4.51	-1.80	-0.67	-0.16	0.07	0.18	0.23
100	5	-10.54	-9.53	-6.29	-3.12	-1.59	-0.74	-0.27	0.02	0.18
500	5	-16.31	-15.11	-11.35	-7.49	-5.23	-3.70	-2.62	-1.81	-1.20
2	10	-1.78	-1.70	-0.93	-0.21	-0.16	-0.14	-0.10	-0.07	-0.04
5	10	-2.68	-2.69	-1.41	-0.29	-0.15	-0.13	-0.12	-0.09	-0.06
10	10	-4.26	-3.83	-2.06	-0.50	-0.17	-0.11	-0.10	-0.07	-0.04
20	10	-5.99	-5.35	-3.07	-1.00	-0.36	-0.14	-0.08	-0.04	-0.01
50	10	-8.83	-7.95	-5.06	-2.30	-1.12	-0.55	-0.27	-0.10	0.00
100	10	-11.34	-10.32	-7.05	-3.84	-2.24	-1.33	-0.79	-0.43	-0.20
500	10	-17.71	-16.50	-12.72	-8.82	-6.51	-4.91	-3.78	-2.87	-2.18

例 以下の条件の時の第1層下面の水平方向応力（荷重中心軸）の求め方

$$E_1 = 50000 \text{ kgf/cm}^2 \quad h_1 = 7.5 \text{ cm}$$

$$E_2 = 10000 \text{ kgf/cm}^2 \quad h_2 = 30 \text{ cm}$$

$$E_3 = 2000 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = 0.5$$

$$A = 15 \text{ cm} \quad P = 7.07 \text{ kgf/cm}^2$$

$R=0 \text{ cm}$ （荷重中心軸）

$h_1/A=0.5$, $h_2/A=2$, $E_1/E_2=5$,
 $E_2/E_3=5$, $R/A=0$ となるので、上表から
 1.15という係数が読み取れる。水平方向応力は

$$1.15 \times 7.07 = 8.13 (\text{kgf/cm}^2)$$

となる。

ここでは、荷重中心軸上以外での第1層下面の水平
 応力をKirkの簡易計算とBISARの計算で求め、結果を
 比較してみた。なお、計算に用いたパラメータは次の
 とおりである。

$$E_1/E_2 = 5, 10, 50, 100$$

$$E_2/E_3 = 5$$

$$a/h_1 = 0.25, 0.5, 2 \quad (a: \text{接地半径})$$

$$a/h_2 = 1, 2$$

$$h_1/h_2 = 0.25, 2$$

$$\mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = 0.5$$

計算結果は表-6に示すとおりである。図-7は表-
 6のデータの一部をプロットしたものである。計算結
 果を比較すると求めた応力はほぼ一致する。

表-5 荷重中心軸上の応力の比較

h ₁ cm	h ₂ cm	a cm	a/h ₁	a/h ₂	h ₁ /h ₂	E ₁ kgf/cm ²	E ₂ kgf/cm ²	E ₃ kgf/cm ²	E ₁ /E ₂	E ₁ /E ₃	計算場所	BISAR		Acum and Fox		kirk	Jones	
												σ _t	σ _c	σ _t	σ _c		σ _t	σ _c
7.5	30	15	2	0.5	0.25	50000	10000	2000	5	5	1層下面	8.15	-5.24	-8.12	5.24	8.13	σ _t	σ _c
											3層上面	-0.0837	-0.621	0.0834	0.621		-0.0836	0.621
7.5	30	15	2	0.5	0.25	50000	10000	100	5	100	1層下面	6.90	-5.12	-6.90	5.12	50.6	6.89	5.12
											3層上面	-0.0328	-0.0828	0.0327	0.0827		-0.0328	0.0828
7.5	30	15	2	0.5	0.25	50000	1000	200	50	5	1層下面	50.7	-2.18	-50.6	2.18	50.7	50.7	2.18
											3層上面	-0.0729	-0.410	0.0728	0.410		-0.0728	0.410
7.5	30	15	2	0.5	0.25	50000	1000	10	50	100	1層下面	59.7	-2.02	-59.6	2.01	59.7	59.7	2.02
											3層上面	-0.0229	-0.0560	0.0230	0.056		-0.0229	0.0559
30	15	15	0.5	1	2	50000	10000	2000	5	5	1層下面	4.47	-0.672	-4.47	0.672	4.45	4.47	0.672
											3層上面	-0.0414	-0.258	0.0410	0.257		-0.0413	0.258
30	15	15	0.5	1	2	50000	1000	200	50	5	1層下面	9.52	-0.132	-9.48	0.132	9.54	9.52	0.132
											3層上面	-0.0281	-0.0746	0.0276	0.0742		-0.0281	0.0745
30	15	15	0.5	1	2	50000	1000	10	50	100	1層下面	13.3	-0.0647	-13.6	0.0651	13.2	13.2	0.0646
											3層上面	-0.00706	-0.0110	0.00742	0.0115		-0.00707	0.0110
30	15	15	0.5	1	2	50000	5000	1000	10	5	1層下面	6.21	-0.424	-6.21	0.424	6.22	6.21	0.424
											3層上面	-0.0388	-0.183	0.0389	0.183		-0.0387	0.183
3.75	15	15	4	1	0.25	50000	10000	2000	5	5	1層下面	2.18	-6.68	-2.28	6.70	2.19	2.18	6.68
											3層上面	-0.396	-1.87	0.396	1.87		-0.395	1.87
3.75	15	15	4	1	0.25	50000	10000	100	5	100	1層下面	2.85	-6.33	2.75	6.34	6.32	-2.85	6.32
											3層上面	-0.134	-0.292	0.134	0.292		-0.134	0.292
3.75	15	15	4	1	0.25	50000	1000	200	50	5	1層下面	85.6	-4.54	-85.5	4.54	85.5	85.5	4.54
											3層上面	-0.307	-1.37	0.311	1.37		-0.307	1.37
3.75	15	15	4	1	0.25	50000	1000	10	50	100	1層下面	120	-4.03	-119	4.03	120	120	4.03
											3層上面	-0.0923	-0.207	0.0926	0.206		-0.0923	0.207

* Acum and Foxは圧縮、引張の符号が逆

* 応力の単位: kgf/cm²

接地圧 p = 7.07kgf/cm²

表-6 第1層下面の水平方向応力の比較 (荷重中心軸以外)

												水平方向距離 (cm)									
h ₁ cm	h ₂ cm	a cm	h ₁ /a	h ₂ /a	h ₁ /h ₂	E ₁ kgf/cm ²	E ₂ kgf/cm ²	E ₃ kgf/cm ²	E ₁ /E ₂	E ₁ /E ₃	E ₂ /E ₃										
												0	7.5	15	22.5	30	37.5	45	52.5	60	
7.5	30	15	0.5	2	0.25	50000	10000	2000	5	BISAR	8.15	7.03	0.877	-3.33	-2.73	-1.79	-1.15	-0.757	-0.518		
7.5	30	15	0.5	2	0.25	50000	5000	1000	10	5	BISAR	17.8	15.2	5.04	-2.68	-3.33	-2.62	-1.85	-1.29	-0.928	
7.5	30	15	0.5	2	0.25	50000	1000	200	50	5	BISAR	17.7	15.3	5.02	-2.69	-3.32	-2.62	-1.84	-1.27	-0.919	
7.5	30	15	0.5	2	0.25	50000	1000	200	50	5	BISAR	50.7	44.7	25.4	8.17	1.32	-1.49	-2.51	-2.72	-2.61	
7.5	30	15	0.5	2	0.25	50000	500	100	100	5	BISAR	68.1	61.1	38.8	18.1	8.07	2.77	-0.097	-1.62	-2.38	
30	15	15	2	1	2	50000	10000	2000	5	5	BISAR	4.47	4.08	3.14	2.10	1.31	0.808	0.495	0.289	0.145	
30	15	15	2	1	2	50000	5000	1000	10	5	BISAR	6.21	5.74	4.58	3.29	2.27	1.58	1.12	0.80	0.558	
30	15	15	2	1	2	50000	1000	200	50	5	BISAR	9.52	8.96	7.56	5.98	4.69	3.76	3.09	2.58	2.16	
30	15	15	2	1	2	50000	500	100	100	5	BISAR	10.7	10.1	8.68	7.05	5.70	4.73	4.02	3.46	3.00	
3.75	15	15	0.25	1	0.25	50000	10000	2000	5	5	BISAR	2.18	3.29	-2.19	-5.10	-2.39	-1.13	-0.525	-0.191	-0.0066	
3.75	15	15	0.25	1	0.25	50000	5000	1000	10	5	BISAR	14.9	14.6	1.56	-6.93	-4.07	-2.24	-1.32	-0.789	-0.459	
3.75	15	15	0.25	1	0.25	50000	1000	200	50	5	BISAR	85.6	74.6	31.1	-3.15	-8.61	-8.01	-6.51	-5.15	-4.06	
3.75	15	15	0.25	1	0.25	50000	500	100	100	5	BISAR	135	118	58.9	9.00	-5.87	-9.73	-9.93	-8.96	-7.72	
3.75	15	15	0.25	1	0.25	50000	500	100	100	5	BISAR	135	118	58.9	8.98	-5.87	-9.69	-9.90	-8.91	-7.71	

接地圧 p = 7.07kgf/cm²* 応力の単位 : kgf/cm²

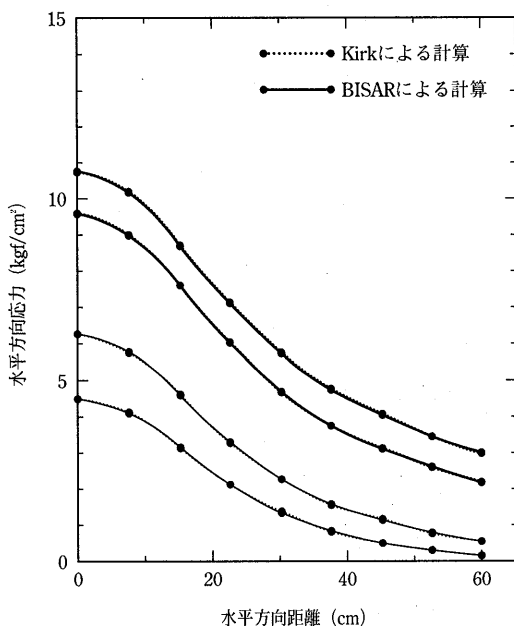


図-7 第1層下面の水平方向応力の比較
(KirkとBISAR)
($h_1 / a = 2$, $h_2 / a = 1$ の場合)

5. おわりに

本報告は2, 3層系の弾性体での応力を求める簡易計算の研究成果をまとめたものである。層の数が4層以上になると、計算条件のパラメータの数が急激に増えるため、実用的な図表はほとんど発表されていない。4層系以上に拡張した多層系の力学については、別な機会に報告したい。

参考文献

- 1) 吉村啓之, 伊藤達也, 梅野修一, 岡藤博国, 金井利浩, 高橋修: “舗装の力学～パーミスタ理論について”, アスファルト, No.181, p. 45-54, 1994年
- 2) Burmister, D.M.: “The General Theory of Stresses and Displacements in Layered Soil

Systems”,

Journal of Applied Physics, Vol. 16, p. 89-94, 126-128, 296-302, 1945

- 3) 木村孟: “せん断力を受ける舗装の応力について”, 土木学会論文集, 第133号, p.21-28, 1966年9月
- 4) Fox, L.: “Computation of Traffic Stresses in a Simple Road Structure”, Proc. 2nd Int. Conf. Soil Mech. and Found. Engineering, Vol. 2, p. 236-246, 1948
- 5) Acum, W.E.A. and Fox, L.: “Computation of Load Stresses in a Three-Layer Elastic System”, Geotechnique, Vol. 2, No. 4, p. 293-300, 1951
- 6) Schiffman, R.L.: “The Numerical Solution for Stresses and Displacements in a Three-Layer Soil System” Proc. 4th Int. Conf. Soil Mech. and Found. Engineering, Vol. 2, p. 169-173, 1957
- 7) Jeuffroy, G. and Bachelez, J.: “Note on a Method of Analysis for Pavements”, 1st ICSDAP, p. 300-309, 1962
- 8) Jones, A.: “Tables of Stresses in Three-Layer Elastic Systems”, HRR Bulletin 342, p. 176-214, 1962
- 9) 阿部頼政: “Jonesの数表の内挿法に関する一考察”, 土木学会論文集, 第245号, p. 79-82, 1976年1月
- 10) Peattie, K.R.: “Stress and Strain Factors for Three-Layer Elastic Systems”, HRR Bulletin 342, p. 215-253, 1962
- 11) Huang, Y.H.: “Pavement Analysis and Design”, Prentice-Hall Inc, 805p, 1993
- 12) Kirk, J.M.: “Tables of Radial Stresses in Top Layer of Three-Layer Elastic System at Distance from Load Axis”, HRB 145, p. 128-155, 1966

☆

☆

☆

☆

☆

☆

☆

☆

☆

凍上抑制層

●積雪寒冷地域や凍結融解を受ける恐れがある地域の舗装では、凍結深さから求めた必要な置換え深さ (H' cm) と舗装の厚さ (H cm) を比較し、置換え深さが大きい場合は路盤の下にその厚さの差だけ ($H' - H$ cm) 凍上を起こしにくい材料による層を設ける必要があり、この部分を凍上抑制層という。

●路床土の凍結融解によって起きる舗装の凍上被害は路床に生じた霜柱によって路床土が膨張することによるひびわれや平坦性の悪化、春の融雪期に地中の氷の層が融解し、路床・路盤の支持力低下による破損など、その影響が大きいことから凍上対策が重要になる。そのため、積雪寒冷地域の舗装では、必要な深さまで路床を凍上に起こしにくい材料で置きかえる必要がある。

●置換え深さは、アスファルト舗装では10年に1度生じると推定した凍結深さの70%，簡易舗装では65%，あるいは経験値とすることになっている。

●気象観測データから、凍結指数の年変動を統計処理して凍結深さを推定するには、まず n 年確率凍結指数を求めたのち、図-1に示す凍結指数と凍結深さとの関係を用いばよい。実測により凍結深さを求める場合は、「道路土工-排水工指針」（日本道路協会、昭和62年6月）を参照するとよい。

●凍上を起こしにくい粒状材料の品質の目安としては以下の規定が参考になる。

- ①砂：75 μ mふるいを通過するものが6%以下
- ②切込砂利：全試料について75 μ mふるいを通過するものは、4.75mmふるいを通過する量に対して9%以下
- ③切込碎石：全試料について75 μ mふるいを通過するものは、4.75mmふるいを通過する量に対して15%以下
- ④混合砂利碎石：全試料について75 μ mふるいを通過するものは、4.75mmふるいを通過する量に対して12%以下
- ⑤火山灰、火山礫：粗粒で風化の徴候がなく、排水性が良好で75 μ mふるいの通過量が20%以下で、熱減量が4%以下のもの。しかも、凍上試験によって凍上を起こしにくい材料と判定されたもの

●凍上対策には置換え工法の外、以下の工法を適用することもある。

1) 断熱工法

路床に断熱層（発砲コンクリートやEPSなど）を設け、路床土の温度低下を小さくして、凍上を減少させる工法

2) 安定処理工法

路床土にセメントや石灰あるいは土壌改良剤などを添加混合し、土質を改良することによって、凍結温度を下げる工法

3) 遮水工法

路床土中に遮水層（ビニールシートやアスファルトなど）を設け、水を遮水する工法

ここで、特に2)の検討として、久保らは図-2の結果を示し、置換え工法の補助手段として安定処理工法が有効である事を示している。添加剤は砂質土にはセメント、シルト質および粘性土では石灰が有効であるとしているが、現場で均一に混ぜることが重要であるとしている。

歩道舗装についても当然ながら凍上対策が必要であり、簡易舗装並みの置換え深さを考慮することになっている。

●凍上抑制層は路床の一部として取扱うことにしているので、20cm以上の厚さで置換えをした場合は設計CBRは再計算（CBR_m）して評価する事が重要である。

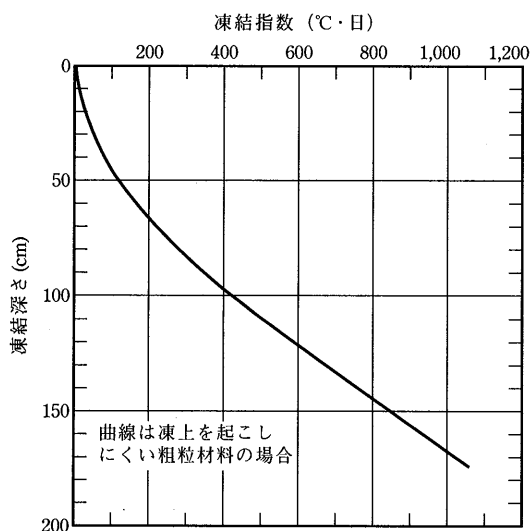


図-1 凍結指数と凍結深さとの関係(日本道路協会)

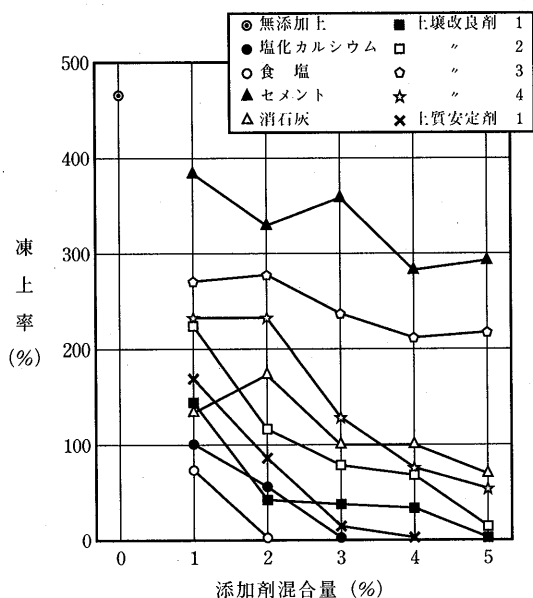


図-2 土質安定剤混合量と凍上率の関係 (久保)

— 参考文献 —

久保 宏：道路舗装の凍上対策 (土木研究所資料1868号) (1982年11月)
[小島逸平 (株)ガイアートクマガイ技術研究所]

☆1995年版発行のお知らせ☆

皆様からご好評をいただいている下記出版物は、毎年改訂発行しております。
ただいま発売中です。

日本アスファルト協会・発行

『アスファルト・ポケットブック』1995年版

ポケットブック版・表紙ビニール製・本文84ページ・実費頒価1部 800円 (送料実費は申込者負担)
ハガキにてお申し込み下さい。

主 な 内 容

- 石油アスファルトの生産実績
- 石油アスファルトの需要推移
- 石油アスファルトの需要見通し
- 石油アスファルトの製造及び流通
- 石油アスファルトの生産場所及び油槽所
- 石油アスファルトの製造原油
- 石油アスファルトの品質規格
- 石油アスファルトの用途
- アスファルト合材の製造実績
- 改質アスファルトの出荷実績
- アスファルト乳剤の出荷実績

- 道路投資額とアスファルト需要
- 平成7年度の道路予算
- 道路の現況
- 第11次道路整備5カ年計画
- 石油供給計画
- 世界の石油アスファルト生産量
- 主要諸国の道路事情
- データーシート
- 住 所 録
- 会員名簿
- 関連官庁・関連団体

低臭性、低煙性防水工事用アスファルト

防水工事用アスファルトは、JIS K 2207に基き、その用途によって1～4種に分類される。

この1種防水工事用アスファルトとは、施工中およびその後にわたってマイルドな温度条件における室内および地下構造部分に用いるもので、比較的軟質のものである。2種防水工事用アスファルトとは、一般地域の緩い勾配の歩行用屋根に用いるもので、感温性が比較的小さいものである。3種防水工事用アスファルトとは、一般地域の露出屋根または気温の比較的高い地域の屋根に用いるもので、感温性が小さいものである。4種防水工事用アスファルトとは、一般地域のほか、寒冷地における屋根その他の部分に用いるもので、感温性が特に小さく、比較的軟質のものである。

これらの1～4種の防水工事用アスファルトの各物性については、JIS K 2207にあるが、表－1に示す。

この中で、3種防水工事用アスファルトは、その軟化点の高さおよび感温性の小さいことからルーフィング材や建物の屋根防水工事用として広く使用されている。

この3種防水工事用アスファルトは一般に20kgの紙袋に充填され工事現場に搬入され、使用する際に加熱溶融し施工される。3種防水工事用アスファルトは、防水工事用アスファルトの中でも軟化点が高く感温性が小さいものであり、加熱溶融による施工には高温を必要とし、その際に発生する臭いや煙が施工業者や工事周辺住民から問題として指摘されるケースがあった。このような問題を解決する方法として低煙性、低臭性の防水工事用アスファルトが開発され、使用されている。

これは煙および臭いに関係する炭化水素や硫黄化合物の発生量を低減するために施工加熱温度を従来の防水工事用アスファルトに比べ低下させ、かつ施工作業性および実用性能上問題のないアスファルトとして開発されたもの、また、臭いの原因となる触媒を使用せず、ベース油の選定や製造方法により改善されたもの等、いずれもJIS規格（3種）に合格するものである。従来品と低臭性タイプの比較を表－2に示す。この表で、動粘度100cStの意味は施工作業性から考慮した施工時の溶融アスファルトの動粘度の目安である。

また、アスファルト溶融装置の面から煙や臭いの発

生を低減するために特殊なアスファルト加熱溶融装置が使用されるケースもある。

表－1

JIS K 2207	防水工事用アスファルト			
	1種	2種	3種	4種
軟 化 点 ℃	85以上	90以上	100 以上	95以上
針 入 度 (25℃) 1/100mm	25以上 45以下	20以上 40以下	20以上 40以下	30以上 50以下
針入度指数	3 以上	4 以上	5 以上	6 以上
蒸発質量変化率 %	1 以下	1 以下	1 以下	1 以下
引 火 点 ℃	250 以上	270 以上	280 以上	280 以上
三塩化エタン可溶分 %	98以上	98以上	95以上	92以上
フラスゼい化点 ℃	-5 以下	-10 以下	-15 以下	-20 以下
だ れ 長 さ mm	—	—	8 以下	10以下
加 熱 安 定 性 (フラスゼい化 点差) °C	5 以下	5 以下	5 以下	5 以下

表－2

一 般 性 状	低臭性タイプ	従来品（3種）
針入度（25℃）1/10mm	35	34
軟化点（℃）	101.5	106.0
針入度指数	5.9	6.3
引火点（℃）	340	334
動粘度が100cStになる 温度（℃）	228	235
煙及び臭いの分析 ^{*1}		
窒素及び酸素（vol%）	99.99	99.52
二酸化炭素（vol%）	— ^{*2}	0.20
炭化水素（vol%）	0.01	0.28
硫黄化合物（vol%）	0.003	0.014

注）^{*1} 動粘度が100cStのときに発生する煙と臭い

^{*2} 検出下限界以下

— 参考文献 —

- 1) JIS K 2207石油アスファルト
- 2) 昭和シェル石油㈱社内資料

〔青木秀樹 昭和シェル石油㈱中央研究所〕

ハイウェイ技術

発行 日本道路公団 試験研究所

日本道路公団（ＪＨ）試験研究所はこのほど技術雑誌「ハイウェイ技術」を創刊した。ＪＨの技術者が執筆した高速道路に関する技術報文、現場の技術的話題など毎号30編程度収録し、ＪＨ技術の最新動向を紹介する。今年の４月から販売を開始しており、今後は年３回（４月、１０月、１２月）発行し、サイズはＡ４判、約150ページである。

記事の内容はＪＨ事業の展望や提言等を紹介する巻頭言に始まり、小特集と報文で構成される。小特集では要領解説、事例紹介、試験研究などを柱に一つのテーマを総括的に論じ、そのほかカラー写真を用いた現場からの技術的話題や試験研究所の研究内容等が紹介される。

創刊号（平成７年４月発行）掲載記事

記事区分	標 語	記事区分	標 語
巻頭言	発刊にあたって 更なる技術の研鑽を ーコストダウンと管理の技術ー ちょっといい話	報文	鋼橋における省力化・耐久性・経済性の追及 ー鋼２主桁橋・ホロナイ川橋の概要ー 関門橋ケーブルバンドボルトの軸力管理 トンネル切羽前方探査の実施例
小特集	『雪氷対策』 名神の低走行除雪（梯団）作業 路面凍結防止剤の湿塩散布 ー凍結防止剤の消滅に向けてー 太陽熱＋冷房廃熱蓄熱融雪システム 路面凍結予測手法に関する研究	報告	溶融亜鉛めっき面への補修塗装系の検討 高速道路に関する技術講座（第２回）の報告
小特集	『リサイクル』 高速道路における廃棄物処理とリサイクル 建設発生土や汚泥の再生利用に関する最近の動向 アスファルト合材の再生利用の現状の展望 休憩施設から発生する一般ごみの再資源化 し尿浄化槽余剰汚泥のリサイクル 再生合材（プラントミックス）を表層に用いた試験施工	現場から	避難通路を確保しながらの肥後トンネル二期線工事 札幌発の橋梁新技術・新工法 秋田自動車道（北上西ＩＣ～湯田ＩＣ）の現場から ー外ケーブル併用押し出し工法“岩滑沢橋”ー 住宅密集地の直下を掘る ー横浜横須賀道路・長浜トンネルー 「ああ！ こんな山が滑る？」のあれこれ 江戸川大橋で交通規制なしの補修工事 ーゲルバー橋の損傷とその補修対策ー 八王子インターチェンジの改良
報文	切土補強土工法の設計施工指針の主な内容 泥炭性軟弱地盤上の道路盛土における供用 10年目の状況 ー道央自動車道・札幌～岩見沢間ー	研究所 だより	土工試験研究室の業務概要 防災・雪氷研究室の業務概要 共同研究の概要

購入申込先 〒194 東京都町田市忠生１－４－１ ＪＨ試験研究所内
（財）高速道路技術センター
企画部 技術関連資料情報提供係
TEL 0427-94-2248 FAX 0427-94-0964
価格 年間 5,100（Ａ－４判 150頁 3冊計 送料込み）

〈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
58 年 度	213	4,947	(108.4)	0	5,160	4,921	(107.6)	4	4,925	226	5,151
59 年 度	226	5,235	(105.9)	0	5,461	5,221	(106.1)	0	5,221	240	5,461
60 年 度	240	5,029	(96.1)	0	5,269	5,035	(96.4)	0	5,035	215	5,250
61 年 度	215	5,744	(114.2)	0	5,959	5,695	(113.1)	0	5,696	235	5,931
62 年 度	235	5,892	(102.6)	9	6,136	5,862	(102.9)	0	5,862	274	6,136
63 年 度	274	5,904	(100.2)	3	6,181	5,953	(101.6)	1	5,954	219	6,173
元 年 度	219	6,066	(102.7)	1	6,286	5,990	(100.6)	4	5,994	276	6,270
2 年度上期	276	3,046	(105.2)	0	3,322	2,974	(108.9)	5	2,979	323	3,302
2 年度下期	321	3,231	(101.9)	1	3,553	3,231	(99.1)	3	3,234	310	3,544
2 年 度	276	6,277	(103.5)	1	6,554	6,205	(103.6)	8	6,213	310	6,523
3 年度上期	310	2,844	(93.4)	0	3,154	2,841	(95.5)	6	2,847	302	3,149
3 年度下期	302	3,129	(96.8)	0	3,430	3,103	(96.0)	12	3,115	313	3,428
3 年 度	310	5,973	(95.2)	0	6,282	5,944	(95.8)	18	5,962	313	6,275
4 年度上期	313	2,969	(104.4)	0	3,282	2,893	(101.8)	59	2,952	326	3,278
4 年度下期	326	3,152	(100.7)	1	3,479	3,216	(103.6)	17	3,233	244	3,477
4 年 度	313	6,121	(102.5)	1	6,435	6,109	(102.8)	76	6,185	244	6,429
5 年度上期	244	2,910	(98.0)	1	3,155	2,803	(96.9)	26	2,829	329	3,158
1 ～ 3 月	279	1,535	(102.1)	0	1,814	1,542	(99.4)	39	1,581	238	1,819
5 年度下期	329	3,209	(101.8)	1	3,539	3,233	(100.5)	79	3,312	238	3,550
5 年 度	244	6,119	(100.0)	2	6,365	6,036	(98.8)	105	6,141	238	6,379
6 . 4 月	238	597	(101.0)	0	835	510	(98.5)	10	520	316	836
5 月	316	426	(93.2)	0	742	383	(108.8)	8	391	352	743
6 月	352	395	(97.5)	0	747	450	(100.4)	11	461	288	749
4 ～ 6 月	238	1,418	(101.8)	0	1,656	1,343	(101.9)	29	1,372	288	1,660
7 月	288	542	(104.0)	0	830	532	(104.5)	12	544	285	829
8 月	285	488	(97.2)	0	773	420	(85.4)	6	426	348	774
9 月	348	507	(102.6)	0	855	466	(96.3)	13	479	377	856
7 ～ 9 月	288	1,537	(101.3)	0	1,825	1,418	(96.6)	31	1,449	377	1,826
6 年度上期	238	2,955	(101.5)	0	3,193	2,761	(98.5)	60	2,821	377	3,198
10 月	377	473	(83.0)	0	850	520	(92.4)	14	534	321	855
11 月	321	558	(100.4)	0	879	569	(101.8)	17	586	291	877
12 月	291	557	(101.8)	0	848	536	(94.2)	25	561	289	850
10 ～ 12 月	377	1,588	(94.9)	0	1,965	1,625	(96.1)	56	1,681	289	1,970
7 . 1 月	289	406	(99.0)	0	695	359	(100.0)	9	368	329	697
2 月	329	415	(89.2)	0	744	420	(95.2)	11	431	314	745
3 月	314	661	(100.1)	0	975	670	(90.4)	36	706	272	978
1 ～ 3 月	289	1,482	(96.5)	0	1,771	1,449	(94.0)	56	1,505	272	1,777
6 年度下期	377	3,070	(95.7)	0	3,447	3,074	(95.1)	112	3,186	272	3,458
6 年 度	238	6,025	(98.5)	0	6,263	5,835	(96.7)	172	6,007	272	6,279
7 . 4 月	272	576	(96.5)	0	848	481	(94.3)	28	509	341	850
5 月	341	383	(89.8)	0	724	345	(90.0)	23	368	358	726
6 月	358	357	(90.4)	0	715	420	(93.3)	21	441	275	716
4 ～ 6 月	272	1,316	(92.8)	0	1,588	1,246	(92.8)	72	1,318	275	1,593

〔注〕（1）通産省エネルギー生産・需給統計月報 7年6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 度	内 需 量					対 前 年 度 比						
	ストレート・アスファルト			燃焼用 アスファルト	ブローン アスファルト	合 計	ストレート・アスファルト			燃焼用 アスファルト	ブローン アスファルト	合 計
	道路用	工業用	計				道路用	工業用	計			
58 年 度	3,951	177	4,128	540	253	4,921	100.2	95.7	100.0	288.8	97.3	107.6
59 年 度	4,000	162	4,162	805	254	5,221	101.2	91.5	100.8	149.1	100.4	106.1
60 年 度	3,739	139	3,878	911	246	5,035	93.5	85.8	93.2	113.2	96.9	96.4
61 年 度	3,979	241	4,220	1,238	237	5,695	106.4	173.4	108.8	135.9	96.3	113.1
62 年 度	4,252	360	4,612	995	255	5,862	106.9	149.4	109.3	80.4	107.6	102.9
63 年 度	4,307	421	4,728	967	258	5,953	101.3	117.3	102.5	97.2	101.2	101.6
元 年 度	4,360	447	4,807	932	251	5,990	101.2	106.2	101.7	96.3	97.3	100.6
2 年度上期	2,149	269	2,418	432	124	2,974	105.2	178.1	110.2	101.9	108.7	108.9
2 年度下期	2,267	337	2,604	497	130	3,231	97.8	113.9	99.7	97.6	95.6	99.2
2 年 度	4,416	606	5,022	929	254	6,205	101.3	135.6	104.5	99.7	101.2	103.6
3 年度上期	2,090	268	2,358	372	111	2,841	97.3	99.6	97.5	86.1	89.5	95.5
3 年度下期	2,226	323	2,549	424	130	3,103	98.2	95.8	97.9	85.3	100.0	96.0
3 年 度	4,316	591	4,907	796	241	5,944	97.7	97.5	97.7	85.7	94.9	95.8
4 年度上期	2,153	253	2,406	372	115	2,893	103.0	94.4	102.0	100.0	103.6	101.8
4 年度下期	2,406	315	2,721	369	126	3,216	108.1	97.5	106.7	87.0	96.9	103.6
4 年 度	4,559	568	5,127	741	241	6,109	105.6	96.1	104.5	93.1	100.0	102.8
5 年度上期	2,022	265	2,287	404	112	2,803	93.9	104.7	95.1	108.6	97.4	96.9
1～3 月	1,091	152	1,243	240	59	1,542	95.0	89.4	94.3	138.7	96.7	99.4
5 年度下期	2,315	336	2,651	456	126	3,233	96.2	106.7	97.4	123.6	100.0	100.5
5 年 度	4,337	601	4,938	860	238	6,036	95.1	105.8	96.3	116.1	98.8	98.8
6. 4 月	389	18	407	86	17	510	98.0	60.0	95.3	119.4	89.5	98.5
5 月	269	35	304	61	18	383	103.9	166.7	108.6	113.0	100.0	108.8
6 月	321	42	363	67	20	450	100.0	79.2	97.1	119.6	111.1	100.4
4～6 月	979	95	1,074	214	55	1,343	100.2	91.3	99.4	117.6	100.0	101.9
7 月	358	78	436	77	19	532	97.5	139.3	103.1	114.9	100.0	104.5
8 月	305	14	319	83	18	420	93.6	23.0	82.4	94.3	105.9	85.4
9 月	295	71	366	81	19	466	83.8	165.1	92.7	120.9	86.4	96.3
7～9 月	958	163	1,121	241	56	1,418	93.2	101.9	94.4	108.6	96.6	96.6
6 年度上期	1,937	258	2,195	455	111	2,761	95.8	97.4	96.0	112.6	99.1	98.5
10 月	370	57	427	72	21	520	91.4	79.2	89.5	112.5	95.5	92.4
11 月	405	55	460	85	24	569	99.3	96.5	98.9	121.4	100.0	101.8
12 月	390	33	423	94	19	536	94.7	60.0	90.6	114.6	95.0	94.2
10～12 月	1,165	145	1,310	251	64	1,625	95.2	78.4	93.0	116.2	97.0	96.1
7. 1 月	204	50	254	87	18	359	95.8	94.3	95.5	117.6	94.7	100.0
2 月	297	15	312	89	19	420	104.6	27.3	92.0	107.2	100.0	95.2
3 月	528	37	565	86	19	670	88.8	84.7	88.6	103.7	92.8	90.4
1～3 月	1,029	102	1,131	262	56	1,449	94.3	67.1	91.0	109.2	94.9	94.0
6 年度下期	2,194	247	2,441	513	120	3,074	94.8	73.5	92.1	112.5	95.2	95.1
6 年 度	4,131	505	4,636	968	231	5,835	95.3	84.0	93.9	112.6	97.1	96.7
7. 4 月	341	37	378	86	17	481	87.6	209.4	92.9	99.6	98.1	94.3
5 月	251	7	258	72	15	345	92.7	20.6	84.9	118.0	86.9	90.0
6 月	258	78	336	67	17	420	80.4	185.7	92.6	100.0	85.0	93.3
4～6 月	850	122	972	225	49	1,246	86.8	128.4	90.5	105.1	89.1	92.8

- 〔注〕 (1) 通産省エネルギー生産・需給統計月報 7年6月確報
(2) 工業用ストレート・アスファルト、燃焼用アスファルト、ブローンアスファルトは日本アスファルト協会調べ。
(3) 道路用ストレート・アスファルト＝内需量合計－（ブローンアスファルト＋燃焼用アスファルト＋工業用ストレート・アスファルト）
(4) 四捨五入のため月報と一致しない場合がある。

改質アスファルトを用いた混合物の設計・施工の手引き

B 5 版・37ページ・実費頒価 ¥500 (送料実費)

申込先 (社) 日本アスファルト協会
〒105 東京都港区虎ノ門1-21-8
秀和第3虎ノ門ビル7階

改質アスファルトは、アスファルト舗装の耐久性向上を目的として、舗装石油アスファルトの性質を改善したアスファルトで、改質方法によってその性質も多様です。したがって、これを十分に理解したうえで利用しなければ、その機能を十分に発揮させられないところがあります。

そこで、(株)日本アスファルト協会では、改質アスファルトを使用する場合の適用場所の選定をはじめ、混合物の製造および施工についての手引きをとりまとめました。

この手引きは、わが国における現今の改質アスファルトに関する標準的な技術を示したもので関係者必読の書としておすすめします。

目 次

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| 1. 総 説 | 5.3 最適アスファルト量の決定 |
| 1.1 概 説 | 5.4 流動対策 |
| 1.2 本手引きの適用にあたっての注意 | 5.5 摩耗対策 |
| 2. 改質アスファルト | 5.6 すべり対策 |
| 2.1 分 類 | 5.7 その他 |
| 2.2 特 徴 | 6. 混合物の製造・運搬 |
| 2.3 品質規格 | 6.1 概 説 |
| 3. アスファルト混合物の破損と対策 | 6.2 改質アスファルトおよび改質材路湯の準備 |
| 3.1 概 説 | 6.3 混合物の製造の準備 |
| 3.2 流 動 | 6.4 混合物の製造・貯蔵・運搬 |
| 3.3 摩 耗 | 7. 混合物の舗設 |
| 3.4 すべり | 7.1 概 説 |
| 3.5 その他 | 7.2 舗設準備 |
| 4. 改質アスファルトの適用 | 7.3 プライムコートおよびタックコート |
| 4.1 一般地域における適用 | 7.4 舗設温度 |
| 4.2 積雪寒冷地における適用 | 7.5 敷きならし |
| 4.3 特殊箇所における適用 | 7.6 締固め |
| 5. 配合設計 | 7.7 継 目 |
| 5.1 概 説 | 7.8 寒冷期の施工 |
| 5.2 配合設計における確認試験 | 8. 管理と検査 |

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]		
出 光 興 産 株 式 会 社	(100) 千代田区丸の内3-1-1	03 (3213) 3134
エ ッ ソ 石 油 株 式 会 社	(107) 港区赤坂5-3-3	03 (3585) 9438
鹿 島 石 油 株 式 会 社	(102) 千代田区紀尾井町3-6	03 (5276) 9556
キグナス石油株式会社	(104) 中央区八重洲2-8-1	03 (3276) 5211
キグナス石油精製株式会社	(210) 川崎市川崎区浮島町3-1	044 (288) 8445
九 州 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区内幸町2-1-1	03 (5512) 8606
極 東 石 油 工 業 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (3270) 0841
興 垂 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町2-6-2	03 (3241) 8631
コ ス モ 石 油 株 式 会 社	(105) 港区芝浦1-1-1	03 (3798) 3874
三 共 油 化 工 業 株 式 会 社	(105) 港区新橋1-7-11	03 (5568) 6411
株式会社ジャパンエナジー	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03 (5573) 6000
昭和シェル石油株式会社	(100) 千代田区霞が関3-2-5	03 (3503) 4076
昭和四日市石油株式会社	(510) 四日市市塩浜町1	0593 (45) 2111
西 部 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区丸の内1-2-1	03 (3215) 3081
ゼ ネ ラ ル 石 油 株 式 会 社	(105) 港区西新橋2-8-6	03 (3595) 8410
東 燃 株 式 会 社	(100) 千代田区一ツ橋1-1-1	03 (3286) 5111
東 北 石 油 株 式 会 社	(985) 仙台市宮城野区港5-1-1	022 (363) 1122
日 本 石 油 株 式 会 社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (3502) 1111
日本石油精製株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (3502) 1111
富 士 興 産 株 式 会 社	(100) 千代田区永田町2-4-3	03 (3580) 3571
富 士 石 油 株 式 会 社	(104) 中央区明石町8-1	03 (3547) 0011
三 井 石 油 株 式 会 社	(101) 千代田区霞が関3-3-2	03 (5512) 3605
三 菱 石 油 株 式 会 社	(108) 港区港南1-6-41	03 (3472) 7883
モ ー ビ ル 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (3244) 4691

[ディーラー]

● 北海道

コスモアスファルト(株)札幌支店	(060) 札幌市中央区大通り西10-4	011 (281) 3906	コ ス モ
東光商事株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区南大通り西7-2	011 (241) 1561	三 石
中西瀝青株式会社札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (231) 2895	日 石
株式会社南部商会札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2-15	011 (231) 7587	日 石
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	コ ス モ

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話	
● 東北			
株式会社男鹿興業社	(010-05) 男鹿市船川港船川字埋立地1-18-2	0185 (23) 3293	J O M O
カメイ株式会社	(980) 仙台市青葉区国分町3-1-18	022 (264) 6111	日 石
コスモアスファルト(株)仙台支店	(980) 仙台市青葉区中央3-3-3	022 (266) 1101	コ ス モ
正興産業株式会社仙台営業所	(980) 仙台市青葉区国分町3-3-5	022 (263) 5951	三 石
竹中産業株式会社新潟営業所	(950) 新潟市東大通1-4-2	025 (246) 2770	昭和シェル
常磐商事株式会社仙台支店	(980) 仙台市青葉区錦町1-10-11	022 (224) 1151	三 石
中西瀝青株式会社仙台営業所	(980) 仙台市青葉区中央2-1-30	022 (223) 4866	日 石
株式会社南部商会仙台営業所	(980) 仙台市青葉区一番町1-1-31	022 (223) 1011	日 石
ミヤセキ株式会社	(980) 仙台市宮城野区榴岡2-3-12	022 (257) 1231	三 石
菱油販売株式会社仙台支店	(980) 仙台市青葉区国分町3-1-1	022 (225) 1491	三 石
● 関東			
朝日産業株式会社	(103) 中央区日本橋茅場町2-7-9	03 (3669) 7878	コ ス モ
アスファルト産業株式会社	(104) 中央区八丁堀4-11-2	03 (3553) 3001	昭和シェル
伊藤忠商事株式会社	(107) 港区北青山2-5-1	03 (3497) 6548	九 石
伊藤忠燃料株式会社	(107) 港区赤坂2-17-22	03 (3584) 8521	J O M O
梅本石油株式会社	(162) 新宿区揚場町2-24	03 (3269) 7541	コ ス モ
エムシー・アスファルト株式会社	(100) 千代田区内幸町1-3-3	03 (5251) 2060	三 石
株式会社木畑商会	(104) 中央区八丁堀4-2-2	03 (3552) 3191	J O M O
共立石油株式会社	(107) 港区元赤坂1-7-8	03 (3796) 6640	J O M O
株式会社ケイエム商運	(103) 中央区八重洲1-8-5	03 (3245) 1631	三 石
コスモアスファルト株式会社	(104) 中央区八丁堀3-3-5	03 (3551) 8011	コ ス モ
国光商事株式会社	(164) 中野区東中野1-7-1	03 (3363) 8231	出 光
株式会社澤田商行関東支店	(104) 中央区入船町1-7-2	03 (3551) 7131	コ ス モ
三徳商事株式会社東京支店	(101) 千代田区神田紺屋町11	03 (3254) 9291	昭和シェル
新日本商事株式会社	(170) 豊島区南大塚3-32-10	03 (5391) 4870	昭和シェル
住商石油アスファルト株式会社	(105) 港区浜松町2-3-31	03 (3578) 9521	出 光
竹中産業株式会社	(101) 千代田区鍛冶町1-5-5	03 (3251) 0185	昭和シェル
中央石油株式会社	(160) 新宿区新宿1-14-5	03 (3356) 8061	モービル
株式会社トーアス	(160) 新宿区西新宿2-7-1	03 (3342) 6391	J O M O
東京富士興産販売株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-2	03 (3591) 3401	富士興産
東京レキセイ株式会社	(150) 渋谷区恵比寿西1-9-12	03 (3496) 8691	富士興産
東光商事株式会社	(104) 中央区京橋2-1-4	03 (3274) 2751	三 石
東新エナジー株式会社	(103) 中央区日本橋2-13-10	03 (3273) 3551	日 石
株式会社トーマン	(107) 港区赤坂2-14-27	03 (3588) 7955	昭和シェル
東洋国際石油株式会社	(104) 中央区八丁堀3-3-5	03 (3552) 8151	コ ス モ
中西瀝青株式会社	(103) 中央区八重洲1-2-1	03 (3272) 3471	日 石
株式会社南部商会	(100) 千代田区丸の内3-4-2	03 (3213) 5871	日 石
日石丸紅株式会社	(105) 港区西新橋2-4-2	03 (5251) 0777	日 石
日東商事株式会社	(170) 豊島区巣鴨4-22-23	03 (3915) 7151	昭和シェル
日東石油株式会社	(104) 中央区八丁堀1-11-3	03 (3551) 6101	昭和シェル
パシフィック石油商事株式会社	(103) 中央区日本橋蛸殻町1-17-2	03 (3661) 4951	モービル

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話	
富士興産アスファルト株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-2	03 (3580) 5211	富 士 興 産
富 士 鋳 油 株 式 会 社	(105) 港区新橋4-26-5	03 (3432) 2891	コ ス モ
富士油業株式会社東京支店	(106) 港区西麻布1-8-7	03 (3478) 3501	富 士 興 産
丸 紅 エ ネ ル ギ ー 株 式 会 社	(101) 千代田区神田駿河台2-2	03 (3293) 4171	モ ー ビ ル
ユ ニ 石 油 株 式 会 社	(107) 港区元赤坂1-7-8	03 (3796) 6616	昭 和 シ ェ ル
菱 東 商 事 株 式 会 社	(105) 港区新橋2-19-10	03 (3573) 3880	三 石
菱 油 販 売 株 式 会 社	(160) 新宿区西新宿1-20-2	03 (3345) 8205	三 石
瀝 青 販 売 株 式 会 社	(103) 中央区日本橋2-16-3	03 (3271) 7691	出 光
● 中 部			
コスモアスファルト (株) 名古屋支店	(460) 名古屋市中区錦2-14-21	052 (223) 0711	コ ス モ
株 式 会 社 澤 田 商 行	(454) 名古屋市中川区富川町1-1	052 (353) 5111	コ ス モ
三 徳 商 事 株 式 会 社 静 岡 支 店	(420) 静岡市伝馬町5-3	054 (255) 2588	昭 和 シ ェ ル
三 徳 商 事 株 式 会 社 名 古 屋 支 店	(453) 名古屋市中村区則武1-10-6	052 (452) 2781	昭 和 シ ェ ル
株 式 会 社 三 油 商 会	(460) 名古屋市中区丸の内2-1-5	052 (231) 7721	コ ス モ
静 岡 鋳 油 株 式 会 社	(424) 清水市袖師町1575	0543 (66) 1195	モ ー ビ ル
竹中産業株式会社福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0766 (22) 1565	昭 和 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 和 シ ェ ル
富 安 産 業 株 式 会 社	(939) 富山市若竹町3-74-4	0764 (29) 2298	昭 和 シ ェ ル
中西瀝青株式会社名古屋営業所	(460) 名古屋市中区錦町1-20-6	052 (211) 5011	日 石
松 村 物 産 株 式 会 社	(920) 金沢市広岡2-1-27	0762 (21) 6121	三 石
丸 福 石 油 産 業 株 式 会 社	(933) 高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2860	昭 和 シ ェ ル
● 近 畿			
赤馬アスファルト工業株式会社	(531) 大阪市北区中津3-10-4	06 (374) 2271	モ ー ビ ル
飯野産業株式会社神戸営業所	(650) 神戸市中央区海岸通り8	078 (333) 2810	J O M O
大阪アスファルト株式会社	(531) 大阪市北区中津1-11-11	06 (372) 0031	出 光
木曾通産株式会社大阪支店	(530) 大阪市北区西天満3-4-5	06 (364) 7212	コ ス モ
共 和 産 業 株 式 会 社	(700) 岡山市富田町2-10-4	0862 (33) 1500	J O M O
コスモアスファルト (株) 大阪支店	(550) 大阪市西区西本町2-5-28	06 (538) 2731	コ ス モ
コスモアスファルト (株) 広島支店	(730) 広島市中区銀山町3-1	0822 (44) 6262	コ ス モ
三 徳 商 事 株 式 会 社	(532) 大阪市淀川区新高4-1-3	06 (394) 1551	昭 和 シ ェ ル
昭 和 瀝 青 工 業 株 式 会 社	(670) 姫路市北条口4-26	0792 (26) 2611	J O M O
信 和 興 業 株 式 会 社	(700) 岡山市西古松363-4	0862 (41) 3691	三 石
スーパーストロングインターナショナル (株)	(532) 大阪市淀川区西中島2-11-30	06 (303) 5510	昭 和 シ ェ ル
正 興 産 業 株 式 会 社	(650) 神戸市中央区海岸通り6	078 (322) 3301	三 石
中国富士アスファルト株式会社	(711) 倉敷市児島味野浜の宮4051-12	0864 (73) 0350	富 士 興 産
千 代 田 瀝 青 株 式 会 社	(530) 大阪市北区東天満2-10-17	06 (358) 5531	三 石
ド ー 口 商 事 株 式 会 社	(542) 大阪市中央区東心斎橋筋1-3-11	06 (252) 5856	富 士 興 産
中西瀝青株式会社大阪営業所	(530) 大阪市北区西天満3-11-17	06 (316) 0312	日 石
株 式 会 社 ナ カ ム ラ	(670) 姫路市国府寺町72	0792 (85) 2551	J O M O
富士アスファルト販売株式会社	(550) 大阪市西区京町堀2-3-19	06 (441) 5195	富 士 興 産
富 士 商 株 式 会 社	(756) 小野田市稲荷町6539	0836 (83) 3210	昭 和 シ ェ ル
平 和 石 油 株 式 会 社	(530) 大阪市北区中之島3-6-32	06 (443) 2771	昭 和 シ ェ ル
株 式 会 社 松 宮 物 産	(522) 彦根市幸町32	0749 (23) 1608	昭 和 シ ェ ル

社団法人 日本アスファルト協会会員

社 名	住 所	電 話	
丸 和 鉱 油 株 式 会 社	(532) 大阪市淀川区塚本2-14-17	06 (301) 8073	コ ス モ
横田瀝青興業株式会社	(672) 姫路市飾磨区南細江995	0792 (33) 0555	J O M O
株 式 会 社 菱 芳 砵 産	(672-11) 姫路市広畑区西夢前台7-140	0792 (39) 1344	J O M O
● 四国・九州			
伊藤忠燃料株式会社九州支社	(812) 福岡市博多区博多駅前3-2-8	092 (471) 3851	J O M O
今 別 府 産 業 株 式 会 社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4111	J O M O
大分九石販売株式会社	(870) 大分市中央町1-1-3	0975 (34) 0468	九 石
株 式 会 社 カ ン ダ	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5111	昭和シェル
株 式 会 社 九 菱	(805) 北九州市八幡東区山王1-17-11	093 (661) 4868	三 石
コスモアスファルト(株)九州支店	(810) 福岡市中央区大名2-4-30	092 (771) 7436	コ ス モ
三 協 商 事 株 式 会 社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5131	富 士 興 産
サ ン ヨ ウ 株 式 会 社	(815) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7615	富 士 興 産
中西瀝青株式会社福岡営業所	(810) 福岡市中央区天神4-1-18	092 (771) 6881	日 石
株式会社南部商会福岡営業所	(810) 福岡市中央区天神3-4-8	092 (721) 4838	日 石
西 岡 商 事 株 式 会 社	(764) 仲多度郡多度津町家中3-1	0877 (33) 1001	三 石
畑 礦 油 株 式 会 社	(804) 北九州市戸畑区牧山新町1-40	093 (871) 3625	コ ス モ
平和石油株式会社高松支店	(760) 高松市番町5-6-26	0878 (31) 7255	昭和シェル
丸 菱 株 式 会 社	(812) 福岡市博多区博多駅前4-3-22	092 (431) 7561	昭和シェル

[賛助会員]

岡谷鋼機株式会社東京本店 (163-10) 新宿区西新宿3-7-1 03 (5323) 3202

編集顧問	編集委員
多田宏行	委 員 長 : 河 野 宏
藤井治芳	副 委 員 長 : 真 柴 和 昌
松野三朗	阿 部 忠 行 菅 野 善 朗
	田 井 文 夫 半 野 久 光
	荒 井 孝 雄 栗 谷 川 裕 造
	中 村 俊 行 姫 野 賢 治
	安 崎 裕 小 島 逸 平
	野 村 敏 明 室 賀 五 郎
	板 垣 和 芳 七 五 三 野 茂
	長 谷 川 宏 森 永 教 夫

アスファルト 第185号

平成7年10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1-21-8 TEL 03-3502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 廣業社

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

印刷所 アサヒビジネス株式会社

☎107 東京都港区赤坂1-9-13 TEL 03-5563-0123 (代)

Vol.38 No.185 OCTOBER 1995

Published by **THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION**