

アスファルト

第32巻 第163号 平成2年4月発行

163

特集・舗装技術に関する雑感・官公庁における舗装の研究活動

特集にあたって	姫野賢治	1	都市街路における舗装研究	小林一雄	29
舗装とのしがらみ	阿部忠行	2	～振動そして陥没～	近藤陽	31
舗装行脚と先達・畏友	阿部洋一	5	アスファルトに伴う私の回想	佐藤巖	33
舗装雑感	飯島尚	7	アスファルトとの付き合い	竹田敏恵	35
私の舗装経歴	飯田章夫	9	行政と研究	達下文一	37
舗装は“道路の顔”	飯野忠雄	12	都市道路に携わりながら	田中輝栄	39
技術分業	池田拓哉	14	私と舗装	戸田透	41
アスファルト舗装			三十年	野上幸治	42
思いつくまま	井阪清	15	私の舗装遍歴	八谷好高	45
理想と現実の狭間で	伊藤正秀	17	快適な空の旅をめざして	福手勤	47
「この道、28年」	内田喜太郎	19	舗装雑感	藤波督	49
現勢傍観	金田一夫	21	私の体験的舗装考	松浦信幸	51
寒冷地の舗装タイプ	久保宏	23	アスファルト舗装の調査研究	峰岸順一	53
記憶を頼りの放言	熊谷茂樹	25	舗装との出会い		
プラント、今昔	河野宏	27			
首都高速道路公団における 舗装の研究活動	小坂寛巳	28			

〈報文〉

東北地方における表層混合物の選定について
中国の舗装用アスファルト

小原 務・相場仁哉 55
沈 金安 61

〈工事事務所長シリーズ・その40〉

千葉の時代 時代への対応に感じるこのごろ

加島裕夫 67

〈用語の解説〉

フィラー

小島逸平 70

4大組成分 (Four Main Fractions)

高橋正明 71

〈新刊書紹介〉

鋼床版舗装の設計と施工

阿部忠行 73

総目次 第159～第162号 (平成元年度)

74

〈統計資料〉石油アスファルト需給統計資料

77

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

姫 野 賢 治

北海道大学工学部土木工学科助教授

舗装を含め、我々の属する建設界は、「官学民」とか「産学官」など、のように大きく3つに分けて考えられることがしばしばある。しかし3者の立場について、よく観察してみると面白い点に気付く。それは、大学関係者はその人の属する大学や内部での身分よりはむしろ研究業績や社会活動における実績などの個人の資質に重点が置かれ易いのに対し、官公庁や民間会社に勤務する人は逆に身分や肩書きが重要視され易いことである。たとえば、ある委員会の活動が長期にわたる場合、そこに所属する委員が転勤をしてしまうケースがしばしば見られるが、このとき、大学の人間の場合はよほど遠方へ転勤してしまわない限り肩書きが変わったまま引き続き委員として留まるが、官公庁や民間会社の人間はその委員をやめ、職場での後任者が新しく委員をも引き継ぐ場合が多いように思われる。これを流体力学流に言えば、前者は粒子1つ1つの動きに着目するラグランジュ的な見方であり、後者は粒子の出入りする固定した空間に着目するオイラー的な見方と言えようか。

ところが、話しを舗装界に限定すれば、スタッフが少ないこともあって結束が強く、立場の違いによらずに全般的にどちらかと言うと個人そのものに焦点があてられる傾向が強いように思われる。とはいいながらも、各個人がどのような経歴をもち、今何を考えているかというような個人情報になるとその人にお会いして直接お話を伺う機会を利用する以外にほとんど知るすべがなく、各種雑誌などでの特集記事なども組織そのものに焦点をあてた研究室紹介のようなものが中心で、多くの人が物足りなさを感じているのではあるまいか。

たまたま、アスファルト誌160号で、大学関係者の個人の活動に焦点をあてた特集を組んだところ、多数の興味深い原稿が集まり、期待した以上に好評であったこともあり、今回は官公庁に属する舗装関係者にも同様な執筆依頼を行う運びとなった。組織の立場ではなく、あくまで個人の考えを中心にまとめて頂くようお願いをしたので、今までにあまり耳にすることのなかった本音が随所に見られ、大変読みごたえのある特集になったものと思う。これが好評であれば、「学官民」のバランスから見ても近いうちに「民」の方々の本音もこの場で拝読できるのではないかと期待している次第である。

舗装とのしがらみ

阿 部 忠 行

あべ ただゆき
東京都土木技術研究所技術
部主任研究員。昭和41年室
蘭工業大学土木工学科卒。
勤務先：〒108 港区港南1-
1-18
☎03-471-6141



1. 夢よさらば

ある酒席でのこと、北海道室蘭港に架かる「白鳥大橋」の建設が着々と進んでいることが話題となった。それは、自分の卒論のテーマであり、その実現に何らかの形で一役買っているのだと、躍起になって口角泡を飛ばしている自分に気がついて、ほろ苦くも甘味な過去へのノスタルジアに浸ってしまった。長大橋梁の建設を夢見て土木工学科を選んだ、その夢は、就職先最初の人事配置ですっ飛んでしまった。与えられた担当部署は、道路の設計係であった。入都した翌年の昭和42年はアスファルト舗装要綱の構造設計方法が現行のCBR-T_A法へ大きく転換した時であった。新設計方法を理解するために、参考書などを読みあさった。そのなかでも、アスファルト混合物の物性がどうもよく理解できなかった。まわりの先輩たちをみても同様な気配であった。その時、耳に残っていたのが、学生時代に当時新進気鋭の先生（室蘭工大の新田登教授）がアスファルトの挙動をレオロジーで説明して下さったことであった。

2. 井の中で

道路技術者へ化学の分野といえるアスファルトの物性について説明し得る橋渡し役の必要性を痛感した。そのことと同時に自分にとってももう少し勉強が必要であると考え研究所へ転勤した。まさに、研修のつもりであったのだろう。ただ、ここでもまた、アスファルト混合物とは異なるコンクリートを扱う研究室へ配属された。そこで始めたのが路盤に使用するセメント処理混合物の研究である。セメント量を増やし強度増加を計るとともに、如何に乾燥収縮ひび割れを生じさせないかの検討であった。当時、新しく開発された膨張剤を混入することによって初期の乾燥収縮を低減させる配合を開発した。その研究成果は、高強度セメント処理混合物として現在の転圧コンクリートに先駆けたものと自負している。

次に、手がけたのが都内の幹線街路舗装の見直しで

あった。東京都内の道路はそのほとんどが都市施設として位置づけられるもので、一般の道路舗装とはその供用目的や利用形態が異なるため、都市街路として独自の視点から考えるという研究テーマであった。特にその中でも当時、騒音、振動など種々の問題を抱えていた環状7号線を主対象として、上司であった達下氏の下に様々の検討を行った。その中で、舗装構造の検討を担当させてもらった。在来舗装を掘り起こしてCBR試験や平板載荷試験によって舗装体や路床の健康診断にあげくれた。環状7号線は都内でも有数な幹線街路であり昼間は交通規制ができないため、このような調査は全て夜間に行った。昼間はこれらの解析を日常業務として行い、夜間作業を続ける毎日であったが、若い体には苦痛などは感じず、かなり充実した日々であった。

その結果、粒状材路盤や路床の破壊などは見られず、アスファルト混合物層の流動によるわだち掘れや、アスファルト混合物層が薄いためセメント処理混合物層のひび割れに起因するリフレクションクラックが主な破壊形態であることが判った。

構造解析には、弾性理論を用いて行っていたが、その解析範囲は2層あるいは簡易法による多層構造の解析であった。そのうちに、多層弾性論のプログラムであるBISARが出現し、電算機の使用への傾倒とあいまって、想定しうる条件全てについて計算を行い舗装各層の挙動を定量的に把握するように努めた。しかし、これらの計算に当たって必要な入力定数が現実の物性と大きく乖離してしまう危険性を感じた。たとえば、表面たわみ量に整合するように入力定数を変化させていくうちに弾性係数が10⁴オーダーの粒状材が出現したりする。また、路床土の弾性係数を求めるのに一般には、100×CBRを用いていたが、これにも疑問を感じた。そのため、CBRの数値解析を行うことを試みたが、載荷条件が剛板荷重であり在来のプログラムが利用できなかったため、かなりの時間を費やしてFEMプログラムを作成した。そのプログラムによる解

析結果と土質実験によって求めた両者の関係は、 $E = 10 \times CBR$ に近いものであった。

構造解析とともに、舗装路面の供用性に関する調査研究を手がけていた。とくに、AASHTOが採用した路面性状と利用者の評価を定量的に表示したPSIの人間の意識と路面の物理特性との関係を定量的に導く数量化理論の適用に共感を覚えた。街路には街路特有の評価指数が必要であるという前提に立ち、一対比較法を用いて総合評価式なるものを開発したが、まだ完成には到っていない。

3. 舗装を学ぶ

このようにして、いつの間にか^{よわい}30半ばとなってしまった。この頃、舗装の世界を垣間見るのは、雑誌や学会での発表論文等でしかなかった。何となく、手持ち無沙汰というか、自分の意見を世に聞きたい気持ちが強くなっていた。

こんな気持ちを察していただいたのか、井の中の蛙に見兼ねられたのか、達下氏の尽力によって日大の阿部頼政先生のもとへ派遣研究生となる機会を得た。

ここから、自分と舗装へのしがらみが始まったような気がする。

先生のところでは、何を教わるとのこともなく、日が一机に向かい舗装に関する論文類を眺めていた。そのほとんどが英文でありうつらうつらするにはもってこいであった。

硝子窓越しに、喧騒の巷を眺めている感じであった。先生のところには数多くの来客があったが、その中で何となく目についた人がいた。自分とは異種の人種の臭いがしたのであろう。その方が、アスファルト協会の櫛島さんであった。アスファルト協会との繋がりができたのもこの頃からである。阿部先生が主催されておられた「アス協勉強会」に参加させていただき、いろいろな方と交流することができた。

勉強会の中でも石油会社に努めておられる方々の話題について行くのに四苦八苦したのを思い出す。

この勉強会には、多くの方が通り過ぎていかれ、10年余り優に100回を越したが、私自身は全回出席ということでその任を果たさせていただいた。現在は、すでに私も一人の過客となっている。この勉強会では、主に構造設計について国際会議の論文等を通じて勉強した。舗装管理システムについての議論も楽しいものであった。さらに有意義であったのは、この会の帰りは必ず先生との話し合いがあり、いろいろな話題を酒の

肴に教えを戴いたことである。

また、アスファルト誌に投稿という形で多くの文章を書かせていただいた。しかし、ここでも事前に阿部先生の赤字が数多くあったればこそ、それほど恥をかかずに済んだものと思っている。

このように、阿部先生を通じて多くの方と知り合えたのは一生の財産と感謝している。

4. 舗装界へデビュー

そんな折り、当時建設省におられた南雲さんから山海堂から出版される「舗装設計法」の執筆を誘われた。自分の力では到底無理とは思いながら、それまで学んできたことと、自分なりの意見をまとめてみたい気持ちに引かれてお引き受けした。南雲さんを主査として、建設省の安崎さんと道路公団の飯田さんと、数多くの打合せを通じいろいろ勉強ができたことは非常に有意義であった。

また、アスファルト協会や道路協会の各種委員会での舗装関係者との話し合いの機会を持てたことも大きな財産となっている。

アスファルト協会の「セミプローンアスファルトの開発」に関する委員会で学んだことも忘れがたいことであった。多田委員長を初め委員全員が夜を徹して議論を重ねたのと同時に、試験舗装箇所を行脚し、その結果を真剣に整理解析して、セミプローンアスファルトが開発された。そこで実施されたことは、舗装におけるプロジェクトのあるべき姿と考えている。今後も新技術の開発に当たっては、このようなプロジェクトが組織されることを心底より願っている。

道路協会においては、アスファルト舗装要綱の英語版の改訂や63年版の作成に携わることができた。とくに、63年版の作成作業は、藤井小委員長の下に多くの委員の意見や全国の舗装関係者の意見を如何に実現するかであったが、要綱の見直しの難しさを痛感させられた。その文章一つ一つに舗装関係者の息遣いが感じられ、そのしがらみを解きほぐすのは並大抵のことではなかった。しかし、技術の進歩が早いのか、関係者一同が3年間心血を注いで作り上げた要綱も、すでに改訂作業に掛かっている。自分も幹事の一人として、平成4年度の発刊を目指して現在も日夜奮闘中である。

5. 漂いながら

以上、自分と舗装と関わり、いわば、舗装とのしがらみについて述べてきたが、どの時代を振り返っても、

常に人の御世話になっていることが否定できないのが事実である。ここまできたら、今後も人と人とのしがらみのあいだを漂う木の葉でもよいから、大海に出るまでしぶとく漂い続けるつもりである。

補 遺

ここで、現在進めている舗装関係の調査研究内容について多少なりともご紹介する。現在、自分に課せられた調査研究テーマは、『土木構造物の耐久性向上とその評価手法の確立』及び『新材料や新工法の開発』である。この範囲の中で、舗装に関するテーマは次のとおりである。

① 交通荷重の質的な把握とそれに対する構造物の応答に関する調査研究

舗装構造の設計において大型車交通量を設計定数としているが、舗装の応答に関与するのは各々の輪荷重である。大型車一台当たりの輪荷重の実態は、路線によってかなりの相違がある。舗装のライフサイクルを的確に把握するためにも個々の車両の輪荷重を定量的に掴むことが不可欠である。ここでは、可搬式の軸重計を用いて各路線ごとの輪荷重分布を

計測するとともに、破壊係数の検討を行っている。

② 耐久性の高い橋面舗装材料の開発に関する調査研究

橋面舗装は、橋梁工事の一貫として施工されることが多く、その特殊性とあいまって早期に破損する事例が多い。鋼床版舗装で鋼床版の汚れに起因するブリストリング、コンクリート床版では、防水層の設置と浸透水の排水に関する未処理から、剝離による破損などが上げられる。都が管理する全橋の路面性状の実態を把握するとともに、その破損形態の整理分類、原因究明とともにその対応策に関する調査研究を行っている。

③ 舗装の合理的な維持管理システム

限られた予算を有効に活用し、常に一定以上の水準に道路舗装を確保するためには、システムティックな維持管理が必要である。さらに重要なことは、うわべだけのシステム作りに陥らないように留意することが肝要である。ここでは、管理を手がける人達が理解し、かつ舗装の挙動特性を十分考慮した舗装管理システム作りに取り組んでいる。

☆

☆

☆

☆

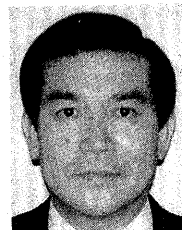
☆

☆

舗装行脚と先達・畏友

阿部 洋一

あべ よういち
新東京国際空港公団空港計
画室調査役。工博、昭和42年
北海道大学大学院工学研究
科修士課程終了。
勤務先：〒107 中央区日本
橋本町2-7-1 ☎03-639-6152



§ そもそも

大学の研究室はアスファルトの紫煙立籠め、熱気と相俟った匂いは釜場のようなだった。床や作業台は云うに及ばず、柱、手すり、機器を覆うビニールカバーさえ、白ずんだ黒がこびりついてた。

グースのクッカーはガリガリ石を噛んで飽かず回転し、周囲を弥が上に加熱し続けた。マーシャルランマは鍛冶屋に通じる音を発し、時折、四塩化炭素が鋭く鼻を襲った。

カーキ色にサイケな黒を浮かべた作業服の学生が数人、作業台のガスコンロに対峙し、黒茶けた軍手のみが動いている。天津甘栗屋よろしく支那鍋の中の合材を掻き混ぜては、乾燥炉で熱々になった石粉塗りの型枠に詰めて行く。

キーンという金属音が積った雪の向うです。ダイヤモンドカッターが朝から、ホイールトラックを終えた供試体を切刻んでいるんだ。

床の上に腰を下し、氷水の中に手を突込んでゲージを読んでもる奴が居る。温度膨張をやっている男の投げ出した靴の底にも、団子になったモルタルがへばりついている。

回想の中の研究室はこういったものだった。
板倉忠三、菅原照雄両先生が指導教官だった。

私のアスファルトとの出逢いは、昭和38年夏に行った学生実習に遡る。名神高速道路の関ヶ原工区を担当した民間企業が実習先で、小西行長が陣を構えた烏頭坂に建つアスファルトプラントに配属になる。プラントに隣接する試験室で、真新しい機器の全てを用いた試験屋稼業が始まったのである。

埃っぽい試験室で、唯一頼りにしたのは雑誌アスファルトで、紐で括られた薄手で派手な表紙の小冊子はハンディだった。Noは10代か20代だったように思う。

中でも、世紀建設の佐藤正八、工藤忠夫両氏が執筆されていた Introduction to Asphalt、シェル石油の C. D.ハリス氏の書かれた連載物は、何度も読んで実地に使わせて頂いた。現場の故 S 所長、主任の K 氏、I

氏等の公私に亘る薫陶と、技術屋としての姿勢は、以後私の舗装屋としての道を決定づけたことになる。

学部では、フィラーやカオリン粘土の Dry compaction による Void 測定を行い、合材やトリニダッドエビューレとの因果関係を噛った。大学院では高速曲げ試験を勉強させて頂いた。両先生、三人の助手各位、同輩、特に後輩諸君に多大の借りを作り、学校を追われる。

§ あのと き

昭和42年に空港公団に就職し、大感激したのは G.M. Dormon 氏と面談した時である。東京プリンスホテルで開かれた世界道路会議に出席された彼と、恩師を介し勤務先の理事のカバン持ちとして同席した。

シェル石油研究所の PEATTIE, HEUKELOM, KLOMP 各氏と共に著名な彼とは論文以外に知る由もなく、長時間に亘って空港の舗装設計についての意見を傍聴する。ズバッと下す結論の数々に、頭の構造の違いを痛感したが、目から鱗が落ちる思いで興奮したのも覚えている。

時を同じくして、空港公団の委託による空港舗装研究委員会(土木学会)、空港土質土工委員会(土質工学会)が発足する。私は事務局側として、主として前者の部会、分科会活動の全てに出席、参加の機会を頂くことになる。

この後、空港舗装機械化施工委員会(日本機械化協会)も発足し、これへの参加の機会も頂く。

これらの委員会活動は膨大な量の成果物を生み、これに精通し、実設計、施工の中にこれら成果を具現化することが、私共の業務の中心をなすことになる。

この一環として昭和43年度には、成田空港の舗装構造に関し、運輸省港湾技術研究所と空港公団の間で共同研究がスタートし、私も主任技術者としてこれに参加する。内容は成田空港(I期)の滑走路、誘導路、エプロン舗装の候補断面を、120m²のテストピット内に路床を含めて再現し、静載荷を中心とする各種の実験研究を実施することであった。結果として、この時の

断面が実際の施設に採用されたのである。

各種の委員会を通じ、我が国にほとんど蓄積がなかった空港舗装技術はその体裁を少しずつ整えていった。

若輩で多感な私も多忙を極め、学会業務、試験工事の発注、空港建設予定地土質調査、共同実験研究、そして大事なデートも加わって、東京、神奈川、千葉を体力だけを武器に走り廻っていた。

これらの活動を通じて知己を得た先達、畏友の方々とはいまでも親しくお付き合いを頂いている。

それにつけても、〇〇建設史などという代物は建設の過程における計画から設計・施工まで、人との交り、人の介在によって築かれていくことを改めて思うことである。各過程が年を追ってひとりでの進行するかの如き記述は、主役不在の隙間をミステリーとして残すだけだ。浮びくる懐しい顔、顔、顔が事績の後ろに必ず存在したはずだ。その意味で建設史はもっと人間臭い記述を必要とする。

§ 建設の最中で

昭和45年に成田空港の滑走路、誘導路の本格的な工事が始まり、これら舗装の動態観測調査を実施する。各種の計器を埋設し、航空機の飛来時に備えて、地下観測室も滑走路脇に3部屋建設する。

開港前は大型航空機の脚荷重を有する荷重車（運輸省港研所有）で、開港後は実機による舗装の応答データを集録、解析した。動的応答はオッシロペーパーで検出したが、測定の時随所で、訪づれた見学者には後日泣かされた。焚かれたフラッシュに現象が感光蒸発したのである。これらの調査にはKコンサル、E測定会社の諸君や公団の土木職員が大勢参加して、シフト勤務で対応した。

この時期には丁度、公団の試験室も操業を開始し、施工管理、検査試験のデータ集録・解析や試験を担当した。試験室員として、道路建設業協会から3～4名の応援を頂き、学生時代の汗まみれの再現となる。ダイナフレクトの購入もこの時で、試験室のロールスロイスは別格扱いを受けた。試験室にはシャワーと風呂を完備し、勤務中といえど、これら施設の利用は認められていた。室員は全員、いつもツルンとした顔をしていたような気がする。そんな時、交差点赤信号で停止していた私の車は、脇見運転のトラックにおカマをほられて、歩道の電柱をかけ昇って止まった。東京に通院し、連日首を吊っていたら、航空局勤務を命じられ、文字通り舗装屋に首になった。以降数年間、技術

基準の体系整備とか海外技術協力の仕事、そして空港の計画業務に従事することになり、舗装の仕事から遠ざかることになる。

§ そして再び

昭和56年、滑走路の全面改修計画の実施を機に、又々舗装屋に復帰する。

昭和58年には第II期舗装の基本設計の指針を頂くため、再度土木学会への研究委託をお願いすることになり、懐しい先達・畏友の方々ととの再会を果たす。

この研究の中には、成田空港の建設以来10年余を経過した第I期舗装の評価を踏まえた、わが国空港舗装の技術蓄積も蔵していた。昭和42年の文献調査から始まった空港舗装の研究は、その成果を施工に結びつけ、今また供用実績と様々な外観を呈して、評価されることになったのである。

昭和60年には研究成果が報告書としてまとめられ、これを受けて直ちに空港の誘導路建設予定地に、約1万㎡の試験舗装を実施することになる。

アスファルト試験舗装の特徴は、下層に剛性の高い安定処理材を用いるサンドイッチ構造の解析を主とする。コンクリート舗装は連続鉄筋コンクリートの構造解析を主体とし、2つの室内実験とセットになっている。

特に、コンクリート舗装の一連の実験では、鉄筋位置、鉄筋量等の断面諸元、鉄筋とコンクリートの付着特性、ならびに温度変化を検討要素とした。そして、これら要素を配慮した鉄筋応力度、ひび割れ幅の厚さ方向分布、ひび割れ間隔等を求めるひび割れ制御設計式を導くことができた。

試験舗装の成果は即実施設計へと反映され、工事実施へとつながったのである。

§ 邂逅そしてゆらぎ

私の舗装屋稼業を通じて、教えを受けた多くの先生方、技術者の方々がいらっしゃる。全く仕事は人であり、人との邂逅なくして仕事も人生も豊かなものに決してなりえないことを再認識する。

先達・畏友に心から感謝せずにはいられない。舗装行脚は楽しい。それにも増して畏友は何物にもかえがたい宝である。

最近、コンクリート舗装のことを色々勉強してきて、その魅力の一端をのぞき見した。この白い恋人の出現で、旧知の黒い恋人への心がゆらいでいる。硬い鮫肌が漆黒のスベスベに優ろうとしているのだ。

舗 装 雑 感

飯 島 尚

いいじま たかし
建設省土木研究所企画部先端技術開発研究官。昭和39年北海道大学工学部土木工学科卒。
勤務先：〒350 茨城県つくば市旭1 ☎0298-64-2211



ドイツの思い出

昭和40年に土木研究所舗装研究室に転勤になりました。それまで橋梁の現場にいたことから、最初は大部分とまどいでしたが、コンクリート舗装を担当せよというこどとなり、ややホットしました。現場では測量から始まって橋梁下部や床版コンクリート打設に当っての配合設計やミキサー管理、桁の塗装管理まですべての工程を一人で担当していましたのでコンクリートには違和感はありませんでした。何しろ当時の北海道の山奥の現場は半分直営工事のような状態でありましたから。

昭和49年まで舗装研究室にいましたが、その間43年から1年3ヶ月にわたり、西ドイツ連邦道路研究所へ在外研究員として留学する機会を与えられました。研究所ではコンクリート試験舗装や路床路盤の試験の現地観測に同僚のフェルナー氏とアウトバーンの現場を点々とししました。彼等の仕事の進め方の着実堅固なことには大変感心しましたが、特に基本を忠実に守るということには非常に教えられるものがありました。

ある日、観測データの分析のために簡単な微分方程式を考え、それを解くことになりました。私は日本から持参の数学公式集を見ながら、似たような式を考え、すぐに解いたのですが、フェルナーはウンウンいいながら、何も見ずに一所懸命考えているのです。最後には同じような式、同じような分析結果になったのですが、その間の思考過程やデータ分析は「なる程、これがドイツ人か」と思わせるものがありました。つまり、基本に立ちかえり自分で式を考え、一步一步データを当てはめ、納得が行くとやっと次へ進むというやり方なのです。結果は同じでも、その間の思考過程と、広範囲なデータ分析から新たな概念と手法が生まれることとなる訳です。私の方法は手近なものを参考にすぐに借りものの答を出すという、悪くいえば「日本式拙速思考法」ということになるのでしょうか大いに反省させられました。

彼等のやり方は成程時間がかかり非能率的ですが、

最初から自分の力のみを頼りに徹底的に考えるということは新しい物事を生み出していく際には非常に重要であります。

一人一人が自分の考え方を持つ、つまり独創性の基礎ということなのでしょうが、このようなやり方に絶対の自信を持っているドイツ人を追いつくのは大変なことであると思ったものです。

20年後の今日ではすべてコンピュータに頼ることが多く、自分で式を考え、計算の過程を段階を追って自分で確かめ、結論の意味するところと現象との対比を自分でよく吟味することが少なくなっているのではないのでしょうか。

その他、今でも忘れ難いことの一つに景観や構造物と自然との美的調和への配慮が行き届いているということが挙げられます。

盛土や切土への表土（ムッターボーデン、母なる土壌とでもいうのでしょうか。土工に当り表土は一度取り除いて、必ず法面等に戻すこととなっている）の利用によって美しい植生を作り出すことや、街路舗石の美的配置、橋梁景観などすべてにわたり心にくいばかりの配慮がなされています。シュバルツバルトを始め国内のいたる所にある美しい森（これらもすべて人工林である）と高速道路のおりなす構造美には誰もが驚嘆の声をあげます。アウトバーンのパーキングに車を止め、木によじ登って写真をとったり、橋の下にもぐり込んだり、ファインダーをのぞいたまま、運転したり、今考えると大変危ないことをしたものです。最近では酸性雨の影響でドイツ各地の森が枯れ始めているという話であり、大変心が傷みます。

どこがどうと仲々表現しにくいのですが、全体として「ドイツ的表現」に満ちているといえます。現在の日本は20年前とは比較にならない程発展し、景観の向上も種々の分野でなされていますが、全体的な調和に欠けることが多く、また一人よがりの傾向も見受けられるようです。

世界一の経済大国になった今こそ、社会資本整備に

当り、「基本は何か」、そして世界に寄与するための「日本的表現とは何か」を問い直す時であると思うものです。

目標の明確化

54年から6年間再び舗装研究室に御世話になりました。アスファルトを中心に材料、設計、施工、維持管理の殆どの方野に関する研究に参画しておりました。

中でも、材料では主としてわだち掘れ対策のためのセミブローンアスファルトや、わだち掘れと摩耗の両方に効果のある材料開発として「筑波1号」の研究、転炉スラグの路盤やアスファルト混合物への利用、全国各地で実施している車輛重量調査や基準調査等の取りまとめ、リサイクリングに関する技術基準作成のための各種試験調査、道路管理の実態をふまえたマネジメントシステムの基礎となるMC I式の作成、コンクリート舗装要綱の改訂、橋面舗装の改善や歩きやすさ等のソフトを含めた歩道舗装の研究等幅広く取りくむことが出来ました。勿論、一人では出来る訳もなく、小島逸平主任研究員を中心に若い人達が一体となって、また、共同研究や協会活動を通して業界の皆様と一緒に研究を進めることが出来まして、誠に有難く感謝申し上げる次第です。

このような活動が続ける場合に、状況に応じて臨機応変に対応しなければならないことも多く、大変勉強になりました。

中でも、これは非常に重要だと考えておりましたのは、「目標を明確にする」ということでありました。多くの人が参画し長期間の活動が続ける場合には、常に「共通の目標」を確認することが必要ですが、個人のレベルでも全く同様であります。

土研が筑波に移転した当時は舗装研究室は勿論、全体の施設が未完成でありました。従って目標の第1は当初計画通りの施設を完成させるということでありまして、各種舗装試験装置や、舗装走行試験用荷重車、橋面舗装のための試験橋梁、プラント設置等々の予算化と製作でありました。幸いほぼ実現することが出来ました。これらの予算化については歴代部長に深く感謝するものであります。

目標の第2は舗装研究室の伝統である現地の試験舗

装に基づいた実証的な研究手法の継承、及び蓄積されたデータの整理分析でありました。これについては幕張試験舗装の解析のつめが不十分で心残りでありましたが、研究室では引き続き解析を続けて戴いているということで、心強く思っております。

目標の第3は人員が少なくなる中で多様化した研究課題に対応するために、地建との連携強化と共同研究の積極的な推進でありました。具体的には地建との摩耗に関する共通試験の実施や、鉄鋼スラグ、改質アスファルトの共同研究等でありました。

目標の第4は、道路の方野では橋梁、トンネル、土質等で日本がリードしつつ国際研究活動が活発に行なわれています。しかし、舗装の方野では必ずしも充分ではないように思われました。そこで国際化に対応して一つ位日本がリードする国際会議があっても良いと考え「日加寒冷地舗装会議、PICA」を提案致しました。幸い、本省、科技庁、外務省も賛成して戴き定期的に開催することが出来ました。今年秋札幌にて第4回の開催予定となっていることは誠に心強いものがあります。第1回をバンクーバー市で開催致しました時には全く西も東もわからず、正直いってうまくいくかどうか心細い思いでいっぱいでありました。

目標の第5は個人的なことになりますが、コンクリート舗装の研究を続け、供用性に関するいくつかのデータもありましたので、これをまとめて大学に提出したいと考えておりました。幸い論文は受理されましたが、ウェスターガードやトムリンソンの理論式を詳細に勉強する所まで行かなかったことを残念に思っております。その後、細々と古い文献を読んでいます。数学の力がなく大学の時の基礎数学や構造力学を再度勉強してからということであり、死ぬまでに間に合うかどうか心許無い状態です。

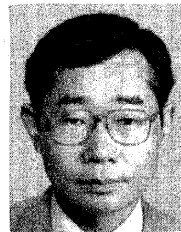
舗装雑感と称してドイツの思い出と、土研舗装研究室に御世話になった頃の出来事を綴って見ました。

思い出を述べるなど自分の役割ではないと考えていますが月日の経つのは早いもの、舗装とのかかわりを持ってから25年が過ぎました。

これからも初心忘れることなく生涯の仕事として舗装の勉強を続けて行きたいと考えております。

飯田 章 夫

いいだ あきお
日本道路公団東京第一建設局
建設第二工務第二課長・
MSCE。昭和46年京都大学土
木工学科卒。
勤務先：〒105 東京都港区
虎ノ門1-18-1。
☎03-502-7431内線330



私の舗装経歴

1. はじめに

「官公庁における舗装の研究活動」という題でのご依頼であるが、今の私は公団の舗装研究について言及できる立場にはなく、ご依頼の趣旨を満たすことは出来そうにない。しかし業務の一つとして舗装に関係したことはあり、その後も個人的なレベルで舗装を勉強してきた経緯もあるので、それをご披露することで、お役目を果たさせて頂くことにしたい。「官公庁」ならぬ「私の」という題の所以である。

2. 舗装との出会い

私は大学では土工計画を専攻していたので、舗装との出会いは道路公団に入社してからのことになる。

昭和46年4月に新入社員として配属されたのが今の東京第一建設局で、当時は東北自動車道の岩槻・宇都宮間の土工工事が最盛期であり、次の舗装工事にむけて舗装の骨材調査や詳細設計が行なわれていた。東名高速道路の工事が国際入札であったことに関係して当時の設計図面は英語で書かれており、新入社員の仕事は英語のチェックと骨材価格の一覧表作りであった。このようなことから私は舗装担当ということになった。たまたま舗装担当となったのであるからいい加減なものだが、出会いとはこのようなものなのだろう。

本社に資料室があることを知り、舗装用語のチェックのために、HRB(今のTRB)のレポートなどを借りる機会ができた。またその頃に山海堂の道路建設講座が出版されたので舗装の設計と施工の本を購入し、こうして休日には舗装の勉強をすることになった。道路工学の授業で舗装の概要は理解していたが、舗装の層構造解析などは初めて知る内容であり、舗装もなかなか面白いと思うようになった。

土工工事が竣功する前にブルーフローリングによる検査をするが、それも新入社員の仕事であった。たわみの原因を知るために、路床の不良箇所を掘削しては、請負人さんと原因を議論したものである。やがて路面を見ると不良箇所が想定できる位になり、この仕事は

次の新入社員に譲ることになった。

アスファルト表層工の施工が終るとすべり抵抗の測定を公団の測定車で行なうことになっている。これも私の担当になった。当時の測定車はトラックで、測定輪のブレーキを踏んで測定する方法であった。適切な水膜を確保するための散水が難しく散水車に乗ってバルブの開閉作業をしたり、測定値の解析をしたりしながら、すべり抵抗についての勉強をしたものである。

3. コンクリート舗装の工事

岩槻・宇都宮間の舗装はアスファルト舗装であったが、高速道路でもコンクリート舗装を施工したいという気持ちが当時の公団にはあり、紆余曲折を経て東北自動車道の矢板・白川間の約50kmがその候補となった。私は黒磯工事事務所に転勤させてもらい、初めての現場生活に入った。昭和48年の夏のことである。

高速道路での初めてのコンクリート舗装であったので、請負人さんも公団も人材を揃えてのスタートだった。目地の施工が意外に困難であったり、誰も想像できなかったことではあるがすべり抵抗の問題があったり、いろいろな経験ができた。その中で一番勉強になったのは追跡調査であった。目地の開きと気温の相関関係を調べたり、連続鉄筋コンクリート舗装の載荷試験をしたり、データを宿舎に持ち帰って徹夜で解析したこともあった。後に本を書く機会を与えられた折、この時のデータが非常に役立っている。

東北自動車道の次に中央自動車道でもコンクリート舗装を施工することになり、今度は諏訪工事事務所に転勤となった。ここでも同じような経験をするが、途中で英会話の研修に行くことになり、ここで舗装はしばし中断ということになる。

4. アメリカ留学

英会話研修の後、昭和53年の夏から2年間アメリカ留学を許され、それまでの経験から舗装を勉強することにした。願書には連続鉄筋コンクリート舗装の論文

を付けたのであるが、入学許可を得たインディアナ州のパデュー大学では瀝青材料研究室(Bituminous Lab)を勧められ、結局2年間はここに机をもらって住むことになった。

指導教官は瀝青材料で有名な Prof. Goetz と研究室の主任である Prof. Wood の二人と決まった。ほかに舗装工学の権威 Prof. Yoder を始め、コンクリート工学の Prof. Dolch や材料工学の Prof. Ting, 土質力学の Prof. Harr など、以前から HRB のレポートで知っていた著名な先生方にも親しくさせて頂くことができた。

研究室のプロジェクトの中にアスファルト舗装のリサイクリングに関するものがあり、私は研究助手としてその一つを担当することになった。既存混合物に再生添加剤を加えると一時的にアスファルトが軟化しすぎて混合物が流動する現象が見られることがある。これをクリープ試験によって長期的に観測し、そのメカニズムを探ろうというのがその内容であり、また修士論文のテーマともなった。まずクリープ試験の方法を確立し、その解析方法として粘弾性理論による Burgers モデルを適用し、そのパラメータの計算に非線形重回帰分析を用いた。

研究室の中では実験に用いた器具の洗浄は自分で行うことになっている。そのうちに、材料によって洗浄液の効果が異なり、ある種の乳剤を添加したアスファルトは洗浄が非常に困難であることに気がついた。このことはその材料が安定していることを意味している。このようなことを含めて、肌身で体験することが多くあった。

日本の大学を出て7年になり、この先どうなるかと懸念したが、研究助手という身分を与えられたことにより、コンピュータを自由に使うことができ、また工学部図書館の文献も十分活用することができた。授業も非常に体系が整えられていて効率がよく、充実した2年間であった。今多少なりとも舗装の勉強を個人的に継続できるのは、実にこの2年間の研究生活のお蔭である。

5. 設計要領の改定

昭和55年夏の帰国後、本社の道路技術課の舗装担当となった。ここでは設計要領の改定作業が行なわれており、舗装編と排水編の両方が担当となった。

この頃は設計交通量の少ない道路の舗装工事が始められた時で、当時の設計要領をそのまま適用すると舗

装厚を極めて薄くするような設計が出てくることがあった。また経費節減の観点から舗装はもっと薄くてよいという観念論が横行し、対応に苦慮したものである。要領の改定ではアスファルト安定処理路盤工の最小厚を規定し、また路床の CBR 値の決定方法を明確にし、極端な設計を排除するようにした。

この時期に公団ではアスファルト舗装の路上式リサイクリングの検討を始めており、海外技術導入の制度によってアメリカから技術者を招いたり、試験施工の計画とそのとりまとめにも参画することもできた。

6. 個人レベルでの舗装の勉強

昭和57年の秋に名古屋へ転勤し、道路計画の分野を担当することとなった。これ以降舗装に関係した業務につく機会はなく、専ら本業を遂行しながら休日に舗装の勉強をする生活になる。

この少し前から山海堂の道路実務講座の道路舗装の設計を執筆することになった。私は主としてコンクリート舗装の構造と配合の設計について執筆した。コンクリート舗装の設計体系は今では確固たるものとなっているが、これも100年の歴史の中で発展してきたものであり、また若い技術者の中には設計法が絶対不変と思っている者も少なからずいることに気が付き、設計法の変遷にも触れることにした。しかし実際には書き進むにつれて資料の乏しさに驚くことになった。職場の中にそのような参考資料がある訳では無く、本社や道路協会の資料室へ行ったり、土木学会や古本屋を巡っては文献を探したものである。例えばウエスタガードの式がどのようにして誘導されたのか、これはいまだに解らないでいる。最近の流行である有限要素法なども扱いたいテーマではあった。しかし研究者ではない私には無理なテーマであり、諦めざるを得なかった。実務に限った内容ではあるが、コンクリート舗装の設計体系を私なりにまとめる機会を与えて頂いたのは、大変有難いことだったと感謝している。

昭和61年の夏に東京へ戻ってきた。交通量推計と工務の本業のかたわら、2年前まではアスファルト協会の阿部頼政先生を中心とする勉強会に参加させて頂いた。定例会では毎月の情報を提出する義務があったので、アメリカから送られてくる情報にはよく目を通したものである。

現在はいくつかの協会の舗装委員会に出席しており、文献の翻訳などが主な勉強の種になっている。今も TRB と ASTM の会員であり、舗装関係の情報の収集は継続

している。しかし休日を主とした勉強であるからたいしたことは出来ないでいる。コンクリート舗装の構造解析や粘弾性理論の研究など勉強してみたいテーマは多いが、しかしやはり個人レベルではいかんともしがたいのが実態ではある。

道路公団に入社して19年になろうとしている。今思い返してみると、最初の10年余りはほとんどが舗装の関係の仕事に就かせてもらったことになる。これ位の長期にわたって舗装を専門にした公団職員はそう多くは無いはずである。特に私の年代以降では、非常に少ない。業務量の増大に伴い特定の分野に限定することは出来なくなったからではあるが、後輩を育てていないのではないかとこの叱咤の声が聞こえてきそうである。辛うじて、初級技術者を対象とした研修で教訓めいた話をして、その責任を逃れようとしているばかりである。

7. 今後の方向

個人レベルの話に終始したが、最後に公団の舗装技術の今後進む方向について、私の思っていることを述べさせて頂きたい。

公団で建設した高速自動車国道は既に4,600kmになっている。初期の頃は日本列島の背骨にあたる縦貫道路を建設し、今は肋骨にあたる横断道路、開通後20年を越える縦貫道路の改築、大都市圏の環状道路、の三つが当公団における高速道路建設の主な流れとなっている。これらの道路の舗装の設計はどうあるべきかを考えるのが、公団の舗装技術者に課せられた任務であろう。

☆

う。

初期に建設された道路では、AASHO 設計法を適用することができた。しかしその後の新規路線は全国に展開していき、地理的には北は旭川から南は沖縄まで、日交通量は12万台を越える路線からたかだか数百台という路線まで、その性格は多種多様化してきている。これらの路線の舗装設計も従来の AASHO 設計法を拡大したもので対応してきたが、いわば外挿によって対応してきたと言える。実際に開通して数年を経えみると、寒冷地の温度ひび割れや交通量僅少区間では縦ひび割れが発生し、また冬季の摩耗や夏季の流動わだちなど、多様な形態の損傷が発生している。

これから行うべきことは、舗装の損傷の原因を知り、路線の性格に合った舗装を設計する手法を確立することであろう。このような設計法にはコンクリート舗装とアスファルト舗装、あるいはコンポジット舗装のいずれの構造も含まれるべきであり、またライフサイクルコスト分析などの経済分析手法も取入れるべきと考えられる。

高規格幹線速道路には14,000kmの計画があるし、また既に開通している区間でも改築や舗装の補修は永遠に繰り返されるのである。道路の設計速度は現在では120km/hが最高であるが、いずれはもっと大きな設計速度を要求される可能性もあろう。このような条件に対応して行くためにも、見通しを立てて研究を進めていくべきであろう。私も個人レベルながら何かのお役に立ちたいと願っている。

☆

☆

☆

☆

☆

舗装は“道路の顔”

飯 野 忠 雄

いいの ただお
首都高速道路公団湾岸線建設局長。昭和35年北海道大学工学部土木工学科卒。
勤務先：〒105 港区海岸1-9-18
☎03-437-1021



最近、舗装は道路の顔ではないかと思うようになってきている。疲れた人の顔、病気の人の顔……、顔を見ればその人の健康状態がある程度はわかるものである。道路も同じように思う。新しく開通される道路はすべてが新しく、きれいで、そこに未来の希望が満ち満ちているようにみえる。生まれたばかりの赤ちゃんのように……。古い道路でも舗装の補修直後は生き返ったようにみえる。これからは舗装が道路の顔として益々重要な役目を果たすことになるだろう。

首都高速道路のように、ほとんどが高架橋（総延長の約86%）の連続する道路では、舗装の顔としての役割は大きい。防音壁で囲まれている区間では、ドライバーへの印象が強い。たとえ構造物の管理が十分であっても、舗装がみすばらしいと健康体に見えない。打換えたばかりのアスファルト舗装は美しく、安心して走れる。注意してみると音も静かである。快適なドライブが楽しめるはずである（渋滞時は別として）。首都高速道路の表層には粗粒度ギャップアスコンが採用されており、雨天時にも水膜による反射がなく走り易い。新しい舗装のうちのこのような能力をもつ表面は、まさに頼りになる男の顔という感じである。

私の舗装に対する考え方は、過去いろいろ変わってきた。大学時代の卒論では、北大の菅原先生の御指導のもとに、主として原油産地の違いによるアスファルト混合物への影響について勉強し、ある程度はアスファルト舗装に関する知識をもって卒業した。

公団に入ってから最初の課題は、高架橋のコンクリート床版上のアスファルト舗装厚が5cmでよい（当時の設計舗装厚は5cmであった）、鋼床版舗装（昭和37年12月の最初の開通区間の日の出橋）をどうするかであった。

厚さについては2つの問題があった。一つは当時は高架橋というより橋という発想から設計キャンバーが大きめにとっており、高架橋としてみた場合、各桁のスパン中央が凸状になっていたことである。この結果支点上で5cmの舗装厚とすると、スパン中央の舗装が

ゼロになってしまうところも生じる。2つめは床版の表面仕上げが技術的に劣っていたため、凹凸がひどかった。縦断の修正等により、ある程度は舗装厚を確保できたが、今の重交通だったら大変だったと思う。その後は委員会（委員長、当時建設省土木研究所道路部長、竹下春見氏）を設け、多くの方々にお集まりいただいて種々審議の結果、時速60kmで建設され、重交通の予想される有料の高速道路で、しかも橋梁の連続するところではとくに耐久性、耐摩耗性、振動に対する抵抗性などから、舗装厚を大きくすることが望ましいということになり、舗装厚8cm（基層5cm、表層3cm）と決定された。表層3cmが密粒アスコン、基層5cmが粗粒アスコンであった。このときの問題点はむしろ舗装厚5cmで設計された区間をどうするかであった。床版の凹凸も考慮に入れると5cm以下の厚さのところもあるわけで、どうしたら重交通に耐える舗装が施工できるかが問題であった。検討の結果、港区芝汐留から芝海岸通り4丁目の間、約2kmは修正トベカ2.5cmのレベリング層の上に表層としてグースアスファルト2.5cmの舗装構造となった。その後種々の舗装が試みられたが、“道路の顔”というより、どうしたら少しでも長くもたすことができるかの連続であった。

当初開通した区間に鋼床版橋があった。当時考えられる7種類の舗装構造について、振動試験等の試験を行った結果では、下層グースアスファルト、上層アスコンの組合せが最も適しているようであり、下層グースアスファルトは2層にした方がよいとの結論であった。前述の舗装厚5cm区間の中にあるので、表層もグースアスファルトということになり、結局グースアスファルト3層の舗装構造となった。この舗装は桁ウェブ上のひびわれも発生せず、かなり耐久性があった。しかし当時は流動わだち掘れに対しての検討をしていなかったため、その後の重交通による流動の方が問題となった。夏をこえる毎に真っ直ぐだったレーンマークが蛇行してしまうような状況が続いた。これも“道路の顔”としてどうかという気がする。

オリンピック後、暫くの間、首都高速道路は渋滞のない、スピードの出せる時期が続いた。この時期、問題となったのが「すべり」であった。首都高速道路は市街地の公共用地を最大限活用して建設されたため、曲線部分や勾配の急な部分が多い。個人でも車を持てるようになり始め、不慣れのためかスピードオーバーによる事故が多かったように思う。この頃の数年間はすべり抵抗のある舗装に関する検討が続いた。検討内容は首都高速1、2、4号線のいろいろな舗装について、また、1号線の試験舗装区間（葛生硬質石灰岩、中津雑岩、中津雑岩+シノパールの3種類の骨材を使用して各々開粒アスコン、密粒アスコンを30mづつ施工）及びこの試験舗装区間の路面に埋めこんだ供試体（鋼製の型枠に骨材及び混合材を埋め込んだもの）について、約1.5年間、すべり抵抗の変化等を測定した。この頃の基準ではすべり止め舗装として開粒アスコンを用いることになっていたが、すべり抵抗値に優位性があまりなかったこと、損傷が早かったことから、首都高速6、7号線以後は使用されていない。

すべり易くなった路面の補修として、表面のすべり止め処理が昭和40年代後半には行われている。主としてエポキシ樹脂を接着剤としてエメリーを接着させ、すべり抵抗を大きくするものであり、明らかに効果がある。しかし耐久性に難があり、積雪等の条件によって違うが、2年程度しかもたない。はがれを生じた路面の表情はいただけない。最近ではほとんど使用されていない。グルーピングも試験的に実施したが、重交通では長持ちしない。

昭和50年頃から、損傷の形態がまったく変わってきて、流動によるわだち掘れが問題となってきた。重交通と渋滞がひどくなり、それまでの密粒アスコンでは流動わだち掘れに抵抗できなくなってきたためである。昭和49～53年度の舗装打換え原因の80%以上がわだち掘れによるものである。この頃からわだち掘れ対策が最大の課題となってきた。とくに7号線上りの両国インターを頭とする満積トラックの渋滞では、2年程度もたせるのがやっという時期もあった。

交通量の増大と共に、より耐久性のある舗装が強く望まれるようになった。夜間の補修工事方法の改善と同時に回数も減らす必要があった。とくにわだち掘れの生じ難い混合物はないものか、という目的のもとに

昭和47年の室内実験から研究を始め、首都高速4、7号線で試験舗装を実施した。配合、バインダーのいろいろの組合せで実施したが、そのほとんどが多少の差はあってもわだち掘れが生じ、首都高速の重交通の過酷さを改めて痛感したものである。首都高速の重交通、渋滞に対して、わだち掘れの生じにくいアスファルト舗装があるだろうか……、アスファルト舗装以外では……、あれこれ考えての数年であった。

昭和51年度に「高架橋等の舗装に関する調査研究委員会（委員長、当時国土庁計画調整局調整課長、多田宏行氏）」が発足し、本格的に首都高速道路の舗装の研究に取り組むこととなった。昭和53年度の舗装設計施工基準改訂の結果、粗粒度ギャップアスコンを表層に採用することとなり、流動わだち掘れによる損傷は減少してきている。

この委員会は現在も継続しており、委員長も藤井治芳氏（現、建設省中部地建局長）に引き継がれ、多くの成果を挙げてきている。たとえば、トータルコスト、外的条件、管理システム、基準改定等である。

トータルコストとしては、単にイニシャルコストとランニングコストとの和だけでなく、舗装補修工事が及ぼす社会的・経済的影響についてまで進めて評価する必要があること。

外的条件としては、号線毎、場所毎によってわだち掘れの進行が異なることから適材適所を目指して研究を進めている。

管理システムは、舗装補修の実体、管理水準の考え方等について研究を続けている。

一つの結果として、表層の粗粒度ギャップアスコンのバインダーにセミブローンアスファルト（AC-100）を採用することについて検討中である。

さて、首都高速道路も間もなく30才を迎えようとしている。男は40才になったら自分の顔に責任をもてと言われるが、40才までに首都高速道路の顔として責任がもてる舗装を開発したいものである。世の中のニーズが変化する中で、その時代に最も適した舗装が、最も美しく見えるのかも知れない。ローマの道やポンペイの遺蹟の石畳には馬車のわだちが残っており、その時代の繁栄が目に見えてくる。そして歴史の重さを感じ、心のやすらぎさえ覚える。そんな道路の顔としての舗装はもう望めないのだろうか。

技術分野

池田 拓哉

いけだ たくや
在フィリピン日本大使館二等書記官。昭和56年東京大学工学部土木工学科卒。
勤務先：375 Sen. Gil J. Puyat Avenue Makati, Metro Manila, Philippines.
☎001-63-2-818-9011



何人かの人にはお話ししたことがあるが、私が舗装研究室に配属になったのは、建設省の採用面接のときの応答が原因である。私の面接官は、昭和55年当時に技術参事官でおられた沓掛哲男氏（現参議院議員）で、質問の内容は「建設省で何をやりたいのか」と「大学では何をしているのか」の2つであったことを記憶している。それに対する私の答えは、「道路の建設に直接係わる仕事をしたい」と「有限要素法による構造解析を目的として電算機を回している」であった。

土木研究所に関わりを持たれた諸先輩方に怒られそうであるが、面接前の書面による配属希望調査で初めて建設省に土木研究所という研究機関があることを知ったというのが本当のところ、配属希望の優先度は当然ながら低くすることとなった。昭和56年2月になり土木研究所舗装研究室への配属が通知された。当時の私は、土木研究所、それも学生時代にほとんど習ったこともない舗装を所管する研究室への配属には驚いたが、前述の面接官とのやりとりから判断すれば当然の帰結とも言える。

毎年のことであるが、建設省への土木職のⅠ種試験（昔の上級職試験）での新規採用者について見ると、研究所という名称、研究という職務内容がわからないこと、通常ルートの転属や昇格と処遇が異なることなどから、土木研究所は配属希望者の少ない職場となっている。もし、土木研究所舗装研究室での職務が楽しくないものであり、得るところがないものであったならば、面接官とのやりとりが墓穴を掘ったということになる。

私はコツコツと事実を積み重ねて真実を明らかにしていくような、いわゆる研究者というタイプではなく、ものごとをおおまかにとらえる方なので、もし配属先が大学の研究室のように、実験室や現場で測定を行い、文献を調査して論文を書くという職場であったならば、早々に転勤し、舗装の世界とは縁が切れていたことと思う。幸いなことに舗装研究室は、私の性格と合うアバウトな世界であった。

建設省や土木研究所の技術力が、以前と比べて低下したと嘆く声が聞かれるが、建設省以外の技術力が低かった時代に比べ、土木研究所以外の研究機関、特に民間会社の研究機関の技術力が向上し、分野によっては民間会社の研究機関の技術力が官庁の研究機関を上回っている現状を考慮すると、当然の結果だといえる。異論があるところかもしれないが、官庁の研究機関は、大学や民間会社の研究機関では施設や組織の点で対応できない、現場での実証を目的とした比較的大規模な研究を実施し、官庁の研究機関がこれまで実施してきた個々の材料開発や技術開発は、民間会社の研究機関に委ねるべきだと考えている。

その中で舗装研究室の役割は、舗装に関連する多くの研究機関に研究しやすい環境を提供し、技術の進歩を促し、施工者にとって必要な技術を現場で早期に実用化する道をつけることであろう。そのためには、発注者、受注者、材料製造者等から幅広く情報を収集し、技術開発をする者に対して現場からの要望を市場性も加味して伝え、現場へは開発された技術の情報を流す、いわば技術の交通整理を行うことが必要だと考えている。

舗装研究室の室長あるいは研究員は、各種の委員会活動に委員あるいは幹事として呼ばれることが多いが、これらの委員会の場合が最も情報の収集に役立っている。自ら舗装の施工をすることはない我々ではあるが、立場上様々な情報が集まることから、調査計画、報告書、技術基準類の作成などで、皆様のお役に立っているのは幸いである。

8年11か月にわたる舗装研究室での勤務を終え、在フィリピン日本国大使館に赴任するにあたって振り返ってみると、現在の舗装技術を真の意味で支えている多くの技術者の方と直接知り合い、一緒に仕事ができただことは何物にも換えがたい経験であった。舗装研究室は、それらの方々の努力が報われるような交通整理を行いたいものである。

井 阪 清



いさか きよし
阪神高速道路公団工務部設計課長。昭和39年山梨大学工学部土木工学科卒。
勤務先：〒540 大阪市中央区久太郎町4丁目1番3号。
☎06-252-8121

アスファルト舗装 思いつくまま

学校を卒業してすぐ、発足間も無い公団に入社して早くも26年が過ぎてしまいました。その間約3年間隔で、設計・施工・管理と各職場を回り25年目に入社時に配属された設計課にもどりしました。

当公団の技術職員は平均3年で人事異動するようで、多方面の職務をマスターするのですが、逆に多年ひとつの仕事や研究に従事することが少なく、私を含めて「舗装の研究」となると専門的知識や研究成果は少ないといわざるをえません。

このような背景での記述ですので専門家の皆様方の失笑を覚悟で、思いつくままアスファルト舗装に関する数件の事柄を述べて私の分を果たしたいと思います。

レーンマーク効果

舗装工事は供用開始に先立って最後に行われる工事ですが、供用に向けての各種工事の工程のしわ寄せが舗装工事に集まってくるのが常で、担当者はこの件でいつも頭を悩ませていることでしょう。

4月に開催の「花の万博」に向けて関連工事が急ピッチで進められていますが、ちょうど20年前、大阪で開催された「日本万国博」の関連高速道路突貫工事をなつかしく思い出します。当時私は大阪・堺線の建設工事事務所で開通に向けての工程管理担当者として、3月13日の供用開始を目指して工程調整等の実務を担当していました。この路線は他の工事事務所も分担しており、互いに競合している工事もあってまさに猫の手を借りたい状況でありました。

用地買収の遅れから年末に橋桁を架設し2月上旬に床版コンクリートを打設する区間や、民家の屋根の上に橋桁を架設するなど、突貫・突貫でありました。舗装工事に入っても全区間で着手できるわけではなく、細区分の中での施工でした。予定の供用開始日は絶対であり、舗装工事後も後付伸縮継手の工事があり、走行性を確保するための手直し期間を是非確保する必要があります。各種工程の中に少しづつ日数をもぐり

込ませて20日間を確保する画策を行いました。

このため舗装が完了してもレーンマークを引かず待ち、この間に走行性の確保や手直しと他の仕上げ工事を先行させました。隣りの工事事務所は工程管理に努力され2月末にはレーンマークも引き終えました。これを見た本部からこの事務所の努力もさることながら、供用工程の申請が甘いと叱られたとのことでした。供用後の走行試験では当方の担当区間が良好な成績を上げたのはいうまでもありませんが、レーンマークが一度に道路を完成させるものと、その効果の程をつくづくと思いました。

クッカー車の火事

鋼床版上のグース舗装をしていた時です。「高速道路上で火事だ!」との地元の方の通報がありました。急いで桁下近くに行くと火炎が上がっている。クッカー車が燃えているのです。しかし、路上では舗装工事が順調に進められています。

これは冬の夕方クッカー車が並んで熱気を噴き上げているのが夕日に映えて、路下からはちょうど火事に見えるのです。

設計基準

当公団の舗装の設計基準は、初めは名神高速道路の流れをくみ、また高架橋のコンクリート床版上の舗装が主体です。昭和48年6月の改定を担当しましたが、昭和45年供用の万博関連道路36kmの舗装の損傷が報告されるようになり、破損の要因分析や自動計測化が始められていた時期でもありました。しかし公団には舗装に関する専門研究機関が無く、当時は設計担当者が他機関の文献や乏しい破損報告データをもとに聞き歩いて改定資料を作成するのです。調査データでは交通渋滞回数の増加と共に発生した流動化・わだち掘れが主な破損項目でした。

アスファルトリッチの修正トベカ（表層）と粗粒度アスコン（基層）の組合せから、密粒度アスコン（基

層・表層共)を使用することに変更しました。

床版コンクリートのキャンバー残りの調整や道路縦断線形を確保し、なお支間中央部で35mmの表層厚を確保すると桁端付近の舗装厚が10cm以上となることがあります。基層は平坦性を確保するためとし、表層厚の確保に努めました。現場での管理を単純化する意味からも両層共同一材料としました。

少ない資料と足でかせいだ聞き歩きでの改定であり、当時の思い切りの良さが今はなつかしいです。

軽量アスコンの盛り上げ

都市内高速道路は道路網として利用されることを目標に建設されるのですが、一挙に全線が完成するのではなく完成した部分から順次供用されます。

各路線で通行料金を支払っていただくのですが、市内均一料金制度を採用しているので、路線の乗り継ぎ処理が必要で出口での乗り継ぎ券を発行して、連絡路線が完成されるまでの間利用していただくことがあります。このため出口の手前の本線上に乗り継ぎ券を手渡す仮設ブースを建設することになりました。この場所はカーブ区間で横断勾配が10%で、乗り継ぎ券発行時には車が一時停止することから横断勾配を2%に変更する必要が生じました。8%の横断勾配差を舗装で調整する必要があり、下のコンクリート床版を補強したうえ、軽量骨材を用いたアスコンを使って1m以上の舗装の盛り上げを行いました。

このような停止・発進の場所での極厚の舗装を行い、仮設とはいえ数年間の使用には耐えられないのではないかと大変心配しました。しかし8年間の使用に耐えその使命を全うして昨年3月の路線完成を機に、この舗装が撤去されました。

軽量骨材の内部の空気層が良好な結果を与えたのではと想像しておりますが……。

☆

☆

☆

24年耐用の舗装

公団入社と同時に先輩のもとで梅田入路(JR大阪駅の西隣)の設計を担当しました。今は西梅田土地区画整理組合が一大都心を創造すべく再開発中であり、このため旧の梅田入路は撤去され新しい入路が「花の万博」に合わせて供用すべく工事中です。

旧の梅田入路の撤去に併せ24年間供用した構造物の各種試験を現在実施中です。この坂路に白色の人工骨材を用いた舗装が用いられ24年間打替えされることなく、使用に耐えて来ました。

当公団の舗装の耐用年数が平均9年ですが、これに比べれば非常に良好な舗装が当時すでに実施されており、先輩方の努力がしのばれると共に、将来へと連なげたく考え現場から舗装体を切り出し実験中です。

私の担当した構造物が24年を経て、撤去にも関係するとは思ってもおりませんでした。

当公団の供用延長は143.5km。10年以上供用の路線が90.9km(全体の69%)に及んでおり、舗装状況は毎年定期点検を行い損傷データの集積に努めております。集積したデータをもとに補修計画を策定すると共に耐久性の向上の検討を行っており、新舗装材料の採用を含めて設計基準の改定にまで連なげるよう研究されています。

平成5年の関西新空港の開港に合わせて供用すべく湾岸線の建設が急ピッチで進行していますが、沿岸域の軟弱地盤地域であるため鋼床版構造が多用されておりグース舗装が多量に採用される予定です。既供用路線の損傷データをもとにグース舗装の改善にも努めなければと考えております。

思いつくままアスファルト舗装につながる私の少ない経験の中からピックアップして書いてみました。今後共よろしく願い申し上げます。

☆

☆

☆

理想と現実の狭間で

伊藤 正 秀

いとう まさひで
建設省土木研究所舗装研究室研究員。昭和59年北海道大学土木工学科卒。
勤務先：〒305 茨城県つくば市旭1。
☎0298-64-2211 内線561



恐る恐る封書開け、「土木研究所に配置」の一文を見つけた瞬間、目の前が真っ暗になり、その晩はやけ酒を飲みに出かけた。これは、6年前、私が建設省からの配属通知を受け取った時の話である。当時、建設省志望の学生の間では、何故か土木研究所は超不人気で、私もその一人だったのである。しかし、物事に対する順応性が高いのか楽天主なのか、実際に勤務してからは、すぐに研究所の生活にも慣れ、結構楽しく仕事をさせて戴いてきた。特に、舗装の世界において当研究所の占める位置、そして自分の立場を認識するにしたがって、面白さも感じるようになった。周りのことがあまり見えない狭い視野の中でながら、自分なりに純粋に舗装にとりくんできたように思う。しかし、この1～2年、少しずつ周りが見える余裕がでてくるにしたがって、私は再び現在の職場、そして「研究活動」に疑問を感じるようになってきている。

という具合に、なんとも穏やかでない文章で始めたが、まずは、このような紹介の常として、土木研究所における私の研究経歴から述べてみたい。土木研究所の紹介をしても、このような文章は他にもある¹⁾ので、私個人に限った話で進めさせて戴くことをご了承願いたい。現在まで、種々雑多（雑多、という表現が実によくあうと思う）なテーマについて従事してきた。そのなかでも、最もメインのテーマはアスファルト材料であろうか。入所して、早々に関わったのが、(社)日本アスファルト協会も深く関係している、セミプロードアスファルトであった。その後、種々の改質アスファルト、そしてストレートアスファルトに携わり、アスファルト舗装要綱の規格改訂にも参加させて戴いた。他には、スパイクタイヤ問題、そして現在では、新道路研究計画(SHRP)、フォーリング・ウェイトデフレクト・メータ、こんなところが主なテーマである。当初は材料関係が中心テーマで、最近は徐々に構造設計関係に移ってきたという感じがする。そして、これら研究テーマ以外のもっと大きな労力を費やしている仕事、それは委員会関係の仕事である。なかでも某協会

は(アスファルト協会ではないので、誤解されないように)各種の技術基準を作っていることもあって、関わりは深い。入所した当時の右も左もわからない時にすでに2つの委員会の幹事となって、現在は某協会関係の委員会だけで10余りの幹事として活動している。

そして、ここからが私の話の本体。幹事、それも土木研究所の者は委員会の中心的幹事であることが多いため、当然、会議をさぼることは許されず、資料も率先して準備しなければならない。生身の体は1つでも、各委員会等はそれぞれの活動をしているので、それぞれで仕事が生じる。結果として、普段は会議出張ばかりで余り研究所にいない、研究所にきても研究をやっているより委員会の資料を作っている時間が多いということになる。また、不在中にかかってきた電話がここぞとばかりにかかってくる。最近、こんな笑い話があった。その日は朝からパソコンに向かっていた(これも委員会の資料づくり)。私の机の電話が鳴って他の者が電話をとったが、彼は「伊藤さんは出張でいません」といって電話をきってしまい、しばらくして私の姿を見つけて驚いていた。このように、「いないのが当り前」の存在になってしまっている。本当に「研究」という状況にはほど遠い。これが、建設省土木研究所の一つの実態である。(こんなことを書いて、後で、上司に怒られるかもしれない)

ただこれだけ書いたのでは私個人の愚痴でおわってしまうので、もう少し私以外のことも含めて書いてみたい。当然、某協会の幹事は私一人ではなく、他に何人も幹事の方がいて、実質的な委員会の活動を支えている。これら幹事の方は、公的な研究機関の方であったり、民間企業の方であったりする訳であるが、どこに行っても同じような顔ばかり目にする。私と同じような、少数の方があちこちの委員会で立場を変えて検討作業を行っているのである(これらの方は、委員会活動が企業の利益と解されていないため、もっと大変かも知れない²⁾)。話題はすぐに某協会のことにいってしまうが、別に某協会に恨みがある訳でないことは

ご理解戴きたい。私が本当に疑問を感じているのは、現在の「舗装」の世界であって、某協会の委員会がその疑問を最も具現化していると思うため、つい記してしまうだけのことである。

このように、委員会に深く関わるにつれ、私は「舗装の世界というのは、なんて狭いのだろう」と、しみじみ感じる。日本全体の舗装を動かすような技術基準を作るのに携わっている技術者（特に幹事として）の数が非常に少ないのである。名簿でみると幹事の数が多いのだが、前述のように重複した肩書を持つ方ばかりなので、一人一人の人間の数で考えると非常に少ない。これら幹事の方の多くは、決して若いとはいえない（失礼！）40歳前後の方がほとんどであって、しかもその平均年齢は年々上昇している。本当にこのような状態で日本の「舗装」の将来があるのだろうか、という思いが最近、頭をかすめる。私には、舗装の世界の体質が、建設省直営工事の時代から変わっていないように思えてならない。かつては、工事に直接携わることによって多くの技術者が生まれ、そして、それら多くの技術者が各自の成果を持ち寄り、ともに勉強して数々のものを作りあげていったことと思う。しかし、現在では、合理化により技術者が減少している、特に官公庁では請負工事制の導入により真の技術者が育たない、技術そのものが営利に結びつき純粋な勉強が難しくなっている、など時代が変わってきている。にもかかわらず、舗装の世界のもの事の進め方が昔のままのように思えてならない。特に、私の目には、舗装の世界は若手技術者の育成が上手ではないと映る。現在でも、技術者の自然発生が当然であるがごとく…。

☆

☆

☆

最近、SHRPに携わっているため、その研究状況を逐一入手できるのだが、それら情報に目を通すたび、ため息がでる。ストレートアスファルトの性状を評価する、たった一つの試験方法を開発するために、複数の大学がプロジェクトチームを組み、何千万円もの予算を与えられて研究を行っているのである。振り返って、日本の現状はどうか。アスファルト舗装の構造設計法の見直しという膨大な仕事でも、わずかの見慣れた顔ぶれの方々が、ほとんど無限小に近い予算の下で作業を行っている。えらい違いである。少し前、荒廃するアメリカ——SHRPの発端はこれであるのだけでも——という言葉が話題になったが、このままでは、日本の舗装の世界には、また違った荒廃が訪れる気がする。

私が、ここで書いたことを、「それは、おまえの能力が不足しているからだ」とか、「たった6年した舗装に関わっていない若造が何をいっているんだ」と笑うことも、怒ることも自由である。ただし、私のような未熟者であっても、「こんなことができたらいいな」と舗装技術に対しての理想を幾つか頭の中に描いている。その理想と現実のギャップの狭間で、なんとか現状を打破しようとする意気込みと意気消沈が交錯し、悩んでいる今日この頃である。

—— 参考文献 ——

- 1) 安崎 裕：建設省土木研究所道路部舗装研究室，舗装，1984.4，PP.26～27
- 2) 阿部頼政：舗装技術者一わが愛すべき愚者達，舗装，1988.8，PP.1～2

☆

☆

☆

「この道、28年」

内田 喜太郎

うちだ きたろう
東京都土木技術研究所技術
部主任研究員（舗装研究担
当）。昭和37年早稲田大学
卒。
勤務先：〒108 港区港南1-
1-18 ☎03-471-6141



東京都土木技術研究所における研究体制は、多くの場合、各研究テーマ毎に複数の人間に係わる組織対応型である。したがって、以下に述べる研究テーマは、私個人が行ったというよりは、私が携ってきたものであることを最初におことわりして話を進める。

地方自治体の研究所における研究テーマは、大学や国の研究所とは異なり、地域の特性や住民の意向を考慮した応用研究テーマが多い。研究テーマの設定にあたっては、現場からの声や行政ニーズ、さらには、緊急的なテーマの中から時宜を得たテーマをセレクトすることとなるが、さらに、国内外の研究の動向をみながら、先進性や独創性を加味したテーマの設定が求められる。したがって、住民、行政、現場のニーズの予測と研究テーマの先取りが研究者の腐心するところとなる。

ここで、私が過去から現在までに携ってきた主な研究テーマを上げると次のとおりである。

○セメント処理混合物の適用性、○市街地における振動障害と対策、○舗装の供用性、○道路舗装廃材の再生利用、○ゴム入りアスファルトによる耐流動性の検討、○ベンケルマンビームたわみ量の補正、○わだち掘れの発生機械と対策、○半たわみ性舗装のバス停留所等への適用、○即時交通開放可能な常温混合物の開発、○ダイナフレクトによる舗装の構造評価と補修工法の選択、○改質アスファルトによる耐流動性の検討、○舗装のすべり抵抗、○路面下空洞の非破壊探査、○道路掘削占用工事に伴う埋戻し工法の検討、○開粒アスファルト混合物の低騒音効果、○高齢者・身障者に対する歩道の安全性と快適性、etc.

これらのなかから、いくつかの話題をひろってみた。

1. セメント処理混合物の適用性

私が研究所に入ったのは、東京オリンピックに向けて、道路建設事業が急激に増加し、昼夜を徹して工事が行われていた昭和37年である。当時の舗装は、セ

メントコンクリート舗装にかわって、アスファルト舗装が主流となっていた。上層路盤（当時は基層とよんでいた）にセメント処理混合物あるいはアスファルト処理混合物が使用されており、私はセメント処理混合物の研究に携った。当時、施工現場では、セメント処理混合物がグリーンコンクリートなのかソイルセメントなのか、養生がいるのかいないのか、養生がいるとすれば何日間必要かなど、大分混乱していたようである。また、一軸圧縮強度も $30\text{kg}/\text{cm}^2$ という下限値しか設定されていなかったために相当高強度のものがあつたり、表層のアスファルト混合物の厚さが8cmと薄かったために、クラックが早期に発生した箇所もあつた。しかし、この当時の舗装は現行のCBR- T_A 法では T_A 不足となるが、10~15cm程度のオーバーレイを行ったことにより、現在供用されている箇所が大部分残っており、セメント処理混合物の有用性が明らかとなった。

2. 市街地における振動障害と対策

工事規模及び建設機械の大型化さらに夜間工事の頻発から、建設工事やダンプカーなどの走行にともなう振動や騒音の発生は深刻な社会問題となってきた。このため、都立大学に派遣研修生として、奥田教授（当時）や国井助手（現在、教授）のもとで、評価方法及び対策の研究を行うこととなった。振動の測定は、当初、すすき式石本式地震計を用いていたが、石油ランプによる記録紙へのすす付けと測定後の定着剤（松やにをアルコールでとかした液）の塗付には、大分苦勞させられた。その後、速度型振動計、微積分増幅器及び電磁オシログラフによって変位を測定するようになったが、いづれも、手作業で変位振幅と周波数を読みとるため、非常に時間がかかった。現在では公害振動計を用いてデータレコーダで記録し、分析器にけることによって、たちどころに、周波数分析を行ったり振動レベルが求められる。測定値と人体感覚あるいは家屋の損傷との関係については、大島正光教授の恕限度や諸外国の基準を参考として評価を行った。しか

し、いろいろな振動低減対策の試行にもかかわらず、抜本的な対策を見出すことができず、住民から持込まれる各種の苦情のうち、交通振動に関する苦情がいまだに上位を占めている実情にある。

3. ベンケルマンビームたわみ量の補正

舗装への荷重载荷によって生じるたわみ量とその形状は、舗装の力学性を評価するうえで重要な指標であり、都においても舗装の維持管理における評価手法の1つとして、ベンケルマンビームたわみ量を利用している。しかし、剛性が高い舗装においてベンケルマンビームたわみ量の測定を行うと、基準台を支持している前脚あるいは前後脚が荷重の影響下に入り変位する。このため、実際のたわみ量より小さな値となり、弾性理論による解析を行なう上で問題がある。これを解決するために、自記式ベンケルマンビームを利用した連続変位記録によって、たわみ量の補正方法と舗装及び路床の弾性係数の推定方法を提案した。しかし、最近では、舗装の構造評価は、ダイナフレクトやFWDに移行し、ベンケルマンビームがあまり用いられなくなりつつあり、喜ばしく思う反面、一抹のさびしさを禁じえない。

4. わだち掘れ発生機構と対策

アスファルト舗装のわだち掘れは、車線主義が採用されてから顕著になってきたが、降雨時の滞水による水はねや操舵性の不安定に伴う危険性等から、早急に解決しなければならない問題である。

このため、試験舗装の追跡調査を通して、わだち掘れ発生機構を究明するとともに、その対策について検討を行ってきた。その成果はつぎのとおりである。

① 初期わだち掘れは、層の圧縮沈下が先行するが、このときすでに側方流動や縦断前後方向への移動も進んでいる。側方流動量と垂直変位量には優位な正の相関関係があり、層の圧縮が落ちついた後のわだち掘れは側方流動を主因として増加する。

② 自動車が減速または停止することが多い場所では制動抵抗によって、自動車進行方向に変形する。また、自動車の加速領域では加速による推進抵抗によって自動車進行方向とは逆方向に変形する。

③ わだち掘れ量は荷重の累積载荷時間に負うところが大きい。

以上のような結果を考慮して、舗装構造と使用材料両面からの対策を取り入れた舗装を提案した。この舗

装は、上層路盤に高強度セメント処理混合物を、また、表層には改質アスファルト混合物を使用したものである。前者は各層における応力やひずみを小さくすることにより路床を含めた舗装各層の変形をおさえ長寿命化を図るものであり、後者はアスファルト混合物層のわだち掘れを低減させることを目的としている。この舗装構造は、理論解析上及び供用道路における試験舗装の追跡調査によって、わだち掘れ対策として有効であることが確認された。

5. ダイナフレクトによる舗装の構造評価と補修工法の選択

この研究は5ヶ年をかけて行ったものであり、ダイナフレクトたわみ量の測定及び破損状況の把握はすべて直営によって行った。この研究によって提案した舗装の構造評価と補修工法の選択方法の有用性は、補修前後の実測例によって想定されたとおりの回復が図られたことから実証され、またこのことは弾性理論解析によっても裏づけられた。

6. 開粒アスファルト混合物の低騒音効果

沿道住民の自動車騒音低減への要請は、振動低減と同様、非常に強い。舗装側からの騒音の低減は、ヨーロッパ諸国を中心として10年ほど前から進められてきたが東京都では、62年度から供用道路において、各種開粒アスファルト混合物を舗設し、騒音との関係について検討を行ってきた。各種開粒アスファルト混合物相互間の明確な差は認められなかったが、密粒アスファルト混合物をくらべると、2～6.5dBの低減効果が認められた。都においては、在来から、すべり止め舗装として開粒アスファルト混合物を使用しており、付加価値として、低騒音化が図られていたことになる。しかし、開粒アスファルト混合物は重交通道路においては目つぶれや目づまりを起しやすく、供用後1年程度で騒音低減効果が半減した。このことから、今後、目つぶれや目づまりが生じにくく耐久性のある材料や粒度を選択することが今後の課題である。

7. 今後の研究の方向

舗装における今後の課題は、今までと同様、人間本位の快適で安全な舗装の構築と沿道環境の保全を意図した道路空間の創造が研究の主体となろう。このためにも、工事費の0.5%程度が研究費に割かれるようなシステムの実現が夢である。

現 勢 傍 観

金 田 一 夫

かねた かずお
日本道路公団試験所舗装試験室室長。昭和34年宇都宮工業高校卒。
勤務先：〒194 町田市忠生1-4-1。
☎0427-91-1621



土工・橋梁・トンネル等の担当者が苦勞してきた所に最後の1～2年のみ、あまり地元等との協議もなく、上を黒くしてラインを引くだけで開通式の晴れがましき席に立会えて……。とよく羨ましがられる。しかし、これは裏を返せば、舗装は道路の一番上にあって、これの出来映えで、道路全体が評価されそうで常に重い責任を感じる。

舗装は、よく生き物だという言葉に耳にするが、石という材料そのものは無機質でも、これを組み合わせていくうちに有機的なものが出来上がってしまう。組み合わせを間違えると供用後の路面にひび割れが出たり、夏場に流れたりする。このバランスのとり方が非常にやっかいな代物である。加えて、橋の上の舗装、トンネルの舗装、駐車場や登坂車線の舗装と使われる所によって種類も千差万別である。

また、わが国の道路は、地形および土地利用上の制約から幅員が狭く曲線が多い。その為、一輪当たりの重量が少ないトレーラーは少なく小廻りのきくトラックが主である。輪重が舗装に与えるダメージは、ご存じのように四乗則と言われ、輪重が倍になれば16倍の被害を被る。加えて気象の変化が激しく、竣功検査は無事終えても、降雪に見舞われたり、真夏日が多かったり、長雨が続きたり…等の、不測の自然も相手になり、“流れない、掘れない、割れない、滑らない”の4つの主要求を満足するには、長い経験と先見の明を必要とする。最近では、舗装に静けさまで求められるなど、多様化の時代を迎え、まさに舗装の前途は永劫である。

さて、前置きが長くなりましたが、テーマに戻って高速道路舗装の研究活動に関して話しを進めますと、先ず、現在の高速度道路の舗装構造の設計は、AASHTO道路試験の成果に基づくTA法により行われている。しかし、近年の舗装の損傷は、表面のひび割れやわだち掘れが主で、設計手法上で想定している構造的破損は極めて少なく、設計荷重、等値換算係数の妥当性、路床強度の評価の仕方…等が議論されるどころである。私個人的には、構造的には永久構造物で表層のみを消耗

品としていくのが理想であり、一部を除きほぼ満足している。しかし、わが国の交通実態と上記のような損傷の実態に即した合理的な設計法は、今後も検討すべきであり、ポータブル軸重計による軸重分布の実態調査等を続けている。

また、舗装の維持修繕に関する技術は、時代とともに進歩しているが、中でも舗装廃材の再利用は、省資源、工事の安全性等の面において優れており、現在リペーブ工法のみ導入しているが、本工法を更に拡大していくためには、老化した路面にも再生用添加剤や新材を混合するリミックス工法の開発が急がれ試験施工等を行っている。

一方、供用延長の増加に伴い舗装の維持修繕に要する費用も増加の一途を辿っている。そこで、利用者への便益も考慮した上で合理的な設計、施工、修繕を行い、舗装に関する予算の効率的運用を図るため、舗装マネジメントシステムの開発に取り組んでいる。随時、建設、修繕データを出力、集計し業務の資料として使うかわら、舗装のトータルコストの調査、維持修繕が利用者を与える影響度合の検討…等を行っているが、電算システムの操作性を改善し、これの汎用性を高めていく為にも、当分の間これの開発を継続していかなければならない。

また、他機関においても、建設及び維持修繕における工期の短縮、工費の節減、施工の効率化が叫ばれ、施工機械の開発や施工の合理化に関する検討も進んでいる。これらの導入に当たっては、舗装の品質が所定の水準を満足することを確認した上で適用性を判断する必要がある。昭和63年度から施工厚3cmの切削オーバーレイが多くなってきた。試験施工では良好な性状が得られても、果して実施工となるとどうであろうか？、厚さが薄くなると施工後の温度降下が早く養生時間が短縮できると思われるが、裏を返せば、敷均し後迅速に転圧を完了しなければ、混合物が冷えて締まらなくなるはずである。施工サイドには、より厳重な施工管理が必要で、一步間違えば、ポットホールの発

生等のリスクも背中合せである。これらの現場での品質を少しでも高めるためにも、より効率的な品質管理手法・管理技術の開発も急がれるところである。当公団では、土工工事の密度・水分量測定に RI 計器を導入しているが、舗装についても昭和62年度から国産器による研究を開始した。舗装の場合、厚さを測定するためコアを採取する必要がある、両方の非破壊検査法を確立しなければこれの価値は少ない。各方面の協力を得て鋭意取り組んでいきたいものである。

官公庁の研究は、ターゲットを明確にしその成果を最初から求め過ぎる感じが強い。トレンドも気にせず“コロンブスの卵”ではないが、ちょっと変わった目で、少しは余裕のある研究体制も欲しいものである。このあわただしい世の中、すぐに成果の上らないものに対してはとかく評価が低くなる傾向にある。転勤で担当職員の交替もあるし、連続的に物を考えずに、単発不連続でもいつかそれをつないでトータルとしての成果になる考えも当然あってよいと思う。毎年、250kmぐらいのペースで供用延長が伸びると、新規職員が採用されても建設に携わる人員は限られたものになると思われる。また、地元住民や県・市町村・警察等との協議等、業務が多様化し、技術者が現場に立会い、実際に観察したり、自分で手をよごし、経験と実績から学びとる機会が極端に減少している。舗装自体の経験者が不足しており、キメ細かな技術指導、要領等の見直しも必要な時代になってきた。日本道路公団の設計要領では、舗装配合を一般地と寒冷地の2つのみに分けているが、先頃、見直しを行ったところ、夏場は流動変形を起こし冬場は摩耗も受ける地域が全体の約25%にも達している。標準粒度範囲等も含めて、これの再検討も進めている。今後は、こうした実態に即した取り組みの必要性を痛感している。また、官サイドでは、市場に出廻ってくる各種製品の評価を行い、常に、材料の選択基準も把握しておくのが義務であろう。

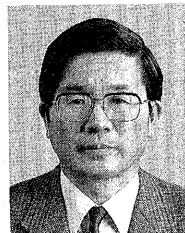
わが国の道路技術は、外国の技術を導入してから急速な進展を遂げてきた。今後とも諸外国の事情を他山の石として受入れ、逆に、ここまで向上してきたわが国の技術も積極的にPRしなければならないだろう。アメリカにおける SHARP は、米国内のみの研究に限定せず世界各国や IRF, PIARC 等の国際機関と協力しながら研究を進める方針が表明されている。わが国も

この支援を充分行う必要があろう。国内においては、道路粉塵が環境問題となり平成3年3月をもってスパイクタイヤの販売中止予定をというのを耳にした。これによって登場してきているスタッドレスタイヤは、低温でも硬くならない特殊ゴムを使用し、氷結面でも滑り抵抗を得ることができる。しかし、温度が上り路面に水膜が出来ると、滑り易くなると言われる。特にチェーンと同じく横滑り抵抗が低下する傾向があるので、曲線部等では注意を要する。また、スパイクがなくなっても、チェーンの普及は増えることが予想される。チェーンの力は舗装を叩く作用から、摩耗量でスパイクの約10倍にも達する強力なものであり、路面へのダメージはこちらが大きい。冬季の路面の除雪、凍結防止対策もますます進んで来ようが、凍結防止剤を多量に撒けば、車の錆の促進、道路構造物の劣化、植物や生物への被害、地下水汚染などの塩害問題等が予想され、経済的で塩害のない凍結防止剤が開発されない限り期待のもてる話ではないと思う。したがって、舗装の摩耗対策は今後とも重要なテーマとして残る。アスファルトより2～3倍摩耗に強いセメント系舗装の普及も見直す必要があるのではないだろうか…。アスファルトは感温性であり流動わだちも発生しやすい、かといって硬くし過ぎると、ひび割れが発生しやすくなる。いつまでもアスファルトに頼らず、鉄板でも何でも何か別の材料で舗装できないのか…。という苦言も聴く、ひと頃“荒廃するアメリカ”と騒がれた米国の例を見るまでもなく、ハイペースで進む日本の道路整備を考えると、やがて補修が追いつかなくなることにも心配される。舗装の耐久性を向上させることは、道路機能の堅持につながることから、場所に応じては経済性も度外視したメンテの要らない舗装もあっていいのかもしれない。しかし、舗装は施工量が大きく、建設・管理をとおして、これのトータルコストを考慮すると、アスファルトやセメントを主とした、従来からの舗装の形式は将来とも変らないであろう。

このような背景から、我が高速道路に関する舗装の試験研究にも、差程、華々しさは感じられないが、常に、適材適所バランスのよい舗装構造と理想的な材料を求めて研鑽を積んでいきたい。今後とも当試験室の業務に関しまして、一層の御指導・御協力の程、お願い申し上げます。

久保 宏

くぼ ひろし
北海道開発局開発土木研究所長・工博。昭和45年ミシガン工科大学大学院修了。
勤務先：〒062 札幌市豊平区平岸1条3丁目
☎：011-841-1111



寒冷地の舗装タイプ

今から20年以上も前の米国に留学していたときの古い話で恐縮であるが、南のフロリダを起点とし北のスペリオール湖を終点とする州際道路 US41 が大学の真中を通っていた。大学構内区間約1.5kmが学生の移動に支障を来し、また舗装も古くなったこともあって大学を避けてのバイパス工事が行われ、そのセメントコンクリート舗装の施工を最初から最後まで見学する好運に恵まれた。興味があったのは、まず冬に -30°C 以下、降雪量10mの厳寒地にありながらコンクリート舗装が行われ、しかも大昔の水河時代にできた非凍上性良質モレーン地盤に1m厚さの置換工法を採用したことにあった。寒い地域の舗装タイプとしてアスファルト舗装が一般的であるのに、と思ってミシガン州道路局の技師に聞いてみたが、「ミシガン州ではバイパス道路の舗装は原則的にコンクリート舗装になっている」とのこと、その理由ははっきりしなかった。写真-1は大学構内付近の良質モレーン地盤を示す。また、写真-2はUS41のコンクリート舗装におけるジョイント部の凍上による段差の標示である。

また、今から9年前の1981年に日本・カナダの共同研究「寒冷地舗装 PICA」の打ち合わせのためにオンタリオ州交通省を訪問し、舗装工事現場を視察したときのことである。舗装構造の正確な寸法は忘れたが、貧配合コンクリート路盤の上に約20cmのコンクリート版を施工し、その上にアスファルト混合物による表層と基層を置く、いわゆる「コンポジット舗装」であった。この施工現場において交通省道路局の数人の技師の間で寒冷地での舗装タイプは、アスファルト舗装にすべ



写真-1 ミシガン工科大学付近の良質モレーン地盤

きか、コンクリート舗装がよいか、大きな議論となった。会話の内容は、どうやら長期的な観点からすると温度応力クラックで悩まされるアスファルト舗装よりもコンクリート舗装を増加させた方が補修費が少なくトータルコストでは得策ではないかという結論のようであった。現場案内役のオンタリオ州交通省のバング舗装調査部長が私に日本の寒冷地の舗装タイプはどうか、という質問が来たので、とっさに寒冷地の北海道では全体の舗装の98%以上はアスファルト舗装であると答えてしまった。彼等の結論とは逆の答えが日本のお客から返ってきたので、一瞬白けた雰囲気の流れたことを今でもよく覚えている。もう少し英語による表現力が豊かであればよかったと、あとになって後悔した次第である。

一方、北海道における舗装タイプの選択議論は今から40年近く前の昭和28年ごろが最初のものである。当時の北海道開発局札幌開発建設部長高橋敏五郎氏は、約6,000字にも及ぶ「北海道の舗装型式—コンクリートかアスファルトか」の資料の中で築造費、耐用年数の見通し、耐久性の信頼感、タイヤチェーンに対する摩耗性、ステージコンストラクションの手法など多方面

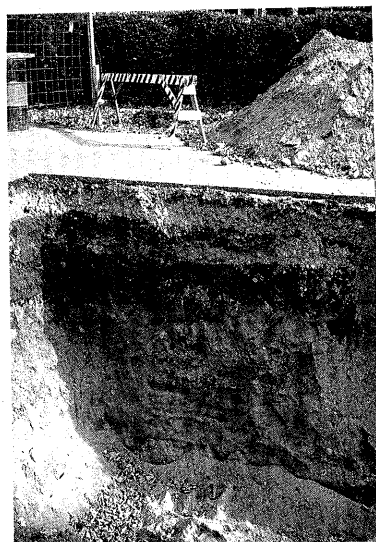


写真-2 コンクリート舗装ジョイント部の凍上による段差の標示 (US41 ミシガン州)

からの両者の比較が行われ、総合的な観点からするとアスファルト舗装が望ましいことが述べられている。

昭和30年代の前半に至って北海道の舗装タイプはコンクリート舗装からアスファルト舗装へと全面的に移行していったが、その理由は次のようなものであった。

- (1) 凍上対策のために行う置換工法は、必然的に大きな支持力を持ち、剛性の高いコンクリート版を必要としない。また、増大する交通量に応じてオーバーレイするステージ工法も可能なアスファルト舗装が有利である。さらに、経済的な理由から100%置換は行わないために路面での多少の凍上は避けられず、これに順応できる表層のタイプが望ましい。
- (2) アスファルト舗装の耐摩耗性は、コンクリート舗装の場合よりも劣るが、その配合を検討することによって改良が可能であり、摩耗した後の補修も容易である。また、アスファルト舗装の初期建設費が安いために舗装率を上げることができる。
- (3) アスファルト舗装の一般的な利点として、施工から供用までの期間が短いために交通障害が少ないことと目地などがなく乗り心地がよいことがあげられる。

このようなことから昭和40年代からは国道においてはコンクリート舗装がトンネル内舗装など特殊な箇所のみに採用されるに至った。また、北海道庁の道路や市町村道においても北海道土木部の指導によって「舗装工種はアスファルト舗装を原則とし、特に技術上必要とする理由がある場合にのみコンクリート舗装を採用する」こととなったのである。

しかし、その後約10年の歳月と約100億円の費用をかけて得られた米国の AASHO 試験道路の結果、ならびに昭和48年の第1次オイルショックによる原油の高騰からコンクリート舗装の見直しが再燃した。アスファルト舗装とコンクリート舗装の建設費について、路床土の設計 CBR = 3 の場合の北海道における両者の比較結果は表-1 のようであった。表-1 からわかるよう

に、A・B・C交通ではアスファルト舗装は安い、D交通になると逆にコンクリート舗装の方が安くなる。昭和42年に東京で開かれた第13回国際道路会議の総括報告書で述べられているように両者の比較には最初の建設費ばかりでなく、その後の維持費や自動車での乗り心地なども考慮した検討が必要となった。

最近の道路環境問題に関係するスパイクタイヤによる国道舗装の摩耗量において両者を比較すると、コンクリート舗装は1.6倍強いことが示されている。しかし、交通騒音においては北海道の国道での調査によると夏期で3dB、冬期で1dBそれぞれコンクリート舗装の方が高く不利となっている。

最近の舗装タイプとして、アスファルト舗装用施工機械でコンクリート舗装を建設する、ローラ転圧コンクリート舗装(RCCP)やアスファルト舗装と組み合わせたコンポジット舗装(AS+RCCB)が北海道でも再び脚光を浴びるようになってきた。表-2には北海道

表-2 各種舗装タイプの建設費の比較

舗 装 タ イ プ	舗装厚 (cm)	建設費 (円/㎡)	比較 (%)
アスファルト舗装 (AS)	4, 5, 6, 6	9,200	100
普通コンクリート (RC)	28	11,900	129
転圧コンクリート (RCCP)	28	8,400	91
コンポジット舗装 (AS+RCCB)	AS = 4, 4 RCCB = 20	9,000	98

* C交通区分 ** 路盤厚さ60cm

の国道において小規模に実施された各種舗装タイプの建設費を比較して示した。まだ各種工法は技術的に解決すべき課題を含んでいるが、各種舗装タイプの選択において当初の建設費を特に問題にする必要はない時代になっているのかもしれない。

寒い地域の舗装には凍上現象、スパイクタイヤによる摩耗被害、温度応力によるアスファルト舗装のクラック破壊、交通事故対策などまだ多くの研究課題が残されている。これらの問題を解決しながら寒冷地に最適な舗装タイプを選択してゆく必要があるものと思う。

表-1 アスファルト舗装とコンクリート舗装の建設費の比較
(円/㎡)

工種 区分	アスファルト舗装				コンクリート舗装	
	A交通	B交通	C交通	D交通	A・B・C交通	D交通
材料費	4,839	5,726	7,116	8,833	8,391	8,995
労務費	643	715	975	1,360	1,315	1,306
機械損料	686	782	1,223	1,906	452	446
計	6,168	7,223	9,314	2,099	10,158	10,747

* 置換厚さ80cm

— 参考文献 —

- 1) 北海道土木技術会舗装研究委員会：北海道の舗装史，上巻，1985年7月。
- 2) 高橋国一郎：AASHO 道路試験について，道路建設 1966年8月。
- 3) 第13回国際道路会議総括報告書，1967年。

熊谷茂樹

くまがい しげき
北海道開発局函館開発建設
部江差道路事務所所長。
昭和38年北海学園大学経済
学部経済学科卒。
勤務先：〒043 松山郡江差
町字泊町172。
☎01395-2-1584。



記憶を頼りの放言

私の研究歴は、昭和37年、当時の北海道開発局土木試験所道路研究室から始まって、機構改革で舗装研究室、開発土木研究所維持管理研究室に勤務したことである。期間は1回目が11年間で、2回目が10年間、その他の期間は現場勤務であって現に今も道路事務所に居る。したがって、今回の特集の一員としては心もとないのだが、随想風という事なので、蛮勇を奮って参加した次第である。ちなみに私の最初の仕事は、燃焼式アスファルト量定量試験方法の開発であった。

1. 砂から学ぶ

昭和40年代、アスファルト混合物の耐摩耗性判定のラベリング試験依頼が、現場から多くて私達は悲鳴を上げていた。今では、合格する細砂の産地が絞られたし、粗砂との組み合わせ割合も決まっているが、それまでが大変だった。不特定多数の砂が持ち込まれた。

そこで、「混合物として試験するから大変なのだ。砂の物理的性状を簡単な試験で、出来れば現場で判定できないか」と考えたのである。

粒度、流下試験による角ばり、吸水率、骨材空隙率等を重量配合、容積配合、有効アスファルト量の面から検討し、顕微鏡で砂の表面を覗いたりしたが決定打はなし。結局はややこしいことを考えているよりも混合物その物ずばりで判定することにした。いまだに残念である。しかし、その頃に勉強した骨材自体の空隙、混合物の空隙、有効アスファルトの考え方、フィラービチューメンとモルタルと混合物に分割する考え方は、その後の研究に非常に役立った。様々な混合物の開発や、試験方法の変更、開発はあったがいずれにせよ石に比べてモルタルは弱く、そのモルタルを吟味、勉強したからである。

2. 鋼床版の防水接着材

昭和45年、鋼床版の防水層としてシートは使用していたが、塗布型の模範品が判らず、とかく問題を起こしていたらしく、橋梁現場から相談があった。

床版は当所の構造研究室の業務範囲であり、舗装は当然に舗装研究室であったが、その間の防水接着層は扱った事がなかった。しかし、軟らかいものだから、舗装研究室が適当だろうということになった。必要な物性を規定してかかるには、知識が無さ過ぎた。まあ、高温時には流れず、低温時には割れず、舗装を掴まえておくものを市販品の中からさがす事にした。

カタログ、資料を取り寄せ、試験方法や器具を考えた。他の研究室の実験室や倉庫を物色して回った。最も気に入ったのは、応用理化学研究室で、以前に塗料の試験に使用したという器具であった。折り曲げ試験ができる。混合物層を張り付けた鋼板の衝撃はくり試験器、せん断試験の治具を考案、舗装舗設時の熱劣化はアスファルトの加熱試験器、低温室は、ラベリング試験室と、費用はほとんどかけなかった。JISを勉強して鋼板の表面処理条件を一定にした。

試行錯誤の実験の結果、最優秀品はこれ、次点はこれと報告した。試験条件の過酷さを考慮すると、最優秀品は現場で充分供用に耐える自信はあったが、施工次第であった。

本局では早速、橋梁実施要領に取り上げて下さり、トラブルもなく普及していることを知った時は、晴れ晴れとした気分だったことを覚えている。最初に本品を使用した橋梁の続きの土工部に、模型床版を並べ、数種類の現地試験工区を設けて頂いた。昭和53年に解体調査が行われ、室内実験の評価を裏付けてくれた。

3. 不凍液と碎石

空港の誘導路で、新設の密粒度ギャップアスコンが一冬を経た春に異様な傷み方を示した。昭和59年のことである。遠目ではガサガサの月面の様であり、近目では5~10mmの小穴が無数にあって、しかも突起部がモルタル分であった。

品質管理データ、施工管理データ、作業日報等を詳細に検討した結果、データ上は特に問題はなかった。粗骨材に何らかの原因があることから、採石山の採石

部位、アスファルトプラント搬入碎石に不良品がなかったか、温度計がおかしくないか検討したが決め手はなかった。変わったことといえば、航空機の機体の着氷防止に不凍液が大量に散布されていることを「おまけ」に聞いた程度であった。

2～3日後、施工業者の試験担当者が来て、「現場の九コアを不凍液に漬けておいたら、コアのあちこちが膨れてクラックが入った。傷み方は違うが関係ないだろうか」と言う。決め手もないことだし、念の為に調べることにして、碎石とコアを取り寄せてエチレングコールに漬けてみた。次の日には、碎石の一部が泥状に崩れていた。3日後にはほとんどの碎石が泥になり、コアの側面には膨れが出た。これだ。さて、碎石が崩れるのは解ったが理由が分からない。他の碎石もそうなのか、エチレングコールだけが悪いのか、理屈が解らないことには始まらない。

そこで、当所の地質研究室に教えを乞うたところ、「有り得ますが、現実にあるの？」と不審気であった。その道の文献を読ませて頂き、初めて分子の世界、A°の世界であることを知った。その後、多数の産地の碎石と各種の不凍液、融雪剤について濃度、温度、浸漬時間、散布回数の組み合わせ実験を行って、大至急5ヶ月で報告した。暫定試験方法、崩壊率規制値を提案した。もちろん、崩壊のメカニズムについては地質屋さんをお願いした。現在も、北海道の空港舗装の碎石は「有機剤反応試験で、崩壊率が20%以下」を使用することになっている。

なお、問題の碎石業者の研究員が、有機剤による岩の崩壊についてすでに立派な論文を発表しており、私がそれを拝読するはめになったのは皮肉であった。

4. 諸々雑感

①路床や路盤の支持力調査の時、調査孔を開けて測定した値と、そうでない拘束状態では測定値が大きく異なり、調査方法によって様々な値が出て、その取り扱いに悩んだ。②凍上対策としての断熱材は、有効ではあるが、断熱材の支持力不足で、車道では路床の上に設置する位が妥当で、経済的に見合わない事である。もっと有効利用を計りたいものである。③メチレンブルー凍結深度計が凍らないことがある。秋口に設置して、旬毎くらいに調べる訳だが、路盤が凍結してもメチレンブルーは、場所によって1月末頃まで凍らない事がある。低温室で実験も行ったが、-5℃(だと思ふ)位まで凍らないことがあり、液が古いからだとか、過

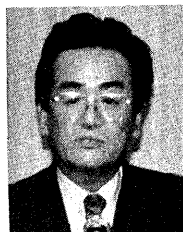
冷却だから衝撃を与えたら良いとか色々な試みをしたが、その後どうなったか聞いていない。④舗装の健康診断とアス層厚の測定。修繕が繰り返されると、修繕区間はその都度違うし、流動や摩耗もあるので書類上とは合わなくなる。層厚確認の目的で超音波地下探査器を試したが、今のところ「浅くて正確に」というのは無理であった。

一方、舗装全体の支持力評価による健康診断には、例えばFWDを用いて交通量に応じた許容たわみ量が設定できれば、維持管理に威力を発揮するはずである。許容たわみ量の設定のための現道調査を手掛けただけで、私は研究室を出たのでその後の発展を願っている。⑤低温クラックとフラース。現在の北海道開発局道路工事仕様書には、アスファルトの寒冷地特別仕様が無い。以前には、針入度級は100～120であり、しかもフラース脆化破壊点の規定があった。昭和53年に低温クラック(横断クラック)が表面化してから、精力的に調査研究を続けてきたわけだが、やはりフラースのような低温特性規格の必要性を感じた。試験方法に問題があるなら改善しようと考え、アルコール浸漬の全自動脆化破壊点試験機を試作した。特徴は指示温度が試料温度であり、プログラム通りに冷却、曲げ、戻し、破壊点は載荷自記記録でわかる等である。現在、順調に稼動して実験が行われていると聞いて、今後の成果を期待している。⑥大型車と小型車の走向車線を分離して、大型車と小型車の違いによる舗装摩耗比率を求めようとした。1冬目は大型車線の単位台数当り摩耗量の方が大きく、2冬目には逆転、3冬目にはさらに小型車線の方が大きくなった。原因は、夏期に大型車線の舗装の圧密が圧倒的に大きく進行して耐摩耗性が向上するという、初歩的な問題であった。⑦調査研究に映像の活用を。世は視覚に訴える時代である。特に医療、生物、金属の分野では、細胞、分子、原子の映像を見る機会が多く、説得力がある。舗装分野でもコンピュータ・グラフィックやVTRを利用して、バインダーの研究や力学研究を「見せ」たら如何だろうか。

おわりに

官庁研究機関では、特に私だけかも知れないが、従前は基礎研究と応用研究の割合をどうすべきかで、ジレンマがあったと思う。しかし、今や研究情報を集積して選択すること、及び他機関との共同研究でクリアーできる時代になったと思う。

河 野 宏



この ひろし
建設省土木研究所研究調整
官（前国土庁計画・調整局調
整課長）。昭和38年東京大学
工学部土木工学科卒。
勤務先：〒305 茨城県つく
ば市旭1。☎0298(64)2211

プラント，今昔

私がアスファルト舗装の研究に携わるようになったのは、昭和40年10月建設省の土木研究所舗装研究室に配属された時からである。その前は、昭和38年に建設省に入省し、横浜口道工事事務所に勤務し、土木研究所に行く直前は西湘バイパスの現場にいた。土木研究所に行くようになった理由は、人一倍向学心に燃えたわけでもなく、また舗装の研究に興味をもったためでもない。若いうちに一度外国に行ってみたいと思い、横浜国道にいた当時からアテネフランセに通うなどして外国語の勉強を始めていた。外国語の勉強をするには、土木研究所は時間の余裕もあり適当ではあると人からも云われ、自分でも舗装の勉強もでき外国にも行けるなと思い、研究所行きを志願したわけである。

舗装研究室での最初の仕事は、松野室長（当時）が指揮されていたアスファルトプラントの性能調査のお手伝いであった。この調査は、良好なアスファルト混合物を製造するためにはプラントのどの部分を改造しなければならぬかについて明らかにする必要がある、そのための性能の実態調査であるといわれていた。

調査は、10数人が、あるいは20人以上だったかも知れないが、チームを組み担当を決め、作業服、作業靴、ヘルメット、マスク、タオル等で身を固めプラントに乗り込んで行く、そして1日10数回箇の合図とともに、ある者はダンプトラックの上に飛び乗って温度を測ったり混合物を採取する、他の人はホットビンの裏に潜り込み溜り具合を記録したり試料を取ったりする、また計量室では計量マンの後に陣取り合図とともにハカリの針の動きを記録していく、そしてコールドビンの担当者は各骨材ビンからの試料採取をくり返す、というような具合であった。当時のプラントは粉じんモウモウ、騒音振動も物凄く大変ダイナミックなものであったが、調査の方も高い所に登ったり熱い所に潜ったりで相当3 K的な（きたない、キケン、きつい）仕事であった。

最近名古屋近郊にあるアスファルトプラントを見せ

て貰った。このプラントはドラムドライヤミキシングプラントで全自動粒度管理装置付、全自動連続重量計量制御装置付、過熱水蒸気式劣化防止装置付といわれるものであった。現地の説明では、ドラムドライヤミキシングとは、公害物質を発生してから捕えるのではなく、そのような物質を出さないようにしたシステムであり、具体的には、含水冷骨材にアスファルトを供給しドライヤの中で乾燥させながら加熱アスファルト混合物を製造する方法で、骨材単独で乾燥させないことより粉じんの発生が少く、通常のプラントからホットエレベータ、ミキシングタワー、バグフィルタが取り除かれ、その代り新しい計量システム（全自動連続重量計量制御装置）およびサージホッパ（過熱水蒸気式）が取り付けられているとの由であった。また新しい試みとして、各骨材のサイロから連続的に引き出される骨材を約7分間隔で自動的サンプリング、ふるい分けを行い、得られた粒度データをもとに骨材配合比を自動補正するシステムが採用されていた。粉じんもなく、振動騒音も少く、また従業員もあまりおらず全てが自動制御されているプラントを見て、まさに隔世の感を覚え、これで品質さえ同程度であれば文句の付けようもないのだがという印象を持った。

後日、品質（バラツキ）について前記の性能調査のデータと比較したところ次のようであった。

	A	B
混合物の温度（℃）	12～2	程度 2
2.5mmフルイ、通過率（%）	4.5～1.5	" 1.1
アスファルト量（%）	0.4～0.2	" 0.13
A：性能調査 B：全自動粒度管理装置付プラント		

「玉石混交」という言葉がある。25年前実態調査に携わった時は、舗装は「石の世界」にあるものと感じた。しかし今回爾々とアスファルト混合物がつくられていく様を見ると、舗装も「玉の領域」に入ってきたのかなあという思いがした。

これはプラントを案内してくれた人々の熱心な説明に惑わされたためであろうか。

首都高速道路公団における 舗装の研究活動

小坂 寛 巳

こさか ひろみ
首都高速道路公団第三建設
部設計課課長補佐。昭和50
年東京工業大学大学院土木
工学科卒。
勤務先：〒104 東京都中央
区八丁堀2-14-4。
☎03-553-1231



首都高速道路は、昭和37年12月20日に1号線の一部、芝海岸通り～京橋間約4.4kmが開通して以来、漸次その供用区間を延ばし、平成2年3月末には供用区間は約218kmにも達している。1日の利用台数も、当初は約1万台であったが、現在では100万台を越え、首都圏道路網の一環としてその重要性が一層高まっている。

首都高速道路の構造はそのほとんどが高架構造（高架橋85%，トンネル，半地下，平面土工各5%）であり、橋面舗装の構造ならびに種類を決定するために、これまでにいろいろと検討を行ってきた。

昭和36年には舗装委員会（委員長：当時建設省土木研究所道路部長 竹下春見氏）を設置し、最初に供用開始した区間の舗装構造を定めた。初めは西ドイツでの例を参考にすることもあったが、重交通など都市内高速道路の特性を考慮するとともに、初期の経験および種々の検討の結果、昭和42年3月に制定した「舗装設計基準」では、コンクリート床版、鋼床版ともに8cmの標準舗装のうち3cmの表層には密粒アスコンを用いていた。また、勾配が大きい部分、曲線部分、その他走行上すべりが必要と認められる部分には開粒アスコンが用いられていたが、供用期間が長くなるにつれ、開粒アスコンでは、骨材の剥脱飛散が生じ、密粒アスコンあるいはギャップアスコンに打ち換えられている。

その後、重車両の増加、交通渋滞頻度の増加とともに、首都高速道路の舗装の破壊の原因が主としてわだち掘れによる場合が多くなってきたため、わだち掘れの生じにくい混合物を開発するために、昭和47年度から各種の試験を行ってきた。4号線および7号線における試験舗装もこの頃からである。これらの結果に基づき、昭和52年に開通した5号線（Ⅱ期）の舗装は、密粒アスコンを密粒ギャップアスコンに、開粒アスコンを粗粒ギャップアスコン（ゴム入り）に変更して施工されている。また、昭和51年度に発足した「高架橋等の舗装に関する調査研究委員会（委員長：現在日本

道路交通情報センター副理事長 多田宏行氏）」において、耐わだち掘れに主眼をおいた基準の審議がなされ、昭和53年3月には「舗装設計施工基準（高架編・隧道編）」が定められた。この基準では、標準舗装とすべり止め舗装の区分を廃止し、表層に粗粒ギャップアスコン（鋼床版の場合はゴム入り）、レベリング層に粗粒アスコン（鋼床版の場合はグースアスファルト）を採用した。また、アスファルト量を5%に減らし、針入度40～60、60～80のいずれも使用できることとしている。

この基準改定を契機として、首都高速道路における舗装の研究活動も多種多様化し、試験舗装等を通じてより一層耐久性のある舗装材料を開発するとともに、維持管理面も含めた最も適切な橋面舗装および新しい舗装システムの開発を行ってきた。前述の舗装委員会の委員長には、昭和56年度より藤井治芳建設省中部地方建設局長にお願いし、昭和60年3月にセミブローンアスファルト AC-100 を用いた舗装設計施工基準（案）をまとめている。また、一定期間における維持修繕費を含む舗装に係る総費用（トータルコスト）の概念を明確にするとともに、過去の補修履歴等をデータベース化して舗装供用限界マスターカーブの検討および乗り心地調査に基づく舗装管理基準の検討を行っている。さらに、工事渋滞に起因する社会・経済的影響把握調査を実施し、工事渋滞による利用者の心理的影響の評価を行い、トータルコストへの取込みを図り、利用者サービス向上の側面も検討している。これらの研究には、まだ多少時間がかかるが、他に余り例のない難しいテーマについて現在取り組んでいるところである。

新しい舗装システム確立に努力しながら、今後多くなると思われるトンネル内の舗装についても勉強している。まだ、長大トンネル舗装として要求される耐久性、明色性等の特性について整理しているところであるが、近い将来非常に重要な研究テーマになると考えている。

都市街路における舗装研究

～振動そして陥没～

小林 雄

こばやし かずお
東京都土木技術研究所技術
部主任。昭和48年立命館大
学理工学部土木学科卒。
勤務先：〒108 東京都港区
港南1-1-18
☎03-471-6141



1. 振動に興味を持った経緯

私の家は、大型車と言えばバスしか走行しないような通りに面している。しかし、付近に坂路があるために、特に、道路占用工事等によって段差が生じると、バスが通過する度に地震かと思うほど家中が揺れる状態にある。このような環境で子供の頃から生活しているため、道路交通振動対策に関心があった。

大学では、畠山教授のもとで防振壁に関する卒業研究を行った。卒業研究とは言っても、防振壁の種類等を変える度に、実験槽に小麦粉をつめてはパチンコ球の落下実験という繰り返し作業の毎日であった。

就職は建設会社の技術研究所だった。しかし、東京都で防振壁の実験を行ったという新聞記事を見て、道路交通振動対策に関する仕事に従事したいと思い退職した。

2. 道路交通振動対策の研究

2.1 防振壁

東京都での配属は、もちろん防振壁の実験に携わっている土木技術研究所だった。当時は、「道路交通振動防止対策委員会」が建設局内に設置されており、カバン持ちだが入都1年目から参加できたことは幸運であり、私の道路交通振動対策に関する研究の始まりとなったわけである。

道路で対処できそうな道路交通振動対策としては、平坦性の確保、舗装構造の改善及び防振壁等が挙げられる。

発砲ウレタン等の軟らかい材料を用いた防振壁は、振動低減効果が得られた。しかし、防振壁は幅1m程度以上、深さ数mの大きさが必要となり、地下埋設物が多く、しかも家屋が道路に近接している箇所が多い都道では、設置が困難と考えられる。逆に、舗装の下にコンクリートという剛性の高い物を入れるという模型実験でも、振動低減効果が得られた。この結果が後に行う防振性舗装への試みにつながったわけである。

2.2 防振性舗装の現場実験

舗装の下に剛性の高い物を入れることにより、振動低減効果があったことに自信を持って、振動低減のための舗装構造に関する研究に着手した。

舗装の下に剛性の高い物を入れるということから、路床の一部を強化水さい処理砂等4種類の材料で置換した構造、及び路盤強化タイプとしてのフルデブス舗装を当所構内に施工し、振動実験を行った。

路床の一部を置換した構造及び路盤強化タイプの構造は、標準構造に比べて振動が小さかった。そこで、現実的に用いているセメント処理混合物を振動低減層と称して舗装直下に用いた構造、及び通常の設計の考え方によるセメント処理混合物を用いた構造における振動実験を洪積台地上及び沖積低地上の道路で行った。

振動低減層を用いた構造は、標準的な構造に比べて振動低減効果があり、この場合でも粒状材をセメント処理混合物に置き換えるとさらに効果がある。また、振動低減層を用いずにアスファルト混合物とセメント処理混合物のみを用いた構造でも振動低減効果があることが判明した。

2.3 防振性舗装の理論解析

現場実験を補うために、上記の実験結果を波動方程式の数値計算により検討した結果、現場実験結果とはほぼ同様な結論が得られた。

以上の検討結果から、防振性舗装は粒状材のかわりにセメント処理混合物を用いた舗装構造が現実的であるという結論を得た。なお、これらの効果は5年後の追跡調査でも確認している。

3. 研究成果の活用に向けて

研究所で振動低減対策を研究していたが、行政として活用するためには、「振動低減対策を行うべき箇所はどこか?」、また「振動を考慮に入れた補修計画はどのように策定するのか?」という問題につきあたった。

たまたまこの時期に道路管理部へ転勤となり、道路

交通振動対策に関する研究成果の活用を試みる立場となった。

3.1 振動実態調査

振動は点測定であるので、都道全体の振動実態の把握方法が問題になった。そこで、路面性状調査結果及び既存資料を用いた道路交通振動の推定式を作成して、振動実態を把握することと、通常の補修工法別の振動低減効果を把握することを試みた。しかし、この実態調査の方法は未だ確立されていないのが現状である。

3.2 路面性状実態調査

現在の補修計画は、熟練した技術者の目視による路面性状、補修履歴からの判断、及び陳情苦情等をもとに各建設事務所では要補修箇所を選定した資料を用いて作成している。しかし、目視による路面性状では、都道全体での補修箇所の優先順位及び将来計画の策定がむずかしい。そこで、客観的なデータに基づく補修箇所の選定を行うため、路面性状測定車による調査及び調査計画の策定を行った。

3.3 舗装構造調査

補修工法の判断には、既設舗装構造、補修履歴及び設計C B Rが重要な資料となる。しかし、これらの資料は、舗装が竣工するとほとんどが倉庫に入ってしまう、必要な時に捜し出すことが困難である。そこで、道路台帳平面図の1/1000縮図を用いて路線毎に張り合わせ、舗装構造を記入するための台帳を作成し、上記の資料を各建設事務所の倉庫から捜し出し記入した。島しょを除く全都道の舗装構造図の作成には、約6年間かかった。設計書類の保存期間が5年ということもあって、切削打換以上の補修履歴は、約5割しか判明しなかった。時間がかかった割には判明率が低い。

倉庫での資料収集の困難さ、道路台帳平面図及び設計書類の借用手続の煩わしさ等を考えると、今後は、竣工及び試掘調査の都度記入するというような、職員一体となつての貴重な資料作りとしてのデータ収集に期待したいものである。

3.4 地点標の設置

路面性状測定車による調査結果を用いて、ある判断のもとでの要補修箇所の選定及び補修工法の選択はできる。しかし、都道全体となるとデータ量が多くなり電算処理しかなく、及び熟練した技術者による振動対策としての補修箇所の選定方法は、数量化すること等が問題になった。これらの問題点については、道路管理部内に委員会を設けて検討しているが、データ整理の都合上、早期に道路に地点標を設置

することが必要となり、設置要綱や実施細目を作成し、設置開始することとした。

このように、研究成果の活用に向けて種々と調査を行ってきたが、補修事業の中に振動対策を位置づけるためには、まだまだ研究及び調査しなければならない項目が多々あるとつくづく思い知らされた。

この段階で、再び土木技術研究所に戻るようになった。

4. 道路陥没に関する研究開始

土木技術研究所に戻った当初は、道路管理部で行ってきた調査結果のまとめ及び道路交通振動に関する研究を進めようと考えていた。しかし、都心での道路陥没が新聞を賑わすこととなり、急遽このことに関する研究を開始することとなった。

研究目的の第一は、道路が陥没する前に非破壊探査機によって空洞を確認する方法を確立すること。第二は、道路占用工事における埋戻し工法が道路陥没の原因の一つとも考えられることから、埋戻し工法の再検討を行うこと。第三は、近年、掘削残土の捨場確保難、天然砂の資源不足等が生じ社会問題になっていることから、発生土の再利用について検討することである。

道路陥没に関する研究は、一見、舗装研究者には縁がないと思われるかも知れない。しかし、これらの研究を進めていくと、舗装構造評価のためのFWDやダイナフレクトに少なくとも舗装直下の路床における空洞を探知する能力までも要求されるであろう。また、振動の原因となる道路占用工事の復旧に伴う段差が生じない舗装復旧方法の確立も要求されるであろう。

私は、このようなことも考慮に入れて、都市街路における舗装研究者として道路陥没に関する研究を開始した。

5. 今後の研究姿勢

「振動そして陥没」というように、家屋が道路に近接し、地下埋設物が多いという都市街路における今日的な課題の研究に取り組んでいる私ですが、研究成果を行政に活用するための方法検討までも含めて、実りある研究活動にしたいと考えております。また、理論的な研究は大切ではあるが、試験舗装等の現場による実証的な研究は、特に行政の中にある研究所に求められているのではないかと考えております。

私は、この信念を持って舗装研究に頑張りたいと思っておりますので、今後とも宜しくお願い致します。

近 藤 陽



こんどう あきら
建設省四国地方建設局四国
技術事務所材料試験課専門
職。昭和20年高小卒。
勤務先：〒761-01香川県木
田郡牟礼町1545。
☎0878-45-3135

アスファルトに伴う私の回想

私とアスファルトとの付き合いは、幸か不幸か昭和36年の出会いより今日まで続いている。36年当時、関東地建の浜松材料試験所において、アスファルト混合物の配合設計の実習を受けた時が初めての出会いで、その時まで、アスファルトを見たことのない私に詳細に教えて戴いたが、当時の私にとっては未知の実習でもあり試験の目的意義とか、混合物の諸性状等の理解に苦しみ精神的にひどく落ち込んだことを記憶している。

その後、3年ほど現場へ出て道路管理をしたおかげで、舗装の重大性を痛感したことは貴重な経験となった。一方30年代後半より40年代にかけ管内の舗装もアスファルト舗装の普及が進展し、私の勤務する材料試験室においても、アスファルトの配合設計ならびに品質管理等の試験業務に明けくれるようになり、その当時の試験室の熱気、臭いアスファルトの付着によるアスファルトとのスキンシップは、たいへん懐かしい思い出となった。その後、時代の流れとともに組織も変遷し、業務内容も、アスファルト舗装の工種の改善、開発ならびに品質管理の改善等を目的とした調査試験を実施するようになり、今日までの試験舗装は70箇所余にも達した。ここでは、その内容より各年代における実施成果の回想より代表的なものを紹介すると下記のとおりである。

1. すべり止め舗装（昭和40年代）

40年代のすべり止め舗装は、開粒度アスファルトコンクリートが主流で施工されていたが、その実態調査で、すべり抵抗値は高いが、ポーラスな混合物のため、降雨水により細粒土ゴミ等が浸透滞留し、その上気温変化の繰返しにより、混合物のはく離現象の促進が認められた。そこで、開粒度アスファルトコンクリートの持つ、すべり抵抗の効果を損なうことなく、密粒度アスファルトコンクリートの耐水性を併せもつアスファルト混合物を開発することにした。また、その当時の舗装要綱等においてもギャップ系の標準配合もなく、当時建設省土木研究所舗装研究室に在職していた小島研究員（現熊谷道路研究所）の助言を得ながら、種々の配合を設定試行を繰返しの結果、すべり止舗装としての抵抗性、耐水性のある表-1、表-2に示すような四枝1号型、四枝2号型アスファルト混合物を作成し、試験舗装の結果良好と判断され、実用化されている。

また、四枝1号型アスファルト混合物は耐流動性を評価する動的安定度も密粒度アスコン混合物に比べ優位なことから、耐流動対策を必要とする路線に多く用いられている。

表-1 四枝1号型、2号型アスコンの粒度範囲

工 種 \ ふるい目mm	20	13	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	0.075
四枝1号型通過重量百分率	100	95~100		33~45	30~40		20~30		5~12	4~8
四枝2号型通過重量百分率			100	90~10	35~50	27~39	20~30	14~22	9~15	6~10

表-2 四枝1号型、2号型アスコンのマーシャル基準値

基 準 \ 工 種	突き固め回数	密 度 (g/cm³)	安定度 (kg)	フロー値 1/100 cm	空隙率 (g/cm³)	飽和度 (%)
四枝1号型アスコン	75	2.3以上	500 以上	20~40	4~7	65~85
四枝2号型アスコン	75	2.2以上	500 以上	20~40	5~6	65~85

2. 横断歩道橋舗装に用いる常温乳剤混合物（昭和50年代）

自動車交通量の増大に伴い、横断歩行者の安全を図る目的より、昭和40年～50年にかけて多くの横断歩道橋が建設されたが、経年とともに橋面舗装の維持補修の頻度も多くなっている。これらの橋面舗装に用いる混合物の制約として、施工厚が薄いため、加熱混合物の舗装が不可能であり、しかも施工時にローラー等の転圧が不可能である。したがって従来、樹脂などの特殊舗装、タイル舗装等が用いられていたが、樹脂、セメント、モルタル等を用いるため、たわみへの、追従性が乏しいことならびに膨張収縮等により施工後、早期に破損する。しかも、維持補修に際しては、特定の業者しか打替、補修が出来ないなどの問題点があった。私が道路管理に携わっていた折にも横断歩道橋の階段部でポットホールのな穴が身受けられ、臨時的な処置として、セメントモルタルで補修したが、補修後2日程度で飛散した苦い経験がある。以上のような事を踏まえ出張所単位の路面維持業者が簡単に橋面舗装の新設補修が出来る常温乳剤混合物及び施工方法を開発した。試験舗装の経年調査結果が良好であり、一般化されている。なお、この常温乳剤混合物は表－3に示す各材料をコンクリートミキサーで混合し、練り上がった混合物を敷均し、コテ仕上げにより舗設できるのが特長であり、現在では側道橋混合物としても用いられている。なお、これら常温乳剤混合物の標準的な特性値を表－4に示す。

表－3 示方配合

混合物の種類 材料の種類と配合率		常 温 乳 剤 混 合 物	
		無着色混合物	カラー混合物
配 合 率 (%)	7 号 砕 石	44%	44%
	細 砂	44%	37%
	ベ ン ガ ラ	—	7%
	A S 乳 剤 (T - 1)	12%	12%
	骨材含水量 (添加水)	2～3%	2～3%

(注) 常温乳剤混合物のコンシステンシーは、施工に伴う混合物の敷均し、仕上げ（コテ仕上げ）易さを目標に添加水量によって調整

表－4 混合物の特性値

混合物の種類 項 目		常 温 乳 剤 混 合 物	
		無着色混合物	カラー混合物
表乾かさ密度 (g/cm³)		1.87	1.89
貫 入 量 (mm)		1.20	1.20
透 水 係 数 (cm/sec)		3×10 ⁻⁴	6×10 ⁻⁴
収 縮 量 (mm)		0	0
養 生 日 数 (日)		1	1

3. 改質アスファルト使用条件式（昭和60年代）

アスファルト舗装の耐流動対策として改質アスファルトの使用が増加しているものの、その適用場所や強度的な判断基準がないため、従来より試行的な繰返し手法で対応しているのが実状であった。そこで昭和60年度より管内で使用されている改質アスファルト（プラント及びプレミックス）の物性効果を明確にするとともに、改質アスファルトの適用場所、強度的な判断基準を作成するため管内一般国道に48地点のモデル区間を設け、同区間のわだち掘れ量ならびに供用条件（速度、路面温度、車両重量、大型交通量）を計数化し、算出した推定動的安定度（計算値）と既設舗装の切取版による動的安定度（実測値）を関連させると、全体として良い相関計数（ $\gamma=0.75$ ）が得られ、下記の運用式（式－1）を作成した。なお、適用方法は、任意地点の供用条件を運用式に代入することにより、必要な動的安定度が算出できるものである。このシステムは土木研究所舗装研究質池田研究員の指導を得て開発し、昭和63年度より、この運用式の一般化を図る目的より、管内舗装修繕箇所耐流動対策を必要とする箇所を対象に試行を行っている。また、試行上問題となる、目標動的安定度に対応する改質アスファルトの選定方法および表層以下の必要動的安定度等について現在検討を行っている。

動的安定度（DS）

$$=0.676 \times \left(\frac{Y \times N \times V_i \times W_i \times T_i}{D} \right)^{1.02} \dots\dots(1)$$

ここに動的安定度（DS）

：運用式によって算出される動的安定度
（回/mm）

- Y：供用日数
- N：日大型交通量（台/日）
- V_i：速度補正係数
- W_i：輪荷重補正係数
- T_i：温度補正係数
- D：許容わだち掘れ量（mm）

以上各年で得られた代表的な調査成果を紹介したが、私達が携わっている舗装は施工後の供用寿命が長く、何らかの欠陥が生じた場合社会的な影響が大きい。したがって、新しいことを開発し、実施するのは、慎重を要するが、試行して、あるいは管理してみても問題点が解明できる要素もあり、ある程度の試行錯誤は、やむを得ないと思っている。

佐藤 巖

さとう いわお
札幌総合情報センター(株)出
向 第一研究室主任研究員。
福島農畜高等学校農業土木
科卒。
勤務先：〒060 札幌市中央
区北1条西3丁目MNビル
☎：011-232-4848



アスファルトとの付き合い

初冬に札幌へ来たものには、爽やかな春が待ち遠しかった。庭先の雪も解けて、これからは、気持ちのよい季節が来るものと期待していたが、最初に来たのは泥濘と砂埃であった。長いこと戦車に乗っていた私は、演習場の砂塵には馴れていたが、市内を歩いていて口や目に入る埃は予想をしていなかった。

自衛隊の教育が終わり、配属が決まる頃、私にとって住みよい場所を捜すために、気候、風土、自然環境、発展性などから検討していたが、季節の変化に富んでいる札幌が、種々の面から望ましいと思われたので、移動の時期になると何時も北海道を希望した。

昭和37年の初冬に希望が叶えられ、札幌の戦車大隊に配属された。北海道に来るまでは、偵察隊勤務であったことから通信、機械等の教育を受けてきたので、これらの技術を活かした土木の仕事に意欲が湧き、札幌市の職員採用試験を受けた。試験には、舗装に関することが多く、不思議に思っていたが、道路の舗装率が5%と極めて低く、湿度も低いことから風や車面による粉塵の苦情が多く、緊急に舗装を行う必要がありその要員として採用するためであった。

採用されてから63年までは、道路のハードな面で仕事をしてきたが、今は舗装から離れ、北国の道路が降雪や寒気により突然阻害を受ける交通機能を早期に回復し、維持するための情報システムを考えていると、アスファルトは再生が可能なので、舗装のライフラインの中で、ソフト面から性能評価を行いシステム的使用しなければならない材料の一つであると感じている。

札幌市に入ってから手始めは、やはり防塵対策であった。それはアスファルトマカダム舗装と防塵処理の設計書を作り作業監督することであったが、いずれの作業も経験がなければできないものばかりで、私にできることは、数量の点検程度であった。

毎年繰り返す防塵処理は、凍上対策が満足でない道路では、経済的かも知れないが、年間を通じた道路機能を維持するには、不経済である。第3次産業に片寄

った、札幌市の産業構造と財政状況の中では、アスファルト舗装要綱による舗装の普及を促進することは困難であった。

そこで舗装の現状認識と計画的な整備を行うために、舗装にABCの格付けを行った。A級舗装はアスファルト舗装要綱による舗装、B級舗装は簡易舗装要綱による舗装、C級舗装は防塵処理を主体とした道路である。

C級舗装は、札幌市独自の舗装であることから、防塵処理、浸透式舗装、加熱混合物舗装を取り入れた設計要領を作成した。この要領では、舗装をフローとストックに区分し、フローの舗装は防塵処理を、ストックにはアスファルトを廃油でカットバックし、骨材には当時あまり用途のなかったビリを使用した加熱混合物を特C級舗装として舗設した。

特C級舗装は、舗装道路をストックするために交通量の少ない道路から行い、昭和50年から性能価格の概念を導入し、8年間の総費用で舗装を評価し、経済的な工法の提案を受け、特C級舗装システムとして採用した。

札幌市だけではないと思うが、何をやるにも金がなく、目先の対応が優先し、経済合理的な分析ができないことが多い。昭和47年札幌オリンピックが開かれた頃、今後スパイクタイヤが普及することが予想され、普及率の低いうちに対策を取ることが重要なのに、あまり相手にされなかった。仕方がないので耐摩耗混合物の試験をすることにしたが、アスファルト舗装要綱に定める試験項目との定量的な評価はできなかった。

しかし、52年にコンクリート舗装の試験を行い摩耗量を調査した結果、定量的な評価の可能性が見えてきたので、室内摩耗試験機を作ることにした。試験機は、走行輪に自動車の車軸を利用し、駆動はプロペラシャフトから与えて、スパイクラベリングの試験を行うもので、廃材の橋桁で作った試験室に入れた。この大規模な試験舗装で、摩耗の性能価格の傾向が明確になった。

アスファルト舗装の摩耗は、施工管理が充分に行き届いていると室内試験との相関はよいが、施工管理システムを持っていない現場の舗装は相関が悪いことが多い。このような場合でも完了時に摩耗性能を検査できる試験機があればと実験していたが、舗装廃材利用の問題が持ち込まれたので現場摩耗試験機は生まれなかった。

舗装廃材は昭和47年頃から問題となり、53年からは継続的に発生することが予測されたので、アスファルト混合物舗装廃材は産業廃棄物であることから、発生原因者である札幌市が処理過程の全てをコントロールするシステムを構築することにした。舗装廃材は、混合物の性質により区分して回収すれば効果的な利用ができるが、市内で発生する混合物は、多種多様で区分回収は困難である。ここで問題になるのは、アスファルトの添加剤をどのようにするかである。再生された混合物の性質をできるだけ一定にするためには、添加の直前で再生混合物の性質を把握する必要がある。し

かし、試験方法が解らないので、当分は添加剤は使用しないで生産し、そのあいだに赤外線分析試験と供用性の調査を行い、添加剤を決めることにしたが、調査の結果、現場の施工対策を取れば、余り神経質になる必要がないことが分かった。

舗装材料の減価償却は余り問題にされることはないが、耐摩耗舗装用混合物については車両の通過によって摩耗するので、性能価格を補償するとか、舗装の摩耗性能を検査するなどして客観的な評価を行う必要があるのではないかと思う。アスファルトは再生可能な舗装材料であることから、色々の材料を再生使用してアスファルトと付き合ってきたが、アスファルト舗装はシステムの的にマネージメントされることによりもっと効果が発揮されると思います。私が所属する北海道舗装研究委員会では、昨年多くの方の協力により『舗装マネージメントシステム』を翻訳発刊したので、一読していただければ幸いです。

日本のアスファルト事情 1989年版

B5・48ページ・実費頒価 ¥700 (送料実費)

当面するアスファルト事情を
わかりやすく解説した資料です。

広くご利用いただけるよう編
纂致しました。

ハガキにてお申込み下さい。

申込先 社団法人 日本アスファルト協会

105 東京都港区虎ノ門2丁目6番7号
和孝第10ビル

目次

★需 要

用 途

需要の推移

★供 給

生 産

流 通

施 策

★課 題

★参考資料

品質規格

試 験 法

品質管理

アスファルト舗装の特長

臨時石油アスファルト需給等対策会議

道路予算

世界の原油確認埋蔵量

原油輸入量の推移

原油価格

石油需給計画

竹 田 敏 憲

たけだ としのり
東京都建設局道路管理部路
政課道路台帳係長。昭和43年
日本大学理工学部土木工学
科卒。
勤務先：〒136 千代田区九
ノ内3-5-1
☎03-212-5111



行 政 と 研 究

1. 舗装との本格的な出会い

東京都土木技術研究所へ異動になったのは、忘れもしない昭和48年5月。軽四輪に引っ越し荷物を積み、舗装研究室のある戸田橋分室へ行った最初の日のことを、今だにはっきりと覚えている。研究所には、——長年住み慣れた行政とは全く違う世界——というイメージをもっていたので、新しい職場に対する期待感というよりも自分につとまるのだろうかという不安感の方が大きかった。

それまでの職場は都道の維持管理を担当する工区で、補修（修繕）工事や維持工事の監督、管内をパトロールして発見した異状個所の応急修理、また住民からの陳情苦情への対応、さらには占用企業者が行う工事の監督指導など、ほとんど1日中外をかけずり回る仕事であった。維持管理の対象は、舗装の外に橋梁や道路付属物、植栽など多岐にわたっており、発生した問題は即座に判断し、処理しなければならなかった。現場では日常雑多な仕事に追われ、問題が発生してもじっくり腰をすえて検討する余裕がなく、特に技術的な疑問に直面しても、本を開くどころか机に向かう習性すら失われつつあった。「わからないことは土研にまかせればいい」、これがごく常識化された感覚だったのである。

それが一転して立場が変わり、研究職となったのだから当初は大いにとまどい、水に慣れるまでに大分時間がかかった記憶がある。とにかく1日中机に向かうという忍耐力を養うのがまず最初の修行で、苦痛に耐えながら文献を読んだり、室内実験の手伝いやら舗装の基礎の修得につとめる毎日であった。

初めて手がけたテーマは、路面たわみ曲率計や二連式ベンケルマンピームなどを用いた舗装の力学的評価¹⁾。また、舗装の構造設計における主要条件のひとつである設計交通量の精度を高めるために、都内における交通調査の資料を用いて交通量の実態や、経年変化などの傾向を把握、「交通センサス」から設計大型車交通量を算出するための換算係数を求めるなど²⁾、舗装の

基本にかかわる調査研究が主であった。

2. 路面変形対策

その後昭和53年頃からは、当時行政で苦慮していた身近な問題をテーマに取り上げ、現場と一体となって解決にあたるということが主になった。これはとりもなおさず、自分が現場にいたころ頭を悩ましていたことに、じっくり腰をすえて取り組むことが出来るようになったわけで、最も充実感をもって業務にあたることが出来た時期であった。

当時住民から持込まれる陳情苦情のうち、交通振動に関するものが圧倒的に多かった（これは今でも変わらないと思うが）。振動については、もちろん地盤そのものが悪くて構造的に対処しなければならない場合もあるが、大部分が路面のわずかの不陸が原因である。それも、現地で場所を特定するのも困難な、わずか数ミリの段差が地震のような揺れを引き起こすのである。これは原因がわかっていても直すのが非常に難しい。耳が痛くなるような陳情苦情から逃れるために、不経済とは思いつつ規模を大きくして補修し、人家のないところまで施工継ぎ目をもっていく方法もしばしばとられる。平坦性を維持するための耐流動性材料の開発など、取り上げたテーマは結局はこのあたりの問題に結びつくものが多かった。

バス停留所における局部変形対策もそこから出発したテーマであった。おそらく地方の人には理解しづらいことかもしれないが、当時の調べでは、東京都内にあるバス停の数が11,000箇所。もちろんこれらすべてが問題になるわけではないが、現場担当者は日常の維持補修に大変苦労していた。大型車がへこみを通過した際、振動の励起源となるのはもとより、バス待ちのお客さんなど沿道への水跳ね、またひどくなると単車の安全走行を阻害し、管理瑕疵にまでつながる恐れもある。この問題をあらゆる角度から検討した結果、バス停留所の舗装設計にあたっては、独自の舗装構造を考えなければならないこと^{3,4)}、そして表層材料は、ア

スファルト混合物系によるのは限界があり、半たわみ性舗装（半剛性舗装）が妥当であるとの結論に達した。当時の技術では半たわみ性舗装の急速施工は困難であったが、舗装会社の協力により、それも克服し⁵⁾、現在では、都の設計基準や材料仕様書などで標準化され、一般的な工法として用いられている。

3. 行政で手がけたテーマ

8年間研究所に在籍した後、昭和56年に再び古巣の行政に戻り、以前のようにまた道路管理業務を行うことになった。研究所在籍当時とは違い、本格的に研究に取り組むというわけにはいかないものの、とくに關心をもって手がけていたテーマはいくつかある。そのひとつが路上表層再生工法。省資源、廃棄物処理地不足などが大きな社会的問題となっている中で、東京都内でも試験施工を各所で行ない、この工法を導入すべく検討を行ってきた⁶⁾。しかし、街路に適用するためには、まだまだ工夫すべき課題がいくつかあり、東京都では「路上表層再生工法技術指針（案）」（日本道路協会）をそのまま補修（修繕）工事に適用するまでにはいたっていない。

街路に適用するには施工機械及びその編成が大規模すぎること、路面に入孔やレーンマークが多すぎることで、また運用上は予算要求（前年度）から実施設計（当該年度）までの行政のしくみから、工法・方式の選択の過程が他の工法より複雑で、現場サイドで受け入れ難いことが主な理由である。そして、オイルショック時の予算逼迫の感覚が薄くなり、技術改善の情熱が失われつつあるのも事実のようである。社会のニーズにかなった工法でありながら、今いち伸び悩んでいるのは残念であり、チャンスがあればもう一度なんとか打開していきたいと思っている。

また同じ頃取り組んだ、応急修理材料として必需品である常温混合物の改善については、直営班や材料メーカーの方々など一体となり、実務の中で行ったもので、実践一改良の繰り返しという行政ならではのやり方で取り組んだテーマであった⁷⁾。

4. 行政と研究の狭間で

17年前、研究所に配属されてから舗装と深い関わりをもつようになり、その後行政に戻ってからも職場によって、その濃淡には差があったものの、依然として舗装との縁（舗装界と言った方がいいか）がつづいて

いる。

昭和63年4月、長年馴染んできた道路を維持管理する部門から、再開発部門に異動となって2年、舗装に係わる立場が大きくかわった。今度は街そのものを造り変えるのが仕事である。今までは舗装の中にどっぷりとつかり、とにかく安く、長持ちする舗装への追求であった。言い換えれば街路にあつての舗装の技術開発は、概ね住民からの陳情苦情をへらすための取組みであったといえる。ところが今はもっと高度に、街並みの中での舗装のあり方が問われる時代である。長年舗装で飯を食ってきたという経験を武器に意見を主張しても、今の社会では中々受け入れられ難くなっているのである。

研究所を出てから早いもので9年。研究者としての感覚はほとんどといっていい位失われている。ただ、外からの情報は以前とは比べものにならない位幅広くなり、いろいろな分野からの声が伝わってくるようになった。舗装に対する要望が今までとはかなり違ってきていることが肌で伝わってくるのである。この肌の温もりを研究部門に伝えるのが、長いこと行政と研究の狭間にいた自分の役割かなと思う今日この頃である。

—— 参考文献 ——

- 1) 内田喜太郎、竹田敏憲：路面たわみ曲率計について、都土木技研年報、1975、P.123～130
- 2) 竹田敏憲：舗装設計のための交通量解析、都土木技研年報、1977、P.45～54
- 3) 達下文一、内田喜太郎、竹田敏憲：バス停留所における局部変形に関する構造的要因の検討、都土木技研年報、1978、P.51～62
- 4) 内田喜太郎、竹田敏憲：アスファルトコンクリート層の変形係数に及ぼす温度の影響、都土木技研年報、1978、P.41～49
- 5) 達下文一、内田喜太郎、竹田敏憲：半剛性舗装の基本的特性とその適用例、都土木技研年報、1980、P.37～48
- 6) 内田喜太郎、滝下純志、竹田敏憲：都市街路における路上表層再生工法の適用について、第16回日本道路会議特定課題
- 7) 竹田敏憲：応急処理工法に使用する各種常温混合物の材料特性と使用実態について、アスファルト、1986、P.31～38

都市道路に携わりながら

達 下 文 一

たつした ふみいつ
東京都建設局道路管理部保
全課長・工学博士。昭和35年
室蘭工業大学工学部土木工
学科卒。
勤務先：〒100-81 千代田
区丸の内3-5-1
☎03-212-5111



この三月に高校を卒業し大学受験を迎える我が愚息の卒業記念文集の原稿を家内の手引きで、こっそり盗み読む機会があった。その中で、彼は大学受験と学科の選択への純粹で生真面目な悩みを心のままに奢らずに冷静に書いていた。読み終えて、私は息子の心の成長に胸詰まらせ、その青春に嫉妬を感じながらも自分のこれまでの歩みに想いを馳せざるを得なかった。

それは、自分が結果的には兎にも角にも土木工学を選んだ時、卒業した時、そして東京都の土木職員になろうとした時、さらには、その後の30年の業務の変節点、そして今も、その節々で心の奥ひだに残像となっている心の原点への呵責である。しかし、現実には、心への自衛からか原点を時点修正しながら、乖離差を“努力すれば何とか成る”という逃避的妥協で押し殺してきた気がしてならない。

私は、幼少の頃、“照れ屋”で“気弱”で“臆病”な虚弱体質の病弱少年であった反面、次男であったことからの兄への対抗意識からか、“意地っ張り”で“短気”で“不器用”で“投げやり”な「憎まれっ子」であった。そのためか小学校では、結核を患い7年を要した落第生である。この間、家からは半日がかりで地方鉄道を乗り継いで辿り着く結核療養所にただ一人で転地入院させられた。しかし、夕日が沈み、火灯し頃になると、夕食や団欒に集う父母や兄弟が恋しく、涙しながら何度も脱走を試みたものである。

その結果、母の実家である寺に預けられ、住職である祖父、そして祖母の監視のもとに、子坊主の生活を強いられた。ここでの生活が土木界に身を置くことへの潜在意識となったと、今にしては思われる。

北海道でも波静かな内浦湾を望む片田舎の寺の住職であった祖父は、津軽の弘前に近い山村の百姓の出であるが、少年時代に難病を患い医者に見放され、これまた山寺に預けられ平癒したこと、仏門に入った人である。

今、北海道で叔父といとこが継いでいる寺は、母がまだ小学3年生の頃の大正時代の始めに、祖父がまず単身で渡って、アイヌ部落の墓地に掘って立て小屋で興したものを創建としている。だから、この寺の檀徒は漁業に従事するアイヌの人達と、その後の鉄道建設や道路建設に従事した人達であった。今も、山門前には、JR本線が走り、国道が走っている。その先は、なだらかに海に続き漁師町となっている。ここで祖父母は、当時、アイヌや無宿人の建設労務者を相手に仏事を執り行い、読み書き裁縫等の稽古事を教え、そして自分の経験から医者に見放された病人を無料で預かっていた。特に、命尽きる人々や宿無し人に寺を提供することを無上の喜びとしていた。そのためか、寺には鍵がどこにもなく、いつも開け放たれていて、いつでも、どのような人でも入れたし、長逗留もできた。

私が、この寺に預けられている間の仕事は、病気の時には学校にも行かず子坊主のまねごとをする外は、命尽きる人の傍らで、自らも同じ立場からか黙っているだけの相通ずる相手をしていた。また檀徒で、建設労働者の入墨の人々が集まった時などには、媚びることのない無口で無愛想な性格が好もしく見えたのか、“こいつは物になる”とよく言われたものである。

私は、このような生活で第二次大戦前後を過ごして、結核から身を守った。医者からは、六年生までに再発した時には“もう命はない”と言われていたので、中学に入った時の嬉しさは、たとえようもなく“命拾いをした”というのが実感であった。その後の中学高校の六年間は開き直って無遅刻、無欠席の皆勤であった。

このような小学生時代の経験からか中学生の時には、不遇のアイヌ出身の文学者に憧れ大学の片隅で不遇であつても本に埋もれて生涯を終えたいと思った。しかし、高校に入るや医者になることが、祖父と自分の経験からは天命であると考えた。しかし、これは受験に失敗し、浪人をして再受験するつもりでいた。ところが、母は、私の性格からして医者には向いていないと

反対であったこともあって、まず地元にある大学に入って母を安心させてから、こっそり挑戦しようと考えた。したがって選択学科は何でもよかったのである。ただ父と兄は機械屋であったので、これだけは避けたかった。結局は、寺にいた時の入墨の親分の言葉を思い出して「土木工学科」と書いてしまった訳である。

大学では、肝心の勉強はなにもしなかった。結果は明瞭で前期の単位は、何一つ取得できなかった。このことを知って父は、人間の生き方として私のやり方は間違っているといった。私は反論しながらも、結局は、父への意地で「土木工学科」を卒業してしまった。

就職にあたっても、やはり父母の考えに反論しながらも母の認める東京都に実は5年間の約束で入ったのである。その時、東京都土木技術研究所の存在は知らなかった。ただ配属先の希望を聞かれた時には、不器用だから10年位じっくりと同じ仕事をした旨だけは言った。結果は、同研究所に配属されることとなった。以後、都歴30年のうち、28年間を同所にお世話になることとなった。

入都した昭和35年の東京は、昭和39年に開催される東京オリンピックに向けて街が動きだしていた。その原動力は、新しい道路の整備にあり、道路が東京の街を変えつつあった。研究所に着任した翌日から、すぐ土質調査車に乗せられて路床調査に出掛けることとなった。以後、毎日、昼は土質調査のために現場に出向き、帰ってからは土質試験と整理にあたり、現場の設計者に設計のための土質定数を報告する日々であった。この時の経験が、東京の地理を土質状況とともに体に染み込ませてくれた。今でも、所を聞けば、まず路床土あるいは基礎地盤が浮かび、次に舗装構成や材料等が浮かんでくる。

その後、オリンピックが近付くにつれ、昼夜間を問わぬ民家周辺での工事が続けられると、これに伴う建設公害が訴えられるようになった。特に杭打機、舗装取壊機、振動締固機等による振動被害調査と改善対策の提案は、後の道路交通公害対策の原点となった。

オリンピックの終了とともに運輸の手段は鉄道や船舶から自動車に代わり、自動車交通は質も量もが急激な増大を見ることとなった。そして既往道路での交通公害は住民運動として採り上げられ、道路がそれらの

元凶にされ、道路の新設は犯罪行為と見なす風潮すら生まれるに至った。その抜本策は、緩衝地帯を設けた広幅員の道路構造への改築にあるが、東京の現況からは短期的には不可能であった。そこで、まず現況道路の中にあって、舗装によって交通振動のいくばくかでも防止する方法の研究に着手した。それには既往舗装での交通振動特性の把握が基本となることから、AASHTOで示されたPSIの評価とともに、層構造による振動特性を調査実験した。これによると交通振動は、路面の平坦性及び舗装の剛性に有意な関係のあることが明らかになった。すなわち路面の平坦性を高めることによって走行車によって生ずる起振力を抑え、舗装の剛性を高めることによって振動の減衰を早めるのである。このための試験舗装は、環状七号線や環状八号線を始めとする都道の各個所において各種の材料、工法、構造によって施工と追跡調査を繰り返した。結果として最善の舗装は、表層には今に言う耐流動の改質アスファルトを用い、路盤は今はやりのローラ転圧コンクリートによるサンドイッチ工法であった。

つぎに東京での歩道をも含めたアスファルト舗装の普及は、緑の少なさとあいまって東京砂漠、アスファルトジャングルという蔑視にあうこととなった。ここから街路樹を伸びやかに育て、地下水を涵養し、かつ都市河川の負担を軽減させて治水機能をも兼ねさせる透水性舗装の開発に目を向けさせた。この透水性舗装の実績は、後の交通騒音低減のための低騒音舗装の基礎となり、また道路に潤いを持たせる発想はカラー舗装や道路の修景化へと発展した。

現在は、20年前に取り残してきた道路公害のうちの騒音抑制舗装に取りくんでいる。この舗装は、先にも著したように透水性舗装が下敷きとなっていることは言うまでもない。

2年前、建設局の技術企画部門に初めての転勤をした。これは研究職から行政職への転換であったことから多くの方々に心配をかけた。そして、また現在は、全都道を生身として預かる実践の場において、新設時には適わなかった付加価値を維持と補修によって付与すべく情熱をもやしている。これらの行動は、見掛け上、原点からは遠ざかるように見えても、求心していると考えるのは、やはり逃避的妥協なのであろうか。

私 と 舗 装

田 中 輝 栄

たなか てるえ
東京都土木技術研究所技術
部研究員。昭和52年武蔵工
業大学大学院工学研究科修
士課程修了。
勤務先：〒108 港区港南1-
1-18 ☎03-471-6141



まず始めに、このページを開けていただいてちょっと読んでみようかなという気持ちになっていただいた読者諸氏に感謝いたします。

私が、そもそも職業として深く舗装に携わるようになったのは昭和57年に現在も勤務しています東京都土木技術研究所に異動してきてからのことでした。それ以来、現在に至るまで舗装との関係を続けています。

私は、昭和52年に東京都に就職し、初めての配属先は、労働経済局というところでした。国で言いますと、労働省と通産省を合わせたような組織です。私は、技術の土木職ですので配属先が決まった時にこんな所で何をするのだろうかと思いましたが、配属先に行き説明を受けて驚きました。なぜかという、私の頭の中には全く遠い過去のものと思っていた日本の戦後という言葉が、これから従事しようとしている職場において厳然として残っていたからでした。

そこでの私の仕事は、戦後大量に発生した失業者を救済するために施行された緊急失業対策法という法律に基づいて計画した工事の設計から施工管理、竣工までの一連の作業を直営で行うというものでした。具体的にいいますと、失業対策に従事する作業員が仕事に溢れないだけの土木工事の事業計画を立て、設計図面を引き、積算をし、使用材料を購入し、測量をし、遣り方を作り、作業員に賃金を支払い、施工管理をし、竣工検査を受け、相手に引き継ぐという工程を全て自分で行うものだったのです。設計した本人が、自分で施工するということは、設計者と施工者が異なることによって生じるトラブルがないという大きな利点があったわけですが、今考えるとよくやったなあと思います。

この事業での工事内容としては、規模は大きくはありませんでしたが舗装関連の工事も多くあり、私はここで、様々な舗装工事を直接肌で経験することができました。たとえば、アスファルト舗装、コンクリート舗装、平板コンクリート舗装などによる道路設置工事、カラーアスファルト舗装、常温塗布式舗装、荒木田舗装によるテニスコート設置工事、荒木田舗装、グスト舗装によるグラウンド設置工事などなどです。

舗装の構造などについては、比較的自由な発想で設計をすることができましたので技術者の立場からすると楽しみながら仕事ができたとような気がします。しかし、設計が完了して施工の段階になると、長年この世界で飯を食ってきた作業員を若僧である私が直接監督しなければならなかったもので、気の弱い私は精神的に気苦労が絶えませんでした。今思うと、民間会社の技術者にとっては当然のことだと思いますが、請負制度が浸透している現在の状況では、官公庁ではなかなかできないプラスの大きな経験であったと思います。

この苦い現場経験により一番の勉強となったことは、平凡ですが、自分の頭だけで知り得たことは、自分の手を汚し苦労して経験し得たものが加味されなければ何の説得力もなく、誰もついてこないということでした。この貴重な経験は、現在の私の生活信条の一つとしています。

このことは、現在の官と民の技術者関係を考えると、互いに多々反省しなければならないところではないかと思います。互いにというのは、官は頭だけで考えてものをいい進めて行こうとすること、民は現場の実態を知らないくせにと思いながら進めて行こうとすることです。互いに腹を割って議論し、各々の役割を考え、各々の立場からできることを出し合って行かなければ、一つのものそして技術の発展は、期待できない。そう思います。

以上のことは、私が初めての現場経験から得た精神的な貴重な経験でしたが、初めての現場で技術的に経験の乏しかった私にとっての舗装技術に関する貴重な経験となったのは、排水工の重要性、アスファルト混合物の温度管理の重要性、そして体育施設（当時、失業対策事業では、一般道路だけではなく、教育委員会関連施設の工事でも実施していた）における舗装材料の選択の重要性でした。特に、三番目の体育関連施設の舗装材料の選択については、直接に使用者の反応が我々の側へ返ってきたので、材料選択に当たっては慎重に行いました。慎重といっても別に客観的な材料選択方法があったわけではなく、過去の実績を考慮して

適当と思われる材料及び工法を選択していました。今思えば、現在私のメインテーマとして取り組んでいる人間と舗装の関わり合いの研究に対するルーツがこの辺りにあったのかもしれないと思います。

このような経験をしながら、現在の職場である土木技術研究所へ異動してきたわけですね。

さて、私のつまらない過去を回顧するのはこの辺りでやめることにしまして、私が、自分のメインテーマとして研究を進めている人間と舗装の関わり合いについて感じていることを話したいと思います。

私が、土木技術研究所に異動してきた当時は、人間と舗装の関わり合いに関する研究は、車を快適に操作する側から捉えたものばかりで（私の勉強不足だったかもしれませんが）、車を使用しないで舗装の上を通行する人間についての研究があまり行われていなかったような気がします。道路を利用しているのは車を運転する人間だけではないわけで、それ以外の通行主体として沿道住民に配慮した舗装が考えられてしかるべきだと思います。そのためには、舗装の上を通行する様々な通行主体すなわち道路利用者そして沿道住民からみた舗装の評価方法が重要なツールとなってくるのではないのでしょうか。

人間の乗った車が通行する舗装に対する評価方法について考えますと、たとえば、乗り心地は、縦断凹凸・横断凹凸・ひびわれ率（度）などの路面性状や振動加速度などによる評価方法がありますし、安全性は、縦すべり摩擦係数や横すべり摩擦係数といったすべり抵抗による評価方法があります。人間の乗った車が通行する舗装については、このように、評価方法の研究が進んでいるように思われます。この理由としては、舗装そのものが、道路交通の発達に付随して発達してきたという歴史的なものがあるのでしょう。

それに比べて、人間の乗った車が通行する舗装以外の舗装、その中でも、一般的な公共空間としての歩道舗装を考えると、今まで我々は、それを評価する方法について真剣に取り組んできたのでしょうか。その答えは、残念ながらノーなのではないかと思います。歩行者は、車と比べれば速度は比較にはならないが、フレキシビリティが高いから多少サービスレベルが低くても追従できるとでも思っていたのでしょうか。このような考え方が、歩道と車道が直交するとき、歩道通行者は空か地の底を通行し、車は平坦にというような発想になって現れているのではないのでしょうか。また、視覚障害者誘導用ブロックのつながりの途中を、

埋設工事などによる復旧後の舗装が寸断したままにしておいても、視覚障害者は感がいいので容易にそこを通行していけるとでも思っていたのでしょうか。これらの問い掛けは、私自身も含めた我々土木屋全員に対するものです。このような、人間の乗った車が通行する舗装以外の舗装に対する人間と舗装の関わり合いへの我々の意識の低さが、歩道舗装を評価する方法に対する研究を遅らせてきたのではないのでしょうか。

歩道舗装、そこでは我々のような健康な人間だけではなく、乳母車に乗せられている乳児、いわゆる交通弱者となっている高齢者・車いすによる通行者・肢体不自由者・視覚障害者などなどのいろいろな人々が利用または利用したがっています。

父親になっている人にはわかると思いますが、乳母車に寝ている乳児を乗せて平坦性の悪い舗装にでくわしたときなど、泣き出さないでくれと祈りながらゆっくり歩いた経験はないのでしょうか。歩行がすり足ぎみになってしまう高齢者は、自然石の乱張り舗装などでよく見掛けられるような僅かな段差でも非常に歩き辛いと思っているのではないのでしょうか。車いすの利用者、肢体不自由者にとっては、歩道に段差があったり、勾配が急であったりして利用したくても利用できないようになっているのではないのでしょうか。視覚障害者は、いつでもどこでも自由に安全に歩行できるような舗装がないものかと思っているのではないのでしょうか……。

ここ数年、人間と舗装の関わり合いをテーマにした研究や歩道舗装に関する研究、そしてその成果の報告が数は多くありませんが聞かれるようになってきたことは、それをメインテーマとしている私としては、喜ばしいことだと思います。しかし、これら多くの欲求に現在我々はどこまで答えられるのでしょうか。また、昨今、各種の材料が歩道用として開発または他の分野から転用されてきていますが、果たして今話してきたようなことをどの程度のものが考慮しているのでしょうか。いずれにしても、今後は、官のできること（調整・普及）、学のできること（知識）、民のできること（技術）を重ね合わせて、官学民一体となった研究体制で進めていかなければ、先に挙げたような多くの欲求に対する答えは、現実のものとして生まれてこないのではないかと思います。それが不可能であるならば、永遠に歩道においてはノーマライゼーションは果たし得ないことになるのでしょうか。

三十 年

戸 田 透

とだ とおる
首都高速道路公団第一建設
部長。昭和35年日本大学工
学部土木学科卒。
勤務先：〒101 千代田区岩
本町3-2-4。
☎03-861-8171



舗装にかかわりを持ったのは、昭和35年に首都高速道路公団に入社し、浜崎橋の袂にあった建設事務所から、その出先である竹芝出張所に配属になってからである。この事務所は、一部日本道路公団が手掛けた高架橋を引継ぎ首都高速道路で初めて昭和37年12月に供用した中央区宝町から港区海岸通りまでの4.5kmの一部を担当しており、堀わり、トンネル、高架と短い区間に様々な構造形式があり、当時の最新技術を駆使して急ピッチに施工が進められていた。社会にでて初めての現場であり、なにもかもが目新しいことばかりで大いに勉強をさせられた。そんなわけで、勿論、舗装も初めて、しかも当時としてはまだめずらしかったグ래스アスファルトの施工など経験させて戴き、そんなこともあって以来30年、舗装とのおつきあいが初まったわけである。

昭和36年、本所に舗装委員会が設置され、将来の交通量の増加を予想し、高架橋構造の特性を配慮した舗装構造が決定された。その後は本所の設計課が中心になり、舗装研究会という形で舗装の設計基準の作成に何人かが集まり、会議室あるいは寮で夜遅くまで議論したものである。その成果が昭和42年に「舗装設計基準」となった。ここでは、高速道路の構造から二つに大別し、標準的なところには、密粒度アスコン、勾配が大きい部分とか曲線部には、すべりなどを考慮して開粒度アスコンを使用するように定めた。しかしながら昭和40年代中頃から急激に増加した交通量、車輛の大型化等で、密粒度アスコン部にはわだちぼれが、開粒度アスコン部では剝脱飛散現象が現われ、この頃から苦情も多くなったように思う。

そこで、これらの基準を大巾に見直す必要にせまられ、より耐久性のある舗装についての研究が進められたが、本格的な研究は、昭和51年に、外部の先生方をお願いし、「高架橋等の舗装に関する調査研究委員会」を設置し、御指導を賜るようになってからである。

以後様々な実験研究を行って、昭和53年の基準には粗粒度ギャブアスコンを採用することとなりこの結果、

いくぶん損傷の度合いが軽減されている。しかしながら現在、供用延長210km、一日平均利用台数100万台と、その使用状況は益々苛酷なものとなっており、やはり当初の「耐久性ある舗装」という大きなテーマの研究は今でも続いている。

しかも、慢性的な渋滞は社会的にも大きな関心事であり、特に利用者と密着している「舗装」の影響は大きく、こうしたことから、耐久性ある舗装の研究とあいまって、維持保全業務が重要となり、施工法の検討、トータルコストの検討、管理システムの検討など広範囲に渡る研究を押し進めている。今後さらに中央環状線など多くの長大トンネルが計画されており、トンネル内の舗装についても検討を初めた。

供用延長が延びれば延びるほど数多くの研究課題が生れ、巾広い、木目細かい研究が必要となってきており、舗装技術者の使命は重く、益々の尽力が必要と思われる。

こうふり返ってみると、「舗装」というものがいかに難かしく、大変であるかがわかる。公団の基準の改定を見ても昭和42年、53年、60年（審議中）と約10年に1回である。それだけ時間がかかる。机上の調査検討、室内での基礎実験、現場での試験舗装と追跡調査、その結果を見きわめるにはやはり10年かかるのかもしれない。

この四月で勤続30年になる。だから舗装とのつきあいは30年、長いようで短い。それなりの成果は上っている。しかしながらいつも追いかけれ、落ちつかない気がする。これで終りということがなく、一つの結果が得られるのにあまりにも時間がかかるからかもしれない。しかも課題が多く急がなければならない問題が多い、よく言われる事だが発想の転換から、新素材、新工法の開発もその一つだと思う。とんでもないアイデアとハイテクを駆使した研究にこれからの30年、とはいわず、次々にすばらしい成果の数々が得られればと思う。

私の舗装遍歴

野上 幸治

のかみ こうじ
日本道路公団札幌建設局技
術部工務課課長代理。昭和
48年長岡工業高等専門学校
土木工学科卒。
勤務先：〒060 札幌市中央
区北四条西五丁目一番地三
☎011-241-9181



1. まえがき

著者の少年時代（昭和30年代）のわが国の国道・県道の舗装率は、20%（前半）～40%（後半）であったという。この数字は、著者の郷里である新潟市郊外の道路のほとんどが砂利道であったことから考えると納得がいく。当時舗装された道路は少なく、雨でぬかるまない道は極めてまれであったということを鮮明に記憶している。

その後、高専へ通い出した昭和40年代後半になると、舗装率も70%程度になり、舗装も珍しいものとは無くなってきた。この頃著者は単車で8号、7号、17号など学校のある長岡周辺の国道をツーリングと称して走り回っていた。道路は、自分を単車でどこまでも運んでくれる素晴らしいものであった。当時、ようやく開通した東名高速道路とはきっとすごいものにちがいないと長岡の片田舎で想像していたものである。

子供の頃感じた舗装道路への憧れ、単車で走り回っていた頃の道路への期待などが根底にあり、就職するなら道路関係の会社になりたいと考え、現在の職業に落ち着いたというわけである。

日本道路公団に入社して最初は、主に軟弱地盤上の土工に関連する業務を担当する事になったが、この時期を除けばその後は業務に占める割合の大小はあるものの、舗装に関連した仕事をしていたことになる。

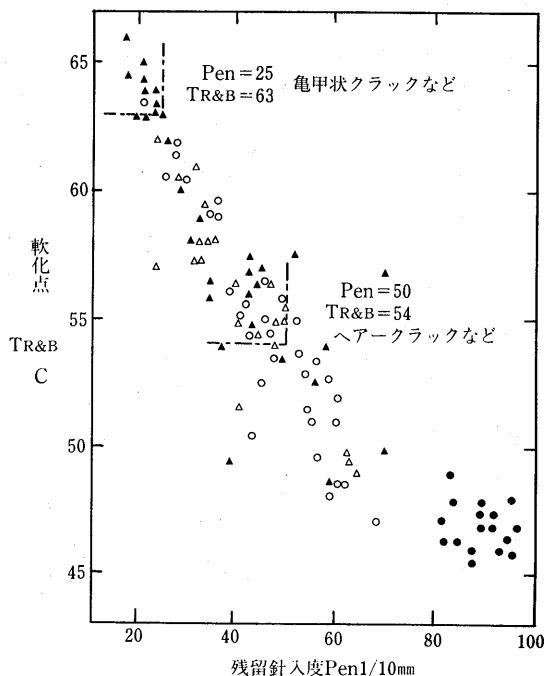
個人の経歴はこの程度にして、以下に現在、過去にたずさわってきた仕事の中から舗装に関する主な事項を思い付くまま記してみることにしたい。

2. アスファルトの性状とひび割れ

東京の町田市にある試験所舗装試験室にいた1978年頃に、過去5か年に及ぶ種々の箇所から採取したアスファルトの物理試験結果の整理を行う仕事を担当した事がある。そのとき定性的な関係があると言われていた回収アスファルトの物理性状とひび割れの関係を、高速道路について図-1に示すようにある程度定量的に示すことができた。この頃の経験は、その後の舗装の

リサイクリングに関する研究を進める上で有用であったと思う。

また、日本坂トンネルで火災事故にあったサルビアシム舗装からアブソン法によってアスファルトの回収試験を行い、この試験の難しさを実感したのもこの頃であった。



- ▲——クラック（名神，東名は亀甲状，小田原はCR17%以上）
- 正常路面
- △——へアークラック（小田原はCR5%～17%）
- 原AS（東名，中央，小田原）

図-1 ひび割れと回収アスファルトの物理性状¹⁾

3. わだち掘れの予測

高速道路において発生しているわだち掘れには、その形状、分布ならびに進行速度などに地域性がある。重交通によって引き起こされる。（流動タイプ、東北道の摩耗タイプなどがそれである。これらのわだち掘れは、単位交通量あたりの進行速度に差があることはもちろん、インターチェンジ（IC）間を単位とすれば、

その分布はほぼ正規分布で近似することができ、I C間の平均値とその標準偏差との間には図-2に示す相関がある事が判明した。

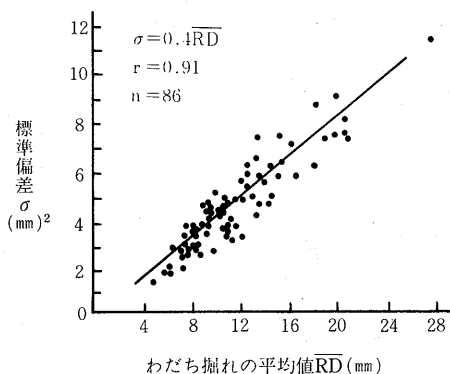


図-2 わだち掘れの平均値と標準偏差の関係²⁾

こうしたわだち掘れの進行や分布の特性を利用して道路毎のわだち掘れ量を予測するシステム構築に関する業務を担当、これを現実の維持管理業務へ導入することで、舗装に関する業務を以下のようにしたいと考えた。

- ①舗装の建設や修繕などのデータを一括して管理するデータベースを作る。
- ②コンピュータシミュレーションにより維持修繕の計画を行う。
- ③わだち掘れの測定サイクルをできるだけ長くする
- ④舗装に関するあらゆるデータを管理、利用する舗装マネジメントシステムを構築し、これを業務へ導入する。

4. 舗装のリサイクリング

舗装のリサイクリングも「路上表層再生工法技術指針(案)」の発刊により一連の工法の技術的位置付けができたことになる。高速道路においては、1979年より主に路上表層再生工法についてその研究に取り組んできているが、著者は試験所及び本社技術部の担当者としてこのテーマに取り組むことができた。

試験所では室内実験からのリペーブ工法の可能性の検討を、本社では試験舗装からのデータを基に委員会による研究をそれぞれ担当することができた。この結果、表-1に示す高速道路における路上表層再生工法の品質基準値を得ることができ、日本道路公団では1985年度よりこの工法を維持修繕工法として採用してきている。

表-1 路上表層再生工法の品質基準値³⁾

サーフェイスリサイクリングにおけるヒーティングおよびかきほぐし後の試料を採取し KODAN202 (壓青混合物に対するマーシャル試験方法) および ASTM D2041 (壓青混合物の最大比重試験方法) により試験したとき、次の性質を有するものでなければならない。
なお、突き固め温度は110℃、突き固め回数は50回を標準とする。

項	目	基準値	摘	要
安定度	(kg)	600以上		
フロー値	(1/100cm)	15~40		
空げき率	(%)	6以下		
水浸マーシャル安定度	(%)	75以上		
			最大比重より算出	60℃, 48時間

また、サーフェイスリサイクリング後のアスファルトコンクリート表層の空げき率は、ASTM D2041 (壓青混合物の最大比重試験方法) の最大比重より算出したとき、次の規定に適合しなければならない。

項	目	路上再生後の表層
現場空げき率		6%以下

5. 舗装の評価に関する研究

舗装の維持修繕や設計を考える時、既存の舗装をどう評価するか、また破壊や寿命をどのように定義するかなどの問題は、分かっているようで実は分からない事項が多い。

- ①高速道路の舗装は10年間の大型車の交通量により設計されているが、この設計条件に達した時に舗装はどのような状況になるのだろうか？
- ②維持修繕は、設計の中でどのように位置付けられるのだろうか？
- ③舗装の性能とはどのように定義すればよいのだろうか？

以上の疑問を基に舗装の機能や耐久性など最も基本的事項までさかのぼって、これをどのように評価すべきかについて考えてみることにした。図-3は、いろいろ考えあぐねた末に提案した舗装のライフサイクルである。この図の見方の詳細は割愛することにして、注目していただきたいのは、舗装の性能を共用性とそれを維持するための健全度の2つのアイテムに分けたことである。

図に示した事項の幾つかは定量的なものとして実証されているが、まだまだ分からない問題の方が多いような気がしている。

6. あとがき

北海道の高速道路は、現在計画延長の約1割の233.5 kmを共用しているのみである。この共用中の高速道路は、道内では比較的气象条件の厳しくない道央地区がほとんどであるが、それでも凍上や横断ひび割れなど

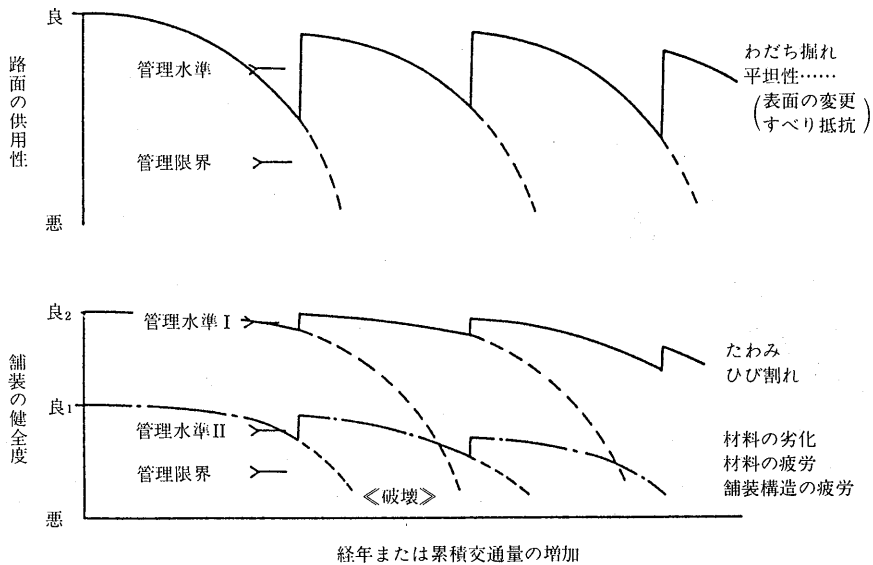


図-3 舗装のライフサイクルの概念⁴⁾

幾つかの問題が指摘されている。今後は、さらに気象条件の厳しくなる地区へ高速道路が延進することから、こうした問題はよりシビアになっていくと言える。従って、舗装の研究は、今後まだまだ必要なもののひとつとなっている。

こうした研究を進めるにあたって前述の舗装の評価に関連する事項の研究の必要性を強く再認識している今日この頃である。

—— 参考文献 ——

- 1) 藤田, 野上: アスファルト粘度特性に関する試験

試験所報告(昭和53年度), 日本道路公団試験所, 昭和54年11月, pp140

- 2) 野上: わだち掘れの推定方法に関する一考察, 高速道路と自動車, 1985年6月, pp22

- 3) 福島, 野上: 舗装廃材のリサイクリング—その品質について—, 試験所報告(昭和55年度), 日本道路公団試験所, 昭和56年11月, pp127

- 4) 財高速道路調査会: 舗装の評価に関する研究報告書(3)1988年2月, pp167

☆

☆

☆

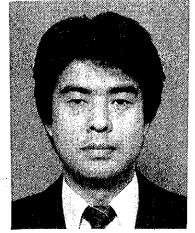
☆

☆

☆

八 谷 好 高

はちや よしたか
運輸省港湾技術研究所土質
部主任研究官。昭和54年北
海道大学大学院工学研究科
修士課程修了。
勤務先：〒239 横須賀市長
瀬3-1-1。
☎0468-44-5026



快適な空の旅をめざして

“快適な空の旅をめざして”をキャッチフレーズにして、昭和41年以来、港湾技術研究所（以下、港研と略）では空港舗装の研究を実施している。近年航空需要は上昇の一途をたどっているが、それには空港舗装に起因する事故がないことも幾分かは寄与しているものと自負している。私自身が空港舗装についての研究に携わるようになってから11年が経過したが、これまでを振り返ることで本小文をとりまとめた。

港 研

昭和54年4月、卒論・修論のテーマと同じ土質関係の研究室に配属されるだろうと予想しながら港研に初出勤した当日、滑走路研究室への配属を命じられた。所属する分は土質部となっただけでも研究室の業務内容は土質との関わりはうすく、そのうえ、志望した港湾ではなく、それまで全く縁のない空港だとは……と、前途に不安を感じたものである。

その港研滑走路研究室の研究の特徴は、何といっても実物大の試験舗装を用いた載荷試験にある。そのために野外実験場と小規模な屋内実験場を整備しているほか、ジャンボジェットの脚（実際の航空機には4脚付いているが、これには1脚のみ）を取り付けた巨大なトレーラーを所有している。この実物大ということに、港研にきた当初、非常に違和感を持ったが、それは学生時代とあまりにも実験手法が違いすぎたからである。たとえば、学生時代は液状化がテーマだったのでスプーンで小さな砂の供試体を使って室内試験をしていたが、港研ではそれがスコップに、さらには、バックホーにと供試体（すなわち、試験舗装）を製作する道具のサイズが100倍にも大きくなってしまった。また、よい（と思われる）データが得られるまで何度も供試体を作ったものが、やり直しのきかない1発勝負で試験舗装を製作するという点や、学生時代の載荷試験前の供試体には振動など少しも与えてはならなかったのと比べると、「実際の工事はなんと雑なんだろう」と驚くほど“乱暴な”方法で舗装が製作されると

いう点でも大いに異なっていた。さらに、液状化の試験では1供試体につき1回の試験が原則であったのが、試験舗装では土圧計、変位計等を必要最小限設置するだけで、1つの試験舗装に対して載荷地点を変えて数回から数10回の載荷試験をするのにとどまらず、いいには、舗装のなじみが悪いといって載荷試験前に荷重車を走行させるとのことなど、学生時代とは180度研究方法が違ったものになってしまった。しかし、このような違和感も時間の経過につれて徐々にうすれ、私自身今では完全に“舗装屋”になってきたようだ。このような経験を通して、単に試験舗装を製作して載荷試験をすることだけが目的ではなく、そこに至る過程、すなわち大局の見地からの問題点の把握、それに沿った試験計画の立案といった点が非常に重要であるということが認識できるようになってきた。

空 港

空港舗装の特徴は、何といってもコンクリート舗装がよく用いられていることである。これは、航空機を対象とするためであり、空港の舗装区域は、航空機の走行スピードの早い順に、滑走路、誘導路、エプロンとなっているが、エプロンはそのほとんどがコンクリート舗装となっている。そのため、滑走路研究室ではアスファルト舗装ばかりではなく、コンクリートの舗装についても研究がなされている。滑走路研究室が行ってきた研究の大きな流れとしては、まず航空機荷重そのものの研究や、航空機荷重に対する舗装の挙動を調べることに始まり、空港舗装の設計法を整備するために必要な研究がなされ、その後、ダイナフレクトを使用した舗装の非破壊試験や路面性状評価方法と舗装の維持補修方法についての研究へと移行した。最近ではそれがさらに経済性を考慮したPMS（Pavement Management System）へと進展しつつある。

アスファルト

昭和54年以降研究に関わった研究テーマは、アスフ

ァルト舗装については、軟弱地盤に適したアスファルト舗装、アスファルトコンクリートの老化性状、コンクリート舗装上のアスファルトかさ上げ舗装といったものが主要なものである。軟弱地盤上の舗装設計法に関する研究が要請された背景には、近年、地盤状態よりも騒音問題といったことが重視されて、空港が都市からかなり離れて海上や山中に建設されなければならない状況になってきていることが挙げられる。アスファルトコンクリートの老化は道路に比べて交通量が極端に少ない空港舗装特有の問題で、現地では老化に起因すると思われるクラックがしばしば見られる。かさ上げ設計法はまだコンクリート版としての機能を十分に有しているコンクリート舗装にアスファルトかさ上げを施す場合に対するものである。

コンクリート

コンクリート舗装については、目地の荷重伝達機能、新しい目地の開発、コンクリート舗装の非破壊構造評価法といったところがテーマである。かぎ型目地の破損事例が多いとの報告に端を発した目地の荷重伝達機能についての研究は、新しい目地構造として改良かぎ型目地の開発へと進んだ。コンクリート舗装の非破壊構造評価法は、ダイナフレクトの10倍の荷重 (5tf) を舗装に加えられる FWD を使ったもので、これによりアスファルト舗装、コンクリート舗装それぞれの非破壊構造評価が可能となった。現在進行中なのは、軟弱地盤上のコンクリート舗装、具体的には、羽田マヨネーズ層と呼ばれる超軟弱地盤上に建設される予定の東京国際空港のエプロン舗装の設計法の開発である。これは、設計期間中の補修の頻度や工法も考慮にいれて舗装を設計するもので、PMS に向かって一歩前進した設計法といったことになろうか。

PRI

このほか、アスファルト、コンクリートの両空港舗

装に対する路面性状評価方法 (PRI) を開発したが、これは補修基準を明確にしたいという行政的ニーズに対応したものである。昭和57年以降、この方法により全国各地の主要空港で調査が継続して行われており、これを効率よく管理するために空港舗装データバンクシステムを整備している。

今 後

今後の研究では、前述のように、PMS の開発が一大目標となろうが、個々のサブシステムを充実して行って、気がついたら PMS としての形が整っていたということになればよいと思っている。それは、港研に対する現場からの要請に応じて行って、その結果として得られたものを一般化して PMS のサブシステムに取り込もうという研究スタンスである。現場からの要請としては、20tf の FWD を使って、かさ上げ設計まで一貫して行えるようアスファルト、コンクリートの両空港舗装の非破壊評価システムを開発すること、アスファルト舗装、コンクリート舗装とも、現行の設計法を見直して、より解析的なものにすることがある。このほか、PMS を開発する過程では、空港の平面計画や空港経営といったことも考える必要があるため、いずれはこれらの分野にも進出して行かなければならないと思っている。

1 年間港研を離れて海外へ出たこと、そして現在現場の調査設計事務所に併任となっていることは、港研の外の世界をいくらかでものぞけたということでもよい経験だと思う。この体験から、国の行政組織の一員として“官”の研究所は国営のコンサルタントとしての姿勢をより強く打ち出すことが望ましいと思うようになってきた。そして、基礎的な分野、開発的な分野はそれぞれ、“学”、“民”にゆだねながら両者と緊密な関係を保ち、協調して研究を進めて行きたいものである。

☆

☆

☆

☆

☆

☆

舗 装 雑 感

福 手 勤

ふくて つとむ
運輸省港湾技術研究所構造
部材料研究室長・工博。昭和
49年名古屋大学大学院修士
課程修了。
勤務先：〒230 横須賀市長
瀬3-1-1
☎0468-44-5033



1. 舗装との馴れ初め

大学では植下協先生に舗装工学を教わった。4回生の時で選択講義でもあったことから、あまりまじめな学生ではなかった。しかも期末試験は、ちょうど7大戦と重なって受けることができなくなってしまったため、後日私一人だけのために特別に試験をやっていた。その試験も、植下先生は「じゃ福手君、終わったら答案を僕の部屋に持ってきて下さい」と言われて席をはずされてしまった。おかげで無事卒業できることになったが、その後就職して舗装の研究に従事し、しかも十数年後に先生に論文を提出しようとはその時は夢にも考えていなかった。それ以来現在に至るまで、植下先生にはお世話になり通しである。

2. 空港舗装の研究 (Part-1)

私は昭和49年に運輸省に入省し、港湾技術研究所(港研)滑走路研究室に配属されたが、恥ずかしいことに、港研でまさか空港舗装を研究しているとはその時まで全く知らなかった。植下先生に「舗装技術は道路ではなく、空港から始まった」と教わったことを思い出した。

はじめのうちは、路盤の安定処理問題¹⁾やアスファルト舗装のわだち掘れ²⁾などを手掛けたが、舗装の非破壊試験が注目されはじめ、港研にもダイナフレクト³⁾が導入されたのに伴い、日本各地の空港舗装のたわみ量を測定しに訪れた。どこの空港でも多くの協力をいただいて、楽しく仕事ができしたが、1週間ずっと雨にたたられて全く仕事にならないこともあったし、航空局の偉い人が夜中に視察にこられた時に機械が故障して結局全く見ていただけなかったことがあったりした。苦勞して得られたデータは二層弾性論でうまく解析できたし、また三層理論を使えばオーバーレイの設計もうまくいけることがわかったときは、自分の読みが的中したうれしさに、足が地につかない感じであった。

空港舗装の路面性状の評価指数(PRI)⁴⁾の作成に

も思い出がある。これは24名の舗装技術者に実際の空港舗装を見て主観的に評価してもらい、それとひびわれやわだち掘れなどの物理量を数量化理論で結びつけて作成したものである。主観的評価のために24名に羽田空港に夜集まっていたいただいたものの、雨に降られ途中で中止し、また後日皆さんに出直していただいたことになったが、皆さん大変ご多忙の方ばかりで日程調整が大変であった。また、ひびわれなどの測定はそれとは別の日に何日かかけて行った。その時期がちょうど長男の誕生と重なった。空港から実家に電話して、無事生まれたことはわかったものの、現場の仕事を放り出すわけにはいかず、何日か子供の顔を見ることもできないままに、徹夜仕事が続いた。

空港舗装の場合、荷重が大きいこともあり、道路舗装に比較してコンクリート舗装の占めるウェイトが大きい。そんなことから私の研究テーマもコンクリート舗装の比重が大きくなった。具体的にはプレストレストコンクリート(PC)舗装⁵⁾や、ジョイント部での荷重伝達機能⁶⁾がテーマとなった。いずれもまず試験舗装を作り、載荷試験を行ってその挙動を分析し、数値モデル解析を媒介にして成果に汎用性をもたせるという手法である。試験舗装は屋外のヤードに作るが多かったが、潮騒と暴走族の騒音、また深夜放送を聞きながら、カップラーメン1個で、ゲージ貼りに徹夜したこともあった。また理論解析は変断面の版理論やジョイント要素を持つ版の有限要素解析であったが、プログラムがなかなか通らない時には、いくら考えてもその原因がわからず、計算機の中に潜り込んでいきいたと思ったこともしばしばであった。PC舗装のレポートのとりまとめに際して、東京工業大学の長瀧先生に初めて世話になり、それ以来今日まで先生には大変お世話になり、またかわいがっていただいている。

昭和57年頃には、ダイナフレクトの代わりにさらに重荷重対応の舗装を対象として、現在ではかなり一般化してきたFWDの導入を図るとともに、空港舗装のPMSのためのデータベースの構築を行った。ただ残

念なことに、それらの成果が陽の目を見る前に、転勤となってしまった。

3. 舗装の研究 (Part-2)

港研には約9年在籍した後、港湾建設局（横浜，神戸），関西国際空港（株）に約6年間勤務した。この間は舗装の研究とは縁が切れていたが，土木学会やセメント協会で空港舗装研究会のメンバーに加えていただき，以前にもまして舗装の分野の多くの技術者・研究者の方々とお付き合いをさせていただくことができたことはこの上なく幸せなことであった。

またこの時期には空港3大プロジェクトのうち，羽田空港の沖合展開と関西国際空港の2プロジェクトの軟弱地盤の地盤改良の設計^{7),8)}に担当者として直接関与できた。このことは土木技術者冥利であるとともに，改良地盤を舗装を支える構造物という視点で捉えることができ，とても有意義であった。

昭和63年10月に港研に再び赴任した。今回は土質部滑走路研究室ではなく，構造部材料研究室である。研究室の歴史や置かれている立場から，舗装をメインテーマとすることはなかなか困難であるが，舗装の材料学的な課題，特に舗装用新材料や補修材料，補修工法に関する研究テーマに継続的に取り組んでいきたいと考えている。また舗装工学の分野での研究手法や新しい情報を港湾構造物へ適用するような試み，さらにはその逆にも積極的に取り組んでいきたいと思っている。

4. あとがき

就職して最初の約9年間は空港舗装の研究の計画，実験，調査，解析，取りまとめ，さらには図面のトレースまでかなりの部分を自分で行うことができた。いわば手作りの研究である。今の私の環境ではそれを真似することは不可能であるが，当時はそのおかげで大変勉強になった。その時の経験から，研究成果を本当に自分のものとするためには，やはり自らの手で実験，解析などを行って，足が地についた研究をすることが必要不可欠であると考えている。

これまでもよく言われていることであるが，舗装は経験工学であって，なかなか学問としては認知されにくいといわれるのをよく耳にする。これは実験室レベルの研究と現場での実施工が大きくかけ離れていること，舗装のサービスライフが長期間にわたりその間に繰り返し荷重や環境要因により材料物性が変化するため，舗装構造系を，時間軸も考慮して，包括して解

析しなければならないにもかかわらず，その適切な手法がないことなどに起因するためであろう。理論的な研究がオールマイティーではないことはもちろんであるが，学問としての舗装工学に興味を持つ若い研究者を少しでも増やすためには，学問としてのスタイル，体系をいま以上に汎用性のあるものにすることも必要であると考えられる。

これまでお世話になった舗装分野の先輩諸兄には深く感謝するとともに，今後ともよろしくご指導ご鞭撻をお願いいたします。

—— 参考文献 ——

- 1) 佐藤勝久，福手 勤，佐藤峰夫：潜在水硬性材料の空港舗装路盤としての評価，港湾技術研究所報告，第16巻，第4号，1977.12，pp.35～66
- 2) 福手 勤，佐藤勝久，渋谷英男：空港舗装用アスファルトコンクリートのレオロジー的考察，港湾技術研究所報告，第15巻，第3号，1976.9，pp.53～68
- 3) T.Fukute, K. Sato : Structural Evaluation and Overlay Thickness Design of Airport Pavement by Dynaflect Deflections, International Symposium on Bearing Capacity of Road and Airfields, 1982.6, pp.797～805
- 4) 福手 勤，佐藤勝久，八谷好高，山崎英男：路面性状による空港舗装の供用性評価，港湾技研資料，No.414，1982.3
- 5) 福手 勤，佐藤勝久，犬飼晴雄：下面ひびわれを許すプレストレストコンクリート版の空港舗装への適用性，土木学会論文報告集，第343号，1984.3，pp.199～207
- 6) 福手 勤，八谷好高：コンクリート舗装の目地部における荷重伝達機能，土木学会論文報告集，第343号，1984.3，pp.289～246
- 7) 福手 勤，片平和夫，鈴木慎也：試験盛土による軟弱地盤の圧密沈下，ヘドロ，No.29，1984.1，pp.16～20
- 8) 前田 進，高井俊郎，福手 勤：サンドコンパクションパイルの大規模施工に伴う隆起地盤の形状と物性，土木学会論文集，第403号／VI-10，1989.3，pp.55～63

私の体験的舗装考

藤 波 督

ふじなみ ただす
日本道路公団道路技術課長。
昭和41年九州大学土木工
科卒。
勤務先：〒100 東京都千代
田区霞ヶ関3-3-2。
☎03-506-0111



1. 「試験屋」としてのスタート

私の舗装との出会いは、社会人第一歩を踏んだ東名高速道路建設現場の試験室である。

「監督さん、そんな腰つきではツルはたたんよ」と自分の父親に近い年格好の人に監督さんと呼ばれ、驚き、振返るとつるはしをとりあげられたサンプリングの現場が甦ってくる。

3層92回突き固めのコンパクションカーブの作成は、ただひたすら、体力テストであった。疲れてくると「腰を使っている」と互に指摘し合っただけの供試体作成であった。翌日の乾燥重量を測ってのグラフ上のプロット。連続的に黒点がならび、それをなめらかな曲線で結ぶことが出来たときの喜びは格別であった。「試験屋が昼間から机についてどうする。データ整理はお天道様が沈んでからだ」である一方、「この暑いのに昼間からマーシャル供試体作成もあるものか、夕方から開始！」今、機械が行うミキシングは、ガスバーナーの青い炎と軍手2枚で鍋をつかむ手との勝負であった。

当時、名神高速道路の舗装追跡調査結果が私達のバイブルであった。アスファルト混合物の厚さを補うべくアスペース（アスファルト安定処理路盤）を採用せんとしていた。切土区間から出てくる砂礫層をふるって、アンダー材をソイルセメントにして下層路盤に、オーバー材をクラッシングにしてアスペースとして使用せんとするのである。折角厚くしても、アスファルトがはく離するようでは意味がない。かと云って経済性から添加量にも限界がある。道路掘削の進展に伴い材料は刻々変化する。

残留安定度の試験を重ねた。ただ規準を合格している、していないだけではなかった。多くの材料の相对比较、一味違うところを証明するための試験を自分達で勝手に決めてやっていた。舗設現場から切り出してきて曲げ試験を行ったり。などなど。

これらの試験はm日養生n日水浸後に供試体載荷試験となり、土日曜日にかかることが多く、計画性の無さを嘆いたものである。

材料試験についての思い出は尽きない。

規準、要領が整備された今日、それに合うかどうかだけでなく、新しい、一味違う材料である事を証明する試験法、評価法を考えることも、新しい設計を考える事と同様に求められねばとしきりに考えている。

2. 現場はフルスケールの研究室

東名高速道路の舗装工事が全面展開されるに伴い、私も試験室から外に出る機会が多くなった。プラント検査、試験練り、試験施工。活動半径は静岡建設局管内150kmであった。室内試験と現場の結びつきを知る良い機会であった。

当時、AASHOの道路試験結果が公表され、負けじと、日本の環境条件にあった舗装設計を求めて東名高速道路舗装追跡調査が実行に移された。ひずみゲージ、生きた、死んだと一喜一憂した。土圧計、水分計、キャリブレーションに悩んだ。定点観測で最も重要なことはその区間を代表する性状を数量化することである。実際に問題になるのは、施工のバラツキである。室内試験で期待した性状と現場との違いをどう把握し、評価に結びつけるか。

その意味で同様考えさせられたのが、ゴムや樹脂を添加した特殊舗装であった。室内試験の結果を期待通り現場で実現出来ずに苦勞した。未だ特殊舗装と呼ばれていることは寂しい限りである。

机上で考えたことがそのまま現場でうまくゆく程簡単ではない。種々の環境条件の違いを越えて一定の施工精度が得られるよう「現場はフルスケールの研究室」よろしく、勉強を積み重ねばなるまい。平均的なところでだけでなく、端部も、施工継目なども含めて品質保証がなされない限り、全体が欠陥品となる第二次産業の製造現場の厳しさを学んだのはこの時期である。

加えて、「フルスケールの研究室」を通して、多くの仲間会えたことも感謝している。

3. 手作り道路・手直し道路

東北道の現場では“鹿沼土”を相手に土工工事に従事した。その区間には土取場からの100万 m^3 の土運搬があり、工事用道路が計画された。今なら驚くことはないが、一般道を使ってこれだけの量を運ぶことは、既存の道路への影響は大きく、一大事であった。

一部新設。工事規模から加熱混合のアスベースは無理だとして、乳剤による現場混合のアスベースを実施、セメント処理との比較を試みた。プリーフローリングを重ねながらの手造りの道路であった。

出張から戻ったある日、路面が波うっている。降雨後の養生中路面を工事車輛が走ったのだ。下の軟岩に水をまわしてしまった。一度乱したものを修復することの難しさを味わった。ステージコンストラクションというが、弱化、劣化したものが下にあるといつまでもリフレクシオンクラックが追いかけてくる。一気に厚さを稼がないと。

同じことはその延長線の市道でも経験した。事前調査で表層は新しいが構造的に貧しいことがわかった。「Q台通る秋頃には壊れるでしょう」と話したら担当の方は「冗談でしょう」。しかし予想通りだった。さあ大変。全線構造補強するには金がかかる。

途中に、鉄道の踏切りがあった。列車が通過するたびに大きく撓む。レールがしっかりしてれば、これでよいのだ。これにヒントを得て、クラック部に不織布を膏薬よろしくアスファルトで貼りつけチップを撒いて、辛抱、辛抱、の毎日であった。

「下がしっかりしていれば」「ひとたびバランスが壊れると」と構造の大事さを認識させられた時期であった。

4. 舗装には地域性がある

昭和46年から2年間、南タイにおいてアジアハイウェイ18号線の建設に従事した。雨季には陸の孤島となる当地において、全天候道路への願いは大きかった。計画から測量、土工まで着手し、舗装工事前に任期が切れたが、計画にあたり、周辺の舗装を見る機会を持った。ほとんどがペネトレーションマカダムで高級化を目ざして加熱混合アスファルトコンクリートが持ち

込まれようとしていた時期である。ペネトレーションマカダムのうえにオーバーレイをした区間に多くのコルゲーションが発生していた。聞けば、アスコンで蓋をしたため、水分の蒸発が押えられ、支持力不足となったという。碎石のあいだを通して呼吸していたのを塞がれたという訳である。蓋をするなら地下排水溝を設けるなどの対策が必要なのだ。熱帯の地ならではの“呼吸する舗装”の有効性を認識した。

当時、技術者達とは“ASTM”では、“BS”ではと議論し合った。“どこのスペックの話をしてるのだ？”“ここ、タイのスペックを作るのだ”と議論しあったのを想い出す。

それは舗装への利用者ニーズが多様化してきた今日、既存のスペックにとらわれることない、独創的な技術の発展へ願いへと拡がってゆく。

5. “一品料理”が欲しい

その後、舗装とは“空白の15年”であった。東名高速道路でのフラッシュ騒ぎ、打換え後のクラック、その都度、復元力ある対応がなされてきた。それは、材料の組合せは変らぬ“定食”をいろいろと調味料の量を変えて、振り子の原理で苦労しながら耐えてきた世界のように思える。高速道路延長が5000kmに及ぼんとする今日、交通の質が、量が、多様な幅を持ったのに較べるともっときめ細かな材料設計の幅が必要といえそう。高速道路でも荷重状態は一定でない。渋滞もあるし、カーブもあり、登坂、降坂もある。排水の悪いサグ、反曲点もある。そして、超高速道路時代が控えている。今こそ“一品料理”が必要なのだ。

過日、新聞記者の某氏に“わだち掘れ”について質問を受けた。夏と冬の路温の差、交通荷重の多様さにたいしアスファルト量の微妙な調整で苦労していることへの理解を求める回答をした。氏曰く、“なぜそんな微妙な材料を使うのですか？ 世の中には沢山の素材があるでしょう”。

今こそ“試験屋”に熱い視線を送りたい。ハードルは高いが“フルスケールの研究室”での成果は早く出る。“計画は緻密に、実行は大胆に”テストを期待している。

☆

☆

☆

☆

☆

☆

アスファルト舗装の調査研究

松 浦 信 幸

まつうら しんこう
建設省東北地方建設局三陸
国道工事事務所（前東北地
建東北技術事務所材料試験
課材料試験第二係長）。昭和
38年塩釜高校卒。
勤務先：〒022 大船渡市立
根町字中野27。
☎0192-26-5356



私はこれまで道路調査、道路管理と携ってきたが、特にアスファルト舗装の路面は重要な課題である。現場出張所時代の業務で感じたことは、夏期の流動、冬期にはスパイクタイヤによる摩耗と著しく季節に左右されることである。これまでは、改質材の利用あるいは低針入度アスファルトの使用等で対応してきたが、材料面での改善では、限界にきている現状にあると思われる。そこで東北地方の地域特性に適したアスファルト舗装とはどのようなものなのだろうかと痛切に感じた次第である。

このような心境の中、2年ほど前現職務に携わり、アスファルト関係について、新工法、新材料等の調査研究に取り組んでいるところである。その近況を書いてみたいと思う。

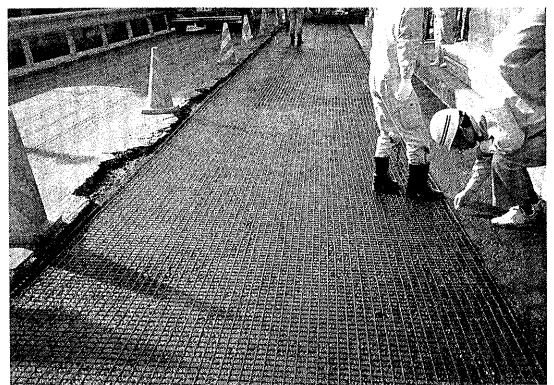
東北地方は、他の地方に比べ冬期は気温が低く、降雪も多い反面、夏期は高温となる。また面積が広大であることから、旅客、貨物ともに自動車交通に依存するところが極めて大であり、車両の増加と大型化が相俟って、舗装路面のわだち掘れ現象が多発する傾向にあり、その対策に苦慮しているところである。特に、停止発進の繰り返される交差点付近は、夏期の路面温度上昇と、交通荷重の相乗作用により、流動変形を起こし車両の輪跡を一定化するとともに冬期のスパイクタイヤにより摩耗を助長し、舗装寿命を低下させる大きな要因となっている。そこで東北地方の地域特性に適した舗装路面の有効な補修工法の研究や、補修材の開発を行っているのでその中からいくつか紹介してみたい。

アスファルト舗装構造強化策の試み

アスファルト舗装の修繕は、交通量の激増に伴うTA不足や路床の支持力不足、さらには使用した混合物の種類等内的要因に大きく影響されている。路床が軟弱な場合くり返し荷重により、路床土が路盤層まで押し上げられ、路盤の強度低下による舗装破壊の要因となっている。このような場合、舗装の打換を行うほか路

床土の置換えや固化処理等で対応しているのが現状である。そこで構造補強方法の一つとして、ジオ・テキスタイル工法に着目し、その特性を舗装の修繕に利用することにより、耐久性の向上、修繕工法の改善、さらには維持管理コストの低減等、有効な修繕工法を見出すものである。

試験は、昭和63年度より一般国道の4箇所の現場で延べ1000㎡程施工を行った。（写真－1）



写真－1 ジオ・テキスタイルを利用した舗装修繕

これまでの試験結果、施工は容易であり、しかも安価である。耐久性については、今後の追跡調査によりとりまとめて行く予定である。

アスファルト舗装の流動防止材

アスファルト舗装の流動変形等、わだち掘れが発生する箇所には、①改質アスファルトの使用、②低針入度アスファルトの使用等によって対応しているが、しかし、①の改質アスファルトを使用した場合は、施工性、目地切れ、コスト高等の問題が生じること、②の低針入度アスファルトを使用した場合は、耐摩耗性の低下、低温時の温度応力によるひび割れ等の問題がある。そこで流動対策に関する技術の開発が必要とされ、低コストで、施工性、耐流動性に優れた新しい舗装材の開発を目ざし、共同開発を実施するに至ったもので

ある。この共同開発は、火力発電所から発生する石炭灰の細粉に少量のセメントと水および増粘剤を加え、造粒した石炭灰砂「ファイヤーサンド (FS)」を乾燥して (写真-2)、アスファルト混合物に添加するもので、無機質で多孔質の石炭灰砂であることから、吸油性が高く、混合物に含まれる軽質油分を吸着または吸収させ、耐流動を改善させるものである。

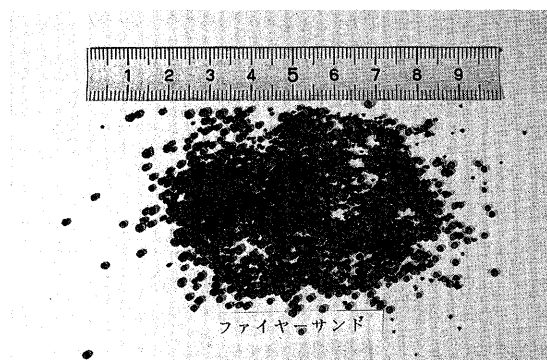


写真-2 ファイヤーサンドの形状

昭和62年度より東北地方建設局、東北電力㈱、大成道路㈱の3者による共同開発を行い、ほぼ目標を満足する成果が得られ、昭和63年度に4箇所、平成元年度に2箇所の現場で試験施工を行った。

これまでの調査結果、昭和63年度施工の代表箇所によると、1夏期を経過した路面のわだち掘れ量は、FSを添加した工区で2.1mm、ストアスで施工した工区で7.4mmと現われ、FSの耐流動効果が認められた。今後さらに追跡調査を行い、混合物の耐久性を把握するとともに、東北管内の地域特性に適したFSの添加量、添加方法等を検討し、最終的なとりまとめを行う予定である。

橋梁ジョイントの埋設化

橋梁の伸縮装置は、路面の平坦性と連続性を保ちつつ上部構造に生ずる変位を吸収する構造であり、通行車両の安全かつ快適な走行性を確保するために重要な役割を果たすものである。しかし橋面舗装の摩耗に伴ない段差が生じ、走行の快適性が失われる他、騒音、振動が発生し、対応に苦慮しているのが現状である。

最近、高速道路を利用した長距離バスが全国各地で運行されている。サラリーマンの単身者が多く利用しているとマスコミが報じている。しかし、ゆったりとしたデラックスバスでの睡眠中に、橋梁継手のショックで突然目がさめてしまうのもいだけない話であ

る。列車のレース継ぎ目は定周期であるため気にはならないが、道路橋の継ぎ目は忘れた頃にくるので始末に負えない。その橋梁継手を無くすることができないだろうか。そこで、補修も容易で継手部の機能を果たす埋設ジョイント工法により、その有効性を検証するため、試験施工を行ったものである。その結果、施工も容易に出き、交通規制時間の短縮、走行性も良く、しかも、安価に施工でき、今後積極的に活用されることを望むところである。

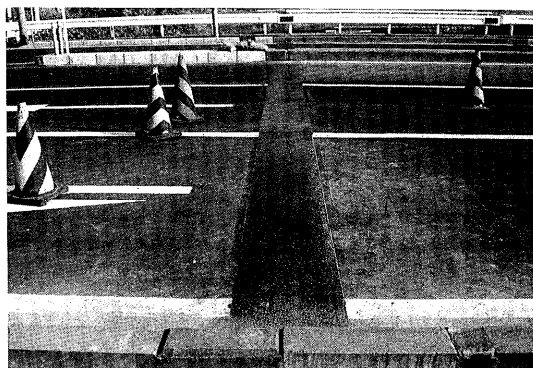


写真-3 埋設型橋梁ジョイント

東北地方における路上再生 (リミックス) 工法

アスファルト舗装の維持修繕工事から発生する大量の舗装廃材は、その処分に困難なばかりでなく、資源保護の観点からも再利用が望まれている。(東北管内においても、昭和57年頃から路上再生工法として、主にリペーブ工法が行なわれ、その耐久性、有効性が認められた。しかし、リミックス工法については、東北地方のような積雪寒冷地域には施工実績が少なく、明確な結果が得られてない現状である。)そこで平成元年度より、東北地建管内でのアスファルト舗装の表層混合物は、耐久性に優れた密粒度 G20F に統一されたこともふまえて、既設表層混合物を密粒度タイプに粒度調整を行い、耐久性に優れた表層混合物に改善することを目的に試験施工を行った。平成元年度は4箇所の現場で延4700㎡程施工し、今後の追跡調査により耐久性等を解明して行く予定である。しかしこれまでの結果、施工が容易であり、従来の切削オーバーレイより安価であり、しかも従来の表層混合物と同等の耐久性が得られるものと思われることから、今後積極的な活用を期待するものである。

舗装との出会い

峰 岸 順 一

みねざし じゅんいち
東京都土木技術研究所技術
部舗装研究室。昭和54年日
本大学大学院理工学研究科
修士課程修了。
勤務先：〒108 港区港南1-
1-18 ☎03-471-6141



1. 舗装との出会い

卒業研究で、アスファルト混合物の温度応力による線膨張係数の測定に関する実験を行い、はじめて、アスファルトに触れてから13～14年がたつ。その頃を受けたアスファルトへの印象は、1つの実験を行うにも準備に時間を要し大変厄介なものだなと感じたことであったが、これは今もあまり変わっていない。

そもそも道路工学を卒業研究として選択した理由は、当時二輪車を運転しており路面とのすべりについて興味を持っていて、すべりにくい舗装とはどのようなものかというテーマについて勉強しようと漠然と考えていたからである。その時は、舗装が骨材とアスファルトを混合した物であるという程度の知識しかなく、アスファルトが液体状のドロドロした黒くて汚い、夏になるとベタベタくっつくものという悪いイメージしか持っていなかった。このような形でアスファルトを通して舗装と関わるようになった。

その後、修士課程は、阿部頼政先生のもとで「アスファルト舗装の表面たわみに関する理論的研究」と題し、多層弾性理論を用いて、ベンケルマンビームで測定されるたわみを推定し、舗装体の応力、ひずみとの関連について検討を行った。当時は、やっと関数計算ができる電卓が出た頃で、今のようにパーソナルコンピュータで舗装の多層弾性理論解を得られるようになるとは考えもつかず、大型のコンピュータにパンチカードでデータを打ち込んだものを入力し、何時間もかけて答えを出す状況であった。コンピュータの仕組みや使い方も良くわからぬ初心者にとって、ブラックボックスから、理論解を打ち出すことに、かなり苦労した記憶がある。

就職は、今年のように需要過多の状況とは反対に、民間からの募集がかなり少ない頃で、公務員か教員を志望していた。たまたまその年、阿部頼政先生の研究室に東京都土木技術研究所から派遣研究生としてこられていた阿部忠行氏に指導を受けた影響で、東京都に入ることになった。

2. 舗装に関する研究について

入都して、しばらく舗装との付き合いは途切れた。まず、国有地と民有地との所有権の境界を決める部署で5年間、河川の護岸工事や浚渫の現場監督を1年行い、土木技術研究所のアスファルト担当に配属になったのが、昭和60年5月であった。

土木技術研究所における舗装に関係した研究課題は行政需要に深く根ざしたもので、研究内容は、舗装構造に関わること、供用性に関わること、材料に関わることに大別される。

そして私が5年間で担当してきたテーマは、①耐流動性を目的とした材料や工法の試験舗装による検討②マット式軸重計による交通荷重の把握及びその適用に関する検討③橋面舗装の剝離防止対策に関する研究④舗装の合理的な維持管理システムに関する研究等である。

2.1 耐流動性を目的とした材料や工法の試験舗装による検討

配属後まず、改質アスファルトの性状試験やホイートラッキング試験を行い、試験舗装を通して改質アスファルトの耐流動性状の検討を行った。これは、わだち掘れや塑性流動が急増し、自動車の運転上の障害になり沿道住民から振動、騒音や水跳ね等の解決をせまられている問題であった。このテーマは、表・基層アスファルト混合物の塑性流動に起因するわだち掘れ防止対策として、各種材料や工法を用いて試験舗装によって有効性の確認を行い、ライフサイクルやトータルコストを考慮して材料や工法を評価する調査研究として継続中である。

2.2 マット式軸重計による交通荷重の把握及びその適用に関する検討

わだち掘れは、交通量や交通荷重の増加が主要因で起ると考えられる。しかし、現状の交通荷重の把握方法は、交通車両個々の輪荷重を測定することが困難であるため、一般に大型車交通量から推定している。舗装構造の設計や舗装の破損の進行を予測するためには、

輪荷重を正確に把握することが不可欠であるという考えのもとに、必要な箇所で随時データを収集可能な可搬式マット式軸重計の適用について検討を行っている。さらに、この交通荷重と橋梁等の耐久性とを結びつけた研究の一環として、応力頻度計とマット式軸重計によって応力と荷重を測定し、その実態把握を行い、耐久性の評価や破損の進行予測へ適用するための調査研究を行っている。

2.3 橋面舗装の剝離防止対策に関する研究

昭和61年からのテーマとして担当した橋面舗装の剝離防止対策は、舗装と橋梁の技術のバランスを取って行くことがいかに重要であるかを考えさせられるテーマであった。東京都では、床版の耐久性を向上させる目的で、コンクリート床版に原則として防水層を全面に設けている。このような状況下で防水層を使用した橋面舗装で剝離に起因したアスファルト混合物の破損が多く見られるようになった。床版を守るために防水層を設置すると、そこに水が溜まり舗装を壊す可能性が大きいという結論であった。橋梁屋からみれば橋面舗装は消耗品的な存在で、壊れたら直せばよいという考えもあるが、舗装屋としては、できるだけ耐久性のあるものを造りたい。そこで材料面からの対応として、耐剝離性のある材料の開発研究を行い試験舗装で確認を行ってきた。最近では補修時に交通止めをすることが困難な場合が多いことから、できるだけ補修回数を減らす必要があり、補修を考慮したトータルの見方で、最初に耐久性のある高価な材料を用いても、できるだけ補修をしないですむような方策を講じることが重要である。

2.4 舗装の合理的な維持管理システムに関する研究

増大した舗装ストックを維持管理するためには、合理的かつ計画的な手法が必要であり、限られた予算を最も効率的に運用するためにも舗装維持管理システム

の構築を急がなければならない。この舗装維持管理システムの構築の一環として、まず、新設よりはむしろ維持修繕に重点がおかれている主要幹線街路を対象として、路面性状を調査し破損の進行予測を試み、その結果を利用し維持管理手法に関する研究を行っている。

以上が、私が舗装と関わってきた経過であるが、今後、生の現場を持ちしかも諸問題を直接担当するものとして、行政需要を的確に把握しながら研究を進めていきたい。

また、昭和62年から、参加させて頂いている日本アスファルト協会でのアスファルト舗装研究グループの活動を通して、各研究分野の方々と舗装に関する知識を深めていきたいと考えている。

3. 舗装から受けたダメージ

学生時代から趣味でランニングを行ってきた。今年の2月に別府大分マラソンに参加し自分の足でアスファルト舗装の上を42.195km走ってきた。別府大分のマラソンコースは別府湾に面し、眺めの良い景色を見ながらの走りは快適であった。舗装は、良く整備されており東京より幅員が広く、緑の多い街路を形成していた。完走後、足は棒のようになり、足の裏は豆だらけで、受けたダメージはかなりのものであった。アスファルト舗装が、人間が走るには如何に不向きな材料であるかを実感した。足のためには、土の（クレイ）舗装が最も良いと言われているが、かたや自動車が走行する道路では、重い交通荷重を支えるために舗装構造として堅い材料を使用する必要があり、両者のバランスをとることは難しい。第162号のアスファルト誌でオリンピック選手の新宅選手のランナーのためのもっと足に優しい舗装を希望するという記事が掲載されていたが、今後技術と利用とのバランスを考慮しながら研究を進めていきたいと考えている。

☆

☆

☆

☆

☆

☆

東北地方における表層混合物の選定について

小 原 務* 相 場 仁 哉**

1. まえがき

東北地方は、北緯37°0'～41°50'，東経139°0'～142°0'に位置し，日本列島の中でも特に長いエリアを有する地域である。西側に日本海，東側に太平洋の海域に接し，中央部に標高1,500m級の奥羽山脈が南北に連なっている。

気候においては，日本海型気候，内陸性気候及び太平洋型気候に区分され，冬期，夏期及び年間を通して各々気象条件が異なる。

積雪寒冷地域(以下雪寒地域という)，寒冷地域，一般地域をもった東北管内において，道路舗装の共用性状も交通量の増大に伴い，冬期の摩耗，夏期の流動といったわだち掘れが各地で発生し，その対策に苦慮しているのが現状である。

雪寒地域におけるアスファルト舗装の表層混合物として，アスファルト舗装要綱では数種類の混合物が提起されているが，気象条件(気温，降雪)，交通条件(交通量，スパイク装着率)等が各々異なるため，地域に応じたアスファルト表層混合物を選定することが重要である。そのため，昭和59年度～昭和60年度に最大粒径20mmを含めた試験舗装を実施し，追跡調査と解析を行ったものである。以下その経緯を報告する。

2. 調査概要

昭和59年度～昭和60年度に東北管内における一般国道において，改築17工事，維持修繕工事26工事，計141工種について試験舗装を実施した。

追跡調査を年2回(春と秋)，昭和62年10月迄約3年間に亘り行った。表-1に試験舗装混合物一覧表を示す。

3. 調査結果と解析

3.1 地域区分

東北地方は，雪寒法による3地域に区分しても，雪

表-1 試験舗装混合物一覧表

地域区分 混合物	雪寒 地域	寒冷 地域	一般 地域	小計
密粒度13F	9	9	1	19
密粒度20F	9	12	1	22
細粒度G13F	19	5	—	24
細粒度G20F	21	4	—	25
細粒度13F	2	—	—	2
密粒度G13F	11	11	—	22
密粒度G20F	11	9	1	21
密粒度13	—	—	2	2
密粒度20	—	—	2	2
ゴム入り細粒度G13F	1	—	—	1
ゴム入り細粒度G20F	1	—	—	1
小 計	84	50	7	
合 計	141			

寒地域の場合，沿岸部，内陸部及び山間部では気象条件(気温，降雪等)が異なるため，路面状態(路面温度，凍結，圧雪，湿潤，圧雪等)も変化し，交通作用から受ける供用条件もそれぞれ異なるものと判断される。従って，今回の解析では，地域の区分けについて，1月の平均気温と降水量の分布地域及び，東北管内の除雪ステーションの配置路線図を参照に，3地域6区分に分類して行った。(図-1，表-2)

3.2 各地域における摩耗量と流動量

各地域における交通量とわだち掘れ量，摩耗量及び流動量の関係を回帰式を用いて解析した。累積交通量は全交通に比較して，大型車の方が相関係数が高いため大型車で行った。その結果を表-3，表-4に示す。

各地域の混合物の舗装後の供用年数が違うため，一定の累積交通量を求め交通条件を同一にして比較検討を行った。累積大型交通量冬期に100×10³台，夏期に100×10³台それぞれ通過時の各種混合物の，摩耗量及び流動量を表-5，図-2に示す。ただし，冬期の摩耗

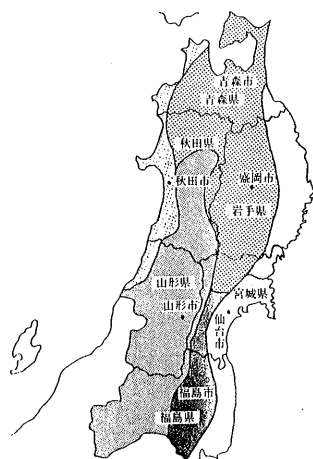
*おばら つとむ

建設省東北地方建設局東北技術事務所材料試験課長

**あいば じんや

建設省東北地方建設局東北技術事務所技術職員

表-2 各地域の特性値



■ : 雪寒 (内陸) □ : 寒冷 (太平洋)
 ■ : 〃 (山間) ■ : 〃 (内陸)
 ■ : 〃 (日本海) □ : 一般 (太平洋)

図-1 地域区分

条 件		雪 寒 地 域			雪 寒 地 域		一 般 地 域
		内 陸 部	山 間 部	日 本 海 側	内 陸 部	太 平 洋 側	太 平 洋 側
気 象 条 件	1 月 平 均 気 温 (℃)	0 ~ -4	-2 ~ -6	0 ~ -2	0 ~ -2	0 ~ -4	+2 ~ 0
	1 月 降 水 量 (mm)	500~1000	200~500	200~1000	0~500	0~200	0~200
	最 深 積 雪 (cm)	75~300	50~150	50~75	50以下	50以下	50以下
	凍 結 指 数 (℃・日)	262	296	141	140	187	137
交 通 条 件	交 通 量 区 分	C 交通	B、C 交通	C 交通	B、C、D 交通	B 交通	C、D 交通
	平 均 大 型 車 (台/日)	1200	1400	1300	1400	700	2000
	平 均 全 交 通 (台/日)	6100	5000	7000	6000	4300	7200
	* 大 型 車 スパイク 装 着 率 (%)	18.9 (43.8)	59.3 (22.9)	47.3 (34.0)	32.3 (16.5)	71.3 (11.2)	32.5 (9.0)
地 形	* 全 交 通 スパイク 装 着 率 (%)	65.6 (18.3)	86.0 (1.4)	78.7 (16.3)	68.4 (8.2)	89.7 (2.8)	48.8 (2.9)
	平 均 標 高 (mm)	243	162	26	264	51	36
県 地 域		秋田県及び 山形県の内 陸 福島県の 会津地方	青森県全般 秋田県北部 岩手県内陸	秋田県 沿岸部 山形県 沿岸部	宮城県内陸 福島県中通り	青森県 三八地方 岩手県三陸 宮城県北東部	宮城県 沿岸部 福島県 沿岸部

* スパイクタイヤ装着率は、1月の値を示す。
 平均標高は、As 舗装要綱の凍結指数の資料を参照。
 スパイク装着率 () 内はチェーンの装着率を示す。

表-3 直線回帰式と相関係数 (摩耗量 大型)

地域 気象条件 混合物	積 雪 ・ 寒 冷			寒 冷		一 般
	内 陸	山 間	日 本 海	太 平 洋	内 陸	太 平 洋
細 粒 G (13 F)	⑦ $y = 3.670 + 0.080x$ $\gamma = 0.515$	⑥ $y = 1.272 + 0.046x$ $\gamma = 0.855$	③ $y = 3.494 + 0.088x$ $\gamma = 0.854$	① $y = 0.196 + 0.052x$ $\gamma = 0.998$	③ $y = 0.624 + 0.135x$ $\gamma = 0.472$	③ $y = 0.929 + 0.030x$ $\gamma = 0.785$
細 粒 G (20 F)	⑦ $y = 3.258 + 0.077x$ $\gamma = 0.538$	⑥ $y = 0.708 + 0.039x$ $\gamma = 0.894$	③ $y = 2.074 + 0.080x$ $\gamma = 0.947$	② $y = 0.433 + 0.046x$ $\gamma = 0.888$	③ $y = 0.314 + 0.203x$ $\gamma = 0.916$	③ $y = 0.586 + 0.040x$ $\gamma = 0.870$
密 粒 G (13 F)	④ $y = 3.323 + 0.035x$ $\gamma = 0.490$	② $y = 0.120 + 0.081x$ $\gamma = 0.939$	② $y = 2.122 + 0.041x$ $\gamma = 0.730$	② $y = 1.804 + 0.033x$ $\gamma = 0.657$	⑦ $y = 1.292 + 0.040x$ $\gamma = 0.877$	④ $y = 0.466 + 0.056x$ $\gamma = 0.980$
密 粒 G (20 F)	④ $y = 2.169 + 0.045x$ $\gamma = 0.700$	③ $y = 0.131 + 0.080x$ $\gamma = 0.928$	② $y = 1.436 + 0.033x$ $\gamma = 0.830$	④ $y = 1.567 + 0.050x$ $\gamma = 0.823$	⑦ $y = 1.276 + 0.036x$ $\gamma = 0.870$	④ $y = 0.365 + 0.038x$ $\gamma = 0.942$
密 粒 (13 F)	① $y = 1.251 + 0.110x$ $\gamma = 0.977$	④ $y = 1.439 + 0.032x$ $\gamma = 0.705$	① $y = 1.190 + 0.072x$ $\gamma = 0.980$	② $y = 4.092 + 0.030x$ $\gamma = 0.430$	⑤ $y = 1.961 + 0.051x$ $\gamma = 0.827$	⑥ $y = 0.334 + 0.059x$ $\gamma = 0.965$
密 粒 (20 F)	—	④ $y = 1.211 + 0.030x$ $\gamma = 0.851$	① $y = 0.966 + 0.059x$ $\gamma = 0.980$	② $y = 2.665 + 0.040x$ $\gamma = 0.735$	⑤ $y = 1.274 + 0.055x$ $\gamma = 0.915$	④ $y = 2.369 + 0.032x$ $\gamma = 0.668$
密 粒 (13)	—	—	—	—	—	② $y = 0.508 + 0.064x$ $\gamma = 0.930$
密 粒 (20)	—	—	—	—	—	② $y = 0.042 + 0.053x$ $\gamma = 0.851$
細 粒 (13 F)	① $y = 1.034 + 0.124x$ $\gamma = 0.986$	—	—	① $y = 0.031 + 0.048x$ $\gamma = 0.999$	—	—

○印箇所数

表-4 直線回帰式と相関係数（流動量 大型）

地域 混合物	気象条件	積 雪 ・ 寒 冷			寒 冷			一 般		
		内 陸	山 間	日 本 海	太 平 洋	内 陸	太 平 洋	内 陸	太 平 洋	一 般
細 粒 G (13 F)	⑦ $y = 0.628$ +0.007 x	⑥ $y = 2.114$ +0.008 x	③ $y = 0.640$ +0.004 x	① $y = 0.069$ +0.014 x	③ $y = 0.498$ +0.03 x	③ $y = 0.571$ +0.006 x	$\gamma = 0.779$	$\gamma = 0.578$	$\gamma = 0.642$	$\gamma = 0.940$
	$\gamma = 0.779$	$\gamma = 0.578$	$\gamma = 0.642$	$\gamma = 0.940$	$\gamma = 0.914$	$\gamma = 0.895$				
細 粒 G (20 F)	⑦ $y = 0.764$ +0.007 x	⑥ $y = 3.324$ +0.007 x	③ $y = 0.670$ +0.004 x	② $y = 0.420$ +0.011 x	③ $y = 0.496$ +0.04 x	③ $y = 1.104$ +0.008 x	$\gamma = 0.665$	$\gamma = 0.377$	$\gamma = 0.627$	$\gamma = 0.619$
	$\gamma = 0.665$	$\gamma = 0.377$	$\gamma = 0.627$	$\gamma = 0.619$	$\gamma = 0.914$	$\gamma = 0.838$				
密 粒 G (13 F)	④ $y = 0.352$ +0.009 x	② $y = 1.293$ +0.028 x	② $y = 0.308$ +0.006 x	③ $y = 0.207$ +0.15 x	⑦ $y = 1.347$ +0.007 x	④ $y = 0.450$ +0.007 x	$\gamma = 0.790$	$\gamma = 0.781$	$\gamma = 0.818$	$\gamma = 0.795$
	$\gamma = 0.790$	$\gamma = 0.781$	$\gamma = 0.818$	$\gamma = 0.795$	$\gamma = 0.846$	$\gamma = 0.881$				
密 粒 G (20 F)	④ $y = 0.585$ +0.009 x	② $y = 0.507$ +0.012 x	② $y = 0.685$ +0.006 x	④ $y = 0.494$ +0.006 x	⑦ $y = 1.649$ +0.007 x	④ $y = 0.724$ +0.007 x	$\gamma = 0.637$	$\gamma = 0.806$	$\gamma = 0.495$	$\gamma = 0.542$
	$\gamma = 0.637$	$\gamma = 0.806$	$\gamma = 0.495$	$\gamma = 0.542$	$\gamma = 0.747$	$\gamma = 0.792$				
密 粒 (13 F)	① $y = 0.005$ x	④ $y = 0.631$ +0.01 x	① $y = 0.320$ +0.009 x	② $y = 0.409$ +0.007 x	⑤ $y = 1.601$ +0.004 x	⑥ $y = 0.535$ +0.005 x	$\gamma = 0.981$	$\gamma = 0.889$	$\gamma = 0.957$	$\gamma = 0.731$
	$\gamma = 0.981$	$\gamma = 0.889$	$\gamma = 0.957$	$\gamma = 0.731$	$\gamma = 0.596$	$\gamma = 0.906$				
密 粒 (20 F)	—	④ $y = 1.683$ +0.008 x	① $y = 0.204$ +0.004 x	② $y = 0.760$ +0.007 x	⑤ $y = 1.900$ +0.004 x	④ $y = 0.703$ +0.007 x	—	$\gamma = 0.749$	$\gamma = 0.936$	$\gamma = 0.657$
	—	$\gamma = 0.749$	$\gamma = 0.936$	$\gamma = 0.657$	$\gamma = 0.358$	$\gamma = 0.784$				
密 粒 (13)	—	—	—	—	—	② $y = 0.198$ +0.007 x	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	$\gamma = 0.735$				
密 粒 (20)	—	—	—	—	—	② $y = 0.450$ +0.005 x	—	—	—	—
	—	—	—	—	—	$\gamma = 0.541$				
細 粒 (13 F)	① $y = 0.150$ +0.006 x	—	—	—	① $y = 0.280$ +0.009 x	—	$\gamma = 0.943$	—	—	—
	$\gamma = 0.943$	—	—	—	$\gamma = 0.943$	—				

○印箇所数

表-5 回帰式から求めた摩耗量・流動量及びわだち掘れ量

上段：大型車100×10³台 摩耗量・摩耗率

下段： " 流動量・流動率

地域 混合物	区分	雪 寒 地 域									寒 冷 地 域									一 般 地 域									平 均		
		内 陸			山 間			日本海			太平洋			内 陸			太平洋														
細 粒 G13F	13.0	mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%	mm	mm	%			
		11.7	90	8.8	5.9	67	12.3	92	6.7	5.4	81	—	—	—	5.1	3.9	76	9.4	7.8	81	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
G13F		1.3	10		2.9	33		1.0	8		1.3	19		—	—	—	5.1	1.6	24		1.6	19									
細 粒 G20F	12.5	11.0	88	8.6	4.6	53	11.2	10.1	90	6.5	5.0	77	—	—	—	6.5	4.6	71	9.1	7.1	76		—	—	—	9.1	7.1	76			
		1.5	12			4.0		47			1.1	10			1.5		23			—	—			1.9	29			2.0	24		
密 粒 G13F	8.1	6.8	84	12.1	8.0	66	7.1	6.2	87	6.8	5.1	75	7.3	5.3	73	7.3	6.1	84	8.1	6.3	78		—	—	—	8.1	6.3	78			
		1.3	16			4.1		34			0.9	13			1.7		25			2.0	27			1.2	16			1.8	22		
密 粒 G20F	8.2	6.7	82	9.6	7.9	82	6.1	4.8	79	7.7	6.6	86	7.2	4.9	68	5.6	4.2	75	7.4	5.9	79		—	—	—	7.4	5.9	79			
		1.5	18			1.7		18			1.3	21			1.1		14			2.3	32			1.4	25			1.5	21		
密 粒 13 F	12.8	12.3	96	6.2	4.6	74	9.6	8.4	88	8.2	7.1	87	9.1	7.1	78	7.1	6.1	86	8.8	7.6	85		—	—	—	8.8	7.6	85			
		0.5	4			1.6		26			1.2	12			1.1		13			2.0	22			1.0	14			1.2	15		
密 粒 20 F	—	—	—	6.7	4.2	63	7.5	6.9	92	8.2	6.7	82	9.1	6.8	75	7.0	5.6	80	7.7	6.0	78		—	—	—	7.7	6.0	78			
		—	—			2.5		37			0.6	8			1.5		18			2.3	25			1.4	20			1.7	22		
平 均	10.9	9.7	88	8.7	5.9	68	9.1	8.1	88	7.4	6.0	81	8.2	6.0	74	6.4	5.1	79	—	—	—		—	—	—	—	—	—			
		1.2	12			2.8		32			1.0	12			1.4		19			2.2	26			1.3	21			—	—		—

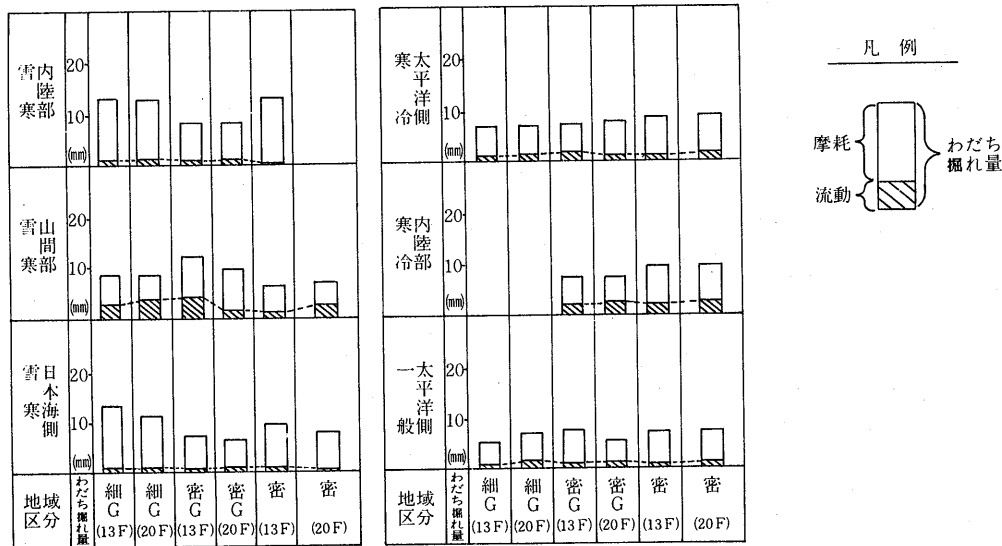


図-2 各地域における摩耗量と流動量

量の場合はスパイク装着台数で行った。

その結果、東北地方の各地域における摩耗量と流動の割合をみると、わだち掘れ量は、摩耗による影響が流動に比較してはるかに大きく、摩耗率対流動率の割合は表-6に示すとおりである。

表-6 摩耗量と流動量の割合

地域	区分	太平洋側	内陸部	山間部	日本海側
雪寒地域	—	88:12	68:32	88:12	—
寒冷地域	—	81:19	73:27	—	—
一般地域	—	80:20	—	—	—

表-6から比較すると、摩耗率はわだち掘れ量の約70～90%を示している一方、流動率について各地域毎に比較してみると、雪寒地域の山間部で約30%、寒冷地域の内陸部で約25%、他地域よりも約2～3倍の流動による影響を受けている。また、同じ、内陸部でも、雪寒地域より寒冷地域の流動の割合が大きい。これは寒冷地域の方が、夏期における平均気温や最高気温が雪寒地域よりも高く、気温による影響と推定される。従って、雪寒地域の山間部及び寒冷地域の内陸部は、摩耗だけでなく流動に対しても混合物の配合対策が必要となる。

3.3 各地域におけるわだち掘れ量

各地域におけるわだち掘れ量を、各種混合物の平均値で比較すると表-7に示すとおりである。各地域区分で比較すると、同一累積交通量（摩耗：100×10³台、流動：100×10³台）において、わだち掘れ量は雪寒地域

表-7 地域毎におけるわだち掘れ量 (mm)

地域	区分	太平洋側	内陸部	山間部	日本海側
雪寒地域	—	—	10.9	8.7	9.1
寒冷地域	—	7.4	8.2	—	—
一般地域	—	6.4	—	—	—

の内陸部が一番影響を受け、その値はD=10.9mm（摩耗量do=9.6mm、以下摩耗量=doという）である。山間部でD=8.7mm（do=5.9mm）、日本海側でD=9.1mm（do=8.0mm）で他の寒冷地域及び一般地域よりもわだち掘れは大きく、しかも摩耗による影響が大である。寒冷地域は、太平洋側D=7.4mm（do=6.0mm）よりも内陸部の方がわだち掘れが大きくD=8.2mm（do=6.0mm）である。摩耗量が共にdo=6.0mmであることから、内陸部の方が流動の影響を受けている。これは夏期の内陸部の気温が太平洋側よりも高いことから推察される。一般地域は、D=6.4mmで一番小さいわだち掘れ量であった。

3.4 各種混合物のわだち掘れ量

各種混合物のわだち掘れ量について、交通量を同一条件（累積大型交通量）として比較検討した。その結果、各種混合物のわだち掘れ量（摩耗100×10³台＋流動100×10³台）の平均値と比較すると図-3に示すとおりである。図-3から、以下に示す結果が得られた。

- (1)わだち掘れ量は密粒度G（20F）=7.4mmで小さく、細粒度G（13F）=9.4mmで最大である。
- (2)ギャップ粒度で比較すると、密粒度Gの方がわだち掘れが小さい。

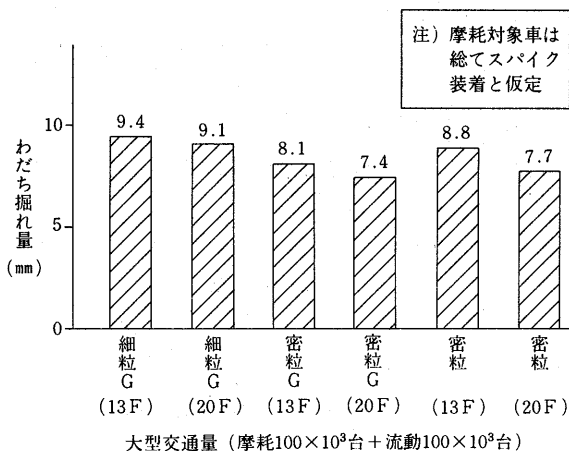


図-3 各種混合物のわだち掘れ量

- (3)密粒タイプの粒度で比較すると、ギャップ粒度の方が連続粒度よりわだち掘れが小さい。
- (4)骨材の最大粒径で比較すると、20mmの方が13mmより幾分わだち掘れが小さい。
- (5)各種混合物の摩耗率は、概ね80%程度である。

この結果、東北地方で主に使用されている6種類の表層混合物のうち、密粒度G (20F) のわだち掘れ量がもっとも小さい結果となった。

3.5 表層混合物と供用性状

今回の調査結果から総合的にとりまとめると、各地域特性に適した表層混合物と供用性状は表-8に示すとおりである。

表-8から、各地域における適切な表層混合物は、6地域中、4地域で密粒度G (20F) という結果を得た。また、C交通におけるMC I₂=4に達する迄の維持管理目標サイクルについても、各地域毎に示した。

4. 密粒度G (20F) の問題点と留意点

昭和59年度～昭和60年度に、アスファルト混合物の試験舗装を実施し、追跡調査を行った。その結果、密粒度G (20F) が他のアスコンと比較して、摩耗及び流動が小さいことが判明した。そのため、配合設計時における2, 3の検討と、施工時の留意点について述べる。密粒度G (20F) の特徴を表-9に示す。

4.1 密粒度G (20F) の粒度範囲について

密粒度G (20F) の配合設計において、粒度分布曲線を満足する細砂が地域によっては入手困難な場合がある。そのため試験道路で施工した東北管内の細砂の分布状況から、粒度の0.3mm通過量 $2\sigma \pm n-1$ の上限及び下限の配合で室内試験を行った。

表-8 各地域特性に適した表層混合物と供用性状

		積 雪 ・ 寒 冷 地 地 域			寒 冷 地 域		一 般 地 域	
		内 陸 部	山 間 部	日 本 海 側	太 平 洋 側	内 陸 部	太 平 洋 側	
各地域に適切な混合物	細 粒 G (13F)							
	細 粒 G (20F)							
	密 粒 G (13F)		○		○	◎	○	
	密 粒 G (20F)		◎		◎		◎	
	密 粒 (13F)			○				
	密 粒 (20F)			◎				
供用性状	摩耗大型車 (100 ×10 ³ 台)	量	6.8 mm	4.4 mm	5.5 mm	5.1 mm	5.1 mm	4.1 mm
		率	83 %	69 %	83 %	75 %	71 %	76 %
	流動大型車 (100 ×10 ³ 台)	量	1.4 mm	2.1 mm	1.1 mm	1.7 mm	2.2 mm	1.3 mm
		率	17 %	31 %	17 %	25 %	29 %	24 %
	縦 断 凸 凹 量		1.32	1.90	1.73	1.38	1.32	1.30
維持管理サイクル目標		2.5 年	3 年	2.5 年	4 年	3 年	4 年	
県 ・ 地 域		秋田県及び 山形県の内 陸 福島県の会 津地方	青森県全般 秋田県北部 岩手県内陸	秋田県沿岸 部 山形県沿岸 部	青森県三八 地方 岩手県三陸 宮城県北東 部	宮城県内陸 部 福島県中通 り	宮城県沿岸 部 福島県浜通 り	

注 維持管理サイクル目標=MC I₂=4 (C交通)

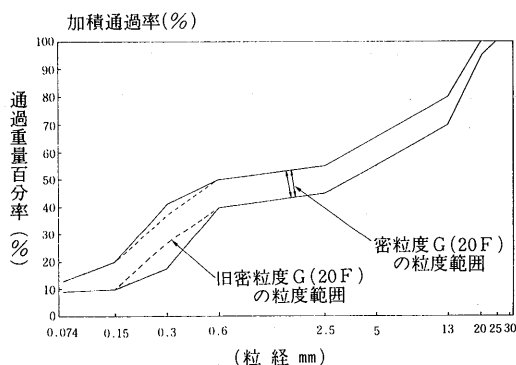
表－9 密粒度G（20F）の特長

混 合 物	場 所	短 所
密粒度G（20F）	・耐摩耗性 ・耐すべり抵抗 ・耐流動性 上記に優れている。	・適切な細砂入手が困難な場合、粒度分布やギャップ率等に満足しきれない場合がある ・主粗骨材（5号砕石）の含有が多いため数均し時に骨材の分離が生じ易い

その結果、混合物の摩耗及び流動性について、旧粒度範囲の満足する混合物と比較しても顕著な優位差が生じないことから、密粒度G（20F）の粒度範囲を表－10、図－4で実施するものである。

表－10 密粒度G（20F）の粒度範囲

フルイ目	25mm	20	13	5	2.5	0.6	0.3	0.15	0.074
粒度範囲	100	95～100	70～80	55～65	45～55	40～50	18～42	10～20	9～13



図－4 密粒度G（20F）の粒度範囲（案）

4.2 密粒度G（20F）の留意点

- (1)粒度は粒度範囲の中央値を目標とする。
- (2)雪寒地域では、耐摩耗を考慮して粗骨材のすりへり減量は、15%以下が望ましい。
- (3)細砂の粒度は、ギャップ率の良否に影響を与えるため、入手可能な範囲で上限側の細砂を目標とする（表－11）
- (4)ギャップ率は8%以下が望ましい。特に摩耗を受ける地域は5%以下が望ましい。
- (5)マーシャルの基準値を表－12に示す。

4.3 施工時の留意点

- (1)表面が部分的に粗くならないように注意する。きめの悪い箇所には、5mmふるいにかけて細粒分をふりかけ転圧する。

- (2)初転圧は、ヘアクラックが生じない限りできるだけ高温で転圧し、二次転圧は初転圧に引続き充分に行い、仕上げ転圧はローラマークが消せるうちに行う。
- (3)転圧後の交通開放表面温度は概ね50℃以下が望ましい。

表－11 細砂の粒度範囲

フルイ目	*粒度範囲
5 mm	100
2.5 mm	95～100
0.6 mm	65～100
0.3 mm	30～75
0.15 mm	0～15
0.074 mm	0～5

*粒度範囲は、試験道路で実施した細粒のX±2σの範囲を選定

表－12 マーシャル基準値

項 目	単 位	基 準
突固め回数	回	50
空 隙 率	%	3～7
飽 和 度	%	65～85
安 定 度	kgf	500以上
フ ロー 値	1/10mm	20～40

5. あとがき

調査結果から、地域特性に適した表層混合物を選定した。しかし、いかに耐久性に優れた混合物であっても舗装の供用性能は、締固め度の影響により、初期変形量に大きく左右される傾向にある。そのため、十分な締固め管理を行うことで、舗装の耐久性も向上するものである。

— 参考文献 —

- 1) 表層アスファルト混合物に関する試験調査
建設省東北地方建設局 東北技術事務所
- 2) アスファルト舗装要綱 日本道路協会
- 3) 理科年表 丸善例
- 4) アスファルト舗装の締固め度と摩耗の関係について 舗装 23-3 (1988)

中国の舗装用アスファルト

沈 金 安*

1. まえがき

私は北海道大学の2年間研修生活を終え、1983年に帰国した後も、日本アスファルト協会からアスファルト誌をいただいております、大変興味深く読ませて戴いている。又、日本の道路、石油に関する各協会、大学、研究所、メーカの方々、友人からいろいろな書籍と資料を送付して戴き、非常に良い勉強になっています。それらにより、日本のアスファルト事情を良く理解できてきたとともに中国のアスファルト研究にも大いに役に立っています。まずは、本稿をお借して、日本の皆様に深くお礼を申し上げます。

しかし、中国のアスファルトと日本のアスファルトとはかなり異なる性質と特徴を有している。中国のアスファルトについて、日本と共同研究したり、日本の技術を用いて日本で試験舗装を造ったりしたいと考えていますが、日本のアスファルト関係者は中国のアスファルトに関して十分理解されていないと思います。そこで本稿では中国の舗装用アスファルトについて詳しく御紹介させていただき、中日両国の技術交流が一層深まることにお役に立てば幸だと思います。

2. 中国の道路の概要

1950年代まで、中国の公路(都市間道路、農村道路)は、ほとんど砂利道路(碎石、砂、土の混合物)であり、甘肅省玉門油田の国産アスファルトと少量の輸入品アスファルトが都市道路のみに用いられていた。1960年には、51万kmの公路総延長の内、せいぜい1900kmがアスファルト舗装であった。

1960年代以降、大慶油田の開発を契機とした中国の石油工業の発展にともない、アスファルトの生産もハイペースで増加してきた。しかし、その大半は直留減圧残渣(中国で渣油という)であり、アスファルトに合格しないものが道路に使われていた。主として、それらは天ぷら舗装とも称される薄層表面処理に使用さ

れたが、公路の黒色化に大いに貢献してきた。1988年までの20年間に、アスファルト舗装は15万kmに達した。

1978年から、勝利精油所などは本格的に規格に合致する舗装用アスファルトの生産を始めたが、量からみても、質からみても、歴史が浅く、道路建設の需要を満たすことができない状態が続いた。

特に、1980年代以来、中国第7国民経済発展5ヶ年計画により、2級以上の高級公路と大都市出入口幹線道路、環状線、バイパス、自動車専用道路などの建設が始まった。

1988年末現在、中国の公路総延長は約100万km、その内23万kmのアスファルト舗装を有している。又、高速道路は147km、自動車専用の1、2級公路は1,700km、一般2級以上の公路は32,900kmに達している。1990年までに、高速道路(沈陽—大連358km、北京—天津—塘沽143km、上海—嘉定20km、上海—松江20km、広州—佛山16km、広州—深圳—珠海120km、西安—臨潼16km)の建設計画があるが、その内510kmが供用開始されるはずである。又2級以上の公路は4.4万kmに達すると思われる。これらの高級道路には、アスファルト舗装が95%以上占めている。

中国のアスファルト舗装の歴史は短いことを述べたが、相当高いレベルの舗装も建設されている。1970年代に、「世界の屋頂」といわれる青海チベット高原を通る高寒冷地永凍層路床を持つ所で、アスファルト舗装の2級公路を建設したことは世界中の注目を浴びる例であった。しかし、全体的に見れば、中国のアスファルト舗装はひびわれが多く見られ、特に横断クラックが多い。そのかわり、わだち掘れは少ない、それはセメント、石灰、フライアッシュなどの安定処理路盤とアスファルトマカダムが多く使用されていることと交通が不規則に走ることにとも関係があると思われる。近年来、車輛の大型化、超積載などにより、北京などの都市幹線道路にはわだち掘れも目立つようになってき

*Shen Jin-An 中華人民共和國交通部公路科學研究所道路研究室副研究員、北京市北環中路48号、100088

ている。

3. 舗装用石油アスファルトの規格

中国の舗装用アスファルトの規格は中国石油化工工業総公司以て定められた道路石油アスファルト規格* (SYB1661-85)がある。その規格は、1977年の規格を1985年に改訂したものであり、表-1に示されている。注目すべき点は、主に伸度の違いにより別られており、一番使われる100と60級は甲、乙の2種類がある。

言うまでもなく、この規格は国際的なレベルに比較して低めに規定されている。そのゆえ、中国の国家基準仕様書「アスファルト舗装の施工及び検査用仕様書」(GBJ92-86)には原則として交通量500台/日(後軸10t標準車)以下の中・軽交通量道路にかぎり適用であると明記している。

したがって、上記仕様書及び交通部規格である「たわみ性道路舗装用設計基準」(JTJ014-86)には500台

／日以上の重交通量道路*に対しては、表-2に示されている「重交通量道路用アスファルトの技術性能要求」に合格できるものを使わなければいけないとされている。

表-1と比較して、表-2の技術性能要求ははるかに高くなっている。その違いとして、

- 1) 25℃伸度を100cm以上と要求すると同時に、15℃伸度も100cm以上と要求している。特にAH-50は80cm以上と高く要求されている(日本JIS規格は10cm以上と規定している)。
- 2) 蒸発損失試験のかわりに、薄膜加熱試験を規格化した。又、TFOT後の性質変化制限も規定している。その値はAASHTO規格(M20-70)と似ている。
- 3) 密度を1.0又は1.01以上と要求する。
- 4) はじめてパラフィン含有量を3%以下(蒸留法)に制限した。

表-1 道路用石油アスファルト規格 (SYB 1661-85)

等 級		A-200	A-180	A-140	A-100甲	A-100乙	A-60甲	A-60乙
針入度 (25℃,100g,5sec)	1/10mm	200-300	161-200	121-160	91-120	81-120	51-80	41-80
軟化点 (R&B)	℃	>30	>35	>35	42-50	>42	45-50	>50
伸 度 (25℃,5mm/min)	min cm	—	100	100	90	60	70	40
三塩化エチレン (或いは三塩化エタン、ベンゼン) 可溶分	min %	99	99	99	99	99	99	99
蒸発試験								
蒸発損失	max%	1	1	1	1	1	1	1
蒸発後の針入度比*	min %	50	60	60	65	65	70	70
引火点	min 度	180	200	230	230	230	230	230

* 蒸発損失試験後のサンプルの針入度と元針入度の比である。

表-2 重交通量道路舗装用アスファルトの技術要求 (GB J 92-86, J T J 014-86)

等 級		AH-160	AH-120	AH-90	AH-70	AH-50
針入度 (25℃,100g,5sec)	1/10mm	141-180	101-140	81-100	61-80	41-60
軟化点 (R&B)	℃	34-48	40-50	42-52	44-54	45-55
伸 度 (25℃,5mm/min)	min cm	100	100	100	100	100
(15℃,5mm/min)	min cm	100	100	100	100	80
三塩化エチレン (或いは三塩化エタン、ベンゼン) 可溶分	min %	99	99	99	99	99
薄膜加熱試験:						
質量損失	max%	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6
残留針入度比	min %	40	46	50	55	58
残留物の伸度 25℃	min cm	75	75	75	50	40
引火点	min ℃	200	230	230	230	230
パラフィン含有量 (蒸留法)	max%	3	3	3	3	3
密度 25℃	min	1.0	1.0	1.0	1.01	1.01

* 注: GB-中国の国家規格, 日本の JIS 規格に相当する,
JT-中国の交通部規格, SY-中国石油化工総公司規格

* 注: 中国で重交通量道路は500台/日以上の道路という、
日本の重交通の概念と異なる性質を有し、B、C、D
交通に相当する。

などが挙げられる。それによって、ほぼ日本や諸外国の道路アスファルトの規格に相当すると思われる。

中国では、カットバックアスファルトはあまり使われていないが、規格として表-3に示されている。又、石油アスファルト乳剤に関しては、アニオンもカチオンもだんだん普及してきたが、規格化されていない。ゴムなどの高分子材料を添加することにより、特殊な改質アスファルトは試験舗装に利用されており、規格化の段階に近づいてきている。

4. アスファルトの生産と供給

4.1 石油の生産

中国の石油生産量は年間13,000万トン程度になっている。その内、大慶、勝利、任丘、遼河の四大油田は、全生産量の80%以上を占めている。生産した原油は主にパラフィン基に所属し、一般性質は表-4に示すとおりである。

表-4 パラフィン基原油の一般的な性質

サンプル	DQ	SL	LQ	LH
API度	33.1	28.0	27.9	28.7
密度(20℃) g/cm ³	0.8854	0.8829	0.8837	0.8793
粘度(50℃) CS	20.2	42.8	43.4	17.4
凝結点 ℃	30	28	34	21
パラフィン分 %	26.2	15.8	22.8	16.8
アスファルテン分 %	0	0.4	-	0
レジン分 %	3.9	-	2.57	11.9
S %	0.1	0.72	0.31	0.18

りである。パラフィン含有量が高く、アスファルテンが少なく、これにより直留精製した残渣は高凝分の渣油として道路にも使われている。

その一方、密度0.934以上の重質油の油田も開発された。発見された重質油の貯蔵量は数十億トンに上るが、全国の原油の総貯蔵量に比べ、かなり少ない。なお、今本格的に採掘されている重質油は主に勝利油田の単家寺、遼河油田の歡喜嶺、新疆のカラマイ（克拉玛依）および鳥爾禾などに分布しており、1988年現在はほぼ年間500万トン生産している。その原油の性質は表-5に示すとおりである。もちろん、パラフィン分は少ないが、アスファルテンが少ないことが注目される。

表-5 重質油原料の一般的な性質

サンプル	SJS	URH	HXL
密度(20℃) g/cm ³	0.9746	0.9609	0.9788
凝結点 ℃	12	15	14
粘度(100℃) CS	266.2	1105	49.5
アスファルテン分 %	1.84	0	43.3
レジン分 %	22.8	24.7	
パラフィン分 %	1.85	4.7	2.2
S %	0.58	0.38	0.26
留出分			
200℃まで %	0.63		1.5
200-350℃ %	13.10		18.4
350-480℃ %	21.05	27.8	5.9
			(350-425℃)
480℃以上 %	64.92	61.7	65.0
			(425℃以上)

表-3 カットバックアスファルトの規格(J T J 52-83)

性 質 \ 種 類	RC		MC						SC					
	AL(R)		AL(M)						AL(S)					
	-1	-2	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-1	-2	-3	-4	-5	-6
粘度*														
(25℃, φ 5 mm) max sec	20		20						20					
(60℃, φ 5 mm) sec		5-15		5-12	16-25	26-40	41-100	101-200		5-12	16-25	26-40	41-100	101-200
分留試験の容積:														
225℃まで %	>20	>15	<10	<7	<3	<2	0	0						
315℃まで %	>35	>30	<35	<25	<17	<14	<8	<5						
360℃まで %	>45	>35	<50	<35	<30	<25	<20	<15	<40	<35	<25	<20	<15	<5
蒸留残留物の試験:														
針入度(25℃) 1/10mm	60-200					100-300								
伸 度(25℃) min cm	60					60								
浮遊試験(25℃) sec									<20	>20	>30	>40	>45	>50
引火点 min ℃	30					65			70		100			120
水 分 max %	0.2					0.2					2.0			

*注: 粘度は中国標準道路粘度計によって測定し、流出口管の直径が5mmで、試料温度が25℃又は60℃で、50ccの容積までの所要時間(秒)である。

4.2 舗装用アスファルトの生産と輸送

中国の舗装用アスファルト製油所は、中国石油化工総公司と中国石油天然ガス総公司が所轄している30個所以上あり、その他、各油田の回りに中小規模の製油所も20個所位ある。各精油所では、直留、ブローン、溶剤脱瀝、調合法などの精製工程により、様々の石油アスファルトを製造し、年間250万吨程度を生産しており、その内、約半分は舗装用アスファルトである。ほかに工業建築防水、ダム遮水壁及び各種特殊アスファルトも生産している。しかし、諸外国の生産量と種類の割合に比べたら、中国の舗装用アスファルトはかなり少ないと思われる。これから、重質油舗装用アスファルト精製工場の建設により、遠くない将来、舗装用アスファルトの生産量は著しく増加できると予想される。

言うまでもなく、このアスファルトの生産量は中国の道路建設に対するアスファルト需求量に比べ、大きなアンバランスがある。

したがって、高速道路などの高級公路、特に世界銀行の援助を受けている道路工事においては、外国からの輸入アスファルトがかなり使われている。その大部分はアルバニア、シンガポール(Shell, ESSO, BP など)からの輸入品である。又、中東系原油(クウェート、イラン、イラクなど)も輸入しているが、高い硫黄分のせいで、精製装置の腐食の問題が出、大部分が勝利原油と混合して舗装用のアスファルトを生産することになっている。

中国のアスファルトの供給は上述2つの総公司以計画的に直売している。輸送手段として、陸上輸送では鉄道専用50トン積みのアスファルトタンク車が主流となってきた。各省、市、自治区には油槽所貯蔵タンクステーションがあり、アスファルトローリで道路工事現場及びアスファルト混合所まで輸送される。残念なことは海上及び内河の専用タンカー船、瀝青港がまだ無いことであり、輸入品はすべてドラム缶輸送方式を取らざるを得ない。このために、輸送が大きな問題になっている。このことにより、特殊な改質ビニル袋を使う道路アスファルトのバルク輸送についての研究を進めている。又、このビニル袋はアスファルトの改質材となり、アスファルトに溶かして一緒に使用しようと考えている。

5. 中国産パラフィン基アスファルトの性質

中国産パラフィン基原油から精製されるワックスイ

アスファルトは表-6に示すとおり、特有的な性質をもっている。

表-6 パラフィン基原料から精製したアスファルトの主な性質

サンプル	SL	SH	DSZ	DL	JS	DQ	MM
針入度 (25℃) 1/10mm	57	74	83	53	86	102	73
軟化点 ℃	52.3	48	47.3	51	47.9	47.3	52.6
伸度 (25℃) cm	100	100	100	46	89	100	33
" (15℃) cm	11	60	21		56	21	
密度		1.014		1.008	0.986	0.986	0.989
脆化点	-13	-12	-13	-9.5		-16	-17
パラフィン含有量 (蒸留法) %	10.4	11.8	8.6	8.0	12.6	7.5	9.5
組成分析							
飽和分 %	17.8	44.5	40.5	13	8.2	42.7	28.5
芳香族分 %	37.2			32	43.5		31.0
レジン分 %	31.7	33.6	48.1	55	48.2	47.7	31.6
アスファルテン分 %	12.8	10.0		<1	0.2	2.1	9.1

5.1 パラフィン含有量が多いこと

渣油には10~20%のパラフィンを含んでおり、プロパン脱瀝アスファルトにも5%以上ある。それゆえ、骨材との粘着性が悪くなり、高温時にフラッシュとなり路面が軟化してしまう。冬季寒冷期には脆くなり、温度クラックと半剛性路盤(セメント、石灰安定処理)のひびわれに基づくリフレクションが著しく、早期損壊がかなり生ずる。しかし、古い舗装の調査において混合物からアスファルトを抽出回収して実験した結果、10年以上も使うと、年ごとに舗装維持に砂或いはスクリーングスを撒くと徐々に安定していくとともに、軽質油分がだんだん揮発し、または老化し、逆にアスファルテンなどの重質分に転換してゆき、良いアスファルトができることになることがわかった。この種のアスファルト(渣油)に対しては、パラフィン含有量を制限するのは無理で、交通量の少ない道路の簡易舗装、表面処理及び渗透式マカダムなどに良く使われている。

アスファルトがパラフィンワックスを多量に含むことは好ましくないとは勿論なことといえる。パラフィンの結晶物はアスファルトの異質の一種であるので、伸度が特に小さく、骨材との粘着性が悪く、水に対する抵抗性が小さく、アスファルト混合物の限界ひずみが小さい。しかし、パラフィンの量の影響よりも、むしろパラフィンの種類と結晶物の形態が重要である。一般に、芳香族分パラフィンの影響はそんなに強くはないが、飽和分パラフィンの影響は特に著しい。重質油から精製したアスファルトにはパラフィンが少なく、

且つ主に芳香族パラフィンの方が多いので、アスファルトの伸び能力も大きい。

5.2 アスファルテンが少ないこと

中国産アスファルトでは、ワックシアスファルトはもちろん、重質油アスファルトでもアスファルテン分が非常に少ない。しかし、おもしろいことは ISO 規格の試験方法でヘプタン (C₇) を標準溶剤として定量されたアスファルテンが非常に少ない (ゼロに近いものもある) が、ペンタン (C₅) を溶剤として測定するとアスファルテンが少なくない。表-7 に示したように、ペンタンで定量されたアスファルテン含有量は日本のアスファルトと大差がないのである¹⁾。

なお、アスファルテンはアスファルトのゾルーゲル状態、すなわちコロイド構造に影響し、温度依存性と速度依存性などレオロジカルな性質を支配するといわれているが、アスファルトの舗装用性質にはどんな関係があるかは明らかにされていないと思われる。

5.3 アスファルトの密度が小さいこと

アスファルトにワックス分が多いこととアスファルテンの少ないことにより、密度が小さくなるのは当然である。中国のワックシアスファルトの密度は 0.997~0.999 位で 1.0 より小さいのが普通である。ところが、密度の小さいこととアスファルトの舗装用性質にどんなつながりがあるかはいまだ明らかにされていない。これは密度は分子の配列とその構成、すなわち分子の密度にも決定されるので、アスファルトミセルの構造に決まるためと思われる。

6. 重質油アスファルトの性質

表-8 には中国産の主な重質油アスファルトの性質を示している。又、いくつか諸外国のアスファルトの性質も示されている。その内アルバニア、シンガポール (Shell, ESSO) などは輸入品として使われている。各指標を比較すると、大体同じ性質を持っていることがわかる。単家寺アスファルトは滬嘉 (上海-嘉定) 高速道路に使われ

た、歡喜嶺アスファルトは沈大 (沈陽-大連) 高速道路と京津塘 (北京-天津-塘沽) 高速道路に使われている。

6.1 単家寺アスファルト

単家寺アスファルトは勝利油田の単家寺重質油を利用して 1984 年に開発されはじめたものである。アメリカの重質油採掘技術を利用して、高压蒸気を地下に注入し原油を温ため、粘度を低下させ噴出させ、タンク車で石油精製工場まで運搬してストレートアスファルトを生産する。アスファルトの得率は 60% 位まで出て

表-7 アスファルトの性質とその組成の関係¹⁾

サ ン プ ル		HXL	SJS	GD	SL	GS	KLMI	ZR	日本
針入度 (25℃)	1/10mm	56	97	113	136	95	149	119	76
軟化点 (R&B)	℃	50.0	43.7	45.0	42.5	48.0	42.0	43.1	45.1
伸 度 (25℃)	cm	100	100	100	82	100	100	48	100
〃 (15℃)	cm	100	100	100		78	100	36	100
組成分析：									
飽和分	%	17.1	17.1	13.7	17.6	22.6	28.2	14.3	15.5
芳香族分	%	36.5	27.0	35.2	36.3	26.4	26.9	34.3	47.2
レジン	%	43.8	53.5	44.1	40.7	50.8	44.8	51.3	27.7
アスファルテン(C ₇)	%	2.6	2.4	7.0	5.4	0.2	<0.1	0.1	9.6
〃 (C ₅)	%	12.6	17.0	16.7	15.4	11.0	8.5	5.4	16.9
パラフィン含有量：									
飽和分にあるもの	%	2.6	0.9	4.2	4.1	2.4	4.4	2.6	3.2
芳香分にあるもの	%	2.8	2.1	4.1	6.7	4.4	2.7	10.0	2.2
合計	%	5.4	3.0	8.3	10.8	6.8	7.1	12.6	5.4
H／C		1.48	1.49	1.51	1.55	1.58	1.61	1.60	1.47
芳香性指数 fa		0.29	0.29	0.28	0.24	0.22	0.21	0.21	0.30

表-8 中国産重質油アスファルトと諸外国輸入品との比較

		中 国				日本 アルバニア シンガポール			
		SJS	HXL	KLMI	YSM	Shell ESSO			
針入度 (25℃)	1/10mm	87	100	104	97	87	94	90	95
伸度 (15℃)	cm	150+	150+	126	100	150+	150+	150+	100+
軟化点	℃	48.8	45.5	49.0	47.3	47.0	46.7	48.2	46.0
三塩化エチレン可溶分	%	99.7	99.9	99.9	99.4	99.9	99.7	99.2	99.1
引火点	℃	292	270	300+	259	300+	252	296	328
密度	g/cm ³	1.004	1.012	0.9703	1.005	1.024	1.051	1.029	1.037
薄膜加熱試験:									
質量損失	%	0.18	0.23	0.02	0.13	0.11	0.52	0.38	0.02
針入度比	%	81	66.5	86	65	81	56	59	71
伸度 (25℃)	cm	150+	150+	107	150+	150+	150+	150+	150+
パラフィン含有量	%	2.91	2.78	3.10	1.38	4.38	0.04	2.40	1.88
組成分析									
飽和分	%	35.69	30.72	46.68	31.99	34.25	18.46	36.56	
芳香族分	%	25.59	27.48	25.24	28.11	38.29	40.79	35.46	
レジン	%	29.12	20.49	22.74	18.94	10.82	14.14	7.95	
アスファルテン	%	4.61	16.31	0.33	15.96	11.64	21.61	15.03	

いる。1985年に筆者がこのアスファルトを利用して山東省寿光縣の試験道路に舗設し、普通の勝利アスファルトと比較した結果、同じ舗装構造と厚さを持つ勝利ゾーンは舗設当年の冬に横断クラックが発生し且つ夏に軟らくなかったが、単家寺ゾーンは今までもクラックもわだちもなく完全に良い舗装になっている。注目すべき点は厚い舗装の勝利ゾーンでも横断クラックが沢山出たが、薄い舗装の単家寺ゾーンには横断クラックがなかったのもので、良いアスファルトを使ったらアスファルト層の厚さを減らすことができてことが明らかになった。

しかし、石油技術の発展により、採掘とパイプ輸送中にパラフィン基軽質油を混入するため、プロパン脱圧或いは超臨界抽出の工程を取らなければ良質なアスファルトの生産ができないといわれている。

6.2 歡喜嶺アスファルト

歡喜嶺アスファルトは1986年に生産を開始されたものである。そのアスファルトの特徴として、温度依存性及び時間依存性とも非常に小さいことに注目されている。なお、渤海油田の海底原油からも同じ性質を持っているアスファルトが精製できるが、実用に使えるまでかなり時間が必要であらう。

6.3 カラマイアスファルト

新疆カラマイアスファルトの粘度は非常に大きい。表-9には針入度がほぼ同じである4種類のアスファルトの粘度及びアメリカ粘度規格による等級を示している。このアスファルトはアスファルテンが非常に少なく、密度も1.0より小さいけれども、北海道大学の菅原教授らの研究によるとそのアスファルトは高温安定性と低温きれつ抵抗性の両方とも非常にすばらしい性質を持っているように評価されている²⁾。

表-9 アスファルトの粘度と等級

サンプル名		SJS	KLMI	SL	日本
針入度 (25℃) 1/10mm		95	104	98	94
60℃粘度 (Pas)	TFOT 前	156.9	469.0	56.6	115.4
	TFOT 後	370.8	618.5	145.6	257.7
粘度による規格 (AASHTO)	TFOT 前	AC-20	AC-40	AC-5	AC-10
	TFOT 後	AR-20	AR-80	AR-10とAR-20の間	AR-20とAR-40の間

終りに

中国の道路建設は日増しにハイペースで発展する一方、アスファルト量は不十分で、近年来、各アスファルト精製工場も懸命に生産量を増し、質を高くすることに努力している。中国において、良質アスファルトの多量生産が遠くない将来に満足できるようになることを期待している。

私の古くからの友人である北海道工業大学の笠原教授から本稿の助言と添削を得たことに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 梁文杰, 道路アスファルトの使用性能に対する化学組織の影響について, (未発表) 1989年4月。
- 2) 菅原照雄, 中国カラマイ産アスファルトの力学性状について, (未発表) 1988年7月。

☆

☆

☆

☆

☆

☆

千葉の時代 時代への対応に感じるこのごろ

加 島 裕 夫

建設省関東地方建設局千葉国道工事事務所

千葉着任の頃

昨年一月一日に千葉の辞令を頂いた頃、若い人の週刊紙プレイボーイに、時代の変化の一つとして東京湾沿岸のディズニーランド・リゾートホテル・幕張メッセ・成田国際空港の立地等を背景に、将来は「ハマトラ」ならぬ「チバトラ」への移行と、多分に現在の千葉の野暮さを比喻しつつ可能性に触れていた事が記憶に残っています。

千葉の時代とその三つの主なポイント

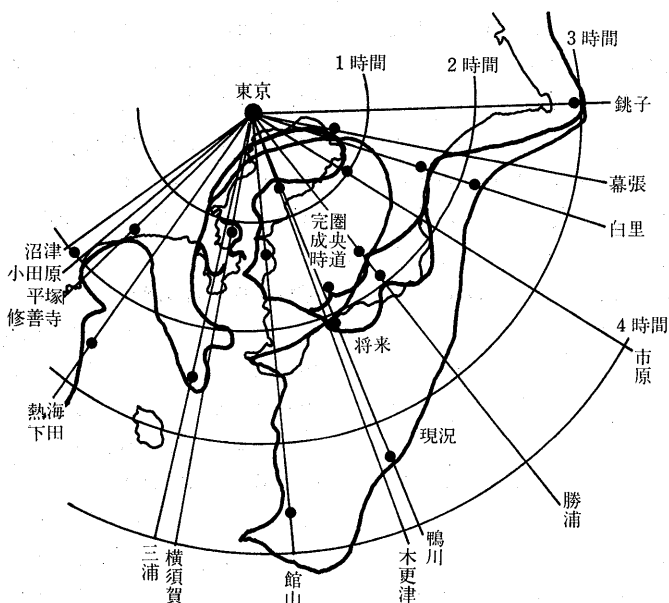
一年たった今、千葉は首都圏において将来の「役割の分担」が大きく、豊かなシャレた地域になっていくのだろうという予感があります。そのポイントは主として三つあるような気がします。

第一は、日本の国際社会の中での経済力の発展の中

で成田国際空港の役割があります。昭和61年より世界一の国際空港貨物取扱量となり、国際間の業務の増加と東京過度の集中渋滞とあわせ、千葉発展の要と考えられます。

第二は、東京首都圏の発展にともなう千葉県下の中でも、東京近辺の地域の人口増加は著しいものがあり昭和40年から300万人の増と、この人口集積のメットがあります。

第三は、東京湾横断道路の着工があげられます。特に南房総は汽船と汽車の時代には、神奈川と並ぶ明治・大正のリゾート地でしたが、自動車・マイカー時代を迎え観光入込客数の減少をまねいています。その中心の館山まで、現在は東京より6時間強、これが東京よりの快適なフリーウェイの整備により2時間弱への短縮は新しいリゾート時代の開発の可能性を高めます。



図一 東京湾横断道路・高規格127号等整備による房総の姿の変化

地域の動きとその支援

熱意をもって動きだした地域の方々とコミュニケーションの中で、地域の将来に真剣に取り組んでおられる方々はこれらのインパクトを感じ、これらを自分たちの地域を豊かに、そして新しい勤め場所を、事業チャンスを、そして東京に学ぶお子さんの就職先をと、自らの問題として、南房総地域をはじめとして、柏を中心とする東葛地域・成田を中心の北総地域において強いものがあります。各市長村長・議長さんをはじめ地域の方々とコミュニケーションは人の生活・生きがい・誇りを持てる街づくりといった目的のためのみちづくりを業務としている私にとって楽しくやりがいのあるものであります。事務所のキャッチフレーズも

「明日の千葉をつくる道づくり」

「文化と地域活性化を目指して」

とすることになりました。

人が求めるもの

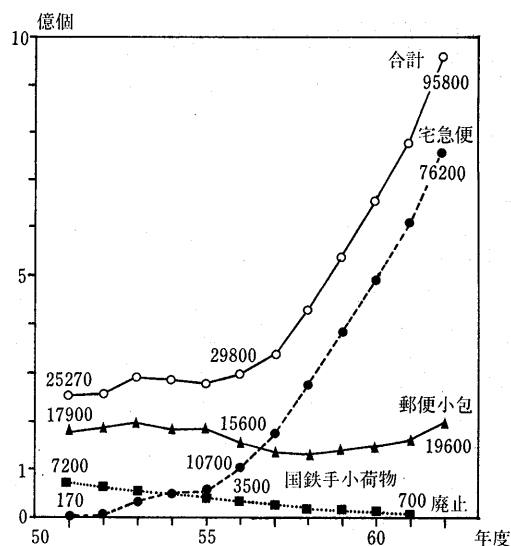
さまざまな方とのコンタクトの中で感じる事に、ある勉強会での、「人が言っている事はたてまえ」、「人がやっている事は本音」、があります。少し表現が荒っぽく誤解が生じやすい点がありますが、人が何に對し、何故動くのだらうという事をつかむ事が、産業・企業の興隆を招くとすれば、道路のエンドユーザーである地域の方々の本音が気にかかるところです。

もちろん、社会の基礎的・基盤的なベースの上に成立っての話ではありますが、最近の伸びている産業・企業のメニューは、従来の合理化、大規模装置型産業の時代のメニューとは、人の美意識・倫理感の変化を背景に、快適な暮らし・快適な環境を得るため、あるいは、豊かさ、人と人とがふれあいを求める等へのサービスの面が強く感じられます。

自動車の高級化・大型テレビ・便利な場所の快適で高級なマンション、何か外見的に似ている感があります。宅急便産業の伸びもこの一つの表れとも言えます。

基礎的・基盤的な面が強い公務

地域の方々と接触し、それらを背景に、千葉国道工事事務所では、東京湾岸横断道路を房総の活性化に生かすべく、昨年三月より五区間・十市町村の地元路線



図一 宅急便のサービス拡充による
少量物品取り扱い個数の増加

発表・地元協議に入り、用地買収にまでも順調に進んでおります。

こんな時、昨年八月、国道127号で、集中豪雨による18箇所にもわたる土砂崩れ・復旧、そして本年二月には、小山野トンネルの落盤事故・復旧にさまざまな方の応援を得て対応しております。災害復旧・安全確保は人の生活の基盤、例えば空気とか水と同じような道路機能とこの保持の大切さを強く感じます。渋滞対策・安全対策の必要性とともに公務の地味ながら社会基盤としての重要さをも再確認するこのごろです。

道路産業・建設産業

国鉄のJR化・小荷物の宅配便産業化・また電話の民営化は、公務の面を残しながら民営化・産業化が国民のコンセンサスとして進んでいく感があります。同様に大部分の地域内道路は別として、地域間の幹線道路に関しては開発利益の吸収等、人の気持ちは産業的であってよい、あるいはあるべきだとの意識が広がっている面があるように思います。大正・昭和の電鉄事業のイメージを重ねてはとの思いも浮かぶこのごろです。

建設業界と小売業界

私どもと関係の深い、また基盤としての建設産業、その中での土木部門は、企業において、売上げ・利益率とも従来より下がり、また就職希望者の減・技能労働者の不足問題・悪い職場条件・海外労働者の問題等が大きくなっています。建設産業を見る時、その売上げの大きさ また業者数の多さ・そして大手のシェアの小ささより、よく似た業界として小売業界を思い浮かべます。四十年前の小売業界は大型百貨店・地方都市百貨店・街の小売店・チェーンストアそしてスーパーの発生のきざしから、最近の小売業界のスーパー・コンビニエンスストア・高級専門店と街の小売店の変貌を見ると、何か小売業界のこの四十年の変化が、今から建設業界におこっていくのではないだろうかの予感を強く持ちます。

甲乙だけの関係から本当のコミュニケーションへ

そういった時代に、道路産業と建設産業、特に土木部門は、その官庁シェアから言って、単なる甲乙だけの関係から本当のコミュニケーションが、お互いのためにも大切な時期をむかえていると言えます。共に歩む姿勢・共に人と時代の要請に応えるためにも、お互いに分担・相互関係があるだけ、新しいコミュニケーションの波を拡げて共に伸びていきたいものです。

表－１ 建設投資とその構成

	上 木		建 築		計	
	昭和60	平成元年	昭和60	平成元年	昭和60	平成元年
G N P					317兆円	367兆円
建設投資					約50兆円	約70兆円
建設関係者					530万人	580万人
公 共	31.3%	28.4%	7.4%	5.9%	38.7%	34.3%
民 間	9.7%	8.7%	51.5%	57.0%	61.2%	65.7%
計	41.0%	37.1%	58.9%	62.9%	100%	100%

時代をひらいている建築

最近の東京での大きな高層業務ビル・マンションそして一般住宅にいたるまで建築物の豊かさ、快適さの象徴としての姿は著しいものがあります。立派で高価な材料・周辺の環境づくり・緑化等、時代の反映を強く感じるとともに、建設省に入省したころに開通した高速道路を見た自分と同じ自分を感じることがあります。

当時、高速道路は、新幹線とあわせ、日本の最先端であったように思います。パルテノン神殿やコロッセウム・スペインの古城・パリの街のように、文化が、豊かさの中に育ち熟成し、今に残るならば、日本もその時代をむかえているかも知れないという気がします。

時代と共に歩む

人の美意識・倫理感の変化への対応

みちの範囲は広く、水・空気のような地区のみちより、繁華街のみち・公園のみち・高速道路とあり、基盤的で基礎的ベースは大切であり、その役割は大きい。あわせてこの時代の流れの中で、新たな道づくりを通して、これからも道路産業の産業としての興隆を思うこのごろです。そのためには、道路産業のエンドユーザーである国民・市民の美意識・倫理感の変化の中で、その時点の国民・市民が必要性を認めていただき、その上になって市町村長はじめ政治家がその気になっていただき、法律化、予算化、事業化する手だてが必要時代とも言えるのではないのでしょうか。

そのためのメニューどころえも大切であろうと思います。

そして最後にお世話になり、なっている道路・建設の多くの仲間のため、多くの人のためにも、時代と共に歩み、少しでも、お役にたっていきたいと念願するこのごろです。

フィラー

フィラーとは、舗装関係では主に加熱アスファルト混合物に用いられる微粒子の骨材のことであり、75 μm ふるいを通過する鉱物質微粒子のことをいう。通常は、石灰岩や火成岩を粉末にした石粉が使用されるが、その他、消石灰、セメント、フライアッシュなどが用いられることがある。

アスファルト混合物におけるフィラーの役割は、集約すると次のようになる。

- ① 骨材間隙率を充填する。
- ② フィラーとアスファルトが練り込まれたフィラービチューメンとして作用する。

ここで①の性状は、混合物の種類に応じて一定の空隙率を保証するための骨材配合、アスファルト量決定の中で総合的に検討される要因であり、その標準がアスファルト舗装要綱（以下要綱）表-4・3といえる。また②は、フィラービチューメンがアスファルト混合物の物性の改善に影響を与えることを示している。

これらのことから、フィラーの量及び質がアスファルト混合物の品質におよぼす影響が大きいため、要綱では次のような留意点を設けている。

- (1) JISでは石灰石粉に限定した品質規格としているが、舗装用には、鉱物質微粉末の範囲を広げて粒度規格のみを表-1のように規定し、他の品質は火成岩類の石粉の規定を満足するものとする。
- (2) アスファルトモルタルでは、アスファルト量に対する75 μm ふるい通過量の比率（F/A）が大きくなるにつれモルタルの安定度が増し、同時にラベリング試験における摩耗量が減少する傾向にあること

表-1 フィラーの規格

			アスファルト舗装要綱		JIS A 5008		ASTM D 242	
鉱物質の種類			石灰岩、火成岩類、消石灰、セメント、回収ダスト、フライアッシュ		石灰石（ただし、ドロマイトも含む）		岩石・スラグのダスト、消石灰、セメント、フライアッシュ、黄土、その他	
水分（%）			1.0以下		1.0以下		——	
粒 度	ふる い 目 μm	通 過 重 量 %	500	100	600μm	100	600	100
			150	90～100	150	90以上	300	95～100
			75	70～100	75	70以上	75	70～100
比 重			——		2.60以上		——	
塑 性 指 数			火成岩類の石粉は6以下		——		4 以下 (消石灰・セメントには適用しない)	
有機不純物			含んではならない		——		含んではならない	

から、フィラー添加の必要性と種類の選択が重要であり、アスファルト混合物の配合設計ではF/Aの目標値を一般地域は0.8~1.2、積雪寒冷地域では1.3~1.6として検討する。

- (3) 火成岩類を粉砕した石粉をアスファルト混合物用のフィラーとして用いる場合には、表-1の規定の他に表-2の規定にも適合する品質である必要がある。ここでは、比重、水分、粒度のような一般的な性状の他に、水との親和力の評価のための塑性指数、有機不純物の含有状態のチェックのための加熱変質試験、石粉のアスファルトの吸収性の評価のためのフロー試験、吸水膨張の程度を評価するための水浸膨張試験及び、はく離性状のチェックのためのはく離試験の評価を行うことにしている。
- (4) アスファルト混合物の合成粒度の75 μm ふるい通過量を一定にして、アスファルトプラントの回収ダストの置換率を変化させると、置換率が増加するとともに混合物のOACが増え、さらに高温安定性（RD）や低温安定性（摩耗量）に劣る傾向にあるといわれることから、アスファルトプラントにおける回収ダストの使用量の目安は、配合した骨材粒度の75 μm ふるい通過分のうち、ダストからくるものが石粉からくるものより多くなならない範囲で使用する。
- (5) 消石灰は石灰石粉に比較して、モルタルの安定度を高めるためのF/Aの鋭敏比が高いといわれているので、特殊な場合を除きフィラー分を40~50%置き換えた量を使用することをすすめ、はく離対策用に位置付ける。
- (6) フライアッシュは石粉に比べ比重が小さく、球形微粒子を多量に含み軽量かつ流動性が大きいため、アスファルト混合物用のフィラーとして用いる場合は、比重補正を行って骨材配合比を決める。

表-2 火成岩類の石粉の規定

項 目	規 定
P I	6 以下
加熱変質	な し
フロー試験	50%以下
浸水膨張	3%以下
はく離試験	合 格

注：試験方法は「舗装試験法便覧」による。

〔小島逸平 熊谷道路（株）技術研究所〕

4 大組成分 (Four Main Fractions)

アスファルトはおそらく数千種類以上の化合物の集合体 (complex mixtures of molecules) であるが、それらを個々にとり出すことは事実上不可能であり、実用上からもあまり意味のないことである。したがって化学構造的に似かよったもの同志をいくつかのグループ (組成分—fraction, component group, chemical type などの語が用いられる) に分類することが従来から行われてきた。なかでも一般的な方法は、カラム吸着クロマトグラフィーにより、飽和分、芳香族分、レジン、アスファルテンの4大組成分に分別する組成分析である (本誌No142用語の解説参照)。これら4大組成分の性状、分子量等について表-1にまとめた。また化学構造については各組成分のなかでなるべく低分子量で比較的簡単な構造をもっているものを代表させてこれを図-1に示した。

4大組成分の分子量の範囲は相互にかなり重なり合っており、とりわけ飽和分と芳香族分は分子量的にはほぼ同じレベルに位置する。したがって4大組成分の主たる差異は分子量の範囲ではなくて、水素・炭素原子数比 H/C や、比重、粘性 (粘度) の違いである。同一アスファルトから分別した4大組成分において、一般に飽和分、芳香族分、レジン、アスファルテンの順で H/C は低下していき、比重、粘度は上昇する。さらにこまかく見ると、ある組成分たとえば芳香族分の中では、それを構成している炭化水素化合物の分子量が増大すれば、粘度、比重、融点および沸点が上昇していくのが一般的な傾向である。しかし、複数の異種アスファルトから分別したある組成分 (たとえばレジン分) は性状にかなり異なった挙動を示すことが多いから注意しなければならない。すなわちレジン分といっても一定不変のものではなく、アスファルトが変ればその細部の構造、構成、したがって性状は違ったものになる。それゆえ単に組成分の大小だけをもって異種アスファルト間の性状の差異、良不良を決めることは危険である。

図からも明らかなように、飽和分はパラフィン系飽和分 (Paraffinic Saturates) とナフテン系飽和分 (Naphthenic Saturates) の2組成分に更に区分できる。ただし両者の正確な分別は非常に難しい。たとえば少数個のナフテン環に長大な鎖状炭化水素が結合

表-1 アスファルトの4大組成分

組成分	外観・性状	構成物質	分子量	H/C (原子数比)
飽和分 SATURATES	無色/淡黄色の澄んだ液状物質 比重1より小	パラフィンおよびナフテン	300 } 2,000	1.9 } 2.0
芳香族分 AROMATICS	赤褐色粘稠液体 比重1より小	芳香族の小さな集合	300 } 2,000	1.5
レジン RESINS	暗褐色の粘い固体又は半固体; 加熱すると溶融 比重1より大	縮合した芳香族環構造	500 } 50,000	1.3 } 1.4
アスファルテン ASPHALTENES	暗褐色、黒褐色の固体粉末 加熱しても溶けないで分解して コークスになる 比重1より大	縮合した芳香族環の層状構造	1,000 } 100,000	1.1 } 1.2

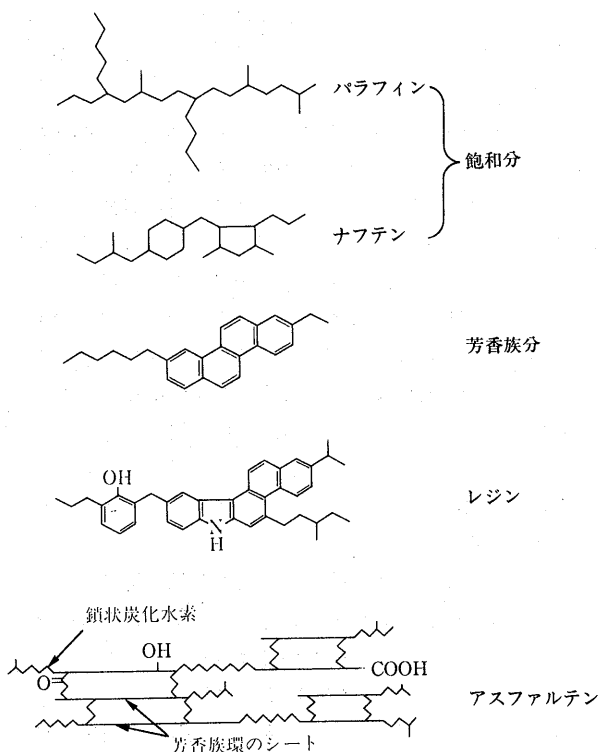


図-1 4大組成分の代表的な化学構造

している場合、それはパラフィン系として分別される場合もある。また長大鎖状分子は比較的切断しやすいので、加熱、酸化の過程でいくつかに分解して、もとのものと異なった分子構造（例、酸、エステル、アルデヒド、ケトン）を形成したりするからである。それ故、現在の技術ではアスファルト中のパラフィン分を正確に定量することさえ非常に困難である。

芳香族分以上の重質組成分には、二重結合をもった芳香族環（ベンゼン環）がみられるようになる。芳香族分においては、おおむね4個以上の縮合芳香族環に比較的短い側鎖分子が付加した形になっている。この芳香族分はアスファルテンとの親和性が良く、アスファルテンの溶剤、分散剤としてはたらく。

レジンとは芳香族分の構造が更に複雑化した縮合芳香族環主体のものからなるが、ベンゼン環以外に一部は五員環も入りこんでおり、したがって多環状炭化水素とも称される。酸素、窒素、硫黄などが単体あるいは官能基の形で存在している化合物も多い。

アスファルテンはレジンが層状に積みかさなって、それらが部分的に鎖状炭化水素で結合されているという構造を有することが近年判明した。分子量の範囲もおよそ1千から10万までと非常に広い。アスファルトの黒い色の原因はほとんどこのアスファルテンからきている。

4大組成分の中で巨大分子であるアスファルテンおよびレジンとは連合（Association）することによりさらに大きな構造体を形成し、それが時には網目状の3次元構造を形成してゲル型アスファルトとよばれるものになる。したがってレジンとアスファルテンはアスファルトの粘弾性を支配する重要な役割をもつ。この連合の程度は、温度、レジン／アスファルテンの濃度と分子量分布、そしてオイル分を形成する飽和分／芳香族分の溶解力（Solvency Power）に影響される。いまレジン／アスファルテンの濃度と分子量が比較的低いものであれば、その結果はゾル型のアスファルトを形成するであろう。

建設省土木研究所で行なった我国の舗装用アスファルトの組成分析結果を表-2に示す。4大組成分の合計（回収率）は劣化後のものでは概して低くなる。これは不溶解分の増加、酸性物質の増加（したがって弱塩基性ゲルへの付着）などが考えられるが、対象がゾル型アスファルトであって、しかも回収率97%程度以上であれば、97%を100%に比例配分して各組成分を計

表-2 舗装用アスファルトの組成分析結果（1986）

試料	飽和分	芳香族分	レジン	アスファルテン	計（回収率）
ストレート オリジナル	15.1	50.8	20.4	12.5	98.8
40/60 T F O T 後	13.4	47.2	23.4	13.7	97.7
(n=5) 差	-1.7	-3.6	+3.0	+1.2	
ストレート オリジナル	14.9	49.3	22.7	12.4	99.3
60/80 T F O T 後	13.3	47.1	24.6	13.6	98.6
(n=23) 差	-1.6	-2.2	+1.9	+1.2	
ストレート オリジナル	15.6	49.9	22.5	11.3	99.3
80/100 T F O T 後	15.1	46.6	24.1	13.6	99.4
(n=11) 差	-0.5	-3.3	+1.6	+2.3	

備考：土木研究所資料³⁾より平均値のみを抽出して作成

算してもそれほど間違いはないであろうと思われる。表より明らかな如く薄膜加熱試験（T F O T）後のアスファルトは、オリジナルのそれに比べ、飽和分と芳香族分の減少、レジンとアスファルテンの増加が認められる。また芳香族分とレジンとは特にその変化の程度が著しい。

これら4大組成分の数値およびそれらの組合せによる性状への影響、バインダーとして適切な値の範囲等については不明なことが多いが、反面たった4つの組成分に分類するだけでは限界があることを示唆するものであろう。現在、組成分析試験の多くは、例えばオリジナル品と比較して劣化品の組成がどう変っているかなどの比較検証にその意義を見出しているようである。

— 参考文献 —

- 1) Fractional Composition, F. Rostler, Bituminous Materials by Hoiberg, Vol 2, p151~222 (1965)
- 2) The role of bitumen …… G. van Gooswilligen & W. C. Vonk, paper presented to "Roofing and Waterproofing VI th Int. Conf., London" p4 (1986)
- 3) ストレートアスファルトの性状調査結果
土木研究所資料第2398号, p55 ~61 (1986)

〔昭和シェル石油㈱中央研究所 高橋正明〕

多田宏行 編著

鋼床版舗装の設計と施工

鹿島出版会 B-5版 225頁 ¥2,987

東京都土木技術研究所
主任研究員 阿部忠行

世紀のビッグプロジェクトである本州四国連絡橋のうち児島一坂出ルートにかかる瀬戸大橋が1988年4月に開通し、四国と本州が直結した。瀬戸内海とそこに浮かぶ島々を眺めながらの海峡部9.368mは15分程度で渡り切ってしまう。その間、巨大な構造物の威容に目を見張る者は多いが、橋の舗装まで気を配る人はいない。

しかし、長大橋の舗装の設計・施工にあたっては、様々な変形や、或いは、厳しい自然環境条件に対していかに耐え、常に良好な走行性が確保されるよう血のにじむような努力が払われているのである。

本州四国連絡橋公団は、1973年10月から橋面舗装の検討に着手し、以来、長期間にわたって多くの舗装および橋梁の技術者が関与しながら今日に至っている。本書は、このような本州四国連絡橋の鋼床版舗装に関する調査研究活動の集大成として刊行されたものである。

こうした経緯から世に出た本書は、鋼床版舗装に関する我が国で最初の専門書であり、その内容は、鋼床版の構造や載荷時の挙動が舗装にどのように影響を与えるか、それに対応した舗装材料の開発、鋼床版の表面状態の舗装への影響などが実験や破損例等に基づいて詳細に記述されており、実務者にとっても非常に有用である。そして舗装の構造設計、材料、施工、更には維持管理まで橋面舗装に関わる全てが網羅されており、鋼床版舗装のみならずコンクリート床版上の舗装など全ての橋面舗装の設計・施工に当たって参考になると思われる。

なお、執筆者は我が国の舗装界の第一人者である多田宏行氏をはじめとして、それぞれの分野でエキスパートとして広く活躍されており、かつアスファルト協会とも縁の深い方々である。

目 次		
第1章 総 説	5.5 骨 材	第8章 維持管理
1.1 鋼床版舗装技術の変遷	5.6 混合物	8.1 概 説
1.2 鋼床版舗装の概要	5.7 タックコート	8.2 維持修繕の考え方
1.3 その他の材料	5.8 目 地	第9章 その他の鋼床版舗装
第2章 設計条件	5.9 表面処理層	材料
2.1 概 説	第6章 鋼床版表面処理	9.1 概 説
2.2 環境条件	6.1 概 説	9.2 舗装用石油アスファルト
2.3 構造条件	6.2 防錆塗装の目的	9.3 ゴムあるいは樹脂入り改質アスファルト
2.4 供用条件	6.3 鋼床版表面処理の実態	9.4 セミブローンアスファルト
第3章 鋼床版舗装の構造	6.4 鋼床版制作時の表面処理	9.5 本四改質II型アスファルト
3.1 概 説	6.5 鋼床版制作から舗設までの防錆管理	9.6 硬化性アスファルト
3.2 舗装構成	6.6 舗装時の鋼床版表面処理	9.7 接着剤
第4章 舗装の構成と材料選定の考え方	第7章 施 工	9.8 防水材
4.1 概 説	7.1 概 説	9.9 表面処理材
4.2 材料の選定およびその評価	7.2 施工計画	参考文献
4.3 本四連絡橋の検討例	7.3 施 工	付録-1~7
第5章 材 料	7.4 施工管理	
5.1 概 説	7.5 寒期の施工	
5.2 接着層		
5.3 防水層		
5.4 バインダー		

総目次 第159号～第162号（平成元年度）

アスファルトの研究〔品質・規格・試験など〕

表 題	執 筆 者	号数	ページ P～P	発行年月（西暦）
特集・アスファルト防水 特集にあたって 防水の変遷 ～建築防水の歴史～ ～土木防水について～ 防水工法概説 ブローンアスファルトの需要と供給について 防水工事用アスファルトの品質について アスファルト防水の新しい動き	小 池 迪 夫 松 本 孝 之・八 木 豊 小 池 迪 夫 (注)日本アスファルト協会 調査委員会ブローン部会 鈴 木 康 弘 菊 地 満	159	1 2～3 4～10 11～16 17～21 22～28 29～35	平成元. 4 (1989)
<資料>昭和63年度市販アスファルトの性状調査	技 術 委 員 会	161	80～83	平成元.10 (1989)

アスファルト需給・統計関係の解析

表 題	執 筆 者	号数	ページ P～P	発行年月（西暦）
主な石油アスファルト製造用原油の輸入状況		160	78	平成元. 7 (1989)
(統計資料：石油アスファルト需給統計その1（総括表），同その2（内需，品種別表）毎号巻末に掲載）				

道路舗装・舗装用アスファルト

表 題	執 筆 者	号数	ページ P～P	発行年月（西暦）
特集・舗装技術に関する研究の動向・大学等における舗装の研究活動 特集にあたって 研究雑感 アスファルト舗装に関する研究 コンピュータ時代とアスファルト実験研究 弾性沈下論によるアスファルト舗装構造の設計考察 アスファルト舗装とRCCP 地方の一私大の教育・研究 アスファルトマスチックを用いた連続止水壁工について 米国留学の回想 コンクリート舗装の構造解析について アスファルトとの出会い スパイクタイヤ問題を中心として 農業工学における舗装の研究 最適化と舗装 長岡技術科学大学建設系道路工学研究室 「アスファルト」と舗装との30年のおつきあい アスファルト雑感 舗装とのつきあい 私はたわみ性舗装になれるか？ 雑 感 私のアスファルト研究の概要	姫 野 賢 治 萩 野 正 嗣 笠 原 篤 篤 上 島 壯 壯 齋 藤 總 一郎 菅 原 照 雄 武 市 靖 靖 建 部 英 博 西 沢 辰 男 西 沢 賢 治 姫 野 賢 治 藤 原 忠 司 牧 恒 雄 松 井 邦 人 丸 山 暉 彦 三 浦 裕 二 三 浦 瀬 貞 村 井 貞 規 山 田 優 優 吉 田 隆 輝 渡 辺 隆 隆	160	2 3～4 5～8 9～11 12～14 15～17 18～20 21～23 24～25 26～28 29～31 32～34 35～37 38～40 41～42 43～45 46～47 48～49 50～51 52～53 54～56	平成元. 7 (1989)

道路舗装・舗装用アスファルト

表 題	執 筆 者	号数	ページ P～P	発行年月（西暦）
特集・アスファルト舗装の添加剤（材） 特集によせて ～改質アスファルト雑感～ 高分子系改質材 天然アスファルト 再生用添加材 多孔質骨材 繊維質補強材メチルセルロース 凍結抑制舗装用添加材 剝離防止用添加剤	蒔 田 實 斎藤隆志・小林耕平 向後憲一 荒木美民 杉智光 根本信行 坂本浩行 峰岸順一	161	1～2 3～18 19～23 24～27 28～30 31～33 34～37 38～42	平成元.10（1989）
特集・21世紀の舗装は？ パートⅠ 夢をかたる 21世紀の舗装によせて 我ときて遊べや夢のある雀 21世紀の課題 ー街づくりにおける環境デザインと街路空間についてー 開かれる21世紀 思いつくまま あの道 この道 すばらしい道 くるま社会の切札 自動運転 歴史の道と未来の舗装 夢をかたる 21世紀の舗装に思う 足に優しい道路を 維持修繕技術への期待 こんな舗装はいかがですか 道路屋の初夢 夢、大集合 組み立て舗装への夢 もしもこんな道路ができたとしたら パートⅡ 舗装技術の現状と展望 海外における技術開発の動向 パートⅢ 感性を求める舗装のゆくへ	阿 部 忠 行 阿 部 頼 政 石 田 勝 大 板 垣 和 芳 太 田 健 二 金 子 智 一 川 島 義 昭 菊 川 滋 巳 小 坂 寛 平 小 島 逸 至 新 宅 永 灯 千 葉 博 敏 林 広 敏 原 富 男 藤 波 弘 督 山 下 靖 美 吉 岡 靖 夫	162	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18～25 26～31 32～38	平成 2. 1（1990）
報文・非破壊試験としてのたわみ測定装置とたわみデータの利用	笠 原 篤	160	57～68	平成元. 7（1989）
報文・パソコンによる舗装の多層弾性構造解析	姫 野 賢 治	161	65～72	平成元.10（1989）

アスファルト舗装技術研究グループ・報告

表 題	執 筆 者	号数	ページ P～P	発行年月（西暦）
「第6回アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議」の論文抄録	アスファルト舗装技術研究グループ	159	36～68	平成元. 4（1989）
「第6回アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議」（1／2） セッションⅠ：構造設計および材料 セッションⅡ：舗装評価	姫 野 賢 治 笠 原 彰 彦 南 沢 輝 雄	161	43 44～56 57～64	平成元.10（1989）
「第6回アスファルト舗装の構造設計に関する国際会議」（2／2） セッションⅢ：舗装維持修繕管理	姫 野 賢 治 藤 田 仁	162	39 40～55	平成 2. 1（1990）

講座・連載シリーズ

表 題	執 筆 者	号数	ページ P～P	発行年月（西暦）
工事々務所長シリーズ 青森に赴任して7ヶ月	村 岡 憲 司	159	69～72	平成元. 4 (1989)
北の道路	下 平 尾 都	160	69～71	平成元. 7 (1989)
新任所長の静岡レポート	藤 本 貴 也	161	73～75	平成元.10 (1989)
はじめての長崎	三 宅 篤	162	56～58	平成 2. 1 (1990)

用語の解説

表 題	執 筆 者	号数	ページ P～P	発行年月（西暦）
防水層 制振性（防音性）	小 島 逸 平 （舗装関係） 高 橋 正 明 （石油アスファルト関係）	159	73～74 75	平成元. 4 (1989)
軟弱路床上の舗装 アスファルトの溶剤 三塩化エタン可溶分 (Solubility in Trichloroethane)		160	72 73～74	平成元. 7 (1989)
簡易舗装 伸度試験 (Ductility Test)		161	76～77 78～79	平成元.10 (1990)
歴青路面処理 ガラス転移点		162	59～60 61～62	平成 2. 1 (1990)

その他一般〔協会事業活動・時事解説・随想など〕

表 題	執 筆 者	号数	ページ P～P	発行年月（西暦）
総目次 第 155号～第 158号（昭和63年度）	編 集 委 員 会	159	76～77	平成元. 4 (1989)
〈出版物紹介〉 ハース、ハドソン著「舗装マネジメントシステム」の翻訳出版について	笠 原 篤	160	75	平成元. 7 (1989)
「アスファルト」誌論文投稿要領について	編 集 委 員 会	162	63～66	平成 2. 1 (1990)

平成元年度に発行された本協会出版物

書 名 ・ 概 要	発行年月（西暦）
毎年（月）改訂している定期刊行物 I. アスファルト・ポケットブック（ポケットブック版・本文72ページ） II. 日本のアスファルト事情（A 5 版・本文48ページ） III. 石油アスファルト統計月報（B 5 版・16ページ）	毎年 8 月 発 行 毎年 9 月 発 行 毎月 1 日 発 行

<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
52 年 度	256	4,790	(115.3)	0	5,046	4,765	(116.2)	0	4,765	287	5,052
53 年 度	287	5,229	(109.2)	0	5,516	5,218	(109.5)	0	5,218	297	5,515
54 年 度	297	5,064	(96.8)	1	5,362	5,138	(98.5)	2	5,140	236	5,376
55 年 度	236	4,720	(93.2)	1	4,957	4,703	(91.5)	21	4,724	240	4,964
56 年 度	240	4,598	(97.4)	0	4,838	4,562	(97.0)	19	4,581	226	4,807
57 年 度	226	4,624	(99.2)	0	4,850	4,574	(100.3)	18	4,592	213	4,805
58 年 度	213	4,947	(108.4)	0	5,160	4,921	(107.6)	4	4,925	226	5,151
59年度上期	226	2,541	(106.4)	0	2,767	2,516	(106.7)	0	2,517	252	2,769
59年度下期	252	2,694	(105.4)	0	2,946	2,705	(105.5)	0	2,705	240	2,945
59 年 度	226	5,235	(105.9)	0	5,461	5,221	(106.1)	0	5,221	240	5,461
60年度上期	240	2,400	(94.5)	0	2,640	2,338	(92.9)	0	2,338	294	2,632
60年度下期	294	2,629	(97.6)	0	2,923	2,696	(99.7)	0	2,696	215	2,911
60 年 度	240	5,029	(96.1)	0	5,269	5,034	(96.4)	0	5,034	215	5,249
61年度上期	215	2,656	(110.7)	0	3,130	2,568	(109.8)	0	2,568	291	2,859
61年度下期	291	3,089	(117.5)	0	3,380	3,134	(116.2)	0	3,134	235	3,369
61 年 度	215	5,744	(114.2)	0	5,959	5,702	(113.3)	0	5,702	235	5,937
62年度上期	235	2,745	(103.4)	7	2,987	2,681	(104.4)	0	2,681	312	2,993
62年度下期	312	3,146	(101.8)	2	3,460	3,181	(101.5)	0	3,181	274	3,455
62 年 度	235	5,892	(102.6)	9	6,136	5,862	(102.8)	0	5,862	274	6,136
7 ~ 9 月	302	1,438	(100.5)	0	1,740	1,443	(102.5)	0	1,443	287	1,730
63年度上期	274	2,754	(100.3)	3	3,031	2,735	(102.0)	0	2,735	287	3,022
10月	287	545	(108.6)	0	832	562	(108.7)	0	562	269	831
11月	269	583	(105.6)	0	852	567	(97.3)	0	567	287	854
12月	287	550	(102.4)	0	837	580	(102.5)	0	580	262	842
10~12月	287	1,678	(105.4)	0	1,965	1,708	(102.5)	0	1,708	262	1,970
1. 1 月	262	365	(85.7)	0	627	340	(91.4)	0	340	284	624
2 月	284	453	(94.2)	0	737	438	(93.0)	0	438	300	738
3 月	300	654	(100.9)	0	954	734	(109.4)	0	734	219	953
1 ~ 3 月	262	1,472	(94.7)	0	1,734	1,512	(99.9)	0	1,512	219	1,731
63年度下期	287	3,150	(100.1)	0	3,437	3,220	(101.2)	0	3,220	219	3,439
63 年 度	274	5,904	(100.2)	0	6,178	5,954	(101.6)	0	5,954	219	6,174
1. 4 月	219	583	(115.0)	0	802	493	(98.8)	0	493	309	802
5 月	309	385	(97.7)	0	694	350	(95.6)	0	350	343	693
6 月	343	396	(95.2)	0	739	403	(94.2)	0	403	331	734
4 ~ 6 月	219	1,363	(103.5)	0	1,582	1,246	(96.4)	0	1,246	331	1,577
7 月	331	517	(108.2)	0	848	517	(109.1)	0	517	330	847
8 月	330	497	(99.0)	0	827	483	(97.8)	0	483	329	812
9 月	329	518	(113.1)	0	847	487	(102.5)	0	487	372	859
7 ~ 9 月	331	1,532	(106.5)	0	1,863	1,486	(103.0)	0	1,486	372	1,858
元年度上期	219	2,895	(105.1)	0	3,114	2,732	(99.9)	0	2,732	372	3,104
10月	372	518	(95.0)	0	890	541	(96.3)	0	541	349	890
11月	349	621	(106.5)	0	970	612	(107.9)	0	612	357	969

[注] (1) 通産省エネルギー月報 元年11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			
52 年 度	4,242	235	4,477	—	288	4,765	116.9	112.4	116.6	—	109.1	116.1
53 年 度	4,638	267	4,905	—	313	5,218	109.3	113.6	109.6	—	108.7	109.5
54 年 度	4,620	175	4,795	—	343	5,138	99.6	65.5	97.8	—	109.6	98.5
55 年 度	4,233	183	4,416	—	287	4,703	91.6	104.6	92.1	—	91.5	91.5
56 年 度	4,082	202	4,284	4	274	4,562	96.4	110.4	97.0	—	95.5	97.0
57 年 度	3,943	184	4,127	187	260	4,574	96.6	91.1	96.3	467.5	94.2	100.3
58 年 度	3,950	177	4,127	540	254	4,921	100.2	96.2	100.0	288.8	98.4	107.6
59年度上期	1,915	79	1,994	403	119	2,516	99.9	95.2	99.7	170.8	101.7	106.7
59年度下期	2,084	83	2,167	403	135	2,705	102.5	88.3	101.9	132.6	101.5	105.5
59 年 度	3,999	162	4,161	806	254	5,221	101.2	91.5	100.8	149.3	100.0	106.1
60年度上期	1,767	72	1,839	388	112	2,338	92.3	91.1	92.2	96.3	94.1	92.9
60年度下期	1,974	67	2,041	522	133	2,696	94.7	80.7	94.2	129.5	98.5	99.7
60 年 度	3,741	139	3,881	910	245	5,034	93.5	85.8	93.2	112.9	96.5	96.4
61年度上期	1,825	66	1,891	565	112	2,568	103.3	91.7	102.8	145.6	100.0	109.8
61年度下期	2,160	175	2,335	673	125	3,134	109.4	261.2	114.4	128.9	94.0	116.2
61 年 度	3,985	241	4,226	1,238	237	5,702	106.5	173.4	108.9	136.0	96.7	113.3
62年度上期	1,949	100	2,048	518	114	2,681	106.8	151.5	108.3	91.7	101.8	104.4
62年度下期	2,304	261	2,565	475	141	3,181	106.7	149.1	109.9	70.6	112.8	101.5
62 年 度	4,253	360	4,613	995	255	5,862	106.7	149.4	109.2	80.4	107.6	102.8
7～9月	1,029	78	1,107	276	60	1,443	99.1	120.0	100.4	112.2	101.7	102.5
63年度上期	1,988	166	2,154	464	117	2,735	102.0	166.0	105.2	89.5	102.6	102.0
10月	402	71	473	65	24	562	97.8	546.2	111.6	97.0	92.3	108.7
11月	432	29	461	80	26	567	98.9	65.9	95.8	102.6	108.3	97.3
12月	439	27	466	91	23	580	103.8	81.8	102.2	103.4	104.5	102.5
10～12月	1,274	126	1,400	235	73	1,708	100.2	141.1	102.8	101.7	100.0	102.5
1. 1月	177	51	228	91	20	340	83.9	96.3	86.4	107.1	99.9	91.4
2月	267	65	332	84	22	438	90.2	106.6	93.0	93.3	91.7	93.0
3月	601	13	614	94	26	734	114.5	23.2	105.7	138.2	118.2	109.4
1～3月	1,045	130	1,175	269	68	1,512	101.3	76.0	97.7	110.7	100.0	99.9
63年度下期	2,319	256	2,575	504	141	3,220	100.7	98.1	100.4	106.1	100.0	101.2
63 年 度	4,307	422	4,729	967	258	5,954	101.3	117.2	102.5	97.2	101.2	101.6
1. 4月	388	9	397	77	19	493	101.8	36.0	97.8	102.7	105.6	98.8
5月	275	6	281	52	17	350	97.9	60.0	96.6	91.2	94.4	95.6
6月	310	9	319	64	20	403	104.0	17.0	90.9	114.3	95.2	94.2
4～6月	973	24	997	193	56	1,246	101.5	27.3	95.2	102.7	98.2	96.4
7月	380	47	427	71	19	517	105.3	587.5	115.7	82.6	100.0	109.1
8月	338	47	385	79	19	483	101.5	117.5	103.2	78.2	95.0	97.8
9月	352	33	385	81	21	487	104.8	113.8	105.5	91.0	100.0	102.5
7～9月	1,071	127	1,198	230	58	1,486	104.1	162.8	108.2	83.3	96.7	103.0
元年度上期	2,044	151	2,195	423	114	2,732	102.8	91.0	101.9	91.2	97.4	99.9
10月	420	11	431	85	25	541	104.5	15.5	91.1	130.8	104.2	96.3
11月	427	78	505	83	24	612	98.8	26.9	109.5	103.8	92.3	95.4

(注) (1) 通産省エネルギー月報 元年11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。

社団法人 日本アスファルト協会 会員

(五十音順)

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 (213) 3 1 3 4
エ ッ ソ 石 油 株 式 会 社	(107) 港区赤坂5-3-3	03 (585) 9 4 3 8
鹿 島 石 油 株 式 会 社	(102) 千代田区紀尾井町3-6	03 (265) 0 4 1 1
キ グ ナ ス 石 油 株 式 会 社	(104) 中央区京橋2-9-2	03 (535) 7 8 1 1
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 (266) 8 3 1 1
九 州 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区内幸町2-1-1	03 (502) 3 6 5 1
共 同 石 油 株 式 会 社	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03 (224) 6 2 9 8
極 東 石 油 工 業 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (270) 0 8 4 1
興 亜 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町2-6-2	03 (241) 8 6 3 1
コ ス モ 石 油 株 式 会 社	(105) 港区芝浦1-1-1	03 (798) 3 2 0 0
三 共 油 化 工 業 株 式 会 社	(100) 千代田区丸の内1-4-2	03 (284) 1 9 1 1
昭和シェル石油株式会社	(100) 千代田区霞が関3-2-5	03 (503) 4 0 7 6
昭和四日市石油株式会社	(510) 四日市市塩浜町1	0593 (45) 2 1 1 1
西 部 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区丸の内1-2-1	03 (215) 3 0 8 1
ゼ ネ ラ ル 石 油 株 式 会 社	(105) 港区西新橋2-8-6	03 (595) 8 3 0 0
東 燃 株 式 会 社	(100) 千代田区一ツ橋1-1-1	03 (286) 5 1 1 1
東 北 石 油 株 式 会 社	(985) 仙台市港5-1-1	022 (363) 1 1 1 1
日 本 鉱 業 株 式 会 社	(105) 港区虎ノ門2-10-1	03 (505) 8 5 3 0
日 本 石 油 株 式 会 社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (502) 1 1 1 1
日本石油精製株式会社	(105) 港区西新橋1-3-12	03 (502) 1 1 1 1
富 士 興 産 株 式 会 社	(100) 千代田区永田町2-4-3	03 (580) 3 5 7 1
富 士 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町1-2-3	03 (211) 6 5 3 1
三 菱 石 油 株 式 会 社	(105) 港区虎ノ門1-2-4	03 (595) 7 6 6 3
モ ー ビ ル 石 油 株 式 会 社	(100) 千代田区大手町1-7-2	03 (244) 4 6 9 1

〔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) 3 9 0 6 コ ス モ
舘 井 石 油 株 式 会 社	(060) 札幌市中央区南4条西11-1292-4	011 (518) 2 7 7 1 コ ス モ
株式会社 トーアス札幌営業所	(060) 札幌市中央区北2条西2	011 (281) 2 3 6 1 共 石
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	011 (241) 1 5 6 1 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) 2 8 9 5 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) 7 5 8 7 日 石
レキセイ商事株式会社	(060) 札幌市中央区北4条西3	011 (231) 4 5 0 1 出 光
株式会社 ロード資材	(060) 札幌市中央区北1条西10-1-11	011 (281) 3 9 7 6 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		
有限会社 男 鹿 興 業 社	(010-05) 男鹿市船川港船川字埋立地1-18-2	0185 (23) 3 2 9 3 共 石
カ メ イ 株 式 会 社	(980) 仙台市青葉区国分町3-1-18	022 (264) 6 1 1 1 日 石
株式会社 木畑商会仙台営業所	(980) 仙台市青葉区中央2-1-17	022 (222) 9 2 0 3 共 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) 1 1 0 1 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3-3-3	022 (263) 5 9 5 1 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) 2 7 7 0 昭和シェル
株式会社 トーアス仙台営業所	(980) 仙台市青葉区大町1-1-10	022 (262) 7 5 6 1 共 石
常盤商事株式会社 仙台支店	(980) 仙台市青葉区上杉1-8-19	022 (224) 1 1 5 1 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) 4 8 6 6 日 石
株式会社 南部商会仙台出張所	(980) 仙台市青葉区中央2-1-17	022 (223) 1 0 1 1 日 石
ミヤセキ 株 式 会 社	(980) 仙台市宮城野区榴ヶ丘2-3-12	022 (257) 1 2 3 1 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) 1 4 9 1 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 (669) 7 8 7 8 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 (553) 3 0 0 1 昭和シェル
伊 藤 忠 燃 料 株 式 会 社	(107) 港区赤坂2-17-22	03 (584) 8 5 5 5 共 石
梅 本 石 油 株 式 会 社	(162) 新宿区揚場町2-24	03 (269) 7 5 4 1 コ ス モ
株式会社 木 畑 商 会	(104) 中央区八丁堀4-2-2	03 (552) 3 1 9 1 共 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 (551) 8 0 1 1 コ ス モ
国 光 商 事 株 式 会 社	(164) 中野区東中野1-7-1	03 (363) 8 2 3 1 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 (551) 7 1 3 1 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 (254) 9 2 9 1 昭和シェル
新 日 本 商 事 株 式 会 社	(101) 千代田区神田錦町2-5	03 (294) 3 9 6 1 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 (578) 9 5 2 1 出 光
大 洋 商 運 株 式 会 社	(103) 中央区日本橋本町3-2-13	03 (245) 1 6 2 1 三 石
竹 中 産 業 株 式 会 社	(101) 千代田区鍛冶町1-5-5	03 (251) 0 1 8 5 昭和シェル
中 央 石 油 株 式 会 社	(160) 新宿区新宿2-6-5	03 (356) 8 0 6 1 モービル
株式会社 トーアス	(160) 新宿区西新宿2-7-1	03 (342) 6 3 9 1 共 石
東京レキセイ株式会社	(150) 渋谷区恵比寿西1-9-12	03 (496) 8 6 9 1 富 士 興
東京富士興産販売株式会社	(105) 港区虎ノ門1-13-4	03 (591) 3 4 0 1 富 士 興
東 光 商 事 株 式 会 社	(104) 中央区京橋1-5-12	03 (274) 2 7 5 1 三 石
東 新 瀝 青 株 式 会 社	(103) 中央区日本橋2-13-10	03 (273) 3 5 5 1 日 石
東洋国際石油株式会社	(104) 中央区八丁堀3-3-5	03 (552) 8 1 5 1 コ ス モ
東 和 産 業 株 式 会 社	(174) 板橋区坂下3-29-11	03 (968) 3 1 0 1 三共油化
中 西 瀝 青 株 式 会 社	(103) 中央区八重洲1-2-1	03 (272) 3 4 7 1 日 石
株式会社 南 部 商 会	(100) 千代田区丸の内3-4-2	03 (213) 5 8 7 1 日 石
日 東 商 事 株 式 会 社	(170) 豊島区巢鴨4-22-23	03 (915) 7 1 5 1 昭和シェル
日 東 石 油 販 売 株 式 会 社	(104) 中央区新川2-3-11	03 (551) 6 1 0 1 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 (661) 4 9 5 1 モービル
富士興産アスファルト株式会社	(100) 千代田区永田町2-4-3	03 (580) 5 2 1 1 富 士 興
富 士 鉱 油 株 式 会 社	(105) 港区新橋4-26-5	03 (432) 2 8 9 1 コ ス モ
富士石油販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-13-12	03 (274) 2 0 6 1 共 石
富士油業株式会社 東京支店	(106) 港区西麻布1-8-7	03 (478) 3 5 0 1 富 士 興

社団法人 日本 アスファルト 協会 会員

社 名	住 所	電 話
丸紅エネルギー株式会社	(101) 千代田区神田錦町3-7-1	03 (293) 4 1 1 1 モービル
三井石油株式会社	(101) 千代田区神田駿河台4-3	03 (293) 7 1 1 1 極 東 石
三菱商事株式会社	(100) 千代田区丸の内2-6-3	03 (210) 6 2 7 7 三 石
ユニ石油株式会社	(101) 千代田区神田東紺屋町30	03 (256) 3 4 4 1 昭和シェル
菱東商事株式会社	(101) 千代田区神田和泉町1-13-1	03 (5687) 1 4 2 1 三 石
菱油販売株式会社	(160) 新宿区西新宿1-20-2	03 (345) 8 2 0 5 三 石
菱洋通商株式会社	(104) 中央区銀座6-7-18	03 (571) 5 9 2 1 三 石
瀝青販売株式会社	(103) 中央区日本橋2-16-3	03 (271) 7 6 9 1 出 光
● 中 部		
コスモアスファルト (株)名古屋支店	(466) 名古屋市昭和区塩付通4-9	052 (851) 1 1 1 1 コ ス モ
株式会社 澤 田 商 行	(454) 名古屋市中区川富町1-1	052 (361) 7 1 5 1 コ ス モ
三徳商事株式会社静岡支店	(420) 静岡市紺屋町11-12	0542 (55) 2 5 8 8 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) 2 7 8 1 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) 7 7 2 1 コ ス モ
静岡鉱油株式会社	(424) 清水市袖師町1575	0543 (66) 1 1 9 5 モービル
新東亜交易株式会社名古屋支店	(450) 名古屋市中村区名駅3-28-12	052 (561) 3 5 1 4 富 士 興
竹中産業株式会社 福井営業所	(910) 福井市大手2-4-26	0766 (22) 1 5 6 5 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) 1 7 2 1 昭和シェル
株式会社 トーアス名古屋営業所	(450) 名古屋市中村区名駅4-2-12	052 (581) 3 5 8 5 共 石
富安産業株式会社	(939) 富山市若竹町2-121	0764 (29) 2 2 9 8 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) 5 0 1 1 日 石
松村物産株式会社	(920) 金沢市広岡2-1-27	0762 (21) 6 1 2 1 三 石
丸福石油産業株式会社	(933) 高岡市美幸町2-1-28	0766 (22) 2 8 6 0 昭和シェル
三谷商事株式会社	(910) 福井市豊島1-3-1	0776 (20) 3 1 3 4 モービル
● 近 畿		
赤馬アスファルト工業株式会社	(531) 大阪市大淀区中津3-10-4	06 (374) 2 2 7 1 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) 2 8 1 0 共 石
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) 0 0 3 1 出 光
木曾通産株式会社大阪支店	(550) 大阪市西区九条南4-11-12	06 (581) 7 2 1 6 コ ス モ
共和産業株式会社	(700) 岡山市富田町2-10-4	0862 (33) 1 5 0 0 共 石
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) 2 7 3 1 コ ス モ
コスモアスファルト(株)広島支店	(730) 広島市田中町5-9	0822 (44) 6 2 6 2 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) 1 5 5 1 昭和シェル
昭和瀝青工業株式会社	(670) 姫路市北条口3-51	0792 (77) 5 0 0 1 共 石
信和興業株式会社	(700) 岡山市西古松363-4	0862 (41) 3 6 9 1 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) 5 5 1 0 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) 3 3 0 1 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) 0 3 5 0 富 士 興
千代田瀝青株式会社	(530) 大阪市北区東天満2-8-8	06 (358) 5 5 3 1 三 石
株式会社 ナ カ ム ラ	(670) 姫路市国府寺町72	0792 (85) 2 5 5 1 共 石
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) 0 3 1 2 日 石
平井商事株式会社	(542) 大阪市中央区東心斎橋筋1-3-11	06 (252) 5 8 5 6 富 士 興
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) 5 1 9 5 富 士 興
富士商株式会社	(756) 小野田市稲荷町6539	08368 (3) 3 2 1 0 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
平和石油株式会社	(530) 大阪市北区中之島3-6-32	06 (443) 2 7 7 1 昭和シェル
株式会社 松 宮 物 産	(522) 彦根市幸町32	0749 (23) 1 6 0 8 昭和シェル
丸 和 鉱 油 株 式 会 社	(532) 大阪市淀川区塚本2-14-17	06 (301) 8 0 7 3 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) 0 5 5 5 共 石
株式会社 菱 芳 礦 産	(671-11) 姫路市広畑区西夢前台7-140	0792 (39) 1 3 4 4 共 石
● 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) 3 8 7 7 共 石
今 別 府 産 業 株 式 会 社	(890) 鹿児島市新栄町15-7	0992 (56) 4 1 1 1 共 石
株式会社 カ ン ダ	(892) 鹿児島市住吉町1-3	0992 (24) 5 1 1 1 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) 4 8 6 8 三 石
コスモアスファルト(株)九州支店	(810) 福岡市中央区鳥飼1-3-52	092 (771) 7 4 3 6 コ ス モ
サ ン ヨ ウ 株 式 会 社	(815) 福岡市南区玉川町4-30	092 (541) 7 6 1 5 富 士 興
三 協 商 事 株 式 会 社	(770) 徳島市万代町5-8	0886 (53) 5 1 3 1 富 士 興
株式会社 トーアス高松営業所	(760) 高松市亀井町8-11	0878 (37) 1 6 4 5 共 石
中西瀝青株式会社 福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神4-1-18	092 (771) 6 8 8 1 日 石
株式会社 南部商会福岡出張所	(810) 福岡市中央区天神3-4-8	092 (721) 4 8 3 8 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) 1 0 0 1 三 石
畑 砒 油 株 式 会 社	(804) 北九州市戸畑区牧山新町1-40	093 (871) 3 6 2 5 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) 7 2 5 5 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) 7 5 6 1 昭和シェル

編集顧問

多 田 宏 行
松 野 三 朗

編集委員

委 員 長 :	舩 田 誠 二	副 委 員 長 :	真 柴 和 昌
阿 部 忠 行	今 井 武 志	白 神 健 児	姫 野 賢 治
荒 井 孝 雄	金 田 一 夫	田 井 文 夫	藤 井 治 芳
安 崎 裕	菅 野 善 郎	戸 田 透	
飯 島 尚	河 野 宏	二 宮 嘉 朗	
磯 部 政 雄	小 島 逸 平	野 村 敏 明	

アスファルト 第163号

平成2年4月発行

社団法人 日本アスファルト協会

〒105 東京都港区虎ノ門2-6-7 TEL 03-502-3956

本誌広告一手取扱 株式会社 廣業社

〒104 東京都中央区銀座8-2-9 TEL 03-571-0997 (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 03-582-1938 (代)

ASPHALT

Vol.32 No. 163 APRIL 1990

Published by THE JAPAN ASPHALT ASSOCIATION