

舗装技術の最近の動向

阿 部 頼 政

まえがき

舗装はセメントコンクリート系舗装とアスファルト系舗装に大別される。昭和35年頃までセメントコンクリート系舗装が主流であったが、その後逆転し、最近では90%以上がアスファルト系舗装となっている。アスファルト系舗装はさらにアスファルト舗装と簡易舗装に分類され、両者の設計・施工はそれぞれ「アスファルト舗装要綱」、「簡易舗装要綱」に従って行われる。新しい舗装技術はほとんどこれらの要綱に盛り込まれてきているため、要綱は最新の技術が集大成されたものと言ってよからう。

本稿は舗装技術の最近の動向を紹介するものであるが、前記のような要綱の性格を考慮し、現要綱の刊行以後、すなわちここ数年間で顕著になってきた技術を中心に考察を進めてみたい。

1. 構造設計

アスファルト舗装の構造設計は、「アスファルト舗装要綱」に従って行われている。昭和42年にAASHO道路試験の成果とわが国の経験を生かして導入された設計の基本式は、その後、昭和50年、53年の要綱改訂にあたって変更はなく現在に至っている。これは、設計法がほぼ妥当であったことを示す反面、改訂を加えるほどデータの蓄積が十分ではなかったことを意味するものであろう。

しかし、最近では40年代の舗装が次々と修繕されたり、データバンクが作成される¹⁾など、解析のための資料は豊富になってきた。また、舗装に対するインパクトとしての交通荷重も、40年代とは大きく異なってきている。構造設計に対する抜

本的な見直しの時期は、そう遠くないものと思われる。

わが国の設計法は経験が主体となっている。海外でもこの傾向は強い。しかし、最近になって理論的設計法が数多く発表され、一部は実用化されるまでに発展してきた。これは、舗装を構成する各層を弾性体として解析する手法で、一般に多層弾性論 (Multi-layered Elastic Theory) と呼ば

れている。図-1に表層、路盤、路床よりなる三層弾性体のモデルを示す。ここで、交通車両は荷重の大きさと接地半径、各層はヤング係数

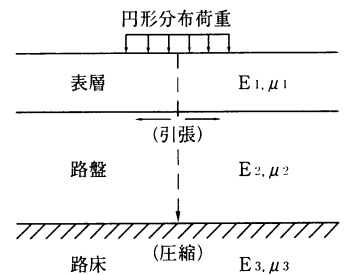


図-1 三層弾性体のモデル

(E) とポアソン比 (μ) で表現されている。設計の基本的考え方は、表層下面の引張ひずみ (または応力) と、路床上面の圧縮ひずみ (または応力) が許容限度内に入るよう層厚を決定しようとするものである。前者はひびわれ、後者は路床沈下に起因するわだち掘れを防止するための制限である。

このように、舗装を弾性体として解析する手法は、1943年Burmister²⁾に端を発し、Jones³⁾、Peattie⁴⁾らがこれを引き継いで計算用の図表を発表した。しかし、多層弾性論が今日のように広く利用されるようになったのは、1970年頃からのコンピュータの発達と普及、そしてプログラムの開発によるものであろう。現在では、弾性論やコンピュータの知識がほとんどなくとも、舗装の解析に必要な計算値は簡単に得られるようなプログラムが自由に入手できる。

多層弾性論は有力な手法ではあるが、まだまだ未解決の問題も多い。各層のヤング係数、ポアソン比のとり方、ひずみや応力の基準値のとり方、疲労寿命の算定法など、種々の提案はあるが研究機関によってまだかなり異なるのが現状である。

経験的設計法、理論的設計法それぞれに長所と短所がある。両者の特徴を生かした合理的設計法の確立が今後の課題であろう。

2. 材 料

舗装材料に関する最近の話題としては、セミブローンアスファルトの開発と廃棄物の有効利用が挙げられる。

昭和40年代以降、自動車交通の増大とともにわが国では幹線道路における“わだち掘れ”が、深刻な問題となってクローズアップされてきた。わだち掘れは一般に、路床および舗装を構成する各層の沈下に起因するものと、アスファルト層の流動に起因するものに大別される。海外では主として前者が問題とされているが、わが国ではわだち掘れと言えは後者を意味する場合がほとんどである。このように、アスファルト層の流動が海外に比較してわが国で特に激しいのは、以下に述べる環境に原因するものと考えられている。

- ① 夏季に高温が連続する
- ② 大型車混入率が高く重車両の通行が多い
- ③ 車線規制が多く走行軌跡が一定している

このわだち掘れを軽減すべく、アスファルト量を少なくする、骨材粒度を粗くするなどの対策がとられてきたが、セミブローンアスファルトの開発は、硬いアスファルトを使用してこれに対処しようとする発想から生まれたものである。

研究は、昭和50年から建設省、日本アスファルト協会を中心に進められてきたが、表-1の品質⁵⁾に適合するセミブローンアスファルトを使用することにより、従来の場合のほぼ2分の1程度にわだち掘れを抑えることができるとの結果がすでに得られている。この研究は、わだち掘れを軽減する新材料を開発したということもさることながら、その経過において、60℃粘度という新しい尺度を導入したこと、100工区を越えるほどの大規模な試験舗装が円滑に実施されたこと、さらには海外にも類を見ない独創的な研究に成功したことなど、

表-1 セミブローンアスファルトの品質⁵⁾

セミブローンアスファルトは均質で水分を含まず、180℃まで加熱してもあわ立たないものであって、次の規定に適合しなければならない。		
項	目	規 定
粘 度	(60℃) poise ^①	10,000±2,000
動 粘 度	(180℃) cSt ^②	200 以下
薄膜加熱重量変化	%	0.6 以下
針 入 度	(25℃, 100g, 5秒)	40 以上
三塩化エタン可溶分	%	99.0 以上
引 火 点	℃	260 以上
比 重	(25℃/25℃)	1.000 以上
粘 度 比	60℃ (薄膜加熱後/加熱前)	5 以下

[注] ① 60℃の粘度は減圧毛管式粘度計で測定する。試験方法は日本アスファルト協会試験法規格JAA-001(石油アスファルト絶対粘度試験方法)による。
 ② 動粘度は毛管粘度計を用いて測定する。140℃, 160℃の測定値も明示しなければならない。他の測定器によって測定して動粘度を算出した場合は測定器の形式と換算式を示さなければならない。

当初の目的以外にも大きな意義のある研究となった。

廃棄物の有効利用は、舗装の分野に限らず土木界全体に共通する最近のテーマであるが、収容能力が大きいという意味で特に舗装が注目されている。廃棄物と言っても、良質の骨材として使用できる可能性のあるものから、捨て場に困っているだけのものまで様々の種類がある。その中で、量的にも質的にも舗装にとって重要な意味を持つ材料は、製鋼スラグと舗装廃材であろう。

高炉スラグは先に路盤材としての優秀性が確認され、アスファルト舗装要綱にとりあげられることとなったが、製鋼スラグは水浸すると膨張するいわゆる“フケ”の現象があるため、これまで舗装用にはほとんど使用されなかった。しかし、ある程度の期間以上に養生(aging)すればフケも防げること、骨材としての硬度も充分で路盤のみならず表層にも使用できる可能性があることなどから、現在、建設省および製鋼スラグ協会を中心に研究が進められている。

舗装の打ち換えによって生ずる廃材は、従来、埋め立てなどに利用されてきたが、運搬費の増大とともに改めて再生利用という発想が生まれ、そのための設備が整い始めてきた。舗装廃材の再利用法は、解砕してプラントで混合する方法と、現場で解砕と同時にそのまま舗設する方法の2種に大別されるが、いずれも技術的進歩は著しく今後の発展が期待されている。

3. 施 工

アスファルト舗装の施工は、かつては熟練した技術者の手腕に負うところが大きかった。現在でも技術力の差が出来形に影響することは当然であるが、そのウエイトは昔に比べるとかなり小さくなったと言えよう。これはエレクトロニクスの導入により機械の自動化が進んだためである。

アスファルト混合物を製造する最近のプラントでは、アスファルトや骨材の計量と供給、加熱温度の調整など、ほとんどのプロセスが自動制御になっている。施工の良否を最も大きく左右するアスファルトフィニッシャも自動化が進んでおり、機械の操作さえ誤らなければ初心者でも熟練工に近い仕事ができるようになった。以上のような機械の自動化は、出来形を一定の水準以上に保つとともに、省力化に役立っている。昨今のエレクトロニクスの発達から見て、今後ますます自動化は進み、舗装の技術向上に寄与するものと思われる。

4. 維持修繕

わが国の舗装延長は、簡易舗装を含めると40万kmを超える。その大半がここ十数年の間に舗設されたものであること、半分以上が簡易舗装で4～5年の寿命しか期待できないことを考えると、今後、修繕量が急激に増大していくものと思われる。いま昭和75年まで、各年次の舗装新設延長を仮定し(図-2の点線)、アスファルト舗装は10年、簡易舗装は5年を経過した後、それぞれ5年ごと、3年ごとにオーバーレイするものとして試算すると、各年次に必要なオーバーレイの延長は図-2のようになる。仮定や計算手法、またオーバーレイ間隔のとり方など異論は種々あると思うが、かなり膨大な修繕が必要とされることは明らかであろう。

以上のような事情は海外でも同様であり、最近、これに対処するため供用性調査に関する測定器機の開発がさかんに行われている。これらは、たわみ測定と路面性状測定に大別できる。

舗装のたわみ測定は、非破壊の力学試験として1960年頃から広く行われてきた。すなわち、たわみの大小によって舗装の健全度を診断しようとす

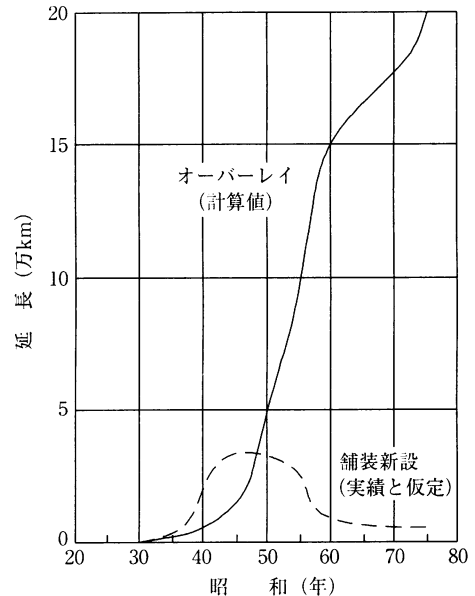


図-2 必要とするオーバーレイ延長の試算

るものである。従来はベンケルマンビームによる測定が主であったが、手作業であること、測定に時間がかかることなどからこれに代わるものとして、ダイナフレクト、デフレクトグラフ、フォーリングウエイトデフレクトメーターのような自動測定機が最近開発された。わが国にもいくつか輸入されているが、現在はまだ広く利用されるまでには至っていない。

一方、路面性状に関しては、維持修繕の判断基準であるPSI、MCIとも、わだち掘れ、ひびわれ率、縦断方向の凹凸の3因子によって決定されるため、わが国ではこれらの測定機が主として開発されている。レーザー光線や撮影装置とエレクトロニクスの組み合わせによって、現在では時速数十kmの速度で路面性状を測定できるようになっており、実用に供されている。たわみ測定に関しては海外に遅れをとっているが、路面性状に関してはわが国が一步先んじていると言っておく。

このように舗装の供用性調査が重視されている理由は、舗装の寿命を適確に判断し、合理的な維持修繕計画を樹立する必要が生じてきたためである。道路予算が不足気味なのは各国共通であり、また修繕量の増大も各国共通である。そのため、長期的な観点から予算を最も効率よく投資しようとする「舗装管理システム」の確立が現在、国際的な研究課題とされている。これまでVESYS⁶⁾、

SAMP⁷⁾などいくつかのシステムは提案されているが、実用の段階にはまだ達していない。わが国においても今後の重要課題となろう。

あとがき

最近特に注目されている舗装技術について簡単に一覧してきた。アメリカでは道路の維持修繕が荒廢に迫りつけず、舗装も手に負えないほど痛んでいると聞く。わが国もそうならないように技術開発を続けていきたいものである。なお、紙面の都合もありセメントコンクリート舗装には言及できなかったが、現在、同要綱の改訂が進行中であることをつけ加えておく。

参 考 文 献

- 1) 岡村 真「維持管理・補修へのエレクトロニクスの利用」アスファルト, No. 135, 昭和58年
- 2) Burmister, D.M. "The theory of Stresses and Displacements in layered system and applications to the design of airport runways." Proc. 23rd Annual Meeting of H.R.B., 1943年
- 3) Jones, A. "Tables of Stresses in Three-Layer Elastic Systems." H.R.B. Bulletin 342, 1962年
- 4) Peattie, K.R. "Stress and Strain Factors for Three-Layer Elastic Systems" H.R. B Bulletin 342, 1962年
- 5) 小島逸平「セミブローンアスファルトの性状」特集・昭和56年度舗装用セミブローンアスファルトの試験施工アスファルト, No. 130, 昭和57年
- 6) 阿部忠行「舗装設計システム VESYS II Mについて」アスファルト, No. 118, 昭和54年
- 7) 竹田敏恵「舗装管理システムについて SAMP 5」アスファルト, No. 126, 昭和56年

(日本大学理工学部助教授)