

V-77 アスファルト舗装体の力学と材料物性について

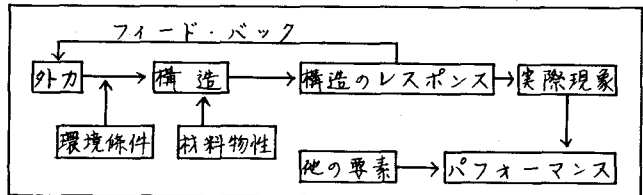
北海道大学工学部 正会員 ○菅原 照雄
北海道大学工学部 正会員 上島 壯
北海道大学工学部 学生会員 森吉 昭博

1 まえがき

アスファルト舗装の力学解析に関する研究が進むにつれて、これらによって得られた舗装体の応力、歪に対応させて材料の性状を解明しようとする傾向が強くなって来た。これがいわゆる材料研究における *Rational Method* と呼ばれるものである。本報告はアスファルト舗装の力学と材料に関する“試論”ともいふべきものであつて筆者らがこの数年来行なつて来た研究方針の概要を示すものである。

2 舗装のシステム

舗装のシステムをきわめて簡単に描けば右のようになる。外力はインプットであり、構造はシステムそのものであり、外力へのレスポンスとして材料物性が大きな意味をもつ。システムと



してのアウトプットはいうまでもなく最終的にパフォーマンスである。パフォーマンスは多くのサブシステムの総合として得られるものであるが、その前に各サブシステムのアウトプットが存在している。アスファルト舗装は物質に固有の弾性係数とそれ自身ではもたず、弾性係数(変形係数)そのもののが、時間(歪速度)、温度の函数として示されるところに特異な点がある。それらも項目毎に簡単に示せば次の通りである。

(a) 外力。外力として考えるべきものは、輪荷重、タイヤ圧、温度変化による膨脹収縮、荷重頻度、交通の集中性などである。加速減速に伴う水平方向の荷重もまた大きな要素となる。

(b) 構造。構造は解析に耐える意味から半無限(粘)弾性体上のア構造システムとして考えるのが最も妥当である。構造上は地盤沈下にもとづく大変形と活荷重による小変形の双方が対象となる。

(c) 材料の力学。材料の力学としては粘弾性学の概念導入が絶対条件となる。そのとりえ方としては、*Stiffness* (主として常温以下)、流動性状(主として常温以上)、合材の破壊の性状(破断の歪)疲労性状などがあげられる。これらについて歪速度の大小が大きな要素となる。

(d) パフォーマンス。パフォーマンスの要因は、キレツ、表面の荒れ、変形であらう。

3. 外力について

弾性解法の結果によれば、輪荷重は舗装深部、タイヤ圧は舗装表面に近い部分においてそれぞれ支配的な応力をもたらすことが知られている。構造に起因するキレツは輪荷重、タイヤ圧と、構造のキレツ抵抗性(アスファルト舗装の場合には許容の歪)と、材料の破断強さ、破断歪との関係として示される。ブレーキ、発進、減速などによる外力は、水平力を伴う外力と考えられるが、これは最大で

垂直荷重の 80% にも達するといわれる。これは“ずれの粘弾性”の研究の重要性を示している。温度差が外力として作用することによって生ずる応力は合材の膨脹係数と下アとの摩擦係数の函数として示される。合材自体の膨脹係数は $2 \sim 3 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ と考えられるので、かなり大きい応力と考えるなければならない。アスファルト合材はかなり大きな応力緩和性状をもつものであり、直ちに弾性体として温度応力を求めることは出来ない。応力緩和性状は温度依存性が大きいこと、温度勾配が大きな要素となることに注目の要がある。応力緩和性状と温度勾配がマッチした点においては、舗装体には応力は生じない。高温においては流動に支配され、温度変化を要素として考える必要はない。(応力緩和に関する重要性の指摘)。荷重頻度、荷重の集中性も普通の構造物ではあまり大きくはとりあげられていないが、舗装では大きな問題である。これは疲労問題と残留歪の累積としての *Rutting* にみられる舗装の変形に関する問題として考えるべきものである。これら以外にタイヤのインパクト、タイヤチェーン、スパイクなどにもとづく荷重も解析は困難ではあるが無視出来ない外力である。大変形の場合には自重も考える必要がある(クリープに関する研究)。

4 構造について

戸構造解析、ならびにパフォーマンスから、構造体の舗装カープ下面の応力ならびに歪、路床面沈下が焦点となることが知られる。この方法の難点は、常温以下ではよく適用出来るが、高温時にはその現象を十分に説明出来ないことにあり、また荷重の繰り返しまで十分に解析は出来ない。(弾性解法と *Rutting* 研究の併用の必要性)。

5 材料について

材料については、素材としてのアスファルトについての研究 (*Stiffness, Viscosity*) と、合材の物性に関する研究とが重要である。パフォーマンスとの関係からみれば、アスファルトについては更に合理的手法の適用が要求され、合材についても曲げ、引張り、圧縮、せん断、応力緩和、クリープについての基礎的研究なしには構造との関連は論じがたい。合材は、歪速度、温度に依存して、脆性、流動性の双方を往復する物性をもつものであり、従来このうち塑性流動について重層的な研究がおこなわれて来たが破壊の多くが脆性領域で生じていることを考えれば、脆性領域での強さ、破断歪もまた立派な重要なものとならう。さらに疲労問題も耐久性と絡んで無視出来ない。疲労実験は、この種材料ではとくに困難であり、単なる繰り返し荷重では殆んど無意味にちかく、車輪荷重にもとづくランダム波形の応力、歪り双方からコントロールされ、さらに無応力、無歪時間と中間にはさみこむ載荷形態が要求される。疲労研究は、以上述べて来た各種の力学性状の統合とも称すべきものであり、かなりの設備、基礎的資料の積みあげが要求されるものといってもよいであらう。

6 まとめ

以上アスファルト舗装の力学と材料の性状との相関関係も如何に組み立てるべきかについて述べた。何れも筆者らの研究室において、この数年来おこなってきた研究であり、それらを体系的にとりまとめたものである。御批判、御校正をお願いできれば幸である。