

武蔵工業大学 正員 渡辺 隆
 東京工業大学 正員 ○姫野賢治
 長岡技科大学 正員 丸山暉彦

1. 緒言

アスファルト舗装の疲労破壊を論ずる場合には、アスファルト混合物自体の疲労破壊強度の問題、舗装構造に対して作用する外力の問題、破壊強度に影響を及ぼす間接的な外的因子に関わる問題、さらには、具体的な舗装構造系のなかで破壊形態を含めて互いにこれらがどのように影響を及ぼし合うかというシステムとしての問題などを考えなければならない。先に、アスファルト舗装内部の温度分布の評価は月別だけでなく時刻別にも評価すべきであることを示した〔1〕が、走行車両の輪荷重や走行速度、走行位置なども分布をする変数である。本研究は、これらの各因子をそれぞれ確率変数としてとらえ、固有の分布形のまま取りこんでアスファルト舗装の疲労寿命を推定するシステムを構築することを試みた。なお、アスファルト舗装の疲労破壊の形態としては、アスファルト混合物層底面からの曲げ疲労破壊だけでなく、縦表面ひびわれも一種の疲労破壊と考えて取り上げることとした。

2. アスファルト舗装の疲労寿命の予測方法

舗装が、ある輪荷重の一回の通過によって受ける疲労被害の大きさを D とすると、疲労被害関数 D は、直接的にはアスファルト混合物の内部に発生する三軸的な応力、ひずみの振幅の大きさの関数であり、間接的には、確率変数である輪荷重 $P[N]$ 、走行速度 $v[m/s]$ 、車輪走行位置 $r[m]$ 、表層温度 $\theta_1[^\circ C]$ 、基層温度 $\theta_2[^\circ C]$ の関数となる。 D は舗装構造、舗装構成材料、疲労被害を考える深さなどによって形が異なるが、このような因子は関数上定数扱いされる。各確率変数のうち、基層温度の確率密度関数が表層温度の関数であることを除いて、その他の各変数間には従属関係はないものと仮定すると、月 i 、時刻 j での疲労被害の期待値 $\bar{D}^{ij}$ は、線形被害則を仮定してこれら各変数の分布の確率密度関数とかけあわせて積分することにより、

$$\begin{aligned} \bar{D}^{ij} = & \int_{-\infty}^{+\infty} f_P(P) \int_{-\infty}^{+\infty} f_v(v) \int_{-\infty}^{+\infty} f_r(r) \\ & \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} f_{\theta_1}^{ij}(\theta_1) \int_{-\infty}^{+\infty} f_{\theta_2}^{ij}(\theta_1, \theta_2) (1) \\ & \cdot D(P, v, r, \theta_1, \theta_2) d\theta_2 d\theta_1 dr dv dP \end{aligned}$$

と書くことができる。これより、舗装が破壊に至るまでの総交通量 N_f は、日平均交通量を T 、交通量の月 i の月変動係数を m_i 、月 i の日数を n_i 、時刻 j の日交通量に対する比を h_i とすると、

$$N_f = \sum_{i=1}^{12} n_i / \left(T \sum_{i=1}^{12} m_i n_i \sum_{j=0}^{23} h_i \bar{D}^{ij} \right) \quad (2)$$

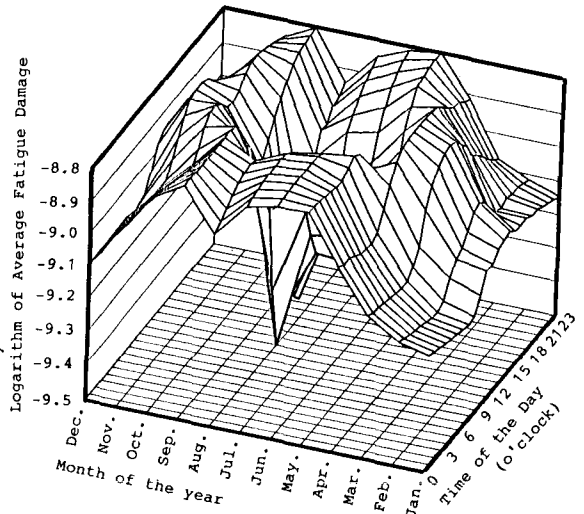


Fig.1 A Stereogram of Monthly and Hourly Change of Fatigue Damage of Asphalt Pavement at Bottom Surface of Asphalt Mix Layer

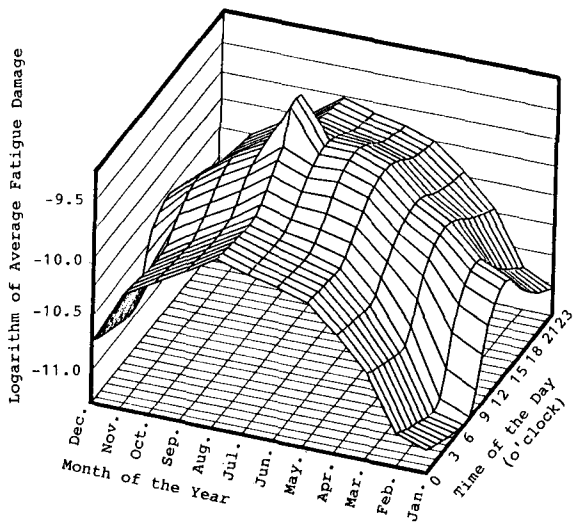


Fig.2 A Stereogram of Monthly and Hourly Change of Fatigue Damage of Asphalt Pavement at Top Surface of Asphalt Mix Layer

となる。この式がアスファルト舗装の疲労寿命を表わすものであり、疲労寿命の推定はこの式に現れる確率密度関数を現実のデータから決定し、疲労被害関数Dを定量化する問題に帰着される。

本研究では輪荷重〔2〕、交通量〔3、4〕、走行速度〔5〕、車輪走行位置〔6〕、舗装体の温度分布〔1〕、アスファルト混合物の疲労破壊特性〔7〕を文献により定量化した。

3. 本予測方法の適用例

3.1 平均的疲労被害の季節的変動

Fig.1 は、国道2号線（福山市内）を例にとり、曲げ疲労破壊を想定した場合の月別、時刻別の平均的な疲労被害の対数値の変動を示したものであるが、年間を通じて最も曲げ疲労破壊の被害が顕著なのは春季と秋季の日中、および、初夏と晩夏の早朝であり、冬季と夏季の疲労被害は極めて小さく事実上無視しうること、疲労被害は、月変動だけでなく時刻別にも大きく変動していることなどがわかる。一方、Fig.2 は、アスファルト混合物層表面から疲労破壊が起こるとした場合の平均的な疲労被害の対数値の変動を図示したものであるが、平均的な舗装温度が最も高い夏季の日中に最大の疲労被害が生じていることがわかる。

3.2 国道の路面性状データによる予測方法の検証

Fig.3 は、曲げ疲労破壊であると仮定して破壊に至るまでの車両の通過台数と実際の車両の通過台数を路面のひびわれ率〔8〕をパラメータとして表したものである。これより、曲げ疲労破壊のみでは現象を完全には説明しきれないことがわかる。これに対し、Fig.4 に示すように、表面からの疲労破壊をも取り込むことにより、実測値をよく説明できることがわかる。

4. 結言

以上、本研究で提案した疲労破壊のための一連の寿命予測システムが妥当なものであることがわかったが、全般的に予測寿命が実測寿命よりもやや大きくなる傾向がある。これは実際には疲労破壊以外の理由でもひびわれが発生しうること、路面性状データにわだち掘れパッチングが含まれうること、また、供用中のアスファルト混合物は過酷な自然条件のもとでバインダーのコンシステンシー性状や疲労破壊特性に変化が生じうることなどが考えられる。今後は、このようないわゆるWeatheringの効果が定量化され、また現場の路面性状調査も高精度で継続的かつ広範囲に実施されることが望まれる。

（参考文献）

- 〔1〕 姫野賢治ほか：土木学会論文集、No.366
- 〔2〕 建設省土木研究所資料第1723号、第2205号
- 〔3〕 道路構造令の解説と運用、丸善、1983
- 〔4〕 八十島ほか：交通計画、技報堂、1974
- 〔5〕 交通工学ハンドブック、技報堂、1973
- 〔6〕 松野三朗ほか：第14回日本道路会議、1981
- 〔7〕 姫野賢治ほか：東工大研究報告、No.35
- 〔8〕 建設省土木研究所資料第1751号、第2110号

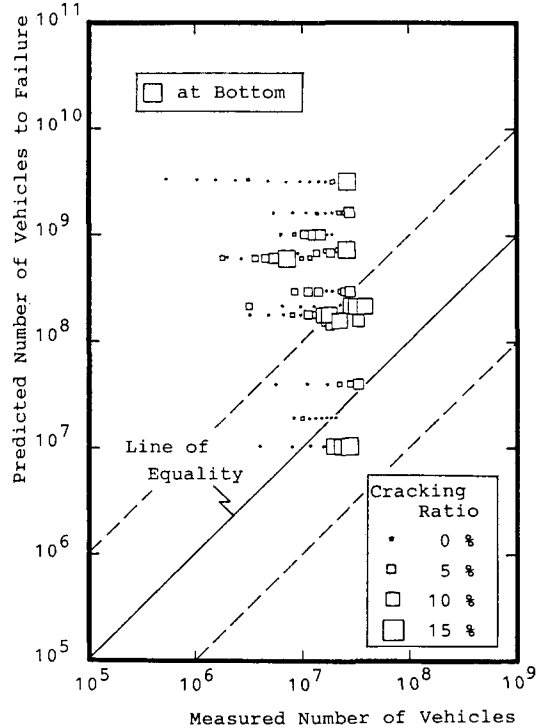


Fig.3 Comparison of Predicted Number of Vehicles to Failure at Bottom Surface of Asphalt Mix Layer with Measured Number of Vehicles in Terms of Cracking Ratio

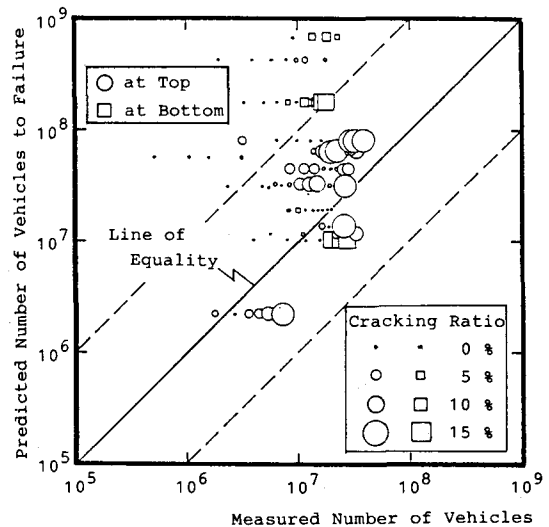


Fig.4 Comparison of Predicted Number of Vehicles to Failure at Both Top and Bottom Surface of Asphalt Mix Layer with Measured Number of Vehicles in Terms of Cracking Ratio