

東京工業大学

正員 渡辺 隆

同

正員 ○姫野賢治

東洋エンジニアリング

菅原紳二

1. まえがき

わが国の道路舗装は、建設の時代から維持の時代へと移行しており、舗装の寿命を正確に予測するための手法の開発の必要性はますます高まっていくことが予想される。1948年、Hveemによって、アスファルト舗装に発生するひびわれの原因のひとつに交通荷重の繰返しによるアスファルト混合物の疲労現象が挙げられることが初めて指摘されて以来、この問題に関して数多くの研究が行われてきた。これらの多くは、寿命の予測に際し、輪荷重は5トン重に換算し、車輪走行位置、車輪走行速度、混合物の疲労破壊特性は一定なものと仮定している。また、スティフネスの変化も季節ごとまたは月ごとに評価しているに過ぎない。しかしながら、現実の舗装が受ける被害の程度は通過する車輛一台ごとに変化し、同一の外力を受けた場合でも混合物のもつ強度のバラツキやスティフネスにより異なるものと考えられる。



	Thickness	Stiffness
Asphalt Mixture	15 cm	vary with temperature
Mechanical Stabilization	20 cm	460 MPa
Crusher-Run	20 cm	415 MPa
Subgrade	Semi-infinite	70 MPa

図-1 舗装構造

本研究では、以上のような各因子を確率変数として評価し、舗装が破壊に至るまでの過程のシミュレーションを行って、アスファルト舗装の疲労寿命を破壊確率で表現することを試みた。

2. 対象とした舗装

シミュレーションの対象には、具体例として国道357号線（東京湾岸環状道路）東雲地区において建設された仮道をとりあげた。舗装構造は図-1のとおりであり、また、施工現場から直接採取した基層合材（再生合材）に対して室内曲げ疲労試験を実施して疲労破壊包絡線を作成した（図-2）。

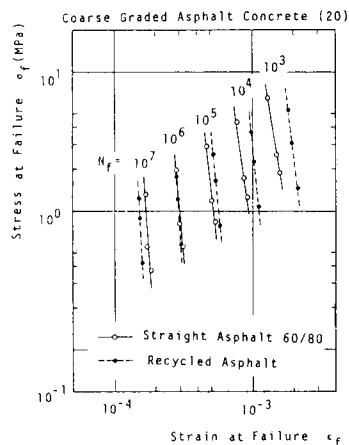


図-2 基層材料の疲労破壊包絡線

3. 外力等の評価

(1) 輪荷重分布： 輪荷重は、建設省が載荷板を設置して調査したものをを用いた。測定は夏と秋の2度行われたが、計算にはこれらの平均値を用いた。なお、輪荷重が舗装に及ぼす被害は、一般にその大きさの3～6乗に比例するといわれているため、2トン重（19.6 kN）以下のものは無視した（図-3）。

(2) 車輪走行位置分布： VTRによる交通流の撮影を行い、再生装置上で走行位置の中央線からの距離を測定したが、対象とした場所では正面からの撮影が行えず、十分な精度が得られなかったため、予備実験として求めておいた中原街道における分布形（図-4）から東雲地区における分布形を推定した。

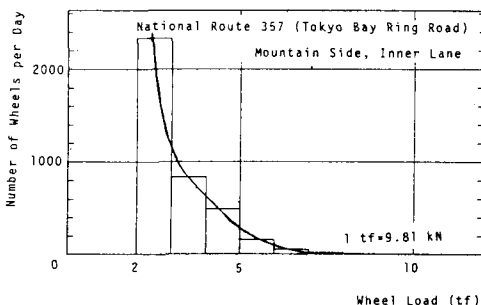


図-3 輪荷重の分布 (2tf以上)

(3) 車輪走行速度分布： 速度の測定も(2)と同様

にVTRを用い、収録した全車輛について行った(図-5)。なお、具体的には、マイコン内蔵の時計を用いて2地点での車頭時間を順次記録し、この変化から速度を求めた。

(4) 材料の疲労破壊強度分布：一定条件下で一定の外力を繰り返し受ける場合でも、アスファルト混合物の疲労破壊強度はバラツキを持っており、円筒形の片持ちねじりばりを用いた場合の強度は対数正規分布に従うことが報告されている。本研究で用いた両振りの繰り返し曲げ試験結果でも、同様に対数正規分布に従うことが確認された(図-6)。

(5) スティフネスの変動：アスファルト混合物のスティフネスは、載荷時間と温度によって変化する。載荷時間については速度分布から、また温度については秋山の式から評価した。なお、気温は過去9年分の毎日のデータから、またアスファルト混合物の熱拡散率は実測結果から決定した。

4. 解析の方法及び結果

シミュレーションはモンテカルロ法によった。すなわち、日最高气温、日最低气温の天気別の分布から1日の各時間ごとの気温及び舗装体温度を推定し、輪荷重、走行速度、走行位置を実測の分布に従う似乱数を発生させて決定した。この車輛が通過するときの応力とひずみの値を多層弾性プログラム(CHEV5L)により計算し、図-2より車輛1台による被害を計算した。なお、計算時間を短縮するため、応力とひずみはともに、輪荷重、載荷位置、表層・基層のスティフネスを説明変数とする実験式で表わし、破壊回数は図-2から応力とひずみの3次形式で表現した。以上の操作を繰り返すことにより、各月ごとに1日の被害の分布形を決定して線形被害則を仮定して舗装が破壊に至るまでの過程をシミュレートした。

その結果、舗装の寿命の分布は最終的に対数正規分布に従うことが確認され、さらにこれを積分することにより舗装の破壊確率を求めることができた。なお、破壊確率が5割に達する時点を仮りに破壊点と考えた場合、従来の予測法に比べて寿命は約3倍に延びたが、車輪走行位置は分布をしないと仮定した場合には従来の予測法と同程度の寿命が得られた(図-7)。

5. あとがき

多くのデータを快く提供して頂き、また、VTRによる交通流の撮影に協力して頂いた関東地建川崎国道事務所の方々に深く感謝いたします。なお、本研究は、昭和57.58年度科研費の交付を受けて実施したものである。

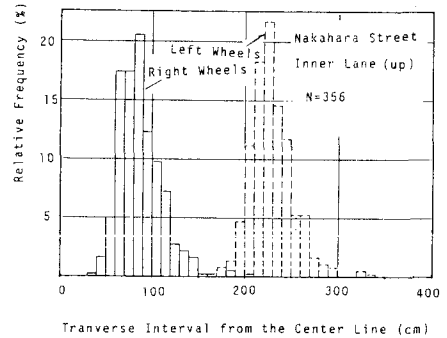


図-4 車輪走行位置の分布

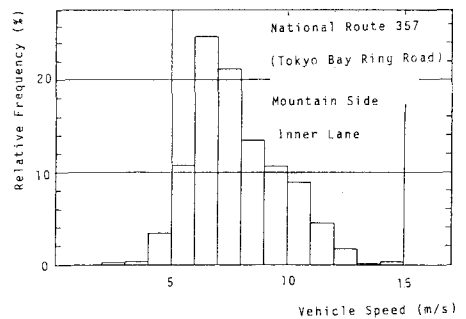


図-5 車輪走行速度の分布

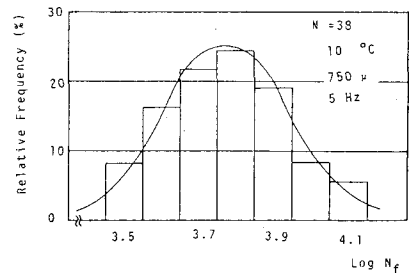


図-6 アスファルト混合物の疲労強度の分布

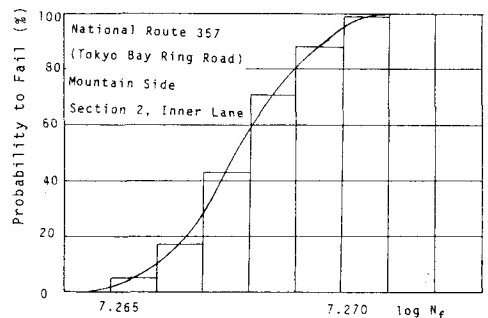


図-7 舗装の破壊確率