

V-33 アスファルト混合物の疲労抵抗性について

北海道大学 学生員 渡辺 政義
正員 菅原 照雄

1. 研究の目的と概要

本研究は、アスファルト混合物の疲労抵抗性のメカニズムを明らかにすべく、圧裂法を用いてアスファルト混合物に、後輪1, 2, 3軸の各車両の走行によって舗装体に生ずる応力波形にシミュレートさせた波形で反復荷重し、その動的な応答を求めるとともに疲労破壊の過程を追跡したものである。

一般にアスファルト混合物の疲労抵抗性は温度、荷重時間、応力、波形、レストピリオドなどの条件により大きく変化することが知られている。本研究はこれらのさまざまな条件が疲労破壊回数に与える影響を明らかにし、さらに各条件のもとでの疲労破壊回数の推定式を求めた。

2. 研究の方法

荷重に用いる応力波形はアスファルト層の変形係数、車両の軸配置、軸重などの外的因子に基づき、SAS-BISARシステムによって求めた。

疲労試験には圧裂法を用い、マーシャル供試体の中央部鉛直面に、さきに求めた引張り応力を走行速度および車頭間隔を考慮した上で繰返し作用させ、応答としての変形のひずみ波形を求めて解析を行った。ここで走行速度は与えられた条件のもとで舗装体に発生する応力波の波長を車両が通過に要する時間として荷重時間に換算した。また車両の間隔は引続き走行する車両との距離間隔を時間に換算して、レストピリオドとして表現した。データの解析のため、水平・垂直変形量、荷重データを任意の時間間隔

（荷重回数）でコンピュータによって取り込み、これらのデータを大型計算機によりSASを用いて処理し、引張ひずみ、変形係数などを算出し、所要の解析を行った。

3. 疲労試験の結果

図-1は、後輪1軸、2軸、3軸車両について温度3条件、速度3条件で、応力を変化させて求めた疲労破壊曲線を示したものである。温度が高温になるほど、速度が低速になるほど、車軸数が増加するほど、疲労破壊回数は小さくなる。

また車軸数について、回数

（台数）を軸数倍して比較

すると、3軸車両の疲労破壊回数を3倍にしても1軸

車両のそれより小さくなり

3軸車1台あたりのダメージは1軸車3台のそれより

大きいことがわかる。その

軸数比は 0°C, 60 km/hr,

50 kgf/cm²では 1:0.88,

10°C, 10 km/hr, 20kgf/cm²

で 1:0.75（台数比では各々

1:0.29, 1:0.25）となり、高温・低速になるほど車軸数の影響は大きくなっている。

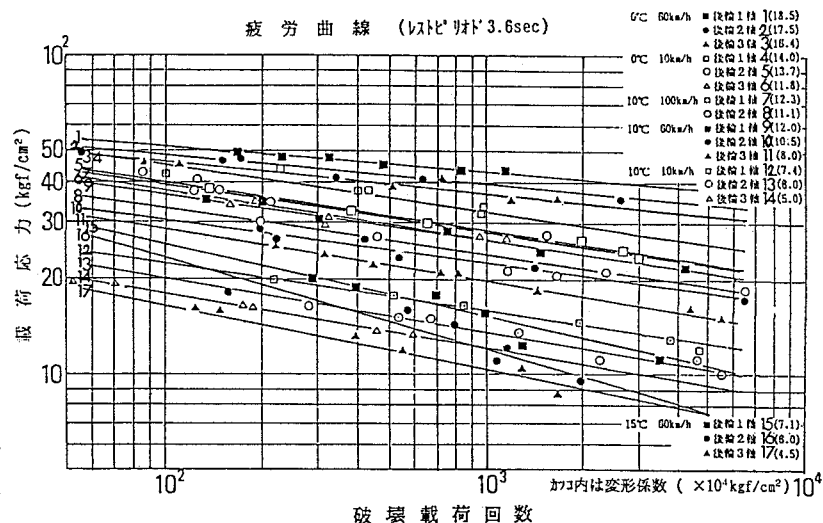


図-1 各種の荷重条件での疲労破壊曲線

4. 疲労破壊回数に与える各因子の影響度

表 破壊回数に与える各条件の影響度

4. 1 各因子の影響度

STIFF=変形係数 AXLE=軸数 VELO=速度 TEMP=温度 STRESS=応力

応力、温度、速度、軸数などの各単独因子ならびに複数の因子の組合せが疲労破壊回数に如何なる影響を与えるかを統計処理を行い解析した。表は、本研究の疲労試験データ106個をSASのR-SQUAREプロシジャーを用いて処理をした結果である。各条件の可能な組合せすべてについて回帰を行い、モデルにあう条件を R^2 の大小により選択するものである。ここで R^2 はモデルに対する平方和を、修正された全体に対する平方和で割った数値であり、従属変数（この場合は破壊回数 N_f ）における変動がモデルによってどのくらい説明されるかを表す尺度であり、相関係数の2乗に等しい。この表に見られる通り、応力と変形係数の2つの因子で65%の説明が可能であり、さらに変形係数を温度、速度、軸数の3つの因子に置き換え、4つの因子として解析すると、疲労破壊に与えるさまざまな影響のうち、76%までがこの4因子によって占められていることが明らかになった。

NUMBER IN MODEL	R^2	VARIABLES IN MODEL
1	0.01208526	STIFF
1	0.01932153	AXLE
1	0.03054644	VELO
1	0.07937576	TEMP
1	0.26910605	STRESS
2	0.04336665	AXLE STIFF
2	0.04538418	VELO AXLE
2	0.05051479	VELO STIFF
2	0.08791650	TEMP VELO
2	0.09741716	TEMP AXLE
2	0.11641038	TEMP STIFF
2	0.32110587	AXLE STRESS
2	0.32256428	TEMP STRESS
2	0.32576781	VELO STRESS
2	0.65123951	STRESS STIFF
3	0.07799235	VELO AXLE STIFF
3	0.10368193	TEMP VELO AXLE
3	0.11853414	TEMP AXLE STIFF
3	0.12117005	TEMP VELO STIFF
3	0.36934723	VELO AXLE STRESS
3	0.41117094	TEMP AXLE STRESS
3	0.62242855	TEMP VELO STRESS
3	0.65124034	TEMP STRESS STIFF
3	0.65555765	AXLE STRESS STIFF
3	0.67695830	VELO STRESS STIFF
4	0.12151793	TEMP VELO AXLE STIFF
4	0.65643367	TEMP AXLE STRESS STIFF
4	0.68025242	VELO AXLE STRESS STIFF
4	0.72322972	TEMP VELO STRESS STIFF
4	0.76222463	TEMP VELO AXLE STRESS
5	0.77660862	TEMP VELO AXLE STRESS STIFF

4. 2 破壊回数の推定式

以上の解析に加え、図-2に示す概念により各疲労曲線の勾配を一定と仮定し、さらに温度の2次項を加え、SASのGLMプロシジャーにより次に示す疲労破壊回数の推定式を得た。これによれば载荷応力、载荷波形（軸配置に対応）、2次項まで含めた試験温度、载荷時間（走行速度に対応）の4因子の寄与率は81%になっていることが分かる。

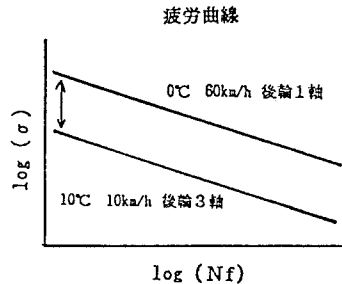


図-2 概念図

$$\log(N_f) = -4.953 \log(\sigma) + \{-0.075(\text{Temp}) - 0.005(\text{Temp})^2 + 0.014(\text{Velo}) - 0.255(\text{Axle}) + 10.392\}$$

$$N_f = \sigma^{-4.953} \times 10^{\{-0.075(\text{Temp}) - 0.005(\text{Temp})^2 + 0.014(\text{Velo}) - 0.255(\text{Axle}) + 10.392\}}$$

5. 結論

- 1) アスファルト混合物は载荷応力、軸数を考慮にいれた载荷波形、試験温度、走行速度に対応した载荷時間などにより異なる疲労性状をみせ、その疲労破壊回数は非常に大きな差をみせる。
- 2) 疲労破壊試験における、各影響因子の寄与率を求めることができた。
- 3) 疲労破壊回数に対する各因子の組合せによる影響度を明かにし、疲労破壊回数の推定式を求めることができた。

本研究は文部省科学研究費の交付を受けて実施したものである。