

アスファルトの劣化を考慮した縦表面ひびわれに関する一考察

鹿島道路技術研究所 正会員 東 滋夫
同 上 正会員 金井利浩
同 上 正会員 岡部俊幸

1. はじめに

アスファルト舗装において車輪走行位置付近に発生する縦表面ひびわれの原因のひとつとして、表層のアスファルトの劣化を挙げている研究は多い¹⁾が、劣化の程度を定量的に扱ったものは少ない。本報では、縦表面ひびわれに関してアスファルトの劣化を考慮した数値解析を試み、2,3の知見を得たので報告する。

2. 解析に用いたデータ

2-1 舗装断面とアスファルト混合物層の内部温度

図-1に示すD交通対応のアスファルト舗装を解析対象とした。縦表面ひびわれには舗装体の温度が深く関係しているため、熱電対により1994年8月15日（晴れ）に0時から23時まで1時間毎に実測した図-2のデータを用いて数値解析を行った。なお、各層の温度は以下に示す深さの温度の平均値とした。

①表層：5, 25, 50mm, ②中間層：75, 100mm, ③基層：125, 150mm

④アス処理層：175, 200, 225mm, ⑤舗装表面（表層表面）：5mm

2-2 アスファルト性状の経年変化

アスファルト性状の経年変化は舗装表面からの深さによって異なることが、阿部の研究²⁾で報告されている。ここでは、その研究成果を参考に、施工1年、3年、6年および11年経過時の性状を表-1のとおりと仮定した。

2-3 各層の材料定数

①アスファルト混合物のスティフネスは、上述した温度ならびに表-1のアスファルト性状に基づいてShellの方法により1時間毎に求めた。なお、全ての混合物層について骨材容積、アスファルト容積率およびポアソン比は0.855, 13.8%, 0.35とした。

②上層、下層路盤および路床の材料定数は図-1のとおりとした。

3. 疲労解析の方法

疲労解析は以下の手順で行った。

①載荷荷重条件を図-3に示すとおりとして、図-1の7層モデルで舗装表面に生じるひずみを多層弾性計算プログラムにより求める。②得られた引張りひずみと表層の弾性係数を、Shellの提案している疲労式(1)に代入して破壊回数を算出する。③次に、その逆数をとって、式(2)に示すように1回の載荷によって生じる疲労ダメージとする。

$$N_{fat} = \frac{(0.856 \times V_{bit})^5}{(\epsilon_{fat})^5 \times (S_{mix})^{1.8}} \quad \dots\dots (1)$$

$$D = \frac{1}{N_{fat}} \quad \dots\dots (2)$$

ここに、 ϵ_{fat} ：舗装表面の引張りひずみ

V_{bit} ：アスファルト容積率（%）

S_{mix} ：アスファルト混合物のスティフネス（Pa）

N_{fat} ：破壊回数（回）

D：1回載荷で生じる疲労ダメージ

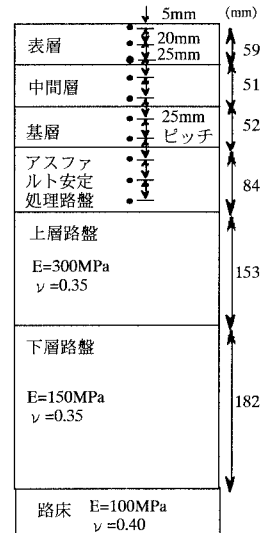


図-1 舗装断面と材料定数

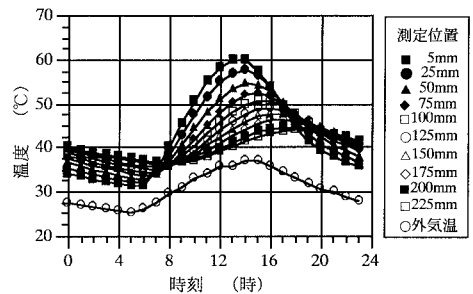


図-2 アスファルト混合物層の温度測定結果
（1994年8月15日測定；快晴）

表-1 アスファルト性状（Pen：針入度，Soft：軟化点）

箇所		1年時		3年時		6年時		11年時	
	深さmm	Pen	Soft	Pen	Soft	Pen	Soft	Pen	Soft
表層	0～5	65	44.5	19	61.0	15	64.5	10	70.0
	5～16	65	44.5	41	50.5	35	53.0	20	60.5
	16～59	65	44.5	55	46.5	43	50.0	25	57.5
	全体	65	44.5	49	48.0	40	51.0	23	58.5
中間層		65	44.5	58	46.0	50	48.0	38	51.5
基層		65	44.5	61	45.0	57	46.0	51	47.5
アス処理		65	44.5	65	44.5	65	44.5	65	44.5

※性状値は既往の調査を参考に仮に定めたものである。

key words：アスファルト舗装，縦表面ひびわれ，劣化，表面引張りひずみ，舗装体温度

連絡先：〒182-0036 東京都調布市飛田給2-19-1，TEL：0424-83-0541，FAX：0424-87-8796

4. 解析結果

4-1 舗装表面の引張りひずみ

姫野³⁾は舗装表面の疲労ダメージが最大になるのは、舗装温度が最も高くなる夏の日中であるとしている。そこで、図-2の14時における温度を用いて、どの水平方向位置で引張りひずみが最大になるかを調べた。結果は図-3に示すとおりであり、舗装表面においては、いずれの年時においても荷重端部15.81cmで最大引張りひずみが生じる。また、経年的に劣化が進行するのにともなって引張りひずみが小さくなることがわかった。

4-2 舗装表面のダメージ

表層全体のスティフネスを $Smix$ として式(1)、(2)により、荷重端部15.81cmにおける各年時の疲労ダメージを時刻毎に算出した結果を図-4に示す。本図からは、経時的に劣化が進行するほど、疲労ダメージは減少することが読み取れ、劣化した舗装ほど表面に縦ひびわれが発生しやすいとする既往の研究とは異なった傾向となっている。

そこで、この原因究明のために、図-5に示すように、舗装表面付近と表層全体のスティフネスを対比してみた。この図より、1年時と3年時の表層全体のスティフネスには大差がないものの、舗装表面でみると、3年時のスティフネスは1年時に比べ著しく大きくなっていることがわかる。この点に注目し、舗装表面のスティフネスを $Smix$ として再度疲労ダメージを計算した。結果は図-6のとおりであり、舗装体温度の高い14時付近では、舗装表面の劣化が著しい3年時および6年時の方が1年時よりも疲労ダメージが大きいという結果が得られた。

4-3 アスファルトの軟化点とひびわれの再癒着

西澤¹⁾が指摘しているように、高温時には圧縮応力によりひびわれ面が再癒着することが予想される。表-1の軟化点と図-2の舗装表面温度を比べると、1年時の場合には、表面温度が軟化点を上回っているため、再癒着が起こる可能性が高い。一方、3年時以降では、逆に表面温度よりも軟化点の方が高くなっているため、ひびわれ面が再癒着するとは考えにくく、ひびわれが顕在化する可能性が高い。

5. まとめ

①表層内部よりも表面（0～5mm深さ）の劣化が著しい時期（3年時～6年時）においては、施工直後に比べ舗装表面に生じるひずみが小さいにも関わらず、疲労ダメージは大きくなる。

②環境条件等によっては3年程度で、舗装表面のアスファルトの軟化点が最高路面温度を上回るため、疲労ダメージが増大するとともに、ひびわれ面での再癒着も期待できなくなり、ひびわれが顕在化する可能性がある。

6. おわりに

今回は、単輪荷重により舗装表面に生じる引張りひずみとアスファルトの劣化とを関連付けて発生するダメージを計算した。今後は、得られた知見を基に輪荷重の横断方向分布を考慮した解析へと発展させたいと考えている。

＜参考文献＞ 1) 例えば、西澤辰男、松野三朗：アスファルト舗装の車輪走行位置に生じる縦表面ひびわれについて、土木学会論文集，No.478，V-21，pp.71～81，1993年11月；2) 阿部洋一，古財武久：滑走路舗装の経年変化と材料特性，石油学会誌，Vol.28，No.6，pp.445～454，1985年；3) 姫野賢治，渡辺隆，丸山暉彦：アスファルト舗装の疲労寿命予測システムに関する研究，土木学会論文集，第378号，V-6，pp.269～278，1987年2月

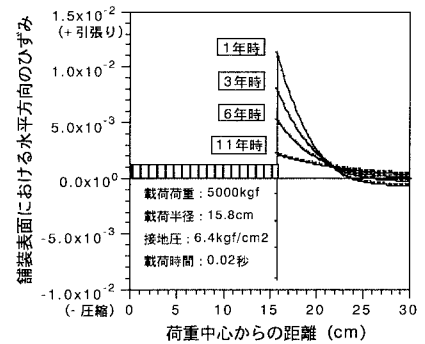


図-3 舗装表面に生じるひずみ（14時）

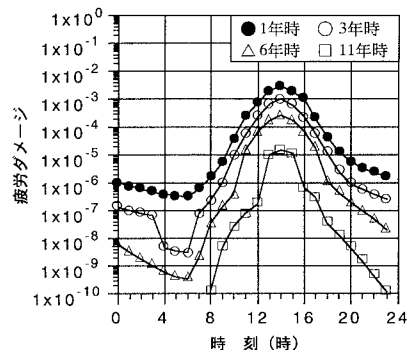


図-4 舗装表面のダメージ（ $Smix$:表層全体）

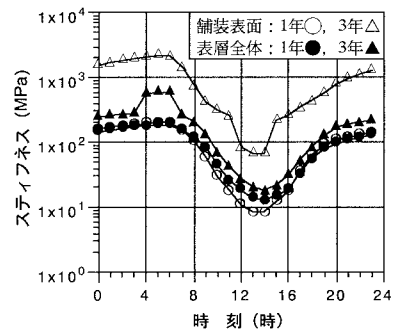


図-5 舗装表面と表層全体のスティフネス

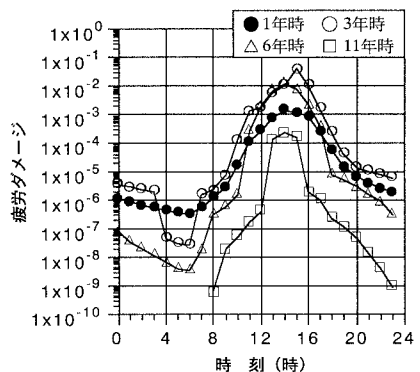


図-6 舗装表面のダメージ（ $Smix$:舗装表面）