

V-20

路床変形を考慮したわだち掘れ予測に関する一考察

鹿島道路技術研究所 正会員 金井利浩
同 上 正会員 東 滋夫
同 上 正会員 林 信也

1. はじめに

アスファルト舗装に生じるわだち掘れは維持修繕の主原因となっており、公共事業費の削減が叫ばれる昨今、その原因の究明ならびに予測手法の必要性が一段と高まっている。本報は、アスファルト混合物層のわだち掘れ予測に関する牛尾の研究成果¹⁾に路床の塑性変形予測モデルを付加することにより、わだち掘れの予測精度が向上したこと、および本モデルにより得られた路床支持力とわだち掘れ量の関係について報告するものである。

2. わだち掘れ予測モデル

2-1 牛尾の方法（アスファルト混合物層の変形）

アスファルト混合物層のわだち掘れ予測の計算は、多層弾性理論による構造解析（変位量の計算）とクリープによる変形係数を求める2つの過程からなる。手法の詳細については参考文献1)に譲り、ここでは式(1)によりアスファルト混合物層の変形量 ΔH を算出する方法を概説する。

$$\Delta H = \frac{S_{mix,D}}{S_{mix,\eta}} \times \delta \quad \dots\dots\dots (1)$$

①表-1に示す短時間載荷におけるアスファルト混合物のスティフネス $S_{mix,D}$ を材料定数として多層弾性解析を行い、アスファルト混合物層の圧縮変形量 δ （上面変位－下面変位）を求める。なお、その際には、輪荷重の横断方向軌跡分布を考慮し、累積載荷法を用いて9つに配分した荷重を作用させる。

②交通荷重の総載荷時間を、標準輪荷重（5t）の載荷回数、標準温度（ここでは、22.5℃）における舗装体の温度履歴換算係数および1回の載荷時間（0.02秒）の3者の積として算出する。

③②で求めた総載荷時間と標準温度の条件下における使用したアスファルト単体のスティフネス S_{bit} から、実験式により長時間載荷におけるアスファルト混合物のスティフネス $S_{mix,\eta}$ を求める。

④①～③で述べた δ 、 $S_{mix,D}$ および $S_{mix,\eta}$ を式(1)に代入し、 ΔH を算出する。

2-2 路床の塑性変形予測モデル

アスファルト混合物以外に路盤と路床の両方の塑性変形が考えられるが、各国の舗装設計法には路床上面での圧縮ひずみに着目し、路床変形を考慮したものが多い。本法でも、路盤の変形はないものと仮定し、以下の方法で路床の塑性変形量を算出することとした。

①まず、Shell設計法²⁾における路床の破壊規準式を変形して、路床上面の累積ひずみを式(2)で表わせるものとし、また、路床のスティフネスは、近似的に路床上面の圧縮応力を圧縮ひずみで除したものに等しいとした。

②次に、アスファルト混合物層と同様の考え方（式(1)）で、路床上面の塑性変形量が与えられると考え、①の条件から最終的に式(3)を得る。

表-1 計算に用いたデータ¹⁾

	名称	T-1	T13-2	T-10	T-11	T-12
層厚 (cm)	アスファルト表層	4	4	4		4
	アスファルト基層	6	7	14		6
	アスファルト安定処理	18	22	—		14
	粒調砕石路盤	—	—	20		—
	セメント安定処理路盤	17	17	—		—
	切込み砕石路盤	—	—	17		23
	路床	460	2430	1330	2080	1390
スティフネス (kgf/cm ²)	アスファルト表層	18600				
	アスファルト基層	18600				
	アスファルト安定処理	27500	—	—	—	27500
	粒調砕石路盤	—	—	15400	14000	—
	セメント安定処理路盤	7500	10000	—	—	—
	切込み砕石路盤	—	—	9300	4400	7700
	路床	460	2430	1330	2080	1390

ポアソン比：全層とも0.35とした。
骨材容積：表基層：0.845、アスファルト安定処理：0.865
アスファルト性状：針入度：62、軟化点：49.5

$$\varepsilon_{sum} = \varepsilon_{int} \times N^{0.25} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\Delta H_{sg} = \frac{S_{sg,D}}{S_{sg,S}} \times d = \frac{\sigma / \varepsilon_{int}}{\sigma / \varepsilon_{sum}} \times d = d \times N^{0.25} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに、

N：載荷回数

ε_{int} ：短時間載荷による路床上面の圧縮ひずみ

ε_{sum} ：長時間載荷による路床上面の累積圧縮ひずみ

ΔH_{sg} ：路床の塑性変形量

$S_{sg,D}$ ：短時間載荷における路床のスティフネス

$S_{sg,S}$ ：長時間載荷における路床のスティフネス

d：短時間載荷における路床上面の圧縮変形量

key words：アスファルト舗装、わだち掘れ、路床、圧縮ひずみ、多層弾性理論

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

3. わだち掘れ予測結果

表-1のデータに関して、牛尾の方法によりアスファルト混合物層（表基層およびアスファルト安定処理層）のみのわだち掘れ予測を行った結果を図-1に示す。なお、アスファルトの針入度：62，軟化点：49.5℃とした以外は、参考文献1)の計算例と同様の計算条件とした。

図-1より、牛尾が指摘しているとおり、路盤にセメント安定処理層を用いているT-1とT-13-2については予測値と実測値が比較的良好に一致しているが、その他の粒状路盤を有する断面については、わだち掘れ量が大きくなるにせいで、実測値と予測値の差が大きくなっており、路床などの変形が無視できなくなっていることがわかる。

そこで、粒状路盤断面（T-10、T-11、T-12）についてのみ、アスファルト混合物層の変形量に本モデルにより求めた路床の変形量を加えたところ、図-2に示す関係が得られ、予測値と実測値はよく一致した。このように、粒状路盤を有する舗装については、わだち掘れ予測時に路床の変形も加味した本モデルのような検討が必要であると考えられる。

4. 本予測モデルのD交通断面への適用

アスファルト舗装要綱付録-4³⁾のD交通断面（粒状路盤断面；設計CBR=6）に関して路床変形も考慮した本モデルにより、設計CBRを3，4，6，8および12と変化させてわだち掘れ量（アスファルト混合物層+路床）を予測した。なお、計算条件は表-2に示すとおりとした。

結果は図-3に示すとおりであり、設計CBRの増大にともない、わだち掘れ量は小さくなる傾向にある。しかし、設計CBR=6の断面では、D交通の5t換算設計輪数（3500万輪）載荷時のわだち掘れ量は約32mm（うちアスファルト混合物層の変形量は約10mm）と予測され、その時点でのわだち掘れ量を $MCI_2=5$ となる24mm以下に抑えるには、アスファルト混合物層の耐流動性を向上させる、または、設計CBRを設計値である6よりも大きくするなどの対策が必要と思われる。

わだち掘れに起因した補修が頻発している現状をみても、今回の結果より、アスファルト混合物の品質改善はもとより路床構築の意義も再認識する必要があると考えられる。

5. まとめ

①アスファルト混合物層の変形に加え、路床の塑性変形を考慮したわだち掘れ予測モデルを考案し、粒状路盤を有する舗装に適用した結果、予測値と実測値はよく一致した。

②標準的なD交通断面についてわだち掘れ予測を行った結果、耐わだち掘れ対策としての路床構築の有効性が確認された。

6. おわりに

本予測手法は、アスファルト混合物層および路床の鉛直方向の変形のみを考慮したものであり、舗装表面の隆起を伴う側方流動の変形現象を説明することはできない。また、A交通断面のように表層の厚さが薄い場合のわだち掘れ予測では、路盤の変形も考慮する必要があると思われ、今後これらの問題についてさらに検討していきたいと考えている。

謝辞：本研究の成果をまとめるにあたり、貴重なご助言をいただいた日東石油（株）牛尾俊介氏に感謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 牛尾俊介：アスファルト舗装のわだち掘れ予測方法に関する研究，土木学会論文報告集，第323号，pp.151～163，1982年7月，
- 2) A.I.M.Claessen, et al. : Asphalt pavement design-shell method, 4th International Conference on the Structural Design of Asphalt Pavements, Michigan, pp.39-74, 1977，
- 3) (社)日本道路協会：アスファルト舗装要綱，p.302，平成4年12月

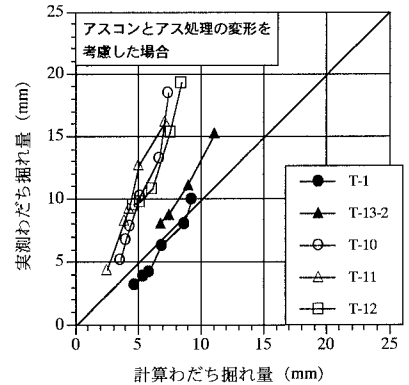


図-1 アスファルト混合物層のわだち掘れ量

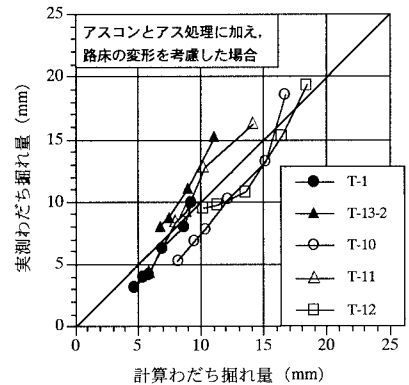


図-2 路床変形も考慮したわだち掘れ量

表-2 計算条件（D交通断面）

項目	表基層	アス安定処理路盤	上層路盤	下層路盤	路床
スティフネス (kgf/cm ²)	30000	32000	4000	1500	300～1200 (100CBR)
層厚 (cm)	15	10	15	35	—
ポアソン比	全層とも0.35とした。				
骨材容積	表基層：0.845，アス安定処理路盤：0.865				
アス性状	針入度：40，軟化点：54℃				
荷重、温度	参考文献1)に同じ				

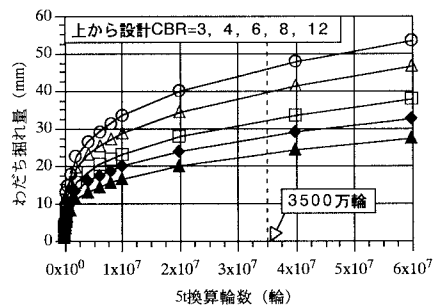


図-3 D交通断面のわだち掘れ予測結果