

東京工業大学 学生員 寺 本 哲
東京工業大学 正 員 渡 辺 隆
東京工業大学 学生員 大久保 高秀

1. まえがき

近年、交通量の増大と車輛の大型化にともないアスファルト舗装のわだち堀れが問題となっている。わが国ではわだち堀れのほとんどがアスファルト層内で生じているといわれている。わだち堀れは永久変形量（凹部）と側方隆起量（凸部）から形成され、ここでは永久変形量に着目して研究を行なった。

アスファルト混合物の永久変形量の予測には研究手法として一般にクリープ試験またはくり返し3軸試験が用いられている。これまでクリープ試験による永久歪にもとづいた予測法を検討してきたが、主に荷重条件、拘束条件の相違が原因して良好な予測結果は得られなかった。そこで、供試体が拘束され動的な荷重条件を与えられるホイールトラッキング試験を研究手法として用いることが適切であると考えに至った。

本文は、ホイールトラッキング試験による永久変形量予測法の概要とその妥当性について述べたものであり、妥当性の検討には日本道路公団の実施した回転式舗装試験による永久変形量測定値¹⁾を用いた。

2. 永久変形量予測法

図-1は永久変形量予測法のフローを示したものである。ここでアスファルト層の永久変形量は(1)式により算定した。

$$\Delta R = \frac{E}{S_{mix}} \cdot \delta \quad (1)$$

$$\left(= \frac{1/S_{mix}}{1/E} \cdot \delta = \frac{E_{per}}{E_{elastic}} \cdot \delta \right)$$

E; アスファルト層の弾性係数

δ; アスファルト層の弾性圧縮量

S_{mix}; アスファルト混合物の永久変形に対応するスティフネス

E_{per}; 永久歪

E_{elastic}; 弾性歪

この(1)式は多層弾性理論にもとづく弾性計算により算出されるアスファルト層の弾性圧縮量に、このアスファルト層で生ずる弾性歪に対する永久歪の割合を乗ずることにより永久変形量を算定する式であり、Van de Looら²⁾の考え方にもとづくものである。

E_{per}に対応するアスファルト混合物のスティフネスS_{mix}は、ホイールトラッキング試験で測定される永久変形量rを用い(1)を変形した(2)式から求めた。

$$S_{mix} = \frac{\delta}{r} \cdot E \quad (2)$$

δ; ホイールトラッキング試験の条件における弾性圧縮量

E; 供試体の弾性係数

r; 永久変形量

ここではこのS_{mix}を、アスファルトのスティフネスの粘性成分S_{bitv}の関数として表現した。このような表われ方をすることにより、ホイールトラッキング試験結果が応力、温度、アスファルト特性の条件が異なってもほぼ1本の曲線で示されることを確認した。

予測にあたってはアスファルトの特性、温度T、載荷時間t_w、車輪通過回数NからS_{bitv}を算出し、あらかじめ求められたS_{mix} ~ S_{bitv}曲線からS_{bitv}に対応するS_{mix}の値を求め、(1)式に代入することによって永久変形量を算定した。

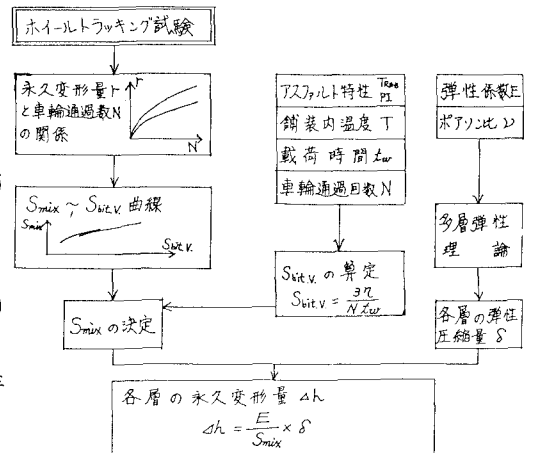


図-1 永久変形量予測のフロー

アスファルト層内平均温度

表層 35.2℃
アスベース 34.0℃

車輪走行条件

輪荷重 1000 Kg
接地圧 60 kg/cm²
走行速度 40 km/h
載荷時間 0.013 Sec

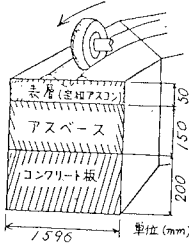


図-2 回転式舗装試験概要

表 層 材					アスベース (粗度:公団工)			
No.	粒度タイプ	アスファルト量 (%)	空隙率 (%)	弾性係数E(kg/cm ²)	アスファルト量 (%)	空隙率 (%)	弾性係数E(kg/cm ²)	
1	ID 40	1	5.7	3.9	6.000	4.0	9.2	2.000
2	ID 40	2	5.7	3.9	5.000	4.0	7.0	2.000
3	ID 45	1	6.2	3.6	6.000	4.0	9.9	2.000
4	ID 45	2	6.2	3.6	5.000	4.0	7.4	2.000
5	ID 50	3	6.5	3.5	3.500	4.0	8.1	2.000
6	II-D 45	3	5.8	3.1	3.500	4.0	6.6	2.000
7	II-G 50	3	6.3	3.5	3.500	4.0	8.3	2.000
8	II-D 50	3	6.3	3.8	3.500	4.0	9.5	2.000
9	II-G 40	2	5.7	3.3	3.500	4.0	7.1	2.000
10	II-G 50	3	6.2	3.6	3.500	4.0	9.2	2.000

アスベース No.	1	2	3
比値	1.037	1.037	1.029
P ₁₀₀	51	68	87
T ₁₀₀	51.0	47.5	46.5
PI	-0.9	-1.1	-0.7

アスベースは、アスファルト No. 2 を用いた。

表-1 アスファルト混合物の諸特性

(*) I: 温湿地タイプ D: 寒地タイプ
E: 寒湿地タイプ G: 寒地タイプ
数値は、2.5mm 通過量 (%)

3. 予測法の妥当性の検討

上記の永久変形量予測法を回転式舗装試験結果 (日本道路公団) に対し適用し、その妥当性を検討した。回転式舗装試験の概要は図-2 に示す。このデータを用いたのは次のような理由による。

- ① 供試体はコンクリート板上に設けられたアスファルト層で構成され、永久変形がアスファルト層のみで生じていると考えられること
- ② 永久変形量と車輪通過回数の関係が得られていること
- ③ コントロールされた荷重および温度条件下の試験であること
- ④ 各表層混合物のホイールトラッキング試験結果 (60℃, 6.4 kg/cm²) が得られていること

表-1 には10種の表層混合物およびアスベースのアスファルト量、空隙率、(1)式で用いるEの値を示した。

図-3 は10種の表層混合物とアスベースのホイールトラッキング試験結果を $S_{mix} \sim S_{bitv}$ の関係で示したものである。図中の破線は、筆者らが得た広範囲にわたる $S_{mix} \sim S_{bitv}$ 曲線の形状を利用し、外そうした部分である。

表-1, 図2, 3のデータを用いて予測した結果の一例を図-4 に示す。図-5 は予測値と測定値とを対比させて示したものである。これらの図からわかるように、永久変形量の増加は予測値と測定値で同様の傾向を示し、また、予測値は測定値の1/2 ~ 2倍の範囲にあり、この予測法がほぼ妥当であったと考えることができる。

4. あとがき

ホイールトラッキング試験による永久変形量予測法の概要とその妥当性を示してきたが、この予測法を実際の舗装に適用していく上で問題となる環境条件、交通条件の影響について現在検討中である。最後に貴重な試験データを提供して下さいた日本道路公団舗装試験室川島義昭室長に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 日本道路公団試験所; アスファルト混合物の変形および摩耗特性に関する試験, 昭和52年度試験所報告, 昭和53年12月
- 2) P.J. Van de Loo 他; The Correlation of Rutting and Creep Tests on Asphalt Mixes, Journal of the Institute of Petroleum, Paper IP74-001, 1974.

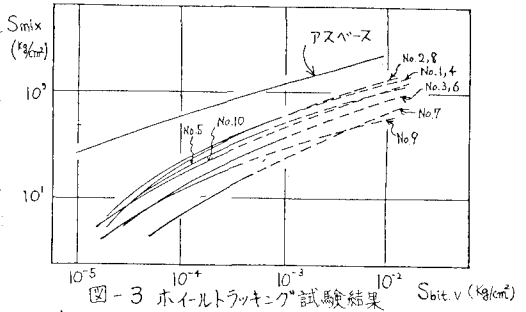


図-3 ホイールトラッキング試験結果

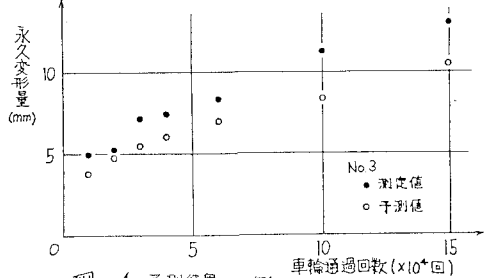


図-4 予測結果の一例

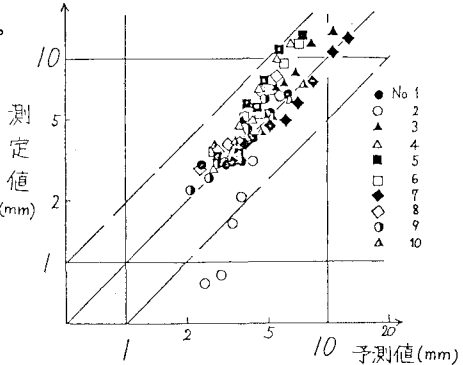


図-5 永久変形量予測結果