

ホイールトラッキング疲労試験によるアスファルト混合物の耐久性評価 (その2)

ー 高温時における層間すべりの定量化に関する一検討 ー

鹿島道路(株)技術研究所 正 ○金井 利浩、同 正 横田 慎也
 同 上 正 神谷 和明、同 正 武蔵 俊行
 東京電機大学 理工学部 フェロー 松井 邦人

1. はじめに

アスファルト混合物層の耐久性は、混合物自体の強度特性のみならず、施工後の層間の付着性にも大きく左右される。昨今、橋面舗装において局部流動が散見されるが、アスファルト混合物下面のはく離等によって混合物層と床版の付着が、確保できなくなっているケースが多い。一方、多層弾性プログラム GAMES¹⁾によれば、層間の付着の程度を表す層間すべり率を適宜設定することにより、層間のすべりが舗装応答に及ぼす影響を定量的に知ることができる。しかし、実際の層間のすべりの程度を GAMES の層間すべり率によってどのように表せばよいのか、という疑問に答える検討は十分になされていないのが現状である。そこで、本研究では、表面のすべりやすさを変化させた底板上でホイールトラッキング疲労試験（以下、WT 疲労試験）を行い、混合物と底板間の静止摩擦係数と GAMES の層間すべり率の関連性について調べたので、以下に報告する。

2. WT 疲労試験の方法および条件

2-1 試験の概要

WT 疲労試験とは、従来のホイールトラッキング試験（以下、WT 試験）用試験機を用いて混合物に繰り返し载荷を行い、破壊に至るまでの载荷回数と変形量を測定するものである。輪荷重条件は WT 試験と同様であるが、アスファルト混合物（以下、混合物）の設置方法は図-1 に示すとおりであり、混合物が側方に自由に変形できるよう左右の型枠を撤去するとともに、路盤紙を底板上に敷設するなどして、供試体（混合物）と底板間の静止摩擦係数 α を適宜調整したうえで試験を行うものである。

当該試験においては、载荷回数の増加にともない永久変形量も増加していくが、ある時点から永久変形量が急増し、短時間のうちに破壊に至る。本研究では、急増するまえの曲線の接線と急増過程での曲線の接線の交点から破壊回数 N_f を求めることとした²⁾。

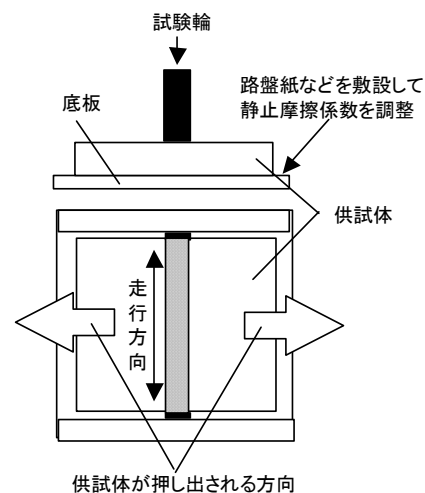


図-1 WT 疲労試験装置の概要

2-2 試験条件

本検討における試験条件は以下のとおりである。

- ① 供試体寸法：幅 30cm×長さ 29cm×厚さ 5cm
- ② 混合物の種類：密粒度混合物（13）（ストアス 60/80）
- ③ 試験温度と静止摩擦係数：表-1 を参照されたい。

表-1 試験温度と静止摩擦係数

静止摩擦係数 (20℃で測定)		路盤紙敷設	再生紙敷設	底板(紙なし)	コンクリート平板 (紙なし)
		0.08	0.21	0.42	0.67
温度 (℃)	60	○	○	○	○
	50	○	○	○	○

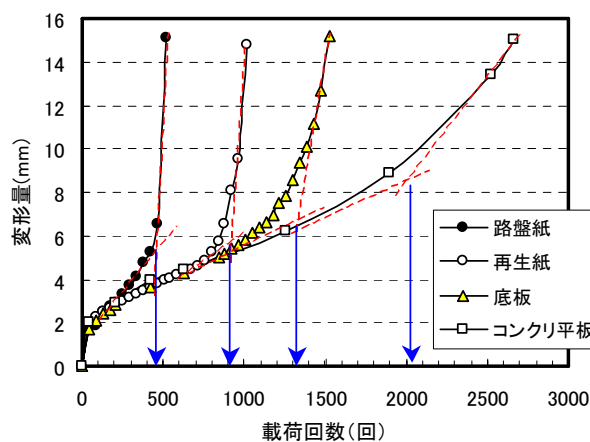


図-2 WT 疲労試験結果(60℃)

3. 試験結果

代表として試験温度 60℃で実施した試験の結果を図-2 に、また破壊回数 N_f を温度毎に静止摩擦係数 α で整

キーワード アスファルト舗装, 層間すべり, 静止摩擦係数, GAMES, ホイールトラッキング疲労試験

連絡先

〒182-0036 東京都調布市飛田給 2-19-1 TEL 042-483-0541 FAX 042-487-8796

理したものを図-3 に示す。図-3 をみると、いずれの温度においても静止摩擦係数 α が大きいほど破壊回数は増加する傾向にある。また、高温時の方が混合物が変形しやすく、少ない载荷回数で破壊に至っていることが明確に見て取れる。

4. 層間すべりに関する検討

4-1 破壊回数の予測式

試験温度毎の混合物のスティフネスを牛尾の方法³⁾により推定し、混合物下面に生じる応力、ひずみを GAMES により算出した(界面：完全に粗)。その結果、温度によって荷重直下の混合物下面の鉛直ひずみ ε_z が著しく変化することが判明したため、 $\varepsilon_z(\mu)$ と静止摩擦係数 α を説明変数、破壊回数 N_f を目的変数として重回帰分析を行ったところ、式(1)を得た。なお、混合物のスティフネスおよび ε_z の算出には表-2 の条件を用いた。

$$N_f = 10^{11.980} \times (\varepsilon_z^{-2.363} \times \alpha^{0.6351}) \quad (r^2 = 0.99) \quad \dots (1)$$

4-2 層間すべり率 β と荷重直下の鉛直ひずみ ε_z の関係

GAMES の層間すべり率 β を静止摩擦係数 α と関連付けるため、 β を変化させたとき、前節で重回帰分析の説明変数として用いた荷重直下の混合物下面における鉛直ひずみ ε_z がどのように変化するかを調べた。混合物のスティフネスによりひずみの大きさ自体は変化するものの、層間すべり率 β が 0 の場合、すなわち、層間が完全に粗のときの鉛直ひずみ ε_z を基準(1.0)として各層間すべり率 β におけるひずみの比を算出すると、スティフネスにかかわらず図-4 (式(2)) に示す一義的な関係が見いだせた。

4-3 静止摩擦係数 α と層間すべり率 β の関係

式(1)において静止摩擦係数 α によってひずみが変わると考え、鉛直ひずみ ε_z の指数(-2.363)で右辺の括弧を括り直せば $\alpha^{-0.263} (= \alpha^{0.6225/-2.363})$ をひずみの比とみなすことができる。これを、図-4 の式(2)の右辺と等しいとおけば、 α と β の関係は式(3) (ただし、 $0.0 \leq \beta \leq 0.99$) のように表せる。

$$\beta = -0.384 \times \ln(\alpha) \quad \dots (3)$$

式(3)により、今回試験を実施した各静止摩擦係数を GAMES における層間すべり率に換算すると、表-3 のようになる。

5. おわりに

今回の結論は、高温時(50 および 60℃) における WT 疲労試験結果に基づいて得られたものであり、その利用にあたっては適用条件等に十分注意する必要がある。今後は、さらに一般性を高めるべく、より広範囲な条件下において検討を重ねていく予定である。

【参考文献】 1)土木学会：多層弾性理論による舗装構造解析入門-GAMES(General Analysis of Multi-layered Elastic System)を利用して、舗装工学ライブラリー 3、丸善、2005.4、2)横田慎也、金井利浩、武蔵俊行、牛越裕幸、下里哲弘：ホイールトラッキング疲労試験によるアスファルト混合物の耐久性評価(その1)、土木学会第 62 回年次学術講演会、V 部門、2007.9、3)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、1982.7

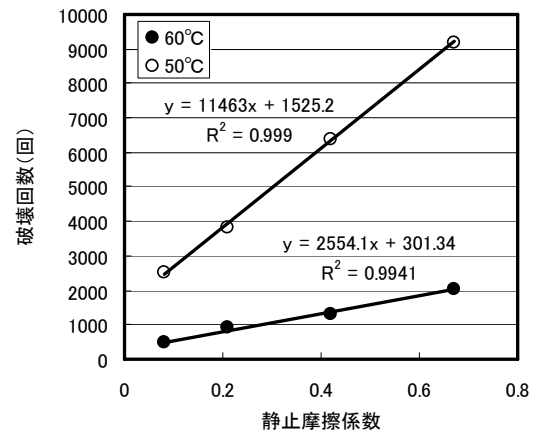


図-3 試験結果(破壊回数 N_f)

表-2 各種計算条件

分類	対象	項目	単位	値	
材料特性	混合物	針入度	1/10mm	49	
		軟化点	℃	50	
		空隙率	%	3.9	
		載荷時間	s	0.14	
		スティフネス	60℃	MPa	23.3
			50℃	MPa	44.9
	ポアソン比	-	0.35		
底板	スティフネス	MPa	200000		
	ポアソン比	-	0.2		
舗装応答	荷重	載荷半径	cm	1.78	
		載荷荷重	kN	686	
	応答	鉛直ひずみ	60℃	μ	4336
			50℃	μ	2253

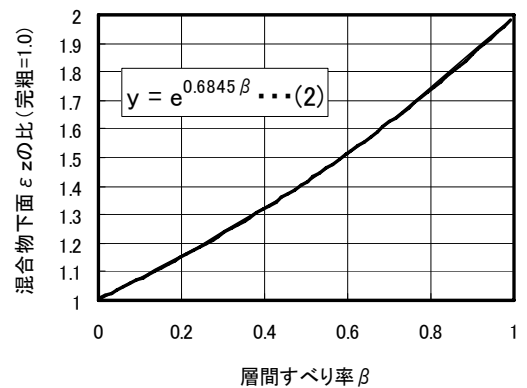


図-4 層間すべり率 β と鉛直ひずみ比の関係

表-3 静止摩擦係数 α と層間すべり率 β の関係

静止摩擦係数 α (20℃で測定)	路盤紙敷設	再生紙敷設	底板(紙なし)	コンクリート平板(紙なし)
	0.08	0.21	0.42	0.67
層間すべり率 β (GAMES)	0.97	0.60	0.33	0.15