

1. まえがき

道路舗装面上の任意の一点を考えたとき、その上を通過する車輪数はどの程度であるか？ この質問は、疲労にもとづくクラック、塑性変形によるわだち振れ、スパイクタイヤ・タイヤチェーンによる摩耗などの現象が一車線内の特定の場所に生じていることから、車輪通過位置分布と密接に関連している。

舗装構造厚の設計および舗装の寿命予測に関しては等価換算標準軸荷重の統計を、また塑性変形によるわだち振れ、摩耗によるわだち振れに関しては、大型交通量（もしくは全交通量）を対象としている例が多いが、これら舗装の破壊現象は車輪通過部のみに見られる。したがって、車輪通過位置分布ならびにその集中度と把握することは、舗装のこれらの使用性の低下を予測するに非常に有用なことになるものと思われる。

本研究においては、ビデオレグシステムを用い、道路舗装上を走行する車輛の車輪通過位置を録画し、車輪通過位置分布ならびにその集中度について解析を試み、舗装の疲労、塑性変形・摩耗によるわだち振れなどにかかる影響を与えるかについて論じている。

2. 測定および解析

ビデオカメラを測定対象車線の中に相当する横断歩道橋上に設置し、車線の両端に示標を置き、この示標が画面下部両端に入るようにズームレンズを調整し、走行車輛500台の走行パターンを収録する。ビデオ再生装置を利用レディスプレイ上の示標間にスケールをあて、側線から左側前車輪までの距離を読みとると同時に車種も記録する。

各車種ごとにタイヤ中、前後トレッド、複輪についてはタイヤ中心間距離などのデータをパーソナルコンピュータに記憶させておき、側線から左側前車輪までの距離と付号化した車種を入力することにより、左側前後輪・右側前後輪のタイヤ中心の通過位置を計算させたが、一般的には国産自動車の諸元は表1に示されているように6種程度に分類することができよう。

車輛の車輪通過位置分布は、図1に示されているように正規分布とはならず、対数正規分布に従うことはすでに示されている。^{1), 2)}

変数 X が3変数の対数正規分布に従うとすれば $Y = \ln(X - a)$ で示される Y が、 $N(\mu_Y, \sigma_Y^2)$ の正規分布に従うと X の密度関数は(1)式で示される。 X の平均値(μ_X)、分散(σ_X^2)、歪度(γ_X)の内係式は(2)~(4)式で示され、 μ_X , σ_X , γ_X の各々を標本値で置換之積率法により μ_Y , σ_Y , a を推定した。

表1 国産自動車の諸元

		Width of tire (cm)	Front tread (cm)	Rear tread (cm)	Space between twin wheel (cm)	Gross weight (ton)	Tire configuration
Passenger car	Compact car	15.5	140	138	-	1.5	
	Light delivery truck	16.5	140	136	-	2.5	
		16.5	140	136	20.0	4.5	
Commercial vehicle	Truck	19.0	170	163	27.0	8.0	
	Truck	25.4	200	186	32.4	20.0	
	Semi-trailer	25.4	200	186	32.4	30~60	

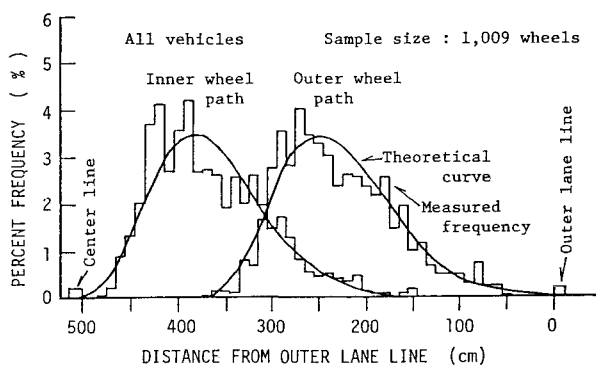


図1 車輪通過位置分布の一例

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \cdot (x-a) \cdot \sigma_y} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(x-a) - \mu_y}{\sigma_y}\right)^2\right] \quad (1)$$

$$\mu_x = a + \epsilon \cdot \phi^{1/2} \quad (2)$$

$$\sigma_x = \epsilon \{ \phi(\phi-1) \}^{1/2} \quad (3)$$

$$\gamma_x = (\phi+2) \cdot (\phi-1)^{1/2} \quad (4)$$

$$\text{ここで, } \epsilon = \exp(\mu_y) \\ \phi = \exp(\sigma_y^2)$$

頻度分布は $N_x = f(x) \cdot \Delta x \cdot N$ (Δx : 区間, N : 標本数) で与えられる。

3. 車輪通過中および集中度

一車線の中員が 3.7m である 2 車線と 4 車線道路において、大型車輛の車輪通過位置分布を測定し、区間を 10cm としたときの頻度を図 2 に示した。図より大型車輛の車輪通過中 (信頼区間 95%) は、2 車線道路において約 1m、4 車線道路において約 1.2m であることが明らかとなった。また車線を横断方向に 10cm の区間に分割したとき、車輪の最大集中度は 13~15% であることも見出された。

4. 塑性変形によるわだち掘れ

図 3 に示すような条件下において、車輪通過箇所が同一の場合と、分布する場合とに分けて、牛尾の方法³⁾でわだち掘れ深さを推定した結果、車輪通過回数 10 万回において、全く同一箇所に作用したとき 11mm、対数正規分布に従って作用したとき 3mm となった。このように、車輪通過の集中度によってわだち掘れ深さは大きく変ることが明らかとなった。

5. 摩耗によるわだち掘れ

図 4 は国道 5 号線の張碓における一冬のスパイクタマによる摩耗形状と車輪通過位置分布 (区間 50m) とを対応させたものである。両者は非常に良い対応を示していることから、摩耗深さを推定するときには、交通量のみでなく、車輪の集中度と分布を考慮しなければならぬと言える。

6. 結論

大型車輛の車輪通過中は、一車線中員 3.7m において 1.1 ± 0.1 m 程度となり、その集中度も区間 10cm で最大頻度 13~15% であることが明らかとなった。このことは舗装の寿命予測ならびに塑性変形、摩耗によるわだち掘れなどの対策、又舗装の維持・補修にとって重要な情報となる。

参考文献

- 1) 笠原 憲, "舗装における車輛の走行軌跡分布に関する研究", 第 14 回日本道路会議論文集, 1981
- 2) A. Kasahara, "Wheel Path Distribution of Vehicles on Highway", International Symposium on BEARING CAPACITY OF ROADS AND AIRFIELDS, Proceedings, Vol.1, pp. 413-420, June 23-25, 1982, Torondheim, Norway
- 3) 牛尾 俊介, "アスファルト舗装のわだち掘れ予測に関する研究", 北海道大学学位論文, 1982

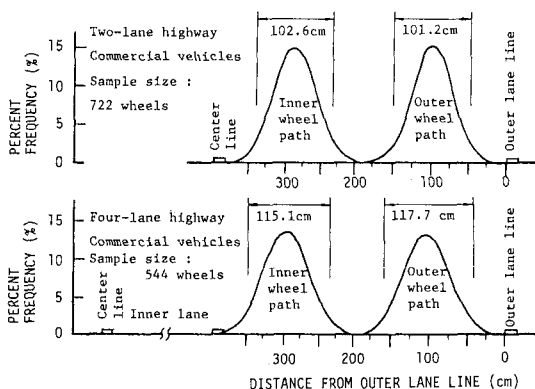


図2 車輪通過位置分布と車線数

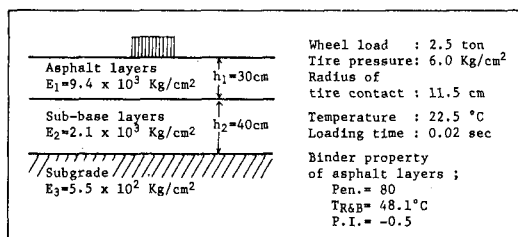


図3 わだち掘れ予測のための条件

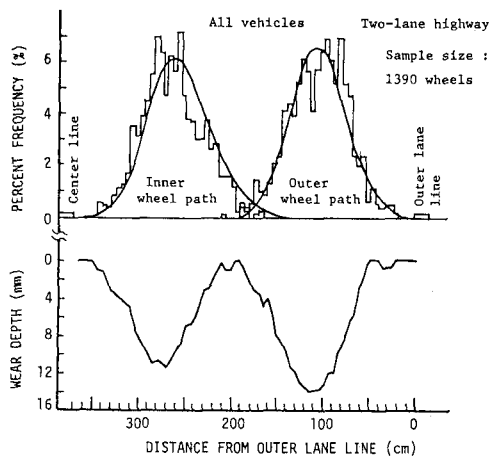


図4 車輪通過位置分布と摩耗形状