

V-25 アスファルト混合物の流動永久変形特性に関する研究

東京工業大学 正会員 ○姫野賢治

武蔵工業大学 正会員 渡辺 隆

1. 緒言

アスファルト舗装表面の車輪走行部分にしばしば発生するわだち掘れは、走行車面が車線を変更する時のハンドルのとられ、降雨時の水はねやハイドロプレーニング現象など、利用者の快適性、安全性について大きな問題を引き起す舗装の機能的な破壊形態の一つである。アスファルト混合物が流動して発生するわだち掘れ（以下「流動永久変形」と呼ぶ）の量を理論的に推定する一般的な手法は、実際には混合物の流動は3次元的に起こっているのに対し沈下量のみを対象にし、また、実現象は平面ひずみであるのに対し軸対称的な解析を行うなど、現象の捉え方に大きな問題を内包していると言われていることができるであろう。

本研究は、このような流動永久変形現象を理論的に解析し、その推定精度を高めるため、車輪走行模型実験を行ってアスファルト混合物内部の流動現象を詳細に観察し、従来理論的解析にしばしば用いられてきた軸対称問題による弾性解がこの実測流動現象をどの程度説明し得るかを明らかにすることを目的とした。

2. 車輪走行模型実験による流動永久変形量の測定

2.1. 実験材料

使用したバインダーは、ストレートアスファルト60/80であり、その性状は、Table 1に示すとおりである。また、使用骨材は砂岩系の碎石で、混合物の種類は密粒度アスファルト混合物(13)、アスファルト量は、マーシャル安定度試験より5.9%とした。

2.2. 変位の測定方法

断面内の変形は、計測用カメラ（Hasselblad MK70）を用い光学的な解析空中三角測量の原理により測定した。この手法は、供試体に接触せずに測定が可能で複数個の点の座標を同時に測定でき、また、基準点の座標の精度に応じて全体の測定精度も変わるという特徴を持っている（今回は水平方向で約0.1mm）。供試体は、30×30×10cmの直方体で、中央部を横断方向に切断し、断面を白色スプレーでペイントした後、測定点として縦横1cm間隔のメッシュをきった（Fig. 1）。

2.3. 車輪走行模型実験

車輪走行模型実験には通常のホイールトラッキング試験機を用いたが、車輪のゴムの剛性に起因するせん断力の影響が小さくなるように空気式タイヤを使用し、その接地圧は約0.35MPaと通常のソリッドタイヤの場合よりも小さく、荷重の総重量は、944Nと大きめに設定した。なお、供試体の温度は60℃としたため、中心部における1回の載荷時間は0.33秒となり、混合物中央部でのスティフネスは約4.9MPaと推定された。撮影は、車輪走行前と、走行開始後5分、10分、30分、60分間経過後にそれぞれ走行を中断して実施した。

3. 断面変位の測定結果

Fig. 2（……線部）は、横断面内における各測定点の動きを拡大して示したものである。これより、車輪走行部ではほぼ鉛直に変形しその量は深さとともに小さくなること、全体的に比較的大きな水平変位が認め

Table 1 Binder Properties

Penetration (at 25°C)	77
Softening Point	49.0°C
Penetration Index(PI)	-0.4
Specific Gravity	1.020

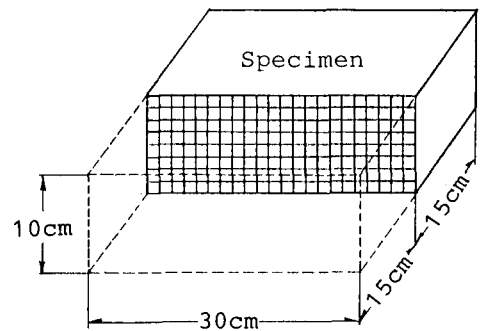


Fig.1 Specimen for Photographic Measurements

られることごと、さらに車輪非走行部では、変位は上向きになるがその量は小さく、全体的に体積減少を起している可能性のあることが明らかになった。

また、Fig. 3 は、横断面内の変形量測定結果から得られた断面積の変化を体積変化に置きかえ、百分率で示したものである。これによると、約10分後に体積は約1.4%減少しその後ほぼ一定となったことがわかる。

4. 弾性理論による解析

以下、上で実測した永久流動変形と理論的な弾性変形の特性を比較した。ただし、実測値は2倍、解析値は4倍して両者をほぼ同程度の値とした。

解析手法には有限要素法を用い、永久流動変形解析に一般的に用いられる軸対称条件のほかに実現象をより良く表していると考えられる平面ひずみ条件による解析もあわせて行った。結果は、各解析条件ごとに、変形図の比較 (Figs. 2, 4)、実測と計算の変位ベクトルの方向余弦の比較、同じく変位ベクトルの大きさの比の比較 (Table 2) として示した。

これより、全体を通して、車輪直下付近では実測値と比較的よく一致しているのに対し、車輪から遠ざかるにつれて両方向が異なってくるが、特に、軸対称条件の場合は水平変位がかなり小さく評価されていることがことがわかる。変位ベクトルの方向は解析条件によらずほぼ満足できるが、大きさの比については平面ひずみの場合の説明力の方がかなり強いと言える。

5. 結言

このように、粘弾性的性質を持ったアスファルト混合物の流動永久変形に対して弾性解析を行った場合、求められる変形はその方向、相対的変位量ともに平面ひずみ条件の方が良く一致することがわかった。今後は、時時刻刻変化する変形の絶対量を推定するためには Shell法などの粘性を考慮に入れた手法を援用する必要がある。また、載荷温度、接地圧、走行位置、一回の載荷時間、接地半径などの各種の条件が変化した場合の取扱についてはなお検討の余地がある。

なお、本研究は、文部省科研費の交付を受けた。

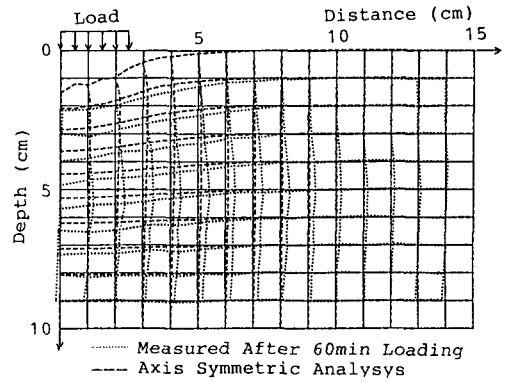


Fig.2 Comparison of Measured and Estimated Deformations (Axis Symmetric)

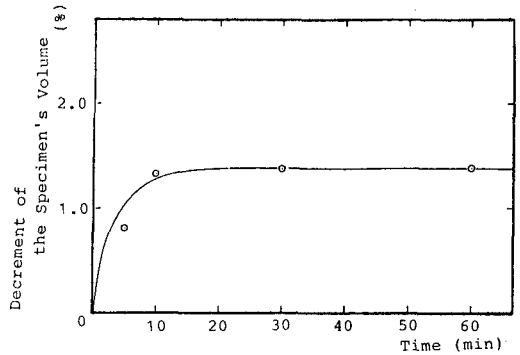


Fig.3 Decrement of Specimen Volume

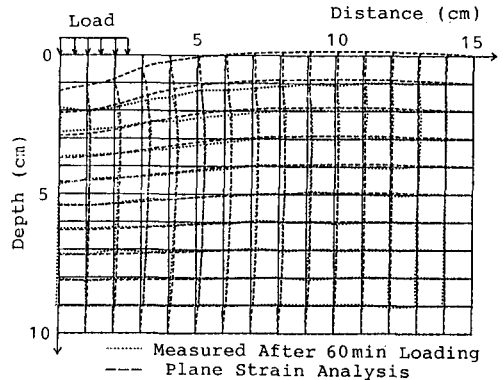


Fig.4 Comparison of Measured and Estimated Deformations (Plane Strain)

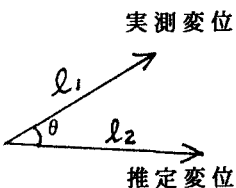


Table 2 Comparison of Various Deformations

車輪からの距離 (cm)		0	1	2	3	4	5
c o s θ	軸対称	0.81	0.81	0.90	0.98	0.98	0.98
	平面歪	0.81	0.79	0.91	0.98	0.95	0.89
l ₁ /l ₂ の 変動係数	軸対称	0.58	0.49	0.27	0.25	0.29	0.23
	平面歪	0.39	0.28	0.19	0.73	0.10	0.10