タイヤ接地条件および載荷速度がアスファルト混合物層のひずみに与える影響

(財)鉄道総合技術研究所 正会員 桃谷尚嗣 関根悦夫 東亜道路工業(株) 正会員 阿部長門 砂田良和

タイヤ

1. はじめに: アスファルト舗装の理論的設計方法では,一般的に多 層弾性解析によりアスファルト混合物層の基層下面および路床上面の ひずみを求め(図1),破壊規準式を適用して破壊回数を求めるため, 基層および路床のひずみを正しく推定する必要がある。ところが、 FWD で推定した弾性係数¹⁾を用いて多層弾性解析を行うと,大型車両 の低速走行時における基層のひずみを過小評価することがわかった。 その理由としては、タイヤ接地条件および載荷速度の影響が考えられ る²⁾。多層弾性解析では一般的にタイヤ接地圧を円形または楕円形の 等分布荷重に近似するが,実際にはタイヤ接地面の形状は四角形に近 いことに加え,接地面の圧力は完全には等分布ではないため^{2,3)},この ようなタイヤ接地条件が基層のひずみに影響を与えている可能性が考 えられる。また,低速走行時には FWD の場合と比較して載荷速度が 遅いことも,多層弾性解析において基層のひずみを過小評価する一因 となっていると考えられる。そこで,本研究ではタイヤ接地条件と載 荷速度が基層のひずみに与える影響を検討するため、ゴム載荷板を用 いた繰返し載荷試験を行い,多層弾性解析の結果と比較した。

2. 試験方法および解析方法: アスファルト舗装の試験舗装^{1),2)}にお いて,ゴム載荷板を用いた繰返し載荷試験を行った。ゴム載荷板はダ ンプトラックタイヤ(図2)および大型荷役機械のタイヤ(図3)の 接地面の形状を模擬した。ゴム載荷板の接地面は平坦としたが,大型 荷役機械タイヤの載荷版 B については,中央に 80 mm のスリットを入 れた。これは,複輪のタイヤ間やトレッドパターン等により,局所的 にタイヤが接地しない箇所がある場合を想定した条件である。

ダンプトラックタイヤの載荷板を用いたケースについては,走行試 験時と等しい輪荷重を載荷し,載荷周波数1Hz~10Hzで繰返し載荷を 行った。大型荷役機械タイヤの載荷板については,載荷板の設置位置 を左右方向(横断方向)に10 cm きざみで移動させ,ひずみゲージと の相対位置を変化させることで,詳細なひずみ分布を測定した。

これらの試験で得られた基層下面のひずみについて,GAMES⁴⁾によ る多層弾性解析の結果との比較を行った。多層弾性解析における弾性 係数は FWD の逆解析により得られた値を試験時の温度で補正した値 とした。荷重はゴム載荷板の面積と等しい円形等分布とした。一方, スリット入りの載荷板 B については,FEM 解析を行った。試験舗装の 構成と解析条件を表1に示す。なお,解析ではひずみゲージの埋設深 さ(表面から 8cm)のひずみを出力し,実測値と比較した。

アスファルト 混合物層 アスファルト混合物層下面の引張りひずみ 路般 (→アスファルト混合物層のひび割れの発生) ĵį - 路床 路床上面の圧縮ひずみ (→ 路床の変形による沈下) 図1 アスファルト舗装設計の考え方 走行方向 330 mm 外側タイヤ 内側タイヤ E 220 240 r 240 mm ひずみゲージ 図2 ダンプトラックのタイヤ接地面(複輪) を模擬したゴム載荷板 ゴム 鉄板 (厚さ100 mm) 500 mm 500 mm



33 天型何役機械のタイヤ接地面 (単輪)を模擬したゴム載荷板

表1 試験舗装の構成および解析条件

層	材料	厚さ	ポアソン	弾性係数
		(cm)	比	(MN/m²)
表基 層	アスファルト 混合物	10	0.35	7400-7000 (温度補正後)
路盤	粒度調整 砕石	55	0.40	280
路床	礫質砂	185	0.45	70
基盤	コンクリート	-	0.20	25000

キーワード:タイヤ,接地面,舗装,載荷速度

連絡先:〒185-8540 東京都国分寺市光町 2-8-38 (財)鉄道総合技術研究所 軌道・路盤 Tel 042-573-7276

3. 実験結果と解析結果: ダンプトラックタイヤの 載荷板を用いた繰返し載荷 における輪荷重と基層下面 のひずみ(走行方向)の関 係を図4に示す。走行試験 では接地面積の変化により ひずみは輪荷重に対して線 形には増加しなかったが²⁾, 接地面積が一定のゴム載荷 板では載荷荷重に対してひ ずみが線形に増加している ことがわかる。

基層下面のひずみ分布 (走行方向)を図5に示す。 ゴム載荷板による基層のひ ずみは載荷周波数の影響を 強く受け, 10 Hz の場合に 多層弾性解析の結果と整合





(大型荷役機械タイヤの載荷板 B)

性が高くなる。一方,走行試験の結果はゴム載荷板や多層弾性解析の結果よりもはるかに大きい。これは,空気 タイヤでは接地面中央部で接地圧が高いことが影響していると考えられる。すなわち,ゴム載荷板により実際に 等分布荷重を与え,速い速度で載荷した場合は FWD により推定した弾性係数を用いた多層弾性解析の結果と高 い整合性が得られるが,空気タイヤによる低速走行の条件ではひずみを過小評価してしまうことになる。

大型荷役機械タイヤのゴム載荷板による基層下面のひずみ分布(横断方向)を図6および図7に示す。載荷板 A について多層弾性解析の結果と比較したところ,トラックタイヤのゴム載荷板の場合と同様に,載荷周波数10 Hz の場合と高い整合性を示した。一方, 載荷板 B のようにスリットにより接地圧が作用しない箇所がある場合 には,スリット直下では引張ではなく圧縮ひずみが生じることがわかった。このような場合はひずみ分布を一つ の円形等分布荷重で求めることはできないので、複数の円を組み合わせるなどの方法によって実際のタイヤ接地 面に近い条件で荷重を与える必要がある。ここでは、 FEM 解析により実測値と比較的高い整合性を得ることが できたが,スリット直下の圧縮ひずみは実測値の方が明確であった。この原因として,真の接地圧分布,舗装お よび路床材料の非線形性,層間の境界条件等の影響が考えられるが,詳細には今後の検討が必要である。

載荷板 B を複輪のタイヤと考えた場合 , スリットはタイヤ中間部に相当し , タイヤの中間では基層下面に圧縮 ひずみが生じることを示している。一方,載荷板Bを一つのタイヤと考えた場合,幅の広いスリットの直下では 圧縮ひずみが生じることを示している。このことから,タイヤに最適な形状のスリットを入れることで基層のひ ずみを低減させ、アスファルト舗装の耐用年数を増加させることができる可能性があると考えられる。

4. まとめ: ゴム載荷板を用いた繰返し載荷試験の結果,基層のひずみはタイヤ接地条件および載荷速度の影響 を強く受けることがわかった。また,FWDにより推定した弾性係数を用いた解析を行った場合,ゴム載荷板によ って 10 Hz 程度の高い周波数で載荷した場合の結果と高い整合性を示すことがわかった。さらに,基層のひずみ は複輪やスリットなどによるタイヤ接地面の条件の影響を強く受けることがわかった。

<参考文献>

1) 真鍋和則 他: FWD 試験時におけるアスファルト舗装のひずみに関する検討, 土木学会第 61 回年次学術講演会, 2006.9

2) 上田稔 他: 大型車両の低速走行時におけるアスファルト混合物層のひずみに関する検討, 土木学会第 61 回年次学術講演会, 2006.9

3) 宇佐美裕次, 姫野賢治, 中村俊行: 自動車のタイヤ接地圧分布特性の測定に関する研究, 土木学会第50回年次学術講演会, 1995.9