

タイヤ接地面における接地長がアスファルト舗装の変形特性に与える影響

(財) 鉄道総合技術研究所 正会員 桃谷尚嗣 関根悦夫
中央大学 学生会員 守屋英海

1. はじめに： アスファルト舗装の設計では一般的に多層弾性解析を用いて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、破壊規準式を適用して破壊回数を求めている（図1）。多層弾性解析では通常、タイヤの接地面を円形または楕円形として近似するが、貨物コンテナヤード舗装に使用される大型荷役機械のタイヤ接地面の形状はほぼ四角形に近い。一方、荷役機械はコンテナを積載した状態と空車の状態では輪荷重が大きく変化し、タイヤの接地長も大きく変化することに加え、アスファルト舗装の厚さに対してタイヤの幅および走行方向の接地長が大きいことから、タイヤの接地長がアスファルト舗装の変形特性に与える影響が大きいと考えられる。本研究では模型実験および FEM 解析を行うことにより、タイヤの接地長がアスファルト舗装の変形特性に与える影響を検討した。

2. 実験方法および解析方法： 図2に模型実験に用いた舗装模型と載荷輪を示す。模型の縮尺は1/10とし、貨物コンテナヤードにおける荷役機械のタイヤ幅約50cm、表基層の厚さ10cmの場合を考慮して、載荷輪（ゴムタイヤ）の幅を5cmとし、舗装模型の厚さは表基層（CAモルタル）を1cm、路盤（セメント改良した砂質礫）を5cm、路床（礫質砂）を20cmとした。載荷輪にはエアシリンダーにより静的な荷重を与え、舗装模型上を速度2cm/secで走行させた¹⁾。走行方向のタイヤ接地長と載荷荷重の関係を図3に示す。接地面の形状はほぼ四角形であり、載荷荷重が小さいときは接地長が載荷輪の幅に対して小さいが、荷重を増加させると接地長と載荷輪の幅が同程度となる。模型実験では載荷輪の走行によって生じる基層下面のひずみ（走行方向に9点、横断方向に7点）を測定した。

模型実験におけるアスファルト舗装の変形特性を評価するためのFEM解析モデルを図4に示す。解析は3次元の静的な線形弾性解析とし、タイヤの接地長が基層下面および路床上面のひずみに与える影響について検討を行った。タイヤ接地面の形状は四角形とし、走行方向の接地長を変化させた。舗装模型の物性値は一軸圧縮試験および三軸圧縮試験の結果から求めた。また、載荷輪のタイヤのヤング率は剛な平板上において載荷輪に荷重を与え、載荷荷重とタイヤの変形量の関係から同定した。

3. 実験結果と解析結果の比較： 模型実および FEM 解析により得られた基層下面のひずみの比較を図5（走行方向）および図6（横断方向）に示す。走行方向、横断方向ともに、基層下面ではタイヤ接地面の中

キーワード：タイヤ 接地面 舗装

連絡先：〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 Tel 042-573-7276 Fax 042-573-7413

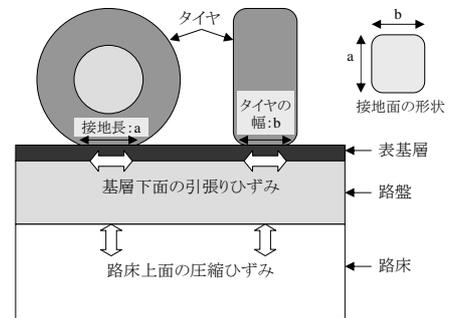


図1 アスファルト舗装設計の概念図

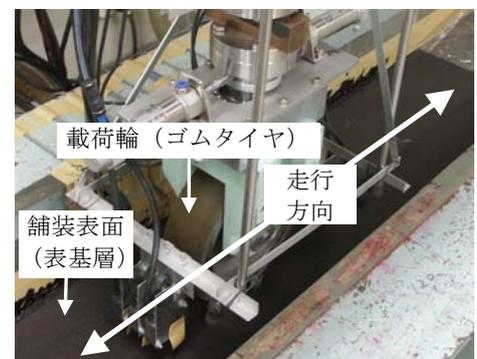


図2 舗装模型と載荷輪

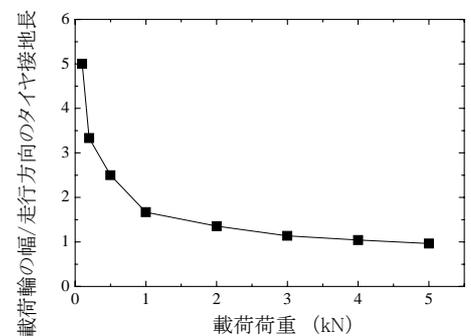


図3 タイヤの接地長と載荷荷重の関係

ヤング率 E
載荷輪（ゴムタイヤ）：6.36 MN/m²，
表基層：1000 MN/m²，
路盤：100 MN/m²，
路床：25 MN/m²

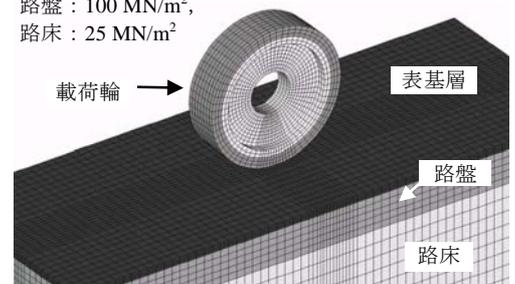


図4 載荷輪と舗装模型の FEM 解析モデル

心で最も大きな引張りひずみが生じ、接地面のやや外側で圧縮ひずみが生じている。ここに示した結果は載荷荷重 0.5kN、走行方向の接地長 2cm の場合である。タイヤの幅は5cm であるので、接地面の形状は 2:5 の長方形となる。図 5 より、走行方向のひずみの最大値は 600μ 程度、図 6 より横断方向のひずみの最大値は 400μ 程度であり、接地長の短い走行方向のひずみの方が横断方向と比較して 1.5 倍程度大きくなっていることがわかる。FEM 解析の結果は模型実験の結果と概ね一致しているが、実測値の方がやや狭い範囲にひずみが集中する傾向が見られた。

図 7 および図 8 に FEM 解析により求めた走行方向の接地長と基層下面のひずみの関係を示す。走行方向のひずみは接地長の影響を強く受け、接地長を 1cm とした場合は、5cm とした場合と比較して 3 倍程度ひずみが大きくなった。接地長 1cm の場合は 5cm の場合と比較して接地圧は 5 倍となるが、横断方向のひずみに対する走行方向の接地長の影響は小さかった。

図 9 に FEM 解析により求めた走行方向の接地長と路床上面のひずみの関係を示す。接地長が大きい場合の方が路床上面のひずみの最大値はやや小さくなる傾向にあるが、その影響は基層下面のひずみと比較すると小さかった。

4. まとめ： 模型実験および FEM 解析によりタイヤ接地長がアスファルト舗装の変形特性に与える影響を検討した結果、以下の結論が得られた。

- 基層のひずみはタイヤ接地長の影響を強く受けるが、FEM 解析を用いることで接地長の影響を正しく評価することができる。特に貨物コンテナヤード舗装のようにアスファルト混合物層の厚さがタイヤ接地長に対して薄い場合は、接地面の形状を正しく考慮することでより精度の高い解が得られると考えられる。
- FEM 解析と比較して実測値の方がひずみの分布範囲が狭かったが、その一因として接地面内の圧力分布²⁾の影響が考えられることから、今後接地圧分布を考慮した検討を行う予定である。
- 路床上面のひずみに対するタイヤ接地長の影響は小さかった。これは路床上面の深さがタイヤの接地長に対して十分深いためであると考えられる。

<参考文献> 1) 守屋英海, 桃谷尚嗣, 関根悦夫, 姫野賢治：貨物コンテナヤード舗装を対象とした移動載荷による模型実験, 土木学会第 60 回年次学術講演会, 2005.9

2) 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

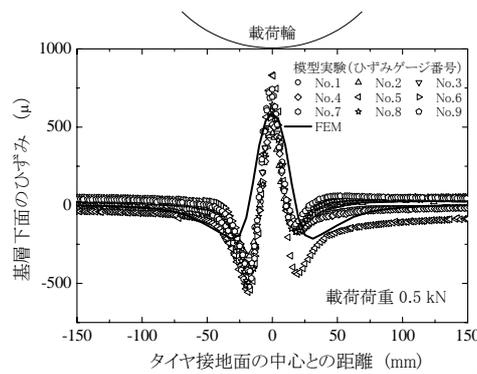


図 5 基層下面のひずみ(走行方向)

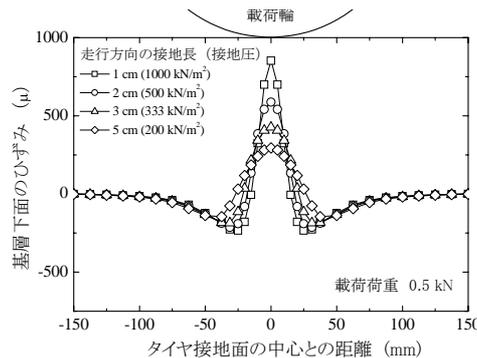


図 7 接地長の影響(基層下面, 走行方向)

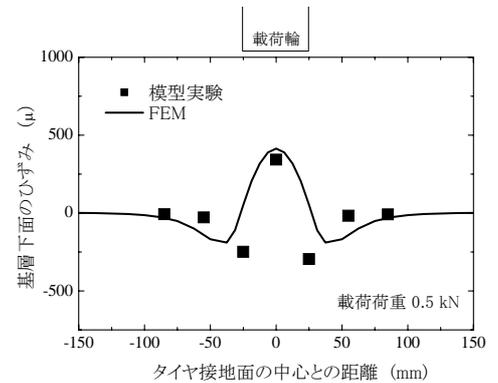


図 6 基層下面のひずみ(横断方向)

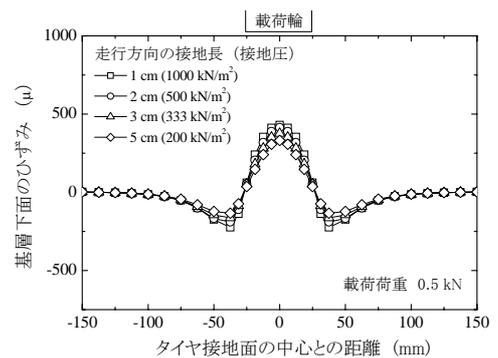


図 8 接地長の影響(基層下面, 横断方向)

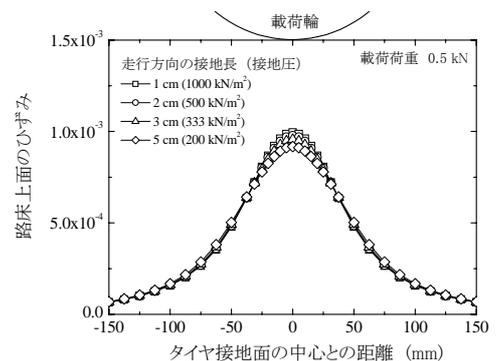


図 9 接地長の影響(路床上面)