

自動車用タイヤの舗装構造に与える影響に関する研究

東京電機大学 学生会員 青羽 俊 東京電機大学 大槻 晃太
東京電機大学 里見 忠篤 東京電機大学 フェロー会員 松井邦人

1. はじめに

近年、交通量の増加、車両の重量化等に伴い舗装道路表面には“トップダウンクラッキング”や“クラック”といった舗装破壊現象が多く見受けられるようになり、問題視されている。これらを阻止するには舗装の設計段階で荷重状況を認知し構成を決定することが肝要であるため、タイヤの荷重分布状況の明確化が重要となる。タイヤと舗装表面の間に、鉛直方向(Z) 前後方向(X) 横方向(Y)の力が作用することが指摘され解析に用いられてはいるが¹⁾、その実体は未だに不明瞭である。

そこで本研究では、タイヤの荷重分布状況を具現するためにセンサ及び計測システムの開発を行い、明確化することを目的としている。今回、水平分力測定用センサを開発し、静的荷重条件下におけるタイヤ接地面の応力分布状況を計測した。本報告では、タイヤ及びセンサの基本的構造と試用タイヤの水平方向成分の応力分布状況について述べる。

2. タイヤ構造について

タイヤが路面に与える影響を明確化するためには、内部構造を把握しておく必要がある。Fig.1 にプロファイルモデルを示す。

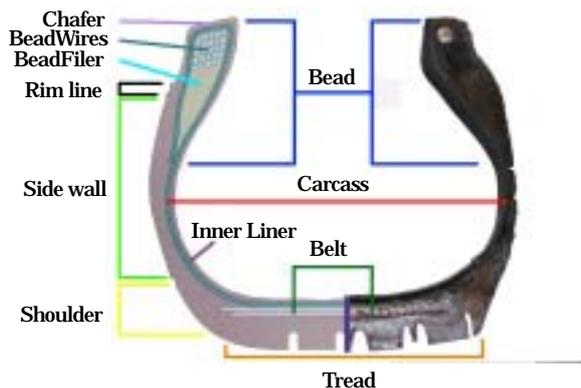


Fig. 1 Inner structure of tire

タイヤは単にゴムの塊ではなくナイロン等の有機繊維及びスチール製のコード類が多用されており、それらから成る複雑な形状の複合体となっている。自動車用タイヤはタイヤの骨格にあたる“カーカス”のコード配列によってラジアル構造とバイアス構造の2種類に大別されるが、現在の主流はラジアル構造である。

ラジアル構造において“カーカス”はタイヤの中心から放射状に配列されているため剛性が低い。これを防ぎ補強するため、“ベルト”が桶の箍のように周方向に配列されている。また、路面と接触するゴム層の部分を“トレッド”と呼び、表面には滑り止めや排水のためのパターンが刻まれている。さらにトレッドは、熱の発散を促進するショルダー部とタイヤサイズなどが表記されるサイドウォール同様にカーカスを保護する役目も担っている。

3. 水平分力測定用センサについて

水平分力測定用センサは多数市販されているが、それらはサイズが大きいといった問題点がある。本研究ではFig. 2 に示すような水平分力測定用の小型センサを開発した。

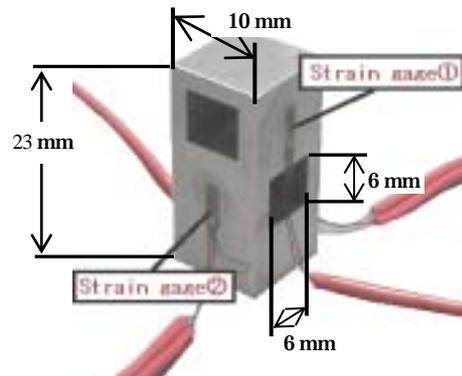


Fig. 2 Schematic of the sensor

開発したセンサは、前後・横方向の各力を独立して計測できるよう2つの貫通孔を直角方向に位置をずらしてあけてある。このことから平行平板構造及び片もち梁構造を有したセンサとなる。平行平板構造とは可動部と固定部とを2枚の薄板で結んだ構造を指し、表面に直交する方向力によってのみ変形が大きくなるといった特徴をもつ。この変形の際に生じる歪を検出することで水平方向力を独立して測定することを可能とした。また、センサの形状上、鉛直方向力による変形は微小であり、さらに2ゲージ法を用いることで干渉を抑制している。

Fig.2 に示した歪ゲージは横力(Y)を測定し、歪ゲージは前後力(X)を測定すると定義した校正実験から

キーワード：タイヤ、接地面、荷重分布状況、舗装構造、水平分力測定用センサ

連絡先：〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂 TEL：049(296)2911 内線(2906)

歪ゲージ及びの出力電圧は、負荷に対してプラス・マイナス側共に比例的に増加することを確認した。従って、力が作用している方向を判別することが可能である。また、鉛直方向力の干渉も1%以内と非常に小さい値を示し、水平分力を測定するときの障害にならないことを確認した。

4. 実験装置及び方法

実験装置概要を Fig.3 に示す。本実験では、145/70 R12、推奨内圧 210kPa のラジアルタイヤ (BS, 約 10,000 km 走行品) を油圧サーボ万能試験機 (サギノミヤ, Type: FT-1) に取付け、0 ~ 2.5[kN] の垂直荷重を負荷する。また、タイヤが接触するフランジにはセンサが5つ配置されているため、各センサは同様の条件下において水平力を計測することが可能である。

センサ位置は 2.5[kN] 負荷時の理論接地面積を考慮して中央・横・前後に配置した (Fig.4)。さらに、センサ特性を利用し Fig.4 において上及び右側に力が作用する場合はプラス、下及び左側に作用する場合はマイナスで値が出力する。

5. 実験結果及び考察

5.1) 横方向応力 (Y) の結果

横方向応力の測定結果を Fig.5 に示す。タイヤセンター付近において横方向の力はほとんど発生していない。しかし、横エッジ付近のポジション 4 及び 5 では 2.5[kN] 負荷時にタイヤ推奨内圧の約 2 倍に相当する 400 [kPa] 程度の力が、タイヤセンターに向かって作用していることを確認した。

5.2) 前後方向応力 (X) の結果

前後方向応力の結果を Fig.6 に示す。前後方向応力に関しては、2.5[kN] 負荷時にポジション 1 及び 3 で推奨内圧の約半分程度に相当する 100 [kPa] 程度の値を示している。また、各力の方向は横方向応力と同様、タイヤセンターに向かって作用することも確認した。

5.3) 考察

実験の結果、水平分力はタイヤの中心に向かって作用していることを確認した。この現象は、タイヤの構造部品である高剛性ベルトの変形によるところが大きいであろう。つまり、荷重が増加することによりわずかな弾性の影響でベルト端部付近が伸びる。このショルダ部の伸びを緩和するように、センタ部が縮むといった変形をするためであると考えられる。

6. 今後の展望

今後、より詳細にタイヤの荷重分布状況 (鉛直及び水平方向) が計測可能となるシステムを開発することにより、舗装表面に発生する損傷の原因を解明する。

参考文献

- 1) 松井邦人ほか; 鉛直及び水平方向に円形等分布の荷重作用を受ける舗装構造の弾性解析, 土木学会, 2001
- 2) De Jong, Peutz, M.G.F.; Computer program BISAR, Layered systems under normal and tangential surface loads, Koninklijke/shell-Laboratorium, Amsterdam, 1979

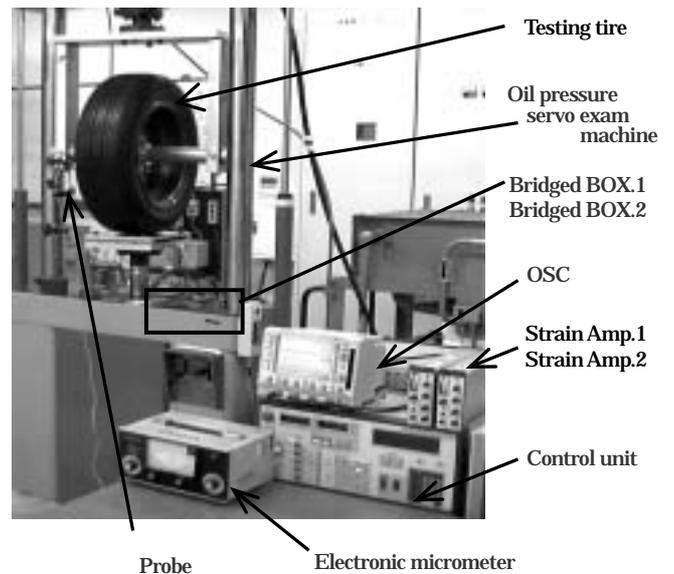


Fig.3 Experimental apparatus

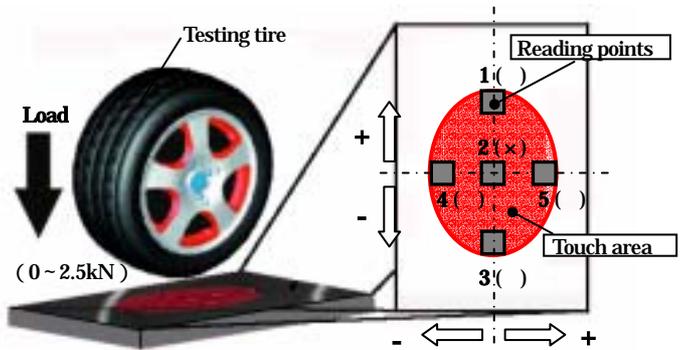


Fig.4 Measurement points for load

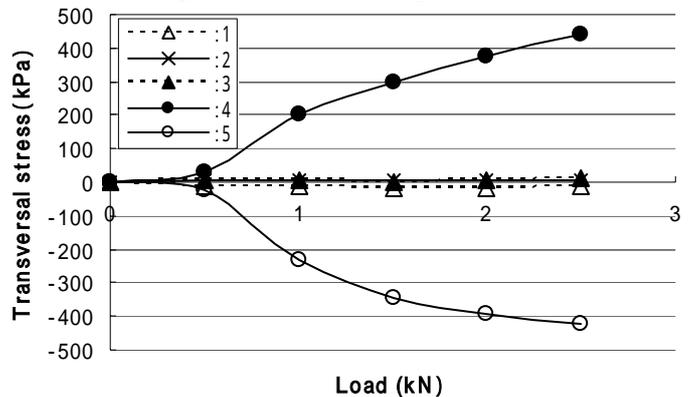


Fig.5 Results of transversal stress

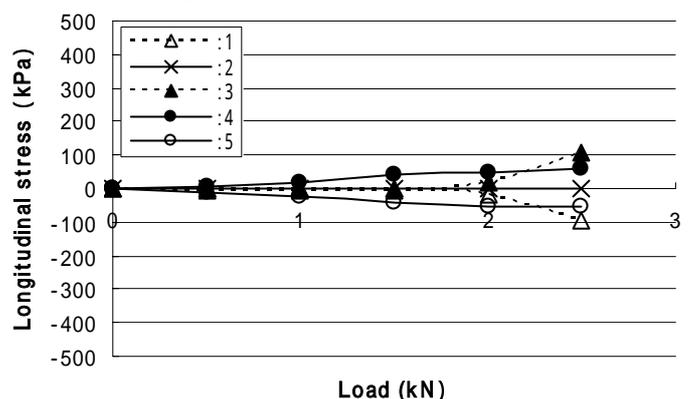


Fig.6 Results of longitudinal horizontal stress