

自動車各部の機会力学的特性に関する研究

Studies on the mechanical properties of the parts of automobiles

総括研究員：酒井秀男（短大）

分担研究員：横井雅之（短大） 高萩敏男（短大） 荒木一雄（工学部）

本研究は前年度から継続して行われているものであり、研究項目はおおよそ次の通りである

- (1) タイヤの力学的特性モデリングに関する研究
- (2) タイヤの摩擦と摩耗に関する研究
- (3) 摩擦により発生する振動・騒音の理論的解明
- (4) ブレーキスルーやワイパーブレードのびびり振動に関する研究
- (5) 板状構造物に発生する振動が音に変換される過程の理論と実験

これまでに実施した研究課題とその成果は次の通りである。

「タイヤの力学的特性モデリングに関する研究 車両運動解析のための半理論実験式タイヤモデル 第2報 アスファルト路面上で速度が変化する場合」

荒木一雄（工学部）、酒井秀男（短期大学部）、
梁瀬未南夫（住友ゴム工業㈱）

〔概要〕

車両運動のコンピュータ解析が進むに従って、幅広く利用できる車両運動解析用タイヤ数値モデルが求められている。そこで本論文は、前報¹⁾に引き続き、比較的簡単な理論式を用い、その係数を実験によって求め、更に適切な補正を加えることによって、精度よく実験的特性を表す半理論実験式モデルを得る方法について検討したものである。前報では、一定速度で走行しているタイヤに発生する横力、制動駆動力、セルフアライニングモーメントのスリップ角、スリップ比、キャンバ角、荷重による変化を表すモデルを得る方法を示した。しかし、速度による変化については考慮されていなかった。そこで、多少精度を犠牲にすることによって、速度変化を表すモデルに拡張し、アスファルト路面上でのタイヤ特性を表す半理論実験式モデルを得たので、1996 SAE International Congress and Exposition, Feb. 29, Cobo Center, Detroit, Michigan, USAで発

表した。

論文課題：Study of The Model Consisting of Theoretical and Experimental Equations for Dynamis Analysis-Part 2: Under the Condition of Various Speed on the Asphaltic Road Surface, SAE P-960996(1996), K.Araki, H.Sakai, M.Yanase.

「タイヤトレッドの摩擦と摩耗に関する研究」

酒井秀男（短期大学部）

〔概要〕

タイヤの摩耗はタイヤの寿命を決定する大きな要素であり、耐摩耗性の評価は非常に重要である。しかし、走行条件によって単位走行距離当たりの摩耗量 gr/km、（以下摩耗率という）が大きく変化することや、摩耗量の正確な測定が難しいことから、的確な摩耗試験方法が確立されていないのが実情である。また、摩耗試験には長距離の走行を必要とするため、効率化や小型化が計られている。摩耗試験の代表的なものとして、アクロン式摩耗試験機やウィリアムス式摩耗試験機などがあり、タイヤの摩耗については多くの研究報告がある。しかし、摩耗を促進させることによって摩耗の形態が変わり、摩耗効率が変わるなどの複雑な問題がある。そこで、この研究では、フラットベルト式タイヤ試験機を用いて、走行条件と環境条件を出来るだけ厳密な管理状態下におくこと、摩耗量の測定には最新式の電子天秤を用いて6桁 0.1grまで測定することなどの対策によって、まず、リップ角が小さい場合の摩耗率に及ぼす慣らし走行、スリップ角、横力、荷重、内圧、走行速度、温度、リブ本数、タイヤの種類などの影響を明らかにした。次に、すべり速度が大きい場合について、ゴムの摩擦係数とすべり摩耗率、エネルギー摩耗率の速度、温度、圧力による変化を明らかにした。その結果、限られたタイヤについてであるが、次のような結果が得られた。

スリップ角が小さい場合、(1)慣らし走行によって摩耗率が減少し、約 300kmの走行で、 $3/4$ に減少して一定値に近づくので、摩耗試験にとって慣らし走行は欠くことのできないものである。(2)タイヤの摩耗率はスリップ角および横力の3～4乗に比例して変化する。(3)横力係数が一定の場合、タイヤの摩耗率は荷重の2～3.5乗に比例して変化する。(4)横力係数が一定の場合、タイヤの摩耗率は内圧が200～300kPの間ではほぼ一定で、その前後では大きくなる。(5)走行速度が増加すると摩耗率は若干大きくなる傾向が見られる。また、温度が上昇すると摩耗率は若干小さくなる傾向が見られる。

次に、すべり速度が大きい場合、(6)摩擦係数とすべり摩耗率の速度と温度による変化はほぼ同じすべり速度0.5m/s弱でピーク値を持つ。(7)すべり摩耗率の速度による変化は摩擦係数の速度による変化より大きい。(8)エネルギー摩耗率（摩耗効率）の速度や温度による変化は摩擦係数の速度や温度による変化に近似している。

これらの結果は、日本ゴム協会誌上と The 14th Annual Meeting of The Tire

Society at University of Akron, March 21, 1996において発表した。論文題目は次の通りである。

1. タイヤのトレッド摩耗に関する研究、第1報。スリップ角が小さい場合の摩耗
日本ゴム協会誌 Vol.68, No.1(1995), 酒井
2. タイヤのトレッド摩耗に関する研究、第2報。スリップ速度が大きい場合の摩擦と摩耗、日本ゴム協会誌 Vol.68, No.4(1995), 酒井
3. Friction and Wear of Tire Tread Rubber, The 14th Annual Meeting of The Tire Society at University of Akron, March 21, 1996.

「摩擦音の発生機構に関する研究」

横井雅之（短期大学部）

摩擦音の発生機構に関する研究の一つとして、ディスクブレーキの鳴き（スキール）の発生機構の解明を取り上げた。まず、単純化したモデルとして、回転円板の側面に中央にレジンを取り付けた薄いはりを一定荷重で押しつけて鳴き音を発生させる装置を製作して実験を行った。従来は円板の軸方向振動の固有振動数が鳴きの周波数に影響しているとされてきたが、本装置を用いた実験結果より、円板の円周方向振動、すなわち縦振動の固有振動数も鳴きの周波数に大きな影響を与えていることがわかった。これらの実験結果をふまえて、理論解析では、円板の円周方向振動と、はりの横振動との連成による自励振動と仮定して、運動方程式をたて、種々の摩擦条件の場合を仮定して数値計算を行っている。

これらの結果は今秋の機械学会全国大会で発表の予定

また、非金属同士の摩擦により発生する音の発生機構の解析として、高温度におけるアルミナ・セラミックスの摩擦音を取り上げた。アルミナは高硬度で耐摩耗性に優れ高温度での摺動部材として今後多方面に使われると考えられる。このすべり摩擦において音圧レベルが高いいわゆる“鳴き音”が発生することがある。従来の報告より摩耗のない状態から多量の摩耗粉が発生する状態に変化するときに鳴き音が発生することが知られている。鳴き音の発生に及ぼす摩擦特性と温度の関係を調べた。加熱温度は常温から1000℃まで行いまた、昇温および降温時との比較も行った。この結果、摩擦係数の値が0.6以上にならないと鳴き音は発生しないこと。温度が600℃以上になると発生しなくなることがわかった。また、この音の周波数は装置の摩擦部分の連成による系の固有振動数であることがわかった。

これらの結果は今夏の国際学会で発表の予定である。

横井他4名 回転円板とはりの鳴き音 機械学会第47期全国大会講演論文集 M.Yokoi, T.Senda and M.Nakai, Frictional noise in sliding contact of alumina ceramics, INTER-NOISE'96.

板状構造物より発生する衝撃騒音の発生機構とその防止法に関する研究 高萩敏男（短期大学部）

自動車の機械力学的特性に関する研究のうち、自動車の衝撃騒音の発生機構についての研究を行っている。その基礎的段階として板状構造物を物体が打撃する時に発生する振動・騒音の解明に取り組んでいる。先のプロジェクトで、板において発生した定常的な振動が音に変換する過程について明らかにすることができた（*）。それらの成果を受けて、今回のプロジェクトでは、打撃によって板に起こる過渡的振動が音に変換する過程を考察する。特に、振動波形が時間的に遷移する状態に着目し、その形成過程を究明しようとしている。この場合の解析の手段として、従来より広く用いられているフーリエ解析では、その周波数特性について明らかにすることはできても、衝撃波形に特有の位相特性は欠落してしまう。このフーリエ解析に代わるものとしてウェーブレット解析を用いることができないか現在検討を進めているところである。

（*） Journal of Sound and Vibration(1995), Vol.185, No.3, pp 455-471.