

自動運転車用カーシートのための ポリウレタンフォーム埋め込み型 MEMS センサの開発

高松誠一¹

¹ 東京大学大学院工学系研究科 〒113-8654 東京都文京区本郷7丁目3-1

Polyurethane Foam Embedded MEMS Sensor for Automatic Drive Vehicles Car Seat

Seiichi Takamatsu¹

¹School of Engineering, The University of Tokyo
7-3-1, Hongo, Bunkyo-Ku, Tokyo 1138656, JAPAN

As a technique of monitoring a driver's condition, there is a method of measuring a body pressure applied to a car seat. However, conventional devices for measuring body pressure are installed on the seat surface and giving a sense of incompatibility to a driver. In this research, we develop the flexible sensor array sheet embedded in a car seat that enables accurate measurement of changes in body pressure without giving a sense of incompatibility. In this paper, we propose the wiring and mounting structure of flexible devices using cloth substrate and the stress transmission structure for sensors embedded in sponge material of car seat.

KEYWORDS: Flexible Device, Wiring Mounting Structure, Stress Transmission Structure, Hyperelastic Foam

1. はじめに

自動車ドライバーのモニタリングは自動運転の実現に向けて定められた産学協調分野に属し、重要性を増している¹⁾。実用化のためには以下の要件を満たす必要がある²⁾。

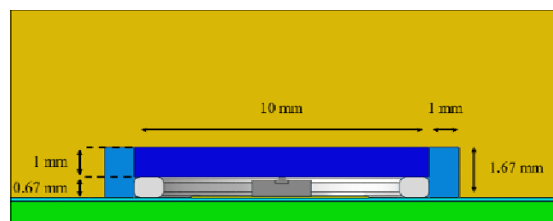
- ドライバーに対して違和感を与えないこと
- 運転に伴う認知・判断・操作を妨げないこと

本研究では、体圧分布を利用したモニタリングに注目する。従来手法では、シート座面に設置されたモニタリングデバイスがドライバーに違和感を与えることが実用上の課題であった³⁾。そこで、フレキシブルかつカーシート内部から体圧分布を計測可能なモニタリングデバイスを開発し、従来手法における課題の解決を試みる。

2. デバイスのデザイン

開発するデバイスは、布を用いたフレキシブルなカーシート用の基板に MEMS 圧力センサをアレイ状に配線実装し、カーシート内部で体圧を検出するため

の応力伝達機構でセンサをパッケージングした構造である。デバイスは、安定的な機能のために、センサの出力などに基板変形が影響しない配線実装構造について検討する必要がある。また、カーシートの構成材料であるポリウレタンフォームは、圧分散性と非線形な変形挙動を有する⁴⁾。そのため、カーシートに埋め込んだ MEMS 圧力センサには、検知可能な大きさの体圧が伝達せず、伝達した応力は体圧に対して非線形である。したがって、ポリウレタンフォームの特性を考慮したセンサへの正確な体圧の伝達について検討する必要がある。図1に応力伝達機構の構造を示す。



■ Sponge ■ MEMS pressure sensor ■ Cover (Concentrate stress on sensor)
■ Rubber leg (Support cover) ■ Frame (Transmit only body pressure to sensor)

図1 Installation of stress transmission structure

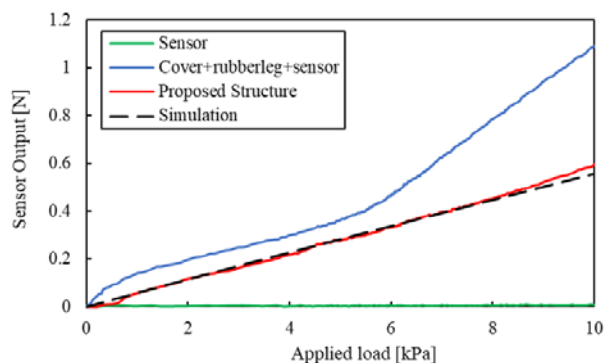


Fig.2 Transmitted stress to sensor embedded with sponge

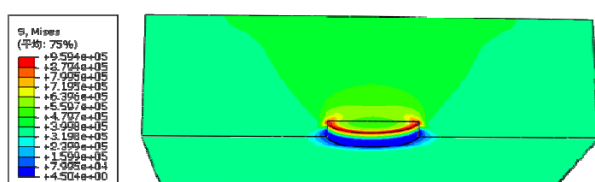


Fig.3 Stress distribution in the sponge in which the sensor is embedded

2.1 応力伝達機構の試験方法

底面の一辺が 50 mm、高さが 25 mm の直方体形状のポリウレタンフォーム底面にセンサと応力伝達機構を埋め込み、フォーム表面に 10 kPa の荷重を負荷し、作製した応力伝達機構の効果を試験により評価した。また、センサへの応力の伝達をシミュレーションにより解析した。

2.2 応力伝達機構の試験結果

ポリウレタンフォームにセンサ、ゴム脚で支持したカバーを取り付けたセンサ、提案する応力伝達機構を取り付けたセンサを埋め込み、センサへの応力伝達を試験した。試験結果を図 2 に示す。体圧がセンサに線形に伝達した際の応力値をカバーの面積と負荷荷重から算出し、試験結果との平均二乗誤差 RMSE によりセンサの出力を評価した。センサの出力の評価を表 1 にまとめる。センサとスポンジの接触面の応力分布を図 3 に示す。センサとスポンジの接触面のシミュレーション結果を図 5 にまとめる。センサのみでは応力を検出することができず、カバーによりセンサとスポンジの接触面積を増やしただけでは、スポンジ表面に加わった荷重に対してセンサの出力が非線形であった。提案構造によりセンサに伝達する応力はセンサに応力

Table.1 Evaluation of sensor output

| | RMSE |
|------------------------|-----------------------|
| Sensor | 1.21×10^{-1} |
| Cover+rubberleg+sensor | 5.75×10^{-2} |
| Proposed structure | 8.88×10^{-5} |

を集中させ、応力伝達の線形性を大きく改善することができた。提案構造によりセンサへの応力伝達の線形性が改善される理由は、図 5 のようにセンサとスポンジの接触面の縁にスポンジの変形により生じた引張応力が加わり、引張応力が圧縮応力に対して非線形なためである。

3. まとめ

カーシート埋め込み型センサレイシートの配線実装構造と応力伝達機構を提案した。提案構造により基板変形に対する平均寿命の向上、スポンジに埋め込んだセンサへの応力集中と応力伝達の線形性の改善が可能になった。今後、MEMS 圧力センサシートのアレイ化を行い、体圧分布の計測を行う。

謝辞

本研究はポリウレタン国際技術振興財団の第 5 回研究助成を受けたものです。

文 献

- 1) 自動走行ビジネス討論会：“「自動走行の実現に向けた取組方針」報告書 Version3.0” (2019)
- 2) Y.Dong et al.: IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Vol.12, No.2, pp.596-614 (2011)
- 3) I.Teyeb et al.: ICSEA 2016 : The Epleventh International Conference on Software Engineering Advances, pp.217-222 (2016)
- 4) C.Briody et al. : Constitutive Models for Rubber VII, pp.143-148 (2012)