

自動車運転時のドライバの疲労特性に関する研究

○和藤好生*, 高田一**, 松浦慶総**

(*横浜国立大学大学院工学府, **横浜国立大学大学院工学研究院)

A study on driver's fatigue property in driving car

Kosei Watou*, Hajime Takada**, Yoshifusa Matsuura**

(*Graduate School of Engineering, Yokohama National University

**Faculty of Engineering, Yokohama National University)

1. はじめに

長時間に渡り自動車を運転する際には、ドライバに大きな疲労やストレスが掛かるため、運転性能や安全性等だけでなく車室空間の快適性も自動車に対するニーズの一つとして挙げられている。その中でも、人体に直接触れるシートの良し悪しは乗員の疲労と深く関与しており、快適性を大きく左右することになる。それ故、長時間走行した場合にも疲労が蓄積し難いシートの開発が要求されるが、現行のシート設計においては、熟練者の主観的な評価に依存している所があり、疲労の評価は定性的であると言える。

したがって、本研究では、自動車走行を模擬した実験を通して、生体反応や体動の挙動から、定量的な疲労の評価指標の確立を行う。

2. 実験方法

本研究では、長時間運転を要される事の多いトラック用のシートを用いた。実験時間は二時間、被験者数は十名とした。被験者をシートに着座させ、疲労に関するアンケート、生体変化及び体動のデータを収集した。また、加振する動的実験と非加振の静的実験の二通りの実験を行った。

2.1 実験装置及び使用シート

実験装置の概略図を図1に示す。

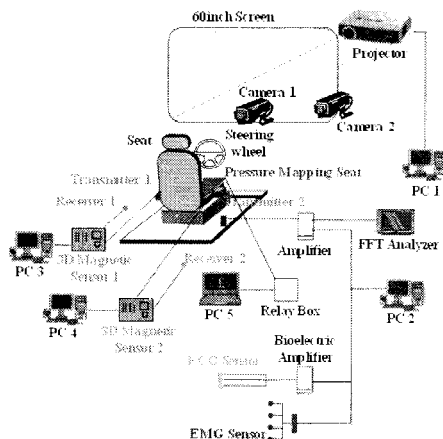


図1. 実験装置概略図

動的実験では、以下に示す3脚のシートを使用した。
 seat1: 量産されている一般的なトラック用シート。
 seat2: seat1 に磁気ばね式のサスペンションユニットを設けたトラック用シート。
 seat3: 座面と背面が連動するトラック用シート。

静的実験では、seat1 と seat3 の2脚を使用した。これは、seat1 と seat2 のシート形状が全く同様であり、非加振条件下で行う静的実験の場合には磁気ばね式サスペンションによる影響が無い為である。

2.2 測定項目

実験前後にフリッカー値、随意的に腰部の活動を起させた状態の筋電図、無負荷状態の安静筋電図を測定し、主観量として疲労に関する12項目のアンケートを10段階の絶対評価で回答を求めた。実験中は、10分毎に主観量の相対変化を聞き出すとともに、腰部の筋電図(広背筋6箇所と脊柱起立筋2箇所)、心電図、骨盤の位置及び角度、体圧分布を測定した。

3. 実験結果

3.1 疲労に関するアンケート

各シート・各アンケート項目について多重比較を行った結果を表1に示す。多重比較では対照群(実験開始時)と処理群(10, 20, ..., 120分)との比較により有意水準5%で有意差が生じるかどうかを確認した。表中の数字は有意差の生じ始めた時間帯を示す。“-”表記は120分経過しても有意差が生じなかった場合である。

表1. 疲労に関するアンケートの多重比較結果

アンケート項目	動的実験			静的実験	
	seat1	seat2	seat3	seat1	seat3
疲労感がある	80	80	90	50	40
腰が痛い	80	80	80	40	50
首・肩が凝っている	80	80	80	70	90
背中が痛い	120	110	100	120	100
腕がだるい	60	70	90	80	70
ふくらはぎの筋が凝っている	110	80	120	-	-
大腿部の裏側が痛い	110	100	100	100	100
目が疲れている	90	90	120	50	50
眠い	50	30	50	80	90
注意力・集中力が低下している	50	50	50	50	50
イライラする	-	-	-	-	120
臀部が痛い	90	90	100	60	60
疲労度	80	80	90	50	40

動的実験では、seat1 と seat2 の場合は、より多くの項目

で seat3 と比較して有意差が生じた時間帯が早いことから、被験者が早い段階で各症状を重く感じていたことになる。また、最下段に示す「疲労度」は、12 項目を基に主成分分析により算出した疲労の総合値であり、seat3 は他のシートより疲労の蓄積が遅かったと言える。

3.2 心電図

心電図から RR 間隔(RRI)を算出し、10 分毎に平均値を求め、時系列変化を確認した。多重比較からは、どの条件でも 5%水準の有意差が 120 分時点で生じていたもののシート及び振動の有無による差異はなかった。そのため、本実験で被験者の感じるストレスや緊張が心拍に表れる程度ではなく、疲労評価指標として用いるのは難しいと考えられる。

3.3 骨盤の位置及び角度

体に掛かる負担の大きい仙骨座り姿勢を骨盤の位置及び角度から検出した。一般的に仙骨座りとは、骨盤が後方に傾き、臀部が前方へ滑る様な姿勢を言うため、骨盤部の前方移動とピッチ角の変化に特に着目した。左右の骨盤部が異なる挙動を示すケースが多く見られたため、左右骨盤部の移動量及び回転角の差を取り検証した。前方移動及びピッチ角の左右差に対して、多重比較を行った結果を表 2 に示す。表中の数字は、実験開始時と比較して有意水準 5%で差が生じた時間帯であり、“-”表記は 120 分経過しても有意差が生じなかった場合である。

表 2. 骨盤部の前方移動及びピッチ角の多重比較結果

前方移動					ピッチ角				
動の実験			静的実験		動の実験			静的実験	
seat1	seat2	seat3	seat1	seat3	seat1	seat2	seat3	seat1	seat3
100	-	-	80	80	50	110	110	-	90

動の実験時の seat1 を見ると、他のシートに比べて前方移動、ピッチ角変化ともに傾向が出るのが早かった事が分かる。即ち、seat1 では姿勢に歪みが生じており、他のシートは比較的姿勢の保持がなされていたと言える。

3.4 座面の体圧分布

まず、重心の移動に姿勢の変化が表れると考え観察した。動の実験時の重心位置の前方移動と時間との相関を算出したところ、5名の被験者の内 seat1 では4名、seat2 及び seat3 では1名の被験者が0.7以上の高い相関を示しており、seat1 では前方移動した被験者が比較的多いことが分かった。

次に、疲労が蓄積する場合には大きな負荷の掛かる部分を分散する動きが見られると推測し、座面のエリアを前後方向に3分割し、各エリアに掛かる負荷の変動を捉えることとした。座面のエリア分けを図 2 に示す。脚側が被験者にとって前方である。背中側エリアにある黒い部分が圧力の高いエリアで、そこから外側になるにつれて圧力が小さくなっていることを示している。

図 2. 座面のエリア分け

図 2 で示した各エリアで負担する荷重の時間変化を見るために、各時間においてエリア毎の平均圧力を計算した。その後、10 分経過時の相対標準偏差(以後 RSD)、..., 120 分経過時までの RSD を求め、RSD の時系列変化を見た。これを図 3 に示す。また、 σ を各時間帯の平均圧力の標準偏差、 \bar{x} を各時間帯の平均圧力の平均値として、RSD は次式(*)で表わされる。

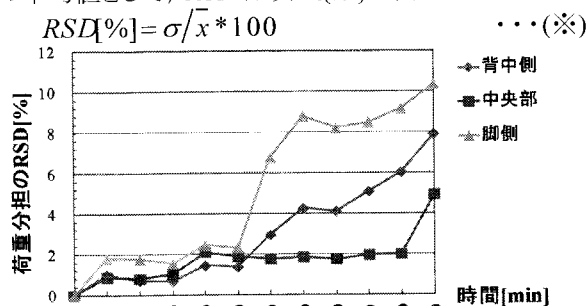


図 3. 荷重分担の RSD 変化(seat1, 被験者 E)

図 3 を見ると、70 分経過時点で脚側及び背中側エリアの RSD が大きくなっており、この時間帯に荷重を他のエリアへ移動させるような体の動きがあったことが分かる。RSD の時系列変化と「疲労度」との関係を見るために相関係数を算出した。結果を表 3 に示す。

表 3. 荷重分担の RSD 変化と「疲労度」との相関係数

被験者	エリア	seat1			seat2			seat3		
		背中側	中央部	脚側	背中側	中央部	脚側	背中側	中央部	脚側
A		0.85	0.86	0.56	0.79	0.79	0.81	0.10	0.52	-0.07
B		0.02	0.20	0.41	0.79	0.90	0.80	0.33	0.50	0.53
C		0.92	0.93	0.56	0.80	0.57	0.20	0.83	0.77	0.71
D		0.96	0.96	0.94	0.75	0.57	0.47	0.41	0.32	0.65
E		0.98	0.81	0.90	0.18	0.85	0.76	0.91	0.97	0.86

表 3 より、多くの被験者で 0.7 以上の高い相関を示したことから、被験者が疲労を感じた場合に RSD にも変化が見られることが分かり、疲労を評価する有効的な指標になる可能性を見出すことが出来た。

4. 参考文献

- 1) 縄弥生他:「自動車ドライバの着座疲労評価に関する研究」, 日本機械学会関東支部第 16 期総会講演論文集, 頁 429-430, 2010

[連絡先]

和藤好生

横浜国立大学大学院工学府

〒240-0067 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-1

e-mail : watou-kousei-xp@ynu.ac.jp