21719 小型車両用シートのアクティブサスペンション (多変量解析を用いた乗り心地の評価に関する基礎的検討)

Active Seat Suspension for Small Vehicle (Basic Examination Concerning Evaluation of Riding Comfort by Multivariate Analysis)

○ 学 椎野 弘士 (東海大[院]) 学 勝又 宏行 (東海大[院])
 正 押野谷 康雄 (東海大) 正 石橋 一久 (東海大)
 正 尾崎 晃一 (東海大) 正 荻野 弘彦 (東海大)

Hiroshi Shiino, Tokai University Kitakaname1117, Hiratsukashi, Kanagawa
 Hiroyuki KATSUMATA, Tokai University
 Yasuo OSHINOYA, Tokai University
 Kazuhisa ISHIBASHI, Tokai University
 Koichi OZAKI, Tokai University
 Hirohiko OGINO, Tokai University

In recent years, several manufacturers have marketed small one or two-seater electric automobiles. We have examined the improvement of ride quality and the reduction of riding fatigue brought about by the active control of the seat suspension of small vehicles such as one-seater electric automobiles. However, the evaluation of ride comfort while the electric vehicle was running has depended on subjective judgement by drivers. Thus, it is necessary to evaluate the correlation of subjective judgement with objective judgement based on physical values. In this study, we performed a sensory evaluation of riding comfort for a small vehicle. In addition, the psychological factors affecting the sensory evaluation value were examined by multivariate analysis using cluster analysis. As a result, we confirmed mood influenced the quality of riding comfort, and the factor of mood that influenced riding comfort was able to be analyzed.

Key Words : Active Seat Suspension, Comfortability in Riding, Electric Vehicle, Cluster Analysis

1. はじめに

高齢化が進展している我が国において、高齢者の自立した日常生活および社会生活確保の重要性が増大してきており、その前提の一つとして、高齢者の買い物利用のような一定地域内で移動するための交通手段として超小型車両の需要が高まってきている。これらの小型車両は通常の乗用車と異なり、段差や小さな障害物が多数路面上にある悪路などへの頻繁な乗り入れが生じる。そのような外乱を乗り越えた時の衝撃を抑制するために当研究グループでは、ボイスコイルモータを用いた小型かつ簡易装着可能なアクティブシートサスペンションを設計⁽¹⁾し、実車における乗り心地制御性能に関する検討を行ってきている。さらに、シート座面の振動加速度の低減だけではなく、運転者の乗り心地感覚から得られた乗り心地評価値に基づく制御が必要となる。これまで、官能評価に基づく乗り心地評価や乗り心地の良し悪しに関する因子の検討⁽²⁾を行ってきた。しかし、乗り心地に影響する心理的要素を具体的に分析することにはっていない。そこで本報告では、乗り心地の評価値と質問紙調査から得た心理的な乗り心地の因子を用い、多変量解析におけるクラスター分析を行うことにより運転者の気分と乗り心地の関係性を検討した。

2. 走行実験

2.1 実験方法

実験に用いた小型電気自動車を Fig.1 に示す。車両の進行方向に硬質ゴム製障害物(幅 30 mm, 高さ 15 mm, 長さ 150 mm)を左右の車輪が同時に載るように並べ、その上を 5Hz の振動が入力される速度で走行し、実験を行った。そ

の際、最適制御と最適制御を併用した外乱相殺制御を用いてボイスコイルモータの電圧を制御した。

2.2 車両の特徴

床面とシート座面の相対変位が変化しないように固定した未制御車両を基準車両 R として、Fig.2 に示すシート座

Fig.1 Photograph of electric vehicle

Fig.2 Time histories of seat acceleration

面絶対加速度の時刻歴のように運転者にとって乗り心地の感覚が異なるよう、6種類の試験車を準備した。また、本報告では床面とシート座面の位相差も用いて各車両を特徴付けた。尚、シート座面絶対加速度の大きさは $A < B = R < C = D < E$ 、位相差の大きさは $R < B \approx D < A < C \approx E$ となっている。

3. 質問紙調査

ドライバーの気分に関する調査には質問紙法を用いた。本研究ではドライバーの運転時の気分によって運転が荒くなる、また集中できなくなるなど、気分によっては運転の好みが違うという仮説を立て、質問紙に POMS⁽³⁾を用いた。

この質問紙からは T-A (緊張-不安), D (抑うつ性), A-H (怒り-敵意), V (活気), F (疲労), C (混乱) の6つの気分尺度を測定できる。これらの各尺度の点数を用いて乗り心地に影響を及ぼす因子の分析を行った。

また実験後に各車両に対する乗り心地を5点法で答える質問を行なった。

尚、被験者は平均22.3歳 (SD1.8歳) の大学生及び大学院生28人を対象とし、集団調査を実施した。

Fig.3 Dendrogram

Fig.4 Average of riding comfort evaluation value for each test car

Fig.5 Score of standardized vs. mood standard

4. 分析手法

乗り心地に対する分析手法として、Fig.3に示すクラスター分析を用いた。分析には各車両に対する乗り心地の評価値を用いた。このことによって被験者をそれぞれの車両に対する好みによってグループ分けすることができる。グループの数は任意に決定できるが、本研究では違いがはっきりとわかる破線部分で2つのグループに分け比較した。サンプル間の距離には、平方ユークリッド距離を用いた。

5. 実験結果と考察

5.1 車両評価に対する検討

Fig.4にクラスター分析の結果分けられたグループごとの各車両に対する乗り心地評価値の平均を示す。

同図より、グループ1は加速度の小さいC, D, E車両に対して、高い評価をしていることがわかる。

ここで、両グループともA, B, D車両に対してほぼ同等の評価値をつけていることからC車両とE車両に注目する。グループ1はC, E車両に対して高い評価を付けている。2.2節で述べたようにC, E車両は位相差の大きな車両であることから、グループ1は位相差が大きい車両を好む傾向があると言える。それに対し、グループ2はC, E車両に対して低い評価値を付けているので、大きな位相差を嫌う傾向があると言える。

5.2 POMSの評価に対する検討

Fig.5に各グループの気分に関する尺度の値を示す。

同図より、グループ1はA-Hの尺度がグループ2に比べ高いことがわかる。A-Hの尺度自体は攻撃性の因子を含み、また、5.1節で述べたように、グループ1は加速度の小さな車両に対して高い評価をする傾向が見られることから、攻撃性の尺度が高い傾向にある人は加速度に対して敏感であることがわかる。それに対し、グループ2はD, Vの尺度がグループ1に比べ高く、本来、相関の出ないはずの2つの尺度に相関が出ていることがわかる。つまり、矛盾因子をもつことになる。5.1節で述べたように、グループ2は位相差の大きな車両に敏感であることから、このような矛盾因子を持つ場合、位相差の大きさに敏感であるという傾向が当てはまると言える。

6. まとめ

本報告では小型車両用アクティブシートサスペンションの乗り心地と運転者の気分の関係性を検討するために、乗り心地に対する質問紙調査とPOMSにより得られた評価値を用いてクラスター分析を行なった。その結果、運転者の気分と位相差に関係があることを確認できた。

今後はさらに多面的な分析を行うために加速度や周波数などの計測物理量や生理学的反応を計測し、それらとの関係に対しても検討を行なっていくことが課題として挙げられる。

参考文献

- (1) 阿部, 新井, 押野谷, 石橋: 日本機械学会年次大会講演論文集, Vol.7, (2002), pp.175-176.
- (2) 勝又, 椎野, 押野谷, 石橋, 尾崎, 荻野: 交通・物流部門大会講演論文集, Vol.16, No.7, (2007), pp.103-106.
- (3) 例えば, 横山, 荒記, 日本版 POMS 手引, 金子書房, (2005)