

車両振動と腰痛

班員；宮村聡、飛田卓哉、藤原大悟、船曳恵理、松井真紀、松本淳

指導教員；西山勝夫、辻村裕次

1. 目的と意義

自動車運転手の間で、車両振動に起因する腰痛が蔓延していることが指摘されている。ISO 国際基準において、労働可能な車両振動値の安全域が定義されている。(株)帝産湖南交通のバスおよび(株)帝産タクシー滋賀のタクシーにおいて、振動と腰痛に関連は見られるか、また、対策を立てることができるか明らかにすべく調査に臨んだ。

2. 対象と方法

(株)帝産湖南交通のバスおよび(株)帝産タクシー滋賀のタクシーにおいて、走行中の運転席および客席・助手席の振動を、振動測定機器（RION 社 VM54）、および座席スイッチ記録計 HOB0 を用いて計測した。さらに、GPS(GARMIN 社 GPSmap60CSx)を用いて、車両の走行経路および速度を測定した。対象車両は、バス・タクシーともに(株)帝産湖南交通および(株)帝産タクシー滋賀より指定された車両を 1 台ずつ、運転席および客席・助手席について測定した。なお、計測機器および風景は、デジタルビデオカメラを用いて撮影した。

11月18日（日）に船曳、松井ペアによってタクシーの測定を行い、11月28日（水）に藤原、松本ペアと飛田、宮村ペアによってバスの測定を行った。

振動測定器に記録されたデータから、被験者が振動に曝露されている時間を座席スイッチと GPS の記録から読み取り、振動データを抽出した。ISO2631-1:1997*に準拠して以下の解析を行った。すなわち、前後方向、横方向、縦方向の抽出データの二乗平均をとり、振動値とした。健康には前後、左右の振動の影響が大きいので1.4倍の補正をした。さらに、採用する軸方向を決定するために、以下の方法を用いた。

優勢軸を判定する方法；振動値が最大となる軸方向の値の66%の範囲内に、残りの軸の値が入る場合と入らない場合に分けて考える。

- ・66%に入る場合→3軸のベクトル和を採用する。
- ・66%に入らない場合→振動値が最大の軸を優勢軸とする。

この方法を用いて、3軸のうちの優勢軸を決定し、振動値に関して、まず、「瀬田駅⇄滋賀医大病院」および「滋賀医大病院⇄田上車庫」において、バスとタクシーの間で比較した。対象となる経路を、「瀬田駅⇄滋賀医大病院」はバスでは4回、タクシーでは3回走行した。「滋賀医大病院⇄田上車庫」はバスでは5回、タクシーでは3回走行した。これらに該当するそれぞれの振動値データを車両、経路ごとですべてつなぎ合わせたデータを用いて、先述した方法で補正振動値を算出した。そして求めた値を比較した。ここで、聞き取り調査及び勤務表のタイムテーブルにより、(株)帝産湖南交通のバスの運転手の乗務時間は平均8時間であることが分かった。また、測定当日の運転手への聞き取り調査により(株)帝産タクシー滋賀の運転手の平均勤務時間は16時間であり、そのうち乗務時間は約8時間であることが分かった。実際の測定時間はバスが6時間38分11秒、タクシーは2時間59分10秒であり、振動値を調査対象である運転労働者の平均乗務時間8時間振動に曝露された場合に換算した。換算した値をISO基準の健康ガイダンスと比較した。また、(株)帝産湖南交通および(株)帝産タクシー滋賀の全運転手を対象に腰痛に関する質問紙調査を行った。質問紙調査実施期間は11月15日（木）から11月29日（木）までであった。バス、タクシーともに90枚配布した。

3. 結果

i) 質問紙調査の結果

対象者数・回収率は、それぞれバス 72 人・66.3%、タクシー80 人・33.8%であった。

図 1 運転手の身長、体重、常務年数、勤務年数の平均値

	バス	タクシー
身長(cm)	169.4	168.1
体重(kg)	69.1	66.2
乗車年数(年)	24.1	13.8
勤務年数(年)	22.3	8.6

図 2-1 現在腰痛を自覚する人の割合 (%)

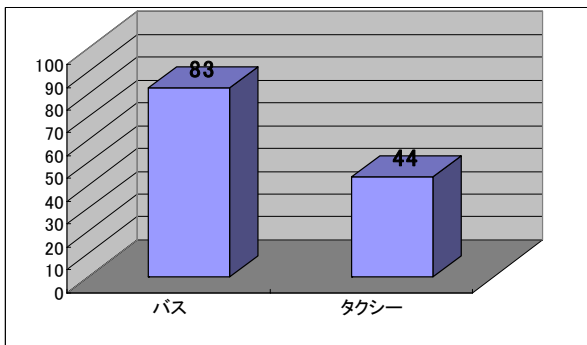


図 2-2 現在腰痛を自覚する人の腰痛を自覚した年数 (平均)

	バス	タクシー
n 年間	13.6	10.5

図 2-3 腰痛のない人のうち過去に腰痛を自覚した人(人)

	バス	タクシー
人	13	12

図 3-1 普段の仕事でどれくらい体が疲れるか(人)

	バス	タクシー
とても疲れる	17	1
やや疲れる	26	16
あまり疲れない	8	9
全く疲れない	1	1
疲れているともいえないこともない	1	0

図 3-2 疲れを自覚する部位(人 複数回答可)

	バス	タクシー
肩・腕・手指	15	3
腰	35	16
脚	13	9
神経(選択肢外)	1	0
目(選択肢外)	1	0
背中(選択肢外)	1	0

図 4-1 運転中の全身運動が気になる人の割合 (%)

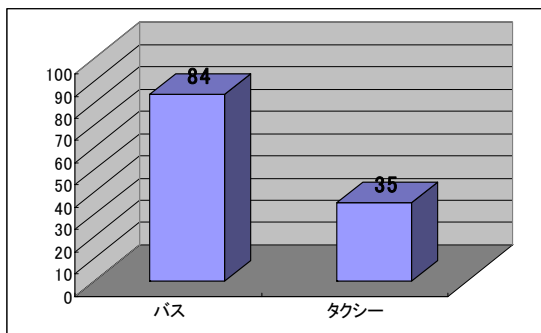


図 4-2 衝撃を特に感じる部位 (人 複数回答可)

	バス	タクシー
尻	4	0
腰	27	2
脚	2	1
尾骶骨	1	0
板ばねのバスにのると特に	2	
全身	3	0
背中	3	1

図 5-1 車両振動と腰痛が関係すると思う人の割合 (%)

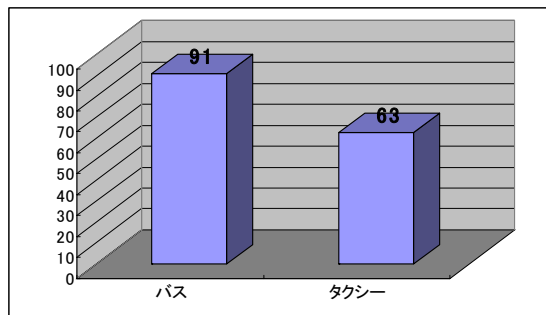


図 5-2 乗車業務が他の労働より腰痛になりやすいと思う人の割合 (%)

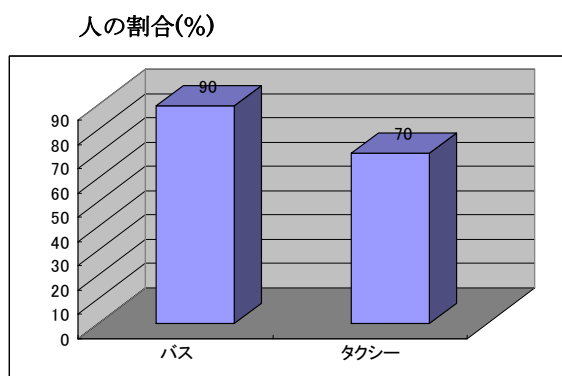


図 6-1 現在振動に対して対策をしているかどうか

	バス	タクシー
はい	24	9
いいえ	21	10
無回答	5	8

図 6-2 バス運転手が行っている対策(人)

座布団(マット・クッション)	17
軽い運動を少し	4
悪路での減速運動	1

図 6-3 タクシー運転手が行っている対策(人)

座布団(マット・クッション)	5
屈伸をこころがける	1
休日に歩く	1
朝のラジオ体操	1
週2~3回ジム	1
秘薬	1

図 2-1 より、バス、タクシーの運転手ともに、腰痛を感じている者がいることがわかる。バス、タクシーいずれの結果も、1997 年実施厚生労働省調査による、労働者の腰痛自覚率 33%を上回る結果となっている。図 3 から、日ごろの業務に疲れを感じている者があり、疲れを腰に感じている者が多くあることが分かる。また、図 4-1 および 5-1 より、「運転中の全身運動を感じる」「車両振動と腰痛は関連する」と考えている人が、タクシーよりバス運転手に多いことがわかる。また、図 6 より、現在振動に対して対策をしている人は、していない人に対して有意に多いとは言えないことが分かる。行われている対策は、バス、タクシーに共通していたことに座布団を敷くことがあげられる。また、軽い運動、屈伸を心がけるは、休憩中に行われている。ラジオ体操、さんぽ、ジムなどは業務時間以外の運動である。

ii) 同じ経路(瀬田駅→病院および病院→田上車庫)を走ったときの、バスとタクシーの補正振動値の比較。

優勢軸は上下方向であった。対象車両は、バス、タクシーともに同一のものを使っている。座席にする被験者は、人物が連続して着座している。被験者の体重は、バス運転手 60kg、タクシー運転手 67kg、バス客席 65kg、タクシー助手席 47kg であった。

図7 経路別、車両別、座席別振動値

経路	車種(走行回数)	座席	補正振動値(m/s ²)	走行時平均速度 (m/s)
瀬田駅⇄滋賀医大	バス (4回)	運転席	0.41	19.9
		客席	0.15	
	タクシー (3回)	運転席	0.74	25.4
		助手席	0.35	
滋賀医大⇄田上車庫	バス (5回)	運転席	0.39	21.8
		客席	0.12	
	タクシー (3回)	運転席	0.57	34.1
		助手席	0.38	

図7より、測定したバスとタクシーでは、タクシーのほうが大きな振動に曝されていることがわかる。また、バス、タクシーのいずれも、客席・助手席より運転席のほうが大きな振動に曝されていることがわかる。さらに、補正振動値を経路別に比較すると、「瀬田駅⇄医大病院」における振動が「田上車庫⇄医大病院」における振動よりも大きい。各経路における車両の平均速度は、それぞれ、タクシーよりバスのほうが小さい。

iii)ISO 国際基準との比較

図8 健康障害に関する振動の大きさと一日あたりの曝露時間(8時間換算)との関係

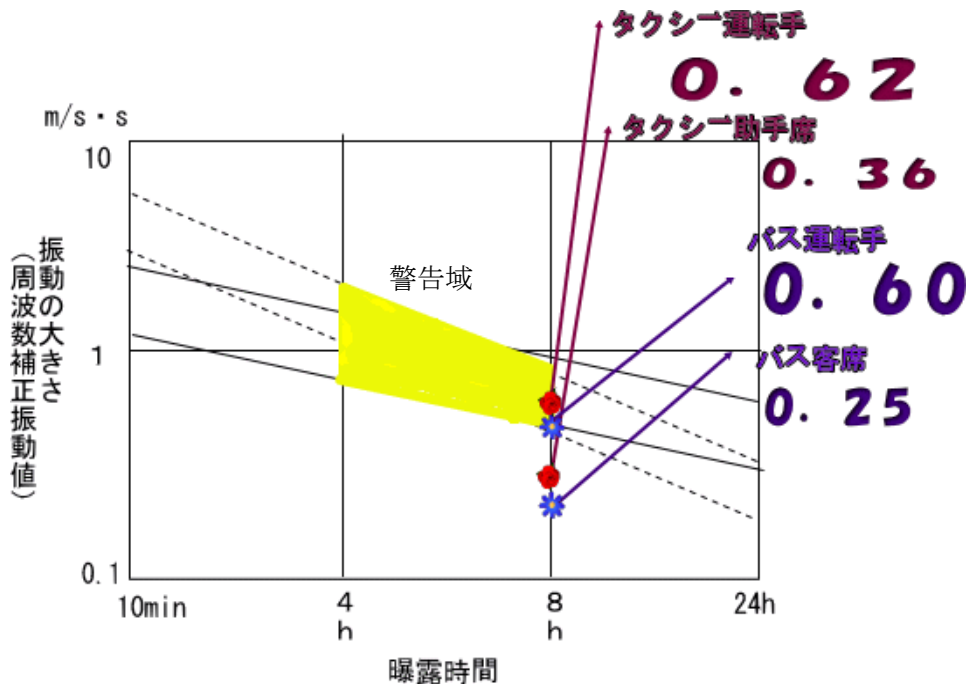


図7より、バス、タクシーともに、運転席の8時間換算振動値はISO基準の警告域に当たる可能性がある。

以上から、バス、タクシーともに、その労働において、運転手の職業起因の腰痛を惹起しうる振動に常に曝露されている可能性が十分に見取られることがわかる。

4. 考察

バス・タクシー運転手に対して行った質問紙調査から以下の二点のことが考えられる。第一に、バス・タクシー運転手ともに労働者全体より腰痛を自覚している割合が高いということ。第二に、バス運転手の方がタクシー運転手より全身振動が腰痛に関係していると感じている人が多いこと。である。

これらは帝産湖南交通株式会社では、エアサスペンション型バスがまだ3台しか導入されておらず、まだ板バネ式バスがほとんどであるためと考えられる。一般的にエアサスペンションは板バネ式に比べて、車両振動を軽減する効果が強く、そのことが今回の実習に影響しているものと思われる。また、タクシーは大型車に用いられる板バネ式では無いものの、一般的なバネ式のサスペンションを利用している。その他車体以外の要因として、バス運転手の方がタクシー運転手よりも休憩して体を動かす機会が少ない、勤務時間に自由時間が少ないということも考えられる。

ただし質問紙回収率がバス 66.3 パーセント、タクシー38.6 パーセントと圧倒的にタクシーの方が少ないので、質問紙結果のみで上記のような考察を言い切れるものではない。このような回収率の差については、業務形態の差、具体的には就業時間がバス・タクシーで異なることなどが考えられる。また、より一般的な結果と見なすためには、さらに多くのデータを集める必要、つまり、回収率を高める必要がある。

振動測定結果より、バスとタクシーの振動を比較してみると瀬田駅→滋賀医大間、滋賀医大→田上車庫間両者ともにタクシーの方がバスよりも振動が大きかった。これは、バスでは振動を吸収するエアサスペンションが導入されているが、タクシーでは乗用車に一般的なコイルばね式サスペンションが使われているためと考えられる。同時に、走行時の平均速度は、バスよりタクシーの方が大きかった。速度が大きくなるにしたがって振動値も大きくなることが知られており、このことも振動値の差に影響していると考えられる。

振動値を8時間換算してISO基準に当てはめたところ、タクシー運転手とバス運転手が警告域に当てはまった。このことから、バス、タクシー運転手は健康障害を生じうる振動に曝されている可能性があることがわかった。次に運転席と客席の振動を比較してみると、バス、タクシーともに運転席の方が客席よりも振動が大きく、警告域に当てはまることがわかった。これは座席自体の差、運転動作による姿勢の制限、さらに、振動値としては測定できるほど大きなものではないものの、座席からの振動に加えてハンドルやペダルからの振動暴露などの原因が考えられる。私たちは、この中でも特に座席の違いによる振動曝露量の違いが大きく関わっているのではないかと考えた。運転席が助手席・座席よりも振動曝露量が多くなる原因のひとつに座席の振動低減特性の違いが考えられる。なぜこのような違いが生じ得るかについて、経営面からの要因が考えられる。経営者側が、乗客席には快適性を提供するが運転手にはその必要はないと判断をしている可能性がある。しかしながら、乗車時間も乗客に比べて大きくなる運転席にこそ乗客席より振動低減特性の高い座席が必要になると思われる。ただし、今回の実習では実際に運転席と乗客席の振動低減特性の違いは計測していないため、今回の結果だけで運転席の振動低減特性が乗客席に比べて劣ると結論付けることはできない。

また、タクシーの運転席では瀬田駅→滋賀医大間の方が滋賀医大→田上車庫間よりも振動が大きかった。これは、瀬田駅→滋賀医大間の途中で路面工事が行われている区間が存在したため、その区間で振動が大きくなり滋賀医大→田上車庫間よりも振動が大きくなったと考えられる。しかし、バスではこの経路間においてそれほど有意差は見られなかった。これは、バスでは工事区間において大幅な減速をしていたので振動がそれほど大きくならなかったことや、振動を吸収するエアサスペンションの効果が表れたのではないかとと思われる。

以上より、私たちは運転手の職場環境改善のために、何らかの対策が行われる必要があると思い今回の実習結果から、車両振動が与える腰痛への影響を減らす対策を考えてみた。

(対策)

今回のデータは、バス、タクシーともに1台1回限りの測定から得られたものであるが、腰痛を予防緩和する対策として、以下のようなことを考えた。

- ・ タクシーよりバスの振動が小さいのは、バスに導入されているエアーススペンションによると考えられる。タクシーには、乗用車に一般的なコイルばね式サスペンションが使われているため、サスペンションの機能を見直す必要がある。今回バスの測定に用いられたエアーススペンション式のもの、(株)帝産湖南交通には3台しかないという。エアサス車の導入について前向きに検討するべきである。
- ・ 助手席のほうが、運転席より振動値が小さいことは、助手席のシートに振動吸収性のよいものが用いられていると予想される。運転席シートの改善を考慮する必要がある。
- ・ 「瀬田駅⇄滋賀医大病院」には、工事現場という悪路が存在している。振動を軽減するために悪路の改善、または悪路走行時の減速などが必要である。
- ・ 身体に与える全身振動の曝露時間を減らすための労働時間の軽減が必要である。

アンケート結果から、現段階で個人レベルの対策を立てている人がいることが分かった。個人への提案として以下のことがあげられる。

- ・ 座席に座布団を敷き腰への負担を軽減する。
- ・ 極力悪路を走行しない、悪路での減速をする。
- ・ 労働途中に休憩や体操をし、体を動かす。

座席に座布団を敷いている人は見られるが、悪路の走行に関して注意したり、休憩時間に体を動かすことに重きを置いている人は、アンケート結果から少ないように読み取れた。今後、これらの対策の重要性を運転手の方皆さんに知ってもらう必要がある。

全体として感じたことであるが、今後は、労働者の多くが腰痛について問題意識を持っていることを会社内で明らかにし、労働環境の改善のために組織だった対策がなされる必要がある。

*ISOとは、国際標準化機構(International Organization for Standardization)電気分野を除く工業分野の国際的な標準規格を策定するための団体であり、ISO 2631-1は機械的振動および衝撃人体の全身振動曝露の基準を定めている。

参考文献

『運転手の腰痛と全身運動』 文理閣