

氏 名 (本 籍)	辻 村 裕 次 (滋賀県)
学 位 の 種 類	博 士 (医 学)
学 位 記 番 号	博 士 (論) 第 3 4 1 号
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第 4 条第 2 項該当
学 位 授 与 年 月 日	平成 1 8 年 9 月 1 3 日
学 位 論 文 題 目	港湾におけるフォークリフト運転手の全身振動曝露 —日本の曝露実態と EN 13059 を用いた評価—
審 査 委 員	主査 教授 上 島 弘 嗣 副査 教授 平 英 美 副査 教授 服 部 隆 則

## 論文内容要旨

※整理番号	345	(ふりがな) 氏 名	つじ 村 裕 次
学位論文題目	港湾におけるフォークリフト運転手の全身振動曝露 －日本の曝露実態と EN 13059 を用いた評価－		
<p><b>研究の目的</b></p> <p>フォークリフト運転手に腰痛が多発しており、その重要な要因として全身振動曝露や不良姿勢が指摘されている。不良姿勢の中で体幹捻転に関しては、先行研究により、回転座席を装備することで腰部負担が軽減されることを表面筋電図測定結果から確認した。一方、全身振動に関しては、車両や走行面の改善という工学的手法が曝露全身振動値を低減するために有効であるが、日本では、実作業における振動曝露量や全身振動値の低減を評価する方法は確立されていない。欧州では 2002 年に、産業車両における全身振動評価のための試験方法（CEN 試験）を定めた規格が正式発行された。CEN 試験は、欧州で産業車両の実作業時全身振動を測定した結果に基づいて、試験時の全身振動値（CEN 試験値）が走行面や作業内容などにより変動する実作業時全身振動値を下回らないように、試験条件が定められている。</p> <p>先行研究で、測定振動と運転操作情報を同時に記録できるシステムを開発し、阪神地区港湾で使用されていたフォークリフト 46 台について、CEN 試験に準じた方法により全身振動を測定し、新旧車両を比較評価した（CEN 試験調査）。もし、CEN 試験値が同地区で測定した実作業時の全身振動値より低値でなければ、CEN 試験値を阪神地区港湾でのフォークリフト運転手の曝露全身振動値としても過小評価にはならず、CEN 試験のみで全身振動曝露を評価し、ひいては腰痛発症リスクを評定できる。また、欧州では水平方向全身振動は問題とされなかったが、日本での予備的な港湾フォークリフト作業時の測定では、前後方向にも顕著な全身振動曝露が観察されたので、水平方向全身振動が振動曝露評価に関与する度合いを検討する必要がある。</p> <p>上述の問題意識を基に、CEN 試験調査の曝露全身振動値評価への適用性検証を目的として、本研究を行った。</p> <p><b>対象と方法</b></p> <p>阪神地区港湾で多く所有されている機種で、すでに CEN 試験調査を行っており、かつ日常的に使用されていた異なる製造会社の 4 台を対象とした。</p> <p>各車両につき 1 労働週、延べ 19 日の全日で、測定振動と運転操作情報を記録した。得られた振動データから、ISO 2631 に従い、座面上の直交 3 方向における周波数加重振動加速度実効値（全身振動値）と ISO 2631 で定義されている 3 方向の総合的な全身振動評価指標の <b>Health</b> 値を求めた。そして、判断の基準と方法を定義し、CEN 試験値と比較検討した。</p>			

各車両につき、全日でデータ記録できた日のある1日を抽出し、ビデオ映像と運転操作情報から、荷物「積み降ろし」作業、「積み降ろし」以外の走行時（「移動」）と「積み降ろし」以外の停止時に分類し、作業状態別に解析した。

### 結果

各車両における1労働週の平均全身振動値 ( $m/s^2$ ) は、鉛直方向で 0.50、0.38、0.44、0.50、前後方向で 0.46、0.31、0.37、0.30 であった。すべての測定日で鉛直が優越な振動方向ではなかった。平均 **Health** 値は 0.92、0.66、0.77、0.74 であった。判断基準に従い比較したところ、鉛直方向全身振動値は4台とも CEN 試験値を下回った。**Health** 値は1台で同等と判定され、他の3台では CEN 試験値を下回った。

ビデオ映像記録が不完全であった1台を除いた3台について作業状態別に解析したところ、鉛直方向全身振動値と **Health** 値は、3台とも CEN 試験値を下回った。CEN 試験と同様の条件下（荷物積載状態で前進移動時）に限っても、同じ比較結果が得られた。

方向ごとの振動値検討のため、「移動」と「積み降ろし」における全身振動値を比較すると、3台とも、前後方向では「積み降ろし」の方が高く、鉛直方向では「移動」の方が高かった。また、3台とも「積み降ろし」において前後が人体影響の最も大きい振動を有する方向となった。

### 考察

CEN 試験値が、鉛直方向単独、もしくは直交3方向の総合的な曝露全身振動値に対して、下回らなかった理由については、従来の研究や本測定調査での振動と走行速度を検討した結果から、実作業時の平均走行速度が CEN 試験条件速度より低いことがその大きな要因であると考えられた。

運転操作情報と作業状態別解析から、港湾フォークリフト作業では、頻繁な前後進切り換えや加減速と共に荷物の積み降ろしが行われ、そのことが無視し得ない前後方向全身振動曝露の要因になっていると考えられた。これは欧州での実地測定結果と異なっているが、ISO 2631 より、前後方向振動は同値であれば鉛直方向振動より人体への影響が大きいため、具体的な振動曝露低減対策を行う上で考慮すべきことと思われる。

### 結論

阪神地区の港湾フォークリフト作業において、比較的大きな前後方向全身振動曝露が測定されたという点で CEN 試験が想定している全身振動曝露状況とは異なったが、それでも、CEN 試験は曝露全身振動値評価に対して適用できることが示唆された。このことと、全身振動曝露実態把握の過程で得られた様々な知見は、今後、全身振動曝露の評価と低減化を行う上で有用と考えられる。

## 学位論文審査の結果の要旨

整理番号	345	氏名	辻村 裕次
(学位論文審査の結果の要旨)			
<p>フォークリフト運転手に腰痛が多発しており、その重要な要因として全身振動曝露が指摘されている。欧州では、産業車両の全身振動曝露評価として利用価値のある欧州標準化規格 EN13059 (CEN 試験) が制定された。そこで CEN 試験値の、日本のフォークリフト作業における曝露全身振動値評価への適用性検証を目的として、フィールド研究を行った。</p> <p>CEN 試験を行った 4 台を対象とし、各車両につき 1 労働週の実作業中振動を測定した。直交 3 方向の全身振動値を算出し、CEN 試験値と比較検討した。</p> <p>その結果、4 台とも鉛直方向と 3 方向合成の全身振動値は、実作業時が同程度か小さかった。</p> <p>CEN 試験はフォークリフト作業における曝露全身振動値評価に適用できる可能性が示された。さらに、研究過程で得られた知見は、今後全身振動曝露低減を行う上で有用と考えられる。</p> <p>以上、本研究論文は、フォークリフト運転手の腰痛予防に関する基礎的実地疫学研究として、今後の研究発展に寄与するものであり、博士 (医学) の授与に値するものとする。</p>			
(平成 28 年 9 月 4 日)			