

平成 30 年 6 月 21 日現在

機関番号：24701

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2014～2017

課題番号：26460808

研究課題名(和文)無線通信機能付き手腕振動計測器を用いた個人振動ばく露管理システムの構築

研究課題名(英文)Development of assessment system on hand-arm exposure in the worksite.

研究代表者

宮下 和久 (MIYASHITA, Kazuhisa)

和歌山県立医科大学・医学部・教授

研究者番号：50124889

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,900,000円

研究成果の概要(和文)：厚生労働省の通達(2009)により、手持ち振動工具の周波数補正加速度実効値3軸合成値(振動値)とばく露時間から規定される日振動ばく露量、A(8)を用いた管理が導入されたが、作業現場での振動値を反映させたA(8)による作業管理を行う方法が示されていない。そこで、振動作業現場で簡易に振動値を測定し、遠隔作業でも対応可能なシステムを次の手順で開発した。1：クラウドサーバーシステムの構築、2：計測データを送信できる画面設計とソフト開発、3：クラウドサーバー経由による計測振動値と許容時間結果転送ソフトの開発。このシステムにより現場作業での振動値を反映させた許容時間を作業者に伝達することが可能となった。

研究成果の概要(英文)：While Governments require employers to regulate hand-arm vibration exposure among workers with vibration tools, it is not clear that how to check the vibration magnitude exposed to the worker at the worksite. Therefore, an assistive and simple checking system has been developed as follows; 1st Step: Building a cloud server system, 2nd Step: Designing a user interface and developing software for the personal device to send the measured data easily, 3rd Step: Designing a user interface and developing software for the personal device to calculate allowable operating time and transfer the calculation result back to the personal device. Through these steps, this assessment system gives each operator their allowable operating time at the worksite.

研究分野：医歯薬学

キーワード：振動値 手持ち振動工具 簡易振動計測装置 スマホ端末 クラウドサーバー 日振動ばく露量A(8)
作業許容時間 作業管理

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

振動障害の予防に関して、振動障害の業務上新規認定件数の推移をみると、1978 年をピークに漸次顕著に減少し、全体的には最多の年間新規認定件数2500件余の約8分の1の300件以下まで減少している。しかし、最近では下げ止まりの状態である。最近の下げ止まりの一因として、作業管理として1日2時間規制以内の使用であっても振動ばく露が過大となり振動障害を発生させていると考えられる。そこで、わが国では、手持ち振動工具の周波数補正加速度実効値3軸合成値(振動値)とばく露時間から規定される1日8時間の等価振動加速度実効値(日振動ばく露量 A(8))を用いた管理を導入することとなり、その具体的な内容が2009年に厚生労働省から通達された¹⁾。しかし、この振動値を作業現場で簡易に測定し、現場で生じる値を用いてどのようにA(8)を算出し、リスク管理の結果に基づいて実際の作業を行うかが課題である。本研究は、この課題を解決するための個人振動ばく露管理システムを開発しようとするものである。

2. 研究の目的

本研究は、現場で発生する工具振動値を簡易に測定し^{2),3)}、その値を現場からコンピュータに携帯電話機能で基地局(事業主)に送信し、計算ソフトを用いて日振動ばく露量(A(8))を算出し、ばく露量の許容の可否を判定、その結果を作業者に送信することによって、リアルタイムに作業管理を行うことを目的とする。

3. 研究の方法

本研究を次の3段階に分けて行う。

簡易振動ばく露計測器に携帯電話端末モジュールを付加し、測定値が電話無線回線を経由して、パーソナルコンピュータ(PC)にリアルタイムに転送することが可能な機器の改良を行う。

作成された、個人振動ばく露管理システムを森林組合の協力を得て、山間部において本システムを試験的に稼働させ、簡易振動計測器ならびにPCの受信環境(季節、天候を含め)の問題点を洗い出す。

全段階で把握した問題点を改良して、個人振動ばく露管理システムを完成させる。

4. 研究成果

(1) システムの開発

1: クラウドサーバーシステムの構築: 測定データを

携帯やスマホからのデータの送受信が可能になるクラウドサーバーシステムの開発

2: 計測データを容易に送信できる画面設計とそのソフトの開発: クラウドサーバーシステムを介して、計測データを携帯端末(携帯やスマホ)から計測データを容易に送信できるような画面設計とそのソフトの開発

3: クラウドサーバー経由での計測振動値と基地局での許容時間結果転送ソフトの開発: 携帯から送られた振動計測データ(周波数補正振動加速後実効値の3軸合成値 a_{hv} と計測時間 T_v)をクラウドサーバーを経由して基地局でのノートパソコンで受信後、振動値から得られる許容作業時間と A(8)を計算し、その結果を携帯端末に転送するための、携帯で受信するときの画面とソフトの開発
なお、複数回の作業での日振動ばく露量 A(8)の演算式は、次の通りとした。

振動暴露計測値算出のための演算式の検討結果

基本式

$$A(8) = a_{hv(rms)} \sqrt{\frac{Tv}{8}} \quad [m/s^2]$$

$$A_1(8)^2 \quad A_1(8) = a_{Hv1(rms)} \sqrt{\frac{Tv_1}{8}} \quad [m/s^2]$$

1回目の作業：

$$A(8) = \sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2(8)} = \sqrt{A_1(8)^2} \quad [m/s^2]$$

$$A_2(8)^2 \quad A_2(8) = a_{Hv2(rms)} \sqrt{\frac{Tv_2}{8}} \quad [m/s^2]$$

2回目の作業：

$$A(8) = \sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2(8)} = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2} \quad [m/s^2]$$

$$A_3(8)^2 \quad A_3(8) = a_{Hv3(rms)} \sqrt{\frac{Tv_3}{8}} \quad [m/s^2]$$

3回目の作業：

$$A(8) = \sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2(8)} = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2 + A_3(8)^2} \quad [m/s^2]$$

1日のn回合計作業でのA(8)の計算（1日のばく露量）

$$A(8) = \sqrt{\sum_{i=1}^n A_i^2(8)} = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2 + A_3(8)^2 + \dots + A_n(8)^2} \quad [m/s^2]$$

ここに、A(8)：日振動ばく露量、 $A_i(8)$ ：各作業のi番目の作業の日振動曝露量、 a_{hvi} ：i番目の作業の工具振動値（周波数補正振動加速後実効値の

3軸合成値）、 Tvi ：i番目の作業時の計測時間
構築した、システムの概略を図1に示した。

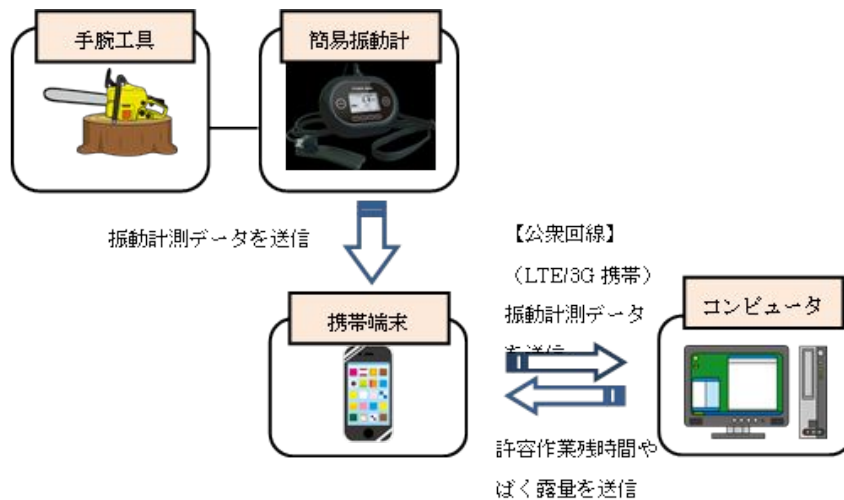


図 1 . 開発されたシステムの概略図

なお、本システムによる計測値の制度の検証については、近畿大学工学部次世代基盤技術研究所内の車両実験室にて、各種振動工具を実際の使用条件に近い状況で駆動しながら、改良した個人振動ばく露計測装置と、近畿大学工学部次世代基盤技術研究所に納入設置されている精密振動計測分析装置 (PULSE、デンマーク B&K 社製) と本システムの両方で振動工具の振動計測を実施した。その結果、改良した個人振動ばく露計測装置の計測結果の精度に関しては、問題がないことが確認された。

(2) 作業現場での検証

ア) 和歌山県西牟婁森林組合に協力を要請し、組合事務局内に基地局 (コンピュータ) を設置し、山林伐木現場では、山林労働者の協力のもと伐木時の振動値を計測した (図 2)。計測値を携帯端末から振動値を入力し、基地局に送信した。基地局では、送信された値をもとに分析し、許容される時間を結果として、携帯端末に送信し、現場での受信を確認した (図 3)。

山林伐木現場と、基地局 (森林組合

事務所) との相互の送受信に成功し、システムの作動性を確認した。

イ) 産業現場での検証結果

本システムを用いて、製造工場での実地検証を実施した。対象としたインパクトレンチ使用職場は、コンクリート製ポールを製造する工場で、工程は、大きく分けて 11 の工程に分けられる。このうち、手持ち振動工具を常時取り扱う工程は、第 3 工程の型枠の整形 (ボルトの締め) と第 9 工程の脱型 (ボルトの緩め) 第 3 工程と第 4 工程の間に行われる附属品の取り付け (ボルトの締め) の 3 つの工程である (図 4)。工具は、エアー駆動性のインパクトレンチ UTANI 株式会社製の工具が使用されていた。対象となった機種は 3 機種であった。

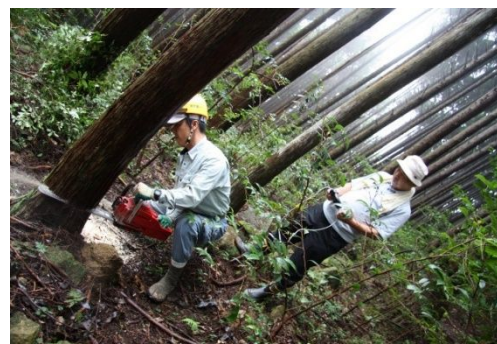


図 2 . 山林伐木現場での計測



図 3 . 測定値の基地局への送信と
分析結果の基地局からの受信



図 4 . インパクトレンチによる整形作業

第 3 工程と第 9 工程は、同じインパクトレンチが使用され、周波数補正加速度実効値の 3 軸合成値は最大で 6.5m/sec²であった。本システムを介しての日振動暴露量 A(8)から換算した、一日、許容ばく露時間は、4.7 時間であり、現場の作業状況、2 分/本、一日 70 本の作業と仮定すると、一日のばく露時間は 2.3 時間で、通達による振動工具使用一日 2 時間規制はオーバーするものの、最大使用時間 4 時間までとする規制をクリアする結果であった。附属品工程は、周波数補正加速度実効値の 3 軸合成値は最大で 6.9m/sec²であった。許容ばく露時間は 4 時間と算出され、現場作業のばく露時間は、これよりも短時間であった。

今回の測定結果が携帯端末を介して、専用クラウドに送られ、日振動暴露量 A(8)の演算ができることを確認した。さらに A(8)から算出したばく露許容時間と現場作業時間との比較により、今回のインパクトレンチ作業において、現状の使用工具の振動レベル、使用時間でもたらされる振動ばく露が、許容範囲内で行われていることが検証できた。このことから、本システムを用いることにより、現場で発する工具振動値と作業時間を反映した振動工具の作業管理が可能となることが示された 4)。

引用文献

- 1) 前田節雄:「振動工具管理責任者向け機器の開発状況」, 安全と健康, Vol. 64, No. 3, 62-64, 2013.印刷中
- 2) Mae T, et al. (2012) Development of hand-arm vibration measurement device. Proceedings of the 20th Japan Conference on Human Response to Vibration. pp. 30-37.
- 3) Mae T, et al. (2013) Development of hand-arm vibration measurement device. Proceedings of the 21st Japan Conference on Human Response to Vibration. pp. 30-37.
- 4) Miyashita et al. Development of Assessment system on Hand-Arm vibration exposure in the Workplace. The proceedings of the 23rd Japan Conference on Human Response to Vibration (JCHRV2015), pp45-48, 2015

5 . 主な発表論文等

[雑誌論文] (合計 3 件)

- 1) 宮下和久:振動障害対策のこれまでとこれから. 産業医学ジャーナル
- 2) Miyashita K, Maeda S, Takemura S, Tsuno K, Yoshimasu K. Development of an

assistivesystem for checking the vibration magnitude exposed to the hand-arm of workers at the worksite. Proceedings of the INTER-NOISE 2017 (46th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering). 2017; 2101-2105.

3) Miyashita K, Maeda S, Takemura S, Tsuno K, Yoshimasu K. Development of Assessment system on Hand-Arm vibration exposure in the Workplace. The proceedings of the 23rd Japan Conference on Human Response to Vibration (JCHRV2015), pp45-48, 2015

[学会発表] (合計 3 件)

1) Miyashita K, Maeda S, Takemura S, Tsuno K, Yoshimasu K. Development of an assistivesystem for checking the vibration magnitude exposed to the hand-arm of workers at the worksite.

INTER-NOISE 2017 (46th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering). 2017, Hong Kong

2) 宮下和久、前田節雄、竹村重輝、津野香奈美、吉益光一：振動職場で利用可能な個人振動ばく露管理システムの構築。第 89 回日本産業衛生学会 2016。福島市

3) Miyashita K, Maeda S, Takemura S, Tsuno K, Yoshimasu K. Development of Assessment system on Hand-Arm vibration exposure in the Workplace. 23rd Japan Conference on Human Response to Vibration (JCHRV2015), 2015, Tokyo.

[図書] (合計 0 件)

以下、該当なし

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

宮下和久 (MIYASHITA, Kazuhisa)
和歌山県立医科大学・医学部・教授
研究者番号：50124889

(2) 研究分担者

吉益光一 (YOSHIMASU, Kohichi)
和歌山県立医科大学・医学部・准教授
研究者番号：40382337

津野香奈美 (TSUNO, Kanami)
和歌山県立医科大学・医学部・講師
研究者番号：30713309

竹村重輝 (TAKEMURA, Shigeki)
和歌山県立医科大学・医学部・助教
研究者番号：70511559

以上