

改正 JIS T 8114(防振手袋)規格と CE マークとの関係†

前 田 節 雄*¹ 柴 田 延 幸*¹

JIS T 8114(防振手袋)規格は、1987年に制定・発行、その後、1994年、2002年に改定・廃止などの確認がなされたが、そのまま継続されてきていた。その規格が、2007年5月25日に1996年に制定・発行されてきているISO 10819規格を取り入れてJIS T 8114として改定・発行された。本報告では、旧JIS T 8114の問題点およびJIS T 8114が改定に至った経緯とCEマークとの関係について概説した。

キーワード: 防振手袋、JIS T 8114、ISO 10819、CE マーク

1 はじめに

1987年に制定・発行、その後、1994年、2002年に改定・廃止などの確認がなされたが、そのまま継続されてきていたJIS T 8114(防振手袋)の規格¹⁾が、2007年5月25日に1996年に制定・発行されてきているISO 10819 (Mechanical vibration and shock – Hand-arm vibration – Method for the measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves at the palm of the hand) 規格²⁾を取り入れてJIS T 8114として改正・発行された。

本報告では、旧JIS T 8114の問題点およびJIS T 8114が改定に至った経緯とCEマークとの関係について概説する。

2 JIS T 8114:1987(防振手袋)の問題点

手腕振動ばく露から手腕振動障害を軽減する方法としては一般的に次の3つの方法が効果的であると考えられている。

- 1: 出来るだけ振動の小さい工具の選択(低振動工具の選択)
- 2: 作業時間の制御
- 3: 防振手袋 P.P.E.(Personal Protective Equipment) の使用

1の出来るだけ振動の小さい工具の選択(低振動工具の選択)を行うためには、低振動工具を選択することを作業主が容易に出来るための、振動工具のラベリングが必要である。しかし、我が国にはいまだ、工具製造メーカーに対して、工具から発生する振動の大きさを提供してもらい、振動の大きさを比較できるような状況には至っていないので、振動の小さい工具の選択は困難な状況にあると思われる。2の作業時間の制御も、1のように、工具の周波数補正振動加速度実効値がカタログなどに表示されることにより、リスクの低い手持振動工具を選択することは可能になるが、実作業現場で作業をしている作業員に対して、許容基準を満足した作業を行って

いるかどうかの情報をフィードバックすることは不可能であると思われるので、実作業時の作業時間の制御に関しては、まだまだ考えなければならないことがあると思われる。この1や2に比べ、手腕振動ばく露から手腕振動障害を軽減する最も簡易的な方法としては、P.P.E.(Personal Protective Equipment)防振手袋の使用であると考えられてきている。

鉱業、林業、土木建設業、製造業などの事業場において、工具、機械などから作業員の手に伝わる振動を軽減するための防振手袋の振動軽減効果の評価を行う規格として、我が国ではJIS T 8114が1987年に制定・発行されてきていた。しかし、我が国にはこのJIS規格に準拠した形で防振手袋の防振性能を評価することが出来る測定システムが存在しなかったため、保護具製造業者、手袋製造業者などから防振を目的とした手袋が多く市販されてきているが、防振手袋がどのような防振特性を持っているかは明確ではなかった。それゆえ、防振手袋の使用が推奨されているが、作業員や事業主が何を基準に防振手袋を選定すればよいかは明らかではない状況だった。

防振手袋の振動軽減効果の評価する必要性から、平成13年度にJIS T8114規格に準拠した防振手袋振動軽減効果を測定できる装置が旧産業医学総合研究所(以下、旧産医研)人間工学特性研究部に納入された。この装置の特徴は、人の手腕の駆動点機械インピーダンス特性に合わせた人工手を用いて、振動台の上に置かれた防振手袋を一定の力で押し付けることが出来るようになった点である。

JIS T8114規格では、加振器上に置いた防振手袋への入力振動加速度と出力振動加速度との比、すなわち振動伝達率を実験的に求め、デシベルで表示したものを減衰値としている。加振台に取り付けた振動加速度ピックアップからの振動加速度値を入力振動加速度 a_1 、人工手に取り付けた振動加速度ピックアップからの振動加速度値を出力振動加速度 a_2 と考え、この比 a_1/a_2 を減衰量と考える。

$$\text{減衰量(dB)} = 20\log_{10}(a_1/a_2)$$

加振方向は、試料に対し垂直の方向とし、63Hz,125Hz,250Hzの正弦振動又は1/3オクターブバンドランダム振動で加振する。試験振動加速度は各試験周

† 原稿受理 0000年00月00日

*¹ 労働安全衛生総合研究所環境計測管理研究グループ

連絡先: 〒214-8585 神奈川県川崎市長尾6-21-1

労働安全衛生総合研究所環境計測管理研究グループ 前田節雄

E-mail: maedas@h.jniosh.go.jp

波数とも実効値 3G となっている。また、各防振手袋の防振効果の評価は、JIS T 8114 に示されている 63,125,250Hz でそれぞれ 6,10,10dB 以上とされている。このように JIS T 8114 においては、63,125,250Hz の単一の周波数での防振手袋の振動軽減効果を規定しようとしているが、実際の手持ち振動工具の振動は、連続的な周波数スペクトル成分を持っているので、このような離散周波数での試験では、工具振動に対して有効な振動軽減効果が得られるかどうかは不明であると思われる。

3 JIS T 8114 改訂作業の趣旨及び経緯

前述のように、振動障害を防止するためには、低振動工具の使用、作業時間の規制、作業環境の整備、健康診断の実施などと併せて、工具のハンドルから作業者の手へ伝搬する振動を低減するための防振手袋の使用が考えられる。防振手袋の評価方法として、国際的には、ISO 10819 が制定され、我が国では JIS T8114 が制定されている。しかし、JIS 規格では、防振手袋の振動軽減効果を 63,125,250Hz の 3 つの単一の周波数で測定評価しているために、また、実際の手持振動工具はスペクトル振動であるがゆえに、実際の工具に対しての防振手袋の効果を評価することができなかった。一方、1996 年に制定発行された ISO 10819 の規格では、手持振動工具のスペクトルに対しての振動軽減効果を評価する方法を規定していた。したがって、実手持振動工具に対しての防振手袋の振動軽減効果と防振手袋の輸出入を考えた場合、JIS T 8114 規格を ISO10819 規格に整合させることが急務であった。

そこで、平成 17 年度 JIS 原案作成に応募する規格内容の概要調査書を平成 16 年 10 月 30 日の公募期限に向けて日本保安用品協会を事務局として、JIS T 8114 の規格内容を 1996 年に制定された ISO 10819 の内容に改定する JIS 規格策定作業として申請した。申請した本委員会と分科会委員会のメンバーは Table I に示す通りである。本委員会は 2 回、分科会は 7 回開催し、改正 JIS 規格を策定した。

この JIS 規格改定により、日本においても国際的に整合の取れた防振手袋の振動軽減効果の測定が可能になると同時に、国際的整合をもつことにより輸出が容易となることが期待される。また、これまで作業員や事業主が何を基準に防振手袋を選定すればよいかは明らかでなかったが、今回の JIS T 8114 の改訂により、振動軽減効果を持った防振手袋の選定も容易になるとと思われる。

この改正規格は、手腕系振動ばく露に起因する振動障害のリスクから人々を保護することの要求の増大に対応し、防振手袋の振動伝達率の実験室での、しかし可能な限り実際の作業場での標準的な条件下での測定方法を規定した ISO 10819:1996 にもとづいており、製品規格にするため技術的内容を変更して作成した日本工業規格である。この規格の作成にあたっては、ISO 規格と整合をはかることを主眼として審議を行い、その意図を忠実に翻訳し、旧 JIS T 8114 の製品規格に対応できるように

ISO 10819 翻訳内容との整合性を図ったものである。この規格は防振手袋の振動伝達率の測定及び評価を ISO 規格に整合した方法で行うことを目的に改正された。また、旧規格の測定周波数(範囲)、測定に用いる振動、把持力、測定に用いる手、測定結果の評価方法、被験者の手の規定も、作業場での標準的な条件下での測定方法を規定している ISO 規格に整合させた。

そして、2007 年 5 月 25 日に改正・発行された JIS T 8114 規格によって、我が国においても、国際的に整合の取れた防振手袋の振動軽減効果の評価が可能になると同時に、CE マーク製品として国際的整合を持つことによって輸出が容易になることが期待されるようになってきた。

表 1 JIS T 8114 改訂作業委員リスト

	備考	氏名	所属
委員長	○	前田節雄	独立行政法人労働安全衛生総合研究所
幹事	○	米岡宗臣	住商アンセル株式会社
委員	○	永井克尚	財団法人日本規格協会
		吉川敏彦	厚生労働省労働基準局
		根岸喜代春	経済産業省産業技術環境局
		武井利行	国土交通省住宅局
		鈴木正勝	林野庁
		平雄一郎	アトム株式会社
		江上壮輔	株式会社カミキ
		桑貝毅	株式会社シモン
		渡辺則夫	丸五産業株式会社
		荒川輝雄	中央労働災害防止協会
藤丘育生	建設業労働災害防止協会		
		真覚正武	港湾貨物運送事業労働災害防止協会
		福田章史	林業・木材製造業労働災害防止協会
		山下芳久	鉱業労働災害防止協会
	○	松村不二夫	ミドリ安全株式会社
	○	吉川教治	リオン株式会社
関係者		鎌倉正義	住商アンセル株式会社
事務局		角田 脩	社団法人日本保安用品協会

注記 ○印は、分科会委員を示す。

4 CE マークとは？

EU (EC) 指令の必須安全要求事項に適合したことを示すマークのことである。製品の製造業者（輸出者）又は第3者機関が所定の適合性評価の行為を行ったことを表示するために製品、包装、添付文書に付与するマークのことである。公認機関の認証を受ける場合と、自己認証の場合がある。CE マークのある製品は、このマークによってEU域内の自由な流通が保障される。EC 指令では、製品が守るべき基準（必須要求事項）を提案するとともに、必須要求事項を具現化する整合規格の作成を定めている。様々な製品・機能に対する CE マーキングの認証方式を定型化するために、CE マーキング認証モジュール(93/465/EEC)がある。CE マーク取得のためには、図1に示すように、EU 中の P.P.E. Directive に関連したヨーロッパの指定された機関で2種類の試験にパスしなければならない。

1 つは、今回 JIS 規格になった JIS T 8114 規格(ISO 10819)に基づいた試験で防振手袋の評価基準にパスすること、もう1つは、EN420³⁾に基づいた防振手袋としての材料特性試験にパスしなければならない。この EN420 は、保護手袋の材料特性などの一般的な要求と試験方法を規定する規格である。基本的には、CE マーク取得のためには、EU 内の指定機関で実施しなければならないことになっている。しかし、現在、前者の試験に関しては、我が国でも実施することが可能であるので、CE マーク取得が必要な国内企業は、事前に振手袋の振動軽減効果を試験し、その後、同様の試験を EU の指定機関に手袋を送ることにより、CE マーク取得が可能になると考えられる。

5 結論

我が国でも、やっと、世界と整合性がとれる防振手袋の振動軽減効果を求めることが出来る JIS T 8114 が改定・制定された。今後は、防振手袋を購入する作業や事業主に防振手袋の防振効果の判断が容易に出来るように、防振効果を購入者に明示できるようなラベリング方法の導入を考えていくことが急務であると思われる。また、CE マークを取得し、海外市場の開拓も行うことができる状況になってきたと思われる。

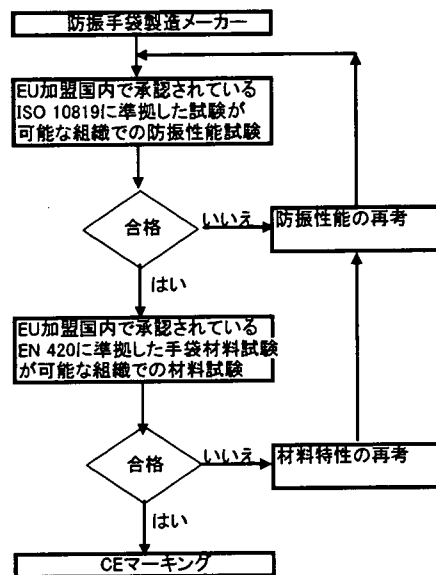


図1 CE マーク取得方法

参考文献

- 1) JIS T 8114, 防振手袋, 日本規格協会, 1987
- 2) ISO10819, Mechanical vibration and shock - Hand-arm vibration - Method for the measurement and evaluation of the vibration transmissibility of gloves at the palm of the hand International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland. 1997
- 3) EN420, Protective gloves. General requirements and test methods, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium. 1994.

研究成果の刊行物・別刷

4: 柴田延幸, 前田節雄: 「新 JIS T8114 に基づいた国内流通防振手袋の振動軽減効果の測定・評価」
労働安全衛生研究(2008), 印刷中

新 JIS T8114 に基づいた国内流通防振手袋の振動軽減効果の測定・評価†

柴田 延幸*1 前田 節雄*2

Measurement and Evaluation of Vibration Transmissibility of Anti-vibration Glove Distributed in Japan Based on New JIS T8114†

by

Nobuyuki SHIBATA*1 and Setsuo MAEDA*1

A new Japan industrial standard JIS T8114 that is fully compatible with the international standard ISO 10819 has started to be effective in Japan in May 2007. A new vibration measurement system that fully satisfies the requirements defined in ISO 10819 was installed in the Japan National Institute of Occupational Safety and Health (Japan NIOSH). This paper presents the detail specification of the ISO 10819 based vibration measurement system installed in the JNIOOSH. Also several measurement results of vibration transmissibility of anti-vibration gloves distributed in the Japan market and others experimentally prepared for production in the near future were exhibited in this paper.

Key Words: Anti-vibration glove, JIS T8114, ISO10819

1 はじめに

手や腕から伝わる振動は手腕振動と呼ばれ、通常、作業者が手持ち動力工具等の操作する際に暴露する。手腕振動の暴露は、白ろう病に代表される末梢循環機能・神経・運動器障害の原因のひとつとして知られており、その予防は労働衛生における重要な研究テーマのひとつである。通常、手腕振動暴露量の軽減方法として、低振動性工具の使用、振動暴露作業時間の制限および防振手袋の使用を総合的に考えるが、作業員および事業者双方にとって最も簡易的かつ業務効率に影響しにくい対策方法が防振手袋の使用である。

2007年5月に防振手袋の振動軽減効果の測定および評価方法について規定した国内規格である新 JIS T8114 が旧規格に替わって施行され、同様の規定をしている国際規格 ISO10819¹⁾に整合化されることとなった。新 JIS T8114 は防振手袋の振動軽減効果の測定から評価方法にいたるまで旧 JIS T8114 と比較して大きく異なっており、国内防振手袋メーカー各社は現有製品の JIS T8114 適合の可否の把握および今後の防振手袋の開発方針の変更等、多くの課題への対応を迫られている。

新 JIS T8114 に基づいた防振手袋の振動軽減効果の測定および評価を行うためには、同規格に準拠した手腕加振実験装置が必要となる。労働安全衛生総合研究所では、同規格に準拠した手腕加振実験装置を開発、現在、国内

唯一の新 JIS T8114 準拠実験装置としてその果たすべき役割は大きく、国内外からの共同研究にも応えている。

本報では、まず旧 JIS T8114 と比較しながら新 JIS T8114 の概要について説明をするとともに、新 JIS T8114 準拠の加振装置を用いて行った新 JIS 施行時に国内流通していた特徴的な防振手袋についての JIS 準拠振動軽減性能の評価試験結果を報告する。また、新 JIS 施行前後に国内防振手袋メーカー数社と共同で行った JIS 適合を目指したプロトタイプ防振手袋の評価試験結果についても報告するとともに今後の方向性について議論する。

2 新 JIS T8114 の概要

2.1 新旧 JIS の主な違い

国際規格 ISO10819 への整合化を目的として施行された新 JIS T8114 は測定および評価方法において旧 JIS T8114 と大きく異なる。まず、測定方法における両者の主な違いを Table I にまとめて示す。

測定方法における両者のもっとも大きな違いは、新 JIS T8114 では被験者(3人)が試験対象の防振手袋を装着して加振用ハンドルを握ることである。このときの加振方向は、ISO10819 に定める Z_h 方向である。これに対して旧 JIS では、試験対象の防振手袋に対して人工手と称するデバイスを装着し、鉛直加振盤の上に固定する。このときの加振方向は、ISO10819 に定める X_h 方向であ

† 原稿受付 2007年9月30日; 原稿受理 0000年00月00日 Received ##### 00, 0000; Accepted ##### 00, 0000

*1 (独) 労働安全衛生総合研究所 環境計測管理研究グループ (214-8585 神奈川県川崎市多摩区長尾 6-21-1)

Measurement and Control of Work Environment Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health, Japan, Nagao 6-21-1, Tama-ku, Kawasaki, Kanagawa 214-8585, Japan.

E-mail: shibata@h.jniosh.go.jp

*2 (独) 労働安全衛生総合研究所 環境計測管理研究グループ (214-8585 神奈川県川崎市多摩区長尾 6-21-1)

Measurement and Control of Work Environment Research Group, National Institute of Occupational Safety and Health, Japan, Nagao 6-21-1, Tama-ku, Kawasaki, Kanagawa 214-8585, Japan. — 68 —

E-mail: maedas@h.jniosh.go.jp

り、加振方向が異なる。

Table I. Comparison between new and old JIS T8114.

Contents	New JIS T8114	Old JIS T8114
Glove fixation	Subjects	Artificial hand
Vibration signal	Broadband (Spectrum M/H)	Sinusoidal (63, 125, 250 Hz) or 1/3 octave random
Vibration axis	Z _b	X _b

また、新 JIS T8114 において振動軽減率の測定に使用する振動波形は、2 種類のブロードバンド振動波形（スペクトル M/H）である。これに対して、旧 JIS において使用される振動波形は、周波数が 63、125、および 250Hz の離散周波数による正弦振動または 1/3 オクターブバンドランダム振動としている。新 JIS T8114 ブロードバンド振動波形のパワースペクトル密度（PSD）を Fig. 1 に示す。スペクトル M は 16Hz から 400Hz までの周波数帯域を有し、スペクトル H は 125Hz から 2000Hz までの周波数帯域を有する。実際に作業者が振動工具等を使用する際に発生する振動は、工具によって違いはあるもののやはりブロードバンドのランダムスペクトルである。

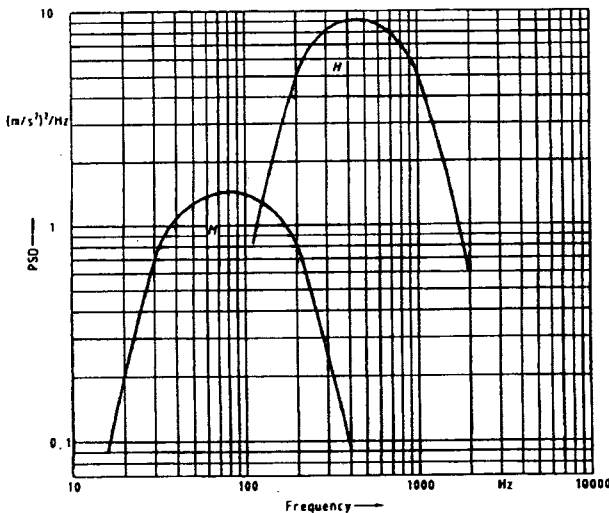


Fig. 1 Spectra of the two vibration signals (M and H).

2・2 新 JIS T8114 準拠の測定装置

新 JIS T8114 ではデータの解析方法を含めて測定装置の要求仕様を細かく規定している。Fig.2 は、同規格において要求される仕様を満たすべく労働安全衛生総合研究所において開発・設置された、新 JIS T8114 準拠の防振手袋振動軽減効果測定装置の概略図である。

同規格では、力や加速度などの物理量の測定方法やセンサの配置方法さらには被験者が握る加振ハンドルの構造にいたるまで細かく規定している。

2・3 新 JIS T8114 の測定方法

新 JIS T8114 では、被験者を用いて防振手袋の振動軽減効果を測定する。このため、測定データに影響を及ぼすと考えられるさまざまな因子、すなわち被験者の手の

サイズから測定中の被験者の姿勢および加振ハンドルの握り方に至るまでが細かく規定されている。

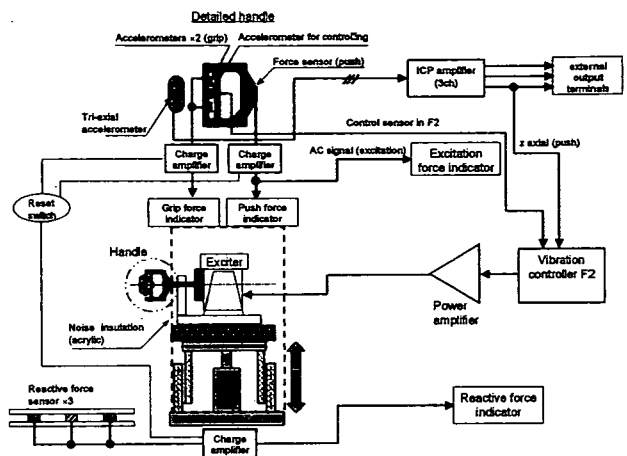


Fig. 2 Schematic diagram of New JIS T8114 based vibration transmissibility measurement system.

被験者の手のサイズは、保護用手袋に関する要求仕様および測定・評価方法を定めた欧州規格 EN420²⁾において定めるサイズ7からサイズ9までの大きさの手を有する人を被験者として採用することとしている。

測定中の被験者の姿勢を Fig.3 に示す。被験者は、水平な台の上に直立姿勢をとり、右手で加振ハンドルを握る。その際、上腕部は胴体部に触れぬよう脇の下に若干の隙間を維持する。また、肘の角度を $90 \pm 10^\circ$ に保ち、肘から先をほぼ水平に保つようにする。手首は中立（曲げていない状態）を基本とし、最大 40° の背折を許容する。

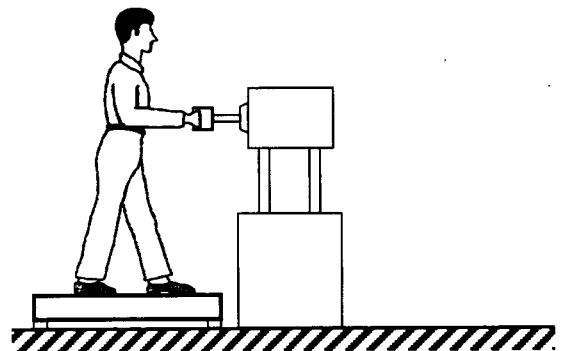


Fig. 3 Schematic illustration of subject posture during measurement.

ハンドルの握り方は、ハンドルを握る力（把持力）とハンドルを押す力を規定しており、把持力は 30 ± 5 N、押す力は 50 ± 8 N の範囲に収まるように、装置に取り付けられたモニターにおいて被験者自ら確認・制御する。

2・4 新 JIS T8114 の評価方法

新 JIS T8114 では、加振ハンドルおよび掌で測定された二つの加速度の値から振動伝達率を計算することによって防振手袋の振動軽減効果を評価する。防振手袋の平均振動伝達率の算出方法は以下の通りである。素手による振動暴露における振動伝達率 TR_{sp} は、手のひらで測定される加速度 a_{wsPb} およびハンドル側で測定される加速

度 a_{wsRb} を用いて次式で表される。

$$TR_{sb} = a_{wsPb} / a_{wsRb} \quad (1)$$

また、防振手袋装着時の振動暴露による振動伝達率 TR_{sg} は、手のひらで測定される加速度 a_{wsPg} およびハンドル側で測定される加速度 a_{wsRg} を用いて次式で表される。

$$TR_{sg} = a_{wsPg} / a_{wsRg} \quad (2)$$

式(1)(2)より、各振動スペクトルにおける防振手袋の振動伝達率 TR_s は次式で計算される。

$$TR_s = TR_{sg} / TR_{sb} \quad (3)$$

この値は 3 人の被験者ごとに得られるので TR_s を算術平均することにより平均振動伝達率 $\langle TR_s \rangle$ が得られる。

$$\langle TR_s \rangle = (TR_{s1} + TR_{s2} + TR_{s3}) / 3 \quad (4)$$

2.5 新 JIS T8114 の評価基準

式(4)にしたがって得られた振動スペクトル M および H ごとの平均振動伝達率 $\langle TR_s \rangle_M$ および $\langle TR_s \rangle_H$ が、それぞれ式を満たした場合に新 JIS T8114 適合の防振手袋と判断することになる。

$$\langle TR_s \rangle_M < 1.0, \quad \langle TR_s \rangle_H < 0.6 \quad (5)$$

3 新 JIS 準拠による防振手袋防振性能測定結果

本節では、2007 年 5 月の新 JIS T8114 施行以前に日本国内で流通していた主要な防振手袋（外国メーカー製造のものを含む）25 種類と同規格施行前後に国内防振手袋メーカー数社が新規格適合を目指して開発したプロトタイプの防振手袋 8 種類に関して行った新 JIS T8114 に準拠した防振手袋防振性能測定の結果について述べる。

3.1 既存防振手袋の測定結果

Table II. Results of new JIS T8114 based measurement (rubber type).

Sample No.	Spectrum	TRs				Results
		Subject 1	Subject 2	Subject 3	Average	
1	M	0.979	1.035	0.923	0.979	OK
		0.98	1.035	0.923		
	H	0.924	1.162	1.013	1.033	NG
		0.924	1.162	1.013		
2	M	0.955	0.98	0.979	0.971	OK
		0.955	0.98	0.98		
	H	0.857	1.038	1	0.965	NG
		0.857	1.038	1		
3	M	0.997	1.052	1.036	1.028	NG
		0.997	1.052	1.036		
	H	1.028	1.109	0.992	1.043	NG
		1.028	1.109	0.992		
4	M	0.978	0.942	0.94	0.954	OK
		0.979	0.943	0.941		
	H	0.858	0.937	0.849	0.881	NG
		0.858	0.937	0.849		
5	M	0.923	0.941	0.982	0.949	OK
		0.923	0.941	0.983		
	H	0.936	0.972	0.899	0.936	NG
		0.936	0.972	0.899		

新 JIS T8114 施行以前に国内流通していた主要な防振手袋 25 種類について行った防振手袋防振性能測定の結果を構造による分類にしたがって Table II から Table VI に示す。

ゴム系素材を掌表面に突起状に配置したタイプの防振手袋では、すべての試験手袋でスペクトル H に対する合格基準を満たすことができなかった (Table II)。サンプル No.15 については、スペクトル H において基準を満足することができなかったが、平均振動伝達率は 0.763 を示し比較的高い振動軽減効果を呈した。

発泡系のウレタン様材料を布製または皮製材料で覆うタイプの防振手袋に関する測定結果を Table III に示す。

Table III. Results of new JIS T8114 based measurement (cushion type).

Sample No.	Spectrum	TRs				Results
		Subject 1	Subject 2	Subject 3	Average	
6	M	0.944	0.914	0.934	0.938	OK
		0.914	0.918	0.934		
	H	0.835	0.97	0.918	0.908	NG
		0.835	0.97	0.918		
7	M	0.968	0.965	0.868	0.934	OK
		0.967	0.965	0.868		
	H	0.89	0.86	0.706	0.819	NG
		0.89	0.86	0.706		
8	M	0.951	0.84	0.878	0.89	OK
		0.951	0.84	0.878		
	H	0.78	0.812	0.723	0.772	NG
		0.78	0.812	0.723		
9	M	0.993	1.092	0.985	1.023	NG
		0.992	1.091	0.986		
	H	0.979	1.177	1.093	1.083	NG
		0.979	1.177	1.093		
10	M	0.957	1.04	1.019	1.005	NG
		0.957	1.04	1.019		
	H	1.096	1.151	1.148	1.132	NG
		1.096	1.151	1.148		
11	M	0.997	0.936	0.98	0.971	OK
		0.998	0.935	0.981		
	H	0.904	1.079	1.037	1.007	NG
		0.904	1.079	1.037		

こちらも同様にすべての試験手袋でスペクトル H に対する合格基準を満たすことができなかった。サンプル No.8 の防振手袋は旧 JIS T8114 適合と称している手袋であり、このタイプの中では最も高い振動軽減効果を示した。

ジェル等の特殊防振材を使用した防振手袋に関する測定結果を Table IV に示す。こちらのタイプもすべての試験手袋でスペクトル H に対する合格基準を満たすことができなかった。サンプル No.15 の防振手袋は米国メー

カー製の防振手袋で、米国において ISO10819 に基づく防振性能評価基準をクリアしている。しかし、今回我々が日本人を被験者として行った評価試験では、スペクトル H において評価基準を満足することはできなかった。ただし、同タイプの防振手袋と比較して、サンプル No.15 は最も優れた振動軽減性能を呈していた。

Table V にエア注入型の防振手袋に関する測定結果を

Table IV. Results of new JIS T8114 based measurement (gel type).

Sample No.	Spectrum	TRs				Results
		Subject 1	Subject 2	Subject 3	Average	
12	M	0.967	1.009	1.01	0.995	OK
	H	1.084	1.119	1.035	1.079	NG
13	M	0.973	1.002	0.99	0.988	OK
	H	0.961	1.12	1.043	1.041	NG
14	M	0.972	1.006	0.994	0.99	OK
	H	1.105	1.14	1.071	1.105	NG
15	M	0.899	0.932	0.838	0.89	OK
	H	0.766	0.802	0.722	0.763	NG
16	M	1.04	0.998	1.04	1.026	NG
	H	1.075	1.107	1.043	1.075	NG

示す。こちらのタイプもすべての試験手袋でスペクトル H に対する合格基準を満たすことができなかった。サンプル No.17 および 18 は、いずれも外国製であり、本国では ISO10819 準拠の評価試験に合格している防振手袋である。これらの手袋については、スペクトル H に対する平均振動伝達率でそれぞれ 0.854, 0.884 を示し、合格基準を満足しなかったものの比較的優れた振動軽減性能を示した。また、スペクトル M に対する測定結果では、サンプル No.20 以外は 0.93 から 0.95 程度の平均振動伝達率を示し、他のタイプと比較してスペクトル M に対する振動軽減性能は良好であった。

上述の 4 タイプいずれにも分類されなかったタイプの防振手袋に対する測定結果を Table VI に示す。これらの手袋は、いずれも外観から防振性能を疑問視することが容易な構造を有しているものであり、測定結果もほとんどで平均振動伝達率が 1.0 (素手の時よりも手に振動伝達される量が多いことを意味する) 以上を示し、他のタイプと比較して最も防振性能に劣っていた。

3.2 新規開発プロトタイプの実験結果

Table V. Results of new JIS T8114 based measurement (air type).

Sample No.	Spectrum	TRs				Results
		Subject 1	Subject 2	Subject 3	Average	
17	M	0.843	1.002	0.96	0.935	OK
	H	0.763	0.809	0.989	0.854	NG
18	M	1.027	0.832	0.939	0.932	OK
	H	0.834	0.798	1.02	0.884	NG
19	M	0.965	0.944	0.898	0.936	OK
	H	0.837	0.896	1.06	0.931	NG
20	M	0.937	1.067	1.013	1.006	NG
	H	0.884	1.058	1.041	0.995	NG
21	M	0.948	0.947	0.958	0.951	OK
	H	0.915	0.916	1.078	0.97	NG

Table VI. Results of new JIS T8114 based measurement (other types).

Sample No.	Spectrum	TRs				Results
		Subject 1	Subject 2	Subject 3	Average	
22	M	0.942	1.044	0.981	0.989	OK
	H	0.844	1.179	0.99	1.004	NG
23	M	1.03	1.07	1.003	1.035	NG
	H	1	1.101	1.127	1.076	NG
24	M	1.001	1.041	1.019	1.021	NG
	H	1.093	1.103	1.091	1.095	NG
25	M	1.041	1.023	1.003	1.023	NG
	H	1.145	1.021	1.126	1.097	NG

Table VII および VIII に新 JIS T8114 適合を目指して新規開発されたプロトタイプ防振手袋に対する新 JIS T8114 に基づいた防振性能の測定結果を示す。

ウレタン様高分子材料を掌に装着したタイプの防振手袋では、サンプル No.29 のみスペクトル H において評価基準を満たさなかった(平均振動伝達率: 0.783) がそれ以外のサンプルはいずれもスペクトル M および H 両方において評価基準を満足した。特に、サンプル No.26 および 27 では、スペクトル H に対する平均振動伝達率が 0.486 および 0.399 を示し、高周波数領域におけるきわめて優れた振動軽減性能を呈した (Table VII)。

Table VII. Results of new JIS T8114 based measurement (cushion type).

Sample No.	Spectrum	TRs				Results
		Subject 1	Subject 2	Subject 3	Average	
26	M	0.983	0.868	0.865	0.905	OK
		0.983	0.87	0.866		
26	H	0.457	0.54	0.462	0.486	OK
		0.457	0.54	0.462		
27	M	0.953	0.873	0.844	0.89	OK
		0.954	0.875	0.843		
27	H	0.304	0.522	0.371	0.399	OK
		0.304	0.522	0.371		
28	M	0.963	0.912	0.908	0.937	OK
		1.015	0.914	0.909		
28	H	0.566	0.554	0.565	0.562	OK
		0.566	0.554	0.565		
29	M	1.021	0.942	0.921	0.961	OK
		1.021	0.942	0.922		
29	H	0.76	0.773	0.815	0.783	NG
		0.76	0.773	0.815		

ゴム系高分子材料を掌に突起状に配置させたタイプの防振手袋では、サンプル No.31 のみスペクトル H において評価基準を満たさなかった(平均振動伝達率: 0.625) がそれ以外のサンプルはいずれもスペクトル M および H 両方において評価基準を満足した。特に、サンプル No.32 および 33 では、スペクトル H に対する平均振動伝達率が 0.429 および 0.449 を示し、高周波数領域におけるきわめて優れた振動軽減性能を呈した (Table VIII)。

4 考察

新 JIS T8114 施行前に行った、国内流通している防振手袋に対する新 JIS T8114 準拠評価試験では、すべての防振手袋がスペクトル H に対する評価基準を満足することができなかった。これらのうち国内メーカー製の防振手袋は、いずれも旧 JIS を念頭に開発されたものである。同一の防振手袋について、旧 JIS に基づいた防振性能の評価試験の結果と ISO10819(新 JIS T8114 に対応) に基づいた防振性能の評価試験の結果を比較あるいは片方から他方を予測することは困難であることが報告されており³⁾、今回得られた測定結果は、新 JIS T8114 を念

頭に置いた新たな防振手袋開発の必要性を示すものとなった。

Table VIII. Results of new JIS T8114 based measurement (rubber type).

Sample No.	Spectrum	TRs				Results
		Subject 1	Subject 2	Subject 3	Average	
30	M	0.995	0.928	0.946	0.957	OK
		0.995	0.93	0.947		
30	H	0.461	0.512	0.719	0.564	OK
		0.461	0.512	0.719		
31	M	1.05	0.937	0.815	0.935	OK
		1.051	0.938	0.817		
31	H	0.531	0.638	0.705	0.625	NG
		0.531	0.638	0.705		
32	M	0.995	0.891	0.858	0.915	OK
		0.996	0.892	0.859		
32	H	0.376	0.505	0.405	0.429	OK
		0.376	0.505	0.405		
33	M	1.015	0.91	0.798	0.908	OK
		1.015	0.91	0.798		
33	H	0.34	0.471	0.537	0.449	OK
		0.34	0.471	0.537		

新 JIS T8114 施行の前後に新 JIS 適合を目指して行われたプロトタイプ開発では、各社とも新 JIS 適合の防振手袋を開発することができた。これらはその防振構造の実現方法により大きく二つに分けられた。特にゴム系高分子材料を掌に突起状に配置させたタイプの防振手袋では、優れた防振性能のみならず、良好な使用性も実現できていた。

これらの新 JIS 適合防振手袋では、比較的廉価な開発を可能にしており、対価格性能が極めて高い。一方、米国等で国際規格 ISO10819 の評価基準を満足している防振手袋は、防振材にジェルやエアを用いるタイプの物が多く、ジェルタイプはジェルの製造コストや固定などにコストがかかりエアタイプでは、エア調節用に小型ポンプを必要とするなどともコスト面で大きな問題があった。防振手袋使用者としては、手袋を選択する上で価格は重要であり、この点において今回開発された新 JIS 適合防振手袋は、振動工具等使用者への普及が大いに期待される。

プロトタイプ開発過程において、当初見受けられた新 JIS 評価基準の満足を第一義とする開発姿勢も、徐々に防振手袋ユーザが求める使用性や操作性を十分考慮したり、さらなる高防振性を追及したり、と大きな変化が見られ、新 JIS 適合防振手袋にも多様性が見受けられるようになった。複数の国内防振手袋メーカーが複数の新 JIS T8114 適合の防振手袋の開発に成功したことで、ユーザサイドから見れば選択の余地が広がる。したがって、ユーザは新 JIS 適合防振手袋の中からより使用性の良好なものを選ぶことも可能である。一方、メーカーサイド

から見れば複数社からの新 JIS 適合防振手袋が供給可能になったことで、適合の可否だけでは自社製品を差別化することができなくなる。したがって、更なる高防振性能の手袋の開発や高度な使用性の追求、あるいはより廉価な供給を可能にすることにより対価格性能を向上させる等何らかの特徴化を指向することにより自社製品の差別化を図る必要がある。

5 結論

防振手袋の防振性能評価に関する測定・評価方法を規定した国際規格 ISO10819 に完全に整合した国内規格である新 JIS T8114 が 2007 年 5 月に施行されたことにもない、国内流通防振手袋の新 JIS 適合の有無について、新 JIS 施行前と後で調査を行った。その結果、以下のことが明らかとなった。

- ・ 新 JIS 施行前の国内流通防振手袋では、新 JIS T8114 において定められているスペクトル M および H のいずれにおいても同規格の評価基準を満足する防振手袋はなかった。
- ・ 新 JIS 施行前の国内流通防振手袋では、スペクトル H に対する評価基準を満足する防振手袋は皆無であった。
- ・ 外国製手袋で製造元の国において ISO10819 の評価基準を満たした防振手袋が、当研究所で実施した同様の評価試験において評価基準を満足しなかった。
- ・ 新 JIS 施行をにらんで行われた、国内防振手袋メー

カー数社による次世代防振手袋開発により、最終的に 6 双のプロトタイプが新 JIS T8114 に定める評価基準を完全に満足した。

今回評価した外国製防振手袋の大半はエアまたはジェルを防振材として使用しており、そのうち何双かは製造国である米国において ISO10819 準拠の性能評価試験をパスしている。しかし、それらの防振性能は国内メーカー製の他タイプの防振手袋と比較して高いものの、価格はきわめて高く、それ故に一般的な普及は不十分であった。これに対して、今回新 JIS の評価基準を満足したプロトタイプ防振手袋では、比較的廉価な防振材開発に成功しており、その対価格性能はきわめて高い。今後、これらの新 JIS 適合防振手袋が振動工具等の使用者に広く普及することが大いに期待される。

参 考 文 献

- 1) ISO10819 (1997), International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- 2) EN420 (1994), European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
- 3) 前田節雄, セーフティダイジェスト 51(3), 2 (2005)

研究成果の刊行物・別刷

5:S. Maeda, N. Shibata : Problems of A(8) Evaluation. Proceedings of 15th Japan Conference on Human Response to Vibration, pp.158-164, 2007.

Problems of A(8) Evaluation

Setsuo Maeda, Nobuyuki Shibata
Measurement and Control of Work Environment Research Group
Japan National Institute of Occupational Safety and Health
Nagao 6-21-1, Tama-ku
Kawasaki 214-8585
Japan

Abstract

This study reports results of an investigation into A(8) evaluation effects of hand-transmitted vibration on temporary threshold shifts of vibratory sensation on the finger. The hand-transmitted vibration was applied with an electric tool to the right hand of five male subjects with four different working postures. The threshold of 125 Hz vibratory sensation was measured at the tip of the right forefinger before and after vibration exposure. As a result, the TTS following vibration exposure did not have the same values after vibration exposure with four different working postures, even though the A(8) value was the same. The results suggest that the A(8) method of vibration evaluation in ISO 5349-1 is inappropriate for the prediction of the TTS after hand-transmitted vibration exposure with different working postures.

Introduction

On 6th July 2005, the EU Physical Agents (Vibration) Directive (2002) came into force across all member states. This will mean that legally enforceable limits on hand-arm vibration exposures will be introduced and that risk management must be set in place at work. The first course of action for those at risk from vibration is to assess and, if necessary, measure the vibration exposures. The total daily exposure to vibration is a function of both the magnitude and the duration of vibration. This is expressed in terms of the frequency-weighted eight-hour energy-equivalent level and reported in $m/s^2 A(8)$. For any vibration magnitude, an allowable exposure duration before exceeding an exposure criteria can be calculated. And in the ISO 5349-1 standard, it is assumed that the method for obtaining the 8-h energy-equivalent vibration total value appropriately reflects the relationship between different vibration magnitudes and daily exposure durations. Also, vibration exposure is dependent on the magnitude of the vibration and on the duration of the exposure. In order to apply the guidance on health effects given in annex C of ISO 5349-1, the vibration magnitude is represented by the vibration total value a_{hv} . Daily vibration exposure is derived from the magnitude of the vibration (vibration total value) and the daily exposure duration. In order to facilitate comparisons between

Presented at the 15th Japan Conference on Human Responses to Vibration, Training center of Nichii Gakkan Company., Kobe, Hyogo, Japan, August 1 to 3rd, 2007

daily exposures of different durations, the daily vibration exposure shall be expressed in terms of the 8-h energy-equivalent frequency-weighted vibration total value, $a_{hv(eq,8h)}$, as shown in equation (1). For convenience, $a_{hv(eq,8h)}$ is denoted $A(8)$:

$$A(8) = a_{hv} \sqrt{(T/T_0)} \quad (1)$$

where

T is the total daily duration of exposure to the vibration a_{hv} ;

T_0 is the reference duration of 8h (28800 s).

If the daily vibration exposure is the same value, it is also assumed that the health effects are the same effects in the ISO 5349-1 standard.

In this paper, in order to clarify and to validate this $A(8)$ assumption, the temporary threshold shifts of fingertip vibratory sensation produced by hand-transmitted vibration different working postures with the same $A(8)$ values was undertaken to compare the effects of short exposures to hand-transmitted vibration using five male subjects, one electric tools, and four different working postures. The operating hypothesis was that exposure to hand-transmitted vibration with different working postures would produce equal vibrotactile TTSs when the hand-transmitted vibration had equal daily vibration exposure value, $A(8)$.

Postures

The experiment was performed at four different postures to investigate the TTS after hand-transmitted vibration exposure. The directions of using the tools were upwards, horizontal, and downwards as shown in Figure 1, respectively.

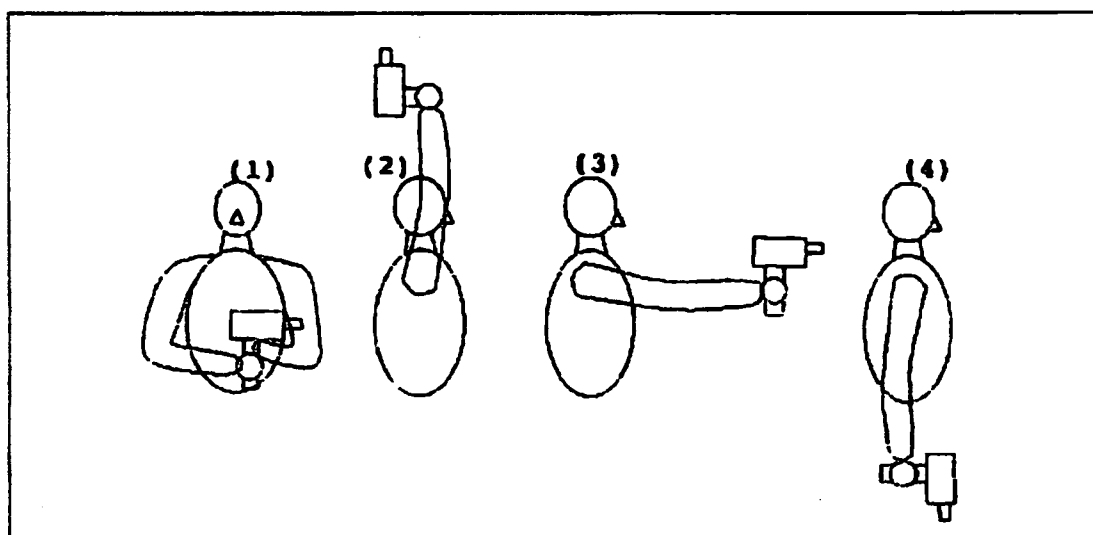


Figure 1. Four different working postures.

Stmuli

The stimuli was generated using a real electric tool as shown in Figure 2. The tool was an angle grinder.

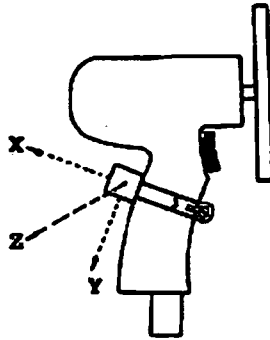


Figure 2. An electric tool used in the experiment.

The frequency-weighted r.m.s. accelerations on the tool was measured with the system which was calibrated using a vibration reference source (Bruel and Kjaer type 4292). With an accelerometer mounted on the calibrator, a channel of the system was checked against a reference excitation of 10 ms⁻² r.m.s. at 159.2 Hz. The laboratory vibration measurements were made using three piezoelectric accelerometers simultaneously in three orthogonal axes. These were Bruel and Kjaer type 8301 (sensitivity 1.185 pC/ms⁻²). They were attached to three faces of a steel cube. This cube was welded to a hose clip. The mass of the entire assembly was approximately 130g. The acceleration signals of the accelerometer type 8301 were conditioned by charge amplifiers (Bruel and Kjaer type 2626). The position of a hose clip accelerometer mounted on the tool's handle is shown in Figure 2. The signals from the charge amplifier were low-pass filtered at 1260 Hz to prevent aliasing and digitized by a 12-bit analogue to digital converter at a rate of 5000 samples per second. Analysis of digitized vibration data was carried out by personal computer with the HVLab software package. Acceleration time histories of five seconds duration were measured to calculate power spectral density functions. The power spectra had a resolution of 2.44 Hz and 52 degrees of freedom. The measured acceleration waveforms and the power spectral density on the handle are shown in Figure 3.

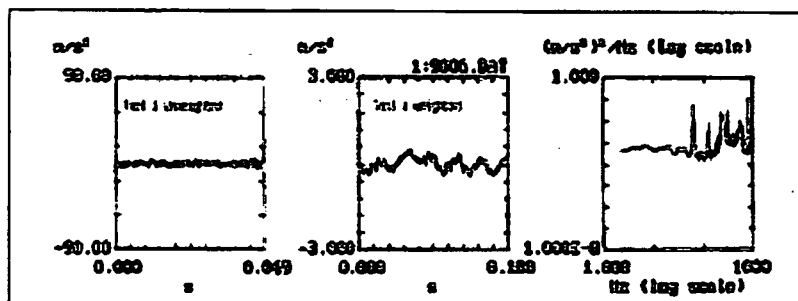


Figure 3. Measured acceleration time history and power spectral density of an electric tool.

The tool vibration is shown in Table 1.

Table 1. Conditions of an electric tool used in this experiment.

Conditions	Tool
Frequency-weighted acceleration: ms-2 r.m.s.	0.676
Tool weight: kg	1.75
r.p.m.	2800
A(8)	0.07

Subject

Five subjects participated in the study (mean age 21.8 years, SD 0.8 years). All subjects were healthy male students, having no history of neuromuscular or vascular disorders and who had not suffered any serious injuries of the upper extremities.

Procedures

In order to study the TTS in fingertip vibratory sensation, the vibratory sensation threshold was measured before and after subjects were exposed to hand-transmitted vibration. The experiment was carried out in a sound-proof room. The room temperature was held at about 25°C. Vibration was applied to the right hand through a handle of the electric tool. The subjects were instructed to clasp the handle tightly and constantly with part of the palm and fingers with a real grip force in the appointed posture. The exposure time was 5 minutes. The threshold of 125 Hz vibratory sensation was measured at the index finger of the right hand. Vibration thresholds were determined with the vibrotactile sensation meter (RION type AU-02A). Vibrotactile thresholds were determined by the method of adjustment. In this method, the measurement was performed three times. Thresholds were calculated by the mean values of three measurements obtained less than 30 seconds after the end of the vibration exposure. The TTS was defined as the difference (in decibels) of the vibrotactile thresholds before and after vibration exposure. The experiment was performed on 12 different days.

Results

Table 2 and Figure 4 show the results of the experiment. Even though A(8) was the same value in the individual postures, the TTS after exposure to vibration depended on the different working postures. The TTSs for the conditions were 0 dB in all four postures. Compared with the TTS in the control condition in which subjects clasped the handle but were not exposed to vibration, the exposure to vibration at each posture induced a significant ($p < 0.01$) according to the difference between means for independent groups.

Table 2. The results of TTS (dB) immediately following vibration exposure.

Subjects	Posture 1	Posture 2	Posture 3	Posture 4
1	8.37	13.76	11.74	9.16
2	9.97	9.96	9.96	10.67
3	10.67	13.39	11.72	14.35
4	10.00	12.95	13.25	12.61
5	6.83	10.87	6.56	9.96
Mean TTS	9.13	12.18	10.85	11.35

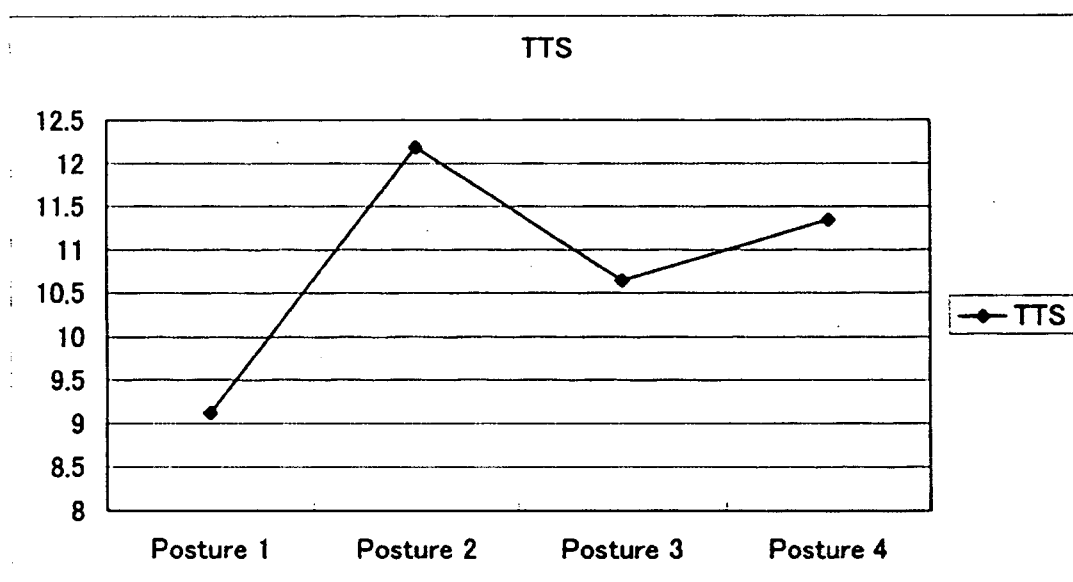


Figure 4. TTS with different postures.

Table 3 shows the results of the analysis of variance. The posture effect was statistically significant ($p < 0.05$), and the subject effect was also statistically significant ($p < 0.01$).

Table 3. Analysis of variance summary table.

Factors	SS	df	MS	F
Postures	25.199	3	8.399	4.334*
Subjects	42.877	4	10.669	5.505**
Error	23.258	12	1.938	
Total	91.134	19		

(* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$)

Discussion

The purpose of this paper was to investigate the TTS after hand-transmitted vibration exposure in different posture with the same A(8) value. In Figure 4, the TTS after exposure to hand-transmitted vibration varies with posture, even though the A(8) value transmitted to the hand was the same. Figure 4 shows that the TTS depends on the posture in which the tool is used.

The results of workload at different working heights when using manual and battery powered screwdrivers show that the working heights have a greater influence on the workload, and the similarity to real work is high enough to recommend an increased use of battery powered screwdrivers as one way of reducing overload disorders (Ortengren et al., 1991).

From this present study, the upwards working posture had the greatest effect on TTS after vibration exposure rather than other posture, even though the A(8) value or the frequency-weighted r.m.s. acceleration had the same value. Radzyukevich (1969) suggested that the temporary threshold shifts (TTS) in vibration sensation thresholds at the end of a working day were collated with the permanent thresholds shifts (PTS) which develop over a long period. Malinskaya (1964) found that the mean TTS of workers after a day of work that included vibration exposure, corresponded to the PTS of vibratory sensation that occurred in that group after 10 years of exposure. This suggests that the TTS after daily vibration exposure might be used to indicate PTS after prolonged vibration exposure. Although the frequency-weighted r.m.s. acceleration (0.676 ms⁻² r.m.s.) or the A(8)(0.07) were smaller than 2.8 ms⁻² r.m.s. of the 8-h 'energy-equivalent' frequency-weighted r.m.s. acceleration value, if the tool is used for about 10 years, vibrotactile perception thresholds will be shifted by 12 dB in the upwards posture from the results of Malinskaya (1964). Patients having this value will be diagnosed as having the vibration syndrome by the Japanese diagnostic system: the 12 dB value is greater than the diagnostic threshold value of 7.5 dB value.

Therefore, the posture and the A(8) method have to be investigated again the setting safety criteria for hand-transmitted vibration relevant to neurological disorders.

Conclusion

This study has investigated the relative TTS produced by hand-transmitted vibration with different working postures and the same A(8) value. From the findings of this experiment, the conclusions are as follows:

- 1) when the vibration transmitted to the hand has equal A(8) value, the TTS after vibration exposure with different working postures did not produce the same value;
- 2) an upwards working posture had a more severe effect on the TTS after vibration exposure rather than horizontal and downwards postures.

Reference

Directive 98/37/EC of the European Parliament and of the council of 22 June 1998 on the approximation of the laws of Member States relating to machinery. (Machinery Safety Directive)

Directive 2002/44/EC of the European parliament and of the council of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration)

International Organization for Standardization (2001) Mechanical vibration measurement and evaluation of human exposure to hand-transmitted vibration - Part 1: General requirements. ISO 5349-1.

Malinskaya, N.N., Filin, A.P. and Shkarinov, L.N. (1964) Problem of occupational hygiene in operating mechanized tools. Vestnik Academy of Medical Science U.S.S.R. 19 31-36.

Ortengren, R., Cederqvist, T., Lindberg, M. and Magnusson, B. (1991) Workload in lower arm and shoulder when using manual and powered screwdrivers at different working heights. Int J Ind Ergonomics 8 225-235.

Radzyukevich, T.M. (1969) Interrelation of temporary and parmanent shifts of vibration and pain sensitivity threshold under the efeect of local vibration. Gigiena Truda I Professional'nye Zabolevaniya 14(12) 20-23.

研究成果の刊行物・別刷

6:N. Shibata, S. Maeda : Establishment of ISO 10819 based vibration transmissibility measurement system for anti-vibration gloves. Proceedings of 15th Japan Conference on Human Response to Vibration, pp.165-171, 2007.

**ESTABLISHMENT OF ISO10819 BASED VIBRATION
TRANSMISSIBILITY MEASUREMENT SYSTEM FOR
ANTI-VIBRATION GLOVES**

Nobuyuki Shibata, Setsuo Maeda

Measurement and Control of Work Environment Research Group

Japan National Institute of Occupational Safety and Health

Kawasaki, 214-8585

JAPAN

Abstract

A new Japan industrial standard JIS T8114 that is fully compatible with the international standard ISO 10819 has started to be effective in Japan in May 2007. A new vibration measurement system that fully satisfies the requirements defined in ISO 10819 was installed in the Japan National Institute of Occupational Safety and Health (Japan NIOSH). This paper presents the detail specification of the ISO 10819 based vibration measurement system installed in the JNIOOSH. Also several measurement results of vibration transmissibility of anti-vibration gloves distributed in the Japan market were exhibited in this paper.

Introduction

A new Japan industrial standard JIS T8114 that is precisely compatible with International standard ISO 10819 (International Organization for Standardization, 1996) has started to be effective in Japan in May 2007. The standard of ISO 10819 specifies the measurement and evaluation of vibration transmissibility of anti-vibration gloves. The specification of a vibration system required to measure and evaluate the vibration transmissibility of anti-vibration gloves has been described in detail in this standard, which means that a novel vibration measurement system has to be developed instead of the old JIS T8114 based vibration measurement system.

Japan National Institute of Occupational Safety and Health (Japan NIOSH) has developed a novel vibration measurement system that precisely follows the requirements defined in ISO 10819. This vibration measurement is the only system that follows ISO 10819 in Japan. In this aspect, this system is expected to be used to evaluate anti-vibration gloves spread in the Japan market and hence to offer fundamental data for development of excellent anti-vibration gloves.

Presented at the 15th Japan Conference on Human Responses to Vibration, Training center of Nichii Gakkan Company., Kobe, Hyogo, Japan, August 1 to 3rd, 2007