

日本産業衛生学会東海地方会  
振動研究会資料

平成 18 年 2 月 18 日

2005 年 7 月 EU 指令発行後の EU 加盟国の動向  
と  
手持振動工具のラベリングへの試み

産業医学総合研究所  
人間工学特性研究部 前田節雄

2005 年 7 月 EU 指令発行後の EU 加盟国の動向  
と  
手持振動工具のラベリングへの試み

産業医学総合研究所  
人間工学特性研究部 前田節雄

1 : はじめに

EU Directive and Physical Agent Directive (Vibration)が、平成 17 年 7 月に EU 加盟国でスタートした。その EU 指令に対して最も熱心に推進を図っている英国にて、施行後の状況について調査し、わが国の第 10 次労働災害防止計画にて考えられてきているラベリングに関して取り入れることが出来るアイデアがあるかどうかについて、平成 17 年 9 月 5 日~9 月 17 日の渡英にて調査したので、その結果について報告するものである。

2 : 施行された EU Directive and Physical Agent Directive (Vibration)

ここでは、簡単に 7 月より施行されている EU Directive と Physical Agent Directive (Vibration)がどのようなものであるかを簡単に説明する。

(a) 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)

“Vibration: Machinery must be designed and constructed that risks resulting from vibrations produced by the machinery are reduced to the lowest level, taking account of technical progress and the availability of means of reducing vibration, in particular at source.”

“振動：機械の設計・製作は、特に振動源での振動低減技術の発展とその方法の利用可能性を考慮の上、振動による危険を最低レベルに抑えるようにすること。”

“Apart from the minimum requirements set out in 1.7.4 of this Directive, the instruction handbook must contain the following information:

(1) regarding the vibration emitted by the machinery, either the actual value or a figure calculated from measurements performed on identical machinery:

- the weighted root mean square acceleration value to which the arms are subjected, if it exceeds  $2.5 \text{ m/s}^2$ , should it not exceed  $2.5 \text{ m/s}^2$ , this must be mentioned.
- The weighted root mean square acceleration value to which the body (feet or posterior) is subjected, if it exceeds  $0.5 \text{ m/s}^2$ , should not exceed  $0.5 \text{ m/s}^2$ , this must be mentioned.

暴露対策値である  $2.5 \text{ m/s}^2$  を越しているかないかの表示が義務付けられている。

Where the harmonized standards are not applied, the vibration must be measured using the most appropriate method for the machinery concerned.

The manufacturer must indicate the operating conditions of the machinery during measurement and which methods were used for taking the measurement;

- (2) in the case of machinery allowing several uses depending on the equipment used, manufacturers of basic machinery to which interchangeable equipment may be attached and manufacturers of the interchangeable equipment must provide the necessary information to enable the equipment to be fitted and used safely.

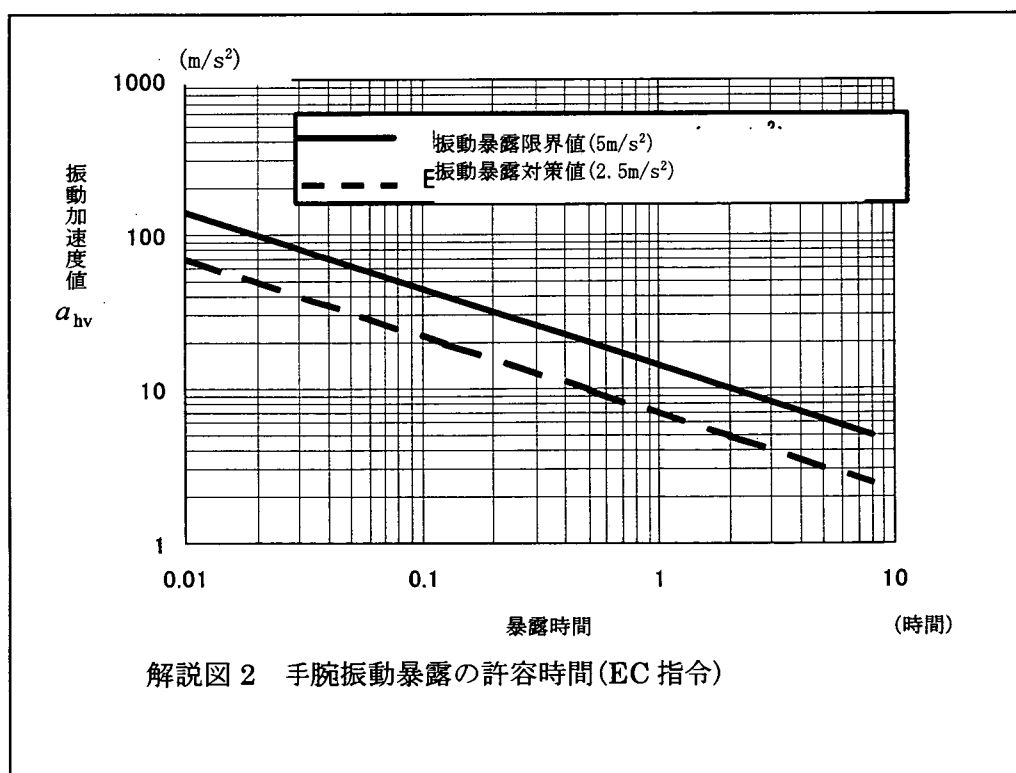
**(b) Directive 2002/44/EC of the European parliament and of the council Of 25 June 2002 on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration)**

この指令は、評議会指令 89/391/EEC 第 16 条 (1) の目的における個別指令であり、機械的振動曝露から生じる、あるいは生じる可能性のある安全と健康への危険から労働者を保護するための最低必要条件を定めている。

**EC 指令 (2002/44/EC)**

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)では、手腕振動について次のように規定している。

- 1) 加盟国は、2005年7月6日までに、この指令に適合するために必要な法律・規則・政令を実施しなければならない。
- 2) 1日8時間の等価振動加速度として、振動暴露限界値(exposure limit value)を  $5 \text{ m/s}^2 \text{ rms}$  とし、振動暴露対策値(exposure action value)を  $2.5 \text{ m/s}^2 \text{ rms}$  とする。
- 3) 測定は ISO 5349-1:2001 に従い、周波数補正加速度(rms)の3軸合成値の8時間等価暴露量で評価する。



## Definition

For the purpose of this Directive, the following terms shall mean:

'hand-arm vibration': the mechanical vibration that, when transmitted to the human hand-arm system, entails risks to the health and safety of workers, in particular vascular, bone or joint, neurological or muscular disorders;

「手腕振動」：人の手腕系組織に伝達し、労働者の健康と安全に対する危険性、特に血管、骨、関節、神経、筋肉の障害に対する危険性を伴う機械振動。

- (1) 振動曝露量は、事業所や職場の設計に予防対策を組み込む、また発生源で危険性を減らすことを優先させて作業の設備、手順、方式などを選択することによって、より効果的に削減することができる。作業設備と作業方式に関する規定は、関係する労働者の保護に貢献するものである。
- (2) この指令は、職場における労働者の安全衛生を改善する奨励措置の導入に関する 1989 年 6 月 12 日の評議会指令 89/391/EEC 第 16 条 (1) の目的における個別指令であるため、この指令に含まれるより厳格で特有の規定は損なわれることなく、評議会指令 89/391/EEC は労働者の振動曝露にも適用される。

## Exposure limit values and action values

For hand-arm vibration:

- (a) the daily exposure limit value standardized to an eight-hour reference period shall be  $5 \text{ m/s}^2$ ;
- (b) the daily exposure action value standardized to an eight-hour reference period shall be  $2.5 \text{ m/s}^2$ .

Workers' exposure to hand-arm vibration shall be assessed or measured on the basis of the provisions of Point 1 of Part A of the Annex.

手腕振動について

- (a) 8 時間に標準化された 1 日曝露限界値（1 日 8 時間暴露限界値）を  $5 \text{ m/s}^2$  とする。
  - (b) 8 時間に標準化された 1 日 8 時間曝露曝露対策値（1 日 8 時間暴露曝露対策値）を  $2.5 \text{ m/s}^2$  とする。
- 労働者の手腕振動曝露は、付録の A、第 1 項目の規定に基づいて評価や測定される。




この報告書では、そのような状況を受けて、英国内の民間と官とでどのような事が起こっているかについてまとめた。

## 2. 英国の状況

英国では、労働者や事業主が工具の振動の管理・保守などが出来ないことから、工具をレンタルしている会社やその組織（EPTA）などが中心になり、工具メーカーから提出されている宣言値に基づき、1日8時間の等価振動加速度として、振動暴露限界値(exposure limit value)5 m/s<sup>2</sup> rms を基準にして、交通信号(Traffic Light System)と言う名のシステムを導入し、工具の振動の危険性と使用時間の簡易的な表示方法を考え、その表示を工具それぞれに行っている。Traffic Light System の目的が下記に示されている。

### Objective of Traffic Light System

1. To inform the operator of safe usage time
2. To make him re-consider usage time on the tools and whether he can reduce machine exposure time (but still get job done!)
3. To encourage him to liaise with site safety & operational management teams & to review "risk assessment" if appropriate
4. To consider better or quicker ways of achieving job process - Rigs, Remote Control, More Efficient Machines etc
5. To encourage machine training
6. To reduce HAVS risks
7. To enhance Occupational Health benefits
8. To avoid & reduce tool misuse
9. To improve job process
10. To be more productive
11. To be SAFER at WORK all the time!

Vibration in m/s <sup>2</sup>		Maximum daily usage time in hours
below 5 Low		8 hours maximum daily use
5 to 10 Medium		2 hours max daily use without further assessment
Over 10 High		Consult your supervisor

The time figures (in hours) detailed above relate to maximum daily doses, which should not be exceeded. Therefore please note: - if a medium risk (green) machine is used for the max 2 hours during the day, no other machine or equipment, producing vibration, can be used in that day because the maximum daily dose would be exceeded. Health & Safety regulations require a further risk assessment to be carried out before the 2-hour time limit is reached.

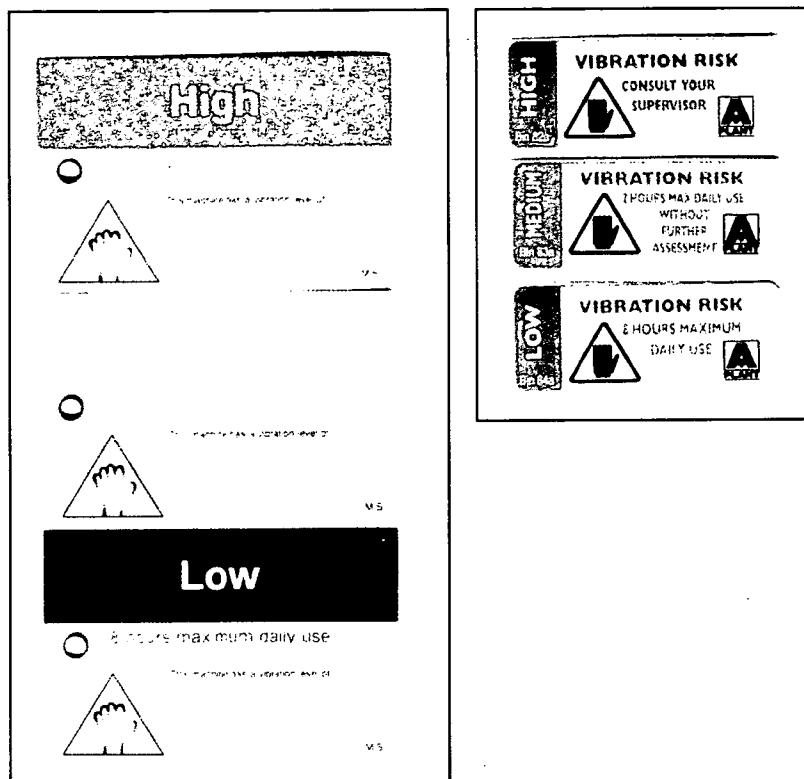
Coloured stickers (Green, Yellow & Red) will be attached to all vibration producing machines and equipment; these will assist employers, employees and users to identify the risk level of the machine or equipment.

It is important to note that these colour codes are allocated to each machine based upon the manufacturer's recommendations and information on vibration levels. They can only be guaranteed if the recommended accessories are used, the machine is used correctly in accordance with the manufacturer's instructions and Health & Safety procedures are implemented as appropriate, including Personnel Protective Equipment (PPE).

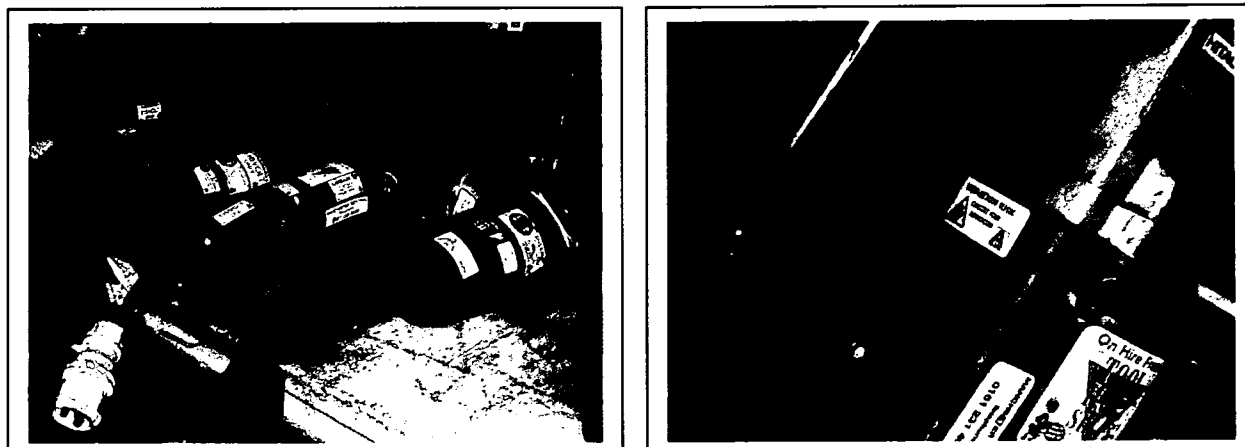
そして、各工具レンタル会社は、工具メーカーの宣言値に基づいて、赤・橙・緑の分類を行い下記のよ  
うな表を独自に作成している。

Apex Supplies	NMD 1000S 400	1.95	Green
Apex Supplies	NMD 1000S 450 - Polishing Brush	0.54	Green
Apex Supplies	NMD 1000S 450 - Green Brush	0.88	Green
Apex Supplies	NMD 1000M 400	1.95	Green
Apex Supplies	NMD 1000M 450	2.15	Green
Apex Supplies	NMD 1000M 500	1.99	Green
Apex Supplies	NMD 1200S 450 - Green Brush	0.78	Green
Apex Supplies	NMD 1200S 450 - Red/Blue Brush	1.38	Green
Apex Supplies	NMD 1200S 450 - Red Pad	1.17	Green
Belle	PC350 Petrol	3.93	Green
Belle	PC400 Petrol	3.43	Green
Belle	PC450 Petrol	3.93	Green
Bella	PC500 Petrol	3.43	Green
Birchwood Products	GMP 16 Lawnmower	10.00	Red
Birchwood Products	GMSP 16 Lawnmower	10.00	Red
Birchwood Products	GMP 21 Lawnmower	12.00	Red
Birchwood Products	GMSP 21 Lawnmower	12.00	Red
Birchwood Products	GMSP 23 Lawnmower	12.00	Red
Birchwood Products	GMBC Brushcutter	4.10	Green
Birchwood Products	GMHC Hedgetrimmer	2.73	Green
Birchwood Products	GMC Cultivator	17.23	Red
Birchwood Products	GMTC Turfcutter	2.10	Green
Bosch	USH 27 Demolition Hammer	13.00	Red
Bosch	GSH 27 Demolition Hammer	13.00	Red
Bosch	USH 10 Demolition Hammer	17.00	Red
Bosch	GSH 5CE Demolition Hammer	14.00	Red
Bosch	GSH 10C Demolition Hammer	14.00	Red
Bosch	GSH 4 Demolition Hammer	14.00	Red
Bosch	GSH 5CE Demolition Hammer	14.00	Red
Bosch	GSH 11E Demolition Hammer	14.00	Red
Bosch	GSH 5E Demolition Hammer	11.00	Red
Bosch	GSH 3-88 Demolition Hammer	13.00	Red
Bosch	HSH 10 Demolition Hammer	17.00	Red
Bosch	HSH 28 Demolition Hammer	13.00	Red
Bosch	UBH 426-2DS Rotary Demolition Hammer	11.00	Red
Bosch	UBH 6 Rotary Demolition Hammer	11.00	Red
Bosch	UBH 324SE Rotary Demolition Hammer	11.00	Red
Bosch	UBH1250 Rotary Demolition Hammer	17.00	Red
Bosch	UBH 220BLE Rotary Demolition Hammer	10.00	Red
Bosch	UBH 426SE Rotary Demolition Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 865DCE Rotary Demolition Hammer	13.00	Red
Bosch	GBH 745DE Rotary Demolition Hammer	13.00	Red
Bosch	GBH 540DCE Rotary Demolition Hammer	10.00	Red
Bosch	GBH 500DSE Rotary Demolition Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 500DSR Rotary Demolition Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 4DSC Rotary Demolition Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 100C Rotary Demolition Hammer	13.00	Red
Bosch	GBH 5DCE Rotary Demolition Hammer	12.00	Red
Bosch	GBH 540DCE Rotary Demolition Hammer	13.00	Red
Bosch	GBH 5DCE Rotary Demolition Hammer	14.00	Red
Bosch	GBH 7DE Rotary Demolition Hammer	14.00	Red
Bosch	GBH 7-45DE Rotary Demolition Hammer	11.50	Red
Bosch	GSH 5-38D Rotary Demolition Hammer	12.00	Red
Bosch	GBH 5-40DCE Rotary Demolition Hammer	5.00	Red
Bosch	GBH 110E Rotary Demolition Hammer	10.00	Red
Bosch	GBH 24VRE Rotary Hammer	10.00	Red
Bosch	GSH 12VR Rotary Hammer	10.00	Red
Bosch	GSH 12VRE Rotary Hammer	10.00	Red
Bosch	GBH 4DSC Rotary Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 24VRE Rotary Hammer	11.00	Red
Bosch	GSH 24VRE Rotary Hammer	11.00	Red
Bosch	GSH 24VRE Rotary Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 2S Rotary Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 2SE Rotary Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 2SR Rotary Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 38 Rotary Hammer	13.00	Red
Bosch	GBH 2-24DS Rotary Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 2-24DSE Rotary Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 2-24DSR Rotary Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 2-205RE Rotary Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 4DFE Rotary Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 2-24DFR Rotary Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 3-28E Rotary Hammer	13.00	Red
Bosch	GBH 24VFR Rotary Hammer	11.00	Red
Bosch	GBH 2-22RE new Rotary Hammer	12.00	Red
Bosch	GBH 24V Rotary Hammer	11.00	Red
Bosch	GBM 13 Rotary Drill	<2.50	Green
Bosch	GBM 16-2RE Rotary Drill	<2.50	Green
Bosch	GBM 23-2 Rotary Drill	<2.50	Green
Bosch	GBM 23-2E Rotary Drill	<2.50	Green
Bosch	GBM 10 Rotary Drill	<2.50	Green
Bosch	GBM 10RE Rotary Drill	<2.50	Green
Bosch	GBM 6E Rotary Drill	<2.50	Green

そして、その分類に基づいて、下記のような工具それぞれに明示するためのラベルを作成してきている。その工具へのラベリングの方法はレンタル会社により多少違いはあるが、考え方は同じである。



左側のラベリング方法は、工具に輪ゴムなどで取り付けるタイプである。右側のラベリング方法は工具自体に貼り付けるタイプである。実際に工具に貼り付けられている場合を下記に示す。



このラベリングにより、作業員や事業主は、それぞれの工具の危険性や、1日の使用時間を用意に理解することが出来ると考えられる。

ここで、英国のレンタル会社が考えている Traffic Light System の振動工具の振動レベルと作業時間の関係には次のような関係を想定している。

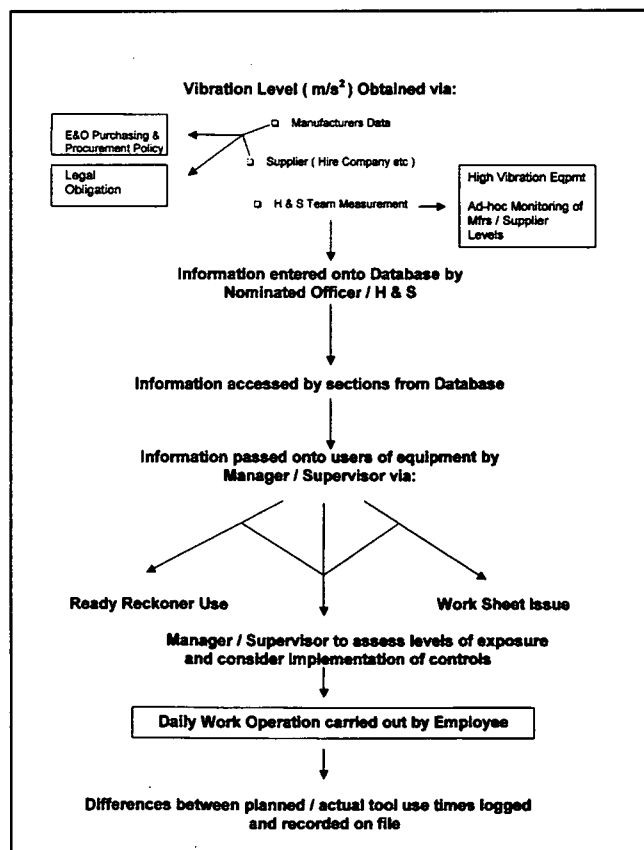
$$A(8) = a_{hw} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

1 日の等価振動加速度レベル(A(8))と工具の振動レベル( $a_{hw}$ )と作業時間(T)の間に上記の式を考え、 $A(8) = 5$ を1日の許容できる振動の大きさの最大としている。そして、この値よりも振動レベルが低い工具であれば1日8時間の使用は可能であるという考え方に基づいている。そして、 $A(8)$ が5以上10以下であれば、2時間の以内の振動工具の使用が可能であると考えている。そして、 $A(8)$ が10以上の場合は、使用に関して工具のリスクを再評価するとともに、使用方法に関して企業内の安全管理者に相談することになっている。また、上式の工具の振動レベル( $a_{hw}$ )は、下記の工具のハンドルの3軸振動値から決められている。

$$a_{hv} = \sqrt{a_{hw x}^2 + a_{hw y}^2 + a_{hw z}^2}$$


工具メーカーの宣言値が工具振動の1軸の場合は、その値を1.4倍して、3軸値として、使用時間等を評価していた。これらの値は、ISO等の試験規則に基づいて各メーカーにて測定評価され提出された工具から発生される振動値(Emission Values)である。

また、英国では、この Emission values が、実際の使用状況の値と対応が取れないとの意見も有り、マンチェスター市では独自に、現場での工具から出る振動の大きさを実作業で測定しデータベースを構築






しながら、工具別の1日の使用時間等を事業主や作業者に情報として与える試みも始めていた。さらに、英国ラフボロー大学では、工具の振動レベルに応じた使用時間の規制では、実際の作業者にその使用時間内でどれくらいの作業能率を確保できるかが明確ではないので、ある工具の使用暴露限界までにどれくらいの作業が出来るかの評価方法の試みもスタートしていた。また、この考え方は、作業員や事業主に工具をレンタルしている会社側からも、情報としては非常に有効であると、その考え方を支持する会社もあった。



A Guide to:  
**Hand-arm Vibration**  
Off-highway Plant and Equipment Research Centre (OPERC)



ラフボロー大学の研究センターの資料

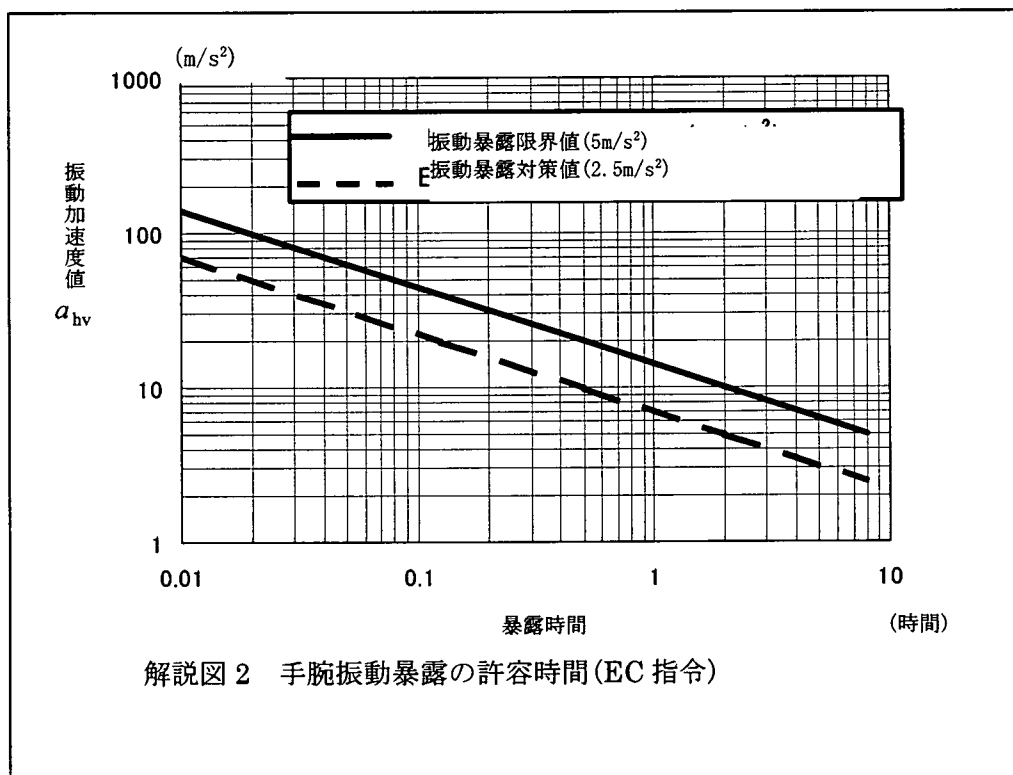
### 3. 今後の日本の対応について

わが国には、振動工具の使用に関して2時間規制の考え方が存在していたが、この2時間規制では、振動工具の振動のレベルについての規制は含まれていなかった。すなわち、どんなに大きな振動レベルの工具でも2時間、また、どんなに振動レベルが小さい工具でも使用時間は2時間に限定されてきていた。

この考え方には大きな疑問点があるので、わが国でもEU諸国で取り入れられている下記の考え方の導入が急がれると思われる。

$$A(8) = a_{hw} \sqrt{\frac{T}{T_0}}$$

この考え方を導入することにより、工具の振動レベルの大きなものの使用時間は短くなり、振動レベルの小さなものは、使用時間が長くなる考え方である。そして、1日等価振動工具の振動の暴露限界値を  $5\text{m/s}^2\text{rms}$  と考え、下図の考え方を許容基準の基準として考える必要があると考えられる。



そして、わが国でも、英国で考えられてきているような Traffic Light System の導入が急がれると考えられる。わが国でも下記のような考え方を導入することにより、作業や事業主に情報を与えることが可能と考えられる。

A(8)値	1日許容作業時間	カラー
$A(8) < 5$	最大 8 時間	緑
$5 < A(8) < 10$	最大 2 時間	橙
$A(8) > 10$	再評価	赤

このような事を実施するにあたり、今後考えなければならない事がいくつかある。わが国には、労働者や事業主が、英国のような工具レンタル会社から工具をレンタルして使用するような経験は少ない。また、わが国のレンタル会社に、労働者や事業主に工具の安全性などを伝えるような工具のレンタル時の考え方はないように思われる。

従って、上記のようなシステムを取り入れるためには下記のような事を解決しなければならないと思われる。

- 1：わが国の工具メーカーは、国際整合性のある試験規則による振動工具別の宣言値を出すことが可能か？
- 2：わが国には、そのような試験規則の JIS 規格は存在しているのか？
- 3：わが国には、英国のようなレンタル会社がないので、工具メーカーからの宣言値をどこが窓口になり受け取り、評価し、ラベリングするのか？
- 4：工具メーカーにラベリングをさせるのか？（工具メーカーのカタログ表示は可能であると思われる）
- 5：また、零細企業で、自社にて宣言値を出せないような企業に関しては、どのように対応するのか？

## 結論

- 1：ラベリングを実施することが望ましい。
- 2：EU と同じ考え方の  $A(8)=5$  を 1 日の暴露限界値として、3 段階のシステムを取り入れる。
- 3：工具メーカーに宣言値を提出させる。あるいは、その値を 3 段階システムにあうような形でカタログ表示と工具に表示させる。
- 4：零細企業で試験規則に準拠した測定が出来ない場合は、マンチェスター市が実施しているような、その工具の代表的な作業時での振動測定値を測定させ、そのデータを提供させる。



上記のようなシステムがわが国でも実施されると、労働者や事業主に対して、振動工具の使用限界を示すことができ、それを作業員や事業主が守ることにより、手腕振動障害への罹患率を減少できると考えられる。

研究成果の刊行物・別刷

6・前田節雄, 細矢直基: 試験規則から得られた手持振動工具の Emission 値の問題点」第 79 回日本産業衛生学会: 平成 18 年 5 月 10 日発表

## E113

## 試験規則から得られた手持振動工具の Emission 値の問題点

前田 節雄<sup>1</sup>、細矢 直基<sup>2</sup><sup>1</sup>独立行政法人産業医学総合研究所 人間工学特性研究部、<sup>2</sup>埼玉大学大学院理工学研究科生産科学専攻

1. まえがき 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) (PAD)が、平成17年7月6日にEU加盟国でスタートした。この指令は、評議会指令89/391/EEC 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: MSD)の第16条(1)の目的における個別指令であり、機械的振動曝露から生じる、あるいは生じる可能性のある安全と健康への危険から労働者を保護するための最低必要条件を定めている。そして、MSDでは、1日8時間の等価振動加速度として、振動曝露限界値(exposure limit value)を5 m/s<sup>2</sup> rms、振動曝露対策値(exposure action value)を2.5 m/s<sup>2</sup> rmsとして、メーカーに対して、試験規則に基づいた計測により、手持振動工具の振動値(Emission 値)を宣言することを義務付けている。そして、その宣言値が、曝露対策値である2.5m/s<sup>2</sup>を越しているかいないかの表示が義務付けている。作業や事業主が手持振動工具の購入や使用時間や工具からのリスクを考える時に重要になるのが、メーカーからの試験規則に基づいて測定され宣言される手持振動工具の宣言値(Emission 値)である。現在、この試験規則としては、ISO 8662のPart1~14やEN50144が使用されてきている。これらの試験規則による手持振動工具の振動の評価は、工具のハンドルでの1軸の振動加速度により実施されてきており、実現場での工具使用によるハンドルからの振動は3軸であるので、試験規則と実現場測定による振動値に差があることが指

摘され、1軸データを3軸データに変換し、実現場測定値に近いEmission 値を求める方法もprCEN TR 15350\_HAVで規定されてきている。しかし、これまで、試験規則と実現場測定によるEmission 値の比較検討をした報告は行われていない。そこで、本報告では、公表されているスウェーデンNIWLの振動データベースを用いてこの比較を試み、試験規則と実現場測定から得られたEmission 値の比較検討を行い、試験規則に問題があるかどうか検討した。2: 比較検討に用いたデータベース 今回の試験規則と実現場測定から得られたEmission 値の比較には、公表されているスウェーデンNIWLのデータベースを用いて検討した。用いたデータベースのホームページのアドレスは、<http://vibration.arbetslivsinstitutet.se/eng/default.lasso>である。また、このデータベースのISO 8662やEN50144などによるCEデータは、prCEN TR 15350\_HAVの基準により1軸データを3軸データに変換した。3: 結果および考察 NIWLのデータベースに掲載されている2213工具データを用いて、試験規則により得られたEmission 値とField測定により得られたEmission 値の比較を行った。その結果、試験規則により得られた値の方が、Field測定により得られた値よりも大きいEmission 値を示すことが明らかになった。従って、現在、世界中で使用されている試験規則として使用され、Emission 値を求めるISOやENの規格による方法は、Fieldを模擬できていないと考えられる。4: 結論 試験規則により測定されたメーカーから宣言されるEmission 値は、現場での実振動値を反映出来ないことが明らかになった。早急に試験規則の見直し、あるいは、Emission 値の規定方法に実現場で得られた平均的な値の導入などの検討が必要であると考えられる。

研究成果の刊行物・別刷

7:Maeda, Setsuo., Keller, Tony :ulti-Axis Hand-Arm Vibration Testing&Simulation at the National Institute of Industrial Health, Kawasaki, Japan. First American Conference on Human Vibration Morgantown, West Virginia, U.S.A., pp 99-100. (2006)

## **MULTI-AXIS HAND-ARM VIBRATION TESTING & SIMULATION AT THE NATIONAL INSTITUTE OF INDUSTRIAL HEALTH, KAWASAKI, JAPAN**

**Setsuo Maeda, National Institute of Industrial Health, Kawasaki, Japan  
Tony Keller, Spectral Dynamics, Inc., San Marcos, California, U.S.A.**

### **Introduction**

Hand-Arm Vibration Syndrome (HAVS) was identified as early as 1918 in Bedford, Indiana in the U.S. Since then much research work has been done around the world in the areas of medical, epidemiological, engineering and legal aspects of HAVS. In Japan, much of the pioneering work in this field has been performed by Dr. Setsuo Maeda and his staff at the National Institute of Industrial Health (NIIH) in Kawasaki. Most recently, reports of work done by this group and by Dr. Ren Dong<sup>1</sup> of NIOSH in the U.S., as well as many other suppliers and Japanese practitioners were presented at the 13<sup>th</sup> Japan Group Meeting on Human Response to Vibration held in Osaka<sup>2</sup> during August 3-5, 2005.



**Patient grasping test handle at NIIH, Japan**

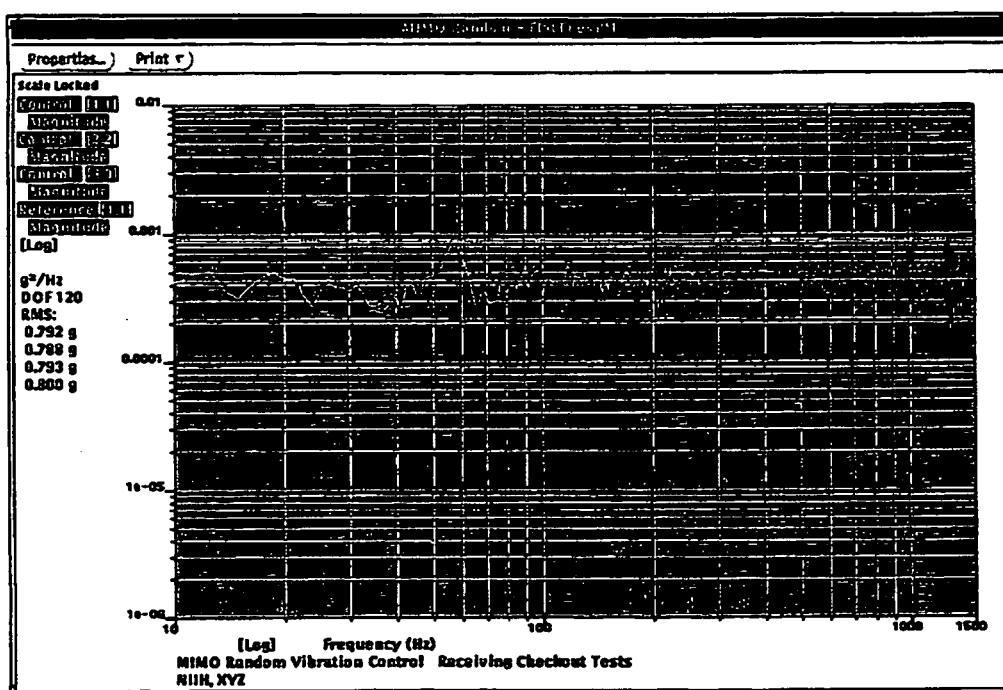
The laboratory at NIIH has been at the forefront of much of the testing technology and instrumentation verification involved in the latest HAVS research which is taking place. An example of this is the recently installed 3-axis vibration simulator in the NIIH laboratory. What follows is a brief description of this system and some results obtained to date.

### Methods

Specific methods of measurement and analysis were under development as this abstract was prepared. The presentation may include actual patient response data if it is available at that time.

### Results

Results of simultaneous X, Y, Z controlled excitation, like this example, are given.



X, Y, Z Responses controlled from 10 to 1,500 Hz

### Discussion

Development is continuing on a modified special handle with embedded Force and Acceleration transducers to understand fully the patient HAVS responses.

### References

1. Maeda, S, and Dong, R.G. (2004). Measurement of hand-transmitted vibration exposure. Proceedings of the 10<sup>th</sup> International Conference on Hand-Arm Vibration, Las Vegas, NV, USA.
2. Keller, T (2005). Some aspects of multi-shaker/multi-axis MIMO. 13<sup>th</sup> Japan Group Meeting on Human Response to Vibration; Osaka, Japan, 3-5 August, 2005 (JGHRV)



研究成果の刊行物・別刷

8:Hosoya, Naoki. , Maeda, Setsuo : stablishment of an Experimental System For Measuring Biodynamic Response of Hand-Arm. First American Conference on Human Vibration Morgantown, West Virginia, U.S.A. , pp 136-137. (2006)

# ESTABLISHMENT OF AN EXPERIMENTAL SYSTEM FOR MEASURING BIODYNAMIC RESPONSE OF HAND-ARM

Naoki Hosoya, Saitama University, Saitama, Japan  
Setsuo Maeda, National Institute of Industrial Health (NIIH), Kawasaki, Japan

## Introduction

This paper addresses establishment of an experimental system for measuring biodynamic response (BR) of hand-arm system at the NIIH in Japan. BR measurement system at the NIIH is nearly equivalent to NIOSH installed system. The feasibility of the system is examined through the apparent mass (AM) measurement of the empty handle and a set of calibration masses.

## Apparatus

The grip force was measured by using the handle shown in Fig. 1. The handle has two force sensors (KISTLER, 9212) and one accelerometer (PCB, 356A12). A low-pass filter with 5 Hz cut-off frequency was used to the grip force from measured force signal. Figure 2 shows BR measurement system in this study. The push or pull force at the handle was measured by using the force plate (KISTLER, 9286AA). The grip force and the push / pull force were displayed on a monitor. The shaker (IMV, VE-100S) is used to vibrate the hand-arm system along the forearm axis ( $Z_h$  direction) (ISO 10068, 1998; ISO 5349-1, 2001). In most situations force actions for operating tools are expressed by grip, push, pull and combined these actions. These actions can be simulated in the test system. AM was obtained by performing H1 estimator in the PULSE™ system (B&K, 3109) and it is denoted at the one-third octave band center frequencies.

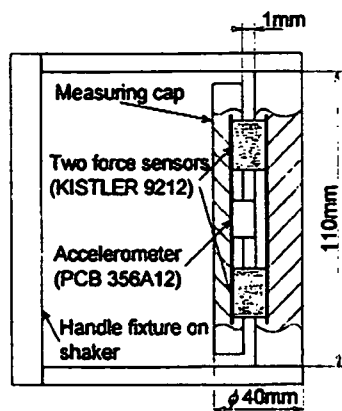


Fig. 1 Instrumented handle of the system

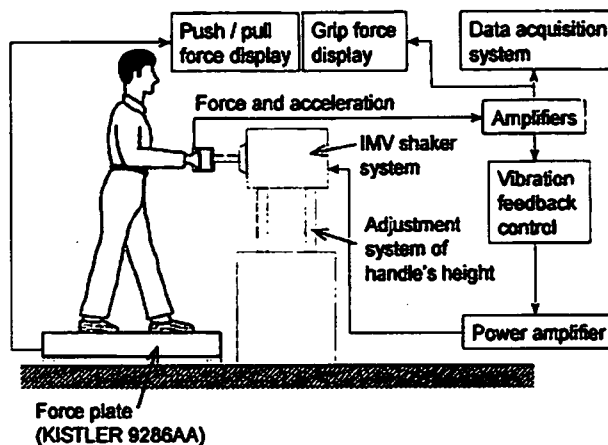


Fig. 2 Measurement system at the NIIH

## Methods

In order to investigate the reliability of the system, AM measurement of the handle was performed. It is assumed that the handle is rigid in the upper limit of adoptive frequency range in this study. This assumption is validated in AM measurement of the empty handle. A pseudo-random vibration in the frequency range of 10 to 1,250 Hz was used and its amplitude is  $1.0 (m/s^2)^2/Hz$  with a flat power spectral density (PSD) in the experiment.

Measured AM includes the mass effect of the measuring cap in a subject experiment. Compensated apparent mass  $AM_c(\omega)$  is obtained by Eq. (1) <sup>1-2</sup>.

$$AM_c(\omega) = AM_{total}(\omega) - AM_{cap}(\omega) \quad (1)$$

where  $AM_{total}(\omega)$  is measured response with the mass of the measuring cap and BR of a subject,  $AM_{cap}(\omega)$  is the response of measuring cap in an empty handle test. In this study it is assumed that  $AM_{total}(\omega)$  is the response with attached small piece of metal to the measuring cap by adhesive tape. Eight pieces (1, 2, 3, 4, 5, 10, 15 and 20g) of metal were used in the experiment.

### Results and Discussions

The measured AM of the empty handle differences between measured and true values are less than 3%. Since resonant frequency is higher enough frequency range of measurement (12.5 – Hz), the assumptions seem to hold in the frequency range of measurement. The calibrations of the measuring cap's mass shown in Fig. 3. The measured pieces of generally agree with the true mass value. measured mass values of over 10g are than the true mass value in the high frequency range (>600Hz).

The amplification of the response seems increases with the increase in the metal mass. This is likely because each piece of metal is resiliently attached to the measuring cap by adhesive tape and the metal and tape form a local 1D system. The resonant frequency of the system reduces with the increase in the mass value. This further supports the validity of the measurement system and the mass cancellation method.

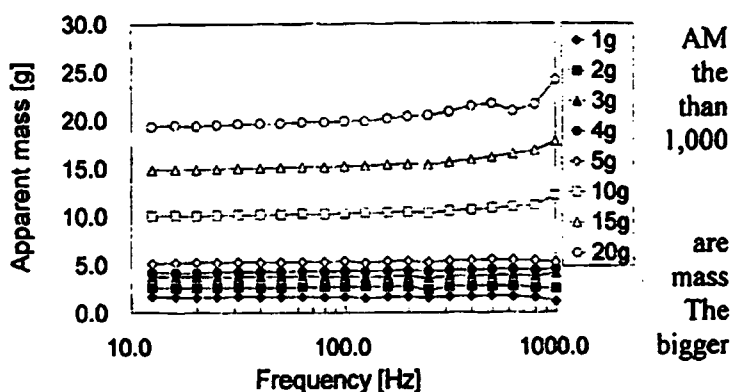


Fig. 3 Mass compensation results

### Conclusions

Throughout the course of this study, several conclusions are obtained as follows:

- (1) A BR experimental system for measuring biodynamic response of hand-arm system and vibration exposure tests was established in NIIH.
- (2) The instrumented handle of the system was validated through the AM measurement.
- (3) The mass of the measuring cap in the AM measurement was well compensated by the mass cancellation method, which confirms its validity.

### Acknowledgements

The authors acknowledge the assistance of staff at NIOSH, Dr. Dong, R. G. and Mr. Welcome, D. E. Their help is greatly appreciated.

### References

1. Dong R. G., McDowell T. W., Welcome D. E., Wu J. Z. (2004). Biodynamic response of Human Fingers in a Power Grip Subjected to a Random Vibration. *Journal of Biomechanical Engineering (Transactions of the ASME)*, 126: pp.446-456.
2. Dong R. G., Wu J. Z., McDowell T. W., Welcome D. E., Schopper A. W. (2005). Distribution of mechanical impedance at the fingers and the palm of the human hand, *Journal of Biomechanics* 38, pp.1165-1175.

研究成果の刊行物・別刷

9: Sakakibara, Hisataka., Maeda, Setsuo : easurement of head vibration during operating pneumatic tools in quarry work. 14th Japan Conference on Human Response to Vibration T.M.U., Hachioji, Tokyo, pp 38-41. (2006)