

X. 手腕振動の許容基準（暫定）

職業的な手腕振動曝露に対する許容基準を、健康障害防止の立場から次のように定める。

1. 許容基準と提案理由

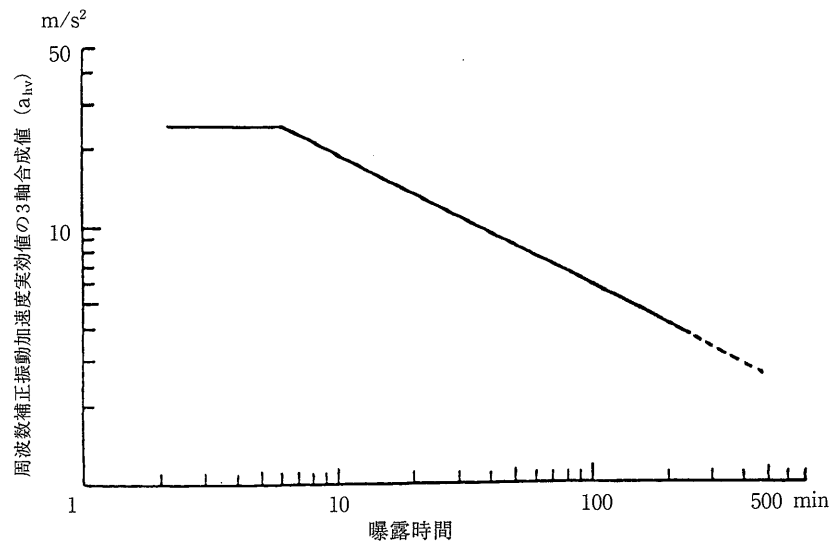
図 X-1 あるいは表 X-1 に示す値を手腕振動の許容基準とする。ここに示した1日の振動作業時間ごとの手腕振動がこの基準以下であれば、10年間の振動作業で、振動曝露に起因しないレイノー現象（以下、非振動性レイノー現象）の有症率を超えないことが期待できるものである。許容基準の設定には ISO 5349^{1,2)} に基づく日振動曝露量（周波数補正振動加速度実効値による8時間エネルギー等価3軸合成値）(a_{hv} (eq. 8h), または A (8)) を用いている。なお、引用文献による振動値は3軸中の最大1軸の周波数補正振動加速度実効値であり、1.4を乗じることによって3軸合成値に換算した¹⁾。このとき、最大1軸の周波数補正振動加速度実効値の4時間エネルギー等価値は日振動曝露量 (A (8)) に等しくなる。

(1) ISO を中心とする諸外国の指針等は振動障害の症状のなかで手指レイノー現象（以下、レイノー現象）に注目している。これは振動障害の主要症状が末梢循環障害としての振動性レイノー現象であり、この現象は客観的に認識しやすいこと等の理由による。ちなみに、しびれ等の末梢神経障害や骨・関節障害の有症率は振動工具を使用しないものでも10%前後とかなり高率であり、その成因も様々で、それらが振動性か否かを判断することが困難である。また、それらの発症時点が不明確で、量-反応関係の判断を困難にしている。さらにこれらの障害の判断方法がレイノー現象以上に困難であるという

問題もある^{3,4)}。以上から、本許容基準でも設定根拠としてレイノー現象有症率を用いた。

(2) 西欧諸国においては手腕振動による障害をある程度明確にとらえることのできるレイノー現象を中心に評価し、振動作業に従事しない一般集団のレイノー現象有症率と対比させて、該当作業者にそれと同程度もしくはそれ以下の有症率まで低下させるように工具改善、作業管理などの予防対策が進められている。わが国の一般集団における非振動性レイノー現象の有症率は、これまで報告されているものを概括すると男性で1~3%、女性で1~4%である⁵⁻⁷⁾。本許容基準では男性においてレイノー現象有症率が3%を超えないことを目標として許容値を設定した。ちなみに、英国や北欧では非職業性レイノー現象の男性の有症率は4~19%（平均的には10%程度）と報告されており⁸⁻¹⁰⁾、米国のNIOSHでは5%を採用している¹¹⁾。

(3) わが国における男性の手腕振動作業者のレイノー現象有症率と周波数補正振動加速度実効値（最大1軸）に関して、航空機関連工場で $2.3 \sim 2.5 \text{ m/s}^2$ のバイブレーター、リッターの1日 4 ± 1 時間、曝露年数 17.4 ± 5.6 年の作業員でレイノー現象有症率が2.3%、 $1.6 \sim 2.1 \text{ m/s}^2$ のさく井現場での1日 5 ± 2 時間、曝露年数 21.9 ± 8.2 年の作業員で2.5%、林業で $2.7 \sim 5.1 \text{ m/s}^2$ のチェーンソーの1日 3 ± 2 時間、曝露年数 18.9 ± 7.5 年の作業員で9.8%の報告がある⁷⁾。一方、周波数補正4時間等価振動加速度値が $1 \sim 2 \text{ m/s}^2$ 、 $2 \sim 3 \text{ m/s}^2$ のオートバイハンドル振動に10~14年間曝露された郵便配達員



図X-1. 手腕振動の許容基準

のレイノー現象有症率が、それぞれ1.8%、3.0%程度であったと報告されている¹²⁾。日本産業衛生学会振動障害委員会による調査¹³⁾の解析では、周波数補正4時間エネルギー等価振動加速度実効値が 3.2 m/s^2 の場合、10年、16年の曝露でレイノー現象有症率がそれぞれ5%、12.8%と推定されている¹⁴⁾。

(4) これらのデータから日振動曝露量 $A(8)$ が 2.8 m/s^2 であれば、10年間の振動作業で我が国の男性における非振動性レイノー現象有症率を超えない程度にとどめることができると思われる。ちなみにISO 5349-1¹⁾では手腕振動曝露評価の目安として、日振動曝露量 $A(8) = 3.7 \text{ m/s}^2$ を8年間の使用で10%のレイノー現象有症率に相当するものとして示しており、10年間の使用でレイノー現象有症率が10%となる日振動曝露量 $A(8)$ は 3.0 m/s^2 となる。また、EUの物理要因(振動)指令(Directive 2002/44/EC)では手腕振動に対する対策値(アクションバリュー)を $A(8) = 2.5 \text{ m/s}^2$ 、限度値(リミットバリュー)を $A(8) = 5 \text{ m/s}^2$ と規定している¹⁵⁾。この限度値(リミットバリュー)については9.5年の曝露で50%のレイノー現象有症率が予測されるとし“安全性”の点での危惧が指摘されている¹⁶⁾。

(5) 以上から、日本における許容値は一般集団における男性の非振動性レイノー現象有症率1~3%に対して、少なくとも10年間の振動作業でレイノー現象有症率が3%を超えない大きさに設定し^{17,18)}、日振動曝露量 $A(8) = 2.8 \text{ m/s}^2$ を手腕振動曝露に対する許容基準として勧告する。男性のデータに基づく許容基準であるので女性への適用には注意を要する。なお、最大方向の1軸値のみしか測定できない場合は1.7倍を乗じて換算する。これは実際の3軸合成値よりも過大評価になりうる¹⁾。

表X-1. 手腕振動の許容基準

曝露時間 (分)	周波数補正振動加速度実効値 の3軸合成値 (m/s^2)
6分以下	25.0
10	19.4
15	15.8
30	11.2
60	7.92
90	6.47
120	5.60
150	5.01
180	4.57
210	4.23
240	3.96
270	3.73
300	3.54
330	3.38
360	3.23
390	3.11
420	2.99
450	2.89
480	2.80

また、10年間の手腕振動作業においてレイノー現象有症率が3%を超えないと期待される振動値を許容基準として示しているが、10年間を超える曝露期間においても新たなレイノー現象発生リスクがあることを認識すべきである。

2. 適用範囲

手腕振動曝露をともなう作業者の手から人体に入力される振動を対象とする。この基準は周期的、ランダムまたは非周期的振動に適用する。暫定的に繰り返し衝撃型

の振動にも適用する。対象となる振動の周波数範囲は 8 ~ 1,400 Hz, 周波数補正振動加速度実効値の 3 軸合成値は 1.4 m/s^2 以上とする。

3. 適用方法

(1) 振動曝露は, 基本的には 1 日当たりの曝露について評価するものとする。

(2) 日振動曝露量 (8 時間エネルギー等価振動合成値)

A (8) は次式 (1) で求める

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

ここで,

a_{hv} : 周波数補正振動加速度実効値の 3 軸合成値

T : a_{hv} の振動への合計日振動曝露時間

T_0 : 基準曝露時間 8 時間 (480 分)

定常的連続振動曝露については, 工具等の振動あるいは手に入る振動測定量 (3 軸合成値) から図 1 または表 1 によって 1 日の許容曝露時間を求める。また, 任意の周波数補正振動加速度実効値の 3 軸合成値 (a_{hv} ; m/s^2) と許容時間 (T ; 分) との関係は次式 (2) により求めることができる。

$$T = 3763 / (a_{hv})^2 \quad (2)$$

(3) 断続的曝露については, 同一工具等を用い作業方法も同一とみなせる場合, 曝露時間の総和が許容時間を超えないようにする。

(4) 複数の工具等の使用あるいは同一工具等であっても作業方法の違いから明らかに振動量が異なる場合は, 振動が定常的とみなせる時間単位に区分し, その都度の振動測定値と曝露時間から次式の条件を満たす総曝露時間内 (分) で使用することとする。

$$\sum [T_i \cdot (a_{hvi})^2] \leq 3763$$

T_i : 区分ごとの曝露時間 (分)

a_{hvi} : 区分ごとの周波数補正振動加速度実効値の 3 軸合成値 (m/s^2)

(5) 曝露時間が 6 分未満であっても周波数補正振動加速度実効値の 3 軸合成値は 25.0 m/s^2 を超えてはならない。

(6) 振動測定値が小さいものであっても, 曝露時間は 1 日 4 時間以内にとどまるよう努める。4 時間を超える場合でも曝露時間が 1 日 8 時間を超えてはならない。

(7) 雇入時健康診断により振動, 寒冷に影響を受けやすいと思われる所見があった場合は, 手腕振動曝露をとまなう作業に従事させないことが望ましい。

(8) 振動に対する感受性は個人ごとに異なるので, 許容基準に示した作業時間を守っていれば絶対に障害が発生しないということではない。振動障害防止には作業時間の管理だけでなく, 工具等の整備, 操作方法, 保護具使用, 保温, 同時に随伴する騒音対策, 日常の健康管理等, 総合的な管理が必要である¹⁹⁾。

4. 測定方法

(1) 測定装置は「JIS B 7761-1 手腕系振動—第 1 部: 測定装置²⁰⁾」(ISO 8041:2005²¹⁾) を満足するものとする。

(2) 測定は「JIS B 7761-2 手腕系振動—第 2 部: 作業場における実務的測定方法²²⁾」(ISO 5349-2:2001²⁾) に従って行う。3 軸を同時に測定することが望ましいが, 測定条件がほぼ同一であるならば 3 軸を連続的に測定することも可とする。

(3) 測定値は周波数補正振動加速度実効値の 3 軸合成値で表す。

周波数補正振動加速度実効値の 3 軸合成値 (a_{hv} , m/s^2) は次式で求める。

$$a_{hv} = \sqrt{(a_{hwz})^2 + (a_{hwy})^2 + (a_{hwz})^2} \quad (1)$$

a_{hwz} , a_{hwy} , a_{hwz} : 各軸の周波数補正振動加速度実効値 (m/s^2)

(4) 曝露時間は個人曝露計等を用いた精密測定が望ましいが, やむを得ない場合はタイムスタディや聞き取りによって求める。

引用文献

- 1) International Organization for Standardization. Mechanical vibration- Measurement and assessment of human exposure to hand-transmitted vibration- Part 1: General guidelines, ISO 5349-1, 2001.
- 2) International Organization for Standardization. Mechanical vibration- Measurement and assessment of human exposure to hand-transmitted vibration- Part 2: Practical guidance for measurement in the workplace, ISO 5349-2, 2001.
- 3) Okada A, Taylor W, Dupuis H, eds. Hand-arm vibration. Kanazawa: Kyoei, 1990.
- 4) Griffin MJ. Handbook of Human Vibration. London, San Diego: Academic Press, 1990.
- 5) 井奈波良一, 有泉 誠, 野原聖一, 岡田 晃. 北陸地方の一山村住民におけるレイノー現象の有症率. 民族衛生 1989; 55: 281-285.
- 6) Harada N, Ueda A, Takegata S. Prevalence of Raynaud's phenomenon in Japanese males and females. J Clin Epidemiol 1991; 44: 649-655.
- 7) Mirbod SM, Yoshida H, Komura Y, et al. Prevalence of Raynaud's phenomenon in different groups of workers operating hand-held vibrating tools. Int Arch Occup Environ Health 1994; 66: 13-22.
- 8) Silaman A, Holligan S, Brenon P, Maddison P. Prevalence of symptoms of Raynaud's phenomenon in general practice. Brit Med J 1990; 301: 590-592.
- 9) Walker DD, Jones B, Ogston S, Tasker EG, Robinson AJ. A study of white finger in the gas industry. Brit J Ind Med 1985; 42: 672-677.
- 10) Hellstrom B, Anderson KL. Vibration injuries in

- Norwegian forest workers. *Brit J Ind Med* 1972; 29: 255-263.
- 11) NIOSH. Vibration syndrome. *Current Intelligence Bulletin* 38. DHHS (NIOSH) Publications No.83-110. 1983.
 - 12) Tominaga Y. Low intensity vibration in postman and their disorders. *Proceedings of Stockholm Workshop 94, Hand-arm Vibration Syndrome*. Solna: National Institute of Occupational Health, 1995; 5: 153-156.
 - 13) 日本産業衛生学会振動障害委員会. 振動障害委員会報告. 1980.
 - 14) Futatsuka M, Sakurai T, Ariizumi M. Preliminary evaluation of dose-effect relationships for vibration induced white finger in Japan. *Int Arch Occup Environ Health* 1984; 54: 201-221.
 - 15) The European Parliament and the Council of the European Union. On the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (vibration), Directive 2002/44/EC. *Official Journal of European Communities* 6 July 2002; L177: 13-19.
 - 16) Griffin MJ. Minimum health and safety requirements for workers exposed to hand-transmitted vibration and whole-body vibration in the European Union; a review. *Occup Environ Med* 2004; 61: 387-397.
 - 17) 原田規章. 手腕振動の許容基準. *産衛誌* 2000; 42(臨時増刊号別冊): 11-16.
 - 18) Harada N, Takahashi S, Shirono S, et al. Occupational exposure limit for hand-arm vibration of the Japan Society for Occupational Health. *Proceedings of 9th International Conference on Hand-Arm Vibration*. INRS 2001: 90-95.
 - 19) 労働省. 振動障害総合対策の推進について. 基発 平成5年第203号, 1993.
 - 20) 日本工業規格. JIS B 7761-1. 手腕系振動—第1部: 測定装置. 2004.
 - 21) International Organization for Standardization. *Human Response to Vibration- Measuring Instrumentation*, ISO 8041, 2005.
 - 22) 日本工業規格. JIS B 7761-2. 手腕系振動—第2部: 作業場における実務的測定方法. 2004.