

## 2. 用語の説明と適用

### a) 寒冷環境と作業強度

寒冷環境においては、気温のみならず風速が大きな因子となる。風速の影響については、表Ⅷ-2の等価冷却温度を適用する。作業強度を高温の許容基準の場合と同様にRMR (Relative Metabolic Rate) で表し、軽作業はRMR ~ 2 (代謝エネルギーで~ 190 kcal/時)、中等度作業をRMR2 ~ 3 (代謝エネルギーで~ 250 kcal/時) とする。通常の寒冷作業においては継続的な軽作業 (RMR1 ~ 2) が多く、なかにはRMR3程度の中等度作業もみられる。この程度の作業強度においては作業による呼吸循環系機能への負荷よりも、寒冷による体温調節系への負荷が大きいものと考えられる。

### b) 防寒衣服と寒冷指標

寒冷環境の厳しさや作業強度に応じ適切な防寒衣服を着用しなければならない。表Ⅷ-3に衣服の保温力を示した。保温力の低い衣服の場合には放熱により低体温化や手足のこわばりなどを生じる。保温力の高い衣服を着用した場合には、動作の妨げとなる場合もみられ、また作業強度の大きい場合には、発汗に留意しなければならない。図Ⅷ-1に作業強度別に気温と必要とされる衣服の保温力とのおおよその関係を示した。

寒冷作業には環境条件、防寒衣服の保温力、作業強度の関与が大きい。寒冷環境の評価にしばしば風冷指数  $K_C$  (kcal/m<sup>2</sup>/h) が用いられ、気温  $t_a$  (°C) と風速  $v$  (m/s) から、 $K_C = (10\sqrt{v} - v + 10.5) \cdot (33 - t_a)$  により算定される。指数値が大きくなると、生体影響が大きくなる (表Ⅷ-4)。

## 3. 寒冷による人体影響

寒冷に曝露されると皮膚温の低下が起こり、特に手足など末梢部位での温度の低下が著しい。体内では産熱量を増やし、体内の熱収支の平衡状態を図ることが行われる。しかし、産熱が体熱の放散に追いつかない状態においては体温の低下が起こる。低体温によりふるえや意識の低下がみられるので、直腸温などの中核部温は36°C以下にならないようにすべきである。更に激しいふるえの発生はより体温が低下している危険信号であり、直ちに寒冷曝露を中止すべきである。

手足などの末梢部位においては寒冷によるこわばり

から作業能率の低下がみられ、安全性がおかされる。さらに、冷えによる痛みやしびれが生じ、このときの皮膚温は手指部でほぼ10°C、趾部で13°Cである。この痛みは凍傷にいたる危険信号であり注意が必要である。

## 4. 安全衛生

寒冷が厳しければ保温性の高い防寒服を必要とするが、作業強度によっては発汗による衣服の湿りに留意すべきである。このような場合には、汗の蒸発を助長するため衣服の開口部を開放したり、休憩室において、湿気をおびた衣服は、乾いた衣服に着替えるべきである。

局所の冷却や凍傷予防のため手袋の着用が必要である。手の保温と作業能とを配慮し、適切な手袋を選定すべきである。作業によっては、防水性手袋も必要となる。寒冷の程度により防寒手袋を着用し、さらに寒冷の程度が厳しければミトン型の手袋を着用する。作業条件によってはミトン手袋を脱がずに操作の出来る機械や道具を備えるべきである。腕時計、眼鏡わくなどで金属製のものの着用は避けるべきである。

足の冷えが起こりやすいので、防寒靴、防寒靴下を着用し、あわせて作業にともなう靴内の湿気に留意する。

頭部には安全帽、寒冷の厳しさによってはさらに防寒帽、耳あて、マスク、ゴーグルなどを着用する。

休憩室を設け作業時間を区分し、適時に休みをとることができるようにする。休憩室には採暖設備を設置しなければならない。

半年に1回以上の健康診断が必要である。医師が必要と認めた作業中や中高年作業中に対しては、より保温性の高い防寒服の着用や寒冷曝露時間の短縮などの必要な措置を行う。就業前には血圧測定、検尿などのチェックが必要である。

なお、寒冷作業には冬季の農林漁業など自然環境における作業から、冷凍、冷蔵倉庫など人口環境における作業と多岐にわたる。自然の寒冷は季節の変化とともに現れるが、人工の寒冷は四六時中存在し、そこに働く人々にとっては温度レベルにみならず季節とも関係し、屋内外の温度差、くりかえし作業による寒冷曝露など人々の耐性、抵抗力も問題となる。これら寒冷作業に関しては、研究途上の問題も多く、今後新しい知見が得られた場合には、その都度検討する必要がある。

## IX. 全身振動の許容基準 (暫定)

$$0.35 \text{ m/s}^2 A_{sum}(8)^\dagger$$

### 1. 許容基準

全身振動の許容値は  $0.35 \text{ m/s}^2 A_{sum}(8)$  ( $x, y, z$  軸の3方向の合成振動値の8時間等価周波数補正加速度実効値) とする。

この値以下であれば、ほとんどすべての労働者に健康上の悪い影響が見られないと判断される。この値以上の職業的曝露が続いた場合に、非曝露の場合に比べて、腰部症状のリスクが増大することが疫学的に明らかにさ

表. x, y, z 軸の 3 方向の合成振動値の曝露時間別許容等価周波数補正加速度実行値

曝露時間/日	等価周波数補正加速度実行値 m/s <sup>2</sup>
24時間	0.20
16時間	0.25
12時間	0.29
10時間	0.31
8時間	0.35
7時間	0.37
6時間	0.40
5時間	0.44
4時間	0.49
3時間	0.57
2時間	0.70
1時間	0.99
50分	1.08
40分	1.21
30分	1.40
20分	1.71
10分	2.42

れている.

2. 適用範囲

通常の健康状態にある椅座位の作業者が, 座席面からでん部を通して人体全体に伝達する振動(全身振動)に, 1日10分以上職業的に曝露される場合に適用する. なお, 乗物の衝突時に発生するような激しい単発衝撃に対しては適用しない.

評価する振動の周波数範囲は 0.5-80 Hz とする.

3. 適用方法

1) この基準では, 全身振動に1日あたり8時間曝露された場合に相当する振動への変換値(x, y, z軸の合成振動値), すなわち8時間等価周波数補正加速度実効値  $A_{sum}(8)$  をもって評価する.

測定評価された合成振動値が  $a_w$  の場合に許容される時間  $T$  (hour) は, 式 (1), を用いて計算する. 表に1日あたりの曝露時間別の許容値を示す.

$$T = 0.98 / a_w^2 \quad (1)$$

2) 振動源あるいは振動曝露条件によって全身振動が変動する場合は, 異なる振動源あるいは振動曝露条件  $i$  における測定評価された合成振動値  $a_{wi}$ , 1日の曝露時間  $T_i$  (hour) より, 式 (2), (3) を用いて,  $A_{sum}(8)$  を計算する. 周波数補正において, 前後振動  $a_{wxi}$ , 左右振動  $a_{wyi}$  については  $W_d$  周波数補正特性<sup>1-3)</sup> を, 垂直振動  $a_{wzi}$  については  $W_k$  周波数補正特性<sup>1-3)</sup> を用いる.

$$a_{wi} = (1.4^2 \times a_{wxi}^2 + 1.4^2 \times a_{wyi}^2 + a_{wzi}^2)^{1/2} \quad (2)$$

$$A_{sum}(8) = \sqrt{\left(\sum_i^n a_{wi}^2 \times T_i\right) / 8} \quad (3)$$

4. 測定・評価方法

1) 測定装置は JIS B 7760-1: 2004 全身振動—第1部: 測定装置<sup>3)</sup> (ISO 8041<sup>4)</sup>) を満足するものとする.

2) 測定・評価は, 振動源あるいは振動曝露条件ごとに, JIS B 7760-2: 2004 全身振動—第2部: 測定方法及び評価に関する基本的要求<sup>2)</sup> (ISO 2631-1: 1997<sup>1)</sup>) の規定にそって, 座席面を通じて人体に伝達する振動が入力すると考えられる位置を原点とした座標系に従って行う.

3) 振動測定が代表値を得る目的の場合, 振動源ごとの計測時間は, 十分な精度の統計値を得るために, また, 対象振動源の振動が典型的な曝露状態である事を確かめるために, 十分に長くなければならない.

5. 全身振動以外の労働条件との関連

全身振動の許容値は, 全身振動にのみ曝露される場合のものである. 全身振動の許容値を利用するにあたっては, 姿勢, 重量物取り扱い, 労働強度, 温熱条件などを考慮する必要がある. これらの条件が負荷される場合には, 全身振動の健康への影響が増強されることがあることに留意する必要がある.

提案理由

1. 日本産業衛生学会の1975年の基準<sup>5)</sup>の見直しの必要性

日本産業衛生学会の1975年の基準<sup>5)</sup> (以下, 1975年基準) は, 日本産業衛生学会許容濃度委員会が当時の ISO/DIS 2631 を基にして制定したものである. 当時の ISO/DIS 26310 は, その後の見直しにおいて大幅な変更が繰り返され, ISO 2631-1: 1997<sup>1)</sup> では当時の ISO/DIS 2631 にあった疲労能率減退境界の考え方も削除されている.

さらに, わが国では2004年に全身振動の人体影響に関する日本工業標準が初めて制定され, 全身振動の人体影響に関する測定・評価は JIS B 7760-1: 2004<sup>2)</sup> および JIS B 7760-2: 2004<sup>3)</sup> (ISO 2631-1: 1997<sup>1)</sup> および ISO 8041: 2003<sup>4)</sup> の対応規格. 以下, JIS) に従わなければならないとなっている. しかし, JIS に従うならば1975年基準が規定している全身振動の測定・評価・判定を行うことは不可能な状況となっている.

2. 全身振動の健康障害として背腰部症状をとりあげ理由

Griffin<sup>6)</sup> は, 不快, 活動妨害, 健康, 知覚, 動揺病,

身体力学について網羅的かつ系統的なレビューを行なっている。同レビューでは、健康影響については、生理学的反応、病理学的反応（動物実験を含む）、労働衛生上の問題の特質（対照群、攪乱要因、徴候と症状）にわたっている。人の健康への影響については、背腰部、頸肩部、胃腸部、女性生殖器、末梢血管、蝸牛前庭系などに対する影響に整理されている。

その後も多数の研究が行われているが、背腰部症状との関連性を焦点にした研究は他を圧倒しており、中でも職業的曝露に関する疫学的研究については背腰部症状以外の健康影響に関する研究は見当たらない<sup>7)</sup>。

ところで、わが国の厚労省によれば、業務上疾病に占める腰痛が過半数という状況が長年にわたって続いており、労働人口における腰痛の疫学的調査<sup>8)</sup>の職種別統計によれば、運輸職の腰痛発症件数は全体の28.3%を占め、腰痛発症率（労働人口1万対）は全職種全体では1.5であるのに対して、運輸職は8.1とずば抜けて高い。

そこで、全身振動の健康障害として背腰部症状にのみ着目した許容値の検討を行った。

### 3. 全身振動の曝露の有無と背腰部症状の関係

全身振動と背腰部症状の関連に着目したレビューあるいはメタ分析の文献<sup>9-14)</sup>は、全身振動曝露の有無と背腰部症状との関連を明らかにしている。レビューされた文献は重複を除くと20件でそのうち有意な関連が認められたのは、19件<sup>15-33)</sup>であった。いくつかのメタ分析<sup>12-14)</sup>では、背腰部症状の要因として、重量物負荷、不良姿勢、心理社会的要因とともに、全身振動が独立した要因であることが示されている。

### 4. 全身振動の曝露量と背腰部症状の量・反応関係

全身振動の曝露量として3方向の合成振動値の周波数補正加速度実効値を指標にして背腰部症状の量・反応関係を検討している文献<sup>16, 34-36)</sup>では、背腰部症状のリスク増大（反応）の最小曝露量、いわゆる閾値を明らかにしようとした文献はない。

しかし、3方向の合成振動値の周波数補正加速度実効値を指標にして背腰部症状の量・反応関係を検討している Boshuizen ら<sup>16)</sup>の横断的研究では、耕作・道路・堤防・運河・建築現場などでトラクタ・収穫機などの運転に従事する者326人について、等価振動曝露値の大きさ  $0.3-0.55 \text{ m/s}^2$  ( $n = 66$ ),  $0.55-0.7 \text{ m/s}^2$  ( $n = 121$ ),  $0.7-0.9 \text{ m/s}^2$  ( $n = 117$ ),  $> 0.9 \text{ m/s}^2$  ( $n = 22$ ) で区分し、ロジスティック解析（年齢、曝露年数、身長、喫煙、姿勢、重量物負荷、精神的負荷などについて調整、対照は非曝露群）を行っている。その結果によれば、back pain の頻発あるいは持続の有症者についてのオッズ比は、3.9 (90% CI = 1.19-13, 以下90% CI略), 5.2

(1.64-16), 6.1 (1.97-19), 5.3 (1.8-20) であり、傾向性の検定結果は示されていないものの量反応関係が推察され、 $0.3-0.55 \text{ m/s}^2$  において有意な差が認められるものの、1日の曝露時間を示していないので  $0.3 \text{ m/s}^2 A_{sum}$  (8) を許容値とすることが妥当とまでは言い難い。

Bovenzi<sup>35)</sup> は、ホイールローダー、掘削機、岩盤破砕機、連結式ダンプカー、オフロード車、クレーン車、フォークリフト、ブルドーザー、コンテナ・トラクタ、ゴミ収集車、バスなどの運転に従事する者317人を2年間追跡し、 $A_{sum}$  (8) の4分位値で分割 ( $< 0.30$ ,  $0.30-0.34$ ,  $0.35-0.45$ ,  $> 0.45 \text{ m/s}^2$ ) し、自己回帰ロジスティック分析（ベースライン・1年目・2年目に観察、年齢、姿勢、重量物負荷、精神的負荷などについて調整、対照は  $< 0.30 \text{ m/s}^2$ ) を行い、直近12ヶ月以内における low back pain の経験についてのオッズ比は 0.79 (95% CI = 0.48-1.29, 以下95% CI略), 1.61 (1.05-2.47), 1.46 (0.94-2.26), 傾向性に関する尤度比検定で  $p = 0.027$ , 直近12ヶ月以内における強い low back pain の経験についてのオッズ比は、1.68 (1.00-2.82), 2.06 (1.31-3.23), 0.94 (0.57-1.54), 傾向性に関する尤度比検定で  $p = 0.54$ , 直近12ヶ月以内における low back pain による disability episode の経験についてのオッズ比は、1.32 (0.72-2.41), 2.66 (1.60-4.41), 1.40 (0.82-2.40), 傾向性に関する尤度比検定で  $p = 0.043$  という有意な量反応関係を認めている。

また、Bovenzi<sup>36)</sup> は、上記研究と同一の対象集団から直近12ヶ月以内において low back pain の経験を有しない者202名を抽出して1年間追跡した結果を、 $A_{sum}$  (8) を  $< 0.30$  ( $n = 70$ ),  $0.30-0.4$  ( $n = 68$ ),  $> 0.4 \text{ m/s}^2$  ( $n = 64$ ) に分割し、過渡ロジスティック分析（年齢、姿勢、重量物負荷、精神的負荷、1年前の過去12ヶ月以内における low back pain の経験などについて調整、対照は  $< 0.30 \text{ m/s}^2$ ) を行い、直近12ヶ月以内における low back pain の経験についてのオッズ比は 2.32 (95% CI = 1.22-4.44, 以下95% CI略), 1.64 (0.82-3.29), 傾向性に関する尤度比検定で  $p = 0.086$ , 直近12ヶ月以内における強い low back pain の経験についてのオッズ比は、2.38 (1.24-4.55), 1.79 (0.89-3.60), 傾向性に関する尤度比検定で  $p = 0.048$ , 直近12ヶ月以内における low back pain による disability episode の経験についてのオッズ比は、4.08 (1.31-12.7), 2.58 (0.94-7.05), 傾向性に関する尤度比検定で  $p = 0.020$  という有意な量反応関係を認めている。

以上の Bovenzi<sup>35, 36)</sup> の研究より  $A_{sum}$  (8) を指標にした場合の背腰部症状発症の閾値は、 $0.35 \text{ m/s}^2$  であると判断される。

### 提案基準と諸基準の比較

1975年基準の見直しの必要性は提案理由で述べたとおりであるが、数値上の比較のみに絞るならば、本提案の許容値  $0.35 \text{ m/s}^2$  は、1975年基準のz軸振動で最も影響の大きい帯域 4-8 Hz (1/3 オクターブバンドの中心周波数) における、ある 1/3 オクターブバンド幅の振動の許容曝露時間 8 時間値  $0.315 \text{ m/s}^2$  におよそ相当 (1 dB 以下の差) する。なお、ACGIH の TLVs and BEIs の現行基準<sup>37)</sup> は、1 分から 8 時間までについては、1975年基準とほぼ同じであるが、ISO 2631-1: 1985<sup>38)</sup> に準じた周波数補正加速度実効値と 3 方向の合成振動値による能率・疲労減退時間を許容値としているので、提案理由で述べた 1975 年基準の見直しの必要性で指摘したのと同じ問題がある。

ISO 2631-1: 1997<sup>1)</sup> (対応規格 JIS B 7760-1: 2004<sup>2)</sup>) は、警告域下限の A(8) 値として  $0.47 \text{ m/s}^2$  を示している。しかし、引用されている文献の中には、A(8) を指標にした文献はなく、周波数補正加速度実効値を指標にしている引用文献でも 1 日の曝露時間を明記しているのは 1 件 (平均曝露時間のみ)<sup>19)</sup> しかなく、引用されている Boshuizen ら<sup>16)</sup>、その他の文献が警告域下限の決定にどのような適用されたかは明らかでない。

欧州指令<sup>39)</sup> では、優勢軸方向の全身振動の 8 時間等価振動加速度実効値  $0.5 \text{ m/s}^2$  が action value として、同  $1.15 \text{ m/s}^2$  が limit value として定められているが、その妥当性を証する文献、その他の学術的根拠は明記されていない。

### 文 献

- International Organization for Standardization. Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 1: General requirements, ISO 2631-1, 1997.
- 日本工業規格, JIS B 7760-2: 2004. 全身振動—第 2 部: 測定方法及び評価に関する基本的要求. 2004.
- 日本工業規格, JIS B 7760-1. 全身振動—第 1 部: 測定装置. 2004.
- International Organization for Standardization. Human response to vibration - Measuring instrumentation, ISO 8041, 2003.
- 日本産業衛生学会. 許容濃度等の勧告, 全身振動の許容基準. 1975.
- Griffin MJ. Handbook of human vibration. London, San Diego: Academic Press, 1990.
- 西山勝夫. 全身振動の生体影響研究の進歩と許容基準改訂の課題. 労働科学 2005; 81: 72-84.
- 中央労働災害防止協会. 腰痛の予防対策に関する調査研究委員会報告書. 1994.
- Bovenzi M, Hulshof CTJ. An updated review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole-body vibration and low back pain (1986-1997). Int Arch Occup Environ Health 1998; 72: 351-65.
- Lings S, Leboeuf-Yde C. Whole-body vibration and low back pain: a systematic, critical review of the epidemiological literature 1992-1999. Int Arch Occup Environ Health 2000; 73: 290-7.
- Burdorf A, Hulshof CTJ. Modelling the effects of exposure to whole-body vibration on low-back pain and its long-term consequences for sickness absence and associated work disability. J Sound Vib 2006; 298: 480-91.
- Burdorf A, Sorock G. Positive and negative evidence for risk factors of work-related back disorders. Scand J Work Environ Health 2003; 23: 243-56.
- Lötters F, Burdorf A, Kuiper J, Miedema H. Model for the work-relatedness of low-back pain. Scand J Work Environ Health 2003; 29: 431-40.
- Barondes JA (Chair National Research Council). Musculoskeletal disorders and the workplace: low back and upper extremities. Panel on Musculoskeletal Disorders and the Workplace, Commission on Behavioral and Social Sciences and Education, National Research Council and Institute of Medicine. Washington (DC): National Academy Press; 2001.
- Brendstrup T, Biering-Sorensen F. Effect of fork-lift truck driving on low-back trouble. Scand J Work Environ Health 1987; 13: 445-52.
- Boshuizen HC, Bongers PM, Hulshof TJ. Self-reported back pain in tractor drivers exposed to whole body vibration. Int Arch Occup Environ Health 1990; 62: 109-15.
- Bongers PM, Boshuizen HC, Hulshof CTJ. Self-reported back pain in drivers of wheel-loaders. Academisch Proefschrift. Universiteit van Amsterdam, Amsterdam, 1990.
- Boshuizen HC, Bongers PM, Hulshof CTJ. Self-reported back-pain in fork-lift truck and freight-container tractor drivers exposed to whole-body vibration. Spine 1992; 17: 59-65.
- Bovenzi M, Zadini A. Self-reported low back symptoms in urban bus drivers exposed to whole body vibration. Spine 1992; 17: 1048-59.
- Bovenzi M, Betta A. Low-back disorders in agricultural tractor drivers exposed to whole-body vibration and postural stress. Applied Ergonomics 1994; 25: 231-40.
- Schwarze S, Notbohm G, Dupuis H, Hartung E. Dose-response relationships between whole-body vibration and lumbar disk disease - A field study on 388 drivers of different vehicles. Journal of Sound and Vibration 1998; 215: 613-28.
- Alcouffe J, Manillier P, Brehier M, Fabin C, Faupin F. Analysis by sex of low back pain among workers from small companies in the Paris area: severity and occupational consequences. Occup Environ Med 1999; 56: 696-701.
- Burdorf A, Govaert G, Elders L. Postural load and back pain of workers in the manufacturing of prefabricated concrete elements. Ergonomics 1991; 34: 909-18.

- 24) Kumar A, Varghese M, Mohan D, Mahajan P, Gulati P, Kale S. Effect of whole-body vibration on the low back: a study of tractor-driving farmers in north India. *Spine* 1999; 24: 2506-15.
- 25) Liira JP, Shannon HS, Chambers LW, Haines TA. Long-term back problems and physical work exposures in the 1990 Ontario Health Survey. *Am J Public Health* 1996; 86: 382-7.
- 26) Linton S. Risk factors for neck and back pain in a working population in Sweden. *Work Stress* 1990; 4: 41-9.
- 27) Magnusson ML, Pope MH, Wilder DG, Areskoug B. Are occupational drivers at an increased risk for developing musculoskeletal disorders? *Spine* 1996; 21: 710-7.
- 28) Pietri F, Lecerc A, Boitel L, Chastang JF, Mocret JF, Blondet M. Low-back pain in commercial travellers. *Scand J Work Environ Health* 1992; 18: 52-8.
- 29) Saraste H, Hultman G. Life conditions of persons with and without low-back pain. *Scand J Rehabil Med* 1987; 19: 109-13.
- 30) Xu Y, Bach E, Orhede E. Work environment and low back pain: the influence of occupational activities. *Occup Environ Med* 1997; 54: 741-5.
- 31) Bongers PM, Hulshof CTJ, Dijkstra L, Boshuizen HC, Groenhout HJM, Valken E. Back pain and exposure to whole body vibration in helicopter pilots. *Ergonomics* 1990; 33: 1007-26.
- 32) Johanning E. Back disorders and health problems among subway train operators exposed to whole-body vibration. *Scand J Work Environ Health* 1991; 17: 414-9.
- 33) Boshuizen HC, Hulshof CT, Bongers PM. Long-term sick leave and disability pensioning due to back disorders of tractor drivers exposed to whole-body vibration. *Int Arch Occup Environ Health* 1990; 62: 117-22.
- 34) Bovenzi M, Ruia F, Negroa C, et al. An epidemiological study of low back pain in professional drivers. *J Sound Vib* 2006; 298: 514-39.
- 35) Bovenzi MJ, Metrics of whole-body vibration and exposure-response relationship for low back pain in professional drivers: a prospective cohort study. *Int Arch Occup Environ Health* 2009; 62: 893-917.
- 36) Bovenzi M. A longitudinal study of low back pain and daily vibration exposure in professional drivers. *Ind Health* 2010; 48: 584-95.
- 37) International Organization for Standardization. Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole-body vibration - Part 1: General requirements, ISO 2631-1, Geneva, 1985.
- 38) European Parliament and of the Council. 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) (sixteenth individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC) - Joint Statement by the European Parliament and the Council.

## X. 手腕振動の許容基準

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<sup>1,2)</sup>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<sup>1)</sup>。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<sup>3,4)</sup>。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