

JBMS

音響ースモールファンの空気伝搬騒音及び
固体伝搬振動の測定－
第2部：固体伝搬振動の測定

JBMS-72-2 : 2011

平成23年 2月制定

社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会

環境委員会 騒音規格検討ワーキンググループ
スモールファンの風量・騒音・振動測定方法作成委員会

(委員長)

- | | | | |
|---|-----|-----|------------------------|
| | 御法川 | 学 | 法政大学 |
| | 中山 | 俊明 | ツクバリカセイキ株式会社 |
| ○ | 君塚 | 郁夫 | 日本アイ・ビー・エム株式会社 |
| | 平 | 寛 | 財団法人日本品質保証機構 |
| | 落合 | 直文 | 財団法人日本品質保証機構 |
| | 白田 | 孝 | 独立行政法人産業技術総合研究所 |
| | 岩崎 | 真知子 | アルパイン株式会社 |
| | 織田 | 清 | エプソン株式会社 |
| | 木口 | 明則 | オリエンタルモーター株式会社 |
| | 宇津野 | 守 | オリエンタルモーター株式会社 |
| | 高橋 | 政行 | オリエンタルモーター株式会社 |
| ○ | 穴戸 | 健志 | キヤノン株式会社 |
| ○ | 小林 | 智恵子 | キヤノン株式会社 |
| | 田中 | 康治 | キヤノン株式会社 |
| ○ | 田代 | 茂 | コニカミノルタビジネステクノロジーズ株式会社 |
| ○ | 渡部 | 直樹 | コニカミノルタビジネステクノロジーズ株式会社 |
| ○ | 杉浦 | 輝樹 | シャープ株式会社 |
| | 関 | 研一 | ソニー株式会社 |
| | 橋本 | 寿雄 | ソニー株式会社 |
| | 山内 | 徹 | ソニー株式会社 |
| | 藤枝 | 忠臣 | ソニー株式会社 |
| | 石川 | 雅幸 | デルタ電子株式会社 |
| | 張 | 熙 | デルタ電子株式会社 |
| | 屠 | 偉涛 | デルタ電子株式会社 |
| | 吉岡 | 浩二 | パナソニックSN九州株式会社 |
| | 平田 | 雅彦 | パナソニックSN九州株式会社 |
| ○ | 鈴木 | 康弘 | ブラザー工業株式会社 |
| | 鍋島 | 章三 | ミネベアモータ株式会社 |
| | 石黒 | 幹人 | ミネベアモータ株式会社 |
| | 小串 | 正樹 | ミネベア株式会社 |
| | 福田 | 貴子 | ミネベア株式会社 |
| | 中村 | 聡伸 | レノボ・ジャパン株式会社 |
| | 高梨 | 彰男 | 株式会社アイ・エンジニアリング |
| ○ | 富上 | 良樹 | 株式会社リコー |
| | 松川 | 幸男 | 株式会社育良精機製作所 |
| | 菊地 | 浩一 | 株式会社育良精機製作所 |
| | 安斎 | 正三 | 株式会社小野測器 |
| | 代田 | 仁孝 | 株式会社小野測器 |
| | 金子 | 武義 | 株式会社東芝 |
| | 高野 | 正治 | 株式会社東芝テック |
| ○ | 山口 | 雅夫 | 株式会社東芝テック |
| | 中富 | 吉次 | 株式会社東芝テック |
| | 渡部 | 眞徳 | 株式会社日立製作所 |
| | 岩瀬 | 拓 | 株式会社日立製作所 |
| ○ | 高橋 | 聡 | 京セラミタ株式会社 |
| | 相沢 | 吉彦 | 山洋電気株式会社 |

スモールファンの風量・騒音・振動測定方法作成委員会（続き）

	関口	治	日本サーボ株式会社
	桜井	幸一	株式会社日本計器製作所
	篠沢	英俊	株式会社日本計器製作所
	竹下	英伸	日本電産株式会社
	勝井	忠士	富士通アドバンステクノロジー株式会社
	新夕	和弘	富士通アドバンステクノロジー株式会社
○	角守	裕	富士ゼロックス株式会社
	宮原	雅晴	未来工房
	高橋	玄行	法政大学
	河辺	泰紀	法政大学
	園田	晃彦	法政大学
	武藤	洋	法政大学
	保土田	博隆	法政大学
(事務局)	金児	健司	社団法人ビジネス機械・情報システム産業協会

注記 ○印は、制定時の騒音規格検討ワーキンググループのメンバを表す。

標準化センター JBMS推進小委員会委員構成表

(委員長)	伊藤	亮	キヤノン株式会社
(委員)	白附	好之	富士ゼロックス株式会社
	本橋	敦	株式会社リコー
(事務局)	竹下	眞仁	社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会

規格番号：JBMS-72-2

制定：平成23年 2月23日（原案：環境委員会，騒音規格検討ワーキンググループ，スモールファンの風量・騒音・振動測定方法作成委員会）

原案作成：環境委員会，騒音規格検討ワーキンググループ

審議：（社）ビジネス機械・情報システム産業協会 標準化センター JBMS推進小委員会

制定：（社）ビジネス機械・情報システム産業協会 標準化センター

この規格についての意見又は質問は社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会 標準化センターへお願いいたします。

〒105-0003 東京都港区西新橋3-25-33 NP御成門ビル Tel 03-5472-1101（代表）

目次

	ページ
1 適用範囲	1
2 引用規格	1
3 用語及び定義	2
4 振動記述子	3
5 測定の不確かさ	3
6 試験用固定器具の設計及び性能要求	4
7 設置	4
8 ファンの作動	5
9 測定器	6
10 測定手順	7
11 試験報告書	10
附属書A (参考) 表示を目的とした推奨データ書式	13
附属書B (参考) 可変速状態で使用されるファンを試験するときの推奨電圧	18
附属書C (参考) ファンの固体伝搬振動加速度レベルの仕様書例	19
附属書D (参考) 測定の不確かさについての情報の開発に関する指針	20
附属書E (参考) 自由支持状態におけるマイクロファンの振動測定方法	24
附属書F (参考) 参考文献	27
解説	29

まえがき

この規格は、著作権法で保護対象となっている著作物である。

この規格の一部が、特許権、出願公開後の特許出願又は実用新案件に抵触する可能性があることに注意を喚起する。社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会は、特許権、出願公開後の特許出願及び実用新案権にかかわる確認について、責任をもたない。

JBMS-72は、次の各部から構成される。

JBMS-72-1 第1部： 空気伝搬騒音の測定

JBMS-72-2 第2部： 固体伝搬振動の測定

白 紙

音響 - スモールファンの空気伝搬騒音及び固体伝搬振動の測定

- 第2部：固体伝搬振動の測定

Acoustics—Measurement of airborne noise emitted and structure-borne vibration induced by small air-moving devices—
Part 2: Structure-borne vibration measurement

1 適用範囲

この規格では、JBMS-72-1で定義するフルサイズのプレナムに対しては据え付け設置面積が0.48 m×0.90 m未満の、同じくハーフサイズのプレナムに対しては据え付け設置面積0.18 m×0.3 m未満の、スモールファンの振動レベルを扱う。

この規格は、JBMS-72-1で規定するテストプレナム上に支え無しで、吐き出し口又は吸い込み口を据え付けることのできるファンを扱う。

なお、附属書Eでは、テストプレナムに据え付けずにファンの振動を測定する、代替測定方法を二つ、参考目的で示す。これらの方法は、プレナムの減衰パネルにファンを取り付けることによって、ファンの振動が減衰するなどして、振動測定が困難な場合に適用するためのものである。

注記1 附属書Eによる方法は、この規格の本体、箇条7及び箇条8によるテストプレナムを使った方法では、対象とするファンの振動特性を定量化する目的を達せない場合を想定したものであり、その方法を置き換えること、又はそれに優先することを意図したものではないため、参考となっている。

この規格で定義する手順では、情報技術装置(3.3参照)内で使用される平均的な構造内で使用されるスモールファンに起因する振動レベルを求めるための方法を規定している。

この規格で規定する方法によって、試験される個々のファンによって引き起こされる振動レベルを求めることが可能になる。あるロット内の複数ユニットに対してレベル測定をすれば、そのロットに対する振動レベルの統計値を算出するために用いることもできる。

注記2 この規格の対応国際規格を、次に示す。

ISO/FDIS 10302-2:2011, Acoustics - Measurement of airborne noise emitted and structure-borne vibration induced by small air-moving devices -
Part 2: Structure-borne vibration measurement

2 引用規格

次に掲げる規格は、この規格に引用されることによって、この規格の一部を構成する。西暦年

の付記がない引用規格は、その最新版（追補を含む。）を適用する。

JBMS-72-1:2010 音響—スモールファンの空気伝搬騒音及び固体伝搬振動の測定—

第1部：空気伝搬騒音の測定

ISO 266, Acoustics - Preferred frequencies for measurements

ISO 5348, Mechanical vibration and shock - Mechanical mounting of accelerometers

ISO 5801, Industrial fans - Performance testing using standardized airways

ISO 16063-11, Methods for the calibration of vibration and shock transducers -
Part 11: Primary vibration calibration by laser interferometry

ISO 16063-21, Methods for the calibration of vibration and shock transducers -
Part 21: Vibration calibration by comparison to a reference transducer

IEC 61260, Electroacoustics - Octave-band and fractional-octave-band filters

注記 IEC 61260:1995の一致規格（IDT）であるJIS C 1514:2002（オクターブ及び1/N
オクターブバンドフィルタ）がある。

ISO/IEC Guide 98-3, Uncertainty in measurement - Part 3: Guide to the expression of
uncertainty in measurement (GUM:1995) ¹⁾

注 ¹⁾ ISO/IEC Guide 98-3は、Guide to the expression of uncertainty in measurement
(GUM:1995) の再刊行物である。

3 用語及び定義

この規格で用いる用語及び定義は、JBMS-72-1によるほか、次による。

3.1

振動加速度レベル, L_a (vibratory acceleration level, L_a)

基準値 a_0 の二乗に対する、実効値加速度 a の二乗の比の常用対数の10倍を単位デシベルで表した
もの。

$$L_a = 10 \log_{10} \left(\frac{a^2}{a_0^2} \right) \quad (1)$$

ここに、基準値 a_0 は1 $\mu\text{m/s}^2$

注記1 例えば、対象周波数範囲の全てに対するオーバーオール又は1/3オクターブバンドなど
のように周波数帯域の幅が明示される。

注記2 規格によっては、別の基準値を用いることがある。

注記3 この規格では、“振動加速度レベル”のことを“加速度レベル”と呼ぶことがしばし
ばある。

3.2

対象周波数範囲 (frequency range of interest)

ISO 266で規定する中心周波数をもつオクターブバンドにおいて25 Hzから5 kHzまでの帯域。

3.3

情報技術装置 (information technology and telecommunications equipment)

家庭、オフィス、サーバーの設置場所、通信機器の設置場所又は同様の設置環境において、情
報処理に使われる機器及びそのコンポーネント。

[ISO 7779:2010 ^[3] (JIS X 7779 ^[21]), 3.1.3]

注記 JBMS-72シリーズ（第1部及び第2部からなる）は、情報技術装置の設計者を支援することを目的としている。

4 振動記述子

ファンに起因する振動レベルを記述する最も重要なものとは、測定位置における振動加速度レベルであり、これは対象周波数範囲（3.2参照）にわたり、周波数重み付けしていないで合算したオーバオール値のエネルギー平均である。その周波数範囲とは、JBMS-72-1で扱う周波数範囲のほとんどをカバーし、かつ、1/3オクターブバンドの中心周波数で25 Hzから80 Hzまでを追加したものである。

詳細に記述するものとして、周波数重み付けしていない1/3オクターブバンドごとの加速度レベルがある。この1/3オクターブバンドの測定機器とこの規格の手順を、より詳細な分析を行うための狭帯域周波数分析器と一緒に使用することも技術的には可能であるが、そのような狭帯域分析に関してまでは、この規格では規定していない。

5 測定の不確かさ

この規格に従った測定によって得られた結果の不確かさは、可能であれば、ISO/IEC Guide 98-3に従い、評価されなければならない。報告する場合、ISO/IEC Guide 98-3で定義する、対応する包含確率とともに、再現性の標準偏差による拡張不確かさが与えられなければならない。拡張不確かさを算出するための指針を附属書Dに示す。

この規格に従った測定を実施する試験所において、ISO/IEC Guide 98-3を完全に適用するための十分な知識がない場合、試験報告書において暫定的に利用に対し、表1の値が推奨される。

表1—この規格に従って算出したファンの振動加速度レベルの再現性の標準偏差の推定値

1/3オクターブバンド 中心周波数 Hz	再現性の標準偏差, σ_{R0} dB	繰り返し性の標準偏差, σ_0 dB
25	5.0	2.0
31 ~ 63	5.0	1.0
80 ~ 160	3.0	1.0
200 ~ 5 000	2.0	1.0
オーバオール		
25 ~ 5 000	1.0	0.5

注記1 これらの推定値は、ISO 5725^[2]の指針に従い、風量範囲0.0016 m³/s~0.137 m³/sの5種類のファン（3種類の軸流ファン及び2種類の多翼ファン）を、フルサイズ又はハーフサイズの三つのテストプレナムに取り付け、二つの試験機関において、5人のオペレータが行った持ち回り試験に基づいている〔附属書F [7], [11] 参照〕。

注記2 上記の再現性の標準偏差とは、試験対象物間での加速度レベルのばらつきは除外しているが、試験所間のばらつきを含む測定の不確かさの、全ての要因の累積効果を反映したものである。同じ試験対象物の、同じ試験所の、同じ測定条件における繰り返し性の標準偏差は、再現性のよりも小さなものである。

注記3 表1の値は、この規格で定義する試験条件の下、定常な状態で作動している、損傷を受けていないファンに対するものである。

6 試験用固定器具の設計及び性能要求

6.1 基本設計

6.1.1 一般事項

テストプレナムの基本設計は、JBMS-72-1で規定する据え付けパネルアセンブリを6.2で規定する減衰プレートで置き換えることを除いて、JBMS-72-1に規定するとおりとする。

6.1.2 流量

プレナムに取り付ける試験対象ファンの風量は、式(2)に従って計算した値を上回らないのが望ましい。

$$q_{V,\max} = \frac{q_{V,0}}{V_0} V \quad (\text{m}^3/\text{s}) \quad (2)$$

ここに、

- $q_{V,\max}$ プレナムの大きさに応じて決まる推奨最大体積流量 (m^3/s)
- $q_{V,0}$ フルサイズのプレナムの最大体積流量、すなわち、 $q_{V,0} = 1 \text{ m}^3/\text{s}$
- V_0 JBMS-72-1で定義されるフルサイズのプレナムの公称空気容積、すなわち、
 $V_0 = 1.3 \text{ m}^3$
- V 任意の大きさのプレナムの容積 (m^3)

6.1.3 静圧

プレナム上で作動するファンの静圧は、750 Pa以下とするのが望ましい。

6.1.4 空気/圧力分布

(据え付けパネル又は排気口部分の配置及び比率のような)相対的な幾何寸法は、JBMS-72-1のフルサイズのテストプレナムのものと全て同じとする。

6.2 減衰パネル

パネル材料の仕様とは、機械モビリティレベルであり、ファンのための取り付け穴は設けず、二つの角でつ(吊)るした 1.0 m^2 のパネル中央で測定したとき、25 Hz～5 000 Hzで、-45 dB(基準値 $1 \text{ m}/\text{Ns}$)である。モビリティレベルの測定はANSI S2.32^[17]に従って行うのが望ましい。モビリティレベルの許容範囲は、25 Hz～100 Hzで±8 dB、100 Hz～200 Hzで±4 dB、200 Hz～5 000 Hzで±2 dBである。この許容範囲内であれば、パネルによる振動減衰が十分大きくなるため、フレームの励振を防ぐことができる。

6.3 据え付け部分

この規格では、フルサイズのテストプレナムに対して最大設置面積が $0.48 \text{ m} \times 0.90 \text{ m}$ までのスモールファンからの振動加速度レベルを扱う。テストプレナムの大きさによらず、ファンの最大据え付け部分の端から減衰プレートの端までの距離は、上端及び下端からは 0.06 m 、両端からは 0.15 m で一定である。したがって、ハーフサイズのテストプレナムであれば、この規格では、最大据え付け面積で $0.18 \text{ m} \times 0.30 \text{ m}$ までのファンを扱う。

7 設置

7.1 ファンの向き

可能な場合、ファンの吐き出し側を減衰パネルに据え付ける。これ以外の据え付け方法を採用

した場合には、その方法を報告する。

7.2 ファンの据え付け

ファンは、6.2の仕様を満足する減衰パネル上に据え付ける。特別な据え付け用アタッチメントを試験する場合を除き、ファンの製造業者が指定するとおりの貫通ねじによって減衰パネルに取り付ける。ねじは、ファンの製造業者によって指定されたトルクで締め付ける。製造業者による指定がない場合、M3.5 (UNC 6-32) の貫通ねじを、0.34 Nmで締めることを推奨する。ファンのハウジングに複数の取り付け穴がある場合、据え付けパネル上のものか、又はそれに一番近い部分にある穴だけを使用する。

7.3 減衰パネルの開口

ファンへの空気の出入りのためのテストプレナムの開口は、試験対象ファンの製造業者の指定するとおりとする。製造業者による指定がない場合、開口は、少なくとも、ファンの吐き出し口又は吸い込み口に対応できるように十分に大きく、滑らかで、バリの無いものとする。ファンは、減衰パネルに、シール及びガスケットを使わず、直接、据え付ける。

8 ファンの作動

8.1 入力電力

8.1.1 交流ファン

他に指定のない限り、ファンは、定格電源周波数ごとに、次のもののそれぞれ±1 %以内で作動させる。

- a) (何らかの指定のある場合) ファンの定格電圧,
又は

- b) 定格範囲の平均電圧

三相以上の電源の場合、相間の電圧差は、定格電圧の1 %を超えてはならない。使用した電圧条件を記録する。

8.1.2 直流ファン

ファンは、次の供給電圧の1 %以内で作動させる。

- a) 定格公称電圧
- b) 定格最高電圧
- c) 定格最低電圧

可変速のファンの場合、強制ではないが、推奨する追加の電圧条件を**附属書B**に示す。この場合、使用した電圧条件を記録する。

8.2 動作点

他に指定のない限り、ファンは、8.1で規定する周波数及び電圧のそれぞれに対し、三つの動作点において試験する。その動作点とは、次のものに対応する。

- a) プレナムのスライダ完全開放状態
- b) 最大風量の80 %
- c) 最大風量の20 %

風量曲線に対する振動加速度レベルの関係を求めるため、静的全効率の最大点を含む、他の動作点において追加の試験を行ってもよい。ある種のファン（例えば、小形の軸流ファン）では、静的全効率の最大点付近において動作させた場合、非定常になることがある。非定常な動作点に

においては、試験を行わない方がよい。

動作点は、JBMS-72-1:2010の7.2に従って決定する。

9 測定器

9.1 プレナムでの静圧測定

ファンの静圧は、JBMS-72-1に従って測定する。

9.2 加速度計及び加速度計システム

固体伝搬振動は、加速度計及び適当な信号調整器（“加速度計システム”）を使って測定する。加速度計システムの周波数特性は、信号調整器及び接続ケーブルによる影響を含めた上で、ISO 5348に従って据え付け、ISO 16063-11又はISO 16063-21のいずれか該当する方法を使って測定したとき、20 Hz～6 300 Hzの周波数範囲で、±1 dB以内とする。

加速度計は、明確に定義された方向における加速度の測定を行えるものでなければならず、通常、圧電型加速度計となる。変換器部分、すなわち、構造体に取り付けられる加速度計システムの質量は、3 gを超えないことが望ましい。強い電場又は磁場、温湿度変動のような環境条件、据え付け方法によって、測定に用いる加速度計システムに不利な影響を及ぼさないよう、注意が必要である。圧電型加速度計以外のセンサも許容されるが、少なくとも同等の性能のものとする。

注記1 加速度計の質量は、ファンの大きさに対して、適切なものを選択するのが望ましい。

加速度計のケーブルは、トリボ電子効果、雑音及び他の環境要因による外乱信号が最少になるものを選択する。

注記2 加速度計システムの実使用時の、高周波での周波数応答は、据え付け方法に依存する。ビーズワックスを使った通常の現場レベルでの据え付けを可能とするには、加速度計は、製造業者の指定するビーズワックスによる据え付け共振周波数で少なくとも25 kHzとするか、又は利用可能な周波数範囲（いわゆる、精度10 %限界）として少なくとも8 kHzとなるものが望ましい。

9.3 信号調整器

9.2の加速度計システムには、適切な信号調整器を含む。通常、そのような機器は、次のようなもの（チャージアンプ、電圧アンプ、電源、ハイパス及びローパスフィルタ）の幾つかによって構成されている。

9.4 分析器

分析器は、対象周波数範囲内の全ての1/3オクターブバンドにおいて実効値加速度レベルを求めることができなければならない。加速度計システムと一緒にした場合、分析器を含むシステム全体での周波数応答の平坦（坦）度は、対象周波数範囲にわたって±2.0 dB以内でなければならない。

1/3オクターブバンドフィルタは、IEC 61260のクラス1の要求を満足する。

1/3オクターブバンドの公称中心周波数は、ISO 266に規定する標準周波数とする。

9.5 基準校正（定期校正）

加速度計、日常校正で用いる振動校正器及び測定システムの全ての構成要素は、二年に一度は基準校正が必要であり、一年に一度行うのが望ましい。加速度計及び振動校正器は、ISO 16063-11又はISO 16063-21のいずれか該当するものに適合し、国家計測標準に対してトレーサビリティの確保された手順に従って校正されていなければならない。測定システムの残りの部分については、製造業者の取扱説明書に従って校正しなければならない。

10 測定手順

10.1 準備作業

次のとおりに実施する。

- a) 試験対象ファンの名称, 型番, 製造番号, 寸法, ネームプレートデータ, 日付及びファンの詳細を記録する。
- b) ISO 5801及び/又はJBMS-72-1:2010の**附属書A**のいずれか該当する方に従ってファンの空気力学的性能曲線を入手する。
- c) 周囲温度, 相対湿度及び気圧を測定する。
- d) テストプレナムのマノメータの読み値をゼロリセットする。
- e) 9.5に従い, 加速度計及び測定システム全体を校正する。
- f) 10.4.2に従い, 暗振動加速度レベルを測定する。
- g) 平均を求める方法については10.4.1を参照する。

10.2 ファンの動作試験

次のとおりに実施する。

- a) 箇条7に従い, ファンをテストプレナム上に据え付ける。
- b) 巻き線部分の温度が安定するまでの時間, 通常, 15分間, ファンを暖機運転する。
- c) 8.1に従い, 電圧を調整する。
- d) 8.2の指示に従い, 希望の動作点に到達するようスライダを調整する。
- e) 10.9に規定する時間にわたって, 加速度計位置ごとに振動加速度レベルを測定する。
- f) 箇条11に従い, データを記録する。
- g) 必要に応じて, 追加の動作点に対し, 上記c)～f)のステップを繰り返す。

10.3 実測時の校正

一連の測定の始めと終わり, かつ, 少なくとも一日に一回は, 実測時の校正点検作業を行い, その結果を試験報告書の一部として保存する。この校正は, ファンの振動加速度レベル測定時と同じ測定機器の接続状態で行う。特に, 加速度計は, 必ず, 製造業者の仕様書に従って信号調整する。

加速度計は製造業者の取扱説明書に従い, 振動校正器又は同様の手段によって校正する。この校正は, 対象周波数範囲内の単一周波数で行わなければならないが, 振幅は, 試験対象ファンに対して実測される値と同じか, 又はそれ以上で行うのが望ましい。

振動校正器上に加速度計を置いた状態の信号の振幅は, ファンの測定で実際に用いるメータ又は分析器によって読み取る。出力段で読み取られる振幅は, 振動校正器に対して製造業者が指定した振幅と最終的な読みとが, 0.5 dB以内で一致するように, ゲインスイッチ, ポテンシオメータ又はデータ取り込みソフトウェア等によって調整してもよい。

10.4 測定

10.4.1 測定及びデータ平均操作

振動加速度レベル測定は, 10.8に規定する加速度計据え付け位置ごとに, 8.1に規定する電圧で, 8.2に規定する動作点ごと, 10.9に規定する時間にわたり, 1/3オクターブバンドで行う。測定値は, 最も近い0.1 dBに丸める。

注記1 従来の接触式の加速度計同様に, レーザ振動計のような非接触方式を採用した測定システムも, 現在, 利用可能になっている。

電圧及び静圧負荷それぞれに対し、加速度計位置ごとの、周波数重み付けしていないオーバーオール加速度レベル L_{a_i} を、式 (3) によってその位置における1/3オクターブバンド振動加速度レベルから計算する。

$$L_{a_i} = 10 \log_{10} \left(\sum_j 10^{0.1L_{a_i,j}} \right) \quad (\text{dB}) \quad (3)$$

ここに、

L_{a_i} i 番目の加速度計位置における周波数重み付けしていないオーバーオール加速度レベル (dB)

$L_{a_i,j}$ i 番目の加速度計位置における、 j 番目の1/3オクターブバンドの加速度レベル (dB)

j 25 Hz ~ 5 000 Hzの範囲内の j 番目の1/3オクターブバンド

$$\langle L_a \rangle = 10 \log_{10} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1L_{a_i}} \quad (\text{dB}) \quad (4)$$

$$\langle L_{a_j} \rangle = 10 \log_{10} \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N 10^{0.1L_{a_i,j}} \quad (\text{dB}) \quad (5)$$

ここに、

N 加速度計の位置の総数

式 (4) 及び式 (5) のエネルギー平均振動加速度レベルとは、箇条11に従って報告される値である。

注記2 例えば、4箇所において実測したオーバーオール振動加速度レベル L_{a_i} を93.2 dB, 96.9 dB, 103.1 dB及び97.9 dBとすると、これらのオーバーオール振動加速度レベルのエネルギー平均は、次のようになる。

$$\langle L_a \rangle = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{4} \left(10^{9.32} + 10^{9.69} + 10^{10.31} + 10^{9.79} \right) \right] = 99.2 \quad (\text{dB})$$

10.4.2 暗振動加速度レベルの測定

一連の測定の前と、少なくとも一日に一回は、1/3オクターブバンドでの暗振動加速度レベルを測定し、その結果を試験報告書の一部として記録する。暗振動の測定後にそれが変化し、暗振動によって測定データに影響した疑いがある場合、測定を実施する者は、直ちに、暗振動測定を繰り返す。暗振動の測定は、ファンを減衰パネルから取り外した状態か、又は電源が入らないようになっていることを除き、この規格に規定する手順に従って実施する。暗振動の測定は、指定された加速度計位置の全てで行い、エネルギー平均する。すなわち、この暗振動加速度の測定とは、通電していない状態か、又はファンを取り外し、実際の試験と同様に行う。暗振動加速度測定も、10.9に適合して行うのが望ましい。

10.5 暗振動加速度レベルに対する補正

全ての1/3オクターブバンドにおいて、暗振動加速度レベルと、(この暗振動を含む) 実測レベルとの差が10 dBよりも大きい場合、補正は不要である。

暗振動加速度レベルと、(この暗振動によるものを含む) 実測レベルとの差が、3 dBと10 dBとの間の場合、式 (6) によって、それぞれの点とそれぞれの周波数において、暗振動加速度レベル

の影響に対して補正する。

$$L_{a,corr_{i,j}} = L_{a_{i,j}} - K_{1_{i,j}} \quad (\text{dB}) \quad (6)$$

ここに、

$L_{a,corr_{i,j}}$ 暗振動補正された加速度レベル (dB)

$K_{1_{i,j}}$ 暗振動加速度補正 (dB)

$K_{1_{i,j}}$ の値は、式 (7) で与えられる。

$$K_{1_{a_{i,j}}} = -10 \log_{10} \left(1 - 10^{-0.1 \Delta L_{a_{i,j}}} \right) \quad (\text{dB}) \quad (7)$$

ここに、

$$\Delta L_{a_{i,j}} = L_{a,m_{i,j}} - L_{a,b_{i,j}}$$

であり、その場合、

$L_{a,m_{i,j}}$ 暗振動加速度の寄与を含む、 j 番目の加速度計位置で実測した、 j 番目の1/3オクターブバンドにおける振動加速度レベル (dB)

$L_{a,b_{i,j}}$ i 番目の加速度計位置で実測した、 j 番目の1/3オクターブバンドにおける暗振動加速度レベル (dB)

補正されたデータには、補正されたことが判るように何らかのしるしを付ける。少なくとも一つのバンドにおいて補正が行われ、この補正されたデータを使ってオーバオールレベルを算出し、そのオーバオールレベルへの影響が0.5 dBよりも大きい場合、そのオーバオールレベルが暗振動補正されたことが判るようにしるしを付ける。

1/3オクターブバンド暗振動加速度レベルと、(この暗振動の寄与を含む) 実測した1/3オクターブバンドレベルとの差が、3 dB未満の場合、補正は許されない。オーバオールレベルは、暗振動補正されたことにかかわらず、バンドレベルによって算出される。

もしも、そのオーバオール加速度レベルと、実測したオーバオールレベル(暗振動の寄与を含む)の差が3 dB未満の場合、補正を行ってはならない。しかしながら、そのオーバオールレベルは、ファンの加速度レベルの上限値として報告してもよい。この報告書には、その測定に対し、この規格の暗振動加速度レベルの要求事項が満足されなかったことを記載しなければならない。

10.6 加速度計の据え付け

加速度計は、(ねじ又は接着剤によって) しっかり取り付けるか、ビーズワックスを使って減衰パネルに取り付ける。実践的な手順については、ISO 5348を参照。加速度計の周波数応答が9.2の要求事項を満足するように、据え付けは、加速度計の製造業者が推奨するとおりに行う。

製造業者の推奨するものがない場合、次の方法のとおりとする。

- a) 据え付け面は、可能な限り滑らかにする。また、加速度計の基礎部分と減衰プレート上との据え付け点には、ほこり(埃)及び油がないようにする。
- b) 少量のビーズワックスをとり、手の指でも(揉)んで軟化させる。
- c) そのビーズワックスを減衰パネル上の据え付け位置に塗り、加速度計の基礎部分よりもわずかに広い面積にわたって延ばす。このビーズワックスの層は、減衰プレートと加速度計の二つの表面の隙間を埋めるに十分なだけの、ほんのわずかな厚さとする。
- d) 加速度計をビーズワックスの上でスライドさせる。わずかに回転させながら加速度計を押し付

けて、表面にしっかり固定する。ビーズワックスの層は、可能な限り薄くすることが肝要である。

“グランドループ”によって、測定に対して外来雑音を発生しないよう、加速度計が絶縁されるように、適宜、注意する。ケーブルの取り付け方法及び配線方法については、10.7に従う。

10.7 加速度計のケーブル

加速度計を測定システムの後段に接続するケーブルの据え付け方法及び配線方法が適切でないと不正確な振動測定の原因となる。加速度計のケーブルに関して製造業者の推奨事項を遵守できるように注意を要する。さらに、次の一般的な推奨事項を考慮するのがよい。

- a) ケーブルは、急激に曲げたり、捻ったりしない方がよい。
- b) ケーブルは、減衰パネルに対して相対的に動かないようにするため、テープで留めるか、又は、何か他の手段を使って、可能な限りプレートに取り付けるのがよい。ケーブルは、減衰パネルをその固定された縁に沿うように配線するのが望ましい。
- c) ケーブルは、強い電磁場源を避けるように配線するのが望ましい。

注記 強い電磁場を避けることが不可能な場合、加速度計システムは、その条件下での利用に対し推奨されるタイプとするのが望ましい。

10.8 加速度計の配置

減衰パネル上の、それぞれのファンの取り付け点近傍に取り付けた加速度計によって測定値を得る。

ファンが6点以上で取り付けられている場合、加速度計を配置する数は、それよりも少なくともよい。そのような場合、測定位置は4点以上とし、その点は、可能な限り均等に据え付け点の配置にわたって分布するようにし、かつ、据え付け点の直近とする。配置した加速度計の数及び選択した据え付け点は、報告書内に明記する。

それぞれの加速度計の中心位置は、ファンの据え付け点とファンの吐き出し口(又は吸い込み口)との中心を結ぶ線上の、ファンの外縁の外側10 mm ± 2 mmとする。

複数の取り付け点を選択できる設計のファンの場合、どの取り付け点で試験を行ったかを報告書に明記する。

警告 取り付け点が異なると結果も異なることがあることを認識しておくべきである。

10.9 データ取り込み時間

振動加速度レベル測定の時間は、それぞれの据え付け点に対して、少なくとも16 sとする。

11 試験報告書

11.1 記録事項

試験結果は、対象周波数範囲(箇条4)にわたって、所定の電圧又は回転速度、動作点におけるオーバオール振動加速度レベル及び周波数重み付けしていない1/3オクターブバンド振動加速度レベルの両方を報告する。

報告書には、次のものを含む。

- a) ファンのデータ
 - 1) 製造業者の型番
 - 2) ファンのタイプ (例えば、軸流ファン)
 - 3) 羽根車の直径
 - 4) 羽根の枚数

- 5) 5 min^{-1} ごとに丸めた回転速度
 - 6) 部品番号・製造番号
 - 7) ネームプレートデータ
 - 8) 製造年月日
 - 9) 部品の詳細
 - 10) 入力電圧（及び交流の場合，周波数）
 - 11) 実測したファンの主要寸法
 - 12) ファンの静圧
- b) 加速度計の配置
 - c) 温度
 - d) 相対湿度
 - e) 空気密度
 - f) 気圧
 - g) 試験セットアップの詳細
 - h) 風量及び静圧
 - i) ファンの吐き出し口又は吸い込み口のどちらにおいて減衰パネルに取り付けられているか，据え付け点の数及び配置を含む据え付け方法
 - j) テストプレナムに対して，吐き出しであるのか，吸い込みであるか
 - k) 使用した場合には，特別な据え付けハードウェア及び加速度計据え付け具
 - l) 加速度計，テストプレナムの大きさ及び分析器のタイプ，型番，製造番号
 - m) 1/3オクターブバンドごとの平均及び個々の加速度レベル
 - n) 周波数重み付けしていないオーバーオール振動加速度レベル及び1/3オクターブバンド振動加速度レベルは，少なくとも，小数第一位で丸めて一覧表に，場合によっては，試験したファンごとに図示
 - o) 試験実施日
 - p) 試験所所在地
 - q) オペレータの氏名

11.2 報告事項

次の情報を報告する。

注記 データは，**附属書A**及び/又は**附属書C**のものと同様の書式を使って表示するのが望ましい。

- a) 試験対象ファンが，この規格に適合して試験されたことに関する言及
- b) 製造業者，（もし，あれば）製品名称，製造業者の部品番号，（もし，あれば）製造番号，寸法（長さ，幅，奥行き，ハブの直径，羽の直径），その他のネームプレートデータ及び試験対象ファンの詳細
- c) ファンの空気力学的性能曲線又は使用した基準動作点
- d) （できれば）最も近い0.1 dBに，（少なくとも）0.5 dBに丸めた，動作点ごとの平均オーバーオール振動加速度レベル $\langle L_a \rangle$ （基準値 $1 \mu\text{m/s}^2$ ）
- e) （できれば）最も近い0.1 dBに，（少なくとも）0.5 dBに丸めた，動作点ごとの，1/3オクターブバンド平均オーバーオール振動加速度レベル $\langle L_a \rangle$ （基準値 $1 \mu\text{m/s}^2$ ）

- f) 11.1で記録した試験対象ファンの作動条件の詳細（電圧，周波数，ファン静圧，風量，入力電力及び回転速度）
- g) 温度（℃），相対湿度（%），気圧（kPa）及び特定の試験対象ファンに対して関連する可能性のあるその他の情報
- h) 拡張測定不確かさ

附属書 A
(参考)
表示を目的とした推奨データ書式

ファンの固体伝搬振動測定報告書

ページ 1/5

この報告書内で提示するデータは、JBMS-72-2（スモールファンの空気伝搬騒音及び固体伝搬振動の測定 - 第2部：固体伝搬振動の測定）に従って算出されたものである。

製造業者： _____

型番： _____

ファンのタイプ： _____

羽根車の直径： _____ 羽根車の羽根の枚数： _____ 回転速度： _____

部品番号/製造番号： _____ ネームプレートデータ： _____

製造年月日： _____

部品詳細： _____

電源線電圧及び周波数： _____

ストラット（支柱）上に据え付けたファンであるかどうか _____

プレナムの大きさ： _____

加速度計の配置： _____

プレナムの静圧調整のための試験条件：

- ・ 温度 _____
- ・ 相対湿度 _____
- ・ 空気密度 _____
- ・ 気圧 _____

ファンの固体伝搬振動測定報告書（続き）

ページ 2/5

1. オペレータの氏名_____
2. ファンの据え付け
 - 2.1 吸い込み側据え付け_____, 又は吐き出し側据え付け_____
 - 2.2 据え付け方法_____
 - 2.3 据え付け点の数及び配置_____
3. テストプレナムに対し押し込み_____, 又は吸い出し_____
4. 測定機器
 - 4.1 振動センサのタイプ, 製造業者, 型番, 製造番号_____
 - 4.2 分析機器_____

ファンの固体伝搬振動測定報告書（続き）

試験条件 (ISO 5801参照)				オーバーオール 平均加速度レベル
作動条件	風量 m ³ /s	静圧 Pa	回転速度 min ⁻¹	$\langle L_a \rangle$ dB (基準値 1 μm/s ²)
スライダ完全開放状態				
最大風量の80 %				
最大風量の20 %				
他の条件 (規定されている場合のみ)				

試験実施者氏名: _____

所属: _____

年月日: _____

文書番号: _____

その他の参照文書: _____

ファンの固体伝搬振動測定報告書 (続き)

入力電力(W)

L_{WA}
(dB, 基準値 1 pW)

オーバーオール加速度レベル
(dB, 基準値 $1 \mu\text{m}/\text{s}^2$)

回転速度
(min^{-1})

ファン静圧
(Pa)

標準空気条件における流量 (m^3/s)

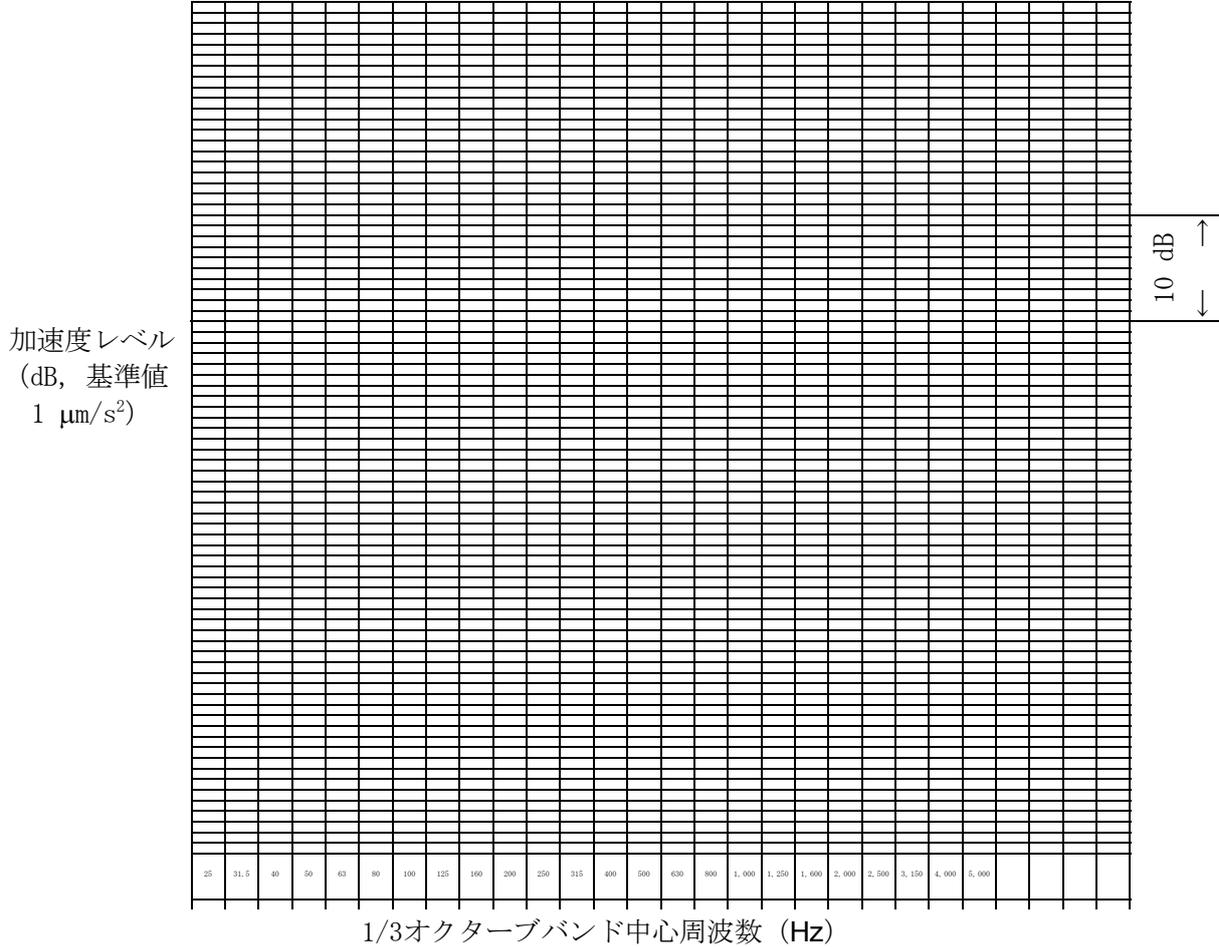
型番: _____ 部品番号/製造番号: _____

試験電圧: _____ 電源周波数 (該当する場合): _____

試験年月日: _____ 他の情報: _____

ファンの固体伝搬振動測定報告書（続き）

ファンの1/3オクターブバンド加速度レベルスペクトル



型番: _____ 部品番号/製造番号: _____
試験電圧: _____ 電源周波数 (該当する場合): _____
試験年月日: _____ 他の情報: _____

附属書B (参考)

可変速状態で使用されるファンを試験するときの推奨電圧

B.1 測定の背景

ファンからの空気伝搬騒音が回転速度につれて単調増加するのに対し、固体伝搬振動加速度レベルは、回転速度の変化に対し、ときとして一見予想外な挙動を示すことがある。これは、整流子又はベアリングに関係する駆動周波数の変動に対し、柔構造のファンが動的に反応するからである。この現象は、ほとんど無減衰の共振点を持つファンでは、速度範囲のわずかな変動に対しても10 dB以上の増加となるため明白に判るが、強い共振を持たないファンであっても、3 dB~5 dBの変動がおこることは一般によく知られている。

B.2 推奨手順

スライダの設定によって自由開放状態での風量の80 %に相当するようにした場合、又はファンを静圧負荷のない自由開放状態で試験する場合、振動加速度レベル測定は、電圧をゆっくり掃引するか、小さな刻みで順次増加させながら、減衰パネル上にファンを取り付けた一点において行うのがよい。順次増加させる場合、その刻みは0.05 Vか、対象とする電圧範囲の1 %のうちのどちらか大きい方以下とするのがよい。各電圧において共振を見つけるための測定の時間は、少なくとも8 sとするのがよい。電圧を連続掃引する場合、その全掃引時間は、順次増加させて行う場合の時間と同じか、又はそれよりも長くするのがよい。

順次電圧を増加させる場合には、周波数重み付けしていないオーバーオール加速度レベルを、各電圧で記録するか、又は連続掃引する場合、電圧に対する関数としてプロットする。これら、順次増加又は連続掃引による電圧における加速度レベルと、8.1で要求する最大固定電圧における加速度レベルとを比較し、その結果によって以後のアクションが決まる。

- a) 電圧掃引した場合のレベルが、最大固定電圧におけるレベルよりも1.5 dB以上上回ることはなければ、以後、何も行う必要はない。
- b) それ以外の場合、すなわち、8.1の最大固定電圧におけるものより、電圧掃引した場合の振動加速度レベルが1.5 dB以上大きい部分があった場合、最大振動加速度レベルとなった電圧を記録し、この電圧において、全ての据え付け点を含む、この規格に従って行わなければならない全ての測定（測定時間は16 s、10.9参照）と報告を行うのが望ましい。他の静圧負荷において試験が行われる場合には、それらの動作点においても同じ手順で行う。

附属書 C (参考)

ファンの固体伝搬振動加速度レベルの仕様書例

C.1 推奨される仕様書書式

このファンを、駆動電圧___ V a. c. /d. c. , 電源周波数___ Hz, 静圧___ Pa 及び風量___ m³/s の動作点において、JBMS-72-2 (スモールファンの空気伝搬騒音及び固体伝搬振動の測定 - 第2部: 固体伝搬振動の測定) に従って試験した場合、オーバオール振動加速度レベルが__ dB (基準値 1 $\mu\text{m/s}^2$) を超えることはない。

C.2 より詳細な仕様書書式

このファンを、駆動電圧___ V a. c. /d. c. , 電源周波数___ Hz, で動作させ、ファン静圧___ Pa 及び風量___ m³/sに対応する点と、ファン静圧___ Pa及び風量___ m³/sに対応するそれとの間の流れ抵抗に対して、JBMS-72-2(スモールファンの空気伝搬騒音及び固体伝搬振動の測定 - 第2部: 固体伝搬振動の測定) に従って試験した場合、オーバオール振動加速度レベルが__ dB (基準値 1 $\mu\text{m/s}^2$) を超えることはない。

C.3 仕様数値の算出

上記の書式に記載する仕様数値は、この規格に従ってファンを試験したデータを分析することによって算出する。

C.1及びC.2に記載の仕様は、個々のファンでの振動加速度レベル及び空気力学的性能のことである。ファンのロット内において許容する変動に関して記述するためには、別の情報が求められる。

附属書D (参考)

測定の不確かさについての情報の開発に関する指針

D.1 一般事項

表1の再現性の標準偏差のデータは、報告書内で暫定的に用いるためのものであって、完全なものではなく、表中の値が導出された試験所間比較のために選択した試験方法による潜在的な不確かさの寄与を考慮したものでない。さらに、そのような試験所間比較において、参画する試験所が、影響因子の一つひとつに対し、その性質に応じて対応することを保証することは、一般に困難である。最終的には、試験所間比較の結果によって、不確かさに関する該当する成分の分析ができるわけではなく、したがって、たとえ求められたとしても、ある試験所において不確かさの主な寄与成分を特定できるわけでもなく、全体の不確かさを小さくするために対応する測定条件を改善できるわけでもない。

測定結果に関する不確かさを表すために認められたフォーマットとは、ISO/IEC Guide 98-3内で与えられているものである。このフォーマットによって、測定量、つまり、この規格で言えば、ファンに起因する、周波数に依存する振動加速度レベルと、その測定結果を左右する種々の現象を記述する複数の入力量との関係を確立するための機能上の相互関係（モデル関数）を確立することが要求されている。これら入力量は、それぞれ、その推定値、確率分布及び標準不確かさによって特徴づけられる。これらの入力量に関して既に判明している情報については、合成標準偏差とその測定結果の再現性の標準偏差とから導出される不確かさバジェットの中に合成されなければならない。

この規格に従って実施した各測定に対して、一般的に有効な不確かさバジェット（uncertainty budget）を確立するのに必要な、科学的に検証済みのデータは、この規格の発効時点においては存在していなかった。しかし、不確かさの該当する諸原因とそれらの特性を示すものは、与えられており、それらはほとんどが経験的な知識に基づいている。ISO/IEC Guide 98-3に適合しながら不確かさを算出する一般的なアプローチを示す。それによって、特別な前提の下において、おおよその不確かさを求めることができる。

測定の不確かさを評価することの最終的な責任は、測定を実施する各試験所にある。例えこの規格の全ての要求を満足したとしても、別の試験所からの結果の不確かさは、その特定の測定条件に依存して異なる。したがって、この附属書はあくまでも指針の位置づけである。

注記 ISO 5725^[2]に従った試験所間比較は、ISO/IEC Guide 98-3に従った不確かさ評価を点検する非常に有益なツールである。しかしながら、上記の諸々の理由によって、それによって、不確かさ評価そのものを置き換えることはできない。

D.2 モデル関数

この規格では、ファンに起因する振動加速度レベルの測定が可能である。JBMS-72-1の書式と同様にするため、次の不確かさ評価においては、ISO 3744に従った測定を例及びモデル関数として採用する。

この規格に従って求めたファンのエネルギー平均振動加速度レベル $\langle L_a \rangle$ は、式(D.1)によって定義される複数のパラメータの関数である。

$$\langle L_a \rangle = (L_{a_i} + L_{a,corr_{i,j}} + \delta_{pick} + \delta_{mount} + \delta_{oc}) \quad (D.1)$$

ここに

L_{a_i} i 番目の加速度計位置における、作動中の試験対象ファンの、式(3)に従って算出した周波数重み付けしていないオーバーオール加速度レベル (dB)

$L_{a,corr_{i,j}}$ 式(6)に従って求めた暗振動補正済み加速度レベル (dB)

δ_{pick} 加速度測定機器内の不確かさに関して見込まれる入力量 (dB)

δ_{mount} 試験対象ファンの据え付け条件の変動に関して見込まれる入力量 (dB)

δ_{oc} 試験対象ファンの作動状態の公称状態からの偏差に関する入力量 (dB)

注記1 不確かさに関して、式(D.1)で見込まれる入力量とは、この規格が準備された時点での技術レベルにおけるものであって、その後の研究によって別のものの存在が明らかになることもありうる。

入力量ごとに関連づけられる確率分布(正規, 方形, ステューデント- t など)は異なる。その期待値(平均値)は、入力量に対する最適な推定値であり、標準偏差は値のばらつきの尺度である。ある入力量の推定値の不確かさはその標準不確かさと呼ばれる。これは、標準偏差, 確率分布及び自由度の関数である。

注記2 D.3において特に断りがなければ、それぞれの入力量に対する値は正規分布によるものと想定される。

D.3 不確かさに関する入力量及びその寄与

D.3.1 一般事項

全体の不確かさに対し、種々の入力量の寄与の程度は、それぞれの標準不確かさとその感度係数とに依存する。感度係数とは、振動加速度レベルの値が、それぞれの入力量の値によってどれくらい影響されるかの尺度である。数学的には、感度係数の値とは、その関数 $\langle L_a \rangle$ [式(E.1)]の、該当する入力量による偏導関数(偏微分係数)に等しい。全体の不確かさへの寄与は、標準不確かさ u_i と感度係数 c_i との積で与えられる。

注記 この規格の発効時においては、簡略化するため、入力量間の潜在的な相関は無視されているが、将来の研究によって、入力量間の何らかの相関によって、その測定の不確かさに影響がでて、それを評価することになることがありうる。

D.3.2 周波数重み付けしていないオーバーオール振動加速度レベル, L_{a_i}

試験対象ファンの周波数重み付けしていないオーバーオール振動加速度レベルは、通常、一度だけ算出される。この結果は、その量の推定値として適切なものと考えられる。この値の繰り返し性を表す標準不確かさを求めるには、一つの加速度計の位置において、同じ条件(すなわち、同じ測定手順, 同じ観測者, 同じ測定機器, 同じ場所, ただし、試行の間には、測定器具を一旦、取り除き、再度設置)で何度も(最低6回)続けて測定を行い、その都度、値を算出することが必要である。これらの測定の値の標準偏差 s を L_{a_i} の標準不確かさとして採用してもよい。

その感度係数は、 $\langle L_a \rangle$ [式(D.1)]の L_{a_i} に関する偏導関数(偏微分係数)であり、 K_1 の定義[式(7)参照]に従ってこれを代入すると次のようになる。

$$c_{L_{a_i}} = 1 + 1/(10^{0.1L_{a_i}} - 1) \quad (D.2)$$

ここに

ΔL_a 一つの加速度計位置における平均加速度レベルと暗振動加速度レベルとのレベル差

注記1 極めて低い振動加速度レベルのファンに対しては、暗振動が不利に働き、大きな感度係数になることもあり、その結果、不確かさへの寄与も増加することになる。

測定の繰り返し性は、平均時間によっても大きく影響されることがある。適切に選択することによって、短時間における繰り返し性は、通常、(0.1 dB未満と)小さく、したがって、全体の測定不確かさへの寄与は0.1 dBと見積もられる。

D.3.3 暗振動加速度補正, $K_{1,i,j}$

$K_{1,i,j}$ の推定値は、その定義に従って、試験対象ファンの試験対象ファンによる加速度レベルの測定と暗振動の測定によって導出される。暗振動加速度補正の標準不確かさは、一つの加速度計の位置において、暗振動加速度との差 ΔL_a を(少なくとも6回)繰り返し測定した結果の標準偏差 s によって推定可能である。

$\langle L_a \rangle$ と L_{a_i} との関係は、D.3.2において既に判っており、暗振動加速度補正の感度係数は $\langle L_a \rangle$ の暗振動加速度レベル $L_{a,b_{ij}}$ に関する偏導関数であり、次のように得られる。

$$c_{K_{1,i,j}} = 1 / \left(10^{0.1\Delta L_a} - 1 \right)$$

オーバオール測定の不確かさに対する暗振動加速度補正の寄与は一般に定量化可能ではない。とりわけ、試験対象のファンの振動が小さい場合には、その影響は無視できないため、注意深く検査しなければならない。

D.3.4 測定機器, δ_{pick}

δ_{pick} の推定値は0 dBであり、対応する感度係数は1である。公称性能からの測定機器の性能偏差による標準不確かさ u はISO 16063シリーズ (Part 11又はPart 21のいずれか該当するもの) に依存する。適切に校正され、中央付近の周波数において、広帯域でほぼ定常な振動特性であれば、 u_{pick} は通常、0.5 dBであると想定される。

注記2 0.5 dBの値は暫定のものであって、変化しうるものである。

D.3.5 据え付け条件, δ_{mount}

δ_{mount} の推定値は0 dBであり、対応する感度係数は1である。据え付け条件は箇条7に規定されている。これには静圧測定の機器に対するものを含めた意味でのテストプレナムの設計と性能とに関する要件と、試験室内におけるその設置に関するものを含んでいる。これらの据え付け条件の変動に起因する不確かさ u_{mount} は、更に、試験対象ファンの特性にも依存することがある。その大きさに関して一般的に妥当な数字は与えられていない。異なるファンに対して、箇条6及び箇条7に規定される許容範囲内で据え付け条件を変化させ、それ以外は同一の条件として、多くの加速度測定を実施することが推奨される。その結果の標準偏差は、 u_{mount} の推定値としてもよい。

D.3.6 作動条件, δ_{oc}

δ_{oc} の推定値は0 dBであり、対応する感度係数は1である。作動条件は異なる動作点に対して箇条8に規定されている。作動条件の違いによる影響は、ファンごとに異なる。これらの仕様の範囲内で条件が変動するため、作動条件の違いによる標準不確かさに対する一般に有効と言える数値は

与えられていない。箇条8に規定される許容範囲内で据え付け条件を変化させ、それ以外は同一の条件として、多くの加速度測定を実施することが推奨される。その結果の標準偏差は、作動条件に関する標準不確かさ u_{oc} の推定値としてもよい。作動条件は複数種類変化させることができ、それを無作為に各試験に割り振ることができる。

D.4 不確かさバジェット

D.3で示すとおり、種々の入力量に対して利用可能な全ての情報を不確かさバジェットとして合成することによって、どれが最も際だった不確かさ寄与であるかを概観し、種々の入力量のうち、どれを無視し、どれに対して徹底的な考慮をすべきかを決定できるようになる。一般に妥当とされる情報を含め、不確かさバジェットの全体像を、例として、表D.1に示す。

表D.1—振動加速度レベルを求めるための不確かさバジェットの例

量	推定値 dB	標準偏差 u dB	確率分布	感度係数 c	不確かさ寄与 $u \cdot c$ dB
L_{a_i}	L_{a_i}	u_{L_a}	正規	$c_{L_{a_i}} = 1 + 1 / (10^{0.1\Delta L_a} - 1)$	$u_{L_{a_i}} \cdot c_{L_{a_i}}$
$K_{1_{i,j}}$	$K_{1_{i,j}}$	$u_{K_{1_{i,j}}}$	正規	$c_{K_{1_{i,j}}} = 1 / (10^{0.1\Delta L_a} - 1)$	$u_{K_{1_{i,j}}} \cdot c_{K_{1_{i,j}}}$
δ_{pick}	0	u_{pick}	正規	1	u_{slm}
δ_{mount}	0	u_{mount}	正規	1	u_{mount}
δ_{oc}	0	u_{oc}	正規	1	u_{oc}

D.5 合成標準不確かさ及び拡張不確かさ

D.3において記載した個々の寄与と、D.4で合成した不確かさとの寄与より、合成標準不確かさ $u_{\langle L_a \rangle}$ は次のように計算できる。

$$u_{\langle L_a \rangle} = \sqrt{\sum_i (u_i \cdot c_i)^2} \quad (D.3)$$

ISO/IEC Guide 98-3では、拡張測定不確かさ U をその区間 $[\langle L_a \rangle - U, \langle L_a \rangle + U]$ によって、 $\langle L_a \rangle$ の値の例えば、95%をカバーするように拡張測定不確かさ U を規定することを要求している。この目的のため、包含係数 k が次のように使われる。

$$U_{L_a} = k \cdot u_{L_a} \quad (D.4)$$

拡張不確かさは、必要とされる信頼区間に依存する。実測値の正規分布に対しては、真の値が、 $[\langle L_a \rangle - U]$ と $[\langle L_a \rangle + U]$ との範囲にある確率が95%である、これは、包含係数 $k = 2$ に対応する。

振動加速度レベルを算出する目的が、ある限度値との比較であれば、片側の正規分布に対する包含係数を適用する方が、より適切である。その場合、包含係数 $k = 1.6$ で95%の信頼区間に対応できる。

附属書 E

(参考)

自由支持状態におけるマイクロファンの振動測定方法

E.1 適用範囲

この附属書では、マイクロファン（JBMS-72-1:2010の3.1.2参照）の振動を自由支持状態で測定するための手法として、二つの方法を規定する。

(A法) ファンを宙づり（吊り）状態として、ファン筐体に直接、加速度計を取り付け、接続ダクトによってファンを減衰パネルから離してテストプレナムに取り付ける方法、及び

(B法) 完全に宙づり（吊り）（いわゆるフリーエア）状態にする方法である。

E.2 マイクロファンの振動測定用装置

E.2.1 宙づり（吊り）架台

宙づり（吊り）架台とは、ファンを空中に自由支持するために用いるフレーム形状のジグを指す。宙づり（吊り）架台は、ファンの質量、通風、回転トルク、振動などに対して十分な剛性を持ち、かつ、ファンの通風に影響を与えない形状とする。また、つり（吊り）糸を適当な長さで接続できるような機構をもつ。

E.2.2 つり（吊り）糸

つり（吊り）糸は、ファンを空中に自由支持するときに、ファンと宙づり（吊り）架台とを接続する糸を指す。つり（吊り）糸は、ゴム糸のように伸縮性があっても構わないが、ファンの振動を著しく減衰又は拘束するようなものは避けなければならない。

E.2.3 接続ダクト

接続ダクトとは、テストプレナムを用いた測定法に関して、ファンの吐き出し口とプレナムとを接続するダクト形状のものを指す。接続ダクトは、ファンの振動を拘束することなく、かつ振動をプレナムに伝搬させないことが目的であるので、柔軟かつ軽量の素材であること、かつ気流の漏れがなく、圧力損失が極力少ないものでなければならない。

E.2.4 測定用装置の構成例

上記の要素によって構成した装置の例を、及びに示す。

加速度計は、供試ファンのフレーム上に直接取り付ける。

ファンの支持方向は、ファンの振動加速度が最も大きくなる方向に対して拘束のないように支持する。

つり（吊り）点数は、ファンの振動方向に対して拘束のないように支持する。

自由支持状態におけるばね定数は、ファンの振動加速度における顕著な周波数成分（例えば回転数の周波数）よりも十分に小さくなるようにする。

E.3 測定器

加速度計、周波数分析器など、振動測定に用いる機器の種類、分析条件などは、[箇条9](#)による。

E.4 測定方法

E.4.1 接続ダクトを介してテストプレナムに接続して測定する方法

図E.1に示すように供試ファンをセットし、測定を行う。

測定する動作点は、8.2に準じる。

E.4.2 無負荷（フリーエア）状態で測定する方法

図E.2に示すように供試ファンをセットし、測定を行う。

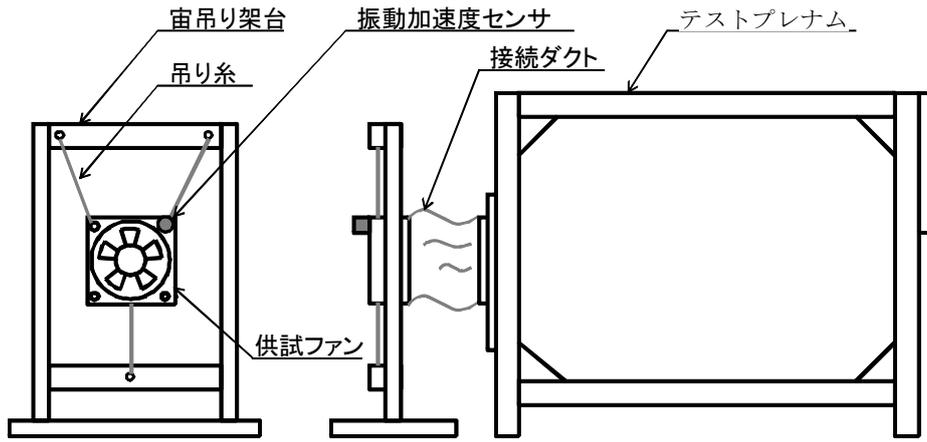
この方法では、ファン動作点の設定はできないので、“無負荷による振動測定”と明記する。

E.5 評価

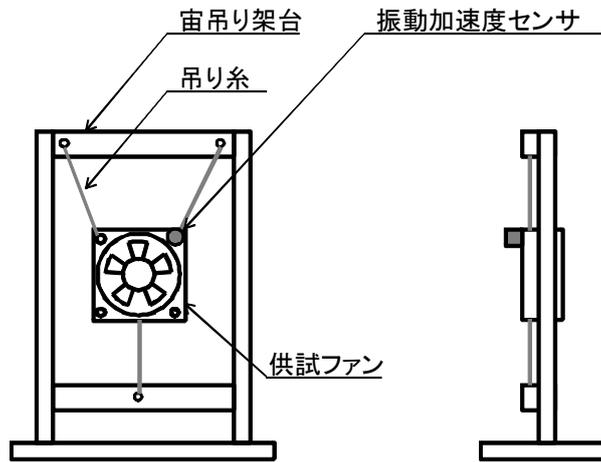
振動加速度の評価方法は、規格本体に準じる。

E.6 留意事項

- ・ 試験結果には、使用プレナムサイズ、ファンの支持方法、つり（吊り）点数、ばね定数、接続ダクトの材質、厚さ、周囲長などの測定条件を追記し、記録する。
- ・ 異なる測定条件（E.2.1, E.2.2）における測定結果は、独立のものであり、これらに関して、相互間での数値比較は本来困難であることに注意する。
- ・ ファンの種類によっては、動作点によって振動加速度の大きさ及び周波数特性が変化するものがある。簡易的に、無負荷のファンの吸い込み口又は吐き出し口を塞ぎ、無負荷の場合及び測定結果に有意な差が出る場合は、接続ダクトを介してテストプレナムに接続して測定する方法を使用するとよい。



図E.1-宙づ（吊）り方式(A法)接続ダクトを介してテストプレナムに接続して測定する方法



図E.2-宙づ（吊）り方式(B法)無負荷（フリーエア）状態で測定する方法

附属書 F
(参考)
参考文献

- [1] **ISO 1683**, Acoustics - Preferred reference quantities for acoustic levels
- [2] **ISO 5725**, Precision of Test Methods - Determination of repeatability and reproducibility by interlaboratory tests
- [3] **ISO 7779**, Acoustics - Measurement of airborne noise emitted by information technology and telecommunications equipment
- [4] **ISO 9611**, Acoustics - Characterization of sources of structure-borne sound with respect to sound radiation from connected structures - Measurement of velocity at the contact points of machinery when resiliently mounted
- [5] "Measurement of Structureborne Vibration Induced by Small Air Moving Devices" Institute of Noise Control Engineering Recommended Practice, 1997.
- [6] Hellweg, R. D., Pei, H.S., and Wittig, L. E., "Precision of a New Method to Measure Fan Structureborne Vibration", INTER NOISE 96, p 191, 1996.
- [7] Wittig, L.E., "Fan Vibration Measurements on the INCE Plenum Box - Apparatus Size Limitations", NOISE CON 91, p 617, 1991.
- [8] Pei, H.S., "Vibration Measurements of Small Fans", NOISE CON 91, p.309, 1991.
- [9] Pei, H.S. and Wittig, L., "Structureborne Noise from Small fans - Summary of the Work by the INCE TG/CBE Fan Vibration Subcommittee", NOISE CON 90, p.31, 1990.
- [10] Potter, A., "Structure-borne Noise and Fan Back Pressure", NOISE CON 90, p.37, 1990.
- [11] Wittig, L. E. and Hsieh, H., "A Test Fixture for Measuring Small Fan Vibration Levels", NOISE CON 90, p.49, 1990.
- [12] Koch, J. and Poldino, M., "Vibration Testing of Small Air Moving Devices", NOISE CON 90, p.61, 1990.
- [13] Lotz, R., "Precision of a New International Standard for Measurement of Fan Noise - ISO 10302", NOISE CON 91, p.119, 1991.
- [14] Wittig, L. E. and Hellweg, R. D., "Statistical Analysis of Noise Level Measurements Made on Variations of the **ISO 10302** Fan Plenum Box", INTER NOISE 92, p.461, 1992.
- [15] **MIL-STD-740/2(SH)**, "Military Standard: Structure-borne Vibratory Acceleration Measurements and Acceptance Criteria of Shipboard Equipment"
- [16] **MIL-B-23071C**, "Military Specification: Blowers, Miniature, for Cooling Electronic Equipment"
- [17] **ANSI S2.32:1982**, "Methods for the experimental determination of mechanical mobility, Part II: Measurements using single-point translational excitation"
- [18] **ANSI/AMCA Standard 210-07**, "Laboratory Methods of Testing Fans for Aerodynamic Performance Rating"
- [19] Jeff Schmidt, "Alternate construction materials for the ISO 10302 fan test plenum", INTER NOISE 2006

- [20] JIS X 7779, 音響 - 情報技術装置の空気伝搬騒音の測定²⁾
注²⁾ ISO 7779:2010 の一致規格として改正作業中 (JIS X 7779:2001 の改正版)。
- [21] ECMA-275, Measurement of structure-borne vibration induced by small air moving devices (AMDs)

音響—スモールファンの空気伝搬騒音及び固体伝搬振動の測定 —第2部：固体伝搬振動の測定 解説

この解説は、本体及び附属書に規定・記載した事柄、並びにこれらに関連した事柄を説明するもので、規格の一部ではない。

1. 制定の趣旨・経緯

JBMS-72は、各種電子機器を冷却するファンによって発する“騒音”を対象に、ファン単体で評価するための規格として2003年に制定された。

その制定過程において、JBMA環境委員会騒音規格検討ワーキンググループの下、“スモールファンの風量騒音試験方法作成委員会”を組織し、4分の1サイズプレナムでのファン騒音測定を実施した。その成果が対応する国際規格ISO 10302:1996の改正の技術的な基礎となり、ISO 10302-1の制定作業が日本からの提案に基づいて行われてきた。

ISO 10302:1996は、スモールファンの騒音だけを扱う規格であったが、その改正に当たっては、Part 1を騒音測定（従来どおり）、Part 2を振動測定として、そのスコープを拡大することとなり、JBMSもこれに対応するべく、従来のJBMS-72をJBMS-72-1と改番した上で改正し、Part 2の新規制定と合わせて、シリーズ規格とすることになった。

この規格、JBMS-72-2は、スモールファンの振動計測を目的とした国際規格ISO 10302-2に対応する規格であり、その制定に対しては、JBMS-72制定時に比べると、若干、参加企業、メンバーの入れ替えはあったが、審議内容に応じて“スモールファンの風量・騒音・振動測定方法作成委員会”を騒音規格検討ワーキンググループの下に組織し、その審議を行ってきた。

今般、ISO 10302-2のFDIS(最終国際規格案)化の目処がついたことを機に、これに対応するJBMS-72-2が制定された。なお、JBMS-72-2には、独自の附属書Eを設けたことを除いては、技術的な観点からは、ISO 10302-2のFDISとほとんど同一と言える。

JBMS-72シリーズ2規格によって、スモールファンの騒音と振動、両方に対し、国際整合したJBMS、すなわち日本語の規格が整備されることになる。日本語化することで、その利用、実用化を促進することも規格制定の大きなねらいである。

2. 審議中に特に問題となった点

国際規格ISO 10302-2の審議と、JBMS-72-2によるそれとは、ほぼ同時期に並行して行われており、次の事項は、ISO 10302-2にもほとんどそのまま当てはまる。

- a) 利用可能なプレナムの大きさ この規格(JBMS-72-2、以下、第2部という。)及びISO 10302-2の開発初期においては、騒音測定のためのJBMS-72-1(同、第1部)同様、振動測定においても、ファンに空気力学的な負荷を与えるためのプレナムの物理的な大きさとして、いわゆる、4分の1サイズでの実用化を目指していた。しかし、ISO 10302-2の規定上、3分の1サイズ以下のプレナムでは、ファン取付け部のスペースを確保できないことが判明した。また、種々のファンを使って振動を実測した結果、ファンを取り付けるパネルの剛性の寸法依存性が大きく、

現状の取り付け寸法の規定に基づく限り、4分の1サイズの測定は困難であることが明らかになり、今回は現状の規定の修正を見送ることとなった。したがって、既にECMA-275^[21] (ISO 10302-2の前身の規格) によって許容されていた2分の1サイズプレナムまでを適用範囲として据え置くこととした。(解説図1にフルサイズのプレナムを第1部に基づき再掲する。2分の1サイズとは、フルサイズの各寸法比をそのままに、縮尺を2分の1にしたプレナムをいう。)

b) **自由支持状態におけるマイクロファンの測定方法(附属書E)の追加** この規格による測定方法の本質は、プレナムの据え付けパネル(減衰パネル)にファンを取り付けた状態において、その振動を測定することである。しかし、実際に市場に存在するファンは多様化が進んでおり、とりわけ、小形、超小形化の進展によって、マイクロファンに対しては、必ずしも、その方法だけで全ての測定要求を満足できない場合がある。そのような状況への対応のため、附属書Eとして、新たに2種類の自由支持に基づく測定方法を追加した。これらの方法自身は、あくまでも、規格本体による方法を補完するものであって、これを置き換えることを目指すものではない。また、十分に成熟した方法でもなく、利用実績を積む中で、自ずと成長、収束してゆくことが期待される。

なお、このような技術的状况から、附属書E部分については、ISO 10302-2への反映の提案を、今回は見送っている。

c) **不確かさの記述の追加** ISO 10302-2の初期ドラフト(ECMA-275にほぼ同じ)は、不確かさに関する記述は表1とその注記だけであった。この規格制定作業と同時期から、ISO/TC43(音響)/SC1(騒音)で作成される新しい測定方法に対しては、不確かさに関する記述の充実が求められるようになり、測定の不確かさは独立した箇条を設けることとなった。その一方で、そのためのコンテンツを開発する技術指針としてISO/IEC Guide 98-3(GUM)が指定されたが、これは、計測対象を限定しない、非常に一般的なものでしかなく、その具体化には大いに苦心することとなった。結果的に、標準化作業として、一步先行していた第1部が大いに参考になった。これは、音響パワーレベル計測と振動加速度レベル計測とでは、類似性の高い部分があるため、ISO 10302-2(JBMS-72-2)の箇条5と参考の附属書Dでは、ISO 10302-1(JBMS-72-1)によるものをほぼ100%踏襲している。

d) **振動加速度レベルの基準値** この規格では、ファン振動を定量化するパラメータとして振動加速度レベル(vibratory acceleration level)を採用している。その定義、式(1)を再掲する。

振動加速度レベル, L_a (vibratory acceleration level, L_a)

基準値 a_0 の二乗に対する、実効値加速度 a の二乗の比の常用対数の10倍を単位デシベルで表したもの

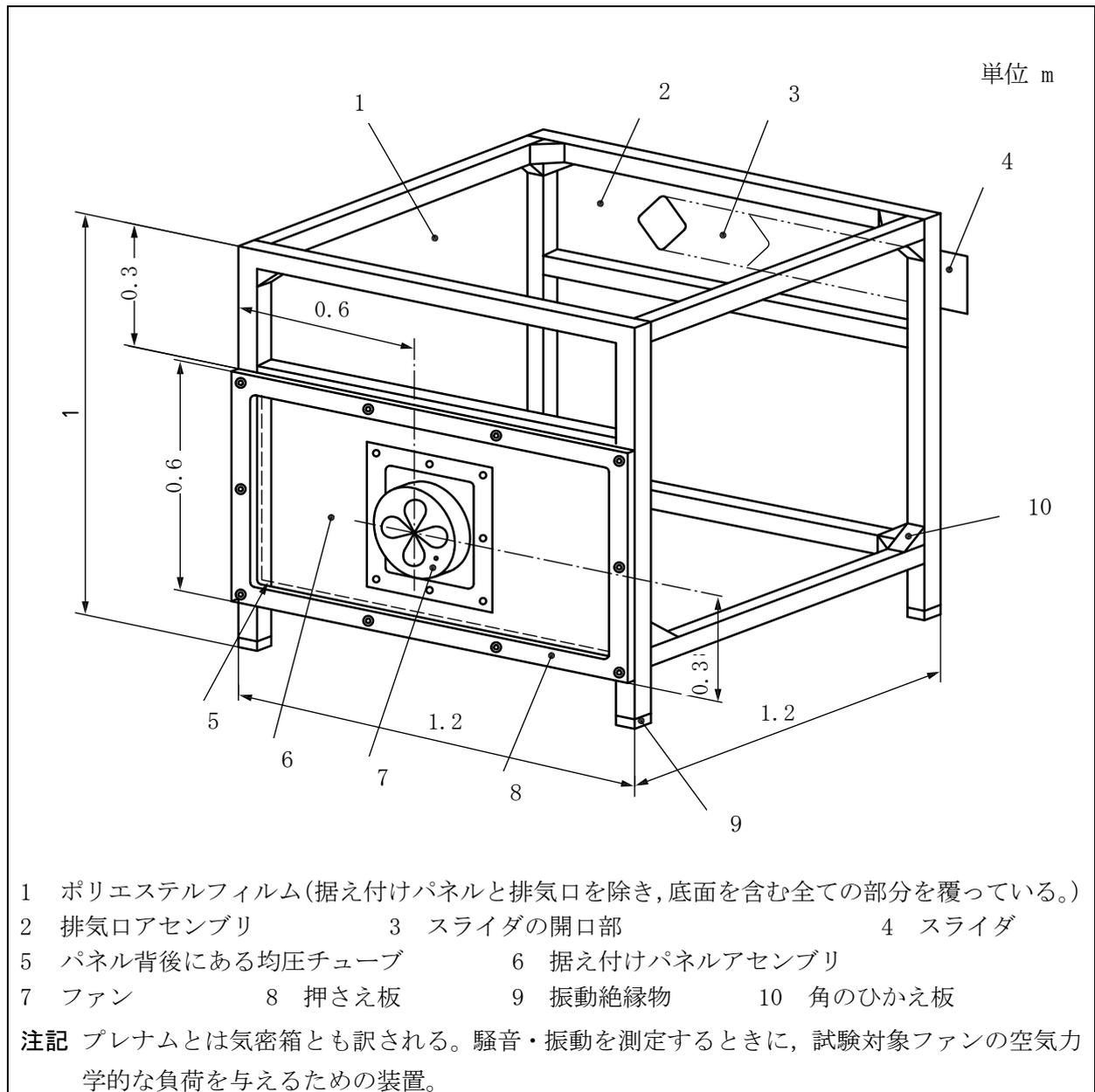
$$L_a = 10 \log_{10} \left(\frac{a^2}{a_0^2} \right) \quad (1)$$

ここに、基準値 a_0 は $1 \mu\text{m/s}^2$

JBMS-72-1の基準値 a_0 の値は、 $1 \mu\text{m}/\text{s}^2 (=10^{-6} \text{ m}/\text{s}^2)$ である。

一方、日本国内において既に存在する規格として、JIS Z 8735:1981（振動レベル測定方法）がある。JIS Z 8735では、振動レベルの基準値としては、[JIS C 1510（振動レベル計）の定義に基づき] $10^{-5} \text{ m}/\text{s}^2$ を採用している。つまり、この規格の基準値の10分の1である。したがって、単に振動レベルを測定する機器と思い込んで、JIS Z 8735に対応した測定システムを仮に使ったとすると、それによる読み値は、同じ振動に対して、この規格による値と比べ20 dB異なる（この規格による値よりも20 dB小さい値になる）ことに留意すべきである。

それでも、JIS Z 8735は「公害に関連する地面などの振動レベルを測定する方法を規定する」ことを目的としており、規格としての測定対象が異なること、更に、JBMS-72-2は、あくまで国際規格との整合を優先する立場から基準値はそのままにしてある。さらに、この規格では、振動加速度レベル L_a に言及するときには、基準値を近接表示して混乱を回避するようにしている。



解説図1ーテストプレナム (フルサイズ)

(JBMS-72-1の図1を再掲)

解説表1—JBMS-72-2と関連規格の附属書との関係

ISO 10302-2	JBMS-72-2	特記事項
Annex A (informative) Suggested data format for presentation	附属書A (参考) 表示を目的とした推奨データ書式	一致(翻訳)。第1部とほぼ同様のコンセプトに基づく書式。
Annex B (informative) Recommended voltages for testing AMDs that will operate with variable speeds	附属書B (参考) 可変速状態で使用されるファンを試験するときの推奨電圧	一致(翻訳)。ファンの特性を学ぶ上で、示唆に富んだ、技術的に重要な記述。
Annex C (informative) Sample specification of AMD structure-borne vibratory acceleration levels	附属書C (参考) ファンの固体伝搬振動加速度レベルの仕様書例	一致(翻訳)。第1部とほぼ同様のコンセプトに基づく書式。
Annex D (informative) Guidance on the development of information on measurement uncertainty	附属書D (参考) 測定の不確かさについての情報の開発に関する指針	一致(翻訳)。騒音を扱うJBMS-72-1(ISO 10302-1)の記述をベースに、振動測定にも準用している。
N/A	附属書E (参考) 自由支持状態におけるマイクロファンの振動測定方法	JBMS-72-2オリジナルの内容。ファンを減衰パネルに取り付けられない状況に対応するためのもの。ただし、あくまでも参考扱いで、規格本体による方法の置き換えを目指すものではない。
Bibliography	附属書F (参考) 参考文献	JBMSでは附属書の扱い。ISO 10302-2による文献類に、[20] ECMA-275と[21] JIS X 7779を追加。

3 懸案事項

今後の懸案事項としては、少なくとも、次の点が挙げられる。

- a) 第1部、第2部で許容されるプレナムサイズの違い JBMS-72シリーズは、第1部(騒音)が一步先を進み、第2部(振動)がそれを追うかたちで開発されてきた。その第1部では、4分の1サイズのプレナムの実用化を実現できたが、第2部では2分の1サイズまでという結果になっている。現状の技術レベルにおいては、これは致し方ないことではあるが、ファンの騒音と振動を負荷(バックプレッシャ)又は風量の関数として同時測定しようとするには、同じプレナムを用いることが重要であろう。今後、JBMS-72シリーズを見直すときには、第1部、第2部独立ではなく、両者を関係づけて評価する必要がある。
- b) ファンの挙動を知るためのツールとしての位置づけ JBMS-72シリーズにおいて、第1部はファン騒音のスペック化の標準化の側面が明確で、共通の測定方法に基づいて、ファンの買い手・売り手の間のコミュニケーションを円滑にするツールになったと言える。

その第1部では、騒音の評価パラメータとして音響パワーレベルを採用しているため、半無響室・残響試験室のような大がかりな測定設備と、相当の時間を要する。その諸々の試験コストに比べると、第2部による振動計測は、場所を選ばないだけでなく、測定機器のコストも明らかに低いので、仮にファンの騒音と振動にそれなりの相関が認められれば、そのかなりの部分を置き換えることを期待して開発が行われてきた。しかし、実際には、ファンの騒音と振動との間に、対象とするファン全てについて共通にいつでも利用可能な関係を見つけることは困難であった。ファンの種類・設計に応じて性質はまちまちである。第2部は、騒音との直接的な相関を見つけようとする視点を離れ、ファンの騒音が大きく変化しても、振動特性がほとんど変わらない状況があることを、ファンを組み入れる側の設計者が知ることの教育的な意義は大きいであろう。むしろ、プレナムを用い、ファンに対する負荷を変化させたとき、騒音と振動との変化を同時に測定し、その結果を対比することで、ファンの性質を学びとることが適当である。いわば、第1部が取引上のツールであるのに対し、第2部は、設計者が設計対象とするファンの挙動を把握するツールと言える。今回の規格制定は、あくまでも測定方法の開発であったが、今後は、実測データに基づいて、より判りやすいかたちで実例を紹介する活動に力点をおくべきであろう。

- c) 測定の不確かさの報告 11.2 (報告事項) のh)として、“拡張測定不確かさ”を報告することが、DIS投票前後から、半ば強制されるかたちで新たに要求されるようになった。しかし、スモールファンの取引においては、騒音・振動データの計測・提出をセットメーカーからファンメーカーに求めることはある程度考えられるが、その中で、不確かさまで言及(要求)されることは、ほとんどないのが実情である。このような、現状と乖離した要求の追加は、規格の利用者に余分な時間・コストを求めることになりかねず、次回、JBMS-72-2の見直しの際には、ゼロベースで、その必要性を議論するのがよいであろう。

(執筆者 君塚郁夫)

白 紙

JBMS-72-2 音響 — スモールファンの空気伝搬騒音及び

固体伝搬振動の測定 - 第2部：固体伝搬振動の測定

編集兼

中西 英夫

発行人

発行所 社団法人 ビジネス機械・情報システム産業協会

〒105-0003 東京都港区西新橋3-25-33 NP御成門ビル

電話 東京03-5472-1101 (代表)