

参考資料 航空機騒音測定・評価マニュアル補足説明

本資料は、航空機騒音測定・評価マニュアルを活用するための補足説明として、利用者がマニュアルの内容を理解する上で参考となる解説、及び実際の測定・評価に際して発生しやすい事象とその対処方法を述べる。

1. 測定器

1.1 騒音計の性能

マニュアル P. 9

3.1 騒音計

3.1.1 騒音計の基本性能

本マニュアルによる航空機騒音の測定には、計量法第 71 条の規定に合格し⁽¹⁾、JIS C 1509-1 の仕様に適合する⁽²⁾騒音計（サウンドレベルメータ）で、次のいずれかの機能を備えているものを使用する。なお、本マニュアルでは、騒音計を以下の 2 つの型に分類し⁽⁴⁾、それぞれの機能に応じた測定方法を示す。

I 型騒音計：時間重み付け特性 S（slow）の騒音レベルを時間間隔 0.1 s 以下でサンプリングして連続記録する機能を有するもの

II 型騒音計：1 秒間平均騒音レベルを連続記録する機能を有するもの（積分平均型騒音計）

注記1 JIS C 1509-1 では、EMC（電磁両立性）に関する性能⁽³⁾が規定されており、これに適合する騒音計は、電磁波等による影響が規格の許容限度値以内である。一方、これに適合していない騒音計は、強力な電磁波による影響を受けていたとしても、それを確認する手段がなく、またその際には騒音計の性能は保証されない。よって、本マニュアルでは JIS C 1509-1 に適合する騒音計を使用する。

注記2 （略）

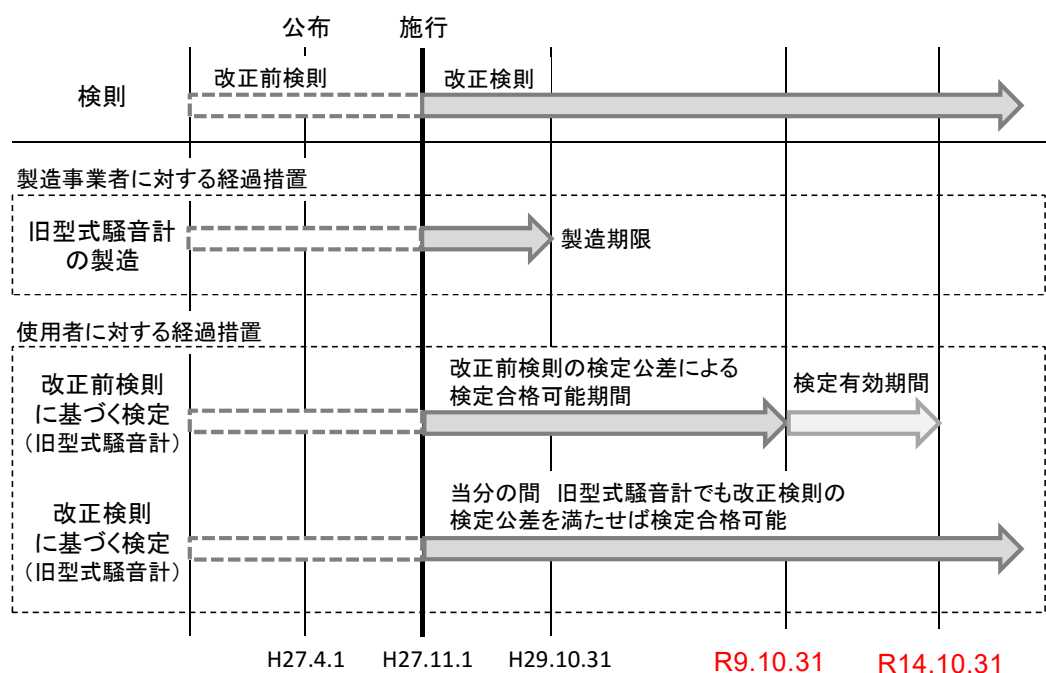
注記3 JIS C 1509-1 に適合する騒音計が使用できない場合、JIS C 1502 又は JIS C 1505 に適合する騒音計を使用してもよい。騒音計の更新や新規購入時には、

(1) 計量法第 71 条の条件

「航空機騒音に係る環境基準について（環境庁告示）」において、「測定は、計量法第 71 条の条件に合格した騒音計を用いて行うものとする。」としており、この条件を満たさない騒音計で測定した結果は環境基準の基準値と比較して評価することはできない。計量法第 71 条は、検定合格の条件を定めるものであり、計量法第 71 条に適合した騒音計とは、検定に合格している騒音計である。「検定に合格している」ことは、有効期間内の検定証印等（検定証印又は基準適合証印）が付されていることで確認が可能である。また、航空機騒音を測定・評価し公表することは計量法上の証明に当たることから、計量法の観点からも有効期間内の検定証印等が付されていない騒音計は使用することできない（計量法第 16 条）。

検定の技術基準は、特定計量器検定検査規則（以下「検則」という。）で規定されているが、検則が平成 27 年 4 月 1 日に改正公示され、平成 27 年 11 月 1 日に施行された。今回の改正では、JIS C 1509 とは別に検則に引用するために平成 26 年 12 月に制定した JIS C 1516（国際規格である IEC 61672-1:2013 及び IEC 61672-2:2013 と整合）を引用することで、「使用環境に応じた性能要求事項及びその検査方法等の追加」、「検定公差及びその検査方法を厳格化」、「校正方法の国際整合化」などの変更が実施された。これにより、平成 27 年 11 月 1 日以降に型式承認を受ける騒音計は、改正された検則（以下「改正検則」という。）に合格していることとなる。

ただし、改正検則には経過措置が設定されている（参図 1.1 参照）。平成 27 年 10 月 31 日までに型式承認を受けた騒音計は平成 29 年 10 月 31 日までは製造可能である。したがって、平成 27 年 11 月 1 日以降に騒音計を購入した場合でも、改正検則に基づく検定に合格しているとは限らないので注意が必要である。これらの騒音計を含めて改正前の検則により型式承認を受けた騒音計（以下「旧型式騒音計」という。）は、令和 9 年 10 月 31 日までは、改正前の検則の基準により検定に合格することが可能である。この期限の直前に検定に合格した騒音計は、検定の有効期限は 5 年であるので、最長で令和 14 年 10 月 31 日まで使用可能である。それ以降については、旧型式騒音計は、改正後の検則の検定方法に基づき検定公差を満たせば引き続き検定に合格して使用することが可能であるが、検定公差を満たせない場合は検定に不合格となる。JIS C 1509-1 に適合する騒音計は、改正検則の検定公差を満たすものもあるが、JIS C 1502 及び JIS C 1505 適合の騒音計は一般に改正後の検則の検定公差を満たすことは難しいと考えられる。なお、旧型式騒音計は、平成 27 年 11 月 1 日以降であれば改正後の検定公差の基準で検定を受検することも可能であるので、経過措置期限である令和 9 年 10 月 31 日以前に余裕をもって対応することが望ましい。



参図 1.1 改正検則の経過措置

(2) JIS への適合

本マニュアルは、環境基準の達成とそれを維持する上で、航空機騒音の実態を適切に把握・評価することが重要であるとの認識から、統一的な測定・評価を行うための標準的な方法を示したものである。

騒音計については、上述のマニュアル作成の基本的な考え方に基づいて、騒音測定に現在の技術水準を反映させるために、現行の規格である JIS C 1509-1（2005 年制定）に適合する騒音計を使用することとした。

JIS C 1509-1 に適合する機種と廃止された規格の JIS C 1502（1990 年制定）又は JIS C 1505（1990 年制定）に適合する機種（JIS C 1509-1 には適合しない）との主な違いは EMC（電磁両立性）に関する保証がされているかどうかであり、その他の電気音響特性については大きな違いはない。

騒音計に関する従来の規格は、JIS C 1502「普通騒音計」と JIS C 1505「精密騒音計」の二つの規格に分かれていたが、現行の規格は一つの規格 JIS C 1509-1 にまとめられており、精度の等級はクラス 1（従来の精密騒音計に対応）とクラス 2（従来の普通騒音計に対応）への分類に改められている。本マニュアルによる測定では、クラス 1 又はクラス 2 のどちらの騒音計を用いてもよい。騒音計の性能は、クラスにより許容される信頼性の範囲が異なるが、基本的には JIS C 1509-1 の仕様に適合する騒音計である限りは必要な電気音響性能を保持している。なお、JIS C 1509-2「サウンドレベルメータ（騒音計）－第 2 部：型式試験」は、騒音計の試験方法を規定する規格である。

平成 27 年 4 月 1 日の検則改正により、検定合格の条件が JIS C 1509-1 に概ね整合した JIS C 1516 により定められるようになった。しかし、JIS C 1516 には JIS C 1509-1 に規定される EMC に関する仕様・試験方法等が一部規定されないことから、引続き JIS C 1509-1 に適合する騒音計を使用することとした。

(3) 騒音計の EMC（電磁両立性）に関する性能

航空機騒音の測定の現場では、様々な電磁波が存在している可能性があるが、測定者はその存在や電界の強さについて通常は知ることができない。JIS C 1509-1 では、少なくとも 26 MHz から 1 GHz までの周波数範囲にわたる電界の強さが 10 V/m（実効値）までの無線周波電磁界が存在しても騒音レベルが 70 dB 程度の音の測定に影響を与えない性能を規定している。

EMC の性能を規定する通則（IEC 61000 シリーズ）が、広く普及している新世代の携帯電話の使用している周波数を含むように改訂されたのに伴い、最近の騒音計は、2.7 GHz までの周波数の無線周波電磁界に対して影響を受けない性能となっている。

(4) I 型騒音計と II 型騒音計の違いについて

本マニュアルでは、騒音計を I 型と II 型の二つに分類しており、I 型騒音計は、時間重み付け特性 S（SLOW）の騒音レベル $L_{A,S}$ を時間間隔 0.1s 以下でサンプリングして連続記録するもの、II 型騒音計は 1 秒間平均騒音レベル $L_{Aeq,1s}$ を連続記録するものとする。

実環境の暗騒音存在下では「最大騒音レベルを検出し、「最大騒音レベル－10 dB」の範囲の騒音エネルギー加算により単発騒音暴露レベル L_{AE} を算出する」という実務的な処理の違いによって I 型と II 型の測定結果に違いが生じることがある。飛行経路から遠く、騒

音レベルが小さいときに、 L_{AE} の積分範囲に当たる継続時間 T_{10} がⅠ型とⅡ型で異なる事例がみられた。Ⅱ型は平均化時間が短いことから騒音レベルの変化が激しく、継続時間が短くなる傾向があるためである。

飛行経路に近く、ある程度大きな騒音レベルとなる場所では、Ⅰ型とⅡ型の差異は小さくなく、実用上問題はないと考えられる。しかし、飛行経路から遠く、騒音レベルが小さい場所では、測定値に差が生じる可能性がある。

注記

航空機騒音測定実施の現状を顧みるとⅠ型とⅡ型の騒音計が混在しているので、性急に測定方法を統一すると混乱を招きかねない。このため、今後の設備更新時にⅠ型を使用することを推奨する。

1.2 ウィンドスクリーンの性能

マニュアル P. 9

3.1 騒音計

3.1.2 ウィンドスクリーン

風雑音の影響を低減するために、騒音計のマイクロホンには必ず全天候型のウィンドスクリーンを装着する。

本マニュアルによる測定では、騒音計を長時間連続稼働させるため、降雨の場合も想定し、全天候型のウィンドスクリーンを装着することとした。そのため、全天候型のウィンドスクリーンを装着した状態で JIS C 1509-1 に適合している騒音計を使用することとなる。ただし、JIS C 1509-1 の制定以前に製造された全天候型のウィンドスクリーンについては、更新や新規購入時までの間は、使用してもよいこととする。

一般的に使用されている全天候型のウィンドスクリーンを装着した際の風雑音は、風速 10 m/s の定常的な風に対して騒音レベルで 55 ~ 60 dB 程度である。なお、騒音計に通常附属しているウィンドスクリーンを装着した際は、同様の条件において 65 dB 程度である。

1.3 騒音の自動監視装置の機能

マニュアル P. 10

3.2 騒音の自動監視装置

航空機騒音の自動監視には、3.1 に規定する騒音計で、以下の機能を備えている装置を使用する。

- 1) 暗騒音レベルとの比較により測定対象を識別する機能（6.4.1 (1) 2) 及び(2) 2) 参照）。ただし、準定常騒音においては、準定常騒音を測定・評価の対象とする場合に限る。
- 2) 単発騒音において、航空機と航空機以外の騒音を識別する機能（6.4.1 (1) 2) 参照）。
- 3) 時刻を記録する機能。

通年測定の場合は、上記のほかに以下の機能を備えている装置を使用する。

- 4) 時刻を自動的に調整する機能。
- 5) 短時間の停電に対する電源のバックアップ機能。

現在では、航空機と航空機以外の音源を識別する多くの方法が開発・実用化されている。以下はその一例である。

- ・騒音レベルの大きさや継続時間、変化パターンを基に識別する方法
- ・騒音の到来方向の情報を基に識別する方法
- ・航空機が発するトランスポンダ応答信号電波等に着目する方法
- ・騒音の周波数特性の違いを基に識別する方法

複数の測定地点に騒音の自動監視装置を設置し、同時測定する場合には次のような方法も用いられている。

- ・隣接する測定局間の騒音発生時間差で識別する方法
- ・レーダ航跡データと照合する方法

1.4 音響校正器の性能

マニュアル P. 10

3.3 音響校正器

マイクロホンも含めて騒音計が正常に動作することを音響的に確認するために、騒音計の取扱説明書（それに類する文書を含む。以下同じ。）に記載された形式の音響校正器であり、JIS C 1515 のクラス 1 に適合する⁽¹⁾音響校正器を使用する。

注記1 音響校正器は定期的に校正されているものを使用⁽²⁾する。

注記2 JIS C 1502 又は JIS C 1505 に適合する騒音計で取扱説明書に音響校正器の形式が記載されていない場合、JIS C 1515 のクラス 1 に適合する音響校正器を使用する。

(1) 音響校正器の JIS 適合

JIS C 1515:2020 では、音響校正器が発生する音圧レベルの設計目標値に対する受容限度値をクラス 1 で ± 0.25 dB、クラス 2 で ± 0.4 dB と規定している。クラス 2 の許容限度値は本マニュアルの目的に対して大きすぎると判断し、クラス 1 の音響校正器を使用することとした。これには、気圧補正の不要な現場の使用に適したクラス 1 の音響校正器が市場に広く流通していることも考慮した。

(2) 音響校正器の校正

音響校正器は、測定現場における騒音計の動作確認に使用するとともに、平成 27 年 11 月 1 日以降に型式承認を受けた騒音計に対しては、レベル指示値の調整の基準となる（参 20 頁「3.3 騒音計のレベル指示値の調整」参照）。これらを正しく行うためには、使用する音響校正器が正しい精度を確保していることが前提となる。

ISO 1996-2 においては、一年に一度、音響校正器を校正することが推奨されている。しかし、日本においては、校正実施時の器差の実績より 3 年以内であれば大きな器差は生じていない。これを踏まえ、3 年を超えない周期で音響校正器の校正を行うべきである。

音響校正器の校正は、通常、製造事業者等で行うものであり、使用者が独自に行うことはできない。また、校正に使用するマイクロホンの標準器は、国家計量標準にトレーサビリティが確保できる計量器であるべきであり、国家計量標準にトレーサビリティが確保できる標準器による校正は、以下の二つの場合が考えられる。

- ① JCSS 登録事業者またはそれと同等とみなせる海外の登録事業者による校正であること。
（この場合、校正された音響校正器には JCSS 校正証明書が付されていることが望ましい。）

なお、同等とみなせる海外の登録事業者とは、例えば、国際試験所認定協力機構 (ILAC) 又はアジア太平洋試験所認定協力機構 (APLAC) の相互承認取決に署名している機関から、ISO/IEC 17025 への適合について認定、登録を受けている事業者のことをいう。

- ② 国家計量標準にトレーサビリティが確保できる標準器を所有する製造事業者による校正であること。（この場合、校正された音響校正器には、試験成績書及びトレーサビリティ体系を証明する書類が付されていることが望ましい。）

1.5 レベルレコーダの用途

マニュアル P. 10

3.4 レベルレコーダ

測定中の騒音レベルの変動の監視、暗騒音レベルの確認等の目的でレベルレコーダを使用する場合には、JIS C 1512 に適合するものを使用する。なお、レベルレコーダの記録用紙から最大騒音レベル等を読み取ってはならない。

レベルレコーダの記録用紙から最大騒音レベルを読み取り測定結果とする場合、レベルレコーダを含めた測定システム全体を騒音計とみなす必要がある。計量法でも、規格でも、騒音レベルは「騒音計」の表示装置上で読み取った値を対象として性能を評価してい

る。レベルレコーダを騒音計の表示装置としてみた場合、表示分解能、リニアリティレンジ、トーンバースト応答など、明らかに JIS C 1509-1 に適合することができない。したがって、レベルレコーダは最大騒音レベルを読み取る装置としては適していない。

一方で、以下に示す用途など、およその目安の把握や測定の補助として使用する上では有用な装置である。

- ① 暗騒音の監視
- ② 航空機騒音の発生時刻のチェック
- ③ 測定値が有効か欠測かのチェック
- ④ 暗騒音レベル及び残留騒音レベルの読み取り
- ⑤ 航空機騒音問題等に対処する際の記録

2. 測定地点の選定

2.1 測定地点の選定方法

マニュアル P. 11

4.1 測定地点の選定方法

当該地域に関する事前調査により、測定候補地点を定める⁽¹⁾。事前調査は、土地利用状況の把握、当該飛行場の運用及び航空機の運航状況の把握、主要な航空機による飛行経路の把握により行うものとする。その後、個々の候補地点について、現地踏査⁽²⁾を実施し、実際の飛行経路、航空機騒音の暴露状況及び周辺条件を把握し、測定に適していることを確認⁽³⁾したうえで、測定地点を選定する。

航空機騒音の暴露状況を正確に測定・評価する上での条件は、測定地点により大きく異なるため、事前調査及び現地踏査を実施して測定・評価の目的に合うことを確認することが必要である。その際、以下に示す事項に留意すること。

(1) 測定候補地点の選定

- (a). 測定・評価の対象とする地域の全体を眺めて配置のバランスを考慮する。
- (b). 通年測定の測定地点がある場合は、その配置を考慮する。
- (c). 決められた場所で測定することが必要な場合は、相互に近接する場所でもよい。

(2) 現地踏査

- (a). 当該地域で観測される航空機騒音の主要なものについて、最大騒音レベルが暗騒音のレベルから少なくとも 10dB 以上、可能であれば 15dB 以上確保できる地点で、暗騒音が測定の妨げにならない地点であること。暗騒音の音源として想定されるものは、道路交通、鉄道、工場・事業場等のほか、学校や共同利用施設の近傍では、拡声放送、チャイム、児童の歓声等がある。その他、動物や虫の鳴き声、空調設備の稼働音等も測定の妨げとなる。暗騒音の発生状況は時間帯、曜日、季節により変化するため、十分に考慮する。
- (b). セミ・カエル・虫の鳴き声等の自然音により測定が妨げられる場合がある。セミは夏の早朝から日没まで、カエルは春、虫は秋の夜に顕著で、航空機騒音の識別に影響を及ぼすことが多い。これらの音源に近接した場所で測定をすることは避けるべきである。このように現地踏査時には、季節や時間帯によって暗騒音の状況に相違があることを把握しておくことが望ましい。
- (c). 当該地域で観測される航空機騒音の主要なものについて、飛行経路の主要な部分が見渡せる地点で、周辺の建物等による反射・遮蔽の影響が小さい地点であること。
- (d). 通年測定の場合は、継続的に測定することが可能で、環境の変化が少ない地点であること。自動監視装置の設置条件としては、商用電源へのアクセスがよいこと、使用許可取得が容易であること、装置を安全に設置できること（盗難やいたずらによる被害を受けにくいこと）なども重要である。

(3) 適正な測定環境の判断目安

前項(2)の条件を考慮したとしても、測定場所として、道路交通騒音などの影響を受ける地点を選定せざるを得ない場合もある。測定結果の信頼性に及ぼすこれらの影響を分析すると、単発的な妨害音と航空機騒音の重畳割合が重要な意味を持つことが明らかとなった。それによれば、妨害音と航空機騒音の重畳する割合が 20%を超えるような測定環境では、 L_{den} に 1dB を超える誤差をもたらす可能性が高く、このような地点での測定は避けるべきである。一方、航空機騒音に重畳する妨害音の割合が 10%以下であれば L_{den} への影響は 0.5dB 未満になるため、これを適正な測定環境の目安とすることができる。しかし重畳割合を事前の現地踏査から推定することは困難であるため、それに代わる判断目安として以下の条件を挙げておくので参考にされたい。

- ① 航空機騒音の平均的な $L_{A,Smax}$ よりも暗騒音の上端値(L_{A5})が 10dB 以上小さいこと。
- ② 航空機騒音の $L_{Aeq,T,air}$ を暗騒音の $L_{Aeq,T,BGN}$ が下回ること。

これらの目安を用いるために、現地踏査時に短時間の予備調査を行う。0.1 秒間隔の L_{AS} または $L_{Aeq,1s}$ を騒音計で連続取得し、後処理にて航空機騒音の最大騒音レベル（平均値）及び $L_{Aeq,T,air}$ 、環境騒音の上端値 L_{A5} 及び $L_{Aeq,T,BGN}$ 等を集計する。現地踏査時の測定時間で航空機騒音の十分な情報が得られない場合は、当該測定地点において予想される航空機騒音の L_{den} や $L_{A,Smax}$ を代用してもよい。

3. 測定のと期と期間

3.1 測定時期と回数の設定

マニュアル P. 12

5. 測定のと期と期間

5.1 測定時期

短期測定のと期は、当該地域において年間を通じて平均的な航空機騒音の暴露状況を呈する時期を選定する。その際、事前に当該飛行場の運用状況、航空機の運航状況及び風向等の気象条件について十分な調査を行う。

航空機の離着陸は風に相対する向きに行われるため、飛行方向は風向により変化する。また、風向分布は季節により変化するため、騒音の暴露状況も変化する。騒音の暴露状況が時期によりほとんど変化しない場合は1回/年、変化する場合は複数の時期（例えば、季節を変えて2回/年、春夏秋冬の4回/年等）を選定する。

環境基準では「測定時期としては、航空機の飛行状況及び風向等の気象条件を考慮して、測定地点における航空機騒音を代表すると認められる時期を選定する」としている。このことは、測定によって長期間の代表値（年間を通じた平均的な値）を得ることである。短期測定で環境基準と対比する評価値を得ようとする場合、タイプ1の飛行場（民間空港）では1週間程度、タイプ2の飛行場（防衛施設飛行場）では2週間程度の測定期間長を基本としているが、それによる結果は必ずしも年間平均と一致するとは限らないため、適切な長期間平均値を得ることを念頭に、短期測定のと期と期間及び回数を設定しなければならない。

民間空港周辺の場合、滑走路の使用状況が年間を通じて大きな変化がない場合、年1回の1週間程度の短期測定でも信頼性を確保した評価値を得ることができる。季節によって航空機の運航状況が変化する場合は、年2回の短期測定を繰り返したほうが評価値の信頼性は高まる。実施時期は季節を変えて複数の時期に実施することが望ましい。なお、特に十分な評価値の信頼性を望む場合には、季節ごとの年4回の短期測定が望ましい。

防衛施設飛行場周辺の場合、航空機の運航状況が大きく変化する、騒音暴露の状況も日ごと季節ごとに大きく変化する。連続2週間の測定でも年間値との差のばらつきは民間空港の場合よりも大きい。連続4週間とするか、2週間の測定を年2回繰り返せば差は2 dB以下となることが多い。さらに、2週間の測定を年4回繰り返せば1.5 dB以下となることが多く、評価値の信頼性が向上する。しかし、航空機の運航の状況が時期によって変化する、騒音影響範囲が広く飛行場から遠い測定点を対象とする場合は年間値との乖離がある可能性に留意する。

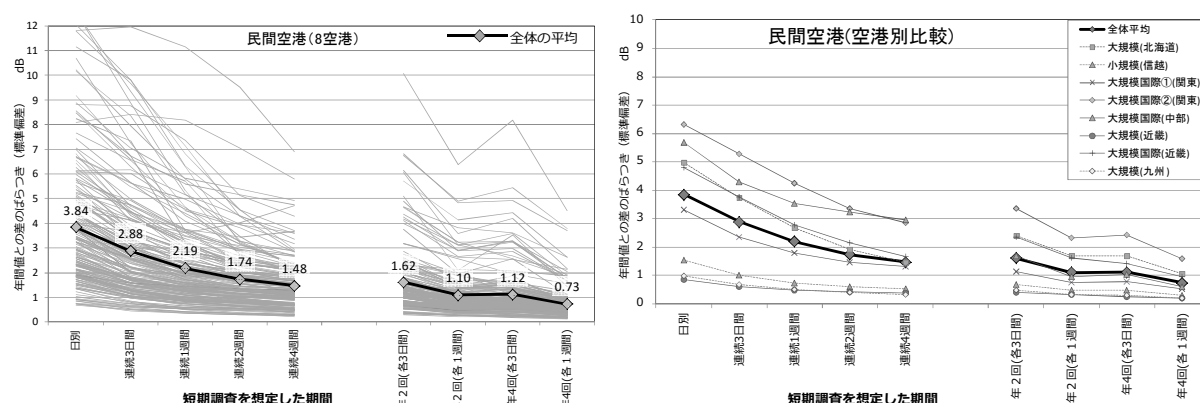
なお、民間空港・防衛施設飛行場周辺ともに、短期測定に加え、短期測定点と関連性の高い周辺の常時監視局測定結果を利用して年間平均時間帯補正等価騒音レベル推計値 $L_{den,year}$ を算出することが望ましい。

以降の節1)～3)には、上記の解説を作成するにあたって検討した結果を紹介する。これらを参考に、適切な測定時期・期間及び回数を計画されることを期待する。

(1) 短期測定の間隔長と回数による信頼性の違い

全国のさまざまな空港や防衛施設飛行場周辺に設置されている航空機騒音常時監視の結果から、短期測定の間隔長と回数による評価値の信頼性を検討した。

参図 3.1-1 は 8 つの民間空港（対象の常時監視局数 186）において、平均化の間隔長（すなわち想定短期測定期間）を 3 日間、1 週間、2 週間、4 週間と変え、それぞれの L_{den} と実際の年間値を比較し、その差の標準偏差を指標として示したものである。左図は空港および監視局をすべて合算した結果であるが、航空機の運航状況や経路との関係などによってばらつきは様々である。概略としては、評価期間を長くすれば年間値との差（及び標準偏差）は小さくなる。また、季節ごとに 2 回または 4 回のそれぞれ 1 週間の期間に測定すれば、年間値との差は 1dB 程度に小さくなる。右図から、空港の特徴により結果が異なることがわかる。年間を通じて運航回数や飛行方向が変わらない空港では 1 週間の短期測定結果を年間評価値としても実際の年間値との差は標準偏差で 1 dB 以内に収まっている。季節によって滑走路の運航方向が変化する場合には、短期測定期間値と年間値との差のばらつきが大きくなり、1 週間の期間長では 2dB 程度、季節を変えて 2 回の場合は 1dB 程度となる。空港からの遠方の地域で季節によって飛行経路が大きく変化する場合、さらにばらつきは大きくなり、4 季の短期測定を繰り返したとしても 1.5 dB を超える差が残る。これらを総括し、民間空港の運用の特徴と測定地点の位置関係および短期測定の間隔と回数、評価値の信頼性について参表 3.1-1 にまとめた。運航状況の変化が少ない空港や、空港に近くて騒音が大きい地域ならば 1 週間の短期測定を年 1 回実施でも評価値の信頼性が確保できる。季節的な変化が大きい空港なら年に 2 回の測定を繰り返したほうが信頼性は高まる。なお、特に十分な評価値の信頼性を望む場合には、季節ごとの年 4 回の短期測定が望ましい。季節的な変化に加え飛行経路が多岐にわたり、空港から距離が遠い場所では、2 回または 4 回の短期測定を繰り返しても信頼性を確保するためには注意を要する。



参図 3.1-1 民間空港周辺における短期測定期間と年間値との差

(左：全空港、右：空港別)

空港の運用と測定地点			短期測定の期間と回数, 評価値の信頼性			
運航状況	飛行経路	測定点の位置関係	3日間	1週間	1週間を2回	1週間を4回
年間を通じてあまり変化がない ↓ 季節的な変化が大きい	多くない	空港に近い (騒音が大きい)	△	○	◎	◎
		空港から遠い (騒音が小さい)	◆	◆	△	○
	多岐にわたる		◆	◆	◆	△

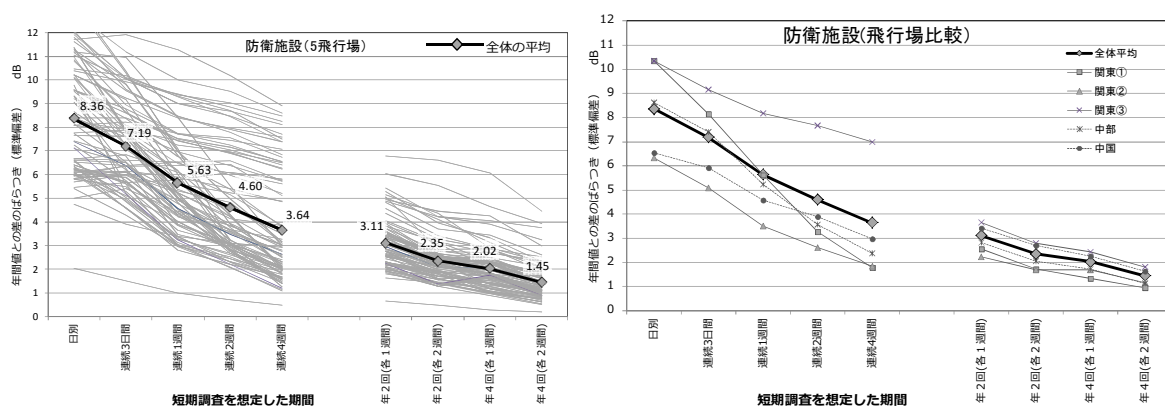
信頼性の目安(年間値との差のばらつき)

◎ > 0.5以下 ○ > 1 △ > 1.5 ◆ > 2以上

参表 3.1-1 民間空港の運用状況と測定点の位置関係による短期測定の期間と回数、その評価値の信頼性（概況）

参図 3.1-2 は 5 つの防衛施設飛行場（対象の常時監視局数 85）周辺における短期測定期間と年間値との差の推定結果である。民間空港と同様にそれぞれの想定短規測定期間 L_{den} と実際の年間値を比較し、その差の標準偏差を指標として示した。防衛施設飛行場周辺は、民間空港に比べて短期測定による年間値との差が一段と大きい。期間を 1 週間・2 週間と長くすれば差は小さくなるが、1 ヶ月にしても標準偏差で 3dB 程度の差がある。2 週間の測定を年 4 回繰り返せば 1.5 dB 以内に収まる。飛行場ごとに監視局の平均をプロットした右図から、民間空港と同じように、飛行場の特徴によって異なることが分かる。差のばらつきが大きいのは、飛行場の周辺の広いエリアにわたって騒音影響範囲がある場合である。また、すべての飛行場で、短期測定を年 2 回以上繰り返した場合、1 回だけの場合よりも信頼度は改善される。しかし、いずれの場合も民間空港よりもばらつきがあり、特に航空機の運航の状況が時期によって変化し、騒音影響範囲が広い場合は年間値との乖離がある可能性を留意する必要がある。

なお、民間空港・防衛施設飛行場周辺ともに、短期測定に加え、本文 6.5.2 節注記 3 に示す、短期測定で得られた結果から年間平均時間帯補正等価騒音レベル推計値 $L_{den,year}$ を算出することで、評価値の信頼性を向上させることができる。その方法については、参考資料 6.1 節を参照していただきたい。



参図 3.1-2 防衛施設飛行場周辺における短期測定期間と年間値との差
(左：全飛行場、右：飛行場別)

(2) 短期測定の実施時期による信頼性の違い

前章の常時監視局測定結果を用いた検討の際に、季節による違いを合わせて分析した。参表 3.1-2 は短期測定と年間値との差のばらつきを季節間で比較した結果である。季節間で明確な差はなかったものの、年間値との差のばらつきが最も小さいのは民間空港・防衛施設飛行場周辺ともに冬季であった。これは北西の季節風が吹き、暗騒音の上昇要因が少ないことによるものと考えられる。民間空港では秋季も安定している。短期調査を複数回繰り返す場合、夏季・冬季の組合せと、春季・秋季の組合せには結果の信頼性に明確な違いはなかった。

参表 3.1-2 短期測定期間と年間値の差のばらつきの季節間比較

	民間空港		防衛施設	
	連続7日間	連続7日間× 2回	連続14日間	連続14日間 ×2回
春季	1.75		3.53	
夏季	2.15		2.88	
秋季	1.49		2.97	
冬季	1.36		2.16	
春季・秋季		0.87		2.08
夏季・冬季		1.00		1.90

(3) さまざまな空港の月別滑走路使用方向

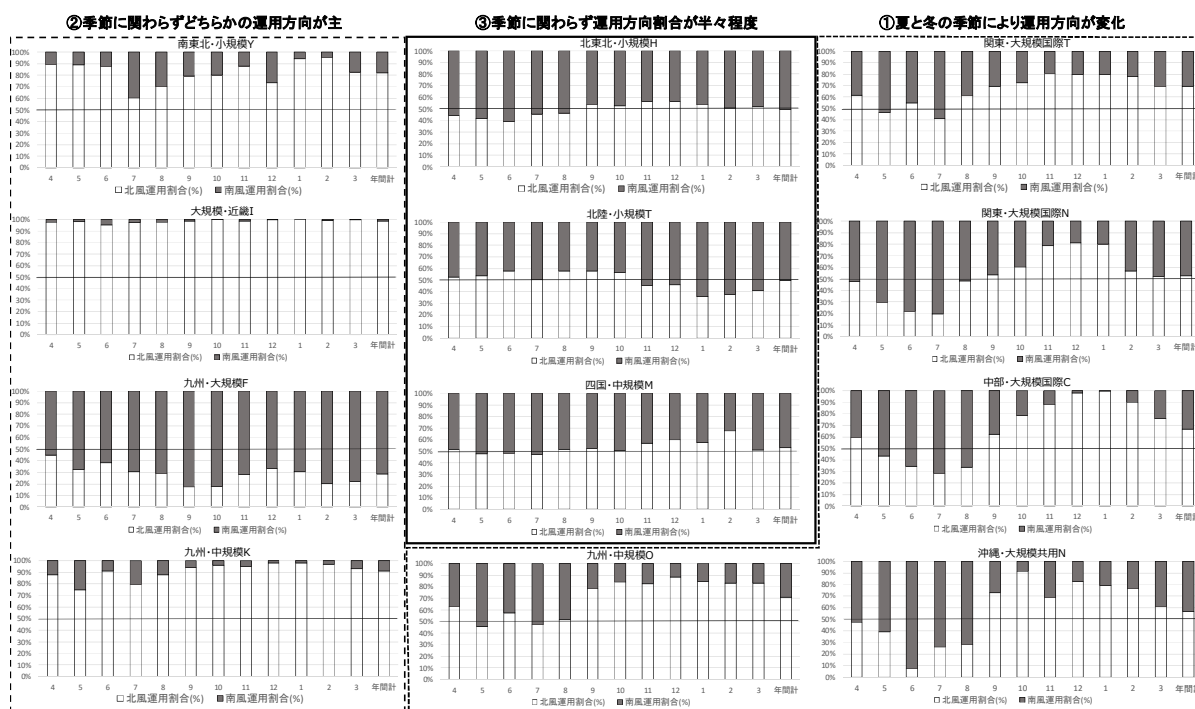
航空機の離着陸は風に相対する向きに行われるため、飛行方向は風向により変化する。風向分布は季節によって変化するため、滑走路の運用方向も季節によって異なることが多い。さまざまな民間空港の管理者からデータの提供を得て、滑走路運用方向の月別推移を調べた。防衛施設飛行場との共用空港も含むが対象は民間航空機のみである。一般的に滑走路の向きは、それぞれの空港の地形条件や気象特性（季節で卓越する風の向き）を考慮して設定されていることが多い。ここでは南北方向に滑走路が設置されている空港と東西方向に設置されている空港に区分して整理した。

参図 3.1-3 に示す、滑走路が南北方向に位置する空港（12 空港）では、①夏と冬の季節による顕著な変化がある（夏季は南風運用割合が高く、冬季は北風運用割合が高い）空港（5 空港）、②月にかかわらずどちらかの運用方向（北風または南風運用）が高い空港（4 空港）、③月にかかわらず運用割合が半分程度の空港（3 空港）に区分できる。調査前に想定したのは、夏は南風が卓越し、冬は北風が卓越することから①のケースが多いと考えられる。実際の運用実績を調べると、季節（月）によらないで運用方向が変化しないパターン②や③のほうが多く存在することも判明した。

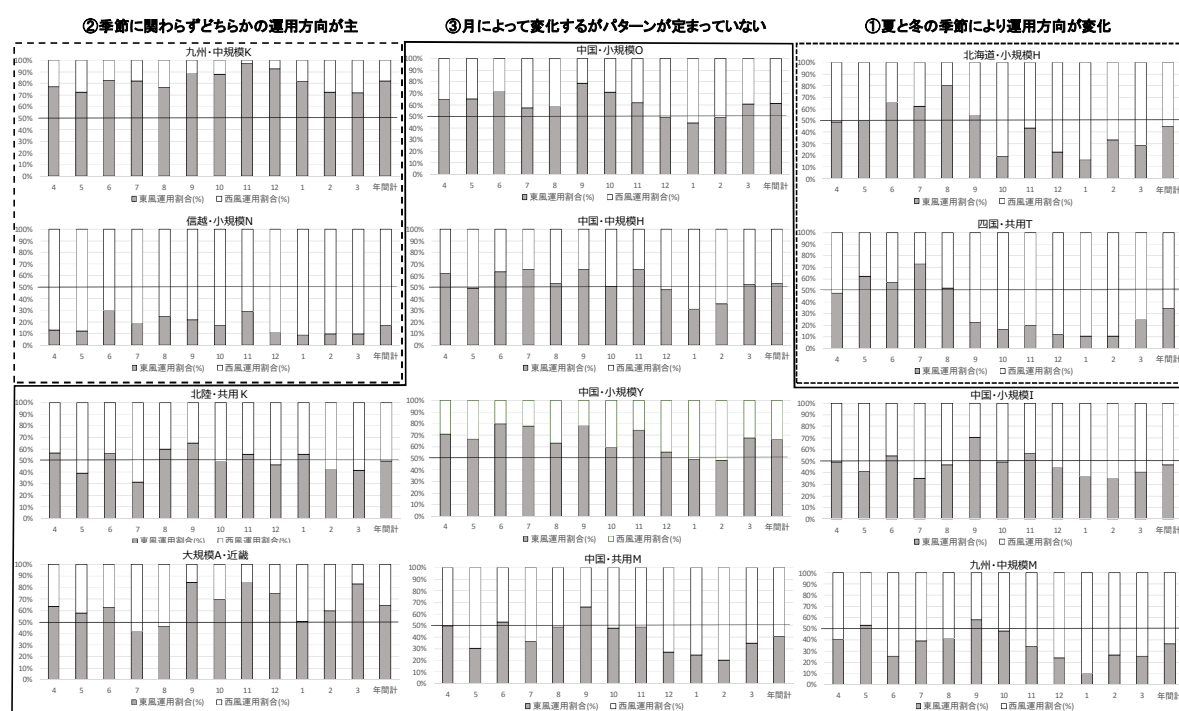
参図 3.1-4 の滑走路が東西方向に位置する空港（12 空港）では、①夏と冬の季節による顕著な変化がある（夏季は東風運用割合が高く、冬季は西風運用割合が高い）空港（2 空港）、②月にかかわらずどちらかの運用方向（東風または西風運用）が高い空港（2 空港）、③月による傾向がはっきりしない（10 空港）に分けられる。夏と冬で顕著な変化がある①は 2 空港しかない。また、季節によって変化が少ない②も 2 空港しかなく、多くの空港では季節的な関連性が明確でないものが多かった。

東西方向の滑走路を持つ空港のほうが、南北方向の空港に比べて、季節による変化が不

明確であり、短期測定の実施時期にも配慮が必要である。一方で、南北方向に滑走路が配置される空港では、概して言えば、季節によって顕著な変化があるか、もしくは季節による変化がないものに分類されるため、短期測定の実施時期の選定が比較的容易かもしれない。このような測定・評価の対象とする空港の滑走路運用方向の月推移を把握することが、適切な測定時期の設定に必要な不可欠である。



参図 3.1-3 南北方向滑走路を持つ空港の月別運用方向比率（黒：南風運用、白：北風運用）



参図 3.1-4 東西方向滑走路を持つ空港の月別運用方向比率（黒：東風運用、白：西風運用）

3.2 飛行場タイプ別の測定時期の考え方

マニュアル P. 12

5.2 測定期間

短期測定の間は、選定した時期において原則として連続 7 日間とする。

また、飛行場のタイプにより運用状況が大きく異なるため、それぞれの特徴に応じて短期測定の時期と期間を適切に選定する必要がある。タイプ別の飛行場による測定の時期と期間は、以下のとおりとする。

1) タイプ 1 の飛行場

連続 7 日間の測定を実施する。離着陸回数や飛行経路が変化せず、平均的な騒音の暴露状況を把握するうえで支障がないと考えられる場合には、連続 7 日間より短くしてもよい。

2) タイプ 2 の飛行場

運用状況に変化が少ない場合には連続 7 日間、変化が大きい場合には連続 14 日間の測定を実施する。なお、平日と週末、曜日により運用状況が変わることに注意を要する。

3) タイプ 3 の飛行場

航空機の運航が日々定期的に行われる飛行場については、タイプ 1 の飛行場の方法を準用する。運航が不定期的な飛行場については、運航頻度が高い時期を選定する。

4) タイプ 4 の飛行場

運航状況等が一律ではないことが多いため、タイプ 3 の飛行場の方法を準用する。

5) タイプ 5 の飛行場

民間航空の運航頻度が高い飛行場については、タイプ 1 の飛行場の方法を適用し、自衛隊等の運航頻度が高い飛行場については、タイプ 2 の飛行場の方法を準用する。

タイプ 1 の飛行場は、定期航空便が日平均で 10 回を超える運航回数がある民間空港である。これらの飛行場周辺では、航空機騒音の影響を懸念して環境基準の類型指定がされていることも多い。気象条件の変化などにより季節間などの違いで航空機騒音の暴露状況に大きな変動があることも考えられる。このため、タイプ 1 の飛行場は年間の平均的な航空機騒音の状況を把握する必要がある飛行場である。短期測定による場合は、1 回または季節を変えて騒音測定を繰り返し、長期間平均として信頼性を確保した評価値を得ることが前提となる。測定の時期と回数は参考資料 3.1 を参考として、飛行場の運航状況や騒音発生状況の特徴に基づき、適切に設定する。なお、運航状況の特徴から騒音発生頻度に大きな変動が予想される際、騒音影響の著しい時期を対象に短期測定を設定することもある。このような時期を対象に短期測定期間を設定した場合は、長期間平均の評価値として年間平均時間帯補正等価騒音レベル推計値 $L_{den, year}$ を利用するとよい。

タイプ 2 の飛行場は防衛施設飛行場である。航空機の運航状況が大きく変化し、騒音暴露の状況も日ごと季節ごとに大きく変化する。タイプ 1 と同様に年間の平均的な航空機騒音の状況を把握する必要がある飛行場である。短期測定の時期と回数は参考資料 3.1 を参考とし

て、飛行場の運航状況や騒音発生状況の特徴に基づき、適切に設定する。また、騒音影響の著しい時期を対象に短期測定を設定する場合には、長期間平均の評価値として年間平均時間帯補正等価騒音レベル推計値 $L_{den, year}$ を利用するとよい。

タイプ3の飛行場は、定期航空便の運航が日平均10回以下の民間空港、または、定期航空便が就航せず事業用または自家用などの小型機が発着する空港（非公共用飛行場など）である。日々や季節の運航回数に大きな変化がない空港では、航空機騒音を代表すると考えられる時期に1週間の短期測定を行う。運航回数に大きな変化がある飛行場では、運航頻度の高い時期に1週間の測定を実施する。その結果として環境基準を超えた場合は、タイプ1の飛行場に準じ、長期間平均として信頼性を確保した評価値を得ることが必要である（複数回の騒音測定または年間平均時間帯補正等価騒音レベル推計値 $L_{den, year}$ の算出）。

タイプ4のヘリポートはタイプ3の飛行場を準用する。

タイプ5の共用飛行場では、運航頻度と騒音影響が民間航空によるものが主である飛行場ではタイプ1の方法を適用する。運航頻度と騒音影響が自衛隊等の航空機の飛行によるものが主である場合には、タイプ2の飛行場の方法を準用する。

4. 測定

4.1 対象とする騒音

マニュアル P. 13

6.1 対象とする騒音

本マニュアルによる測定・評価の対象とする騒音は、当該飛行場において離陸し、又は着陸する航空機による騒音とし、飛行騒音と地上騒音⁽¹⁾がこれに該当する。ただし、地上騒音のうち準定常騒音については、これによる評価量への影響が無視できる場合には、測定・評価の対象から除いてもよい。⁽²⁾

(1) 飛行騒音と地上騒音

飛行場近傍、特に滑走路近傍（滑走路側方、誘導路側方及び滑走路端）の測定地点では、滑走路等から発生する飛行騒音に加え、誘導路やエプロン等から発生する地上騒音が観測される。（参表 4.1 参照）

地上騒音はタクシーイングに伴う騒音が単発騒音として観測される場合を除き、準定常騒音として観測される。一方、飛行騒音は単発騒音として観測される。

参表 4.1 飛行騒音と地上騒音

発生区分	時間変動区分	運航形態等	発生位置	WECPNL での評価	L_{den} での評価
飛行騒音	単発騒音	上空通過（リバーサルフライトなど）の騒音	上空	○	○
		着陸時の周回飛行に伴う騒音	上空	○	○
		着陸進入に伴う騒音	上空	◎	◎
		進入復航（ゴーアラウンド）、ローアプローチに伴う騒音	上空	◎	◎
		離陸上昇に伴う騒音	上空	◎	◎
		タッチアンドゴーに伴う騒音	上空・滑走路	◎	◎
		離陸滑走に伴う騒音	滑走路	◎	◎
		着陸時のリバースに伴う騒音	滑走路	○	◎
		戦闘機の離陸直前のエンジン試運転に伴う騒音	滑走路	×	○
		タクシーイングに伴う騒音（地上走行時）	誘導路	×	○
地上騒音	準定常騒音	タクシーイングに伴う騒音（離陸待機時など）	誘導路	×	○
		APUの稼働に伴う騒音	エプロン	×	○
		機体の整備時のエンジン試運転に伴う騒音	エプロン	×	○
		戦闘機等のエプロンでのエンジン調整に伴う騒音	エプロン	×	○
		ヘリコプターのアイドリング・ホバリングに伴う騒音	エプロン、ヘリパッド	×	○

凡例 ◎:評価する(している)、○:必要に応じて評価する(している)、×評価しない(していない)

■:滑走路近傍で観測される騒音

1) 滑走路近傍で単発騒音として観測される騒音

① 離陸滑走に伴う騒音

離陸滑走時には、航空機が滑走路端から滑走し、滑走路の途中で浮上、上昇する際の騒音が発生する。滑走路側方では離陸滑走に伴う騒音と離陸上昇に伴う騒音が別々の単発騒音となって観測されることがある。離陸滑走の騒音は滑走開始側の滑走路端の後方でも観測される。

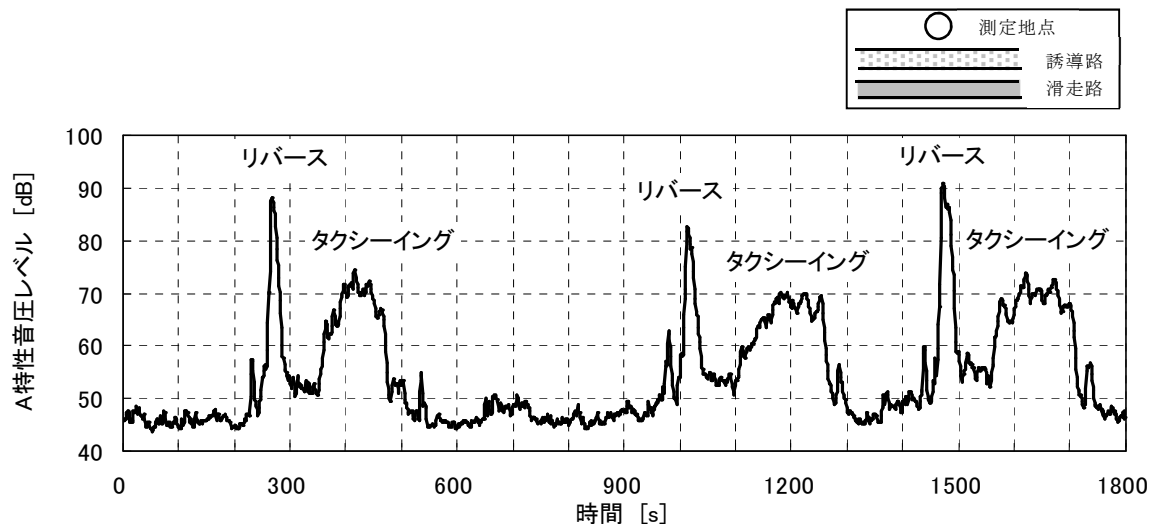
② 着陸時のリバースに伴う騒音

航空機が着陸後に減速のために用いるリバーススラストにより騒音が発生する。機種、路面状況等によりリバースの掛け方（エンジン出力、継続時間、実施区間）が変わる。リバースを全く行わないこともある。気象条件により観測される騒音レベルも大きく変化する。

③ タクシーイングに伴う騒音（地上走行時）

タクシーイング（地上走行）を行う際には、移動に使用するエンジン騒音が観測される。地上走行に用いるエンジン出力は、離陸滑走やリバースに比べると小さいが、測定地点が誘導路近傍の場合、 L_{den} への寄与が 1dB 程度以上となり、その影響を無視できないことがある。

参図 4.1-1 は、誘導路側方で測定されたリバースに伴う騒音とタクシーイングに伴う騒音の例である。タクシーイングに伴う騒音はリバースに伴う騒音に比べて騒音レベルは低く、継続時間は長い。

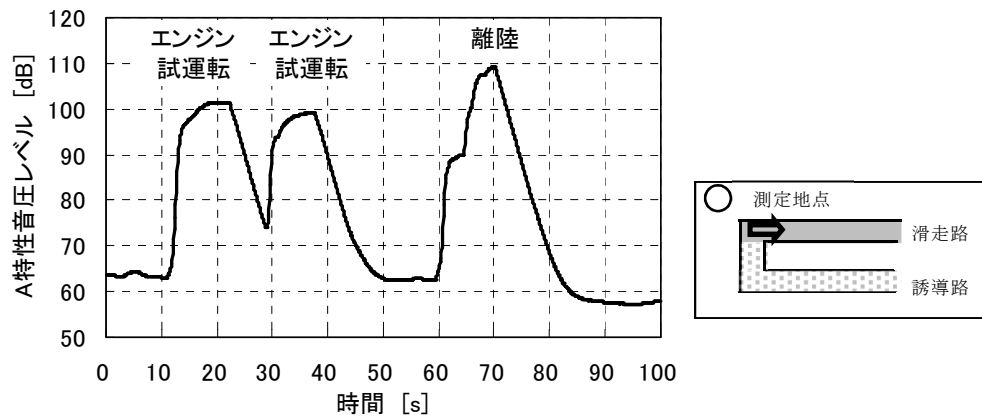


参図 4.1-1 誘導路側方でのリバースとタクシーイング（地上走行）に伴う騒音の事例

④ 戦闘機の離陸直前のエンジン試運転に伴う騒音

自衛隊等が使用する飛行場において、戦闘機等の離陸前に滑走路端でエンジンの最終点検のために実施するエンジン試運転騒音が観測されることがある。試運転音は騒音レベルの立ち上がりが早く、継続時間は短い。試運転を実施しない機種もある。

参図 4.1-2 は、双発エンジンの戦闘機が離陸直前に行ったエンジン試運転に伴う騒音の事例である。離陸直前に各エンジン 1 回ずつ試運転を行い、その後離陸している。



参図 4.1-2 戦闘機の離陸直前のエンジン試運転に伴う騒音の事例

⑤ タッチアンドゴーに伴う騒音

離着陸訓練等で実施するタッチアンドゴーに伴う騒音については、通常の離着陸と同様、単発騒音として観測される。着陸時は通常の着陸と同様であるが、離陸時は通常の離陸に比べて地上滑走が短く、浮上・上昇も早い。そのため、離陸滑走に伴う騒音は、通常の離陸時に比べて継続時間は短く、騒音レベルも低いことが多い。

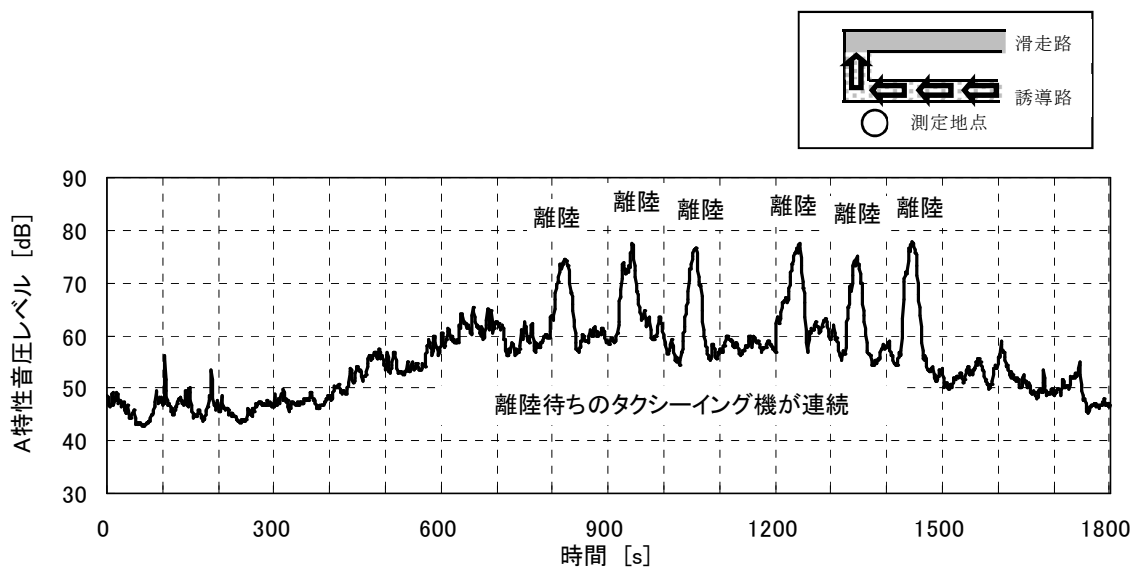
2) 滑走路近傍で準定常騒音として観測される騒音

① タクシーイングに伴う騒音（離陸待機時など）

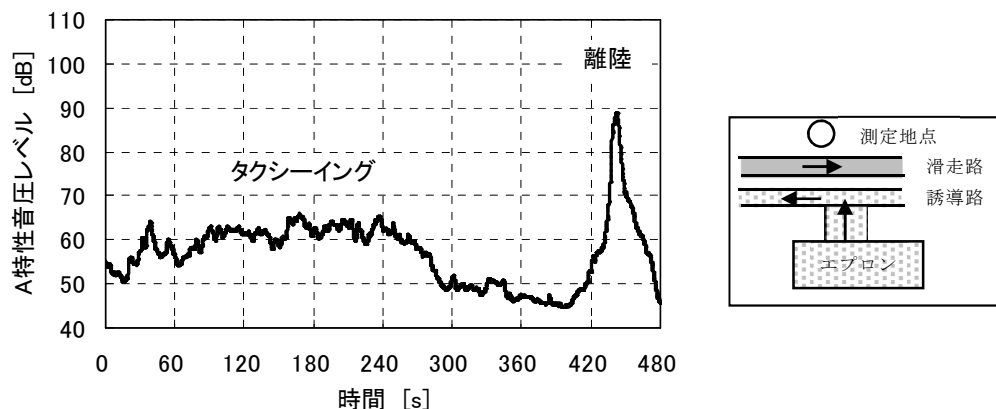
タクシーイング中において滑走路端付近の離陸待機に伴う騒音や誘導路から離れた地点で観測されるタクシーイングに伴う騒音などが準定常騒音として観測されることがある。

参図 4.1-3(a)は、滑走路端付近の誘導路で離陸待ちの航空機が列になって離陸待機している際に観測された事例である。離陸待機する複数の航空機のエンジン音が準定常騒音として観測される間に、順次、離陸滑走に伴う騒音が重畳して観測されている。

参図 4.1-3(b)は、エプロンから滑走路端へタクシーイングし、離陸するまでの騒音を、エプロンと反対側で観測した事例である。誘導路から測定点までの距離が遠いため、タクシーイングに伴う騒音は5分程度観測されている。



(a). 滑走路端付近の離陸待機に伴う騒音の事例



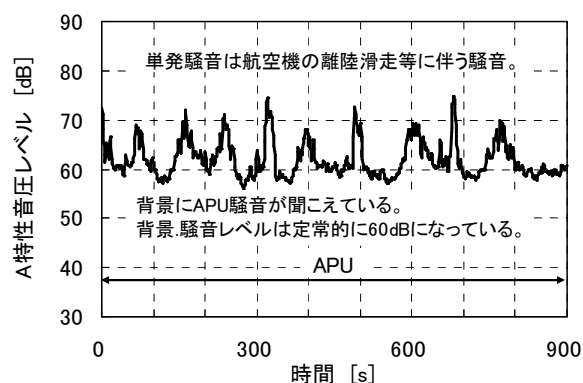
(b). 誘導路から離れた地点で観測されるタクシーイングに伴う騒音の事例

参図 4.1-3 タクシーイング（離陸待機など）に伴う騒音の事例

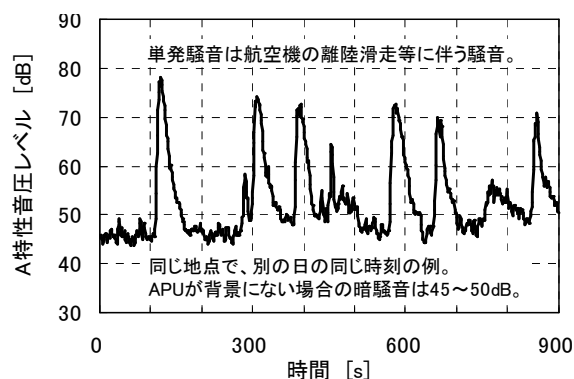
② APU の稼働に伴う騒音

エプロンで APU を稼働する際の騒音が準定常騒音として観測されることがある。運航回数の少ない空港では、航空機が旅客ターミナルへ到着してから出発するまで、APU を稼働することがある。運航回数の多い空港では、騒音対策のため、長時間の APU 稼働を制限し、移動式又は固定式の GPU（地上電源装置：Ground Power Unit の略）の使用を推奨するところもある。複数の航空機が同時に APU を稼働し、エプロンの広い範囲から騒音が観測される際には、その音源を特定することが難しいことがある。深夜時間帯に機体を整備する場合にも APU を稼働することがある。APU の稼働に伴う騒音は、騒音レベルは低いが、継続時間が長い。また、発生源が地面に近いので、周辺へ音が伝搬する際に、気象条件に左右され、伝わり方が大きく変化する。そのため、旅客ターミナル近傍に測定地点があると、その影響が無視できない場合もある。

参図 4.1-4 は、空港の運用時間帯における APU の稼働に伴う騒音が気象条件により変化する事例である。図の(a)と(b)は同一地点の別の日の観測結果である。測定地点はエプロンから滑走路を挟んで 1 km 程度離れた地点である。(a)では、APU の稼働に伴う騒音が離陸滑走等に伴う騒音と重畳して 60 dB 前後の準定常騒音となって観測されている。(b)では、APU の稼働に伴う騒音が観測されず、暗騒音が 45～50 dB 前後で観測されている。この違いは、エプロンから測定地点の方向へ風が吹いているか否かなどの気象条件の違いによるものと考えられる。



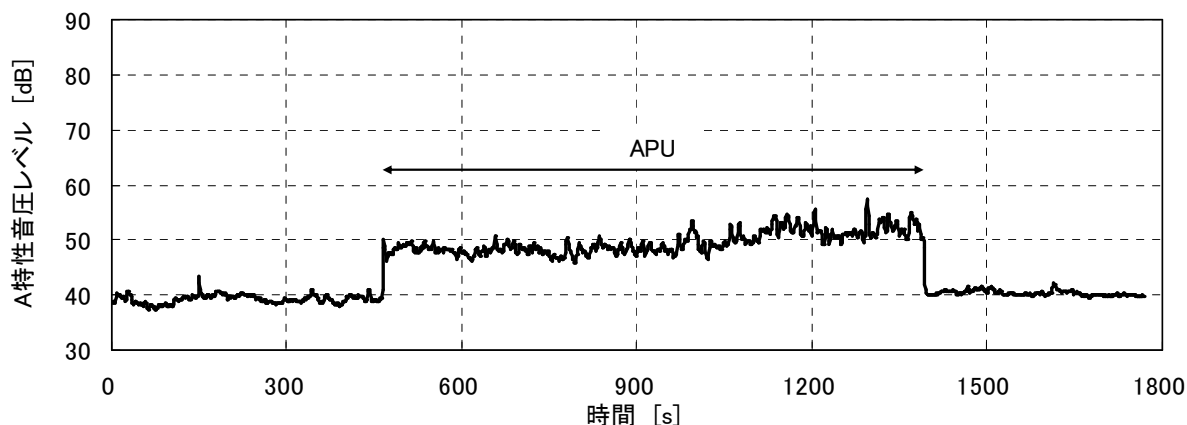
(a). APU の稼働に伴う騒音と離陸滑走等に伴う騒音が重畳する場合の事例



(b). APU の稼働に伴う騒音が観測されず、暗騒音のみが観測される事例
(別の日の同時刻)

参図 4.1-4 空港の運用時間帯における APU の稼働に伴う騒音の事例

参図 4.1-5 は、航空機の運航がない深夜時間帯に機体を整備する際の APU の稼働に伴う騒音が観測された事例である。騒音レベルは 50 dB 程度と低い、暗騒音レベルが 40dB 程度と低いため、準定常騒音が 15 分程度にわたって継続して観測されている。



参図 4.1-5 深夜時間帯における APU の稼働に伴う騒音の事例

③ 機体の整備時のエンジン試運転に伴う騒音

機体の整備時に実施されるエンジン試運転を行う際の騒音が準定常騒音として観測されることがある。航空機エンジンの整備後に、機体に取り付けて行う試運転で、エンジンテストともいう。

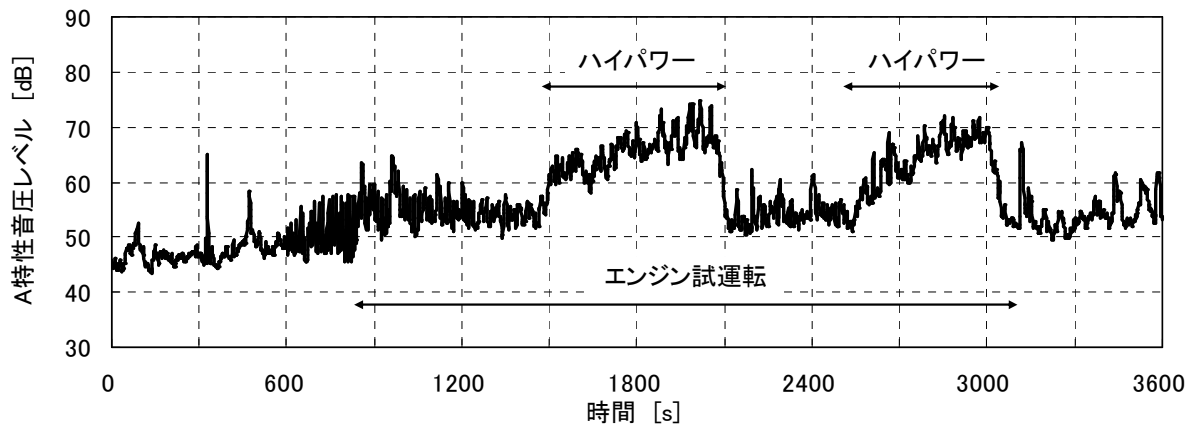
エンジン出力を絞ったアイドルから最大出力まで運転状況を変えながら長時間（数十分～1 時間）にわたり継続して行われることが多い。成田国際空港や大阪国際空港では、騒音対策のため、専用の試運転施設を設置している（写真 4.1 参照）。これらの施設があれば深夜時間帯に試運転を実施することもできるが、施設がない（利用できない）場合は、実施場所や実施時間帯を制限してエプロンで試運転を実施することがあり、気象条件によっては騒音の伝わり方が大きく変化する。

自衛隊等が使用する飛行場でも機体の整備時にエンジン試運転を実施することがあり、戦闘機のエンジン試運転のための専用施設が用意されているところもある。



写真 4.1 エンジン試運転施設（成田国際空港）

参図 4.1-6 は、エプロン上の騒音低減施設のない試運転スポットで実施された機体の整備時のエンジン試運転に伴う騒音を測定した事例である。測定地点は空港の敷地境界付近である。エンジン出力を 5～10 分間にわたり 2 回上げているのが分かる。

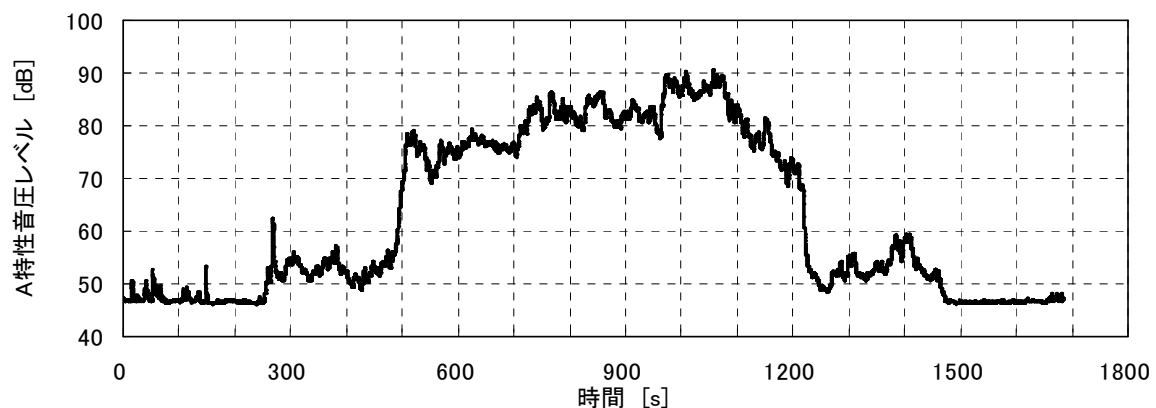


参図 4.1-6 機体の整備時のエンジン試運転に伴う騒音の事例

④ 戦闘機等のエプロンでのエンジン調整に伴う騒音

自衛隊等が使用する飛行場において、戦闘機等がエプロンで実施するエンジン調整の際の騒音が準定常騒音として観測されることがある。エンジン調整時に使用するエンジン出力が飛行時と比べて低いため、騒音レベルは低いですが、継続時間は数分から数十分と長い。機種によっては 1 時間以上に及ぶ時もある。

参図 4.1-7 は、自衛隊等が使用する飛行場のエプロンにおいて、戦闘機がエンジン調整を実施した際の騒音を約 200 m 離れた地点で観測した事例である。



参図 4.1-7 戦闘機のエプロンでのエンジン調整に伴う騒音の事例

⑤ ヘリコプタのアイドリングやホバリングに伴う騒音

ヘリコプタがヘリポート等でアイドリングやホバリングを行う際の騒音が準定常騒音として観測されることがある。アイドリングはエンジン試運転の一種で、長時間にわたり行われることが多い。エンジン出力の異なるアイドリングのグランドアイドルとフライトア

アイドルでは騒音の性状が異なる。ヘリポートではホバリングの訓練も行われることが多い。いずれの騒音も準定常騒音として長時間続くことが多い。

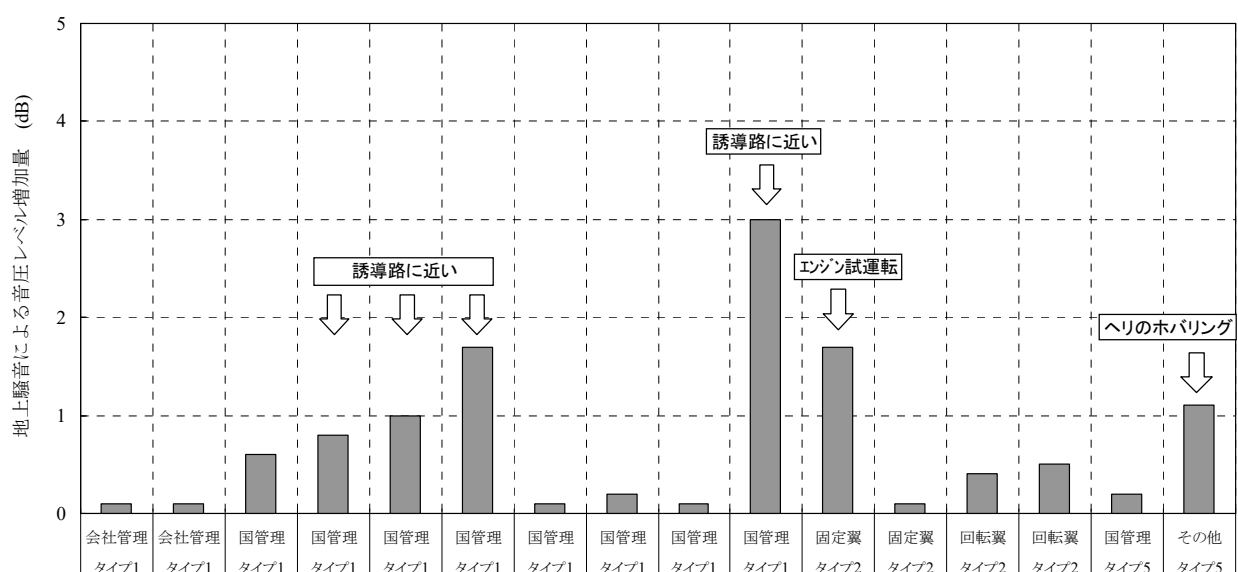
(2) 地上騒音のうち準定常騒音を測定・評価の対象から除いてもよい場合

地上騒音のうち準定常騒音については、これによる評価量への影響が無視できる場合には、測定・評価の対象から除いてもよい。

準定常騒音として観測される騒音による評価量への影響の程度を判断する方法として、飛行場内から測定地点に向けて音の伝わり易い気象条件（順風又は弱い温度逆転）のときに、予め無人測定と並行して有人測定を行う機会を設け、無人測定と有人測定の測定結果を比較し、有人測定で音源を特定した準定常騒音が評価量に及ぼす影響を見積もっておくとよい。その結果、単発騒音と準定常騒音から算出した測定日ごとの L_{den} と単発騒音のみから算出した測定日ごとの L_{den} とのレベルの差が整数値で 1 dB には至らないもの（目安として 0.5 dB 未満）であれば、準定常騒音は測定・評価の対象から除いてもよい。なお、単発騒音として観測された地上騒音は評価の対象に含めるとよい。

参図 4. 1-8 は国内の 12 飛行場、16 測定点での測定から、滑走路近傍で観測される騒音のうち、地上騒音が測定日ごとの L_{den} （一部、 $L_{Aeq,T}$ ）におよぼす影響を調査した結果を示したものである。グラフの縦軸は各測定地点における飛行騒音と地上騒音から算出した L_{den} と飛行騒音のみから算出した L_{den} とのレベルの差を示している。

誘導路近傍の測定地点では、単発騒音として観測されるタクシーイングに伴う騒音の影響により 1～3 dB 程度、エンジン試運転に伴う騒音やヘリコプタのホバリングに伴う騒音の影響により 1～2 dB 程度の測定日ごとの L_{den} （あるいは、 $L_{Aeq,T}$ ）は増加した。それ以外の測定地点では、準定常騒音として観測される騒音の影響は 0.5 dB 未満のことが多く、整数値での影響はなかった。



参図 4. 1-8 地上騒音が測定日ごとの L_{den} に及ぼす影響の事例

4.2 マイクロホンの設置場所

マニュアル P. 15

6.3 測定

6.3.1 測定準備

(1) マイクロホンの設置

騒音計のマイクロホンの設置場所は、測定対象となる航空機の飛行経路の主要な部分が見渡せる地点とする。この場合、マイクロホンの設置高さは、原則として地上 1.2~1.5 m とする。また、建物等からの反射の影響を無視できる程度に小さくするために、設置面（地面又は屋上の面）以外の反射物から原則として 3.5 m 以上離れた位置に設置する。

注記1 設置場所の制約により建物の屋上に設置する場合は、屋上の面から 4 m 以上とすることが望ましい。ただし、マイクロホンと音源との位置関係により、設置面からの反射の状況が変化するため、設置場所及び設置高さに注意を要する。

(略)

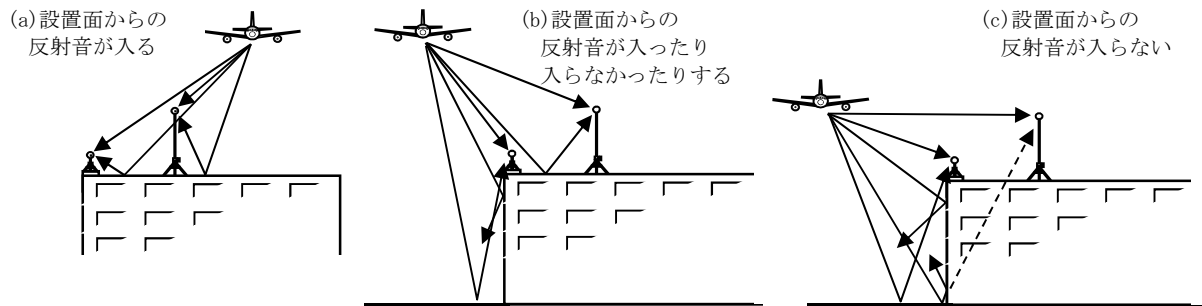
JIS Z 8731 では、屋外の測定において、「可能な限り、地面以外の反射物から 3.5 m 以上離れた位置で測定する」ことで反射の影響はほぼ無視できる程度に小さくできるとしている。また、測定地点の高さについては「特に指定がない限り、地上 1.2~1.5 m とする」としている。しかし、航空機騒音の場合は、音源である航空機が三次元的に移動するため、設置面や建物等の反射物により、その影響が様々に変化する。特に、通年測定においては、自動監視装置の設置場所として建物の屋上に設置する等を選択せざるを得ないことも多く、設置面や建物等からの反射の影響は一段と複雑に変化する。そのため、マイクロホンの設置場所を選定する際は、当該地域における航空機騒音の状況を左右する主要な航空機の運航を対象として、マイクロホンと反射物、飛行経路等の位置関係を事前に把握し、可能な限り不要な反射の影響を避けて観測できる位置となるよう配慮する必要がある。なお、建物の屋上にマイクロホンを設置する場合、建物の高さが地面から航空機までの最短距離の 5%以下であれば、距離減衰による騒音レベルの違いは 0.5 dB 未満である。

1) 飛行経路による設置面反射の状況の変化

設置場所の選定にあたっては、設置面反射の状況の変化が少なく、観測される航空機騒音の主要なもののうち 80~90 % のデータが安定して観測できるか否かを判断の目安にするとよい。

参図 4.2-1 はマイクロホンを建物の屋上の中央（高さ 4 m）又は周縁部分（高さ 1.2~1.5 m）に設置すると想定して飛行経路の違いによる反射音の入り方の変化を例示したものである。主要な飛行経路がマイクロホンの上方かつ(a)であれば、いずれの設置位置でも設置面からの反射音が常に同じように入るので問題ない。(b)では周縁だと設置面反射が地面からの反射に変わる。(a)と(b)の経路が共に重要な場合は縁では反射の入り方が異なることになり、

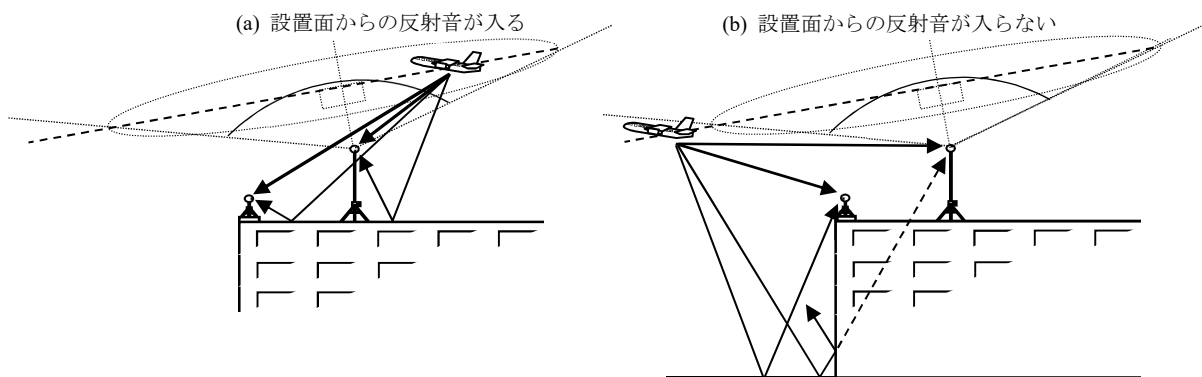
好ましくない。他方、測定地点が滑走路側方にある場合など、音が横から来るときは(c)の状況となるが、この場合にはいずれの位置も設置面反射が入らず、違いは少ない。平行滑走路から離着陸する航空機の2つの飛行経路のうち、片方の経路の直下付近に測定地点があると、(a)~(c)の全ての経路の騒音が観測される状況になるが、この場合は、(a)又は(b)のどちらかが主要な飛行経路となる。



参図 4.2-1 飛行経路による設置面反射の状況の変化

2) 上空通過前後での設置面反射の状況の変化

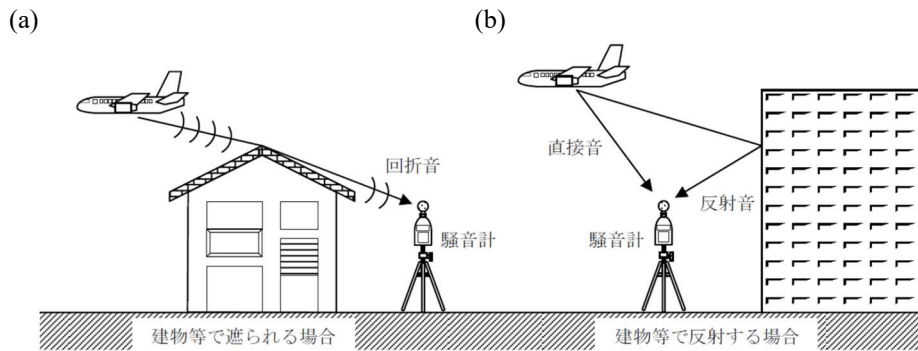
単発騒音暴露レベルの算出は、騒音レベルが「 $L_{A,Smax} - 10$ 」dB 以上の範囲のデータを用いて行うため、その範囲で設置面反射の状況が変化しないことが望ましい。参図 4.2-2 に示す通り、騒音レベルが「 $L_{A,Smax} - 10$ 」dB となる時の飛行位置は、概ねマイクロホンから飛行経路への距離が最短となる位置を基準に $\pm 70^\circ$ の方向になるので、航空機がこの範囲にいる時に設置面反射の状況が極端に変化しない場所を選ぶとよい。



参図 4.2-2 上空通過前後での設置面反射の状況の変化

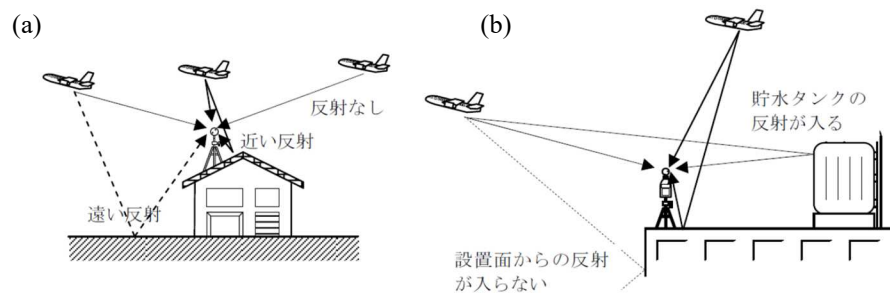
3) 建物等による反射・遮蔽の影響の変化及び設置面反射の状況の変化が顕著な場合

参図 4.2-3 は、地上にマイクロホンを設置する時に、(a)は音の伝搬経路の途中で建物等で遮蔽される例、(b)は測定地点の背後の建物等により顕著に反射する例である。反射・遮蔽の影響が大きければ、マイクロホンの設置場所として望ましくない。



参図 4.2-3 地上にマイクロホンを設置する場合の反射・遮蔽の例

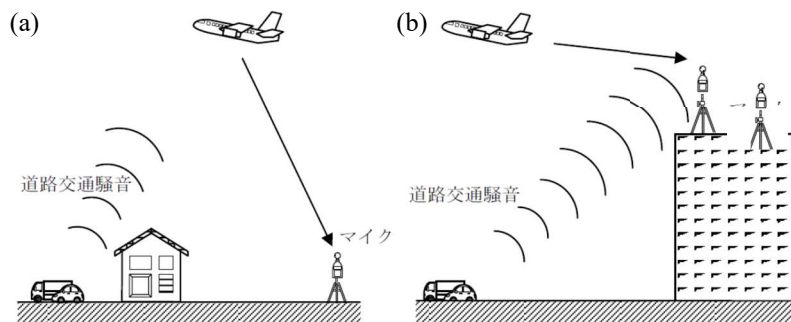
参図 4.2-4 は、(a)は平屋の建物の屋根にマイクロホンを設置する場合に、屋根の傾斜のため、飛行位置により反射の状況が変化する事例、(b)は建物の屋上でマイクロホンの背後に貯水タンク（又は空調設備、階段室）があり、飛行位置により反射の状況が変化する事例である。反射の寄与が大きければ、マイクロホンの設置場所として望ましくない。



参図 4.2-4 建物の屋上に設置する場合の反射の例

4) 暗騒音による影響が顕著な場合

参図 4.2-5 は、道路近傍に測定地点を設けなければならない場合に、道路交通騒音の影響を避ける工夫をした事例である。(a)は建物の陰にマイクロホンを置いた例、(b)は建物の屋上で道路からの見通しを避け、見通しが利かない位置に設置した事例である。こうした工夫をしても暗騒音の影響が避けられない場合は、航空機以外の騒音を誤識別して観測される恐れがあるため、測定地点を見直すことが望ましい。なお、暗騒音レベルの許容ができるかどうかは、航空機による騒音レベルにも依存するため、一律には決められない。



参図 4.2-5 周囲の見通しと暗騒音の関係

4.3 騒音計の動作確認

マニュアル P. 15

6.3 測定

6.3.1 測定準備

(1) マイクロホンの設置 (略)

(2) 測定器の動作確認

1) 短期測定の場合

測定を開始する前に音響校正器を用いて騒音計が表示した値を点検する。その値と騒音計の取扱説明書に記載されている値との差が $\pm 0.7 \text{ dB}$ 以上であった場合には、その騒音計は測定に使用しないことが望ましい⁽¹⁾。

注記1 音響校正器を用いて騒音計の指示値を確認する際に、騒音計が表示すべき値は騒音計の型式ごとに決まっている。騒音計が表示すべき値は必ずしも音響校正器の公称発生音圧レベルに等しいとは限らないため、取扱説明書に記載されている値を確認すること。

注記2 音響校正器を用いて騒音計が表示した値と騒音計の取扱説明書に記載されている値との差が $\pm 0.7 \text{ dB}$ 以上ある場合、故障している可能性があるため、騒音計の点検・調整を行い、必要に応じ修理することを推奨する⁽¹⁾。

注記3 音響校正器を用いて騒音計が表示した値と騒音計の取扱説明書に記載されている値との差が $\pm 0.7 \text{ dB}$ 以上ある状態で測定を行った場合、その測定結果は参考とする⁽²⁾。

注記4 本マニュアルによる測定では、操作ミス防止の観点から、レベル指示値の調整が適切に行われていることを前提として、測定現場においては音響校正器を用いて騒音計のレベル指示値の調整は原則として行わない⁽³⁾。

2) 通年測定の場合

使用する自動監視装置の全天候型のウインドスクリーンを含めた騒音計部分は、少なくとも1年に1回は保守点検を行う。また、騒音計は定期的に音響校正器を用いて騒音計の表示する値を点検し、その結果を記録する。その値と騒音計の取扱説明書に記載されている値との差が $\pm 0.7 \text{ dB}$ 以上あった場合には、その騒音計は故障している可能性があるため、点検・調整を行い、必要に応じ修理することを推奨する⁽¹⁾。

注記1 通年測定に用いる自動監視装置は、正常に動作していることを、少なくとも1日に1回は自動的に確認することが望ましい。

注記2 音響校正器を用いて騒音計が表示した値と騒音計の取扱説明書に記載されている値との差が $\pm 0.7 \text{ dB}$ 以上ある状態で測定を行った場合、その測定結果は参考とする⁽²⁾。

(1) 騒音計の校正と使用条件の目安

測定の前と後に音響校正器を用いて騒音計が表示した値を確認した際、この値に対して「騒音計の取扱説明書に記載されている値との差が $\pm 0.7\text{dB}$ 以上であった場合には、その騒音計は測定に使用しないことが望ましい。」と記載している。この $\pm 0.7\text{dB}$ は平成27年以前の検則（特定計量器検査検定規則）における器差検定の許容値が精密級の騒音計で 0.7dB であることを意図したものではない。現場での使用においては、測定に使用する騒音計が正常か異常かを見分けるための「目安」が必要であり、 $\pm 0.7\text{dB}$ 以上の場合は故障していることも多いことから、経験上設定した値である。この目安以上の場合、その騒音計は室内など安定した場所で確認し、異常が認められる場合は製造事業者において点検調整、もしくは修理することを推奨するものである。

1) 校正値に差を生ずる要因と目安値の設定根拠

本来、騒音計が表示すべき値と実際に表示する値に差異を生じる要因は大きく分けて三つある。周囲の環境変化によるもの、経年変化によるもの、及び音響校正器の精度によるものである。これらのうち前二つはマイクロホンの感度変化による寄与が支配的である。

環境による要因は温度・湿度や気圧による変化である。温度差による感度変化は精密騒音計で使用温度範囲内において 0.2dB 程度、普通騒音計で 0.3dB 程度である。湿度による影響は精密騒音計、普通騒音計のマイクロホンともに使用湿度範囲内で 0.1dB 以内と安定している。また、一般的な環境における気圧変化による影響を感度変化に換算すると $0.2\sim 0.3\text{dB}$ 程度の影響と推測される。これらを総合すれば、環境変化によるのは $0.3\sim 0.4\text{dB}$ と考えられる。

次に、経年変化によるマイクロホンの感度変化について、エレクトレット電荷の低下による感度変化と振動膜の状態変化が挙げられる。環境騒音計測用のマイクロホンは主にコンデンサ型マイクロホンが使われる。一定の電荷を蓄えたエレクトレットフィルムがコンデンサ容量の変化を検出するために用いられるが、この蓄えられた電荷が年数と共に低下することがある。この場合、マイクロホン感度は徐々に低下することになる。振動膜は一般的に高いテンションで張りつけられている。長期間の使用においてこのテンションが変化すると、コンデンサの静電容量や共振点が変化するために、徐々に感度変化を来すことがある。この場合、マイクロホンの感度は上がることも下がることもあり、また周波数特性が変わることもある。これらのような経年変化から $0.2\sim 0.3\text{dB}$ 程度の感度変化が考えられる。

以上の要因を総合的に勘案した騒音計のマイクロホンの感度変化については、 $0.4\sim 0.5\text{dB}$ 程度と考えられる。

音響校正器の精度はJIS C 1515によって、測定の不確かさを除いてクラス1で $\pm 0.25\text{dB}$ と定められている。また、音響校正器にも温度、湿度、静圧などの環境による特性があり、実質的なバラつきは $0.1\sim 0.2\text{dB}$ 程度である。

これらから騒音計と音響校正器を合わせた総合的なバラつきは 0.6dB 程度以内となり、製造事業者などへの聞き取りも勘案して、騒音計が表示すべき値と実際に表示する値の差異が異常かどうかを判断するための目安は 0.7dB と考えられる。

2) マイクロホンの故障による感度変化

故障の要因にも様々あるため、代表的な例について以下に示す。

1 つ目の要因として、マイクロホンを何かにぶつけたときに感度が変化することがあるが、これは振動膜のテンションの変化によるものが多い。発生する症状としては前述した経年による振動膜の状態変化と同様であるが、その変化はすぐに表れることが多い。このテンションの変化は物理的な衝撃だけではなく、過度な静電気の印加も衝撃的な要因となることもある。

2 つ目の要因として、マイクロホンに物理的に穴が空くことによる感度変化がある。マイクロホンの振動膜はデリケートであるため通常はグリッドにより保護されているが、音波を通過させるために開口部を設けている。その開口部より小さい突起物が振動膜に刺さったなどの場合に、マイクロホンに穴が空くことがある。この穴により低周波数域の特性が著しく変化するが、中周波数域については大きく変化しないこともある。

3 つ目の要因として、マイクロホングリッドと振動膜の間に異物が詰まった場合である。マイクロホングリッドと振動膜の間に異物が詰まることにより振動膜の正常な振動が妨げられ、正しい応答を示せなくなることがある。同様にマイクロホンが水に濡れてしまった場合も、グリッドと振動膜の間に水が入ってしまうため、正しい応答を示せなくなる。ただし、乾けば正しい動作に戻ることもあるが、戻らない場合もあるので点検が必要である。この他に、粉じんなどによる気圧調整孔の目詰まりや結露によるマイクロホン内部の絶縁不良なども感度変化の要因となることがある。

3) 使用する騒音計の適正さの判断と管理方法

上記 1)、2) のとおり、使用する騒音計が適正な状態にあるときは目安 ($\pm 0.7\text{dB}$) 以上とならないことが多いが、マイクロホンが故障状態にあるときは、目安以上となることが多いと推測される。しかし、この目安は絶対的なものではないため、使用者による日常的な管理を実施することが必要である。

使用者は、定期的に騒音計の内部校正用電気信号と音響校正器の表示値を管理するとよい。この信号と比較して、 $\pm 0.7\text{dB}$ 以上であるかを確認し、感度変化の確認するために用いるとよい。このような定期的な点検は、少なくとも年に 1 回以上行うことを推奨する。音響校正器はマニュアル 3.3 節のように定期的に校正されているものを用いることを推奨する。この結果の推移を把握することで、マイクロホン感度の変化を判断できる。急激な変化の場合には、故障の可能性もあるため、それまでの使用過程と照らし合わせて推測することが必要である。

使用者による故障したと考えられる騒音計の原因調査は、安定した室内環境において、音響校正器による値の確認を行うほか、衝撃を与えていないか、異物がないかなどの騒音計の外観やマイクロホンの状態確認を行い、異常があった場合や原因が不明な場合は製造事業者による点検・調整・修理を行うことを推奨する。

(2) 参考として取り扱う場合

音響校正器を用いて騒音計が表示した値を点検した際に本来の値に対して $\pm 0.7\text{dB}$ 以上の差があった場合には、その騒音計は測定に使用せず、点検・調整もしくは修理することが望ましいが、その騒音計を継続して使用して測定する場合も起こりうると考えられる。

もし騒音計が表示した値が 音響校正器と $\pm 0.7\text{dB}$ 以上の差がある状態で測定を行った場合であって、短期測定期間において、測定期間中の 20%以上に相当する日数が参考の場合、その短期測定期間の L_{den} は参考とする。また、年間に複数回以上の短期測定を行い、長期平均の L_{den} を評価値とする場合にも参考とする。常時監視による通年測定の場合、直ちに別の騒音計と交換することが難しい場合もあるが、短期測定の場合と同様に、騒音計が表示した値が音響校正器と $\pm 0.7\text{dB}$ 以上の差がある状態での測定結果は参考とする。その状態が 3 か月以上に及んで継続した場合の年間の評価値 L_{den} も参考とする。

なお、明らかに騒音計が故障している場合、その状態の間の測定値は欠測とする。

(3) 騒音計のレベル指示値の調整

レベル指示値の調整とは、一般に騒音計の取扱説明書において校正と記載されている行為である。

平成 27 年 4 月 1 日の改正以前の検則においては、騒音計から分離できる校正装置には合番号を付すこととしており、音響校正器を用いて校正する場合は騒音計 1 台に対して 1 台の音響校正器を特定する必要があった。このため、この問題を回避するために騒音計内部の（電気校正用）信号発生器を校正装置と見なすことが認められており、型式承認を受けている騒音計のほとんどはこの内部信号発生器を校正装置としていた。

平成 27 年 4 月 1 日の検則改正により、校正は音響校正器を用いた音響校正のみが認められることとなり、合番号を付すことの代わりに騒音計の取扱説明書に当該騒音計に使用可能な音響校正器の型式を記載することが義務付けられた。したがって、平成 27 年 10 月 31 日以前に型式承認を受けた騒音計では電気信号に基づく内部校正により、平成 27 年 11 月 1 日以降に型式承認を受けた騒音計では取扱説明書に記載されている音響校正器に基づく音響校正により、レベル指示値を調整し、騒音計が正確な値を示していることを点検及び維持する必要がある。これら点検及び維持の作業は、測定の実施に先がけて、手元や環境が安定した場所において、取扱説明書に従って適切に実施されるべきである。

なお、以上のことから平成 27 年 11 月 1 日以降に型式承認を受けた騒音計については、計量法上は測定現場において音響校正器を用いてレベル指示値の調整を行うことも認められることとなるが、本マニュアルでは、手元が不安定な測定現場において音響校正器を用いて正確な調整を行うことが容易ではないこと、騒音計の型式承認時期により取扱いが異なると混乱が生じる懸念があることなどを考慮して、原則として測定現場においては、レベル指示値の調整を行わないことを推奨する。

4.4 小規模飛行場（タイプ 3 の飛行場）周辺の騒音の特徴と測定の留意点

マニュアル P. 2～3

2.1.2 飛行場

（略）

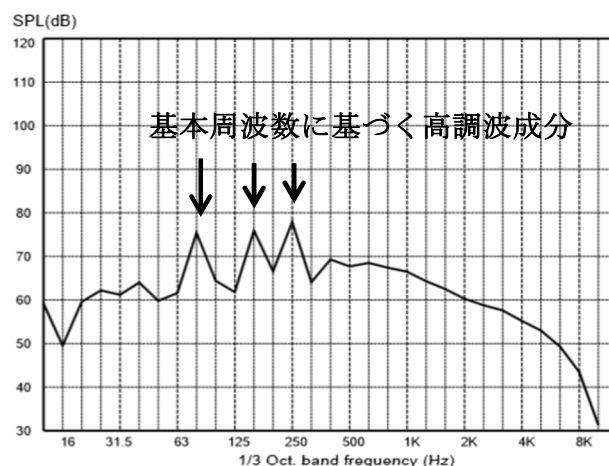
③タイプ 3 の飛行場

定期航空便が運航する空港で 1 日当たりの平均離着陸回数が 10 回以下の空港、または定期航空便が運航しない空港（ただし、ヘリポート、共用空港を除く）、非公共用飛行場

(1) 小型プロペラ機と騒音の特徴

小規模飛行場では単発や双発の小型プロペラ機が運航されていることが多い。小型プロペラ機は操縦訓練や自家用、遊覧飛行など幅広い用途に使用されている。

主な音源はプロペラの回転音、エンジン音、空力音であるが、最大の音源であるプロペラ回転音はプロペラのブレードの枚数と回転数により決まる周波数を基本周波数とする多数の高調波を含む純音性による騒音である。プロペラ回転音は回転面の斜め前方（機体前方方向）に強い指向性を示す。参図 4. 4-1 に小型プロペラ機の離陸時の観測騒音の 1/3 オクターブバンド周波数分析結果の例を示す。



参図 4. 4-1 小型プロペラ機の 1/3 オクターブバンド周波数成分の例

(2) 小型プロペラ機の運航と騒音の発生状況

小型プロペラ機の一般的な離陸時の運航手順を参図 4. 4-2 に示す。旅客機などと若干異なる場合もある。以下、一般的な離陸時の運航手順と発生する騒音の状況についてまとめる。

エンジンスタート

エプロン（駐機場）でエンジンを始動し、プロペラを回し始める。エンジン音とプロペラ回転音が発生する。

アイドリング

始動後は一定時間（数分から十数分）のアイドリングを行う。エプロンの近くではアイドリング音は準定常音として観測される。

タクシーイング

アイドリング後、エプロンから滑走路に向けてタクシーイングする。タクシーイング時の音は単発地上騒音として観測される。

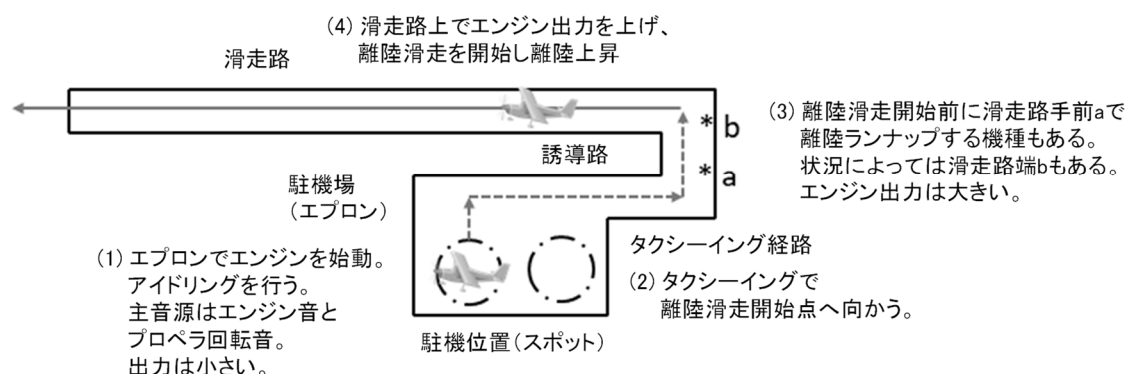
離陸前ランナップ

離陸前に滑走路手前など（滑走路の場合もある）で、エンジン出力を上げるランナップを実施することもある。特に訓練時の場合等は、比較的長めに実施することがある。ジェット戦闘機の離陸前ランナップ音と同様に、単発騒音として観測される。

離陸滑走・離陸上昇

滑走路上でエンジン出力を上げ、離陸滑走を開始し離陸する。なお、上昇中にエンジ

ン推力を下げることもあり、この場合は騒音の音色が変化する。



参図 4. 4-2 小型プロペラ機の一般的な離陸時の運航手順

(3) 小規模飛行場周辺での騒音測定の留意点

小規模飛行場では運航回数が少ないため、測定データの欠測による影響が大きいことに注意を要する。また、小型プロペラ機の騒音レベルはあまり大きくないので、測定にあたっては暗騒音の状態に十分注意する必要がある。小型プロペラ機は有視界飛行での飛行が多く、飛行経路のばらつきも大きい。このため、測定時には有人観測などによって飛行状況を把握することが有用である。

4.5 ヘリポート（タイプ4の飛行場）周辺の騒音の特徴と測定の留意点

マニュアル P. 2~3

2. 1. 2 飛行場

(略)

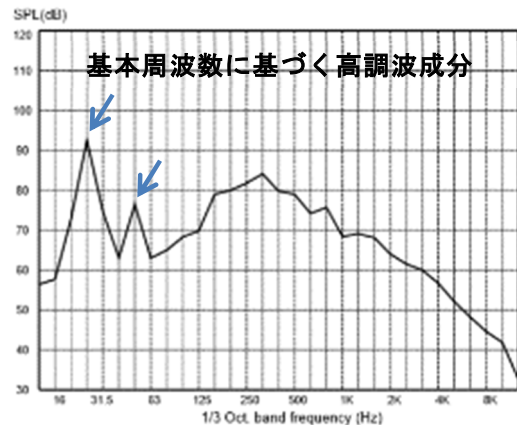
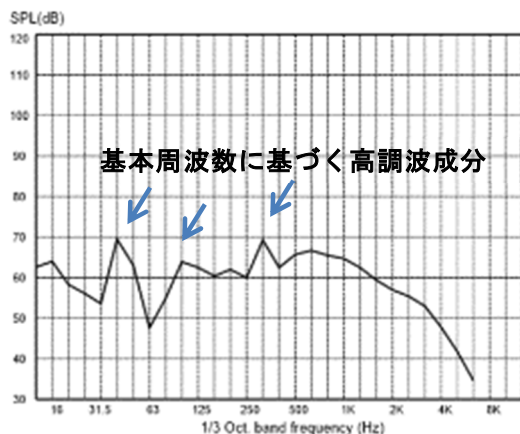
④タイプ4の飛行場

ヘリポート

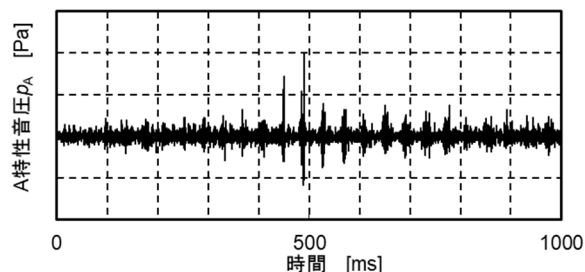
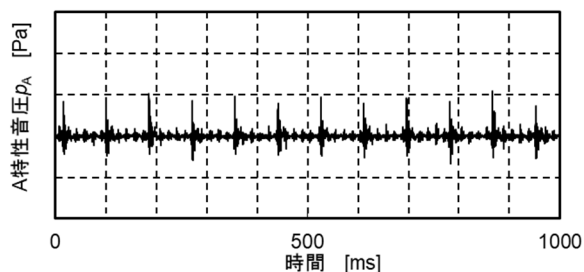
(1) ヘリコプタと騒音の特徴

ヘリコプタは回転翼機ともいい、離着陸に滑走路を必要としないことが大きな特徴である。メインロータを一つ持つタイプ（シングルロータ機）とメインロータを二つ持つタイプ（タンデムロータ機）に分かれ、大半は前者である。騒音源はエンジン、メインロータおよびテイルロータ、機体の空力音である。ロータなどの回転による騒音は周期性の音、エンジンの燃焼音やブレード・機体の空力音による広帯域雑音からなる。メインロータは二枚以上のブレードからなり、一枚のブレードが作る渦を次のブレードが叩くことで発生する「ブレードスラップ音」が、衝撃性の強い波形が周期的に繰り返す特徴的な音としてバタバタと聞こえる。

小型および中型のヘリコプタの上空通過時に観測した騒音の 1/3 オクターブバンド周波数分析結果を参図 4. 5-1 に示す。また、ヘリコプタが遠方から接近する時と、上空通過する時の音圧波形を参図 4. 5-2 に示す。



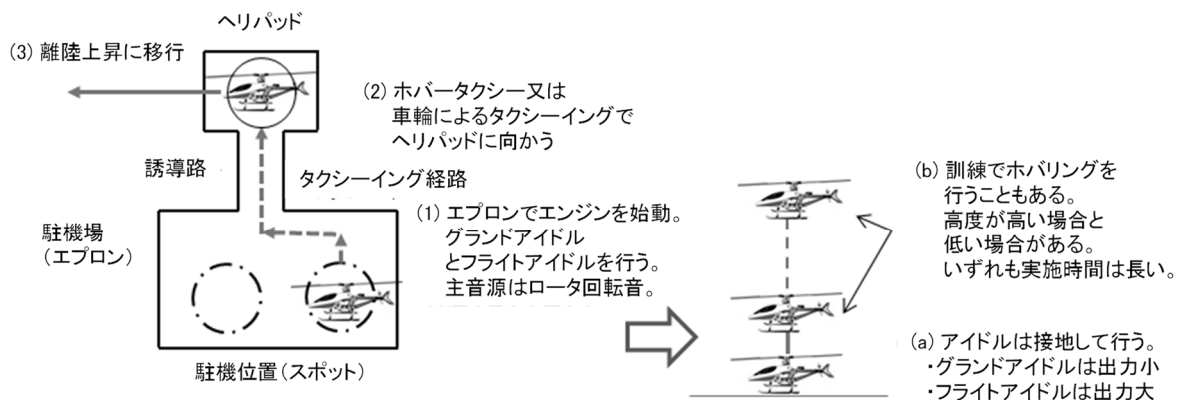
参図 4.5-1 ヘリコプタ (小型) の 1/3 オクターブバンド周波数分析例
(左 : 小型、右 : 中型)



参図 4.5-2 ヘリコプタ音圧波形の例 (左 : 接近時、右 : 上空通過時)
(出典 “ヘリコプタ騒音の測定における騒音計の測定レンジに関する検討”:
福島昭則他、日本騒音制御工学会 2012 秋季研究発表会講演論文集)

(2) ヘリコプタの運航と騒音の発生状況

ヘリコプタの一般的な離陸時の運航手順は、参図 4.5-3 に示す通りであり、固定翼機と少し異なる。エンジンスター、アイドル、タクシーイング、離陸の 4 モードに分けられる。以下、そのモード別に運航手順と発生する騒音についてまとめる。



参図 4.5-3 ヘリコプタの一般的な離陸時の運航手順

エンジンスタート

エプロン（駐機場）でエンジンを始動し、ロータを回し始める。機種によっては電源車を接続して始動する場合もある。エンジン始動後はエンジン音とロータ回転音が発生する。メインロータとテイルロータは機械的に繋がり、同時に回転し、両方から音が発生する。

アイドリング

エンジン始動後、一定時間（数分～十数分）にわたりアイドリングを行う。アイドリングは二段階あり、最初はグランドアイドルを行う。その後エンジンの出力を上げ、フライトアイドルを行う。グランドアイドルもフライトアイドルも地面に接地した状態で行う。フライトアイドルの方がグランドアイドルより大きな騒音が発生する。エプロンの近くではアイドリング音は準定常騒音として観測される。

タクシーイング

アイドリング後、エプロンからヘリパッドや滑走路に向けて移動する。これをタクシーイングという。車輪を装着していないスキッドタイプのヘリコプタは、数メートル浮上した状態で移動するホバリングタクシー（エアータクシー）をする。大型機などは車輪を装着していて地上走行でタクシーイングするが、車輪があってもホバリングタクシーをする場合もある。タクシーイング時の音は単発の地上音として観測される。ホバリングタクシーより車輪によるタクシーの方が速度は遅く、騒音の継続時間は長くなる。

離陸

滑走路やヘリパッドではまずホバリングし、その後、前方に進みつつ離陸上昇する手順で離陸を行う。上昇後、比較的低い高度で巡航飛行に達して水平飛行するため、それ以降は経路下で同じ大きさの騒音が聞こえる。

ホバリング

ヘリコプタ特有の運用として空中で静止するホバリングがある。上述の通り離着陸時に短時間行うこともあるが、訓練などで長時間行うこともある。その時の高度は地上から数メートルの場合と十数メートルの場合がある。騒音は数分～数十分にわたる準定常騒音として観測される。

(3) ヘリコプタの騒音測定の留意点

ヘリコプタ騒音は強い指向性があるという特徴がある。特にブレードスラップによるバタバタ音は、機体前方に強い指向性を示し、測定地点の遙か遠方から近づいてくる時から低い周波数の大きな音が観測されるので測定時には注意が必要である。

また、ブレードスラップ音は音圧波形の衝撃性が強く、クレストファクタ（音の実効値に対する最大振幅の比：波高値）が大きいので、騒音計の測定レンジの上限に近い音のレベルでは歪みの発生に注意する必要がある。騒音計が表示するレベルは時間重み付けした実効値のレベルであるため、音圧でレンジオーバーして歪んでも気づかないことがあり得るからである。ヘリコプタの近傍などで測定する場合は、観測される騒音のレベルの範囲に加えて、クレストファクタも考慮して騒音計の測定レンジが適切なものとなるよう設定し、十分な上方のマージンを確保するよう配慮することが望ましい。

5. 測定データの処理

5.1 単発騒音の処理

マニュアル P. 18

6.4 測定データの処理

6.4.2 単発騒音暴露レベルの算出

単発騒音暴露レベル L_{AE} は、以下のいずれかの方法を用いて算出し、デシベル値の小数第 2 位以下を四捨五入して小数点以下第 1 位までの値で表す。

注記 1 (略)

注記 2 単発騒音のレベル変動により単発騒音の区間が分離する場合⁽¹⁾、複数の単発騒音が重畳する場合⁽²⁾、単発騒音と妨害音が重畳する場合⁽³⁾には、上述のいずれかの方法を用いて単発騒音暴露レベルを算出すること以外に、特殊な場合として、別に処理が必要な場合もある。

単発騒音暴露レベルの算出は、単発騒音の区間を騒音レベルが「 $L_{A,Smax} - 10$ 」dB 以上の時間範囲とし、そのエネルギーを積分する方法（以下「通常の算出方法」という。）で行えばよい。しかし、通常の算出方法のみでは、単発騒音暴露レベルを適切に処理できないこともある。そこで、特殊な場合の取り扱いとして、以下に幾つかの事例を取り上げ、各々の処理方法を示すこととする。ただし、後述の処理方法については、有人測定において、測定後に現地での記録を参照し、騒音レベルのデジタル記録から単発騒音の区間を抽出する場合、あるいは無人測定において、音圧信号を記録し、その記録を参照し、騒音レベルのデジタル記録から単発騒音の区間を抽出する場合に限り適用できるものである。

(1) 単発騒音のレベル変動により単発騒音の区間が分離する場合

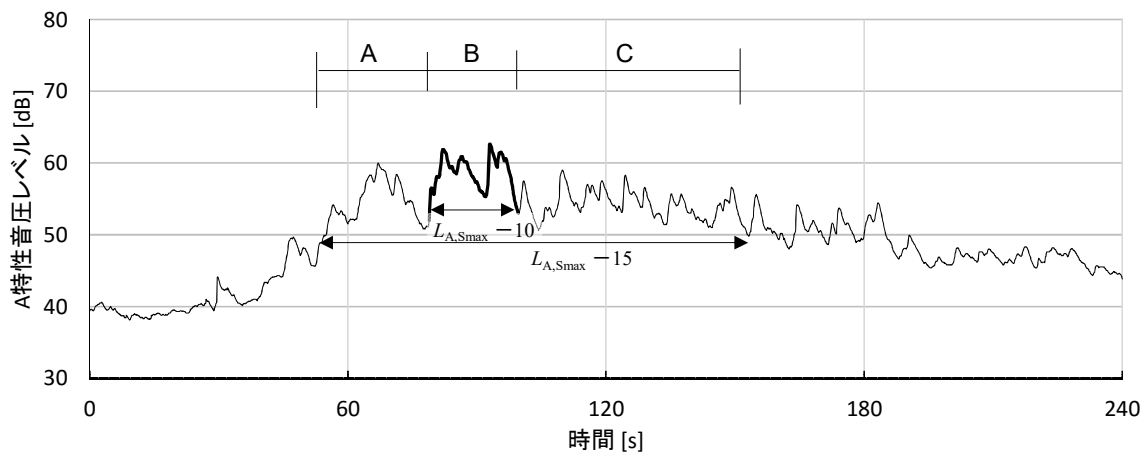
単発騒音として観測される航空機騒音は、通常は単峰性のレベル変動を示すが、騒音レベルが複雑に変動することにより、多峰性のレベル変動を示し、単発騒音の区間が分離する場合もある。しかし、その状況は様々であり、測定データの処理方法を画一的に定めることは難しい。そこで、幾つかの事例を取り上げ、各々の処理方法やその方法による単発騒音暴露レベルを示すこととする。

1) 旋回飛行経路の内側に測定地点がある場合

参図 5.1-1 は、旋回飛行経路の内側において、1 機の航空機が旋回飛行した際に観測された騒音のレベル変動の事例である。航空機までの距離があまり変化せず、騒音レベルが長い時間にわたって変動し、上昇下降を繰り返した結果、離陸上昇中の区間 A、旋回中の区間 B、旋回後の区間 C はそれぞれ 1 つの単発騒音となっている。

通常の算出方法では、単発騒音暴露レベルを算出する積分範囲は図中の区間 A、区間 B、区間 C となり、それぞれ $L_{AE,A}=69.0$ dB、 $L_{AE,B}=72.2$ dB、 $L_{AE,C}=71.0$ dB となる。このとき、積分範囲を拡大して「 $L_{A,Smax} - 15$ 」dB 以上の範囲を単発騒音の区間と判定すれば、 $L_{AE}=75.9$ dB となる。よって、単発騒音の区間を定める積分範囲を拡大すれば、当該航空機騒音の全体を包含した単発騒音暴露レベルを算出することができる。

なお、観測された単発騒音のデータを、航空機の運航における 1 回ごとの出来事（以下「イベント」という。）と対応づけて整理する場合、基本的には 1 イベントに 1 データを対応づける。図の例では、積分範囲を「 $L_{A,Smax}-15$ 」dB 以上とした場合は、1 イベントに 1 データを対応づけることになるが、分離した単発騒音の区間をそのまま算入し、 L_{AE} を通常の算出方法で求めた場合は、1 イベントに 3 データを対応づけることになる。



参図 5.1-1 旋回飛行経路の内側に測定地点がある場合の事例

区間 A : $L_{A,Smax}=59.8$ dB、 $L_{AE,A}=69.0$ dB

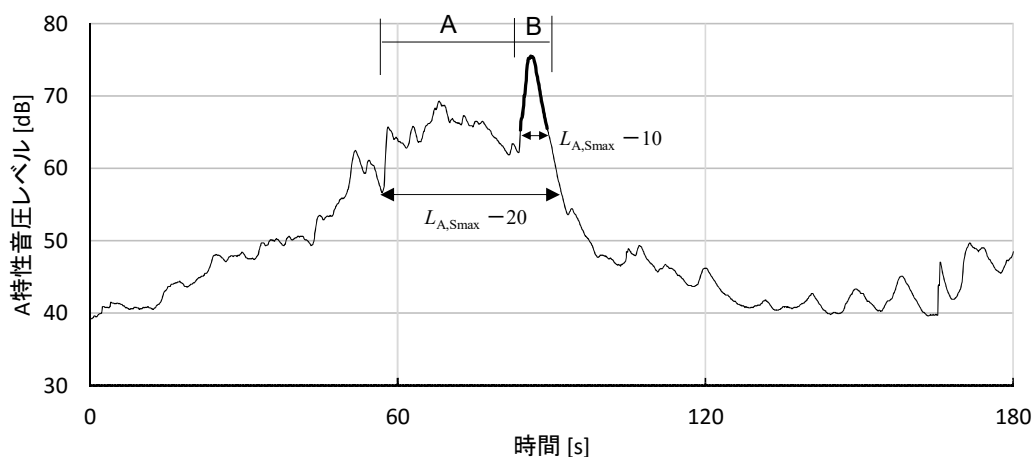
区間 B : $L_{A,Smax}=62.6$ dB、 $L_{AE,B}=72.2$ dB

区間 C : $L_{A,Smax}=58.6$ dB、 $L_{AE,C}=71.0$ dB

積分範囲を「 $L_{A,Smax}-15$ 」dB 以上とした場合 : $L_{AE}=75.9$ dB

2) 飛行中にエンジン出力が急激に変化する場合

水平飛行や着陸進入の際に、航空機のエンジン出力が急激に変化した場合には、観測される騒音は複雑な多峰性のレベル変動を示すことがある。参図 5.1-2 は、旅客機が着陸進入する際に観測された騒音の事例であり、エンジン出力が変化した事に起因するものと思われる急激なレベル変動が図中の区間 B に現れた事象である。通常の算出方法では、単発騒音暴露レベルを算出する積分範囲は図中の区間 B のみとなり $L_{AE,B}=79.4$ dB となる。区間 A は単独では単発騒音となることはないが、「 $L_{A,Smax}-20$ 」dB 以上の範囲を単発騒音の区間と判定すれば、区間 A+B が該当し、 $L_{AE,A+B}=82.7$ dB と通常の算出方法より 3.3dB 大きくなる。よって、単発騒音の区間を定める積分範囲を拡大すれば、当該航空機騒音の全体を包含した単発騒音暴露レベルを算出することができる。なお、この事例では、これ以上、積分範囲を拡大しても、単発騒音暴露レベルの値は変わらない。



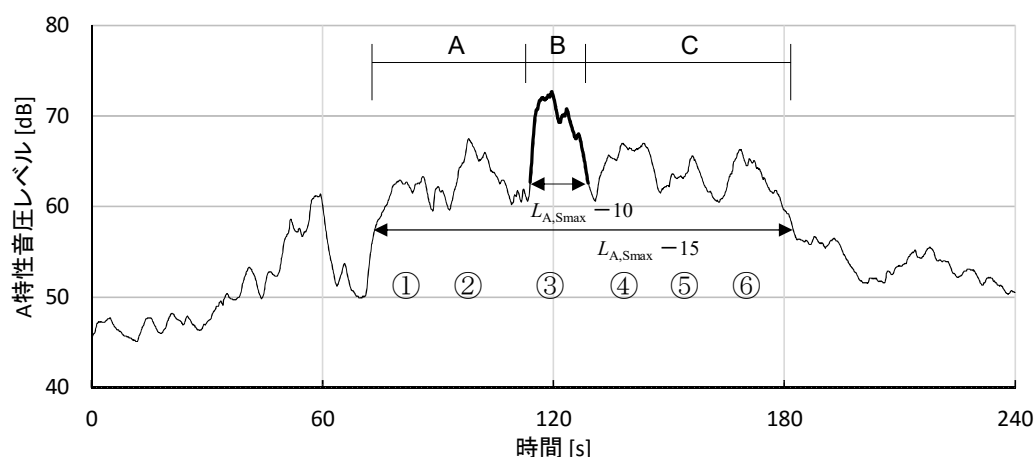
参図 5.1-2 飛行中にエンジン出力が急激に変化する場合の事例

区間 B : $L_{A,Smax} = 75.5 \text{ dB}$ 、 $L_{AE,B} = 79.4 \text{ dB}$

区間 A+B : $L_{AE,A+B} = 82.7 \text{ dB}$

3) 戦闘機が連続離陸する場合

参図 5.1-3 は、自衛隊等が使用する飛行場で複数の戦闘機が相次いで離陸した際に観測された騒音の事例であり、6 機の戦闘機が通過した際のレベル変動が図中①～⑥に連続した単発波形として観測されている。通常の算出方法では、単発騒音暴露レベルを算出する積分範囲は図中の区間 B のみとなり、 $L_{AE,B} = 81.8 \text{ dB}$ となる。区間 A と区間 C は単独で単発騒音とはならないが、「 $L_{A,Smax} - 15$ 」dB 以上の範囲を単発騒音と判別すれば、区間 A 及び C が該当し、 $L_{AE,A+B+C} = 85.6 \text{ dB}$ となる。これは、通常の算出方法による L_{AE} の値に比べて 3.8 dB 大きくなる。よって、単発騒音の区間を定める積分範囲を拡大すれば、当該航空機騒音の全体を包含した単発騒音暴露レベルを算出することができる。なお、この事例では、これ以上、積分範囲を拡大しても、単発騒音暴露レベルの値は変わらない。



参図 5.1-3 戦闘機が連続離陸する場合の事例

区間 B : $L_{A,Smax} = 72.7 \text{ dB}$ 、 $L_{AE,B} = 81.8 \text{ dB}$

区間 A+B+C : $L_{AE,A+B+C} = 85.6 \text{ dB}$

4) L_{AE} の算定範囲を変更する必要性

様々な空港の測定結果を見ると、運航形態と機種別に整理した単発騒音(L_{AE})のばらつき

はおおよそ 2dB 程度である。通常の算出方法では、そのばらつきである 2dB を超える算出誤差を含んだ L_{AE} が多く、それが全体の 20%を上回る場合、評価値 L_{den} に対して 0.5dB 以上の誤差を生じさせる可能性があることがわかっている。

ここでは、通常の算出方法とした場合に 2dB を超える算出誤差を生ずる例を 1)~3)で紹介した。いくつかの空港周辺の測定データから上記 1) ~3) に該当する特殊な事例について調査したところ、防衛施設飛行場周辺については 3) に該当する場合が多くなることがあり、その割合が 20%を越えた地点では L_{den} への影響が 0.5dB だった。なお、民間空港についてはこれらに該当する場合が少なく、 L_{den} への影響も最大 0.3dB と小さかった。

これらのことから、特殊な事例の発生割合が少ない場合には算定範囲を変更する必要はないが、割合が 20%を超えるような場合には算定範囲を変更して集計する必要がある。

(2) 単発騒音と単発騒音が重畳する場合

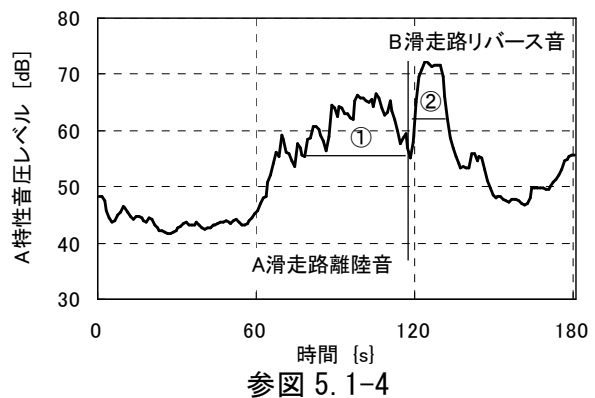
航空機の運航状況によっては、複数の単発騒音が重畳して観測される場合がある。しかし、その状況は様々であり、測定データの処理方法を画一的に定めることは難しい。そこで、幾つかの事例を取り上げ、各々の処理方法やその方法による単発騒音暴露レベルを示すこととする。

1) 離陸と着陸に伴う騒音が重畳する場合

複数の滑走路がある飛行場では、測定地点によっては離陸滑走や着陸時のリバースに伴う騒音が重畳して観測されることがある。

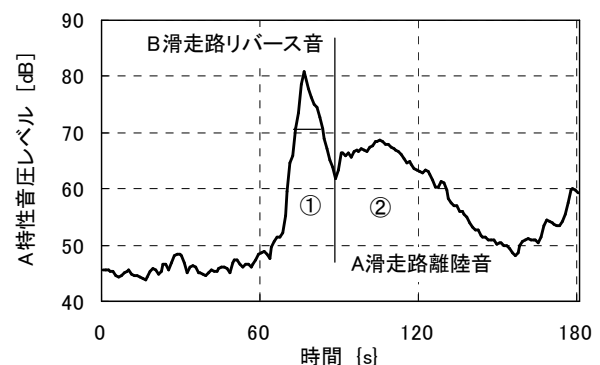
参図 5.1-4 は、A 滑走路の離陸滑走に伴う騒音①の騒音レベルが下がっているところに、B 滑走路のリバースに伴う騒音②が重畳して観測された事例である。①と②とも、「 $L_{A,Smax} - 10$ 」dB 以上の区間を抽出でき、各々の単発騒音として分離し処理できる。

参図 5.1-5 は、B 滑走路のリバースに伴う騒音①の直後に A 滑走路の離陸滑走に伴う騒音②が観測された例である。自動監視装置による場合は、①のみが、「 $L_{A,Smax} - 10$ 」dB 以上の区間を抽出でき、単発騒音として識別される。仮に②の部分を欠測と考え参考資料 4.3 の欠測の影響に関する記述を参照するならば、欠測率が 10%以内に止まれば L_{den} 評価値の誤差は 0.5dB 以内に収まるので、②の部分は航空機騒音として検出できないままでも構わないといえる。しかし、騒音発生状況をより詳しく把握した



区間① : $L_{AE}=78.4$ dB

区間② : $L_{AE}=81.0$ dB



参図 5.1-5

区間① : $L_{AE}=86.0$ dB

区間② : $L_{AE}=81.8$ dB

区間①+② : $L_{AE}=87.4$ dB

いなどの場合は、手動操作により①と②を分離し、②の騒音レベルの立ち上がり部分の範囲の欠落を承知で、 L_{AE} を算定することもできる。

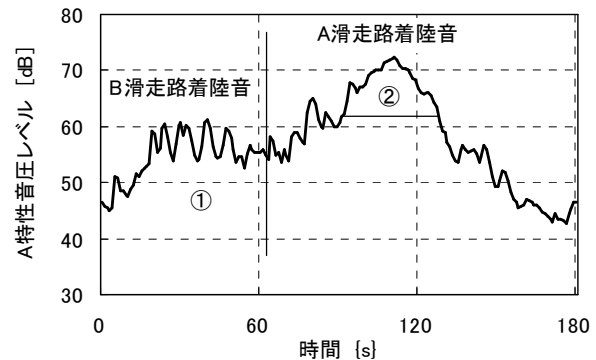
2) 着陸に伴う騒音が重畳する場合

参図 5.1-6～参図 5.1-8 は、平行滑走路へ同時に着陸進入し、重畳する事例である。

参図 5.1-6 は、B 滑走路への着陸進入に伴う騒音①の騒音レベルが十分下がる前に A 滑走路への着陸進入に伴う騒音②が重畳して観測された事例である。自動監視装置による場合は、②のみが単発騒音として識別される。有人測定の場合は、手動操作により①を単発騒音として識別することが可能である。しかし、それを加味し、①+②と合算しても 84.5 dB となり、0.3 dB の増加となるため①の寄与は大きくない。

参図 5.1-7 も前図と同様の状況で観測された事例であるが、①と②の区別が一段と難しい。こうした場合は、②を単発騒音として評価し記録するが、①は単発騒音としての評価なしでイベントの記録を残すに止めざるを得ない。①と②に合算しても、 L_{AE} の増加は小さく、 L_{den} には影響しないと考えてよい。

参図 5.1-8 は平行滑走路に同時に①と②が着陸進入した事例である。両者は、騒音レベルも同程度で、分離することが困難であり、1つの単発騒音として評価することになる。自動監視装置による場合は、運航情報と照合を行ったとしても観測された単発騒音を分離することは難しく、便宜上どちらかのイベントとして記録せざるを得ない。有人測定の場合は、測定員が目と耳を使ってどちらの寄与が大きかったかを判断することが可能であり、その結果を記録すれば、データ処理においてイベントとの対応づけなどを行う際に役立つ。

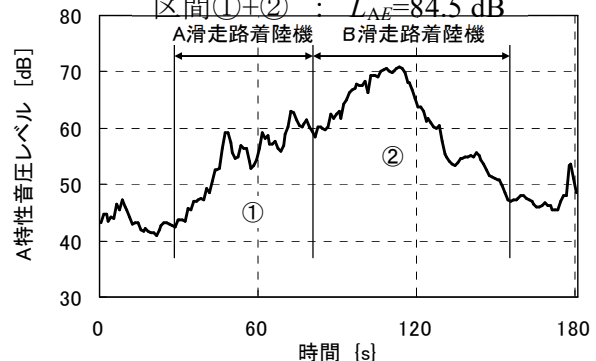


参図 5.1-6

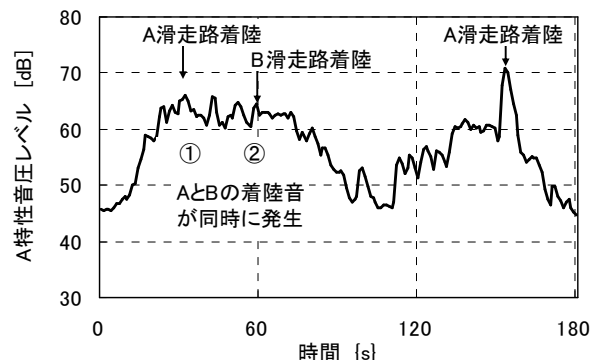
区間① : $L_{AE}=73.7$ dB

区間② : $L_{AE}=84.2$ dB

区間①+② : $L_{AE}=84.5$ dB



参図 5.1-7



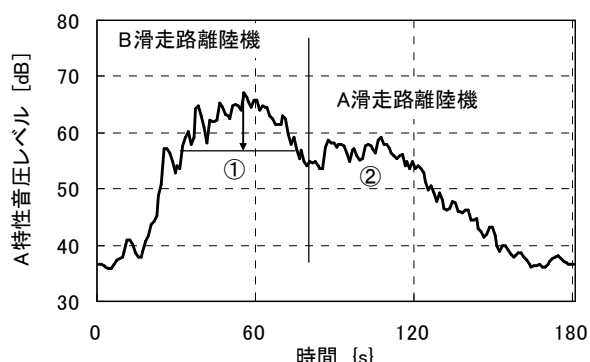
参図 5.1-8

3) 離陸に伴う騒音が重畳する場合

参図 5.1-9～参図 5.1-10 は、平行滑走路から同時に離陸滑走し、重畳する事例である。

参図 5.1-9 では B 滑走路からの離陸滑走に伴う騒音①の騒音レベルが十分下がる前に A 滑走路からの離陸滑走に伴う騒音②が重畳して観測された事例である。

自動監視装置による場合は、①のみが単発騒音として識別され、②は評価されない可能性が高い。有人測定の場合は、②を単発騒音として処理することも可能であるが、その場合でも②の寄与は 0.8 dB と大きくない。



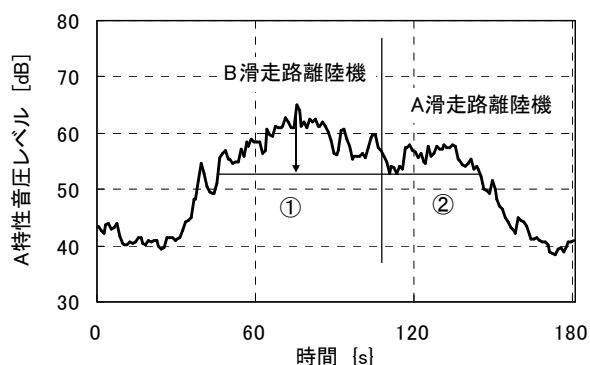
参図 5.1-9

区間① : $L_{AE}=79.0$ dB

区間② : $L_{AE}=72.3$ dB

区間①+② : $L_{AE}=79.8$ dB

参図 5.1-10 も前図と同様の状況で観測された事例であるが、①と②が重畳し、1つの単発騒音として観測された事例である。自動監視では①と②は1つの単発騒音として処理される。有人測定の場合は、手動操作により、例えば図中の実線のところで分離すれば、①と②を異なる単発騒音として処理することが可能である。このような処理は、滑走路・離着陸別の騒音影響を詳細に分析したい場合など特別な場合に行えばよい。通常は、複数の航空機が続けて離陸し観測される騒音レベル変動が重なってしまったとしても、 L_{AE} の算定への影響は 1 dB 以下である。



参図 5.1-10

区間① : $L_{AE}=77.5$ dB

区間② : $L_{AE}=71.3$ dB

区間①+② : $L_{AE}=78.2$ dB

(3) 単発騒音と妨害音が重畳する場合

単発騒音として観測される航空機騒音に妨害音が重畳する場合がある。無人測定の場合は、妨害音の重畳を検出できないことが多い。また、音源識別機能を有する自動監視装置を用いた場合でも正しく妨害音の重畳を識別することは難しいことが多く、自動監視装置が航空機騒音と判別した測定データは、そのまま評価に用いることとなる。一方で、有人測定の場合は、測定員が妨害音の区間を特定でき、単発騒音の $L_{A,Smax}$ を算出できることもある。このような場合には、以下の方法を参考に、妨害音を処理し、その影響を軽減することも可能である。

1) 妨害音の処理

- (a). 妨害音の $L_{A,Smax}$ が単発騒音の $L_{A,Smax}$ より小さく、妨害音の継続時間が短い場合は、妨害音の区間を除外せず L_{AE} をそのまま算定してもよい。妨害音による影響は、妨害音の騒音レベルと継続時間に依存する。このとき、妨害音がない場合の L_{AE} との差（以下「算定誤差」という。）は 0.5 dB 程度、大きくても 1 dB 程度以下である。
- (b). 妨害音の継続時間が短い場合は、妨害音の区間を除外して L_{AE} を算定してもよい。妨害音による影響は、妨害音の $L_{A,Smax}$ の発生時刻と単発騒音の $L_{A,Smax}$ の発生時刻の関係に依存する。このとき、それぞれの発生時刻が離れている場合は、除外による算定誤差は 0.5 dB 程度以下である。ただし、それぞれの発生時刻が近い場合は、除外による影響が大きいため、欠測とする。
- (c). 妨害音の継続時間が長い場合で、単発騒音の区間の相当広い範囲を占める場合は、欠測とする。
- (d). 欠測とした単発騒音の継続時間が算出できない場合で、単発騒音暴露レベル L_{AE} を算定する必要がある場合は、当該地点で観測される別の同一機種・同一運航形態（滑走路、離着陸の別、飛行経路が同じ）の測定データの平均の継続時間から代用し、以下の式により L_{AE} を推定する。

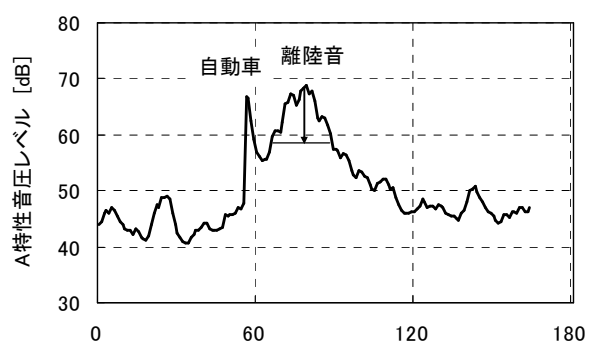
$$L_{AE} = L_{A,Smax} + 10 \log_{10} \frac{T_{10}}{2} \quad (\text{参-1})$$

※ T_{10} は同一機種・同一運航形態の継続時間の測定値の平均値[s]である。

- (e). 妨害音が定期的に発生する可能性がある場合は、マイクロホン設置場所や測定地点を見直すことも必要である。また、自動監視装置による場合は、上述のような除外、代用等の手段は取れないため、そのまま評価するか欠測とすることになる。よって、測定地点の選定の際には十分留意することが必要である。

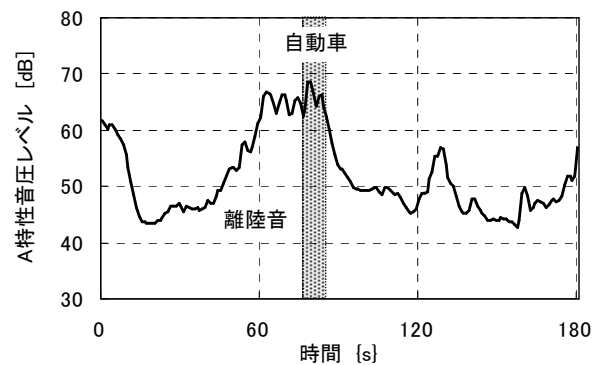
2) 妨害音の事例

参図 5.1-11 は、離陸に伴う騒音が観測された際に自動車通過した事例である。妨害音の発生時刻が単発騒音の区間の外であったため、処理に問題はない。



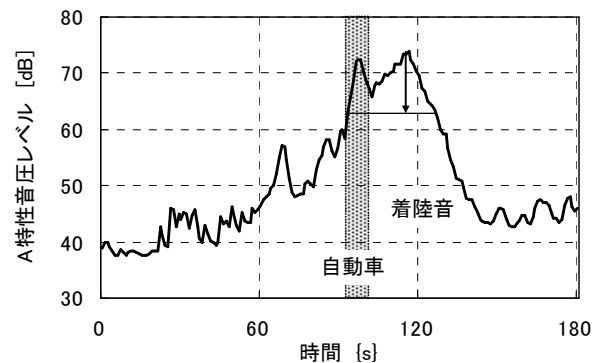
参図 5.1-11

参図 5.1-12 は、離陸に伴う騒音が観測された際に自動車通過し、最大騒音レベルの音源が不明な事例である。有人測定の場合でも、妨害音の区間を特定できない場合は、単発騒音の $L_{A,Smax}$ が読み取れないと判断して、欠測とする。ただし、自動監視装置による場合は、航空機騒音と識別される場合がある。



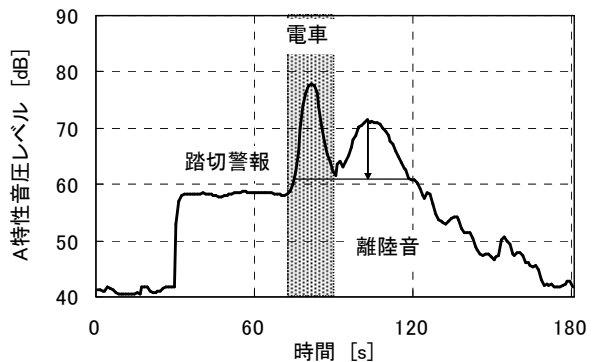
参図 5.1-12

参図 5.1-13 は、着陸に伴う騒音が観測された際に自動車通過した事例である。単発騒音暴露レベルの算定範囲に妨害音が重畳しているが、妨害音の $L_{A,Smax}$ が単発騒音の $L_{A,Smax}$ より小さく、継続時間が短いことから、妨害音を含んだまま L_{AE} を算定する。



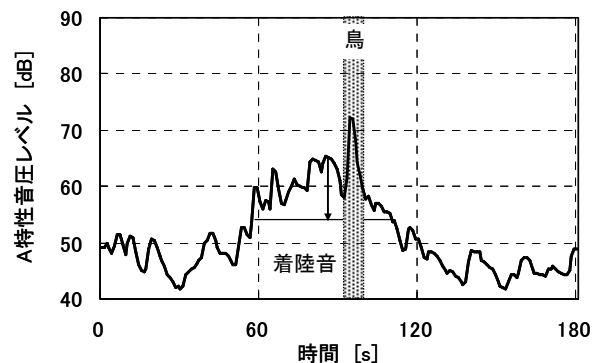
参図 5.1-13

参図 5.1-14 は、離陸に伴う騒音が観測された直前に、鉄道が通過した事例である。単発騒音の $L_{A,Smax}$ は読み取れる。妨害音の継続時間が短く、単発騒音の主な部分は観測できていることから、妨害音の区間を除外して L_{AE} を算定する方法が適切である。



参図 5.1-14

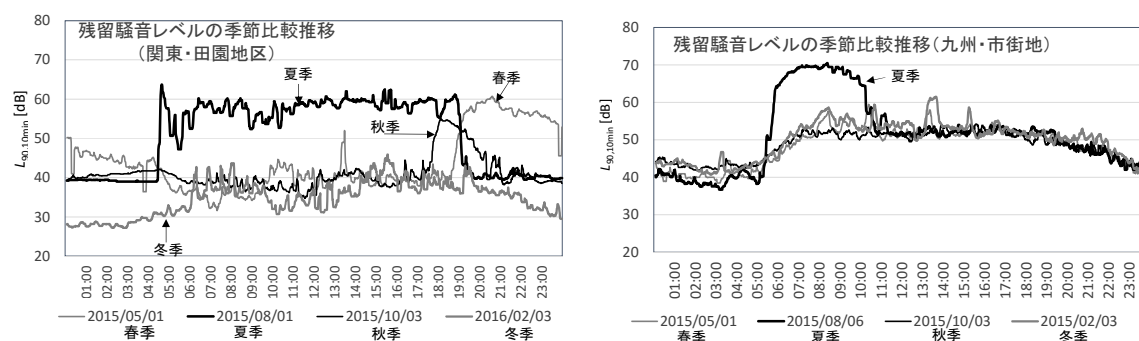
参図 5.1-15 は、着陸に伴う騒音が観測された際に、鳥の鳴き声が入った例である。単発騒音の $L_{A,Smax}$ よりも妨害音の $L_{A,Smax}$ が大きい。妨害音の区間が明確であり、継続時間が短いことから、妨害音の区間を除外して L_{AE} を算定する方法が適切である。



参図 5.1-15

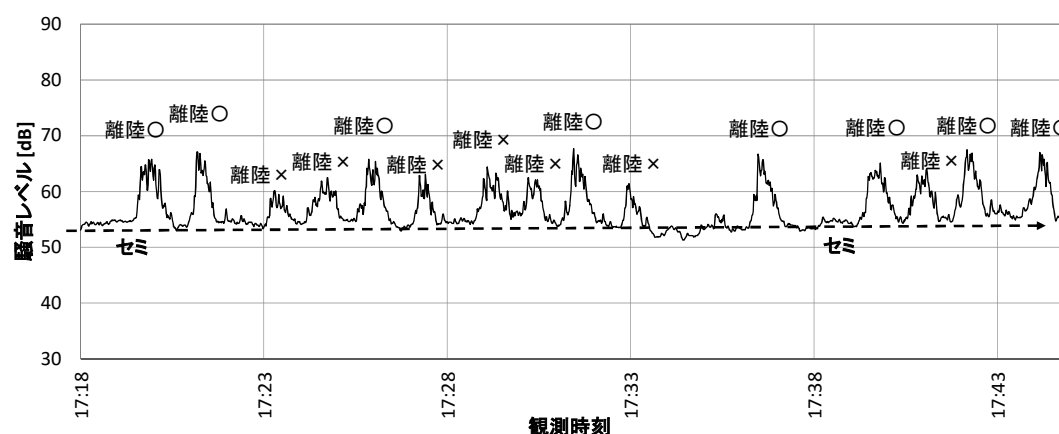
(4) 単発騒音と自然音が重畳する場合

航空機騒音の測定時には、季節によって観測されるセミや虫の音などの自然音が障害となることもある。日本各地の民間空港周辺での季節で変化する暗騒音の状況について調べたところ、関東地方では、夏季のセミによって早朝から日没後まで航空機騒音の識別に影響を及ぼす場所があることが確認された。特に郊外に多いが、市街化地域は郊外より影響が少ない。春季のカエルや秋季の虫の音は関東地方の郊外では夜の一部の時間で影響がみられる。関東以西ではクマゼミが頻繁に観測される。早朝から午前11時くらいまでが最も激しく、その後は落ち着くことが多い(参図 5.1-16)。



参図 5.1-16 残留騒音レベルの季節比較（上：関東地方、下：九州地方）

参図 5.1-17 は夏季にセミによって暗騒音が 55dB 程度に上昇し、いくつかの航空機騒音が暗騒音から 10dB 未満の扱いとなって評価対象外となる例である。セミなどの自然音はあくまでも自然に存在するものなので、これを「妨害音」として取り扱うことは難しい。したがって、できるだけこれらが発生する場所に近接した位置で測定するのを避ける必要がある。



夏季、セミによって暗騒音が55dB程度に上昇、約30分の間に離陸機が15機通過したが、そのうち7機は暗騒音との差が10dBに満たず、評価対象外となった例(図中の×印、なお○印は暗騒音から10dB以上大きい評価対象データ)

参図 5.1-17 夏季のセミによる暗騒音上昇によって航空機騒音測定が影響される例

5.2 準定常騒音の処理

マニュアル P. 19

6.4 測定データの処理

6.4.4 準定常騒音の騒音暴露レベルの算出

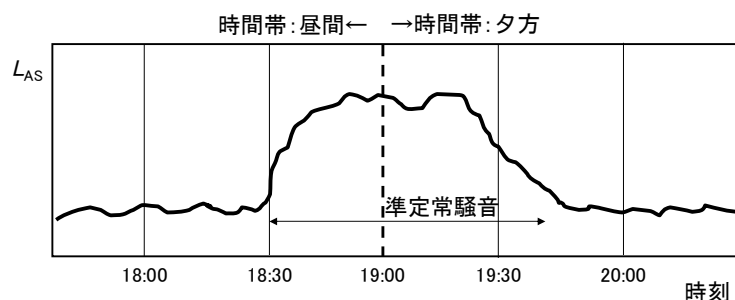
準定常騒音の騒音暴露レベル $L_{AE,T}$ は、6.4.2 のいずれかの方法における単発騒音の区間を、準定常騒音の区間に置き換えて、式(9)又は式(10)により算出し、デシベル値の小数第2位以下を四捨五入して小数点以下第1位までの値で表す。ただし、準定常騒音の区間は、騒音レベルが「 $L_{A,BGN,static} + 10$ 」dB 以上の時間範囲とする。

注記 準定常騒音が時間帯区分をまたがる場合⁽¹⁾、準定常騒音のレベル変動により準定常騒音が一時的に「 $L_{A,BGN,static} + 10$ 」dB 以下になる場合⁽²⁾、準定常騒音と単発騒音が重畳する場合⁽³⁾、準定常騒音と妨害音が重畳する場合⁽⁴⁾には、6.4.2 のいずれかの方法を用いて準定常騒音の騒音暴露レベルを算出すること以外に、特殊な場合として、別に処理が必要な場合もある。

準定常騒音暴露レベルの算出は、準定常騒音の区間を騒音レベルが「 $L_{A,BGN,static} + 10$ 」dB 以上の時間範囲とし、そのエネルギーを積分する方法で行えばよい。しかし、この方法のみでは、準定常騒音の騒音暴露レベルを適切に処理できないこともある。そこで、特殊な場合の取り扱いとして、以下にいくつかの事例を取り上げ、各々の処理方法を示す。ただし、後述の処理方法については、有人測定において、測定後に現地での記録を参照し、騒音レベルのデジタル記録から準定常騒音の区間を抽出する場合、あるいは無人測定において、音圧信号を記録し、その記録を参照し、騒音レベルのデジタル記録から準定常騒音の区間を抽出する場合に限り適用できるものである。

(1) 準定常騒音が時間帯区分をまたがる場合

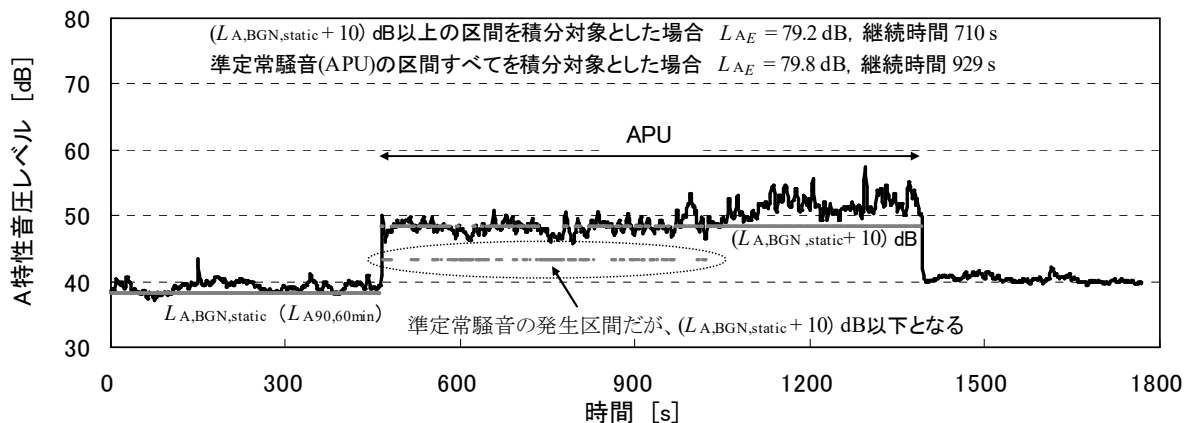
準定常騒音が、 L_{den} を算出する際の時間帯区分をまたがることがある。参図 5.2-1 に昼間と夕方の時間区分にまたがった例を示す。このような場合は、それぞれの時間帯区分ごとに分割して扱う。それができない場合、影響が大きい側の時間帯区分で発生したものとして扱ってもよい。なお、影響が大きい側とは、準定常騒音のレベル変動が小さい場合は、該当する時間帯区分における継続時間の長い側とし、そうでない場合は、騒音レベルが高いものが長時間観測されている側や最大騒音レベルを観測した側などとして判断する。



参図 5.2-1 昼間と夕方の時間区分にまたがる準定常騒音の例

(2) 準定常騒音のレベル変動により準定常騒音の区間が一時的に途切れる場合

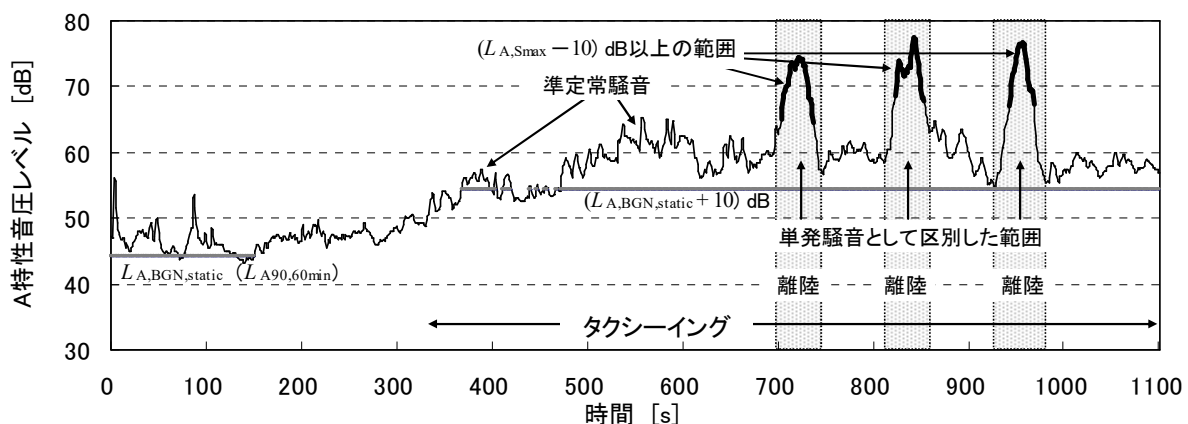
準定常騒音の区間として「 $L_{A,BGN,static} + 10$ 」dB 以上の時間範囲を検出した場合に、一時的に区間が途切れることがある。参図 5.2-2（参図 4.1-5 に示した空港近傍で深夜時間帯に観測された APU の稼働に伴う騒音の事例と同様のものである。）のように、APU の稼働に伴う騒音の区間は明確に識別できるが、「 $L_{A,BGN,static} + 10$ 」dB を下回る区間が何回か出現する。このような場合は、1 つの準定常騒音として扱ってもよい。なお、この事例では、準定常騒音の区間を「 $L_{A,BGN,static} + 10$ 」dB 以上の時間範囲とした場合の $L_{AE,T}$ が 79.2 dB（710 秒）、発生区間の全てを積分対象とした場合の $L_{AE,T}$ が 79.8 dB（929 秒）であり、騒音暴露レベルの差は 1 dB には至らない。



参図 5.2-2 準定常騒音の区間が一時的に途切れる場合の事例

(3) 準定常騒音と単発騒音が重畳する場合

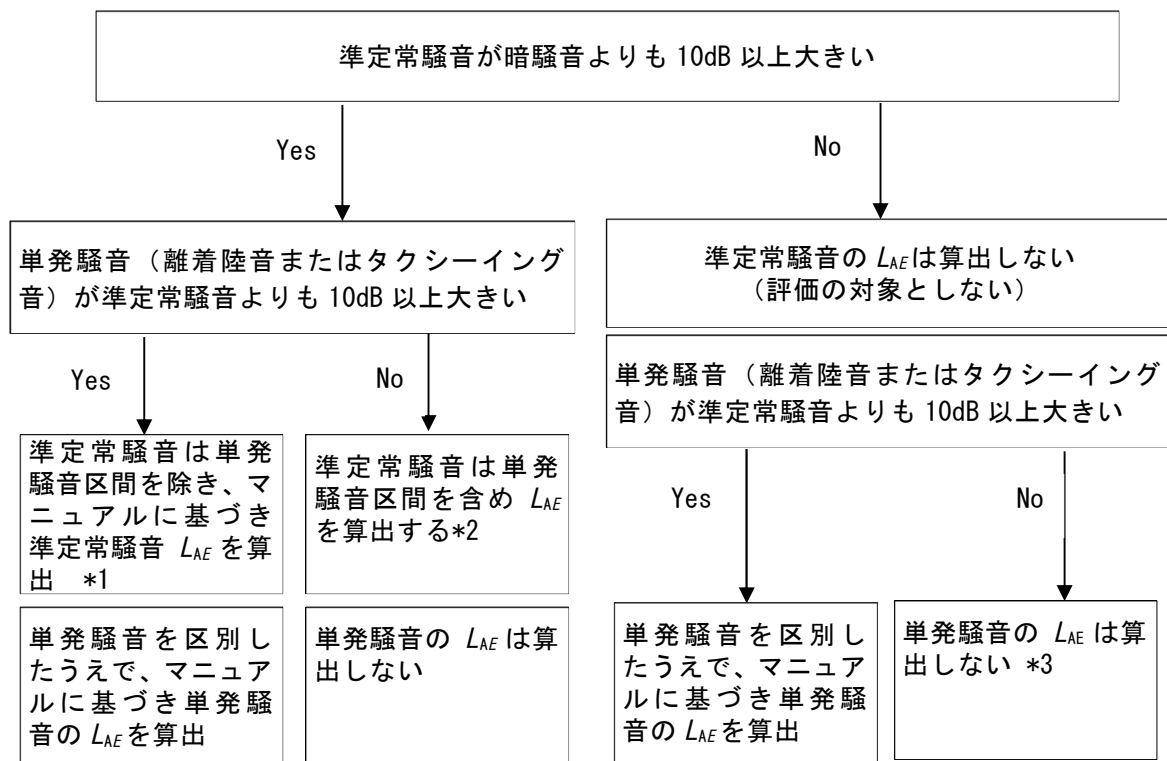
滑走路近傍では準定常騒音と単発騒音が重畳する場合がある。基本的にはレベル変動等の測定結果から運航形態別に区分して整理しておくことが望ましく、6.4.2 及び 6.4.4 に記載した方法で、単発騒音の区間を準定常騒音の区間から切り出し、それぞれ、単発騒音暴露レベル、騒音暴露レベルを算出しておくこととよい。（参図 5.2-3 は参図 4.1-3(a)「滑走路端付近の離陸待機に伴う騒音の事例」の時間範囲をクローズアップしたものである。）



参図 5.2-3 準定常騒音と単発騒音が重畳する場合の事例

単発騒音により準定常騒音の騒音レベルから上昇し始めた時点から準定常騒音の騒音レベルに戻った時点までを、単発騒音の区間として切り出し、準定常騒音の騒音暴露レベル($L_{AE,T}$)の算定範囲からは除外する。単発騒音は通常の算出方法による。

単発騒音の騒音レベルが低く、準定常騒音と単発騒音を分離し難い場合は、そのまま騒音暴露レベルを算出することとし、測定データとしては両者を記録しておく。ただし、欠測の取り扱いにおける混乱を防止し、単発騒音の寄与を二重に加算しないように注意しなければならない。なお、準定常騒音と単発騒音が重畳したときの処理の考え方については参図 5.2-4 の処理フロー図を参照するとよい。



- *1 効率的な処理を優先する場合、準定常騒音の区間全体について算出した L_{AE} から、それに含まれる単発騒音区間の寄与を減ずることによって、準定常騒音の L_{AE} としてもよい。ただし、単発騒音区間に含まれる単発騒音に算定されない部分が準定常騒音の L_{AE} に誤差として残るため、準定常騒音の正確性を必要とする場合などにはこの手法による算出は注意が必要である。
- *2 準定常騒音の正確性を必要とする場合は、単発騒音区間を除いて L_{AE} を算出する。
- *3 準定常騒音発生前の暗騒音が明確であり、単発騒音が暗騒音より 10dB 以上大きい場合において、単発騒音の評価を必要とする特別な目的で、単発騒音区間を切り出したうえで単発騒音の L_{AE} を算出してもよい。ただし、その場合の L_{AE} 算出範囲は、単発騒音の発生区間にとどめなければ準定常騒音の影響を強く受ける。この手法では、単発騒音の算定誤差が大きいことがある。

参図 5.2-4 準定常騒音と単発騒音が重畳したときの処理フロー図

(4) 準定常騒音と妨害音が重畳する場合

準定常騒音に妨害音が重畳する場合は以下のように取り扱う。

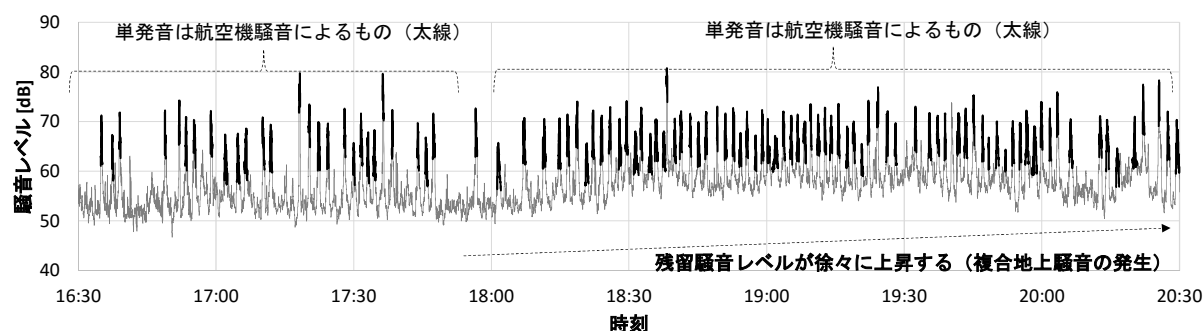
妨害音の騒音レベルが準定常騒音より大きく、その発生区間が明確に特定できる場合は、妨害音により準定常騒音の騒音レベルが上昇し始めた時点から準定常騒音の騒音レベルに戻った時点までを妨害音の区間として切り出し、その区間は準定常騒音の騒音暴露レベル $L_{AE,T}$ の算定範囲からは除外する。妨害音の騒音レベルが低く、準定常騒音と妨害音を分離し難い場合は、そのまま騒音暴露レベルを算出してもよい。妨害音を除外した区間が準定常騒音に占める割合が大きい場合、準定常騒音の L_{AE} 算出誤差が大きくなることに注意する。一般に、除外音の占める時間が 10% で -0.5 dB、20% で -1.0 dB、30% で -1.5 dB となる。これらの時間割合を超え準定常騒音の算出に正確性を期す場合には、妨害音を除外した区間（時間）について、継続時間補正を行うことで算定精度が向上する。除外音区間の継続時間補正は次式により行う。

$$L_{AE,T} = L_{AE,T,1} + 10 \log_{10} \frac{T}{t_G} \quad (\text{参-2})$$

ここで、 $L_{AE,T}$ は除外音の処理をした時間を補正して算出した騒音暴露レベル[dB]、 $L_{AE,T,1}$ は除外音を処理して算出した騒音暴露レベル[dB]、 T は地上騒音の継続時間[s]（除外音の時間を含む）、 t_G は単発的な暗騒音の影響を受けずに測定できた地上騒音の時間[s]であり、除外音処理した時間を $t_{\text{eliminate}}$ とすると、 $T = t_{\text{eliminate}} + t_G$ である。

(5) 長時間にわたって継続する「複合地上騒音」の取り扱い

多くの航空機による地上走行や APU の稼働などが複合的な要因となって空港方向からの騒音が長時間にわたって騒音レベルの上昇をもたらす現象を「複合地上騒音」と称する。参図 5.2-5 はその一例で、多くの航空機が離陸する時間帯に、いつの間にか下端レベルの上昇となって現れている。このような複合地上騒音は、空港内方向からの騒音が定常的に聞こえるが、騒音レベルの変化点が明確でないために準定常騒音の区間を決めることが難しく、また、重畳する単発騒音が多いためにそれらと区分するための取り扱いが難しい。



参図 5.2-5 空港内の複合的な要因が重なって地上騒音が長時間継続する例（複合地上騒音）

いくつかの民間空港の航空機騒音常時観測結果を分析したところ、長時間の地上騒音が発生するケースは、季節によって差があり、冬季に多く、時間帯では早朝と夜間に多い。

また、順風時に観測されることが多く、風向きや気温の勾配などの気象条件によっても異なる。このような複合地上騒音が観測される地点は空港の近傍地域に限られている。その寄与は日々の L_{den} に対して概ね 0.5 dB 程度未満であるが、長期間平均では 0.1～0.2 dB 程度以下であった。防衛施設飛行場周辺では、地上騒音が複合的に長時間観測される例は確認できなかった。

これらの結果を踏まえると、取扱いや処理の難しい「複合地上騒音」を評価しなかったとしても、測定結果・評価値の信頼性に与える影響は少ないと考えられる。

5.3 欠測の処理

(1) 個々の測定データの欠測の場合

マニュアル P. 16～17

6.3 測定

6.3.2 測定の実施

(略)

注記4 強風や大雨等の急激な気象条件の変化、測定機器の故障、予期せぬ暗騒音の発生等は必ず記録する。なお、これらの原因により測定データが欠測し、その発生率が高く、測定日ごとの時間帯補正等価騒音レベルへの影響が無視できない場合は、改めて測定を行い、不足を補うことが望ましい。

参表 5.3 は、有人測定、無人測定の場合に関わらず、一日のある測定データ (L_{AE}) が欠測した場合に、測定日ごとの L_{den} への影響を試算した結果である。航空機騒音の発生状況（単発騒音暴露レベル L_{AE} 、発生頻度）が 1 日を通じて変わらないと仮定した場合の欠測率による測定日ごとの L_{den} への影響を示している。

参表 5.3 測定データ L_{AE} の欠測率と測定日ごとの L_{den} への影響

測定データ L_{AE} の欠測率 [%]	10	20	30	50
測定日ごとの L_{den} への影響度 [dB]	-0.5	-1.0	-1.5	-3.0

実際は個々の単発騒音暴露レベル L_{AE} や発生頻度は変わるため、上記の表はあくまで目安である。測定データ L_{AE} が欠測した場合には、以下の方法を参考に、評価量への影響を考慮し、欠測に対する処理を行う。

- (a). 測定データ L_{AE} の欠測率が 10 %未満の場合は、測定日ごとの L_{den} への影響は 0.5 dB 未満（整数値で 1dB には至らないもの）であるため、評価量への影響は小さいものとして無視する。ただし、欠測とした単発騒音の単発騒音暴露レベル L_{AE} を算出する必要がある場合は、当該地点で観測される別の同一機種・同一運航形態の測定データの平均 (L_{AE} のエネルギー平均) をもって代用する。しかし、測定地点から航空機までの距離が長い場合、飛行経路のばらつきが大きい場合、航空機が地上にあって騒音が地面に沿って伝搬する場合には、機種や運航形態が同じでも騒音レベルが

大きく変化する可能性があり、測定データの平均での代用が妥当かどうかについて注意を要する。

- (b). 測定データ L_{AE} の欠測率が 20 %程度の場合は、何らかの推定や代用で補完するか、不確かさの増大を付記する。
- (c). 測定データ L_{AE} の欠測率が 20 %を大きく超える場合は、評価量への影響を無視できないため欠測日とし、別の日に追加測定を行い補完することが望ましい。なお、改めて測定することを検討する場合、タイプ 1 の飛行場では曜日による運航状況の違いは大きくないが、それ以外の飛行場では曜日により飛行状況が大きく異なる可能性があり注意を要する。

なお、 L_{den} は 1 日 (=24 時間) にわたる時間帯補正付き騒音暴露エネルギー累積値を 24 時間という時間間隔で除して平均した等価騒音レベルであり、欠測時間を除外した時間で除して算出してはならない。

(2) 日単位の欠測の場合

マニュアル P. 20～21

6.5 評価

6.5.1 時間帯補正等価騒音レベルの算出

(略)

(2) 測定期間の時間帯補正等価騒音レベルの算出方法

測定日ごとの時間帯補正等価騒音レベルから、測定期間の時間帯補正等価騒音レベルを次式により算出し、当該測定地点における評価量（時間帯補正等価騒音レベル： $\bar{L}_{den}$ ）とし、デシベル値の小数第 1 位以下を四捨五入して整数値で表す。（略）

注記1 （略）

注記2 測定対象となる航空機騒音が測定されず、データ数が 0 であった日は、その日の騒音暴露量が 0 であったとみなし、そのまま測定期間に算入する。ただし、短期測定において、台風や積雪等の気象条件、測定機器の故障、予期せぬ暗騒音の発生等により日単位で欠測する場合は、欠測日を除外した残りの期間から評価量を算出する。

1) 短期測定の場合

短期測定において、航空機騒音が測定されなかった日は、その日の騒音暴露量が 0 であったとみなし、そのまま測定期間に算入する。ただし、台風や降雪等の気象条件、測定機器の保守点検や取替え、故障等により日単位で欠測する場合は、欠測日を除外した残りの期間から評価量を算出する。

なお、日単位で欠測し、その発生率が高く、評価量への影響が無視できない場合は、欠測の理由によらず、改めて測定を行い、不足を補う。このとき、前述(1)の処理方法に準じ、**参表 4.3** の測定データ L_{AE} の欠測率を日単位での欠測率、測定日ごとの L_{den} への影

響度を測定期間の L_{den} への影響度に置き換え、以下の方法を参考に欠測に対する処理を行う。

- (a). 日単位の欠測率が 10 %未満の場合は、評価量（測定期間の L_{den} ）への影響は 0.5 dB 未満（整数値で 1 dB には至らないもの）であり、評価の信頼性は変わらないと考えてよい。よって、欠測日を除外した残りの期間から評価量を算出する。
- (b). 日単位の欠測率が 10 %以上の場合は、評価量（測定期間の L_{den} ）への影響は 0.5 dB 以上（整数値で 1 dB 以上）であり、評価の信頼性を保つため、別の日に追加測定を行い補完する。これは、測定期間が 7 日間では 1 日の欠測も許容されず、14 日間では 2 日の欠測は許容されないことを意味する。

2) 通年測定の場合

マニュアル P. 21

6.5 評価

6.5.2 長期平均時間帯補正等価騒音レベルの算出

長期基準期間に含まれる時間帯補正等価騒音レベルから、長期平均の時間帯補正等価騒音レベルを式(7)により算出し、当該測定地点における評価量（長期平均時間帯補正等価騒音レベル： $L_{den,LT}$ ）とし、デシベル値の小数第 1 位以下を四捨五入して整数値で表す。（略）

注記1 （略）

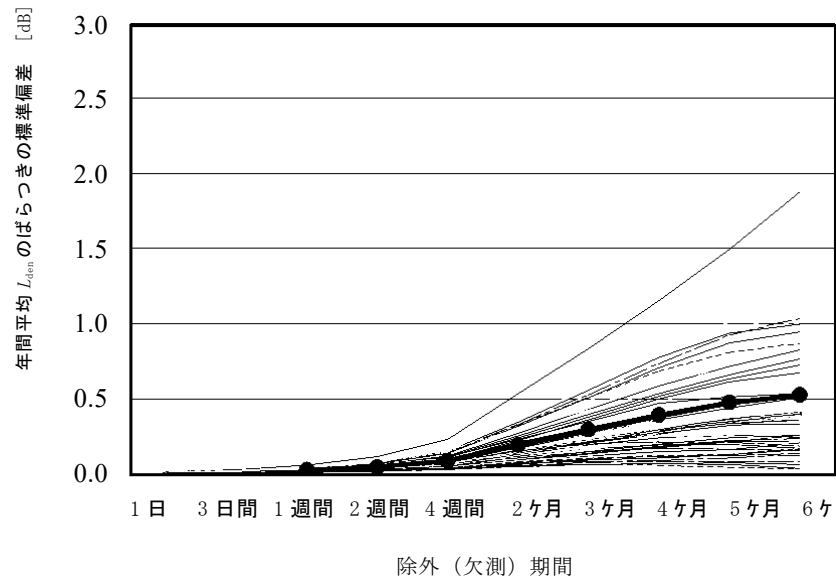
注記2 通年測定において、台風や降雪等の気象条件、測定機器の故障や取替え・保守点検、予期せぬ暗騒音の発生等により日単位で欠測する場合は、欠測期間を除外した残りの期間から評価量を算出する。

通年測定において、測定機器の測定機器の故障や取替え・保守点検等により日単位で欠測する場合は、欠測期間を除外した残りの期間から評価量（年間平均の L_{den} ）を算出する。通年測定の場合は、追加測定ができないため、以下の方法を参考に、欠測による影響を算定し、処理する。

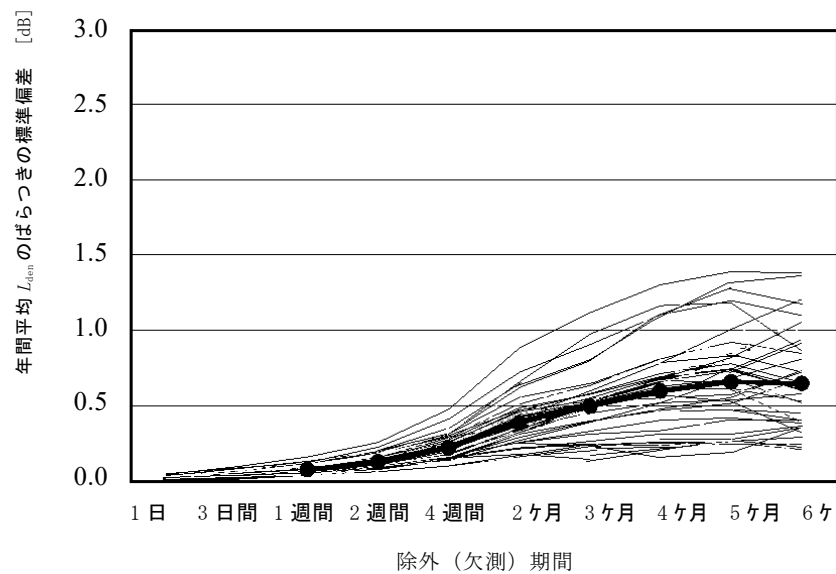
- (a). 日単位の欠測率が 10 %未満の場合（欠測期間が概ね 1 ヶ月まで）は、評価量（年間平均の L_{den} ）への影響は 0.5 dB 未満（整数値で 1 dB には至らないもの）であり、評価量の信頼性は変わらないと考えてよい。
- (b). 日単位の欠測率が 20 %程度までの場合（欠測期間が概ね 2 ヶ月まで）は、算出した評価量に欠測期間及び欠測により不確かさが増大していることを付記する。
- (c). 日単位の欠測率が 20 %を大きく超える場合（欠測期間が 2 ヶ月以上）は、算出した評価量に欠測期間及び欠測率を付記する。また、欠測の許容限度を超えると、参考値の扱いとする。

参図 5.3 は、(a)は 7 空港、(b)は自衛隊等の使用する 4 飛行場における通年測定の測定データから、欠測期間による年間平均の L_{den} への影響を検討した結果である。グラフの縦軸

は、特定の期間における測定日ごとの L_{den} を除外した残りの期間から算出した L_{den} と、一切除外しない年間平均の L_{den} との差の標準偏差を示している。空港では概ね 2 ヶ月、自衛隊等が使用する飛行場では概ね 1 ヶ月の欠測期間を超えると標準偏差が急激に大きくなる。



(a). 空港



(b). 自衛隊等の使用する飛行場

参図 5.3 欠測期間を除外して算出した L_{den} と年間平均の L_{den} のばらつきの標準偏差
(●：標準偏差データの平均)

5.4 短時間平均騒音レベルの連続記録の活用

マニュアル P. 15

6.2.2 測定に関する項目

(4) 総合騒音に関するデータ

総合騒音に対する航空機騒音の寄与を調べるため、測定日ごとに測定時間全体にわたり 1 秒間や 1 分間等の総合騒音の短時間平均騒音レベルを連続的に測定・記録し、その結果から総合騒音の昼間、夕方、夜間における時間帯別等価騒音レベルを求めておくことが望ましい。

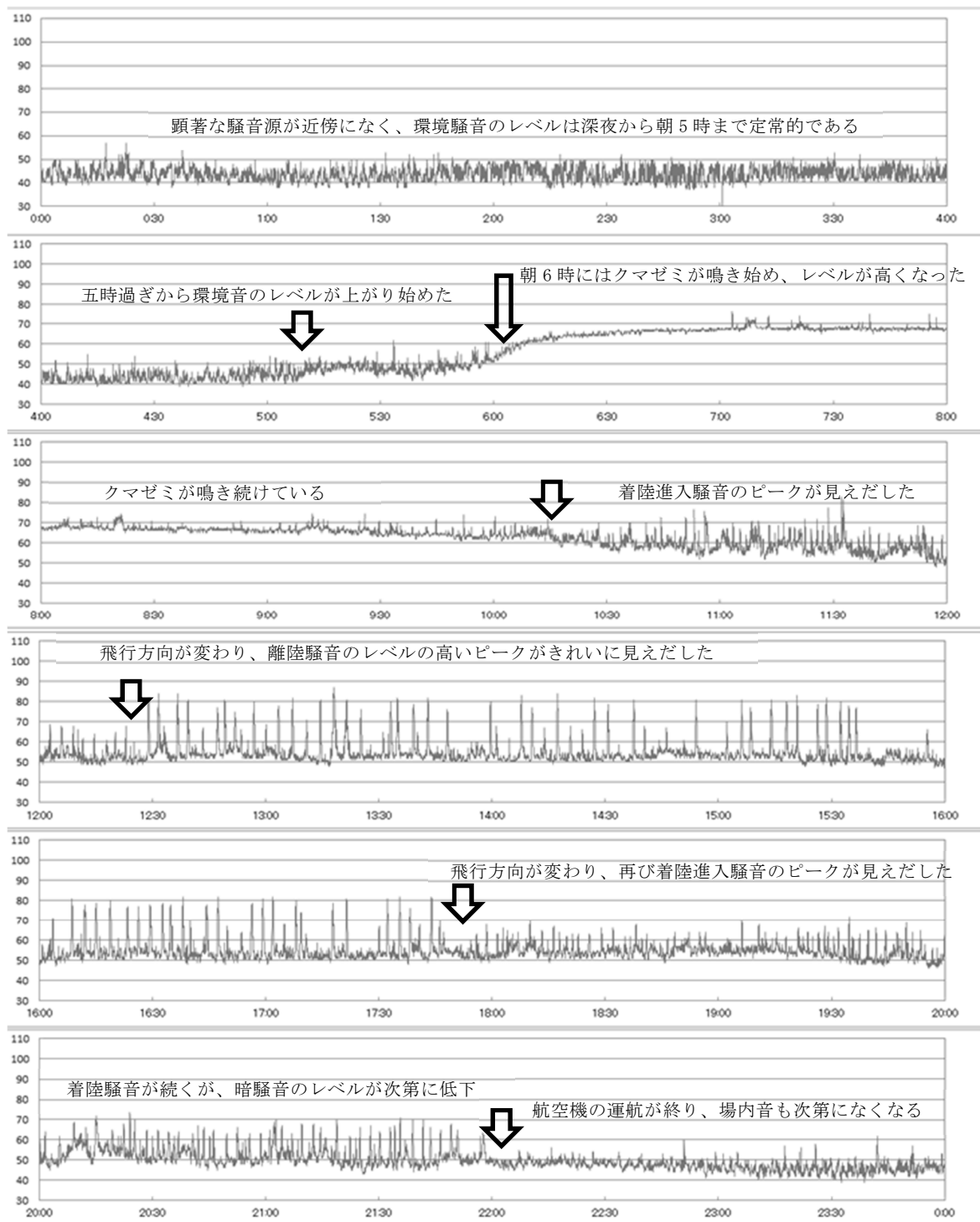
連続的に測定・記録した L_{AS} や短時間平均騒音レベル (L_{Aeq}) を用いて、時間帯別の等価騒音レベルを求めるだけでなく、そのまま描画することにより当該測定地点の音環境のトレンド把握や背景騒音の影響把握が可能となり、測定地点の選定や測定結果の良否判断において有用な手段となる。

参図 5.4-1 は、市街地にあるタイプ 1 の空港において II 型騒音計で連続記録した $L_{Aeq,1s}$ の描画例である。図中に示したように、背景騒音の変化だけではなく離着陸騒音のピーク発生状況も判別できる。なお、I 型騒音計で連続記録した 1s または 100ms 毎の $L_{A,Smax}$ を用いても同様の状況把握が可能である。

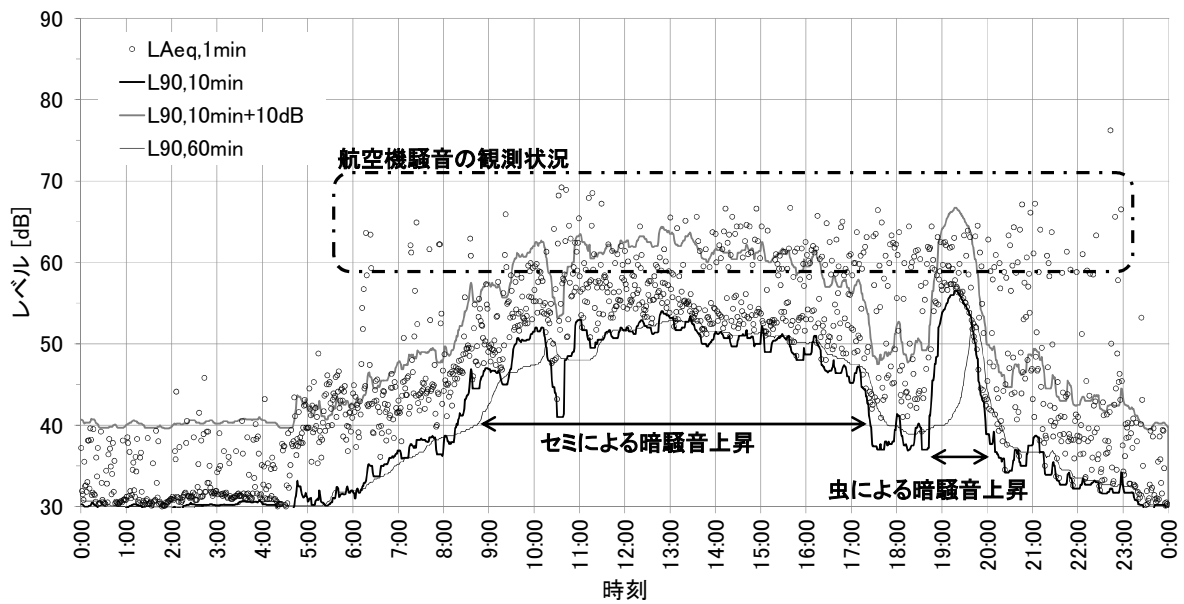
参図 5.4-2 は、郊外にあるタイプ 1 の空港において 8 月に I 型騒音計で連続記録した 100ms ごとの $L_{A,Smax}$ を用いて、残留騒音レベルを見るための時間率騒音レベル ($L_{90,1min}$, $L_{90,10min}$, $L_{90,60min}$)、離着陸騒音のピーク発生状況を見るために 100ms ごとの $L_{A,Smax}$ から擬似的に求めた短時間平均騒音レベル ($L_{Aeq,1min}$) を描画した例である。 $L_{Aeq,1min}$ は、60dB 前後及び L_{90} より少し高いレベルの集団に大別されるが、前者は主に離着陸する航空機騒音のレベルであり、後者はそれ以外の暗騒音によるものである。また、図中のように $L_{90,60min} + 10dB$ の推移を併せて示すことで、航空機騒音と暗騒音の重畳の状況を推察することができる。日中はセミ、日没後の約 1 時間は虫の影響により暗騒音が 50dB を越える時間帯があり、一部の航空機騒音は $L_{A,Smax}$ が暗騒音+10dB に満たない状況となっている。

参図 5.4-3 は、郊外にあるタイプ 1 の空港において 4 月に I 型騒音計で連続記録した 100ms ごとの $L_{A,Smax}$ を用いて参図 5.4-2 と同様に描画した例である。当日は当該地点に 16 時から 20 時のみ着陸機が、その他の時間帯は離陸機が飛行する運用状況であった。朝から夕方にかけては暗騒音が低く良好な測定環境にあると言えるが、日没以降 20 時過ぎまではカエルの影響により暗騒音が上昇しており、離陸騒音に比べて単発騒音のレベルが低めの着陸騒音は暗騒音+10dB に満たない状況となっている。なお、II 型騒音計で連続記録した短時間平均騒音レベルから模擬的に各時間範囲の L_{90} を求めることで同様の状況把握は可能である。

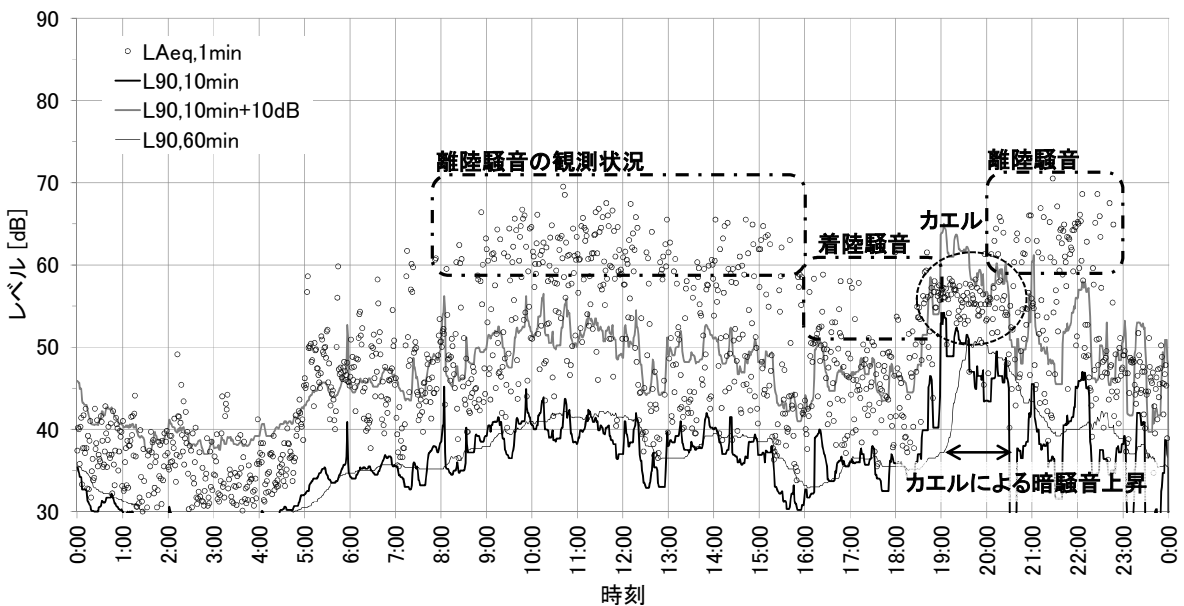
このように、24 時間の長時間にわたる短時間騒音レベルの描画を行う際に、変化をわかりやすくするには参図 5.4-1 のように 4 時間程度の時間帯に区切って多段の描画を行わなければならない、グラフの繋がりや把握が若干行いにくい。24 時間の背景騒音の推移をわかりやすく把握するには時間軸を圧縮して 1 段のグラフに描画する必要があるが、その際に参図 5.4-2 や参図 5.4-3 のように長めの時間率騒音レベルを求めて、その推移を同時に描画することで背景騒音の推移を明確にすることができる。



参図 5.4-1 $L_{Aeq,1s}$ の 24 時間にわたる連続記録の描画例



参図 5. 4-2 時間間隔を変えた短時間平均騒音レベルと時間率騒音レベルの描画例①



参図 5. 4-3 時間間隔を変えた短時間平均騒音レベルと時間率騒音レベルの描画例②

6. 評価

6.1 年間平均時間帯補正等価騒音レベル推計値の算出

マニュアル P. 21～22

6.5 評価

6.5.2 長期平均時間帯補正等価騒音レベルの算出

長期基準期間に含まれる時間帯補正等価騒音レベルから、長期平均の時間帯補正等価騒音レベルを式(7)により算出し、当該測定地点における評価量（長期平均時間帯補正等価騒音レベル： $L_{den,LT}$ ）とし、デシベル値の小数第1位以下を四捨五入して整数値で表す。（略）

注記2 （略）

注記3 長期基準期間を1年として式(8)により算出した評価量のほかに、短期測定で得られた結果から、年間平均時間帯補正等価騒音レベル推計値 $L_{den,year}$ を算出することができる。

(1) 近傍の通年測定の結果を用いる方法

当該測定地点の近傍に通年測定の測定地点（以下「基準地点」という。）があり、観測される航空機の飛行状況が類似していれば、騒音暴露状況も類似していると仮定して、測定地点の短期測定で得られた結果から年間平均時間帯補正等価騒音レベル推計値 $L_{den,year}$ を算出することができる（基準局方式）。（参図 6.1-1 参照）

基準地点 r における年間平均時間帯補正等価騒音レベル $L_{den,year,r}$ と基準地点 r における測定地点 m の短期測定と同一期間の時間帯補正等価騒音レベル $L_{den,short,r}$ との騒音レベルの差から、測定地点 m における年間平均時間帯補正等価騒音レベル $L_{den,year,m}$ を式(参-3)により推計することができる。

$$L_{den,year,m} = L_{den,short,m} + (L_{den,year,r} - L_{den,short,r}) \quad (\text{参-3})$$

※ $L_{den,year,m}$ は測定地点 m における年間平均の L_{den} 、 $L_{den,short,m}$ は測定地点 m における短期測定の結果から得た L_{den} 、 $L_{den,year,r}$ は基準地点 r における年間平均の L_{den} 、 $L_{den,short,r}$ は基準地点 r における短期測定と同一期間の L_{den} である。

この推計の信頼性は、当該測定地点と基準地点の騒音暴露の観測状況の類似性に依存するため、適切な基準地点を選ばなければならない。選定に関する判断材料とするための測定地点と基準地点の定性的項目を以下に示す。

- ① 空港との位置関係が同一であること
基準点と測定点は空港からの位置関係が同一方向（地域）であること
※ 例えば、空港東側、空港西側、滑走路側方の地域などで区分する
- ② 騒音影響を及ぼす主要な経路が同一であること
主たる騒音影響を及ぼす飛行経路が同一であること
- ③ 飛行経路との位置関係に関係性が強いものであること

- ・経路下の地点、経路側方、滑走路側方の地点で区別する。
- ・経路下とは測定点から航空機を見上げる仰角が概ね 60° 以上の場合をいう。
- ・経路側方地点の場合、飛行経路から同じ側の側方エリアに属する方が経路を挟んで反対側の側方エリアよりも関係性は高くなる。
- ・測定地点から航空機を見たときの仰角が $10\sim 15^{\circ}$ を下回る場合、観測される騒音の大きさが気象の影響を強く受けるため、騒音状況の類似性が低下する恐れがあるので注意を要する。
- ・滑走路側方地点の場合、滑走路との位置関係が同じ方向であるものとする。

測定地点と基準地点の位置関係が上記の条件に一致するものである場合、両地点の関係性は高い。それ以外でも基準地点として利用可能な場合も多いので、**参図 6.1-1** を参考にされたい。

また、基準地点として活用する前提である、飛行状況と騒音暴露状況の類似性については、短期測定の測定期間内で日ごとの L_{den} の変化のパターンの類似性から相関係数を調べることにより判断できる。相関係数で基準地点の適正さを判断する場合、民間空港の場合、基準局と考える測定局との定性的な関係を踏まえたうえで、両者の相関関係はできれば 0.85 以上、少なくとも 0.70 以上が判断目安とすることができる。また、防衛施設飛行場周辺の場合、定性的な位置関係を踏まえた上で相関係数 0.80 以上が望ましいものの、相関係数で 0.60 以上としても基準地点の妥当性を欠くものではなく、評価値の信頼性向上に資することができる。

(2) 対象飛行場の運航情報を用いる方法

対象とする飛行場の運用実績等に基づく年間平均の運航情報が利用できる場合には、短期測定で得られた機種別・離着陸別・飛行経路別のエネルギー平均単発騒音暴露レベルから、測定地点における年間平均時間帯補正等価騒音レベル推計値 $L_{\text{den,year}}$ を式(参-4)により推計することができる（運航実績方式）。ただし、地上騒音の寄与は小さいものとして無視している。（参図 6.1-2 参照）

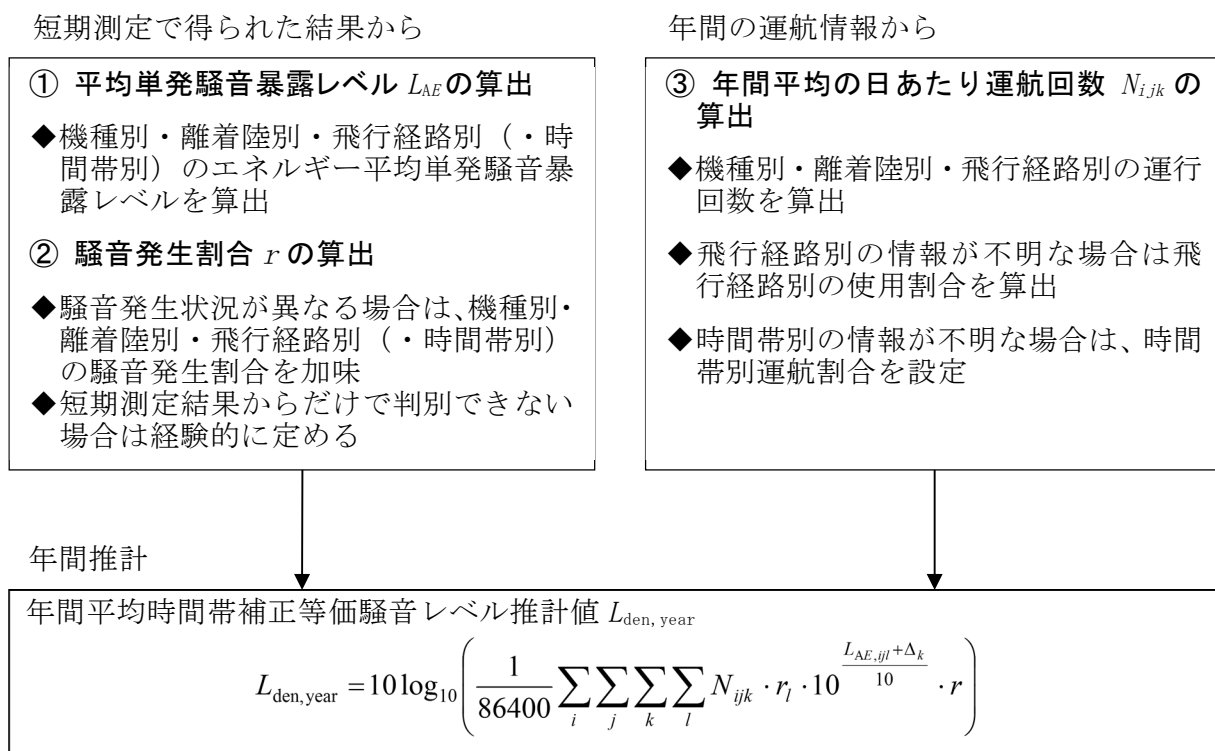
$$L_{\text{den,year}} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{86400} \sum_i \sum_j \sum_k \sum_l N_{ijk} \cdot r_l \cdot 10^{\frac{L_{AE,ijl} + \Delta_k}{10}} \cdot r \right) \quad (\text{参-4})$$

※ N_{ijk} は機種別・離着陸別・時間帯別の（年間平均の日あたり）運航回数、 r_l は飛行経路別運航比率で、 $\sum r_l = 1$ （年間の運航割合、各経路割合の計を 1 とする）、 i は機種、 j は離着陸、 k は時間帯、 l は飛行経路、 $L_{AE,ijl}$ は機種別・離着陸別・飛行経路別のエネルギー平均単発騒音暴露レベル[dB]、 Δ_k は騒音レベルの時間帯補正值[dB]（昼間：0 dB、夕方：5 dB、夜間：10 dB）、 r は機種・離着陸別・飛行経路別の騒音発生割合（観測できる割合、 $r = 0 \sim 1$ ）である。

注記1 機種別・離着陸別・飛行経路別のエネルギー平均単発騒音暴露レベルは、短期測定で得られたデータから算出する。機種別・離着陸別に最低でも 10 データ、できれば、20 データ以上を収集する必要がある。なお、ここでは、時間帯では騒音レベルが変わらないことを前提としている。これが成り立たない場合は、時間帯別のエネルギー平均単発騒音暴露レベルを用意する必要がある。機種の情報が得られない場合は、全機種でのエネルギー平均単発騒音暴露レベルを用いる。また、飛行経路に大きな隔たりがない場合は 1 つにまとめてもよい。ただし、いずれの場合も離着陸別の区分をまとめることはできない。

注記2 機種・離着陸別・飛行経路別に騒音発生状況が異なる場合は、騒音発生割合を加味する。騒音発生割合は短期測定の結果から算定するが、短期測定結果だけで判別できない場合は 0～1 の範囲で経験的に定める。年間を通じて航空機の運航のたびに必ず騒音が発生する場合は発生率を 1 としてよい。

注記3 機種別・時間帯別の運航回数の情報が得られない場合は、全機種、全時間の離着陸別運航回数を使用して推計する。また、運航情報の入手ができない場合、滑走路端や飛行経路下にある監視局で観測したデータを離着陸別に分類し、運航実績の代用とすることも可能である。ただし、これらの方法による推計の信頼性は低下する。



参図 6.1-2 対象飛行場の運航情報を用いる方法

対象飛行場の運航情報を用いる方法（運航実績方式）による年間推計の信頼性について、3つの民間空港と5つの防衛施設飛行場周辺の航空機騒音常時監視結果の提供を受けて検討した結果、運航実績方式による年間推計は評価値の信頼性向上に有効であった。詳細な運航情報が得られる民間空港の場合、機種別の平均騒音値と運航回数を用いた年間推計によって、年間値との差のばらつきは半減し、年間値との差も小さくなる。空港によって改善の状況は異なるが、騒音暴露状況の変化が大きい空港ほど改善効果は大きい。

詳細な運航実績の入手が難しい防衛施設等の飛行場の場合、滑走路端などの監視局で観測した結果を離着陸別に分類し仮想運航実績として推計を行う方式の効果を検証した結果、詳細な運航実績を用いた場合ほどではないものの、年間値との差のばらつきがおおよそ20%改善した。

6.2 航空機騒音の評価量の信頼性

- (a). 航空機騒音の暴露状況は、運航回数の変化、離着陸経路や航空路の混雑に伴う飛行状況の変化、エンジン出力やフラップ設定等の変化、騒音の伝搬特性の変動などの種々の要因の影響を受けて様々な時間スケールで変化する。本マニュアルでは、環境基準に基づき年間を通じた平均的な騒音暴露状況を評価することを想定しているため、これらの要因の変化・変動について平均化されたものとなるべきである。
- (b). 航空機騒音の測定結果には測定方法や測定器に起因する測定の不確かさが伴う。すなわち、マイクロホンの設置方法、飛行経路と測定地点の位置関係、周辺環境、測定器、暗騒音の算出方法、単発騒音・準定常騒音の検出方法、航空機騒音の識別方法、年間平均値の推計方法などの不確かさであり、いずれも極力小さくすべきものである。
- (c). 航空機騒音の測定・評価の種類として、①短期測定（1回／年）の場合（7日間、14日間）、②短期測定（2回／年、4回／年）の場合、③短期測定と年間推計を併用する場合がある。これらの方法について、常時騒音監視結果を利用した検討から、評価量の信頼性の高い順に並べ替えた測定・評価方法を**参表 6.2**に示す。

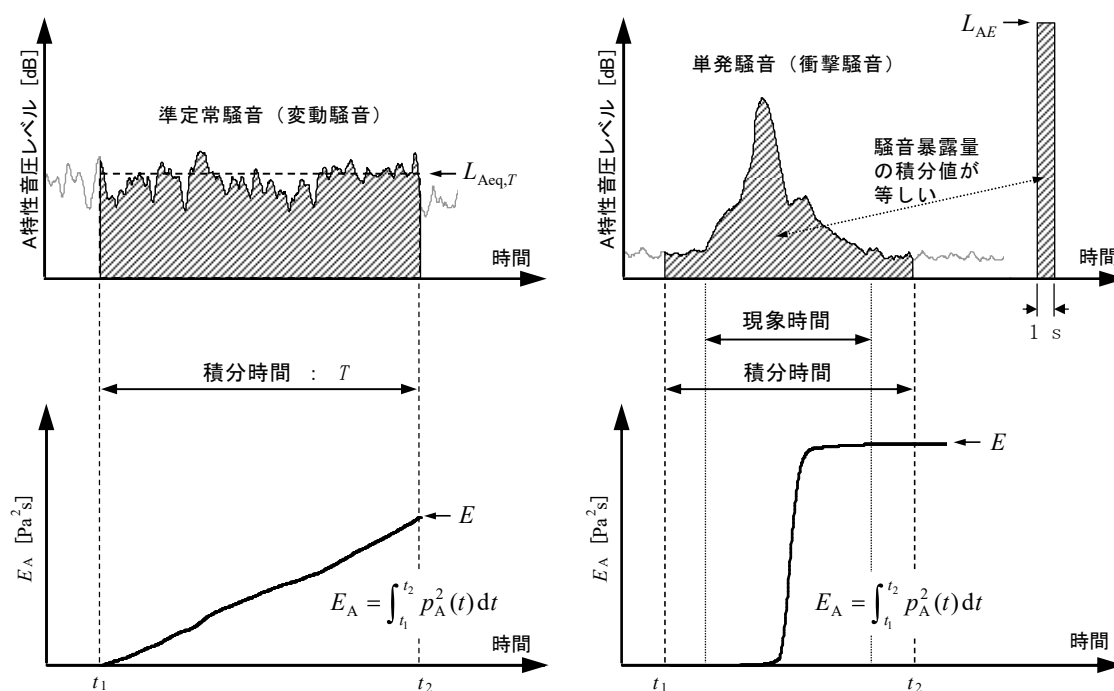
参表6.2 航空機騒音の測定・評価の種類と評価量の信頼性

信頼性	測定・評価の種類
高い	通年測定
↑	短期測定（4回／年）と年間推計の併用
	短期測定（4回／年）
	短期測定（2回／年）と年間推計の併用
	短期測定（2回／年）
↓	短期測定（1回／年）と年間推計の併用
	短期測定（1回／年）（14日間）
低い	短期測定（1回／年）（7日間）

7. 騒音評価指標に関する解説

7.1 騒音暴露量と単発騒音暴露量

騒音暴露量 $E_{A,T}$ 及びそれをレベル表示した騒音暴露レベル $L_{AE,T}$ は、それぞれ式(2)、式(3)に示すとおりであるが、測定の対象とする騒音の時間変動特性によっては意味が異なるので注意を要する。すなわち、**参図 7.1** に示すように、変動騒音や準定常騒音を対象とする場合には、測定時間の長さに応じてこれらの値は大きくなるので、これらの量を表示する場合には測定時間の長さ T を明示する必要がある、記号もそれぞれ $E_{A,T}$ 及び $L_{AE,T}$ を用いる。それに対して、衝撃騒音や単発騒音のように単発的で現象時間が限られている騒音を対象とする場合には、その現象時間を含む時間について積分する限り、測定時間の長さに関係なくこれらの値は一定となる。そこで、この場合には名称として単発騒音暴露量及び単発騒音暴露レベルを用い、それぞれ記号としては E_A 及び L_{AE} として測定時間の長さ T を示す必要はない。ただし、実際の測定で暗騒音が無視できないような場合には、 T を過大にとるとその影響が誤差となるので、積分範囲は「 $L_{A,Smax} - 10$ 」dB 以上の時間範囲とする方法がとられる。(6.4.2 参照)



参図 7.1 騒音暴露量と単発騒音暴露量

7.2 最大騒音レベルとピーク音圧レベル

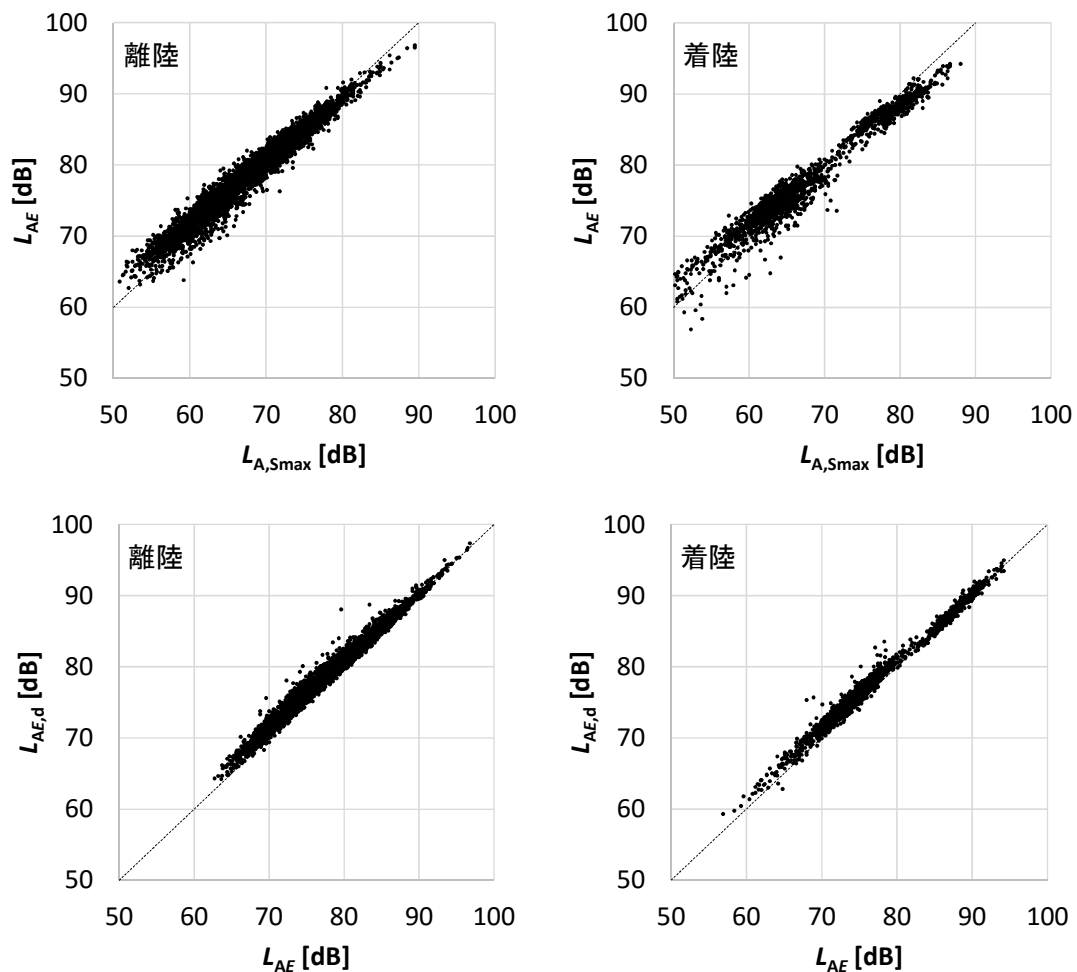
騒音計の時間重み付け特性をかけた A 特性音圧レベルの最大値を最大騒音レベルと呼び、 $L_{A,Smax}$ (時間重み付け特性 S) や $L_{A,Fmax}$ (時間重み付け特性 F) で表す。一方、瞬時音圧の絶対値の最大値をレベル表示した値をピーク音圧レベル (ピークサウンドレベル) と呼び、周波数重み付け特性 A のときのピーク音圧レベルを $L_{A,peak}$ で表す。

7.3 単発騒音暴露レベル L_{AE} と最大騒音レベル $L_{A, Smax}$ の関係

単発騒音暴露レベルは単発騒音の始まりから終わりまでの騒音暴露量（A 特性の音響エネルギー）を算出してレベルに表した騒音評価量であり、最大騒音レベルは S 特性で移動平均して求めた騒音レベルの最大値であるため、騒音の性状によって両者の関係は変化する。しかしながら、航空機騒音は単発騒音であることが多く、騒音レベルの時間パターンが三角形で近似できれば、 L_{AE} と $L_{A, Smax}$ の間に次の近似的な関係式が成り立つ。

$$L_{AE} \sim L_{A, Smax} + 10 \log_{10}(T_{dur} / 2) = L_{A, Smax} + 10 \log_{10}(T_{dur} / 20) + 10 \quad (\text{参-5})$$

※ T_{dur} は騒音レベルが「 $L_{A, Smax} - 10 \text{ dB}$ 」を超えている時間（単位 s）であり、 $T_{dur}=20 \text{ s}$ であれば L_{AE} と $L_{A, Smax}$ の差は 10 dB となる。実測データから調べた結果では、これが成り立つのは $L_{A, Smax}$ が概ね $70 \sim 80 \text{ dB}$ の範囲であり、それより小さければ両者の差は 10 dB より大きくなり、 $L_{A, Smax}$ が大きければ両者の差は 10 dB より小さくなる（参図 7.3 参照）。なお、参図 7.3 には定義通りにエネルギー加算して算出した単発騒音暴露レベル L_{AE} と上式で計算した単発騒音暴露レベル L_{AE_d} の関係も示しており、両者の関係でいえば、広いレベル範囲にわたり、ほぼ同一となっている。

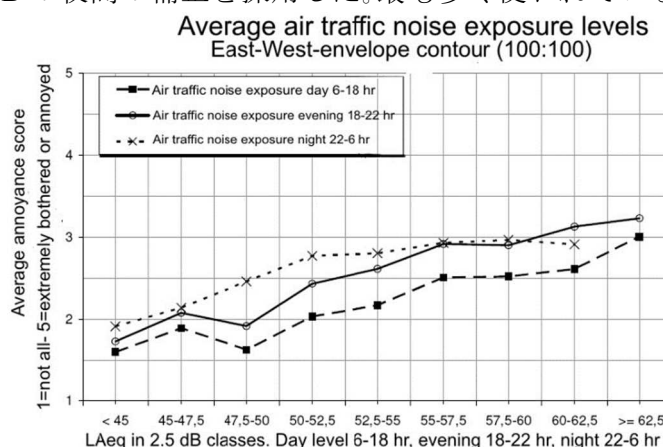


参図 7.3 L_{AE} と $L_{A, Smax}$ （上図）および L_{AE} と L_{AE_d} （下図）の関係の実測事例（民間空港）

7.4 時間帯補正（夕方・夜間の重み付け）の意義

夕方と夜間の騒音は昼間よりも生活妨害の程度が大きく、アノイアンスが高いとされる。昼間は仕事や様々な活動、外出の時間で、背景騒音のレベルも高く航空機騒音が気になる程度は高くない。夕方は家庭の団らんや寛ぎ、放送の視聴等の時間で、航空機騒音の妨害度が高くなる。夜間は休息や睡眠の時間で、背景騒音のレベルも低下し航空機騒音の妨害度が一層高くなる。このような夕方と夜間の航空機騒音の時間帯補正（夕方・夜間の重み付け）の意義を解説する。

1951年に米国で採用された評価指標 CNR は夜間騒音に対し、夜を理由に 5 dB、暗騒音低下を理由に 5 dB、合計 10dB の補正をした。1963 年の英国 Wilson Report の NNI では 11 dB、1967 年の米国の NEF は 12.2 dB の夜間の補正を採用した。最も多く使われている補正は夕方 5 dB、夜間 10 dB であり、米国の L_{dn} 、ICAO が提唱した WECPNL、EU や日本の L_{den} 等でこれを採用している。WHO/EU が夜間騒音指針を取りまとめた際の報告でも、航空機騒音のアノイアンスの評価には参図 7.4 を引用して夕方 5 dB、夜間 10 dB の補正值が適当と結論づけている。



参図 7.4 騒音アノイアンスの時間帯による違いの調査事例 (出典: 欧州夜間騒音指針 NNGL/EU の取りまとめの最終報告 WHO/EU 2007)

時間帯の数は、米国の L_{dn} 、カナダやオーストラリアの NEF は 2 時間帯、EU や日本の L_{den} は 3 時間帯である。時間帯の区切りについては米国の L_{dn} は昼間を 7～22 時、夜間を 22～7 時と区切り、EU の L_{den} は昼間 7～19 時、夕方 19～23 時、夜間 23～7 時としている（夕方の時間の区切りは、国ごとの事情に応じて変えているが、長さは 4 時間とされている）。日本の L_{den} は昼間 7～19 時、夕方 19～22 時、夜間 0～7 時及び 22～24 時としており、EU と夕方の長さが 1 時間違う。日本の航空機騒音の環境基準の一部改正にあたって総務省の国民生活調査の行動者率で時間区分のあり方を検討した（起床と就寝の時間を 30 %の行動者率でみた）結果によれば、15 歳以上の人の平日の起床と就寝時刻は概ね 7 時と 22 時である。一方、寛ぐ行動は 19 時台に始まり 22 時過ぎに減少し、就寝へと移行する。これにより、日本では夕方を 19～22 時とするのが適切という結論になった。ちなみに日本の一般環境基準では一日を昼間 6-22 時、夜間が 22-6 時としているので、いくつかの空港の周辺で収集された常時監視データを用い、時間帯区切りを 7 時から 6 時に変えた時の評価値への影響を試算してみたところ L_{den} (7-19-22-7) と L_{den} (6-19-22-6) の差は 0～0.4 dB であった。また、3 時間帯の L_{den} (7-19-22-7 時) と 2 時間帯の L_{dn} (7-22-7 時) の差は 0.5～1 dB、 L_{den} (7-19-22-7 時) と $L_{Aeq,24h}$ との差は 2～3 dB であった。

時間帯補正の大きさや時間帯の区切りは、ほぼ定着したものとなっているが、いずれも科学研究に基づいて決められたものでなく、経験的に妥当とされたものである。

7.5 平均騒音暴露評価と総暴露量評価の関係

マニュアルは時間帯補正等価騒音レベル L_{den} を「昼間、夕方、夜間の時間帯別に重みを付けて求めた1日の等価騒音レベル」と定義し、次式を示している。

$$\text{算式ア} \rightarrow 10 \cdot \log_{10} \left\{ \frac{T_0}{T} \left(\sum_i 10^{\frac{L_{AE,di}}{10}} + \sum_j 10^{\frac{L_{AE,ej}+5}{10}} + \sum_k 10^{\frac{L_{AE,nk}+10}{10}} \right) \right\} \quad (\text{参-6})$$

※ $T = 86400\text{s}$ ($\Leftarrow 24$ 時間 $\times 60$ 分 $\times 60$ 秒)、 $T_0 = 1\text{s}$ である。

この式を変形すると「一日に観測されるすべての航空機騒音の単発騒音暴露量に時間帯補正を加味して求めた総騒音暴露量レベルから定数を引いたもの」とみなすことができる。

$$\text{式変形} \rightarrow 10 \cdot \log_{10} \left\{ \left(\sum_i 10^{\frac{L_{AE,di}}{10}} + \sum_j 10^{\frac{L_{AE,ej}+5}{10}} + \sum_k 10^{\frac{L_{AE,nk}+10}{10}} \right) \right\} - 10 \cdot \log_{10} (24 \times 60 \times 60)$$

要するに、 L_{den} は平均で表しているが、一日に観測される航空機騒音の総騒音暴露量評価にはかならない。人が暴露される航空機騒音の状況は様々であるが万人に共通する生活の基準時間である一日の総騒音暴露量の多寡である場合、公平に比較できるという考え方が根底にある。

年間平均の L_{den} で長期間にわたる航空機騒音の影響を評価することも同様で、一年間に発生する航空機騒音の総騒音暴露量を評価するということである。本マニュアルでは年間平均の L_{den} の算式として算式イが示されている。

$$\text{算式イ} \Rightarrow 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{1}{365} \sum_i 10^{\frac{L_{den,i}}{10}} \right) \quad (\text{参-7})$$

この式も、算式アと同様に変形すれば、次の通り「一年間に観測されるすべての航空機騒音の単発騒音暴露量を時間帯補正を加味して求めた総騒音暴露量のレベルから定数を引いたもの」とみなすことができる。

$$\text{式変形} \Rightarrow 10 \cdot \log_{10} \left\{ \left(\sum_i 10^{\frac{L_{AE,di}}{10}} + \sum_j 10^{\frac{L_{AE,ej}+5}{10}} + \sum_k 10^{\frac{L_{AE,nk}+10}{10}} \right) \right\} - 10 \cdot \log_{10} (365 \times 24 \times 60 \times 60)$$

環境基準の本来の目的は、空港等周辺の土地利用のあり方を考えるための騒音評価にあるため、生活行動や航空機の運航、騒音暴露が日々様々に変化中、一年間という万人に共通の長期基準期間の間に、どの程度騒音暴露を受けるかを総量評価するものである。

等価騒音レベルによる騒音評価の理解を深めるため、降水量に例える。航空機騒音は単発的だが、雨や雪は降ったり止んだり、強くなったり弱くなったりする。その状況の変化を把握するため、ある時間にどれくらい降水量があったか計測する。降水量は、ある時間に地表に落ちる降雨、降雪の量を単位面積当たりの水の体積として計測し、高さ

(mm) で表すものである。騒音暴露量が、ある時間に単位面積あたりに暴露される騒音エネルギーを時間平均暴露量で表すものと似ている。

降水量の計測時間は一時間、降り始めから止むまで、一日、一カ月、季節ごと、一年と、把握しようとする性状に応じて様々である。一時間の降水量の場合、降り方の激しさを表し、降り始めから止むまでの降水量ではどれくらい降水があったかを表し、洪水やがけ崩れの危険の判断に利用できる。年間降水量は経年変化や多雨の地域かどうかの目安となる。

こうした見方を騒音暴露の評価に当てはめてみると、評価時間が一時間であれば、その時々の騒音暴露の強さをみているといえる。生活の基本周期である一日になると、人が受ける騒音暴露量进行评估する性格が強くなり、月、年になると、どんな騒音暴露の地域か判断する目安の度合いが高くなる。

航空機騒音の環境基準は、空港等周辺の様々な地域において保全されるべき日常生活の音環境の望ましい水準として設定され、それを実現する行政施策の際の目標を示すものであるから、長期間にわたる総騒音暴露量进行评估判断の指標とすることが望ましいものである。