

# 低周波音防止対策事例集

環境省水・大気環境局大気生活環境室

## はじめに

この事例集は、低周波音の対策を考える場合に参考になるような具体的な例を示すことにより、行政の一助とすることを目的とするものである。

低周波音に関しては、国際的にもその定義が厳密には決められていないが、ここでは、通常の聴覚では聞こえないいわゆる超低周波音に、可聴域であるが明瞭に知覚されにくい低音の領域も含めて低周波音として取り扱うこととした。

一般環境における低周波音に関する苦情は建具ががたつく等の問題、心理的・生理的な反応を訴えるものの2つに大別される。特殊な作業職場においては強力な低周波音が作業者の身体に直接何らかの影響を与えることもあるが、特殊な例を除けば、発生源側が注意して管理や対策をしている限り、直接的な身体影響を及ぼすような強力な低周波音が一般環境中へ排出されることはまれである。

このような中で、低周波音に関する苦情に対処するには、多くの過去の事例や経験を参考にするのが一番理解しやすいものと考えられる。原因が分からない苦情が、低周波音として取り上げられる事例もあるので、現場を確認して技術的に適切に対処することが重要となる。

この事例集は、かつて環境庁（現環境省）が出した事例集を解きほぐし、且つ最近の事例も入れて整理をし、使いやすいものにして提供しようと企画したものである。行政の先端の人たちは常に新しい事例に対処しなければならないので、新しい知見と過去の事例を整理しておくことが重要である。この事例集が低周波音対策を取り扱う行政の担当者の皆様に、有効に活用されることを希望する次第である。

最後に、ご多忙にもかかわらず本冊子の作成に携われた検討会の委員の方々並びに取りまとめにあたった（財）小林理学研究所はじめ関係各位に対し、深く感謝の意を表する次第である。

なお、本事例集は、平成14年にとりまとめられたものであるが、平成29年に一部改訂を行った。

## 本事例集の使い方

本事例集で取り扱う低周波音は、主として1/3オクターブバンド中心周波数で1～80Hzの音波である。そのうち20Hz以下の音波を超低周波音という。

低周波音のうち人の耳に聞こえる周波数範囲（可聴域の低周波音または低い周波数の騒音；20～80Hz）では、概ね騒音対策に基づいた手法を用いて音圧レベルの低減が可能であるが、超低周波音では発生機構が異なることがあるため、対策方法も騒音領域の場合とは異なる場合が多い。

本事例集では、問題となるような低周波音が発生した場合にどのような対策をしたらよいか、問題となるような低周波音が発生しないようにするためにはどのようなことに注意したらよいか等を低周波音の発生源別にとりまとめた。

目次を見ていただければわかるように、低周波音の苦情と発生源、低周波音の防止対策の考え方、低周波音防止技術の概要、低周波音の防止対策事例、地方公共団体の対策指導事例、低周波音の基礎知識等、本文6章と参考資料とで構成されている。

本事例集は地方公共団体の担当の方を主な対象にしているが、コンサルタントの方、計量証明事業所の方、企業の環境担当の方等さまざまな方々に役立つように作られている。

各々のケースごとに読んでいただけるように、項目毎の案内を以下に示す。まず本文を通読していただき、その上で必要事項をお読みいただきたい。

### [低周波音の発生源を推定したい]

- どのような発生源から低周波音が発生しているか知りたい方……………2. 1 低周波音の発生源と発生機構
- 低周波音によりどのような苦情が発生するか知りたい方……………2. 2 低周波音の苦情
- どのような発生源からどのような周波数の低周波音が発生するか知りたい方……………2. 3 低周波音の卓越周波数と苦情内容

### [全般的な低周波音防止対策の進め方について知りたい]

- 低周波音の苦情があったとき、問題解決に向けてどのような手順を進めたらよいか知りたい方……………3. 1 低周波音問題解決の進め方
- 問題となるような低周波音が発生しているかどうか、どのあたりの周波数が問題となるか等を状況判断したい方……………3. 2 発生状況の把握

- 低周波音の防止対策とはどういったものかを  
知りたい方……………3. 3 低周波音防止対策の考え方

[低周波音の防止対策方法について知りたい]

- 発生源別の防止対策方法を知りたい方……………4. 1 発生源別の低周波音防止技術の概要
- 伝搬経路対策の方法について知りたい方……………4. 2 遮音による低周波音低減の考え方
- 受音側の対策について知りたい方……………4. 3 建具のがたつき防止対策の考え方

[具体的な防止対策事例を知りたい]

- 発生源別の防止対策事例を知りたい方……………5. 1 発生源対策事例
- 伝搬経路対策の事例について知りたい方……………5. 2 伝搬経路対策事例
- 受音側の対策事例について知りたい方……………5. 3 受音点対策事例

[具体的な苦情対策指導事例を知りたい]

- 苦情発生時の対策指導事例を知りたい方……………6.地方公共団体の対策指導事例

[低周波音についての知識を深めたい]

- 低周波音がどんなものか知りたい方…………… (参考資料) 低周波音の基礎知識
  - a. 低周波音とは
  - b. 低周波音と超低周波音の周波数範囲
- 低周波音の実態、苦情について知りたい方…………… (参考資料) 低周波音の基礎知識
  - c. 低周波音の苦情と実態
- 低周波音の評価方法について知りたい方…………… (参考資料) 低周波音の基礎知識
  - d. 低周波音の影響
  - e. 外国の推奨基準等

## 目 次

はじめに

本事例集の使い方

1. 本事例集に用いる用語.....	1
2. 低周波音の発生源と苦情.....	3
2. 1 低周波音の発生源と発生機構 <sup>1),2)</sup> .....	3
2. 2 低周波音の苦情.....	4
2. 3 低周波音の卓越周波数と苦情内容.....	5
3. 低周波音防止対策の考え方.....	7
3. 1 低周波音問題解決の進め方.....	7
3. 2 発生状況の把握.....	12
3. 3 低周波音防止対策の考え方.....	13
3.3.1 問題の確認.....	13
3.3.2 超低周波音対策 <sup>2)</sup> .....	13
3.3.3 低周波音対策.....	14
4. 低周波音防止技術の概要.....	17
4. 1 発生源別の低周波音防止技術の概要.....	17
4.1.1 送風機.....	17
4.1.2 圧縮機.....	19
4.1.3 ディーゼル機関.....	20
4.1.4 真空ポンプ.....	21
4.1.5 振動ふるい.....	22
4.1.6 燃焼装置.....	23
4.1.7 ジェットエンジン.....	24
4.1.8 機械プレス.....	24
4.1.9 道路橋.....	25
4.1.10 鉄道トンネル.....	26
4.1.11 治水施設.....	27
4.1.12 発破作業.....	28
4.1.13 消音器による対策.....	28
4. 2 遮音による低周波音低減の考え方.....	43
4. 3 建具のがたつき防止対策の考え方.....	44
5. 低周波音の防止対策事例.....	45
5. 1 発生源対策事例.....	49
5. 2 伝搬経路対策事例.....	109

5. 3 受音点对策事例.....	111
6. 地方公共団体の対策指導事例.....	113

#### 参 考 資 料

低周波音の基礎知識 .....	1
a. 低周波音とは.....	1
b. 低周波音と超低周波音の周波数範囲.....	1
c. 低周波音の苦情と実態.....	2
d. 低周波音の影響.....	4
e. 外国の推奨基準等.....	13

## 1. 本事例集に用いる用語

### (1) 超低周波音

一般に人が聴くことができる音の周波数範囲は 20Hz～20kHz とされており、周波数 20Hz 以下の音波を超低周波音という。ここで取り扱う範囲は 1/3 オクターブバンド中心周波数 1～20Hz（またはオクターブバンド中心周波数 2～16Hz）の音波である。

### (2) 低周波音

我が国における低周波音苦情の実態を考慮して、およそ 100Hz 以下の低周波数の可聴音と超低周波音を含む音波を低周波音という。従前、環境省で低周波空気振動と呼んでいたものである。ここで主として取り扱う範囲は 1/3 オクターブバンド中心周波数 1～80 Hz（またはオクターブバンド中心周波数 2～63 Hz）の音波である。

### (3) G 特性

1～20Hz の超低周波音の人体感覚を評価するための周波数補正特性で、ISO-7196 で規定された。可聴音における聴感補正特性である A 特性に相当するものである。この周波数特性は、10Hz を 0dB とし、1～20Hz は 12dB/oct. の傾斜を持ち、評価範囲外である 1Hz 以下および 20Hz 以上は 24dB/oct. の急激な傾斜を持つ（図 1-1、表 1-1 参照）。



図 1-1 G 特性周波数補正特性

表 1-1 基準周波数レスポンス及び許容差

周波数/Hz	平坦特性		G特性	
	基準レスポンス/dB	許容差/dB	基準レスポンス/dB	許容差/dB
1	0	±3	-43	±3
1.25	0	±3	-37.5	±3
1.6	0	±3	-32.6	±3
2	0	±2	-28.3	±2
2.5	0	±2	-24.1	±2
3.15	0	±1.5	-20	±1.5
4	0	±1	-16	±1
5	0	±1	-12	±1
6.3	0	±1	-8	±1
8	0	±1	-4	±1
10	0	±1	0	±1
12.5	0	±1	4	±1
16	0	±1	7.7	±1
20	0	±1	9	±1
25	0	±1	3.7	±1
31.5	0	±1	-4	±1
40	0	±1	-12	±1
50	0	±1	-20	±1
63	0	±1	-28	±1
80	0	±1.5	-36	±1.5
90	0	±2	-40.1	±2

## 2. 低周波音の発生源と苦情

### 2. 1 低周波音の発生源と発生機構<sup>1),2)</sup>

可聴域の低周波音（概ね 20Hz 以上の低周波数の騒音）は、機械や構造物が通常の稼動状態であっても発生する。一方、概ね 20Hz 以下の超低周波音は、多くの場合、機械・構造物が正常な稼動状態では発生しない。苦情が発生するような大きな音圧レベルの超低周波音は、送風機の巡回失速等特異な稼動状態において発生する。

低周波音の発生機構と発生機構別の発生源を以下に示す。

- 1) 平板の振動によるもの：板や膜の振動を伴うものなど  
例えば大型の振動ふるい、道路橋、溢水ダムの水流等
- 2) 気流の脈動によるもの：気体の容積変動を伴うものなど  
例えば空気圧縮機、真空ポンプ等の圧縮膨張による容積変動
- 3) 気体の非定常励振によるもの：  
例えば大型送風機の翼の巡回失速やシステムのサージング、振動燃焼等
- 4) 空気の急激な圧縮、開放によるもの：  
例えば発破、鉄道トンネルの高速での列車突入等

低周波音の問題が発生する可能性のあるものを以下に示す。

- ・ 送風機（送風機を用いる集塵機、乾燥機、空調機冷却塔等）
- ・ 往復式圧縮機
- ・ ディーゼル機関（ディーゼル機関を用いる船舶、非常用発電装置、バス、トラック等）
- ・ 真空ポンプ（ロータリーブロワ、脱水ポンプ）
- ・ 振動ふるい（類似の振動コンベア、スパイラルコンベア、破碎機等）
- ・ 燃焼機械（ボイラー、加熱炉、熱風炉、転炉、焼結炉、焼成炉、電気炉、ロータリーキルン、キューボラ等）
- ・ ジェットエンジン（ジェットエンジンを用いる航空機）、ガスタービン（非常用発電装置等）
- ・ ヘリコプター
- ・ 機械プレス
- ・ 橋梁
- ・ 鉄道トンネル

- ・ 治水施設（ダム、堰堤等）
- ・ 発破
- ・ ガスエンジン
- ・ 水車
- ・ 変圧器

[参考文献]

- 1) 時田：低周波音問題をめぐって、日本音響学会誌、35 巻 7 号、1979、pp. 395～401
- 2) 井上：低周波音の実態と対策、騒音制御、23 巻 5 号、1999. 10、pp. 311～318

## 2. 2 低周波音の苦情

低周波音による苦情は物的苦情と心理的苦情、生理的苦情に大別される。苦情の内容を以下に示す。

### (1) 物的苦情

物的苦情は、音を感じないのに戸や窓がガタガタする、置物が移動するといった苦情である。

物的苦情が発生する場合は、低周波音では、20Hz 以下に卓越周波数成分をもつ超低周波音による可能性が高い。なお、物的苦情は低周波音だけでなく地面振動によっても発生する場合があるので、低周波音と地面振動の両方の可能性を考慮しておく必要がある。

### (2) 心理的苦情、生理的苦情

心理的苦情は、低周波音が知覚されてよく眠れない、気分がいらいらするといった苦情である。生理的苦情は、頭痛・耳なりがする、吐き気がする、胸や腹を圧迫されるような感じがするといった苦情である。

心理的苦情、生理的苦情は、低周波音が原因である場合と低周波音以外の原因による場合が考えられる。低周波音が原因であるか否かは、苦情者の反応と物理量の対応関係により判定する。

低周波音が原因である場合は、20Hz 以下の超低周波音による可能性と、20Hz 以上の可聴域の低周波音による可能性が考えられる。このうち、超低周波音によって心理的苦情、生理的苦情が発生している場合には物的苦情も併発していることが多く、建具等の振動によって二次的に発生する騒音に悩まされている場合もある。可聴域の低周波音の場合は非常に低い音が聞こえる（感じられる）ことによって上記のような苦情が発生することが多い。

### 2. 3 低周波音の卓越周波数と苦情内容

これまでの研究結果によれば、揺れやすい建具の場合、20Hz 以下では人が感ずるよりも低い音圧レベルでがたつくことがわかっている。実際の苦情についても同様な傾向があるかどうかを調べるため、既存の文献に掲載された事例の中から、苦情内容と低周波音の周波数特性が記載されているものについて、低周波音の卓越周波数と苦情内容を整理した（表 2-1 参照）。

文献にとりあげられた低周波音の苦情は物的苦情が多数を占めている。苦情発生時の低周波音の卓越周波数はおおよそ 3~50Hz の範囲に分布している。苦情内容別にみると、物的苦情のほとんどは「建具のがたつき」によるものである。物的苦情は、可聴域でがたつきが発生している例もみられるが、ほとんどの場合可聴域以下の周波数域で発生している。心理的・生理的苦情は「気分が悪い」、「発生音がうるさい」といったものであるが、苦情発生時の低周波音はいずれも可聴域の低周波音成分が卓越している。

表 2-1 低周波音苦情発生時の発生源・苦情内容・低周波音の卓越周波数一覧

苦情発生時の 低周波音の発生源	苦情内容				備考	苦情発生時の 低周波音の卓 越周波数 (Hz)	参考文献	
	物的	心理的	生理的	具体的な 内容			著者名	文献名
送風機	○				上階床の振動	40	鶴飼他	日本騒音制御工学会講演論文集, S53. 11, pp. 135
送風機	○					7		
送風機吸気口	○					16	森他	日本騒音制御工学会講演論文集, S54. 9, pp. 213
送風機	○					12. 5, 16, 31. 5, 40	岡田他	日本騒音制御工学会講演論文集, S56. 9, pp. 109
集塵機	○					3. 5, 7, 11, 14	工藤他	日本音響学会講演論文集, S57. 10, pp. 415
空気圧縮機	○					12. 5	原田他	日本騒音制御工学会講演論文集, S52. 11, pp. 95
機械プレス	○					5	萩原	日本騒音制御工学会技術レポート, No. 6, pp. 45
シエイクアウトマシン	○					10, 12. 5	萩原	日本騒音制御工学会技術レポート, No. 6, pp. 56
振動破砕機	○					16, 25	萩原	日本騒音制御工学会技術レポート, No. 6, pp. 60
ボイラー	○					8	萩原	日本騒音制御工学会技術レポート, No. 6, pp. 64
キューボラ	○					40, 50	萩原	日本騒音制御工学会技術レポート, No. 6, pp. 67
安全弁 (ボイラー)	○					9. 2	大山他	日本騒音制御工学会講演論文集, S55. 9, pp. 189
加熱機	○					4	月足他	日本騒音制御工学会講演論文集, S58. 9, pp. 1
コンプレッサ	○					20, (40)	中野他	日本音響学会講演論文集, S50. 5, pp. 221
コンプレッサ	○	○		不快感	制御室内定在波	25	田野他	日本騒音制御工学会講演論文集, S55. 9, pp. 193
真空ポンプ	○					8, 16	工藤他	日本騒音制御工学会講演論文集, S54. 9, pp. 217
真空ポンプ	○					6, 9, 12, 15, 18	荒見他	日本騒音制御工学会講演論文集, S56. 9, pp. 121
試験室加振機		○		不快感、 圧迫感	工場内	25	中村	日本音響学会講演論文集, S57. 3, pp. 403
浮屋根式ガスホルダー	○					8	藤山他	日本騒音制御工学会講演論文集, S59. 9, pp. 201
建物壁面振動	○					6. 3, 8	横倉他	日本騒音制御工学会講演論文集, S55. 9, pp. 181
建物壁面振動	○					4, 25	西脇他	日本騒音制御工学会講演論文集, S55. 9, pp. 201
振動ふるい	○	○		気分が悪い	事務室内定在波	31. 5	山崎他	日本騒音制御工学会講演論文集, S57. 9, pp. 205
振動ふるい	○				2台のふるいの唸り	12. 5	西脇他	日本騒音制御工学会講演論文集, S58. 9, pp. 5
振動ふるい	○					12. 5	大久保	日本騒音制御工学会講演論文集, S59. 9, pp. 209
振動コンベア	○					10	西脇他	日本騒音制御工学会講演論文集, S58. 9, pp. 5
砕石プラント	○					12. 5	藤井他	日本騒音制御工学会講演論文集, S58. 9, pp. 9
ディーゼルエンジン	○					16	中西他	日本騒音制御工学会講演論文集, S51. 12, pp. 117
ディーゼルエンジン	○					8~25	岡田他	日本騒音制御工学会講演論文集, S53. 11, pp. 139
ディーゼルエンジン吸排 気口	○					12. 5	西脇他	日本騒音制御工学会講演論文集, S51. 12, pp. 113
ガスエンジン排気音	○	○		ドッドッド という音		19, 36	佐藤他	日本騒音制御工学会講演論文集, S60. 9, pp. 17
トンネル発破	○					4~6. 3(12. 5)	塩田他	日本騒音制御工学会講演論文集, S60. 9, pp. 21
採石場発破	○					4~25	萩原	日本騒音制御工学会技術レポート, No. 6, pp. 95
道路橋	○					21, 32, 38	西脇他	日本音響学会講演論文集, S51. 5, pp. 309
道路橋	○					3. 2, 50, 54	清水他	日本騒音制御工学会講演論文集, S51. 12, pp. 109
道路橋	○					4, 10, 12. 5	内田他	日本騒音制御工学会講演論文集, S53. 11, pp. 125
道路橋	○	○	○			4, 12. 5, 16, 31. 5, 40	中川他	日本音響学会講演論文集, S54. 10, pp. 317
道路橋	○					4, 12	根木他	日本騒音制御工学会講演論文集, S56. 9, pp. 137
道路橋	○					4, 31. 5	渡辺他	日本騒音制御工学会講演論文集, S58. 9, pp. 13
道路橋	○					3. 15, 4, 10, 40	池館	日本騒音制御工学会講演論文集, S61. 9, pp. 337
道路橋	○	○				4~8, 40~50	萩原	日本騒音制御工学会技術レポート, No. 6, pp. 87
新幹線トンネル出口	○					10	西脇他	日本音響学会講演論文集, S51. 10, pp. 176
地下鉄換気設備	○					11, 25	岡野他	日本騒音制御工学会講演論文集, S60. 9, pp. 13
ジェットエンジン	○					6. 3, 10, 12. 5, 25	榎原他	日本騒音制御工学会講演論文集, S54. 9, pp. 209
ジェットエンジン	○					6. 3, 6. 5	樋口他	日本騒音制御工学会講演論文集, S54. 9, pp. 221
ノイズサプレッサ	○					12. 5, 20	守岡他	日本騒音制御工学会講演論文集, S55. 9, pp. 197
ノイズサプレッサ	○	○				6. 3~31. 5	沢地他	日本騒音制御工学会講演論文集, S56. 9, pp. 125
フェリーディーゼルエン ジン排気口	○					25	岡田他	日本騒音制御工学会講演論文集, S59. 9, pp. 189
フランス水車ドラフト 開口部	○					6. 5, 11	岡野他	日本騒音制御工学会講演論文集, H1. 9, pp. 153
落水音の配水池内部での 共鳴	○					29. 5, 32, 40. 5	岡野他	日本騒音制御工学会講演論文集, H6. 10, pp. 257
水処理場濾過池流水落下	○					16~17, 28	工藤他	日本騒音制御工学会講演論文集, S52. 11, pp. 99
ダム放流	○					5	金沢他	日本音響学会講演論文集, S51. 10, pp. 181
堰放流	○					16	杉山他	日本音響学会講演論文集, S54. 6, pp. 409

(注) 表中 F は狭帯域分析、それ以外は 1/3oct.band 分析

### 3. 低周波音防止対策の考え方

#### 3. 1 低周波音問題解決の進め方

苦情が発生した場合、それが騒音問題なのか、振動問題なのか、それとも低周波音の問題なのか判断しなければならない。それによって防止対策の方法が異なってくるからである。

通常は現場の状況を見るとともに騒音レベル、振動レベル、低周波音圧レベル（1/3 オクターブバンド周波数分析値）を測定し、それぞれ目安となる値と比較することにより大部分は判別出来る。

騒音・振動では環境基準値、規制基準値などが目安となるが、これに対して低周波音の場合は騒音・振動に相当する法的規制は現状ではない。参考資料に、参考となる数値の例を示すが、測定結果がこれらの数値を超えているかどうかだけで低周波音問題の有無を判断することはできない。現場の状況を調査し、科学的な立場で総合的に判断しなければならない。

苦情の発生から対策・解決までの一般的な流れを図 3-1 に示す。

低周波音問題の可能性があることが想定される場合には図 3-2 に示すフローに従って具体的に何に対する苦情なのか、あるいは可聴域低周波音の問題なのか超低周波音問題のかなどについて診断を行い、適切な対応策を検討することになる。

#### (1) 苦情発生から対策・解決までの一般的な流れ

##### i) 状況の把握、測定、分析

低周波音に関連すると思われる苦情が発生した場合、苦情発生の状況を把握するとともに低周波音を測定し、1/3 オクターブバンド周波数分析（必要に応じて狭帯域周波数分析）を行い、音圧レベルの概要を知る。

尚、測定位置等については「低周波音の測定方法に関するマニュアル」（環境庁大気保全局 平成 12 年 10 月）等を参照する。

##### ii) 低周波音問題の可能性の判断

例えば、床が揺れていないのに建具等に揺れが観察されるような場合、耳の付近あるいは身体が圧迫されるような不快感を感じる場合などは低周波音問題の可能性が大きいと判断する。

##### iii) 苦情の診断

建具等のゆれ、不快感の有無等を観察すると同時に、分析値を考慮し、苦情内容の診断を行う。

##### iv) 発生源の特定と原因の究明

発生周波数、発生側と受信側の位置関係、苦情発生のタイミング等を参考に発生源を特定し、その発生原因を究明する。

v) 対策目標、対策方法の検討

対策の目標低減量を設定し、対策方法の検討を行う。可能ならば、苦情者の意見も聞いておく。

vi) 対策の実施、効果確認

適切な対策目標を設定し、対策を実施する。対策終了後、効果の確認を行う。

vi) 苦情の解決

苦情者が納得して問題は解決になる。

(2) 低周波音問題の診断手順

低周波音問題の診断手順を図 3-2 に従い、もう少し具体的に解説する。

i) 低周波音問題の可能性の診断

- ・ 苦情者の訴えを良く聞く
- ・ 例えば、床が揺れていないのに建具等に揺れが観察されるような場合、耳の付近あるいは身体が圧迫されるような不快感を感じる場合などは低周波音問題の可能性が大きいと判断する
- ・ 1/3 オクターブバンド周波数分析値を低周波音問題の評価値（参考資料）と比較するなどし、ii)～iv) 項に示す具体的な内容判断を行う。  
尚、騒音、低周波音を問わず、純音成分等の場合は音圧レベルが小さくても問題になることがあるので注意する必要がある。

ii) 低周波音による建具のがたつき問題の診断

- ・ 建具の揺れやがたつきが観察される場合には建具のがたつきの評価値と比較する。
- ・ 実測値が一つの周波数バンドでも評価値を上回っていればがたつきの原因は低周波音である可能性が大きい。
- ・ 評価値を下回っていればがたつきの原因が低周波音である可能性は少なく、他の要因の可能性はある。

但し、建具の種類、取り付け条件、部屋の大きさ等によりがたつき始める最低音圧レベルは異なるので、下回っていても必ずしも低周波音が原因では無いといいきれない場合もある。

iii) 超低周波音による感覚的問題の診断

- ・ 不快感が有る場合は G 特性音圧レベルを求め（特性曲線内蔵の低周波音圧レベル計で直接指示値を読み取るか、あるいは周波数分析値と G 特性の相対レスポンスから計算で求める）、評価値（参考資料）と比較する。
- ・ 実測値が評価値を上回っていれば超低周波音の感覚的な問題の可能性が大きい。

G 特性によって測定されたレベルが生活環境の中で問題になることは一般的

に少ない。作業環境での評価に将来有効となるかもしれない。

iv) 超低周波音～可聴域の低周波音による感覚的問題の診断

- ・ 不快感が有り G 特性音圧レベルの評価値を下回っている場合は周波数分析による評価値（参考資料）と比較する。
- ・ 実測値が一つの周波数バンドでも評価値を上回っている場合は低周波音による感覚的な問題の可能性が大きい。

なお、個人差などがあり、評価値より低いからといって低周波音による問題ではないとは言いきれないという指摘もある。

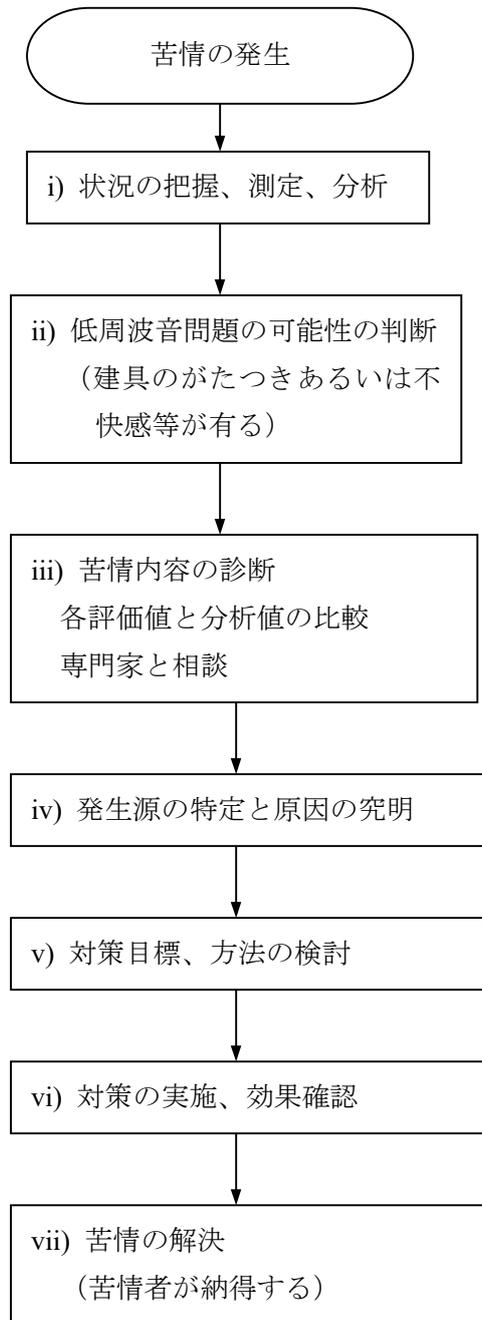
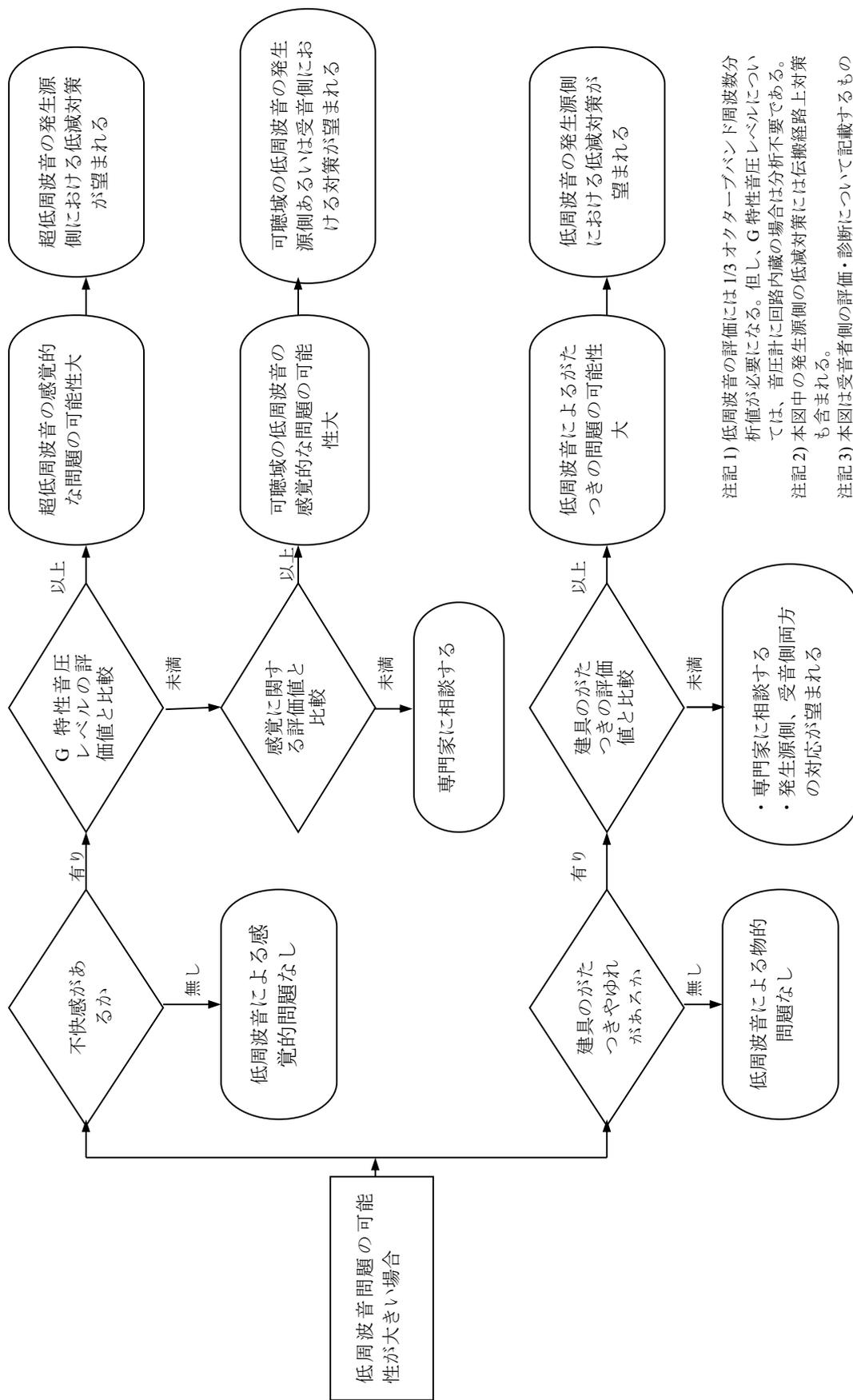


図 3-1 苦情発生から対策・解決までの一般的な流れ



注記1) 低周波音の評価には1/3オクターブバンド周波数分析値が必要になる。但し、G特性音圧レベルについては、音圧計に回路内蔵の場合は分析不要である。

注記2) 本図中の発生源側の低減対策には伝搬経路上対策も含まれる。

注記3) 本図は受音者側の評価・診断について記載するもので、対応策の検討にあたっては発生源機器の仕様、運転状況との対応、あるいは地理的關係などの状況を把握することが大切になる。

図 3-2 低周波音問題の診断手順

### 3. 2 発生状況の把握

低周波音にかかわる問題が発生した場合、どのような理由で低周波音が原因と判断されたか、主な発生源は何か、他に発生源はないか、また発生源と苦情発生地点の地理的な関係など、状況を十分把握したうえで対策方法を決めなければならない。

低周波音は全く耳に聴こえない超低周波数から、耳に聴こえる 100Hz 程度までを総称しているため、その防止方法も超低周波音による窓のがたつきが苦情の原因なのか、耳を圧迫するように聴こえる低周波音なのかによって、対策方法も違ってくる。

対策方法としては一般騒音（可聴音）の場合、

- 1) 発生源対策、
- 2) 伝搬経路上対策、
- 3) 受信側対策

があるが、低周波音は可聴音に比べて波長が長いため、2)、3)の対策については、通常の方法ではその効果があまり期待できない。したがって、1)の発生源対策が好ましい対策方法であるといえる。

### 3. 3 低周波音防止対策の考え方

#### 3.3.1 問題の確認

まず問題が 20Hz 以下の超低周波音の問題であるか、20Hz 以上の、可聴域の低周波音の問題であるかどうかを確認する（便宜上 20Hz で区切っているが、個人差があり、20Hz 以下の音波でも耳で聞き取れる場合もあるし、逆に 20Hz 以上の音波でも耳で聞き取れない場合がある）。

窓や戸などの建具が「がたつく」か、どうかを聞いてみる。がたつくようであれば超低周波音の問題と考えてよい。ただし窓もがたつくが、アンテナもコップの水もゆれるという場合は注意を要する。超低周波音によって建具ががたつくのは共振によってであるから、特定のコップの水がゆれる場合は超低周波音と考えてよいが、固有振動数の異なるものがみなゆれるという場合は地盤振動による場合がある。

それ以外の、圧迫感がある、頭が痛いなどという場合は、可聴域の低周波音の問題と考えてよい。このような超低周波音のレベルは建具のがたつくレベルよりはるかに大きく、またわれわれの通常の生活環境には存在しないことが明らかになっている<sup>1)</sup>。窓ががたつく程だから、頭の痛いのは超低周波音のせいではないかと誤解されることが多い。ボーという音がするとか、圧迫感があるとかいろいろな表現で苦情が出るがこれらもよく確かめてみると音が聞こえていることが多い。

#### 3.3.2 超低周波音対策<sup>2)</sup>

- (1) まず発生源とみなされる振動体(固体、流体)の概略寸法が超低周波音の波長より大きいか小さいかを調べる。超低周波音の波長は 17~340m (周波数は 20~1Hz) であるから 17m より小さければ問題になるほどの超低周波音は発生しないと考えてよい。従って通常の生活環境においては、超低周波音は発生せず対策は不要である。大きければ問題となる超低周波音発生の可能性はある。
- (2) 大型振動体が、問題になるほどの超低周波音を発生する場合は、
  - i) そのパワーが大きい場合 (例えば川幅 100m の水流調節機構、ジェット流、新幹線トンネル等)
  - ii) 共振の場合 (橋梁、堰堤等)
  - iii) 機械的機構に基づく場合 (空気圧縮機、ディーゼル機関等、振動ふるい等)

である。i) の場合はきわめてまれであるが、ii)、iii) の場合はしばしば起こっている。

これらについては表 3-1<sup>3)</sup>を参照する。まず表に示す機械等が使用されているかどうかを調べ、使用されている場合にはその発生原因を調べ、表に示す対策の実施を検討する。共振の場合には加振力の周波数または固有振動数を変える(例えば補剛)、減衰を付与する等の処置をとる。また機械的機構等の場合には、その変更、できない場合には消音器(共鳴形、膨張型)の設置、剛性則による遮音等の処置をとる。

### 3.3.3 低周波音対策

20Hz 以上の、可聴域の低周波音は騒音の範囲である。従って騒音防止技術のうち低周波音に効果の期待できる騒音防止技術が流用される。

まず可聴域の低周波音の 1/3 オクターブ分析によって、問題となる周波数バンドを特定する。その成分に対して表 3-2 に示す防止技術を適用する。

一般に騒音防止技術としては文献<sup>4)</sup>に示すものがあるが、その中で、可聴域の低周波音に対しては、表 3-2 以外の防止技術は効果が期待できない。また特に超低周波音同様共振、共鳴によって低周波音が増幅されている場合も少なくないので留意する必要がある。

#### [参考文献]

- 1), 2) 中野有朋：超低音(聞こえない音)―基礎・測定・評価・低減対策― 技術書、1994.6
- 3) 中野有朋：実践騒音対策―騒音・低周波音・超低周波音― 日刊工業新聞社、2000.2
- 4) 中野有朋：低騒音化技術、技術書院 1997.10

表 3-1 低周波音の発生源、発生原因、対策方法

発生源	発生原因	特徴	対策方法
送風機、送風機系(集塵機・冷暖房器・乾燥機等)	旋回失速。サージング。吸込状態不均一。ダクト壁振動	送風機の特定使用状態で発生。定常的	バイパス・放風・可動翼方式。ダクト補強。整流板
往復式圧縮機	圧縮、爆発等による気筒内圧力変化の伝搬時間差	大形多気筒機種、また多数機使用時発生すること多い。定常的。うなり発生することあり	共鳴形、膨張型消音器。配管変更
真空ポンプ・脱水ポンプ・ロータリブロワ等			
ディーゼル機関・船舶・非常用発電装置・ディーゼル車等			
新幹線トンネル	継続時間の長い単発圧縮波(短い場合は可聴音)	特定トンネル。衝撃的。	列車形状変更。速度低減。トンネル断面拡大。入口フード
発破	爆発	衝撃的	火薬減量。消音器(坑内発破)
ダム・堰提	水膜振動・膜裏空洞固有振動の共鳴、大水流振動	特定ダム・堰提。定常的	水膜分割。整流
橋梁	車走行衝撃・橋梁固有振動の共振	特定橋梁。定常的	加振力低減(段差除去)。補剛。減衰付与
ボイラー再熱器	カルマン渦・再熱器空洞固有振動の共鳴	特定条件。定常的	空洞分割(バッフル)。器内流速変更
各種炉(熱風炉・ロータリキルン・電気炉・キュポラ等)	燃焼振動・燃焼室空洞固有振動の共鳴	特定条件。定常的	燃焼状態・燃焼室形状・熱源位置変更。排気消音器
振動篩・振動コンベア・破碎機等	加振・破碎周波数又はこれらと構造体の共振	大形板構造のものに多い。定常的。うなり発生	振動面積低減。空気圧バランス。補剛。剛性則遮音。回転数制御
ジェット流	ジェット流の超低周波成分	特定条件。定常的	ダクト等によるジェット流発生低減

表 3-2 可聴域の低周波音防止技術

方 法		内 容	
圧力変化防止		大きな渦・流れの乱れの発生、爆発等の防止	
加振力、たわみの低減		打撃・衝突・摩擦・不平衡力除去、釣合わせ、補剛	
弾性支持		柔らかい防振ゴム以上	
制振		厚い(1cm 程度以上)制振材料による。 -10dB	
共振・共鳴防止		加振周波数または固有振動数変更(補剛)、減衰付与	
吸音		実用上効果なし(厚さ 1m 以上の多孔質吸音材必要)	
遮音	密閉型	カバー [鋼板 1.6mm で -10dB(31.5Hz)] 建屋 [コンクリート 12cm で -25dB(31.5Hz)]	
	部分型	障壁 (塀、建物、土手等) [音源高さより 1m で -7dB(63Hz)]	
	開口型	吸音ダクト形消音器：効果なし 膨張形消音器：膨張部の長さ 1~4m 干渉・共鳴形消音機：大型	

## 4. 低周波音防止技術の概要

### 4. 1 発生源別の低周波音防止技術の概要

以下に発生源別の低周波音防止対策技術の概要を示す。また節末に、低周波音の発生原因と対策の一覧表を示す。

#### 4.1.1 送風機

##### (1) 遠心送風機

遠心送風機の軸動力が中、大形（数百 kw 以上）になるにしたがい、回転数も低く、風量も大きくなり、これにより低周波音を発生する可能性が増してくる。

大型送風機は製鉄所、セメント工場、火力発電所で使用され、工場周辺で窓ががたつくなどの問題が生ずる可能性がある。

中型送風機は、地下鉄、トンネル等の換気用に使用され、吸気塔、排気塔の周辺で同じような問題が生じている。

低周波音発生の原因としては、

- 1) 送風機の構造面の欠陥による場合
- 2) サージングによる場合
- 3) 旋回失速による場合
- 4) 吸気口の流れの乱れ、偏流による場合

が考えられる。

この内 1)、2)、4)については送風機の調整、接続ダクトの検討により解決している。しかし 3)については長い間原因不明であったが、鈴木他の研究により、発生周波数の予測及び発生風量条件が明らかになった。その周波数は $f=0.72n$  ( $n$ : 回転数 Hz) で求められる。

その後、旋回失速の発生しない羽根形状及び吸込口形状の研究が行われ、図 4-1-1 のように従来型とは異なる超低周波音対策用の羽根車が開発され実用化されている。

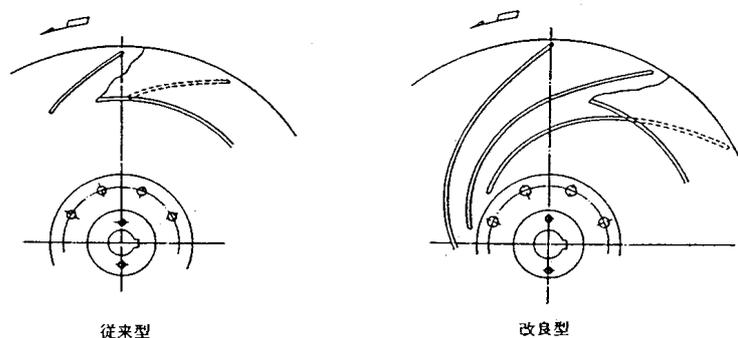


図 4-1-1 低周波音対策型遠心送風機

## (2) 軸流送風機

軸流送風機から発生するものとしては羽根車の後流の乱れが励起力となる場合やサージングの場合などダクト系と共鳴して発生する共鳴音、あるいは旋回失速に起因する音などが低周波音となる。

さらに動翼周辺に定常に形成されている圧力場が動翼とともに回転することによって生じる動翼回転音や動翼と静翼との干渉によって生じる干渉音などがあるが、これらも大型で回転数が低い場合は低周波音になる可能性もある。

軸流送風機による超低周波音の問題はあまり生じていない。しかし、特に大形になると、回転数が低くなり風量域によっては低周波音が発生する。その原因は旋回失速に起因したものであり、その周波数は $f=0.577n$  ( $n$ : 回転数 Hz) で求められる。

その対策としては図 4-1-2 に示すようにケーシングの吸込部を二重ベルマウス構造にして旋回失速の防止をして旋回失速に基づく低周波音の低減を行っている。

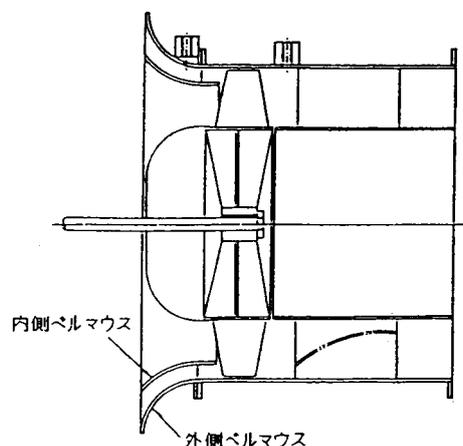


図 4-1-2 低周波音対策型軸流送風機

## (3) 集塵機

集塵装置は、気流中に含まれるダストを分離、捕集する装置であるが、遠心力集塵装置、ろ過集塵機（バグフィルター）等では送風機がつく。その送風機の運転状態によっては旋回失速状態となり低周波音が発生することがある。特にバグフィルター式のもの、ろ布によりダストを捕集するため、ろ布が目づまりしてくると抵抗が増え送風機は少風量運転となる。その結果失速状態の運転となり低周波音が発生する。一般にバグフィルターでは圧力損失が一定以上になると、ダストの払い落としが行われる。払い落としが行われると圧力損失が無くなり、送風機は正常な運転となり、低周波音の発生は止まる。このように集塵機から発生する低周波音は間欠的に発生するため、問題が起きた当初は時々発生する気味の悪い現象として捉えられることが多い。またろ布に付着したダストをふるい落とすため、ろ布に振動を与えて行う場合には、この振動機構から低周波音が発生することがある。

集塵機における低周波音対策としては、送風機が失速状態にならないように、圧力損失の値を設定して早め早めに振るい落として運転するようにすれば、特に防音装置を取り付ける必要はない。低周波音が発生してしまった場合は、清浄ガス出口に、サイドブランチ型サイレンサーやリアクティブ型サイレンサーを取りつける対策をする。

#### 4.1.2 圧縮機

往復式空気圧縮機は、シリンダ内のピストンの往復運動によって空気の圧力を高める機械であり、各種の圧縮空気源として広く用いられている。

シリンダ内の空気の圧縮、膨張過程において原理的に超低周波音が発生しやすい機構になっている。

発生音は機械回転数に比例する基本周波数とその高次周波数から構成される。

防止対策としては、圧縮機の吸気、または吐出配管系などに消音器を設置する方法が一般に用いられる。

消音器は共鳴型消音器がよく用いられ、そのなかでもサイドブランチ型がよく用いられる。この消音器の構成は簡単なもので、膨張型消音器などに比べて小型になる。消音対象となる周波数成分がいくつかある場合は、その数だけサイドブランチが設置される。

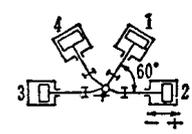
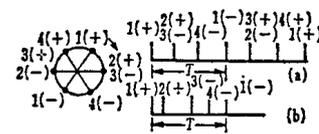
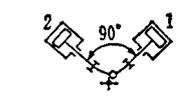
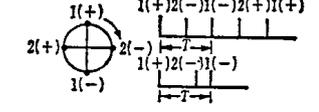
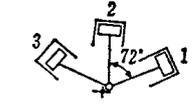
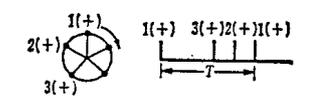
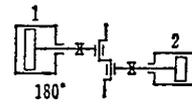
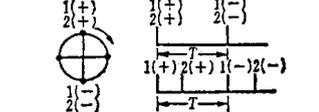
形式	シリンダの状態	圧力パルス発生状況	周波数成分	備考
半星形 (X形)			$f = \frac{R \cdot m}{30} [\text{Hz}]$ R: 回転数 [rpm] m: 次数	$k = \frac{1}{2}$ (a) の場合 $f' = \frac{R \cdot m \cdot 4}{30}$
V形			$f = \frac{R \cdot m}{30}$	$k = \frac{1}{2}$ $f' = \frac{R \cdot m \cdot 2}{30}$
W形			$f = \frac{R \cdot m}{60}$	$k = 1$ 時間遅れなくともできる
水平対向形			$f = \frac{R \cdot m}{30}$	$k = \frac{1}{2}$ $f' = \frac{R \cdot m \cdot 2}{30}$

図 4-1-3 圧縮機の超低周波音発生機構と周波数成分<sup>1)</sup>

### 4.1.3 ディーゼル機関

#### (1) ディーゼルエンジン

ディーゼルエンジンは、シリンダ内の空気をピストンによって圧縮し、高温高压の状態として、重油や軽油などの液体燃料を霧状に吹き込んで自然着火爆発させ、動力を得る内燃機関である。

往復式圧縮機の場合と同様に排気口から放射される音圧の周波数は、次式で表される。

$$f = \frac{Rm}{60K} \quad (\text{Hz})$$

ここで  $R$  : 機関回転数 (rpm)

$m$  : シリンダ数 ( $m=1,2,\dots$ )

$K$  : サイクル定数 4 サイクル機関の場合  $K=2$

2 サイクル機関の場合  $K=1$

通常、ディーゼルエンジンの排気は不等間隔になっており、このために上式のような超低周波音が発生する。このため、原理的には配管系を変えて圧力変化の配列を変えれば超低周波音の発生を制御することができる。しかし、これは実際的ではないので、通常は騒音の低減もかねて、大型にはなるが、多段の膨張形消音器が設置されることが多い。

#### (2) 船舶

船舶の動力源となる主機関は、ほとんどがディーゼルエンジンである。ディーゼルエンジンは(1)で示したように、低周波音の発生源としてよく知られており、その排気音の基本周波数は、

$$f = m \cdot R / 60 \quad (m : \text{気筒数}, R : \text{回転数(rpm)})$$

である。港周辺で船舶が後進や回転するときは基本周波数の 1/4 次や 1/2 次が卓越する傾向を示す。

対策方法としてはエンジン本体の対策ができないため、排気口に消音器を設置する方法がとられるが、船舶用消音器はスペース及び重量面での規制を大きく受け、極力小型軽量化が要求される。

またタンカーなどの荷役作業中に低周波音が発生することがある。これは荷役作業用ボイラーが低負荷状態になり、燃焼振動が発生するために起こるものである。タンカー内の対策は外航船などの場合不可能なためバラストポンプなどの作動によりボイラーを低負荷状態にさせないような作業方法がとられている。

#### 4.1.4 真空ポンプ

##### (1) 真空ポンプ

一般に真空ポンプと言われているものは、真空（圧力が大気圧力以下の状態）の気体を圧送する機械である。その種類は遠心圧縮機と同一構造の遠心式真空ポンプと、ルーツなどの回転式真空ポンプさらに往復圧縮機と同一の往復動式真空ポンプなどがある。低周波音が問題となるものは、往復動式圧縮機とルーツ式の真空ポンプである。

特に低周波音問題の発生事例の多いのは、往復動式真空ポンプである。これはピストン運動により真空状態を作るためピストンのストローク（移動）により空気の粗密波を作ることになる。その周期が大型のものになると1分間に600回転前後となり10Hzの低周波音となる。この音は構造上避けられないものなので、発生源側で対策を立てることは難しく、発生した音を2次的な対策で行う事になる。

##### (2) ルーツブロワ（ロータリーブロワ）

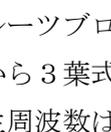
ルーツブロワの吸気側から発生する騒音は、次の2種類に分類できる。

1) ロータ回転音と、この音の高調波成分。

2) ロータのすきまの漏れを音源とする、高域周波数で吸気容積の高次モードの共鳴音。

低周波音の原因になるのは1)である。

低騒音設計するためには、1)のロータ回転音については、回転数のおよそ2乗に比例することから、回転数を抑えることである程度この音の低減が可能である。2)の高次モードの共鳴音については、共鳴を起こさない構造にするか、音源になるロータすきまの漏れを抑える方法と、切り溝をつけて漏れを積極的につくり、パルス状に圧力上昇させないで騒音を低減する方法がある。しかし、排気温度上昇を考えれば、すきまはあまり小さくできない。単純計算で漏れは、圧力差とすきまの3乗に、そして、ロータ幅に比例し、すきま流路長さに逆比例する。したがって、同一容積のルーツブロワの比較では、ロータ幅を狭くして、すきま流路の長い2葉より3葉形式のルーツブロワが有利で、さらにインタークーラ付きの多段使用にすると発生音レベルは低くなると考えられる。

現在ルーツブロワの低周波音対策としては、のようにブロワの羽根を2葉式のものから3葉式のものに変更している。この結果例えば750min<sup>-1</sup>のルーツブロワであれば発生周波数は、

$$\text{2葉式} \quad f = 2 \times 2 \times 750 \div 60 = 50\text{Hz}$$

$$\text{3葉式} \quad f = 3 \times 2 \times 750 \div 60 = 75\text{Hz}$$

となり、基本周波数が高い周波数へ移行する。これにより吸音材形サイレンサによる減音が可能な範囲となり騒音対策が容易になる。

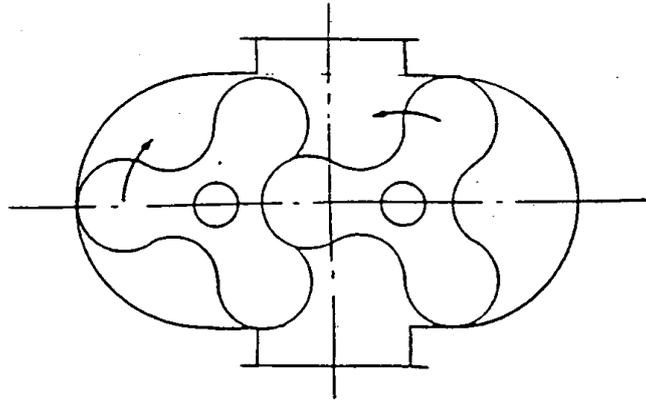


図 4-1-4 ルーツブロワの構造

#### 4.1.5 振動ふるい

##### (1) 振動ふるい

振動ふるいは、ふるい網上の石塊などを、網面を振動させることによって、ふるい分けを行う機械である。多くの種類があるが、これらの中で砕石場の破碎、選別プラントなどにおいて使用される、大型の振動ふるいなどから低周波音が発生することがある。特に、ふるいの板などの固有振動数が加振周波数に一致するか、ふるいが設置されているピットの空洞部内の固有振動数と一致し共鳴が起こる場合、大きな低周波音が発生することがある。

また、都市部における軟弱地盤下のトンネル掘削には、一般に、シールド機械を利用する。このシールド機械を利用したシールド工法では、工事用プラント装置・設備の一部である「振動ふるい機」が使用される。都市部におけるトンネル掘削に使用される振動ふるいは、工事の規模によって、台数は異なるが、複数台数以上になることが多く、ほとんどの場合、同規模、同能力のもので並列稼働する。このとき、土砂が堆積したメッシュ状のスクリーン面が音響放射面となり、その稼働周波数に対応する低周波音を発生する。

対策方針としては、下記のようなことが考えられるが、状況に対応した対策が必要になってくる。

##### ○ 音源対策

- 1) 同種同型を使用する場合には、原動機（モーター）の回転数を互い違いにする。  
…うなり防止
- 2) 同種同型を使用する場合には、振動ふるい機の往復動を互い違いにする
- 3) ふるい面積、メッシュ間隔幅を小さくする、できなければふるいスクリーン面にランダムにリブ\*を入れる

\* リブ：板等の変形防止のため、面に直角にとりつける補強材

- 4) 振動ふるい機等を防音カバーあるいは防音囲いで囲う
- 伝搬経路対策
  - 1) 立て坑出入口曲がり部を「吸音曲がりダクト」の応用で減音計算する  
…消音効果を発揮させる
  - 2) 立て坑建物内を吸音、遮音、防振、制振処理する…建物を振動させない
  - 3) 建物遮音は、空気層を利用しかつ剛性を高める…リブ\*をランダムに交差させ  
振動させない

## (2) 振動コンベア

フィーダの主枠を振動させ、その力によって砕石などを運搬する機械で、振動ふるいと同じような起振機構を採用している。この種のコンベアには、端部に格子ふるいを並列し、小塊をあらかじめ除去して破碎機に供給するようにしたものがある。

低周波音の発生機構も振動ふるいと同様であり、対策方法としては、加振周波数の変更、加振力の低下などが一般的である。

## (3) 破碎機

破碎機は、鉱山における鉱石の破碎に使用されるほか、化学工場における原料および製品の破碎、また窯業方面における原料の破碎、建設工業でのコンクリート骨材、道路の路床材の製造など多用途に使用され、非常に多くの種類がある。これらを使用面から見ると、粗碎機（1次破碎機）、中碎機（2次破碎機）、細碎機（3次破碎機）に大別することができる。しかし、一般にはその作用原理から圧碎型破碎機と打撃型破碎機に分類する。

破碎機も、振動ふるい、振動コンベア等と同様に、大型の揺動部分をもち、これが振動することによって低周波音を発生する。対策方法も同様に、回転数の変更、加振振幅の減少、開口部閉鎖等が一般的である。

### 4.1.6 燃焼装置

ボイラーは、燃料の燃焼で発生する熱を水などの液体に伝えて、高温、高圧の蒸気を発生させ、その蒸気を多くの原動機、たとえばタービンに使用したり、乾燥や暖房に用いるものをいう。その主要部は、水および蒸気を入れる鋼製の容器のボイラー本体と、燃料の燃焼装置であるバーナーおよび火炉からなっている。このほかに、蒸気の温度を上げるための過熱器や、再熱器などの付属装置、および安全に操業するうえに必要な多くの付属装置がついている。

これらのうち、火炉からは熱が原因で、再熱器からは気流が原因で超低周波音が発生することがある。

火炉から発生する場合は、火炉を含む管路系の固有振動数で発生し、その周波数は管路

の音響等価長を  $l$  とすると

$$f = c/2l \quad (\text{Hz})$$

となる。

防止対策としては、次の方法がとられる。

- 1) 燃焼室の形を変え、熱源を管中央より下流側に位置させる。
- 2) 別の熱源を下流側におく。
- 3) 気体を予熱し、気体が膨張する割合を小さくする。
- 4) 強制通風にして流速を変える。
- 5) 煙道途中に孔を開けるなど、圧力変化の腹にもれを設ける。
- 6) 流速変動の腹に絞りを設ける。

また、再熱器からも低周波音が発生する場合がある。これは、煙道内に配列された管群によってカルマン渦が発生するためで、これを防止するためには、管表面にあらさを与え、円管にあたる流れを乱し、規則的な渦の発生を防ぐために、円管外にリブをつけることなどが行われる。

また、煙道の中に粒子速度分布の腹となる位置に仕切り板などを入れて固有振動数を変える方法もとられる。

#### 4.1.7 ジェットエンジン

ジェット機が離陸する場合、またジェット機を地上で高出力で試運転する場合などにおいて、高速で流れるジェット流が原因となって、超低周波音が発生することがある。

現在の民間航空輸送の主力であるジェット機は、ターボファン型とよばれるジェットエンジンを装備しており、エンジンの推進力は、高温高速のジェット排気流、およびファン部分で加速されたファン空気流から得られている。このうちジェット排気による音波は、高温、高速のジェット排気がファン空気を介して、外部の静止空気と混合するときが発生する渦によるものである。速度差の大きい排気口近くでは、高い周波数の音波が発生する。排気口から後方へ遠ざかるにしたがって周波数は低くなり、超低周波音も発生する。

排気騒音が問題になる空港では、通常、エンジン試運転用の排気消音器の設備があるが、エンジン排気口と消音器の開口部の距離が大きいと開口部周辺に気流の乱れが生じ、また、これによって開口部につながる構造体（遮音壁）が共振して振動し、低周波音が増幅される。対策方法としては気流の乱れを防止するため、排気消音器とエンジン排気口の中間に補助ダクトを設置する方法等がある。

#### 4.1.8 機械プレス

機械プレスとは、機械的な機構によってプレスを行う、すなわち金属板を塑性加工する機械である。

機械プレスは、その用途が広範多岐であることも関連して、構造上、用途上の区分に従いその種類は非常に多い。

通常、機械プレスはプレスの際の衝撃が地面に伝搬し、振動苦情として注目されることが多く、低周波音の発生源として注目されることは少ない。ただし、多数の機械が同時に型を打ち下すようになると、いわゆる「揃い踏み」状態となり、大振動とともに超低周波音が発生することもある。

超低周波音の防止対策としては、工場建屋の補強、機械基礎の振動絶縁等の他、プレス間の作業工程を制御し、「揃い踏み」状態にならないように工夫することなどが考えられる。

#### 4.1.9 道路橋

道路橋から発生する低周波音による苦情は、物的苦情（建具のがたつき）と心理的苦情（衝撃性の低周波音による不快感）とに大別される。前者は主に 20Hz 以下のいわゆる超低周波音によるもので、大型車の通過で橋軸方向の固有振動または橋軸直角方向の固有振動が励振されることにより発生する。後者は大型車がジョイントを通過する際に橋軸直角方向の固有振動が励振されされることにより発生する。

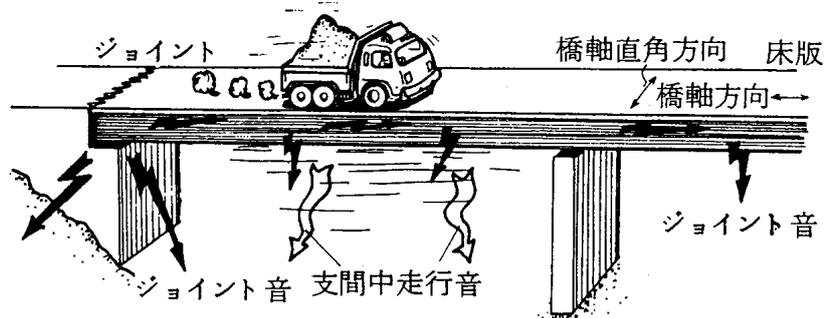


図 4-1-5 道路橋から発生する低周波音の概念図<sup>2)</sup>

道路橋から発生する低周波音の対策は道路施設管理者により個別に行われており、近年対策事例は公表されていない。最近の文献<sup>3)</sup>によれば、考え得る発生源対策および伝搬経路対策として次のような方法があげられている。

- 発生源対策
  - ① ノージョイント化、ジョイントの改良、ジョイント部段差修正
  - ② 桁端部補強（端部桁補強、端部 RC 巻き）
  - ③ 橋梁上部構造の構造強化（高剛度化）
  - ④ 減衰装置（動吸振器等）の設置
- 伝搬経路対策
  - ① 環境施設帯

## ② 橋梁下面履工板

このうち発生源対策では、衝撃力低減を目的としたジョイントの対策が最も効果的であると考えられる。ジョイントの段差修正等により大型車がジョイント通過時に発生する衝撃性の振動を減少させ、衝撃性の低周波音（ジョイント音）を低減させるものである。減衰装置の設置による対策については、実橋での対策事例が報告されている<sup>4)</sup>。伝搬経路対策のうち、橋梁下面履工板の設置は、履工板が新たな低周波音の発生源となる可能性も考えられるので注意が必要である。

### 4.1.10 鉄道トンネル

爆発や発破などと同様に、トンネルへの列車突入時、トンネル内の空気に急激な圧力変化が起こり、反対坑口で低周波音が発生することがある。特に列車の入坑速度が速い新幹線トンネルやリニアモーターカーで起こる現象である。

列車がトンネルに突入すると、トンネル内の空気は圧縮され、圧縮波が生ずる。この圧縮波の圧力変化の大きさは、通常、列車の入坑速度  $200\text{km/h}$  のとき、静圧でおよそ  $1200\text{N/m}^2$  となる。音圧レベルではおよそ  $155\text{dB}$  である。

この圧縮波はトンネル内を伝搬していく間に徐々に波の前面が切り立った形に変化し、反対坑口で衝撃的な音波となって放射される。

圧力変化の継続時間が短い場合は、 $20\text{Hz}$  以上の耳に聞こえる成分も含み、ドーンというように聞こえるが、長い場合には、ほとんどが  $20\text{Hz}$  以下の耳に聞こえない成分になるため、不意に戸や窓が振動することになる。

防止対策としては、列車突入側の坑口にフードを設置し、列車の入坑によるトンネル内空気の圧力上昇を徐々に行う対策等がとられている。

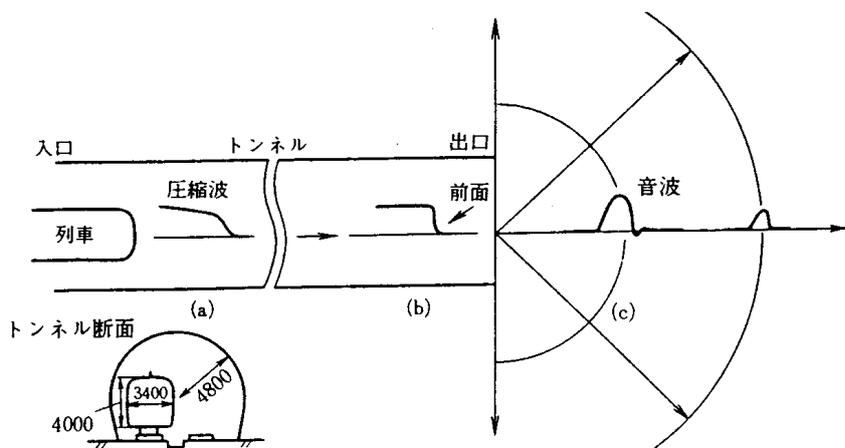


図 4-1-6 トンネル内圧縮波の伝搬と音の放射<sup>5)</sup>

#### 4.1.11 治水施設

河川に設置された堰やダムゲートあるいは砂防ダムなどからの越流水において、水流によってつくられた水膜の振動による低周波音が発生することがある。その発生機構としては

- 1) 越流水膜背後の空洞を一種のヘルムホルツ共鳴器として考えた場合の固有値と一致する。
- 2) 水膜は落下直後何らかの要因によって波立った水膜がそのまま落下してその水膜の振動数に一致する低周波音が発生する。
- 3) 縞を有する水膜が水面に突入する際の落下位置の移動による空洞の体積変化から圧力変動が生じ、空洞の固有振動数と共振し安定した水膜振動になる。

等が考えられている。

その対策としては水膜を形成させないことが条件となるので、堰の上にスポイラー（水膜分離装置）を置いて水膜を分離する。または水膜落下途中に多孔板、じゃま板などを置いて水膜を壊す、等の対策を行っている。

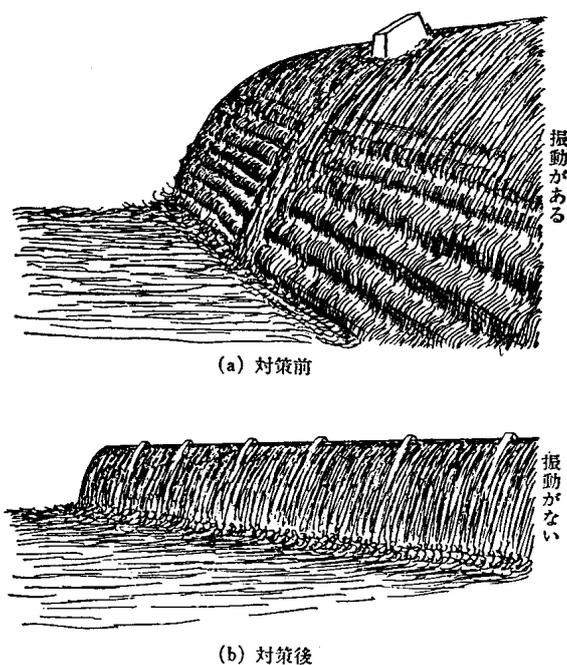


図 4-1-7 河川の堰からの溢水膜の振動とその対策<sup>6)</sup>

#### 4.1.12 発破作業

採石や掘削作業時に火薬を用いて発破作業を行うと、衝撃波が発生し、かなり離れた民家の戸、窓まで揺れることがある。発破作業によって発生する音波は、低周波帯域を含む広帯域のスペクトルになり、トンネルから発生する微気圧波に似ている。

対策方法としては、一回の発破作業に用いる火薬量を減らす、発破方向を民家側に向けないようにする、などが考えられる。

#### 4.1.13 消音器による対策

低周波音用サイレンサーとしては、吸音材がほとんど効果がないので、波長の干渉、共鳴などを利用したリアクティブ型サイレンサーが使用される。

##### (1) 膨張型サイレンサー

図 4-1-8 に示すように、断面を急拡大させたもので、ダクトと膨張部の断面積比で減音量が決まり、膨張部の長さで減音される周波数が決まる。

したがって、低周波音に有効な膨張型サイレンサーを計画すると、10Hz 用の場合でもその長さは約 9m となり、また 15dB 以上の減音量を得ようとする、面積比は 10 倍以上にしなければならない。

このように低周波音を対象にすると大変大型のものとなり、あまり実用的ではない。トンネルや大口径のダクトが既設である場合など、それを利用して膨張型サイレンサーを形成させることがある。

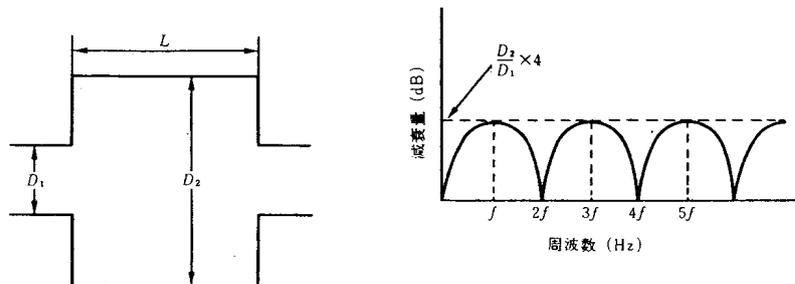


図 4-1-8 膨張型消音器<sup>7)</sup>

##### (2) 共鳴型サイレンサー

図 4-1-9 に示すように、ダクトの表面にあけた孔と、背後空間とで共鳴器を形成したものであり、特定の周波数に効果がある。

低周波音に効果をもたせるためには、背後空間の容積を大きくしなければならないので、大型のものとなる。

実際には、小型の真空ポンプ、コンプレッサー等比較的ダクト径の小さい低周波音

用サイレンサーに使用される。この形式は圧力損失が少ないが、ダクト内の流速を速くすると気流による笛吹き現象が発生するので注意を要する。

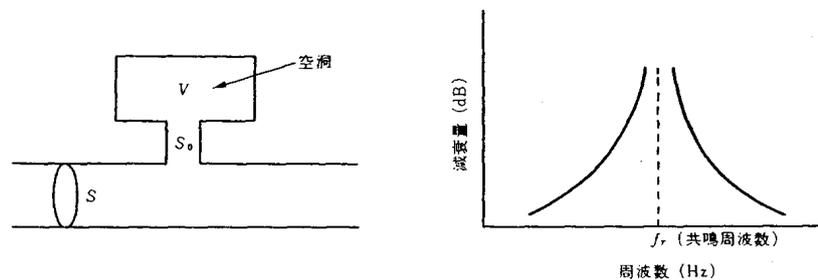


図 4-1-9 共鳴型消音器<sup>7)</sup>

### (3) サイドブランチ型サイレンサー

今までの形式のサイレンサーを低周波音用に適用すると、波長との関係でその大きさは非常に大きなものとなり実用化が難しかった。

この中でサイドブランチ型サイレンサーは主ダクトに共鳴用の枝管を取り付けるだけで、効果があるため、低周波音用に多く実用化されている。枝管の長さは波長との関係で長くなるが、主ダクトと同じ口径でよいため所謂ダクト配管を行えばよく施工的にも容易である。ただし、このサイドブランチ管も取り付ける位置によって減音量が大きく異なるので、図 4-1-10 を参考にして最大の減音量を得るようにする必要がある。

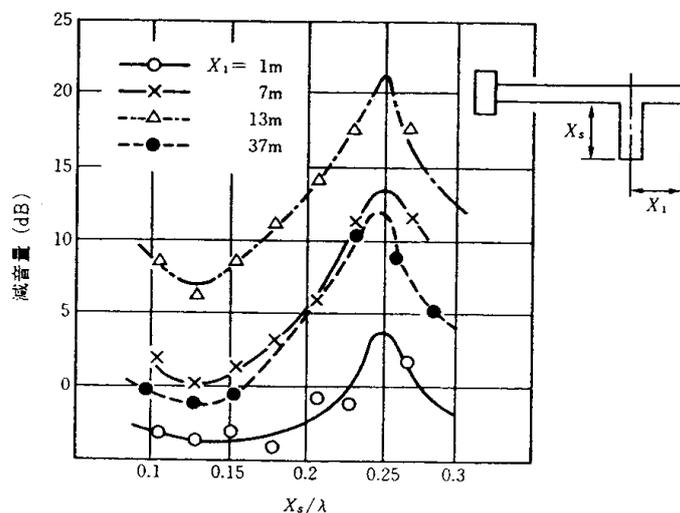


図 4-1-10 サイドブランチ型消音器<sup>7)</sup>

[参考文献]

- 1) 中野他：石川島播磨技報、1970.1
- 2) 清水他：橋梁振動と低周波音の測定、騒音制御、Vol.6, No.6、pp.15～18、1982.12
- 3) 村瀬：道路事業と低周波音、騒音制御、Vol.23, No.5、pp.319～323、1999.10
- 4) 村井他：TMDによる橋梁振動および低周波音抑制効果に関する実橋実験、構造工学技術シリーズ23、橋梁振動コロキウム'01 論文集、土木学会構造工学委員会橋梁振動モニタリングとその標準化小委員会、pp.141～146、2001.10
- 5) 中野：超低音（聞えない音）－基礎・測定・評価・低減対策－、技術書院、1994.6
- 6) 子安編：音響工学講座5 騒音・振動（下）、コロナ社、1982
- 7) 日本騒音制御工学会技術部会低周波音分科会編：発破の音と振動、山海堂、1996.1

表4-1-1 低周波音の発生原因と対策

発生周波数		超低周波音 (1～20Hz)	可聴域の低周波音 (20～100Hz)
発生源	項目		
送風機 〔集塵機 クリンカー 乾燥機〕	発生原因	正常状態では一般に問題なし 旋回失速, 吸込み状態不均一,アンバランス, サージング,ダクト壁振動等により 問題になる程発生することあり	正常状態で発生 回転音と渦流音
	対策	バイパス,放風,可動翼, 2弁操作方式 コーナ弁,整流格子 ダクト補強,バランス調整	消音器(吸音,膨張,まれ に干渉,共鳴型) 遮音カバー(質量則) 配管ラギング
	実施例	文献No.1～13	
往復式 圧縮機	発生原因	一般には問題なし 大型または多機使用で問題になる ほど発生することあり 気筒内圧縮・膨張の縮退による	一般に発生 気筒数音と渦流音
	対策	配管系変更 消音器(主にサイドブランチ)	消音器(膨張,共鳴型) 遮音カバー 配管ラギング
	実施例	文献No.1～5	
ディーゼル 機関 〔船舶 非常用 発電装置 ディーゼル車〕	発生原因	一般には問題なし 大型多気筒機関で問題になるほど 発生することあり 気筒内爆発の縮退	一般に発生 気筒数音と渦流音
	対策	配管系変更 消音器(膨張型)	吸・排気消音器(膨張型) 遮音カバー(質量則) 配管ラギング
	実施例	文献No.1～6	

表4-1-2 低周波音の発生原因と対策

発生周波数		超低周波音 (1～20Hz)	可聴域の低周波音 (20～100Hz)
発生源	項目		
真空ポンプ 〔ロータリブロー 脱水ポンプ〕	発生原因	一般に問題なし 回転に起因する空気振動	渦流音
	対策	消音器（サイドブランチ型, 膨張型）	消音器 遮音（質量則）
	実施例	文献No.1～5	
振動篩 〔振動コンベア 破砕機〕	発生原因	一般に問題なし 大型機、多数機で問題になる程 発生することあり 回転数音	一般に発生 篩物体同士、篩本体との衝突音 駆動機械の発生音
	対策	放射面積縮小 遮音カバー（剛性則） 回転数制御（うなり） アクティブ制御	遮音カバー（質量則） 振動絶縁 制振
	実施例	文献No.1～3	

表4-1-3 低周波音の発生原因と対策

発生周波数		超低周波音 (1～20Hz)	可聴域の低周波音 (20～100Hz)
発生源	項目		
燃焼機械 (ボイラー 加熱炉 熱風炉 転炉 焼結炉 焼成機 電気炉 ロータリキルン キューホラ)	発生原因	一般に問題なし 熱による圧縮, 膨張 カルマン渦との空洞共鳴	一般に発生 燃焼音と渦流音
	対策	燃焼状態の変更 共鳴防止バッフル 消音器	消音器 遮音カバー (質量則) 配管ラギング
	実施例	文献No.1	
ジェットエンジン	発生原因	一般に問題なし ジェット流による渦	一般に発生 ジェット流による渦
	対策	渦の発生防止 (補助ダクト)	遮音壁 (質量則) 排気消音器
	実施例	文献No.1,2	
機械プレス	発生原因	一般に問題なし プレス振動による建屋の振動	プレス時の衝撃音
	対策	建屋の補強 機械基礎の振動絶縁 作業工程の制御	遮音壁 (質量則)
	実施例	なし	

表4-1-4 低周波音の発生原因と対策

発生周波数		超低周波音 (1～20Hz)	可聴域の低周波音 (20～100Hz)
発生源	項目		
橋梁	発生原因	一般に問題なし 車の固有振動と共振する橋で問題になる程発生することあり 衝撃共振	段差, 継ぎ目等で常時発生
	対策	補剛, 減衰付与 動吸振器	段差低減, 継ぎ目改良
	実施例	文献No.1～3	
トンネル	発生原因	一般に問題なし 列車速度, トンネル形状等により問題になる程発生することあり 急激な圧力上昇 圧縮波の継続時間が長い場合に発生	圧縮波の継続時間が短い場合に発生
	対策	列車速度低減 トンネル断面拡大 トンネル入りロフード 列車形状変更	遮音壁 (質量則)
	実施例	文献No.1～4	
治水設備 〔ダム 堰堤〕	発生原因	一般に問題なし 水膜との空洞共鳴	一般に発生 (不快感はあまりない) 水流の落下音
	対策	水流振動防止 共鳴防止	
	実施例	文献No.1～5	

表4-1-5 低周波音の発生原因と対策

発生周波数		超低周波音 (1～20Hz)	可聴域の低周波音 (20～100Hz)
発生源	項目		
発破	発生原因	爆発による衝撃波	爆発による衝撃波
	対策	1回当たりの火薬量の減少 発破の方向を変える	1回当たりの火薬量の減少 発破の方向を変える
	実施例	文献No.1～11 一部騒音対策も含む	
大型構造物 〔機械プレス〕	発生原因	一般に問題なし 構造物の振動	プレス時の衝撃音
	対策	加振力の除去, 補強	遮音 (質量則)
	実施例	文献No.1～4	
その他 ガスエンジン 水車	発生原因	ガスエンジン、水車とも一般に 問題なし ガスエンジンの回転数音、気柱共鳴、 水車の回転、ホワール立抗内の気柱共鳴	回転数音と渦流音 (ガスエンジン)
	対策	消音器 (サイドブランチ 共鳴型, 膨張型)	消音器 遮音 (質量則)
	実施例	文献No.1～4	

[表4-1-1～表4-1-5の文献]

1. 送風機

- 文献No.1 『軸流送風機の超低周波音と防止』  
; 鈴木昭次、鶴飼義雄 (荏原製作所)  
日本音響学会講演論文集 1981年10月 pp.365 ~ 366
- 文献No.2 『大型送風機用超低周波音器』  
; 森 卓支、西脇仁一、藤尾 昇 (西脇研究所)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1979年 9月 pp.213 ~ 216
- 文献No.3 『遠心送風機から発生する低周波音と防止対策』  
; 岡田 健、中野有朋 (石川島防音工業)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1981年 9月 pp.109 ~ 112
- 文献No.4 『誘引送風機とそのダクト系から発生する超低周波音と防止対策』  
; 岡田 健、中野有朋 (石川島防音工業)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1981年 9月 pp.113 ~ 116
- 文献No.5 『送風機の低周波音とその対策』  
; 鶴飼義雄、鈴木昭次 (荏原製作所)  
騒音制御 Vol.8 No.3 1984 pp.43 ~ 45
- 文献No.6 『遠心送風機から発生する超低周波音及び低周波音と防止対策』  
; 岡田 健 (石川島防音工業)  
騒音と振動 Vol.4 No.4 1981 pp.4 ~ 5
- 文献No.7 『バックフィルター集塵機より発生する超低周波音の対策』  
; 工藤信之 (荏原製作所)、松岡達郎、小林良夫 (G 県公害センター)  
日本音響学会講演論文集 1982年10月 pp.415 ~ 416
- 文献No.8 『集塵装置用ブロワーの低周波音対策とインピーダンス』  
; 斎木邦雄、大久保孝一 (石川島防音工業)  
騒音と振動 Vol.7 No.3 1984 pp.8 ~ 9
- 文献No.9 『地下鉄換気設備からの超低周波音とその対策』  
; 岡野、他  
日本騒音制御工学会講演論文集 1985年 9月 pp.13 ~ 16
- 文献No.10 『大型誘引送風機の低周波音に対する能動制御の試み』  
; 井上、他  
日本騒音制御工学会講演論文集 1993年 9月 pp.133 ~ 136
- 文献No.11 『大型誘引送風機から発生する低周波音の能動制御』  
; 井上、他

- 日本騒音制御工学会講演論文集 1995年 9月 pp.197 ~ 200  
文献No.12 『バグフィルター集塵機より発生する超低周波音の対策』  
; 工藤、他  
日本騒音制御工学会講演論文集 1982年10月, pp.415 ~ 416  
文献No.13 『地下鉄換気設備からの超低周波音とその対策』  
; 岡野勝夫、鶴飼義雄 (荏原製作所 防音対策センター)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1985年 pp.13~16

## 2. 往復式圧縮機

- 文献No.1 『空圧機から発生する超低周波音と対策』  
; 中野有朋 (石川島防音工業)  
日本音響学会講演論文集 1975年 5月 pp.223 ~ 224  
文献No.2 『空気圧縮機から発生する超低周波音の公害対策』  
; 原田 実、鶴田政博 (鹿島建設技術研究所)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1977年11月  
文献No.3 『レゾネータを用いた低周波騒音の対策例』  
; 麦倉喬次、細野利郎、鶴田政博、安藤 啓、田野正典 (鹿島建設技術研究  
所)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1980年 9月 pp.193 ~ 196  
文献No.4 『機械から発生する超低周波音とその対策ーディーゼル機関・空気圧縮機ー』  
; 池上雄二、中野有朋 (石川島防音工業)  
音響技術 Vol.6 1977.1 pp.17 ~ 24  
文献No.5 『低周波空気振動の発生と対策』  
; 鈴木昭次、鶴飼義雄 (荏原製作所)  
騒音制御 Vol.4 No.4 1980 pp.18 ~ 24

## 3. ディーゼル機関

- 文献No.1 『離島のディーゼル発電所の超低周波音の対策』  
; 中西 功、佐津川太郎 (東昌エンジニアリング)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1976年12月 pp.117 ~ 120  
文献No.2 『機械から発生する超低周波音とその対策 (ディーゼル機関・空気圧縮機) 』  
; 池上雄二、中野有朋 (石川島防音工業)  
音響技術 6 (1) 1977年 1月 pp.17 ~ 24  
文献No.3 『ディーゼルエンジン用超低周波騒音消音器』  
; 岡田 健、中野有朋 (石川島防音工業)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1977年11月 pp.139 ~ 142

- 文献No.4 『ディーゼルエンジン超低周波騒音消音器』  
; 岡田 健、中野有朋 (石川島防音工業)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1978年11月
- 文献No.5 『フェリーボートのD/E排気口からの超低周波音とその対策』  
; 荒木邦夫、岡田 健 (石川島防音工業)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1984年 9月 pp.189 ~ 192
- 文献No.6 『フェリーボートからの超低周波音と防止対策』  
; 岡田 健 (石川島防音工業)  
騒音と振動 Vol.6 No.3 1983 pp.2 ~ 3

#### 4. 真空ポンプ

- 文献No.1 『超低周波用大口径サイドブランチ形サイレンサー』  
; 工藤信之、鈴木昭次 (荏原製作所)、浅古庄一 (東京都下水道局)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1979年 9月 pp.217 ~ 220
- 文献No.2 『真空ポンプから発生する超低周波音とその防止』  
; 荒見淳一、中野有朋 (石川島防音工業)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1981年 9月 pp.121 ~ 124
- 文献No.3 『サイドブランチ形サイレンサによる超低周波音の低減』  
; 鈴木昭次、工藤信之、岡野勝夫 (荏原製作所)  
音響技術 Vol.6 1977.1 pp.25 ~ 27
- 文献No.4 『ロータリーブロワの低周波音対策』  
; 加藤、他  
日本騒音制御工学会講演論文集 1989年 9月
- 文献No.5 『ロータリーブロワの低周波音対策』  
; 加藤伸之、工藤信之 (荏原製作所)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1989年 pp.173 ~ 176

#### 5. 振動篩

- 文献No.1 『振動ふるいからの低周波空気振動による定在波の発生とその対策』  
; 山崎興樹、谷中隆明 (新潟県公害研究所)  
; 富永利明 (新潟県生活環境部)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1982年 9月 pp.205 ~ 208
- 文献No.2 『振動型機械 (ふるい、コンベヤ) から発生する低周波騒音とその対策』  
; 西脇仁一、森 卓支 (西脇研究所)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1983年 9月 pp.5 ~ 8
- 文献No.3 『砕石プラントから発生する超低周波音の防止対策』

; 大久保孝一、藤井圭次 (石川島防音工業)  
騒音と振動 Vol.7 No.3 1984

## 6. 燃焼機械

文献No.1 『安全弁作動時に発生する超低周波音と対策』  
; 大山 茂、神 誠喜、中野有朋 (石川島防音工業)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1980年 9月 pp.189 ~ 192

## 7. ジェットエンジン

文献No.1 『気流による超低周波音の発生とその防止  
ーノイズサプレッサから発生する超低周波音と防止対策ー』  
; 守岡功一、中野有朋 (石川島防音工業)、高塚英雄 (日本空港株式会社)  
騒音制御 Vol.4 No.4 1980年 8月 pp.192 ~ 195

文献No.2 『ノイズサプレッサから発生する超低周波音と対策』  
; 守岡功一、中野有朋 (石川島防音工業)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1980年 9月 pp.197 ~ 200

## 8. 橋 梁

文献No.1 『鋼製楯型ジョイントの騒音対策について』  
; 小林賢一、青山実伸  
横浜市公害研究所騒音研究室・低周波空気振動等実態調査報告書

文献No.2 『高速道路における超低周波音の実態とその対策』  
; 斎木三郎、毛戸秀幸  
公害と対策 14 (2) 1978年 2月 pp.148 ~ 154

文献No.3 『道路橋から発生する低周波音の動吸振器による対策』  
; 白井正明、石野和成、田辺修吾 (日本鋼管)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1984年 9月 pp.197 ~ 200

## 9. トンネル

文献No.1 『入口緩衝工事による Bトンネル微気圧波の低減』  
; 小沢 智、内田俊孝、前田達夫 (鉄道技術研究所)  
鉄道技術研究報告 No.1054 1977年 9月 pp.1 ~ 42

文献No.2 『新幹線トンネルの微気圧波対策』  
; 小沢 智 (鉄道技術研究所)  
鉄道技術研究資料 1981年 8月 pp.376 ~ 380

文献No.3 『斜抗・機材抗によるトンネル微気圧の低減』

- ; 前田達夫 (鉄道技術研究所)  
 鉄道技術研究資料38-8 1976年 pp.353 ~ 355
- 文献No.4 『速度向上時のトンネル微気圧波低減対策』  
 ; 前田達夫、松村豪、種本勝二、梶山博司、飯田雅宣 (鉄道総合研究所)  
 鉄道総合技術論文誌 Vol.4 No.1 1990年 pp.44 ~ 51

## 10. 治水設備

- 文献No.1 『堰堤から発生する低周波空気振動の性状とその対策例について』  
 ; 杉山正晴、奥平文雄、早川友邦 (岐阜県公害研)  
 日本音響学会講演論文集 1979年 6月 pp.409 ~ 410
- 文献No.2 『流水落下部より生ずる超低周波音の対策』  
 ; 工藤信之、大岩健次、鈴木昭次 (荏原製作所)、  
 日本騒音制御工学会講演論文集 1977年11月 pp.90 ~ 102
- 文献No.3 『堰堤から発生する低周波空気振動と対策事項』  
 ; 杉山正晴、奥平文雄、早川友邦 (岐阜県公害研)  
 公害と対策15 (9) 1979年 9月 pp.43 ~ 47
- 文献No.4 『農業取水施設の低周波音と対策について』  
 ; 塚本すすむ (農水省東北農政局)、功刀旭、田屋健 (農水省北陸農政局)、  
 石月敏 (農水省近畿農政局)、稲垣正雄 (農水省東海農政局)、  
 原田稔 (長野県小県東部町役場)  
 農業土木学会誌 1987年 第53巻8号 pp.663 ~ 668
- 文献No.5 『堰等からの放流に伴う低周波空気振動対策』  
 ; 竹林征三、箱石憲昭 (土木研)、角哲也 (建設省近畿地方建設局)  
 ダム技術 1993年 No.82 pp.4 ~ 21

## 11. 発破

- 文献No.1 『トンネル発破音の特性とその対策例について』  
 ; 真藤利孝、平野滋、縄岡好人 (大林組技研)  
 大林組技術研究所報 No.34 1987年 pp.152 ~ 156
- 文献No.2 『発破によって発生する低周波音の性状とその対策』  
 ; 塩田正純 (飛島建設)  
 産業公害 Vol.26 No.5 1990年 5月 pp.11 ~ 20
- 文献No.3 『M系列信号処理技術を用いた発破工法による低周波音制御について』  
 ; 内田季延、塩田正純 (飛島建設)、安藤四一 (神戸大工)  
 環境システム研究 (土木学会) Vol.18 1990年 8月 pp.124 ~ 128

- 文献No.4 『都市近郊発破作業に於ける低周波空気振動対策』  
; 吉竹仲治 (大林組)、外山純 (阪南JV工事事務所)  
火薬と保安 Vol.26 No.3 1994年 pp.4 ~ 10
- 文献No.5 『トンネル発破音の特性と遮音扉の効果について』  
; 井清武弘、国松直、今泉博之 (資源環境技術総合研究所)  
塩田正純 (飛島建設)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1993年 9月 pp.73 ~ 76
- 文献No.6 『トンネル発破工事の低周波音の対策例』  
; 大江章雄、熊取谷晃吉、木山雅和、初瀬川渡、高田重隆 (日本板硝子環境  
アメニティ)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1993年 9月 pp.65 ~ 68
- 文献No.7 『高膨張泡沫による爆薬起爆音の消音効果について』  
; 井清武弘、国松直、今泉博之 (資源環境技術総合研究所)  
黒田英司 (日本工機(株))  
日本音響学会講演論文集 1993年10月 pp.733 ~ 734
- 文献No.8 『高膨張泡沫による爆薬音の低減(I)』  
; 国松直、井清武弘、今泉博之 (資源環境技術総合研究所)  
黒田英司 (日本工機(株))、小林直太 (中大理工)  
衝撃波シンポジウム講演論文集 1994年 1月 pp.409 ~ 412
- 文献No.9 『高膨張泡沫による爆薬音の低減(II)』  
; 黒田英司、米田仁章 (日本工機(株))、  
芳村健司、桜井進、小林直太 (中大理工)  
今泉博之、国松直、井清武弘 (資源環境技術総合研究所)  
衝撃波シンポジウム講演論文集 1994年 1月 pp.413 ~ 416
- 文献No.10 『トンネル発破音用防音扉の遮音性能』  
; 高田重隆、木山雅和、熊取谷晃吉、脇谷禎一 (日本板硝子環境アメニティ)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1994年10月 pp.73 ~ 80
- 文献No.11 『トンネル発破から発生する低周波音対策』  
; 平野滋、縄岡好人、真藤利孝 (大林組技研)  
高橋大輔、高橋文雄 (日本道路公団)  
日本音響学会講演論文集 1986年10月 pp.419 ~ 420

## 12. その他 (ガスエンジン、水車)

- 文献No.1 『フランス水車からの超低周波音とその対策例』  
; 岡野、他  
日本騒音制御工学会講演論文集 1989年 9月 pp.153 ~ 156

- 文献No.2 『ガスエンジン排気音の低周波音防音対策』  
; 佐瀬敏次、工藤信之、鈴木昭次 (荏原製作所 防音技術センター)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1985年 pp.17 ~ 20
- 文献No.3 『最近の超低周波音とその対策例 フランシス水車を中心として』  
; 岡野勝夫、藤田健太郎 (荏原製作所)  
産業公害 1989年 Vol.25 No.12 pp.947 ~ 950
- 文献No.4 『フランシス水車からの超低周波音とその対策例』  
; 岡野勝夫、藤田健太郎 (荏原製作所)  
日本騒音制御工学会講演論文集 1989年 pp.153 ~ 156

#### 4. 2 遮音による低周波音低減の考え方

遮音のメカニズムは図 4-2<sup>8)</sup> に示すように構造体の固有振動数  $f_0$  を境として超低周波音域と可聴域では異なる。

超低周波音の領域では透過損失は剛性則に従う。

対策においては、新設の場合はまず遮音構造体の固有振動数を確かめる。次に剛性を高めるスティフナー等の倍増、パネル構造をパイプ構造に変える等の処置をとる。さらに固有振動数に接近している場合には減衰を高める。制振処理をする場合には板厚の 2 倍以上の制振材料を用いる。この場合通常構造の重量は考える必要はない。既設の場合は補剛する。なお、吸音材料は効果がないので使用しない。

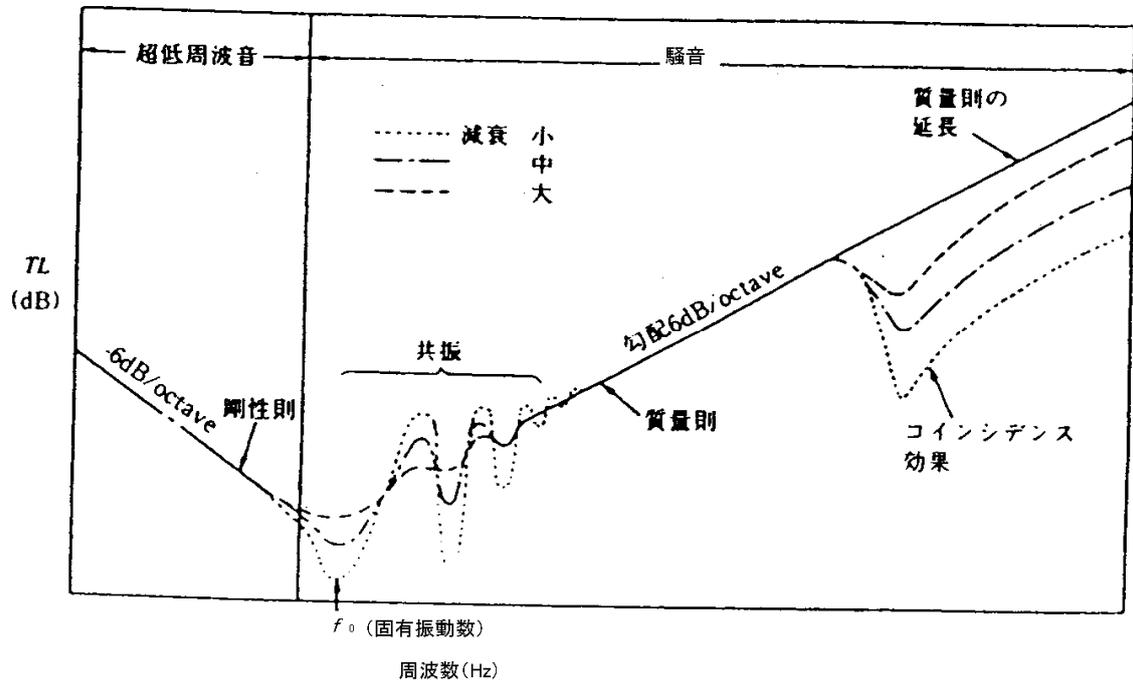


図 4-2 剛性則

[参考文献]

8) 中野有朋：超低音(聞こえない音)－基礎・測定・評価・低減対策－、技術書院、1994. 6

#### 4. 3 建具のがたつき防止対策の考え方

低周波音によって、窓や戸などの建具ががたつく場合、建具に対策を施すことによりがたつきを防止できる。

実験室実験結果によると、最も揺れやすい建具では 10Hz 以下の周波数においては 70dB ～75dB あたりでがたつきが発生している。個々の建具は、建具の面積や重さ・取付け条件・建具背後の部屋等により決まる共振特性をもっており、建具の種類や閉め方、部屋の入口が開いているか閉まっているかによってもがたつきが発生する音圧レベルは異なる<sup>9)</sup>。

建具のがたつき音には、建具がまわりの枠と衝突するか建具同士が衝突することによって発生する「がたがた音」と、ガラス戸などのようにガラスが棧と衝突して発生する「びりびり音」がある。

このうち、「がたがた音」の防止対策としては、木製建具をアルミサッシ等の金属製建具に取替える方法と、建具にゴムパッキングを取付ける方法がある<sup>10)</sup>。いずれも建具を周囲の枠にしっかりと固定し、低周波音によって発生する建具の「がたがた音」を防止しようというものである。

一般に、アルミサッシに取替えることによりがたつき始める音圧レベルが上昇し、がたつきにくくなる。ただ木製建具とアルミサッシの揺れやすい周波数が若干異なるため、低周波音の周波数特性によっては効果がない場合もある。効果を高めるためには、気密型のアルミサッシに取替えてクレセント（締め金具）を閉めるとよい。これによって 100dB 程度までの音圧レベルであればがたつきはほとんど発生しなくなる。

建具にゴムパッキングを取付ける方法では、建具の上框や召合せ等のがたつきが発生する箇所にゴムパッキングを取付ける。ゴムパッキングは建具と周囲の枠との隙間がなくなるように設置する。ゴムパッキングは経年変化により劣化するので何年か毎に交換する必要がある。外壁面の建具であればクレセントを併用するとより効果がある。ゴムパッキングの設置例は事例集に掲載した（5. 低周波音の防止対策事例：事例 32）。

ガラス戸などの「びりびり音」の防止対策としては、ガラスをパテ等で棧に固定すればよい。この対策によりおよそ 10Hz 以上で若干の効果がみられる。しかし、建具と枠との衝突により発生する「がたがた音」には効果がないので、上記の対策と併用するとよい。

#### [参考文献]

- 9) 落合他：低周波空気振動の家屋等へ及ぼす影響、騒音制御、Vol.4, No.4, pp.33～36、1980
- 10) H.ochiai et al：Rattling of doors generated by low frequency sound in dwellings、Proceeding of Inter-noise 89、pp.843～846

## 5. 低周波音の防止対策事例

低周波音の防止対策事例を以下に示す。

各事例は、できるだけ最新の事例をのせることを心掛けたが、工場等の大型機械や設備の低周波音防止対策方法はすでに確立されており、近年低周波音による苦情発生事例が少ない。従って、最近の事例がないものや基本的な防止対策手法の事例については多少古いものでもとりあげることとした。

事例のシートの巻頭には発生源・苦情内容・対策方法が一目でわかるように見出しを付けた。また、見たい事例を検索しやすいように、対策事例の一覧表を次頁に掲載した。

表 5 対策事例一覧表

5. 1 発生源対策事例

(1) 送風機

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
1	大型誘引送風機	因果関係が明確でない	煙道にアクティブサイレンサーを取付け	49
2	大型誘引送風機	因果関係確認出来ず	アクティブ消音装置を設置	51
3	送風機	物的苦情	整流装置を設置	53

(2) 集塵機

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
4	集塵機	物的苦情	サイドブランチ型サイレンサーの取付け	54

(3) 換気設備

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
5	地下鉄換気設備	物的苦情	サイレンサーの取付け	56

(4) 真空ポンプ

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
6	汚水処理場の往復動式真空ポンプ	物的苦情	干渉型サイレンサーの取付け	58
7	往復動式真空ポンプ	物的苦情	サイドブランチ型サイレンサーの取付け	60
8	往復動式真空ポンプ	物的苦情	サイドブランチ型サイレンサーの取付け	62
9	真空ポンプ	物的苦情	サイドブランチ型サイレンサーの取付け	64

(5) 圧縮機

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
10	空気圧縮機	物的・心理的苦情・睡眠妨害	吸気側にサイドブランチ型サイレンサーの設置	66
11	圧縮機	物的苦情・睡眠妨害	吸気口に膨張型消音器の設置	68

(6) ロータリーブロワ

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
12	ロータリーブロワ	敷地境界線規制値をオーバー	集合サイレンサーの取付け	70

(7) ディーゼルエンジン

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
13	ディーゼルエンジン	なし	排気消音器の設置*	72

\* 新設時に対策を実施

(8) 振動ふるい

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
14	シールドトンネル用振動ふるい機	物的苦情	アクティブ制御	74
15	振動ふるい	心理的・生理的苦情	モーターの回転数の変更（プーリー交換）	76

(9) 燃焼装置

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
16	焼熱機械（ボイラー）	物的苦情	焼熱調整	78
17	キューポラ	物的苦情	導管中央部に絞り機構取付け	80

(10) ジェットエンジン

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
18	ジェットエンジン	物的苦情・睡眠妨害	補助ダクトの設置	82

(11) 機械プレス

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
19	機械プレス	物的・心理的苦情・睡眠妨害	位相制御方式の採用	84

(12) ガスエンジン

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
20	ガスエンジン	物的苦情	煙突頂部に小型サイレンサーの取付け	86

(13) 道路橋

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
21	道路橋	心理的苦情	ジョイントの取替え（段差修正）	88
22	道路橋	睡眠影響	動吸振器（TMD:機械的制振装置）	90

(14) 新幹線トンネル

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
23	鉄道トンネル	物的苦情	トンネル緩衝工の設置	92

(15) 揚水ポンプ

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
24	揚水ポンプ	物的苦情	防音蓋二重シャッター排出口の閉鎖	94

(16) ダム・堰

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
25	農業取水施設	物的苦情	スポイラーの改良防音壁設置	96
26	堰	物的苦情	スポイラーの設置	98
27	堰など	なし	スポイラーによる水膜の分析*	100
28	ダム・堰	物的苦情	スポイラーによる水膜形状の変化 (スポイラー間隔変更)	102

\* 実験報告

(17) フランシス水車

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
29	フランシス水車	物的苦情	防音カバーとサイドブランチ型消音器	105

(18) 発破

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
30	明り発破	物的・心理的苦情	施工管理式による	107

## 5. 2 伝搬経路対策事例

### ○ 遮音（剛性則）

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
31	トンネル発破	なし	防音扉の設置（剛性則）	109

## 5. 3 受信点対策事例

### ○ 建具のがたつき防止

事例番号	発生源	苦情内容	対策方法	掲載頁
32	新幹線高架橋	物的苦情	ゴムパッキングの取付け	111

5. 1 発生源対策事例

(1) 送風機対策事例

発生源：大型誘引送風機	事例番号：01
苦情内容：苦情はあるが因果関係が明確でない	
対策方法：煙道にアクティブサイレンサーを取り付け	

1. 苦情発生状況

(1) 発生源：ごみの焼却炉に使用される誘引送風機

片吸い込みラジアルファン

風量：1670m<sup>3</sup>/min

圧力：300mmAq

(2) 苦情発生場所：煙突から 100m はなれた民家

(3) 苦情発生状況：苦情はあるが住居地域における低周波音は十分小さく、発生音と苦情の因果関係が明確でない。

(4) 発生源と苦情家屋の位置関係：不明

(5) 低周波音の音圧レベル：発生源側：60dB

(6) 低周波音の卓越周波数：12Hz、26Hz

下図に敷地境界線における騒音の周波数特性を示した。

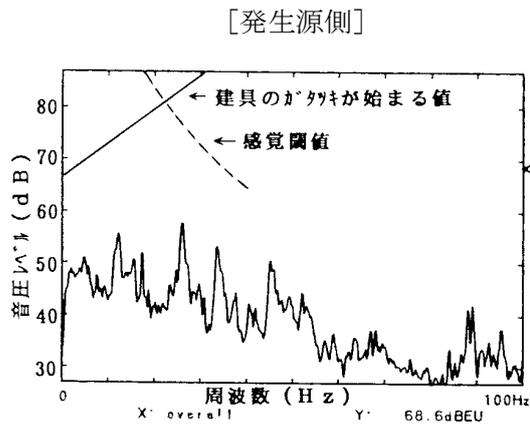


図1 敷地境界対象地点の低周波音スペクトル

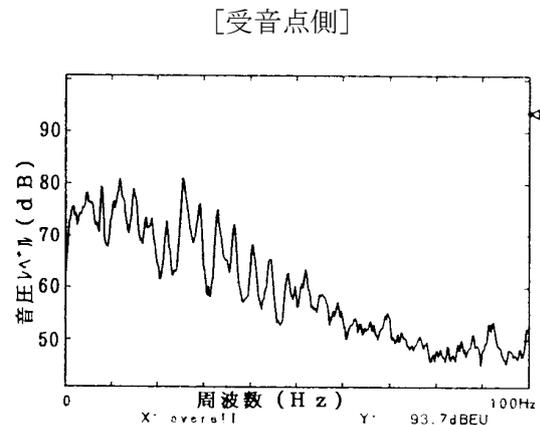


図2 煙突出口の低周波音スペクトル

## 2. 対策方法

### (1) 発生源及び発生原因の推定：

誘引送風機の流れの乱れにより低周波音が発生したものと推定

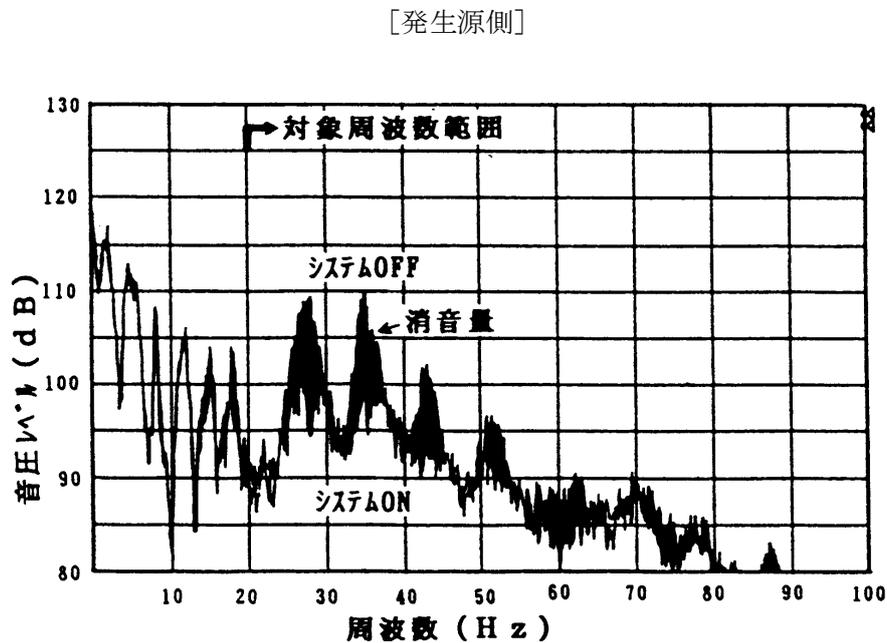
### (2) 対策方法：誘引送風機と煙突の間にアクティブ消音装置を設置

## 3. 対策効果

### (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：

煙突出口で27Hz、35Hz付近のピークが75dBになった。

下図に対策後の騒音の周波数特性を示した。



### (2) 対策後の状況：問題解決

## 4. 出典

- 井上 他：大型誘引送風機の低周波音に対する能動制御の試み、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集、pp.133～136、1993.9

発生源：大型誘引送風機	事例番号：02
苦情内容：苦情はあるが因果関係確認出来ず	
対策方法：アクティブ消音装置を設置	

## 1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：焼却炉用の大型誘引送風機  
形式：両吸い込みターボファン  
風量：2000m<sup>3</sup>/min  
圧力：350mmAq
- (2) 苦情発生場所：100m離れた民家
- (3) 苦情発生状況：住居地域における低周波音は十分小さく、発生音と苦情の因果関係は明確でない。建具のがたつきも第3者には確認されていない。
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：不明
- (5) 低周波音の音圧レベル：煙道内にて約 100dB
- (6) 低周波音の卓越周波数：煙道内にて 10～15Hz 付近にピークがある。

下図に煙道内の騒音の周波数特性を示した。

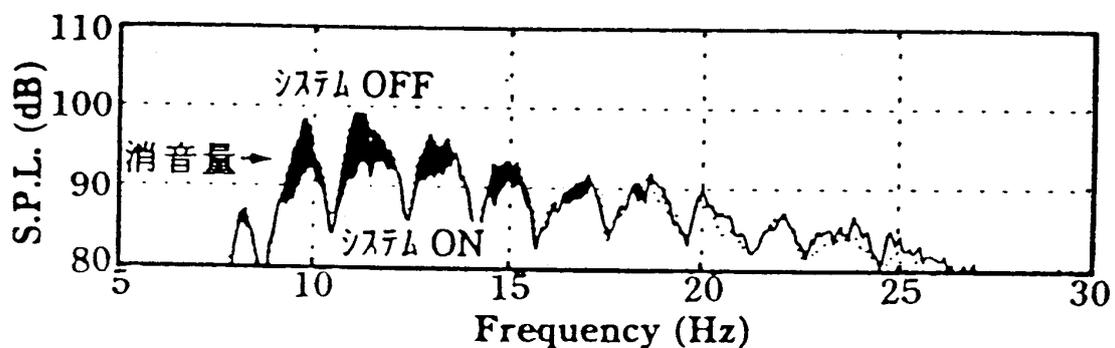


図 ANC の消音効果（煙道内部）

## 2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：誘引送風機と思われる。
- (2) 対策方法：誘引送風機と煙突間の煙道にアクティブ消音装置を設置した。

### 3. 対策効果

(1) 対策後の低周波音の音圧レベル：10Hz～15Hz 付近のピークが 100dB から 93dB に減衰した。

(2) 対策後の状況：問題解決

### 4. 出典

- ・ 井上 他：大型誘引送風機から発生する低周波音の能動制御、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集、pp.197～200、1995.9

発生源：送風機	事例番号：03
苦情内容：吸気塔近くの民家の窓ガラスが振動	
対策方法：整流装置を設置	

#### 1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：地下鉄換気用大型送風機
- (2) 苦情発生場所：吸気塔近くの民家
- (3) 苦情発生状況：吸気塔近くの民家の窓ガラスが振動
- (4) 低周波音の卓越周波数：7Hz

#### 2. 対策方法

##### (1) 発生源及び発生原因の推定：

送風機が規定風量近く運転されているにもかかわらず、旋回失速時に発生する7Hzの成分が卓越していた。送風機の吸い込み口やダクト系での流れを調べた結果、羽車への流入状態が悪く、したがって羽根車において部分的な旋回失速現象を起こしている事がわかった。

##### (2) 対策方法：

ダクト系の途中に整流装置を設置して流れの状態を改善。

#### 3. 対策効果

##### (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：

7Hzの音圧レベルが30dB以上低減

##### (2) 対策後の状況：

問題解決

#### 4. 出典

- ・ Ugai et. al. : Proceedings of Inter-noise79、p.569、1979

(2) 集塵機対策事例

発生源：集塵機	事例番号：04
苦情内容：付近民家の窓をがたつかせる	
対策方法：サイドブランチ型サイレンサーの取り付け	

1. 苦情発生状況

(1) 発生源：集塵機用バイブロブロワー

集塵機についたダストを払い落とす装置

(2) 苦情発生場所：付近の民家

(3) 苦情発生状況：民家の窓ガラスを周期的に振動させる

(4) 発生源と苦情家屋の位置関係：不明

(5) 低周波音の音圧レベル：民家の家の外で 84dB

(6) 低周波音の卓越周波数：7Hz、10.5Hz

下図に低周波音の周波数特性を示す。

低周波音のレベル、周波数特性：

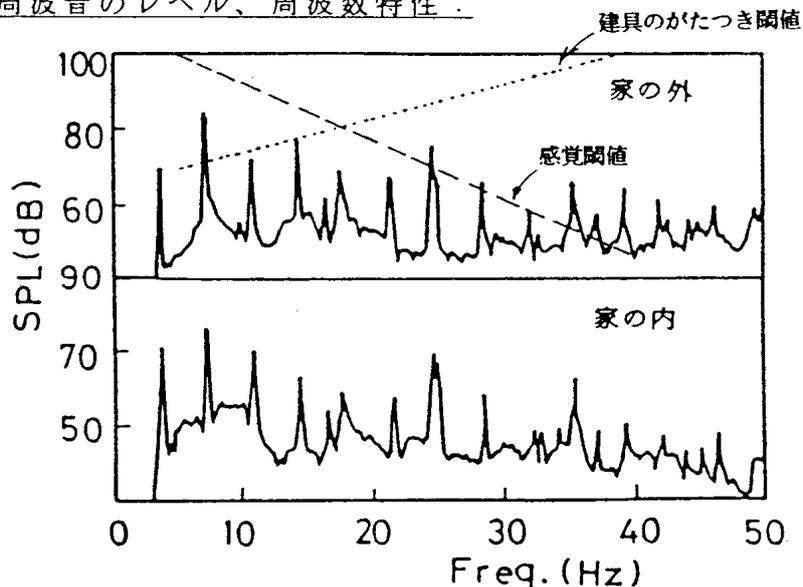


図1 家屋内外の音圧レベル

## 2. 対策方法

(1) 発生源及び発生原因の推定：集塵機についたダストが目詰まりを起こすと周期的にブロワーが回転して払い落とすその周期と一致する低周波が発生する。

(2) 対策方法：サイドブランチ型サイレンサーの取り付け  
下図に対策方法を示す。

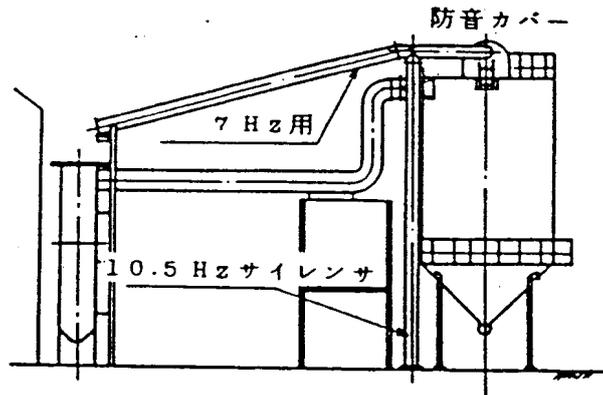


図2 サイレンサー取付図

## 3. 対策効果

(1) 対策後の低周波音の音圧レベル：卓越していた低周波音は70dB以下となった。

(2) 対策後の状況：苦情はなくなった

下図に対策後の低周波音の騒音周波数特性を示す。

対策後の低周波音のレベル、周波数特性：

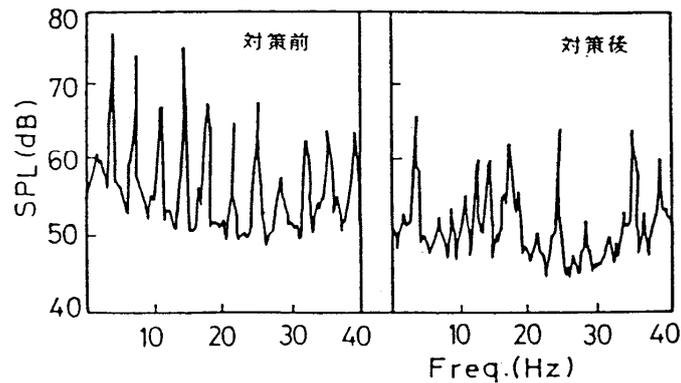


図3 対策前後の音圧スペクトル

## 4. 出典

- ・ 工藤 他：バグフィルター集塵機より発生する超低周波音の対策、日本音響学会講演論文集、pp.415～416、1982.10

(3) 換気設備対策事例

発生源：地下鉄換気設備	事例番号：05
苦情内容：窓ガラスの振動	
対策方法：サイレンサーの取り付け	

1. 苦情発生状況

(1) 発生源：

地下鉄換気用遠心送風機

形式：No7 両吸い込み翼型送風機

風量：1700m<sup>3</sup>/min

圧力：90mmAq

回転数：675min<sup>-1</sup>

出力：45kW

(2) 苦情発生場所：下図に示す。

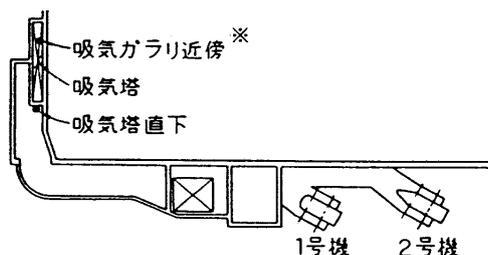


図1 送風機の配置と騒音測定点（平面図）

(3) 苦情発生状況：民家の窓ガラスが振動する。

(4) 低周波音の音圧レベル：

(5) 低周波音の卓越周波数：11.5Hzが卓越している。

下図に風量比と低周波音の関係を示した。

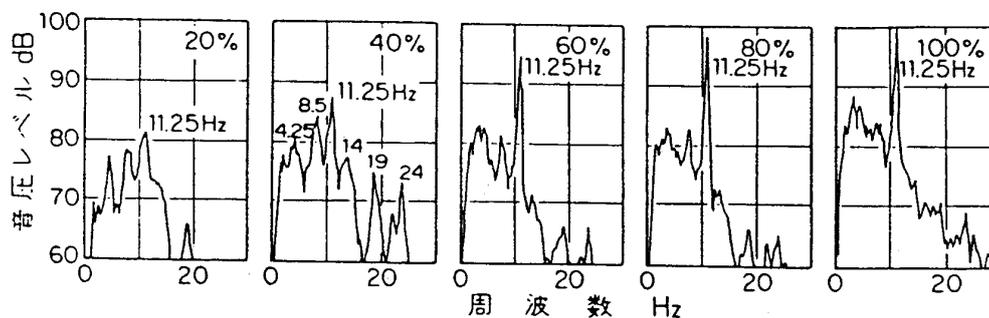


図2 風量比と低周波音

\* ガラー：ルーバー。通風、換気を目的としたスリットのこと。空気の取り入れ口、吹き出し口、吸い込み口等に設置される。

## 2. 対策方法

### (1) 発生源及び発生原因の推定：

2台並列運転のため風量のバランスが悪く1台が失速運転となりそれによる低周波音が発生するものと推定。

### (2) 対策方法：

コンクリートダクトの途中に、縮小管を取り付ける事によりダクト系を膨張型サイレンサーにした。

## 3. 対策効果

### (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：

下図に対策効果を示した。

表1 対策の効果

測定点	運転条件	防音対策前後		
		対策前	対策後	減音効果
吸が近 う	1号機100%単独	100dB	89dB	11dB
	2 " " "	84 "	卓越音なし*	—
気り傍	1,2号機100%並列	101 "	91 dB	10dB
吸直 気	1号機100%単独	103 "	91 "	12 "
	2 " " "	87 "	76 "	11 "
塔下	1,2号機100%並列	104 "	93 "	11 "

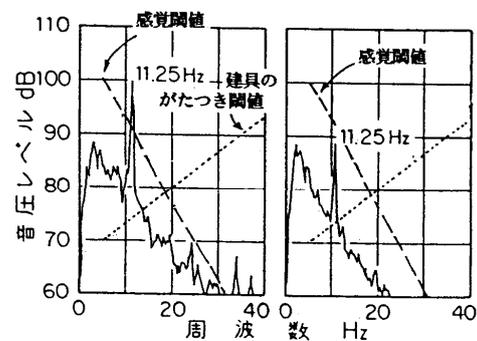


図3 対策前後の騒音スペクトル(吸気ガラリ近傍)

### (2) 対策後の状況：問題解決

### (3) その他：

## 4. 出典

- 岡野、その他：地下鉄換気設備からの超低周波音とその対策、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集、pp.13～16、1985.9

(4) 真空ポンプ対策事例

発 生 源：往復動式真空ポンプ	事例番号：06
苦情内容：団地住民の窓ガラスが振動する	
対策方法：干渉型サイレンサーの取り付け	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：汚水処理場の往復動式真空ポンプ
- (2) 苦情発生場所：120m 離れた団地住民
- (3) 苦情発生状況：窓ガラスが振動するとの苦情。
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

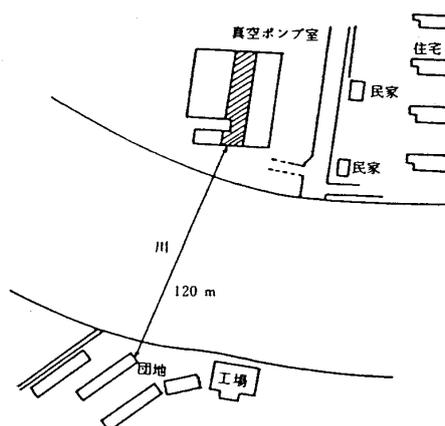


図1 発生源周辺図

- (5) 低周波音の音圧レベル：99dB
- (6) 低周波音の卓越周波数：16Hz

2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：真空ポンプ4台の回転に伴うもの
- (2) 対策方法：真空ポンプ4台の吐出口をダクトのより一個所に集合。  
3本の排気管を改良してそれぞれの周波数にあわせた干渉型サイレンサーの取り付け。  
屋上の吐出口のうち民家側に向いていたものを閉鎖

下図に対策方法を示す

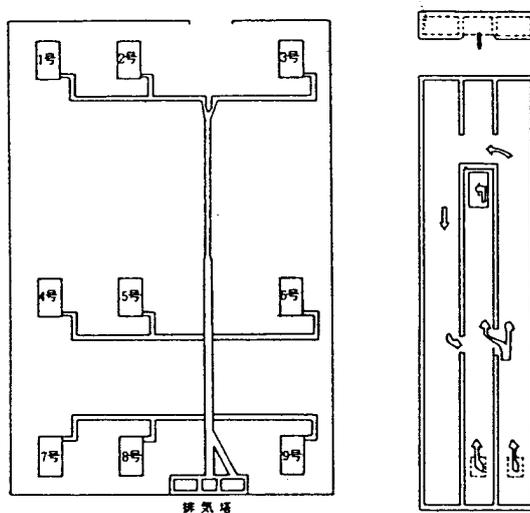


図2 対策方法

### 3. 対策効果

(1) 対策後の低周波音の音圧レベル：排気塔直下で 100dB。

(2) 対策後の状況：苦情は寄せられなくなり問題は解決した  
下図に対策後の周波数特性を示す

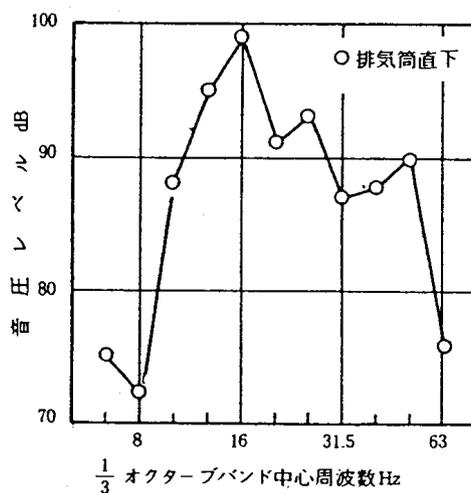


図3 対策後の周波数特性

### 4. 出典

- ・ (財) 小林理学研究所：昭和 53 年度環境庁委託業務結果報告書—低周波空気振動緊急防止対策調査一、pp. 71~72

発 生 源：往復動式真空ポンプ	事例番号：07
苦情内容：付近民家の窓ガラスが時々振動する。	
対策方法：サイドブランチ型サイレンサーの取り付け	

1. 苦情発生状況

(1) 発生源：往復動式真空ポンプ

パイプ径：150mm

回 転 数：345rpm

出 力：150kW

風 量：46m<sup>3</sup>/min

(2) 苦情発生場所：付近民家

(3) 苦情発生状況：窓ガラスが時々震動し、浴室で耳が圧迫されるようだとの苦情

(4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

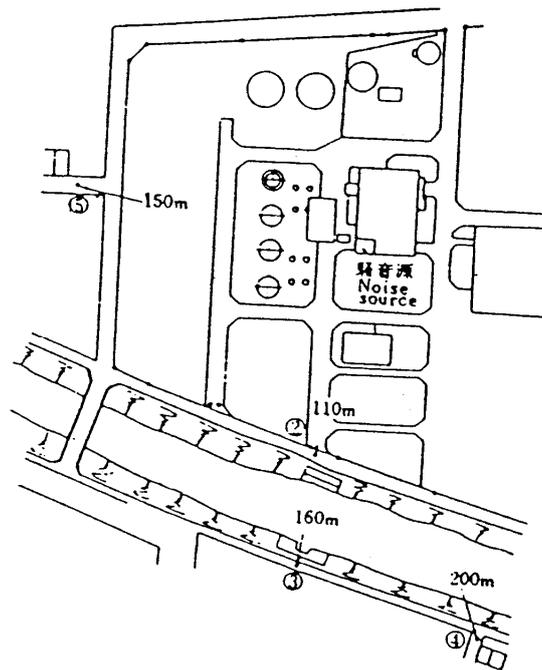


図1 発生源周辺図

(5) 低周波音の音圧レベル：吐き出し口から 8m 地点で平坦特性で 89～93dB

(6) 低周波音の卓越周波数：5.7Hz, 11.5Hz, 17.3Hz, 23Hz, 28.5Hz, 34.5Hz

下図にサイレンサー取り付け前後の周波数特性を示す。

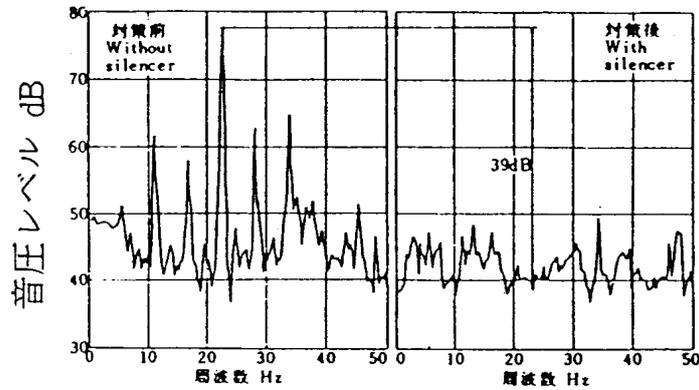


図2 サイレンサー取付後の騒音スペクトル（民家前）

## 2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：真空ポンプの回転に伴うものでその回転数によって低周波音になる。
- (2) 対策方法：それぞれの周波数にあわせたサイドブランチ型サイレンサーの取り付け。  
下図にサイレンサー取り付け図を示す。

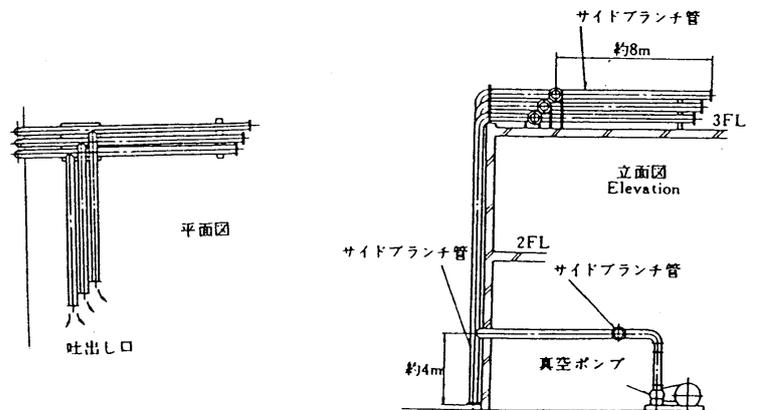


図3 サイレンサー取り付け図

## 3. 対策効果

- (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：オーバオール（平坦特性）で14dBの減衰  
22Hzで39dBの減衰
- (2) 対策後の状況：オーバオール値で75dB以下となり窓ガラスの振動は止まり、停止時と同じレベルになり問題は解決した

## 4. 出典

- ・ 工藤：エハラ時報、104号、p.1、1978

発 生 源：往復動式真空ポンプ	事例番号：08
苦情内容：窓ガラスの振動	
対策方法：サイドブランチ型サイレンサーの取り付け	

## 1. 苦情発生状況

(1) 発生源：往復動式真空ポンプ

パイプ径：175～300mm

回 転 数：120～275rpm

出 力：45～95kW

(2) 苦情発生場所：隣接する工場事務所

(3) 苦情発生状況：窓ガラスの振動

(4) 発生源と苦情家屋の位置関係：不明

(5) 低周波音の音圧レベル：窓近傍で 80dB 以上

(6) 低周波音の卓越周波数：9.2Hz, 9.5Hz, 10Hz, 12Hz, 13.3Hz, 18.3Hz

サイレンサー取り付け前後の周波数特性を下図に示す。

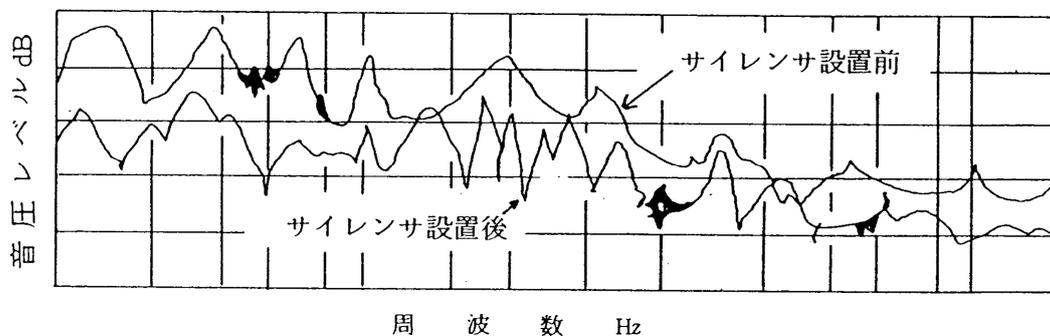


図1 サイレンサー取付前後の騒音スペクトル

## 2. 対策方法

(1) 発生源及び発生原因の推定：

真空ポンプの回転に伴うもので、吸気、排気に伴って空気の疎密波が生じその周期によって低周波音、超低周波音になる。

- (2) 対策方法：それぞれの周波数にあわせたサイドブランチ型サイレンサーの取り付け  
サイドブランチ型サイレンサーの取り付け図を下図に示す

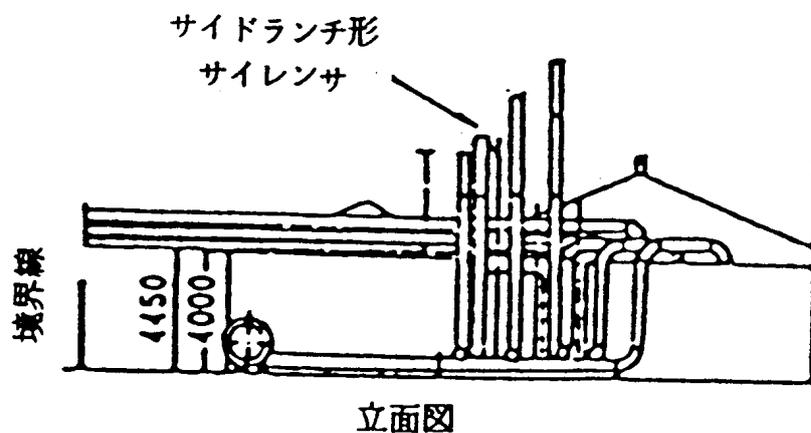


図2 サイレンサー取り付け図

### 3. 対策効果

- (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：6～20Hz の範囲で最大 16dB の減衰
- (2) 対策後の状況：窓ガラスの振動は止まり、停止時と同じレベルになり問題は解決した

### 4. 出典

- ・ 工藤：エハラ時報、104号、p.1、1978

発生源：真空ポンプ	事例番号：09
苦情内容：窓や建具をがたつかせる	
対策方法：サイドブランチ型サイレンサーの取り付け	

1. 苦情発生状況

(1) 発生源：下水処理場の汚泥処理に使用する真空ポンプ

形 式：760×300PVY 型真空ポンプ

風 量：65m<sup>3</sup>/min

圧 力：500×600mmHg

回 転 数：240min<sup>-1</sup>

電動機出力：75kW

(2) 苦情発生場所：

施設から 1km 以上離れた住宅地

(3) 苦情発生状況：

窓や建具を振動させている

(4) 発生源と苦情家屋の位置関係：不明

(5) 低周波音の音圧レベル：

1km 離れた地点で 55～75dB でレベル変動が大きい。

(6) 低周波音の卓越周波数：

8Hz、16Hz

低周波の音圧レベル及び周波数特性を下図に示す。

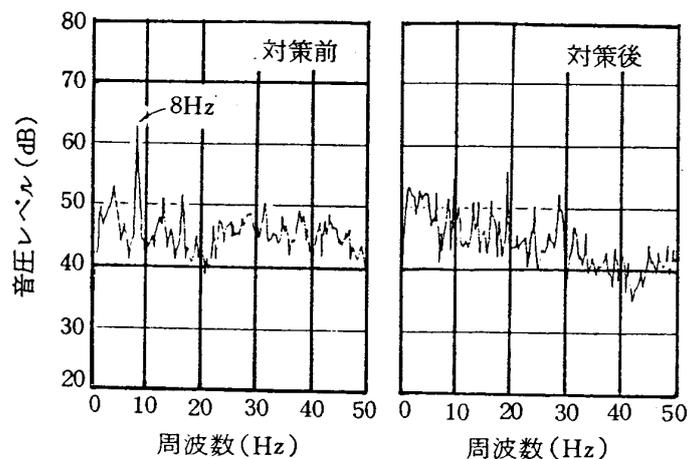


図1 真空ポンプの騒音スペクトル (1km 地点)

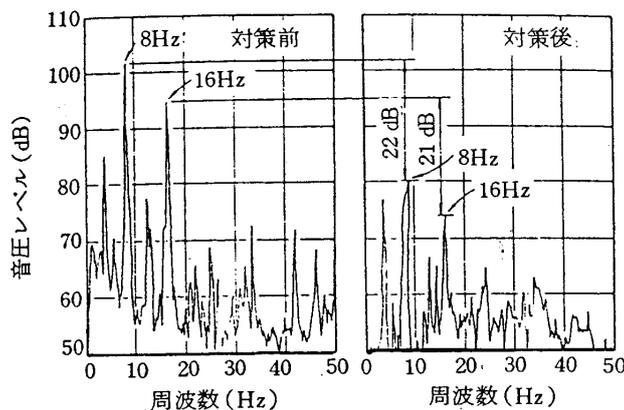


図2 真空ポンプの騒音スペクトル (10m 地点)

## 2. 対策方法

### (1) 発生源及び発生原因の推定：

下水処理場で使用されている汚泥脱水装置のろ過機用真空ポンプで、往復動式である為、吸・排のサイクル毎に空気の疎密波が発生し、その周期が長い為低周波音となっている。

### (2) 対策方法：

対策としては、既存の施設である為室内設置が不可能であり処理風量が多い為大口径のサイドブランチ型サイレンサーを取り付けた。8Hz用は波長の関係から長いものになっている。下図にその取り付け状態を示す。

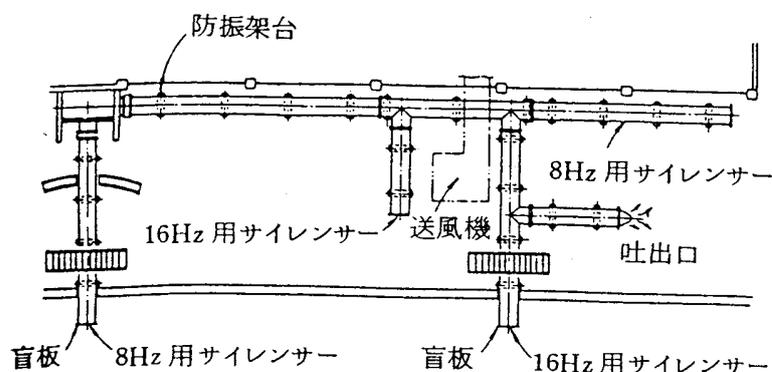


図3 サイレンサー取り付け図

## 3. 対策効果

### (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：

吐出口から 10m 地点で 8Hz は 22dB

16Hz は 21dB 減衰した。

### (2) 対策後の状況：問題解決

## 4. 出典

- ・ 工藤他：超低周波用大口径サイドブランチ型サイレンサー、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集、p.217、1976.9

(5) 圧縮機の対策事例

発生源：空気圧縮機	事例番号：10
苦情内容：物理的、心理的苦情（建具のがたつきが発生し、安眠できない）	
対策方法：吸気口にサイドブランチ型消音器の設置	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：発電所の往復式空気圧縮機
- (2) 苦情発生場所：発電所近隣の民家（空気圧縮機から約150m）
- (3) 苦情発生状況：窓ガラスや建具がガタガタと騒音を発生して安眠できない。
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

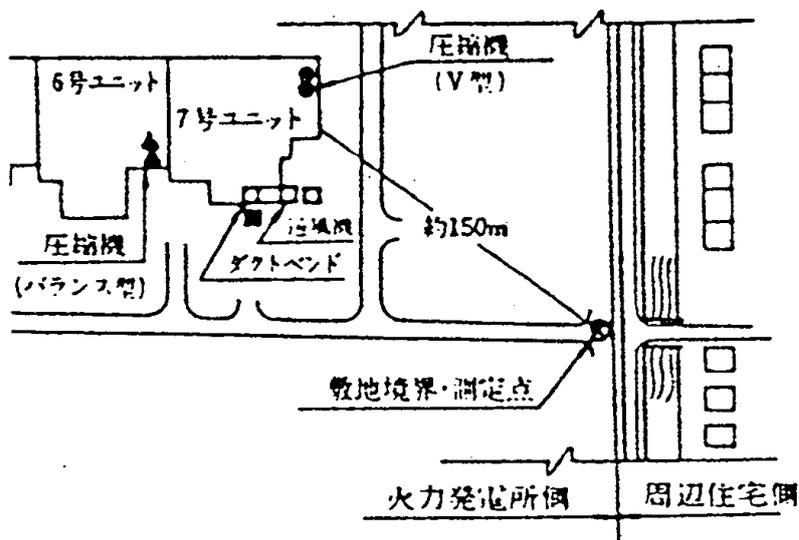


図1 発生源周辺図

(5) 低周波音の音圧レベル：

以下はいずれも 1/3 オクターブバンドレベルを示す。

98dB(12.5Hz), 85dB(25Hz)：Aタイプ吸気口より 1.0m

115dB(12.5Hz)：Bタイプ吸気口より 1.0m

(6) 低周波音の卓越周波数：

以下はいずれも 1/3 オクターブバンド中心周波数を示す。

12.5Hz, 25Hz：Aタイプ

12.5Hz：Bタイプ

(7) その他：

## 2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：発電所内の主要機械装置の発生音を測定、分析し、推定した。
- (2) 対策方法：空気圧縮機吸気管路の途中にサイドブランチ型消音器を設置した。

## 3. 対策効果

### (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：

以下はいずれも 1/3 オクターブバンドレベルを示す。

81dB(12.5Hz), 75dB(25Hz)：Aタイプ吸気口より 1.0m 位置

83dB(12.5Hz)：Bタイプ吸気口より 1.0m 位置

- (2) 対策後の状況：近隣住宅からの苦情は無くなった。
- (3) その他：民家周辺における測定値は無し。

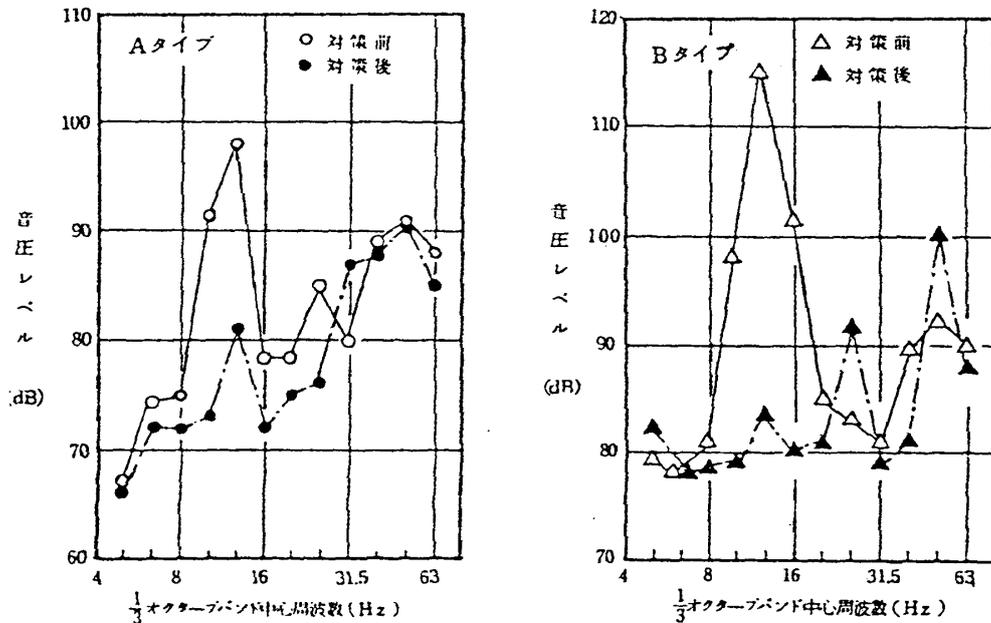


図2 対策前後の音圧レベル変化

## 4. 出典

- ・ 原田実、鶴田政博：空気圧縮機から発生する超低周波音の公害対策、(社)日本騒音制御工学会講演論文集、1977.11

発生源：圧縮機	事例番号：11
苦情内容：建具のがたつきと不眠	
対策方法：吸気口に膨張型消音器の設置	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：工場の圧縮機
- (2) 苦情発生場所：約 90m 離れた民家
- (3) 苦情発生状況：建具のがたつきや不眠による苦情が発生した。
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照



図1 発生源周辺図

- (5) 低周波音の音圧レベル：
 

以下は 1/3 オクターブバンドレベルを示す。

84dB(20Hz)：圧縮機近傍（詳細不明）
- (6) 低周波音の卓越周波数：
 

以下は 1/3 オクターブバンド中心周波数を示す。

20Hz
- (7) その他：

## 2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：圧縮機の吸気口から放射される超低周波音が影響していた。
- (2) 対策方法：吸気口に膨張型消音器を2本直列に設置した。

## 3. 対策効果

- (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：  
以下は1/3オクターブバンドレベルを示す。  
67dB(20Hz)：圧縮機近傍（詳細は不明）
- (2) 対策後の状況：苦情は解決した。
- (3) その他：

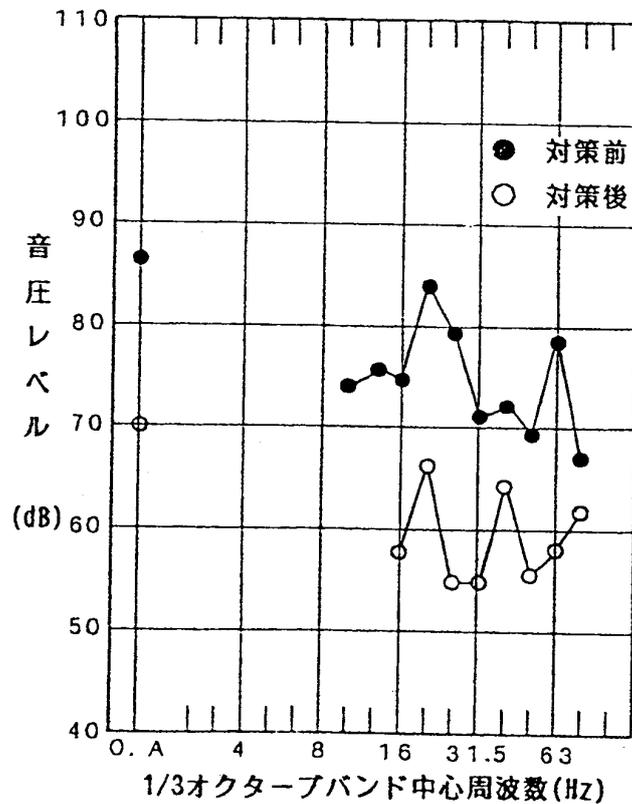


図2 対策効果

## 4. 出典

- ・ (社)日本騒音制御工学会・技術部会：低周波音の現状と対策について、(社)日本騒音制御工学会、技術レポート第6号、1986.5

(6) ロータリーブロワ対策事例

発 生 源：ロータリーブロワ	事例番号：12
苦情内容：敷地境界線で規制値をオーバー	
対策方法：集合サイレンサーの取り付け	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：製紙工場の脱水用ロータリーブロワ  
 口 径：125mm  
 回転数：2230min<sup>-1</sup>  
 出 力：9kW
- (2) 苦情発生場所：敷地境界
- (3) 苦情発生状況：規制値を上回る
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

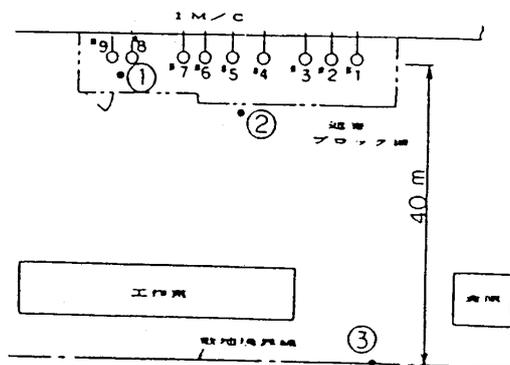


図1 発生源周辺図

- (5) 低周波音の音圧レベル：65dB
- (6) 低周波音の卓越周波数：80Hz

下図に発生源側の騒音の周波数特性を示す

[発生源側]

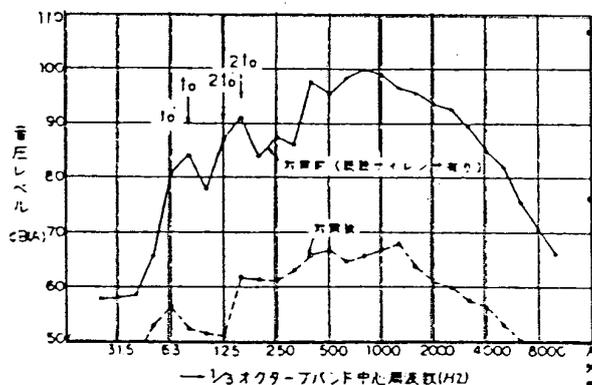


図2 対策前後に於けるサイレンサー機側の騒音スペクトル

## 2. 対策方法

### (1) 発生源及び発生原因の推定：

ロータリーブロワの吐き出し音が境界線まで伝搬している。

### (2) 対策方法：膨張、干渉、曲がり、吸音の複合効果を持たせたサイレンサーを取り付け

## 3. 対策効果

### (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：35dB

### (2) 対策後の状況：問題解決

下図に境界線での騒音の周波数特性を示す

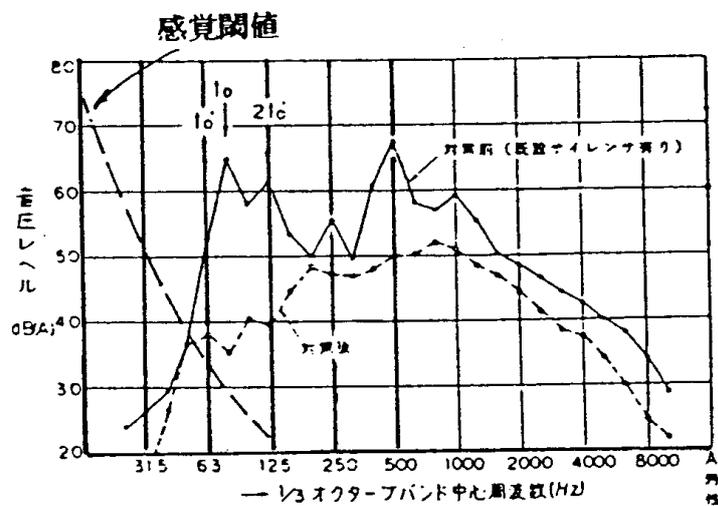


図3 対策前後に於ける敷地境界点での騒音スペクトル

## 4. 出典

- ・ 加藤、工藤：ロータリーブロワの低周波音対策、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集、1989.9

(7) ディーゼルエンジンの対策事例

発生源：ディーゼルエンジン	事例番号：13
苦情内容：新設時に対策を実施	
対策方法：排気消音器の設置	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：ディーゼルエンジン
- (2) 苦情発生場所：工場近隣民家（予想された）
- (3) 苦情発生状況：建具のがたつき（予想された）
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

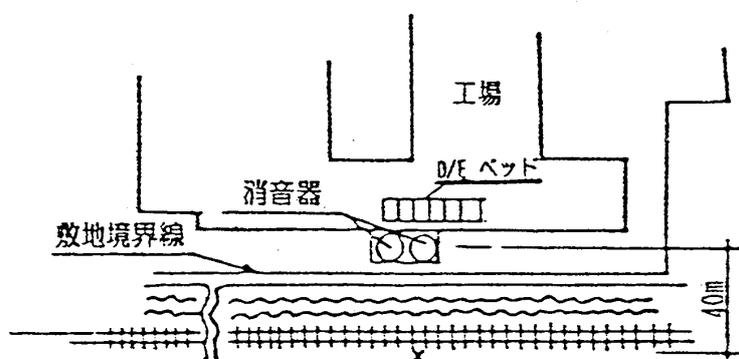


図1 発生源周辺図

(5) 低周波音の音圧レベル：

以下は1/3オクターブバンドレベルを示す。

113～125dB(推定値，排気口から1.0m位置)

(6) 低周波音の卓越周波数：

以下は1/3オクターブバンド中心周波数を示す。

8Hz～25Hz（推定値，排気口から1.0m位置，複数台のディーゼルエンジン有り）

(7) その他：

## 2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：ディーゼルエンジンの回転数、気筒数から発生周波数成分を推定、類似エンジン排気口（1.0m 位置）の音圧レベル実測値から推定した。
- (2) 対策方法：音を共鳴吸収するための拡張室にレゾナンス（共鳴）チューブを組み合わせた多段複合リアクティブ型消音器をディーゼルエンジン排気口に設置した。尚、可聴域騒音低減のための吸音型も組み合わせている。消音器尾管長は排気ガスの拡散も考慮した高さになっている。

## 3. 対策効果

- (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：以下は 1/3 オクターブバンドレベルを示す。  
76～87dB(消音器吐出口より 1.0m 位置)
- (2) 対策後の状況：40m 離れた地点で音圧レベル 65dB 以下を設計目標値としたが、消音器吐出口のレベルから換算（距離減衰約 30dB）すると 46～57dB となり、目標値をクリアした。
- (3) その他：民家周辺における測定値は無し。

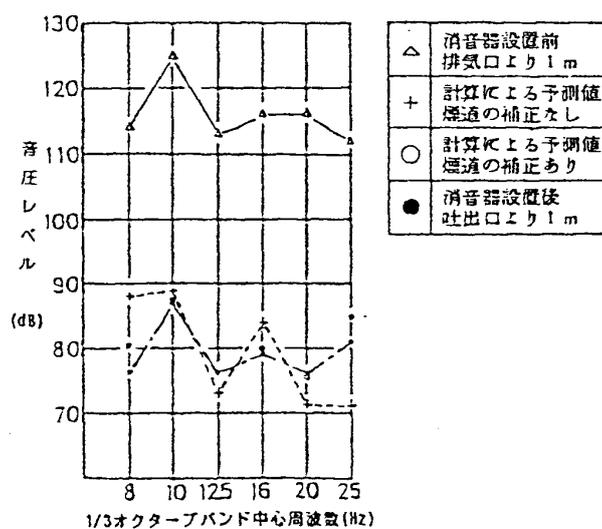


図2 対策効果

## 4. 出典

- 岡田健、中野有朋：ディーゼルエンジン超低周波音消音器、（社）日本騒音制御工学会講演論文集、1978.11

(8) 振動ふるい機対策事例

発生源：シールドトンネル用振動ふるい機	事例番号：14
苦情内容：物理的苦情（建具のガタツキ）	
対策方法：アクティブ制御	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：泥水シールド工事に使用する「振動ふるい機」
- (2) 苦情発生場所：本工事現場の近隣の民家
- (3) 苦情発生状況：「建具のガタツキ」による
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

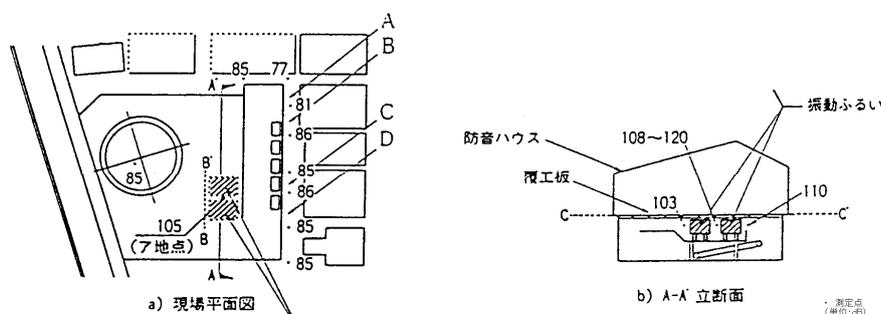


図1 発生源

- (5) 低周波音の音圧レベル：振動ふるい機近傍での低周波音は、103～120dB、敷地境界での低周波音は、77～86dBであった。振動ふるい機2台が同時に稼働しており、干渉によるうなりが発生していた。
- (6) 低周波音の卓越周波数：振動ふるい機近傍でのパワースペクトル分析では、約15Hz～18.3Hzにあり、敷地境界でパワースペクトル分析では、14Hzであった。

2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：問題となった振動ふるい機は、840rpm（定格900rpm～1100rpm）で稼働していた。敷地境界における民家の建具類が、がたつくということから計測した結果、発生源と民家での卓越周波数からシールド工事で使用している「振動ふるい機」と判明した。
- (2) 対策方法：本工事で使用している「振動ふるい機」は、2台が並列に並行可動していることから、位相制御によるアクティブ・ノイズ・コントロール（ANC）を用いて実施した。

### 3. 対策効果

- (1) 対策後の低周波音の音圧レベル : 低周波音の音圧レベルは、振動ふるい機近傍で、14Hz で、約 16dB、敷地境界で 5dB~10dB 減少した。
- (2) 対策後の状況 : 敷地境界での民家の建具類ががたつかなくなった。
- (3) その他 : ANCシステムを図示した。

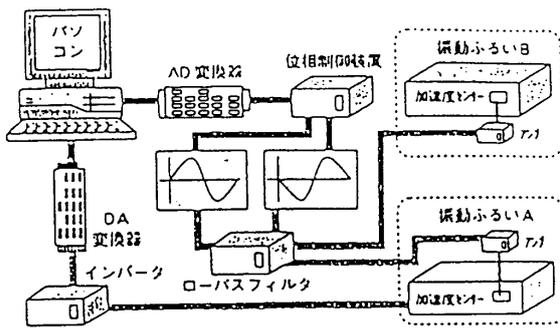


図3 振動ふるいの低周波音制御システムの概要

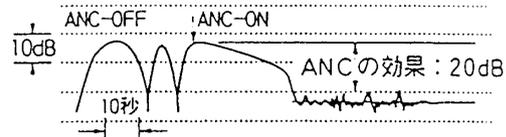


図2 ANCの効果

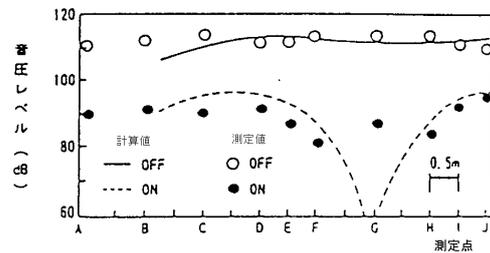


図4 ANCのON, OFFによる音圧レベルの違い

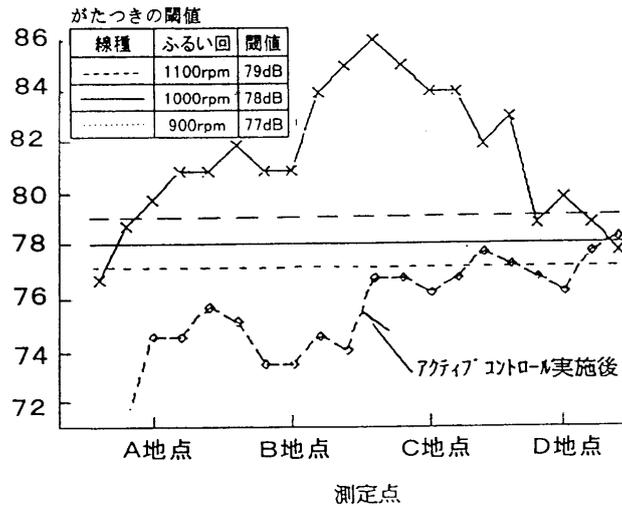


図5 対策効果

### 4. 出典

- ・ 内田季延, 小原弘之, 塩田正純, 常野有史, 沼口栄介: 振動ふるいから発生する超低周波音対策 (位相制御によるダイポール音源化装置の試作)、(社)日本機械学会環境工学総合シンポジウム講演論文集、pp.85~88、1992.7
- ・ 内田季延, 小原弘之, 塩田正純: 閉所空間における音源のダイポール化による低周波音対策について、(社)日本騒音制御工学会技術発表講演論文集、pp.273~276、1994.10
- ・ 内田季延, 塩田正純: ANC技術を利用した振動ふるいから発生する低周波音の対策、(社)日本機械学会機械力学・計測制御講演論文集、pp.247~250、1997.7

発生源：振動ふるい	事例番号：15
苦情内容：心理的・生理的苦情（気分が悪い）	
対策方法：モーターの回転数変更（プーリー交換）	

## 1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：砂のふるい分け作業を行う工場の振動ふるい。
- (2) 苦情発生場所：工場に隣接した自動車工場の事務室内。
- (3) 苦情発生状況：工場の操業が始まると、事務所内に定在波が発生し、気分が悪くなる。
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

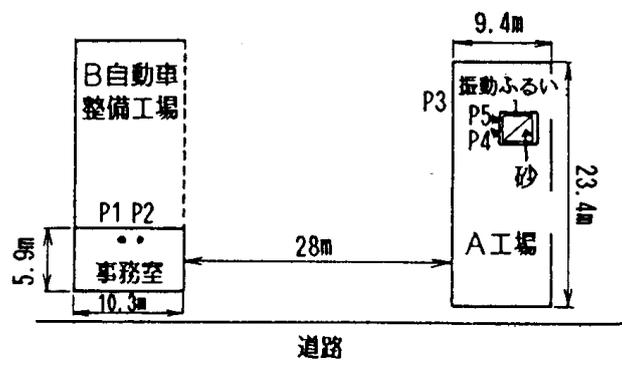


図1 発生源周辺図

- (5) 低周波音の音圧レベル：事務所内の定在波の節で約75dB、腹では約90dB。  
定在波の節になる所では不快感をほとんど感じないが、腹になる所では非常に不快感をもよおすとのことであった。
- (6) 低周波音の卓越周波数：1/3オクターブバンド中心周波数で31.5Hz。  
31.5Hzの音の波長が事務所の長手方向の長さとはほぼ一致していることから、事務所内に定在波が発生したものと考えられた。
- (7) その他：事務所内で観測された鉛直方向の振動加速度レベルは約50dBであった。

## 2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：問題となった振動ふるいは、2000rpm（定格2000rpm～3000rpm運転）で運転されていた。低周波音の卓越周波数が振動ふるいの振動数33.3Hz（2000rpm）とはほぼ一致したことから、振動ふるいが発生源と考えられた。
- (2) 対策方法：事務所内の定在波の発生させないよう、振動ふるいの回転数を調整した。モーターの回転数を2500rpmとした場合、事務所内の音圧レベルは低下したが、工場内および反対側で上昇したため、モーターのプーリーを交換し、振動数を定格外で可能な

限り最小の 1800rpm に変更した。

### 3. 対策効果

- (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：低周波音の音圧レベルが発生源側で約 15dB、事務所内で約 30dB 減少した。
- (2) 対策後の状況：事務所内の被害はなくなり、作業環境・周辺環境とも改善された。
- (3) その他：振動ふるいの回転数を下げたことによる作業能率の低下は問題にはならなかった。対策に要した費用も、モーターのプーリー交換のみであったため、安価で済んだ。

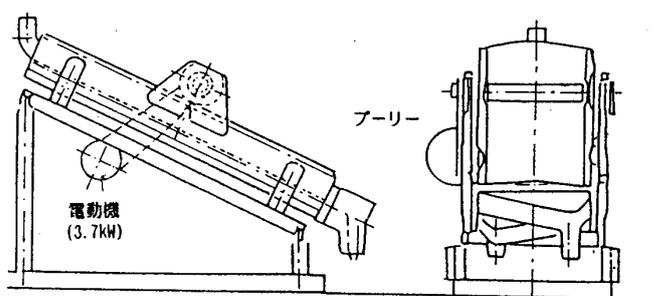


図2 対策方法（モータープーリー交換）

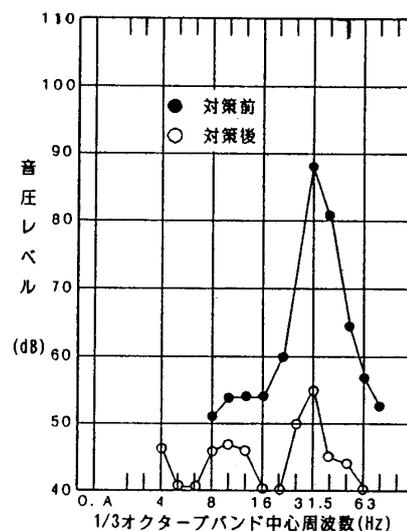


図3 対策効果

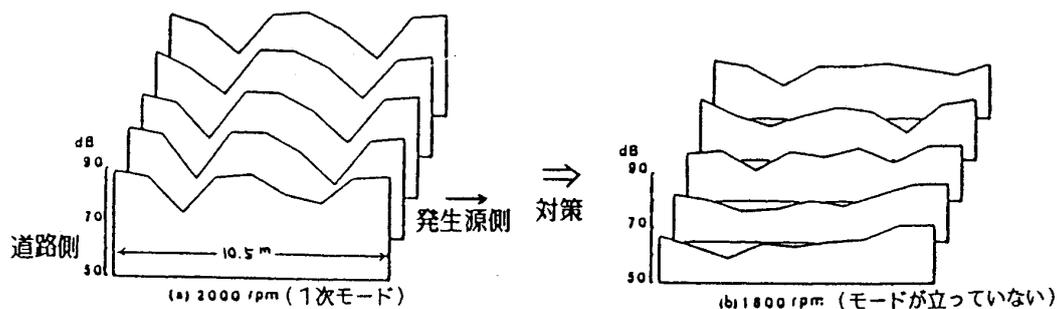


図4 事務所内低周波音モード

### 4. 出典

- ・ 山崎他：振動ふるいからの低周波空気振動による定在波の発生とその対策、騒音制御工学会技術発表会講演論文集、pp.205～208、1982.9

(9) 燃焼装置の対策事例

発生源：燃焼機械（ボイラー）	事例番号：16
苦情内容：物理的苦情（建具のがたつき）	
対策方法：燃焼バランスの調整	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：染物工場内のボイラー
- (2) 苦情発生場所：近隣の民家
- (3) 苦情発生状況：染物工場の始業、終業時刻に対応して近隣民家の戸のがたつきが発生した。
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

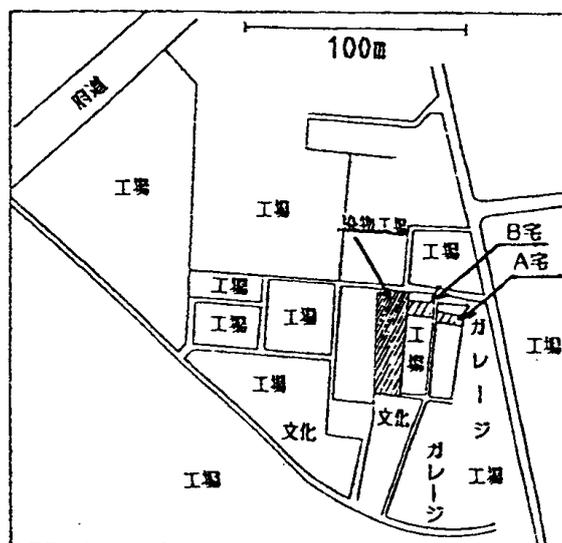


図1 発生源周辺図

- (5) 低周波音の音圧レベル：  
以下は1/3オクターブバンドレベルを示す。  
102dB（ボイラー横）、93dB（民家）
- (6) 低周波音の卓越周波数：  
以下は1/3オクターブバンド中心周波数を示す。  
8Hz
- (7) その他：

## 2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：送風機の交換時から発生していることから、燃料（油）と空気量のバランスがくずれたために発生したと推定した。
- (2) 対策方法：燃焼バランスの再調整を実施した。

## 3. 対策効果

- (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：8Hzのピークが無くなった（8Hz：67dB）。
- (2) 対策後の状況：戸のがたつきは無くなり、その後苦情は発生していない。
- (3) その他：8Hz：93dBは低周波音問題の目安になる値（建具等のがたつきの評価値）72dBを大きく越えていた。

対策後はピークも無くなり、8Hzの音圧レベルも72dB以下（67dB）に低減された。戸のがたつきも無くなり、問題は解決された。

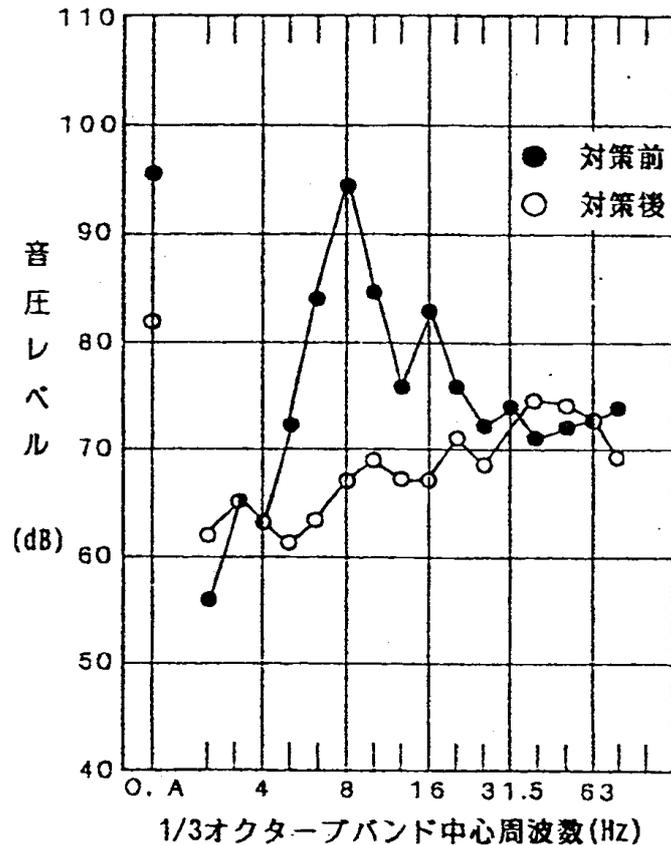


図2 対策効果

## 4. 出典

- ・ (社) 日本騒音制御工学会・技術部会：低周波音の現状と対策について、(社) 日本騒音制御工学会、技術レポート第6号、1986.5

発生源：キューポラ	事例番号：17
苦情内容：建具のがたつき	
対策方法：導管中央部に絞り機構取り付け	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：キューポラ
- (2) 苦情発生場所：鋳物工場に近隣する民家
- (3) 苦情発生状況：週 2～3 回行う吹きの際，民家で建具のがたつきが発生
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

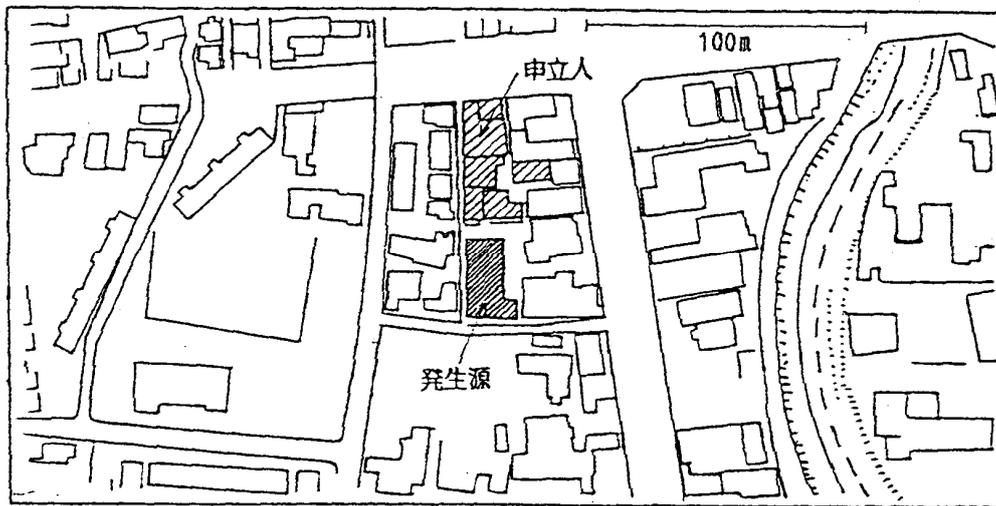


図1 発生源周辺図

- (5) 低周波音の音圧レベル：
 

以下は 1/3 オクターブバンドレベルを示す。

103dB (40Hz)：工場内
- (6) 低周波音の卓越周波数：
 

以下は 1/3 オクターブバンド中心周波数を示す。

40Hz
- (7) その他：

## 2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：週 2～3 回行う吹きの際、キューポラ本体から低周波音が発生した。
- (2) 対策方法：キューポラ系の固有振動モードを変えるために、6本の導管のうち3本の導管中央部に絞り機構（ちょう形弁）を取り付けた。

## 3. 対策効果

- (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：60dB（40Hz）でピークは無くなった。
- (2) 対策後の状況：建具のがたつきは止まり、苦情は解決した。
- (3) その他：

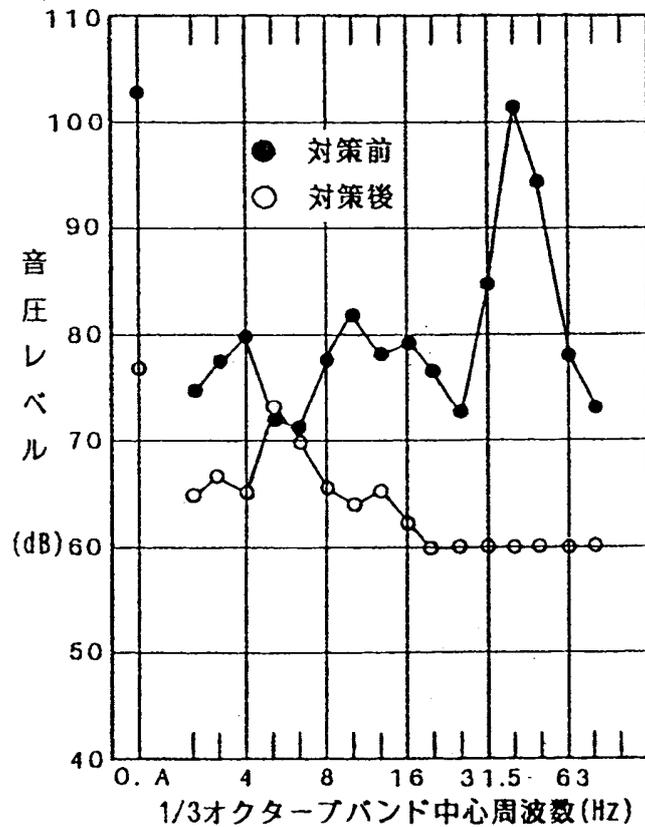


図2 対策効果

## 4. 出典

- ・ (社) 日本騒音制御工学会・技術部会：低周波音の現状と対策について、(社)の奔走おん性漁港学会、技術レポート第6号、1986.5

(10) ジェットエンジンの対策事例

発生源：ジェットエンジン	事例番号：18
苦情内容：物理的、心理的苦情（建具のがた鳴りで睡眠が妨げられる）	
対策方法：補助ダクトの設置	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：航空機ジェットエンジン
- (2) 苦情発生場所：空港周辺居住者
- (3) 苦情発生状況：深夜、建具のがた鳴りで睡眠が妨げられるとの苦情が発生した。
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照



図1 発生源周辺

- (5) 低周波音の音圧レベル：  
以下は1/3オクターブバンドレベルを示す。  
82dB (6.3Hz, 8Hz 共に)、施設から1600m離れた地点
- (6) 低周波音の卓越周波数：  
以下は1/3オクターブバンド中心周波数を示す。  
6.3Hz, 8Hz
- (7) その他：ピークの周波数はこれ以外にもあるが大きなものを記載した。又、測定地点によってピーク周波数は多少異なっている。

## 2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：がた鳴りの発生時刻とジェットエンジンの試運転時刻が合致することから発生源が特定された。発生原因はジェット排気流と消音装置の相互作用によると推定された。
- (2) 対策方法：ジェット排気流がスムーズに消音装置に入るように、補助ダクトを設置した。

## 3. 対策効果

- (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：

以下は1/3 オクターブバンドレベルを示す。

61dB(6.3Hz, 8Hz 共に)

- (2) 対策後の状況：窓ガラスのがたつきは無くなった。

- (3) その他：対策前は低周波音問題の目安になる値（6.3Hz：71dB, 8Hz：72dB）と比較して大きく超えていたが、対策後はこれ以下になっている。

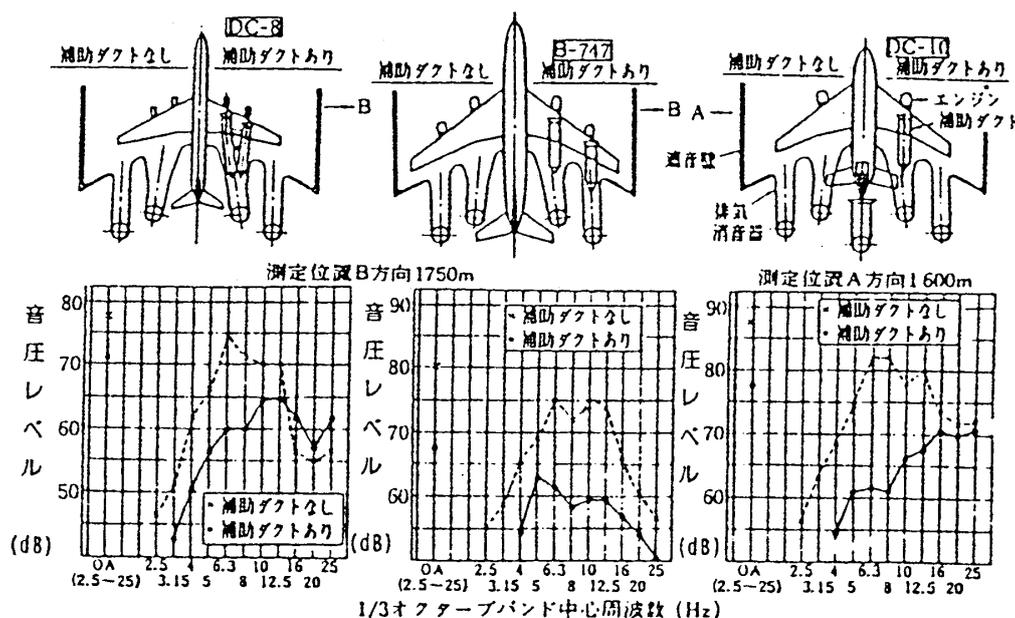


図2 補助ダクトによる低減効果

## 4. 出典

- ・ 守岡功一、中野有朋：ノイズサプレッサーから発生する超低周波音と対策、(社)日本騒音制御工学会講演論文集、1980.9

(11) 機械プレス対策事例

発生源：機械プレス	事例番号：19
苦情内容：物理的、心理的苦情（建具が振動し、眠れずイライラする）	
対策方法：位相制御方式の採用	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：機械プレス
- (2) 苦情発生場所：製罐工場の近隣民家
- (3) 苦情発生状況：家具や建具がビリビリ振動し、眠れずイライラする。
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

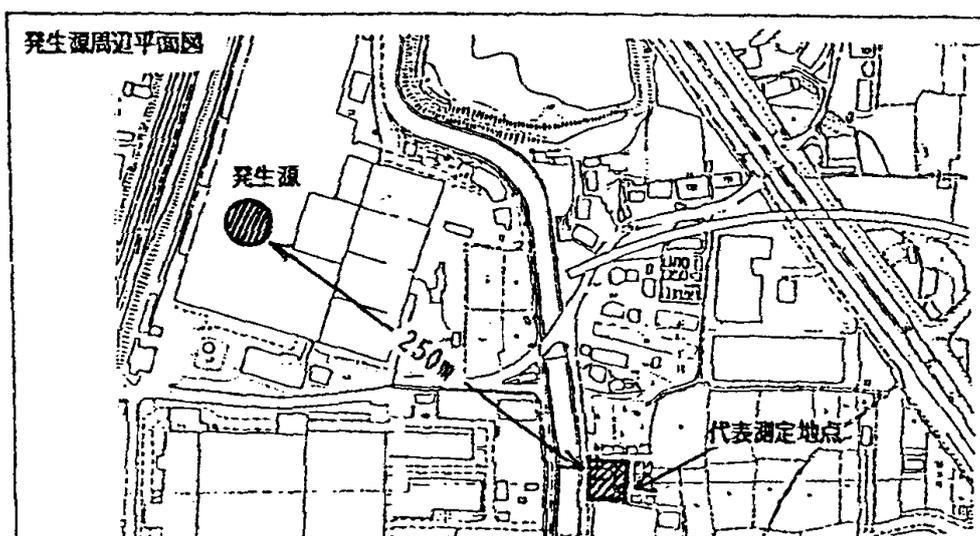


図1 発生源周辺図

(5) 低周波音の音圧レベル：

以下は1/3オクターブバンドレベルを示す。

82dB

(6) 低周波音の卓越周波数：

以下は1/3オクターブバンド中心周波数を示す。

5Hz

(7) その他：

## 2. 対策方法

- (1) **発生源及び発生原因の推定**：500kg の型を毎秒 5 回打ち下すプレス機 24 台が終日稼働していた。機械は互いにバラバラに動いているため、複数のプレス機が同時に打ち下される（揃い踏み）と大きな振動とともに超低周波音が発生した。
- (2) **対策方法**：24 台のプレス機をコンピューターで制御し、プレス機同志が振動を相殺する「位相制御方式」を採用した。

## 3. 対策効果

- (1) **対策後の低周波音の音圧レベル**：  
以下は 1/3 オクターブバンドレベルを示す。  
5Hz：73dB
- (2) **対策後の状況**：建具、人形ケースのガラスのがたつきはなくなった。
- (3) **その他**：低周波音問題の目安になる値（5Hz：70dB）と比べて対策前は大きく超えていた。又、対策後も 3dB 超えているががたつきは止まった（測定位置の関係もあるものと想像される）。

## 4. 出典

- ・（社）日本騒音制御工学会・技術部会：低周波音の現状と対策について、（社）日本騒音制御工学会、技術レポート第 6 号、1986.5

(12) ガスエンジン対策事例

発生源：ガスエンジン	事例番号：20
苦情内容：窓ががたつきドッドツという低周波音が聞こえる	
対策方法：煙突頂部に小型サイレンサーを取り付け	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：ガスエンジン排気口
- (2) 苦情発生場所：ガス発電設備から45m、100m離れた事務所
- (3) 苦情発生状況：窓ががたつく物理的苦情
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

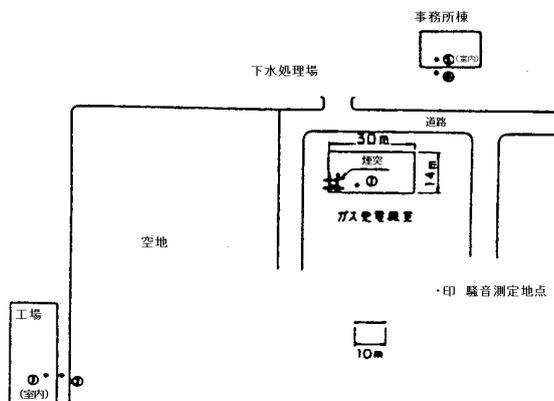


図1 ガス発電施設の配置と騒音測定地点

- (5) 低周波音の音圧レベル：煙突下で 100dB  
事務所で 80dB
- (6) 低周波音の卓越周波数：19Hz  
36Hz

下図に煙突下、事務所室内の騒音スペクトルを示す。

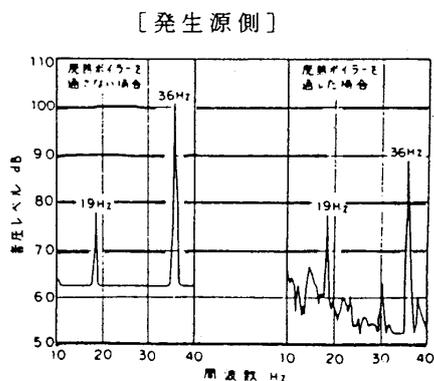


図2 煙突下3mの地点の音圧レベル

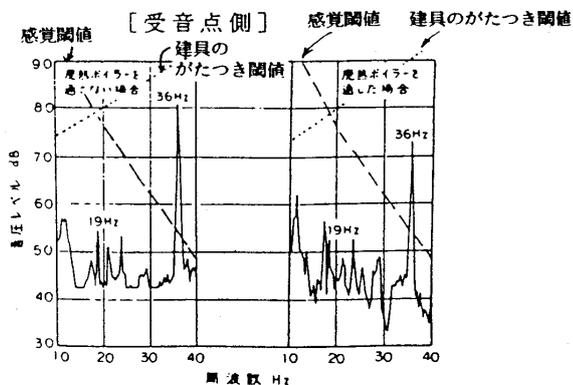


図3 事務所棟室内の音圧レベル（窓開時）

## 2. 対策方法

### (1) 発生源及び発生原因の推定：

ガスエンジン排気音と煙突の共鳴現象

### (2) 対策方法：

煙突頂部に小型サイレンサーを取り付け、煙突空洞部とで2段膨張型サイレンサーを構成させた。

## 3. 対策効果

### (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：事務所の36Hzの音は58dBとなり22dB減衰した

下図に対策後の低周波音レベル、周波数特性を示す。

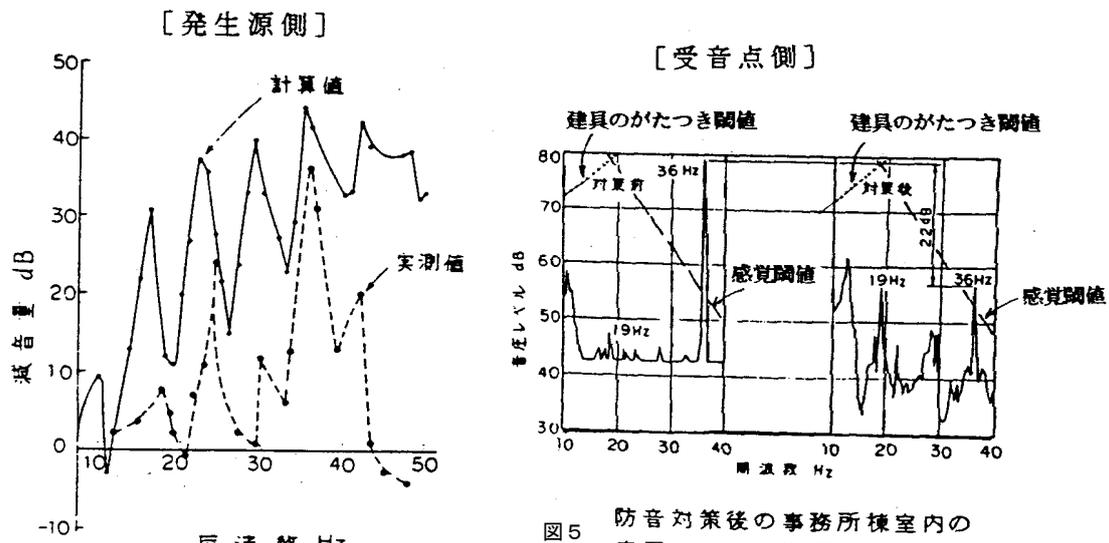


図4 消音器減音量の計算値と実測値

図5 防音対策後の事務所棟室内の音圧レベル(窓閉時)

## 4. 出典

- ・ 佐瀬、工藤：ガスエンジン廃気音の低周波音防止対策、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集、pp.17~20、1985.9

(13) 道路橋対策事例

発生源：道路橋	事例番号：21
苦情内容：心理的苦情（低い衝撃音が胸に響く）	
対策方法：ジョイントの取替え（段差修正）	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：道路橋のジョイント部を大型車が通過する際に発生。
- (2) 苦情発生場所：道路橋付近の民家。
- (3) 苦情発生状況：道路橋から発生する「ドン」という低い衝撃性の音が胸に響く。
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

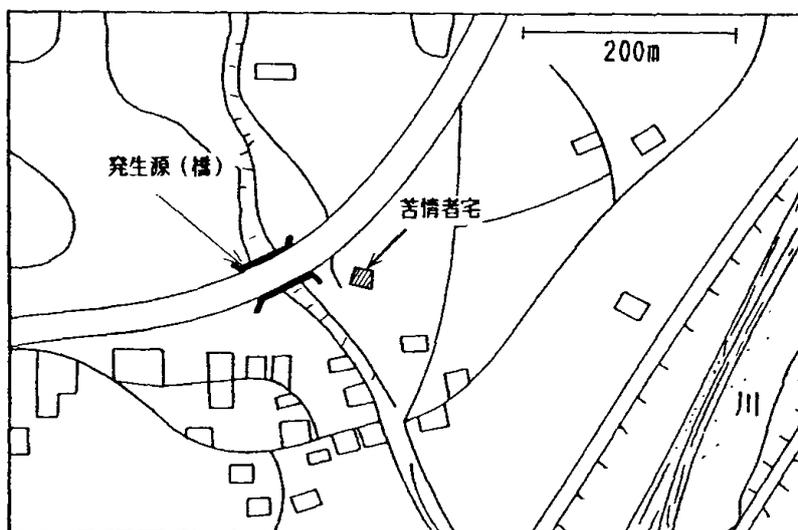


図1 発生源周辺図

- (5) 低周波音の音圧レベル：低周波領域で92dB（測定周波数範囲等詳細は不明）。
- (6) 低周波音の卓越周波数：1/3オクターブバンド中心周波数で4～5Hz，40～50Hz。

2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：道路橋のジョイント部を大型車量が通過する際に衝撃音が発生する。
- (2) 対策方法：衝撃力低減のため、破損して段差の大きくなったジョイント部を取替え、段差修正をした（図2）。

3. 対策効果

- (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：図3に対策前後の低周波音の周波数特性を示す。低周波領域では対策による音圧レベルの減少はほとんど認められなかった。

(2) 対策後の状況：「ドン」という衝撃音は聞き取れなくなったため、苦情はおさまった。

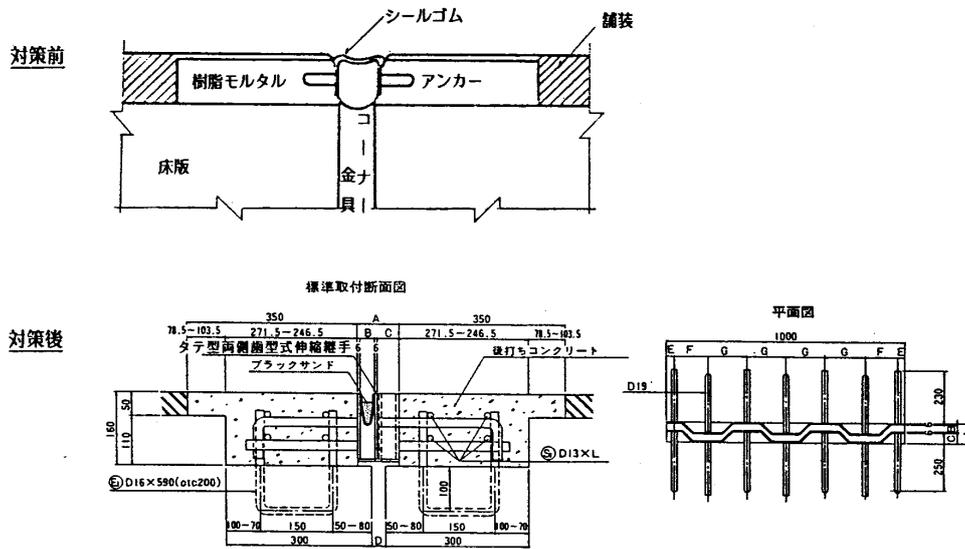


図2 対策方法

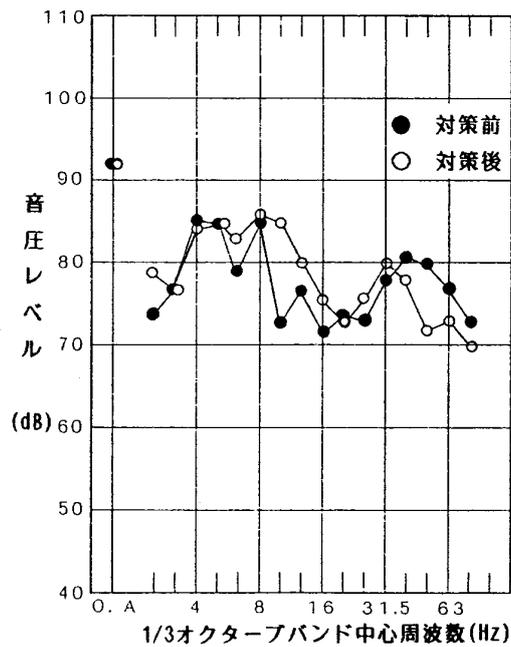


図3 対策効果

#### 4. 出典

- 環境庁大気保全局特殊公害課：低周波空気振動防止対策事例集、pp.72～74、1985.12

発生源：道路橋	事例番号：22
苦情内容：睡眠影響	
対策方法：動吸振器（TMD：機械的制振装置）	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：ジョイント部を車両が通過する際に発生
- (2) 苦情発生場所：高架橋道路の周辺民家
- (3) 苦情発生状況：建具のガタツキおよび家屋振動
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

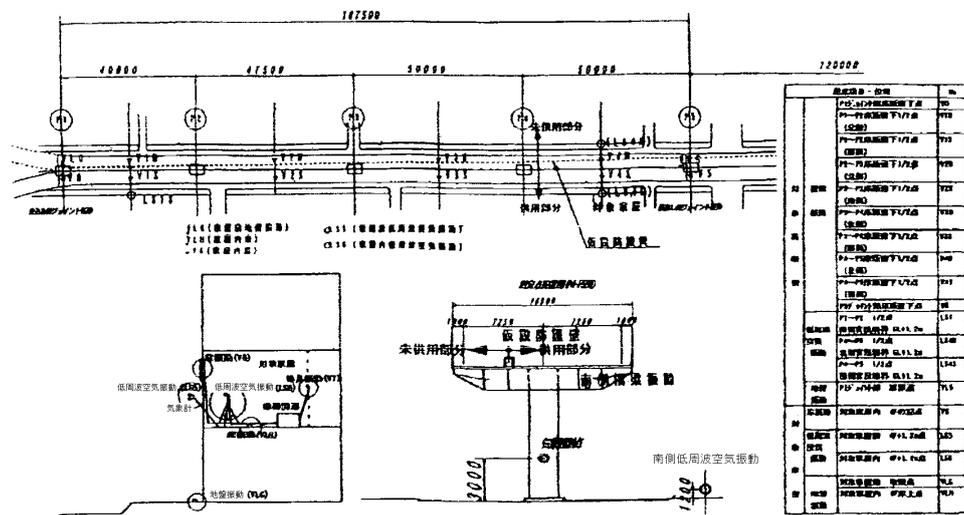


図1 対象橋梁概要と測定点

- (5) 低周波音の音圧レベル：官民境界におけるピークレベル 100dB
- (6) 低周波音の卓越周波数：官民境界上で、3.15Hz 付近

2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：道路橋のジョイント部を一般車、試験車走行による際に発生
- (2) 対策方法：動吸振器（TMD：機械的制振装置）による対策工

3. 対策効果

- (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：
  - a) 図-3 に、官民境界上での対策前後の低周波音の周波数特性を示した。また、時間率レベル  $L_5$  では、6~10dB 低減した。

b) 図-5 に、試験家屋内での対策前後の低周波音の周波数特性を示した。また、時間率騒音レベル  $L_5$  では、5dB 程度低減した。

(2) 対策後の状況：一般走行においても対象周波数において、低周波音レベルの低下がみられ、特に、夜間の時間帯では時間率レベル  $L_5$  の評価値で単独車と同等の効果が得られた。苦情も収まった。

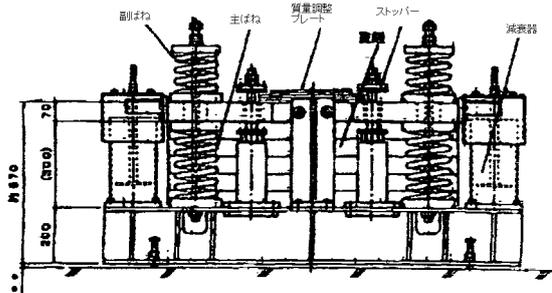


図2 TMD 試験機概念図

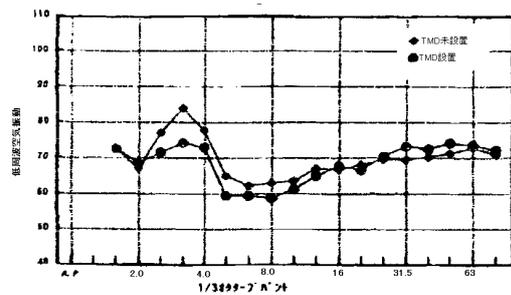


図3 第1径間官民境界上低周波音  $L_5$  周波数分析結果比較 (一般車走行)

表1 TMD による対策効果 単位 dB

振動	試験車走行	一般車走行					
	対象周波数の振動か速度が 1/2 以下となる。 低下量を dB 換算すると 6dB 以上の低減効果	—					
		$L_5$		$L_{50}$		$L_{eq}$	
低周波音		昼間	夜間	昼間	夜間	昼間	夜間
	A.P.	2.5	3.9	2.5	2.5	2.6	3.4
	3.15Hz	3.1	5.2	3.7	4.1	3.2	4.7

注) 表中の数値は低減量を示す

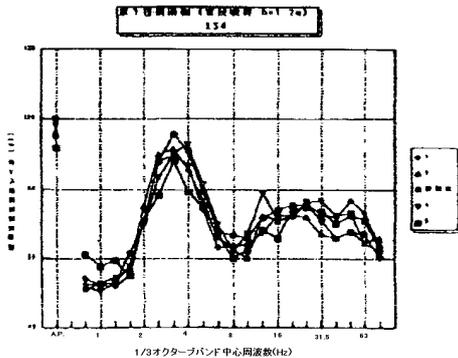


図4 官民境界上低周波音ピークレベル

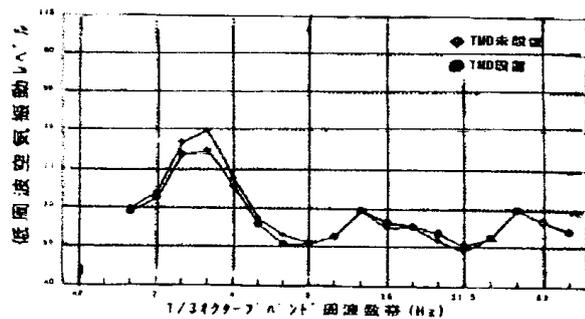


図5 試験家屋内低周波音レベルの変化 (夜間平均値  $L_5$ )

#### 4. 出典

- ・ 村井逸郎 他；TMD による橋梁振動および低周波音抑制効果に関する実橋実験、機械構造技術シリーズ 23、橋梁振動コロキウム'01 論文集、土木学会構造工学委員会橋梁振動モニタリングとそんじょ標準化研究小委員会、2001.10

(14) 新幹線トンネル対策事例

発生源：新幹線鉄道トンネル	事例番号：23
苦情内容：家屋の窓や戸がガタンと音をたてる。	
対策方法：トンネル入口緩衝工（フード）の設置。	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：長大トンネルに列車が高速で突入する際に発生。
- (2) 苦情発生場所：列車突入時に反対側の坑口周辺。
- (3) 苦情発生状況：微気圧波により家屋の窓や戸がガタンと音をたてるという苦情。
- (4) 微気圧波の最大値：列車速度 250 km/h において約 250 Pa (約 142 dB 相当)
- (5) 測定波形例：トンネル出口から放射される測定波形例（下図参照）

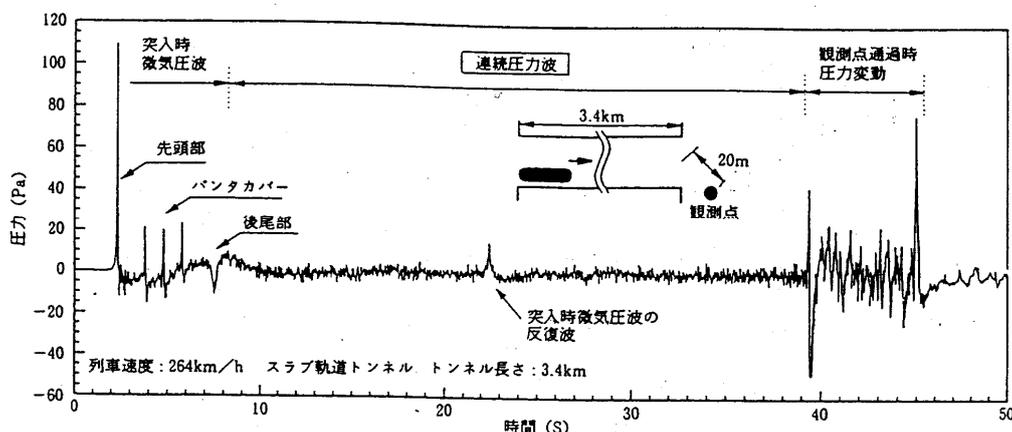


図1 トンネル出口から放射される測定波形例

2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：この現象は列車がトンネルに高速で突入することにより生じた圧縮波がトンネル内を音速で伝搬し、トンネル坑口に到達した時、坑口から外へパルス状の圧力波が放射されることによって起こる。これをトンネル微気圧波という。
- (2) 対策方法：トンネル微気圧波の大きさが、トンネル坑口に到達する圧縮波の波面前面の圧力勾配にほぼ比例することから、圧縮波の波面前面の圧力勾配を小さくすることが、トンネル微気圧波の低減対策となる。そのための方法として、トンネル入口に緩衝工（フード）を設置する方法、列車の先頭部形状の改良等がある。

### 3. 対策効果

(1) 入口緩衝工の低減効果：新幹線トンネルにおける入口緩衝工の効果を図 2 に示す。

長さ 49 m 及び 30 m の入口緩衝工の微気圧波低減効果を図 3 に示す。列車速度 250 km/h において、緩衝工 49 m で約 22 dB, 30 m で約 9 dB の効果が見られる。

(2) 対策後の状況：緩衝工 49 m の場合、大きな発破音は消失した。

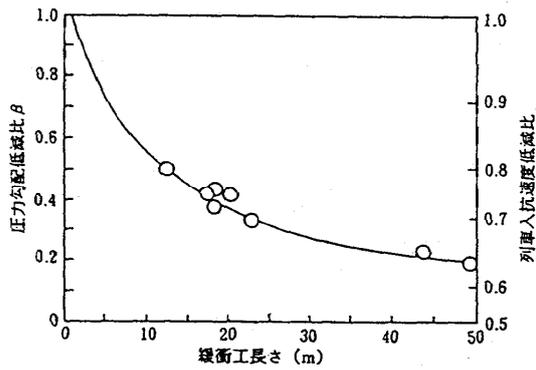


図 2 入口緩衝工の低減効果

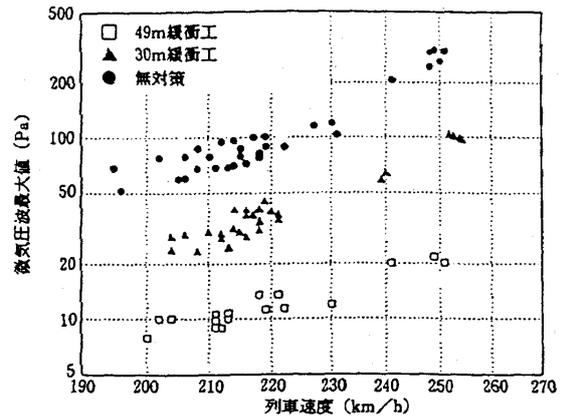


図 3 入口緩衝工の設置による低減効果



図 4 長さ 49 m の入口緩衝工

### 4. 出典

- ・ 前田達夫：トンネル微気圧波と列車通過時の圧力変動、RTRI REPORT (鉄道総研報告)、10 巻 2 号、pp.5~10、1996

(15) 揚水ポンプ対策事例

発 生 源：揚水ポンプ	事例番号：24
苦情内容：時々窓が振動する	
対策方法：防音蓋、二重シャッター、排出口の閉鎖	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：雨水、汚水を汚泥処理場へ送る揚水ポンプ
- (2) 苦情発生場所：ポンプ所から約10m離れた民家
- (3) 苦情発生状況：なんとなくうるさい
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

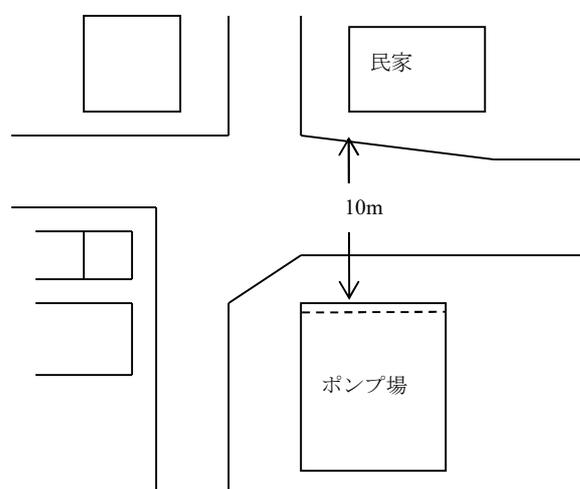


図1 発生源周辺図

- (5) 低周波音の音圧レベル：室内開口部付近で91dB、
- (6) 低周波音の卓越周波数：6.3Hz, 12Hz

2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：

ポンプ室で発生した低周波音がクレーン用開口部を伝搬して、排出口から民家まで伝搬したものと推定。

- (2) 対策方法：

- ・ポンプ室から排出口までの間を遮断する為クレーン上部に防音蓋を取り付けた。
- ・排出口のシャッターを二重にした
- ・階上の民家側の排出口を閉鎖した。

下図に対策図を示した。

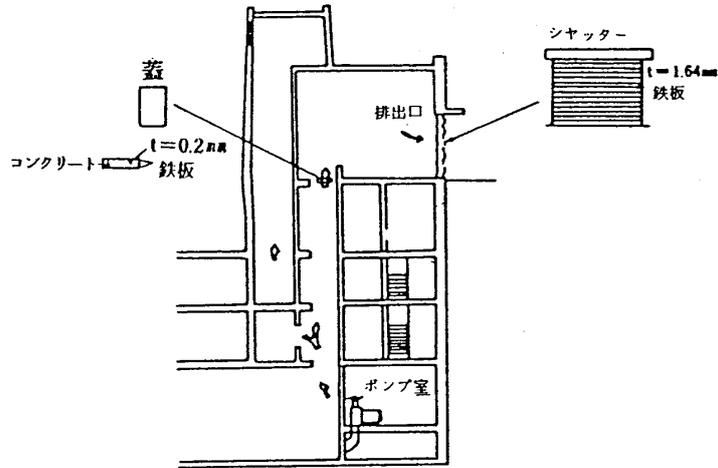


図2 対策方法

### 3. 対策効果

(1) 対策後の低周波音の音圧レベル：室内開口部付近で 80dB

下図に対策後の周波数特性を示した

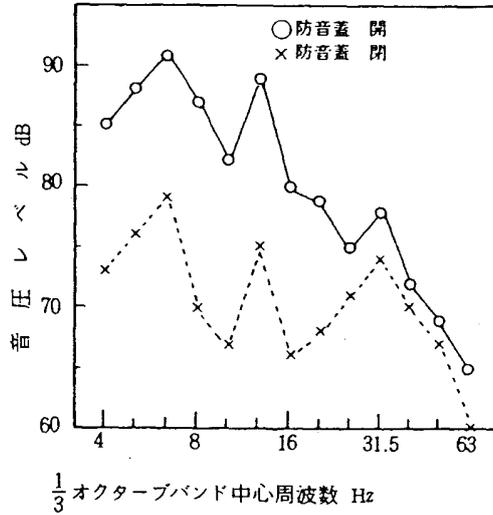


図3 対策効果

(2) 対策後の状況：苦情はなくなった。

### 4. 出典

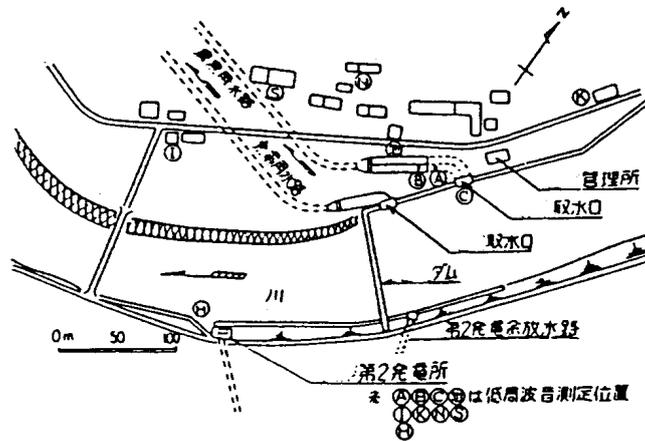
- ・ (財) 小林理学研究所：昭和 53 年度環境庁委託業務結果報告書—低周波空気振動緊急防止対策調査、pp.73～74

(16) ダム・堰対策事例

発生源：農業取水施設	事例番号：25
苦情内容：家屋の戸・障子の振動	
対策方法：スポイラーの改良、防音壁	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：堰の水の流れ
- (2) 苦情発生場所：堰周辺の民家
- (3) 苦情発生状況：家屋の戸・障子の振動
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

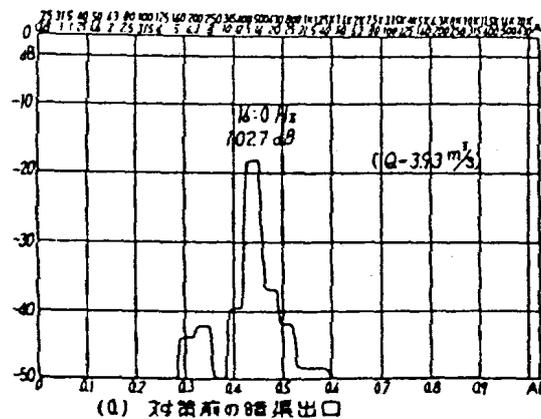


取水工付近平面図

- (5) 低周波音の音圧レベル：暗渠出口で 102.7 dB
- (6) 低周波音の卓越周波数：16Hz

下図に発生源側の騒音スペクトルを示す

[発生源側]



## 2. 対策方法

### (1) 発生源及び発生原因の推定：

堰の水膜とバックスペースの共鳴によるものと推定。

### (2) 対策方法：

共鳴を防ぐためスポイラー（水膜分離装置）の改良を行い、さらに民家に伝搬しないように防音壁の取り付けを行った。

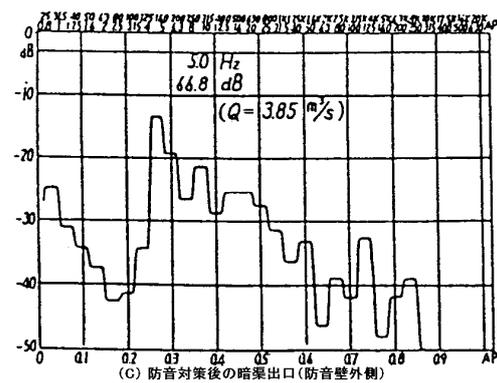
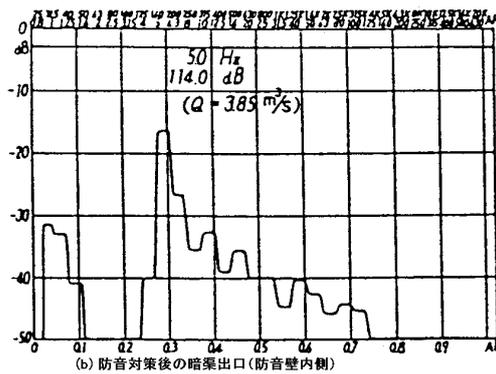
## 3. 対策効果

### (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：

対策に結果、暗渠出口防音壁外側で 50Hz：66.8dB に減衰

対策後の騒音スペクトルを下図に示した。

[発生源側]



### (2) 対策後の状況：苦情解決

### (3) その他：

## 4. 出典

- ・ 塚本 他：農業取水施設の低周波音と対策について、農業土木学会誌、第 53 巻 8 号、pp.663～667、1985

発生源：堰	事例番号：26
苦情内容：家屋の窓の振動	
対策方法：スポイラーの設置	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：堰
- (2) 苦情発生場所：堰周辺の民家
- (3) 苦情発生状況：家屋の窓の振動
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

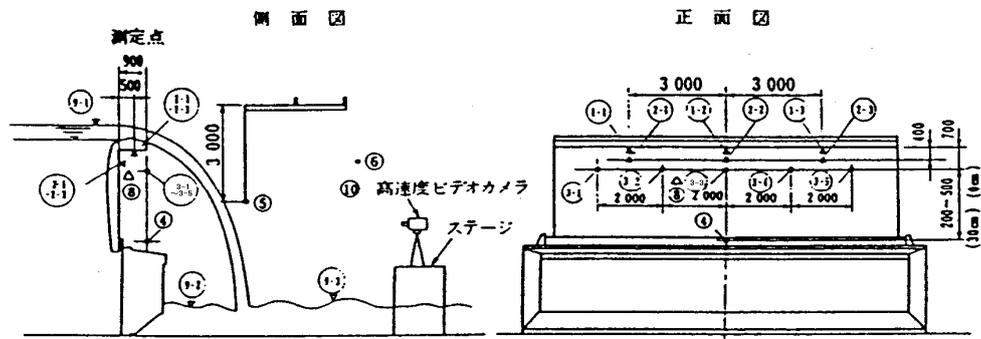


図1 発生源

- (5) 低周波音の音圧レベル：発生源側 135dB
- (6) 低周波音の卓越周波数：10Hz

下図にスペクトルを示す

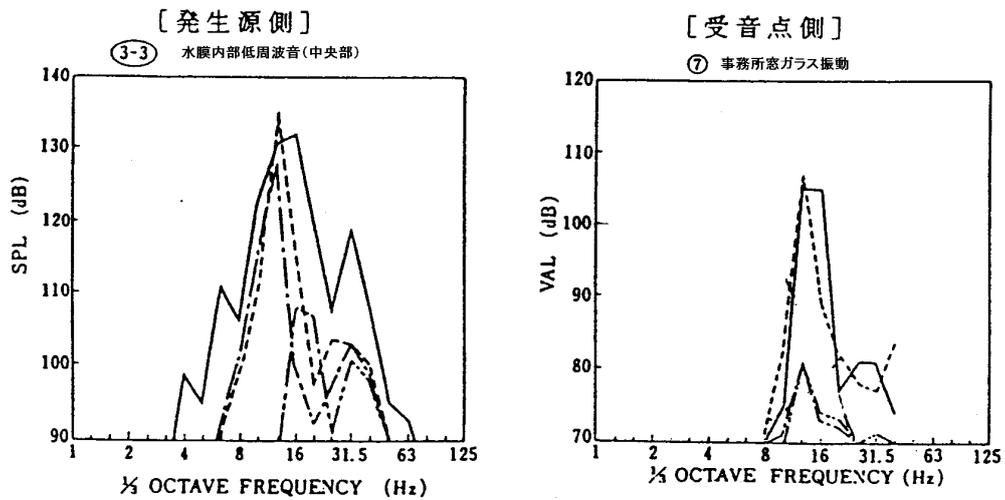


図2 対策前

## 2. 対策方法

### (1) 発生源及び発生原因の推定：

堰の水膜が落下した水面で波打ちそれが空洞部で共鳴して低周波音になるものと推定。

### (2) 対策方法：

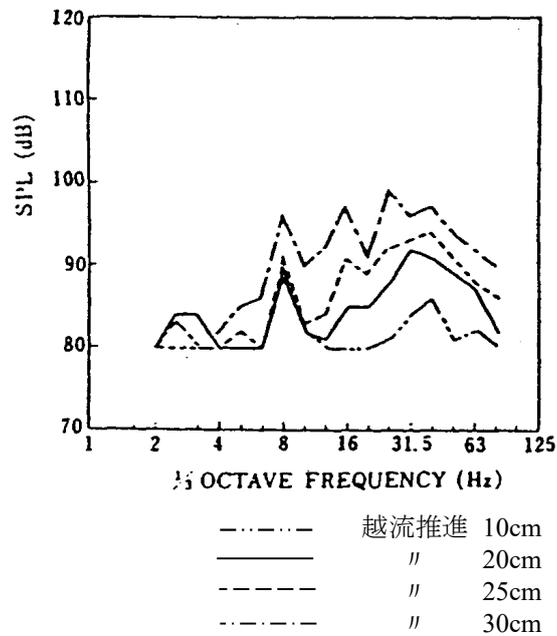
水膜を壊し共鳴しないようにするため水膜分離装置（スポイラー）を設置。

## 3. 対策効果

### (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：97dB

下図に対策後の騒音の周波数スペクトルを示した。

[発生源側]



低周波音の周波数特性  
(Case 10 型スポイラー 3-3 地点)

図3 対策後

### (2) 対策後の状況：苦情解消

### (3) その他：

## 4. 出典

- ・ 竹林 他：堰越流放流時に発生する低周波空気振動に関する一考察、ダム技術、Vol.4-4、pp.70～79、1986

発生源：堰などからの放流によるもの	事例番号：27
苦情内容：実験報告	
対策方法：スプイラーによる水膜の分断	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：－
- (2) 苦情発生場所：－
- (3) 苦情発生状況：－
- (4) 実験装置を下図に示す

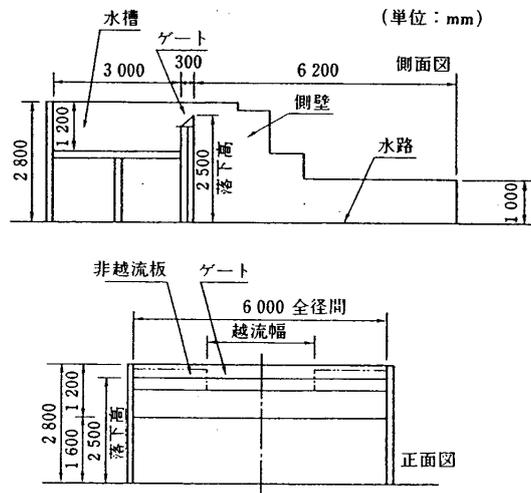


図1 実験装置

- (5) 低周波音の音圧レベル：
- (6) 低周波音の卓越周波数：

下図に空洞内低周波空気振動数と空洞固有値・ゲート固有振動数の関係を示した。

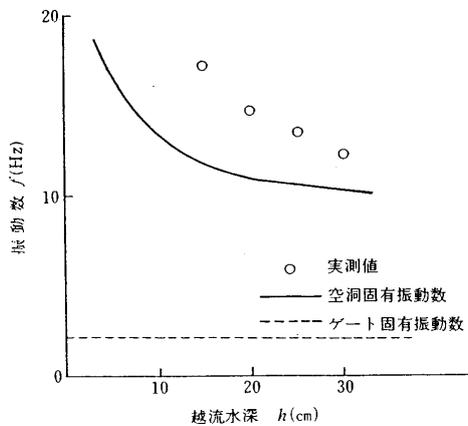


図2 固有振動数

## 2. 対策方法

### (1) 発生源及び発生原因の推定：

水膜振動の発生条件

- 1) 水膜と空気の相対速度による境界面の乱れと、表面張力が関係する。
- 2) 水膜背後に空洞がない場合：
  - ・ 水膜が薄い場合は水膜単独で安定した振動を維持する。
  - ・ 水膜が厚い場合は振動は生じない

水膜背後に空洞がある場合：

- ・ 水膜振動による水膜落下位置の変動により比較的厚い水膜でも安定して低周波音が発生する。
- 3) 落下高さが大きくなるほど、越流水深が大きい状態でも水膜振動が発生する。
  - 4) 水膜振動が最大となるのは、水膜振動の固有値と、空洞の固有値が一致するときである。

### (2) 対策方法：

- 1) スポイラーにより水膜を分断し背後空洞の圧力変動を解放する。
- 2) スポイラーにより水膜の形状を変え水膜振動の形成を抑制する。

下図に水膜分断形状の一例を示す

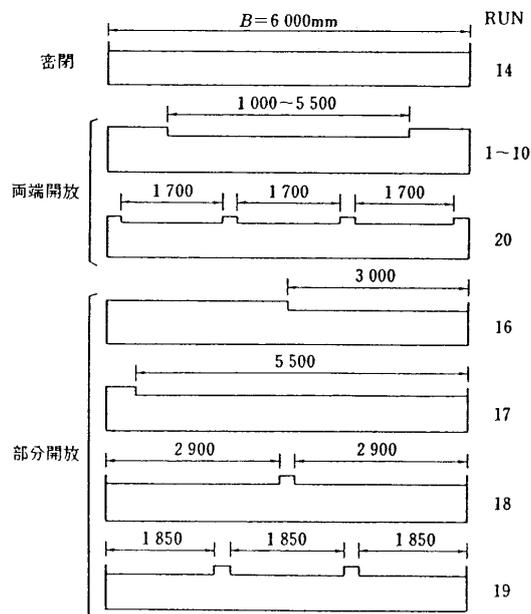


図3 水膜分断形状の例

### 3. 対策効果：－

### 4. 出典

- ・ 竹林 他：堰などからの放流に伴う低周波空気振動、ダム技術、No.82、pp.4～21、1993

発生源：ダム・堰による越流水膜	事例番号：28
苦情内容：物理的苦情（建具のがたつき）	
対策方法：スポイラーによる水膜形状の変化（スポイラー間隔）	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：越流水膜（水流によって径間方向にほぼ一様に形作られた膜）
- (2) 苦情発生場所：堰付近
- (3) 苦情発生状況：管理橋の振動及び「家屋の窓などのガタツキ」
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：下図参照

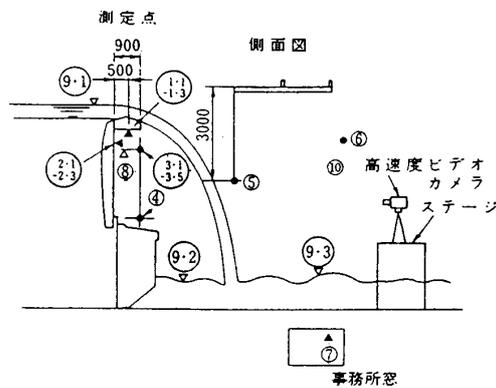


図-1 堰ゲートにおける計測ポイントの概要  
 ①ゲート鉛直方向振動（加速度ピックアップ）、  
 ②ゲート水平方向振動（加速度ピック）、③～  
 ⑤低周波音（低周波マイクロホン）、⑥風速、  
 ⑦事務所窓ガラス振動（加速度ピック）、⑧温  
 度、湿度、⑨水面振動（波高計）、⑩水膜振動  
 （高速度ビデオカメラ）

- (5) 低周波音の音圧レベル：水膜内部低周波音は、130dB～140dB の範囲にある。水膜外部低周波音は、110dB～130dB の範囲にある。

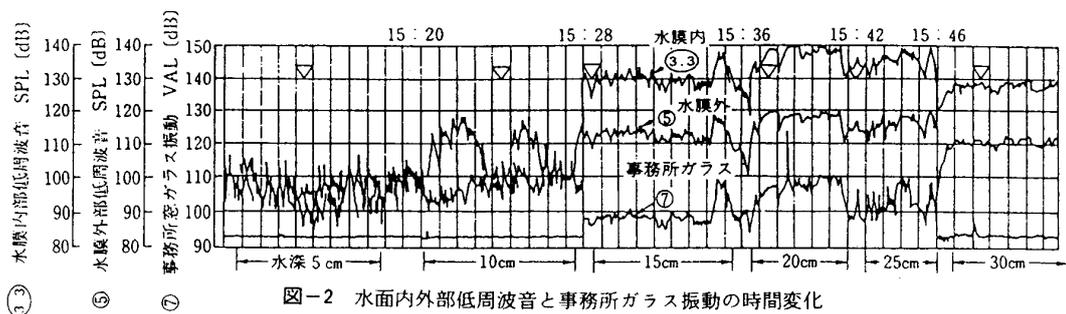


図-2 水面内外部低周波音と事務所ガラス振動の時間変化

- (6) 低周波音の卓越周波数：12.5Hz～17Hz にある。

## 2. 対策方法

(1) 発生源及び発生原因の推定 : 越流水膜による低周波音の発生機構は、下記のように推定されている。

- 1) 水膜と空気の相対速度により境界面の乱れが表面張力に打ち勝って水膜振動が発生する
- 2) 水膜背後に空洞がある場合、水膜振動により水膜落下位置が変動して空洞に圧力変動が生じる。

(2) 対策方法 : スポイラーにより水膜を分断し背後空洞の圧力変動を開放すること、あるいはスポイラーにより水膜形状を変え水膜振動の形状を抑制する。

## 3. 対策効果

(1) 対策後の低周波音の音圧レベル :

(2) 対策後の状況 : 水膜の落下高さにかかわらず、ほぼ2 m以下のスポイラー間隔を採用すれば、水膜振動は発生しない。また、越流水深が大きいときには、水膜が厚くなって振動が発生しない。

(3) その他 : ①厚い水膜の場合；スポイラーの設置間隔は、2m以下がのぞましい。  
②薄い水膜の場合；径間方向に水膜形状を乱す。

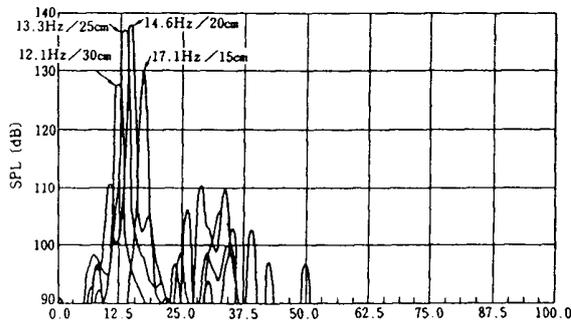


図-3 背後空洞内低周波音周波数分析結果

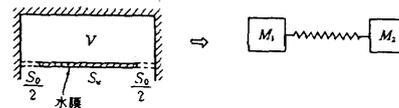


図-4 空洞振動の考え方

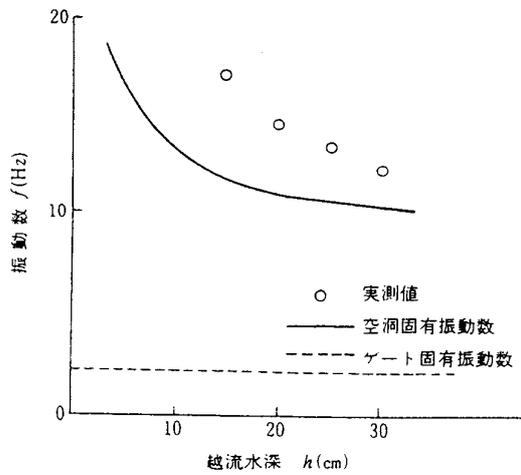


図-5 空洞内低周波音と空洞固有値・ゲート固有振動との関係

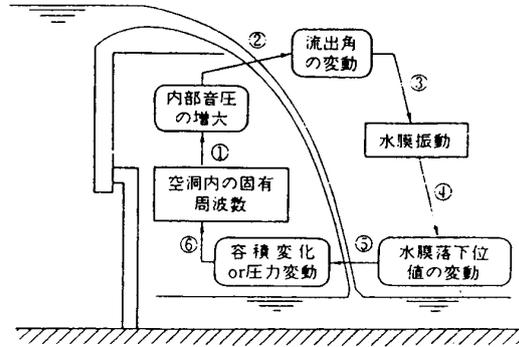


図-6 現地計測から推定された水膜振動発生機構

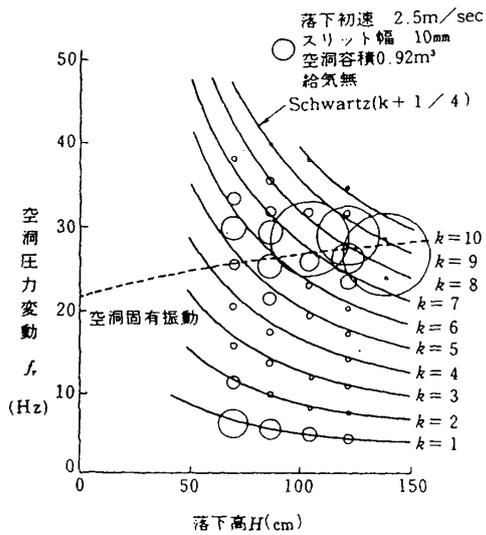


図-7 落下高と空洞圧力変動

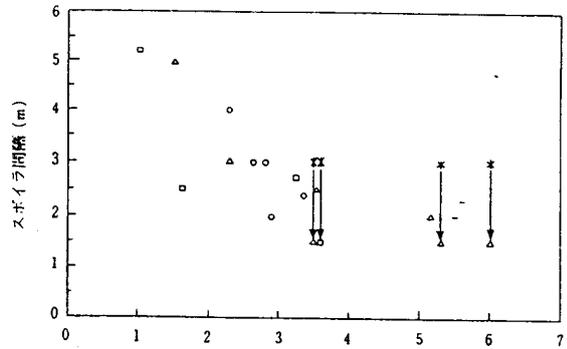


図-8 スポイラ感覚の実績

- シェル構造ローラーゲート
- シェル構造2段ローラーゲート
- △シェル構造起伏ゲート付ローラーゲート
- フック式2段ローラーゲート
- \*振動発生事例

#### 4. 出典

- ・ 竹林征三：ダム・堰と低周波空気振動、騒音制御、Vol.23, No.5、pp.324-328、1999.10

(17) フランス水車対策事例

発生源：フランス水車	事例番号：29
苦情内容：窓ガラスの振動	
対策方法：防音カバーとサイドブランチ型消音器	

1. 苦情発生状況

(1) 発生源：フランス水車

63MW × 88.5m × 80m<sup>3</sup>/s × 240rpm

(2) 苦情発生場所：周辺民家

(3) 苦情発生状況：窓ガラスの振動

(4) 発生源の説明図：下図参照

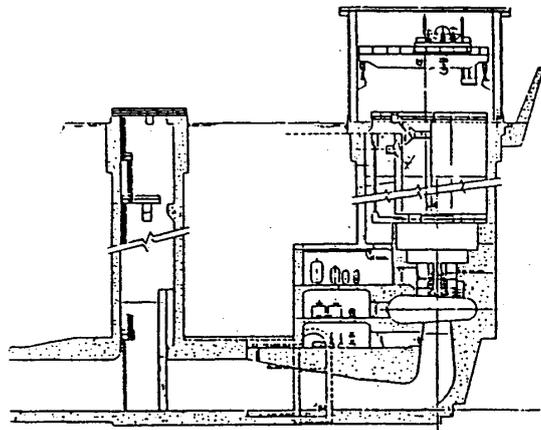


図1 水車及びドラフト立坑の断面図

(5) 低周波音の音圧レベル：ドラフト開口部で 103dB

(6) 低周波音の卓越周波数：6.5Hz, 11Hz

ドラフト開口部の騒音スペクトルを下図に示す。

[発生源側]

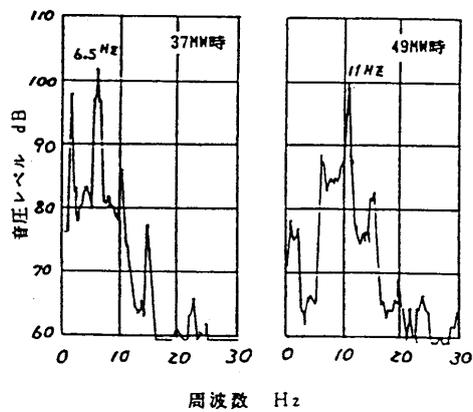


図2 対策前

## 2. 対策方法

### (1) 発生源及び発生原因の推定：

水流落下に伴って発生する低周波音がドラフトダクトとの共鳴現象により音が増幅され開口部より民家に伝搬していったものと思われる。

### (2) 対策方法：

水車ドラフト立抗上部開口部に、防音カバーを取り付けてふさぎ新たな開口部にサイドブランチ型消音器の設置

## 3. 対策効果

### (1) 対策後の低周波音の音圧レベル：17Hz：81dB

対策後の騒音スペクトルを下図に示す。

[発生源側]

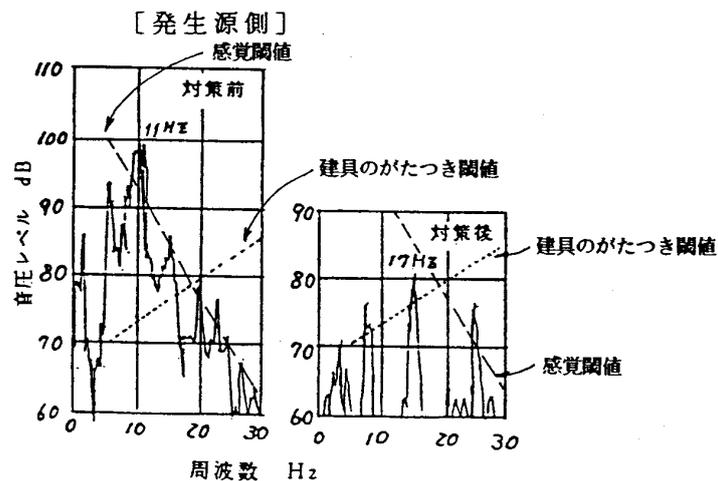


図3 対策前後の騒音スペクトル

(2) 対策後の状況：苦情がなくなる

(3) その他：

## 4. 出典

- 岡野 他：フランス水車からの超低周波音とその対策、日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集、pp.153～156、1989.9

(18) 発破対策事例

発生源：明かり発破*	事例番号：30
苦情内容：心理的影響（感じる、うるさい）、物的苦情（建具のガタツキ）	
対策方法：施工管理式による	

1. 苦情発生状況

- (1) 発生源 : 明かり発破\*
- (2) 苦情発生場所 : 発破箇所から 500m~2000m 程度遠方の西部から南西部にかけての低地と南部の高台に密集した住宅
- (3) 苦情発生状況 : 「感じる、うるさい、家屋の窓・サッシなどのガタツキ」
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係 : 下図参照

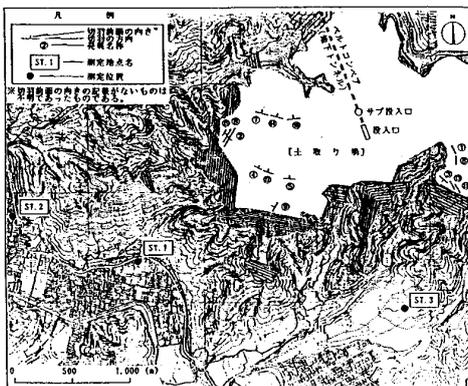


図1 発生源位置図

- (5) 低周波音の音圧レベル : 発破方式により異なるが、測定点で 89~114dB の範囲にある。
- (6) 低周波音の卓越周波数 : 測定点で 1~3Hz にある。

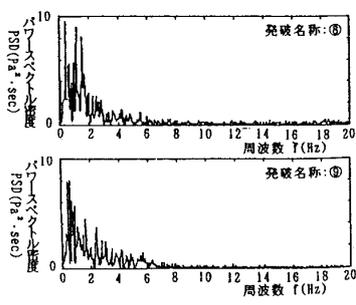


図2 低周波音（測定地点：ST.1）スペクトル例

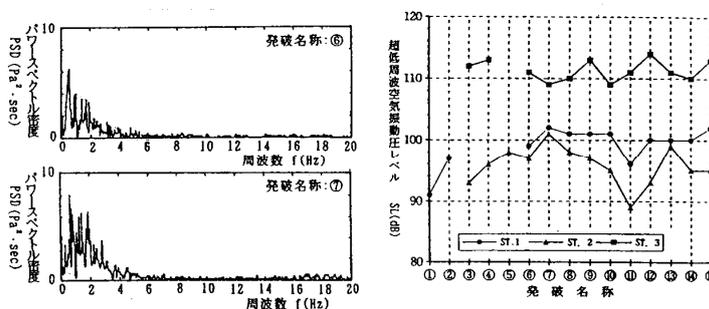


図3 低周波音圧レベル一覧

\* 明かり発破：トンネルを掘り進む際に用いられるトンネル発破に対して、トンネル以外の開放空間での発破を明かり発破と称する。

## 2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定 : ベンチ起砕は、発破によるもので段数は、9段から14段、総薬量 1140 kg～1980 kgにある。このような発破方法により実施した施工のため、かなり遠距離まで超低周波音が伝搬した。
- (2) 対策方法 : 測定点で計測したデータと数式を用いて、施工管理式を作成し、発破工法を管理した。特に、火薬量を調節して、低周波音を低減している。

## 3. 対策効果

- (1) 対策後の低周波音の音圧レベル : -
- (2) 対策後の状況 : -
- (3) その他 : 施工管理式による管理
- ① 切羽表面積が2倍になれば、低周波音の音圧レベルは、4～5dB 増加する関係にあるので、その表面積を小さくする。
  - ② 切羽表面積は、ベンチ高さ  $h$  (m) と装薬孔の最大間隔  $l$  (m) の積とする。
  - ③ 管理式による計算値と実測結果から管理する。

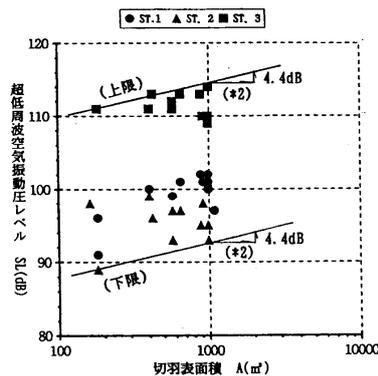


図4 切羽表面積、超低周波空気振動圧レベル関係図

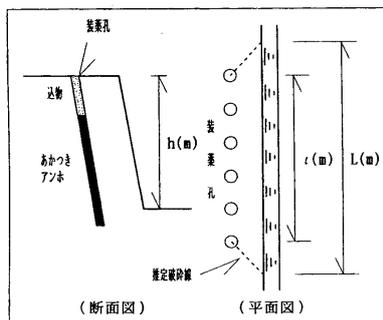


図6 切羽表面積算出模式図

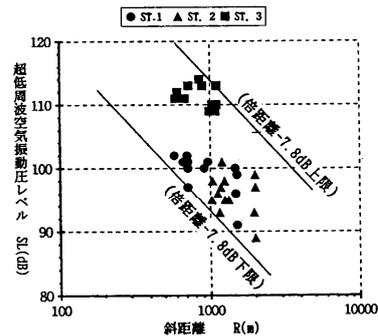


図5 斜距離、超低周波空気振動圧レベル関係図

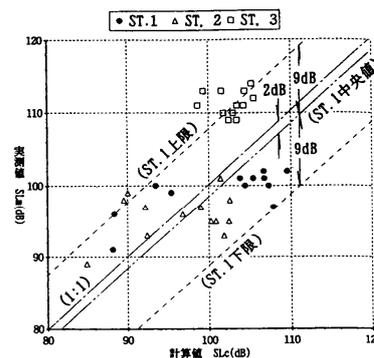


図7 計算結果-実測結果対比図

## 4. 出典

- ・ 辻勇、津垣昭夫、岸正広、科野健三：明かり発破施工による超低周波空気振動の検討、土木学会論文集、No.528/VI-29、pp.69～79、1995.12

## 5. 2 伝搬経路対策事例

### ○遮音（剛性則）による対策事例

発生源：トンネル発破	事例番号：31
苦情内容：苦情なし（事前の防止対策実施）	
対策方法：防音扉（剛性則）の設置	

#### 1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：トンネル発破
- (2) 低周波音の音圧レベル：トンネル坑口（坑内側）における低周波音は、ピーク値で147dBであった。
- (3) 低周波音の卓越周波数：1/3 オクターブバンド周波数分析では4Hzが卓越しているが、8Hzから90Hzの範囲で、ほぼ同様なバンド音圧レベルとなっている。

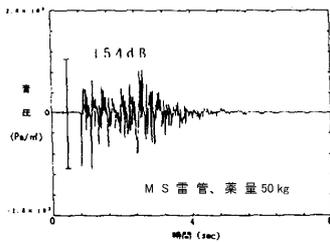


図1 発破の音圧波

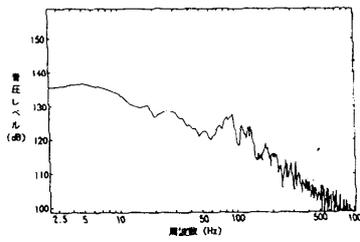


図2 発破音のパワースペクトル

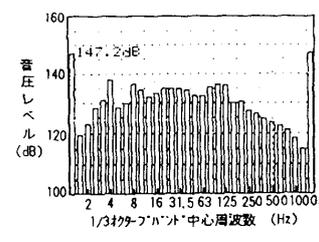


図3 1/3 オクターブバンドの周波数特性

#### 2. 対策方法

- (1) 発生源及び発生原因の推定：トンネル切羽面から発生する発破音は、反射面をもつトンネル内部において、導波管を伝搬する音波のようにほぼ減衰なしにトンネル坑外に衝撃波として放射される。これらの発生は、切羽面積、断面、総火薬量、穴数、発破段数、段当たりの火薬量、等の条件が複雑に絡み合っ、トンネル坑外へ伝搬する際の周波数に影響を与える。したがって、超低周波数から高周波数まで含んでおり、時に、明確な卓越周波数として現われないことがある。
- (2) 対策方法：トンネル用防音扉を下記のように設置した。
- (a) トンネル坑口用防音扉  
防音扉は、車両用扉、人用扉、風管用開口、支柱、梁、防音パネルから構成されている。防音扉の面密度は、 $26\text{kg/m}^2$ である。
- (b) トンネル坑内用防音扉（その1）  
(1)と同様な扉である。防音扉の面密度は、 $63\text{kg/m}^2$ である。
- (c) トンネル坑内用防音扉（その2）  
(2)と同様な扉であるが、コンクリートが充填されている。  
防音扉の面密度は、 $2460\text{kg/m}^2$ である。

### 3. 対策効果

#### (1) 対策後の低周波音の音圧レベル :

##### (a) トンネル坑口用防音扉

1Hz から 31.5Hz までは、剛性則にのり、それ以上の周波数では、質量則にのったものとなっている。1Hz から 31.5Hz までは、平均 10dB、それ以上では、平均 15dB の遮音となっている。

##### (b) トンネル坑内用防音扉 (その1)

(a) と同様な傾向となっている。

##### (c) トンネル坑内用防音扉 (その2)

(a) と同様な傾向となっている。が、更に、改善され、1Hz から 31.5Hz までは、12~36dB の遮音量となっている。

#### (2) その他 : 防音扉の遮音量の比較を図示した。

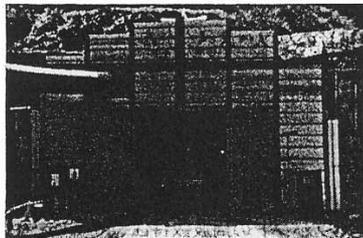


図 4 坑口設置型防音扉図

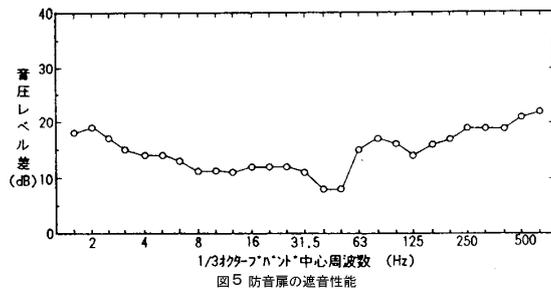


図 5 防音扉の遮音性能

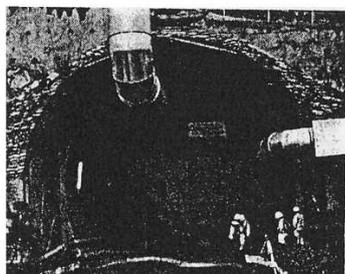


図 6 坑内設置型防音扉図

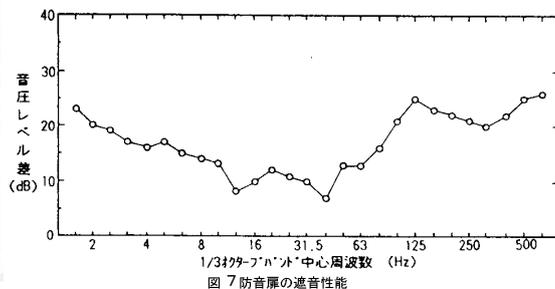


図 7 防音扉の遮音性能

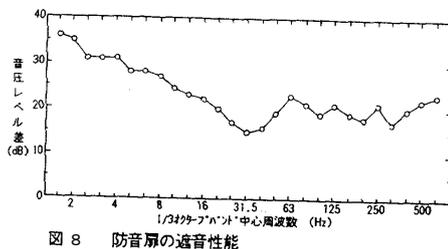


図 8 防音扉の遮音性能

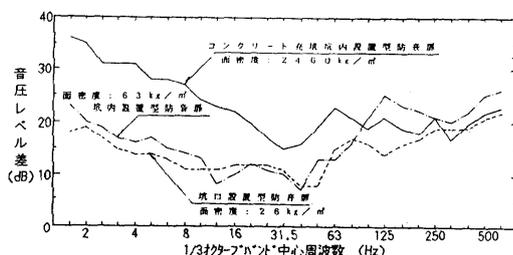


図 9 防音扉の遮音性能の比較

### 4. 出典

- 高田重隆、木山雅和、熊取谷晃吉、脇谷禎一：トンネル発破音用防音扉の遮音性能、(社)日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集、pp.73~76、1994.10

### 5. 3 受音点对策事例

#### ○ 建具のがたつきの対策事例

発生源：新幹線高架橋	事例番号：32
苦情内容：物的苦情（建具のがたつき）	
対策方法：パッキングの取付け	

#### 1. 苦情発生状況

- (1) 発生源：新幹線高架橋
- (2) 苦情発生場所：高架橋付近の家屋
- (3) 苦情発生状況：建具のがたつき
- (4) 発生源と苦情家屋の位置関係：

写真参照<sup>1)</sup>

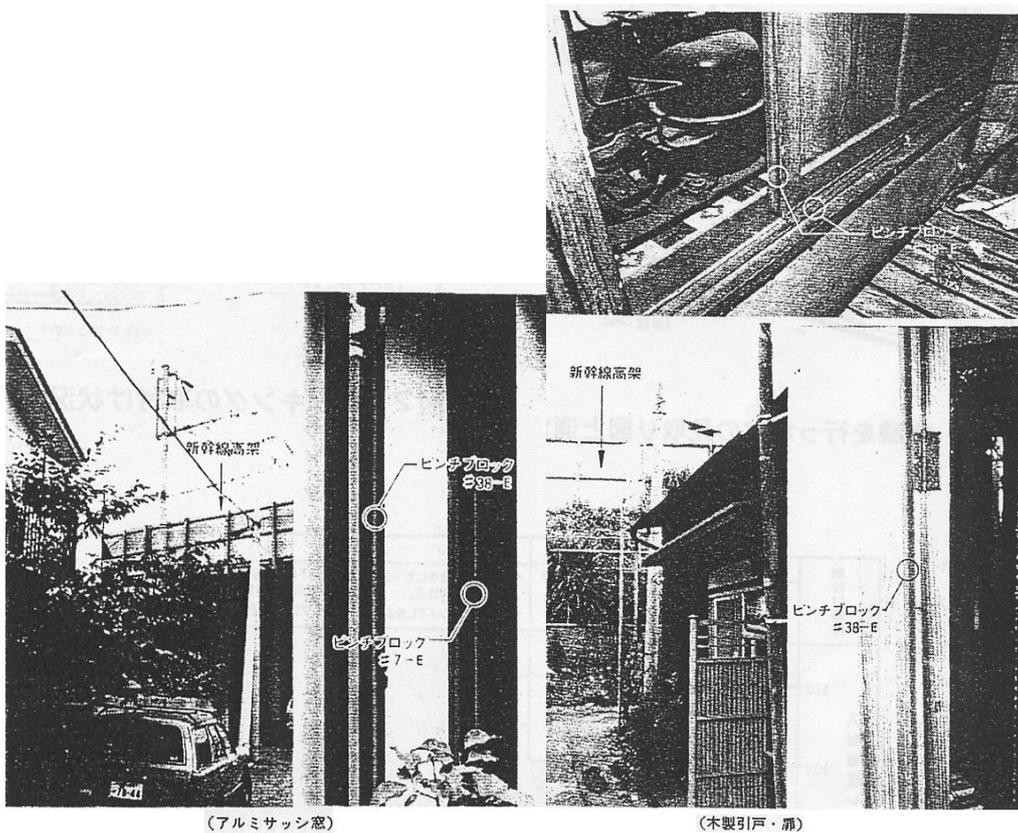


写真 パッキングの取付け状況

- (5) 低周波音の音圧レベル、卓越周波数：詳細は不明

## 2. 対策方法

パッキングの取付け、およびクレセントの取付け

## 3. 対策効果

詳細は不明、実験室における実験結果<sup>2)</sup>のみ掲載

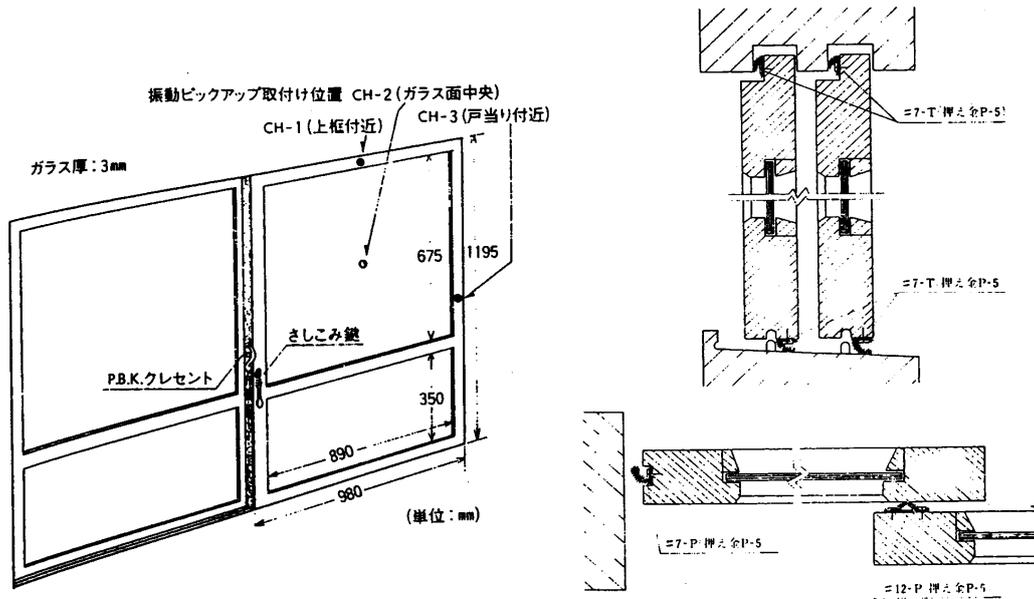


図1 実験を行った窓の見取り図と測定点

図2 パッキングの取付け状況

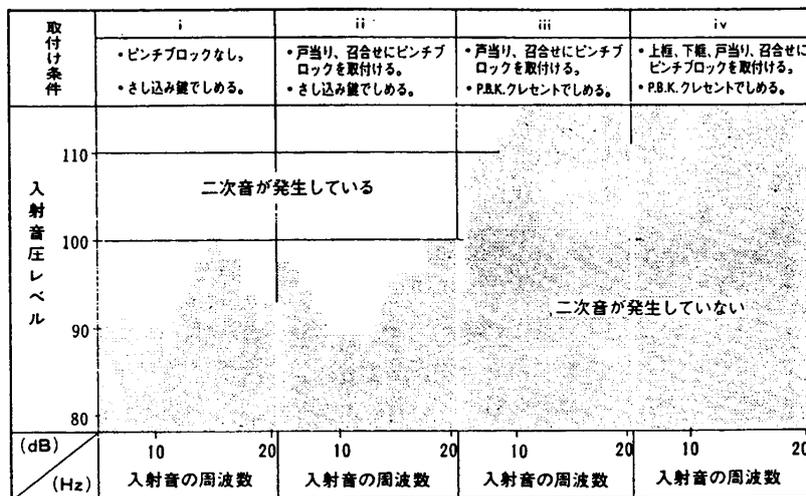


図3 取付け条件による建具のがたつき始める音圧レベルの変化

## 4. 出典

- 1) 音響技術、No.39、p.57、1982.8
- 2) 伊装末：低周波音による窓のがたつき防止効果の測定、音響技術、No.25、pp.90～93、1979.1

## 6. 地方公共団体の対策指導事例

地方公共団体の対策指導事例を以下に示す。

低周波音が原因ではないものについても参考となるものは取り上げた。

事例 1～23 は、公害等調整委員会事務局「公害苦情処理事例集」より引用し、事例番号 24～27 は、環境研修センター事例集より引用した。

表 6-1 に発生源と苦情内容の一覧を示す。

表 6 - 1 地方公共団体の対策指導事例一覧

事例 番号	事案の概要		備考	掲載頁
	発生源	苦情内容		
1	コンビニエンスストアの冷蔵庫	感覚的・心理的被害	圧迫感	115
2	バイパス高架部の大型車走行	物的被害	建具のがたつき	117
3	砕石場の振動ふるい	物的被害	12.5Hzが卓越	118
4	料亭の高圧トランス	感覚的・心理的被害	特に夜間	121
5	発生源不明	感覚的・心理的被害	低音、精神的・健康的診断受診を提言	123
6	ヘリコプター	物的・感覚的・心理的被害	騒音苦情と建具のがたつき	125
7	染色工場のスクリーン捺染機	物的・感覚的・心理的被害	建具の揺れ、圧迫感	128
8	空調機用送風機	感覚的・心理的被害	夏季は24時間運転、低周波数の騒音	130
9	変電所の変圧器	感覚的・心理的被害		132
10	病院のクーリングタワー	感覚的・心理的被害		134
11	木材製造工場の風力選別機	物的被害	建具の揺れ、16Hz	136
12	金属加工工場のバレル（研磨機）	感覚的・心理的被害	31.5Hz,63Hzが卓越	138
13	原料倉庫軸流ファン、搬入用トラックエンジン音	感覚的・心理的被害		141
14	焼肉店の排気ダクト	感覚的・心理的被害	深夜の騒音苦情	143
15	新幹線トンネル出口	物的・感覚的・心理的被害	衝撃音、振動	145
16	隣接する作業場の工業用シン	感覚的・心理的被害		147
17	家具製造工場の集塵機	感覚的・心理的被害		149
18	食品加工工場のコンプレッサ	物的・感覚的・心理的被害		151
19	大規模小売店舗の空調機	感覚的・心理的被害		153
20	豆腐製造工場のボイラー	感覚的・心理的被害	早朝の睡眠妨害	155
21	繊維工場の排風機	感覚的・心理的被害		157
22	市清掃工場の稼働音他	感覚的・心理的被害	睡眠妨害、低い音	159
23	民家の泉水ポンプ	感覚的・心理的被害	24時間稼働	161
24	環境整備工場の誘引送風機	感覚的・心理的被害		163
25	製紙工場の水蒸気排気ファン	物的・感覚的・心理的被害		164
26	鋳物工場のバイブロドラム	物的被害		165
27	玩具工場の振動バレル研磨機	感覚的・心理的被害	睡眠妨害	166

## 【事例 1】 コンビニエンスストアの冷蔵庫等から発生する低周波空気振動による心理的・感覚的被害

(苦情要旨)

隣接するコンビニエンスストアの冷蔵庫等から発生する低周波空気振動により圧迫感を感じ困っている。

(発生源の状況等)

- (1) 用途地域は、近隣商業地域であるものの古い住宅が密集しており、申立人とは壁1枚で隔てられているような状況にある。
- (2) 従来から当該地で酒屋を営んでいたが、昭和54年に現在のコンビニエンスストア(店舗面積72m<sup>2</sup>)を開業した。
- (3) 申立人宅で耳をすますと音らしきものが感じられる。
- (4) 申立人と発生源とは感情的なもつれがある。なお、申立人側で第三者機関による低周波空気振動測定データを持っており、その被害等に関する知識を収集している。

(経過概要等)

63年	3月18日	苦情の申し立て
	3月24日	申立人から事情聴取する。 (1) 低周波空気振動による圧迫感で困っている。 (2) 低周波空気振動の第三者機関による測定結果の提示あり。
	4月25日	本市において、低周波空気振動を測定する。
1/3 オクターブバンドによる低周波空気振動測定結果 (申立人居間で測定) 単位：dB		
		12.5Hz 16Hz 63Hz
暖房 max 時		54.4 53.0 32.0
off 時		41.7 42.6 32.0
階段下(常時)		38.2 38.5 52.8
	5月24日	発生源へ立入検査を実施する。 測定結果を提示し、申立人との話し合いに応じるよう要請した。
	7月19日	申立人から具体的な防止対策について要望書が提出される。 (1) ビールケース、アイスクリームボックスを移設すること。 (2) 屋上クーリングタワーの防音対策を実施すること。 (3) 申立人宅側の壁の補強及び空調機を調節すること。
	7月27日	発生源側へ申立人からの要望を伝えるが、改善については拒否される。
	8月5日	発生源側のフランチャンスチェーン本部を呼び出し指導する。
	10月6日	発生源側を呼び出し指導したところ、①2年後店舗改装時に対策を行う、②それまでの間の対策について検討連絡するとの回答あり。
	10月6日	申立人へ指導結果を報告する。
	12月21日	フランチャンスチェーン本部を呼び出し改装時期を明確にするとともに、当面の対策について連絡するよう指導する。
元年	1月11日	発生源側へ改装時期と当面の対策を明確にするよう指導する。
	3月24日	申立人から再度ビールケースとアイスクリームボックスの移設について要望書が提出される。

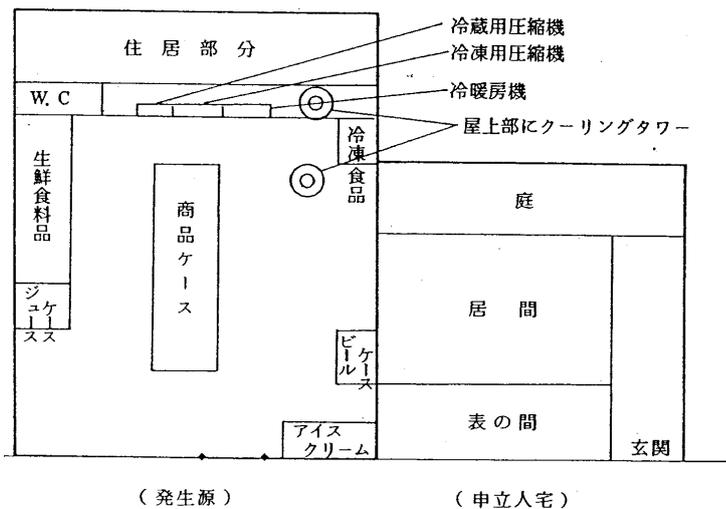
- 4月11日 フランチャンスチェーン本部を呼び出し再度指導する。
- 4月26日 フランチャンスチェーン本部及び発生源側に対し、改善計画書の提出を指導する。
- 6月24日 フランチャンスチェーン本部から今年度中には、改装を実施しその際には公害防止対策を行う旨の報告あり。
- 9月14日 フランチャンスチェーン本部からビールケースの移設等を11月末日までに実施する旨の改善計画書が提出される。
- 9月28日 前記改善計画書の内容について発生源側と申立人との間で覚書が締結される。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について……規制基準を遵守しており、また、昭和59年に店舗の改装を行った際にも圧縮機の移設等の対策も実施している。これ以上の対策を実施するのなら、申立人から今後一切苦情を言わないとの保証がほしい。
- (2) 現地調査について……被害が低周波空気振動により生じており、規制基準等がないのはもとより、申立人を除き、多くの人が耳をすまさないと感じない等被害感が一般的でない。
- (3) 法令の適用について……冷凍、冷蔵用圧縮機については、県公害防止条例の騒音に係る特定施設に該当。
- (4) 公害防止技術について……周波数分析を実施したところ、問題となっている低周波空気振動は、圧縮機系統の電気機器が、申立人の家屋を伝搬する間に家屋の共鳴振動数(29.2Hz付近)と共鳴し、さらに増幅された結果、被害を訴えるに至ったのではないかと推測できることから、壁面の改築又は、圧縮機等の移設による対策が考えられた。以上から店舗の改装にあたって、申立人側壁面に設置されているビールケースの移設を検討するよう要請した。

(備考)

- ・施設の改善について覚書を締結
- ・協力機関なし



付近見取図

## 【事例 2】 自動車交通による騒音・低周波振動による被害

(苦情要旨)

自動車交通により陸橋接合部での衝撃音及び橋梁部からの低周波音が発生し、周辺民家の窓等がガタツキ、精神的苦通が生じた。

(発生源の状況等)

当該道路は市南部に位置し、県道のバイパスとして昭和 46 年開通した。苦情は谷あいを通る陸橋部周辺の民家から出された。本道路周辺及び南部には、近年、住宅団地等が開発され、交通量は年々増加している。

当該苦情は、路面の劣化、バス等大型車両の増加及び制限速度の緩和等が複合して発生したものである。

(経過概要等)

46 年	バイパス開通。	
61 年	2 月 16 日	交通渋滞解消のため制限速度が 40km/h から 50km/h に緩和。
63 年	1 月 18 日	周辺住民から大型自動車の交通による「窓のガタツキ」等の苦情が市に対して申し立てられた。
	2 月 13 日～2 月 22 日	自動車交通騒音の測定実施。
	2 月 18 日	自動車交通量及び振動の測定実施。(交通騒音及び振動の測定結果はいずれも環境基準を満足する値であった。)
	3 月 2 日～3 月 3 日	低周波音及び自動車交通騒音を、苦情陳情者宅前等で測定。
	3 月 10 日	道路管理者である県土木事務所担当者立ち会いのもと、低周波音、自動車交通騒音の測定を実施。
	3 月 17 日～3 月 19 日	周波数分析及び音圧レベルの測定。
	3 月 25 日	土木事務所と協議。
	3 月 27 日	橋梁接合部の部分補修を実施。
	4 月～5 月	道路舗装の全面補修の実施。
	10 月 17 日	改修後の騒音測定を実施。

測定結果：低周波音の音圧レベルはほとんど変わらなかったが、ジョイント部の補修により衝撃音（音圧レベルのピーク値）が 5dB 程低下。その後苦情申し立てはない。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について……建具等物的被害と 2 次的に建具等から発生する音に対する不安感が中心。
- (2) 現地調査について……騒音測定は苦情者及び道路管理者である県土木事務所が立ち会い、対立、妨害等問題は生じていない。
- (3) 法令の適用について……公害対策基本法に定める環境基準を満足。
- (4) 公害防止技術について……衝撃音に対する発生源対策として橋梁ジョイント部を被覆補修し、ピーク音を軽減した。自動車路面摩擦音に対し、道路舗装の全面補修を実施。低周波音対策は特に実施していない。
- (5) 内・外部機関との連絡、協力について……主体は市。低周波音測定及び周波数分析については県保健環境部が協力。対応策は県土木事務所が実施。
- (6) その他……調査及び対応策が早急に実施されたことも、住民感情を満足させる要因の一つである。

(備考)

- ・橋梁接合部の部分補修及び道路舗装の全面補修の実施
- ・協力機関… 県公害規制課

### 【事例 3】 砕石場からの低周波空気振動による心理的・感覚的な被害

(苦情要旨)

自宅近くの砕石場からの振動により、屋根瓦のずれ等、家屋に被害がでていていると思われるので測定を行い、事業者との仲介及び行政指導をしてほしい。

(発生源の状況等現地調査の結果)

発生源と考えられる施設は砂利を分別・破碎し、砂及びバラスを製造しており、県条例騒音発生施設に該当する破碎機・摩砕機・ふるい機が設置されている。作業時間は 8 時から 17 時で砂利を満載したダンプカーが頻繁に出入りしている。

当初は、振動苦情ということで振動測定を行ったが、民家の敷地境界で 47dB と低いレベルにもかかわらず作業中は絶えず木造のガラス戸等の振動が生じていた。以後調査した結果、振動ふるい機の低周波空気振動が影響していることがわかった。

(経過概要等)

62 年	1 月 8 日	市において振動苦情を受付ける。苦情者は家屋の被害を心配する。
	1 月 9 日	振動測定を行う。振動レベルは、事業所敷地境界で 53dB、民家敷地境界で 47dB であった。振動規制地域外であり振動レベルも低いため、機械の防振ゴムの更新、民家内の振動対策として、ドアの隙間にスポンジの取付けを行うことで行政指導を終える。
元年	1 月 30 日	家屋の振動が改善されないため苦情が再発する。
	2 月 27 日	振動測定を行う。振動レベルは、事業所敷地境界で 50dB、民家敷地境界で 43dB であった。前回測定時より振動ふるい機を一台廃止したため振動レベルは下がっているが、苦情者宅のドアのガタツキは改善されていない。
	3 月 23 日	低周波空気振動を測定し、その周波数分析を行う。空気振動レベルは、振動ふるい機より 5.5m の位置で 100Hz 以下 AP が 98dB あり、16Hz 帯で 95dB のピーク値が測定された。また、苦情者宅内、窓を閉じた状態で、16Hz 帯の空気振動が 76dB あった。振動ふるい機による空気振動が影響しているということで対策を検討するように行政指導を行う。
元年	5 月 24 日	発生源対策として振動ふるい機の回転数を 820rpm から 780rpm に変更した。空気振動レベルは、振動ふるい機より 5.5m の位置で 100Hz 以下 AP が 97dB あり、12.5Hz 帯で 96dB のピーク値があった。ドアの振動が改善されないため、再度回転数を下げる等検討する。
	6 月 19 日	振動ふるい機の回転数を 780rpm から 740rpm に変更する。振動ふるい機より 5.5m の位置で 100Hz 以下 AP が 96dB、12.5Hz 帯で 95dB のピーク値があった。少しドアのガタツキ頻度が少なくなったが、空気振動レベルの著しい改善が見られないので他の対策を検討する。今まで屋根だけしかなかった振動ふるい機をスレートで囲う工事を行う。
	8 月 11 日	苦情者が来庁する。施設を囲ってから、あまりドア等の振動は改善されないとのこと。
	12 月 11 日	振動ふるい機の回転数を 740rpm から 700rpm に変更する。
	12 月 25 日	空気振動の測定を行う。ドアのガタツキはかなり減少した状態である。振動ふるい機より 5.5m の位置で 100Hz 以下 AP が 96dB あり、12.5Hz 帯で 96dB のピークがあった。苦情者宅内、窓を閉じた状態で 12.5Hz

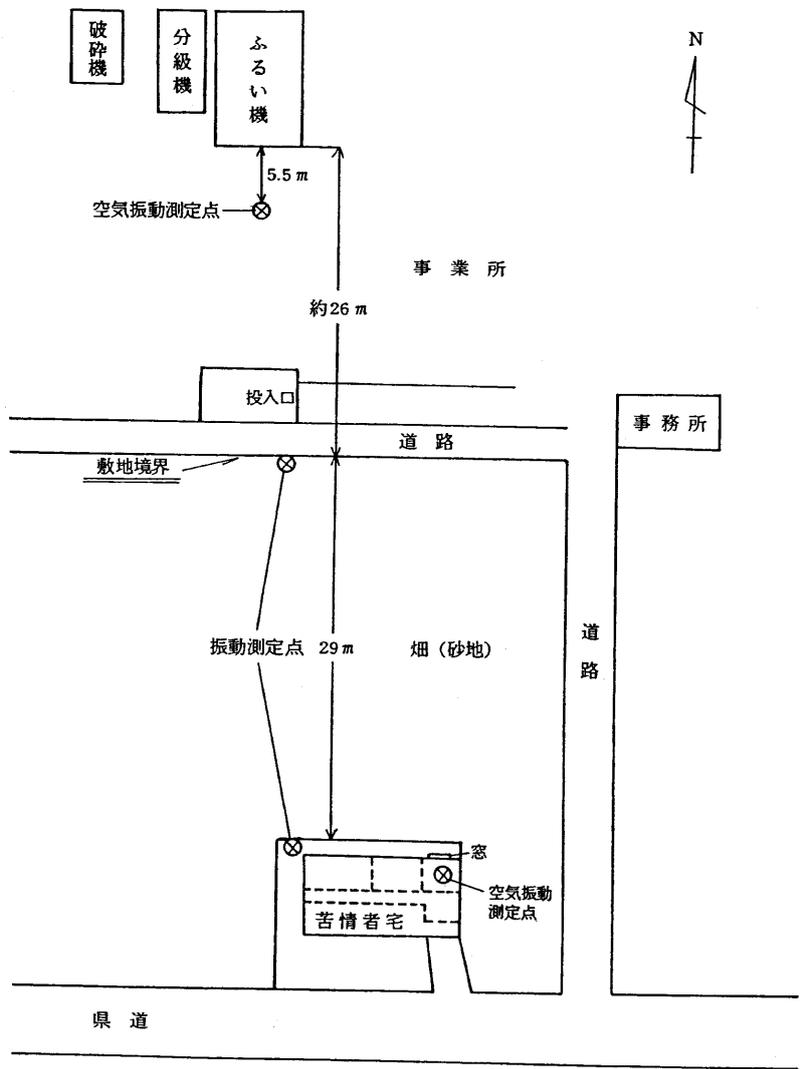
2年 4月27日 帯の空気振動が74dBとなった。  
苦情者来庁。ドア等の微振動はあるが、対策前と比較すると改善されたと思う。まだ家屋被害の心配は残るが、ふるい機更新時には対策すると事業者と確約できたので辛抱するとのこと。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について……従来より、家の付近で操業しているが、昭和57年に振動ふるい機を更新してから振動が増加したように思われる。振動レベルとしては低いですが、いつもガラス戸等のガタツキがあり、長年にわたり影響を受けていると家屋に被害が生じると思われる。また、事実、壁のひび割れ、柱の傾き等が目だっており、被害補償をしてほしい。
- (2) 現地調査について……事業所付近には民家は少なく、被害は苦情者宅だけで、発生源より畑をはさみ約60mあり、家屋の老朽化により空気振動の影響を受けやすくなっていると考えられる。
- (3) 法令の適用について……振動規制法の規制地域外であり、振動について何の法令も適用できない。また低周波空気振動につきとも基準等がないため規制できるものではない。
- (4) 公害防止技術について……空気振動の発生源対策として施設をスレートの建屋で囲ったがベルトコンベアーの入口等密閉できない所がある。騒音に比べ周波数が低いため遮閉するのが困難であり十分な効果が得られなかった。また、ふるい機の回転数を落とすことにより周波数帯を下げたが機械の能力にも限度があり、大幅な変更はできなかった。機械更新時でなければ抜本的な対策は困難であり、機械メーカーも空気振動についての知識がなく、技術対応が充分できないようである。
- (5) 内・外部機関との連絡、協力について……当初は、振動苦情ということで測定等は市で対応していたが、低周波空気振動の影響ということがわかり、規制基準等ガイドラインがないため県の指導を受けた。また、空気振動の測定及び周波数分析については不慣れであるため県の分析機関の協力を受け対応した。
- (6) その他……低周波空気振動による家屋被害は、ほとんど考えられないが、苦情者の認識として屋内のガラス戸等が頻繁に振動するため、家屋の被害を心配しており、低周波空気振動のレベル及び周波数を変えることにより、屋内の共鳴振動の防止対策を試みた。また、事業所の振動も少なからず伝わっているのも事実であるが、家の老朽化及びダンパーの通行等による道路交通振動の影響も考えられるので、家屋の被害についての因果関係を究明するのは困難である。

(備考)

- ・振動ふるい機の回転数の変更
- ・協力機関…県公害対策課、県保健環境センター



調査測定の見取図

## 【事例4】料亭の高圧トランスから発生する騒音による感覚的・心理的被害

(苦情要旨)

平成4年4月頃に隣の料亭の地上2mの高さに設置された高圧トランスがうるさい(特にPM6:00~PM9:00)。ラジオにも騒音が入る。度々、社長には話をしているが聞き入れてくれない。

(発生源の状況等)

料亭は、住居地域に立地しており従来より当地において営業していた。平成4年4月に冷暖房装置交換工事の実施に伴い電気容量不足のため自家用トランスを設置したことにより、騒音に係る苦情が発生した。

苦情者宅と料亭とは隣接しており、約4m離れ、トランスはキュービクルの中に格納され苦情者宅に面し地上約2mの高さに設置され、トランスのベースには防振ゴムが設置されている。敷地境界には高さ1.8mのブロック塀がある。

(経過概要等)

5年	6月10日	申立人より苦情の申立てがあり、隣人同士で話し合いをすることをアドバイスする。
	7月6日	再三経営者に話をしたが反応がないのでどうにかしてほしい旨、再度申立てあり、料亭へ苦情内容を伝達。
	7月8日	料亭より、防音工事するとの連絡があった。
	7月11日	工事業者による第一段階の対策工事(架台とキュービクルとの間に防振ゴム設置)を実施した。
	7月12日	「防音工事が施工されたが、工事業者作業員の話によると効果に疑問があることを聞いた。不安だ。騒音計を借用したい。」 申立人 市民法律相談に本件について相談。県環境公害課にも相談。
	7月13日	県環境公害課より連絡あり。騒音測定実施。 電力会社、電気保安協会にトランスの設置及びトランスの性能等について、事情聴取。 電気保安協会にて測定した対策以前の騒音は、日中が49dB(A)、夜間が47dB(A)とのことであった。
	7月19日	料亭及び申立人宅の現場確認と測定実施。測定結果申立人宅の敷地境界線上で46.5~47dB(A)、トランスキュービクルの真下で47dB(A)であった。 夜間の環境基準(40dB(A)以下)を超えていることにより至急対策について検討し、検討結果及び経過を報告するよう指導。
	8月27日	料亭社長より電話。「現在、トランスを囲う方法で準備中であるが、更に他の効果的な方法がないかについても検討を行っている。 (1) 現在のものを撤去して地下部分に移設する。 (2) 地上に移設。 (3) 今のまま防音材でボックスを作りキュービクルを囲う。 (4) トランス容量増量とし本体自体の交換について 2~3日中には方法について検討結果を出してほしいと工事業者に連絡している。」
	9月21日	工事業者より電話報告。 「音響メーカーに相談した結果、遮音パネル12mm、断熱材50mm

大平板の三重構造のボックスでキュービクルを囲う方法とする。現在材料を発注中であり、一週間後には工事が開始できる。」  
工事の完了報告について、工事業者より報告する旨指導。

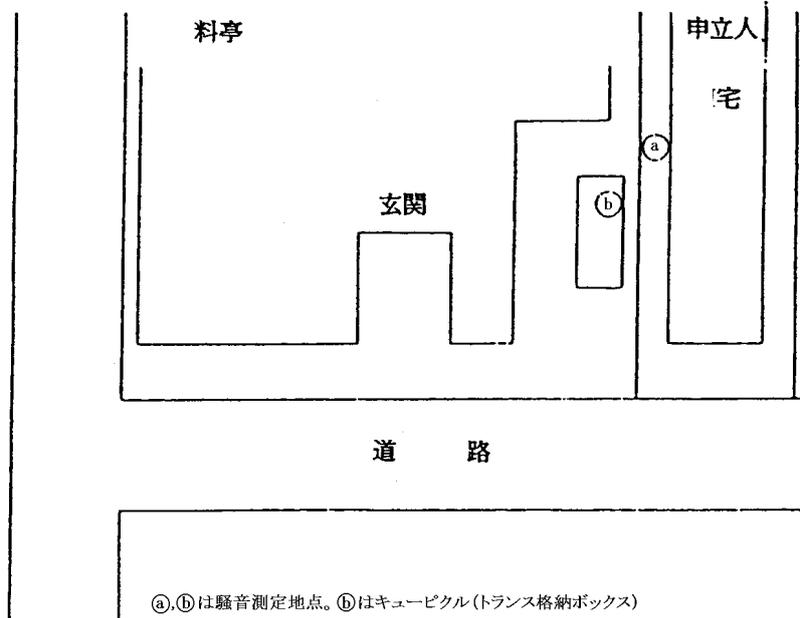
- 10月15日 工事業者より工事完了報告あり。  
10月20日 申立人よりお礼の電話があり、工事後騒音は軽減した旨報告があった。騒音レベルとしては、約 38dB(A)以下であったことにより、これをもって本件は解決とみなす。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について……申立人は、音の出るトランスを自分の近くに設置されたことに反感を抱いている。また、申立人は神経質な面もあるようだ。料亭は、深夜におけるトランス音量について理解していなかったことにより、苦情に至る騒音と考えていなかった。
- (2) 現地調査について……申立人宅とトランスまでの距離は約 4 m あったが、設置場所は地上 2 m の位置にあり、敷地境界線のブロック塀（高さ 1.8m）より上部にあった。
- (3) 法令の運用について……公害対策基本法第 9 条騒音環境基準と比較。
- (4) 公害防止技術について……吸音材質で囲う方法。
- (5) 内・外部機関との連絡、協力について……県環境公害課にも苦情申立てがあり市へ移送されたが、問題解決に向け協力の上処理に当たった。

(備考)

- ・ 高圧トランスの周囲にしゃへいボックスを設置
- ・ 協力機関…県環境公害課



現場付近図

現場状況 キュービクルは地上約 2m の高さに設置されている。  
トランスのベースに防振ゴムが設置されている。

測定結果 a : 46.5~47dB(A)、 b : 47dB(A)  
(住居地域での夜間の環境基準は 40dB(A)である (当時) )

## 【事例 5】 ある老人が感じる原因不明の騒音について

### (苦情要旨)

団地の 11 階に住む一人暮らしの老人より、ボーン、ボーンという低周波音及び振動が 1 日中聞こえるため、ストレスが生じている。発生源を調べて指導してほしい。

### (発生源の状況等)

苦情者の言う低周波騒音等は、計測や聴覚でも確認することができなかった。

### (経過概要等)

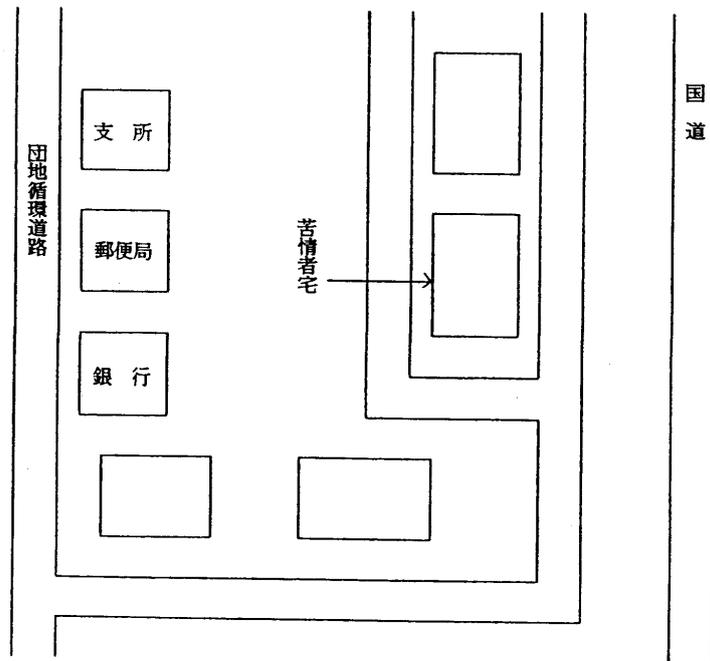
- 5 年 6 月 16 日 発電機がうなっているような音が 2~3 日前から 24 時間連続して聞こえるので発生源を調べて指導してほしい。  
現地調査するが、苦情者の言う低周波音は把握することができなかった。
- 6 月 17 日~29 日 日毎、A 市、B 市、C 市、D 市方向からそれらしい音がすると市に苦情を寄せるとともに該当する市にも苦情を申し入れていた。その都度苦情を受けた市より、問い合わせがあり、状況を確認するが、把握はできなかった。
- 7 月 8 日 苦情者が最も強く聞こえる時間帯に騒音測定を実施する。しかし、対象とする音は把握できなかった。また、苦情者より、新たに隣接県の工業団地内にある電力会社の煙突からも音が発生していると言いつけてきた。それと市へこの音が解明できなかつたら音の専門家に話をしてほしいと申入れがあった。
- 7 月 14 日~23 日 その都度方向を定め、音がする苦情を寄せてきた。対応するがメドがつかなかった。  
また、A 市にある電力会社の煙突からも音が発生しているということで、電力会社の担当者に対策を求めたようである。  
一方で、同じ音が聞こえるような人を求めている。
- 8 月 10 日 市議会議員より電話があり、いままでの経過を求められた。
- 8 月 31 日 保健所保健指導課に行き、これから苦情者に対して、精神的、健康的な診断を受けるようにするにはどのようにしたらよいかアドバイスを受けた。
- 9 月 1 日 県環境研究所の室長と市職員で苦情者宅に行き精密騒音計で測定するも計測ができなかった。そこで室長が他市へ行っても同様な音がしているかどうかを調べてみるようにと提案をした。
- 9 月 14 日 苦情者から室長に息子がいる B 市に行っても同様な音がずっとしているとの電話があったので室長は健康チェックをしたほうがよいのではないかと進言したところ、それ以後苦情者から騒音の苦情は寄せられなかった。
- 9 月 15 日~ 保健所で、耳等の健康をチェックするように指導している。

### (事案としての特色及び処理上の問題点)

この苦情処理が長引いた要因として、苦情者が感じている騒音が市職員側が把握できなかったため、苦情者の言うがままに振り回されてしまった。また、苦情者の性格が頑固一徹のため、市側が再三に渡って健康をチェックするよう進言したが、聞き入れて貰えなかったことが挙げられる。一方で、年配者と言う立場から市だけでの測定や健康チェックのアドバイスを素直に聞いてくれず、県の地位のある者が話をしないと納得してくれないという点もみられた。

(備考)

- ・ 苦情者に対する健康チェックの指導
- ・ 協力機関…県環境研究所、保健所



配置図

## 【事例 6】 ヘリコプターの騒音・振動について

(苦情要旨)

航行中のヘリコプターが低空操縦をしているようで騒音、(窓硝子振動)があり、生活していてもいつ墜落してくるのかと不安である。

(発生源の状況等)

発生源が上空のため、個々の感覚があり調査結果は見いだせなかった。

(経過概要等)

- 4年 1月8日 苦情者より、去年春頃より住居上空をヘリコプターがよく飛ぶようになり、その際の騒音と窓ガラスがガタガタと響いている。窓から見上げててもすぐ低空を飛んでいるように感じられる。個人で、空港事務所と話をしたが理解が得られなかった。市の方でも対応をお願いしたいとの内容。市より、県庁担当者と打合わせを行う。内容は、ヘリコプターに関しては、ヘリポート付近で騒音規制値が設定されているが巡行中(飛行)に関しての規制値は無い。また、飛行中なので騒音源を特定するのもできないと考えられるので対応が難しい。苦情者が連絡された所へ市の方も連絡し対応をお願いするのが今一番の方法だと考えられる。市の方で連絡し効果が無い場合県の方からも連絡するとのことでした。その後、市より空港事務所へ連絡。苦情者の居住する地区を飛行する場合の飛行規制について確認する。「巡行飛行中の最低安全高度は建物の一番高い所より 300m でありその際のスピードについては制限はない。」次に、苦情者の内容を伝える。空港管制管の話では、当方では 300m 以上飛行していると確認している。ただし、目で見ていないわけでもないので、直接苦情者と連絡をとり対応したいとの回答があり苦情者に伝え連絡する。苦情者より TEL あり。内容は、民間のヘリコプターについては、空港事務所で対応できるが自衛隊については、自衛隊の管轄なのでそちらの方へ連絡してほしいと言われたので、市の方で連絡してもらえないか。
- 1月9日 自衛隊へ連絡する。苦情内容は理解できた。満足いくかどうか分からないが対応策を考えてみたいとの回答あり、また、1月8日に19機の編隊飛行訓練を実施した。A地区一带は住居密集地でもあるので、一带を外して、飛行していた。高度は2000フィート(約600m)であり、このような編隊飛行は度々あるものではない。また、苦情者の住所、TEL等を教えてほしいとの依頼があり回答する。
- 1月10日 市より苦情者に自衛隊との話の内容を伝える。苦情者より、市の広報紙等に自衛隊が市内の神社の上空を飛ぶ(お参り)月日を広報できないか?苦情者が私だけなら個人的に市より連絡してくれてもいい?市としては広報紙の紙面の関係から掲載できるか分からないがTELにて連絡はしたいと思う。

- 4月22日 苦情者より TEL あり。  
最近、高圧線の点検をヘリコプタ運行会社を実施した。その際、低空で飛行し危険を感じた、点検する高圧線以外の部分では高度を上げて飛行できないものだろうか？市の方からヘリコプタ運行会社、空港事務所へ連絡してもらいたい。市より、ヘリコプタ運行会社へ確認する。今回の点検は通常のもので、特に低空を飛行しているわけではない。点検する高圧線以外の部分だけ高度を下げ、それ以外は上げると言うことは飛行技術では危険を伴うので、一定の高度で飛行しているとの回答であった。  
また、空港事務所へ上記の内容を連絡する。
- 4月28日 苦情者より TEL あり。  
電力会社電力所より TEL があり、調査対応してみると連絡あり。  
結果については後日、市の方へ連絡するとのことであった。
- 5月13日 苦情者より TEL あり。
- 5月12日 PM4:10～7:40 電力会社より TEL があった。内容は、苦情者居住地区にある団地には高圧線が2基ある、それについては車で点検するとの申し入れがあった。  
苦情者は、その内容について文書で回答してほしいと要望。  
電力会社は、協議の上18日PM3:00に連絡するとのことであった。  
また、5月13日ヘリコプタ運行会社らしいヘリコプターが2回飛行したので、その際電力会社へ申し入れを行った。その結果同日ヘリコプタ運行会社より TEL があった。内容は、当社は飛行していないとのことであった。
- 10月2日 苦情者より TEL あり。  
9月6日自衛隊のヘリコプターが参考のため600m飛行してきた。  
そんなこともあって、自衛隊とは、300m以上で飛行することで話合いができた。ただし、年初の神社（お参り）については双方の言い分があり話合いはできなかった。また、人事異動等により担当が変わる時は引き継ぎすることも確認できたとの内容であった。
- 10月14日 苦情者より TEL あり。「ヘリコプタ運行会社のヘリコプターが、また、低空を飛んでいたのも電力会社へ連絡したらヘリコプタ運行会社のパイロットより連絡があった。」  
また、航空局から調査のため11月に自宅へ伺うとの連絡があった。
- 10月21日 苦情者より TEL あり。  
「10月20日に自衛隊より連絡があり10月25日AM10:00～11:00の間に神社へ向けて、22機が飛行する。高度は600mで神社上空を15分位旋回するとのことであり、「できれば市の方でも状況を見てもらいたい。」とのことであり、「可能であれば調査をしてみる。」との返答をする。
- 12月25日 苦情者より TEL あり。自衛隊が1月に神社（お参り）に飛行する日時を教えてほしいとのことであり、自衛隊と連絡をとり日時を伝える。
- 5年 10月4日 苦情者より TEL あり。  
用件としては、自衛隊の神社（お参り）に飛行する日時を教えてほしい。また、空港事務所へ苦情者の居住する地区一帯を飛行する時は高度を守るように、市の方からも要請してほしい。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について……危険を感じる様な飛行は避けてほしい。住居密集地区を飛行しなくても住居地区を外した河川・山側を飛行してほしい。
- (2) 現地調査について……発生源が特定できないので調査できない。
- (3) 内・外部機関との連絡、協力について……各機関とも積極的な対応であった。
- (4) その他……苦情者としては心理的なものが、強く働いているように感じられる。当市の公害苦情では、あまり例のないケースだが各機関との連絡調整をできる限り行っていきたい。

(備考)

- ・各協力機関と連絡調整
- ・協力機関…県環境対策室、空港事務所、自衛隊

## 【事例 7】 染色工場からの低周波音による感覚的・心理的被害

### (苦情要旨)

隣の工場からの低周波音等で昼間でも非常に迷惑をしている。夜は家の近くの機械を止めてもらうので問題はないが、昼間の音を何とか対策願いたいという申立てである。

### (発生源の状況等)

発生源の工場は、工業地域に立地し、綿、麻、絹などの合繊織物等の捺染を行っている。

低周波音発生源と考えられるスクリーン捺染機を使用する作業は、8時～18時30分の10時間30分を行っている。なお、同施設は、県公害防止条例(騒音)の特定施設に該当する。

### (経過概要等)

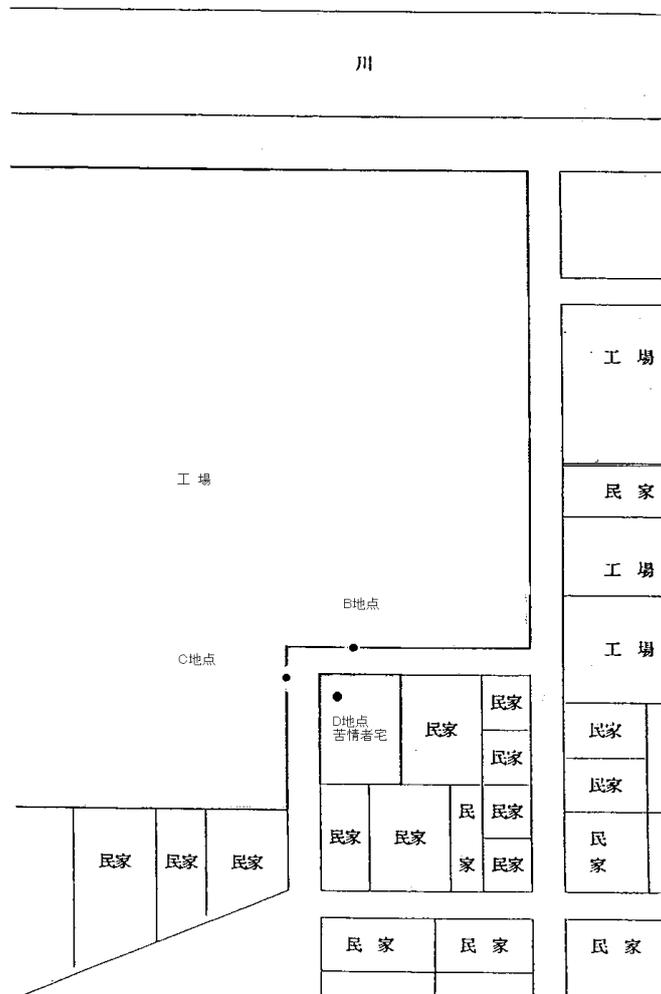
- 6年 10月13日 苦情者から当室に苦情の申立てあり、一度現地へ調査することを伝える。
- 10月21日 現地調査を行う。苦情者宅の網戸が微妙に揺れており、また、部屋の中にいると圧迫感が感じられ、低周波音が出ているように感じられた。  
工場の敷地境界線上2地点(配置図参照)において、騒音測定を行ったところ、B地点で54dB(A)、C地点で59dB(A)であった。いずれも特定工場の規制基準である昼間70dB(A)を下回っていた。  
さらに、低周波音が一番強く感じられた苦情者宅の洗面所において、周波数分析を行った。現在のところ低周波音については、基準がないが、苦情者宅の1階洗面所において、31.5Hzで72.8dB、63Hzで67.8dBであり、参考文献\*によると、低周波音が発生していることが判明した。  
※超低周波音と低周波音、山田伸志他著、環境技術研究協会 P89、90
- 11月18日 工場の総務部長、生産部長、苦情者が来室し、10月21日の測定結果を報告する。工場には、低周波音が出ていることを説明し、対策を講じるように依頼した。しかし、対策が非常に困難であることを付け加えたが、誠意をもって対処することを約束してくれた。
- 11月18日 工場の総務部長より電話有り。  
苦情者と再度話をし、発生源の換気扇を取り除き、その部分に蓋をし、またモーター等を新品に取り替えるとのこと。それでも、音が出る場合は再度対策を講じると連絡があった。
- 11月18日 苦情者より電話有り。  
工場の総務部長の連絡内容と同じであったが、工場が防音対策後、どの程度騒音が低くなったか確認のため測定をしてほしいとのことであった。  
予定としては、来年の1月の中頃になるので再度連絡をするとのことであった。
- 12月 工場側が、換気扇を取り除き、その部分の蓋をした。また、工場内に防音材を取り付けた。
- 6年 1月15日 工場側が、スクリーン捺染機のモーターを交換する。
- 2月10日 苦情者より電話有り。騒音は無くなったので大変満足しているとのこと。  
また、当室に騒音測定を依頼していたが、測定してくれなくてもよいという連絡があった。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について……工場側は、低周波音に関する規制基準がないので、どの程度まで対策すればよいのかわからないということであった。一方、申立人は、迷惑を被っているのだから、低周波音がなくなるまで対策を講じるべきであるとのことであった。
- (2) 現地調査について……苦情者宅は、工業地域にあり環境が好ましくない。
- (3) 法令の適用について……現在のところ、低周波音に関する規制基準がない。
- (4) 公害防止技術について……①騒音発生源（モーター）を取り替えたこと。②換気扇を取り外し、密閉状態にした。③防音材を取り付けること。
- (5) 内・外部機関との連絡、協力について……特になし。
- (6) その他……工場側が、誠意をもって対処してくれたので、スムーズに指導できた。

(備考)

- ・発生源の撤去及び取り替え 防音材の取り付け
- ・協力機関…特になし



配置図

## 【事例 8】 空調機用送風機からの感覚的・心理的騒音被害

(苦情要旨)

発生源者の事業場より、送風機から発生する音が低周波音となり、苦情の原因になっているとの相談が寄せられた。

(発生源の状況等)

送風機は、通信機器の冷房用で夏期は 24 時間運転になる。また、定格出力が 1.8kW で特定施設には該当しない。

苦情者は、テレビ番組を見て送風機からの音が低周波を発生し、身体に影響を与えていると苦情を事業場に申し立てた。周波数分析測定を行い、送風機に吸音マットを張り付けたダクトを設置し、解決となる。

(経過概要等)

5 年 5 月 発生源者の事業場より相談がある。  
現地調査及び周波数分析測定の実施。送風機は苦情者宅の反対側に 2 台設置されており、耳障りなハウリング音が感じられたが、送風機側で 56dB、苦情者宅側で 49dB であった。  
対策ができるまで、温度設定を上げることと、タイマーによる運転時間短縮の措置をとった。

10 月 発生源者の事業場より防音対策ができたと連絡があり、測定を行った。

単位(dB)

周波数 (Hz)	A 特性	31.5	63	125	250	500	1k	2k
送風機側対策前	56	55	59	60	57	56	50	45
対策後	51	54	55	56	55	49	44	38
苦情者側対策前	49	52	53	47	43	38	38	39
対策後	40	48	48	44	39	36	—	—

吸音マットの性能を 500Hz～2kHz とし、約 7dB の効果があった。

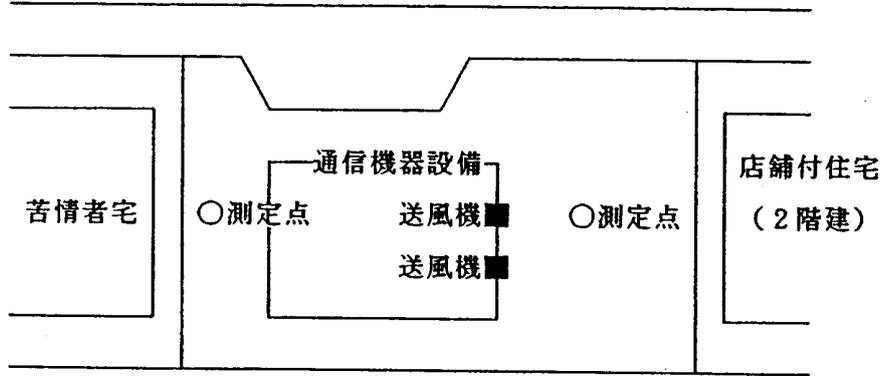
(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 法律・条例の特定施設に該当しない送風機であったが、発生源者の事業場の好意的な協力により解決した。防音対策の費用として、約 90 万を要している。
- (2) 低周波音に関する説明・技術資料等が少なく、説明や具体的な対策案作りを難しくした。
- (3) マスコミの情報が的確に伝わらず、耳に聞こえる低い音が低周波音となってしまった。
- (4) 苦情者の頭痛や不眠症は、送風機からの低周波による影響だと主張しているが、低周波音については、身体に与える影響や因果関係が法的、公式に明確化されていないようである。
- (5) 低周波音の定義付けや身体に与える影響について、規制法令等の確立が望まれる。

(備考)

- ・送風機の防音対策

道 路



空 き 地

配置図

## 【事例 9】 変電所の変圧器からの騒音による感覚的・心理的被害

(苦情要旨)

変電所の変圧器に対する隣地の住民からの騒音苦情である。

(発生源の状況等)

発生源である変電所及び隣地の苦情者宅は、第二種住居専用地域に位置し、騒音の発生源である変電所内には、変圧器が4基設置されている。当施設は、昭和41年に建設され、昭和48年から現況の配置となっている。苦情者宅は、当該変電所より、約5m程高い位置にあった。

(経過概要等)

- 6年 6月29日 苦情申し立てがあった。  
同日、変電所の管理を行っている自動制御所に、市担当者が出向き、苦情の内容について説明し、対応策を取るよう依頼した。事業者側は責任者が不在で、即答できないため、7月1日までに対応策を市に連絡するよう伝えた。
- 7月1日 環境管理課で現地調査を行った。敷地境界線上における騒音レベルは51～56dBと当該地域の条例による工場等の規制基準(午前8時から午後6時まで50dB)を超えていた。  
同日、当該施設の責任者が来庁し、施設の設置の現状、稼働状況を説明し、さらに、立地条件により、低騒音型変圧器への変更が困難であることを主張した。また、事業者側も6月30日に現地調査を行い、敷地境界線上で騒音レベルが、55dBあり、基準を超過していることを確認し、事業者側としては、苦情者と直接話し合い納得のいく対策をとる用意のあることを苦情者に伝えたとの報告を受けた。
- 7月11日 事業者と苦情者が直接話し合い、防音対策として、遮音塀の設置に向け、準備期間をおくことで両者が了承した。
- 8月21日 事業者側と苦情者間で話し合いがもたれ、事業者側より防音対策として遮音塀等の設置について、二案(案1:高さ=8m 長さ=15～20m、案2:高さ=3m 長さ=15～20m及び植栽)が提示され、風通し、景観に配慮した案2による遮音塀と植栽を設置することで、苦情者、事業者の両者が合意したと事業者から本市へ電話により報告があった。
- 11月22日 事業者が来庁し、植栽と遮音塀の設置に関する構造や工期について説明があった。
- 7年 1月27日 事業者より、電話により、遮音塀等の防音対策工事が完了したと報告があった。市担当者が、苦情者に様子を確認したところ、一応の了解が得られ、以後、本件に関する苦情はない。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

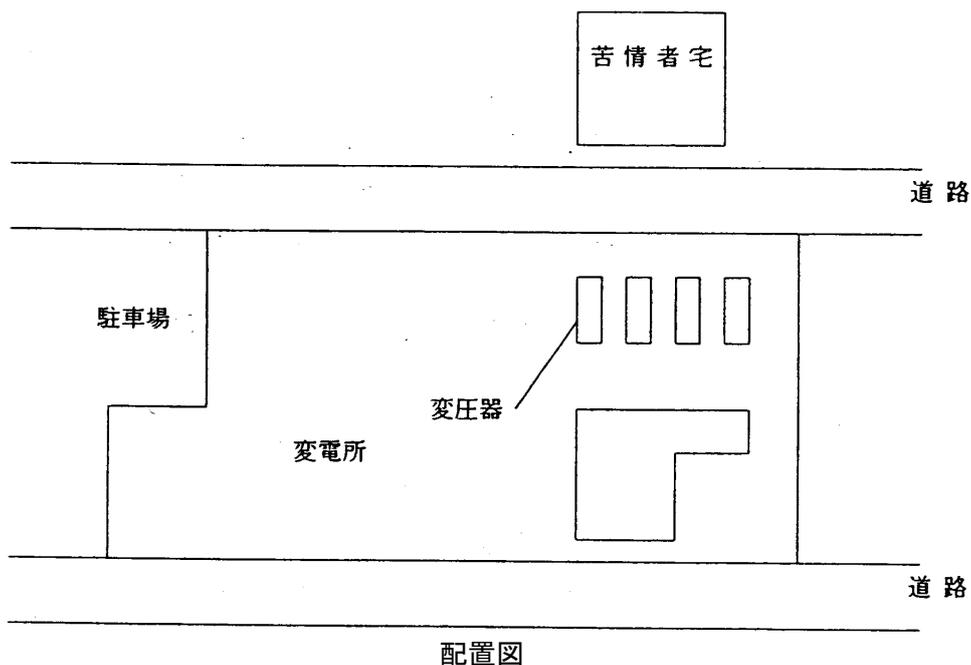
- (1) 当事者の主張について……事業者側は、変電所の立地条件から搬入路が狭く、低騒音型変圧器への変更は困難で、また、苦情者の住宅は、変電所より高い位置にあることから防音壁等を設置するとかかなり高くする必要があり、費用が多くかかると同時に景観や風通しなどの問題も生ずると主張した。
- (2) 現地調査について……変電所は苦情者宅を道路をはさんで真向かいに立地し、苦情者の住宅は、変電所より約5m程高い位置にあった。
- (3) 法令の適用について……県公害防止条例

(4) 公害防止技術について……騒音対策として遮音屏の設置及び景観に配慮した植栽を整備

(5) 内・外部機関との連絡、協力について……なし

(備考)

- ・発生源に対する防音対策
- ・協力機関なし



## 【事例 10】 病院のクーリングタワーからの異常音による感覚的・心理的被害

(苦情要旨)

苦情者の家の中でブーンという音が耳につき、うるさくて困っている。向かいの会社から音が聞こえるので調査してほしい。

(発生源の状況等)

最終的に音を発生していたのは、向かいの会社ではなく苦情者宅から約 150m 離れたところにある病院のクーリングタワーであった。その異常音が、向かいの会社の外壁へ反射し、苦情者宅の家で聞こえたようである。発生源の病院は、近隣商業地域に立地し、騒音発生源となるクーリングタワーを使用する時間は、朝 8 時～夜 8 時頃までの 12 時間程度である。

(経過概要等)

- |     |          |   |
|-----|----------|---|
| 7 年 | 7 月 11 日 | 苦情者より苦情の申し立てがあり、一度現地調査することを伝えた。   |
|     | 7 月 12 日 | 苦情者宅を訪問する。夫人に事情を聞くと、朝の 8 時～夜 8 時頃までブーンという音が聞こえる。外に出るとそうでもないが、家の中でじっとしていると良く聞こえるそうである。向かいの会社の中で何か作業をしているに違いないので、一度調査してほしいとのことであった。また、実際に苦情者宅でよく耳を澄ますと、ブーンという音が聞こえたので、周辺を調査することにした。<br>まず、苦情者宅の前にある向かいの会社を調査する。向かいの会社は 3 階建てのビルで、外壁工事のため足場が組まれていた。しかし、調査した時は、誰も作業をしていなかった。問題の音は、向かいの会社の中からというよりも、外壁がうなっているかのように聞こえた。また、向かいの会社の隣にデパートがあり、その屋上にあるクーリングタワーが見えたので調査することにしたが、異常音を聞くことは出来なかった。<br>再度、向かいの会社を調査する。向かいの会社の担当者に建物の中を案内してもらおうが、音を発生する施設は何もなかった。向かいの会社の屋上で耳を澄ますと、自動車騒音にまぎれて、微かにブーンという音が、病院の方向から聞こえたので調査することにした。<br>病院の担当者に事情を話し、屋上を調査する。2 台のクーリングタワーの内、1 台から異常音を聞くことが出来たので、担当者に機械を修理・点検してもらおうようお願いした。苦情者には、修理・点検が終了するまでしばらく様子を見てもらうようお願いした。<br>病院の担当者より電話があり、業者に点検させたところ、部品が故障していたので、交換すること。部品の取り寄せに日がかかるので、交換が終了次第、当室に連絡を入れてもらうようお願いした。 |
|     | 7 月 18 日 | 苦情者より電話連絡があり、異常音が無くなったとお礼の電話があった。現地調査をし、異常音が無くなっているのを確認する。また、担当者に電話連絡をするが不在であった。  |
|     | 7 月 26 日 | 病院の担当者に電話連絡をする。異常音が無くなったことを伝えたところ、しばらくの間、クーリングタワーを止めているとの返事があった。  |
|     | 8 月 3 日  | 病院の担当者から、8 月 1 日に不良部品を交換したとの連絡があった。   |

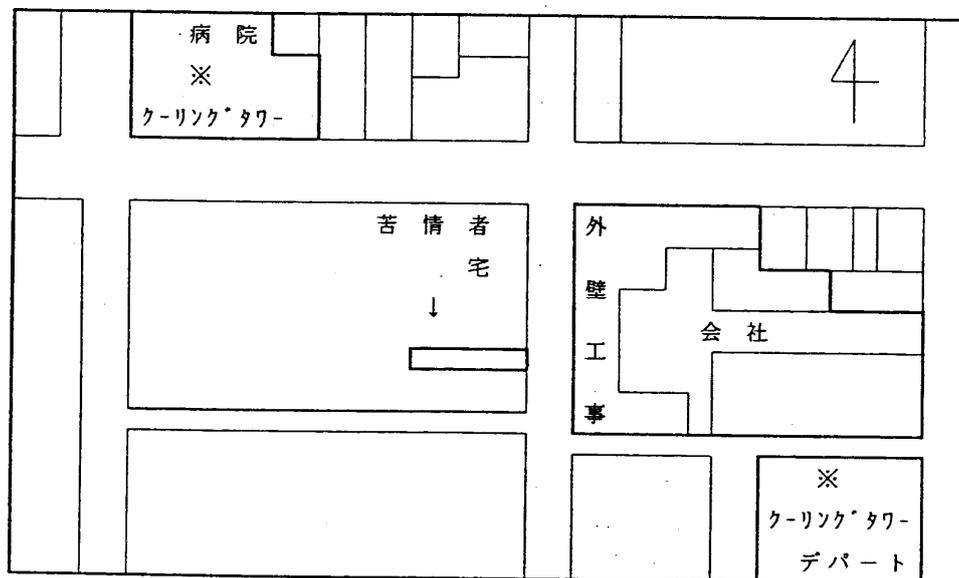
(事案としての特色及び処理上の問題点)

苦情者は自営業を営んでおり、日中は家にいることが多い。外にいるとそうでもないが、家の中では音がこもったように聞こえ、落ちついて仕事も出来ないとのこと。

一方、病院では、院内の人の声や付近を通る自動車騒音等により、異常音に気付くことは出来ず、屋上に上がって初めて気付いたようである。病院の担当者が、誠意をもって対処してくれたので、スムーズに解決出来た。

(備考)

- ・発生源の部品交換
- ・協力機関なし



配置図

## 【事例 11】 木材・木製品製造工場の風力選別機からの低周波空気振動による感覚的・心理的被害

(苦情要旨)

2～3 日前より、家の窓等の建具が一日中揺れ始めたので調査してほしい。

(発生源の状況等)

周辺の状況は、一般道及び高速道路を挟んで工業専用地域（発生源側）と住居地域（被害者側）に分かれており、苦情は高速道路と工業専用地域に面する住居地域側で起こっている。

苦情者側での振動値は 45dB 前後で低周波空気振動は 86～87dB であった。

被害発生場所の近くには高速道路が有るが、住民とのヒアリング等から原因は他にあると考え周辺工場を調査した。

被害発生場所より約 150m 離れた木材・木製品製造会社の工場内で被害発生日と同じ 5 月 11 日から、廃材（チップ）を風力で選別する機械の送風部分の変更の為に、24 時間連続で試運転を開始していることが判明した。

(経過概要等)

- 5 年 5 月 13 日 2～3 日前より家の建具が一日中揺れ始めたとの苦情が数件寄せられる。  
現地にて、住宅の西側（工業専用地域及び高速道路側）の窓が数軒揺れているのを確認する。  
被害発生場所の近傍に、24 時間連続測定の騒音・振動自動測定装置を設置するとともに、低周波空気振動を測定する。  
その後、周辺工場に立ち入り調査し、木材・木製品製造会社が 11 日から廃材（チップ）を風力で選別する機械の送風部分の変更の為に 24 時間連続で試運転を開始していたとこのことを聴取、低周波空気振動が発生している可能性があることを示唆し、工場での調査及び点検を要請する。
- 5 月 14 日 木材・木製品製造会社は、前日の立ち入り調査後から施設点検の為に風力選別機を停止している。また、苦情者側では建具の揺れが止まり、低周波空気振動が低下していることを確認する。
- 5 月 18 日 工場側より、風力選別機の左右送風管への送風ダンパーの切り替え速度を下げ、本日より稼働しているとの連絡があり、苦情者に電話にて建具の揺れの有無を確認したところ無いとのことであった。
- 5 月 27 日 木材・木製品製造会社にて低周波空気振動の測定を行った結果は次頁のとおりであるが、風力選別機側、被害発生側とも卓越周波数は 16Hz で、それぞれ高い値を示している。
- 6 月 2 日 木材・木製品製造会社に対して測定結果を説明する。周波数分析結果から、問題となった低周波空気振動の発生源は同社の風力選別機であると判断されるとし、今後は、稼働状況に十分注意されたいとした。  
その後の調査において、建具の揺れを確認出来ず、解決とした。

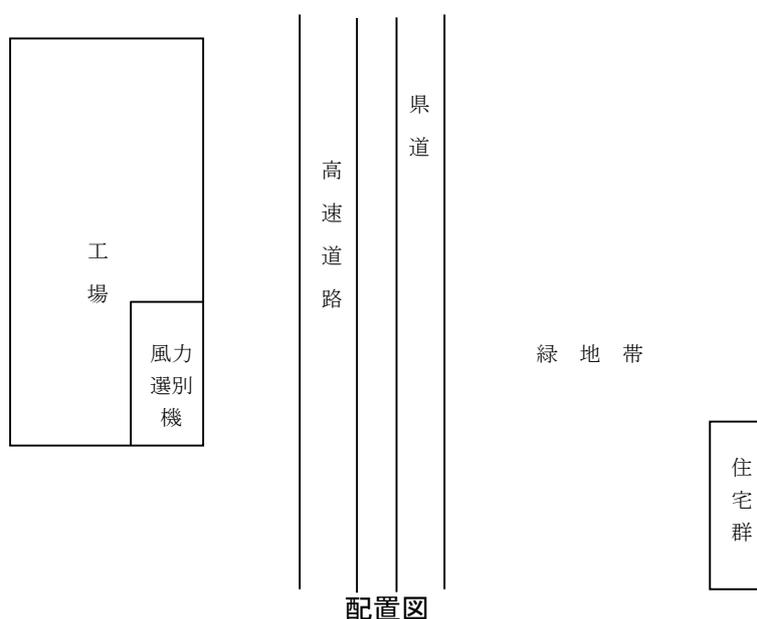
(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について… … 木材・木製品製造会社は、工業専用地域に位置し周囲も他の工場であるので、少々の騒音は問題とならないと考えていた。

- (2) 現地調査について……苦情発生場所の住居地域から工業専用地域までは 150m の緑地帯をとっているも、遮蔽物がなく工場が見通せる状況である。
- (3) 法令の適用について……低周波空気振動については、法規制がない。
- (4) 公害防止技術について……対象施設の左右送風部分の切り替えダンパーの速度を下げた。
- (5) 内・外部機関との連絡、協力について……特になし。
- (6) その他……被害発生場所の周辺は工業専用地域の工場群、幹線道路、高速道路などがあり、低周波空気振動の発生源が多く存在することが考えられる。

(備考)

- ・機械施設の改善
- ・協力機関なし



### 低周波空気振動測定結果

測定年月日 5年5月13日、27日、28日

測定場所 住宅群（住居地域）

木材・木製品製造会社 N 社工場

（工業専用地域）

測定月日	測定時間	測定場所	L <sub>50</sub>	L <sub>10</sub>	L <sub>90</sub>	卓越周波数	L <sub>50</sub>	L <sub>10</sub>	L <sub>90</sub>	備考
5月13日	13:40～	住宅群	89	92	87	16Hz	87	88	86	*1
	14:04～		81	88	78	-	-	-	-	*2
5月27日	13:40～	工場	108	110	105	16Hz	107	109	104	*3
			111	113	108	16Hz	110	112	108	*4
			114							*5
5月28日	10:50～	住宅群	84	89	81	16Hz	78	82	74	*6

\*1: 住宅の窓等の揺れ有り

\*2: 住宅の窓等の揺れ無し

\*3: 対象施設の電波周波数 (22Hz)

\*4: 対象施設の電波周波数 (40Hz)

\*5: 対象施設の電波周波数 (60Hz)、振動レベル計の読取値

\*6: 対象施設の電波周波数 (22Hz)、住宅の窓等の揺れ無し

## 【事例 12】 工場から発生する低周波のような騒音と振動による感覚的・心理的被害

(苦情の要旨)

平成7年の春頃から、工場から発生する低周波のような騒音と振動で困っている。

(発生源の状況等)

発生源と思われる工場は、金属製品の加工業を行っており、騒音及び振動の発生源として機械プレス、せん断機、バレル（研磨機）、クーリングタワーなどがある。

現場での簡易騒音測定の結果は、50dBで騒音規制法に基づく規制基準（65dB）を下回っていた。

当該地域の用途地域は準工業地域であるが、小規模住宅が立ち並び、住工混在地域である。申立人は、すでに工場が操業を行っている場所に隣接して建設された住宅を借りて生活を営んでいる。

(経過概要等)

7年	5月19日	申立人から低いうなり音で困っている旨の相談があった。
	5月22日	申立人から事情聴取した結果、A工場に名前が分かると困るので、町内の役員と相談の上、今後の対応を決めたいので今回の申立てを一時保留したい旨の説明があった。
	6月6日	申立人から市環境保全室に同じ内容の相談があった。
	6月8日	申立人から、現在騒音と振動が非常にひどいのですぐに測定を行うように依頼があった。
	6月9日	申立人に事情聴取を行い、自治会の役員、家主、町内会住民を含めて直接話し合いを行うよう助言した。
	6月29日	申立人来所。工場との話し合いを行った結果、機械の点検を行うとの回答を得た。しかし、機械の点検後、騒音は少し下がったようであるが、低周波の振動がひどくなったとの申立てがあった。
	7月14日	申立人から、騒音と振動がひどいので測定を行うように依頼があった。 申立人宅を訪問するとともに、現場調査を行った。 現場調査の結果、騒音、振動は確認出来なかった。申立人から発生源との話し合いの結果等について報告を受けた。 ① 防止対策を行うが期日については不明である。 ② 話し合いをしたが、その後も騒音と振動がきつい。 ③ クーリングタワーの騒音についても迷惑を受けている。 上記の報告を受け、再度、工場と話し合いを行うよう助言し、話し合いがうまくいかない場合は、保健所から指導を行う旨説明を行った。
	7月20日	申立人からその後の話し合いの結果について報告があった。 クーリングタワーの騒音については、再度工場に申し出を行うよう助言した。
	7月27日	申立人が話し合いの結果を報告のため来所した。 ① 防止対策は8月16日頃までに行う。 ② クーリングタワーは、深夜の使用を停止する。 上記の報告を受けたが、期日までに防止対策が実施されない場合は、保健所から指導を行うよう依頼があった。
	9月4日	申立人から連絡が入り、工場が防止対策を行ったが、騒音が低減さ

- れないので保健所から騒音測定を行うなどA工場に指導を行うよう依頼があった。
- 9月6日 申立人の立会いのもと、工場との敷地境界線上で騒音測定を行った。騒音測定の結果、58dBで規制基準（65dB）以下であるが、工場に対して指導を行う旨説明を行った。
- 9月12日 申立人を訪問し、その後の状況について事情聴取を行った結果、以前よりは少し静かになったとのことである。工場に立入調査を行い、これまでの経過を説明するとともに、低周波空気振動に関しても必要な改善を行うよう指導した。工場からの事情聴取の結果、専門業者に依頼し次の防止対策などを実施した。
- ① 社員食堂の天井に仕切り板を設けた。
  - ② クーリングタワーについては、ボードにより囲いを行った。
  - ③ 研磨機については、毎日の使用を止め、期間を決めて使用を行っている。
  - ④ 敷地境界にブロック塀を建てたいが、申立人が日照権の問題で反対している。敷地境界で騒音測定（機械の稼働時 57dB、機械の停止時 46dB）を実施し、後日周波数分析の測定を行うので協力を依頼した。
- 9月25日 申立人来所。保健所、工場及び申立人の三者で話し合いをしたいので、工場に申し入れを行うよう依頼があった。
- 10月6日 工場に立入し、保健所、工場及び申立人の三者で話し合いをしたい旨申し入れを行い、周波数分析の測定について打合せを行った。
- 10月9日 申立人より三者会議の日程について連絡が入り、次に示す要望事項があった。
- ① 日曜日の作業について
  - ② クーリングタワーの防止対策について
  - ③ 低周波空気振動の防止について
- 10月12日 工場に立入し、周波数分析の測定を実施した。

周波数分析の結果（F特性、単位：dB）

測定場所	AP	31.5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	備考
機械から1m	96	96	96	83	78	79	80	75	75	62	機械の稼働時
機械から1m	70	67	60	61	63	59	52	54	50	50	機械の停止時
申立人宅居間	80	80	60	60	60	60	60	60	60	60	機械の稼働時

- 周波数分析の結果、申立人が訴えている低周波の騒音及び振動は、バレル（研磨機）が原因ではないかと推定され、工場に対して防止対策を検討するよう指導した。
- 10月12日 三者会議が開催され、保健所からは周波数分析の結果を説明し、申立人からは要望事項が示され、当事者間で精力的に話し合いが行われた結果、次の事項について合意された。
- ① 日曜日の作業については、中止することは出来ないが、通常8時からの操業開始時間を午前10時からとする。
  - ② クーリングタワーは、平成8年の夏までに改善を行う。
  - ③ 低周波空気振動については、専門業者と相談の上、防止対策を検討する。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について……工場は、騒音については騒音規制法に基づく規制基準を遵守している状況であるにもかかわらず、申立人が訴えている低周波の騒音や振動の対策を行わなければならないのかとの疑問を持っている。また、対策を行うにしてもどこまで対策を行う必要があるのか、対策を行っても再度苦情の申立てがあるのではないかと心配をしている。さらに、申立人が後から引っ越してきて苦情を申立てるのは心外である。

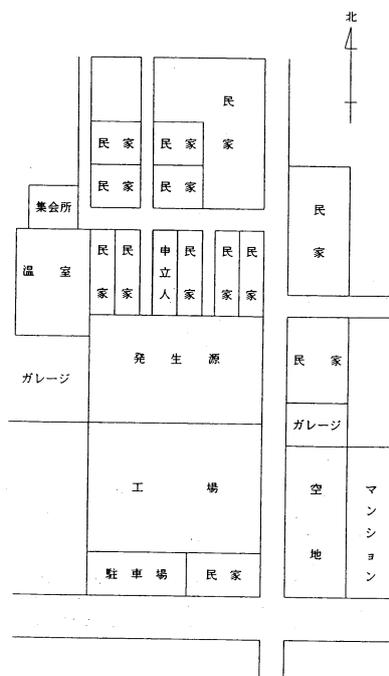
申立人は、以前クーリングタワーの騒音の件で、工場に対して直接苦情を申し出たが、十分な改善がなされず、それ以後工場と気まずい関係にある。

- (2) 現地調査について……申立人宅は、工場の北側に位置し、敷地境界線に隣接して建てられている。
- (3) 法令の適用について……騒音規制法、振動規制法、公害防止条例
- (4) 公害防止技術について……保健所においても発生原因の推定を行うため周波数分析を行い、この測定結果を参考にして防止対策を検討するように指導した。また、低周波空気振動の防止は、技術的に専門業者と相談して実施するよう助言した。具体的な防止対策は検討中である。
- (5) その他……苦情処理を行うに当たり、当事者が地域に住んでいることを考慮し、申立人と工場との話し合いを中心にして解決を図るような指導方針を取り、感情的なしこりを残さないように配慮した。

また、一方では、周波数分析など現地調査による発生原因の推定などを実施し、工場に対して公害発生の認識をさせ、前向きに公害防止対策を取らせるように指導を行った。この結果、当事者間による話し合いがスムーズに進み、工場から提示された防止対策案に対しても申立人が納得し、当事者間での合意が得られた。

(備考)

- ・周波数分析による発生源の特定を行い、騒音、振動の防止対策を実施
- ・協力機関なし



配置図

## 【事例 13】 工場原料倉庫からの騒音及び悪臭による感覚的・心理的被害

(苦情要旨)

たばこ加工工場からの騒音及び葉たばこの臭いで困っているのので、改善するよう指導してもらいたい。

(発生源の状況等)

発生源の工場は葉たばこの乾燥工場として昭和 53 年から操業を開始した。苦情者宅と工場の間は原料倉庫が配置されており、無窓化工場であるため工場そのものの騒音及び悪臭は認められなかった。西側倉庫では大型トラックが原料搬入のために出入りしているほか、原料の収納・運搬のために電動フォークリフトを使用していた。また、倉庫の中では湿度調整用に倉庫軸流ファンが使用されていた。

なお、工場は騒音規制法に基づく特定工場である。

(経過概要等)

- 7年 7月31日 苦情申し立て。  
<相談内容>
1. 早朝からブーンという低周波騒音がする。
  2. 原料搬入用トラックのエンジン音と作業用フォークリフトの騒音。
  3. 原料の悪臭。
- 8月1日 工場へ立入調査。西側原料倉庫内で湿度調整用に使用している倉庫軸流ファンが低周波騒音の原因と考えられる。トラックのエンジン騒音については待機中のクーラー使用等があり、エンジンを切るよう指示するのは困難であるとの回答であった。フォークリフトは電動であり、バックするときの警告音についての苦情が以前B氏から直接工場にあったが、安全面から音の大きさを小さくすることは不可能であった。また、苦情者宅との間にはグリーンベルトが設けられてあるが、以前日照障害の苦情があったため枝の一部を切った経緯があった。苦情の内容を伝え、その対応を検討するよう指導する。
- 8月14日 苦情者夫人と面談。その後の経過を聴取し、騒音測定の実施予定を連絡。
- 8月22日 苦情者宅との敷地境界上で騒音測定。倉庫軸流ファン使用時 54dB トラック搬入時 62～70dB いずれも規制基準内 (70dB) 以下であった。
- 8月29日 工場総務次長、総務課長来庁。苦情に対する対応処置の報告があった。  
<対応処置>
1. 低周波騒音倉庫軸流ファンの運転時間を短縮。
    - ・現行 7時～21時
    - ・改善 8時～19時
  2. トラック等騒音
    - ① 作業終了時、倉庫シートシャッターを閉鎖。
    - ② トラックの到着時間の指定。
    - ③ トラックが早く到着したときは敷地南側へ案内。
  3. 臭気対策  
グリーンベルトの強化 (生育条件等もあり検討)。
- 9月4日 苦情者宅へ対応報告。

- 10月5日 工場より連絡。10月2日に苦情者と話し合いを実施。今後も年2回程話し合いを持っていくことを約束。
- 11月13日 公害防止協定に基づく立入調査を実施。その後苦情は寄せられていない。臭気対策としては日照障害が生じない程度にカイヅカイブキを植栽することとする。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

(1) 当事者の主張について

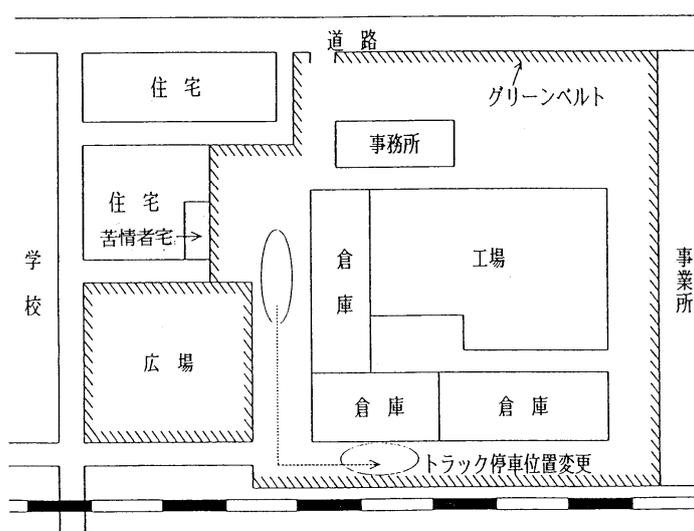
<苦情者側>建設当時の説明では無窓化工場なので音も臭いもしないとのことであったが、実際には倉庫からの騒音、悪臭に困っている。

<工場側>周囲には気を使っており、以前苦情者から日照障害の苦情があったときにも枝を切る等適切に対処してきたつもりである。今自の苦情についても改善可能な部分については対処する。

- (2) 現地調査について……工場は騒音規制法に基づく特定工場である。工場自体が無窓化工場でしかも倉庫棟を周りに配置し、敷地境界付近にはグリーンベルトを設けて騒音・悪臭が周辺の地域に影響を及ぼさないよう留意している。
- (3) 法令の適用について……騒音規制法による規制基準を適用。悪臭については原料自体が悪臭防止法に規定する悪臭物質を含んでいないので測定していない。
- (4) 公害防止技術について……ファンの運転時間短縮、トラック待機位置の変更、グリーンベルトの強化。
- (5) 内・外部機関との連絡、協力について……市環境保全課のみで対応。
- (6) その他……工場の敷地にトラックの待機スペースを別に確保できたため騒音については大幅に改善された。今後も両者間のコミュニケーションを図ることで相互理解が深まるのではないかと思われる。また、工場は市と公害防止協定を締結しており、定期的な立入調査が行われていた。そのため公害対策についての意識が高く、積極的な対応が得られた。

(備考)

- ・機械の運転時間の短縮、トラックの到着時間指定・停車位置の変更、植樹
- ・協力機関なし



配置図

## 【事例 14】 焼肉店の排気ダクトからの騒音による感覚的・心理的被害

### (苦情要旨)

隣地に開店したばかりの焼肉店について、排気ダクトから発生する騒音が午後 5 時から午前 3 時まで続くため、うるさくて眠れないで困っている。

### (発生源の状況等)

発生源の焼肉店は、以前酒店が店舗として使用していた建物の内部を改造して営業を開始した。焼肉店（RC 3 階建ビルの 1 階部分）と申立人夫婦の住居（木造 2 階建タバコ販売店兼用住居）の間隔は約 2 m で、申立人夫婦の寝室（2 階）廊下の窓外敷地境界から約 1 m の部分に本件排気ダクトがあり、建物壁面を経由して屋上に伸ばした本件排気ダクトにより店内の排煙を行っており、相当の騒音の発生が認められる。

### (経過概要等)

- |     |          |   |
|-----|----------|---|
| 8 年 | 5 月 13 日 | 申立人から、電話により騒音の苦情の申し立て有り。  |
|     | 5 月 15 日 | 現地調査。申立人夫婦から「排気ダクトの騒音が午前 3 時まで続くため、眠れないで困っている。」との申し立て有り。焼肉店から「申立人夫婦から苦情があったため、対応策としてダクトの申立人宅に面する部分に吸音材を巻いた。」との申し立て有り。発生源に対して、対応策の効果が不明なため騒音測定を実施する旨伝える。   |
|     | 5 月 16 日 | 騒音測定（敷地境界線上で 58dB）<br>焼肉店に対して騒音測定結果を説明したところ、防音対策の強化を約束。   |
|     | 6 月 18 日 | 騒音測定（敷地境界線上で 51dB）<br>ダクトに巻いた吸音材の上を鉄板で覆っており騒音の低減は認められるが、申立人夫婦から「まだ、うるさくて眠れない。」との訴えがあり、焼肉店から更に防音対策の強化を行うとの申し立て有り。  |
|     | 7 月 30 日 | 騒音測定（敷地境界線上で 49dB）<br>ダクト全体に吸音材を巻いて鉄板で覆っており、騒音は更に低減している。焼肉店は「今まで十分努力したので、これ以上の防音対策は行わない。今後も苦情が続くようであれば、裁判に訴えてもらっていい。」との申し立て有り。<br>申立人夫婦から「ダクト音は低下したが低周波の騒音が残っており、ダクトの運転が止まるまで眠れないので、焼肉店の営業を午前 0 時までにして欲しい。」との訴え有り。<br>市としては、発生源の防音工事により騒音は規制基準（夜間 55dB）以下に低減しており、これ以上の指導は困難であることから、今後は申立人夫婦と焼肉店の話し合いにより円満に解決するよう指導。 |

### (事案としての特色及び処理上の問題点)

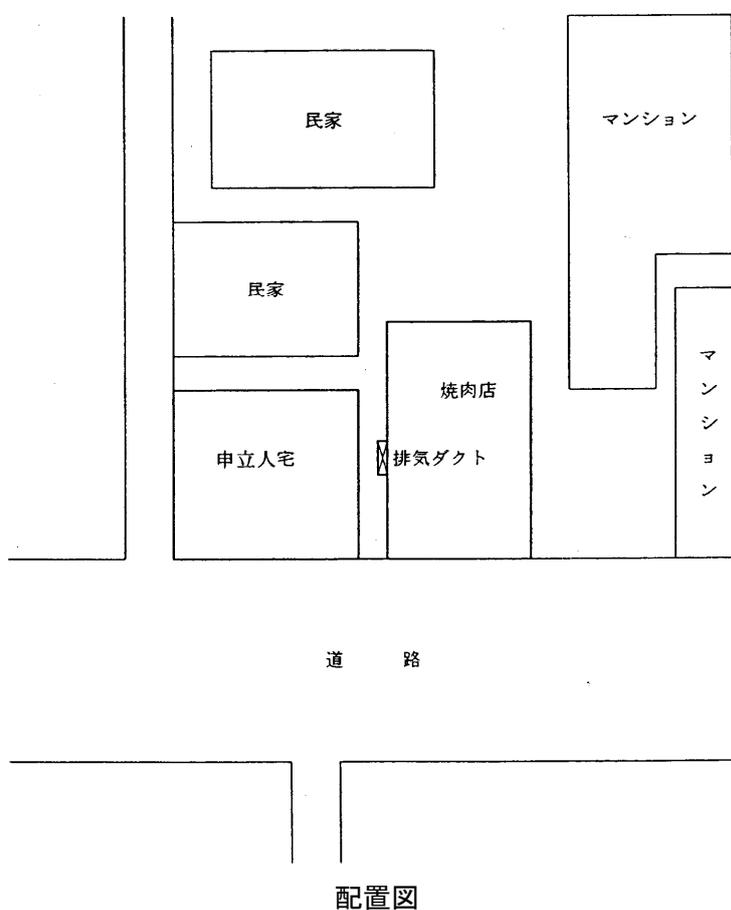
- (1) 当事者の主張について……焼肉店が営業開始前に、申立人夫婦に対して騒音や臭いで迷惑は掛けないと約束していたことから、申立人夫婦は裏切られたとの思いを強く抱き感情的な対立が大きくなっていった。
- (2) 現地調査について……当該地は市道（車道部分の幅員約 6 m）に面した商業地域に位置しているものの、周辺は古くからの民家が多い夜間は閑静な住宅街であったが、以前は夜間営業の無い酒店であった所に突然 A 焼肉店が開店したために、申立人夫婦は快適な生活環境を破壊されたとの強い不満を持っていた。
- (3) 法令の適用について……焼肉店は、騒音規制法及び県公害防止条例に定める特定施設

には該当しないが、騒音規制法上の規制基準を準用し指導を行った。

- (4) 公害防止技術について……排気ダクトの共鳴の防止、排気用モーターの防音対策を指導した。
- (5) 内・外部機関との連絡、協力について……騒音測定について、市の担当部署である大気騒音課の協力を求めた。
- (6) その他……本件は、市が苦情申し立てを受理した時点で焼肉店と申立人夫婦の間に感情的な対立が生じていたため、苦情処理の過程でも関係が修復されず処理を困難にした。

(備考)

- ・排気ダクトの防音工事・営業時の防音対策
- ・協力機関…市大気騒音課



## 【事例 15】 新幹線トンネル出入口周辺における低周波音による物的・感覚的・心理的被害

(苦情要旨)

新幹線のトンネル出入口周辺の家(3世帯)では、新幹線の試験車両等が通過する際、『ドーン』という大きな爆発音と、地震と思うばかりの振動に悩まされている。(発生源の状況等)苦情を申し立てている家がある地域は、新幹線の長短2つのトンネルに挟まれており、新幹線の軌道中心から約150m、トンネル出入口からは約300mほど離れている。長いほうのトンネルには、低周波音対策として緩衝工が北側出入口のみに設置されているが、効果はトンネルの反対側に現れるため、当該地域では効果がない。

(処理の経過)

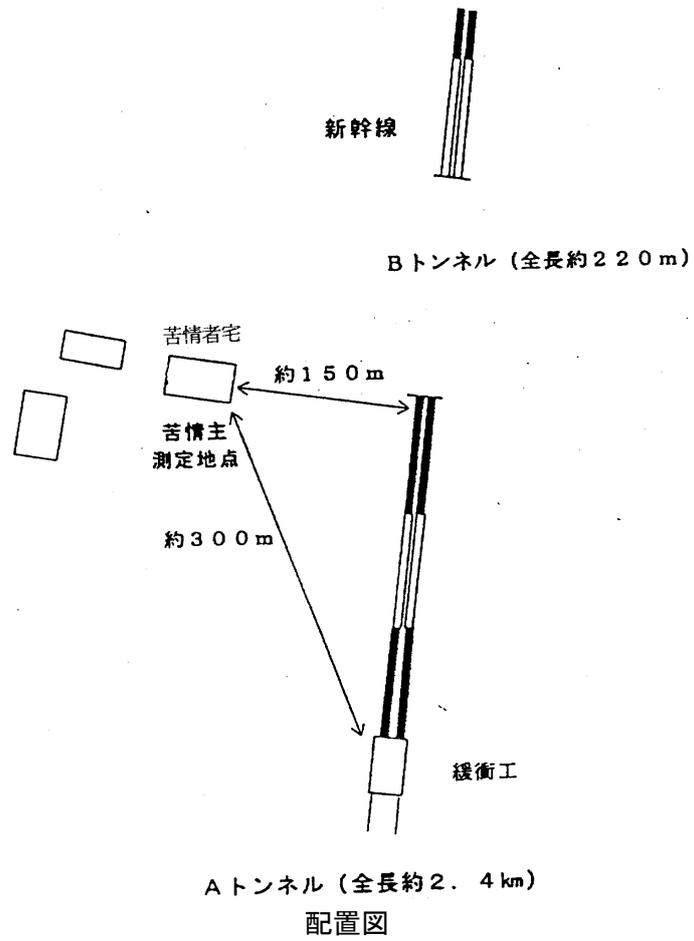
- 7年 11月24日 新幹線公害対策協議会から、市長あてに上記苦情内容の改善を図るため、鉄道会社・運輸省・環境庁へ上申願う旨の要請書が提出された。
- 11月28日～11月30日 市が苦情申立者周辺で新幹線の騒音測定を実施。測定結果は、「新幹線鉄道騒音に係る環境基準について」に定める評価方法により評価すると、当該地域の基準であるⅡ類型の基準を達成していた。3日間の測定で、騒音レベルは、最大でも70dBであった。
- 12月15日 市長名で騒音測定結果を苦情申立者に通知。内容は、騒音に係る環境基準は超過していないこと、本事案について県に対して検討を要請することの2点である。
- 12月19日 市から県環境公害課に対し、文書で低周波音測定を依頼。
- 8年 1月16日 県公害センターが低周波音を測定。測定結果は、当日試験車両の走行速度が低速であったことなどから、100dBと比較的低い結果であった。又、1/3オクターブバンド分析結果から、苦情は、低周波音によるものと確認された。
- 2月6日 県と沿線市町村の公害主管課長で構成する高速交通公害対策連絡協議会が、鉄道会社に対して、低周波音も含めた騒音対策の実施について要望を行った。
- 7月31日 県環境公害課が苦情発生地点において、鉄道会社の状況説明を受ける。この時、低周波空気振動の苦情があったトンネルについて、平成8年度内に空気抜き工法による対策を講じたい旨の説明があった。工事は、平成9年3月までに実施する。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について… … 新型の試験車両が走行するようになってから、特にひどくなった。日中はそれほど感じないが、夜間の走行時はひどい。
- (2) 現地調査について… … 3世帯がある地域は、都市計画の用途地域の当てはめは行われていない。「新幹線鉄道騒音に係る環境基準」では、Ⅱ類型に指定されている。測定は、トンネル出入口からもっとも近い苦情者宅前で行った。
- (3) 法令の適用について… … 適用する法令はない。環境基準も、低周波音については定められていない。
- (4) 公害防止技術について… … 県内における低周波音対策としては、従来、トンネル出入口に緩衝工を設置するケースが多かったが、今回、初めて空気抜き工法が採用されることとなった。その効果が注目されることである。

(備考)

- ・新幹線トンネル内空気抜き施工
- ・協力機関… 県環境公害課



## 【事例 16】 隣接する作業場から発生する騒音による感覚的・心理的被害

(苦情要旨)

隣家でのミシン作業が低周波を発生し、困っている。市から一度言って欲しい。

(発生源の状況等)

発生源の住人はそこに居住しているわけではなく、作業をするために毎日通ってくるとのこと。

作業は8時から16時ごろまでで、工業用ミシンを3台使用している。

双方感情的になっており、当事者間の話し合いはほとんどなされていなかった。

なお、工業用ミシンを使用して行う作業は、県公害防止条例第49条の作業騒音の規制に該当する。

(経過概要等)

8年	11月12日	苦情申し立てあり。隣家に苦情を述べたが取り合ってくれないから相談にきたとのこと。
	11月14日	現地調査実施。騒音測定した結果、住居地域の規制基準45dB未満であった。
	11月18日	感情的にならず、当事者間でよく話し合うよう指導する。 再度申し立てあり。騒音の状況は変化していない。苦情者は相手の顔も見たくないとのこと。
	11月19日	県保健所へ対応策について相談する。低周波騒音の法規制はないが、現地で実際、障子等の振動が生じていればゴムを入れるとか、ミシンの位置を変える等の対応が必要であるとの助言。
	11月20日	苦情者来課。隣家の住人は話し合ってくれないとのこと。 現地調査。ミシンの形式を記録し、工業用ミシンに該当するか大気保全課に照会する。
	11月20日	工業用ミシンに該当することが判明したため、再度騒音測定実施。 結果は前回同様、規制基準未満であった。隣家の住人には設置場所の変更を検討するよう指導する。
	11月20日	苦情者に調査結果と指導内容を伝える。
	11月24日	隣家の住人より、設置場所を変更したとの連絡あり。 これにて、操業には問題なしとの見解を示す。

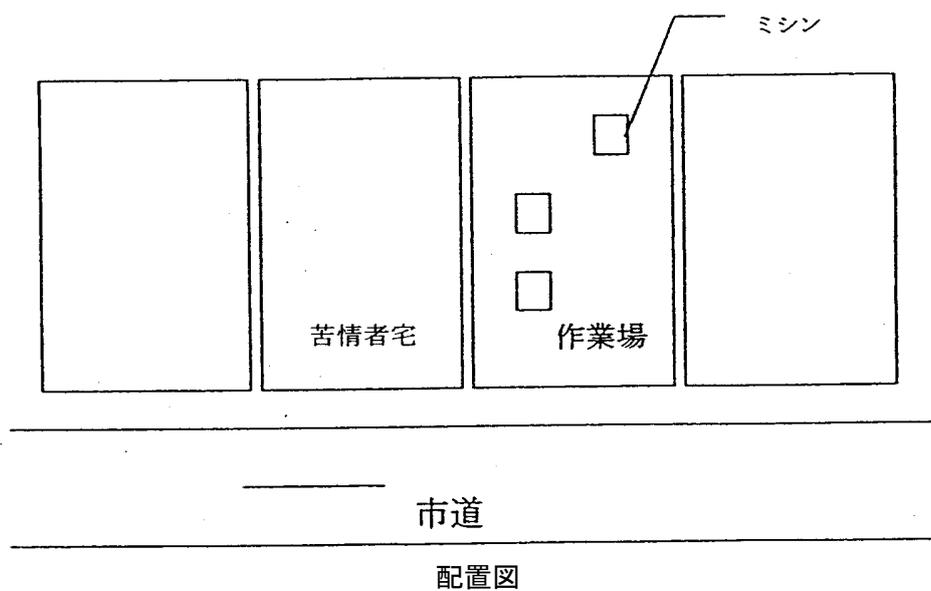
(事例としての特色および処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について……苦情者側は、隣家での作業自体に反感を持っており、低周波でノイローゼ気味であるとのこと。  
隣家の住人側は、他の場所で同様の作業を実施していても苦情が出ていないこともあって、苦情に至るまでの騒音とは考えていなかった。
- (2) 現地調査について……苦情者宅と隣家の作業場の間隔は、一人一人が通る隙間もなく、また、家屋自体が古いため防音効果も乏しい。
- (3) 法令の適用について……騒音規制法及び県公害防止条例の騒音規制基準を適用。
- (4) 公害防止技術について……ミシンの位置を申し立て者から離れた場所に移設することを指導。
- (5) 内・外部機関との連絡、協力について……工業用ミシンの解釈や低周波騒音の防止方法等において、県大気保全課や豊川保健所と協力の上、処理に当たった。

(6) その他……防止方法が難しい低周波騒音に対する苦情であること。また、感情的なしこりから当事者間の話し合いが持たれず、処理困難になる場合がある。

(備考)

- ・施設の改善
- ・協力機関…県大気保全課、県保健所



配置図

## 【事例 17】 家具製造工場の集じん機からの異常音による感覚的・心理的被害

### (苦情要旨)

近くの工場の屋上に金属系に銀色のサイロのような新しい施設が出来た。それ以来、うなるような音が聞こえだし、とてもうるさいので対処してほしい。

### (発生源の状況等)

発生源の工場は、工業地域に立地し付近にも同様の家具工場が密集する工業団地である。工場の屋上には集塵機があり、川向こうにある高層マンション付近でうなるような音が聞こえた。

### (経過概要等)

- |    |        |   |
|----|--------|---|
| 8年 | 11月27日 | 苦情の申し立てがあり、現地調査することを伝えた。<br>現地調査を行う。発生源の工場の副社長と面談し、事情を聞く。<br>副社長の話では、これまで木くずを小さい集塵機で集め焼却していたが、苦情が多いので、焼却を止め、3日前に能力の大きい集塵機を屋上に設置し、業者に引き取ってもらうように変更したところ、大きな音が出るようになったとのこと。また、マンションの管理組合から直接苦情を受けており、現在業者に対策を考えさせているとのことであった。<br>副社長に対策の工事を急ぐように指導を行った。 |
|    | 11月29日 | 苦情者に調査・指導内容を説明し了解を得た。<br>別の付近住民他、3件の苦情の電話があった。副社長に電話連絡をし、騒音苦情が発生しているので、対策を急ぐよう指導を行ったところ、対策に使用する防音材の材質も考慮しなくてはならないので、いますぐにとは行かないとのこと。しかし、出来るかぎり急ぐとのことであった。   |
|    | 12月3日  | 葉書(匿名)で同様の苦情の申し出があった。   |
|    | 12月6日  | 苦情者から再度苦情の電話があった。<br>副社長に電話連絡をし、対策までの間、集塵機の出力を落とすよう指導した。  |
|    | 12月13日 | 現地調査を行う。問題の音は依然聞こえていた。副社長に面談を申し出たところ、不在であったので、専務と面談を行った。年内に対策の図面を作成し、来年には工事に取掛かるとのことであった。<br>また、集塵機の出力を落とすよう指導したが、困難であるとのことであった。  |
| 8年 | 12月18日 | 付近住民より、昨日風邪で自宅で寝ていたが、音が気になって眠れなかったとのこと。   |
| 9年 | 1月24日  | 苦情者より、再度苦情の電話があり、春になったら窓を開けだすので、それまでには、何とか対策をとって欲しいとのこと。<br>現在、指導中であることを伝え、了解を得た。   |
|    | 1月30日  | 副社長より電話があり、図面が出来上がったとのこと。依然苦情が続いているので、早急に取りかかるよう指導した。   |
|    | 2月13日  | 付近住民から苦情の電話があった。現在、指導中であることを伝え、了解を得た。   |
|    | 2月26日  | 現地調査をする。工事は行っていない。  |

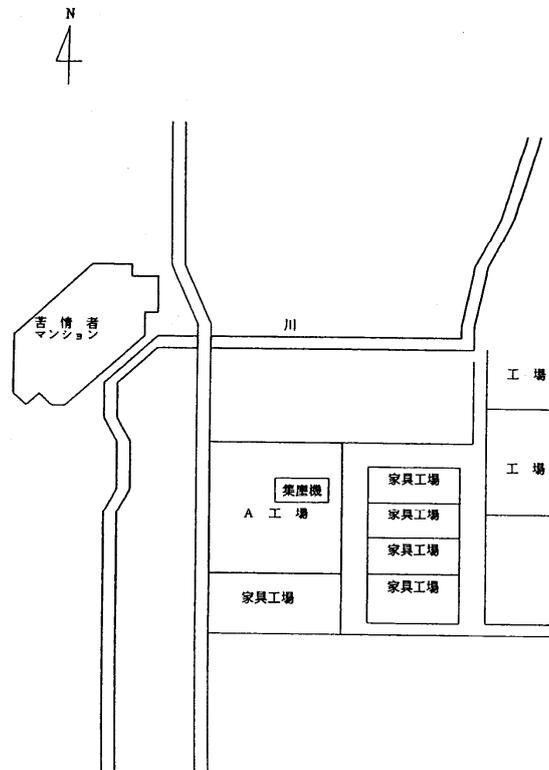
- 2月27日 副社長に電話連絡をしたところ、3月9日から3月19日の予定で対策工事を行うとのこと。  
付近住民が来室する。マンションの管理組合が弁護士を立てて、解決を考えていると、連絡をくれたが、間もなく対策工事を行うのでしばらく様子を見てはと伝えた。
- 3月10日 現地調査を行う。対策工事の着工を確認した。
- 3月25日 屋上の集塵機を防音壁で囲い、対策工事の終了を確認した。また、うなるような音はなくなっていた。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について……木くずの焼却を止め、業者に引き取ってもらうことで、これまでの煙の苦情が無くなり、付近住民に迷惑をかけることが無くなったと安心していましたが、今度は騒音の苦情が発生し当惑していたようである。
- (2) 現地調査について……当初工場の屋上に設置した集塵機には、防音対策をされておらず、マンション周辺においても問題の音だけがよく聞こえていた。
- (3) 法令の適用について……騒音規制法
- (4) 公害防止技術について……集塵機を防音壁で囲った。
- (5) その他……規制基準内の騒音であったが、発生源側の理解と協力が得られたため、明確な解決を得た。

(備考)

- ・防音壁の設置
- ・協力機関なし



配置図

## 【事例 18】 食品加工工場からのコンプレッサー騒音による感覚的・心理的被害

(苦情要旨)

自宅前の、食品加工工場に設置されているコンプレッサーの騒音がひどい。工場側には何度も改善をお願いしているが、全くその効果はなくむしろ音はひどくなっている。また、低周波が発生し窓ガラスを振動させているので、市で調査のうえ指導してほしい。

(発生源の状況等)

工場は、3方が住宅地に囲まれている。発生源のコンプレッサーは、苦情者宅に面して設置され間欠的に騒音が発生しながら、苦情者宅を直撃する状況となっていた。

(経過概要等)

- 8年 2月15日 隣接する食品加工工場のコンプレッサー音に対し、苦情申し立てがあり、調査する旨を伝えた。
- 2月19日 現地調査実施工場責任者より事情聴取  
コンプレッサーは、商品の密封用に使っていたが、老朽化に伴い昨年の秋に効率の高いもの買い換えた。さらに、コンプレッサーは室内に設置され、防音材を貼るなどの対策が行われているとのことだった。  
騒音測定実施。敷地境界においては、コンプレッサー室の戸を開けた状態で82dB、戸を閉めた状態で65～67dBであった。  
騒音規制法及び市環境保全条例規制基準（第2種住居専用地域昼間：50dB）を目安として、対策を行うようお願いした。B氏に現地の調査結果と対応策について伝えたところ、しばらく様子を見るとのことだった。
- 2月20日 工場責任者より電話  
対策として、コンプレッサーを買い替えるか、覆いをする対策を考えているが、資金融資をしてくれる所はないか。また、融資が受けられるとしたら、低騒音型への交換など、対策別の融資の利用方法を知りたい。
- 2月22日 公害関係の融資制度について、担当課（市環境総務課）から工場側に電話連絡。担当課より、以下の話を伝えた。  
対策をとって本当に効果があるものか確証がないと融資はできない。また、騒音防止設備の設置が対象となるので、低騒音型への交換は融資の対象枠となる防止施設部分の金額の設定が困難である。
- 3月7日 工場責任者より電話。工場側で対策を再検討した結果、コンプレッサーを道路の反対側に移し、消音ボックスに入れることを考えたが、道路の大工事が必要となる。このため、市の補助金は考えずコンプレッサーを買い替え、コンプレッサー室内を防音処理するとのことであった。  
低周波音・対策として、低振動タイプへの交換で対応したいとのことだった。
- 4月1日 工場責任者が来課し、低振動型（スクロールタイプ）に交換し、建物中央部に移転したことで対策は完了した旨の報告があった。
- 4月10日 現地調査実施騒音の測定を実施。コンプレッサー室から1.5mで49dBであり、騒音規制法及び市環境保全条例の規制基準（第2種住居専

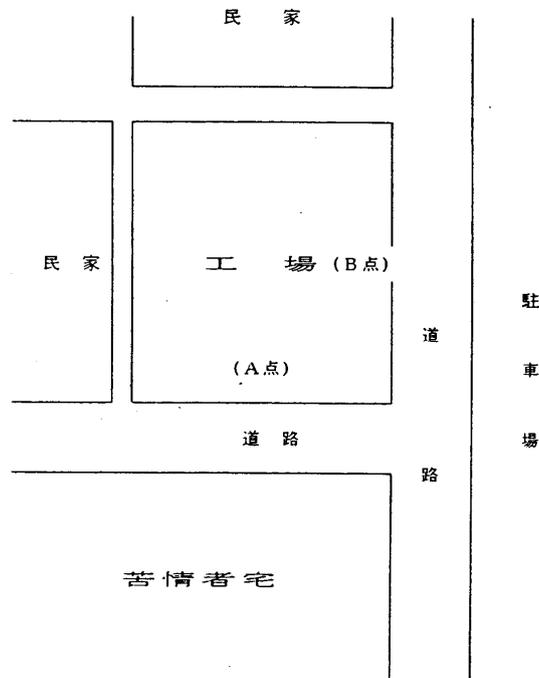
用地域昼間：50dB) を満足していた。  
4月11日 工場側より、対策完了報告書の提出があり、その後、今日まで苦情申し立てはない。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について……苦情者は、工場側に何度も対策を要望し、改善されないと主張していた。しかし工場側はコンプレッサーは防音室内に設置していたので、対策は取ったつもりでいたので、当初から双方での思い違いがあった。
- (2) 法令の適用について……騒音規制法及び市環境保全条例の規制基準を目安とした。
- (3) 公害防止技術について……低周波音対策のための、低振動型（スクロールタイプ）への交換、及び建物内部への移転。
- (4) 内・外部機関との連絡・協力について……市環境調整課に、公害関係の融資制度について依頼。
- (5) その他……当事例の問題点は、以下の点である。
  - ① 工場を建設した当時は周辺には何もなく、近年になって住宅が張り付いてきた場所である。
  - ② 工場が中小企業であり、対策にあたっては予算的な問題もある。
  - ③ 今回の場合、騒音の大きさだけでなく、低周波の問題もあった。  
特に、①の点については、今後郊外への住宅の進出に伴い、同様な事例が増えてくると考えられる。また、発生源の対策について非協力的になることも多いので、工場側に理解を得ながら指導していく必要がある。

(備考)

- ・協力機関…市環境総務課
- ・機械の移設及び機種変更



(注) A点：対策前コンプレッサー設置位置  
B点：対策後コンプレッサー設置位置

配置図

## 【事例 19】 第1種大規模小売店舗の空調機からの騒音による感覚的・心理的被害

### (苦情要旨)

向かいにある、第1種大規模小売店舗（営業時間 10 時～20 時）から、低くうるような音が聞こえ、かなりうるさい。

現在、店舗では改装工事中で、24 時間作業しているらしく、日中は、周囲の騒音にかき消されてそれほどではないが、夜間や早朝の人通りがない時間帯には、うるさくて眠れない。

### (発生源の状況等)

発生源の店舗は、地上 7 階地下 1 階の第 1 種大規模小売店舗であり、各階の空調機の吸気ダクトが、苦情者宅（店舗併用住宅）とは、市道（幅員 16m）を挟んでほぼ正面に位置しており、店舗は内装設備の改装工事のため、空調機を 24 時間運転していた。なお、空調機は県公害防止条例の指定施設に該当する。

### (経過概要等)

- 8 年 10 月 17 日 市環境総務課に苦情申立あり。同課で現地調査。  
店舗空調機前の歩道では、それほど騒音を感じなかったが、苦情者宅の駐車場では、かなり音が響いていた。店舗総務部次長及び設備担当者に面会し、事情を聴取した上で、騒音対策をとるよう口頭にて指導する。
- 12 月 16 日 再苦情が入る。昨日は一日中うるさかった。このままでは身体に影響がでてくるとのこと。
- 12 月 18 日 苦情者宅訪問。天候や風向きで音が変わるようだが、15 日は空調機を全機動かしたようで、特にうるさく感じた。知人を介して、店舗の会長へ話を持ってゆくことや、弁護士に相談するなど、店舗に対応を迫る覚悟があるとのことであった。  
同日、簡易測定を実施。B 氏宅駐車場 60dB（A 特性）、B 氏店舗入り口 65dB（A）、店舗 1 階空調機前敷地境界 77dB（A）であった。  
（商業地域規制基準 60dB（A）18 時～23 時）
- 12 月 27 日 店舗に立入し、規制基準を大幅に超過しているのを、改善を行うよう口頭指導する。
- 9 年 5 月 2 日 苦情者より再度苦情がある。
- 5 月 7 日 騒音測定実施。店舗敷地境界にて 75dB（A）であったので、店舗に対し改善指示書を交付する。
- 6 月 4 日 店舗より、改善対策工事の計画書が提出される。内容としてはガラリーの消音ボックス化、ダンパーの改良及び消音エルボーの設置とのことであった。
- 12 月 2 日 店舗より、改善対策工事が完了した旨の報告を受ける。なお、店舗で騒音測定した結果は敷地境界で 57.5dB（A）であった。
- 12 月 5 日 現地確認を実施し、店舗空調機前で簡易測定を実施したところ、58dB（A）であったので、苦情者の了解を得た上で、施設の改善として解決する。

### (事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について……店舗が 24 時間空調機を稼働してた際の B 氏は、生活を阻

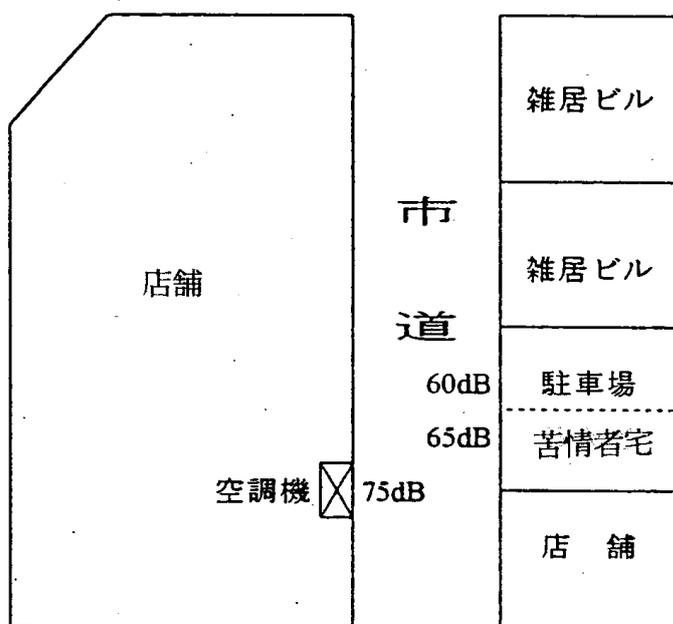
害されての申立であったが、後に、自ら営む店舗の客からクレームがでたので営業に支障を来すと主張した。

店舗側は、空調機の使用法の改善だけで、間に合うと考えていた。

- (2) 現地調査について……店舗の空調機は苦情者宅のほぼ正面に位置し、1階～7階までの吸気ダクトの騒音が、複合されて暴露されている状況だった。
- (3) 法令の適用について……県公害防止条例の騒音規制基準を適用。
- (4) 公害防止技術について……なし
- (5) 内・外部機関との連絡、協力について……なし
- (6) その他……当初、店舗側は防音対策について、費用との関係から難色を示していたが、公文書にて指示したところ、迅速な対応がみられた。

(備考)

- ・施設の防音対策
- ・協力機関なし



※店舗の空調機と苦情者宅は16mの指導を挟んでほぼ正面に位置している。

※店舗及び苦情者宅は、ともに商業地域であり、周辺に住宅は少ない。

配置図

## 【事例 20】 豆腐等製造工場からの騒音による感覚的・心理的被害

(苦情要旨)

近くの豆腐製造工場が、朝 6 時頃からブーンという音を発生させて眠れない。工場の外から音がするようだが、何の音か分からない。昼間はあまり気にならないが、朝、工場の騒音で起こされるので指導してもらいたい。

(発生源の状況等)

苦情者宅(住居地域)は、工場との間に民家を 1 軒挟む木造 2 階建てで、1 階に夫婦、2 階に祖母の寝室がある。

発生源の工場(近隣商業地域)は、以前個人で豆腐製造を行っていたところ、現在の経営者が規模を拡大し、再度豆腐工場として営業を始めたものである。音源の 1 つであるボイラーは 6 時前に、他の機械は 6 時半から稼働している。

工場は他に油の匂い(油揚げ、厚揚げ製造による)や豆乳を放流している河川の悪臭苦情も発生している。

なお、工場隣の家は、耳の不自由な老人が 1 人で住んでいたため、苦情には到らなかった。また、ボイラー(バーナー)とモーター(送風機)は共に特定施設に該当しない。

(経過概要等)

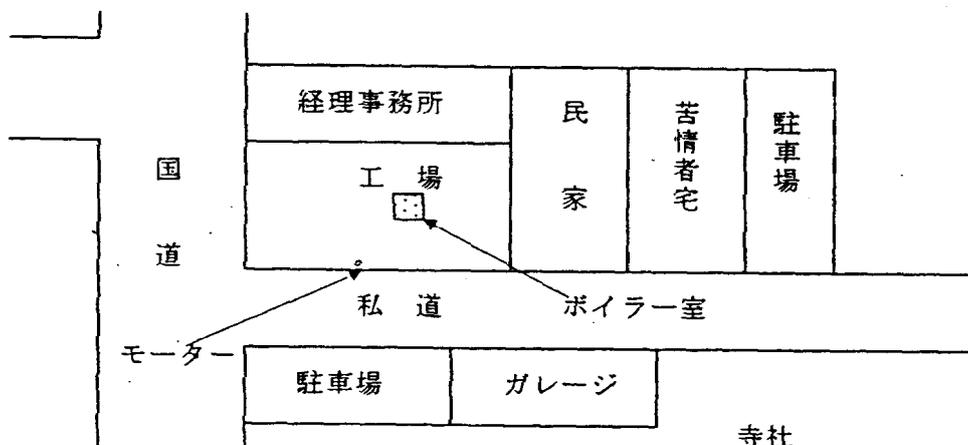
- 9 年 10 月 21 日 苦情者から工場の騒音苦情の電話を受ける。
- 10 月 23 日 現地調査。工場の苦情者宅側、私道側には騒音を発生しそうな施設は見当たらない。  
工場の営業部長に苦情の内容を伝えたところ、6 時頃から稼働するのでボイラーが原因ではないかとのことで、工場 2 階で苦情者宅側にあるボイラーの騒音を測定した。  
ボイラー直近 90dB、  
窓を開けた状態 敷地境界 62~64dB (参考値)  
窓を閉めた状態 敷地境界 57~58dB (参考値)  
窓を閉めていても規制基準を超えているが、常時、窓を開けて操業していたので、とりあえず窓を閉めた状態で様子を見ることとし、その旨を工場の営業部長と苦情者に伝える。
- 10 月 24 日 苦情者に今朝の状況を聞いたところ、いつもと変わらないとのことだった。  
さらに詳しく話を聞くと、寝室により気になる音が違うらしく、音は 3 分おき位にポーという音(ボイラー音と推定される)と連続する高い音で、工場の私道側の窓にある 30cm 位の機械から音が出ているのではないかとのことであった。  
工場へ行き、私道側の窓の傍の機械について尋ねたところ、おから飛ばし用のモーターとのことで、常時、動かすものではないとのことであった。営業部長立会いでモーターを稼働してもらったところ、かなり大きな音(騒音計を持っていかなかったため、測定していない)がしていた。営業部長も大きな音と感じ、早急に対策をとることとなった。ただし、敷地境界ぎりぎりに設置されているため、モーターの位置を変えて、防音対策を行うのでしばらく待ってもらいたいとの話であった。この旨を苦情者に伝える。
- 11 月 4 日 数日前にモーターの防音対策が終了。苦情者に現状を聞いたところ「2 種類の音は、両方ともだいぶ小さくなった。」と一応満足していたので苦情解決とする。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について……苦情者家族と工場経営者の家族に付き合いがあり、苦情を直接言いにくかった部分があったが、反面、冷静な話し合いができたようだ。寝ている場所により、対象となる音源が違い、音源の特定が1回でできなかった。  
工場は音源の出力が小さいことで防音対策を全く考えていなかったが、苦情には協力的に対応してもらえた。
- (2) 現地調査について……1回目の現地調査では、苦情者から工場の外から音がすると聞いていたが、機械が小さく、稼働もしていなかったため、私道側のモーターを発見できなかった。
- (3) 法令の適用について……県条例の騒音規制基準（第2種地域）を参考とした。
- (4) 公害防止技術について……①ボイラー室の窓を常に閉じること。②モーターを移設し、防音対策を行った。
- (5) 内・外部機関との連絡、協力について……保健所に水質汚濁防止法の関係と共に助言等の協力を得た。
- (6) その他……最初の苦情申し立てでは、ブーンという音という表現であったので、音源が複数あることが分からなかった。今後は苦情者に対する聞き取りを十分行いたい。

(備考)

- ・音源に対する防音対策
- ・協力機関…保健所



配置図

## 【事例 21】 繊維工場の排風機から発生する騒音による感覚的・心理的被害

(苦情要旨)

苦情者宅の北側からブーンという音が家の中で聞こえ気になる。どこから発生しているのか調査して、対策をとってほしい。

(発生源の状況等)

発生源の工場は、近隣商業地域に立地し、操業当時は付近に住宅はなかった。最近になって、南側に住宅が建ち並び、苦情が発生したものと思われる。

(経過概要等)

- 10年 6月1日 苦情の申し立てがあり、現地調査することを伝えた。
- 6月15日 昼間、苦情者宅付近を調査し、異常音を確認した。夜間、苦情者宅付近を調査したが、異常音は聞こえなかった。苦情者宅の北側に別の会社のクーリングタワーがあり、最近別件にて、この施設を特定した苦情が寄せられたので、後日調査することにした。
- 6月17日 この会社を調査する。担当者に会い、付近住民から苦情が発生していることを伝え、後日原因調査のため施設を一端停止してもらえようお願いした。  
苦情者宅を訪問し、異常音を確認した。屋外よりも家の中のほうがより大きく聞こえた。
- 6月18日 この会社の屋上を調査する。屋上の全てのクーリングタワーを停止させたが、苦情者宅付近で聞こえる異常音は鳴り止まず、クーリングタワーが原因ではなかった。別件の苦情もあるので、施設の維持管理の徹底をお願いした。  
苦情者宅の北隣にある工場を調査し、異常音は排気ダクトが共鳴して発生する音と考えられた。社長に事情を説明し、何らかの対策をとるようお願いしたが、工場内では他の作業音も大きく、社長にあまり加害意識はないようだった。
- 6月22日 工場を調査する。排風機のダクト出口に袋状のカバーを取り付けてくれたが、効果がなかった。社長と共に苦情者宅周辺を歩き回り、住宅街では作業音は消え、異常音だけが残ることを確認してもらい、対策を考えるよう指導した。  
工場南側敷地境界にて騒音を測定したところ 70dB であった。排風機の能力は 2.2kw で届出対象外。(参考：規制基準昼間 65dB) また、社長から誰が苦情を言っているのかとの問い合わせがあった。
- 6月23日 苦情者に電話連絡をする。発生源が工場であることを伝え、対策を考えているので、しばらく猶予を頂きたいことをお願いした。  
また、苦情者の名前を社長に伝えてよいか確認をとったところ、匿名にしてほしいとのこと。
- 6月29日 社長から電話連絡があり、排気ダクトを延長し、工場外へ排出していたのを工場内へ排出することにした。また、付近を調査したところ異常音は消えていたとのこと。
- 7月1日 苦情者から電話連絡があり、ここ 2、3 日異常音が無くなったとお礼の電話があった。
- 7月9日 工場を調査する。排気ダクトの延長と排気方向の変更を確認した。

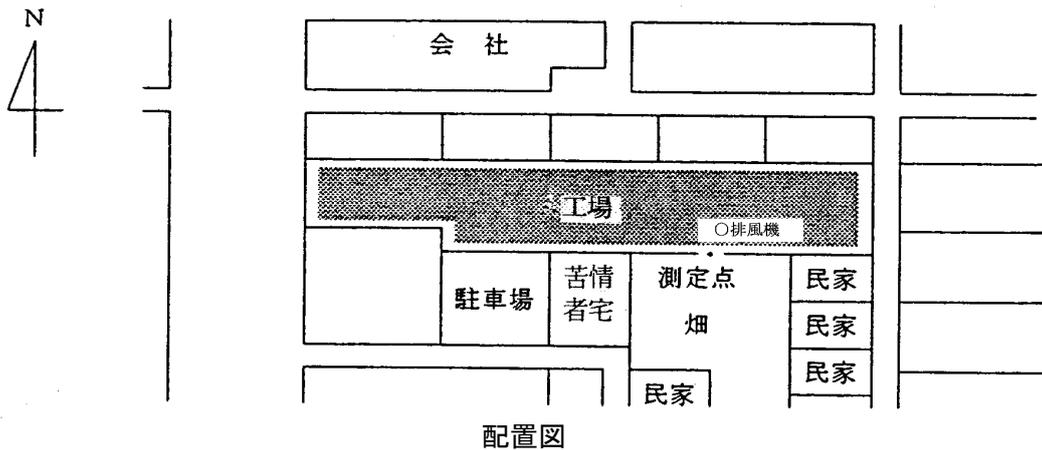
工場南側敷地境界にて騒音測定したところ 64dB であった。苦情者宅周辺においても異常音が低減していた。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について……当初社長は、最近越してきた住民になぜ苦情を言われるのかと憤慨されていたが、実際に異常音を聞いてもらってからは、苦情者の被害状況を理解していただき、前向きに対策をしてもらった。
- (2) 現地調査について……苦情者宅が工場から最短距離に位置し、一番うるさく聞こえた。
- (3) 法令の適用について……騒音規制法の規制基準を目安とした。
- (4) 公害防止技術について……排風機ダクトの延長と排気方向の変更。
- (5) その他……当初、苦情者宅から工場の中がよく見えなかったため、発生源を探すことに苦慮したが、発生源側等の理解と協力が得られたため明確な解決を得た。

(備考)

- ・排風機ダクトの延長と排気方向の変更
- ・協力機関なし



配置図

## 【事例 22】 夜間の清掃工場及び漁船の騒音による感覚的・心理的被害

(苦情要旨)

本市に隣接する町の新興住宅地の住民より、夜間ブーンブーンという音がして寝られぬ。本市清掃工場の音ではないか、調査改善を望む。

(発生源の状況等)

住宅地は北側及び東西側に山が迫り、南側は平野の農地が広がる湾を望む高台にある。音の発生源は、東南側約 1.8km 離れた本市清掃工場の操業音 (30~35dB) 及び約 3.5km 離れた湾で操業する漁船の音 (35~40dB) であり、気象条件等により聞こえる時と聞こえない時とがあった。

(経過概要等)

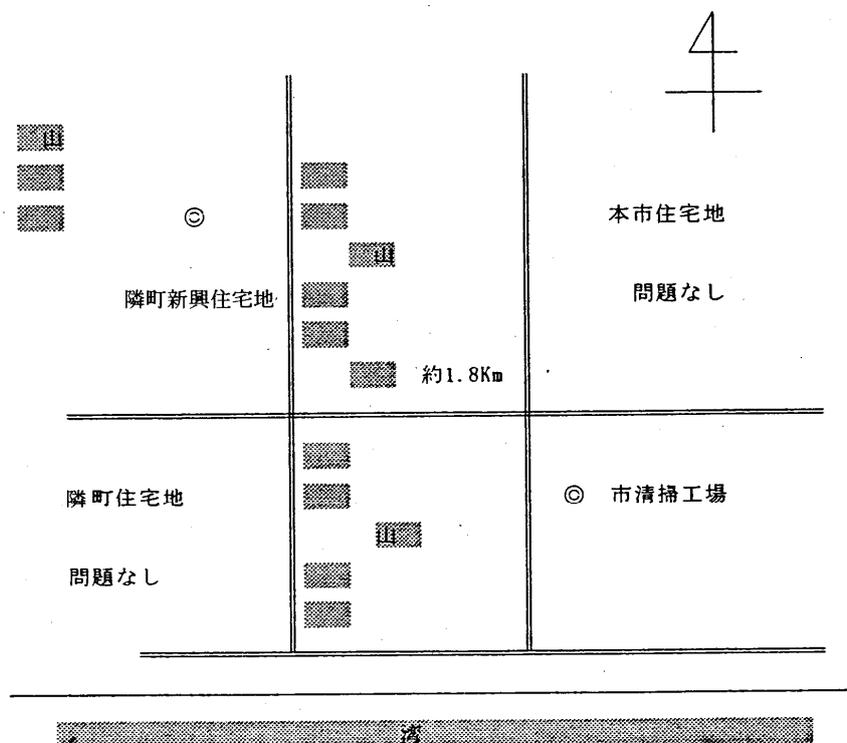
- 6年 5月27日 隣町新興住宅地住民より騒音苦情あり。PM7時より市環境対策課・市清掃工場・市下水道保全課職員で現地調査。住宅地に設置している浄化槽のブロー音が高いと判断。翌日、県を通じ隣町に調査依頼。
- 6月2日 隣町環境水道課より住民・浄化槽業者と調査するも浄化槽ではない。東南方向の農業用ビニールハウスのボイラー音か、その先の市清掃工場の音ではないか。
- 6月6日~8日 まで夜間騒音測定するも、40dB を超える騒音なし。
- 6月10日 市環境対策課職員が、住宅地の一番の高台でウンウンという低音を確認。  
市清掃工場の職員と共に工場の操業音であることを確認する。音の大きさは、30dB をやや超える程度。
- 6月13日 住宅地周辺 11箇所 で周波分析測定すれど、特定の低周波等の確認はできなかった。
- 6月~7月中旬頃 断続的に夜間測定すれど 40dB を超える音の確認できず。
- 7月25日 住民より市清掃工場に対し、騒音対策について強い要望あり。
- 7月29日~ 住民宅に測定器を課置して一ヶ月間夜間連続測定を行う。
- 8月~11月末 工場の運転に問題があるか確認するため、住民より直接市清掃工場に夜間連絡を取ることとし、炉 (3基) の運転状況と照合するも、特段の関連性を見いだせなかった。この結果、市清掃工場として特段の対策を取らないこととし、住民に通知したが、納得は得られなかった。
- 10年 1月~3月 この間も、住民より夜間騒音について市清掃工場に直接連絡あり、市清掃工場の職員も何度か住宅地に出向き調査するも、かすかに音がする程度で、工場の音とは違う時もあったとのこと。
- 4月20日 住民と市環境対策課の職員で再度音源の特定を行う。その結果、低音のうなり音とやや高音の回転音と二種類あることを確認。5月の連休に工場が停止するのでその際に工場の音かどうか確認することとする。
- 5月7日 住民より低音のうなり音は市清掃工場の運転音であり、工場停止中は音がしなかった。また、やや高音のものは湾で操業する漁船であったことを自分で確認したとの報告あり。原因がはっきりしたので少しは気にならなくなったとのことであった。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当事者の主張について……住民は静かな環境を求めて当該地に家を建てたものであり、音に対して敏感になっていた。音の大きさではなく、種類で不快感を覚えるのは個人の感覚的なものであり対処に苦慮した。
- (2) 現地調査について……現地は山と農地に囲まれた新興住宅地であり、市清掃工場も山を間に挟んでおり直接見えない。深夜は 30dB を下回るほど静かであり、調査をしても、近くの自動販売機やエアコンの室外機等の音が大きく、住民の主張する低音を確認することに時間がかかった。また、漁船音については、操業が不定期であり確認に時間がかかった。
- (3) 適用法令について……特になし
- (4) 公害防止技術について……特になし
- (5) 内・外部機関との連絡、協力について……当初は、市環境対策課が中心となり測定等を行っていたが、市清掃工場音の確認後は住民と工場との直接交渉となった。ただ、住民宅で 30～35dB 程度の測定結果であり工場側が特段の対策をとらないことについて住民が市の環境行政としての姿勢を追求したため対処に苦慮した。
- (6) その他……市清掃工場建設時には周辺には特段の住宅地がなかったが、現在次々と開発が進み、元々静かな環境であり余計に音が目立つ結果となっており、対処に苦慮している。

(備考)

- ・音の発生源の特定
- ・協力機関… 市清掃工場・市下水道保全課・町環境水道課



配置図

## 【事例 23】 民家の泉水のポンプからの騒音による感覚的・心理的被害

(苦情要旨)

匿名希望者より、隣家の泉水のポンプからの騒音がうるさくて困っている。夜だけでも止めて欲しいとのことであった。

(発生源の状況等)

敷地境界線で泉水のポンプの音を測定した結果、48～50dB(A)であった。音は低音でウオーン・ウオーンと鳴っていた。ポンプは泉水の鯉のために、1日中動いているとのことであった。なお、泉水のポンプは騒音特定施設、市条例の騒音発生施設には該当しない。

(経過概要等)

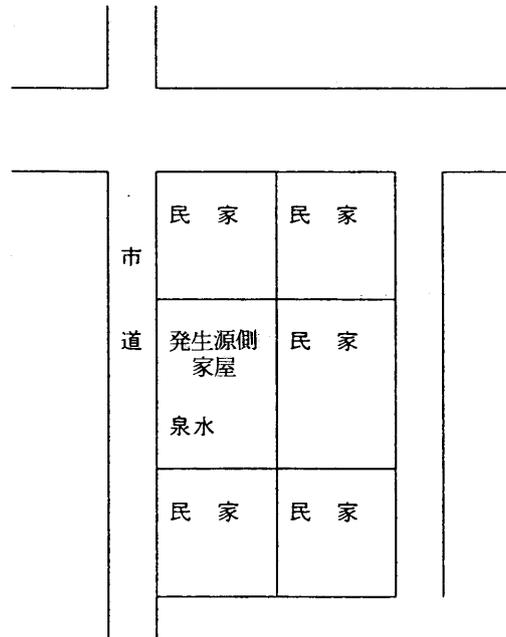
9年	4月21日	匿名希望者より、市に電話にて苦情の申立がある。
	4月22日	現場にて騒音測定を行った。発生源側住民に会い、苦情の出ていることを説明し、夜間の泉水のポンプの運転を控えるようお願いした。発生源側住民は夜間の運転を控えるよう検討しますとのことであった。
	6月3日	匿名希望者より、隣家の泉水のポンプからの騒音がうるさくて困っていると再度申立があった。申立人によると夜間は、ポンプをとめてくれているが、夜の11時からなので、もっと早い時間からとめて欲しいとのことであった。また、ここ数日止めてくれないとのことであった。発生源側家屋に上記内容を話しに行ったが、留守であった。
	6月4日	電話にて発生源側住民に事情を聞いた。夜間のポンプは止めているが、昨日までの1週間は所用のため家を留守にしていたので、ポンプを連続運転していたとのこと。長期間にわたって、家を留守にする時は、タイマー運転を検討するようお願いした。発生源側住民によると、電気屋に相談してみますとのことであった。
	6月5日	発生源側家屋を再調査した。ポンプの音が小さくなっており、ウオーン・ウオーンと言う音もなくなっていた。測定すると38～40dB(A)であった。発生源側住民によると、電気屋にモーターの点検および、ゴム製のマットを引き、防音対策をしたとのことであった。タイマーについても現在依頼しているとのことであった。

(事案としての特色及び処理上の問題点)

- (1) 当時者の主張について……騒音の大きさはたいして大きくないと思われるが、申立人には、たいへん気になるとのことであった。
- (2) 現地調査について……申立人が匿名希望であるため、発生源側家屋との位置関係はわからない。ポンプの騒音は48～50dBであった。
- (3) 法令の適用について……適用なし。
- (4) 公害防止技術について……ゴム製のマットによる防音対策、タイマー設置による運転方法の改善
- (5) 内・外部機関との連絡、協力について……なし。
- (6) その他……発生源側住民が、申立人の再三の申し入れに怒らず、対応していただき、市としては助かった。発生源側住民が考えていたより安い費用で、しかも安易に騒音の軽減ができてよかった。

(備考)

- ・ 泉水のポンプの防音対策
- ・ 協力機関なし



※ 市道の幅は4mである

配置図

## 【事例 24】 誘引送風機による低周波騒音被害

(苦情要旨)

環境整美工場の近くへ最近引っ越してきた住民が騒音被害を受けている。

(経過概要等)

平成元年 4 月	県環境保全課より市公害交通課に連絡あり「環境整美工場の近くへ最近引っ越してきた住民が騒音被害を受けているので対処したい」との事、低周波音があるらしい。
5 月	県環境保全課、県衛生研究所、市合同立会いで、住民宅前 (P-1) 小学校建設予定地前 (P-2) にて騒音低周波音測定、 測定結果・・・40Hz 成分で P-1 ; 84dB、P-2 ; 82dB
7 月	一次対策として吸音型サイレンサーダクト補強整流板取付 測定結果・・・P-1 76dB、 P-2 79dB
9 月	今後の対策として共鳴型のサイレンサーの取付をおこなう。このサイレンサーは低周波音に対して効果があり 40Hz では約 10~20dB の減少が期待することができる旨、住民側に説明 (二次対策)
6 月	共鳴型サイレンサー全機取付完了 測定結果・・・P-1 72dB、 P-2 72dB
6 月~9 月	送風機のインペラーの形状を主に 11 都市 15 工場の送風機付近の騒音低周波音の測定をし、ダクトの形状も考慮に入れながら、送風機メーカーの意見も聞き、技術アドバイザーと共に資料の分析・整理をおこなった。 3 次対策として概設のインペラーをターボ型曲線羽根に変更し送風機出口側の角ダクトを丸ダクトに改造することに決定した。
10 月	住民側に説明し了承を得る。

(備考)

発生要因は誘引送風機自体のサージング現象に起因し、ダクトとの共鳴と考えられる。対策として送風機のインペラーの形状の変更及びダクトを改造する。

## 【事例 25】 製紙工場から発生する低周波音による物的苦情

(苦情要旨)

製紙工場から発生する騒音防止対策を講じたが、低周波の騒音が残りに、建具のがたつきは止まる程度まで低減されたが、いまだ騒音苦情は解決されない。

(発生源の状況等)

発生源は製紙工場、抄紙機関連設備 被害地は第2種住居専用地域

(経過概要等)

年月	経過概要等
昭和 22 年	設立操業
昭和 47 年 12 月	周辺住民より騒音苦情 騒音測定 64dB(A)
昭和 48 年 1 月	防音壁設置を指示
昭和 48 年 3 月	防音壁設置 騒音測定 54dB(A) 解決
昭和 62 年 5 月	24 時間操業を始めたため夜間の騒音苦情。騒音測定 50dB(A) 夜間基準値 45dB(A)を超えている揚水ポンプの音が問題、ブロック で囲むよう指示。騒音は 1～2dB 減。
昭和 63 年 8 月	夜間の騒音苦情の申し出があり。騒音測定 47～48dB(A) 基準値を 2～3dB 超えているが、付近の暗騒音が高いため操業停止時 は 44dB(A)、暗騒音補正では 45dB(A)。
昭和 63 年 12 月	窓ガラスの振動等苦情申し立て、振動計では測定範囲外、騒音計の C特性で 70dB である。
平成元年 12 月	専門業者が診断 工場内の遮音、防音壁、排気ファン交換
平成 2 年 6 月	工事完了、騒音については一定の成果があったが振動は止まらない。 業者を変え検討する。
平成 2 年 10 月	業者による測定の結果 12.5Hz の音が卓越して出ていることが判明 (74dB)
平成 2 年 12 月	再度発生源を調査する。その結果、2 号抄紙機の水蒸気排気ファン が発生源と判明。工場の屋根の骨組みに多翼ファンとモーターを中 吊りにしている為、この振動が屋根のスレートをスピーカーとし、 低周波空気振動を発生しているもの。屋根との絶縁・防振。 建具のがたつきはおさまったが、騒音の苦情は続いている。

この事例の周波数分析結果を示す。(改善後)

周波数(Hz)	AP	3.15	5	6.3	8	10	12.5	16	20	31.5	40	63	80
音圧レベル (dB)	68	43	43	49	50	58	53	53	57	62	54	50	41

(備考)

- ・工場の屋根の骨組みに中吊りにしている多翼ファンとモーターを、屋根と絶縁し、防振した。

## 【事例 26】 鋳物工場のバイブロドラム設置に伴う低周波空気振動による物的被害

(苦情要旨)

鋳物工場が新設した外国製バイブロドラムから発生する低周波振動により、付近住民から建具が揺れる等の苦情が寄せられた。

(発生源の状況等)

この工場は工業地域に位置し、騒音、振動規制対象工場である。発生源はバイブロドラムと推定された。

(経過概要等)

平成2年 10月8日	工場にバイブロドラム（時間当たり6トンの鋳物と、50トンの鋳物砂を自動散水と励振機により振動を与え分離、冷却する装置）が設置される
10月20日	稼働開始と同時に、付近100m四方住民から苦情が相次いで発生。メーカーの指導により、発生源対策として遮音室（厚さ200mmのコンクリート壁でハウジング）を設置するとともに、励振機の回転数を800回転に下げる。その結果、工場入口付近の最大音圧が106dBから88dBと約18dB減衰した。
11月13日	地元市議会議員を通じて再度の苦情の申出がある。
11月20日	工場周辺住宅に対し被害聞取調査を行う。遮音室設置後かなり良くなったが、依然として近隣の家に影響が残る。
11月21日	工場に対し、早急に改善計画を提出するよう依頼する。
12月26日	バイブロドラム本体と集塵機側に共鳴減衰管装置（サイドブランチ）を設置し、回転数制御により音圧実験を行う。その結果、回転数を750回転に下げることにより88dBから84dB（12.5Hz）に下がり約4dB減衰させることができた。以後正規操業回転数を750rpmとする。
平成3年 1月8日	工場より、防振対策した旨の連絡があったため、周辺住宅を再度聞取調査したところ、2ヶ所の家屋以外は治まる。
1月25日	工場より改善計画書を受理。
3月20日	製品出入口等に共鳴減衰管装置（サイドブランチ）を設置。2つの家屋へ聞取調査したがあまり効果なし。
3月25日	2つの家屋のガラス戸（木製）をアルミサッシに変更することで当事者間合意。その後、苦情申立はない。

(備考)

今回の対策手順は次のとおり。

- (1) 発生源対策 遮音室設置及び回転数制御
- (2) 伝達経路対策 共鳴減衰管装置設置
- (3) 受音部での対策 被害者宅アルミサッシに取替

## 【事例 27】 隣接する工場から発生する低周波音による感覚的・心理的被害

(苦情要旨)

隣接工場の操業により室内に低い音が響くようになったことから頭痛、不眠等を訴えて苦情がよせられた。

(発生源の状況等)

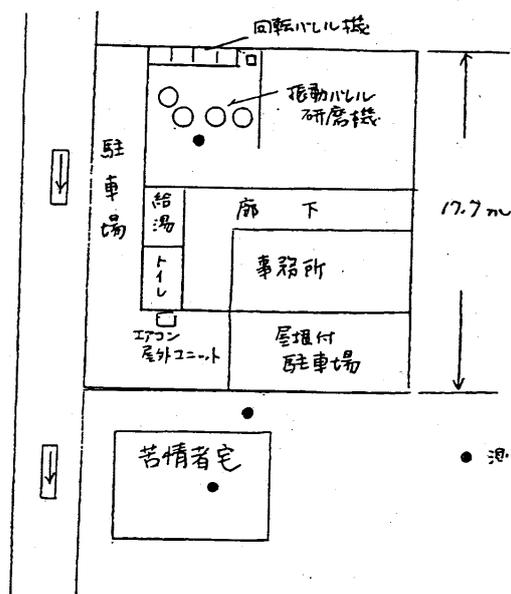
工場は、第 1 種住居地域に立地しており、周囲は住宅が密集している。工場は、おもちゃのエアガン用の弾 (BB 弾) を製造しており、操業後間もなく隣地住民から市に苦情が寄せられている。工場と苦情者宅とはブロック塀を境界として隣り合わせてある。工場と苦情者宅の位置関係を図 1 に示す。工場の主要設備は、振動バレル研磨機、回転バレル研磨機 4 台、空気圧縮機 1 台である。

(経過概要等)

- ・ 苦情発生から測定に至る間において、工場側により騒音防止策として防振パットの設置ドアの二重化、コンクリート床の溝切りなどが行われたが効果の実効性があがらない状況にあった。
- ・ 現地調査により、騒音発生源が工場内に設置されている「振動バレル研磨機」であることが確認された。更に、騒音が低周波音によるものであることが疑われたので周波数分析器を用い騒音測定を行った。
- ・ 調査結果  
表に低周波音と振動の周波数分析結果を示す。測定当日は振動バレル研磨機が 4 台とも稼働していた。なお、低周波音の卓越周波数の欄において、風の影響と推定された 0.8～1.6Hz 帯は除外している。発生源の低周波音は 98dB のピークを持つ周期的な空気振動であり、敷地境界の低周波音は発生源のレベル変化によく対応していた。また、発生源、敷地境界及び苦情者宅の低周波音は、いずれも 31.5Hz 帯が卓越していた。  
一方、発生源 (振動バレル研磨機) の振動加速度レベルは 68dB 程のピークを持つ周期的な振動であり、敷地境界の振動加速度レベルは発生源のレベル変化によく対応していた。発生源、敷地境界及び苦情者宅における低周波音 (31.5Hz 帯) の距離減衰を図 2 に示す。発生源からの距離に応じて音圧レベルが減衰しており、発生源からの伝搬を十分に推定できる。また、振動についても低周波音と同様に発生源、敷地境界ともに 31.5Hz 帯が卓越していた。騒音レベルは、敷地境界で 52dB であったが、苦情者宅内では 40dB を下回っていた。振動レベルは、敷地境界で 45dB であり、振動の影響は少なかった。
- ・ 低周波音の遮断のためには、高さを十分にとった重量ブロック等の防音壁 (内側に吸音材を取り付けたもの) の設置が有効であると考えられた。
- ・ 測定により低周波音の存在が確認されたため防音策を検討したが工場側の判断により、発生源である「振動バレル研磨器」を撤去することとした。これにより騒音発生源がなくなったことで苦情は解決した。

(備考)

- ・ 発生源は振動バレル研磨機
- ・ 発生源である製造機械が撤去されてこの事例は解決した。
- ・ 調査機関：県環境研究所、市環境生活課



配置図

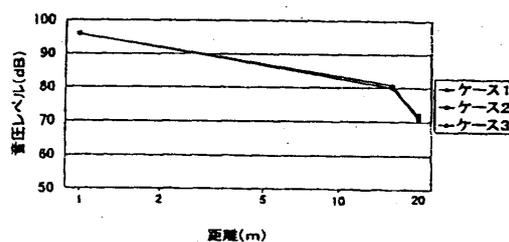


図 3 地点における低周波音 (31.5Hz) のレベル変化

表 低周波音と振動の周波数分析結果

単位：dB

ケース		低周波音			振動	
		1ch 発生源	2ch 境界	3ch 苦情者	7ch 境界	8ch 発生源
1. 測定開始後	AP (オールパス)	98	83	81	59	69
	卓越周波数とそのレベル	31.5Hz 帯 96	31.5Hz 帯 81	31.5Hz 帯 71	31.5Hz 帯 55	31.5Hz 帯 66
2. 測定中程	AP (オールパス)	98	83	80	58	68
	卓越周波数とそのレベル	31.5Hz 帯 96	31.5Hz 帯 80	31.5Hz 帯 72	31.5Hz 帯 56	31.5Hz 帯 66
3. 苦情者宅無人時	AP (オールパス)	97	94	81	53	67
	卓越周波数とそのレベル	31.5Hz 帯 96	31.5Hz 帯 80	31.5Hz 帯 71	31.5Hz 帯 50	31.5Hz 帯 66



# 参 考 資 料

—低周波音の基礎知識—



## 低周波音の基礎知識

### a. 低周波音とは

産業機械等の大型化、高速化に伴い、それらの機械、構造物から発生する低周波音が注目されるようになってきた。低周波音は環境中のいたる所に存在しているが、人は超低周波数領域では音圧レベルが騒音領域に比べてかなり大きくないと感じられないため、騒音や振動に比べて問題となることが少ない。

海外では、工場における作業環境、大型機械の周辺およびロケット内部等で超低周波音が問題となり、120dB を超えるような非常に大きな音圧レベルの超低周波音（20Hz 以下の音波）の長時間暴露による生理的・心理的影響等について研究が進められてきた。

一方我が国では、環境中の低周波音による苦情が発生し、100 Hz 程度までの低周波数域の可聴音も含めた低周波音の生理的・心理的影響、建具等への物的影響についても研究が進められている。

### b. 低周波音と超低周波音の周波数範囲

1973 年パリで行われた低周波音に関する国際会議において、超低周波音（Infrasound）の周波数範囲を 0.1～20Hz とする提案がなされた。これは、すでに規定されている可聴域よりも低い周波数である 20Hz 以下の音を評価するという考えに立っている。この案に対し、日本、西ドイツ等から 20Hz よりも高い周波数域（100Hz 位）まで上限を広げてはどうかなどの意見が出され、その後も討議がくり返された。1980 年のアールボルグ（デンマーク）で行われた低周波音の会議では 1～100Hz までを Low Frequency Noise としてとりあげている。

我が国では、可聴域以下の周波数域だけでなく可聴域の低域を含んだ 100Hz 以下程度の範囲を低周波音評価の対象としている。日本騒音制御工学会低周波音分科会では我が国の低周波音苦情の実情を考慮して、「低周波音測定方法の提案について」の中で低周波音の周波数範囲を 1/3 オクターブバンド中心周波数で 1～80Hz、超低周波音の範囲を 1～20Hz とすることを提案している。環境庁（現環境省）が 2000 年 10 月に策定した「低周波音の測定方法に関するマニュアル」でもこの範囲を測定対象としている。

G 特性音圧レベルは超低周波音の感覚閾値に基づいた 20Hz 以下の音の評価加重特性である。国際規格案 ISO/DP 7196 で G 1 特性として提案され、ISO/DIS 7196.2 で G 特性として再提案され、1995 年に ISO-7196 として規定された。

## c. 低周波音の苦情と実態

### c.1 低周波音苦情の分類

低周波音の苦情は人に関する苦情（心理的苦情、生理的苦情）と建物等に対する苦情（物的苦情）に大きく分けられる。それぞれの苦情内容は以下に示すとおりである。

- |           |                            |
|-----------|----------------------------|
| (1) 心理的苦情 | 気分のいらいら、胸や腹の圧迫感            |
| (2) 生理的苦情 | 頭痛、耳なり、吐き気、                |
| (3) 睡眠影響  |                            |
| (4) 物的苦情  | 家具、建具（戸、障子、窓ガラス等）の振動、置物の移動 |

このうち、人体に関する苦情は、低周波音との因果関係がはっきりしない場合も少なくない。物的苦情では、振動が原因であると思われていたものが、実は低周波音が原因であったという場合もある。

### c.2 低周波音苦情の発生状況

#### (1) 我が国における低周波音苦情の特徴

低周波音の苦情内容が海外では生理的・心理的苦情が大部分であるのに対して、我が国では物的苦情も相当数ある。苦情が発生する最低音圧レベルが海外より小さいことがあるが、その原因として我が国の家屋構造から低周波数域では人が感ずる音圧レベルよりも小さい音圧レベルで建具が振動する可能性があること等が考えられる。

#### (2) 苦情件数の変遷

我が国では1969年（昭和44年）頃から低周波音によると思われる苦情が発生している。環境白書に掲載された結果を整理し、地方自治体に寄せられた低周波音苦情件数の推移を図-c.2.1に示した。低周波音の苦情は1974年と1980年にピークがありその後減少し、1984年から1990年には苦情件数が25件前後とピーク時の五分の一以下になっていたが、その後やや増加している。

発生源別の苦情発生件数をみると、1984年以前は圧倒的に工場・事業場が多かったが、

ここ 10 年では工場・事業場からの苦情が減り、それ以外の発生源による苦情の比率が増加している。工場・事業場の大型機械から発生する低周波音については、発生メカニズム、対策方法の研究が進み、防止対策が施されてきている。建設作業や道路交通に関する苦情の割合はあまり変化していない。道路交通に関する苦情のほとんどは道路橋から発生する低周波音によるものであるが、低周波音低減のための研究が続けられており、床版の厚さの増加やジョイント部の改良等により効果が得られている。航空機に関する苦情は 1984 年以降は少なくなっている。航空機ではエンジンテストの際に低周波音が発生し一時間問題となったが、ノイズサプレッサの設置改善により効果が得られている。1990 年代の前半に、鉄道に関する苦情やその他の発生源による苦情の割合が増加した。鉄道による苦情は主として新幹線のトンネル進入時に発生する超低周波音（微気圧波）によるものである。新幹線トンネルから発生する低周波音の研究は、（財）鉄道総合研究所等で独自の研究が続けられており、トンネル抗口付近に緩衝工が設置されて効果が得られている。その他の発生源による苦情は近隣の店舗や施設などに設置された機器によるものである。

### (3) 平成 7 年度低周波音実態調査の概要

環境庁（現環境省）では、1995 年度に地方自治体に調査用紙を送付して低周波音の実態調査を実施し、61 件の回答を得た。回答のあった事例は 1982 年から 1996 年にわたるものであり、このうち苦情に係るものが 54 件、残りの 7 件は環境調査であった。地方自治体より回答の寄せられた低周波音実態調査から、苦情が発生しているものについて低周波音の発生源別苦情件数を図-c.2.2 に、苦情内容の割合を図-c.2.3 に示した。

これによると、発生区分別では工場・事業場が 25 件で最も多く、次いで鉄道の 13 件であった。工場・事業場からの低周波音苦情が最も多いのはこれまでと変わらないが、鉄道が 2 番目に多いのは新幹線のトンネル突入による低周波音苦情である。

次に苦情内容についてみると、心理的・生理的苦情が 42.6%と最も多く、物的苦情と心理的・生理的苦情の両方ある場合が 29.6%、物的苦情のみが 27.8%の順になっている。低周波音の問題が多く発生した 1970 年代は、物的苦情が低周波音苦情の半数以上を占めていた。しかし近年では工場機械等の低周波音対策が進み、それに代わって近隣の家屋や商店等の設備機器から発生する低周波音が問題となるケースも増えてきている。

### (4) 平成 12 年度低周波音全国状況測定調査の概要

平成 12 年 10 月に「低周波音の測定方法に関するマニュアル」を策定したことにより、統一的な方法で測定されたデータを収集できるようになった。そこで、低周波音の苦情が発生している地点、低周波音が発生しやすい施設付近等における低周波音の測定を全国の

43 の地方公共団体に委託した。その結果は、報告書にまとめられている。

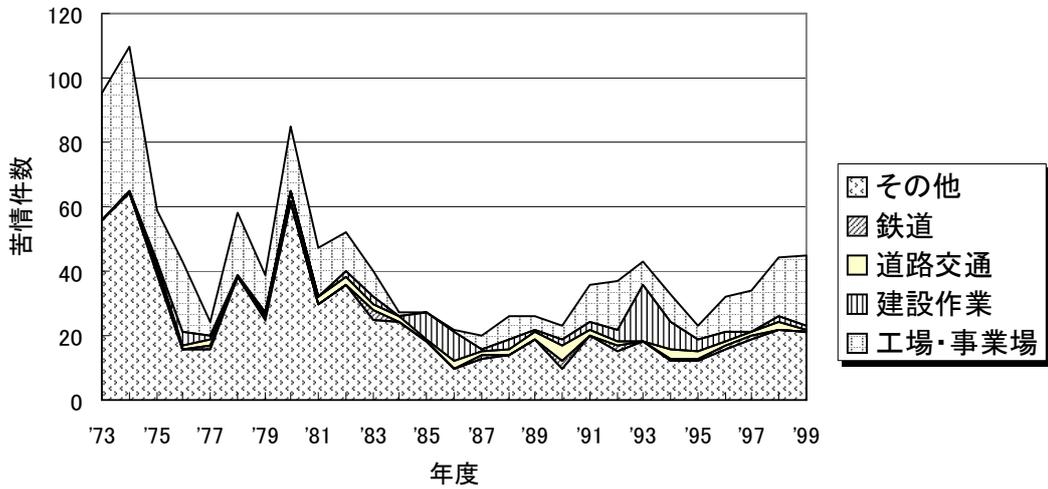


図-c.2.1 地方公共団体に委託した低周波音苦情件数の推移

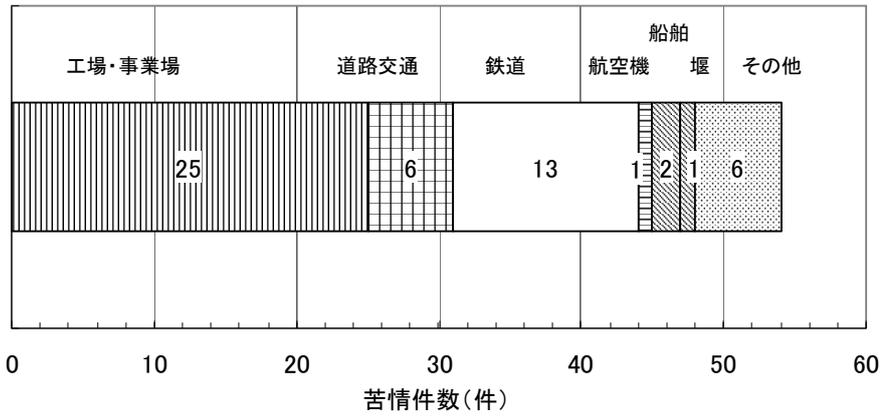


図-c.2.2 低周波音の発生源別苦情件数

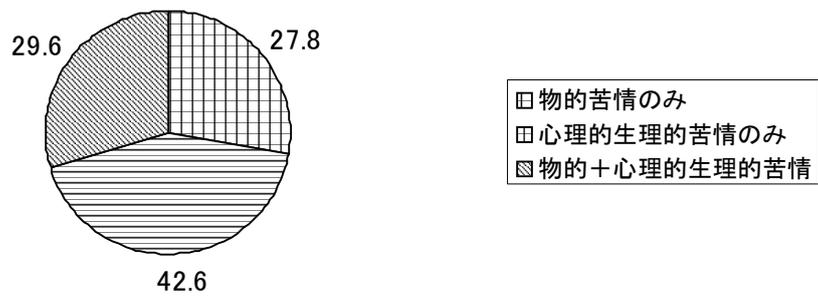


図-c.2.3 低周波音の苦情内容の割合

## d. 低周波音の影響

以下に低周波音の評価に参考となる資料をつける。これらについては、まだ確定したものではなく、国内外の研究データを参考資料として載せるものである。測定データをこれらの資料と比較し、総合的に判断し対策等に生かしていく必要がある。

### d.1 感覚閾値

低周波音の感覚閾値（低周波音を感じない最小音圧レベル）については多くの研究者によって検討がなされている。図-d.1 は様々な研究者によって得られた感覚閾値である<sup>1)</sup>。これらの閾値は実験方法や実験施設の違いによって 5～10dB 程度の違いがある。大部分の結果は可聴音の閾値（ISO-226（最小感覚閾値の部分については 1996 年に ISO389-7 に改訂されている）の延長線上にあり、周波数が低くなるに従い閾値は上昇している。数 Hz～50Hz 位を代表する傾斜はほぼ  $-12\text{dB/oct.}$  となっており、この傾斜が ISO-7196（超低周波音の心理的・生理的影響の評価特性）においても採用されている。

通常、音としては知覚されないとされる超低周波音については、ISO-7196 によると、平均的には、G 特性音圧レベルで 100dB を超えると超低周波音を感じ、概ね 90dB 以下では人間の知覚としては認識されないと記されている。G 特性の基になった超低周波音の感覚閾値は欧米の実験結果に基づいている。

これらの値は平均値であり、例えば中村らの実験結果によれば閾値には $\pm 5\sim 10\text{dB}$  程度の幅があり、山田らによれば、標準偏差の 2 倍である $\pm 10\text{dB}$  の範囲に大部分の人が入るとされている<sup>2)</sup>。

### d.2 心理的影響

#### (1) 超低周波音の心理的影響

超低周波音の心理的・生理的影響の評価特性として、ISO-7196 で G 特性が規定された。ISO-7196 では、G 特性音圧レベルで 100dB を超えると超低周波音を感じ、G 特性音圧レベルで 120dB を超えると非常に強く感じると記されている。

図-d.2.1 は等ラウドネス曲線と呼ばれるもので、音が同じ大きさに聞こえる音圧レベルをつなげたものである<sup>3)</sup>。これによると、超低周波領域では可聴領域に比べて線の間隔が狭くなっており、音圧レベルが少し変化しただけでも大きさの感じ方は大きく変化することがわかる。

## (2) 低周波音による圧迫感、振動感

低周波音の特有の心理的反応として「圧迫感、振動感」があることが、犬飼らによる低周波音の感覚的印象を表わす言葉についての多変量解析や、時田らによる低周波音の感覚実験により明らかになっている。

中村らが行った低周波音の感覚実験結果によれば、「圧迫感、振動感」は 40Hz 付近で特に強く感じられるとされている。Broner と Leventhall の実験結果からも中村らの実験結果と同様な傾向が得られている。図-d. 2. 2 は中村らの実験結果を示したもので、図中の「圧迫感、振動感」を感じる領域の下限が評価の参考となる<sup>4)</sup>。

### d. 3 生理的影響

超低周波音による生理的影響を及ぼさない限界値が Johnson により 0.2Hz ; 140dB と 20Hz ; 120dB を結ぶ直線で提案されている (図-d. 3)<sup>5)</sup>。

我が国で問題となっている低周波音の音圧レベルはほとんどの場合、最大でも 120dB で、Johnson の提案より 10~20dB 以上小さい範囲にある。

我が国における低周波音による生理的影響の研究は 120dB 以下の音圧レベル について行われているが、環境庁 (現環境省) の調査並びにその他の研究者による調査においても、はっきりとした低周波音による直接的な生理的影響は確認されていない。しかし、心理的影響の結果として生理的反応が発生する可能性は否定されていない。

### d. 4 睡眠影響

環境庁 (現環境省) では、睡眠中に低周波音を発生させて低周波音による睡眠への影響を調べた。図-d. 4 は低周波音の音圧レベルと周波数を変化させた場合の睡眠深度別の覚醒の割合を示したものである<sup>6)</sup>。これによると、浅い眠りの場合 10Hz で 100dB、20Hz で 95dB あたりから影響が現れ始めるという結果が得られている。

10Hz ; 100dB および 20Hz ; 95dB は G 特性音圧レベルに換算すると各々 100dB、104dB になり、G 特性音圧レベルで 100dB あたりから睡眠影響が現われはじめることになる。

#### d.5 物的影響

環境庁（現環境省）では、実験室において建具に低周波音を照射してしだいに音圧レベルを上昇させ、建具のがたつき始める音圧レベルを調べた<sup>7)</sup>。図-d.5 に実験結果を示す。低周波音による建具のがたつきに関する実験室実験結果によれば、建具は周波数が低いほど小さな音圧レベルでがたつきやすく、揺れやすい建具ではおよそ 5Hz で 70dB、10Hz で 73dB、20Hz で 80dB あたりからがたつき始めるという結果が得られており、図中の「建具のがたつき始める値」の下限ががたつき傾向の目安となる。

その後の調査事例によると実験室実験によって求めた「建具のがたつき始める値」の下限前後の音圧レベルから苦情が発生しており、この閾値が物的影響を評価するには概ね妥当なものであると考えられている。しかし、建具のがたつき始める最低音圧レベルは建具の種類・大きさ・設置条件・建具背後の部屋の大きさ・構造や戸や扉の開閉状況等によっても大きく異なるので注意が必要である。なお、窓を開けると一般的にはがたつきが止まることが多い。また連続音の場合に、ごくまれに 70dB 以下でがたつきが起こることもある。

衝撃性の低周波音では、変動の少ない低周波音に比べて数 dB～15dB 位大きい音圧レベルでないとがたつきが発生しないという結果もあるが、変動の少ない低周波音の実験室実験や実測調査に比べて調査事例が少なく、現状では十分な数のデータが得られていない。

#### d.6 その他

他にも、低周波音の影響・評価に関する調査研究結果が発表されている。その一例として、Inukai らによる実験室実験による居間、寝室等の許容限度の提案を図-d.6 に示す。

[参考文献]

- 1) 時田：低周波音の評価について、日本音響学会誌、Vol.41、No.11、pp.806～812、1985
- 2) Yamada, Watanabe, Kosaka, Negishi, Watanabe: Physiological Effects of Low Frequency Noise、  
Journal of Low Frequency Noise and Vibration、 vol.5, No.1, pp14～25、1986
- 3) L.S.Whittle, S.J.Collins and D.R.Robinson : The audibility of low frequency sound, Journal of  
Sound & Vibration, Vol.21,pp.431～448,(1972)
- 4) 昭和 55 年度 文部省科学研究費「環境科学」特別研究：超低周波音の生理・心理的影響に関する研究班報告書（1．低周波音に対する感覚と評価に関する基礎研究）
- 5) D.L.Johnson : Auditory and physiological effects of infrasound, Proceedings of Inter-noise75,  
pp.475～482, 1975
- 6) 山崎、時田：低周波音領域音波の睡眠に対する影響、日本音響学会講演論文集、 pp.423  
～424、1982.10
- 7) 昭和 52 年度低周波空気振動等実態調査（低周波空気振動の家屋に及ぼす影響の研究）  
環境庁委託業務結果報告書
- 8) Inukai, et al. : Unpleasantness and acceptable limits of low frequency sound、Proceedings of the  
9th International Meeting Low Frequency Noise and Vibration、 pp.47～51、2000

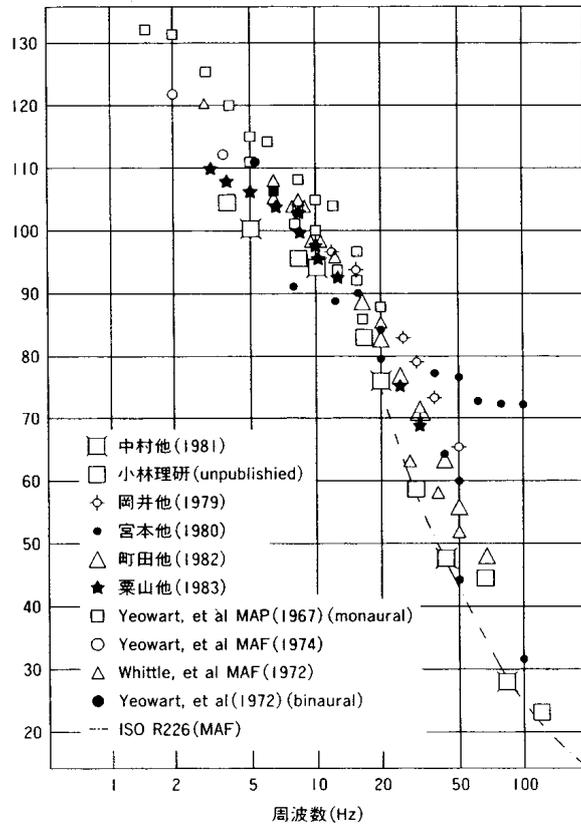


図-d.1 感覚、聴感閾値

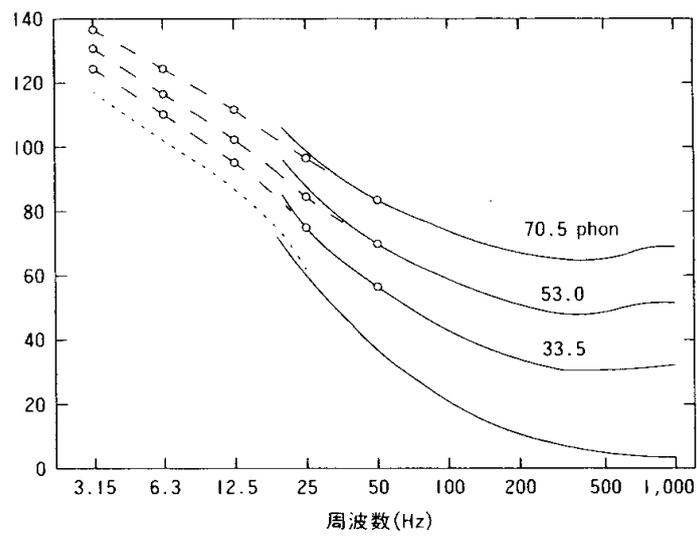


図-d.2.1 等ラウドネス曲線 (L. S. Whittle らの実験結果)

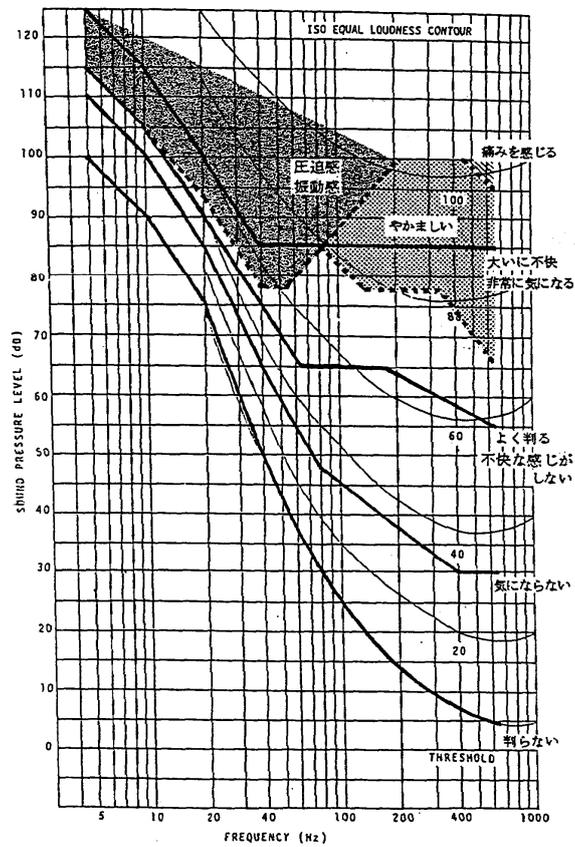


図-d.2.2 低周波音及び可聴音の不快さを感じる感覚  
(中村らの実験結果)

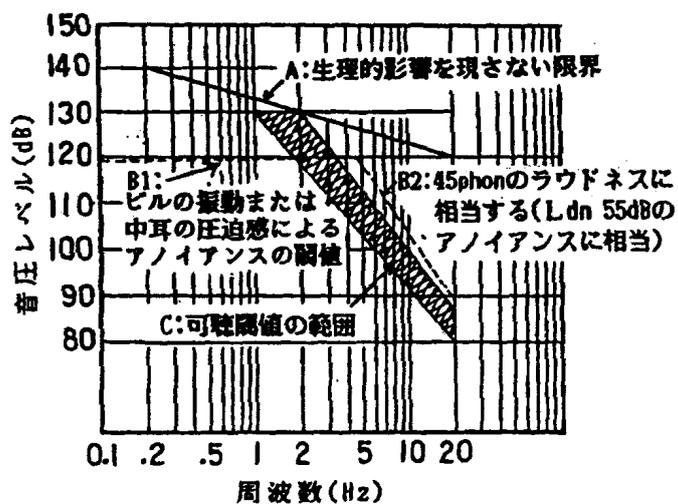


図-d.3 Johnson の提案基準

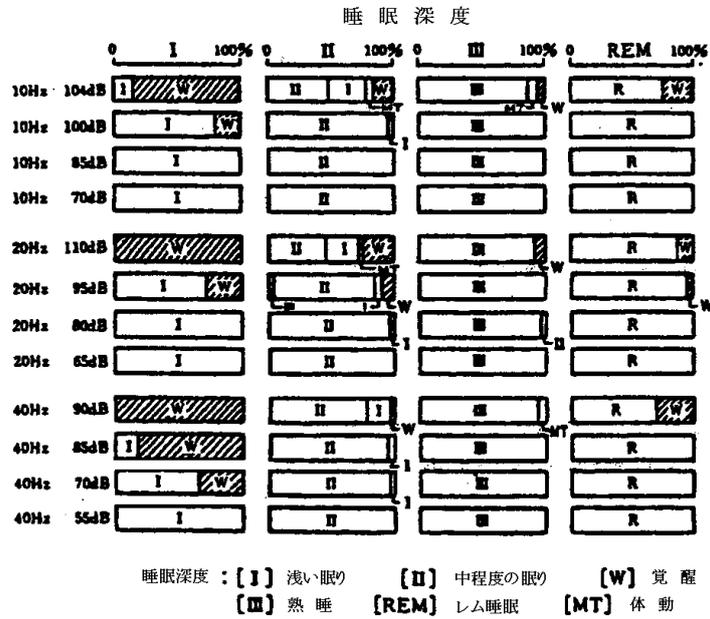


図-d.4 低周波音の睡眠への影響

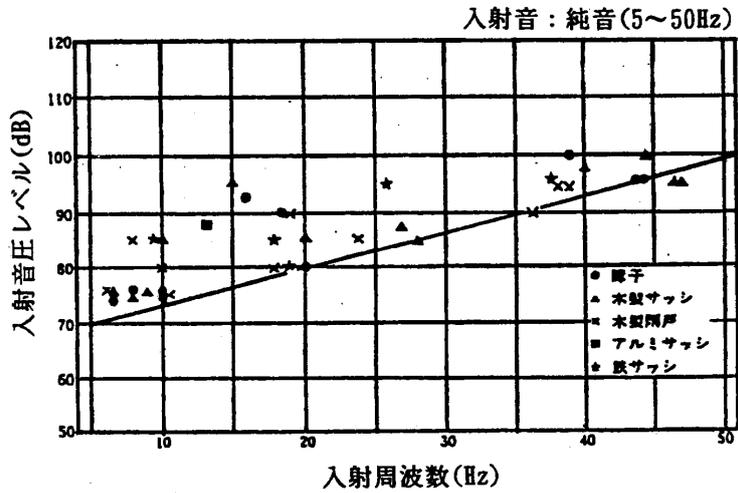
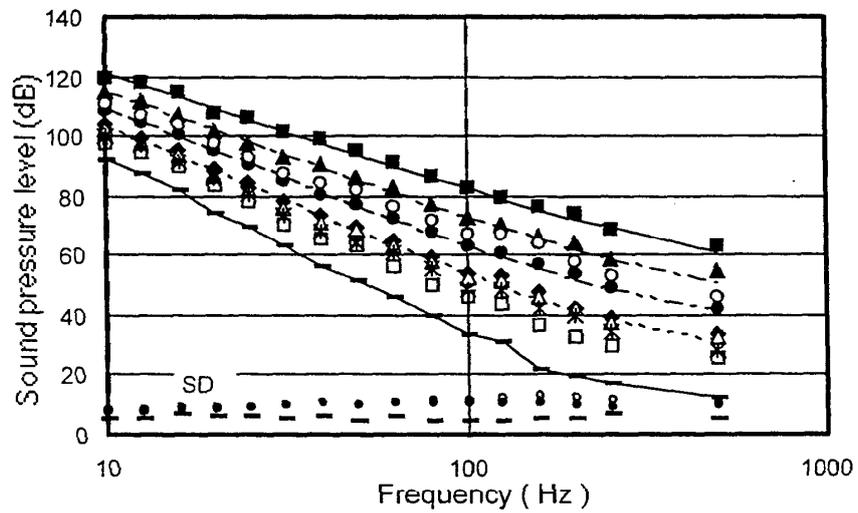


図-d.5 低周波音により建具ががたつきはじめる値



- mean unpleasantness 5
- mean unpleasantness 3
- ▲ mean unpleasantness 4
- ◆ mean unpleasantness 2
- estimated unpleasantness 5
- - - estimated unpleasantness 4
- · - · - estimated unpleasantness 3
- · - · - estimated unpleasantness 2
- acceptable limit in industry
- △ acceptable limit in office
- ✱ acceptable limit in living room
- acceptable limit in bed room
- threshold
- SD, acceptable limit
- SD, threshold

SD: 標準偏差

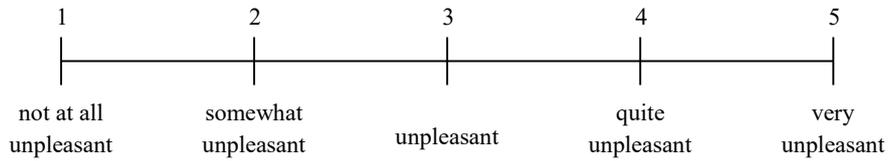


図-d.6 不快度等感レベル及び居間等における許容限界音圧レベル

## e. 外国の推奨基準等

諸外国で低周波音に関する推奨基準が制定されている。それらの一部を紹介する。

### e.1 スウェーデンの推奨基準 (31.5Hz～200Hz)

SOSFS 1996: 7E, General Guidelines issued by the Swedish National Board of Health and Welfare, Indoor Noise and High Sound-Levels.

この中で、室内の低周波音のアセスメントのための推奨レベル（等価音圧レベル）が示されている（表-e.1）。

表-e.1 Recommendations for assessment of low-frequency, equivalent noise as an indoor sanitary nuisance

1/3 オクターブバンド Hz	等価音圧レベル dB
31.5	56
40	49
50	43
63	41.5
80	40
100	38
125	36
160	34
200	32

## e.2 ドイツの規格

DIN 45680: Deutsche Norm, 1997.3, Messung und Bewertung tieffrequenter Geräuschimmissionen in der Naachbarschaft. (Measurement and assessment of low-frequency noise immissions in the neighbourhood.)

(1) レベルの大きい部屋で、室内で壁から 0.5m 以上離れて、日常生活をしている場所でレベルが最大のところ

第1ステップ; C特性音圧レベルとA特性音圧レベルの差が 20dB 以上の場合に、低周波音成分が多いと(低周波音)と考える。

第2ステップ; 1/3 オクターブ分析を行う。音源の稼働時間を考慮して換算した等価レベルを求める。昼間は 16 時間を基準長にし、夜間 (22:00~6:00) は 1 時間を基準時間長にする。

第3ステップ; 1/3 オクターブバンドレベルの値を両側のバンドレベルの値と比較し、5dB より大きければ卓越した純音成分があると考え、表-e. 2. 1 の低周波音の感覚閾値と比較する。

表-e. 2. 1 ドイツの規格の最小感覚閾値

周波数 Hz	レベル dB
(8)	(103)
10	95
12.5	87
16	79
20	71
25	63
31.5	55.5
40	48
50	40.5
63	33.5
80	28
(100)	(23.5)

また、規制基準ではなく付属書ガイドラインとして、商工業施設に対する以下の基準がある。

- ① 純音成分がある場合は、等価レベルの各バンドレベルは、最小感覚閾値と比較して表-e. 2. 2 に示す値を超えてはならない。

また、各バンドのレベルが変動する場合は、そのバンドの最大レベルでは、最小感覚閾値と比較して、表-e. 2. 3 示す値を超えてはならない。

表-e. 2. 2 純音成分がある場合

	8Hz	10~63Hz	80Hz	100Hz
昼間	5	5	10	15
夜間	0	0	5	10

単位：dB

表-e. 2. 3 各バンドの最大レベルとの比較

	8Hz	10~63Hz	80Hz	100Hz
昼間	5	5	10	15
夜間	0	0	5	10

単位：dB

- ② 純音成分がないと判定された場合は、閾値曲線との比較は行わず、A 特性を参考に考える。1/3 オクターブ分析結果の各バンドの値を A 特性の補正を行い加算する。ただし、閾値以下のレベルは加算しない。加算されたレベルは表-e. 2. 4 以下のレベルでなければならない。

表-e. 2. 4 A 特性を参考にする場合

	等価レベル dB	最大レベル dB
昼間	35	45
夜間	25	35

ただし以上のガイドラインは発破によって発生する低周波音には適用しない。

[参考文献]

- ・ (社) 日本騒音制御工学会：環境庁委託業務結果報告書低周波音影響評価調査（資料編）、1998.3
- ・ (社) 日本騒音制御工学会編：騒音制御ハンドブック [基礎編] [応用編]、技報堂出版、pp.419~422、2001.4

この冊子は、コピー・再配布自由です。