

## 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）
- ・ 風車
- ・ 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えておく必要がある。

### (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
シェイクアウトマシン					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 2台のふるいの唸り	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					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			ドッドツと 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	柳原他	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