

低周波音による建具の

「がたつき騒音」とその評価について*

住友 聡 一**

1. はじめに

低周波音が一般公害問題として論議されるようになったのは比較的新しい。しかし、物理的現象としての低周波音は古くから知られており、その存在は広い範囲に及んでいる。

低周波音の発生源は、交通機関、大型機械、道路橋、あるいは自然環境などに広く分布しており、その実態調査結果もいくつか報告されている^{1)~6)}。環境庁の低周波音に関する実態調査によれば、苦情として訴えの多かったのは、戸障子のゆれ、がたつきなどである⁷⁾。それは、がたつき現象が低音レベルの低周波音であっても発生するため発生頻度が多いという事と、それに伴うがたつき騒音が、原因不明の騒音源として心理的な不快感を与えるためである。

低周波音による影響を評価するために、主に、人体影響（生理的、心理的）の面から多くの研究が行なわれている^{8)~12)}。しかし、低周波音に関する評価方法は未だ定まらず、多くの問題が残されているのが現状である。

本報は、低周波音評価の一手段として、建具などのがたつき現象に注目し、既報の資料およびわれわれの過去の調査結果について総括したものである。

2. 建具のがたつき現象について

建具のがたつきは、建具と枠に隙間がある所へ空気振動が加わる事により発生する。この発生状況は、建具それぞれの固有振動数、低周波音の強さ、および周波数により左右される。また、この現象は、すべて家屋内での現象であるため、建物の遮音性、構造などの違いにより、低周波音の発生源が同じであってもがたつきの発生状況は異なってくる。特に発生源の周波数成分と、部屋の容積、開口面積の関係が丁度共鳴系を構成する場合には、大きな音圧上昇をみる事がある¹³⁾。

落合などは¹⁴⁾、一般に使用されている建具を用いて、がたつきを発生させる低周波音の音圧レベルを求める実

験を行なった。その結果、建具のがたつきは低周波音の周波数が高くなるにつれて発生し難くなり、5~20 Hz が最も発生し易いという傾向を示した。これは、一般的な建具の持つ固有振動数が5~20 Hzにあるという事にも関係していると思われる。がたつきの始まるレベルは、建具によっても異なるが、たとえば障子では5~10 Hzで約75 dB、20 Hzでは約80 dBで始まっている。われわれの調査では⁶⁾、屋内での音圧約70 dB (16 Hz)でガラス障子のガラスがびりびり振動するのを経験した。また、音圧が70 dB以下であってもガラス窓の微かな振動がみられた例もある。これらの結果は前述の実験値とも近似しており、すなわち、20 Hz以下の低周波音の場合は、80 dB以下の音圧であっても建具のがたつきが発生するといえる。さらに、多くの条件下での調査事例を重ねる事により、がたつき発生が始まるレベル（周波数特性をもった閾レベル）を設定する事も可能となろう。

3. 低周波音に対する建物の遮音性

一般に、建物の遮音性は高い周波数域では良く、周波数が低くなるに従い悪くなる。通常の騒音、たとえば道路騒音の場合、主な周波数帯は0.1~2 KHzにあるが、家屋の屋内、屋外の騒音レベルは、窓、戸を開けておいても5~15 dB(A) 屋内の方が低い。窓、戸全閉の場合は、建具にもよるが、さらに建具の遮音が加わるため、外部より20~30 dB(A) 低くなる事がある。

低周波音の場合は、単に屋外レベルと屋内レベルの差をみるだけでは不十分な場合がある。それは、主に100 Hz以上を対象とする騒音とは異なり、波長が長い為、部屋の構造とか気密度によっては共鳴器の効果、あるいは定在波の効果も考慮する必要があるからである¹⁵⁾。

図1、2は、低周波音発生源近傍の民家で測定した窓、戸全閉時の家屋内、外の音圧レベルである。図1は、発生源がアルミ製錬用パーナーで発生源から約50 m離れた所である。中心周波数12.5 Hzまでは屋内、屋外のレ

* "Rattling Noise" caused by Low Frequency Noise and its Assessment.

** Satokazu SUMITOMO (兵庫県公害研究所) Environmental Science Institute of Hyogo Prefecture.

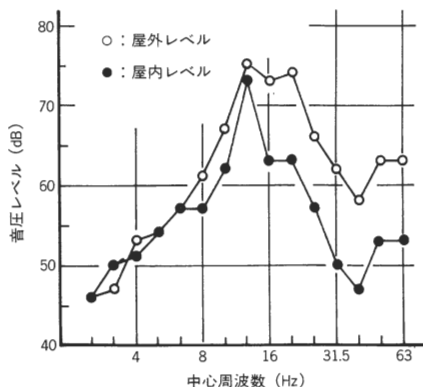


図1 民家屋内レベルと屋外レベル（住友未発表資料）

発生源：アルミ製錬用パーナー，距離：発生源から約50 m

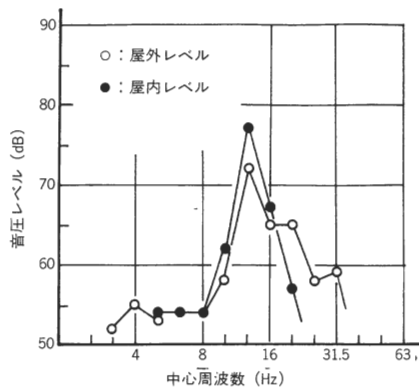


図3 民家屋内レベルと屋外レベル（住友資料⁹⁾）

発生源：ベルトコンベア，距離：発生源から約80 m

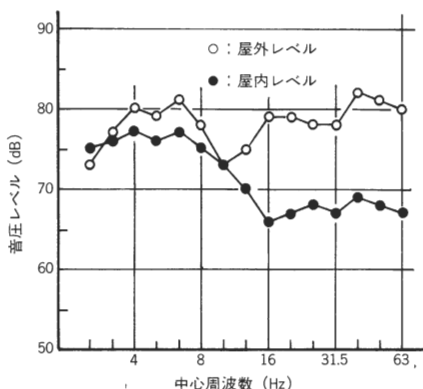


図2 民家屋内レベルと屋外レベル（住友未発表資料）

発生源：新幹線高架部走行中，距離：高架から約80 m

ベルにはほとんど差はない。16 Hz 以上では、5～15 dB 屋内が屋外より低かった。図2は、新幹線の高架部を列車が走行中における同条件での音圧レベルで、高架から約80 m離れた所である。これも図1と同じく、16 Hz 以下ではほとんどレベル差を生じなかった。この2例については、前で述べた共鳴とか、定在波による効果は考えられず、家屋の遮音量を示している。すなわち、約20 Hz以下の低周波音では、家屋などの遮音効果はほとんどない事がわかる。

また、図3は、鉄筋コンクリートのマンションにおいて、ベランダと屋内で測定した結果である。発生源は土石運搬用ベルトコンベアで、約80 m離れている。ベランダに通じるアルミサッシ戸を片開きにした状況での内、外のレベルである。その結果、20 Hzにおいて屋内の方が約5 dB 屋外より高くなった。これは測定点が少

ないため、断定はできないが、共鳴による音圧上昇が考えられる。このような場合には、音圧が増加するので当然がたつき現象は発生し易くなる。

4. がたつき騒音の大きさ

がたつき騒音の大きさは、落合などの実験¹⁴⁾によれば、低周波音の音圧レベルに比例する。しかし、低周波音の音圧レベルに比べると、騒音はそれほど大きくはなく、雨戸の例でも、100 dBの低周波音の場合、がたつき騒音の大きさは1 mの所で50～60 dB(A)である。

われわれが実際に測定した例では、屋内音圧レベルで70～73 dB (20 Hz)の低周波音がある時、ガラス戸のガラスが振動しており、約50 cm離れた所で騒音レベル約40 dB(A)であった。また、他の騒音が大きいため、がたつきだけの騒音レベルは測定できないが、耳を近づけると十分識別できる事例もあった。

これらの例でみると、がたつき騒音の大きさは、通常の騒音に対して定められている規制値などに比べると、低い値である。

5. がたつき騒音の評価

がたつき騒音の大きさは、前にも述べたように大きくはない。しかし、がたつき現象の発生が夜間、早朝のような静穏な時にあれば、十分聞きとれる値である。また、がたつき現象が発生している時には、がたつき騒音のほかに発生原因となる低周波音が存在する。すなわち、がたつき現象による苦情の多くは、がたつき騒音とそこに存在する低周波音による複合作用の結果といえる。

がたつき現象は、人間が知覚できない低音圧レベルの低周波音であっても発生する。図4は、岡井ら⁹⁾により求められた健常者と敏感者の低周波音に対する感覚閾値

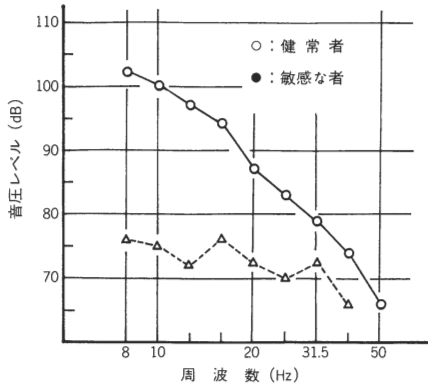


図4 低周波音に対する健常者、敏感者の感覚閾値 (岡井資料⁹⁾)

曲線である。これによれば、健常者の感覚閾値は、10 Hzで約100 dB、20 Hzで85～90 dBである。他にも若干の報告例^{8,9)}もあるが、それらの中には大きな差はない。一方、がたつき現象は既に述べた様に5～20 Hzが最も発生しやすく、音圧レベルでみると約70 dBから発生する事がある。すなわち5～20 Hzでは人間の感覚閾値以下で発生する事になる。

がたつき騒音は、低周波音以外（風、振動）によっても発生する事があるが、ここでは低周波音に限定して考えると、その低周波音が知覚されれば大部分の人ががたつき騒音と低周波音に対して不快感を持つであろう。一方、その低周波音が感覚閾値以下の場合には、低周波音が知覚されないため、感覚としてはがたつき騒音だけの問題として意識される。これは通常の騒音に対する感覚とは事情を異にする。

通常の騒音の場合、われわれはその音を評価する手段として騒音計を用いて行なっている。これは、耳の聴感特性を考慮した音の大きさ（loudness）を基にして考えられているが、その音に対する印象とは必ずしも一致しない。それは、その音に対する印象が音の物理的特性だけではなく、①騒音の発生時間帯、②受音者の状況、③発生源と受音者の関係、などにより一定しないからである。

がたつき騒音の場合もこれと同じ事がいえ、騒音レベルとしては小さいにもかかわらず不快音となる原因となっている。ただ、がたつき騒音の場合は、これらのほかに発生源が知覚できないという不安感がある。この不安感は、がたつき騒音に対する印象を決定づけており、この要因によって左右されるがたつき騒音は、通常の騒音とは明らかに異なっている。このような騒音の評価として annoyance という言葉がある。

「騒音の評価法」¹⁵⁾によれば、annoyance とは騒音の

聴覚的不快感と、非聴覚的不快感を包含した総合的な不快感と定義している。すなわち、非聴覚的要因の大きいがたつき騒音は、annoyance による評価が必要になる。しかし、annoyance に関する評価は難しく、現在これに関する系統的な尺度は定められていない。

このような現況であるが、仮にがたつき騒音発生による苦情発生率の増減を指標とし、がたつき騒音発生現象を評価するとすれば、次のような条件を検討する事によって評価あるいは規制の基準設定も可能になると考えられる。

- ①がたつきの定義（例えば振動体の加速度レベル）を決定し、がたつき発生時の閾レベルを設定する。
- ②時間帯別に①に基づいた許容音圧レベルを設定する。
- ③許容音圧レベルは屋外、屋内それぞれ設定する。
- ④がたつき現象の許容範囲を設定する。この場合には、がたつき防止装置の使用も考慮する。

6. まとめ

現在、低周波音問題は、その評価に関し多くの未解明な部分が残されている。本報では、低周波音から派生するがたつき現象に着目し、発生機構からその評価について資料を総括した。

- 1) 低周波音による建具のがたつき現象は、周波数にもよるが、人間の感覚閾値以下の低音圧レベルでも発生する。
- 2) 一般家屋の低周波音に対する遮音性は20 Hz以下ではほとんど無く、場合によっては共鳴系を構成し、音圧上昇をみる事もある。
- 3) がたつき騒音は、騒音レベルとしては小さいが、その不快さは、発生状況を考えて annoyance である。

低周波音に関する今後の問題として、交通量の多い幹線自動車道とか、騒音、振動が問題になっている所では、もし低周波音が存在したとしても、現在は騒音などにマスクされている。この場合は、騒音問題が解決した後、改めて低周波音が持ち上がってくる事も考えられ、両者の複合影響について早急な検討が必要である。

一引用文献一

- 1) 時田保夫、入江昭男、清水和男、大熊恒靖：日本音響学会講演論文集、p. 327—328, 1972.
- 2) 宮本俊二、未岡伸一、上原幸雄：東京都公害研究所年報、p. 193—202, 1980.
- 3) 鶴飼義雄、鈴木昭次：日本騒音制御工学会講演論文集、p. 135—138, 1978.
- 4) 金沢純一、時田保夫、金安公造、成田信之：日本音響学会講演論文集、pp. 179—180, 1976.

- 5) 小見茂光, 落合博明, 山下充康: 日本音響学会講演論文集, p. 407—408, 1979.
- 6) 住友聰一, 北村弘行: 兵庫県公害研究所研究報告, Vol. 12, p. 38—43, 1980.
- 7) 小林理学研究所: 低周波空気振動実態調査報告書 (環境庁委託調査), p. 186, 1977.
- 8) D. L. Johnson: Inter-noise 75 Proceedings, p. 475—482, 1975.
- 9) 岡井 治, 齊藤正男, 多気昌生, 望月篤子, 西脇仁一, 森 卓支, 藤尾 昇: 日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集, p. 129—130, 1978.
- 10) 文谷耕一, 雨宮利彦, 山田伸志: 日本騒音制御工学会技術発表会講演論文集, p. 229—232, 1979.
- 11) 武田真太郎: 環境技術, Vol. 8, No. 1, p. 48—54, 1979.
- 12) 中村俊一, 時田保夫: 日本音響学会講演論文集, p. 371—372, 1981.
- 13) 環境庁大気保全局: 昭和52年度低周波空気振動等実態調査報告書 (低周波空気振動の家屋等に及ぼす影響の研究), p. 54, 1978.
- 14) 落合博明, 小見茂光, 山下充康: 騒音制御, Vol. 4, No. 4, p. 33—36, 1980.
- 15) 日本建築学会編: 騒音の評価法, 彰国社, p. 301, 1980.