

B

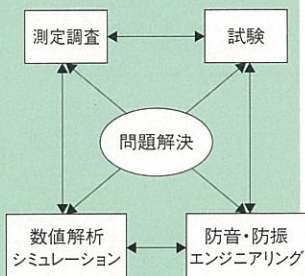
騒音・振動の評価技術

世の中は機械化・省力化、スピード化、情報化され、ずいぶん便利になったが、その結果、街は喧騒の渦にさらされている。いっぽう人々はより快適な生活環境を望んでおり、騒音・振動環境に対しても要求が厳しくなっている。

ここでは、騒音・振動の評価を試みようと考えておられる方を念頭に、騒音・振動の低減に携わる技術者の立場から、騒音・振動を評価し問題解決するための手法、最近の技術動向、当社での実施事例について紹介する。

B-1

騒音・振動評価のアプローチ



第1図
騒音・振動評価の
アプローチ手法

騒音・振動が大きいのでなんとかしなければならぬ、あるいは騒音・振動が問題化する可能性が懸念される場合、問題解決のためのアプローチとしていくつかの手法がある。

一般的には第1図に示すような要素技術を有機的に組み合わせて対処する。

測定調査では、現況および原因となる現象の把握、また多数の音源・振動源が複合している場合には寄与度を推定することを目的に、計測器を用いて定量的なデータを収集し、分析・整理・比較検討する。

現場計測では、機械的にやみくもにデータを収集するのではなく、耳をそばだて手の感覚や体感など五感をフルに活動させて、ストーリーを組み立てながら計測を進める。これを怠ると、大量データの分析・整理に時間と手間がかかるばかりか、あるいは逆に肝心のデータが抜けていて再調査に何度も現場に出向かなければならないということになりかねない。

現象を推測する場合に、数値解析さえすれば原因がおのずから明らかになると誤解されがちであ

るが、必ずしもそうではない。数値解析は組み立てた数値モデルが現象を再現できるかどうか、つまり推測が妥当であるかどうかを確かめるための補助手段であり、現象の本質を見極めてモデルを組み立て、評価する技術経験とセンスが必要となる。

いっぽう、モデル化が妥当であれば対策を検討するときに数値解析シミュレーションは有効な手法である。諸元を変更したり、対策を織り込んで改善効果を定量的にシミュレートすることが可能になる。実際に物を作って実験するよりも時間と労力が節約でき、数多くのケースを試行して見ることができるとは大きい。しかしながら対策実行に失敗が許されない場合には、適用に先立って確認試験を試してみることが多い。

また、特性の明らかでない新しい材料を使用するような場合には、あらかじめ吸音率、遮音性能、振動減衰性能などを求める音響・振動特性試験が必要となる場合があり、これらを総合的に組み合わせる必要がある。

B-2

最近の騒音・振動の計測・対策技術

いくつかを紹介するが、詳細はそれぞれの参考資料、専門書を参照していただきたい。

等価騒音レベル

等価騒音レベル(L_{Aeq})を騒音の評価指標として用いるのが世界的なすう勢になってきている。わが国での1983年のJIS Z 8731『騒音レベル測定方法』改定時に、従来の時間率騒音レベルに加えて等価騒音レベルが導入され、これを直接読み取ることで積分型騒音計も普及してきている。

等価騒音レベルは変動する騒音のレベルを一定時間の範囲内で、これと等しいエネルギーをもつ

定常騒音の騒音レベルで表現するものと説明され、時間率騒音レベルと比べて物理的意味が分かりやすく、聴感との対応も良いと言われている¹⁾。しかし、わが国では変動する環境騒音の評価に対して、環境基準では中央値(L_{50})、騒音規制法による規制基準では90%レンジの上端値(L_5)を測定する方法が定着しており、等価騒音レベルが浸透するにはいたっていない。評価時間など測定方法、基準値の設定など評価方法にいくつかの課題を残している²⁾が、環境基準の見直し作業が進められるなど大きな流れは等価騒音レベルに向かっており、今後の動向を注視しておく必要がある。

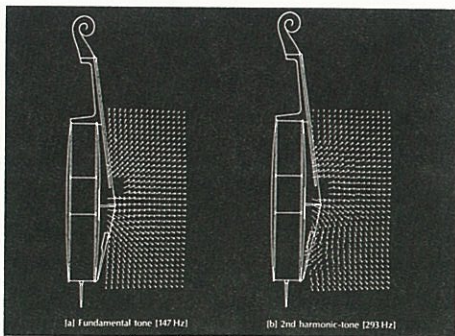
1) 橋 秀樹：騒音制御，
Vol.20(1996)No.2, p.78

2) 沖山文敏：騒音制御，
Vol.21(1997)No.2, p.82

音・振動の可視化

音の世界を画像として視覚的に表すことができれば、現象を直観的に把握するのに極めて有効である。計測技術やデジタル信号処理技術の飛躍的発展にともなって、音響インテンシティ法、音響ホログラフィ法などいろいろの可視化技術が研究開発され、音源探索や騒音低減の一助として活用されている。

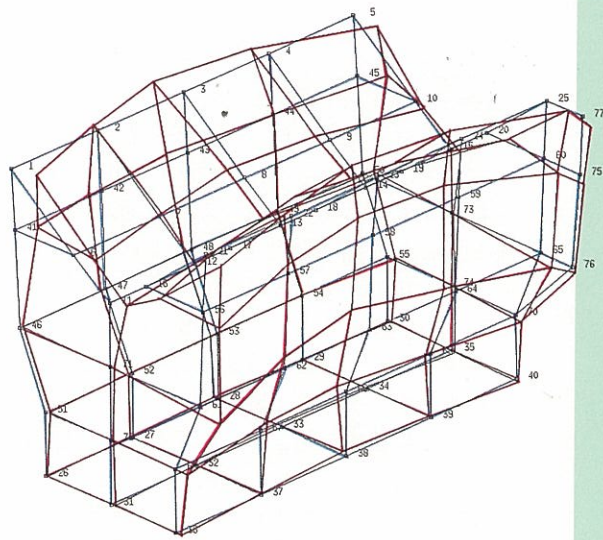
第2図は音響インテンシティ法の初期の研究例としてしばしば目にするもので、音のエネルギーの流れでチェロの音響放射特性を示した図³⁾である。



第2図 音響インテンシティ法の例

振動の可視化の例として、実験モーダル解析技術がある。これは機械や構造物に対しての加振力と応答振動の伝達関数測定データから固有振動数における振動の様子を解析してアニメーションで表すもので、振動特性の評価や振動対策検討の有力な手段となっている。ある機器に対して当社で実施して得られたモード図の例を第3図に示す。

実験計測技術としての可視化とは別に、コンピュータによる数値計算結果を視覚に訴えるように提示するものも、また効果的な可視化技術であ



第3図 実験モーダル解析によるモード図の例

る。工場などの騒音分布の予測計算結果を騒音レベルの等高線の形で表す騒音コンターもこの一例である。

アクティブコントロール

アクティブコントロールは騒音や振動の波と波形が同じで逆位相の信号を作り、元の騒音や振動を加えることによって騒音・振動を低減する技術で、従来の受動的な防音・防振技術に対して能動制御技術と呼ばれる。

古くは船舶のローリング(横揺れ振動)への適用がすでに19世紀末に試みられ、アクティブ消音の特許が1930年代に出願されている⁴⁾。1980年代に入り、制御理論とデジタル信号処理技術の急速な進歩とともに研究開発が進展し、今日では騒音分野で空調ダクト騒音用アクティブ消音器に始まり、アクティブ・イヤプロテクター、自動車室内こもり音低減などで実用化され⁵⁾、振動分野では精密機器の微振動制御、自動車のアクティブサスペンション、高層ビルの制振などに適用されている⁶⁾。

3) 橋 秀樹ほか：日本音響学会誌，Vol.46(1990) No.10, p.864

4) 城戸健一：騒音制御，Vol.15(1991)No.6, p.299

5) 西村正治：騒音制御，Vol.20(1996)No.6, p.339

6) 背戸一登：騒音制御，Vol.15(1991)No.6, p.282

騒音・振動の評価の例

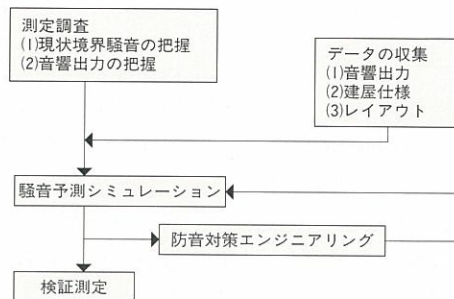
当社で実施してきた騒音・振動評価事例のいくつかを紹介する。

プラント騒音の予測と対策

既設プラント内の新しい設備の増設に際して、敷地境界で騒音規制値を守るための予測・対策検討を行った例を紹介する。

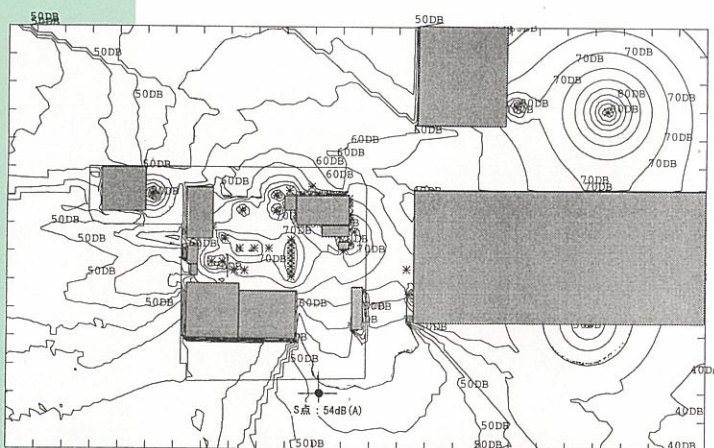
評価・検討は第4図に示すように、次の手順に従った。

①現状の境界周辺騒音と主要音源機器の音響出力



第4図 騒音予測・対策検討の手順

- (パワーレベル)を測定する。
- ②①の測定データに基づいて騒音シミュレーションを行い、実測値と比較・微調整して現状の寄与度を把握する。
 - ③類似機器の測定、あるいは機器メーカー提示データから新設設備の音響出力を推定する。
 - ④音響出力、建屋仕様、レイアウトなど新設設備のデータを加えて騒音予測シミュレーションを行い、境界騒音レベルを予測する。
 - ⑤予測値が目標値を超えている場合、寄与度の大きな音源から順に減音量と対策方法を検討する。
 - ⑥工事の施工性、コスト、対策後の利便性などを勘案した対策を織り込んで④～⑤を目標値達成まで繰り返す。
 - ⑦対策工事後、測定して効果を確認する。



第5図 騒音予測シミュレーションの例

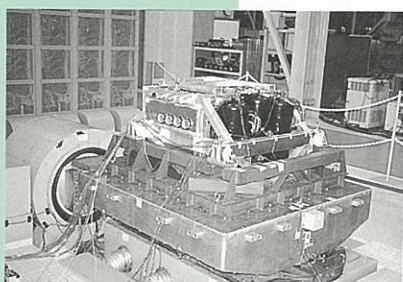


写真1 大型車載機器の振動試験

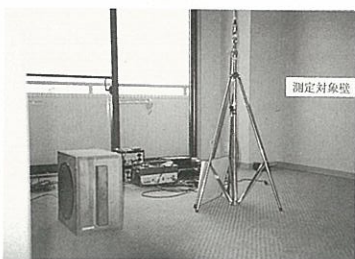


写真2 マンション隔壁の遮音性能試験

対象プラントに対して、以上の評価を実施した時の騒音コンターの一例を第5図に示す。この案件の場合、敷地境界において規制値である55dB(A)を厳守する必要があったが、既設設備のみで規制値ぎりぎりの状況であり、増設設備を加えて規制値を満足することは至難と思われた。そこで計画段階から増設設備はもとより既設設備に対しても、寄与度を明らかにし減音対策を検討して、既設+増設で規制値を満足するように、総合的に

計画・検討してシミュレーションを繰り返した。その結果、完成後検査では境界騒音測定値は予測値と±1dB程度の誤差内に収まっていることが確認され、また規制値満足の目標を達成できて騒音トラブルを未然に防ぐことができた。

騒音予測はプラント・工場を始め建設・土木工事、都市再開発、道路の拡幅・新增設など騒音問題のいろいろの場面で活用される。

大型車載機器の振動試験

高速鉄道車両に搭載する大型機器の振動下での機能確認、耐振・耐久性検証のために振動試験を行った一例を示す。

振動試験⁸⁾は写真1に示すように、大型振動試験設備(加振力63.7kN)を用い、JIS規格に基づいて行った。その結果、機器の損傷などの異常はまったく観測されず、機能も正常で問題のないことが確認された。

振動試験は地震や過酷な輸送に対する健全性確認のために実施されることも多い。

マンション隔壁の遮音性能試験

完成直後の新築マンションで隣戸の話し声が聞こえるとの苦情に対して、現状確認のための遮音性能試験を行った例を紹介する。

写真2に示すように、スピーカーを現地に持ち込み、JIS規格に準拠して室内音圧レベル差を測定した。その結果、人の声の支配的な周波数帯域である200~500Hzで遮音が不十分であることが判明した。調べてみると、コンクリート壁の上に張られたボードの機械的共振による遮音不良が原因であることが分かり、ボード除去工事が困難なため、ボードを張り増す追加改良工事が行われた。工事後、再試験した結果、問題の周波数帯域で遮音性能が10dB改善されたことが確認され、苦情問題は解決した。

マンションだけでなく戸建て住宅や事務所・工場などの建築物で遮音不足や固体音が問題となることもあり、また2階建て以上の建築物では、上階からの床衝撃音が苦情の対象となることもある。

騒音・振動の評価技術と実施例について紹介した。まとまりのない文章になってしまったが、少しでもお役に立つことがあれば望外の幸せである。

[尼崎事業所 振音流動技術室 増田輝男]