

騒音コンタープログラムの開発

真藤 利孝 吉田 克雄
三宅 哲生 縄岡 好人
宝来 貞潔

Development of Noise Contour Program

Toshitaka Shindo Katsuo Yoshida
Tetsuo Miyake Yoshihito Nawaoka
Sadakiyo Hohrai

Abstract

The noise contour program recently developed by the authors automatically draws a noise contour plan which is important for assessing noisy environments, and is a simulation program for estimating how many kinds of noise sources affect their surroundings. As a result of this development, noise contour plans can be very easily obtained, and manpower for noise environment assessments is reduced on a large scale by using the program. This report gives an outline of the program and describes some examples of its application.

概 要

この度、開発した騒音コンタープログラムは、騒音環境アセスメントを行なう上で重要な騒音コンター図を自動作成するもので、多くの種類の騒音源を対象に、それらが、近隣周辺へどのような影響を及ぼすかを予測する、シミュレーションプログラムである。当プログラムの開発により、極めて簡単に騒音コンター図が得られることになり、騒音環境アセスメント上での大きな省力化が得られている。この報告は、当プログラムの概要と適用例を示したものである。

1. まえがき

最近、環境アセスメントに対する社会的関心が高まりつつあり、騒音環境についてもアセスメントを行なう場合が増加している。

当社では、以前より騒音環境アセスメントに取り組んでおり、先に、工場騒音を主な対象とした騒音の防止対策システム“サイレンス”¹⁾を開発した。

今回、開発したプログラムは、騒音環境アセスメントを行なう上で、欠くことのできない騒音コンター図をプロッターにより自動作成するものであり、工場騒音に限らず、工事騒音、交通騒音等、各種の騒音源を対象に、これらの騒音源が、近隣周辺へどのような影響を及ぼすかを予測するシミュレーションプログラムで汎用性を持たせた騒音コンタープログラムである。

2. プログラムの概要

当プログラムは、各種の騒音源に対処できるよう、汎用性を重視し、入力 of 簡略化を計り、開発した。

又、騒音源の近隣周辺への騒音レベル計算も、直接音、反射音、回折音を考慮した。

2.1. プログラムの構成

当プログラムは、大きく分けると二つの実行部分から成っている。第1ステップでは入力データから、配置図作成、騒音レベル計算、計算結果の出力、コンタープログラム用のデータ発生を行ない、第2ステップでコンター図を作成するものである。なお、コンター図作成のプログラムは、XYNETICSのコンタープログラム“XY-CP”を利用した。

当プログラムをシステムからみると図-1のようにな

る。

2.2. 入力データ

入力データは、下記に示すように、大きく分けると3種類であり、極力少なくして、簡単に作れるよう配慮した。表-1に主な入力データを示す。

- (1)騒音源、受音点、建家等の位置に関するデータ
- (2)騒音源パワーレベル、周波数等の音響関係データ
- (3)コンター図の作図関係データ

なお、騒音源については、屋内外、その形状については、点、線、面を指定でき、建家自身が騒音源の場合にも、面単位に指定できる。又、受音点についても、グリッド指定、任意指定のいずれでも処理できるよう汎用性を高めた。

2.3. 出力データ

出力データは、下記に示すように、プロッターによる作図データと、プリンターによるものである。表-2に主な出力データを示す。

- (1)配置図、コンター図等の作図データ
- (2)受音点の騒音レベル、騒音源別寄与度等の一覧表のプリント

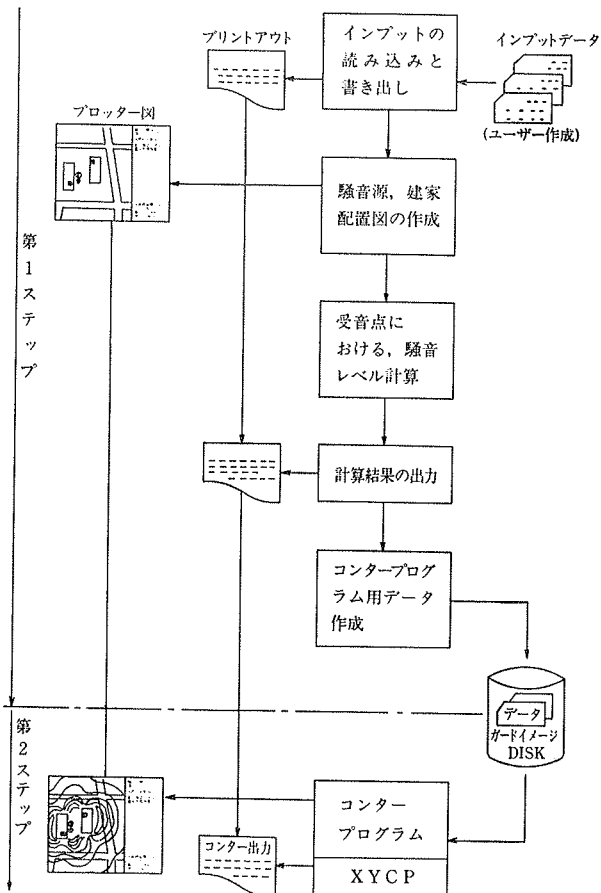


図-1 騒音コンタープログラムのシステム概要

データの種類	内 容
位置データ	<ul style="list-style-type: none"> ●騒音源の座標 ●受音点の格子点指定又は任意座標 ○建家の種別と数及び遮音壁の数の指定 ○建家、遮音壁の座標 ○面音源の建家構成面指定
音響データ	<ul style="list-style-type: none"> ●騒音源の種別と数の指定 ○屋外騒音源のパワーレベル 面音源指定の場合は下記データ ○建家の構成面の透過損失 ○建家内構成面近傍レベル、又は建家内騒音源のパワーレベルと建家内吸音率
コンター図データ	<ul style="list-style-type: none"> ●コンター図仕様指定 ○敷地、ラインデータ ○方位、縮尺データ

表-1 入力データ (○印データは必要に応じて指定)

データの種類	内 容
プロッターによる作図データ	<ul style="list-style-type: none"> ●騒音コンター図 ●受音点(格子点)位置の騒音レベル表示 ●敷地、騒音源、建家等の配置図 ●騒音源名称、方位、縮尺等の表示
プリンターによる出力データ	<ul style="list-style-type: none"> ●入力データの一覧表 ●受音点(格子点)位置の騒音レベル一覧表 各受音毎に下記データを出力 ●騒音源別の騒音レベルの寄与度 ●騒音源別の各周波数毎の音圧レベル

表-2 出力データ

3. 騒音レベルの計算手順

入力で指定された各受音点についての騒音レベルの計算は、騒音源別に計算し、デシベル合算する。

騒音源は、次の三つに分けて計算を行なう。

- ① 屋外点音源
- ② 屋外線音源
- ③ 建家の構成面を面とする面音源

①については点音源のパワーレベルをもとに、②は線音源の長さ、受音点迄の距離等を考慮し、点音源変換したパワーレベルをもとに、それぞれ計算を始める。③については、直接、面音源への入射音圧レベルを入力している場合は、その値を用い、その他は、建家内の騒音源のパワーレベルから、その建家の吸音状態を調べ、室定数を計算して、(1)、(2)式によって、面音源への入射音圧レベルを求める。次に、面音源の大きさ、受音点迄の距離等を考慮し、(3)、(4)式によって面音源の点音源変換後

のパワーレベルを求める。

以上により、点音源としてのパワーレベルが求まったら、直接音レベルを(5)式によって計算し、反射音レベル、回折音レベルについては、それぞれ、伝搬経路を自動検索して、(6)、(7)式によって計算する。

以上の計算を周波数毎に行なって、騒音レベルが計算される。以上の計算フローを図-2に示す。

なお、(3)式は、平面進行波の場合に成立し、拡散音では6dB差し引く必要があるが、プログラムでは、一応(3)式で処理した。又、反射音経路については、図-3(a)に示すような一次反射音経路を求め、回折による減衰量の計算は、遮音壁による場合はナイフエッジとし、建家による場合は、直角エッジとして、それぞれ求め、回折点は、図-3(b)に示す場合は1点回折、図-3(c)に示す場合は、回折点X、Yをもとに、2点回折を考慮して計算した。

以下に各計算式等を示す。

$$SPL_{r1} = PWL_{r1} + 10 \log_{10} \left(\frac{Q}{4\pi r^2} + \frac{4}{R} \right) \dots\dots\dots(1)$$

$$SPL_{T1} = 10 \log_{10} \left(\sum_{i=1}^n 10^{SPL_i/10} \right) \dots\dots\dots(2)$$

$$PWL_M = SPL_{T1} - TL \dots\dots\dots(3)$$

$$PWL_P = PWL_M + 10 \log_{10}(S/A \cdot B) \dots\dots\dots(4)$$

$$SPL_D = PWL_P - 20 \log_{10}(1/4\pi d^2) \dots\dots\dots(5)$$

$$SPL_R = PWL_P - 20 \log_{10}(1/4\pi d'^2) \dots\dots\dots(6)$$

$$SPL_K = PWL_P - 20 \log_{10}(1/4\pi d^2) + \alpha_1 \dots\dots\dots(7)$$

ここに、

PWL_{r1} : 建家内音源1個のパワーレベル

r : 音源、面音源間の距離

Q : 建家内音源の指向係数(床中央面上 $Q=2$)

R : 室定数 ($R = S_i \cdot \bar{\alpha} / (1 - \bar{\alpha})$, $\bar{\alpha}$: 平均吸音率, S_i : 全表面積)

SPL_i : 建家内音源1個からの面音源室内側近傍レベル(面音源への入射音レベルとする)

SPL_{T1} : 建家内全音源からの面音源室内側近傍レベル
 TL : 透過損失

PWL_M : 面音源の単位面積当りのパワーレベル
 S : 面音源の面積

A, B : 面音源の各辺分割数

PWL_P : 点音源(変換後も同様)のパワーレベル
 d : 受音点までの距離

SPL_D : 点音源からの直接伝播音の音圧レベル

d' : 反射音の経路の距離

SPL_R : 反射音の音圧レベル

α_1 : 回折による減音量(参考文献²⁾による)

SPL_K : 回折音の音圧レベル

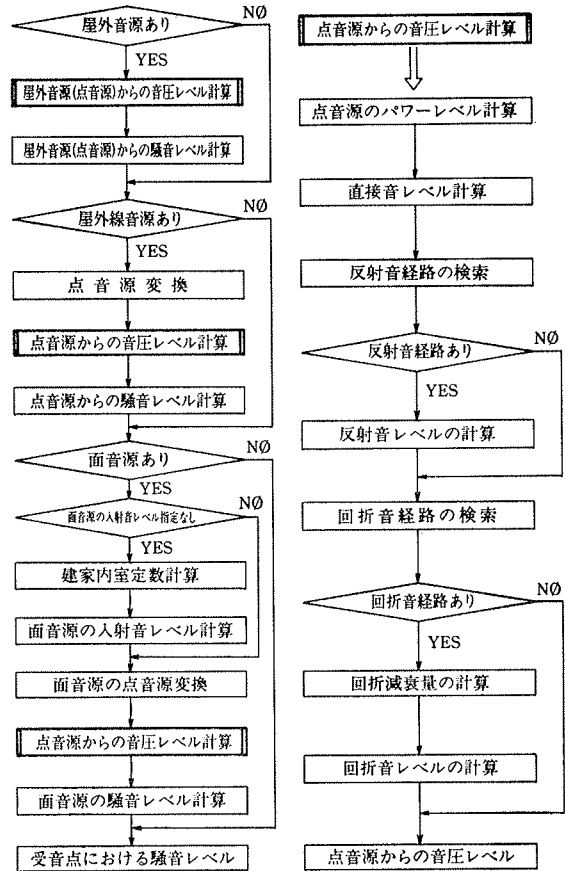
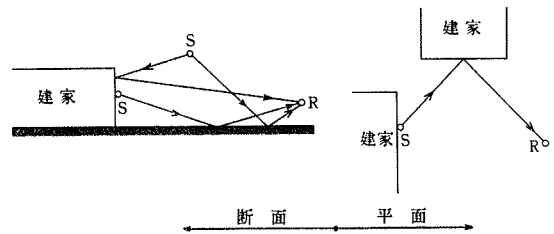


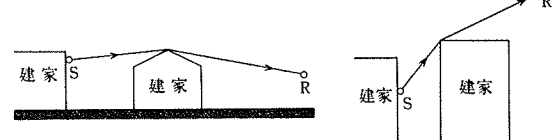
図-2 騒音レベルの計算フロー

注) S: 点音源位置(変換後も同様)
 R: 受音点

a) 1次反射経路



b) 1点回折



c) 2点回折

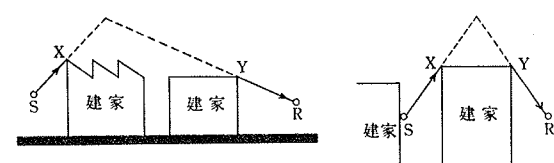


図-3 反射及び回折の経路

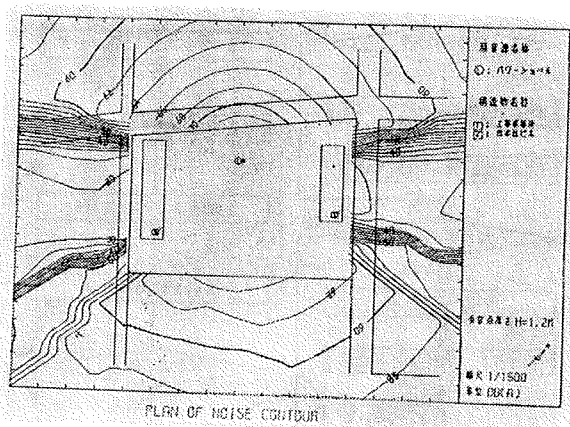


図-4 点音源1, 建家2の騒音コンター図

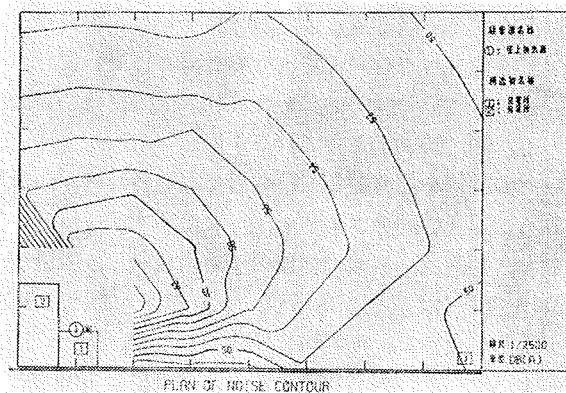


図-6 点音源1, 建家2の断面の騒音コンター図

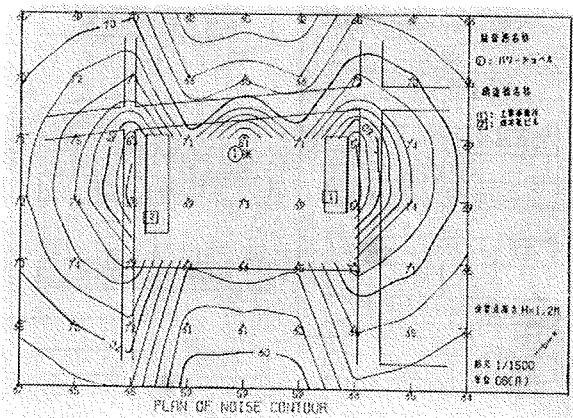


図-5 格子点のレベル表示例 (点音源1, 面音源2)

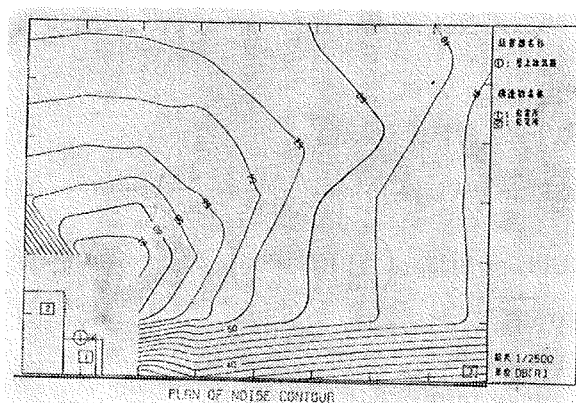


図-7 点音源1, 建家2, 塀1の断面の騒音コンター図

4. 適用例

図-4～7に当プログラムの適用例を示した。

上図の例で明らかなように、騒音コンターライン及び、グリッド点の騒音レベル表示により、騒音伝搬の様子がよく分かる。

特に図-6, 7のコンター図は、遮音壁設置による減音効果を把握する上で、非常に有用である。

これらのコンター図は、いずれも僅かな入力データで、電算機の使用時間もそれ程かからず作成できる。

なお、使用上の注意として、コンタープログラムでは、グリッド間の値はその両端のグリッド値を正比例した値として、コンターラインを結んで行く関係上、直接音から回折音に変わる付近の騒音コンターは、グリッド間隔を荒く設定すると誤差が生じる。

従って、このような領域で、精度を上げた騒音コンターが必要な場合は、グリッド間隔を狭く設定すれば問題ない。

5. むすび

これまで、騒音環境アセスメントを行なう場合、騒音源の近隣周辺を広範囲に渡って、騒音コンターを描くには、多くの受音点での騒音計算が必要で、かなりの労力のいる作業であったが、当プログラムの開発により簡単に騒音コンター図が得られることになり、騒音環境アセスメントを行なう上で、大幅に省力化され、非常に便利になった。

おわりに、当プログラムの開発に当り、本社電子計算センターの諸氏に御指導、御協力を頂き、ここに深く謝意を表します。

参考文献

- 1) 真藤, 吉田, 他: 電算機とグラフィックディスプレイを利用した工場の騒音防止対策システム, 日本音響学会講演論文集, (昭和51.10), pp.603～604
- 2) 前川: 2つの障壁及び2つの縁を持つ半無限障壁の音響回折に関する実験的研究, 日本建築学会論文報告集, 大会号・第2部, 第69号, (昭和36.10), pp.69～72