

消音計算システムの開発

Sound Attenuation Calculation System

福田 栄次*

Eiji Fukuda

近年、騒音問題は騒音に関する意識と知識の向上により、多様化の傾向を強めている。建築物の設備騒音においても、あらかじめ騒音を予測し対策を行う消音設計が必要となる。建材事業部の商品である消音器販売においても、この消音設計として騒音予測計算書の作成は必要不可欠である。騒音予測計算書は、音の専門的知識と多大な時間が必要とされ、また、音響実験設備で測定した各種音響データの共有化、顧客ニーズへの早期対応が必要となってきた。本報では、これらの消音設計を合理的に行う消音計算システムについて説明する。

Recently, noise problem becomes various because the conscious and knowledge of it are diffused. As regards noise of an air conditioner in a building, it is needed to design sound attenuation based on the calculation and measures against noise. In selling 'Silencer', a product of Construction Materials Division, it is necessary to make a pre-calculation report of noise. We require especial knowledge of sound and a lot of time to make a pre-calculation report. And it is needed to share the various sound data, measured in acoustics laboratory in Saitama factory, and to reply to customers' demand more promptly. In this paper, we'll report about Sound Attenuation Calculation System, which makes a pre-calculation report efficiently.

1. はじめに

近年、騒音問題は騒音に関する意識と知識の向上により、多様化の傾向を強めている。建材事業部における音環境においても、中空スラブの床衝撃音レベル、ダクト系の消音器の消音性能、また、その消音性能から導きだせる空調設備騒音の消音設計など、今後騒音対策を行っていく上で、さまざまなニーズに対応していく必要がある。前報¹⁾においても音響実験設備について紹介したが、ここで測定した各種性能試験結果を消音設計により深く結び付けていく上でも、騒音の予測計算手法や各種データの管理方法が重要になってきた。また、従来、消音設計は、音の専門的知識と多大な時間が必要とされていた。そこで今回、消音器販売に必要な不可欠であるダクト系の消音設計として、騒音予測計算書を作成する消音計算システムについて報告する。

2. 騒音予測計算書の概要

2.1 空調機騒音の予測計算

騒音予測計算書は、評価する点の騒音を求めるために、騒音の音源からの伝搬経路をたどり順に計算する。対象となる音源のほとんどが空調機であり、この空調機からの騒音は、夏の冷風、冬の温風と一緒にダクト内部を伝わり室内に放射される。また、厨房の換気のように給排気系統の騒音は屋外壁面に設置されたガラリなどから放射される。放射された騒音は、その空間を経て評価点に達する。また、伝搬経路はダクト内部以外にさまざまなものが考えられる。図1に建築物の空調機騒音の伝搬経路を示すが、ダクト内部を伝搬する以外に、壁、天井を透過する騒音、機器から躯体に伝わる振動騒音などが考

えられる。騒音予測計算書においては、振動騒音以外の空気伝搬音について予測計算を行う。また、評価点の騒音規制値を満足するために、消音器の選定、ダクトサイズ選定、配管方法などの消音設計を行う。

2.2 騒音の評価

騒音には交通騒音、航空機騒音、室内騒音、工場からの騒音、生活騒音などさまざまなものがあるが、その環境、音源の種類により評価方法、規制基準も異なってくる。消音設計を行う際に、評価点の騒音をどれくらいにするかは重要であり、静けさを求められるほど計算の精度が必要となる。一般的によく耳にする騒音レベルは、騒音計の聴覚補正回路のA特性を用いたものであり、交通騒音や工場からの騒音など屋外の騒音評価として用いるが、生活騒音である床衝撃音レベルや室内騒音は周波数特性も必要となる。本報の消音計算システムは、設備騒音を評価することが多いため、室内騒音、屋外騒音の評価が必要となる。そこで、表1に工場からの騒音を評価する

表1 特定工場における騒音規制基準
Table 1 Regulation law for noise control in a factory

区域の区分	時 間 の 区 分		
	昼 間	朝・夕	夜 間
第1種区域	45～50	40～45	40～45
第2種区域	50～60	45～50	40～50
第3種区域	60～65	55～65	50～55
第4種区域	65～70	60～70	55～65

dB(A)

* 建材事業部 技術開発部

騒音規制基準²⁾を、表2に室内騒音の評価として一般的な室内許容騒音のNC値³⁾を示す。NC値は、中心周波数63、125、250、500、1k、2k、4k、8k(Hz)の1/1オクターブ帯域における音圧レベルの測定値または予測値を図

2に示すNC曲線に転記し、その値が全ての周波数帯域において基準曲線を下まわるとき、その最小の基準曲線の呼び方によって表すものである。よって図2に示すNC値はNC-35となる。

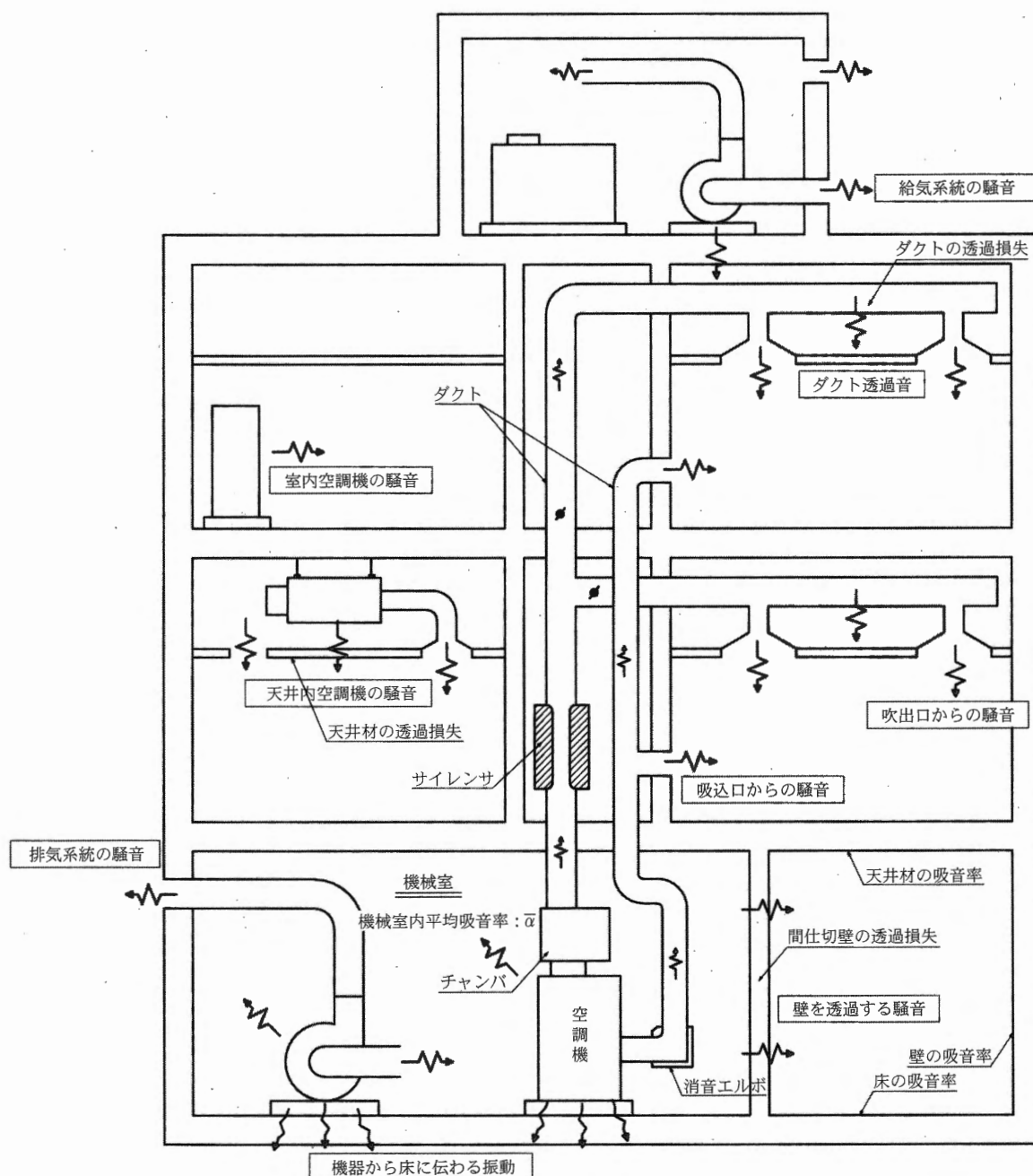


図1 空調機騒音の伝搬経路
Fig. 1 Spread pattern of air conditioner's noise

表2 室内許容騒音
Table 2 Criteria for noise control

部 屋 名		適正な騒音レベル
個 人 住 宅		NC-25～NC-30
ア パ ー ト		NC-30～NC-35
ホ テ ル	個室・寝室・居間	NC-30～NC-35
	会議室・宴会室	NC-30～NC-35
	ホール・ロビー・廊下	NC-30～NC-35
	サービス・支援区域	NC-40～NC-45
事 務 室	役 員 室	NC-25～NC-30
	会 議 室	NC-25～NC-30
	個 室	NC-30～NC-35
	大 部 屋	NC-35～NC-40
	O A 機 器 室	NC-40～NC-45
	一般の区域	NC-40～NC-45
病 院	個 室	NC-25～NC-30
	病 院	NC-30～NC-35
	手 術 室	NC-25～NC-30
	研 究 室	NC-35～NC-40
	廊 下	NC-30～NC-35
	一般の区域	NC-35～NC-40
教 会		NC-30～NC-35
学 校	講義室・教室	NC-25～NC-30
	公開講座向け教室	NC-35～NC-40
図 書 館		NC-35～NC-40
裁 判 所 法 廷		NC-35～NC-40
演 劇 場		NC-20～NC-25
映 画 館		NC-30～NC-35
食 堂		NC-40～NC-45
コンサートホール		NC-15～NC-20
レコーディングスタジオ		NC-15～NC-20
テレビスタジオ		NC-20～NC-25

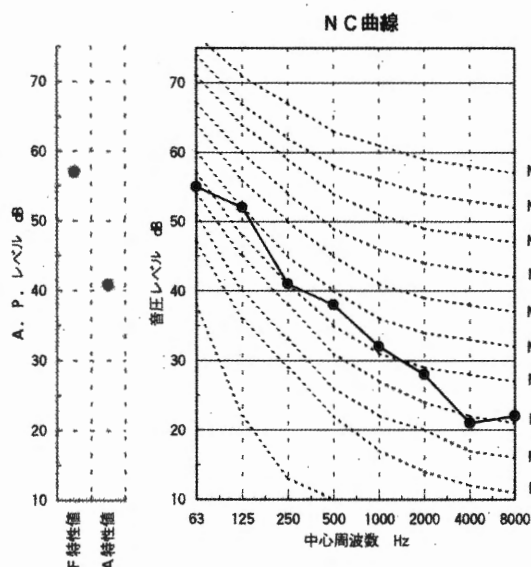


図2 NC曲線図
Fig. 2 Noise criterion curves

3. システム概要

3.1 システムの主な特長

ダクト系の騒音伝搬を主に考え、それ以外の騒音伝搬にも対応し、計算部分を全て自動化している。騒音伝搬を計算するにおいて必要な音響データ、例えば図1に示すサイレンサの消音性能、間仕切壁の透過損失、各種材料の吸音率などをデータベース化することによりスピードアップが図れる。ダクト系の騒音伝搬においては、騒音対策として評価点の騒音が規定値より大きい場合、必要減音量を算出し消音器の選択を容易にしている。また、音の計算はシステムで対応できないほどの複雑なケースもあるが、ファイル出力形式をExcelにしているためExcel上でも加工できる。

3.2 動作環境

O S …Windows95/98、NT4.0

計算書 …Visual Basic ファイル形式Excel

各種音響データのデータベース…Access

開発言語 …Visual Basic

(上記のソフトは全て米国Microsoft Corporationの米国およびその他の国における登録商標である。)

3.3 基本構成

3.3.1 騒音予測計算書作成フロー

騒音予測計算書作成フローを図4に示す。

3.3.2 表示画面

1) 計算シート画面 (図3)

メイン画面であり、ファイルの入出力、データベースからのデータ抽出、評価、印刷など、計算は全てこの画面で行う。入力データとしては、計算内容によってさまざまであるため、図5に建材商品のサイレンサの消音データを挿入する場合を例に示す。計算シート上の減音量ボタンをクリックすると、減音要素である各項目が表示され、消音器を選択し、サイレンサのボタンをクリック

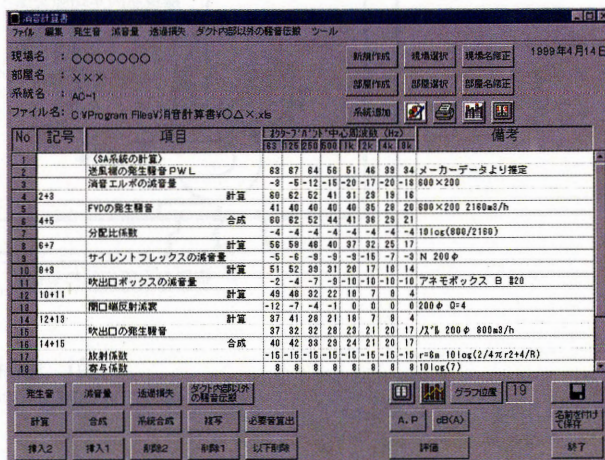


図3 計算シート画面
Fig. 3 Calculation sheet

すると図5に示す入力画面が表示される。各条件の選択、入力を行うことで、それに該当するデータがデータベースから抽出され表示される。必要なものを選択しOKボ

タンを押すことで、カーソルのある行にこのデータが挿入され自動的に計算される。

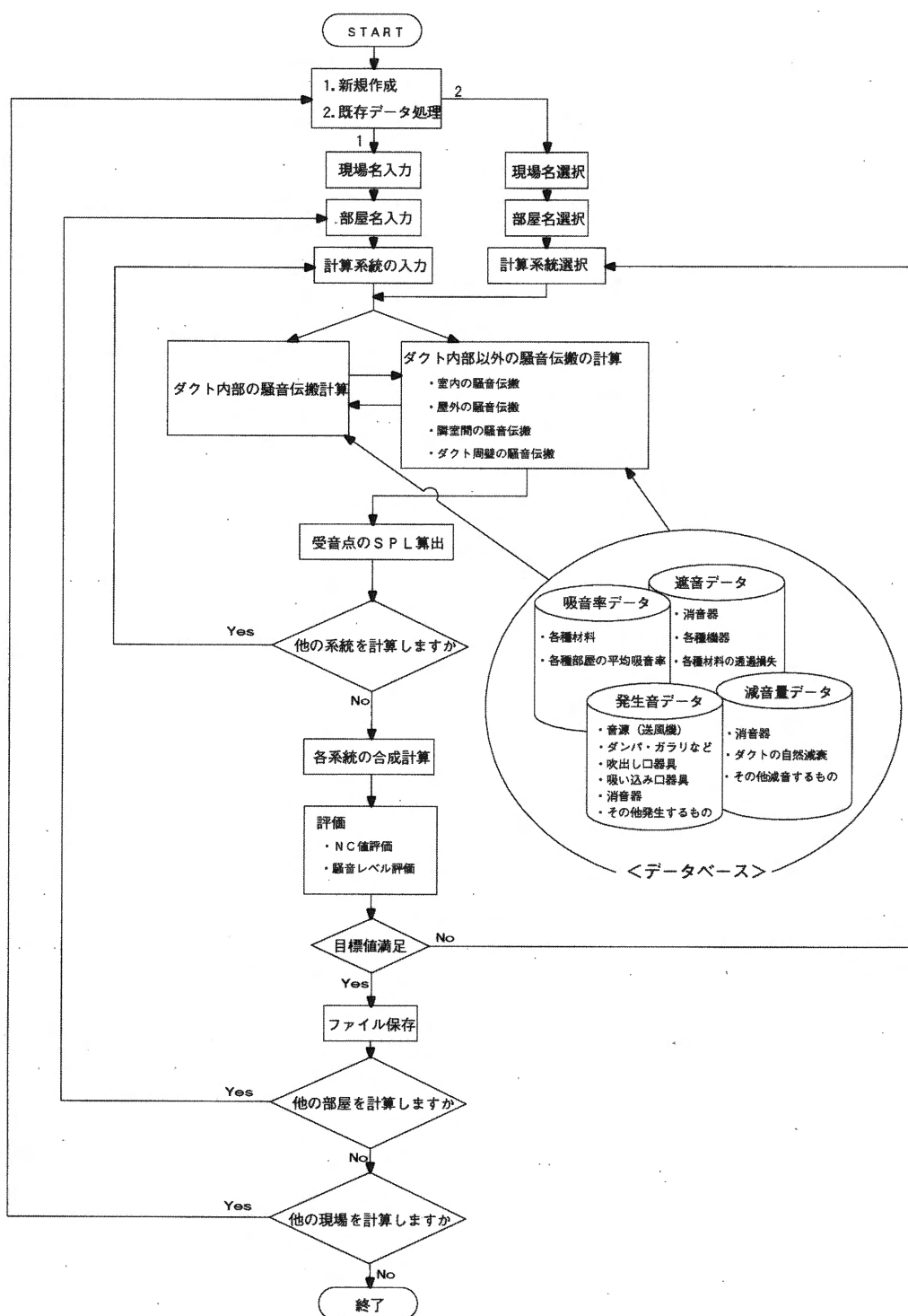


図4 騒音予測計算書作成フロー
Fig. 4 Flow of making a pre-calculation report

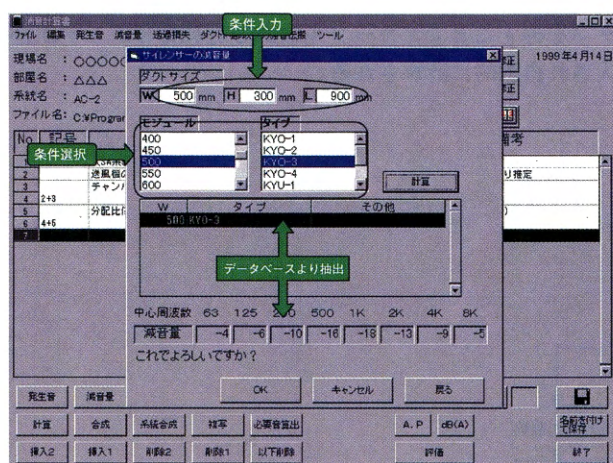


図5 入力画面
Fig. 5 Input sheet

2) NC曲線画面

NC曲線画面を図6に示す。計算シート画面で室内の騒音評価を行ったとき、評価点の音圧レベルを自動的にこのNC曲線にプロットする。また、プロットしたい行を選択し表示することもできる。

3) 情報画面

情報画面を図7に示す。この画面は、計算書の最初のページ部分で、現場名、計算範囲（部屋名など）、計算条件、評価点の位置、計算結果を入力、表示する画面である。計算範囲、計算結果は計算シートとリンクしている。

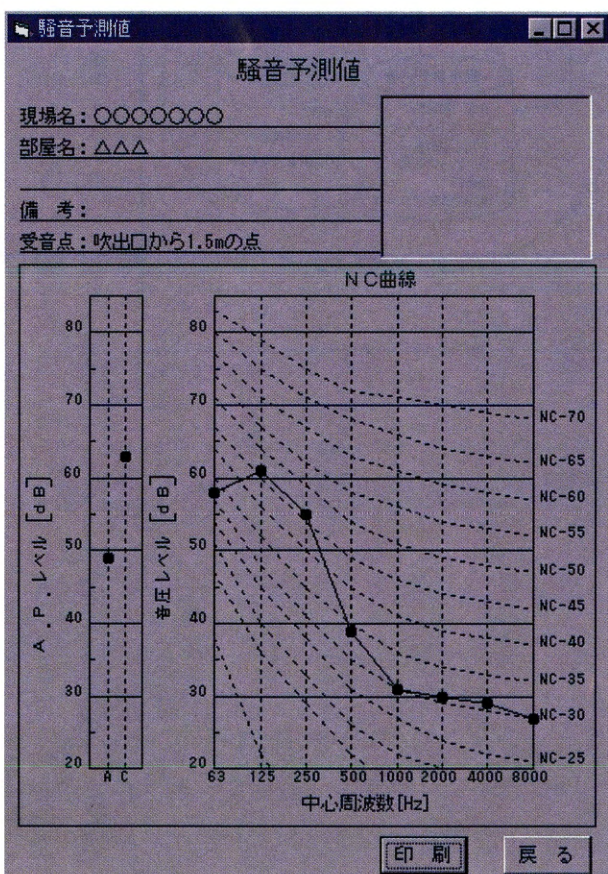


図6 NC曲線画面
Fig. 6 Noise criterion curve sheet

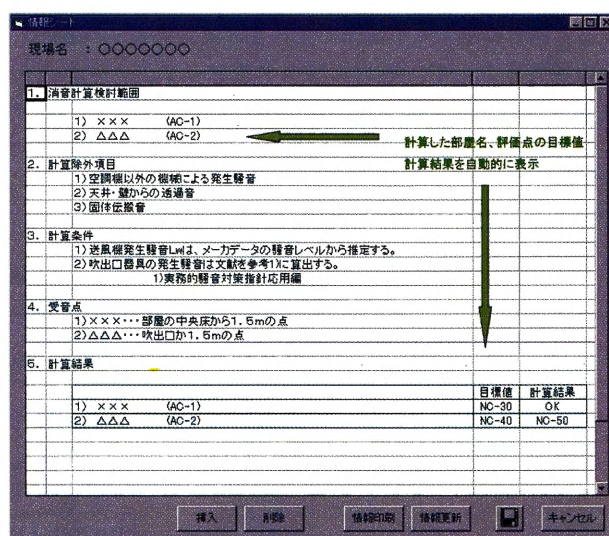


図7 情報画面
Fig. 7 Information sheet

また、騒音予測計算においては、こういった条件で計算したかが重要となるため、それを明記する。

3.3.3 データベース

各種音響データのデータベース一覧を表3に示す。各種音響データは、大きく分けて発生音、減音量、透過損失、吸音率の4項目からなり、実測データ、文献⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾、メーカーデータなどを引用している。騒音予測計算書においては、文献名、メーカー名などは重要であるためそれらの情報も登録できる。

表3の消音器の名称は建材事業部の商品名を示す。サイレンサを例にとって、その写真と消音性能を図8に示す。

3.3.4 出力形式

騒音予測計算書の出力形式を図9に示す。騒音予測計算書は図9に示す帳票以外に別ソフトで作成したアイソメ図、消音器リスト、設計資料などを添付する場合がある。



消音性能（挿入損失）：dB

サイレンサ形式	中心周波数 Hz							
	63	125	250	500	1k	2k	4k	8k
KYO-2-500-1500	8	16	22	29	34	27	18	11

図8 サイレンサとその消音性能
Fig. 8 'Silencer' and its insertion loss

表3 データベース一覧表
Table 3 Table of various sound data

テーブル	データ
発生音	音源のパワーレベル
	音源の相対バンドレベル
	吹出・吸込口器具の発生音
	消音器
	サイレントフレックス
	消音エルボ
	サイレンサ
	吹出・吸込口ボックス
	AB-II
	LDチャンバ
	ラインボックス
	システム天井用チャンバ
	その他消音器
減音量	消音器
	サイレントフレックス
	消音エルボ
	サイレンサ
	吹出・吸込口ボックス
	AB-II
	LDチャンバ
	ラインボックス
	システム天井用チャンバ
	その他消音器
透過損失 (遮音量)	各種材料の透過損失
	消音器
	サイレントフレックス
	消音エルボ
	サイレンサ
	吹出・吸込口ボックス
	AB-II
	LDチャンバ
	ラインボックス
	システム天井用チャンバ
	その他消音器
吸音率	各種材料の吸音率
	各種部屋の平均吸音率

4. おわりに

開発当初、騒音予測計算書の作成をより合理的にかつ営業レベルにおいてもできるようなシステムにすることを目的とし取り組んできたが、最近の傾向として、建築物の特殊化や空調方式の多様化が進み消音設計がさらに難しくなっている。また、騒音対策技術の向上により設備機器の低騒音化や音響材料の新製品開発が進んでいる。そういった中で消音設計していく上でも、今後、多くの実測データを取り、計算値と実測値の比較検証を行い、データベースのより一層の充実を図る。

The figure shows a sample output sheet for noise prediction. It includes a header section for '騒音予測値' (Noise Prediction Value) and a main section for '消音計算書' (Noise Reduction Calculation Sheet). The calculation sheet contains fields for '現場名' (Site Name), '1. 消音計算検討範囲' (1. Noise Reduction Calculation Scope), and a table for '騒音予測計算書' (Noise Prediction Calculation Sheet). The table lists various noise reduction components and their corresponding values. The output sheet also includes a section for '騒音予測値' (Noise Prediction Value) and a table for '騒音予測値' (Noise Prediction Value).

図9 出力形式
Fig. 9 Output sheet

参考文献

- 1) 榎木 浩行：音響実験設備の意義と性能、クリモト技報、第42巻 (2000)
- 2) 騒音規制法：昭和43年法律第98号第4条第1項および第2項
- 3) ASHRAE HANDBOOK, 1991, HVAC Application
- 4) 板本 守正、空調設備騒音研究会：空調設備の消音設計、理工学社 (1976)
- 5) 前川 純一：建築・環境音響学、共立出版 (1990)
- 6) 日本建築学会編：実務的騒音対策指針応用編、技報堂出版 (1987)
- 7) 日本音響材料協会編：騒音・振動ハンドブック、技報堂出版 (1982)

執筆者

福田栄次

Eiji Fukuda

平成4年入社

サイレンサの開発、消音設計に従事

