

## (13) 自動車騒音に対する明瞭度試験

### I 序 論

近年、騒音公害の性格が変化しつつある。すなわち、従来局所的であった被害が、高速道路、新幹線の市街地通過に伴い、広域化の傾向を示すようになってきた。しかもこれら交通騒音は音と異なり、発生源対策が非常に困難になっている。したがってこのような交通騒音に対しては、被害者側に於ける対策を考慮しなければならない場合が多い。

さて、このような被害者側においての対策を考える資料として、我々は外部の交通騒音の評価のみならず、家屋の室内における音響効果も同時に把握できる評価量を知る必要があると考えた。我々はこの条件を満たす量として明瞭度に着目した。明瞭度は建築音響の分野において、室内の音響効果を判断する量として用いられている。それは、室内のある場所に於いて発音された音節を室内の各所で聞きとり（単音節明瞭度試験）その際の正聴率（単音節明瞭度）という形で求めることができる。一般に明瞭度は、室内の残響時間、発音された音圧、さらに暗騒音の大きさ等によって大きな影響をうける。したがって交通騒音の評価量、住居の平均残響時間、室内での会話音圧に対して、明瞭度がある種の実験式として表わされるならば、交通騒音を受ける住居への対策のみならず、新設される交通路線付近に建設される最適住宅構造の選定に対しても重要な資料を与えることになると思われる。

さて、このような目的に沿う実験式を導くため、我々はまず明瞭度試験のマスクングノイズとしての交通騒音（ここでは道路騒音）にどのような評価量を与えるか、そしていわゆる変動性の騒音中において明瞭度特性がいかなる挙動を示すかという二点について、基礎実験を行った。実験は無響室（残響時間 $\approx 0$ 秒）において、まず白色雑音（White-noise）による定常騒音中の場合と、道路騒音による変動性騒音中の場合について明瞭度試験を行い、両者の明瞭度特性曲線の比較及び道路騒音中の明瞭度のバラツキを調べた。道路騒音中の明瞭度試験については、マスクングノイズの処理として、10秒間にほぼ10dBほどのピーク巾をもつ道路騒音をエンドレステープに編集し、明瞭度試験中に繰返し一定回数を聞かせた結果、明瞭度特性曲線は定常騒音中の場合とほぼ同様な、バラツキの少ない特性を示した。

### II 白色雑音中の無響室明瞭度特性

#### §1 概 要

道路騒音による実験に先立ち、白色雑音（White-noise）をマスクングノイズとしたときの単音節明瞭度試験を行った。この目的は、明瞭度試験に与える発信系（単音表テープ）及び受信系（受聴者、受聴席）の影響を調べるとともに、道路騒音の場合との明瞭度特性の比較をするためである。

## § 2 実験方法

図1に示すように無響室内に二つの上向きスピーカを置き、一方からマスキングノイズとしてWhite-noiseを他方から標準単音節リスト(日本音響学会製作、音表番号106、107、108、109、110、別添参照)による無意味100音節の発音を発生させた。

### (2) 受信系

聴取者として、オーディオメータによる聴力検査に合格した年令20~22歳の女子学生5名を一組選んだ。また、無響室内でスピーカから等音圧レベルになる場所に5組座席を設け、上記5名の聴取者に発音された単音節リストを書きとらせた。

### (3) 音表レベル(Signal-Level)と騒音レベル(Noise-Level)の組合せ。

音表レベル(以下、S-Level、なおS-Levelは標準単音節リストを録音した音表テープの較正音のレベルである。)は聴取席に於て、40dB、50dB、60dB、70dB、80dBとなるように選び、その1通りに対してS・N比が、-10dB、0dB、10dB、20dB、30dBとなるように、騒音レベル(以下N-Level)を設定した。

これらS-LevelとN-Levelの25通りの組合せの1通り(1round)に対し、音表座席を5回交換して明瞭度試験を行った。明瞭度試験1回を1runとすれば、1roundで5run、S-Levelの1通りでは5round、25runである。今回S-Levelは40dB~80dBまで5段階あるので、実施された明瞭度試験は25round、125runとなる。また1runにつき5人の聴取者がいるので、明瞭度試験のデータ総数は625枚、さらに音表1枚に100音節あるので、聴取された音節数は62500語となる。

## § 3 結果及び考察

625枚のデータに対して、①1roundごとの平均明瞭度、②各S・N比ごとの個人別、音表の種類別、聴取座席別平均明瞭度を求めた。

### (1) 無響室明瞭度特性

1roundごとの平均明瞭度をプロットしたものを図-2に示す。図-2に於て、実線はS・N比を、点線は騒音レベルをパラメータとしたものである。このS-A(S-Level v.s Articulation)特性は従来から発表されているものとほぼ同様の傾向を示すが、次の点に注目するものがある。

①S-40dBにおける明瞭度の落込みが著しいこと。

②明瞭度がほぼ一定となり始めるS-Levelの値が60dB以上であること。

これらは、発信系に起因していると思われる。すなわち音表の再生系におけるS・N比が、低いS-Levelで問題となりやすいことから、S-40dBで特に明瞭度の低下をきたし、S-60dBまでS-A曲線が平坦にならないのである。

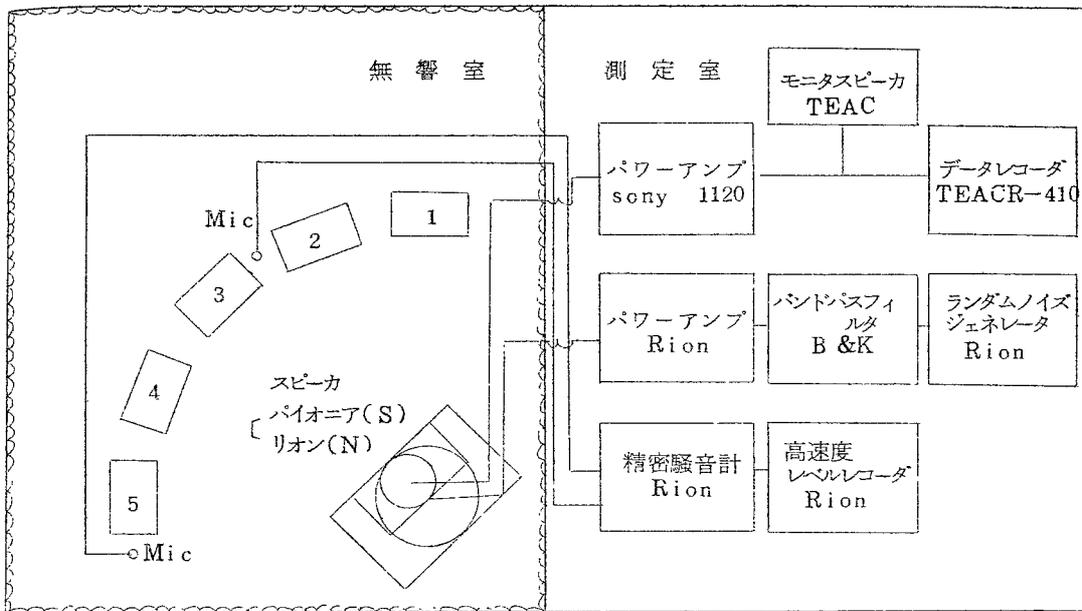


図-1 ブロックダイアグラム

S-Level dB	S/N				
	-10dB	0	10	20	30
40	N-Level 50	40	30	20	10
50	60	50	40	30	20
60	70	60	50	40	30
70	80	70	60	50	40
80	90	80	70	60	50

表-1 S-LevelとN-Levelの組合せ

うと思われる。

## (2) 明瞭度に及ぼす諸要因について

明瞭度に影響する主な要因として、無響室内という条件を考慮すれば、(a)音表、(b)聴取席、(c)聴取者の三要因をあげることができる。ここでは明瞭度試験で得られたデータを、音表別、聴取席別及び聴取者別に各S・N比ごとの平均明瞭度を求め、図-3に示した。図-3に於て、横軸にS・N比をとっているのので、この特性曲線はS/N-A曲線になる。これら要因別のS/N-A曲線は次のような傾向を示している。

①主要因音表のS/N-A曲線が最も大きなバラツキを示している。すなわち、今回5種類の音表を使用したか、音表の違いによる明瞭度の変動が最も大きいことを意味する。

②三主要因の中で、聴取席要因が最も変動が少い。又各S・N比に於て変動巾がほぼ一定である。これは無響室内での明瞭度特性を求める場合、反射音等の影響を受けないため、音源から等音圧レベルにある場所の聴取条件がほぼ一定となるためである。

③主要因が聴取者の場合、S・N比20dB以上の変動は大きいがS・N比10dB以下では、聴取席要因程度まで安定する。

これらの傾向は、無響室内ということで発信系(音表テープ)と受信系(聴取者)の影響が強く現われることは予想されていたが、以後の実験に際して音表テープの厳選(今回の音表106~110はその意味で不十分であった。)及び聴取者のチェックが重要であることを確認した。

## Ⅲ 道路騒音中の無響室明瞭度特性

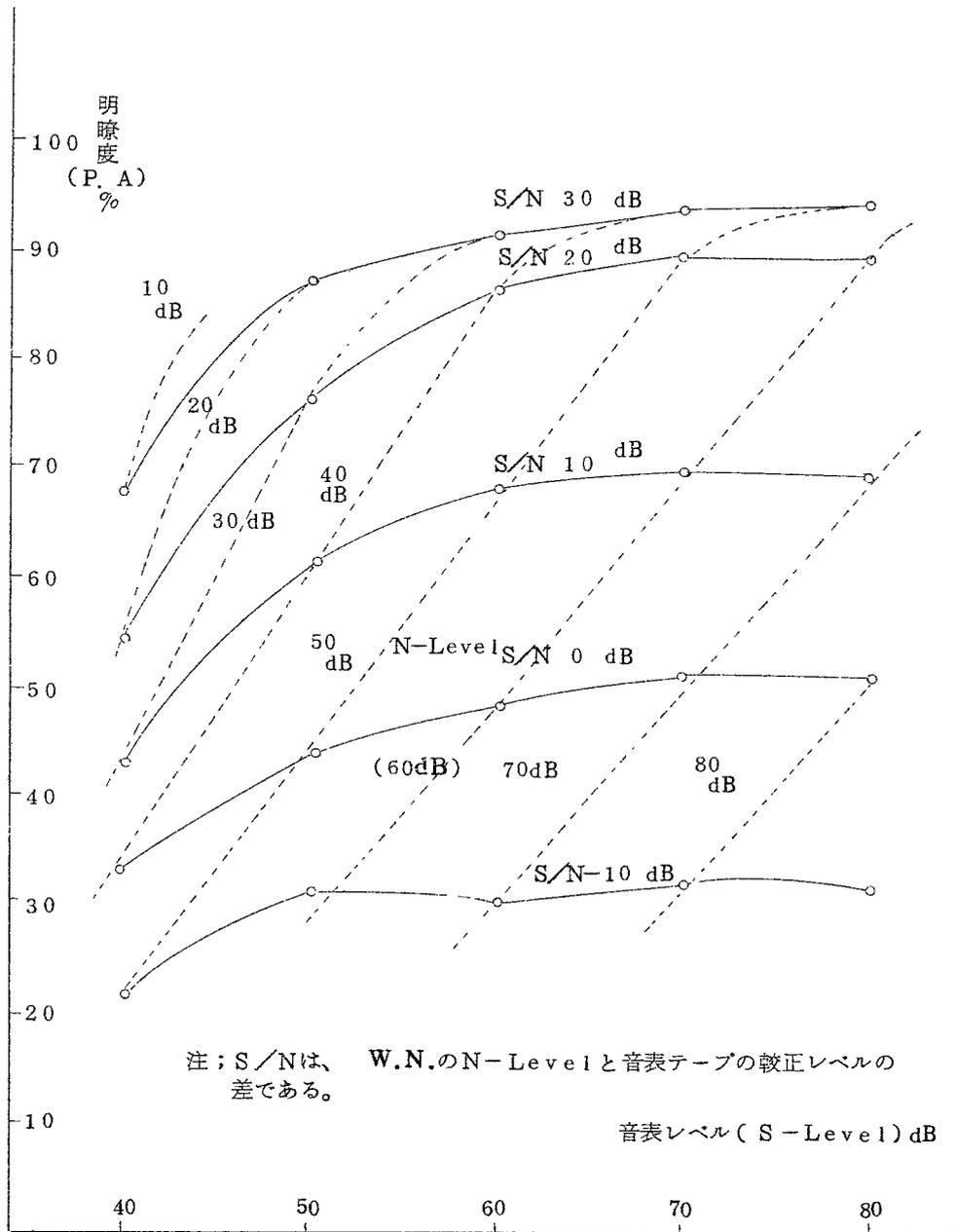
### §1 概 要

現在までに、変動する道路騒音をマスキングノイズとしたときの明瞭度特性を求めた実験データは少ない。定常騒音としてのWhite-noiseに比較して、道路騒音の場合は、実験に用いるときの生データの処理、及び実験時のN-Levelの設定等に問題がある。さらに得られた明瞭度特性が有意なものであるかの判定基準があいまいになると思われる。これらの問題に対して、我々は生データの処理として、10秒間にほぼ10dBの変動巾をもつ部分をエンドレステープに再生して、明瞭度試験中、繰返し聞かせる方法を用いた。これは、一周期としては強い変動性を持ち、全体のマスキングノイズとしては定常性を持たせることを意図したものである。N-Levelについては、一周期の変動部分の等価騒音レベル( $L_{eq}$  dB)を用いた。その結果、かなりバラツキの少ない特性を示し、N-Levelの実用上の範囲及び明瞭度80%以内で、近似のよい実験式が得られた。

### §2 実験方法

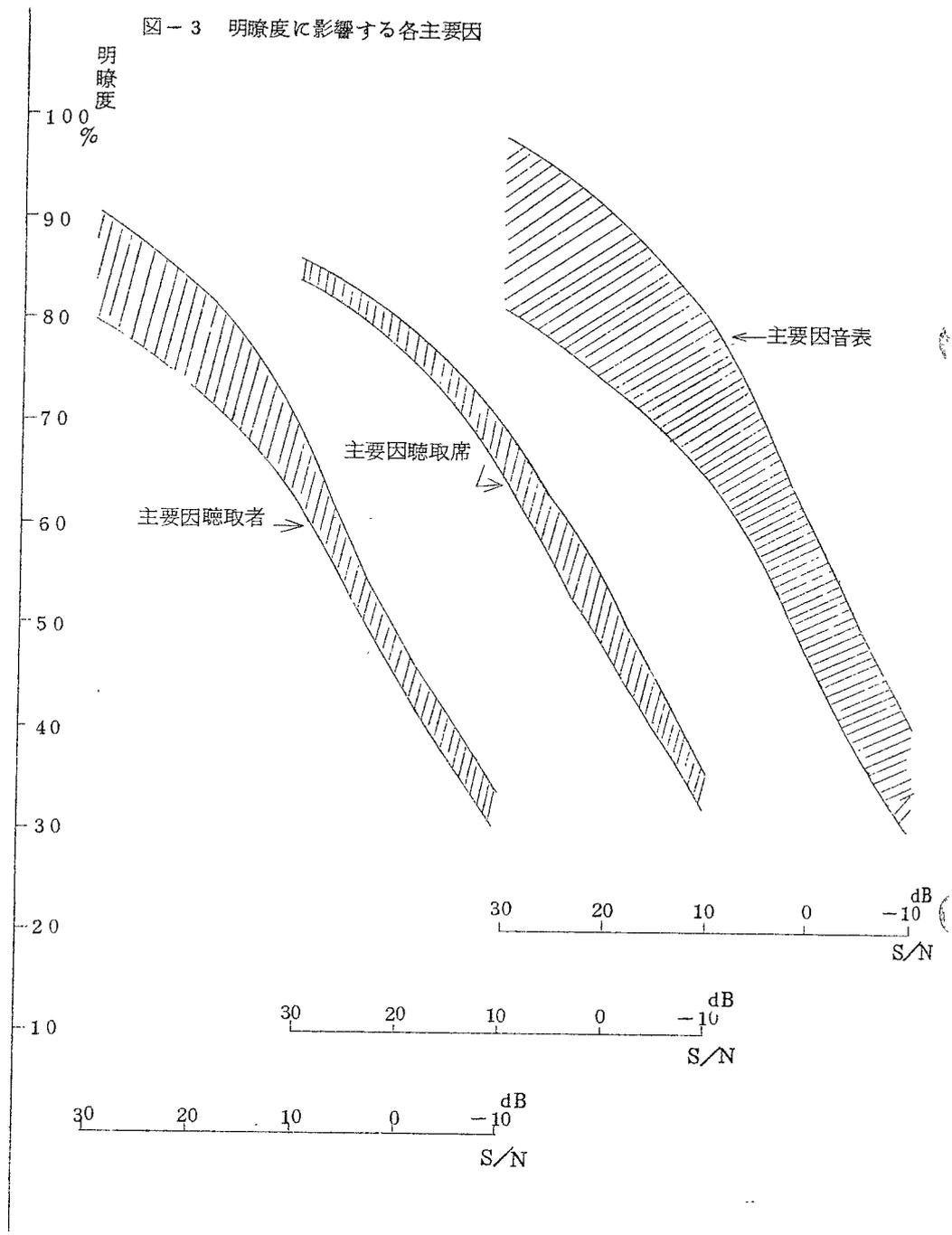
#### (1) 発信系及び受信系

図-2 White Noise に対する無響室明瞭度特性



代  
d  
z

図-3 明瞭度に影響する各主要因



今回は、White-noise の場合とほぼ同様であるが、発信系においてノイズジェネレータの代わりにデータレコーダからの道路騒音テープを用いた。(図-4、ブロックダイアグラム 参照)

(2) 道路騒音テープの作製及びN-Levelの設定。

浦和市上峰先の新大宮バイパス交差点において集録された道路騒音の中から、約10秒間に10dB程度の変動巾をもつ部分をエンドレステープにコピーした。これをデータレコーダのエンドレスアダプタにより、一周期10秒に調整した。

N-Levelを設定するため、一周期の等価騒音レベル(以下 $Leq$ )

$$Leq = C \log_{10} \left( \frac{1}{100} \sum f_i \cdot 10^{\frac{L_i}{C}} \right) \dots\dots\dots (2-1)$$

$L_i$ : 騒音レベル級 [dB(A)] の値

$f_i$ :  $i$  級騒音レベルの発生度数の%

$C$ :  $C = q / 0.3$  によって定まる定数

$q$ : 継続時間が半分になったとき、うるさがり同等と考えられる騒音レベルの増加分。

を用いた。今回は  $q = 3$  dB をとり

$$Leq = 10 \log_{10} \left[ \frac{1}{100} \sum f_i \cdot 10^{\frac{L_i}{10}} \right] \dots\dots\dots (2-2)$$

によって、騒音の評価量とした。次に(2-1)式で定められる $Leq$ が、実験時に用いる機器及び条件のもとで、聴取席に於て20dB~90dB(10dBステップ)となるようにアンプのゲイン調整を行った。その際、 $Leq = 60$  dBとなるゲインに対して、ノイズジェネレータから同じレベルのWhite-noiseを発生させ、データレコーダの他のチャンネルに録音した。すなわち、これはWhite-noiseを較正音として、各 $Leq$ レベルをゲインの切換によって設定できるようにしたものである。

実験回数及びS-LevelとN-Levelの組合せは前回のWhite-noiseの場合と同じである。(表-1 参照) またはS・N比は音表テープの較正レベルと $Leq$ 設定時の較正レベルの差である。(図-5 実験例 参照。)なお、音表は $\#106 \sim 110$ を再編集し $\#106' \sim 110'$ としたものを使用した。

§3 結果及び考察

1 roundごとの平均明瞭度を求めて、プロットしたものが図-6である。White-noiseの場合と同様に、実線がS・N比、点線がN-Levelをパラメータにとったものである。

(1) S-A特性

道路騒音の場合のS-A特性は、予想以上にバラツキの少ない曲線になった。これはマスキングノ

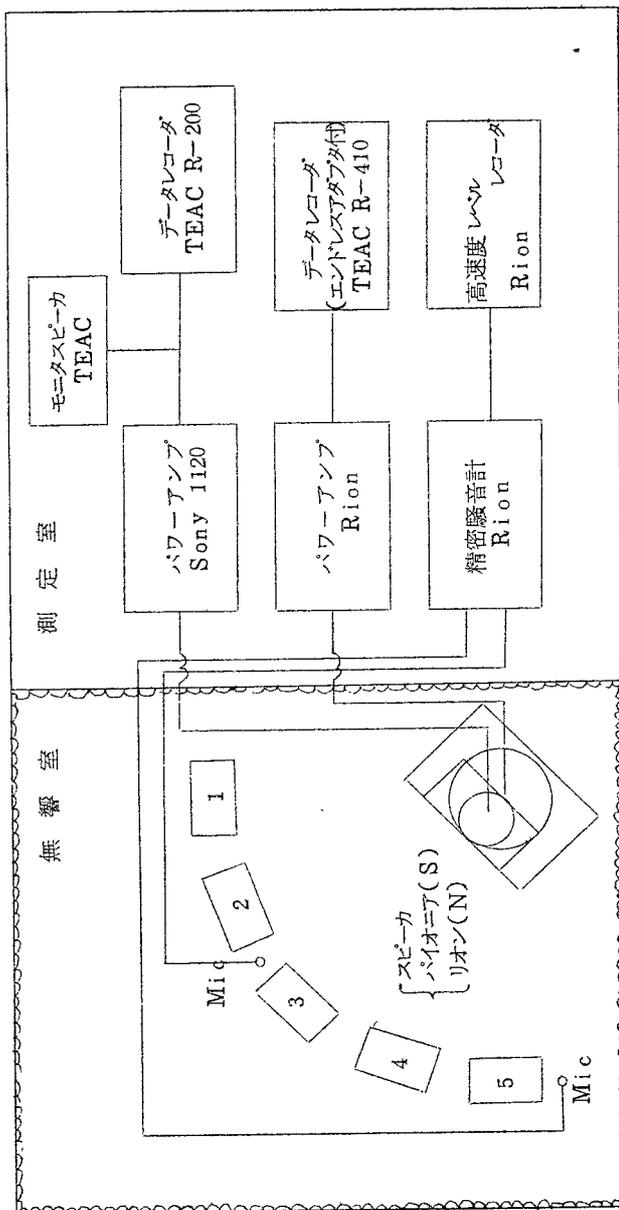


図-4 ブロックダイアグラム

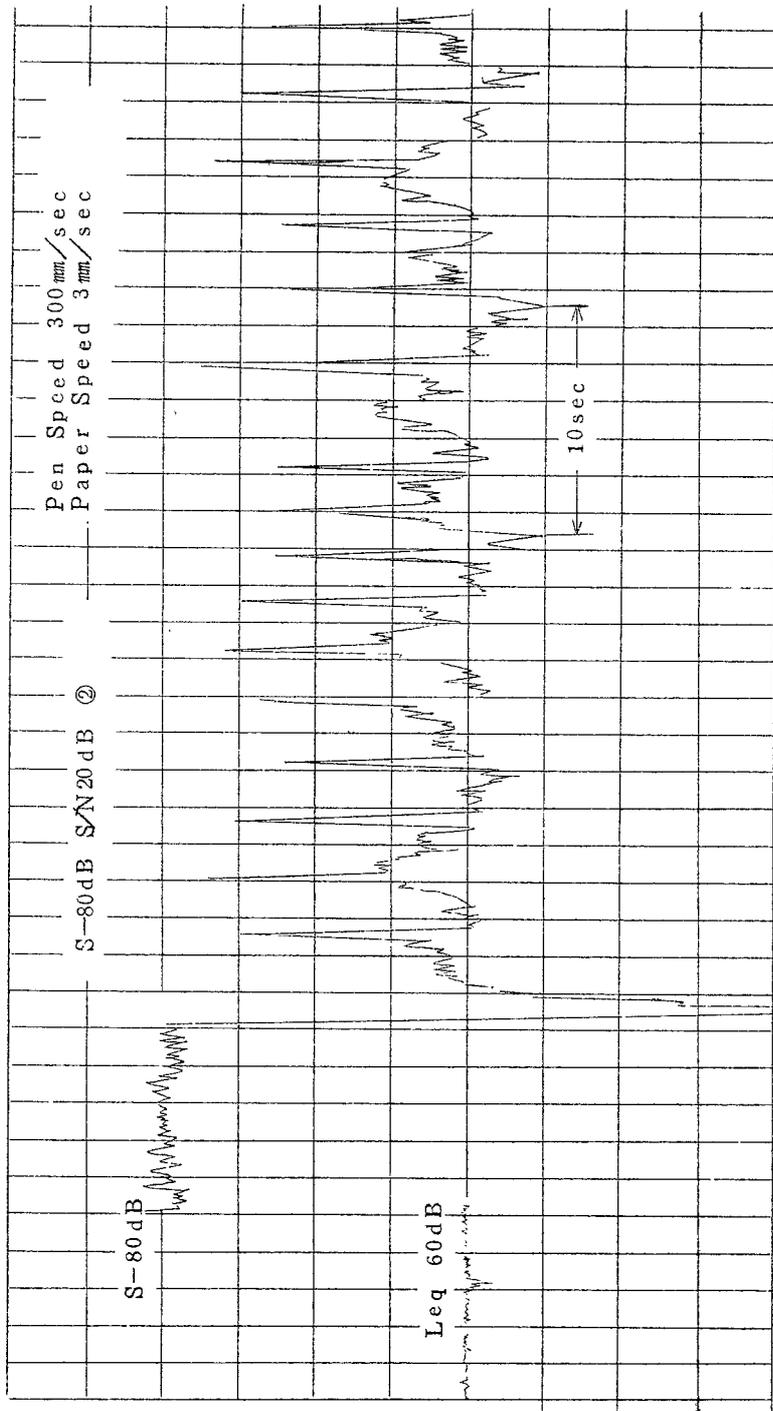
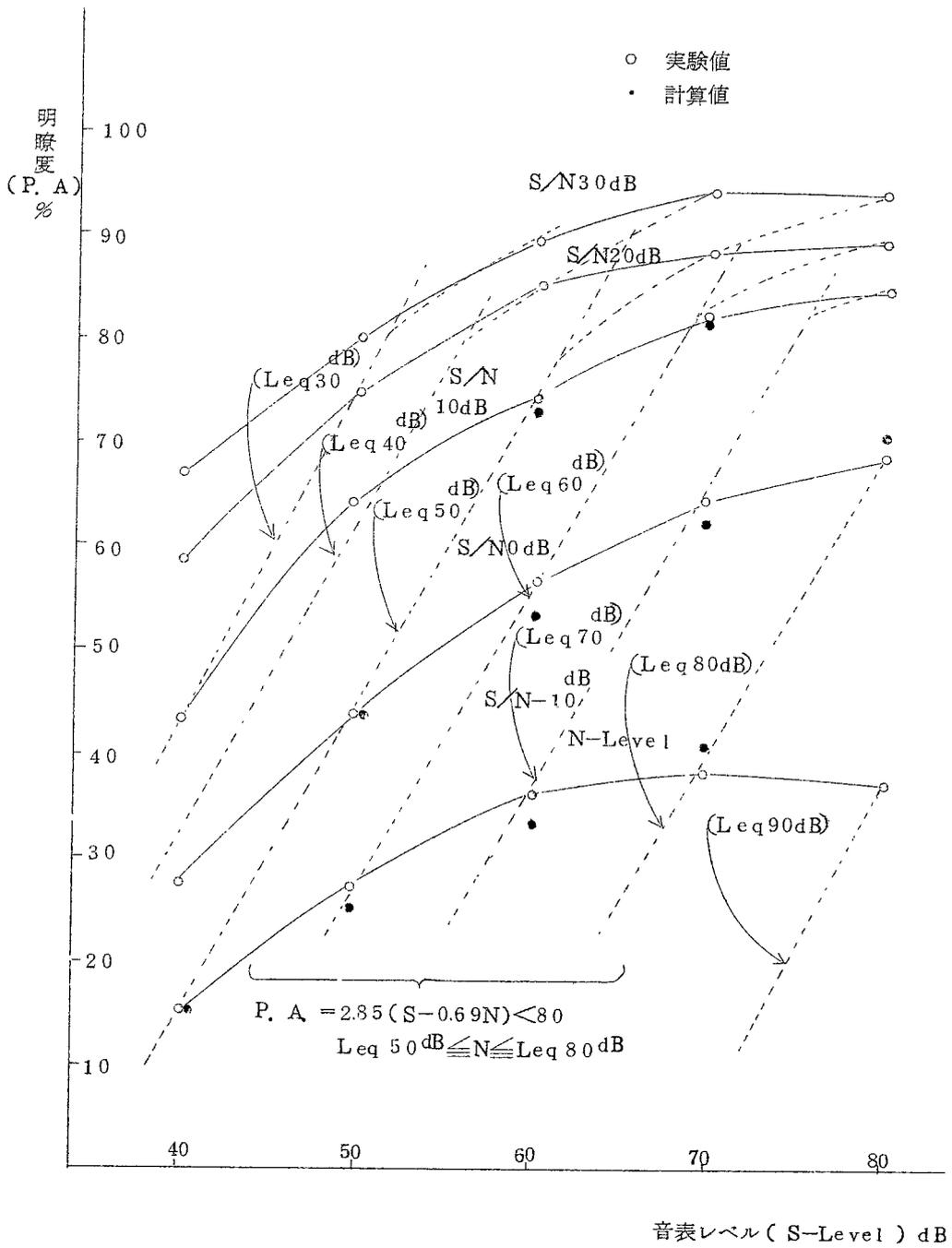


図-5 (実験例 S-80dB Leq-60dB)

図-6 道路騒音に対する無響室明瞭度特性



イズに用いた騒音テープが、全体として定常的な傾向を示すことによるものであろう。しかしながら、S-A特性はWhite-noiseの場合(図-2)に比べて、次のような傾向の違いを生じた。

①White-noiseの場合は、S-60dB以上で明瞭度がほぼ一定になるのに反し、今回はS-Levelの増加に対して、明瞭度が良くなる。

②①の傾向はS・N比10, 0dBで特に著しく、またこのS・N比では、White-noiseにくらべて明瞭度が、S-60dB以上で7%~18%ほど良い。

これらの傾向の理由を、現在のデータで、推測することは困難である。この問題も含んで、道路騒音の変動性及び騒音の成分の異なるものについて、明瞭度試験を行う必要がある。

## (2) 道路騒音明瞭度試験の評価

図-6において、N-LevelをパラメータとしたときのS-A特性(図-6の点線部分)に着目すると、S-Levelの増加に対して明瞭度が直線的に増加する部分と増加が鈍りやがて平坦に近くなる部分に分けることができる。この明瞭度がS-Levelに比例して増加する限界は、各N-Levelにおいてほぼ明瞭度80%付近である。

変動する道路騒音中の無響室明瞭度特性を評価するのに、我々はこの直線部分を用いることにした。すなわち、各N-Levelの直線部分を代表するような実験式を与え、実験結果との近似の度合で、明瞭度試験結果の有意さを判断しようとするものである。実験式は、N=0dBとしたときの平均増加率及び各N-Levelの横軸上への移動距離から次のように求められた。(図-7参照)

$$P. A. = 2.85 (S - 0.69N) < 80 \dots \dots \dots (3-1)$$

$$\text{ただし } Leq 50 \text{ dB}(A) \leq N \leq Leq 80 \text{ dB}(A)$$

P. A. ; 明瞭度(%-Articulation)

S; 聴取席でのS-Level(dB(A))

N; 聴取席でのN-Level(道路騒音の等価騒音レベル、dB(A))

(3-1)式によって計算した値と実験値との最大誤差は4%(明瞭度)で、おおむね良好な近似であった。(図-6) しかしながら(3-1)式が成立するのは、50dB ≤ N-Level ≤ 80dBである。N-40dB以下では特に低いS-Levelにおいて、明瞭度のバラツキが大きく、信頼度が低い。この点は以後の実験の課題である。

## 4. 論 義

道路騒音を受ける住宅の最適構造を決定する資料のひとつとなりうる明瞭度を、実験式で表わすために、今回変動する騒音中の明瞭度試験というかたちで基礎実験を行った。現在までに、明瞭度と他の物理量との間に次のような実験式が導かれている。

$$P, A, = 3.85 (S - 0.85N) (1 - 0.03T) < 100 (1 - 0.03T) (4 - 1)$$

S: 席内での聴取音圧 (dB)

N: 騒音のラウドネスレベル (Stevensの表を用いる。)

T: 残響時間 (500 Hz 近辺の平均)

これは無響室内で  $T \neq 0$ 、 $N \neq 0$  とみなしたときの S-A 特性を求め、次に通常室内 ( $T \neq 0$ 、 $N \neq 0$ ) で同様の S-A 特性試験を行うことによって求められている。

我々は最終的に (4-1) 式のようなかたちの実験式を、道路騒音について導き出すために、通常室内での道路騒音中の S-A 特性試験及び道路騒音の各パターンに対して、無響室と通常室内との比較実験をする必要があると思う。幸い今回の基礎実験に於て、無響室内での道路騒音 S-A 特性は、N-Level の実際的な範囲において、安定した特性を示すことが判明したので、今回の方法によりデータを蓄積することが可能であると思われる。

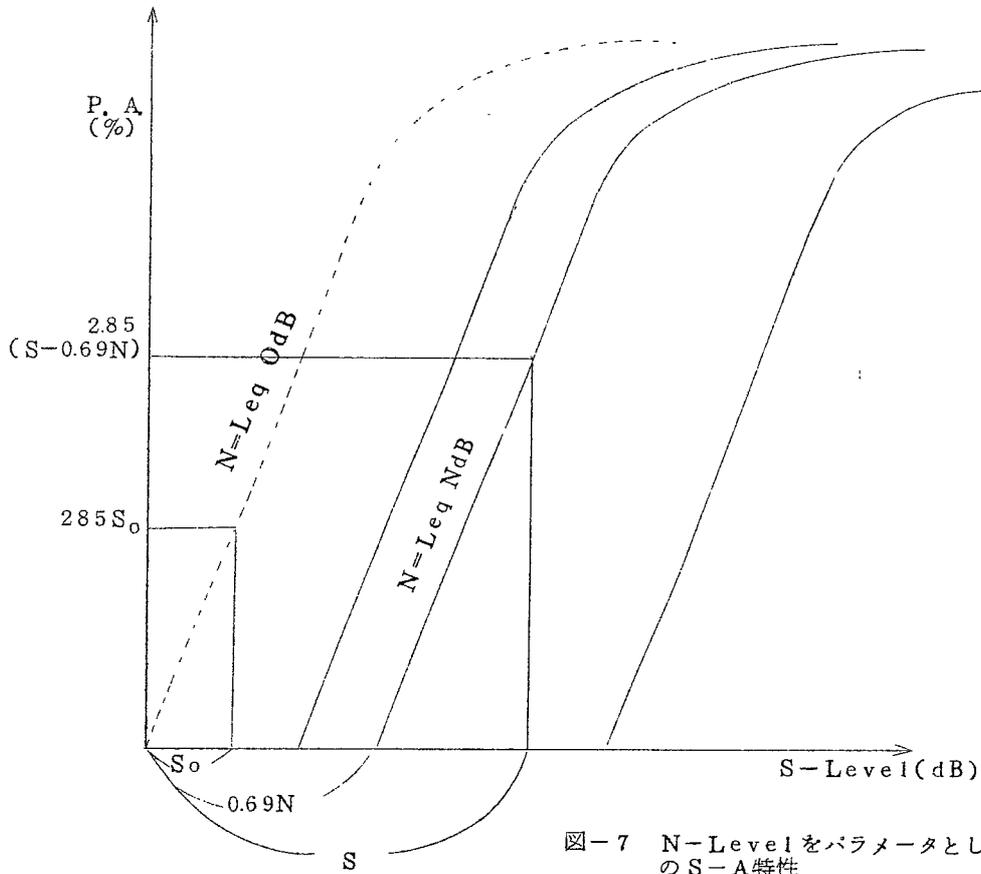
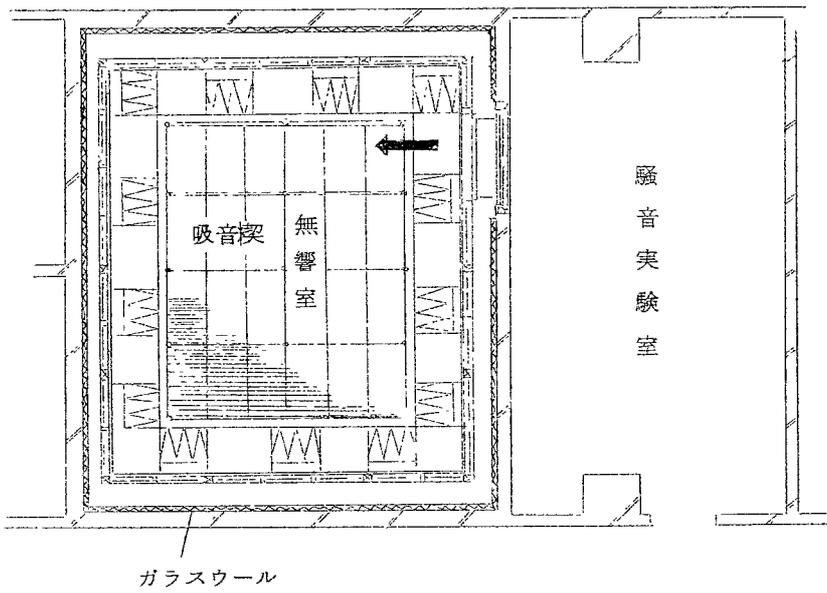


図-7 N-Level をパラメータとしたときの S-A 特性

平面図(概略)



吸音率

