

自動車交通の騒音対策に関する研究

広 瀬 盛 行

緒 言

都市に自動車を受け入れる準備が整わないままに自動車交通が増加することによって生じている弊害は多いが、その一つとして幹線道路の交通騒音をあげることが出来る。

本研究は幹線道路の沿線市街地が受ける騒音の特性を実測データによって分析すると共に、主として都市計画の立場から望まれるいくつかの対策を想定し、理論式による数値計算を行なって、想定した諸対策の効果を比較検討しているものである。

1 自動車交通騒音の一般的特性

1) 騒音発生源の機構

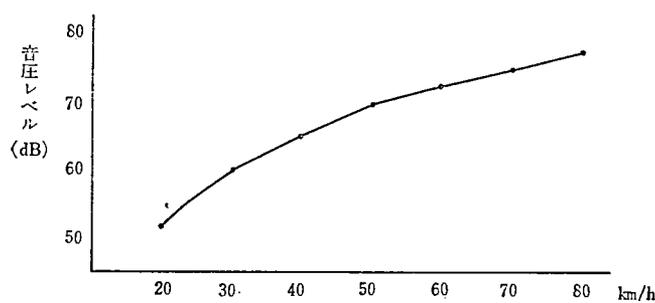
自動車から発生する音は車外と車内騒音に大別されるが、市街地における騒音対策として問題になるのは言うまでもなく車外騒音である。

車外騒音には、主として警笛、ブレーキ音、アクセル音、エンジン排気音、タイヤ音等があげられるが、従来からの諸調査によると、警音を別にすれば、自動車の発進加速時は、エンジン音が主であり、定常走行になると乗用車では、タイヤ音がわずかに優先し、大型車や小型トラックではエンジン音が主になることが指摘されている。

しかし、いづれも次にのべる様に走行速度、並びに車種によってかなりの差異が見られる。

2) 自動車の走行速度と騒音レベル

自動車交通騒音の実測例によると、騒音は車種によって異なるが、次の図—1に示す如く、いずれも速度の増加に比例して増大する傾向がみられる。



図—1 速度と騒音レベルの関係

3) 車種と騒音レベル

車種別に騒音レベルを測定した結果によると、図—2に示す様な関係がみられる。

即ち、大型車の騒音レベルが最も高く、トラックの40km/hで発生する騒音は乗用車の80km/hに相当している。

4) 自動車交通量と騒音レベル

交通量と騒音レベルとの関係を、東京都公害研究所の調査結果を用いて分析すると、図—3に示す様に、騒音レベルと総交通量の対数値がほぼ比例していることが分る。

5) 伝播及び遮音の性質

音源の寸法が受音距離にくらべて十分に小さい場合は点音源であり、音源の幅が受音距離にくらべて十分に小さいが、長さが無視できない様な音源を線音源と呼んでいるが、この音源の距離による減衰は、点音源の場合は、音のエネルギーが球面上を拡がっていくために、単位面積当りのエネルギー量、すなわち音の強さは距離の2乗に逆比例して減衰し、

均質な線音源からの音は円筒面上を拡がっていくために音の強さは距離に逆比例する。図-4は以上の2種の音源について距離減衰の性質を図化したものである。

又、音波は拡播の途中で媒質に変化があると、方向を変えたり、エネルギーを吸収されたりなどの変化が生ずる。その著しいものが壁などによる反射、吸収、透過などの現象である。

即ち、音波がその波長よりも大きく、厚い壁などにぶつかったときにはその面を振動させることが出来ないで、その振動のエネルギーのすべてを再び空气中に伝え、入射波と同じエネルギーを持つ反射波が生ずる。しかし、図-5に示す様に、多くの材料では1部は吸収され、1部のエネルギーは透過することになる。

6) 路地又は平坦開放地への伝播

障害物のない路地、又は平坦開放地の伝播性状は理論的にも算出可能であるが、東京都公害研究所は環七通りと新青梅街道を対象

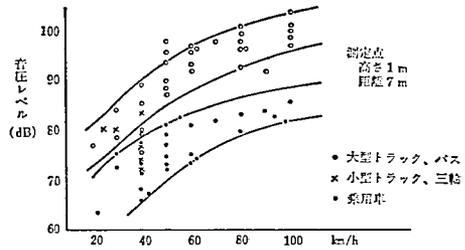


図-2 車種と騒音レベルの関係

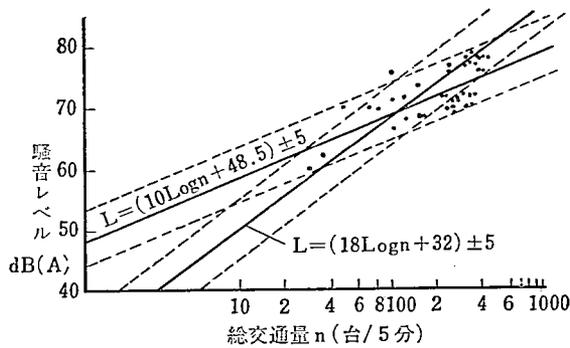
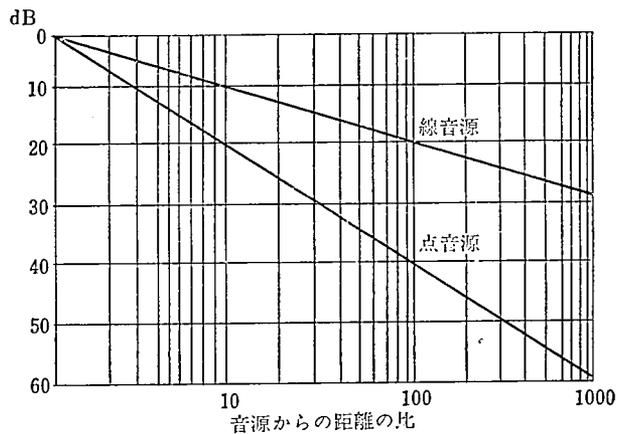


図-3 総交通量と騒音レベルの関係



点音源からの音は距離が2倍になる毎に6dB宛減少する。
線音源からの音は距離が2倍になる毎に3dB宛減少する。
(線音源の長さが受音距離の3倍以上左右何れか方向にも伸びている場合。)

図-4 点音源と線音源の距離による減衰

として次の様な結果を得ている。

図-6は路地を対象として道路端1m地点の中央値が70~80dB(A)の場合の距離減衰を示しており、図-7は平坦地を対象として道路端1mから160mまでの地点で測定結果を示している。

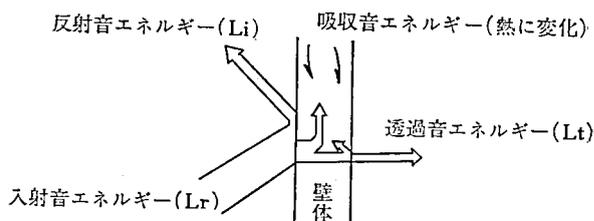


図-5 壁に当たった音のエネルギー経路

これらの結果からみると、路地への伝播は50dB(A)まで騒音レベルが下がるのは、50~70m地点であり、幹線道路からの直接音の減衰にはかなりの距離が必要となっている。

また、平坦開放地への伝播は、道路端から50m付近までは線音源的減衰(距離2倍で3dBの減衰)を示し、また80m以遠は点音源的減衰(距離2倍で6dBの減衰)の傾向がみられる。

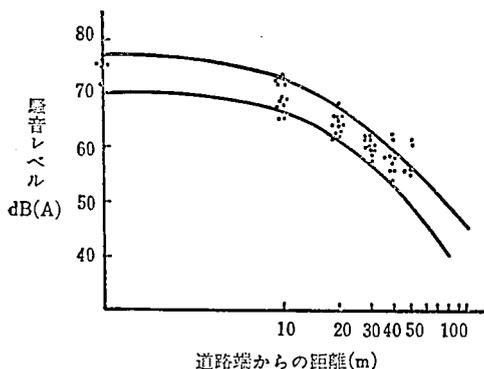


図-6 路地への伝播性状
(道路端騒音レベル70~80dB(A))

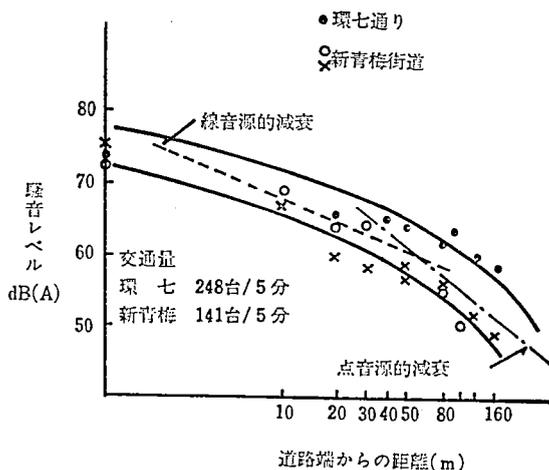


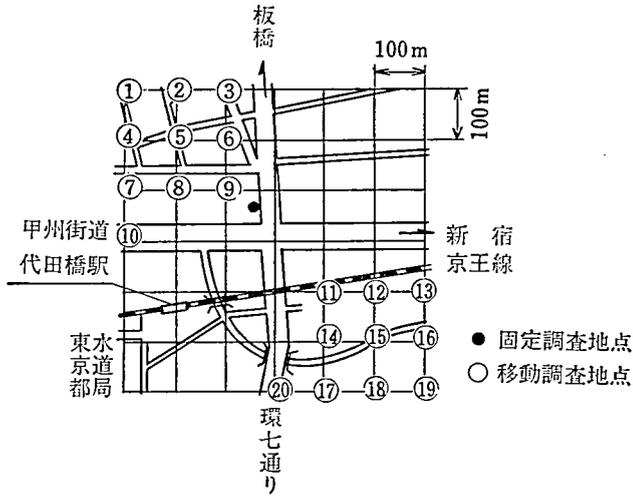
図-7 平坦開放地の伝播

7) 一般市街地の幹線道路沿線における騒音

既存の市街地では、沿線に種々の建物があるために騒音の分布は次の調査結果からも分る様に、非常に複雑なものになっている。

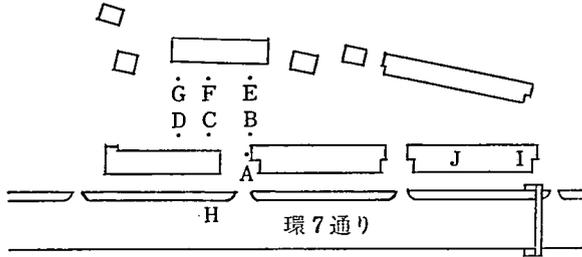
図-8は、東京の既成市街地の一例として、大原交差点付近で測定した結果である。道路端では75~80dB(A)を越える測定値となっているが、道路から100m離れた地点では50~55dB(A)、200~300m離れた地点では40~45dB(A)に減少しており、前述の平坦地の距離減衰よりは大きい。

更に、図-9は東京の環七通りに面して建てられた5階建の都営住宅を含む区域での測定結果であるが、道路端では75dBであったが、建物の裏側では約60dB(A)に、又建物の背後地では55~60dB(A)に減音している。いずれも沿線の建築物が遮音棟としての役割りを果たしているものと考えられる。



測点	騒音レベル	測点	騒音レベル
1	39 (35~63)	11	49 (46~70)
2	44 (38~57)	12	51 (45~70)
3	50 (44~59)	13	54 (46~68)
4	50 (44~59)	14	44 (41~51)
5	54 (45~63)	15	48 (46~53)
6	48 (47~50)	16	46 (42~52)
7	51 (43~66)	17	45 (41~59)
8	55 (49~67)	18	40 (37~47)
9	45 (40~54)	19	43 (40~48)
10	75 (67~78)	20	75 (69~83)

図-8 大原交差点およびその周辺の交通騒音



測点	騒音レベル dB (A) 中央値、90%レンジ	測点	騒音レベル dB (A) 中央値、90%レンジ
A	65 (58~73)	F	55 (53~59)
B	61 (56~67)	G	57 (54~62)
C	56 (53~66)	H	77 (70~85)
D	56 (52~61)	I	75 (70~83)
E	60 (55~65)	J	58 (54~63)

図-9 板橋富士見町都営住宅測定結果

2 騒音に関する環境基準と規制基準

以上に述べてきた自動車交通騒音の特性、並びにいくつかの実測データからも分る様に、自動車交通量の多い大都市の幹線道路の沿線では70ホンを越えている場合が多い。このことは後でのべる様に、何等かの対策が要求されていると言える。

昭和46年5月に閣議決定された騒音の環境基準は、人の健康を保護し、生活環境を保全するうえで維持されることが望ましいとした行政上の目標であり、道路の騒音基準は次の表一に示す通りである。

また、基本法の実施法である騒音規制法は総理府令、厚生省令で定める許容限度は表一2の通りである。

表一 環境基準（昭和46年5月閣議決定）

地域の区分	時間の区分		
	昼間	朝夕	夜間
A地域のうち2車線を有する道路に面する地域	55ホン	50ホン	45ホン
A地域のうち2車線をこえる車線を有する道路に面する地域	60ホン	55ホン	50ホン
B地域のうち2車線以下の車線を有する道路に面する地域	65ホン	60ホン	55ホン
B地域のうち2車線をこえる車線を有する道路に面する地域	65ホン	65ホン	60ホン

A地域とは主として住居の用に供される地域

B地域とは相当数の住居と併せて商業工業等の用に供される地域

表二 総理府令、厚生省令による自動車騒音の許容限度

	区域の区分	時間の区分		
		昼間	朝夕	夜間
1	第1種区域のうち1車線を有する道路に面する区域	55ホン	50ホン	45ホン
2	第2種区域のうち1車線を有する道路に面する区域	60ホン	55ホン	50ホン
3	第1種および第2種区域のうち2車線を有する道路に面する区域	70ホン	65ホン	55ホン
4	第1種および第2種区域のうち2車線をこえる車線を有する道路に面する区域	75ホン	70ホン	60ホン
5	第3種区域および第4種区域のうち2車線を有する道路に面する区域	70ホン	65ホン	60ホン
6	第3種区域および第4種区域のうち2車線を有する道路に面する区域	75ホン	70ホン	65ホン
7	第3種区域及び第4種区域のうち2車線をこえる車線を有する道路に面する区域	80ホン	75ホン	65ホン

第1種区域とは通常 住居専用地域

第2種区域とは通常 住居地域

第3種区域とは通常 商業又は準工業地域

第4種区域とは通常 工業地域

環境基準が望ましい目標を示しているのに対し、騒音規制法による許容限度は規制の基準であるために数値が異なっているが、新たに都市計画道路をつくるにあたっては環境基準を目標に騒音対策をたてることが望ましいことは言うまでもない点である。

事実こうした考慮を払わなければ、多くの新線建設は不可能に近い社会的な状況が生じている。

3 騒音対策の基本的な方向

自動車交通騒音から沿線市街地の環境を守ることは必ずしも単純ではないが、概ね次の様な対策が考えられる。

① 交通規制による方法

自動車交通騒音による弊害が特に著しい路線を選び、交通規制による速度制限、または大型車の通行禁止を実施して騒音の発生量を減少させようとする方法である。

この方法は、騒音防止施設の整備を伴わない等の利点はあるが、大都市の幹線道路を対象とする場合には、規制し得る路線が制約されざるを得ないと言う問題がある。

② 街路の両側に緩衝緑地を設ける方法

幹線街路の両側に空地を設け、騒音を距離減衰させる方法である。この空地に樹木を植えることによって、或る程度の遮音効果も期待出来、同時に近隣公園として活用することも可能である。

図-10の(a)図は従来の沿道利用であり、(b)図は両側に植樹した緩衝緑地を設けた場合のパターンを示すものである。

③ 街路の断面構造を工夫する方法

図-10の(c)図、及び(d)図に示す様に、主要街路を半地下構造にしたり、或いは両サイドに防音築堤、または吸音性の高い防音壁を設けることによって騒音を減少させる方法である。これ等の方法によって、どの程度の減音効果があるかは十分に検討しなければならないが、緩衝緑地を両サイドに設ける場合よりは道路用地幅が節約出来るものと予想される。

④ 沿線に近代的な建築物を配置する方法

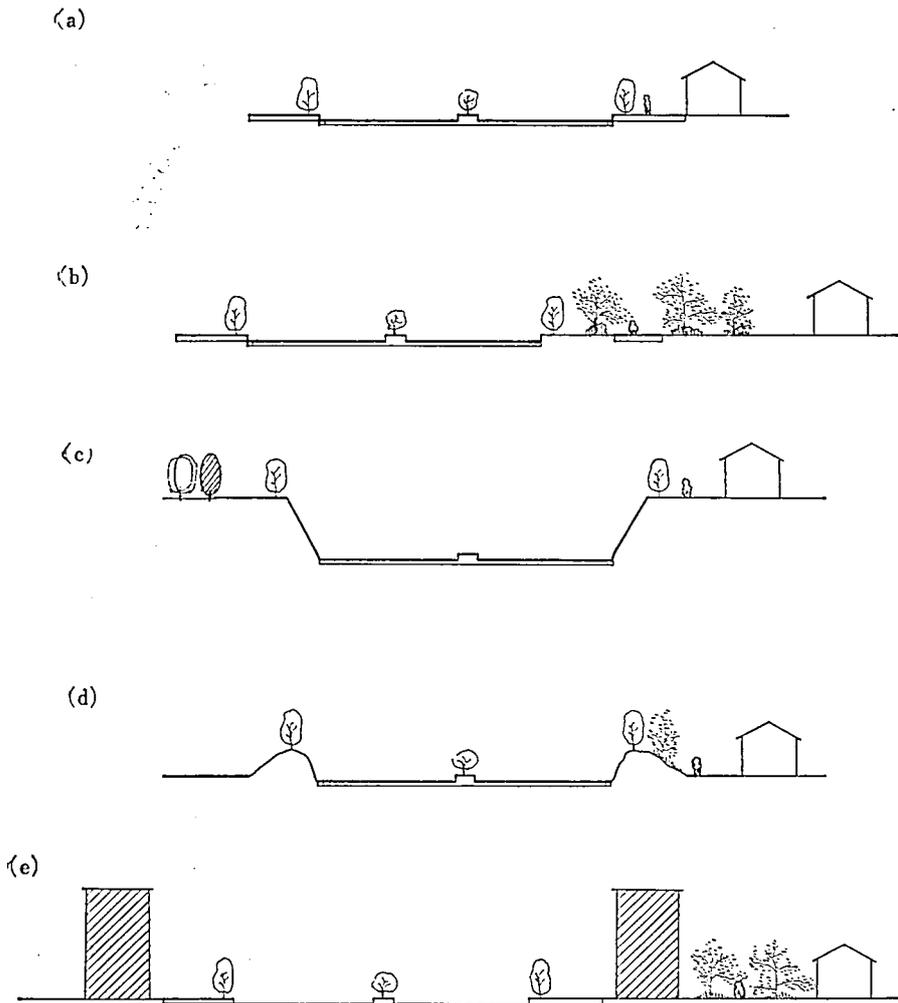
街路と沿線市街地の整備を一体として扱い、(e)図に示す様に、歩道に接して防音、並びに換気装置の完備した建築物（遮音棟）を立てることによって、背後の住宅地を騒音から守ろうとする方法である。

この手法は、都市計画による方法であって、幹線街路の拡幅に伴って、必然的に沿線の建物が近代化する傾向を応用し、これを計画的に推進し都市の近代化にも資することをねらいとしている。

⑤ その他

以上のほか、自動車自身を改良し騒音レベルを減少させたり、街路の路面を改良する等種々の対策も同様に考えられる。また、以上に述べてきた二つの方法の組合せ、例えば街路の両側に緩衝緑地を設けると同時に、街路の断面構造を工夫する等も当然考えることが可能である。

しかし、いずれにせよどの方法が騒音防止対策として効果的であるかは検討しなければならない。



図—10 幹線街路の構成を工夫した騒音対策の考え方

4 数値計算による防止効果の検討

実測データによっても或る程度の検討は可能であるが、本研究では現在の市街地には実在しないタイプについても考察を進めるために、数値計算によって騒音分布を求める方法を併用することにした。尚、ここで採用する理論式、道路形式、並びに仮定した交通量等の諸数値は以下の通りである。

1) 数値計算の理論式

騒音レベルの推定に対する理論式の基本型は、次の①式に示す通りである。

$$L = PWL - 8 - 20 \log_{10} \ell \cdots \cdots \cdots \text{①}$$

L : 騒音の中央値

PWL : 車輛のパワーレベル

ℓ : 受音点から音源までの距離

以上の理論式で物理的に求まる頃について問題はないが、実験あるいは実測により求まる車輛騒音のパワーレベル (PWL) では種々の計算式が提案されている。

ここでは前述の実測値の結果を考慮し、日本音響学会と日本道路公団によって作成された次の計算式②③④式を採用するものとした。

$$\begin{cases} L=96+40\log_{10}(V/60)-8-20\log_{10}l \\ \quad +10\log_{10}\{\pi l/d\tanh(2\pi l/d)\}+10\log_{10}(1+0.05P)\dots\dots\dots② \\ N=1000V/d \end{cases}$$

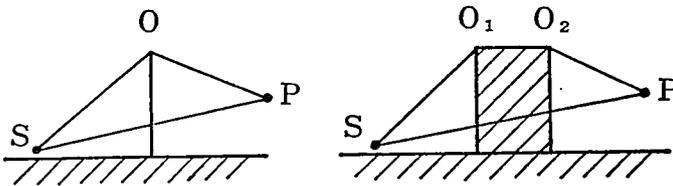
- L: 騒音の中央値(ホン), 一車線からの音
- V: 平均車速(km/時)
- l: 受音点から音源までの距離
- d: 車頭間隔
- N: 交通量(台/時)
- P: 大型車混入率(%)

2) 騒音の合成

①の式で一車線からの騒音が得られるので車線数がn本の場合、次の式で合成する。

$$L_M=10\log_{10}\{\log_{10}^{-1}(L_1/10)+\log_{10}^{-1}(L_2/10)+\dots\dots\dots\log_{10}^{-1}(L_N/10)\}\dots\dots\dots③$$

3) 側壁および建物による減音量の計算



側壁又は建物による行路差 ($D=SO+OP-SP$ 又は $D=SO_1+O_1O_2+O_2P-SP$) を求め、これを次式に代入して減音量 (EFL) を求める。

$$EFL=\log(D/0.043739)/0.22773\dots\dots\dots④$$

4) 対象とした基本タイプと諸数値

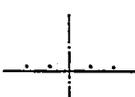
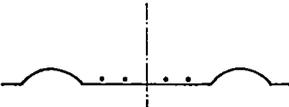
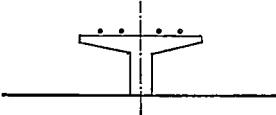
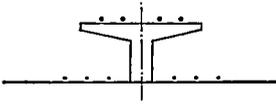
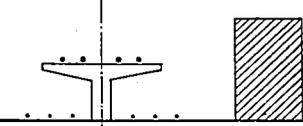
自動車の速度と交通量で騒音分析に及ぼす影響をもみるために、一般街路と高速道路の両方を扱い、市街地と道路のタイプは次表にまとめてある様に、平面、高架、築堤形式、及び建物配置の形式とし、その組合せについても計算で行ない得る様にした。

尚、半地下構造は反射音を考慮に入れないと無意味であることが判明したので築堤タイプの計算値から類推することにした。

計算の対象とした各タイプは表-3に示す通りであるが、道路の幅員と交通条件は道路構造令にもとづき、高速部は2種2級、関連街路は4種1級、付属街路は4種3級としている。

5) 計算結果にみられる騒音の分布特性

前述の理論式により、想定した各タイプにおける騒音マップを作成すると図-11~17に示す通りになる。

道路と市街地のパターン	交通条件						
	車線数	車速	交通量	大型車混入率	高架高	高欄高	
タイプ I 	高速道路	—	—	—	—	—	
	街路	4	40km/h	1,200台	10%	0 m	
タイプ II 	高速道路	—	—	—	—	—	
	街路	6	40km/h	1,200台	10%	—	
タイプ III 	高速道路	4	60km/h	1,850台	10%	0 m	0 m
	街路	—	—	—	—	—	—
タイプ IV 	高速道路	4	60km/h	1,850台	10%	0 m	2 m
	街路	—	—	—	—	—	—
タイプ V 	高速道路	4	60km/h	1,850台	10%	10 m	0.9 m
	街路	—	—	—	—	—	—
タイプ VI 	高速道路	4	60km/h	1,850台	10%	10 m	0.9 m
	街路	6	40km/h	1,200台	10%	—	—
タイプ VII 	高速道路	4	60km/h	1,850台	10%	10 m	0.9 m
	街路	6	40km/h	1,200台	10%	—	—

表—3 数値計算の対象としたタイプと交通条件

横軸は道路端からの距離，縦軸は地表面からの高さを示している。道路上で発生する騒音が遠ざかるに従って距離減衰する傾向は各タイプとも同様であるが，交通量，速度，並びに道路の断面構造の差異によって次のような特性がみられる。

① タイプ I

4車線の一般街路($v=40\text{km/h}$)であり，道路端の最高値は64ホンで，25~30mの緩衝緑地を設ければ60ホン以下に下げられると言う結果が出ている。しかし，55ホン以下にするためには100m以上の距離が必要となる。

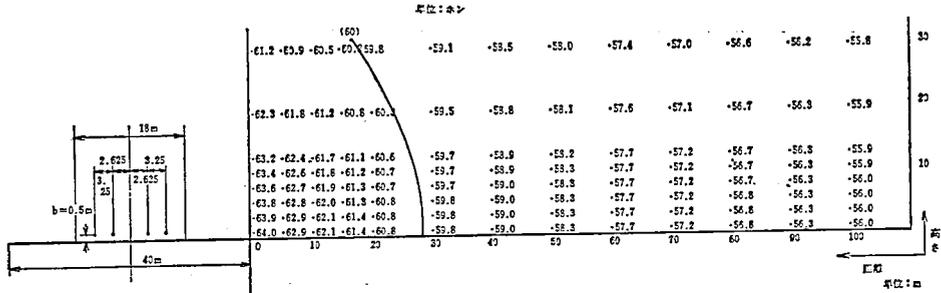


図-11 タイプⅠの騒音分布

② タイプⅡ

一般街路で6車線の場合、道路端の最高値は66,3ホンに増加し、60ホン以下の線は道路端からほぼ50m離れた位置に生じている。タイプ1との相異は、主として交通量の増加によるものである。

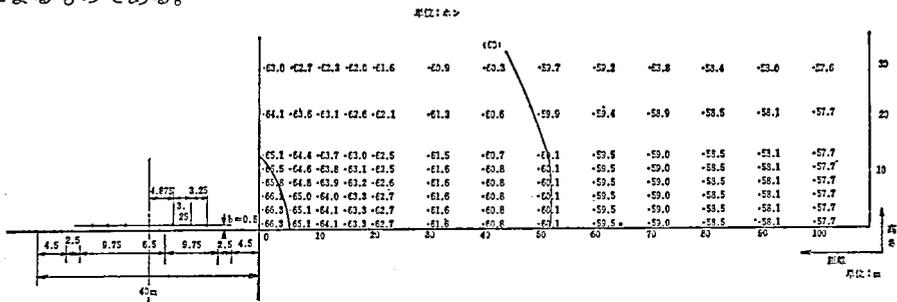


図-12 タイプⅡの騒音分布

③ タイプⅢ

4車線の平面高速道路 (v=60km/h) の場合であり、道路端の最高値は71.1ホンに増加し、65ホンのラインが50~60mの位置にあり、60ホン以下は100m未満では生じていない。何等かの騒音対策が要求される数値であり、特に車速が騒音に如何に重要な影響を及ぼすかを示している。

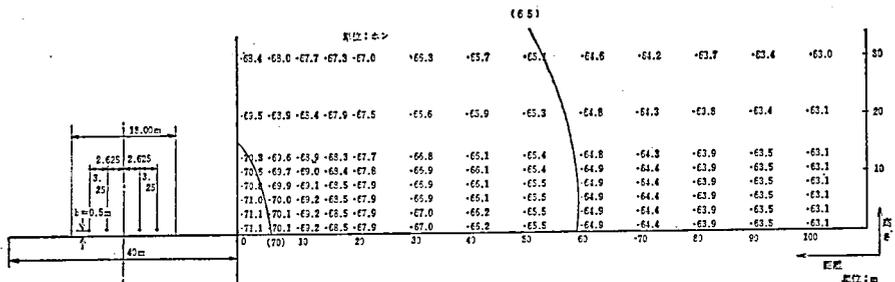


図-13 タイプⅢの騒音分布

④ タイプⅣ

平面高速道に両サイドに高さ2.0mの騒音防止堤を築いた場合であり、築堤が影響し、前述のタイプⅢと比較すれば、低い位置と道路から遠ざかる位置ではかなりの減音効果がみられる。しかし、築堤より高い位置においては必ずしも効果的であるとは言えない。も

しも仮りに築堤をより高くするか、又は道路の断面を下げ半地下形式にすれば、減音の効果は一段と高まることが予想される。

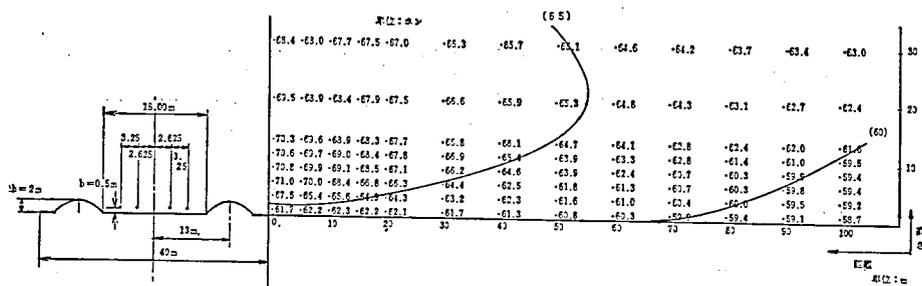


図-14 タイプⅣの騒音分布

⑤ タイプⅤ

タイプⅢと同じ条件の高速道路を高架にした場合であるが、騒音の最高値71.1ホンが高架道路と同じレベルに生じている点が注目される。そして、地上のレベルでは60ホン以下に低下しており、65ホン以下を期待するとすれば高架より低いレベルでは、概ね安全圏にあると言える。

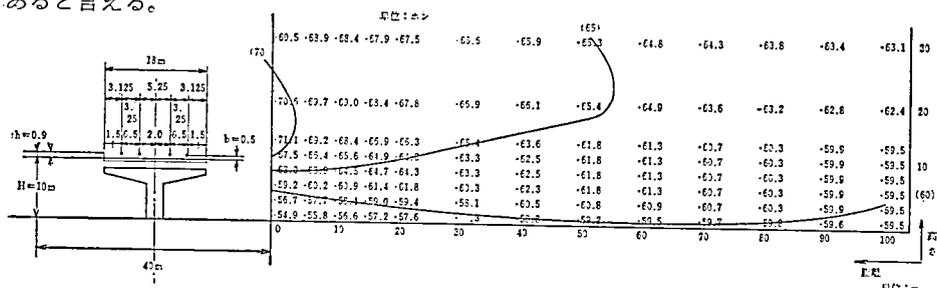


図-15 タイプⅤの騒音分布

⑥ タイプⅥ

タイプⅤの高架道路の両サイドに一般街路を配置した場合で、東京の都市高速道路で採用されている一般的なタイプである。

一般街路を併設することによって、道路端の最高値は大きく変化しないが、高架のレベルより低い空間での騒音値が一般街路の影響を受けて高まる。

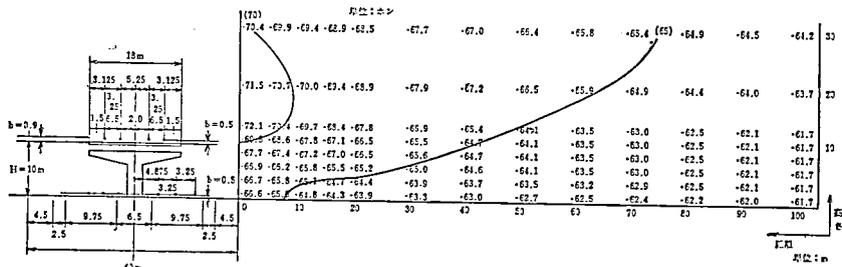


図-16 タイプⅥの騒音分布

⑦ タイプⅦ

一般街路を伴う都市高速道の両側に近代的な建築物を配置する場合であって、建物が遮

音棟の役割を果たすことになる。そのために、建物の直接の背後では45ホンに低下し、高さ数mまでは50ホン以下となっている。

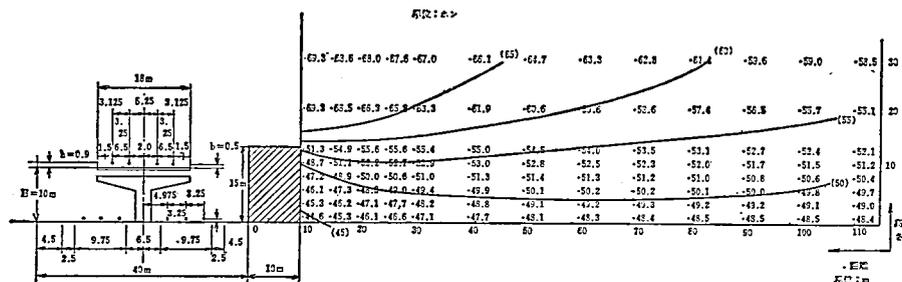


図-17 タイプⅦの騒音分布

6) 基準点における減音率の比較

道路端から水平距離 20.0m, 高さ 4.0m の位置を基準点として想定し、道路端における騒音の最高値がこの基準点において減音する比率を減音率と仮定し、各種タイプ毎に計算すると表-4 の通りになる。

表-4 基準点における減音率の比較

	道路端における最高値	基準点における騒音	減音率 (%)
タイプⅠ	64.0	60.8	5
タイプⅡ	66.3	62.7	5
タイプⅢ	71.7	67.9	5
タイプⅣ	71.0	64.3	9
タイプⅤ	71.1	59.4	16
タイプⅥ	72.1	64.4	11
タイプⅦ	69.3	47.1	32

勿論以上の計算は道路端における最高値と基準点における高さの位置を無視しているので、厳密な比較とはならないが、特にタイプⅦの減音率の大きい点は注目すべきと言える。

4 騒音対策における考察

以上に述べてきた騒音の実測例、環境基準、並びにいくつかの対策を前提とした理論計算の結果から、少なくとも交通量の多い大都市の幹線道路に対しては、何等かの騒音防止対策が必要であると言える。

また、この対策の方向は自動車の改良、交通規制の実施等も当然考慮に入れなければならないが、道路と市街地の構造条件を改良する点からみれば、本研究の結論からも次の様な点を重視する必要がある。

① 都市周辺地域の道路建設において、道路の両側に十分な緩衝緑地を取得し得る場合には、単に空地を残すのみではなく、道路に沿って防音施設帯（築堤、防音壁、植樹）を併設する必要が生じる。

この場合、経済的事情が許すならば、車道のレベルを下げ半地下型式とすれば一層効果的であると推察される。

② 都市の中心部，並びにその周辺地域で緩衝緑地の取得が困難なところではむしろ，都市再開発によって積極的に沿線を近代化することが望ましい。即ち，沿線に沿って遮音棟を建設し，その背後地を騒音から守る手法は最も効率が高い。

都市の再開発は，必ずしも容易であるとは言えないが，他に適接な手法が見当たらない点，またこの様な地域では，いずれ市街地の立体化が進むものと予想されるので，むしろ，道路施設の改良と自動車の騒音対策を契期として，計画的に都市の更新を促進すべきであると言えよう。同時に，不燃建築物を道路の両サイドに有する幹線道路は災害時の避難路として重要な使命を果たすことも無視出来ない。図一18は模型によって示した沿線再開発の例である。



図一18 模型による沿線再開発の例

③ 既成市街地の広幅員道路に高架構造の道路を建設し，しかも沿線市街地の近代化が不可能な地域では，一般街路の交通量は極力減少させる考慮が必要である。

④ 以上の対策が実施出来ない様な幹線道路の騒音対策は，自動車の部分的な改良，大型車の通行禁止，交通量と速度の規制，または沿線建築物の部分的な改良に依存することになるが，前述の環境基準を達成するためには，いずれ抜本的な対策が要求される。