

土木研究所資料

高架道路周辺の騒音分布とその対策
— 資料集 —

昭和60年4月

建設省土木研究所
道路部交通環境研究室

Copyright © 60年度 by P. W. R. I

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は土木研究所長の承認を得ずしてこれを行なってはならない。

高架道路周辺の騒音分布とその対策

— 資 料 集 —

交通環境研究室 足立義雄
中須賀聡
宮川隆己

要 旨 平面道路上に高架道路が併設された箇所では、平面道路単独の場合に比べて騒音レベルが増加することが指摘されている。本資料は、高架道路の併設による騒音レベルの変化を模型実験により調査し、主に高架裏面の吸音処理に着目し、その対策効果量を調査整理したものである。

キーワード：道路交通騒音，高架道路，騒音対策

ま え が き

都市内では道路用地の有効利用の見地から、平面街路上に高架道路を併設した2層構造が多く取り入れられている。また、アクセスコントロールを必要とする都市高速道路では大部分が高架構造であり、平面街路上に併設された区間が多くなっている。このような箇所では、平面街路を走行する自動車の騒音が高架道路によって閉ざされるため、平面街路単独の場合に比べ沿道での騒音レベルが増加することが指摘されており、その対策が望まれている。

本資料は、平面街路上に併設された高架道路が騒音レベルに及ぼす影響を模型実験により調査し、その対策として主に高架裏面の吸音処理に着目し、対策効果を整理したものである。

昭和60年4月

交通環境研究室 足立 義雄
中須賀 聡
宮川 隆己

目

次

ま え が き

1. 高架道路周辺の騒音分布調査	1
1.1 調 査 概 要	1
1.2 調 査 結 果	14
1.2.1 高架構造と騒音レベルの関係	14
1.2.2 騒音対策とその効果	30
1.2.3 高架道路の影響と交通量の関係	45
1.2.4 実 験 デ ー タ	50
2. 高架裏面の吸音処理効果調査	115
2.1 調 査 概 要	115
2.2 調 査 結 果	123
2.2.1 吸音処理の効果	123
2.2.2 実 験 デ ー タ	130

1. 高架道路周辺の騒音分布調査

一般街路上に高架道路が併設された箇所の騒音分布について模型実験により調査し、高架構造、交通条件および騒音対策との関係で比較整理した。比較は、1) 騒音レベルの距離減衰、2) 等騒音レベル線、3) ユニットパターンについて行っている。

1.1 調査概要

(1) 実験条件

模型実験は、逆二乗則を満足する自由音場であり、暗騒音が十分低いことが確認されている無響室に道路模型および受音断面を図 1.1 のように配置して行った。

模型縮尺は、実験精度を勘案すれば大きい方が望ましいが、無響室の大きさ、受音範囲、計測システムなどの制約を考慮して 1/16 とした。

また、測定周波数は、模型縮尺が $1/n$ の場合には、実物の n 倍に対応させる必要があるため、本実験では道路交通騒音の支配的な周波数範囲である 125～2 KHz (1/3 オクターブバンド中心周波数) を実物の周波数範囲として、測定周波数をこれに対応させて 2 K～32 KHz とした。

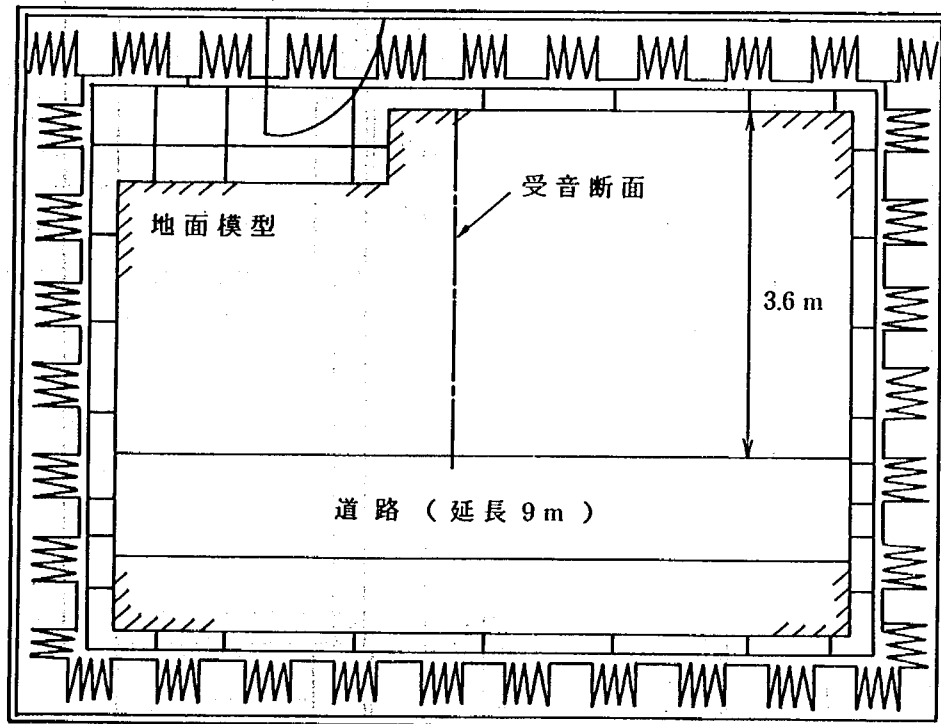


図 1.1 模型配置 (平面図)

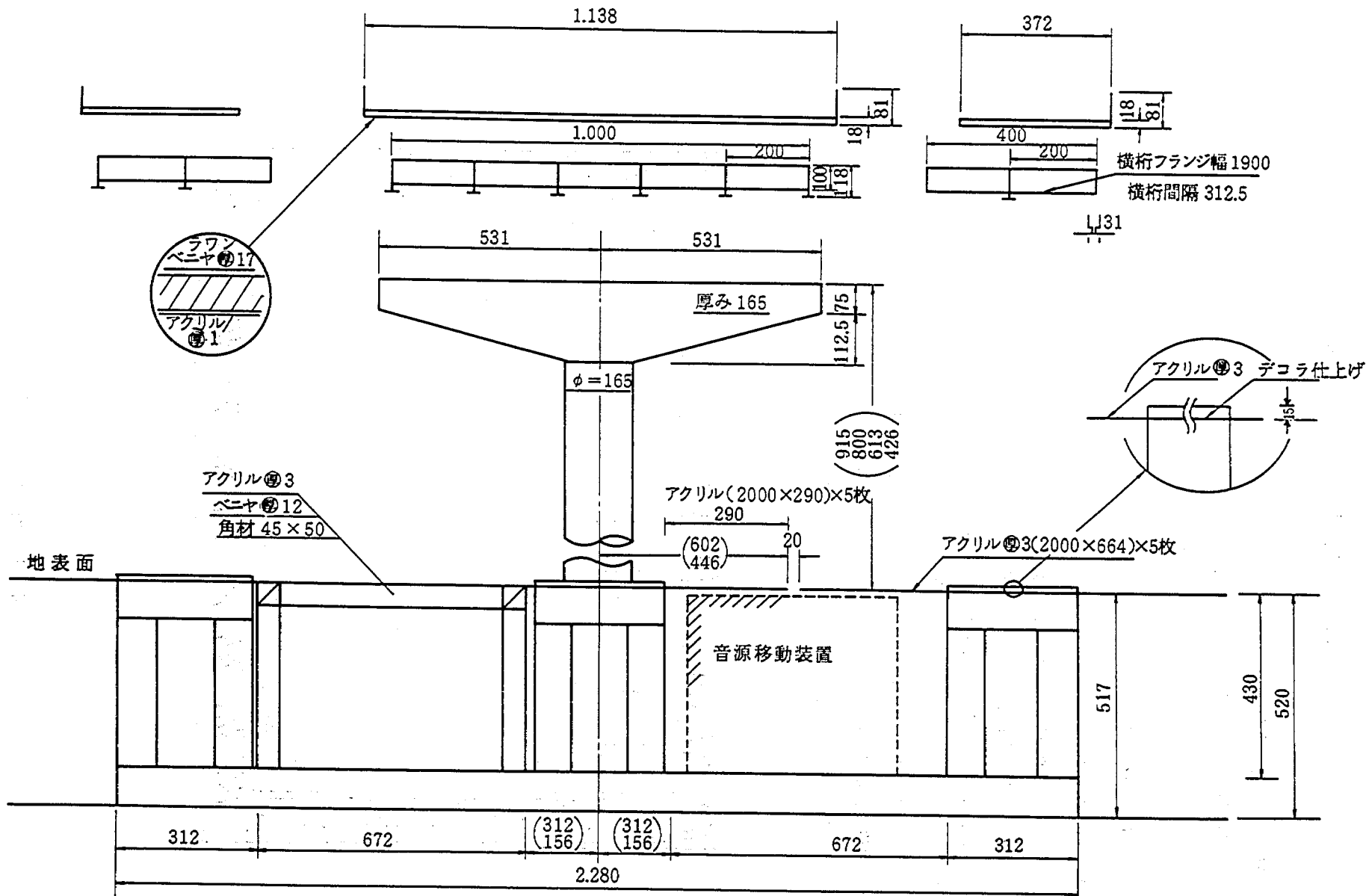


図 1.2 模 型 形 状 (単位: mm)

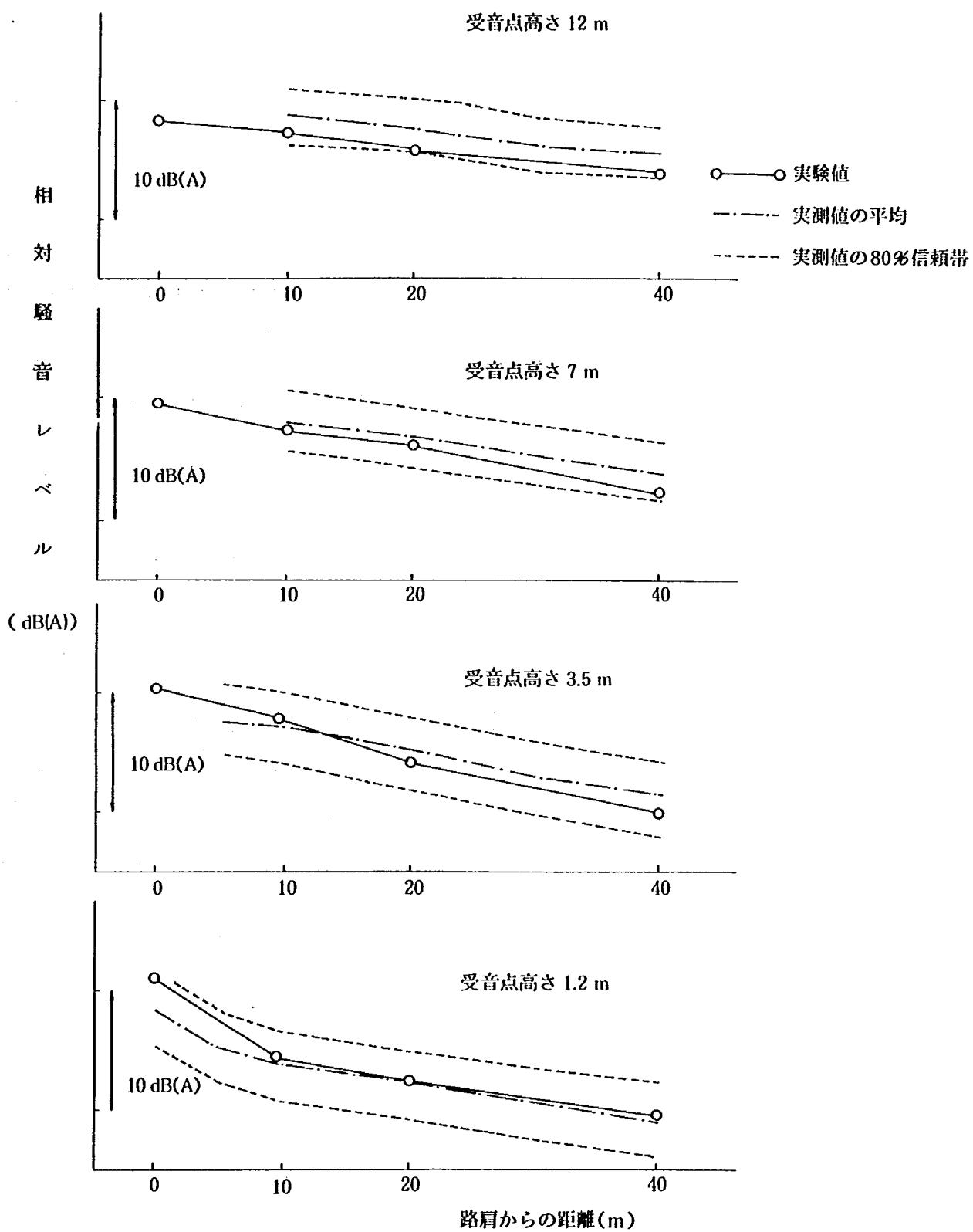


図 1.3 距離減衰の再現

(2) 模型形状と使用材料

製作した模型の形状を図 1.2 に、使用材料を表 1.1 に示す。高架道路の裏面は I 桁構造を対象として、反射音に及ぼす影響が大きいと考えられる鋼桁部分は特に忠実に再現した。また、地表面にはラワンベニヤ素地を使用し、実測結果から得られている騒音の距離減衰特性と一致していることを確認している（図 1.3 参照）。高架裏面の吸音処理に用いたネルおよび地表面に使用したラワンベニヤ素地の吸音特性は図 1.4 に示す通りである。

(3) 音源および受音点

実験で使用した音源は、圧縮空気を利用したジェットノイズ点音源である。ジェットノイズの構造および指向特性を図 1.5 に示す。この音源は、測定する周波数で十分な出力レベルを有しており、指向特性も自動車騒音に対応してほぼ無指向性を示している。音源の位置は、一般街路の幅員構成を往復 6 車線とし、上下車線別に各 1 個の点音源で代表させることとした。図 1.6 に音源の配置を示す。

受音点は、道路横断方向の 1 断面（高架橋脚の中間）内に図 1.7 に示すように、水平方向に道路端から 0 m、10 m、20 m、40 m、垂直方向に地上高さ 1.2 m、3.5 m、7 m、12 m、20 m の格子とし、合計 20 点である。

表 1.1 模型使用材料

模型部分	使用材料	表面処理
床 板	ラワンベニヤ	ペイント 2 回塗り、裏面アクリル張り
桁	アクリル板 (厚さ 1 mm)	素 地
橋 脚	ラワンベニヤ (脚柱は塩化ビニールパイプ)	ペイント 2 回塗り
路 面	アクリル板 (厚さ 3 mm)	素 地
中央分離帯	ラワンベニヤ (厚さ 15 mm)	デコラ張り
歩 道	ラワンベニヤ (厚さ 15 mm)	デコラ張り
地 表 面	ラワンベニヤ (厚さ 12 mm)	素 地
吸 音 材	ネル (厚さ 1 mm) + ラワンベニヤ	—

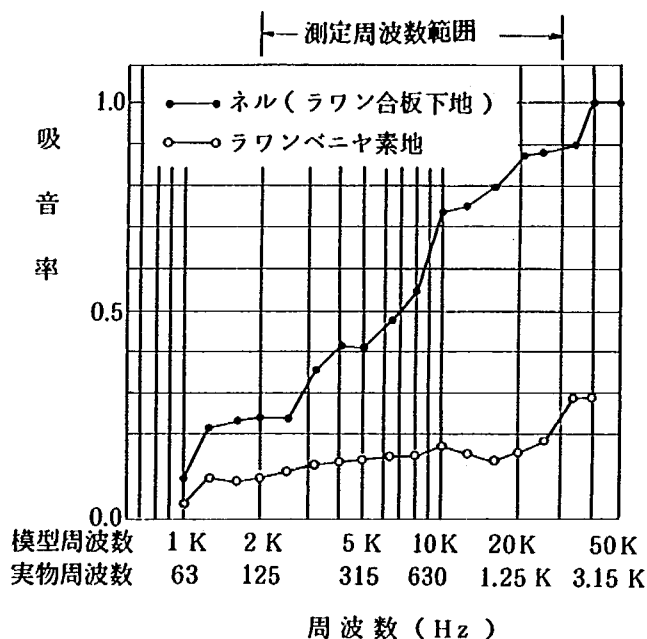
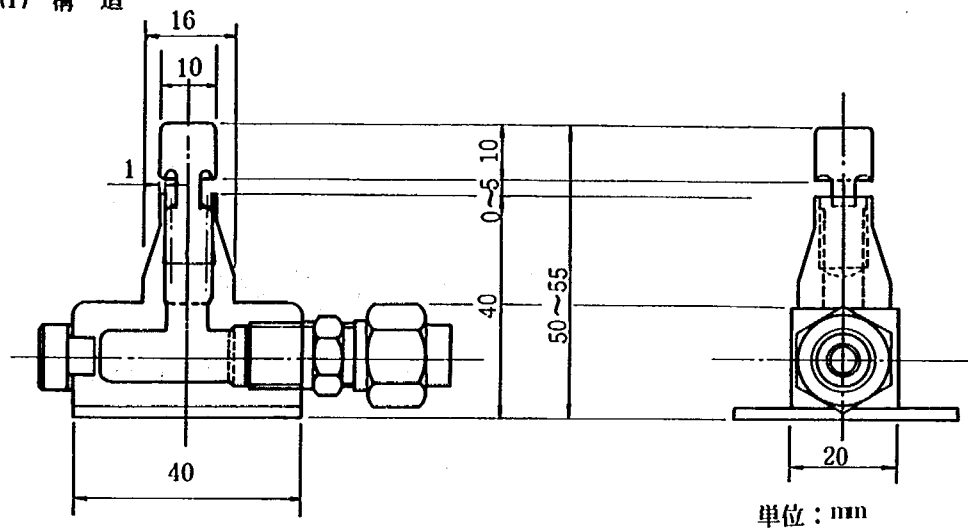


図 1.4 模型材料の吸音特性

(1) 構造



(2) 指向特性

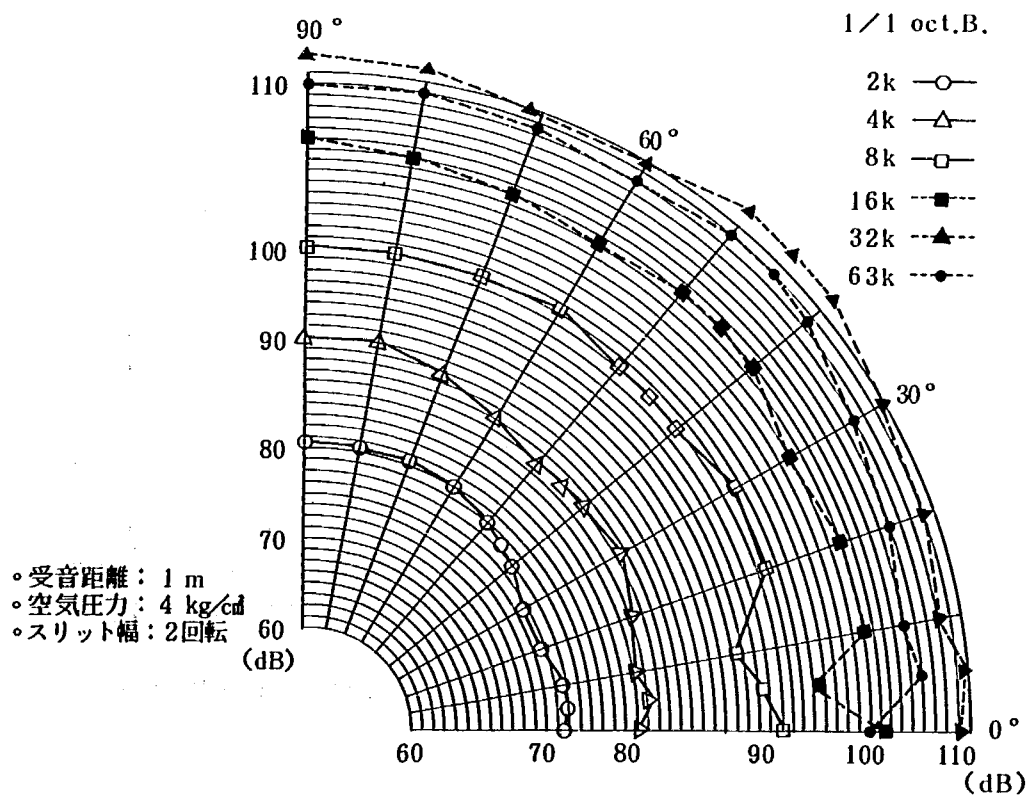


図 1.5 ジェットノイズ点音源

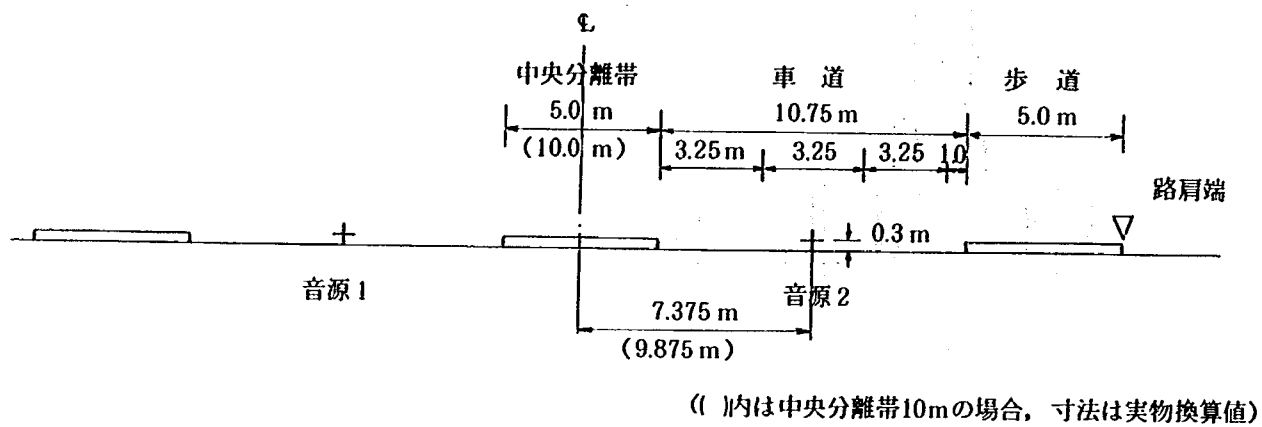


図 1.6 音 源 位 置

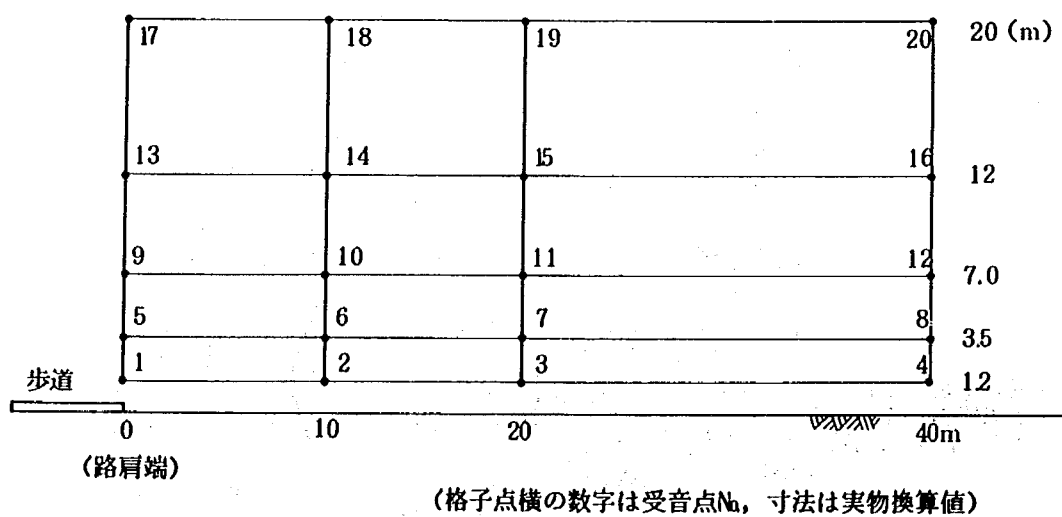


図 1.7 受 音 点 位 置

(4) 実験断面

実験を行った道路断面は、高架道路が併設されている都市内道路を対象として、1) 高架道路の幅員、2) 高架道路の高さ、3) 中央分離帯の幅、4) 高架裏面吸音処理の4項目を騒音レベルの比較項目として設定した。

基本断面は図1.8に示すように、往復6車線の平面道路上に高架道路が併設されたものである。高架幅員(W)は高架道路の全幅を示し、4車線相当の18.2m、6車線相当の30.1mとその中間の24.2mとした。高架道路の高さ(H)は平面道路の路面から高架道路の路面までの高さを示し、 $H = 9, 12, 15, 20$ mとした。中央分離帯については、5mと10mの2条件である。

吸音処理は、吸音処理箇所を高架床板裏面部、主桁フランジ上部、横桁の下フランジ部など7条件を設定した。実験断面の詳細は図1.9に示す通りである。

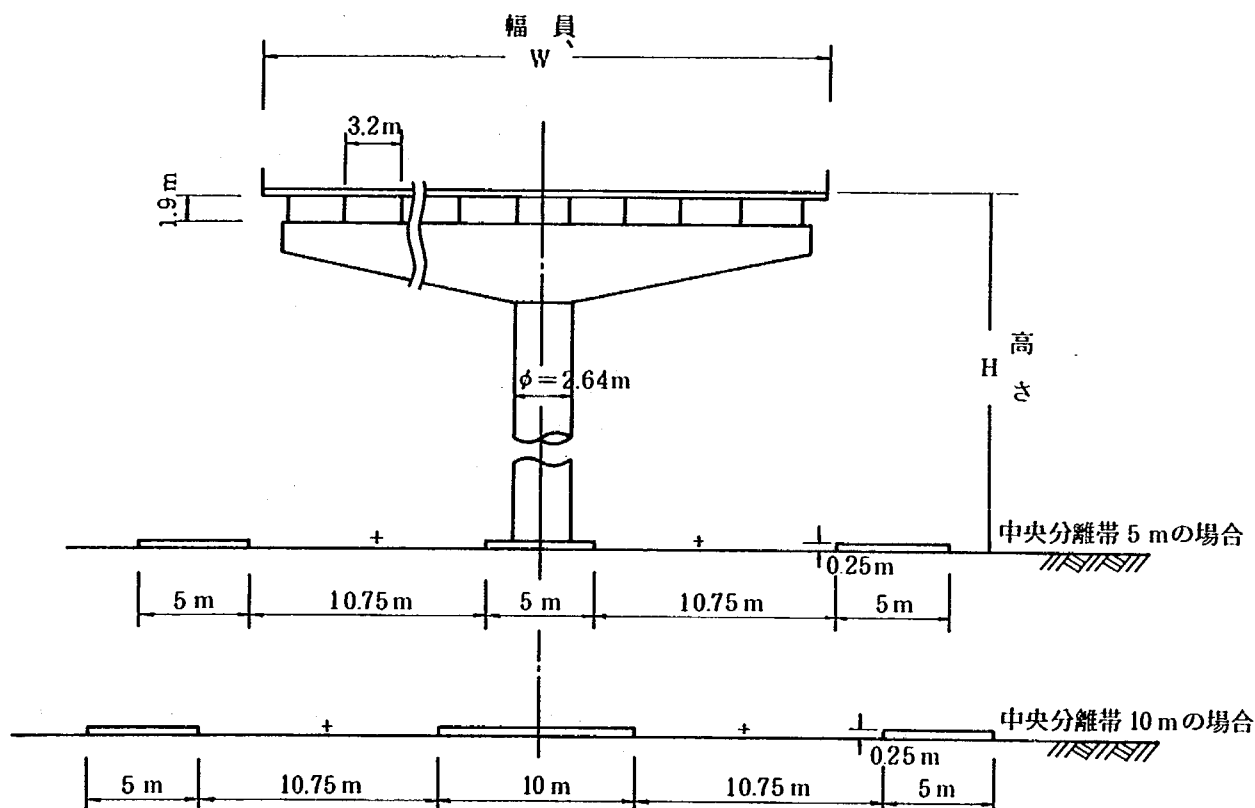


図 1.8 基本断面 (寸法は実物換算値)

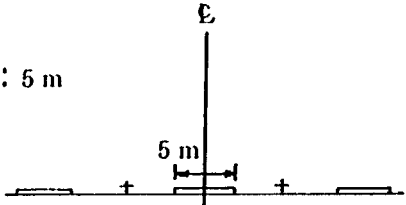
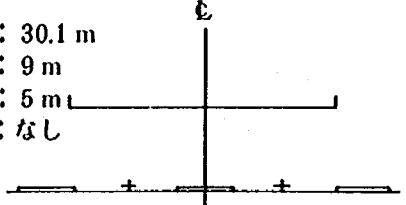
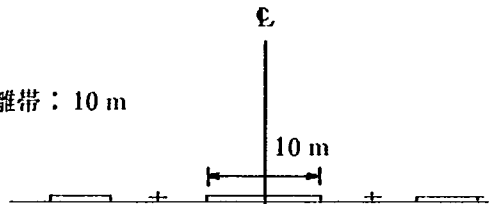
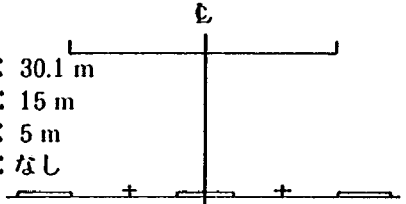
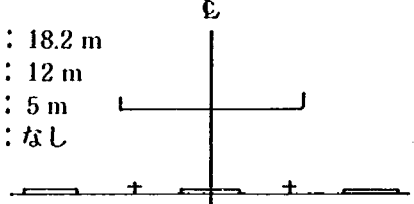
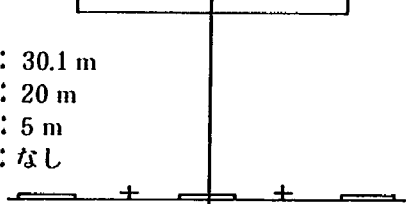
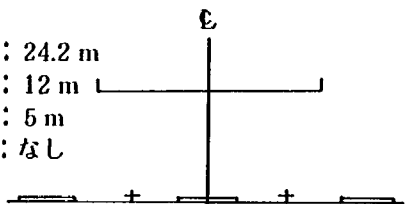
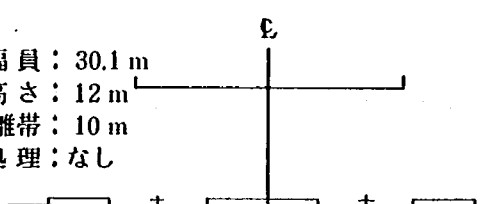
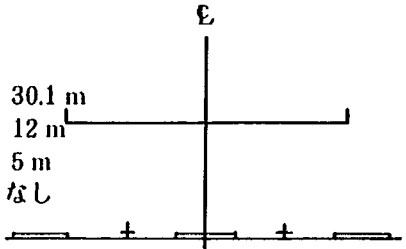
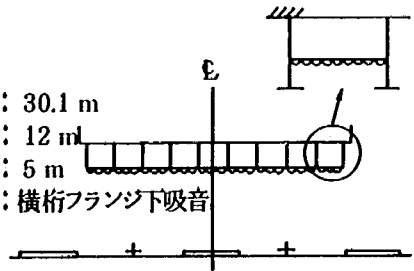
ケース①（平面道路単独） 中央分離帯：5 m 	⑥ 高架幅員：30.1 m 高架高さ：9 m 中央分離帯：5 m 吸音処理：なし 
②（平面道路単独） 中央分離帯：10 m 	⑦ 高架幅員：30.1 m 高架高さ：15 m 中央分離帯：5 m 吸音処理：なし 
③ 高架幅員：18.2 m 高架高さ：12 m 中央分離帯：5 m 吸音処理：なし 	⑧ 高架幅員：30.1 m 高架高さ：20 m 中央分離帯：5 m 吸音処理：なし 
④ 高架幅員：24.2 m 高架高さ：12 m 中央分離帯：5 m 吸音処理：なし 	⑨ 高架幅員：30.1 m 高架高さ：12 m 中央分離帯：10 m 吸音処理：なし 
⑤ 高架幅員：30.1 m 高架高さ：12 m 中央分離帯：5 m 吸音処理：なし 	⑩ 高架幅員：30.1 m 高架高さ：12 m 中央分離帯：5 m 吸音処理：横桁フランジ下吸音 

図 1.9 実験断面 (1)

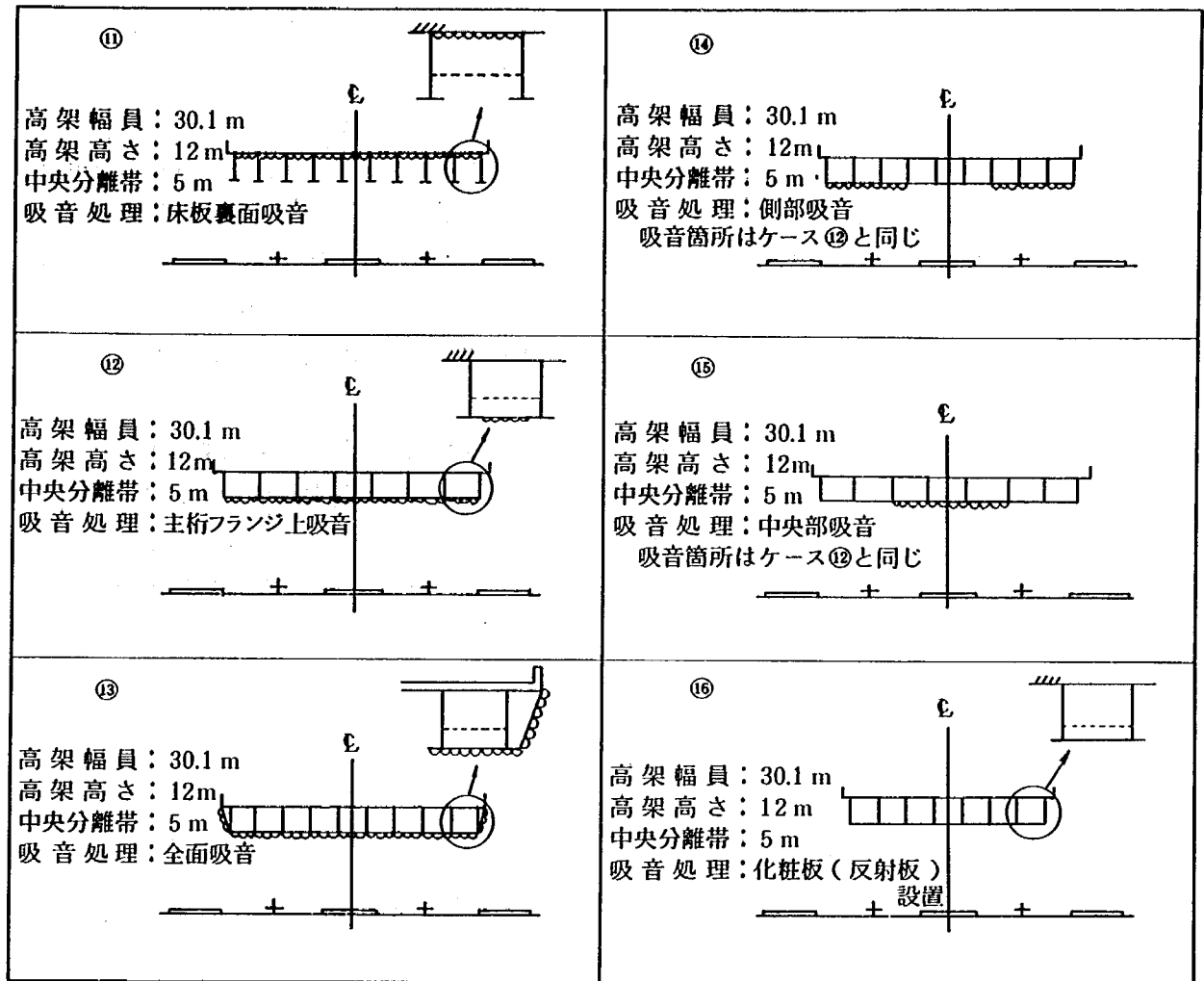


図4.9 実験断面 (2)

(5) 実験方法

実験で使用した計測システムを図 1.10に、実験の流れを図 1.11に示す。本システムは8チャンネルのマイクロホン信号を同時に入力することが可能であり、今回の実験では1 ch～5 chを音圧レベルの測定に、7 chを音源の出力レベル監視用および暗騒音の測定に使用した。

音源の出力レベルを一定に保つこと、S/N比が十分であることは実験精度を向上させる上で重要なポイントである。本実験では、音源としてジェットノイズを使用しているため、吐出空気の圧力を監視して常に一定になるように調整した。また、実験開始前に出力レベルの測定を行い、変動があった場合には測定データを補正することとした。S/N比については、暗騒音を実験前に測定しておき、測定データと比較してその差が10 dB以上なら補正なし、10 dB未満で3 dB以上なら補正を行うこととし、3 dB未満ならば測定データを不採用とした。

実験は、点音源を所定の位置に移動し、停止した状態で各受音点における周波数別（1/3オクターブバンド）の音圧レベルを測定するもので、これを所定の音源位置毎に繰り返す。本実験における音源の移動間隔は模型上では5 cm、実物換算で4 mであり、全移動長は模型上で9 cm、実物換算144 mである。ここで得られる測定データは、自動車1台の走行に伴う騒音レベルの周波数別の変動パターン（ユニットパターン）である。

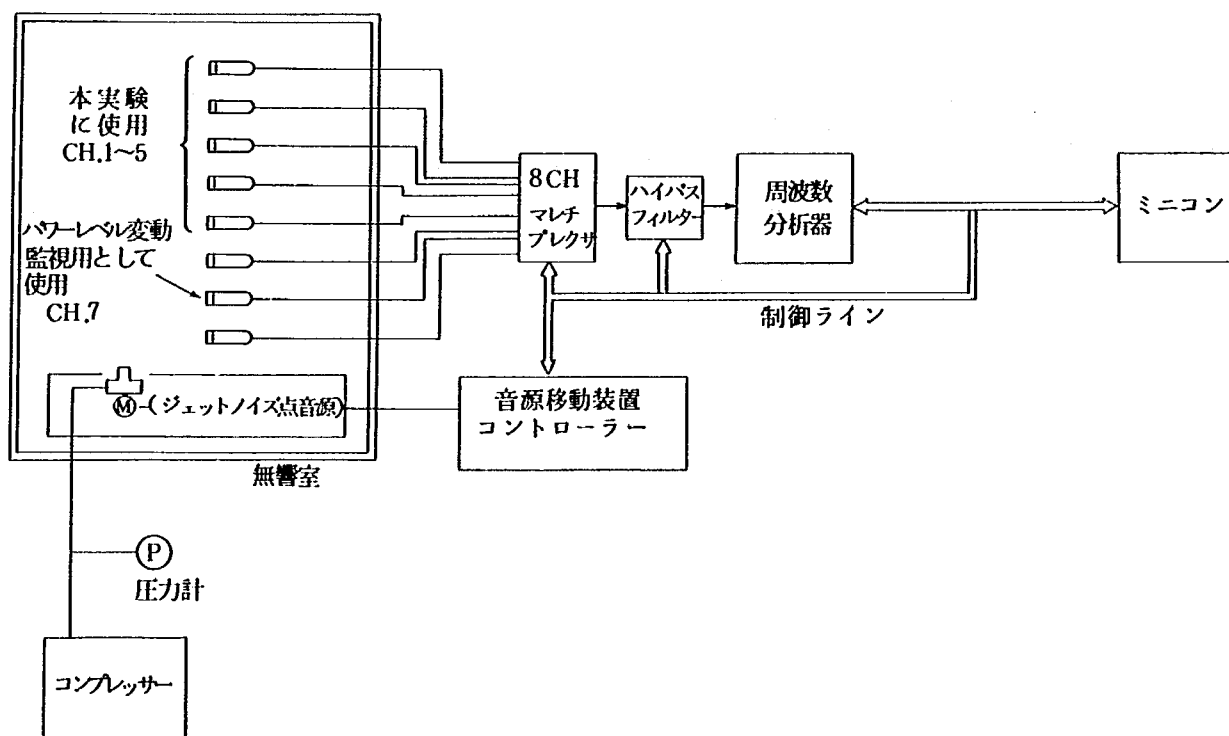


図 1.10 測定ブロック図

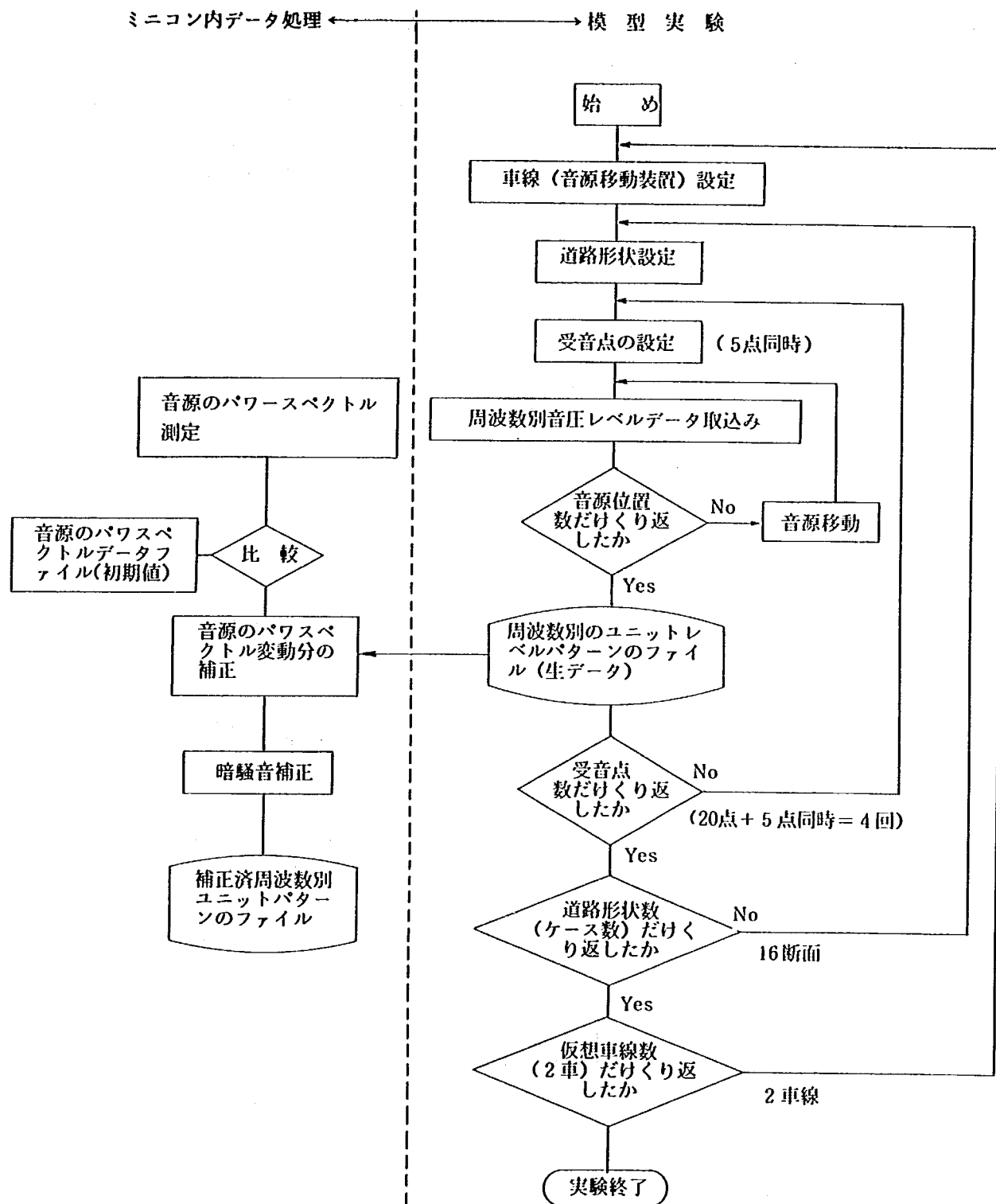
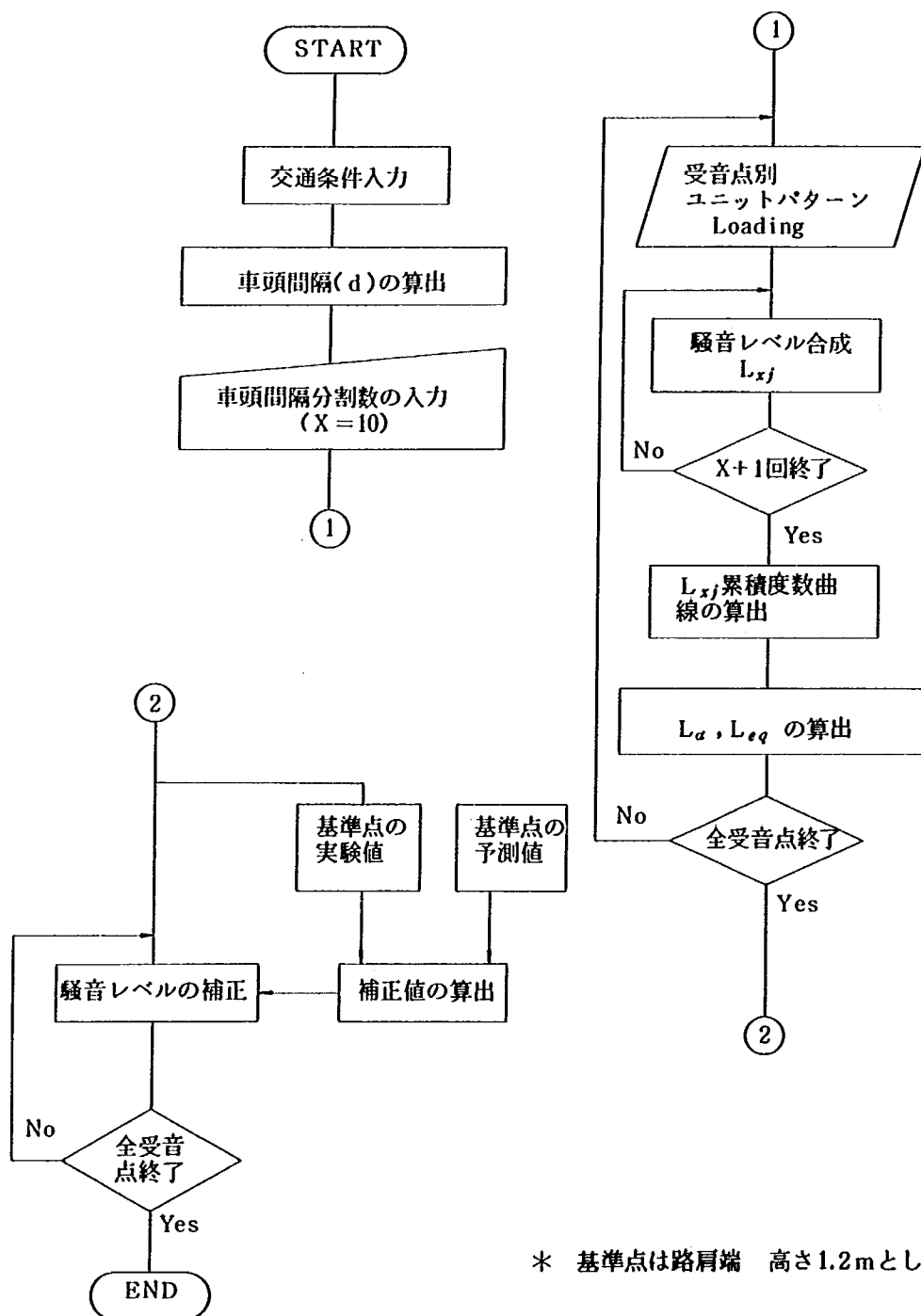


図1.11 実験の流れ

(6) 解析方法

合成計算の流れを図 1.12 に示す。測定データの合成は、実験で得られた周波数別のユニットパターンから道路交通騒音に対応したユニットパターンを算定して、所定の交通条件で合成計算（一列等間隔とする）を行い、騒音評価量 L_a 、 L_{eq} を求めるものである。

また、この場合に路肩端、高さ 1.2 m に配した受音点（基準点）で平面道路単独の場合（ケース①または②）に得られた実験値と等間隔モデルによる予測値の差を補正值として、各受音点の実験値を補正した。これは、実験で使用した音源のパワーレベルと所定の交通条件で得られた平均パワーレベルを一致させることを意味している。



* 基準点は路肩端 高さ1.2mとした

図 1.12 合成計算の流れ

解析に用いた条件は次の通りである。

交通条件

- 断面交通量：1,000, 2,000, 4,000, 8,000 台 / h
- 平均速度：50km/h
- 車種構成：小型車 85%, 大型車 15%

計算条件

- 計算対象道路区間長：音源と受音点間距離の10倍

ただし、測定データがない場合は、半自由空間での理論減衰値をあてはめてユニットパターンを外挿した。

外挿方法を図 1.13 に従って説明する。

音源のパワーレベルを L_w とすると、音源からの距離 ℓ に位置する受音点の騒音レベル(L)は、半自由空間において次式で表わされる。

$$L = L_w - 8 - 20 \log_{10} \ell \quad \cdots \cdots (1)$$

測定範囲の最も外側の音源(S_0)から受音点までの距離を ℓ_0 、この場合に測定された騒音レベルを L_0 とすると、

$$L_0 = L_w - 8 - 20 \log_{10} \ell_0 \quad \cdots \cdots (2) \quad \text{と表わされる。}$$

また、外挿区間に設定した音源(S_1)から受音点までの距離を ℓ_1 、この場合の騒音レベルを L_1 とすると、

$$L_1 = L_w - 8 - 10 \log_{10} \ell_1 \quad \cdots \cdots (3)$$

(2)式より

$$\begin{aligned} L_1 &= L_0 - (20 \log_{10} \ell_1 - 20 \log_{10} \ell_0) \\ &= L_0 - 20 \log_{10} \frac{\ell_1}{\ell_0} \quad \cdots \cdots (4) \end{aligned}$$

(4)式により外挿区間の騒音レベルを随時算出し、計算の対象とする道路区間長に対応したユニットパターンを求める。

- 基準点の周波数特性：図 1.14 に示す。
- 合成計算時の分割数：10分割

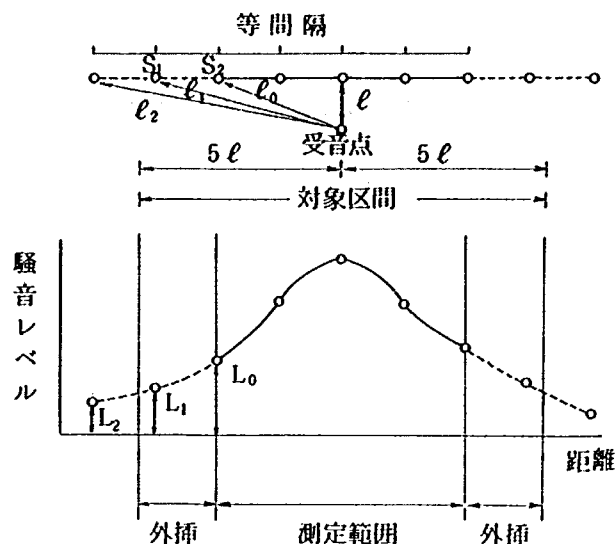


図 1.13 測定範囲

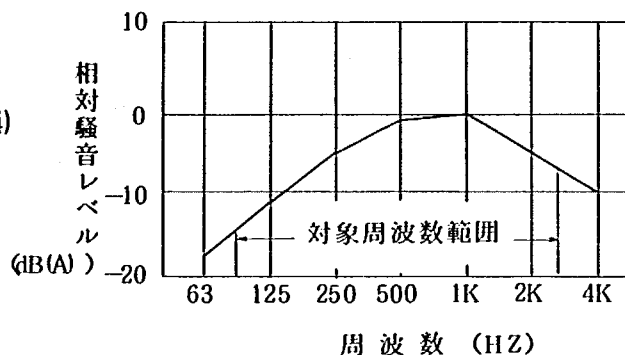


図 1.14 基準点の周波数特性

1.2 調 査 結 果

1.2.1 高架構造と騒音レベルの関係

高架併設による騒音レベルの増加量は高架道路の構造によって変化するものである。ここでは、沿道の環境保全を考慮した場合に最も望ましい高架道路の構造を検討するため、騒音レベルの影響度が大きいと考えられる高架道路の幅員と高さについて整理した。

(1) 高架道路の幅員との関係

比較した高架幅員は、4車線相当の18.2mと6車線相当の30.1mおよびその中間の24.2mの3条件とし、この場合の高架高さは12mである。

図1.15は、高架幅員による騒音レベル中央値(L_{50})の距離減衰を受音点高さ別に比較したものである。

図1.16は、平面道路単独の場合を基準として、高架道路の併設による騒音レベル増加量を各騒音評価量(L_5 , L_{50} , L_{95})別にまとめたものである。ここで、レベル増加量は路肩端からの距離が同じ受音点(たとえば、受音点No 1, 5, 9, 13, 17)における値を平均し、そのばらつきを合せて示している。また、図1.17は高架併設による各受音点のレベル変化を高架幅員で整理したものである。

図1.18は、高架道路の併設による沿道の影響範囲を等騒音レベル線図をもとにして整理したものである。ここでは、高架併設の影響範囲は騒音レベル中央値(L_{50})が2 dB以上増加する領域として示している。

図1.19は、実験で得られたユニットパターン(自動車1台の通過に伴う騒音レベルの変化を示す。)を受音点位置別に比較したものである。これは、騒音レベルの増加量が比較的大きな値を示した受音点No 1(路肩端、高さ1.2 m)および高架道路から最も離れた受音点No 4(路肩端より40m、高さ1.2 m)における車線1(受音点から遠い車線)と車線2(受音点から近い車線)のユニットパターンである。また、合せて平面道路単独の場合のユニットパターンを破線で示している。車線1でユニットパターンに不連続な落ち込みが生じるのは高架橋脚が音源と受音点の間に位置し、騒音の伝播をさえぎった場合である。

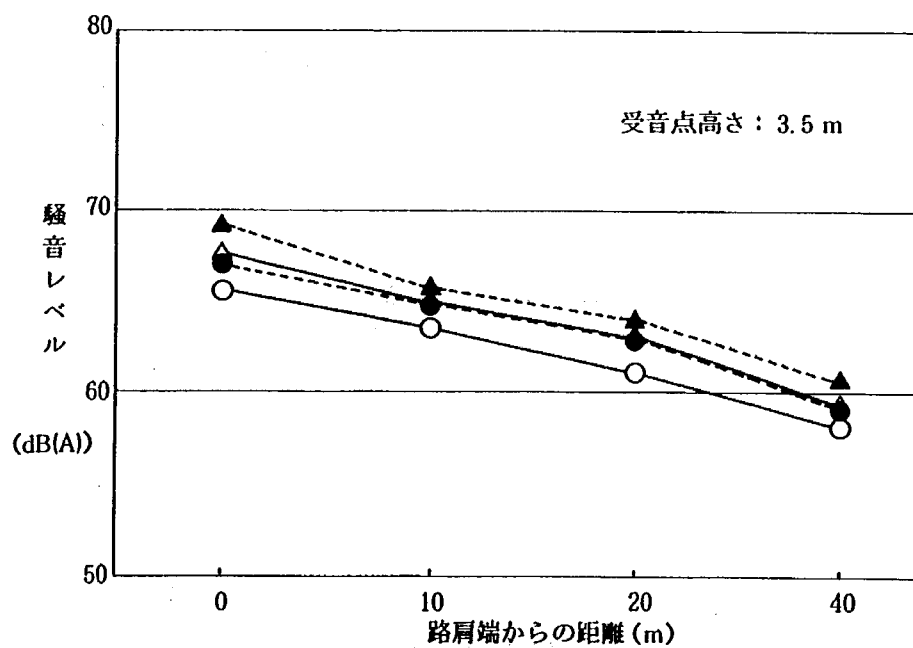
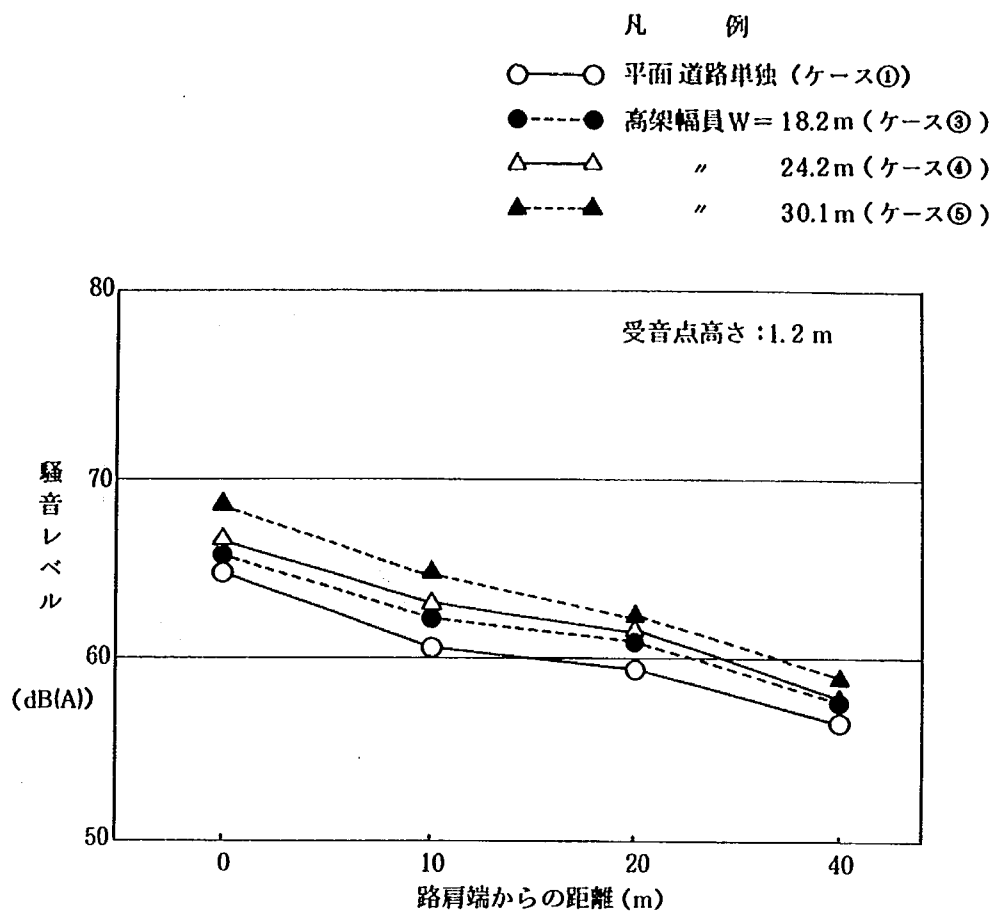


図 1.15 高架道路幅員別の距離減衰(1)

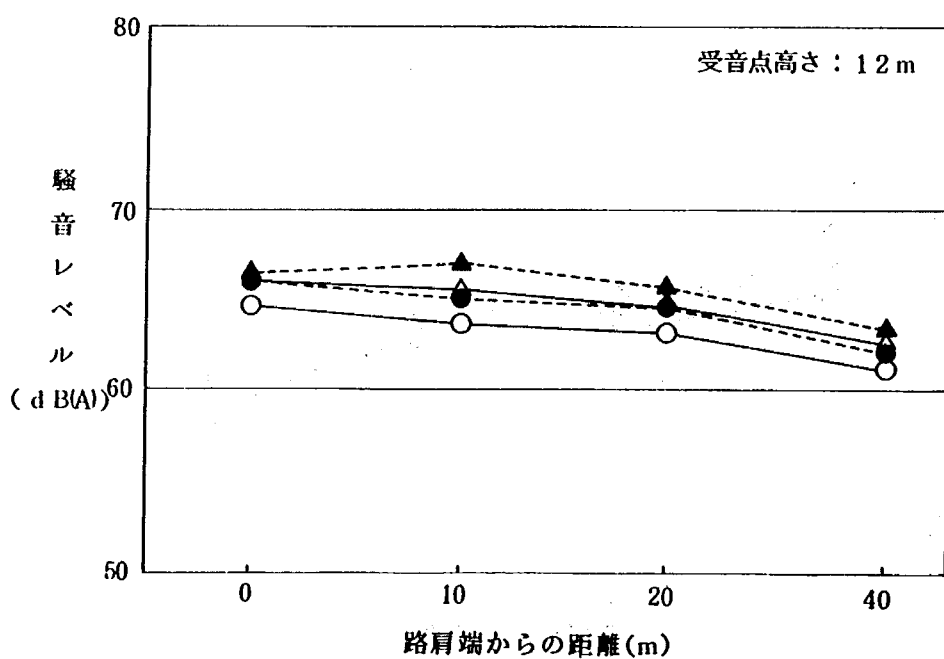
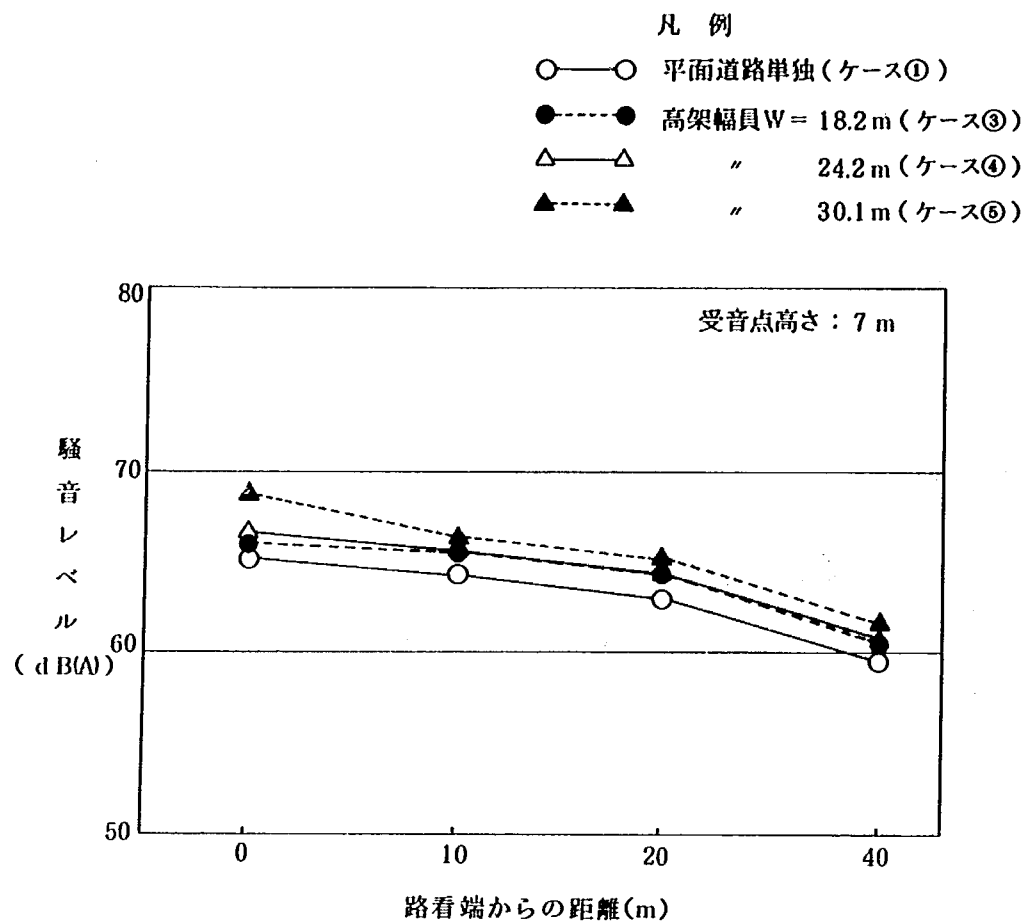


図 1.15 高架道路幅員別の距離減衰(2)

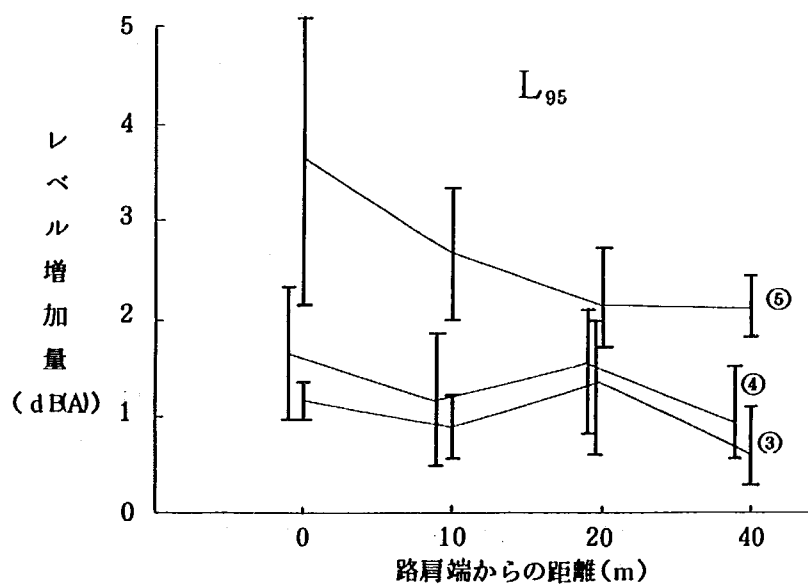
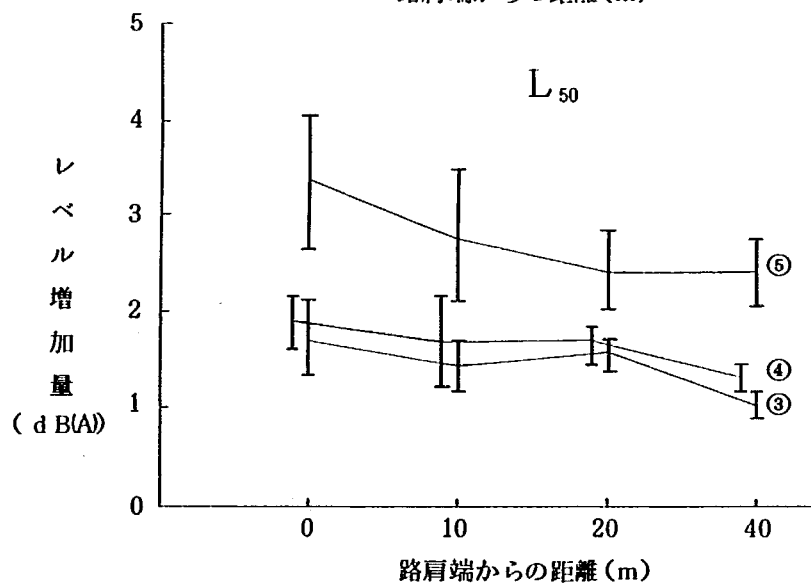
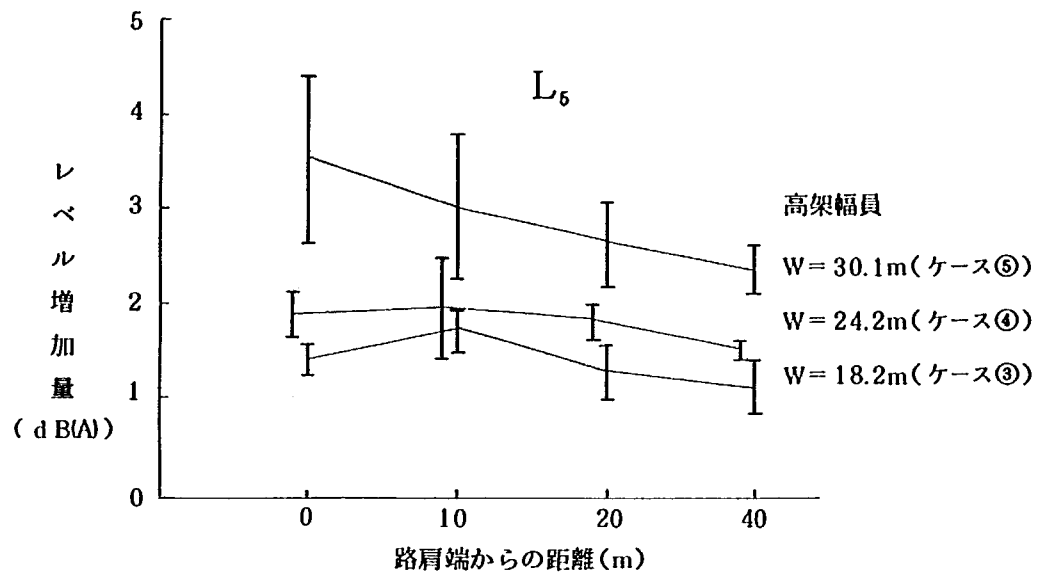


図 1.16 騒音評価量別の距離減衰

受 音 点 No	路肩からの距離	受 音 点 高 さ
1	0 m	1.2 m
5	"	3.5
9	"	7.0
13	"	1 2
3	2 0	1.2
7	"	3.5
11	"	7.0
15	"	1 2

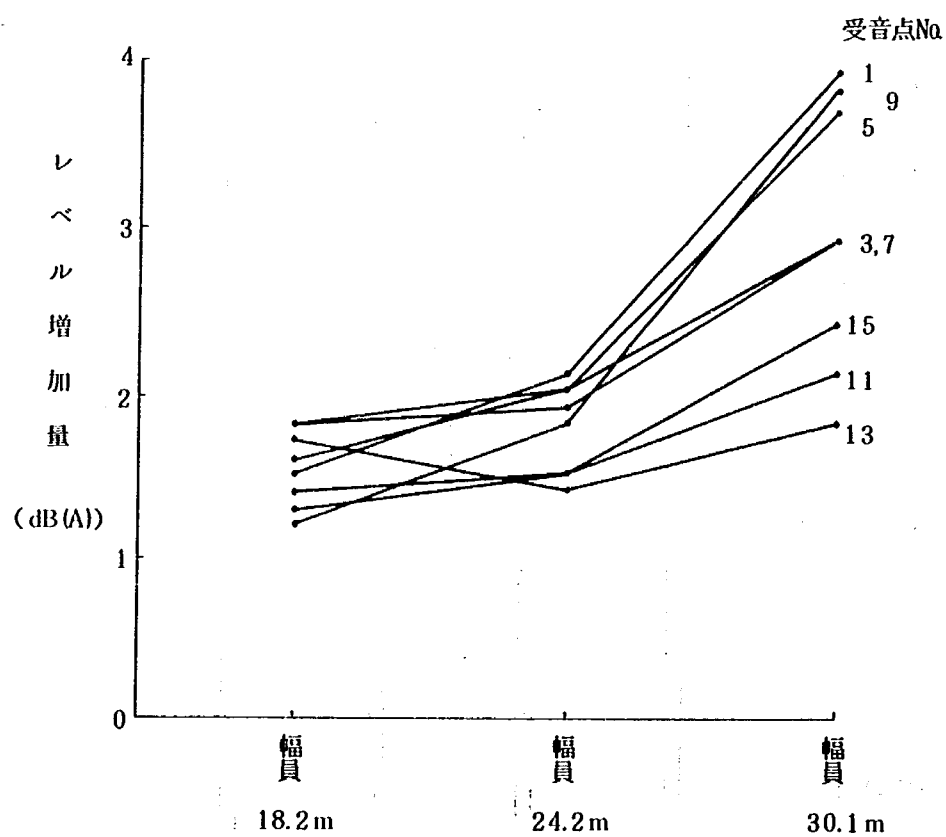
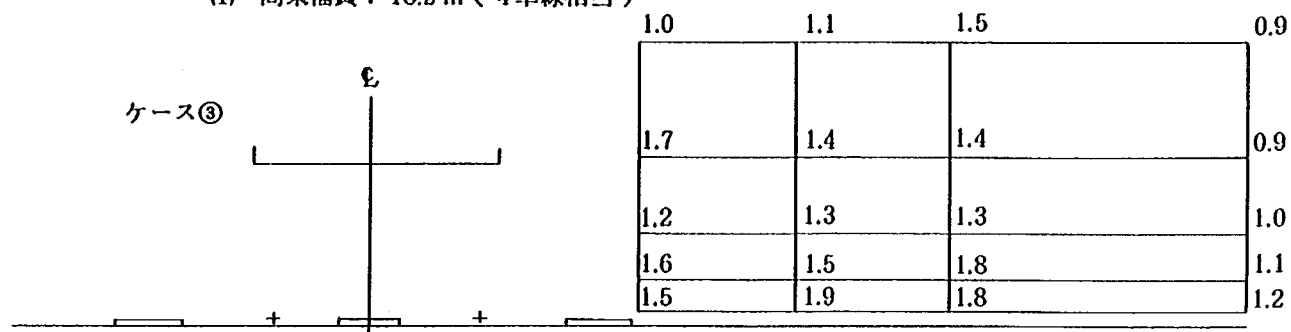
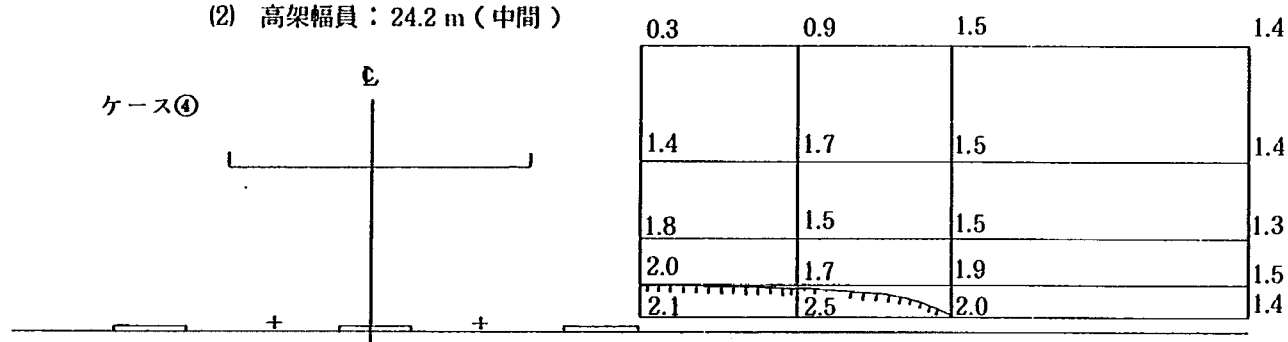


図 1.17 各受音点のレベル変化

(1) 高架幅員：18.2 m (4車線相当)



(2) 高架幅員：24.2 m (中間)



(3) 高架幅員：30.1 m (6車線相当)

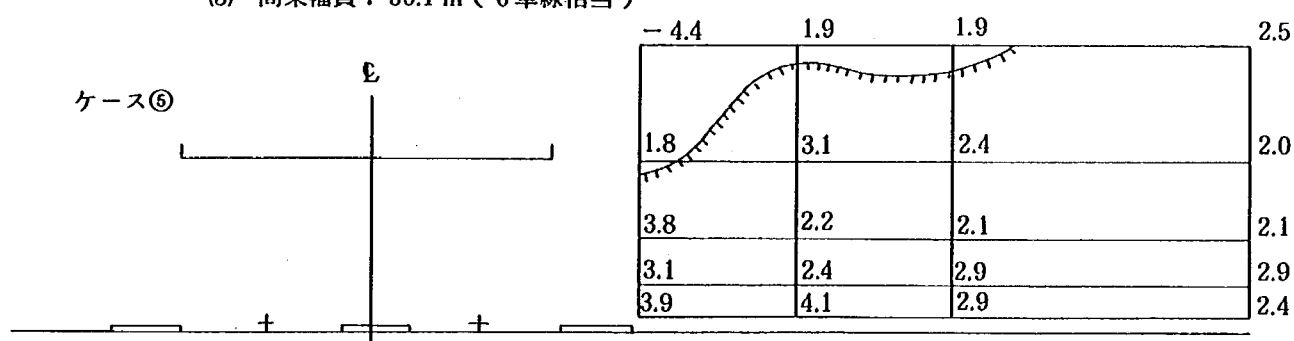


図 1.18 高架併設の影響と高架幅員の関係

受音点No: 1 車線No: 2 (近車線)

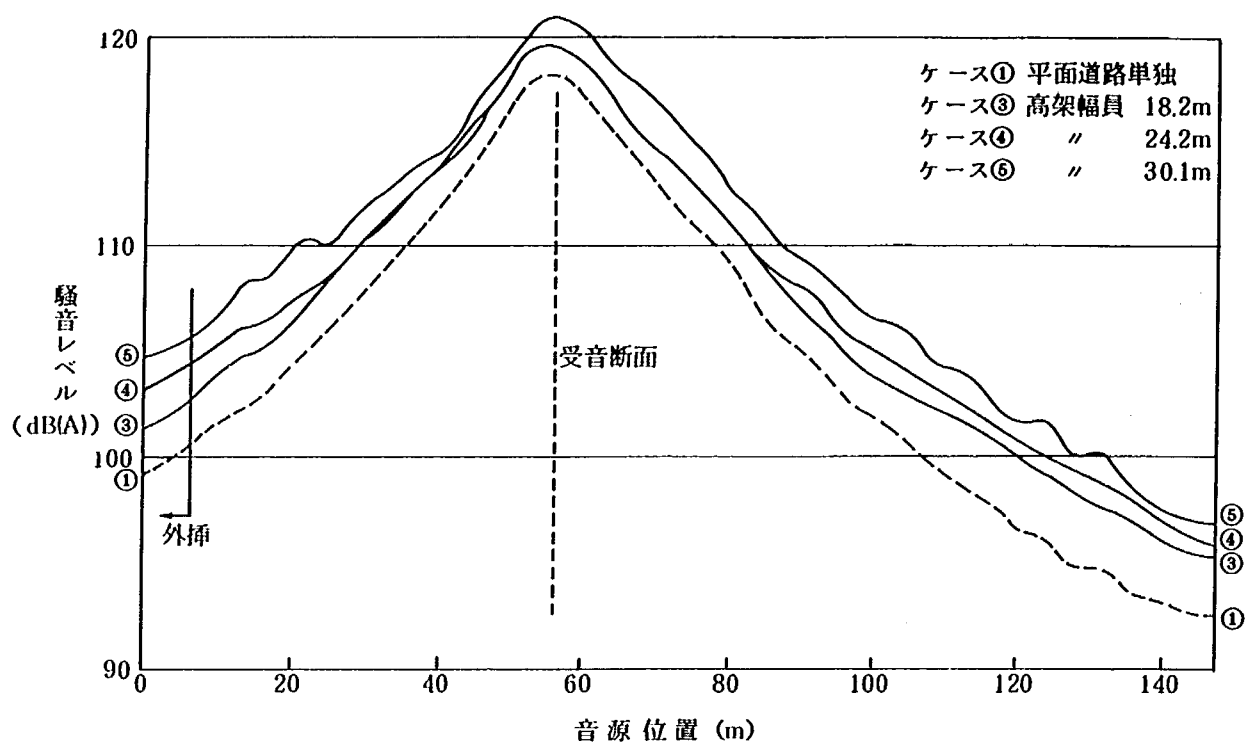


図 1.19 高架幅員別のユニットパターン比較(1)

受音点No: 1 車線No: 1 (遠車線)

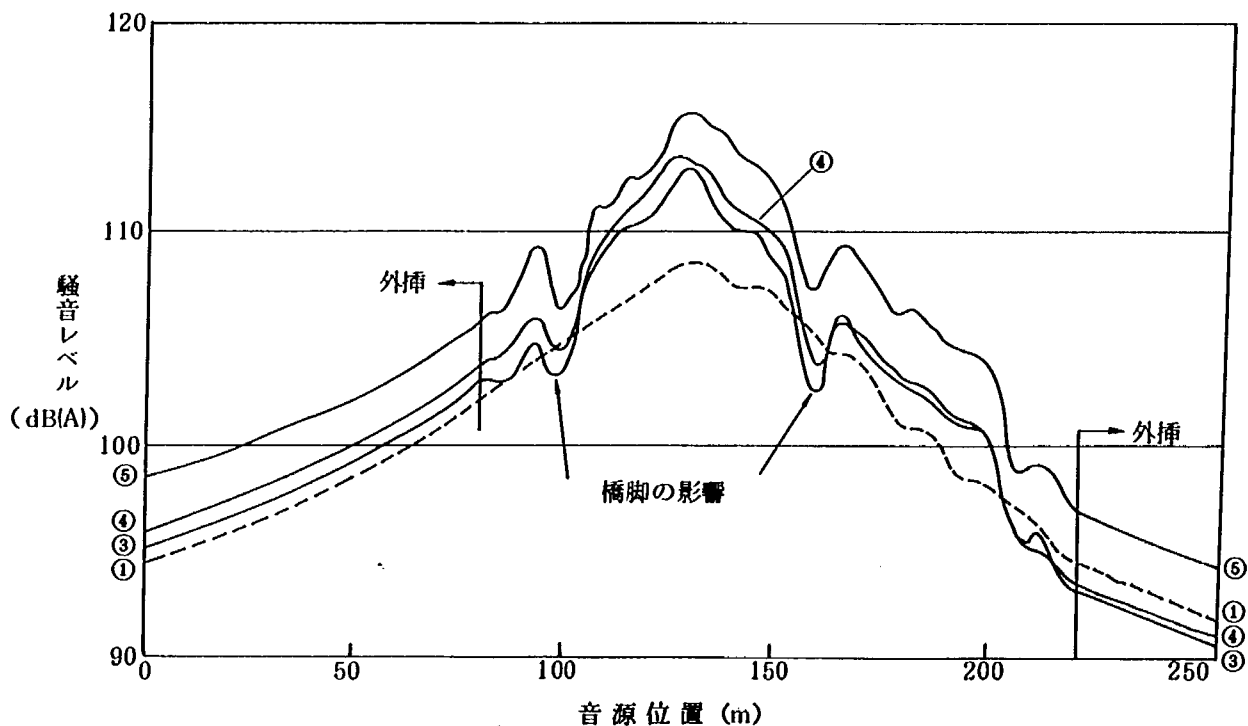


図 1.19 高架幅員別のユニットパターン比較(2)

受信点No : 4 車線No : 2 (近車線)

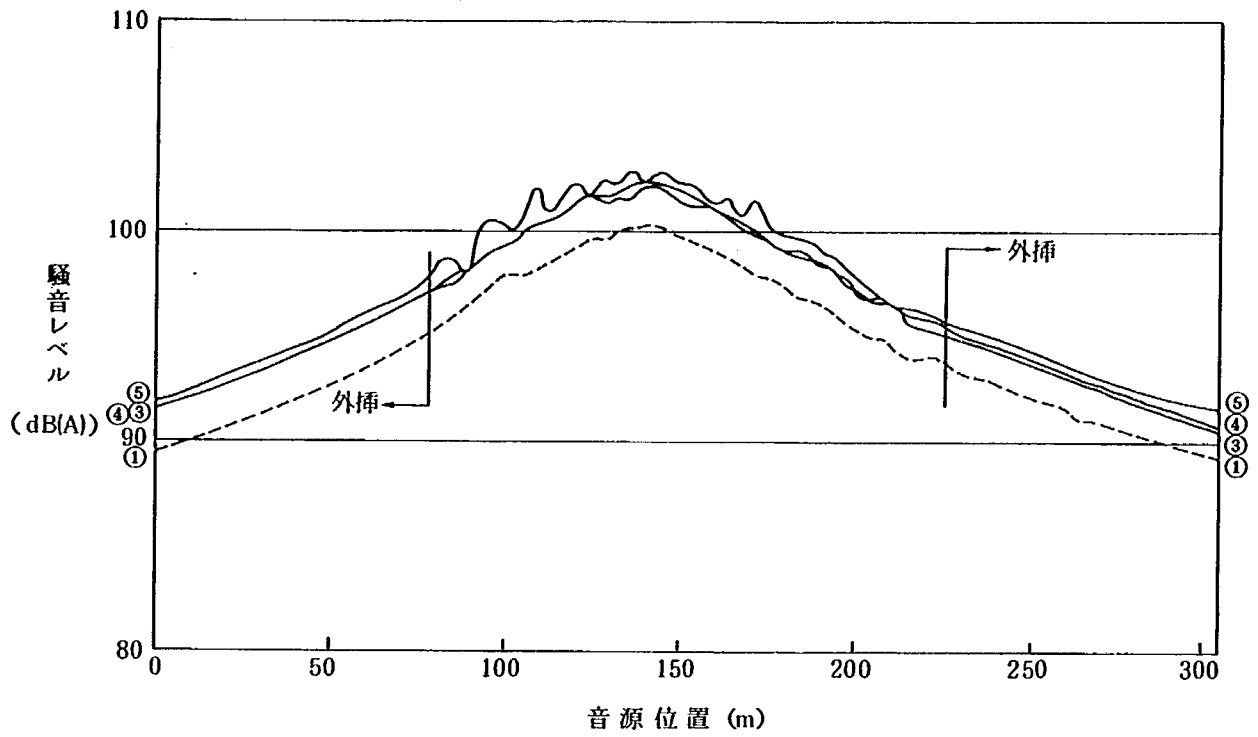


図 1.19 高架幅員別のユニットパターン比較(3)

受信点No : 4 車線No : 1 (遠車線)

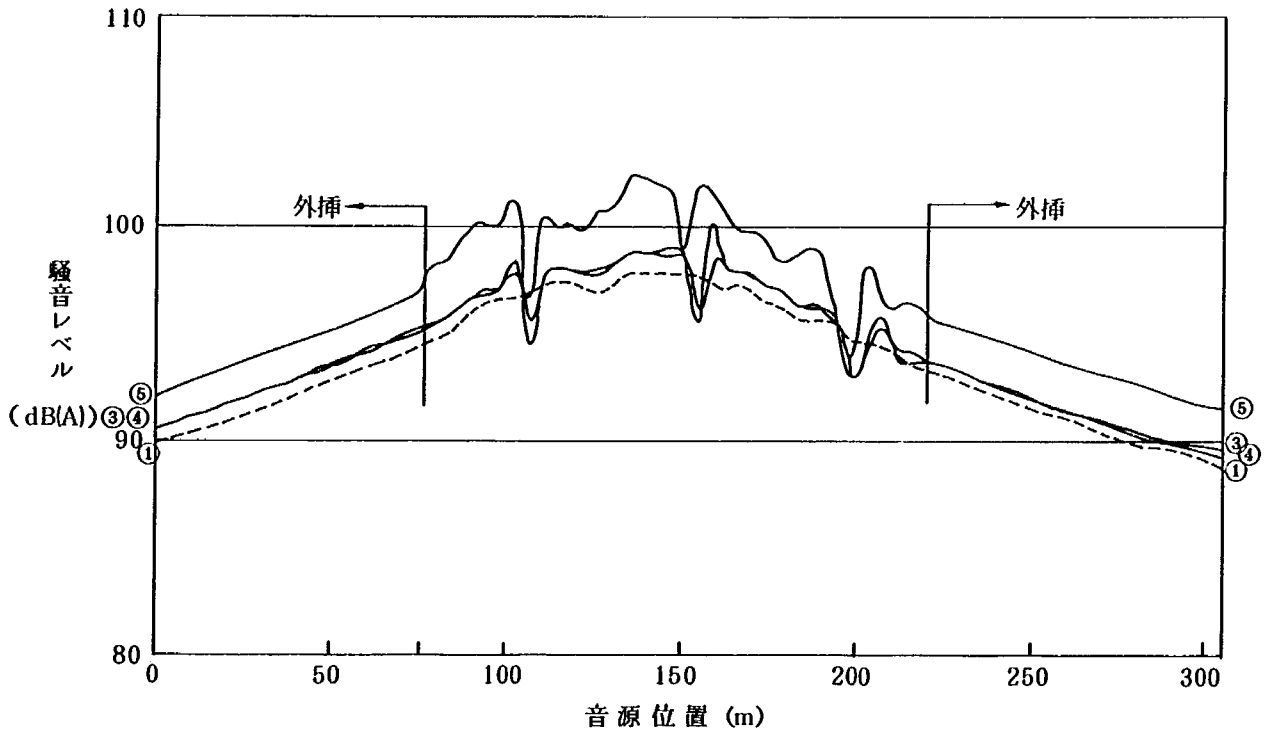


図 1.19 高架幅員別のユニットパターン比較(4)

(2) 高架道路の高さとの関係

高架道路高さの影響についても高架幅員と同様の整理を行って比較図を作成した。高架高さは9 m, 12m, 15m, 20mの4条件であり、この場合の高架幅員は6車線相当の30.1 mである。

図 1.20に騒音レベル中央値の距離減衰, 図 1.21に高架道路併設による騒音レベル増加量, 図 1.22に各受音点のレベル変化と高架高さの関係, 図 1.23に高架道路の影響範囲, 図 1.24にユニットパターンの比較をそれぞれ示す。

凡 例

- 平面道路単独(ケース①)
- 高架高さH=9m(ケース⑥)
- △—△ " 15m(ケース⑦)
- ▲---▲ " 20m(ケース⑧)
- " 12m(ケース⑤)

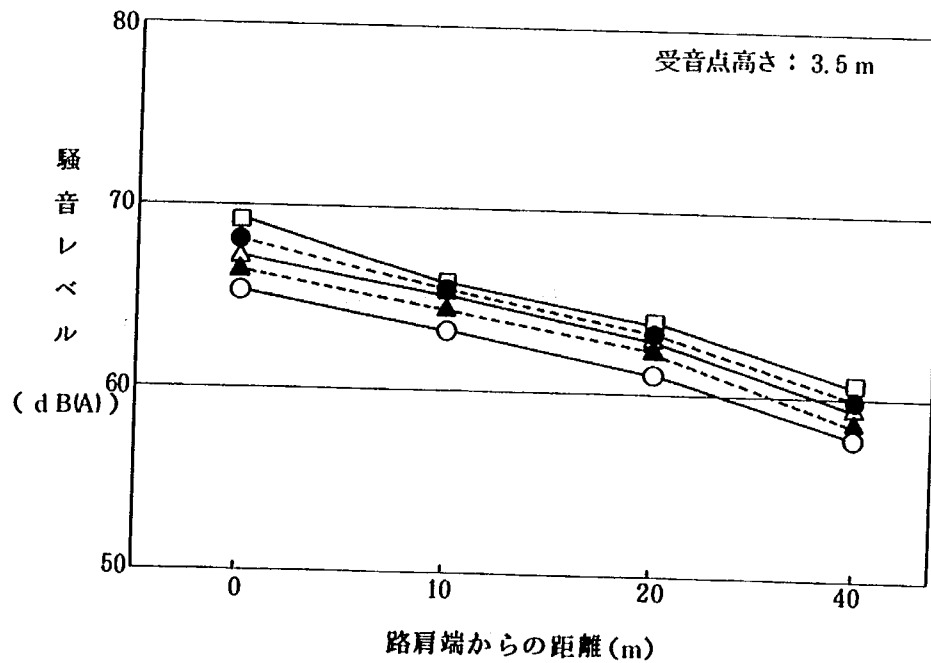
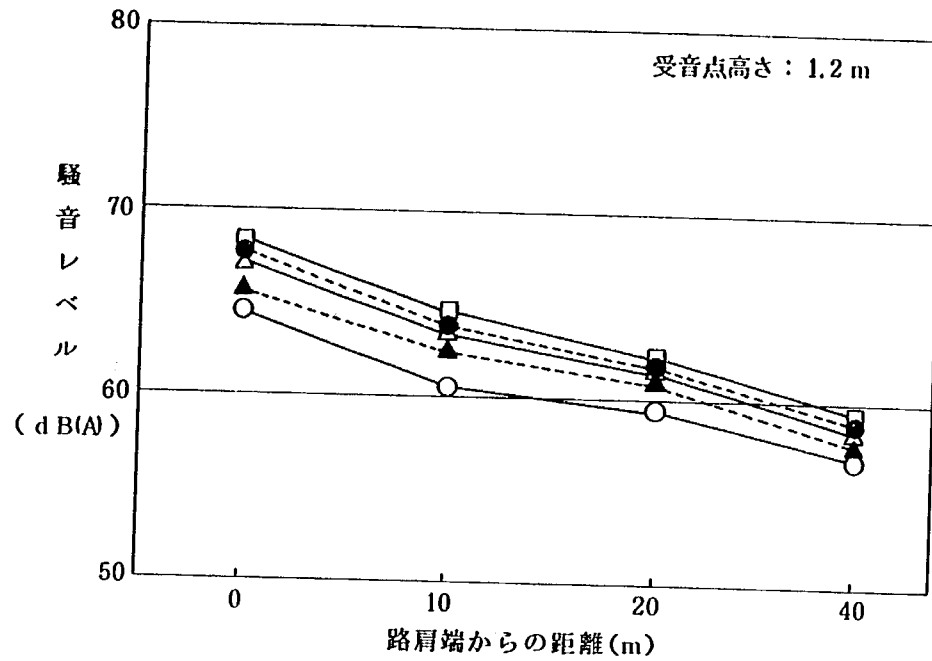


図 1.20 高架高さ別の距離減衰(1)

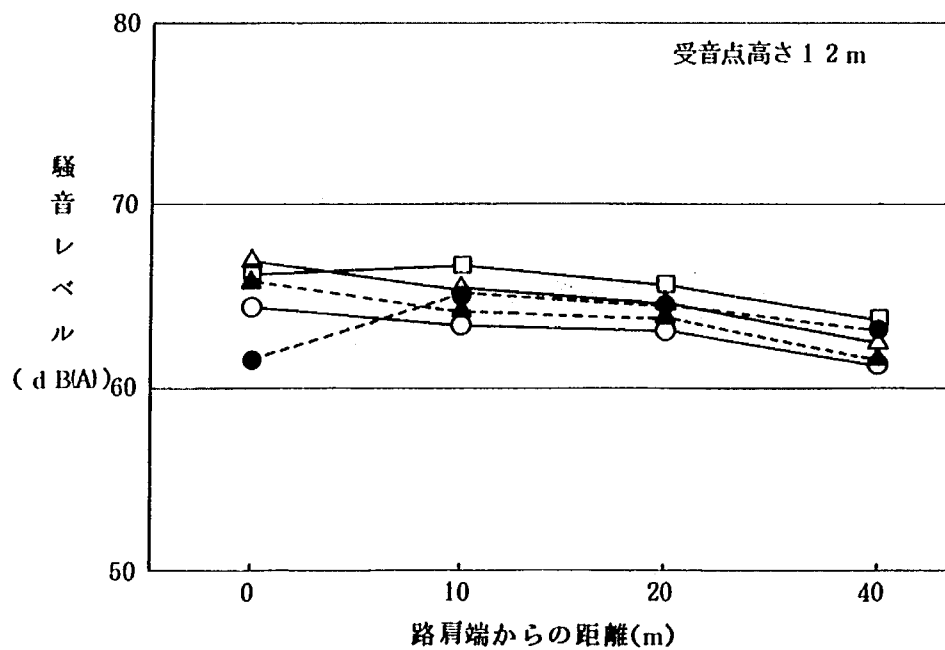
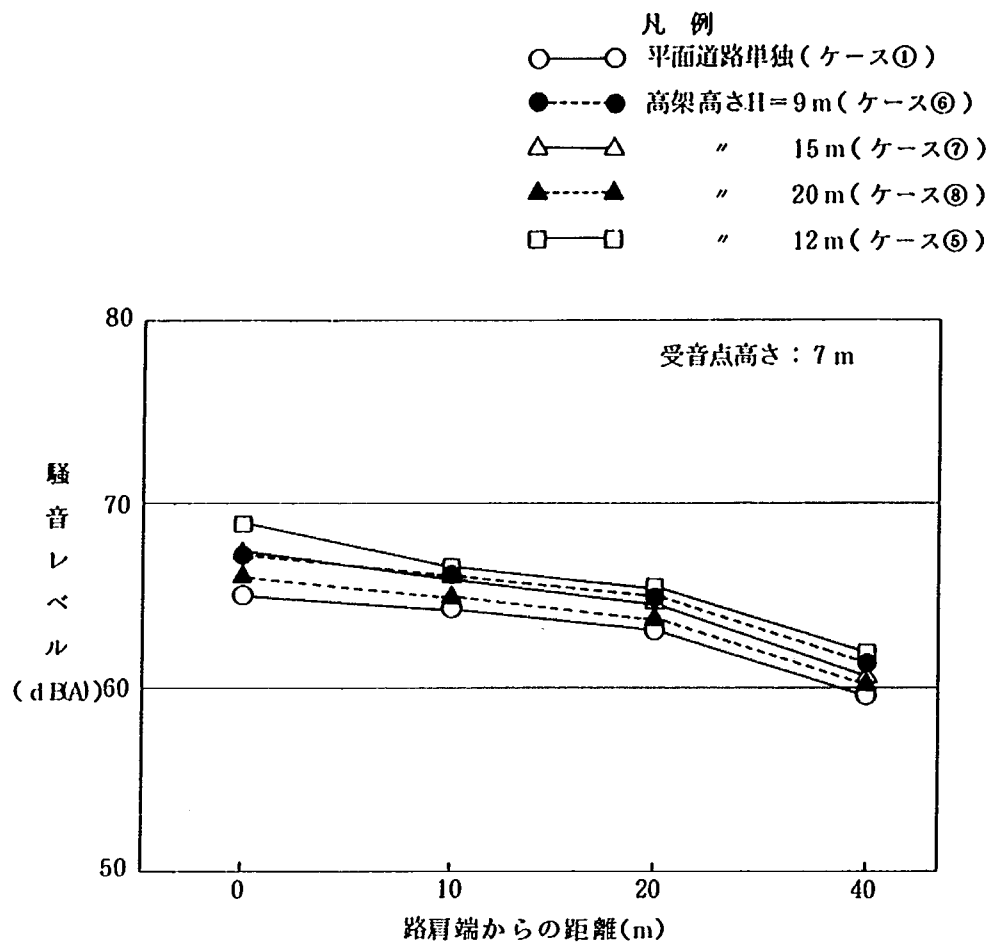


図 1.20 高架高さ別の距離減衰(2)

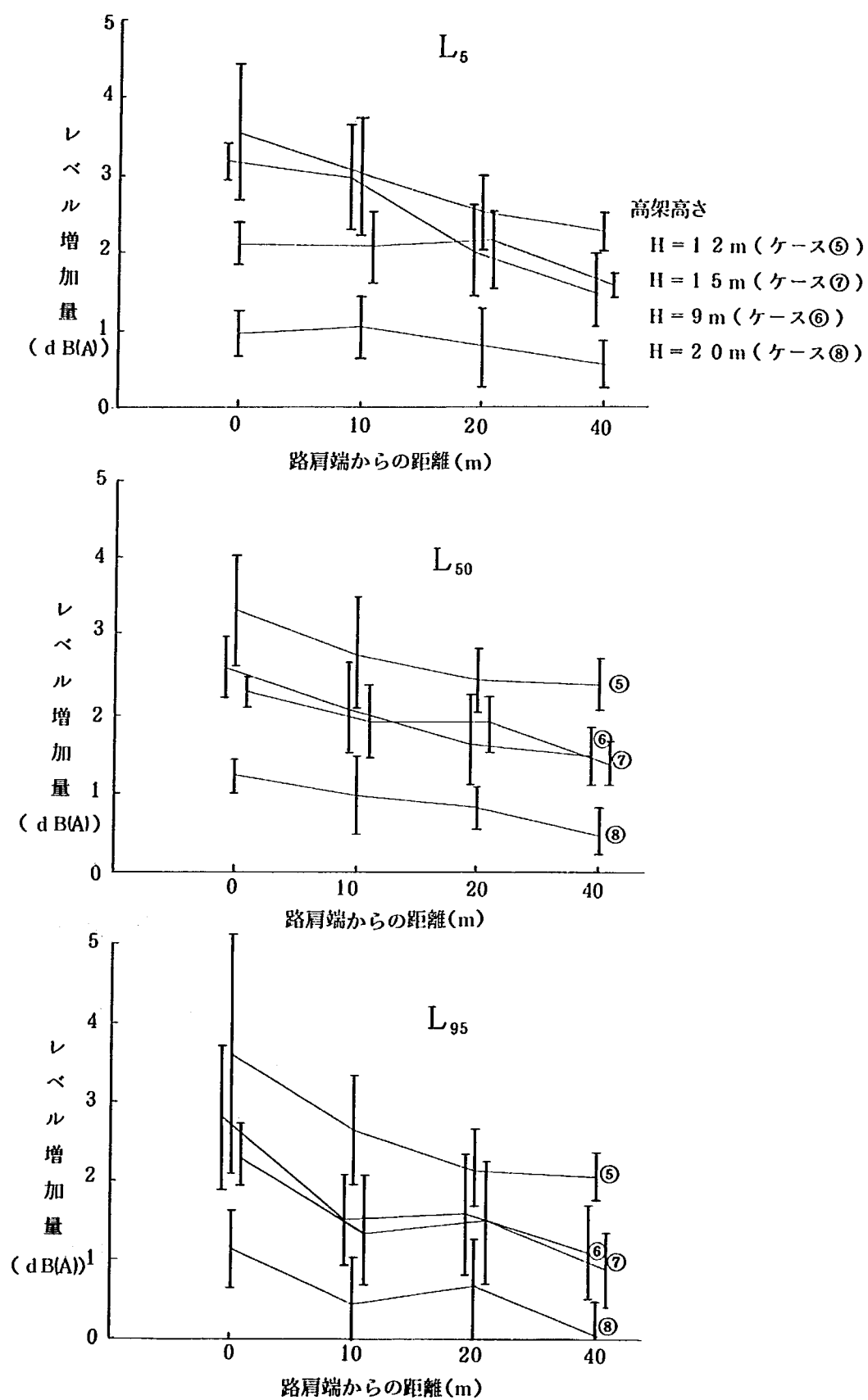


図 1.21 騒音評価量別の距離減衰

受信点No	路肩からの距離	受信点高さ
1	0 m	1.2 m
5	"	3.5
9	"	7.0
13	"	12
3	20	1.2
7	"	3.5
11	"	7.0
15	"	12

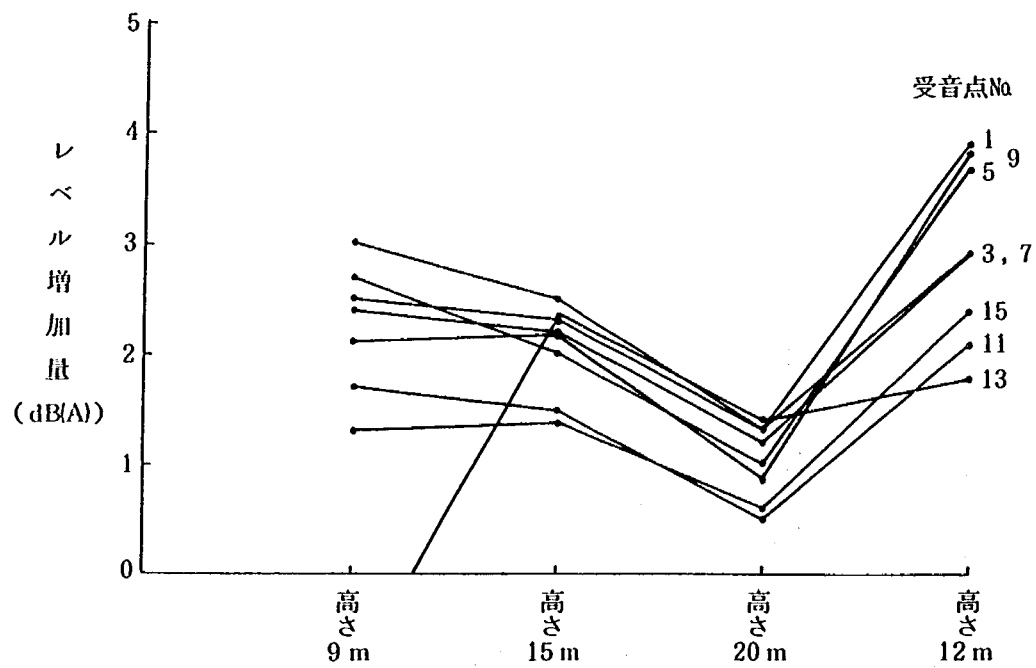


図 1.22 各受信点のレベル変化

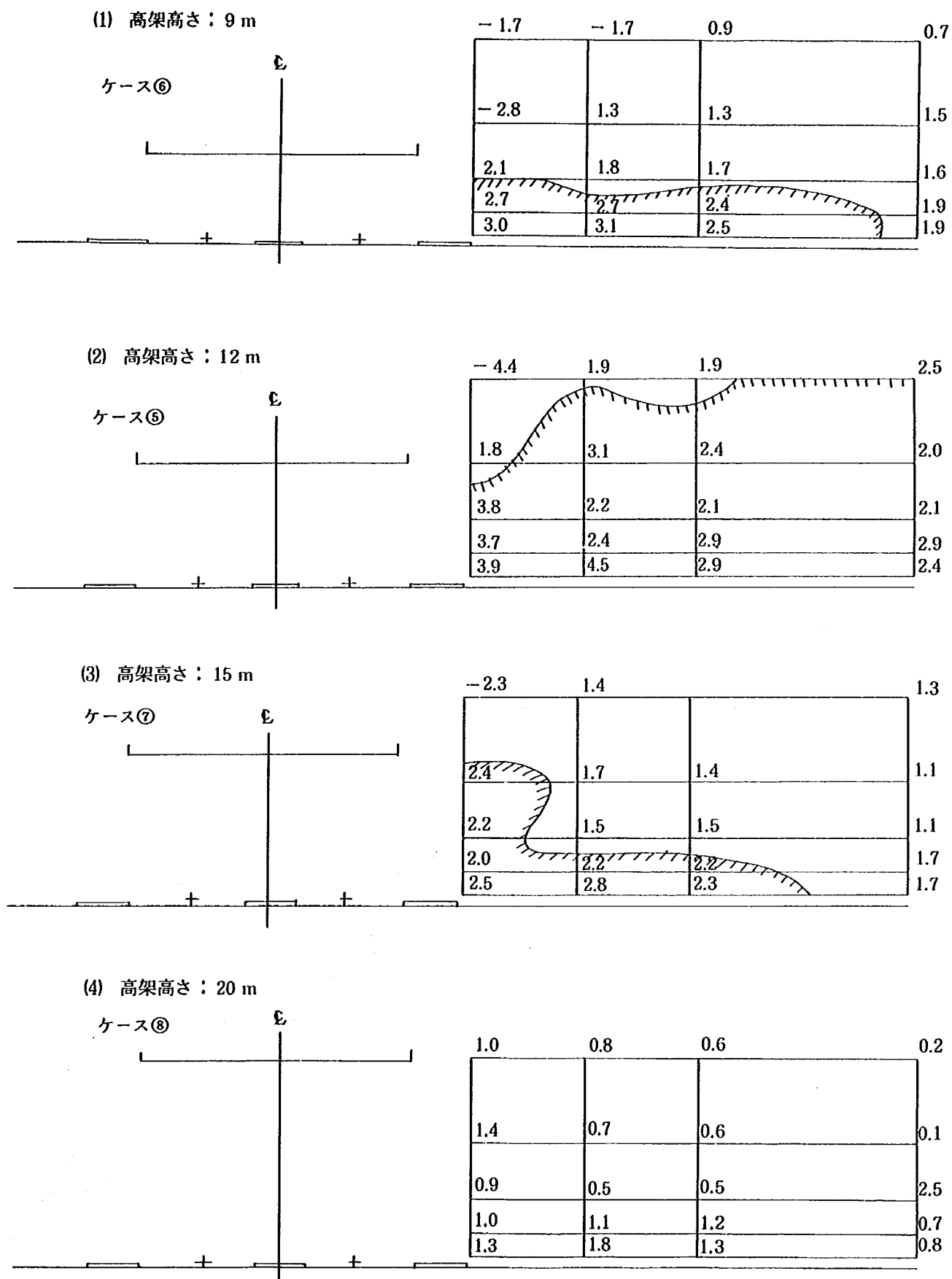


図 1.23 高架併設の影響と高架高さの関係

受音点No: 1 車線No: 2 (近車線)

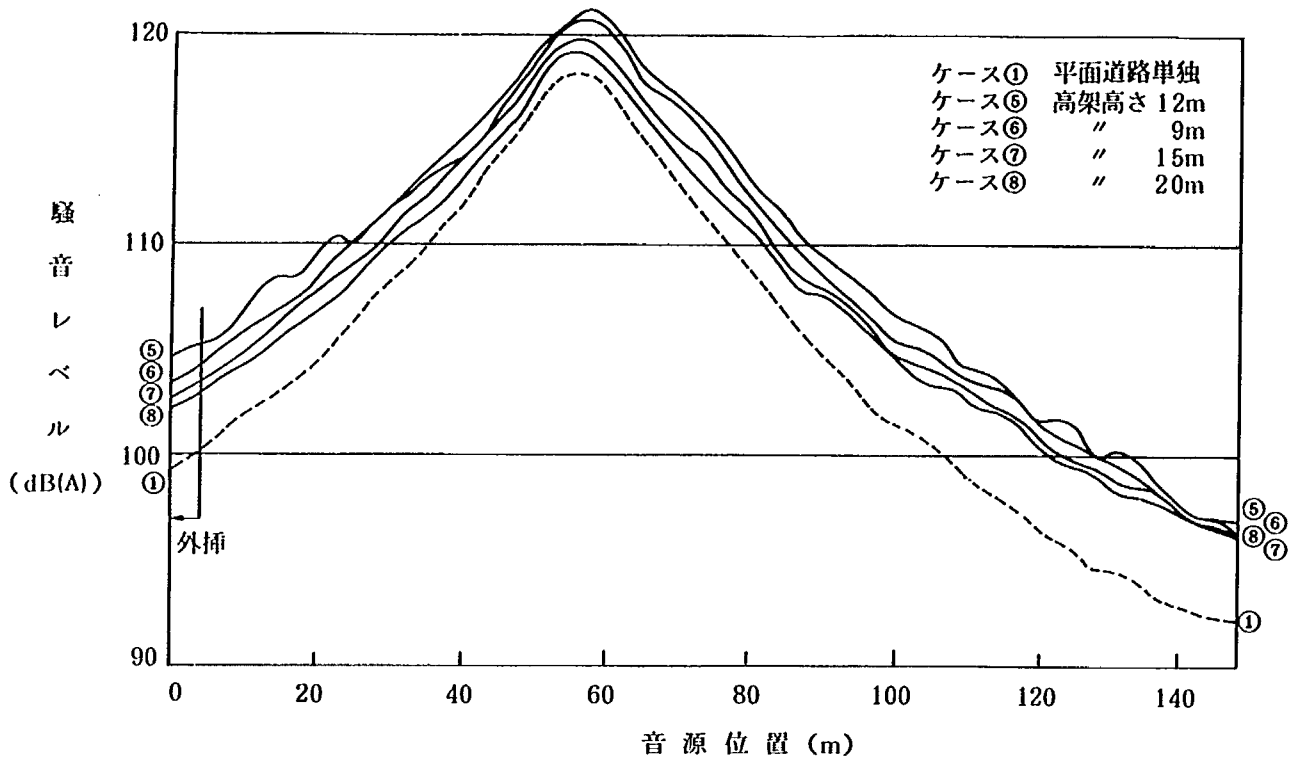


図 1.24 高架高さ別のユニットパターン比較(1)

受音点No: 1 車線No: 1 (遠車線)

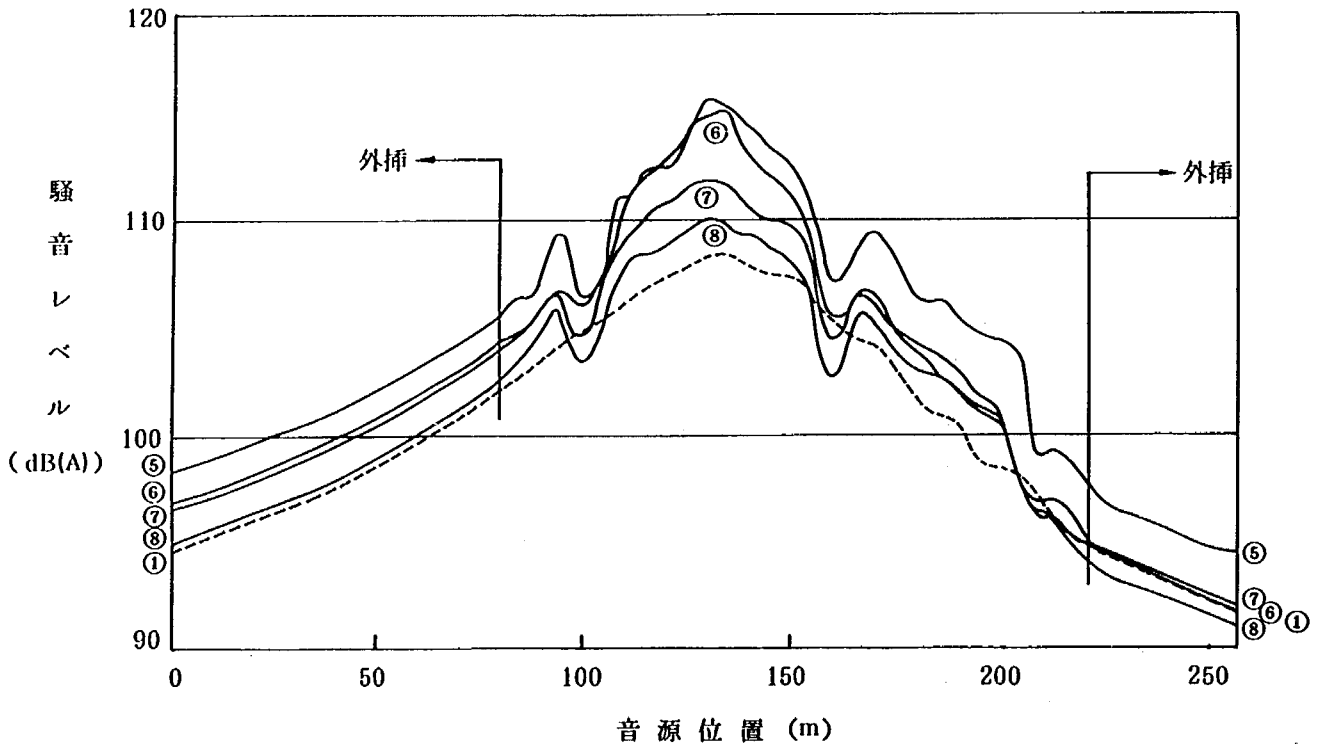


図 1.24 高架高さ別のユニットパターン比較(2)

受信点No: 4 車線No: 2 (近車線)

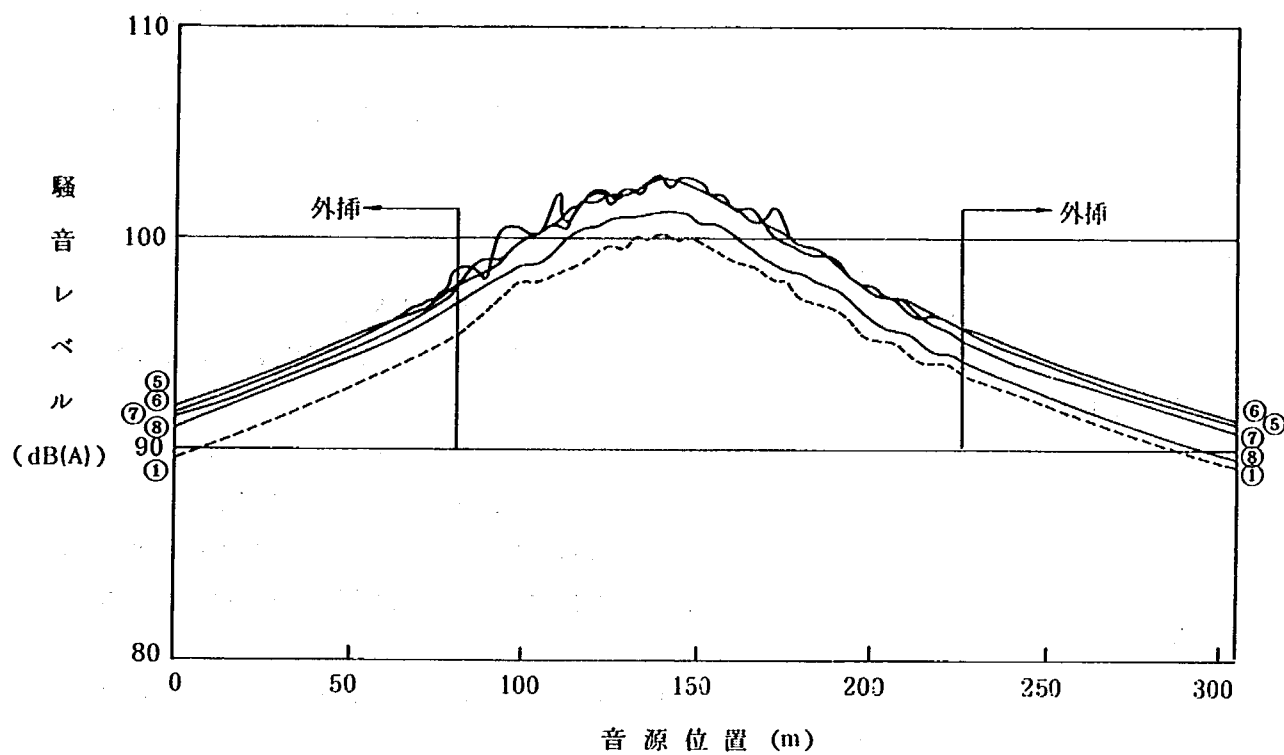


図 1.24 高架高さ別のユニットパターン比較(3)

受信点No: 4 車線No: 1 (遠車線)

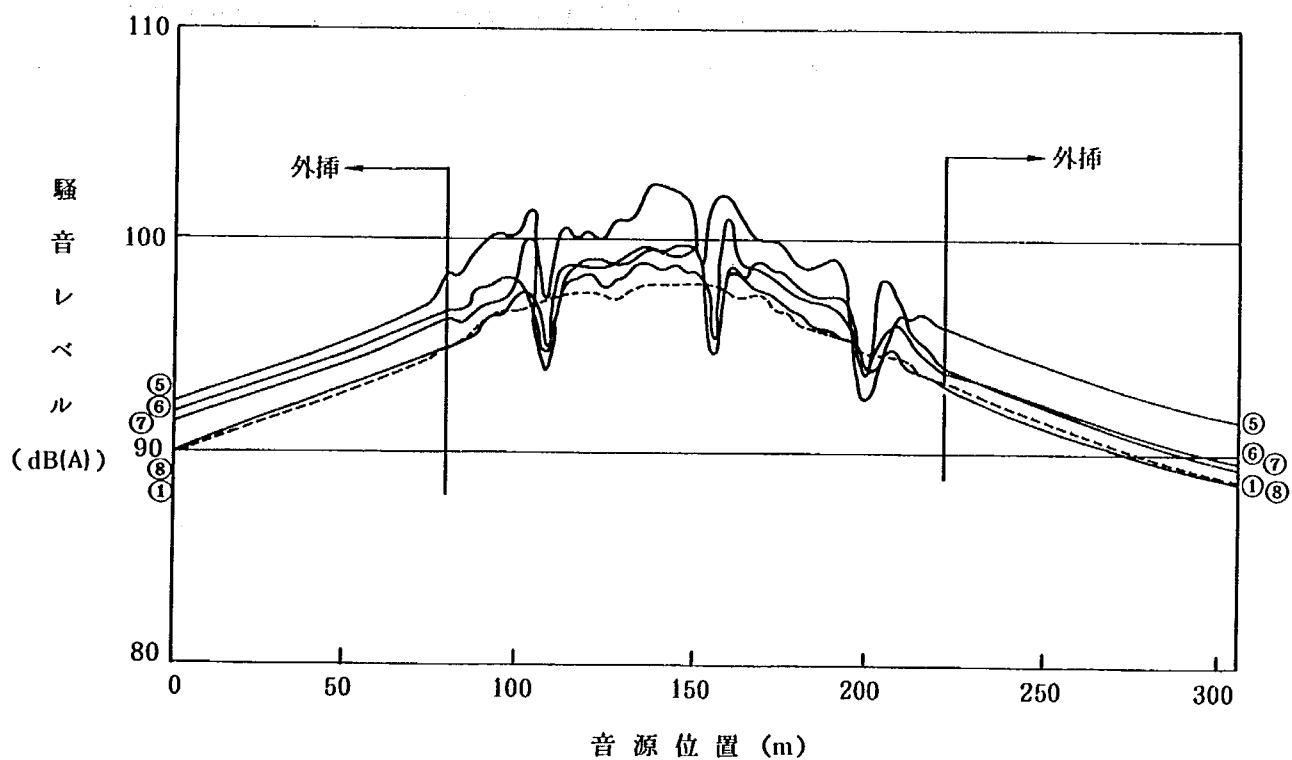


図 1.24 高架高さ別のユニットパターン比較(4)

1.2.2 騒音対策とその効果

高架併設による騒音レベル増加の主要因は、平面道路を走行する自動車の騒音が高架裏面で反射あるいは反響することであると考えられる。したがって、その対策としては反射音あるいは反響音をいかに減少させるかにある。ここでは、中央分離帯の拡幅と高架裏面の吸音処理を取り上げて、前項 1.2.1 で最も騒音レベルの増加が顕著であった高架高さ12m、幅員 30.1 m の断面について対策効果を調査した。

(1) 中央分離帯の拡幅による減音効果

中央分離帯の拡幅は、平面道路の走行車線を高架裏面（反射面）から遠ざけることを意味しており、実質的に反射面の面積が減少し反射音の軽減につながると考えられる。また、遠車線の場合には距離減衰が大きく作用する。

図 1.25 は路肩からの距離が同一の受音点における騒音レベル増加量を距離減衰の形で評価量別にまとめたものである。ここで示した騒音レベルの増加量は、平面道路単独の場合と高架道路が併設された場合の差であり、単独と併設の場合で中央分離帯の幅は対応している。したがって、図中の 2 本の線の差（隔たり）が対策効果を示している。また、図 1.26 は中央分離帯幅と騒音レベル増加量の関係を受音点別に示してある。

図 1.27 は、高架併設の影響範囲を前項 1.2.1 と同様に騒音レベル(L_{50}) が 2 dB(A) 以上増加した領域として中央分離帯幅員別に示したものである。また、図 1.28 は騒音対策を施していない場合（高架幅員 30.1 m、高さ 12 m、中央分離帯 5 m の断面）を基準として、中央分離帯を拡幅した場合の対策効果のある領域である。ここで、対策効果のある領域とは騒音レベルが 2 dB(A) 以上軽減した領域としている。

図 1.29 は受音点 No 1（路肩端、高さ 1.2 m）と受音点 No 4（路肩から 40 m、高さ 1.2 m）での近車線と遠車線のユニットパターンの比較を示したものである。

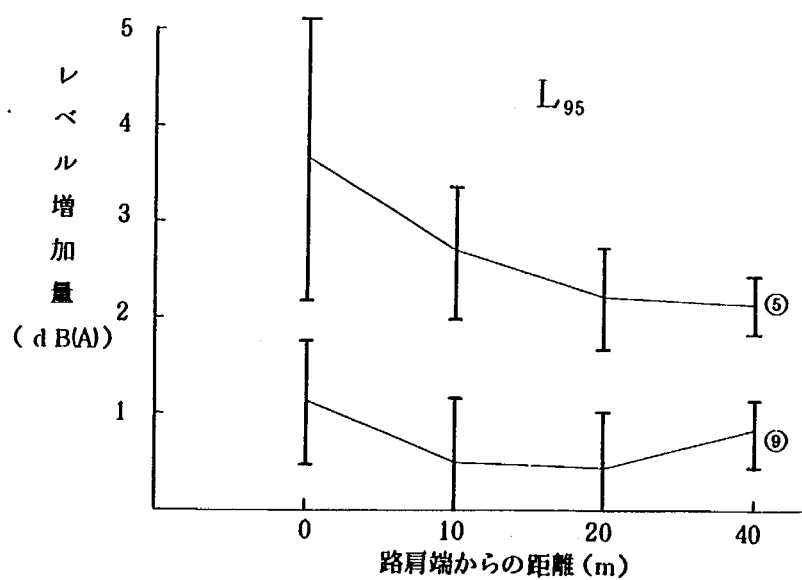
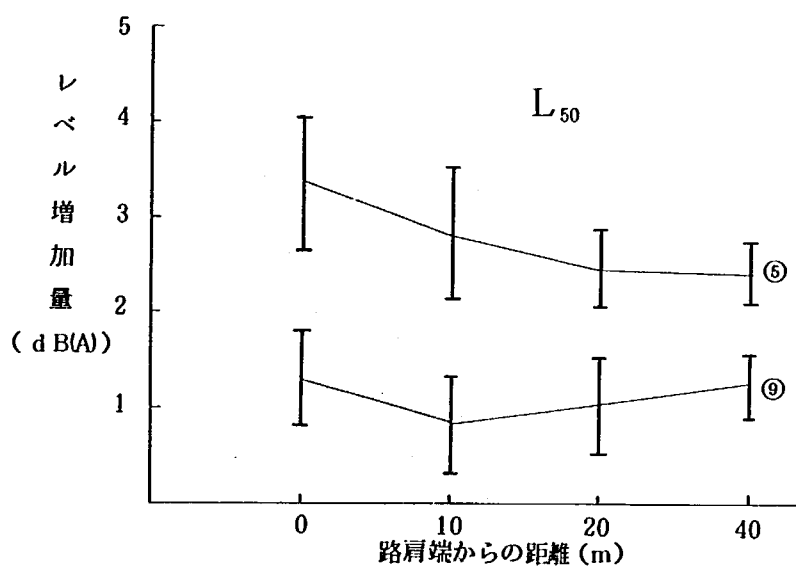
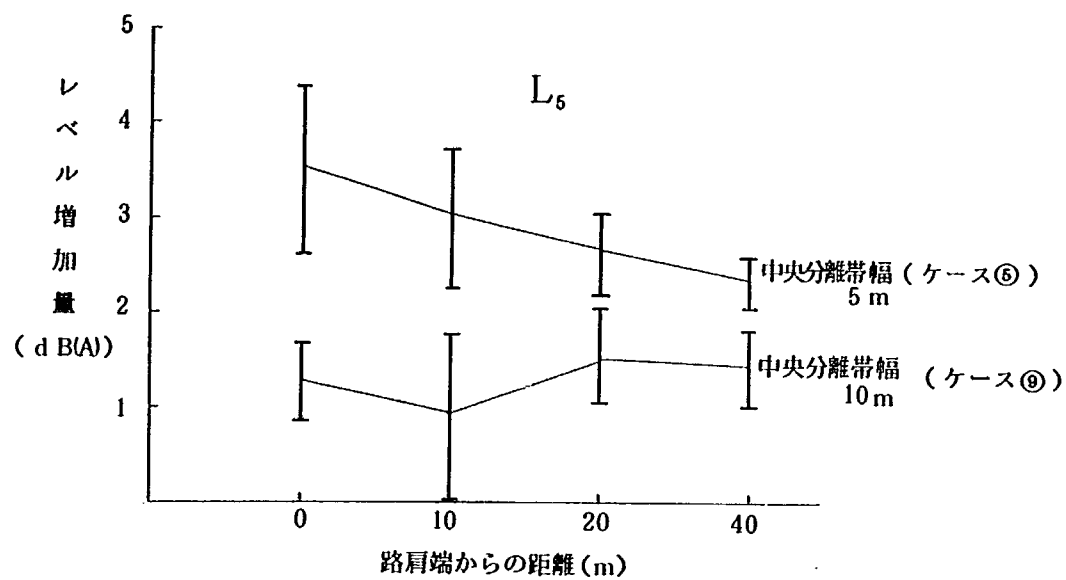


図 1.25 騒音評価量別の距離減衰

受音点 No	路肩からの距離	受音点の高さ
1	0 m	1.2 m
5	"	3.5
9	"	7.0
13	"	12
3	20	1.2
7	"	3.5
11	"	7.0
15	"	12

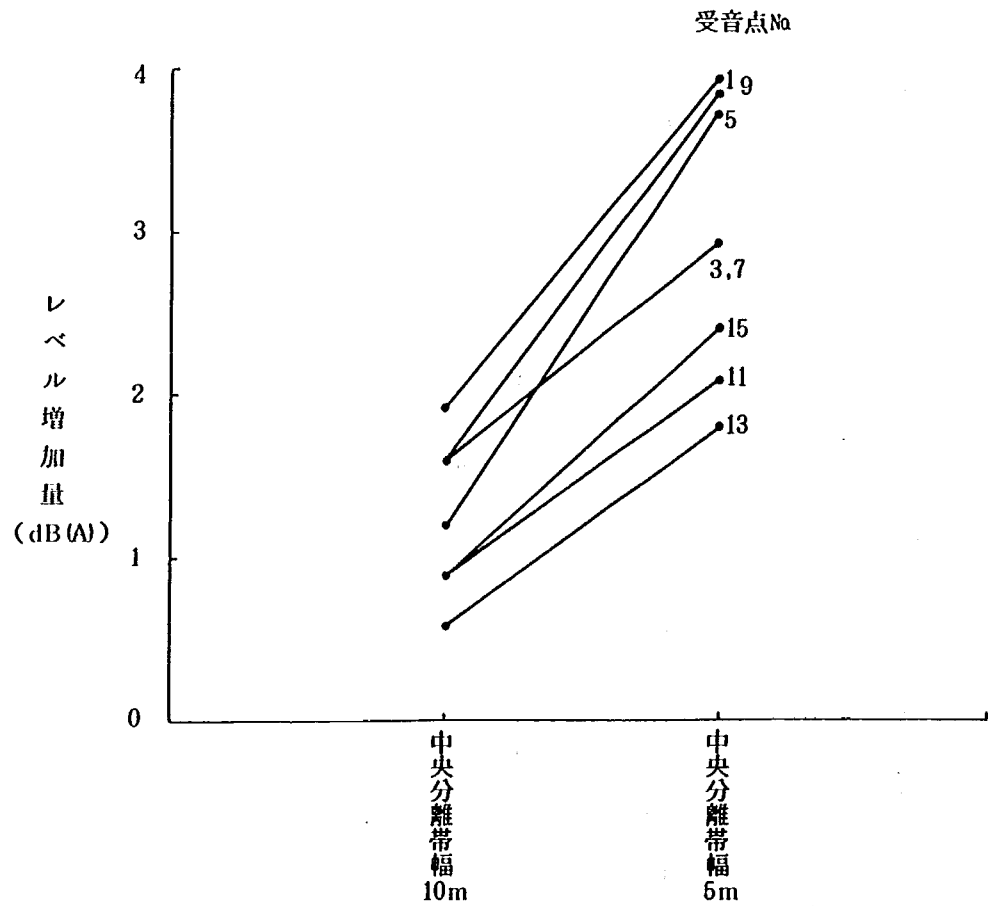


図 1.26 各受音点のレベル変化

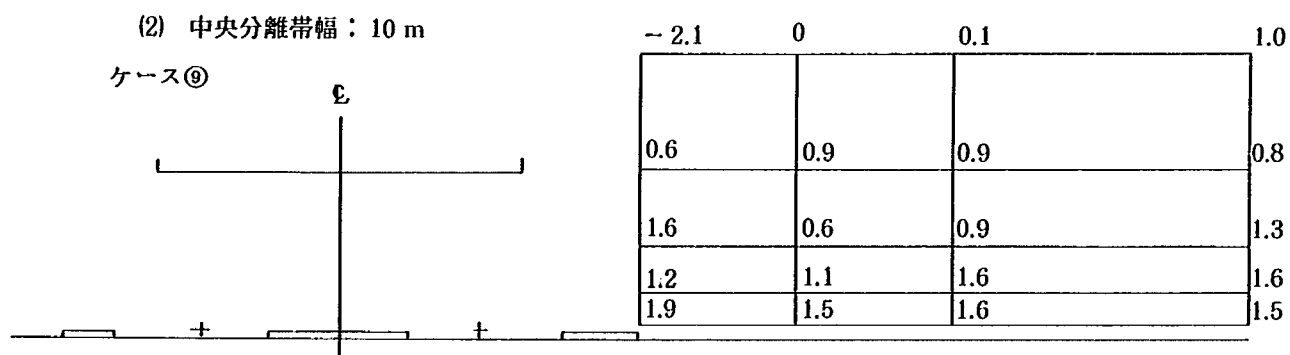
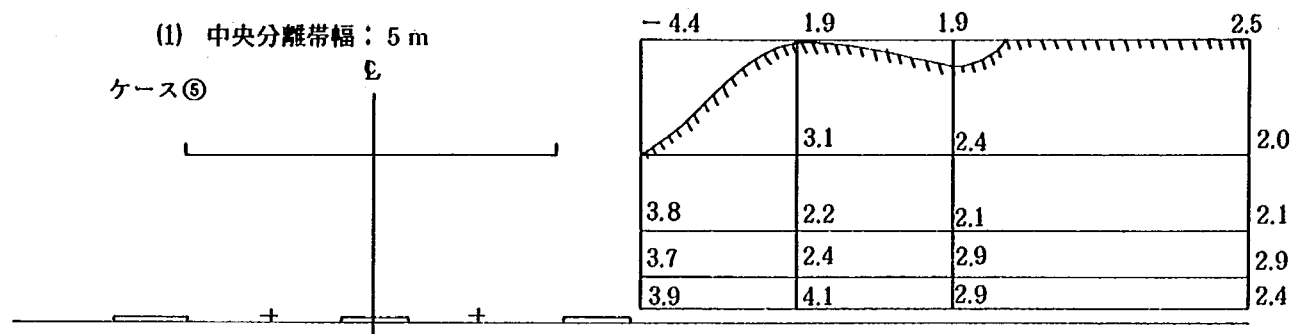


図 1.27 高架併設の影響と中央分離帯幅の関係

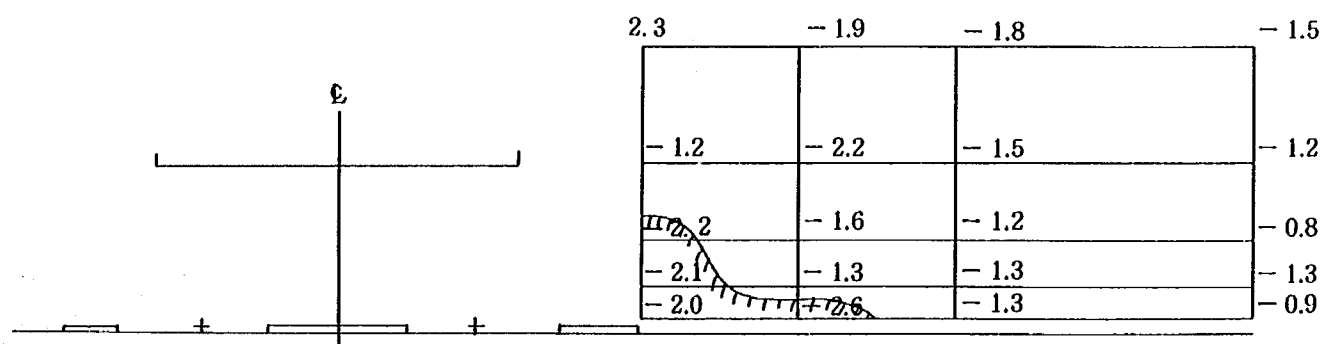


図 1.28 中央分離帯幅による効果範囲

受信点No: 1 車線No: 2 (近車線)

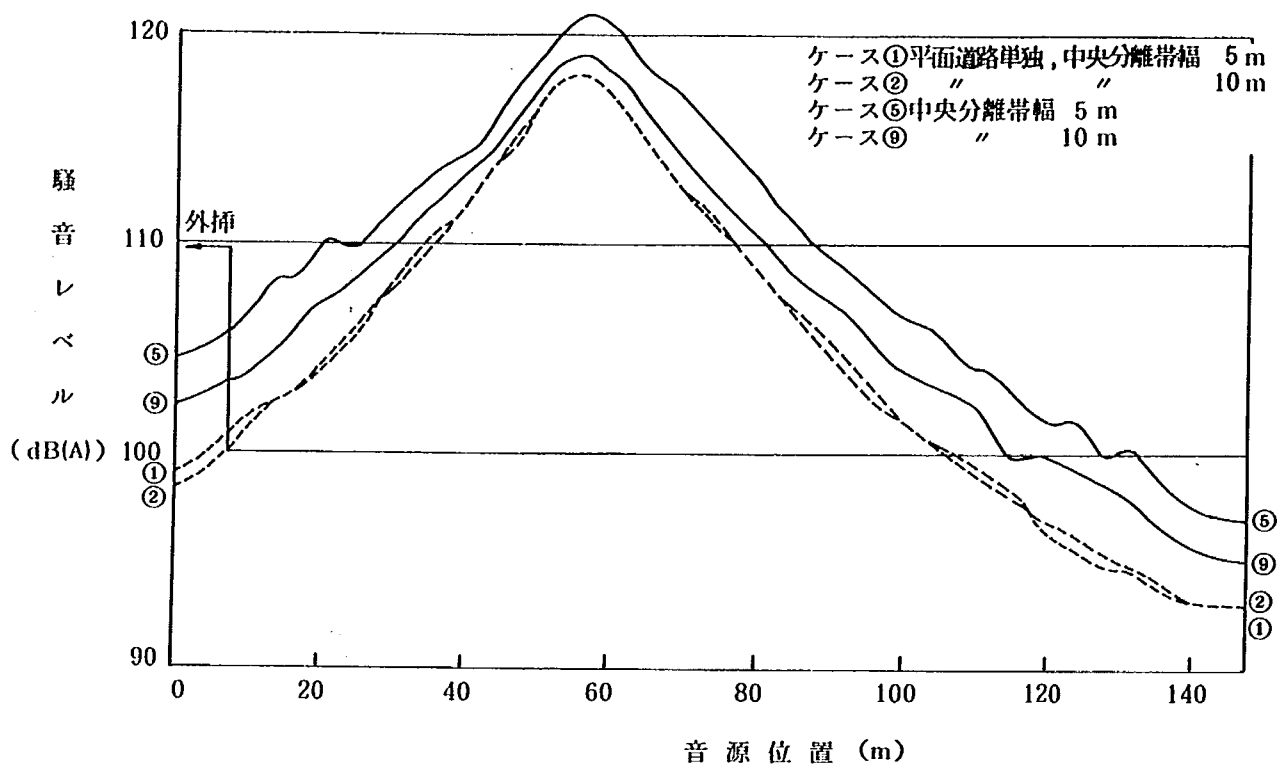


図 1.29 中央分離帯幅別のユニットパターンの比較(1)

受信点No: 1 車線No: 1 (遠車線)

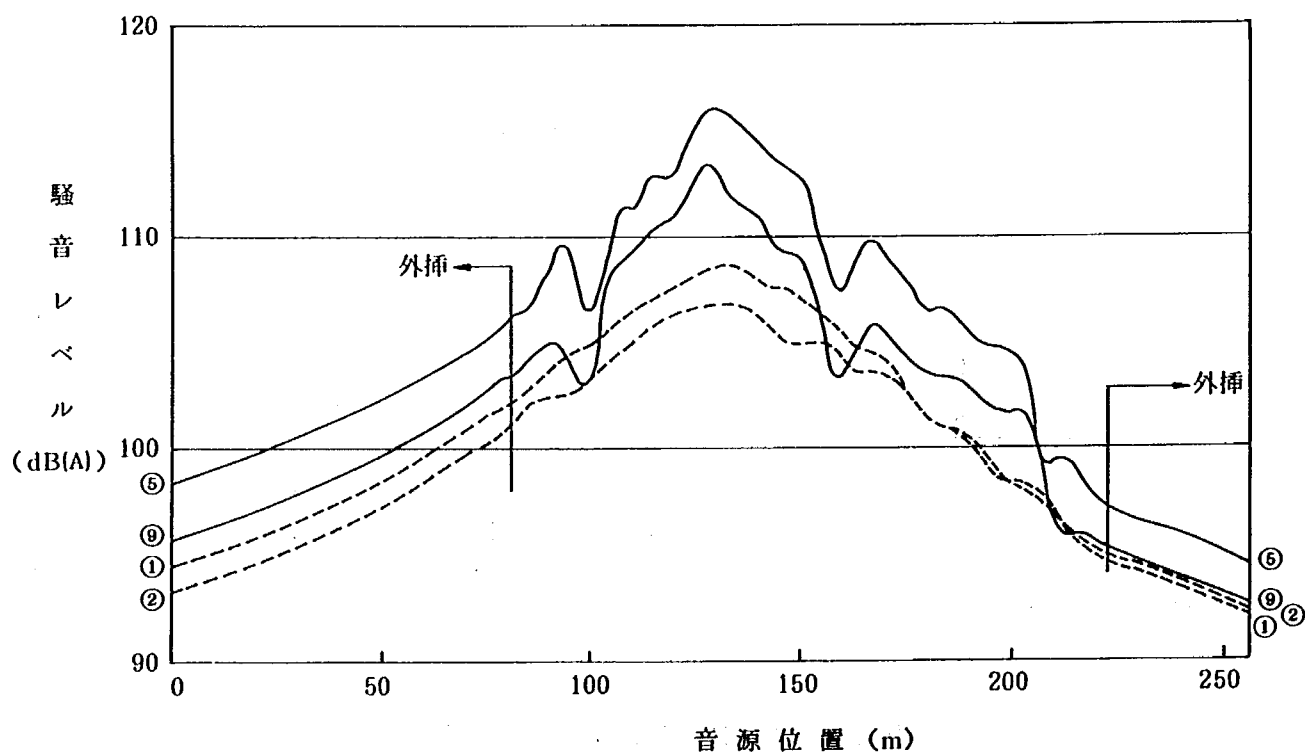


図 1.29 中央分離帯幅別のユニットパターンの比較(2)

受音点No: 4 車線No: 2 (近車線)

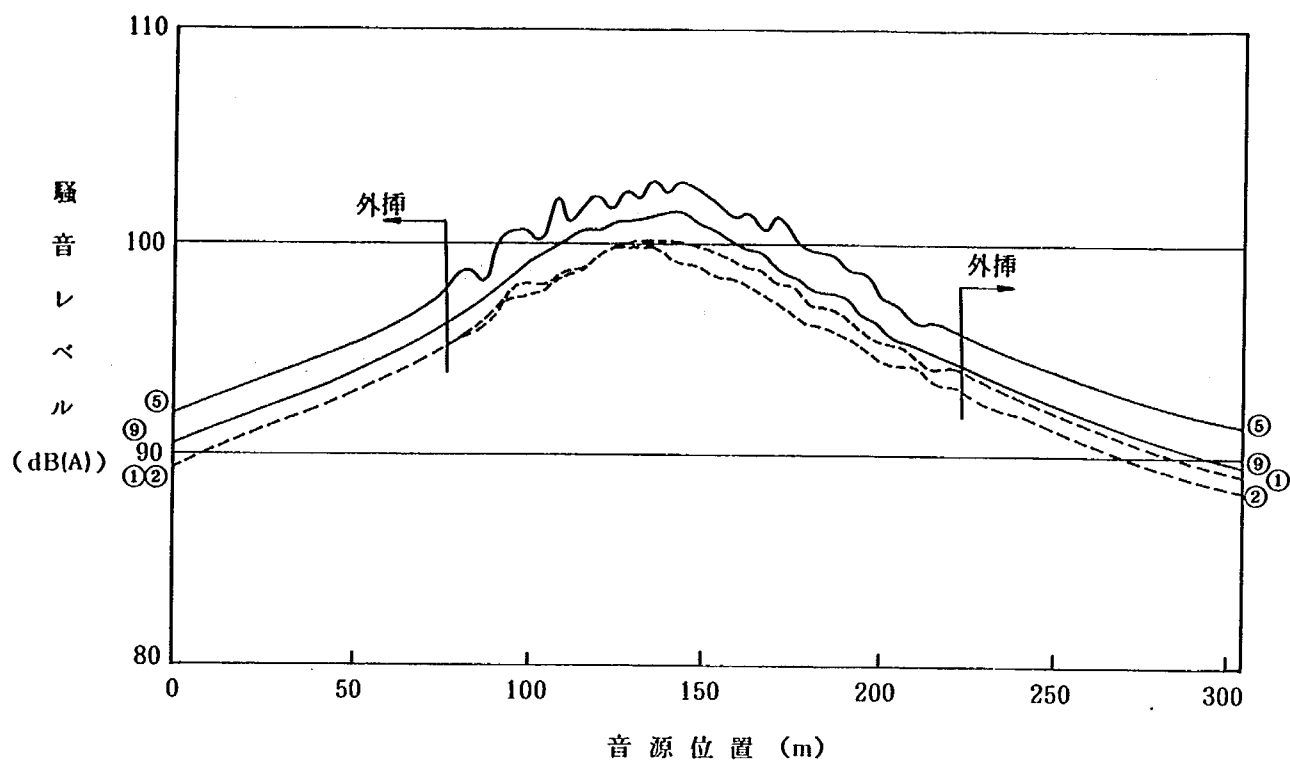


図 1.29 中央分離帯幅別のユニットパターンの比較(3)

受音点No: 4 車線No: 1 (遠車線)

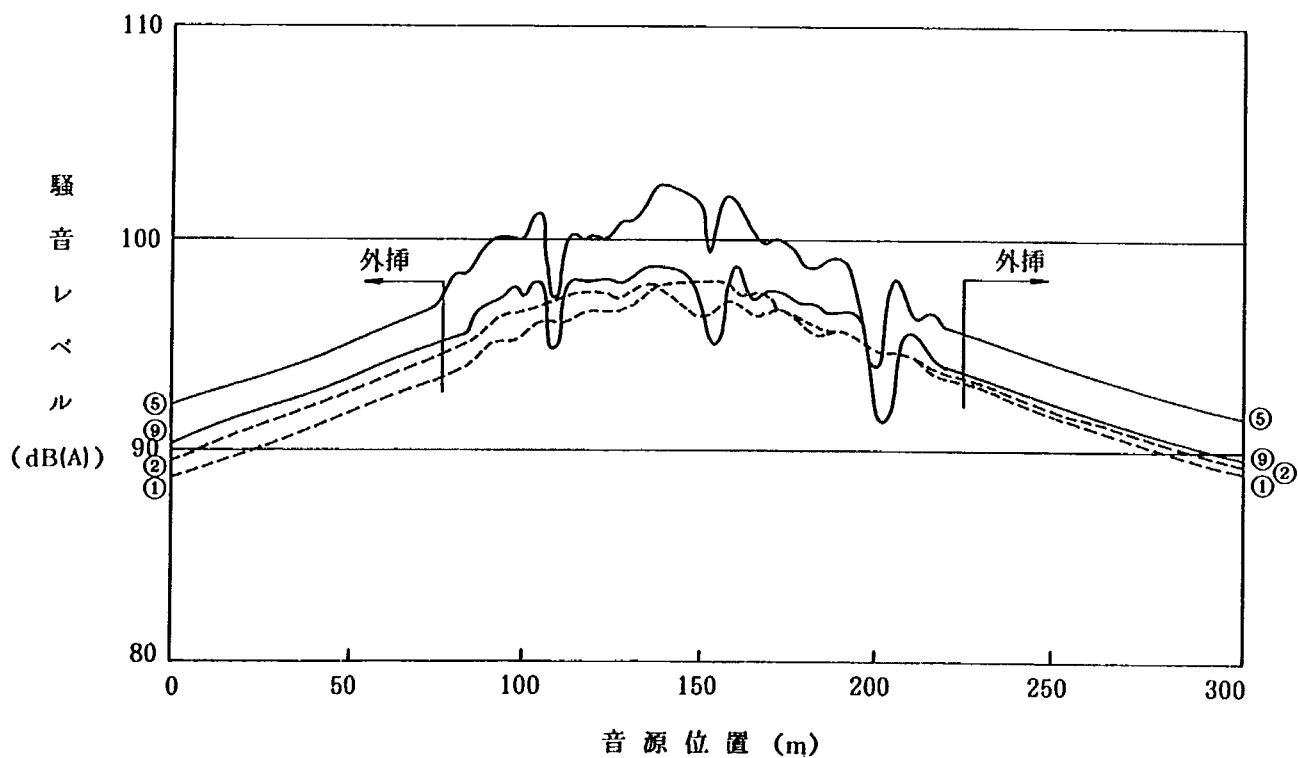


図 1.29 中央分離帯幅別のユニットパターンの比較(4)

(2) 高架裏面吸音処理による減音効果

高架裏面による反射音あるいは反響音の影響を直接軽減する対策として、高架裏面（反射面）に吸音材料を取付け、反射音を除去することが考えられる。ここでは、I 桁構造を対象として高架裏面吸音処理の対策効果について整理した。

図 1.30 は吸音処理方法別に騒音レベル(L_{50}) の距離減衰をまとめたものである。吸音方法は、前項の実験断面で示した 7 条件である。

図 1.31 は、吸音方法別に対策効果を整理して距離減衰のかたちで示した。対策効果は無対策の場合を基準として、各対策を施したことによる減音量であり、路肩端から同一距離にある受音点の平均値としてまとめている。また、図 1.32 は各受音点での対策効果を対策方法で整理している。

図 1.33 は沿道において対策が有効な範囲を対策効果が 2 dB(A) 以上である領域として等騒音レベル線図をもとにして示したものである。

図 1.34 は、対策方法によるユニットパターンの変化を比較したものである。

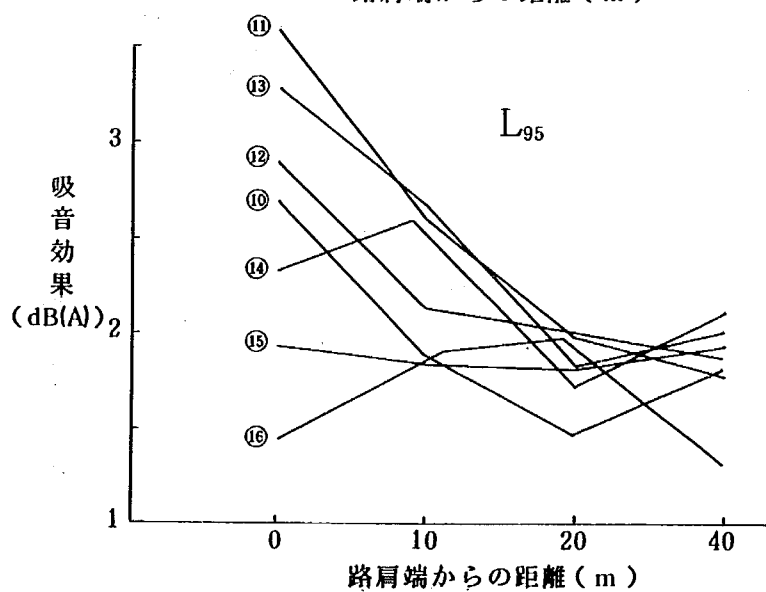
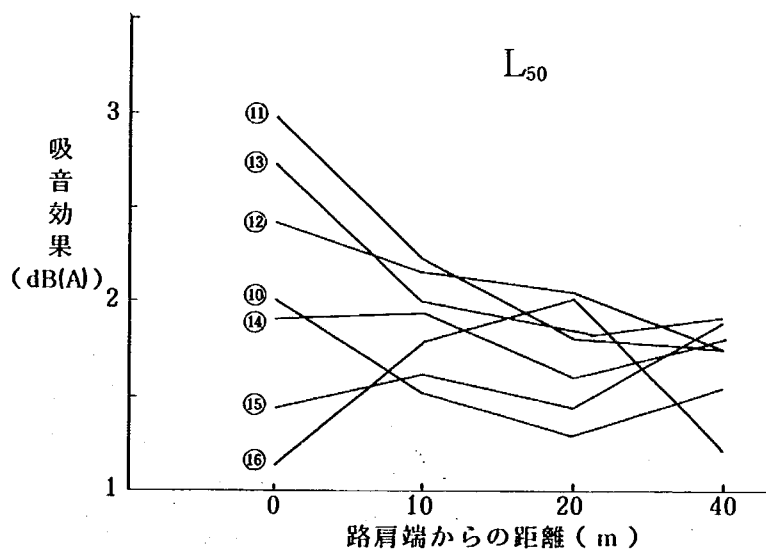
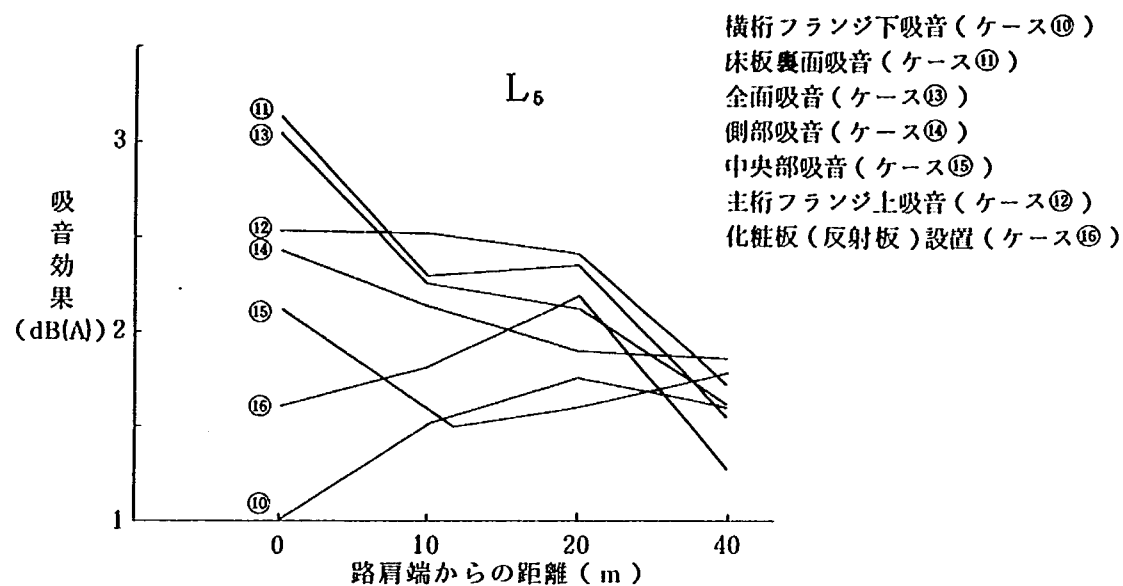


図 1.31 騒音評価量別の距離減衰

受音点 No	路肩からの距離	受音点の高さ
1	0 m	1.2 m
5	"	3.5
9	"	7.0
13	"	1.2
3	2.0	1.2
7	"	3.5
11	"	7.0
15	"	1.2

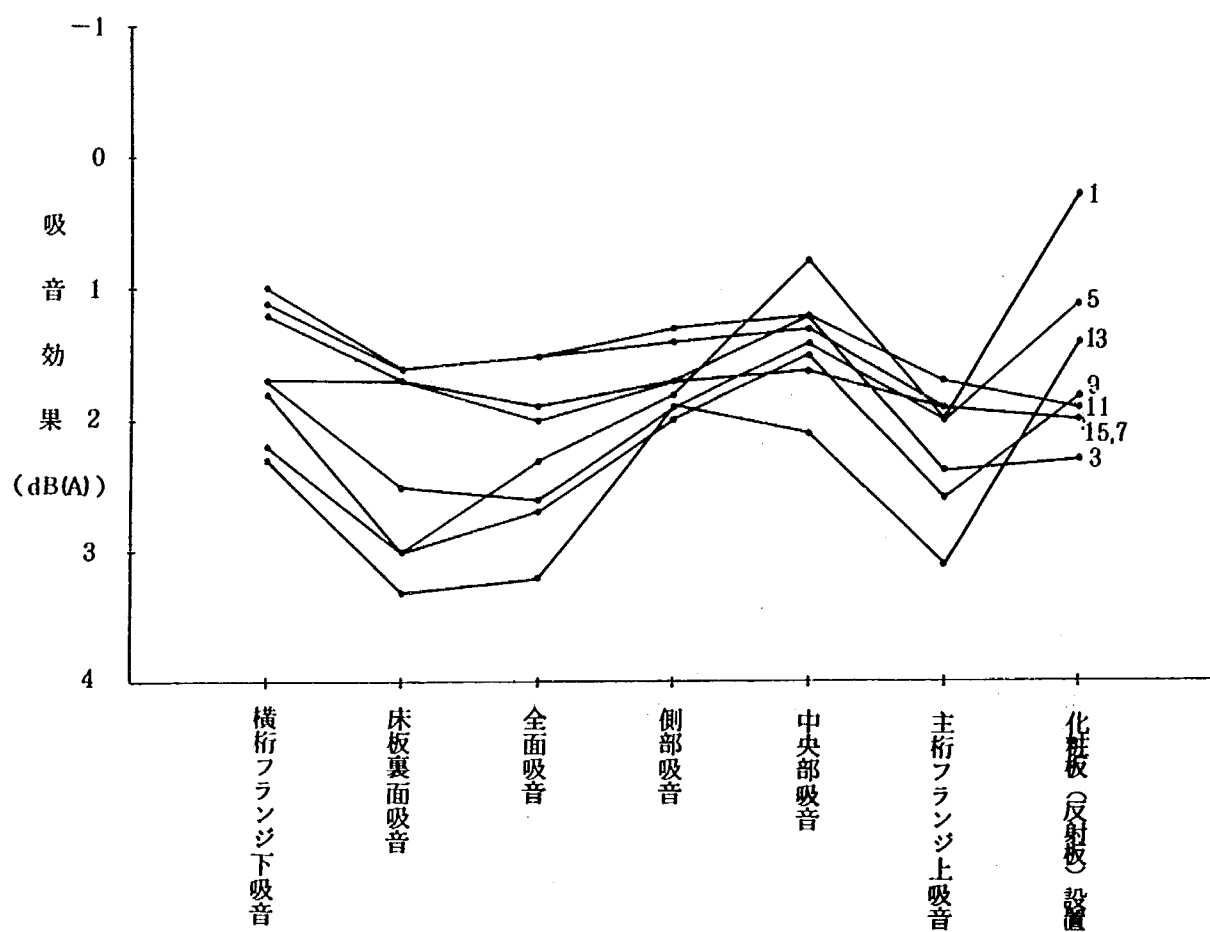


図 1.32 各受音点のレベル変化

凡 例

- | | |
|----------------------|-------------------------|
| ○—○ 吸音なし (ケース⑤) | △---△ 側部吸音 (ケース⑭) |
| ●—● 横桁フランジ下吸音 (ケース⑩) | ▲—▲ 中央部吸音 (ケース⑬) |
| ●---● 床板裏面吸音 (ケース⑪) | ▲---▲ 主桁フランジ上吸音 (ケース⑫) |
| △—△ 全面吸音 (ケース⑬) | □—□ 化粧板 (反射板) 設置 (ケース⑯) |

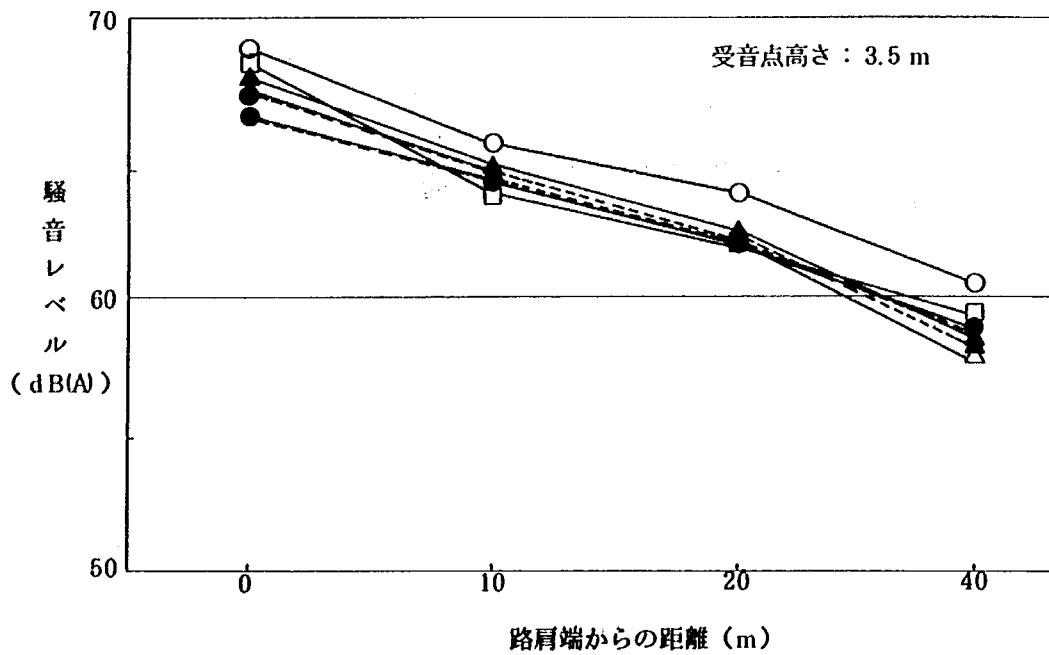
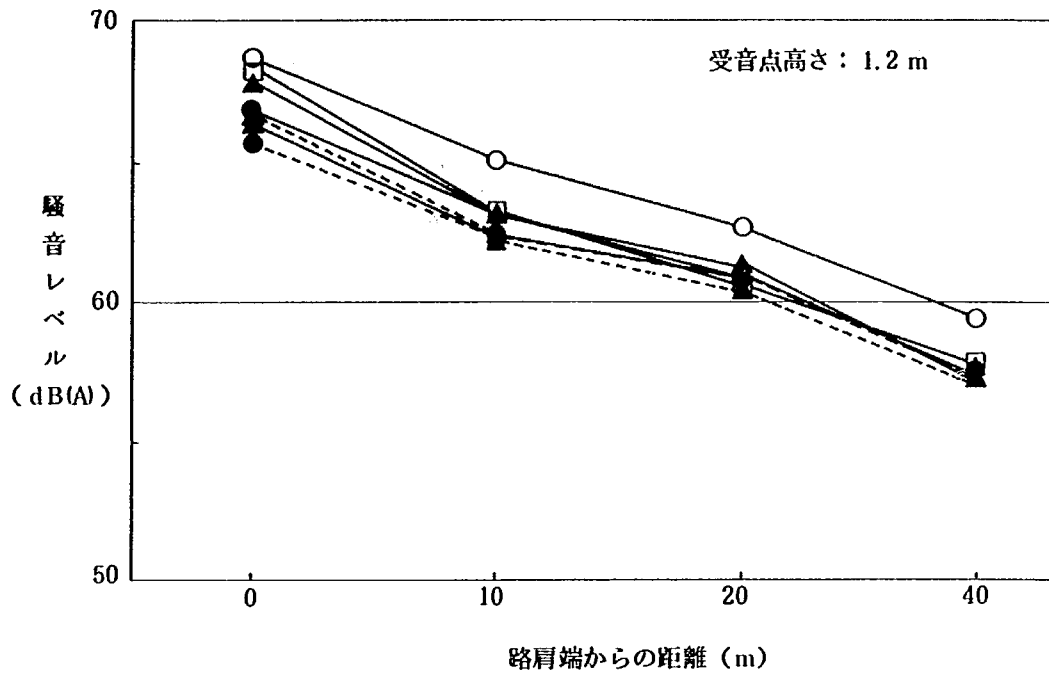


図 1.30 吸音処理別の距離減衰 (1)

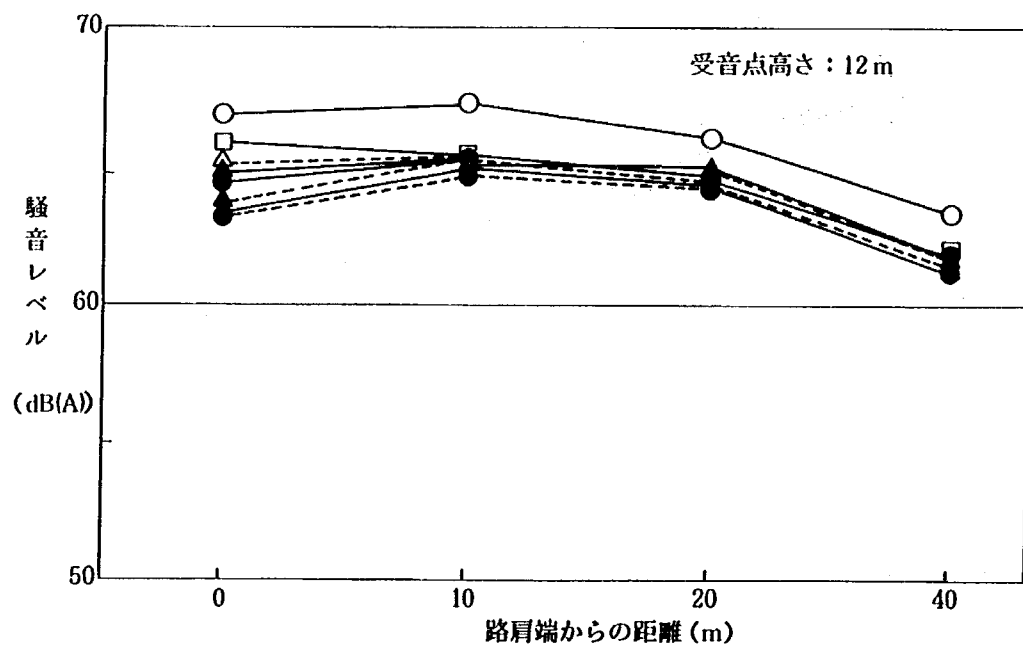
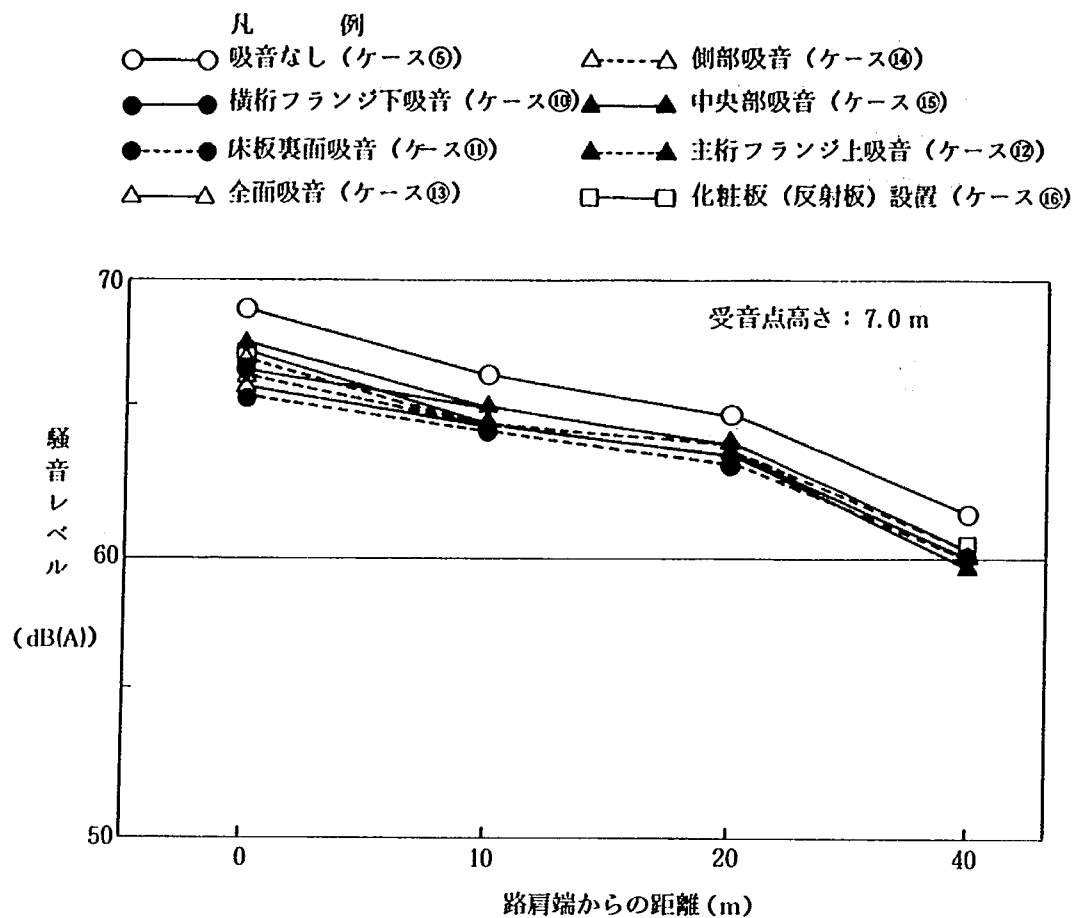


図 1.30 吸音処理別の距離減衰(2)

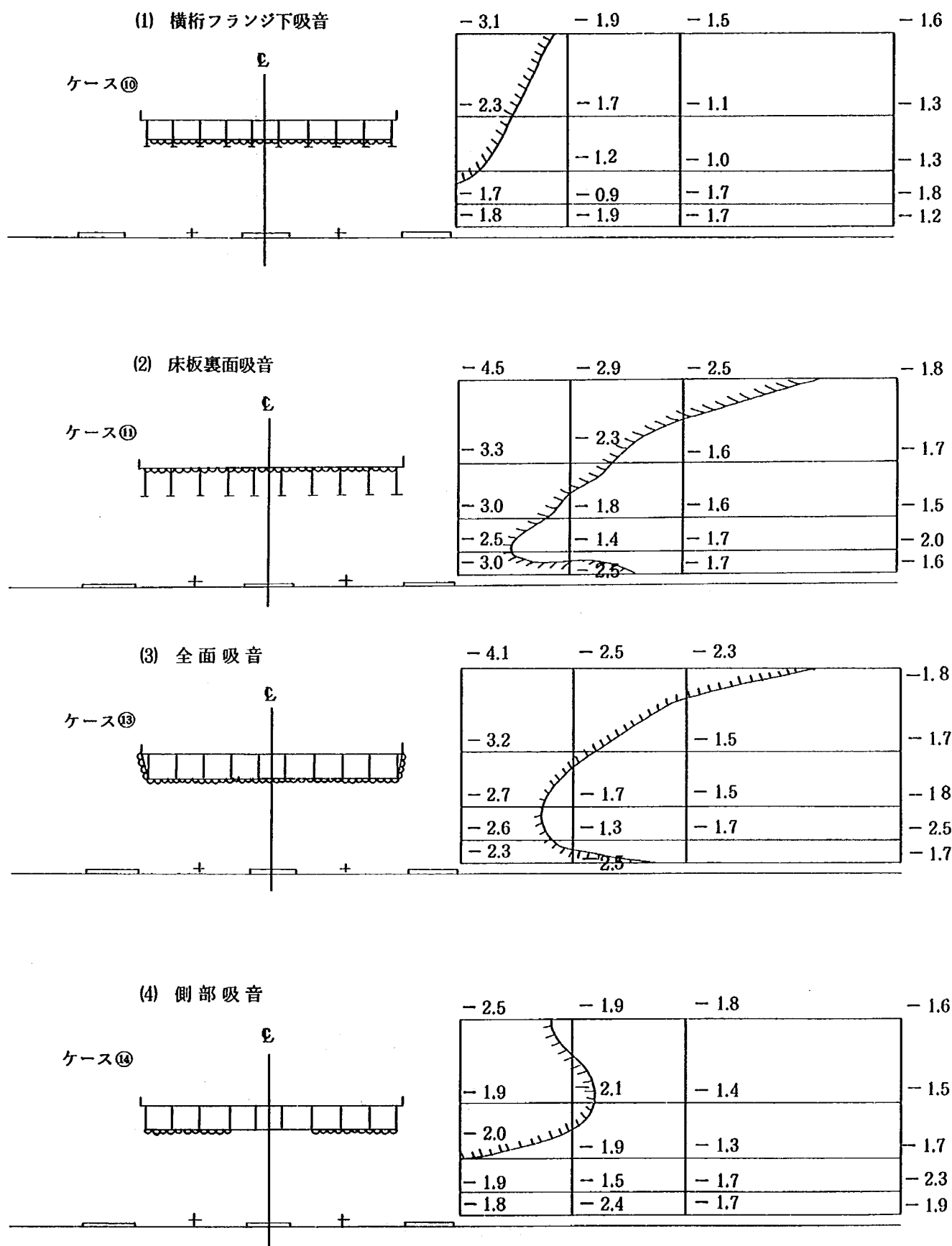


図 1.33 吸音処理による効果範囲(1)

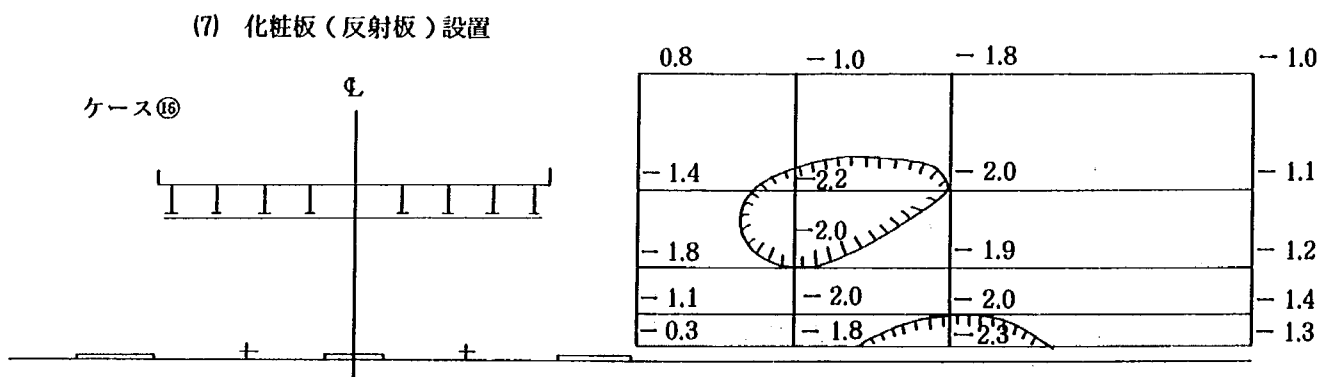
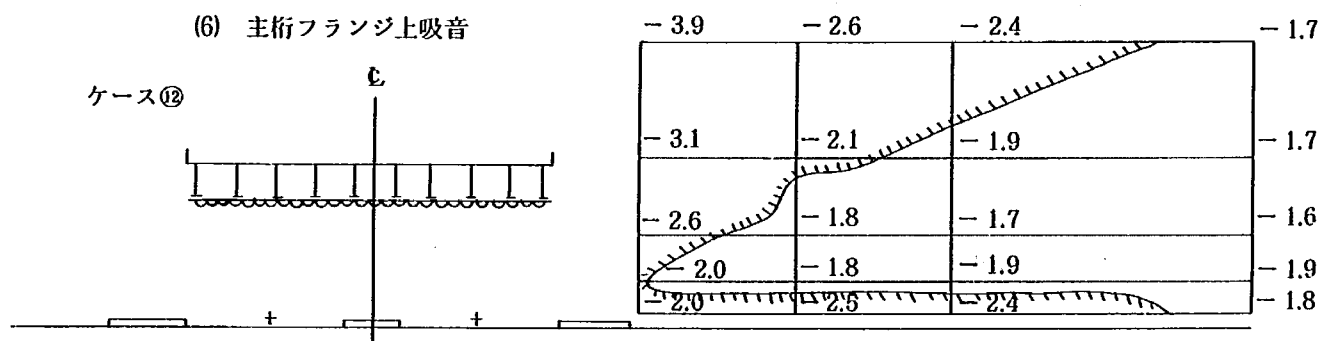
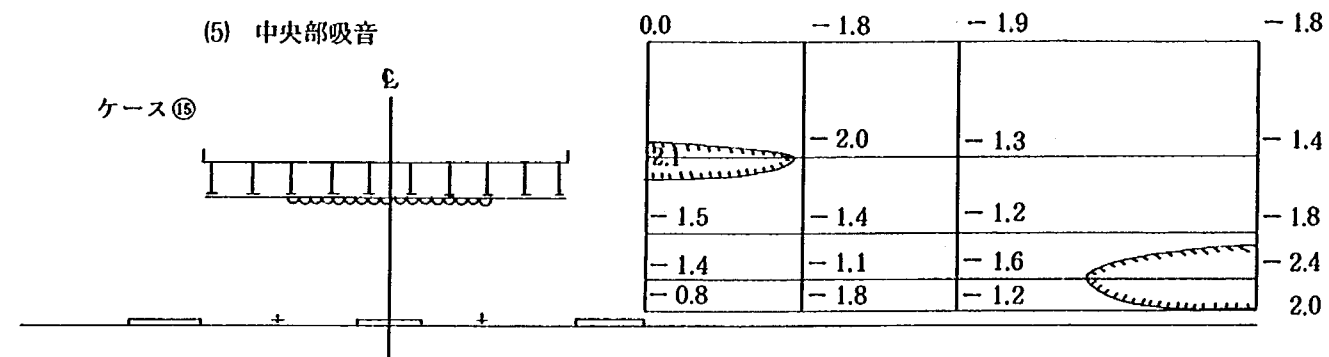


図 1.33 吸音処理による効果範囲(2)

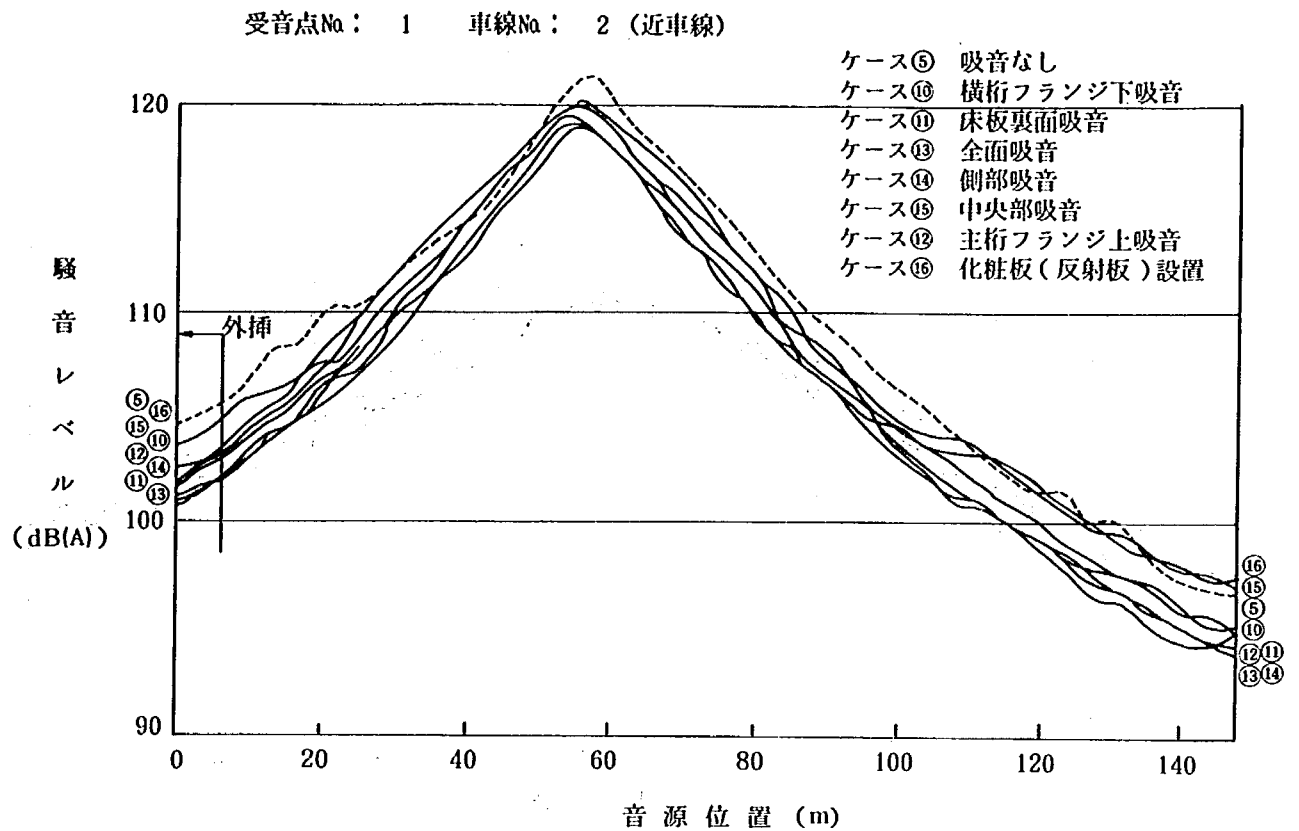


図 1.34 吸音処理別のユニットパターンの比較(1)

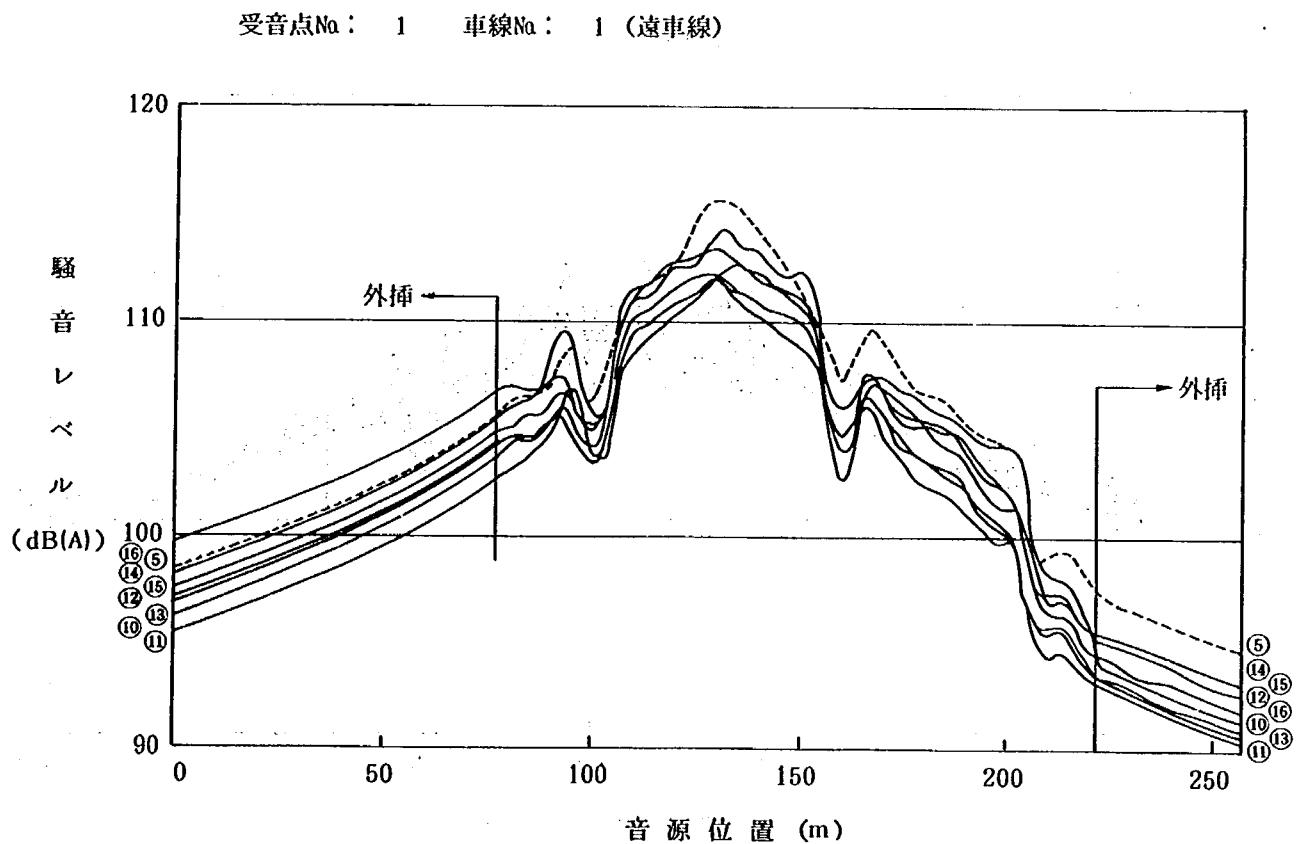


図 1.34 吸音処理別のユニットパターンの比較(2)

受音点No: 4 車線No: 1 (近車線)

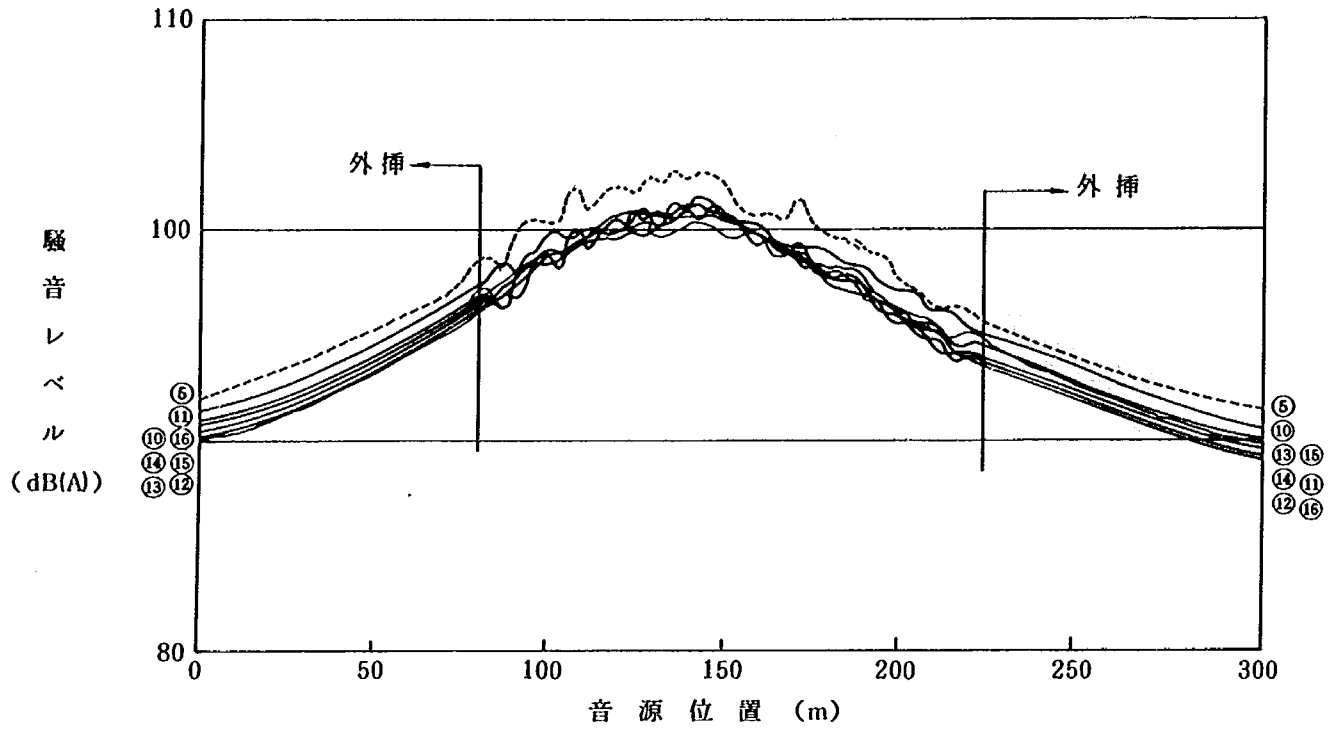


図 1.34 吸音処理別のユニットパターンの比較(3)

受音点No: 4 車線No: 2 (遠車線)

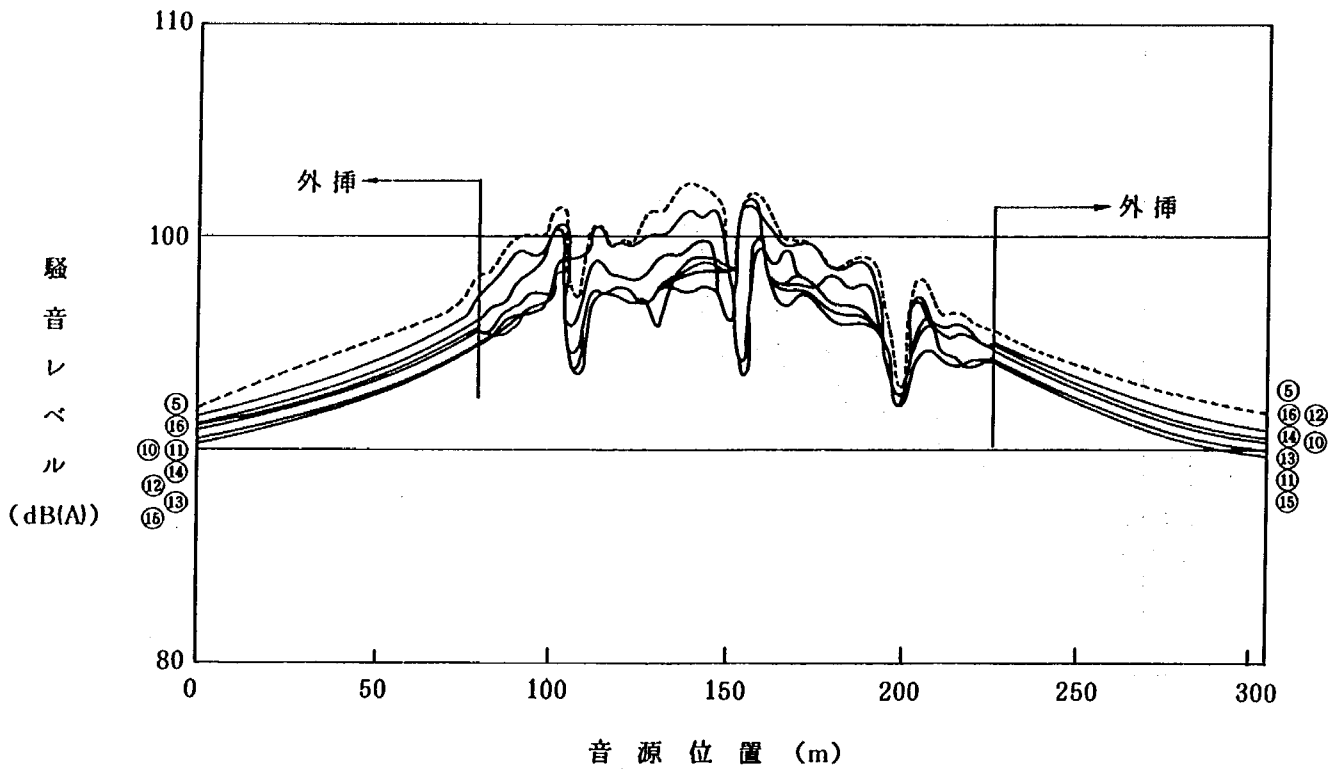


図 1.34 吸音処理別のユニットパターンの比較(4)

1.2.3 高架道路の影響と交通量の関係

高架道路の併設による騒音レベルの増加量を交通量との関係で整理した。断面交通量は 1,000, 2,000, 4,000, 8,000 台/h の 4 条件とした。

図 1.35 は、高架幅員、図 1.36 は高架高さ、図 1.37 は中央分離帯幅がそれぞれ異なる断面での騒音レベル増加量と交通量の関係である。ここで、騒音レベル増加量は平面道路単独の場合を基準とした値であり全受音点での平均値で示してある。ただし、道路近傍の高い受音位置では高架道路の床板によって音源が見通せない場合があり、平面道路単独の場合に比べて騒音レベルが低くなることもある。このため、騒音レベル増加量を平均する場合には、このような特異な受音点は除くこととした。表 1.2 に平均から除外した受音点Noを示す。

表 1.2 平均計算から除外した受音点No

除外した受音点No	対応する断面ケースNo
⑬	③, ④, ⑤, ⑦, ⑨, ⑩ ⑪, ⑫, ⑬, ⑭, ⑮, ⑯
⑬, ⑬, ⑬	⑥

図 1.38 は高架裏面の吸音処理方法別に対策効果と交通量の関係を整理したものである。対策効果は、無対策（高架幅員 30.1 m, 高さ 12 m, 中央分離帯幅 5 m）の場合を基準とした減音量であり、全受音点の平均値で示してある。

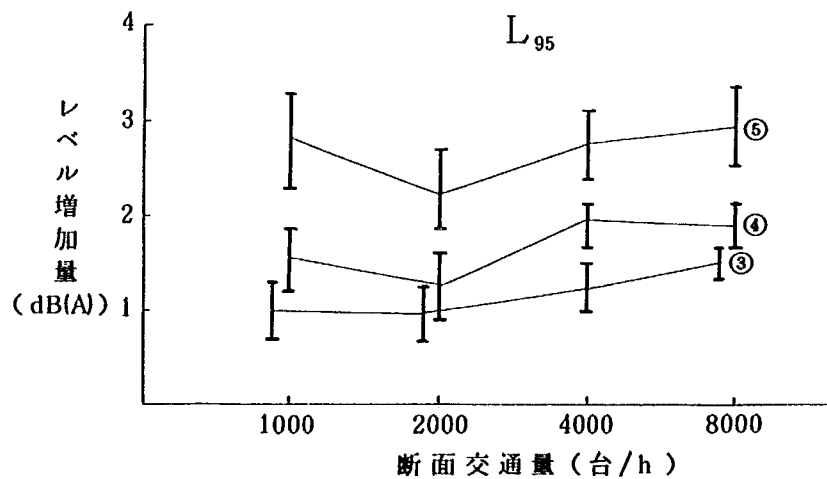
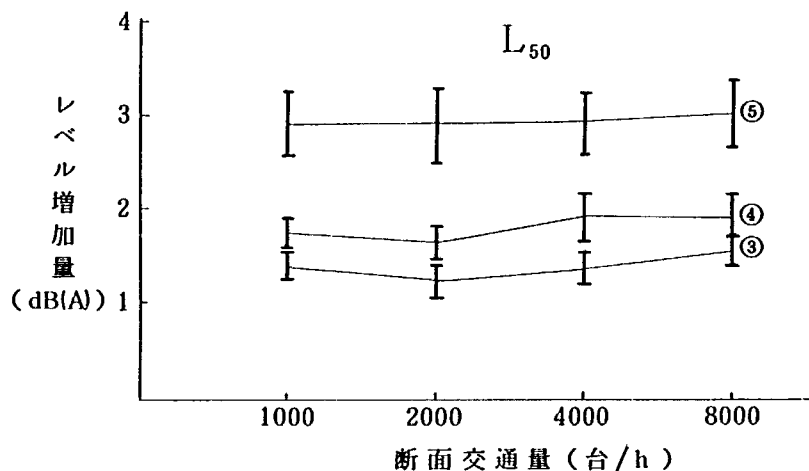
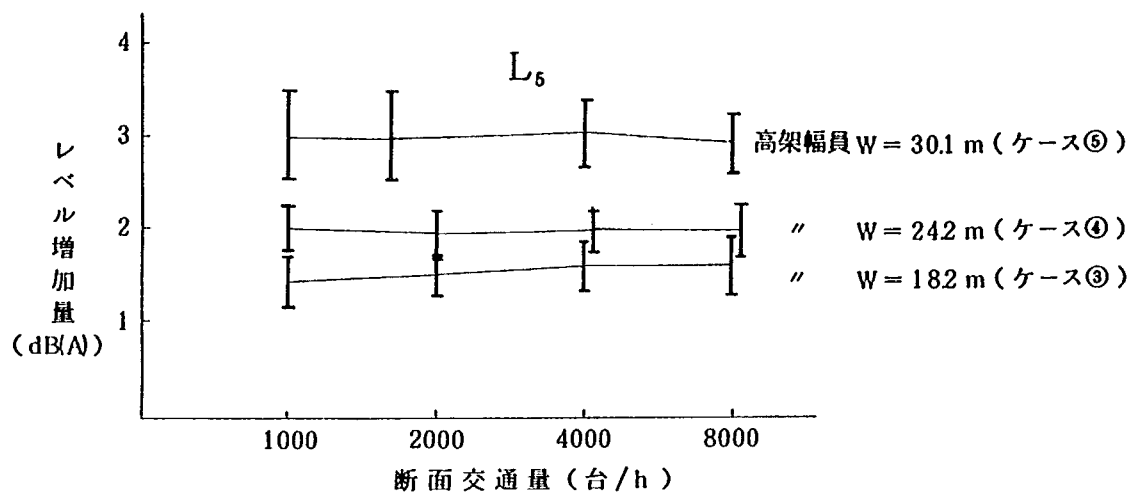


図 1.35 評価量別にみた交通量との関係 (高架幅員別)

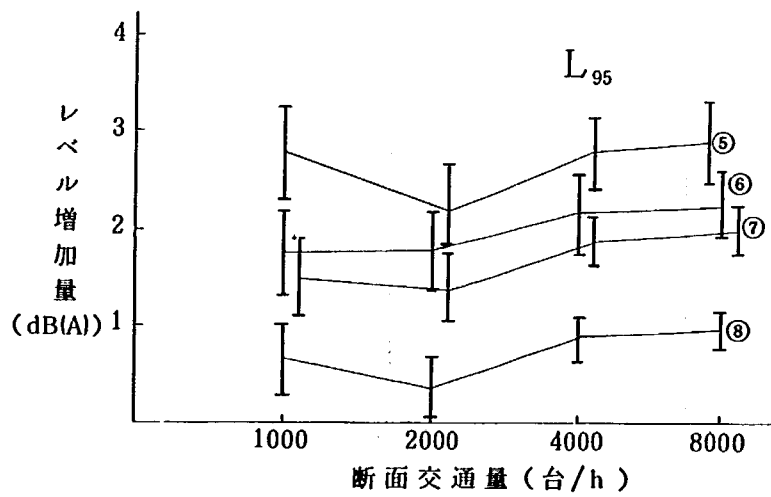
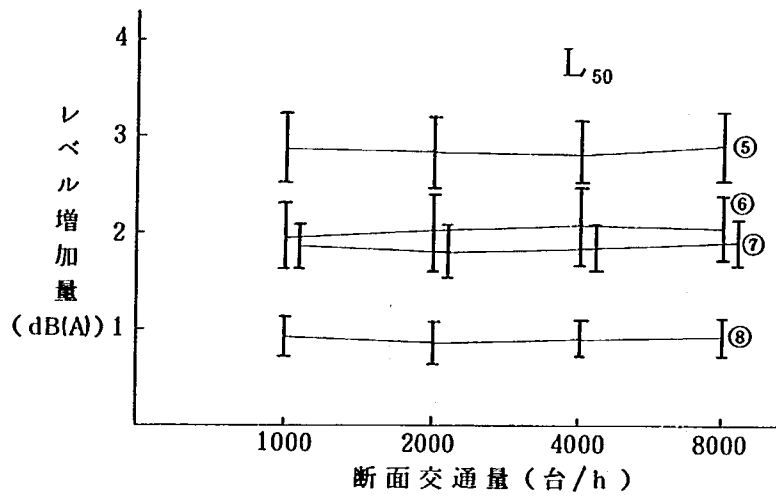
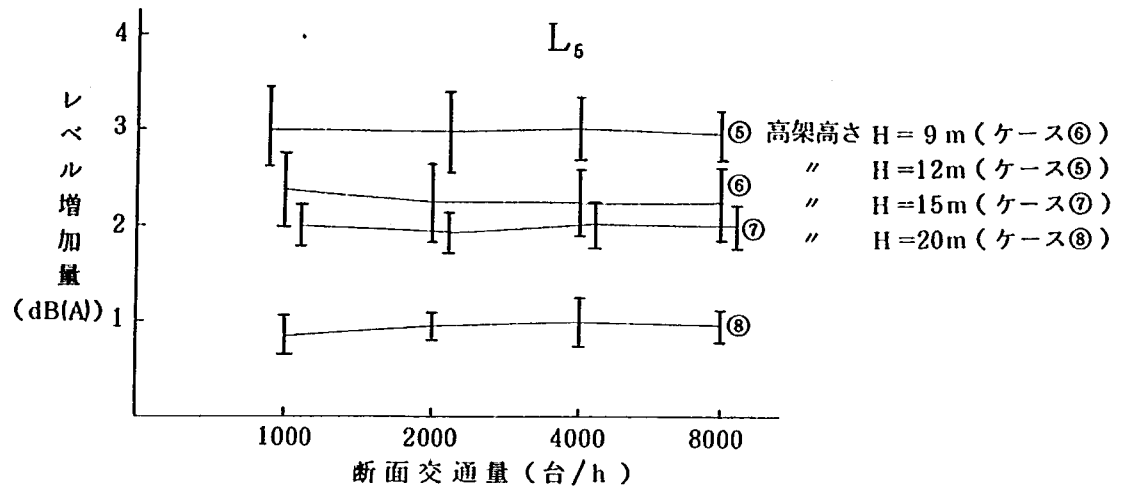


図 1.36 評価量別にみた交通量との関係 (高架高さ別)

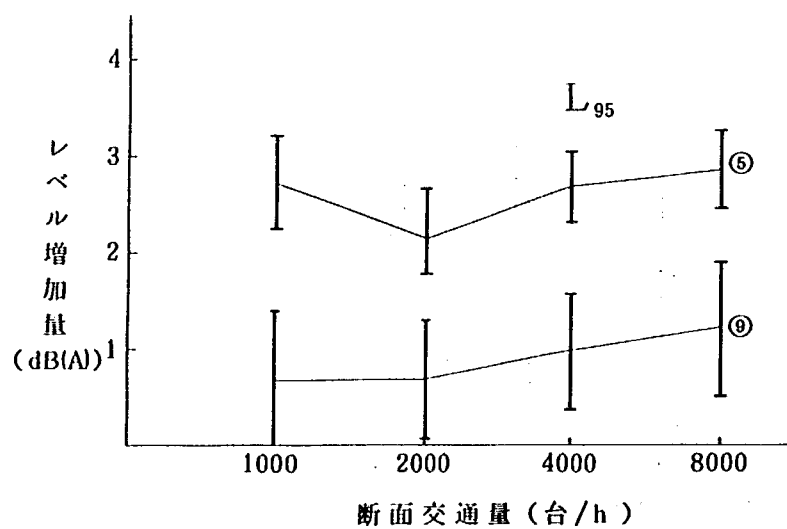
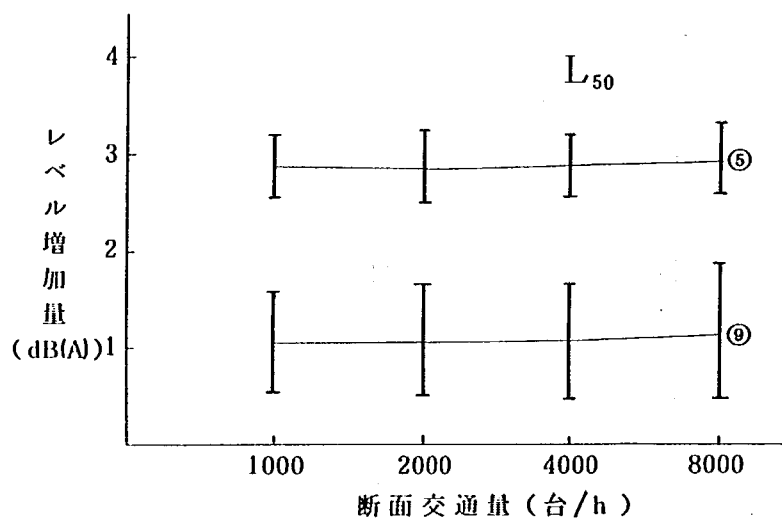
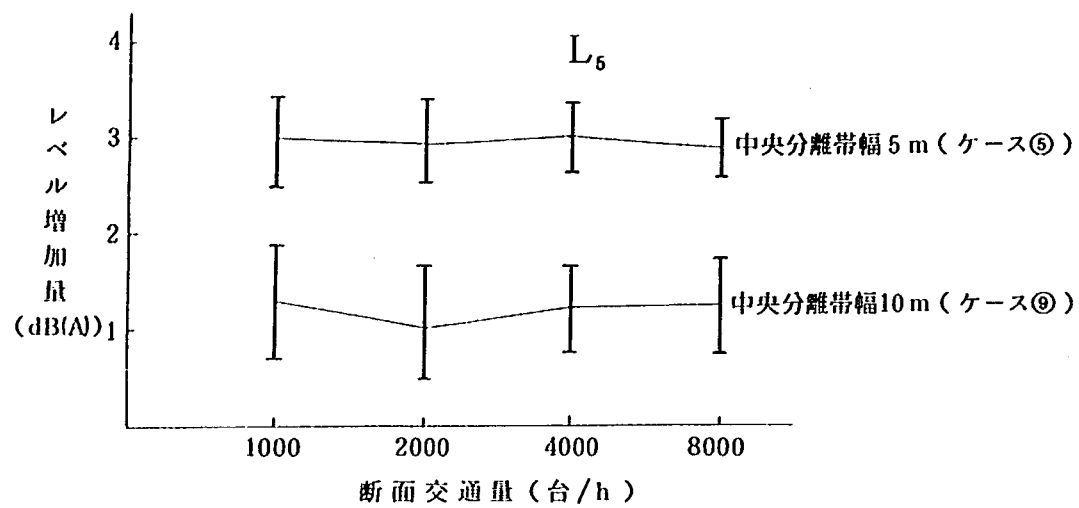


図 1.37 評価量別にみた交通量との関係 (中央分離帯幅別)

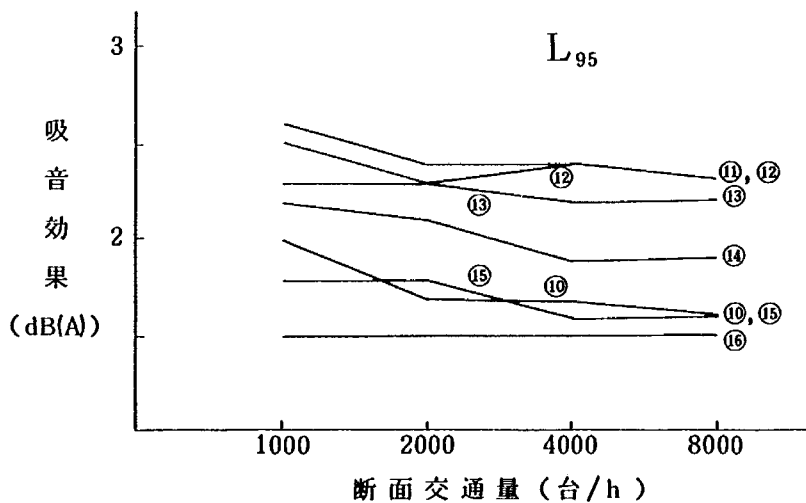
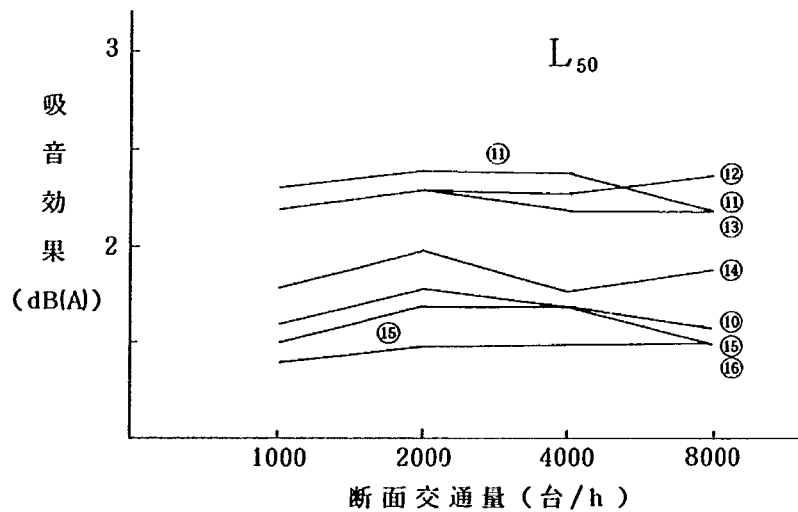
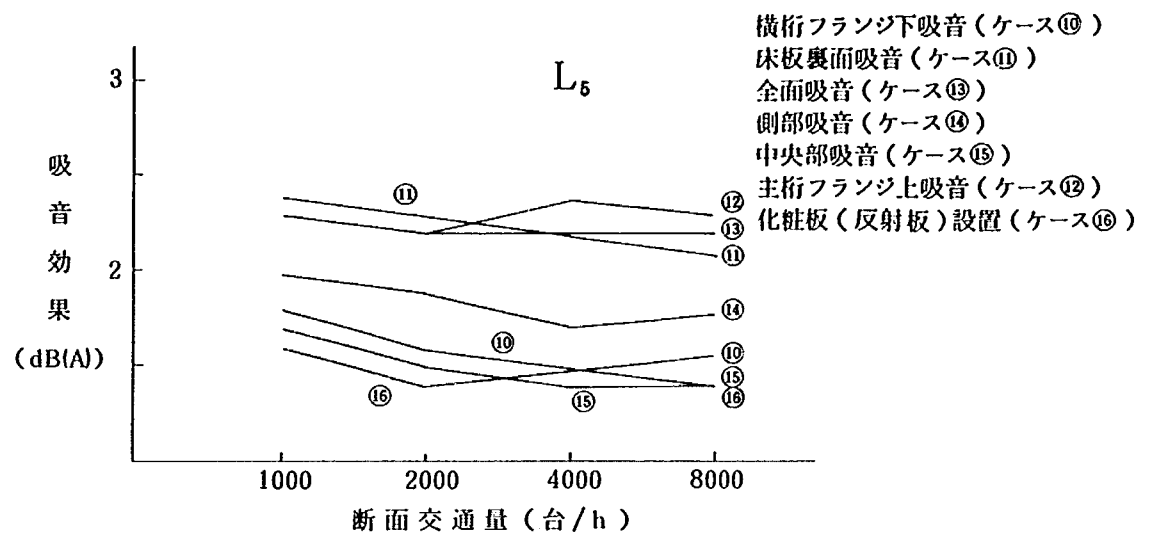


図 1.38 評価量別にみた交通量との関係 (吸音処理箇所別)

1.2.4 実験データ

全実験断面における騒音レベル評価量 (L_5 , L_{50} , L_{95})を交通量別に図 1.39～1.102 に示す。

L 5

62.5	62.3	61.8	60.5
64.3	63.5	63.0	61.2
65.1	64.4	63.2	59.7
65.4	63.4	61.0	57.7
72.4	64.2	61.3	57.9

ケース No 1

L 50

62.5	62.3	61.8	60.5
64.3	63.5	63.0	61.2
65.1	64.4	63.2	59.7
65.4	63.4	61.0	57.7
64.7	60.8	59.7	57.0

ケース No 1

L 95

61.2	61.0	61.0	60.5
63.0	63.0	62.5	61.0
63.0	63.0	62.0	59.0
61.1	60.5	58.5	57.5
61.2	59.7	59.0	56.4

ケース No 1

図 1.39 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 1,000台/h)

L 5

66.3	65.5	64.9	62.9
69.2	67.8	66.3	63.9
70.6	67.9	66.4	62.4
71.1	68.1	64.8	60.4
72.2	65.1	62.9	60.3

ケースNo 1

L 50

65.4	65.4	64.9	62.9
67.5	66.9	65.9	63.9
68.6	67.4	66.4	62.4
69.2	66.8	63.8	60.4
69.0	64.0	62.6	59.6

ケースNo 1

L 95

65.4	65.4	64.9	62.9
66.9	66.4	65.9	63.9
67.1	67.4	66.4	62.4
68.4	66.0	63.6	60.4
67.4	64.0	62.4	59.4

ケースNo 1

図 1.40 道路構造別のレベル (断面交通量 2,000台/h)

L 5

68.8	68.3	67.8	65.8
71.2	70.3	68.8	66.8
72.8	70.3	69.3	65.3
73.1	70.5	66.9	63.3
73.6	67.4	65.9	63.2

ケース No 1

L 50

68.3	68.3	67.8	65.8
70.8	70.3	68.8	66.8
72.1	70.3	69.3	65.3
72.5	70.4	66.9	63.3
72.3	67.1	65.9	62.6

ケース No 1

L 95

68.3	68.3	67.8	65.8
70.8	70.3	68.8	66.8
71.8	70.3	69.3	65.3
72.5	70.2	66.9	63.3
72.2	66.9	65.9	62.3

ケース No 1

図 1.41 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 4,000台/h)

L 5

	71.3	70.8	70.3	68.3
	73.8	72.8	71.3	69.3
	74.8	72.8	71.8	67.8
	75.0	73.0	69.4	65.8
	75.4	70.0	68.4	65.7

ケースNo 1

L 50

	70.8	70.8	70.3	68.3
	73.8	72.8	71.3	69.8
	74.8	72.8	71.8	67.8
	75.0	73.0	69.4	65.8
	75.4	70.0	68.4	65.2

ケースNo 1

L 95

	70.8	70.8	70.3	68.3
	73.8	72.8	71.3	69.3
	74.8	72.8	71.8	67.8
	75.0	73.0	69.4	65.8
	75.4	70.0	63.4	64.8

ケースNo 1

図 1.42 道路構造別の騒音レベル（断面交通量 8,000 台 / h）

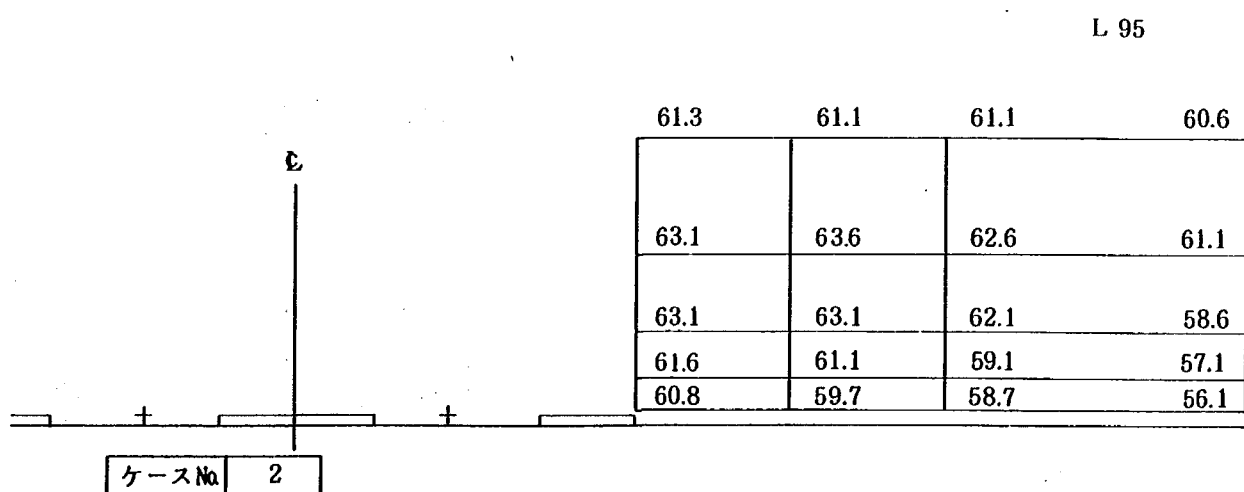
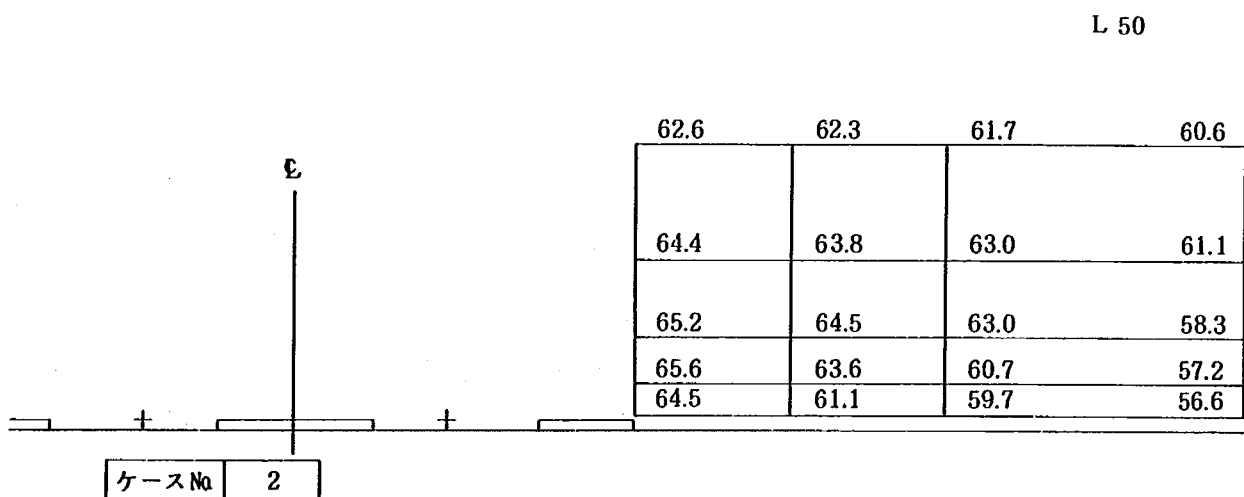
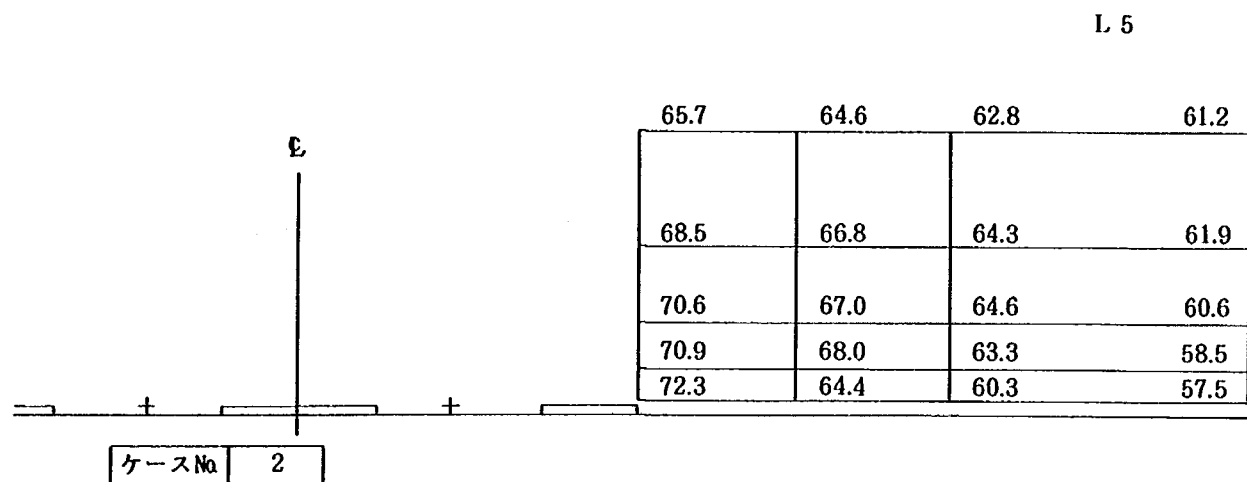


図 1.43 道路構造別の騒音レベル（断面交通量 1,000 台/h）

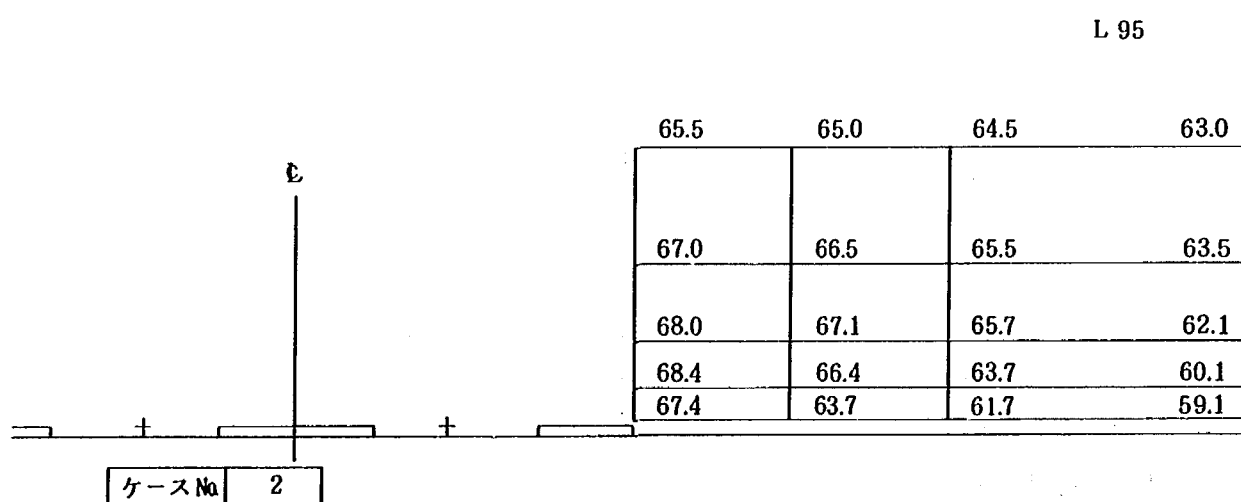
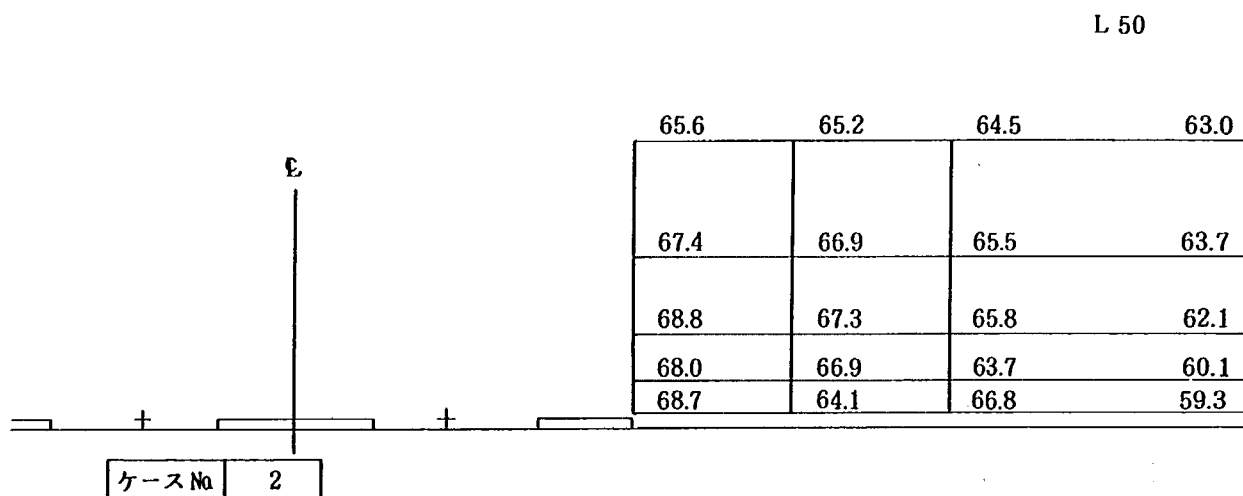
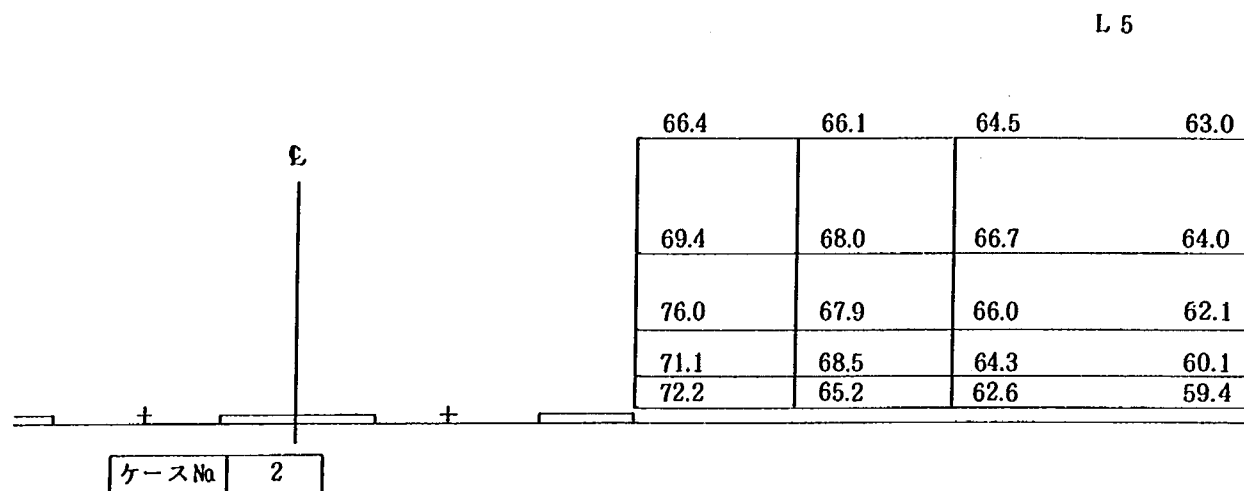
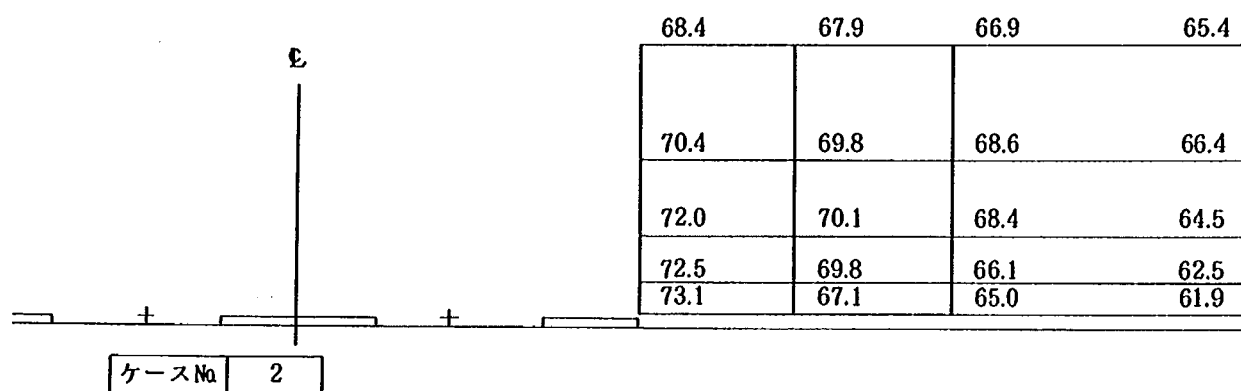
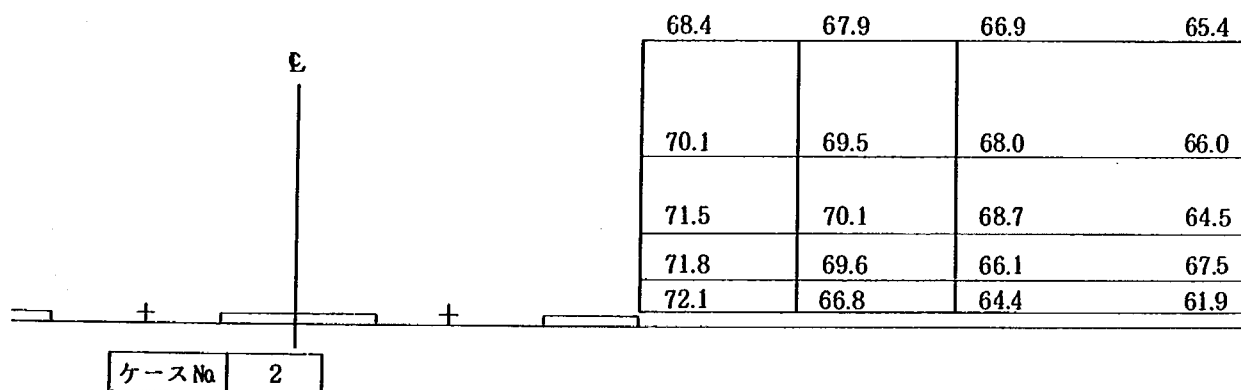


図 1.44 道路構造別の騒音レベル（断面交通量 2,000 台 / h）

L 5



L 50



L 95

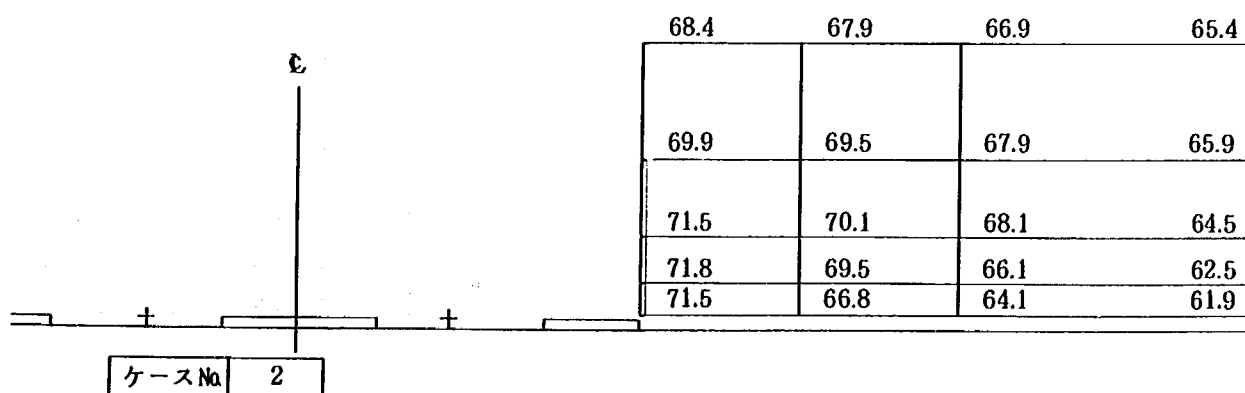


図 1.45 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 4,000台/h)

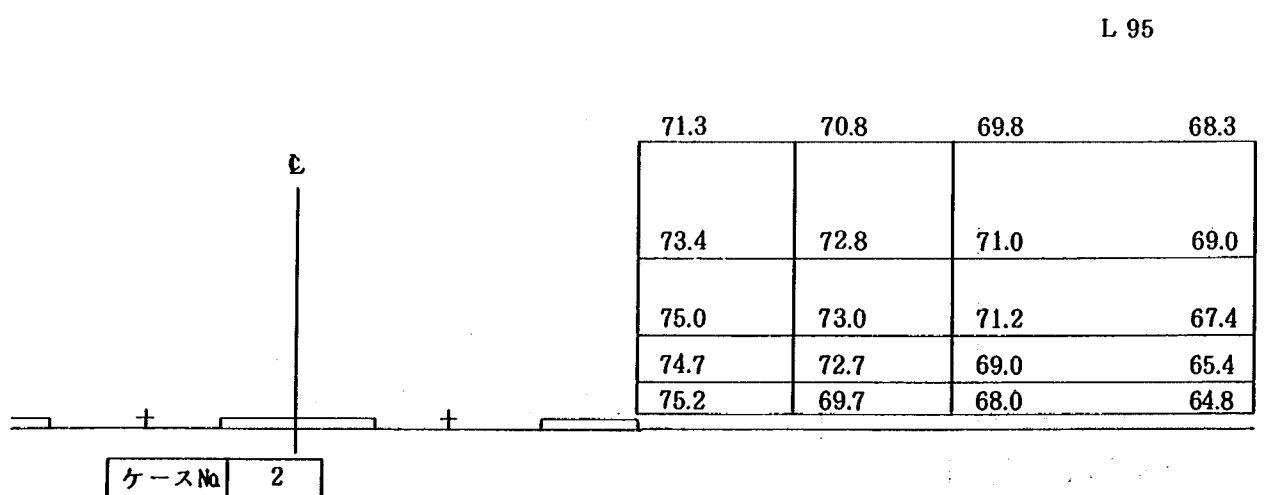
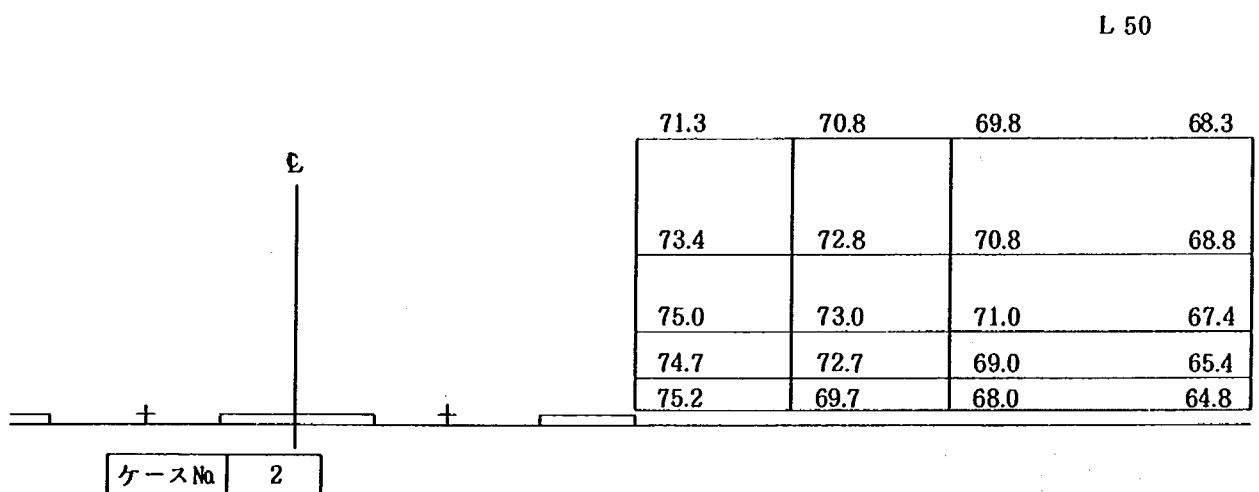
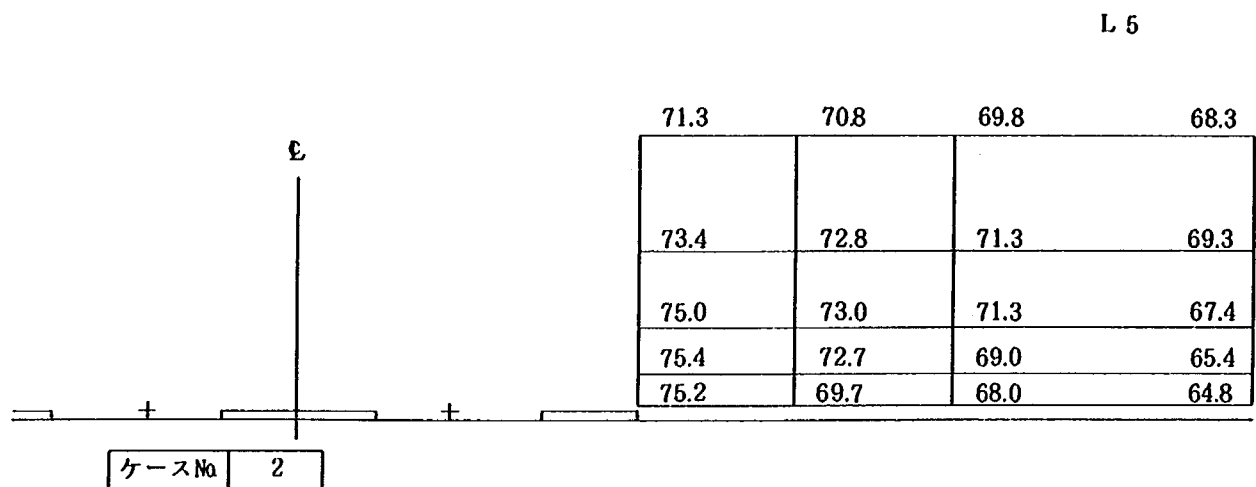
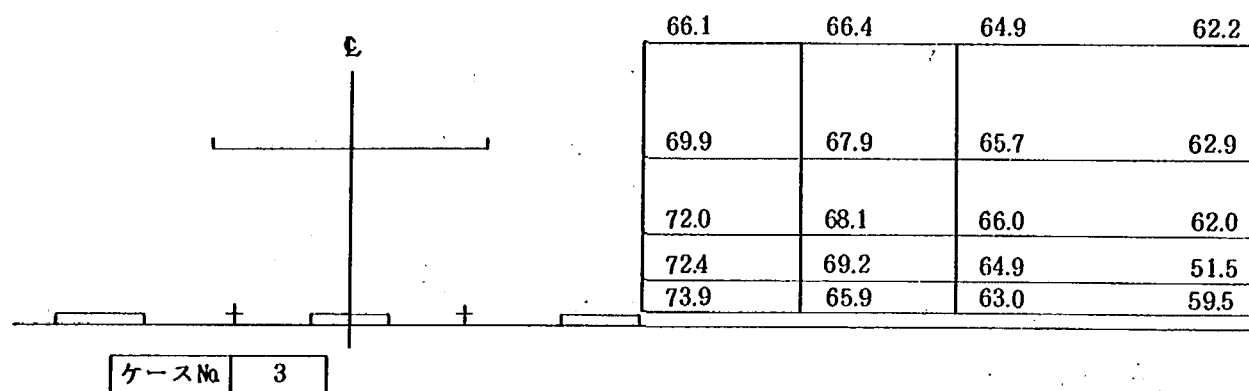
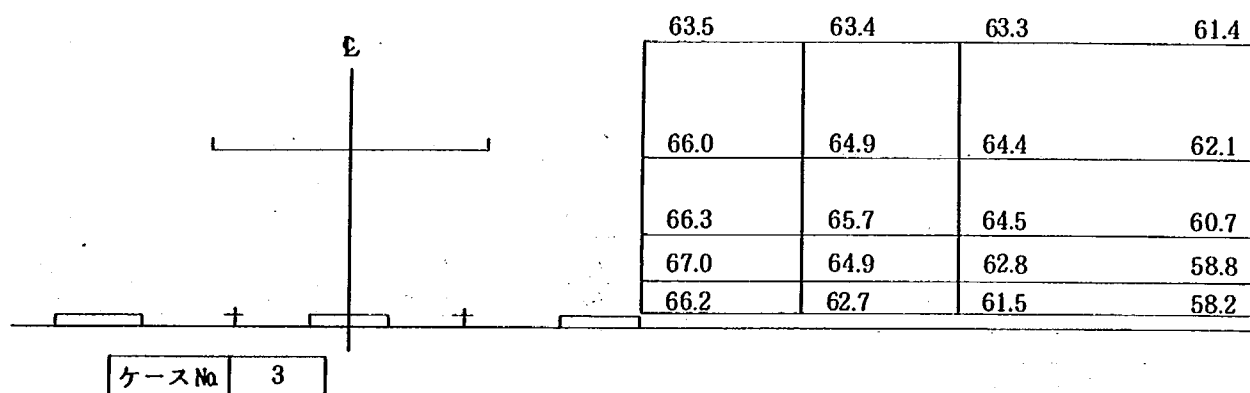


図 1.46 道路構造別の騒音レベル（断面交通量 8,000 台/h）

L 5



L 50



L 95

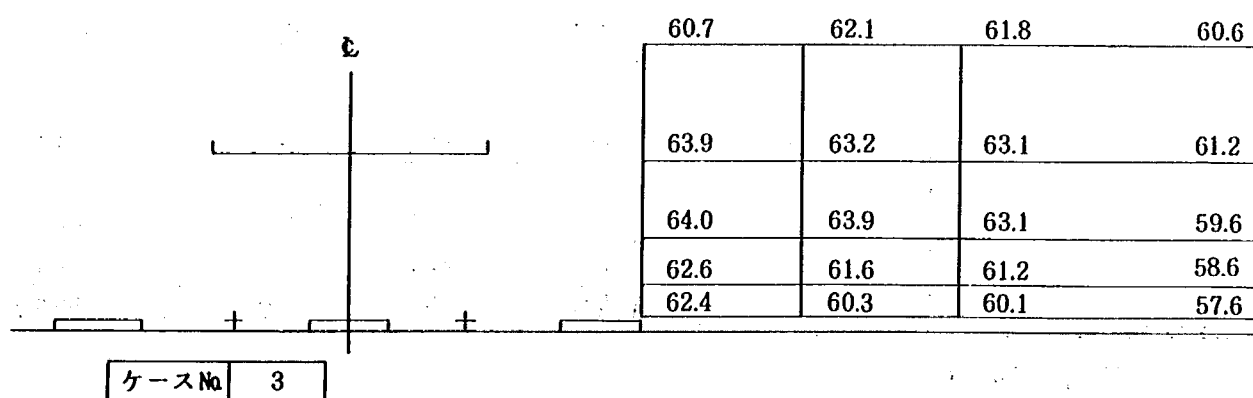


図 1.47 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 1,000台/h)

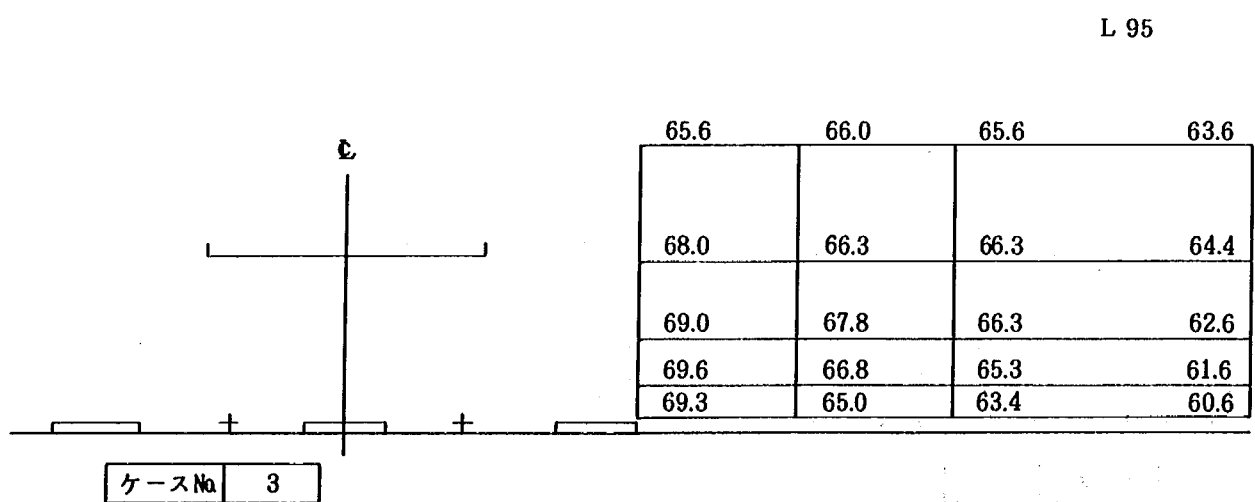
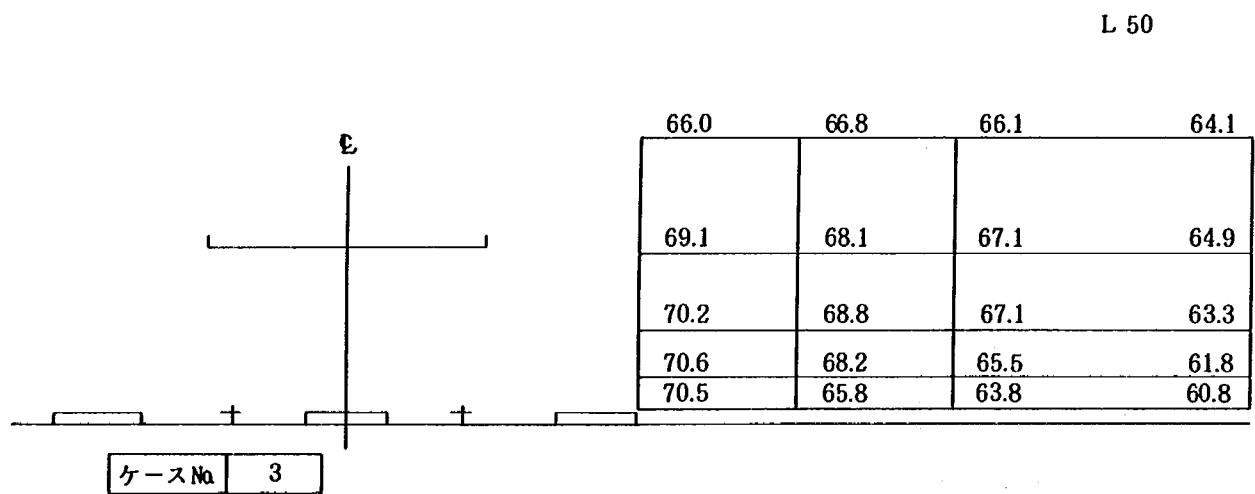
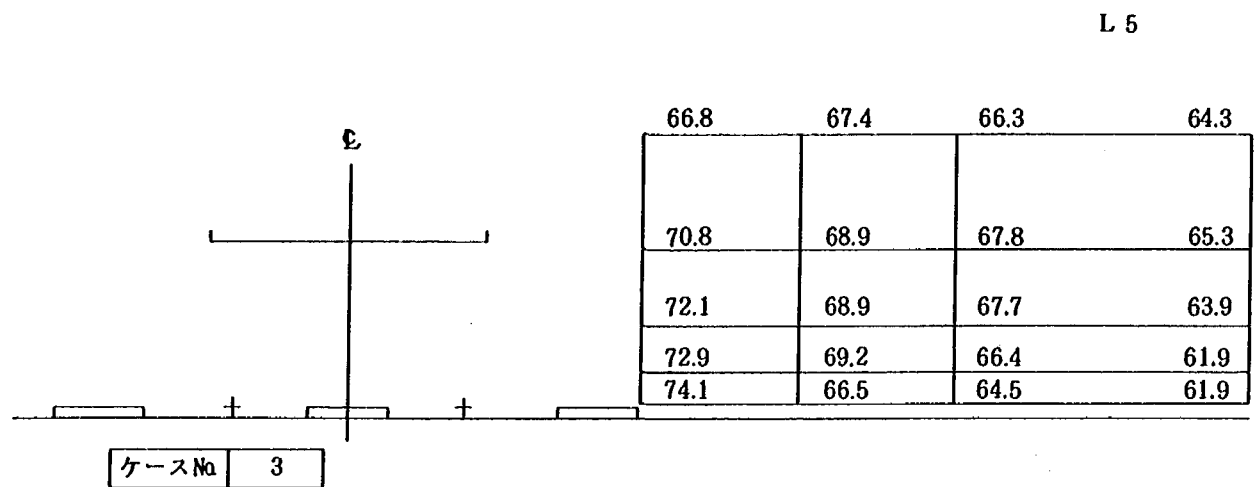
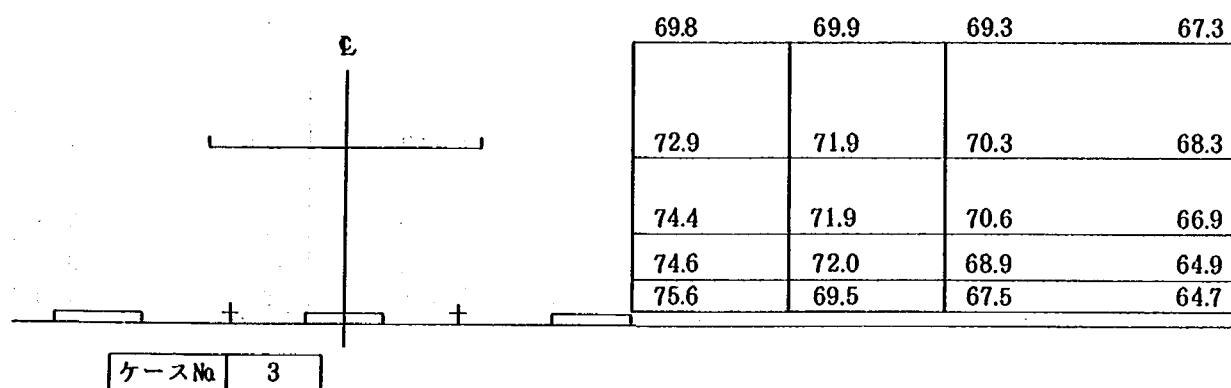
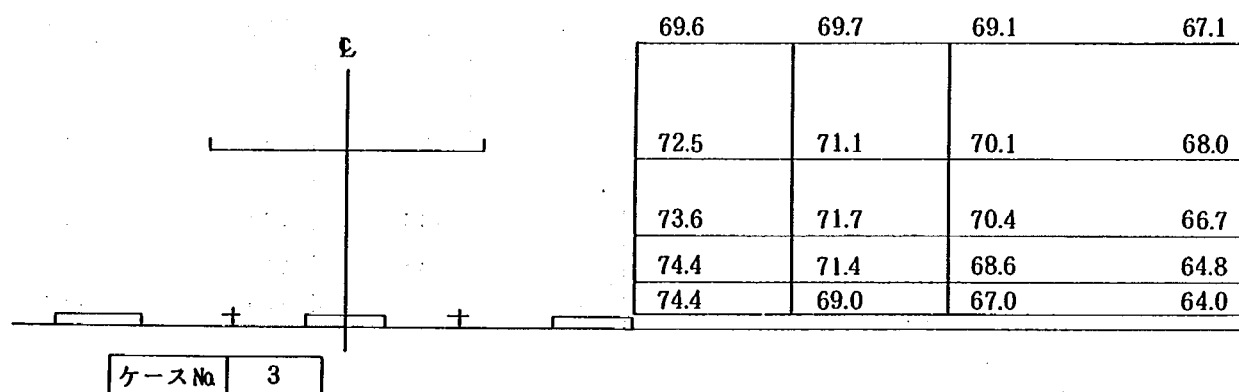


図 1. 48 道路構造別の騒音レベル (交通量 2,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

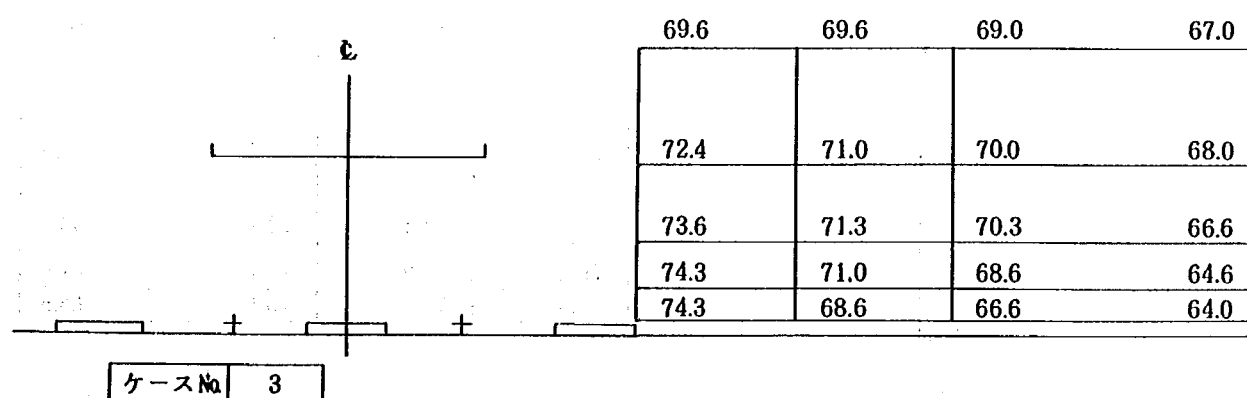


図 1.49 道路構造別の騒音レベル（断面交通量 4,000 台/h）

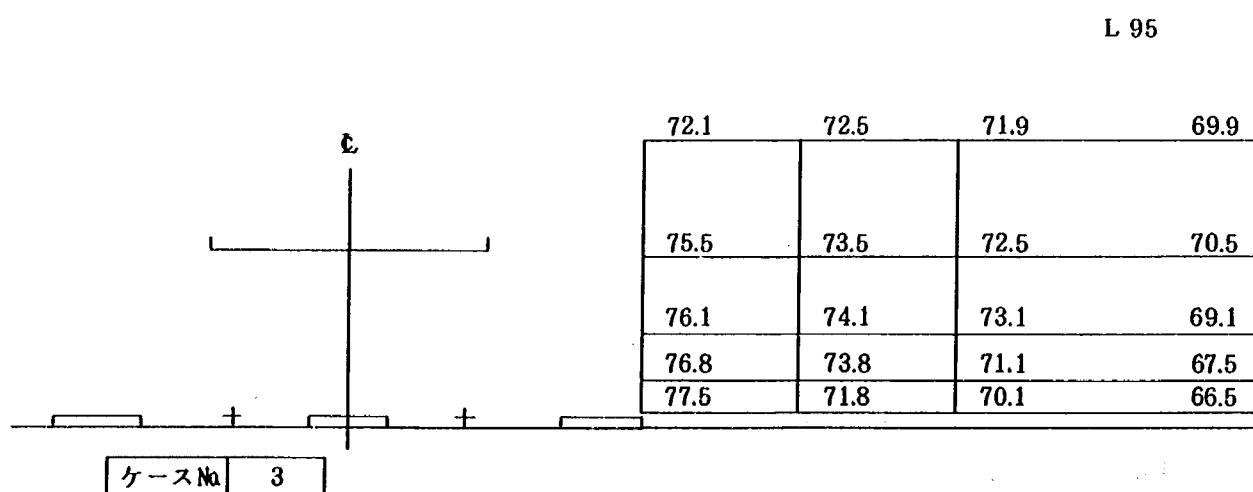
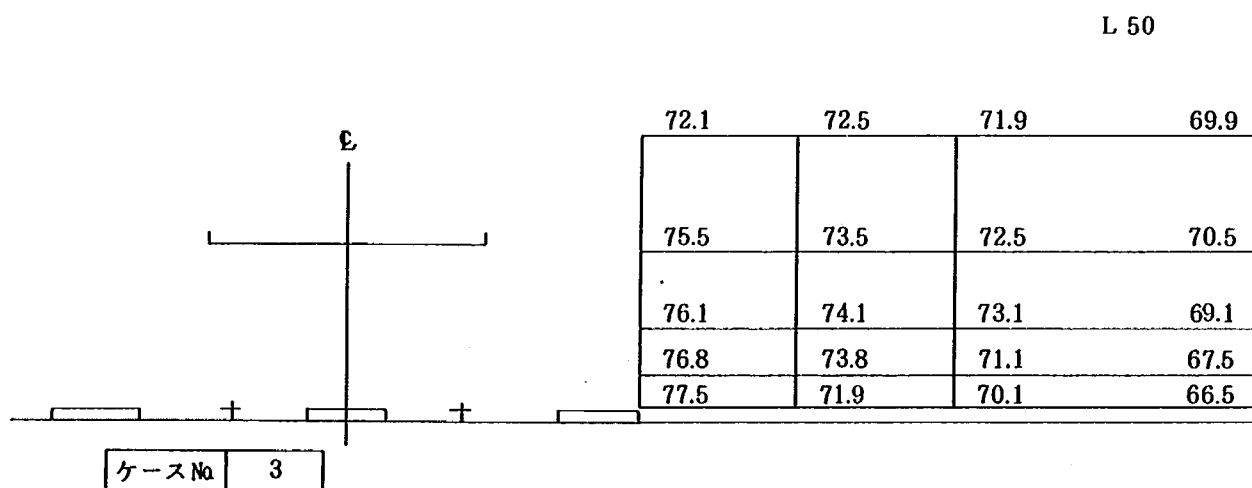
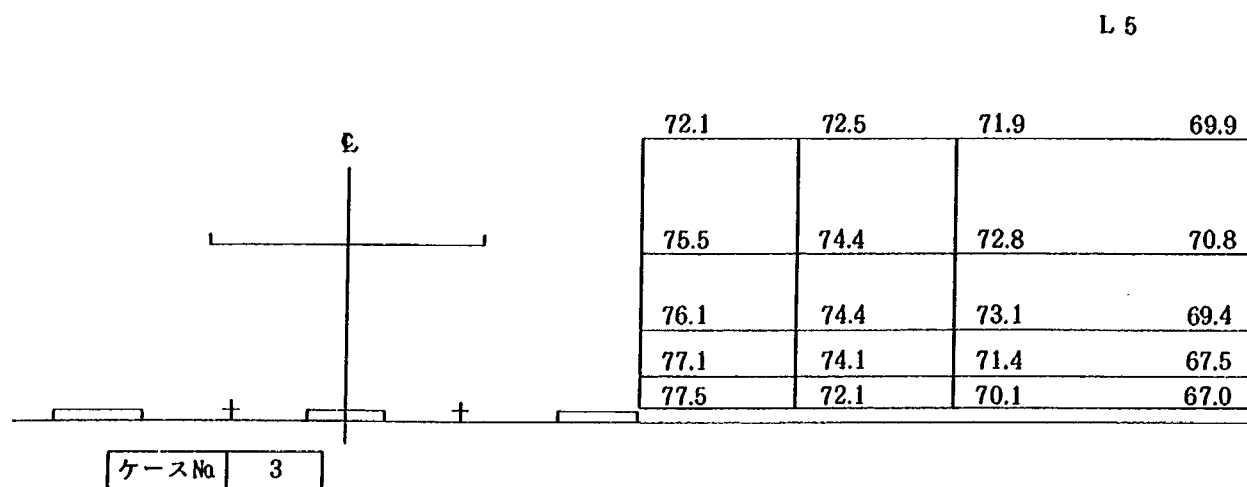
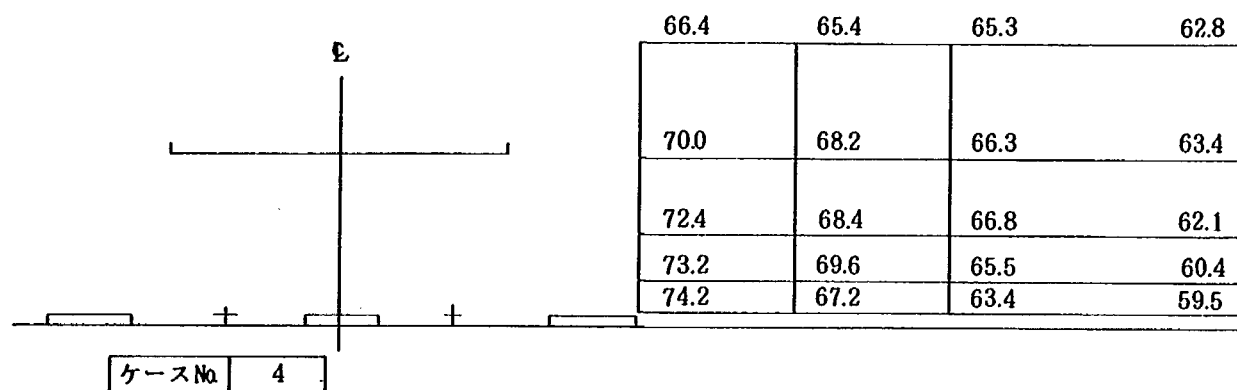
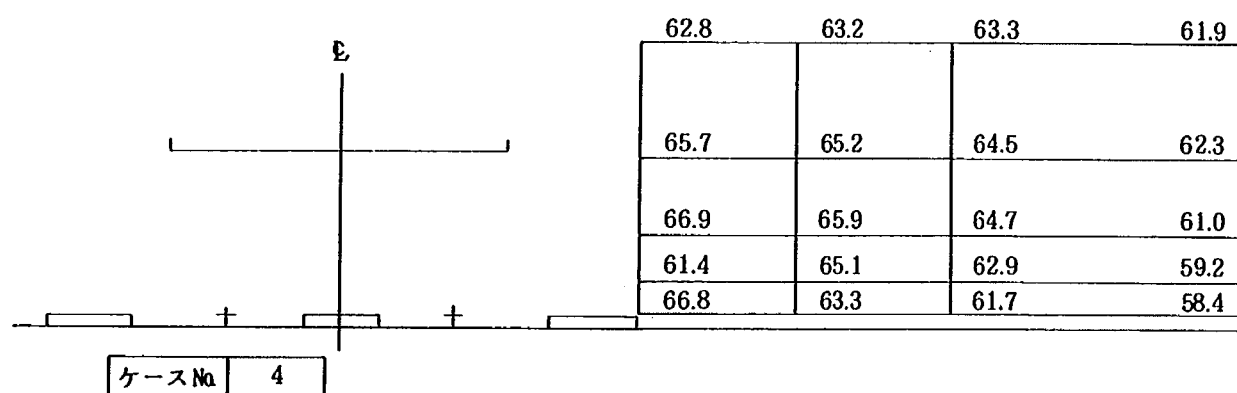


図 1.50 道路構造別の騒音レベル（断面交通量 8,000 台/h）

L 5



L 50



L 95

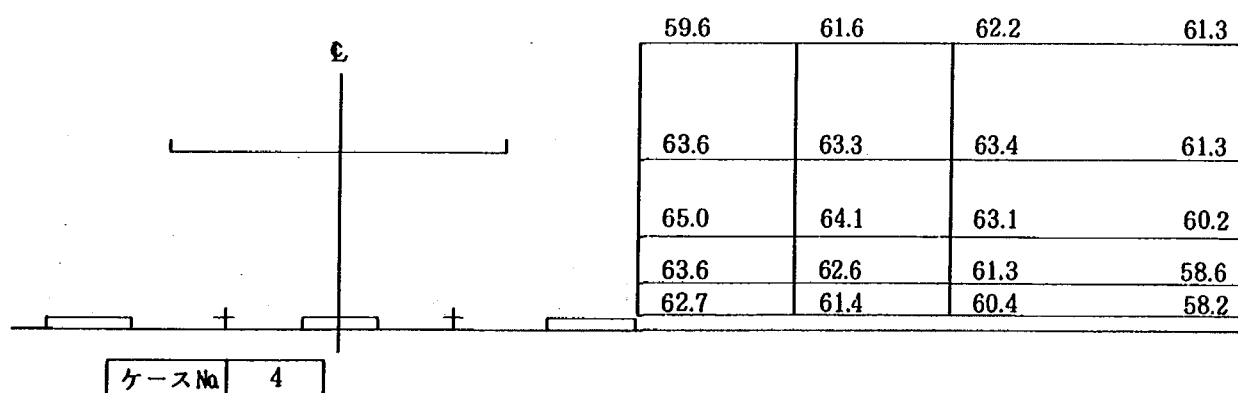


図 1.51 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 1,000 台/h)

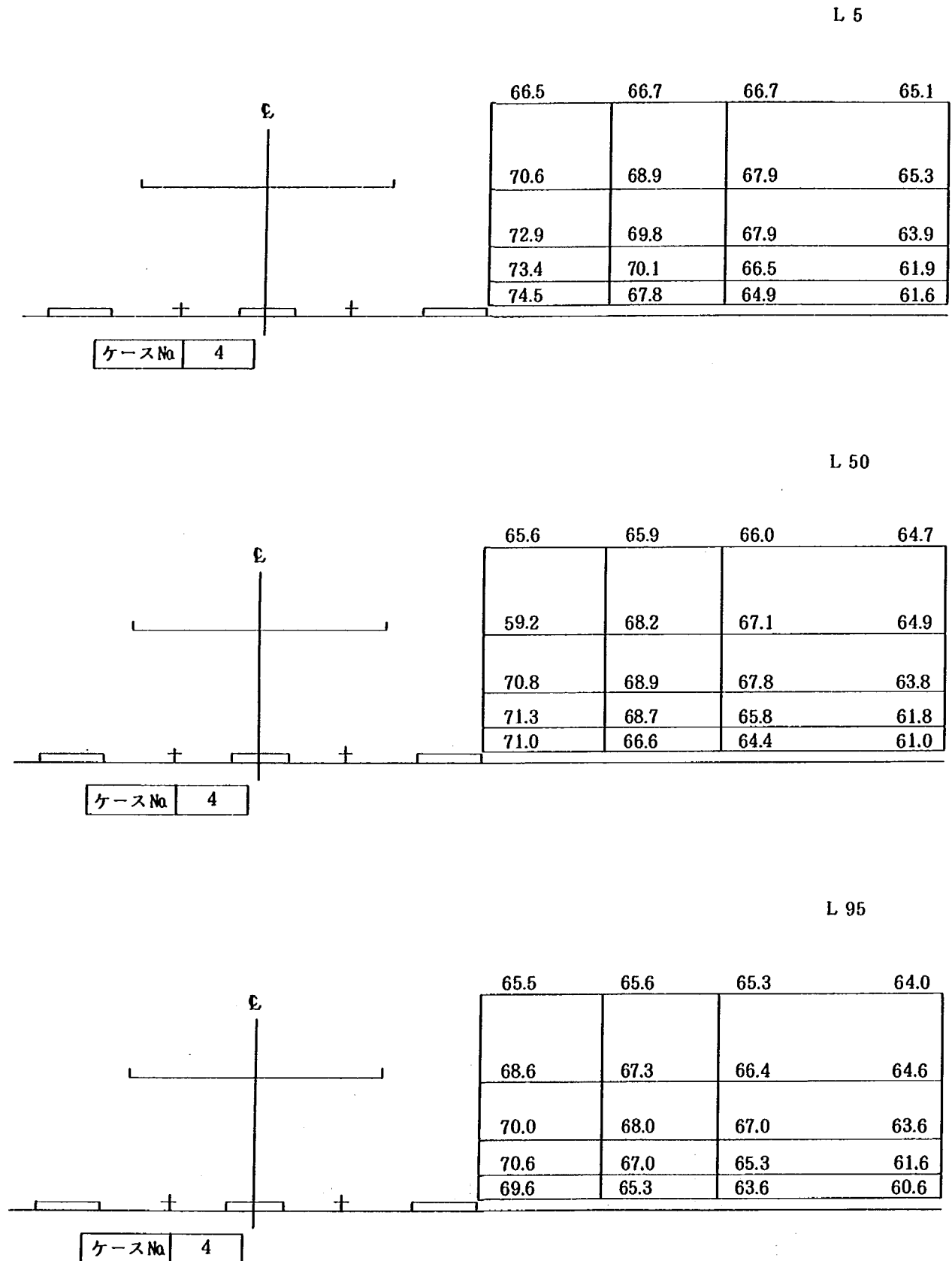
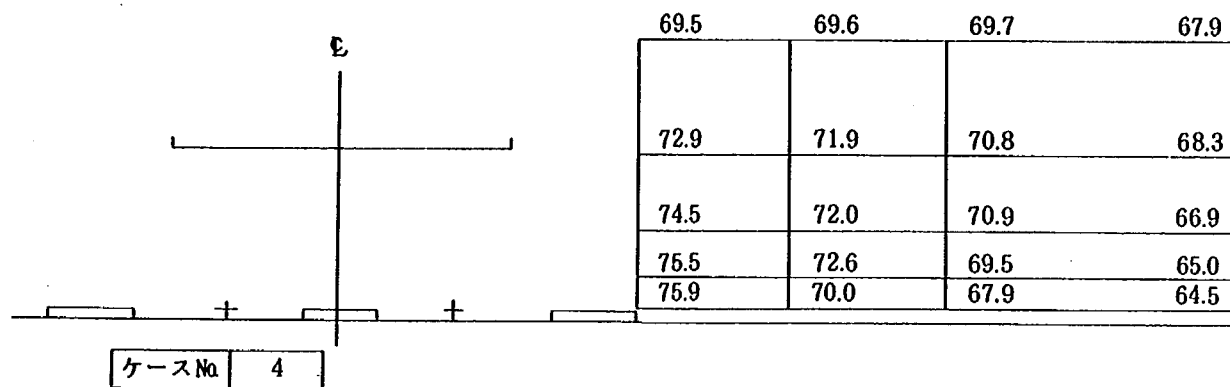
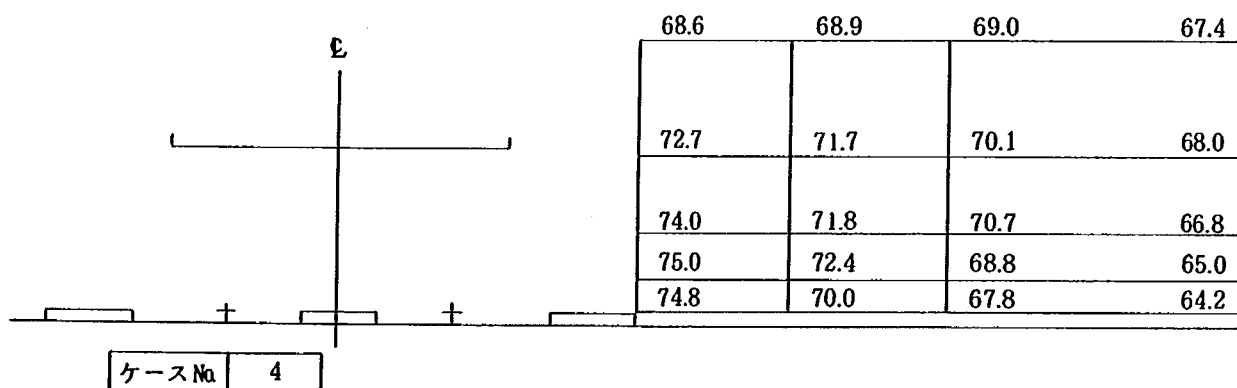


図 1.52 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 2,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

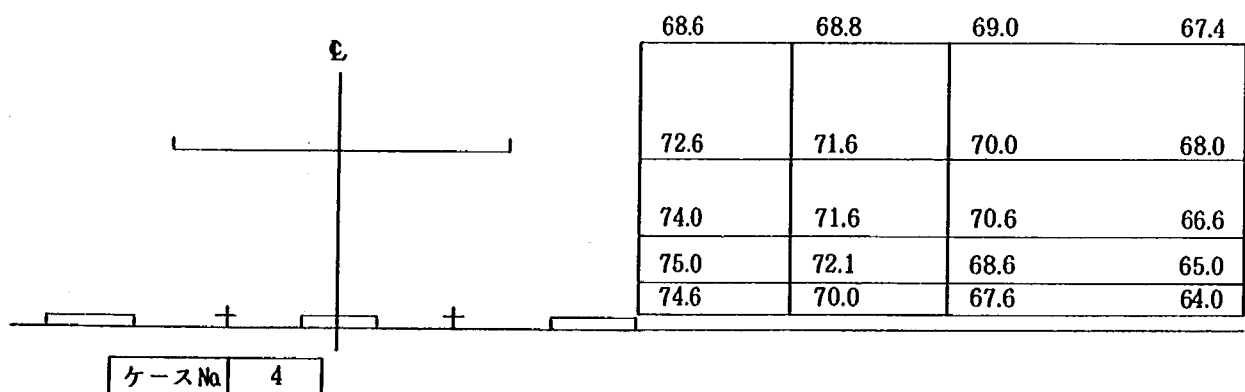


図 1.53 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 4,000 台/h)

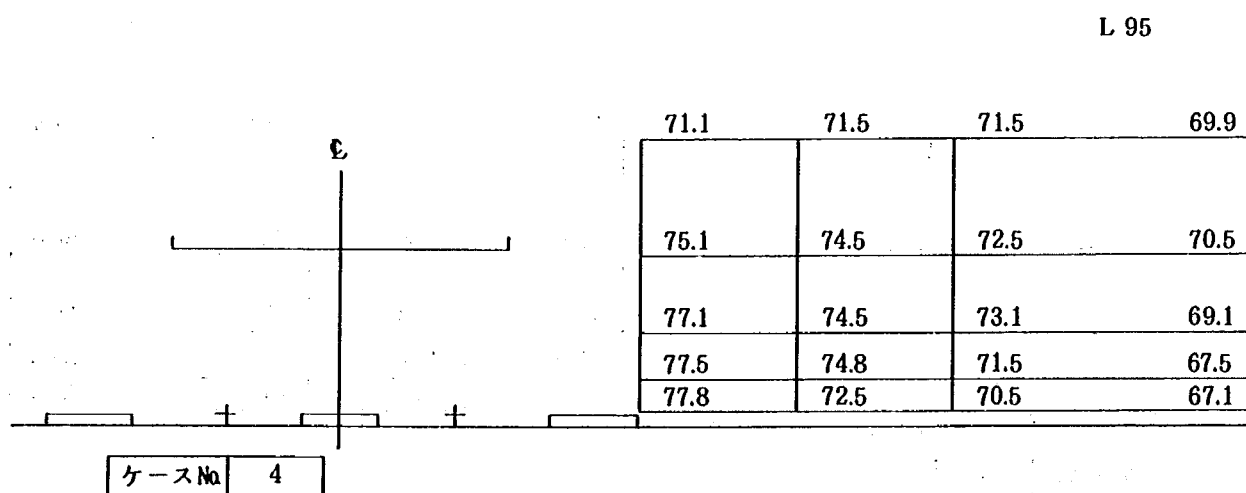
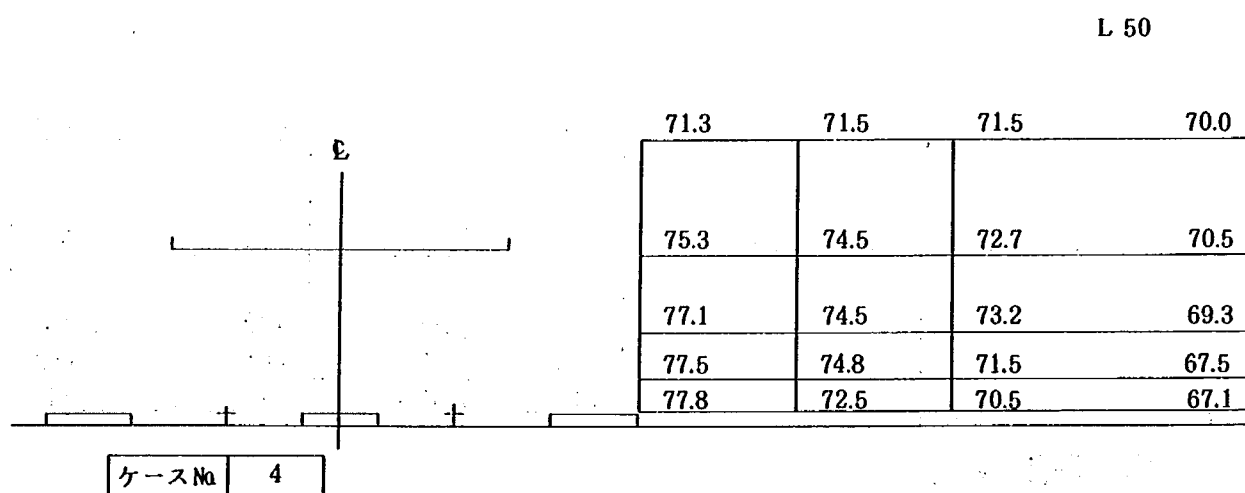
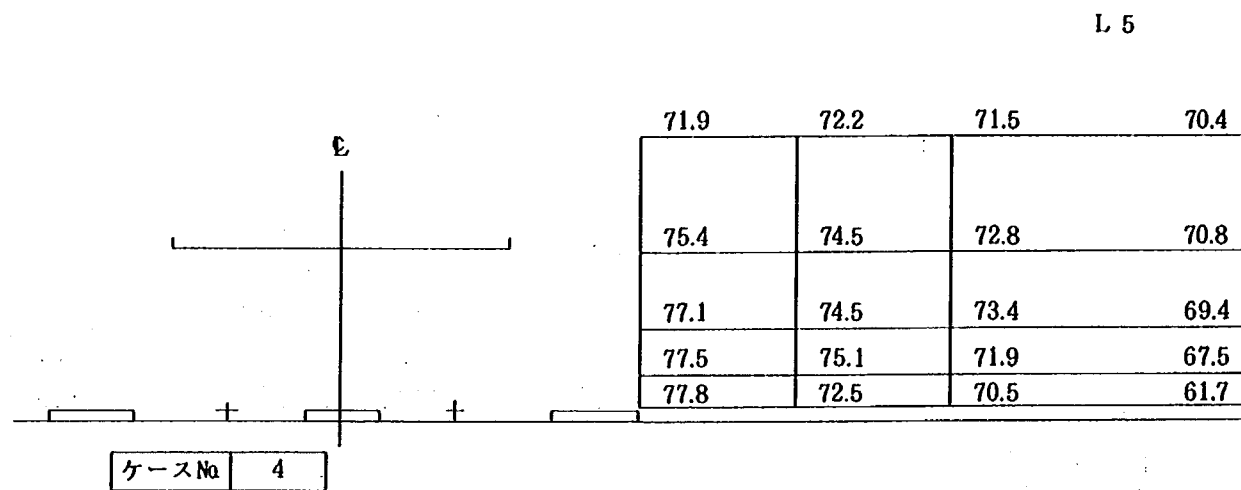
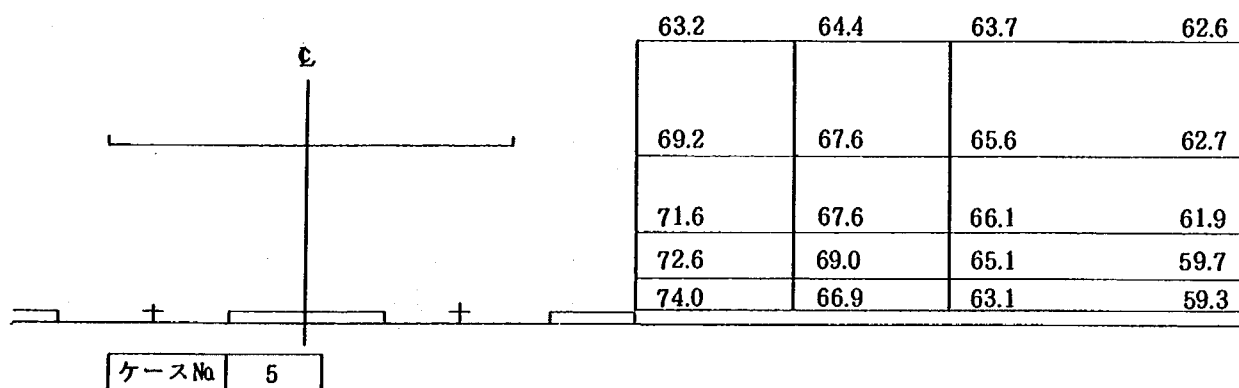
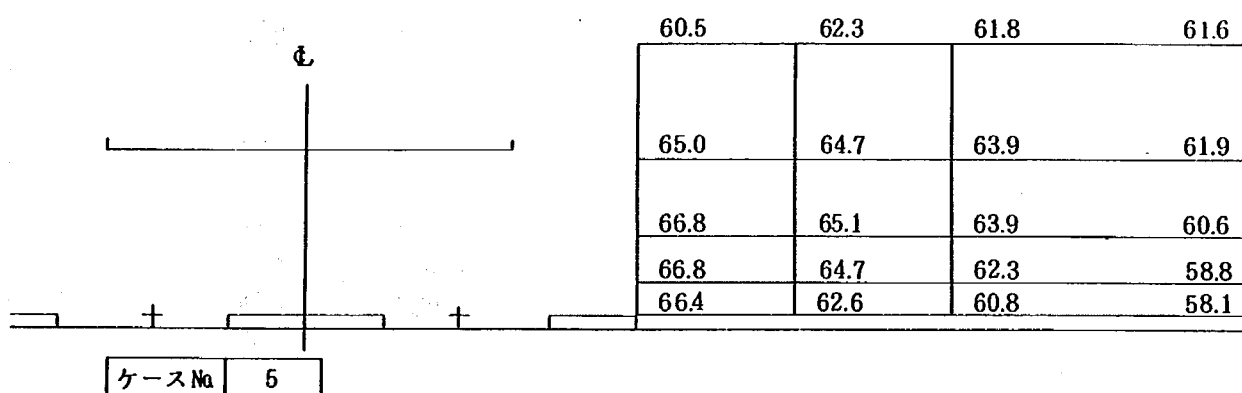


図 1.54 道路構造別の騒音レベル（断面交通量 8,000 台/h）

L 5



L 50



L 95

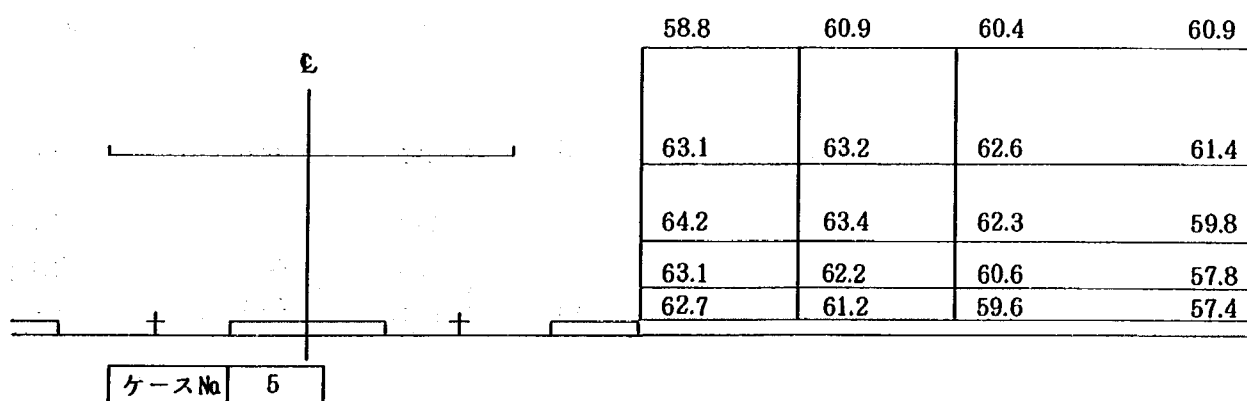


図 1.55 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 1,000 台/h)

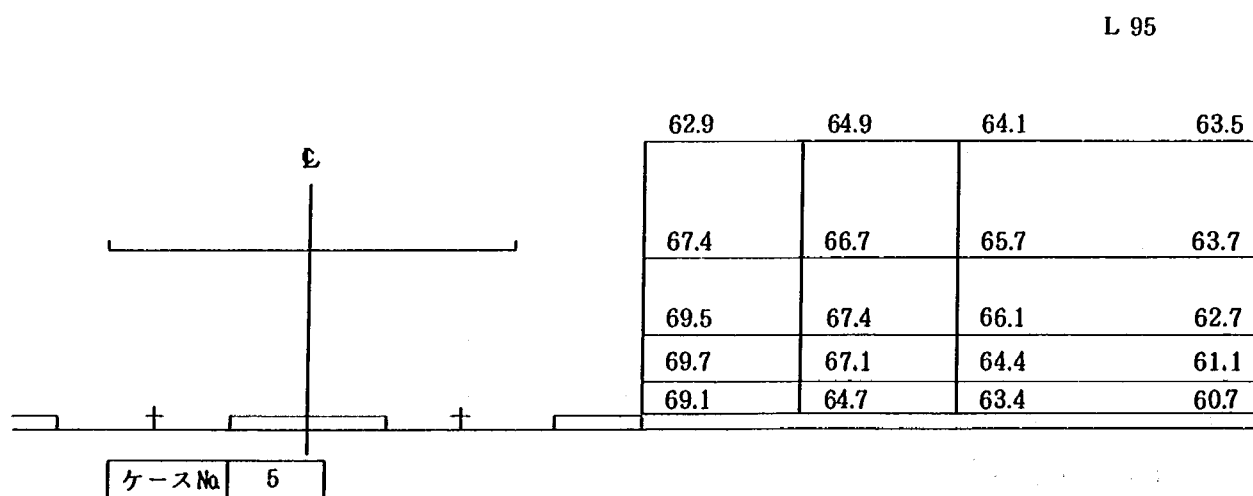
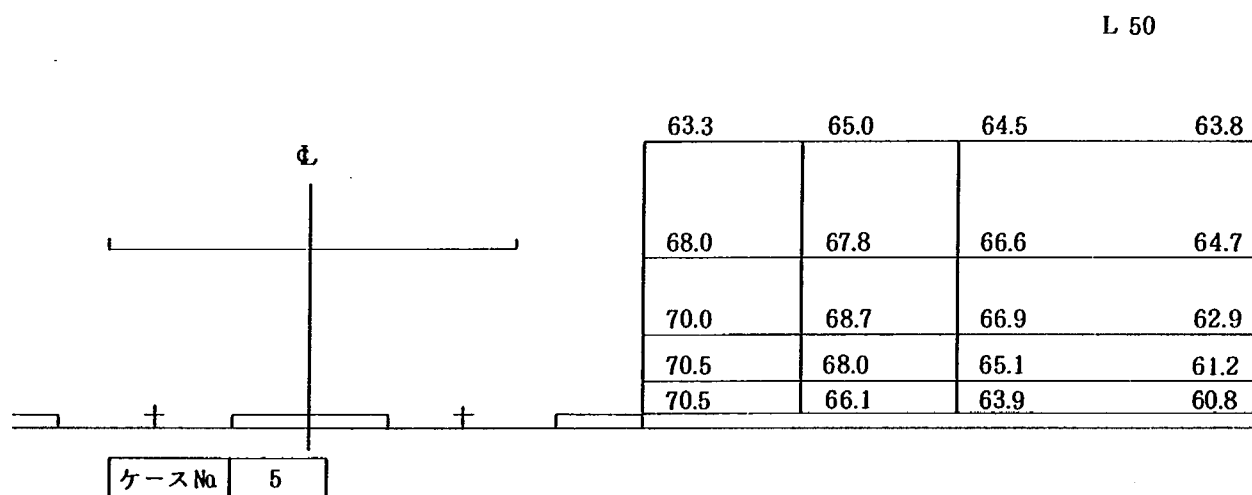
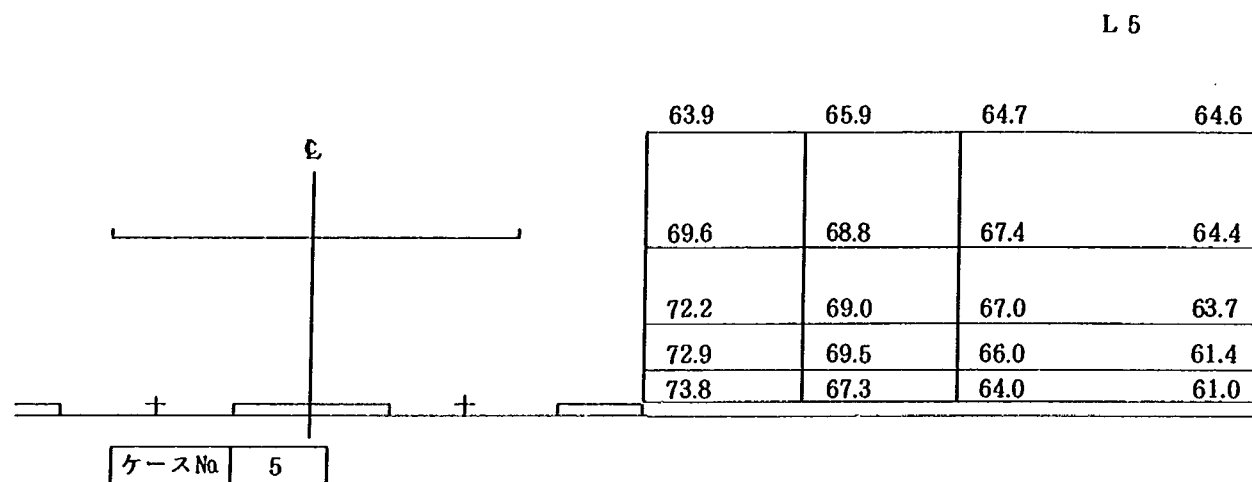
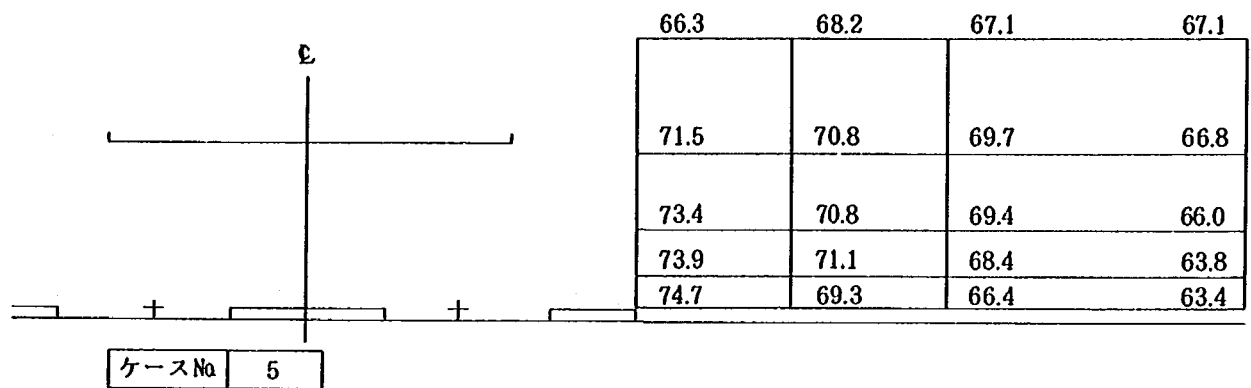
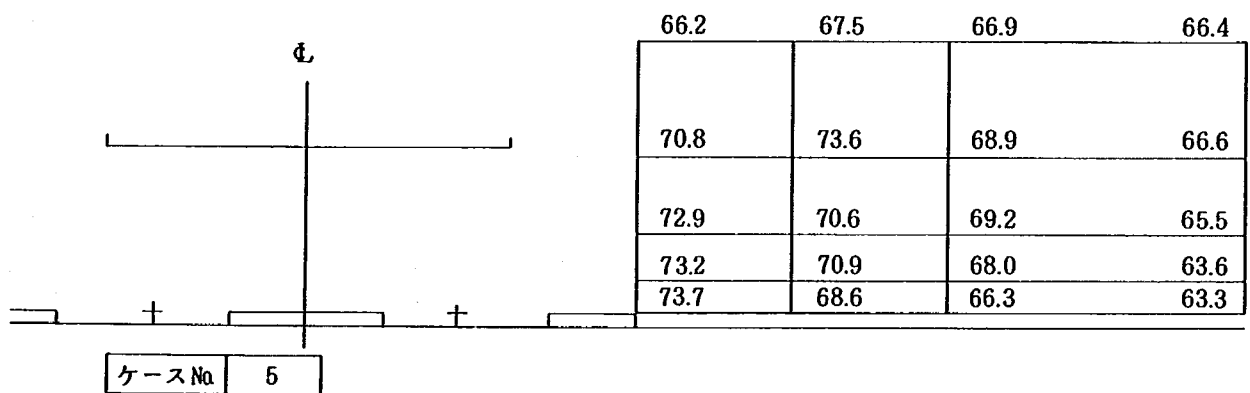


図 1.56 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 2,000台/h)

L 5



L 50



L 95

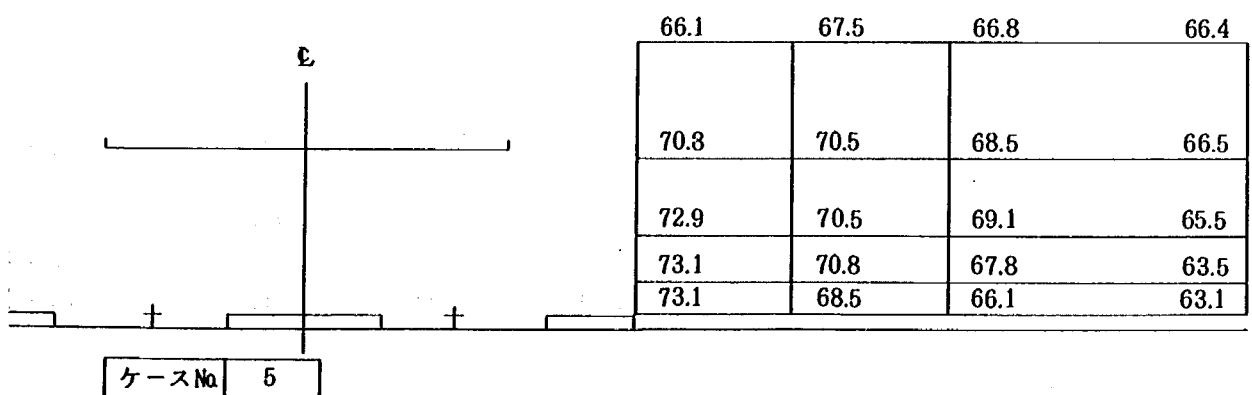
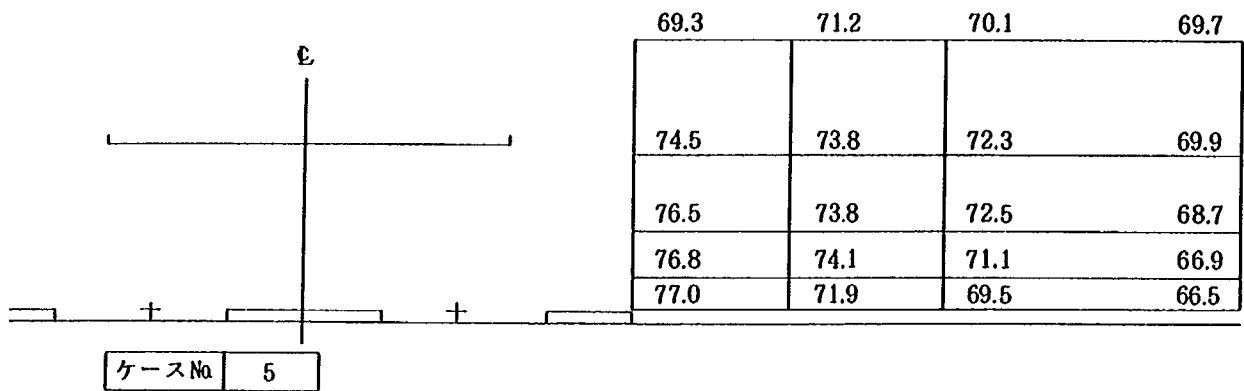
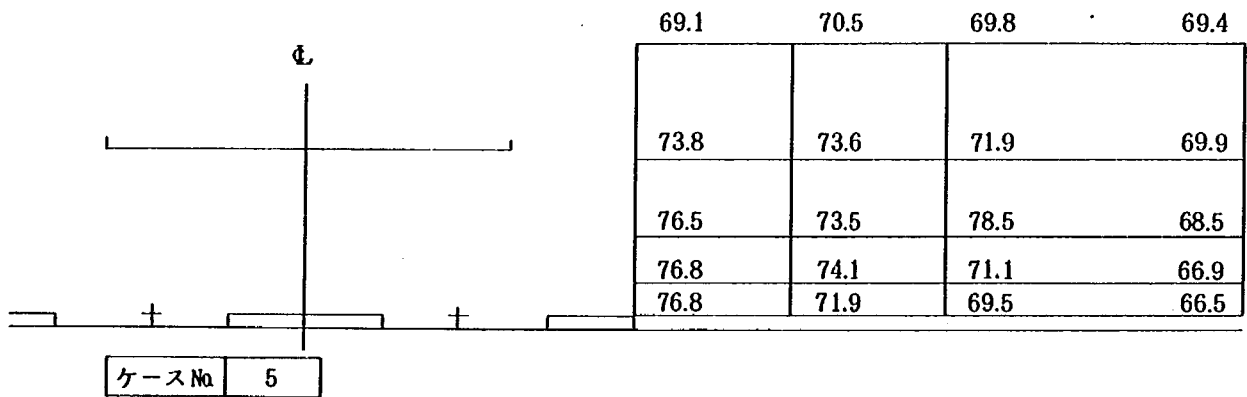


図 1.57 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 4,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

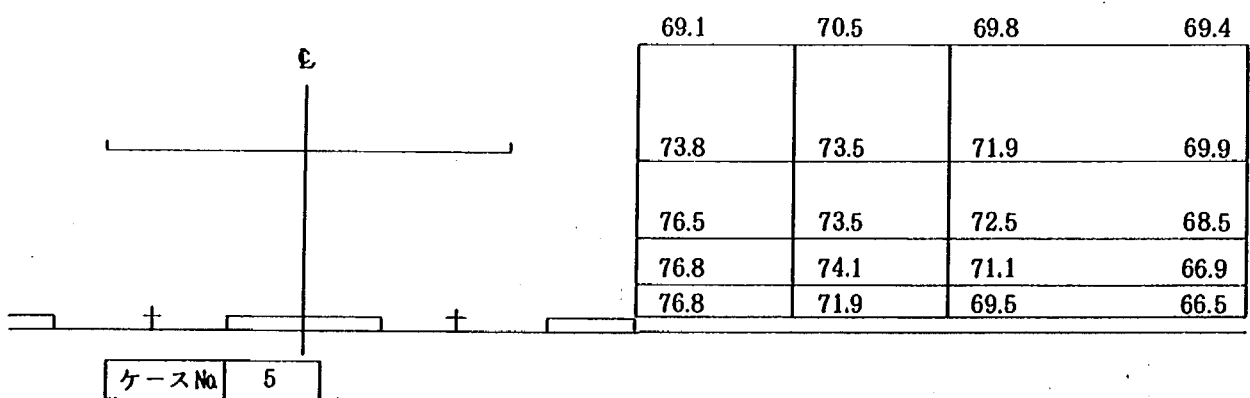
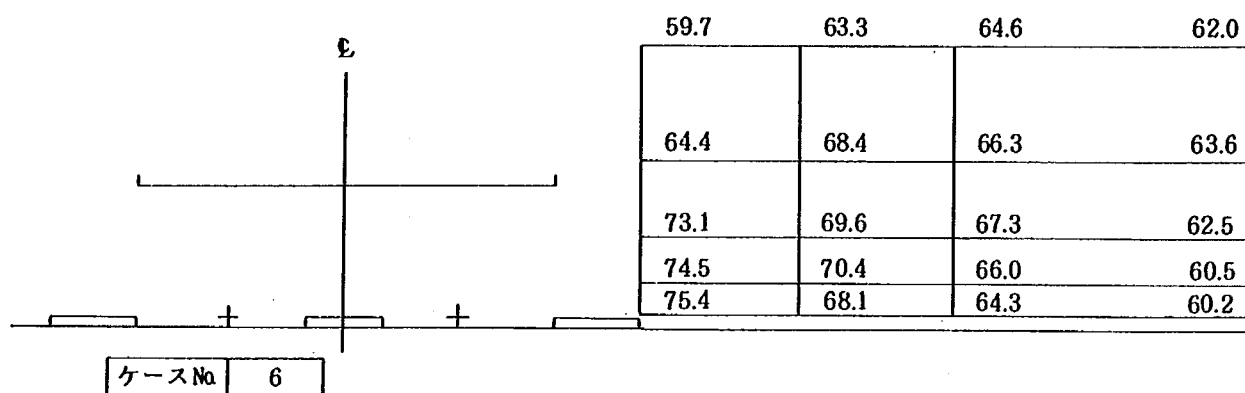
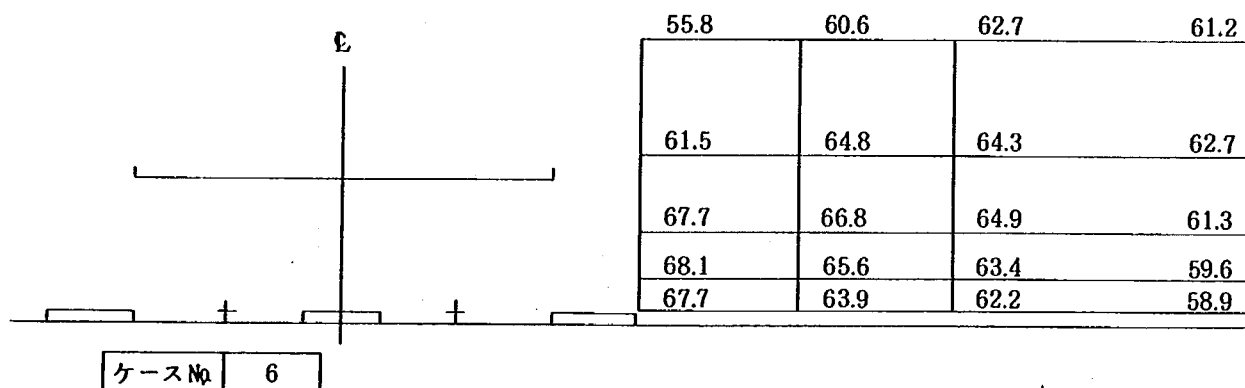


図 1.58 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 8,000台/h)

L 5



L 50



L 95

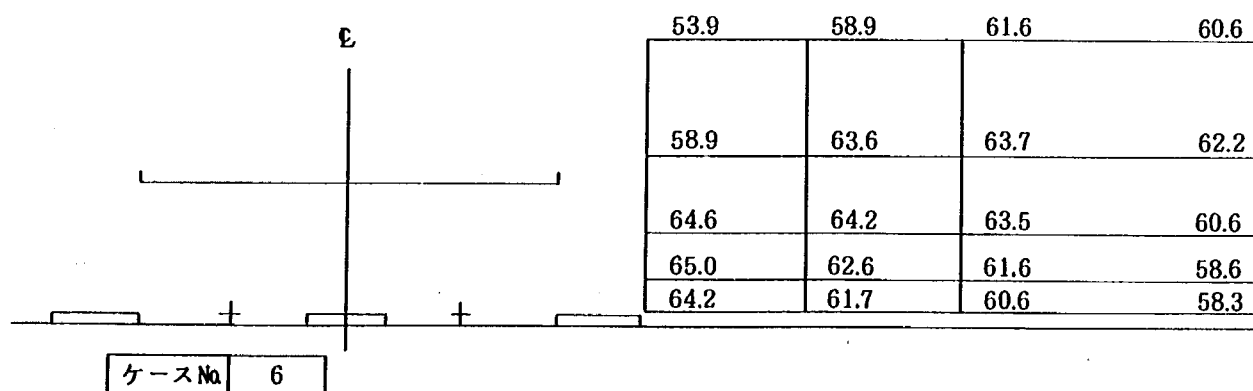
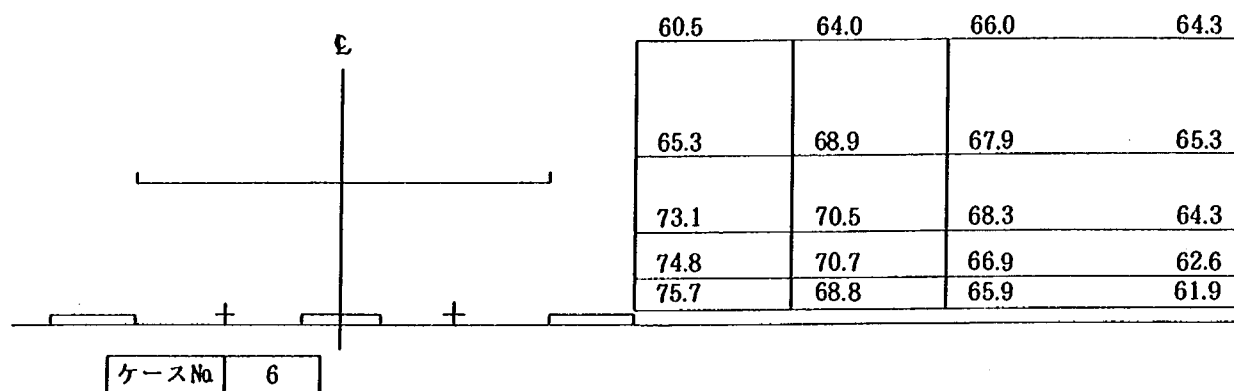
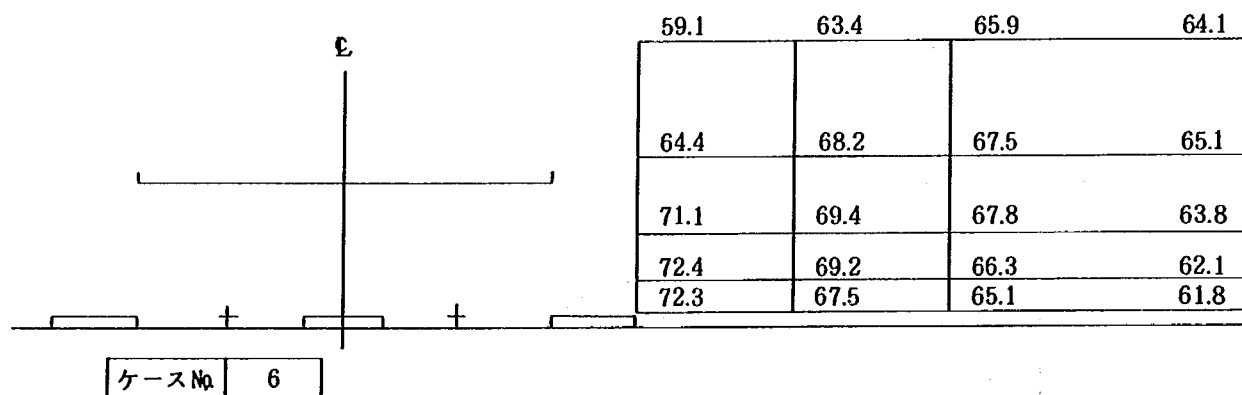


図 1.59 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 1,000台/h)

L 5



L 50



L 95

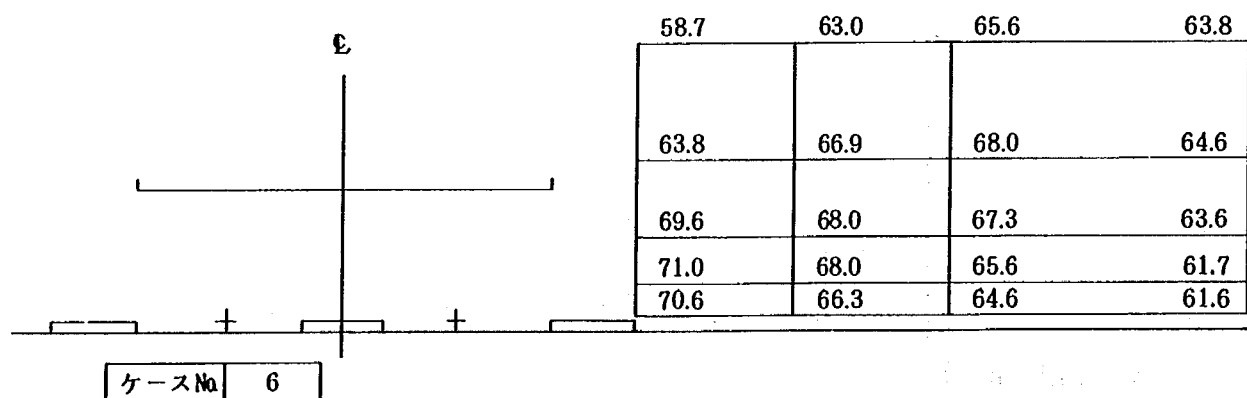
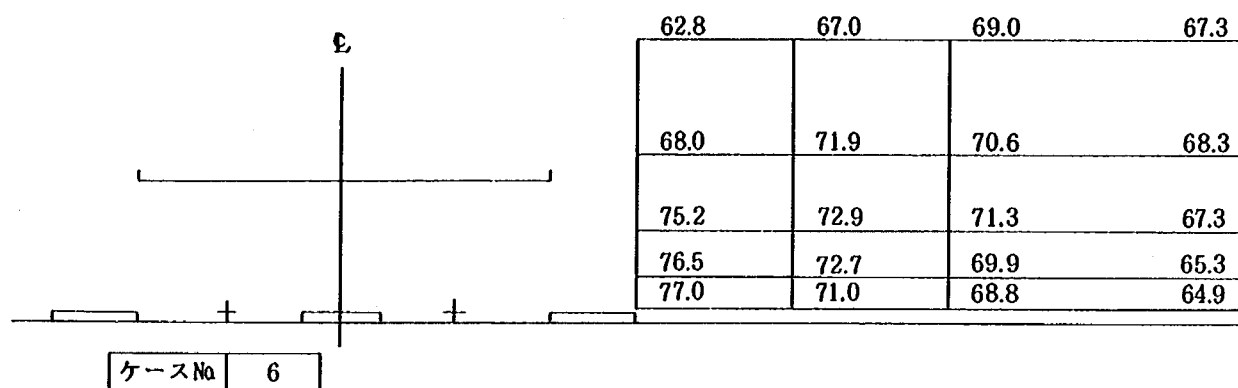
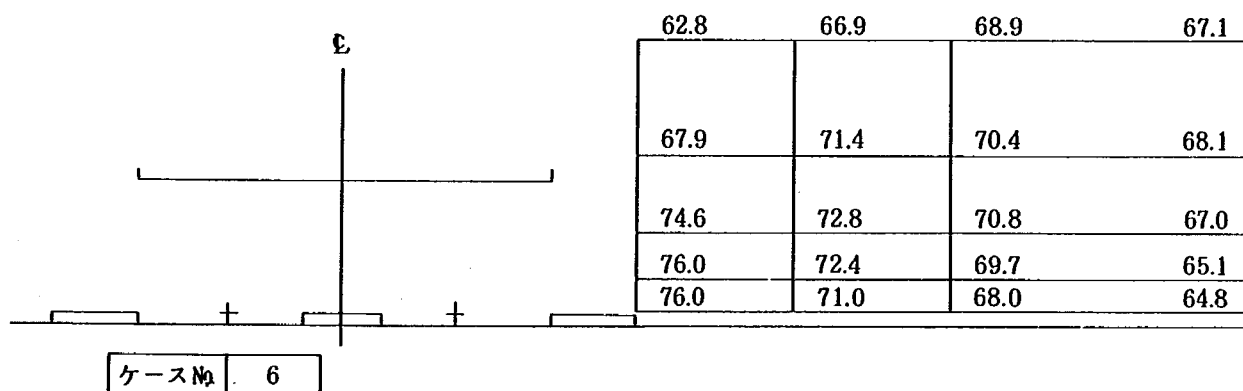


図 1.60 道路構造別の騒音レベル（断面交通量 2,000台/h）

L 5



L 50



L 95

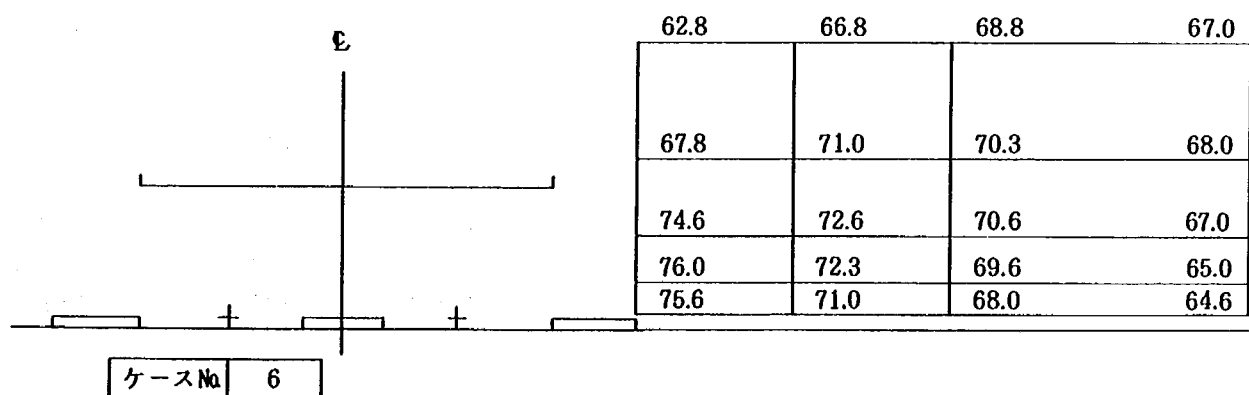


図 1.61 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 4,000台/h)

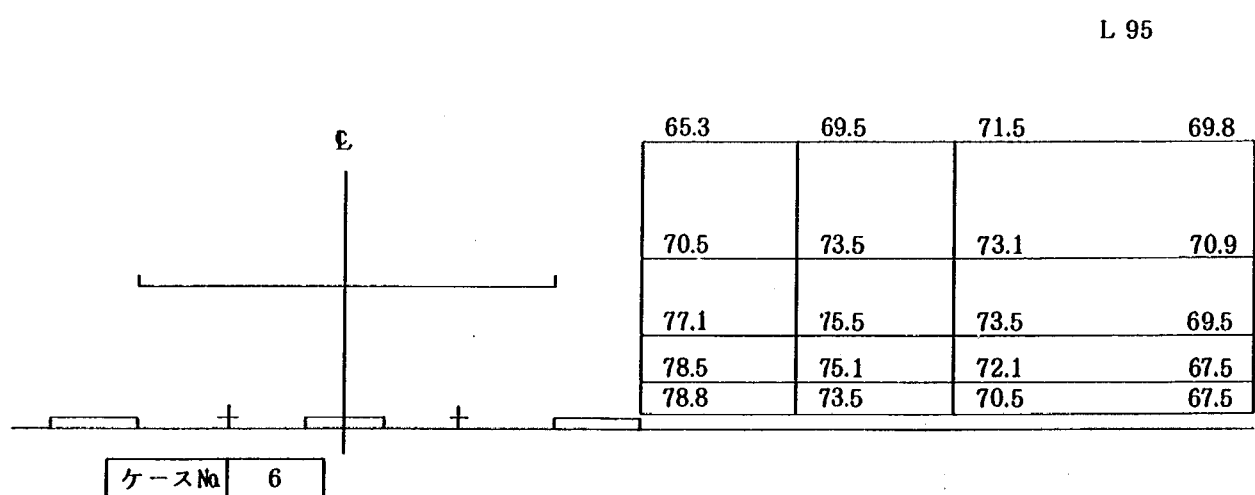
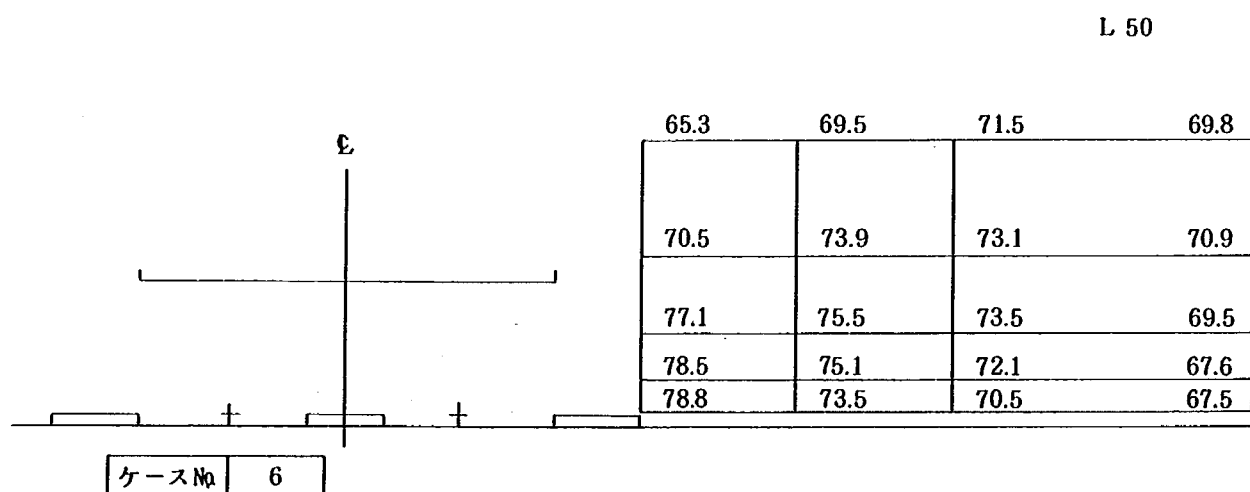
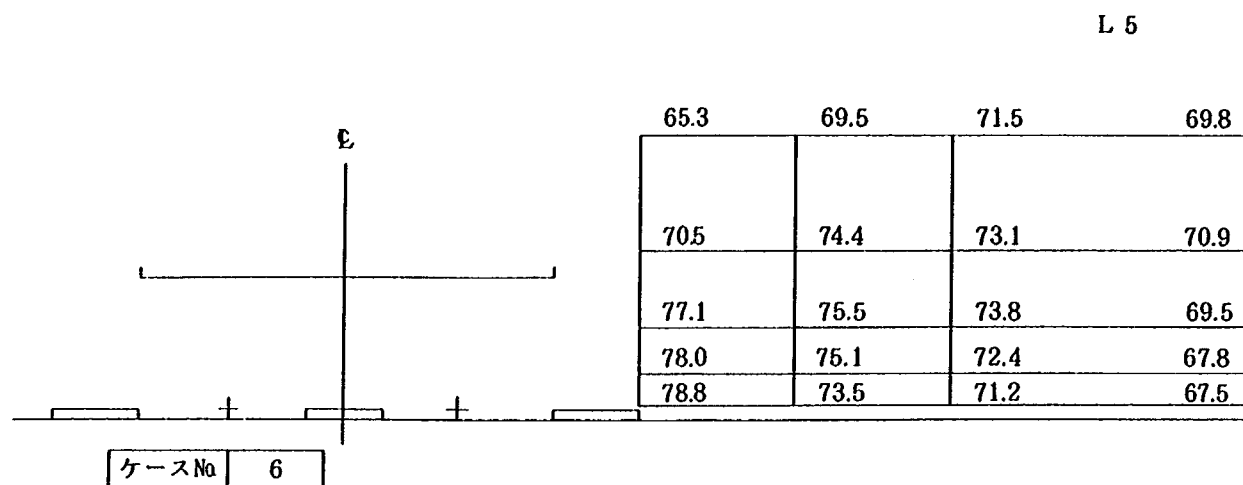
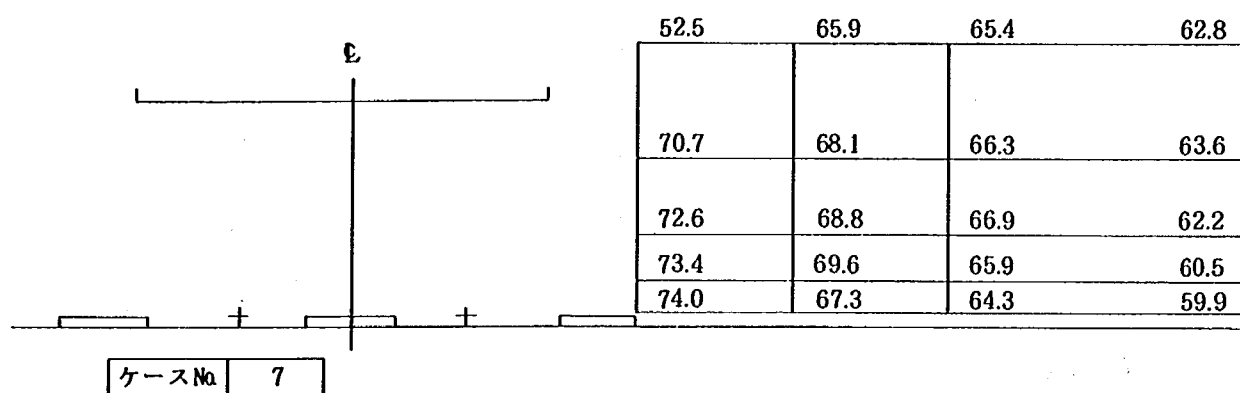
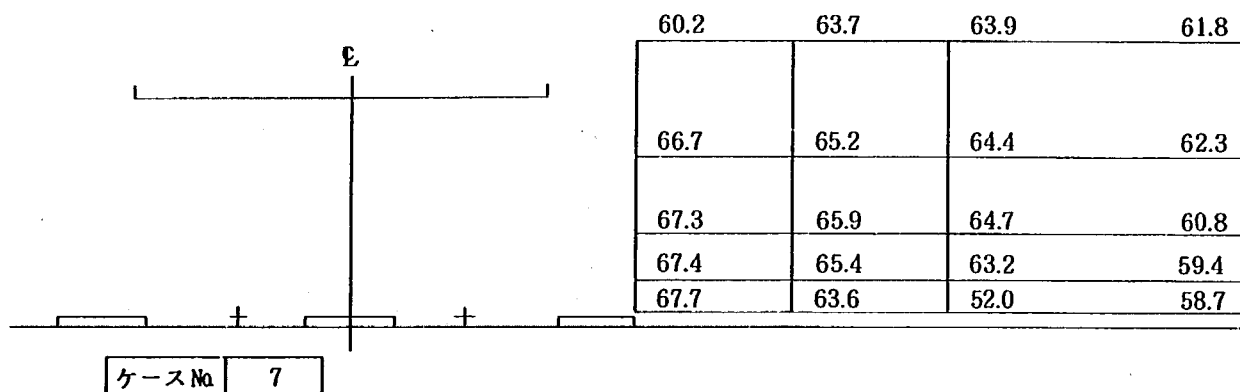


図 1.62 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 8,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

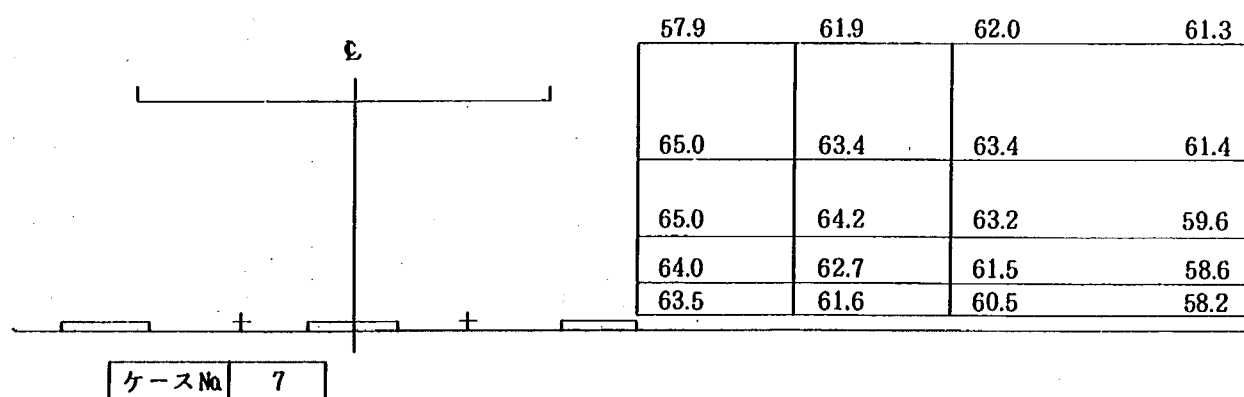
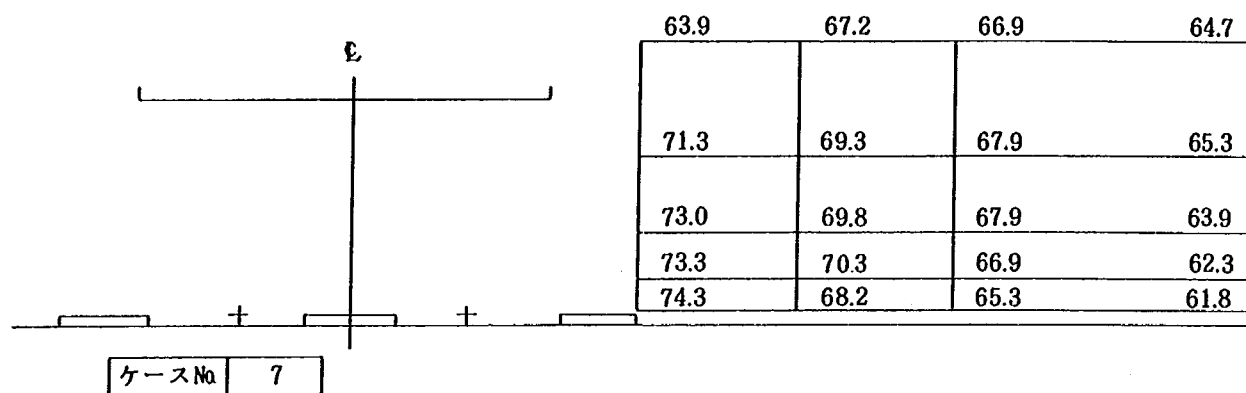
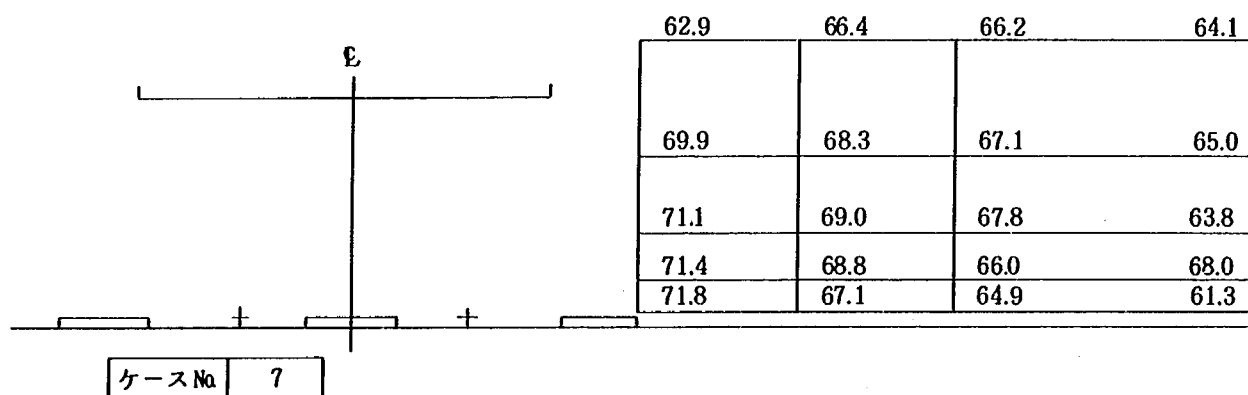


図 1.63 道路構造別の騒音レベル（断面交通量 1,000台/h）

L 5



L 50



L 95

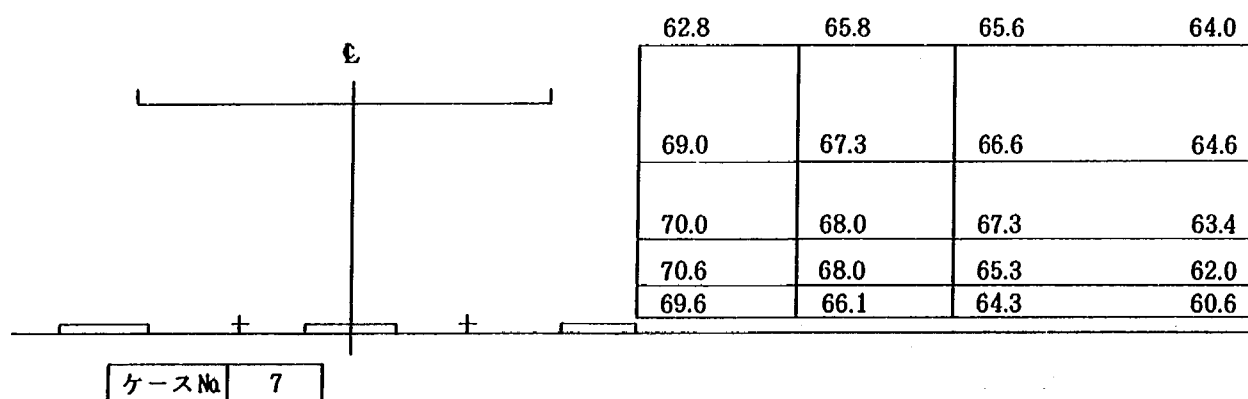
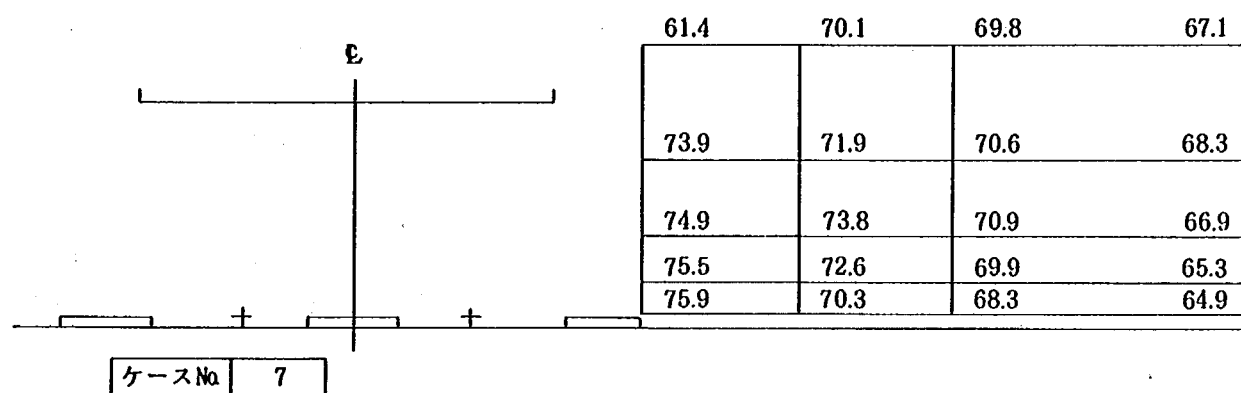
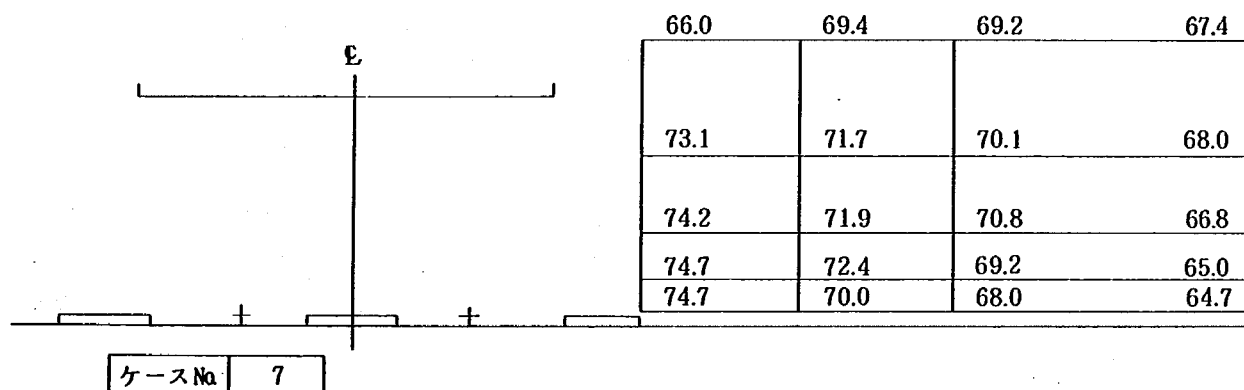


図 1.64 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 2,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

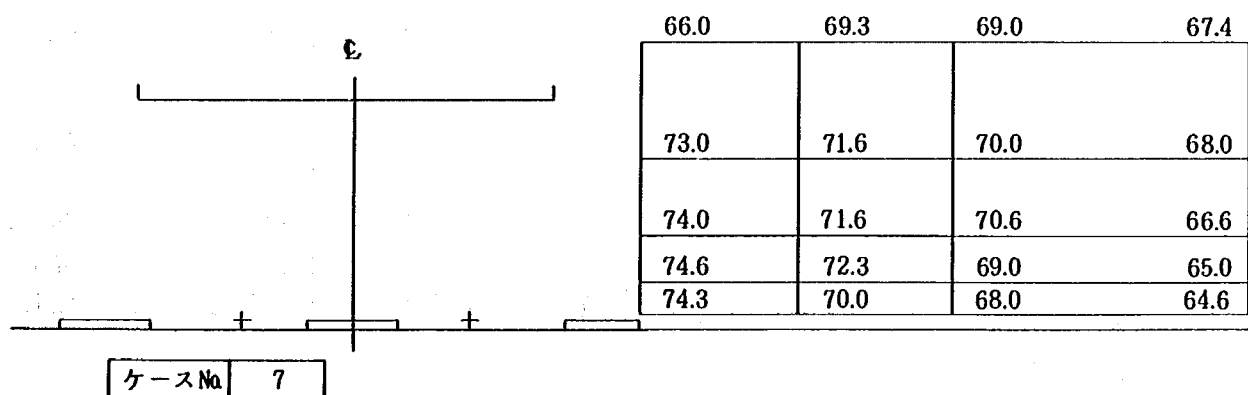


図 1.65 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 4,000 台/h)

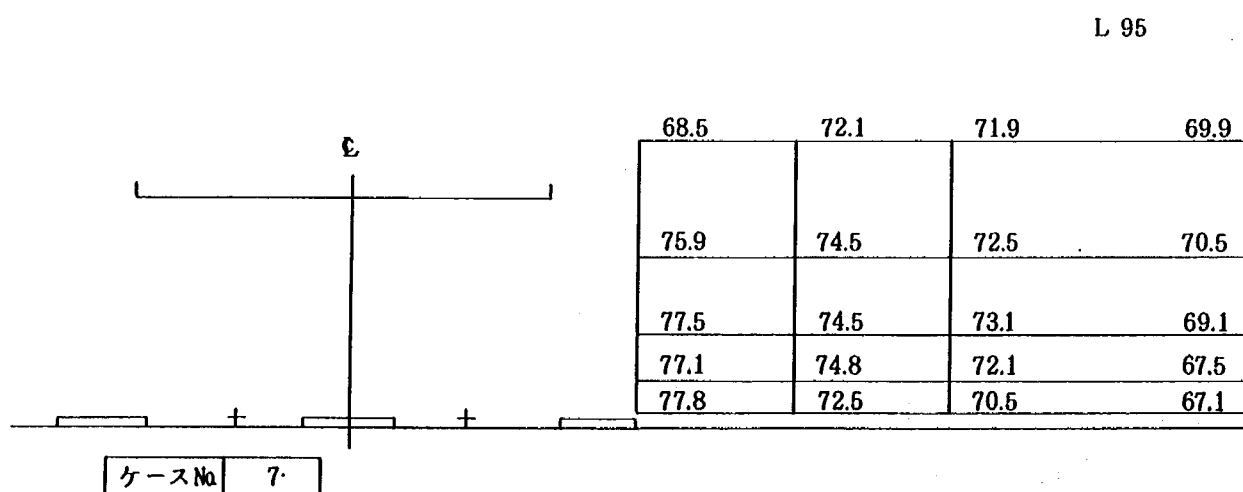
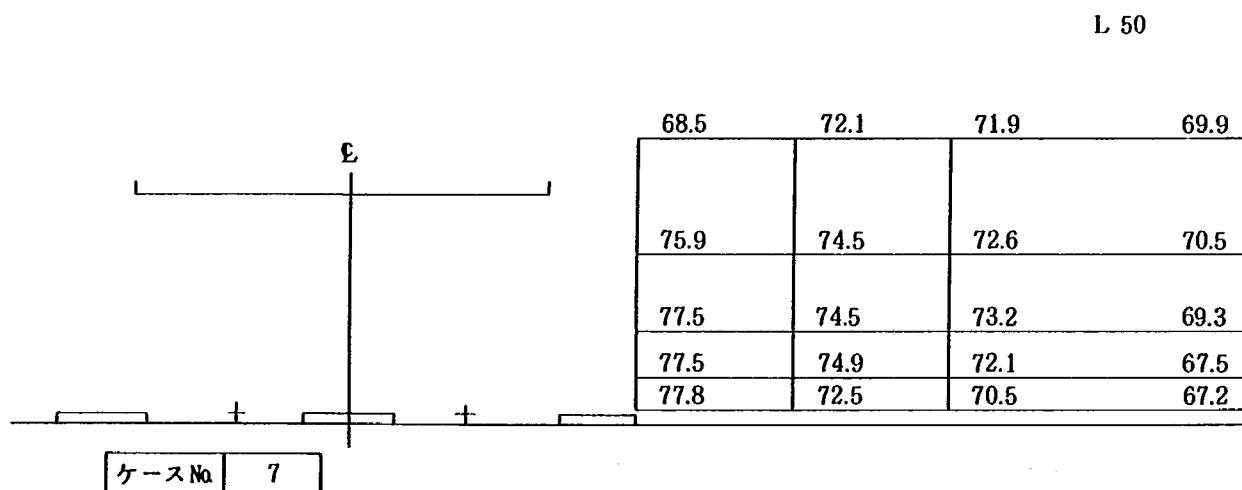
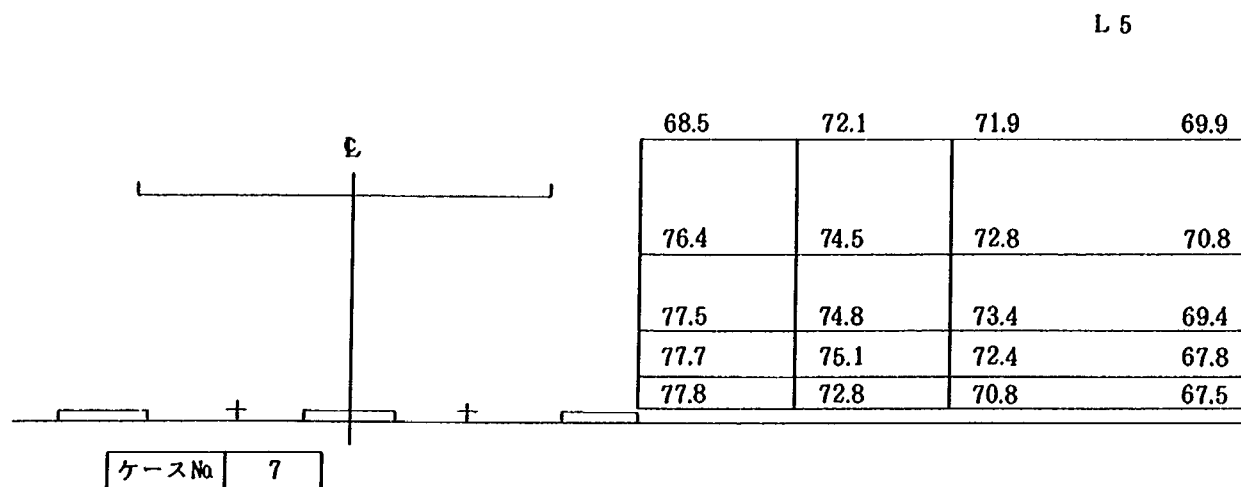


図 1.66 道路構造別の騒音レベル（断面交通量 8,000 台/h）

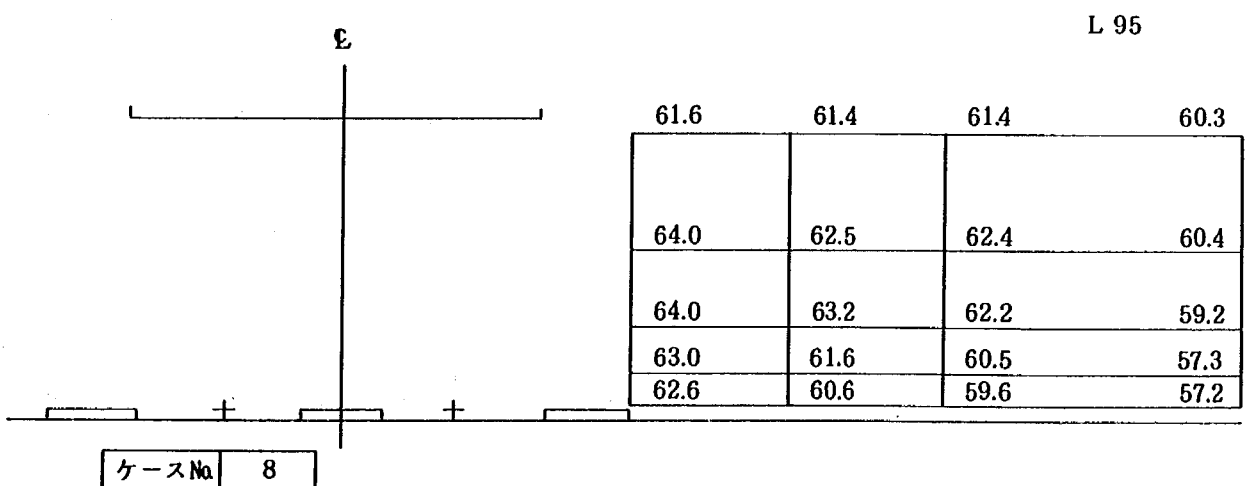
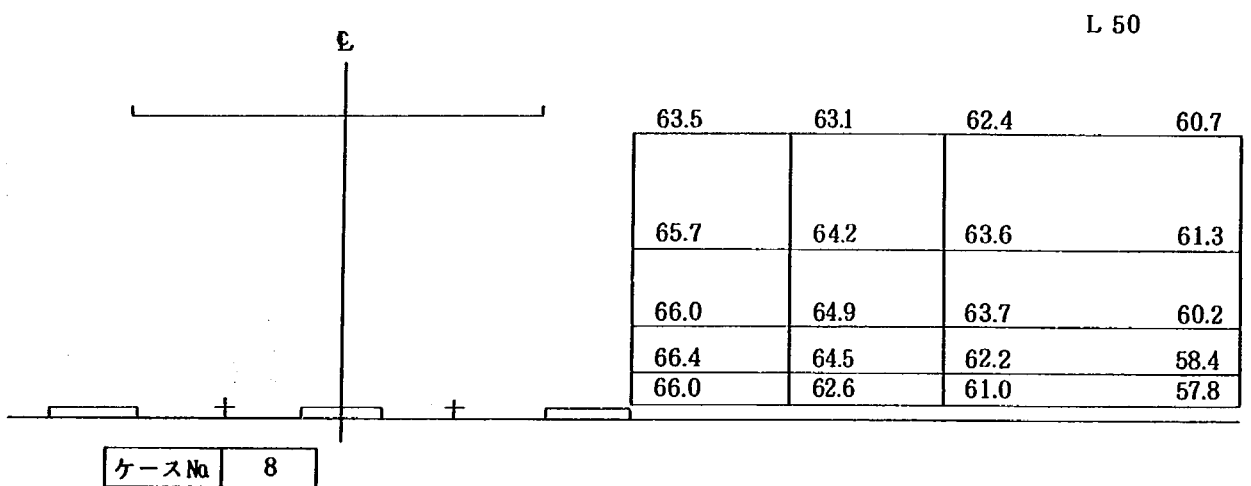
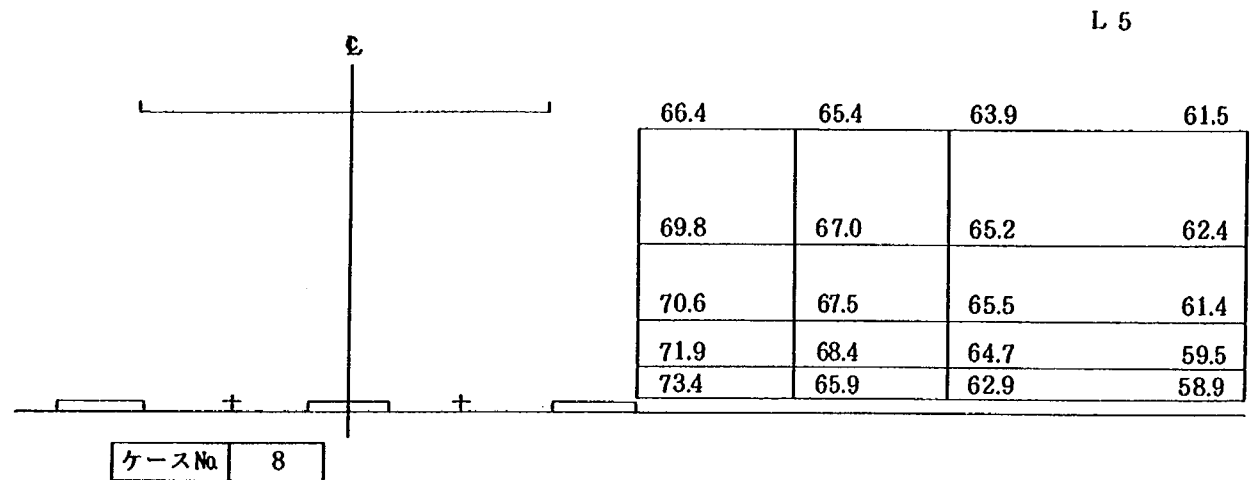


図 1.67 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 1,000 台/h)

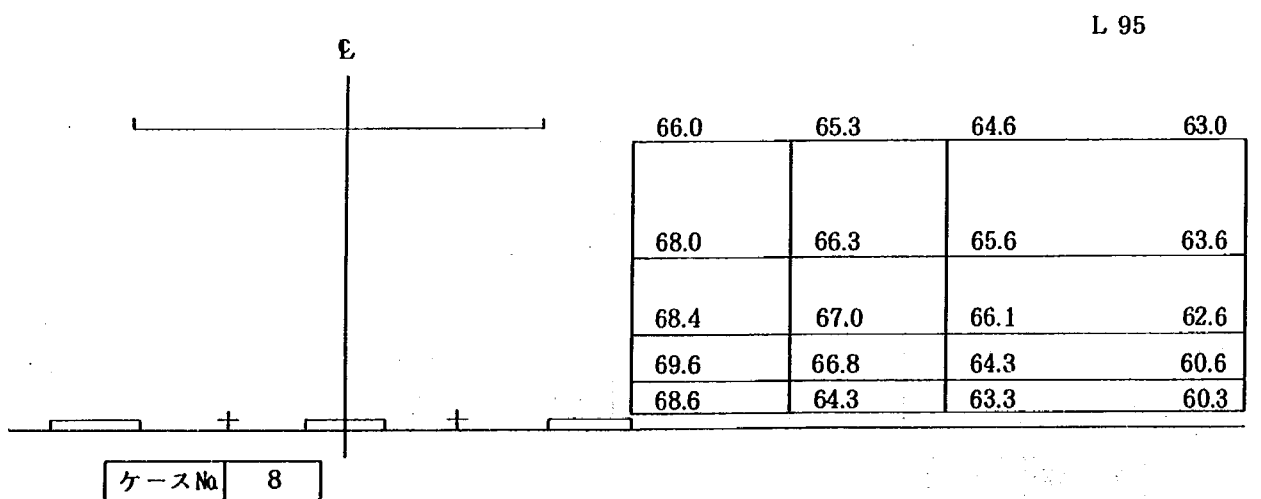
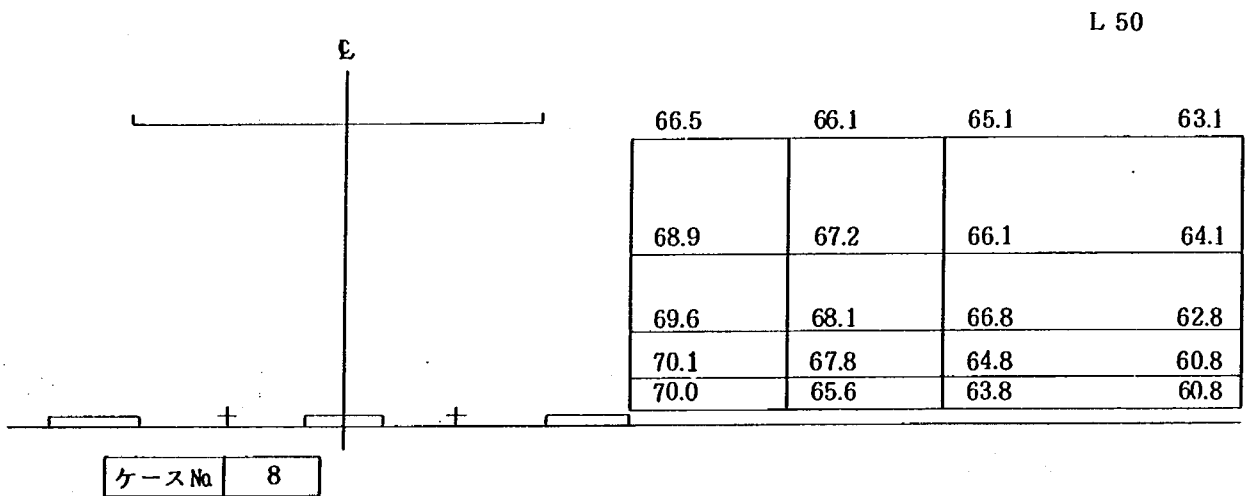
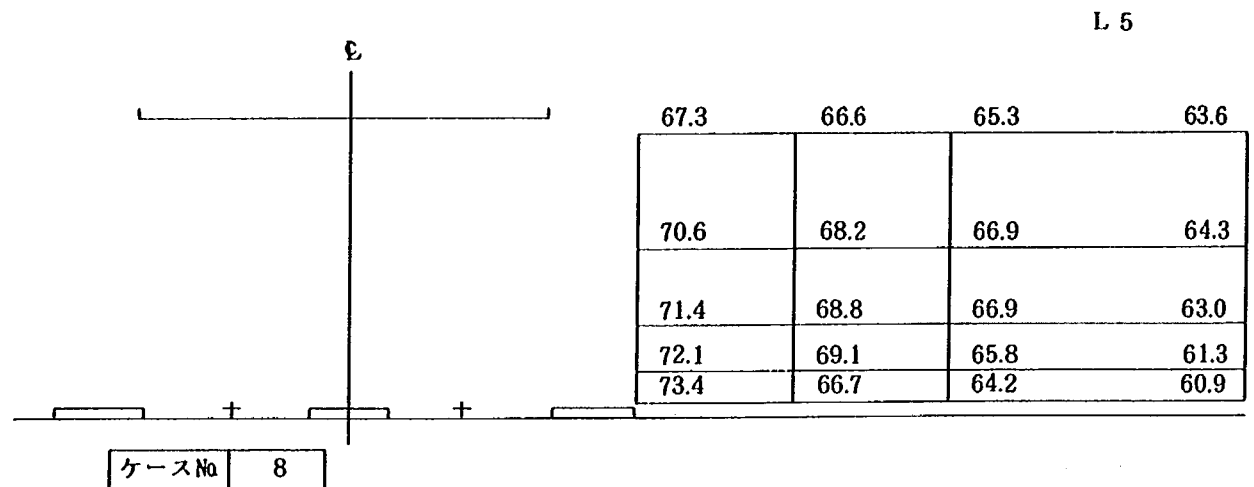


図1.68 道路構造別の騒音レベル（断面交通量2,000台/h）

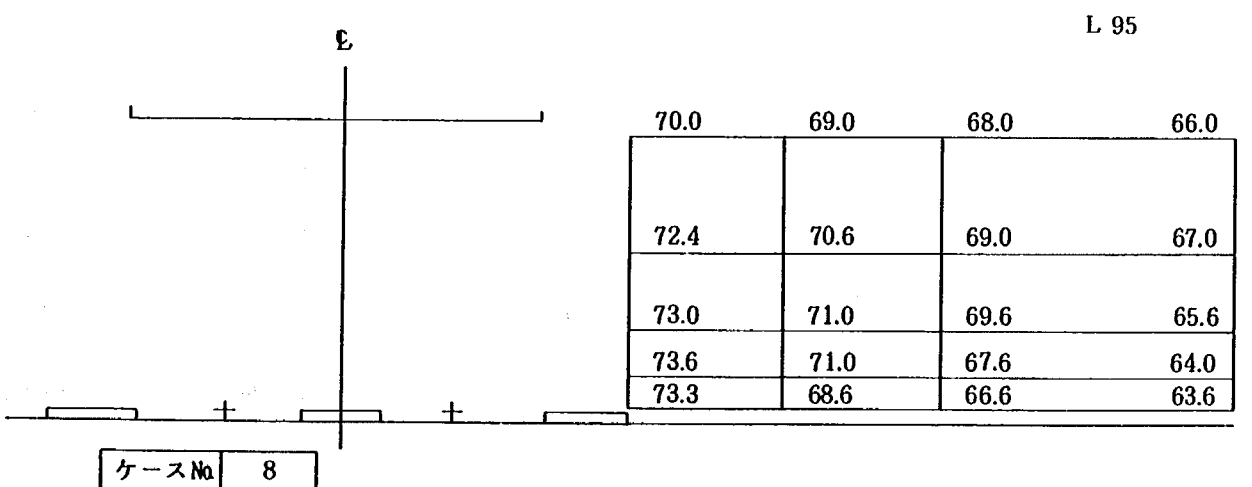
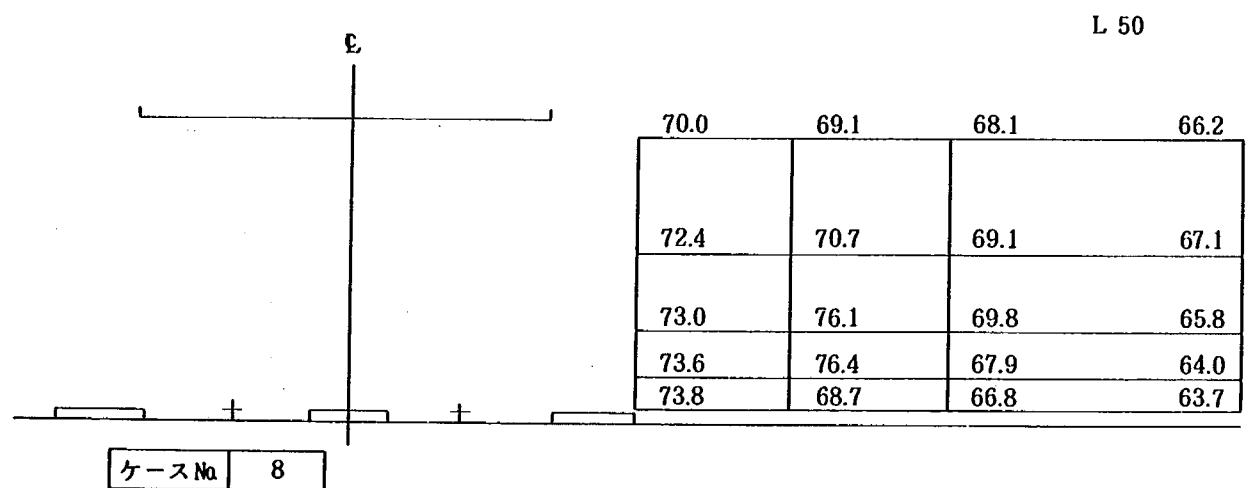
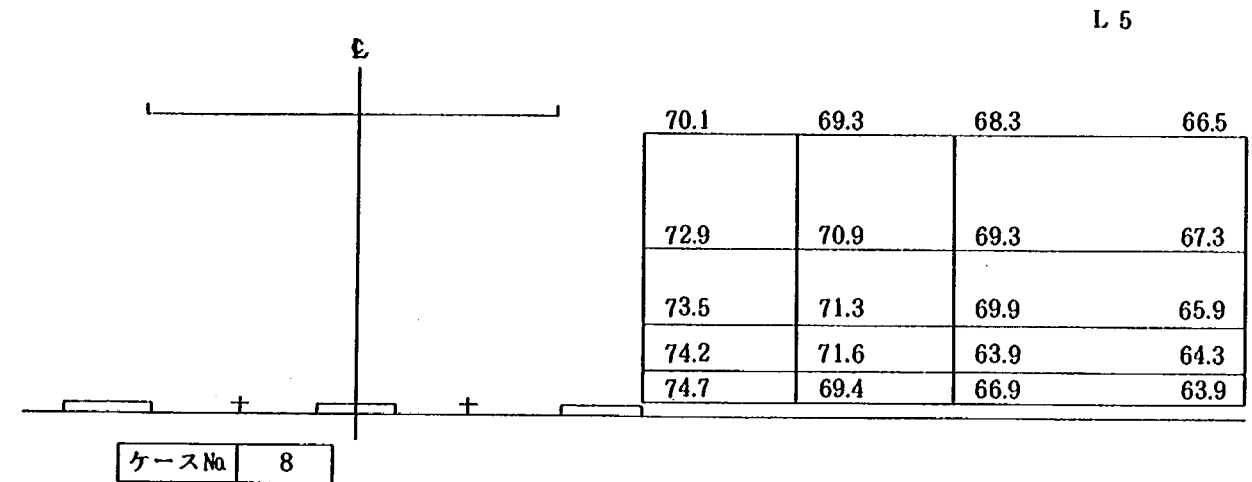


図 1.69 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 4,000台/h)

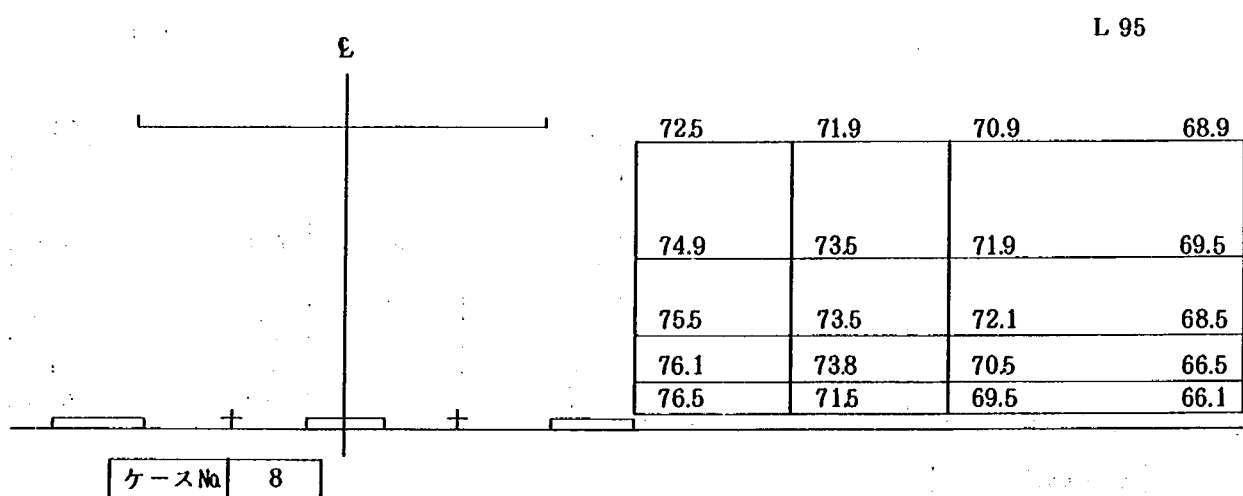
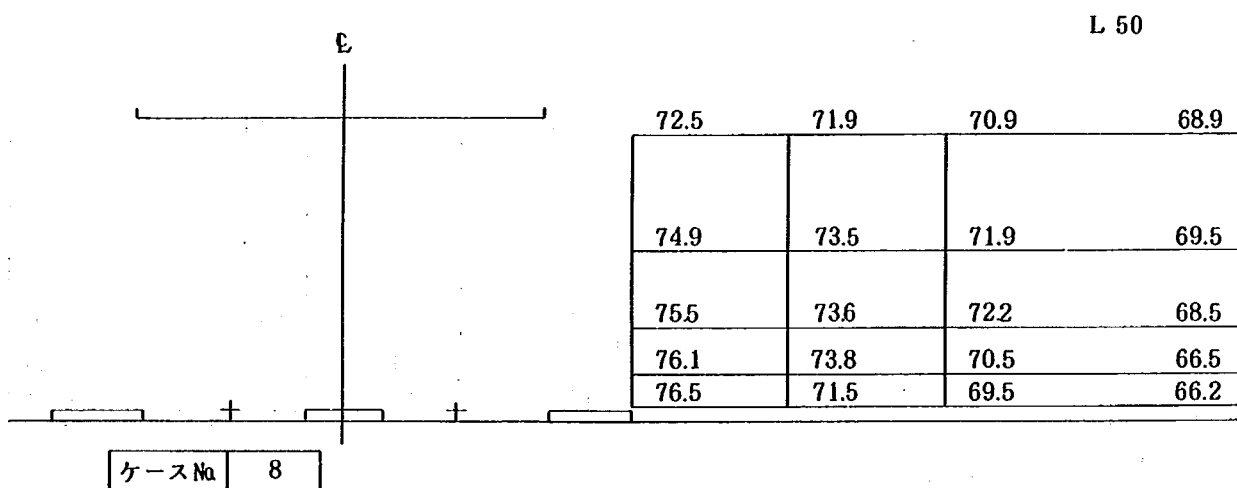
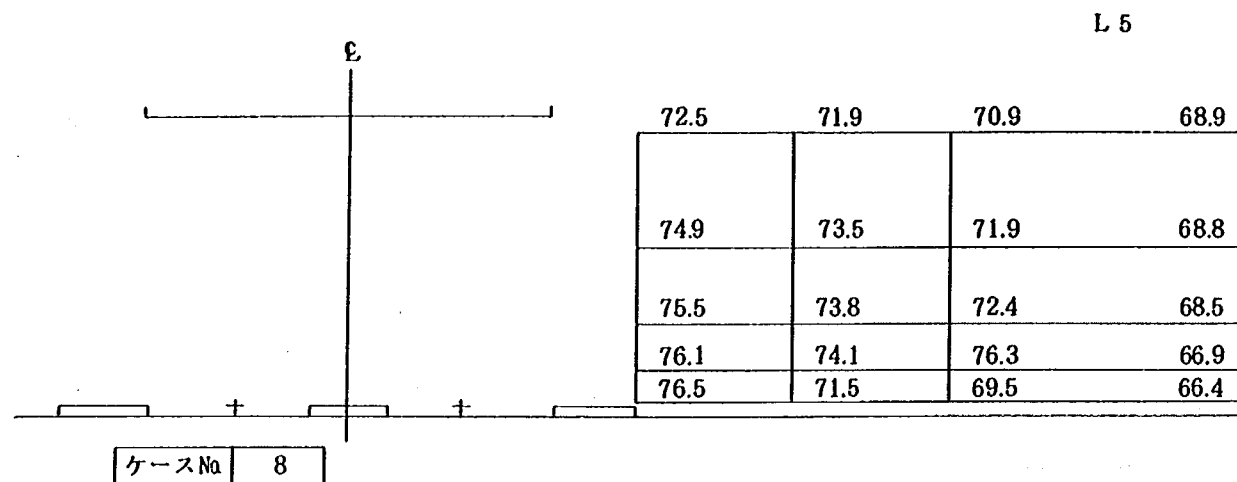
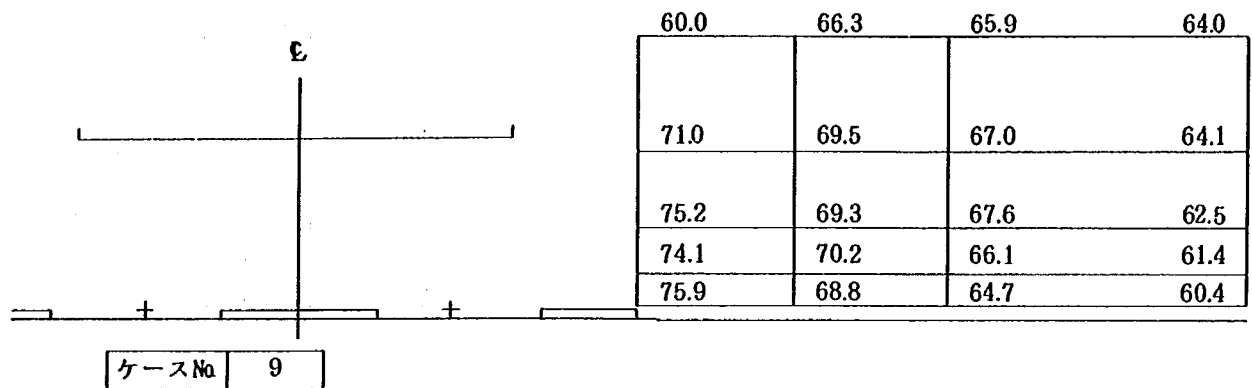
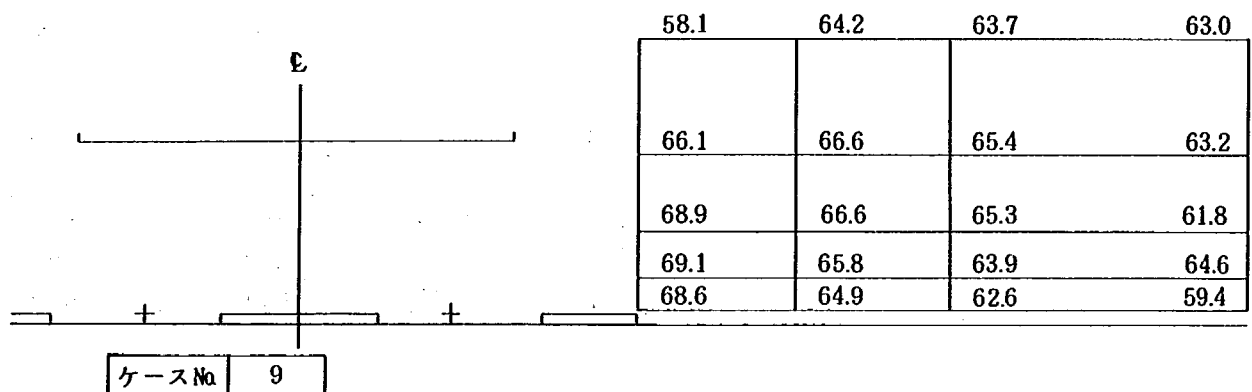


図 1.70 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 8,000台/h)

L 5



L 50



L 95

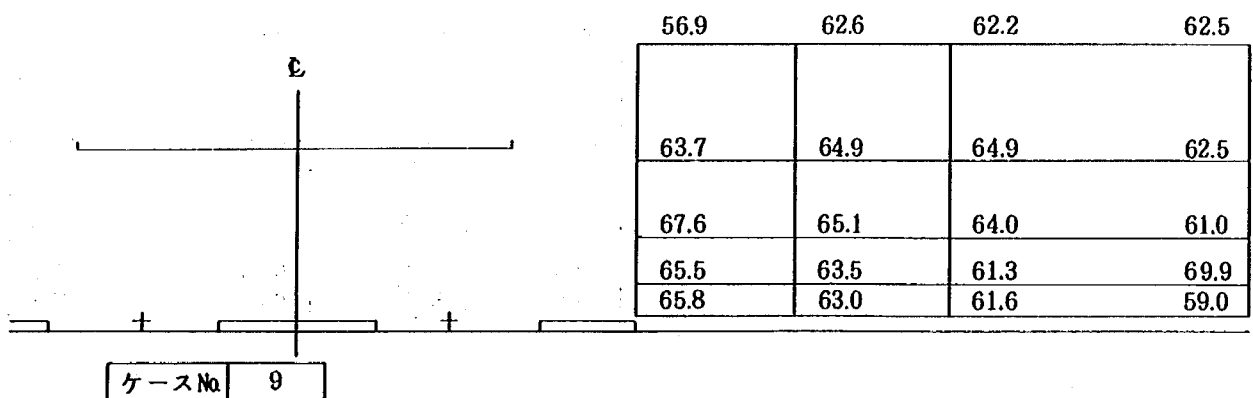
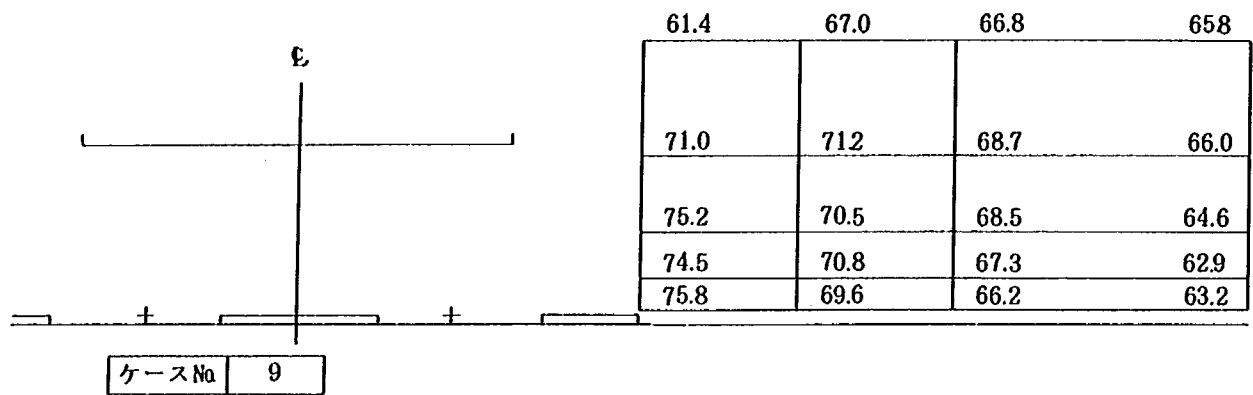
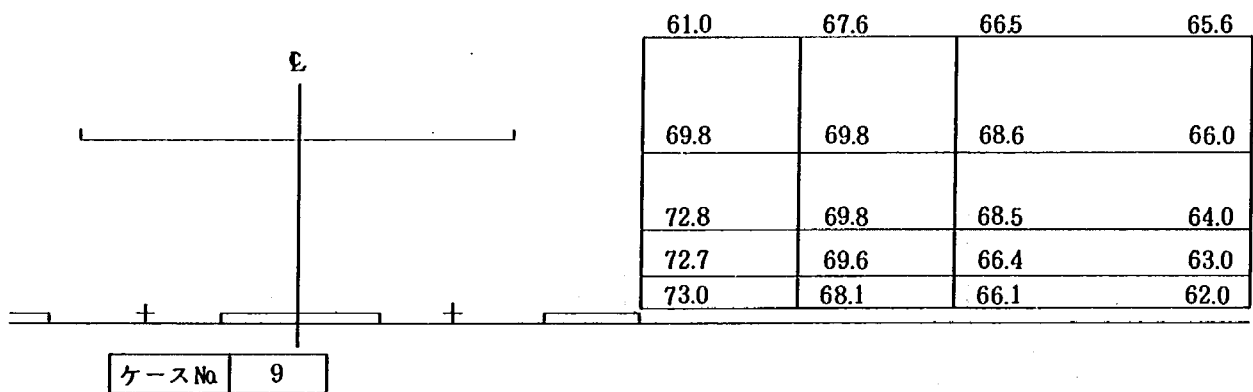


図 1.71 道路構造別の騒音レベル（断面交通量 1,000台/h）

L 5



L 50



L 95

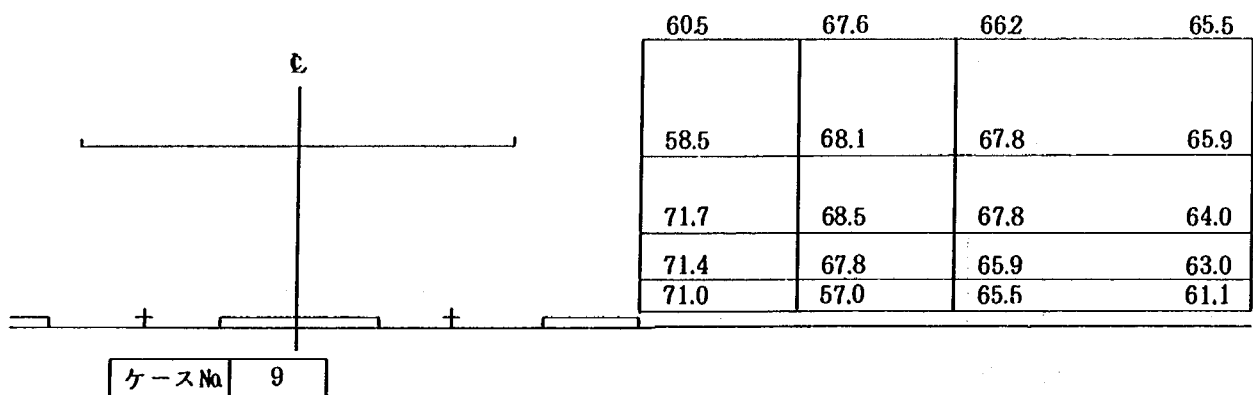
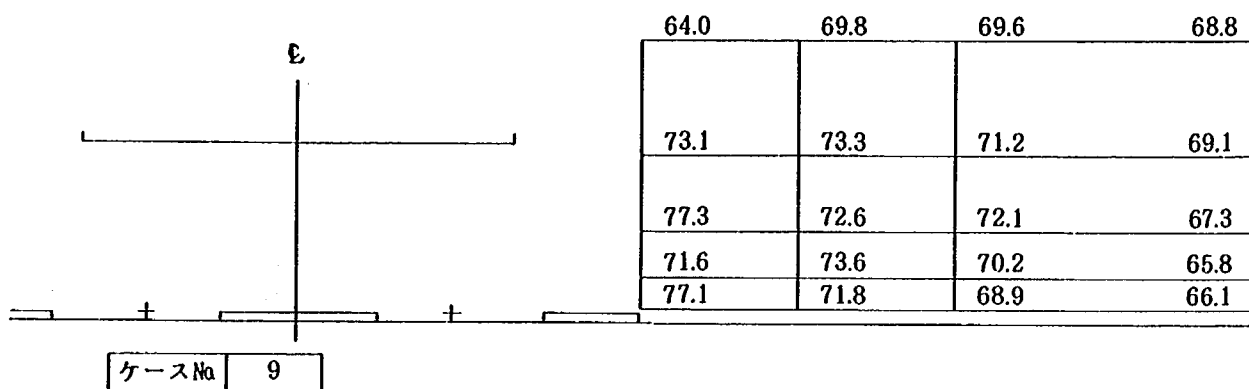
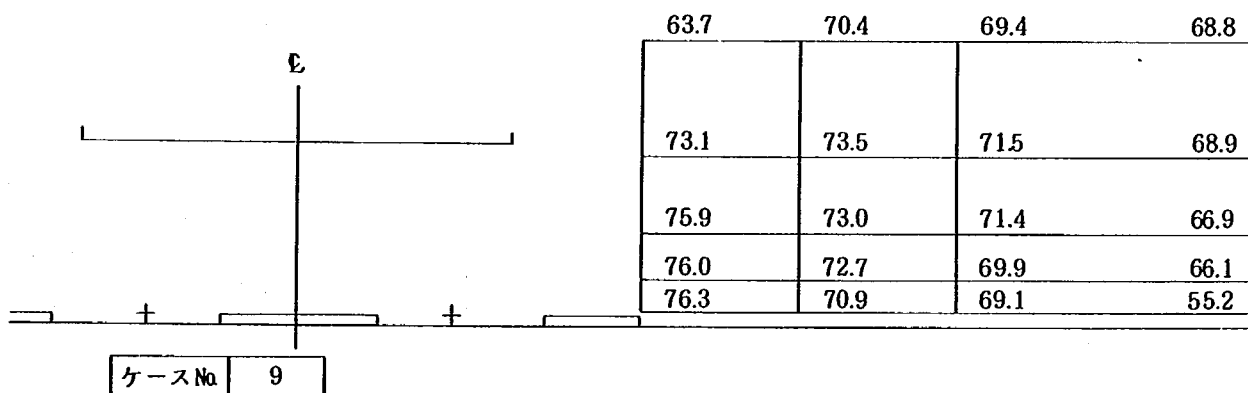


図 1.72 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 2,000台/h)

L 5



L 50



L 95

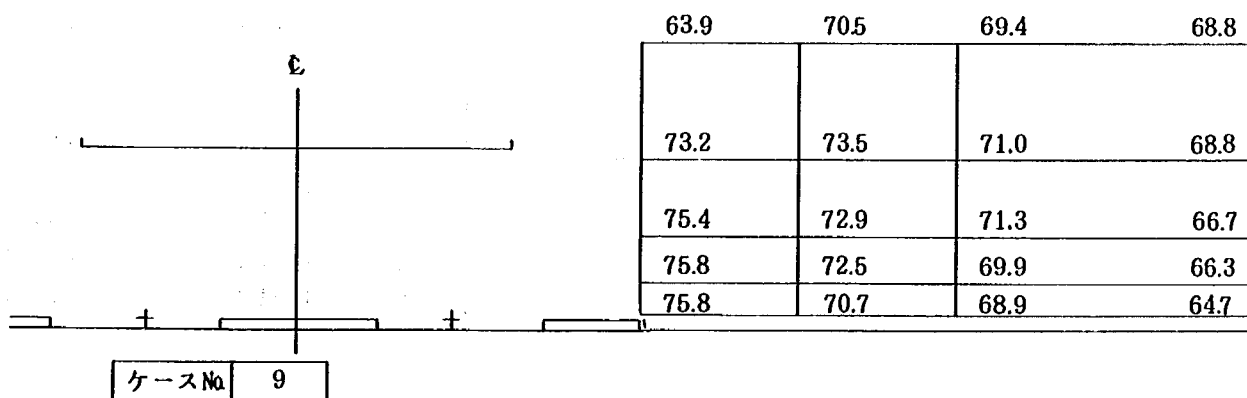
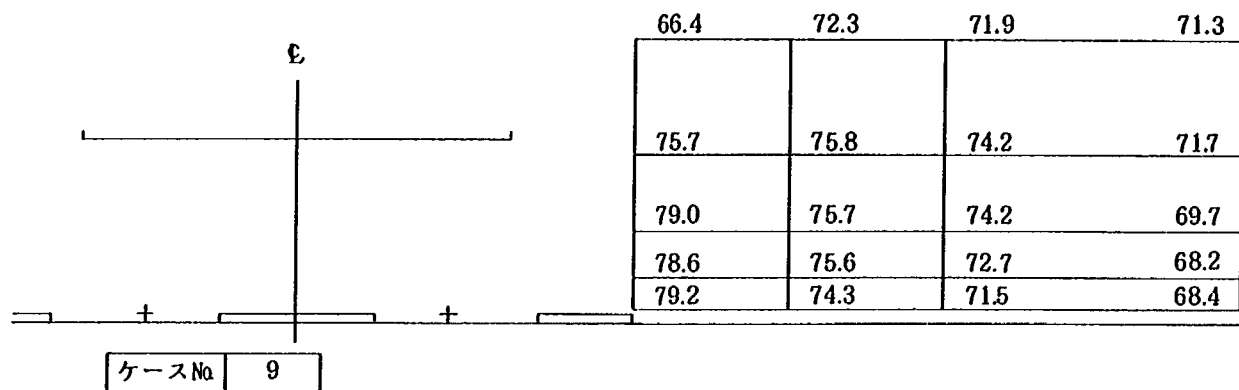
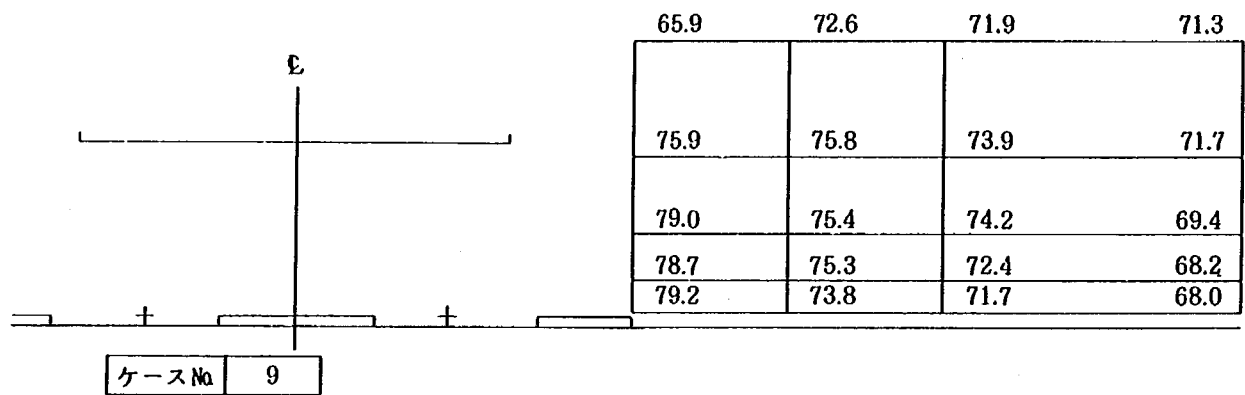


図 1.73 道路構造別の騒音 (断面交通量 4,000台/h)

L 5



L 50



L 95

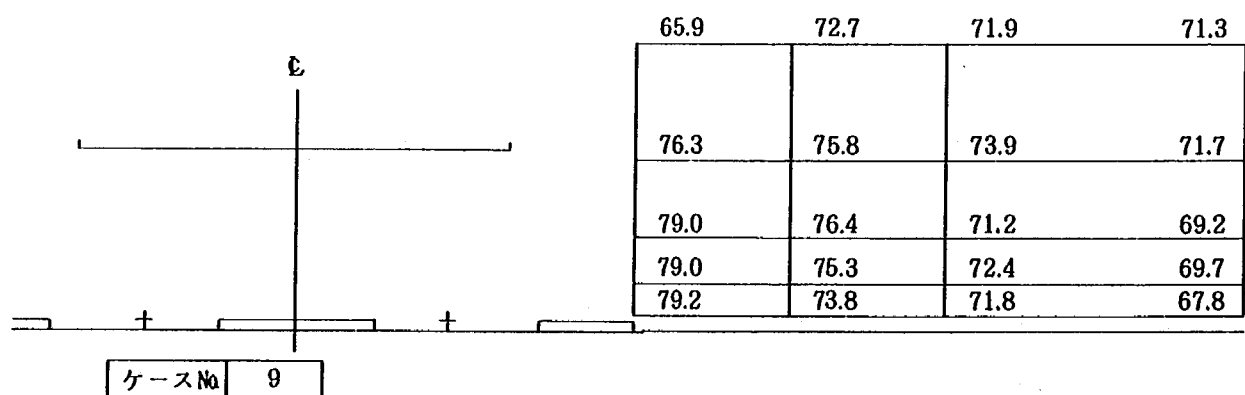
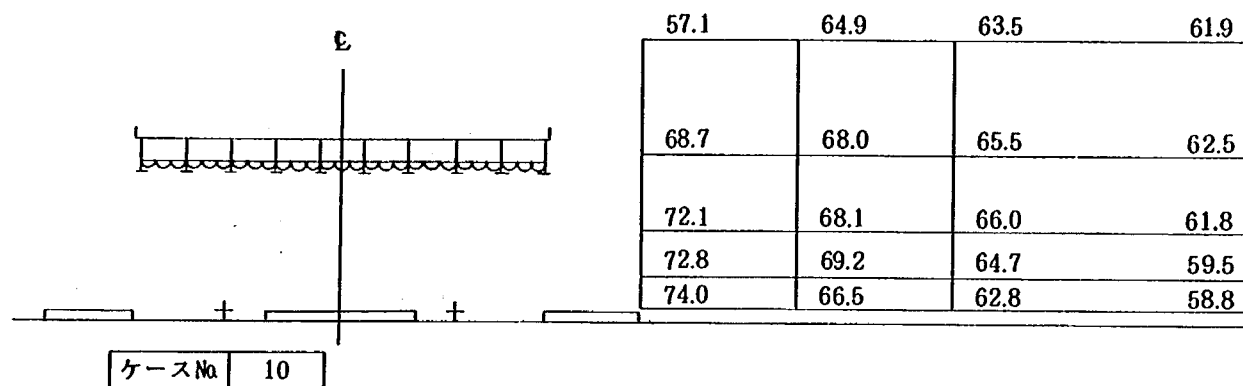
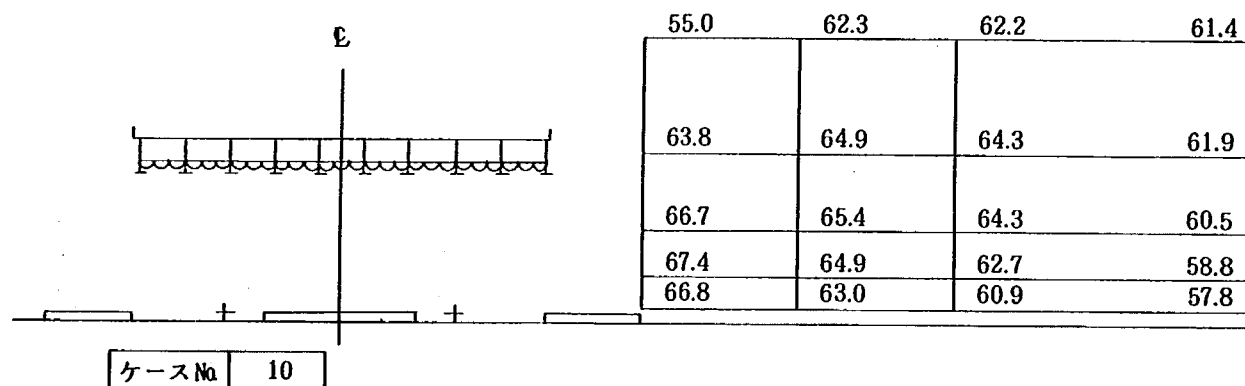


図 1.74 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 8,000台/h)

L 5



L 50



L 95

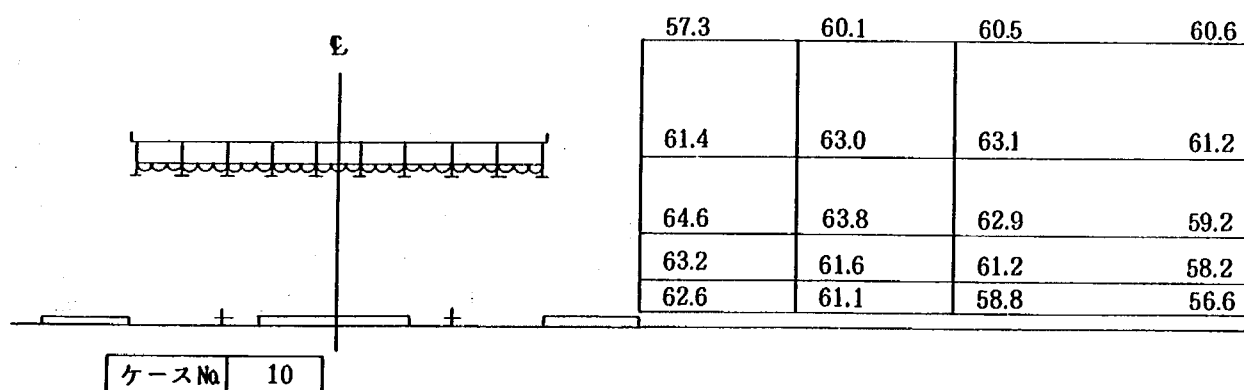


図 1.75 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 1,000台/h)

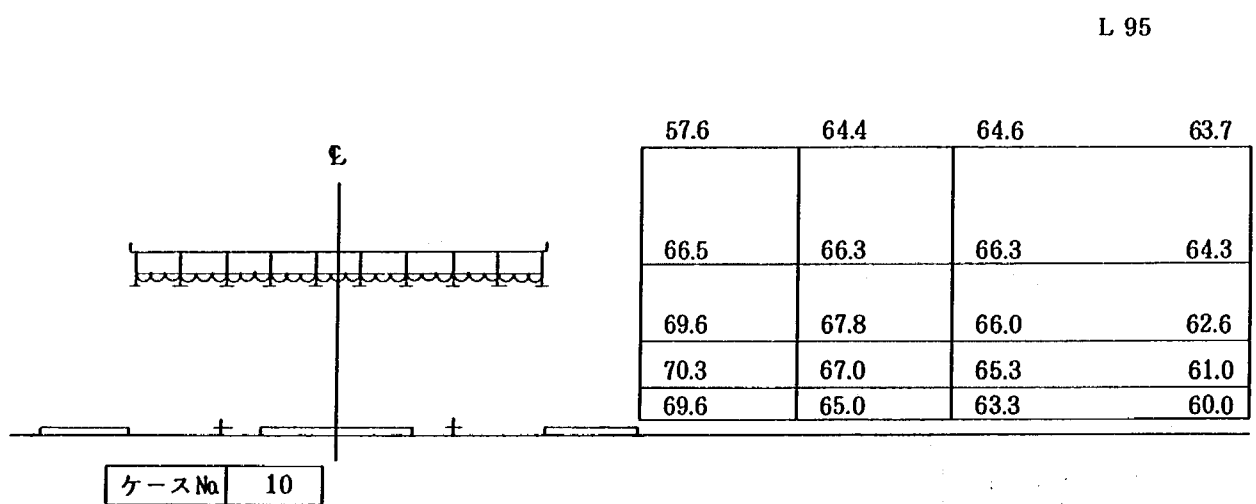
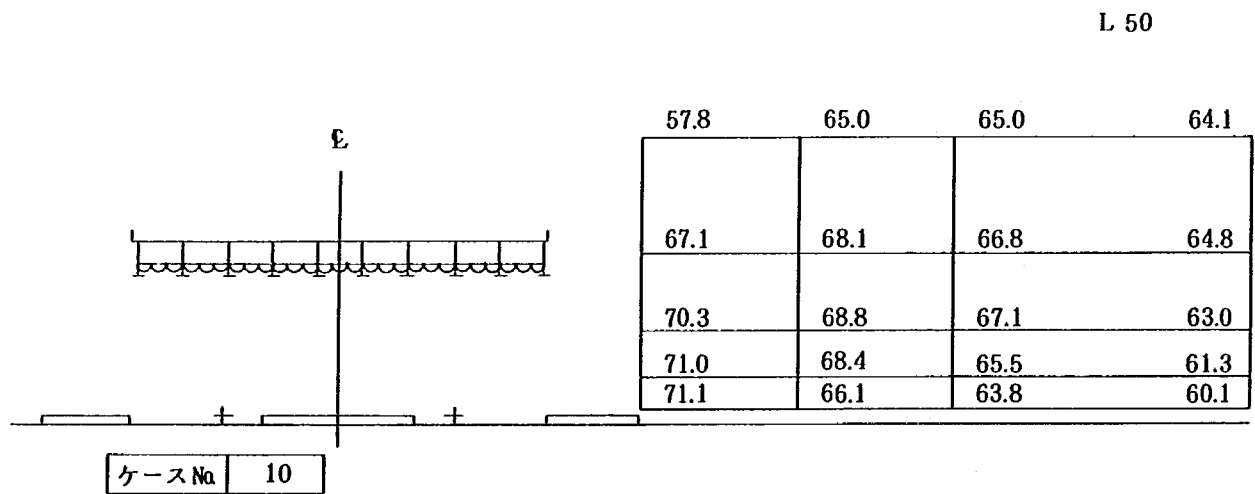
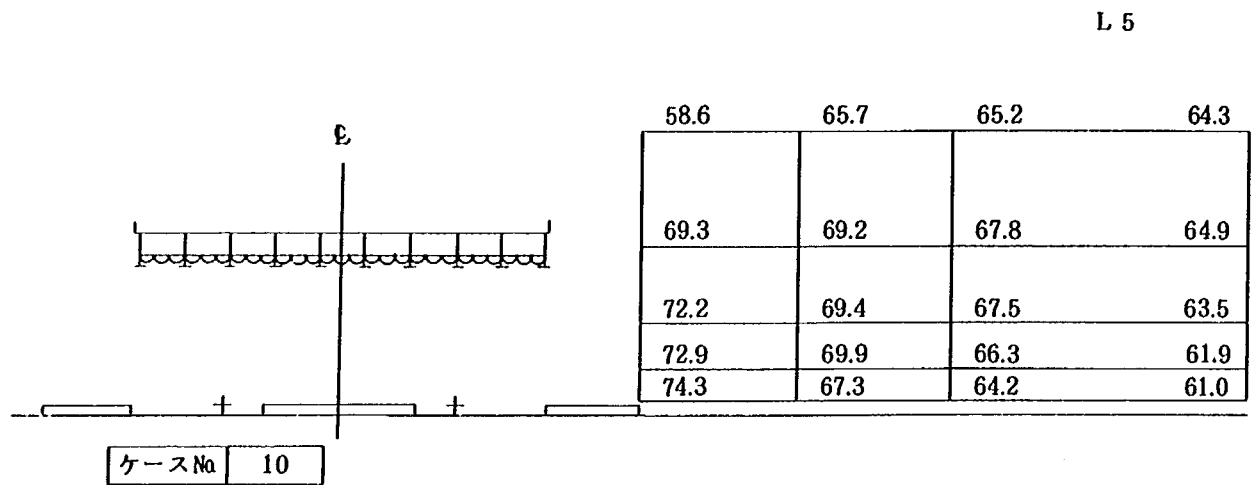
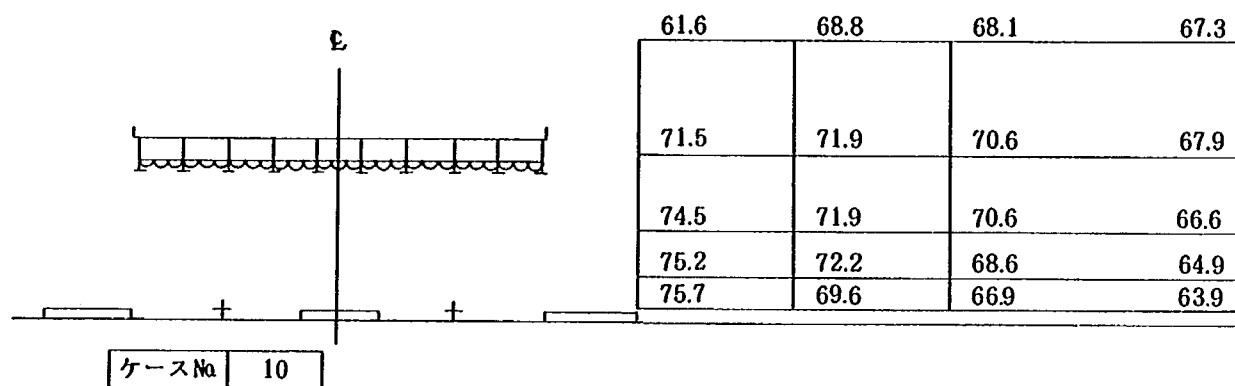
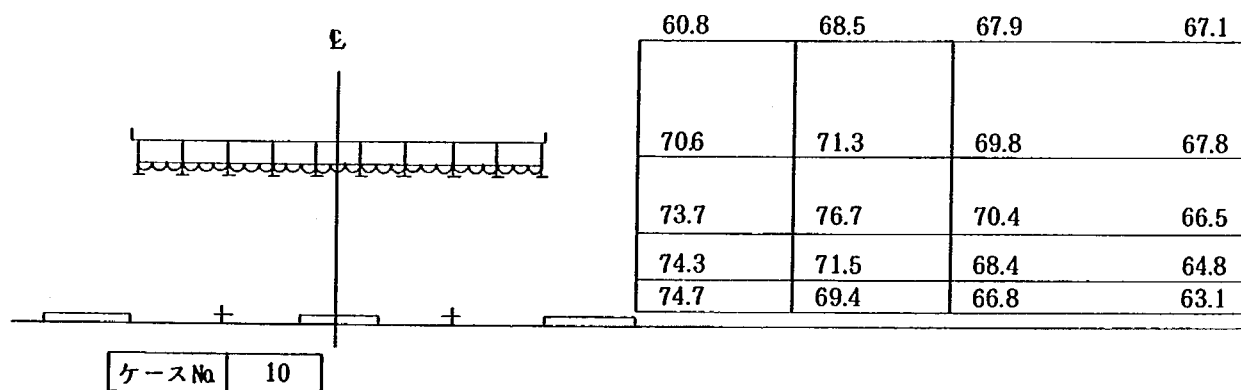


図 1.76 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 2,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

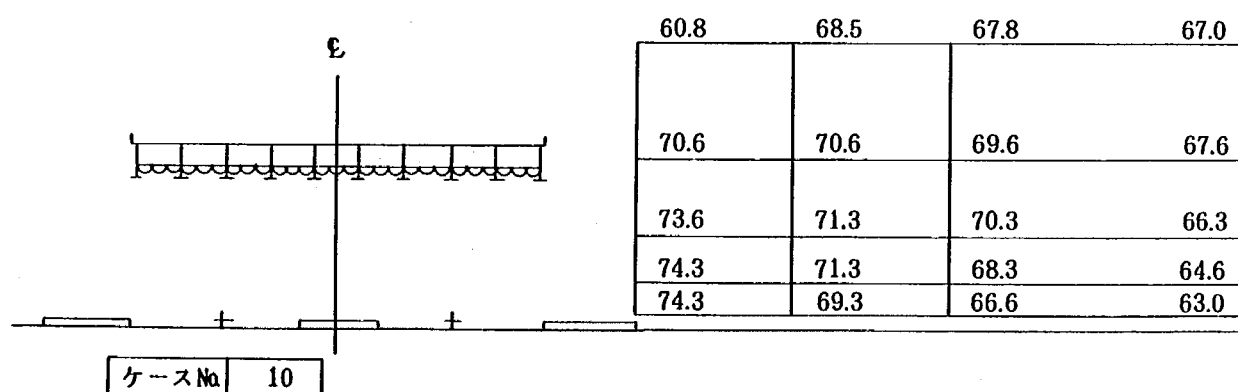
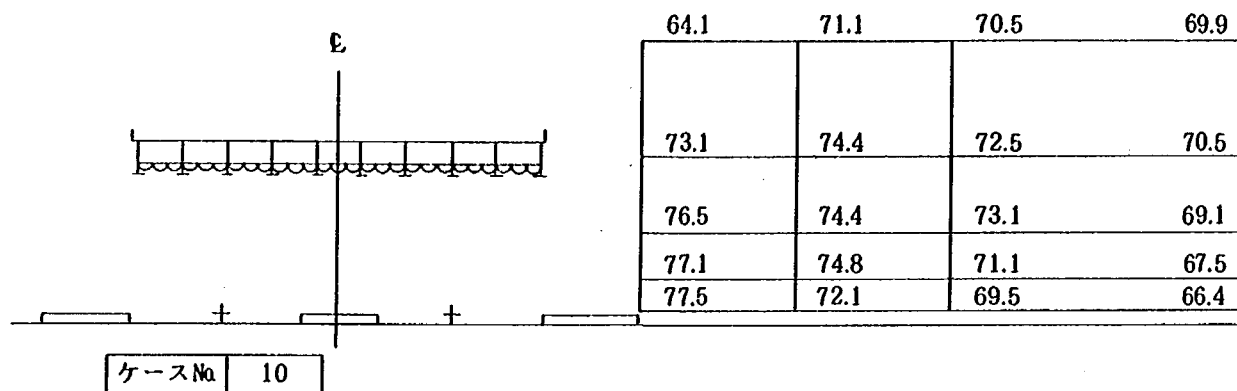
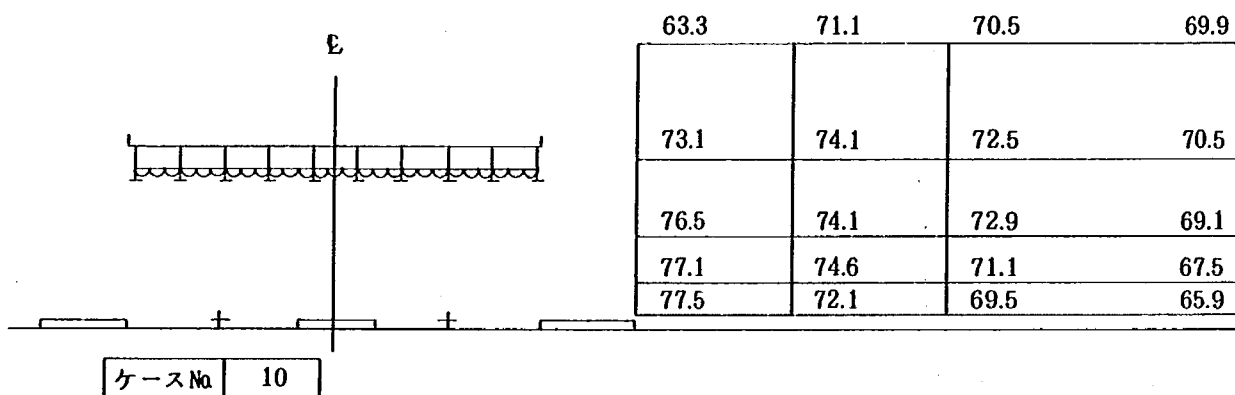


図 1.77 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 4,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

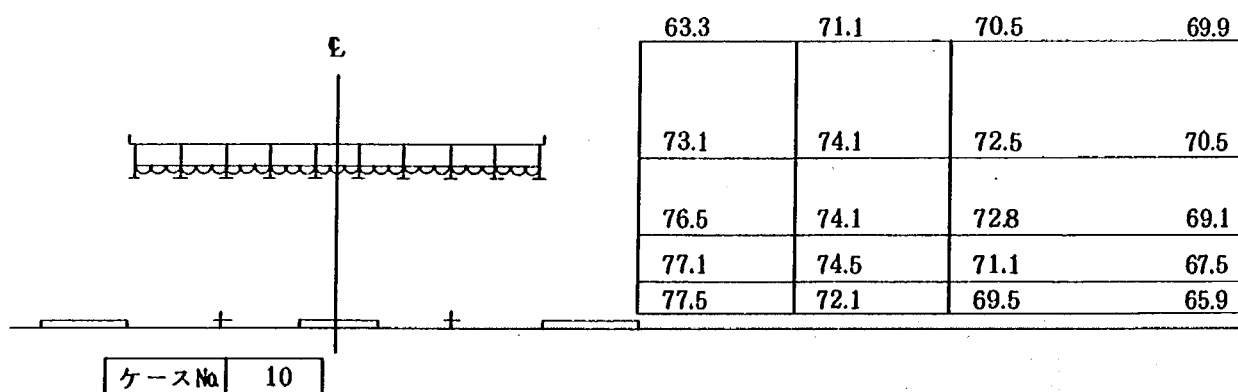
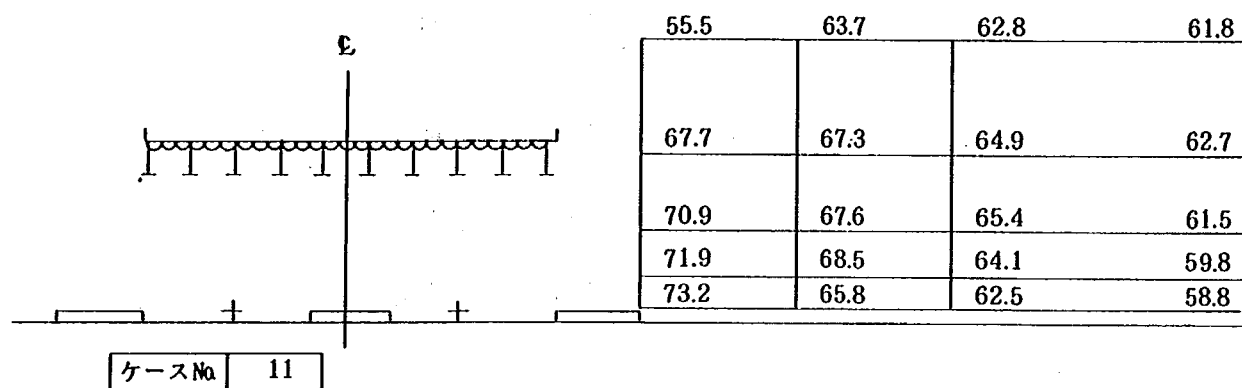
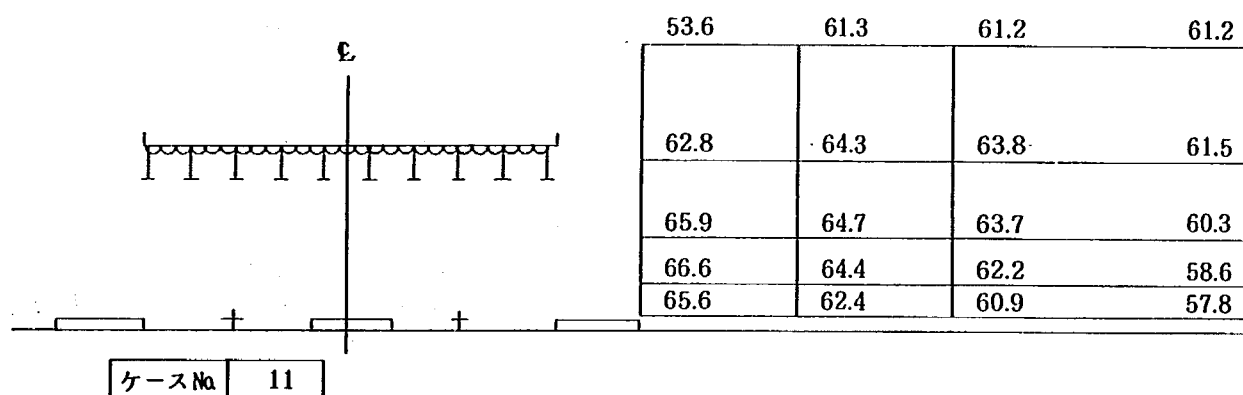


図 1.78 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 8,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

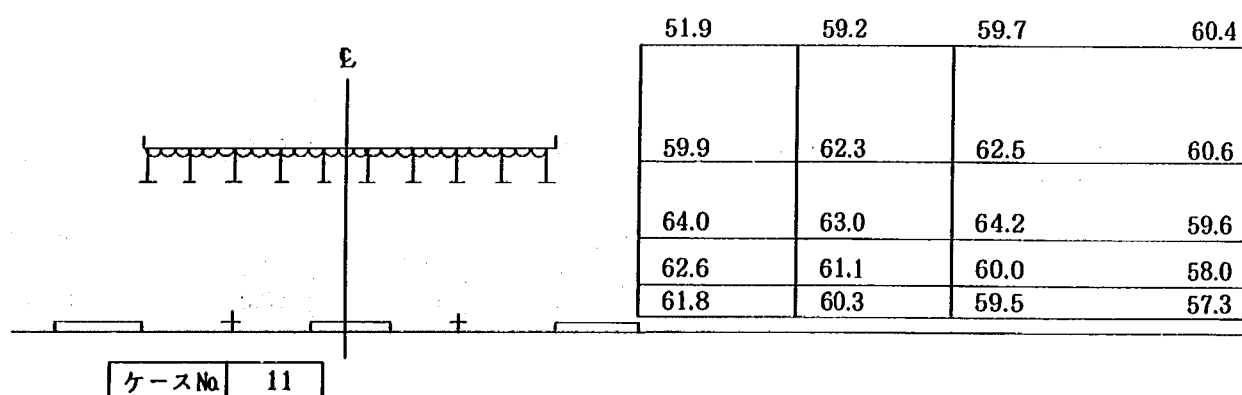
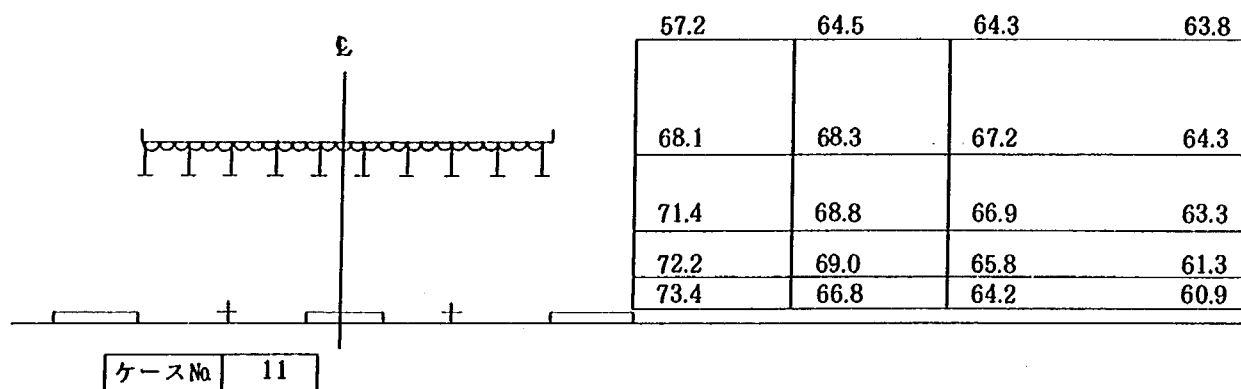
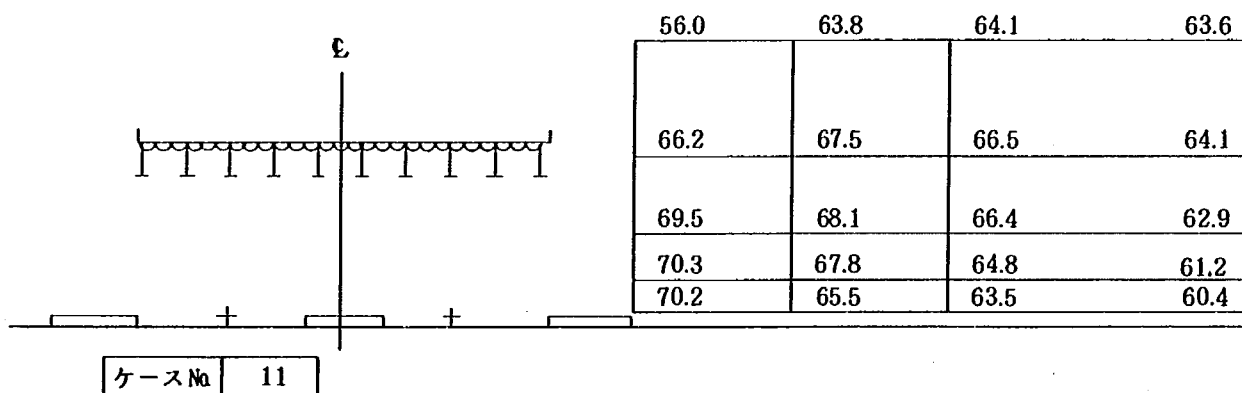


図 1.79 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 1,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

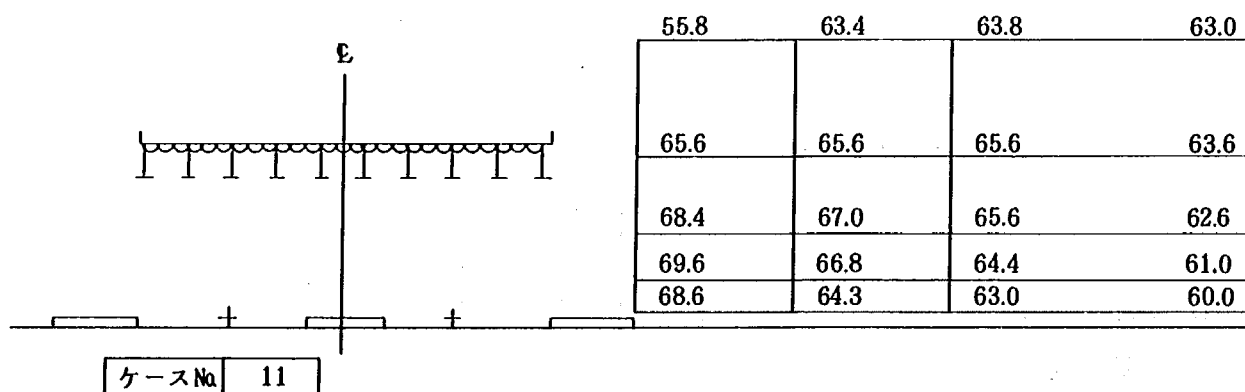
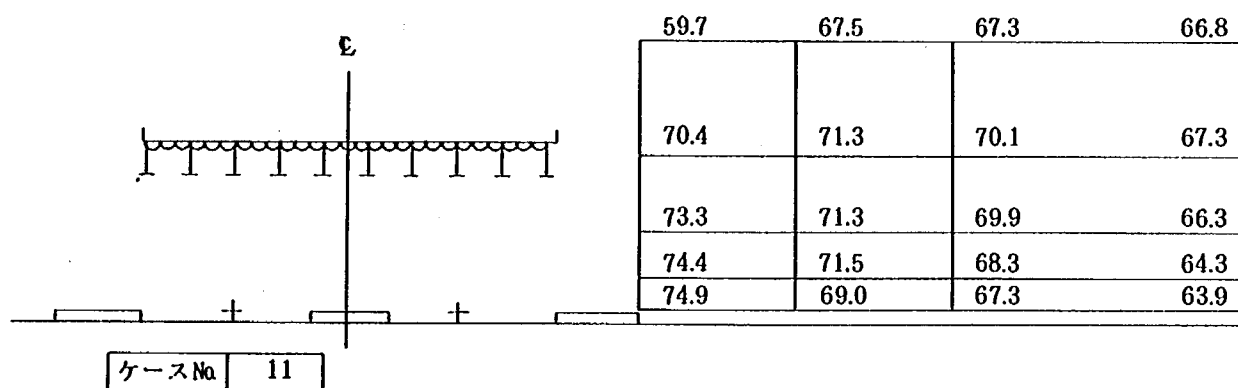
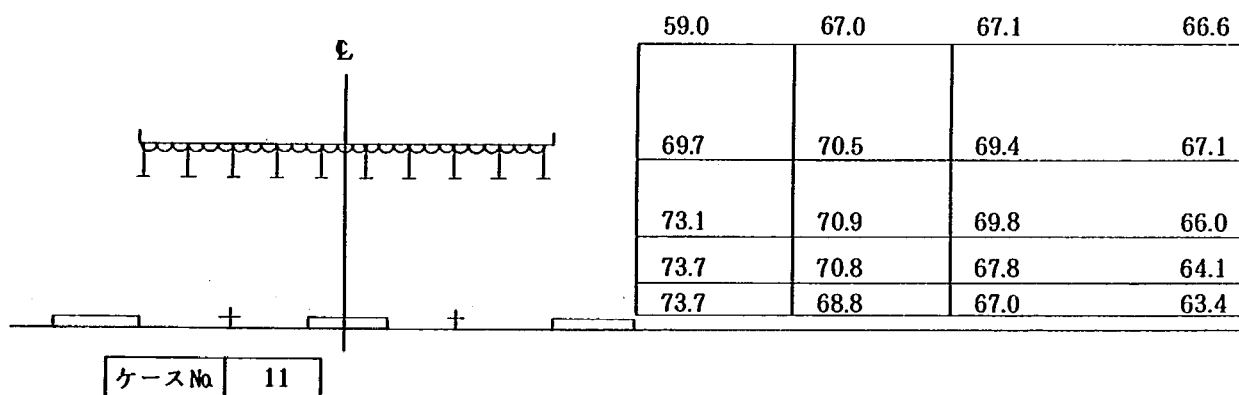


図 1.80 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 2,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

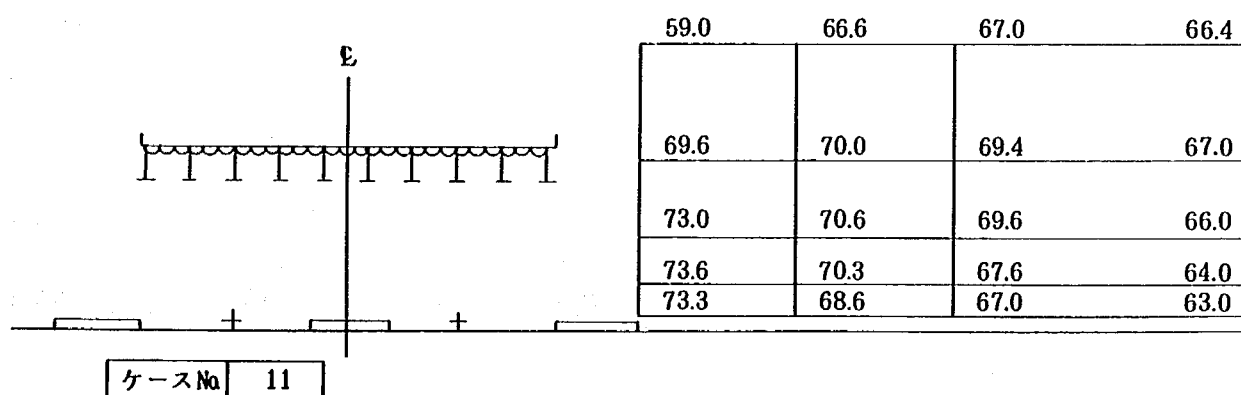


図 1.81 道路構造別の騒音レベル（断面交通量 4,000 台/h）

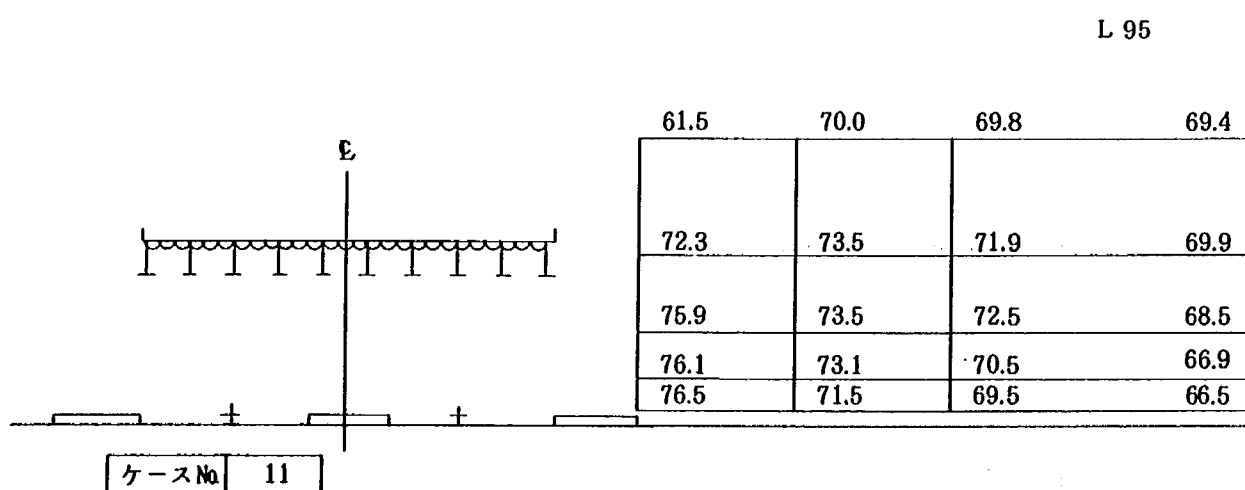
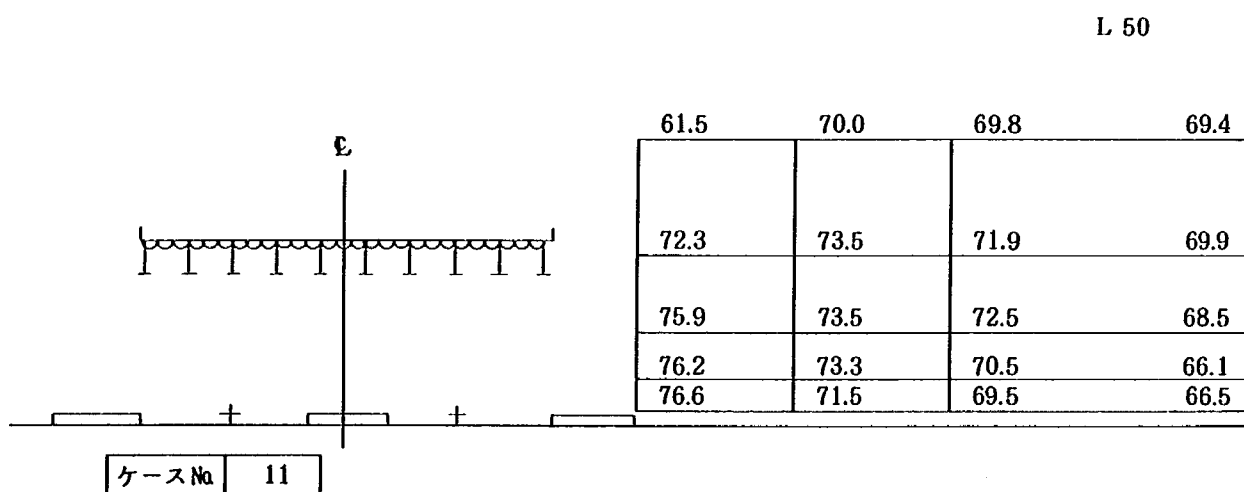
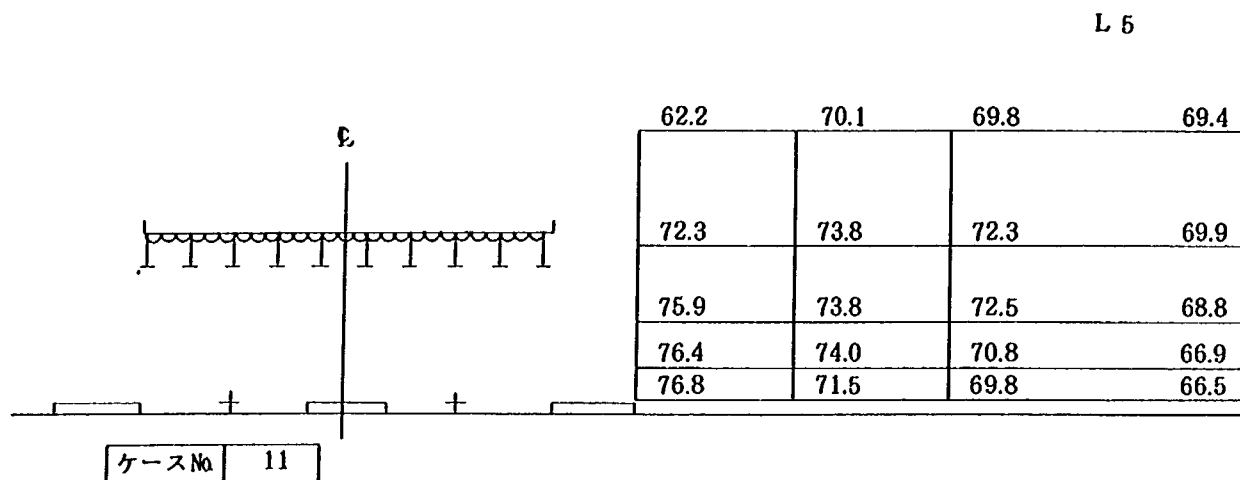
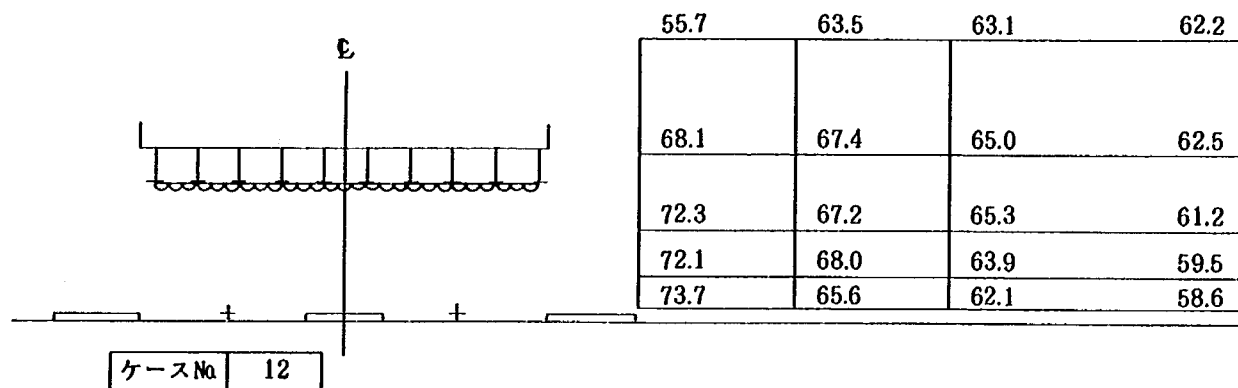
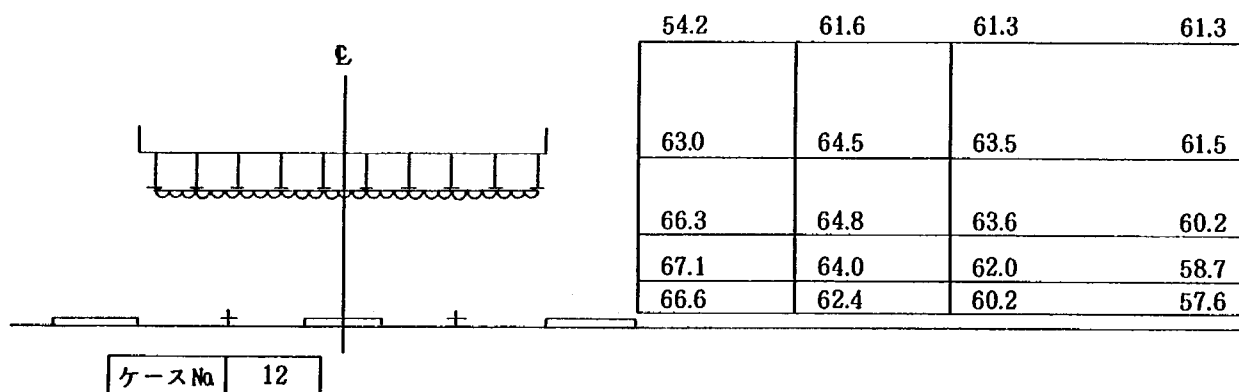


図 1.82 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 8,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

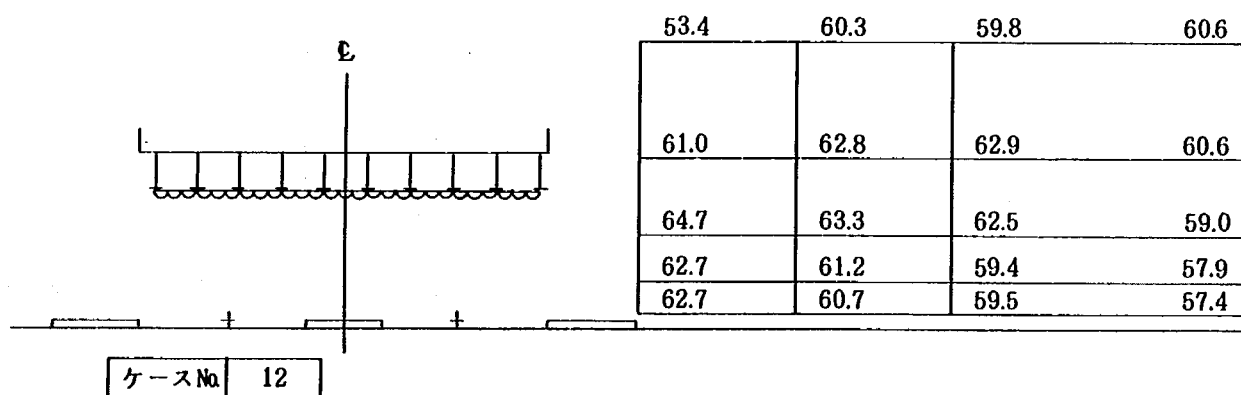


図 1.83 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 1,000 台/h)

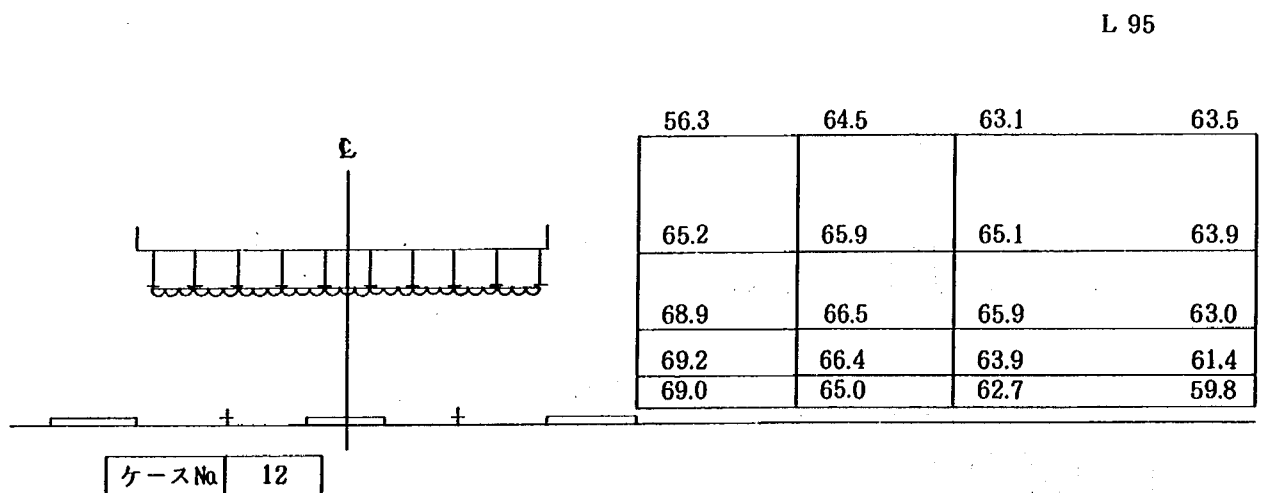
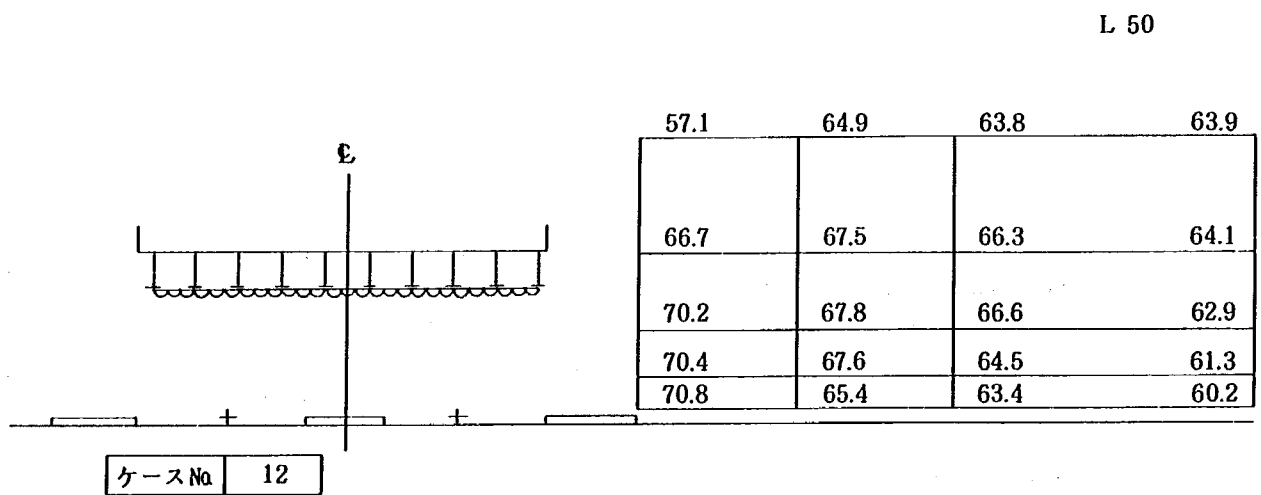
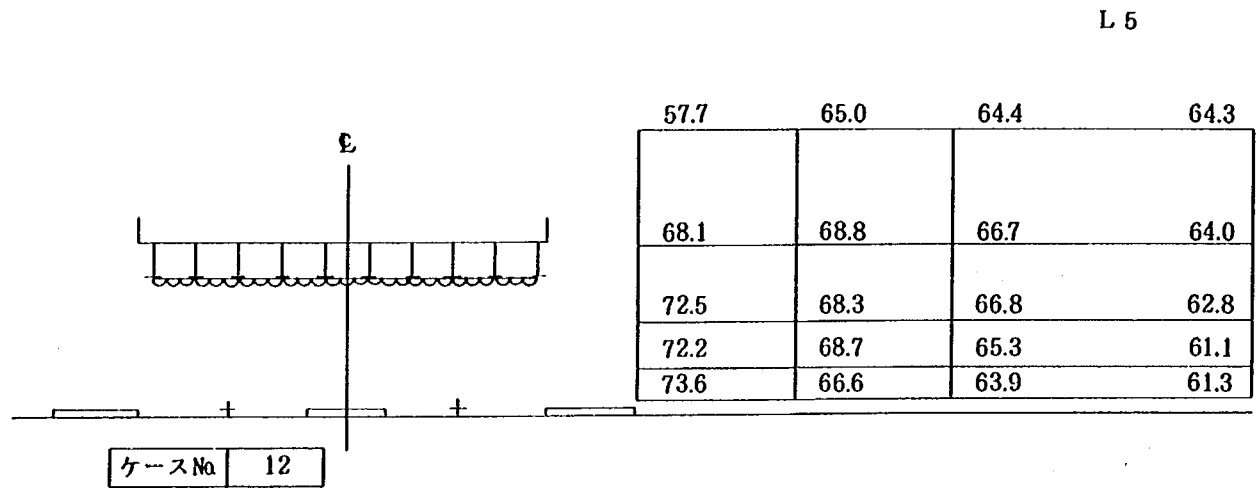
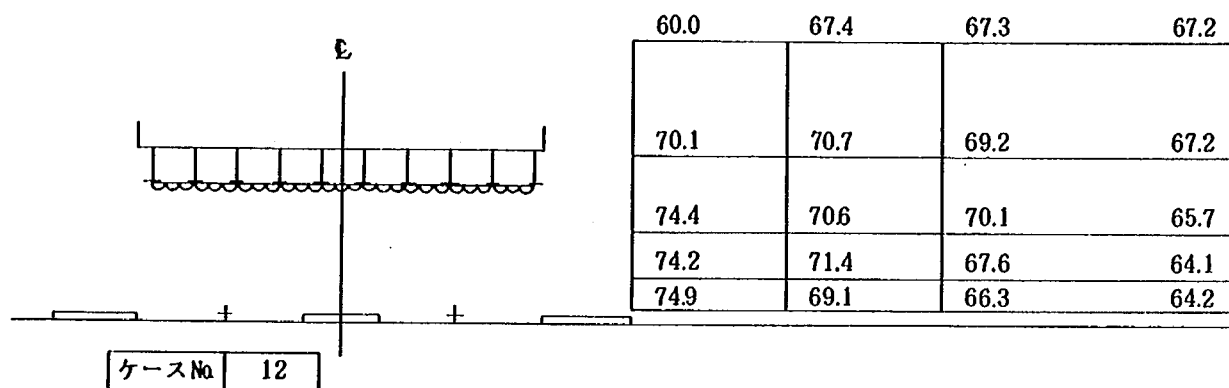
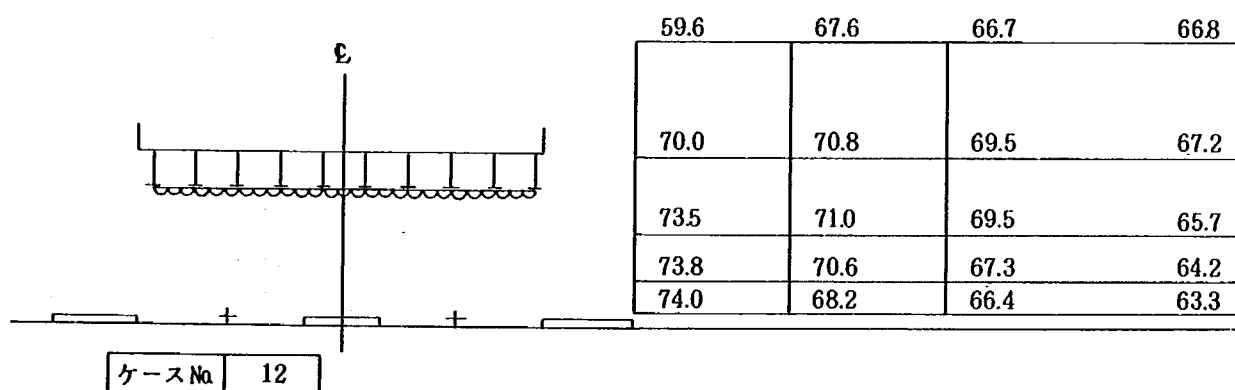


図 1.84 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 2,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

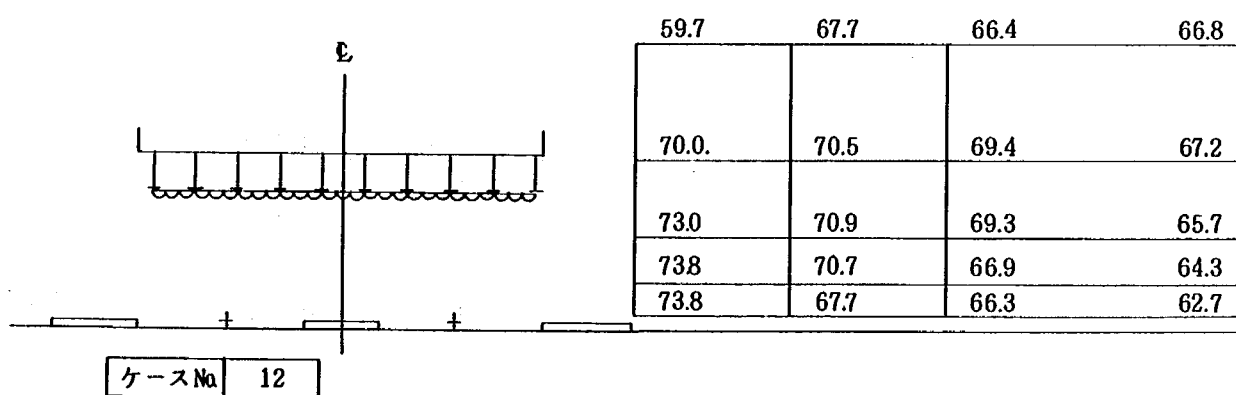
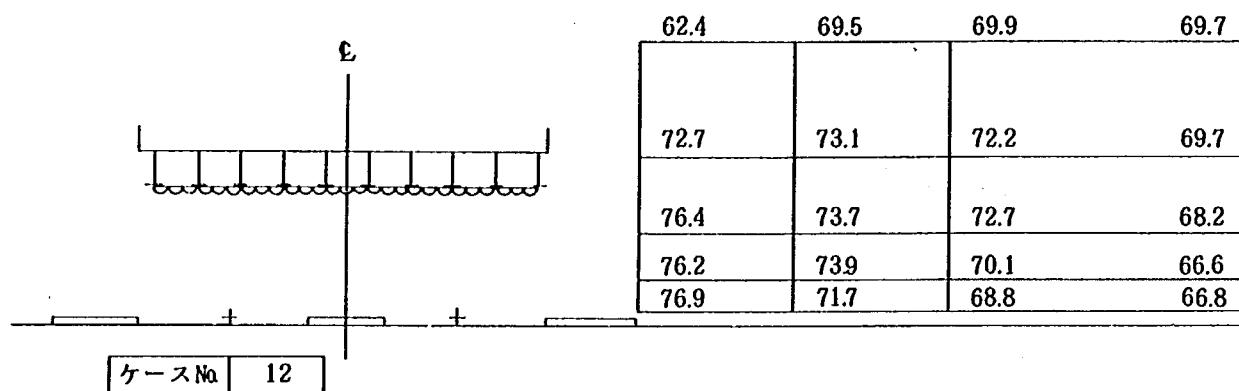
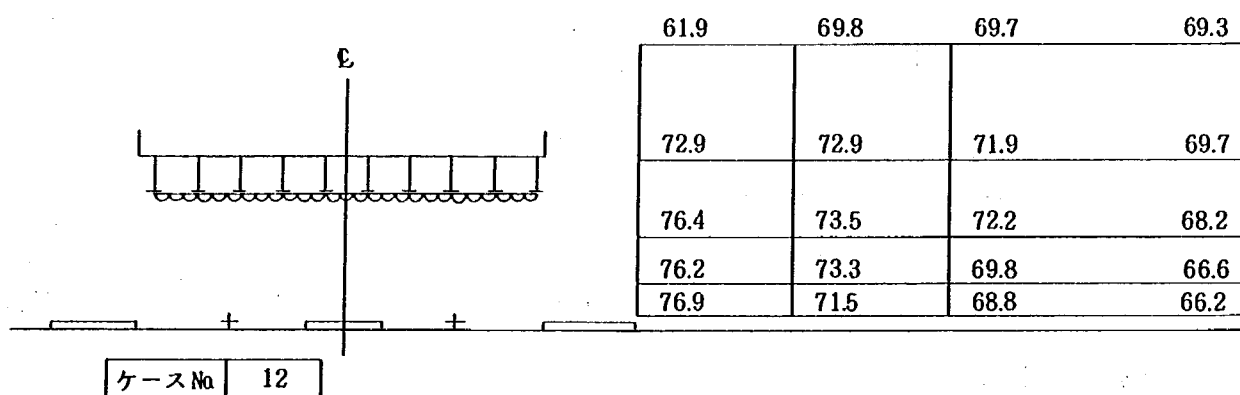


図 1.85 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 4,000 台 / h)

L 5



L 50



L 95

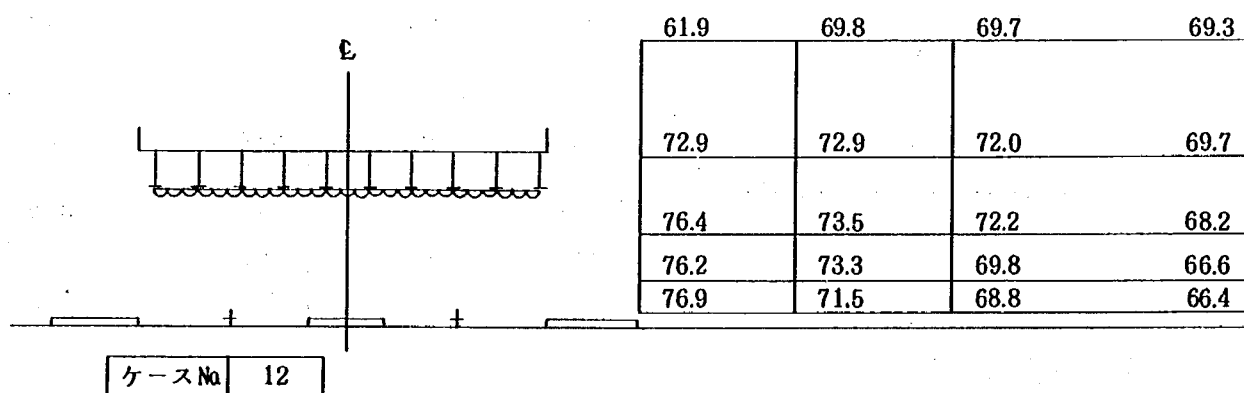
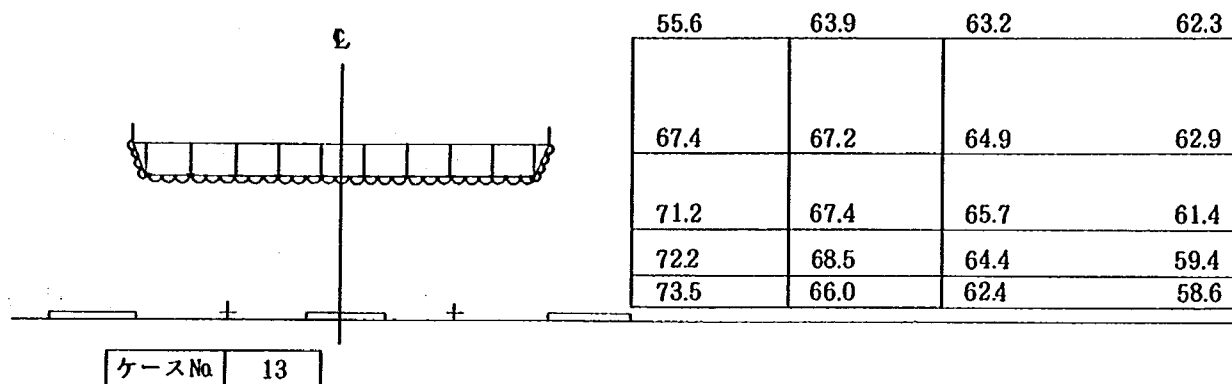
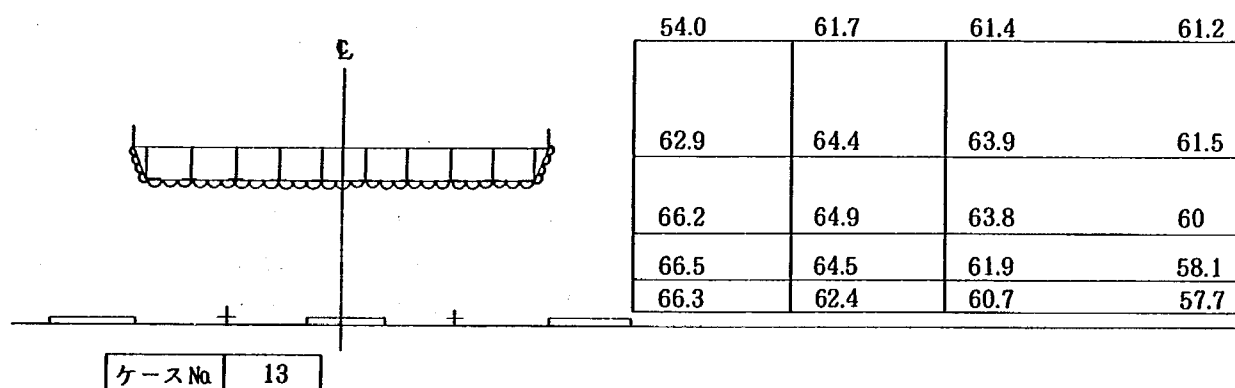


図 1.86 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 8,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

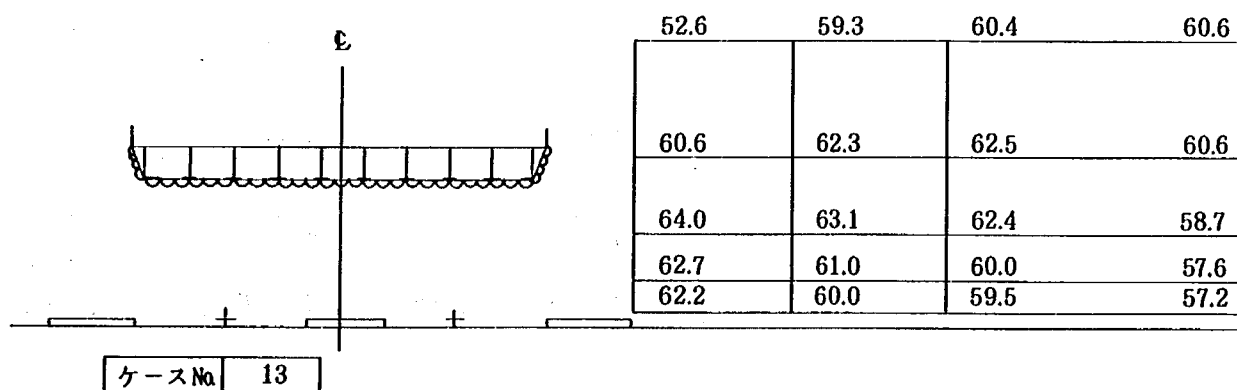
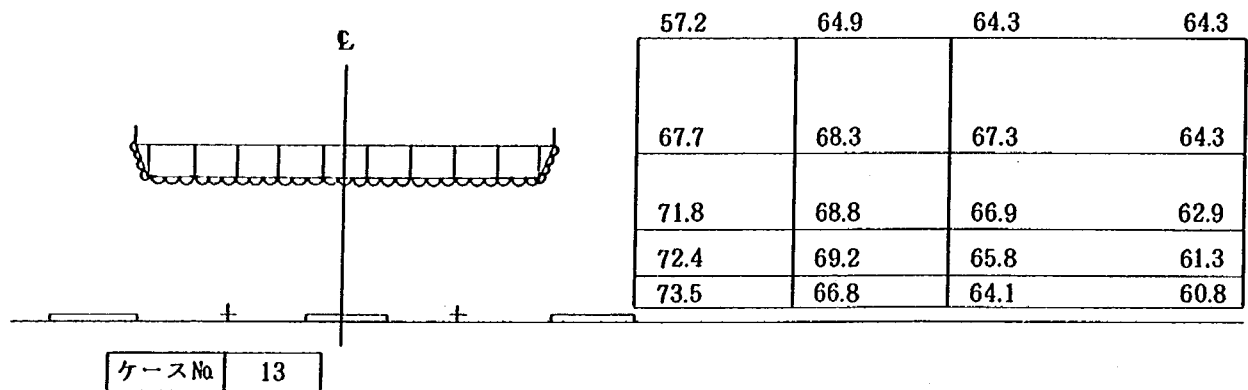
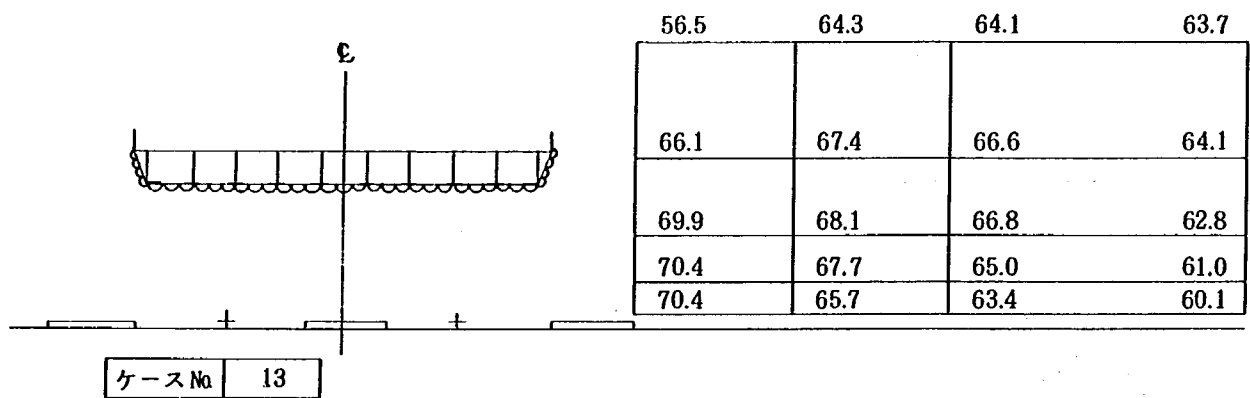


図 1.87 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 1,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

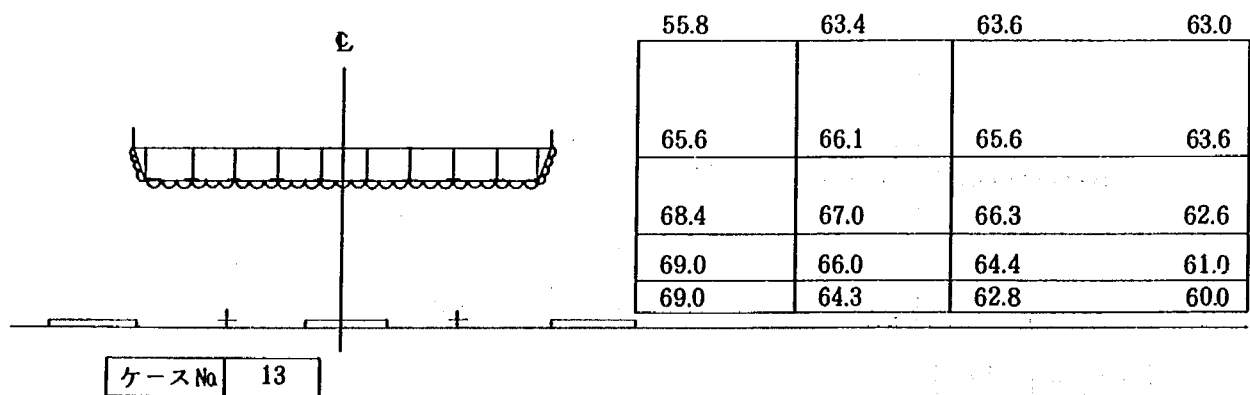
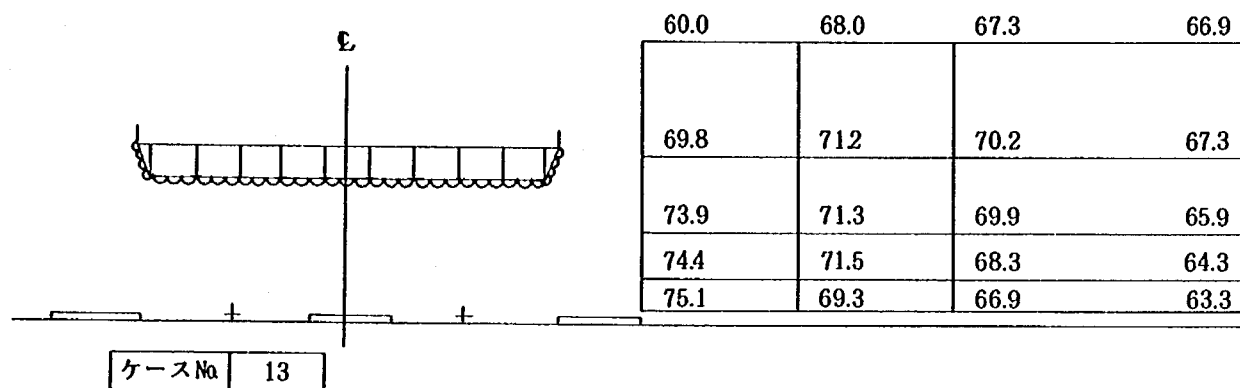
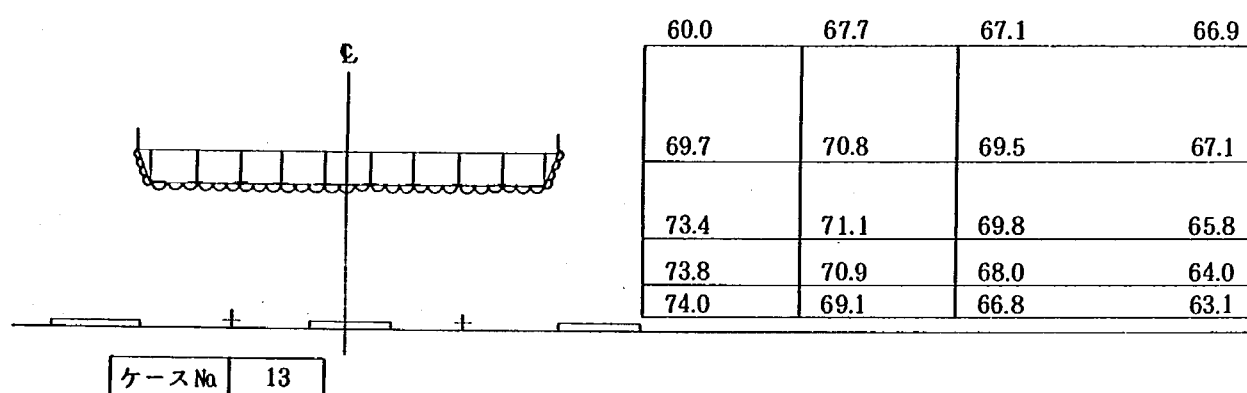


図 1.88 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 2,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

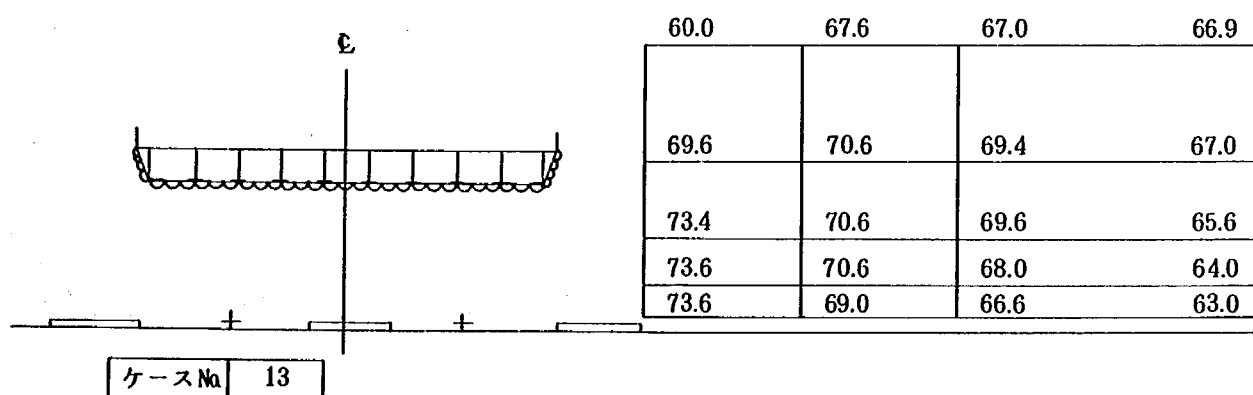
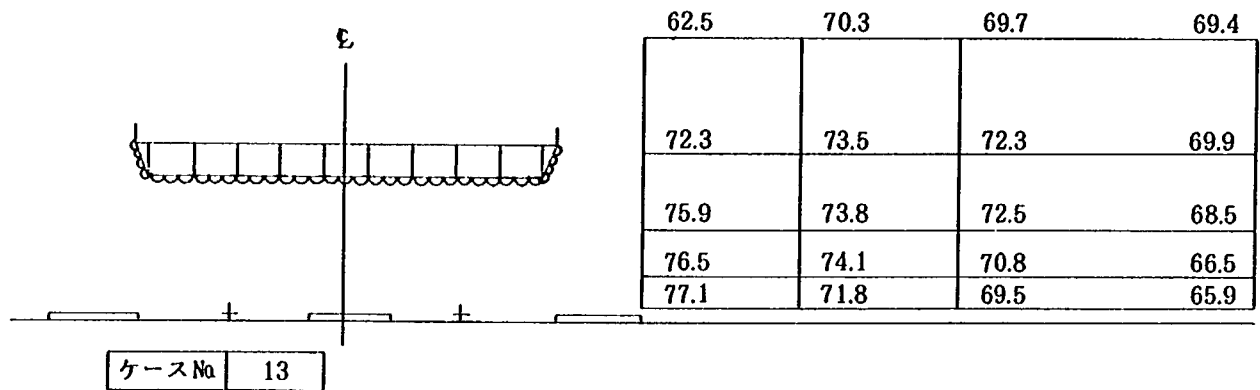
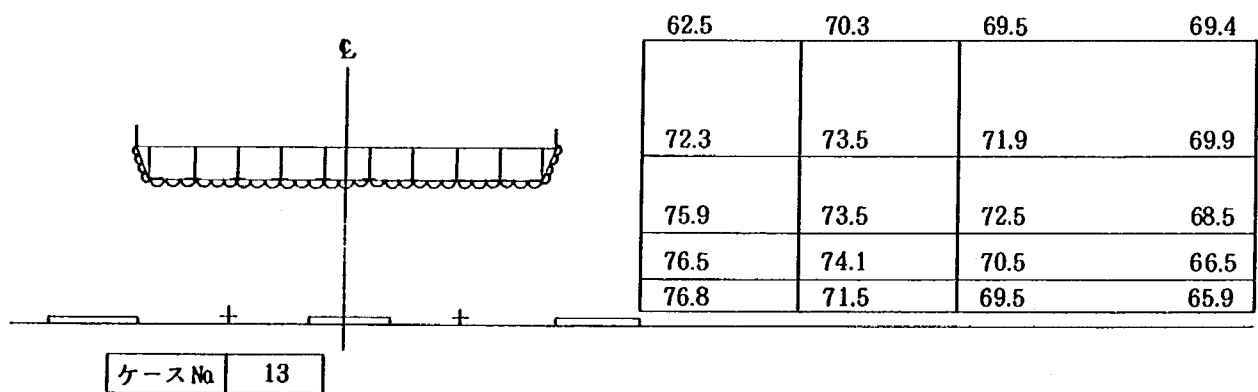


図 1.89 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 4,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

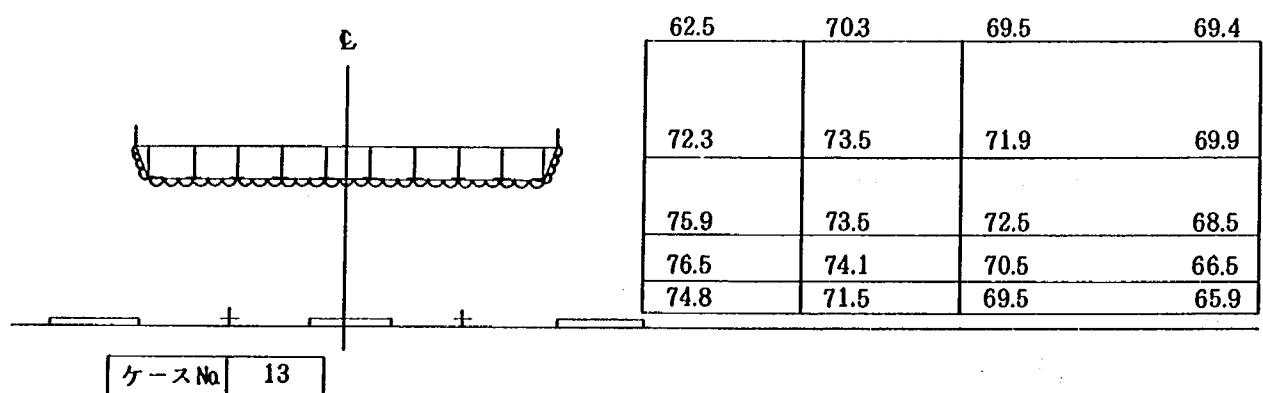
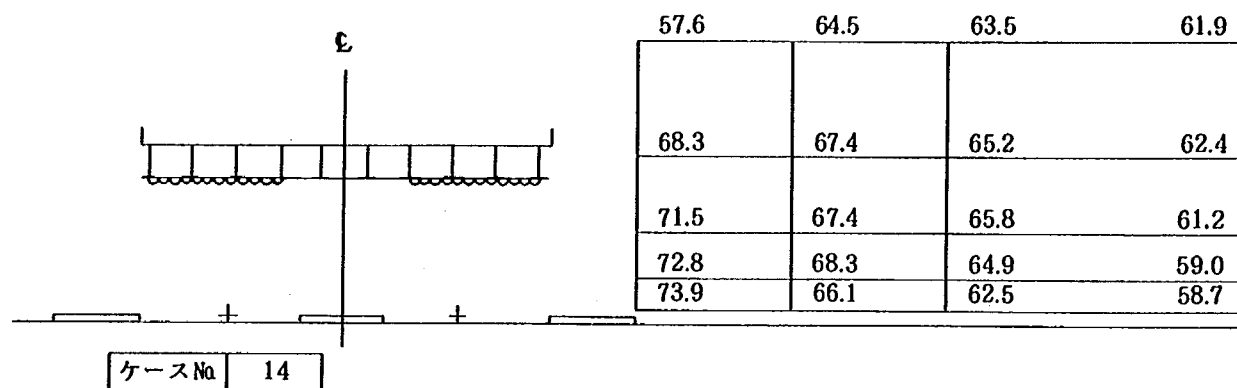
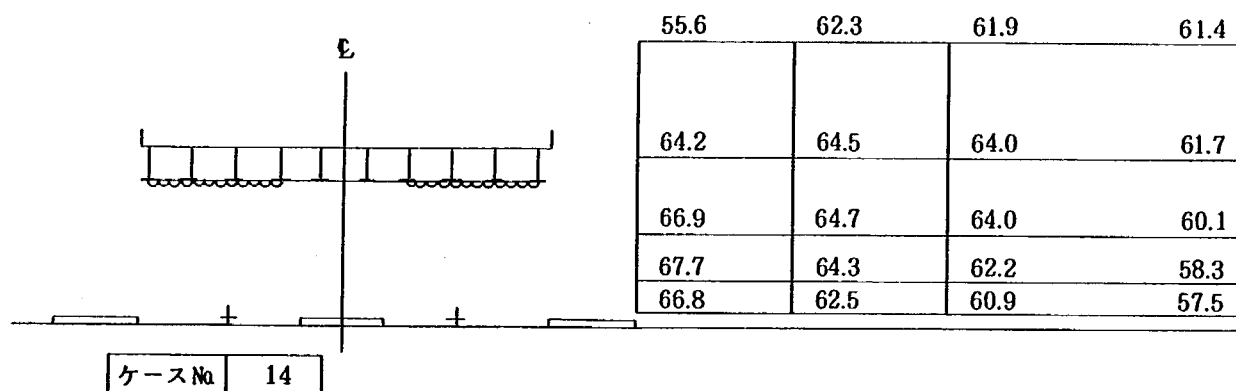


図 1.90 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 8,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

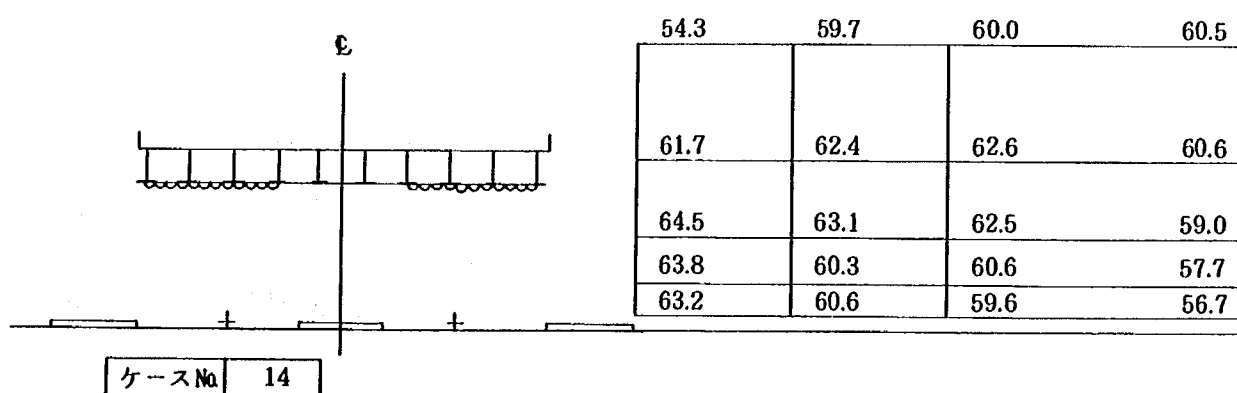
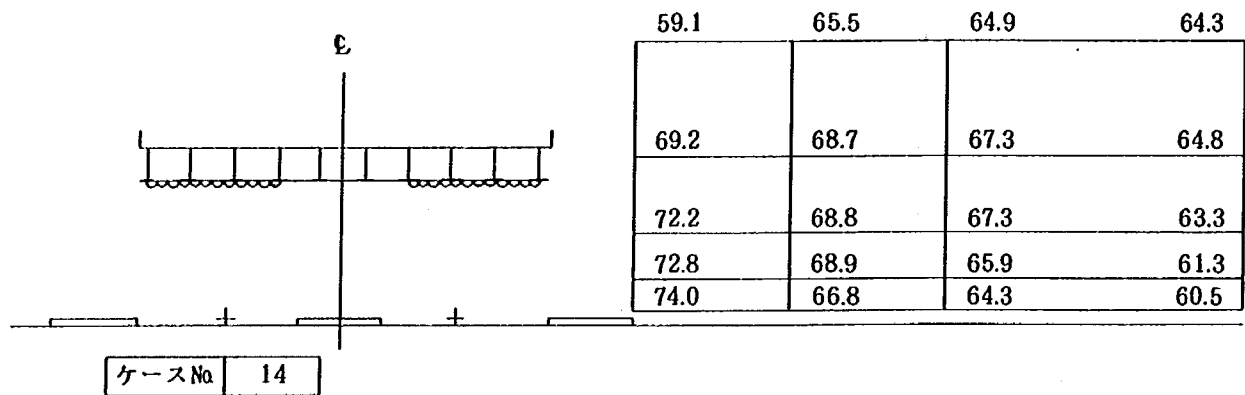
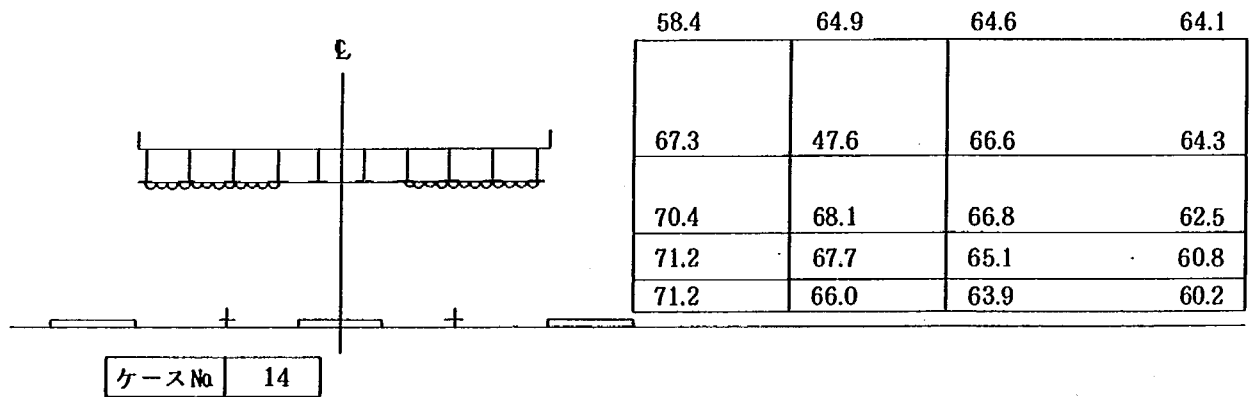


図 1.91 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 1,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

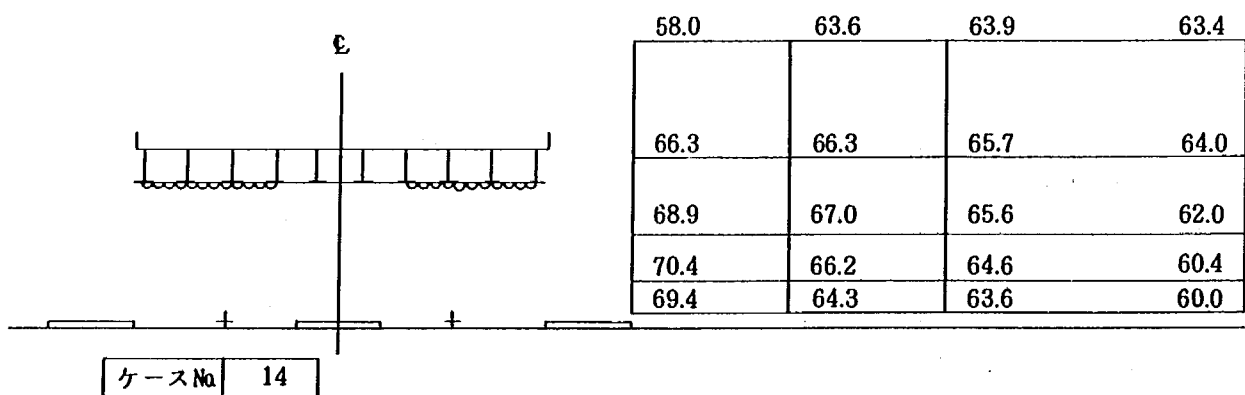
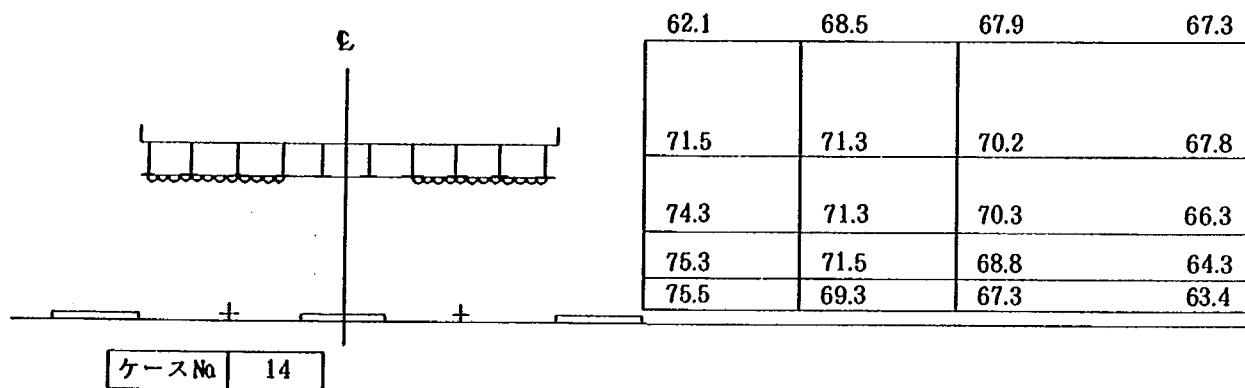
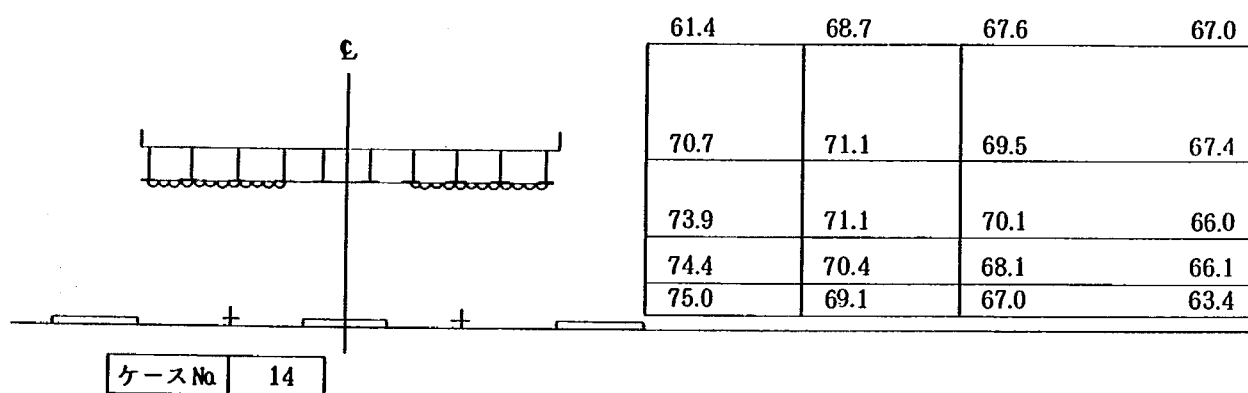


図 1.92 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 2,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

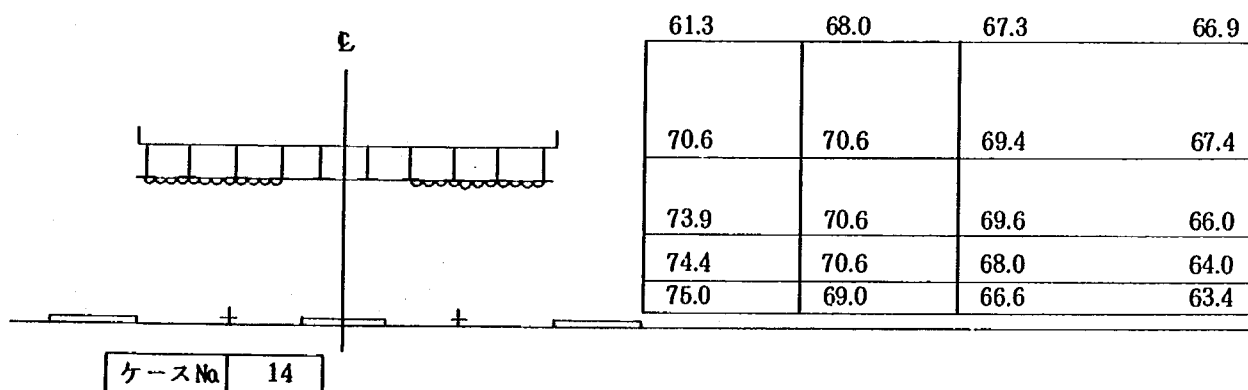
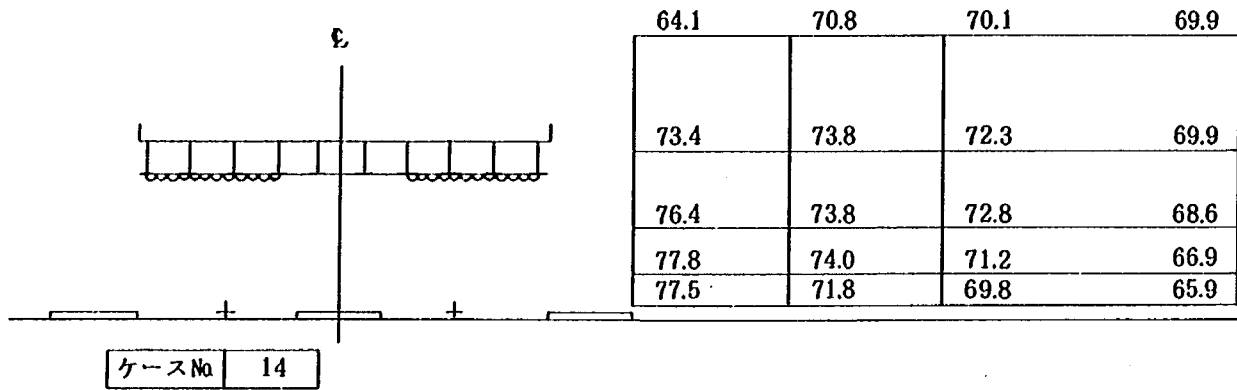
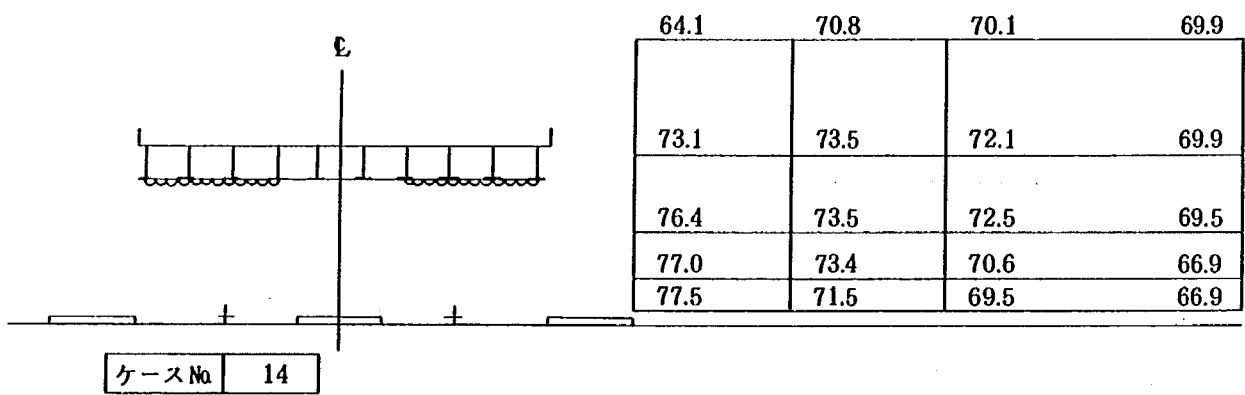


図 1.93 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 4,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

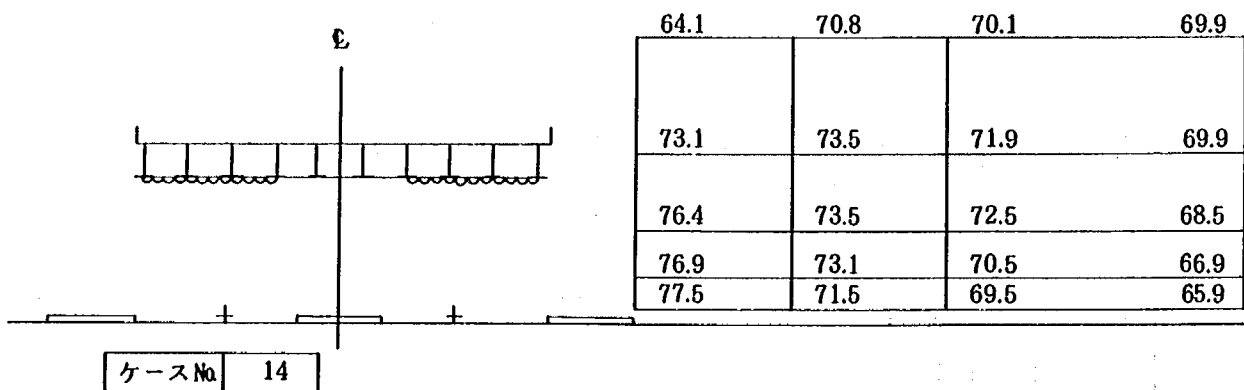
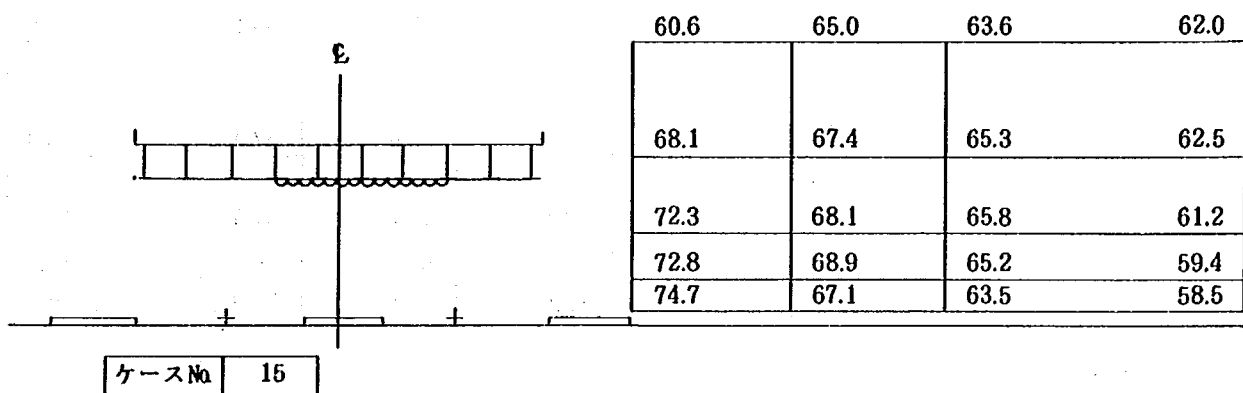
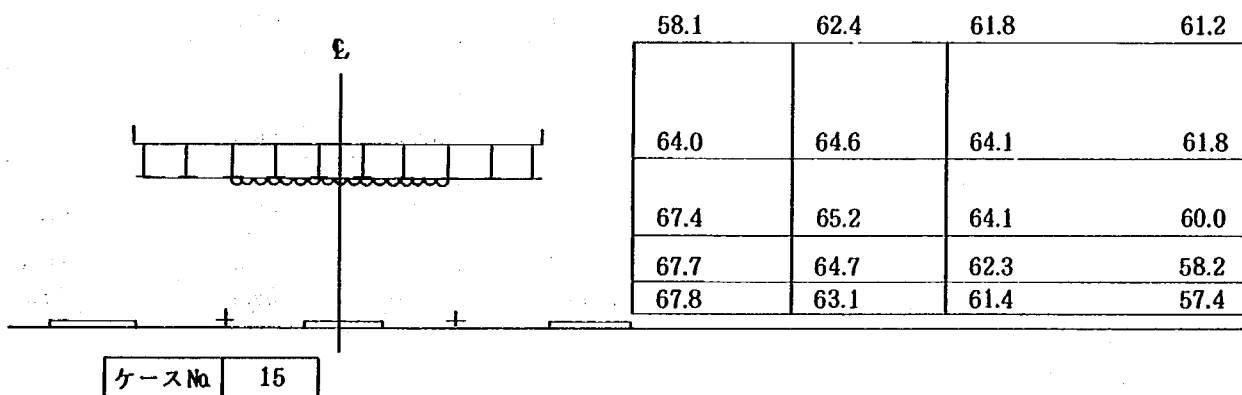


図 1.94 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 8,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

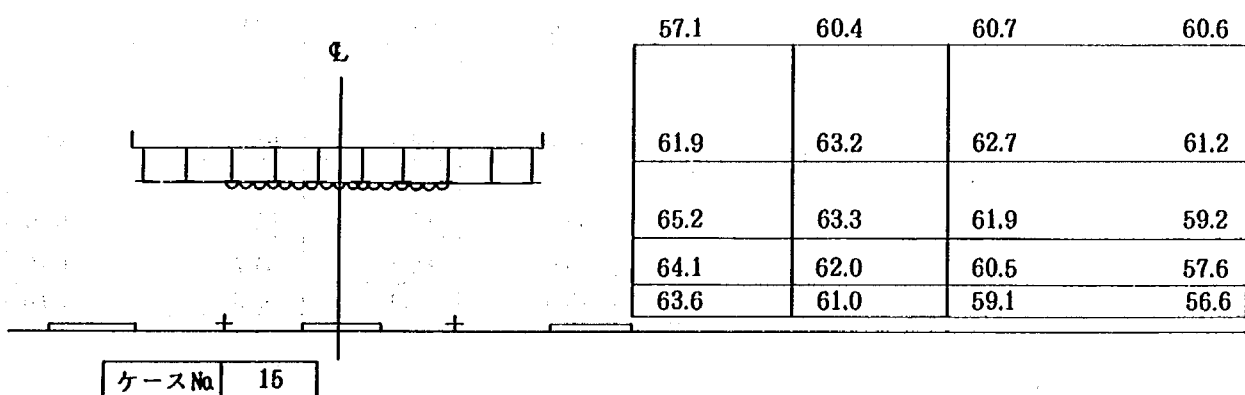
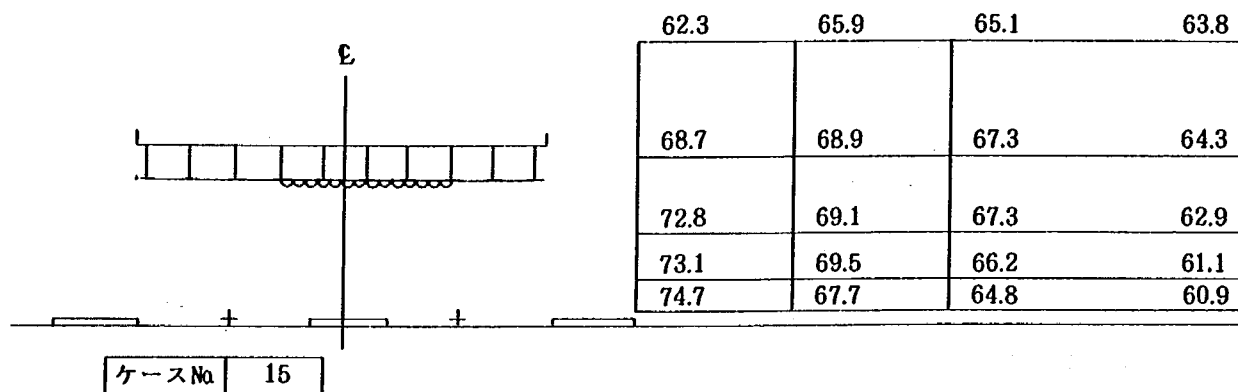
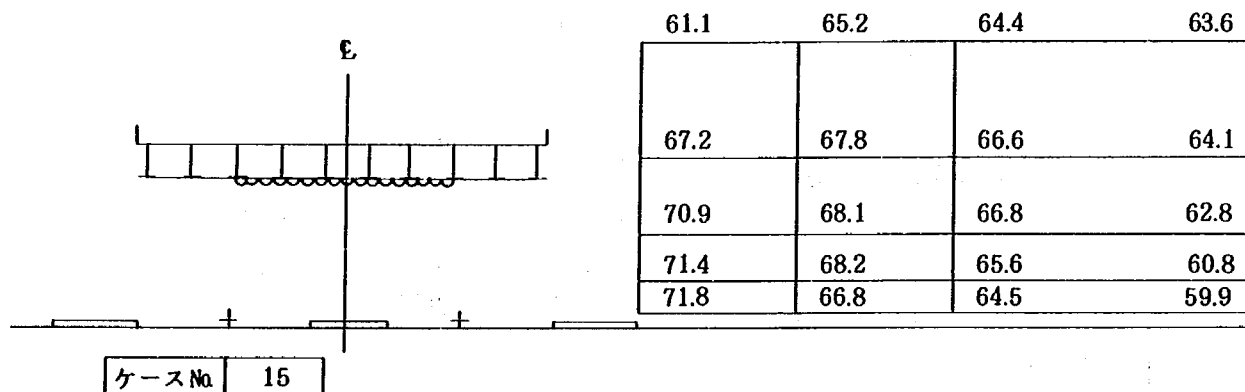


図 1.95 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 1,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

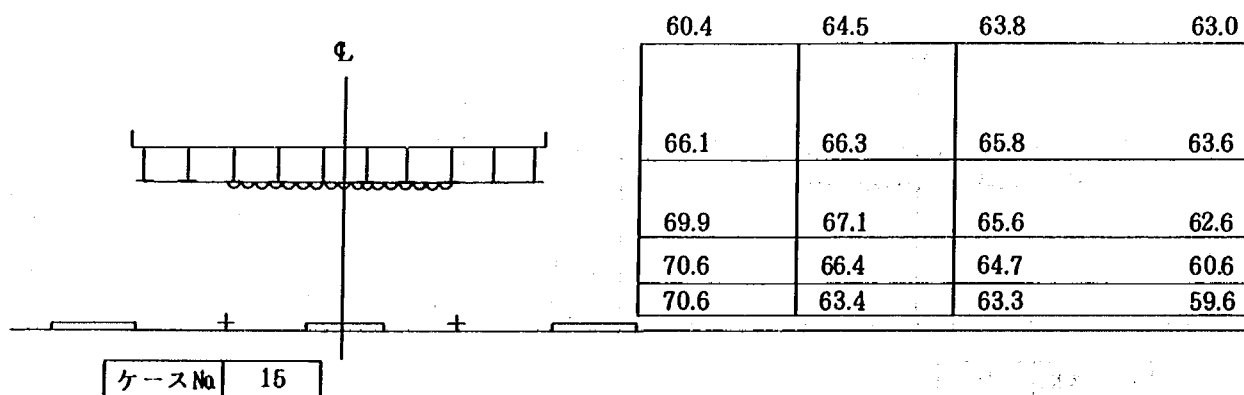
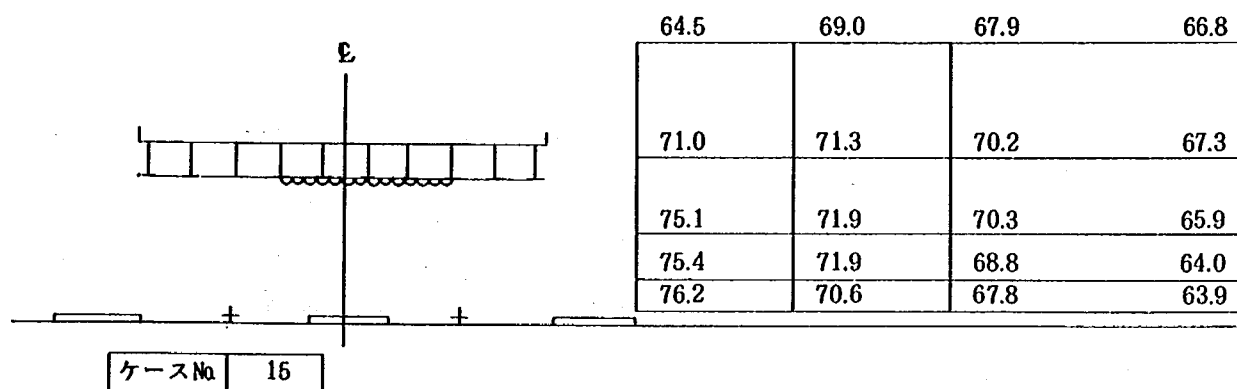
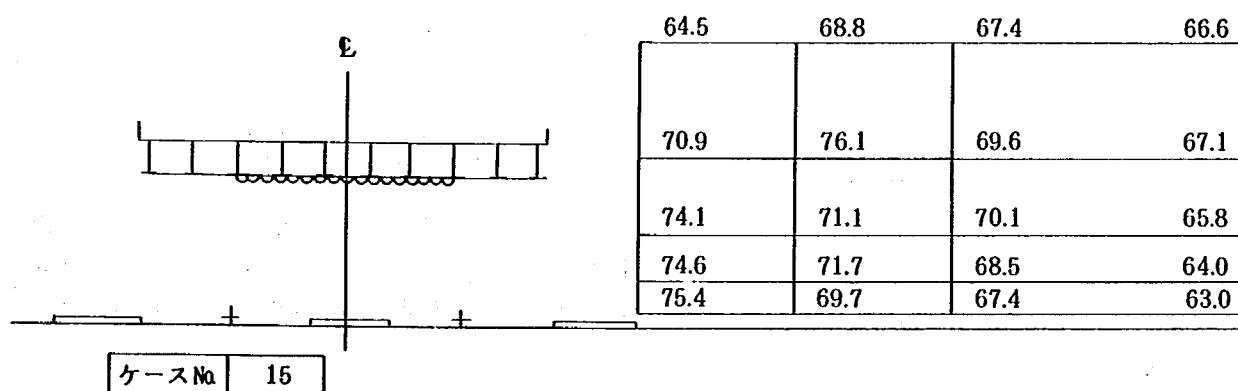


図 1.96 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 2,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

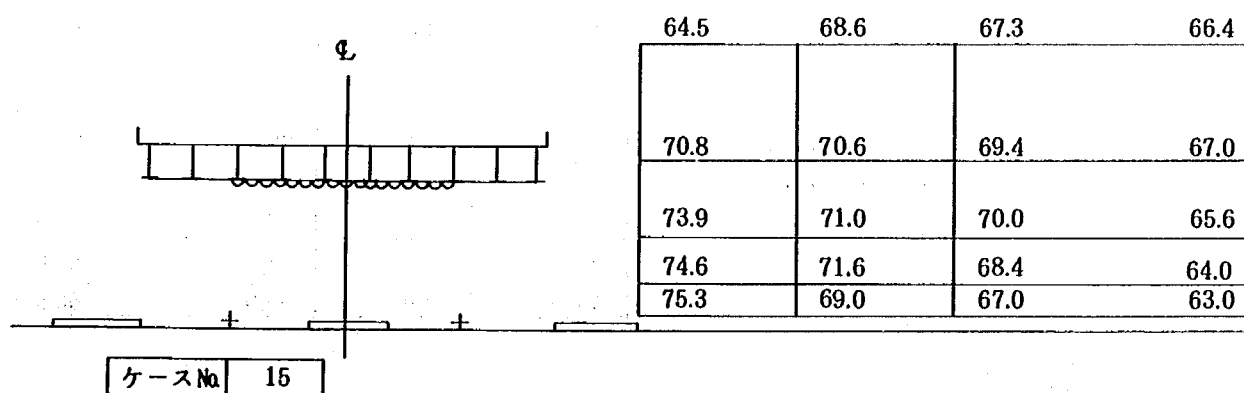
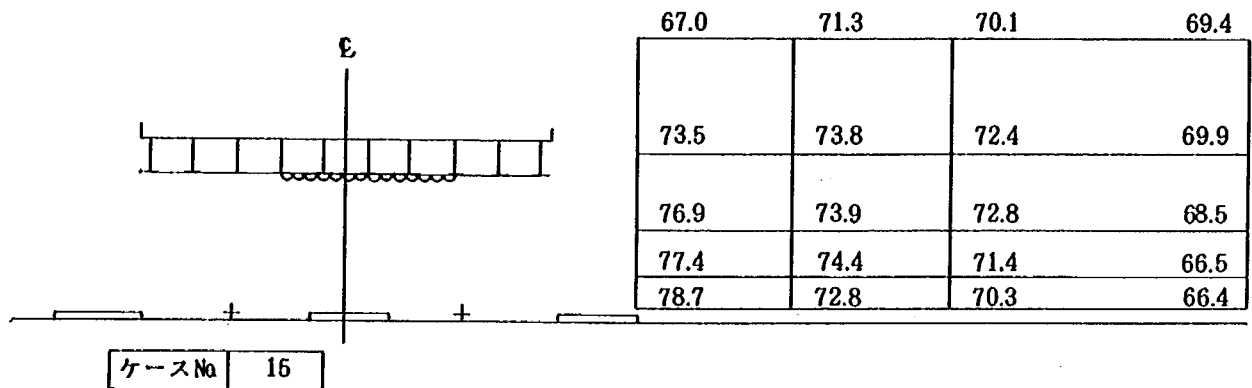
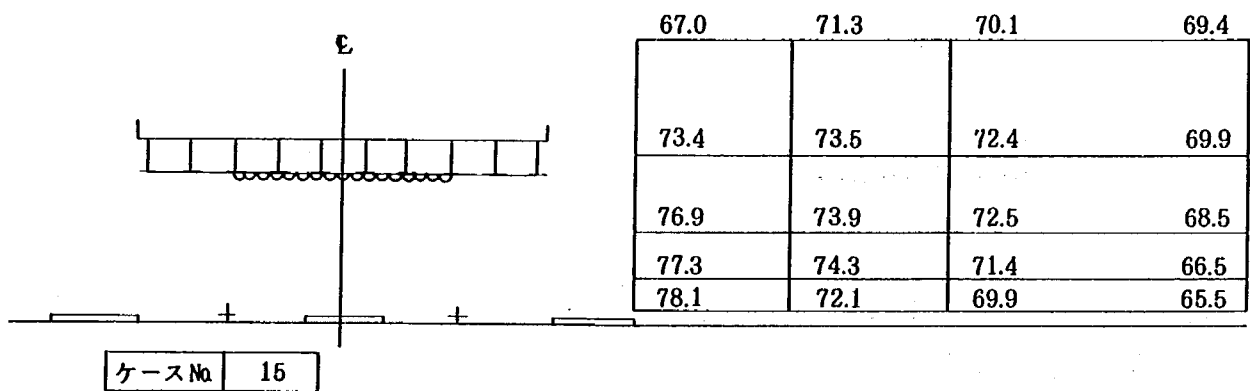


図 1.97 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 4,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

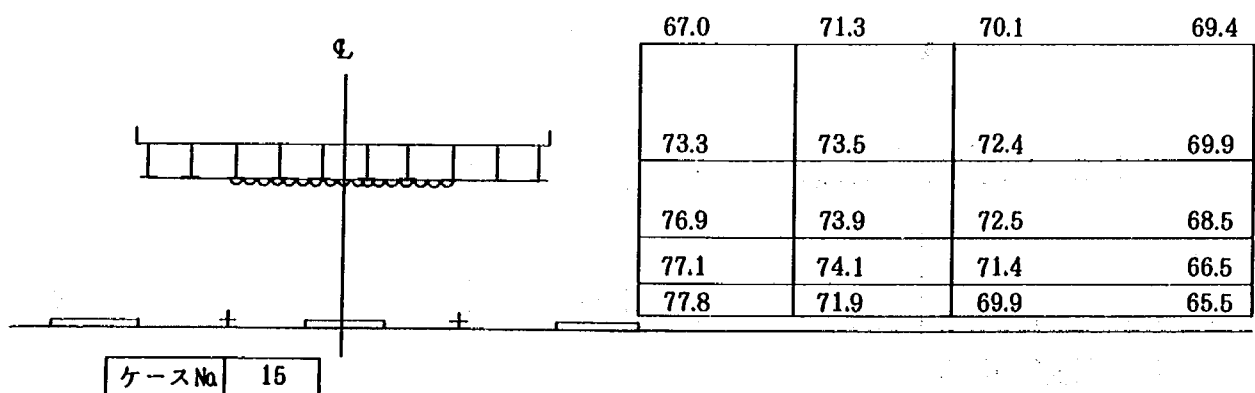


図 1.98 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 8,000 台/h)

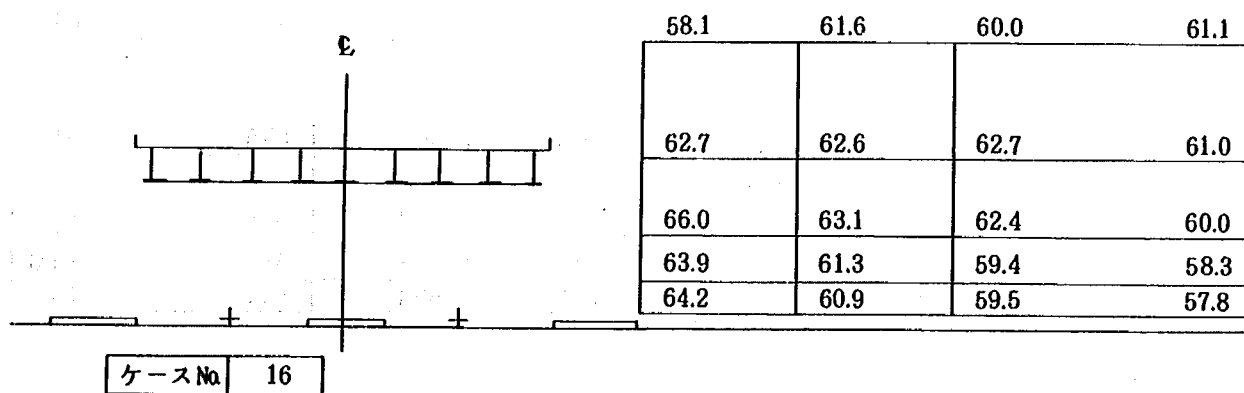
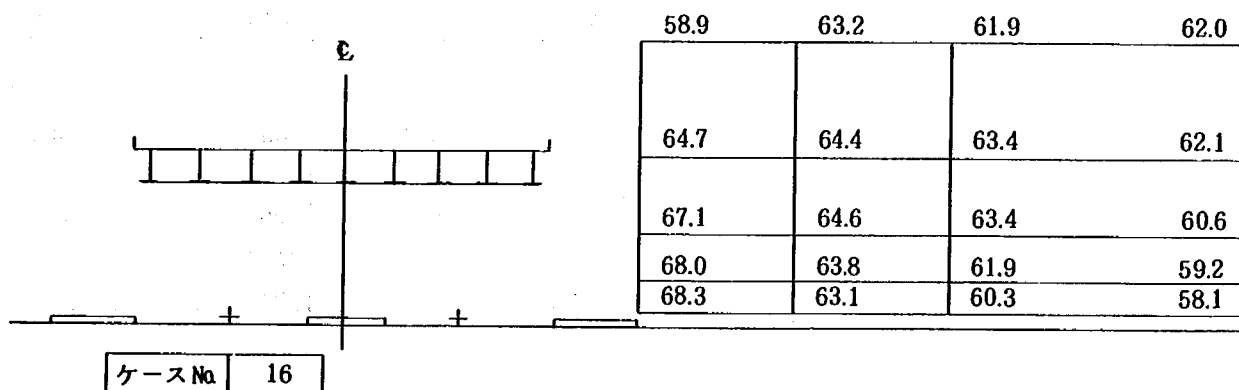
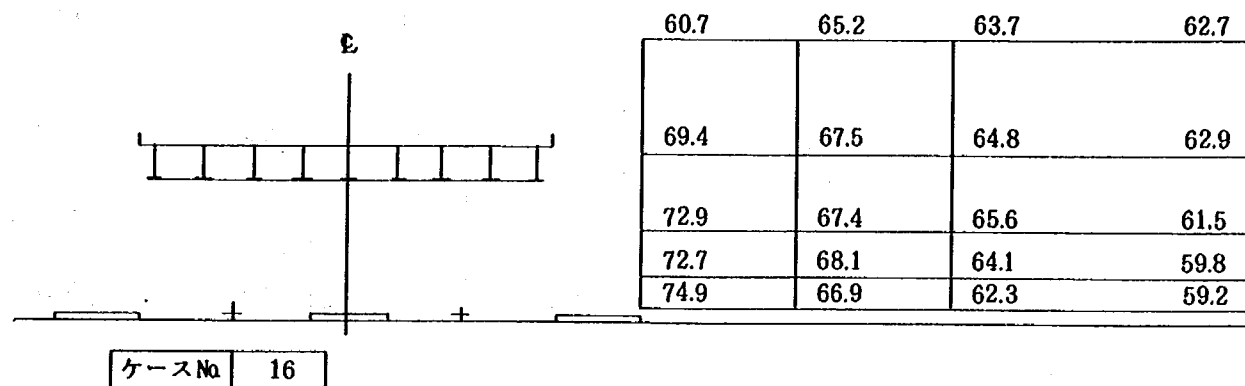
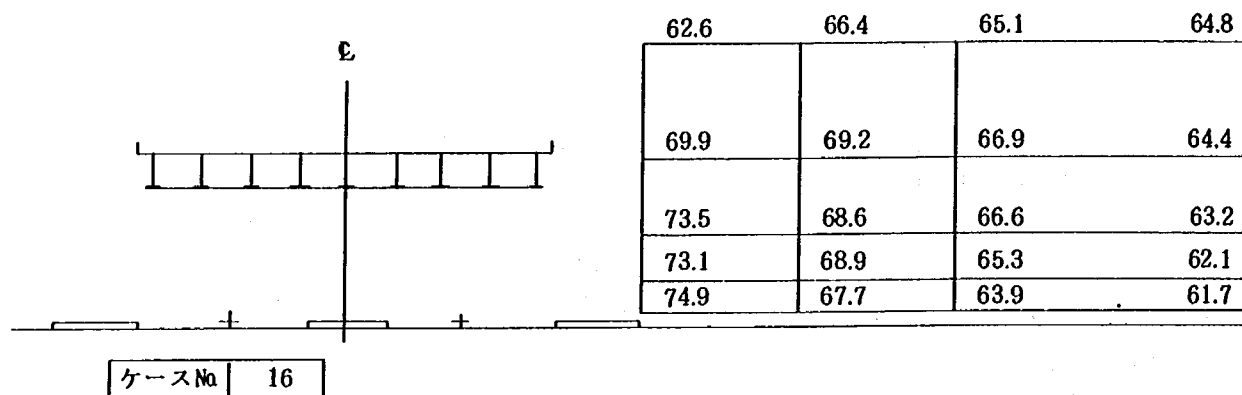
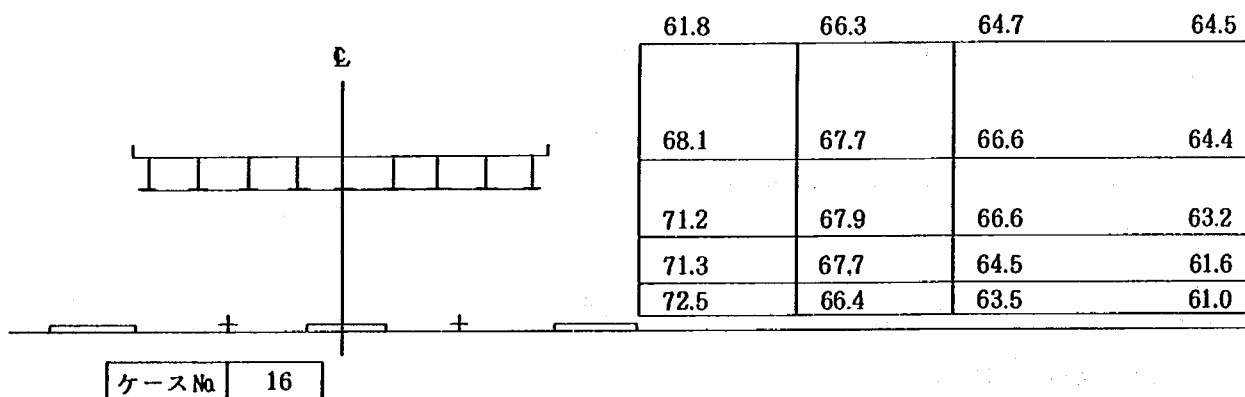


図 1.99 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 1,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

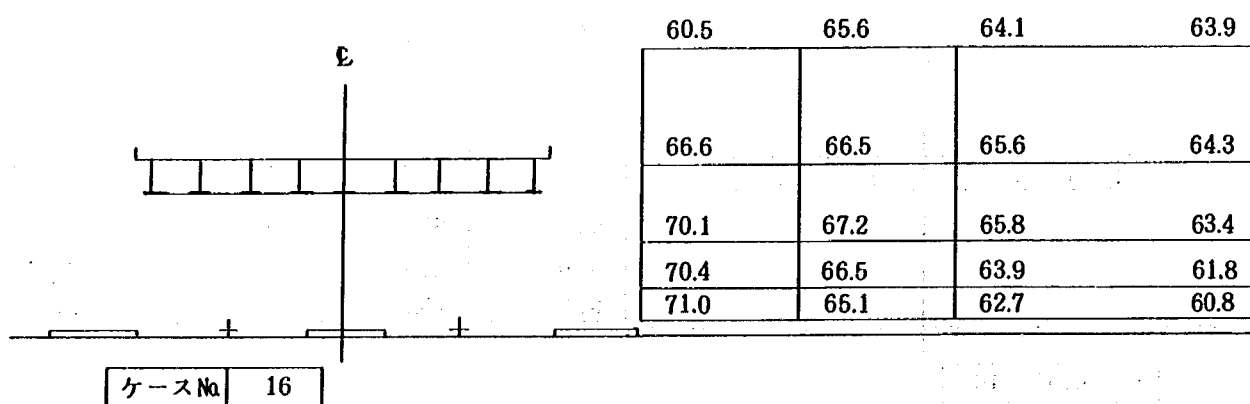
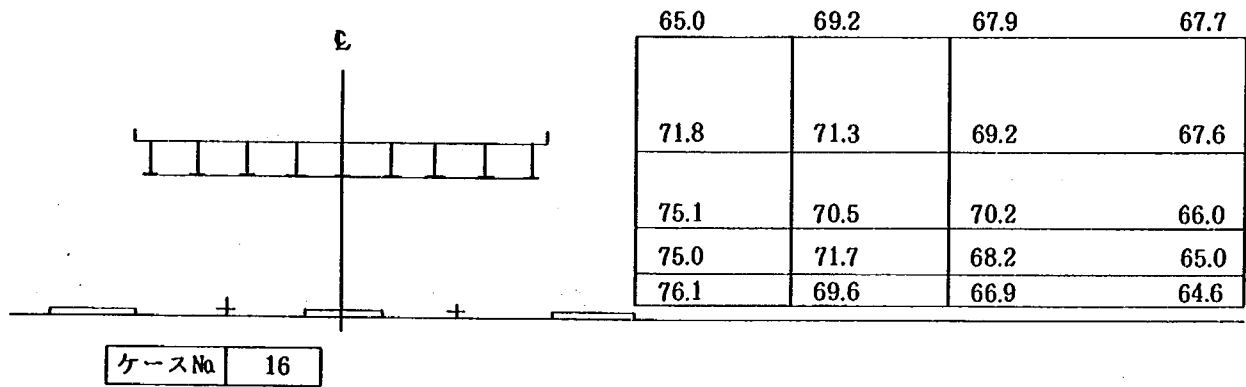
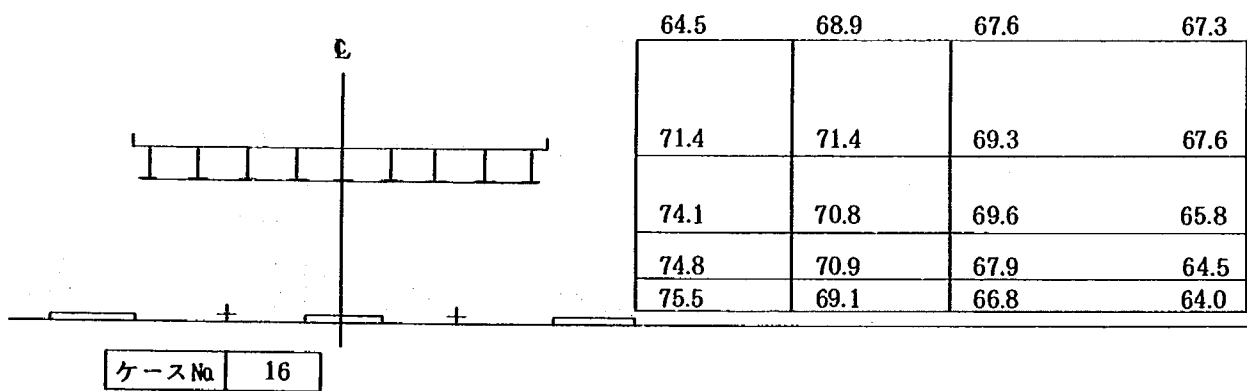


図 1.100 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 2,000 台/h)

L 5



L 50



L 95

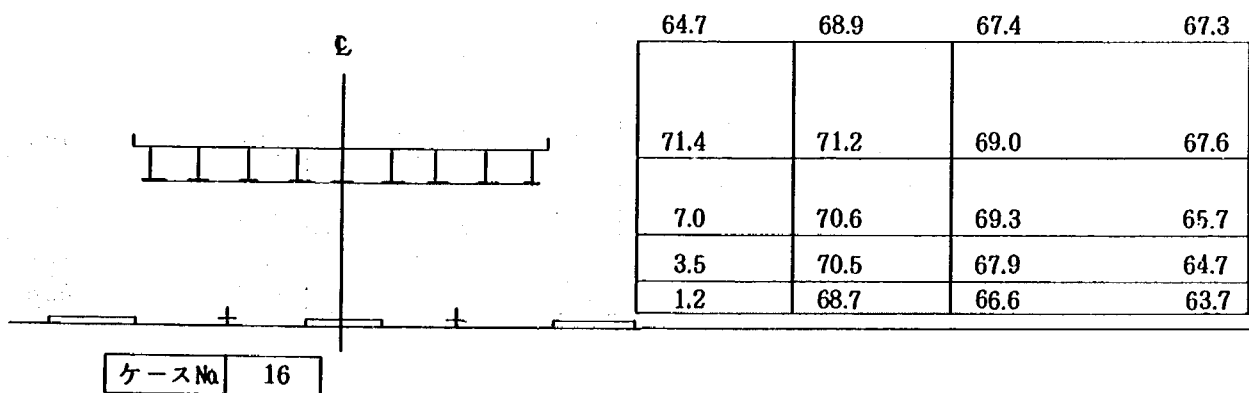


図 1.101 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 4,000 台/h)

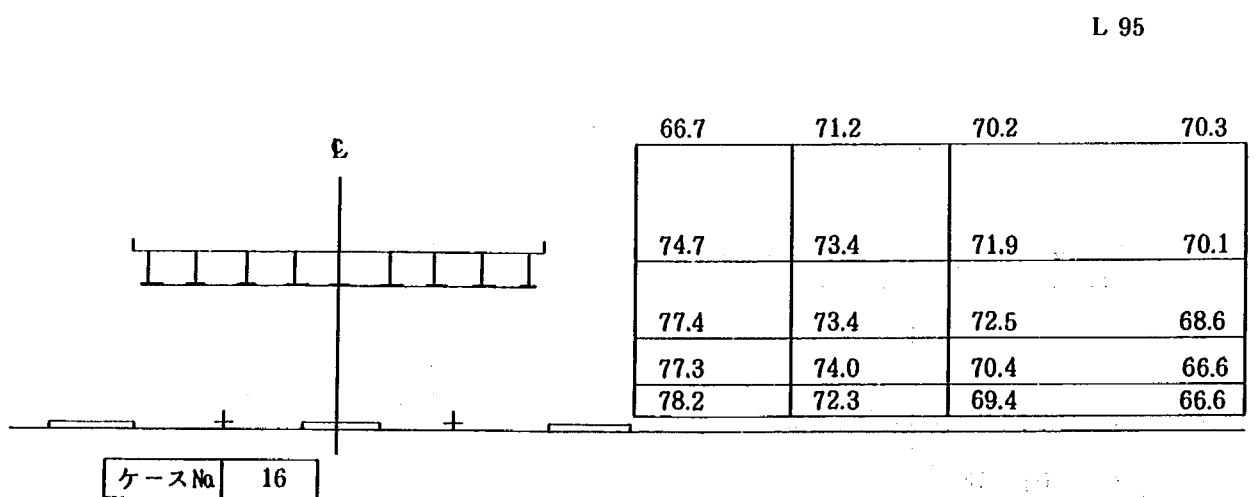
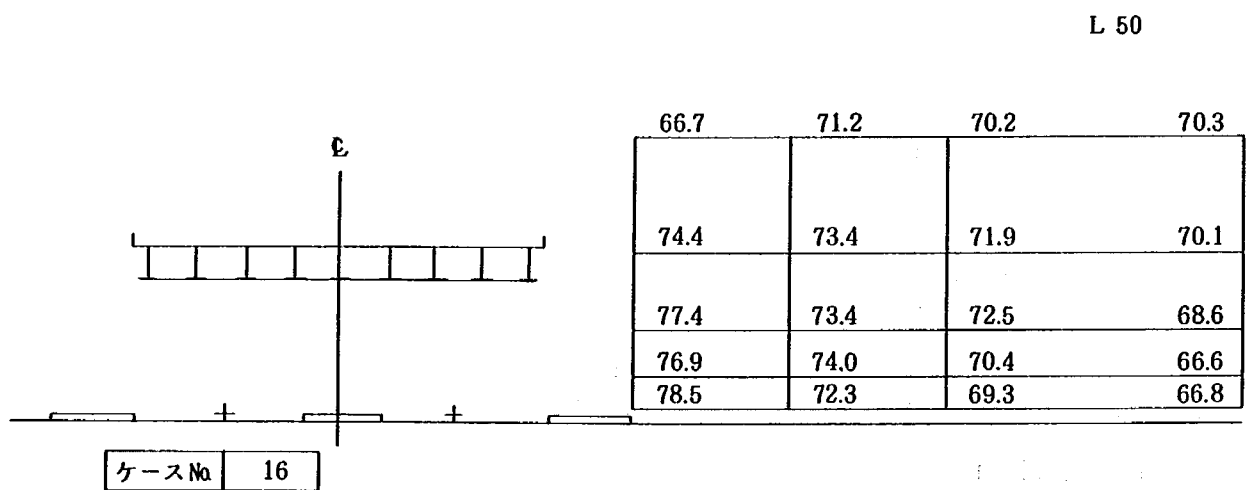
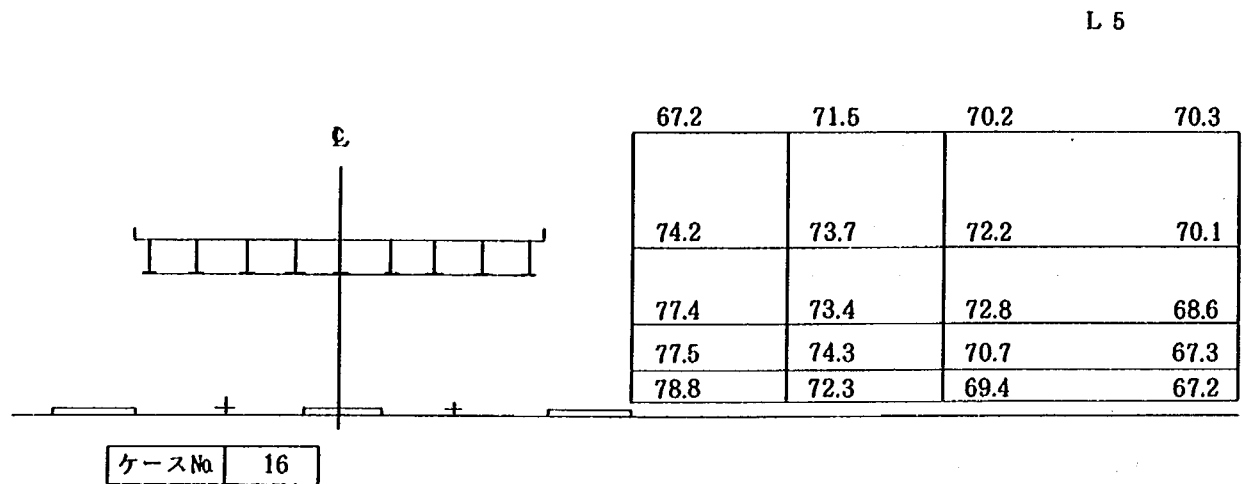


図 1.102 道路構造別の騒音レベル (断面交通量 8,000 台/h)

2. 高架裏面の吸音処理効果調査

前項1に示した模型実験の結果により、高架裏面に吸音処理を施した場合の対策効果が把握できる。しかし、模型実験が小縮尺であるため、実際に施工する場合に用いられる表面保護板などが考慮されていない。特に、高架裏面の吸音処理という特殊な条件下では、音の入射角度が残響室内でのそれと異なると考えられるため、表面保護板など音の入射に対して不均質に作用すると考えられる要因を再現することが望ましい。

ここでは、大縮尺の模型実験によってより詳細に高架裏面吸音処理の対策効果を調査し、整理を行った。

2.1 調査概要

(1) 実験条件

実験は前項1.1に示した無響室で行った。

高架道路は実際には平面道路から所定の高さに位置しており、平面道路面による音の反射が騒音レベルに影響すると考えられる。しかし、路面の反射を考慮すると測定が非常に困難になることから、吸音対策による高架裏面からの反射音のみに着目することとした。つまり、高架道路模型のI桁部分を上向き（実際と逆）として無響室床面に設置し、模型部分を除いた床面にグラスウール（密度 24 kg/m^3 ）を敷きつめて床面からの反射音を除去した。音響的には高架道路のみが存在し、平面道路がない状態を再現したこととなる。

縮尺比は、吸音パネルのより詳細な再現と無響室の大きさを考慮して $1/8$ とした。また、測定周波数は、 $2 \text{ K} \sim 16 \text{ KHz}$ ($1/1$ オクターブバンド中心周波数)とし、実物の周波数 $250 \sim 2 \text{ KHz}$ に対応させた。

(2) 模型形状と使用材料

模型は図2.1に示す形状のものを4体製作した。高架道路の縦断方向は模型の長辺（ 2.5 m の部分）に対応しており、4体つなぎ合わせると道路延長は 10 m となる。これは実物換算で 80 m の道路に相当する。

実物の構造物はコンクリート（床板）と鋼材（桁）を主要材料としているため音響的には完全反射とみることができる。このため、模型材料も測定周波数に対して完全反射である必要があり、ここではラワンベニヤと木板を材料として目つぶしを施した後、ペイントの2回塗装で仕上げている。

高架裏面の吸音処理に用いる吸音パネルはその形状、音響特性ができるだけ実物に類似したものとした。実際に耐久性を必要とする吸音パネルとしては、穴あきアルミ板、グラスウール（フィルム被膜）、空気層のサンドイッチ構造が多用されているため、本実験ではこの構造を再現した。模型の構造は穴あきパンチングメタル（ $\phi 1.9$, 3 mm ピッチ）とフェルト（厚さ 2 mm ）を組合わせたものであり、その吸音特性は図2.2に示す通りである。

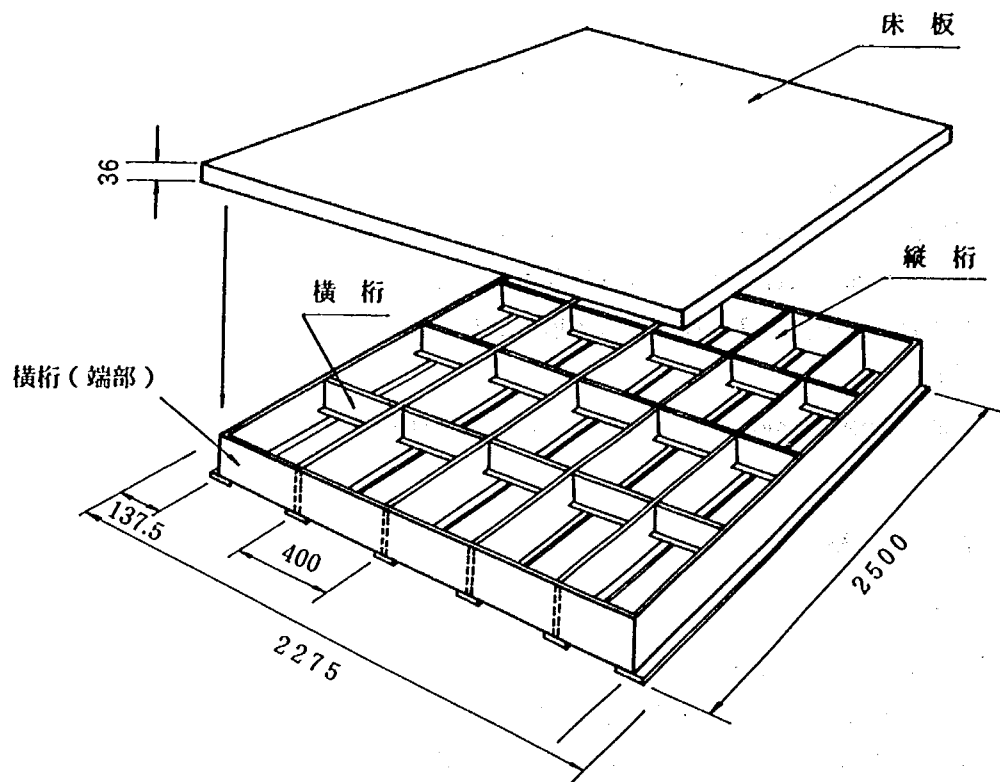


図 2.1 模型ユニット (単位: mm)

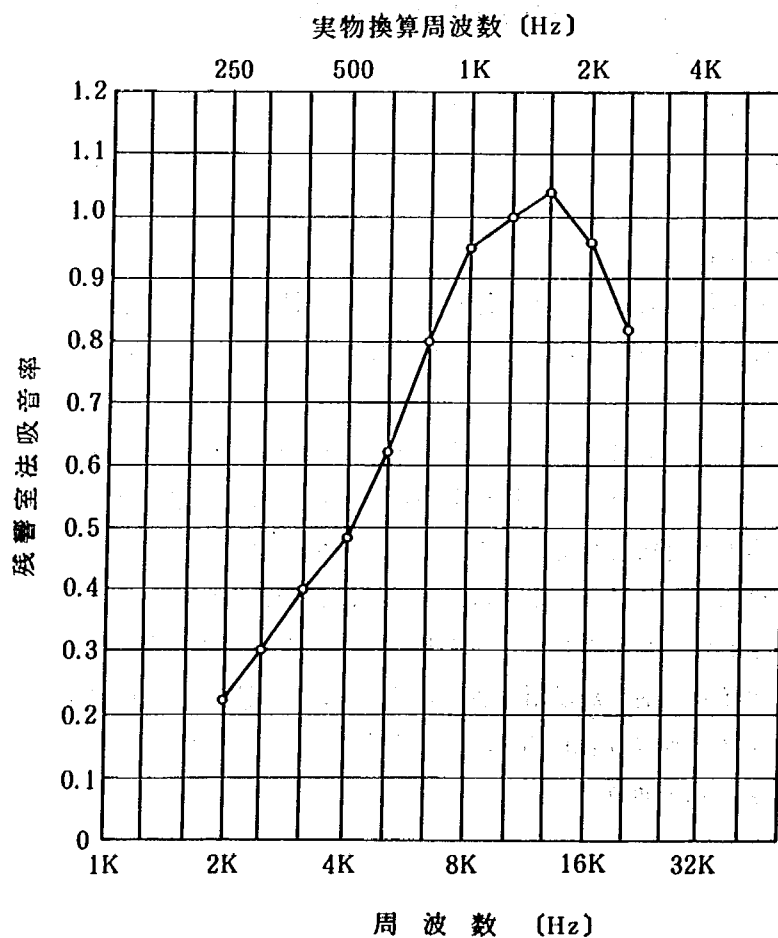


図 2.2 模型吸音パネルの吸音特性

(3) 音源および受音点

音源と受音点の配置は図2.3に示す通りである。これは、図2.4に示す道路断面および音源、受音点位置を想定して定めており、前項1.高架道路周辺の騒音分布調査の実験断面に対応している。高架高さ12mに相当する音源はSP①とSP②であり、音源高さ0.3mを見込んでいる。また、受音点はMIC①～MIC③でありMIC①は車道端高さ1.2m、MIC②は路肩端高さ1.2m、MIC③は路肩端高さ3.5mにそれぞれ配置している。高架高さ9mに相当する音源はSP③とSP④、受音点はMIC①～MIC③であり、対応は高架高さ12mの場合と同様である。

音源SP①、SP③と受音点を配置した断面は同一断面であり、受音点の正面を自動車が通過する場合に対応し、音源SP②、SP④は騒音が斜方向から伝播する場合に対応している。

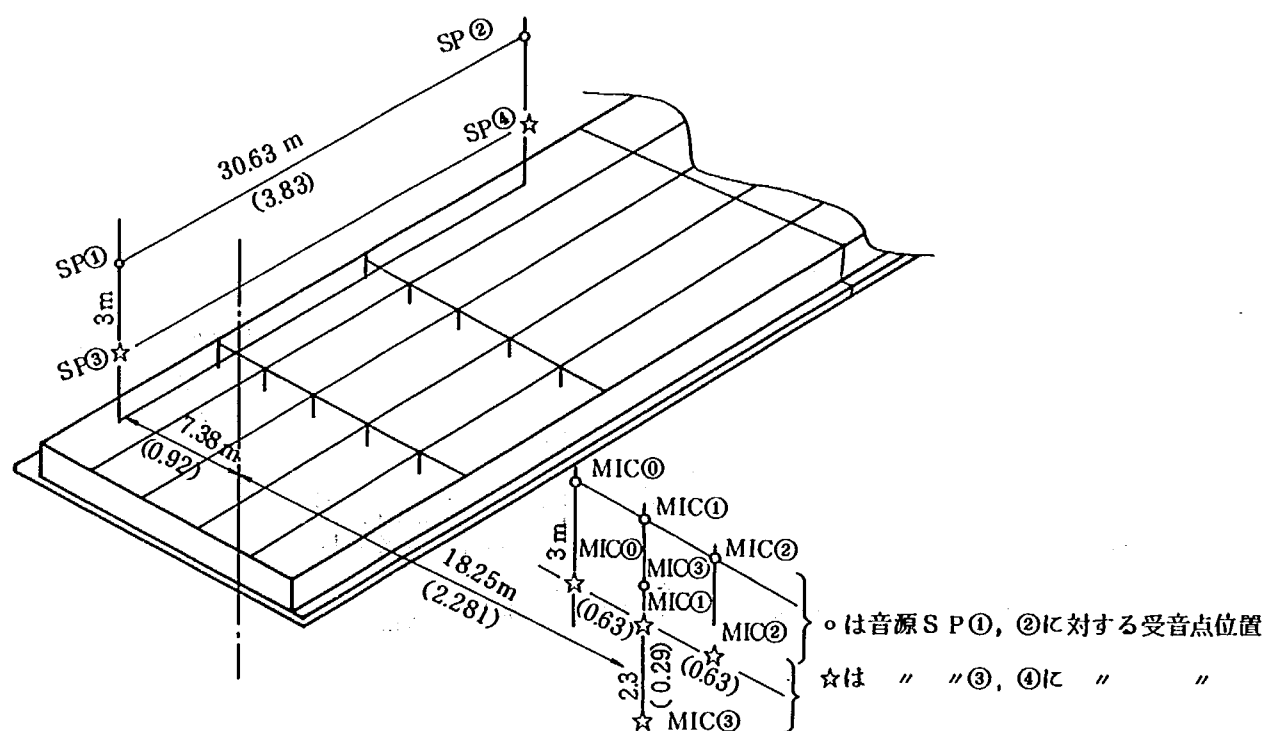
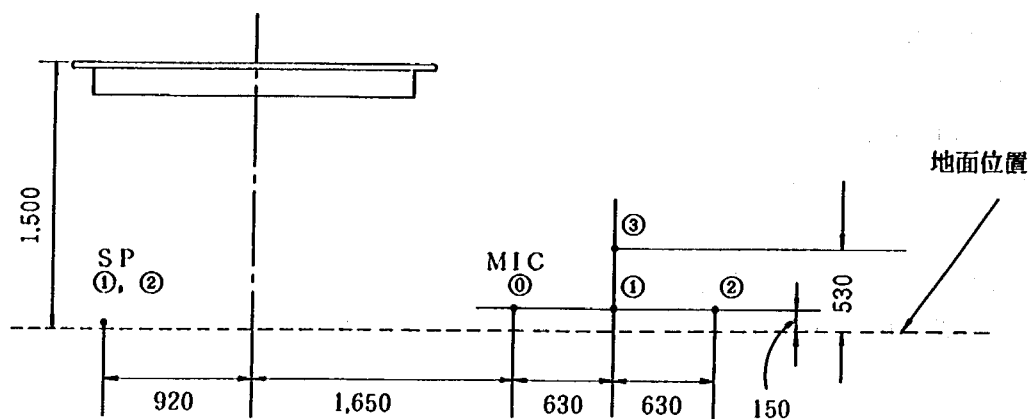


図2.3 音源、受音点位置 (内は模型寸法)

(1) 高架高さ12mの場合



(2) 高架高さ9mの場合

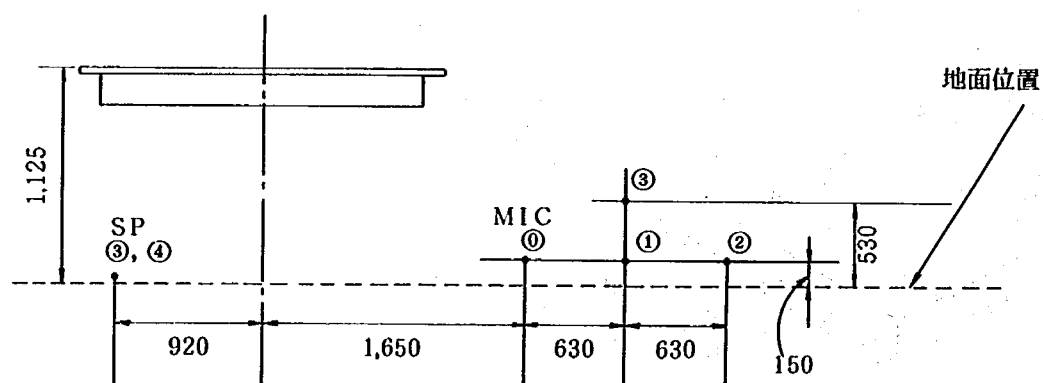
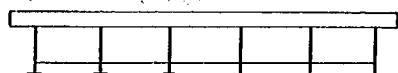


図 2.4 対応する高架構造 (単位: mm)

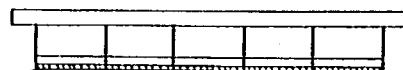
(4) 実験断面

実験断面は4種類の吸音条件と吸音処理なし（基準断面）の5ケースで、図2.5に示す通りである。

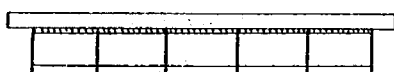
ケース① 吸音処理なし



ケース④ 主桁フランジ上吸音処理



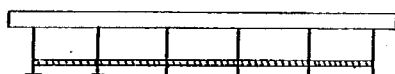
ケース② 床板裏面吸音処理



ケース⑤ 全面吸音処理



ケース③ 横桁フランジ下吸音処理



 吸音パネルを示す。

図2.5 実験断面

(5) 実験方法および解析

実験は音源からパルス音を発生し、受音点で受けた信号の時間変化を測定するものである。

測定機器および測定手順を図 2.6 に示す。

測定手順は、図 2.6 を参考にとすると以下のようになる。

- 1) スピーカにパルス信号①を入力し、パルス音②を発生する。この場合、パルス音②はスピーカの過渡特性のためパルス信号①の後に尾を引いた形となる。
- 2) マイクロホンの受音波形③をFFTに取り込む。
- 3) 1), 2) の作業を10回繰り返して同期加算を行う。これはS/N比の改善をはかるものであり、予備実験で加算回数(10回)を決定した。ここで得られた受音波形の1例を図 2.7 に示す。直接音と反射音が分離され、反射音が数回に別れて到達していることがわかる。
- 4) 受音波形③を直接音④と反射音⑤に分離し、演算処理(フーリエ変換)によりそれぞれのパワースペクトル⑥, ⑦を算出する。
- 5) パワースペクトル⑥, ⑦から周波数別の音圧レベルを合成計算により求める。

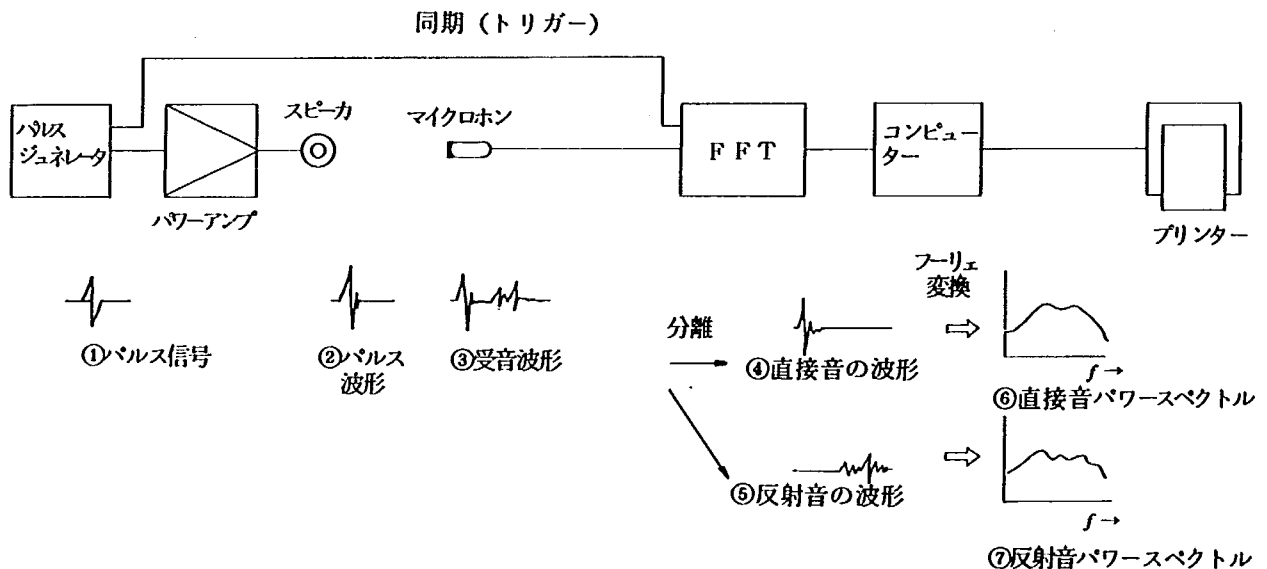


図 2.6 測定手順

Y-MAX (V) : .7 X-MAX (ms) : 19.89
START ELEM #: 200 END ELEM # : 1501

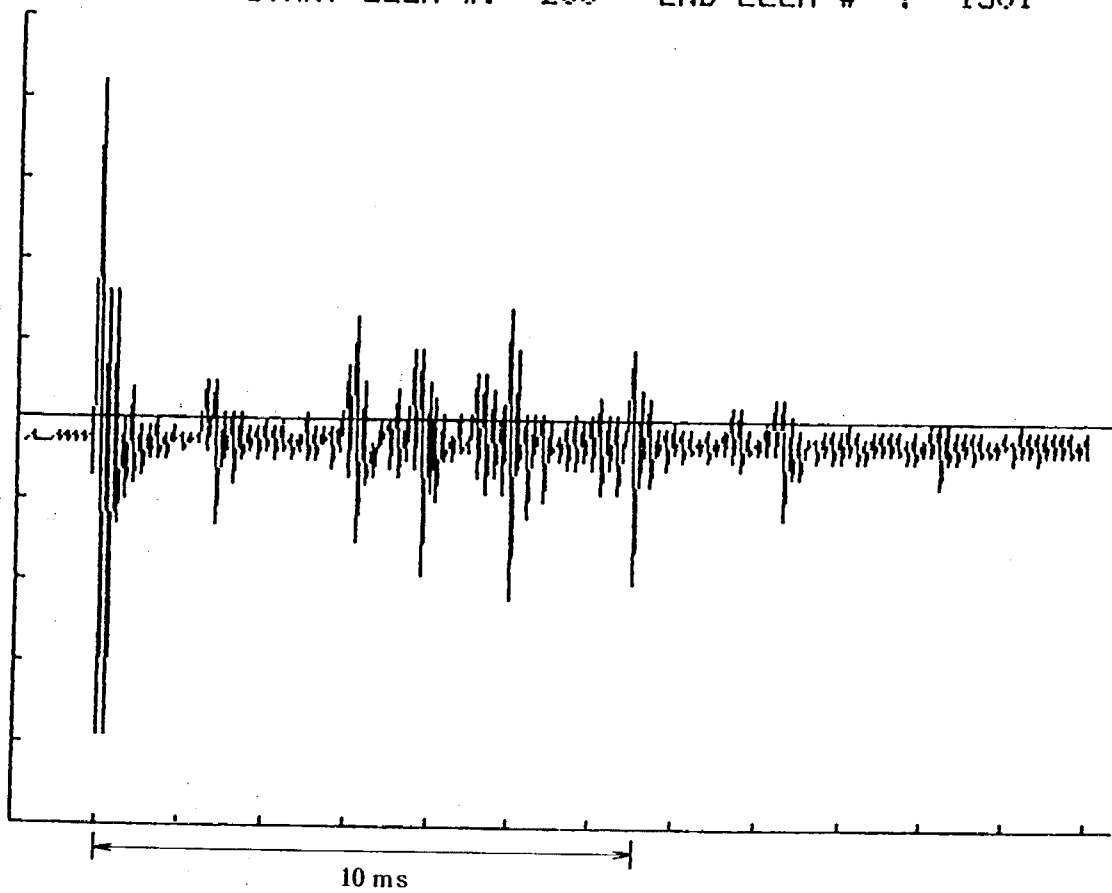


图2.7 收音波形例

スピーカの入力波形を図 2.8 に、その周波数特性を図 2.9 に示す。このように測定周波数範囲で十分な特性が得られていることがわかる。スピーカの指向特性は、図 2.10 に示すようにスピーカの正面で鋭くなるため、実験の際には音源と受音点を結ぶラインに対して横向きに配置し、音源から受音点に向かう音が無指向性となるように配慮した。

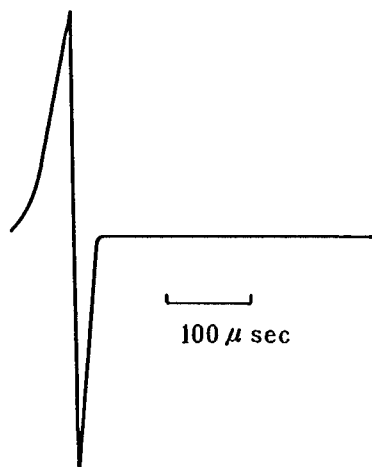


図 2.8 入力波形

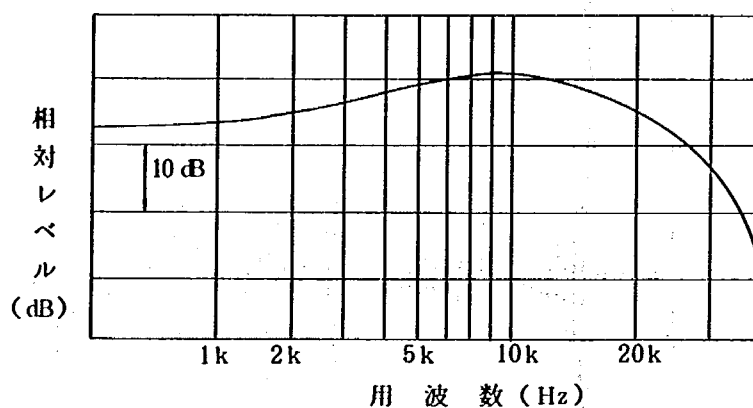


図 2.9 入力波形の周波数特性

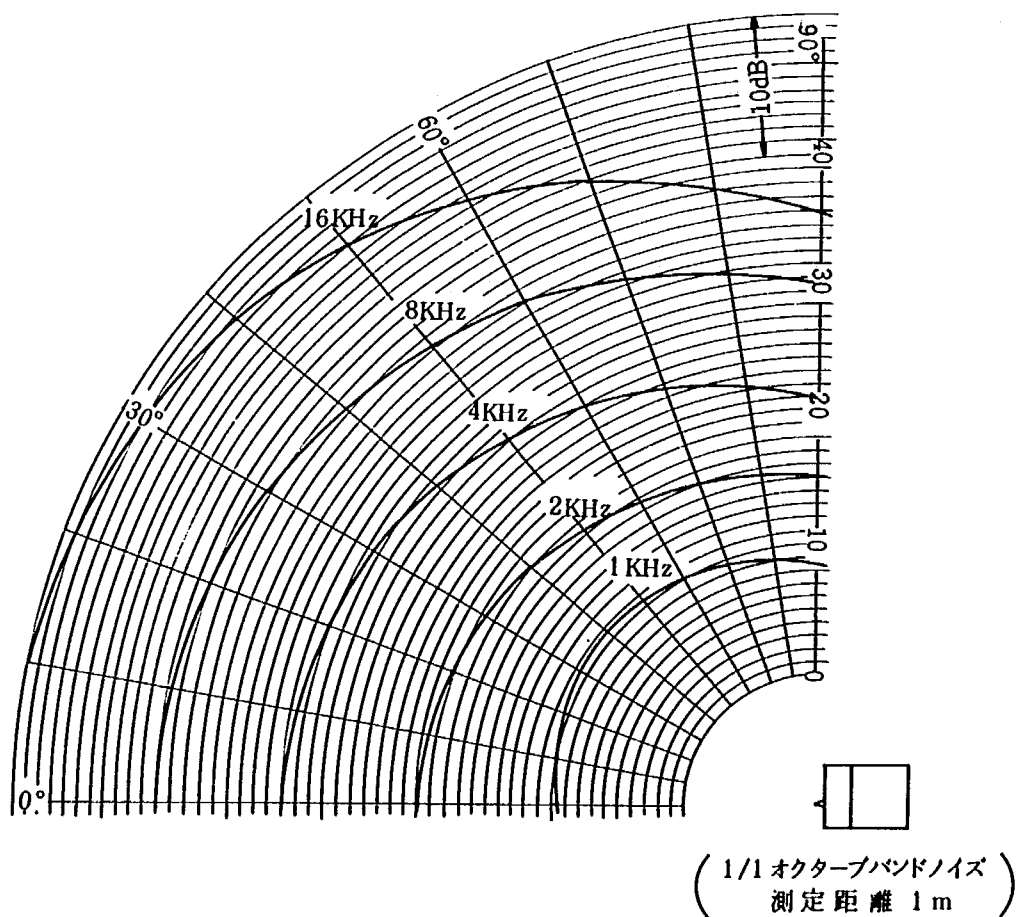


図 2.10 スピーカの指向特性

2.2 調査結果

2.2.1 吸音処理の効果

音源、受音点位置および高架裏面の吸音処理方法別に測定された受音波形を2.2.2実験データにまとめて示す。この波形をもとにして直接音と反射音の周波数別音圧レベルを算出し、高架裏面の吸音処理効果について整理した。

(1) 直接音の性状

表2.1に直接音の音圧レベルをまとめて示す。ただし、直接音が異常値を示した3条件(表中I)で示す。)については、これを除いて平均値を求めている。

自由空間におかれた無指向性点音源から放射された音の音圧レベルは、音源の出力と受音点までの距離で規定される。本実験においても受音波形から算出された直接音は、高架裏面の吸音処理方法に関係なく上記の基本性状をもつと考えられる。そこで音源SP①、受音点MIC⑥の場合の音圧レベルを基準値(0 dB)として、実験結果から相対音圧レベルを求め、次式で求めた計算結果と比較した。

$$\Delta L_{ij} = 20 \log_{10} \frac{\ell_{10}}{r_{ij}}$$

ℓ_{10} : SP①とMIC⑥の距離(m)

r_{ij} : 各音源、受音点の距離(m)

実験結果から求めた相対レベルと計算結果を表2.2に示す。これによると、両者の結果はほぼ一致しており、吸音効果を算出する場合の基礎となる直接音の実測値が妥当であると判断できる。

(2) 反射音の性状

各実験条件について、反射音の音圧レベルを算出し、それぞれの条件における直接音の音圧レベルとの差(反射音レベル-直接音レベル)を整理して表2.3に示す。

反射音は2.2.2実験データで示すように直接音に続いていくつかの反射音が時間軸上に分離して現れている。これは、高架裏面に吸音処理を行っていない場合(実験ケース①)に最も顕著に見られる。本実験では、地面を無視しているため高架裏面が反射性の平面であれば、音源からの直接音のあとに正反射した音が1回だけ現われることになる。実際には、時間軸上での反射音は非常に複雑になっている。これは、高架裏面の縦桁、横桁による反射が存在し、受音点にいくつかの反射音が到達するためである。

このため、直接音と反射音を分離する場合には音源と受音点の組み合わせにより反射音の状況が異なり、受音波形を観測してその時間領域を決定する必要がある。つまり、時間領域は音源と受音点の組み合わせにより変化し、直接音および反射音の中に含まれる暗騒音の寄与度が音源と受音点の組み合わせにより異なってくる。したがって、厳密にはそれらを単純に比較することは適当でないが、実際には時間長は大きく変化していないこと、十分なSN比が得られていることからその誤差は小さいものと考えられるため、ここでは時間長の違いを無視して解析している。

表 2.1 直接音一覧表 (単位: dB)

受音点No	音源No 道路形状 周波数	音源 No 1						音源 No 3						音源 No 2						音源 No 4					
		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	平均	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	平均	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	平均	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5	平均
0	2 kHz	31.5	31.8	32.1	32.3	32.4	32.0	30.6	32.3	31.9	31.8	32.1	31.7	26.4	28.0	28.0	27.8	28.1	27.7	27.2	28.1	28.3	27.3	27.8	27.7
	4 kHz	31.6	31.9	32.1	32.7	32.4	32.1	31.9	32.4	32.1	32.3	32.2	32.2	26.0	27.7	28.0	27.9	27.8	27.5	27.1	27.9	28.4	27.2	28.0	27.7
	8 kHz	23.1	24.1	24.2	25.2	24.4	24.2	25.4	24.7	23.9	24.8	24.5	24.7	17.6	18.9	19.6	19.8	19.7	19.1	19.0	20.1	20.5	19.3	19.7	19.7
	16 kHz	17.1	19.3	18.7	20.5	19.0	18.9	20.2	18.7	17.2	20.0	19.1	19.0	11.6	12.8	14.0	15.0	13.6	13.4	11.3	14.6	14.8	13.2	13.3	13.4
1	2 kHz	29.4	29.4	30.3	30.4	30.2	29.9	29.0	29.3	30.2	29.8	30.1	29.7	26.5	27.3	27.3	27.6	26.7	27.1	26.5	27.2	27.0	26.3	26.9	26.8
	4 kHz	29.6	29.4	30.3	30.6	30.2	30.0	30.0	29.1	30.4	30.2	30.2	30.0	26.4	26.8	26.8	28.1	26.8	27.0	26.6	26.9	26.7	26.1	26.8	26.6
	8 kHz	21.3	21.4	22.2	22.8	22.3	22.0	23.2	20.7	22.7	22.4	22.4	22.3	18.2	18.1	17.9	20.4	18.5	18.6	18.9	18.6	17.9	17.5	18.5	18.3
	16 kHz	16.0	15.8	16.9	18.0	16.5	16.6	17.7	(11.8)	16.7	17.7	16.9	17.3 (4ヶ の平均)	11.6	11.5	9.7	14.9	12.1	12.0	12.7	13.2	11.2	10.2	11.9	11.8
2	2 kHz	27.1	27.9	28.8	28.7	28.6	28.2	27.0	27.8	28.7	28.2	28.5	28.0	25.8	26.4	26.6	25.9	25.9	26.1	25.2	26.7	27.5	25.8	25.7	26.2
	4 kHz	27.8	27.8	28.6	28.6	28.3	28.3	28.2	27.8	28.8	28.4	28.5	28.3	25.8	26.1	26.4	25.5	25.9	25.9	24.6	26.5	28.0	25.2	25.5	26.0
	8 kHz	20.9	19.8	20.5	20.1	20.2	20.4	21.5	19.8	21.2	20.8	20.7	20.8	18.2	17.9	18.7	17.0	17.8	17.9	16.1	18.3	20.2	16.3	17.4	17.7
	16 kHz	16.0	14.7	14.1	12.2	14.0	14.2	16.2	14.4	16.0	14.9	15.3	15.4	13.3	12.5	15.0	10.3	12.0	12.6	(5.3)	12.4	13.8	(7.6)	11.3	12.5 (3ヶ の平均)
3	2 kHz	29.6	29.5	30.2	30.3	30.5	30.0	28.8	29.4	30.3	29.8	30.2	29.7	26.6	27.4	27.4	26.6	26.5	26.9	27.2	27.3	27.1	26.5	27.2	27.1
	4 kHz	29.6	29.4	30.1	30.7	30.5	30.1	30.0	29.4	30.3	30.1	30.1	30.0	26.5	26.7	27.1	26.4	26.5	26.6	27.0	26.9	26.8	26.3	26.8	26.8
	8 kHz	22.0	21.6	21.9	22.8	22.8	22.2	23.5	21.6	22.5	22.4	22.1	22.4	18.0	18.4	18.7	18.4	18.4	18.4	19.0	18.6	18.7	18.3	18.4	18.6
	16 kHz	16.9	17.2	15.9	19.2	18.5	17.5	19.1	15.3	17.7	18.0	17.1	17.4	13.1	13.1	13.8	12.4	13.1	13.1	12.7	13.0	14.1	12.2	11.5	12.7

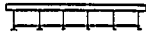
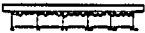
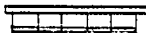
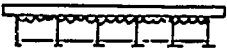
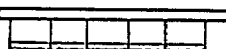
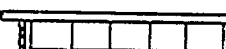
ケースNo	ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
道路形状					

表 2.2 相対音圧レベル (単位: dB)

音 源	受 音 点	実 験 値					計 算 値
		周 波 数 (Hz)				平 均	
		2 k	4 k	8 k	16 k		
1	0	0	0	0	0	- 0	0
	1	- 2.1	- 2.1	- 2.2	- 2.3	- 2.2	- 1.9
	2	- 3.8	- 3.8	- 3.8	- 4.7	- 4.0	- 3.5
	3	- 2.0	- 2.0	- 2.0	- 1.4	- 1.8	- 1.9
2	0	- 4.3	- 4.6	- 5.1	- 5.5	- 4.9	- 5.1
	1	- 4.9	- 5.0	- 5.6	- 6.9	- 5.6	- 5.8
	2	- 5.9	- 6.2	- 6.3	- 6.3	- 6.2	- 6.5
	3	- 5.1	- 5.5	- 5.8	- 5.8	- 5.6	- 5.8
3	0	- 0.3	+ 0.1	+ 0.5	+ 0.1	+ 0.1	0
	1	- 2.3	- 2.0	- 1.9	- 1.6	- 1.9	- 1.9
	2	- 4.0	- 3.8	- 3.4	- 3.5	- 3.7	- 3.5
	3	- 2.3	- 2.0	- 1.8	- 1.5	- 1.9	- 1.9
4	0	- 4.3	- 4.4	- 4.5	- 5.5	- 4.7	- 5.1
	1	- 5.2	- 5.4	- 5.9	- 7.1	- 5.9	- 5.8
	2	- 5.8	- 6.1	- 6.5	- 6.4	- 6.2	- 6.5
	3	- 4.9	- 5.3	- 5.6	- 6.2	- 5.5	- 5.8

表 2.3 直接音に対する反射音レベル (反射音レベルー直接音レベル)

道路形状 道路断面 高架高さ		ケース 1				ケース 2				ケース 3				ケース 4				ケース 5			
		正面		斜め		正面		斜め		正面		斜め		正面		斜め		正面		斜め	
		12.0m	9.0m	12.0m	9.0m	12.0m	9.0m	12.0m	9.0m	12.0m	9.0m	12.0m	9.0m	12.0m	9.0m	12.0m	9.0m	12.0m	9.0m	12.0m	9.0m
		No. 1	No. 3	No. 2	No. 4	No. 1	No. 3	No. 2	No. 4	No. 1	No. 3	No. 2	No. 4	No. 1	No. 3	No. 2	No. 4	No. 1	No. 3	No. 2	No. 4
受音点	周波数																				
0	2 kHz	-3.6	-0.7	-4.4	-5.5	-5.2	-3.3	-10.5	-6.7	-5.8	-3.8	-5.5	-8.1	-6.5	-5.1	-11.3	-8.3	-7.2	-6.0	-9.1	-9.5
	4 kHz	-1.0	2.4	-5.9	-5.8	-6.2	-2.8	-9.5	-7.7	-6.5	-4.0	-9.1	-8.5	-6.3	-5.3	-10.4	-8.3	-19.2	-8.6	-13.2	-13.7
	8 kHz	2.5	1.6	-6.3	-3.4	-4.6	-5.4	-10.7	-5.4	-5.5	-4.0	-7.5	-5.6	-5.0	-5.1	-10.2	-7.1	-8.7	-8.0	-12.6	-12.2
	16 kHz	-0.9	-5.3	-3.9	-3.9	-8.5	-6.7	-5.6	-4.7	-5.8	-7.9	-3.5	-5.1	-11.1	-12.9	-10.0	-8.4	-13.2	-10.5	-7.2	-8.1
1	2 kHz	-2.6	0.6	-9.0	-7.4	-4.6	-2.3	-9.2	-7.6	-6.3	-3.9	-9.2	-9.0	-6.8	-3.7	-11.8	-11.2	-7.8	-4.3	-10.8	-10.2
	4 kHz	-1.1	3.7	-7.4	-6.5	-5.1	-0.3	-8.4	-10.5	-6.9	-1.3	-7.8	-10.0	-7.2	-2.7	-10.2	-12.8	-8.1	-4.6	-12.4	-13.2
	8 kHz	3.4	4.1	-5.6	-3.1	-3.2	-2.2	-8.8	-5.3	-2.8	-2.6	-8.7	-4.0	-4.6	-3.6	-7.2	-7.2	-4.5	-6.7	-11.2	-10.5
	16 kHz	0.9	1.3	-5.9	-5.8	-5.6	-1.1 (-6.6)	-6.6	-5.5	-7.2	-4.4	-1.4	-6.2	-10.7	-6.3	-7.2	-7.3	-7.0	-9.2	-5.0	-6.6
2	2 kHz	-4.1	-3.5	-10.3	-5.4	-7.2	-6.4	-10.4	-7.0	-8.1	-8.0	-11.1	-9.1	-8.1	-9.5	-11.6	-9.6	-7.2	-9.3	-12.6	-8.9
	4 kHz	0.5	0.1	-11.2	-9.1	-5.1	-4.7	-13.2	-10.3	-5.4	-6.4	-13.1	-11.6	-7.0	-6.8	-13.7	-12.2	-7.4	-7.5	-17.6	-12.5
	8 kHz	2.5	1.1	-10.1	-4.0	-4.5	-2.6	-10.3	-7.2	-4.8	-4.5	-9.7	-7.3	-5.2	-5.7	-11.4	-8.6	-7.2	-4.8	-16.0	-12.0
	16 kHz	-6.4	0.7	-11.6	1.3 (-5.9)	-8.0	-2.1	-6.0	-3.9	-4.8	-6.2	-4.9	-7.7	-8.9	-6.7	-8.9	-4.2 (-8.1)	-8.1	-8.8	-10.1	-8.1
3	2 kHz	-5.6	-2.0	-7.4	-6.9	-6.8	-3.1	-9.9	-6.6	-7.9	-5.7	-10.4	-7.0	-8.5	-5.5	-12.4	-9.4	-9.5	-9.6	-12.0	-10.1
	4 kHz	1.5	-0.3	-10.4	-9.0	-6.0	-5.4	-11.7	-12.1	-6.2	-7.3	-13.5	-13.2	-5.7	-7.7	-15.6	-13.0	-7.1	-5.9	-16.7	-12.9
	8 kHz	3.9	0.7	-6.3	-5.5	-4.0	-4.3	-8.9	-7.6	-5.2	-6.1	-9.8	-12.6	-6.3	-8.2	-13.2	-7.8	-6.2	-4.9	-14.0	-12.1
	16 kHz	-5.9	1.5	-6.9	-5.9	-6.5	-2.2	-6.3	-5.3	-6.3	-5.0	-7.6	-2.9	-12.4	-6.4	-12.0	-7.8	-12.8	-11.3	-10.6	-7.2
道路形状																					

(3) 高架裏面の吸音処理効果

(1), (2)の整理結果から高架裏面に吸音処理を施した場合の対策効果を道路交通騒音に対応した形で算定した。計算手順を実験ケース1, 音源SP①, 受音点②の場合を例として表2.4に示す。また, 算定結果を実験条件別に整理して表2.5に示す。これは, 道路交通騒音の平均的な周波数特性に対応した反射音の相対音圧レベルを示すものである。

また, 表2.6は実験ケース①(吸音処理を行っていない場合)を基準値(0 dB)として各実験条件における反射音の低減量を整理したものである。ただし, 本実験では地面を無視していること, 直接音の寄与を除いていることのため, この結果をそのまま沿道における騒音レベルの低減効果として見ることはできない。

表2.4 道路交通騒音反射音算出の手順
(ケース1, 音源①, 受音点②の場合)

計 算 手 順	実物周波数 (Hz)				合 成 値 (相対騒音 レベル)	備 考
	250	500	1 k	2 k		
A. 道路交通騒音スペクトル*1	3.9	1.6	0	- 4.4		
B. A + A特性	- 4.7	- 1.6	0	- 3.2	4.0	直接音の相対騒音レベル*2
C. 直接音データ	31.5	31.6	23.1	17.1		実験値(表2.1参照)
D. 反射音データ	27.9	29.8	25.6	16.2		実験値
E. D - C	- 3.6	- 1.8	2.5	- 0.9		表2.3参照
F. B + E	- 8.3	- 3.4	2.5	- 4.1	4.4	反射音の相対騒音レベル*2

*1. 日本音響学会「道路交通騒音の予測計算方法に関する研究報告書」(昭和50年2月)による。

*2 これらの値は, 直接音の1 kHzの音圧レベルを0 dBとしたときの相対的な騒音レベル値[dB(A)]である。従って, 例えば直接音の実際の騒音レベルが90 dB(A)のときには, 反射音の騒音レベルは $90 + (4.4 - 4.0) = 90.4$ dB(A)である。

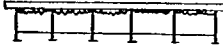
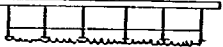
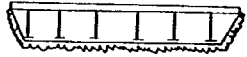
表 2.5 道路交通騒音の反射音レベル
(騒音レベル相対値) 算出結果

ケース No	受音点	音源断面 高架高さ	正 面		斜 め	
			12.0 m No 1	9.0 m No 3	12.0 m No 2	9.0 m No 4
①	0		4.4	4.9	- 2.7	- 1.3
	1		5.4	7.2	- 3.6	- 1.5
	2		4.3	4.3	- 10.8	- 2.4
	3		5.6	4.3	- 4.4	- 3.6
②	0		- 1.7	- 0.4	- 9.7	- 3.2
	1		- 0.5	2.6	- 8.5	- 3.8
	2		- 2.0	0.6	- 11.9	- 4.5
	3		- 1.3	0.1	- 6.8	- 5.4
③	0		- 1.9	- 0.9	- 2.3	- 3.7
	1		- 0.8	1.4	- 8.1	- 2.9
	2		- 2.3	- 1.7	- 4.9	- 5.6
	3		- 2.8	- 2.1	- 12.1	- 10.0
④	0		- 2.6	- 2.1	- 7.4	- 4.6
	1		- 2.6	0.3	- 5.5	- 6.0
	2		- 3.1	- 2.6	- 12.8	- 11.0
	3		- 3.3	- 3.2	- 14.1	- 6.2
⑤	0		- 6.8	- 4.7	- 11.3	- 11.7
	1		- 2.1	- 2.4	- 11.7	- 11.8
	2		- 4.2	- 3.1	- 15.1	- 10.8
	3		- 3.8	- 2.7	- 14.4	- 11.6

表 2.6 高架裏面吸音処理による反射音レベルの低減量

基準値 (0 dB(A)) : 各音源, 受音点条件ごとの高架裏面吸音処理なしの場合の反射音レベル

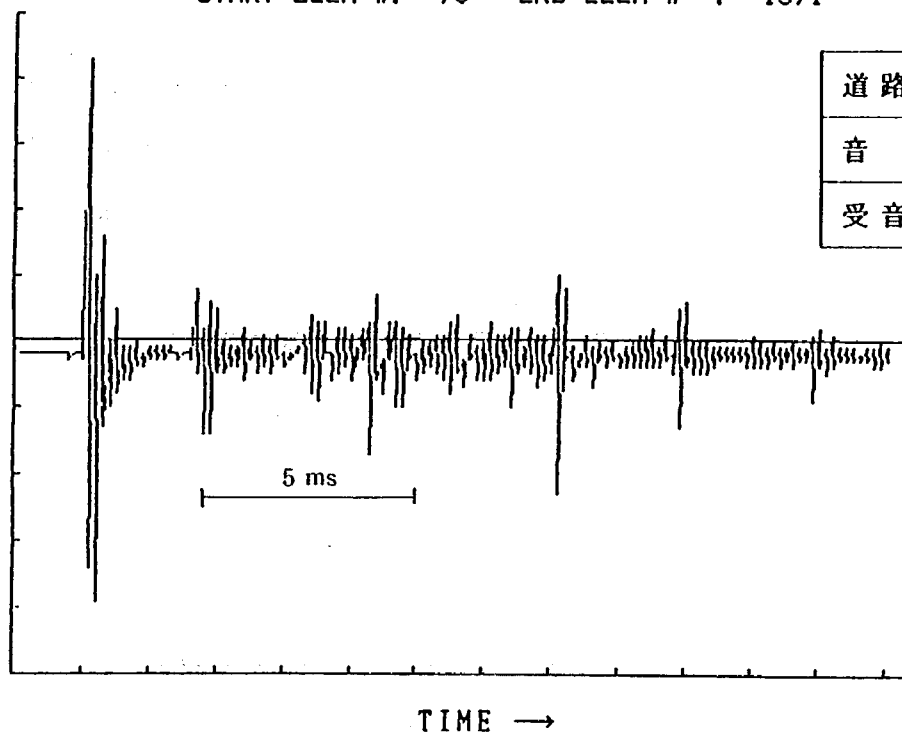
単位 : dB(A)

吸 音 条 件	受音点No	音 源 No			
		1	2	3	4
ケース② (床板裏面吸音) 	0	- 6.1	- 7.0	- 5.3	- 1.9
	1	- 5.9	- 4.9	- 4.6	- 2.3
	2	- 6.3	- 1.1	- 3.7	- 2.1
	3	- 6.9	- 2.4	- 4.2	- 1.8
ケース③ (横桁フランジ下吸音) 	0	- 6.3	+ 0.4	- 5.8	- 2.4
	1	- 6.2	- 4.5	- 5.8	- 1.4
	2	- 6.6	+ 5.9	- 6.0	- 3.2
	3	- 8.4	- 7.7	- 6.4	- 6.4
ケース④ (主桁フランジ上吸音) 	0	- 7.0	- 4.7	- 7.0	- 3.3
	1	- 8.0	- 1.9	- 6.9	- 4.5
	2	- 7.4	- 2.0	- 6.9	- 8.6
	3	- 8.9	- 9.7	- 7.5	- 2.6
ケース⑤ (全覆吸音) 	0	- 11.2	- 8.6	- 9.6	- 10.4
	1	- 7.5	- 8.1	- 9.6	- 10.3
	2	- 8.5	- 4.3	- 7.4	- 8.4
	3	- 9.4	- 10.0	- 7.0	- 8.0

2.2.2 実験データ

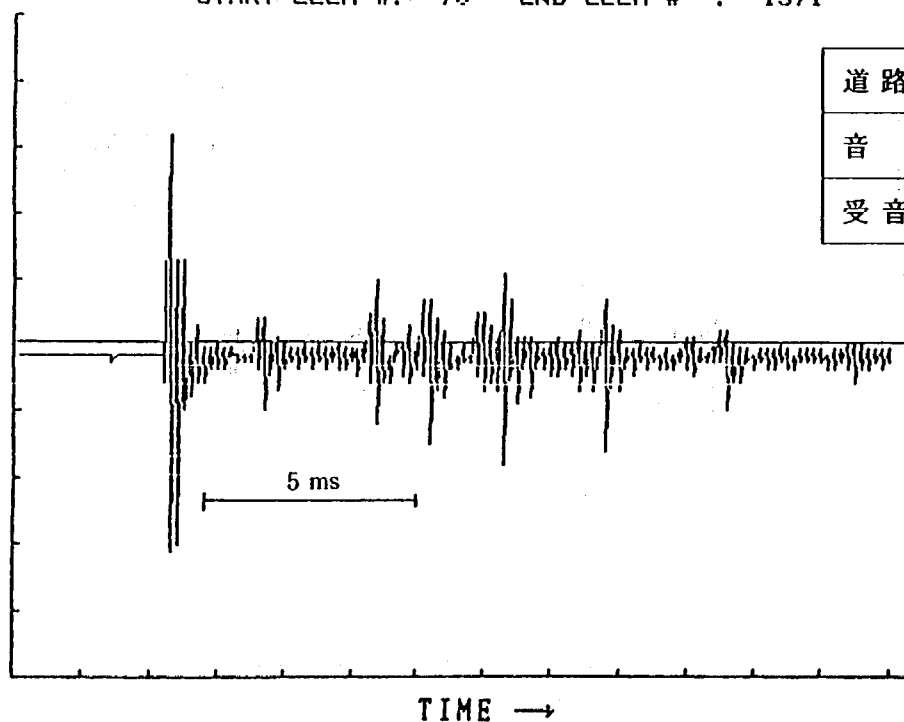
全実験断面の受音波形を図 2.11 ～ 50 に示す。

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	1
音源No	1
受信点No	0

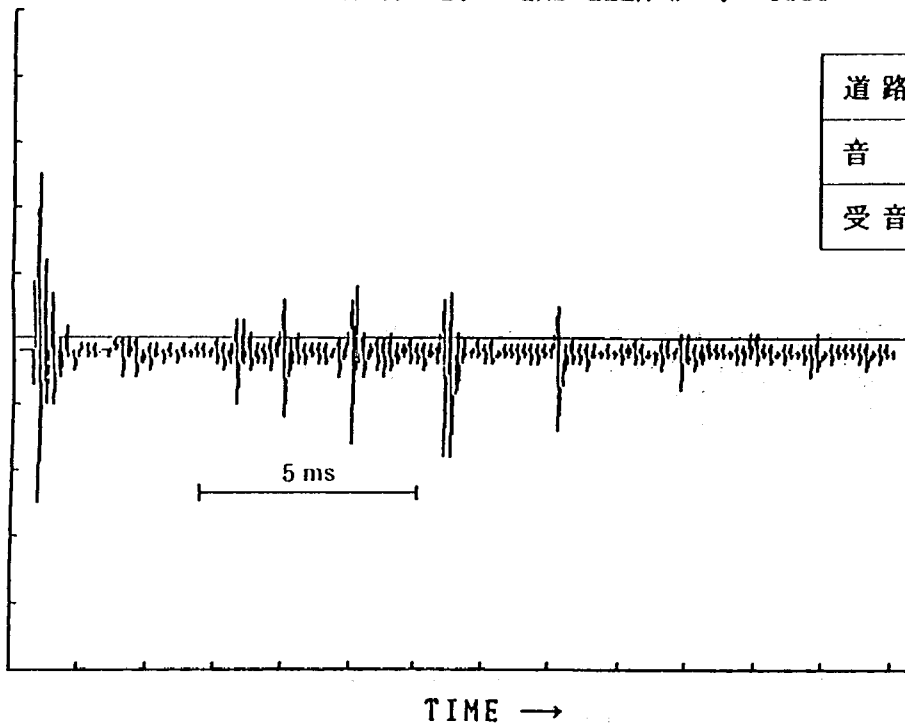
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	1
音源No	1
受信点No	1

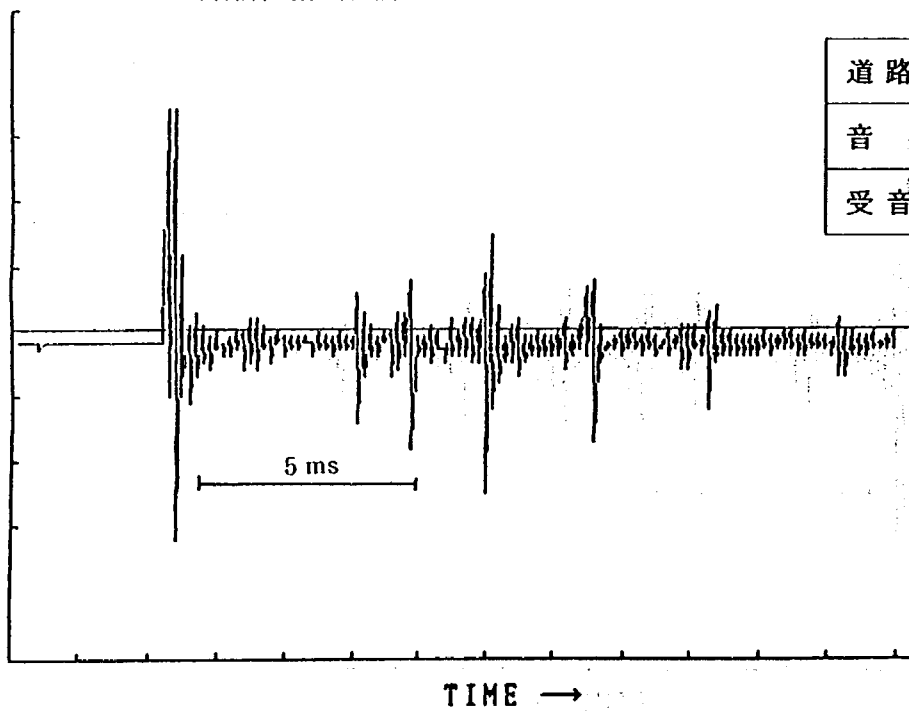
図 2.11 吸音板無・音源No 1 の出力波形 (その 1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 50 END ELEM # : 1351



道路形状	1
音源No	1
受信点No	2

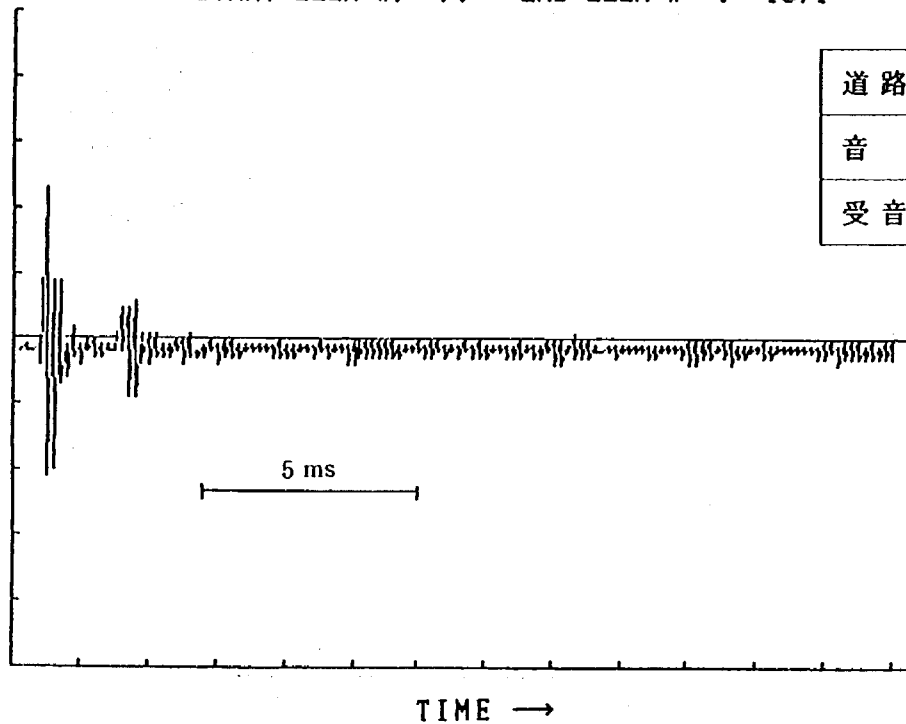
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	1
音源No	1
受信点No	3

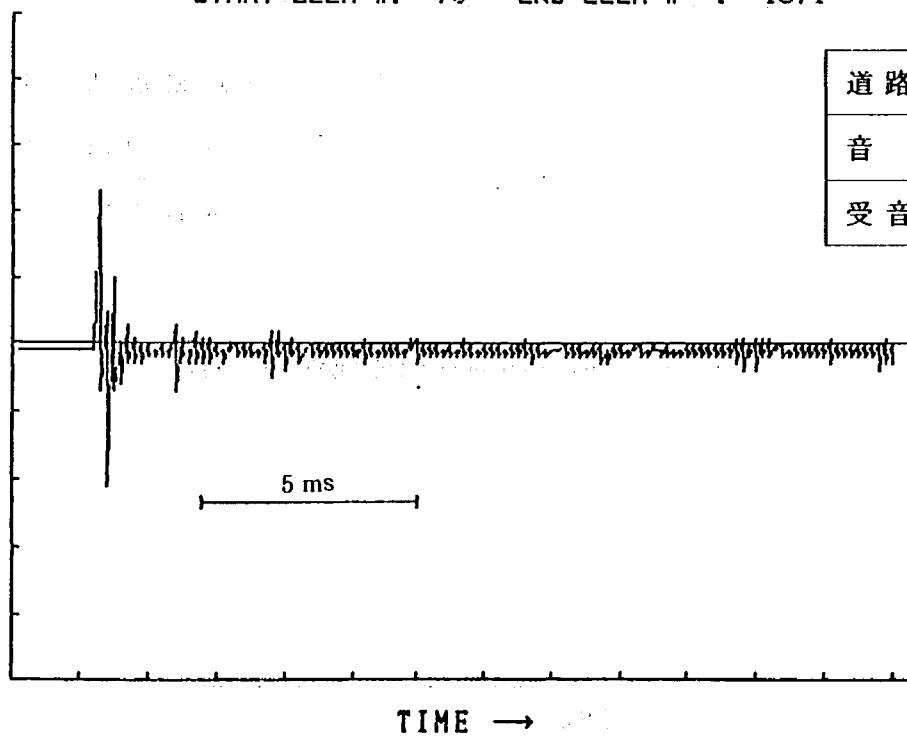
図 2.12 吸音板無・音源No.1 の出力波形 (その2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	1
音源No	2
受信点No	0

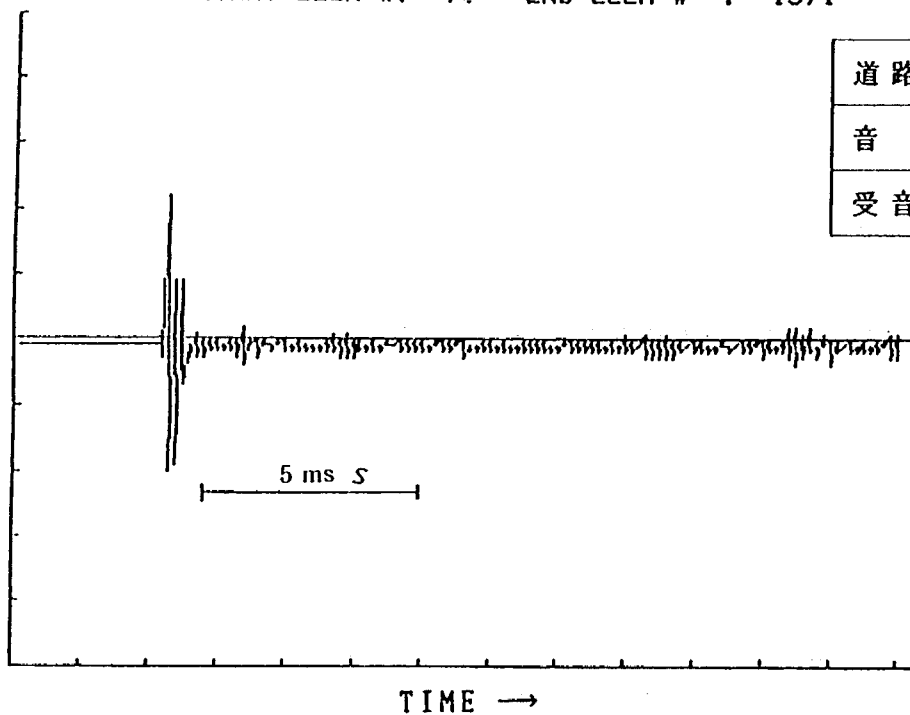
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	1
音源No	2
受信点No	1

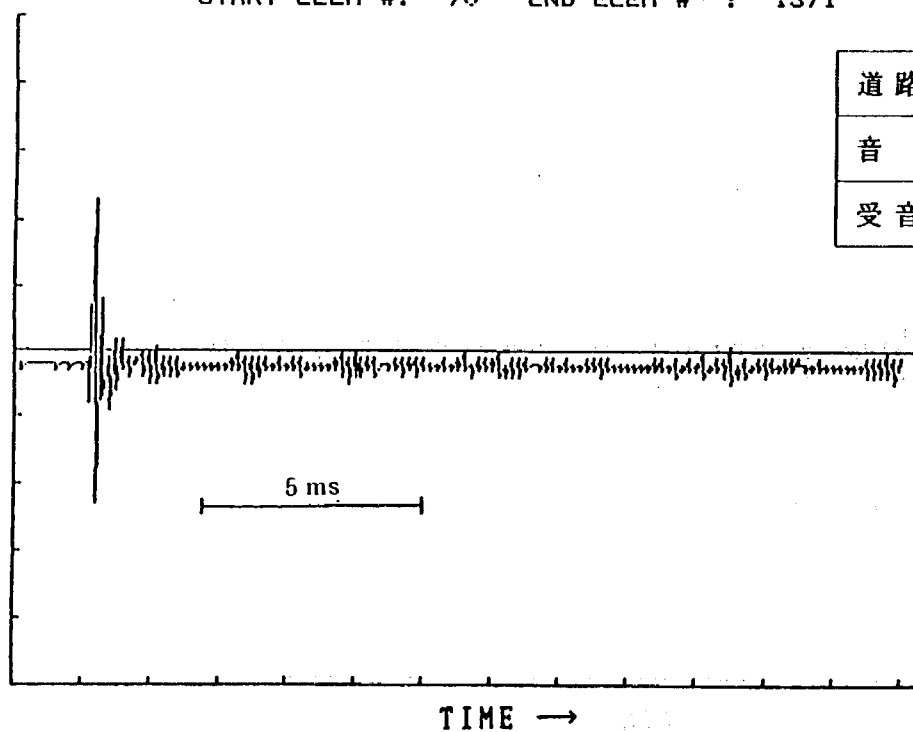
図 2.13 吸音板無・音源No.2 の出力波形 (その1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	1
音源No	2
受信点No	2

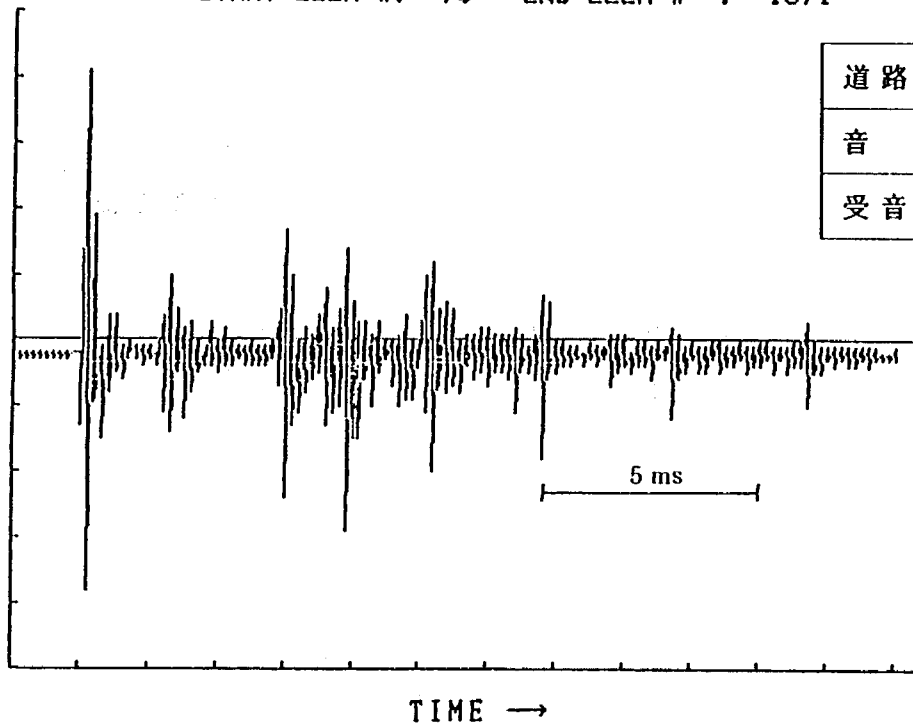
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	1
音源No	2
受信点No	3

図 2.14 吸音板無・音源No.2 の出力波形 (その2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371

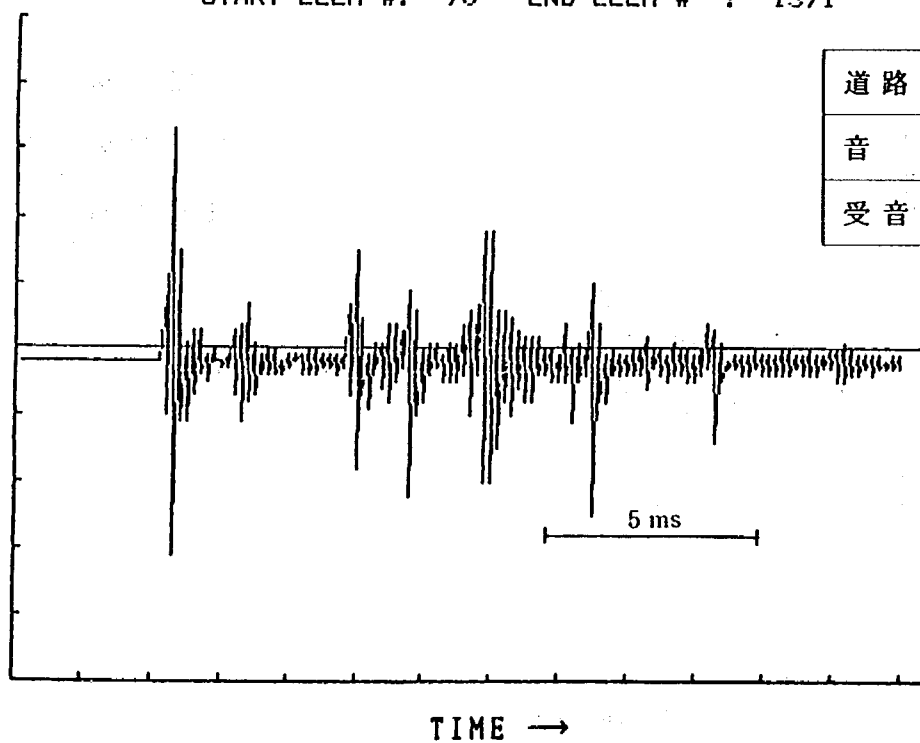
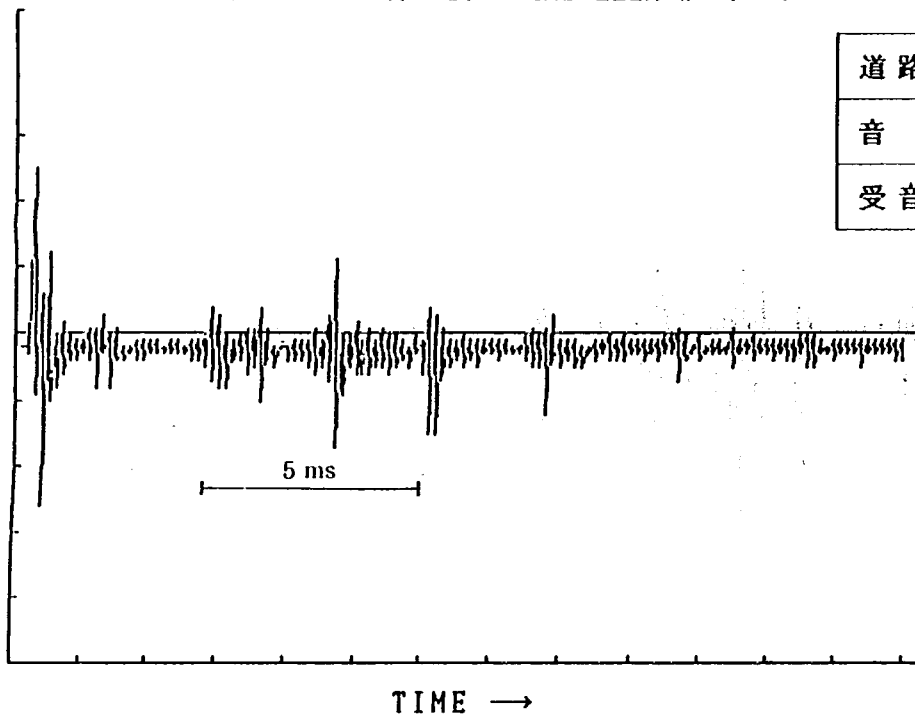


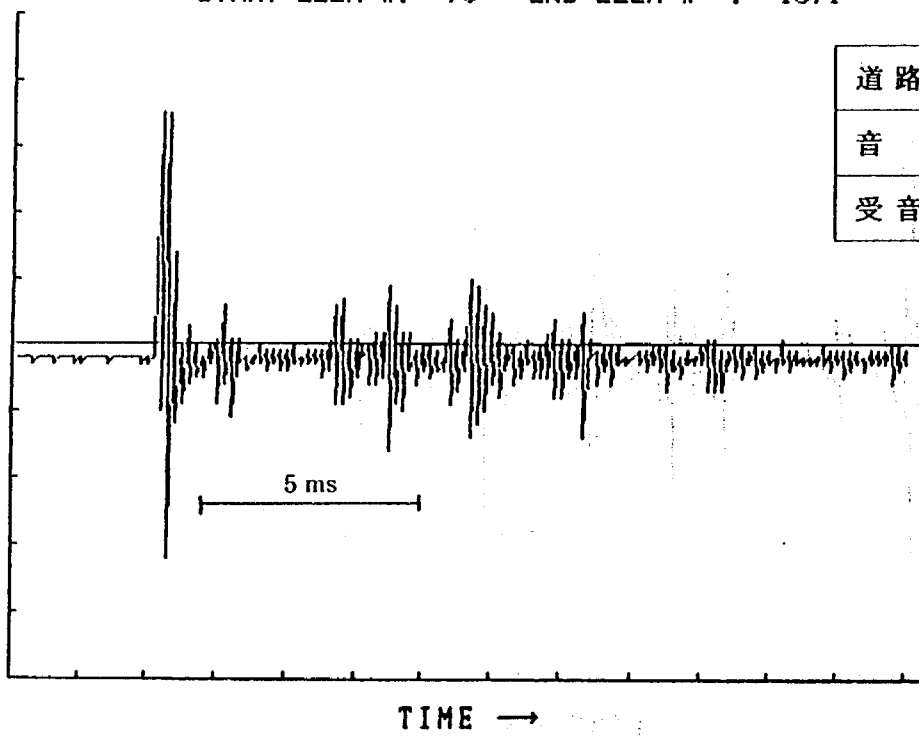
図 2.16 吸音板無・音源No 3 の出力波形 (その 1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 50 END ELEM # : 1351



道路形状	1
音源 No	3
受信点 No	2

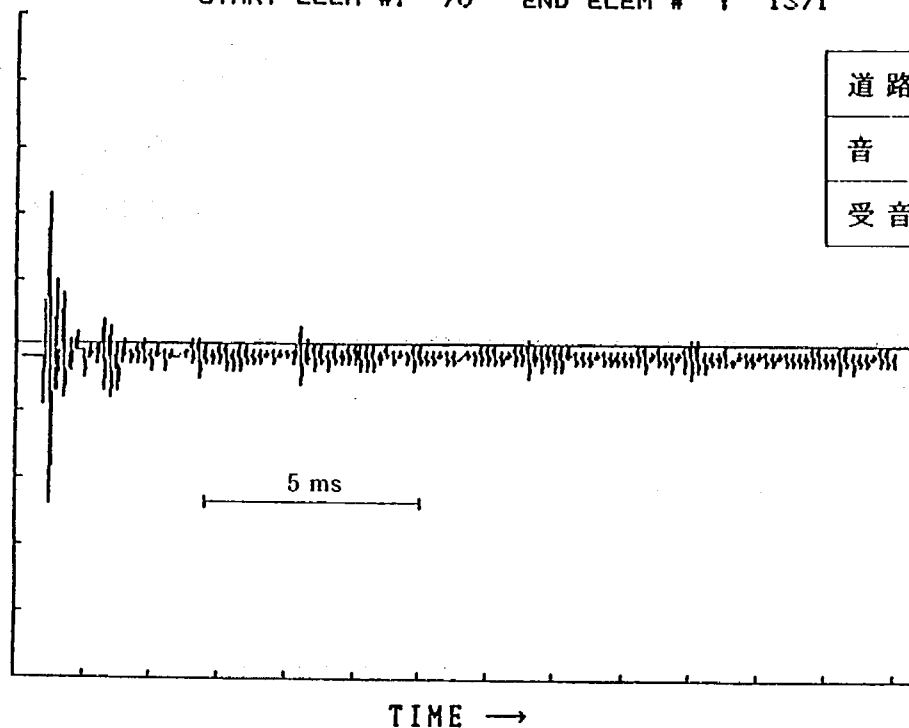
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	1
音源 No	3
受信点 No	3

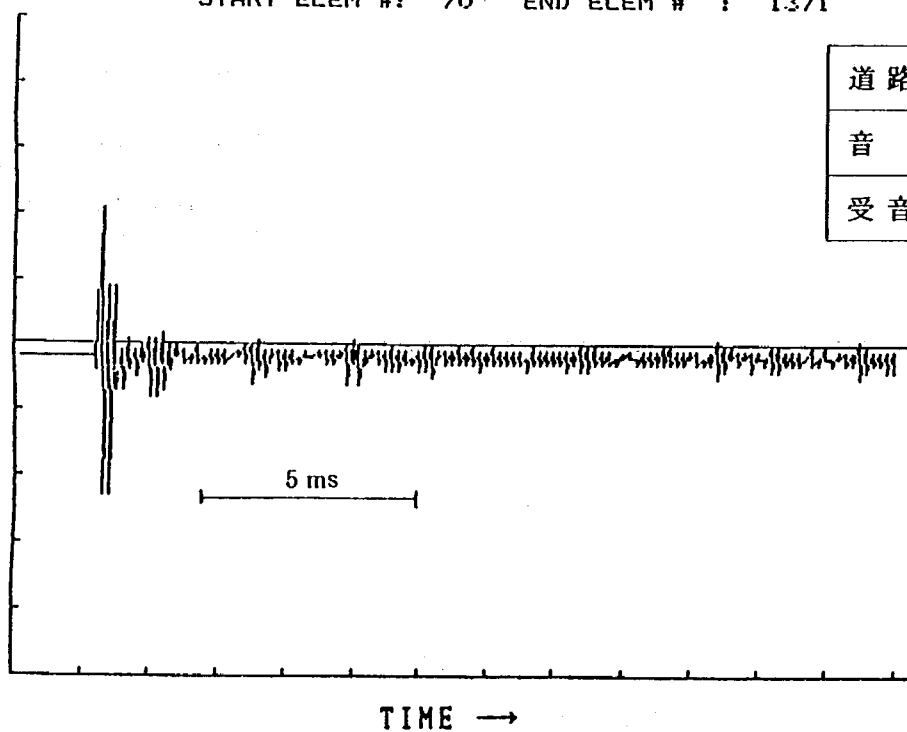
図 2.16 吸音板無・音源No.3 の出力波形 (その2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	1
音源 No	4
受信点 No	0

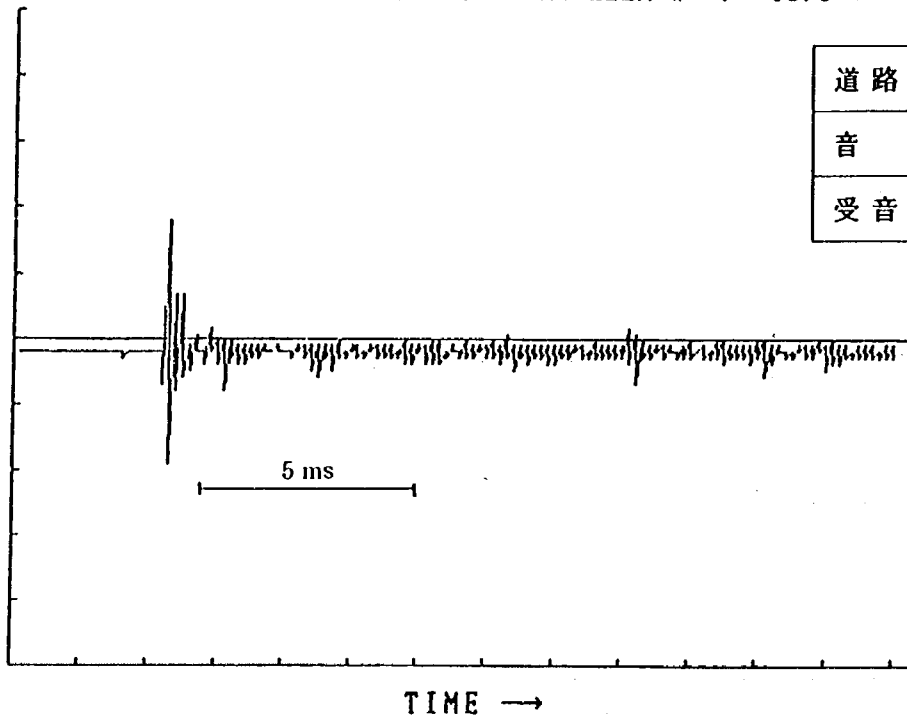
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	1
音源 No	4
受信点 No	1

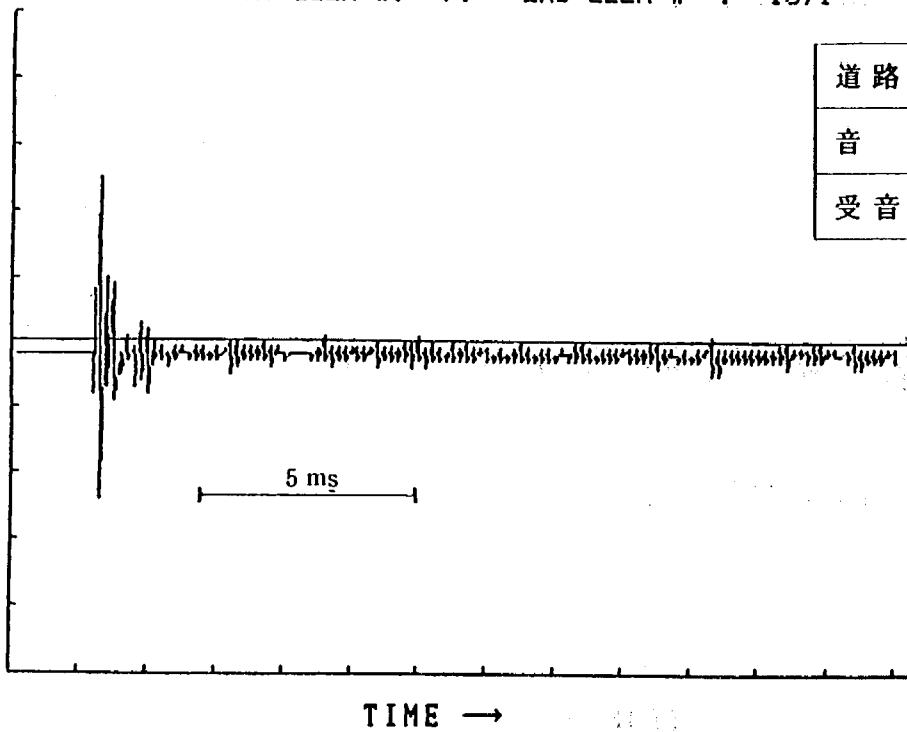
図 2.17 吸音板無・音源No 4 の出力波形 (その 1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	1
音源 No	4
受信点 No	2

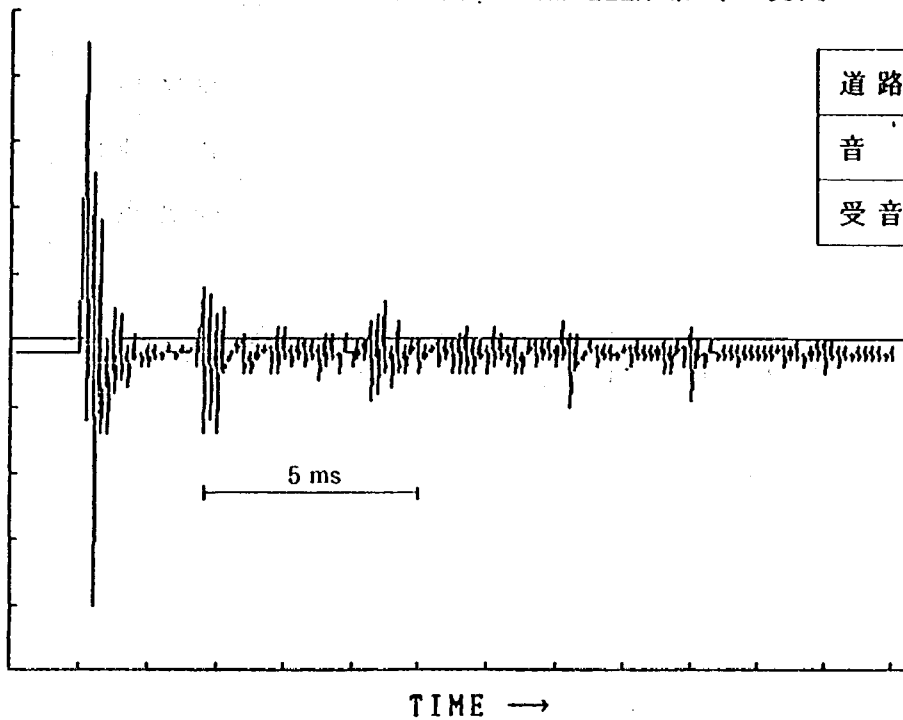
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	1
音源 No	4
受信点 No	3

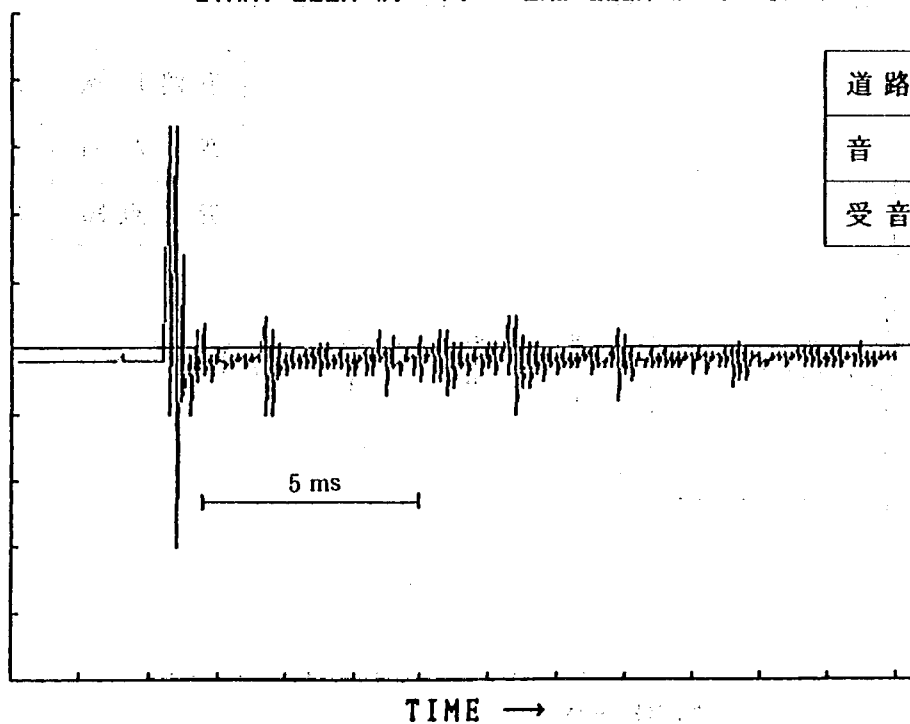
図 2.18 吸音板無・音源No.4 の出力波形 (その2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM #: 1371



道路形状	2
音源 No	1
受信点 No	0

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM #: 1371

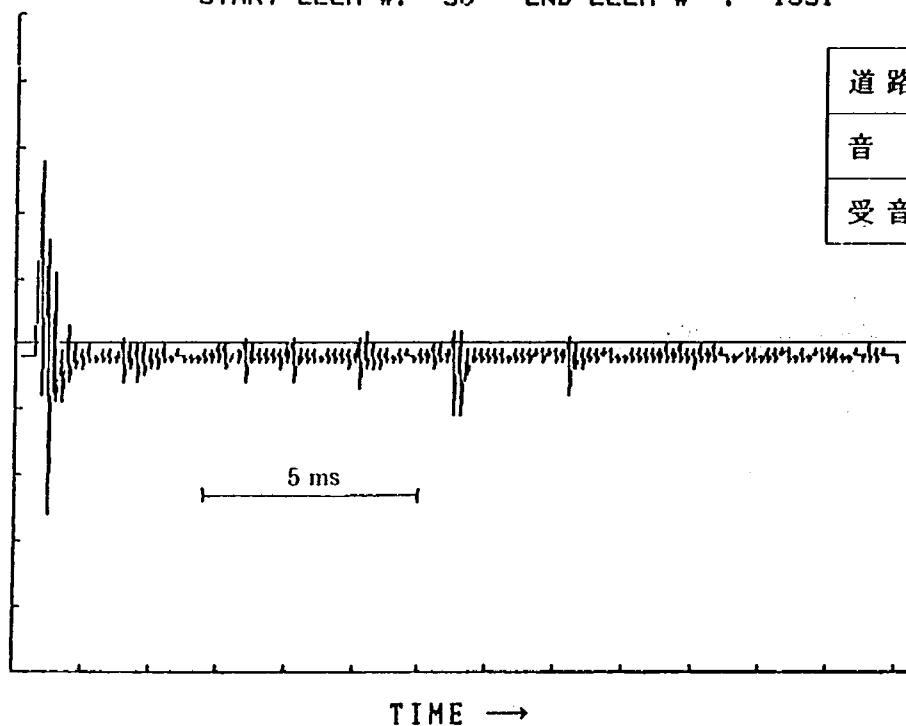


道路形状	2
音源 No	1
受信点 No	1

図 2.19 床板裏面吸音・音源No.1 の出力波形 (その1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 50 END ELEM #: 1351

道路形状	2
音源 No	1
受信点 No	2



Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM #: 1371

道路形状	2
音源 No	1
受信点 No	3

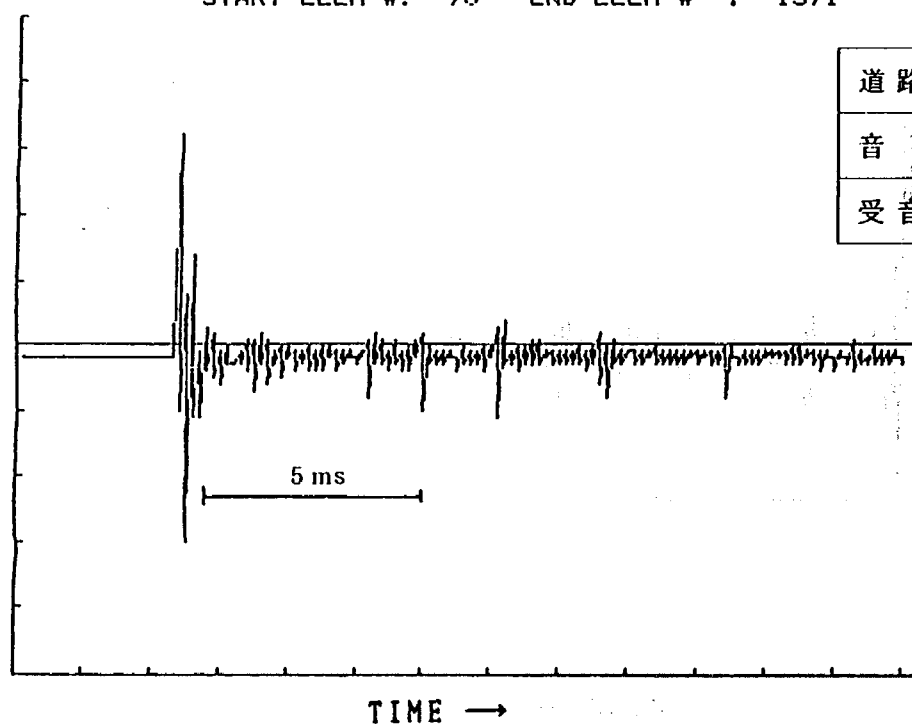
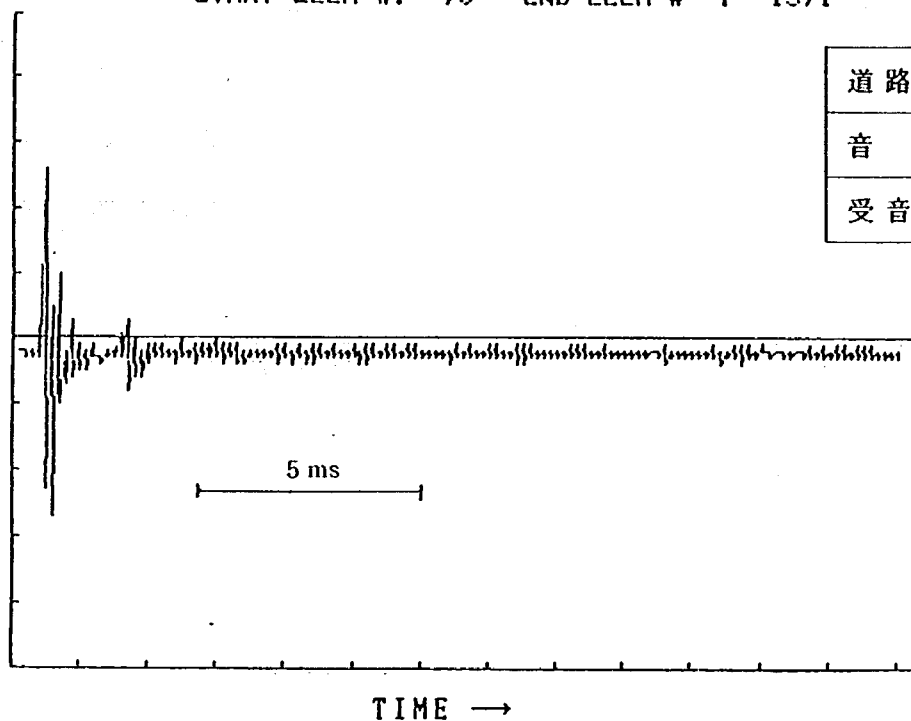


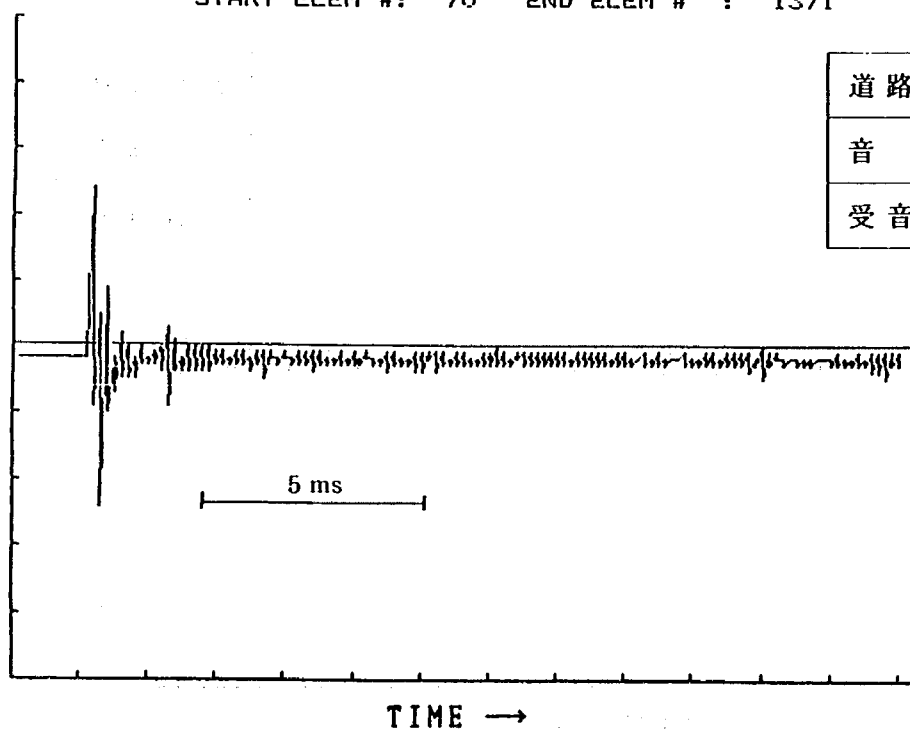
図 2.20 床板裏面吸音・音源No 1 の出力波形 (その2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	2
音源No	2
受信点No	0

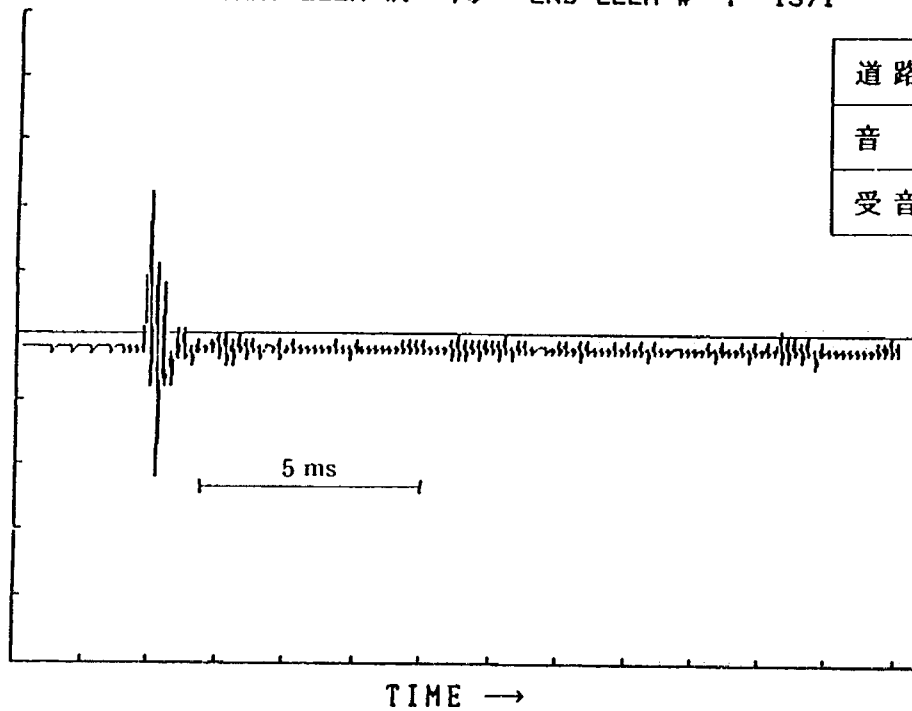
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	2
音源No	2
受信点No	1

図 2.21 床板裏面吸音・音源No.2 の出力波形 (その1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371

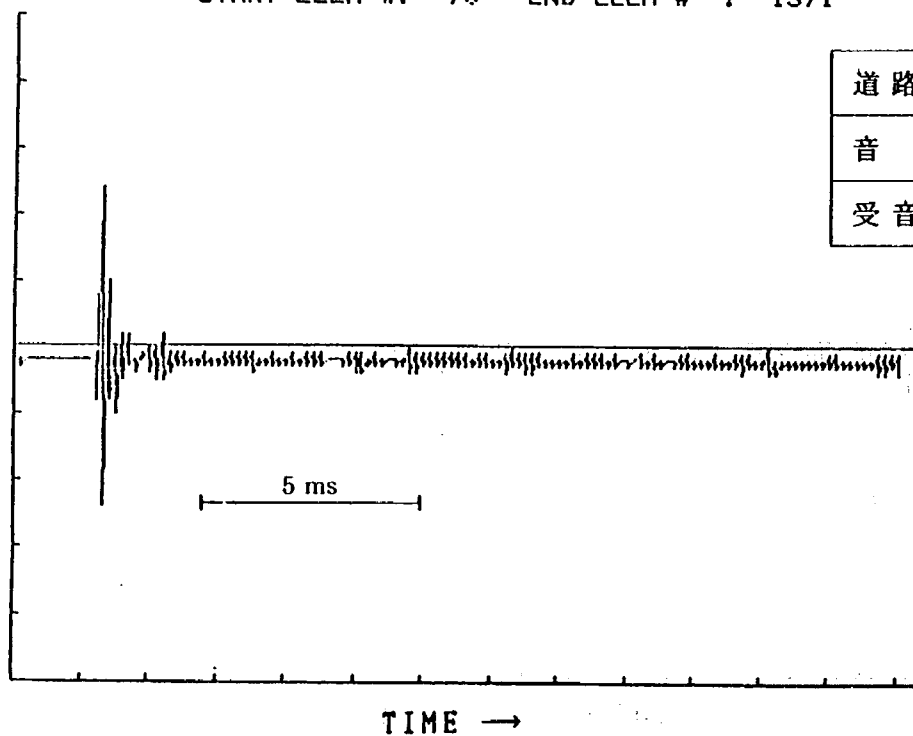
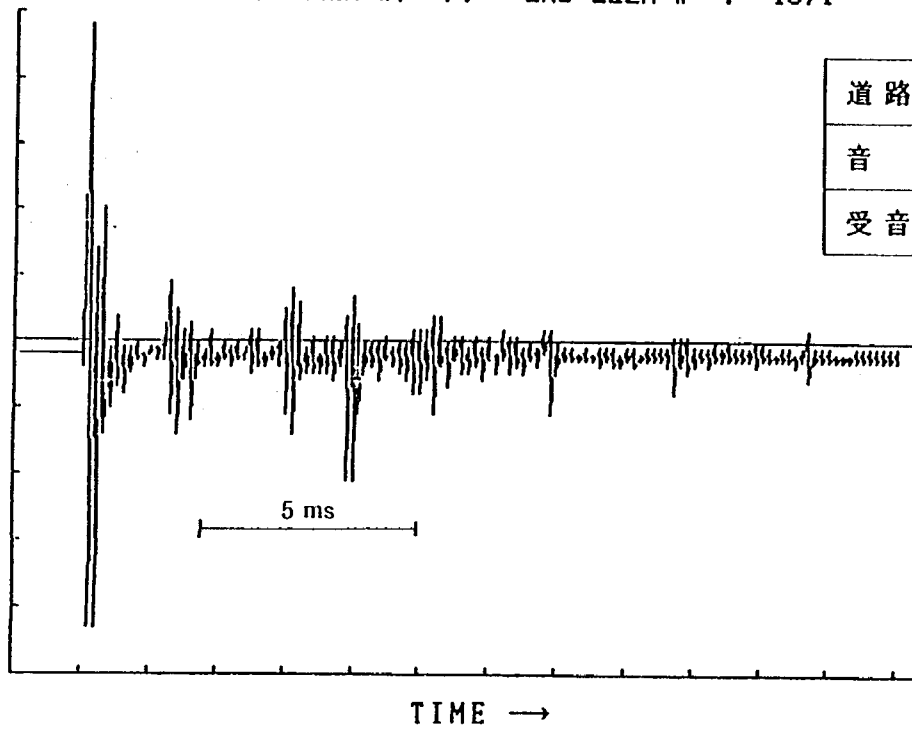


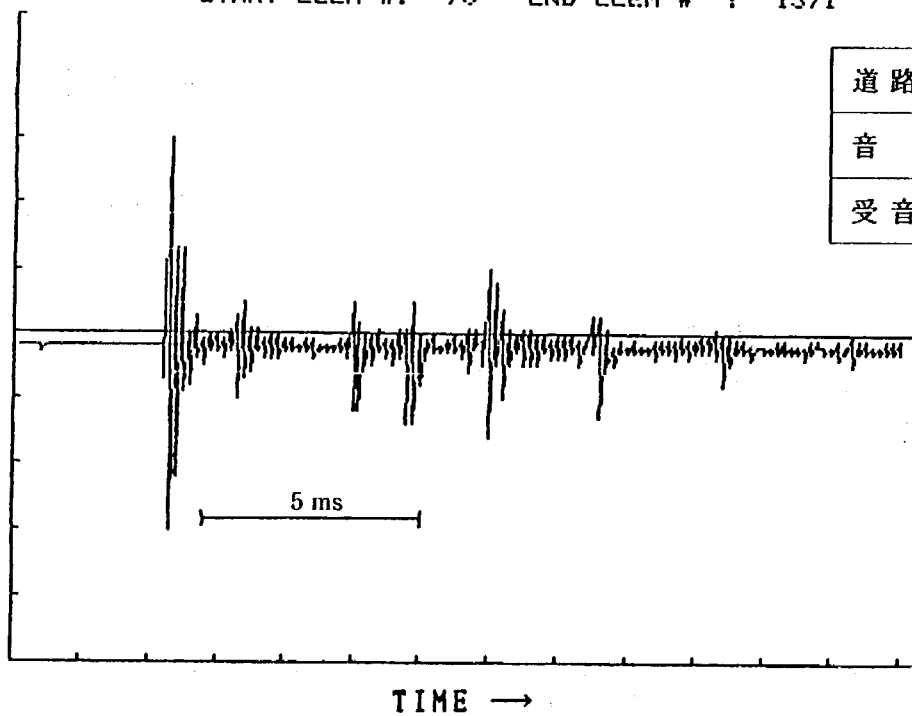
図 2.22 床板裏面吸音・音源No 2 の出力波形 (その 2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	2
音源 No	3
受音点 No	0

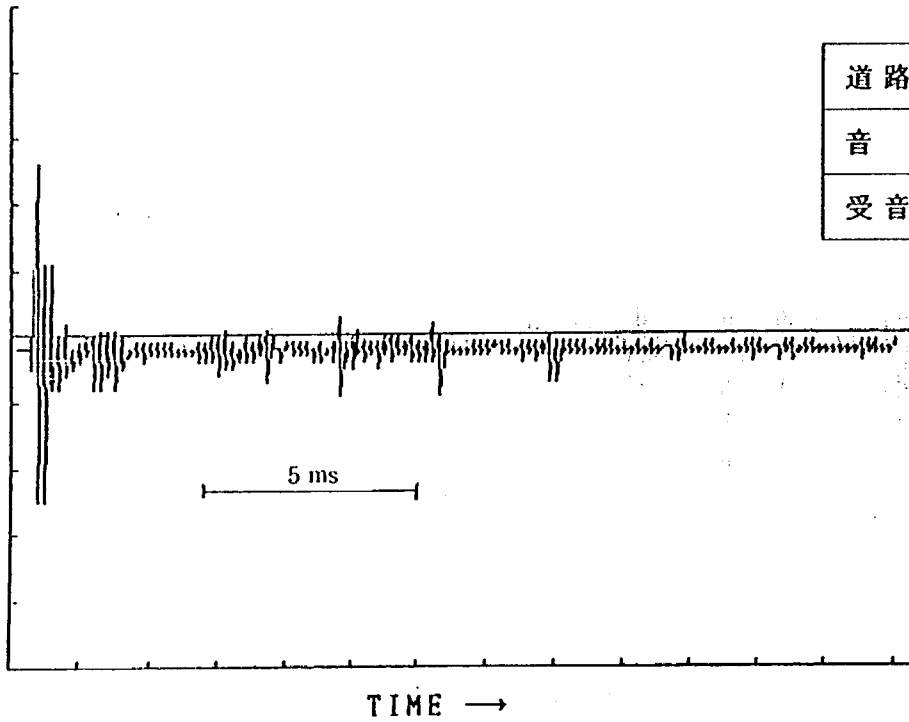
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	2
音源 No	3
受音点 No	1

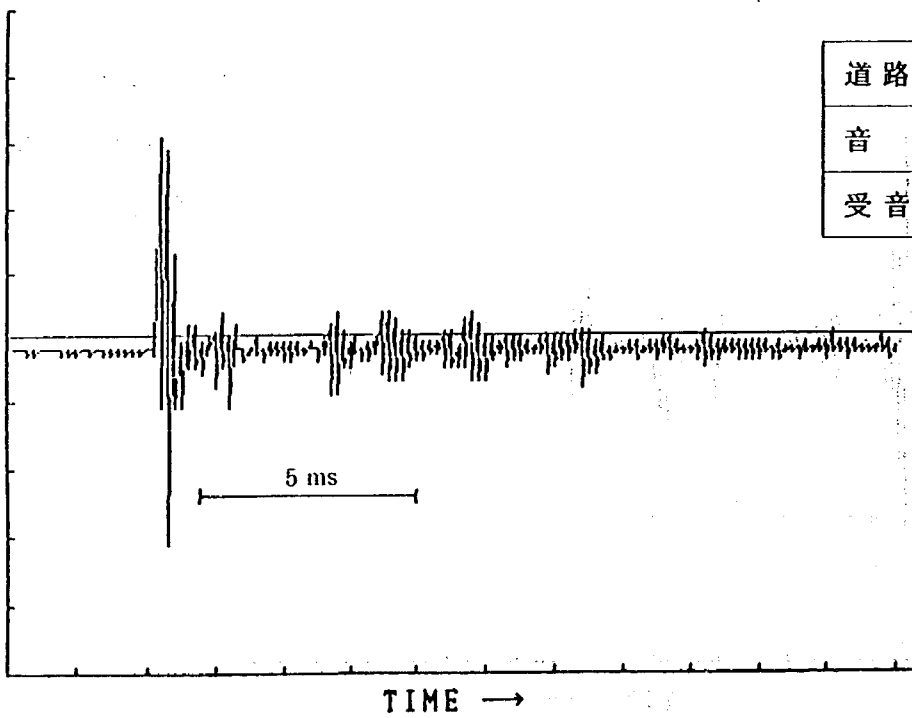
図 2.23 床板裏面吸音・音源No.3 の出力波形 (その1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 50 END ELEM # : 1351



道路形状	2
音源No	3
受信点No	2

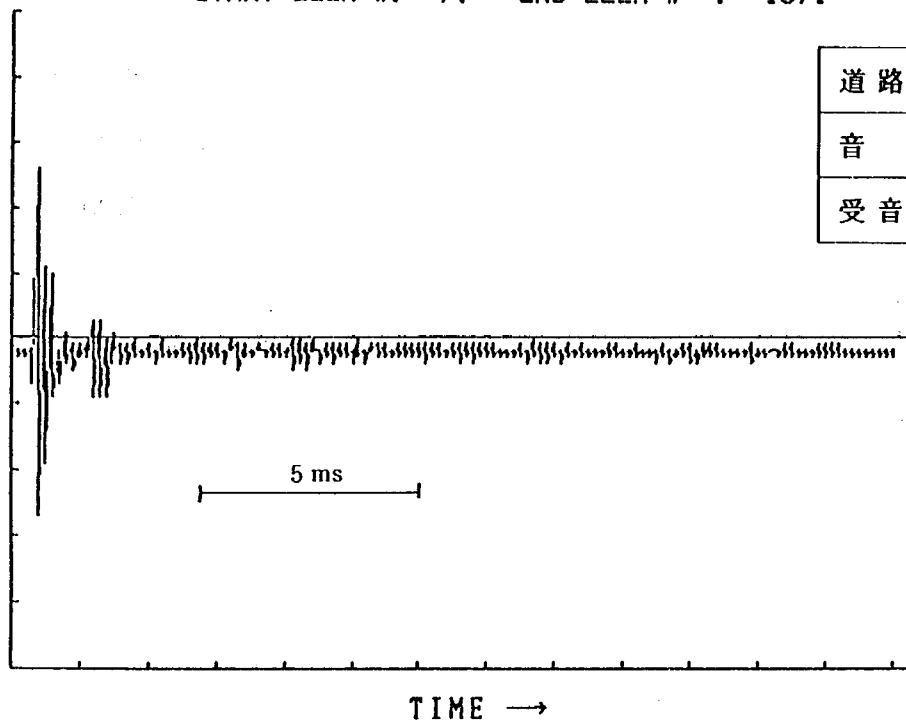
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	2
音源No	3
受信点No	3

図 2.24 床板裏面吸音・音源No 3 の出力波形 (その 2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371

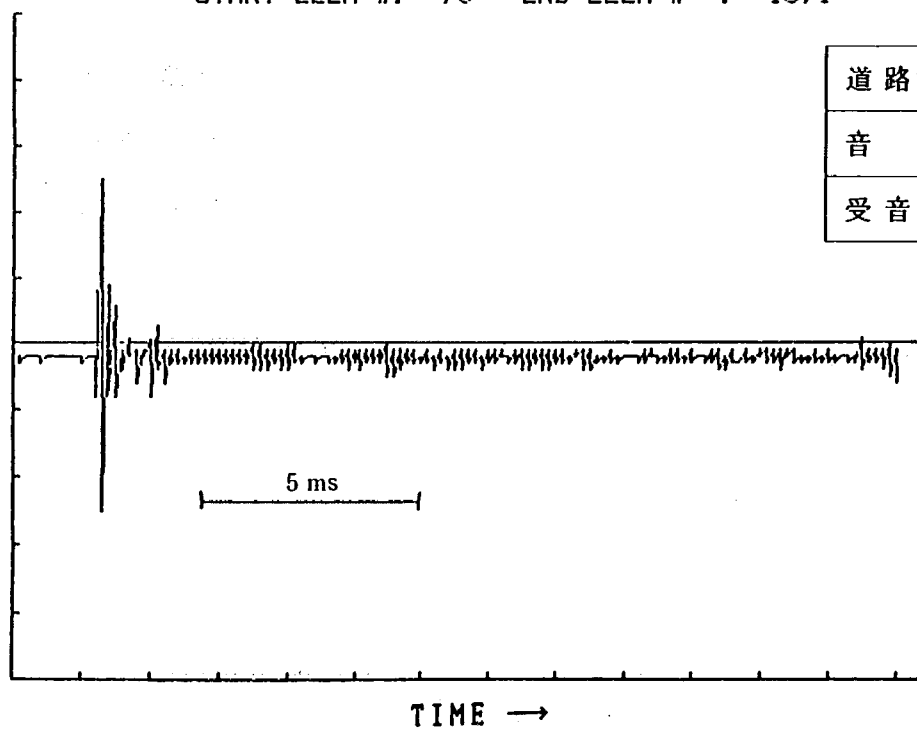
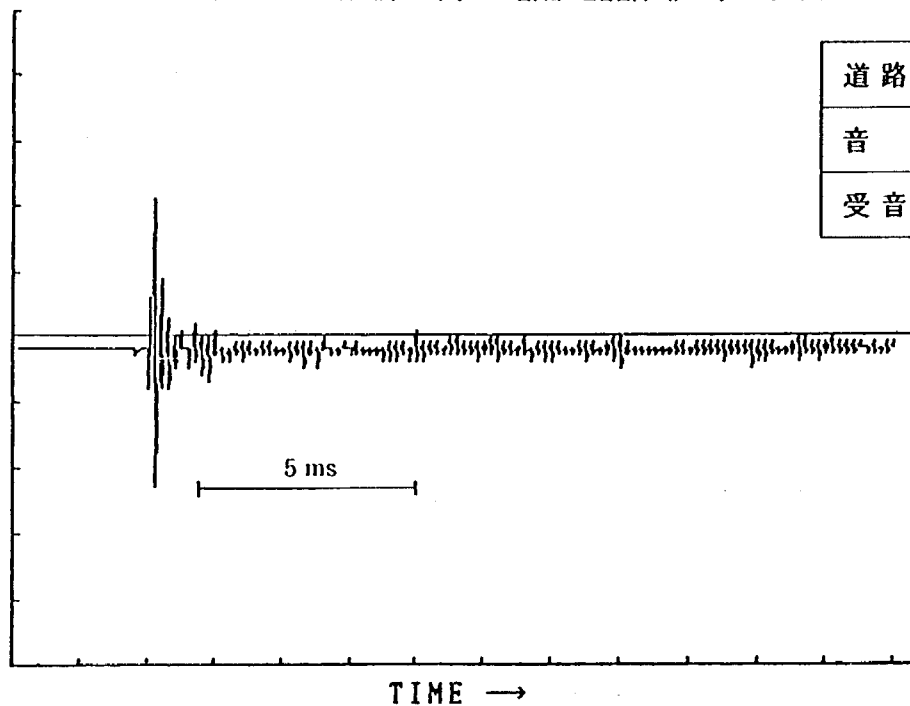


図 2.25 床板裏面吸音・音源No 4 の出力波形 (その1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371

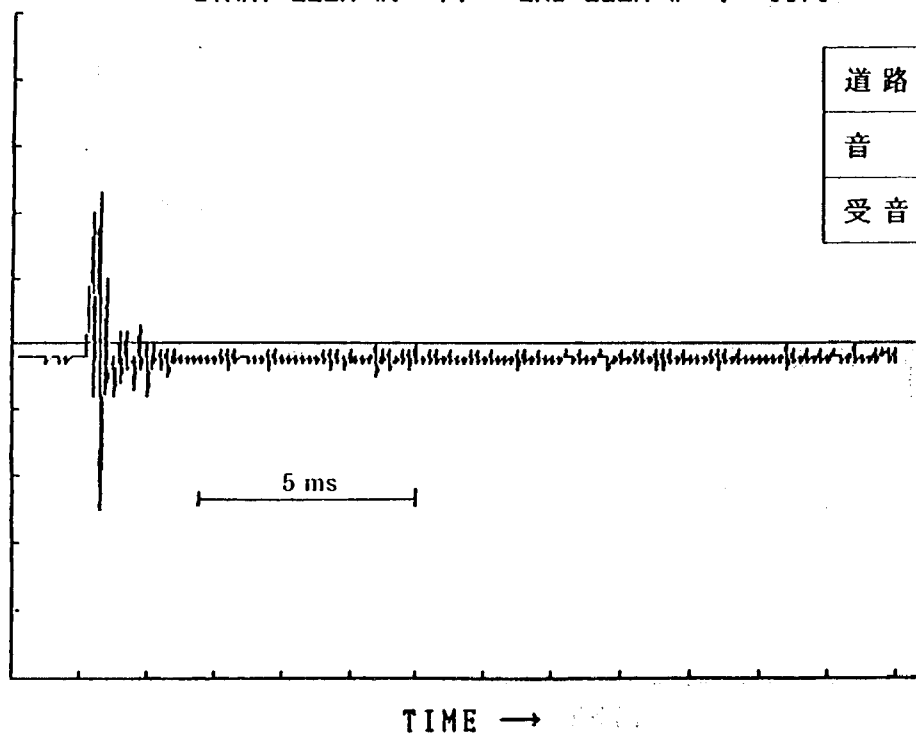
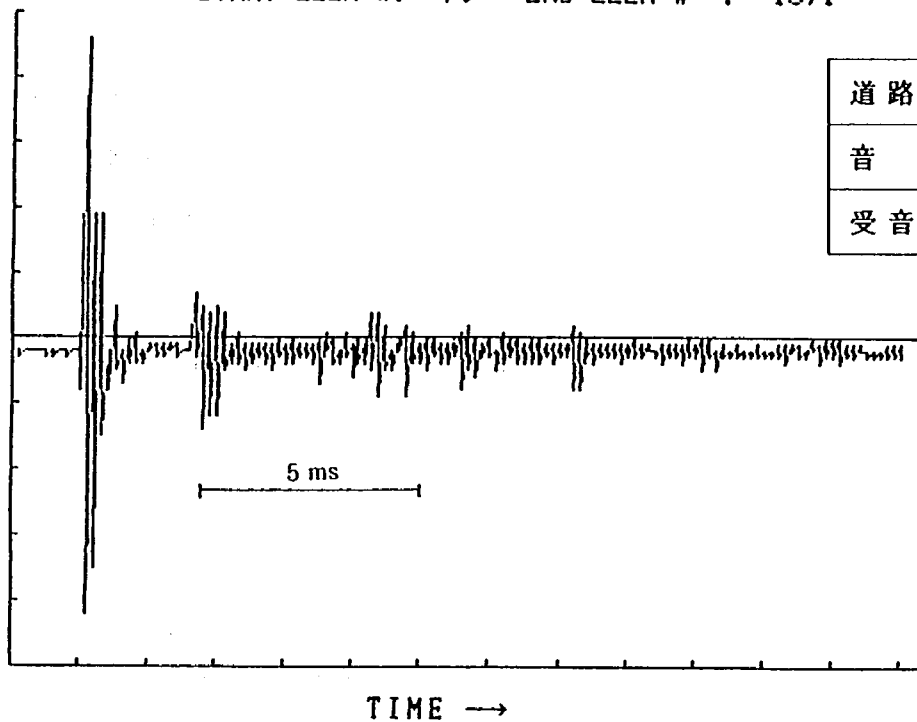


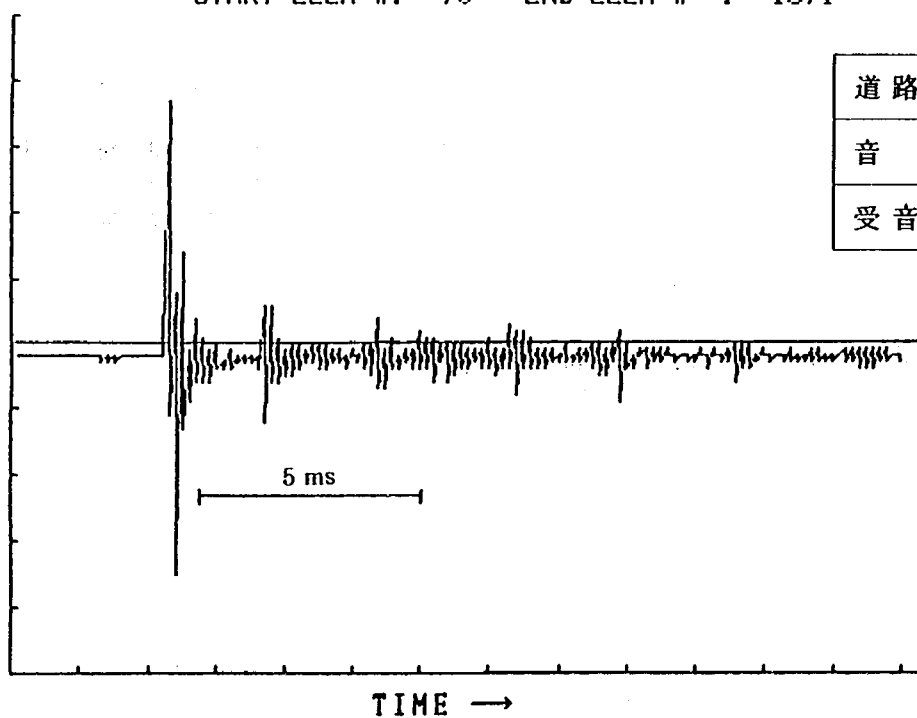
図 2.26 床板裏面吸音・音源No.4 の出力波形 (その2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	3
音源 No	1
受信点 No	0

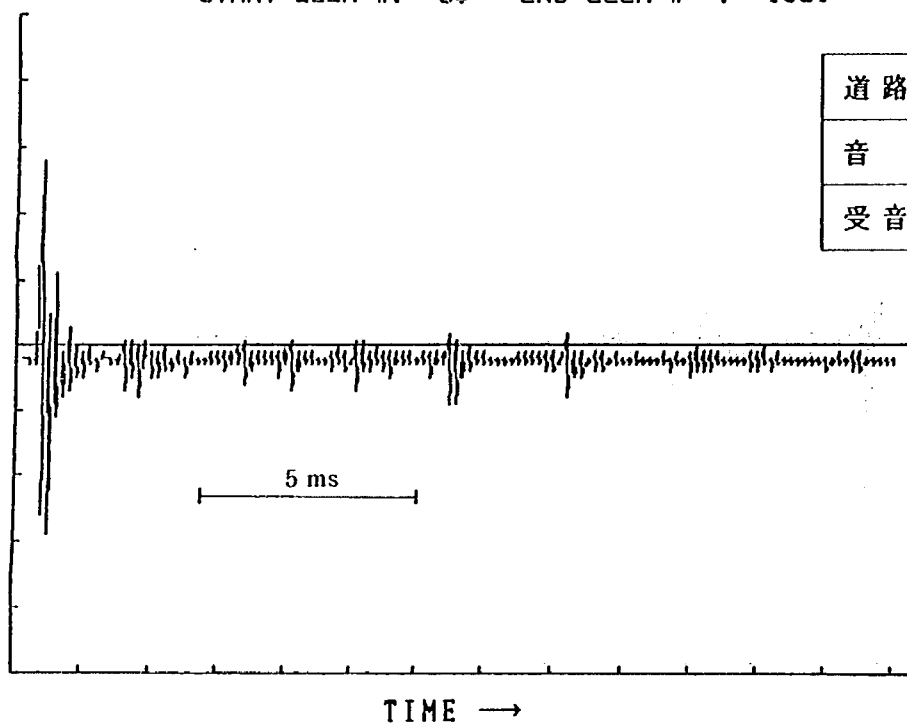
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	3
音源 No	1
受信点 No	1

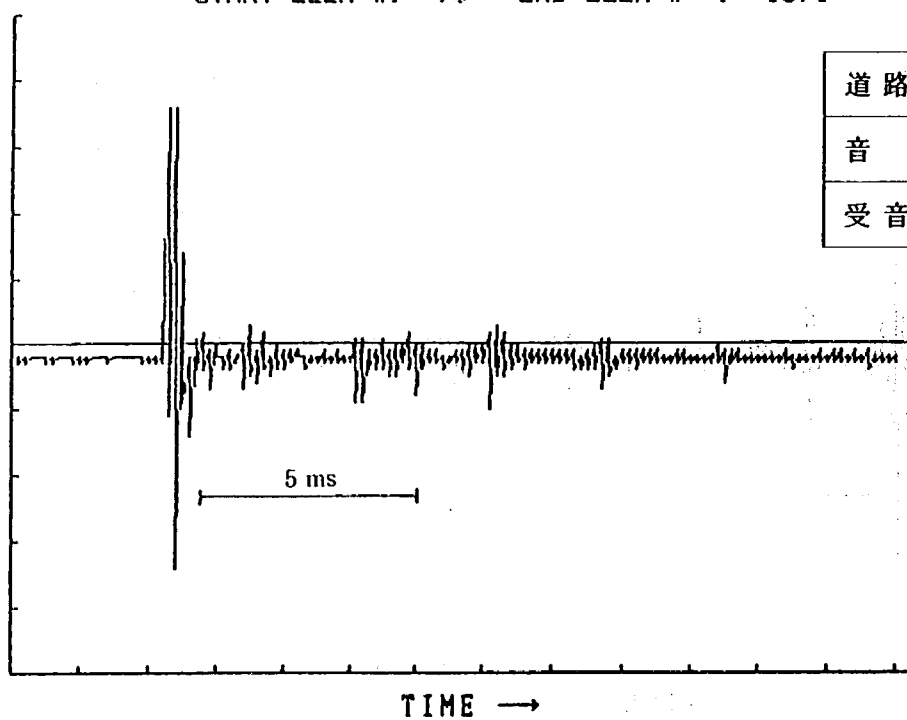
図 2.27 横桁フランジ下吸音・音源No 1 の出力波形 (その1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 50 END ELEM # : 1351



道路形状	3
音源 No.	1
受信点 No.	2

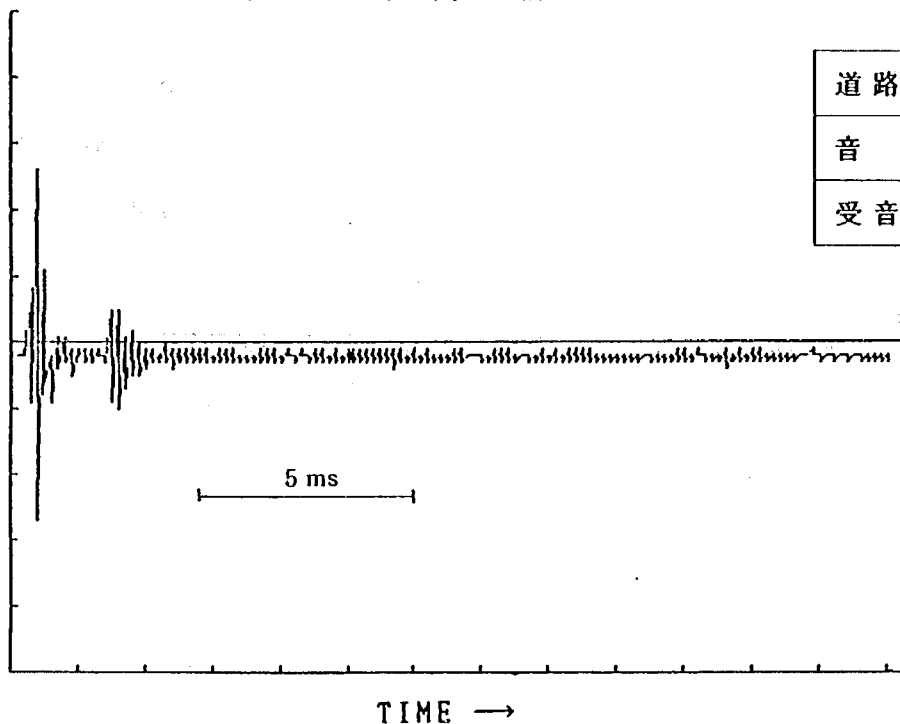
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	3
音源 No.	1
受信点 No.	3

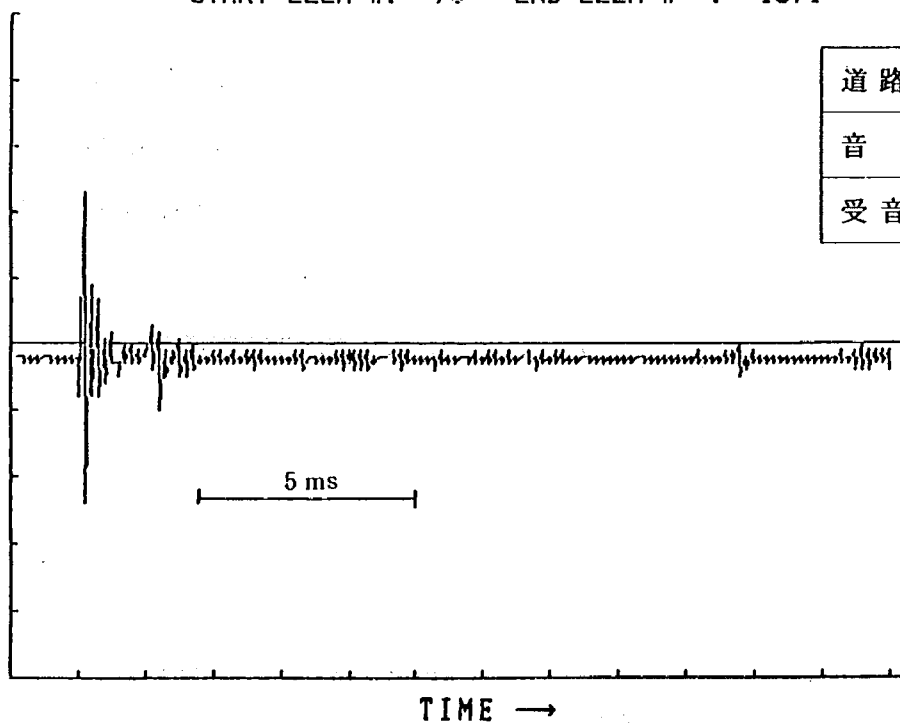
図 2.28 横桁フランジ下吸音・音源No.1 の出力波形 (その2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	3
音源 No	2
受信点 No	0

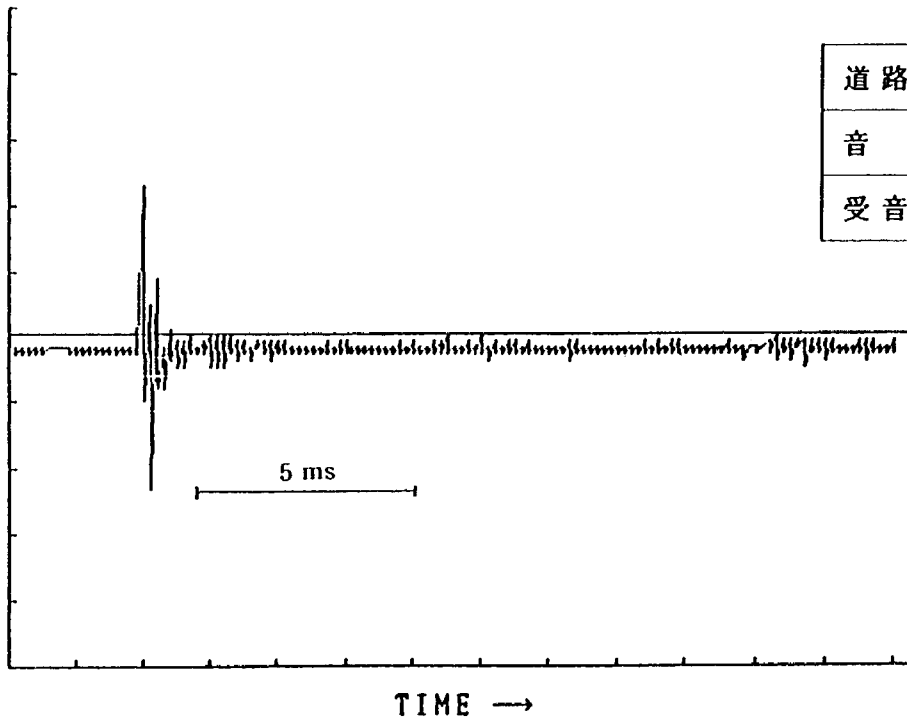
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	3
音源 No	2
受信点 No	1

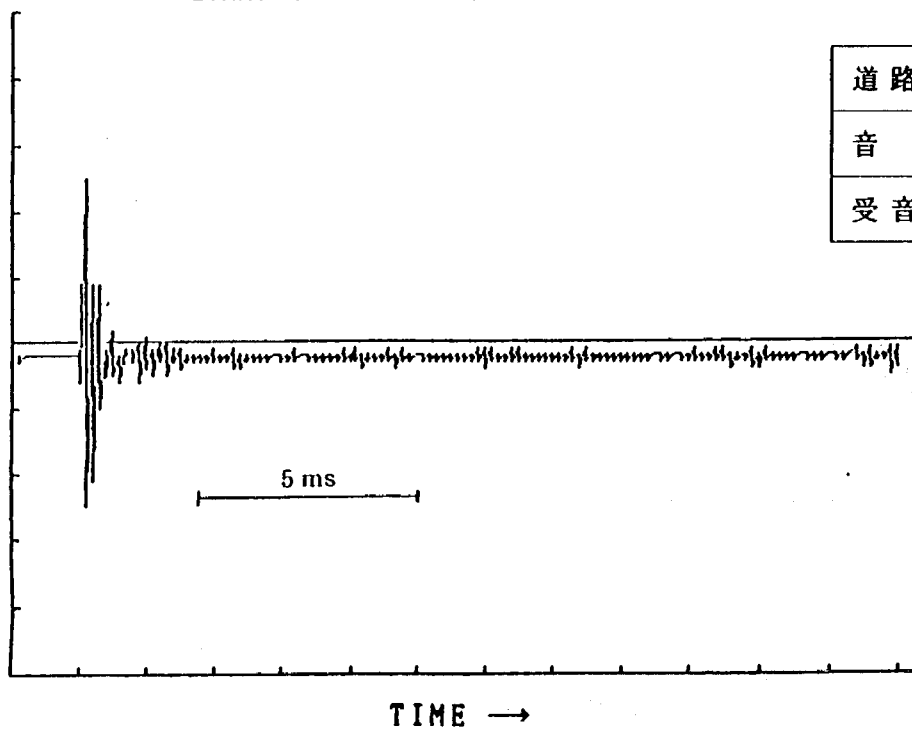
図 2.29 横桁フランジ下吸音・音源No.2 の出力波形 (その1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	3
音源No	2
受信点No	2

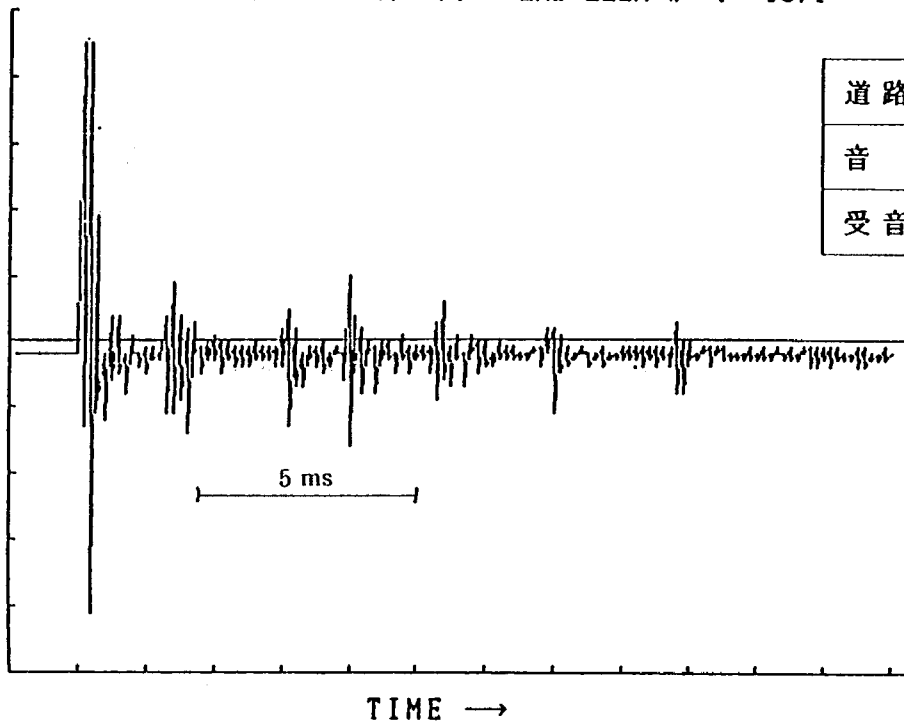
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	3
音源No	2
受信点No	3

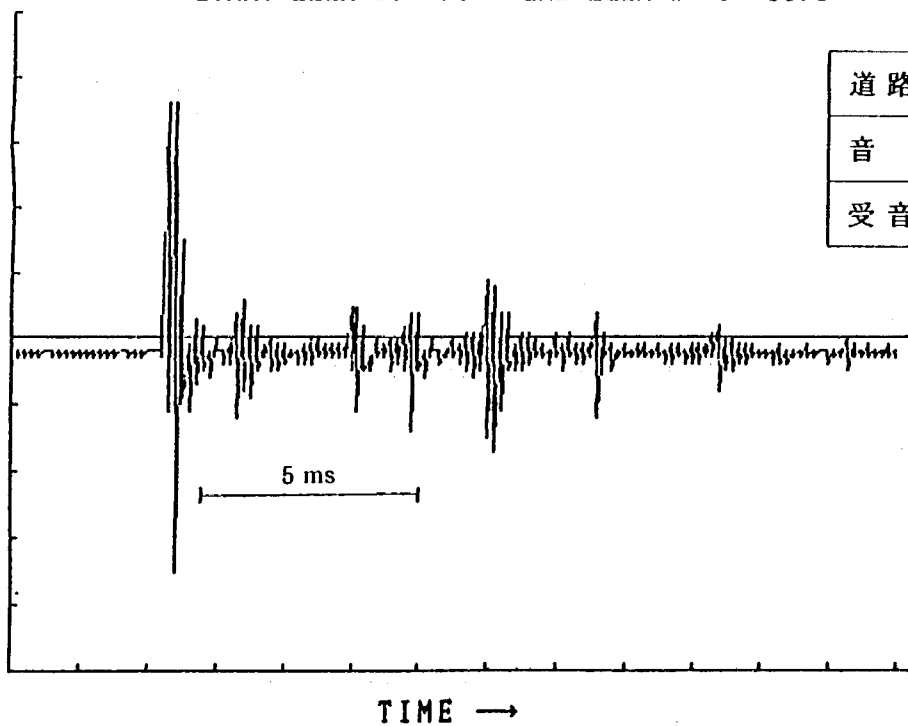
図 2.30 横桁フランジ下吸音・音源No 2 の出力波形 (その 2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	3
音源 No	3
受信点 No	0

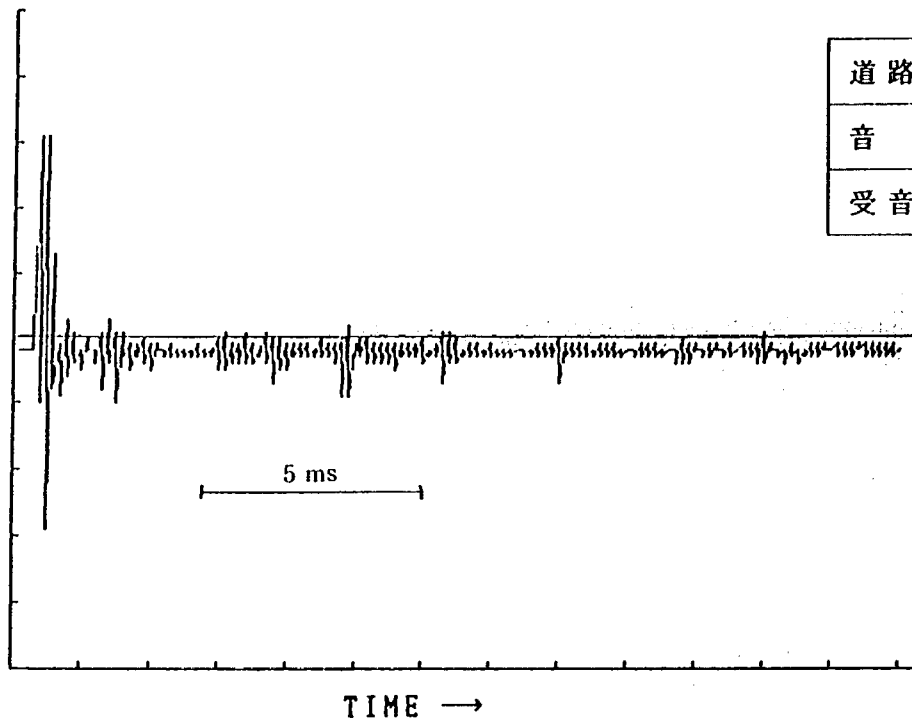
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	3
音源 No	3
受信点 No	1

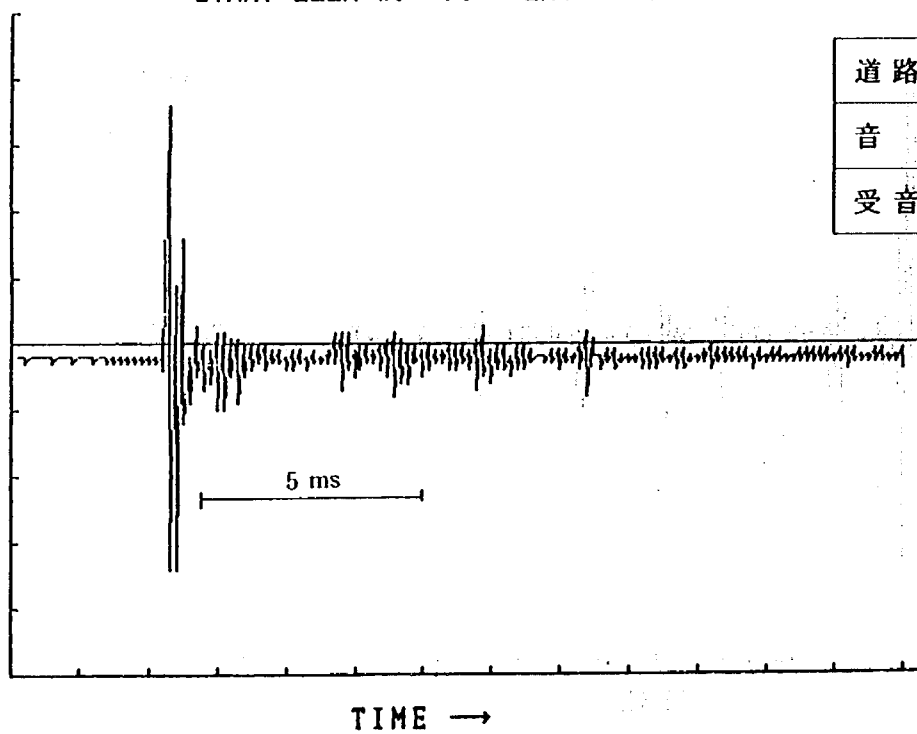
図 2.31 横桁フランジ下吸音・音源No 3 の出力波形 (その 1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 50 END ELEM # : 1351



道路形状	3
音源No	3
受信点No	2

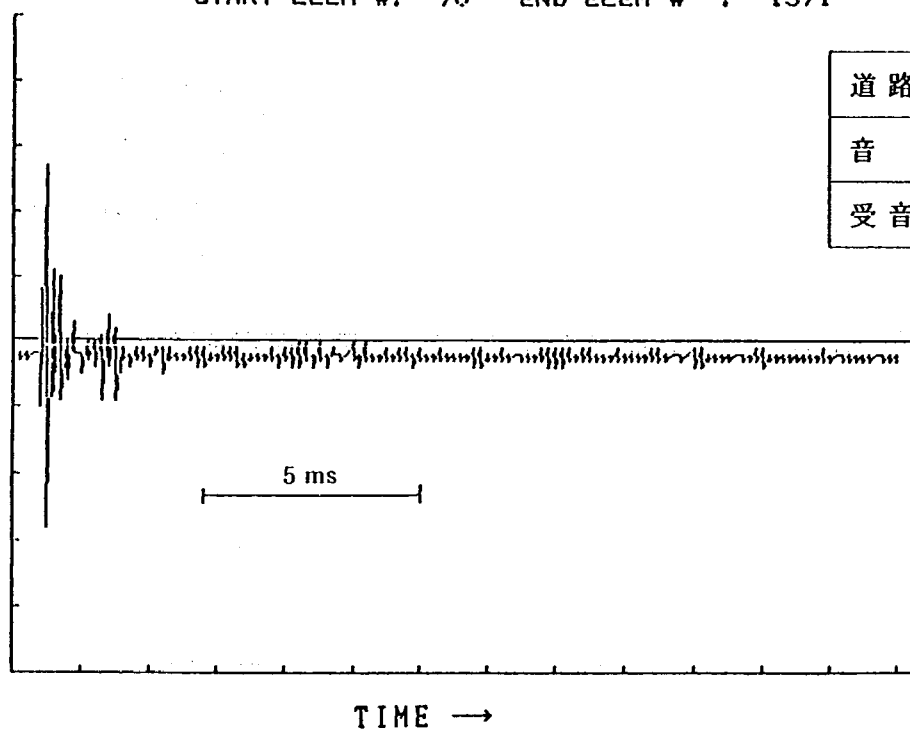
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	3
音源No	3
受信点No	3

図 2.32 横桁フランジ下吸音・音源No.3 の出力波形 (その2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371

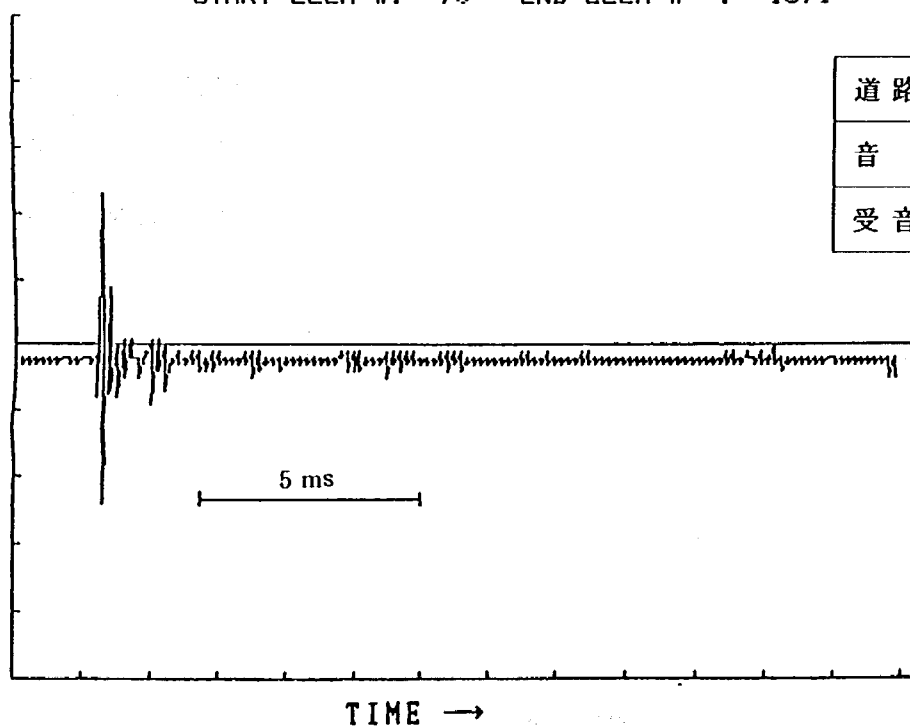
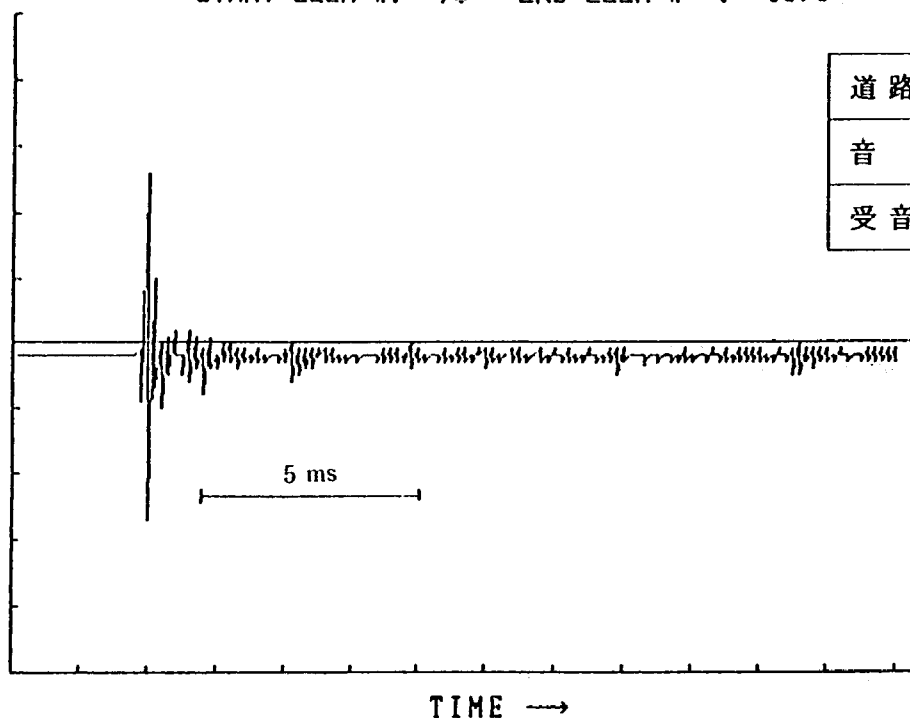


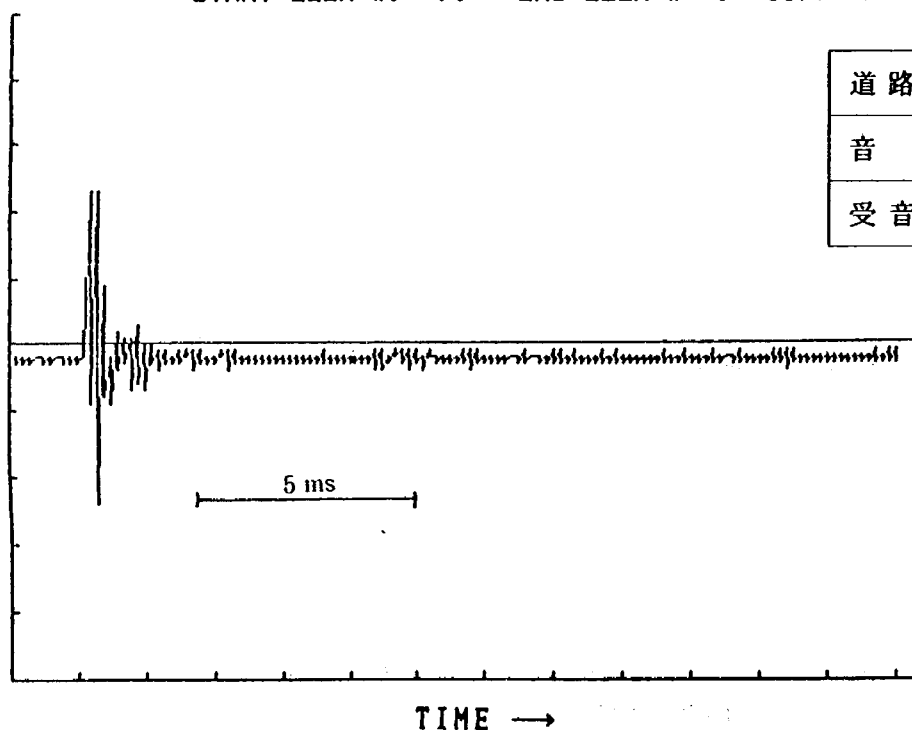
図 2.33 横桁フランジ下吸音・音源No.4 の出力波形 (その1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	3
音源 No	4
受信点 No	2

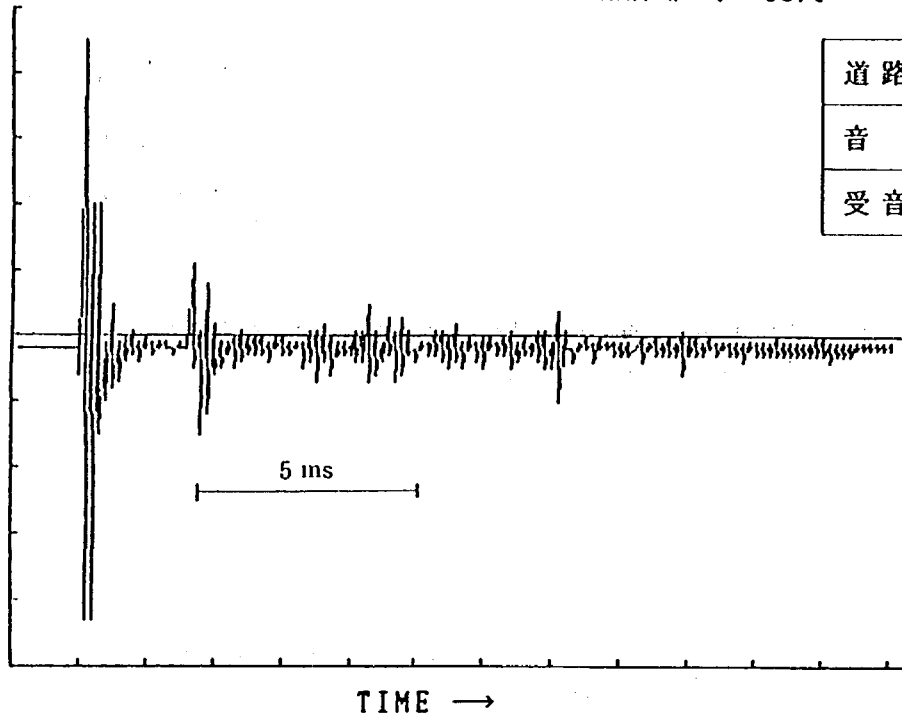
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	3
音源 No	4
受信点 No	3

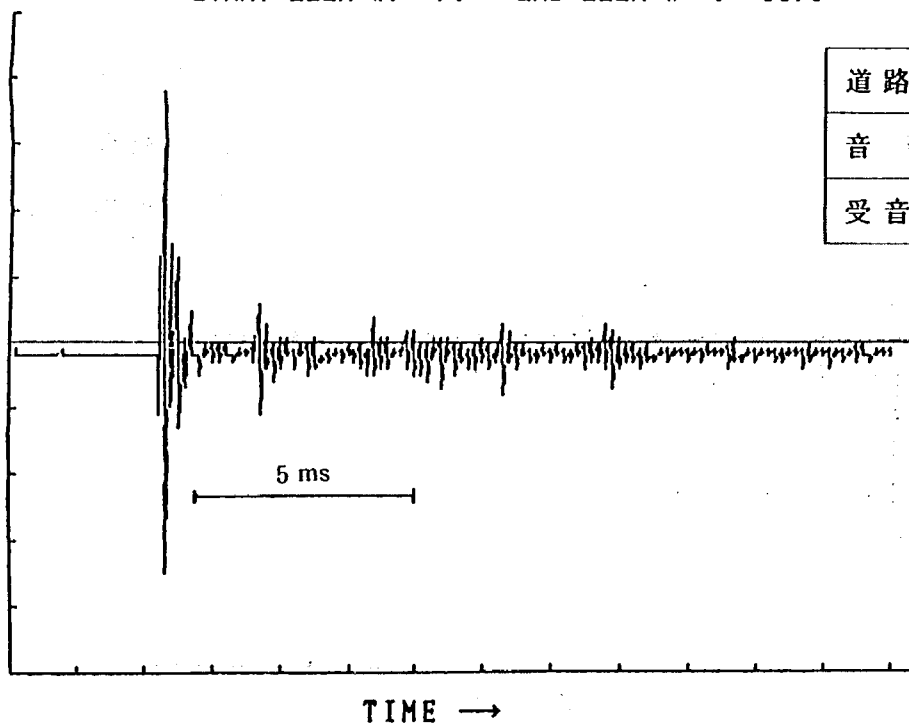
図 2.34 横桁フランジ下吸音・音源No 4 の出力波形 (その2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	4
音源 No	1
受信点 No	0

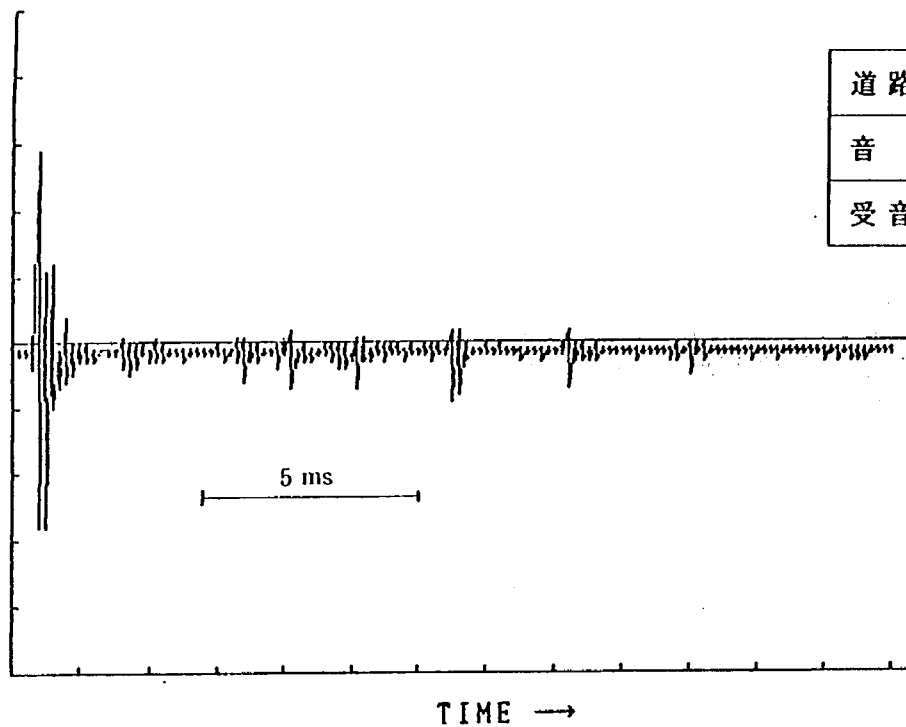
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	4
音源 No	1
受信点 No	1

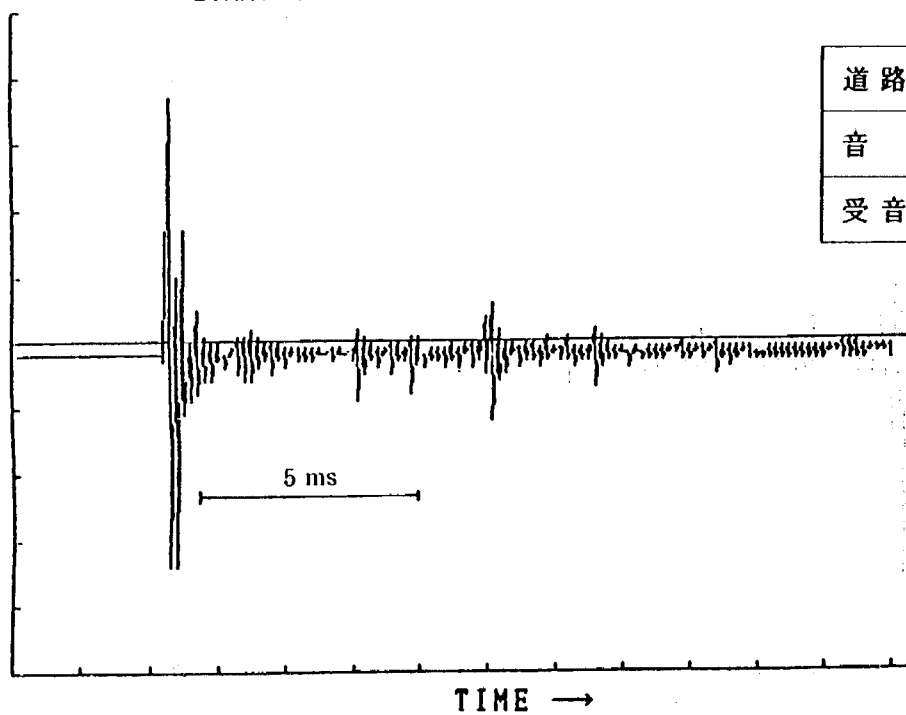
図 2.35 主桁フランジ上吸音・音源No 1 の出力波形 (その 1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 50 END ELEM # : 1351



道路形状	4
音源 No	1
受信点 No	2

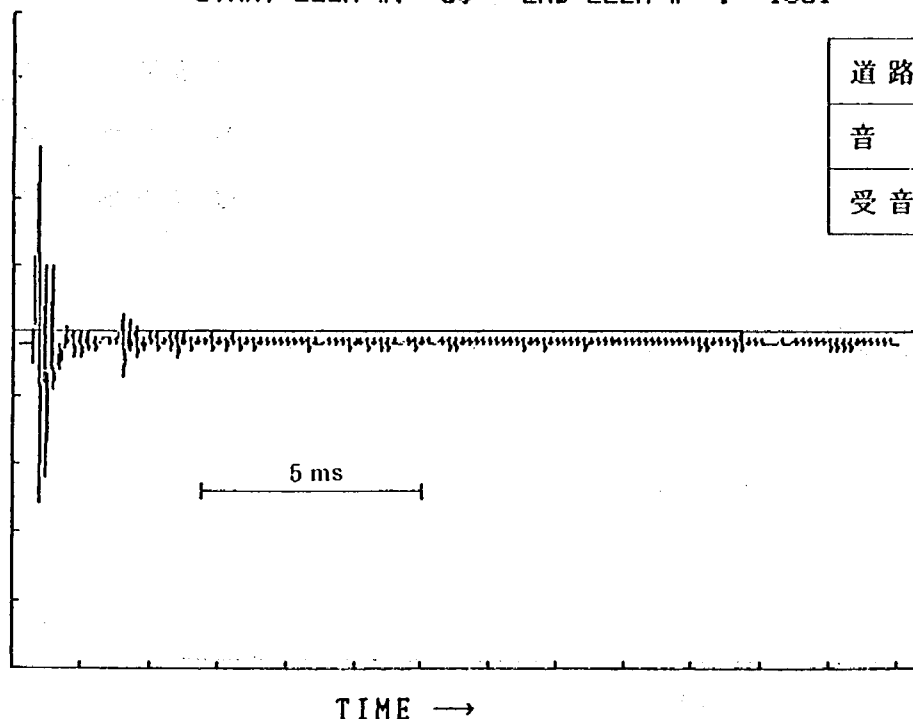
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	4
音源 No	1
受信点 No	3

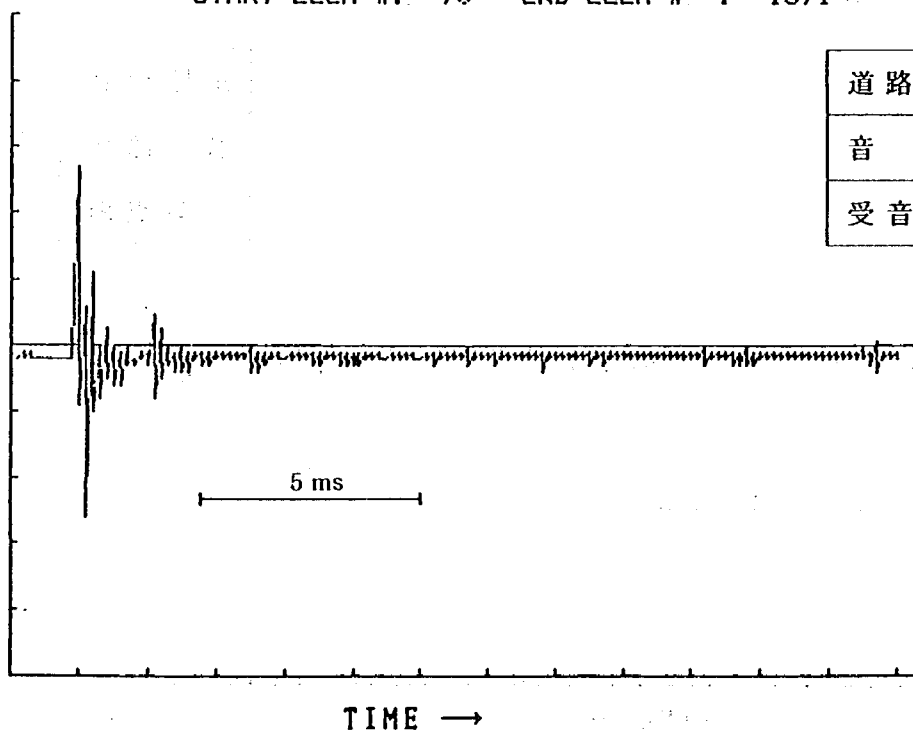
図 2.36 主桁フランジ上吸音・音源No.1 の出力波形 (その2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 50 END ELEM # : 1351



道路形状	4
音源No	2
受信点No	0

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371

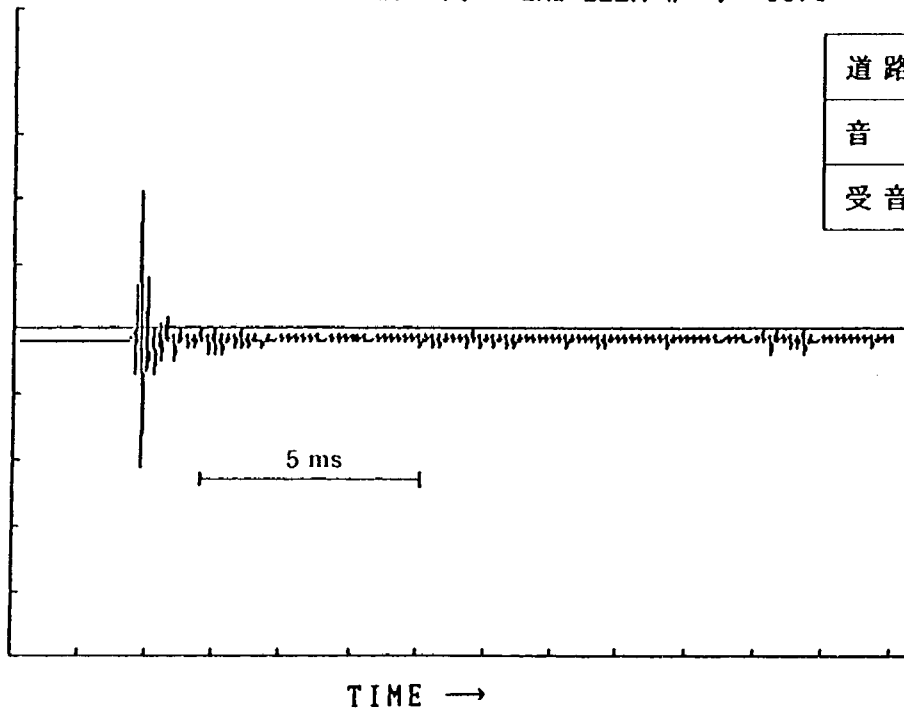


道路形状	4
音源No	2
受信点No	1

図 2.37 主桁フランジ上吸音・音源No 2 の出力波形 (その1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371

道路形状	4
音源No	2
受信点No	2



Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371

道路形状	4
音源No	2
受信点No	3

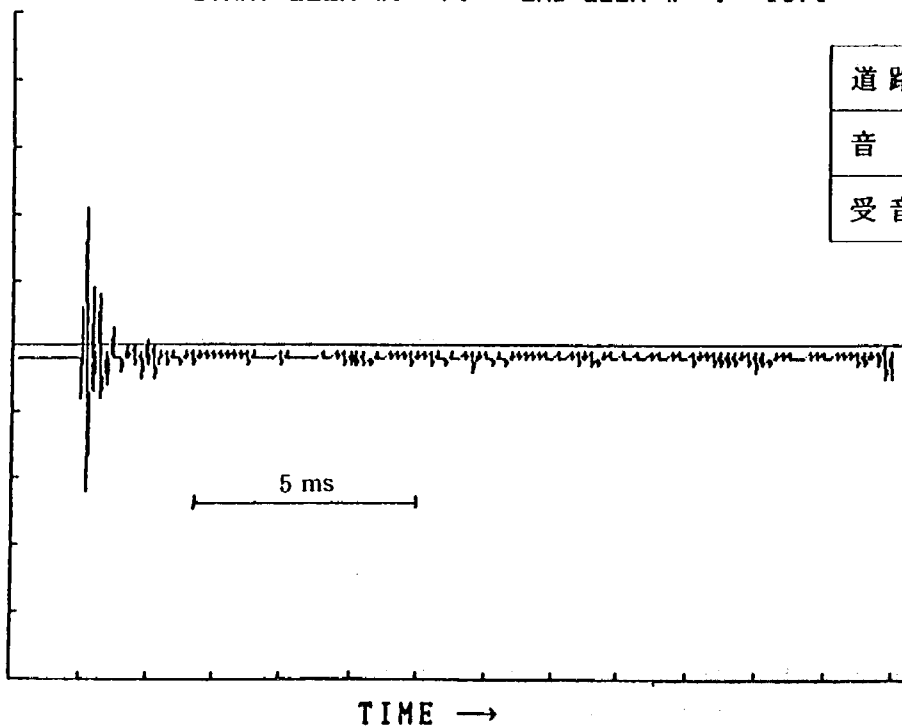
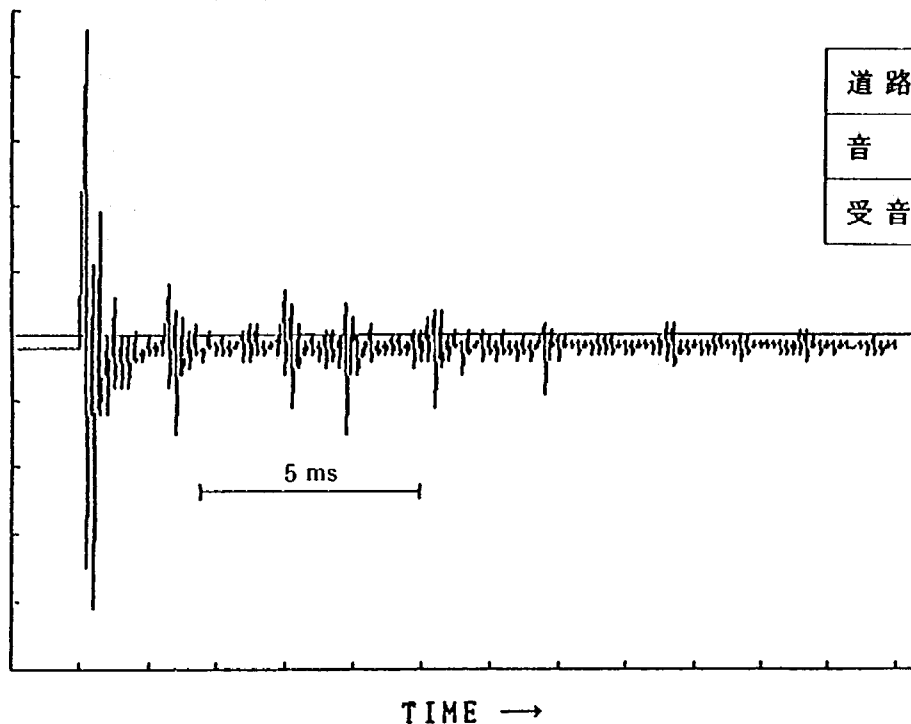


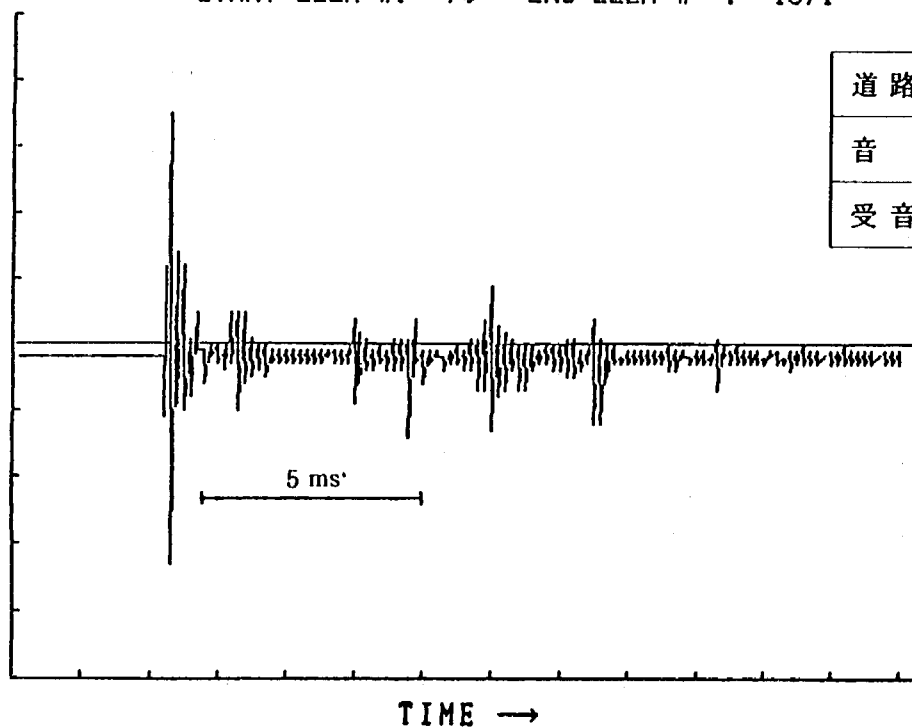
図 2.38 主桁フランジ上吸音・音源No 2 の出力波形 (その 2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	4
音源 No	3
受信点 No	0

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	4
音源 No	3
受信点 No	1

図 2.39 主桁フランジ上吸音・音源No 3 の出力波形 (その 1)

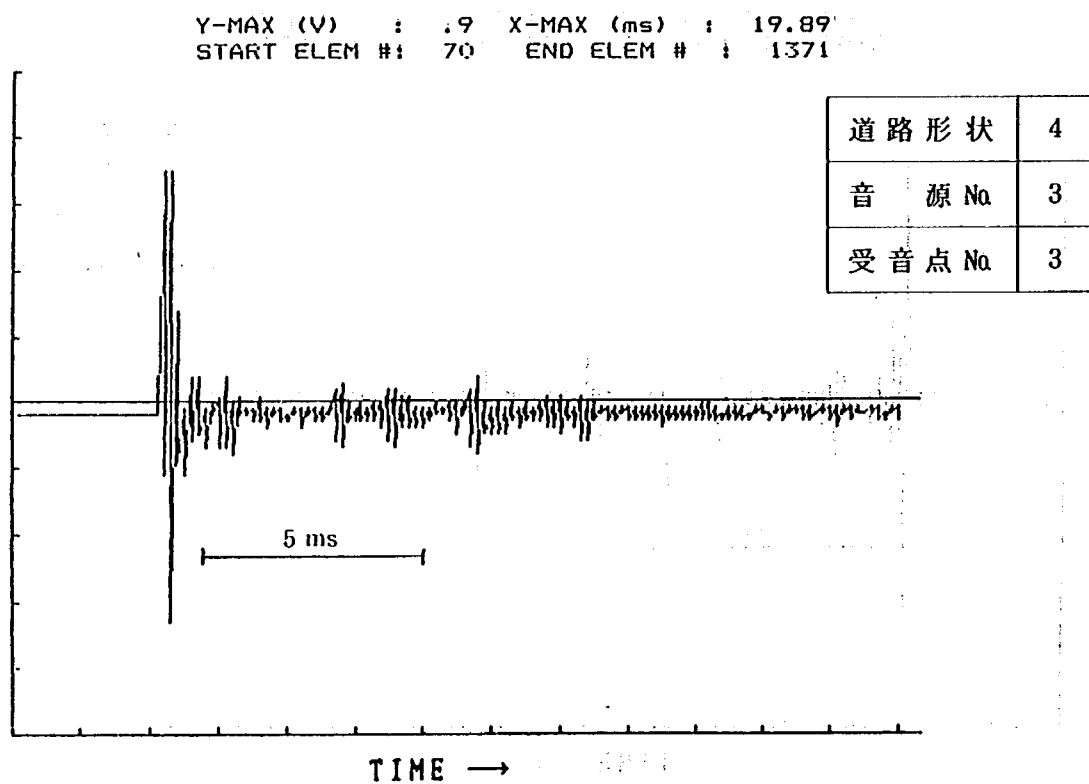
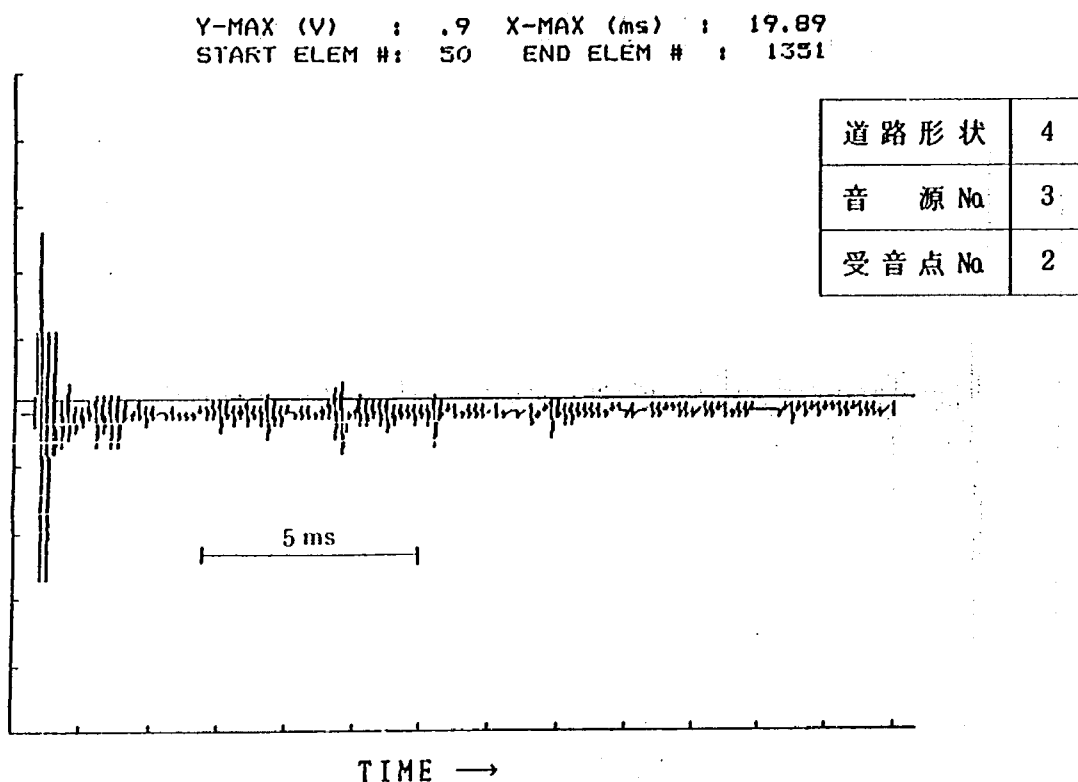
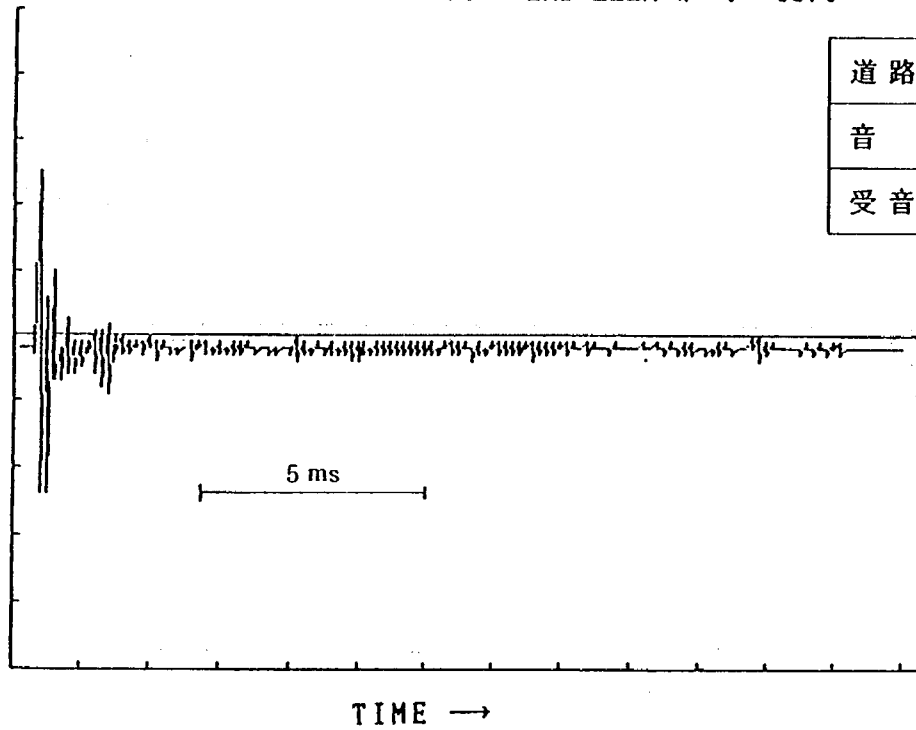


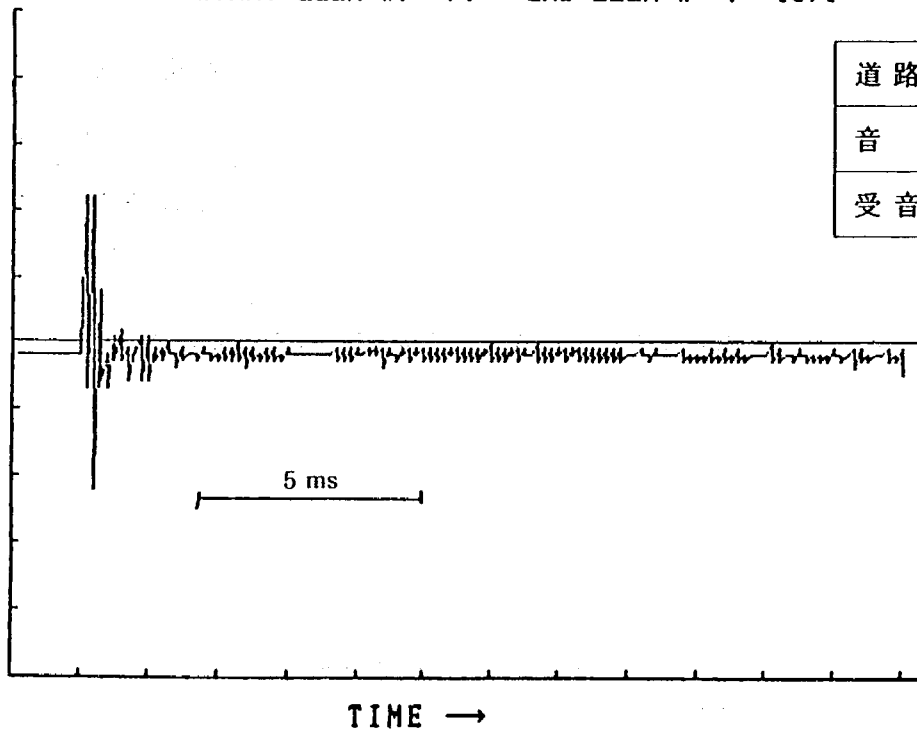
図 2.40 主桁フランジ上吸音・音源No 3 の出力波形 (その 2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	4
音源 Na	4
受信点 Na	0

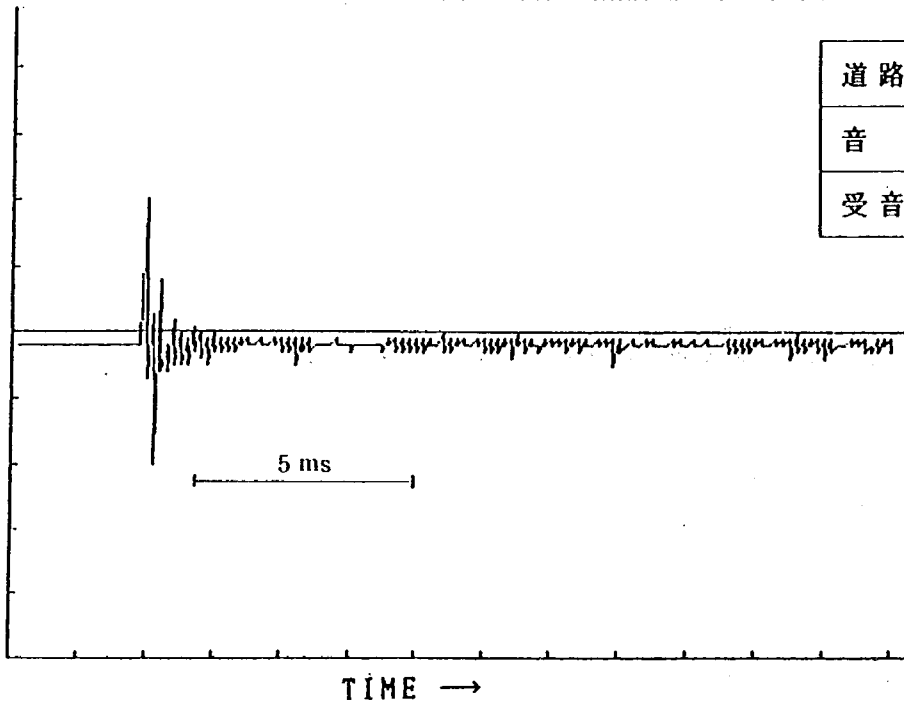
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	4
音源 Na	4
受信点 Na	1

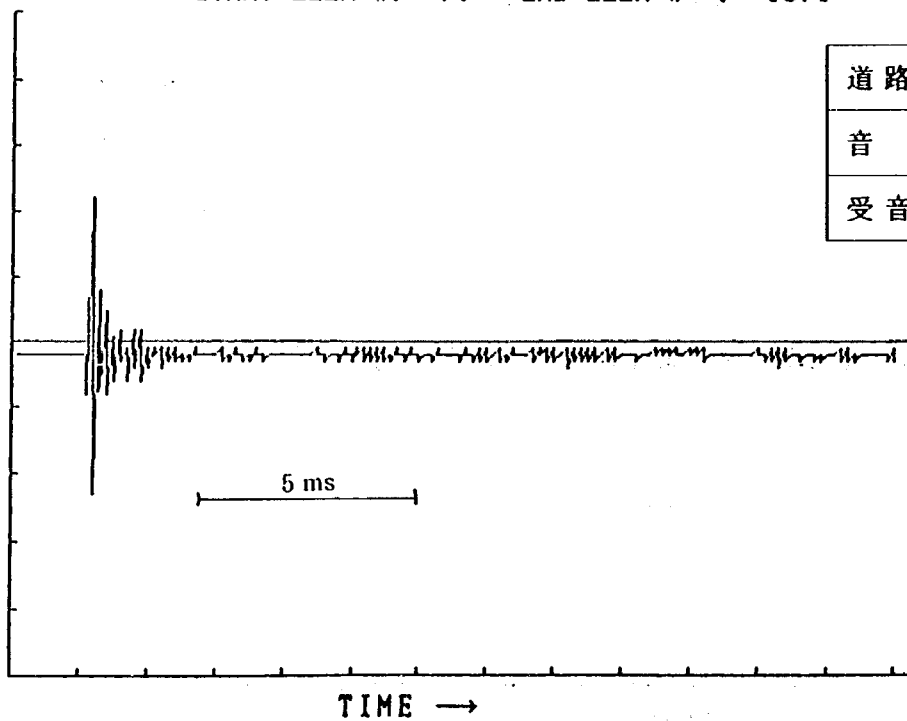
図 2.41 主桁フランジ上吸音・音源Na 4 の出力波形 (その1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	4
音源No	4
受信点No	2

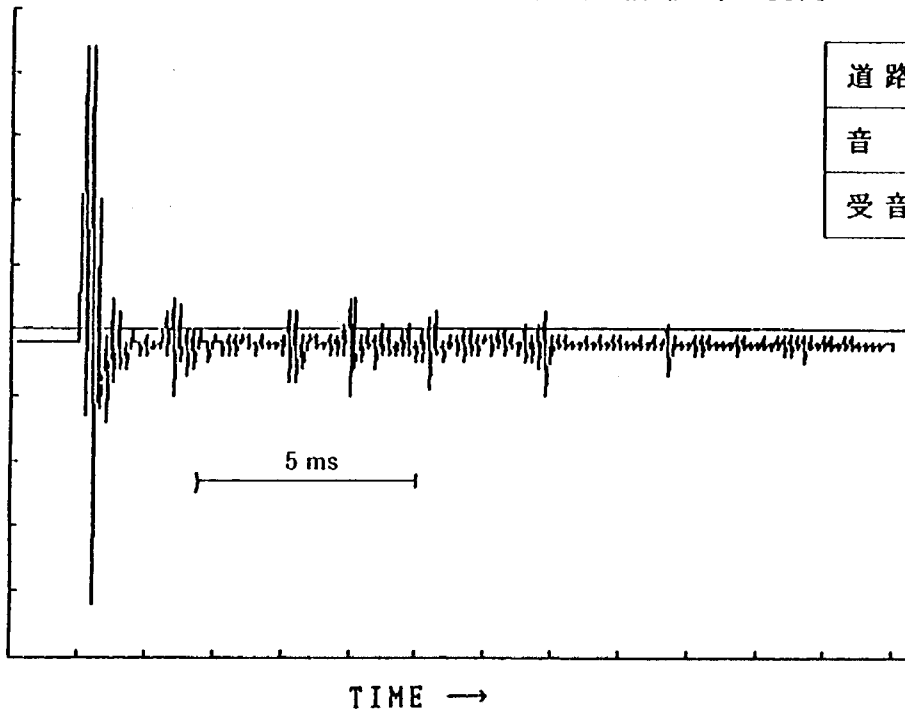
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	4
音源No	4
受信点No	3

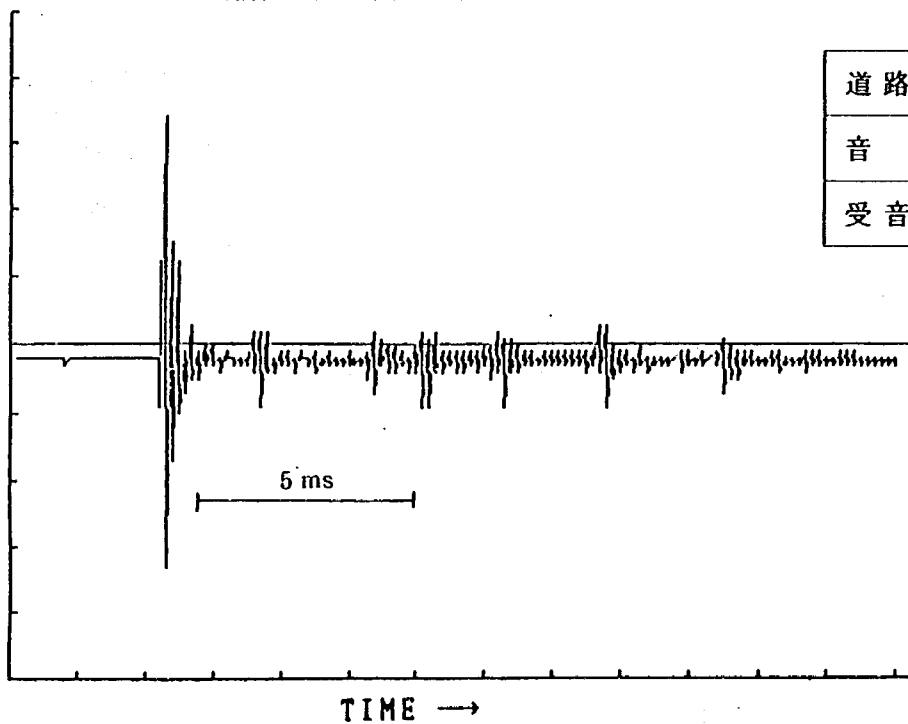
図 2.42 主桁フランジ上吸音・音源No 4 の出力波形 (その2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	5
音源 No	1
受信点 No	0

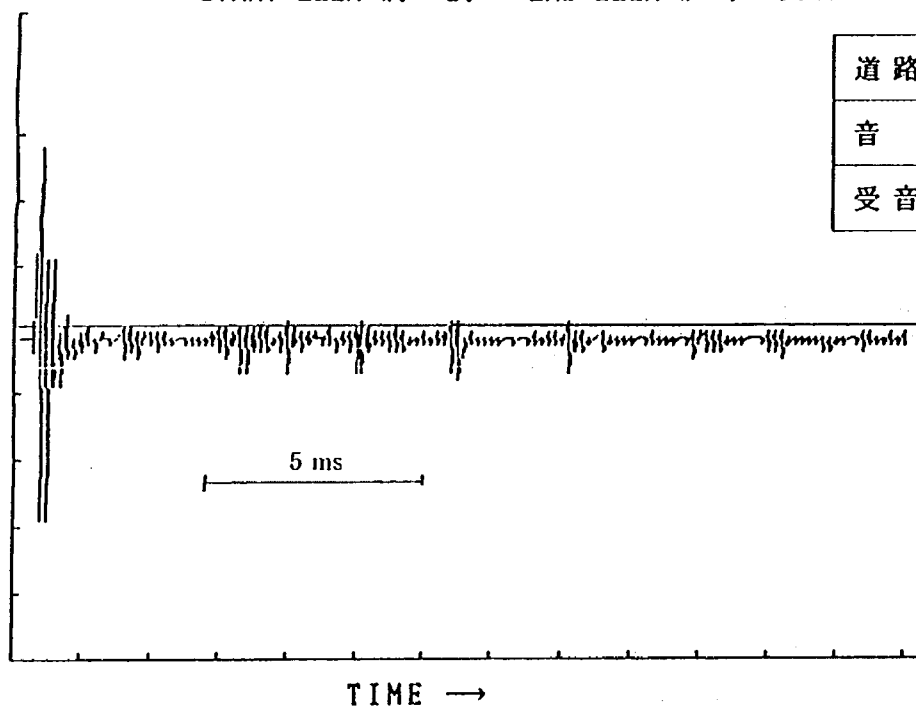
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	5
音源 No	1
受信点 No	1

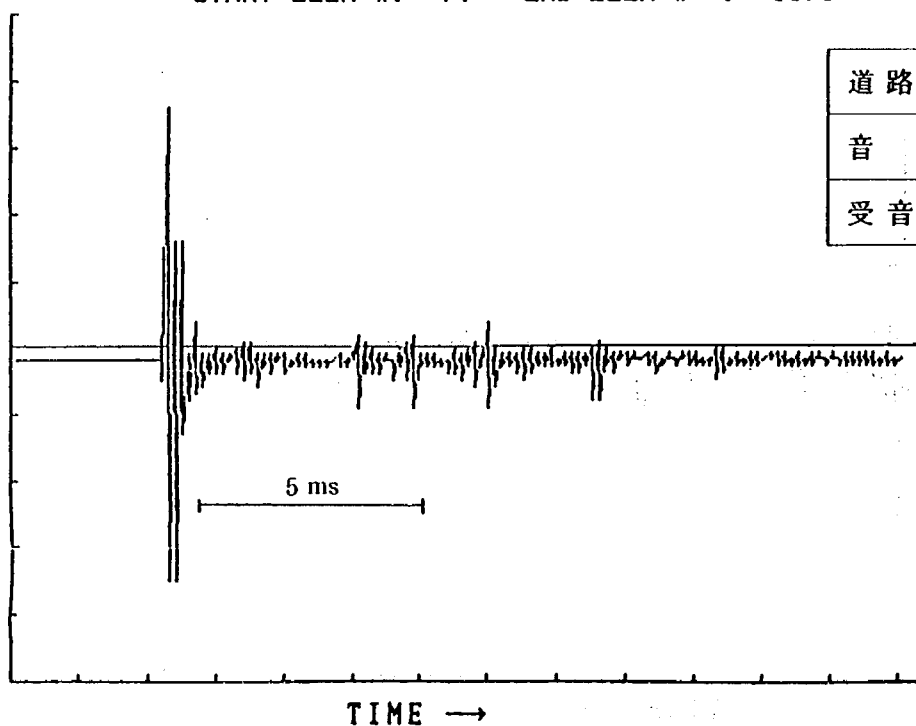
図 2.43 全覆吸音・音源 No 1 の出力波形 (その 1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 50 END ELEM # : 1351



道路形状	5
音源 No	1
受信点 No	2

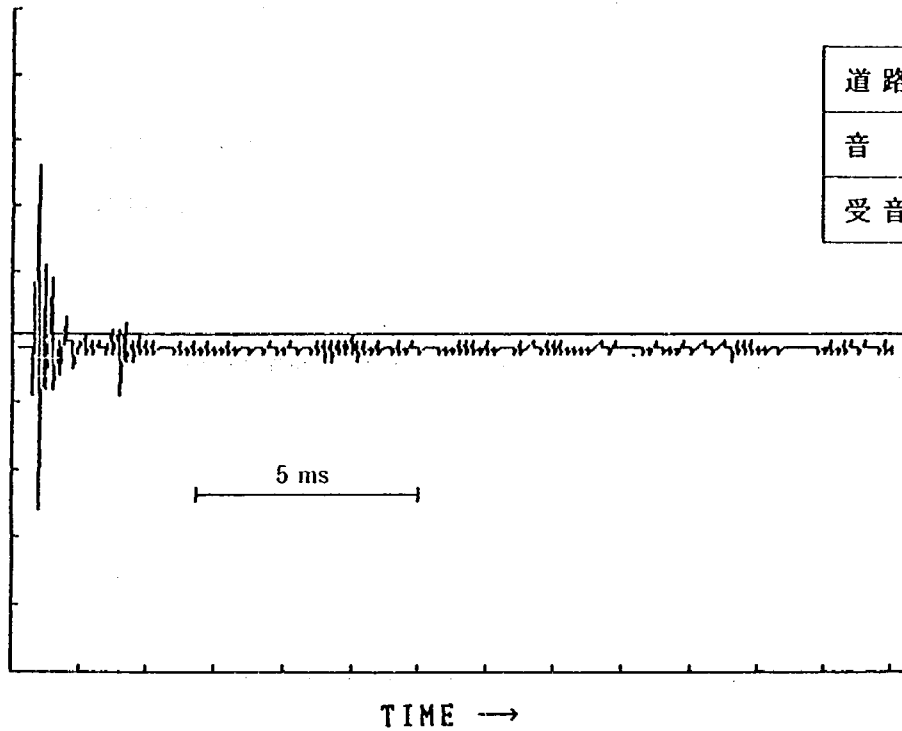
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	5
音源 No	1
受信点 No	3

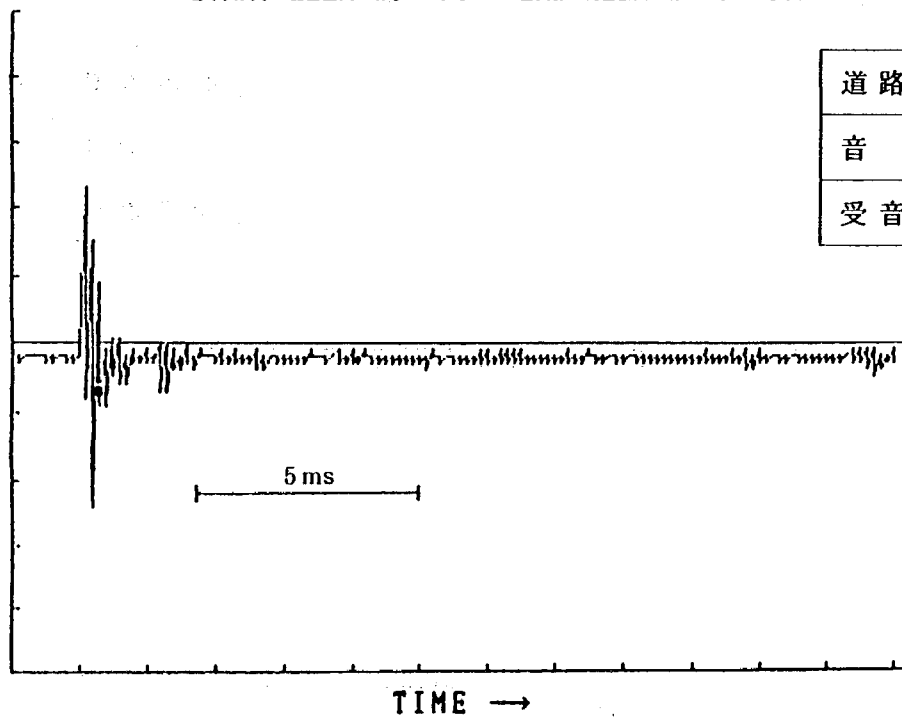
図 2.44 全覆吸音・音源No.1 の出力波形 (その2)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	5
音源 No	2
受信点 No	0

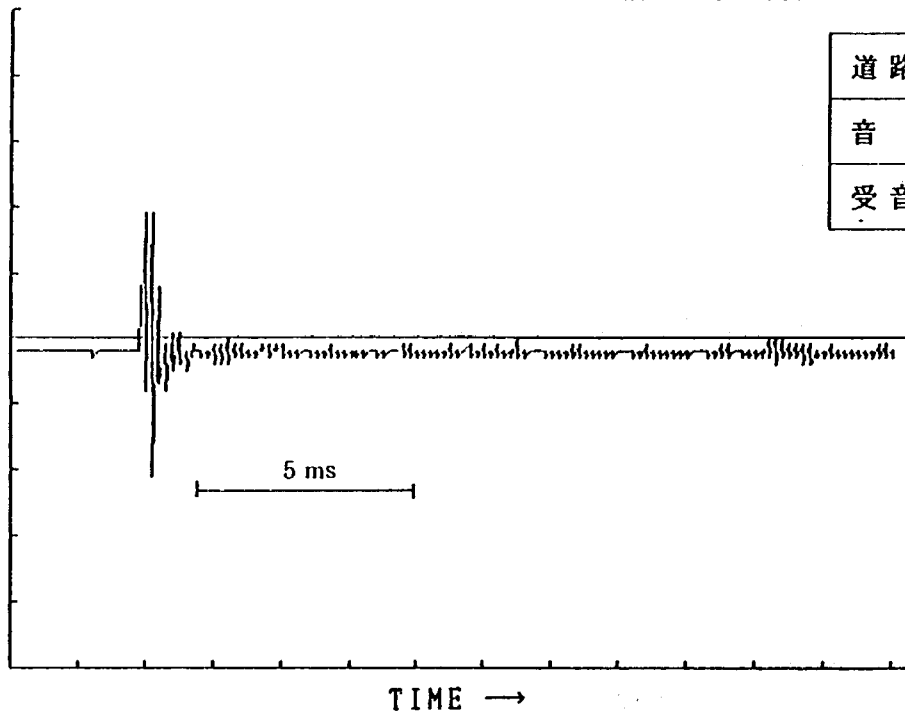
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	5
音源 No	2
受信点 No	1

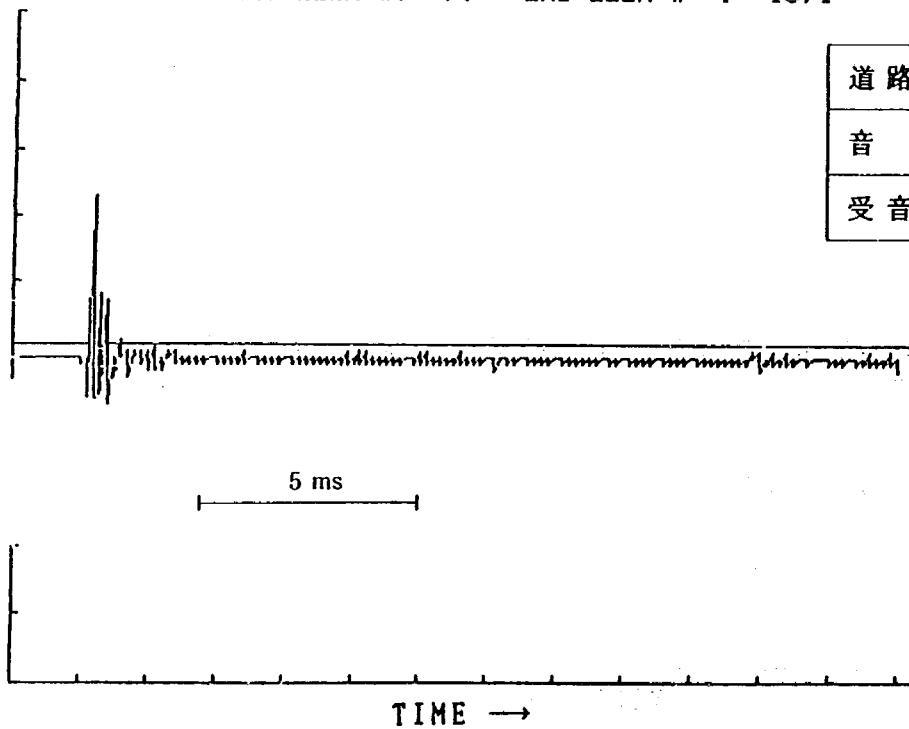
図 2.45 全覆吸音・音源No 2 の出力波形 (その 1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	5
音源No	2
受信点No	2

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	5
音源No	2
受信点No	3

図 2.46 全覆吸音・音源No.2 の出力波形 (その2)

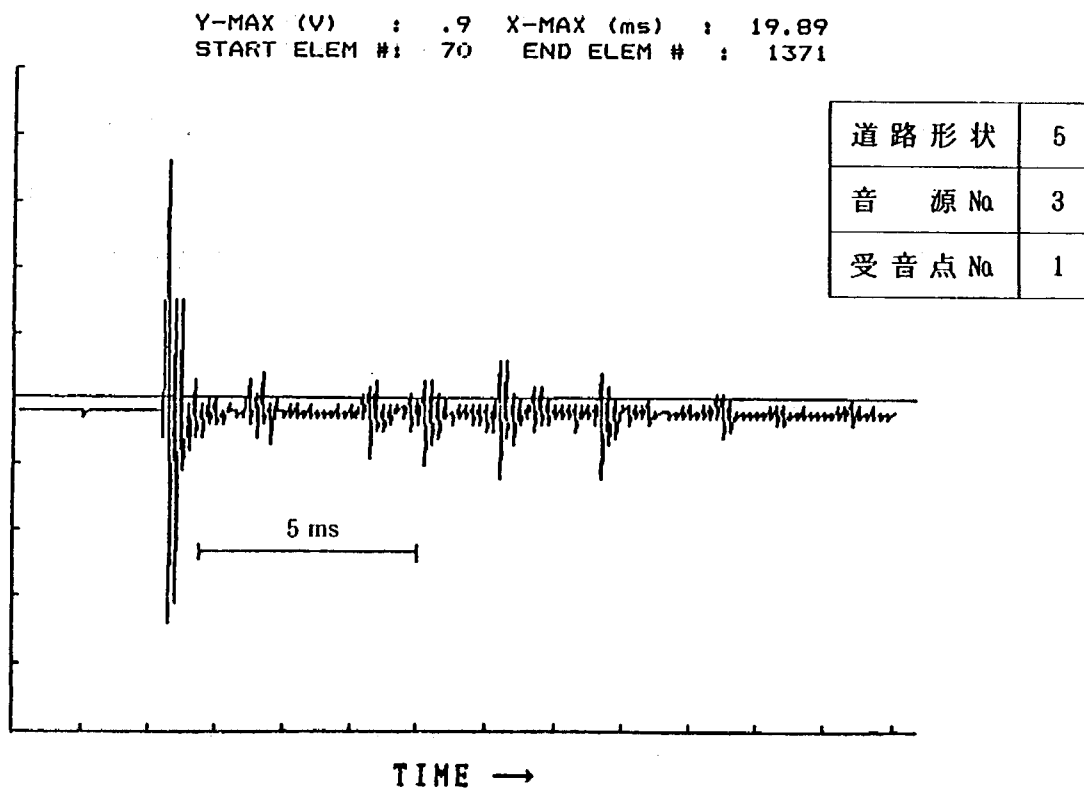
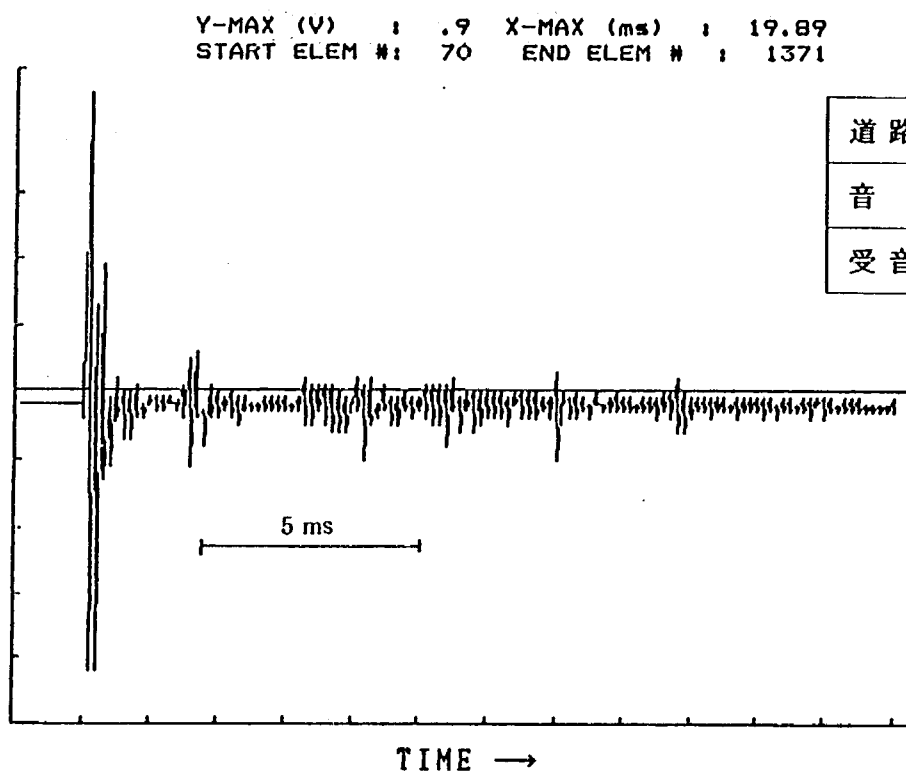
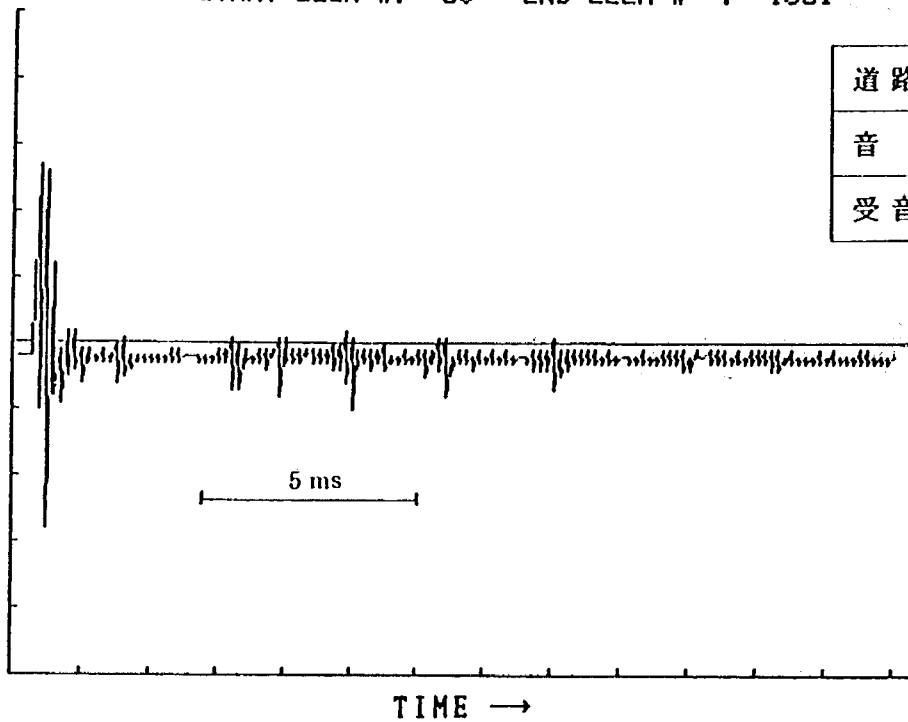


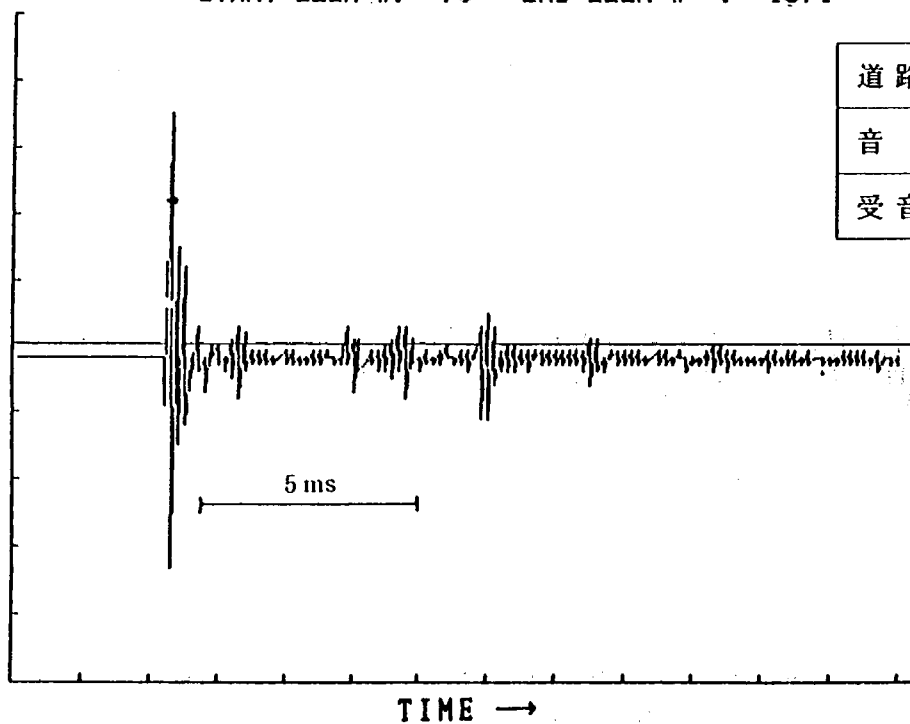
図 2.47 全覆吸音・音源No.3の出力波形(その1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 50 END ELEM # : 1351



道路形状	5
音源 No	3
受信点 No	2

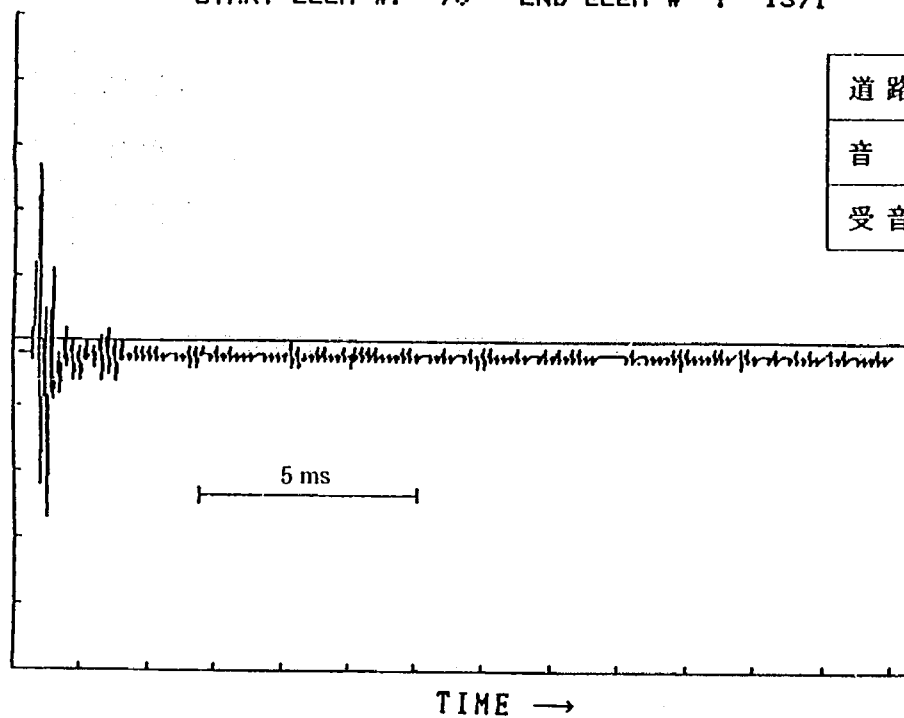
Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	5
音源 No	3
受信点 No	3

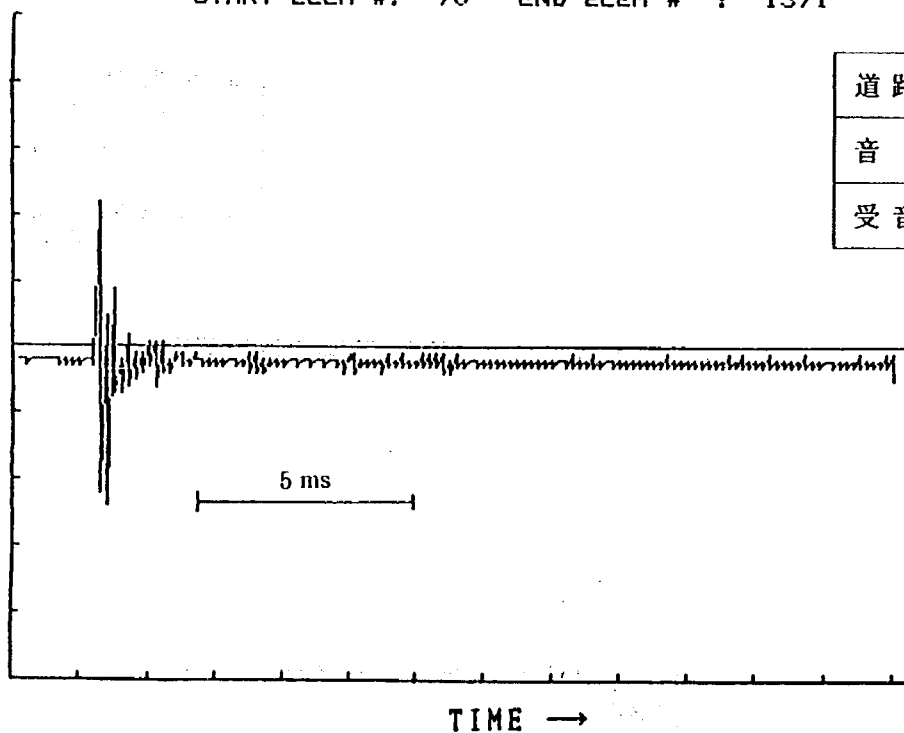
図 2.48 全覆吸音・音源No.3 の出力波形 (その2)

Y-MAX (V) : 1.9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM #: 1371



道路形状	5
音源 No	4
受信点 No	0

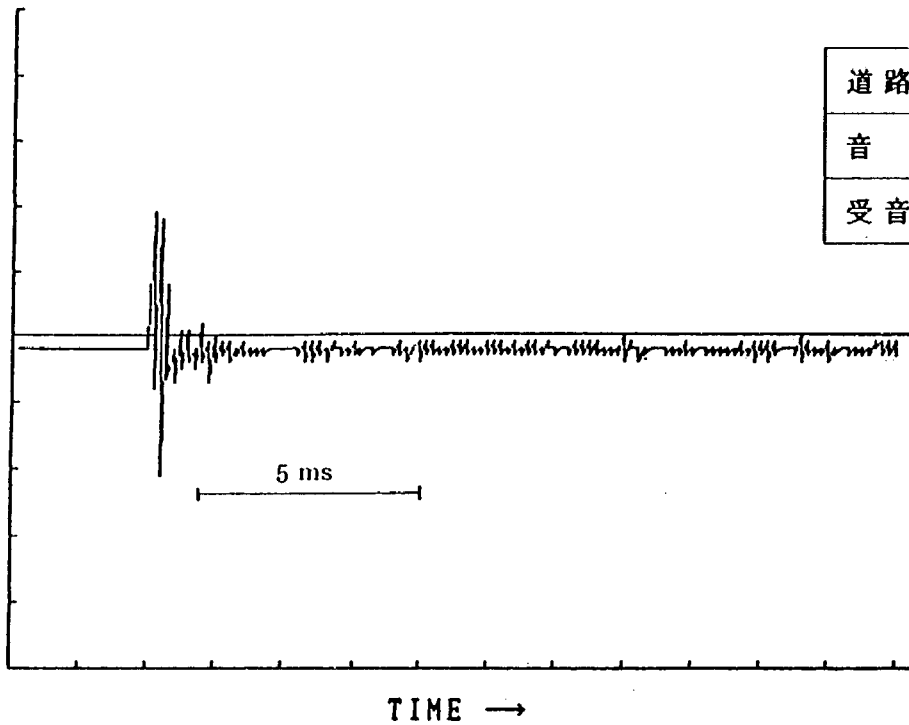
Y-MAX (V) : 1.9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM #: 1371



道路形状	5
音源 No	4
受信点 No	1

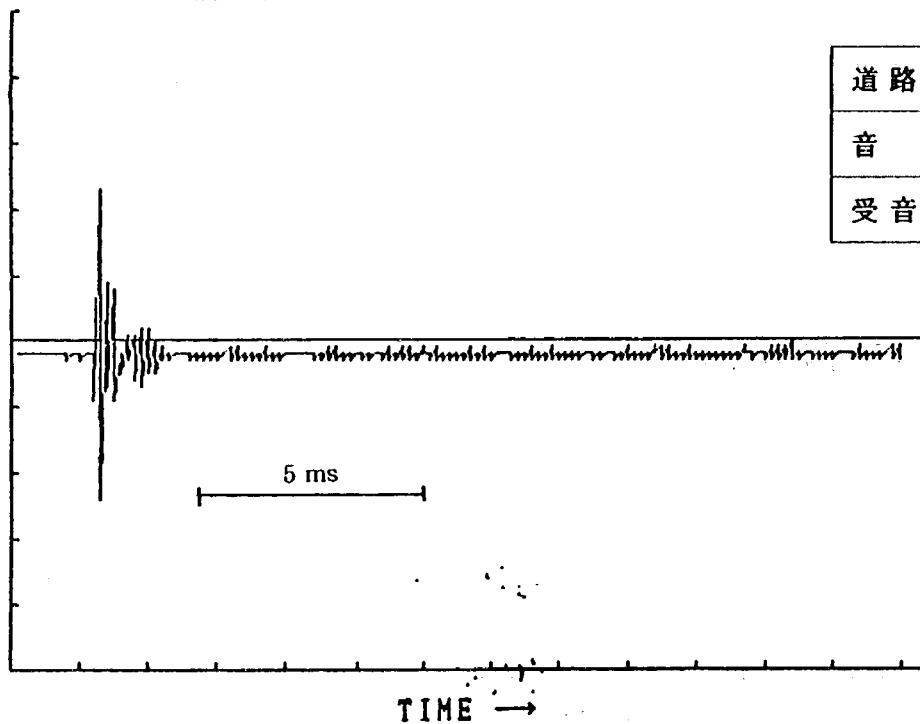
図 2.49 全覆吸音・音源No.4 の出力波形 (その1)

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	5
音源No	4
受信点No	2

Y-MAX (V) : .9 X-MAX (ms) : 19.89
 START ELEM #: 70 END ELEM # : 1371



道路形状	5
音源No	4
受信点No	3

図 2.50 全覆吸音・音源No.4 の出力波形 (その2)

高架道路周辺の騒音分布
とその対策

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第2236号
昭和60年4月(1985)

足立義雄
中須賀聡
宮川隆己

要 旨 平面道路上に高架道路が併設された箇所では、平面道路単独の場合に比べて騒音レベルが増加することが指摘されている。本資料は、高架道路の併設による騒音レベルの変化を模型実験により調査し、主に高架裏面の吸音処理に着目し、その対策効果量を調査整理したものである。

キーワード：道路交通騒音，高架道路，騒音対策

郵便はがき

3 0 5 - □ □

四十円切手
をはって下
さい

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地
建設省土木研究所
交通環境研究室御中

No. 024

土木研究所資料第2236号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名 印