

土 木 研 究 所 資 料

交通振動に関する試験調査報告書〔V—1979〕

昭和 55 年 3 月

建設省土木研究所
構造橋梁部構造研究室

目 次

まえがき	
1 振動レベル波形の分析	3
1.1 分析方法	3
1.2 解析対象資料	4
1.3 高架道路に対する振動レベル波形の分析結果	5
1.4 平面道路に対する振動レベル波形の分析結果	7
1.5 まとめ	7
表	9
図	12
2 L ₁₀ のシミュレーション結果	17
2.1 シミュレーションプログラム	17
2.2 シミュレーション計算	17
2.3 考 察	20
表	21
図	22
3 距離減衰の検討	32
3.1 分析方法	32
3.2 解析対象資料	32
3.3 距離減衰量 β の算出結果	33
3.4 距離減衰量 β の要因分析	33
3.5 考 察	33
表	34
図	46

ま え が き

道路交通振動は、その発生源、伝播経路、受振点等における多数の要因が複雑に影響し合うため、その発生レベルの予測手法の確立には種々の困難がともなう。

当研究室では、この難解な道路交通振動の特性を把握するとともに予測手法確立のために、建設省および公団等の関係各機関と協力して、実測資料の収集およびその解析、検討を精力的に実施してきた。その成果としての平面道路および盛土道路に対する予測手法は、建設省所管事業に係る環境影響評価における統一的な予測モデル式として採用され、「道路環境評価に用いる予測手法（案）」（昭和53年8月、建設省道路局）の中に紹介されている。

一方、高架道路に対しては、未だ統一的な予測手法は確立されていないものの、昨年度までに幾つかの案を提案するに至っている。しかし、これらはすべて平面道路における予測式の構成を基礎として回帰手法により導かれたものであり、予測式をまとめる際の基本となる単独車走行時の発生振動レベルの分析は立ち遅れているのが現状である。また、高架道路から発生する地盤振動の距離減衰は資料のみが収集されていてその分析が実施されていない。

今年度はこのような状況から、単独車走行時の振動レベル波形の分析、その結果を用いたL10のシミュレーション計算、および距離減衰の要因分析を実施したので、その成果をとりまとめて報告する。解析対象とした資料は次頁の一覧表に示すように、道路交通振動全国調査として昭和52および53年度に収集されたものであり、実測調査を担当していただいた首都高速道路公団および阪神高速道路公団の関係各位に感謝の意を表する次第である。

昭和55年3月

建設省土木研究所	構造研究室	室長	成田	信之
		研究員	桂樹	正隆
		室員	江本	勝
		同上	藤城	隆

表-1 解析対象資料一覧表

資料番号	車線数		L ₁₀ 調査		単一車調査**				資料分類***
	高架	平面	回数	測点	L _p	i _u	i _d	△t	
77A2-1201	4	4	24	7	×	×	×	×	C
1202	4	4	24	6	×	×	×	×	C
1203	4	6	24	5	×	×	×	×	C
1204	5	4	24	6	×	×	×	×	C
1205	4	6	24	7	×	×	×	×	C
1206	4	0	24	7	×	×	×	×	C
1207	4	0	24	6	×	×	×	×	C
1210	4	4	24	7	×	×	×	×	C
1211	4	6	24	6	×	×	×	×	C
1212	4	6	24	7	×	×	×	×	C
1214	4	0	24	7	×	×	×	×	C
1215	4	10	24	7	×	×	×	×	C
1301	4	6	24	7	×	×	×	×	C
1302	4	8	24	7	×	×	×	×	C
1303	4	0	24	7	×	×	×	×	C
1304	4	0	24	6	×	×	×	×	C
1307	4	2	24	7	×	×	×	×	C
1308	4	8	24	7	×	×	×	×	C
78A2-1201	4	4	9	6	○	○	○	○	C
1202	4	6	9	6	○	○	○	○	C
1203	4	4	9	6	○	○	○	○	A
1204	4	4	9	6	○	○	○	○	A
1205	4	4	9	6	○	○	○	○	C
1206	4	6	9	6	○	○	○	○	A
1208	4	0	9	6	○	○	○	○	A
1210	4	6	9	6	○	○	○	○	A
1211	4	0	9	6	○	○	○	○	A
1212	4	4	9	6	○	○	○	○	C
1214	4	4	9	6	○	○	○	○	C
1215	4	5	9	6	○	○	○	○	A
1216	4	8	9	6	○	○	○	○	C
1218	4	10	9	6	○	○	○	○	C
1302	4	0	9	5	○	○	○	×	B
1303	4	0	9	5	○	○	○	×	B
1305	4	0*	9	5	○	○	○	×	B
1306	4	0*	9	5	○	○	○	×	B
1308	4	0	9	5	○	○	○	×	B
1309	4	0*	9	5	○	○	○	×	B
1310	4	0*	9	5	○	○	○	×	B

* 実際は2車線の平面道路が存在するが、交通量が極小のため高架のみの地点として扱う

** L_p, i_u, i_d, △t: それぞれピーク値, 上昇勾配, 下降勾配, ピーク値継続時間(第1章参照)

○, ×: それぞれ資料が収集されていること, されていないことを表わす

***A: △tを含む単一車の資料があるもの

B: △tを除く単一車の資料があるもの

C: 単一車の資料がないもの

1 振動レベル波形の分析

本章では大型単独車に対する調査資料を用いて、振動レベル波形の要因分析を行い、次章において L_{10} のシミュレーション計算を実施する際の入力データとして用いる振動レベル波形のモデル化を試みた。

1.1 分析方法

単一車に対する調査では大型車の単独走行時の振動レベル波形を下図のような台形波形にモデル化して、

- ・ ピークレベル値 L_p (dB)
- ・ 上昇勾配 i_u (dB/sec)
- ・ 下降勾配 i_d (dB/sec)
- ・ ピーク値継続時間 Δt (sec)

が読みとられている。

これらの値に対する影響因子としては、

- ・ 高架道路部段差量 H_p (mm)
- ・ 平面道路部平坦性 σ (mm)
- ・ 地盤卓越振動数 f (Hz)
- ・ 走行速度 V (km/h)
- ・ 走行位置 (測点までの距離) M (m)
- ・ 高架部スパン長 L (m)

などが考えられる。

本解析では振動レベル波形の各構成値と上記の影響因子の関係を単相関あるいは重相関によって明らかにすることによってそれらの予測値を算出し、実測値との整合性を検討した。

以下に振動レベル波形の各構成値毎の分析方法を述べる。

1.1.1 走行位置が高架道路の場合

(1) ピークレベル値 (L_p)

L_p に対する影響因子として H_p, f, V をとりあげた。したがって L_p の算出式は、

$$L_p = f_1(H_p) + f_2(f) + f_3(V) + a - \Delta a \quad (1.1)$$

と表わされる。本式中の f_1, f_2, f_3 、および Δa の関数形は従来の研究成果から

$$f_1(H_p) = 0.5 \cdot H_p \quad (1.2)$$

$$f_2(f) = \begin{cases} 6.64 \cdot \log(f/4) + 3.63 \\ 3.63 \\ 13.29 \cdot \log(15/f) \end{cases} \quad (1.3)$$

$$f_3(V) = 0.2 \cdot V \quad (1.4)$$

$$\Delta a = \begin{cases} 0 & (\text{高架道路のみの場合}) \\ 1 & (\text{高架道路に平面道路が併設されている場合}) \end{cases} \quad (1.5)$$

と表現されている。ここで Δa は、平面道路の有無による基準測点の相異の影響を考慮する補正項である。以上の関数形をピークレベル値と各影響因子の単相関あるいは重相関によって再検討し、定数項 a を最小二乗法によって算出した。

(2) 上昇勾配 (i_u), 下降勾配 (i_d), ピーク値継続時間 (Δt)

これらの諸量に対する影響因子としては高架橋スパン長 (L) のみ考え、次式を仮定した。

$$i_u = \alpha_1 \cdot L + b_1 \dots\dots\dots (1.6)$$

$$i_d = \alpha_2 \cdot L + b_2 \dots\dots\dots (1.7)$$

$$\Delta t = \alpha_3 \cdot L + b_3 \dots\dots\dots (1.8)$$

1.1.2 走行位置が平面道路の場合

(1) ピークレベル値 (L_p)

L_p に対する影響因子は σ , f , V , M をとりあげ次式を仮定した。

$$L_p = f_7(\sigma) + f_8(f) + f_9(V) + f_{10}(M) + C \dots\dots\dots (1.9)$$

ここで, f_7 , f_8 , f_9 については従来の研究成果から,

$$f_7(\sigma) = 4.0 \cdot \sigma \dots\dots\dots (1.10)$$

$f_8(f) \dots\dots\dots$ 式 (1.3) と同じ

$f_9(V) \dots\dots\dots$ 式 (1.4) と同じ

と求まっているので、本解析では $f_{10}(M)$ を

$$f_{10}(M) = B \cdot M + d \text{ もしくは } B \cdot \log M + d$$

と仮定して、最小二乗法により最適係数値を求めた。

(2) 上昇勾配 (i_u), 下降勾配 (i_d), ピーク値継続時間 (Δt)

これらについては、従来の研究により、

$$i_u = 15 \text{ dB/SEC}, i_d = 6 \text{ dB/SEC}, \Delta t = 0.5 \text{ SEC}$$

と求められているので、今回新たな解析は実施しなかった。

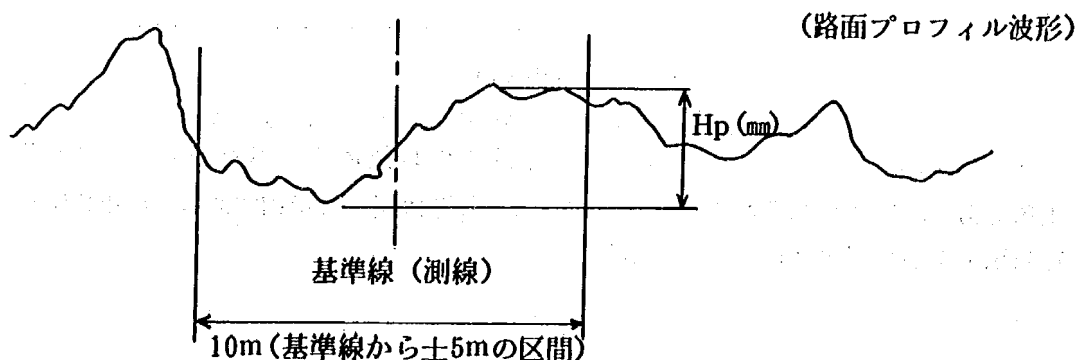
1.2 解析対象資料

単独大型車走行時の振動レベル波形の分析に使用したデータは、道路交通振動全国調査において調査 78-A-2 として、首都高速道路公団および阪神高速道路公団が収集したものであり、表-1 の資料分類欄に A もしくは B と記入されているものである。B と分類されている資料は Δt の値が読みとられていないので、 Δt の分析時には A と分類されている資料のみを対象とした。

前節で述べた振動レベル波形の各構成値およびその影響因子の値は、両公団にて読みとられた値を用いることを原則としたが、本解析のために読み直したもの、あるいは新たに読みとった項目があるので、以下に紹介する。

(1) 高架道路部段差量 (H_p)

H_p は公団からの資料に記載されていた路面プロフィル波形を用いて、下図のように基準線から $\pm 5 \text{ m}$ の区間をとり、この区間内で最大高低差 (mm) を読みとった。



(2) 平面道路部平坦性 (σ)

阪神高速道路公団での測定は8 mプロフィルメータを用いて実施されていたため、従来の3 mプロフィルメータによる路面凹凸量の標準偏差 (σ) に換算する必要があった。そこで、8 mプロフィルメータによる路面凹凸波形を用いて、次式により換算することとした。

$$r_i = R_i - \frac{R_{i-1} + R_{i+1}}{2} \dots\dots\dots (1.11)$$

R_i : 1.5 m 間隔で読みとられた8 mプロフィルメータによる凹凸量

r_i : 3 mプロフィルメータに換算された凹凸量

(3) 走行位置 (M)

走行位置は基準点 (5 m 位置の測点) から走行車線中央までの距離 (m) として、道路の横断面図から読みとった。なお、車線幅員は一様に3.5 mとした。

(4) 高架部スパン長 (L)

高架部スパン長は測線位置の橋脚を中心に車両の進行方向を前方として次のように設定した。

上昇勾配 (i_u) に対しては橋脚後方のスパン長、下降勾配 (i_d) については橋脚前方のスパン長とし、ピーク値の継続時間 (Δt) に対しては両者の平均スパン長を用いた。

(5) ピークレベル値 (L_p), 上昇勾配 (i_u), 下降勾配 (i_d), ピーク値継続時間 (Δt), 地盤卓越振動数 (f), 走行速度 (V)

これらの諸量は両公団において読みとられた値をそのまま用いた。

このような手法で読みとられた解析対象資料の一覧を表-1.1に示す。

1.3 高架道路に対する振動レベル波形の分析結果

1.3.1 ピークレベル値 (L_p)

L_p と高架道路部段差量 (H_p), 地盤卓越振動数 (f), および走行速度 (V) との単相関関係を求めた結果を表-1.2に示す。各因子との単相関係数は比較的小さいが、この中で最も相関係数が大きい H_p の影響成分を $0.5 \cdot H_p$ としてピークレベル値から差し引いたもの (換算ピークレベル: $L_p - 0.5 \cdot H_p$) と他の要因との単相関分析を実施した。その結果を表-1.3に示す。

以上の結果から、各要因ともあまり相関が良くなかったので、次に従来の研究成果をとり入れて、 L_p を式 (1.1) ~ (1.5) を用いて表現した時の定数項 a を最小二乗法により求めた。その結果 $a = 30.7$ が得られたので L_p は、

$$L_p = f_1 (H_p) + f_2 (f) + f_3 (V) - \Delta a + 30.7 \dots\dots\dots (1.12)$$

f_1, f_2, f_3 , および Δa はそれぞれ式 (1.2) ~ (1.5) 参照

と表わされる。この時の実測値と予測値の関係を図-1.1に示す。また両者の相関係数は0.316, 平均偏差 ($H = \sqrt{\sum (\text{実測} L_p - \text{予測} L_p)^2 / n}$) は5.58dBである。

また、ピークレベル値と各影響因子の関係を重相関分析すると次式が得られた。

$$L_p = 0.427 \cdot H_p + 0.151 \cdot \log (f/8) + 0.067 \cdot V - 1.36 \cdot \Delta a + 38.43 \dots\dots (1.13)$$

そこで、これらの各係数をまとめて、

$$L_p = 0.5 \cdot H_p + 0.15 \cdot \log (f/8) + 0.065 \cdot V - 1.5 \cdot \Delta a + a \dots\dots\dots (1.14)$$

と設定し、前回と同様に定数項 a を最小二乗法により求めた。その結果 $a = 38.9$ が求まり、この時の

実測値と予測値の相関係数は0.466, 平均偏差は4.65 dB となった。図-1.2に実測値と予測値の相関関係を示す。

$$L_p = 0.5 \cdot H_p + 0.15 \cdot \log(f/8) + 0.065 \cdot V - 1.5 \cdot \Delta a + 38.9 \dots\dots\dots (1.15)$$

式(1.12)と(1.15)の結果を比較すると、後式の方が相関係数が若干大きく、実測値と予測値の間に前式以上の適合性が見られるが、極端な差とはいえないことから、従来の研究成果との整合性を考慮して、式(1.12)の端数を整理して、

$$L_p = f_1(H_p) + f_2(f) + f_3(V) - \Delta a + 30.5 \dots\dots\dots (1.16)$$

f_1, f_2, f_3 , および Δa はそれぞれ式(1.2)～(1.5)参照

と表わすこととした。

1.3.2 上昇勾配 (i_u)

i_u と高架部スパン長 (L) との関係を図-1.3に示す。これより回帰直線式を求めると、

$$i_u = 0.097 \cdot L + 4.95 \quad (r = 0.204, n = 56) \dots\dots\dots (1.17)$$

となる。図中の●印を付した資料番号1208の4個のデータは他に比して特に大きい値を示しているの
で、この資料を特異データとみなして削除(資料数 $n = 52$)して求められる回帰直線式は、

$$i_u = -0.089 \cdot L + 8.72 \quad (r = -0.295, n = 52) \dots\dots\dots (1.18)$$

である。両者とも L との相関が非常に小さいことから、ここでは簡単のために i_u は L と無関係に一定値をとるものとし、その値を特異データを除いた52個の実測値の平均値から求めた。

$$i_u = 6.5 \text{ dB/SEC} \dots\dots\dots (1.19)$$

1.3.3 下降勾配 (i_d)

i_d と高架部スパン長 (L) の関係は図-1.4に示すように、 i_u の場合と同様に L との相関が非常に弱い。そこで i_d についても L とは無関係と判断し、

$$i_d = 4.0 \text{ dB/SEC} \dots\dots\dots (1.20)$$

と定式化した。なお、参考までに両者の回帰直線式を、前項の解析において特異データとして削除した資料に対応するものを削除した場合と、しない場合に分けて以下に紹介する。

$$i_d = -0.043 \cdot L + 5.39 \quad (r = -0.251, n = 56) \dots\dots\dots (1.21)$$

$$i_d = -0.064 \cdot L + 5.83 \quad (r = -0.338, n = 52) \dots\dots\dots (1.22)$$

1.3.4 ピーク値継続時間 (Δt)

Δt と高架部スパン長 (L) の関係は図-1.5に示すように、 i_u, i_d の場合以上には L との相関が強いと認められる。しかし、 Δt のみを L の関数で表わすことは無意味と考え、図中の特異なる点のデータを除いた実測値の平均から、

$$\Delta t = 0.75 \text{ SEC} \dots\dots\dots (1.23)$$

と定めた。

1.4 平面道路に対する振動レベル波形の分析結果

平面道路についてはピークレベル値 (L_p) のみの分析を行った。

L_p と平面道路部平坦性 (σ) , 地盤卓越振動数 (f) , 走行速度 (V) , あるいは走行位置 (M) との単相関解析結果を表-1.4に示す。これによると, L_p と σ の相関が最も強く, 他の要因ではほとんど無相関に近い結果となっている。なお, 図-1.6に L_p と σ の関係を図示した。

振動数, 走行速度の影響については従来の研究成果を考慮して, 式(1.3), (1.4), (1.10)を用いて表わすこととし, 実測のピークレベル値からこれらの要因の影響成分を差し引いた換算ピークレベル値 ($L_p - f_7(\sigma) - f_8(f) - f_9(V)$) と走行位置 (M) との関係を検討した。

図-1.7は両者の関係を示すものであるが, 図中に示した単相関解析結果から判断して, 走行位置は $\log M$ なる形で表わすこととし, さらにその係数を端数整理して,

$$L_p = f_7(\sigma) + f_8(f) + f_9(V) + f_{10}(M) + C \quad \cdots (1.24)$$

f_7, f_8, f_9 はそれぞれ式(1.10), (1.3), (1.4)と同じ

$$f_{10}(M) = -6.0 \cdot \log M \quad \cdots (1.25)$$

と設定し, 最小二乗法により定数項 C の値を求めた。その結果 $C = 35.48$ が得られた。

$$L_p = f_7(\sigma) + f_8(f) + f_9(V) + f_{10}(M) + 35.48 \quad \cdots (1.26)$$

f_7, f_8, f_9, f_{10} はそれぞれ式(1.10), (1.3), (1.4), (1.25)と同じ

この時の予測値と実測値の関係は図-1.8に示すように, 相関係数 0.722, 平均偏差 4.74 dB と比較的良い一致が見られる。

次に, L_p とこれらの影響因子との関連を重相関分析によって検討した結果は以下のとおりである。

$$L_p = 4.79 \cdot \sigma - 9.72 \cdot \log(f/8) - 0.014 \cdot V - 0.27 \cdot M + 45.28 \quad (r=0.814) \quad \cdots (1.27)$$

$$L_p = 4.59 \cdot \sigma - 9.29 \cdot \log(f/8) - 0.003 \cdot V - 8.46 \cdot \log M + 50.05 \quad (r=0.810) \quad \cdots (1.28)$$

以上の3式を比較するとやはり重相関解析結果が相関係数が大きくなっているものの, それほどの差は認められないので, ここでも過去の研究成果との整合性を考慮して式(1.26)の端数を整理したものを L_p の予測式とすることとした。

$$L_p = f_7(\sigma) + f_8(f) + f_9(V) + f_{10}(M) + 35.5 \quad \cdots (1.29)$$

f_7, f_8, f_9, f_{10} はそれぞれ式(1.10), (1.3), (1.4), (1.25)と同じ

ここでの解析では 8 m プロフィールメータで測定された凹凸波形から換算して 3 m プロフィールメータによるものを算出したが, 図-1.9に参考資料として両者の標準偏差値の関係を示した。

1.5 まとめ

以上の解析から求めた振動レベル波形のモデル化結果を以下にまとめる。これらの値は次章における L_{10} のシミュレーション計算に用いられるものである。

(1) 高架道路の振動レベル波形

$$L_p = f(H_p) + f(f) + f(V) - \Delta a + 30.5$$

$$f(H_p) = 0.5 \cdot H_p$$

$$f(f) = \begin{cases} 6.64 \cdot \log(f/4) + 3.63 & f < 4 \\ 3.63 & 4 \leq f < 8 \\ 13.29 \cdot \log(15/f) & 8 \leq f \end{cases}$$

$$f(V) = 0.2 \cdot V$$

$$i_u = 6.5$$

$$i_d = 4.0$$

$$\Delta t = 0.75$$

$$\left. \begin{array}{l} f(H_p) = 0.5 \cdot H_p \\ f(f) = \begin{cases} 6.64 \cdot \log(f/4) + 3.63 & f < 4 \\ 3.63 & 4 \leq f < 8 \\ 13.29 \cdot \log(15/f) & 8 \leq f \end{cases} \\ f(V) = 0.2 \cdot V \end{array} \right\} \dots\dots\dots (1.30)$$

(2) 平面道路の振動レベル波形

$$L_p = f(\sigma) + f(f) + f(V) + f(M) + 35.5$$

$$f(\sigma) = 4.0 \cdot \sigma$$

$$f(f), f(V) \text{ は式 (1.30) に同じ}$$

$$f(M) = -6.0 \cdot \log M$$

$$i_u = 15.0$$

$$i_d = 6.0$$

$$\Delta t = 0.5$$

$$\left. \begin{array}{l} f(\sigma) = 4.0 \cdot \sigma \\ f(f), f(V) \text{ は式 (1.30) に同じ} \\ f(M) = -6.0 \cdot \log M \end{array} \right\} \dots\dots\dots (1.31)$$

表- 1.1(a) 解析対象資料一覧表 (走行位置: 高架道路)

資料番号	レベル波形				高架道路部 段差量(mm)	振動数(Hz)	速度(km/h)	スパン長 (m)
	Lp	iu	id	Δt				
1203 ヴ1	45.60	5.82	3.40	1.30	15.90	14.30	76.80	15.0
1203 ヴ2	45.30	7.04	3.71	1.05	3.40	14.30	80.70	
1203 ハ1	45.40	9.74	3.95	1.34	10.00	14.30	74.40	
1203 ハ2	42.60	7.92	2.86	1.15	11.30	14.30	81.80	
1204 ヴ1	41.70	5.01	3.44	1.34	11.70	15.70	73.40	15.0
1204 ヴ2	42.80	5.54	3.65	1.09	11.10	15.70	71.00	
1204 ハ1	44.70	9.16	3.55	0.58	10.90	15.70	85.70	
1204 ハ2	44.30	12.20	2.89	0.76	7.70	15.70	79.60	
1206 ヴ1	38.00	6.75	2.81	0.97	10.00	28.70	66.40	25.0
1206 ヴ2	37.20	5.05	2.23	0.72	10.50	28.70	65.40	
1206 ハ1	39.70	7.10	3.03	1.56	6.60	28.70	89.70	38.5
1206 ハ2	41.00	11.50	2.93	2.93	13.10	28.70	87.40	
1208 ヴ1	52.70	18.90	5.03	0.47	13.50	19.20	85.80	40.0
1208 ヴ2	51.40	25.40	4.95	0.41	18.00	19.20	83.80	
1208 ハ1	52.30	20.80	4.93	0.48	18.00	19.20	81.00	45.0
1208 ハ2	50.80	21.20	4.90	0.41	14.20	19.20	90.10	
1210 ヴ1	62.60	9.67	9.18	0.53	20.00	28.20	70.10	23.0
1210 ヴ2	60.80	8.47	7.93	0.46	7.30	28.20	71.60	
1210 ハ1	59.20	8.18	7.67	0.54	9.00	28.20	91.20	27.0
1210 ハ2	58.60	8.84	9.72	0.63	6.30	28.20	86.80	
1211 ヴ1	54.00	0.64	3.36	0.74	24.10	35.70	74.50	37.0
1211 ヴ2	51.90	9.38	3.35	0.59	23.30	35.70	74.90	
1211 ハ1	52.70	7.72	4.23	2.12	20.30	35.70	70.50	
1211 ハ2	53.10	6.40	3.49	0.52	16.00	35.70	72.40	
1215 ヴ1	46.70	4.88	3.18	0.83	6.00	19.40	82.60	23.0
1215 ヴ2	40.50	6.02	2.90	0.82	6.80	19.40	75.50	
1215 ハ1	45.00	3.23	2.20	0.93	4.70	19.40	80.00	
1215 ハ2	45.30	5.90	2.58	1.07	5.50	19.40	74.90	
1302 ヴ1	45.40	7.30	5.80	—	5.40	45.00	64.90	15.0
1302 ヴ2	43.60	6.90	5.00		4.30	45.00	74.80	
1302 ハ1	44.40	5.80	5.00		6.90	45.00	70.60	
1302 ハ2	41.30	5.80	5.00		7.10	45.00	74.10	
1303 ヴ1	51.30	6.10	4.20	—	12.80	24.00	62.00	25.0
1303 ヴ2	52.10	6.30	4.80		18.60	24.00	70.20	
1303 ハ1	49.70	3.30	7.10		15.80	24.00	73.90	
1303 ハ2	46.80	2.70	6.00		16.00	24.00	74.00	
1305 ヴ1	46.50	3.60	2.50	—	11.70	50.00	67.50	40.0
1305 ヴ2	49.00	2.70	1.90		16.40	50.00	74.80	
1305 ハ1	48.30	3.50	2.90		5.70	50.00	74.40	
1305 ハ2	48.70	4.70	3.20		14.60	50.00	77.00	
1306 ヴ1	52.30	14.30	5.20	—	9.70	16.00	65.00	19.0
1306 ヴ2	47.80	8.80	4.60		7.40	16.00	68.50	
1306 ハ1	51.90	10.10	4.80		16.10	16.00	61.40	
1306 ハ2	48.20	6.00	4.50		10.00	16.00	68.10	
1308 ヴ1	48.70	13.60	6.50	—	6.40	22.00	60.90	15.0
1308 ヴ2	42.90	5.20	4.00		8.60	22.00	70.40	
1308 ハ1	45.90	4.10	7.60		6.00	22.00	63.00	
1308 ハ2	42.50	4.20	4.20		6.00	22.00	69.10	
1309 ヴ1	47.70	4.40	2.80	—	10.70	59.00	68.00	33.0
1309 ヴ2	46.60	3.90	3.10		8.60	59.00	75.30	
1309 ハ1	48.20	3.60	3.40		11.30	59.00	70.20	31.0
1309 ハ2	44.60	3.60	2.80		7.30	59.00	79.70	
1310 ヴ1	52.90	6.00	2.80	—	19.10	17.00	60.70	40.0
1310 ヴ2	49.80	8.50	3.10		21.40	17.00	74.30	
1310 ハ1	52.40	4.50	3.90		17.30	17.00	70.30	37.0
1310 ハ2	48.80	4.20	2.80		15.70	17.00	72.90	
平均	47.93	7.54	4.24	0.94	11.64	28.16	74.18	

表-1.1b) 解析対象資料一覧表 (走行位置: 平面道路)

資料番号	レベル波形 Lp	平面道路部平坦性		振動数(Hz)	速度(km/h)	走行位置 (m)
		8mプロフィール	3mプロフィール			
1203	ソ1	51.70	2.42	1.68	14.30	53.00
	ソ2	57.50	2.62	2.52	14.30	60.50
	ハ1	44.40	2.37	1.61	14.30	64.70
	ハ2	40.00	5.09	2.26	14.30	66.90
1204	ソ1	47.20	3.21	2.37	15.70	57.10
	ソ2	46.10	3.36	1.83	15.70	62.60
	ハ1	43.30	3.66	2.42	15.70	57.40
	ハ2	46.80	2.87	1.33	15.70	57.60
1206	ソ1	43.00	0.89	0.52	28.70	58.50
	ソ2	39.40	1.04	1.04	28.70	53.20
	ソ3	42.30	1.68	1.09	28.70	58.00
	ハ1	36.30	1.68	1.09	28.70	48.80
	ハ2	33.40	1.75	1.73	28.70	49.00
	ハ3	33.00	2.87	1.61	28.70	45.30
1210	ソ1	57.00	6.32	4.42	28.20	50.60
	ソ2	53.30	5.98	2.22	28.20	55.00
	ソ3	54.70	7.66	3.95	28.20	45.40
	ハ1	58.00	10.72	5.11	28.20	48.20
	ハ2	59.50	9.04	4.13	28.20	49.50
	ハ3	56.00	7.95	5.58	28.20	51.70
1215	ソ1	52.00	6.23	3.61	19.40	66.00
	ソ2	47.50	1.63	1.38	19.40	58.60
	ソ3	47.30	2.08	1.33	19.40	59.30
	ハ1	49.00	4.84	3.26	19.40	57.90
	ハ2	50.70	3.95	4.10	19.40	58.50
平均	47.58	4.08	2.49	22.34	55.69	17.54

但し、資料番号中のソ1、ソ2は測定側第1車線、測定側第2車線であり、ハ1、ハ2は反対側第1車線、反対側第2車線を示す。

表-1.2 振動ピークレベル値と各影響要因との関係 (単相関)

y 成分	x 成分	相関係数 r	回 帰 直 線
ピークレベル Lp	段差 Hp	0.451	$Lp = 0.46Hp + 42.58$
	振動数 $\log f$	0.019	$Lp = 0.53\log f + 47.18$
	速度 V	0.018	$Lp = 0.01V + 47.02$

表-1.3 換算ピークレベル値と影響要因との関係 (単相関)

y 成分	x 成分	相関係数 r	回 帰 直 線
ピークレベル $Lp - 0.5Hp$	段差Hp	—	—
	振動数 $\log f$	0.054	$Lp = 1.33\log f + 40.24$
	速度V	0.056	$Lp = 0.04V + 39.50$

表- 1.4 振動ピークレベル値と各影響要因の相関 (単相関)

目的変数	説明変数	相関係数	回 帰 直 線
ピークレベル値 Lp	平坦性 σ	0. 720	$L_p = 3. 93\sigma + 37. 82$
	振動数 $\log f$	-0. 046	$L_p = -2. 73 \log f + 51. 22$
	速 度 V	-0. 022	$L_p = -0. 027V + 49. 10$
	走行位置 M	-0. 063	$L_p = -0. 047M + 48. 41$
	" $\log M$	-0. 131	$L_p = -3. 28 \log M + 51. 36$

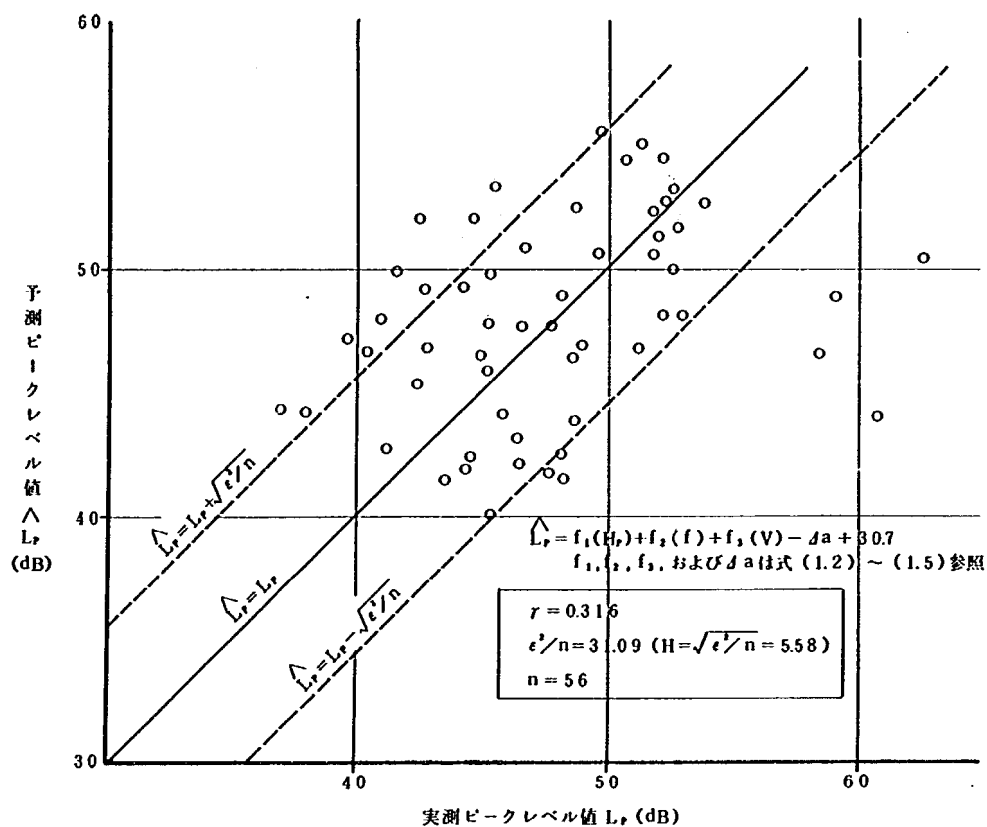


図-1.1 実測ピークレベル値と予測ピークレベル値の相関

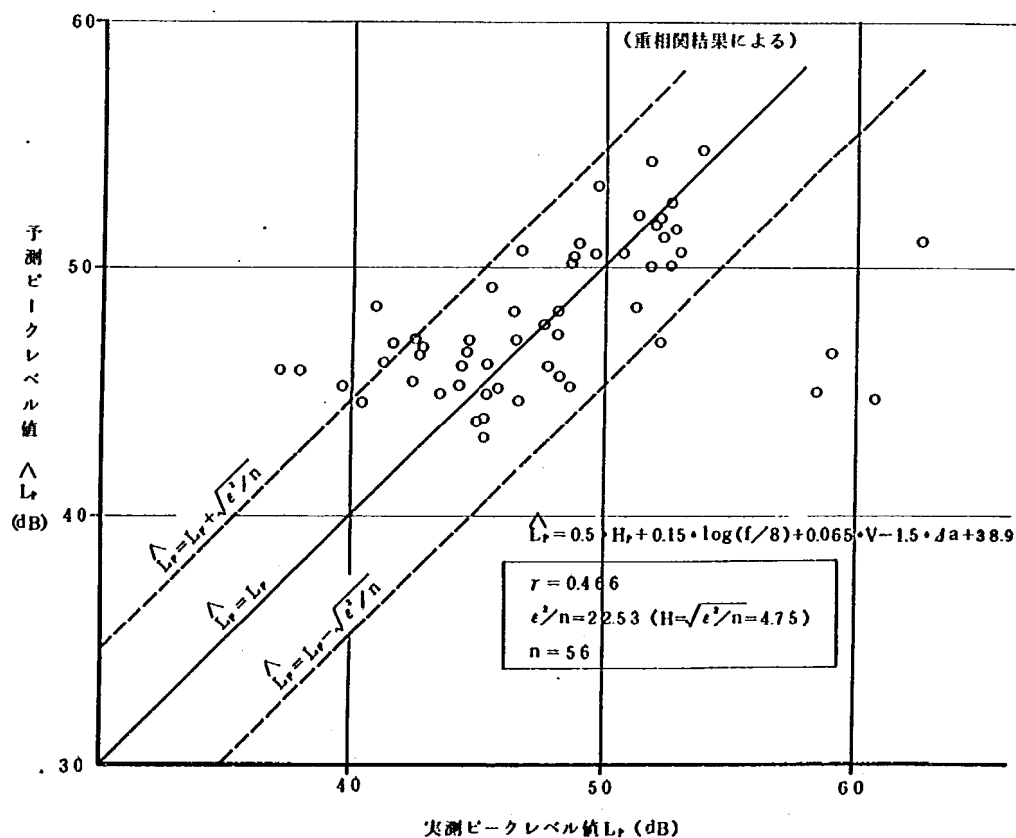
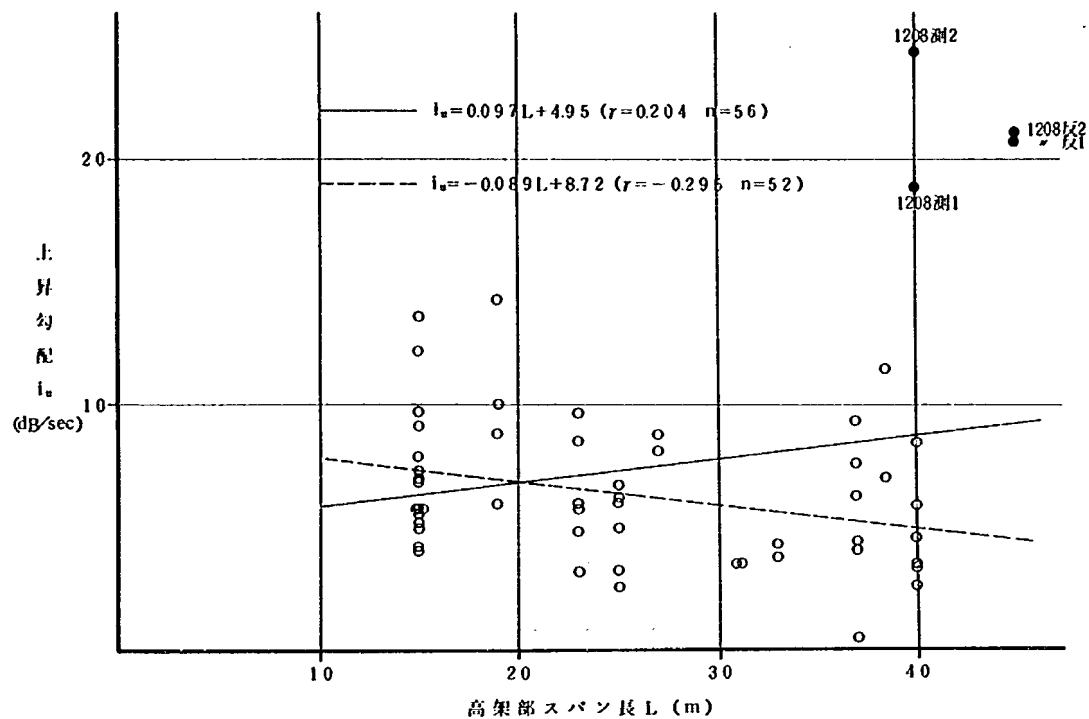
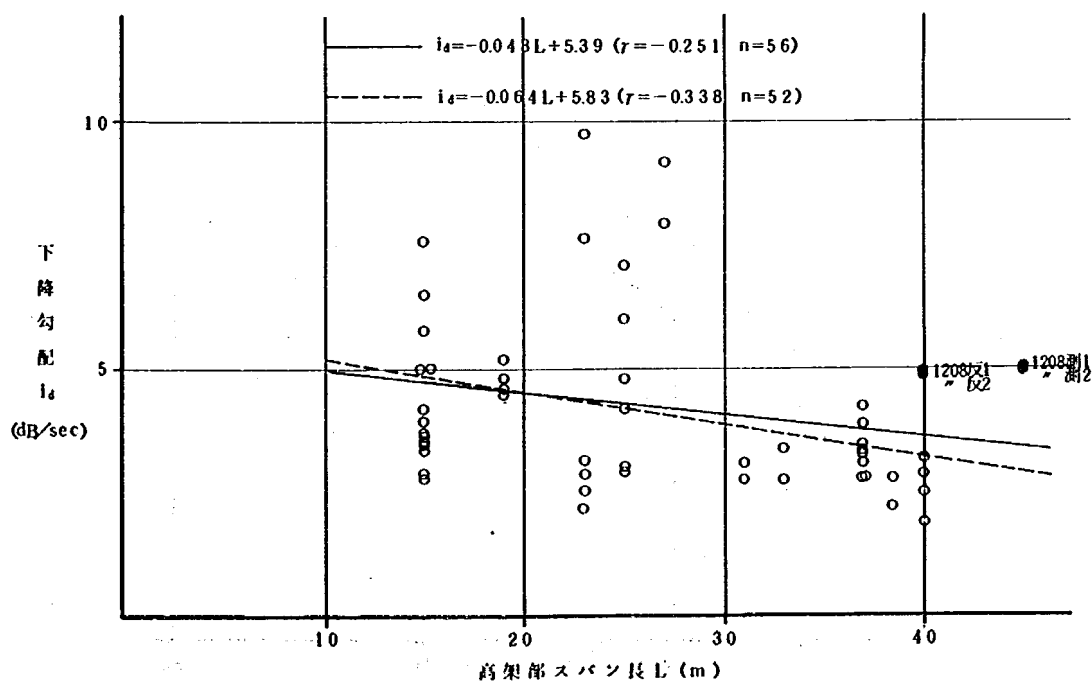


図-1.2 実測ピークレベル値と予測ピークレベル値の相関



図－1.3 上昇勾配と高架部スパン長の関係



図－1.4 下降勾配と高架部スパン長の関係

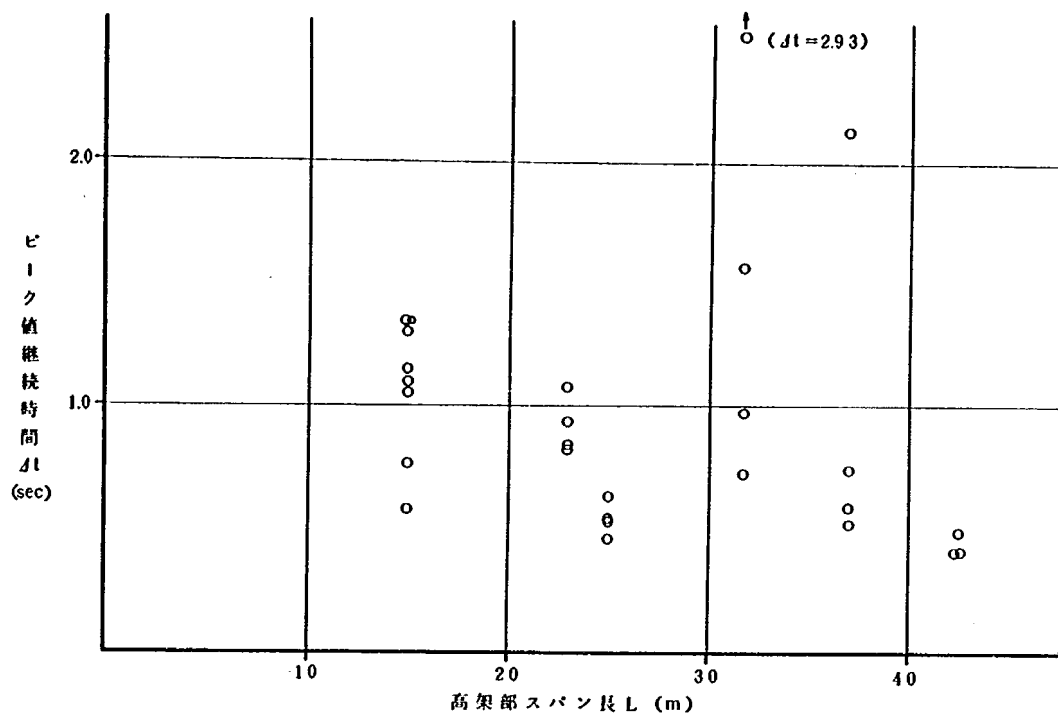


図-1.5 ピーク値継続時間と高架部スパン長との関係

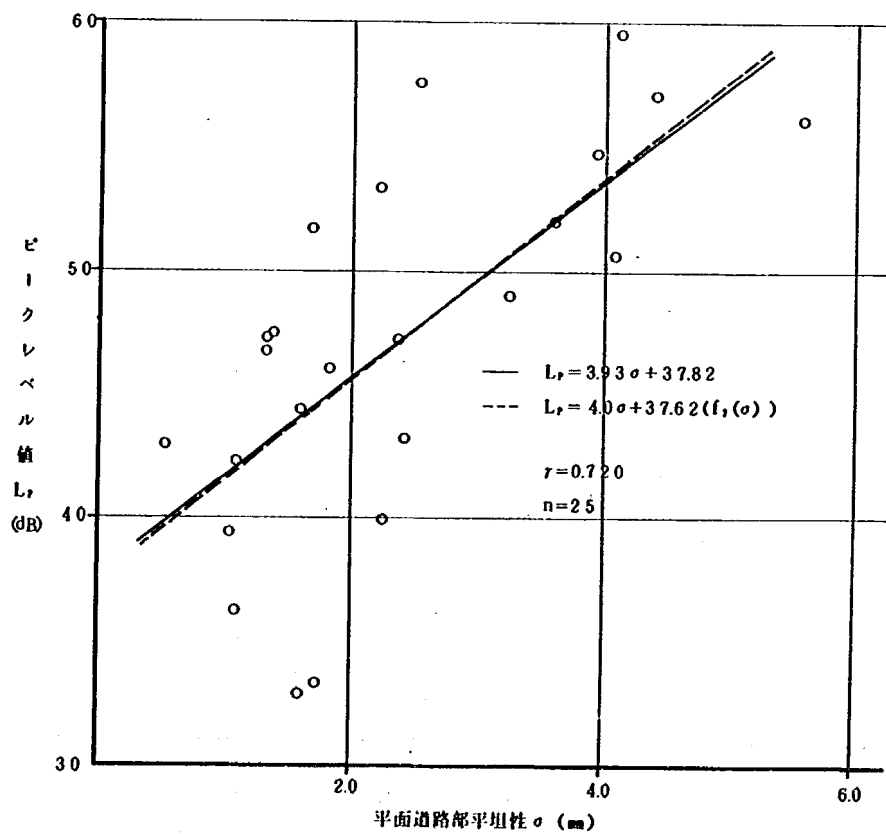
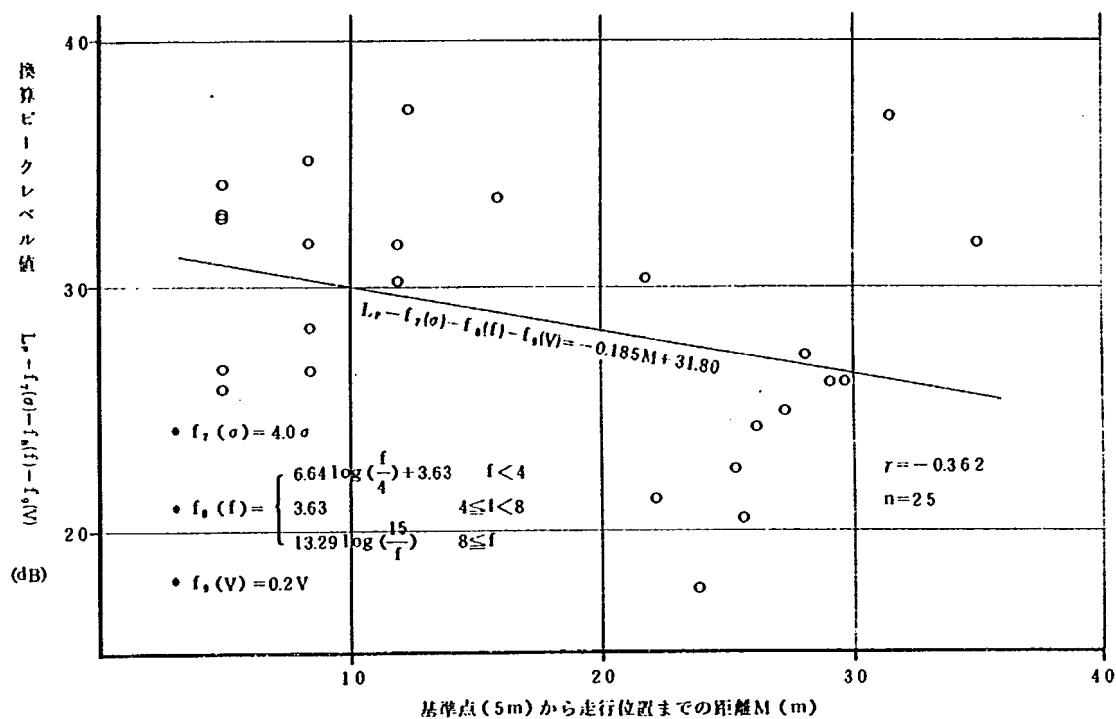
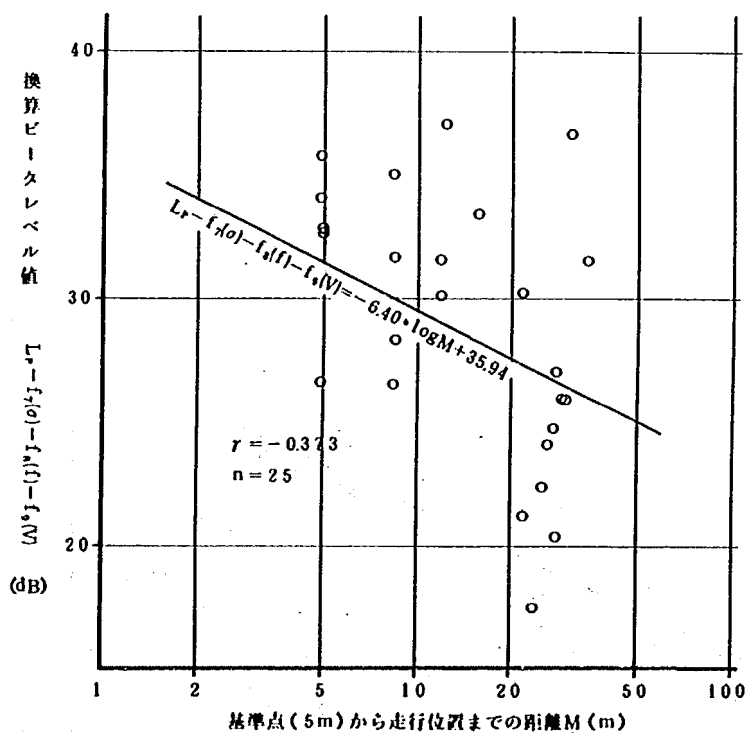


図-1.6 ピークレベル値と平面道路部平坦性の関係



図－1.7(a) 換算ピークレベル値と走行位置の関係



図－1.7(b) 換算ピークレベル値と走行位置の関係

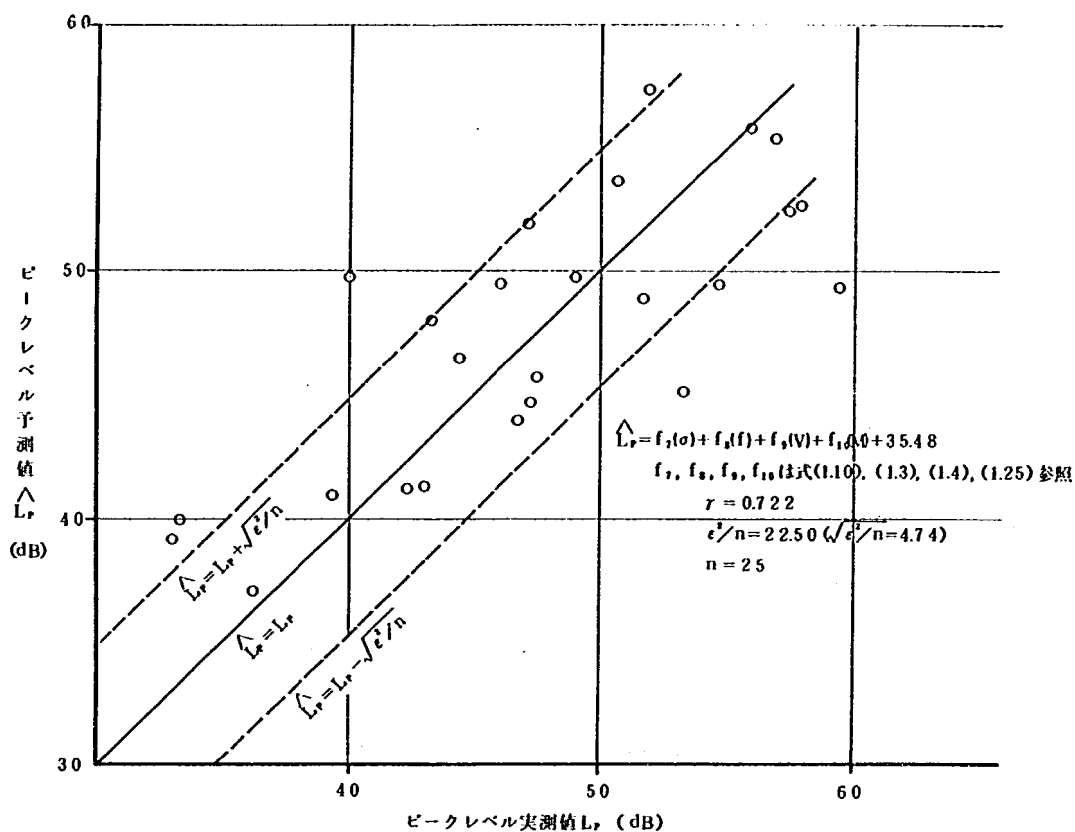


図-1.8 ピークレベル予測値とピークレベル実測値の関係

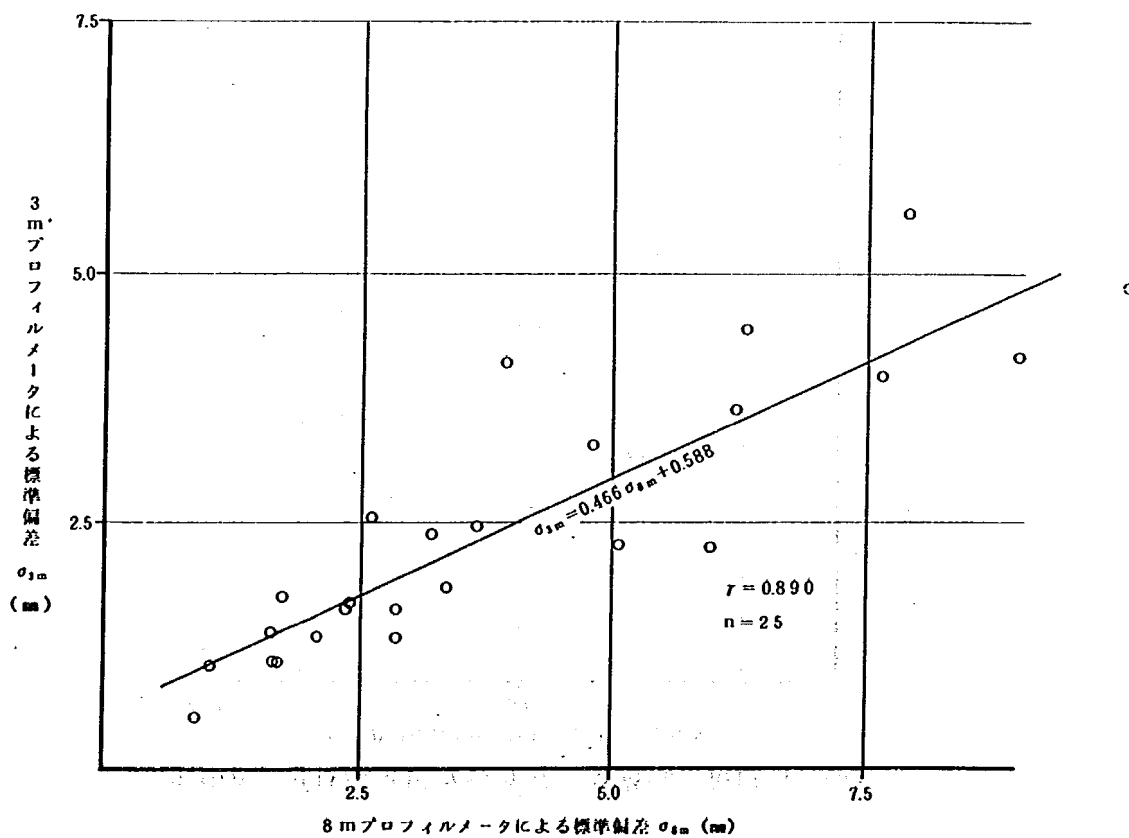


図-1.9 3 m および 8 m プロフィールマークによる標準偏差の関係

2 L₁₀ のシミュレーション結果

本章では新たに開発したシミュレーションプログラムを用いてL₁₀の算出を行い、実測値との適合性を検討した。

2.1 シミュレーションプログラム

本プログラムは単独車走行時の振動レベル波形 (L_p, i_u, i_d, Δt) およびその車両の走行台数を車線別に入力し、それらの値から、車両の走行状態の計算機内でシミュレートすることによって振動レベルの時系列を求めL₁₀を算出しようとするものである。この概略フローを図- 2.1 に示す。

1 台の車両により発生する振動レベルの波形は予め計算しておいて車線別に入力する。この時、最大車線数は30車線、1車線当りに入力できる最大車種数（振動レベル波形の種類）は20である。したがって、車線毎に路面平坦性、速行速度、交通量が異なる場合にも入力データ作成時にこれを考慮することが可能である。そして、車線別にモンテカルロ法を用いて車種（モデル波形との対応）を一様乱数により、また到着時間を指数乱数により決定し、500秒間の振動レベルの時系列を求める。この時系列を車線数分求め、レベル合成することによって1本の振動レベル時系列を算出する。これより5秒毎の100個の瞬時値を読みとり、上位10番目の値としてL₁₀を計算する。なお、レベルの合成にはパワー合成法を用いて、

$$VL = 10 \cdot \log \left\{ \sum_i 10^{VL_i/10} \right\} \dots\dots\dots (2.1)$$

とした。また、参考資料として図- 2.2 に本プログラムのインプット仕様を紹介する。

2.2 シミュレーション計算

前節で紹介したプログラムを用いて振動レベルL₁₀の予測計算を行った。この計算に用いたレベル波形は、単一車走行時の調査で計測された実測値あるいは前章で定式化した予測式により算出される値とした。これらの条件に走行速度、車種等の要因を考慮していくつかの計算条件を設定し、各々に対して振動レベル予測値L₁₀を計算して実測値との適合性を検討した。

2.2.1 計算条件

計算ケースは、レベル波形に実測値を用いたもの（計算条件1）、レベル波形のうちピークレベル値、上昇勾配、下降勾配を実測値とし、ピーク継続時間に予測値を用いたもの（計算条件2）、およびレベル波形に予測値を用いたもの（計算条件3）に分類し、各々の条件内で速度の影響あるいは大型車以外の影響を考慮、もしくは無視した場合を設定した。この計算ケースの一覧表を表- 2.1 に示す。なお、最下欄の回帰式と記したものは、シミュレーション計算との比較のために当研究室で開発した回帰手法による予測計算モデル式を用いての計算も合わせて実施したことを表わす。以下、表について詳しくその内容を述べる。

(1) レベル波形

a) 実 測 値

各調査地点で車線毎に測定された大型単独車走行時のレベル波形の実測値をそのまま用いる。

b) 予 測 値

前章での解析結果を用いてレベル波形の予測値を入力として用いる。走行位置が高架部の場合は式 (1.30)、平面道路の場合は式 (1.31) である。

(2) 速度の影響

a) 考慮

レベル波形測定時（単独車調査）の平均走行速度 V_M と L_{10} 測定時の各時間帯別平均走行速度 V_s の差の影響を次式によってピークレベル値に反映させて入力データ（ L_p ）を作成する。

$$L_p' = L_p + 0.2 \cdot (V_s - V_M) \quad \dots\dots\dots (2.2)$$

L_p' : 補正後のピークレベル値

b) 無視

前項の速度差を無視する。

c) 考慮*

予測ピークレベル値（式（1.30）,（1.31））には、その算出過程で走行速度が影響因子として既に入っているため、新たに考慮する必要はない。

(3) 大型車以外の車種の影響

a) 考慮1

小型車からの振動も考慮しそのレベル波形は次のようにする。ピークレベル値は大型車のものから10 dB下げる（但し、小型車の走行速度を用いて算出したものから10 dB下げる）。上昇勾配、下降勾配、ピーク値継続時間は大型車と同一とする。

b) 考慮2

前項における10 dBを15 dBとしたものである。

c) 無視

大型車以外の車両は走行しなかったものとして L_{10} を算出する。

(4) 回帰式による予測手法

次式により予測値を計算する。

$$\hat{L}_{10} = 10 \cdot \log \left\{ 10^{\hat{L}_{10}/10} + 10^{L_2/10} \right\} \quad \dots\dots\dots (2.3)$$

$\hat{L}_{10}$: 基準点（5 m地点）での L_{10} の予測値

L_1, L_2 : それぞれ $\hat{L}_{10}$ に対する平面道路、高架道路の寄与分

$$L_1 = 65 \cdot \log(\log Q^*) + 0.2 \cdot V + 4 \cdot \log M + \alpha_\sigma + \alpha_f + 13 \quad \dots\dots\dots (2.4)$$

Q^* : 平面道路部の2車種分類等価交通量（台/500秒/車線）

V, M : 平面道路部の平均走行速度（km/h）および上下車線合計の車線数

α_σ : 路面平坦性(σ)による補正項（dB）

$$\alpha_\sigma = 4 \cdot (\sigma - 2.2) \quad \dots\dots\dots (2.5)$$

α_f : 地盤条件による補正項（dB）

$$\alpha_f = \begin{cases} -6.6 \cdot \log(4/f) + 3.6 & f < 4 \\ 3.6 & 4 \leq f < 8 \\ -13.3 \cdot \log(f/8) + 3.6 & 8 \leq f \end{cases} \quad \dots\dots\dots (2.6)$$

$$L_2 = 60 \cdot \log(\log Q^*) + 0.2 \cdot V' + 4 \cdot \log M' + 0.5 \cdot H_p + \alpha_f + a$$

Q^* : 高架道路部の2車種分類等価交通量（台/500秒/車線）

V', M' : 高架道路部の平均走行速度（km/h）および上下車線合計の車線数

H_p : 伸縮装置前後±5 m、計10 m区間内の段差量（mm）

α_f : 式（2.6）に同じ

a : 高架のみの場合 $a = 7$ 、高架+平面の場合 $a = 6$ （dB）

2.2.2 計算結果

図-2.3に実測値と予測値の比較図を計算条件別に示した。また表-2.2は予測誤差の統計値をとりまとめたものであるが、図中および表中の記号は以下のように定義されている。

$$\text{残 差 } \epsilon(i, j) = L_{10}(i, j) - \hat{L}_{10}(i, j) \quad \dots\dots\dots (2.7)$$

$L_{10}(i, j), \hat{L}_{10}(i, j)$: それぞれ i 番目調査地点における j 回目測定での L_{10} 実測値
およびそれに対する予測値

各々の計算条件における各調査地点毎の統計値は、測定回数を $N(i)$ として、

$$\text{平 均 値 } A(i) = \sum_j \epsilon(i, j) / N(i) \quad \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\text{標準偏差 } \sigma(i) = \sqrt{\sum_j \{ \epsilon(i, j) - A(i) \}^2 / N(i)} \quad \dots\dots\dots (2.9)$$

$$\text{平均偏差 } H(i) = \sqrt{\sum_j \epsilon^2(i, j) / N(i)} \quad \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\text{相関係数 } r(i) = \frac{\sum_j \{ L_{10}(i, j) - \bar{L}_{10}(i) \} \cdot \{ \hat{L}_{10}(i, j) - \bar{\hat{L}}_{10}(i) \}}{\sqrt{\sum_j \{ L_{10}(i, j) - \bar{L}_{10}(i) \}^2} \cdot \sqrt{\sum_j \{ \hat{L}_{10}(i, j) - \bar{\hat{L}}_{10}(i) \}^2}} \quad \dots\dots (2.11)$$

となり、各々の計算条件における全調査地点の平均した統計値は、調査地点数を N として

$$\text{平 均 値 } \bar{A} = \sum_i A(i) / N \quad \dots\dots\dots (2.12)$$

$$\text{標準偏差 } \bar{\sigma} = \sum_i \sigma(i) / N \quad \dots\dots\dots (2.13)$$

$$\text{平均偏差 } \bar{H} = \sum_i H(i) / N \quad \dots\dots\dots (2.14)$$

$$\text{相関係数 } \bar{r} = \sum_i r(i) / N \quad \dots\dots\dots (2.15)$$

となる。また各々の計算条件における全データに対する統計値は、

$$\text{平 均 値 } A = \sum_i \sum_j \epsilon(i, j) / \sum_i N(i) \quad \dots\dots\dots (2.16)$$

$$\text{標準偏差 } \sigma = \sqrt{\sum_i \sum_j \{ \epsilon(i, j) - A \}^2 / \sum_i N(i)} \quad \dots\dots\dots (2.17)$$

$$\text{平均偏差 } H = \sqrt{\sum_i \sum_j \epsilon^2(i, j) / \sum_i N(i)} \quad \dots\dots\dots (2.18)$$

$$\text{相関係数 } r = \frac{\sum_i \sum_j \{ L_{10}(i, j) - \bar{L}_{10} \} \cdot \{ \hat{L}_{10}(i, j) - \bar{\hat{L}}_{10} \}}{\sqrt{\sum_i \sum_j \{ L_{10}(i, j) - \bar{L}_{10} \}^2} \cdot \sqrt{\sum_i \sum_j \{ \hat{L}_{10}(i, j) - \bar{\hat{L}}_{10} \}^2}} \quad \dots\dots (2.19)$$

である。

2.3 考 察

表-2.2より以下のことが考察される。

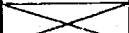
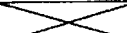
- (1) レベル波形として実測値を用いた場合（計算条件1）が予測値を用いた場合（計算条件3）よりも予測精度が低下している。また、ピーク値の継続時間のみ予測値を用いた場合（計算条件2）は、僅かではあるが計算条件1よりも精度が向上している。これらより、レベル波形の各構成要素の値に予測値を適用する程、全体の予測精度が向上していくことが明らかとなった。この原因としては、各調査地点での単独車走行を対象とした実測資料は、比較的測定台数が少ないものを平均して求められているので、この値がその地点の特徴をすべてを反映していない可能性があるのに対し、前章で求めた振動レベル波形の予測値は全地点での資料から解析されているので、各影響因子それぞれの影響度は正確には把握されていないとしても、全体的にみれば高い精度で実測値に近似していることによるものと考えられる。
- (2) 計算条件1および2において速度の影響について検討すると、速度差の影響を無視したシミュレーション結果が若干実測値とよい適合性を示す。この原因の今のところ明らかではない。
- (3) 大型車以外の影響については、その他の計算条件によってこれを無視した場合と考慮した場合の予測精度が一様には表われていない。しかし、予測を安全側に行うという観点からはピーク値を10 dB 下げて考慮するのが妥当と判断される。
- (4) すべての計算条件において、最も高い精度を示したのは計算条件3-2であり、この時の平均偏差は $H=2.90$ 、 $\bar{H}=2.83$ dBであり、実用上十分な精度を有していると考えられる。

以上のことから、大型車の単独走行時の振動レベル波形は前章でまとめた予測値を用い、小型車についてはそのピーク値を大型車から10 dB 減じた値を用いての L_{10} のシミュレーション計算は非常に高い精度を有することが確認されたといえよう。また、回帰予測モデル式による方法は、平均偏差が $H=3.62$ 、 $\bar{H}=3.23$ (dB)と比較的精度が高いといえよう。ただ、 $\bar{A}=-2.42$ (dB)と安全側に片寄りすぎている傾向が認められる。

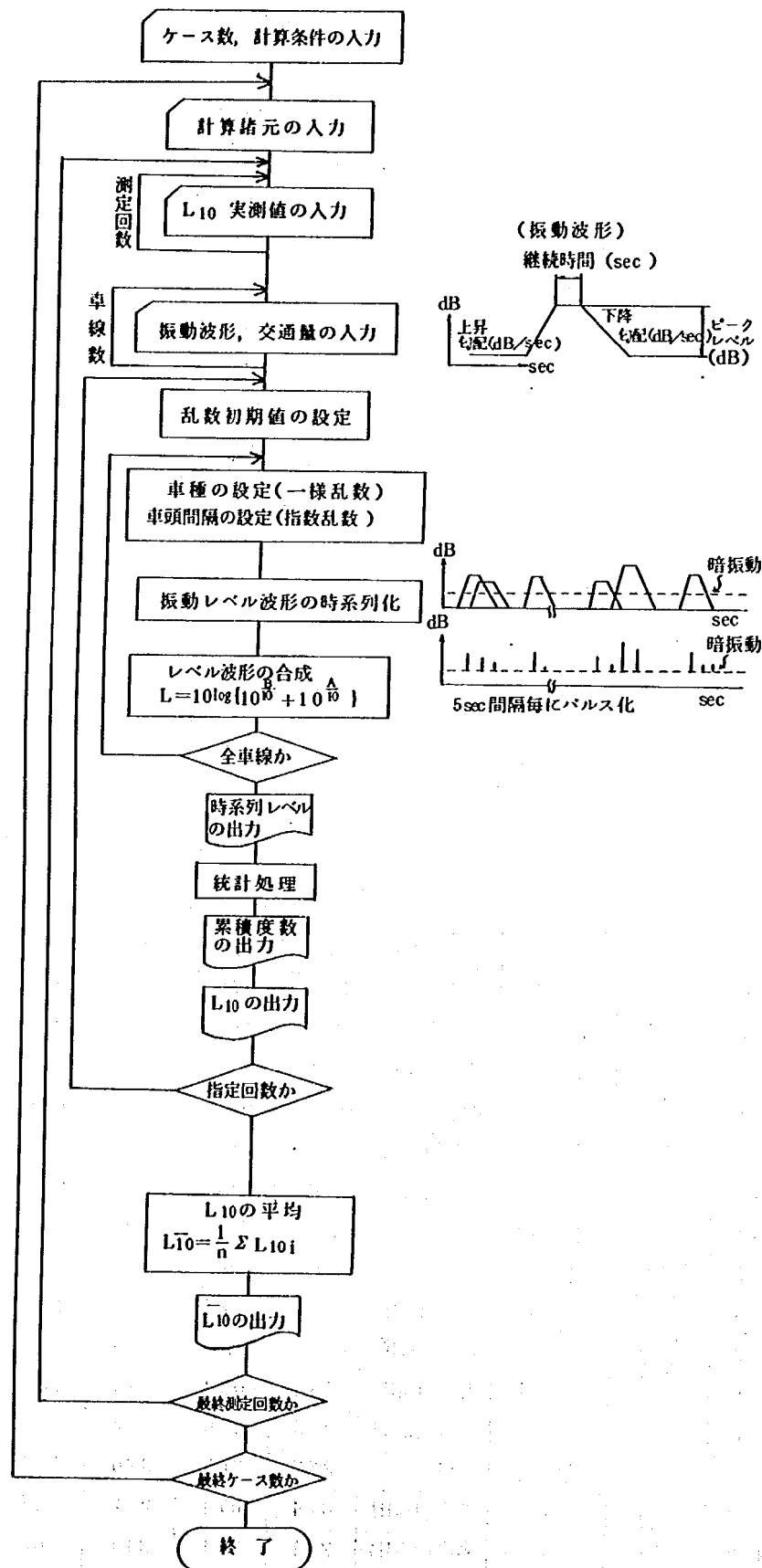
表-2.1 計算条件一覧表

条件番号	レベル波形		速度の影響	大型車以外 の 影 響	データ数
	Lp, i u, id	Δt			
1-1	実測値	実測値	無 視	無 視	63
1-2	"	"	考 慮	"	"
1-3	"	"	無 視	考 慮 1	"
1-4	"	"	"	考 慮 2	"
1-5	"	"	考 慮	考 慮 1	"
1-6	"	"	"	考 慮 2	"
2-1	実測値	予測値	無 視	無 視	126
2-2	"	"	考 慮	"	"
2-3	"	"	無 視	考 慮 1	"
2-4	"	"	"	考 慮 2	"
2-5	"	"	考 慮	考 慮 1	"
2-6	"	"	"	考 慮 2	"
3-1	予測値	予測値	考 慮**	無 視	126
3-2	"	"	"	考 慮 1	"
3-3	"	"	"	考 慮 2	"
回帰式	高架道路に対する予測式				126

表-2.2 予測誤差(実測値-予測値)の統計値一覧表

計 算 条 件					平均値		標準偏差		平均偏差		相関係数	
		レベル波形	速度の影響	大型車以外 の 影 響	Λ	$\bar{\Lambda}$	σ	$\bar{\sigma}$	H	$\bar{H}$	r	$\bar{r}$
シミュレーション計算	1-1	実測値	無 視	無視	-0.75	-0.75	497	158	499	427	0.741	0.40
	1-2		考 慮	"	357	357	499	182	610	549	0.662	0.36
	1-3		無 視	考慮(10dB)	-229	-229	481	130	529	413	0.735	0.39
	1-4		"	考慮(15dB)	-080	-080	511	152	513	433	0.746	0.42
	1-5		考 慮	考慮(10dB)	203	203	497	165	533	477	0.682	0.20
	1-6		"	考慮(15dB)	352	352	504	171	611	548	0.679	0.39
	2-1	Δt 他は実測値 のみ予測値	無 視	無視	-134	-134	385	129	406	339	0.748	0.41
	2-2		考 慮	"	082	082	478	165	483	422	0.531	0.23
	2-3		無 視	考慮(10dB)	-227	-227	371	119	434	349	0.771	0.35
	2-4		"	考慮(15dB)	-133	-133	395	126	415	339	0.751	0.39
	2-5		考 慮	考慮(10dB)	-033	-033	456	155	455	416	0.581	0.08
	2-6		"	考慮(15dB)	076	076	482	159	486	424	0.544	0.22
	3-1	予測値	考 慮	無視	263	263	326	164	418	386	0.717	0.21
	3-2		"	考慮(10dB)	074	074	282	153	290	283	0.750	0.04
	3-3		"	考慮(15dB)	231	231	311	166	387	356	0.725	0.21
予測回帰式					-242	-242	271	167	362	323	0.775	0.09

データ数は計算条件1-1~1-6が63データ、2-1~4-3および回帰式が126データである。



図一2.1 L₁₀ シミュレーションプログラム概略フロー

プログラム名		L10シミュレーション計算																										
カード数	KASE	KS W	J S W	LSW	(4 I 5)												KASE ; ケース数 (調査地点数)											
																	KS W ; 出力スイッチ (= 3, 2, 1, 0 ; 表1参照)											
																	J S W ; 入力データのチェック出力スイッチ (= 1 ; 出力あり, = 0 ; 出力なし)											
																	LSW ; 計算回数 (初期値の置換回数)											
測定回数組必要	NT	KS	ANL	DMIN													TIT (タイトル; 調査地点名)											
	(2 I 5, 2 F 5.1, 10 A 4)																NT ; 測定回数											
																	KS ; 車線数											
																	ANL ; 暗振動レベル (通常は 30 dB)											
車線数組必要																	DMIN ; 限界車頭時間 (" は 0.0 sec)											
	AL10(i)	i=1, NT															測定回数分必要											
	(16 F 5.1)																AL10(i) ; 各時間帯の L10 実測値 (実測値のない場合はブランクでよい)											
測定回数組必要	NS	I W	PL (1)	UI (1)	DI (1)	DT (1)	NQ (1)	PL (2)	UI (2)	DI (2)	DT (2)	NQ (2)	77 A 2-1201		1 1													
																	波形数分必要											
																	資料番号 回数, 車線図											
																NS ; 車線番号												
																I W ; 波形数 (車種数)												
																PL(j) ; j 波形のピークレベル (dB)												
																UI(j) ; " 上昇勾配 (dB/sec)												
																DI(j) ; " 下降勾配 (dB/sec)												
																DT(j) ; " 継続時間 (sec)												
																NQ(j) ; j 波形の交通量 (台)												
																(15, 5 X, 15, 2 (F 5.1, 3 F 5.2, 15))												
																(15 X, 2 (F 5.1, 3 F 5.2, 15))												

図-2.2 L10シミュレーションプログラムの入力仕様

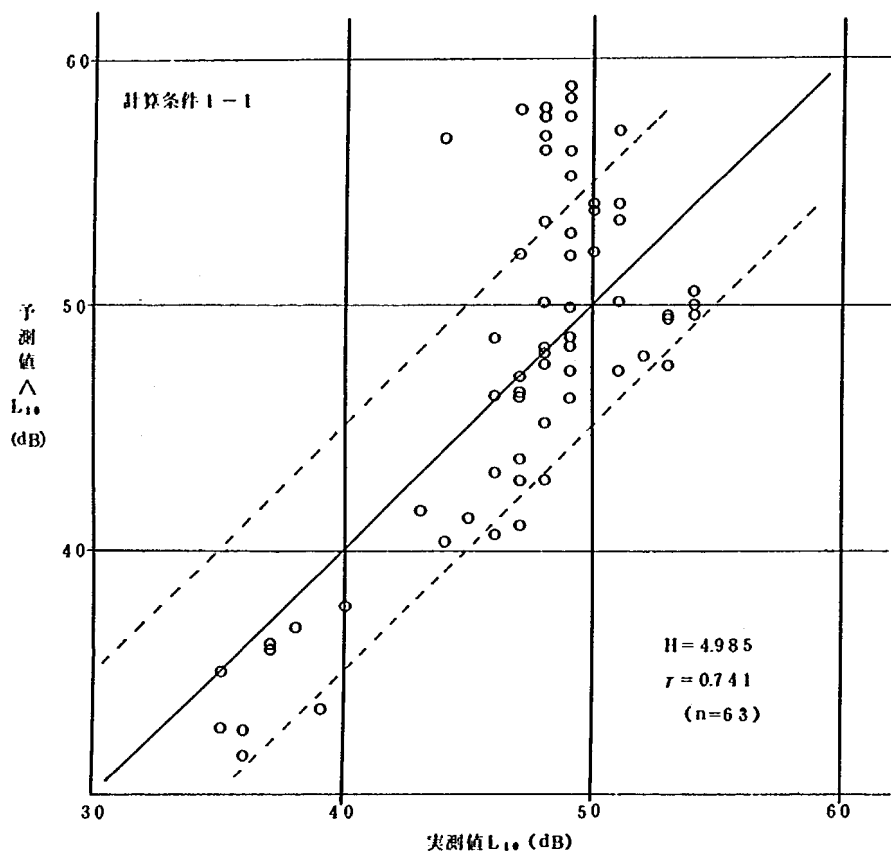


図 - 2.3 (1) L_{10} の実測値と予測値の比較

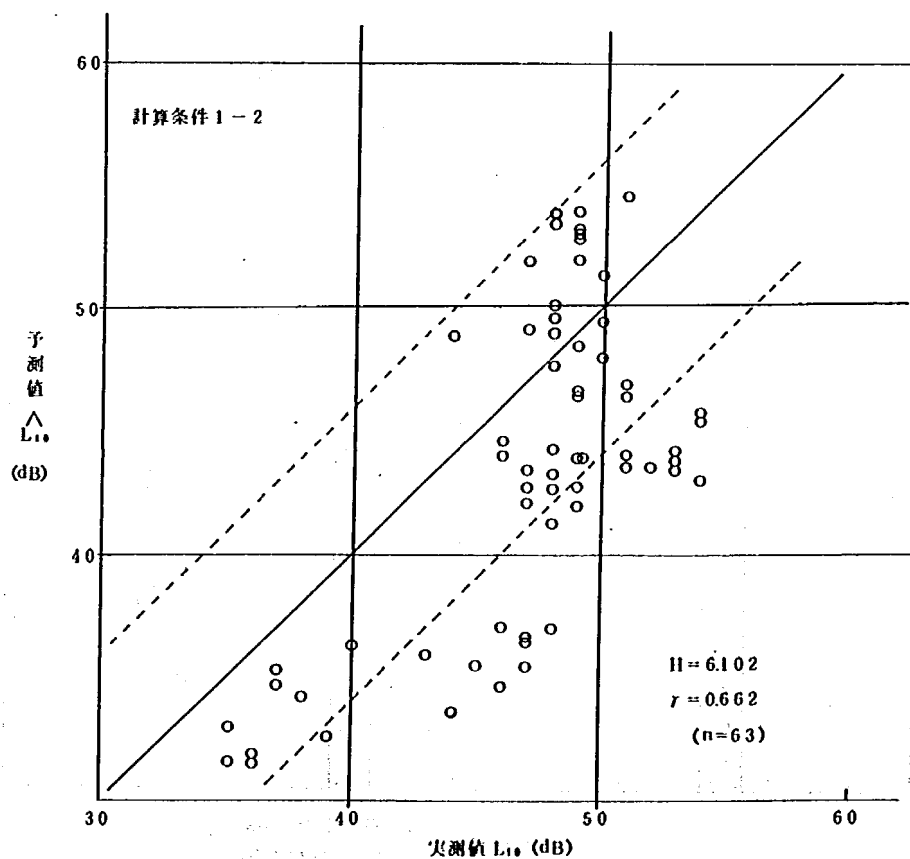
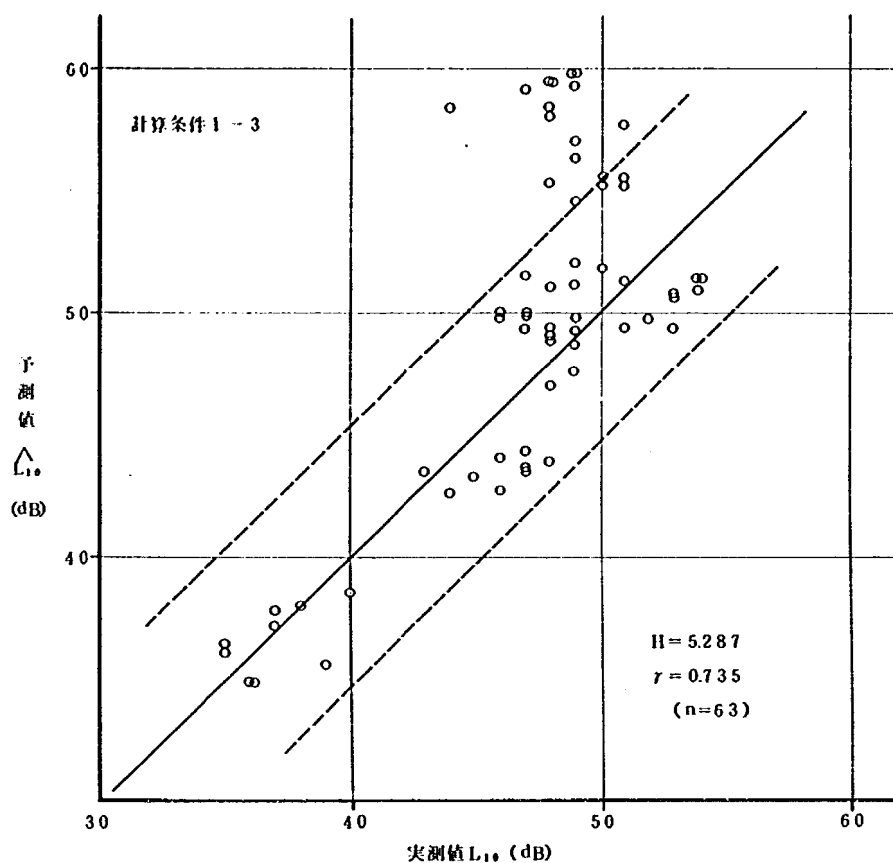
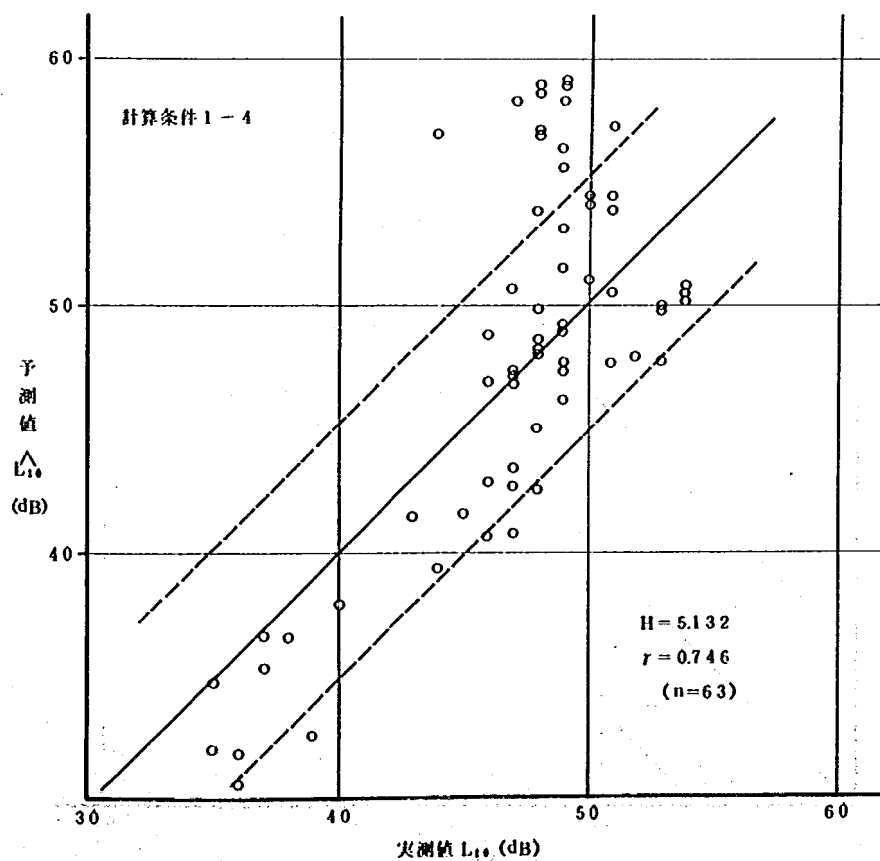


図 - 2.3 (2) L_{10} の実測値と予測値の比較



図－2.3(3) L_{10} の実測値と予測値の比較



図－2.3(4) L_{10} の実測値と予測値の比較

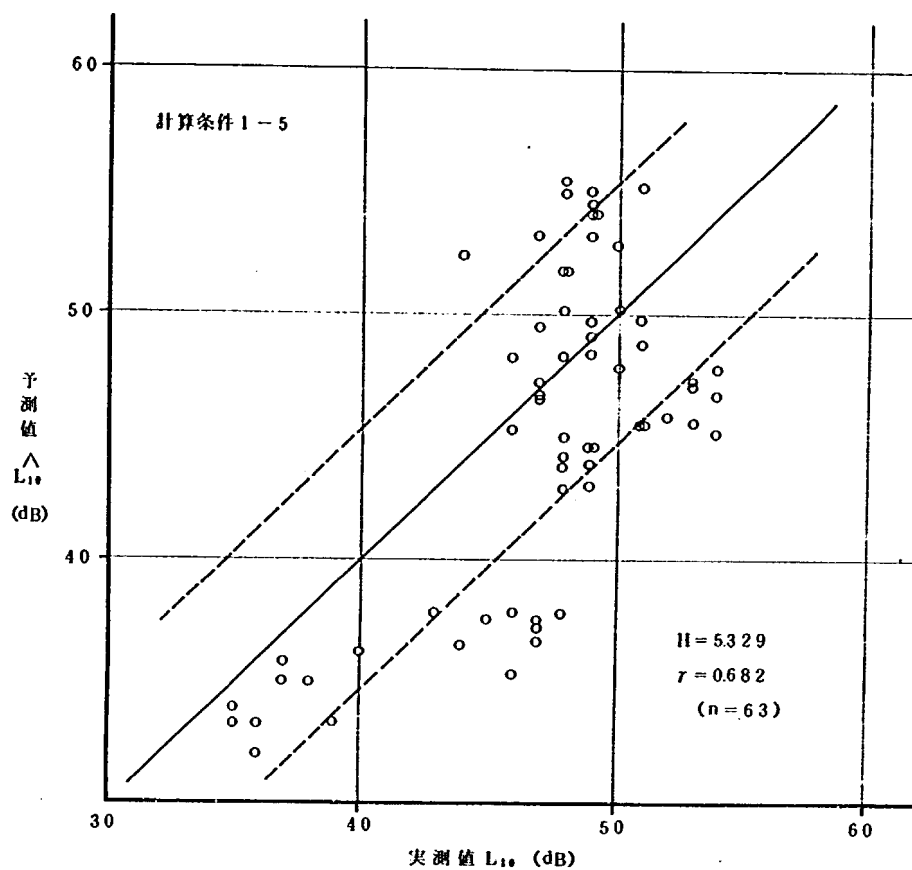


図-2.3(5) L_{10} の実測値と予測値の比較

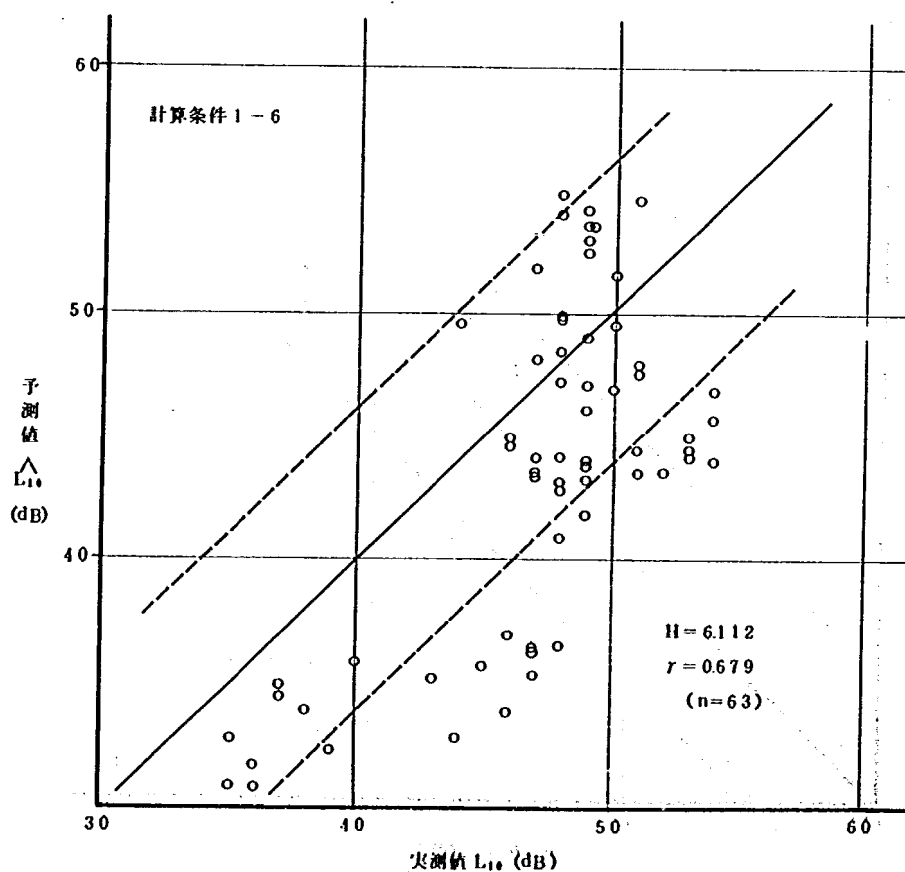


図-2.3(6) L_{10} の実測値と予測値の比較

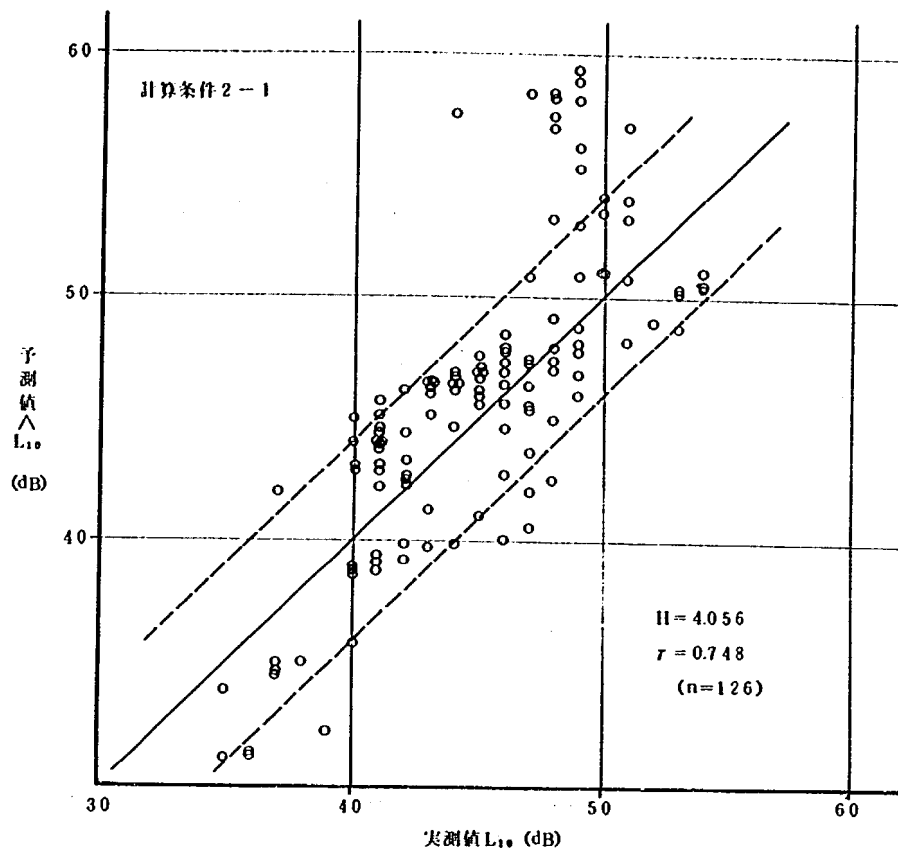


図-2.3(7) L_{10} の実測値と予測値の比較

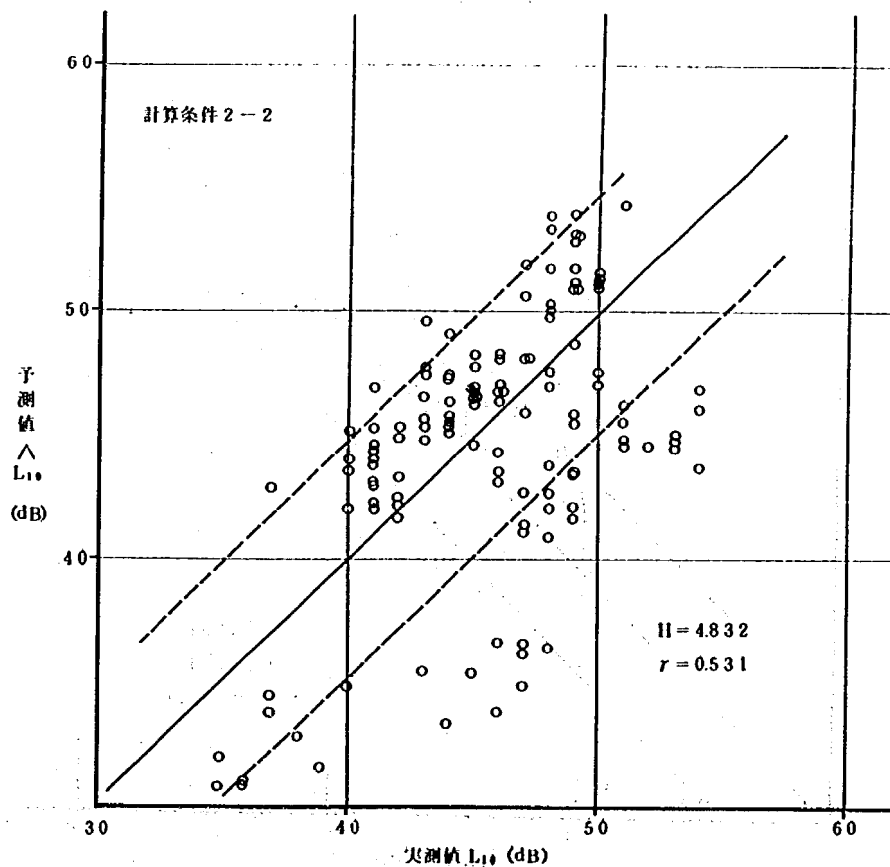


図-2.3(8) L_{10} の実測値と予測値の比較

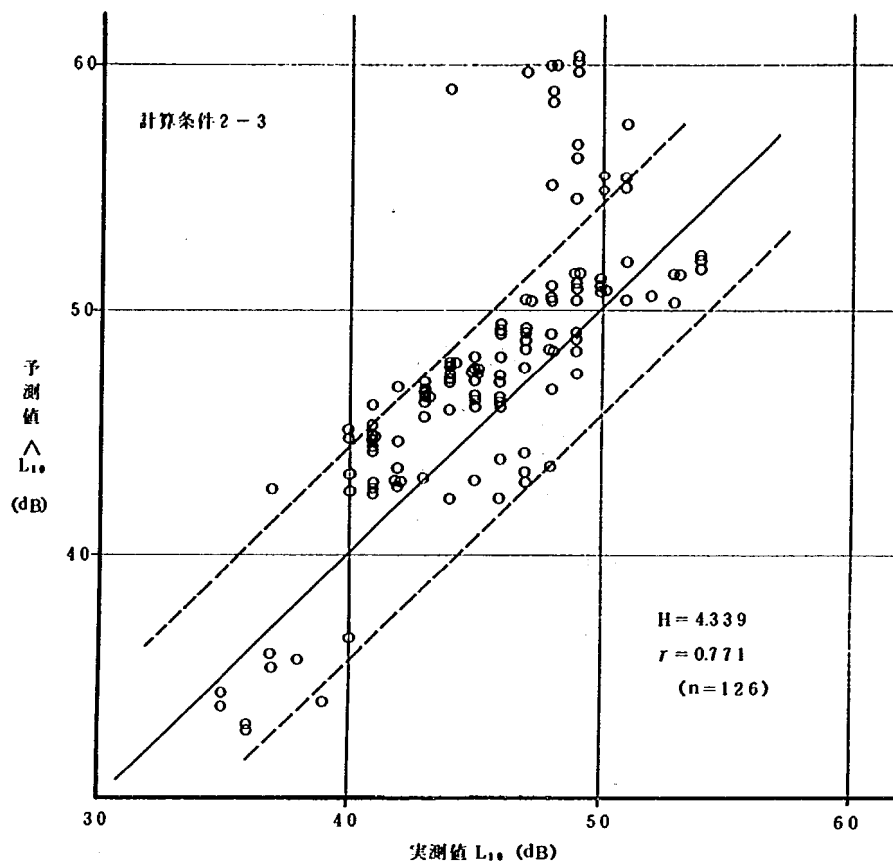


図-2.3 (9) L_{10} の実測値と予測値の比較

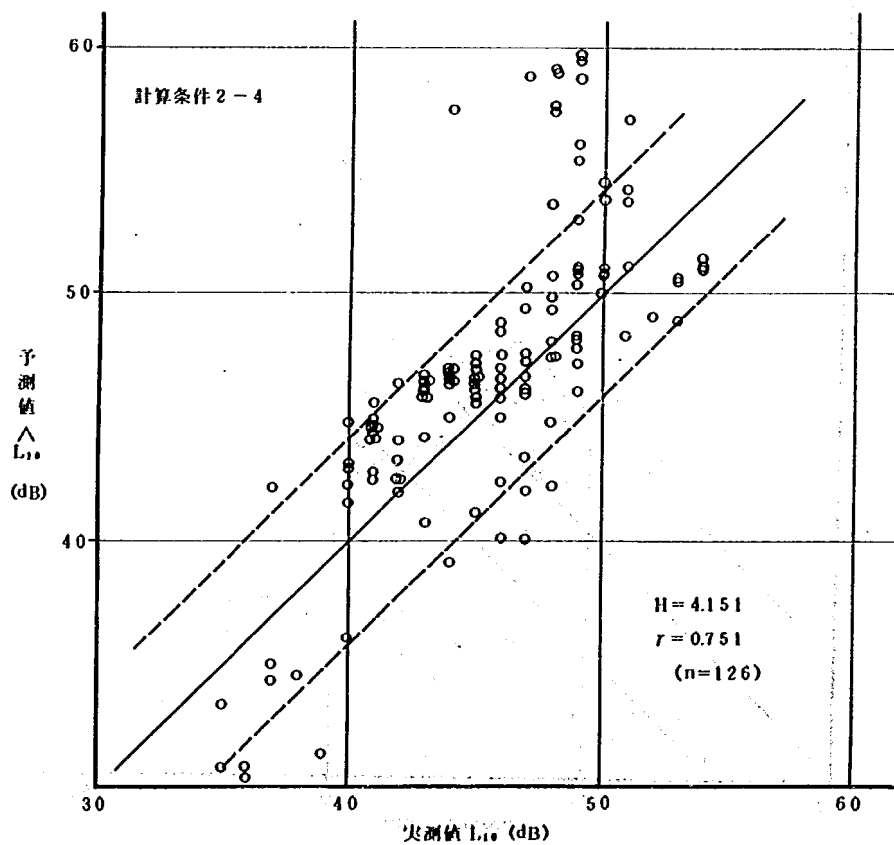


図-2.3 (10) L_{10} の実測値と予測値の比較

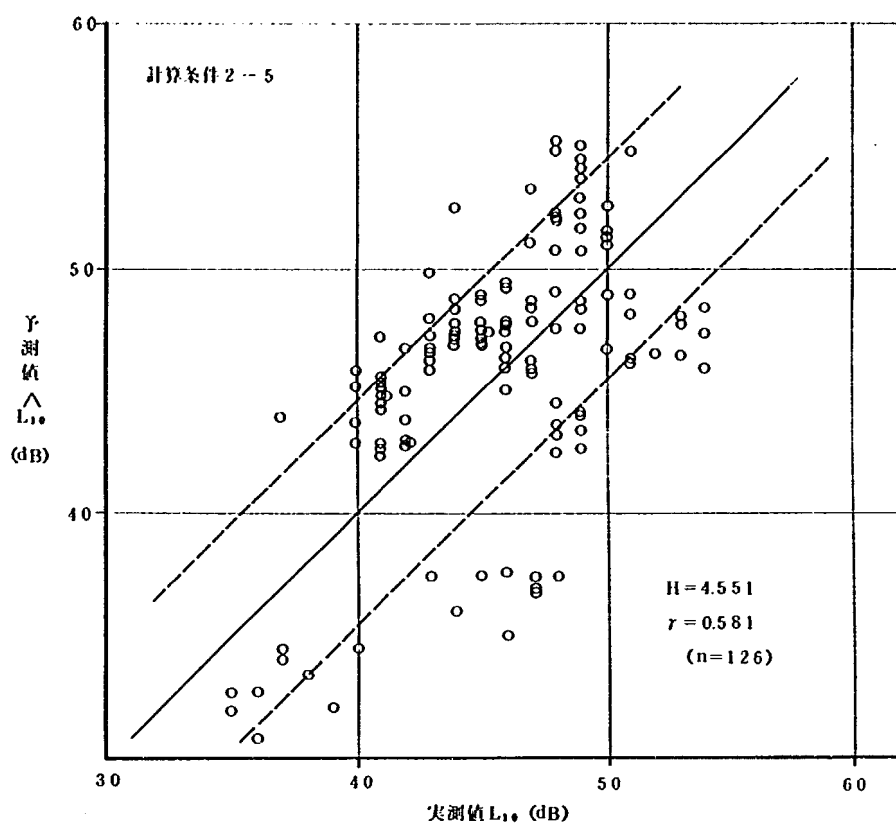


図-2.3 (1) L_{10} の実測値と予測値の比較

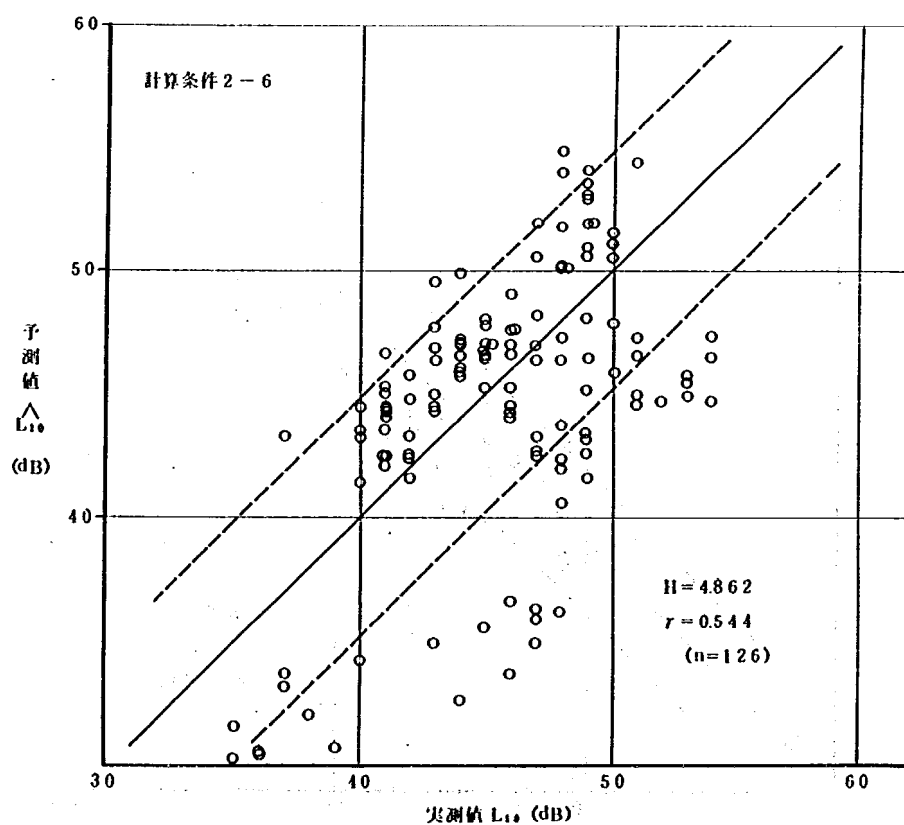


図-2.3 (2) L_{10} の実測値と予測値の比較

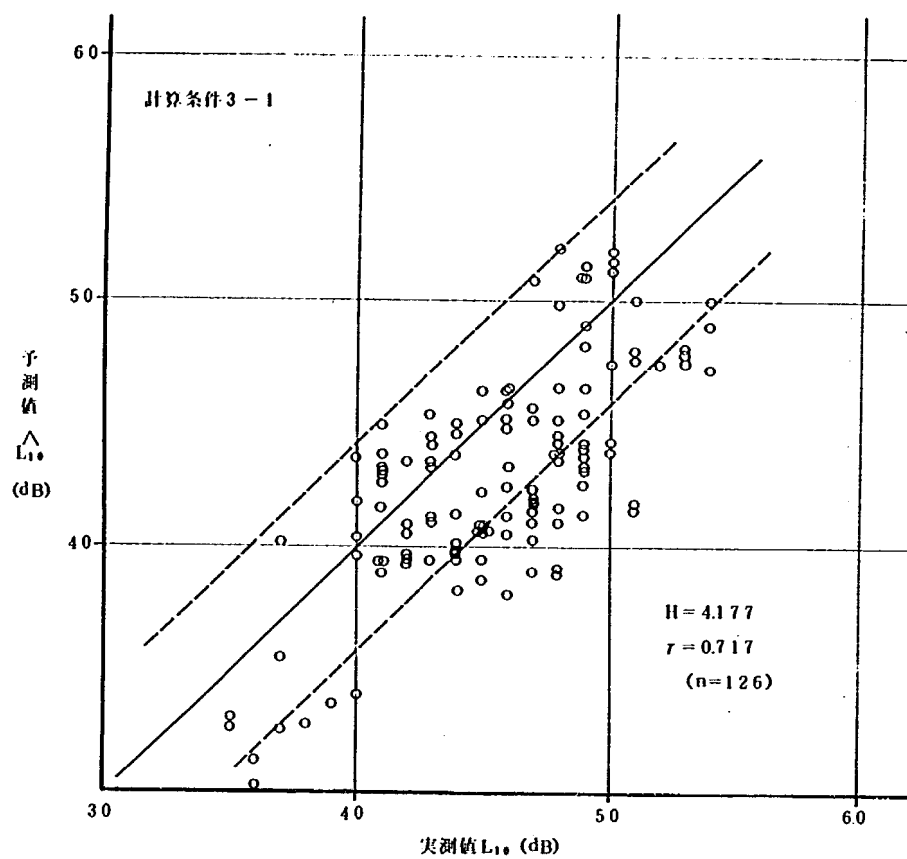


図- 2.3 (13) L_{10} の実測値と予測値の比較

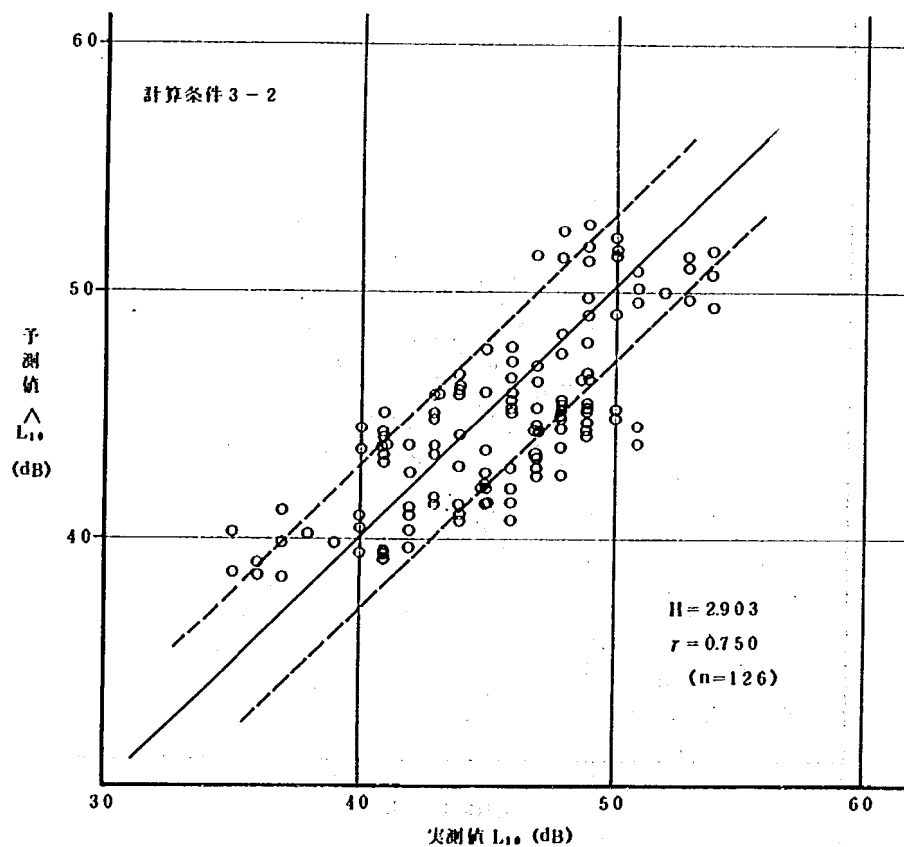


図- 2.3 (14) L_{10} の実測値と予測値の比較

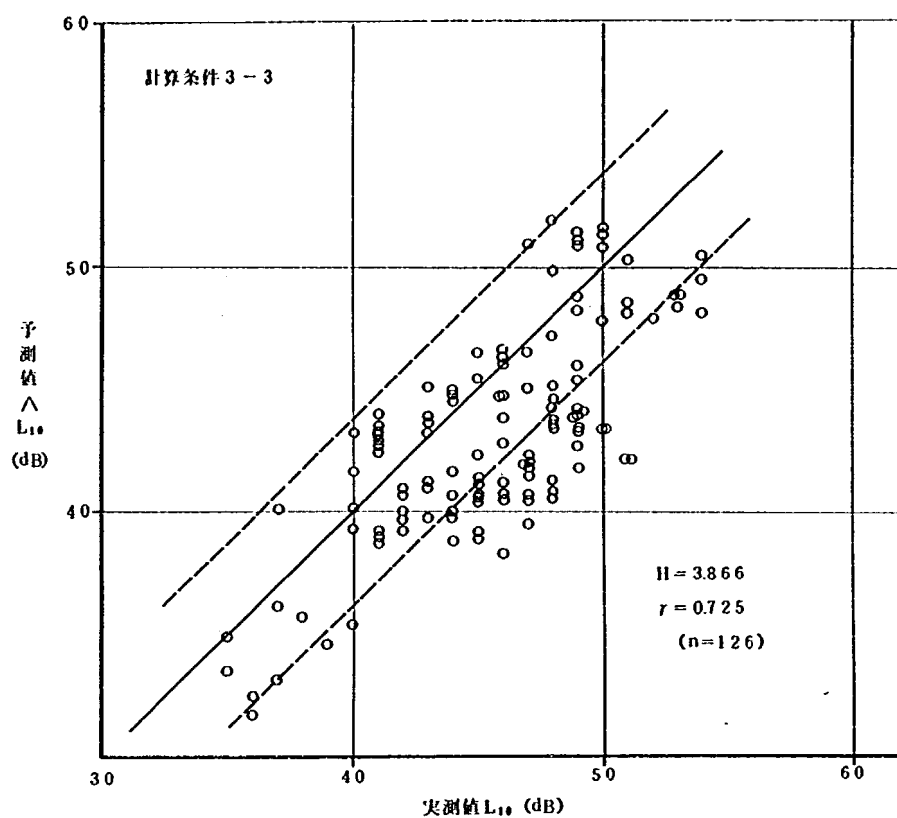


図-2.3 (15) L_{10} の実測値と予測値の比較

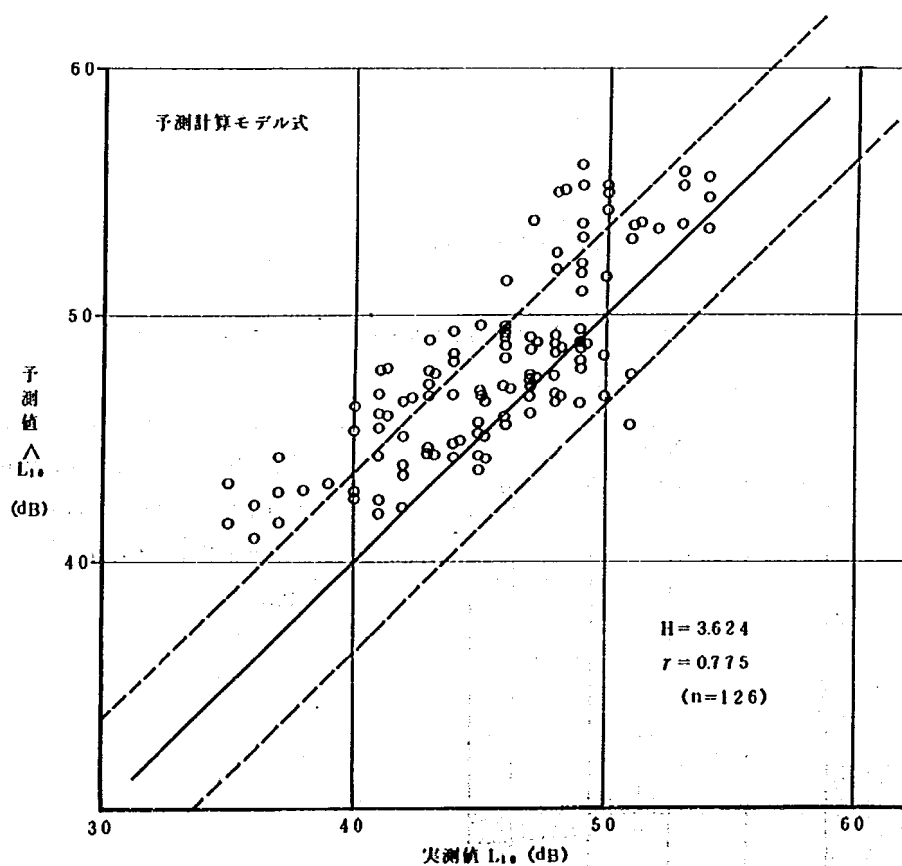


図-2.3 (16) L_{10} の実測値と予測値の比較

3 距離減衰の検討

第1章および第2章では基準点における発生振動レベルの予測手法を検討した。本章では、この基準点からの振動の距離減衰の特性を明らかにするための解析を行う。

3.1 分析方法

距離減衰の大きさを表わす方法は幾つかあるが、ここで次式で示されるように基準点（5 m 地点）からの倍距離当りの減衰量（dB/倍距離）で表わすこととした。

$$VL_i = VL_o - (\log r_i - \log r_o) \frac{\beta}{\log 2} \quad \dots\dots\dots (3.1)$$

VL_i : 距離 r_i 地点での振動レベル L_{10} (dB)

VL_o : 距離 r_o （ここでは基準点の 5 m を用いる）地点での振動レベル L_{10} (dB)

β : 距離減衰量（倍距離当りの L_{10} の減衰量, dB/倍距離）

今回の分析では、実測資料に対して上式を適用して最小二乗法により β を求め、その値と距離減衰の大きさに影響を与えると考えられる下記の要因を考慮した要因分析を行った。

- (1) 基準点における振動レベル(dB)
- (2) 地盤卓越振動数(Hz)
- (3) 深さ 10 m までの平均N 値
- (4) 土質条件（砂質地盤もしくは砂地盤の区別）

3.2 解析対象資料

本分析に用いた資料は表-1 に記したもののすべてである。表-3.1 にこれらの各地点における測点配置図、地盤卓越振動数、深さ 10 m までの平均N 値、および土質条件を示す。これらの要因の算出は以下のように行った。

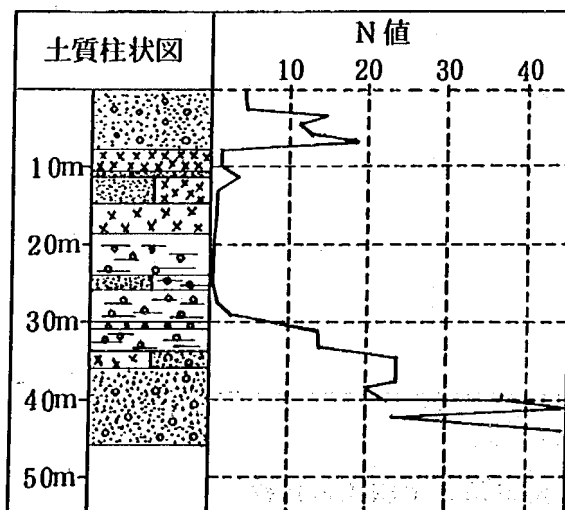
- (1) 地盤卓越振動数

両公団からの資料に記載されている平均振動数をそのまま用いた。

- (2) 深さ 10 m までの平均N 値

両公団からの資料に記載されているN 値から下図のようにして算出した。

<資料番号 1303>



$$\begin{aligned} \bar{N} &= \{ 2m \times 5 + 1m \times (5+15) / 2 \\ &\quad + 2m \times (15+12) / 2 + 2m \\ &\quad \times (12+19) + 1m \times (19+12) / 2 \\ &\quad + 2m \times 2 \} / 10m \\ &= 9.3 \end{aligned}$$

(3) 土質条件

土質条件の分類は各調査地点での土質柱状図から深さ 10m の範囲内において、砂層の厚さが厚い方を砂地盤、その反対を粘土地盤とした。ただし、シルト層は粘土層とみなした。

3.3 距離減衰量 β の算出結果

図-3.1 に最小二乗法により求めた距離減衰量 β の結果の一例を示す。

すべての実測値に対して β を算出したところ、距離減衰性状が特異なものが幾つか見いだされたが、このうち以下の資料はその原因が明らかとなったので、以後の要因分析においては資料から削除した。

- (1) 77A2-1206 (全資料) 高架道路と並行な平面道路が 30 m 地点と 40 m 地点の間にあり、この影響を受けた。
- (2) 77A2-1212 (全資料) } 付近の工場からの振動があった。
77A2-1304 (全資料)
- (3) 77A2-1201 (全資料) 付近の工事現場からの振動があった。

なお、資料番号 78A2-1206 の測定回数 7～9 回目では、30 m 地点において 60 数 dB という異常に高い測定値となっていたが、前後のレベルの関係より明らかな測定もしくは解析ミスと判定し、この測点の資料のみを削除して β の算出を行った。

3.4 距離減衰量 β の要因分析

基準点の振動レベル、地盤卓越振動数、深さ 10 m までの平均 N 値、および土質条件の各要因を用いて、距離減衰量 β の各カテゴリー間における傾向を分析した。要因分析は、基準レベルと振動数、基準レベルと土質条件、および基準レベルと N 値という組み合わせで行い、各々の組合せにおいて数ケースのカテゴリー分けを試みた。

また、前節の結果でピックアップの接地面状況が地盤上と舗装路面上とでは、距離減衰傾向が若干異なる場合が見受けられたので、上記要因分析の他に、資料をピックアップ位置が地盤上の場合と舗装路面上の場合とに分類して、そのそれぞれについて上記と同様の要因分析を行った。

これらの結果を表-3.2～表-3.10 に示す。

3.5 考 察

要因分析結果から以下の事項が明らかとなった。

- (1) ピックアップの接地面状況については、地盤上もしくは舗装路面上のどちらの場合での距離減衰の大きさには有意な差は見られない。
- (2) 基準点での振動レベルが高い程、距離減衰量が大きくなる傾向にある。
- (3) 地盤卓越振動数が高い程、距離減衰量が大きくなる傾向にある。
- (4) 深さ 10 m までの平均 N 値が大きい程、距離減衰量が大きくなる傾向にある。
- (5) 土質条件別に分類すると、粘土地盤よりも砂地盤の方が若干距離減衰量が大きいようである。

上記(2)～(4)の事項は既往の研究成果(平面道路における距離減衰量の要因分析)と一致している。しかし、既往の研究成果においては土質条件の違いによる距離減衰量の差が明確に表われていたのに対し、今回の高架道路における距離減衰ではそのような傾向が弱められているのが注目される。

ここでの分析の目的は、高架道路部における距離減衰の大きさの予測手法を確立することであるが、現在、当研究所の動土質研究室において盛土道路部での距離減衰の分析を今回と同様の方法で実施しており、最終予測式のとりまとめには、カテゴリー分類を統一する必要があると考えられるので、ここでは表-3.2～表-3.10 に示したカテゴリー分類を一つの試算結果として報告するにとどめたい。

表- 3.1(a) 各調査地点での測点配置および各因子の条件

資料番号	測点配置図	振動数	深さ10mまでのN値	土質条件	備考
77A2-1201		15.1	14.0	砂地盤	
1202		10.7	22.5	砂地盤	5m地点はコンクリート 緑石上にピックアップを 設置
1203		11.0	20.9	砂地盤	
1204		22.9	29.0	粘土地盤	
1205		13.8	24.9	粘土地盤	
1206		3.4	3.7	砂地盤	20m地点および30m 地点は他の道路の影響 の可能性あり
1207		10.4	4.0	砂地盤	
1210		6.0	5.0	粘土地盤	
1211		10.7	23.6	砂地盤	交叉点付近
1212		9.6	7.5	粘土地盤	
1214		10.8	16.8	砂地盤	
1215		11.6	34.2	砂地盤	
1301		16.6			

表-3.1(b) 各調査地点での測点配置および各因子の条件

資料番号	測点配置図	振動数	深さ10mまでのN値	土質条件	備考
77-A-2 1302		12.4			
1303		28.9			
1304		24.1			印刷工場の影響あり
1307		22.3	3.4	粘土地盤	
1308		17.5			
78A2- 1201		19.2	14.2	砂地盤	測定点横で下水幹線工事中
1202		11.6	3.1	粘土地盤	
1203		14.3	18.2	粘土地盤	
1204		15.7	18.0	砂地盤	
1205		13.4	22.2	砂地盤	
1206		28.7	35.1	砂地盤	
1208		19.2	3.7	砂地盤	
1210		28.2	3.3	粘土地盤	

表- 3.1(c) 各調査地点での測点配置および各因子の条件

資料番号	測点配置図	振動数	深さ10mまでのN値	土質条件	備考
78-A-2 1211		3 5.7	5.5	粘土地盤	測定点付近に南海電車の軌道あり
1212		1 5.7	2.5	粘土地盤	
1214		1 1.7	9.0	砂地盤	
1215		1 9.4	5.4	砂地盤	
1216		1 8.7	10.0	砂地盤	
1218		1 2.1	3 2.6	砂地盤	
1302		4 5.0		粘土地盤	
1303		2 4.0	9.3	砂地盤	
1305		5 0.0	0.7	粘土地盤	
1306		1 6.0			
1308		2 2.0			測線近くに印刷工場あり
1309		5 9.0	1.0	砂地盤	
1310		1 7.0	3.2	砂地盤	

表- 3.2 基準レベル, 振動数別距離減衰量 (全資料)

		基準レベル (L ₁₀ ,dB)				
		~40	40~45	45~50	50~55	全 体
振 動 数 (Hz)	< 10	0.072 (0.343) < 10 >	0.139 (0.237) < 11 >	0.437 (0.401) < 3 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.148 (0.313) < 24 >
	10 < 20	1.068 (1.063) < 66 >	0.775 (0.890) < 71 >	0.820 (0.805) < 153 >	2.126 (1.609) < 82 >	1.143 (1.209) < 372 >
	20 < 30	1.424 (0.708) < 25 >	1.035 (0.963) < 39 >	1.280 (1.176) < 37 >	2.230 (0.197) < 7 >	1.287 (0.997) < 108 >
	30 < 30	0.705 (0.376) < 3 >	0.842 (0.759) < 21 >	0.890 (0.642) < 9 >	1.417 (0.238) < 3 >	0.891 (0.681) < 36 >
	全 体	1.048 (0.986) < 104 >	0.807 (0.883) < 142 >	0.902 (0.889) < 202 >	2.111 (1.524) < 92 >	1.111 (1.135) < 540 >

CASE 1

基準レ ベル 振動数	~40	40~45	45~50	50~
~10	0.148 (0.313) < 24 >			
10~20	0.948 (0.917) < 424 >			
20~30				
30~				2.111 (1.524) < 92 >

CASE 3

基準レ ベル 振動数	~40	40~45	45~50	50~
~10	0.809 (0.962) < 158 >		1.265 (1.302) < 238 >	
10~20				
20~30	1.088 (0.856) < 88 >		1.343 (1.053) < 56 >	
30~				

CASE 2

基準レ ベル 振動数	~40	40~45	45~50	50~
~10	0.107 (0.287) < 21 >			
10~20	0.861 (0.891) < 293 >			
20~30	1.128 (0.943) < 134 >			2.111 (1.524) < 92 >
30~				

凡 例

1.111 平均値
(1.135) 標準偏差
< 540 > データ数

表-3.3 基準レベル, 土質条件別距離減衰量 (全資料)

		基準レベル (L ₁₀ , dB)				
		~40	40~45	45~50	50~55	全 体
土 質 条 件	砂	0.535 (0.500) < 42 >	0.537 (0.619) < 53 >	0.944 (0.868) < 115 >	2.661 (1.653) < 57 >	1.166 (1.286) < 267 >
	粘 土	1.081 (0.763) < 45 >	0.917 (0.900) < 52 >	0.540 (0.731) < 51 >	1.262 (0.402) < 11 >	0.866 (0.814) < 159 >
	全 体	0.817 (0.702) < 87 >	0.725 (0.791) < 105 >	0.820 (0.847) < 166 >	2.435 (1.605) < 68 >	1.054 (1.141) < 426 >

CASE 1

基準レ ベル 土質条件	~40	40~45	45~50	50~55
SAND	0.760 (0.773) < 210 >			
CLAY	1.340 (1.352) < 216 >			

CASE 3

基準レ ベル 土質条件	~40	40~45	45~50	50~55
SAND	0.536 (0.566) < 95 >		1.513 (1.433) < 172 >	
CLAY	0.866 (0.814) < 159 >			

CASE 2

基準レ ベル 土質条件	~40	40~45	45~50	50~55
SAND	0.536 (0.566) < 95 >		1.513 (1.433) < 172 >	
CLAY	0.993 (0.839) < 97 >		0.668 (0.736) < 62 >	

CASE 4

基準 レベル 土質条件	~40	40~45	45~50	50~55
SAND	0.536 (0.566) < 95 >		1.289 (1.337) < 234 >	
CLAY	0.993 (0.839) < 97 >			

表-3.4 基準レベル, N値別距離減衰量 (全資料)

		基準レベル (L ₁₀ , dB)				
		～ 40	40～ 45	45～ 50	50～ 55	全 体
N 値	5 }	0.167 (0.364) 21	0.388 (0.605) < 47 >	0.631 (0.739) < 50 >	2.435 (1.295) < 17 >	0.702 (1.004) < 135 >
	5 }	0.463 (0.0) < 1 >	0.864 (0.661) < 8 >	1.546 (0.699) < 32 >	1.461 (0.213) < 4 >	1.393 (0.711) < 45 >
	10 }	0.0 (0.0) < 0 >	-0.143 (0.246) < 7 >	0.179 (0.385) < 47 >	0.179 (0.335) < 12 >	0.145 (0.373) < 66 >
	20 }	1.080 (0.677) < 53 >	1.178 (0.805) < 37 >	1.004 (0.733) < 29 >	1.532 (0.284) < 10 >	1.126 (0.714) < 129 >
	30 }	0.864 (0.603) < 9 >	0.0 (0.0) < 0 >	2.199 (0.263) < 8 >	4.034 (0.529) < 25 >	3.005 (1.423) < 42 >
	全 体	0.821 (0.712) < 84 >	0.684 (0.794) < 99 >	0.820 (0.847) < 166 >	2.435 (1.605) < 68 >	1.051 (1.151) < 417 >

CASE 1

基準 N 値	～ 40	40～ 45	45～ 50	50～
～ 5	0.445 (0.654) < 134 >			
5～ 10				
10～ 20				
20～ 30				1.041 (0.908) < 250 >
30～				3.590 (0.929) < 33 >

CASE 2

基準 N 値	～ 40	40 ～ 45	45 ～ 50	50 ～
～ 5	0.3 3 5 (0.5 7 5) < 8 4 >		0.8 5 7 (1.0 1 4) < 1 6 2 >	
5 ～ 10				
10 ～ 20				
20 ～ 30	1.5 8 7 (1.2 3 7) < 1 7 1 >			
30 ～				

CASE 3

基準 N 値	～ 40	40～ 45	45～ 50	50～
～ 5	0.335 (0.575) < 84 >		0.857 (1.014) < 162 >	
5～ 10				
10～ 20				
20～ 30	1.097 (0.720) < 99 >		2.262 (1.467) < 72 >	
30～				

表-3.5 基準レベル, 振動数別距離減衰量 (地盤面土)

		基準レベル (L10, dB)				
		～ 40	40 ～ 45	45 ～ 50	50 ～ 55	全 体
振 動 数 (Hz)	10	0.0 (0.0) < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >
	10 20	0.761 (0.549) < 29 >	0.601 (0.538) < 16 >	0.608 (0.854) < 58 >	1.912 (1.471) < 23 >	0.880 (1.029) < 126 >
	20 30	1.895 (0.384) < 14 >	2.371 (0.522) < 8 >	3.042 (0.078) < 2 >	0.0 (0.0) < 0 >	2.150 (0.540) < 24 >
	30	0.0 (0.0) < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.686 (0.332) < 6 >	1.417 (0.238) < 3 >	0.930 (0.466) < 9 >
	全体	1.130 (0.732) < 43 >	1.191 (0.999) < 24 >	0.689 (0.908) < 66 >	1.855 (1.391) < 26 >	1.075 (1.048) < 159 >

CASE 1

基準 振 動 数	～ 40	40 ～ 45	45 ～ 50	50 ～ 55
～ 10				
10 ～ 20	0.922 (0.897) < 133 >			1855 (1391) < 26 >
20 ～ 30				
30 ～				

CASE 3

基準 振 動 数	～ 40	40 ～ 45	45 ～ 50	50 ～ 55
～ 10	0.704 (0.545) < 45 >		0.978 (1.210) < 81 >	
10 ～ 20				
20 ～ 30	2.068 (0.487) < 22 >		1.314 (0.951) < 11 >	
30 ～				

CASE 2

振 動 数	基準 レベル	～40	40～45	45～50	50～55
～10					
10～20		0.650 (0.733) < 103 >			1855 (1391) < 26 >
20～30		1.857 (0.778)			
30～		< 30 >			

表-3.6 基準レベル, 土質条件別距離減衰量 (地盤面上)

		基準レベル (L ₁₀ , dB)				
		~40	40~45	45~50	50~55	全 体
土 質 条 件	砂	0.254 (0.376) < 11 >	0.376 (0.528) < 10 >	0.642 (0.925) < 48 >	2.289 (1.691) < 15 >	0.854 (1.220) < 84 >
	粘 土	1.431 (0.561) < 32 >	1.773 (0.836) < 14 >	0.814 (0.872) < 18 >	1.262 (0.402) < 11 >	1.322 (0.747) < 75 >
	全 体	1.130 (0.732) < 43 >	1.191 (0.999) < 24 >	0.689 (0.908) < 66 >	1.855 (1.391) < 26 >	1.075 (1.048) < 159 >

CASE 1

基準レ ベル 土質条件	~40	40~45	45~50	50~55
SAND	0.542 (0.821) < 69 >			
CLAY	1.483 (1.022) < 90 >			

CASE 3

基準 レベル 土質条件	～40	40～45	45～50	50～55
SAND	0.312 (0.447) < 21 >		1.034 (1.340) < 63 >	
CLAY	1.322 (0.747) < 75 >			

CASE 2

基準レ ベル 土質条件	~40	40~45	45~50	50~55
SAND	0.312 (0.447) < 21 >		1.034 (1.340) < 63 >	
CLAY	1.535 (0.666) < 46 >		0.984 (0.754) < 29 >	

CASE 4

基準レ ベル 土質条件	～40	40～45	45～50	50～55
SAND	0.312 (0.447) < 21 >		1.018 (1.183) < 92 >	
CLAY	1.535 (0.666) < 46 >			

表-3.7 基準レベル, N 値別距離減衰量 (地盤面上)

		基準レベル (L ₁₀ , dB)				
		~40	40~45	45~50	50~55	全 体
N 値	5 < 11 >	0.254 (0.376) < 11 >	0.611 (0.440) < 7 >	0.441 (0.442) < 7 >	2.435 (1.295) < 17 >	1.228 (1.332) < 42 >
	5 10 < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >	1.645 (0.895) < 15 >	1.417 (0.238) < 3 >	1.607 (0.821) < 18 >
	10 20 < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >	-0.172 (0.172) < 3 >	0.182 (0.425) < 35 >	-0.054 (0.120) < 4 >	0.134 (0.406) < 42 >
	20 30 < 32 >	1.431 (0.561) < 32 >	1.773 (0.836) < 14 >	1.258 (1.058) < 9 >	1.394 (0.268) < 2 >	1.487 (0.727) < 57 >
	30 < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >
	全 体	1.130 (0.732) < 43 >	1.191 (0.999) < 24 >	0.689 (0.908) < 66 >	1.855 (1.391) (26)	1.075 (1.048) < 159 >

CASE 1

基準レベル N値	~40	40~45	45~50	50~55
~ 5				
5 ~10			0.344 (0.411) < 28 >	
10~20				
20~30				
30~			1.231 (1.075) < 131 >	

CASE 2

基準レベル N値	~40	40~45	45~50	50~55
~ 5				
5 ~10		0.312 (0.447) < 21 >		0.982 (1.211) < 81 >
10~20				
20~30				1.487 (0.727) < 57 >
30~				

CASE 3

基準レベル N値	~40	40~45	45~50	50~55
~ 5				
5 ~10		0.312 (0.447) < 21 >		0.982 (1.211) < 81 >
10~20				
23~30				
30~		1.535 (0.666) < 46 >		1.283 (0.951) < 11 >

表-3.8 基準レベル, 振動数別距離減衰量 (舗装面上)

		基準レベル (L ₁₀ , dB)				
		~40	40~45	45~50	50~55	全 体
振 動 数 (Hz)	10 }	0.072 (0.343) < 10 >	0.139 (0.237) < 11 >	0.437 (0.401) < 3 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.148 (0.313) < 24 >
	10 }	1.962 (1.388) < 20 >	1.357 (1.131) < 22 >	1.287 (0.769) < 49 >	3.940 (0.705) < 26 >	2.005 (1.427) < 117 >
	20 }	0.825 (0.553) < 11 >	0.690 (0.716) < 31 >	1.179 (1.127) < 35 >	2.230 (0.197) < 7 >	1.040 (0.962) < 84 >
	30 }	0.705 (0.376) < 3 >	0.842 (0.759) < 21 >	1.299 (0.999) < 3 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.877 (0.746) < 27 >
	全 体	1.162 (1.253) < 44 >	0.829 (0.888) < 85 >	1.217 (0.925) < 90 >	3.578 (0.949) < 33 >	1.386 (1.306) < 252 >

CASE 1

基準レ ベル 振動数	~40	40~45	45~50	50~
~10	0.148 (0.313) < 24 >			
10~20	1.167 (0.997) < 195 >			3.578 (0.949) < 33 >
20~30				
30~				

CASE 3

基準レ ベル 振動数	~40	40~45	45~50	50~55
~10	0.107 (0.287) < 21 >		1.420 (1.047) < 94 >	
10~20	0.918 (0.883) < 104 >		3.578 (0.949) < 33 >	
20~30				
30~				

CASE 2

基準レ ベル 振動数	~40	40~45	45~50	50~
~10	1.333 (1.283) < 63 >			
10~20	2.139 (1.485) < 78 >			1.351 (1.086) < 45 >
20~30	0.762 (0.686) < 66 >			
30~				

表-3.9 基準レベル, 土質条件別距離減衰量 (舗装面上)

		基準レベル (L ₁₀ ,dB)				
		~40	40~45	45~50	50~55	全 体
土 質 条 件	砂	0.584 (0.537) < 17 >	0.460 (0.527) < 27 >	1.465 (0.697) < 41 >	3.940 (0.705) < 26 >	1.665 (1.474) < 111 >
	粘 土	0.218 (0.435) < 13 >	0.602 (0.702) < 38 >	0.391 (0.604) < 33 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.459 (0.639) < 84 >
	全 体	0.425 (0.521) < 30 >	0.543 (0.635) < 65 >	0.986 (0.846) < 74 >	3.940 (0.705) < 26 >	1.146 (1.329) < 195 >

CASE 1

基準レ ベル 土質条件	~40	40~45	45~50	50~55
SAND	0.970 (0.778) < 85 >			
CLAY	1.282 (1.622) < 110 >			

CASE 3

基準レ ベル 土質条件	~40	40~45	45~50	50~55
SAND	0.508 (0.528) < 44 >		2.426 (1.400) < 67 >	
CLAY	0.459 (0.639) < 84 >			

CASE 2

基準レ ベル 土質条件	~40	40~45	45~50	50~55
SAND	0.508 (0.528) < 44 >		2.426 (1.400) < 67 >	
CLAY	0.504 (0.662) < 51 >		0.391 (0.604) < 33 >	

CASE 4

基準レ ベル 土質条件	~40	40~45	45~50	50~55
SAND	0.508 (0.528) < 44 >		1.754 (1.533) < 100 >	
CLAY	0.504 (0.662) < 51 >			

表- 3.10 基準レベル, N 値別距離減衰量 (舗装面上)

		基準レベル (L ₁₀ , dB)				
		～40	40～45	45～50	50～55	全 体
N 値	5	0.072 (0.343) < 10 >	0.349 (0.625) < 40 >	0.662 (0.776) < 43 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.464 (0.702) < 93 >
	5 10	0.463 (0.0) < 1 >	0.864 (0.661) < 8 >	1.458 (0.479) < 17 >	1.592 (0.0) < 1 >	1.250 (0.601) < 27 >
	10 20	0.0 (0.0) < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.0 (0.0) < 0 >
	20 30	0.240 (0.163) < 7 >	0.544 (0.180) < 11 >	0.356 (0.271) < 6 >	0.0 (0.0) < 0 >	0.409 (0.235) < 24 >
	30	0.864 (0.603) < 9 >	0.0 (0.0) < 0 >	2.199 (0.263) < 8 >	4.034 (0.529) < 25 >	3.005 (1.423) < 42 >
	全 体	0.394 (0.531) < 27 >	0.455 (0.595) < 59 >	0.986 (0.846) < 74 >	3.940 (0.705) < 26 >	1.145 (1.357) < 186 >

CASE 1

基準レ ベル N値	～40	40～45	45～50	50～55
～ 5	0.495 (0.700) < 102 >		0.862 (0.622) < 51 >	
5 ～10				
10～20				
20～30				
30～			3.590 (0.929) < 33 >	

CASE 2

基準レ ベル N値	～40	40～45	45～50	50～55
～ 5	0.374 (0.619) < 59 >		0.899 (0.787) < 61 >	
5 ～10				
10～20				
20～30				
30～			2.061 (1.698) < 66 >	

CASE 3				
基準レ ベル N値	～40	40～45	45～50	50～55
～ 5	0.374 (0.619) < 59 >		0.899 (0.787) < 61 >	
5 ～10				
10～20				
20～30	0.672 (0.436) < 27 >		3.092 (1.460) < 39 >	
30～				

77A2-1204 (1)

F:22.9HZ

N値:29.0

土質:粘土地盤

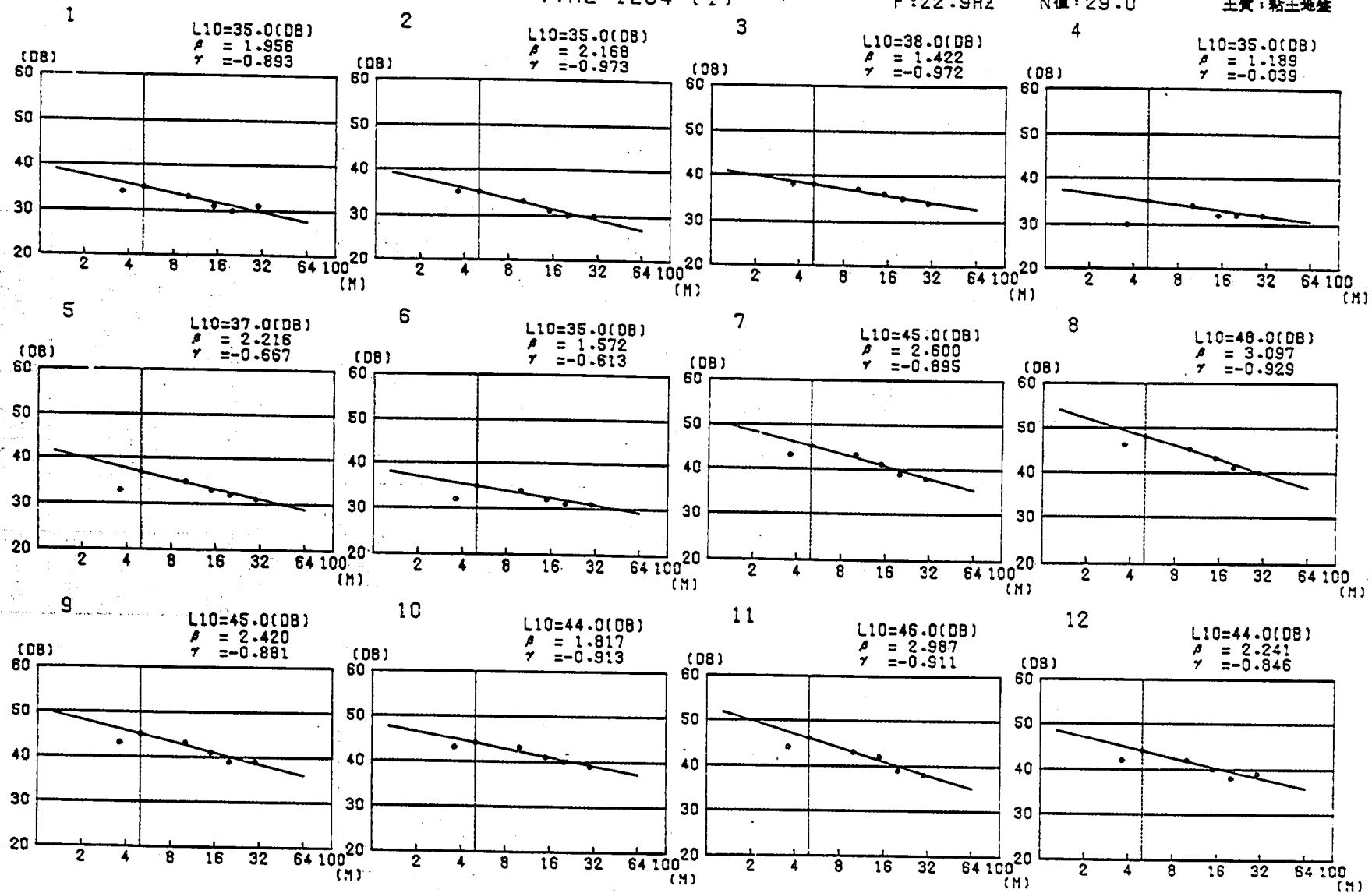


図-3.1(a) 距離減衰量の算出結果 (77A2-1204[1])

77A2-1204 (2)

F:22.9HZ

N値:29.0

土質:粘土地盤

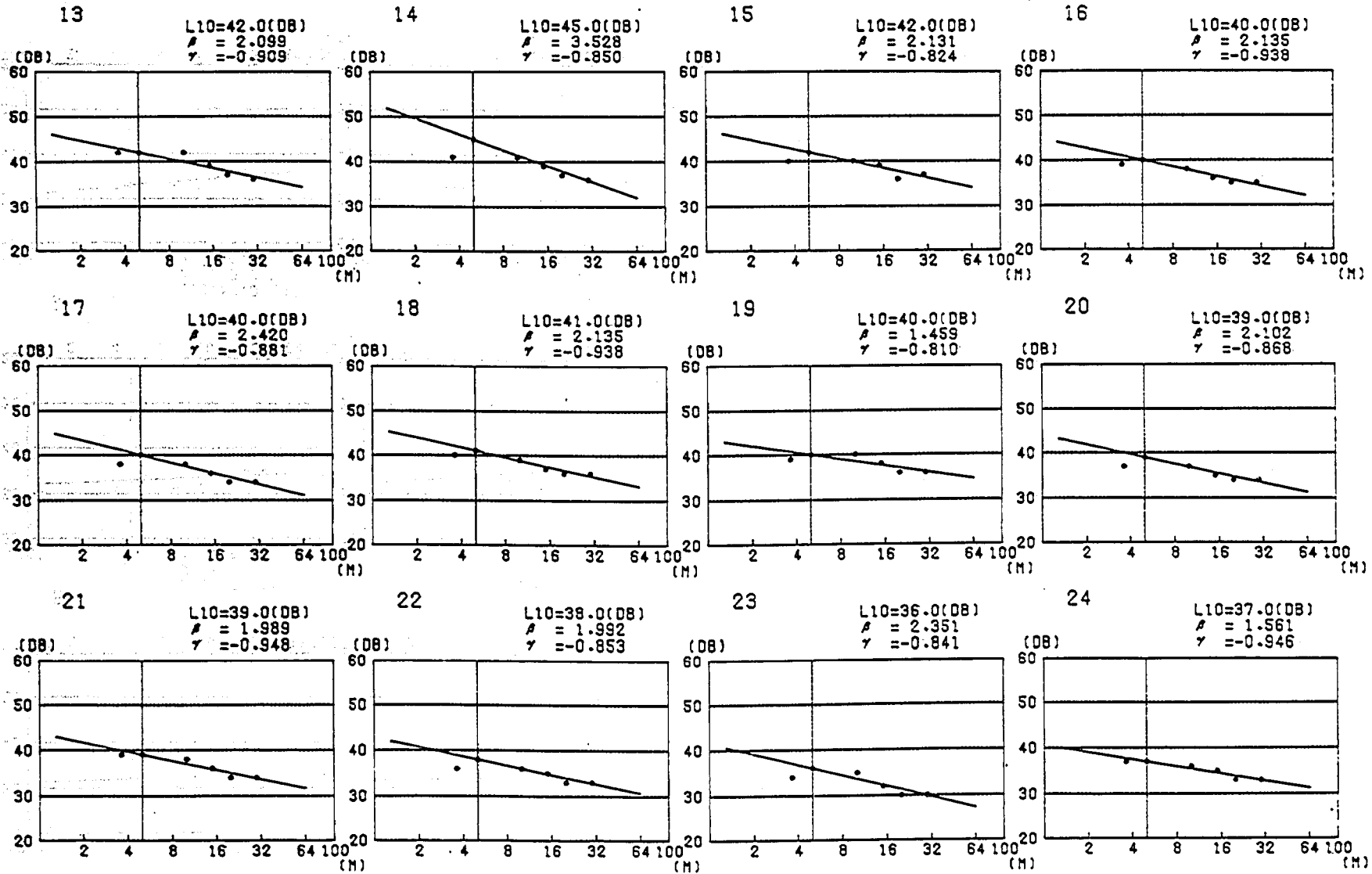


図-3.1(b) 距離減衰量の算出結果 (77A2-1204(2))

77A2-1307 (1)

F:22.3Hz

N値:3.4

土質:粘土地盤

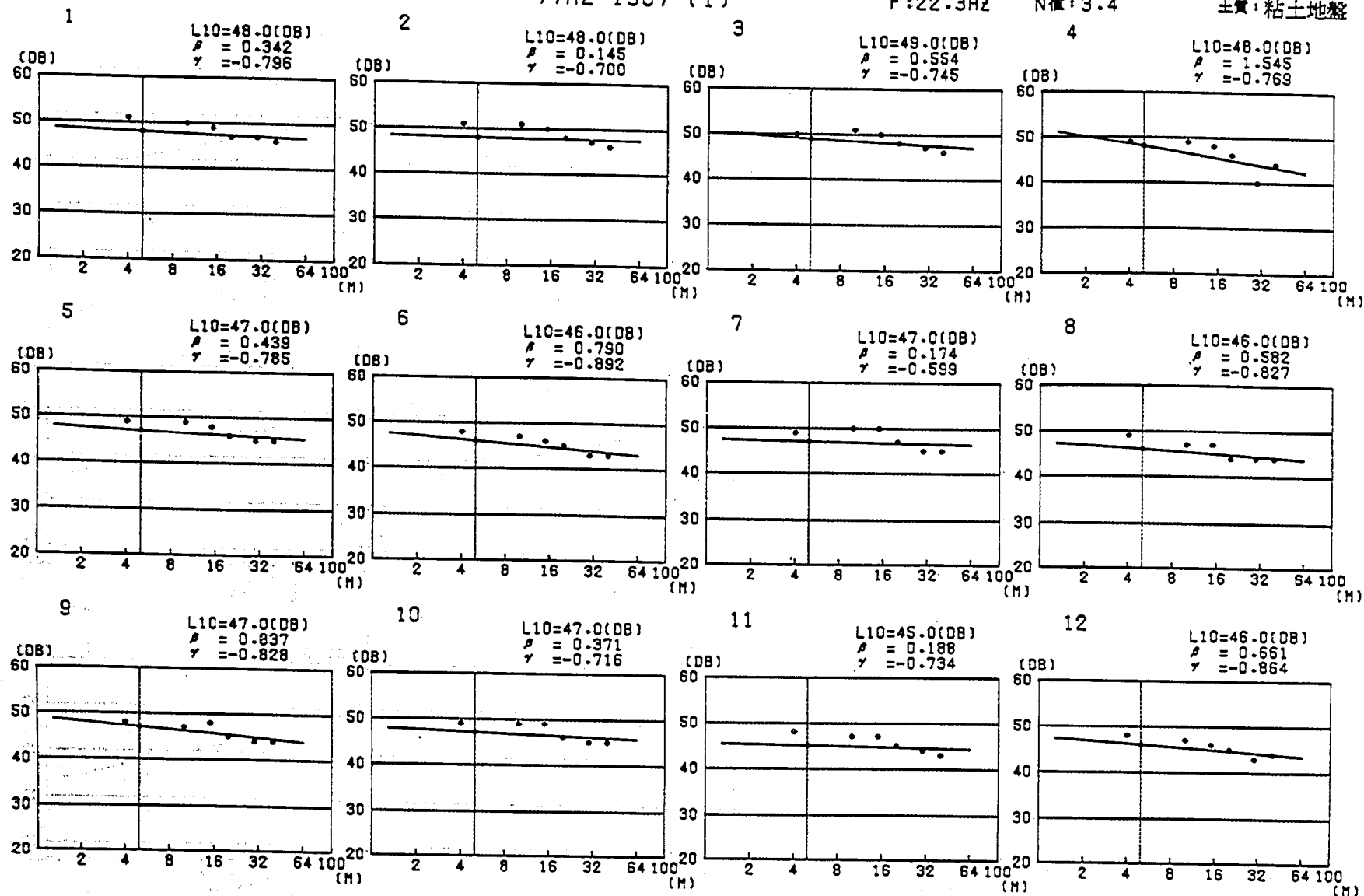


図-3.1(c) 距離減衰量の算出結果 (77A2-1307 (1))

77A2-1307 (2)

F:22.3HZ

N値:3.4

土質:粘土地盤

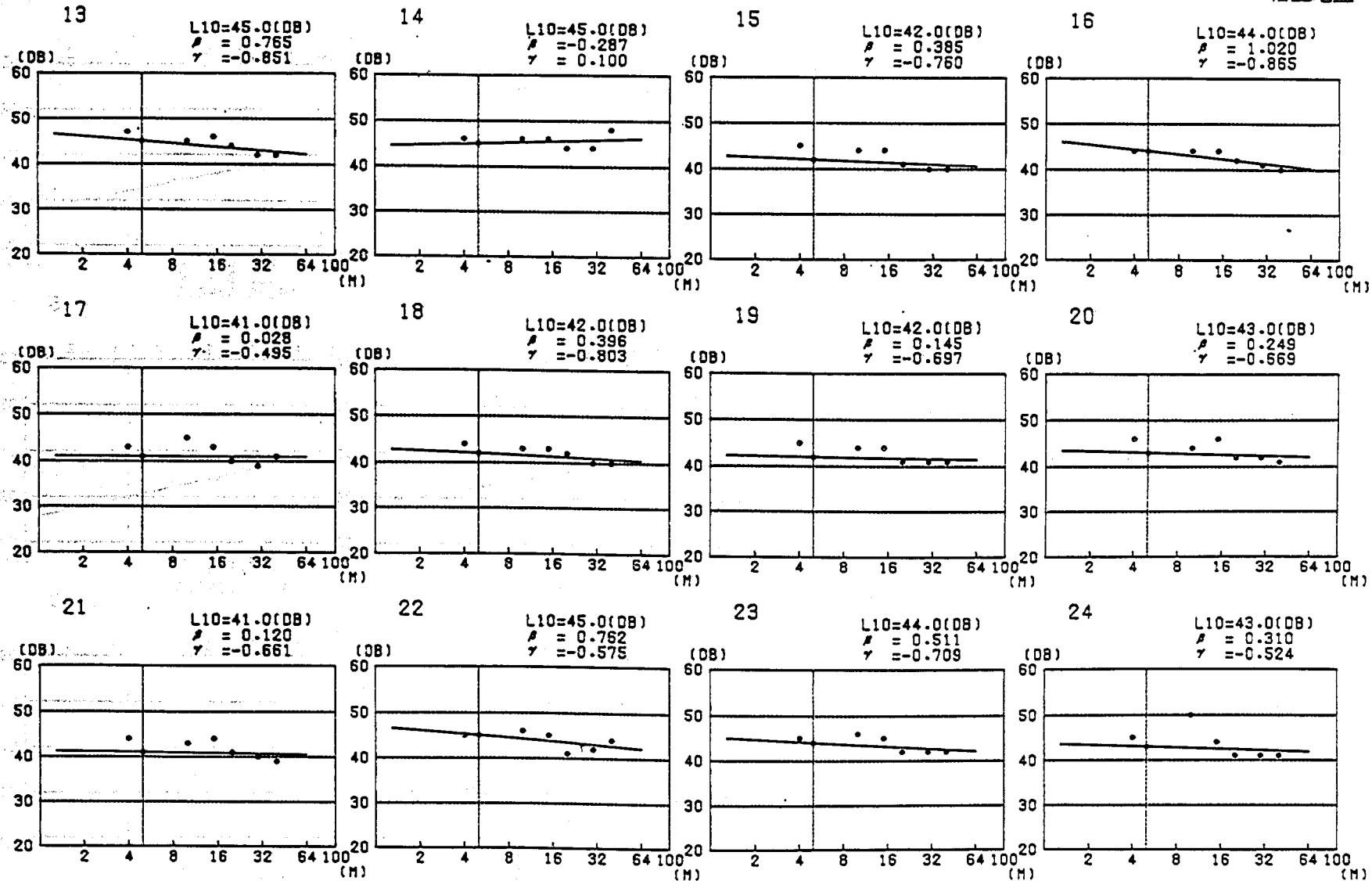


図-3.1(d) 距離減衰量の算出結果 (77A2-1307(2))

78A2-1216 (1)

F:18.7HZ

N値:10.0

土質:砂地盤

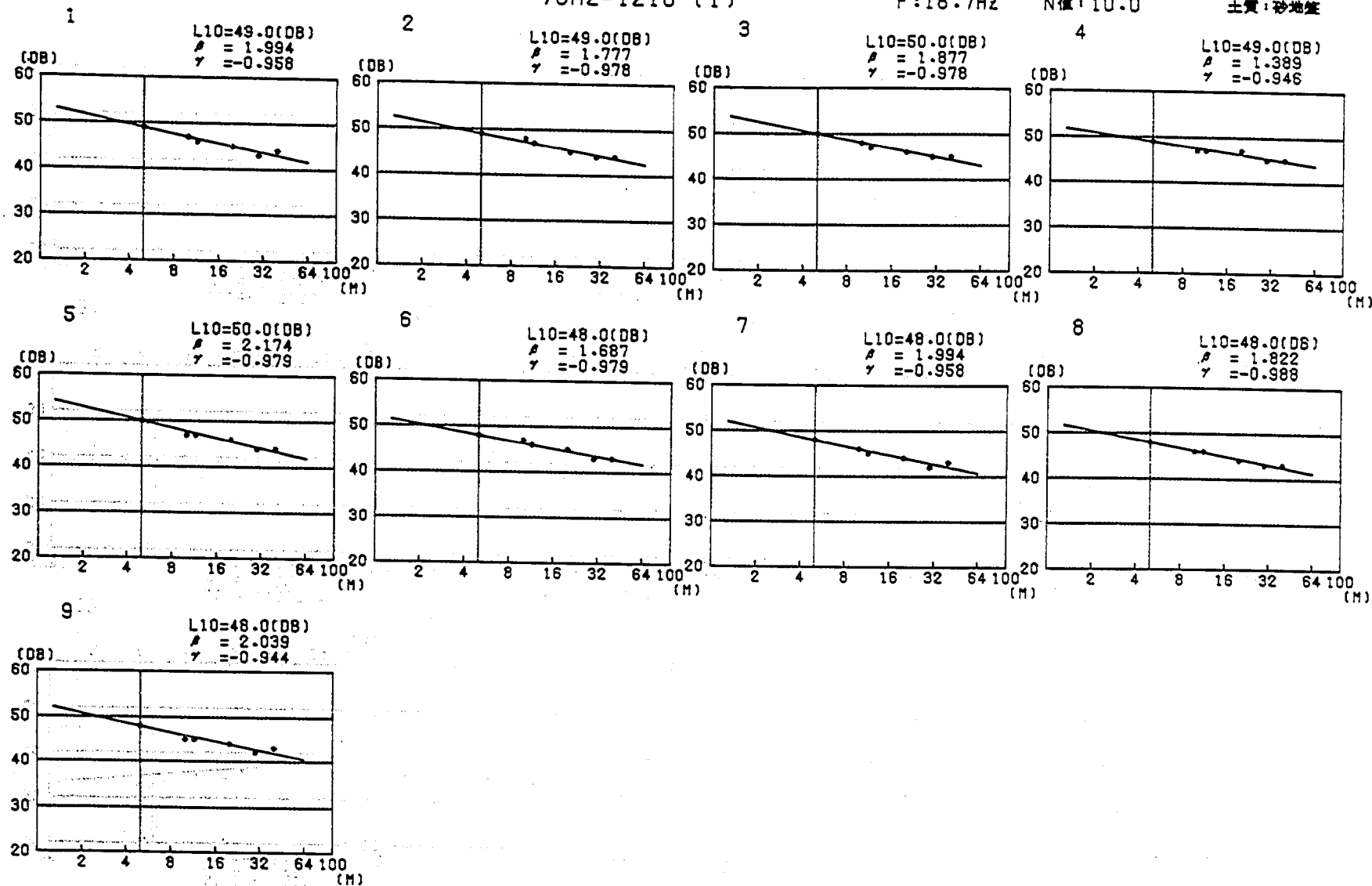


図-3.1(e) 距離減衰量の算出結果(78A2-1216)

78A2-1310 (1)

F:17.0HZ

N値:3.2

土質:砂地盤

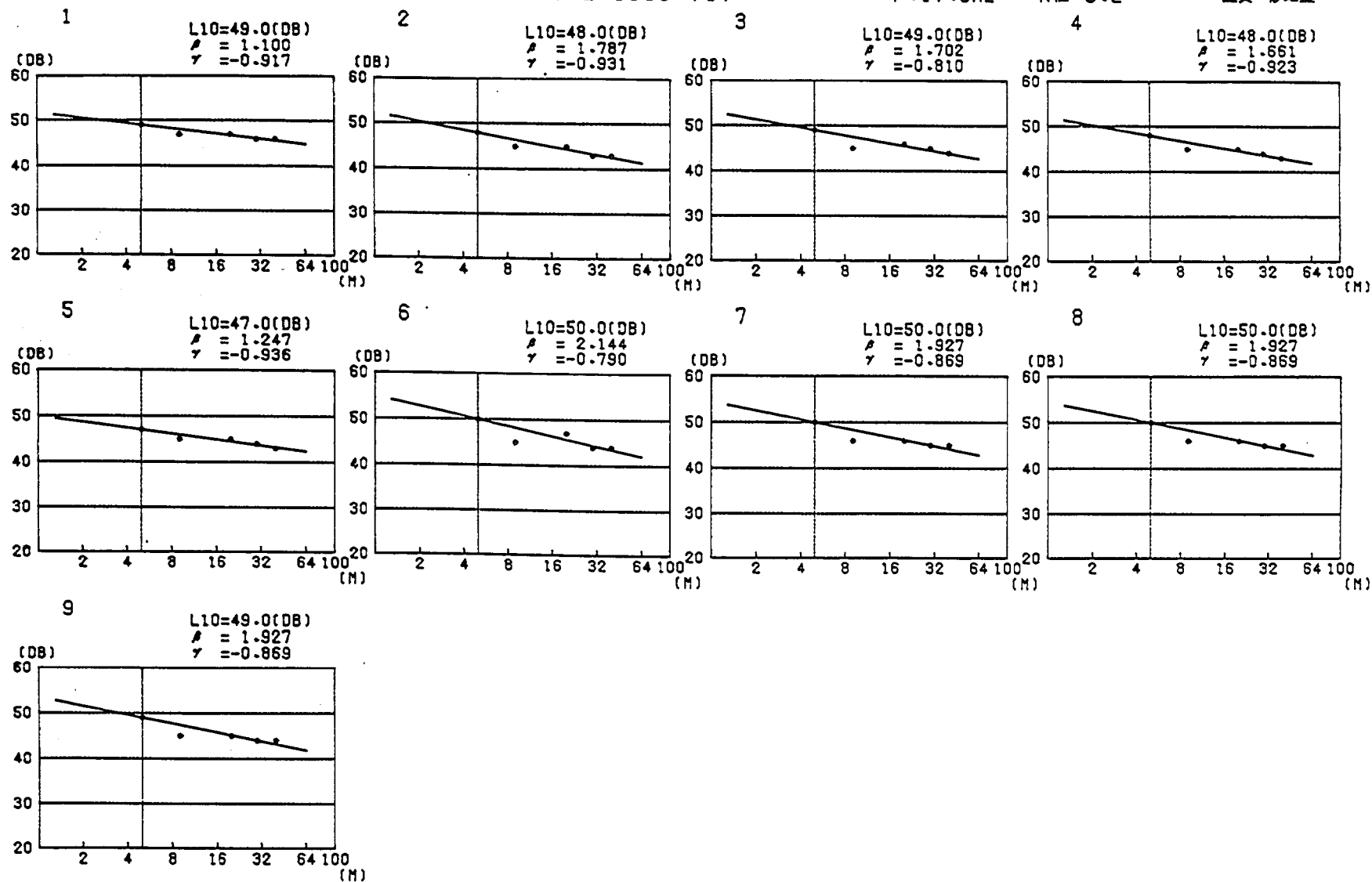


図-3.1(f) 距離減衰量の算出結果 (78A2-1310)

交通振動に関する試験調査
報告書〔V-1979〕

ISSN 0386-5878
土木研究所資料第1556号
昭和55年3月 (1980)

成田信之, 桂樹正隆

キーワード : 交通振動, 高架橋, 波形, シミュレーション, 距離減衰

要 旨

昭和45年度に実施した交通振動に関する試験調査の成果をとり
まとめたものであり, その内容は高架道路における振動の, (1)波
形の要因分析, (2) L_{10} のシミュレーション計算, (3)距離減衰の検
討, である。

郵便はがき

二十円切手
をはって下
さい

3 0 5 - □ □

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地
建設省土木研究所
構造研究室 御中

No. 7

7

配布先氏名

配布先住所

土木研究所資料1556号 部

上記のとおり受領しました。

所 属 (住所)

氏 名 印