

道路工事に係る振動予測技術の向上に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）
研究期間：平 19～平 21
担当チーム：先端技術チーム
研究担当者：藤野 健一、田中 義光、
杉谷 康弘

【要旨】

道路事業の環境影響評価を実施する際には、最新の知見を用いて、できるだけ正確に予測することが重要である。そのため、工事振動については、地方整備局において、予測精度を高めるための工事振動調査が実施されてきた。本研究では、それら調査されたデータをもとに、現在の工事振動予測式では反映されていない、地盤状況や振動周波数を考慮した予測パラメータを作成した。また、幾何減衰係数についても解析を行い、工事振動については表面波の性質を持つことを確認した。

キーワード：建設工事振動、予測式、内部減衰係数、幾何減衰係数

1. はじめに

環境省の調査によれば、振動苦情の中で、建設作業による件数が最も多く、全体の 60.3%（H20 年度）を占めている状況にある。従って、道路事業を円滑に進めるためには、環境影響評価の時点において、工事振動について、保全措置を含めた予測評価を的確に行い、工事中の生活に対する影響を事前に住民に開示し、情報を共有することが重要である。この際には、当然のことながら予測値に信頼性が求められる。過小に評価し、住民を欺くようなことは決してあってはならないが、一方で、過大に予測すればそれに対応するだけの大がかりな保全措置を実施することになり、コストの増大を招く。現在土木研究所が公表している工事振動の予測手法では、H10 年度から H14 年度までの現場調査から収集したデータをもとに解析を行い、基準値や係数を決定しているが、データ量の不足から、地盤の違いやユニット毎の周波数の違いに細かく対応するところまでは解析することが不可能であった。

本研究では、新たに平成 19 年度調査分までのデータが追加されたことから、これらに対応した解析を行い、予測精度の向上を図るものである。

2. 研究方法

2.1 現在の予測手法

現在の予測式を下記(式(1))に示す。本予測式は、Bornitz の式で振動加速度（振動レベル）を予測値としたものである。

$$L(r) = L(r_0) - 20 \cdot n \cdot \log_{10} \left(\frac{r}{r_0} \right) - 8.68 \cdot \alpha \cdot (r - r_0) \quad \text{式(1)}$$

L(r)：予測地点における振動レベル(dB)

L(r₀)：基準点における振動レベル(dB)

r：ユニットから予測地点までの距離(m)

r₀：ユニットから基準点までの距離(5m)

n：幾何減衰係数(0.75)

α：内部減衰係数(未固結地盤 0.01、固結地盤 0.001、超高周波パイプロハンマ工 0.14)

この中で、幾何減衰係数 n は、実体波の場合に 1、表面波の場合に 0.5 となるものであるが、建設工事振動が両者の中間的な減衰性状を示すものと考え、0.75 としている。ただし、この値は解析的に決定されたものではない。また、内部減衰係数 α は、式(2)で表されるが、これまでの解析では、超高周波パイプロハンマ工以外については、周波数について細分化するまでには至らず、地盤についても固結と未固結の 2 分類以上には細分化できていない。

$$\alpha = \frac{2 \cdot \pi \cdot h \cdot f}{V} \quad \text{式(2)}$$

h：内部減衰定数

f：振動周波数(Hz)

V：振動伝搬速度(m/s)

2.2 解析に使用したデータについて

本研究で使用したデータは平成 10 年度から 19 年度の期間に地方整備局等の建設工事現場で調査したもので、年度毎の調査現場数は表 1 のとおりである。

ただし、解析毎に異常値の排除等を行っており、解析毎の有効データ数は若干違っている。

表 1 年度別現場調査数

調査年度	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	合計
現場数	34	10	14	8	18	11	18	13	11	12	149

基本的な調査の方法は次のとおりである。

1) 測定対象は、建設機械 1 台 1 台に焦点を当てるのではなく、新土木工事積算体系による工事工種体系における「種別」(表 2 の例を参照。)を施工するのに必要な建設機械の組み合わせ(以下「ユニット」という。)を対象とする。

表 2 測定対象の区分例

工事区分	工種	種別
道路新設・改良	土工	掘削工
	地盤改良工	パーチカルドレーン工
橋梁下部	橋台工	既製杭工
		土留・仮締切工
舗装	舗装工	アスファルト舗装工

2) 建設作業 1 サイクルのうち、対象とする「種別」の代表的な作業(例えば既製杭工の場合には、1 サイクルのうち、「オーガ掘削」や「モンケン打撃」など振動の大きい作業。)が測定対象となる。また、測定時間は、連続した 10 分以上を原則とし、3 回測定を行う。

3) 測定点の配置は、図 1 のように直角 2 方向に配置し、中心となる機械から X(m)、2X(m)、4X(m)のように倍距離毎に配置する。

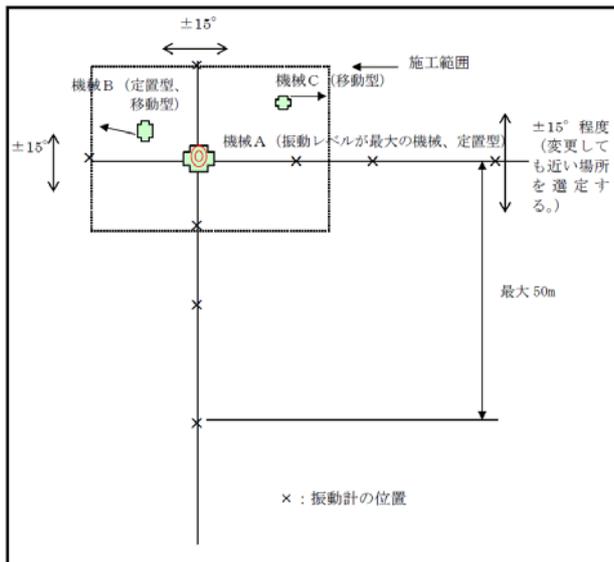


図 1 測定点の配置図

2. 3 幾何減衰係数 n の解析方法

幾何減衰係数については、式(1)(2)を元に、2 地点間の振動レベルの差をとった式(3)により解析を行う。

$$L(r_2) - L(r_1) = -20 \cdot n \cdot \log_{10} \left(\frac{r_2}{r_1} \right) - 8.68 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot h}{V} \cdot (r_2 - r_1) \cdot f \quad \text{式(3)}$$

L(r₁): 距離 r₁(m)における振動レベル(dB)

L(r₂): 距離 r₂(m)における振動レベル(dB)

r₂ > r₁

式(3)の右辺第 1 項は、2 地点間の幾何減衰量であり、第 2 項は内部減衰量である。また式(3)は、2 地点間の振動レベルの差が周波数に関する一次式となることを示している。従って、横軸に周波数を取り、縦軸に 2 地点間の減衰量をとって、各周波数の減衰量をプロットすれば、傾きが式(4)で切片が式(5)の直線となり(図 2 参照。)、幾何減衰係数 n を求めることができる。この方法は、1 測線上の 2 点の周波数解析結果が必要であり、H16 年度以降の調査により解析が可能となったものである。表 3 に解析に必要な調査が実施された現場数を示す。

$$a = -8.68 \cdot \frac{2 \cdot \pi \cdot h}{V} \cdot (r_2 - r_1) \quad \text{式(4)}$$

$$b = -20 \cdot n \cdot \log_{10} \left(\frac{r_2}{r_1} \right) \quad \text{式(5)}$$

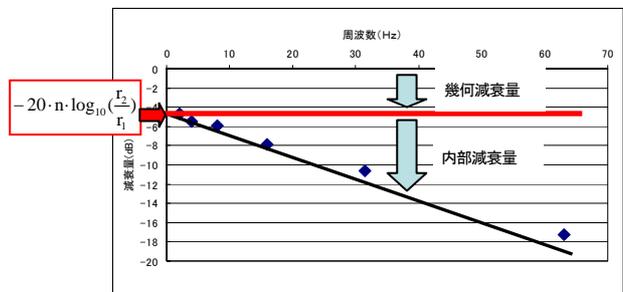


図 2 2 地点間の周波数毎の減衰量イメージ

表 3 幾何減衰係数の解析が可能な現場数

調査年度	H10	H11	H12	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	合計
現場数	-	-	-	-	-	-	3	-	8	12	23

2. 4 内部減衰係数 α の解析方法

2. 4. 1 内分減衰係数の分解

内部減衰係数 α は、式(2)で示した通り、内部減衰定数 h、振動周波数 f、振動伝搬速度 V をパラメータに持っている。この中で、振動伝搬速度 V については、これまで調査した現場データの項目に含まれていないことから、それだけを取り出して、現場データに基づく解析はできない。そこで、地盤に特徴付けられる内部減衰定数 h と振動伝搬速度 V につい

ては、 h/V (以下「内部減衰パラメータ」と言う。)とし、一つのパラメータとして扱い解析を行う。また、振動周波数 f については、単独で解析する。

2. 4. 2 内分減衰パラメータ h/V の解析方法

内部減衰パラメータ h/V については、下記の方法により解析を行う。周波数分析結果が1点あれば解析可能な方法であり、表2の殆ど全ての現場で調査したデータが対象となる。

- 1) 当該現場の各測点の振動レベルから、式(1)の α 、 $L(r_0)$ を解析し、当該現場の振動レベル減衰式を決定する。
- 2) 当該現場の周波数分析結果 (周波数毎の振動レベル) から、周波数分析を行った測定点 (A点とする。) から r (m) 離れた地点 (B点とする。) での各周波数の振動レベル ($L(r_B)_{fi}$) の計算式 (式(6)。ただし、 h/V は未知数のままとする。) を作成する。次に、B点の振動レベル ($L(r_B)_{AP}$) を計算するため、各周波数の振動レベル (ここでは計算式のまま) を合成した計算式 (式(7)及び図3参照。) を作成する。
- 3) 上記1)における減衰式から求めたB点の振動レベルの値と上記2)におけるB点の振動レベル計算式をイコールとおいて、 h/V に関する方程式を解き、 h/V を求める。

$$L(r_B)_{fi} = L(r_A)_{fi} - 20 \cdot n \cdot \log_{10} \left(\frac{r_B}{r_A} \right) - 868 \cdot 2 \cdot \pi \cdot \frac{h}{V} \cdot f_i \cdot (r_B - r_A) \quad \text{式(6)}$$

$L(r_B)_{fi}$ 及び $L(r_A)_{fi}$ は、B点及びA点における各周波数 f_i の振動レベル

$$L(r_B)_{AP} = 10 \cdot \log_{10} \left(\sum_i 10^{\frac{L(r_B)_{fi}}{10}} \right) \quad \text{式(7)}$$

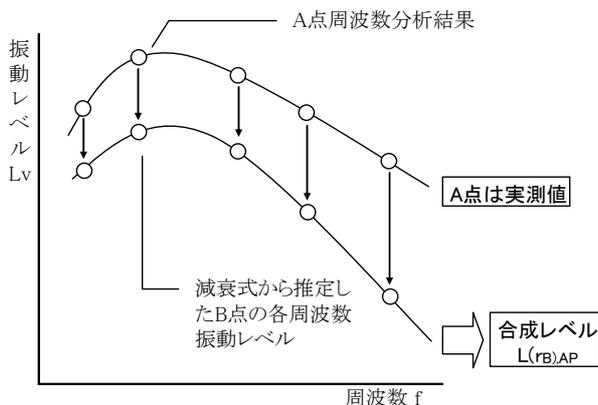


図3 内部減衰パラメータ h/V の解析イメージ

2. 4. 3 振動周波数 f の解析方法

振動周波数 f については、測定現場毎に内部減衰係数 α と、2. 4. 2 により算出した内部減衰パラメータ h/V を式(2)に代入することで計算する。その

結果をユニット毎に集計し、ユニットの代表値を決定する。

2. 4. 4 基準点振動レベルの解析方法

基準点振動レベル $L(r_0)$ は、測定現場毎に2. 4. 2 及び2. 4. 3 により算出した h/V 、 f を式(1)及び(2) に代入することで計算する。デシベルの計算については次のように計算した。まず各測定回毎に各測定点から逆算した $L(r_0)$ をエネルギー平均し、その測定回の $L(r_0)$ とする。複数回測定している場合には、複数回分のエネルギー平均を計算し、その測定現場の $L(r_0)$ とする。ユニットの代表値は、土質区分毎に集計し、現場毎の値を算術平均する。

2. 5 予備実験

2. 5. 1 予備実験の方法

上記解析方法の妥当性を検証するため、予備的な振動実験を行った。図4に示すように、重錘を落下させたときの振動の伝搬を測定し解析を行った。

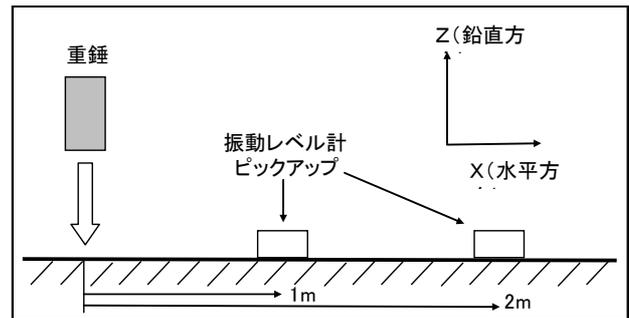


図4 予備実験の概要

2. 5. 2 予備実験の結果

予備実験の結果を図5～図7に示す。図5は、重錘落下地点から1m及び2m離れた地点のそれぞれの振動の周波数スペクトルであり、周波数毎の差をとったものが図6である。概ね2. 3の図2の概念図と同様の結果が得られていることがわかる。

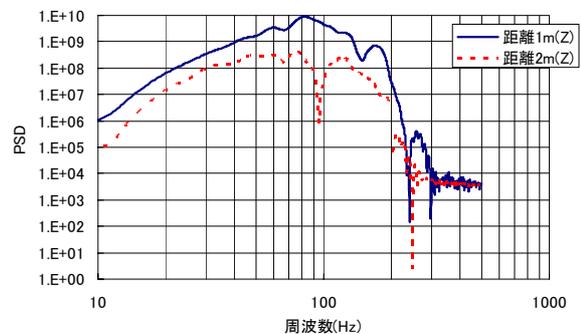


図5 周波数スペクトル

また、図6に示した式は、切片が-3 (2. 3の式(5)で $n=0.5$ としたもの。) となるように近似した一次

式であるが、表面波の場合に切片が-3、実体波の場合に切片が-6 となることを考えると、妥当な実験結果であると言える。この一次式の傾きを 2. 3 の式 (4) に当てはめると、 $h/V \approx 0.003$ となり、この値が h/V の大まかな目安となる。

また図 7 は、地表面の運動の軌跡を示すものであるが (プロットは測定値の加速度である。)、表面波の場合には、反時計回りの楕円運動を示すことが知られており、この予備実験においてもその傾向が見受けられる結果となった。

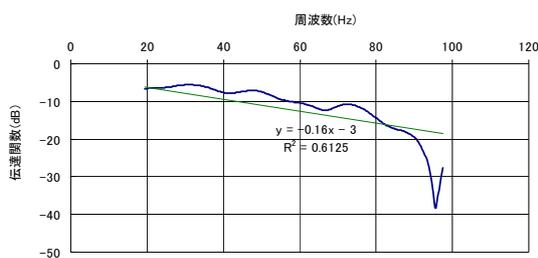


図 6 2 地点間の伝達関数

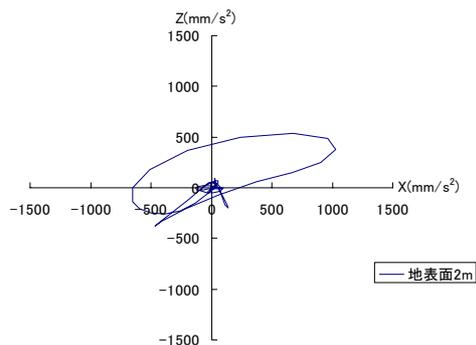


図 7 地表面の運動軌跡

3. 研究結果

3. 1 幾何減衰係数 n の解析結果

現場毎に解析した幾何減衰係数のヒストグラムを図 8 に示す。平均値は 0.41、標準偏差は 0.42 となった。

振動源に近い場所と離れた場所で幾何減衰係数 n に違いがあるかを見たものが表 4 (表中の σ は標準偏差。以下本報告書内で同じ。) である。2 点間の平均距離を指標として幾何減衰係数 n を分類した。区分後の合計現場数が元の現場数よりも多くなっているのは、1 現場に複数のデータがあるものは、境界距離でそれぞれ区分したためである。実体波 ($n=1.0$) と表面波 ($n=0.5$) が混在する場合、理論的には実体波が先に減衰することから、振動源から離れるほど表面波の影響が大きくなる。つまり、距離が遠いほ

ど幾何減衰係数 n が小さくなる傾向が見られるはずである。今回の解析では、表 4 で見られるように、それとは逆の傾向が見られる結果となった。一方、元々の振動の主成分が表面波 ($n=0.5$) であると考え、距離による幾何減衰係数 n の変化は存在しないことになる。今回の解析結果では、計測上のばらつきを考慮すれば、どちらかと言えば、その考え方を支持する結果となっている。

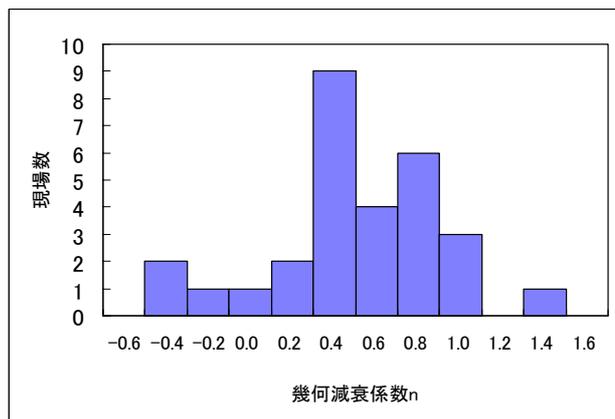


図 8 幾何減衰係数 n 解析結果

また、杭や鋼矢板の打ち込みのように振動源が地中にも存在するユニットと、掘削や法面整形のように振動源が地表面に存在するユニットで違いがあるかどうかを見たものが表 5 である。特に、そうした区分による幾何減衰係数の違いは見られない結果となった。

表 4 振動源からの距離による幾何減衰係数の差

	全体	20 (m)		30 (m)		40 (m)	
		以内	以上	以内	以上	以内	以上
現場数	29	19	24	28	18	29	10
平均	0.41	0.30	0.47	0.36	0.56	0.36	0.52
平均+ σ	0.83	0.80	0.85	0.81	1.00	0.79	1.08
平均- σ	-0.01	-0.20	0.09	-0.09	0.12	-0.06	-0.03

表 5 振動源の違いによる幾何減衰係数の差

	杭・鋼矢板系ユニット	地表系ユニット
現場数	8	21
平均	0.43	0.40
平均+ σ	0.90	0.82
平均- σ	-0.04	-0.01

以上のことから、幾何減衰係数 n については、ユニットや予測点までの距離によらず、表面波の場合の $n=0.5$ を予測に使用することが適切であると判断される。

3. 2 内分減衰パラメータ h/V の解析結果

内部減衰パラメータ h/V の解析結果 (幾何減衰

係数 $n=0.5$ の場合) を表 6 及び図 9 に示す。

3. 3 振動周波数 f の解析結果

振動周波数 f の解析結果 (幾何減衰係数 $n=0.5$ の場合) を表 7 に示す。データのばらつきも考慮して、計算値そのものではなく、計算値を超えない範囲で階段状に 5Hz、10Hz、以後 10Hz 毎 (例: 計算値が 13Hz の場合には 10Hz) にグループ化して設定した。

表 6 幾何減衰係数の解析結果

n=0.5の場合	粘性土	砂及び砂質土	レキ質土	岩塊・玉石	岩
現場数	42	62	18	4	7
平均	0.0002	0.0002	0.0004	0.0004	0.0002
平均+ σ	0.0004	0.0004	0.0006	0.0008	0.0003
平均- σ	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0001

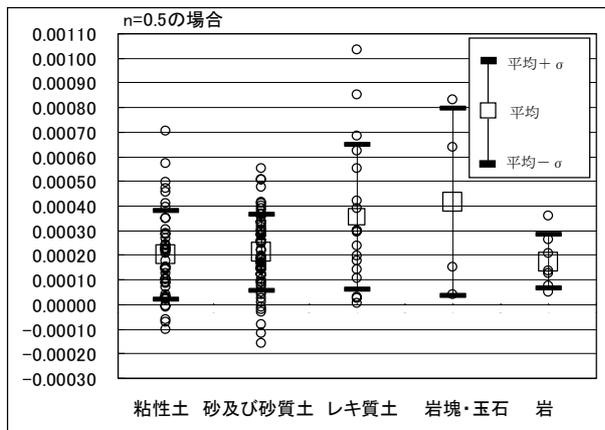


図 9 幾何減衰係数のばらつき

3. 4 基準点振動レベルの解析結果

基準点振動レベル $L(r0)$ の解析結果 (幾何減衰係数 $n=0.5$ の場合) を表 8 に示す。

集計区分毎 (ユニット毎、土質区分毎) のデータ数は、1 件~5 件である。データ数が少ないものは、必ずしも当該区分の母集団の平均値ではない可能性があるため注意が必要である。

3. 5 従来パラメータでの計算値との比較

今回解析した結果を使用して計算した場合と従来のパラメータを使用して計算した場合の比較を表 9 及び図 10 に示す。なお、幾何減衰係数 n については、 $n=0.75$ の場合についても $n=0.5$ と同様の解析を実施しており、表 9 については、その結果も記載している。表 9 は、測定値と計算値の残差のばらつきについて、従来パラメータと今回解析値を比較したものである。残差の平均値は従来よりも約 1.5dB 大きくなった。これは全体として予測値の方が大きめ (環境保全の観点からは安全側) に予測されることを意味している。ただし、残差のばらつき標準偏差 σ が従来よりも約 2dB 小さくなったため、残差平均 $\pm 1\sigma$ の絶対値は従来よりも小さくなっており、精度の

向上が図られたものと判断される。なお、幾何減衰係数が 0.5 の場合と 0.75 の場合の計算結果はほとんど差が無い結果となった。これは、解析の前提となる式(1)を用いて解析する場合、距離に応じて、左辺第 2 項と第 3 項のどちらかに減衰量の重み付けをするかの検討になるため、全体としての減衰量はそれほど変わらない結果となったものと思われる。

表 7 振動周波数の解析結果

工種	振動周波数
鋼管矢板基礎工(中堀工)	5
架設工(鋼橋架設)	5
構造物取り壊し工(構造物取り壊し工(低騒音型油圧ブレーカ))	5
締め固め改良工(サンドコンパクションバイブル工)	5
パーチカルドレーン工(サンドドレーン)	5
構造物取り壊し工(構造物取り壊し工(油圧ブレーカ))	5
既製杭工(油圧バイルハンマ工)	10
固結工(スラリー攪拌工)	10
現場内運搬工(未舗装)	10
固結工(粉体噴射攪拌工)	10
現場内運搬工(仮設舗装)	10
土留・仮締切工(鋼矢板(WJ併用油圧圧入工))	10
アスファルト・コンクリート舗装工(上層・下層路盤)	10
サンドマット工(サンドマット)	10
場所打杭工(硬質地盤オールケーシング工)	10
路床安定処理工(路床安定処理工)	10
場所打杭工(オールケーシング工)	10
法面整形工(盛土法面)	10
構造物取り壊し工(構造物取り壊し工(圧砕機))	10
オープンケーソン工(オープンケーソン工)	10
既製杭工(中堀工)	10
構造物取り壊し工(自走式破砕機:現場発生材再生)	10
旧橋撤去工(旧橋撤去工)	10
既製杭工(ディーゼルバイルハンマ工)	10
構造物取り壊し工(自走式スクリーン:現場発生材再生)	10
土留・仮締切工(鋼矢板(油圧圧入引抜工))	10
掘削工(土砂掘削)	10
法面整形工(掘削法面(土砂掘削))	10
土留・仮締切工(鋼矢板(パイロハンマ工))	10
盛土工(盛土工)	10
締め固め改良工(サンドコンパクション(低騒音・低振動締め固め砂杭工法))	10
場所打杭工(リバースサーキュレーション工)	20
構造物取り壊し工(構造物取り壊し工(大型ブレーカ))	20
固結工(薬液注入工)	20
土留・仮締切工(鋼矢板(アースオーガ併用圧入工))	20
架設工(コンクリート橋架設)	10
ニューマチックケーソン工(ニューマチックケーソン工)	20
土留・仮締切工(鋼矢板(ウォータージェット併用パイロハンマ工))	20
現場内運搬工(未舗装(敷砂利))	20
掘削工(硬岩掘削)	20
既製杭工(プレボーリング工)	30
場所打杭工(アースドリル工)	20
構造物取り壊し工(ワイヤーソー工法)	20
場所打杭工(ダウンザホールハンマ工)	30
法面吹付工(法面吹付工)	30
深礎工(深礎工(A・B工法))	30
構造物取り壊し工(構造物取り壊し工(ハンドブレーカ))	30
アスファルト舗装工(表層・基層)	30
掘削工(軟岩掘削)	30
法面整形工(掘削法面(硬岩掘削))	40
コンクリート舗装工(コンクリート舗装(コンクリートフィニッシャ))	40
土留・仮締切工(鋼矢板(油圧式超高周波パイロ))	40
掘削工(硬岩掘削(低騒音・低振動型掘削工法))	60

表 8 基準点振動レベルの解析結果

ユニット	粘性土			砂および砂質土			レキ質土			岩塊・玉石			岩		
	振動レベル	現場数	標準偏差	振動レベル	現場数	標準偏差	振動レベル	現場数	標準偏差	振動レベル	現場数	標準偏差	振動レベル	現場数	標準偏差
掘削工(土砂掘削)	51	2	4.7	52	4	0.4									
掘削工(軟岩掘削)													65	2	1.7
掘削工(硬岩掘削)							58	1					59	1	
掘削工(硬岩掘削(低騒音・低振動型掘削工法))													62	1	
盛土工(盛土工)				67	4	12.4									
法面整形工(盛土法面)				66	1										
法面整形工(掘削法面(硬岩掘削))							66	1					54	2	1.5
法面整形工(掘削法面(土砂掘削))	47	1		45	1								42	1	
路床安定処理工(路床安定処理工)	60	1		66	3	3.3									
サンドマット工(サンドマット)	69	2	2.9	70	1										
パーチカドレーン工(サンドドレーン)	81	2	0.1												
締め固め改良工(サンドコンパクションバイブル工)	69	4	12.0	78	1										
締め固め改良工(サンドコンパクション(低騒音・低振動締め固め砂杭工法))	55	1													
固結工(粉体噴射攪拌工)	58	2	7.8												
固結工(薬液注入工)	52	1													
固結工(スラリー攪拌工)	52	3	14.8				53	1							
法面吹付工(法面吹付工)	49	1													
既製杭工(ディーゼルバイブルハンマ工)				78	1										
既製杭工(油圧バイブルハンマ工)	80	2	2.9	81	3	5.5									
既製杭工(プレボーリング工)				68	1										
既製杭工(中堀工)	64	3	4.6	57	1										
鋼管矢板基礎工(中堀工)	59	1													
場所打杭工(オールケーシング工)	65	1		60	3	2.9									
場所打杭工(リバースサーキュレーション工)				54	1										
場所打杭工(アースドリル工)				56	1										
場所打杭工(ダウンザホールハンマ工)	73	1		67	1										
場所打杭工(硬質地盤オールケーシング工)							61	1							
深礎工(深礎工(A・B工法))	49	1					41	1		47	1				
土留・仮締切工(鋼矢板(バイプロハンマ工))	76	1		74	5	6.1	71	1							
土留・仮締切工(鋼矢板(ウォータージェット併用バイプロハンマ工))	93	1		77	5	3.1									
土留・仮締切工(鋼矢板(油圧圧入引抜工))	60	1		62	2	10.4									
土留・仮締切工(鋼矢板(アースオーガ併用圧入工))	58	1		58	1										
土留・仮締切工(鋼矢板(WJ併用油圧圧入工))				66	1										
土留・仮締切工(鋼矢板(油圧式超高周波バイプロ))	77	1		72	2	0.4									
オープンケーソン工(オープンケーソン工)	54	1		52	1										
ニューマチックケーソン工(ニューマチックケーソン工)				52	3	9.5									
架設工(鋼橋架設)							43	1							
架設工(コンクリート橋架設)	44	2	11.1												
トンネル掘削工(発破掘削(ズリ搬出))													57	1	
構造物取り壊し工(構造物取り壊し工(大型ブレーカ))	74	1		71	3	7.5									
構造物取り壊し工(構造物取り壊し工(ハンドブレーカ))	51	1													
構造物取り壊し工(構造物取り壊し工(圧砕機))	69	1		58	1		57	2	7.5						
構造物取り壊し工(構造物取り壊し工(油圧ブレーカ))				65	1										
構造物取り壊し工(構造物取り壊し工(低騒音型油圧ブレーカ))	73	2	0.5												
構造物取り壊し工(ワイヤーソー工法)				48	2	1.6									
構造物取り壊し工(自走式破砕機:現場発生材再生)				66	1					70	2	7.23			
構造物取り壊し工(自走式スクリーン:現場発生材再生)										67	1				
旧橋撤去工(旧橋撤去工)	74	1		73	4	6.4									
アスファルト・コンクリート舗装工(上層・下層路盤)				59	2	0.0	57	2	26.0						
アスファルト舗装工(表層・基層)				61	1		47	1							
コンクリート舗装工(コンクリート舗装(コンクリートフィニッシャ))				78	2	8.1									
現場内運搬工(未舗装)	54	1					79	1							
現場内運搬工(未舗装(敷砂利))							61	3	17.8						
現場内運搬工(仮設舗装)							49	2	0.1						

表 9 測定値と計算値の残差の比較

	従来	n=0.5	n=0.75
平均値	0.57dB	2.20dB	2.22dB
標準偏差 σ	8.55dB	6.86dB	6.85dB
平均 + σ	9.12dB	9.06dB	9.07dB
平均 - σ	-7.98dB	-4.66dB	-4.63dB

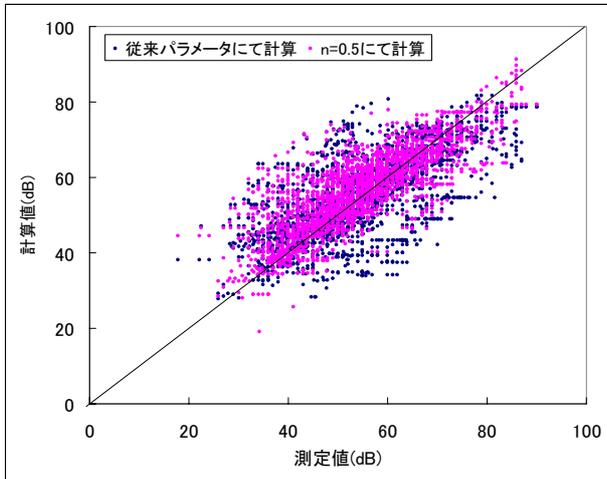


図 10 計算値と測定値の相関

4. まとめ

本研究では、工事振動の予測に使用するパラメータについて、地盤の状況、振動周波数の違いを反映させることを試みた。その結果は以下のとおりである。

- 1) 幾何減衰係数 n については、表面波の場合の 0.5 を支持する結果となった。(従来は $n=0.75$ 。)ただし、 n を 0.5 としても 0.75 としても最終的な計算結果に大きな影響を及ぼすものではない。
- 2) 内部減衰係数 α については、土質区分毎及び振動周波数毎に設定することで、従来の係数を使用して計算するよりも精度の良い予測をすることができるようになった。

今後は、さらに予測精度を高めるために、現場調査の方法を変えていく必要がある。これまでの現場調査は、どちらかという距離に対する減衰量に着目して測定を実施してきたが、今後は幾何減衰係数 n や、内部減衰係数 α を構成する各パラメータに着目した調査（それらに特化した調査では、測定内容や配置が若干変わってくる。）を実施し、さらに精度を高めていくことが想定される。

参考文献

- 1) 山元弘、林輝、吉田潔、吉永弘志：「道路環境影響評価の技術手法 (Ver.2-1)」、土木研究所資料第 4060 号、平成 19 年 6 月
- 2) 山元弘、林輝、吉永弘志、吉田潔：「建設工事騒音・