

### 4.3.8調査結果

#### 1. 打設前の背景音

一連の水中音調査の前に、打設前背景音調査を実施した。調査場所は調査船1の基準点で打設開始前の5分間とした。0A値及び1/3オクターブバンド音圧レベルの平均値は、表4-18及び図4-28のとおりである。0A1が116.5dB、0A2が114.4dBであった。周波数特性は、50Hzから上の周波数で概ねフラットな特性であった。

表 4-18 打設前の背景音の 1/3 オクターブバンド音圧レベル (調査船 1 基準点)

調査地点	項目	OA1	OA2	1/3オクターブバンド時間平均音圧レベル $L_{p_{eq}}(f)$ [dB re 1 $\mu$ Pa]																																	
				10Hz	12Hz	16Hz	20Hz	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz	12.5kHz	16kHz	20kHz
基準点 (調査船1) 打設地点から 615 m	打設前 背景音	116.5	114.4	96.1	95.7	89.7	88.9	90.8	95.3	100.2	104.4	104.7	104.8	103.9	102.4	104.3	102.6	101.4	99.8	102.3	99.1	98.6	101.0	99.6	100.7	98.7	100.1	100.9	101.2	102.7	103.7	103.0	103.4	99.7	99.3	99.0	96.2

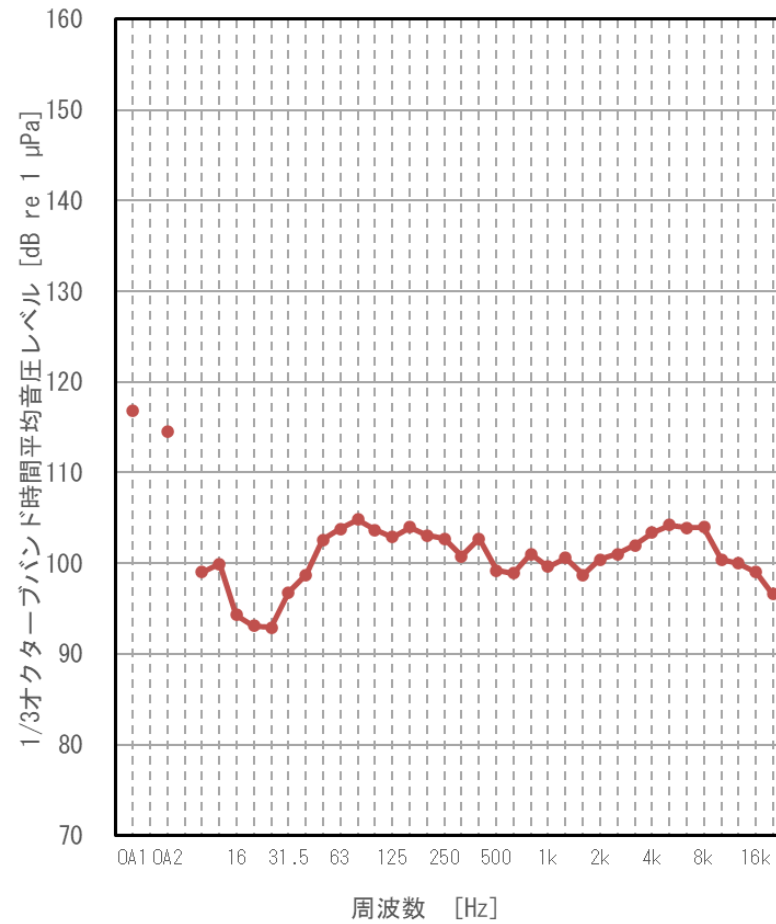


図 4-28 打設前の背景音の 1/3 オクターブバンド音圧レベル (調査船 1 基準点)

## 2. バイブロハンマー

### (1) 調査概要

バイブロハンマー打設音の測定距離は、表 4-19 のとおりである。杭 1 本当たりの打設時間が約 1 時間と短かったことから、杭 A2-1、杭 B1-1 の 2 本の打設を対象として実施した。

バイブロハンマーの打設音は連続音であることから定常音として扱い、時間平均音圧レベルで評価した。打設の進捗でレベルの変動が見られたことから、移動測定で観測した測定値を基準点で観測した測定値で基準化し、距離減衰特性を求めた。

測定水深は打設地点の水深が 26.8m であったことから、等深線方向及び沖合方向は 1/2 深さの 13.4m、沿岸方向は水深の 1/2 深さとした。

表 4-19(1) バイブロハンマー打設音の測定距離（調査船 1）

測定距離 (計画) [m]	基準点 (調査船 1)			
	測定対象 杭番号	測定距離 (実施) [m]	水深 [m]	測定水深 [m]
750	A2-1	615	28.4	14.2
	B1-1	586		

注：杭打設位置の水深は 26.8m。

表 4-19(2) バイブロハンマー打設音の測定距離（調査船 2、3、4）

測定距離 (計画) [m]	沿岸方向 (調査船 2)				等深線方向 (調査船 3)				沖合方向 (調査船 4)			
	測定 対象 杭番号	測定 距離 (実施) [m]	水深 [m]	測定 水深 [m]	測定 対象 杭番号	測定 距離 (実施) [m]	水深 [m]	測定 水深 [m]	測定 対象 杭番号	測定 距離 (実施) [m]	水深 [m]	測定 水深 [m]
250	A2-1	216	26.2	13.4	A2-1	253	26.0	13.4	A2-1	332	27.3	13.4
375		353	25.5	13.4		395	26.0	13.4		388	27.7	13.4
750		822	23.2	11.6		781	24.7	13.4		715	30.7	13.4
1,500	B1-1	1,505	18.9	9.4	B1-1	1,542	22.5	13.4	B1-1	1,568	35.4	13.4
3,000		3,002	16.6	8.3		3,000	25.0	13.4		3,034	39.0	13.4

注：杭打設位置の水深は 26.8m。

## (2) 音圧レベル

### ① OA 値

杭 A2-1 打設時 (16:00~17:20) に基準点 (測定距離 615m) で観測した打設音について、オーバーオール値の 1 分間ごとの統計値を求めた。時刻変動について、OA1 (20Hz~20kHz) 及び OA2 (10Hz~1kHz) を図 4-29 に示す。

打設音は 3 つのブロックに分かれており、開始時の 4 分間は 135dB re 1 $\mu$ Pa 程度、中盤の 50 分間が 135dB から 150dB re 1 $\mu$ Pa 程度、最後の 7 分間が 140dB から 155dB re 1 $\mu$ Pa 程度で、合計 61 分間が観測された。打設音を 1 分間ごとに見るとレベルの大きな変動がなく定常的な発生音であるが、打設時間全体を通して 15dB 程度の変動が見られた。打設時間外のレベル (工事中の背景音レベル) は 120dB re 1 $\mu$ Pa 程度であった。打設時のみの時間平均音圧レベルを表 4-20 に示す。OA1 (20Hz~20kHz) では 143.7dB re 1 $\mu$ Pa、OA2 (10Hz~1kHz) では 143.0dB re 1 $\mu$ Pa であった。

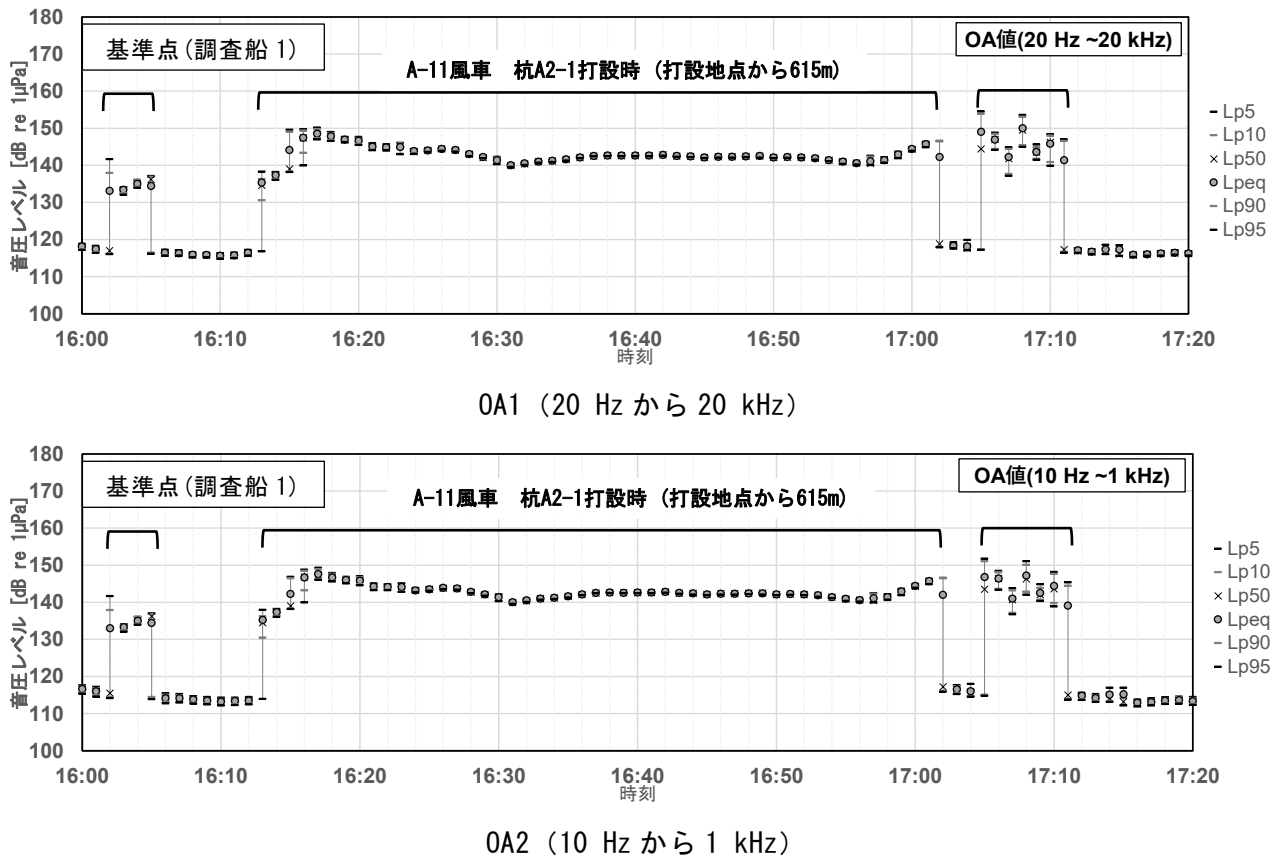


図 4-29 バイプロハンマー打設音 (OA 値) の時刻変動 (杭 A2-1)

表 4-20 バイプロハンマー打設音 (OA 値) の時間平均音圧レベル (杭 A2-1)

調査地点	時間平均音圧レベル (SPL) [dB re 1 $\mu$ Pa]	
	OA1 (20Hz から 20kHz) $L_{peq, 20-20k}$	OA2 (10Hz から 1kHz) $L_{peq, 10-1k}$
基準点 (調査船 1) 打設地点から 615m	143.7	143.0

(参考) 国際的に基準測定距離とされている音源から 750m における音圧レベルについて、表 4-25(3)に示した沖合方向の距離減衰係数を用いて推計した。表 4-21 に結果を示す。

表 4-21 バイブロハンマー打設音 (OA 値) の時間平均音圧レベル (基準距離 750m 計算値)

調査地点	時間平均音圧レベル(SPL) [dB re 1 μPa]	
	OA1 (20Hz から 20kHz) $L_{peq, 20-20k}$	OA2 (10Hz から 1kHz) $L_{peq, 10-1k}$
打設地点から 750m 計算値 (沖合方向の距離 減衰係数を使用)	142.3	141.6

## ② 周波数特性

1/3 オクターブバンド音圧レベルについて打設時 61 分間平均値と工事中背景音として打設停止中 19 分間の平均値は、表 4-22 のとおりである。また、打設音の 1 分間ごとの平均値 (灰)、全時間 61 分間平均値 (赤) 及び停止時 19 分間平均値 (黒) は、図 4-30 のとおりである。経過時間に関わらず 20Hz、25Hz 及び 63Hz にピークが見られる。概ね 125Hz 以上では打設の進捗によって 40dB 程度のレベル変動が見られることから、大きく変動した時間で分類した結果を図 4-31 に示す。

図 4-31 の(1)16:00~16:14 と比較して、(2)の 16:15 以降では 1kHz 前後を中心として大きくレベルが上昇している。(3)の 16:31 から(1)の打設開始と同じくらいのレベルまで低下するが、(4)の打設終盤では広い帯域で大きくレベルが上昇している。10Hz から 16Hz は背景音レベルと近く、この周波数帯の音はほとんど発生していない。

表 4-22 バイブロハンマー打設音の 1/3 オクターブバンド音圧レベル (杭 A2-1)

調査地点	項目	OA1	OA2	1/3オクターブバンド時間平均音圧レベル $L_{eq}(f)$ [dB re 1 $\mu$ Pa]																																	
				10Hz	12Hz	16Hz	20Hz	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz	12.5kHz	16kHz	20kHz
基準点 (調査船1) 打設地点から 615 m	A2-1 打設時 平均値	143.7	143.0	101.7	108.8	109.8	135.6	132.5	111.9	125.6	127.0	136.2	127.8	127.2	128.2	127.6	127.7	127.3	128.1	129.9	130.7	131.1	130.5	129.6	128.7	128.4	126.0	125.3	124.4	123.1	122.0	121.4	120.3	119.6	118.3	116.0	113.5
	停止中 平均値 (工事中 背景音)	116.8	114.5	99.0	99.9	94.3	93.1	92.9	96.8	98.7	102.6	103.8	104.8	103.7	102.9	104.0	103.1	102.7	100.8	102.7	99.2	98.9	101.0	99.6	100.6	98.7	100.4	101.0	102.0	103.4	104.2	103.9	104.0	100.4	100.0	99.0	96.6

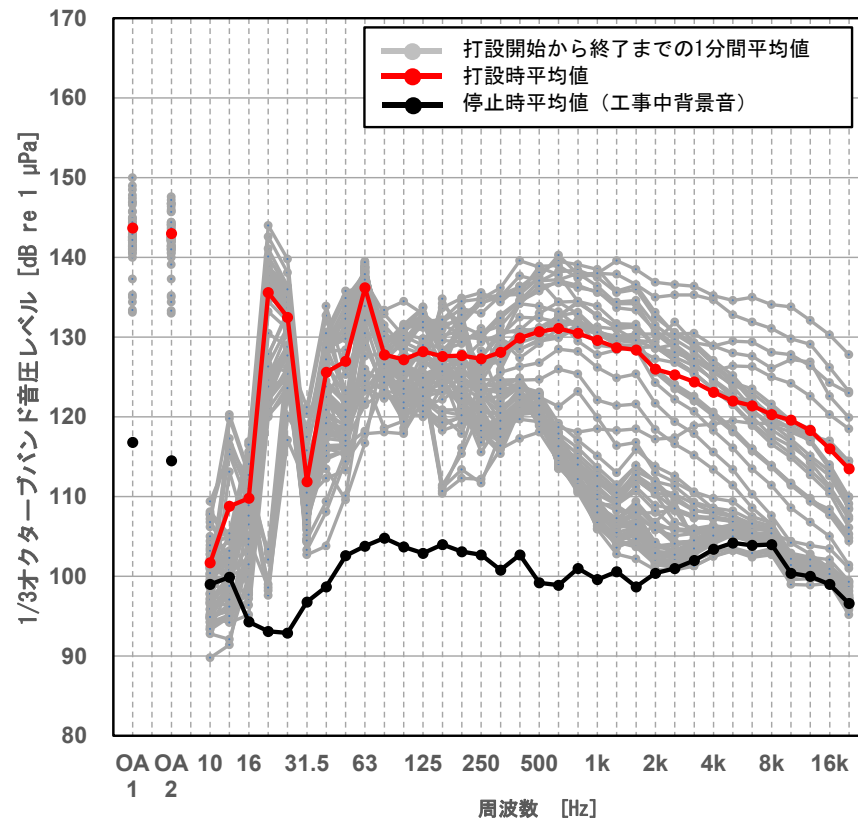
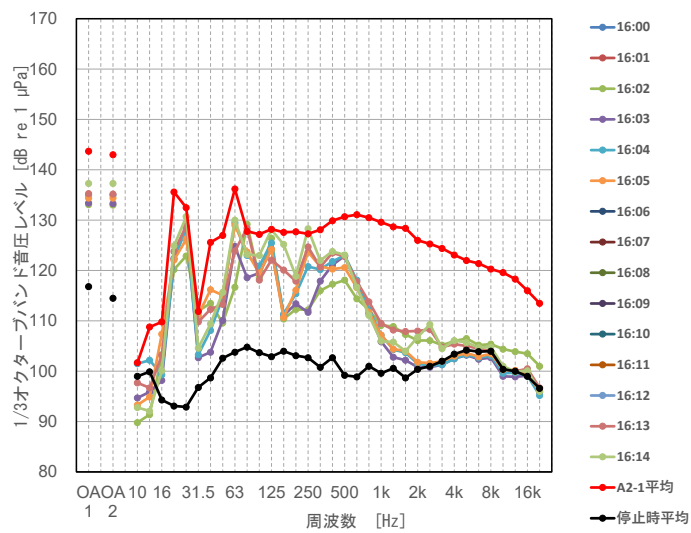
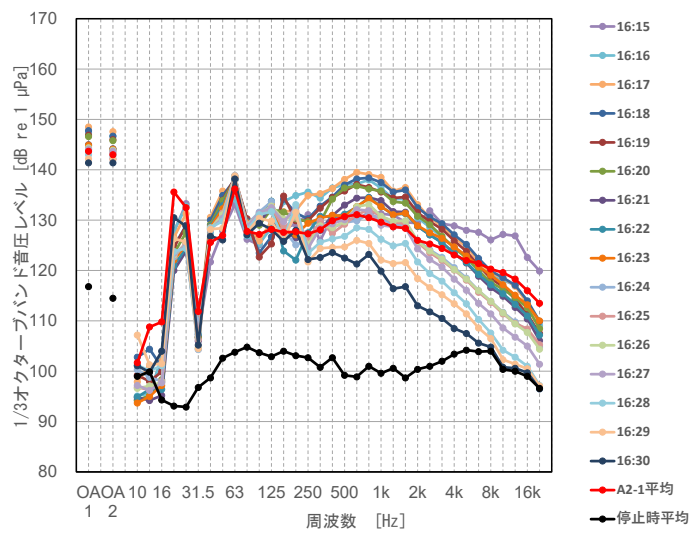


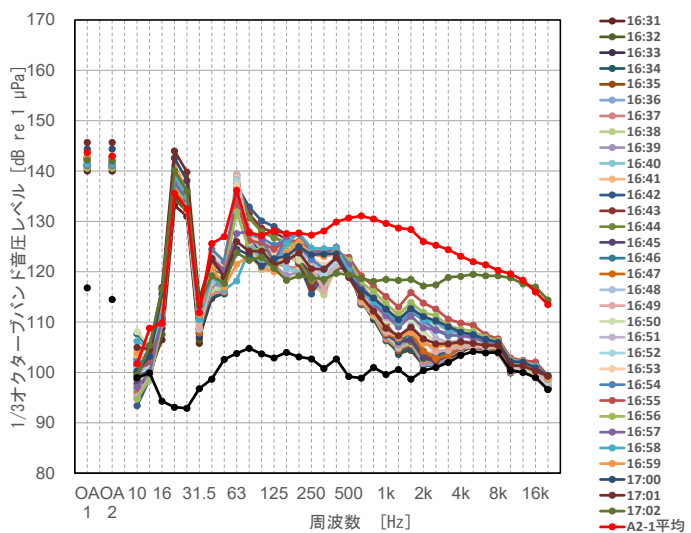
図 4-30 バイブロハンマー打設音の 1/3 オクターブバンド音圧レベル (杭 A2-1)



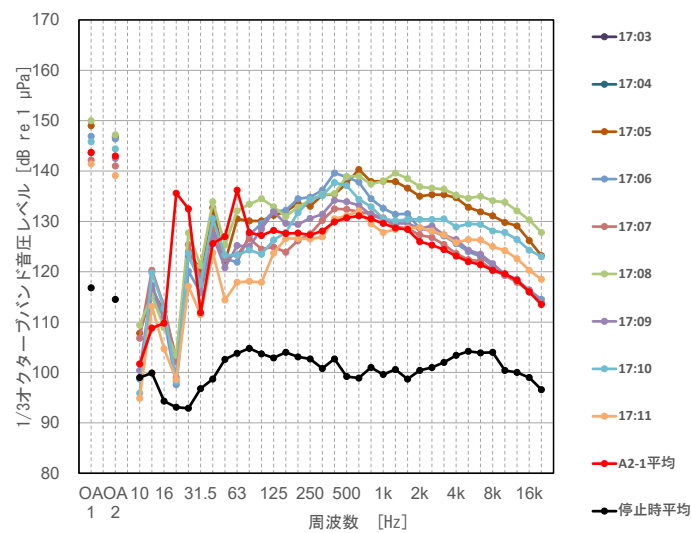
(1) 16:00~16:14



(2) 16:15~16:30



(3) 16:31~17:02



(4) 17:05~17:11

図 4-31 バイブロハンマー打設音の 1/3 オクターブバンド音圧レベル  
(杭 A2-1、レベル変化で分類)

### (3) 音響暴露レベル

#### ① OA 値

杭 A2-1 を対象として、基準点における杭 1 本分の打設音の音響暴露レベルを求めた。「(2) 音圧レベル ①OA 値」で求めた時間平均音圧レベルを式(3)で示すように、打設時間 61 分 (3,660 秒) で積分した。

結果は、表 4-23 のとおりである。OA1 (20Hz～20kHz) は 179.3dB、OA2 (10Hz～1kHz) は 178.7dB であった。

$$L_{E,p} = L_{peq} + 10 \log_{10}(T) \quad \dots \dots \text{式(3)}$$

ここに、 $L_{peq}$  : 打設音の時間平均レベル

$T$  : 継続時間 (打設時間)

表 4-23 バイブロハンマー打設音 (OA 値) の音響暴露レベル (杭 A2-1)

調査地点	音響暴露レベル (SEL) [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$ ]	
	OA1 (20Hz から 20kHz) $L_{E,p,20-20k}$	OA2 (10Hz から 1kHz) $L_{E,p,10-1k}$
基準点 (調査船 1) 打設地点から 615m	179.3	178.7

#### ② 周波数特性

1/3 オクターブバンド音響暴露レベルを求めた。「(2) 音圧レベル ②周波数特性」で求めた周波数バンドごとの時間平均音圧レベルを式(4)で示すように、打設時間 61 分 (3,660 秒) で積分した。結果は、表 4-24 及び図 4-32 のとおりである。

$$L_{E,p}(f) = L_{peq}(f) + 10 \log_{10}(T) \quad \dots \dots \text{式(4)}$$

ここに、 $L_{peq}(f)$  : 打設音の周波数バンドごとの時間平均音圧レベル

$T$  : 継続時間 (打設時間)

表 4-24 バイブロハンマー打設音の 1/3 オクターブバンド音響暴露レベル (杭 A2-1)

調査地点	項目	OA1	OA2	1/3オクターブバンド音響暴露レベル $L_{E,eq}(f)$ [dB re 1 $\mu\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$ ]																																	
				10Hz	12Hz	16Hz	20Hz	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz	12.5kHz	16kHz	20kHz
基準点 (調査船1) 打設地点から 615 m	A2-1 打設時 音響暴露 レベル	179.3	178.7	137.4	144.4	145.4	171.2	168.1	147.5	161.2	162.7	171.8	163.4	162.9	163.8	163.2	163.4	162.9	163.7	165.5	166.3	166.8	166.1	165.3	164.3	164.0	161.7	161.0	160.1	158.8	157.6	157.1	155.9	155.3	154.0	151.6	149.2

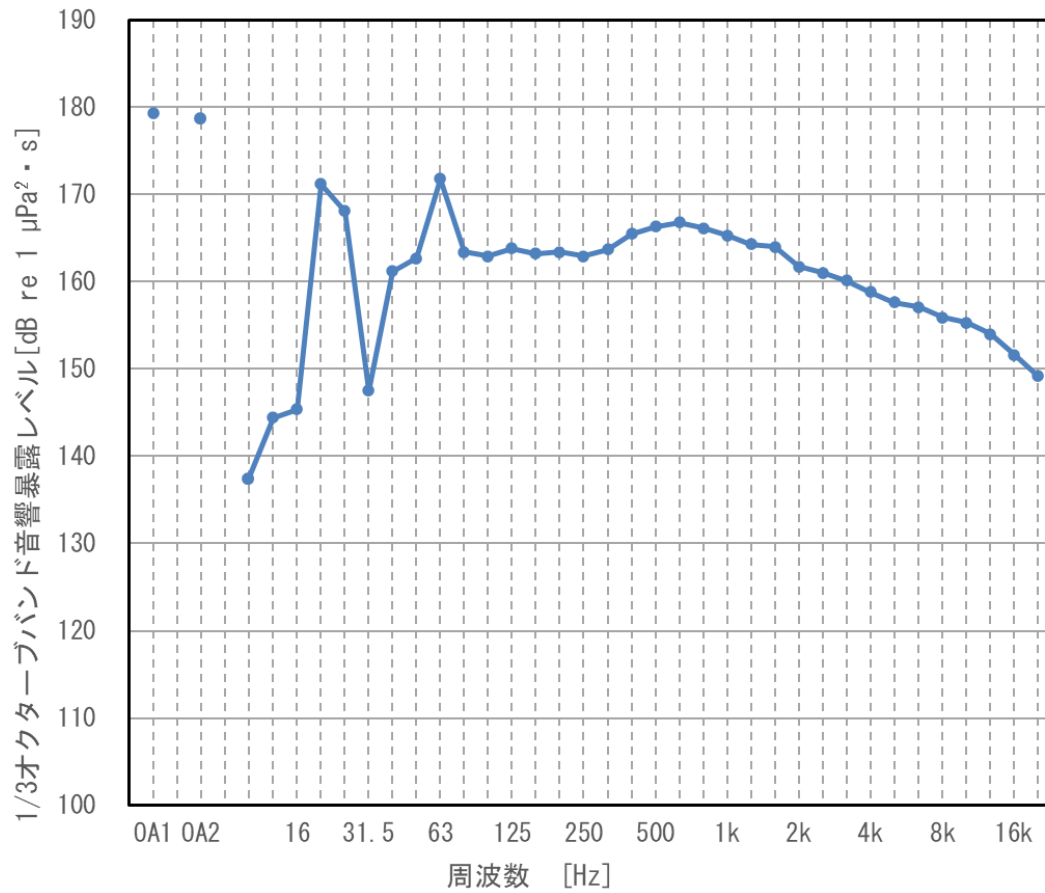


図 4-32 バイブロハンマー打設音の 1/3 オクターブバンド音響暴露レベル (杭 A2-1)

#### (4) 距離減衰特性

##### ① 0A 値の時刻変動

距離減衰特性の調査は、杭 A2-1 及び杭 B1-1 打設前半で打設音が発生している間に実施した。バイブロハンマーの発生音は定常音であるが、0A 値及び周波数別の音圧レベルで変動が見られる。そこで、打設音が一定の音圧レベルで発生したと仮定し、移動測定の測定値を補正して、距離減衰特性を求めることとした。各調査船の測定値の時刻変動は、図 4-33 のとおりである。

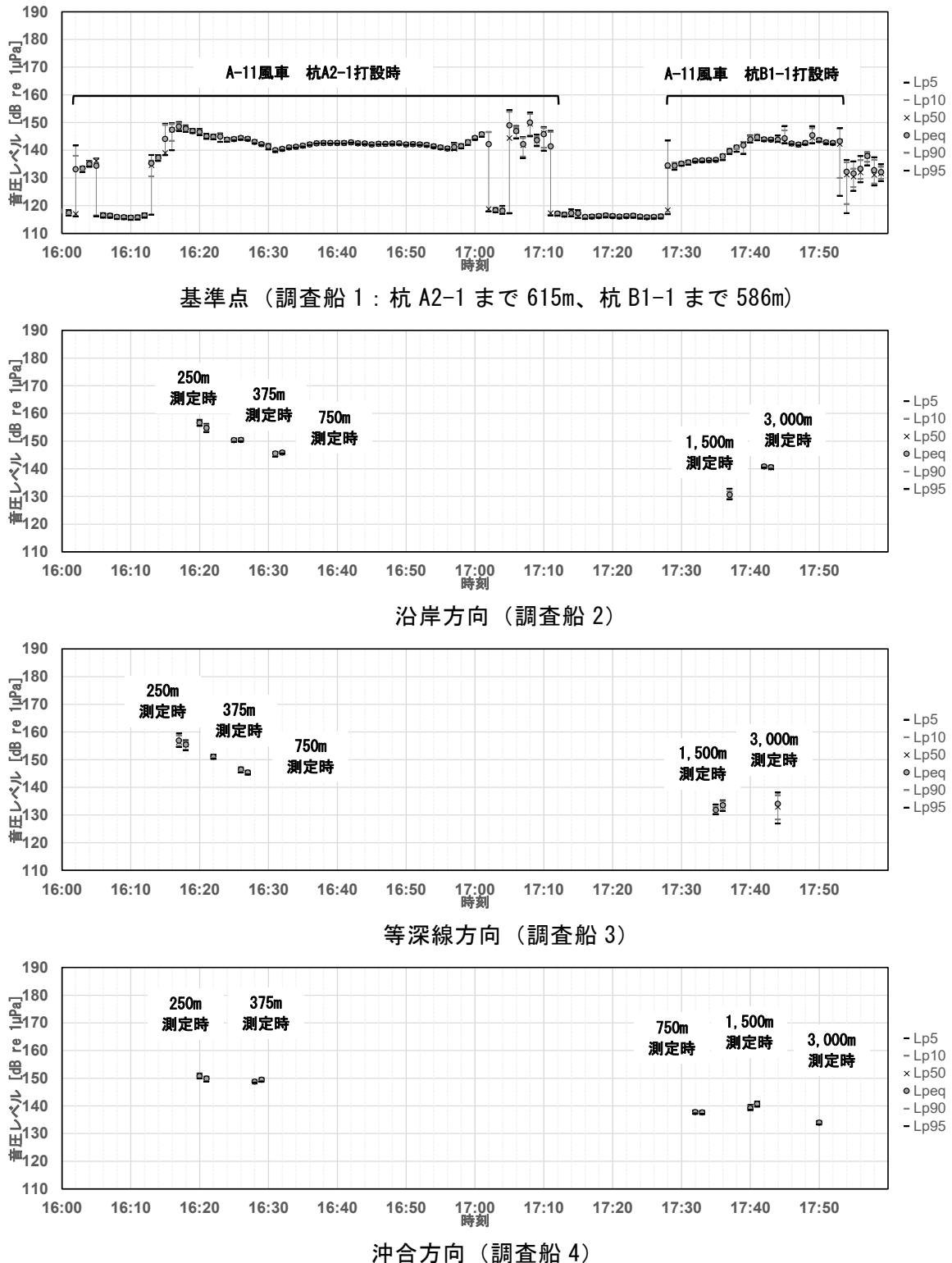


図 4-33 バイブロハンマー打設音の距離減衰測定時の音圧レベルの時刻変動

## ② OA 値

表 4-25 に OA1 (20Hz~20kHz)、表 4-26 に OA2 (10Hz~1kHz) の調査結果を示す。表の記載内容については以下のとおりである。

表 4-25 及び表 4-26 について、(1)は調査船 2~4 が各測定点で実測した音圧レベルとその同時刻に基準点で実測した音圧レベルを並べて示している。(2)は基準点の音圧レベルを杭 A2-1 打設音の平均レベルとして基準化し、(1)の基準点の実測結果との差分を補正量として調査船 2~4 の実測結果に加算した結果を示している。(3)は調査船 2~4 ごとに測定距離と(2)で求めた補正後の音圧レベルを並べて示している。また、距離減衰式は、ガイダンスに基づき、球面拡散と円筒拡散の接続は行わず、遠方場で伝搬減衰係数は一定と仮定して求めた定数と係数を示す。

図 4-34 は OA1 と OA2 の測定方向別の距離減衰特性を示す。

測定方向によらず、直線的な減衰特性を示している。OA1 の距離減衰係数は沿岸方向が-16.04 (※表 4-25(3)距離減衰式の係数  $b$  の数値であり、この数値は音の減衰量を示し、値が小さくなるほど大きく音が減衰している事を示す)、等深線方向が-17.02、沖合方向が-15.99 で大きな差は見られなかった。OA2 の距離減衰係数は沿岸方向が-13.86、等深線方向が-12.93、沖合方向が-15.89 でわずかに沖合方向が大きかった。

表 4-25 バイブロハンマー打設音の距離減衰特性 (OA1 (20Hz~20kHz))

(1) 移動測定点の音圧レベルとそれに対応する基準点の音圧レベル

項目	時間平均音圧レベル $L_{peq, 20-20k}$ [dB re 1 $\mu$ Pa]					
	沿岸方向 (調査船 2)	基準点 (調査船 1) 打設地点から 615 m	等深線方向 (調査船 3)	基準点 (調査船 1) 打設地点から 615 m	沖合方向 (調査船 4)	基準点 (調査船 1) 打設地点から 615 m
250m 測定時	155.8	145.9	156.2	148.2	150.3	145.9
375m 測定時	150.4	144.2	151.0	144.8	149.1	142.6
750m 測定時	145.7	140.3	145.9	144.3	137.7	136.3
1,500m 測定時	140.7	143.9	132.7	137.2	140.0	144.3
3,000m 測定時	130.6	139.6	134.0	143.8	133.9	143.6
工事中背景音	116.8					

注：工事中背景音は、バイブロハンマー停止時の平均値

(2) 基準点の平均値で、移動測定点のレベルを基準化した音圧レベル

項目	時間平均音圧レベル $L_{peq, 20-20k}$ [dB re 1 $\mu$ Pa]					
	沿岸方向 (調査船 2)	基準点 (調査船 1) 打設地点から 615 m	等深線方向 (調査船 3)	基準点 (調査船 1) 打設地点から 615 m	沖合方向 (調査船 4)	基準点 (調査船 1) 打設地点から 615 m
250m 測定時	153.6	143.7	151.7	143.7	148.1	143.7
375m 測定時	149.9		149.9		150.2	
750m 測定時	149.1		145.3		145.1	
1,500m 測定時	140.5		139.2		139.4	
3,000m 測定時	134.7		133.9		134.0	
工事中背景音	116.8					

注：工事中背景音は、バイブロハンマー停止時の平均値

(3) 基準化した音圧レベルと杭から測定点までの実測距離

項目	沿岸方向		等深線方向		沖合方向	
	測定距離 (実測) [m]	OA1 $L_{peq, 20-20k}$ [dB]	測定距離 (実測) [m]	OA1 $L_{peq, 20-20k}$ [dB]	測定距離 (実測) [m]	OA1 $L_{peq, 20-20k}$ [dB]
250m 測定時	216	153.6	253	151.7	332	148.1
375m 測定時	353	149.9	395	149.9	388	150.2
750m 測定時	822	149.1	781	145.3	715	145.1
1,500m 測定時	1,505	140.5	1,542	139.2	1,568	139.4
3,000m 測定時	3,002	134.7	3,000	133.9	3,034	134.0
工事中背景音	615	116.8	615	116.8	615	116.8
距離減衰式	定数 $a$	191.92	193.54		190.17	
	係数 $b$	-16.04	-17.02		-15.99	
距離減衰式 について	$L_{p, 0-pk, rms} = a + b \log_{10}(r)$ <p><math>a</math>: 音源から 1 m の見かけの音圧レベル [dB] (実際測定された音圧レベルではなく、距離減衰式から計算上算出される、音源から 1 m の音圧レベル)</p> <p><math>b</math>: 音の減衰量を示し、小さいほど大きく減衰することを示す。</p> <p><math>r</math>: 音源中心からの距離 [m]</p>					

注：工事中背景音は、バイブロハンマー停止時の平均値

表 4-26 バイブロハンマー打設音の距離減衰特性 (OA2 (10Hz~1kHz))

(1) 移動測定点の音圧レベルとそれに対応する基準点の音圧レベル

項目	時間平均音圧レベル $L_{peq, 10-1k}$ [dB re 1 $\mu$ Pa]					
	沿岸方向 (調査船 2)	基準点 (調査船 1) 打設地点から 615 m	等深線方向 (調査船 3)	基準点 (調査船 1) 打設地点から 615 m	沖合方向 (調査船 4)	基準点 (調査船 1) 打設地点から 615 m
250m 測定時	154.4	145.1	155.2	147.2	149.6	145.1
375m 測定時	149.8	143.7	150.3	144.1	148.9	142.5
750m 測定時	145.7	140.3	146.3	143.8	137.8	136.2
1,500m 測定時	141.1	143.8	134.9	137.2	139.5	143.7
3,000m 測定時	132.9	139.6	138.2	143.6	134.0	143.6
工事中背景音	114.5					

注：工事中背景音は、バイブロハンマー停止時の平均値

(2) 基準点の平均値で移動測定点のレベルを基準化した音圧レベル

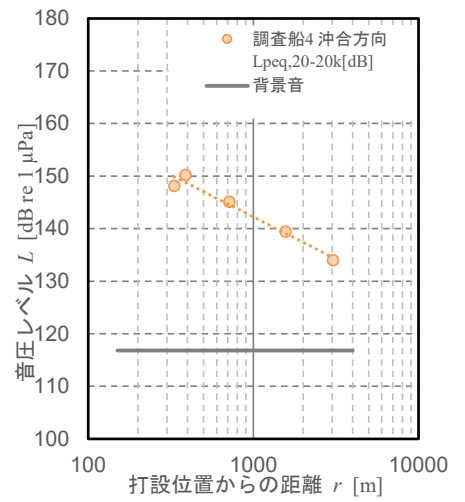
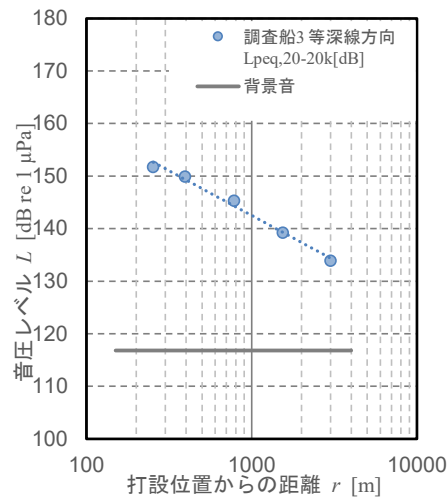
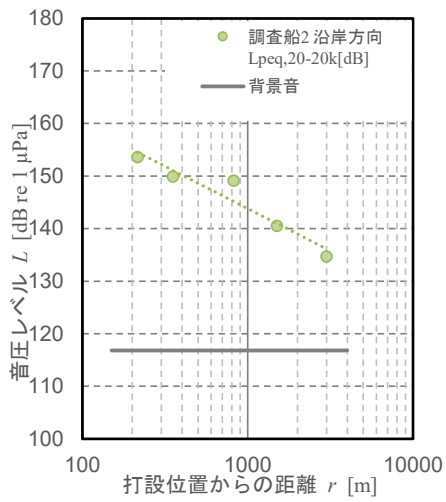
項目	時間平均音圧レベル $L_{peq, 10-1k}$ [dB re 1 $\mu$ Pa]					
	沿岸方向 (調査船 2)	基準点 (調査船 1) 打設地点から 615 m	等深線方向 (調査船 3)	基準点 (調査船 1) 打設地点から 615 m	沖合方向 (調査船 4)	基準点 (調査船 1) 打設地点から 615 m
250m 測定時	152.3	143.0	151.0	143.0	147.5	143.0
375m 測定時	149.1		149.2		149.4	
750m 測定時	148.4		145.5		144.6	
1,500m 測定時	140.3		140.7		138.8	
3,000m 測定時	136.3		137.6		133.4	
工事中背景音	114.5					

注：工事中背景音は、バイブロハンマー停止時の平均値

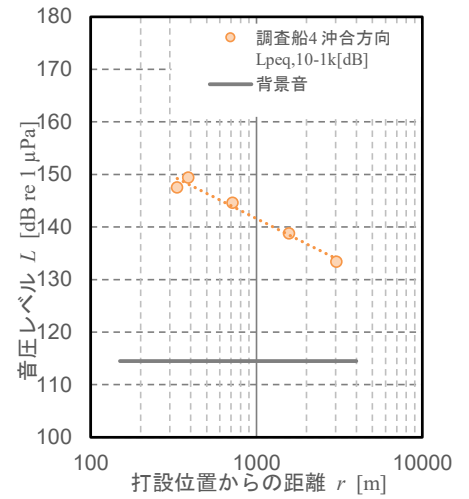
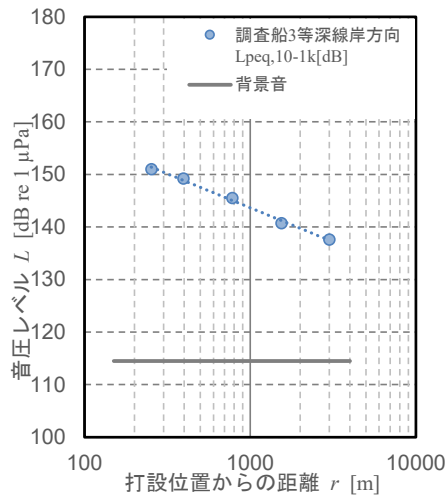
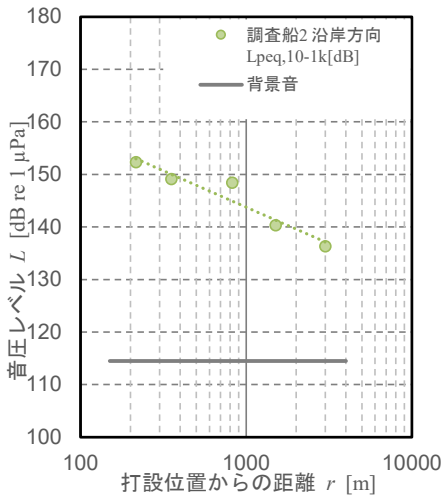
(3) 基準化した音圧レベルと杭から測定点までの実測距離

項目	沿岸方向		等深線方向		沖合方向	
	測定距離 (実測) [m]	OA1 $L_{peq, 10-1k}$ [dB]	測定距離 (実測) [m]	OA1 $L_{peq, 10-1k}$ [dB]	測定距離 (実測) [m]	OA1 $L_{peq, 10-1k}$ [dB]
250m 測定時	216	152.3	253	151.0	332	147.5
375m 測定時	353	149.1	395	149.2	388	149.4
750m 測定時	822	148.4	781	145.5	715	144.6
1,500m 測定時	1,505	140.3	1,542	140.7	1,568	138.8
3,000m 測定時	3,002	136.3	3,000	137.6	3,034	133.4
工事中背景音	615	114.5	615	114.5	615	114.5
距離減衰式	定数 $a$	185.34	182.46		189.28	
	係数 $b$	-13.86	-12.93		-15.89	
距離減衰式 について	$L_{p, 0-pk, rms} = a + b \log_{10}(r)$ <p><math>a</math>: 音源から 1 m の見かけの音圧レベル [dB] (実際測定された音圧レベルではなく、距離減衰式から計算上算出される、音源から 1 m の音圧レベル)</p> <p><math>b</math>: 音の減衰量を示し、小さいほど大きく減衰することを示す。</p> <p><math>r</math>: 音源中心からの距離 [m]</p>					

注：工事中背景音は、バイブロハンマー停止時の平均値



OA1 (20 Hz から 20 kHz)



OA2 (10 Hz から 1 kHz)

図 4-34 バイブロハンマー打設音の距離減衰特性

### ③ 周波数特性

「(2) 音圧レベル ②周波数特性」で示した方法で 1/3 オクターブバンドごとの距離減衰特性を求めた。

測定方向別の結果は、表 4-27 及び図 4-35 のとおりである。図 4-31 の周波数特性で示したように 10～16Hz はほとんど打設音が発生しておらず、距離減衰式を求めることができなかった。

打設音の周波数ピークが見られた 20Hz 及び 25Hz について、沿岸方向及び等水深線方向と比べて、沖合方向が大きく減衰している傾向が見られる。63Hz は沿岸方向及び沖合方向と比べて、等深線方向が大きく減衰している傾向が見られる。概ね 100Hz 以上については測定方向によらず、距離に応じて減衰している傾向が見られた。

表 4-27(1) バイブロハンマー打設音の 1/3 オクターブバンド別の距離減衰特性（沿岸方向）

測定方向	調査地点	打設地点からの距離[m]	OA1	OA2	1/3オクターブバンド時間平均音圧レベル $L_{p,eq}(f)$ [dB]																																				
					10Hz	12.5Hz	16Hz	20Hz	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz	12.5kHz	16kHz	20kHz			
沿岸方向	沿岸方向250 m	216	153.6	152.3	-	-	-	141.3	136.5	121.4	128.5	129.9	141.3	135.0	137.7	135.8	139.7	133.5	136.3	142.7	137.3	140.0	143.4	140.5	140.5	140.2	139.9	138.7	137.9	136.6	135.2	133.9	133.6	133.4	132.8	130.8	127.7	126.4			
	沿岸方向375 m	353	149.9	149.1	-	-	-	133.8	128.7	114.1	125.8	127.2	129.5	125.7	139.1	140.2	137.4	133.9	131.9	132.0	136.5	138.1	137.8	134.2	136.2	134.9	134.0	134.7	133.2	131.3	130.2	129.3	129.1	128.5	129.0	127.6	124.1	122.2			
	沿岸方向750 m	822	149.1	148.4	-	-	-	139.2	136.0	117.3	125.8	129.4	143.0	133.4	137.1	134.0	129.7	133.9	127.7	126.5	132.4	135.1	134.6	131.1	131.5	-	129.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	沿岸方向1,500 m	1,505	140.5	140.3	-	-	-	136.4	127.5	116.2	120.4	121.5	130.5	122.0	127.1	130.2	131.6	123.4	120.8	124.1	124.1	124.7	124.3	124.0	124.0	123.5	123.0	120.2	117.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	沿岸方向3,000 m	3,002	134.7	136.3	-	-	-	133.6	118.8	117.2	129.5	126.7	124.2	116.2	121.1	123.8	126.0	120.5	114.1	117.2	117.2	117.8	120.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	工事中背景音基準点750 m	615	116.8	114.5	99.0	99.9	94.3	93.1	92.9	96.8	98.7	102.6	103.8	104.8	103.7	102.9	104.0	103.1	102.7	100.8	102.7	99.2	98.9	101.0	99.6	100.6	98.7	100.4	101.0	102.0	103.4	104.2	103.9	104.0	100.4	100.0	99.0	96.6			
	距離減衰式	定数 $a$	191.92	185.34	-	-	-	148.39	164.40	122.51	128.98	138.37	164.34	165.79	177.37	167.33	166.13	165.11	180.93	186.16	181.73	188.31	191.30	181.27	183.97	185.04	183.25	190.81	196.23	194.60	189.92	184.24	182.85	187.02	174.38	165.82	167.10	172.36			
	係数 $b$	-16.04	-13.86	-	-	-	-3.99	-12.08	-1.82	-1.03	-3.95	-10.60	-13.61	-15.55	-11.95	-11.50	-12.48	-18.95	-19.95	-18.07	-19.78	-20.51	-17.80	-18.56	-19.42	-18.84	-22.19	-24.87	-24.85	-23.44	-21.56	-21.09	-22.97	-17.81	-15.00	-16.88	-19.69				

- 注：1. 工事中背景音は、基準点における、打設停止時の平均値。  
 2. 表中の“-”は、打設音と工事中背景音のレベル差が 5dB 未満であり、整理に用いていない。  
 3. OA1 は、20Hz から 20kHz のレベル合成値。OA2 は、10Hz から 1kHz の合成値。

表 4-27(2) バイブロハンマー打設音の 1/3 オクターブバンド別の距離減衰特性（等深線方向）

測定方向	調査地点	打設地点からの距離[m]	OA1	OA2	1/3オクターブバンド時間平均音圧レベル $L_{p,eq}(f)$ [dB]																																			
					10Hz	12.5Hz	16Hz	20Hz	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz	12.5kHz	16kHz	20kHz		
等深線方向	等深線方向250 m	253	151.7	151.0	-	-	-	144.6	141.3	123.6	132.5	133.9	137.7	129.8	135.9	137.1	133.9	138.0	137.6	137.0	140.6	140.7	138.6	137.7	136.3	136.5	134.8	134.8	135.4	134.7	133.6	132.0	132.1	132.1	131.4	130.3	129.9	130.4		
	等深線方向375 m	395	149.9	149.2	-	-	-	145.1	138.0	125.8	130.9	132.2	142.3	133.9	131.0	132.5	138.8	136.6	134.8	136.0	134.9	137.7	138.0	135.5	135.5	135.8	134.0	133.1	132.5	131.6	130.6	129.0	128.9	128.2	128.0	126.7	124.4	123.3		
	等深線方向750 m	781	145.3	145.5	-	-	-	141.2	132.8	125.5	127.3	128.6	135.7	127.4	130.0	130.9	128.5	123.3	133.2	127.1	132.3	133.5	135.7	134.7	130.6	129.8	128.5	128.6	128.2	126.3	124.8	122.8	122.1	120.9	120.3	119.1	116.2	113.9		
	等深線方向1,500 m	1,542	139.2	140.7	-	-	-	137.4	127.2	121.9	132.6	127.1	129.1	120.8	121.9	124.0	131.6	124.7	117.3	118.0	126.2	123.4	124.8	125.2	127.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	等深線方向3,000 m	3,000	133.9	137.6	-	-	-	143.4	129.7	126.5	118.8	112.0	105.8	-	-	111.8	110.9	108.1	-	-	-	111.2	112.6	-	114.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	工事中背景音基準点750 m	615	116.8	114.5	99.0	99.9	94.3	93.1	92.9	96.8	98.7	102.6	103.8	104.8	103.7	102.9	104.0	103.1	102.7	100.8	102.7	99.2	98.9	101.0	99.6	100.6	98.7	100.4	101.0	102.0	103.4	104.2	103.9	104.0	100.4	100.0	99.0	96.6		
	距離減衰式	定数 $a$	193.54	182.46	-	-	-	153.00	169.54	122.96	155.90	179.37	214.38	165.23	174.43	190.43	186.96	202.83	197.44	199.70	180.75	207.99	200.49	173.99	183.96	171.48	167.54	166.04	170.69	176.17	177.31	177.85	182.00	187.65	186.95	186.17	197.06	210.78		
	係数 $b$	-17.02	-12.93	-	-	-	-3.66	-12.28	0.59	-9.44	-18.07	-28.94	-13.45	-16.15	-21.70	-20.00	-26.34	-24.08	-25.33	-17.06	-27.03	-24.23	-14.70	-18.91	-14.23	-13.34	-12.88	-14.69	-17.22	-18.11	-18.97	-20.64	-23.03	-22.95	-23.11	-27.96	-33.54			

- 注：1. 工事中背景音は、基準点における、打設停止時の平均値。  
 2. 表中の“-”は、打設音と工事中背景音のレベル差が 5dB 未満であり、整理に用いていない。  
 3. OA1 は、20Hz から 20kHz のレベル合成値。OA2 は、10Hz から 1kHz の合成値。

表 4-27(3) バイブロハンマー打設音の 1/3 オクターブバンド別の距離減衰特性（沖合方向）

測定方向	調査地点	打設地点からの距離[m]	OA1	OA2	1/3オクターブバンド時間平均音圧レベル $L_{peq}(f)$ [dB]																																		
					10Hz	12.5Hz	16Hz	20Hz	25Hz	31.5Hz	40Hz	50Hz	63Hz	80Hz	100Hz	125Hz	160Hz	200Hz	250Hz	315Hz	400Hz	500Hz	630Hz	800Hz	1kHz	1.25kHz	1.6kHz	2kHz	2.5kHz	3.15kHz	4kHz	5kHz	6.3kHz	8kHz	10kHz	12.5kHz	16kHz	20kHz	
沖合方向	沖合方向250 m	332	148.1	147.5	-	-	-	140.9	137.7	117.3	129.8	131.2	137.4	130.4	135.9	136.5	134.0	132.8	133.1	135.7	135.5	135.6	134.9	134.2	131.5	133.6	130.8	129.3	128.9	128.2	126.1	124.5	124.4	123.9	122.8	121.4	118.5	117.2	
	沖合方向375 m	388	150.2	149.4	-	-	-	139.2	135.7	115.8	130.3	131.7	143.8	136.8	135.2	135.8	128.8	127.8	133.8	131.5	132.0	134.5	135.0	136.3	135.8	134.5	133.5	131.5	131.3	129.2	127.8	126.2	126.0	-	-	-	-	-	
	沖合方向750 m	715	145.1	144.6	-	-	-	135.5	132.1	114.8	124.8	125.0	130.7	122.9	126.3	126.1	140.2	133.0	123.1	128.7	133.5	132.8	132.9	131.6	132.6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	沖合方向1,500 m	1,568	139.4	138.8	-	-	-	130.5	127.3	114.7	119.5	120.4	131.0	122.8	122.6	124.6	132.1	113.0	120.4	125.2	123.3	123.2	126.5	128.0	131.5	126.8	124.4	122.3	118.1	117.0	114.4	113.3	114.1	112.8	111.0	108.0	105.7	-	
	沖合方向3,000 m	3,034	134.0	133.4	-	-	-	124.1	114.3	108.3	111.5	112.9	124.6	116.1	122.9	128.7	117.3	117.8	116.6	118.5	119.5	120.4	118.4	121.2	121.1	120.0	117.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	工事中背景音基準点750 m	615	116.8	114.5	99.0	99.9	94.3	93.1	92.9	96.8	98.7	102.6	103.8	104.8	103.7	102.9	104.0	103.1	102.7	100.8	102.7	99.2	98.9	101.0	99.6	100.6	98.7	100.4	101.0	102.0	103.4	104.2	103.9	104.0	100.4	100.0	99.0	96.6	
	距離減衰式	定数 $a$	190.17	189.28	-	-	-	182.97	193.94	136.14	179.08	180.33	179.66	176.77	171.78	158.94	167.71	177.37	178.40	173.68	176.27	178.43	179.19	171.57	162.67	170.36	169.26	161.68	176.73	174.62	175.99	172.42	168.55	165.41	166.93	171.51	166.36	-	
係数 $b$		-15.99	-15.89	-	-	-	-16.71	-22.03	-7.50	-19.09	-19.16	-15.76	-17.41	-14.75	-9.77	-12.71	-17.93	-18.10	-15.63	-16.23	-16.78	-16.95	-14.11	-10.99	-14.13	-14.47	-12.27	-18.29	-18.00	-19.23	-18.45	-16.99	-16.46	-17.50	-19.88	-18.99	-		

- 注：1. 工事中背景音は、基準点における、打設停止時の平均値。  
 2. 表中の“-”は、打設音と工事中背景音のレベル差が 5dB 未満であり、整理に用いていない。  
 3. OA1 は、20Hz から 20kHz のレベル合成値。OA2 は、10Hz から 1kHz の合成値。

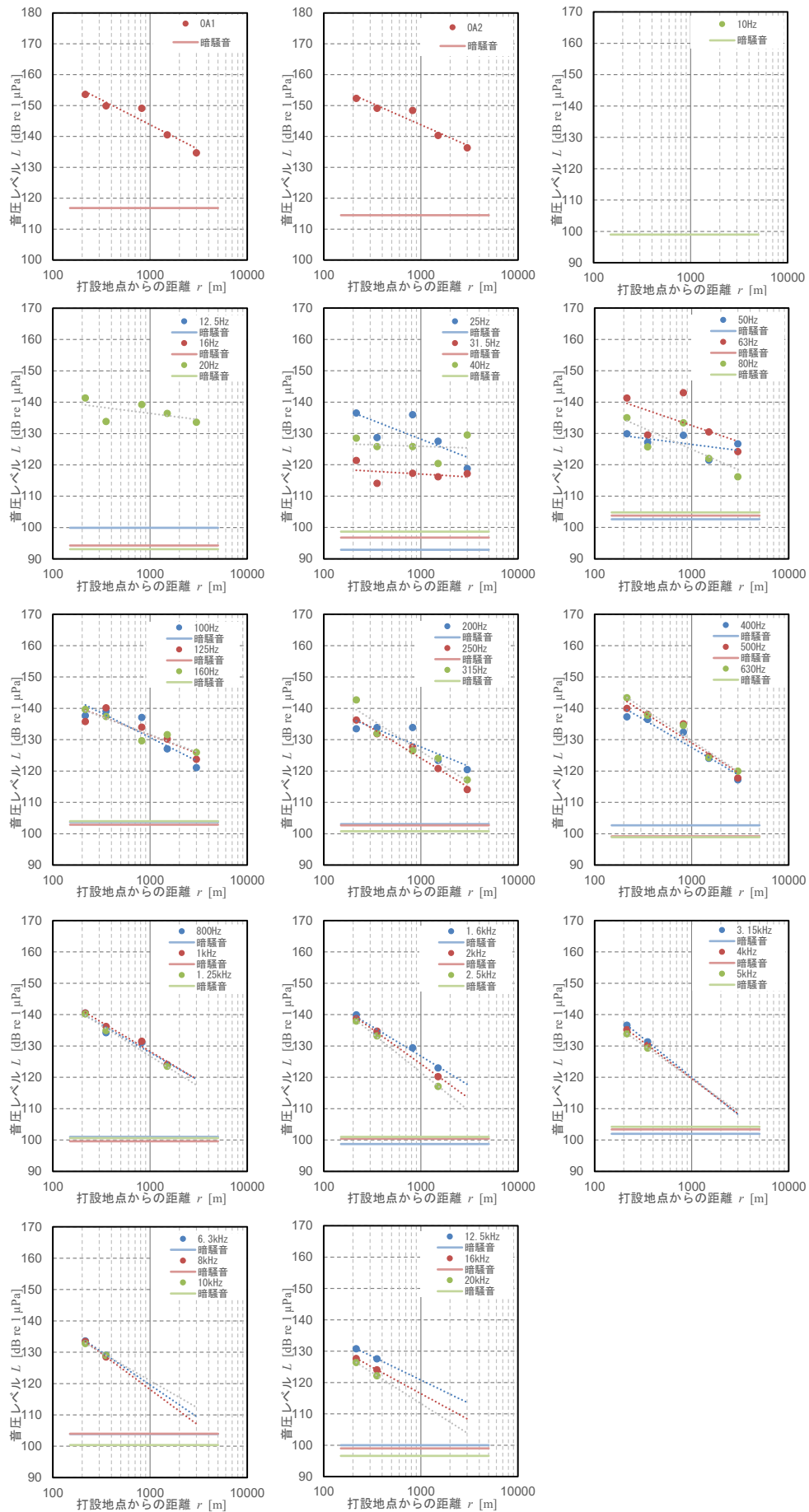


図 4-35(1) バイブロハンマー打設音の 1/3 オクターブバンド別の距離減衰特性 (沿岸方向)

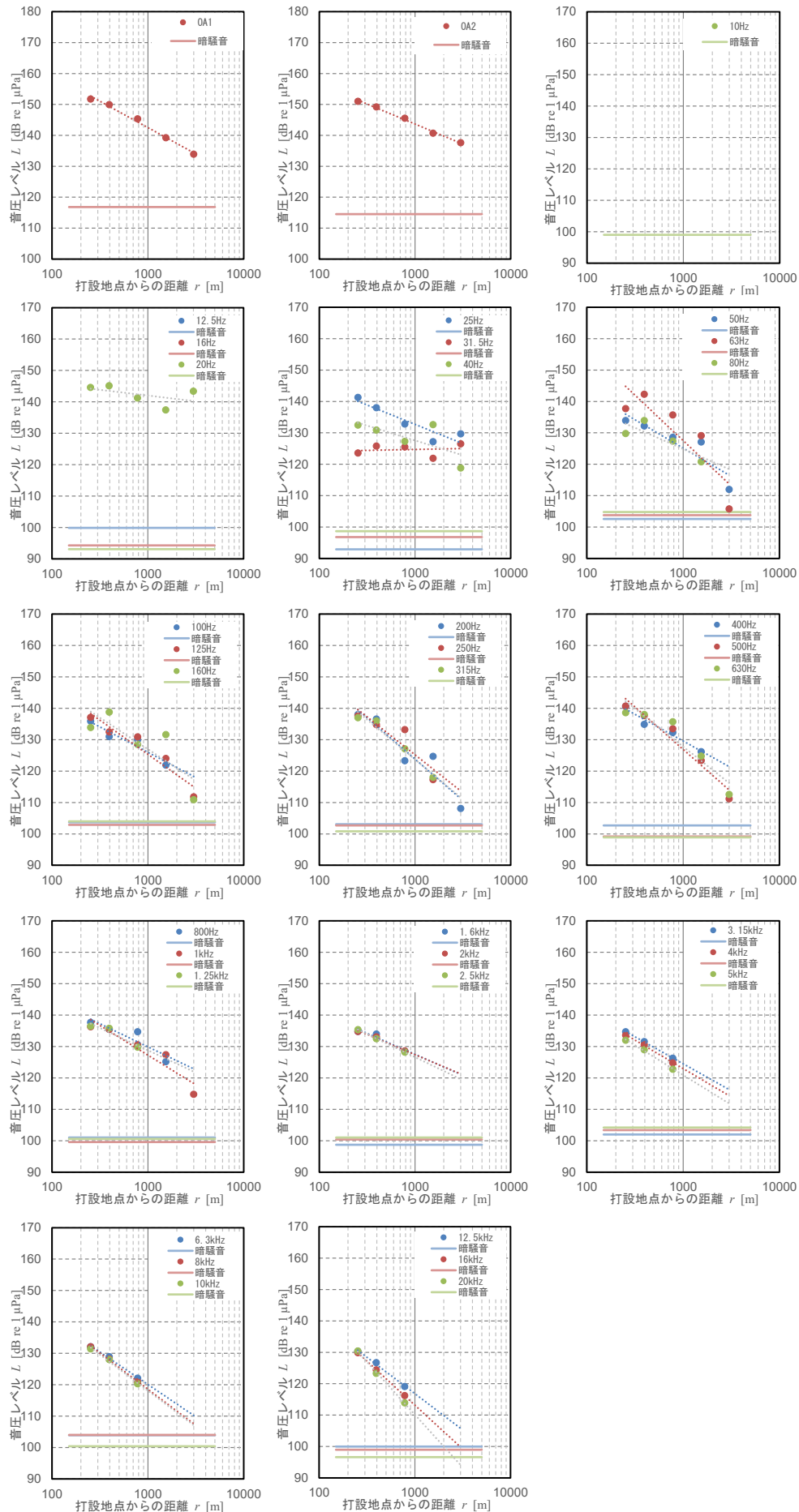


図 4-35 (2) バイブロハンマー打設音の 1/3 オクターブバンド別の距離減衰特性 (等深線方向)

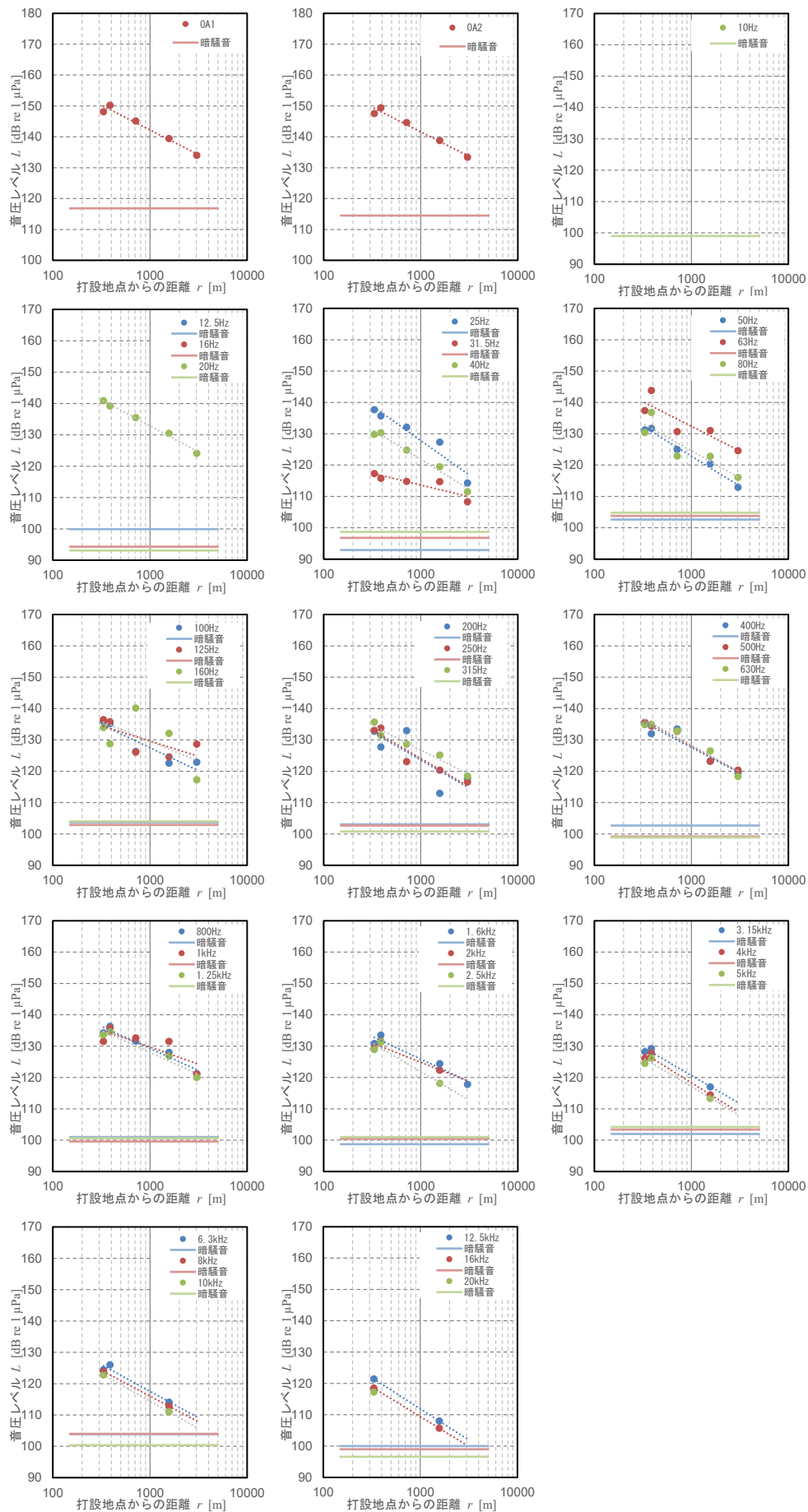


図 4-35 (3) バイブロハンマー打設音の 1/3 オクターブバンド別の距離減衰特性 (沖合方向)

#### (5) 狭帯域分析 (FFT)

杭 A2-1 打設時 (16:00~17:20) に基準点 (測定距離 615m) で観測した打設音について、FFT を用いて狭帯域分析を行った。表 4-28 に示したパラメータを使用し、表示の上限周波数を 24kHz または 1kHz の二種類についてスペクトログラムを図示した。図 4-36 に上限周波数 24kHz まで、図 4-37 に上限周波数 1kHz の結果を示す。

表 4-28 パラメーター一覧

項目	内容
サンプリング周波数	65,536Hz (48,000Hz からアップサンプリング)
FFT 点数	65,536 点
時間分解能	1 秒
周波数分解能	1 Hz
レベルの基準化	1 Hz
窓関数	ハニング窓

図 4-37 より、打設音の倍音構造がはっきりと見て取れる。16:15 過ぎから打設音が大きくなり、500Hz 以上でレベルが大きくなっていることが見て取れる。図 4-36 より、16:15 過ぎから 20kHz 付近までレベルが上昇している様子も見て取れる。その後、徐々にレベルは降下するが、17:05 の打設終盤で広い帯域に打設音が見られる。

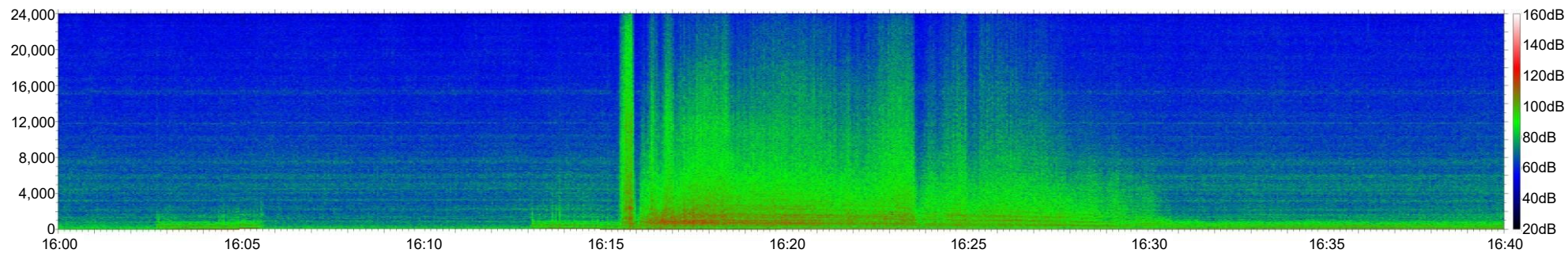


図 4-36(1) バイブロハンマー打設音のスペクトログラム (~24 kHz, 16:00~16:40)

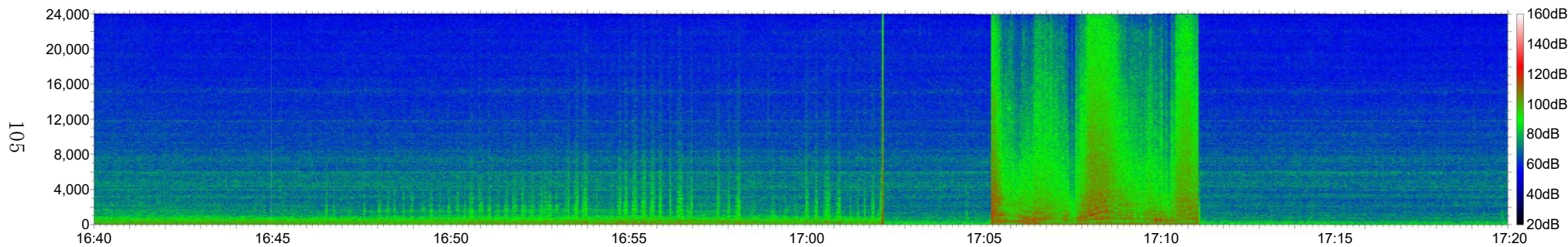


図 4-36(2) バイブロハンマー打設音のスペクトログラム (~24 kHz, 16:40~17:20)

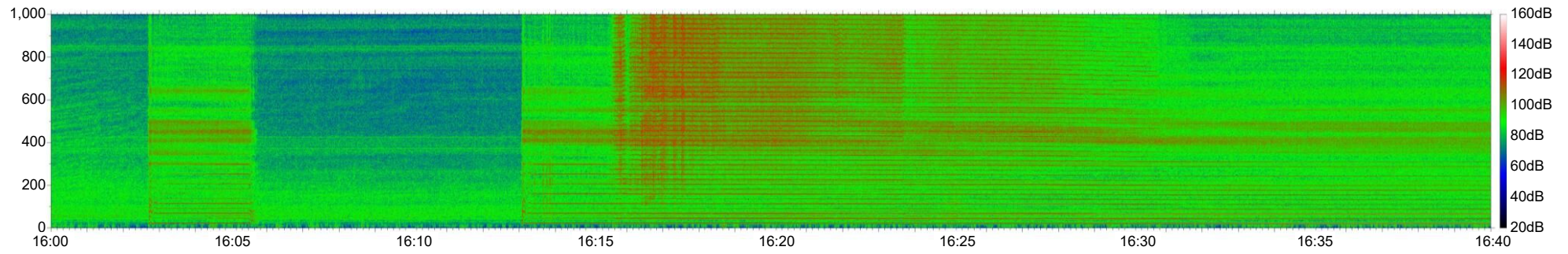


図 4-37(1) バイブロハンマー打設音のスペクトログラム (~1 kHz, 16:00~16:40)

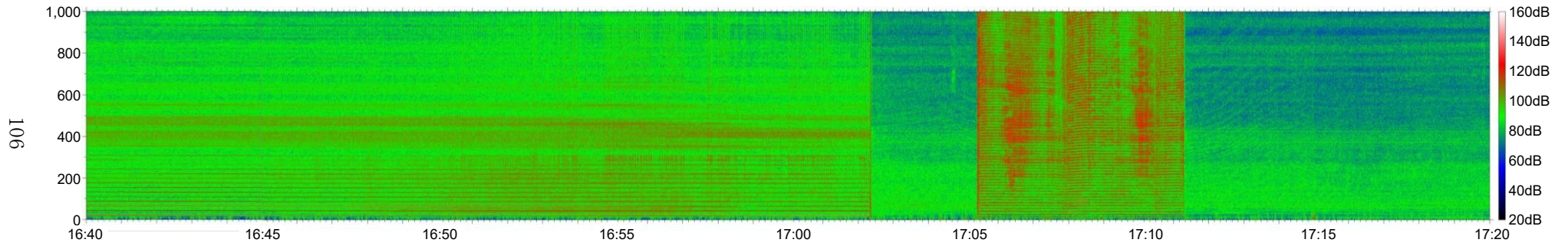


図 4-37(2) バイブロハンマー打設音のスペクトログラム (~1 kHz, 16:40~17:20)