

③ 周波数特性

1/3 オクターブバンドごとの距離減衰特性を求めた。ピーク音圧の実効値レベルへの換算方法については「2(2) 音圧レベル ②周波数特性」に示したとおりである。なお、値の有効性について工事中背景音よりも 5dB 以上大きいことと、1/3 オクターブバンドごとのレベル波形を目視で確認して、1 打撃ごとのレベル変動が分離していることを確認した。

測定方向別の結果は、表 4-37 及び図 4-43 のとおりである。

周波数特性で最もレベルの大きかった 125Hz の距離減衰係数は沿岸方向が-35.74、等深線方向が-42.86、沖合方向が-21.84 で沖合方向が減衰しにくく、等深線方向がよく減衰する傾向であった。

レベル変動が打撃により分離されて観測されなかったのは表中の低い周波数帯域で、距離が離れるに従ってその周波数域は徐々に上に延びていることから、低い周波数については遠くに伝搬しにくいと考えられる。

表 4-37(1) 油圧ハンマー打設音の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]	OA	1/3オクターブバンド0-to-peak音圧レベルの実効値 $L_{p,0pk,ms}(f)$ [dB re 1 μ Pa]																																	
				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250m	260	188.9	-	-	-	145.4	151.8	156.7	162.1	162.8	162.2	172.8	182.3	177.3	182.2	180.3	178.0	175.3	176.4	177.1	173.0	176.4	170.2	167.5	166.4	163.0	161.1	159.6	158.3	158.0	157.9	157.7	156.8	155.1	152.9	150.2
	沿375m	435	186.5	-	-	-	143.9	146.9	152.3	159.0	161.7	165.4	169.6	178.5	180.2	178.6	178.6	175.6	170.8	172.4	170.8	170.3	172.8	164.4	164.1	162.1	160.2	158.2	155.3	153.8	153.3	153.2	153.5	152.5	150.7	148.4	145.7
	沿750m	748	183.6	-	-	-	-	151.2	153.8	160.5	163.6	168.6	172.1	176.1	174.8	172.8	175.8	173.0	168.4	167.2	167.5	170.6	172.0	166.7	164.0	163.9	161.7	160.7	157.1	155.4	154.2	154.1	154.3	154.3	153.4	151.6	149.0
	沿1,500m	1,583	171.0	-	-	-	131.7	141.9	144.1	147.5	151.8	154.1	160.3	163.4	163.4	165.2	162.4	159.7	154.6	156.1	155.0	154.0	156.1	151.1	148.2	147.3	141.2	137.1	133.0	130.2	127.9	126.6	126.6	125.9	123.1	119.9	115.2
	沿3,000m	2,988	168.3	-	-	-	-	138.8	144.0	150.7	151.0	150.7	155.2	158.6	158.1	160.9	159.6	156.1	156.9	155.3	158.1	159.4	153.0	148.1	145.9	141.1	136.7	134.7	133.7	129.2	128.4	129.8	130.3	128.4	124.6	119.8	
	沿5,000m	4,971	155.3	-	-	-	-	-	-	-	-	122.1	123.8	125.2	126.3	131.6	130.5	134.8	138.4	142.3	141.2	144.8	148.1	143.1	143.1	144.0	140.8	136.4	129.6	126.9	121.7	122.3	126.4	128.6	126.6	123.2	117.0
	工事中背景音 基準点1,000 m	1,041	118.6	103.3	104.3	99.5	97.1	100.4	101.9	104.8	107.2	109.0	107.9	106.6	108.2	108.2	105.5	105.1	105.6	105.1	101.8	101.6	100.7	100.8	100.9	97.0	95.8	95.9	94.4	96.6	95.9	95.2	97.4	95.3	94.9	93.7	90.9
	距離減衰式	定数a	253.43	-	-	-	190.65	176.66	197.91	207.82	196.54	239.44	261.61	284.55	272.43	270.30	268.46	254.69	240.45	236.90	239.64	226.27	229.67	219.60	217.86	214.35	214.98	219.80	224.00	224.28	234.43	234.19	227.15	220.91	220.41	221.70	226.41
係数b		-25.52	-	-	-	-18.29	-10.32	-16.70	-18.22	-13.16	-28.05	-33.90	-39.71	-35.74	-34.61	-34.01	-29.92	-26.18	-24.60	-25.74	-21.14	-21.49	-20.17	-20.34	-19.48	-20.87	-23.42	-25.94	-26.63	-30.73	-30.75	-28.12	-26.07	-26.51	-27.85	-30.69	

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、打撃ごとにレベル変動が分離して観測されていない場合であり、整理に用いていない。

表 4-37(2) 油圧ハンマー打設音の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]	OA	1/3オクターブバンド0-to-peak音圧レベルの実効値 $L_{p,0pk,ms}(f)$ [dB re 1 μ Pa]																																	
				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250m	222	192.2	-	-	144.9	148.8	155.4	163.8	166.1	166.9	167.7	176.8	184.5	184.0	186.1	182.4	178.7	179.4	179.7	177.9	176.6	178.0	172.2	168.5	168.7	165.8	164.9	163.9	162.9	162.0	161.4	160.8	160.1	158.8	157.5	155.8
	等375m	325	187.9	-	-	142.5	148.1	156.8	162.3	168.0	172.0	176.7	177.0	174.4	176.1	179.4	177.0	174.2	175.1	174.7	174.5	175.2	178.6	173.2	171.8	170.2	168.7	167.6	165.3	164.3	163.4	162.7	162.5	162.2	161.3	160.1	158.9
	等750m	723	183.0	-	-	139.2	144.5	152.7	159.1	164.2	163.6	169.3	173.0	168.0	175.6	173.9	170.5	166.4	170.3	169.8	170.9	171.2	172.2	168.7	166.7	165.7	163.5	161.5	160.3	158.2	156.5	155.7	155.1	154.5	153.3	151.8	149.6
	等1,500m	1,443	176.2	-	-	141.5	146.7	149.6	154.9	158.2	161.6	164.5	166.3	167.7	169.8	166.9	164.2	164.2	160.2	159.6	158.6	163.6	160.1	159.8	156.5	153.0	151.5	149.6	147.2	145.2	143.4	143.0	142.9	141.6	138.7	134.5	
	等3,000m	3,001	157.8	-	-	-	-	-	-	-	134.2	136.1	140.3	147.5	145.8	148.3	144.7	145.4	145.9	146.0	147.4	149.9	145.4	144.7	140.2	136.4	135.9	132.5	127.6	125.1	123.1	123.2	121.9	118.2	115.3	112.7	
	等6,000m	5,910	146.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	114.6	118.3	123.2	121.7	125.7	129.2	126.2	134.8	136.2	132.1	127.9	128.3	124.8	116.3	108.9	101.7	99.9	103.0	106.9	108.1	106.4	102.2	98.1	
	工事中背景音 基準点1,000 m	1,041	118.6	103.3	104.3	99.5	97.1	100.4	101.9	104.8	107.2	109.0	107.9	106.6	108.2	108.2	105.5	105.1	105.6	105.1	101.8	101.6	100.7	100.8	100.9	97.0	95.8	95.9	94.4	96.6	95.9	95.2	97.4	95.3	94.9	93.7	90.9
	距離減衰式	定数a	269.43	-	-	170.16	170.97	183.84	204.08	201.75	201.97	246.93	260.36	261.52	290.39	292.74	274.77	268.86	267.08	262.28	263.82	250.61	252.97	245.32	243.24	244.30	244.90	252.99	260.63	270.26	271.44	266.92	260.34	258.04	259.54	263.42	266.14
係数b		-31.60	-	-	-10.87	-9.28	-11.38	-16.69	-14.14	-13.53	-29.62	-33.05	-33.03	-42.86	-43.21	-37.53	-36.59	-35.44	-33.88	-34.64	-29.79	-29.75	-28.70	-28.69	-29.58	-30.74	-34.22	-37.70	-41.91	-42.84	-41.50	-39.20	-38.54	-39.59	-41.65	-43.43	

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、打撃ごとにレベル変動が分離して観測されていない場合であり、整理に用いていない。

表 4-37(3) 油圧ハンマー打設音の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]	OA	1/3オクターブバンド0-to-peak音圧レベルの実効値 $L_{p,0-pk,ms}(f)$ [dB re 1 μ Pa]																																	
				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 250m	262	185.8	129.5	131.2	139.9	149.4	157.9	159.3	162.6	162.3	166.0	168.7	176.5	179.3	179.2	178.9	174.4	172.6	170.3	169.4	166.8	166.1	164.5	161.5	160.1	155.5	154.9	153.1	153.0	152.7	151.8	150.9	149.5	147.3	145.2	143.0
	沖 375m	399	185.7	-	-	143.6	146.2	154.5	160.9	166.2	165.5	171.0	173.9	177.8	176.1	181.5	173.2	171.7	170.9	169.1	166.2	168.9	168.4	165.3	161.9	161.7	157.7	155.6	154.2	154.2	154.1	153.3	152.3	151.5	150.1	148.8	147.0
	沖 750m	768	179.7	-	-	137.5	142.0	151.3	157.3	161.2	163.2	169.3	169.8	165.4	174.7	167.9	166.2	166.9	169.0	166.2	163.5	166.7	165.4	160.3	156.7	156.5	153.0	151.9	149.6	148.7	148.1	147.1	146.6	145.9	143.5	140.7	138.0
	沖 1,500m	1,444	176.5	-	-	137.4	138.8	142.8	145.1	152.1	156.4	158.4	163.9	166.5	169.9	171.7	168.3	161.1	160.7	160.3	160.3	158.5	161.5	157.4	156.5	156.7	154.0	151.8	147.7	146.8	145.1	143.3	141.7	142.1	138.6	135.9	133.3
	沖 3,000m	3,020	168.5	-	-	-	130.8	133.0	140.0	146.1	148.8	154.4	158.8	158.5	161.7	162.0	158.3	157.0	153.9	153.8	156.6	156.9	151.7	147.4	145.6	140.8	138.4	136.2	135.7	132.8	130.9	129.0	127.1	124.3	120.5	116.0	
	沖 6,000m	6,072	156.6	-	-	-	-	-	-	126.4	137.1	142.0	146.4	147.6	148.9	151.7	148.3	142.3	141.3	143.6	140.0	138.1	142.1	135.7	133.1	130.8	127.8	124.7	124.0	123.8	121.4	121.2	121.2	118.6	114.7	109.2	103.4
	工事中背景音基準点1,000 m	1,041	118.6	103.3	104.3	99.5	97.1	100.4	101.9	104.8	107.2	109.0	107.9	106.6	108.2	108.2	105.5	105.1	105.6	105.1	101.8	101.6	100.7	100.8	100.9	97.0	95.8	95.9	94.4	96.6	95.9	95.2	97.4	95.3	94.9	93.7	90.9
	距離減衰式	定数 a	239.45	-	-	156.00	183.56	219.93	227.46	237.73	216.71	223.00	219.76	229.00	234.63	230.39	224.15	227.80	227.65	219.41	218.43	219.94	211.21	215.98	212.47	214.67	209.06	211.60	208.86	208.96	213.96	212.94	211.66	213.38	215.08	219.91	225.03
係数 b		-20.95	-	-	-5.93	-14.27	-24.91	-26.24	-28.26	-20.17	-20.87	-18.63	-20.81	-21.84	-20.12	-18.99	-21.39	-21.52	-19.27	-19.50	-19.86	-16.74	-19.69	-19.52	-20.55	-19.95	-21.41	-21.19	-21.37	-23.44	-23.47	-23.37	-24.31	-25.75	-28.33	-31.07	

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、打撃ごとにレベル変動が分離して観測されていない場合であり、整理に用いていない。

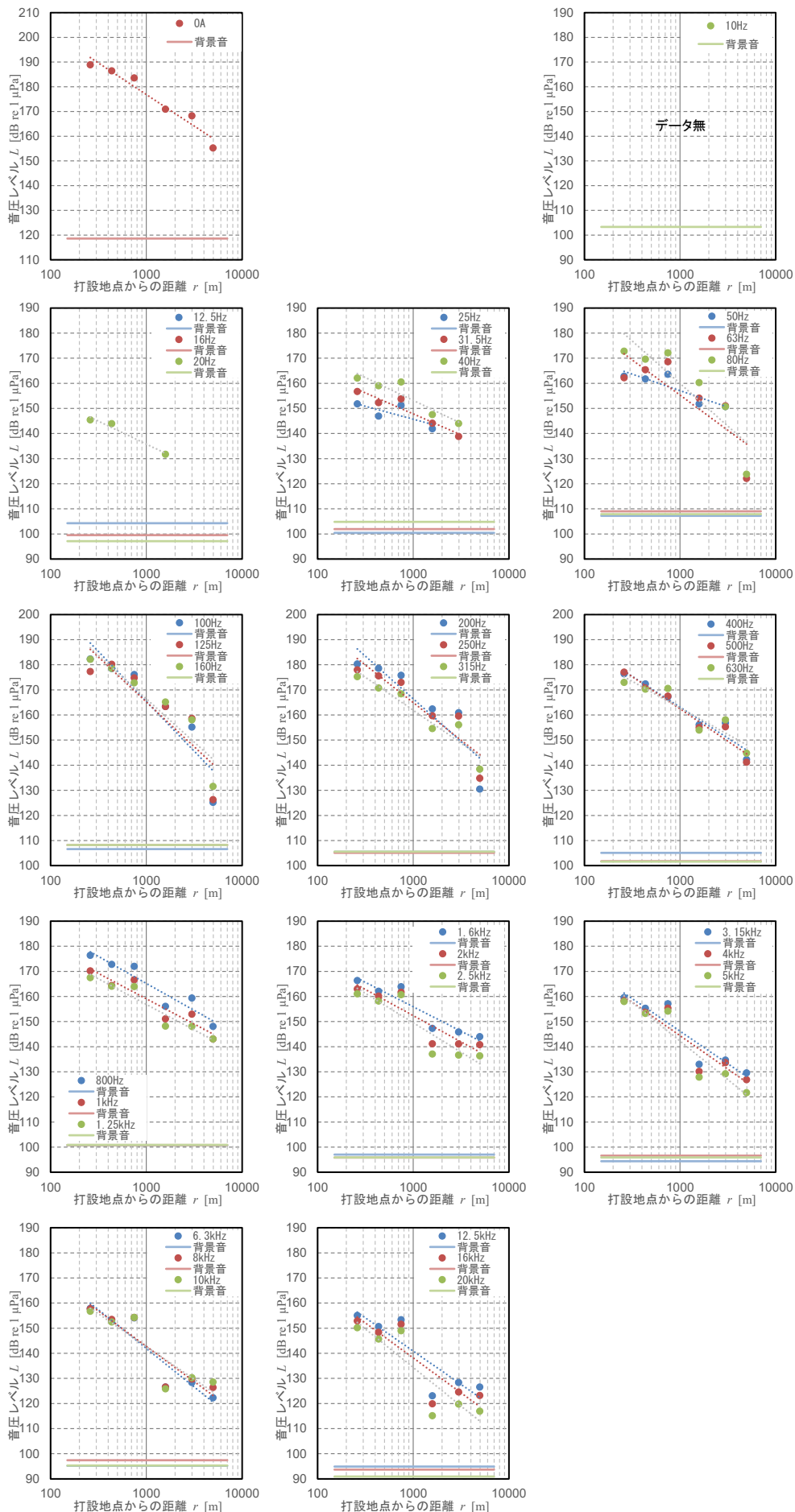


図 4-43(1) 油圧ハンマー打設音の 1/3 オクターブバンド別の距離減衰特性（沿岸方向）

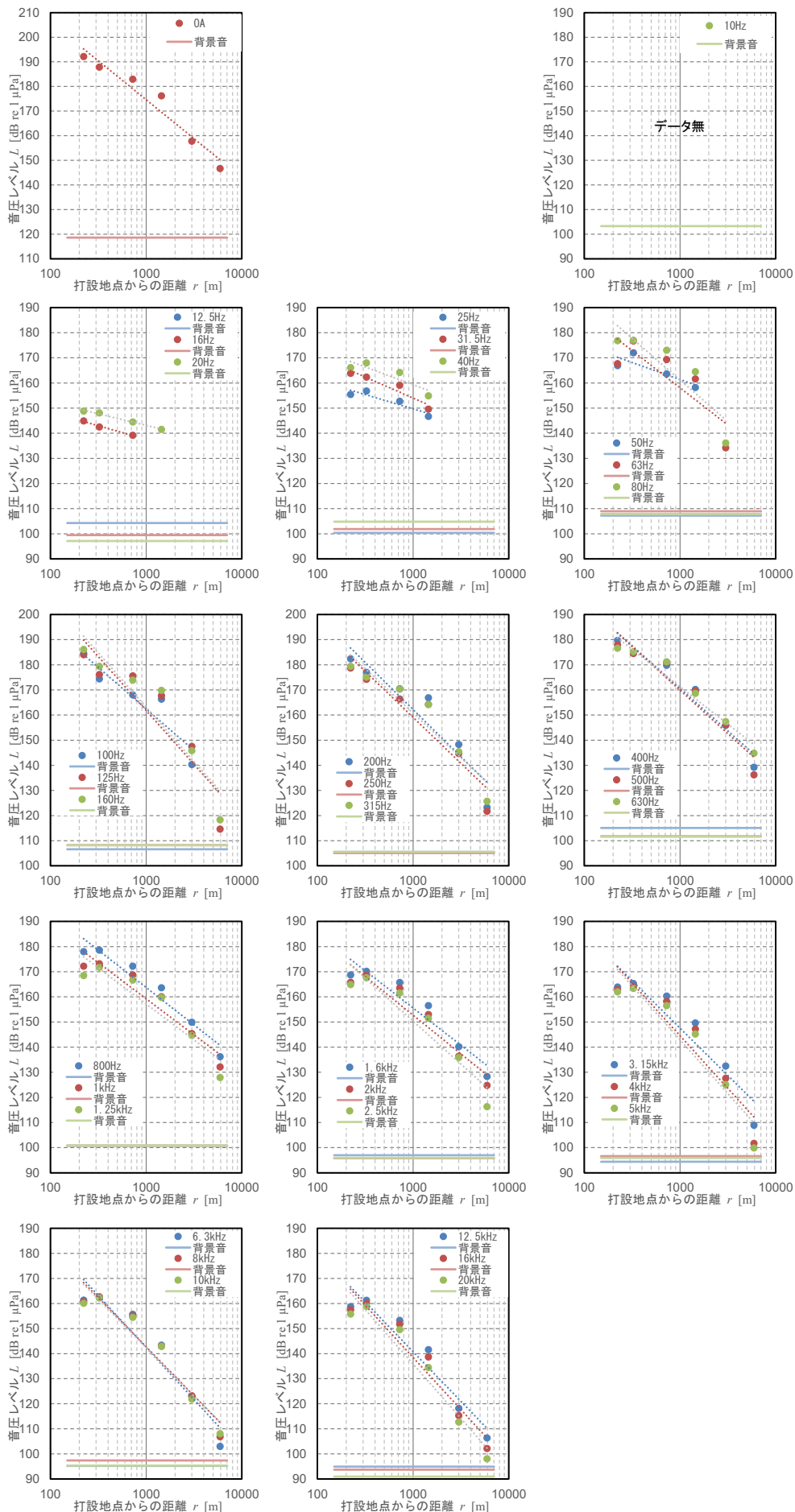


図 4-43 (2) 油圧ハンマー打設音の 1/3 オクターブバンド別の距離減衰特性 (等深線方向)

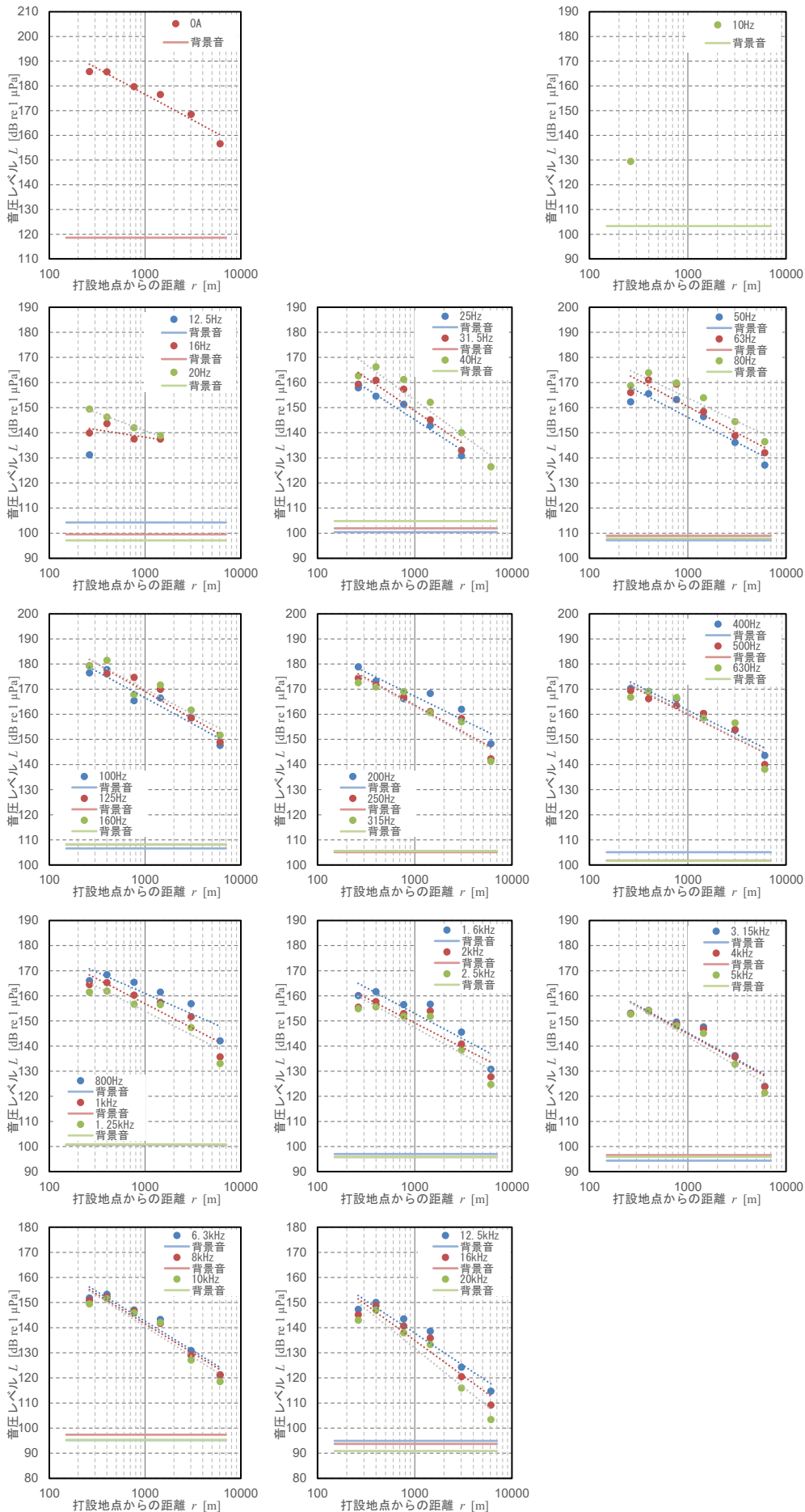


図 4-43(3) 油圧ハンマー打設音の 1/3 オクターブバンド別の距離減衰特性（沖合方向）

(5) 狭帯域分析 (FFT)

基準点において記録した打設音について、FFT を用いて狭帯域分析を行った。表 4-38 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。上限周波数 24kHz の結果は図 4-44、上限周波数 1kHz の結果は図 4-45 のとおりである。

表 4-38 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 からサンプリング変換)
FFT 点数	8,192 点
時間分解能	0.125 秒
周波数分解能	8Hz
レベルの基準化	1Hz
窓関数	ハニング窓

図 4-44 より 1 打撃ごとに広い周波数域で観測されているが、主要な成分が概ね 2kHz 以下である。図 4-45 より 1 打撃ごとに周波数によらず一様に発生音が観測されている。打設の進行によらず大きなレベルの変化は見られない。

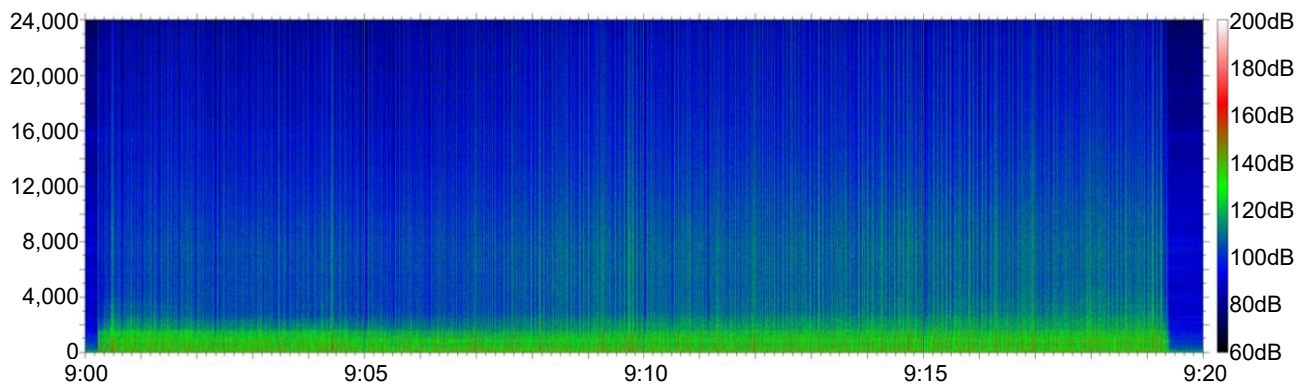


図 4-44 (1) 油圧ハンマー打設音のスペクトログラム (~24kHz、9:00~9:20)

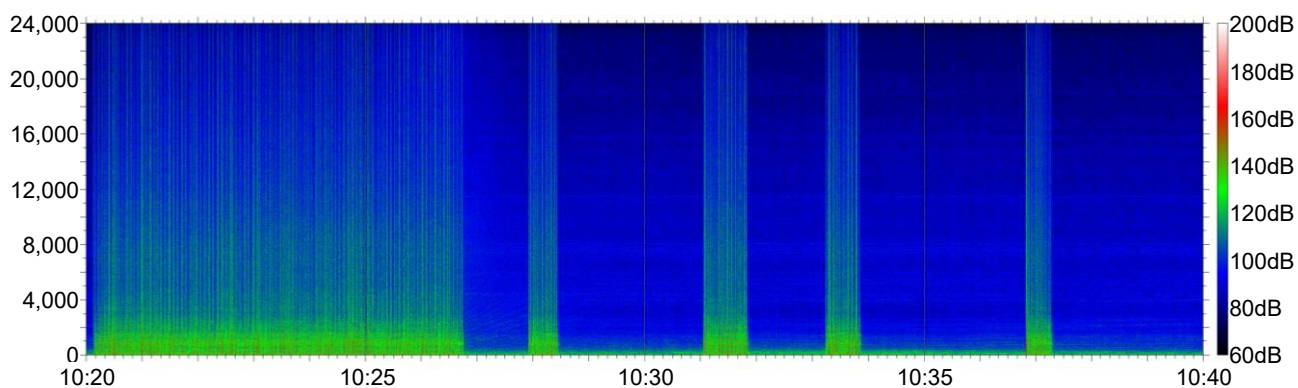


図 4-44 (2) 油圧ハンマー打設音のスペクトログラム (~24kHz、10:20~10:40)

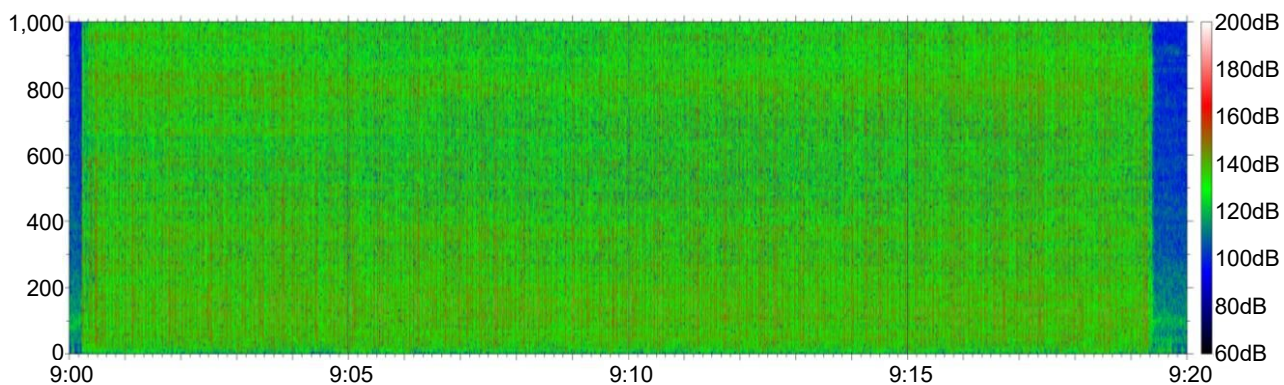


図 4-45 (1) 油圧ハンマー打設音のスペクトログラム (~1kHz、9:00~9:20)

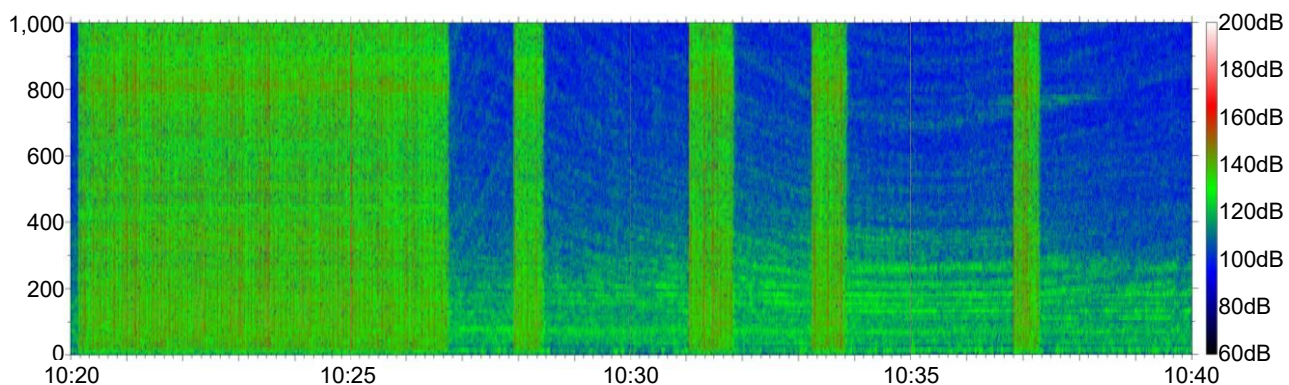


図 4-45 (2) 油圧ハンマー打設音のスペクトログラム (~1kHz、9:00~9:20)