

5. ボイラの低周波空気振動

調査したボイラ15施設の内訳を表-5.1に示す。また低周波空気振動の測定結果を図-5-1～図-5-15に示す。

ボイラから発生する低周波空気振動の原因は燃焼音、水管の共鳴、缶鳴等があり、その発生機構は複雑である。今回の測定ではその原因を明確にすることができなかった。

表-5.2にバーナ側から見た測定位置(ボイラ本体から約1m以内の位置で斜め前方と斜め後方は除く。)と測定結果をまとめて示す。このことから低周波空気振動レベルと測定位置、ボイラの種類とはあまり関係が無いと云える。

低周波空気振動の卓越周波数は4~63Hzに分散しており、そのレベルを10dBステップにまとめると、80dB以下が1施設、81~90dBが6施設、91~100dBが6施設、100dB以上が2施設であった。また最大レベルは水管ボイラNo.5の31.5Hzに出現した102dBであった。

表-5.1 調査対象ボイラ

種 類	調査数	燃 料			伝 熱 面 積 m ²	蒸発量 t h
		ガス	重油	灯油		
工業用 丸ボイラ	4	3	1		32.9~52.8	3~5
" 水管ボイラ, 自然循環式	7	4	2	1	11.9~87.6	2.5~60 ^{注1)}
" 水管ボイラ, 強制循環式	1	-	-	1	22.4	3
家庭用 給湯ボイラ	3	-	-	3		

注) 不明2施設を除く

表-5.2 測定位置とオールパスレベル及び低周波空気振動レベル

種 類	分析項目	バーナ前	右側面	左側面	後
丸ボイラ	APL dB	90~96(4)	91~96(3)	97~98(3)	94(1)
	PF Hz	8~63(4)	12.5~25(3)	16~63(3)	63(1)
	PFL dB	81~94(4)	81~94(3)	91~96(3)	94(1)
水管自然循環ボイラ式	APL dB	90~104(7)	91~105(5)	91~96(6)	94~103(5)
	PF Hz	4~50(7)	4~50(5)	5~63(6)	6.3~40(5)
	PFL dB	86~102(7)	85~100(5)	88~98(6)	86~100(5)
水管強制循環ボイラ式	APL dB	99(1)			
	PF Hz	50(1)			
	PFL dB	96(1)			
給湯ボイラ	APL dB	83~85(2)			
	PF Hz	50(2)			
	PFL dB	80~82(2)			

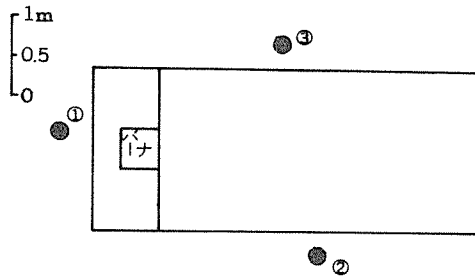
注 1) APL: オールパスレベル

PF : 低周波空気振動の卓越周波数

PFL: PFのレベル

2) カッコ内はボイラ数

丸ボイラ NO. 1
 ボイラ仕様
 燃料 LPG
 燃焼能力 296ℓ/h
 伝熱面積 46.6m²
 蒸発量 4.8t/h
 プロア仕様
 モータ出力 11kw
 空気量 75m³/min
 回転数 2900rpm

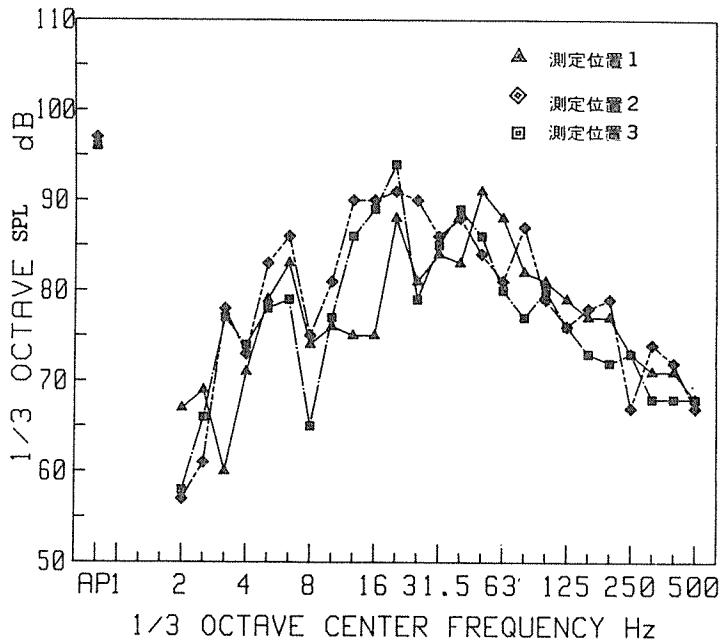


測定位置

音圧の周波数分析結果

測定位置	A.P	dB																								
		2Hz	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
1	96	67	69	60	71	79	83	74	76	75	75	88	81	84	83	91	88	82	81	79	77	77	73	71	71	68
2	96	58	66	77	74	78	79	65	77	86	89	94	79	85	89	86	80	77	80	76	73	72	73	68	68	68
3	97	57	61	78	73	83	86	75	81	90	90	91	90	86	88	84	81	87	79	76	78	79	67	74	72	67

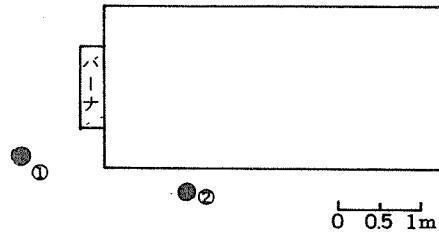
注) AP: オールパス



音圧のスペクトル

図-5-1 測定結果 丸ボイラ NO. 1

丸ボイラ NO. 2
 ボイラ仕様
 燃 料 重 油
 燃 焼 能 力 270t/h
 伝 熱 面 積 49.9m²
 蒸 発 量 3.6t/h
 プロア仕様
 型 式 ターボ
 モータ出力 7.5kw
 空 気 量 66m³/h
 回 転 数 3650rpm



測 定 位 置

音 圧 の 周 波 数 分 析 結 果

dB

測定位置	A.P	2Hz	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
1	90	59	64	77	72	79	80	81	76	70	72	67	76	81	74	75	67	72	68	74	70	61	64	63	66	67
2	91	59	56	64	66	74	79	76	76	81	77	68	68	71	77	75	75	76	69	71	73	61	68	67	63	65

注) AP: オールパス

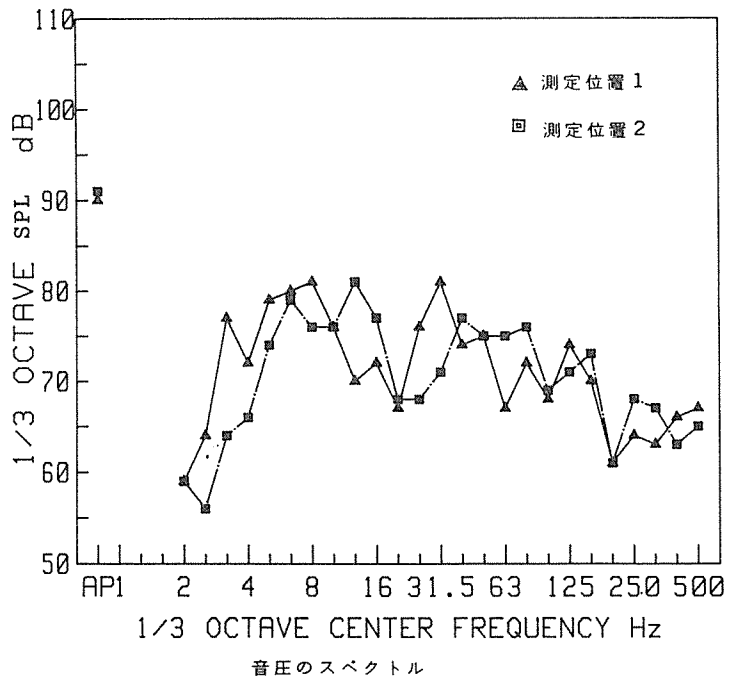
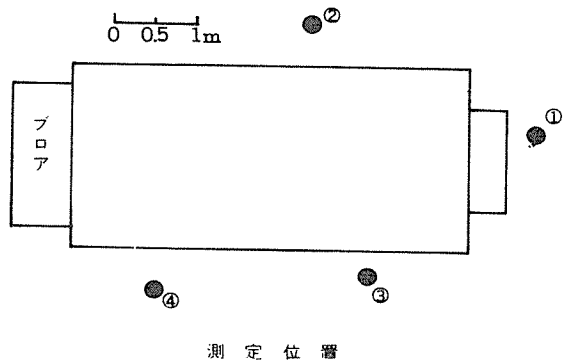


図-5-2 測 定 結 果 丸ボイラ NO. 2

丸ボイラ NO. 3
 ボイラ仕様
 燃料 都市ガス
 燃焼能力 457ℓ/h
 伝熱面積 52.8㎡
 蒸発量 5t



音圧の周波数分析結果

測定位置	A.P	dB																								
		2Hz	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
1	95	70	55	62	68	80	81	70	65	73	78	76	80	81	82	85	83	88	82	81	83	86	80	74	73	72
2	93	71	72	58	68	81	81	74	77	80	82	80	85	79	82	84	84	80	76	80	81	79	75	77	77	74
3	97	68	60	50	68	81	83	78	72	83	87	79	79	81	80	89	93	84	77	82	81	82	80	75	77	74
4	98	68	69	64	63	70	76	77	76	89	91	88	78	81	87	86	84	85	84	83	86	86	86	85	81	77

注) AP: オールパス

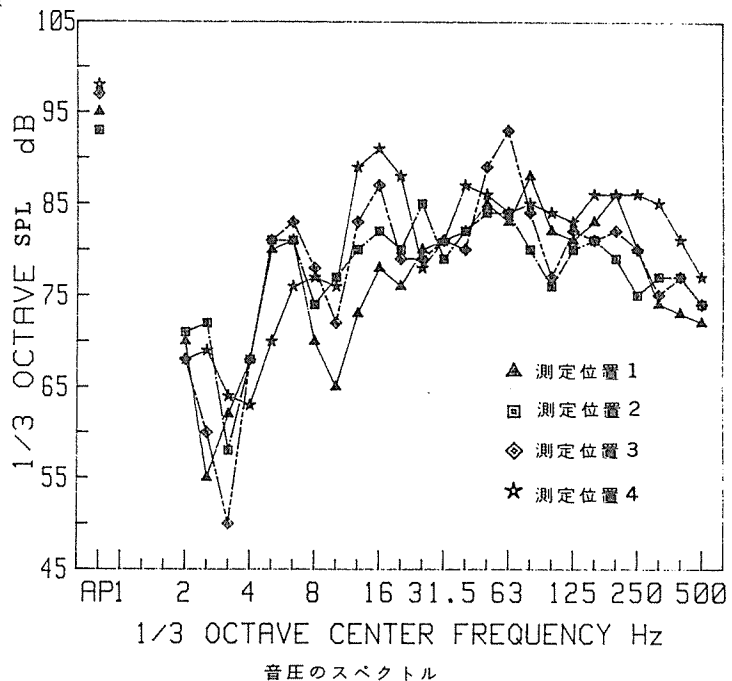
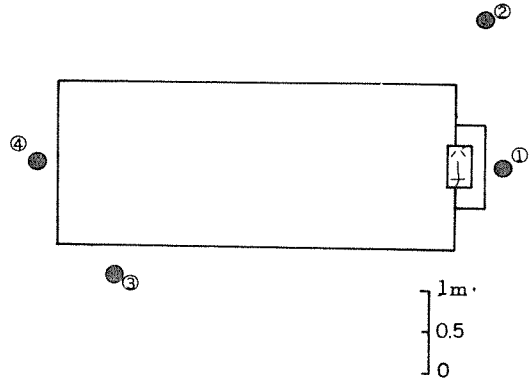


図-5-3 測定結果 丸ボイラNO.3

丸ボイラ NO. 4
 ボイラ仕様
 燃料 都市ガス
 伝熱面積 32.9㎡
 蒸発量 3.0 t/h



測定位置

音圧の周波数分析結果

dB

測定位置	A.P	2Hz	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
1	96	73	73	75	76	83	74	70	56	54	65	71	65	74	83	86	94	91	80	76	83	86	80	78	77	78
2	96	69	69	69	70	80	73	63	63	63	57	54	61	70	86	85	93	84	76	77	83	85	81	80	77	80
3	97	67	77	75	66	75	66	59	56	64	65	71	76	77	86	84	96	84	73	81	86	87	76	79	76	78
4	94	70	77	76	66	73	67	55	58	73	72	70	75	71	82	80	94	83	74	80	81	78	73	77	73	76

注) AP: オールパス

63Hzのピークはプロパに起因すると考えられる。

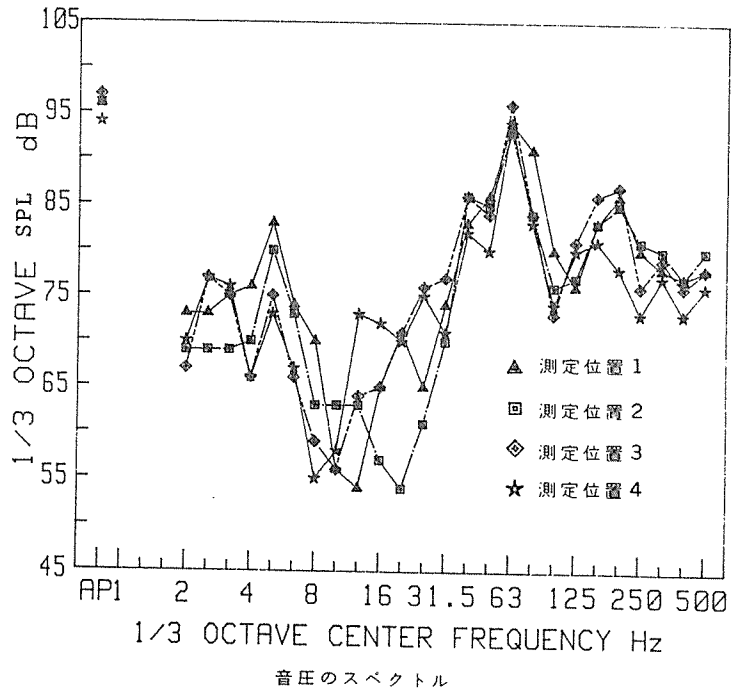
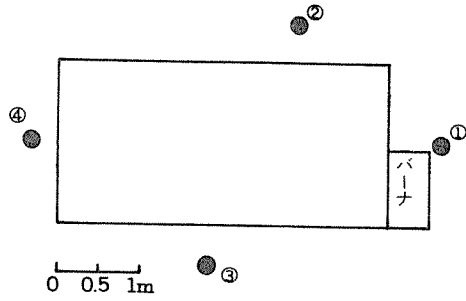


図-5-4 測定結果 丸ボイラ NO. 4

水管ボイラ(自然循環式)NO. 1

ボイラ仕様

燃料 都市ガス
 燃焼能力 219t/h
 伝熱面積 33.2㎡
 蒸発量 3.0 t/h



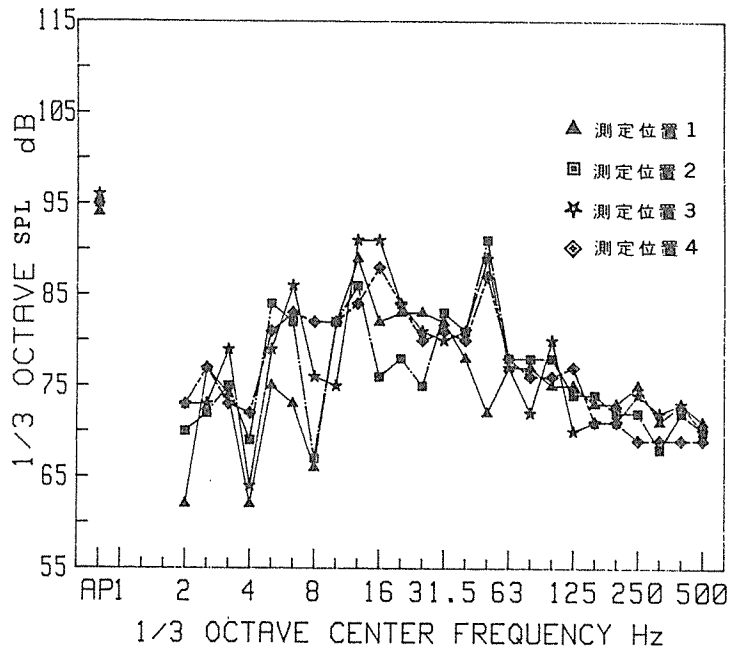
測定位置

音圧の周波数分析結果

測定位置	A.P	dB																								
		2Hz	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
1	94	62	77	74	62	75	73	66	82	89	82	83	82	78	72	77	77	75	75	73	73	75	71	73	71	
2	95	70	72	75	68	84	82	67	82	86	76	78	75	83	81	91	78	78	78	74	74	72	72	68	72	70
3	96	73	73	79	64	79	86	76	75	91	91	84	81	80	81	89	77	72	80	70	71	71	74	72	73	70
4	95	73	77	73	72	81	83	82	82	84	88	84	80	81	80	87	78	76	76	77	71	71	69	69	69	69

注) AP:オールパス

50 Hzのピークはプロアの回転数に起因すると考えられる。



音圧のスペクトル

図-5-5 測定結果 水管ボイラ(自然循環式)NO. 1

水管ボイラ(自然循環式)NO. 2

ボイラ仕様

燃料 都市ガス

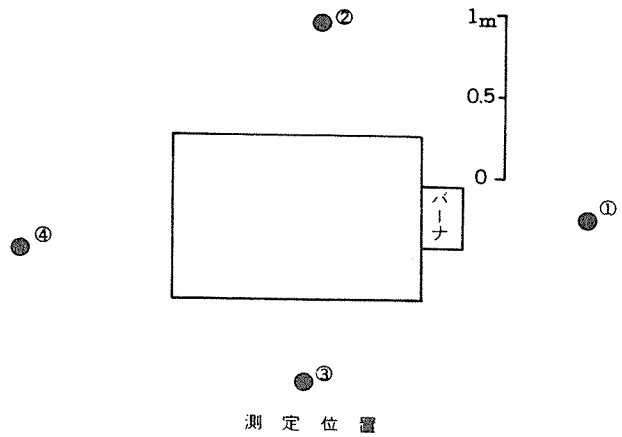
伝熱面積 11.9㎡

ブロー仕様

モータ出力 2.2kw

空気量 18m³/min

回転数 2840rpm



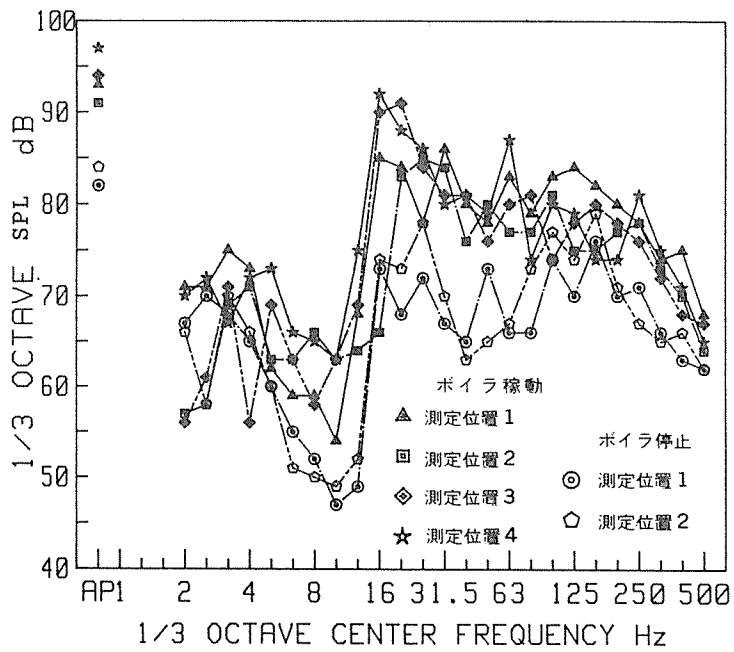
音圧の周波数分析結果

dB

測定位置	A.P	2Hz	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
1	93	71	71	75	73	62	59	59	54	68	85	84	78	86	80	78	83	79	83	84	82	80	78	74	75	68
2	91	57	58	69	71	63	63	66	63	64	66	83	85	84	76	80	77	77	81	75	75	77	78	73	70	64
3	94	56	61	71	56	69	63	58	63	69	90	91	84	81	81	76	80	81	74	78	80	78	76	72	68	67
4	97	70	72	67	72	73	66	65	63	75	92	88	86	80	81	79	87	74	80	79	74	74	81	75	71	65
1*	82	67	70	68	65	60	55	52	47	49	73	68	72	67	65	73	66	66	74	70	76	70	71	66	63	62
3*	84	66	58	70	66	60	51	50	49	52	74	73	78	70	63	65	67	73	77	74	79	71	67	65	66	62

注) *:ボイラ停止

A.P:オールパス



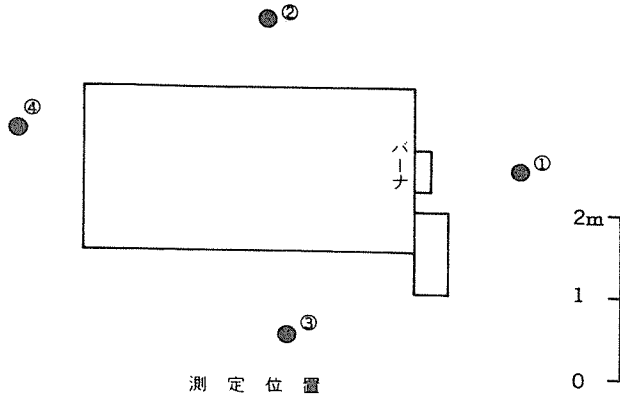
音圧のスペクトル

図-5-6 測定結果 水管ボイラ(自然循環式)NO. 2

水管ボイラ(自然循環式)NO. 3

ボイラ仕様

燃料	都市ガス
燃焼能力	279ℓ/h
伝熱面積	49.0㎡
蒸発量	3.0 t/h
フロア仕様	
型式	シロッコ
モータ出力	7.5 kw
空気量	6.0㎡/min
回転数	2650rpm



音圧の周波数分析結果

測定位置	A.P	dB																								
		2Hz	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
1	94	74	61	62	71	78	80	78	77	82	72	77	79	81	86	87	86	80	78	80	85	83	84	79	78	76
2	93	66	69	72	69	72	80	87	76	70	70	78	82	86	87	84	78	75	72	75	75	76	75	73	71	71
3	96	69	72	69	67	74	81	72	76	74	82	79	90	90	87	80	90	87	80	84	78	79	75	78	80	76
4	94	65	66	68	71	68	86	80	76	80	70	77	74	79	77	79	85	85	76	77	74	73	74	73	73	71

注) AP: オールパス

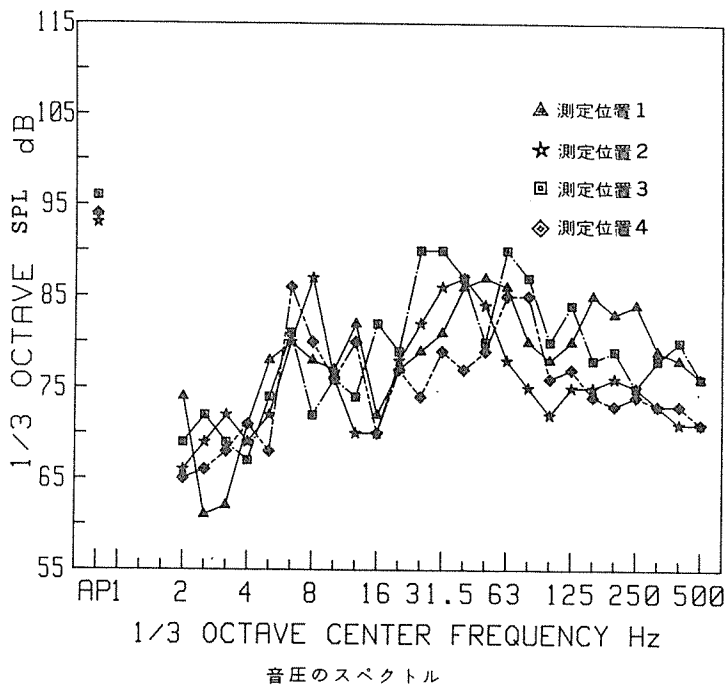


図-5-7 測定結果 水管ボイラ(自然循環式)NO. 3

水管ボイラ(自然循環式)NO. 4

ボイラ仕様

燃料 A重油

燃焼能力 77.4ℓ/h

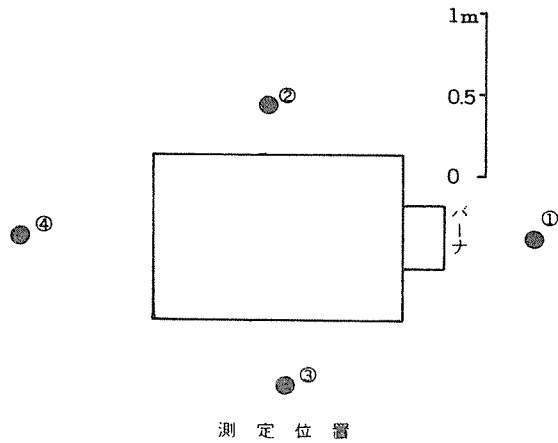
伝熱面積 11.9㎡

プロア仕様

モータ出力 1.25kw

空気量 18m³/min

回転数 2820rpm



音圧の周波数分析結果

dB

測定位置	A.P	2Hz	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
1	101	69	74	77	60	70	74	85	93	92	84	75	81	82	84	75	76	74	75	72	70	70	72	74	67	66
2	101	73	73	78	74	78	81	91	97	96	92	85	89	79	82	81	80	74	70	69	69	69	71	71	68	69
3	100	68	68	81	72	71	73	87	95	94	87	81	82	80	80	76	75	75	72	72	73	73	72	71	66	71
4	101	73	74	77	74	78	82	92	98	98	92	86	88	80	83	83	83	76	73	67	70	67	71	72	66	66

注) AP: オールパス

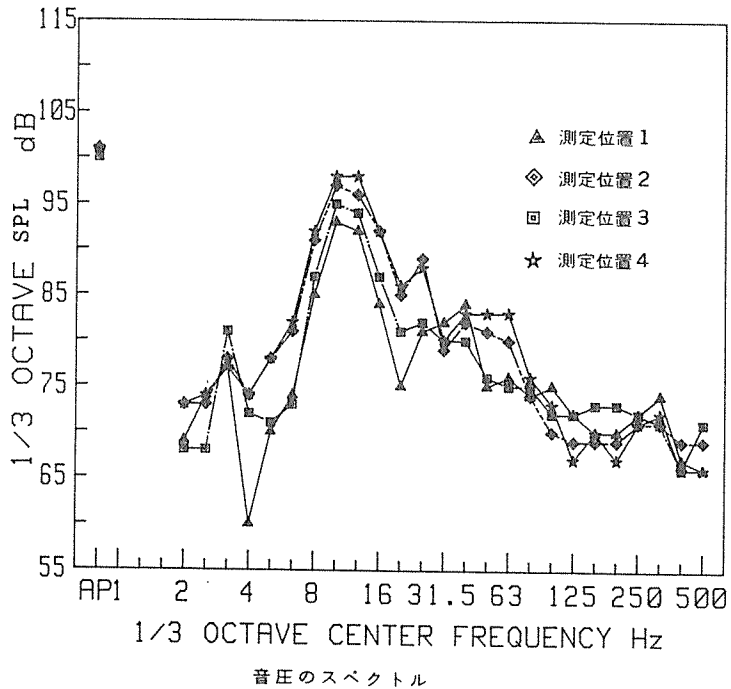


図-5-8 測定結果 水管ボイラ(自然循環式)NO.4

水管ボイラ(自然循環式)NO. 5

ボイラ仕様

燃料 灯油

燃焼能力 5500ℓ/h

伝熱面積 876m²

蒸発量 60.0 t/h

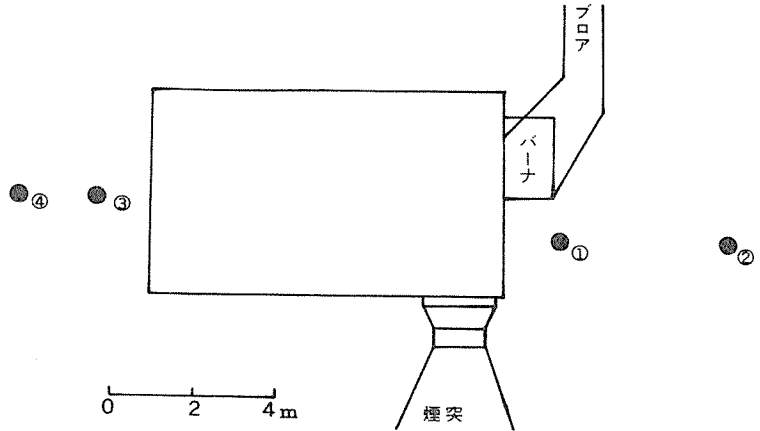
プロア仕様

型式 片吸込型

モータ出力 160kw

空気量 1200m³/min

回転数 1500rpm



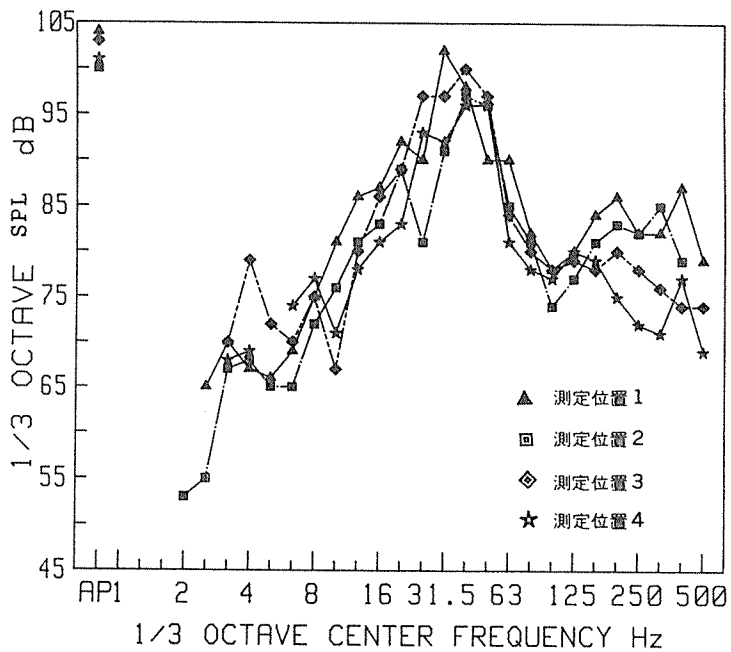
測 定 位 置

音圧の周波数分析結果

dB

測定位置	A.P	2Hz	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
1	104		65	70	67	66	69	75	81	86	87	92	90	102	98	90	90	82	78	80	84	86	82	82	87	79
2	100	53	55	67	68	65	65	72	76	81	83	89	81	91	97	96	85	81	74	77	81	83	82	85	79	
3	103			70	79	72	70	75	67	80	86	89	97	97	100	97	84	80	78	79	78	80	78	76	74	74
4	101			68	69	70	74	77	71	78	81	83	93	92	96	96	81	78	77	80	79	75	72	71	77	69

注) AP: オールパス



音圧のスペクトル

図-5-9 測定結果 水管ボイラ(自然循環式)NO.5

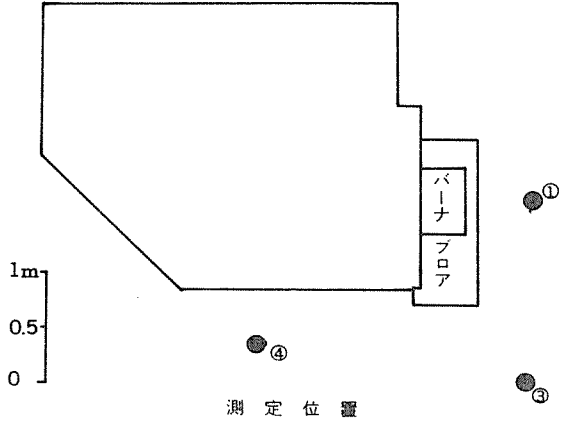
水管ボイラ(自然循環式)NO. 6

ボイラ仕様

燃料 A重油
 燃焼能力 821ℓ/h
 伝熱面積 99.0m²
 蒸発量 10.0t/h

プロア仕様

型式 片吸込ターボ
 モータ出力 3.7kw
 空気量 185m³/min
 回転数 3000rpm



音圧の周波数分析結果

測定位置	A, F	2Hz	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
1	90	49	57	66	64	63	65	71	71	65	66	67	68	72	78	89	80	69	72	78	75	77	74	73	71	74
2	92	54	58	61	56	62	64	73	74	63	65	74	67	80	78	91	77	72	72	75	72	76	74	73	71	72
3	90	59	60	62	61	61	57	66	67	65	66	69	70	71	75	87	75	71	78	75	77	80	76	76	73	72
4	91	57	61	56	64	61	69	63	69	64	68	71	75	78	86	88	79	72	79	81	79	76	73	72	74	73

注) AP: オールパス

50 Hzのピークはプロアの回転数に起因すると思われる。

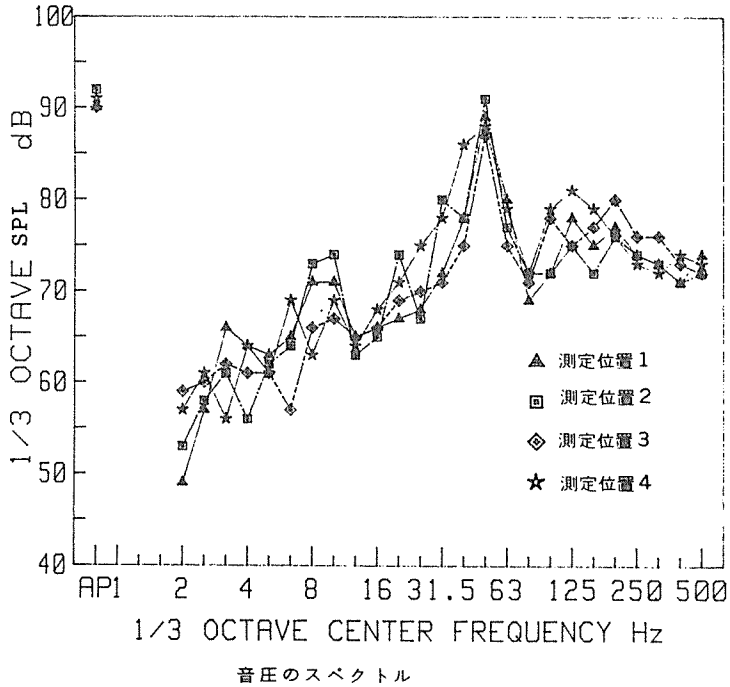
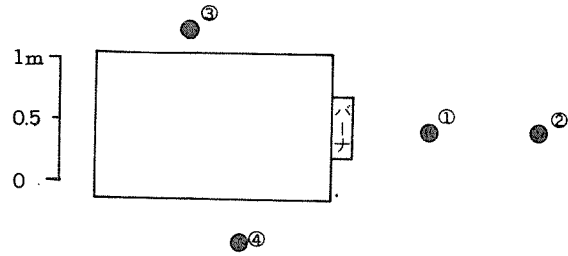


図-5-10 測定結果 水管ボイラ(自然循環式)NO. 6

水管ボイラ(自然循環式)NO. 7

ボイラ仕様

燃料 LPG
 燃焼能力 178ℓ/h
 伝熱面積 30.7m²
 蒸発量 2.5 t/h

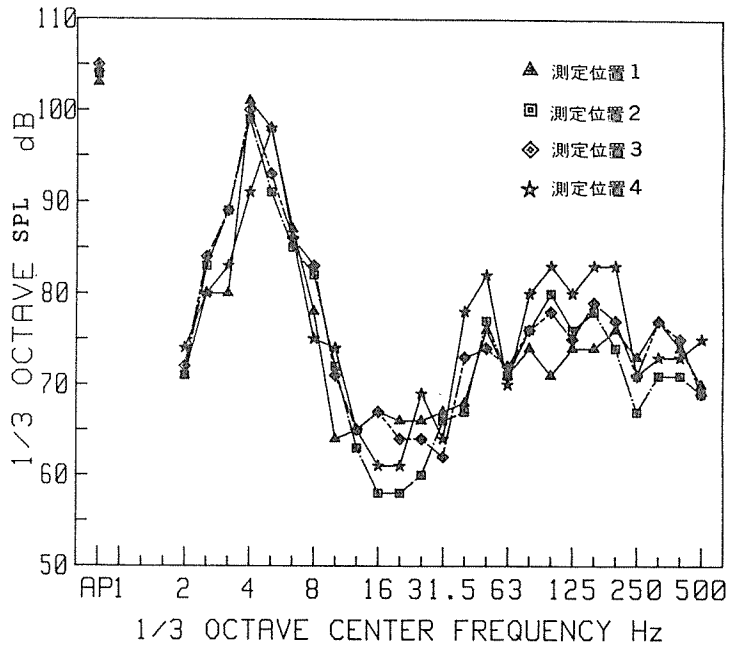


測定位置

音圧の周波数分析結果

測定位置	A.P	dB																								
		2Hz	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
1	103	71	80	80	101	98	87	78	64	65	67	66	67	68	76	71	74	71	74	74	76	73	77	74	70	
2	104	71	83	89	99	91	85	82	72	63	58	58	60	66	67	77	71	76	80	76	78	74	67	71	71	69
3	105	72	84	89	100	93	86	83	71	65	67	64	64	62	73	74	72	76	78	75	79	77	71	77	75	69
4	104	74	80	83	91	98	86	75	74	65	61	61	69	64	78	82	70	80	83	80	83	83	71	73	73	75

注) AP: オールパス



音圧のスペクトル

図-5-11 測定結果 水管ボイラ(自然循環式)NO. 7

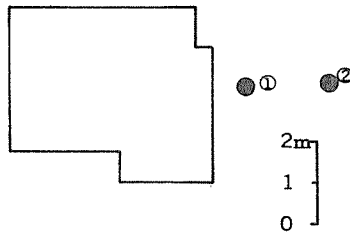
水管ボイラ(強制循環式)NO. 8

ボイラ仕様

燃料 灯油
 燃烧能力 90ℓ/h
 伝熱面積 22.4 m²
 蒸発量 3t/h

プロア仕様

モータ出力 3.7kw
 空気量 20m³/min
 回転数 4650rpm



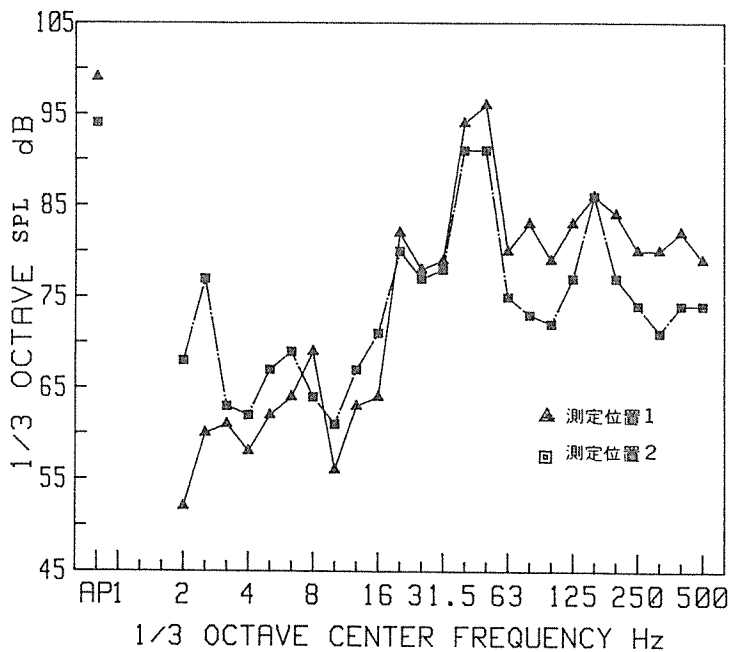
測定位置

音圧の周波数分析結果

dB

測定位置	A.P	2Hz	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
1	99	52	60	61	58	62	64	69	56	63	64	82	78	79	94	96	80	83	79	83	86	84	80	80	82	79
2	94	68	77	66	64	67	69	64	61	67	71	80	77	78	91	91	75	73	72	77	86	77	74	71	74	74

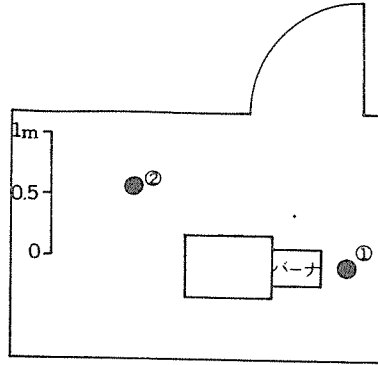
注) AP: オールパス



音圧のスペクトル

図-5-12 測定結果 水管ボイラ(強制循環式)NO. 8

給湯ボイラ NO. 1
 ボイラ仕様
 用途 家庭用
 燃料 灯油

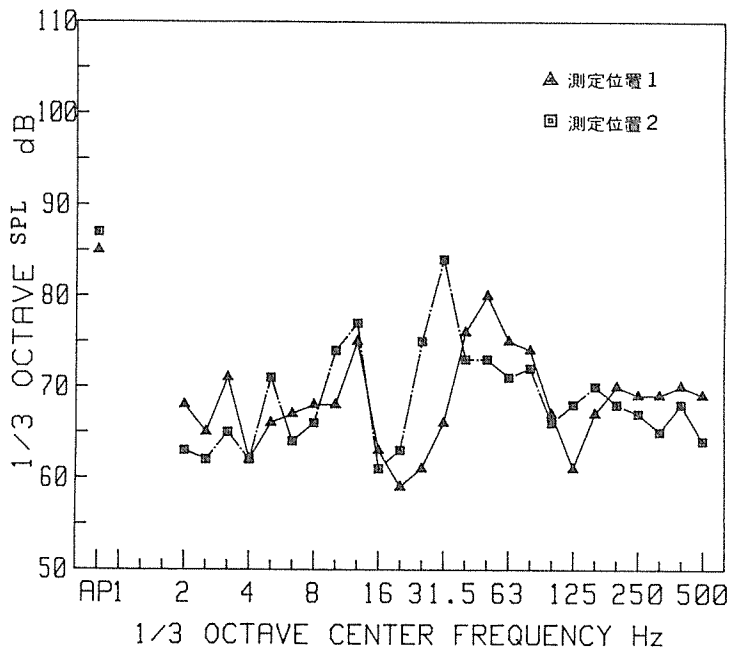


測定位置

音圧の周波数分析結果

測定位置	A.P	dB																								
		2Hz	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
1	85	68	65	71	62	66	67	68	68	75	63	59	61	66	79	80	75	74	67	61	67	70	69	69	70	69
2	87	63	62	65	62	71	64	66	74	77	61	63	75	84	73	73	71	72	66	68	70	68	67	65	68	64

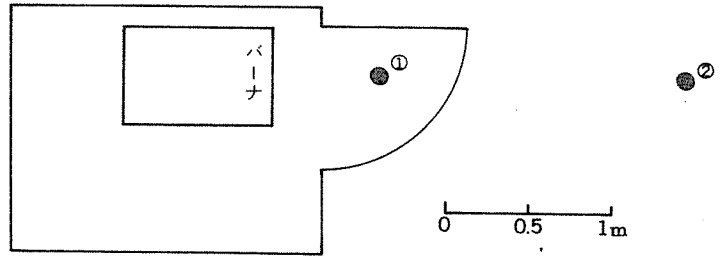
注) AP: オールパス



音圧のスペクトル

図-5-13 測定結果 給湯ボイラ NO. 1

給湯ボイラ NO. 2
 ボイラ仕様
 用途 家庭用
 燃料 灯油
 燃焼能力 4.5 l/h
 蒸発量 28000 kcal/h



測定位置

音圧の周波数分析結果

測定位置	A.P	dB																								
		2Hz	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500
1	83			53	47	60	50	52	58	63	57	62	66	74	77	82	73	72	59	56	57	52	57	59	50	52
2	79	35	33	54	48	60	45	49	51	56	51	60	61	69	74	79	69	64	59	53	49	49	48	48	45	49
1*	63	46	44	50	50	61	55	44	49	54	53	53	50	54	58	49	50	47								
2*	65	44	50	50	41	61	47	52	54	55	52	45	52	52	57	56	54	50	49	48	44	35	36	37	37	35

注) *: ボイラ停止

AP: オールパス

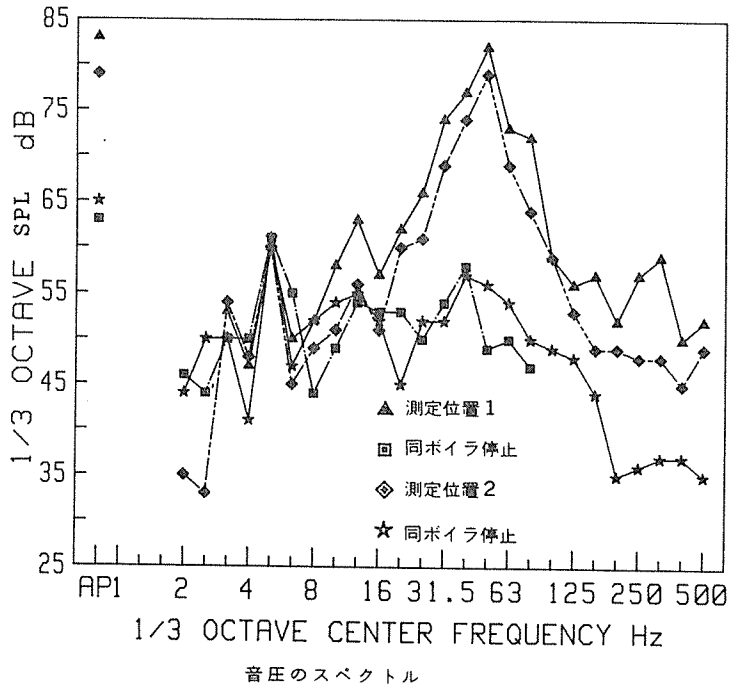
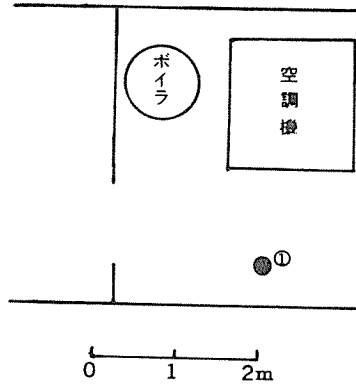


図-5-14 測定結果 給湯ボイラ NO. 2

給湯ボイラ NO. 3
 ボイラ仕様
 用途 家庭用
 燃料 灯油



測定位置

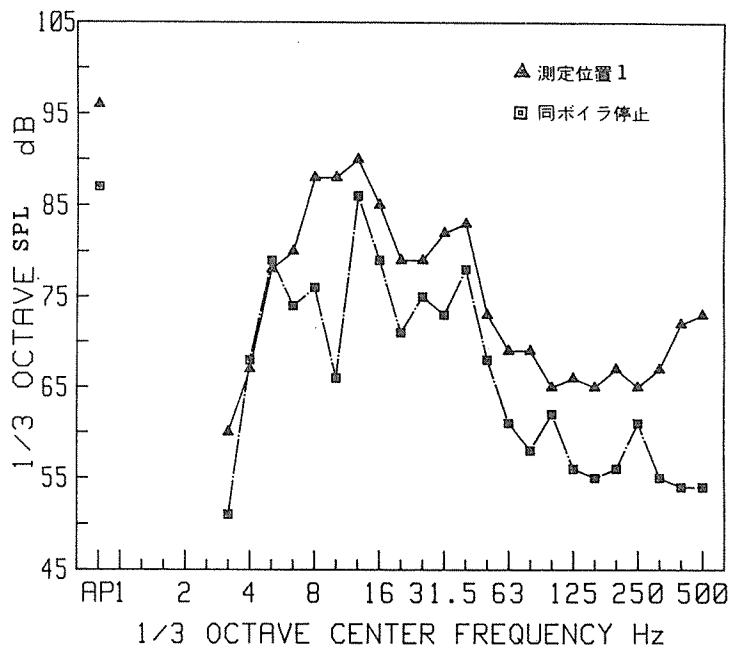
音圧の周波数分析結果

dB

測定位置	A. P	2Hz	2.5	3.15	4	5	6.3	8	10	12.5	16	20	25	31.5	40	50	63	80	100	125	160	200	250	314	400	500
1	96			60	67	78	80	88	88	90	85	79	79	82	83	73	69	69	65	66	65	67	65	67	72	73
1*	87			51	68	79	74	76	66	86	79	71	75	73	78	68	61	58	62	56	55	56	61	55	54	54

注) *: ボイラ停止

AP: オールパス



音圧のスペクトル

図-5-15 測定結果 給湯ボイラ NO. 3