

室内音場におけるエネルギー減衰曲線と残響時間の 1/12 オクターブ解析

Analysis of energy decay curve and reverberation time in 1/12 octave bands

○松尾明穂¹, 鈴木諒一², 羽入敏樹³, 星和磨³*Akiho Matsuo¹, Ryoichi Suzuki², Toshiki Hanyu³, Kazuma Hoshi³

1. はじめに

現在の建築音響解析では 1/1 オクターブ帯域や 1/3 オクターブ帯域で行うのが主流である。しかし、音楽では 1 オクターブが 12 音で構成されているために、音楽ホールなどのパフォーマンス空間での解析としては従来の 1/1 もしくは 1/3 オクターブ解析では不十分ではないかと考えた。そこで本研究では、室内音場におけるエネルギー減衰曲線及び残響時間を 1/12 オクターブ帯域ごとに算出したのでその結果を報告する。

2. 測定方法

図 1 に示した 2 つの音場で測定を行った。12 面体スピーカから TSP 信号を発生させ、受音点におけるインパルス応答を測定した。

測定の際、部屋の開口部を閉め、音源の高さは 1.6m、受音点の高さは 1.3m とし、サンプリング周波数 48,000Hz、量子化 24bit で収録した。

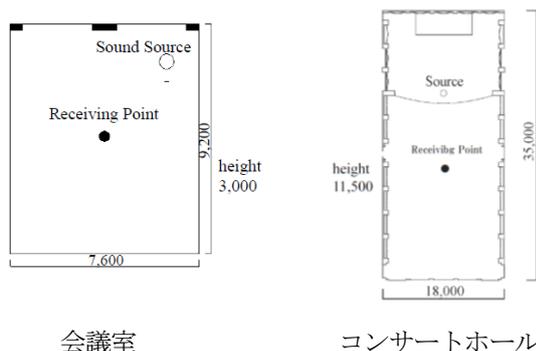


図 1 各音場における平面図及び測定点

3. 解析方法

1/1 オクターブ帯域フィルターを施したインパルス応答についてエネルギー減衰曲線と残響時間(T30)を算出した。中心周波数が 185Hz, 370Hz, 740Hz の 3 オクターブを解析対象とした。各帯域の下限、上限周波数は音階のドに相当する。

また、12 平均律[1] の各音を中心周波数とした 1/12 オクターブ帯域フィルターを施したインパルス応答についても同様の解析を行った。

4. 結果と考察

会議室とコンサートホールにおけるエネルギー減衰曲線及び残響時間をそれぞれ図 2 と図 3 に示す。また、1/12 オクターブ帯域と 1/1 オクターブ帯域の残響時間の値を表 1 と表 2 に示す。図 2 の会議室の結果を見ると、1/12 オクターブ帯域ごとのエネルギー減衰曲線にバラツキが見られる。特に、低音域ではバラツキが大きくなっている。また、残響時間を見ると 740Hz では周波数が高くなるにつれ、残響時間が約 1 秒から約 2 秒まで連続的に長くなっている。それに対し、中心周波数 370Hz のオクターブ帯域の中では所々残響時間が飛び抜けて長くなっているものがある。表 1 の 370Hz のオクターブ帯域中の 1/12 オクターブ解析の結果を見ると、最大と最小の差は 0.74 秒あり、聴感印象に影響を及ぼす可能性が考えられる。

一方、図 3 のコンサートホールの減衰曲線を見ると、低音域でバラツキが見られるが、高音域になるにつれて 1/1 オクターブ帯域の減衰曲線に収束している。また、残響時間も会議室と比較すると概ね安定している。これは、コンサートホールの音場の拡散性が会議室よりも良好であるためではないかと考えられる。

以上の結果から、従来の 1/1 オクターブ解析では見られない現象が 1/12 オクターブ解析によって見ることが出来た。

5. まとめ

本稿では、従来の 1/1 オクターブや 1/3 オクターブより詳細に、1/12 オクターブ解析を行って音場の減衰性状を検討した。その結果、1/12 オクターブ帯域ごとのエネルギー減衰曲線や残響時間のバラツキ度合いが音場によって異なる事を見出した。今後は、このバラツキが聴感印象にどのような影響を与えるかを評価したいと考えている。

6. 参考文献

[1]日本音響学会編, ピアノの音響学—音響サイエンスシリーズ 9(コロナ社, 東京, 2014).

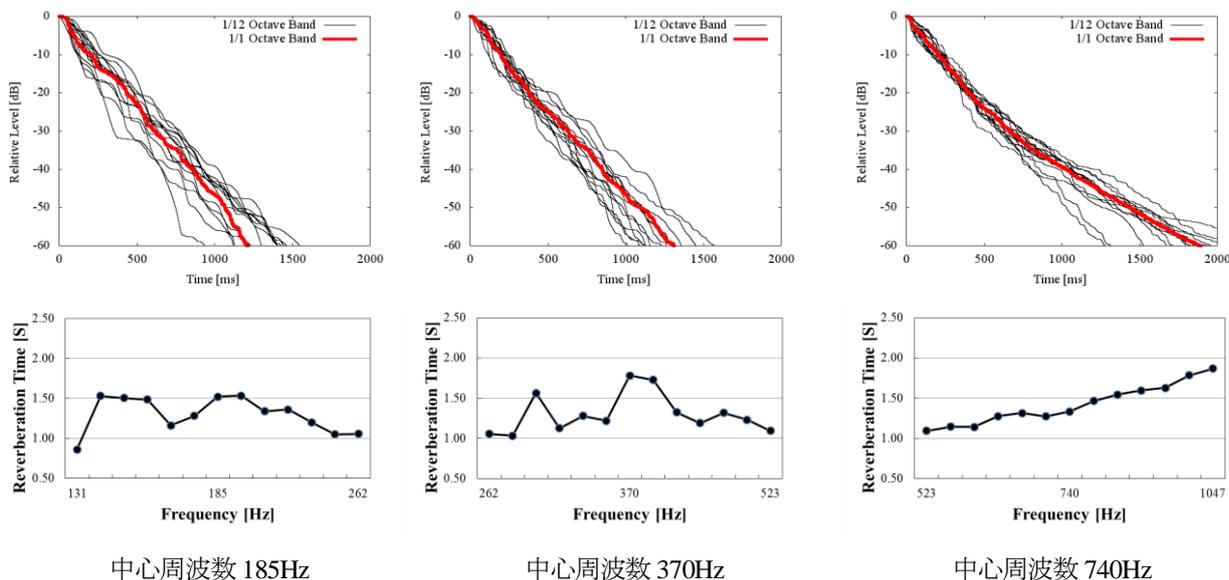


図2 エネルギー減衰曲線及び残響時間 (会議室)

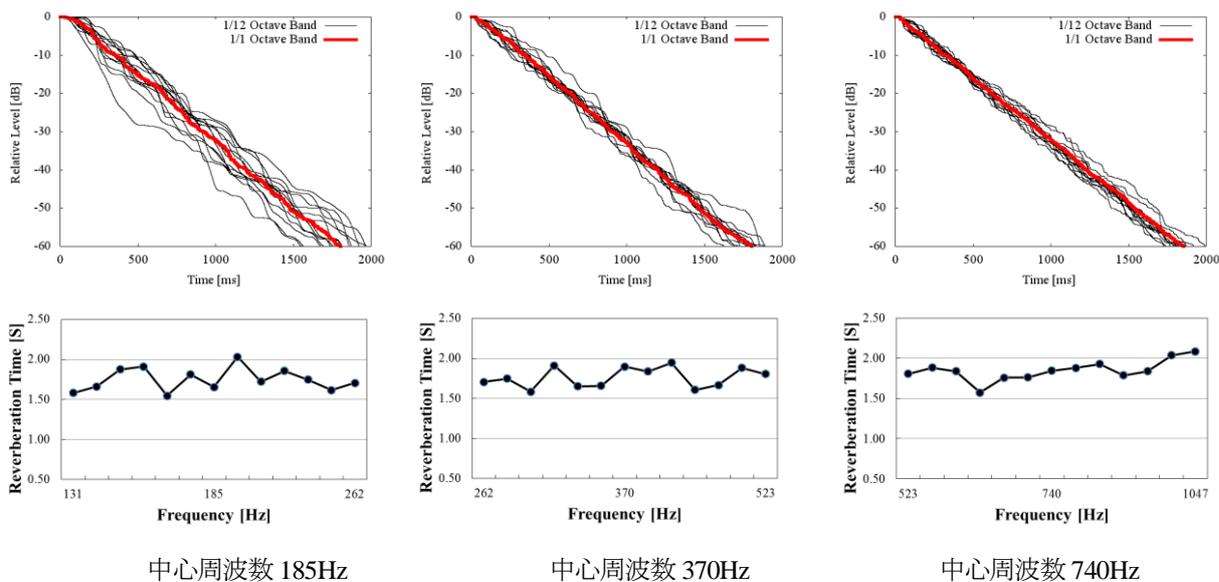


図3 シュレーダー減衰曲線及び残響時間 (コンサートホール)

表1 1/12 オクターブ帯域の残響時間 (会議室)

Freq. [Hz]	131	139	147	156	165	175	185	196	208	220	233	247	262	185 (1/10Oct)
RT [s]	0.86	1.53	1.51	1.49	1.16	1.28	1.52	1.53	1.34	1.36	1.20	1.05	1.06	1.30
Freq. [Hz]	262	277	294	311	330	349	370	392	415	440	466	494	523	370 (1/10Oct)
RT [s]	1.06	1.04	1.57	1.13	1.28	1.22	1.78	1.73	1.33	1.19	1.32	1.23	1.10	1.32
Freq. [Hz]	523	554	587	622	659	698	740	784	831	880	932	988	1047	740 (1/10Oct)
RT [s]	1.10	1.15	1.14	1.28	1.32	1.28	1.34	1.47	1.55	1.60	1.63	1.79	1.87	1.42

表2 1/12 オクターブ帯域の残響時間 (コンサートホール)

Freq. [Hz]	131	139	147	156	165	175	185	196	208	220	233	247	262	185 (1/10Oct)
RT [s]	1.58	1.66	1.88	1.91	1.55	1.81	1.65	2.03	1.72	1.86	1.75	1.62	1.71	1.73
Freq. [Hz]	262	277	294	311	330	349	370	392	415	440	466	494	523	370 (1/10Oct)
RT [s]	1.71	1.75	1.58	1.91	1.65	1.66	1.90	1.84	1.95	1.61	1.67	1.88	1.81	1.71
Freq. [Hz]	523	554	587	622	659	698	740	784	831	880	932	988	1047	740 (1/10Oct)
RT [s]	1.81	1.88	1.84	1.57	1.76	1.76	1.84	1.88	1.93	1.79	1.84	2.04	2.08	1.84