

シネマコンプレックス施設の遮音性能に関する調査

漆戸 幸雄 綿谷 重規^{*1}

概 要

館内に複数のスクリーンを持つシネマコンプレックスは、集客力の期待できるテナントとして大型複合商業施設に併設される事例が年々増加している。シネマコンプレックスの各スクリーンでは様々なデジタルサウンドシステムやマルチチャンネルの立体音響システムが導入されており、映画館の醍醐味である迫力ある映像と音響が提供されている。したがって、劇場と劇場、劇場と他のテナントなどを区画する界壁や界床には高度な遮音性能が要求され、様々な遮音構造が採用されている。本報では、複数のシネマコンプレックスにおいて実施した遮音性能の実測調査の結果について報告する。

Research on Sound Insulation Performance of Multiplex Cinemas

Abstract

Multiplex Cinemas are those with two or more movie screens. The presence of a Multiplex Cinema as a tenant within a development often pulls in more customers for the other commercial and entertainment-sector tenants within the complex. Therefore, the number of Multiplex Cinemas keeps increasing every year. Advanced digital sound system and multi-channel stereo systems are being adopted on each screen in Multiplex Cinemas. Increasingly vibrant sound within multiplex cinemas demands an ever-improving sound interception performance from the boundary walls and floors in order to insulate theatres from one another (and from other tenants in the complex) in Multiplex Cinemas. A variety of interception structures are adopted to ensure an advanced sound insulation performance. This report examines the sound insulation performance of several Multiplex Cinemas where the authors have taken measurements.

キーワード：シネマコンプレックス, 遮音性能,
遮音構造

*1 建築本部 生産技術部

§1. はじめに

シネマコンプレックスは、同一建物または複合ビル内に複数のスクリーンを持ち、かつ、入場券売場、売店、入口及び映写室等を共有している映画館（経済産業省「特定サービス産業実態調査」）であり、1960年代にアメリカ合衆国において誕生した。我が国においては1993年4月に神奈川県海老名市に本格的なシネマコンプレックスが開業して以来、集客力の期待できるテナントとして多くの郊外型の大型複合商業施設に併設されるなど、年々増加している。シネマコンプレックス（同一運営組織が同一所在地に5スクリーン以上集積して名称の統一性をもって運営している映画館の数）の数は2004年度には215サイト、1,766スクリーンとなり、全スクリーン数の約62%を占めるに至っている。

シネマコンプレックスの各スクリーンには、映画館の醍醐味である臨場感を十分に味わえるように、音響装置には各種デジタルサウンドシステムや4～6チャンネルの立体音響システムが導入されており、迫力ある映像と音響が実現されている。したがって、複合ビル内に設けられたり、複数の劇場が隣接して配置されるシネマコンプレックスでは、劇場間の界壁や界床をはじめとして高度な遮音性能が要求される。

本報では、複数のシネマコンプレックスにおいて実施してきた遮音性能の調査の結果について報告する。

§2. 劇場間の遮音性能

表 1 我が国における映画館スクリーン数の推移

年	スクリーン数		シネマコンプレックスの比率
	全映画館	シネマコンプレックス	
1994	1,758	184	10.5%
1995	1,776	233	13.1%
1996	1,828	284	15.5%
1997	1,884	395	21.0%
1998	1,993	518	26.0%
1999	2,221	762	34.3%
2000	2,524	1,123	44.5%
2001	2,585	1,259	48.7%
2002	2,635	1,396	53.0%
2003	2,681	1,533	57.2%
2004	2,825	1,766	62.5%

【資料】・社団法人日本映画製作者連盟、日本映画産業統計
・時事映画通信社、映画年鑑 2002

建物竣工時に遮音測定を実施したシネマコンプレックス

表 3 劇場-劇場間の遮音壁の仕様

記号	壁厚 mm	壁種別	面積の合計面密度※1 kg/m ²	1重目		空気層		2重目		空気層		4重目	
				面積 mm	mm	吸音材	面積 mm	mm	吸音材	面積 mm	mm	吸音材	面積 mm
TO-1	580	4重壁	120.0	GB-F 12+21	100	GW32k t50	GB-F 21+21	210	GW32k t50	GB-F 21+21	110	GW32k t50	GB-F 21+12
KN-A	800	4重壁	120.8	GB 12.5+21	100	GW32k t50	GB-F 21+21	449	-	GB-F 21+21	100	GW32k t50	GB 21+12.5
HH-A	900	4重壁	120.8	GB 12.5+21※2	100	GW32k t50	GB-F 21+21※2	549	-	GB-F 21+21※2	100	GW32k t50	GB 21+12.5※2
KV-A	800	4重壁	136.0	(浮)GB-F 21+15+15	102	GW48k t100	GB-F 15+15	354	GW48k t100 GW48k t100	GB-F 15+15	182	GW48k t100	GB-F 15+15+21
MD-1	840	3重壁	101.2	GB-F 21+21	328	GW32k t50	GB-F 12.5+15+15	328	GW32k t50	GB-F 21+21			
TT-A	1160	3重壁	105.6	(浮)GB15+15+21	898	GW48k t50 GW48k t50	(浮)GB15+15	100	GW48k t50	(浮)GB21+15+15			
TT-B	960	3重壁	105.6	(浮)GB15+15+21	698	GW48k t50 GW48k t50	(浮)GB15+15	100	GW48k t50	(浮)GB21+15+15			
MI-D	1020	3重壁	108.0	GB-F 21+21	150	GW32k t50	GB-F 21+21	750	GW32k t50	GB-F 21+15+15			
FB-A	1030	3重壁	115.2	GB-F 21+15+15	300	GW32k t100	GB-F 21+21	586	GW32k t100 GW32k t100	GB-F 21+15+15			

GB:石膏ボード、GB-F:強化石膏ボード たたし、t21mm以上のGBはすべてGB-F

※1: GB、GB-Fの密度:800kg/m³として算定 ※2: 遮音壁の四周にt15防振ゴムシート

スは表 2 に示す7施設である。いずれも複合商業ビル内にテナントとして入っている同居型の施設である。竣工年は1994年～2004年であり、3つの運営会社の施設が含まれている。MDとKVは劇場が上下階に積層する配置となっている。

表 2 測定対象シネマコンプレックス

施設記号	竣工年	運営会社記号	備考
TO	1994年	A	複合施設同居型
MD	1999年	A	複合施設同居型、上下階積層配置あり
KN	2000年	A	複合施設同居型
HH	2001年	B	複合施設同居型
KV	2003年	C	複合施設同居型、上下階積層配置あり
TT	2004年	C	複合施設同居型
MI	2004年	C	複合施設同居型
FB	2004年	C	複合施設同居型、既存施設の改修

2.1 遮音壁単独での区画

遮音壁単独で劇場間を区画する場合に用いられている遮音壁の仕様を表 3 に示す。いずれも LGS 下地と石こうボードによって構成された乾式の 3 重壁または 4 重壁が採用されている。KV と TT では各劇場が浮き構造であり、乾式多重壁の一部が浮き遮音層になっている。また、HH では乾式多重壁の LGS 下地と躯体を 15mm 厚の防振ゴムで絶縁処理している。

4 重壁で区画されている劇場間の遮音性能を図 1 に示す。125Hz 帯域以上の遮音性能を室間音圧レベル差等級 Dr で評価すると、Dr-55～Dr-70 となっている。界壁単体の遮音性能が向上すると、扉などを經由する空気音の側路伝搬や固体音による側路伝搬の影響が大きくなると考えられる。同じ遮音壁 HH-A で区画されている劇場間でも、出入り口扉が向い合うような配置になっている場合、5～10dB 程度遮音性能の差が見られている。浮き構造を採用している KV の劇場間の遮音性能は Dr-70 を超える遮音性能が得られている。63Hz 帯域以下の低音域においても遮音壁 KV-A の遮音性能は他の 4 重壁よりも大きくなっている。特に 63Hz 帯域では 10dB 程度優位になっているが、浮き構造に加えて、4 重壁を構成する空気層の厚さを全て変えていること、空気層に充填しているグラスウール量が多いことなども性能向上に貢献していると考えられる。

3 重壁で区画されている劇場間の遮音性能を図 2 に示す。125Hz 帯域以上の遮音性能を室間音圧レベル差等

級 Dr で評価すると、Dr-60～Dr-70 となっている。浮き遮音層を有する TT-A, TT-B の遮音性能と、全て固定遮音層である MD-1, MI-D による区画と比較すると、250Hz 帯域で遮音性能の向上が見られているが、低音域では有利性は見られない。一方、全て固定遮音層であるが各層の LGS 下地が独立になっている MI-D で区画された劇場間では低音域の 63Hz 帯域の遮音性能が他の仕様よりも 5～10dB 向上している。

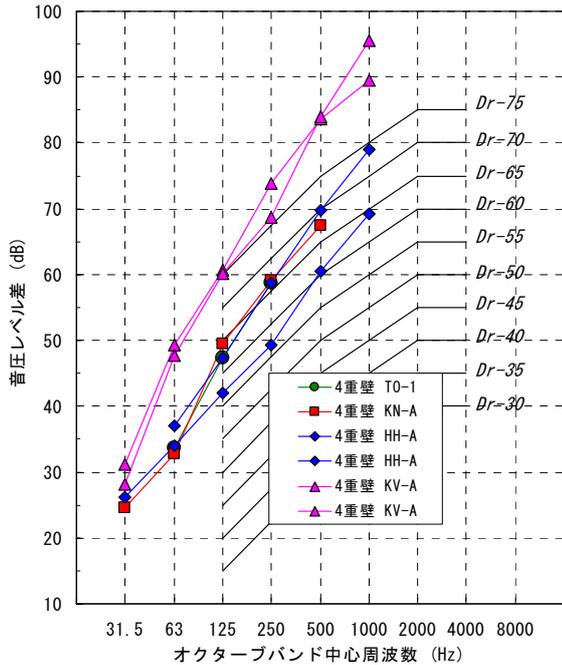


図1 4重壁で区画された劇場間の遮音性能

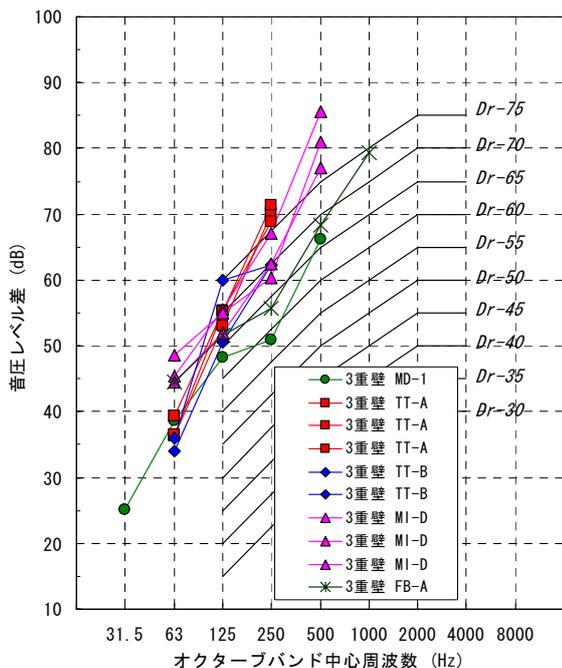


図2 3重壁で区画された劇場間の遮音性能

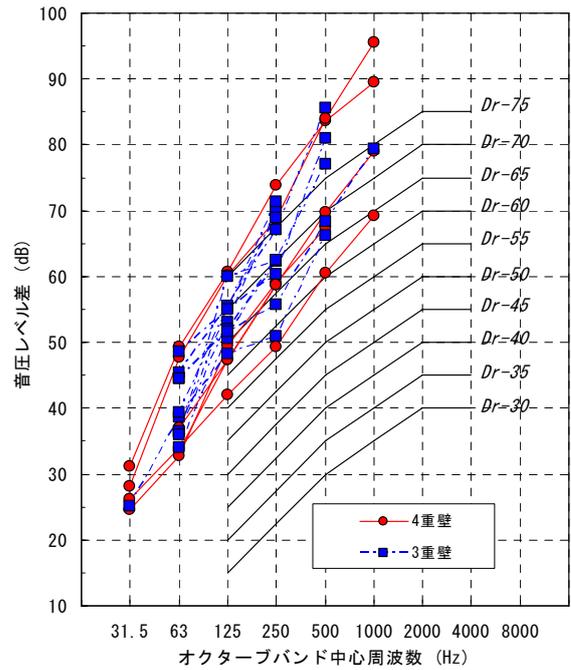


図3 4重壁と3重壁の遮音性能の比較

4重壁による区画と3重壁による区画の遮音性能を比較して図3に示す。4重壁と3重壁の明確な遮音性能の傾向はみられない。

遮音壁単独での区画による遮音性能を向上させるには、次のような処置が有効であると考えられる。

- ・250Hz 帯域以上の中高音域の遮音性能を向上させるために、浮き遮音層を設ける。
- ・空気層の厚さは各層で変化させるとともに、32～48kg/m³程度、厚さ50mm以上のグラスウールまたはロックウール吸音材を各層に挿入する。
- ・低音域の遮音性能を向上させるためには、LGS 下地を各層独立させる。また、空気層を大きくとり、空気層に挿入する吸音材の量を増やす。

1m 程度の壁厚の石膏ボードによる乾式多層壁では Dr-70 程度が実用上可能な遮音性能の上限であると思われる。

2.2 通路を挟んだ劇場-劇場間の遮音性能

通路を挟んで劇場間を区画する遮音区画の仕様を表4に、用いられている遮音壁の仕様を表5に示す。今回測定した通路を挟む区画は、(1)両側の劇場から出入りできる通路が劇場の界壁の全長にわたるもの(仕様 A, B, D), (2)両側の劇場から避難扉で出入りできる通路を挟む部分と通常の遮音壁での区画が混合しているもの(仕様 C), (3)両側の劇場から直接出入りができない通路を挟むもの(仕様 E), の3パターンに区分できる。

通路を挟んで区画されている劇場間の遮音性能を図4

に示す。(1)両側の劇場から出入りできる通路が劇場の界壁の全長にわたる仕様 A, B, D の場合、通路を挟んで避難用扉(防音扉)が向い合っているが、室間音圧レベル差等級は Dr-70~Dr-80 の高い遮音性能が得られている。(2)両側の劇場から避難扉で出入りできる通路を挟む部分と通常の遮音壁での区画が混合している仕様 C の場合、室間音圧レベル差等級は Dr-60 程度であり、通常の遮音壁による区画と同等の遮音性能となっている。(3)両側の劇場から直接出入りができない通路を挟む仕様 E の場合、遮音壁の仕様が2重壁と比較的簡易であるが、125Hz~1kHz 帯域で Dr-70 程度の高い遮音性能が得られている。

仕様 A, D では低音域の 31.5Hz 帯域において、40

表4 通路挟んだ劇場-劇場間の区画仕様

区画記号	区画の仕様
仕様A	遮音壁TO-2(非常扉付)+通路+遮音壁TO-3(非常扉付)
仕様B	遮音壁MD-3(非常扉付)+通路+遮音壁MD-2(非常扉付)
仕様C	遮音壁KN-Aと遮音壁KN-F(非常扉付)+通路+遮音壁KN-F(非常扉付)
仕様D	遮音壁KV-B'(非常扉付)+通路+遮音壁KV-B'(非常扉付)
仕様E	遮音壁TT-D+通路+遮音壁TT-D

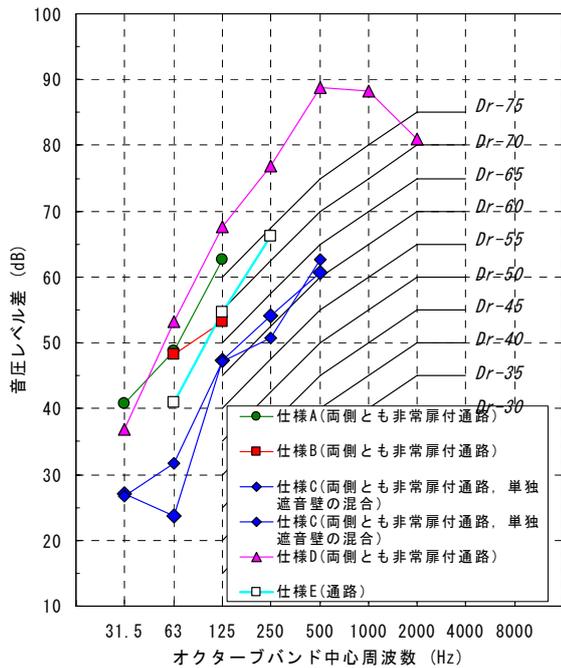


図4 通路を挟んだ劇場間の遮音性能

dB 程度の遮音性能が確保されており、通路を挟む区画とすれば、重低音の再生レベルを大きくしたいという運営会社側の要求にも対応可能ではないかと考えられる。

2.3 上下階に積層する劇場-劇場間の遮音性能

上下階の劇場間を区画する界床・天井の遮音区画の仕様を表6に示す。仕様Aは段床が固定、仕様Bは段床が浮き構造である。

上階の劇場から下階の劇場への遮音性能を図5に示す。段床が固定の仕様Aの場合、室間音圧レベル差等級はDr-60程度であり、低音域の遮音性能も63Hz帯域で34dB程度とあまり期待はできない。一方、段床に浮き構造を採用している仕様Bの場合、室間音圧レベル差等級はDr-70以上が確保されており、低音域の遮音性能も

表6 上下階の劇場-劇場間の区画仕様

区画記号	区画の仕様
仕様A	(段床)RCt100、(平土間)RCt120GW浮床+(躯体床)RCt150+(防振吊り天井)GBt12.5、天井裏GW32k t50
仕様B	(段床)Pct150防振ゴム浮床、(平土間)RCt120GW浮床+合板t6+ホリエルンフィルム(GWt50)+(躯体床)RCt200+(浮遮音天井)GBt15+15(GWt25)

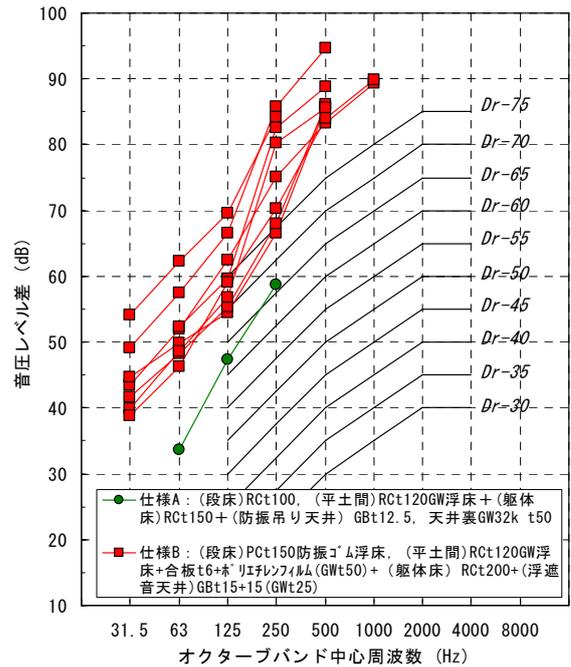


図5 上下階の劇場間の遮音性能

表5 通路を挟んだ劇場-劇場間の遮音壁の仕様

記号	壁厚 mm	壁種別	面材の合計面密度※1 kg/m ²	1重目		空気層		2重目		空気層		3重目		空気層		4重目	
				面材 mm	mm	吸音材	面材 mm	mm	吸音材	面材 mm	mm	吸音材	面材 mm				
TO-2	427	3重壁	93.6	GB-F 12+21	100	GW32k t50	GB-F 21+21	210	GW32k t50	GB-F 21+21							
TO-3	294	2重壁	67.2	GB-F 21+21	210	GW32k t50	GB-F 21+21										
MD-2	450	3重壁	70.0	GB 15+15	65	GW32k t50	GB 15+15	232.5	-	GB12.5+15							
MD-3	800	3重壁	68.0	GB 15+15	100	GW32k t50	GB 15+15	615	-	GB12.5+12.5							
KN-A	800	4重壁	120.8	GB 12.5+21	100	GW32k t50	GB-F 21+21	449	-	GB-F 21+21	100	GW32k t50	GB 21+12.5				
KN-F	780	3重壁	94.0	GB-F 21+21	100	GW32k t50	GB-F 21+21	562.5	GW32k t50	GB 21+12.5							
TT-D	788	2重壁	64.8	(浮)GB15+15+21	707	GW48k t50 GW48k t50	GB15+15										
KV-B'	350	3重壁	110.4	(浮)GB-F 15+15+21	102	GW48k t100	GB-F 15+15	110	GW48kt100 GW48kt100	GB-F 21+21+15							

GB:石膏ボード、GB-F:強化石膏ボード ただし、t21mm以上のGBはすべてGB-F ※1: GB、GB-Fの密度:800kg/m³として算定

31.5Hz 帯域で概ね 40dB 以上、63Hz 帯域で 45dB 以上を確保することができている。

2.4 上下階に積層する劇場-店舗間の遮音性能

複合ビル同居型のシネマコンプレックスの場合、劇場から下階店舗あるいはその逆方向の遮音性能の確保の重要である。上階劇場と下階店舗間を区画する界床・天井の遮音区画の仕様を表 7 に示す。仕様 A, B は段床が固定、仕様 C, D は段床が浮き構造である。

上階劇場と下階店舗間の遮音性能を図 6 に示す。仕様 C の測定のみ下階店舗が音源側の測定結果である。室間音圧レベル差等級は概ね Dr-60 以上は確保されている。室間音圧レベル差は、受音室の吸音特性やモードの影響を受けるため、測定データが劇場-劇場間のように遮音構造による差異であるとは言い切れないが、段床を浮構造とする(仕様 A⇒C, 仕様 B⇒D), 下階の天井を防振天井とする(仕様 B⇒A, 仕様 D⇒C)ことで遮音性能の向上が期待できるようである。

2.5 屋外-劇場間の遮音性能

表 7 上階劇場-下階店舗間の区画仕様

区画記号	区画の仕様
仕様A	(段床)RCt100, (平土間)RCt100GW浮床+(躯体床)RCt150+(せん断型防振吊り天井)GBt15+21, 天井裏GW32k t50
仕様B	(段床)RCt100, (平土間)RCt100GW浮床+(躯体床)RCt150+(天井)GBt12.5
仕様C	(段床)PCt150防振ゴム浮床, (平土間)RCt120GW浮床+合板t6+ホリエチレンフィルム(GWt50)+(躯体床)RCt200+(浮遮音天井)GBt15+15(GWt25)
仕様D	(段床)RCt150防振ゴム浮床, (平土間)RCt150GW浮床+合板t6+ホリエチレンフィルム(GWt50)+(躯体床)RCt200+(天井)PB9.5

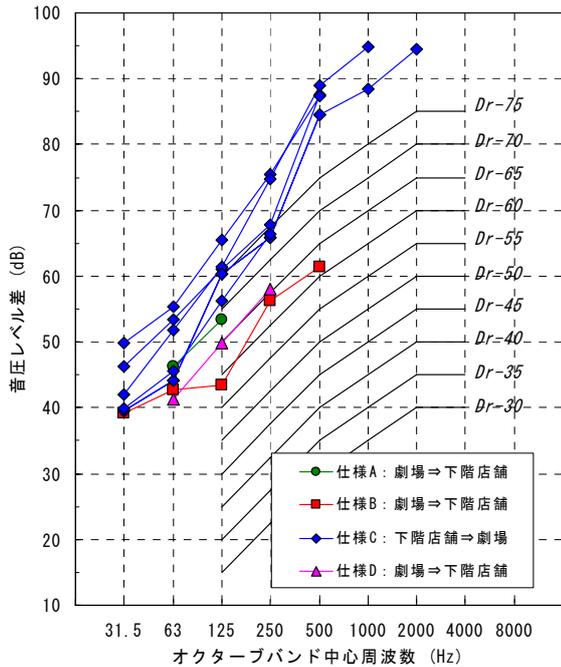


図 6 上下階の劇場-店舗間の遮音性能

外壁の仕様を表 8 に、遮音性能を図 7 に示す。ALCと石膏ボード(t21+12.5)1層の比較的軽微な2重壁構造である仕様 A で Dr-60 程度、劇場側のボード壁を2層とした3重壁構造で Dr-80 程度の遮音性能が得られている。

表 8 外壁の仕様

区画記号	区画の仕様
仕様A	ALCt100+空気層 t516.5(GW32k t50)+ GBt21+12.5(四周防振ゴム)+スクリーン設備
仕様B	ALCt100+空気層 t453(GW32k t50)+ GBt15+15+空気層 t160(GW32k t50)+GBt21+21+スクリーン設備

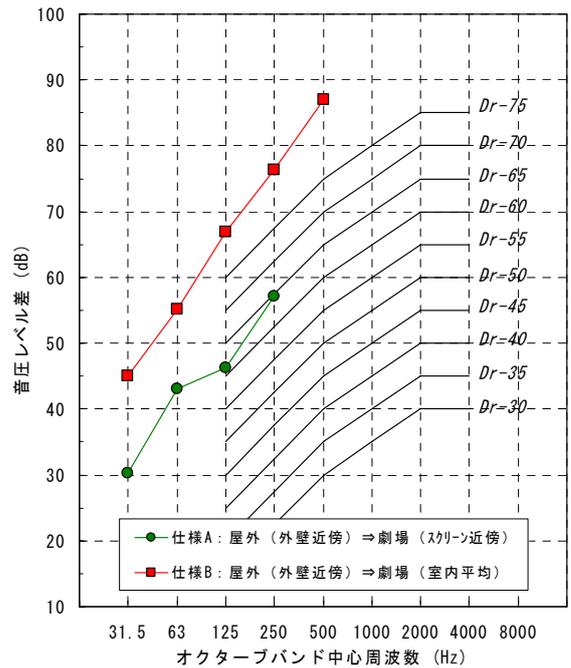


図 7 屋外と劇場間の遮音性能

§3. 劇場設置音響設備を用いた場合の遮音性能

前章で示した遮音性能は、遮音測定用拡声装置(持込 PA)によって計測した遮音性能である。実際に映画を上映する場合、劇場に設置された電気音響設備のスピーカ(本設 PA)から音を出すため、スピーカから建物に伝わる固体音による側路伝搬や、音源室での音圧分布状況の違いなどが遮音性能(室間音圧レベル差)の測定結果に影響する可能性がある。図 8, 図 9 は浮き構造を採用しているシネマコンプレックス KV において、持込 PA, 本設 PA による遮音性能を比較したものである。図 8 は同一階の隣接する劇場間、図 9 は上下階の劇場間である。同一階間、上下階間とも、本設 PA 装置による遮音性能の方が、周波数によっては 5dB 以上低下している。今後、実際の上映音に対する遮音性能を適切に把握するためには、本設PAを用いて固体音や音源室音圧分布の影響を含めて測定することが望ましいといえる。

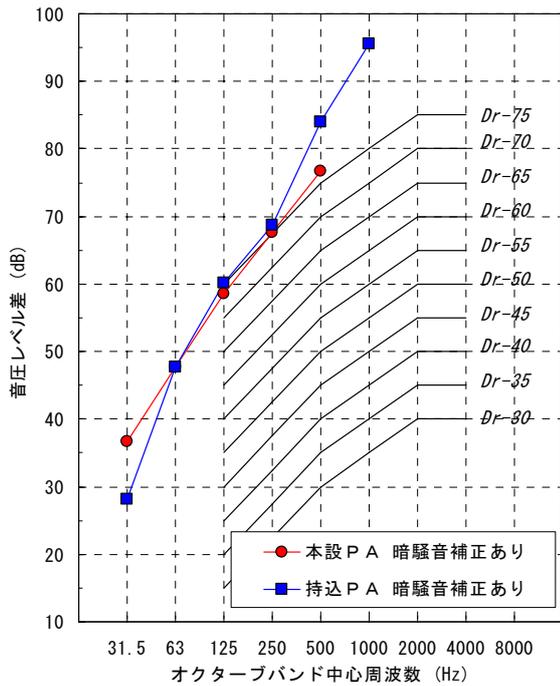


図 8 劇場音響設備による遮音性能(隣接劇場間)

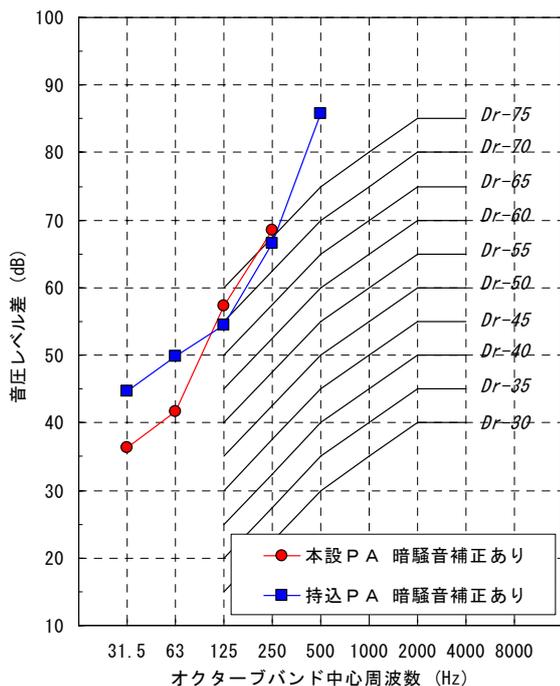


図 9 劇場音響設備による遮音性能(上下階劇場間)

§4. 上映音の測定事例

機器のデジタル化により最近の映画の上映音は大きくなっていると言われている。戦闘シーンなどを含む冒険活劇もの上映音を劇場中央付近で測定した事例を図 10 に示す。10 分間毎の等価騒音レベル L_{Aeq} は概ね 75～90dB(A)、最大値は概ね 90～105dB(A)である。周波数特性としては 31.5Hz, 63Hz帯域のいわゆる重低音領域が

強調されている。適切な遮音性能の設定を行っていきにあたっては、音源データを適切に把握することが重要であり、今後も蓄積を計っていく必要がある。

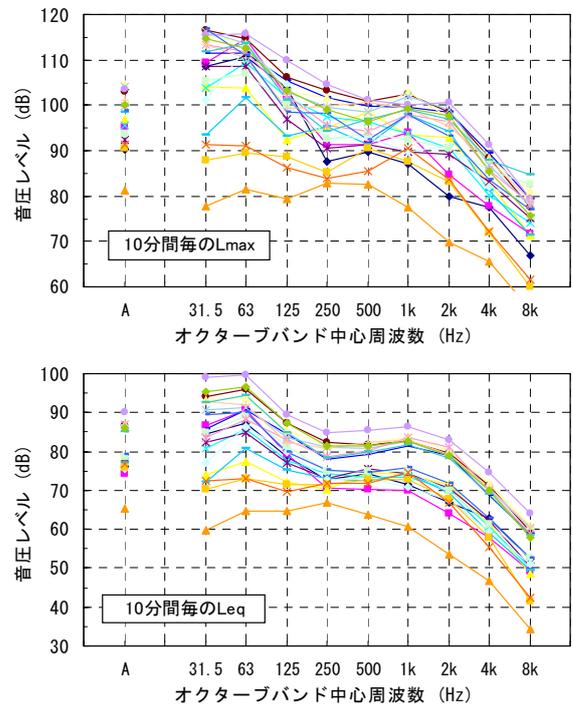


図 10 上映音の測定事例

§5. まとめ

1994 年～2004 年までに調査を行ったシネマコンプレックスの遮音性能について取り纏めた。

ここ 10 年間でシネマコンプレックスの遮音性能に対する要求は高度になってきており、遮音性能も向上している。今後も映画のハードウェア、ソフトウェアの進歩と変化に対応して、最適な施設を提供できるようデータの蓄積が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 前田浩文・黒保嘉・山下太平・前田尚武・井上勝夫: 六本木ヒルズ・けやき坂コンプレックス シネマコンプレックスの遮音設計と性能, 日本音響学会秋季研究発表会講演論文集, 2003 年 9 月.

ひとこと



漆戸 幸雄

迫力あるサウンドの SF 作品と静寂な恋愛作品。全く違ったジャンルの作品が隣り合った劇場で上映されるシネマコンプレックスでは遮音性能の確保が非常に重要です。