

# 南魚沼市立大巻中学校 体育館の音響設計

学校 中学校 体育館  
音響設計 音響特性

正会員 ○大平 義二\*  
同 浅野 昭寿\*\*  
同 藪下 満\*\*\*

## 1. はじめに

当館は、バスケットコート2面規模の標準な中学校体育館であり、同時に、この地区の集会場（収容客席数：約300）としても使われる。

体育館の内装には、第1に堅牢性が、そして第2にはある程度常識的な廉価性が求められる。しかし、そのために壁・天井を単なる合板やボード類だけで仕上げると吸音性が不足して残響時間が4秒を越え、話声が混濁して話の内容が分からなくなってしまう。体育の授業にも支障があるだろうが、とくに集会時には、聴衆約300人分の吸音力が増すだけであり、十分な話声明瞭度は全く得られない。

集会場として使うときには、残響時間を少なくとも1.5秒以下（満席時）としたい。そのためには、体育館としての残響時間を2.0秒以下としたい。

したがって、壁や天井の内装には、適度の吸音性能が必要になる。しかし、堅牢性と廉価性は堅持したいから、通常スタジオなどの場合のように高い開孔率（30%程度）の有孔板を使うことは難しい。

## 2. 音響計画・設計

本体育館の内観を写真-1に、平面図および展開図を図-1,2に示した。この設計に先立ち、同じ南魚沼市内で、同じ規模・用途の城内中学校体育館（旧六日町立）を建設した。その結果を2000年の建築学会大会に発表した<sup>参考1)</sup>。その中で主要な仕上げ材である木毛板および有孔板の吸音率を残響時間測定値から逆算し示したが、それを改めて図-3,4に示した。

本建物でも同様の設計方法とした。すなわち天井仕上げ材として、木毛セメント板25mm厚・水性ペイント1回吹付け品を、また壁仕上げ材としてグラスウール100mm厚（背後空気層50~250mm）を8mm径25mmピッチの有孔合板で覆ったものを用いた。

ステージの天井は屋根裏まで吹き抜けているが、音響計算は、上部プロセニアムの位置に仮想天井を設けて行った。また、壁の仕上げはアリーナと同じであり、その内側に、貫八別珍2倍ひだの背景幕と袖幕を吊っている。

なお、本建物の諸元と仕上げ概要を表-1に示した。

## 3. 音響測定

竣工後、下記により残響時間などを測定した。

音源はパソコンから発生させたスイープパルスで、アンプで増幅し、12面体スピーカまたはエレキギター



写真-1. 体育館内観

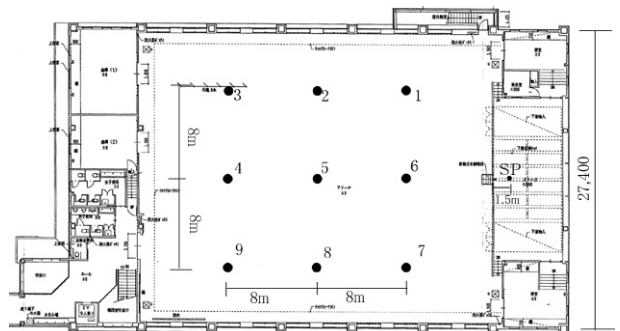


図-1. 体育館の平面図

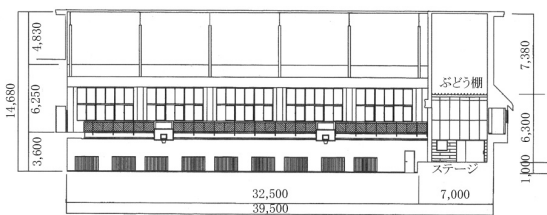


図-2. 体育館の展開図

表-1. 建築概要

所在地	新潟県南魚沼市大杉新田416-2	
構造	鉄骨造2階建て（1階ピロティ）	
床面積	アリーナ876㎡、ステージ95㎡	
室容積	11708㎡（ステージ含む）	
室表面積	3514㎡	
仕上げ	アリーナ床	体育館用鋼製床システム、ベースパネル厚23、複合フローリング厚18
	ステージ床	木製床下地組、ラワン合板厚15、複合フローリング厚18
	アリーナ壁	FL+3050まで有孔合板厚15（8φ・25）、GW厚100 FL+3050以上は有孔合板厚5.5（8φ・25）、GW厚100
	ステージ壁	FL+2050まで有孔合板厚15（8φ・25）、GW厚100 FL+2050以上は有孔合板厚5.5（8φ・25）、GW厚100
	天井	木毛セメント板厚25 吹付け塗装

用スピーカから放射した。

これを精密騒音計のマイクで受音し、残響時間解析ソフトにより、シュレーダー法で残響時間周波数特性、エコータイムパターン、および RASTI を求めた。

音源・受音位置を図-1 に示した。

なお、スイープパルスは5回放射し同期加算を行った。また、低音域(63~100Hz)についてはエレキギター用スピーカからの音を分析し、それを越す中・高音域(125~8kHz)については12面体スピーカからの音を分析した。

#### 4. 残響時間測定結果

図-5 に、残響時間周波数特性測定結果を示した。

1.24秒/500Hz、1.47秒/1kHz、また1.91秒/2kHzであり、設計目標値を満足するとともに残響時間設計値とほとんど一致した。このことから、図-3および図-4の両材料の吸音率推定値が妥当であったと考えられる。なお空席時の平均吸音率は $\alpha = 0.35/500\text{Hz}$ 、 $0.30/1\text{kHz}$ 、 $0.22/2\text{kHz}$ と予測された。また300名在席時の残響時間推算値もあわせて図-5に示した。

#### 5. エコータイムパターン

エコータイムパターン(2kHz帯域)の一部を図-6に示した。空間が広いために反射音が離散しているが、時間間隔は40ms以下であり、フラッターエコーやエコーを感じさせるものではない。

#### 6. RASTI の分析結果

上記システムによるインパルス応答測定結果から音声明瞭度指標 RASTI の分析値を表-2に評価方法を表-3に示した。

表-2 RASTI 分析値

測定点	1	2	3	4	5	6	7	8	9
rastr	0.55	0.50	0.48	0.52	0.57	0.57	0.55	0.49	0.52

表-3 RASTI の評価方法

評価	BAD	POOR	FAIR	GOOD	EXCELLENT
RASTI	0~0.3	0.3~0.45	0.45~0.60	0.60~0.75	0.75~1.0

いずれの測定位置における値も FAIR の範囲内にあり、測定時に舞台上とアリーナ間で相互に会話をした実感とも一致している。300名在席時には RASTI の値はより向上するものと考えられる。

#### 7. むすび

残響過多に悩む体育館は全国的に多いと思われる。その改善や今後の建設にあたり、本報告のような内装方針は堅牢で工費低廉、かつ実用上十分な音響性能を持つ有効な手法と考えている。

参考文献

- 1) 大平、浅野、戴下『六日町城内中学校屋内体育館の音響設計』建築学会大会講演梗概集 2000.9

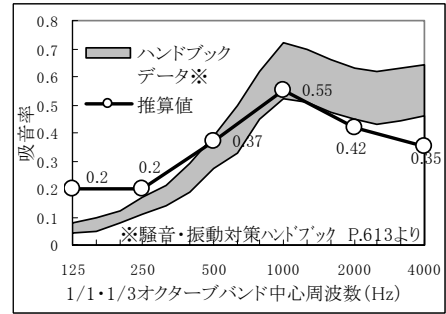


図-3. 木毛セメント板厚 25 (AS なし) の吸音率

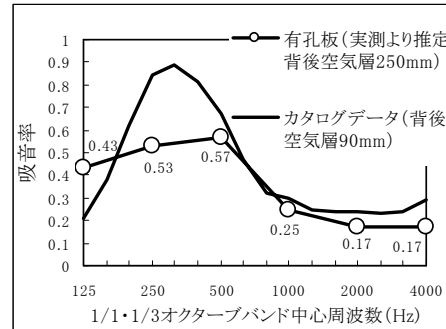


図-4. 有孔板厚 12 (8φ-25) ・GW 厚 50 の吸音率

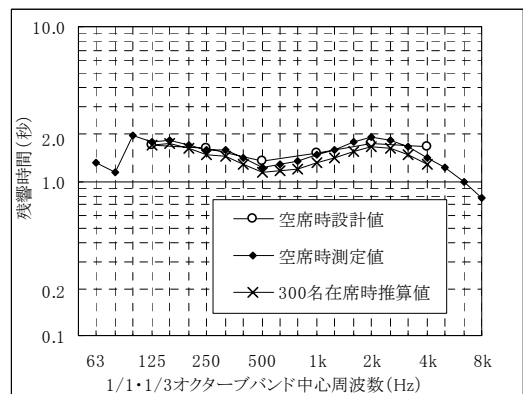


図-5. 体育館の残響時間測定結果

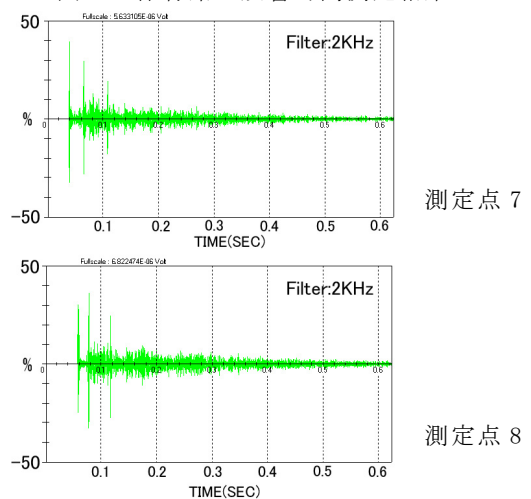


図-6. 体育館のエコータイムパターン

\*アクト

\*\*浅野昭寿建築設計事務所

\*\*\*YAB 建築・音響設計

\*ACT Corporation、

\*\*Asano Shojyu Architects and Associates

\*\*\* YAB Corporation