

# 風船による大型空間の残響制御に関する実験的検討

## Experimental study on reverberation control in a large space with putting balloons

安田研究室 富杉 直人

**研究概要：**大型の駅や商業ビルでよく見られるアトリウムは吸音が不十分であることが多いため、残響過剰となり暗騒音が大きくなる、音声不明瞭になるといった問題が発生してしまう。そこで、風船設置による大型室内空間の残響抑制を検討するために模型実験と現場実験を行い風船の吸音特性を測定した。風船を用いた理由としては、内装材の変更不要、着脱が容易、室内の装飾に用いることが出来るという点があげられる。

**研究目的：**風船設置により、内装材を変更出来ない大型空間の残響時間を抑制し、暗騒音を減少するとともに音声明瞭度を向上する。

**研究成果：予備測定** 風船の吸音率を定量的に調べるために、JISA 1409 の残響室法吸音率の測定方法を参照し、1/5 残響箱を用いて測定した。使用した風船は、最大直径 0.13 m, 0.22 m の 2 種類であり、混入気体は空気のみである。また本実験で用いる「最大直径」は、風船の商品名に記載されている直径を表す。風船の設置条件および測定結果を表 1 および図 1 にそれぞれ示す。Case 1~3 の比較により、同じ風船で同じ表面積であっても、風船の直径を最大直径より小さく膨らませて風船の個数を増やしたときの方が最大直径まで膨らませるより、ほとんどの周波数帯域において吸音率が高くなることがわかった。Case 2, 4 の比較により、同じ直径かつ同じ個数でも風船の膨らみ方によって吸音率が変化することが確認できた。

**現場測定** 東京大学柏キャンパスにあるホワイトライノ II (コンクリートと膜からなる大空間、図 2) にて測定を行った。使用した風船は最大直径 1.5 m であり、混入気体は空気のみである。実験は 2 回行っており、それぞれ実験 1、実験 2 とした。風船の設置条件および実験 2 の測定結果を表 2 および図 3 にそれぞれ示す。実験 1 では風船有りのどのケースでも残響時間の変化があまり見られなかった。一方、実験 2 では風船有りの全ケースで残響時間の減少が見られた。中心周波数 2000 Hz では約 0.5 秒の残響時間の減少を確認出来た。これは風船の残響室法吸音率測定結果と同様に、風船の膨らませ具合が残響時間に影響したと判断できる。

表 1 残響箱での風船の設置条件

	風船の直径	最大直径	風船の個数	表面積
Case 1	0.22 m	0.22 m	3個	0.456 m <sup>2</sup>
Case 2	0.11 m	0.22 m	12個	
Case 3	0.073 m	0.22 m	27個	
Case 4	0.11 m	0.13 m	12個	

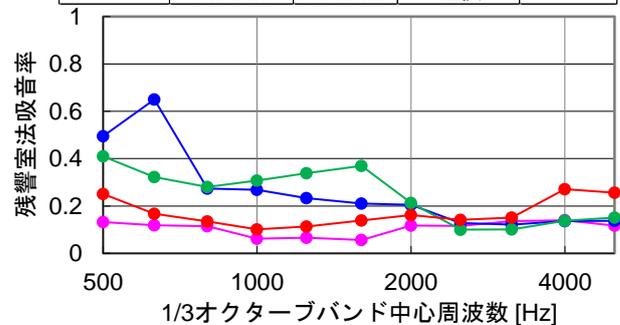


図 1 残響室法吸音率の算出結果



図 2 ホワイトライノ II 立面の写真

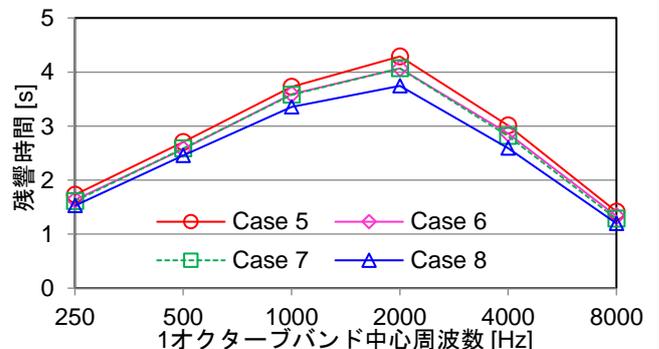


図 3 実験 2 における残響時間周波数特性

表 2 ホワイトライノ II での風船の設置条件

	風船の直径	最大直径	風船の個数	表面積	配置	
実験1	Case 1	—	—	0個	—	
	Case 2	1.2 m	1.5 m	49個	221.7 m <sup>2</sup>	壁際だけに配置
	Case 3	1.2 m	1.5 m	49個	221.7 m <sup>2</sup>	積み重ねてランダム
	Case 4	1.2 m	1.5 m	99個	447.8 m <sup>2</sup>	積み重ねてランダム
実験2	Case 5	—	—	0個	—	
	Case 6	0.8 m	1.5 m	56個	112.6 m <sup>2</sup>	積み重ねてランダム
	Case 7	0.8 m	1.5 m	112個	225.2 m <sup>2</sup>	積み重ねてランダム
	Case 8	0.8 m	1.5 m	220個	442.3 m <sup>2</sup>	積み重ねてランダム

**感想：**現場測定では巨大な風船をたくさん膨らませることに時間がかかり大変でした。また、膨らませた風船が破裂した時は破裂音の大きさに驚かされました。先生方、研究室の先輩方のご指導、ご協力に心より感謝申し上げます。