

테프론(PTFE) 막재료의 흡음율 측정방법에 대한 연구

Case Study on Sound Absorption Rate Measurement Method of PTFE Membrane Material

김정중*·손장열**·김홍식***

Jung Joong Kim, Jang Ryul Shon and Heung Sik Kim

Keyword : TEFLON(Polyester Fiberglass Teflon), 통기양(Air Permeability), 흡음율(Sound Absorption Coefficient)

ABSTRACT

The grounds of multipurpose practical use degree are built much holding world cup 2002 but material that is used in this building most external membrane ceiling is accomplishing PTFE A master and servant. Therefore, this research analyzed assessment about sound absorption special quality that measure ventilation quantities of 10 act material and analyze correlation with Air Permeability and the sound absorption rate, and follow in change of layer of air of inside facts material.

Result is as following.

When Air Permeability good dimension is 5~15 cc/cm²/sec and acoustic absorptivity is the best as Air Permeability result that measure acoustic absorptivity of inside facts material particularly firstly, could know 8~9 cc/cm²/sec love. When establish sound absorption inside facts in external membrane as result that measure acoustic absorptivity of inside facts material secondly, could know that acoustic absorptivity is good though become about minimum back layer of air 900mm.

1. 서론

2002년 월드컵을 개최하면서 다목적 활용도의 경기장들이 많이 지어지고 있다. 특히 경관을 중시하고 대규모의 공간에 활용될 수 있는 천천후 경기장들의 활용 방안에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며 가까운 일본에서는 이미 돐형의 경기장들이 전국에 걸쳐 많이 지어져 스포츠 뿐만 아니라 각종 대형이벤트 행사에 많이 활용되고 있는 실정이며 이러한 건축물 대부분의 외막 천정에 사용되는 재료는 PTFE (Polyester fiberglass Teflon)가 주종을 이루고 있다.

그러나 음향설계시 기존의 흡음률 분석 방법으로 흡음률 데이터를 적용하였을 경우 문제가 발생될 소지가 많다. 왜냐하면 막 구조의 특성상 재료의 설치부위가 천정에 설치되며 외막재료의 투과손실이 15dB 내외로 적으며 또한 빛에 대한 투과성 또한 좋아 낮에는 조명 없이 공연장을 사용할 수 있으며 내막을 설치 하였을 때 흡음률을 측정할

경우 기존에 방법에 있어서는 많은 문제점이 발생되리라 생각된다.

따라서 본 연구는 PTFE 막재료의 흡음율을 외막재료와 과 내막재료에 대하여 잔향실 흡음율 측정방법⁽⁹⁾JIS-A-1409 와 ASTM C423 기준을 고찰하고 이를 응용한 흡음률 측정을 잔향실에서 시험하여 흡음률을 측정하고 내막재료의 통기성 측정방법 ISO9237과 ASTM D737-04에 의하여 측정된 통기성값을 가지고 통기성의 변화에 따른 흡음율 측정 분석하고 외막재료와 내막재료의 공기층의 변화에 따르는 흡음특성에 대하여 평가분석 하는데 연구에 목적이 있다.

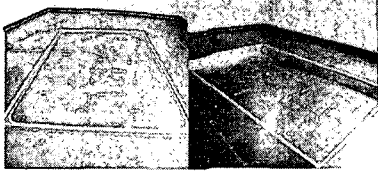
2. 연구의 방법 및 개요

2.1. 잔향실과 통기량측정 장비의 개요

흡음율의 측정은 현대건설기술연구소의 잔향실에서 PTFE 외막과 내막재료에 대하여 측정하였으며 내막재료의 통기성 측정은 디지털통기량측정기(AP-3C)에서 내막재료의 통기량을 측정하였다. 흡음율 측정에 사용된 잔향실의 개요와 통기량측정기의 사양을 Table1 과 Table2에 나타내었다.

* 한양대학교 건축공학부 박사과정
Email: hwankyug@hwankyug.co.kr
Tel : 02-508-3352 Fax : 02-508-3353
** 한양대학교 건축공학부 교수
*** 호남대학교 건축토목공학부 교수

Table 1 Reverberation chamber

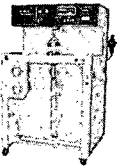
Division	Chamber
Area(m ²)	300
Volume (m ³)	325
Size(m)	2.5 * 4 (material) 막재료
Photo	

통기량의 측정순서는 다음과 같다.

- ① 장비의 Calculation작업
- ② 실험재료를 원형의 홀더에 재료가 부서지지 않도록 평평하게 설치한다.
- ③ 재료의 설치상태가 구부러졌는지 주름이 졌는지를 확인하고 재료를 고루게 퍼주십시오.
- ④ 재료를 완전히 공기가 새지 않도록 막는다.
- ⑤ 압력을 50, 100, 200, 500Pa로 점차적으로 증가시키고 압력이 떨어질 때까지 기다린다.
- ⑥ 적어도 1분정도 측정 기록한다.
- ⑦ 실험을 10회 이상 계속해서 반복한다.

2) PTFE막 재료의 흡음을 측정방법

Table 2 Air Permeability Measurement

Division	Air Permeability Measurement
Usage	직포 및 종이, 미세여과지등 비교적 통기량이 적은소재의 통기성을 신속하고 측정
Specification	측정가능 범위 : 0.03 ~30 cc.cm 시험편 통기공 : 70mm(38.5cm) 시험편 양면차압 : 12.7 mmAq (최대 100mmAq) 차압 제어 정도 : ± 0.3% of ± 1 digit 차압 도달 시간 : 약 5초 시료 압착 기구 : 유압실린더 전 원 : AC100V 10A
Size(wegit)	크기무게 : W1000*D800*H450 (150Kg)
Photo	

PTFE 막 재료의 잔향실에서의 흡음을 측정방법은 KS2805의 측정방법과 JIS-A-1409의 측정방법에 의한 다음의 계산식 1-2에 의하여 계산 되어진다.

$$\alpha = \frac{55.3 * V}{cS} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \text{ ----- (1-2)}$$

α : 잔향실법 흡음율

T1: 시료를 넣은상태에서 잔향시간(s)

T2: 시료를 넣지 않은 상태에서 잔향시간(s)

V : 잔향실의 용적(m³)

S : 시료의 면적 (m²)

c : 공기중의 음속(m/s) c=331.5 + 0.6t

t : 공기의 온도 (°C)

흡음율의 측정방법은 다음과 같다.

10가지 내막재료의 통기량값을 가지고 1가지의 외막재료에 대하여 흡음율을 fig 1에서와 같이 음원과 마이크를 설치하여 측정하였다.

측정시료의 설치는 잔향실의 승강리프트를 30cm 하강시키고 그안에 32K Glass Wool를 깔고 그위에 외막을 설치하고 공기층을 30,60,90Cm의 공기층을 두어 흡음율을 측정하였으며 측정방법에 대하여 Fig2에 자세하게 나타내었다.

2. 2. 통기량측정과 흡음을측정 분석방법

1) 통기량 측정방법

통기량의 측정방법은 국내 KS기준이 없으므로 ISO9237 통기량 측정방법을 사용하여 다음의 계산식 1-1에 의하여 계산 되어진다.

$$R = \frac{\bar{qv}}{A} * 167 \text{ ----- (식1-1)}$$

R : Calculation the air permeability (mm/sec)

\bar{qv} : is the arithmetic mean flowrate of air (m³/min)

A : is the area of fabric ununder test (cm²)

167: is the conversion factor from cm²

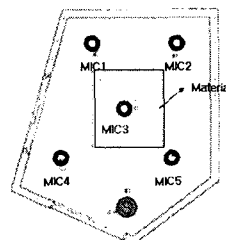
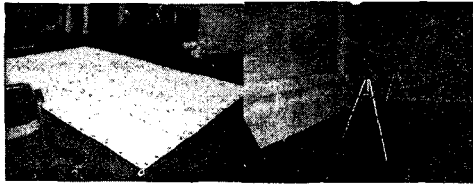


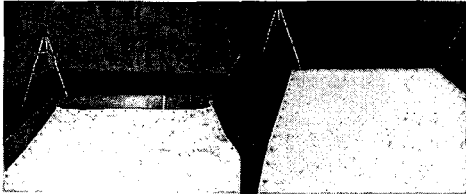
Fig. 1 Sound absorption rate measurement plane figure in reverberation Chamber



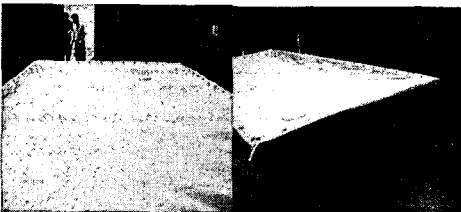
(a) 샘플재료를 바닥에 평평하게 하고 공실의 잔향실의 잔향시간을 측정한다.



(b) 재료를 설치할 틀을 설치하고 바닥에 Glass Wool 28K 30Cm를 설치한다.



(c) 300mm의 목재틀 안에 외막재료를 설치하고 흡음율을 측정한다. 그리고 그 위에 공기층을 300mm 두고 흡음율을 측정한다.



(d) 이러한 과정을 공기층 600mm,와 900mm를 둔 상태에서 재료별로 흡음율을 측정한다.

Fig.2 Inside facts ingredients and sound absorption rate measurement state of external membrane material in reverberation Chamber

PTFE 내막과 외막을 측정하기 위한 절차는 Fig 2에서 보는 바와 같이 측정의 오차를 줄이기 위하여 한 장소에서 25회 이상 측정하였으며 마이크로폰의 수음점을 중앙을 포함하여 5Point 지점에서 측정하였다. 그리고 측정원재료(Fiver Glass) 시료는 모두 10가지를 통기성에 따라 분류하고 10가지 샘플 재료에 대하여 흡음율을 각각 측정하였으며 그중에 흡음율 데이터가 좋은 내막재료 4가지에 대하여 공기층을 300,600,900mm로 두고 각각에 대하여 흡음율을 측정 분석하였다.

3. 흡음을 측정결과 및 분석

흡음율의 측정 및 결과 분석은 우선 샘플재료 10가지에 대하여 통기량을 측정하고, 흡음율도 측정한다. 그리고 4가지 재료에 대하여 공기층의 변화에 따르는 흡음율을 측정하였으며 그 분석결과는 다음과 같다.

3. 1. 통기량에 따르는 흡음을 측정결과

Table 3 통기량에 따르는 내막재료의 흡음률 측정결과

시료	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
통기량	0.4	2.3	8	9.1	9.2	11.3	13.7	16.6	40	46	
주파수 Hz	100Hz	0.26	0.3	0.35	0.36	0.33	0.23	0.36	0.35	0.41	0.43
	125Hz	0.27	0.32	0.41	0.39	0.35	0.3	0.41	0.36	0.43	0.42
	160Hz	0.26	0.31	0.41	0.45	0.44	0.29	0.44	0.38	0.45	0.45
	200Hz	0.19	0.36	0.38	0.3	0.33	0.38	0.35	0.34	0.34	0.36
	250Hz	0.34	0.39	0.35	0.4	0.47	0.47	0.3	0.35	0.41	0.37
	315Hz	0.23	0.33	0.44	0.4	0.47	0.47	0.3	0.35	0.41	0.37
	400Hz	0.17	0.35	0.42	0.37	0.44	0.39	0.36	0.34	0.35	0.31
	500Hz	0.15	0.35	0.41	0.31	0.41	0.39	0.32	0.29	0.29	0.23
	630Hz	0.11	0.35	0.41	0.37	0.41	0.39	0.32	0.3	0.23	0.19
	800Hz	0.08	0.38	0.46	0.4	0.44	0.43	0.33	0.34	0.18	0.15
평균 흡음율	1000Hz	0.07	0.42	0.49	0.47	0.48	0.45	0.4	0.37	0.21	0.15
	1250Hz	0.06	0.45	0.52	0.53	0.53	0.52	0.44	0.39	0.2	0.14
	1600Hz	0.03	0.42	0.54	0.51	0.53	0.52	0.43	0.39	0.21	0.14
	2000Hz	0.06	0.42	0.54	0.49	0.56	0.5	0.41	0.37	0.23	0.17
	2500Hz	0.04	0.4	0.48	0.48	0.52	0.49	0.42	0.36	0.24	0.14
	3150Hz	0.01	0.36	0.52	0.5	0.52	0.48	0.43	0.33	0.23	0.12
	4000Hz	0.01	0.35	0.51	0.52	0.51	0.46	0.5	0.29	0.23	0.17
	5000Hz	0.01	0.36	0.53	0.53	0.52	0.46	0.4	0.26	0.3	0.2
	평균	0.13	0.37	0.45	0.43	0.45	0.41	0.38	0.34	0.3	0.25

샘플내막에 공기층 100mm를 두고 10가지 샘플 재료에 대한 통기량의 변화에 따르는 흡음률을 측정된 결과를 Fig 3에 나타내었다.

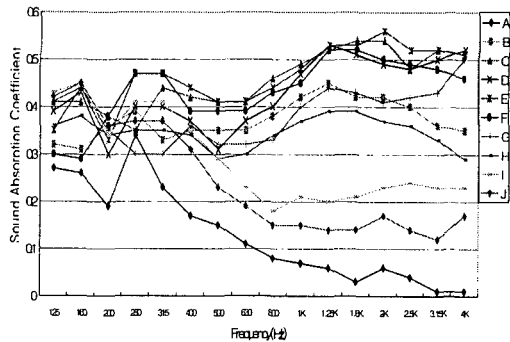


Fig. 3 Acoustic absorption coefficient that follow in change in Air Permeability (back layer of air 100mm)

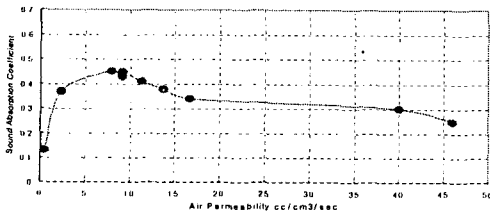


Fig. 4 Relation of acoustic absorption coefficient and Air Permeability of inside membrane material

흡음률 측정결과 Fig 4에서 보는 바와 같이 흡음률이 양호한 통기량의 범위는 5~15 cc/cm²/sec 까지 이고 흡음률이 최고 일 때는 8~9 cc/cm²/sec에서 가장 좋음을 알 수 있다.

3. 2. PTFE 막재료의 흡음률 측정결과

1) 외막재료와 내막재료의 흡음률 측정결과

내막재료와 외막재료의 배후공기층이 100mm 경우 흡음률 측정 결과를 Fig5에 나타내었다.

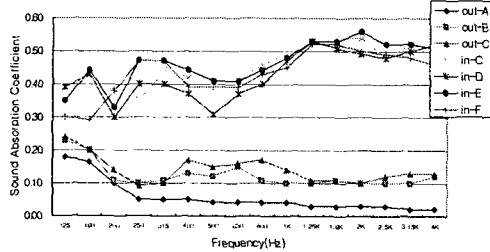
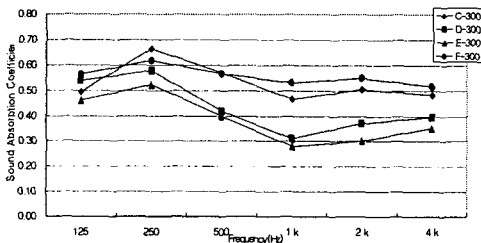


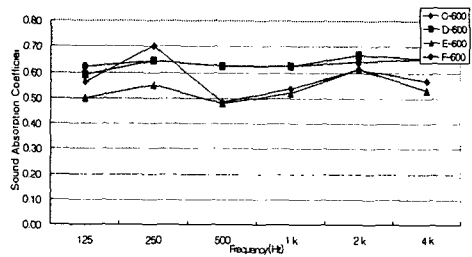
Fig. 5 Inside membrane material and acoustic absorption coefficient of external membrane material

2) 공기층의 변화에 따르는 흡음률 측정결과

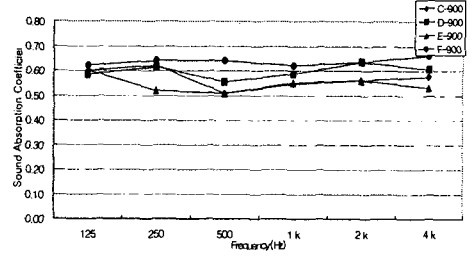
통기량의 따르는 흡음률의 측정결과에 따라 흡음률이 양호한 4가지 C, D, E, F의 샘플에 대하여 배후공기층을 300mm, 600mm, 900mm로 변화 시키면서 흡음률을 측정하였으며 배후공기층의 변화에 따르는 흡음률의 변화는 배후공기층이 900mm인 경우 가장 안정적으로 흡음률이 측정되었으며 그 측정결과를 Fig6에 나타내었다.



(a) 배후공기층 300mm 일때 흡음률



(b) 배후공기층 600mm 일때 흡음률



(c) 배후공기층 900mm 일때 흡음률

Fig. 6 Acoustic absorption coefficient that follow in back layer of air change

4. 결 론

본 논문에서 흡음률 측정결과와 다음과 같다. 첫째로 통기량 별로 내막재료의 흡음률을 측정 한 결과 통기량이 양호한 통기량의 범위는 5~15 cc/cm²/sec 까지 이고 흡음률이 최고 일 때는 8~9 cc/cm²/sec에서 가장 좋음을 상관관계가 있음을 알 수 있었다.

둘째로 내막재료의 흡음률을 측정 한 결과 외막에 흡음내막을 설치시 최소한 배후공기층이 900mm 정도는 되어야 전체적으로 흡음률이 전주 파수대역에 걸쳐서 양호함을 알 수 있었다.

5. 참고문헌

1. ISO 9237: Textiles-Determination of the permeability of fabrics to air .1995-06-15
2. ASTM-D737-04: Standard Test Method for Air Permeability of Textile Fabrics
3. ASTM-C 423-02a Standard test method for Sound Absorption and Sound Absorption Coefficients by the Reverberation Room Method
4. JIS -A-1409 殘響實法の 吸音率測定方法
5. ISO 354: Acoustic- Measurement of sound absorption in a Reverberation room 1985
6. KSF 2805 잔향실에서의 흡음률 측정방법