

## 강체(剛體) 세라믹흡음재의 흡음특성에 대하여

임홍순 / 건재·환경시험팀 선임연구원

### 1. 머리말

최근 흡음재료로서 유리, 세라믹, 석영질 입자 등의 무기질계 입자를 사용, 이것을 가압열처리하여 성형한 세라믹흡음재 또는 강체흡음재의 개발이 활발히 진행되고 있다. 이러한 흡음재는 내후성, 내수성 등이 우수하여, 도로, 철도방음벽, 실내포장, 다목적홀, 아트룸, 기계설비실 등에 광범위하게 사용되고 있다.

본 보고는 석영질 입자 또는 발포유리입자와 유기질 접착제를 섞어, 가압성형한 강체 흡음재의 흡음특성 및 발포유리입자의 크기, 두께, 공기층에 따른 흡음특성변화에 대하여 최근 일본의 사례를 조사 기술한 것이다.

### 2. 시험체

강체흡음재의 주구성분은 석영질 입자 및 발포유리입자 2종류가 사용되며, 이 중 석영질 입자를 사용한 흡음재는 두께10mm 및 30mm로 가압성형한 것을 아크릴우레탄계수지로 코팅처리(100g/m<sup>2</sup> 또는 200g/m<sup>2</sup>)한 것이다. 또한 발포유리입자를 사용한 흡음재는 유기계 접착제를 첨가혼합하여 가압성형한 것이다. 시험체는 주구성분,

표1 재질 및 입자크기에 따른 시험체종류

기호	주구성분	두께(mm)	밀도	입자직경(mm)	비고
A1	발포유리 입자	30	0.56	0.6이하	강벽밀착
A2			0.52	0.6-1.2	
A3			0.49	2.0-2.8	
A4			0.47	2.8-4.0	
A5			0.44	4.75이상	
A①	석영질 입자	30	1.39	-	코팅없음
A②			1.41	-	코팅100g/m <sup>2</sup>
A③			1.37	-	코팅200g/m <sup>2</sup>

입자크기, 두께 및 공기층을 각각 다르게 조합한 것으로 표1~표3에 나타난 바와 같다. 또한 시험체 형상, 크기는 측정장치에 맞추어 직경100mm로 하였다.

표2 두께와 공기층 조합에 따른 시험체종류

기호	주구성분	공법구성	비고
B1	발포유리입자	10	강벽밀착
B2		30	
B3		50	
B4		공기층30+10*	
B5		공기층30+10*	
B6		공기층30+10*	
B7		공기층30+10*	
B8		30+공기층10+10*	
B9		50+공기층30+10*	
B10		50+공기층30+10*	
A①	석영질 입자	10	강벽밀착
A②		공기층30+10*	
A③		공기층90+10*	

### 3. 시험방법

시험은 JIS A 1405(관내법에 의한 건축재료의 수직입사흡음율측정방법; KS F 2814와 동일)을 적용, 실시하였고, 시험장치는 그림1과 같으며, 측정주파수는 수직입사관(직경100mm)을 이용하여 100Hz~4000Hz범위의 1/3 옥타브대역의 주파수를 측정실시하였다.

### 4. 시험결과 및 분석

각각 시험체에 대한 측정결과 종합 현황은 표4와 같으며, 분석사례별 현황은 다음과 같다.

1) 주구성분 또는 입자크기에 따른 흡음재의 측정결과

표3 가는 입자와 굵은 입자, 공기층조합에 따른 시험체종류

기호	주구성분	공법구성	비고
C1	발포유리입자	세립50+공기층30+조립10*	세립직경0.6-1.2
C2		조립50+공기층30+세립10*	
C3		세립30+공기층30+조립10*	조립직경2.8-4.0
C4		조립30+공기층30+세립10*	
C5		공기층50+조립30*	세립직경0.6-1.2
C6		공기층30+세립50*	조립직경2.8-4.0

를 그림2~그림4에 나타내었다.

- 2) 두께가 다른 흡음체에 공기층을 다르게 조합한 시험체에 대한 측정결과를 그림5~그림7에 나타내었다.
- 3) 입자크기가 다른 흡음체에 공기층을 다르게 조합한 시

험체에 대한 측정결과를 그림8~그림9에 나타내었다.

1) 발포유리입자 크기의 영향 (그림2 참조)

입자크기에 따른 흡음특징을 입자크기별로 나누어 비교하면 아래와 같은 경향이 있다.

- ① 흡음특성의 주파수대역 확대폭은 입자직경이 1.2mm 이하가 250Hz~2500Hz인 것에 비해, 입자직경이 2.0mm 이상은 630Hz~2500Hz로 좁게 나타났다.
- ② 흡음율은 입자직경이 1.2mm이하인 경우, 315Hz까지의 저음역에서 작고, 500Hz~1000Hz에서는 크게 나타났으며, 그 이상의 고음역에서는 입자크기 영향은 크지

표4 수직입사흡음율 측정결과 종합현황

시험체 기호	중심주파수(Hz)																
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000
A1	12	17	14	16	21	26	36	43	47	55	58	62	55	60	58	60	66
A2	7	8	8	10	13	15	20	26	36	53	69	81	79	64	53	51	64
A3	15	18	15	17	16	16	21	21	27	43	62	71	85	85	64	55	69
A4	16	15	16	17	16	18	20	22	32	47	64	79	97	77	55	47	75
A5	17	16	16	17	17	17	21	23	33	58	75	89	83	58	43	55	73
A①	9	9	9	11	12	16	21	27	32	48	67	83	77	71	59	47	60
A②	9	10	11	13	14	17	27	32	40	53	69	81	75	64	53	47	53
A③	7	8	9	11	13	15	21	29	38	51	71	85	75	62	51	43	53
B1	11	11	13	13	13	13	15	16	21	23	25	26	36	55	64	73	85
B2	15	15	16	17	20	23	30	36	49	66	74	79	77	73	62	55	75
B3	26	26	26	27	33	40	55	66	73	75	75	71	60	71	75	73	71
B4	13	14	15	20	20	25	36	47	62	75	79	85	77	71	64	58	55
B5	22	25	29	36	45	60	73	79	77	69	66	62	64	66	77	69	69
B6	30	30	36	49	58	66	73	71	66	62	60	64	69	73	69	69	73
B7	16	18	17	16	16	19	23	31	42	49	62	79	79	77	73	64	58
B8	16	18	20	25	35	43	58	66	71	75	75	71	69	71	71	62	64
B9	20	22	27	36	49	62	71	73	71	66	64	69	73	73	71	64	62
B10	20	23	33	43	53	64	73	73	73	73	73	77	69	69	68	62	60
B①	10	9	8	9	10	11	11	12	16	23	31	37	45	55	75	73	95
B②	11	12	13	15	20	29	36	47	66	87	97	99	89	73	62	60	62
B③	40	38	40	45	58	73	91	99	99	92	77	60	55	65	69	63	81
C1	20	21	26	40	43	64	83	91	92	92	89	83	77	62	49	49	51
C2	21	22	32	36	47	64	77	81	85	77	68	64	71	64	60	62	60
C3	18	18	25	35	40	53	69	75	81	81	79	73	69	69	64	58	58
C4	18	20	22	26	30	38	51	71	95	100	92	81	73	69	55	43	47
C5	36	36	38	43	53	77	85	77	64	51	47	49	50	51	55	60	62
C6	27	30	33	45	49	64	73	69	66	58	55	62	64	64	69	66	66

않고 같은 수준의 흡음값을 나타내었다. 최대값은 입자직경 2.8mm~4.0mm에서, 그 다음으로는 2.0mm~2.8mm 또는 4.57mm 이하에서 나타났다.

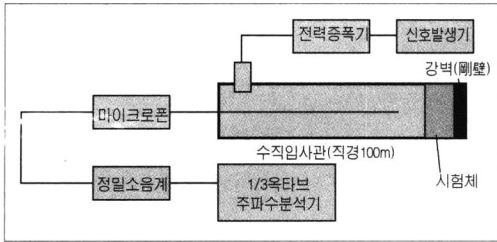


그림1 수직입사 흡음율시험장치 개요도

## 2) 표면코팅의 영향 (그림3 참조)

표면코팅처리가 흡음특성에 미치는 영향을 조사하기 위하여 성형품 표면에 도포량 100g/m<sup>2</sup> 및 200g/m<sup>2</sup>를 도포한 것과 코팅처리를 안한 것을 비교하면, 흡음율의 최대값 또는 흡음특성 주파수대역은 각각 같게 나타나, 그 정도의 코팅처리로는 영향을 주지 않는 것으로 판단되었다.

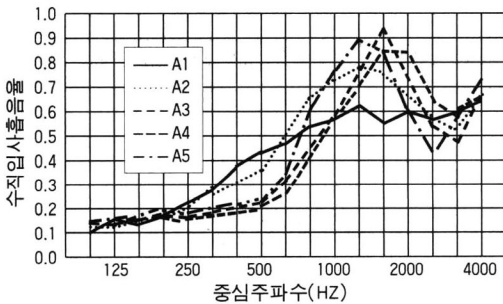


그림2 발포유리입자 크기에 따른 영향

## 3) 발포유리입자와 석영질 입자의 재질에 따른 비교 (그림4 참조)

주성분으로서 발포유리입자와 석영질 입자를 사용한 흡음체는 기건밀도에서는 3배정도의 나타나나, 흡음특성이나 흡음율은 전 주파수대역에서 큰 차이가 없었으며, 흡음율 최대값은 양쪽 모두 1250Hz에서 0.81~0.83을 나타내었다.

## 4) 흡음재의 두께와 공기층의 조합에 따른 영향

### ■ 발포유리입자 (그림5 및 그림6 참조)

① 두께 10mm에서는 그림5에 나타난 바와 같이 고음역에

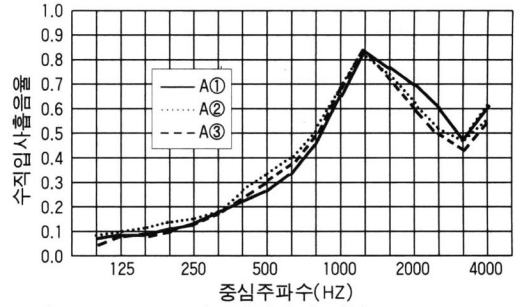


그림3 표면코팅처리의 영향

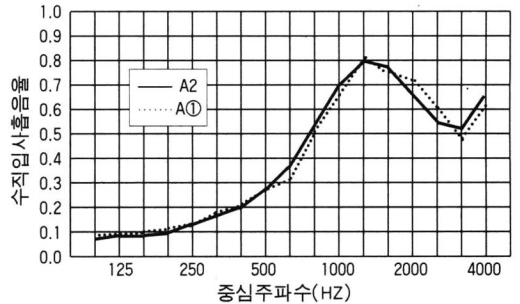


그림4 주구성분(재질) 차이에 따른 비교

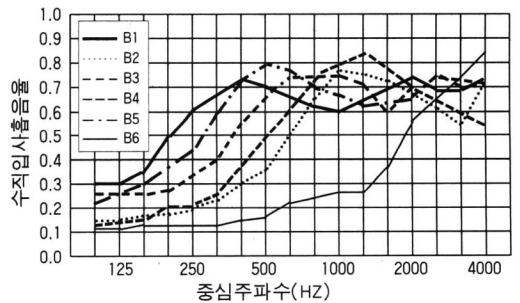


그림5 두께(10,30,50mm)와 공기층(0, 30mm) 조합차이에 따른 영향

서 흡음율이 높아지나 두께가 증가함에 따라 저음역으로 이동하는 경향이 있으며, 최대값도 여러개소에서 나타나고 있다. 이러한 현상은 공기층이 30mm로 일정하게 둔 경우도 똑같이 저음역으로 이동하였고, 굴곡은 있었으나 고저차이는 작았다. 이와 같이 흡음율이 보다 일정하게 되는 주파수대역에서도 흡음율의 크기가 나타나는 것은 고정강벽에서의 반사음과 시험체표면에서의 반사음 정재파가 어느 주파수대역에서 간섭을 일으키는 것으로 판단되고 있다.

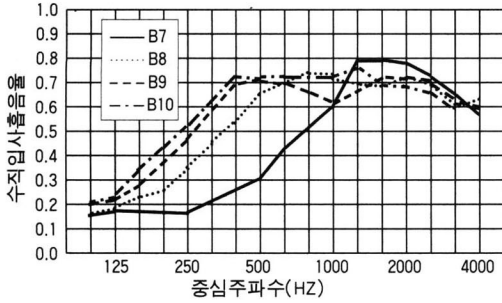


그림6 공기층을 가진 2종류의 입자두께(10,30,50mm) 조합에 따른 영향

② 두께가 다른 흡음재 사이에 공기층을 둔 시험체의 흡음특성은 그림6과 같이 B7(공기층10mm+10mm)와 비교하여 흡음율의 주파수대역이 저음역에서 높아지고 있으며, 이 저음역에서의 주파수대역 폭은 한쪽 두께를 일정하게하고 반대측의 두께를 30mm에서 50mm로 변화시키는 편이, 양측의 두께를 일정하게하고 공기층을 10mm에서 30mm로 변화시킨 경우보다 약간 크게 나타났다.

■ 석영질 입자(그림7 참조)

화산석을 사용한 흡음재 사이의 공기층 두께를 30mm에서 90mm로 변화시킨 경우의 흡음특성은 저음역에서 상당히 큰 차이를 나타내고 있어 공기층의 영향이 컸다.

5) 굵은입자 또는 가는입자의 조합에 따른 영향 (그림8 및 그림9)

① 음파의 입사면에 굵은 입자가 있는 경우의 흡음특성은 그림8과 같이 입사면에 가는입자가 있는 경우보다 저음역에서 약간 크며, 입사면 반대측에 굵은 입자, 가는입자의 두께가 30mm에서 50mm로 변화해도 흡음특성은 같은 경향을 나타내었다.

② 굵은입자, 가는입자를 적층하는 경우의 흡음특성은 그림9에 나타난바와 같이, 그림2에 A4시험체(굵은 입자류)와 유사한 경향을 나타내고 있으나, A2(가는 입자류) 시험체에 있어서의 주파수 영역폭에서 차이가 났으며 흡음율의 최대값이 저음역으로 이동하는 경향을 나타내었다.

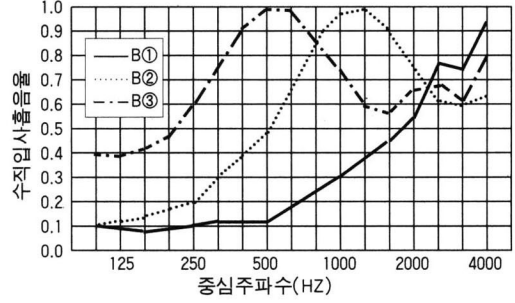


그림7 두께(10mm 화산석)과 공기층(30,90mm) 조합에 따른 영향

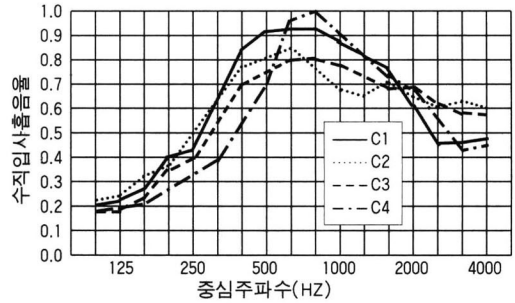


그림8 굵은입자, 가는입자와 공기층의 조합에 따른 영향

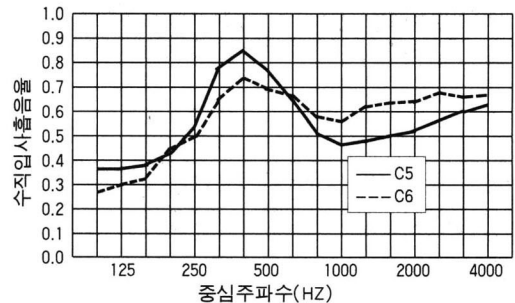


그림9 굵은입자, 가는입자의 적층에 따른 영향

5. 맺음말

이번 조사보고된 강체 세라믹흡음재는 현재 주류를 이루는 유리면,암면흡음재를 대체할 신소재들로, 앞서 언급한 유리, 석영질 입자 이외에도 알루미늄발포체, 초경량시멘트흡음재 등도 개발되어 있으며, 당 시험연구소에서 국내 업체에서 방음벽등에 적용, 잔향실법에 의한 시험이 의뢰된 몇몇 사례들이 있으나, 아직 초기 단계로서 재료 및 다양한 공법의 체계적인 연구가 요구되는 자재들이다. (FLK)