

공동주택 발코니 확장과 차음성능

도로변 공동주택의 증가 및 실내소음기준 제정 등 환경변화에 대응하고 발코니 확장 등에 따른 실내 소음환경을 일정한 목표레벨(허용레벨)로 유지하기 위하여 필요한 외부 창호 종류에 따른 차음성능과 대응방안을 살펴보고자 한다.

염 성 곤

삼성물산(주)건설부문 기술연구소 친환경연구팀(sk.yum@samsung.com)

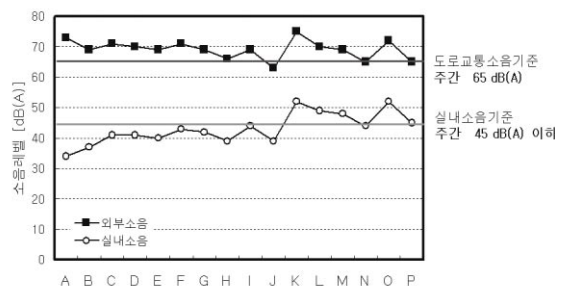
건물의 역할은 본질적으로 외부환경에 대하여 소음 뿐 아니라 비바람 등으로부터 보호하는 Shelter로서의 기능을 해야 한다. 외부환경으로부터의 차음은 실내를 일정한 목표값(허용값) 이하로 줄여야 한다는 측면과 입지조건 또는 주변 환경에 따라 다소의 영향은 허용하여 외부로부터의 정보는 적극적으로 도입할 필요가 있다는 측면에서도 접근할 수 있다. 도로 신설과 교통량 증가 등에 따라 외부의 소음환경은 악화되고 있는 반면에 조용한 실내환경에 대한 요구는 높아지고 있어 외부소음(도로, 철도, 항공기 등)에 대한 환경분쟁조정신청 건수로 지속적으로 증가하고 있다. 이에 따라 정부기관에서는 도로변 공동주택에 대하여 2008년부터는 창을 닫은 조건에서의 실내소음 기준을 적용할 예정에 있으며 발코니 확장 합법화에 따라 외부소음에 대한 창호의 높은 차음성능을 요구하고 있다. 외벽 및 개구부(창호) 등의 차음대책을 수립하기 위하여서는 외부소음의 예측과 더불어 창호의 차음성능을 정확히 예측할 필요가 있다. 여기에서는 발코니 확장에 따른 실내 소음 영향에 대하여 간단히 살펴보고자 한다.

도로교통 소음 현황

도로교통소음은 도로폭, 차선, 교통량, 교통속도, 대형차량 혼입률 등에 의해 크게 영향을 받고 있으며 시간대별 소음레벨의 변화도 매우 크다. 또한, 도로변 공동주택의 외부소음은 도로로부터의 이격 거

리, 방음벽 유무, 창호 종류에 따라 달라지므로 사전에 정확히 외부소음을 예측하는 것이 중요하며 설계 단계에서 외부소음에 대한 창호의 설계기준을 정립할 필요가 있다.

그림 1은 도로변 공동주택 외부에 도달하는 외부소음과 창을 닫은 조건에서의 실내소음을 측정한 결과를 나타내고 있다. 외부소음레벨은 환경정책기본법에서 제시하고 있는 환경기준인 주간 65 dB(A)를 대부분 초과하고 있으며, 창을 닫은 조건에서의 실내소음은 발코니 창호가 있는 경우 45 dB(A) 이하를 만족하나 주상복합 건물과 같은 커튼월인 경우나 발코니 확장인 경우에는 실내소음 기준을 만족하지 못하는 경우도 있는 것으로 조사되고 있다. 특히, 고속도로, 자동차전용도로와 같이 고소음 발생지역 주변에 고층 주거단지가 건설되는 경우가 많으며 방음벽



[그림 1] 공동주택 외벽 도달 도로소음 및 실내소음 측정결과



[그림 2] 간선도로변 공동주택

에 의한 저감효과도 저층부에 국한되는 경우가 많아 외벽 및 창호의 차음대책 수립이 매우 중요하다고 할 수 있다. 그림 2, 3은 간선도로에 직접 면하고 있는 공동주택과 고속도로에 설치된 방음벽 시공예를 보여주고 있다.

유리의 차음성능

창호 등에 사용되는 판유리는 단판유리, 복층유리, 집합유리 등으로 3가지 종류에 크게 나눌 수 있다. 단판유리에는 일반 유리 이외에도 강화유리, 망입유리 등도 포함된다. 유리의 투과손실은 대부분 질량 법칙에 따르지만 유리의 크기, 주변의 지지조건 등에 의해 편차가 발생된다. 일치효과에 의한 코인시던스 주파수는 3 ~ 5 mm 정도의 유리는 2 ~ 4 kHz, 15 ~ 19 mm 유리는 1 kHz 이하가 된다. 복층유리는 2장의 유리 사이에 건조공기를 집어 넣어 단열성능 향상을 위한 유리이며 차음성능면에서도 상당한 고려가 필요하다. 서로 다른 두께의 유리로 구성된 복층유리는 각각의 코인시던스 주파수가 다르기 때문에 동일한 면밀도, 두께의 복층유리와 비교하여 차음성능은 유리하다고 할 수 있다. 일반 판유리의 밀도는 다른 건축 재료에 비하여 밀도는 낮지 않으나 두께가 얇기 때문에 면밀도가 작게 되어 차음면에서는 불리한 조건이 되며, 복층유리인 경우에도 중공층이 충분히 확보되지 않아 이중벽에 의한 차음효과를 기대하기 어려운 경우가 많다. 따라서, 차음성능



[그림 3] 고속도로변 방음벽 시공예

만을 고려한다면 창호의 개구 면적은 가능한 작게 하는 것이 바람직하지만 채광성, 투시성, 외관 디자인 등의 복합적인 요인을 고려하여야 하므로 창호의 크기를 줄이는 데 한계가 있다. 또한, 실험실 측정결과와 현장 시공시 차음성능의 차이(일반적으로 성능 저하)가 발생하는 경우가 많으므로 이에 유의할 필요가 있다. 표 1은 각종 유리 종류에 따른 차음성능 결과를 나타낸다.

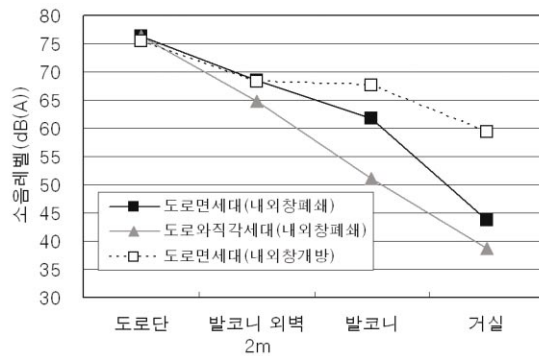
창호의 차음성능

창호는 기본적으로 개폐기능을 갖고 있어 창틀과의 틈새에 대한 기밀성 확보가 매우 중요하다. 창호의 차음성능은 유리의 차음성능뿐 아니라 창틀과의 틈새에 의한 영향을 크게 받기 때문에 유리두께를 두껍게 하더라도 전체적인 창호의 차음성능을 높이는 데는 한계가 있다. 또한 창호의 운반, 보관에 따른 변형 및 현장에서의 시공정밀도, 실험실과 현장의 음장조건의 차이 등에 의하여 창호 제작업체에서 제공하는 데이터와 실제 현장에서의 차음성능 데이터와의 차이 요인이 되고 있다.

그림 4는 간선도로변 공동주택에서 발코니 내외 측창을 닫은 경우와 모두 열어 놓은 경우에 측정한 결과를 비교한 것이다. 도로단에서의 소음레벨은 거의 동일하며, 도로와 직각으로 면한 세대의 경우에 소음감쇠가 큰 것을 알 수 있다. 도로면 세대의 경우 발코니 내외측창을 모두 닫은 경우에는 모두 열었을

〈표 1〉 유리 종류에 따른 차음성능

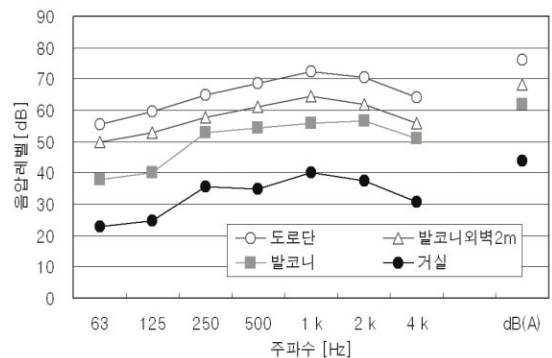
구 분	주파수 평균	STC	Ts (JIS A 4706)		Rw	RA2
			1/1 Octave	1/3 Octave		
단일 유리	FL 3	25	27	Ts-25	29	25
	FL 5	27	29	Ts-25	31	28
	FL 8	29	33	Ts-30	33	30
	FL 10	31	35	Ts-30	35	32
	FL 12	33	37	Ts-35	36	33
복합 유리	FL3+A6+FL3	25	27	Ts-20	27	24
	FL3+A6+FL5	28	31	Ts-25	31	28
	FL5+A6+FL5	28	31	Ts-25	31	27
	FL5+A12+FL5	28	31	Ts-25	31	26
	FL5+A6+FL10	32	35	Ts-30	35	32
이중 창호	FL3+A50+FL6	33	37	Ts-30	36	27
	FL3+A100+FL6	36	38	Ts-30	37	29
	FL5+A50+FL8	38	43	Ts-35	42	34
	FL5+A100+FL8	43	47	Ts-40	46	40
	FL5+A50+(FL3+A6+FL3)	39	43	Ts-35	42	33
	FL5+A100+(FL3+A6+FL6)	45	48	Ts-40	47	41



[그림 4] 간선도로변 공동주택에서의 소음 측정결과

때보다 거실에서의 소음도는 약 15 dB(A)의 감쇠효과를 얻는 것으로 나타나 설계시 동의 배치계획에도 신경을 쓸 필요가 있을 것으로 판단된다.

그림 5는 발코니 차음효과를 파악하기 위하여 도로면 세대에서 발코니 내외창을 닫은 경우와 모두 열었을 때 각 측정점에서의 소음레벨을 비교하여 나타

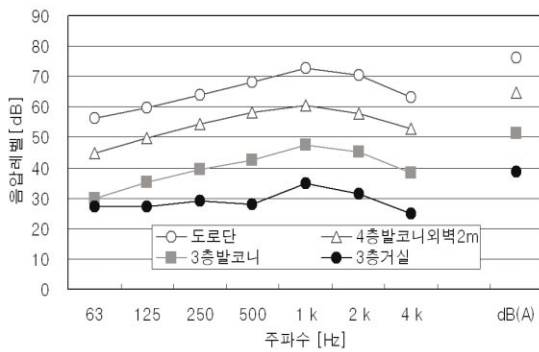


[그림 5] 도로면 세대에서의 소음레벨 비교

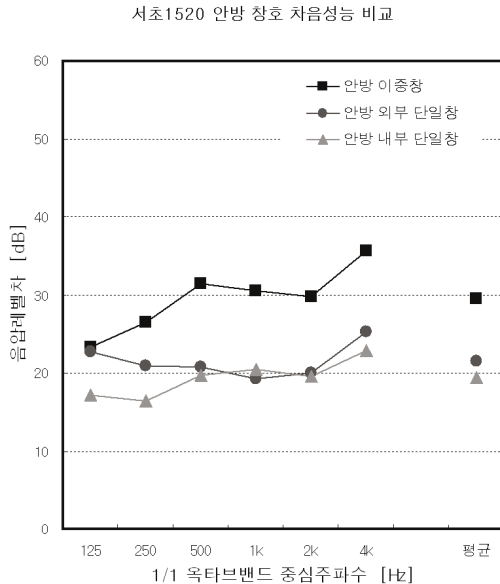
낸 것이다. 그림 6은 도로와 직각으로 면한 세대에서 발코니 내외창을 모두 닫았을 때 각 측정점에서의 소음레벨을 비교하여 나타낸 것이다. 도로단의 소음도와 거실 외벽 2 m 지점의 소음도는 전주파수 대역에서 거의 일정한 감쇠량을 보이고 있다. 도로면 세대의 경우 발코니 내외창을 모두 닫은 경우에 발

코니 외벽 2 m 지점과 거실의 소음도 차이는 24.6 dB(A), 모두 열어 놓은 경우에 8.9 dB(A)의 차를 보이고 있으며, 도로와 직각세대의 경우 발코니 내외측 창을 모두 닫은 경우에 발코니 외벽 2 m 지점과 거실에서의 소음도 차이는 26.2 dB(A)로 측정되었다.

그림 7 ~ 그림 9는 실험실과 현장실험 조건에서의 창호 차음성능 실험결과를 비교하여 나타낸 것이다. 유리만을 대상으로 한 실험실 측정결과, 단일유리와 복층유리의 차음성능은 큰 차이는 보이고 있지

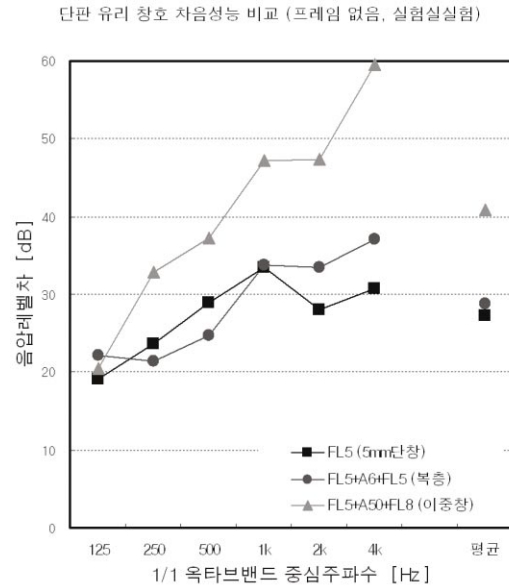


[그림 6] 도로와 직각으로 면한 세대에서의 소음레벨 비교

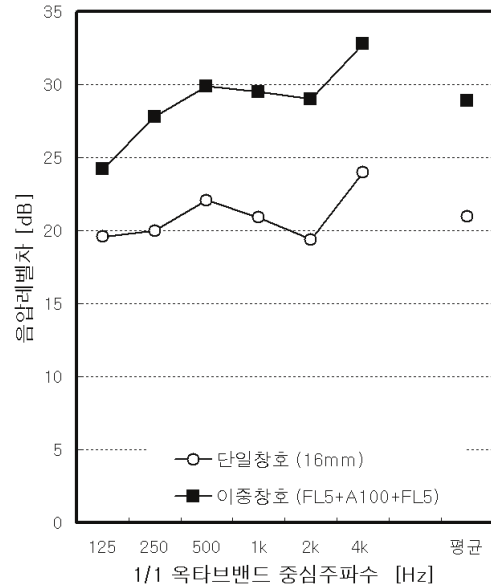


[그림 8] 창호의 차음성능 (현장)

않으며, 이중창호의 경우 약 10 dB 정도 높은 차음성능을 나타내고 있다. 그림 8, 그림 9는 실제 공동주택과 주거성능실험동에서 외부음원을 이용하여



[그림 7] 단일유리의 차음성능 (실험실)



[그림 9] 주거성능실험동에서의 창호 차음성능 측정결과

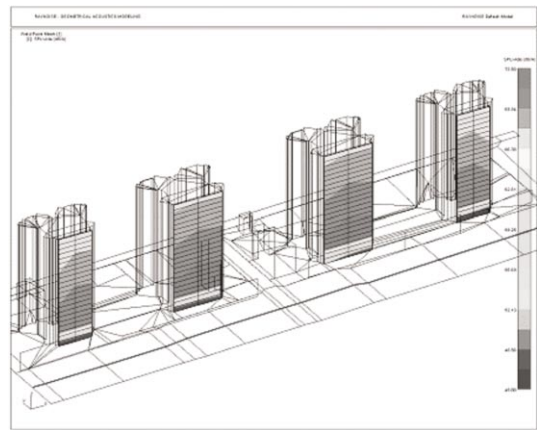
단일창호와 이중창호의 차음성능을 비교하여 측정 한 결과를 나타낸 것이다. 측정결과, 실험실 결과와 비교하여 약 10 dB 정도 낮은 차음성능을 보이고 있으며, 이는 이중창호 중 내측 창호의 기밀성이 낮아 창틀과의 틈새를 통한 소음이 전달되기 때문인 것으로 판단된다. 따라서, 현장 시공시에는 창호의 차음 성능에 큰 영향을 미치는 창틀과의 기밀성을 확보하는 것이 매우 중요하다고 판단된다.

표 2는 창호 종류에 따른 단열성능과 차음성능을 개략적으로 비교하여 나타낸 것이다. 창호의 기능은 차음성능 이외에도 단열성, 채광성, 투시성 등 다양한 기능을 요구하고 있어 단지 한 두가지 기능만으로 판단하는 것은 어렵다고 할 수 있으나 외부소음에 대한 실내소음 기준 제정, 에너지 절약 설계 등 환경변화에 대응하기 위하여서는 그 중에서도 차음 성능 및 단열성능을 우선적으로 고려하여야 할 것으로 생각된다.

창호의 차음성능 측정

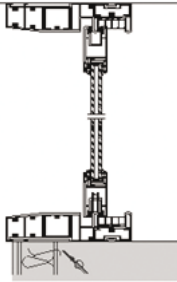
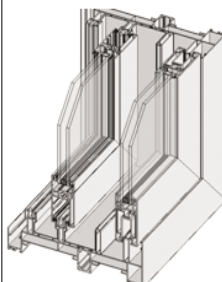
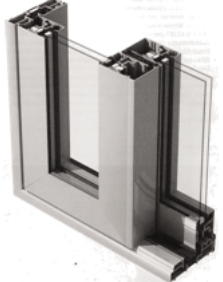
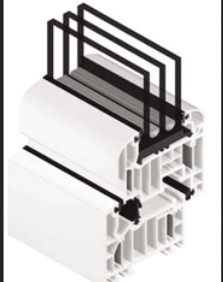
창호의 차음성능 향상을 위하여서는 유리 두께의 증가, 창틀과의 틈새 기밀성 확보 등이 중요하며, 특히 설계 및 시공단계에서 조용한 실내환경 제공을 위하여서는 사전에 외부소음을 정확히 예측하고, 각

종 창호 종류에 따른 차음성능 데이터를 기초로 적절한 창호시스템을 적용하는 것이 바람직하다. 그림 10은 시뮬레이션 프로그램을 이용하여 도로변 공동주택의 외부소음을 예측한 결과를 나타내고 있으며, 도로의 폭, 교통량, 교통속도, 이격거리, 방음벽에 의한 효과 등을 설계 단계에서 판단하는데 유용하다고 생각된다. 또한, 창호의 차음성능에 대하여서는 창호 생산업체에서 제공하는 실험실 실험결과와 현장 조건에서의 차음성능 측정결과를 종합적



[그림 10] 도로변 건물의 도로소음 예측결과

<표 2> 창호 종류에 따른 차음성능과 단열성능

	일반창(비확장)	시스템이중창	이중창(확장)	3중유리
사양	• 복층유리 단창 (16 mm, PVC래핑)	• 복층유리 16, 24 mm • Lift Sliding • 160 mm	• 복층 22 / 24 mm • Lift Sliding • 255 mm	• 52 mm 3중유리 • Lift Sliding
단열성능(열관류율)	3.38 W/m ² · k	1.40 W/m ² · k	1.52 W/m ² · k	1.21 W/m ² · k
차음성능(500Hz)	약 20 ~ 22 dB	약 30 ~ 35 dB	약 25 ~ 30 dB	약 30 ~ 35 dB
특징 및 Spec				

으로 고려하여 판단할 필요가 있다. 그림 11은 정확한 차음성능 측정을 위하여 실험실 및 현장에서 차음성능을 측정장면을 보여 주고 있으며, 그림 12는 음압레벨 측정과 더불어 창호의 각 부위별로 소음이 투과되는 현상을 음향인텐시티를 이용하여 측정, 가시화한 결과를 나타내고 있다.

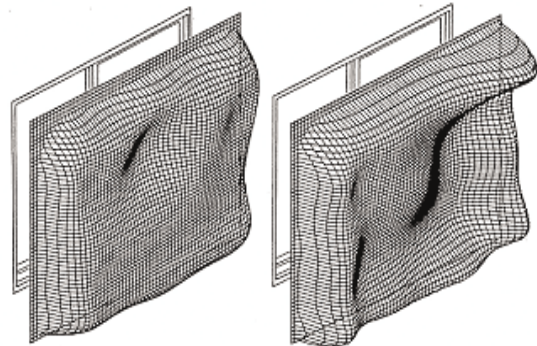
그림 13은 모형실험을 통해 도로변 건물의 외부소음 예측 및 발코니 등의 차음대책을 수립하기 위하여 발코니 상부 천장의 흡음에 의한 소음 저감효과를 판단하기 위하여 모형실험을 통하여 측정하는 장면을 보여주고 있다. 이와 같이 다양한 음향 측정 기법을 활용하여 보다 정확한 예측을 통해 적절한 차음대책을 수립하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.



[그림 11] 음향인텐시티 측정

외부소음에 따른 창호의 차음설계 기준과 고차음 창호

위에서 살펴본 것과 같이 창호의 차음성능은 다양한 영향요인에 의해 영향을 받고 있으며, 이를 정확히 예측, 측정하는 것이 매우 중요하다. 그러나, 적절한 실내소음 기준을 만족하기 위하여서는 외부소음 조건에 따라 창호의 차음설계 기준을 명확히 설정할 필요가 있으며 실험실과 현장조건에서의 차음성능 차이 요인에 대하여서도 지속적인 연구개발이 요구된다. 표 3은 외부소음에 따른 실내소음 기준을 만족하기 위한 창호 기준 설정을 위



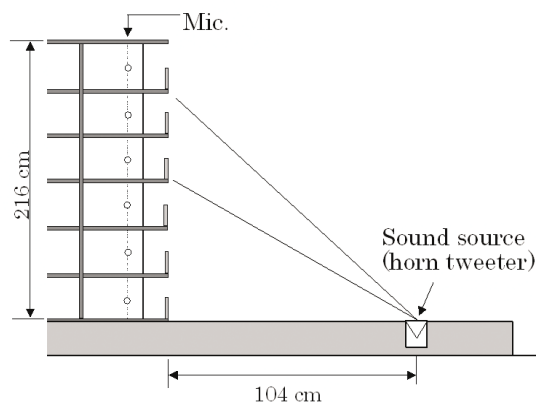
a) 250Hz, octave band

b) 2kHz, octave band

[그림 12] 창호를 통한 소음 투과 (인텐시티)



[그림 13] 도로교통소음의 전달 모형실험



〈표 3〉 외부소음레벨에 따른 창호 조건

Sound Level outdoors (dB)	Sound Insulation (dB)	Construction of building facade	Sound Level indoors to be preserved (night time)
75	40	↑ Double skin	30 dB : WHO report 35 dB : EQS for general areas 40 dB : EQS for roadside areas
70	35		
65	30	↑ Double pane window	
60	25	↑ Single window	
55	20	↓ Open window	
50	15		
45	10		



[그림 14] 다양한 창호를 갖는 건물 Facade



[그림 15] 복유립의 3중 고차음 창호



[그림 16] Double Skin Facade

하여 개략적으로 정리한 것이다. 그러나, 위에서도 언급한 바와 같이 외부소음의 정확한 예측, 창호에 따른 차음성능 데이터, 시공조건에 따른 차음 저하

요인에 대한 추가 연구를 통하여 조금이나마 조용한 실내환경 제공을 위한 참고자료가 되기를 바란다. (3)