

차음성능과 기밀성능이 향상된 경량 간막이벽 개발

A Development of Partition Wall for enhanced Sound Transmission Loss and Air Tightness

○ 배상환* · 박진우** · 홍천화***

Bae Sang-Hwan, Park Jin-Woo, Hong Cheon-Hwa

Key Words : 경량 간막이벽(Partition Wall), 차음성능(Sound Transmission Loss), 기밀성능(Air Thightness)

ABSTRACT

As being inconvenient to apply reinforced concrete structure to high-rise buildings, it is applied steel structured system. Therefore light-weight wall systems are applied as partition wall to reduce the self-load of the building. But, the required performances of a light-weight wall are not evaluated systematically. As a field survey result, partition walls of house-to-house and room-to-room were not showed their respected performances, so the dwellers are feel so worse the quality of the whole building. In steel-structured high-rise buildings especially, occupant's dissatisfaction concerned indoor noise was high because curtain wall systems having a high air-tight performance isolate the outdoor noise making masking effect. Also to suppress indoor air movement, stact effect must be concerned. Therefore wall systems which have high performances of sound insulation and air-tightness are required in high-rise buildings.

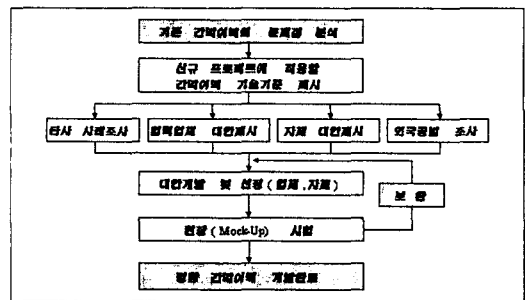
1. 서론

국내 대부분의 아파트 건축은 철근콘크리트 벽식구조를 채용하고 있으나, 최근 건축되고 있는 철골조 초고층 아파트의 경우 건물 자중의 문제로 경량벽체의 적용이 불가피한 실정이며, 코어부분을 제외한 대부분의 벽체가 경량벽체로 시공되고 있다. 그러나, 철골조 아파트나 주상복합 건물의 경량벽체에 대해서는 체계적인 성능평가도 이루어지지 않은 실정이며, 이에따라 제 기능을 발휘하지 못하여 건축물 전체의 품질을 저하시킬 우려가 있고, 특히 차음성능과 기밀성능에 있어 보다 향상된 성능이 요구된다.

위와같은 배경에서 추진된 본 연구는 경량 간막이벽 요구성능을 파악하고 각각의 성능기준을 설정한 후, 이를 바탕으로 기존의 경량벽체 시스템을 개선한 경량 간막이벽을 개발하고, 샘플시공을 통해 개발벽체의 성능을 검증하였다.

1.1 연구방법 및 범위

차음성능과 기밀성능이 향상된 경량 간막이벽 개발을 위한 본 연구의 흐름도는 다음과 같다.



[그림 1] 연구흐름도

* 대림산업(주) 기술연구소
E-mail : sanghwan@dic.co.kr
Tel : (02)2170-7192, Fax : (02)2170-7276

** 대림산업(주) 기술연구소 연구원

*** 대림산업(주) 기술연구소 부 장

2. 기존 간막이벽의 문제점 및 요구사항

2.1 기존 간막이벽의 문제점

(1) 차음성능 미비

기존에 적용된 경량벽체들도 국내 차음기준(실험실, 500Hz에서 투과손실 45dB이상)을 만족하는 자재로서 차음 구조로 인증된 자재이나, 실제 현장조건에서는 시험실보다 5~10dB의 차음성능 저하가 나타나는 것으로 평가되었다. 이는 시공시 발생하는 벽체간의 연결부위와 배관 및 덕트의 관통부, 전기 콘센트/스위치 등 자재의 단면손상 부위를 통하여 음이 전달되어 차음성능을 저하시키기 때문으로 판단되며, 건물의 외피가 차음성이 좋은 커튼월로 마감되었기 때문에 실내에서는 Masking effect가 저감되어, 입주자는 실감, 세대간 소음을 더 크게 느낄 수도 있다. 이러한 현상은 음교(Sound Bridge) 발생 부위에 대한 '밀실충진'이라는 시공지침만으로는 실내의 차음성 유지에 한계가 있음을 의미한다.

(2) 기밀성/차음성 미비

고층건물에서는 연돌효과 및 급기/배기 불균등으로 인해 복도와 세대, 세대와 발코니, 실과 실 사이에 기압차가 발생한다. 이 때 발생한 기압차는 기류와 습기 이동을 유발하여 냄새전달, 결로 등의 부가적인 문제 발생시킨다. 기류이동으로 인한 문제점은 간막이벽 구성재료의 기밀성, 차음성의 문제라기보다는 시공시 발생한 접합부와 관통부, 전기 콘센트/스위치 등을 통한 기류이동이 주 원인이라 판단되며, 상기 기류이동 통로에 대해 압면 충전으로는 해결이 어려울 것으로 판단된다.

(3) 부분적으로 특별한 성능 필요

D프로젝트에 적용된 간막이벽 중에는 건물 특성에 의해 부분적으로 특별한 성능과 조건을 요구하는 부분이 존재하며, 그 내용은 다음과 같다.

- 석재, 타일 등 중량마감재 부착 강도 필요
- 화장실이나 주방 등에서 방수피막이 파괴될 경우 내부단열재 손상 및 장기적인 하자 유발을 방지성능 필요
- 이질자재를 혼용하면 시공관리가 어렵게 되며, 입주 후 사후 입주자 관리에 어려움이 발생하므로 가능한 한 통일된 자재를 사용하는 것이 현장관리에 유리

2.2 간막이벽의 요구성능

본 연구에서는 간막이벽의 과설제로 인한 불필요한 원가상승을 억제하기 위하여, 인접 실의 특성에 따라 간막이벽을 기능적으로 분류하고, 각각의 요구성능을 제시하고자 한다. 또한, 간막이벽의 개발과정에서 종류별 요구성능이 큰 부담없이 통합될 수 있을 경우에는 부분적으로 통합 개발을 적극 추진하였다.

(1) 접합 방법

D프로젝트에 설치된 Shaft벽은 입상관 설치 작업과의 공정마찰로 인해 커튼월 설치 공사보다 선행하여 시공되었으며, 동절기에 별도의 보양 대책을 필요로 하였다. 그러므로, 개선하고자 하는 벽체는 건식 접합만으로 별도의 보양을 피하고 시공중 충격을 견딜 수 있는 접합강도를 필요로 하며, 차음성 및 기밀성 향상을 위해 후 습식 접합도 고려할 수 있도록 한다. 기타 실감, 세대간 간막이벽에 대해서는 건식 및 습식접합이 모두 가능하다.

(2) 벽체의 강도

Shaft벽은 건식 접합만으로 시공중 발생하는 충격을 견딜 수 있는 강도가 필요하며, 세대경계벽은 최종 접합상태에서 인접세대 및 복도에서 간단한 공도구 및 인력으로 파손이 어려운 강도를 필요로 하며, 보안에 문제가 발생하지 않아야 한다. 옥실벽은 최종 접합상태에서 타일, 돌 등의 중량 마감재를 설치할 수 있을 강도를 필요로 한다.

(3) 차음성능

경계벽의 경우 법기준보다 강화된 실험실 기준 필요를 필요로 하며, 경계벽의 경우 현장 시공시에도 법기준을 만족하는 수준으로 한다. 차음관련 규제를 받지 않는 세대내부벽에도 어느정도의 차음성능이 필요한 것으로 판단된다.

(4) 기밀·차음성

가. 평가 기준

패널재 및 충전재 자체의 기밀성 및 차음성은 현장 시공시 발생하는 틈새에 의해 큰 의미가 없게 되므로, 현장 시공상태에 따른 기밀성 및 차음성 시험을 필요로 한다.

나. 평가 방법

차음관련 현장(또는 Mock Up) 시험시 기밀성 시험 병행하는 것으로 하며, 간막이벽을 경계로 한쪽 실에서 기밀성능 측정장비를 활용하여, 벽체의 상당누기면적을 산출함으로써 벽체의 기밀성능을 평가한다.

(5) 내수성

Shaft벽 및 화장실벽 등 배관 및 방수 파손으로 누수 우려 부위에는 내수성이 있는 자재로 구성하여야 한다. 내수성이 없는 자재는 물이 스밀 경우 보수 이후에도 장기적인 하자 발생의 우려가 있다. 따라서 다음과 같은 기술기준을 만족하여야 한다.

- 외부측은 흡수성이 낮은 시멘트 보드 종류를 사용한다.
- 내부 충전재는 흡수성이 낮거나 수분에 의한 손상이 없는 재료를 사용한다.
- 내부 충전재가 내수성이 없을 경우 외부측 패널간 접합부 및 하부 접합부의 균열 방지 대책 및 방수 계획을 수립하여야 한다.

(6) 단열

외벽 중 발코니 벽은 외부 커튼월 시공으로 인해 고단열을 요구하지 않으며, 발코니 기온을 높게 유지할 경우 커튼월 유리 및 창틀 결로방지에 유리하므로 최소한의 법적 단열재 사용(단열재 50mm, 열관류율 0.5 kcal/m²hr°C 이하)하도록 한다.

외벽 중 외장 패널의 내부벽(스팬드렐)은 층간 기밀성, 외장 패널의 기밀성이 미비할 경우를 대비하여야 하며, 법기준 이상의 단열 필요로 하다. 간막이벽의 단열성을 중부 축벽 수준(단열재 70mm, 열관류율 0.4 kcal/m²hr°C 이하)으로 설정한다..

(7) 방수

육실벽은 바닥에서 1,200mm 높이까지 시멘트액체방수, 혹은 우레탄칠방수 등이 가능해야 하며, 외벽 중 발코니와 실내 사이의 벽은 하부 150mm 높이까지 시멘트액체방수, 혹은 우레탄칠방수 등의 치켜올림이 가능해야 한다.

(8) 마감

간막이벽의 표면은 최종작업 후 마감작업이 용이하도록 형성되어야 한다.

(9) 내화

내화규정에 의거하여 간막이벽 중 세대경계벽, Shaft 벽은 2시간 내화구조, 외벽은 1시간 내화구조 인증이 필요하다.

(10) 기타

개발하고자 하는 간막이벽은 현장관리, 마감, 접합 등에 있어 다음 [표 1]에 제시된 성능을 만족하여야 한다.

3. 경량 간막이벽 개발

경량 간막이벽의 개발방향은 기밀성과 차음성능을 중심으로 진행되었으며, Mock-Up 시험을 통해 기존 경량벽체와 동일한 조건에서 성능평가를 수행함으로써 개발안의 타당성을 평가하였다.

기존 경량벽체 경우, 경험적으로 시험실에서의 차음성능을 기대할 수 없다는 판단하에, 시험실 기준치를 5dB정도 상향하여 차음성능 목표치를 설정하였고, 부위별 개선안을 통해 기존시스템에서 보다 나은 성능이 발휘될 수 있도록 하였으며, 자체적으로 개발한 경량벽체에 대해서도 샘플시공을 통해 성능평가를 수행하였다.

3.1 경량 간막이벽 개발방안

다음은 세대간 경계벽의 개발방향으로, 현재 경량벽체로 사용되고 있는 벽체시스템들이 법규에서 정하는 차음구조로서 인증을 획득한 시스템들임에도 불구하고, [그림 2-A]에서 볼수 있듯이 시험실 조건에서는 차음구조로서 성능을 발휘할수 있으나, [그림 2-B]와 같이 현장에서는 전기 Box, Switch Box의 설치, 배관의 관통 그리고 틈새 충전의 미흡으로 요구되는 차음성능을 기대할수 없으므로, [그림 2-C]와 같이 전기 Box나 Switch Box의 시공에도 손상을

[표 1] 간막이벽의 기타 요구성능

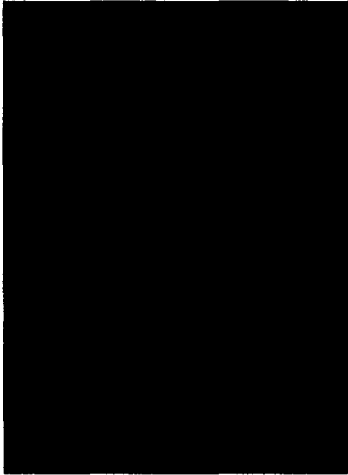
구 분	요 구 성 능
중 량	<ul style="list-style-type: none"> • 2인1조로 운반, 설치가 가능하여야 함. • 개발부재의 한계하중 : 180 kg(아코텍 100mm 단위패널 180 kg)
층간변위 추종성	<ul style="list-style-type: none"> • 상부 접합부 : 슬라브 및 보의 처짐을 15mm까지 흡수하여야 함. • 기존 간막이벽 : 상부 접합부에서 15mm정도의 완충공간을 둠
바 닷 접합부	<ul style="list-style-type: none"> • 패널재를 수직으로 세울 수 있는 바닥 접합 상세 혹은 공법 필요. • 하부 30cm는 내수성 필요 : 기포콘크리트 및 바닥 미장 공사
면평활도	<ul style="list-style-type: none"> • 패널재 면 : 굴곡이나 휨이 없어야 함 (벽지마감 및 페인트마감 대비) • 패널간 접합부 : 퍼티 혹은 조인트 테이프 처리 방법 필요.
관 통 부 보강대책	<ul style="list-style-type: none"> • 상부 보, 덕트 관통부에 대한 보강(기존) : 양면, 우레탄폼을 충전하고 있으나, 전기/통신 기구 매입구 주변은 충전이 미비하며, 보하부는 내화피복에 의해 밀실 시공이 어려움 • 패널 내부 공간을 통해 음의 회절 전달 및 습기 이동 발생(기존) • 상부 보, 덕트 관통부위, 보 하부, 전기/통신 기구 매입구에 대한 기밀, 차음 대책 필요. • 개구부·관통부 주변은 단순한 충전 보다는, 간막이벽 시스템 자체에서 해결하는 것이 바람직함.
가공성	<ul style="list-style-type: none"> • 현장에서 전동톱 등을 사용, 쉽게 가공/절단이 가능해야 함.

4.2 평가항목 및 평가방법

(1) 차음성능

차음성능은 KS F 2809에 규정된 '건축물의 현장에 있어서 음압 레벨차의 측정방법'에 준하여 수행하였고, 평가는 STC등급과 Over All값에 의한 투과손실을 기준으로 하였다.

(2) 기밀성능



벽체의 기밀성능은 미국 RETROTEC사의 기밀성능 측정 시스템(Model : Infiltrometer 970HP)를 사용하여 가압 및 감압시의 상당누기면적을 산출하여 상대평가를 수행하였으며, 기밀성능 측정장면은 [그림 5]와 같다.

[그림 5] 기밀성능 평가

(3) 평가결과

본 논문에서는 세대간 경계벽에 대한 기존업체 및 개선안의 성능평가 결과를 차음성능 및 기밀성능을 중심으로 수록하였으며, 결과는 다음과 같다.

가. 차음성능 평가결과

세대간 경계벽에 대한 차음성능 측정결과는 [표 3]과 같다. 분석결과, STC등급과 D등급을 기준으로 할 때는 '개선안'과 B사의 차음성능이 가장 우수한 것으로 평가되었으며, 사람이 인지하는 주파수별 가중치(A특성)를 적용하여 종합적인 지표로 나타낸 Over All값을 기준으로 할 때는 '개선안'이 가장 우수한 것으로 평가되었다.

'개선안'에 대해서, 마감층을 방화석고보드12.5T 2겹, 빌라보드6T+방화석고보드12.5T으로 적용하는 안과 보다 나은 경제성을 위해 고려된 32T 스티드 및 상하부러너(Runner)를 지지핀으로 대체한 공법에 대해서도 성능평가를 수행하였으나, 마감층을 일부자재로 변경한 대안의 경우 일반보드+방화석고보드 마감으로 구성된 시스템과 성능상 큰 차이가 발생하지 않았고, 지지핀으로 스티드를 대체한 공법의 경우에는 마감층과 심재사이에서 진동이 전달되고 판진동이 발생하여 저주파수대 영역의 차음성능이 매우 저하되는 특성

으로 적용이 어려울 것으로 분석되었다.

[표 3] 경계벽의 차음성능 측정결과

(단위:투과손실, dB)

	125	250	500	1K	2K	4K	O/A	STC	D등급
개선안	31.38	38.08	47.45	60.82	58.23	58.87	43.06	50	47
D사	31.45	35.63	45.93	58.93	57.93	58.37	42.38	49	45
T사	30.58	35.47	46.62	58.10	56.95	56.60	42.03	49	45
L사	32.95	36.80	47.42	58.73	59.12	58.68	42.35	50	46
S사	30.20	38.25	47.50	58.40	64.12	56.98	41.67	50	47

나. 기밀성능 평가결과

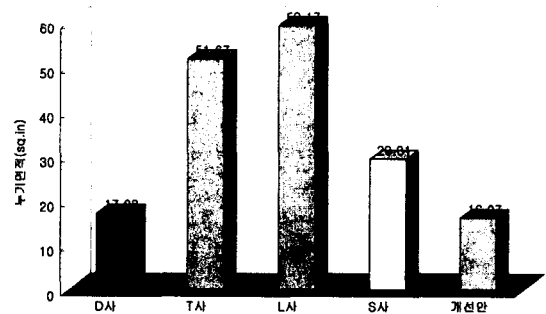
세대간 경계벽의 기밀성능 평가결과는 [표 4]와 같으며, D사의 세대간 경계벽과 개선안이 기밀성능에서 가장 우수한 것으로 평가되었다. 이는 D사의 경우 벽체 중심부에 심재로서 밤라이트를 추가적으로 설치하는 구조로 구성되어 있고, 개선안의 경우에도 75T 아코텍 패널이 시공되어 사실상 3중구조를 이루기 때문에 전기 Box나 스위치 Box를 시공한 후에도 내벽은 손상되지 않은 상태를 유지함으로써 기밀성능을 우수하게 유지한 것으로 분석된다.

기밀성능의 경우, 절대적인 기준값이 존재하지 않으나 개선안을 기존공법과 비교할 경우, 약 46% 정도의 기밀성능 향상효과가 있는 것으로 평가된다.

[표 4] 세대간 경계벽의 기밀성능(E.L.A.)

(단위 : sq.in)

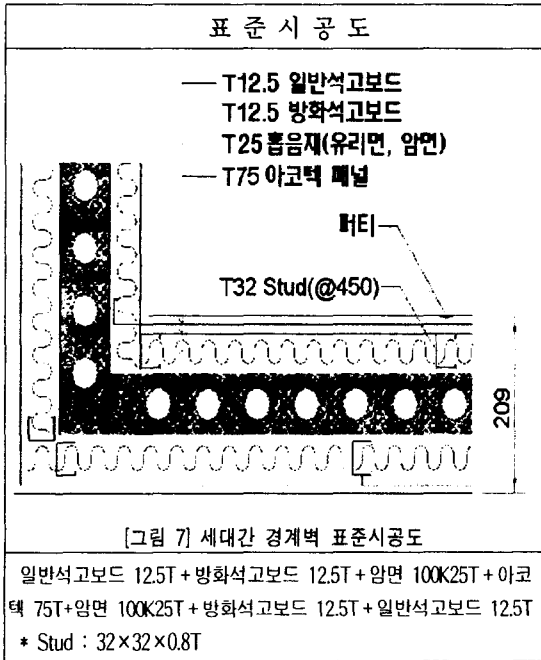
	D사	T사	L사	S사	개선안
가압시	16.71	49.61	51.01	26.82	13.88
감압시	17.45	53.80	67.33	31.79	18.26
평균	17.08	51.71	59.17	29.31	16.07



[그림 6] 세대간 경계벽의 기밀성능 평가결과

4.3 소결

본 연구를 통해 개발된 세대간 경계벽의 표준시공도는 [그림 7]과 같다. 세대간 경계벽의 구성은 내벽에 심재로 75T 아코텍 패널을 단층 시공한 후, 10mm 내외의 공기층을 두고 32T의 Stud를 사용하여 바탕방화석고보드12.5T와 마감일반석고보드 12.5T 설치하는 방안이다.



시공시 주의할 사항은 다음과 같다.

- (1) 흡음재로 사용되는 100K30T 암면을 스테드 간격인 450T보다 10T정도 길게 채단하여, 스테드 사이를 밀실하게 충전하도록 시공한다.
- (2) 심재로 사용된 아코텍 75T 단층패널과 32T 스테드 사이에는 반드시 10T이상의 공기층을 확보하여 벽체가 일체화되지 않도록 시공한다.
- (3) 인접실의 전기 Box를 시공하기 위한 주름관을 바닥면에서 뽑는 작업시에, 심재로 사용된 아코텍을 중심으로 양면에서 시공하도록 2개의 주름관으로 뽑아 올리도록 한다(시공시 전기부분에서 처리해주어야 심재로 사용되는 아코텍 단층패널이 손상되지 않고 온전하게 제 기능을 발휘할수 있음).

5. 결론

철골조 초고층아파트에 적용되는 경량 간막이벽 개발을 목표로 진행된 본 연구는 철골조 초고층아파트의 경량 간막

이벽에 대한 요구성능을 파악하고 각각의 성능기준을 설정한 후, 이를 바탕으로 기존의 경량벽체 시스템을 개선한 경량간막이벽을 개발하였다. 본 연구의 결과는 다음과 같다.

- 1) 경계벽과 세대내 간막이벽에 대한 문제점 및 요구성능을 파악하였고, 기존의 벽체시스템이 시험실에서 수행된 차음성능을 만족하나 현장조건에서 시공후에는 5~8dB 정도의 투과손실 감쇠가 발생하는 점을 감안하여, 시험실 조건에서 약 5dB 상향된 차음기준을 설정하였다.
- 2) 기존벽체시스템에 대한 고찰결과, 차음성능과 기밀성능을 향상시키기 위해서는 벽체 시공시 틈새에 대한 밀실시공이 우선되어야 하나, '밀실시공'이라는 관리지침만으로는 요구성능을 충족하기 어려우며, 따라서 벽체구성 자체로 전기 Box나 Switch Box등 시공에도 손상을 받지않을 심재의 설치가 바람직것으로 분석되었고, 경량벽체라 하더라도 세대간 경계벽의 경우에는 보안성과 저주파수대 영역의 차음을 위해서는 밀도가 상대적으로 높은 자재의 시공이 유리한 것으로 판단되었다.
- 3) 위와같은 경량 간막이벽 개발방안에서 벽체시스템을 개발하였으며, 세대간 경계벽에 대한 개선안으로 제시된 벽체시스템의 구성은 벽체 심재로 아코텍 75T를 시공하는 방안이다. 구체적으로는 '일반석고보드9.5T(테파드)+방화석고보드12.5T+공기층10T+아코텍75T+공기층10T+방화석고보드12.5T+일반석고보드9.5T(테파드)'로 구성된 경량벽체 시스템이며, 차음성능에 있어서도 기존안에 비해 Over All값을 기준으로 1.5dB(A)내외, D등급으로 2등급 정도의 성능개선효과가 있는 것으로 분석되었다.

후기

이 연구결과물의 개발안에 대해서는 차음구조 및 내화구조 인증을 취득하였고, 실용신안 등록을 완료하였으며, 특허가 출원되어 있음.

참고 문헌

- (1) 김선우, 조적조 벽체의 차음특성에 관한 실험적 연구, 대한건축학회논문집, 11권 8호, 1995, 8.
- (2) 이경희, 건축환경계획, 문운당, 1995.
- (3) 환경공학교과서연구회 편저, 건축환경공학, 시그마플러스, 1998.