

무량건식벽체(FDW) 아파트



손덕길 대한주택공사
건축설계처 구조설계부장

1. 개발배경

2000년 우리나라의 주택보급율은 94%에 이르고 있어 주택의 수급불균형이 크게 완화되었고 앞으로의 주택정책 방향은 대량위주의 공급방식에서 다양한 주택의 안정적 공급과 사회정의 실현을 위한 공공주택 확대 보급이 요구되고 있는 실정이다.

이러한 주택정책의 변화에 따라 정부에서 리모델링 활성화를 위해 관련입법의 제정 및 관련제도의 정비를 추진해 나가고 있는데 발탁취 대한주택공사(사장 김진)에서는 주택기술의 선진화와 설계혁신을 위한 전략적 측면에서 주택의 내구성 향상을 통한 주택의 장수명화의 실현과 리모델링 활성화를 도모코자 '99년부터 리모델링이 가능하고 유지관리가 용이한 설계의 개발과 관련 요소기술의 검토와 성능기준 수립을 준비하여 왔으며 '00년에는 이에 대한 기술적 검증 및 성능확인 등을 통하여 무량건식벽체(F.D.W : Flat Slab Dry Wall)아파트를 개발하게 되었음.

2. 공법개요

2.1 구조개요

무량건식벽체(FDW) 아파트는 세대간 경계벽을 제외한 내부 칸막이 벽체를 현행습식 철근콘크리트 또는 조적벽을 공장 생산품인 경량건식벽체(Dry Wall)로 설계한 것으로, 장변장향은 기존의 전단벽 구조를 대신하여 보와 기둥으로 구성된 연성모멘트골조와 코아벽체(전단벽)가 수직하중과 횡력을 부담하는 이중골조 방식이며, 단변방향을 강성이 큰 경계벽으로 구성되는 전단벽 구조방식이다.

벽식 구조

구조 : 콘크리트벽+슬래브
내벽 : 콘크리트벽+조적벽



무량건식벽체(FDW) 구조

구조 : 콘크리트벽 및 기둥+플랫슬래브
내벽 : 경량건식벽체

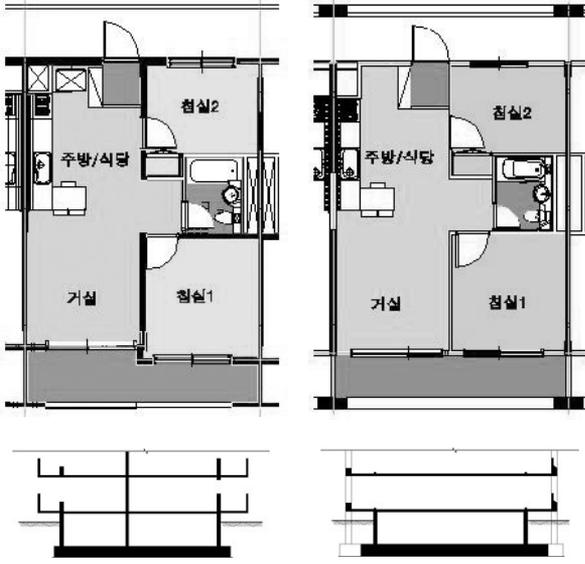
구분	벽식 구조	FDW 구조	비고	
구조 개요	구조형식	내력벽방식	전단벽+이중골조방식	36, 45㎡
	반응수정계수	· 장변(X): 3.0 · 단변(Y): 3.0	· 장변(X): 5.5 · 단변(Y): 3.0	·
	주기식(T)	· 장변(X) : 0.0488h ^{3/4} 0.0731h ^{3/4} · 단변(Y) : 0.0488h ^{3/4}	· 장변(X) : 0.0731h ^{3/4} · 단변(Y) : 0.0488h ^{3/4}	·
부재 크기 (cm)	보	-	30×60	전, 후면 설치
	기둥	-	30×80(30×70)	() : 36㎡
	슬래브	15	18(16)	·
	벽체	16	18(16)	·

· 재료강도

콘크리트 : KS F 4009, fck = 240kgf/cm²

철근 : KS D 3504, fy = 4,000 kgf/cm²

· 평면 및 단면



벽식 구조

FDW 구조



기준층6호 조합

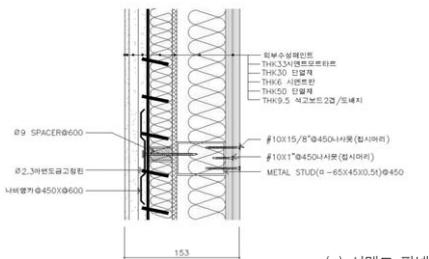


단위세대 조합

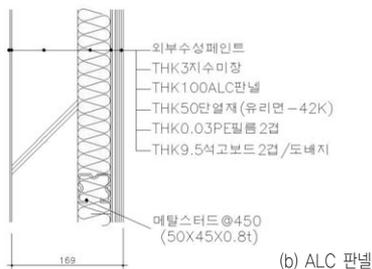
2.2 건식벽체(DryWall) 개요

1) 외벽부재

- 외벽의 요구성능을 확보할 수 있는 복합부재로 시스템을 설정
- 철망판넬위 시멘트몰탈 및 ALC판넬 적용



(a) 시멘트 판넬

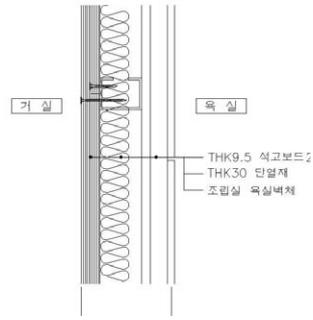


(b) ALC 판넬

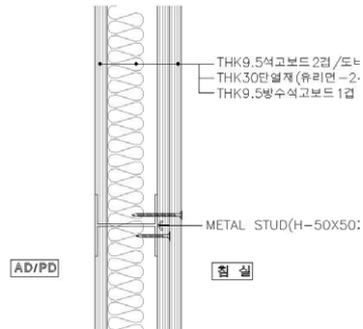
〈그림1〉 외벽 부재 설계

2) 내벽부재

- 내벽의 요구성능을 확보할 수 있는 steel stud에 의한 Framed Wall에 석고보드를 붙이는 공법적용
- 벽체구성
외벽 중 내벽 : 65stud 위 9.5t 2Ply
- 차음설계 : 실란트, 유리면, 석고보드 엇갈림 시공



(a) 화장실벽



(b) PD/AD벽

〈그림2〉 내벽부재 설계

2.3 공법의 주요 특징

- 세대 내부 가변성
- 벽체두께의 감소 (외벽 : 280→172mm, 내벽 : 150→88mm)
- 2세대 통합 가능
- 세대내부 건식벽체의 시공 : 방바닥 미장 후 설치
- 설비 기기함의 집약 : Main Box함 설치 등

3. 구조 안정성 및 성능평가

3.1 구조 안정성 확인

1) 구조해석 수행

- 건물 전체의 수직하중(고정, 적재)과 수평하중(풍, 지진)을 산출하고, 구조해석 프로그램으로 WALL별 강성배분 및 하중의 중심

과 강심의 차이에 따른 비틀림의 영향을 고려하여 구조해석 수행
· 수평력에 대한 전단벽의 구조해석은 횡변형 및 전단변형을 고려하여 설계

※ 건물전체의 변위량 (풍하중) : 건물높이의 1/500 이하

※ 층간변위 (지진하중) : 층고의 0.015배 이하

· 구조해석 프로그램 : MIDAS GEN / SDS

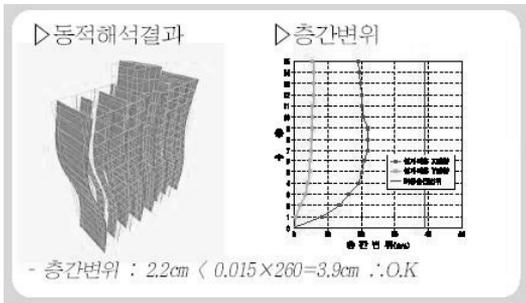
2) 해석 및 재하실험 결과

장변 및 단변방향 모두 풍하중에 의한 횡변위와 지진하중에 의한 층간변위 및 실물재하에 의한 처짐 실험이 기준치를 충분히 만족함.

△ 안정성



△ 사용성



3.2 성능평가

1) 바닥충격음 차단성능

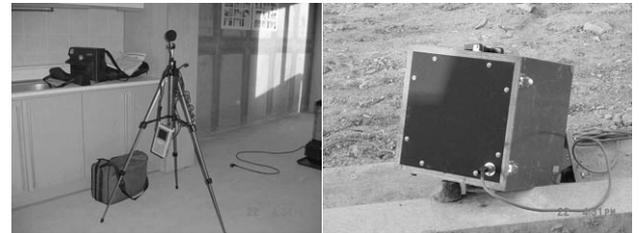
실험결과 슬래브두께 증가(180mm)에 따라 약 3dB정도의 저감효과가 있었으며, 기준에 다소 부족한 중량충격음은 원충재 병행 적용 (2dB 저감)시 허용기준을 모두 만족할 것으로 판단됨.

구분	경량 충격음	중량 충격음	허용기준
160mm 슬래브 위 운틀	58dB	53~54dB	경량 : 58dB이하
180mm 슬래브 위 운틀	55dB	51~52dB	중량 : 50dB이하

2) 건식벽체 차음성능

세대내 건식벽체 차음성능은 목표치를 만족하고 있으며, 기존의 습식벽체의 차음성능(D-25~35데시벨)과 비슷한 결과를 보임.

실 용 도	설계목표치	측정치	판정
거실-안방	D-24이상	D-24	만족
거실-작은방	D-24이상	D-24	만족
안방-작은방	D-35이상	D-42	만족



3) 바닥 진동실험

보행에 의한 연속하중과 뒹뒹기 등에 의한 충격하중 모두 평가기준을 만족하여 사용성(주거성능)에 문제가 없는 것으로 판단됨.

단위 : gal(cm/sec²)

연속진동	평형	측정값				기준값*	평가결과
		1회	2회	3회	평균		
연속진동 (보행)	36㎡	2.30	2.33	2.32	2.32	11.0	성능만족
	45㎡	2.90	3.00	2.98	2.96	10.0	
충격진동 (뒹뒹기)	36㎡	7.80	7.78	7.70	7.76	39.0	성능만족
	45㎡	9.85	9.86	9.85	9.86	35.0	

※ 고유진동수(36㎡: 29.82Hz, 45㎡: 27.94Hz)에 해당하는 값

※ 성인하중 : 68kg, 78kg, 아동하중 : 48kg

4. 생산성 및 경제성 분석

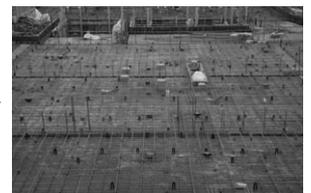
4.1 시공성

ALC 판넬공사나 스티드 벽체공사에 대한 기능공의 숙련도 부족으로 시행착오가 있었으나, 기존 벽식공법에 비해 골조량 감소 및 구조 단순화로 세대내부 거푸집설치 및 콘크리트 타설 등이 용이했으며, 특히 방바닥 미장공사의 경우 한 세대 전체가 일시에 시공이 가능하여 전반적으로 시공성이 크게 향상되었다.

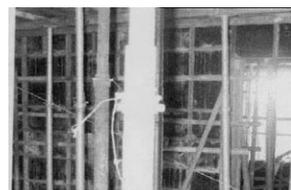
벽식구조

FDW 구조

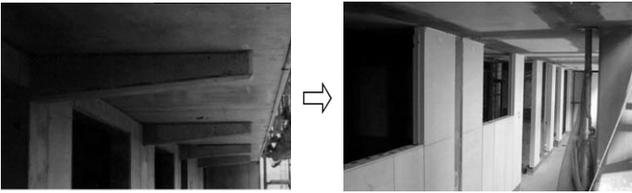
· 철근배근



· 거푸집

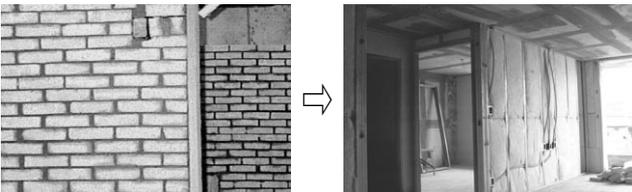


· 외벽



(콘크리트)

(ALC판넬)



· 내벽

(조식 또는 콘크리트)

(경량벽체)

[부위별 시공상세]

형 별	구 분	레 미 콘 (㎡/평)	거 푸 집 (㎡/평)	철 근 (kg/평)
36㎡	FDW구조	1.54	11.44	151
	벽식구조	1.73	13.86	187
	비율(FDW/벽식)	89%	82%	81%
45㎡	FDW구조	1.53	10.31	152
	벽식구조	1.68	13.73	183
	비율(FDW/벽식)	91%	76%	83%

<표1> 평당 구조재량 분석결과

4.2 공사기간

기존 습식공법과 비교할 때 FDW공법의 가장 큰 특징은 구조형식의 단순화와 습식 벽체의 건식화를 통하여 골조공기를 단축할 수 있으며, 또한 외벽체 공사와 방바닥 미장공사, 내벽체 공사 이후에 수장 공사가 진행된다는 점으로 이 세가지 공사가 전체마감공사 공정에 매우 큰 영향을 미친다는 점이다.

따라서 건식벽체를 구성하는 각각의 재료성능은 물론 재료 상호간 적합성과 벽체의 구성 및 시공방법에 대한 검토는 공사의 품질은 물론 공정 및 공사기간에 매우 큰 영향을 미치는 중요한 요소라 하겠다.

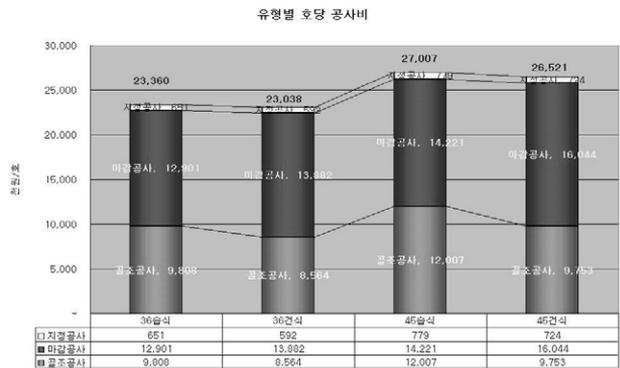
구 분	형 별	동 수	공 기 (일/층)	작업인원(인/층)				총 당 면 적	생산성 (㎡/인·일)
				형틀공	철근공	타설공	계		
FDW구조	36㎡	3	13.85	49.5	17	8	74.5	324.98	4.36
	45㎡	3	14.28	62.5	20	8	90.5	390.7	4.32
벽식구조	36㎡	2	17.05	46	20	8	74	275.24	3.72

<표2> 층당 골조공기 및 생산성 분석결과

4.3 경제성

기존 습식공법과 FDW공법의 건축공사비를 비교해보면 세대 당 36㎡형의 경우 322천원, 45㎡형의 경우 486천원이 절감되는 것으로 평가되었으며, 습식에 비해 건식공법의 인건비 비율이 작은 점을 고려할 때 향후 인력부족에 따른 인건비 상승 추세를 감안한다면 본 공법이 경제적인 측면에서 보다 더 유리할 것으로 판단된다.

또한, 본 공법이 최초 적용되었다는 점에서 설계나 시공상 시행착오로 인해 공사비가 과다 투입된 부분이나 앞으로 본 공법이 확대 적용되었을 때 기대되는 공기 단축효과 및 벽체두께 감소에 따른 면적증가 효과 등 계량화가 어려운 점까지도 고려한다면 습식공법에 비해 상당히 경제적인 공법이라 평가할 수 있다.



5. 맺음말

FDW공법은 현재 김포양곡지구 등 3개지구 2,439세대의 주공아파트에 시범적용 중에 있으며, 입주 후 거주평가 등을 통해서 점차 확대 적용할 예정이다.

건식공법이 아직 보편화되지 않은 국내 현실에 비춰볼 때 건식재료 개발 미흡에 따른 재료 사용상의 제약, 경험 및 숙련공의 부족 등 문제점도 있으나, 현재로서도 FDW 공법적용에는 별다른 문제점이 없는 것으로 판단되며, 이러한 문제점 역시 점차 본 공법을 확대 적용할 경우 상당부분 개선될 것으로 기대된다.

따라서 FDW 공법은 향후 리모델링 및 내부수선으로 라이프사이클에 따른 입주자의 수요에 대응하고, 원가절감 및 공기단축 등을 통한 생산성 향상과 더불어 근래 이슈가 되고 있는 층간소음문제도 해결할 수 있을 것으로 기대된다.