



01

장수명주택을 위한 기둥식구조의 비용절감방안

The Cost Saving Methods of Column Type Structure for Long-life Housing

김형근 Hyung-Geun Kim
SH공사 도시연구원
연구위원

조민주 Min-Joo Jo
(주)와이즈구조연구소
대표이사

1. 머리말

장수명주택은 거주자의 라이프스타일을 반영할 수 있도록 공간 가변성을 확보할 수 있어야 하고, 이를 뒷받침하기 위해서는 자유로운 공간 계획이 가능하도록 기둥식구조 시스템에 가변형 경량벽체를 계획하는 것이 일반적이라 할 수 있다. 그러나 지난 2014년 12월 장수명주택 건설·인증기준 고시에서 1,000세대 이상 공동주택에 장수명주택 적용을 의무화하였음에도 불구하고 조사결과, 2016년 1월 기준 1,000세대 이상 127개 대상단지 모두 기존의 벽식구조가 채택되었고 기둥식구조가 채택된 단지는 단 한개 단지도 없는 것으로 조사되었다. 이는 아마도 기둥식구조의 초기 건설비용이 기존의 벽식구조보다 고가이기 때문일 것이라 짐작된다. 그렇다면 동일한 평면에 기둥식구조를 적용할 경우 벽식구조와 대비해 비용 상승폭은 어느 정도나 될까? 조사에 따르면, 보통 동일한 조건에서 구조시스템만 각각 벽식구조와 기둥식구조로 상이한 경우, 기둥식구조는 벽식구조에 비해 3.3㎡ 당 약 10~20만원 정도의 비용이 증가하는 것으로 추정되고 있다.

즉, 이는 벽식구조 대신 기둥식구조시스템을 적용하여도 3.3㎡ 당 10~20만원 정도의 공사비를 절감할 수 있다면 장수명주택의 근간인 기둥식구조를 적용하는 것에 비용적 측면에서 무리가 없다는 의미가 된다. 따라서 본 고에서

는 국토교통부 연구사업의 지원을 받아 수행하고 있는 비용절감형 장수명주택 연구성과 중 기둥식구조의 공사비 절감방안과 이를 통해 절감가능한 비용을 설계단계라 할 수 있는 건축 및 구조계획, 재료적 측면에서 간략히 소개하고자 한다.

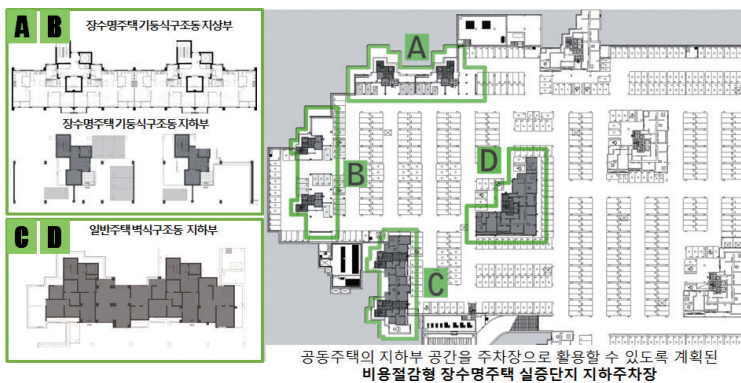


그림 1. 기둥식구조 지하부공간(주차 및 주차통로 사용, A,B공간) & 벽식구조 지하부공간(피트층으로 공간활용 불가, C,D공간)

2. 피트층 주차공간 활용(건축계획)

기존 벽식구조 공동주택은 벽체가 지하층까지 연속 설치됨에 따라 PTT층에

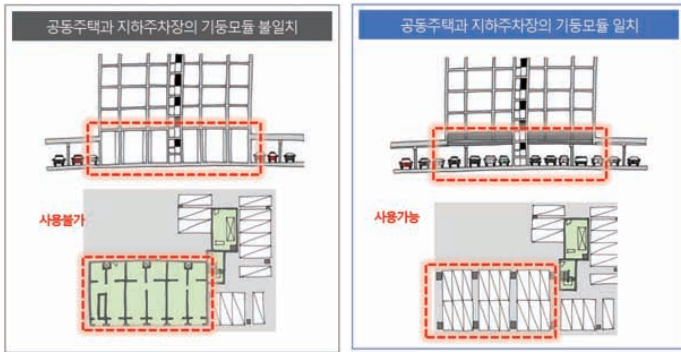


그림 2. 공동주택과 지하주차장의 기둥 모듈에 따른 주차 공간 활용 비교

표 1. 공동주택 하부 피트층 지하주차장 활용 여부에 따른 지하주차장 면적 감소 효과

구분	피트층 미활용 시 주차장 면적	피트층 활용 시 주차장 면적	피트층 활용 시 면적 감소 비율
E지구 7단지	17,873 m ² (주차 436대)	14,077 m ² (주차 442대)	21.24 %
S지구 3단지	91,785 m ² (주차 1,294대)	79,420 m ² (주차 1,294대)	13.47 %

표 2. 공동주택 피트층 지하주차장 활용 여부에 따른 공사비 분석(S지구 3단지의 경우)

구분	구분	피트층 미활용 ②	피트층 활용 ①	비용증감 (②-①)
		벽체하부 전이층 없음	벽체하부 전이층 있음	
아파트 전이층	지하 1층	353,049 천원	573,203 천원	▲ 220,154 천원
	지하 2층	428,070 천원	389,842 천원	▼ 38,227 천원
	소계	781,119 천원	963,045 천원	▲ 181,927 천원
주차장	지하 1층	1,396,553 천원	1,237,616 천원	▼ 158,939천원
	지하 2층	2,758,886 천원	2,357,911 천원	▼ 400,975 천원
	소계	4,155,439 천원	3,595,527 천원	▼ 559,912 천원
합계		4,936,557 천원	4,558,572 천원	▼ 377,985 천원 (57,011원/3.3m ² 감소)

표 3. 판상형 정렬배치 지하주차장 & L자형 엇배치 지하주차장

구분	사례 1	사례 2
	구분	
연면적	33,252 m ²	44,230 m ²
주동형태	판상형	L-형
주동배치	주차장 기둥 열과 평행배치	주차장 기둥 열과 약 3°~8° 회전배치

서 주차공간 활용에 제약이 발생하는 반면 기둥식구조는 <그림 1>, <그림 2>에서와 같이 피트층 공간을 주차

공간으로 활용 가능하다. 벽식조의 경우에서도 피트층 공간을 주차공간으로 활용할 수 있으나, 이 경우 공동주택 벽체와 지하주차장 기둥 열이 불일치함에 따른 전이층 계획이 필요하게 되며 이는 공사비 상승의 요인이 된다. 그러나 벽식조에서 벽체 최하부에 전이층을 설치하여 피트층을 주차공간으로 활용하여도, 전이층 추가 공사비에 비해 효율적 주차 배치로 인한 공사비 감소효과가 상대적으로 커서 벽식조의 경우에도 피트층을 주차공간으로 활용하는 것이 공사비 측면에서 유리하다. 물론 기둥식구조에서는 이러한 번거로움 없이 지하공간을 자유롭게 주차장 공간으로 활용할 수 있다. 실제로 공동주택 지하부 활용에 대한 시뮬레이션을 해보면 일부 지하주차장은 3개 층 지하주차장이 2개 층으로 가능해지는 경우도 있다. <표 1>은 피트층을 주차장으로 활용할 때 면적감소 효과를 나타낸 것이고, <표 2>는 이에 따른 공사비 분석결과를 나타낸 것이다. <표 1>에서와 같이 실제 2개 단지를 시뮬레이션한 결과 피트층 주차공간 활용 시 14~21%의 면적감소 효과가 있는 것으로 확인되었고, 대략 14% 면적 감소효과가 있는 경우 <표 2>에서와 같이 57,000원/3.3m² 정도 원가가 절감되는 것으로 확인되었다.

3. 공동주택 주동 배치에 따른 공사비 분석(건축계획)

또한, 공동주택 주동 배치 시 지하주차장의 기둥과 공동주택 기둥 열을 정렬 배치하면 매우 경제적인 설계가 가능하다. <표 3>은 주동 배치가 지하주차장 기둥 열과 평행하게 배치된 경우(사례 1)와, 공동주택 기둥 열이 지하주차장 기둥 열과 약 3°~8° 어긋나게 배치된 경우(사례 2)를 보여주고 있다. 각각의 경우에 대하여 공동주택 구조시스템이 벽식구조인 경우와 기둥경간이 4m 정도인 단경간 기둥식구조인 경우, 세대내 기둥이 없는 경간 7~8m 정도의 장경간 기둥식구조의 경우를 가정하여 <표 4>에서와 같이 지하주차장 공사비를 분석하였다. 동일한 주차대수를

확보한다고 가정했을 때 벽식구조 대비 주차장 면적 감소효과는 사례 1의 경우 최대 166,727원/3.3m², 사례 2의 경우 58,941원/3.3m²이 감소하는 것으로 확인되었다. 또한 <표 5>에서와 같이 같은 기동식구조라고 해도 공동주택과 지하주차장 기동 열을 평행하게 정렬시키는 것만으로도 주차장 면적 감소효과로 인해 81,551원/3.3m²이 감소하는 것을 알 수가 있었다.

즉, 공동주택 주동 배치 시 지하주차장 기동 열을 고려하여 주동을 정렬배치하고, 주동 타입을 판상형으로 계획하는 것이 원가절감에 매우 효과적임을 알 수 있다.

4. 공동주택 구조부재 계획에 따른 공사비 분석 (구조계획)

기동식구조의 주요구조부재 계획에 따른 경제성평가를 실시하고자 무량판 및 라멘구조 공동주택을 대상으로 각각 기동의 단면형태 및 외측벽체 유무 등을 변화시켜 5가지(사례 1~사례 5) 구조계획을 수립하고, 각 구조계획에 따른 구조설계 및 공사비를 산출하여 경제성을 분석하였다. 분석결과를 <표 6> 및 <표 7>에 나타내었다. <표 6> 및 <표 7>에서와 같이 주요구조부재 계획에 따른 경제성은 무량판 및 라멘구조 모두에서 장방형보다 정방

표 4. 공동주택 구조형식별 지하주차장 공사비 검토

구분	벽식구조 공동주택	기동식구조 공동주택		
		단경간 4m	장경간 7~8m	
사례 1	추가 주차 대수	±0	48대	68대
	주차장 면적	33,252m ²	31,466m ²	30,844m ²
	면적 증감	±0	-1,786m ²	-2,408m ²
	예상 공사비 감소금액	±0	-12.4억	-16.8억
사례 2	추가 주차 대수	±0	42대	51대
	주차장 면적	44,230m ²	43,229m ²	43,096m ²
	면적 증감	±0	-1,001m ²	-1,134m ²
	예상 공사비 감소금액	±0	-6.9억	-7.9억

표 5. 주동 형태 및 배치별 지하주차장 공사비 비교

구분	사례 1	
	형태	L-형
주동 배치	판상형	판상형
	주차장 기동 열과 평행배치	공동주택 및 주차장 기동 열 약 3°~8° 회전배치
대당 주차 소요면적	35.07m ² /대	36.31m ² /대
1,200대 기준 지하주차장 소요면적	42,084m ²	43,572m ²
면적비교	-1,488m ²	기준
예상 공사비 감소금액	-10.4억	기준

표 6. 무량판구조 공동주택 부재계획에 따른 공사비 검토

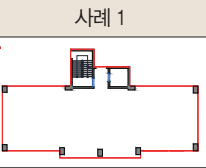
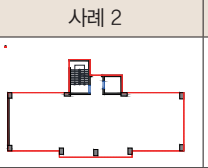
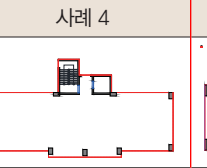
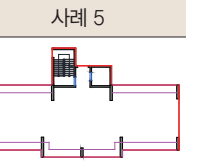
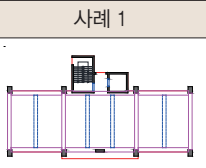
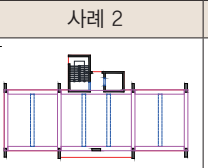
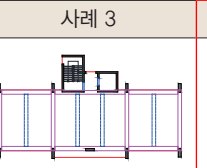
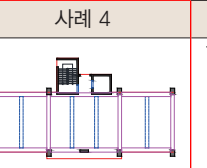
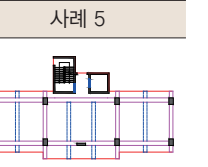
구분	사례 1	사례 2	사례 3	사례 4	사례 5
주요 구조 부재 계획	 <ul style="list-style-type: none"> •정방형 기동 •외측 기동 설치 •외측 벽체 미설치 	 <ul style="list-style-type: none"> •정방형 기동 •외측 기동 설치 •외측 벽체 설치 	 <ul style="list-style-type: none"> •장방형 기동 •외측 기동 미설치 •외측 벽체 설치 	 <ul style="list-style-type: none"> •정방형 기동 •외측 기동 미설치 •외측 벽체 설치 	 <ul style="list-style-type: none"> •정방형 기동 •외측 기동 설치 •외측 벽체 미설치
공사비 증감	±0	-5,017원/m ²	+630원/m ²	-8,760원/m ²	+6,575원/m ²

표 7. 라멘구조 공동주택 부재계획에 따른 공사비 검토

구분	사례 1	사례 2	사례 3	사례 4	사례 5
주요 구조 부재 계획	 <ul style="list-style-type: none"> •정방형 기동 •외측 기동 설치 •외측 벽체 미설치 	 <ul style="list-style-type: none"> •장방형 기동 •외측 기동 설치 •외측 벽체 미설치 	 <ul style="list-style-type: none"> •장방형 기동 •외측 기동 설치 •외측 벽체 설치 	 <ul style="list-style-type: none"> •정방형 기동 •외측 기동 미설치 •외측 벽체 설치 	 <ul style="list-style-type: none"> •정방형 기동 •외측 기동 설치 •외측 벽체 미설치 •기동 내부 설치
공사비 증감	±0	+2,150원/m ²	-1,262원/m ²	-3,332원/m ²	-4,197원/m ²

형의 기둥을 사용할 때 거푸집 면적감소로 공사비가 감소하였고, 외측벽체를 활용하고 기둥을 삭제하는 방안에서 공사비가 감소하는 것으로 나타나, 사례 4의 경우가 공사비 감소효과가 가장 큰 것으로 검토되었다. 따라서 기둥식구조의 주요구조부재 계획 시 기둥은 정방형에 가까운 단면을 사용하고, 외측벽체 위치의 기둥을 대체하여 횡하중에 저항력이 큰 외측벽체를 구조벽체로 계획한다면 3.3m²당 4,197~8,760원 정도의 공사비 절감이 가능할 것으로 판단된다.

상기에 언급한 사례 외에도 재료적 측면에서 고강도 철근(600 MPa)이나 대구경파일을 선택적으로 적용하고, 내진설계 시 성능설계기법을 도입하는 등 정밀해석을 실시하거나, 휨모멘트가 적게 걸리는 지하주차장 기둥하부에 압축이음을 적용하는 등 다양한 측면에서 기둥식구조의 공사비 절감을 도모해 볼 수가 있다. 즉, 기둥식구조를 적용하여도 다양한 원가절감 기법을 효과적으로 활용한다면 벽식구조 대비 공사비 상승분 중 상당 부분의 비용은 절감할 수가 있을 것으로 사료된다.


5. 맺음말

장수명주택은 건물의 물리적인 수명을 100년 이상 확보하는 기본적인 내구성을 보유하면서, 거주자의 라이프스타일을 반영할 수 있도록 공간 가변성을 확보하고, 유지관리 시의 수리용이성까지 갖춘 미래형 주택이라고 할 수 있다. 그러나 안타깝게도 벽식구조에 비해 초기공사비가 고가라는 이유로 아직까지 국내시장에서는 쉽게 정착하지 못하고 있는 실정이다.

그러나 실제로 그 내용을 들여다보면 상기한 바와 같이 기둥식구조를 적용하여도 초기공사비를 절감할 수 있는 여러 가지 방안들이 있고, 향후 설계고도화 단계, 시공단계, 유지관리 단계 등에서도 추가적인 원가절감이 가능할 것으로 추정되는 바, 벽식구조 대비 3.3m²당 약 10~20만원 정도의 공사비 절감은 상당부분은 현실화 될 것으로 사료된다.

또한 기둥식구조는 가변성 확보차원의 장점뿐 아니라 중량충격음 기준으로 벽식구조 대비 4~5dB 정도의 소음이 저감되는 것으로 보고되는 등 사용성 측면에서 우수한 성능이 입증되었고, 수리용이성을 갖추기도 쉬워져 거주자에게 공간 변화의 즐거움과 더불어 유지관리 시

비용절감의 부가이익을 안겨주게 될 것이다.

따라서 초기공사비가 벽식구조보다 고가라는 이유로 초기설계 시 무조건적인 기둥식구조의 적용을 배제하는 것은 바람직하지 않으며, 원가절감 기법을 적극 활용한다면 벽식구조 수준의 공사비로 기둥식구조를 충분히 적용할 수 있고, 이를 근간으로 장수명주택의 토대를 구축할 수 있을 것으로 판단된다. 

담당 편집위원 : 김길희(공주대학교) kimkh@kongju.ac.kr

참고문헌

1. SH공사 도시연구소 연구보고서, “공기단축형 신개념 지하 모듈러 공법 개발 연구”, 2007
2. SH공사 도시연구소 연구보고서, “장수명주택을 위한 장스팬 무량판구조시스템 개발”, 2011
3. 김종성, 조민주, 김승훈, “장수명주택 인증기준의 내구성 등급별 소요공사비 분석에 관한 연구”, 대한건축학회연합 논문집, 2015
4. 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, “비용절감형 장수명주택 보급모델 개발 및 실증단지 구축” 1차년도 보고서, 2015
5. 국토교통부, 국토교통과학기술진흥원, “비용절감형 장수명주택 보급모델 개발 및 실증단지 구축” 2차년도 보고서, 2016



김형근 연구위원은 고려대학교 건축공학과에서 박사학위를 취득하고, 2000년도부터 SH공사 도시연구원원에서 재직하고 있다. 현재 장수명주택, 제로에너지주택, 모듈러주택 관련 정책과제에 참여하고 있으며, 신기술, 신공법 개발 등 다양한 실용화 연구를 수행하고 있다.
hgkim@i-sh.co.kr



조민주 대표이사는 한양대학교 건축공학과에서 비긴장강연선을 사용한 PC구조시스템에 관한 박사학위를 취득하고, 현재 (주)와이즈구조연구소의 대표이사로서 국내 주요 국책연구기관 장수명주택 및 모듈러주택의 구조분야 전문가로 연구에 참여하고 있으며, 공법 및 제진장치 개발 등 다양한 연구를 수행하고 있다.
wisejoana@nate.com