



박 준 성

삼성의 벽식 구조 복합화 공법

A Study on the Development of Samsung Composite Shear Wall System

*박 준 성

Park, Joon-Sung

**김 연 경

Kim, Yeon-Kyeong



김 연 경

ABSTRACT

"Samsung Composite Shear Wall System" has its basis on "Samsung Able System". "Samsung Able System" has some problems not only in the connection structure but also in waterproofing and soundproofing. We developed "Samsung Composite Shear Wall System" in order to solve these matters and expand PC system. "Samsung Composite Shear Wall System" is the compromise and complement of all the merits of full PC, half PC and in-situ concrete system.

1. 서 론

근래들어 건설시장은 IMF사태에 따른 경기침체의 늪에서 약간은 벗어났다고는 하나 아직건설수요는 상당기간 위축 될 것이라는 전망이 지배적이다. 이러한 이유로 건설현장에서의 인력 및 원가의 절감, 공기의 단축 등을 도모하기 위하여 PC공법등 다양한 건설공법에 대한 연구가 진행되고 있다.

예전의 PC공법연구 사례를 보면 1980년대에 급격한 경제성장으로 부동산 가격의 양등과 주택의 절대부족 등의 문제를 해결하기 위하여 정부가 1988년부터 1992년까지 약5개년간에 걸쳐 200만호 주택건설을 추진하였으나, 극심한 기능인력 부족으로 인한 인건비의 상승, 기능저하로 인한 부실시공, 자재의 수급 불균형으로 인한 자재난동을 초래하게되어 정부에서는 이러한 문제점해결의 일환으로 1990년부터 건설부, 과학기술처를 중심으로 국가적 차원에서 국가연구기관에 연구비를 지원 주택생산방식을 현장인력에 주로 의존하는 재래식 공법에서 탈피 건물을 구성하는 부재들을 공장에서 생산하고 이를 현장에서 조립하는 완전PC공법에 대한 연구가 대두되었다.

1991년 이후 삼성에서는 지속적인 PC공법연구를 통

하여 삼성ABLE공법을 개발하여 현장타설 공법에 비해 나름대로의 단점이 있지만, 일정한 품질의 유지가 가능하고 공업화 제품의 사용으로 단기간 대량의 주택건설이 가능하며, 소수의 현장기능공만 필요한 상대적 장점이 있기 때문에 1990년대 중반까지의 건설현장에서의 적용은 적절한 공법으로 평가되어 한동안 삼성의ABLE 공법은 활성화 되었다.

그러나 1990년대 중반이후부터 접합부의 일체성저하로 인한 구조안전성저하를 비롯하여 방수문제와 방차음 및 단열성능의 저하가 하자로 이어지는 문제가 발생하게되고, 공장생산의 특성상 입주자의 다양한 요구사항 및 스타일에 설계자가 능동적으로 대응하지 못하여 법적, 기능적, 계획적, 경제적인 문제점이 대두되었다.

따라서, 이러한 문제점을 해결하고 PC공법을 활성화 시키고자 삼성에서는 기존의 완전PC공법, 부분PC공법과 현장타설 공법의 장점만을 절충, 보완하여 발전시킨 "삼성 벽식복합화 공법"을 개발하였다.

삼성의 벽식복합화 공법은

- 1) PC관련 공법의 활성화로 PC공장의 가동율 향상유도
- 2) 완전PC공법, 부분PC공법과 현장타설 공법의 장점을 발전시켜 가변성과 일체성을 동시에 확보할 수 있는 복합화 공법
- 3) PC공법의 장점인 균질의 고품질확보, 제품의 공업화 생산과 현장의 간접비용절감이 가능

* 삼성물산(주) 건설부문 부사장

** 삼성물산(주) 건설부문 소장

- 4) 현장타설공법의 장점인 접합부의 일체성, 방수기능과 방차음 성능을 동등하게 확보
- 5) PC부재를 주요 구조체로 사용하면서 초고층 아파트를 건설할 수 있는 벽식복합화 공법으로 2001년 5월 신기술지정을 받음으로서 그 성능을 건설교통부로부터 인정을 받게되었다.

2. 기존 공법과의 비교

기존 국내·외의 PC공법과 삼성의 벽식복합화 공법과의 특성을 고찰하고 기존의 현장타설 공법과 완전 PC 공법과의 비교·검토를 하고자 한다. 앞에서 언급한 바와 같이 벽식 복합화 공법은 구조적인 안전성과 일체성을 높이기 위하여 현장타설 공법과 완전PC 공법의 장점을 조화시켜 채택한 공법이다.

2.1 기존 현장타설 공법과의 비교

본 벽식 복합화(SS-WPC) 공법을 현재 국내에서 일반적으로 적용하여 시공되는 철근콘크리트의 현장타설 공법과 비교·검토할 경우 다음과 같은 특성을 지니고 있다.

- 1) 기존의 현장타설 공법은 다공정 복합시공으로 인해 구조물 및 제품의 균일한 품질관리와 현장 안전관리가 어렵다는 것이다. 이에 비하여 벽식 복합화(SS-WPC) 공법은 슬래브만이 현장타설 됨으로써 그 만큼의 품질관리가 용이하고 구조적 안전성을 확보할 수 있는 뛰어난 공법이다.
- 2) 현장타설 공법의 경우 현장에 투입되는 인력의 인건비 비중이 커서 공사비 절감이 어려운 반면에 벽체판과 바닥판의 일부를 공장 생산함으로써 공사기간을 단축시킬 수 있으므로 전체 공사비를 절감시키는데 효과가 있는 공법이다.
- 3) 현장타설 공법의 경우 시공현장에는 숙련된 기능공이 필수적이며 또한, 시공현장에서 모든 작업을 해야 하기 때문에 건축현장에 다량의 건축폐기물이 발생하게 된다. 하지만, 벽식 복합화(SS-WPC) 공법은 현장 투입자재 감소로 인하여 발생 폐기물을 최소화할 수 있으며 이로 인한 현장관리비, 폐기물 처리비 등이 절감되는 경제적 공법이다.

2.2 완전PC 공법과의 비교

벽식 복합화(SS-WPC) 공법은 기존에 적용해온 완전 PC 공법과 일반적으로 비교할 경우 아래와 같은 특징을 가지고 있다.

- 1) 벽식 복합화(SS-WPC) 공법은 완전PC 공법에 비해 균일한 고품질의 구조물 확보 정도가 다소 떨어지기는 하지만 구조적인 안전성 및 일체성 측면에서는 상당히 뛰어난 구조성을 보유하고 있는 공법이다.
- 2) 벽식 복합화(SS-WPC) 공법은 완전PC 공법의 장점인 인원절감이나 안전관리 측면에서는 다소 떨어지는 기능을 갖고 있지만, 완전PC 공법보다는 구조적인 제약을 벗어나 초고층 건축물에 적용이 가능한 공법이다.
- 3) 완전PC 공법의 단점으로 나타난 부재간 조인트가 많아 관리 소홀시 구조적 일체성 및 방수성능의 저하가 발생하지만, 벽식 복합화(SS-WPC) 공법은 완전PC 공법에 비해 구조적인 일체성 및 방수성능을 충분히 개선시킬 수 있는 공법이다.

3. 삼성 벽식구조복합화 공법의 개념

본 보고서에서의 “삼성 벽식복합화 공법” 2장에서 언급한 바와 같이 완전PC공법, 부분PC공법과 현장타설 공법 등의 장점들을 절충한 것으로 기존의 완전PC공법의 단점인 접합부의 기능적, 구조적 취약점을 보완하면서 현장타설공법의 장점인 일체성을 확보할 수 있는 적극적인 개념의 복합화 공법을 추구한 것이다.

이러한 복합화 공법은 완전PC공법에 비하여 현장작업이 다소 증가할 수 있지만 수직방향부재의 강도 및 강성이 증진되고 접합부의 일체성도 확보할 수 있어서 효율적으로 아파트의 PC화를 구현할 수 있다. 삼성의 벽식복합화 공법은 건축물의 입지조건, 평면상태, 시공여건과 경제성 등과 같은 제반조건을 고려하여 가장 적합한 공법으로 복합화 방식의 개념은 완전PC벽과 현장타설 슬래브를 이용하는<그림 1> 방법과 현장타설 벽과 하프슬래브 및 개방형 접합부(open joint)를 적용한다.<그림 2>

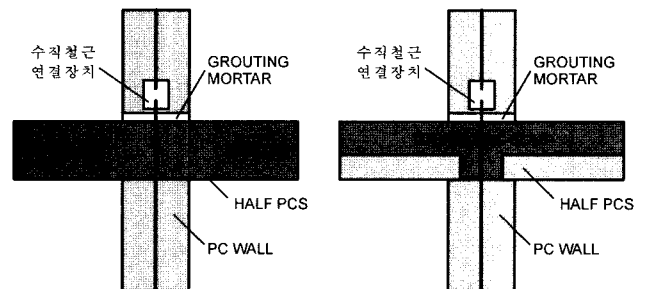


그림 1. 벽식아파트 복합화 공법 접합부

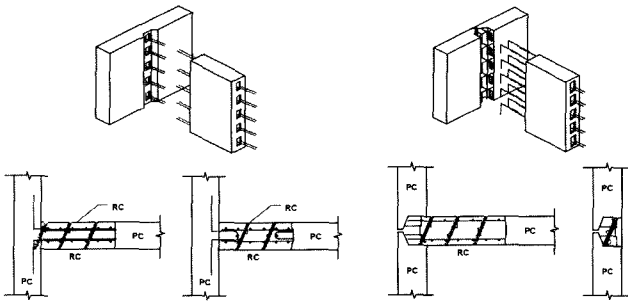


그림 2. 삼성 벽식복합화 공법의 개념도

4. 벽식복합화 공법의 시공

복합화공법은 기존의 완전PC 공법과 현장타설 공법과는 달리 벽체는 PC화하고 슬래브는 하프슬래브와 현장타설 슬래브를 적용하는 방식으로 접합부의 안전성과 일체성을 확보하여 고층 벽식구조의 PC화를 가능케한 공법이다. 본 장에서는 복합화 공법 현장 시공시에 가장 중요한 부분인 공정 및 시공관리에 대하여 설명하고자 한다.

4.1 공정관리

벽식 복합화공법의 공정관리는 공장생산과 현장설치 작업이 얼마나 유기적으로 연결되느냐에 달려있다. 따라서, 현장에서는 PC조립 공정과 현장타설 콘크리트 공정간의 상호협력이 이루어져야 각 공정이 원활하게 전개될 수 있다.

(<그림 3>참조)

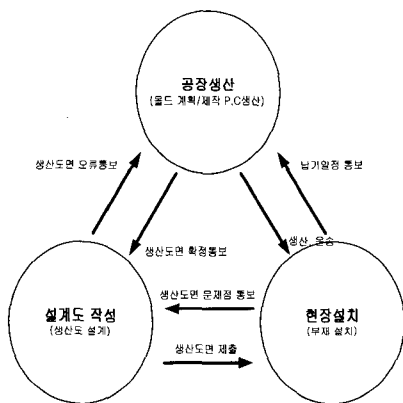


그림 3. PC조립 상관도

4.2 시공관리

시공자는 시공계획서에 근거하여 공장에서의 부재제

작공정을 포함한 공사 전체의 공정관리와 품질관리 및 안전관리를 행해야 한다(<그림 4>참조).

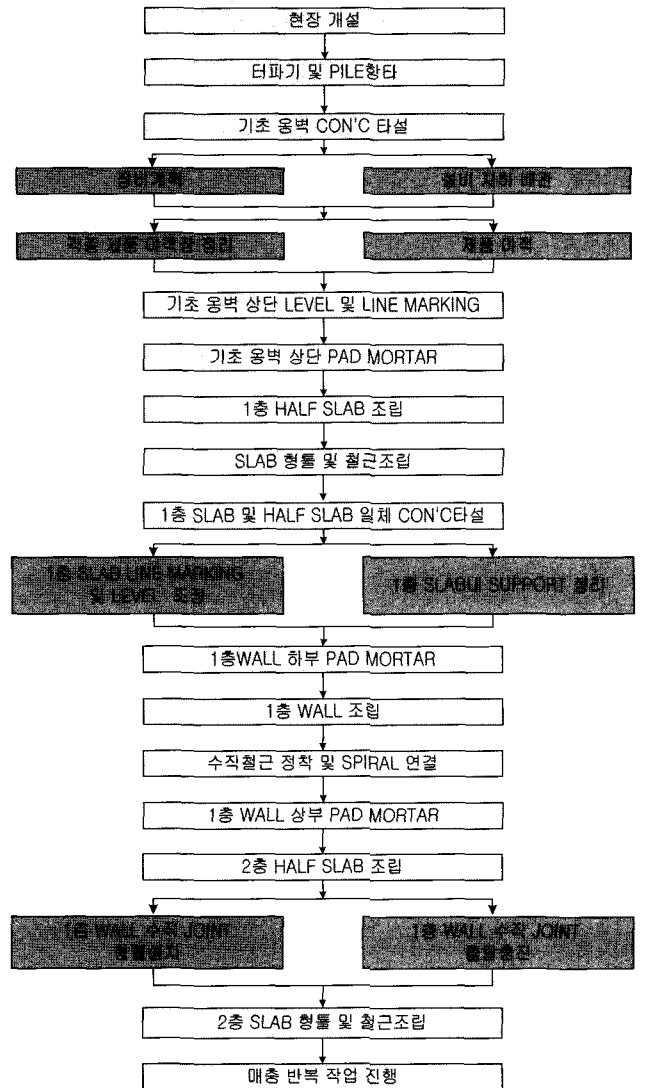


그림 4. 시공 흐름도

5. 벽식복합화 공법 원가분석

5.1 기존공법과 복합화 공법의 경제성 비교

1) 복합화 공법을 적용할 경우 현장타설 공법의 공사비가 가장 저렴하지만, 공기가 상대적으로 길어지게 된다. 따라서, 공장생산에 의한 생산방식과 조립식 공법에 의한 단순 반복작업으로 현장 작업자의 작업능률 향상으로 본 벽식 복합화(SS-WPC) 공법은 현장타설 공법에 비해 10~15% 공기단축을 이룩할 수 있다.

- 2) 부재중에서 벽체판을 공장 생산함으로써 벽식 복합화공법은 현장타설 공법보다 품질관리 확보측면에 서 보다 유리하다.
- 3) 시공관리가 용이하고 현장의 안전관리가 양호하여 현장관리비 등 간접비와 조립식 공법에 따른 가설재 비용을 절감할 수 있으며, 공법의 성력화로 각 공종별 현장 인력투입을 35% 정도 줄일 수 있어 전체공사비의 절감효과를 얻을 수 있다.

- (4) 연면적 : 56,750.60m² (17,166.98평)
- (5) 규모
 - 아파트 : 지상 5층 16개동 960세대
 - 임대 : 960세대(15평형-745세대, 19평형-215세대)
- (6) 구조
 - 아파트 : 벽체 PC + RC 슬래브
 - 벽체 PC + 하프슬래브
- (7) 공사기간
 - 계약 : 1997. 7. 4 ~ 1999. 8. 20
 - 실행 : 1998. 7. 4 ~ 1998. 8. 16

<기존 공법과 벽식 복합화(SS-WPC) 공법의 경제성 비교>

구분	현장타설 공법 (RC)	복합화 공법 (RC + PC)	완전 PC 공법 (PC)	비고
공기	100%	80~85%	80%	
품질	불리	양호	양호	
성력화	100%	65%	55%	
안전관리	불리	양호	양호	
경제성	·전체공사비가 가장 저렴하다. ·공사기간의 증가로 간접노무비, 현장관리비 등의 투입이 많아진다.	·전체공사비에 있어 현장타설 보다는 크지만 완전PC 공법보다는 적다. ·공기단축으로 직접 공사비에서의 상승분을 간접비에서 만회할 수 있다.	·공사비가 가장 높다. ·공기단축은 가장 효과적이나 직접 공사비용이 상대적으로 많아 간접비에서 만회가 어렵다.	

※ 복합화 공법의 경우 현장타설 공법대비 2.0%의 원가상승이 있으나 분양비용 회수 및 재개발 또는 재건축의 경우는 이주비 회수 등이 조기(공기단축으로 인한)에 이루어지므로 Cash Flow의 이점이 있어 공사비 상승액을 충분히 만회할 수 있다.

2) 공법개요

- (1) PC 벽체판과 하프슬래브에 덧칩콘크리트를 타설하여 접합부 강도가 높음.
- (2) PC 벽체판과 현장타설하는 슬래브로 구성되며 구조적인 안정성과 일체성이 높음.
- (3) PC 벽체와 PC 벽체 사이에는 전단 키와 루프근에 의하여 일체성의 확보가 가능 (기존방식 활용).
- (4) 상부철근 이음은 수직접합부 내부철근과 나선근(Spiral Bar) 및 용접이음으로 연결 (기존방식 활용).

3) 적용사진

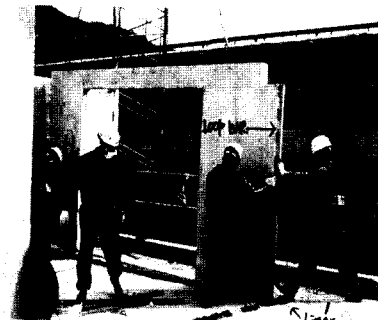


사진 1. PC벽체 조립

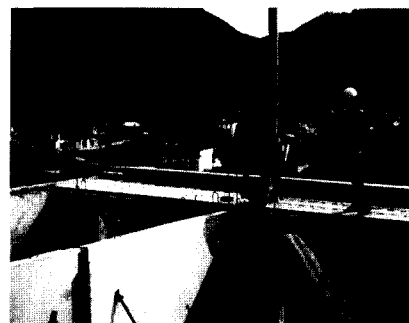


사진 2. 수직조인트 모르터 타설

6. 벽식복합화 공법의 시공사례

6.1 경주 위덕 임대타운

1) 공사개요

- (1) 공사명 : 경주 위덕 임대타운 신축공사
- (2) 위치 : 경북 경주시 강동면 유금리 378번지
- (3) 지역지구 : 준도시 취락지구

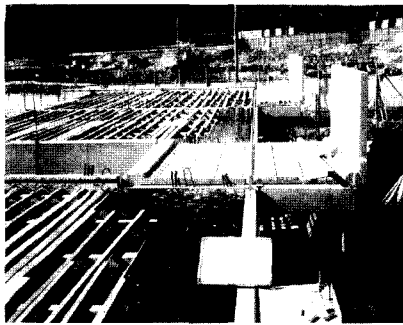


사진 3. 바닥슬래브 거푸집 설치

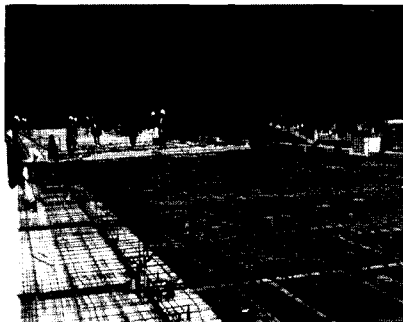


사진 4. 바닥슬래브 철근 배근

2) 단위세대 평면

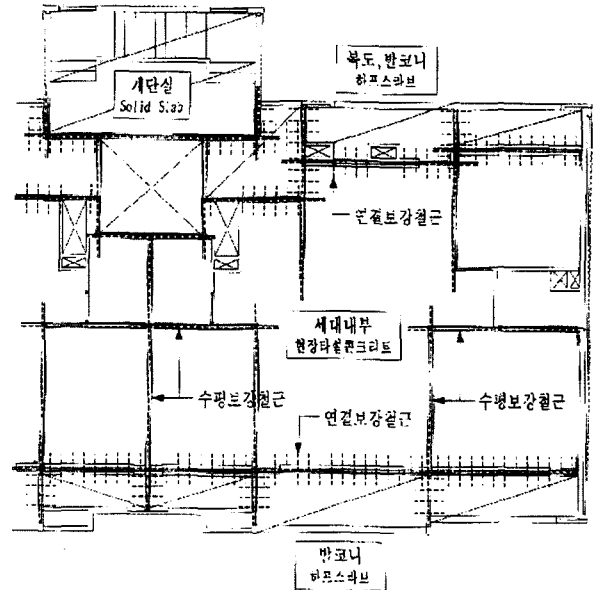


그림 5. 단위세대 평면의 보강근 배치

3) 적용사진

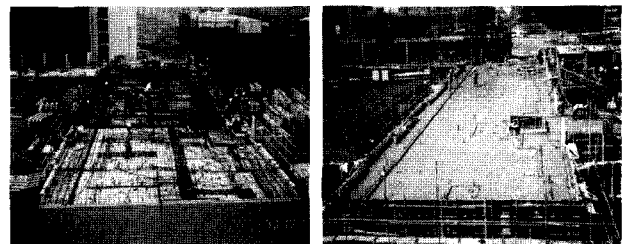
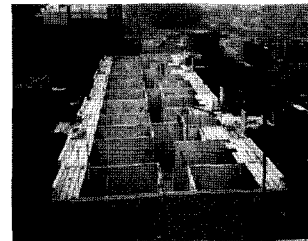


사진 5. PC벽체 조립 및 슬래브 배근 시공상황

6.2 용인 수지아파트

1) 공사개요

- 공사명
용인 수지아파트 신축공사
- 위치
경기도 용인시 수지읍 풍덕천리 213-1외 14필지
경기도 용인시 구성면 보정리 306-2외 58필지
- 지역지구
준도시 취락지구
- 연면적
309,630.20m² (93,662.1평), PC 6개동
45,758m² (13,866.06평)
- 규모
아파트 : 지하 1층 지상 17층 26개동 중
벽식 복합화는 6개동, 지하1층 지상17층,
34평형 402세대
- 구조
아파트 : 벽체 PC + 슬래브 RC
벽체 PC + 하프슬래브
- 공사기간
실행 : 1999. 4. 1 ~ 2001. 7. 28

7. 결 론

인력절감, 공기단축과 원가절감 등 시공의 합리화를 목적으로 벽식구조의 PC화에 대한 연구를 수행하여 기존의 완전PC공법, 부분PC공법과 현장타설공법의 장점만을 절충, 보완한 “삼성벽식복합화공법”을 개발하게 되었다. 2년간의 연구와 현장 실 적용을 통하여 공법의 우수성을 확인할 수 있었으며, 연구 및 현장적용을 통하여 아래와 결론을 얻을 수 있었다.

참 고 문 헌

- 1) 현장타설공법에 비하여 단순화된 공정관리로 구조물 및 제품의 균질한 품질관리와 안전관리가 용이하다.
- 2) 수직부재를 품질확보가 용이한 공장에서 생산하고 바닥 슬래브는 현장타설하여 구조안전성 확보와 시공성을 향상시켰다.
- 3) 현장타설공법에 비해 직접비 상승하나, 공기절감으로 인한 간접비의 절감으로 직접비 상승액을 만회할 수 있다.
- 4) 현장투입자재 감소로 현장폐기물을 최소화 할 수 있어 환경친화적 공법이다.
- 5) 접합부 일체성 확보로 완전PC 공법보다 구조적인 제약을 벗어나 초고층 건축물에 적용이 가능하다.
- 6) 바닥슬래브를 현장타설하고 접합부의 일체성을 확보하여 완전PC공법의 문제점인 구조적인 일체성, 방수 및 방.차음 문제를 해결하였다.
1. 건교부, “프리캐스트 콘크리트 조립식 건축 구조설계기준 및 해설”, 1992.
2. 이리형 외, “삼성대형판PC시스템접합부의 구조성능 실험연구”, 1993.
3. 정 란 외, “삼성부분PC 슬래브 시스템의 구조성능 실험연구”, 1993.
4. 신동우 외, “PC주택 하자유형 분석”, 1993.
5. 민병호, “PC주택 성능에 대한 입주자 반응”, 1993.
6. 양관섭, “공업화주택의 차음성능 평가”, 1993.
7. 배규웅 외, “벽식구조 복합화공법개발에 따른 수직 접합부의 전단내력에 관한연구”, 2000.
8. 이종민 외, “벽식구조 복합화공법개발에 따른 수평 접합부의 지지성능에 관한연구”, 2000.
9. 이종민 외, “계면전단 보강근길이 및 형태변화에 따른 PC/PS-HALF SLAB의 거동”, 2001
10. ACI, "Building Code Requirements for Reinforced Concrete(ACI318-95)", 1995.
11. PCI, "PCI Design Handbook", 1992.