

벽식구조 복합화와 라멘구조 PC 복합화 공법

1. 서 언



* 김 외 곤

최근 시장개방과 무한경쟁 이라는 시대상황의 급격한 변화에 대응하고 고객의 요구에 신속히 대처하기 위해 건설업에서도 한발 앞서는 경쟁력을 갖추기 위한 신기술 개발이 절대적으로 요구되고 있다. 특히, 사회 경제측면에서 제품 개발의 Cycle 단축이 경쟁력으로 평가되고 있고 비용과 품질측면에서 고객의 욕구 충족하기 위한 일환으로 당사는 PC 복합화 공법을 개발해 지속적으로 발전시키고 있다.



** 이 동 렬

처음 PC가 도입된 70년대 이후 부실시공 및 기술력 부족으로 많은 문제점을 양산하여 이 공법에 대한 적용이 다소 쇠퇴하였다. 그러나, 1988년부터 주택 200만호 건설을

단기간내에 준공하기위해 건설부 및 과학기술처의 주관으로 연구비를 지원하여 주택생산방식을 현장인력에 의존하는 재래식 공법에서 탈피하고 건물을 구성하는 부재들을 공장에서 생산하여 이를 현장에서 조립하는 완전PC공법에 대한 연구가 활성화되었다.

이후 지속적인 PC공법 연구를 통한 균일한 품질유지 및 공업화 대량생산을 실현시킨 삼성ABLE 공법을 개발하였으나 이 공법적용 과정을 통해 발생된 접합부의 일체성 저하로 인한 구조안전성, 방수, 방차음과 단열 성능 저하 및 공장생산의 특성상 입주자의 다양한 요구사항과 스타일에 설계자가 능동적으로 대처하지 못하는 법적, 기능적, 계획적, 경제적인 문제점이 대두되었다.

따라서, 이러한 문제점을 해결하고 PC공법을 활성화 시키고자 기존의 PC공법과 현장타설 공법의 장점만을 절충하여 보완시킨 “복합화 공법”을 개발하게 되었다. 본 고에서는 현재 당사에서 적용하고 있는 복합화

공법을 기본개념과 시공순서 및 적용사례 위주로 아파트현장의 벽식구조 복합화공법과 반도체공장같은 건물에 적용하는 라멘구조 PC 복합화 공법에 대해 서술하고자 한다.

2. 벽식구조 복합화 공법

2.1 공법의 특성

벽식구조 복합화 공법이란 아파트같은 벽식구조물의 주요 구조체를 PC화하고 부분적으로 현장타설을 적용시킨 공법으로 균일한 골조품질 확보, 제품의 공업화 생산, 접합부의 일체성 증진, 방수기능과 방차음 성능을 동등하게 확보하는 공법이다. 특히, PC부재를 주요 구조체로 사용하면서 초고층 아파트를 건설할 수 있는 공법으로 기능적, 구조적 취약점을 보완하면서 가변성과 일체성을 확보할 수 있는 특성이 있다.

2.2 기존 공법과의 비교

본 복합화 공법은 일반 철근콘크리트의 현장타설 공법과 비교시 다공정 복합시공으로 인해 구조물 및 제품의 균일한 품질관리와 현장 안전관리의 단점을 극복하고 구조적 안전성을 증대시킬 수 있다. 또한, 조립화로 인한 인건비 절감과 벽체판과 바닥판의 일부를 공장 생산함으로써 공사기간 단축을 통한 인력감소로 노무비 절감을 할 수 있는 공법이며 현장 투입자재 감소로 발생 폐기물을 최소화해 관련된 현장관리비, 폐기물 처리비등이 절감되는 경제적이고 환경친화적 공법이다.

완전 PC공법과 비교시에는 균일한 골조품질 정도 및 인원관리, 안전관리측면에서 다소 떨어지지만 구조적인 안전성 및 일체성 측면에서는 상대적으로 뛰어나 초고층 건축물에 적용 가능한 구조성능을 보유하고 있으며 완전PC 공법의 단점인 많은 부재간 조인트의 관리 소

홀시 발생할 수 있는 구조적 일체성 및 방수성능의 단점을 개선시킨 공법이다.

* 삼성물산(주) 건설부문 부사장

** 삼성물산(주) 건설부문 건축기술팀장

구분	복합화 공법	기존공법	
		현장 타설 공법	완전 PC 공법
부재 제작방법	공장생산+ 현장조립	현장생산	공장생산+ 현장조립
현장 시공방법	건식+습식	재래식(습식)	건식
가설작업	적음	많음	적음
작업인원	적음	많음	적음
구조적 일체성	우수함	우수함	어려움
원가투입	보통	저가임	고가임
공정관리	용이함	보통	용이함
마감공정 착수	빠름	보통	빠름
시공정도	양호함	비교적 어려움	양호함
현장정리	양호함	어려움	양호함
안전관리	용이함	보통	용이함
작업 부산물	적음	많음	적음

<표 1.1> 벽식구조 복합화와 기존공법과의 비교

2.3 기본 개념

적용은 완전PC벽과 현장타설 슬라브 및 Half Slab를 이용하는<그림 1>과 개방형 접합부(Open Joint)를 사용하는 방식이 있다.<그림 2>

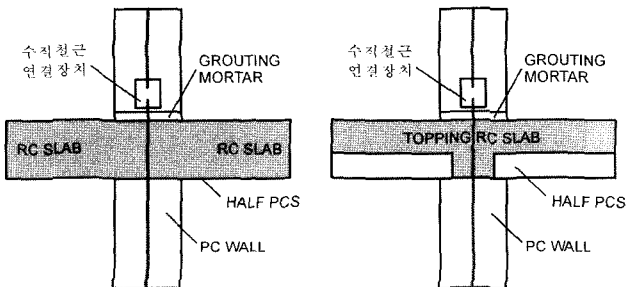


그림 1. 벽식구조 복합화 공법 접합부

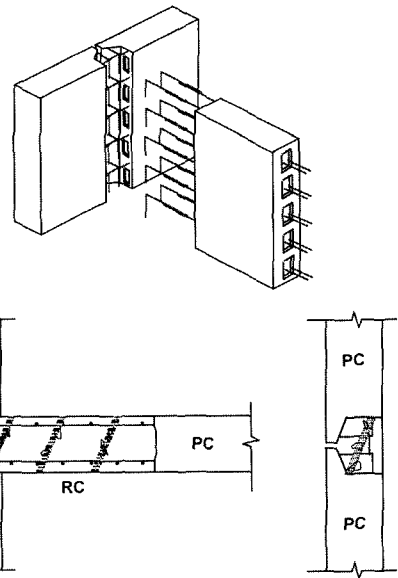
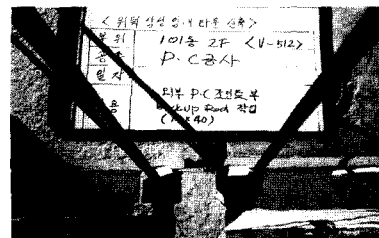


그림 2. 벽식구조 복합화 공법의 개념도

2.4 시공순서

- 1) 슬라브 상부에 모르터 깔기
- 2) PC 벽체의 조립
- 3) PC 벽체 사이의 접합부에 콘크리트 타설
- 4) 현장타설 슬라브 거푸집 및 동바리 설치
- 5) 슬라브 콘크리트 타설



a) 수직조인트 보강근



b) 바닥슬라브 거푸집



c) 슬라브철근 배근

그림 3. 주요상세

2.5 시공관리 Flow

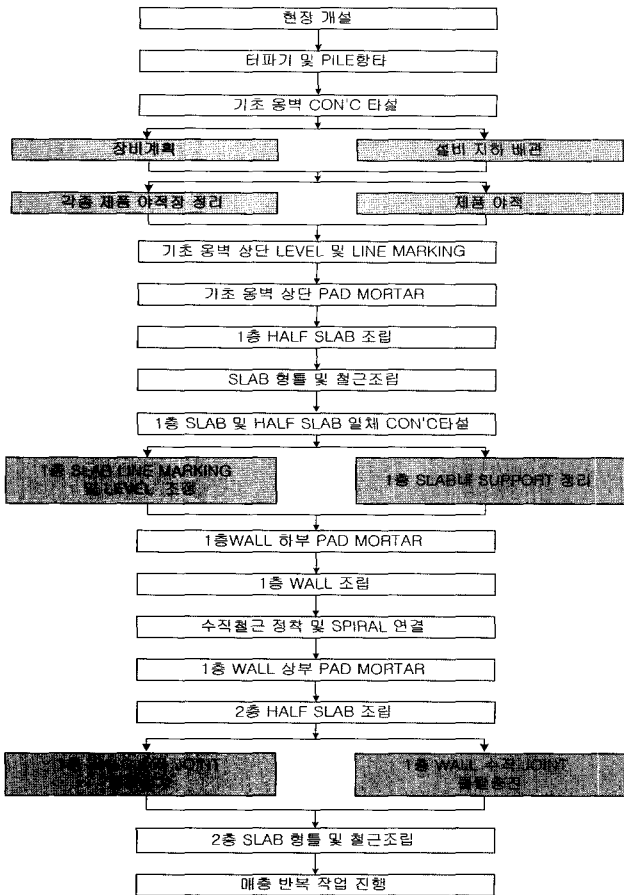


그림 4. 시공 흐름도

2.6 벽식복합화 공법의 시공사례

1) 공사 개요

공사명	경주 워덕 임대타운 신축공사
위 치	경북 경주시 강동면 유금리 378번지
공사기간	1997. 7. 4 ~ 1999.8.20
연면적	56,750.60m ² (17,166.98평)
규 모	아파트 : 지상 5층, 16개동, 960세대
구 조	아파트 : 벽체 PC + Half Slab

2) 공법개요

- PC 벽체판과 Half 슬라브에 덧침 콘크리트를 타설하여 접합부 강도가 높음.
- PC 벽체판과 현장타설하는 슬라브로 구성되며 구조적인 안정성과 일체성이 높음.
- PC 벽체간 접합부는 전단 키와 루프근에 의하여 일체성의 확보가 가능
- 상부철근 이음은 수직접합부 내부철근과 나선근 (Spiral Bar) 및 용접이음으로 연결

3) 적용사진

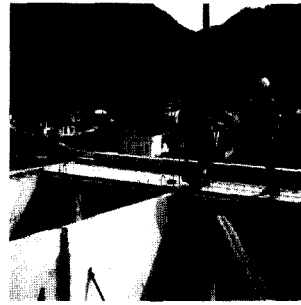


사진 1. PC벽체 조립



사진 2. 수직조인트 몰탈타설



사진 3. 바닥Slab거푸집설치



사진 4. 바닥Slab철근 배근

3. 라멘구조 PC 복합화 공법

3.1 공법의 특성

라멘구조 PC 복합화 공법이란 라멘(Rahmen) 구조를 구성하는 기둥, 격자보, 샷기둥, 각종보, 바닥판 등 구조체에 소요되는 모든 부재를 PC화하는 공법으로 반도체 공장같이 구조체의 Mass가 매우 크거나 공기 단축의 필요성이 절대적인 대형 건축물에 적합한 공법으로 미진동 제어설계를 기준으로 각각의 부재를 PC화하고 이들 부재간의 다양한 접합방법과 응력 전달방법의 개발등을 통하여 RC와 동등 이상의 접합부 성능을 확보함에 따라 내진동, 내진성능 및 우수한 주거성등을 발휘할 수 있는 공법이다.

3.2 기존 공법과의 비교

- 1) 재래공법 대비 3개월이상(40%) 공기단축 가능
- 2) 현장 투입인력 축소(70%)로 생산성 향상을 통한 시공 경쟁력 확보
- 3) 미진동 제어기술 확보
- 4) 현장 발생 폐기물 감소 및 할석과 그라인딩 작업이 불필요한 환경친화적 공법
- 5) 외부비계와 가설재 불필요
- 6) 기존 공법과의 비교 예(공기 및 노무인력 투입조건)

구분	K8-PROJECT	미국	M-PROJECT	비고	
	RC공법 (재래식 공법)		P.C복합화		
시공기간	8개월 [0.21개월/천평]	11개월 [0.59개월/천평]	5개월 [0.10개월/천평]	3개월 단축	
단면면적	양철	33,900평	19,700평	73% 단축	
	철근	5,800평	3,300평		
	Conc	1,500평	800평		
	PC	0평	0평		10,800평
	합계	41,000 [1.1평/평]	23,800 [1.28평/평]		13,000 [0.25평/평]

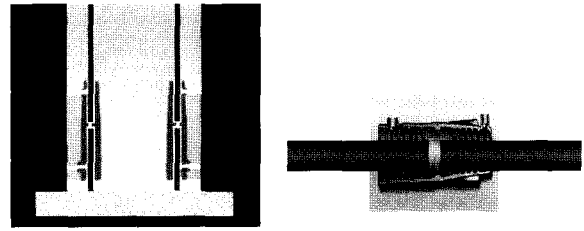


그림 6. 기둥접합(Splice Sleeve)

- Splice Sleeve와 무수축 고강도 Mortar를 이용하여 기둥간의 접합을 RC와 동등하게 함으로써 기둥의 PC화 가능
- 중공형 PC기둥
2개층 높이의 기둥을 한부재로 PC화하되 중량을 줄이기 위해 중심부를 비운 중공형 PC로 제작하여 현장에서 콘크리트를 타설하고 기둥 하부에는 Splice Sleeve와 고강도 Mortar로 충전한다.

3.3 공법적용시 고려사항

- 1) 적용 타당성 검토
 - 구조특성, 건물규모 및 입지조건
 - 철골조 및 철골 철근콘크리트와의 비교검토
- 2) 공법적용의 조건검토
 - 건축주, 설계자의 동의
 - 공기 및 공사비의 검토
- 3) 기본계획
 - Engineering Schedule
 - 접합부의 계획 및 주요부위 설계
 - PC공장 조사 및 선정(제작, 운반)
 - 장비 계획의 수립
 - 기본 설치 Cycle 및 작업순서 계획
- 4) 상세 실시계획
 - 구조계획과 시공계획의 접목
 - 상세 공정계획 수립
 - 양중 및 가설계획(Support등)
 - 상세설계 및 PC 제작과 품질과 안전 계획

2) 기둥과 보의 접합

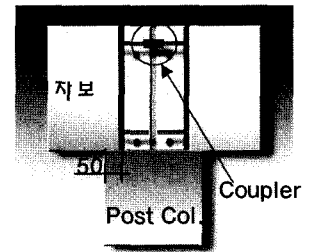
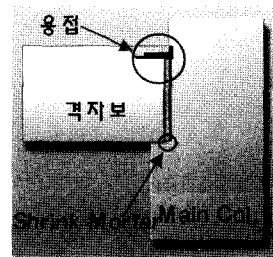


그림 7. Main Column 접합

그림 8. Post Colum 접합

- PC등의 복합보를 기둥과 구조적으로 완벽히 접합시키기 위해 사전실험등 연구를 통해 접합부의 내력 특성을 검증하고 구조 상세를 평가하였고 ACI 규준에 의한 접합부의 구조성능을 확인하고 구조 설계 기준을 확립하여 보의 PC화(Full & Half PC) 가능함.

3.4 접합부 요소기술

1) 기둥과 기둥의 접합

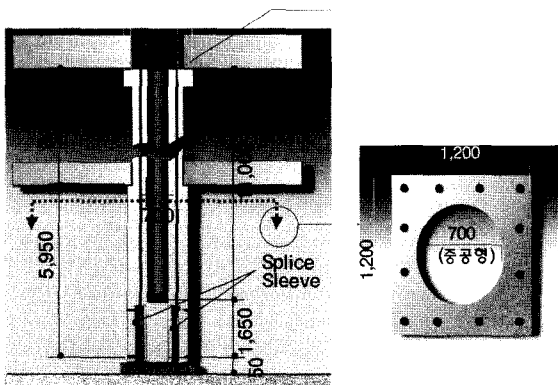
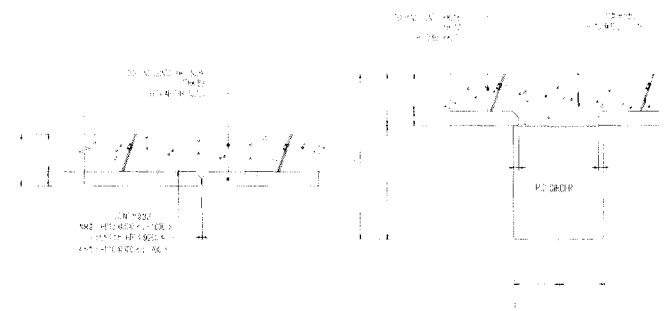


그림 5. 중공형 PC 기둥

3) 기타

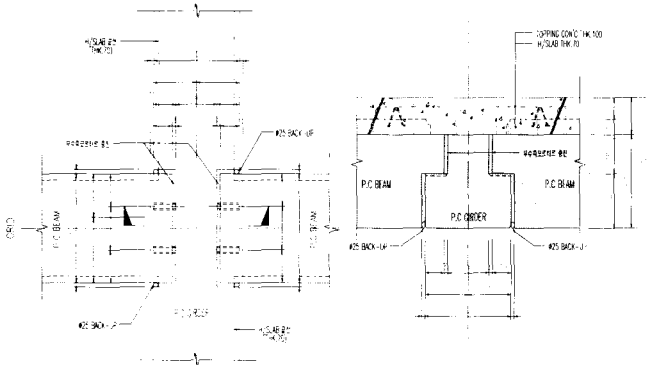
a) 보와 Half Slab의 접합



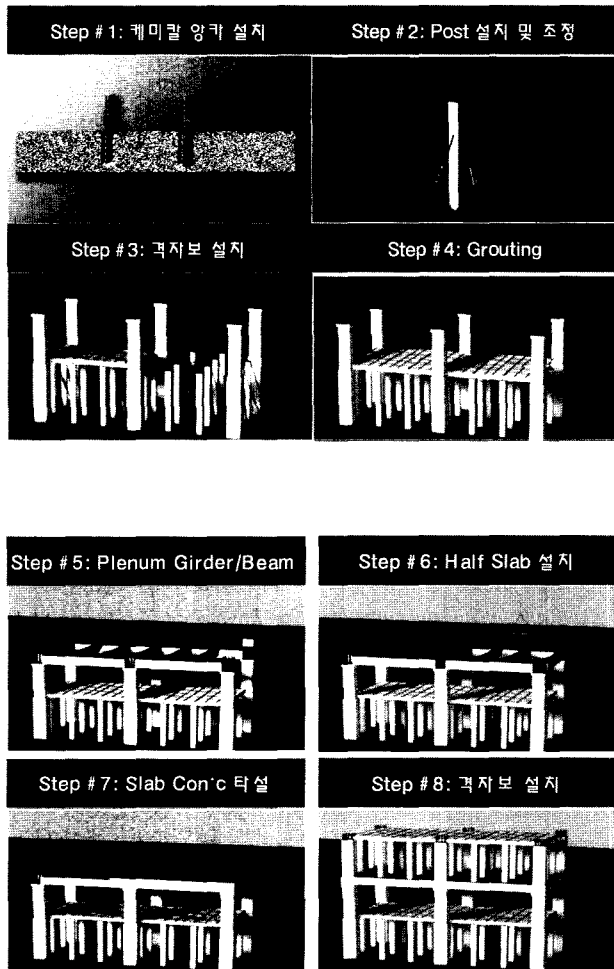
- Half PC 공법

부재의 생산, 운반, 시공시의 제약조건에 맞춰 최적 단면만을 PC 생산하고 나머지는 현장에서 콘크리트 타설로 일체화 시키는 공법

b) 큰보와 작은보의 접합



3.5 시공순서



3.6 시공사례

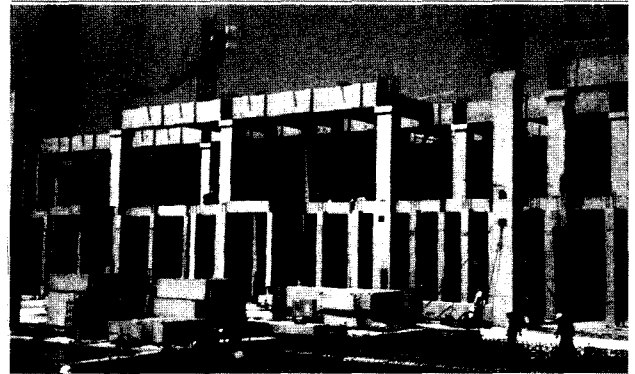
1) 공사개요

공사명	M - Project 현장
위 치	경기도 화성군 태안읍 반월리 산 5번지
건축주	삼성전자(주)
연면적	51,948평 (대지면적:120,480평)
공사기간	1996.06~2000.03(10개월)
설 계	삼우종합설계사무소

2) 기본 구조 개념

- PC 복합화 구조
- 기둥, 보의 PC
- Non Support System

3) 적용사진



4. 맺음말

PC복합화 공법은 현장타설 콘크리트나 일반 PC 공법에 있어서 장점의 선별적용과 문제점 개선을 통해 공기, 안전, 품질, 환경 측면에서 많은 발전을 가지고 왔다. 특히 공장생산에 의한 기계화, 노무절감 및 생산성 향상은 최근의 건설환경 변화가 요구에 대응할 수 있는 주요한 경쟁력이 될 수 있다. 다만, 아직까지 기존 현장타설 콘크리트공법에 비해 상대적으로 비싼 시공원가는 보다 폭넓은 현장적용과 그에 따른 건설현장의 변화를 가로막는 주요한 원인이라고 할 수 있다. 현장적용의 확대를 위해서는 대량생산과 생산원가의 절감이 필요하고, 아직까지 일부 미흡하다고 할 수 있는 접합방식에 대한 새로운 시공방법의 개발을 통해 차음, 방수 등의 성능향상에 대한 지속적인 투자와 연구개발이 절실히 요구된다.

아울러, 고품질을 확보함으로써 예전의 PC 공법 적용시 발생했던 부실시공 등에 대한 사회적인 인식을 불식시킴으로 PC 복합화 공법 적용의 활성화가 이루어져야겠다.