

# 공동주택 공사에서의 생산성 향상을 위한 건축 외관용 PC의 적용 타당성 분석

## Feasibility Analysis of the Use of Architectural PC for Improving the Productivity in Apartment Housing Projects

이 현 석\*  
Lee, Hyun-Seok

손 영 진\*\*  
Sohn, Young-Jin

이 윤 선\*\*\*  
Lee, Yoon-Sun

김 재 준\*\*\*\*  
Kim, Jae-Jun

### 요 약

최근 주5일 근무제도, 공기 단축형 입찰제도와 후분양제도의 도입과 같은 제도적 변화로 건설공사에서 생산성 향상에 대한 관심이 증대되고 있다. 그러나 국내 건설 산업의 생산성은 선진국에 비해 현저히 낮은 것으로 지적되고 있다. 현재 초고층 공사가 활발히 이루어지고 있는 두바이 및 북미, 동남아시아 등지에서는 외부 커튼월로 건축 외관용 PC (Architectural PC)가 사용되고 있다. 이는 국내 공동주택 공사에서의 외부 날개벽, 수벽 및 파라페트 등의 외벽 마감을 대체하는 것으로 공기 단축 등의 생산성 향상 효과를 인정받아 해외에서 널리 사용되고 있다. 이에 본 연구에서는 국내 공동주택 공사에서 건축 외관용 PC 도입을 제안하고, 건축 외관용 PC 활용에 따라 생산성 향상이 가능한지를 검증하였다. 설문 결과 공동주택의 외벽 마감에 건축 외관용 PC를 사용하였을 때 기존 공동주택 공사보다 생산성 측면에서 우수하다고 분석되었다.

키워드: 건축 외관용 PC, 생산성 향상, 생산성 요인, 공기 단축

## 1. 서 론

### 1.1 연구의 배경 및 목적

최근 주5일 근무제도, 공기 단축형 입찰제도와 후분양제도의 도입과 같은 제도적 변화로 건설공사에서 생산성 향상에 대한 관심이 증대되고 있다(류한국 외, 2006). 현재 대부분의 건설업체의 현장에서 주5일 근무제가 시행되지는 않았지만, 건설업체의 현장에서 주5일 근무제가 채택된다면, 공사비는 6.6% 증가하고, 공기도 최대한 31.5% 연장된다고 지적되었다(권오현, 2002). 또한 National Accounts of OECD Countries에 따르면, 국내 건설업 노동생산성은 일본 및 오스트리아의 50%, 미국

의 73%, 프랑스 및 독일의 66%로 파악되었다(김재영, 2005).

그리고 국내 공동주택의 공기를 미국, 일본과 비교한 결과 층당 소요일의 경우 미국은 평균 12.8일이 걸리고, 일본은 24.1일, 한국은 31.3일이 걸려, 국내 건설사가 공기 면에서의 경쟁력이 매우 낮다고 분석되었다(Phil. Calvert et al., 2004).

현재 초고층 공사가 활발히 이루어지고 있는 두바이 및 북미, 동남아시아에서는 외부 커튼월로 건축 외관용 PC (Architectural PC)가 사용되고 있다. 건축 외관용 PC는 국내 공동주택 공사에서의 외부 날개벽, 수벽 및 파라페트 등의 외벽 마감을 대체하는 것으로 외벽 공정에 소요되는 시간을 주공정에서 제외함으로써 공기를 단축시킬 수 있다. 이러한 공기 단축 등의 생산성 향상효과를 인정받아 건축 외관용 PC가 해외에서 널리 사용되고 있다(정광량 외, 2006). 따라서 공기 단축 등 생산성 향상에 대한 요구가 증가되고 있는 국내 공동주택 공사에서도 건축 외관용 PC의 도입 필요성이 제기되고 있다.

이에 따라 본 연구에서는 생산성 향상을 위한 건축 외관용 PC의 도입 필요성을 제안하고, 국내 공동주택 공사에서 건축 외관용 PC 활용에 따라 생산성 향상이 가능한지를 검증하고자 한다.

\* 일반회원, 한양대학교 대학원, walkloud@naver.com

\*\* 일반회원, 한양대학교 대학원, constech@nuri.net

\*\*\* 일반회원, 한양대학교 지속가능 건축기술 전문 인력 양성사업단 연구교수, 공학박사, yoonsunlee@hanyang.ac.kr

\*\*\*\* 종신회원, 한양대학교 건축환경공학과 교수, 공학박사 (교신저자), jjkim@hanyang.ac.kr

본 연구는 과학기술부 우수연구센터육성사업인 한양대학교 친환경건축 연구센터의 지원으로 수행되었음 (R11-2005-056-03001)

### 1.2 연구의 범위 및 방법

통계청의 국내 대규모공사 건설 수주액에 따르면, 국내에서 1997년부터 2006년까지의 대규모공사 건설 수주액 중 공동주택 공사의 비율이 76% 정도를 차지한다고 조사되었다. 이는 건설사가 한 해에 4건의 프로젝트를 시행한다고 했을 때 그 중 3건이 공동주택 프로젝트라는 것을 의미한다. 이처럼 공동주택 공사의 수주액이 타 프로젝트에 비해 비중이 높아 연구의 범위를 국내 15~30층 규모의 공동주택 프로젝트로 한정하고자 한다.

본 연구는 다음과 같은 단계로 진행되었다. 첫째, 이론적 고찰 단계로 PC와 건축 외관용 PC의 개념을 정리하고, 공동주택 생산성 연구동향에 대해 분석하였다. 둘째, 건축 외관용 PC 활용에 따라 생산성 향상이 가능한지를 분석하기 위해 전문가 인터뷰 및 설문을 통한 델파이 기법으로 공동주택의 생산성 요인을 도출하였다. 셋째, 공동주택 프로젝트에 대한 경험이 있는 실무자, 연구원, 공무원을 대상으로 설문조사를 통해 건축 외관용 PC 활용에 따라 생산성이 향상되는지를 검증하였다.

## 2. 예비적 고찰

### 2.1 PC (Precast Concrete)

PC는 공장에서 목적에 따라 미리 생산된 철근 콘크리트 또는 프리스트레스(Prestressed) 콘크리트이며, 크게 건축 외관용 PC와 구조용 PC로 구분된다(Robert, W. J. et al., 1975). 김정현(2006)에 따르면 PC의 특성은 다음과 같다. 첫째, 건설 공기가 단축된다. 둘째, 공정 간의 책임소재가 명백하다. 셋째, 시공시 기후에 큰 영향을 받지 않는다. 넷째, 공장에서 제작되므로

양질의 품질을 보장하며, 형상의 디자인도 다양화가 가능하다. 다섯째, 가설공사가 절약될 수 있다. 여섯째, 규격화된 제품사용으로 시공이 용이하다. 일곱째, 고도의 인력작업 감소로 위험요소가 감소되어 안전이 향상된다. 여덟째, 노동력 의존도가 줄어들어 성력화가 가능하다. 아홉째, 작업 중 발생하는 폐자재, 소음, 분진 등의 공해가 감소된다.

PC에 대한 선행 연구는 크게 세 가지로 분류된다. 먼저 PC공법의 활성화화를 위한 개선방향과 이를 위한 향후 연구 과제를 제시한 연구가 있었다. 다음으로는 PC가 도입된 사례와 PC가 도입되지 않은 사례의 비교를 통해 PC 현장적용 사례에 관한 연구가 있었다. 마지막으로 PC의 기술적 장애요인과 하자에 대한 연구가 있었다. 이 연구들에 대한 세부 내용은 표 1과 같다.

정하선(1993)과 안성훈 외(2004)의 연구에 따르면 국내 건설 산업에서는 주로 PC라 하면 벽식 구조용 PC로만 인식하고 있다고 한다. 하지만, 미국과 유럽의 선진국에서는 다양한 형태와 색상, 질감을 갖는 건축 외관용 PC가 널리 활용되어 호평을 받고, 건축물의 미려함을 증대시킨다고 분석되었다(정하선, 1993). 또한 PC 부재가 구조체의 역할을 하면서 동시에 커튼월의 역할을 하고 있어서 경제성 측면에서 기존의 철근 콘크리트 공법이나 철골 공법 보다 유리하다고 분석되었다(안성훈 외, 2004).

국내의 초고층 주상복합 공사를 제외한 공동주택 공사에서의 외벽 마감은 대부분 철근 콘크리트를 사용한다. 이에 비해 북미, 동남아시아 및 두바이에서는 건축 외관용 PC를 외부 커튼월로 사용한다. 다음 표 2는 공사 관리 측면에서 철근 콘크리트와 PC를 비교한 것이다. 이를 통해 국내 공동주택의 외벽 마감에 사용되는 철근 콘크리트와 북미 등지에서 외벽 마감에 적용되는 건축 외관용 PC를 공사 관리 측면에서 비교할 수 있다.

표 1. PC 선행 연구 분석

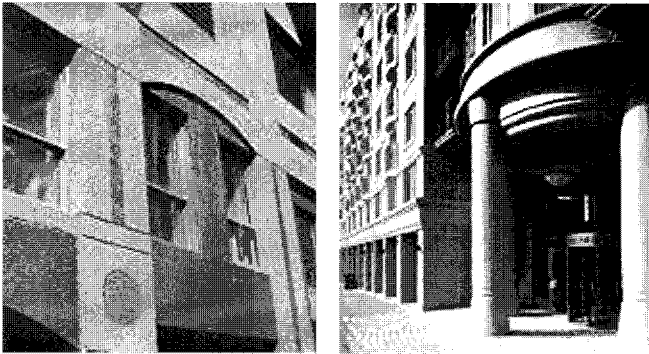
구분	연구명	저자	내용
PC 공법 활성화화를 위한 개선방향 및 향후 연구과제	PC기술 고급화를 위한 향후 연구과제	정하선 (1993)	PC기술의 고급화를 위한 연구 과제를 제시함 (1) 접합부의 시공 상태 확인을 위한 비파괴 검사 기술 개발 (2) PC구조물 전용 구조 해석 프로그램의 개발 (3) PC아파트 평면 개발화 및 표준화 설계연구 (4) 초고층 PC 아파트 시스템 개발 (5) 조립식 건축공사의 공정관리 체계화 기법 개발 (6) PC부재 생산 방식 개선 - 마감 일체의 PC부재 개발 필요성
	PC주택 건설 활성화 제약요인 및 개선방향	이상철(1993)	신소재 개발 및 보급과 시공법 연구, 제도 보완과 기술개발 방향설정 및 지속적인 정책지원
	건설업의 PC 기술 활성화 방안에 관한 연구	안성훈 (2004)	새로운 PC공법을 적용(건축용 PC공법은 구조적인 문제만 해결하는 데만 사용해야 한다는 인식의 전환이 필요 - 미국의 PCI의 건축 외관용 PC를 예로 들), 정책적인 지원이 필요함
PC의 현장적용 사례연구	공업화 주택의 성능 및 입주자 주거만족	민병호 (1991)	조립식과 재래식 사이의 만족도가 일반적인 견해와 다름 - 조립식 주택의 성능이 향상되었음
	PC 다중 연성 골조시스템의 현장적용 사례 연구	김준호 (2006)	다중 연성 골조 시스템이 일반 PC보다 설치시간 및 원가 면에서 경쟁력이 높지만, 철근 콘크리트 구조보다는 원가 면에서 경쟁력이 낮음
PC의 기술적 장애요인과 하자	주택건설 공업화 기술의 장애요인	민병호(1991)	경제적, 제도적, 기술적, 조직적, 수요자 장애요인
	PC 주택 하자유형 분석	신동우 (1994)	하자원인 - 불충실한 현장관리와 공업화 공법에 대한 경험부족에 따른 기술 미흡, 자원수급 문제, 제도적 문제 (내외적인 요인에 기인)

표 2. 공사 관리 측면에서 철근 콘크리트와 PC 비교(김우식, 2006)

	철근 콘크리트	PC (Precast concrete)
공기단축	절대공기 필요로 공기단축 한계, 기후에 민감, 동절기 시공 불리	현장작업 감소로 공기단축, 기후에 영향 받지 않음, 동절기 시공 가능
품질관리	다양한 자재가 일시에 반입되어 검수곤란, 현장조건에 따라 오차 큼, 문제 발생시 복구 곤란	공장 제품자체로 별도의 자체검수 가능, 규격품 생산으로 오차 작음, 문제 발생시 부품교체 가능
원가관리	인력 위주의 시공으로 인건비, 현장 관리비 증가	장비 위주의 작업으로 인건비, 현장 관리비 절감
안전관리	인력 위주로 작업조건 열악	장비 위주로 인력작업 인력절감
공해	복잡한 구조시공으로 인한 공해 발생	기계화 시공에 의한 현장작업 감소로 공해 예방
인력	인력동원 및 관리 필요	장비 위주의 작업으로 인력절감
자재	자재관리가 복잡하여 자재손실 큼, 주·부자재의 전량이 현장에 적기 반입	자재가 공장에서 반입되므로 자재손실 적음, 주·부자재가 공장생산으로 운송체계 단순
장비	인력 위주의 시공	양중 장비 위주의 시공
자금회전	절대공기로 인한 공기단축 한계로 자금회전 느림	공기단축을 할 수 있어 자금회전 빠름

## 2.2 건축 외관용 PC

건축 외관용 PC는 구조적 또는 장식적으로 사용되며 건축적으로 디자인된 PC로 다양한 형태, 색상, 질감 등을 갖고 있다. 수십 년간 미국과 캐나다 등지에서 사용되었으며, 경제성, 다용도성을 가지며 뛰어난 외관에 구조적으로 강하고 좋은 품질과 내구성으로 세계각지의 새로운 프로젝트에 적용되고 있다 (Prestressed Concrete Institute, 1973).



a) 골재 노출형

b) 예칭형

그림 1. 건축 외관용 PC 마감(CPCI)

건축 외관용 PC의 장단점은 다음 표 3과 같다.

표 3. 건축 외관용 PC의 장단점(Prestressed Concrete Institute, 1973)

건축 외관용 PC의 장점	건축 외관용 PC의 단점
건설현장의 날씨에 상관없이 설치 가능하고 비교적 빠르게 건물의 외피를 구성해 마감공사가 수월해짐	정확한 위치에 설치하고 완벽한 방수를 위해 작업자의 주의가 요구됨
작업간의 간섭이 감소되어 공기가 단축되며 공사 소음이 많이 줄어듦	특별한 생산 프로세스가 생성되고 운송, 양중 및 조립 등이 필요하여 비교적 값비싼 재료임
구조적인 성능을 가져 소음차단이 우수하며 열과 태양광 조절이 우수하고 내구성이 강해 유지 관리비도 적게됨	타워 크레인 등의 양중 장비의 사용이 증가되어 타작업을 지체시키기도 함
생산성 향상과 현장의 인력을 줄여 현장 관리를 줄여 건물의 총비용을 감소시키며 총 건설 공기의 감소로 금융비용이 절약됨	착공 전 설계가 완벽하게 완성되어야 하며 공사 중 설계 변경이 불가능함

## 2.3 공동주택 생산성 연구동향

공동주택 생산성에 대한 국내 선행 연구는 크게 두 부분으로 분류된다. 먼저 건설 생산성의 향상요인과 저하요인을 분석하고 요인들의 우선순위 및 상대적인 중요도를 도출한 문헌들이 있었다. 다음으로 기존공법의 생산성 저하의 원인이나 지연요소를 도출하고 개선방안이나 중점 관리 항목을 제시한 문헌들이 있었다. 그 세부 내용은 다음 표 4와 같다.

표 4. 공동주택 생산성 연구동향

저자	논문명	내용
김도형 (2001)	공동주택 SYSTEM FORM 공사의 생산성 분석 및 향상방안 제언	시스템 거푸집을 사용하는 현장에서 워크 샘플링을 통하여 생산성을 분석하고 생산성 저하 원인을 찾아내어 개선방안 도출
손창백 (2005)	공동주택 건축공사의 생산성 향상요인 선정 및 적용성 분석	기존 문헌들의 생산성 향상 요인들을 정리 후 설문 및 면담을 통한 각 세부 요인의 정의 및 우선순위 도출
안상현 (2006)	공동주택 공사의 작업지연요소 분석	설문을 통해 작업 지연 요소를 찾아 이를 효과적으로 제거하고 관리할 수 있는 중점 관리 항목 제시
안성훈 (2006)	공동주택 공사의 작업간 간섭 감소 방안에 관한 연구	작업간 간섭을 감소하기 위해 작업 프로세스를 개선할 수 있는 방안 제시

## 3. 공동주택 생산성 요인 도출

### 3.1 공동주택 생산성 요인 도출 과정

현재까지 국내에 건축 외관용 PC가 사용된 현장이 없어 실질적인 생산성 비교를 통해 생산성이 향상되는지를 분석하기는 불가능하다. 이에 본 연구에서는 공동주택 생산성 요인을 통한 설문으로 건축 외관용 PC와 국내 기존 공법을 비교하여 생산성이 향상되는지를 검증하였다.

공동주택 생산성 요인을 도출하는 과정은 다음과 같다. 먼저 기존의 공동주택 생산성에 관한 연구동향에서 생산성 향상요인과 지연요인을 바탕으로 공동주택 생산성 요인에 대한 데이터를 수집했다. 이를 바탕으로 공동주택 생산성 요인을 도출했다. 도출된 공동주택 생산성 요인의 객관성을 높이기 위해 공동주택 생산성과 관련된 전문가 집단을 대상으로 인터뷰와 설문을 통한 델파이 기법 (Delphi Technique)으로 수정 및 보완을 통해 최종적으로 공동주택 생산성 요인을 도출했다.

### 3.2 공동주택 생산성 요인

공동주택 생산성 요인을 도출하기 위해 손창백(2005)과 안상현(2006)의 연구에서 제시된 생산성 향상요인과 지연요인을 참고하였다. 이 요인들을 건설인력, 설계 관리, 공사 관리, 투입 자

원, 공사 성격 및 공사외적 요인 등으로 재분류하였다. 그 세부 내용은 표 5와 같다.

표 5. 생산성 향상 및 지연요인 분류

분류	생산성 향상요인	생산성 지연요인
건설 인력 관련 요인	프리패브화, 공업화 등 인력절감형 공법 적용	작업자 능력
	관리자의 자질 및 위기관리능력 향상	작업자 수 부족
	원활한 인력 공급체계 구축	작업자의 지각
	작업자 동기부여	-
	숙련공 투입	-
설계 관리 관련 요인	공종별 작업자의 역할분담 명확화	-
	교육/훈련 프로그램 시행	-
	설계 VE 적용 활성화	설계도서 결함
설계 관리 관련 요인	시공성을 고려한 설계	설계도서 누락
	정확하고 완성도 높은 설계도서	설계도서 제공시점 지연
	설계 표준화	-
공사 관리 관련 요인	효율적인 공법선택	선형 작업 불량
	합리적인 현장배치(Layout)	선형 작업 미완료
	효율적인 작업조 편성	작업 공간 불량
	합리적인 작업순서 계획	작업 공간 부족
	합리적인 작업일정 (작업 기간) 계획	잘못된 작업지시
	정확하고 신속한 작업지시 및 승인	작업지시 누락
	시공의 기계화/자동화	작업지시 제공시점 지연
	신기술/신공법개발 및 적용	-
	원활한 정보교환(의사소통) 체계 구축	-
	공사 관리의 전산화	-
	작업 매뉴얼 제작/보급	-
	시간/활동분석 등 과학적인 관리기법 적용	-
	투입 자원 관련 요인	원활한 자재 조달체계 구축
원활한 장비 조달체계 구축		자재 부족
신자재/신소재의 개발 및 적용		자재조달 지연
투입 자원 관련 요인	투입자원의 효율적인 배분	장비 불량/고장
	자원 관련정보의 사전입수 및 축적	장비 수/사용시간 부족
	-	장비 제공 시점 지연
	-	공구 불량/고장
공사 성격 및 외적 요인	-	공구 수/사용시간 부족
	-	공구 제공 시점 지연
	건설현장작업에 대한 각종 규제의 현실화	관공서 허가/승인 지연
외적 요인	현장지원 업무의 전산화	감독관 허가/승인 지연
	현장 작업환경 개선	-

이를 바탕으로 전문가 집단을 대상으로 한 설문 결과 생산성 향상요인에서는 ‘프리패브화, 공업화 등 인력절감형 공법 적용, 시공성을 고려한 설계, 설계 표준화, 효율적인 공법선택, 합리적인 작업순서 계획, 합리적인 작업일정(작업 기간) 계획, 시공의 기계화/자동화, 신기술/신공법 개발 및 적용, 원활한 정보교환(의사소통) 체계 구축, 원활한 자재 조달체계 구축, 원활한 장비 조달체계 구축, 신자재/신소재의 개발 및 적용’ 등이 공동주택 생산성 요인으로 선정되었다. 그리고 지연요인에서는 ‘설계도서 누락, 선형 작업 불량, 선형 작업 미완료, 작업 공간 불량, 작업 공간 부족, 장비 수/사용시간 부족, 장비 제공 시점 지연, 공구 제공 시점 지연’ 등이 공동주택 생산성 요인으로 선정되었다.

전문가 집단의 설문을 통해 도출된 공동주택 생산성 요인을 다시 전문가 집단과의 토론 및 인터뷰를 통해 이를 수정 및 보완을 하여 최종적으로 공동주택 생산성 요인을 도출하였다.

도출된 공동주택 생산성 요인은 상위 항목인 공사 관리, 설계 관리, 시공 관리, 투입 자원 등의 4가지 요인으로 분류된다. 그리고 이 요인들은 각각 하위 요인으로 구성되며 그 세부 내용은 표 6과 같다.

표 6. 공동주택 생산성 요인

생산성 요인	
대분류	대분류
공사 관리	공사 기간
	작업간의 간섭
	합리적인 작업순서 계획
설계 관리	시공성을 고려한 설계
	현장 상황을 고려한 설계
시공 관리	시공 난이도
	품질의 고저
	안전사고 발생
	현장 작업 환경
투입 자원	시공의 기계화 및 자동화
	투입 자원량
	투입 노동력
	장비 수 및 사용시간
	원활한 자재 및 장비 조달

#### 4. 건축 외관용 PC 도입의 적용 타당성 검증

##### 4.1 설문 개요

기존 공동주택의 외벽 마감에 건축 외관용 PC를 적용하는 것이 기존 공동주택의 철근 콘크리트 외벽 마감에 비해 생산성 측면에서 우수하다는 것을 검증하기 위해 설문을 실시하였다.

표 7. 설문조사 설계

조사 기간	2007년 7월 9일 ~ 2007년 8월 5일 (4주)
조사 형식	정량적 조사
조사 측정	리커트(Likert) 5점 척도
분석 자료	유효 102부
설문 대상	현장 및 본사 실무자, 연구원, 공무원

설문은 공동주택 프로젝트 경험이 있는 현장 및 본사 실무자, 연구원, 공무원 등을 대상으로 하였다. 설문은 기존의 국내 공동주택 공사의 철근 콘크리트 외벽 마감과 건축 외관용 PC를 외벽 마감으로 사용한 공사에서 공동주택 생산성 요인별로 우수한지 아니면 그렇지 않은지에 대해 리커트 5점 척도로 측정되었다.

표 8. 설문 양식

요인	기존 공동주택 공사					건축 외관용 PC 사용				
	매우 우수	우수	보통	불리	매우 불리	매우 우수	우수	보통	불리	매우 불리
공사 기간	⑤	④	③	②	①	⑤	④	③	②	①

유효한 설문은 102부 이었으며, 응답자의 경력 분포에서 5~16년 정도가 가장 높은 비율을 차지하였으며 20년 이상 근무 경력을 가진 응답자가 가장 낮은 비율을 차지하는 것으로 조사되었다. 그리고 근무 경력은 아래 그림 2와 같이 비교적 고르게 분포되어 있는 것으로 분석되었다.

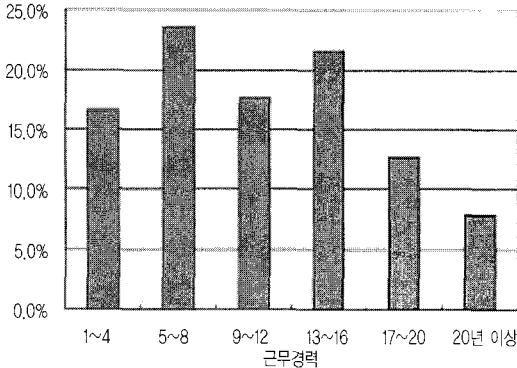


그림 2. 설문 응답자 현황

설문 응답자의 직종은 '건설회사의 현장 및 본사 실무자'가 가장 많은 45.1%를 차지하였고, 그 다음으로 '연구원'이 34.3%이며, '공무원'은 20.6% 정도를 차지하는 것으로 조사되었다.

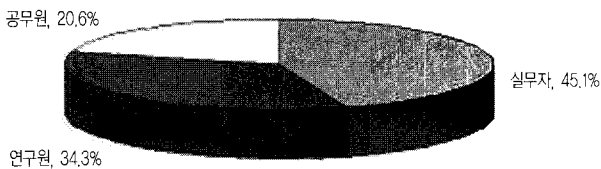


그림 3. 설문 응답자 직종

#### 4.2 설문 분석

설문에서 기존 공동주택 공사와 건축 외관용 PC를 사용하였을 때의 조사된 공동주택 생산성 요인의 빈도 분석은 다음 그림 4, 5와 같다.

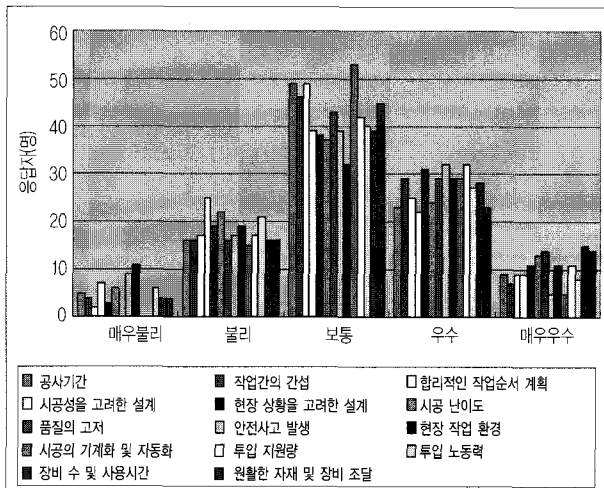


그림 4. 기존 공동주택 공사 빈도분석

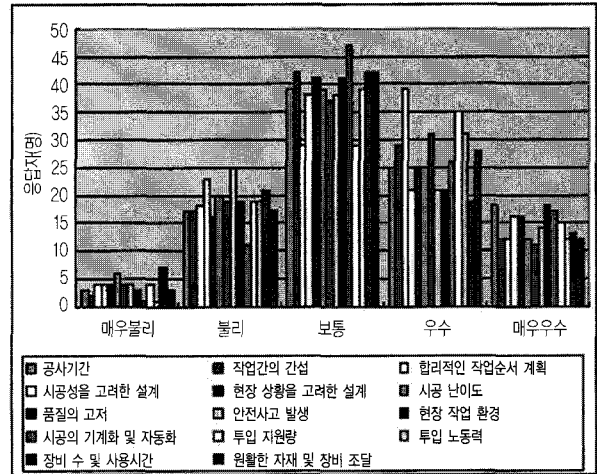


그림 5. 건축 외관용 PC 사용 빈도분석

조사된 설문의 분석 결과 평균값의 차이가 예상했던 것보다 그리 크지 않아 설문 결과가 통계적 유의성을 가지는지를 분석하기 위해 t-검정을 통하여 통계적 유의성을 검토하였다.

#### 4.2.1 공사 관리

공사 관리 측면에서 기존 공동주택 공사와 건축 외관용 PC를 사용하였을 때의 생산성 차이가 통계적 유의성을 가지는지를 분석하기 위해 t-검정을 사용하였다. 그 결과 '공사 기간, 작업간의 간섭, 합리적인 작업순서 계획 요인' 등 모든 요인에서 유의할 만한 차이를 보였으며, 모든 요인에서 건축 외관용 PC 활용을 통한 공사가 기존 공동주택 공사보다 생산성이 우수한 것으로 조사되었다. 여기서 '공사 기간' 요인이 가장 우수한 것으로 조사되었다. 이는 외벽 공사에 커튼월 대응으로 건축 외관용 PC 사용에 따른 공기 단축 효과에 대해 대부분의 전문가들이 인식하고 있는 것으로 분석되었다.

표 9. 공사 관리 측면에서 생산성 요인 분석결과

생산성 요인	기존 공동주택공사	건축 외관용 PC 사용	t	p	평균 차
공사 기간	3.15	3.37	-5.423***	0.000	0.225
작업간의 간섭	3.19	3.31	-3.841***	0.000	0.127
합리적인 작업순서 계획	3.22	3.36	-3.126**	0.002	0.147

\*p<0.05 \*\*p<0.01 \*\*\*p<0.001

기존 국내 공동주택 공사에서의 골조공사 공정은 기둥과 내벽 등의 수직부재와 슬래브와 외벽 부분인 수벽이나 간벽 및 파라페트를 동시에 만드는 과정의 반복으로 이루어진다. 하지만 북미, 동남아시아 및 두바이 등지에서의 공동주택 공사는 외벽을

1) \*p<0.05 = 0.05수준(양쪽)에서 유의하다는 의미를 나타낸다.

\*\*p<0.01 = 0.01수준(양쪽)에서 유의하다는 의미를 나타낸다.

\*\*\*p<0.001 = 0.001수준(양쪽)에서 유의하다는 의미를 나타낸다.

제외한 수직 부재 공정과 슬래브 부분의 공정의 반복으로 이루어지며 외벽 공정은 건축 외관용 PC를 사용하여 후속 공정으로 처리되며 주공정에 포함되지 않는다. 이처럼 건축 외관용 PC를 사용한다면, 주공정의 일부를 제거함으로써 전체 공기를 단축할 수 있다.

#### 4.2.2 설계 관리

설계 관리 측면에서 기존 공동주택 공사와 건축 외관용 PC를 사용하였을 때의 생산성 차이가 통계적 유의성을 가지는지를 분석하기 위해 t-검정을 사용하였다. 그 결과 '시공성을 고려한 설계' 요인에서는 유의할 만한 차이를 보였으나 '현장 상황을 고려한 설계' 요인에서는 유의할 만한 차이를 보이지 않았다. '시공성을 고려한 설계'에서는 건축 외관용 PC가 생산성이 더 우수한 것으로 조사되었다. 이는 기존 공동주택 공사의 외벽 공사에서는 슬래브와 외벽 공사를 함께 시공하기 때문에 작업간의 간섭, 작업 환경 등의 시공성에 대한 고려가 되지 않은 설계 때문인 것으로 분석되었다.

표 10. 설계 관리 측면에서 생산성 요인 분석 결과

생산성 요인	기존 공동주택공사	건축 외관용 PC 사용	t	p	평균치
설계 시공성을 고려한 설계	3.01	3.22	-5.117***	0.000	0.205
관리 현장 상황을 고려한 설계	3.27	3.32	-1.682	0.096	0.049

\*p<0.05 \*\*p<0.01 \*\*\*p<0.001

#### 4.2.3 시공 관리

시공 관리 측면에서 기존 공동주택 공사와 건축 외관용 PC를 사용하였을 때의 생산성 차이가 통계적 유의성을 가지는지를 분석하기 위해 t-검정을 사용하였다. 그 결과 '시공 난이도'를 제외한 모든 요인에서 유의할 만한 차이를 보였다. 그리고 '안전사고 발생, 현장 작업 환경, 시공의 기계화 및 자동화' 요인에서 기존 공법보다 건축 외관용 PC가 생산성이 우수한 것으로 조사되었다.

하지만, '품질의 고저' 요인에서는 오히려 기존 공법이 더 우수한 것으로 조사되었다. 이는 과거 1990년대 발생했었던 PC 주택의 하자로 인해 PC공사는 많은 하자가 발생한다는 인식으로 이런 결과가 나왔다고 분석되었다. 또한 기존 공동주택 공사에서는 방수에 대한 하자를 방지하기 위해 슬래브와 외벽을 함께 시공한다고 조사되었다.

그러나 신동우(1994)의 연구에 따르면 과거 PC 주택의 하자

는 PC 공법 자체의 기술적인 공법 자체에 기인하기 보다는 현장 관리 소홀, 시공법 및 시방서 미준수, 시공자의 성의 부족, 감독 확인 소홀, 기능공 의식 부족 등 불충실한 현장 시공관리와 공업화 공법에 대한 경험부족에 따른 기술 미흡, 그리고 주택공급 물량의 급격한 팽창에 의한 자원수급 문제, 제도적 문제 등 많은 내적 및 외적인 요인에 기인하고 있는 것으로 조사되었다. 따라서 이는 PC 자체의 문제가 아니라 현장에서 시공관리와 공법에 대한 경험부족으로 인한 것으로 분석되었다.

표 11. 시공 관리 측면에서 생산성 요인 분석 결과

생산성 요인	기존 공동주택공사	건축 외관용 PC 사용	t	p	평균치
시공 난이도	3.16	3.17	-0.575	0.566	0.010
품질의 고저	3.40	3.25	4.173***	0.000	0.147
안전사고 발생	3.07	3.16	-2.099*	0.038	0.088
현장 작업 환경	3.10	3.31	-4.989***	0.000	0.216
시공의 기계화 및 자동화	3.24	3.46	-5.142***	0.000	0.225

\*p<0.05 \*\*p<0.01 \*\*\*p<0.001

#### 4.2.4 투입 자원

투입 자원 측면에서 기존 공동주택 공사와 건축 외관용 PC를 사용하였을 때의 생산성 차이가 통계적 유의성을 가지는지를 분석하기 위해 t-검정을 사용하였다. 그 결과 '투입 노동력, 장비 수 및 사용시간' 요인에서만 유의할 만한 차이를 보인 것으로 조사되었다.

표 12. 투입 자원 측면에서 생산성 요인 분석 결과

생산성 요인	기존 공동주택공사	건축 외관용 PC 사용	t	p	평균치
투입 자원량	3.36	3.37	-0.217	0.828	0.010
투입 노동력	3.10	3.33	-5.575***	0.000	0.235
장비 수 및 사용시간	3.33	3.10	5.575***	0.000	0.235
원활한 자재 및 장비 조달	3.26	3.28	-0.815	0.417	0.020

\*p<0.05 \*\*p<0.01 \*\*\*p<0.001

'투입 노동력' 요인에서는 건축 외관용 PC를 활용하는 것이 더 우수한 것으로 조사되었다. 이는 건축 외관용 PC의 경우 타워 크레인과 같은 장비 위주의 작업을 하기 때문인 것으로 분석되었다. 또한 이로 인해 타워 크레인과 같은 장비 사용이 많아 건축 외관용 PC를 사용함에 따라 '장비 수 및 사용시간' 요인에서는 오히려 불리한 것으로 조사되었다. 따라서 건축 외관용 PC를 사용할 때 합리적인 장비 계획을 세우는 것이 필요하다고 판단된다.

### 4.3 소결

이상의 설문 결과를 표 13에 정리하였다. 설문 결과 기존 공동주택 공사의 전반적인 생산성은 3.20점이고 건축 외관용 PC를 사용했을 때의 전반적인 생산성은 3.29점으로 조사되었다.

건축 외관용 PC 사용으로 우수하다고 판정된 요인 중 ‘공사 기간, 합리적인 작업순서 계획, 시공성을 고려한 설계, 현장 작업 환경, 시공의 기계화 및 자동화, 투입 노동력’ 등의 6가지 요인은 손창백(2005)의 연구에 따르면 생산성 향상에 영향을 미치는 요인 중에서 우선순위에 있는 요인들로 조사되었다. 또한 안성훈(2006)의 연구에 따르면 ‘작업간의 간섭’은 공동주택 공사에서 공정관리와 품질 및 원가에도 영향을 미치는 것으로 대책수립이 필요한 요인이라고 한다. 이처럼 건축 외관용 PC를 사용함에 따라 생산성 측면에서 우수하다고 조사된 요인들이 생산성 향상에 영향을 미치는 요인 중에서 우선순위에 있으며 또한 중요한 요인이라고 조사되었다. 따라서 공동주택의 외벽 마감에 건축 외관용 PC를 사용하였을 때 기존 공동주택 공사보다 생산성 측면에서 우수하다고 분석되었다.

표 13. 생산성 요인 분석 결과

생산성 요인	기존 공동주택공사	건축 외관용 PC 사용	t	p	평균치
전반적인 생산성	3.20	3.29	-	-	-
투입 자원					
공사 기간	3.15	3.37	-5.423***	0.000	0.225
작업간의 간섭	3.19	3.31	-3.841***	0.000	0.127
합리적인 작업순서 계획	3.22	3.36	-3.126**	0.002	0.147
설계 관리					
시공성을 고려한 설계	3.01	3.22	-5.117***	0.000	0.205
현장 상황을 고려한 설계	3.27	3.32	-1.682	0.096	0.049
시공 관리					
시공 난이도	3.16	3.17	-0.575	0.566	0.010
품질의 고저	3.40	3.25	4.173***	0.000	0.147
안전사고 발생	3.07	3.16	-2.099*	0.038	0.088
현장 작업 환경	3.10	3.31	-4.989***	0.000	0.216
시공의 기계화 및 자동화	3.24	3.40	-5.142***	0.000	0.225
투입 자원					
투입 자원량	3.36	3.37	-0.217	0.828	0.010
투입 노동력	3.10	3.38	-5.575***	0.000	0.235
장비 수 및 사용시간	3.33	3.10	5.575***	0.000	0.235
원활한 자재 및 장비 조달	3.26	3.28	-0.815	0.417	0.020

\*p<0.05 \*\*p<0.01 \*\*\*p<0.001

### 5. 결론

본 연구에서는 공동주택 공사에서의 생산성 향상을 위해 건축 외관용 PC의 적용 타당성에 대해 분석하기 위해 전문가 인터뷰 및 토론을 통한 델파이 기법과 설문조사를 하였다. 설문 결과 기존 공동주택 공사의 철근 콘크리트 외벽 마감을 건축 외관용 PC

로 사용함에 따라 공동주택 생산성 요인 중 어떤 요인에서 생산성이 향상되는지를 분석하였다. 공동주택 공사에서 건축 외관용 PC를 외벽 마감으로 사용하였을 때 ‘공사 기간, 작업간의 간섭, 작업순서 계획, 시공성을 고려한 설계, 안전사고 발생, 현장 작업 환경, 시공의 기계화 및 자동화, 투입 노동력’ 등의 8개 요인에서 생산성이 향상된다고 분석되었다. 따라서 공동주택의 외벽 마감에 건축 외관용 PC를 사용하였을 때 기존 공동주택 공사보다 생산성 측면에서 우수하다고 분석되었다.

본 연구는 전문가 집단을 대상으로 한 집단 토론, 인터뷰 및 설문조사를 통해 국내 공동주택 공사에서의 건축 외관용 PC의 적용 타당성에 대해 분석하였으며, 건축 외관용 PC의 외부 마감 재료의 적용 타당성을 검토한 최초의 연구였다는 점에서 중요한 의의를 갖는다고 판단된다.

그러나 기존 공동주택 공사에서의 외벽 마감과 건축 외관용 PC를 적용한 외벽 마감의 공기 등의 데이터를 기준으로 생산성 비교를 하지 못했다. 따라서 향후 건축 외관용 PC가 사용된 사례 현장의 공기 등의 데이터를 기준으로 기존 국내 공동주택 공사와의 생산성 비교를 통한 연구가 필요하다.

### 참고문헌

1. 권오현 (2002). “주 5일 근무제가 건설업에 미치는 영향은”, 한국건설산업연구원 건설동향브리핑, 제 28호.
2. 김도형, 김경래 (2001). “공동주택 SYSTEM FORM 공사의 생산성 분석 및 향상방안 제안”, 한국건설관리학회 논문집, 제 2권 3호
3. 김우식 (2006). 건축시공기술사, 세진사, 서울
4. 김재영 (2005). “위기의 건설 산업, 어떻게 할 것인가?”, 건설 산업 발전 세미나
5. 김정현, 김형대, 권춘안, 양부흥, 이병호, 이동운 (2006). 최신 건축시공학, 기문당, 서울
6. 김준호, 전병갑, 박순규, 김광희(2006). “PC 다층 연성 골조시스템의 현장적용 사례 연구”, 한국건축시공학회 학술. 기술논문발표회 논문집, 제 6권 1호
7. 류한국, 김선국, 이현수 (2006). “건설사별 공기비교를 통한 공기경쟁력 분석”, 한국건설관리학회 논문집, 제 7권 1호
8. 민병호, 김정현, 도건효 (1991). “공업화 주택의 성능 및 입주자 주거만족”, 대한건축학회 논문집, 제 7권 3호
9. 민병호, 장호운, 도건효 (1991). “주택건설 공업화 기술의 장애요인”, 대한건축학회 논문집, 제 7권 2호
10. 손창백, 이덕찬 (2005). “공동주택 건축공사의 생산성 향

- 상요인 선정 및 적용성 분석.”, 대한건축학회 논문집(구조계), 제 21권 4호
11. 신동우, 김창덕 (1994). “PC 주택 하자유형 분석.”, 대한건축학회 논문집, 제 10권 1호
  12. 안상현, 유정호, 김창덕 (2006). “공동주택 공사의 작업지연요소 분석.”, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집
  13. 안성훈, 김준호, 강경인 (2006). “공동주택 공사의 작업간 간섭 감소 방안에 관한 연구.”, 한국건축시공학회 논문집, 제 6권 1호
  14. 안성훈, 이웅균, 강경인 (2004). “건설업의 PC 기술 활성화 방안에 관한 연구.”, 대한건축학회 논문집(구조계), 제 20권 7호
  15. 이상철 (1993). “PC주택 건설 활성화 제약요인 및 개선방향.”, 공업화주택 기술향상(대한건축학회 심포지엄)
  16. 정광량, 손영진 (2006). “무량판 바닥 시스템에 대한 구조 계획 및 시공기술.”, 건축(대한건축학회지), 제 50권 3호
  17. 정하선 (1993). “PC기술 고급화를 위한 향후 연구과제.”, 공업화주택 기술향상(대한건축학회 심포지엄)
  18. Phil. Calvert et al. (2004). “국내 건설사업의 공사기간, 공사비, 생산성 분야 국제경쟁력 연구.”, 건설교통부 한국건설교통기술평가원
  19. CPCI, Architectural precast concrete, Canadian Precast/Prestressed Concrete Institute
  20. Prestressed Concrete Institute (1973). Architectural Precast Concrete, PCI Design Manual Committee
  21. Robert, W.J. et al. (1975). Architectural Precast Concrete Drafting Handbook, PCI Committee on Architectural Precast Concrete Shop Drawings
  22. “국내 대규모 공사 건설 수주액.” 통계청, <<http://www.nso.go.kr>>

논문제출일: 2007.10.18

심사완료일: 2008.02.01

### Abstract

In Korea, five days per week system, duration reduction bidding system, and post sale system have recently stimulated an interest in productivity improvement in construction project. However, analysis result of productivity in Korean construction industry found that the productivity is too low. APC (Architectural PC) is alternative of reveal wall and parapet in apartment housing projects and is used abroad broadly because of duration reduction for productivity improving. APC is used as external curtain wall in Dubai, North America, and Southeast Asia. Therefore, it is proposed that necessary to introduce APC in Korea. The objective of this study is to draw up introduction of APC in apartment housing projects. We analyzed the feasibility of the use of APC. The survey results reported that APC would be able to improve the productivity in the eight productivity factors.

**Keywords** : APC (Architectural PC), Productivity Improving, Productivity Factors, Duration Reduction