

새 로 운 PC 공 법

- ABS공법 -

(주) 대우 공업개발팀
부장 이 호 우

I. 서 언

정부는 주택건설을 통한 실질적인 국민 복지 향상을 위해 향후 5년내에 200만호의 주택을 건설하는 주택정책을 추진하고 있다. 이에 따라 주택건설이 활기를 띠어 주택건설업계는 그 동안의 침체국면에서 벗어나 양적인 팽창을 나타내고 있다. 그러나 최근의 국내건설시장 환경을 살펴보면, 수급 불균형으로 인한 자재비 및 인건비의 상승으로 인하여 주택건설에 많은 문제점이 제기되고 있다. 특히 건설의 필수요소인 기능인력의 경우, 인건비 상승과 함께 인력부족 현상도 나타나고 있으며, 향후 이러한 현상은 더욱 심화될 전망이다. 따라서 많은 건설업체들이 기능인력 수요가 많은 재래식 현장타설 공법에 비해 인력수요가 적고 안정적인 공업화 공법-Precast Concrete(PC) 공법에 관심을 가지고 주택건설에 PC공법의 적용을 서두르고 있다. 이 글에서는 인력이 많이 절감되고 미숙련공도 작업에 쉽게 숙달되어 기능 인력난 해결에 크게 도움이 될 수 있는 새로운 방식의 PC 공법인 ANDERSON BUILDING SYSTEM(ABS)을 소개하여 PC공법의 적용 및 확산의 계기로 삼고자 한다.

II. ANDERSON BUILDING SYSTEM(ABS)

1. ABS공법 개요

ABS공법은 1960년대 미국의 ANDERSON씨가 개발한 PC건설공법으로서, 벽체와 바닥을 일체식으로 타설한 3-DIMENSION(입방체 혹은 BOX)의 PC MODULE을 건물의 주요 부재로 사용한다. PC MODULE은 플랜트에서 생산되어 전기, 설비를 포함한 가능한 모든 마감작업이 플랜트내의 작업장에서 수행된다. 이후 트레일러에 의해 현장으로 운반되고 대형 크레인에 의해 설치되고 마감된다. ABS공법의 장점은,

- 첫째, 기능인력 소요가 대폭적으로 절감되고,
- 둘째, 건물의 품질이 아주 좋아지고,
- 셋째, 구조적으로 유리하고 안정적이다.

2. ABS공법 상세

ABS공법은 다음 3가지의 주요 과정으로 이루어진다.

1) MODULE생산

가. 플랜트 부지 준비

- 플랜트 부지는 건설현장안이나 현장 가까이에 준비한다.
- 2MOLD플랜트의 경우에 15Mx180M(약 820평) 정도의 부지가 필요하다.

나. 플랜트 장비 및 설치

- 플랜트의 주요장비로는, 철근 CAGE 조립대, 콘크리트 타설용 MOLD, GANTRY 크레인이 있고,

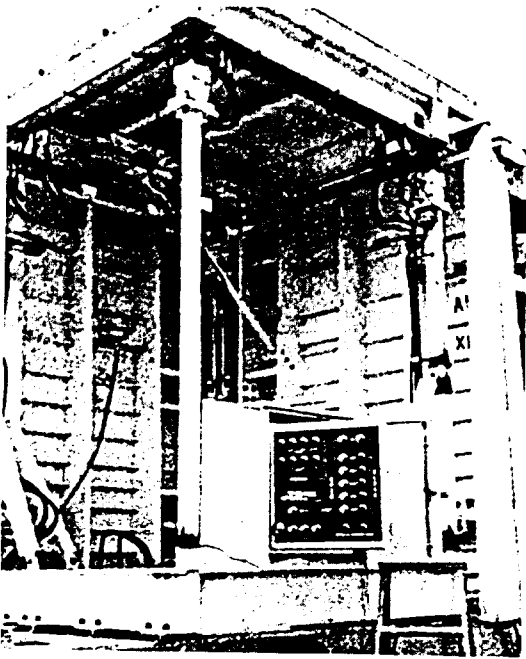


사진 1. 콘크리트 타설용 MOLD

~3주면 가능하고 장비의 사용기간은 약 10년에 달한다.

다. PC MODULE 생산 과정

- 철근 조립대(REBAR JIG)에서 철근 CAGE를 조립한다.
- MOLD BOX 청소후 박리제를 도포하고 GANTRY 크레인으로 철근 CAGE를 이동후 MOLD안에 설치한다. MOLD 내부에 창호 및 각종 BLOCKOUT을 설치한다.
- 콘크리트 PLACER로 분당 0.7M³의 속도로 콘크리트를 타설한다. MOLD 탈형, 청소, 철근 CAGE 설치, 창호 및 벽체 BLOCKOUT 설치등의 콘크리트 타설준비에 약 1시간반 정도가 소요된다.
- 콘크리트 타설에 1시간, 증기양생에 5시간반 정도가 소요된다.
- GANTRY 크레인으로 MODULE을 들어 올려 마감지역에 이동한다.

2) MODULE 마감

가. 설비

- 콘크리트 타설전에 벽체 및 SLAB에 배관용 스티브, 인서트, 앵카 및 BLOCKOUT을 설치한다.
- 배수 배관용 PIPE 및 기구를 부착하고, 벽체나 SLAB 관통 PIPE 주위에는 코킹작업을 한다.

나. 전기

- 사전에 WIRING된 CONDUIT를 사용한다.
- 전기 BOX는 콘크리트 타설전에 철근 CAGE에 견고히 설치한다.

다. 건축마감

- 창호틀을 MODULE에 설치하여 콘크리트를 타설하고 콘크리트 벽체와 창틀 사이에 코킹작업을 한다.
- 콘크리트면이 매끈하므로 별도 처리없이 타일작업이 가능하다.

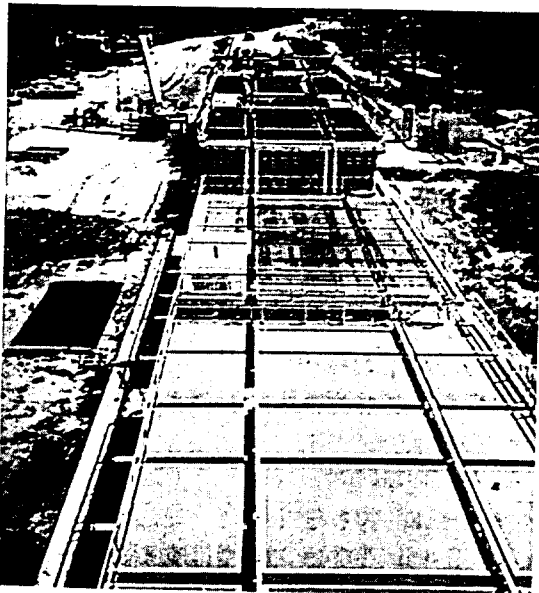
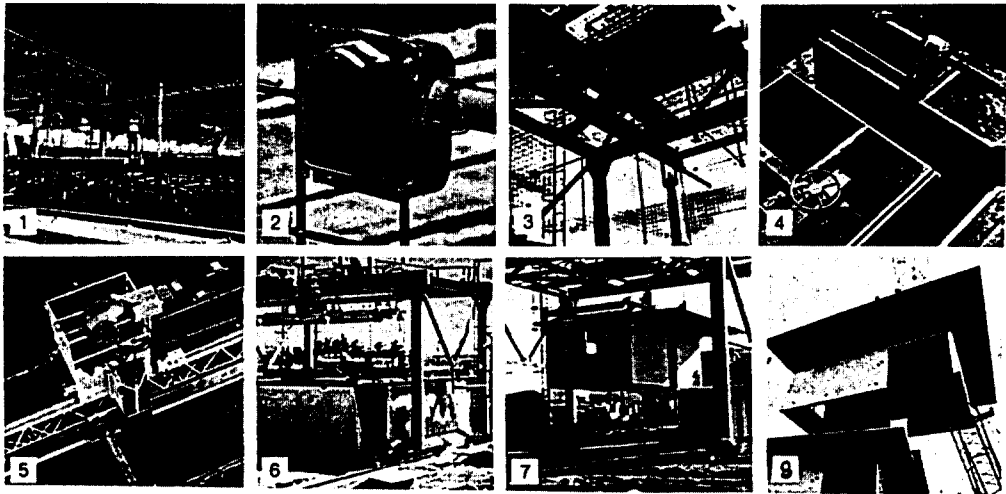


사진 2. 플랜트 설비 전경

- 보조장비로는 콤프레서, VIBRATING SYSTEM, 양생장비등이 필요하며,
- 이들 장비들은 GANTRY 크레인의 RAIL 주변을 따라 설치된다.
- 플랜트 장비의 다른 부지로의 이설은 2



(MODULE 생산순서)

1. 조립대에서 철근 CAGE 조립
2. 전기 CONDUIT와 JUNCTION BOX를 철근 CAGE에 고정
3. CASTING MOLD에 철근 CAGE를 운반
4. 콘크리트 타설준비
-창호, 벽체, BLOCKOUT등 설치

5. CONVEYOR BELT로 콘크리트를 타설하고 외부에서 MOLD를 VIBRATING함
6. 증기양생실시
7. GANTRY 크레인으로 MODULE을 마감지역으로 이동하고 마감작업실시
8. 트레일러로 현장에 운반하여 크레인으로 MODULE을 설치

사진 3 MODULE 생산 순서

- 단열재는 샌드위치 판넬속에 넣기도 하고 MODULE에 직접 취부하기도 한다.
- 화장실, 지붕 및 지하의 방수는 플랜트에서 행하고 단지 조인트에 대한 손질만 현장에서 시행한다.
- 온돌난방 SYSTEM은 플랜트에서 MODULE위에 설치가 가능하다.
- 타설된 MODULE은 치수가 대단히 정밀하여 어려움 없이 가구류를 설치할 수 있다.

3) MODULE 수송 및 조립

가. MODULE 수송

- MODULE 한개의 중량은 평균 40-60TON으로서 LOW BED 트레일러로 수송한다.
- 육교 및 다리 통과시의 부재 크기는

40FEET 콘테이너 크기면 통과가 가능하다.

나. MODULE 조립

- 기초는 주로 현장타설 콘크리트로 만드나 지중보와 1층바닥을 함께 타설한 PC MODULE로 만들 수 있다. 지하실이 있는 빌딩의 경우, 지하 외벽과 SLAB를 함께 타설한 PC MODULE로 만들 수 있다.
- MODULE은 ERECTION FRAME이 달린 대형 크레인을 사용하여 조립하고, MODULE 한개의 평균 조립 시간은 25-30분 정도 소요된다.
- MODULE사이 조인트부는 그라우팅이나 코킹작업을 한다.
- 플랜트내에서 수행되지 않은 잔여마감작업을 행한다.

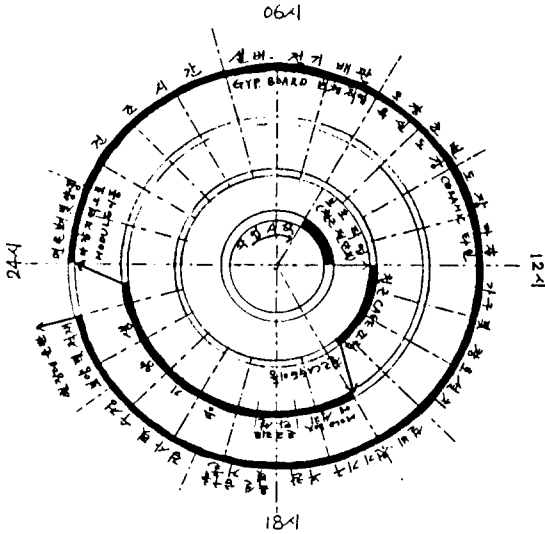


그림 1. MODULE 생산 일정

4) MODULE 생산 일정

· ABS플랜트는 24시간 동안에 MOLD 한 개당 3개의 MODULE을 생산할 수 있는 3교대 작업이 가능하다. 그림1의 일정은 MODULE 한개의 생산일정을 나타낸 것이다.

3. ABS 설계

1) 설계기준

국내 설계 기준에 따라 ABS 설계가 가능하고 UNIFORM BUILDING CODE(UBC)의 적용도 가능하다.

2) 자재사양

- * 콘크리트 : 4000psi(280kg/cm²)
- * 보 강 근 : 벽체와 SLAB에는 ASTM-A185에 따라서 용접된 와이어 메쉬가 사용되고 구조체 연결용 철근은 4200kg/cm²철근 사용
- * 전 기 : 금속제 혹은 PVC CONDUIT 사용
- * 잡 자 재 : 인양용 인서트, 무수축 그라우트, BACK-UP재, 합성고무제 코킹, 와이어 메쉬, 격리재 기타
- * 특 수 재 : 보수재/양생재/도장용 프라

이며, 긴걸철선, 양카 장치 기타.

3) 구조의 안정성

가. 구조의 특징

ABS공법은 SLAB와 내외벽을 일체식으로 타설한다. 따라서,

- 모든 벽체가 내력벽 역할을 하여 기초 설계가 다른 SYSTEM보다 다양하다. 즉 나쁜 지반에는 모든 벽체에 대하여 기초가 필요하고, 좋은 지반에는 기초가 부분적으로 필요하다.
- 횡방향 벽체와의 합성작용이 MOMENT에 대한 저항을 증대시켜, 횡력에 대한 저항력이 커진다.
- ABS공법은 수직하중을 모든 벽체에 균일하게 분배시켜, 벽체 일부에서의 우발적인 구조파괴시에도, 수직하중을 재분배할 수 있어, 연쇄붕괴의 염려는 없다.
- SLAB는 벽체 지지부에서 연속되어 있어 판넬식 PC SYSTEM보다 강하다.
- 건물의 JOINT는 수분침투나 구조파괴를 야기한다. ABS공법으로 지은 건물은 재래식이나 판넬식 PC공법으로 지은 건물에 비해 JOINT수가 적기 때문에 수분침투나 구조파괴 현상이 일어나지 않는다.

따라서, ABS공법에 의한 건물은 재래식 공법을 포함한 다른 SYSTEM에 의한 건물보다 우수하다.

나. MODULE간의 연결

구조체사이의 연결은 구조체의 부위에 따라서 여러가지 연결방법이 있다.

- 벽의 경우는 SPLICE SLEEVE를 사용하거나 POST TENSIONING을 하고,
- SLAB의 경우는 WELDING PLATE 혹은 SPLICE CONNECTOR를 사용하거나 LOOP CONNECTION을 하고,
- 벽이 불규칙한 경우에는 DOUBLE WALL 방법을 사용한다.
- 난간은 모두 플랜트에서 부착하여 현장

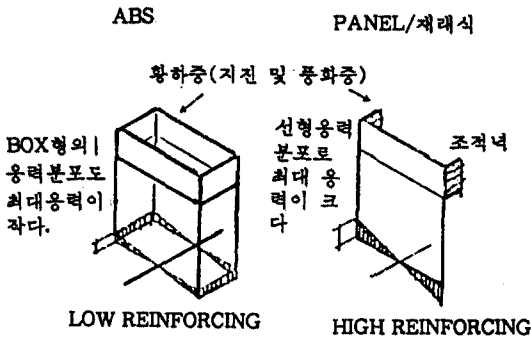


그림 2. 용력 분포

작업시 안전난간 역할을 한다. 콘크리트 난간은 PC로 제작하여 플랜트에서 MODULE에 부착하고, 금속제 난간의 경우에는 인서트를 끼워 설치한다.

- 계단 및 계단참은 보조라인에서 콘크리트를 타설하여 현장의 MODULE 조립전에 지상에서 미리 MODULE에 부착한다.
- 다른 PC SYSTEM에서는 PC 인양작업시, 그림과 같이 인서트가 파괴될 우려가 있으나, ABS공법에서는 인서트가 벽체높이만큼 매입되어 있어 뽑혀 나올 우려가 없다.

4. ABS의 특징

1) 인력축면

- 인력 소모에 기복이 없고 항상 일정하다.
- 미숙련공도 쉽게 작업에 숙달된다.
- 시간이 많이 소요되는 거푸집과 콘크리트 작업이 기계화되어 작업시간이 단축된다.
- 작업대에서 작업자들이 수공구 대신 전동공구를 사용하므로 생산성이 향상된다.
- 전체 공정의 85%까지 플랜트내에서 이루어질 수 있고, 작업자들의 동선을 크게 줄인다.

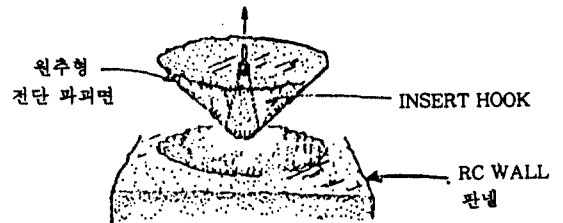
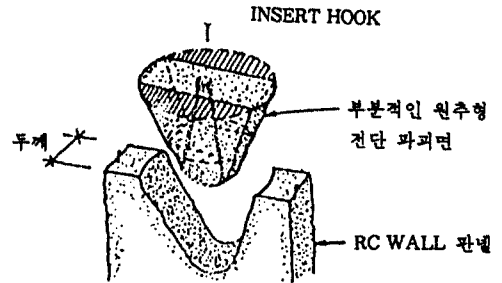


그림 3. 극한인발 하중에 의한 원추형 전단 파괴 현상(재래식 PC)

2) 품질 측면

- 엄격한 감독으로 작업시 실수가 감소된다.
- 철제MOLD로 콘크리트 구조체를 생산하므로 제품의 평탄성이 좋고, 치수가 정확하다.
- 기존의 판넬식 PC보다 조인트수가 적어 방수에 효과적이다.

3) 공기축면

- 작업이 플랜트내에서 행해져서 최고 3교대 작업까지 가능하다.
- 노동의 효율성이 좋아서 공기단축을 가져온다.
- 내부 간막이벽이 콘크리트조로 만들어져서 마감과정에서 전식벽체작업이나 조적작업이 줄어든다.

4) DESIGN 측면

가. MODULE에 반복성이 있으면 ABS공법은 어떤 건물형태에도 적용이 가능하다. 아파트가 대표적인 것이며, 호텔, 주차건물, 병원,

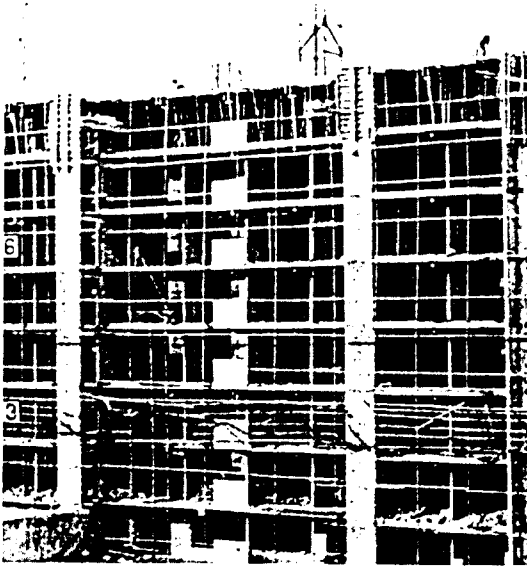


사진 4 수작업에 의존하는 구체작업

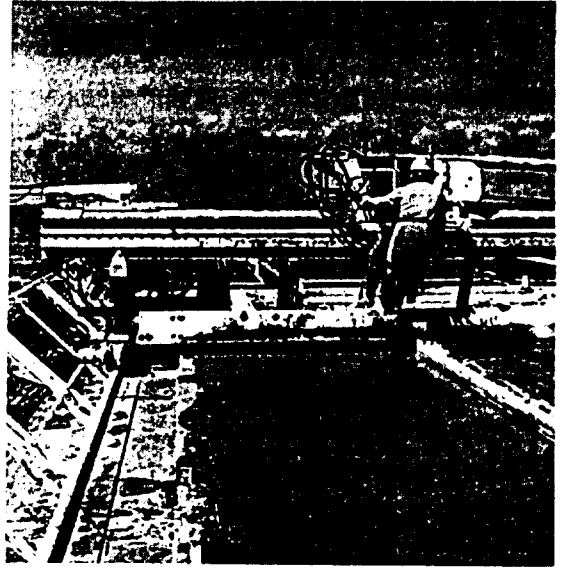


사진 5 기계화 시공에 의한 구체작업



사진 6 조적식 벽체작업에 따른 공정지연

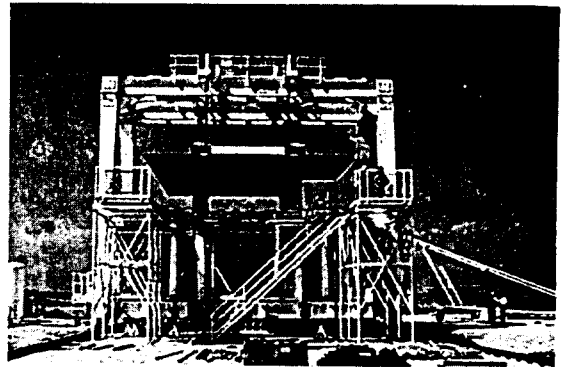


사진 7 벽체의 일식 타설로 인한 공정 단축

학교등에도 적용이 가능하다.

나. 표준 MOLD로부터 작은 설계변경이 가능하다. 방법으로는,

- 벽체의 높이와 두께를 조정,
- 벽체 FORM을 BLOCKOUT을 이용하여 BEAM으로 개조,
- MODULE의 현장 설치후, MODULE 사

이에 CLOSURE나 FILLER STRIP을 끼우고 콘크리트를 타설하여 방의 크기를 확대,

- 창호의 위치변경이나 내민 SLAB 및 차양을 추가하거나 삭제하는 방법이 있다.

다. 추가 PROJECT의 설계가 현저히 다르거나 전혀 새로운 것일때, MOLD 모양의 개조가

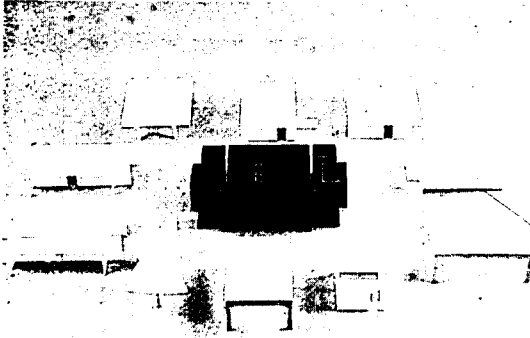


사진 8. 표준 MOLD로부터 생산되는 MODULE의 모양 가능하다. 방법으로는,

- 모서리 부분을 그냥 두면서, 벽체나 SLAB를 길게 혹은 짧게 개조할 수 있다.

5. 타공법과의 비교

ABS공법을 타공법과 비교하여 보면 재래식이나 벽식PC공법에 비해 상대적으로 우수한 것을 알 수 있다.

- 가. 비교측면 : 설계, 구조안정성, 실용성
 - 나. 비교방법 : 수치화, 수량화가 곤란하므로 상대 비교 방법으로 평가
- * 작은 숫자가 우수한 공법을 뜻함.

표 1. 설 계

공 법 항 목	현 장 타 설			P C	
	재래식	터널폼	갱폼	벽식	ABS
평면 다양성	1	4	3	4	2
고층 적용성	1	3	3	4	2
마감의 다양성	1	3	3	3	2
평 가 총 계	3	10	9	11	6

6. ABS공법에 의한 건설실적

- 1) 미국 HAWAII의 MOKULEIA에 30세대 시험 PROJECT건설
- 2) U. A. E.국 ABU DHABI에 1차 5000세대, 2차 2500세대 건설
- 3) 사우디아라비아의 JEDDAH에 1200세대 건설

표 2. 구조안정성

공 법 항 목	현 장 타 설			P C	
	재래식	터널폼	갱폼	벽식	ABS
횡력에 대한 안정성	4	2	3	5	1
연쇄 붕괴	2	2	2	3	1
접합부 파괴	1	1	1	3	2
콘크리트 품질	3	2	2	1	1
수직, 수평도	4	2	2	3	1
평 가 총 계	14	9	10	15	6

표 3. 실 용 성

공 법 항 목	현 장 타 설			P C	
	재래식	터널폼	갱폼	벽식	ABS
방 수 성	4	2	3	5	1
개조 가능성 (벽체해체, 분해)	1	3	3	4	2
내 구 성	3	2	2	1	1
외 관	2	2	2	1	1
기술요구도	4	3	3	2	1
평 가 총 계	14	12	13	13	6

Ⅲ. 맺음말

국내에서 PC공법에 의한 주택건설은 약 20년의 역사를 가지고 있으나, 지금까지는 PC공법이 주로 외벽, 발코니등에 부분적으로 사용되어 왔고, 순수 PC조로 된 주택-APT건설은 70년대초를 제외하고는 최근의 일이다.

PC공법에 의한 주택건설은 최근의 건설기능 인력의 부족 및 이에 따른 인건비의 상승으로 더욱 활기를 띠 전망이다.

이와 같은 상황에서 기존의 벽식 PC공법보다 공장작업율이 제고된 ABS공법을 국내주택건설에 적용한다면 200만호 주택건설에 큰 기여를 할 것이라 여기며, 한걸음 더 나아가 ABS의 소화 및 개량을 통하여 국내 주택건설의 기술진보에 크게 기여했으면 하는 바램이다.