고층 콘크리트 구조물 모듈화 시공 시스템 기초연구

Preliminary Study of Modulization Construction Method on Concrete Structure for High-rise Building

고민혁* 조창연** 신 태 홍*** 권 순 욱**** 김 예 상***** 진 상 윤******
Koh, Min-Hyeok Cho, Chang-Yeon Shin,Tae-Hong Kwon, Soon-Wook Kim, Yea-Sang Chin, Sang-Yoon

요 약

구조물의 70%가 콘크리트 구조인 건축공사는 최근 대형화 고층화에 대한 수요가 점차 증가하고 있는 추세이다. 그러나 3D 업종 기피현상으로 인한 젊은 기술인력의 수급이 어려운 건설현장은 기능공의 노령화 및 부족으로 인한 문제가 발생하고 있는 실정이다. 이러한 문제점에 대한 해결책으로 공기단축, 노무 생산성 향상, 균일품질확보 노력 등의 관리적측면의 노력은 현재 여러 곳에서 진행되고 있으나 보다 능동적이고 장기적인 대책으로써 국제 경쟁력 강화 효과가 기대되는 고층 건물의 모듈화 및 자동화 기술 개발 필요성이 증대되고 있는 실정이다.

이에 본 연구에서는 최적 설계 모듈화 기술, 모듈 공장 자동화 및 모듈화 부재의 조립자동화 관련 국내외 선행연구 분석을 통해 도심지 고층 콘크리트 건축물의 시공 생산성 및 품질향상이 가능한 고층 콘크리트 구조물 모듈화 시공 시스템에 대한 기초연구로써, 4단계의 연구개발 전략을 제시하여 보다 적극적인 초고층 건설 시공기술 R&D 투자를 위한 로드맵을 제안하고자 한다.

키워드 : Precast Concrete, Modulization, Automation in Assembly, Design Optimization, Parametric Modeling

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

구조물의 70%가 콘크리트 구조인 건축공사는 최근 대형화 고층화에 대한 수요가 점차 증가하고 있는 추세이다. 그러나 3D 업종 기피현상으로 인한 젊은 기술인력의 수급이 어려운 건설현장은 기능공의 노령화 및 부족으로 인한 문제가 발생하고 있는 실정이다. 이러한 문제점에 대한 해결책으로 공기단축, 노무 생산성 향상, 균일품질확보 노력 등의 관리적측면의 노력은 현재 여러 곳에서 진행되고 있으나 보다 능동적이고 장기적인 대책으로써 국제 경쟁력 강화 효과가 기대되는 고층 건물의 모듈화 및 자동화 기술 개발 필요성이 증대되고 있는 실정이다.

습식 공법인 철근 콘크리트 구조물은 현장에서 직접 시공이 되는 공종이기 때문에 일기 등과 같은 현장상황에 영향을 많이 받으며, 이로 인한 공기예측 불확실성 및 공기지연 등이 많이 문제들이 발생하고 있다. 국내 건설사들은 관리기법 향상을 통한 현장 효율성 증대를 위하여 노력하고 있다. 그러나 40층 이상의 고층 건물의 경우 미국 보다 약 2배 가까운 시공 기간이 소요된다는 'Hutchinson(1999)'의 연구 결과에서 나타나는 바와 같이, 국내 건설사들의 국제 경쟁력 향상에 괄목할만한 성과를 나타내지는 못하고 있는 상황이다.

따라서 고층화 되어가는 철근 콘크리트 구조물에서 고강도 콘크리트의 품질향상 및 공기단축을 도모하기 위해서는 시공 가능한 여러 부재들의 모듈화를 통한 PC 부재의 도입 유도 및 현장 시공기술 개발 노력이 필요하다 하겠다.

이에 본 연구에서는 최적 설계 모듈화 기술, 모듈 공장 자동화 및 모듈화 부재의 조립자동화 관련 국내외 선행연구 분석을 통해 도심지 고층 콘크리트 건축물의 시공 생산성 및 품질향상이 가능한 고층 콘크리트 구조물 모듈화 시공 시스템에 대한 기초연구를 진행하는 것에 그 연구의 목적이 있다.

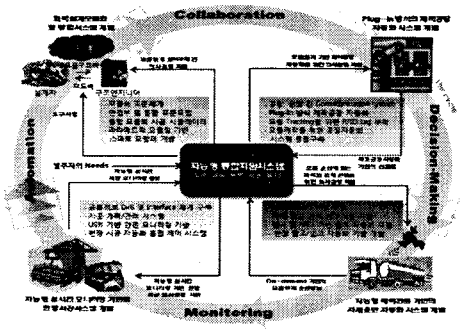


그림 1. 연구 목표

* 성균관대학교 건설환경시스템공학과, 석사과정
** 성균관대학교 건축공학과 박사후연구원, 공학박사
*** 성균관대학교 건설환경시스템공학과, 박사과정
**** 성균관대학교 건축공학과 조교수, 공학박사
***** 성균관대학교 건축공학과 교수, 공학박사
****** 성균관대학교 건축공학과 부교수, 공학박사

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 고층 콘크리트 구조물 모듈화 시공 시스템 개발 전략 기초연구로써, 연구의 범위 및 방법은 크게 다음의 그림 2와 같이 도식화할 수 있다.

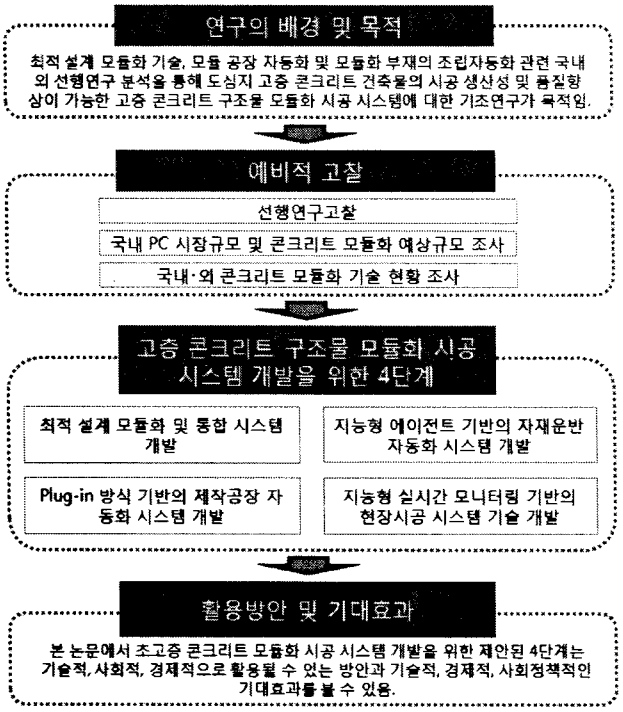


그림 2. 연구 흐름도

먼저, 선행연구와 국내 PC시장 규모에 대한 조사를 통해 국내 PC 모듈화 시장의 예상시장규모를 예측하고, 국내외 콘크리트 모듈화 기술현황에 대한 분석을 실시한다.

이를 바탕으로 고층 콘크리트 구조물 모듈화 시공 시스템 4단계 개발전략을 제시하고, 이에 대한 활용방안 및 기대효과를 분석하도록 한다.

2. 예비적 고찰

2.1 선행연구고찰

Sacks[1]는 파라메트릭 3D CAD 시스템을 통한 빌딩 모델링 기법의 활용이 생산적인 측면에서 이윤창출을 위한 프리캐스트 콘크리트 설계와 생산을 위한 건축 소프트웨어 시스템을 설계하였다. 그러나 이를 위해서는 도면들 간의 불일치로 인한 에러 요소 제거 등의 특수한 기능성, top-down 모델링 포함, 기능적 object, 전후관계를 고려한 설계 의도 삽입, object에 대한 레이아웃과 세부화 및 관리를 필요로 한다.

일본의 경우 1960년대의 도쿄올림픽에서부터 오사카만국박람회로 이어지는 건설 러쉬와 이에 따른 건설노동자의 부족, 특히 수련공의 부족에 의해 현장생산의 공장생산화, 현장노동력의 경감을 목적으로 콘크리트 부재를 프리캐스트 콘크리트화 하는 공법이 개발되어 왔다.

"Utilizing Radio Frequency Identification on Precast Concrete Components -Supplier's Perspective" 연구에서는 프리캐스트 콘크리트 관리를 개선하기 위한 시공 프로세스 간략화의 필요성이 제기되었으나, 현재 실행되는 바코드, 관리문서를 기반으로 한 방식의 경우 소요시간이 길어지며, 오류발생이 많은 단점이 있다고 지적하였다.

이에 대한 대안으로 RFID시스템을 적용할 경우, P.C 콘크리트의 관리 프로세스 개선, On-demand 공급, 시공이후 발생 가능한 문제에 대해서도 기록이 가능한 다양한 효과를 기대할 수 있다고 제안하였다.

"친환경 유닛 모듈라 주택의 공장 생산시스템에 관한 비교연구"는 일본, 미국, 유럽 전역에 증가하고 있는 유닛 모듈러 주택에 관한 연구로써, 가장 대규모로 오픈되어 있는 pre-fabrication시스템을 기반으로 한 유닛 모듈러 주택의 공장 생산시스템에 대한 제안을 실시하였다.

표 1. 국내외 관련 논문 조사

논문	연구 내용 및 한계점	특징적 기술
Parametric 3D modeling in building construction with examples from precast concrete.	• 파라메트릭 3D CAD 시스템을 통한 빌딩 모델링은 생산적인 측면에서 엄청난 이익 예상. • 도면들 간의 불일치로 인한 에러 요소 제거 등의 이익을 실현하기 위해서 특수한 기능성, top-down 모델링 포함, 기능적 object, 전후관계를 고려한 설계 의도 삽입, object에 대한 레이아웃과 세부화, 관리를 필요로 함.	• 프리캐스트 콘크리트 설계와 생산을 위한 건축 소프트웨어 시스템 설계. • 프리캐스트 설계 프로세스: 빌딩의 전체적인 형상과 초기 기둥·외관·바닥·부품들의 설계를 정의, 각각의 부품들의 형상과 부품들 간의 연결부 형상 정의.
일본 건축분야의 프리캐스트 신기술	• 일본 건축분야에서 진행되고 있는 프리캐스트콘크리트개발 경향을 정리하여 소개함으로써 국내 프리캐스트콘크리트 시장이 나가야 할 방향을 제시하고자 함. • 프리캐스트콘크리트의 경량화와 접합부의 개선에 대한 방안이 필요.	• 일본에서의 프리캐스트콘크리트 개발 경향 -하프 프리캐스트콘크리트등을 이용한 프리캐스트콘크리트부재 경량화 -접합부의 개발을 통한 현장작업 단순화 또는 특수화
Utilizing Radio Frequency Identification on Precast	• 프리캐스트 콘크리트 관리를 개선하기 위해 시공 프로세스 간략화와 신속한 교체가 필요 • 현재 바코드, 관리문서를 기반으로 보통 관리가	• RFID를 기반으로 한 P.C 콘크리트 추적과 조립정보를 제공 • 이것은 대규모 P.C 공급업자의

1) Parametric 3D modeling in building construction with examples from precast concrete.(Sacks 외 2명)

Concrete Components - Supplier's Perspective	이루어지지만 이 방법은 시간이 오래걸리고 오류 발생이 많음 • RFID시스템 적용의 기대 효과 -P.C 콘크리트의 관리 프로세스 개선 -On-demand공급 가능 -시공이후 발생가능한 문제에 대해서도 기록 가능	기대를 충족 • 자재위치 추적을 위한 RFID시스템 활용에서의 이익을 평가하고 한계점을 제시
친환경 유닛 모듈라 주택의 공장 생산시스템에 관한 비교연구	• 주거시공 방법으로써 경량철골 프레임의 사용은 일본, 미국, 유럽 전역에 지속적으로 증가 • 유닛화 공법은 선진국에서 많이 사용되고 있음 • 유닛 모듈러 주택의 중요 요소: 규격화된 설계기준이 각 디자인 단계에 적용되어야 하는 점 • 한국, 미국, 일본의 유닛 모듈러 주택 시스템의 공장 생산 시스템의 일반적 형태를 보여줌	• 유닛의 공장 생산 시스템 제안 -가장 대규모이면서 오픈된 시스템 기반 -사용자 수요를 수용할 수 있는 pre-fabrication시스템 기반

2.2 국내 PC 시장규모 및 콘크리트 모듈화 예상규모 조사

국내 대형PC전문 업체 전문가 인터뷰 및 설문을 통해 고층 콘크리트 구조물 모듈화 시장 규모를 추정하였다.

국내 PC시장규모의 산정은 PC사별 연간 M3(루베)단위에 의해서 산정되었으며, 상위 PC업체의 연간 처리물량은 6만~12만(M3)규모이며, 중하위 PC업체가 상위 PC업체의 절반정도의 연간 처리규모 수준으로 파악되었다.

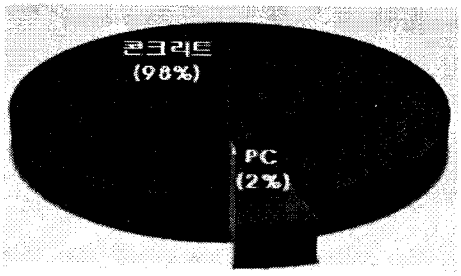


그림 3. 국내 전체콘크리트 시장규모 대비 PC시장 규모 비율(2008년 현재)

국내 10개 PC업체의 연간 처리량은 66만평~132만평의 면적[2]을 차지하고, 주문유형별 가격단가는 상이하나 고강도콘크리트 현장타설 경비보다 비싸게 형성되는 것이 일반적인 현황으로 이를 평균가격으로 계산할 경우, 2008년 9월 현재 1200억원 이상규모로 형성되어 있으며, 이는 전체콘크리트 시장규모의 2% 수준이다.

2005년도의 콘크리트 구조물 모듈화 시장규모가 500억원 규모였던 데 반해, 2007년 현재 1200원 규모로 240% 성장하였으며, 콘크리트 구조물 모듈화에 관한 연구가 계속 진행된다면, 향후 5년 동안에 4000억 이상의 시장규모가 형성될 것으로 예측된다. 확대되는 시장규모에 맞는 신규응용분야창출을 위한 첨단융합요소기술 개발 및 이를 지원할 수 있는 통합적인 체계구축을 위한 기반연구가 선행되어야 할 필요성이 있다.

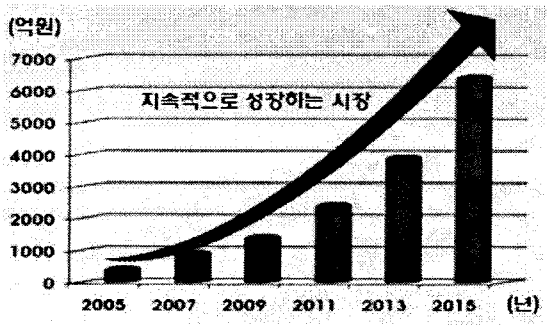
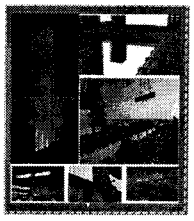


그림 4. 콘크리트 구조물 모듈화 시장 규모 예측

2.3 국내·외 콘크리트 모듈화 기술 현황 조사

일본, 독일, 국내 콘크리트 모듈화 기술 현황을 다음과 같다. 일본의 경우, 고층 건물에 모듈화 부재를 적용을 위한 요소기술 수준이 높다. 독일의 경우, 공장자동화 기반 모듈화부재 생산기술이 매우 높은 수준이다. 국내의 경우, 단일 부위에 적용될 수 있는 형태로만 되어있고 적용범위가 한정되어 있다.

표 2. 국내외 기술 현황 조사

일본 기술 현황	독일 기술 현황	국내 기술 현황
		
• 고층 건물에 콘크리트 모듈화부재를 적용하여 전층을 시공할 정도로 모듈화부재 적용을 위한 요소기술 수준이 높으며, 응용범위가 넓다.	• 콘크리트 모듈화 부재에 대한 제도적표준화가 이뤄지지 않더라도 주문디자인에 맞는거푸집을 자동으로 룰에 의해 배치하여 생산을 가능하게 하는 공장자동화 기반 모듈화부재 생산기술이 매우 높은 수준이다.	• 단일 부위에 적용될 수 있는 형태로만 되어있으며, 적용범위가 한정되어 있어 일본과 독일의 기술현황과 비교해 볼 때, 모듈화부재 적용을 위한 첨단융합요소기술개발 및 신규응용모델에 대한 연구가 필요하다.

2) 국내 PC시장규모로 봤을 때, 0.5(M3)가 1평 정도를 커버할 수 있다는 가정 하에 산출한 것임

3. 고층 콘크리트 구조물 모듈화 시공 시스템 개발을 위한 4단계 제안

3.1 최적 설계 모듈화 및 통합 시스템 개발 단계

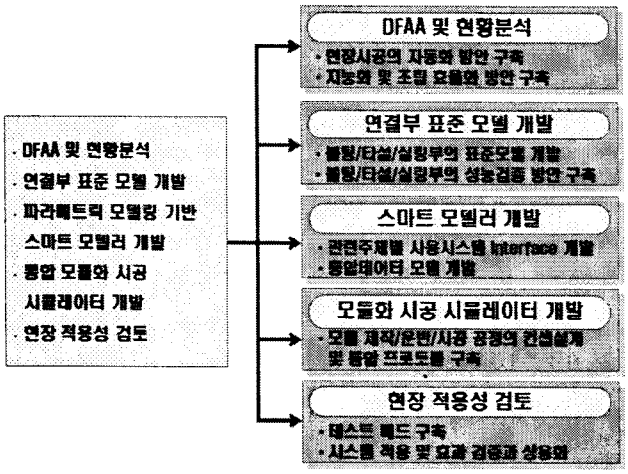


그림 5. 최적 설계 모듈화 및 통합 시스템 흐름도

• DFAA 및 현황분석

Design for Automation and Assembly, 즉 현장시공의 자동화 및 지능화와 조립의 효율화 방안 구축과 디자인 단계에서의 생애주기를 커버할 수 있는 설계체계 구축이 되어야 한다.

• 연결부 표준 모델(Bolting/타설/Sealing)개발

프리캐스트 콘크리트구조물의 접합부와 복합 콘크리트 구조물의 타설부 그리고 프리캐스트 콘크리트구조물의 실링부를 각각 표준 모델을 개발하여 성능검증 방안을 구축한다.

• 주조용 프리캐스트콘크리트 전용 파라메트릭 모델링 기반 스마트 모델러 개발

스마트 모델러 개발은 '설계 모듈화를 위한 Library 개발 → 관련 Information Model 개발[IFC 표준 체계 연구]→ 관련 주체별 사용 시스템의 Interface 개발 및 통합 데이터 모델 개발→협업시스템 구축→통합 시스템 구축→ 시스템 보완 및 시험 적용' 프로세스로 진행한다..

• 통합 모듈화 시공 시뮬레이터 개발

모듈 제작/운반/시공 공정의 통합 모듈화 시공 시뮬레이터를 이용한 Concept 설계 및 통합 프로토콜을 구축한다.

• 성능평가를 통한 시스템의 현장 적용성 검토

성능 평가 체계를 개발하고 Test-Bed 구축하여 시스템 적용 및 효과 검증을 통한 상용화 전략을 수립한다.

3.2. Plug-in 방식 기반의 제작공장 자동화 시스템 개발 단계

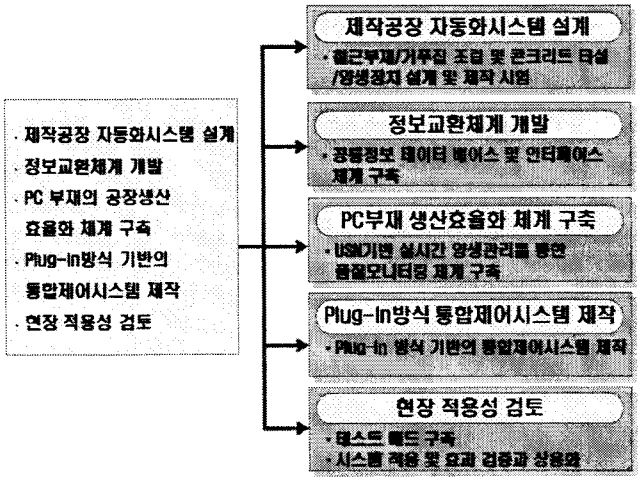


그림 6. Plug-in 방식 기반의 제작공장 자동화 시스템 흐름도

• 모듈 제작을 위한 공장 자동화 시스템 설계, 제작

-모듈 제작을 위한 공장 자동화 시스템 기본 설계

철근 부재, 거푸집 및 콘크리트 반송 장치 설계와 철근 부재/거푸집 조립 및 콘크리트 타설/양생 장치 설계 그리고 제작된 모듈 핸들러 및 출하 장치 설계가 기본 설계에 들어간다.

-모듈 제작을 위한 공장 자동화 시스템 상세 설계

철근 부재/거푸집 조립 및 콘크리트 타설/양생 장치 제작 시험이 상세 설계에서 진행된다.

-모듈 제작을 위한 공장 자동화 시스템 제작

철근 부재, 거푸집 및 콘크리트 반송 장치 제작 시험과 제작된 모듈 핸들러 및 출하 장치 제작 시험을 통한 Plug-in 방식 기반의 제작공장 자동화용 통합 제어 시스템이 설계된다.

• 공장, 현장 간 정보 교환 체계 개발

우선, 공통 정보 모델 개발과 공통 정보 D/B 및 Interface 체계를 구축한다. 생산 자동화를 위한 CAD→ CAM 연동 시스템을 통하여 Plug-in 방식 기반의 제작공장 자동화용 계측 시스템 및 공장-현장 간 통합 체계 구축하고 PMIS 등 기존 건설관리 시스템, 프리캐스트콘크리트 공자(ERP) 관리 시스템과 통합시스템의 연동체계를 개발한다.

RFID 기반 자재 및 품질관리(공장 생산 현황 모니터링)는 구조물의 생산 현황 분석 및 개선 모델 제시, 설계 및 설계 변경관리 시스템 개발, 휴대용 단말기 및 RFID를 이용한 생산 관리 시스템 개발, Web 기반의 생산관리 시스템 개발, 협업 기반의 하도급 시스템 개발, 다중 프로젝트 관리 시스템 개발을 통하여 이루어 질 수 있다.

• 프리캐스트콘크리트 부재의 공장 생산 효율화

공장 내에서의 USN 기반 실시간 양생관리를 통한 품질 모니터링 체계를 구축한다.

• Plug-in 방식 기반의 제작공장 자동화용 통합 제어 시스템 제작

Plug-in 방식 기반의 제작공장 자동화용 통합 제어 시스템을 제작한다.

• 성능평가를 통한 시스템의 현장 적용성 검토

성능 평가 체계를 개발하고 Test-Bed 구축하여 시스템 적용 및 효과 검증을 통한 상용화 전략을 수립한다.

3.3. 지능형 에이전트 기반의 자재운반 자동화 시스템 개발 단계

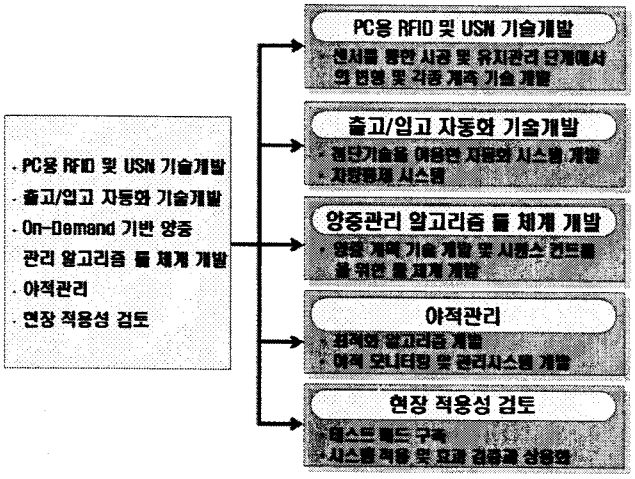


그림 7. 지능형 에이전트 기반의 자재운반 자동화 시스템 흐름도

• 프리캐스트콘크리트용 RFID 및 USN 기술 개발(Embedded 센서 및 RFID 등)

프리캐스트콘크리트 구조물의 현행 물류관리 프로세스의 분석 현황분석을 통한 적용되어질 To-Be 물류 자동화 프로세스 모델을 개발하고 센서를 통한 시공 및 유지관리 단계에서의 변형 및 각종 계측을 한다.

• 현장 출고/입고 자동화 기술 개발(전자송장 등)

USN 기술 및 모바일 장비를 이용한 출고/입고 자동화 시스템 개발과 차량 통제 시스템(GPS 등 활용 - 위치파악 + 도심지 운반시간 Simulation을 통한 최적 운반 계획/모니터링/관리 시스템 개발)을 개발한다.

• On-demand 기반 현장 내 양중 관리 알고리즘 툴 체계 개발

On-demand 기반 양중관리를 위한 양중계획 기법 개발 및 시퀀스 콘트롤을 위한 체계를 개발한다.

• 야적관리(위치, 수량, 야적기간 파악 및 최적화 알고리즘 개발)

최적화 알고리즘과 USN 기반 야적 모니터링 및 관리 시스템 개발(장비 포함)을 한다.

• 성능평가를 통한 시스템의 현장 적용성 검토

성능 평가 체계를 개발하고 Test-Bed 구축하여 시스템 적용 및 효과 검증을 통한 상용화 전략을 수립한다.

3.4. 지능형 실시간 모니터링 기반의 현장시공 시스템 기술 개발 단계

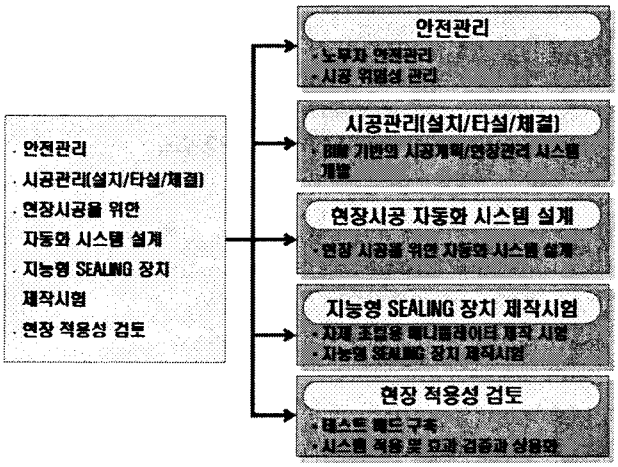


그림 8. 지능형 실시간 모니터링 기반의 현장시공 시스템 흐름도

• 안전관리, 시공관리

노무자 안전관리는 기존 시스템을 보완 및 통합하여 이루어진다. 시공 위험성관리는 안전사고 분석을 통한 유형을 도출과 위험 인자(위치, 원인 등) 도출을 통해 USN 기술 기반 안전 모니터링 기술 개발을 통해 진행된다. 시공관리를 위한 BIM 기반 시공 계획/현장관리 시스템 개발이 필요하다.

• 현장 시공을 위한 자동화 시스템 설계

우선, 현장 시공을 위한 자동화 시스템 기본 설계를 위해 자재 반입 및 양중 장치를 설계하고 자재 핸들러 및 조립용 매니퓰레이터 설계 그리고 지능형 Sealing 장치를 설계한다. 그후, 현장 시공을 위한 자동화 시스템 상세 설계를 한다.

• 지능형 Sealing 장치 제작 시험

자재 조립용 매니퓰레이터 제작 시험을 하고 지능형 Sealing 장치 제작 시험한다.

• 성능평가를 통한 시스템의 현장 적용성 검토

성능 평가 체계를 개발하고 Test-Bed 구축하여 시스템 적용 및 효과 검증을 통한 상용화 전략을 수립한다.

4. 활용방안 및 기대효과

본 연구에서 제안하는 4단계의 고층 콘크리트 구조물 모듈화 시공 시스템 개발 방안은 유닛화/모듈화 채용에 따른 생산성 및 시공품질의 향상과 효율적인 설계방법 및 라이브러리 개발에 의한 생애주기 비용 절감 그리고 자원관리의 효율화를 통한 생산성 향상에 활용될 수 있을 것으로 기대되며, 건설기술의 혁신을 통한 건설 산업의 이미지를 제고하고 첨단건설기술 개발을 통한 기능 인력 대체와 안전한 건설환경 제공에 따른 사회적 부담 비용 절감을 유도할 수 있을 것으로 사료된다.

또한 건설기술의 혁신을 통한 생산성 제고와 건설 자동화 기술개발을 통한 건설 산업의 부가가치 극대화 그리고 개발 핵심기술의 타 산업 적용에 의한 경제성 확보에 활용될 수 있으며, 장비의 개발을 통하여 자동화 시공의 활성화 도모하고 해외기술 의존도 감소 및 해외시장 진출 확대와 국내 민간 건설 산업의 표준화, 정보화, 자동화 기술개발 촉진 효과에 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

본 연구에서 제안한 단계를 현장에 적용할 경우, 콘크리트 구조물 모듈화에 대한 산업계의 SCM 지원을 통한 기술 경쟁력 강화와 건설 산업에서의 모바일 기술적용 확대, 건설 산업의 RFID/USN 자동화 기술의 적용범위 확대가 가능해질 수 있을 것이며, 이를 통해 USN을 이용한 구조물 모니터링에 의한 안전관련 예방하는 기술적 성과를 도출할 수 있을 것으로 기대된다.

또한 RFID 시스템 적용을 통한 공기단축 및 비용절감을 통한 RFID 기술적용을 통한 재작업에 소요되는 비용절감 효과 3~5%와 자재를 파악하기 위해 소요되는 작업시간 50%단축이 가능하고 자재 On-demand)기반 조달로 인한 추가적인 비용절감이 가능한 경제적 성과를 기대할 수 있을 것이며, 국내 건설 산업에서의 새로운 첨단융합기술 적용 시장창출과 효율적인 설계 변경 관리로 인한 자재손실 최소화, 경쟁력 강화를 통한 해외건설프로젝트 수주에 일조 그리고 RFID 관련 산업의 활성화를 통한 사회정책적성과를 기대할 수 있을 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Sacks, R., C. M. Eastman, and G. Lee, "Parametric 3D modeling in building construction with examples from precast concrete.", Automation in Construction, 13(3), 291-312, 2004.
2. 정광량, 권기혁, 원요섭, "일본 건축분야의 프리캐스트 신기술", 콘크리트학회지 제16권 5호, 2004.9
3. 임석호, 김수암, 황은경,"친환경 유닛 모듈라 주택의 공장 생산시스템에 관한 비교연구", 추계학술발표대회 논문집, 2006
4. 과학기술정보포털서비스, www.yeskisti.net
5. 한국건설교통기술평가원, www.kicttep.re.kr
6. 건축도시연구정보센터, www.auric.or.kr
7. 정보통신연구진흥원, www.naris.re.kr
8. 한국산업기술평가원, www.itep.re.kr
9. PCSC, dcom.arch.gatech.edu/pci2/news.asp
10. 삼연PCE주식회사, www.sypce.co.kr

Abstract

Construction that over 70% of the structure consists of concrete gets bigger and higher gradually and the demand of that is increasing as well. However, it's not easy to supply young and skilled persons on construction site because of social avoidance phenomena about 3D occupation, so it causes serious problems like aging and shortage of technicians. To solve the problems, executives related to the construction field make a management effort in various ways such as construction period shortening, labor productivity improvement and good quality but recently, they have an increasing interest in the necessity of the modularization of the high-rise building and the automation of the engineering development for the strengthening of international competitive power as more active and long-term alternatives.

Therefore, this study is to propose the roadmap in order to make lots of efforts in developing construction technologies of high-rise buildings by performing a foundation study, the strategy for 4-step research development, on modularized construction system of concrete structure of high-rise buildings through domestic and foreign preceding research analyses associated with optimal design modularization technique, module factory automation and assembly automation of modularized objects.

Keyword : Precast Concrete, Modulization, Automation in Assembly, Design Optimization, Parametric Modeling