

고층건물 적용을 위한 시공자동화시스템 요소기술의 중점 관리사항 도출

Critical Management Factor of Elemental Techniques for Construction Automation System in High-Rise Building

조 남 석* 김 창 원** 조 훈 희*** 강 경 인****
Cho, Nam-Seok Kim, Chang-Won Cho, Hun-Hee Kang, Kyung-In

Abstract

Construction automation and robotics are being taken notice as an alternative to improve productivity and quality. Reflecting on these purpose, automation system, called RCA(Robotic-crane based Construction Automation) system, is developed and have been verified through a pilot project recently in Korea. To apply the RCA system in high-rise building effectively, each management factors of element technologies in the system is derived and assessed critical factor. The purpose of this study, management factors of element techniques, consisted of RCA system, is classified through questionnaires/interviews targeting system developers and construction managers in pilot project site, and critical factors is selected using AHP.

키 워 드 : 시공 자동화, 요소기술, 중점 관리사항, 계층적 의사결정기법
Keywords : construction automation, elemental techniques, critical management factor, analytic hierarchy process

1. 서 론

1.1 연구의 배경 및 목적

타 산업분야에서 자동화는 기업의 경쟁력 및 품질확보, 변화하는 환경에 대처할 수 있는 효과적인 방법으로 대두되고 있다. 하지만 건설 산업은 타 산업과는 달리 한시적이고 비연속적이라는 차별화된 고유한 특성을 지니고 있기 때문에 자동화를 적용하기 매우 어려운 실정이다. 일본의 경우 1990년대 초 미래의 인력난에 대비하고, 기업 및 건설업의 이미지를 쇄신하기 위하여 전자동시공시스템을 개발하였으나, 고중량, 고비용의 문제로 인하여 상용화에 실패하였다¹⁾ 국내에서는 국외 시스템의 한계를 보완하고, 국내 건설 환경에 고려한 시공 자동화 시스템(Robot based Automated Construction System, RCA)을 개발하였다²⁾.

국내에서 개발된 RCA 시스템은 현재 지상 7층 규모의 Pilot project와 지상 40층 고층건물 시뮬레이션을 통해 기술의 실용성

을 검증하는 단계에 있다. 이에 본 연구는 향후 RCA 시스템의 효율적인 적용을 위해 각 요소기술별 중점 관리사항을 도출하는 것을 목적으로 한다.

1.2 연구의 범위 및 방법

본 연구는 각 자동화 요소기술이 탑재된 200ton 규모의 건설공장(Construction Factory, 이하 CF), CF 상승 및 거치를 담당하는 크라이밍 유압로봇 시스템, 자동화 시공을 위한 철골 부재 및 접합부 설계 프로세스 제시를 위한 DFA(Design for Automation), 철골 접합부의 볼팅 조립 자동화를 위한 볼팅 로봇 시스템으로 구성된 RCA 시스템 중 CF, 크라이밍 유압로봇, DFA로 범위를 한정하였다. 각 요소기술별 중점 관리사항은 시스템 개발에 참여한 주체들을 대상으로 설문 및 면담을 통해 도출하였으며, 계층적 의사결정기법(Analytic Hierarchy Process, AHP)의 적용을 통해 평가하였다.

* 고려대학교 건축사회환경공학과 석사과정
** 고려대학교 건축사회환경공학과 박사과정
*** 고려대학교 건축사회환경공학부 부교수, 교신저자 (hhcho@korea.ac.kr)
**** 고려대학교 건축사회환경공학부 교수, 공학박사
본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설기술연구원에서 위탁 시행한 2010년도 건설기술혁신사업[과제번호:06첨단융합D01]의 지원으로 이루어졌습니다.

1) 조남석 외, 시공자동화를 위한 크라이밍 유압로봇 시스템의 동기 제어 컨트롤러 개발, 한국건설시공학회 춘계학술발표대회 논문집, 제11권 제1호, pp.167~169, 2011
2) 김태훈 외, 건축물 시공 자동화 시스템 구축을 위한 건설공장 구조체 개발, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, pp.163~169, 2008

2. RCA 시스템 요소기술별 관리사항

RCA 시스템을 구성하는 요소기술별 관리사항은 시스템에 따른 고유의 특성에 따라 그 항목의 수에 차이가 있다. 따라서 각 기술의 중점 관리사항은 기존문헌 분석 및 요소기술의 개발 및 시공에 참여한 전문가들을 대상으로 면담을 통해 도출하였으며, 그 결과는 아래와 같다.

첫째, CF는 전천후 시공을 가능하게 하는 요소기술로, 시공층과 전후 3개층을 둘러싼 철골구조물로 구성되어 있다. CF는 현재 고층건물에 주로 사용되는 코어선행공법에 맞추어 적용이 가능하며, 크라이밍 유압로봇에 접합되어 스스로 상승한다. 또한 전장에는 개폐식 슬라이딩 도어가 설치되어 있어, 외기의 영향을 최소화하여 실 작업일수를 확보할 수 있다. 이와 같은 CF의 관리사항으로는 크라이밍 유압로봇 및 볼팅 로봇 시스템과 같이 CF에 설치되는 요소기술과 CF의 접합부에 대한 구조적 안전성, CF를 구성하는 부재의 접합부에 대한 구조적 안전성, 구조적 내력에 따른 CF 설치 순서, 개폐형 슬라이딩 도어의 성능으로 도출되었다.

둘째, 크라이밍 유압로봇시스템은 코어 외측 벽면에 설치되어 가이드레일을 따라 CF를 상승시키는 시스템이다. 특히 유압로봇 시스템은 RCA시스템의 전체적인 안전과 밀접한 관련이 있기 때문에 매우 중요한 역할을 수행한다. 크라이밍 유압로봇시스템의 관리사항은 CF의 하중에 대한 구조적 안전성, 유압이 가진 특성을 고려한 적정 유압 조절, 유압로봇들의 동기제어 컨트롤 등으로 이루어져 있다.

셋째, 자립형 철골접합부(DFA)는 자동화 시공을 위해 관련부재의 설계를 일부 변경한 것으로, 본 연구에서는 철골보의 설계를 변경하여 작업의 효율성 향상 및 인력의 고소작업을 배제하여 안정성을 확보하였다. 자립형 철골접합부의 관리사항은 현장 적용에 따른 DFA부재의 형태 변경, 설계변경에 따른 철골보의 구조적 안전성, 최적화 설치를 위한 프로세스, DFA 설치시 필요한 부속기술(전동원치, 가이드용 착탈고리)과의 연계성 등으로 도출되었다.

3. RCA 시스템의 중점 관리사항 도출

위 장에서 기술하였던 RCA시스템 요소기술들의 중점관리 사항은 Microsoft Excel을 통한 AHP를 적용하여 평가하였다. 평가에 필요한 데이터는 RCA시스템 Pilot project에 참여하였던 연구진 및 현장 실무자 30명을 대상으로 설문조사를 통해 수집하였으며, 분석 결과는 표 1과 같다.

표 1. RCA 시스템 요소기술별 중점 관리사항 우선순위 도출

요소기술	관리사항	가중치	우선순위
CF	각 요소기술과 CF의 접합부	0.62	1
	CF 부재 접합부	0.23	2
	CF 설치 및 해체 순서	0.10	3
	개폐식 슬라이딩 도어의 성능	0.05	4
크라이밍 유압로봇 시스템	다중 유압로봇의 동기제어 컨트롤	0.54	1
	CF 및 부속재 자중에 대한 안전성	0.30	2
	유압로봇의 적정유압 컨트롤	0.16	3
자립형 철골 접합부 (DFA)	DFA부재의 형태변경	0.26	2
	철골보의 구조적 안전성	0.14	4
	부속기술과의 연계성	0.51	1
	최적화 설치 프로세스	0.09	3

각 요소기술의 중점 관리 사항을 도출한 결과, CF는 각 요소기술과 CF의 접합부에 대한 구조적 안전성, 크라이밍 유압로봇은 유압로봇의 동기제어 컨트롤, DFA는 관련 요소기술과의 연계성이 우선적으로 고려되어야 하는 사항으로 평가되었다. 이는 자동화 시공이 국내 최초로 시도되는 공정이기 때문에 CF와 크라이밍 유압로봇 시스템은 안전성과 관련된 사항이 도출되었다고 판단되며, DFA는 자동화 시공 구현을 위한 부재 디자인의 제시라는 목적을 실현하기 위해 각 요소기술과의 연계성 검토가 중점 관리사항으로 도출되었다고 사료된다.

4. 결 론

본 연구는 AHP 기법을 적용하여 국내에서 개발된 시공자동화 시스템의 각 요소기술에 대한 중점 관리사항을 도출하였다. 본 연구에서 도출한 각 요소기술의 중점 관리사항은 국내 시공자동화 시스템의 적용에 가이드를 제시하는 것으로도 충분히 그 가치가 있다고 판단된다. 1개의 Pilot project를 통한 현장 적용 사례만으로 표준화, 일반화하는 것은 한계가 있지만, 본 연구의 결과는 향후 국내외 고층 및 초고층 건물로의 적용을 위하여 체계를 확립하고 글로벌 스탠더드를 선도하는데 시작점이 될 수 있을 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- 김태훈, 신윤석, 조훈희, 강경인, 박귀태, 건축물 시공 자동화 시스템 구축을 위한 건설공장 구조체 개발, 한국건설관리학회 학술발표대회 논문집, pp.163~169, 2008.11
- 조남석, 김창원, 김동인, 이규원, 조훈희, 강경인, 시공자동화를 위한 크라이밍 유압로봇 시스템의 동기제어 컨트롤러 개발, 한국건축시공학회 춘계학술발표대회 논문집, 제11권, 제1호, pp.167~169, 2011.5