

# 로봇 크레인 기반 시공자동화공법의 편익/비용 분석

## Benefit/Cost Analysis of Robot-based Automated Construction System

김 태 훈\* 이 응 균\*\* 유 위 성\*\*\* 안 성 훈\*\*\*\* 도 낙 주\*\*\*\*\* 조 훈 희\*\*\*\*\* 강 경 인\*\*\*\*\*

Kim, Tae-Hoon Lee, Ung-Kyun Yoo, Wi-Sung An, Sung-Hoon Doh, Nak-ju Cho, Hun-hee Kang, Kyung-In

### Abstract

While researches related with construction automation have dramatically increased, a Robot-based Automatic Construction system (RCA system) has developed for high-rise buildings in Korea. At the aspect that wide adoption of the RCA system is dependent on economic efficiency comparing with a conventional method, feasibility study on the RCA system should be implemented. However, due to practical limitations, the RCA system has tested to a seven story building. Based on the test results, this study implements a cost/benefits analysis to a simulated forty story building in order to derive more reliable data on the RCA system's practicability.

키 워 드 : 고층건물, 로봇 크레인 기반 시공자동화공법(RCA 공법), 편익/비용 분석, 파일럿 프로젝트

Keywords : high-rise buildings, robot-based automated construction system(RCA System), benefit/cost analysis, pilot project

## 1. 서 론

최근 국내에서 고층건물 시공자동화 공법(Robot-based Automated Construction system, 이하 RCA 공법)이 개발되어 7층 규모의 Pilot Project 시공에 각 요소기술이 적용되었다.

Pilot Project를 통해 RCA 공법의 각 요소기술에 대한 성능검증을 완료하였으며, 고층건물 적용을 목표로 한 RCA공법의 실질적인 현장 적용 가능성을 검토하기 위한 경제성능 평가가 요구된다.

따라서 본 연구에서는 기 수행된 Pilot Project(7층)에 대한 편익/비용분석을 수행하였으며, RCA시스템의 고층건물 적용을 고려한 40층 규모의 시공시물레이션을 수행하여, RCA 공법의 고층건물 적용시 편익/비용 분석을 수행하였다.

RCA 공법의 편익은 철골 골조 시공의 전반적인 프로세스를 자동화함으로써 발생하는 다양한 편익 중 안전성, 생산성, 품질을 대상으로 한다.<sup>2)</sup> 여기서 철골 골조의 전반적인 프로세스는 철골

자재 인식부터 자재양중, 설치, 그리고 볼팅 로봇에 의한 접합부 볼팅 체결 완료까지를 의미한다. 이러한 편익항목에 대해서 연구 실무진 및 Pilot Project 공사 관계자를 대상으로 Analytic Hierarchy Process(AHP)기법을 활용하여 평가하였다.

비용은, 철골 골조의 비용과 RCA 시스템을 제작 또는 일부 시스템을 임대하여 철골 골조 시공 소요비용을 대상으로 하였으며, 실제 현장 데이터 및 유사 현장의 비용데이터를 기반으로 평가를 수행하였다.

## 2. RCA 공법의 편익/비용 분석

### 2.1 편익/비용 분석 방법

편익/비용 분석은 시·공간적 측면에서의 영향과 범위가 넓은 사업의 실시에 따라 발생할 수 있는 직·간접적인 영향까지 고려하여 경제성을 평가할 수 있는 사업성 평가 기법이다.<sup>1)</sup> RCA 공법 적용으로 공사 현장에서 직·간접적으로 나타나는 포괄적인 효과를 고려하여 RCA 공법의 경제성을 평가하는데 이러한 편익/비용 분석은 적절한 기법이다.

#### 2.1.1 편익

편익부분에서는 재래식 철골공법 대비 RCA 공법 적용 시 발생하는 편익 변화량을 도출한다. RCA 공법의 편익은 RCA 공법을 구성하는 각 요소기술의 편익항목별로 설문을 통해 도출되는 편익변화량과, AHP기법을 통해 도출된 요소기술 및 편익항목별 가

\* 고려대학교 건축사회환경공학부 석사과정

\*\* Oklahoma State University Dept. of Civil Engineering Ph.D, Post-Doctorial Fellow

\*\*\* 한국건설산업연구원 건설관리실 연구위원, 공학박사

\*\*\*\* 대구대학교 건축공학과 조교수, 공학박사

\*\*\*\*\* 고려대학교 전기전자전파공학부 부교수, 공학박사

\*\*\*\*\* 고려대학교 건축사회환경공학부 부교수, 공학박사

교신저자(hhcho@korea.ac.kr)

\*\*\*\*\* 고려대학교 건축사회환경공학부 정교수, 공학박사

본 연구는 국토해양부가 출연하고 한국건설기술연구원에서 위탁 시행한 2010년도 건설기술혁신사업[과제번호:06첨단 융합D01]의 지원으로 이루어졌습니다.

중치를 이용하여 단일 수치로 산출하였다.<sup>2)</sup>

### 2.1.2 비용

비용부분에서는 재래식 철골공법 대비 RCA 공법 적용 시 비용 변화량(Cost Index, 이하 CI)을 산출한다. 이 때 재래식 철골공법과 RCA 공법 각각을 적용하여 동일한 규모, 조건의 한 개 층 골조 시공을 위한 소요비용을 산출한다.

### 2.1.3 경제성능

편익/비용으로 표현되는 RCA 공법의 경제성능은 1 보다 크면 경제성능이 충분히 있는 것으로 보고, 1보다 작으면 경제성능이 충분하지 않은 것으로 판단한다.

## 2.2 RCA 공법의 편익/비용 분석 수행

Pilot Project로 수행된 7층건물과 시공시물레이션으로 구현된 40층 고층건물을 대상으로 RCA 공법의 편익비용분석을 수행하였으며 대상건물의 개요는 표1과 같다.

표 1. 대상 건물의 공사개요

구 분	7층 건물 (Pilot Project)	40층 건물 (시공시물레이션)
대지위치	서울시 성북구 안암동 K대학교 내	서울시 중구 수하동
지역지구	제1종 일반주거지역, 자연경관지구	도시정비사업 지구
용도	교육 및 연구시설	업무시설, 판매시설
구조	철골조 + 철근콘크리트조	철골조 + 철근콘크리트조
건축면적	756.76㎡	1,788㎡
연면적	5,057.72㎡	81,884㎡
건축규모	지하 1층, 지상 7층	지하 8층, 지상 32층

### 2.2.1 편익

편익설문은 재래식 철골공법 대비 RCA 공법 적용 시 예상되는 편익증감량을 조사하는 문항으로 구성하였으며, RCA 공법에 대한 전문적 지식을 보유한 연구개발진과 시험시공 현장 관계자를 대상으로 하였다. 수거된 설문 중 유효 설문 부수는 각각 28부이며 수거된 설문을 바탕으로 신뢰수준 95% 수준에서 RCA 공법 적용 시 편익을 평가한 결과는 아래 표 2와 같다.

편익 평가 결과 저층건물보다 고층건물 시공에 RCA 공법을 적용할 시 약 13%의 편익향상 효과가 나타날 것으로 분석되었다.

표 2. 신뢰수준 95% 수준에서의 편익평가 결과

(Benefit Index; BI)		
구 분	7층 건물	40층 고층건물
Benefit Index(BI)	1.20 ± 0.12	1.33 ± 0.12

### 2.2.2 비용

대상건물에 대한 RCA 공법 적용시 비용과 재래식 철골공법 적용시 비용에 대한 수집 및 평가 결과는 아래 표 3과 같다.

표 3. 대상건물 비용평가 결과

구 분	적용 대상	
	7층 건물	40층 고층건물
RCA 공법	952,680천원	8,628,519천원
재래식 철골공법	113,549천원	5,865,684천원
Cost Index(CI)	6.28	1.45

### 2.2.3 경제성능

따라서, RCA 공법을 7층건물 및 40층건물에 적용할 시의 경제성능은 각각 0.77, 0.92로 산출되었다.

## 3. 결 과

본 연구에서는 Pilot Project와 40층 규모의 고층건물 시공시물레이션을 대상으로 RCA 공법의 편익/비용 분석을 수행하였다. 저층건물 보다 고층건물 일수록 RCA 공법의 비용 대비 편익효과가 증대됨으로써 경제성능 확보 가능성이 높을 것으로 기대된다.

편익측면에서는, 고층건물 시공 현장일수록 잠재된 위험요소가 많기 때문에, 안전성 측면에서 편익이 증가된 것으로 사료되며, 비용측면에서는, 골조비용의 막대한 증가로 인해 RCA 시스템 구현 비용이 전체 비용에서 차지하는 비율이 감소되었기 때문인 것으로 판단된다.

## 참 고 문 헌

1. 신운석, 최희복, 이웅균, 안성훈, 강경인, 초고층 건축공사의 바닥판 거푸집시스템 선정에 관한 연구, 대한건축학회 논문집 구조계, 제22 권 제2호, pp.147~154, 2006
2. Donguk Oh, Younghoon Lee, Ung-Kyun Lee, Nakju Lett Doh, Hunhee Cho, Kyung-In Kang, Performance Evaluation Index for Comparing Traditional Construction Method with a Robo-based Automated Construction Method, ICCEM 2009, Vol.3, pp.1088~1093, 2009