시공자동화를 위한 크라이밍 유압로봇시스템의 동기제어 컨트롤러 개발

Development of Climbing Hydraulic Robot System's Synchronizing Controller for Construction Automation

조 남 석* 김 창 원** 김 동 인** 이 규 원*** 조 훈 희**** 강 경 인*****
Cho, Nam-Seok Kim, Chang-Won Kim, Dong-In Lee, Kyu-Won Cho, Hunhee Kang, Kyung-In

Abstract

Construction Automation as a way to solve the problems of lack of skilled labor by decrease in construction population productivity and quality decrease. We are on the way to develop a construction automation system adequate for domestic circumstances in Korea; it is called RCA(Robotic-crane based Construction Automation) system. Climbing hydraulic robot system is a part of RCA system and makes Construction Factory(CF) climb next floor. The controller can control movement needs to be developed for CF safety. Synchronous control the actual field was applied to the controller logic and synchronous control of the process through which the safety has been verified. The purpose of this study that control of climbing hydraulic robot system behavior on real-time, and to improve safety for overall construction automation system through synchronous motion controller.

키 워 드 : 시공 자동화, 크라이밍 유압로봇 시스템, 동기제어 로직, 컨트롤러
Keywords : Construction Automation, Climbing Hydraulic Robot System, Synchronizing Logic, Controller

1. 서 론

건설 자동화(Construction Automation and Robotics) 기술은 건설산업의 기능인력 수급 문제 해결 및 전통적으로 3D 업종이라는 이미지를 쇄신하기 위해 주목받고 있는 신기술의 일종이다[1]. 일본의 경우, 1990년대 초 미래의 인력난 대비, 기업 이미지 제고를 위해 고층건물을 대상으로 한 전자동 시공시스템을 개발하였으나, 고비용·고중량의 문제로 인해 상용화에는 실패하였다[2]. 최근 국내에서는 일본형 시스템의 한계를 보완하고, 국내 여건에 적합한 고층건물 시공 자동화 시스템에 대한 연구가 진행 중에 있다.

국내 자동화 시스템은 각 자동화 요소기술이 탑재된 200ton 규모의 건설공장(Construction Factory, 이하 CF), CF 상승 및 거치를 담당하는 크라이밍 유압로봇 시스템, 철골 접합부의 볼팅 조립을 위한 볼팅 로봇 시스템 등으로 구성된다[3]. 이 중 크라이밍 유압로봇을 이용하여 CF를 목표 높이까지 상승시키는 동시에 제어하는 공정의 경우, 전체 시스템의 안전과 밀접한 관련이 있기 때문에 기존 연구들에서 시뮬레이션 및 Mock-up test를 통한 사전검증을 실시하였다.

하지만 유압로봇에 의한 CF 상승은 국내 최초로 시도되는 공정이라는 특성상 충분한 안전성 확보를 위해서는 사전검증 뿐만 아니라 실제 현장적용을 통한 검증이 이루어져야 할 것으로 사료된다. 이에 본 연구는 크라이밍 유압로봇 시스템의 안정적인 제어를 위해 개발한 동기제어 컨트롤러(Synchronizing Controller)를 실제 현장에 적용하여 최종검증을 실시하는 것에 목적이 있다.

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

1) 김영석 외, 국내 건설산업의 건설 자동화 및 로보틱스 도입방안에 관한 연구, 대한건축학회논문집(구조계), 제17권 제2호, pp.111~120, 2001
2) 이명도 외, 시공자동화를 위한 크라이밍 유압로봇의 안정성에 관한 연구, 한국건축시공학회 춘계학술발표대회 논문집, 제9권 제1호, pp.15~19, 2009
3) 강고운 외, 시공자동화를 위한 크라이밍 유압시스템의 구동성능 분석, 한국건축시공학회 춘계학술발표대회 논문집, 제10권 제1호, pp.33~36, 2010

2. 크라이밍 유압로봇 시스템의 개요

크라이밍 유압로봇 시스템은 그림 1과 같이 선시공된 코어 위의 가이드 레일 면에 설치되며, 4개의 유압로봇 모듈과 4개의 가이드 로봇으로 구성된다.

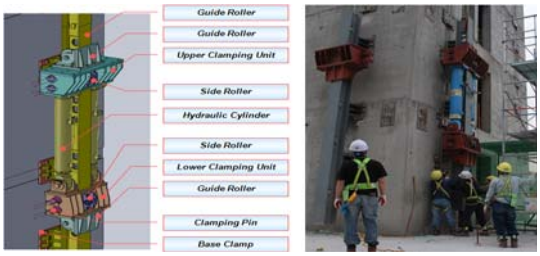

그림 1. 크라이밍 유압로봇의 구성 및 현장 설치

각 유압로봇은 CF와 결합된 상하 Clamping Unit의 고정과 이동을 반복하는 인치 웜(Inch Worm) 방식으로 구동된다[4].

3. 동기제어 컨트롤러 개발 및 검증

CF 상승시 각각의 유압로봇이 담당하는 하중의 차이로 인해 상승 폭이 상이할 경우에 발생하는 편하중은 CF의 파괴, 휨 등과 같은 문제를 야기할 수 있다. 이와 같은 문제를 사전에 예방하고 유압로봇의 구동시 안정성을 실시간으로 평가하기 위해 개발한 시스템이 동기제어 컨트롤러이며, 제어 프로세스는 아래 그림 2와 같다.

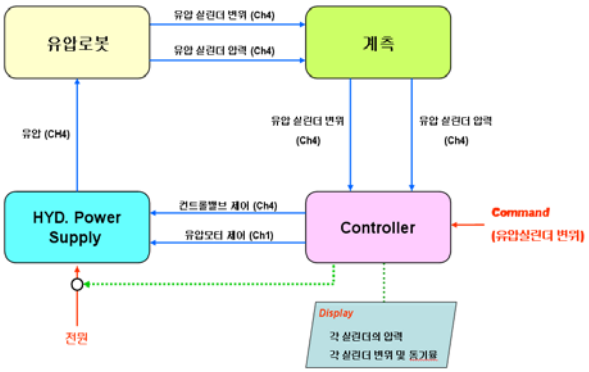

그림 2. 유압로봇 제어 프로세스

위의 프로세스를 통해 개발한 동기제어 컨트롤러는 아래 그림 3과 같으며, 각 유압로봇에 설치된 변위센서를 통해 유압로봇의 위치를 실시간으로 확인하고, 비례제어밸브의 개도량 제어를 통해 각 유압로봇 모듈의 위치를 조정하는 역할을 수행한다.

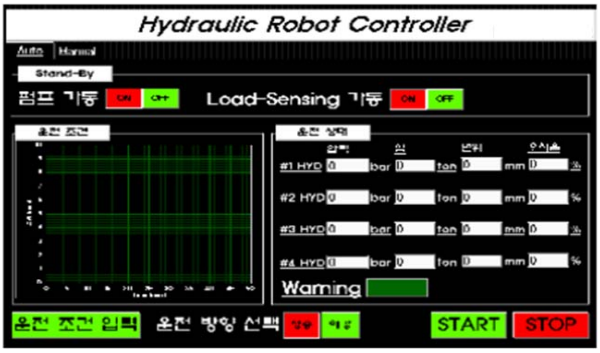

그림 3. 크라이밍 유압로봇 시스템의 동기제어 컨트롤러

동기제어 컨트롤러는 유압로봇의 동기제어율 초과, 과잉압력 발생 등과 같은 시스템 안전상 문제가 될 수 있는 상황이 발생하면 자동적으로 운전을 정지시키도록 설계되었다. 현장적용을 통한 동기제어 컨트롤러의 검증 결과는 아래 그림 4와 같다.

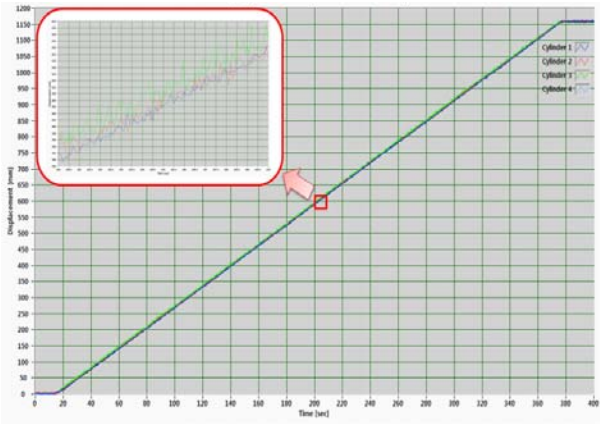

그림 4. 현장적용을 통한 동기제어 컨트롤러 검증

현장적용을 통한 검증 결과, 오차율은 약 ±10mm 이내로 제어가 가능하기 때문에 시스템의 충분한 안전성이 확보되었다고 판단된다. 또한 사전 검증시 오차율인 ±3mm와 다른 결과가 도출되었는데, 이는 Mock-up test와 현장적용 검증이 이루어진 환경 조건이 상이하기 때문이라 사료된다.

4. 결 론

본 연구는 크라이밍 유압로봇 시스템의 구동시 안정성 향상을 위해 개발한 동기제어 컨트롤러를 대상으로 실제 현장 적용을 통한 안전성 검증을 실시하였다. 본 연구에서 개발한 크라이밍 유압로봇 시스템 동기제어 컨트롤러는 안전한 자동화 시공을 위한 주요 요소로서 그 의의가 있지만, 각 공정의 특이성을 모두 반영하기에는 어려움이 있다. 향후 이와 같은 한계점을 보완한다면 건설산업 뿐만 아니라 타 산업에 적용할 수 있는 상용화 시스템으로서 가치가 있을 것으로 사료된다.

4) 정태윤 외, 건물 시공 자동화용 클라이밍 유압로봇의 이동 메커니즘 개발 및 개념설계, 한국정밀공학회 추계학술대회 논문집, pp.65~66, 2007

참 고 문 헌

1. 강고운 외, 시공자동화를 위한 크라이밍 유압시스템의 구동성능 분석, 한국건축시공학회 춘계학술발표대회 논문집, 제10권 제1호, pp. 33~36, 2010
2. 김영석 외, 국내 건설산업의 건설 자동화 및 로보틱스 도입방안에 관한 연구, 대한건축학회논문집(구조계), 제17권 제2호, pp.111~120, 2001
3. 이명도 외, 시공자동화를 위한 크라이밍 유압로봇의 안정성에 관한 연구, 한국건축시공학회 춘계학술발표대회 논문집, 제9권 제1호, pp.15~19, 2009
4. 정태윤 외, 건물 시공 자동화용 클라이밍 유압로봇의 이동 메커니즘 개발 및 개념설계, 한국정밀공학회 추계학술대회 논문집, pp.65~66, 2007