

# 건물 시공 자동화용 클라이밍 유압로봇의 이동 메커니즘 개발 및 개념설계

## Development of the Mechanism of climbing hydraulic Robots for construction automation

\*정태윤, #이규원

\*T. Y. Jung<sup>1</sup>, #K. W. Lee(kwlee@shinho-systems.co.kr)<sup>2</sup>

<sup>1</sup> (주)신호시스템 기술연구소, <sup>2</sup> 신호시스템 기술연구소

Key words: Construction Automation for a High-Rise Building, Climbing Hydraulic Robots, Construction Factory

### 1. 서론

최근 국내외 건설산업은 초고층화, 공사기간의 단축, 고 품질 및 균일한 시공 결과를 요구하고 있으나, 국내 건설 산업은 기능 인력의 고령화와 3D 기피 현상으로 인한 인력 난 및 건설기술 경쟁력의 정체 등으로 국내외 건설시장의 수주 경쟁력이 떨어지고 수익성 악화로 이어지고 있다.

이러한 문제점을 해결하고, 공사기간 단축을 통한 경쟁력을 확보할 수 있는 시공 자동화 시스템에 대한 관심이 최근 높아지고 있다. 1990년대 일본 건설업체를 중심으로 건설 공장(Construction factory: CF) 개념이 도입되었다. 적층식 공법인 SHIMIZU사의 SMART system은 건설 공장 내에 조립 로봇, 크레인, 자재 이송 등 모든 설비가 포함되어 시공 자동화율은 높으나 일정 규모 이하의 건물 시공에는 적합하지 않아 상용화에는 문제가 있다. 건물 중앙에 철근 콘크리트 재질의 core를 먼저 시공한 후 core 주변에 철골을 적층하는 core 선행공법이 개발되었다.

본 논문에서는 core 선행공법에 건설공장 개념 적용의 선행연구로써 건설공장의 상승을 위한 이동 메커니즘을 제안하고 이동을 구현하기 위한 유압 로봇의 개념 설계를 수행하였다.

건설공장의 상승 레일로 주 철골을 이용하는 적층식 공법(Fig. 1(a))에 비해 철골에 비해 강성이 높은 철근콘크리트 재질의 core 외벽에 상승 레일을 설치, 건설 공장이 상승하는 core 선행 공법(Fig. 1(b))은 건설공장의 지지점을 core 외곽 철골과 core 외벽 레일을 이용하므로 건설 공장을 경량화 할 수 있고 안정성 면에서도 유리할 것으로 예상된다.

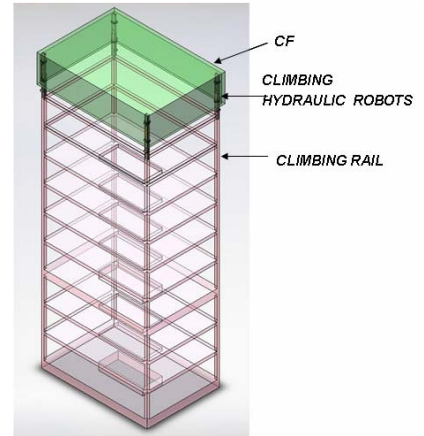
### 2. 구동 메커니즘

건설공장이 이동하는 경로는 Core 외벽의 레일을 따라 상승, 작업을 위한 고정, 두 가지 경우만 존재한다. 고정 및 상승을 구현하기 위해서 별레가 나뭇가지들 따라 상승 하듯이 위, 아래 부분을 고정과 이동을 반복할 필요가 있고 이 방식을 인치웜(Inch Worm)이라고 한다.

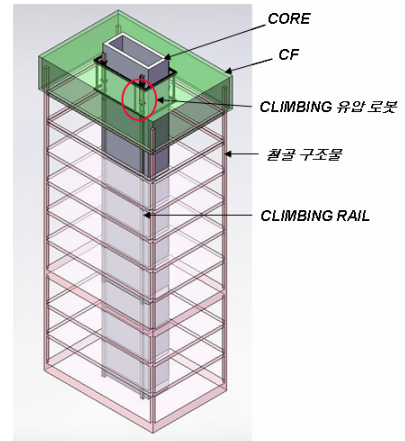
#### 2.1 상승 메커니즘

건설 공장의 상승 메커니즘을 7 단계로 나누어 아래와 같이 설명하였고 Fig. 2에 이를 도식화하였다.

- Step 1: 상, 하단 유닛 Lock
- Step 2: 상단 유닛 Unlock, 하단 유닛 Lock
- Step 3: 유압 실린더의 작동으로 상단 유닛과 건설공장 상승, 하단 유닛 Lock
- Step 4: 상, 하단 유닛 Lock
- Step 5: 상단 유닛 Lock, 하단 유닛 Unlock
- Step 6: 유압 실린더의 작동으로 하단 유닛 상승
- Step 7: 하단 유닛 Lock. 상, 하단 유닛 모두 Lock

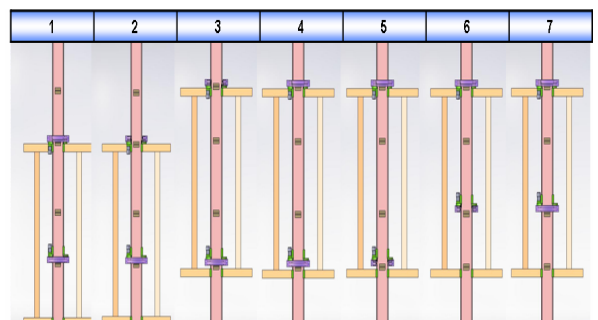


(a) 적층식 공법



(b) 건설공장이 적용된 core 선행 공법

Fig. 1 건물 시공 공법



NO		1	2	3	4	5	6	7
FIXED UNIT	UPPER	FIXED	UNFIXED	UNFIXED	FIXED	FIXED	FIXED	FIXED
	DOWN	FIXED	FIXED	FIXED	FIXED	UNFIXED	UNFIXED	FIXED
CYLINDER	LOAD	-	-	CLIMB	-	-	-	-
	BODY	-	-	-	-	-	CLIMB	-

Fig. 2 상승 메커니즘

### 3. 클라이밍 유압로봇의 개발

본 장에서는 상승 메커니즘을 구현하기 위한 구동부에 대한 개념 설계를 수행하였다. 중하중의 건설공장을 상승시키기 위해서 부피에 비해 출력이 높은 유압 실린더를 구동부로 이용하기로 결정하였고 상, 하부 유닛을 고정하기 위해서 레일로 이용되는 H 빔에 일정 간격으로 브라켓을 고정하여 이에 상, 하부 유닛이 고정되는 방식을 선택했다.

#### 3.1 구성

클라이밍 유압로봇은 상부 유닛, 하부 유닛, 가이드 유닛, 건설공장 커플링 프레임, 유압 실린더로 구성되어 있으며 이를 좌, 우에서 본 모습을 Fig. 3에 나타내었다.

상부 유닛과 가이드 유닛에 커플링 프레임이 연결되어 건설공장과 결합되며 상, 하부 유닛은 유압 실린더의 직선 운동에 의해 상호 운동하게 된다. 유압 실린더를 구동하기 위한 과워팩 및 유압 밸브 일체는 건설 공장 내에 위치하여 메인 압력의 방향과 크기를 결정한다.

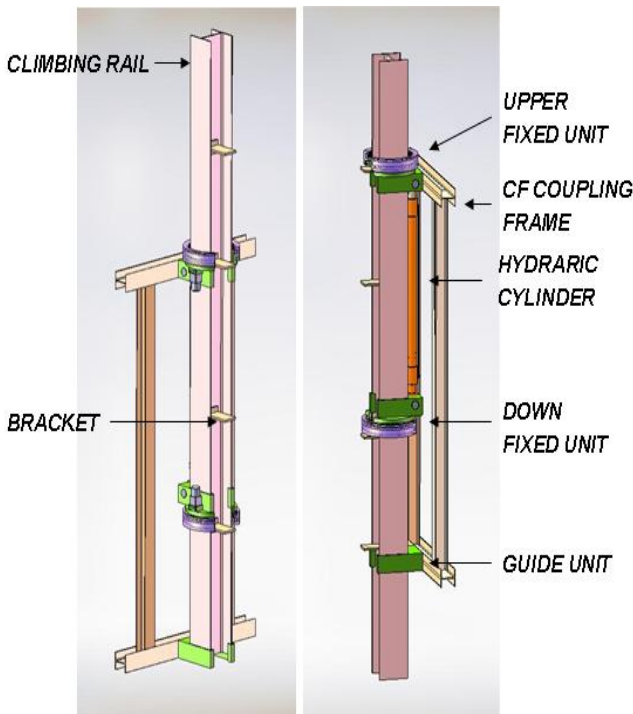


Fig. 3 클라이밍 유압로봇

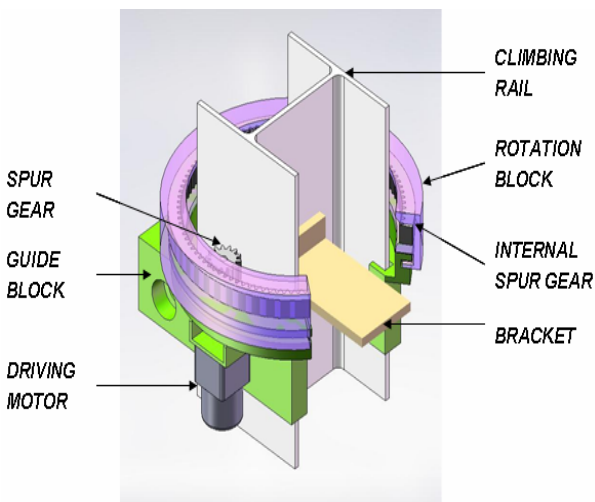


Fig. 4 고정부의 구조

#### 3.2 고정부

상,하부 유닛을 레일에 고정하기 위한 구조를 Fig. 4에 나타내었다. 고정 유닛은 가이드 블록, 로테이션 블록, 구동부로 구성되어 있다. 가이드 블록은 유압실린더 및 커플링 프레임과 결합되어 고정부 전체를 지지한다. 가이드 블록의 레일을 따라 회전부가 가이드 블록 측면에 장착된 모터에 연결된 스피어 기어를 통해 구동된다. H빔에 일정 간격으로 용접된 브라켓 상부에 회전부가 걸쳐지면서 고정부 전체가 고정된다.

### 4. 결론 및 향후계획

고층 건물의 시공 공법 중 하나인 core 선행 공법에 건설공장을 적용하기 위한 선행 연구의 일부분으로 건설공장의 이동 메커니즘과 유압 로봇의 개념 설계를 수행한 결과 다음의 결론을 얻었다.

- 건설공장의 상승을 위해 인치웸 방식을 응용한 7 단계의 이동 메커니즘을 제안하였다.
- 유압 실린더의 직선 운동에 의한 상, 하부 유닛의 상대 운동으로 상승이 이루어지는 유압 로봇의 개념 설계를 수행하였다.
- 레일 역할을 하는 H빔에 고정부가 고정되기 위해 로테이션 블록이 회전하여 H빔 외부에 장착된 브라켓에 얹히는 구조를 제안하였다.

향후 제안된 클라이밍 유압 로봇의 신뢰성 검증을 위해 유압 해석 및 단품의 응력 해석을 통해 최적의 상세 사양을 도출할 필요가 있다.

#### 후기

이 연구는 2007년도 건설교통부 건설기술혁신사업의 연구비에 의해 수행되었습니다.

#### 참고문헌

1. Hong, Y. S., and Chang. H. W., "Synchronizing Motion Control of Dual Climbing Hydraulic Robots for Construction Automation", Conference of KFPS, pp 137-142, 2007.
2. "Peri Handbook", pp 20, 2007.