

혁신적으로 경량화 된 자동샤클 제어기

이종은, 이근영
광운대학교 전기공학과

정삼룡 수석(팀장), 한승수 수석(차장), 이상헌 선임(과장)
삼성물산 장비연구소

Revolutionary miniaturized auto shackle controller

Lee Jong Eun, Keon Young Yi
Dept. of Electrical Engineering, Kwangwoon University,

Sam Yong Chung, Song Soo Han, Sang Heon Lee
Research Institute of Technology Samsung Corporation

Abstract - In the field of construction work, a shackle is one of the most essential tools to build up a structure on the foundation. The old-style process, a construction crew climbs up the beam to release it from the shackle, is hazardous and very inefficient. For this reason, the auto shackle controller with two shackles, which can release the beam through a wire-less command, was developed. The auto-shackle controller makes the work safer and more efficient. However, the early auto-shackle controller itself was heavy and had some sorts of problems in safety and durability. Recently, the high efficient battery was developed. It makes develop a super miniaturized high performance auto shackle controller. In this paper, we analyze problems of early auto shackles and present the latest result of a super miniaturized auto-shackle controller.

의 자동 해제 기구인 자동 샤클이 개발되었다. 일본의 이글 클램프에서 개발한 자동 샤클 제어기[3]는 본체 내부에 동력전달부가 있어 와이어를 당겨 해제하는 방식이고 한국의 삼성물산에서 개발한 국내최초의 자동 샤클 제어기[4][5]는 클램프에 동력전달부가 있다.

자동 샤클을 개발하여 사용함으로써, 작업자의 추락 사고를 근본적으로 제거하여 작업의 안전성을 높이고 공정 완료시간을 단축하여 생산성을 향상시켰다. 그러나 최초의 자동 샤클[4][5]은 작업의 신뢰도가 낮고 안전성이 떨어져서 그러한 문제점을 개선한 2차 자동 샤클[6]이 개발되었다. 하지만 전원공급 장치의 무거운 중량으로 인하여 2차 자동 샤클 또한 자동 샤클 제어기의 무거운 중량을 해결하지 못하였다.

본 논문은 1차와 2차 자동 샤클의 문제점을 혁신적으로 개선한 3차 자동 샤클을 소개하였다. 2차 자동 샤클의 문제점을 개선하는데 가장 큰 역할을 한 것은 신소재의 배터리를 이용하여 샤클의 제어기를 샤클 내부에 넣은 것인데 이를 통해 자동 샤클의 중량이 혁신적으로 경량화 되었고 제어기가 샤클내부로 들어가고 구조의 변경으로 인해 안전성과 신뢰성에도 크게 개선하였으며 상용화를 추진하고 있다.

1. 서 론

고층 철골 빌딩 신축공사에서 건설현장의 철골조 시공에 있어서 철골 기둥 세우기 작업 시(그림1 참조), 기존에는 철골 기둥(a)을 작업용 크레인의 하부에 장착된 샤클(b)을 통해 부착하여 적절한 장소에 옮겨 놓고 가조립을 완료하면[1] 작업자가 사다리 등을 이용하여 철골기둥의 최상부로 올라가 샤클과 철골을 고정하고 있는 볼트 너트식 클램프(c)를 직접 해제하였다.

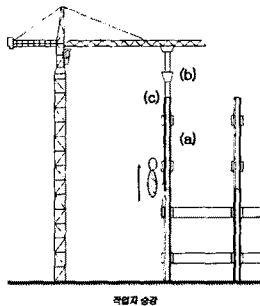


그림1. 철골 기둥 세우기 작업
Fig1. The process of build an iron beam

그러나 이러한 방법은 작업자가 샤클을 해제할 때 매우 높은 곳에 올라가서 작업하기 때문에 추락하는 사고의 위험성이 있고 실제로 관련보고 자료[2]를 보면 사고가 일어나는 것을 알 수 있다. 또한 철골 조립공정이 작업자의 오르내리는 시간과 노동부하의 증가 등으로 비효율적이었다. 이러한 작업 방식에 무선 원격 제어 방식

2. 기존의 자동 샤클

2.1 최초의 자동 샤클

국내에서 개발한 최초의 자동 샤클은 건축 철 구조를 설치할 때 철골 기둥과 같은 빔을 고층에서 설치할 때 타워크레인과 같은 장비로 샤클과 sling wire를 이용하여 원하는 위치에 양중하여 설치하게 되는데[1] 이때에 최종적으로 작업자가 기둥을 타고 올라가서 클램프 잠금 장치를 직접 개방해야하는 위험한 작업공정대신에 자동화된 원격 해제기구를 이용하여 작업함으로써 공정의 자동화, 생산성 향상, 안전사고의 방지를 획기적으로 실현한 장비이다.

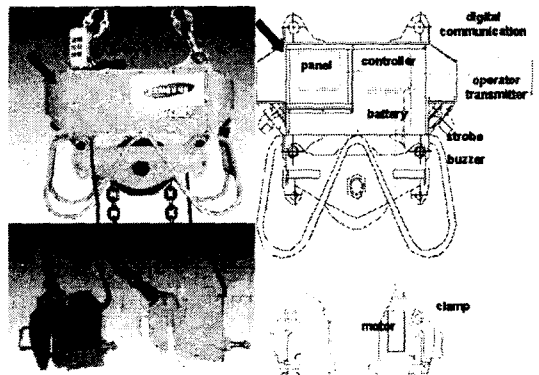


그림2. 최초의 자동 샤클
Fig1. The first auto shackle

그림 2의 화살표 된 본체내부에는 시스템의 전원을 공급하는 충전용 배터리, 무선 통신 모듈과 시스템 제어용 PCB를 내장하고 그 기구들을 외부의 충격과 습기로부터 보호하는 캐비넷 기능을 하고 있다. 또한, 철판 부재의 하중을 크레인에 전달하는 기능을 하기 위해 두꺼운 철판이 보강되어있다. 그리고 자동 기구의 동작 상태를 사용자나 주변의 작업자들에게 알려줄 수 있는 경보, 경광 기능을 갖고 있다.

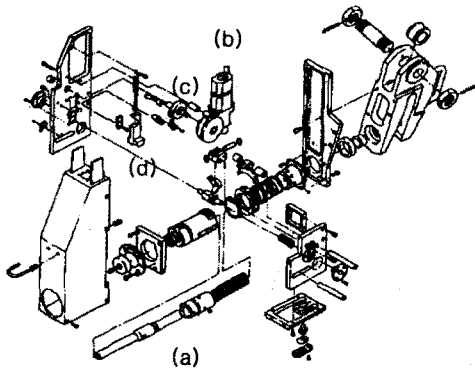


그림3. 1차 자동 사클의 클램프 분해도
Fig3. Deal drawing of the first auto shackle clamp

그림 3은 자동 사클의 클램프의 분해도이며 핀(a)은 사클의 바깥쪽으로 스프링의 탄성을 받고 있어 록킹시편을 사클 안쪽으로 밀어 넣어야 한다. 사클을 개방하기 위해서는 DC모터(b)를 구동하여 모터의 동력으로 캠(c)을 움직여 노리쇠(d)를 눌러 스프링의 탄성으로 핀을 바깥쪽으로 밀어내는 구조이다.

본체와의 연결은 체인으로 되며 체인을 따라 제어부에서 오는 신호를 받는 신호선이 있다. 본체와 연결하는 체인과 신호선이 걸려 신호선의 단선을 막기 위해 모터의 구동부가 잠금 장치와 같은 방향이 아니라 20도 기울어져 있는 것을 볼 수 있다.

표1. 작업 공정 시간 비교
Table1. Comparison of operation processing time

구분	기존	개선	개선효과
기준작업시간		8.5시간/일	
완료시간	30분/회	23분/회	7분/회 절감
양중회수/일	17회/일	22회/일	5회/일 절감
공정 공기 (T현장500양중)	29일	22일	7일 단축 약 24%절감

표 1을 보면 건설 현장에서 자동 사클을 이용하면서 작업자의 안전도를 현격히 높여주었고 작업완료시간을 줄여 생산성의 향상을 가져다주었다는 것을 알 수 있다. 그러나 최초의 자동 사클은 자동 사클 자체의 중량이 무겁고 안전성과 신뢰성에 다소의 문제점을 가지고 있었다. 이러한 문제점을 개선하기위해 2차 자동 사클이 개발되었다.

2.2 2차 자동 사클

1차 자동 사클은 그림 1에 표시된 바와 같이 체인 연결부와 구동장치의 이격거리가 충분하지 않아 클램프의 작업 상황에 따라 충돌로 인한 손상이 우려 되고, 스위치를 이용하여 모터의 위치를 제어하기 때문에 신뢰성

또한 떨어졌으며, 구동부의 사체 외상이 크고 하중이 무거워서 권을 구동하기 위한 복원 스프링의 탄성 또한 크다. 이로 인해 작업자가 큰 힘으로 잠금 작업을 하여야 하고 경우에 따라서 보조 장치를 이용해야 했다. 또한, 무선부에서 작업자가 현재의 모터위치를 파악하지 못하여 스위치가 고장시 모터의 계속적인 동작으로 인해 모터의 고장 원인이 될 수도 있었다.

이와 같은 문제를 해결하기 위해 클램프 내부의 모터의 위치를 재구성함으로써 클램프를 소형화하고 신뢰성이 높은 제어를 구성하였다. 또한 무선 장치를 통해 작업자가 모터의 현재위치를 알 수 있도록 구성하여 스위치 고장시 모터의 고장을 방지하였다.

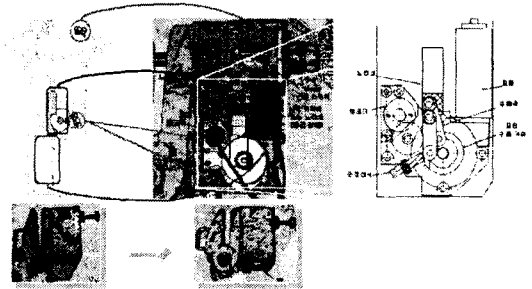


그림4. 클램프의 구조 변화
Fig4. Structural change of advanced auto shackle clamp

그림 4를 통하여 클램프의 변형된 구조를 살펴보자. 그림의 하단부 화살표를 보면 기구부의 하단을 절단 하여 기구가 축소된 것을 볼 수 있다.

동력전달 방식을 모터에 부착된 캠으로 동력을 전달하던 기존의 방식에서 크랭크와 노리쇠가 연결되어 모터의 회전운동을 직선운동으로 바꾸어 기구를 동작시킨다. 모터의 위치를 알아내기 위해 엔코더를 사용하였고 잠금 해제상태를 알아내기 위해 리밋 스위치대신 수명이 길고 동작상태가 더 정확한 근접 스위치를 사용하였다. 또한, 무선통신상태와 엔코더 및 근접센서의 이상 유무의 자가 점검이 가능하고 부저와 경광등에 의한 상태확인을 할 수 있는 신뢰성이 강한 제어보드를 개발하였다. 그리고 LED에 의한 사클의 상태 파악이 가능한 무선리모콘도 개발하여 기구의 신뢰성을 높여 주었다. 전체적인 동작 순서를 살펴보면 모터 시작 위치 회전을 하고 근접 스위치로 시작위치를 알아낸다. 사클핀을 잠그고 원하는 위치로 빔을 이동 후 가조립을 한다. 모터가 회전하여 노리쇠를 눌러 핀의 잠금 상태를 해제하고 모터는 시작위치로 다시 회전한다. 마지막으로 원방근접 스위치로 잠금 해제 상태 확인을 하여 전체적인 작업 동작을 완료한다.

3. 3차 자동 사클

3.1. 기존 자동 사클의 문제점 개선

1차 자동 사클을 개발하고 문제점을 개선한 2차 자동 사클을 개발하였지만 안전성과 신뢰성 등 기존 자동 사클이 가지고 있는 문제점을 완전히 개선하지는 못했다.

기존의 자동 사클은 사클핀이 바깥쪽으로 나와 있고 철재 빔을 설치할 때에 사클핀을 클램프 안쪽으로 밀어 넣어야 하기 때문에 클램프가 고장 났을 때 사클핀이 스프링 탄성에 의해 원래 위치인 클램프 바깥쪽으로 나가려는 성질이 있어 기구의 안전성에 문제가 되었다. 또한 본체와 클램프사이의 신호선이 케이블에 의해 연결되어 있기 때문에 사클 해제 시 강한 스프링의 탄력으로 클램

프가 튕겨나가 신호선 케이블을 때릴 수 있는 위험성을 가지고 있었다. 기존 자동 사클의 중량이 무겁고 부피가 큰 이유는 자동차용 배터리로 전원을 사용하기 때문에 본체가 따로 떨어져 있고 본체가 클램프에 매달린 철제 빔의 무게를 견디기 위해 두꺼운 철제 판을 본체 안에 가지고 있었기 때문이었다. 기존 사클의 중량을 보면 본체가 500kg, 클램프가 각각 30kg씩으로 560kg 이나 되고 연결하는 체인의 무게로 인하여 600kg정도가 된다. 때문에 실제 건설 현장에서 사용할 때 크레인에 결합하기위해 기구를 이동 시킬 때 작업자의 힘으로 되지 않고 보조기구를 이용하여야 했다. 이러한 문제들을 해결하기 위해 3차 자동 사클을 설계하였다.

3.2 자동 사클의 구조

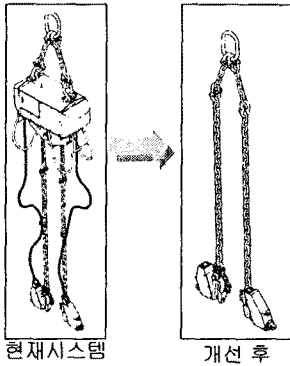


그림5. 3차 자동 사클

Fig5. The super miniaturized auto shackle

그림5는 현재의 기구와 3차 자동 사클을 비교한 그림이다. 외관상의 특징을 보면 먼저 본체가 완전히 없어졌고 클램프만 남게 되었다. 클램프만 있으므로 본체와의 제어신호를 주고받는 신호선이 없어지게 되었고 또한 본체가 없어져 본체가 철제 빔을 지탱하도록 만든 철제 판을 없앨 수가 있다. 이렇게 본체가 없어지면서 중량이 매우 가벼워져서 기존의 600kg이나 하던 자동 사클의 중량은 기구부의 축소로 인해 각 클램프 20kg와 연결하는 체인의 중량을 합해도 기존의 사클과는 현격한 차이를 보임을 알 수 있다. 이로 인해 기존의 자동 사클을 건설 현장에서 사용할 때 크레인에 부착 시 보조 기구를 이용해 이동하여 설치했던 것을 사람의 힘으로 들어 움직일 수 있다.

이렇게 자동 사클의 본체가 없어지게 된 중요한 이유 중 하나는 기존 사클의 본체에 들어가는 자동차용 배터리 대신에 Li-Polymer 배터리[7]를 사용하게 되면서 본체의 외장이 현저히 작아지게 되었다. 구동부 모터와 모터 컨트롤러 또한 소형화시킬 수 있었고 본체에 들어가는 주요부품들이 작아졌기 때문에 이러한 부품들을 클램프 내부에 구성한 설계를 할 수 있었다.

그림6은 3차 자동 사클의 설계도이다. 그림 6을 보면 배터리가 현저하게 작아진 것을 볼 수 있고 컨트롤러 또한 작게 설계되어 클램프 내부에 위치한 것을 볼 수 있다. 3차 자동 사클은 그림6에서처럼 사클핀의 기본 위치가 클램프의 안쪽으로 잠겨있는 것을 알 수 있다. 이로 인해 클램프의 고정시에도 사클핀이 풀리는 위험성이 없어졌음을 볼 수 있다. 구조의 변경이외에도 핀이 해제되는 동작 또한 기존의 스프링의 탄력으로 해제하던 것을 모터의 회전운동을 직선운동으로 변화시켜서 핀을 서서히 밀어 내는 것으로 바뀌어 탄성에 의한 사고를 원천적으로 제거했다. 또한 측면도를 보면 본체가 없어짐으로써 연결되어있는 신호선의 손상을 방지하기위해 연결부를 20도 기울여 놓았던 것이 필요하지 않게 되어 클램프의 측면이 직선으로 바뀐 것을 볼 수 있다.

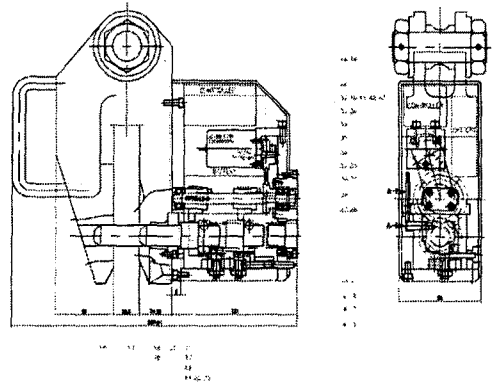


그림6. 3차 자동 사클의 설계도

Fig6. The drawing of the super miniaturized auto shackle

4. 결 론

본 논문에서는 1차와 2차 자동 사클의 문제점을 혁신적으로 해결한 3차 자동 사클의 설계 배경을 알아보았고 이러한 설계가 어떻게 기존의 자동 사클의 문제를 해결하였는지 연구하였다. 이를 통해 3차 자동 사클이 실제로 제작되어 상용화 되었을 때 건설현장에 안전성과 신뢰성을 높이는 데 크게 기여함을 알 수 있었다.

[참 고 문 헌]

- [1] 辛鉉植, 金文漢, 金武漢, 中東宇, 玄昌澤, 李鉉秀, 朴燦植 공저, "건축시공학", 문운당, pp. 270 271, 2001
- [2] 대구남부지방노동사무소 "建設災害豫防 教育" pp. 5 2003
- [3] http://www.eagleclamp.co.jp/pages/e_prdct/english/MSA.htm
- [4] 특허청, "클램핑용 사클", 특허증, 특허 제 0193956호, 1999
- [5] 특허청, "H 빔 클램핑용 사클의 원격제어 장치", 특허증, 특허 제 149141 호, 1998
- [6] 광운대학교 전기공학과 지능제어 연구실, "자동 사클 제어기 개발 (최종보고서)", 2000
- [7] Brodd, R.J., Lundquist, J.T., Morris, J.L., Shackle, D.R., "New rechargeable polymer battery system" Battery Conference on Applications and Advances, 1994., Proceedings of the Ninth Annual, pp 135 139, 1994