

프레스 단동로봇의 개발

허성창, 황병복*

인하대학교 자동화공학과

A Development of Single Action Press Robot

Sung-Chang Hur and Beong-Bok Hwang*

Department of Industrial Automation Engineering

Inha University, Incheon

Abstract

A single action press robot, which consists of a driving unit, rotator, up-down feed base and feed bar, is developed and applied for the press automation. The driving unit is made up with a face cam and blade cam, which have a phase angle. The feeding system consists of a double speed-up apparatus and linear motion guides, and has a fast motion characteristics. A horizontal feeding speed of the feed bar is increased twice by the double speed-up apparatus. The driving mechanism could be simplified due to the speed-up of the feeding unit.

Key words : single action press robot, rotator, feeding unit, driving unit, blade cam

1. 서론

프레스가공은 소성가공의 대표적인 가공 방식으로 기존의 대량생산만을 추구해온 자동화기술은 다품종 소량 생산에 중점을 둔 방향으로 변화되고 있다. 대표적인 프레스 자동화라인으로는 탠덤(tandem)라인, 블랭킹(blanking)라인, 트랜스퍼(transfer)라인, 프레스로봇(press robot)라인, 셔틀로봇(shuttle robot)라인¹⁾ 등이 있다. 자동화라인에 적합한 프레스는 C형 프레스²⁾로 안전성과 정밀도 및 작업성의 유지가 용이하도록 합리적인 구조로 설계되어 있다.

프레스단동로봇(이하 단동로봇)은 프레스로봇라인에서 소재분리장치, 소재분리/공급장치 및 제품취출장치와 함께 구성되고, 프레스와 프레스사이에 위치하여 프레스에서 가공되는 제품을 취출 및 공급하는 장치이다. 프레스로봇라인에서는 주로 자동차부품인 브래킷(bracket)류 및 커버(cover)류, 전자부품인 케이스(case) 및 커버(cover)류, 기타 기계부품으로 프레임(frame)류 등의 생산에 널리 사용되고, 완성품이 나오기 까지 여러번의 공정을 거치면서 프레스 작업이 진행되기 때문에 프레스라인 자동화의 일환으로 프레스단동로봇이 사용된다. 단동로봇의 사용은 프레스 사용 증가와 더불어 계속 증가하고 있다. 따라서 본 연구개발을 통하여 단동로봇의 구동부 및 좌·우 이송메커니즘, 상·하 이송메커니즘과 구동부의 동력전달장치인 캠을 표 1과 같은 개발목표에 따라 개발하였다.

Table 1 Specification for a single action press robot

	개발목표	비고
좌·우 이송 행정	1200 mm	
상·하 이송 행정	15~65 mm	
소재 중량(최대)	4.0 kgf이하 X 2EA	
CYCLE TIME	2.0~3.0 sec	단독부하운전시
이송 정도	±0.2 mm 이내	
제품 중량	550 kgf 이내	

석사과정, * 조교수

본 연구는 (주)쌍용정공의 연구비지원에 의하여 수행되었음.

2. 프레스 단동로봇의 구조

2.1 프레스 단동로봇의 전면부

단동로봇의 전면부는 크게 좌·우이송 링크장치와 배속기구를 채용한 이송바(feed bar), 이송 베이스(feed base)로 구성되어 있다. 그림 1은 단동로봇의 전면부를 나타내고 이송바와 좌·우 이송 링크장치의 움직임을 화살표로 표시하여 나타내었다.

좌·우 이송 링크장치는 변형된 스코트러셀기구³⁾를 채용하여 좌·우이송 링크장치 상단에서 근사직선운동³⁾이 발생하도록 고안하였다. 또한, 이송바와 연결되어 있는 부분을 상·하 방향으로 미끄럼운동을 할 수 있도록 안내면을 달아 위·아래방향의 작은 진동에 의한 좌·우 이송바의 떨림을 방지하도록 하였다. 좌·우 이송링크의 회전각에 따라 좌·우 직선운동의 폭을 조절할 수도 있고 암의 길이를 조정해서 필요로 하는 이송량을 맞출 수도 있다.

좌·우 이송링크 상단에 연결되어 있는 배속기구는 이송 직선가이드에 의하여 직선운동으로 안내되어 궁극적으로 이송바와 이에 부착되어 제품을 취출 및 공급하는 버큘핑거의 안정된 성능을 유지시키는데 큰 역할을 한다. 그림 5에서 나타난 바와 같이 이송베이스와 배속기구 및 이송바는 하나의 시스템으로 구성되어 있으며 이송 부분에 배속기구를 채택하여 수평이동속도의 증가를 이룰 수 있도록 하여 상·하운동과 좌·우 이송운동이 주기적으로 반복되는 시스템에서 빠른 동작 특성을 가질 수 있다.

기존의 단동로봇은 배속기구가 없기 때문에 이송바가 같은 이송량을 내기 위해서 좌·우 이송링크의 큰 요동운동을 필요로 한다. 반면에 본 개발품은 배속기구를 장착하여 작은 요동각으로도 원하는 이송량을 얻을 수 있기 때문에 그림 4와 같이 요동각 확대장치를 제거하여 구동부를 단순화 시켜 사용할 수 있고, 캠의 요동각을 전면부로 직접 전달하기 때문에 이송링크를 보다 정밀하게 제어할 수 있고, 안정된 성능을 유지시켜줄 수 있다.

그림 5에서 이송시스템의 작동원리를 살펴보면, 단동로봇의 구동부로부터 동력을 전달받아 이송링크를 통하여 배속기구 안내베이스가 수평운동을 시작하면, 함께 부착되어 있는 이송 직선가이드와 배속회전자는 각각 수평운동과 회전운동을 하고, 이송바는 배속기구 안내베이스와 같은 속도로 움직인다. 한편, 바닥랙은 이송베이스에 고정되어 있으므로 배속회전자의 회전운동은 이송바에 직선운동으로 전달되어 이송바와 이송 직선가이드에서는 상대적 미끄럼운동이 발생하여 이송링크 속도의 두배 속도로 이송바가 좌·우이송을 하게 된다.

그림 6은 배속기구의 원리도를 나타낸 것으로 랙과 피니언의 원리⁴⁾에 의하여 바닥랙은 고정되어 있고 배속회전자는 바닥랙을 따라 회전운동을 하며, 이 운동은 이송바 부착랙에 수평의 직선운동으로 전달된다. 이송바 부착랙은 캠의 회전에 의해 이미 배속회전자와 같은 속도로 수평운동을 하고 있으면서 다시 배속회전자에 의한 직선운동을 전달받게 되어 배속회전자의 두배속도로 움직이게 되며 그림 6에서는 화살표 두 개를 함께 나타내어 속도가 두배 정도라는 것을 보여주고 있다. 한편, 이송바 부착랙에는 이송 직선가이드가 부착되어 있어서 배속회전자에서 발생하는 직선운동이 이송바 부착랙에 전달됨에 따라 배속회전자와의 상대적 미끄럼운동이 발생하도록 고안하여 배속기구를 구성하고 있으며 이송바 부착랙에는 이송바가 일체형으로 조립되어 있어서 이송소재의 운동에 신속성을 부여 할 수 있도록 하였다.

2.2 프레스 단동로봇의 배면부

그림 2는 단동로봇의 배면부를 나타내고 있으며 단동로봇의 배면부는 면캠(face cam)과 블레이드캠(blade cam)⁵⁾, 캠접촉 회전자(rotator)로 구성되어 있는 구동부와 요동각 확대장치, 상·하운동 연결자(connector), 고정브래킷(bracket)으로 구성되어 있다. 상·하운동 연결자는 전면부의 이송베이스와 연결되어 있고, 면캠과 블레이드캠의 위상차를 달리하여 상·하운동과 좌·우운동이

서로 간섭없이 일어나 단동로봇의 상·하 이송속도가 빠르고, 유연한 운동특성을 갖도록 동조시켰다.

구동부는 모터의 회전력을 직접 전달 받아서 단동로봇의 좌·우 및 상·하 이송운동에 동력을 전달하여 구동시키며 면캠과 블레이드캠, 캠접촉 회전자로 이루어져 있다. 캠 접촉 회전자는 항상 면캠과 블레이드캠에 접촉하도록 되어 있다. 또한, 합성캠은 면캠과 블레이드캠의 위상차를 달리 하여 상·하운동과 좌·우이송이 서로 간섭없이 일어날 수 있도록 하였으며, 면캠⁵⁾은 이송베이스를 움직여 이송바를 상·하로 동작시키고, 캠의 안쪽과 바깥쪽면을 모두 사용하는 블레이드캠⁵⁾은 구속캠의 일종으로 이송바를 좌·우로 이송시키는 역할을 한다.

면캠과 블레이드캠(이하 합성캠)이 회전하면 블레이드캠 접촉회전자가 피벗(pivot)점을 중심으로 하여 일정한 요동각을 발생시킨다. 이때 전면부의 이송링크를 원하는 각도만큼 확대하기 위하여 요동각을 확대시키는 요동각 확대장치⁴⁾를 장착한다. 요동각 확대장치는 합성캠의 회전에 의해 발생하는 일정한 요동각을 확대시켜 전면부의 좌·우이송 링크장치에 전달하고, 캠 접촉회전자와 가변적으로 연결되어 요동각확대장치의 링크길이를 조정함으로써 단동로봇의 이송량(1100~1300mm)을 조정할 수 있다.

합성캠의 면캠 접촉회전자에 연결되어 있는 상·하운동 연결자는 고정브래킷을 상·하운동 시키며 고정브래킷과 연결되어 있는 이송 베이스가 운동할 수 있도록 적당한틀 전달한다. 한편, 고정브래킷은 상·하방향으로 구속을 주어 항상 일정한 방향으로의 운동만 일어날 수 있도록 하였다.

캠접촉 회전자의 피벗점 위치는 캠을 설계하는데 매우 중요한 역할을 한다. 피벗점의 위치에 따라 캠의 전체적인 모양에는 변화가 없으나 캠의 크기에 큰 영향을 미친다. 따라서 합성캠을 설계하는데 있어서 피벗점의 위치는 매우 중요하며 전체적인 합성캠의 형상에 큰 영향을 미치므로 용도와 사양에 맞는 최적의 피벗점을 찾아서 적용하였다.

합성캠은 일체형으로 설계되어 있어서 조립시 동조 때문에 발생할 수 있는 문제를 방지할 수 있고, 캠축 길이가 줄어들어 동밸런스(dynamic balance)⁷⁾ 측면에서 유리하나 캠축과 블레이드캠 안쪽에 접촉하는 물러와의 간섭 때문에 발생할 수 있는 문제점을 해결하기 위하여 구동부를 그림 3과 같이 3개의 면캠으로 이루어진 조합캠을 적용한 단동로봇도 개발하였다.

3. 캠 윤곽(profile) 설계

캠 설계에 있어서, 캠함수는 전구간에서 1계 도함수와 2계 도함수가 연속이어야 한다. 즉, 저크함수(jerk function)⁴⁾는 전구간에서 유한한 값을 가져야 한다. 따라서 본 연구개발에서는 변위, 속도, 가속도함수가 불연속점을 갖지 않도록 하였다. 좋은 가속도특성을 갖고, 고주파 사인곡선과 저주파 사인곡선을 조합하여 사용하는 수정사인(modified sine)⁵⁾함수를 캠함수로 사용한다. 수정 사인함수의 고주파곡선과 저주파곡선의 크기와 도함수는 불연속성을 피하기 위해서 그들의 경계에서 일치하도록 하였고, 최종운동곡선이 결정된 후에, 동력이 전달되는 과정을 역으로 추적하여 캠 윤곽을 생성시켰다⁶⁾.

4. 결론 및 고찰

본 연구에 의해 개발된 프레스단동로봇은 변형된 스코트러셀기구를 채택하여 근사직선운동을 가능하게 하였고, 이송바에 배속기구를 적용하여 시스템의 성능향상과 우수한 동작특성을 얻도록 하였으며(목표이송정도 $\pm 0.2\text{mm}$), 구동부에 합성캠을 적용하여 캠의 동조 때문에 발생할 수 있는 문제를 미연에 방지하여, 캠을 이용한 구동부 설계를 보다 효율적으로 할 수 있었다. 앞으로 캠의 형상을 단순화시키거나, 캠과 주변기구의 일반적인 운동관계에 관한 모델링을 통하여 주변기구를 개선시키고, 캠의 수명과 안정성에 큰 영향을 미치는 재료에 대한 연구가 뒤따라야 하겠다.

참고문헌

1. 한국생산성본부, *프레스자동화*, 한국생산성본부, 1992
2. 이완섭, *쌍용프레스*, 쌍용정공, 1991
3. 조선휘, 이장무 공역, *기구학*, 제2판, 회중당, 1985
4. 이장무, 박영필, 배원병 공역, *기구학*, 회중당, 1995
5. John Reeve, *Cams for Industry*, Mechanical Engineering Publications Limited, London, 1995
6. Thomas B. Hardison, *Introduction to Kinematics*, Reston, 1979
7. Charles E. Wilson, J. Peter Sadler, *Kinematics and Dynamics of Machinery*, 2th Edition, Harper Collins, 1993

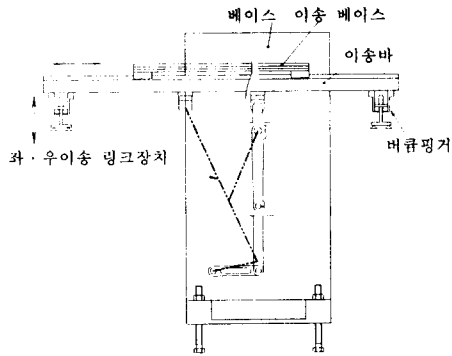


Fig. 1. A front view of the press robot

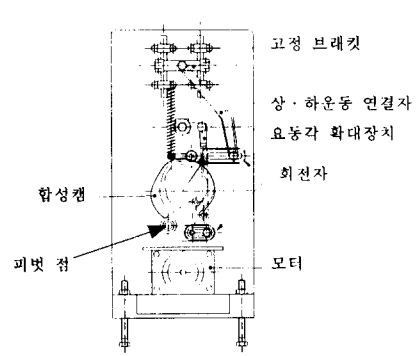


Fig. 2. A rear view of the press robot with the face cam and blade cam

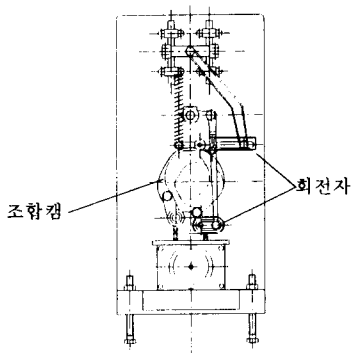


Fig. 3. A rear view of the press robot with a face cam

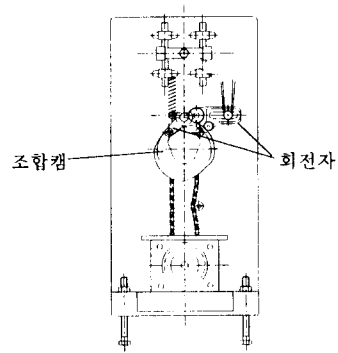


Fig. 4. A rear view of the press robot without a four-bar linkage

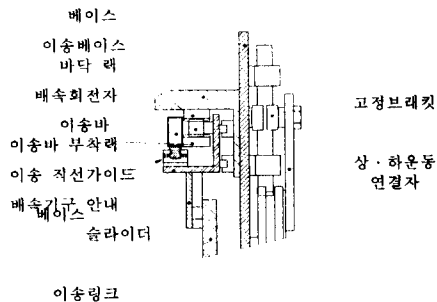


Fig. 5. The double speed instrument of the press robot

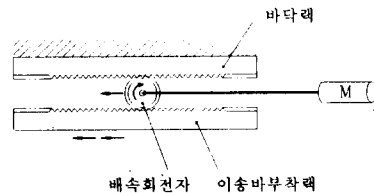


Fig. 6. The schematic of speed-up mechanism