

電氣技術者를 위한

産業用 로봇 技術

(3)

바. 可搬重量과 作動領域에 따른 분류

어느 정도의 對象物체를 운반할 수 있는가를 표시하는 것이 「可搬重量」이다. 이 한계는 당해 産業用 로봇의 동작형태가 어떠한가, 어느 정도의 性能을 요구하는가에 따라서 크게 달라진다. 규격용어에서는 「가반중량」은 《지정된 性能을 유지하는 범위 내에서 로봇이 搬送 可能한 중량으로서 손목, 손가락部 등의 중량을 포함한다》고 정의되고 있고 비고로서 《시방서 등에서는 손가락부의 重量을 병기한다》라고 되어 있다. 손목, 손가락부 등의 중량을 포함시키는 것은 앞에서 설명한 바와 같이 개개의 目的에 따라서 設計되는 경우가 많아 不定値가 되기 때문이다. 그밖에 「定格可搬重量」은 《특성을 모두 보증할 수 있는 가반중량의 限度》라고 정의되고 「최대 허용가반중량」은 《특성의 모든 것은 보증하지 않지만 機械的 耐久性은 보증할 수 있는 可搬重量의 최대값》이라고 정의되어 있다. 또 「純可搬重量」은 《가반중량에서 손목, 손가락부 등의 중

량을 뺀 것》이다.

負荷가 커지면 커질수록 또 旋回의 반지름이 커지면 커질수록 모멘트가 증대하고 직선 운동의 경우에도 한쪽 들기 지지대의 길이가 길어질수록 굽힘 모멘트는 커진다. 制御性은 당연히 이러한 조건의 변화에 따라서 크게 변화하고 팔이 가장 줄어든 경우와 가장 늘어난 경우는 특성이 대폭 변화한다. 円筒座標系의 것이나 極座標系의 것으로서 旋回동작은 가급적 팔을 끌어 들인 상태에서 하도록 지시하고 있는 것이 많다. 큰 부하에서 최대로 늘어난 상태로 고속 旋回동작을 시키면 팔에 변형이 생겨서 정지해도 복귀하지 않는 상태가 일어날 가능성이 있으므로 이를 防止하기 위한 조치로서, 망가지는 상태에는 이르지 않더라도 制御性의 劣化가 위치결정 정밀도의 劣化를 초래한다. 旋回의 경우는 거리가 아니고 각도의 制御인 것도 많은데, 많이 늘어난 상태에서는 당연히 나빠진다. 이것이 더욱 축적되게 된다.

「作動領域」의 정의는 《로봇이 作業을 할 수 있는 空間》이라고 정의되고 있다. 이것은 팔部에서 생각하는 경우 (손목의 도달 가능한 공간)이라고 해석해도 된다.

이 「可搬重量」과 「作動領域」의 크기에 따라서 분류하는 것이 표 2·4에 표시한 것이다.

사. 順序情報에 따른 分類(참고분류)

「프로그램」은 용어상으로 《로봇에 소망하는 작업을 지령하기 위한 순서를 기술한 것》이라고 정의하고 있다. 이 「프로그램」이 어떠한 성격을 갖는가에 따라서 산업용 로봇을 분류하려는 것이 順序情報에 따른 분류인데, 표 2·5에 표시되어 있다. 이것은 「制御」의 문제로서 4章에서 해설한다.

아. 動力源에 따른 分類

「可動部(驅動端)」가 어떠한 에너지 媒体에 의해 작동되는가에 따라서 분류하는 것을 「動力源」에 따른 분류라고 정의한다. 이제까지는 구동원이라는 말이 사용되었었지만 特性表示基準案에서는 이렇게 표현하고 있다.

「動力源」은 다시 外部로부터 공급되는 것과 内部에서 타 종류로부터 변환해서 얻어지는 것으로 분류된다. 일반적으로 사용되는 것은

〈표 2·4〉 산업용 로봇의 細分類(可搬重量과 作動領域에 따른 분류)

명 칭	정 의
초대형로봇	1t 이상인 可搬 로봇
대형 로봇	100kg 이상 1t 미만 可搬 또는 10m ³ 이상의 작동영역을 갖는 로봇
중형 로봇	100kg 미만 10kg 이상 可搬 또는 10m ³ 미만 1m ³ 이상의 작동영역을 갖는 로봇
소형 로봇	10kg 미만, 0.1kg 이상 可搬 또는 1m ³ 미만, 0.1m ³ 이상의 작동영역을 갖는 로봇
초소형로봇	0.1kg 미만 可搬 또는 0.1m ³ 미만의 작동영역을 갖는 로봇

電氣...의 부에서 공급되는 것을 사용
電氣壓...전기를 사용해서 内部에서 발생하거나 外部에서 공급하는 양쪽의 手段이 채택되고 있다.

油 壓...내부에서 발생한다. 외부에서 주어지는 경우도 있다.

의 3종류이다. 水 壓 利用도 일부에서 시도되었지만 아직 實用化에는 이르지 못하고 있다. 메카노케미컬 物質(예를 들면 자극을 주면 팽창하는 物質, 電界나 磁界에 따라 성질을 바꾸는 물질 등)도 상당히 오래전부터 그 사용이 제창되고 있지만 아직 모색단계이다.

制御裝置는 일반적으로 電氣式은 모터로 캠을 돌려 리밋 스위치를 作動시키거나 電子式은 시

〈표 2·5〉 産業用 로봇의 參考分類(順序情報에 따른 分類)

명 칭	정 의	
메뉴얼 머니플레이터	인간이 조작하는 머니플레이터	
單能로봇	구조내에 機能이 고정 기억된 머니플레이터 비고: 제어장치에 의해 반복로봇으로 移行할 수 없다.	
반복로봇	固定 프로그램	작업사이클의 프로그램이 쉽게 변경되지 않는 것. 예: 캠, 릴레이회로에서 프로그램 되는 것
	可變 프로그램 1*	작업사이클의 프로그램 변경이 용이하고 또한 프로그램에 따른 固定順序로 제어가 진행되는 것. 예: 편보드, 테이프, 카드
	可變 프로그램 2*	프로그램변경이 용이하고 사이클 중에 조건에 따른 가지치기의 기능을 갖는 것. 예: 범용 시퀀서
	多擇 반복로봇	複數의 作業 사이클을 갖고 指令 프로그램에 따라 사이클 프로그램을 선택할 수 있는 것. 예: 미니컬, 범용시퀀서 등에서 프로그램 되는 것
지능로봇	감각기능과 인지기능에 따라서 行動 決定할 수 있는 로봇	

*표가 있는 로봇의 종류에는 적응기능(위치, 순서정보의 수정기능)이 부가된 것이 각각 있다.

컨스나 미니컴, 마이컴 또는 專用制御裝置로 전기에 의해 작동하는데, 空氣壓 作動의 流体素子를 사용한 것도 출현하고 있다.

産業用 로봇이 출현한 당초는 메카니컬 링크機構에 의해서 작동시키는 것이 개발되었지만 油 空氣壓作動의 것에 밀려서 일시는 소멸되는 것으로 생각되었었다. 그러나 작업의 고속화, 사이클 타임의 향상이 요구되면서 各部 動作의 同期를 하기 쉽다는 利點(고속동작의 경우, 전기적으로 각부의 상태를 검출하고 그것을 油壓 또는 空氣壓으로 변환하여 可動部를 움직이고 그 상태를 電氣의으로...와 같은 操作은 메카니컬 링크의 경우에 비교해서 同期라는 點에서 뒤떨어진 다)이 재인식되어 비교적 작은 부하의 경우, 소형 프레스용 등에 이용되게 되었다. 메카니컬 링크의 動力源은 보통 電氣이다.

電氣의 경우는 商用電源을 마그넷 스위치 등의 有接點 素子나 사이리스터 등의 無接點 素子로 제어해서 可動部에 부여하는 것이 일반적이다. 제품에는 電氣 서보 機構를 사용하는 것과 온-오프 제어의 것이 있다.

空氣壓의 경우는 다른 機器類와 함께 외부에서 공급되는 것이 대부분이지만 드물게 에어 콤프레서가 내장되는 일도 있다. 動力用으로서는 5~7 bar가 일반적이고 표준적이라 할 수 있는 사용상태에서는 규모에도 따르지 않 流量은 500~200 l/min이다. 사용상의 문제점으로는 드레인파더 스트이다. 거리가 드레인 때문에 고민하고 있다고 할 수 있을 정도로 多濕한 지역의 氣象條件의 대책에는 애를 먹는다. 水封이나 실린더類의 악영향 이외에 겨울은 凍結(夜間)-起動不能과 같은 사태도 일어난다. 극단적인 예지만 3년 정도 사용한 프레스용 로터를 오버 홀을 위해 공장에 가서 정비했더니 실린더에서 상당한 물이 나왔다는 사례가 있다. 또 空氣壓源을 외부에 의지한다는 것은 必然的으로 供給壓力의 변동에 따른 영향을 받게 된다. 사이클 타임이 저하하고 生産性이 低下된다.

油壓의 경우는 空氣壓과 달라서 油壓系(펌프

도 포함)를 내장하고 있다. 外部로부터의 動力源 잡음은 적지만 콘터미네이션(서보 밸브의 誤動作이나 劣化의 원인이 되어 暴走事故=制御不能으로 위험한 동작을 하는 것=를 일으킨다)對策, 油溫의 管理, 기름 누설 등의 문제가 있다. 電油 서보 機構를 위치결정하기 위해 사용하고 있는 것이 대부분이다. 이러한 점에는 특히 주의해야 한다. 冷却水를 油溫관리를 위해 필요로 하는 것도 있고 油溫은 30~50℃이며 냉각수온은 25℃ 이하가 표준적인 값이다.

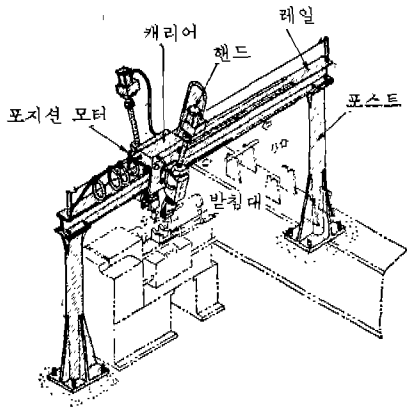
공통적 문제로서 停電對策이 있다. 油壓, 空氣壓은 그것을 발휘시키는 펌프나 콤프레서가 정지하더라도 잠시 동안은 축적이 있으므로 팔을 안전한 위치로 움직일 정도의 여유는 있다. 이 목적을 위해 어큐뮬레이터를 장치해야 한다. 制御裝置는 배터리 백 업이라도 하지 않는 한 機能을 상실해 버리므로 주의해야 한다. 또 電源 라인 등으로부터의 노이즈 문제도 誤動作으로 연결되므로 주의해야 한다.

자. 機構例

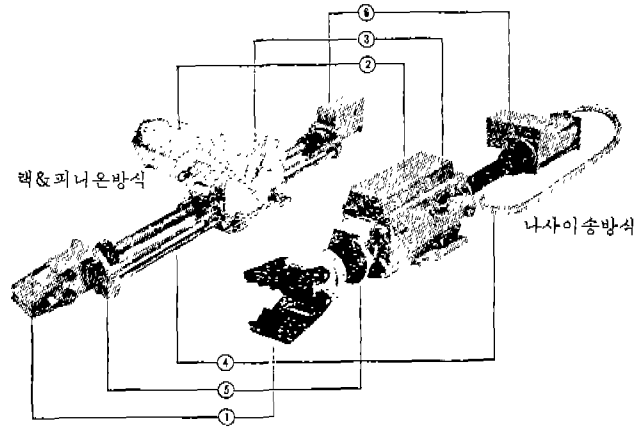
현재 상당히 많은 종류의 産業用 로봇이 實用되고 있으며 그 구조도 多岐하다. 여기서는 典型的인 예 또는 특징있는 것에 한하기로 한다.

(1) 電動의 産業用 로봇

電動의 것은 다른 動力源의 것과는 事情이 달라서 일본에서 독특한 것이 개발되었다. 伸縮(直動)運動의 선단에 개폐하는 손을 장착한 것이 기본(電動 실린더라고도 한다)이며, 이 경우 自由度는 2이다. 이것만으로는 기능으로서 불충분하므로 左右로 이동할 수 있는 門型인 전트리크 레인 構造에 위에서 下降해서 워크를 핸들링할 수 있게 한 것, 1개의 팔만이 아니고 2개의 팔을 한쪽은 워크의 로딩, 다른 쪽은 언로딩용으로 장착해서 作業時間의 단축을 도모한 것, 손목을 90° 정도 회전시키거나 30° 정도 구부릴 수 있는 것(자유도 3) 등이 있다(그림 2·8 참조). 直線運轉을 얻는 方法으로서의 전동기의 회전



〈그림 2·8〉 電動 실린더의 産業用 로봇 實用例



① 손가락 ② 발췌用모터 ③ 리미트스위치 ④ 샤프트 ⑤ 메카니컬 스톱퍼 (스트로크 가변을 위해 반고정) ⑥ 손가락 驅動力 모터

〈그림 2·9〉 전동 실린더 (래-피니온형인 것과 나사이송 방식인 것)

운동을 감속한 후 래 피니온 機構에 의해서 실현시키고 있는 것과 로터·샤프트를 특수한 構造로 해서 로터의 회전에 의해 로터와 샤프트에 만들어진 나사가 샤프트를 軸方向으로 이동시키는 2종류가 있다(그림 2·9). 停電時의 대책이나 정지상태를 확실하게 유지하기 위해 通電解除形의 브레이크 모터를 사용하고 있는 것이 보통이다.

위치결정제어의 방식은 스톱퍼에 밀어붙인 후 리미트 스위치 등으로 動力源을 끊는 端點에서 멈추게 하는 경우가 많고 도그와 리미트 스위치에 의해 스트로크 중간에서 정지시키는 일도 있다. 위치결정 정밀도는 전자의 경우 0.2mm 이하로 하는 것이 용이한데 비해 후자의 경우는 그 수 배에서 10배 이상으로 나빠지는 경우가 있다.

動作速度는 일반적으로 매 초 250mm 정도로 늦지만 스트로크 중간에서 2極 電動機를 사용해서 고속으로 하고 정지 직전에서 4~6極으로 전환해서 저속으로 전기적으로 機構를 전환, 위치결정 정밀도를 劣化시키지 않고 매 초 670mm의 동작속도를 실현하고 있다.

電氣 서보 機構를 위치결정제어를 위해 채용한 것도 있다. 이것은 前述한 것과는 다른 방식으로 만들어졌는데, 다른 空氣壓·油壓作動의 것과 유사하다고 생각하면 된다. 최고속 작동속도가 매

초 350~1,000mm로 약간 늦은 것이 단점이지만 保守의 용이성과 비교적 저가격이라는 것이 장점이다. 多關節型인 것과 円筒座標인 것이 있다.

電氣 펄스 모터 구동의 것도 개발된 예가 있다.

(2) 空氣壓驅動的 産業用 로봇

空氣壓驅動的의 것은 円筒座標系이고 스트로크의 端點에 접촉정지케 함으로써 위치결정을 하는 것이 많다. 작동영역은 각 단위동작을 하기 위해 사용되는 空氣壓 실린더 또는 로터리 액츄에이터의 스트로크로 결정된다. 즉 시판되고 있는 액츄에이터의 치수가 산업용 로봇의 機能을 규정하게 된다. 공기압 구동을 위한 구조는 다른 空氣壓 機器와 같다. 急速排氣 밸브를 사용해서 하나의 동작에서 기타로 계속할 때의 낭비시간을 단축하거나 정지시의 쇼크를 경감하기 위해 쇼크 어브소버를 사용하거나 하고 있다.

외부에서 動力源으로서의 압축공기를 공급받고 있기 때문에 配管의 임피던스가 문제가 되는 경우가 있어 주의해야 한다. 다른 動力源의 것에 비교해서 고속이라는 것이 장점이지만 配管의 임피던스가 높기 때문에 동작에 필요한 만큼의 空氣量을 충분히 공급할 수가 없고 카탈로그에 표

시된 속도가 나오지 않아 이용자의 불만을 초래했다는 예도 있다. 위치결정 정밀도는 0.1mm 정도로 높다. 이것은 메카니컬 스톱퍼에 항상 밀리고 있기 때문에 당연할 것이다. 動作의 速度를 표시하는 것은 空氣壓 驅動的의 경우는 대단히 어렵다.

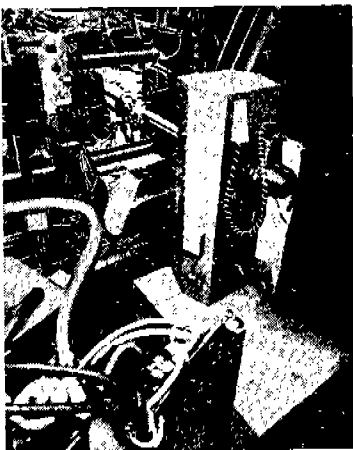
加減速의 시간이 等速運動을 하고 있는 시간보다 길고 스트로크에 의해 동작시간이 대폭 다르다. 이 점의 상세한 것에 대해서는 特性表示의 項을 참조하기 바란다. 500~1,000mm의 스트로크에서 소요 시간 1초 이하라는 것이 보통이다.

최근, 空氣壓 서보 機構가 개발되어 端點에서의 접촉정지만이 아니고 스트로크 중간의 임의의 점에 위치결정이 가능해졌다. 위치결정 정밀도는 약 2mm, 속도도 스트로크 700mm를 1초 정도로, 유압구동의 것에 필적하는 성능이다.

(3) 油壓驅動的의 産業用 로봇

임의의 위치에 위치결정하고 싶은 경우에 많이 사용되는 것이 油壓 서보 機構를 채용한 産業用 로봇이다. 필연적으로 큰 파워이다. 또 접촉정지도 소수지만 사용되고 있다.

이런 種類의 것은 Versatran(그림 2·10), Unimate(그림 2·11), Trallfa 중 어느 것에 유사한 것이 많다. 각각 원통좌표계, 극좌표계, 다관절이다. 空氣壓의 경우와 동일하게 특별히 産

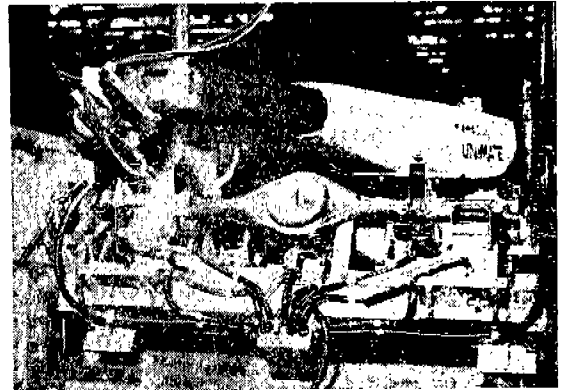


〈그림 2·10〉 Versatran (円筒座標系)

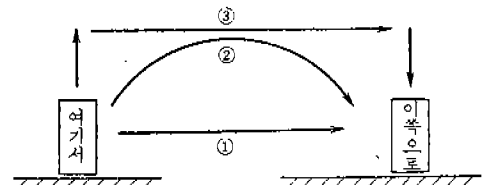
業用 로봇을 위해 개발된 구성요소는 거의 없고 一般油壓機器와 다른 것은 없다고 할 수 있다. 기름 탱크와 油壓 펌프까지 내장하고 있는 것이 보통이다. 油量은 적은 것이 30L, 많은 것은 100L를 초과한다(전후와 상하의 스트로크 1m 정도, 선회 180~270° 정도에서). 動力源의 항에서 설명한 것처럼 作動油의 관리는 신중히 해야한다.

위치결정 정밀도는 PTP 制御의 경우 약 1~5mm이며, 이는 서보 기구의 각 요소의 정밀도에 따라서 정해진다. 이것을 향상시키기 위해서는 상당한 비용이 소요된다. 空氣壓의 경우 정도는 아니지만 加減速의 시간이 길기 때문에 動作 스트로크에 따라 速度(스트로크 ÷ 소요시간)가 크게 달라진다. 최고의 것으로 1,000mm를 0.5초와 같은 예가 있다.

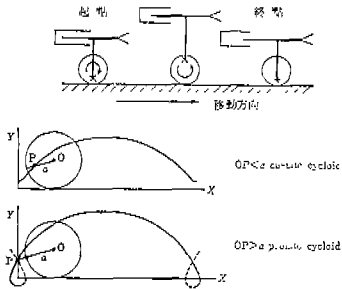
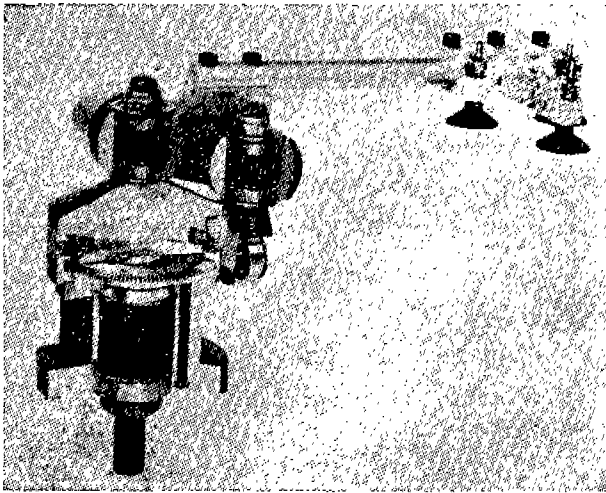
構成으로는 可動部에 制御裝置와 油壓源을 내장한 것과 가동부, 제어장치, 유압원을 분리한



〈그림 2·11〉 Unimate (極座標系)



〈그림 2·12〉 水平한 臺上의 워크의 材料의 핸들링
(①의 경로에서는 실제로는 不能. 인간은 ②와 같이 産業用 로봇은 ③과 같이 움직인다)

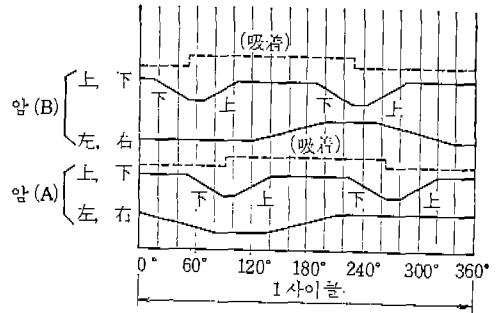
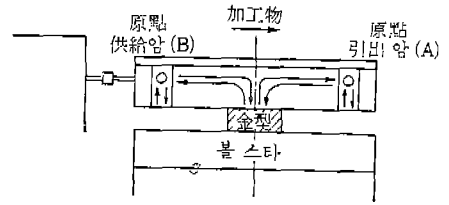


(그림 2-13) Overton Engine Co.의 팔(上)과 그 사이클로이드狀의 動作經路(下) (支點의 위치에 따라 궤적은 여러가지로 변화)

것이 있다. 前者는 콤팩트하게 되어 케이블이나 配管이 짧아도 되지만 油壓을 일정하게 유지하기 위한 制御 밸브(유압 릴리프 밸브)의 쇼크 등이 악영향을 주는 등과 같은 결점이 있다. 後者는 케이블이 노이즈를 유인하는 등과 같은 문제도 있지만 防爆이 문제되는 경우에는 制御裝置나 油壓源을 분리한 형태로 작업장에서 떨어진 장소에 설치하는 경우도 있다.

(4) 메카니컬 링크 機構를 사용한 産業用 로봇

비교적 소형의 것에 한정되어 있지만 各單位動作間의 同期를 쉽게 할 수 있다는 것 이외에 1自由度로 복잡한 형태의 경로를 취할 수 있다는 장점도 있다.



(그림 2-14) 트랜서의 타임차트

예를 들면 그림 2-12에 표시한 것처럼 水平臺 위에 놓여진 워크를 잡아서 다른 동일 수평면 내에 있는 臺로 移行시키는 경우, 일반의 單位動作이 直線 또는 1점을 중심으로 하는 圆弧와 같은 産業用 로봇으로서의 워크를 把持하고 그대로 水平으로 이동시킨다면 罅와 워크 間의 접촉문제가 있다. 아무래도 잡다→上昇→小平移動→下降→놓다와 같은 순서가 되며, 잡는 것 이외에 2自由度가 필요하다. 그런데 그림 2-13에 든 것처럼 메카니컬 링크 기구를 사용함으로써 單位動作의 經路를 사이클로이드狀으로 하면 같은 조작이 1自由度로 끝나게 된다. Cyclic Motion Robot 등과 같이 손가락의 개폐도 同期시키면 사이클로이드 軌跡에 따른 이동과 물체의 把持를 동시에 1自由度로 구성할 수가 있다.

프레스의 로딩·언로딩에는 高速性이 요구된다. 小物用으로서 1사이클 1.5초를 실현한 예(그림 2-14 참조)가 있다. 對象 프레스 機械에 同期해서 움직이는 것으로 약간 專用機의 느낌이 없는 것도 아니지만 캠式의 장점을 발휘시킨 것이다.

純可搬重量은 300g, 위치결정 정밀도는 0.1mm, 수평 스트로크 200mm, 上下 스트로크 40mm이다.