

스위치 박스 4측면 가공용 캠금형 개발

김 세 환*

Development of Cam Die for Processing Four Lateral Switch Box

Seihwan Kim*

요 약 스위치 박스는 건축물의 전선관용으로 사용되는 금속제 박스이다. 이 박스를 제조할 때는 제 1차 프레스에서 성형을 하고, 제 2차~5차 프레스로 박스의 4측면 가공을 하게 되므로 프레스 4대, 금형 4벌, 작업자 4명을 필요로 한다. 이 때문에 기계 사용료와 금형비, 인건비 등 제조원가의 상승 요인이 되고 있으며 특히 프레스의 굉음과 진동 및 안전사고의 위험성 등으로 작업자들이 직무를 기피하고 있다. 이러한 현상을 해소하기 위하여 금형 4벌에 의한 가공을 1벌의 금형에 통합시킨 캠금형 개발과 자동이송장치를 개발하였다. 그 결과, 프레스 1대와 금형 1벌로 무인화 작업을 할 수 있게 되어 직무기피요인을 해소하게 되고 제조원가 절감효과를 얻게 되었다.

Abstract A switch box is metal box for electric wire pipes in building. In manufacturing this box, the first press is used to mold and the second to fifth presses are used to process four-sides of a box. So four presses, four molds and four workers are needed. This leads to raise the manufacturing cost including machine lease rent, molding fee, and wages. To make matters worse, the roaring sound, vibration, and dangers of safety accidents make employees avoid from working that job. To solve this problem, a new Handling Mechanism and a cam die which combined four-die-involving processes into one die process were developed. That results in automation of the job with one press and one die. The job avoidance problem is solved and manufacturing cost is reduced as well.

Key Words : cam die, handling mechanism, progressive die, combination die

1. 서 론

건축물의 전선관용으로 사용되는 스위치박스(switch box)는 KSC 8458로 제정된 아연도금철판 1.6 mm로 제조된 금속제 박스이다. 종류는 크게 4종류 18품목이다[1]. 그 중에서 가장 많이 사용되는 품목은 1구용 44 mm, 2구용 44 mm, 8각 44 mm이다.

이들 스위치 박스를 제조할 때는 프레스 5대, 태핑머신 1대, 금형 5벌, 작업자 6~7명이 요구된다. 박스의 성형공정인 블랭킹(blanking), 드로잉(drawing)과 바닥부위의 피어싱(piercing)과 슬릿포밍(slitting forming)은 제 1 프레스의 제 1차 금형인 프로그레시브 금형(progressive die)이나 콤비네이션 금형(combination die)으로 완료한다. 이어서 제 2 프레스의 제 2차 금형으로 양측면 트리밍(trimming)과 피어싱 가공을 하고, 제 3차 금형으로 나머지 양측면 트리밍 가공을 한다. 제 4차 금형으로는 양측면 슬릿포밍가공을 하고, 제 5차 금형으로 벤

딩(bending)가공을 한다. 이 때의 문제점은 제 2차부터 제 5차까지의 공정이다. 이 공정을 수행하려면 프레스 4대, 금형 4벌, 작업자 4명이 스위치 박스의 4측면 가공을 하고 있는 바 기계사용료, 금형비, 인건비 등 제조원가의 상승요인과 작업자들의 직무기피요인이 되고 있다.

따라서, 전술한 문제점을 해결하기 위하여 4벌의 금형을 1벌의 금형에 통합시켜 완전 무인화 할 수 있는 캠금형(cam die)과 자동이송과 삽입·취출을 할 수 있는 핸들링장치(handling mechanism)를 개발하고자 하였다.

2. 연구개발내용

2.1 캠공정의 레이아웃

캠공정은 2개소 동시 가공스테이지로 하며 좌측과 우측에 각각 캠공구(캠펀치, 캠다이)로 구성한다. 제 1차 금형으로 성형된 스위치 박스를 제 2차 캠금형 앞으로 자동이송되어 오면, 좌측 위치결정 센서의 명령으로 터치되어 첫 번째 실린더가 금형 내 가공위치로 밀면, 제 2 프레스가 1 싸이클 확인센서의 명령을 받고 작동

*천안공업대학
Tel: 041-5500-114

되어 캠금형으로 트리밍과 $\varnothing 27$ mm의 슬릿포밍을 한다. 가공이 끝나면 취출시켜 초기의 위치로 나오면 우측으로 이송시킨다. 이 때 이송하면서 90° 회전용 실린더에 의해서 박스의 방향을 90° 로 전환시킨 후 우측 가공위치 앞으로 이송된다. 우측 위치결정 센서의 명령으로 터치되어 벤딩가공 위치로 우측실린더가 금형 안으로 밀어준다. 동시에, 다이 축의 캠이 안쪽으로 오며 벤딩다이는 후측의 캠에 의하여 벤딩다이 기능을 하기 위하여 양측 벤딩부위측으로 이동된다. 이후 제 1프레스의 1 싸이클 확인센서의 명령을 받고 프레스램이 하강하여 좌측 및 우측 가공을 동시에 행한다. 이렇게 하여 우측의 벤딩과 슬릿포밍 작업을 완료하면 프레스램이 상사점으로 이동한다. 한편, 벤딩부위측으로 이동된 캠다이는 원래상태인 안쪽으로 복귀하고 벤딩된 상태의 제품이 우측실린더에 의하여 취출된다. 취출된 박스는 근접센서에 의하여 제 2 컨베이어로 이송되어 태핑머신(tapping machine) 가공위치로 이송되는 공정으로 개발한다[2].

2.2 캠금형과 핸들링 장치의 PLC제어

2.2.1 실린더 작동체계와 기능

스위치 박스 제조공정라인은 제 1 프레스→제 2 프레스 → 태핑머신으로 이어지는 자동이송라인으로 개발할 때, 제 1 프레스의 프로그래시브 금형에 실린더 1개, 제 2 프레스의 캠금형에 실린더 4개, 태핑머신에 실린더 1개가 필요하며 이들의 작동과 기능은 다음과 같다.

① 실린더 1: 제 1 프레스의 프로그래시브 금형에서 가공품을 취출시켜 슈트로 낙하시키는 작동기능을 한다.

② 실린더 2: 제 2 프레스의 캠금형에서 좌측 스테이지로 가공품 삽입과 위치결정 및 가공후 취출작동기능을 한다.

③ 실린더 3: 좌측 스테이지에서 가공완료된 가공품을 우측 스테이지로 이송시킬 때 박스를 90° 방향으로 위치전환시키는 작동기능을 한다.

④ 실린더 4: 우측 스테이지의 가공위치로 가공품을 삽입시키고 위치결정 및 가공 후 취출시키는 작동기능을 한다.

⑤ 실린더 5: 좌측 스테이지에서 가공완료된 가공품이 취출되면 우측 스테이지로 이송시키고 즉시 리턴하는 작동기능을 한다.

⑥ 실린더 6: 제 2 컨베이어로 이송되어 온 가공품을 태핑머신의 가공위치로 삽입 및 위치결정과 가공완료 후 취출시키는 작동기능을 한다.

2.2.2 솔레노이드밸브 작동 체계와 기능

실린더 6대에 대한 작동을 컨트롤 할 수 있는 기능을 위하여 솔레노이드 밸브를 3조 설치하여 다음과 같은

작동과 기능을 하도록 한다.

① 솔레노이드 밸브 1: 프로그래시브 금형에서 가공 완료된 박스를 취출시키는 실린더 1을 작동시키는 기능을 한다.

② 솔레노이드 밸브 2: 캠금형의 좌측 스테이지에서 가공완료된 박스를 우측 스테이지로 이송시켜주는 실린더 5를 작동시키는 기능을 한다.

③ 솔레노이드 밸브 3: 캠금형의 좌측가공스테이지로 박스를 삽입·취출시키는 실린더 2와 박스를 우측으로 이송시킬 때 90° 방향으로 위치전환시키는 실린더 3과 우측가공스테이지로 박스를 삽입·취출시키는 실린더 4를 작동시키는 기능을 한다.

2.2.3 센서작동체계와 기능

실린더 및 솔레노이드 밸브의 스타트 작동과 가공품의 위치결정 및 전환확인 명령을 할 수 있는 기능을 컨트롤하기 위하여 센서를 설치하며 그들의 기능은 다음과 같이 한다.

① 센서(S1): 제 1 프레스의 프로그래시브 금형에서 미스피드(misfeed)검출 작동을 명령하여 가공품의 정확한 이송피치를 확인하는 기능을 갖는 제품이송확인센서이다.

② 센서(S2): 제 1 프레스의 프로그래시브 금형에서 가공품 취출작동을 하는 실린더 1의 작동확인을 하는 기능을 갖는 제품취출 확인센서이다.

③ 센서(S3): 제 1 컨베이어에서 가공품의 적체·정렬을 확인하는 센서로서 제 1 컨베이어의 작동을 확인하여주는 제품적체확인센서이다.

④ 센서(S4): 제 2 프레스에서 1 싸이클(1 stroke)운동을 확인시켜 가공품의 이송속도와 프레스의 속도에 대한 타이밍을 확인하는 기능을 갖는 1 싸이클 확인 센서이다. 이 때 타이밍이 적절하지 않으면 프레스는 스톱하게 된다.

⑤ 센서(S5): 캠금형의 좌측 스테이지에서 가공품을 취출하는 실린더2에 대한 작동을 확인하는 실린더2 제품취출 확인센서이다.

⑥ 센서(S6): 제 2 프레스에서 프레스램의 스타트를 명령하는 기능을 갖는 스타트 명령 센서이다.

⑦ 센서(S7): 캠금형의 좌측 스테이지로 가공품 삽입을 확인하는 실린더2 전진한 센서이다.

⑧ 센서(S8): 캠금형의 좌측 스테이지에서 가공완료된 박스를 취출하는 실린더2의 작동을 확인하는 기능을 갖는 실린더2의 후진한 센서이다.

⑨ 센서(S9): 좌측스테이지에서 취출된 가공품을 우측스테이지로 이송시킨뒤 후진하는 실린더5의 작동을 확인하는 기능을 갖는 실린더5 후진한 센서이다.

⑩ 센서(S10): 좌측 스테이지에서 취출된 가공품을

우측스테이지로 전진시켜주는 실린더5의 작동을 확인하는 기능을 갖는 실린더5 전진한 센서이다.

⑪ 센서(S11): 우측 스테이지에서 가공완료된 박스를 취출시키는 실린더4의 작동을 확인하는 기능을 갖는 실린더4 제품취출 확인센서이다.

⑫ 센서(S12): 태핑머신에서 태핑작업이 완료된 박스를 취출시키는 실린더6의 작동을 확인하는 기능을 갖는 실린더6 제품취출 확인센서이다.

⑬ 센서(S13): 태핑머신 작업테이블 위에 가공품의 위치결정과 태핑가공 스타트 작동을 확인하는 기능을 갖는 태핑작업 시작센서이다.

2.3 주변기기 작동체계

2.3.1 슈트장치

제 1 프레스의 프로그레시브 금형에서 가공완료되어 취출된 박스를 슈트위로 낙하시키면 경사된 슈트 안으로 떨어져 제 1 컨베이어까지 미끄러져 내려와 적체·정렬 및 위치 결정 확인장치로써 적체 및 비정렬이 확인되면 전원스위치로 작동정지 시킨다. 이 때 센서 S1, S2 및 실린더1과 솔레노이드 밸브1이 그 기능을 작동시킨다.

2.3.2 제 1 컨베이어 장치

제 1 프레스에서 가공이 완료되어 슈트장치로 하강된 박스를 받아 제 2 프레스로 이송시키는 역할을 한다. 이 때 제품의 적체·비정렬시 확인 센서S3이 작동을 하게 된다.

2.3.3 제 2 컨베이어 장치

제 2 프레스에서 가공이 완료된 가공품을 태핑머신까지 이송시키는 역할을 한다.

2.3.4 공압유닛장치

실린더의 작동을 콤프레셔에 의한 공압장치로 하기 위하여 공압회로개발에 따른 공압유닛장치로 작동기능을 하게 한다.

2.3.5 태핑머신컨트롤장치

가공품의 위치결정 및 취출확인과 태핑작업을 시작시키는 제어장치로서 실린더6과 센서 S12, S13이 작동을 하게 한다.

2.4 제조공정의 플로차트와 공정라인

본 논문의 연구목표는 제 2 프레스의 캠금형개발설계제작과 핸들링장치의 개발이다. 제 2 프레스에 설치된 캠금형은 제 1 컨베이어로부터 가공품을 공급받아 4측면을 가공한 뒤 태핑머신으로 이송시킨다. 제 1 프레스부터 시작하여 태핑머신으로 작업이 완료될 때까지 제조공정의 플로차트는 Figure 1과 같다.

Figure 1에 따른 박스의 제조공정도는 Figure 2와 같

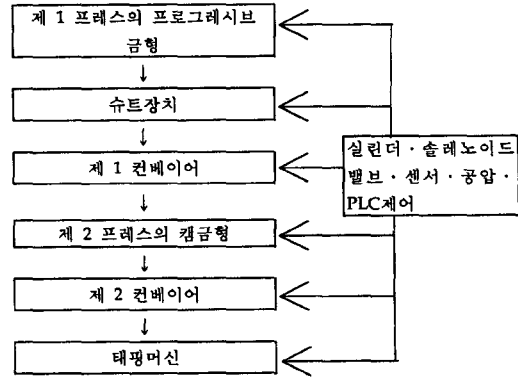


Figure 1. Flowchart for progress of work

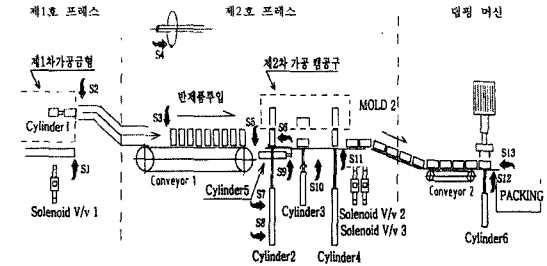


Figure 2. Process line for progress of work of box

Table 1. Parts list of cam die

1 구용 BOXES 2차				
설계일자 : 2002년 6월				
천안 공업 대학				
도면	명 칭	재 질	수 량	차 리
1	상 HOLDER	S20C	1	
2	하 HOLDER	S20C	1	
3	PACKING 판	S45C	1	
4	BLOCK(우)	SKD11	1	HRC 60
5	BLOCK(좌)	SKD11	1	HRC 60
6	CAM PUNCH(뒤.우)	SKH	1	HRC 60
7	CAM PUNCH(뒤.좌)	SKH	1	HRC 60
8	CAM PUNCH(좌.우)	SKH	2	HRC 60
9	CAM PUNCH(중앙)	SKH	1	HRC 60
10	CAM PUNCH 받침판(좌.우)	SKD11	2	HRC 60
11	CAM PUNCH 받침판	SKD11	2	HRC 55
12	BENDING PUNCH 고정판	SKD11	2	HRC 60
13	DIE BLOCK	SKD11	2	HRC 60
13-1	DIE BLOCK	SKD11	2	HRC 60
14	GUIDE PLATE	SKD11	10	HRC 60
15	BENDING DIE	SKD11	2	HRC 60
15-1	B/D CAM 받침판(뒤.우)	SKD11	1	HRC 60
15-2	B/D용 CAM	SKD11	1	HRC 55
15-3	CAM 받침판(뒤.우.좌)	S45C	4	HRC 60
16	PUNCH 22용	SKD11	4	HRC 60
17	BENDING PUNCH	SKD11	2	HRC 60
18	PUNCH 고정판	SKD11	2 Set	HRC 60
19	TRIMMING DIE	SKH	1	HRC 60
19-1	TRIMMING DIE-1	SKH	2	HRC 60
19-2	TRIMMING DIE-2	SKH	2	HRC 60
19-3	TRIMMING CAM	SKD11	1	HRC 60
19-4	T/M CAM 받침판(뒤판)	SKD11	1	HRC 60
20	TRIMMING PUNCH	SKH	2	HRC 60

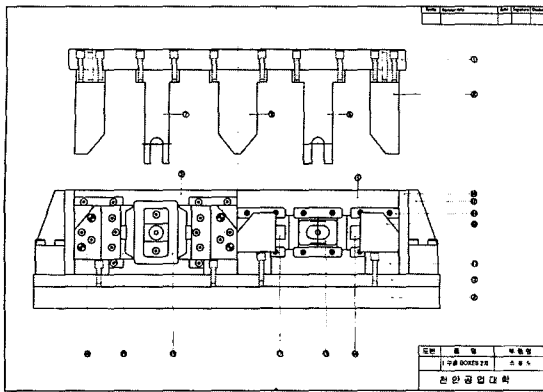


Figure 3. Design drawing of cam die (assembling drawing)

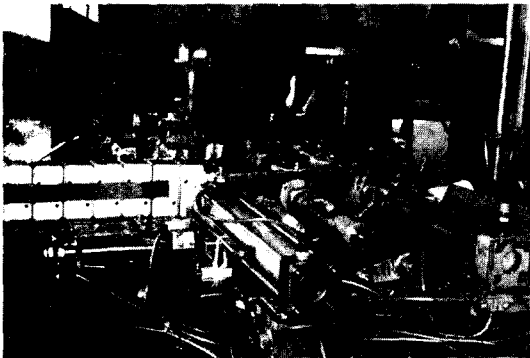


Figure 4. Cam die and handling mechanism of 2nd press

이 개발하였다.

2.5 트라이얼용 장비 설계 · 제작

2.5.1 캠금형 설계 · 제작

실린더, 솔레노이드 밸브, 센서, 공압장치를 내장시킨 캠금형의 파트리스트는 Table 1과 같으며 이에 따른 캠금형의 조립도는 Figure 3과 같다[3-9].

따라서, Table 1과 Figure 3에 의한 캠금형을 개발해 작하여 Figure 4와 같이 핸들링 장치를 제 2 프레스에 설치하였다.

3. 트라이얼 및 결과

3.1 트라이얼

트라이얼에 사용된 캠금형은 1구용 스위치 박스 가 공용이며 사용 프레스는 파워 프레스 80톤이다.

프로그램이브 금형에서 가공완료된 1구용 스위치박스를 실린더2(좌측 스테이지에서 박스를 삽입 · 취출작동)의 앞으로 이송시켰다. 이 때 센서S7이 위치결정을 확인한 후 실린더2의 전진명령을 행하였다. 1구용 스위치박

스는 좌측의 가공위치에 위치결정 되어져 센서 S4, S6의 명령에 따라 프레스가 작동되면서 가공품의 양측면 트리밍과 슬릿포밍가공을 하였다. 프레스의 램이 리턴되고 센서 S5, S2의 명령에 따라 실린더2가 작동되어 가공품을 취출시켰다.

취출된 가공품을 센서 S10의 명령으로 실린더5가 우측으로 이송시킨 후 센서 S9에 의하여 피드백(후진)되었다. 이 때 좌측의 실린더2 앞에 새로운 가공품을 진입시키고 실린더3은 좌측 스테이지에서 가공된 제품을 이송시킬 때 90° 방향으로 위치전환시켜 협폭이 광폭으로 향하고 있었다. 위치방향전환이 끝난 가공품이 우측 실린더4의 앞에 위치결정되자(좌측도 동시에 위치결정됨) 센서 S7의 명령으로 실린더2와 실린더4가 동시에 작동되어 금형 안의 우측 가공위치로 위치결정되었다. 이어 센서 S6의 명령에 따라 프레스램이 하강하여 캠편치를 작동시켰다. 이 때 좌측 스테이지에서는 광폭의 양측면의 트리밍과 슬릿포밍가공이 이루어졌으며 우측 스테이지에서는 협폭의 양측면 벤딩부위가 벤딩되었다.

좌우측 스테이지의 가공이 완료되어 프레스램이 피드백되고 센서S8의 명령으로 실린더2와 4가 후진되었다. 이어 센서S5와 S11의 명령에 따라 실린더2와 4의 제품취출확인을 하였는데 우측에서 취출되지 않았으므로 모든 장치의 작동이 스톱되었다. 우측의 제품을 수거하고, 우측 스테이지의 벤딩다이를 관찰조사한 결과 포켓내의 압력 스프링 작동이 원활하지 않아 양측으로 벌어졌던 분할다이블록이 리턴되지 않았기 때문이므로 이를 수정 보완하여 재시도한 결과 수정 전 보다 양호한 결과를 확인하게 되었다. 캠금형의 캠슬라이드 운동을 좀더 원활하게 하기 위하여 재연마하였고 윤활유를 공급하면서 계속 트라이얼 스탬핑 결과 성공적이었다.

시제품을 무작위로 10개 선택하여 5개씩 중소기업청 대전·충남지방 사무소와 경기지방중소기업청에 시험검사를 의뢰하였던 바 모두 제품도의 지시공차치수 범위 내에 해당되었다.

3.2 트라이얼 결과

개발 전 4대의 프레스와 4벌의 금형과 작업자 4명이 하던 작업을 프레스 1대와 개발된 캠금형과 핸들링 장치 1벌로 스위치 박스의 4측면 가공을 완료하게 되었다. 프레스의 자동작동과 캠금형 내의 자동이송 및 위치결정은 PLC를 사용한 전기제어장치와 공압시스템에 의하여 실린더를 작동시킨 핸들링 장치를 개발하므로써 완전무인화 할 수 있게 되었다.

프레스 가공은 3D 업종으로써 평음과 진동이 수반되고 특히 안전사고의 위험이 항상 뒤따르고 단순반복되는 작업 사이클 때문에 작업자들이 현장직무를 기피하

고 있다. 이 분야는 고용창출이 안되더라도 금형개발과 자동핸들링 장치개발로 무인화 시켜야 한다. 산업현장의 작업자들은 50세가 넘는 여성 근로자들이며 남성 근로자는 해외 연수생으로 되어있으므로 2~3년 내에 작업자 수급에 큰 어려움이 도래될 것으로 판단된다.

4. 결 론

(1) 캠금형 개발 기술과 자동이송 핸들링 장치 개발 기술을 습득하게 되어 타 품목에 응용할 수 있게 되었다.

(2) 4대의 프레스 사용을 1대로, 4벌의 금형사용을 1벌로 생력화(省力化)하게 되어 금형비와 기계사용료를 각각 75% 절감하게 되었다.

(3) 4명이 하던 작업을 무인화 할 수 있게 되어 100% 인건비 절감을 하게 되었다.

후 기

본 논문은 「2002년 중소기업 직무기피요인 해소사업」에 의하여 연구개발된 결과이며, 이를 지원하여준 중소기업청, 한국 생산기술 연구원, 천안공업대학의 제위께

감사드립니다.

참고문헌

- [1] 산업표준 심의회, KS 금속제박스 및 커버, 한국표준협회, 서울, pp. 1-15, 2001.
- [2] 김세환, 이은중, 김현효, 유정봉, 스위치박스 제조공정 개선과 핸들링 장치 개발, 한국 산학기술학회 논문지, Vol. 4, No. 1, pp. 31-35, 2003.
- [3] 大成金型設計, プレス金型構造圖面集, 日刊工業新聞社, 東京, pp. 287-291, 1995.
- [4] D. Eugene Ostergaard, Advanced Die making, McGraw-Hill Book. Co., New York, pp. 7-21, 1967.
- [5] 김세환, 프로그레시브 금형 설계 기술, 기전연구소, 서울 pp. 223-259, 1995.
- [6] 김세환, 프레스 금형 설계 자료집, 대광서림, 서울, pp. 465-477, 1993.
- [7] 太田哲, プレス加工ヒ型技術, 日刊工業新聞社, 東京, p. 52, 1990.
- [8] 김세환, 프레스금형설계기법, 대광서림, 서울, pp. 215-225, 1997.
- [9] 김세환, 프레스가공의 불량과 대책, 대광서림, 서울, pp. 173-205. 1988.