

스위치박스 제조공정 개선과 핸들링 장치 개발

김세환* · 이은종* · 김현효* · 유정봉*

Improvement of Switch Box Manufacturing Process and Development of Handling Mechanism

Seihwan Kim*, Eunjong Lee*, Hyunhyo Kim* and Jeongbong You*

요 약 스위치 박스는 건축물의 전선관용으로 사용되는 금속제 박스이다. 이 박스를 제조할 때는 프레스 5~6대, 금형 5~6벌, 태핑머신 1대, 작업자 7~8명이 요구된다. 그래서 제조원가의 상승, 근로자의 작업피로 현상이 문제점이다. 이 문제점을 해결하기 위하여 기존의 금형을 머디파이하고, 핸들링 장치를 개발함으로써 제조공정을 개선시키고자 하였다. 따라서 연구개발 결과 프레스 2대, 금형 2벌, 태핑머신 1대, 작업자 1명으로 단축시켜 생력화, 생인화, 원가절감, 수입대체 효과를 얻게 되었다.

Abstract Switch box is metal box and used for electric wire pipe in building. In manufacturing switch box, we need 5~6 press machines, 5~6 dies, 1 tapping machine, and 7~8 operators. What matters is rise of manufacturing cost and operators' reluctance of working. To solve this problem, we modified the pre-existing die and developed handling mechanism, which leads to improve the manufacturing process. After the research and development, we could reduce the number of machines and workers needed in the process; 2 press machines, 2 dies, 1 tapping machine, and 1 operator. That means we can save labor and the number of operators needed, reduce manufacturing cost, and get the effect of import replacement.

Key Words : progressive compound, combination die, switch box, modify, handling mechanism

1. 서 론

스위치박스(switch box)는 건축물의 전선관용으로 사용되는 두께 1.6 mm의 금속판재로 제조된 금속제 박스이다. 이 박스는 KSC 8458로 제정되어 있고 4종류 18 품목이다[1].

이 스위치박스를 제조할 때 사용되는 기계는 파워프레스(power press)이며 공구는 금형(die)이고 제조공정은 6~7공정이며 대략 다음과 같다. 제1공정은 콤비네이션 금형(combination die)을 사용하여 블랭킹(blanking) 가공과 드로잉(drawing)성형을 한다. 제2공정에서는 콤파운드 금형(compound die)으로 좌우측면에 트리밍(trimming)과 피어싱(piercing)가공을 하며, 제3공정은 콤비네이션 금형으로 앞뒤 측면에 트리밍 가공과 슬릿포밍 slit forming)가공을 한다.

제4공정은 콤비네이션 금형으로 박스의 바닥에 피어싱·슬릿포밍·마킹(marking)가공을 하고, 제5공정은 제

2공정에서 트리밍과 피어싱된 부위에 벤딩(bending)가공을 한다. 제6공정에서는 바닥부위에 슬릿 포밍을 하며 제7공정은 벤딩하여 피어싱된 곳에 태핑(tapping)가공으로 제조작업이 완료된다. 이와 같은 제조공정에서의 문제점은 프레스 5~6대, 금형 5~6벌, 태핑기 1대, 작업자 7~8명이 요구되므로 제조원가의 상승과 생산량이 저조하다. 더 큰 문제점은 제조공정 중에서 작업자의 손가락이 절손되는 안전사고의 발생과 프레스의 굉음, 진동, 열악한 작업장 환경 등이다. 이런 이유로 직무기피요인의 직종으로 되어 작업근로자의 수급에 차질이 대단히 커서 생산중단 현상이 발생되고 있다. 따라서 직무기피요인과 제조원가의 상승을 방지하기 위한 제조공정 개선과 이에 따른 금형의 머디파이(modify), 캠공구(cam tool·cam die), 핸들링장치(handling mechanism) 등의 연구개발이 절실히 요구된다.

2. 연구개발과제의 국내외 동향

일본에서는 1980년부터 트랜스퍼 프레스(transfer press

*천안공업대학
Tel: 041-550-0114

400 ton)에서 사용할 수 있는 트랜스퍼 금형(transfer die)과 트랜스퍼 피더(transfer feeder)를 개발하여 작업자 1명으로 거의 무인화 시키고 있다. 일본에서 개발된 트랜스퍼 금형의 스테이지 수는 총 9 스테이지(stage)로 다음과 같다[2].

- 제1스테이지 → 블랭킹 · 드로잉
- 제2스테이지 → Ø 6피어싱 · 마킹 · 측면 트리밍과 Ø 3.5 피어싱
- 제3스테이지 → 제1측면 트리밍과 슬릿포밍
- 제4스테이지 → 제2측면 트리밍과 슬릿포밍
- 제5스테이지 → 제3측면 트리밍과 슬릿포밍
- 제6스테이지 → 제4측면 트리밍과 슬릿포밍
- 제7스테이지 → 바닥 슬릿포밍
- 제8스테이지 → 슬릿 포밍과 평타작업
- 제9스테이지 → 벤딩

벤딩 후 태핑머신으로 자동 이송되어 벤딩 부위의 태핑작업으로 제조 작업을 완료하고 있다.

국내의 A 기업에서는 1994년 초에 이 장비(트랜스퍼 금형과 피더장치)를 일본으로부터 약 5천만엔에 수입·설치하여 트랜스퍼 프레스로 양산작업을 하고 있으나 손익분기점을 계산할 때 기업이윤에 큰 도움이 되질 않고 있다. 이런 사유로 독일의 슬러프레스 제작회사에서는 트랜스퍼 금형, 트랜스퍼 피더, 트랜스퍼 프레스를 배제시킨 범용프레스에서 사용할 수 있는 프로그레시브 금형을 개발하거나 트랜스퍼 다이유닛(transfer die unit)을 개발하여 사용하고 있다. 앞에서 전술한 6공정으로 생산하고 있는 방법도 일본에서 도입된 금형인 것으로 업계에는 알려지고 있다. 저자는 1991년 조치원 소재의 B 기업을 기술지도 할때 6공정중 제4공정에서 가장 많은 안전사고가 발생되므로 제4공정과 제1공정을 통합한 금형을 개발하게 되었다. 그런데 드로잉과 동시에 바닥에 Ø 6.0 mm의 피어싱 가공을 6개소 할때 발생하는 슬러그(slug)의 배출이 원활하지 않아 편치가 절손되는 현상이 발생되어 금형의 수리보수 회수가 빈번한 상태였다. 그때부터 6공정 중 1공정을 줄인 이 금형의 문제점을 지속적인 연구개발로 보완하여 현재까지 사용하고 있으며 일부 업체에서는 6공정 방법을 아직까지 사용하고 있다.

3. 연구개발 내용

3.1 금형의 머디파이와 그의 스트립레이아웃 개발

스위치 박스의 기본형상은 직사각형, 정사각형, 8각형으로 되어 있다. 개발전의 각통 드로잉과 바닥 피어싱·마킹 가공을 하기 위하여 금형 2~3벌이 필요하며 이어서 나머지 공정을 가공하려면 3~4벌의 금형이 더

요구된다. 이들의 금형을 머디파이 하여 2벌의 금형에서 가공 완료할 수 있는 스트립레이아웃을 연구 개발하고, 이에 따른 프로그레시브 금형을 제작하여 트라이얼 하면서 수정보완하기로 하였다. 개발하려는 가공공정은 피어싱·마킹, 피어싱·노칭, 세미노칭, 제1드로잉, 피어싱·슬릿포밍, 하프블랭킹(하프트리밍), 컷팅·마무리 드로잉 후 취출하도록 한다. 이때 각통 성형을 할 때 성형품 바닥의 슬릿 포밍이나 피어싱 가공을 완료하고 벤딩 성형용 플랜지 윤곽까지 가공되도록 스트립 레이아웃을 수행한다. 제품의 소재는 코일 강판이고 이송장치는 롤 피더(roll feeder)를 사용하며 가공 중 이송미스가 발생하면 프레스의 작동을 정지시킬 수 있는 미스 피드(misfeed) 검출장치를 부착하고[3], 마지막 스테이지에서 컷팅된 제품이 금형 안에서 취출이 잘 되도록 녹아웃(knock out)용 실린더를 설치한다. 이러한 가공을 수행하는 금형을 프로그레시브 콤파운드 콤비네이션 금형(progressive compound combination die)이라 한다[4]. 이 금형을 제1호기 프레스(200 ton)에 설치하고 상기의 가공이 완료되면 제2호기 프레스(80 ton)에 설치할 캠공구(캠 금형)의 구조와 작동원리 및 가공순서를 연구 개발 하고자 한다.

3.2 측면가공용 캠공구(캠금형)개발

제1호기 프레스의 프로그레시브 금형에서 성형된 4각형통(square shell)의 4측면에 트리밍, 피어싱, 슬릿포밍 가공을 할 수 있는 편치의 운동방향에 따른 캠 공구의 구조 및 작동원리를 개발한다. 가공품이 금형 안에서 위치결정을 할 때 개발 전에는 작업자의 손작업에 의하여 넣어주고 빼어 내고 하였다. 캠 공구에서는 핸들링장치의 실린더가 이 작업을 하여야 되므로 편치의 운동방향은 평행운동을 하여야 한다. 프레스 램의 운동방향은 수직운동이므로 이 운동을 수평운동으로 전환하려면 경사 캠 슬라이더(cam slider)를 사용해야 한다 [5, 6]

캠 슬라이더를 가격할 캠 드라이버용 편치를 3개 설치하여 4각형 셸의 좌우측면과 앞 뒤 측면을 가공할 수 있도록 구조설계를 한다. 이때의 가공방법은 1차 양측면 가공을 하고 취출한 뒤 이송시키면서 90° 방향으로 회전시켜 2차 가공위치로 위치결정하게 되면 1차, 2차 동시에 양 측면과 또 다른 양 측면 가공이 완료되도록 하며, 여기에는 실린더 4개를 설치한다. 실린더, 녹아웃, 프레스 사이클, 콤프레셔, 솔레노이드 밸브, 센서 등의 컨트롤은 PLC에 의하여 하게 한다.

3.3 핸들링 장치 개발

(1) 캠공구용위치결정 머니플레이터(manipulator) 작

동순서와 기능

- ① 가공품 취출 확인 기능(가공품 가공 후 작동)
- ② 스타트 명령기능(위치결정 후 작동)
- ③ 가공품 삽입 및 위치결정 확인 기능(1)
- ④ 가공품 취출 및 스타트장소 위치결정 확인기능(2)
- ⑤ 가공품 취출 및 스타트장소 위치결정 확인기능(3)
- ⑥ 가공품 삽입 및 위치결정 확인기능(4)
- ⑦ 가공품 취출 및 위치결정 확인기능(5)

(2) PLC 제어에 의한 머니플레이터

- ① 실린더 작동체계 기능
 - ㉠ 실린더 1: 제1금형의 가공품 취출 작동 기능
 - ㉡ 실린더 2: 캠 공구 1차 가공품 삽입 · 위치결정 및 취출 작동 기능
 - ㉢ 실린더 3: 가공품 90° 방향으로 위치전환 작동 기능
 - ㉣ 실린더 4: 캠 공구 2차 가공품 삽입 · 위치결정 및 취출 작동 기능
 - ㉤ 실린더 5: 가공품 이송기능
 - ㉥ 실린더 6: 태핑작업용 가공품 위치결정 및 취출 작동 기능
- ② 솔레노이드 밸브 작동체계 기능
 - ㉦ 솔레노이드 밸브 1: 실린더 1 작동 기능
 - ㉧ 솔레노이드 밸브 2: 실린더 5 작동 기능
 - ㉨ 솔레노이드 밸브 3: 실린더 2, 3, 4 작동 기능
- ③ 센서작동 체계 기능
 - ㉩ 센서 S₁ : 가공품 이송 확인 센서: 미스 피드 검출기능(제1프레스)
 - ㉪ 센서 S₂ : 가공품 취출 확인 센서: 실린더1 작동 확인 기능(제1프레스)
 - ㉫ 센서 S₃ : 가공품 적체·정렬 확인 센서: 컨베이어 운동 확인 기능
 - ㉬ 센서 S₄ : 1 스트로크(1 cycle) 확인 센서: 제2 프레스
 - ㉭ 센서 S₅ : 가공품 취출 확인 센서: 실린더 2 작동 확인 기능
 - ㉮ 센서 S₆ : 스타트 명령센서: 제2프레스 펀칭 작업 개시 기능
 - ㉯ 센서 S₇ : 전진(삽입)한 센서: 실린더 2 작동 확인 기능
 - ㉺ 센서 S₈ : 후진(취출)한 센서: 실린더2 작동 확인 기능
 - ㉻ 센서 S₉ : 후진(취출)한 센서: 실린더 5 작동 확인 기능
 - ㉼ 센서 S₁₀: 전진(삽입)한 센서: 실린더 5 작동 확인 기능

- ㉽ 센서 S₁₁: 가공품 취출 센서: 실린더 4 작동 확인 기능
- ㉿ 센서 S₁₂ : 가공품 취출 센서: 실린더 6 작동 확인 기능
- ㊀ 센서 S₁₃ : 태핑 시작 센서: 태핑머신 작동 확인 기능

(3) 주변 기기에 의한 머니플레이터

- ① 슈트(shute) 장치
가공품 낙하 후 컨베이어 상면(上面)의 정렬·위치 결정 확인 장치로 반제품(가공품) 적체 및 비 정렬시 전원 에 의한 on-off 스위치 작동
- ② 제 1컨베이어 장치
제 1프레스에서 가공이 완료된 반제품의 적체 · 정렬 확인 기능과 제2프레스로 반제품 이송기능
- ③ 제 2컨베이어 장치
제 2프레스에서 가공이 완료된 가공품의 적체 · 정렬 확인 기능과 태핑기로 반제품 이송 기능
- ④ 콤프레셔 유닛 장치
콤프레셔 기구에 의한 실린더 작동 기능 장치
- ⑤ 태핑머신 제어 장치
반제품위치 결정 및 취출 확인과 태핑 작업 개시 지령 장치

4. 장비의 설계 · 제작 및 트라이얼

4.1 장비(금형 · 캠공구 · 핸들링 장치)설계 · 제작

프로그레시브 콤파운드 콤비네이션 금형의 조립도는 Figure 1과 같이 설계·작도 하였고 캠 공구(캠 금형)의 조립도는 Figure 2와 같이 설계·작도하였다 Figure 1과 Figure 2에 대한 부품도도 설계·작도 하였다. 핸들링 장치는 Figure 3과 같이 3.3항에 의거한 개념도를 레이아웃하였다. 제 1호기 프레스에 1차 금형인 프로그레시브

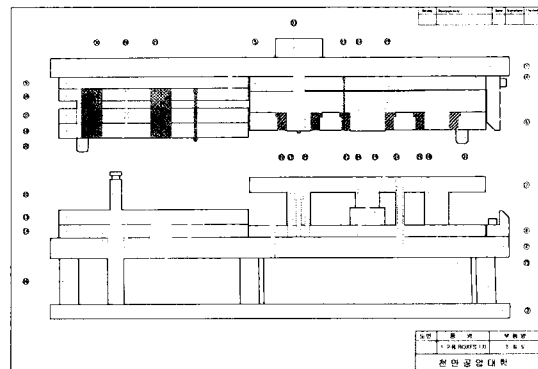


Figure 1. Assembling drawing of progressive die.

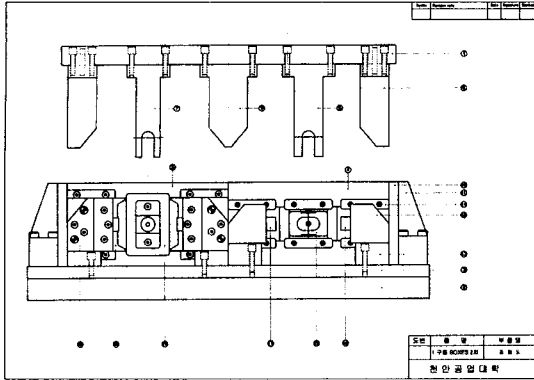


Figure 2. Assembling drawing of cam die.

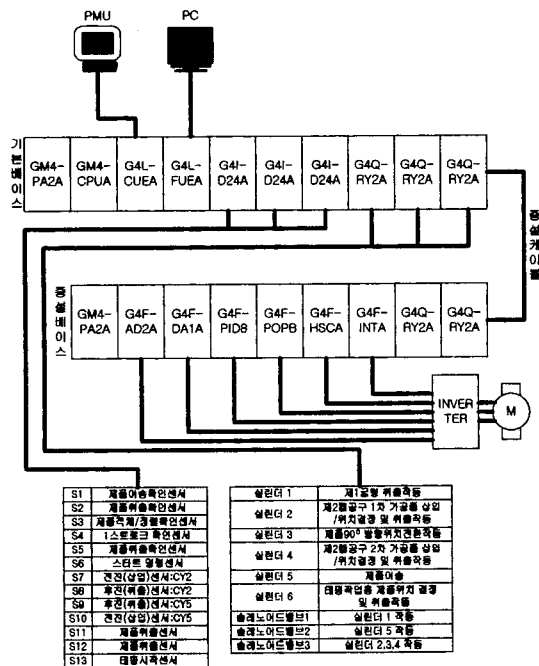


Figure 3. Layout in PLC.

금형을 설치하고 제2호기 프레스에 2차 캠 금형을 설치하여 개발 전 5~6대의 프레스를 2대로 줄인 가공라인으로 개발한 것이다. 핸들링 장치에 필요한 센서는 13~14개 정도이고, 실린더는 6~7개이며, 솔레노이드 밸브는 3개, 컨베이어 시스템은 2대로 한다. Figure 1, Figure 2, Figure 3의 부품들은 출도(出圖)에 의한 외주임가공과 구매품으로 조달받아 조립 제작하였다.

4.2 트라이얼

(1) 프로그레시브 금형 트라이얼

Figure 4와 같이 파워프레스 200 ton에 Figure 1의 금형을 설치하고 트라이얼을 수행하였다. 초기에 입안

연구한 스트립 레이아웃에 따른 금형의 작동을 트라이얼하여 비교 검토한 결과 이송시 소재폭의 축소관계로 이송이 원활하지 않았고 성형 제품의 코너부위에 굽힌 상처와 타편치에 가격당한 타흔이 발생하였다. 제품의 코너부위에 주름살도 발생하였다. 이들의 문제점을 해결하기 위하여 가이드 리프터 핀(lifter pin)의 설치치수를 보정하였고 편치와 다이블록의 재연마를 실시하였으며 편치별로 조립 위치와 길이를 조정 보완 설치하였다. 주름살 발생에 대한 처리는 쿠션력의 수정과 편치 각반지름(Rp), 다이 각반지름(Rd), 모서리 각반지름(Re) 값을 축소하여 다시 제작하였다[7, 8]. 소재이송레벨도 조정하여 제1차 드로잉과 2차 드로잉시 발생하는 전단과 성형가공에서의 다이레벨·이송 레벨의 언밸런스도 해소하였다. 수정 보완된 금형을 조립하여 재 트라이얼을 수행하였다. 결과는 초기의 문제점을 일부 해소시켰으나 2곳의 스테이지에는 해결되지 않았다. 반복 수정보완을 5회 실시하여 모든 문제점을 해소시켰다.

(2) 캠 공구 및 핸들링 장치 트라이얼

Figure 5와 같이 파워 프레스 80 ton에 캠 공구를 설치하였다. 제1호기 프레스의 프로그레시브 금형에서 성형된 4각형 셀(스위치박스)의 제2호기 80 ton 프레스에서의 가공은 1차 좌우측면 트리밍과 슬릿 포밍 가공, 2차 앞뒤 측면 트리밍과 슬릿 포밍 및 벤딩 가공이다. 트라이얼 결과 1차 좌우 측면 가공에서 가공 후 취출시 제품이 다이블록에서 녹아웃되지 않았으며 슬릿 포밍 성형 높이가 제품도 치수보다 작았다. 2차 가공에서도 1차와 동일한 문제점이 발생하였으며 특히 트리밍 가공 후 가공품의 양측 높이와 앞뒤 높이가 일정하지 않았고, 가공품 테두리 코너부위(Rc) 부근의 상변 측면에 스트레처 스트레인(stretcher strain)상처도 발생하였다. 캠 편치로 불리는 캠 드라이버와 캠 슬라이드의 운동에도 경사각도 불일치에 따른 문제점을 발견하였다. 상기의 문제점을 해결하는데 5회의 반복 수정 보완을 시도하였다. 같이 실시한 핸들링 장치에서는 프레스 S.P.M과 기

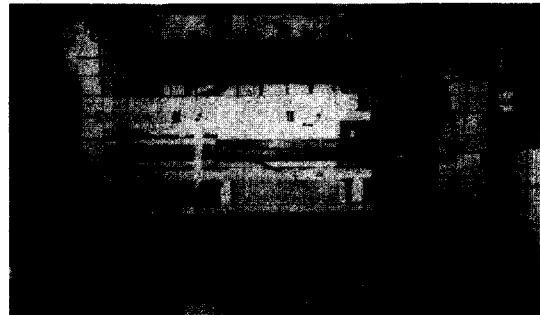


Figure 4. Progressive die of 1st press.



Figure 5. Cam die and handling mechanism of 2nd press.

기 운동시의 타이밍 조절과 실린더의 순차적인 작동에 대한 수정보완으로 트라이얼을 완료하였다.

5. 결 론

개발전 5~6벌의 금형을 머디파이하여 프로그레시브 콤파운드·콤비네이션 금형 1벌과 캠공구(캠금형) 1벌 및 핸들링 장치를 설계·제작하여 트라이얼 한 결과 다음과 같은 결론과 기대효과를 얻게 되었다.

1. 5~6벌의 금형을 2벌로, 5~6대의 프레스를 2대로 생력화(省力化)하게 되어 금형비와 기계사용료를 각각 50% 이상 절감하게 되었다.
2. 개발 전 7~8명이 하던 작업을 개발 후 1명으로 생인화(省人化)하게 되어 인건비를 80% 이상 줄일 수 있으며 작업자의 직무기피 현상을 해소할 수 있다.
3. 수입 장비(일본식 트랜스퍼 금형 5억원)에 대한 수입대체 효과를 기대할 수 있다.(개발 후 자체 제작시 6~7천만원)

4. 개발전 15개/분 생산에서 개발후 30개/분으로 향상할 수 있어 100% 이상의 생산성을 향상시킬 수 있다.

5. 개발전 프레스 5~6대 가동시의 진동과 소음발생을 개발후 프레스 2대를 사용하게 되어 기계사용료를 50% 이상 줄일 수 있고 열악한 작업 환경을 개선할 수 있다.

후 기

본 논문은 「2002년 중소기업 직무기피요인 해소사업」에 의하여 연구개발된 결과이며, 이를 지원하여준 중소기업청, 한국생산기술연구원, 천안공업대학의 제위께 감사드립니다.

참고문헌

- [1] 산업표준 심의회, KS 금속제막스 및 커버, 한국표준협회, 서울, pp. 1-15, 2001.
- [2] 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.
- [3] D. Eugene Ostergaard, Advanced Die making, McGraw-Hill Book. Co., New York, pp. 7-21, 1967.
- [4] 김세환, 프로그레시브 금형 설계 기술, 기전연구소, 서울 pp. 223-259, 1995.
- [5] 김세환, 프레스 금형 설계 자료집, 대광서림, 서울, pp. 465-477, 1993.
- [6] 太田哲, プレス加工ヒ型技術, 日刊工業新聞社, 東京, p. 52, 1990.
- [7] 김세환, 프레스금형설계기법, 대광서림, 서울, pp. 215-225, 1997.
- [8] 김세환, 프레스가공의 불량과 대책, 대광서림, 서울, pp. 173-205, 1988.