

8각 아웃렛 박스 제조용 금형 및 주변기기 개발

최계광^{1*}

Developing die and Peripheral Equipment Used for the Manufacture of Octagonal Outlet Boxes

Kye-Kwang Chio^{1*}

요 약 본 논문은 8각 아웃렛 박스 제조용 수동 금형을 2벌의 금형으로 자동화한 것에 관한 연구이다. 8각 아웃렛 박스는 건축물의 전선관용 스위치 박스 또는 배선 연결용 박스이다. 이 박스를 제조 할 때는 제 1차 프레스에서 성형하고 제 2-6차 프레스로 8각 아웃렛 박스의 4측면 가공과 벤딩을 하게 되므로 프레스 6대, 금형 6벌, 작업자 7명을 필요로 한다. 이 때문에 인건비 과다발생, 생산속도 저조, 불량률 10% 이상 발생, 제조원가 상승의 요인이 되고 있으며, 프레스의 굉음과 진동 및 안전사고의 위험 등으로 작업자들이 직무를 기피하고 있다. 이러한 현상을 없애기 위해 금형 5벌을 1벌의 금형에 통합시킨 캠금형 개발과 자동이송장치를 개발 하였다. 그 결과 프레스 2대와 금형 2벌로 무인화 작업을 할 수 있게 되어 직무기피요인을 해소하게 되고 제조원가 절감효과를 얻게 되었다.

Abstract This paper deals with the development of manually operated die used for the manufacture of octagonal boxes into two sets of automated die. In particular, the octagonal boxes are used for the switch boxes intended for the cable conduit of buildings or for wiring connection.

Manufacturing these boxes requires forming the materials using the primary press before they undergo 2nd through 6th processing by the press machine including the four sides of the octagonal outlet box and bending. Such complicated process hikes up labor cost, slows down production, and results in defect rate of 10% or higher; hence the overall rise in manufacturing cost. Moreover, workers avoid this type of work due to the roar and vibration coming from the press and the risk of accident. To eliminate such phenomenon, a CAM die made by integrating five sets of die into one set of die and an automatic conveyor system were developed. As a result, unmanned work was realized with only two units of press and two sets of die; thus solving the problem of work being avoided and saving on manufacturing cost.

Key Words : 프로그레시브금형(progressive die), 캠금형(cam die), 스트립레이아웃(strip layout), 8각 아웃렛 박스(Octagonal Outlet Boxes)

1. 서 론

8각 아웃렛 박스(outlet box)는 건축물의 전선관용 스위치 박스 또는 배선 연결용 박스로 사용되는 두께 1.6mm의 금속판재로 제작된 금속제 박스로서 3종류(H:44mm, 54mm, 75mm)로 분류되며 KSC 8458로 되어 있다(그림.1). 이

아웃렛을 제조할 때는 기계로 프레스를, 공구로는 금형을 사용하며 제조공정은 총7개 공정으로 다음과 같다(그림.2).

제 1공정은 콤비네이션 금형(combination die)을 사용하여 블랭킹(blanking)가공과 8각형셀로 드로잉(drawing) 성형을 한다. 제 2공정은 전단금형(shearing die)을 사용하여 노칭(notching)과 피어싱(piercing)가공을 라운드부위에 대각선의 양측면에 교대로 한다. 제 3공정은 콤비네이션 금형을 사용하여 8각형 셀의 장변 앞뒤측면에 트리밍(trimming)과 슬릿포밍(slot forming)가공을 2회 교대로 반복한다. 제 4공정은 콤비네이션 금형을 사용하여 8각

이 논문은 2005년 중소기업청 중소기업기술혁신개발사업에 의하여 연구 개발되었음.

¹(주)현대베관

*교신처 : 최계광(ckkwang@naver.com)

형 셀의 장변 좌우측면에 트리밍과 슬릿 포밍 가공을 하고 동시에 라운드변 부위까지 트리밍가공을 2회 교대로 반복 한다. 제 5공정은 콤비네이션 금형을 사용하여 8각형 셀의 바닥부위에 피어싱 6개소(∅6mm), 슬릿포밍 5개소(∅22mm 3개소, ∅27mm 2개소), 마킹(marking)가공을 한다. 제 6공정은 제2공정에서 가공된 노칭부위에 90°벤딩(bending)가공을 2회 교대로 반복한다. 제 7공정은 벤딩 부위의 피어싱 홀에 태핑(tapping)가공으로 작업을 완료 한다. 이와 같은 제조공정에서의 문제점은 프레스6대, 금형6벌, 태핑머신1대, 작업자 7명이 요구 되므로 인건비과다, 생산속도 저조, 불량률10%발생, 제조원가 상승 등이다.

따라서 이러한 문제점을 해결하기 위하여, 작업 기피 요인 해소, 안전사고 방지, 생산량 증가, 공정 수 절감, 작업장 환경 개선, 불량률감소, 제조원가 절감, 성력화, 성인화를 위한 제조공정을 개선 할 수 있는 프로그레시브 금형(progressive die)과 캠 금형(cam die), 주변기기(PLC 전기제어에 의한 자동정렬 제어장치, 자동이송 제어장치, 자동위치결정 제어장치, 미스피드 검출장치, 녹아웃 확인장치, 작업명령 제어장치, 1 사이클 확인장치)를 개발하고자 하였다.

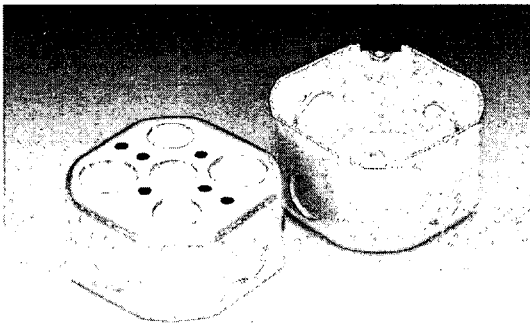


그림 1. 8각 아웃렛 박스

2. 연구개발내용

2.1 프로그레시브금형의 스트립레이아웃 개발과 금형설계

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

이들의 금형을 수정 하여 2벌의 금형에서 가공 완료 할 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), 커팅·마무리 드로잉 후 취출하도록 하였다. 이때 각종 성형을 할 때 성형품 바닥의 슬릿 포밍이나 피어싱 가공을 완료하고 벤딩 성형용 플랜지 윤곽까지 가공되도록 스트립 레이아웃을 수행하였다. 제품의 소재는 코일 강판이고 이송장치는 롤 피더(roll feeder)를 사용하며 가공 중 이송미스가 발 생하면 프레스의 작동을 정지시킬 수 있는 미스 피드(mis feed) 검출장치를 부착하고, 마지막 스테이지에서 커팅 된 제품이 금형 안에서 취출이 잘 되도록 녹아웃(knock out)용 실린더를 설치하였다. 이러한 가공을 수행하는 금형을 프로그레시브 콤파운드 콤비네이션 금형(progressive compound combination die)이라 한다. 이 금형을 제1호기 프레스(200ton)에 설치하고 상기의 가공이 완료되면 제2호기 프레스(80ton)에 설치할 캠 공구(캠 금형)의 구조와 작동원리 및 가공순서를 연구개발 하고자 하였다.



그림 2. 공정별 작업 라인

2.2 캠금형 공정의 레이아웃과 공정설계

캠 공정은 2개소 동시 가공스테이지로 하며 좌측과 우측에 각각 캠 금형(캠 펀치, 캠 다이)로 구성한다. 제 1차 금형으로 성형된 8각 아웃렛 박스를 제 2차 캠 금형 앞으로 자동 이송되어 오면, 좌측 위치결정 센서의 명령으로 터치되어 첫 번째 실린더가 금형 안의 가공위치로 밀면, 제 2 프레스가 1 사이클 확인센서의 명령을 받고 작동되어 캠 금형으로 트리밍과 ∅27mm의 슬릿포밍을 한다. 가공이 끝나면 취출 시켜 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 터치 되어 벤딩가공 위치로 우측실린더가 금형 안으로 밀어 준다. 동시에, 다이 측의 캠이 안쪽으로 오며 벤딩 다이는 우측의 캠에 의하여 벤딩다이 기능을 하기 위하여 양측 벤딩 부위측으로 이동된다. 이후 제 1프레스의 1 사이클 확인

센서의 명령을 받고 프레스 램이 하강하여 좌측 및 우측 가공을 동시에 행한다. 이렇게 하여 우측의 밴딩과 슬릿 포밍 작업을 완료하면 프레스 램이 상사점으로 이동한다. 한편, 밴딩 부위측으로 이동된 캠 다이는 원래상태인 안쪽으로 복귀하고 밴딩된 상태의 제품이 우측 실린더에 의하여 취출된다. 취출된 박스는 근접센서에 의하여 제 2 컨베이어로 이송되어 태핑머신(tapping machine) 가공 위치로 이송되는 공정으로 개발하였다.

2.3 캠 금형과 주변기기 장치의 PLC제어

2.3.1 실린더 작동체계와 기능

8각 아웃렛 박스 제조공정라인은 제 1 프레스 → 제 2 프레스 → 태핑머신으로 이어지는 자동이송라인으로 개발할 때, 제 1 프레스의 프로그래시브금형에 실린더 1개, 제 2 프레스의 캠 금형에 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 캠 금형에서 좌측 스테이지로 가공품 삽입과 위치결정 및 가공 후 취출 작동기능을 한다.
- 3) 실린더 3 : 좌측 스테이지에서 가공 완료된 가공품을 우측 스테이지로 이송시킬 때 박스를 90° 방향으로 위치 전환시키는 작동기능을 한다.
- 4) 실린더 4 : 우측 스테이지의 가공위치로 가공품을 삽입시키고 위치결정 및 가공 후 취출 시키는 작동기능을 한다.
- 5) 실린더 5 : 좌측 스테이지에서 가공 완료된 가공품이 취출 되면 우측 스테이지로 이송시키고 즉시 리턴하는 작동기능을 한다.
- 6) 실린더 6 : 제 2 컨베이어로 이송되어 온 가공품을 태핑머신의 가공 위치로 삽입 및 위치결정과 가공완료 후 취출 시키는 작동 기능을 한다.

2.3.2 솔레노이드밸브 작동 체계와 기능

실린더 6대에 대한 작동을 제어 할 수 있는 기능을 위하여 솔레노이드밸브를 3조 설치하여 다음과 같은 작동과 기능을 하도록 한다.

- 1) 솔레노이드 밸브 1 : 프로그래시브 금형에서 가공 완료된 박스를 취출 시키는 실린더 1을 작동시키는 기능을 한다.
- 2) 솔레노이드 밸브 2 : 캠 금형의 좌측 스테이지에서 가

공 완료된 박스를 우측 스테이지로 이송시켜주는 실린더 5를 작동시키는 기능을 한다.

- 3) 솔레노이드 밸브 3 : 캠 금형의 좌측가공스테이지로 박스를 삽입 · 취출 시키는 실린더2와 박스를 우측으로 이송시킬 때 90° 방향으로 위치 전화시키는 실린더 3과 우측 가공스테이지로 박스를 삽입 · 취출 시키는 실린더 4를 작동시키는 기능을 한다.

2.3.3 센서작동체계와 기능

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

- 1) 센서(S1) : 제 1프레스의 프로그래시브 금형에서 미스 피드(mis feed) 검출 작동을 명령하여 가공품의 적합한 이송피치를 확인하는 기능을 갖는 제품이송 확인 센서이다.
- 2) 센서(S2) : 제 1 프레스의 프로그래시브 금형에서 가공품 취출작동을 하는 실린더 1의 작동확인을 하는 기능을 갖는 제품 취출 확인 센서이다.
- 3) 센서(S3) : 제 1 컨베이어에서 가공품의 적체 · 정렬을 확인하는 센서로서 제 1 컨베이어의 작동을 확인하여 주는 제품적체확인 센서이다.
- 4) 센서(S4) : 제 2 프레스에서 1 사이클(1 stroke)운동을 확인시켜 가공품의 이송속도와 프레스의 속도에 대한 타이밍을 확인하는 기능을 갖는 1 사이클 확인 센서이다. 이 때 타이밍이 적절하지 않으면 프레스는 스톱하게 된다.
- 5) 센서(S5) : 캠 금형의 좌측 스테이지에서 가공품을 취출하는 실린더2 에 대한 작동을 확인하는 실린더2 제품 취출 확인센서이다.
- 6) 센서(S6) : 제 2 프레스에서 프레스 램의 스타트를 명령하는 기능을 갖는 스타트 명령 센서이다.
- 7) 센서(S7) : 캠 금형의 좌측 스테이지로 가공품 삽입을 확인하는 실린더 2 전진한 센서이다.
- 8) 센서(S8) : 캠 금형의 좌측 스테이지에서 가공 완료된 박스를 취출 하는 실린더2의 작동을 확인하는 기능을 갖는 실린더2의 후진한 센서이다.
- 9) 센서(S9) : 좌측스테이지에서 취출된 가공품을 우측스테이지로 이송 시킨 뒤 후진하는 실린더5의 작동을 확인하는 기능을 갖는 실린더5 후진한 센서이다.
- 10) 센서(S10) : 좌측 스테이지에서 취출된 가공품을 우측스테이지로 전진 시켜주는 실린더5의 작동을 확인하는 기능을 갖는 실린더5 전진한 센서이다.

- 11) 센서(S11) : 우측 스테이지에서 가공 완료된 박스를 취출 시키는 실린더4의 작동을 확인하는 기능을 갖는 실린더4 제품 취출 확인 센서이다.
- 12) 센서(S12) : 태핑머신에서 태핑작업이 완료된 박스를 취출 시키는 실린더6의 작동을 확인하는 기능을 갖는 실린더6 제품 취출 확인센서이다.
- 13) 센서(S13) : 태핑머신 작업테이블 위에 가공품의 위치결정과 태핑가공 스타트 작동을 확인하는 기능을 갖는 태핑작업 시작 센서이다.

2.4 주변기기 작동체계

2.4.1 슈트장치

제 1 프레스의 프로그레시브 금형에서 가공 완료되어 취출된 박스를 슈트 위로 낙하시키면 경사된 슈트 안으로 떨어져 제 1 컨베이어까지 미끄러져 내려와 적체·정렬 및 위치 결정 확인 장치로써 적체 및 비 정렬이 확인 되면 전원스위치로 작동정지 시킨다. 이때 센서 S1, S2 및 실린더1과 솔레노이드 밸브1이 그 기능을 작동시킨다.

2.4.2 제 1 컨베이어 장치

제 1 프레스에서 가공이 완료되어 슈트장치로 하강된 박스를 받아 제 2프레스로 이 송시 키는 역할을 한다. 이때 제품의 적체·비정렬시 확인센서 S3이 작동을 하게 된다.

2.4.3 제 2 컨베이어 장치

제 2 프레스에서 가공이 완료된 가공품을 태핑머신까지 이송시키는 역할을 한다.

2.4.4 공압유닛장치

실린더의 작동을 콤프레셔에 의한 공압 장치로 하기 위하여 공압 회로개발에 따른 공압 유닛 장치로 작동기

능을 하게한다.

2.4.5 태핑머신 제어 장치

가공품의 위치결정 및 취출 확인과 태핑작업을 시작시키는 제어장치로서 실린더6과 센서 S12, S13이 작동하게 한다.

2.5 제조공정의 플로차트와 공정라인

본 논문의 연구목표는 제 2 프레스의 캠 금형 개발 설계제작과 핸들링장치의 개발핵심이다. 제 2프레스에 설치된 캠 금형은 제 1 컨베이어로부터 가공품을 공급받아 4측면을 가공한 뒤 태핑머신으로 이송시킨다. 제 1 프레스부터 시작하여 태핑머신으로 작업이 완료될 때까지 제조공정의 플로차트는 그림.3과 같다.

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 프로그레시브 금형 트라이 아웃

파워프레스 200ton에 제1차 프로그레시브 금형을 설치하고 트라이 아웃을 수행하였다. 초기에 입안 연구한 스트립 레이 아웃도에 따른 금형의 작동을 트라이 아웃 하여 비교 검토한 결과 이송시 소재폭의 축소관계로 이송이 원활하지 않았고 성형 제품의 코너부위에 굽힌 상처와 타핀치에 가격당한 타흔이 발생하였다. 제품의 코너 부위에 주름살도 발생하였다. 이들의 문제점을 해결하기 위하여 가이드 리프터 핀(ifter pin)의 설계치수를 보정하였고 펀치와 다이블록의 재연마를 실시하였으며 펀치별로 조립 위치와 길이를 조정 보완 설치하였다. 주름살 발생에 대한 처리는 쿠션력의 수정과 펀치 각반지름(Rp), 다이 각반지름(Rd), 모서리 각반지름(Re) 값을 축소하여 다시 제작하였다. 소재이송레벨도 조정하여 제1차 드로

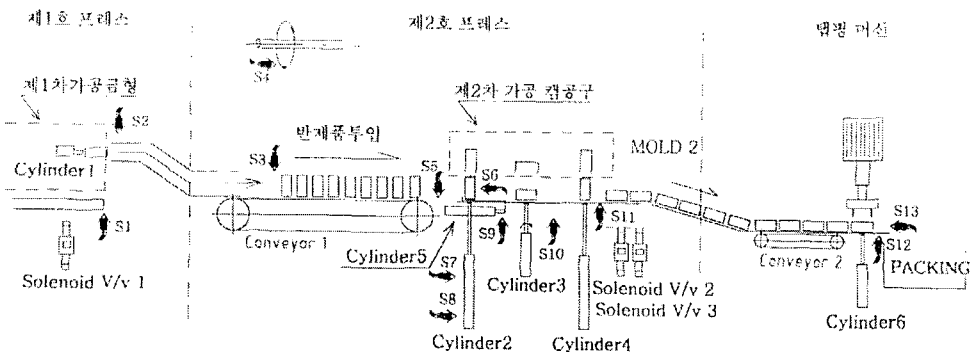


그림 3. 스위치박스제조공정 라인

잉과 2차 드로잉 시 발생하는 전단과 성형가공에서의 다 이레벨·이송 레벨의 언밸런스도 해소하였다. 수정 보완된 금형을 조립하여 재 트라이 아웃을 수행하였다. 결과는 초기의 문제점을 일부 해소시켰으나 2곳의 스테이지에는 해결되지 않았다. 반복된 수정보완을 5회 실시하여 모든 문제점을 해소시켰다.

3.2 캠 금형 및 핸들링 장치의 트라이 아웃

트라이 아웃에 사용된 캠 금형은 8각 아웃렛 박스 가공이며 사용 프레스는 파워 프레스 80톤이다. 프로그램된 금형에서 가공 완료된 8각 아웃렛 박스를 실린더 2(좌측 스테이지에서 박스를 삽입·취출 작동)의 앞으로 이송시켰다. 이 때 센서S7이 위치결정을 확인한 후 실린더2의 전진명령을 행하였다. 8각 아웃렛 박스는 좌측의 가공위치에 위치결정 되어져 센서 S4, S6의 명령에 따라 프레스가 작동되면서 가공품의 양측면 트리밍과 슬릿 포밍 가공을 하였다. 프레스의 램이 리턴 되고 센서S5, S2의 명령에 따라 실린더2가 작동되어 가공품을 취출시켰다. 취출된 가공품을 센서S10의 명령으로 실린더5가 우측으로 이송시킨 후 센서S9에 의하여 피드백(후진) 되었다. 이 때 좌측의 실린더2 앞에 새로운 가공품을 진입시키고 실린더3은 좌측 스테이지에서 가공된 제품을 이송시킬 때 90° 방향으로 위치 전환시켜 협폭이 광폭으로 향하고 있었다. 위치방향 전환이 끝난 가공품이 우측 실린더4의 앞에 위치 결정되자(좌측도 동시에 위치 결정됨) 센서 S7의 명령으로 실린더2와 실린더4가 동시에 작동되어 금형 안의 우측 가공위치로 위치 결정되었다. 이어 센서S6의 명령에 따라 프레스 램이 하강하여 캠 펀치를 작동시켰다. 이 때 좌측 스테이지에서는 광폭의 양측면의 트리밍과 슬릿 포밍 가공이 이루어졌으며 우측 스테이지에서는 협폭의 양측면 벤딩부위가 벤딩 되었다. 좌우측 스테이지의 가공이 완료되어 프레스 램이 피드백 되고 센서S8의 명령으로 실린더2와 4가 후진되었다. 이어 센서S5와 S11의 명령에 따라 실린더2와 4의 제품 취출 확인을 하였는데 우측에서 취출 되지 않았으므로 모든 장치의 작동이 스톱 되었다. 우측의 제품을 수거하고, 우측 스테이지의 벤딩 다이틀을 관찰 조사한 결과 포켓내의 압력 스프링 작동이 원활하지 않아 양측으로 벌어졌던 분할다이블록이 리턴 되지 않았기 때문이므로 이를 수정 교체하여 재시도한 결과 교체 전 보다 양호한 결과를 확인하게 되었다. 캠 금형의 캠 슬라이드 운동을 좀 더 원활하게 하기 위하여 재연마하였고 윤활유를 공급하면서 계속 트라이얼 스탬핑한 결과 성공적이었다. 시제품을 무작위로 10개 선택하여 5개씩 한국표준협회 KS C 8458의 검사기준에 의해 시험검사를 한 결과 제품도의 지시공차

치수 범위 내에 해당되었다.

3.3 트라이 아웃 결과

제1차 프로그레시브금형은 개발전의 콤비네이션 금형에 비하여 하중력 집중을 분산시켰으므로 핑음과 진동을 감소시키게 되었다. 특히 2차 금형은 개발 전 5대의 프레스와 5벌의 금형과 작업자 5명이 하던 작업을 프레스 1대와 개발된 캠 금형과 핸들링 장치 1벌로 스위치 박스의 4측면 가공을 완료하게 되었다. 프레스의 자동작동과 캠 금형 내의 자동이송 및 위치결정은 PLC를 사용한 전기제어장치와 공압 시스템에 의하여 실린더를 작동시킨 핸들링 장치를 개발하므로써 완전무인화 할 수 있게 되었다. 프레스 가공은 3D 업종으로써 핑음과 진동이 수반되고 특히 안전사고의 위험이 항상 뒤따르고 단순 반복되는 작업 사이클 때문에 작업자들이 현장직무를 기피하고 있다. 이 분야는 고용창출이 안되더라도 금형개발과 자동 핸들링 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. 결론

본 연구의 개발결과 다음과 같은 결론을 얻게 되었다.

- (1) 개발 전 프레스 6대, 금형6벌, 태핑머신 1대를 사용하던 것을 개발 후 프레스 2대, 금형 2벌, 태핑머신 1대 사용으로 장비사용료 60%절감효과가 발생하였다.
- (2) 개발 전 7명이 하던 작업을 개발 후 1명으로 생인 화하게 되어 80%의 인건비를 절감하게 되었다.
- (3) 개발 전 분당 10개 생산에서 개발 후 분당 26~30개 생산하여 생산성이 150~200% 향상하게 되었다.
- (4) 8각 아웃렛 박스의 재료는 냉간압연강판(두께1.6mm)을 사용하고 있는바 재료비가 65~70%를 차지하고 있으므로 총 제조원가에서는 20% 절감 효과를 기대할 수 있었다. 따라서 총 제조원가 100원에서 80원으로 20원 절감할 수 있었다.

참고문헌

- [1] 김세환, 한윤희, 이승희 공저, “프레스금형 설계자료집”, 대광서림, pp, 18-112, 1987.
- [2] 김세환 편저, “도해 프레스 금형설계 데이터북”, 대광

서림, pp. 1-84, 2004.

- [3] 김세환 편저, “프레스가공의 불량과 대책”, 대광서림, pp. 17-96, 1988.
- [4] 산업표준 심의회, KS 금속제박스 및 커버, 한국표준 협회, 서울, pp. 1-15, 2001.
- [5] 김세환, 이은중, 김현효, 유정봉, “스위치 박스 제조 공정 개선과 핸들링 장치 개발”, 한국 산학기술 학회 논문지, Vol. 4, 1, pp, 31-35, 2003
- [6] D. Eugene Ostergaard, Advanced Die Making, Mcgraw Hill Book. co., New York, pp. 7-21, 1967.

최 계 광(Kye-Kwang Chio)

[정회원]



- 1993년 2월 : 부산공업대학교 금형공학과 (공학사)
- 1995년 8월 : 국민대학교 기계설계학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 국민대학교 기계설계학과 (공학박사)
- 2004년 1월 ~ 현재 : (주)현대배관 기술부장

<관심분야>

프레스 금형, 와이어 컷 방전가공