

2겹 판재 멀티포밍 장치에 관한 연구

윤재웅^{1*}, 손옥종²

¹오피에스잉거솔코리아, ²(주)BMC

A study of Double Sheet Multi-forming Equipment

Jae-Woong Yun^{1*}, Ok-Jong Son²

¹OPS-INGERSOLL Korea, ²BMC

요 약 대부분의 모터 케이스는 방수기능과 동심도, 직각도 품질 등이 우수한 딥드로잉 제품을 채택하고 있으며 그외 방수기능이 필요없는 블로우모터, 시트모터 등 실내에 장착되는 모터 케이스는 멀티포밍 제조방법을 채택하고 있다. 딥드로잉 공정은 드로잉 성형, 트리밍 및 피어싱 등 약 12공정을 소화할수 있는 고가의 트랜스퍼 프레스가 필요하다. 하지만 멀티포밍 공법은 멀티포밍기 1대 또는 멀티포밍기 1대와 프레스 1대의 구성으로 이루어지기 때문에 저렴한 투자로도 완제품 생산이 가능하다. 멀티포밍기는 대부분 수입이 되는 고가설비 이고 국내 중소기업이 개발한 굽힘/전단가공 일체형 멀티포밍기는 생산원가를 줄이는데 부족하여 굽힘/전단 분리형 멀티포밍기를 본 연구를 통해 개발하였다.

일체형 멀티포밍기는 비교적 얇고 작은소형 제품을 제한적인 작업 방법으로 사용된다. 크고 소재가 두꺼운 제품은 전단 하중이 높아 단발 크랭크 프레스를 이용하고 블랭킹 후 멀티포밍기로 이동 작업자가 수작업으로 소재를 공급한다. 멀티포밍기에서 벤딩 작업이 이루어지면 다시 프레스로 이송해 치수를 교정한다. 이러한 작업과정 분산은 생산성 저하, 품질이슈 및 과도한 인원 투입으로 원가경쟁력 저하를 가져왔다 이에 굽힘/전단가공 공정분리와 설비자동화를 통하여 안정되고 원가가 절감되는 생산체계를 갖추고자 하는게 본 연구의 목적이다.

Abstract Most motor cases adopt deep drawing products, which are excellent in waterproof functions, concentricity, right angle, and quality. In addition, the blower motor and seat motor, which are installed in the car interior and do not require waterproof function, adopts a multi-forming manufacturing method. The deep drawing process requires an expensive transfer press that can digest approximately 12 processes, such as drawing, trimming and piercing. On the other hand, products can be produced with low investment because the multi-forming method is composed of one multi-forming machine or one multi-forming machine and one press. The multi-forming machine is a high-priced facility that is mostly imported and a bending / shearing process multi-foaming machine, which was developed by domestic small and medium-sized enterprises, is not enough to reduce the production cost.

An integral multi - forming machine is used as a limited working method for thin material and small products. A large product and thick material has a high shear load. A large product and thick material has a high shear load and uses a single crank press. After blanking, the worker manually feeds the material to a multi-forming machine. When the bending operation is performed in the multi-forming machine, it is transferred to the press again to calibrate the dimensions. This variance in work processes has resulted in lower cost competitiveness due to the lower productivity, quality issues, and excessive operator input. The aim of this study was to establish a stable and cost - effective production system through bending / shearing process separation and facility automation.

Keywords : bending, double sheet connection, motor case, multi forming, sheet metal forming

*Corresponding Author : Jae-Woong Yun(OPS-INGERSOLL KOREA)

Tel: +82-2-2157-8983 email: yun@ops-ingersoll.co.kr

Received January 23, 2017

Revised (1st February 6, 2017, 2nd February 16, 2017)

Accepted March 10, 2017

Published March 31, 2017

1. 서론

자동차 산업은 최근 중국제품으로 전자산업이 어려운 시기에도 국가 경제를 주도하는 산업분야이다. 한국은 2015년도 생산 대수가 500만대로 세계5위의 자동차 생산국이다. 운전자의 편의성과 전자화에 대한 요구가 점점 증가해 각 부분별로 많은 모터가 사용되고 있다. 이런 전장품들은 하이브리드차, 전기전용차의 판매량이 증가하면서 전자화 비율이 더욱 더 높아질 것으로 예상된다. 현재 보급형 자동차에는 50 여개, 고급차에는 150 여개 이상 제품들이 장착 되는 것으로 알려지고 있다.

전 세계적으로 수많은 모터류가 생산되어 사용되고 있으며 이런 다양한 모터의 케이스 들은 다양한 공법과 설비로 생산되고 있으며 완성차 업체들은 오래전부터 기술과 품질이 확보된 업체를 대상으로 글로벌 소싱으로 부품을 조달하고 있다. 따라서 시장에서 생존하려면 부품 개발역량, 가격, 품질을 만족시키기 위한 금형기술이 확보되어야 하고 대량생산을 위한 설비에 대한 연구개발이 필요하다.

대부분의 모터 케이스는 방수기능 품질(동심도, 직각도) 등이 우수한 딥드로잉(deep drawing)제품을 채택하고 있으며 그 외 방수기능이 필요 없는 블로워 모터(blower motor), 시트 모터(seat motor) 등 실내에 장착되는 모터 케이스는 멀티포밍(multi-forming) 공법을 채택하고 있다. 딥드로잉(deep drawing)은 드로잉(drawing), 정형(restriking), 트리밍(trimming), 피어싱(piercing) 등 12공정 내외의 공정을 소화할 수 있는 고가의 트랜스퍼 프레스(transfer press)가 필요하다.

하지만 멀티포밍공법은 멀티포밍기 1대 또는 멀티포밍기 1대와 프레스 1대 등으로 구성되어 저렴한 투자로도 완제품 생산이 가능하다.

멀티포밍공법은 판재굽힘가공을 기본공법으로 하기 때문에 최대 굽힘 각도, 가공방법, 재질, 판의 폭(굽힘라인 크기) 및 판두께, 굽힘방향, 판의 다듬 정도 등의 영향을 받는다. 따라서 굽힘가공 시 발생하는 모든 문제 (인장, 압축, 스프링백 등)에 대한 사전 고려가 필요하다. [1-4]

멀티포밍공법은 편치역할을 하는 코어(core)를 중심으로 캠(cam)으로 구성되어 있는 슬라이드(slide) 5-10 개를 원주 방향으로 배치하여 소재를 원형 또는 이각으로 성형하고 이음매 부분을 코킹(caulking)으로 처리하

여 이음매 부분이 이탈되지 않도록 고정하고 있다. 또한 품질의 안정성, 소재탄성에 의한 소성변형, 스프링백(springback) 현상 등이 고려된 고정밀 제품제작을 위해 교정이 가능한 콜렛척(collet chuck)을 추가로 설치하여 안정적인 품질 생산을 도모하고 있다.

2. 개발설비설계

본 연구개발은 일반적으로 사용되고 있는 굽힘-전단 가공 일체형 멀티포밍기를 굽힘가공과 전단가공부를 분리해 제작하고 동력전달부를 제거하여 제작한 것이 특징이다. 그에 따라 투자비용, 운영비용, 제품 제조 형태의 다양성을 확보하여 제품 원가경쟁력을 확보하였다.

Table 1. Comparison between Separate type and integral type facilities

	separate type	integral type
investment cost down	30%	-
maintenance cost down	60%	-
productivity	same	same

본 개발설비 라인은 소재공급을 위한 피딩(feeding) 라인, 블랭크를 전단 가공하는 프레스, 블랭크 소재 2매를 겹쳐 압입하는 압입 유압장치, 블랭크를 이송 시켜주는 컨베이어(conveyor), 블랭크를 멀티포밍기(multi-forming-machine)로 공급하는 투입기, 벤딩(bending)을 위한 멀티포밍기, 다중 슬라이드부 제품을 교정시켜 주는 콜렛척(collet chuck) 등으로 구성되어 있다.

2.1 레벨러 피더(Leveler feeder)

레벨러 피더는 성형공정으로 판재를 정확한 길이만큼 이송해주는 역할을 하는 피딩(feeding)공정과 소재의 평면도를 교정해주는 레벨러(leveler)공정으로 이루어진다. 스트립(strip)을 이송하는 피더는 프레스 0도에서 2매 결합된 블랭크(blank)를 밀어서 컨베이어에 이송 진입 시켜 주는 역할을 하게 된다. 또 강판의 생산과정 운반과정의 곡률반경에서 발생한 편평도 불량을 해결하는 공정으로 레벨러는 교정공정에 사용되는 전용장비이다. 소재 평면도는 레벨링 후 1.5X132X260 mm 에서 평면

도는 0.1 mm 이하 이어야 한다. 이는 2매 끼움 후 틈새 및 평면도가 완제품의 틈새간격 으로 연결되어 완제품 모터의 공명을 문제로 연결되기 때문이다.

2.2 프레스(Press)

전단하중 90 Ton을 고려하여 110 Ton C형 크랭크 프레스(crank press)를 선정했고 공정 특성상 멀티포머와 동기 혼동 작업을 반복진행 해야 하므로 클러치(clutch) 손상을 고려 습식형 프레스로 선택하였다.

2.3 2매 끼움 장치

2매 끼움장치는 결합 후 피딩 및 밴딩 작업 시 판재가 분리되지 않도록 결합력을 만드는게 중요하다. 또한 이송 및 멀티포밍기 투입 시 소재 간 겹쳐 끼임 발생이 되지 않도록 틈새 및 평면도 관리가 중요하다(2매 결합 후 틈새 및 평면도 0.3 mm 이내 유지). 이때 타발 시 진동으로 인한 블랭크 흐트러짐과 위치 이탈을 방지하기 위하여 유압척과 소재 이송용 진공픽업(vaccum pick-up)을 눌러서 타발 후 외장판재 (OUTTER)를 내장판재 (INNER)에 프레스(pressing)한다.

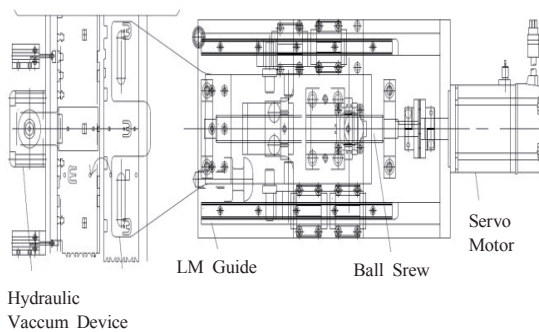


Fig. 1. Two sheet connecting device

Fig. 1의 시스템 구동부 중 하나인 수평 직선운동을 하는 수평축 방향의 슬라이드(slide) 기구는 LM 가이드 (LM Guide)를 설치하고 구동축은 볼 스크류를 사용 INNER와 OUTER 블랭크의 피어싱 엠보(PIERCING EMBO)간 거리를 정확하게 이송하여 결합하는 것이 중요하다. 프레스와 동기운전을 목적으로 하는 동력전달이 확실한 구조로 복잡함을 피하고 슬라이드 슬립(slide slip)을 피하는 구조를 채택하였다.

2.4 컨베이어(Conveyor)

컨베이어는 2매 겹쳐진 블랭크를 투입기 까지 이송공급하는 역할을 갖는다. 수평축에 사용된 타이밍 벨트(timing belt)는 초고장력 우레탄 타이밍 벨트로 내마모성 및 기계적 강도가 뛰어나 이송정밀도를 높여준다.

벨트는 2개를 사용 제품 양쪽 가장자리를 지지하게끔 하여 벨트중간에 스톱퍼(stopper) 및 근접센서(sensor) 3개를 부착하여 블랭크를 투입기 앞에 대기시켜 블랭크 이동시간을 줄여 제품생산 속도를 높일 수 있도록 하였다. 센서는 앞의 블랭크가 이동하면 순차적으로 후 공정 블랭크가 이동 할 수 있도록 세팅하였다.

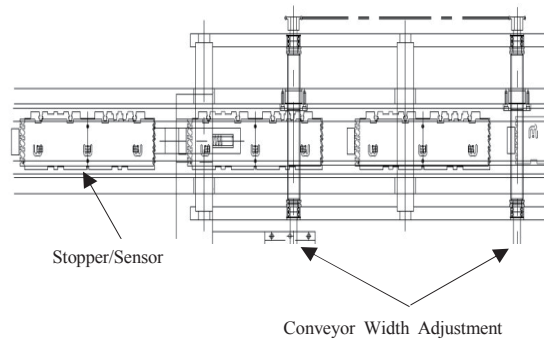


Fig. 2. Blank transfer conveyor

2.5 투입기

투입기는 컨베이어에서 멀티포밍기로 2점블랭크를 이송하는 장치이다. LM 가이드 위에 투입장치를 설치하고 볼 스크류에 서보모터(servo motor)를 설치하여 멀티포머기의 모션의 신호에 따라 블랭크를 밴딩코어(bending core)로 투입하게 된다.

2.6 제어 시스템 구성

제어 시스템은 멀티포밍기의 공정별 구동모션을 제어한다. 설비를 제어하는 모션 YPC-200 컨트롤러는 위치 제어 및 라인 드라이브(line-drive) 방식으로 펄스(pulse)출력을 하여 정확한 위치를 제어 S커브 출력펄스 가/감속 속도 및 가/감속 시간 설정기능을 가지고 있다.

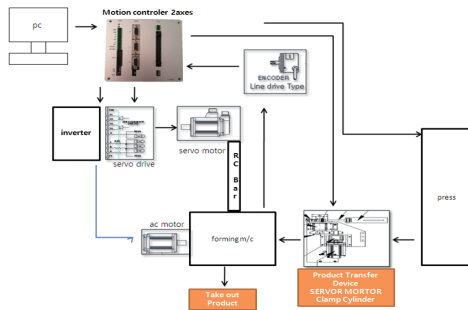


Fig. 3. Installation circuit diagram

3. 성형 가공

3.1 블랭크(blank) 전단 가공 공정

전단 블랭크는 완제품의 주요부 치수를 결정해주는 중요한 공정이다. 완제품의 내경/내폭을 결정해주는 전개장, 주요 모터(motor)부품을 조립할 수 있는 노칭(notching)부, 각 조립부의 진위치 동심도, 직각도 및 대칭도 등 대부분의 품질이 결정되는 공정이다[5, 6].

전단금형의 제 1 stage에서 파일럿(pilot)용 기초 피어싱(piercing)을 하고 파일럿핀(pilot pin) 길이는 스트리퍼(stripper) 면보다 10mm 길게 하여 프레스가 180도 위치 시 피딩(feeding)기가 릴리징(releasing) 할 수 있는 시간을 확보할 필요가 있다.

릴리징 타임(releasing time)은 소재의 이송공차와 제품의 INNER/OUTTER의 벤딩 시 대칭 부 누적공차를 바로 잡아주는 주요한 구간이다.

제 2 stage에서는 사이드부 노칭(notching)을 양쪽으로 하게 되며 사각홀 부를 피어싱 한다. 제 3 stage에서는 2매 결합용 피어싱 엠보싱(embossing)을 하며 중앙을 절단하여 INNER/OUTTER를 분리 한다. 제 4 stage는 커팅하여 분리, 전개장을 결정하게 되며 2매 겹침을 하게 된다. 엠보싱(embossing)과 피어싱(piercing)은 아래 그림과 같이 공차로 관리하여 결합력을 유지하도록 하여야 한다.

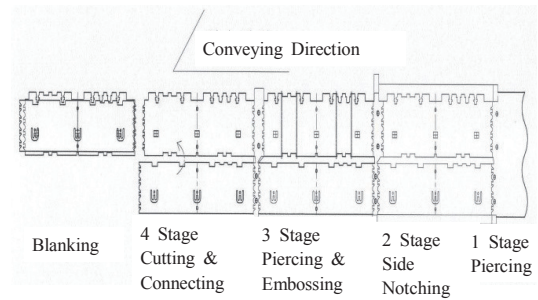


Fig. 4. Blank lay-out

3.2 블랭크 2매 겹침 가공 공정

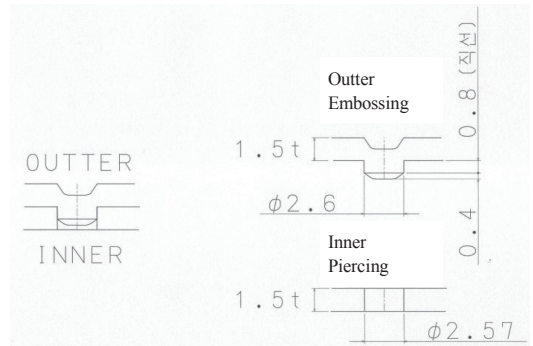
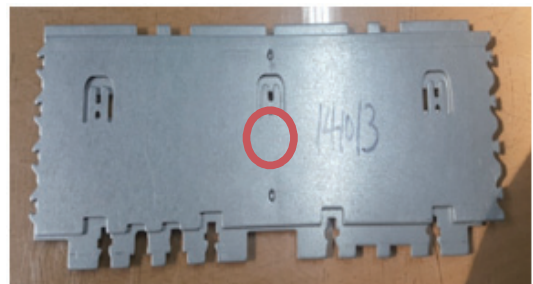


Fig. 5. Two sheet overlapping portion details

3.3 굽힘가공(bending)

굽힘가공(bending)은 정확한 블랭크 공급부터 시작한다. 투입기로 부터 투입된 블랭크는 벤딩부의 게이지(gage)에 정확하게 안착 되어야 모터 케이스(motor case) 조립부 진위치, 대칭도, 직각도를 유지할 수 있다. 또 게이지와 블랭크의 유격은 이송 할 수 있는 최소 공차로 유지되는 것이 제품치수 산포를 줄일 수 있다. 말단에는 근접 센서를 부착 블랭크의 정확한 투입위치와 투입 유무를 검출 하여야 한다.

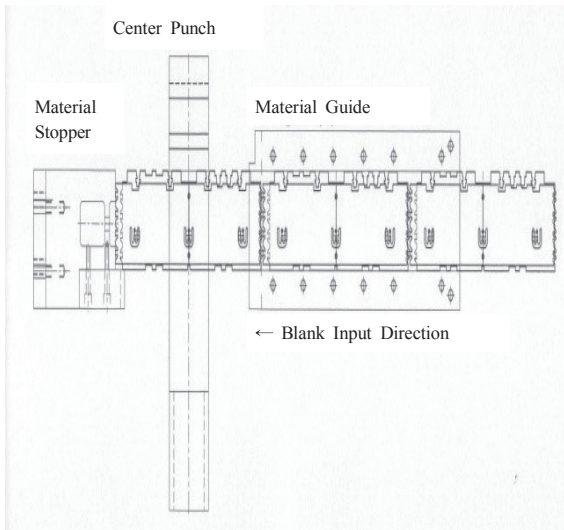


Fig. 6. Blank input portion details

1차 벤딩은 블랭크 양 끝단을 R벤딩 하며 순서에 따라 좌측과 우측 벤딩 반지름 R을 다르게 하여 이음매 부분 결합이 원활하게 되도록 한다. 다이역할을 하는 RC바(RC bar)의 전진하여 벤딩(bending)이 이루어지게 된다.

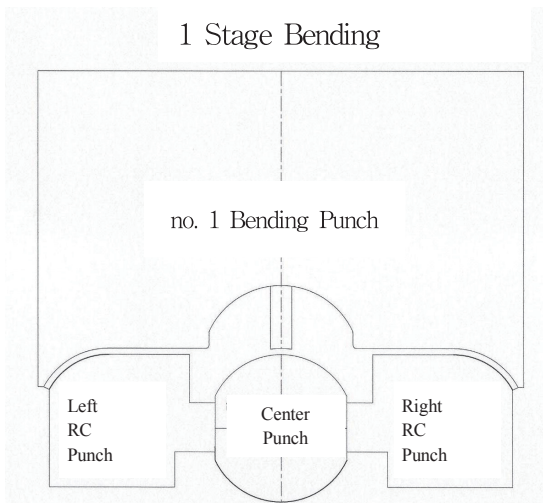


Fig. 7. 1 Stage bending process chart

2차 벤딩공정은 U벤딩(bending)으로 RC바가 후퇴하고 편치역할을 하는 코아 기준으로 벤딩이 이루어진다. 다음 3번, 4번 순서로 슬라이드(slide)가 전진가압 하여 벤딩 하며 5번 슬라이드가 전진 이음매 부분을 압입 코

킹 (caulking) 처리한다. 이때 5번 코킹부는 압입력을 극대화하기 위하여 요철돌기를 가압가공 해 마무리 한다.

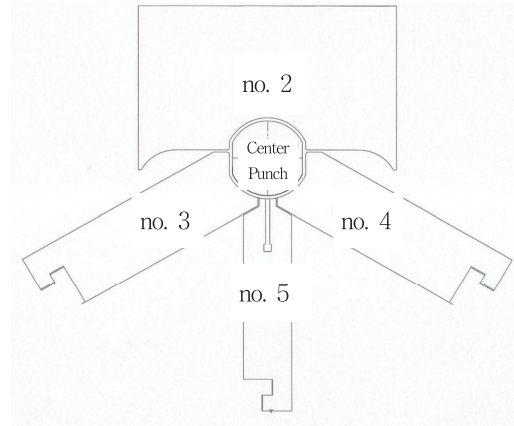


Fig. 8. 2~5 stage bending process chart

3.4 콜렛척(collet chuck) 교정공정

앞의 벤딩공정에서 이루어진 제품을 콜렛척(collet chuck)으로 이동시켜 공차에 맞는 진원, 내경 및 내폭 교정이 이루어지도록 한다. 콜렛척(collet chuck)의 슬라이드는 6개로 분할 각 부분별로 슬라이드 거리를 라이너(liner)로 조정한다. 코어도 4개소에 입자 처리 하여 슬라이드와 같이 내경 내폭을 라이너로 조정할 수 있게 하였다.

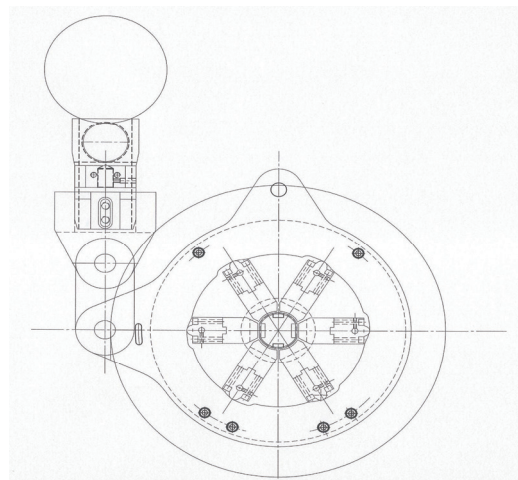


Fig. 9. Collet process mold

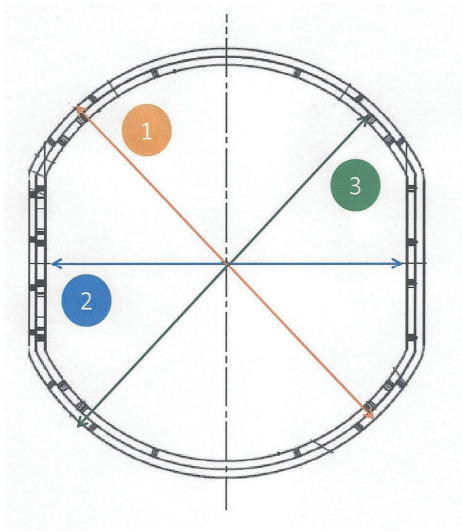


Fig. 10. Final Product Size Data

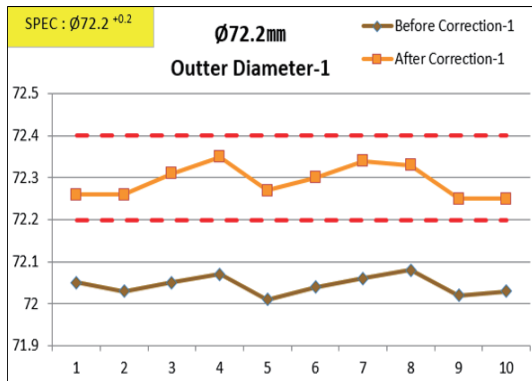


Fig. 11-1 Final product inner diameter dimension ①

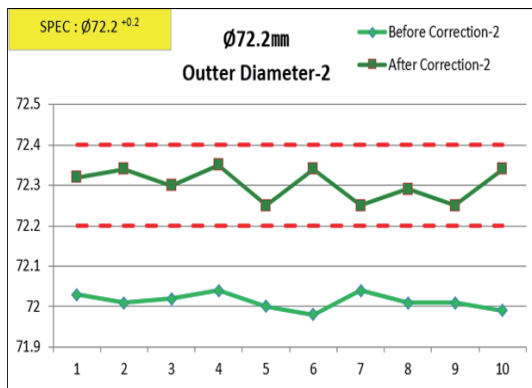


Fig. 11-2. Final product inner diameter dimension ②

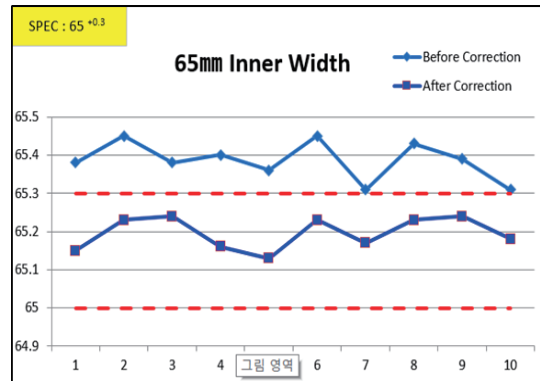


Fig. 11-3. Final product inner diameter dimension ③

Table 2. Dimension of 1 stage bending and collet correction

Dimension of 1 stage bending and collet correction		
	Ø72.2 ^{+0.2} inner	65 ^{+0.3} inner
1 st bending (before correction)	Ø72.25	65.1
2 nd bending (after correction)	Ø72.35	64.9

위 Fig. 11-1, 11-3의 Ø72.2^{+0.2} 내경부는 교정 전 치수 미달이 발생하였다. Fig. 11-2의 65^{+0.3} 내폭부는 치수 over가 발생하였다.

위와 같은 발생 원인은 Fig. 7의 1차 양 끝 R벤딩의 R값, Fig. 8 2~5번 벤딩의 펀치 R값, 센터 펀치 치수 설정값과 재료의 물성치수에 의한 탄성 및 인장강도, Lot 별 소재편차로 인한 스프링 백(spring back)현상에서 야기된 치수변화를 Fig. 9의 콜렛척에서 센터바 외경, 외폭 치수를 조정하여 Table. 2에서와 같은 결과로 교정, 대응할 수 있게 하였다.

4. 결 론

국내에서 처음으로 분리형 멀티포밍기를 본 연구개발로 구현하였다. 설비를 수입가의 30프로 수준에서 국산화 하여 투자비용을 절감 할 수 있었다. 그렇지만 유지보수비는 60프로 수준으로 낮추게 되었다. 점점 커지는 글로벌 가격 경쟁에 대비하기 위해 원가경쟁력을 지속적으로 높이는 금형기술 및 자동화 기술이 지속적으로 연구개발 되어야한다.

굽힘가공과 전단가공 분리형 멀티포머기 개발은 2매 끼움 모터 케이스(motor case)성형에 적용하여 설비의 성능 및 제품의 품질을 개선하여 완성도를 높였다.

특히 굽힘가공에서 발생하는 스프링백 현상은 벤딩과 콜렛의 치수를 교정하는 현장 맞춤형 작업이 필요하다. 향후 성형 해석의 정확도가 높아지고 스프링백에 대한 연구가 진행되어 설계단계에서 예측이 가능한 시스템이 개발되면 양산을 하는 현장에선 큰 도움이 되리라 생각한다.

References

- [1] S. Kim, Press Die Design Engineering, Daekwang Surim, 2013.
- [2] S. Kim, Press Die Design Data Book, Daekwang Seolim, 2004.
- [3] W. Koenig, F. Klocke, Fertigungsverfahren, Volume 5, sheet metal forming, VDI, Duesseldorf, 1995.
- [4] K. Lange, Lehrbuch der Umformtechnik, Volume 3 Sheet metal forming, Berlin Springer 1975.
- [5] K-K Choi, D-C Lee, "Study on the Design of Bracket Strip Layout Using Cimatron Die Design", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, vol. 9, no. 5, pp. 1113-1118, 2008.
- [6] K-K Choi, K-H Kim, D-C Lee, "Study on the 3D Design of Bracket with Automatic Module", Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society, vol. 10, no. 6, pp. 1164-1169, 2009.
- [7] R. Cleveland, A. K. Ghosh, Inelastic Effects on Springback in Metal. Sheet Metal Forming for the New Millenium, 21st Biennial Congress of the IDDRG, Ann Arbor, Michigan, USA, pp. 141-155, 2000.
- [8] E Doege, H. Hütte, L. E. Elend, Tool design and process strategies for the reduction of springback in sheet metal forming. 2nd Int. Conf. and Exhibition on Design and Prod. of Dies and Molds, Kusadasi, Turkey, 2001.

윤 재 웅(Jae-Woong Yun)

[종신회원]



- 2000년 3월 : 독일 루르보름대학 기계공학과 석사졸업
- 2005년 2월 : 독일 하노버대학 기계공학부 프레스성형과 박사졸업
- 2005년 8월 ~ 2013년 1월 : LG 전자 금형기술센터장
- 2013년 2월 ~ 현재 : OPS-INGER SOLL KOREA 대표이사
- 2016년 2월 ~ 현재 : 한국금형공학회 부회장

<관심분야>

프레스금형설계, 금속가공

손 옥 종(Ok-Jong Son)

[준회원]



- 1989년 5월 : (주) 태화기업 기술연구소 금형 과장
- 2000년 11월 ~ 현재 : (주) BMC 기술연구소 금형 이사
- 2015년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 금형공학과

<관심분야>

프레스 금형제작, 자동차 부품개발