

가스보일러 연소배기관 프로그레시브금형의 설계와 제작에 관한 연구

이춘규^{1*}, 김영춘¹
¹공주대학교 기계공학부

A Study on the progressive die design and making of gas boiler exhaust pipe

Chun-Kyu Lee^{1*} and Young-Choon Kim¹

¹Div. of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju National University

요 약 프로그레시브 금형은 다수의 공정을 순차적으로 이송시키면서 연속적으로 생산하는 능률적이고 품질이 우수한 가공법이다. 본 연구에서는 가스보일러 연소 배기관의 배기 효율과 불완전 연소의 원인이 되는 배기관을 용접할 때 발생하는 위치 정밀도를 확보하고, 생산성 증가를 목적으로, 제품 형상에 버링을 추가하여 프로그레시브금형을 제작하고, 금형을 분해하지 않고 버링펀치를 교환할 수 있도록 하며, 프로그레시브 금형에 의한 위치 정밀도와 생산성을 향상할 수 있도록 하였다.

Abstract The progressive die producing continuously while transferring in order a multiple process is processing law that it is efficient and quality is excellent. In this study the position of precision secured that it occurred when be welded exhaust efficiency of gas boiler combustion exhaust pipe and the exhaust pipe which is cause of incomplete combustion for the purpose of productivity increase. it add burring to a product form and progressive die make die don't disassemble and it be able to exchange burring punch the position of precision and productivity by progressive die is able to improve

Key Words : Burring processing, Change the burring punch, Exhaust limited Plate, Progressive die

1. 서론

프로그레시브금형은 다수의 가공공정을 순차적으로 이송시키며, 연속작업을 하는 프레스 가공법으로 가공 능률과 생산성을 향상시킬 수 있는 금형이며, 종래의 단순 금형에서 다수의 가공 공정에 의해 수동으로 생산할 경우보다 자동화를 함으로서 안전성이 있으면서 품질을 향상시킬 수 있는 프레스 가공법이다[1].

본 연구의 제품은 보일러의 연소가스의 양을 조절하는 배기 제한판으로 연소 효율을 결정하는 중요한 부품이다. 즉, 배기관을 통하여 배출되는 가스량이 너무 많으면 연소효율이 저하되고 너무 적으면 불완전 연소로 인한 효

율 저하를 가져오게 된다. 따라서 보일러의 크기 및 성능에 적합하도록 배출에 따른 배기관의 크기에 대한 최적 설계가 필요하며, 제품의 품질이 안정되어야 한다.

세계시장의 보일러 강국을 보면 영국, 일본, 한국을 들 수 있다. 3대국가의 보일러 기술은 국가 특색에 맞는 보일러를 개발하여 유사한 환경의 세계 각국으로 수출하고 있다.

국내 보일러의 높은 기술력은 세계시장에서 많이 입증되어있다.

국내시장의 석권은 세계시장의 매출증대로 확대 해석할 수 있으며, 국내의 보일러회사의 경우 일반적인 연소 배기관의 부품을 단발 프레스 금형을 사용하여 제품을

본 연구는 지역혁신거점육성사업 “창업 후 보육” 계획에 의거 시제품 제작 지원사업의 일환으로 수행한 과제입니다.

*Corresponding Author : Chun-Kyu Lee(Kongju National Univ.)

Tel: +82-10-4725-5214 email: ckt1230@naver.com

Received May 2, 2013

Revised (1st May 29, 2013, 2nd July 1, 2013)

Accepted September 6, 2013

제조하는 방식으로 설계 제작하고 있다.

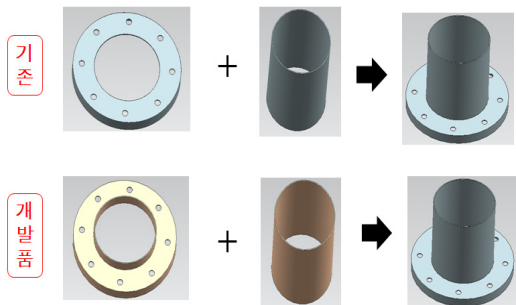
국내 보일러 시장은 린나이, 경동, LG, 롯데 등 4개 회사에서 95%이상 점유하고 있다. 국내 4개 회사의 경우 현재는 2종의 부품을 접합(용접)하여 사용하고 있는데 접합 시 두 제품의 위치공차를 위해 세심한 작업이 요구되며, 배기가스의 흐름을 원활하게 하고 접합공정의 작업효율을 높일 필요성이 있다.

2. 본론

2.1 연구내용

Fig. 1과 같이 기존에는 부품1과 부품2를 단발 공정에 의해 프레스 가공하고, 이를 용접을 통하여 접합하였으나 이는 접합공정에서 두 제품의 위치를 정확하게 유지하고 변형이 발생하지 못하도록 고정시키는 것이 매우 어려운 문제이며, 용접 후 변형에 의한 불량률이 많이 발생하였다. 그러나 신규 디자인한 제품에는 버링 형상을 추가하고, 프로그레시브 금형에서 버링공정을 설치하여 두 제품의 위치를 정확하게 유지하고 용접 후의 변형이 발생하지 않도록 한다.

프로그레시브 금형제작을 통한 공정의 개선 및 버링공정을 설치하여 2가지 부품의 접합할 때 위치공차 품질 확보, 버링 공정을 통한 배기흐름의 원활성 확보를 목표로 한다.



[Fig. 1] A schematic product development

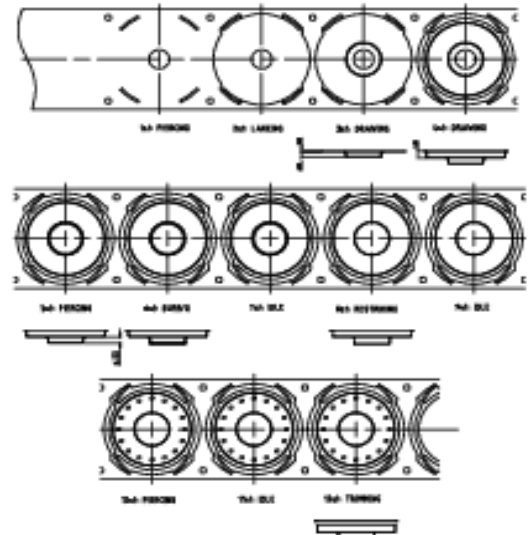
2.2 금형 설계 및 제작

금형의 설계는 스크랩(scrap)의 배출과 최종 완성 가공된 제품의 원활한 배출을 위해 아래 방향(다이 측)으로 드로잉(drawing)되도록 하였으며[2], Fig. 2와 Fig. 3과 같이 제1공정에는 파일럿(pilot)을 위한 피어싱(piercing)과 캐리어(carrier)를 구성하기 위한 피어싱을 설정하였다. 제2공정에는 캐리어를 구성하기 위한 랜스 슬릿(lance

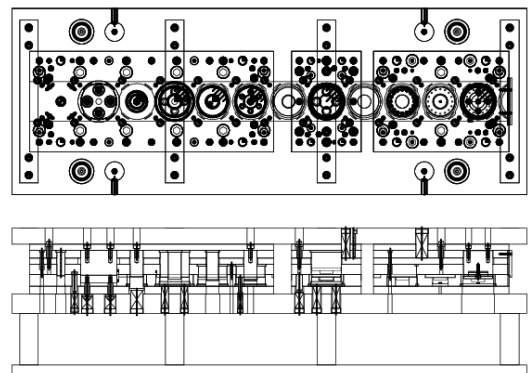
slit)을 설정하였으며, 제3공정에는 버링을 위한 예비드로잉공정, 제4공정은 몸통(body)부를 성형하기 위한 드로잉공정을 설정하였다.

제5공정은 버링공정을 위한 피어싱을 설정하고, 제6공정에서 버링공정을 설정하고, 제7공정은 금형의 구조 및 공정의 전개를 원활함을 위해 아이들(idle)피치(pitch)를 설정하였다.

제8공정에는 버링부와 드로잉 형상을 교정, 정형작업을 위한 리스트라이킹(restriking) 공정을 설정하였으며, 제9공정에는 아이들을 설정하고, 제10공정에는 몸통부의 피어싱 공정, 제11공정은 아이들 공정, 제12공정에는 제품의 외형을 전단하기 위한 트리밍(trimming)공정을 설정하여 제품이 완성되도록 스트립 레이아웃(strip layout)을 설계하였다[3].



[Fig. 2] Strip layout



[Fig. 3] Die assembly

금형은 정밀도와 강성을 고려하여 FR type의 Steel die set과 Sub-guide plate를 각각의 블록에 4개씩 설치하고 Euler의 좌굴식과 Stresser의 경험식을 사용하여 프로그레시브금형을 제작하였다[4].

$$L = \sqrt{n\pi^2 EI / F_s} \quad (1)$$

여기서, n = 계수

(블랭크 홀더가 있는 경우 : 2, 없는 경우 : 1)

E =편치 재료의 종탄성계수(kgf/mm^2)

I =편치의 단면 2차 모멘트(mm^4)

F_s =블랭킹 편치의 편치력(ton)

$$H = K \cdot \sqrt[3]{P} \quad (2)$$

여기서, K =전단길이에 대한 보정계수

P =블랭킹 편치력(ton)

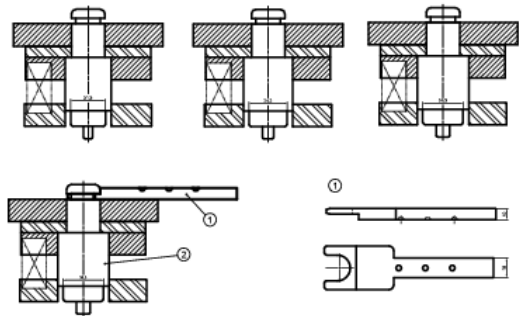
전단가공에서 가장 중요한 클리어런스(clearance)는 재료 두께의 5%로 적용하고, 다이플레이트와 스트리퍼 플레이트는 STD11을 사용하여 열처리하고 전단용 편치는 SKH51종의 재료를 사용하여 물리 증착(PVD) 코팅을 하여 표면 거칠기를 개선시키고 마모에 대한 대책을 수립하였다.

드로잉 편치와 다이 인서트 및 버링 편치와 다이 인서트는 초경합금을 사용하여 마모에 대한 대책을 간구하였으며, 또한 본 연구에 사용되는 금형은 CS250ton-double 형식의 프레스를 사용하게 되므로 금형의 상측 및 하측에 서브플레이트(sub-plate)를 부착하여 금형의 전체 높이를 설정하였으며, 재료 가이드는 가이드 리프터 핀을 사용하여 스트립을 들고 이송되도록 하였다.

보일러의 크기 및 성능에 따라 버링부의 외경 크기가 변화되어야 하므로 Fig. 5와 같이 버링 편치와 다이 인서트는 금형을 분해하지 않고도 프레스에 설치된 상태에서 교환이 용이하도록 종래의 턱걸이 방식에서 바(bar)에 의한 고정방식으로 그 구조를 적용하여 금형 교환 및 부품 교체에 소요되는 시간이 단축되도록 하였다. 금형의 전체적인 구조는 3개의 세트를 하나의 다이세트에 설치하여 가공 중 스트리퍼의 작동이 개별적으로 작동되는 구조를 설정하였으며, 이는 제품의 설계 변경 및 금형의 보완 수정이 용이하도록 제작하였다[5,6].



[Fig. 4] Parts machining and assembly process.



[Fig. 5] Fixation of the burring punch

본 연구에 사용된 재료는 스테인리스강판 (STS430)의 두께 0.5mm를 사용하였으며, 내측의 버링을 위한 드로잉 편치에는 모서리에 라운드 1(mm)를 적용하고, 외형의 드로잉 편치 모서리에는 0.5(mm)의 라운드를 적용하였으며 리스트라이킹에 의해 모서리의 라운드를 교정하였다. Fig. 6과 같이 1차 전단 및 성형 조건으로는 30회/min의 프레스 하강속도를 설정하고 성형하였으며, 점차적으로 속도를 증가시키면서 성형을 실시하여 50회/min의 최종 속도를 설정하였다.



[Fig. 6] Strip and the finished product

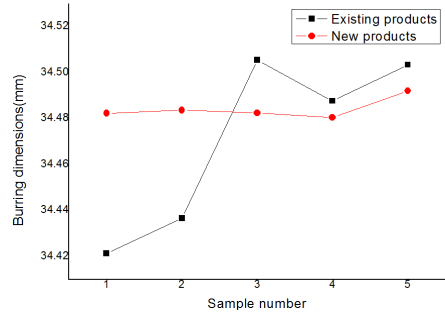
2.3 결과 및 고찰

배기 제한판을 생산하기 위한 프로그레시브 금형제작을 통해 공정을 개선하여 4공정에 의한 생산에서 1공정에 의한 생산으로 변경되었으며, 제품의 형상에 버링공정을 추가하여 Table 1과 같이 2가지 부품 접합시 위치 정밀도가 확보되었으며, 생산 속도를 800/일에서 1500/일로 약2배 정도 증가되었다. 또한 단발공정을 프로그레시브에 의한 자동화로 작업자의 안전사고 예방과 피로를 줄일 수 있었다.

[Table 1] Analysis of dimensional accuracy

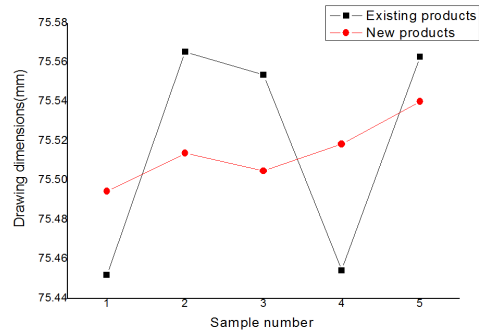
dim.	Existing products			New products		
	Ø34.5	Ø75.5	Concentricity	Ø34.5	Ø75.5	Concentricity
Tolerance	$0_{-0.05}$	± 0.05	0.1	$0_{-0.05}$	± 0.05	0.1
#1	34.4214	75.4521	0.1295	34.4823	75.4945	0.0580
#2	34.4367	75.5654	0.1036	34.4836	75.5139	0.0836
#3	34.5054	75.5536	0.1054	34.4825	75.5049	0.0557
#4	34.4877	75.4543	0.1582	34.4804	75.5185	0.0421
#5	34.5034	75.5628	0.1369	34.4921	75.5402	0.0482

Fig. 7에 나타난 것과 같이 버링 공정의 치수정밀도를 분석한 결과 기준 치수 $\text{Ø}34.5^0_{-0.05}(\text{mm})$ 에서 기존 제품의 경우 34.4214 ~ 34.5054로 나타났으며, 평균 값 34.4709(mm)이었다. 그러나 신규 제품의 경우에는 34.4804 ~ 34.4921로 모든 시료가 공차범위 안에 적합하였으며, 평균 값 34.4841(mm)로 나타났다.

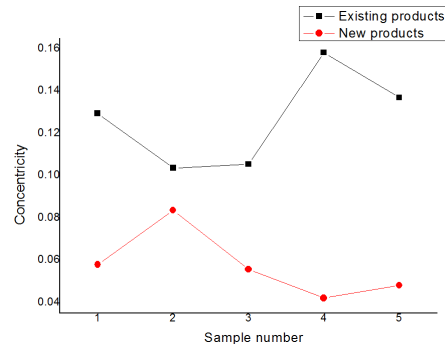


[Fig. 7] Burring dimensional analysis

Fig. 8에 나타난 것과 같이 시료의 드로잉 외경의 정밀도를 분석한 결과 기준 치수 $\text{Ø}75.5 \pm 0.05(\text{mm})$ 에서 기존 제품의 경우 75.4521 ~ 75.5654로 나타났으며, 평균 값 75.5176(mm)이었다. 그러나 신규 제품의 경우에는 75.4945 ~ 75.5402로 모든 시료가 공차범위 안에 적합하였으며, 평균 값 75.5144(mm)로 나타났다.



[Fig. 8] Drawing dimensions analysis



[Fig. 9] Concentricity analysis

Fig. 9에 나타난 것과 같이 드로잉부분과 버링 부분의 동심도를 분석한 결과 기준 치수 0.1(mm)에서 기존 제품의 경우 0.1036 ~ 0.1582로 모든 시료가 허용한계를 벗어

나 있었으며, 신규 제품의 경우에는 0.0482 ~ 0.0836으로 허용범위 안에 적합한 것으로 나타났다. 이는 기존 제품에서는 단발 공정에 의해 공정이 이뤄져있어 공정 간에 위치 정밀도 확보가 되지 못한 것으로 사료된다.

시 험 성 적 서						
경기과학기술대학교 고경명기계기술센터 주소: 경기도 시흥시 경기과학기술대로 289 전화: 031-459-4047 팩스: 031-459-9141 http://www.gjeu.ac.kr		성 적 서 번 호 616-12-0011 페이지 1)/(총2)				
1. 의뢰자 .기관명 : (주)아이씨텍 .주소 : 인천광역시 연수구 송도동 7-8 송도경제자유구역 .의뢰일자 : 2013 - 01 - 03 2. 시험성적서의 용도 : 제출용 3. 서류명 : 폐기제한판 4. 시험기간 : 2013 - 01 - 09 5. 시험방법 : 3차원측정 6. 시험환경 온도 : (21.7 ± 0.3) °C , 습도 : (58.5 ± 0.6) % R.H. 7. 사용장비						
사용장비명	제조사/모델	기기번호	교정 유효 일자			
3차원 좌표측정기	탁임 MHFB-121510N	D-06050595	2014 - 11 - 28			
8. 시험결과 : (단위: mm)						
	#1	#2	#3	#4	#5	비고
D 34.5 ±0.05	34.4823	34.4836	34.4825	34.4804	34.4921	
D 75.5±0.05	75.4945	75.5139	75.5049	75.5185	75.5402	
동심도 0.1	0.0580	0.0836	0.0557	0.0421	0.0482	
확 인	작성자 성 명 : 활 우 (서명)	기술책임자 성 명 : 우 혁 제 (서명)				
* 이 성적서의 시험결과는 시험위원에 의해 재검된 시료에 한하며, 용도이외의 사용을 금합니다. 2013 - 01 - 09 경기과학기술대학교 고경명기계기술센터장 (인)						

[Fig. 10] Certificate of inspection

3. 결론

배기 제한판 금형의 공정 개선 및 구조 변경에 따른 금형 설계 및 제작에 대하여 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

- 1) 단발 공정에 의해 생산하는 것에 비하여 불량률 감소로 인한 재료 이용률을 5%정도 높일 수 있었다.
- 2) 일일 생산량의 경우 프레스 가공의 경우에는 기존에 2.500/일 이었지만 프로그레시브금형으로 개선하므로 20.000/일 정도생산으로 생산성이 800% 정도 증가하였으며, 일일 작업자 4명에 의해 가공되던 부품을 자동화에 의해 1명에 의해 생산하므로 그 효과는 더욱 크게 된다.
- 3) 생산된 2가지의 제품을 접합 공정에서 볼 때 위치를 결정하는 방법 및 특히 제품의 동심도 정밀도가

개선되어 불량률이 약30개/일에서 5개/일로 감소되고 생산량이 800/일에서 1.500/일로 약2배 정도 증가되었다.

- 4) 버링 펀치의 교환 방법을 턱걸이 방식에서 바(bar)에 의한 형식으로 금형을 제작하므로 펀치의 교환 시간을 4시간/회에서 5분/회로 단축할 수 있었으며, 이는 유사한 제품을 생산하는 금형으로 확대할 수 있을 것이다.

본 연구에서 실시한 금형의 경우 부품1은 프로그레시브금형에 의한 프레스가공으로 생산하고 부품2는 커팅(cutting) 가공 후 용접에 의하여 생산하고 있으나, 2가지의 부품을 하나의 금형으로 생산하는 드로잉 기술이 연구되면 생산성 및 품질이 더욱 향상될 것으로 기대된다.

References

- [1] sei-hwan Kim, "Press die design engineering", pp44, pp281~318, Daekwang books, 2012.
- [2] chun-kyu Lee and 3 others, "Easy press die design handbook", Gi jeon books, 2012.
- [3] chun-kyu Lee, "A study on the effect of factor in the fine blanking process for sheared surface" pp31~32, Seoul national university of technology, 2008.
- [4] chun-kyu Lee, "High-precision die making and forming practice(press)", Korea polytechnic college corporation, 2010,
- [5] kye-kwang Choi, "Study on the die design & Manufacture for electric motor terminal of HEV", journal of the Korea academia-Industrial cooperation society Vol. 12, No. 12 pp. 5398-5404, 2011
DOI: <http://dx.doi.org/10.5762/KAIS.2011.12.12.5398>
- [6] sei-hwan Kim, "A study of punch and die plate for restriking mold of structure engineering design", Journal of the Korea academia-Industrial cooperation society, Vol. 8, No. 4 pp. 708-712, 2007

이 춘 규(Chun-Kyu Lee)

[정회원]



- 2008년 2월 : 서울과학기술대학교 정밀기계공학과 (기계공학석사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 공주대학교 대학원 기계공학부 (박사과정)
- 2010년 3월 ~ 현재 : 유한대학교 금형설계과 산학협력교수

<관심분야>

프레스 금형 설계, 사출금형 설계

김 영 춘(Young-Choon Kim)

[종신회원]



- 1989년 8월 : 명지대학교 전기공학과 (공학석사)
- 1997년 2월 : 명지대학교 대학원 전기공학과 (공학박사)
- 2005년 10월 ~ 현재 : 공주대학교 공과대학 기계자동차공학부 교수

<관심분야>

전기자동차 전력변환, 전장제어, 태양광에너지, 공정설계