디젤 차량 플런저 부품의 스트립 레이아웃 설계에 관한 연구

최계광*, 조윤호**
*공주대학교 기계자동차공학부
**(주)상진 미크론
e-mail : ckkwang@kongju.ac.kr

A Study on the strip layout design in the plunger parts of diesel vehicles

Kye-Kwang Choi*, Yun-Ho Jo**
*Kongju National University. Div. of Mechanical & Automotive Engineering.
**Sangjin Micron co. Ltd.

요 약

플런저(Plunger)의 부품 용도는 점화 플러그와 조립 되는 부품으로 연료 분사장치에 적용하여 연료 효율이 약 15~20% 개선됨이 일본에서 검증되어 일본은 상용화 되었다. 국내에서는 개발단계로 처음에 냉간단조로 개발하였다가 원가 및 생산성 문제로 프로그레시브금형(Progressive Die)로 개발 하려는 단계이다. 디젤기관에 사용되며 기관의 출력을 조절하기 위해 플런저를 이용하여 연료의 토출량을 조절할 때 사용이 된다. 이에 본 논문에서는 디젤 차량에 장착되는 플런저를 냉간단조방식이 아닌 원가 및 생산성을 확보할 수 있는 프로그레시브 금형에 적용하여 양산할 수 있는 스트립 레이아웃을 개발하고자 하였다.

1. 서론

플런저(Plunger)의 부품 용도는 점화 플러그와 조립되는 부품으로 연료 분사장치에 적용하여 연료효율이 약 15 ~ 20% 개선됨이 일본에서 검증되어 일본과 독일에서는 상용화 되었다. 국내에서는 개발단계로 외국에서 장비일체를 도입하여 냉간단조방식으로 개발하였으나 제품 원가 및 월간 납품에 따른 생산성 문제로 일부 지연되고 있는 실정이다. 플런저는 2,000CC 이상의 승용차에 적용할 예정이며 엔진의 출력을 높이면서도 연료의 토출량을 조절할 때 사용이 된다. 고연비 고효율 친환경 자동차 생산에는 없어서는 안 되는 선택이 아닌 필수사항이 되어버렸다.

S사에서는 1차로 이태리에 30억 정도 투자하여 금형 및 프레스와 주변장치 일체를 수입하여 설치하였다. 그러나 국내 자동차업체에서는 플런저의 장점을 알면서도 플런저의 가격대비 경쟁력이 없어 다른 방식으로 개발하여 원가를 낮추라고 요구하고 있는 실정이다.

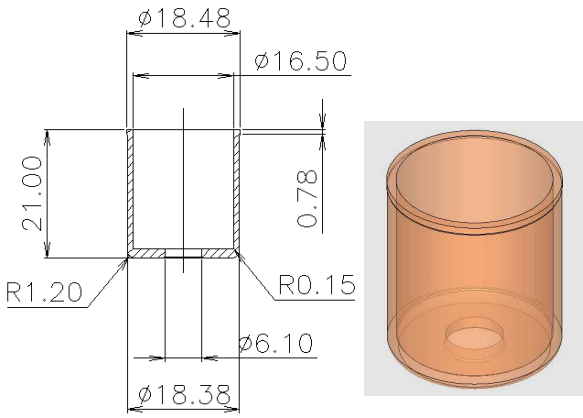
이에 (주) 상진 미크론에서는 기존의 냉간단조 방식을 탈피하고 프로그레시브금형설계 및 제작방식으로 변경하여 기존설비대비 1/20로 투자자금을 낮추고, 요구하는 정밀도와 가격대비 경쟁력을 갖추기 위해 플런저를 국산개발을 하고자 한다.

본 논문에서는 이와 같이 중요한 플런저 부품을 생산하는 금형을 블랭크전개, 블랭크 레이아웃을 거쳐 스트립 레이아웃 설계를 하였다.

2. 본론

2.1. 플런저 부품의 제품도

플런저 부품의 실제 도면은 그림 1과 같다. 그림 1과 같이 단자의 바닥부위치수가 1.5㎜이고 측벽두께가 0.94㎜로 다른 것이 플런저 부품 양산의 중요한 사항이다.



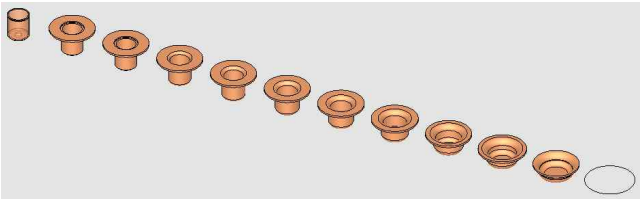
[그림 1] 플런저 부품의 제품도

[표 1] 플런저 부품의 주요사항

소재 두께	1.5 mm	파일럿	간접 파일럿
재 질	SCM415	블랭크 배열	각도배열 1열1개 뽑기
클리어런스	6 % t	스탬핑 방법	피어싱, 노칭, 드로잉, 파팅
이송피치	50mm	전개도 길이	58 X 1290
소재 폭	58.0 mm	프레스 용량	250 톤

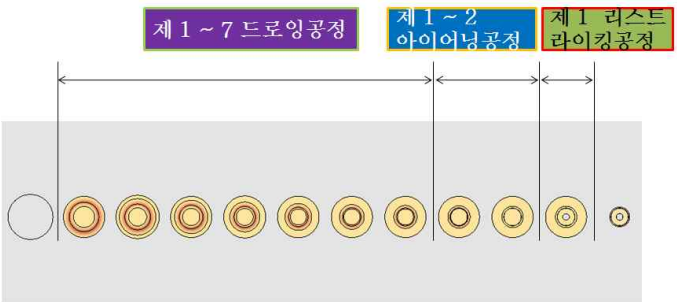
2.2. 블랭크 전개 및 레이아웃

블랭크 레이아웃을 제대로 하기위해서는 이송피치, 잔폭, 공정수, 이송방향, 블랭크윤곽결정 등을 위해 금형의 구조를 간단히 하고, 금형설치가 용이하며, 금형수리가 쉽도록 고려하여야 한다.[1,2,3] 최종공정을 배열할 때 선, 후 공정에 따라서 제품이 제대로 양산이 되느냐 되지 않느냐가 결정이 된다고 사료된다. 표 1에서 보는 바와 같이 이송피치는 50mm이고, 재료 이용률은 46%이었다. 블랭크 레이아웃은 그림 2와 같이 하였다.



[그림 2] 플런저 부품의 블랭크 레이아웃

그림 3에서 보는바와 같이 총 7번의 드로잉과 2번의 아이어닝, 1번의 리스트라이킹으로 블랭크 레이아웃을 구성하였다.



[그림 3] 블랭크 레이아웃상의 중요공정분류

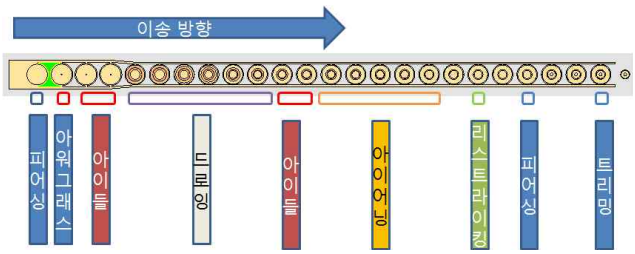
2.4. 스트립 레이아웃

2.4.1 역설계

블랭크 레이아웃 설계를 완료한 이후에 Cimatron E Die Design을 이용하여 역설계를 하였다.[4] 역설계를 할 때 첫 번째로 최종제품의 두께를 없애는 다이스킨을 먼저 하였다. 두 번째는 플런저의 리스트라이킹부를 전개하였고, 세 번째는 플런저의 아이어닝부, 네 번째는 플런저의 드로잉부를 전개하였다.(그림 3 참조) 이와 같이 10개소의 드로잉, 아이어닝, 리스트라이킹부를 전개하여 역설계를 완료하였다.

2.4.2 1차 스트립 레이아웃

역설계를 하여 1차로 결정한 스트립 레이아웃은 24공정으로 아워그래스 타입으로 하였다. 그림 4는 각 공정별 배열한 1차 스트립 레이아웃도이다.[5] 표 2에서 보는 바와 같이 1공정은, 피어싱, 2공정은 아워그래스, 3-4공정은 아이들, 5~10공정은 드로잉/아이들로 하였다. 13~17공정은 아이어닝/아이들, 18~20공정은 리스트라이킹/아이들, 20~23공정은 피어싱/아이들, 24공정은 트리밍으로 그림 4와 같이 스트립 레이아웃을 완성하였다.

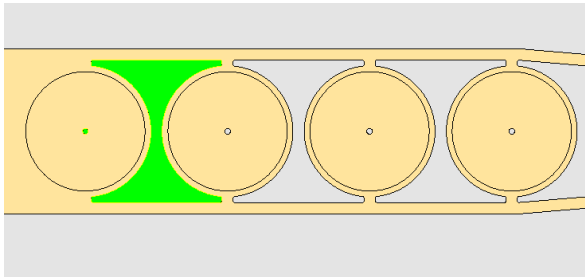


[그림 4] 플런저 부품의 아워그래스 타입 스트립 레이아웃도

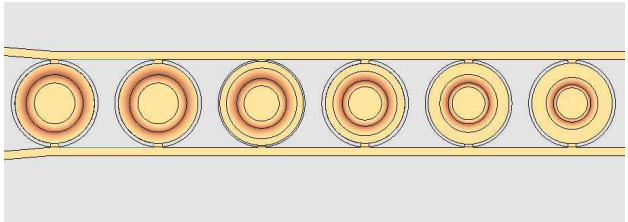
[표 2] 플런저 부품의 아워그래스 타입 스트립 레이아웃 설계

스테이지 번호	가공공정
1	원형 피어싱
2	아워그래스
3-4	아이들
5 - 10	드로잉
	아이들
11 - 12	아이들
13 - 17	아이어닝
	아이들
18 - 20	리스트라이킹
	아이들
21 - 23	피어싱
	아이들
24	트리밍

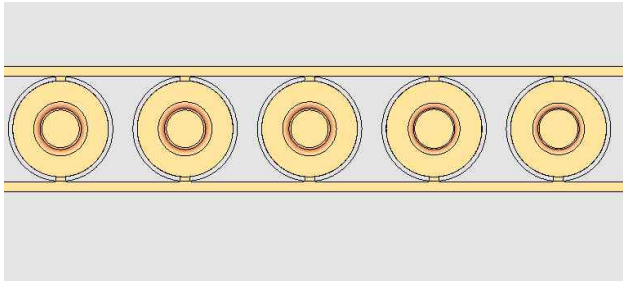
아워그래스 타입 스트립 레이아웃설계의 상세도는 그림 5~8까지 나타내었다.



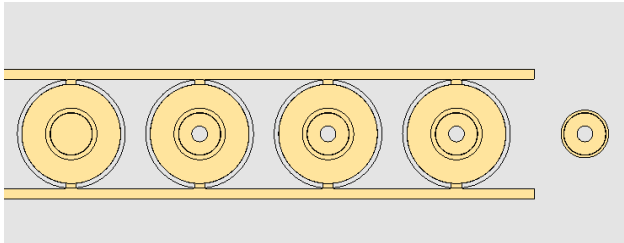
[그림 5] 아워그래스 타입 1~4공정 스트립 레이아웃상세도-1



[그림 6] 아워그래스 타입 5~10공정 스트립 레이아웃상세도-2



[그림 7] 아워그래스 타입 13~17공정 스트립 레이아웃상세도-3

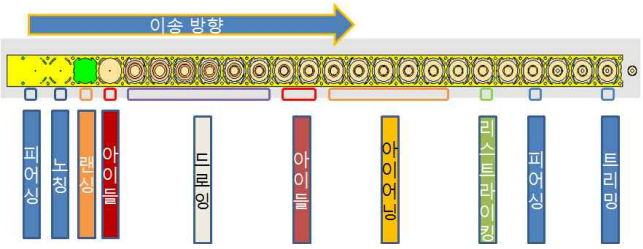


[그림 8] 아워그래스 타입 21~24공정 스트립 레이아웃상세도-4

1차 결정한 아워그래스 타입으로 스트립 레이아웃 설계시에는 제품을 각 공정별로 유지하는 지지점이 그림 5에서 보는 바와 같이 2개이므로 드로잉과 아이어닝, 리스트라이킹시 펀치가 다이에 스탬핑 될 때 제품의 측벽을 제대로 타고 들어갈 수 없어서 불량이 발생할 소지가 많다고 사료되어 2.4.3과 같이 랜싱타입으로 스트립 레이아웃을 변경하여 작성하였다.

2.4.3 최종 스트립 레이아웃

최종 결정한 스트립 레이아웃은 24공정으로 랜싱타입으로 하였다. 그림 9는 각 공정별 배열한 최종 스트립 레이아웃도이다.[5] 표 3에서 보는 바와 같이 1공정은, 피어싱, 2공정은 노칭, 3공정은 랜싱, 4공정은 아이들, 5~12공정은 드로잉/아이들로 하였다. 15~18공정은 아이어닝/아이들, 19~21공정은 리스트라이킹/아이들, 22공정은 피어싱, 23공정은 챔버, 24공정은 트리밍으로 그림 9와 같이 스트립 레이아웃을 완성하였다. 이중에서 중요하게 볼 공정은 2, 3, 23공정이다. 2공정은 랜싱을 하기전에 4개의 지지점을 만들기 위한 노칭이기 때문에 중요한 공정이다. 23공정은 피어싱후의 버를 제거하기 위한 것이기 때문에 중요한 공정이다.

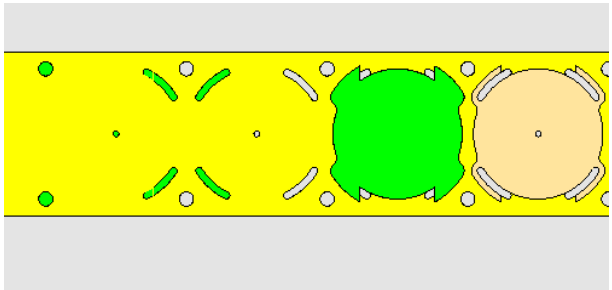


[그림 9] 플런저 부품의 랜싱타입 스트립 레이아웃도

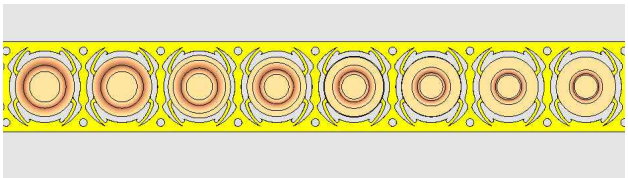
[표 3] 플런저 부품의 랜싱타입 스트립 레이아웃 설계

스테이지 번호	가공공정
1	원형 피어싱
2	노칭
3	랜싱
4	아이들
5 - 12	드로잉
	아이들
13 - 14	아이들
15 - 18	아이어닝
	아이들
19 - 21	리스트라이킹
	아이들
22	피어싱
23	챔버
24	트리밍

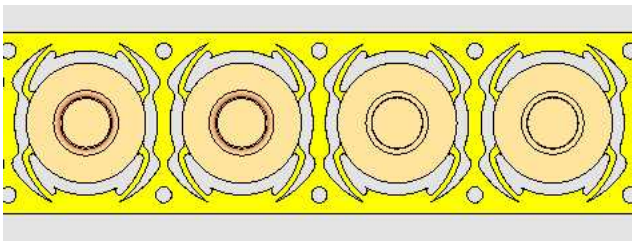
랜싱 타입 스트립 레이아웃설계의 상세도는 그림 10~13까지 나타내었다.



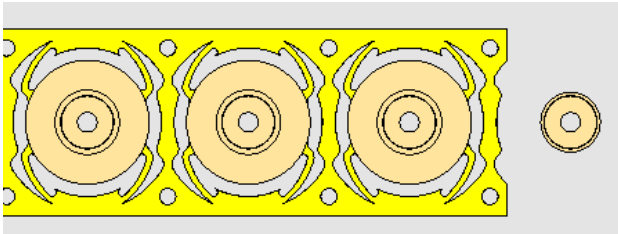
[그림 10] 랜싱타입 1~4공정 스트립 레이아웃상세도-1



[그림 11] 랜싱타입 5~12공정 스트립 레이아웃상세도-2



[그림 12] 랜싱타입 15~18공정 스트립 레이아웃상세도-3



[그림 13] 랜싱타입 22~24공정 스트립 레이아웃상세도-4

3. 결론

디젤 차량 플런저 부품의 스트립 레이아웃 설계에 대하여 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

1) 점화 플러그와 조립되는 부품으로 연료효율에 효과가 입증된 디젤 플런저 부품의 스트립 레이아웃설계에 관한 것이다.
2) 재료의 이송시 안정성을 유지하기위하여 2개의 지지점을 가지는 아워그래스 타입에서 4개의 지지점을 유지하는 랜싱 타입으로 스트립레이아웃 설계를 변경하였다.
3) 원형의 제품이므로 각도배열에 의한 재료이용률은 개선되지 않으며 아워그래스 타입이나 랜싱 타입이나 공통으로 재료 이용률은 46% 이다.
4) 기존의 냉간단조 방식을 탈피하고 프로그레시브 금형설계 및 제작방식으로 변경하여 기존설비대비 1/20로 투자금액을 낮출 수 있으며, 요구하는 정밀도와 가격대비 경쟁력을 갖출 수 있다고 사료된다.
5) 전체 스트립 레이아웃 공정수를 24공정으로 최적화하였고 이송방향의 금형크기가 커서 4개로 분할하여 금형설계를 할 예정이다.

참고문헌

[1] 김세환, “도해 프레스 금형설계 데이터북”, 대광서림, pp.5-2~5-127, 2006.
[2] 김세환, “프레스금형설계기준”, 한국금형정보센타, pp.90, 1992.
[3] 김세환, 안종민, “프로그레시브 금형설계기술”,기전연구사, pp.223~269, 1995.
[4] Cimatron. Co., “Cimatron E Die Design Guide”, 2008.
[5] 김세환 편저, “프로그레시브 금형설계도면집”, 기전연구사, pp349~436, 1999.