

프레스금형의 형상가공방법 개선

현대자동차 톨링센터 프레스금형부

1. 개요

프레스금형은 대물금형으로서 구조전체가 주철로 되어있는 것과 몸체는 주철이고 형상의 경도를 요구하는 곳은 합금공구강의 스틸을 본체에 조립하는 구조로 되어 있으며 금형의 형상 가공정도를 확보하기 위해서 황삭, 중삭, 정삭 가공공정으로 나누어 기계가공하는데 형상가공시 나타나는 현상으로 첫째, 형상 황삭가공시 주물상대나 육각형의 소재를 가공해야 하므로 항상 가공여유가 과다하며 가공여유로 인하여 형상 가공시간과다 투입, 절삭공구 파손, 절삭부하에 의한 장비의 정도 저하 등의 문제점이 나타나고 있어 기계가공 공정을 어렵게 하고 있다.

둘째, 프레스금형의 기계가공 과제중 사상공정을 없애기 위한 고품질 형상가공을 실시 하나 금형의 형상이 다양한 모양을 띠고 있어 빠른가공과 고정도 고품질의 기계가공을 하기란 쉽지 않으며 특히 코너부 형상의 작은 "R" 가공에 많은 시간을 투입하고 있다.

위와 같은 문제점을 해결하기위해서 기계가공공정의 형상가공방법에 대한 문제점을 분석하여 가공방법을 개선하였다.

2. 형상 황삭가공

2-1 문제점 및 대책

| 항목 | 문제점 | 원인 | 대책 |
|--------|------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| 형상가공여유 | 패턴의 가공여유과다 | 패턴의 분할가공 오차 | 단계별 분할가공 허용공차 적용 |
| | | 패턴의 형상코너부 가공여유과다(R15+여유10mm) | 코너형상 R 축소 |
| 형상황삭가공 | 절삭부하과다 절삭피드저하 | 패턴조립시 누적오차 | 형상가공여유 변경 |
| | | 패턴 전면 형상여유 과다 | 패턴검사 강화 |
| | | 형상가공량 과다 10~30mm | 패턴의 가공여유 축소 |
| | | 형상가공량 과다에 의한 절삭피드를 작업자가 임의 조절 | 황삭 가공량을 나누어 가공 절삭피드를 상향조정하여 고정 |

2-2 개선내용

| 항목 | 개선전 | 개선후 |
|------------------------|---|--|
| 패턴의 분할가공 오차 | 허용공차 없음 | 분할단계별 높이 -1mm 적용 |
| 패턴의 형상 코너부 가공여유 과다 | φ30 볼엔드밀로 형상 전면가공 | φ12 볼엔드밀로 코너부 펜슬가공 |
| 패턴의 전면 형상여유 과다 | 허용공차 없이 일괄 10mm 적용 | 금형크기별 가공여유 허용공차관리 2000이하: 8±2mm (2000×1500×600) 2001이상: 10±2mm (2001×1501×601) |
| | | 패턴검사 미비 |
| 형상황삭시 절삭부하과다 및 절삭피드 저하 | 10mm 이상을 1회에 가공 작업자가 절삭피드 임의 조절 rpm = 1,400~1,500 feed = 400~700 | 황삭 2회가공 절삭피드 상향조정하여 고정 rpm = 2,100 feed = 1,500 |

2-3. 개선전·후 비교

| 품명 | 구분 | 개선전 | 개선후 | |
|--------|-----------|------------|----------------|-------|
| FENDER | | GH OP10 RH | GH OP10 LH | |
| | 절삭조건 | RPM | 1,400~1,500 | 2,000 |
| | | FEED | 400~700 | 1,500 |
| | | P/FEED | 7 | 7 |
| | 가공량 | 황황삭 | 8~25 | 0~15 |
| | | 황삭 | | 10 |
| | 형상 황삭가공시간 | | 17.17 | 13.95 |
| | | | 3.22 ↓ (19% ↓) | |

| 품명 | 구분 | 개선전 | 개선후 | |
|-------------|-----------|-----------------|-------------|---------------|
| SIDE OTR | | LC4 FL OP10 L/R | GH OP10 L/R | |
| | 절삭조건 | RPM | 1,400~1,500 | 1,800 / 2,000 |
| | | FEED | 400~700 | 1,000 / 1,500 |
| | | P/FEED | 7 | 7 |
| | 가공량 | 황삭 | 10~25 | 1~8 |
| | | 황삭 | | 7 |
| | 형상 황삭가공시간 | 148 | 134 | |
| | | | 14 ↓ (9% ↓) | |
| | 환산SET | 7.22 | 7.94 | |
| | 형상면적 | 16 | 20.12 | |
| 환산SET당 형상황삭 | 20.5 | 16.9 | | |
| 가공시간 | | 3.6 ↓ (18% ↓) | | |

2-4. 개선결과

- 형상 황삭가공시간 단축 = 환산SET 3.6 시간 (18% ↓)
- 패턴의 가공여유 축소 = 평균 13.2mm → 10.2mm (3mm ↓)
- 형상 황삭가공량 축소 = 평균 15.5mm → 11.7mm (3.8mm ↓)
- 고속가공기에서 형상 황삭가공 실시

첨부1

- 패턴 가공여유 및 형상 황삭가공량 체크
- 개선전·후 형상 황삭가공 테스트 및 가공시간 비교
- 개선효과 파악

3. 형상 정삭가공

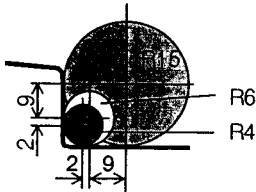
3-1. 형상가공시간 조사

(XG FL T/LID INR OP10)

| 구분 | 황삭 | 중삭 | 정삭 | 잔삭 |
|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| 공구경 및 가공방법 | Φ50~Φ30 | Φ30~Φ8 | Φ30 | Φ12, Φ8, Φ6 |
| | 3DP(ZIGZAG) | 3DP(ZIGZAG) | 3DP(ZIGZAG) | M-Pencil |
| | Pencil가공 | Pencil가공 | Pencil가공 | Pencil가공 |
| 가공시간(Hr) | 37.54 | 27.52 | 48.42 | 40.03 |
| 점유율(%) | 24.5 | 17.9 | 31.5 | 26.1 |

전체 형상에서 코너부 잔삭가공영역이 적은데도 잔삭가공시간이 많다.

3-2. 코너 형상부 잔삭가공영역 분석



| 엔드밀 | 가공영역 | Pick Feed | 최대 Pick Feed 數 | 비고 |
|----------|--------|-----------|----------------|------------------------|
| Φ12 볼엔드밀 | R15~R6 | 0.6 | 32회(1+15+15+1) | Φ12 M-Pencil의 가공횟수가 많다 |
| Φ8 볼엔드밀 | R6~R4 | 0.5 | 10회(1+4+4+1) | |

3-3. 분석결과 및 개선방향 설정

형상가공중 잔삭가공시간이 26%를 점유 하는것은 Φ12 볼엔드밀의 잔삭 가공영역이 최대 18mm 이고 피크피드가 0.6mm 일때 Pick Feed 이동횟수가 32회 이므로 잔삭가공 시간이 많이 걸리며 따라서 개선방향은 Φ12 볼엔드밀의 잔삭가공영역을 축소하는 것이다.

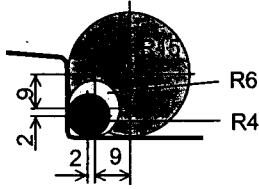
적용범위 : INR PART OP10~ OP40 전공정

3-4. 개선내용

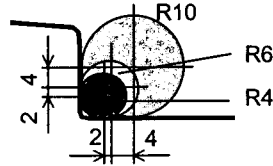
(INR PART 기준)

| 구분 | 항목 | 개선전 | 개선후 | 개선내용 |
|--------|----------------|--------|--------|-----------------------|
| 형상전면정삭 | 정삭 엔드밀 | Ø30 | Ø20 | 공구경 축소 |
| | Pick Feed | 0.7 | 0.7 | |
| | Scallop Height | 0.0041 | 0.0061 | 0.002mm 증가 |
| | 잔삭가공영역 | 18 | 8 | 90° 형상에서 가공영역 10mm 감소 |
| | Pick Feed | 0.6 | 0.6 | |
| | Scallop Height | 0.0075 | 0.0075 | |
| | 가공횟수 | 32회 | 16회 | 잔삭가공 16회 감소 |

개선전 32회(1+15+15+1)



개선후 16회(1+7+7+1)



3-5. 개선전·후 형상가공시간 비교

| 구분 | 개선전 | | | | 개선후 | | | |
|------------|-----------------------|-------|-------|-------|-----------------------|--------|--------|-------|
| | GH T/LID INR OP10 LH측 | | | | GH T/LID INR OP10 RH측 | | | |
| 가공방법 | 활삭 | 중삭 | 정삭 | 잔삭 | 활삭 | 중삭 | 정삭 | 잔삭 |
| 가공시간(Hr) | 7.88 | 14.48 | 29.73 | 15.73 | 7.88 | 13.0 | 25.9 | 10.77 |
| | 67.82 | | | | 57.55 | | | |
| 가공시간단축(Hr) | | | | | 1.48 ↓ | 3.83 ↓ | 4.96 ↓ | |
| | | | | | 10.27 (15%) | | | |
| 점유율(%) | 11.6 | 21.3 | 43.8 | 23.2 | 13.7 | 22.6 | 45 | 18.7 |
| 환산set | 1.205 | | | | 1.205 | | | |
| 환산set당 | 56.28 | | | | 47.76 | | | |
| 형상가공시간 | | | | | 8.52 ↓(15% ↓) | | | |

3-6. 개선결과

- 형상가공시간 단축 = 환산SET당 8.5 시간 (15% ↓)
- INR PART 형상정삭 : Ø30 → Ø20 Ball End Mill 가공
- 적용금형(전차종)
 - FRT DR INR 전공정
 - RR DR INR 전공정
 - HOOD INR 전공정
 - T/LID INR 전공정
 - T/GATE INR 전공정

첨부2

- 형상가공시간 조사 (XG FL T/LID INR OP10)
- 형상 정삭가공공구 선정조건
- 개선전·후 형상가공시간 비교(GH T/LID INR OP10)
- 개선효과 파악

4. 결론

패턴제작 시 가공여유를 줄이고 형상활삭 가공량을 2회 나누고 절삭피드를 향상시켜 가공능률을 향상시켰으며, INR PART의 형상전면 정삭용 볼엔드밀의 지름을 축소하여 잔삭가공영역을 감소 시킴으로써 가공시간을 단축하였다.
 형상가공시간을 단축하기 위해서는 패턴의 정밀화로 활삭 가공량을 최소화하여 고속·고능률가공 실현을 앞당겨야 하며, 형상별 절삭공구 선정으로 가공방법을 차별화하는 고속가공기술을 지속적으로 개발하는 것이다.