교차구멍을 위한 디버링 기구의 TRIZ 기반 설계 개선

Design evolution of a deburring tool for intersection holes with TRIZ

*김영관 [1], 조창희 [1], #김권희 [2]

*Y. G. Kim[1], C. H. Cho[1], K. H. Kim(kwonhkim@korea.ac.kr)[2#]

[1] 고려대학교 대학원 기계공학과, [2] 고려대학교 기계공학부

Key words : Burr, Deburring tool, Intersection holes, TRIZ

1. 서론

모든 절삭가공에서 버의 생성은 피할 수 없는 문제이기 때문에, 이 버를 완전히 제거하기 위한 추가 가공이 필요하다. 버를 제거하는 기존의 방법으로는 연마 분사 [1], 레이저 [2], 전해 연마 [3] 등이 있다. 하지만 이 방법들은 가공시간이 길고 구멍 내부와 기능부 손상을 유발하는 문제를 발생시킨다. 특히, 교차구멍에 형성된 버는 형상이 복잡하고 접근이 어렵기 때문에 기존 방법으로 제거하는 것이 매우 어렵다.

Fig. 1 은 본 연구 이전에 개발된 교차구멍에서의 디버링 기구 [4] 를 보여준다. 이 디버링 기구는 교차구멍의 모서리에 적합한 구형 헤드가 있고 헤드 중앙의 홈에 의해 적절한 각도로 절삭날이 형성 되어 있다. 기존 설계의 경우 어느 정도 이상의 직경과 교차각을 갖는 교차구멍에 대해서는 쉽고 빠르게 버를 제거할 수 있다. 하지만 엔진 크랭크 샤프트와 같이 교차각과 교차구멍의 직경이 작은 경우에는 완전히 버를 제거하는 것이 어렵다는 문제가 있었다.

Fig. 1 Previous designs of deburring tools for intersecting holes

본 연구는 기존 디버링 기구의 단점을 보완하여 교차각과 교차구멍의 직경이 작은 경우에도 적용할 수 있는 기구를 설계하는 것을 목표로 한다.

2. TRIZ 모순해석을 통한 설계 개선

2.1 디버링 기구의 기술적 모순해석

교차각이나 교차구멍의 직경이 작은 경우에도 디버링을 수행하기 위해서는 커터헤드와 절삭날의 크기가 작아야 한다. 하지만 절삭날의 크기가 작으면 디버링 능률이 낮아지게 된다. 따라서 기존 디버링 기구에 대한 문제점을 TRIZ[5] 의 기술적 모순으로 정의하면 다음과 같다.

"효율적인 디버링을 위하여 커터 헤드의 체적을 감소시키면 기구의 적응성과 생산성이 줄어든다."

이러한 기술적 모순에서 디버링 기구의 개선변수는 '이동 물체의 체적(7)'이다. 이에 대한 상반변수로는 '적응성(35), 생산성(39)'을 볼 수 있다. 위에서 정의한 변수들에 관하여 모순행렬을 이용하여 분석을 시행한 결과 Table 1 과 같이 문제 해결 원리를 도출하였다.

2.2 모순해석을 통한 설계 개선

Table 1 으로부터 기존 설계의 문제점에 대한 해결 원리들을 찾을 수 있었다. 역동성(15)의 원리를 적용하여 디버링 기구의 회전운동에 축방향 왕복 운동을 더하였다. 그리고 부분 거부 및 재구성(34)의 원리를 이용하여 커터 헤드를 제거하고 커터의 구조를 변경하여 교차구멍에서 복수의 커터가 상하로 왕복 이동하여 버를 제거할 수 있도록 하였다.

Table 1 Technical contradiction for cutter head

Feature to improve	Worsening feature	Inventive principles
Volume of moving object (7)	Adaptability or versatility(35)	15, 29
	Productivity(39)	2, 6, 10, 34

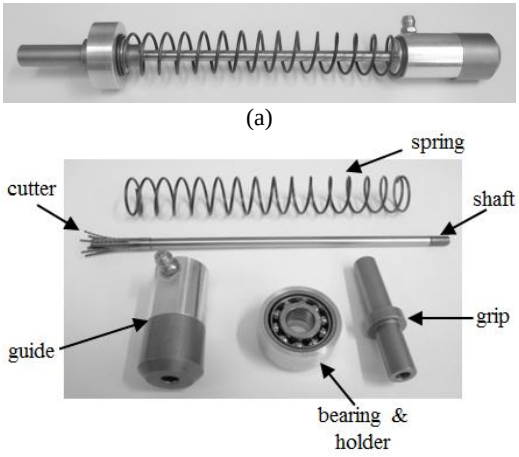

Fig. 2 New design of deburring tool: (a) assembly and (b) components of the new design.

Fig. 2 는 새로운 디자인의 디버링 기구를 보여준다. 새로운 디자인은 커터의 날 방향은 샤프트의 회전운동이 아닌 왕복운동에서 버를 제거할 수 있는 방향을 향한다. 이러한 설계는 교차각이 작을 경우 좁은 틈새에 만들어진 버를 효율적으로 제거하기 위한 것이다. 가이드는 커터가 쉽게 교차구멍 안으로 진입하도록 도와 준다. 스프링은 커터의 왕복운동 시에 가이드가 항상 공작물에 접한 상태를 유지하도록 한다.

3. 디버링 기구의 성능 평가

디버링 기구의 성능 평가를 수행하였다. 시편은 기계구조용 합금강(SCM440H)을 사용하였다. 그리고 1 차구멍과 2 차구멍의 직경을 각각 6.5mm 와 6mm 로 하였고 교차각은 40° 이다.

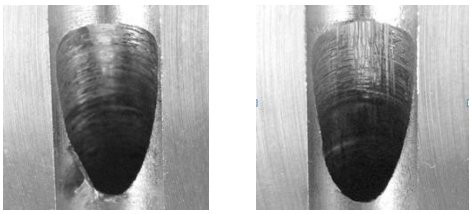

Fig. 3 Deburring test results of SCM440H specimen. The primary hole diameter of the specimen is 6.5mm, the secondary hole diameter is 6mm and intersecting angle is 40°.

Fig. 3 은 디버링 전과 후의 교차구멍을 보여준다. 교차구멍의 하단부에 주로 생성되어 있던 버가 디버링 후에 모두 제거되었고 특별한 과도절삭이 없었음을 확인 할 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 기존 디버링 기구에 대하여 트리즈의 기술적 모순해석을 통하여 문제점을 해결하고 진화된 디버링 기구를 설계하였다. 새로운 디버링 기구는 복수 커터의 왕복 운동을 통하여 효과적인 디버링을 하는 것을 확인하였다. 디버링 기구의 설계에서 TRIZ 는 설계 개선 방향을 제시한다는 점에서 유용하다. 그러나 TRIZ 가 제시하는 발명원리들을 선택하여 적용하는 것은 사용자의 판단력과 경험에 의존하게 된다. 따라서 TRIZ 의 효율적 활용을 위해서는 이러한 특성을 이해하는 것이 중요하다고 생각된다.

후기

이 논문은 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2012-0000785)

참고문헌

1. Balasubramaniam R., Kriwwshnam J., Ramakrishnam N., “An experimental study on the abrasive jet deburring of cross drilled holes”, Journal of Materials Processing Technology, 91 (1/3), 178-182, 1999.
2. Lee S. H., Dornfeld D. A., “Precision laser deburring”, Journal of Manufacturing Science and Engineering, 123(4), 601-608, 2001.
3. Choi I. H., Kim J. D., “A study of the characteristics of the electrochemical deburring of a governor-shaft cross hole”, Journal of Materials Processing Technology, 75 (1/3) , 198-203, 1998.
4. Cho C. H., Kim K. H., “Design of a deburring tool for intersecting holes in aluminum alloys”, Journal of Materials Processing Technology, 212, 1132-1138, 2012.
5. Kang Y. J., “The method for uncoupling design by contradiction matrix of TRIZ, and case study”, The Third International Conference on Axiomatic Design,1/7-7/7, 21-24, 2004.