유한요소해석에 의한 인서트 드릴 홀더 설계
Design of Insert Drill Holder Using Finite Element Analysis

*박동근[1], #이준성[2], 이양창[3]
*D. K. Park[1], #J. S. Lee(jslee1@kyonggi.ac.kr)[2], Y. C. Lee[3]
[1]경기대학교 대학원 기계공학과, [2]경기대학교 기계시스템공학과, [3]대림대학교 기계과

Key words : Drill Holder, Insert Holder, Finite Element Analysis

1. 서론

공작기계의 절삭 가공 중에서 드릴 가공은 일반 기계가공 공정의 25%정도의 비율을 점유하고 있으며, 대량생산 및 정밀부품생산을 위해서는 정밀드릴 가공이 꼭 필요한 부분이라 말할 수 있다[1].

Fig. 1 은 인서트 드릴과 일반드릴을 나타낸 것이다. 정밀 드릴 가공의 중요한 부분 중 하나는 인서트 드릴이다. 생산성과 정밀도, 공구수명 및 관리 측면에서도 차이가 매우 크다고 볼 수 있다. 일반드릴의 경우는 고속 드릴작업이 어려우며, 생산성 향상에 한계가 있다. 그러나 인서트 드릴의 경우 그 정밀도가 높고 수명 및 관리가 쉬우며 셋팅 공정 시간을 줄일 수 있어 높은 생산성 향상에 크게 기여하고 있다.

따라서 빠른 인서트 교환과 고속절삭용 인서트 드릴홀더의 개발이 활발히 이루어지고 있는 상황이다. 이에 본 연구에서는 스크류 클램프형식이 아닌 인서트 팁의 억지 끼움형식의 홀더를 개발하기 위한 설계방법의 토대를 마련하고자 한다.

Fig. 1 Regular drill and insert drill

2. 인서트 드릴

인서트 드릴은 일반 드릴과 달리 드릴 전체를 교환하는 것이 아니라 Fig. 2와 같이 인서트용 팁(tip)을 교환하여 사용함으로 시간절약 및 정밀도를 향상시키는 데 큰 역할을 한 공구이다. 사용용도에 따라 여러 가지 모양의 인서트 드릴홀더가 필요하게 되고 가공 방식과 모양에 따른 홀더 개발이 매우 중요하다. 따라서 홀더의 안정된 구조를 분석하고자 유한요소해석을 이용하여 홀더의 강성해석을 수행하였다.

Fig. 2 Locking and exchange of insert tip

3. 드릴 절삭

드릴 몸체부 선단에 2개의 절삭날에 생성된 칩은 나선형 홈을 따라 배출된다. 나선형 홈이 드릴 축과 이루는 각을 나선각 또는 비틀림각이라 하며 나선각이 크면 절삭날이 날카롭게 되어 절삭저항은 감소하지만 강도, 수명이 떨어지고 칩의 배출이 어렵게 된다.

드릴의 날끝 각은 118° 보다 작은 경우 절삭날이 볼록형 곡선이 되어 절삭저항이 커지고 절삭시 진동을 유발하며, 날끝 각이 118° 보다 큰 경우 절삭날이 오목형 곡선이 되어 날의 가장자리에서 공작물에 인성이 발생되는 현상이 있어 절삭날이 파손되기 쉽다[1-3].

드릴 절삭속도(2,000rpm)에 의한 절삭토오크 및 트러스 계산식은 식 (3-1)로 나타낸다[4].

$$M = KD^2 \times (0.0631 + 1.686 \times f)[kg \cdot cm]$$

$$T = 57.95 \times KDf^{0.85}[kg] \quad (3\text{-}1)$$

여기서 M: 절삭토크, K:재료계수, T:절삭트러스, f: 이송량(mm/rev), D: 드릴직경 이다.

4. 홀더의 유한요소해석

본 연구에서 개발하고자 하는 해석 모델은 Fig. 3과 같은 구조이다. 여기서 (a)드릴홀더, (b)인서트 팁, (c)피삭재, (d)웨이브 각, (e)절삭깊이이다. 해석은 Fig. 3와 같이 3차원 모델링을 한 후, 유한요소해석 시스템을 이용하였다. 해석조건은 절삭 깊이에 따른 구속조건으로 설정하고 홀더에 절삭 토오크의 하중을 적용하였다. Table 1은 홀더 및 인서트의 기계적 성질이며 Table 2는 해석의 구속조건을 나타낸 것이다. 여기서 홀더의 최대변위와 최대응력 값을 기준값과 비교하여 홀더의 형상최적화에 적용하고자 한다.

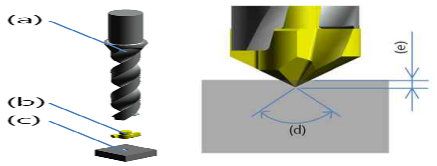

Fig. 3 The shape of the locking insert holder

Table 1 Material properties

명 칭	재 질	탄성계수(E)	프와송비(υ)	항복강도
Holder	공구강	205 GPa	0.28	1500(MPa)
Tip	초경합금	539 GPa	0.28	
피삭재	SM20C	200 GPa	0.29	

Table 2 The experimental conditions

Case	드릴각 118°		드릴각 140°	
	깊이(mm)	직경(mm)	깊이(mm)	직경(mm)
1	1.00	3.33	1.00	5.5
2	2.00	6.66	2.00	11.0
3	4.21	14.00	2.55	14.0

5. 해석결과

본 연구에 의한 해석 결과는 Table 3과 Fig. 4에 나타내었다. 해석결과 홀더의 안쪽부분에서 응력집중현상이 일어나고 있으며 최대전단응력값이 Case 3의 경우, 약 1,100 ~ 1,400 MPa로 나타났으며 전변형량은 약 0.49 mm이었다. 따라서 드릴날 전체가 접촉할 때는 홀더의 최대응력값이 항복강도의 약 90%에 해당하는 응력이 발생함을 알 수 있다.

Table 3 Maximum value of shear stress

Case	드릴각 118°	드릴각 140°
	Max shear stress (MPa)	Max shear stress (MPa)
1	57	192
2	239	818
3	1111	1354

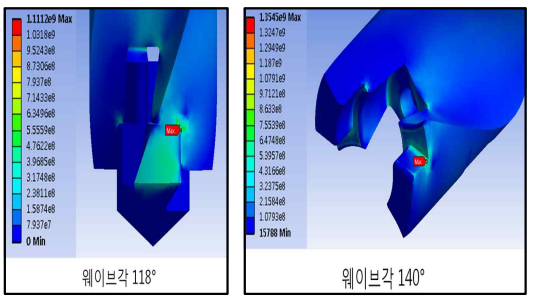

Fig. 4 Location of stress concentration

6. 결론

본 연구결과 억지끼움 형식의 인서트 홀더의 설계 시, 최대 토오크에 의한 비틀림 현상에 의한 응력집중을 고려한 설계가 매우 중요한 요소임을 확인하였다. 따라서 본 기초해석을 통해 인서트 드릴홀더의 최적화 설계를 위한 방법을 마련하고자 한다.

참고문헌

1. 이원석, "Multi Punch 타입 드릴링용 인서트의 가공성능 평가" 금오공과대학교 기계설계공학과, 석사학위논문, 2011
2. 김남훈,"SM45C와 SCM440의 被削性 에 關한 硏究"檀國大學校大學院 機械工學科 博士學位論文, 1997
3. 한국야금(주),KORLOY-TPDB 카탈로그,P07
4. http://www.iwidin.com/t_main02-03.html