

## 하드디스크 드라이브용 액츄에이터 암의 절삭 가공 특성

이재우\* (두원공과대학 기계학과)

### Cutting Characteristics of Actuator Arm in Hard Disk Drive

Jae Woo Lee(Mech. Eng. Dept., Doowon Technical College)

#### ABSTRACT

Actuator arm of HDD were machined with the slitting saw of tungsten carbide to clarify the cutting characteristics in terms of the roughness of machined surface, the burr size and the tool wear. An improved performance in all view of the surface machined, the tool life and the cutting efficiency was obtained at the cutting speed of 4,000rpm with the feed of 300m/min. The tool life increases with increasing the  $t/T$  value, whereas surface roughness decreases. The tool with alternate type of B and C edges has an effect to decrease the burr size.

**Key Words** : Hard Disk Drive (하드디스크 드라이브), Actuator (액츄에이터), Arm (암), Slitting Saw (슬리팅소오), Cutting (절삭)

#### 1. 서론

Fig. 1은 하드디스크 드라이브(HDD)에 사용되는 액츄에이터 암을 보이고, Fig. 2는 하드디스크 드라이브를 나타내는 사시도이다. 액츄에이터에는 암이 설치되고, 암의 중간 부위에는 피봇이 삽입되는 피봇구멍이 형성되며, 암의 선단부에는 자기 헤드가 탑재된 슬라이더를 디스크의 표면측에 놓이도록 지지하는 서스펜션이 설치되어 있다. 액츄에이터 암은 일반적으로 Al 6061 또는 Al 5052 재료가 사용되며, 초경합금의 슬리팅소오를 사용하여 슬리팅 가공이 행해지고 있다.

그러나 슬리팅소오에 의한 액츄에이터 암의 절삭에서, 응착이 쉽게 발생하고, 절삭면이 나쁘며, 공구수명이 짧은 것이 문제로 되어 있다. 따라서, 절삭면을 좋게 하고, 버의 생성을 억제하고 공구수명을 향상시키기 위한 많은 노력이 최근에 행해지고 있다.

본 연구에서는 초경 합금의 슬리팅소오를 사용하여 Al 5052 합금의 슬리팅 가공을 행하고, 공구수명, 버의 크기 및 절삭면의 표면거칠기에 미치는 절삭조건과 공구형상의 영향을 검토하였다.

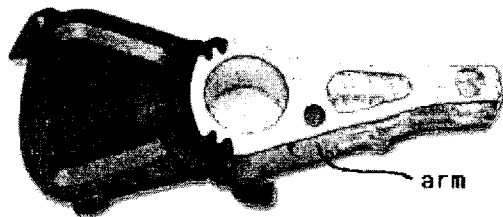


Fig. 1 Actuator arm in hard disk drive

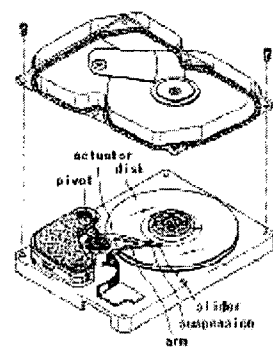


Fig. 2 Hard disk drive

#### 2. 실험방법

피삭재는 Al 5052 합금으로 된 80GB용 액츄에이터 암을 사용하였으며, 공구로는 외경 80mm, 두께 1.9mm, 날수 32개의 초경 솔리드 타입의 슬리팅소오를 사용하였으며, 슬리팅소오의 경사각은 18도, 여유각은 8도로 일정하게 하였다. 절삭시의 회전수는 3,000-5,000rpm, 이송은 150-450mm/min으로 변경시켰다. 또한, 공구 형상을 변화시키는 실험에서는 Fig. 3에서 보이는 바와 같이  $t/T$ 를 0-1로 변화시켰으며,

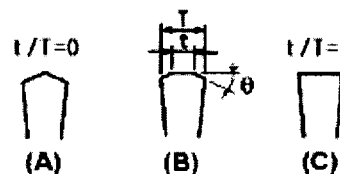


Fig. 3 Edge geometry of slitting saw used

측면각( $\theta$ )을 0-45도로 변화시켰다. 가공능률을 향상시키기 위해서는 공구의 이송과 회전수를 높여야 한다. 공구형상을 변화시킨 모든 실험에서는 회전수를 5,000rpm, 이송을 450mm/min으로 일정하게 하여 상향 절삭하였다. 공구수명은 버의 크기가 0.5mm에 달하는 절단 개수를 나타내었다. 절단시에 일정한 시간 간격마다 절삭면의 최대 표면거칠기( $R_{max}$ ), 버의 크기 및 슬리팅소오의 칩핑 상태를 측정하였다.

### 3. 실험결과 및 고찰

Fig. 3의 C 타입의 슬리팅소오를 사용한 절단에서 회전수와 이송을 변화시킨 경우에, 공구수명을 Fig. 4에, 100개 절단후의 표면거칠기를 Fig. 5에 보인다. 하향 절삭에 비하여 상향절삭시의 공구수명과 표면거칠기가 우수하였다. 표면 거칠기, 가공능률 및 공구수명을 모두 고려한 관점에서는 회전수 4,000rpm, 이송을 300mm/min으로 하여 상향 절삭하는 것이 가장 바람직하다.

Fig. 4 Effect of cutting speed and feed on the tool life of C type saw

feed	rpm	3,000	3,500	4,000	4,500	5,000
		up	2,361	2,398	2,556	2,613
150	down	1,996	2,136	2,392	2,467	2,512
	up	2,178	2,248	2,397	2,424	2,496
225	down	1,995	2,139	2,114	2,336	2,345
	up	821	1005	2,210	2,310	2,391
300	down	743	924	1,994	2,207	2,235
	up	535	718	993	1,542	2,286
375	down	367	599	748	1,386	2,032
	up	425	540	624	984	1,712
450	down	228	320	512	812	1,538

Fig. 5 Effect of cutting speed and feed on surface roughness at cutting with C type saw

feed	rpm	3,000	3,500	4,000	4,500	5,000
		up	2.4	2.5	2.9	3.0
150	down	3.5	3.7	4.3	4.4	4.7
	up	2.5	3.6	3.8	3.2	3.0
225	down	3.1	4.9	4.7	4.2	4.4
	up	5.8	4.3	1.6	1.6	2.7
300	down	7.1	6.2	2.5	2.7	3.9
	up	7.5	5.7	5.6	6.3	1.9
375	down	9.2	7.2	7.1	8.2	2.6
	up	11.4	8.9	8.3	6.4	4.9
450	down	12.9	10.3	9.1	8.2	6.2

Fig. 6은 Fig. 3에서 보이는 공구형상을  $t/T=0-1$ 로 변화시킨 경우의 공구수명과 100개 절삭후의 표면거칠기를 나타내며, Fig. 7은 버의 크기에 미치는 측면각( $\theta$ )의 영향, Fig. 8은 버의 크기에 미치는 공구형상과 절삭개수의 영향, Fig. 9는 표면거칠기에 미치는 공구형상과 절삭개수의 영향, Fig. 10은 절삭시의 슬리팅소오에서 0.5mm 이상 크기의 칩핑 생성물에 미

치는 공구형상과 절삭개수의 영향, Fig. 11은 B 타입과 C 타입의 절삭날을 교대로 설치한 공구를 사용하여 절삭한 경우의, 절삭개수에 따른 버의 크기를 나타낸다.  $t/T$ 가 커질수록 공구수명과 표면거칠기 값이 증가한다. 또한, 측면각이 0-30°까지는 버의 크기가 0.1mm로서 일정하나, 40°를 넘으면 0.2mm로 커진다. 1,400개까지 절단시에, C 타입의 슬리팅소오는 B 타입에 비하여 2배의 버크기를 나타내며, 표면거칠기는 약 2.5배 크고, 공구의 칩핑 생성물은 약 3배가 된다. 그러나 B 타입과 C 타입의 절삭날을 교대로 형성시키면 B 타입만의 슬리팅소오에 비하여 버의 크기가 1/2로 작아진다.

Fig. 6 Effect of the cutting edge geometry on tool life and surface roughness ( $\theta=20^\circ$ , 5,000rpm, 450m/min)

$t/T$	0	1/5	1/4	1/3	1/2	1
Tool life	325	480	923	1367	1913	1712
surface roughness	1.6	1.7	2.3	2.6	3.4	4.9

Fig. 7 Effect of the side angle of tool on burr size ( $t/T=1/3$ , 5,000rpm, 450m/min, cut No. 100)

side angle	0	10	20	30	40	45
size of burr	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2

Fig. 8 Effect of tool geometry and cutting number on the size of burr ( $t/T$  of B type:1/3,  $\theta=20^\circ$ , 5,000rpm, 450m/min)

cut number( $\times 100$ )	0.1	2	4	6	8	10	12	14
C type edge	0.1	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4
B type edge	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2

Fig. 9 Effect of tool geometry and cutting number on the surface roughness ( $t/T$  of B type:1/3,  $\theta=20^\circ$ , 5,000rpm, 450m/min)

cut number( $\times 100$ )	0.1	2	4	6	8	10	12	14
C type edge	4.9	5.5	6.6	7.9	9.1	10.3	11.7	13.6
B type edge	2.6	2.7	2.9	3.2	3.6	4.1	4.9	5.7

Fig. 10 Effect of tool geometry and cutting number on the chipping formation rate of tool ( $t/T$  of B type:1/3,  $\theta=20^\circ$ , 5,000rpm, 450m/min)

cut number( $\times 100$ )	0.1	2	4	6	8	10	12	14
C type edge	0	1	1	2	3	7	9	13
B type edge	0	0	0	0	1	1	2	4

Fig. 11 Effect of tool geometry and cutting number on the size of burr ( $t/T$  of B type:1/3,  $\theta=20^\circ$ , 5,000rpm, 450m/min)

cut number( $\times 100$ )	0.1	2	4	6	8	10	12	14
alternate type of B & C	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1

### 4. 결론

표면 거칠기, 가공능률 및 공구수명을 모두 고려한 관점에서는 회전수 4,000rpm, 이송을 300mm/min으로 하여 상향 절삭하는 것이 가장 바람직하다.  $t/T$ 가 커질수록 공구수명과 표면거칠기 값이 증가한다. B 타입과 C 타입의 절삭날을 교대로 형성시키면 B 타입만의 슬리팅소오에 비하여 버의 크기가 1/2로 작아진다.