韓國精密工學會 2005年度 秋季學術大會論文集

서멧팁 은납형 둥근톱의 성능에 미치는 기판의 영향

이재우*(두원공과대학 기계학과)

Effect of Disk Material on the Performance of Cermet Tipped Circular Saw

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

ABSTRACT

It is a feature of primary importance for a backing material for circular saw blades having teeth which are tipped with cermet, that the steel has not a too high hardenability in order that the backing material shall not be completely hardened through brazing, welding or grinding, etc. in connection with the finishing operation in the manufacturing of circular saw blade. It is believed that V-(2Mo+W) added steel from this point of view had best conditions. Using V-(2Mo+W) added backing steel, the tool failure can be effectively prevented due to superior damping performance.

Key Words : Cermet(서멧), Disk(기판), Circular saw(둥근톱), Performancece(성능), Cut-off(절단), Tool life(공구수명)

1. 서론

서멧팁은 초경팁에 비하여 피삭재인 강재와의 친화성이 낮기 때문에, 최근에 경질팁 은납형 둥근톱용 팁으로 서멧팁이 많이 사용되고 있다. 서멧팁 은납형 둥근톱의 절단은 단속 절삭이며, 서멧팁을 지지하는 디스크의 두께가 얇아서 가로 방향의 강성이 매우 낮기 때문에 진동이 발생되기 쉬워서, 초경팁에 비하여 인성이 낮은 서멧팁에서 칩핑 및 손상이 자주 발생될 뿐만 아니라, 서멧팁을 지지하는 기판의 목부에서 파손이 발생되는 경우가 많으며, 절삭영역이 피삭재에 밀폐되어 절삭열의 발산이 어려운 등의 난이도가 높은 가공 방법이므로 공구 수명이 매우 짧으며, 공구 수명은 각종의 절삭조건에 의해 민감한 영향을 받는다.

그러나 서멧팁 부착형 둥근톱을 사용한 강재 절단에서 공구 성능, 절삭성 등에 관한 연구는 종래부터 경시되어 온 관계로 연구보고가 보이지 않으며, 절단 기구가 매우 복잡한 둥근톱의 절삭 형상이 그다지 밝혀져 있지 않으므로, 요구되는 공구 수명 및 절단 정밀도를 얻지 못하여 국내의 공구 제조업체나 공구 사용 업체에서는 큰 어려움을 겪고 있다.

한편, 둥근톱의 진동과 서멧팁의 손상은 기판의 재질로부터 큰 영향을 받을 것으로 생각된다.

따라서 담금질 및 뜨임 조건을 여러 가지로 변화시킨 각종 재종의 기판 재료에 대하여, 절단 실험을 행하고, 공구 손상의 관점에서 적절한 기판 조건을 검토하고자 한다.

2. 실험방법

본 연구에서는 Table 1에서 보이는 바와 같이, 종래에 많이 사용되고 있는 2개 제조업체의 STC5, 3개 제조업체의 STS51, 3개 제조업체의 STS5, V 첨가강재, V-Cr 첨가강재, V-(2Mo+W) 첨가강재를 사용 하였다. 또한, 담금질 및 뜨임 조건은 Table 2에서 보이는 바와 같이, 각종 재종의 기판에 대하여 담금질 온도를 800℃, 880℃, 950℃, 1020℃로 변화시키고, 뜨임 온도를 400℃, 500℃, 600℃, 650℃, 700℃로 달리하였다.

절삭실험에 사용된 기판은, 뜨임 온도를 조정함에 의하여 경도가 HRC44로 동일하며, 직경이 360mm인 기판을 사용하였으며, 피삭재로는 구조용 탄소강 SM45C의 직경 60mm 환봉을 사용하였고, 피삭재를 자동 이송장치에 의해 연속 공급하였으며, 절삭속도는 90m/min, 이송 0.06mm/tooth로 20m의 이송량을 절단한 때에 공구현미경으로 60개의 모든 서멧팁 여유면의 손상 크기를 측정하고, 서멧팁의 손상 크기가

Table 1 Chemical compositions of disk materials

	C	Si	Mn	P	S	Ni	V	Cr	2Mo +W
STC5-A	0.85	0.32	0.40	0.02	0.02	-	-	-	-
STS51-A	0.80	0.30	0.40	0.02	0.02	1.50	-	0.30	-
STS5-A	0.82	0.31	0.41	0.02	0.02	1.12	-	0.30	-
STC5-B	0.84	0.33	0.42	0.02	0.01	-	-	-	-
STS51-B	0.81	0.34	0.39	0.02	0.01	1.52	-	0.34	-
STS5-B	0.81	0.32	0.42	0.02	0.02	1.09	-	0.31	-
STS51-C	0.82	0.33	0.42	0.02	0.02	1.64	-	0.38	-
STS5-C	0.83	0.34	0.41	0.02	0.01	1.16	-	0.33	-
V added	0.80	0.31	0.38	0.02	0.02	0.37	0.24	-	-
V-Cr added	0.80	0.31	0.38	0.02	0.02	0.35	0.24	0.48	-
V-(2Mo+W) added	0.80	0.31	0.38	0.02	0.02	0.36	0.24	-	1.0

Table 2 Condition of heat treatment of disk materials

	Quenching	Tempering
STC5-A	800, 880, 950, 1020	400, 500, 600, 650, 700
STS51-A	800, 880, 950	400, 500, 600
STS5-A	800, 880, 950	400, 500, 600, 650, 700
STC5-B	800, 880, 950, 1020	400, 500, 600, 650, 700
STS51-B	800, 880, 950, 1020	400, 500, 600, 650, 700
STS5-B	800, 880, 950, 1020	400, 500, 600, 650, 680
STS51-C	800, 880, 950, 1020	400, 500, 600, 650, 700
STS5-C	800, 880, 950, 1020	400, 500, 600, 650, 700
V added	800, 880, 950	400, 500, 600, 650, 700
V-Cr added	800, 880, 950	400, 500, 600
V-(2Mo+W) added	800, 880, 950, 1020	400, 500, 600

0.3mm에 달한 서멧팁의 개수를 파손팁의 개수로 산정하였다.

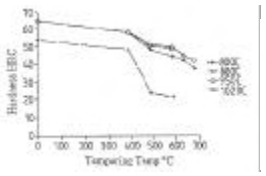
또한, 강제 진동에 대한 감쇠의 정도를 파악하기 위하여, 100N-1200N의 힘으로 기판의 중심에서 170mm 지점에 햄머링을 행한후에, 회전하는 기록용지에서 둥근톱의 끝단에 달린 펜의 진동이 멈추는 길이를 측정하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

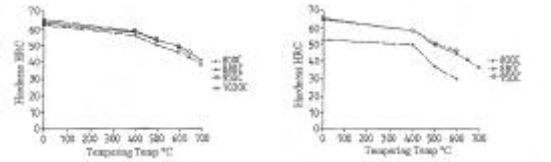
3.1 열처리

Fig. 2는 기판 재료의 경도에 미치는 담금질 및 뜨임 온도의 영향을 보인다. STC5 재료는 담금질 온도가 800℃인 경우에 400℃ 이상의 뜨임 온도에서 경도가 급격히 감소되고, STS51 재료는 담금질 온도가 800℃인 경우에 모든 뜨임 온도에서 경도가 너무 낮으므로 적절하지 않다. 또한, STC5, STS51 재료를 사용하여 880℃ 이상의 온도에서 담금질한 경우와 STS5의 재료의 모든 담금질 온도에서 HRC 44의 경도를 달성하기 위해서는 뜨임 온도가 너무 높으므로 적절하지 않다. 한편, V 첨가 강재, V-Cr 첨가 강재 및 V-(2Mo+W)를 800℃에서 담금질한 경우는 비교적 낮은 온도에서 HRC 44의 경도가 용이하게 얻어지고, 경화성이 비교적 적절하므로 서멧팁 은납형 둥근톱의 기판 재료로서 적합하다고 판단된다.

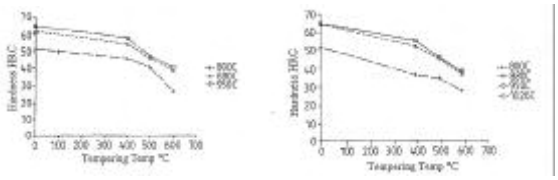
Fig. 2는 서멧 은납형 둥근톱의 기판 재료로서 가장 좋은 열처리성을 가진, V 첨가강재, V-Cr 첨가강재 및 V-(2Mo+W) 첨가강재를 담금질 및 뜨임한 경우의 현미경 조직사진을 보인다. 모든 경우에 기지는 템퍼링 마르텐사이트 조직을 보이며, 백색 입상은 탄화물을 나타낸다.



(a) Disk material : STC5-A (b) STS51-B

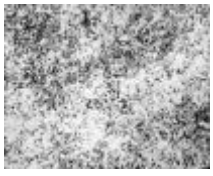


(c) Disk material : STS5-C (d) V added



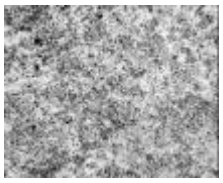
(e) Disk material : V-Cr added (f) V-(2Mo+W) added

Fig. 1 Effect of the quenching and tempering temperatures on hardness of disk materials



(a) Disk material : V added

(b) Disk material : V-Cr added

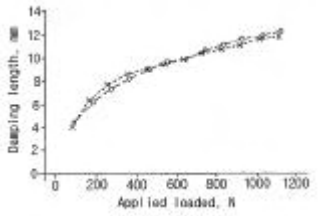


(c) Disk material : V-(2Mo+W) added

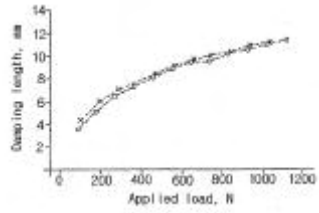
Fig. 2 Microstructures after both quenching and tempering treatment of various disk materials

3.2 충격하중에 대한 감쇠

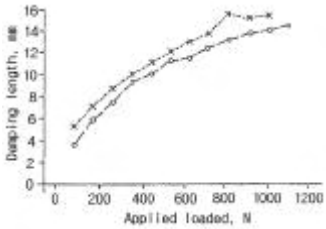
Fig. 3은 햄머링 하중을 100N-1200N의 범위에서 달리한 경우의 V-(2Mo+W) 첨가강재의 감쇠 길이를 보인다. 충격 하중에 대한 감쇄능은 V-(2Mo+W) 첨가 강재가 가장 우수하고, V-Cr 첨가강재와 V 첨가강재의 감쇄능은 V-(2Mo+W) 첨가 강재에 비해서는 떨어지나, STC5, STS51 및 STS5 재종에 비해서는 매우 우수함을 알 수 있다.



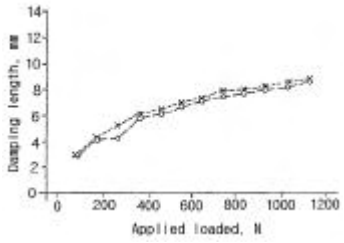
(a) Disk material : STC5-A



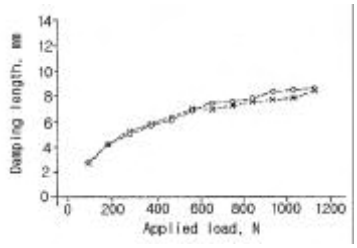
(b) Disk material : STS51-B



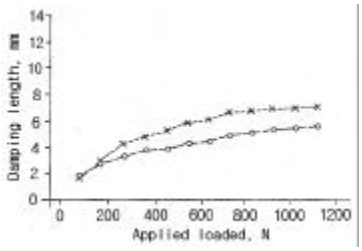
(c) Disk material : STS5-C



(d) Disk material : V added



(e) Disk material : V-Cr added



(f) Disk material : V-(2Mo+W) added

Fig. 3 Relation between damping performance and load applied on disk

3.3 절단시의 서멧팁의 파손 정도

Table 3은 각종 재종의 기판의 경도를 HRC 44로 일정하게 한 경우의 이송량 20m 절단후의 서멧팁의 손상 개수와 절단면의 표면거칠기를 나타낸다. V-(2Mo+W) 첨가강재의 경우가 서멧팁의 파손 개수가 1개로서 가장 적고, V-Cr 첨가강재, V 첨가강재, STS51, STS5, STC5의 순으로 서멧팁의 파손 개수가 많아진다. 또한 V-(2Mo+W) 첨가강재의 경우가 절단면의 표면거칠기가 Ra 0.5 μm으로서 가장 작으며, V-Cr 첨가강재, V 첨가강재, STS51, STS5, STC5의 순으로 절단면의 표면거칠기가 나빠진다.

Fig. 4는 V 첨가강재, V-Cr 첨가강재 및 V-(2Mo+W) 첨가강재를 기판으로 사용한 서멧팁 은 납형 둥근톱으로 SM45C 강재를 20m 절단한 경우의 공구 마멸형태를 보인다. V-(2Mo+W) 첨가강재를 사용한 경우의 공구에서는 손상이 발생되지 않고 연삭 마멸이 주 마멸기구로 보이며, V-Cr 첨가강재를 사용한 경우는 코너부에 약간의 손상을 보이고 있으

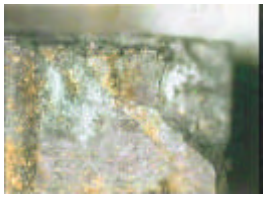
나, STS51, STS5, STC5 기판을 사용한 경우는 매우 큰 공구 손상을 보인다.

Table 3 Number of fractured cermet tips and roughness of cutted surface after 20m cutting

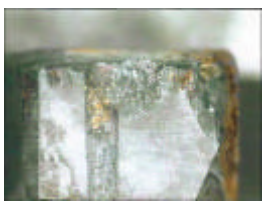
	hardness (HRC)	number of fractured tip	roughness of machined surface (Ra μm)
STC5-A	44	18	3.4
STS51-A	44	12	2.8
STS5-A	44	9	2.2
STC5-B	44	17	3.3
STS51-B	44	12	2.7
STS5-B	44	10	2.3
STS51-C	44	13	2.6
STS5-C	44	9	2.4
V added	44	5	1.0
V-Cr added	44	3	0.8
V-(2Mo+W) added	44	1	0.5

(a) Disk material : STC5-A

(b) Disk material : STS51-B

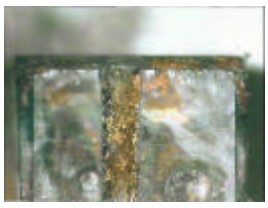


(c) Disk material : STS5-C



(d) Disk material : V added

(e) Disk material : V-Cr added



(f) Disk material : V-(2Mo+W) added

Fig. 4 Typical wear patterns of cermet tools in the case of using different disk material

4. 결론

V-(2Mo+W) 첨가강재의 경우가 서멧팁의 파손 개수가 1개로서 가장 적고, V-Cr 첨가강재, V 첨가강재, STS51, STS5, STC5의 순으로 서멧팁의 파손 개수가 많아진다. V-(2Mo+W) 첨가강재의 경우가 감쇠길이가 가장 짧고, STS51, STS5, STC5의 댐핑 길이가 가장 길다. 또한, V-(2Mo+W) 첨가강재의 경우가 절단면의 표면거칠기가 Ra 0.5 μm으로서 가장 작으며, V-Cr 첨가강재, V 첨가강재, STS51, STS5, STC5의 순으로 절단면의 표면거칠기가 나빠진다.

후기

본 연구는 금하초경산업사(서울특별시 성동구 성수2가 320-1)의 지원에 의하여 행해진 것으로, 이에 당사의 류윤석사장께 감사를 드린다.

참고문헌

1. 이재우, “초경팁 납접형 둥근톱의 공구 마멸,” 한국정밀공학회지, 제19권, 제2호, pp. 228-236, 2002.
2. 이재우, “초경팁 부착형 둥근톱의 절단 특성,” 한국정밀공학회 99년도 추계학술대회 논문집, pp. 881-884, 1999.
3. 이재우, “초경팁 부착형 둥근톱의 절단 특성에 미치는 기판 재질의 영향,” 한국정밀공학회 2001년도 춘계학술대회 논문집, pp. 883-886, 2001.
4. 이재우, "진동 방지용 텐션부를 가진 둥근톱," 대한민국 실용신안등록, 20-2001-0029452, 2001.
5. 이재우, 유윤석, "진동 방지용 텐션부를 가진 둥근톱," 대한민국 실용신안등록, 0251126, 2001.