

복합 Fine Blanking 공정을 이용한 Chain Sprocket 개발을 위한 연구

강태호*(부경대 대학원 기계공학부), 김인관(부경대 대학원 기계공학부),
조광수(부경대 대학원 기계공학부), 김영수(부경대 기계공학부)

Research for The Chain Sprocket Produce by Fine Blanking

T. H. Kang(Mech. Eng. Dept., PKNU), I. K. Kim(Mech. Eng. Dept., PKNU),
K. S. Jo(Mech. Eng. Dept., PKNU), Y. S. Kim(Mech. Eng. Dept., PKNU)

ABSTRACT

Fine-Blanking is an advanced and precision stamping process, by which a component with precise geometry and smooth cut surface can be produced without any further major secondary operations. By applying the Fine-Blanking technology, the significant improvement of the component should be obvious. As the components are with good shape, smooth surface and precise size, they can be ready for assembly without any further secondary operations. The productivity is increased, the production cycle time and the component cost are significantly reduced. We apply the fine-Blanking for chain sprocket. And do Mecanical test for compress strenth, impaact, roughness, Brinell hardness, dimensional stability.

Key Words : Fine Blanking (파인 블랭킹), Chain Sproket (체인 치차),

1. 서론

자동차 부품인 체인 스프로켓 캠은 중형 및 고급 승용차의 반영구적인 부품으로 최근 선진국은 물론 우리나라에서도 그 수요가 급증하고있다. 이미 선진국에서는 기존의 절삭공법 및 분말성형공법을 탈피하여 Fine Blanking 공법으로 스프로켓 캠에 대한 적용 범위를 넓히고 있으나, 국내에서는 아직도 기존의 방법에 의존함으로써 원가상승, 품질저하, 내구 수명 저하 등의 문제점이 노출되고 있다. 특히 고급제품에 적용하는 경우 대부분을 수입에 의존하고 있는 실정이라 스프로켓에 대한 비용부담이 큰 실정이다. 제품의 내구성향상과 소음 발생의 절감기술은 체인과 동일한 소재로 가공되는 F/B제품이 유효한 것으로 알려져 있다. 따라서 F/B공법에 의한 스프로켓 캠의 대량생산 기술이 개발된다면, 국내 자동차 시장의 수요는 물론 해외시장으로의 수출도 가능한 것으로 사료된다.

현재 절삭가공 및 소결공법으로 제작되고 있는

본 체인 스프로켓 캠을 Fine Blanking 공법으로 국산화 개발함으로써, 절삭가공이 가지는 결점인 원가상승 및 치수정밀도저하 등을 극복하며, 소결공법의 결점인 내충격 및 내구성 저하를 근원적으로 해결하고자 한다. 즉 절삭가공의 경우 가공시간이 많이 걸리며 가공시에 발생하는 가공결함이 이 많아 대량생산에서 신뢰성 있는 제품생산을 하기가 힘들다. 또 소결방법은 조직의 구성에서 신뢰성을 주기 힘들고 사용자가 원하는 신뢰성을 가질 만큼의 제품을 만들려면 비용 때문에 무리가 따른다. 특히 본 Fine Blanking 공법의 장점인 정밀도향상, 치형의 내구성증대, 고속회전시 소음 발생 최소화 및 대량생산에 따른 원가절감을 통하여 내수는 물론 수출에 의한 국제 가격경쟁력을 확보함을 그 목표로 한다. 그러므로 F/B로의 공정 전환과 전환된 공정의 안정화를 위한 연구를 수행하였다.

2. 개발 제품 및 공정

2.1 Chain Sprocket

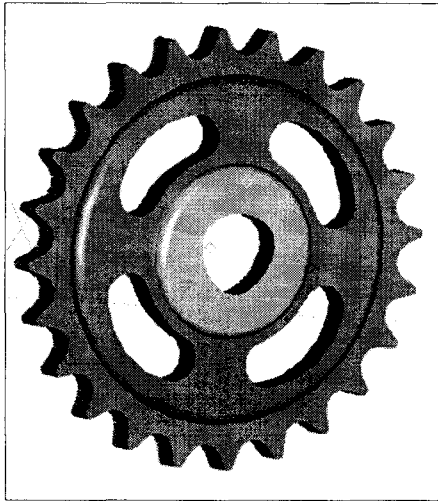


Fig. 1 Chain Sprocket Model

적용 대상품은 잇수가 24이고 직경 76mm의 자동차의 오일 펌프에 사용되는 체인 스프로켓(Chain Sprocket)이다.

연구 제품은 체인의 동력을 전달하는 자동차 부품이다. 체인 스프로켓은 동력을 전달할 뿐 만 아니라 자동차에 있어서 반 영구적으로 사용되기 때문에 신뢰성이 보장되어야 하며 마모에도 강한 특성을 가지고 있어야 한다. 특히 자동차 등과 같이 인간이 구동력을 직접적으로 느낄 수 있는 경우 구동의 소음 대책에도 신경을 써야 한다.

일반적인 차량의 경우 차량의 수명과 스프로켓의 수명을 거의 같음으로 강제가 많이 사용되고 있다. 또한 제작 공정은 절삭 가공과 소결가공 공정이 대부분이다. 그러나 절삭이나 소결공정의 경우 비용과 시간이 많이 소모된다. 신뢰성 부품으로써 파인 블랭킹(Fine Blanking)공정의 적용은 이러한 문제를 해결해 줄 수 있을 뿐만 아니라 제품의 신뢰성 확보에도 도움이 된다. 공정에 적용될 재료의 화학적 조성비는 Table 1에 나타내었다. 2가지 재료에 대하여 가공특성 및 제품특성을 분석하였다.

Table 1 Chemical Component of material

Material	Chemical Composition (%)				
	C	Si	Mn	P	S
S20C	0.18	0.15	0.30	0.030	0.035
	0.25	0.35	0.60	max	max
SPHC	0.15		0.60	0.050	0.050
	max		max	max	max

2.2 Fine Blanking

파인 블랭킹은 중전의 프레스 방식에서 하나의 전단압에 대해 판누름압과 역압을 더한 3가지 힘을 사용하여 펀치와 다이의 클리어런스를 피가공재 판 두께의 약 0.25-0.5%의 정도로 함으로써 중전의 프레스 방식으로는 피할수 없는 파단면을 없애고 평활한 전단면, 좀더 높은 치수와 형상 정밀도 및 평탄도를 얻는 가공 방법으로 품질, 정밀도, 신뢰성, 강도, 내구성, 중량경감, 기능성, 원가절감, 외관의 마무리 및 의장 등이 요구되어지는 금속 부품에 적합하다.

이러한 파인 블랭킹 기술은 조창기에 사무 기계류 산업에서 1~3mm의 재료 두께를 취급하던 것이 20세기 초기 이후부터 파인 블랭킹 부품에 대한 응용 범위가 계속적으로 확장되어 지금에 와서는 일반 프레스 블랭킹에서 가공했을 경우 후속 공정이 많아져 경제성이 없는 후판 제품(0.5~15mm정도)에 많이 적용되고 있으며, 응용 분야도 자동차의 기능 부품, 냉동기의 컴프레서 부품, 전기 전자 구조 부품, 일반 기계 요소 등의 가공에 폭넓게 사용되어지고 있다. 본 연구는 이러한 파인 블랭킹 공정을 이용하여 고품질의 체인 스프로켓을 개발하는 것은 목표로 하고 있다.

3. 시험

3.1 압축시험

강도시험은 치형에 대한 이뿌리강도시험을 하였다. 시험은 Zwick U.T.M의 최대 50ton의 용량의 기계를 사용하였다. Fig. 2은 인장시험 치구와 함께 인장시험을 나타낸 것이다. Table 2는 측정결과값을 나타낸 것이다. 결과값은 단일 시험변수에 대하여 3개 이상의 결과값을 취하여 평균한 것이다. 또한 시험법은 JGMA 4101-01에 준하여 실시하였다.

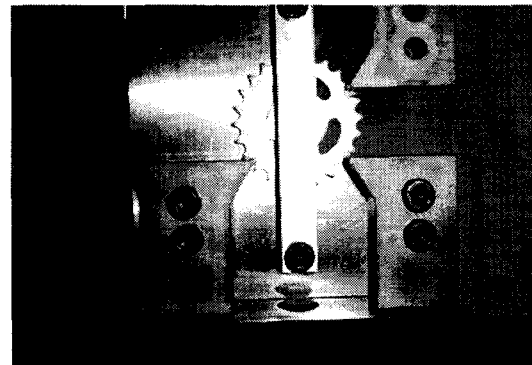


Fig. 2 Strength Test of chain sprocket tooth

Table 2 Strength of Sprocket

Material	Load at Y/P(kN)
SPHC	6.6
S20C	8.5

3.2 경도시험

경도 시험은 Wilson K10브리넬 경도 시험기로 실시하였고, 일반적인 적용을 위해 브리넬 경도로 환산하여 나타내었다. 소결제품과 Fine-Blanking제품의 경우 같은 수치를 보이며 경도에서의 신뢰성을 나타낸 반면 기계가공의 경우 기계가공을 용이하게 하기 위하여 선택한 소재인 만큼 낮은 경도를 나타내었다. 시험은 무작위로 추출한 10개의 부분에 실시하였으며 최대값과 최소값을 제외한 평균값을 취하였다. 결과는 Table 3와 같다.

Table 3 Brinell hardness

Material	HB
SPHC	145
S20C	175

3.3 충격시험

내충격시험은 독일의 Amsler사의 PW 75/33를 이용하였으며 SPHC와 S20C의 경우 대하여 5개의 시편을 제작하여 시험을 하여 평균값을 취하였다. Table 4에 결과 값을 나타내었다.

Table 4 Result of Impact test

Material	Value (J/cm ²)
SPHC	78
S20C	107

3.4 표면조도

표면조도는 Mitutoyo사의 SurfTest-301을 이용하였으며 주 가공부인 치형의 외곽부의 단면에 대한 표면을 측정하였다. 또한 치형이 작고 진직부를 확보하기 어려워 0.8mm로 측정 길이에 대하여 실험을 실시하였다. 측정값은 5부분이상의 측정값을 취하여 최대 최소를 제외한 평균값을 취하였다.

Table 5 Roughness

	Ra (μm)
SPHC	1.05
S20C	0.95

3.5 치수정밀도

평가는 생산된 제품의 중요치수 3부분을 선택하여 측정 평가하였다. 측정 부는 Fig. 3에서 보는 바와 같으며 결과는 Table 6에 나타내었다. 또한 결과 값은 각시편에서 5부분을 측정하여 최대와 최소를 제외한 값의 평균을 취하였으며 8개의 시편의 값을 전체적으로 평균한 값이다.

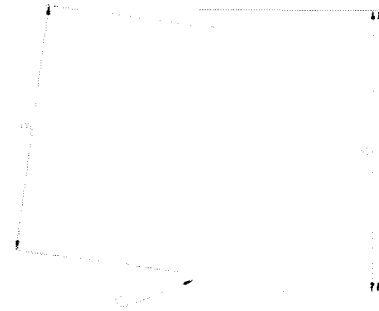


Fig. 3 Dimension measure Part of sprocket

Table 6 Result of Dimension measure

Measure Part	Datum Dimension (mm)	Mesure Dimension (mm)	Tolerance Error (mm)
A	75.96	75.94	0.02
B	66.44	66.45	0.01
C	3.25	3.24	0.01

3.6 조직

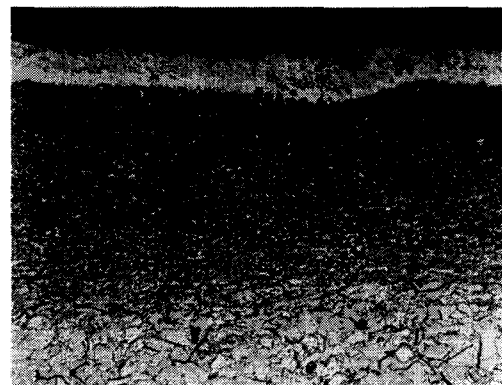


Fig. 4 SEM of End part of chain sprocket

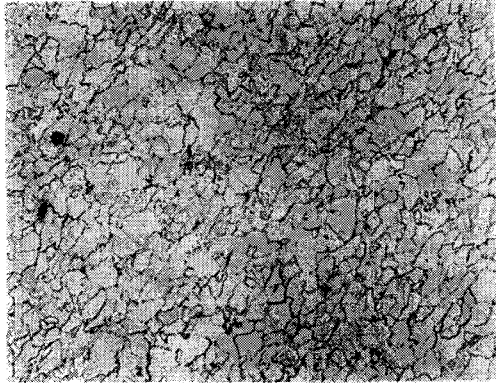


Fig. 5 SEM of Mid part of chain sprocket

조직의 분석 결과 Fine- Blanking의 경우 끝단으로 가면서 치밀한 구조를 보여 주었다. 이는 Fine-Blanking과 같이 정밀 치수제어가 가능한 공정에서는 경도를 증가 시키고 조밀한 구조를 통한 기계적 성질의 증가를 가져올 수 있는 것으로 사료된다. Fig. 4는 기어 끝단부의 조직사진이고, Fig. 5는 5mm이상 중심부로 이동된 부분의 조직사진을 나타낸 것이다.

4. 결론

압축강도의 경우 S20C의 재질을 사용하였을 경우 8.5kN의 하중으로 높은 강도를 나타내었으며 열처리 등의 후 공정 이후에 이 값이 더 증가할 것으로 사료된다.

표면 조도의 경우 표면조도가 우수한 소결제품과 같은 수준을 유지하였다.

조직의 분석 결과 Fine- Blanking의 경우 끝단으로 가면서 치밀한 구조를 보여 주었다. 이는 Fine-Blanking과 같이 정밀 치수제어가 가능한 공정에서는 경도를 증가 시키고 조밀한 구조를 통한 기계적 성질의 증가를 가져올 수 있는 것으로 사료된다.

경도와 충격시험에서 기존의 Chain Sprocket 보다 우수한 값을 나타내었다.

치수 안정성에 있어서 전체적으로 2/100이하의 목표이상의 치수안정성을 보였다.

같은 Fine-Blanking 공정으로 생산된 SPHC와 S20C의 비교하면 전반적으로 S20C가 우수한 것으로 판명 되었다. 같은 치수 안정성에서 S20C가 우수한 품질을 가질것으로 사료된다.

참고문헌

1. Tang CY, Chen ZH, Lee, TCChan LC, "A study of strain localization in the fine-blanking process using the large deformation finite element method" Journal of materials processing technology, 1999-00-00 , 86(1) , 5
2. Leskovsek, VUle, B. "Improved vacuum heat-treatment for fine-blanking tools from high-speed steel M2" Journal of materials processing technology , 1998-00-00 , 82(1) , 6
3. Albert, M, "Fineblanking in fine style" Modern machine shop , 1989-00-00 , 61(10) , 11
4. Haack, J, "Combined production in fine blanking for functional components" Werkstatt and betrieb , 1996-00-00 , 129(3) , 3
5. Leskovsek V., Ule B.Rodic A, "The Influence of Fracture Toughness on the Fine Blanking Tools Life" Materials and manufacturing processes , 1997-00-00 , 12(1) , 71
6. 유병렬, "과인 블랭킹 금형 " 성안당
7. 김세환, 한윤희, 이승희 "프레스 금형 설계 자료 집," 대광시립
8. 홍길동, 김길동, "공작기계의 선형이송 오차 보정," 한국정밀공학회지, 제99권, 제99호, pp. 149-150, 1999.
9. 염영하, "최신 재료 시험법" 동명사