

정류자를 이용한 절삭기계 개발에 관한 연구 A Study on the used Commutator of Sawing Machine

최재혁*, 이종형**, 이창현*, 변재혁*, 이재열*, 노승훈**
Jae-Hyok Choi*, Jong-Hyung Lee**, Chang-Heon Lee*, Jae-Hyuk Byun*
Jae-Yul Lee*, Seung-Hoon Ro**

<Abstract>

Commutator which plays the major role in switching electric currents from AC to DC is composed of copper and molding compound. The longevity of the DC motors are mostly hampered by the improper machining of the parts. Smooth surface will be mandatory to create the proper air gap of the commutator. In this thesis the selection of the proper materials and tools, the design and analysis of machine structure and the final test procedures have been investigated to achieve the smooth cut surface of the commutators. The performance and the product of the newly manufactured machine has been compared with those of the existing one. And the test result shows the new sawing machine has better overall efficiency and durability.

Keywords : Sawing machine

1. 서 론

제조업체에서 가장 중요한 것은 제품의 제품 불량 감소와 생산성이다. 불량감소는 원재료절감, 인건비 절감, 고객의 신뢰성획득 등 가장 중요한 부분이며, 생산성은 안정성, 생산속도 등의 의미를 모두 포함한다.⁽¹⁾

몇 년 전부터 제조회사에서는 6시그마등의 기치를 내걸고, 외적으로는 고객의 만족을 위한 노력과 더불어, 내적으로는 불량감소를 목적으로 불량률제로의 목표로 외적으로 고객 신뢰도의 확보하는 것 외 내부적으로 생산단가를 절감하는 노력을 병행하는 것은 세계적인 추세가 되었다.⁽²⁾ 바야흐로 품질이 우수하고, 단가가 싸다면 고객은 주저 없이 그 업체를 선택하고, 주문을 하는 무한경쟁시대가 다가 온 것이다. 절

삭기계는 특수 공정뿐 아니라 특정산업의 몇몇 부문에서도 범용적으로 사용한다.

본 연구에서는 불량감소와 생산성을 모두 고려한 프로엔지니어 설계툴을 이용한 디자인과 드로잉, Pro-Mechanica를 이용한 분석, 부분적으로 기계식 캠회전의 전동을 전동발전기로 변경에 따른 안정성, 자르는 장치 및 지그의 변경에 따른 절삭의 효율성, 높은속도의 스피들 회전수와 수직활동부의 이동속도에 따른 금속표면의 깨끗한 절삭에 관하여 연구하였다.

2. 실험방법

2.1 장비의 제작

설비의 캠에 의한 구동부분을 캠 및 크랭크 축을 제거하고 전동식 발전기를 사용함으로써

* 정회원, 금오공과대학교 대학원, 생산기계공학과

** 교신저자, 금오공과대학교 기계공학부 교수, 工博
E-mail : leejh@kumoh.ac.kr,

* Student, School of Mechanical Engineering, KIT

** Corresponding Author, Professor, School of Mechanical Engineering, KIT, Ph. D.

인텍스의 안정성의 증가시키고 부피를 크게 줄일 수 있었다. 선행작업으로 Pro-e를 이용하여 모델링을 실시하여 베어링 홀더를 Pro-Mechanica로 구조해석을 하였다. 베어링 홀더를 재료의 선정과 부품의 크기를 선정하는데 중요한 인자이다.⁽³⁾

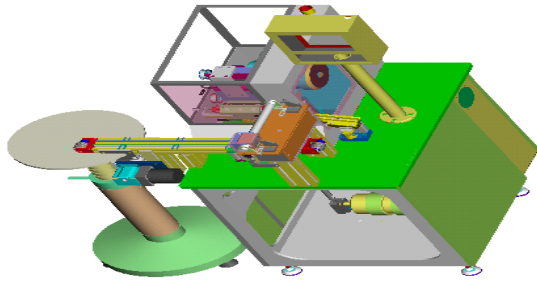


Fig. 1. Design of Sawing machine.

Fig. 2 베어링 홀더로써 측면부위는 큰 압축 응력을 받게 된다. 이렇게 몇몇 중요하중이 걸리는 부분은 Pro - machanica로 해석을 하고 형상의 변경 및 구조의 변경으로 재설계하였다.

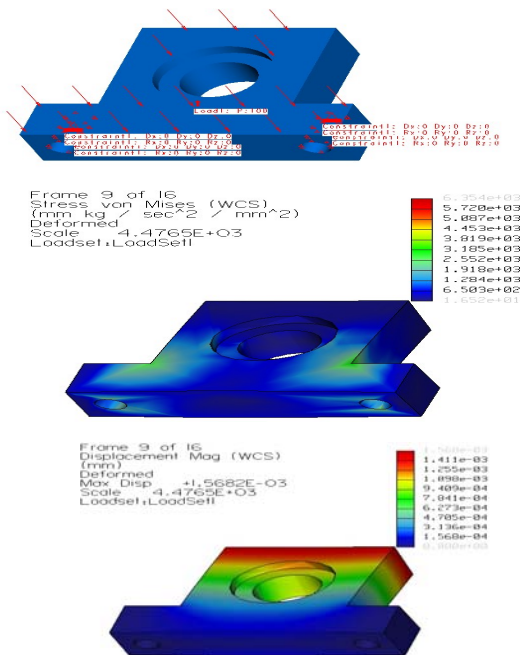


Fig. 2. Analysis of stress for heavy weight in bearing motion part.

2.2 최적의 절삭 조건

절삭기계에서 절삭에 가장 중요한 구동부 2개는 상하 운동을 하는 수직운동부분과 계속

회전을 하는 구동부인 절삭날 스핀들 부분이다. 아래는 수직 슬라이드와 절삭부의 회전수에 대한 버 발생에 관한 표이다. 실험조건으로 샘플은 각 10,000개를 수직 슬라이드 스피드를 70~90Hz로 스핀들 스피드는 4,000~6,000rpm로 하여 각 샘플의 상태를 확인하여 Table1~Table3에 나타내었다.

Table 1. Condition of products using Speed 70Hz of vertical slide

Speed of vertical slide (Hz = inverter display)	Speed of spindle (rpm)	Condition of products
70Hz	4,000rpm	burr 발생 심함
70Hz	4,200rpm	8000개 사용시 saw 깨짐
70Hz	4,400rpm	burr 발생 심함
70Hz	4,600rpm	burr 발생 심함
70Hz	4,800rpm	burr 발생 심함
70Hz	5,000rpm	burr 발생 약간
70Hz	5,200rpm	burr 발생 약간
70Hz	5,400rpm	burr 발생 약간
70Hz	5,600rpm	burr 발생 약간
70Hz	5,800rpm	copper이 검게 탐
70Hz	6,000rpm	burr 발생 심함

Table 2. Condition of products using Speed 80Hz of vertical slide

Speed of vertical slide (Hz = inverter display)	Speed of spindle (rpm)	Condition of products
80Hz	4,000rpm	burr 발생 심함
80Hz	4,200rpm	burr 발생 심함
80Hz	4,400rpm	burr 발생 심함
80Hz	4,600rpm	burr 발생 심함
80Hz	4,800rpm	burr 발생 심함
80Hz	5,000rpm	burr 발생 심함
80Hz	5,200rpm	burr 발생 심함
80Hz	5,400rpm	burr 발생 약간
80Hz	5,600rpm	burr 발생 약간
80Hz	5,800rpm	burr 발생 약간
80Hz	6,000rpm	burr 발생 약간

Table 3. Condition of products using Speed 90Hz of vertical slide

Speed of vertical slide (Hz = inverter display)	Speed of spindle (rpm)	Condition of products
90Hz	4,000rpm	7,500 pcs에서 saw 파손
90Hz	4,200rpm	7,800 pcs에서 saw 파손
90Hz	4,400rpm	burr 발생 심함
90Hz	4,600rpm	burr 발생 심함
90Hz	4,800rpm	8,300 pcs에서 saw 파손
90Hz	5,000rpm	burr 발생 심함
90Hz	5,200rpm	burr 발생 심함
90Hz	5,400rpm	burr 발생 심함
90Hz	5,600rpm	burr 발생 약간
90Hz	5,800rpm	burr 발생 약간
90Hz	6,000rpm	burr 발생 약간

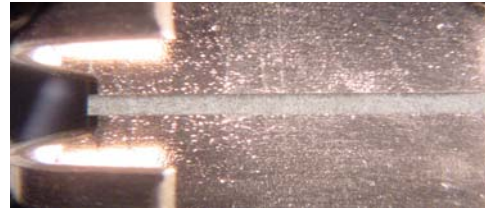
수직슬라이드의 속도를 스피들의 회전수에 따라가지 못하면 절삭부가 파손되며, 수직운동보다 스피들 회전수가 너무 빠르면 흑화현상이 일어나면서 제품이 타는 현상이 발견되었다.

2.3 내전압 및 절연저항 시험

절연 저항 값의 기술기준은 IEEE규정 KV+1메가옴 사용전압이 만약 100V일때 키로볼트로 환산하여 $0.1+1=1.1$ 메가옴 이상으로 직류 및 교류 전압을 구분을 해야 하는 이유는 교류전압(평균값, 실효값, 최대값)은 직류전압의 약1.7배의 전압을 가지고 있다.⁽⁴⁾

절연저항시험은 비파괴시험으로 절연 상태에서 절연을 측정하는 시험 절연물에 직류 전압을 가하면 아주 미소한 전류가 흐른다. 이 때의 전압과 전류의 비로 구한 저항을 절연저항이라고 하고, 전류가 절연물 표면을 흐르느냐 내부를 흐르느냐에 따라 표면 절연 저항과 체적 절연 저항으로 구별하는데, 어느 경우나 온도가 습도의 증가에 따라서 감소한다. 절연 저항의 단위에는 보통 메가옴이 쓰인다.⁽⁵⁾ 직류 전압을 인가했을 때 생기는 전류에 대하여 그 절연물에 의해 주어지는 저항값. 만일 전압을 인가한 후 상당한 시간이 경과되어도 전류가 정상 상태로 되지 않을 때는 절연물이 전하를 흡수하는 성질을 가지고 있는 것이며, 온도, 습도, 흡수 속

도 등 직류전압은 대상물에서 볼 때 양단의 전하가 시간의 경과에도 고정되어 있는 상태에서 전위차를 말한다. 직류는 직류전압으로 나타내며 한쪽 방향으로만 전류가 흐른다.



(a)



(b)

Fig. 3. (a) is no short compare with right in electrical test.

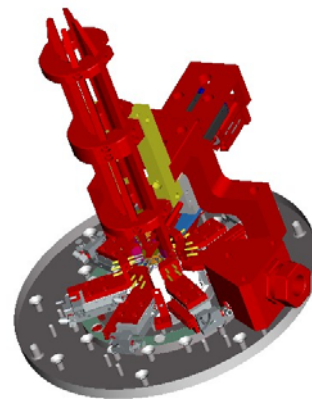
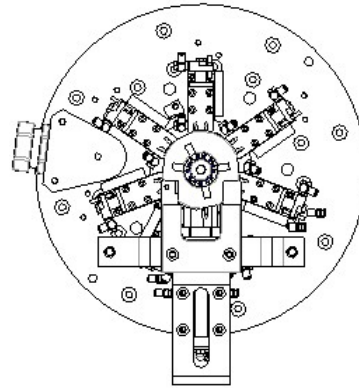


Fig. 4. Partial of di-electrical test machine.

Table 4. Result of di electrical test

	Origin Sawing Machine	New Sawing Machine	Improvement rate
Ratio of bad pcs.	14/30,000 pcs	9/60,000 pcs	311%

2.4 박리강도 테스트

만능재료시험기에 연결된 와이어를 정류자의 시험편에 납땜하여 고정된 정류자를 만능재료 시험기의 힘으로 끌어올려 편이 떨어지는 강도를 조사하였다. 기준은 200N 이상으로 하였으며 유니버설테스터를 이용하여 분당 50 mm/min로 실시하였다.

Table 5. Result of pull out test

Nr	Fmax (N)	ε Fmax (mm/mm)
1	401.68	0.57
2	359.37	0.81
3	388.15	0.69
4	416.72	0.80
5	416.62	0.72
6	432.58	0.70
7	423.29	0.65
8	347.39	0.56
9	386.63	0.91
10	396.69	0.61
11	392.70	0.61
12	424.10	0.62
13	447.26	0.75
14	376.41	0.61
15	427.81	0.63
Min.	347.39	0.58
Max.	447.26	0.91
Σ	402.49	0.68

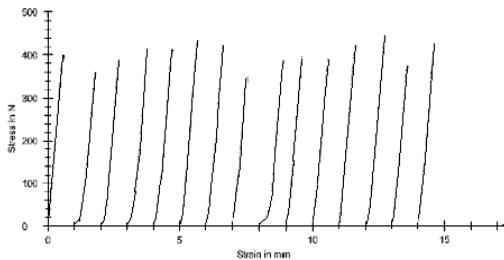


Fig. 5. Series graphics.

2.5 압입력 테스트

구멍에 0.01단위로 커지는 12단계의 편을 50mm/sec로 압입함으로써 파괴가 일어나는 지점에서의 강도를 측정하였다.

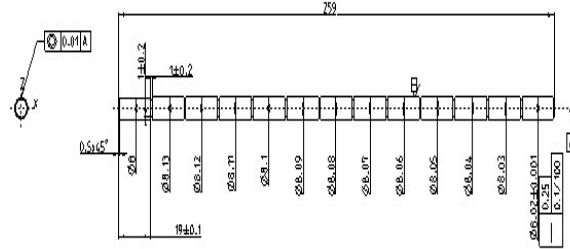


Fig. 6. A drawing of 12-stage for break-down test.

Parameter table

Test: 12-STAGE THORN TEST Lot No: 070810
 Conn: 3 134 355 981 Condition: 5806
 Product Code: CH15212 Spec: 0.041 I
 Number of Thorn: 12 Step Tester: C 8.00M

Results:

Nr	Diameter of mm	dCB (Slope of thorn)	Fmax N	F10 N	F15 N	F16 N	F17 N	F18 N	F19 N	F20 N	F21 N	F22 N	F23 N	Statistical
1	9.987	2.0650	8	5453.48	3234.45	3884.17	4046.23	4263.95	4404.23	4524.81	4571.88	-	-	-
2	9.987	2.0650	8	5588.13	3036.81	3385.87	3587.91	4222.92	4782.91	5195.39	5427.52	-	-	-
3	9.985	2.0651	8	4798.88	2896.41	3144.94	3407.53	3894.28	4291.91	4455.57	4472.95	-	-	-
4	9.987	2.0650	8	5339.88	2896.85	3218.16	3591.17	3938.52	4358.82	4524.13	5168.84	-	-	-
5	9.989	2.0650	8	5285.20	3278.82	3581.28	3803.88	4213.89	4743.34	4828.83	5144.32	-	-	-
6	9.988	2.0650	8	5215.52	3181.72	3425.20	3883.78	4289.79	4848.39	4889.11	5126.81	-	-	-
7	9.970	2.0650	8	4958.87	3347.34	3438.81	3614.32	4220.33	4571.30	4386.21	4381.39	-	-	-
8	9.987	2.0650	8	4791.21	3193.82	3341.29	3623.81	3828.54	4317.30	4501.39	4610.21	-	-	-
9	9.989	2.0650	8	4482.78	3187.83	3558.87	3888.81	4188.89	4628.35	4718.33	4702.24	-	-	-
10	9.987	2.0650	8	4726.87	3187.14	3478.36	3658.28	4163.46	4676.15	4671.23	4377.97	-	-	-

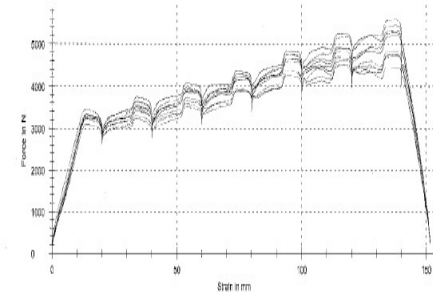


Fig. 7. Result of 12-stage test for break-down.

Fig. 7에서 보듯이 압입력 테스트에서는 내경이 깨어지지 않고 편이 완전하게 압력을 견디면서 완전히 통과하는 모습을 보여준다. 이는 기존 제품의 물성치와 유사함을 보여주며, 당장 제품을 생산해도 좋다는 신뢰성 테스트의 결과이다.

3. 결론

본 연구에서 조건에 맞는 구리 및 주조화합물을 선정하고, 회전수와 수직이동 속도의 상관관계를 얻어 버를 줄이는 최적의 조건을 실험

하였다. 금속의 깨끗한 절삭을 위해 새롭게 제작된 절삭기계는 기존 장비에 비해 수직이동속도 및 절삭날 부분 그리고 스피들의 회전수를 더욱 컴팩트하게 설계하였다.

1. 기존 캠과 크랭크축을 이용한 기계적 회전 방식에서 전동 발전기를 이용한 부분의 안정성을 추구할 수 있었으며, 마모와 내구성에서 개선을 가져왔다.
2. 약 100,000pcs의 제품을 약 1개월간의 유효성 평가를 거쳤으며, 신뢰성 테스트를 진행함에 전 장비보다 생산되는 제품의 수량이 약 40% 개선효과를 보았으며, 불량률 또한 기존보다 75% 감소했다.
3. 제품의 품질을 신뢰할 수 있는 통전 시험인 내전압 시험에서 3배 이상의 불량률이 감소했으며, 이는 새로 제작한 장비가 제품의 품질을 좋게할 수 있는 효과가 있다고 사료된다.

참고문헌

- 1) 機械技術社 編, “절삭공구 의 Tooling system”, 機械技術, 65, pp.107-113, (1980)
- 2) 최세환, 김보현, 주종남, 韓國精密工學會誌. 제 23, 12, 111, (2006)
- 3) 최교호, 江原道立大學論文集, 9, 1, (2006)
- 4) 김광래, 유봉환, 韓國精密工學會誌, 50, 112, (1995)
- 5) 박화순, 이병우, 大韓熔接學會誌. 25, 136, (1992)

(2007년 5월 9일 접수, 2008년 8월 22일 채택)