

모터 고정자 코일 권선기의 동특성 개선 연구

손영수* · 김동성* · 김광영* · 함상용**

(2003년 4월 23일 접수, 2003년 7월 16일 심사완료)

A Study on the Improvement of Dynamic Characteristics of the Motor Stator Coil Winding Machine

Young-Su Son, Dong-Sung Kim, Kwang-Young Kim and Sang-Yong Ham

Key Words: Flyer(플라이어), Former(포머), Jump Timing(점프동기), Winding Speed(권선속도), Stator Coil(고정자 코일), Gripper(그리퍼), Index Unit(인덱스 유니트)

Abstract

In this paper, we performed the improvement study for the dynamic characteristics enhancement of the motor stator coil vertical winding machine. The dynamic characteristics improvement was done by means of the optimized design and the weight reduction of the flyer configuration, modified design of the servo control system for the flyer and the former actuation, and the development of jump timing digital circuit for the reduction of former jumping error. As the results, the maximum winding speed pattern of the developed machine was attained up to 3000rpm and also reduced the jumping error. In conclusion, domestic design technology for manufacturing the motor coil vertical winding machine was established through this study.

1. 서론

모터 고정자용 권선기는 다양한 모터의 코일을 감는 모터 생산 분야의 핵심공정으로 몇 년 전만 하여도 국내 권선기 수요의 대부분을 일본으로부터 전량 수입에 의존해 온 상당히 고부가가치의 산업설비이다. 이러한 이유로 모터 코일 권선기: 공업발전법 제14조 및 핵심자본재 국산화 5개년 계획에 따라 1998년 12월 산업자원부의 국산화 대상 핵심자본재 품목(고시번호: 99-11-022 2, HSK: 8479-81-3000)으로 고시되었다.⁽¹⁾

이러한 배경에서 최근에 국내외 대형 모터제작 업체를 중심으로 권선기를 자체 개발하기 시작하였으나, 기술도를 지급하면서 외국도면을 입수한 모방제작 단계로서 권선기 개발에 대한 기술적 know-how 축적이 거의 되어 있지 않은 실정이다. 특히 권선기의 주요 부품 중 포머(former) 및 툴(tool)은 상당한 가공기술을 확보하여야만 완성할 수 있으며, 다양한 종류의 포머에 적용 시 기준 점을 확보할 수 없는 애로점이 있다(예: 포머의 기울기 및 각도). 또한 고속으로 회전하면서 속도 패턴에 따라 단계별로 점프동작을 수행하는 기계이기 때문에 고속 회전하는 플라이어(flyer)의 구조적 안정성문제와 기계 전체의 진동 영향 등의 정확한 해석에 의한 최적설계가 필요하며, 고속 회전에 따른 베어링의 선정과 마찰에 의한 고착 등의 문제가 많이 발생하고 있어 이에 따른 윤활 방식의 선택 등도 한층 진보된 방식이어야 한다. 기구적인 면뿐만 아니라 제어기술 측면에서도

* 책임저자, 회원, 한국기계연구원 첨단산업기술연구부
E-mail : ysson@kimm.re.kr

TEL : (042)868-7712 FAX : (042)868-7611

** 회원, 한국기계연구원 첨단산업기술연구부

** 한국기계연구원 첨단산업기술연구부

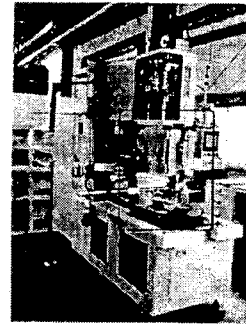
플라이어, 포머, 인덱스테이블(index table)의 구동을 위한 서보시스템과 툴 및 그리퍼(gripper)를 위한 스테핑모터 등 6개 모터의 공정시퀀스에 의한 구동 제어장치 설계기술과 특히 플라이어 모터의 권선속도패턴에 의한 제어와 포머의 점프 동기를 정확히 수행하기 위한 동기발생회로기술 등이 미흡한 실정이다. 따라서, 이러한 기구적, 제어적 측면의 기술적 애로가 결과적으로 권선기의 권선속도 저하로 나타나 국내 권선기의 생산성이 외국의 권선기에 비해 크게 뒤지고 있는 상황이다.

본 연구에서는 국내에서 제작되고 있는 모터 고정자용 코일 권선기의 권선최고속도가 2200 rpm인 구동특성을 외국의 권선기 수준인 3000 rpm으로 높이 권선 생산성을 개선시키기 위한 목적으로, 기구적으로는 권선기의 핵심 구동부인 플라이어 및 플라이어 베이스 구조해석을 통한 경량화 최적설계로 구조적 안정성과 경량화를 도모하였으며,⁽²⁻⁴⁾ 권선기의 서보시스템 재설계와 점프동기회로의 디지털화, 서보제어 파라미터의 최적화^(5,6)를 통하여 개선된 구동특성을 갖는 권선기시스템을 개발하였다. 본 연구를 통한 권선기 구동특성 개선 효과를 확인하기 위하여 기구적 진동특성시험과 개발한 전용 구동특성시험장치에 의해 권선속도패턴을 측정함으로써 국내 개발 권선기의 구동특성이 크게 개선됨을 확인하였다.

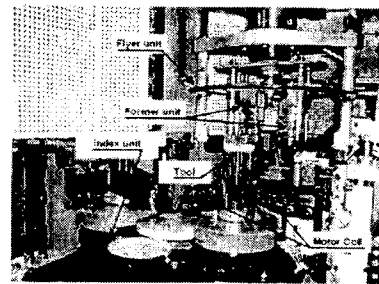
2. 권선기의 구성

개발한 모터 고정자용 수직형 권선기의 주요 부분은 Fig. 1과 같이 권선 헤드(winding head)와 플라이어 유니트(flyer unit), 그리퍼 유니트(gripper unit) 및 커터(cutter), 플라이어 구동부 및 제어시스템, PLC 운전제어부로 구성되어 있다.

와이어는 와이어 보빈(bobbin)에서 인출되어 와이어 가이드 및 헤드를 통하여, 플라이어 구동에 의해 플라이어 선단의 노즐에 의해 안내되어 포머에 권선된다. 포머에 권선된 코일은 그리퍼에 의해 인덱스 유니트상의 툴에 탑재되어지고, 권선이 끝난 툴은 커팅 유니트에 의해 코일을 절단한 후 인덱스 유니트에 의해 회전되며 다음 공정으로 이동하게 되며, 개발한 권선기의 사양은 Table 1과 같다.



(a) Winding head



(b) Flyer & former assembly

Fig. 1 Motor coil winding M/C

Table 1 Design specification of developed winding M/C

• 권선방식 및 속도	수직형, 3000rpm
• 포머길이 및 하강스텝	최대 140mm, 1-5스텝
• Index Table 분할각	180도
• Tool Index	360도, 2 - 8분할
• Table Index	360도, 2 - 4분할
• Tool Loading방식	수동식
• Turn 수	각단 최대 999 turns
• Tension 제어	0-25 kg-cm
• 코일 선경	0.1 - 1.2mm
• Core 적층높이	최대 120mm
• Flyer 회전경	외경 : 300mm 내경 : 250mm
• Flyer 회전속도	최대 3000rpm
• 전동기	Flyer:AC모터 5kW Former:AC모터 0.8kW

3. 권선기의 구동특성 개선

권선기의 구동특성 개선은 크게 플라이어의 구조적 경량화와 각 액추에이터 제어시스템의 재설계, 서보제어기의 파라미터 최적화 그리고 점프 동기회로의 디지털화 등을 통하여 이루어 졌다.

Table 2 Mechanical properties of flyer and flyer base

	재질	영계수(E)	포와송비(ν)	항복강도(σ_s)	질량밀도
Flyer base	AC4C-T6	69000MPa	0.28	100MPa	$0.267 \times 10^{-3} \text{ kg/mm}^3$
Flyer	SC46	210000MPa	0.30	334MPa	$0.768 \times 10^{-3} \text{ kg/mm}^3$

3.1 플라이어 시스템 경량화 설계

기존 권선기에 사용되는 플라이어 베이스의 형상과 치수에서 발생하는 문제점인 소음과 진동, 그리고 플라이어의 양 끝단에서 회전시 발생하는 원심력 변위 등과 같은 구동 시에 발생하는 일련의 구조적인 불안정성을 해결하고 권선속도패턴을 향상시키기 위한 방안으로 플라이어 및 플라이어 베이스 구조해석을 통한 경량화 설계를 수행하였다.

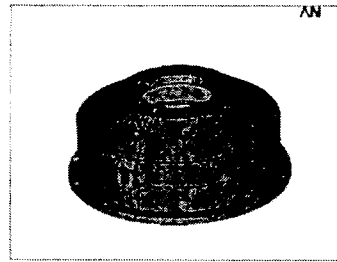
3.1.1 플라이어 및 플라이어 베이스 구조해석

플라이어와 베이스 각각의 부품에 대해 모델링을 수행하고, 이후 동일한 모델에 대해 유한요소 해석을 수행하였다. 해석에 사용된 프로그램은 ANSYS 5.7로서 응력집중 부위와 플라이어와 베이스의 결합부는 조밀하게 요소를 설정하여 전체적인 요소 수는 약 100,000개 메시를 수행하였다. 외부하중조건은 사용되는 실제속도인 3000rpm (314.1rad/sec)의 각속도로 부가하여 해석을 수행하였으며, 해석에 사용된 물성치는 적용된 제품의 재료로 실시한 인장시험에서 얻어진 기계적 특성을 기본으로 하였다. (Table 2 참조)

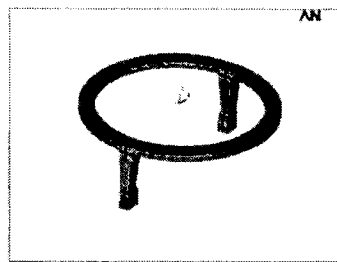
Fig. 2는 기존 권선기에 적용되고 있는 플라이어 및 플라이어 베이스에 대한 모델로서, 하중조건은 3000rpm의 각속도이며, 경계조건은 회전을 위한 모터와 연결되는 부분이 반지름 방향과 높이방향으로 병진변위가 없도록 고정하였다.

Fig. 3에 각속도와 자중에 의해서 플라이어와 플라이어 베이스에서 발생하는 상당응력분포도를 보이고 있다. 플라이어 베이스가 3000rpm으로 회전하였을 때 발생하는 최대상당응력은 24.9MPa로 권선의 연결통로 부위에서 발생하고 있으나 안전율에 대해 정량적 평가를 수행하면, 충분한 강도를 가지는 재료로 설계되었음을 알 수 있다. 최대상당응력이 발생하는 지점을 제외하고는 전체적으로 응력이 낮게 발생하고 있다.

플라이어의 경우도 전체적으로 응력이 낮게 발

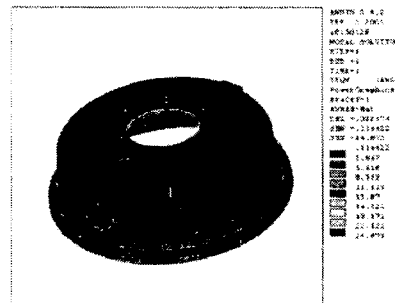


(a) Flyer Base

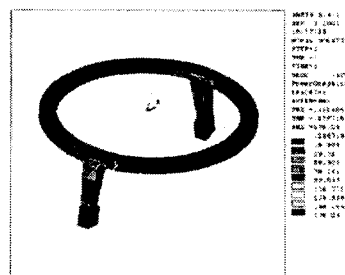


(b) Flyer

Fig. 2 Flyer System Modeling



(a) Flyer base



(b) Flyer

Fig. 3 Structural analysis results of the previous flyer system

생하고 있으나, 권선이 통과하는 부분은 회전시 공기와의 마찰과 원심력으로 고정단에서의 응력 발생이 높게 나타나고 있음을 알 수 있었다.

기존 모델의 구조해석 결과로는 구조적인 안전성에는 큰 무리가 없는 것으로 분석되었으나, 고속회전 시, 가감속에 따른 제어응답성 측면뿐만 아니라 현재의 플라이어 시스템이 가지고 있는 소음, 진동 및 포머의 점프에러 등을 고려하면, 3000rpm급의 고속구동을 위해서는 실제 구동하는 플라이어와 플라이어 베이스의 경량화 설계가 필요할 것으로 판단되었다.

3.1.2 경량화 최적설계

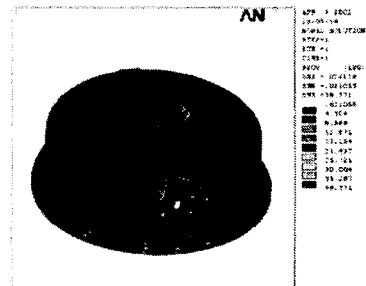
Fig. 4(a)에 플라이어 베이스를 경량화한 모델에 대한 해석결과를 나타내었다. 플라이어 베이스는 초기모델 보다 전체적으로 응력이 높게 나타나고 있음을 보인다. 그러나 초기모델과는 최대 상당응력이 발생하는 부분이 권선의 연결통로 부위에서 플라이어와의 접촉부로 이동하여 간 것을 알 수 있으며 최대상당응력 값도 38.6MPa로 증가하였으나, 항복응력의 38%정도로 상당히 안전함을 알 수 있다.

Fig. 4(b)에 나타낸 경량화된 플라이어는 이전의 초기 모델 보다 최대 상당응력값이 약 20MPa 정도 낮게 나타나고 있음을 보인다. 또한 최대 응력의 발생 부위도 고정단에서 arm의 중심부로 이동하여 있음을 알 수 있다. 이러한 경향은 초기모델 보다 arm의 단면적을 축소시킴으로서 고정단에서의 응력집중이 아랫방향으로 이동하였으며, 또한 형상변화에 의한 플라이어의 무게중심의 이동은 최 하단에서의 고속회전시 원심력으로 인한 변위의 발생을 고정단에서 충분히 제어할 수 있는 효과를 가짐으로 하단부의 변형량이 최소화될 수 있으리라 판단된다.

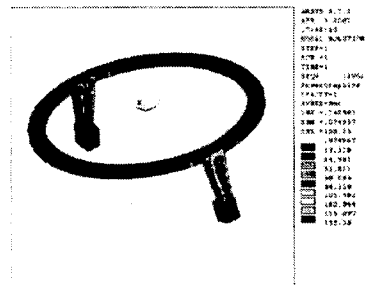
결과적으로 기존의 형상에서 문제가 되고 있는 소음과 진동이 베이스의 전체 중량에서 발생하므로 구조 설계 변경을 통한 경량화가 이루어졌으며, 더 경량화할 수 있는 요소가 있었으나 특히 플라이어는 권선체에 권선을 공급하는 부분으로 3000rpm의 고속회전 시에 발생하는 원심력으로 인한 변위 발생량을 고려하였으며 베이스와의 접촉부에서 발생하는 응력의 취약요소를 보완하는 방향으로 경량화 단면 설계가 이루어졌다. 최적 설계를 통한 중량 감소결과를 Table 3에 보였다.

Table 3 The results of weight reduction

모델	기존 모델	최적화 모델
플라이어베이스	6.2kgf	4.4kgf
플라이어	3.2kgf	1.7kgf
전체	9.5kgf	6.0kgf



(a) Light-weighted model of the flyer base



(b) Light-weighted model of the flyer

Fig. 4 Structural analysis results of the optimized flyer base

3.2 제어시스템 구성

플라이어의 최적설계결과에 따른 기구적 경량화 결과에 따라 기존 권선기의 서보제어시스템 사양을 재 검토하여 각 구동모터의 용량 설계와 제어시스템과의 인터페이스 설계를 재 수행하였다. 검토결과 Fig. 5와 같이 서보제어시스템을 재 구성하였으며, 특히 포머 점프동기회로를 디지털화 설계함으로써, 포머 점프동작 특성을 크게 향상할 수 있었다.

3.2.1 서보 제어시스템 개선

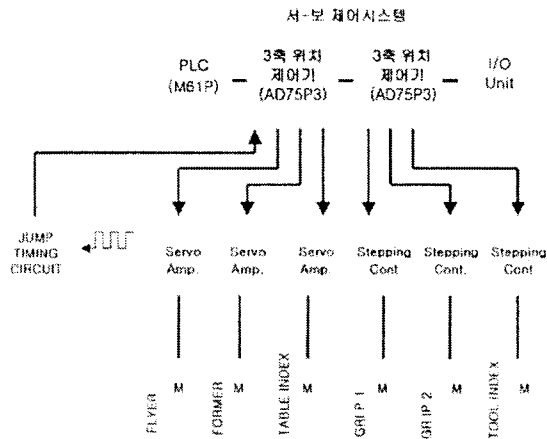


Fig. 5 Configuration of servo control system

Fig. 5는 권선기 구성기기들의 구동 및 위치제어를 수행하기 위해 제 설계한 서보시스템 구성도를 나타낸 것으로서, 플라이어, 포머, 인덱스 및 그리퍼 등 권선기를 구성하는 각 기기는 서보 및 스텝핑 모터와 이의 구동을 위한 서보증폭기, 스텝핑 모터 컨트롤러에 의해 구동되며, 이들 기구의 동작 제어는 권선기의 전체 운전을 제어하는 PLC로부터 출력되는 제어 파라미터에 의해 3축 위치제어기의 명령에 의해 이루어진다. 본 서보제어시스템은 플라이어의 최적화설계로 인한 경량화에 맞추어 코일 선경 0.3mm를 기준으로 최대 3000 rpm까지의 플라이어 속도로 권선할 수 있도록 개 설계되었다. 이를 위해 최대 출력 5kW를 갖는 AC 서보모터를 이용하였다. AC 서보 드라이버는 주로 속도 서보모드로 사용하며, 연구에서는 3축 위치제어기인 일본 미쓰비시사의 AD75 위치제어 유니트로부터 발생하는 명령펄스가 서보드라이버의 펄스 입력부로 전송되도록 구성하였다.

서보 시스템의 동작은 권선기에서의 권선작업 공정에 따른 각 공정별 권선 파라미터를 운용자가 입력함으로써 운전제어장치인 PLC에서 처리되어 해당 공정에 필요한 서보 패턴 출력(권선 패턴)을 위치제어기로 출력하게 되며, 위치제어기에서는 권선기 운전제어장치에서 출력되는 서보 드라이버의 구동패턴에 의한 제어신호를 발생, 각 서보 드라이버로 출력함으로써 각 기구를 움직이는 모터를 권선 패턴대로 구동하게 된다.

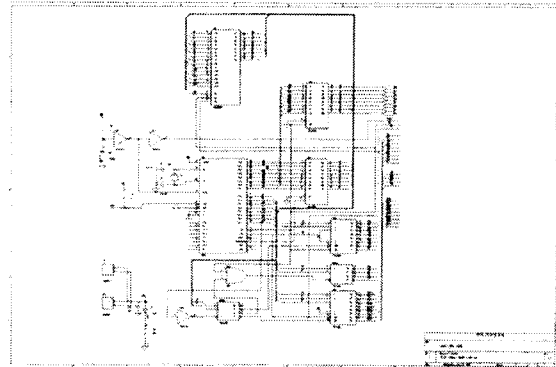


Fig. 6 The CPU part of the developed jump timing circuit

3.2.2 포머 점프동기회로의 개선

권선기의 플라이어를 통해서 권선할 때, 플라이어의 회전위치를 감지하여 포머가 점프동작을 시작하도록 스타트 신호를 발생시키기 위한 포머 점프 동기회로의 성능을 개선하였다.

본 연구에서는 8051 마이크로프로세서를 이용 점프동기회로를 디지털화하여 전면 수정함으로써, 기존의 아날로그 방식 회로의 문제점이었던 시스템 내에서의 서보 사용으로 노이즈의 영향으로 인한 오 동작과 이에 따른 권선 에러가 자주 발생하는 문제를 해결하였다. 회전중인 엔코더 펄스 수를 감지하여 점프 데이터와 비교한 후 포머의 스타트 신호를 출력하는데 까지의 소요 시간은 1ms로서, 점프 스타트 신호를 출력하는 각도 오차는 ±1도 이내이다.

Fig. 6에서와 같이 점프 하드웨어 구성은 크게 CPU 부분, 디지털 입/출력 부분 및 카운터, 디스플레이부분으로 나누어지며, CPU 부분은 8051 12M 프로세서와 64K바이트의 ROM과 32K바이트의 RAM으로 구성되어 포머의 가속도 및 속도 변화에 따른 점프위치의 계산과 파라미터 제어신호와 기구의 관성사이의 시간지연 보상 연산을 수행하며, 0 - 999 까지의 점프파라미터 조건 설정 및 분주 비율을 설정한다.

권선기의 권선 동작에 있어 가장 중요한 부분이 바로 권선 중 포머의 점프 타이밍 제어문제로서, 서보시스템의 권선 패턴에 따른 오버 슈팅문제, 와이어 단선 문제, 점프시의 루프 각도 조절

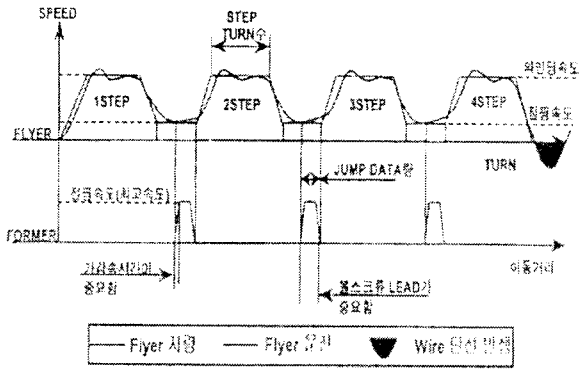


Fig. 7 Diagram of the winding speed pattern of flyer

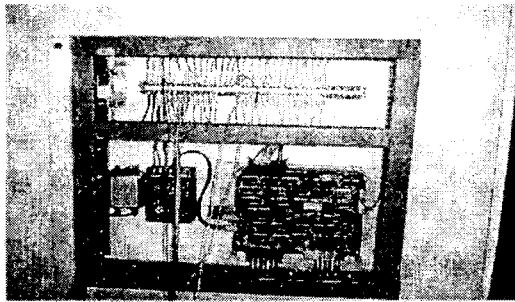


Fig. 8 The photo of the developed jump timing circuit

및 점프 시의 플라이어 속도 감속문제 등을 고려하여 권선 와이어의 종류에 따른 권선 패턴을 결정하여야 한다.

Fig. 7은 플라이어의 가·감속 패턴과 그에 따른 포머의 점프 패턴을 나타낸 것으로 서보시스템이 플라이어의 속도패턴 지령을 잘 추종하도록 서보시스템의 제어파라미터를 최적화 튜닝하여 구동하여야 한다. Fig. 8은 제작한 포머 점프동기 회로를 나타내었다.

4. 구동 특성 시험

4.1 진동 특성 시험

권선기는 하강 스텝이 5단계로 이루어지고 플라이어 서보모터의 800~3000rpm 범위의 가감속 패턴운전과 포머의 스텝모터 구동 등에 의한 복합운전이 동시에 수행됨으로 인한 복잡한 구조의 진동이 발생하는 바, 구동특성을 개선한 권선기 시제품에 대한 진동특성을 분석하였다. 이를

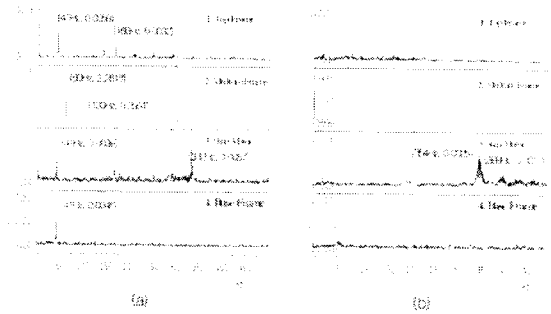


Fig. 9 The FFT results of z axis vibration test at 3000rpm

위하여 1축 진동센서를 이용하여 각 운전조건에 대하여 진동측정을 수행하였으며, 최대 3000rpm에서 수직축 진동측정 FFT 결과를 Fig. 9에 보였다. Z축 방향에서 3000rpm으로 운전할 때 G값을 나타낸 것으로 (a)는 중간 프레임에서 모터의 고유진동인 60Hz가 발생하며, 상부 프레임, 스텝 모터부, 베이스부에서 41Hz의 주파수가 발생한다. 전반적으로 축경렬과 언밸런스 같은 복잡한 진동이 발생하는 것으로 판단되며, (b)는 상부, 중간 프레임, 베이스부에서 안정적인 값을 나타내며, 스텝 모터부에서는 354Hz와 399Hz의 이상진동이 발생하였으나, 전반적으로 Z축 방향에서의 진동인 상하진동은 3000rpm 운전조건에서도 진폭이 매우 낮아진 것을 확인함으로써, 기존 플라이어 및 제어시스템의 속도패턴 한계인 3000rpm 이상에서도 안정적으로 구동함을 확인할 수 있었다.

4.2 권선속도 패턴에 의한 구동 특성 시험

권선기의 구동 특성이라 함은 운전제어시스템의 권선 패턴에 의한 서보 제어명령 및 포머 점프지령신호에 따른 권선기 플라이어 및 포머의 동작 특성을 말한다. 따라서, 권선기의 동작특성 시험을 통하여 권선성능을 평가하기 위해서는 권선 패턴 1 주기에서의 포머 점프 명령신호, 포머의 실제 점프

거리, 플라이어의 실제 가 감속 속도패턴을 실시간으로 측정하여야 하며, 이를 위해 플라이어 및 포머의 동 특성 측정회로(Fig. 10)를 개발하였다.

권선기의 운전제어시스템에 의해 입력되는 권

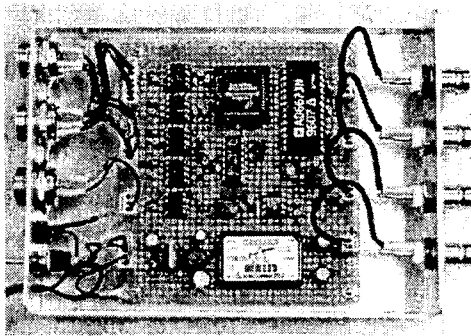


Fig. 10 Operating characteristics measuring device of the winding M/C

선속도패턴으로 개선된 권선기 시제품에 대한 구동특성시험을 수행하였다.

먼저, 기존 권선기에서 자주 발생하고 있던 정상 편이 아닌 곳에 권선되는 권선 에러가 플라이어용 서보시스템의 오버슈트 문제와 점프동기회로의 노이즈에 그 원인이 있었다. 따라서, 이의 해결을 위해 수행한 서보제어시스템의 제어파라미터 최적화 튜닝과 점프동기회로의 디지털화로 개선한 권선기의 권선에러 여부를 시험하기 위해 플라이어 서보드라이버의 엔코더 신호를 카운트하여 점프동기신호에서 발생하는 포머의 점프명령에 의해 실제 포머가 점프동작을 수행하는 타이밍을 확인하였다. 측정은 권선 코일 선경 0.4mm, 서보드라이버의 최적 튜닝한 파라미터인 비례게인 120, 적분게인 50, 권선 최고속도는 800rpm부터 500rpm간격으로 2500 rpm까지 수행하였다.

측정결과 Fig. 11과 같이 권선패턴의 변경, 플라이어의 속도 및 구동파라미터(가/감속시간, PID 게인 등)변화, 선경 변화 등과 무관하게 오버슈트 크기의 차이는 있으나 포-머의 점프명령 발생시점과 실제 포머의 이송시작 시점간의 시간이 상기의 조건변화와 상관없이 항상 20ms의 일정한 시간지연간격을 유지함으로써 권선에러가 발생하지 않음을 확인하였다.

플라이어의 경량화, 포-머의 형상 수정, 서보제어시스템 및 점프 동기회로의 개선에 의해 개선된 권선기 시제품의 최종목표인 권선패턴 3000rpm 달성여부를 위한 구동특성시험을 수행하였다. 시험은 선경 0.3mm, 0.4mm, 0.8mm 3종류의 코일로 하였으며, 측정방법 및 측정항목은 앞의

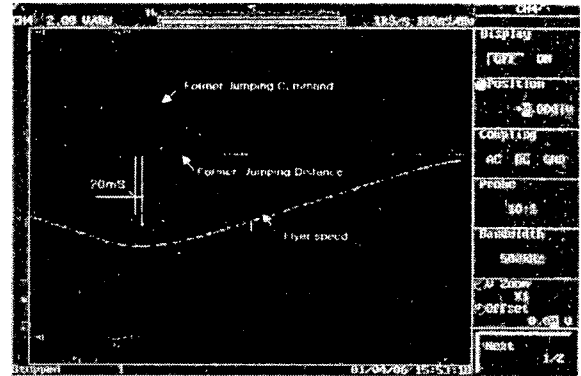


Fig. 11 Jump timing test between flyer servo system and jump timing circuit

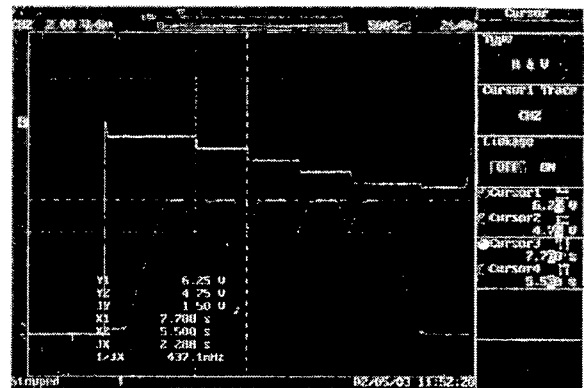


Fig. 12 The dynamic characteristics test of the winding machine at 0.3mm coil (1V=440rpm, P: 60, I: 50, 2800rpm)

점프동기시험방법과 동일한 방법으로 하였다. 실제 생산되고 있는 권선공정과 동일한 권선패턴으로, 코일이 단선이나 점프에러가 발생하지 않으면서 구동할 수 있는 플라이어 속도까지 속도를 500 rpm 단위로 올려가면서 측정을 수행하므로써, 성능을 개선한 권선기 시제품이 본 연구의 목표치인 플라이어 최대속도 3000 rpm까지 도달하는지의 여부를 확인하였다.

시험결과 선경 0.3mm에서 1000rpm부터 3000 rpm까지 주어진 권선패턴을 무난히 추종하고 있음을 확인할 수 있었으며, 최대속도패턴 3100 rpm으로 최종 실험한 결과를 Fig.12에 보였다.

본 그래프는 측정시스템의 디지털스코프 화면을 저장한 것으로 y축 1V가 500rpm으로서 최대 권선속도 6.25V (3125rpm)을 얻음으로써, 개선한 권선기의 최종목표성능을 만족하였다.

5. 결 론

국내 모터 코일 권선기의 생산성을 외국 권선기 수준으로 향상하기 위한 동특성 개선연구를 수행하였다. 기존의 권선기가 가지고 있는 플라이어의 기구적 결함과 중량을 30%이상 경량화 설계하고 서보제어시스템과 포머 점프동기회로를 재 설계하여 최적화함으로써 개선된 권선기 시제품을 제작하였다. 구동특성 시험결과 기존 권선기의 문제점이었던 권선에러는 발생하지 않았으며, 낮은 권선속도패턴에 의한 생산성 저하문제는 외국 권선기의 속도패턴과 동일한 수준인 최대 3100rpm의 속도패턴에서 권선을 수행함으로써, 국내 권선기 제작기술의 향상을 이루었다.

후 기

본 연구는 과학기술부에서 시행한 중소기업 애로기술지원사업인 "Motor Coil Winding Machine 개발"의 일환으로 수행되었음을 밝힙니다.

참고문헌

- (1) <http://www.mocie.go.kr>
- (2) Joseph H. Frauped and Franklin E. Fisher, 1980, *Engineering Design-A Synthesis of Stress Aanalysis and Materials Engineering*, Wiley-Intersciencepp, pp. 679~702.
- (3) Zienkiewicz, O.C. and Taylor,R.L., 1989, *The Finite Element Method*, McGraw Hill, pp. 89~108.
- (4) Singiresu S. Rao, 1996, *Engineering Optimization Theory and Practice*, Wiley-Interscience, 1996.
- (5) Karl J. Astrom, 1995, *PID Controllers*, Instrument Society of America.
- (6) Benjamin C. Kuo, 1989, *Automatic Control System*, Prentice Hall.