

전동식 볼라드의 기본 성능에 관한 연구

박태준*, 정병규**, 송준호**, 이기만****†
*순천대학교 기계우주항공공학부 기계공학전공
**순천대학교 기계우주항공공학부 우주항공전공
***순천대학교 기계우주항공공학부
E-mail : kmlee@sunchon.ac.kr

A Study on the Fundamental Performance of Electric-driven Bollard

Tae-Joon Park*, Byeong-Gyu Jung**, Jun Ho Song**, Kee-Man Lee****†

School of mechanical and aerospace engineering, Sunchon National University

요 약

This study is about development of remote controlled bollard using the BLDC motor mechatronics theory. A bollard is composed of the sensor part and the control part. The sensor part is consisted of sensors that detect the locations of a bollard. The role of the control part are adjusting motor speed and power through variable resistance. In order to confirm required performance, The speed of decent and ascent of the bollard, the time and the RPM of BLDC motor were tested according to the variable resistance and the load.

1. 서론

우리나라 자동차 생산량 세계 5위이며 국내도 자동차 보급 대 수가 1,800만대를 넘어선 시대에 살고 있다. 가계소득 증가에 따라 평균 2대 이상 차량을 보유하고 있는 세대가 증가하고 있는 가운데 제한된 주차공간과 제대로 된 주차 제한 시설물 부재로 인해 주차 주인과 외부인간 주차 시비가 빈번히 발생하는 등 개인 및 영업장의 주차 공간 운영에 많은 문제가 따르는 실정이다.

이 경우 센서기반으로 사전에 인식된 차량이나 보행물만 선별적으로 통행 해지를 할 수 있거나, 별도의 리모트 컨트롤을 이용하여 원하는 시간에 자동적으로 주차허가가 가능하거나 통행을 조절할 수 있다면, 개인 및 영업장의 주차장 운영에 많은 편리성을 제공할 수 있을 것이다.

국내에는 수동식과 고정식이 대부분이며, 국내 일부 수입업체로부터 도입하여 판매하고 있는 자동식 볼라드의 대부분이 유압 혹은 공압식으로 구동되는 시스템이다. 이러한 방식은 제작단가가 고가일 뿐만 아니라, 시설물의 유압유 유출에 의한 토양오염과

정확한 위치제어가 불가능하다는 단점이 있다.¹⁾

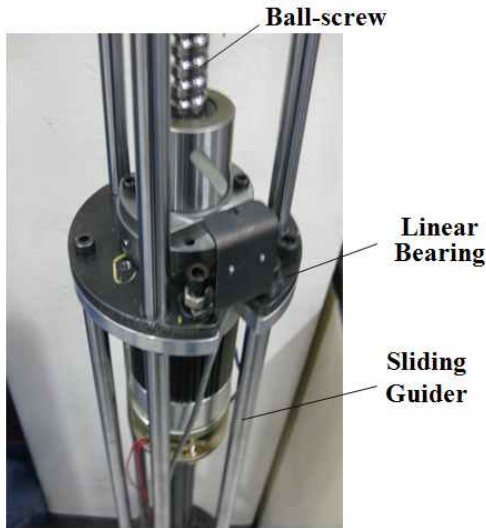
또한, 본 연구개발의 핵심인 모터는 대부분 저가격을 이유로 DC모터를 사용하고 있다. 그러나 DC모터는 브러쉬와 정류자간 기계적 마찰로 인해 고속화가 힘들며, 수명단축과 소음의 단점을 가지고 있다. 그러나 BLDC모터는 DC모터의 장점인 소형경량, 고효율, 고출력을 가지고 있으며, 가변 속도 제어가 가능하며, 브러쉬의 기계적 접촉으로 인한 단점들을 보완하는 장점을 가지고 있다.

한편, 볼스크류는 일반적으로 이송계 동작기구의 주요부품으로서 고속이송을 위해 볼나사의 리드에 따른 진동현상과 마찰토크로 인한 열발생, 구조방법 등에 대한 연구가 진행되어 왔다.²⁾

본 연구의 목적은 현재 국내 보급된 대부분의 수동식 및 고정식 볼라드의 문제점을 개선하고, 고가의 일부 외국 유압식 자동 볼라드 시스템에 대한 위와 같은 문제점을 보완, 개선하기 위해서 볼스크류에 의한 이송방법에 착안하여 450W BLDC모터와 전자 보드로 구동되어 작동완료시간 8초 이내인 센서기반의 자동제어식 전동 볼라드를 개발하는 것이다.

2. 실험 및 방법

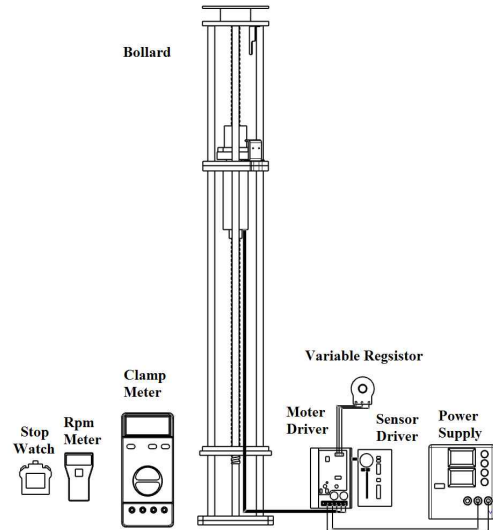
위의 조건에 만족하는 전동식 블라드 설계를 위해 내부 구성을 [그림 1]에 보이는 바와 같이 구성하였다. 상하로 자동식으로 구동되는 원리로는 BLDC모터와 피치(Pitch)가 1cm 인 등근형 볼스크류를 이용하여, 가동 축과 마찰되는 부분인 플레이트 구멍에 부싱을 달아 마찰에 의한 고속이송 시 진동현상을 최소화 하였다.



[그림 1] 블라드 내부 이미지

[그림 2]는 시험장치구성으로 제어를 위해 모터의 드라이버에 10k Ω 가변저항을 사용하고, 제어기판에 Pic을 Rom Write로 프로그래밍 하였고, 위치제어를 위해 센서의 플레이트가 상사점과 하사점의 센서 도달시 멈춤과 동시에 브레이크를 설치하여 부하에도 블라드가 올라가거나 내려가지 않게 하였다. 리모컨의 원격조절 기능을 위해 수신보드를 설치하고, 모터의 성능을 고려하여 DC Power Supply는 24V의 15A를 사용하였고 센서를 위해 24V가 변압기를 거쳐 5V가 공급되도록 설계하였다.

성능측정은 초기 설계점에 적합한지를 알아보기 위해, 순수 BLDC모터에 가변저항에 따라 RPM을 측정하였고 클램프 메타를 사용하여 모터 드라이버의 가변저항 150 Ω 간격으로, 블라드 상부에 가해지는 하중을 변화시키며 구동하였을 때, 상승 하강에 걸리는 시간과 속도를 측정하였다.

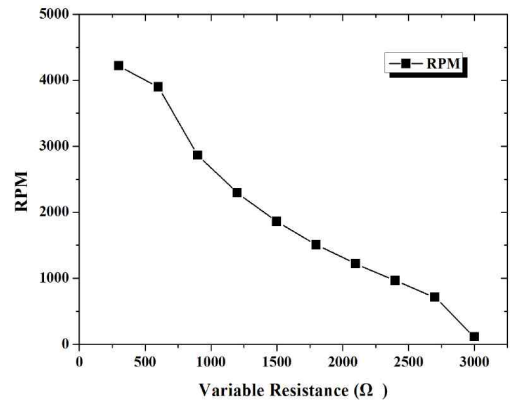


[그림 2] 시험 구성 장치도

3. 결과 및 고찰

블라드의 이송속도는 모터의 드라이버에 부착되어 있는 가변저항에 의해 조절이 되는데 이 가변저항은 300 Ω 부터 3000 Ω 까지 조절하였다.

[그림3]은 부하가 걸리지 않았을 때, BLDC모터의 가변저항에 따른 RPM 변화를 나타낸 그래프이다. 그림에서 구동모터의 회전수가 저항이 3000 Ω 일 때, 111rpm으로 구동을 시작해 300 Ω 에서 4220rpm까지 증가하는 것을 확인하였다.

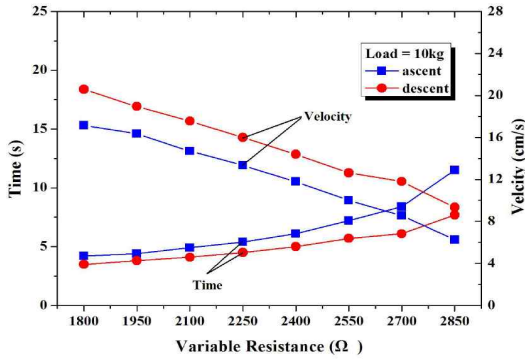


[그림 3] 저항크기별 BLDC모터의 회전수

[그림 4]는 본 연구에서 전동 블라드의 일반적 성능을 저항과 이송속도 및 작동완료 시간을 나타내는 그래프이다. 블라드의 부하 성능시험에 해당되는 본 성능시험은 블라드 몸체 위에 사람이 앉아있거나 기타 무거운 장애물들이 올려져있는 경우를 가정하여 10kg부터 71kg까지의 하중을 가해 성능시험을 하였는데, [그림 4]는 블라드 말뚝 위의 하중이 10kg일

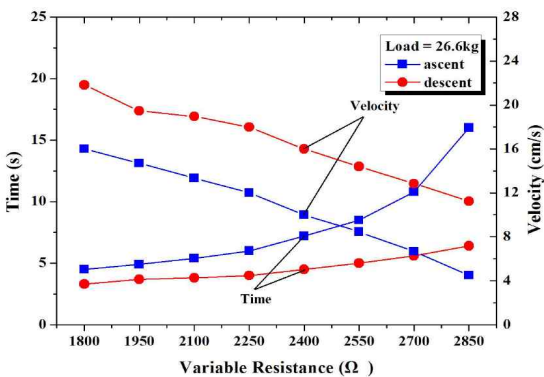
때의 성능 특성을 보여주는 결과이다.

그림에서 보는 바와 같이 블라드의 물체가 올라갈 때 내려갈 때 보다 물체의 자중과 하중의 영향을 받아 더 긴 작동 완료시간을 요하는데, 하중이 10kg이 가해질 경우 저항이 2550Ω이하에서 올라갈 때, 작동 완료 시간 7.2초와 내려올 때는 5.7초로 두 조건 모두 설계점을 만족하는 것을 확인하였다.

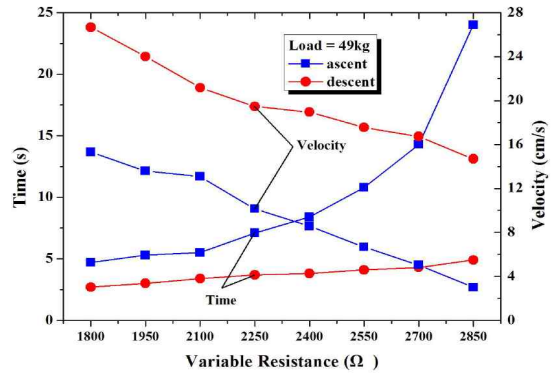


[그림 4] 하중이 10kg이 작용하였을 때의 저항과 이송속도, 작동완료 시간과의 관계

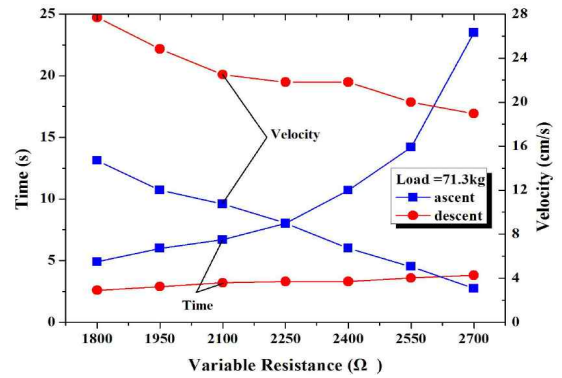
한편, 본 연구에서는 실제 전동식으로 작동되는 블라드 말뚝 위에 다양한 조건들의 하중이 가해 졌을 때 부하 하중에 따른 설계 요구 조건 시간인 8초 이내로 작동되는 특성을 파악하고자 하였다. 이를 위해 전동 블라드의 작동완료 시간과 관련하여 하중을 10kg부터 시작하여, 26.6kg, 49kg, 71.3kg를 설정하여 성능시험을 실시하였다. 그 결과 본 연구에서 실제 상황을 가정하여 블라드 말뚝 위에 부가한 10kg에서 71.3kg까지의 전 범위 하중에서 수행한 성능시험 결과 모든 하중범위에서 목표성능인 작동완료 시간 8초 이내를 달성할 수 있었다. 이와 관련된 성능인 하중에 따른 작동완료 시간 및 이송속도를 Fig. 5에 나타내었다.



(a) 블라드 하중 26.6kg인 경우 작동 성능



(b) 블라드 하중 49kg인 경우 작동 성능



(c) 블라드 하중 71.3kg인 경우 작동 성능

[그림 5] 적용하중별 저항과 이송속도, 작동완료 시간의 관계

[그림 5]에서 보는 바와 같이 선정된 BLDC모터는 이송속도가 고정된 범위 내의 저항의 크기에 따라 변동 없이 안정하게 유지되는 것으로 확인하여 블라드를 구동하는 데 적합함을 확인하였다. 올라갈 때와 내려갈 때의 작동완료 시간차이는 저항이 낮을 때는 차이가 나지 않지만, 점차적으로 저항이 커짐에 따라서 그 차이가 커짐을 알 수 있다.

4. 결론

본 연구를 통하여 모터-센서류의 자동제어와 메카트로닉스 이론을 통한 자동 이송시스템과 편리성 제공을 위해 원격 리모컨 제어가 가능한 블라드를 설계하였다.

설계 제작된 전동식 블라드의 성능평가를 위해 하중변화에 따라 주요 성능이 볼스크류 상하강 속도 및 시간을 측정하여 전동식 블라드의 성능으로 평가하였다.

후 기

본 연구는 2010년도 중소기업청의 산학연공동기술개발사업 지원으로 수행된 연구결과 일부입니다.

참고문헌

- [1] S. H. Park, "A Study on the Development of a Bollard Design for Pedestrian Environments," Journal of Korean Society of Design Science, Vol. 23, No. 6, pp 23-28, 2010.
- [2] 박성호, 고해주, 정운교, "고속볼스크류를 사용한 이송계 특성에 관한 연구," 한국공작기계학회 춘계학술대회 논문집, pp 279-284, 2000.