

스마트팜 방제로봇 개발을 위한 모터 펌프 실험에 관한 연구

송명석*, 김만중**, 한명희**, 유범상***

*지능형 로봇 연구소

**전북대학교 기계시스템공학과

***자동차 신기술 연구센터

e-mail:ryuhbs@jbnu.ac.kr

A Study on the motor pump experiment for the development of a smart farm sprayer robot

Myung-Suk Song*, Man-Joong Kim**, Myeong-Hee Han**, Beom-Sahng Ryuh***

*Core Research Institute of Intelligent Robots, JBNU

**Dep. of Mechanical System Engineering, Korea, Jeonbuk National Univ.

***Automotive New Technology Research Center

요약

본 논문은 스마트팜 방제로봇 개발을 위한 모터펌프 실험에 관한 연구를 진행한 논문이다. 최근 4차 산업혁명 이후로 스마트팜 개발이 활발히 이루어지고 있으며 농촌은 고령화 문제가 심각해지고 있으며 인력난으로 인하여 자동화 시스템이 필요한 실정이다. 또한 기존 방제 시스템은 과도한 농약 살포로 인하여 환경오염과 작업자의 농약 중독으로 많은 사고를 야기하고 있다. 따라서 적절한 양의 방제를 위하여 농약을 방제할 수 있는 모터 펌프를 선정하기 위하여 연구를 진행하였다. 우선 개발을 위하여 작업환경을 분석하였으며 분석한 결과를 통해 방제로봇의 컨셉설계를 진행하였다. 농업용 펌프 선정을 위하여 3가지의 조건을 부여하여 그에 부합하는 펌프를 찾으려 했지만 24V 직류 펌프의 종류가 많지 않아 220V 교류를 사용한 펌프를 사용하였다. 로봇의 배터리가 24V이므로 220V 교류를 인가하기 위하여 인버터를 사용하였으며, 그로인하여 펌프의 성능이 저하되는지 여부를 판단하기 위하여 실험을 진행하였다. 실험결과 인버터를 사용하였을 때와 사용하지 않았을 때 동일한 결과를 얻었으며, 307cm의 분사거리, 3m의 압상높이, 6개의 노즐을 사용하였을 때 4bar의 압력이 측정되었다. 이로인하여 인버터를 사용하여 220V 교류 전압을 사용하여 펌프를 구동할 수 있다는 것을 알 수 있었다. 추후 모터 선정, 노즐의 선정 등의 연구를 통하여 스마트팜 방제로봇을 개발할 수 있을 것이다.

1. 서론

최근 4차 산업혁명 이후로 외부환경에서 이루어지던 농업에서 온실을 이용한 실내 농업으로 변화하고 있으며 이에 따라 스마트팜을 개발하여 인력을 축소하고 생산성을 높이기 위한 연구가 활발히 이루어지고 있다. 하지만 여전히 농업을 하기 위해서는 인력이 많이 필요하지만 농업 인구는 계속해서 줄어들고 있으며 점점 고령화 사회가 되어가고 있다.

기존의 방제 시스템은 과수나 주변 환경을 고려하지 않고 과도한 농약 살포로 인한 환경 오염과 작업자의 농약 중독으로 많은 사고가 발생하고 있다[1]. 따라서 적절한 양의 방제를 하여 농약의 낭비를 줄이는 동시에 작업자와 환경오염을 최소화 시키기 위해 방제로봇에 사용되는 모터펌프에 대한 연구를 진행하였다.

농업용 로봇을 설계하기 위해서는 작업환경을 파악하고 그에 따른 조건을 맞추어 설계가 진행되어야 하기 때문에 작업환경을 파악하였다. [그림 1]은 국내에서 많이 사용하고 있는 온실형태이다[2]. 바닥에서 베드까지의 높이는 670mm이고 베드 사이의 간격은 1200mm이며 베드 사이에는 운수파이프가 놓여져 있다. 베드의 길이는 60m이다.

2. 본론

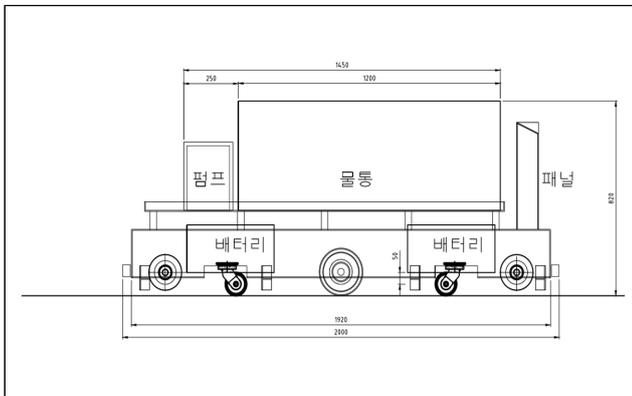
2.1 작업 환경



[그림 1] 국내에서 사용되는 온실 사이즈

2.2 방제로봇 설계

본 논문에서 제작하고자 설계한 방제로봇은 [그림 2]과 같다. 개발하고자 하는 방제로봇은 수동으로 콘크리트 부분을 이송하며 방제로봇을 온실 파이프 위에 놓았을 때 방제로봇이 직진 후 후진을 하면서 방제를 시작하는 구조이다. 방제로봇의 높이는 820mm이고 전체 전장은 2000mm이다. 24V 배터리를 사용하여 모터를 구동하여 로봇이 이송하며, 콘크리트 부분에 있을 때는 메인 바퀴가 구동하며 2개의 캐스터를 이용하여 회전에 용이하게 설계를 하였다. 온실 파이프 위에 올라갔을 때는 메인바퀴는 스프링에 의해 들리며 2개의 레일 구동 바퀴를 이용하여 전·후진을 한다.



[그림 2] 방제로봇 컨셉 설계

2.2 농업용 펌프 선정을 위한 실험

현재 설계된 로봇에 맞는 펌프를 선정하기 위하여 3가지의 조건을 지정하였다. 3가지 조건은 [표 1]과 같다.

[표 1] 펌프 선정 조건

종류	조건
전압	직류 24V
압상높이	3m
방제유량	5L/min

로봇에 적용될 펌프는 배터리가 24V 직류전압 이므로 24V를 사용하거나 24V를 220V로 변경하여 사용하여야 하며 압상높이는 현재 목표한 작물은 토마토이므로 토마토가 성장하는 높이인 3m가 되어야 한다. 또한 방제유량은 로봇의 주행 거리를 베드당 60m로 하고 18개의 베드가 있을 때 총 1080m를 이동한다. 예상되는 로봇의 주행속도는 2m/s이므로 약 80l

의 농약을 분사하기 위해서는 5l/min의 유량이 필요하다.

펌프의 종류는 크게 터보형 용적형 특수형이 있으며, 개발된 방제로봇은 로터리 펌프를 사용하였다, 하지만 현재 설계된 로봇에 맞는 펌프가 없거나 제작하여야 한다. 따라서 본 연구진은 24V를 220V로 변환하는 인버터를 구입하여 220V를 사용한 것과 성능이 동일한지 실험을 진행하였다.

인버터는 다르다社의 인버터로 계단파를 사용하여 24V 직류전압을 220V교류전압으로 변경하여 주며, 펌프의 용량에 따라 3000W로 선정을 하였으며 펌프는 조건에 맞추어 wilo社의 PW-200M 을사용하였다. [그림 3]는 사용한 인버터와 펌프를 보여준다.



[그림 3] 인버터 및 모터펌프

24V의 전압을 인가하기 위해 power supply를 통해 전압을 인가하였지만 power supply의 최대 전류가 10A이기 때문에 구동이 안되어 12V 산업용 배터리 2개를 직렬연결하여 인버터에 24V의 전압을 인가하였다. 처음 실험은 인버터를 사용하지 않고 220V의 교류 전압을 사용하여 펌프만 따로 구동시킨 후 T형 부싱을 통해 양쪽분사로 원형 노즐과 플랫노즐을 사용하여 실험을 진행한 결과 분사거리가 약 3m정도 되었으며 3m의 높이에서도 원활하게 작동되는 것이 확인 되었다. 인버터를 사용하여 동일한 조건으로 실험한 결과 분사거리가 동일하게 나왔으며 실험 시 연결한 압력노즐에서 인버터를 사용했을 때와 사용안했을 때 동일한 압력이 측정되었다. [그림 4]는 실험 사진을 보여주며 [표 2]는 실험 결과를 나타낸 것이다.

[표 2] 실험결과

종류	인버터 미사용	인버터 사용
분사거리	307cm	306cm
압력(노즐 6개)	4bar	4bar
압력 (노즐 14개)	3bar	3bar
압상높이(3m)	○	○



[그림 4] 펌프 분사거리 실험 사진

3. 결론

본 논문은 스마트팜 로봇의 개발에 필요한 펌프를 선정하기 위한 실험연구로 방제로봇을 개발하기 위하여 현재 사용되고 있는 온실 조건을 파악하였으며 그로인하여 컨셉설계를 진행하여 로봇에 적용될 펌프의 사이즈를 특정하고 펌프를 선정하기 위하여 조건을 부여한 후 그 조건에 맞는 펌프를 조사하였다. 조사결과 조건에 맞는 펌프가 없어 제작하기에는 시간과 돈이 많이 필요하여 인버터를 사용하여 220V의 펌프를 사용할 수 있는지 여부를 실험하였다. 실험결과 인버터를 사용하였을때와 사용하지 않았을 때 동일한 결과를 얻었으며 사용한 펌프 또한 제시한 조건에 부합하여 인버터를 사용하여 220V의 펌프를 사용할 수 있다는 것을 알았다. 본 실험을 통하여 농업용 로봇에 사용 될 펌프를 선정할 수 있었으며 추후 모터 선정, 배터리 설계, 노즐 선정을 통해 농업용 방제로봇을 개발할 수 있을 것으로 사료된다.

후기

이 연구는 2019년도 농림식품기술기획평가원 1세대 스마트팜 고도화 및 산업화 사업(과제번호 : 1901000973)지원에 의하여 수행되었음을 밝힙니다.

참고문헌

- [1] J.D. Luck, S. K. Pitla, S.A. Shearer, T.G. Mueller, C.R. Dillon, J.P. Fulton, and S. F. Higgins, "Potential for pesticide and nutrient savings via map-based automatic boom section control of spray nozzles", Computers and Electronics in Agriculture, Vol.70, No. 1, pp. 19-25, Jan, 2010
- [2] 김경철, "시설 원예 방제를 위한 농업용 듀얼 로봇 시스템 연구", 박사학위논문, 전북대학교 일반대학원, 2015년.