

무가온 비닐온실의 터널보온덮개 자동개폐장치 개발

Development of an automatic covering system of thermal tunnels in non-heating plastic film greenhouse

이기명* 박규식** 최원환* 남상현* 안상화* 양희만*
정희원 정희원 정희원 정희원
K.M.Lee K.S.Park W.H.Choi S.H.Nam S.H.Ahn H.M.Yang

1. 서론

1997년말 현재 우리나라의 시설재배면적은 47,264ha이며 이 중 85%인 40,000ha 정도가 무가온 단동비닐온실이다. 이런 단동온실은 난방을 하지 않고 그림 1과 같이 보온덮개를 사용하는 무가온 재배를 하고 있으며, 온실내에 보온덮개를 덮기 위한 터널을 설치하고 있는데 이 터널의 설치에 사용되는 골조는 강선 또는 FRP재로 길이는 1.8~2.4m이고, 터널폭은 0.9~1.2m 정도로 하고 있다.

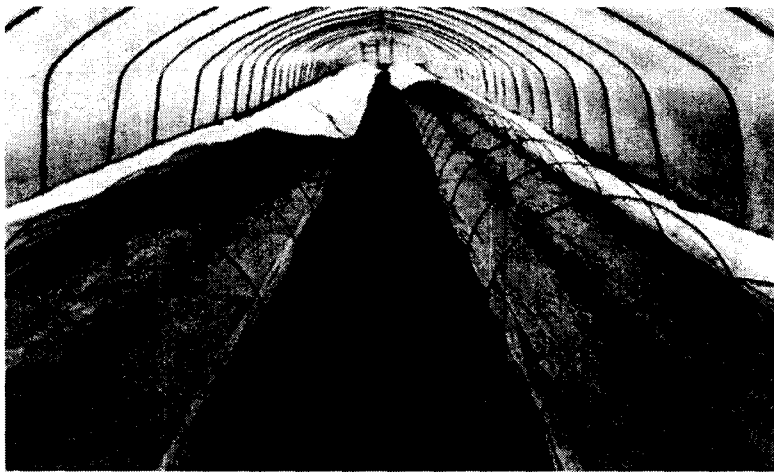


그림 1 무가온 단동온실 및 보온덮개

터널 보온덮개의 사용시기는 정식 전 10일 경부터 4월까지이며, 보온덮개 자재는 보온력의 증대를 위하여 대부분 부직포, 카시미론을 여러 겹 누빈 보온덮개를 사용하고 있으며, 일출 무렵부터 광합성이 가능하도록 터널의 보온덮개를 벗기고 해질무렵 다시 보온덮개를 덮어 저온을 방지한다.

터널의 보온 덮개는 야간의 방열을 방지하기 위하여 덮었을 때 틈새가 없도록 하는 것이

* 경북대학교 농과대학 농업기계공학과

** 구미 1 대학 시설원예과

중요하고, 반대로 주간에는 광합성에 필요한 광이 충분히 닿도록 하는 것이 중요하다. 따라서 보온덮개를 터널 골조주위로 완전히 견고 덮을 수 있도록 반원형의 180° 개폐가 불가피하다.

이런 개폐작업은 수작업으로 하는데 참외 온실의 경우 보통 길이 100m, 폭 4m(120평) 1동의 온실에서 보온덮개를 벗기는 시간은 5~8분, 덮는다는 10~15분 정도가 소요되어 1,500평의 온실을 경영하는 농가의 경우 개폐에 소요되는 시간이 아침에 1.5시간 정도 저녁에 2시간 정도로 약 3.5시간이나 된다. 또한 이 작업은 작업시간의 빠르고 늦음에 따라 아침에 벗길 때는 광합성에 많은 영향을 주고 저녁에 덮을 때는 터널내 온도에 영향을 주기 때문에 작물의 품질 및 생산성에 크게 영향을 주기 때문에, 농민에게는 시한(時限)을 요하는 작업으로 정신적 스트레스가 큰 작업이다.

따라서 본 연구의 목적은 인력에 의존하고 있는 보온덮개 개폐작업을 생력기계화 할 수 있는 자동개폐장치를 개발하는 데 있다.

2. 재료 및 방법

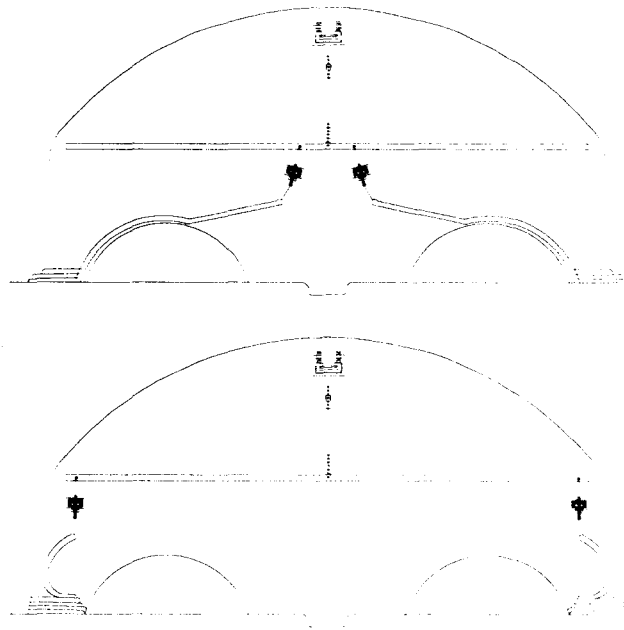


그림 2 모노레일을 이용한 지퍼형 보온덮개 개폐장치

그림 2는 단동온실의 아취형 골격파이프의 상부에 길이방향의 모노레일시스템을 설치하고 이 레일을 주행하는 지퍼형의 안내구를 이용하여 보온덮개를 개폐하는 방법으로 개발중에 있다. 모노레일을 주행하는 지퍼형의 안내구는 터널의 높이보다 높은 위치에서 단동온실

내에 설치되는 양쪽의 보온덮개를 동시에 끌어당겨 중앙상부로 들어올리고 보온덮개를 벗기는 동작은 그림과 같이 보온덮개가 들어올려진 상태에서 가이드로 보온덮개가 터널골조 밖으로 밀려가도록하여 걷는다. 덮을 때에는 동일한 방법으로 보온덮개를 지퍼형의 안내구가 보온덮개를 끌어당겨 중앙으로 올린 상태에서 자중으로 아래로 내려지게하여 보온덮개가 덮이도록 하는 방법이다.

3. 결과 및 고찰

가. 터널 보온덮개 개폐 메카니즘 개발

그림 3은 실제 온실과 같은 단동온실의 골조만을 설치하여 온실의 길이방향으로 행거 레일을 설치하고 자주장치를 설치한 장면이다. 레일은 직경 33.5mm의 아연도금 파이프를 사용하였으며, 행거는 온실골격 파이프의 부분 침하 등으로 높이가 일정하지 않은 상태에서 레일을 수평으로 설치할 수 있도록 각각의 행거에서 높이를 조정할 수 있도록 하였다.

자주장치는 AC 100V용의 70W 모터를 사용하였고 회전의 정역이 가능하며 주행속도범위는 0~10m/min이고 모노레일의 양단에 리미트 스위치를 사용하여 자동 정지하도록 하였다.



그림 3 모노레일을 이용한 자주장치

그림 4는 자주장치에 부착된 지퍼형 가이드의 좌우 개폐폭 조정 장치이다. 보온덮개의 개폐에 따라 지퍼는 온실의 폭 방향으로 이동하게 되므로 정역 감속모터를 사용하여 양쪽의 지퍼를 동시에 좌우로 이동하도록 하였다. 보온덮개가 덮이는 동작에서는 온실의 중앙으로 모여서 보온덮개를 위로 당겼다가 지퍼가 진행하면서 자중에 의해 아래로 내려 덮히게하고 온실의 단부까지 진행하면 자동으로 지퍼 가이드가 양 바깥쪽으로 이동하여 다음 역으로 진행되는 보온덮개 걷는 동작에 대비한다. 이 지퍼 가이드는 모노레일의 자주장치에 설치된

지퍼 가이드 작동 모터(그림 4 a)에 의하여 구동되고, 체인이 격납(그림 4 b)된 특수 형강으로 좌우 동시에 작동하고, 이 지퍼 가이드는 보온덮개가 지퍼에 의하여 위로 당겨지는 하중을 담당하는 가이드 바(50*30 각관) 상에 가이드 롤러(그림 4 c)를 설치하고, 지퍼 가이드 형강의 맨 끝에 가이드 롤러와 연결하여 구동시킨다.

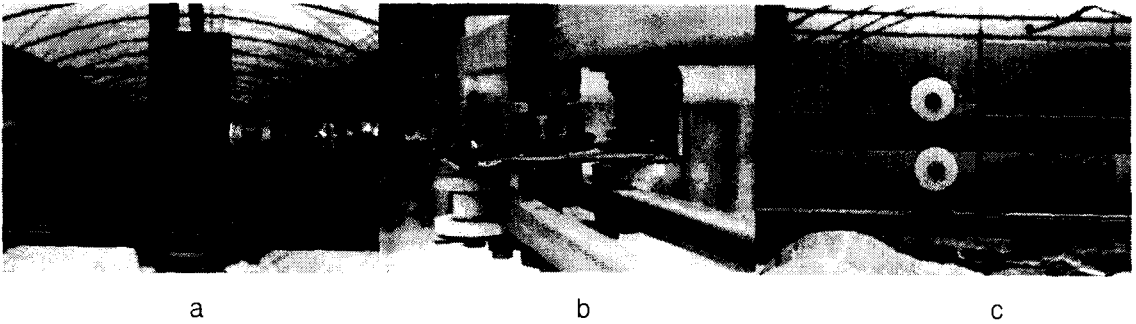


그림 4 지퍼 좌우 이동용 가이드

그림 5는 보온덮개를 덮거나 걷기 위하여 위로 당겨 올리기 위한 지퍼의 형상이다. 지퍼는 지퍼 가이드 형강의 양 끝에 부착되어 양쪽 보온덮개를 동시에 개폐시키며, 양 지퍼 가이드 형강의 단부로부터 힌지 상태로 부착되어 보온덮개의 하중과 개폐시 방향에 따라 경사 방향이 자유롭게 되도록 하였고, 베어링이 내장된 로울러를 사용하여 보온덮개에 부착된 유인구와의 마찰을 최대한 억제하도록 하였다. 5의 b는 지퍼와 II자 형의 고무 유인구의 작동 광경이다.

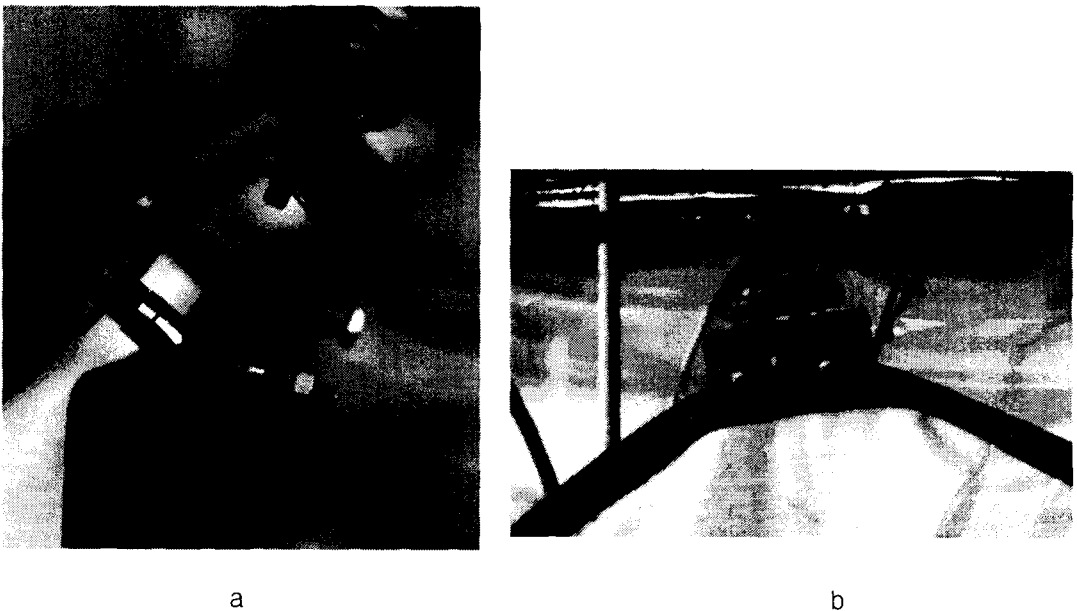


그림 5 보온덮개 개폐용 지퍼

그림 6은 II자형의 고무 유인구와 지퍼를 사용하여 보온덮개를 개폐하는 장면이다. 그림 6의 a는 지퍼 가이드가 온실의 바깥 쪽에 위치하여 진행하면서 보온덮개를 걷는 광경이고, 6의 b는 지퍼 가이드가 온실의 중앙에 위치하여 보온덮개를 덮는 광경이다.

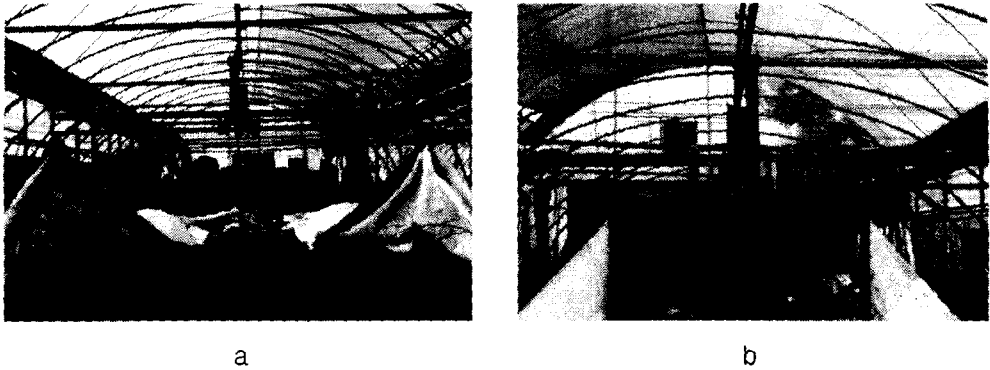


그림 6 II자형 고무 유인구와 지퍼를 사용한 보온덮개 개폐

나. 다수동 온실의 보온덮개 자동개폐시스템의 개발

모노레일의 자주장치를 이용한 다수동을 동시에 관리하는 보온덮개 자동개폐시스템의 자동제어시스템을 현재 개발 중에 있다. 기본적인 알고리즘은 보온덮개의 개폐를 자동과 수동으로 구분하고, 자동은 외기온도 및 일사를 기준으로 일사가 없는 밤이나 비오는 날 외기가 일정 온도 이하일 때 덮도록하고, 아침에 걷는 시간은 온실내 온도와 터널내 온도가 같아지는 시간을 기준으로하여 작동하도록 하였다.

자주장치의 구동에 따라 지퍼가 보온덮개를 개폐하면서 진행하므로 진행 중에 오작동이나 기타 방해물에 의해 개폐가 원만하게 진행되지 않거나 하여 자주장치에 과부하가 걸리게 되면 적당한 방법으로 알람을 통하여 관리자에게 통보하고 즉시 시스템 보호를 위하여 정지하도록 하였다.

온실의 골격에 설치되어 있는 모노레일의 양단에 설치되어 있는 자동 리미트 스위치까지 자주장치가 진행하면 지퍼에 의한 보온덮개의 개 또는 폐 작업이 종료되고 자주장치가 정지한다. 자주장치의 정지와 함께 지퍼에 의한 보온덮개의 다음 동작을 위하여 지퍼 가이드 구동 모터가 작동하여 지퍼의 현재 위치가 중앙이면 양 끝으로, 양 끝에 지퍼가 있으면 중앙으로 이동시킨다. 지퍼 가이드의 양끝단에 리미트 스위치를 설치하여 자동정지하고 1회 작동에 대한 구동은 종료되도록 하였다.

대체로 우리나라 단동온실 재배 농가는 10동 정도를 경영하므로 각각의 보온덮개 자동개폐장치를 동시에 연결하여 구동하게 되면 동수에 관계없이 1동 개폐시간과 동일한 시간에 보온덮개의 개폐작업을 수행할 수 있다.

4. 요약 및 결론

본 연구는 단동온실내에 설치된 터널의 보온덮개 개폐작업을 자동화하기 위한 것으로 지금까지 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 단동온실의 아취형 골격파이프에 설치한 모노레일 시스템에 레일을 따라 주행하는 지퍼형 안내구를 이용한 보온덮개 자동개폐장치를 개발하였다.
2. 모노레일 시스템을 이용하여 터널 보온덮개의 개폐뿐 아니라 작기 중의 방제작업 또는 수확시의 운반작업에 활용도 충분히 가능하다고 판단된다.
3. 개폐작업의 자동화로 인하여 절감되는 노동력을 다른 재배관리작업에 전념할 수 있고, 적정시간에 개폐작업이 가능하게 되어 과학적인 온도관리가 가능해져 고품질의 농산물을 생산할 수 있을 것으로 판단된다.
4. 우리나라 시설재배의 대부분을 차지하고 있는 무가온 비닐온실 재배에서 많은 노동력이 투입되는 터널보온덮개의 개폐작업을 자동화함으로써 농가당 경영면적의 규모 확대가 가능할 것으로 판단된다.

5. 참고문헌

- 1) 농림수산부 : 1991. 농업기계화와 시설의 자동화 계획(안), pp.20-21, 41-45.
- 2) 농림수산부 : 1995. 농림수산주요통계, pp.88-95,102-103.
- 3) 민영봉 외 2인 : 1994, 온실의 자동화 설비 구조특성, 경상대학교 시설원예연구 1, pp.131-149.
- 4) 박재복 외 1인 : 1987, 플라스틱 온실의 일사량 분석과 열적 환경의 시뮬레이션에 관한 연구, 한국농업기계학회지 12-2, pp.16-27.
- 5) 송현갑 외 5인 : 1994, 시설원예 자동화, 문운당.
- 6) 이기명 외 3인 : 1995, 파이프 비닐온실용 권취식 창개폐기의 개발, 한국생물생산시설 환경학회지 4-2, pp.232-239.
- 7) 이기명 외 2인 : 1992, 시설원예에 있어서 구조의 표준화 및 환경제어·재배관리 자동화에 관한 연구, 과학기술처 특정개발연구 최종보고서.
- 8) 이기명 : 1992, 시설농업의 자동화 기술, SIEMSTA'92 학기술 심포지움 자료.
- 9) 이기명 : 1991, 시설원예용 온실의 규격화 및 자동화 방향, 한국농업기계학회 '91세미나 발표문.
- 10) 한국농촌경제연구원 : 1992, 시설원예농업의 실태와 육성방안.
- 11) 中島尙正 : 1995, 機械設計, 東京大學出版會, pp.40-43.
- 12) 三原義秋 : 1972, 施設園藝の氣候管理, 誠文堂新光社, pp.76-110.
- 13) 吉在豊樹 : 1985, 施設園藝環境調節新技術, 日本施設園藝協會.
- 14) 日本農業機械學會 : 1987, 農業機械の新技術開發調査研究, pp.79-82,248-280.
- 15) 日本施設園藝協會 : 1991, 施設園藝關動向調査, pp.27-33.
- 16) 日本施設園藝協會 : 1994, 施設園藝ハンドブック, pp.198-212.