

농작물 버팀 지지용 대 및 결속 장치

한승철^{1*}, 김진호², 이만기², 이승진³

¹영남이공대학교 자동차계열, ²영남대학교 기계공학, ³(주)피엘코리아

Agricultural support and solidarity devices development

Seung-chul Han^{1*}, Jin-ho Kim², Man-gi Lee², Seung-cheol Lee³

¹Division of Automotive Engineering Technology, ²Yeungnam University of Mechanical,

³PL Korea company

요약 농촌의 고령화로 인한 일손이 감소되고 있다. 반면 노인들의 일은 늘어나고 있다. 또한 농부들은 대량생산을 목표로 하는 사람들이 늘어나고 있다. 그리고 일 효율의 문제에 있어서도 보완하기 위해 농작물을 보호하는 지지대와 집계에 대한 연구를 하려고 한다. 지지대의 강도는 바람의 세기보다 강하여 파손의 우려는 없지만 집계가 식물을 잡을 만큼의 힘을 가지고 있지 않아서 형상설계 문제로 접근 하였다. 실제 지지대와 집계에 걸리는 하중을 구하고 시물레이션 값과 비교하여 시물레이션의 정확도를 확인한다. 시물레이션의 신뢰성을 토대로 더 큰 힘을 버틸 수 있는 모델과 크기를 선택한다. 본 논문의 연구결과를 통해 0.1N에서 0.6N의 작용력이 작용하여도 1.29N의 작용력까지 버틸 수 있는 농작물 지지대를 설계하여 농작물 고정용 집계에 걸어 고정하게 됨으로 작업시간의 단축과 작물의 생육과 작물의 재해를 방지 및 예방, 도움이 될 것이라 판단된다.

Abstract The rural population is aging and farmers need to aim for mass production. This study examined the work efficiency of clamping and protecting crops. Strong winds are a risk for damage, but there are no reports of studies of the geometric design problem for vegetation.

The accuracy of the simulation to obtain a load applied to the actual support and index was examined. The model was selected according to its strength based on the reliability of the simulation. Also acts in force of 0.1N to 0.6N, which can withstand the force of 1.29N with the results of this thesis research. The fixed clamp fixing for agricultural crops designed as a support was examined. These results are expected to help shorten working hours, and improve the growth of crops and disaster prevention.

Key Words : Agricultural, Crops, Solidarity, Stretching device, Support

1. 서론

농작물을 고정하기 위해 지지대를 땅에 설치, 끈으로 묶거나, 둔기류로 지지대를 설치하고 농작물을 묶어서 고정하고 있었고, 끈을 사용할 경우, 그 과정상 시간이 많이 소요되며 절차가 번거롭다.

다음 Fig. 1에 같은 집계의 경우, 작물의 지지대와의 고정이 약하며 작물 생육에 문제를 야기할 수 있다.



[Fig. 1] Existing binder of pepper-tree

본 논문은 중소기업청 산학협력기술개발사업과제로 수행되었음.

*Corresponding Author : Seung-Chul Han(Yeungnam College Univ.)

Tel: +82-53-650-9232 email: schan67@ync.ac.kr

Received June 26, 2014

Revised August 8, 2014

Accepted October 10, 2014

농작물 고정용 집게는 몸체 전방의 집게 부와 몸체 후방의 가압 부가 일직선으로 형성되어 있어서, 가압 부를 누르면 집게 부가 벌어져, 벌어진 집게 부로 유인 줄과 농작물을 같이 투입한 후, 집게 부가 다물어지도록 하여 사용한다.



[Fig. 2] Support and line of pepper-tree

Fig. 2처럼 유인 줄과 집게를 고정하기 때문에 가로 방향으로 설치된 유인 줄과, 세로 방향으로 자라는 작물의 줄기를 농작물 고정용 집게로 한꺼번에 고정하는 과정에서 집게가 비틀리는 경우가 많고, 그로 인해 어린 농작물의 줄기 표면에 상처가 생겨서 농작물이나 묘목 등의 정상적인 성장 발육을 방해하는 문제점이 있다.

현재 밭이나 재배지에서 자라는 작물은 묘목이 유인 줄에 의해 작물이 쓰러지는 것을 방지하게 하지만 위의 Fig. 2와 같이 하나의 유인 줄에 다수의 작물이 연결되면 바람 및 상부 무게에 의해 동시에 작물이 쓰러지는 위험이 있다.

기존의 지지대는 특정한 제품으로 제한되어 있지 않고 나무, 금속막대, 등으로 여러 가지 종류를 사용하였다. 그러므로 설치할 때에 둔기를 이용하여 설치하는 방식으로 인력 및 시간 소요가 크다.

또한, 둔기류를 이용하여 설치하므로 지지대의 윗부분 손상으로 인해 재활용이 불가능하다는 단점을 가지고 있다.

본 연구를 통해 둔기류를 사용하지 않고 지지대를 설치하는 것과 유인줄 없이 지지할 수 있는 지지대와 풍력을 충분히 견딜 수 있는 결속장치를 설계하겠다.

2. 본론

2.1 사용된 계산식

풍압 하중을 구하는 식(1)을 사용하여 바람이 지지대에 미치는 하중으로 항력을 구하였다. 속도 압과 단면적, 풍압계수를 곱하여 풍압 하중을 구하였으며 풍압하중과 항력이 같으므로 풍압하중 식으로 항력 해석을 하였다[5].

[Table 2] Calculation of wind

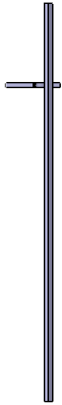
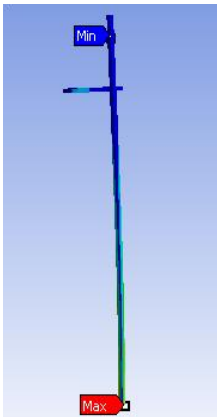
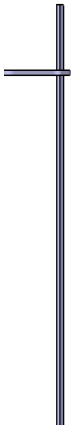
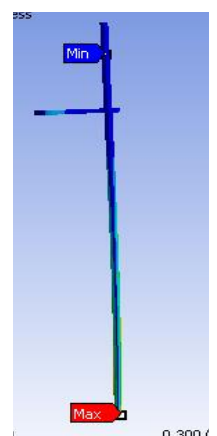
	Unit	Design variables	Value
Pressure anemometer	-	C	1.2
Cross-sectional area	mm^2	A	0.007693
Density of air	-	ρ	0.1319
Wind Speed	m/s	V	0.2~32.7
Maximum load	kg	$\frac{P^*H}{D}$	0.0706
Wind pressure load	kg	C^*A^*Q	0.0706+자중
Velocity pressure	pa	$\frac{1}{2}PV^2$	0.019137
High	mm	H	1000
Diameter	mm	D	20

2.2 ANSYS를 이용한 유한 요소 모델링 해석

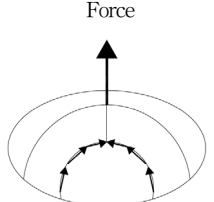
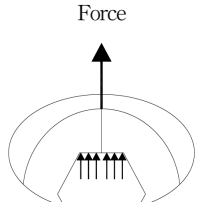
풍압하중으로 구한 식으로 초기모델과 후 모델의 대, 소 집게를 해석을 하여서 나온 결과 값이다[3].

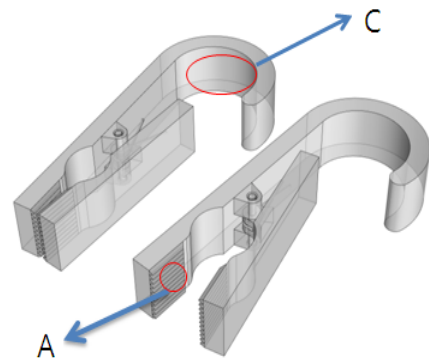
[Table 3] Modeling and Analysis of Results

	Modeling	Interpretation of results
The initial model		

Small binder		
Large binder		

[Table 5] Direction of force acting

	
X, Y direction force acting	Only force acting in the Y direction



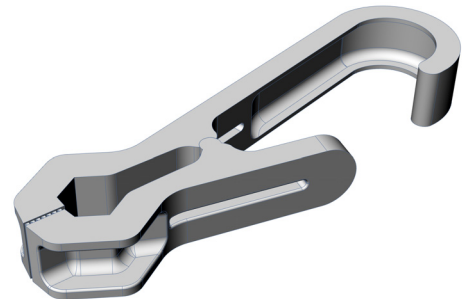
[Fig. 3] The initial model

[Table 4] binder's minimum, maximum stress levels

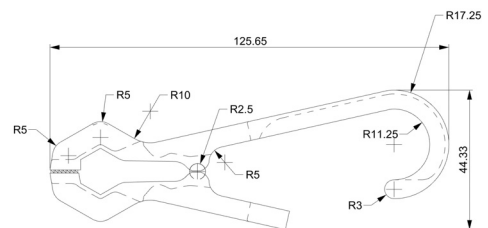
	max-Stress	min-Stress
Large binder	1.4167e6	1.0306e-5
Small binder	1.4778e6	2.1712e-5
The initial model	1.1967e5	2.7353e-5

2.3 집게 모델링 해석

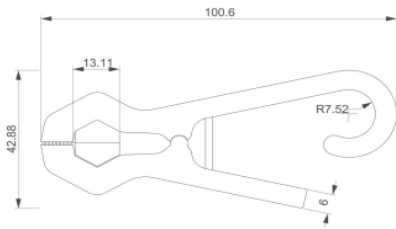
집게 모델링의 문제점은 Fig.8에서 C부분을 화살표방향으로 당겨지는 힘이 집게가 지지대에 고정되는 힘을 넘을 때 지지대에서 집게가 빠지는 현상이 일어났다. 분리현상을 방지하기 위해서 형상적인 부분으로 접근하였으며, 새로운 형상을 착안, 집는 부분의 6각형의 모형을 주고 지지대또한 육각형으로 제작 하면 당겨지는 힘을 면으로 받기 때문에 집게의 약하게 집는 힘으로도 버틸 수 있는 집게 형상으로 설계하였다.



[Fig. 4] Large binder, small binder modeling



[Fig. 5] large binder drawing



[Fig. 6] small binder drawing

2.4 보의 처짐량

지지대를 캔틸레버의 최대 처짐 구하는 공식을 이용해 근사값을 찾고 근사값을 토대로 해석을 진행 하였다.[4]

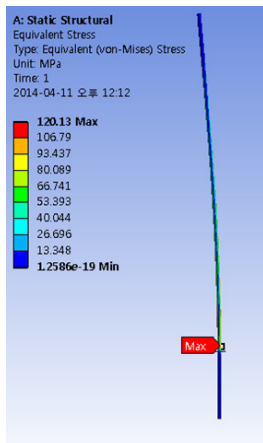
$$\frac{pl^3}{3EI} = \frac{a \times b}{3 \times c \times d}$$

- a = 가해지는 힘
- b = 전장
- c = 탄성계수
- d = 단면2차 모멘트

Catia와 ANSYS로 모델링 및 해석을 진행하여 시뮬레이션으로 검증을 하였다.

[Table 6] Analysis of data required

	Acting force	Allowable stress
Theoretical value	20N	-
Interpretation of the value	-	120N



[Fig. 7] Support

2.5 지지대 모델 및 해석 결과

지지대 설치 공구를 줄이기 위해서 지지대의 아래 부분에 흡에 설치하기 편하도록 바닥 부분의 형상을 회전

시켜 설치하는 형상으로 설계하였다.

다음 Table 5의 형상으로 실험한 결과 십자 드라이버 형상의 지지대모형이 땅에서 드릴형상과 와인 오픈너 형상보다 적합하게 나왔다.

땅속으로 들어가는 부분이 길어 질수록 지지반력이 강해지고 지지대에 걸리는 응력이 약해지는 것을 ANSYS해석으로 확인하였다.

세가지 경우의 지지대를 땅속 깊이와 지상의 길이를 최대 100cm로 농작물의 길이에 의해 정하였으며 땅속으로는 최대20cm로 하여 시뮬레이션 하였다[1,2].

[Table 6] The shape of the bottom support

Model	Drill shape	Spring shape	Phillips screwdriver shape
Stress	482.9 MPa	1576.2 MPa	115.7 MPa

[Table 7] Modeling and Analysis of Results

	Interpretation of results	The shape of the bottom
Drill shape		
Spring shape		
Phillips screwdriver shape		

3. 결론

본 논문에서는 농촌의 고령화에 따른 인력 감소와 자연재해의 농산물 피해를 예방을 하기위한 농작물용 지지대와 집계의 형상설계 및 응력을 측정하기 위해 유한요소해석 프로그램인 “ANSYS”를 이용하여 해석을 수행하였다. 제한한 시뮬레이션 해석 결과의 검증을 위해 시뮬레이션을 통해 최종 모델링을 하였다. 그 결과 집계의 대,

소의 차이는 미소한 차이와 설계변경을 통해 결과를 도출하였다. 지지대 바닥 부분의 형상은 사용자들이 손쉽게 회전시켜 설치하기 편리하도록 땅에 파고들 수 있는 형상으로 설계 하였다.

결과적으로 풍력이 작용할 때의 작용력은 0.1에서 0.6N이고 결속장치의 스프링이 지지대를 지지할 수 있는 힘은 1.29N까지 버틸 수 있고 지지대 또한 20N의 힘이 가해질 때 지지력이 115.7N이상이 되므로 사용가능하다.

그리고 결속장치에 힘의 한계는 지지대가 버틸 수 있는 힘과 같다.

본 연구를 통해 지지대를 설치를 위한 노력 및 시간을 줄여 일손이 부족한 농가에 도움이 되고자 한다.

References

[1] Kohnke, Peter, ed. *ANSYS theory reference*. Ansys, 1999.

[2] jang bok suk, Kim Chang - Whe, and Kim, YS. "OSSEOINTEGRATED prosthesis implant location and length of the cantilever due to changes in the three-dimensional finite element stress analysis." *Journal of Korean Academy of Prosthodontics* 34 (1996): 501-532.

[3] Jae Kim - jeonuisik Kyeong, and Young - Shin Kim "Vacuum glass supports analysis of the manufacturing and testing." *Conference of Korea Society of Precision Engineering* (2010): 901-902.

[4] gimsangsik, and jangsuyeon. "Deflection of Reinforced Concrete Beam Crack Behavior Experimental Study on the field." (2006)

[5] gimseok cheol, and gimtaek young. "LES calculations using the angular structure of the wind." *Korea-like Engineering Conference* (2004): 44-47.

한 승 철(Seung-Chul Han)

[정회원]



- 2000년 2월 : 영남대학교 기계공학과 (기계공학석사)
- 2007년 2월 : 영남대학교 기계공학과 (기계공학박사)
- 1997년 8월 ~ 2007년 3월 : 상주대학교 자동차과 교원
- 2007년 4월 ~ 현재 : 영남이공대학교 기계.자동차학부 부교수

<관심분야>
자동차, 제어공학

김 진 호(Jin-ho Kim)

[정회원]



- 1999년 2월 : 한양대학교 공학사 (기계설계전공)
- 2002년 5월 : U.C. Berkeley 공학 석사 (기계공학전공)
- 2002년 9월 ~ 2005년 9월 : 미) U.C. Berkeley Ph.D. (기계공학전공)
- 2007년 9월 ~ 현재 : 영남대학교 기계공학부 부교수

<관심분야>
초정밀모터 및 액추에이터 설계

이 만 기(Man-gi Lee)

[정회원]



- 2008년 3월 ~ 2014년 2월 : 영남대학교 기계공학부 (첨단기계전공)
- 2014년 3월 ~ 현재 : 영남대학교 기계공학과 석사 (기계공학 전공)

<관심분야>
초정밀모터 및 액추에이터 설계

이 승 진(Seung-jin Lee)

[정회원]



- 1994년 2월 : 계명대학교 (수학통계학과)
- 2004년 11월 ~ 2011년 10월: (주) 신한 이사
- 2011년 11월 ~ 현재 : (주)피엘코리아 이사

<관심분야>
농업 관련 정보