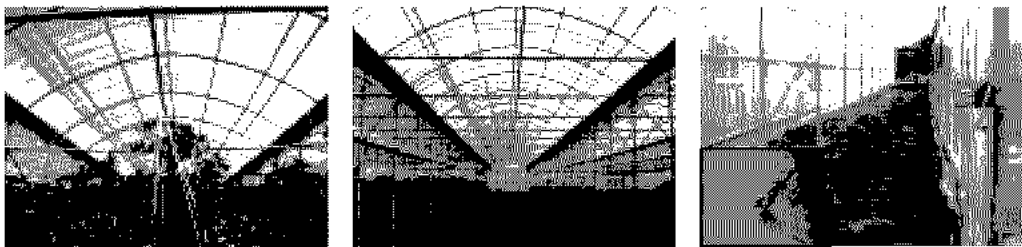


# 제주지역 과수재배용 단층지붕 비닐하우스에 대한 구조안전성 분석 Analysis of a Structural Safety in the Greenhouse with a Single Roof for Fruit Tree Cultivation in Jeju

염성현\*, 정종현<sup>1</sup>, 송승운<sup>2</sup>, 김용호<sup>3</sup>, 김학주, 전희, 이시영, 윤남규  
원예연구소 시설원예시험장, <sup>1</sup>DNDE, <sup>2</sup>제주도농업기술원, <sup>3</sup>난지농업연구소  
Yum, S.H.\*, Jeong, J.H.<sup>1</sup>, Song, S.W.<sup>2</sup>, Kim, Y.H.<sup>3</sup>, Kim, H.J., Chun, H., Lee, S.Y., Yoon, N.G.  
Protected Horticulture Experiment Station, NHRI, RDA, Busan, 618-800, Korea  
<sup>1</sup>Design & Digitalized Engineering, Inc., Busan, 604-761, Korea  
<sup>2</sup>Agricultural Research & Extension Services, Jeju, 690-170, Korea  
<sup>3</sup>National Institute of Subtropical Agriculture, RDA, Jeju, 690-150, Korea

## 서론

태풍의 직접적인 영향권에 드는 제주지역은 강풍으로 인한 비닐하우스의 파손이 빈번한 지역으로 기상재해로 인한 과수시설 피해를 줄이기 위하여 다양한 구조적 보강이 이루어져 왔으나 아직 강풍에 대비한 내풍형 고강도의 비닐하우스 표준화모델이 없는 실정이다. 제주지역 과수재배용 비닐하우스는 주로 무가온 재배방식으로 Fig. 1과 같이 단층지붕 구조(a)이거나 2층지붕 구조(b)로 되어 있으며, 강풍으로 인한 구조적 보강을 위하여 비닐하우스 바깥에 방풍벽과 강선(c)을 추가로 설치한 구조로 되어 있다. 본 연구는 제주지역에 적합한 과수용 비닐하우스 표준화모델 개발의 일환으로 현재 제주지역에 설치된 단층지붕 8연동의 감귤재배용 비닐하우스(a)에 대하여 구조적 안전성을 분석하고자 수행하였다.

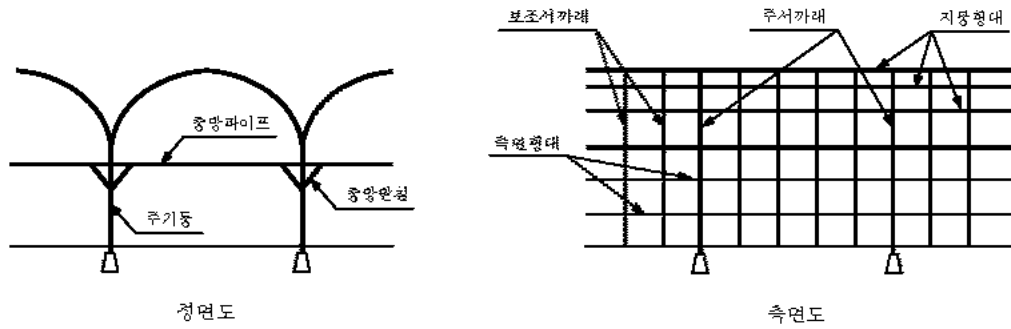


(a) Single roof

(b) Double roof

(c) Wind protecting wall

**Fig. 1.** Various configuration of greenhouses for fruit tree cultivation in Jeju



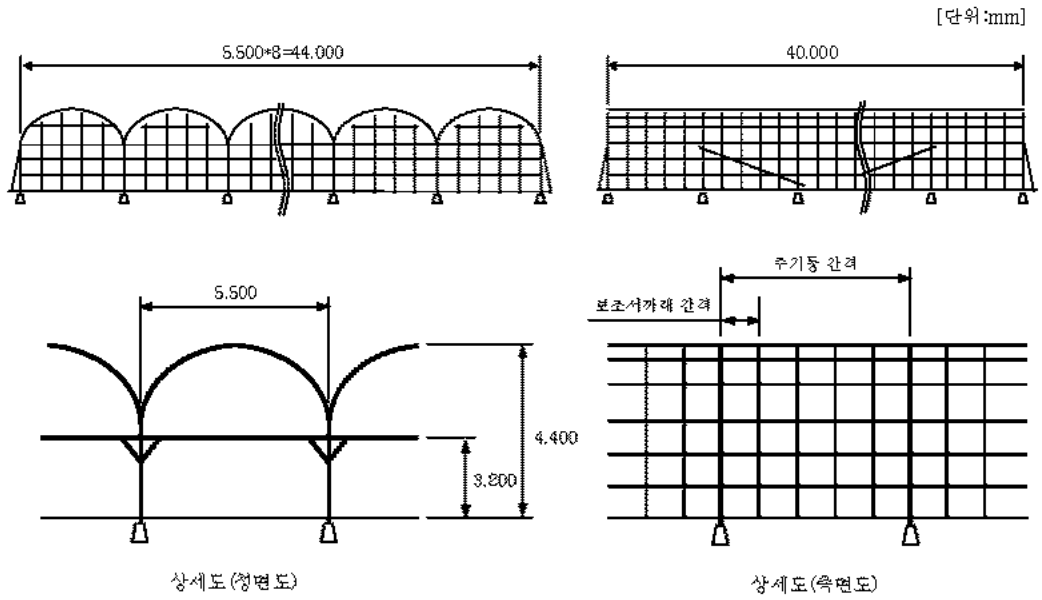
**Fig. 2.** Denomination of a general greenhouse for fruit tree cultivation in Jeju

## 재료 및 방법

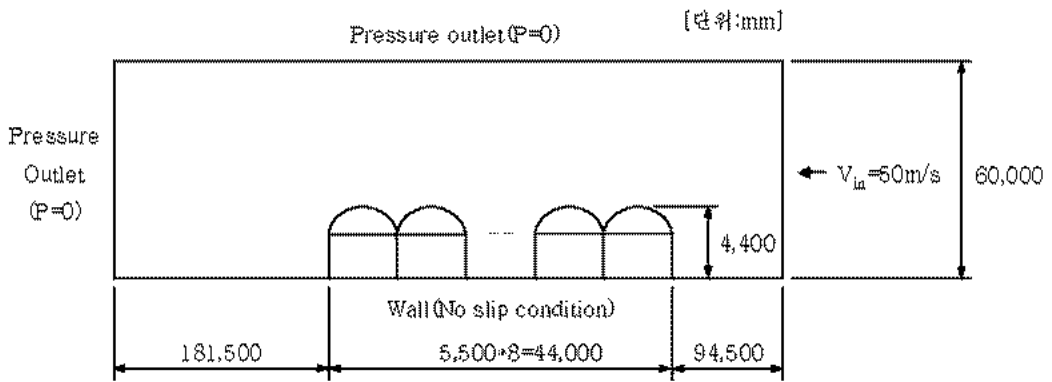
구조적 안전성을 분석하고자 하는 시설형태는 현재 제주지역에 설치된 단층지붕 구조의 8연동(5.5m×8 44m) 비닐하우스로 세부 치수는 Fig. 3과 같다. 범용 열유동해석 코드인 CFX를 이용하여 비닐하우스 외벽에 걸리는 압력을 계산하였으며 Residual이  $5 \times 10^{-6}$  이었을 때의 해를 수렴값으로 보았다. 해석에 사용된 난류모델은 SST 모델이며 총 605,340개의 노드를 사용하였다. 또한 구조강도 범용 해석코드인 ANSYS를 이용하여 풍하중과 설하중 조건하에 피복자재와 파이프의 최대변위 및 최대응력을 각각 계산하였다. 제주지역의 순간최대풍속은 50m/s, 최대적설심은 재현기간을 22년으로 보고 19.1cm( $W_s 1,405.3 \times 10^{-7} \text{N/mm}^2$ )로 설정하여 해석하였다. 유동해석 영역 및 조건은 Fig. 4와 같으며 적용된 적설하중 분포는 Fig. 5와 같다.

**Table 1.** Specification of pipes to be analyzed

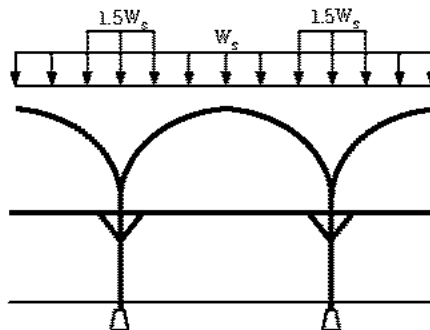
종류	주기둥	중방파이프	중방받침	주서까래	보조서까래
규격 (외경×두께)	SPP 50A ( $\phi 60.5 \times 3.65 \text{t}$ )	SPS 40A ( $\phi 48.6 \times 1.8 \text{t}$ )	SPS 25A ( $\phi 34.0 \times 1.8 \text{t}$ )	SPS 40A ( $\phi 48.6 \times 1.8 \text{t}$ )	PT ( $\phi 15.9 \times 1.5 \text{t}$ )
간격	2m	2m	2m	2m	40cm
종류	지붕형대	측면형대	브래싱파이프	강선 (측면)	강선 (전·후면)
규격 (외경×두께)	SPS 20A ( $\phi 27.2 \times 1.8 \text{t}$ )	SPS 20A ( $\phi 27.2 \times 1.8 \text{t}$ )	SPS 40A ( $\phi 48.6 \times 1.8 \text{t}$ )	( $\phi 4.8$ )	( $\phi 4.8$ )
간격				4m	5.5m



**Fig. 3.** Dimensions of the greenhouse to be analyzed



**Fig. 4.** Boundary condition for an instant maximum wind velocity



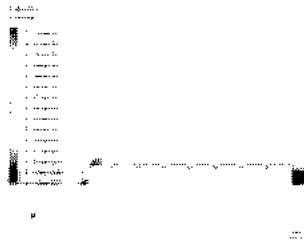
**Fig. 5.** Boundary load for a maximum snow depth

## 결과 및 고찰

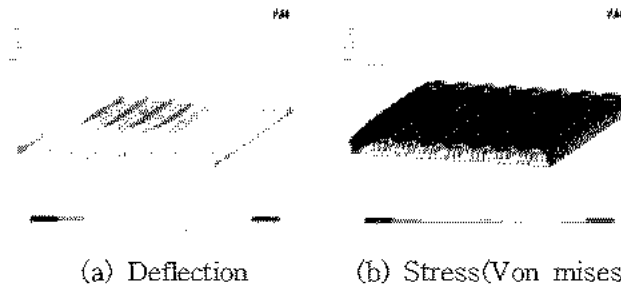
길이 40m, 폭 44m의 단층지붕 구조 8연동 비닐하우스 상단부에 최대적설심 19.1cm의 눈이 쌓인다는 조건과 시설 측면으로 순간최대풍속 50m/s의 강풍이 분다는 조건으로 구조강도 해석을 수행한 결과, 설하중 조건에서 파이프에 걸리는 최대응력은 199N/mm<sup>2</sup>으로 일반구조용 탄소강관(SPS)의 허용응력( 2,400kg/cm<sup>2</sup> 235N/mm<sup>2</sup>) 범위 안에 있어 파단되지 않는 것으로 나타났으나 풍하중 조건에서는 최대응력이 530N/mm<sup>2</sup>으로 허용응력을 초과하여 비닐하우스가 파단되는 것으로 나타났다.

**Table 2.** Deflection and stress of pipes

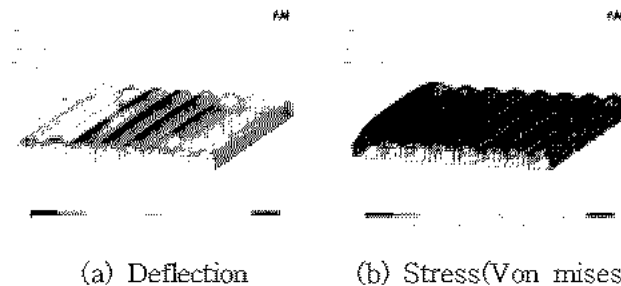
Condition	Max. deflection(mm)	Max. stress(N/mm <sup>2</sup> )
Max. snow depth(19.1cm)	26.8	199
Instant max. wind velocity(50m/s)	74.2	530



**Fig. 6.** Contour of the velocity(m/s)



**Fig. 7.** Deflection and stress of pipes for a maximum snow depth of 19.1cm



**Fig. 8.** Deflection and stress of pipes for a wind velocity of 50m/s

## 요약 및 결론

길이 40m, 폭 44m의 단층지붕 구조 8연동 비닐하우스에 대하여 최대적설심과 순간최대 풍속 조건에서 구조강도 해석을 수행한 결과, 풍하중 조건에서 파이프에 걸리는 최대응력이 허용응력을 초과하여 비닐하우스가 파단되는 것으로 분석되었다. 따라서 제주지역에 설치된 비닐하우스가 초속 50m의 강풍에 견디기 위해서는 전체적인 파이프 규격 재선정 및 2중지붕 구조로의 변경 그리고 비닐하우스 바깥쪽에 방풍벽을 설치하고 강선 간격을 조정하는 등 구조적 보강이 이루어져야 할 것으로 판단되었다.

## 인용문헌

1. Patankar, S.V. 1980. Numerical Heat Transfer and Fluid Flow. Hemisphere, USA
2. S. Timoshenko. 1986. Elements of Strength of Materials, USA