

지역별 단동비닐하우스 자동설계프로그램 개발

Development of Automatic Design Program for Small Scale Vinyl House by Regions

이 석 건 · 이 종 원* · 이 현 우 (경북대)

Lee, Suk Gun · Lee, Jong Won* · Lee, Hyun Woo

Abstract

The objectives of this study are to develop the automatic design programs to offer the data when constructing a small scale vinyl-house by region. This program consists of four subroutines. The first is an automatic greenhouse modeling program, the second is a calculating design load program by region, the third is a structural analysis program and the last is a optimum shape design program. The structural analysis can be conducted by simple date input and considering the design load of the install regions into account. The shape of input data is very simple, and the program reflects the design load by region. The output data can be obtained from the automatical calculation processing after structural analysis. The program was verified by compared with outputs of a common use structural analysis program and the results are the same. It was concluded that the developed program could be used efficiently in optimum design of small scale vinyl house.

1. 서 론

국내의 시설재배면적은 시설원예가 널리 보급되기 시작한 1990년에 25,450ha에서 2002년에는 51,872.7ha에 이르고 있다. 그 중 구조적으로 안정되고 재배환경관리 및 생력화가 용이한 연동형 자동화 비닐하우스와 유리온실 등은 7,609.4ha로 14.7%이고 비가림시설을 포함한 단동비닐하우스의 면적은 44,263.3ha로 85.3%를 차지하고 있다. 국내 시설재배면적의 대다수를 차지하고 있는 단동 비닐하우스(터널형 및 비가림 시설 포함)는 시공의 간편성과 시설비의 저렴성으로 농가에서 선호하고 있는 실정이나 구조의 경량성으로 인하여 기상재해에 취약한 실정이며, 온실의 형태 또한 다양하여 규격화 및 표준화가 어려운 실정이다.

현재까지의 원예시설의 기상재해 및 환경조절을 고려한 구조안전성 검토 및 관련 연구는 대부분이 자동화가 가능한 중·대형온실에 국한되어 단동비닐하우스는 지역별 기상조건에 따른 구조안전성 검토 및 관련 연구가 부족한 실정이다. 2001년의 기상재해 이후 단동비닐하우스의 구조안전성 검토가 일부 수행되어 농가지도형 비닐하우스 설계서가 제작되었으나 지역별 기상조건을 고려한 구조설계가 미비하며, 경제적인 설계에 관한 구체적인 연구자료 또한 미비하여 하우스의 설치가 관행적으로 이루어지고 있다.

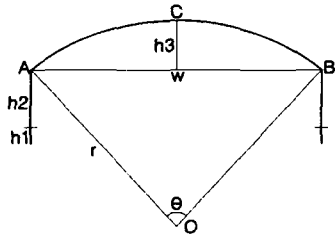
일반적으로 구조물의 구조해석 및 설계용 소프트웨어들은 SAP, MIDAS, ANSYS, ABAQUS LUSAS 등이 있다. 이러한 소프트웨어들은 고가의 상용프로그램으로 토목·건축 구조물 위주로 설계되어 있으며, 기능이 우수하나 사용법이 복잡하여 온실 등의 농업시설 구조물의 구조해석을 수행하는데에는 다소 불편한 점들이 있다. 농업시설구조물은 토목·

건축구조물에 비해 구조가 단순하며 경량구조물로서 구조해석모델이 복잡하지 않은 특징이 있어 해석모델을 모형화 및 자동화할 수 있을 것으로 판단된다. 따라서, 본 연구에서는 단동비닐하우스의 형상최적화를 통하여 지역별, 재배작물별 온실의 최적화 모델을 개발하고, 입력조건이 간단하고 사용이 용이한 지역별 기상조건을 고려한 온실설계가 자동으로 가능한 단동비닐하우스의 설계프로그램을 개발하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 온실의 형태 및 폭에 따른 해석모델 구성

단동비닐하우스의 대표적인 형태는 크게 반원형, 아치형, 지붕형, 복숭아형으로 구분할 수 있으며 이러한 온실형태에 따라 구조해석모델은 각각 다르게 구성이 된다. 온실의 형태, 폭, 처마높이, 지붕높이(또는 파이프 총길이) 및 설치지역에 따라 해석모델을 자동으로 구성하기 위해서는 해석모델 구성에 필요한 좌표를 생성하여야 한다. 그림 1은 아치형의 단동온실모델로서 식 (1)~식(4)를 이용하여 자동으로 좌표를 구성하였다.



w : width
 h1 : foundation depth
 h2 : side wall height
 h3 : roof height
 r : radius of arch
 L : total length of pipe

Fig. 1. Arch greenhouse model

$$r = \sqrt{(r-h3)^2 + (\frac{w}{2})^2}, \quad \theta = 2 \cos^{-1}(\frac{r-h3}{r}) \quad (1)$$

$$L = 2 \times h1 + 2 \times h2 + 2\pi \times \frac{\theta}{360} \quad (2)$$

$$\text{기둥좌표 : } X_n = X_{n-1} + h2/\text{등분}, \quad Y_n = 0 \text{ 또는 } w \quad (3)$$

$$\text{아치좌표 : } X_n' = R \cos \Delta\theta, \quad Y_n' = R \sin \Delta\theta \quad (4)$$

2. 자동설계프로그램의 구성

본 프로그램(ABSAD)은 4개의 서브루틴으로 구성이 되어 있다. 첫째는 온실형태에 따라 해석모델을 구성하는 프로그램, 둘째는 설치지역 또는 설계풍속·적설심에 의한 설계하중 산정 프로그램, 셋째는 온실의 구조해석 프로그램, 넷째는 설계 및 형상 최적화 프로그램이다. 그림 2 및 그림 3은 구조해석 및 자동설계프로그램의 흐름도이며, 프로그램 언어는 Borland C++를 사용하였다. 구조해석 프로그램의 구성은 크게 입력부분과 입력받은 값을 바탕으로 부재 각각에 대해 강성 행렬을 구성하는 부분 그리고 구성된 각부재 강성행렬을 전체행렬로 확장하는 부분, 전체행렬과 입력받은 힘과의 관계에서 원하는 결과를 얻을 수 있는 부분으로 나눌 수 있다. 이러한 구조해석 프로그램은 이미 많은 연구가 이루어져 있으므로, 본 연구에서는 HARRISON이 개발한 구조해석 프로그램인 'ELFASS'를 온실 구조 해석에 적합하도록 수정하였다.

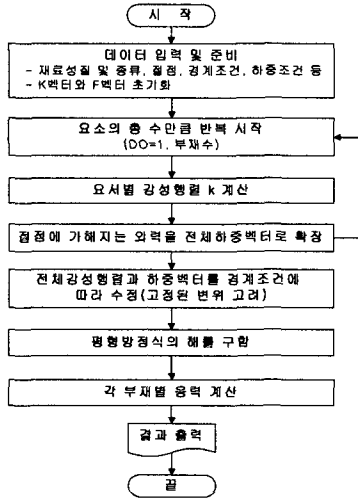


Fig. 2. Flow chart of a structural analysis program

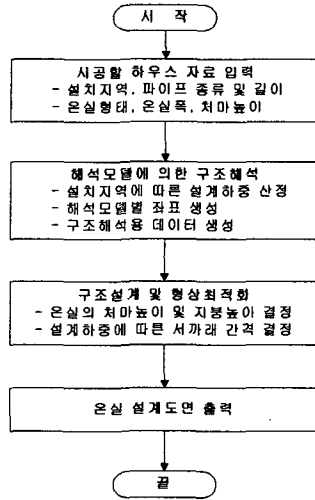


Fig. 3. Flow chart of a main program

3. 프로그램의 검정

단동비닐하우스의 자동설계 프로그램의 검정을 위하여 표 1과 그림 4와 같은 조건에서 구조해석을 수행한 결과를 상용프로그램(SAP2000)의 결과와 비교하였다.

Table 1. conditions of structural analysis

Wind Load	26.6m/s
Snow Load	22.2cm
Pipe	φ 31.8mm × 1.5t
Rafter interval	80cm
Ssupport	underground 40cm hinge

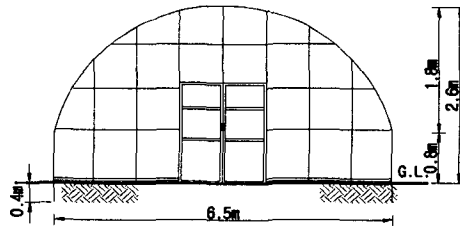


Fig. 4. Greenhouse model for structural analysis

III. 결과 및 고찰

1. 프로그램의 검정

단동비닐하우스의 자동설계 프로그램의 검정을 위하여 동일한 설계하중을 작용시켰을 때 프로그램별 최대단면력을 비교한 결과는 그림 5와 같다. 그림 5에서 보는 바와 같이, 동일한 설계하중 작용시 구조해석 결과가 동일하게 나타나 단동비닐하우스의 설계에 이용할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 단동비닐하우스의 자동설계 프로그램

본 연구에서 개발된 프로그램은 그림 6과 같이 구성이 되어 있으며, 사용자가 원하는 출력형태를 선택할 수 있도록 되어 있다. 그림 6에서 보는 바와 같이 입력값에 따라 해석 모델의 좌표생성과 하중계산 등이 일괄적으로 수행되며, 사용자의 편의성을 도모하기 위

하여 국내 지역별 설계풍속 및 적설심을 DB화 하였으며, 임의적으로 설계풍속 및 적설심을 입력할 수도 있다.

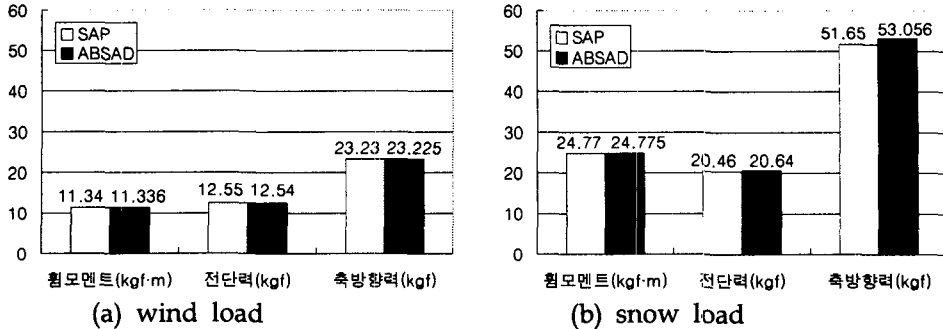


Fig. 5. Comparison of maximum section forces by programs

개발된 프로그램은 입력조건이 매우 간단하여, 설치지역(또는 설계풍속 및 설계적설심), 온실 형태, 폭, 동고(또는 파이프 총길이)만을 입력하면, 입력값에 따라 구조해석용 온실모델을 자동생성하고 부재별 설계하중을 계산한 후 구조해석을 수행하도록 되어있다. 이러한 구조해석 결과를 이용하여 서까래 간격 및 온실형태를 최적화하여 설계도면을 출력할 수 있다. 그리고, 각 부재별 단면력을 선택적으로 출력 및 저장할 수 있도록 하였다.

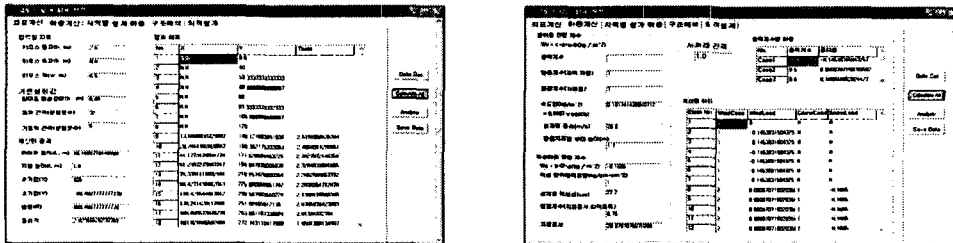


Fig. 6. Automatic design program of greenhouse

IV. 결 론

단동비닐하우스의 형상최적화를 통하여 지역별, 재배작물별 온실의 최적모델을 개발하고, 입력조건이 간단하고 사용이 용이한 온실 자동설계프로그램을 개발하였다. 개발된 프로그램은 상용 구조해석 프로그램의 결과와 비교하였을 때 동일한 결과를 얻을 수 있었다. 따라서, 프로그램의 개선과 보완을 통하여 지역별 기상조건을 고려한 단동비닐하우스의 설계자료를 관련 종사자들에게 쉽게 제공할 수 있으며, 다양한 형태의 단동비닐하우스의 규격화 및 표준화에 이바지 할 수 있을 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

1. 이종원, 이석진, 이현우, 박춘욱. 2002, 풍·설해경감을 위한 비규격 비닐하우스의 최적설계를 위한 기초분석. 2002년도 한국농공학회 학술발표회 발표논문집, pp. 69~72.
2. 이종원, 이석진, 이현우, 2002, 지역별 소형비닐하우스의 구조특성 분석, 한국생물환경조절학회 학술발표논문집 11(2), pp. 316~319.
3. HARRISON, H. B., Structural Analysis and Design. 1990. PERGAMON PRESS.