

### 1. 연구배경

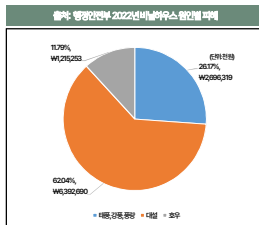
#### 매년 대설과 강풍으로 발생하는 비닐하우스 피해

폭설에 '폭박한' 비닐하우스 이유가 있었네...눈에 취약한 재래식

국민안전처에 따르면 지난 1월 내린 폭설로 피해를 입은 전북 고창과 제주의 비닐하우스 대부분이 과거 표준 규격으로 설치된 '농가 지도형 비닐하우스'였던 것으로 조사됐다.

그런데 지난 1월 23일부터 25일까지 고창 해리면에 43cm, 제주 조천읍에 51.3cm의 눈이 내리면서 농가 지도형 비닐하우스가 견딜 수 없는 적설심 현상을 빚어 심각한 피해가 발생했다.

농가 지도형 비닐하우스는 적설심 40~50cm에서부터 붕괴



- 이상기후로 점점 피해가 증가할 것으로 예상
- 구조해석 프로그램을 통해 현 사용되는 비닐하우스의 실질적인 구조적 유효성능을 검토
- 구조적 성능을 향상시킨 새로운 형태의 비닐하우스 고안

### 2. 연구방법

#### Step. 1 하중산정

**설하중산정방법**

$$S_s = C_e \cdot C_s \cdot C_t \cdot I_s \cdot S_g \cdot C_p \cdot W \cdot V_f$$

$I_s$  = 풍요도계수(0.8)     $C_e$  = 기본정적설하중계수(0.7)  
 $S_g$  = 적설하중의 분포     $C_s$  = 눈물개수(1.0)  
 $C_t$  = 지붕경도계수     $C_p$  = 온도계수(1.2)

**설하중산정방법 part.1**

$$V_f = V_b \cdot K_g \cdot K_p \cdot K_e \cdot W \cdot V_f$$

$V_b$  = 설계풍속     $K_g$  = 풍속고도분포계수  
 $V_e$  = 기본풍속     $K_p$  = 지붕계수  
 $K_g$  = 풍향계수     $K_e$  = 풍향에따른조도계수

**설하중산정방법 part.2**

$$q_s = 1/2 \cdot \rho \cdot V_b^2 \cdot V_f$$

$\rho$  = air density (1.25kg/m<sup>3</sup>)

**Step 2 설계속도압**

$$G_s = 1 + 4 \cdot \rho \cdot \sqrt{V_b}$$

$$G_{pe} = 1 + 4 \cdot \rho_e \cdot \sqrt{V_{pe}}$$

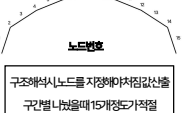
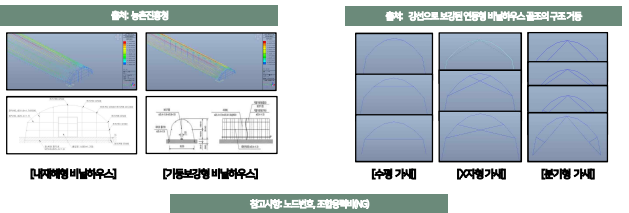
**Step 3 가스 영향계수**

$$P_p = G_s \cdot q_s \cdot (C_{pe} - C_{pi})$$

$$P_i = G_{pe} \cdot q_i \cdot (C_{pe} - C_{pi})$$

$C_{pe}$  = External pressure coefficient

#### Step. 2 기존 비닐하우스 내재해성 검토



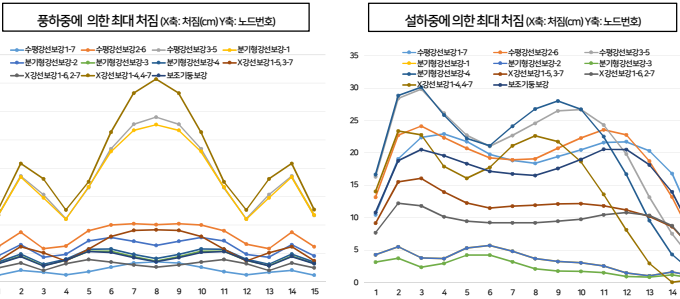
[조합응력비치]

$$R_{max} = P_u / \phi P_n + 8/9 \cdot \sqrt{[M_u / \phi M_n]^2 + [V_u / \phi V_n]^2}$$

$\phi$  = 안전율 (RC: 0.75, 철근콘크리트: 0.9, 철근: 0.75)

$N_u > 1$      $\Rightarrow$     **부재파괴**

- 농촌진흥청 자료를 참고하여 기존 내재해형 비닐하우스(07-단동-18형) 및 보조 기둥 비닐하우스를 모델링, 구조해석 수행
- 기존의 모델들은 강설, 강풍 시 변형의 정도가 큰 것을 프로그램 상에서 확인
- 또한 선행 연구를 참고하여 단동형 비닐하우스를 강선으로 극부적 보강한 모델을 구조해석 진행



#### Step. 3 문제점 발견

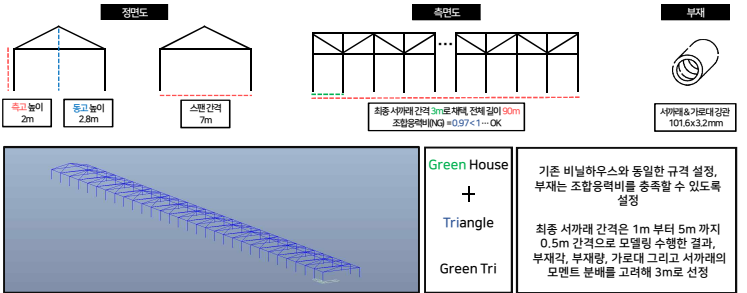
풍하중과 설하중에서 각각 가장 성능이 뛰어난 모델을 하나씩 선정

구분	수평 강선 보강 1-7	분기형 강선 보강 3ver
처짐값 평균	노드 6~10 번호 (적설하중) 3.03cm	노드 1~15 번호 (풍하중) 2.30cm
서까래 조합응력비	2.354 >> 1	2.855 >> 1
가로대 조합응력비	2.218 >> 1	5.032 >> 1

- 부재의 조합응력비(NG)는 모두 1을 초과
- 구조해석 프로그램인 MIDAS는 건축구조기준을 따라 해석을 수행
- 따라서, 농가시설용인 비닐하우스의 경우 기준치출된 수치 존재
- 하지만, 보다 안전한 구조를 설계 위해 건축구조기준을 따라 설계 및 해석을 진행하도록 함
- 부재를 지수를 고려해 내재해형 비닐하우스의 설계도 변경 또는 부재 변경 필요
- 또한 기존 보강안보다 작업 효율성을 확보할 수 있는 내재해형 비닐하우스의 필요성

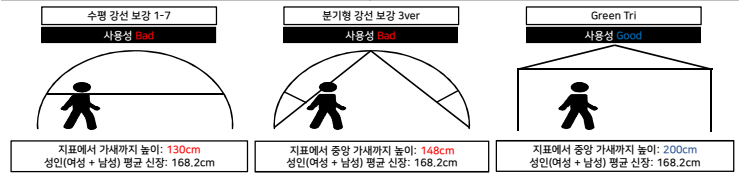
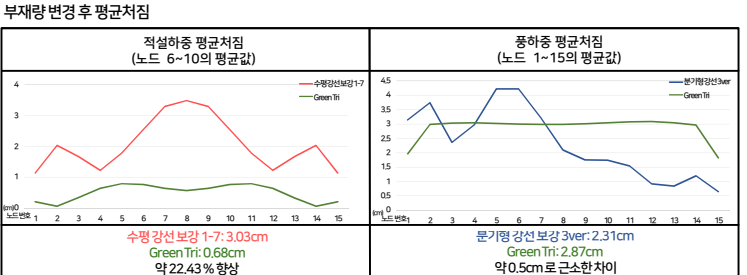
### 3. 연구 결과

#### 모델 개발, 비교 분석



모델명	분기형 강선 보강 3ver	수평 강선 보강 1-7	Green Tri
적설 최대 처짐량 (설계도 기준)	5.379 cm (NG : 2.855)	3.483 cm (NG : 2.354)	-
최대 처짐량 (조합응력비 기준)	1.435 cm (OK : 0.957)	1.764 cm (OK : 0.994)	0.791 cm (OK : 0.97)

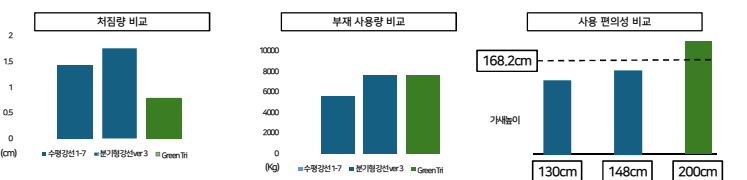
모델명	분기형 강선 보강 3ver	수평 강선 보강 1-7
변경 전	서까래 강관 31.8 x 1.7 가로대 강관 25.4 x 1.7 (부재량 : 3094.9kg)	서까래 강관 31.8 x 1.7 가로대 강관 25.4 x 1.7 (부재량 : 3125.5kg)
변경 후	서까래 강관 48.6 x 2.3 가로대 강관 48.6 x 3.2 (부재량 : 5578.6kg)	서까래 강관 42.7 x 2.3 가로대 강관 34.0 x 2.3 (부재량 : 7644.2kg)



### 4. 결론 및 향후 계획

#### 결론

- 동일한 하중 적용 시, Green-Tri 모델의 변형은 수평강선 1-7, 분기형 강선3에 비하여 각각 45%, 55% 감소
- 모델 제작 시, 사용되는 강관의 무게는 약 7600kg으로 분기형 강선3과 비슷한 정도임을 확인
- 축고의 높이는 2.8m인 동일 조건 아래서, Green-Tri의 축벽 높이는 2m로 충분한 작업공간을 확보



#### 향후 계획

- 향후 서까래 간격, 부재 간의 각도, 축벽의 높이 등의 변수들을 조작하여 구조적 측면에서 형태 최적화를 수행
- 풍하중의 영향을 반영하여 축벽의 형태 고려
- Green-Tri 모델에 사용되는 강관의 직경은 101.6mm로 다소 크기 때문에 사공 시에는 불필요함을 위해 강관 크기 변경