

폭설시 비닐 하우스의 구조해석에 의한 모델 설계

조재웅*, 민병상*, 이은종*, 남중송**
 *공주대학교 기계자동차공학부
 **새마을하우스
 e-mail : jucho@kongju.ac.kr

Model Design by Structural Analysis of Vinyl House at Heavy Snow

Jae-Ung Cho*, Byoung-Sang Min*, Eun-Jong Lee*, Jung-Song Nam**
 *Dept. of Mechanical & Automotive Engineering, Kongju University
 **Saemaedul House

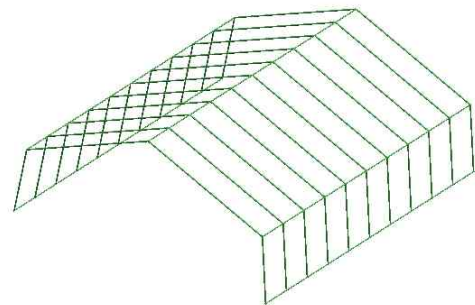
요 약

본 연구에서는 비닐하우스 기존모델과 이번에 개발한 모델의 모델링 하였으며, 해석은 폭설이 250mm 왔을 때 쌓인 눈의 하중에 의하여 비닐하우스가 어떠한 변형을 하는 지를 구조해석을 통하여 비교하는 것이 주된 목적이다. 기존의 비닐하우스와 개발한 비닐하우스의 구조에 있어서 개발 모델을 적용함으로써 기존 모델보다 비용이 덜 들고 최대 50% 이상의 변형량을 줄일 수 있어 안정성이 좋고, 그 제작비용도 절감할 수 있다.

1. 서 론

비닐하우스는 적은 비용으로 간단하게 설치하여 사용 할 수 있어 농가에서 많이 사용되고 있는 농가건축물이지만 해마다 잦은 폭설로 인하여 많은 피해가 발생하고 있다[1-3]. 이번에 개발된 비닐하우스는 농업인들이 쉽게 비닐하우스를 설치할 수 있도록 파이프를 곡선처리하지 않았고 직선처리하였다. 또한 파이프를 커팅하여 조립만하면 설치가 가능하도록 만들었고, 파이프와 Shove가 간단하게 조립되도록 제작하였다. 따라서 파이프를 조립하고 일으켜 세워 반복하면 개발된 비닐하우스의 설치를 누구라도 원활하게 할 수 있고, 그 제작 비용도 절감할 수 있는 특징이 있다. 본 연구에서는 비닐하우스의 기존모델과 이번에 개발한 모델을 모델링하였으며, 해석은 폭설이 250 mm 왔을 때 쌓인 눈의 하중에 의하여 비닐하우스가 어떤 영향을 받아 변형이 일어나는지를 구조해석을 통하여 비교하는 것이 주된 목적이다[4-6]. 모델링 작업은 CATIA에서 하였으며 유한요소해석은 ANSYS에서 수행하였다.

타낸 표이다. 비닐 하우스는 파이프의 지름과 두께에 따라 4개의 종류가 되고 기존 모델 2개까지 총 6개의 모델이 된다. 그리고 재료의 물성치는 [표 2]와 같다.



[그림 1] 비닐 하우스의 3차원 모델

[표 1] 비닐하우스의 종류

모델 타입	파이프 지름	파이프 두께
기존모델 A	25.4mm	1.5t
기존모델 B	31.8mm	1.5t
개발 모델 A	25.4mm	1.5t
개발 모델 B	31.8mm	1.5t
개발 모델 C	27.2mm	2.8t
개발 모델 D	27.2mm	2.8t

2. 모델 및 조건

2.1 연구 모델

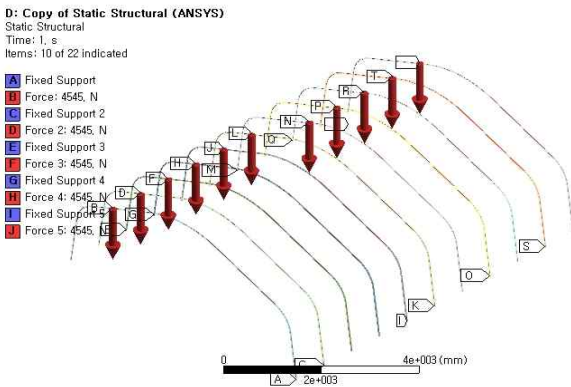
그림 1]은 본 연구에서 개발된 비닐하우스의 3차원 모델을 나타낸 그림으로서 [표 1]은 각각의 비닐하우스의 사양을 나

[표 2] 재료의 물성치

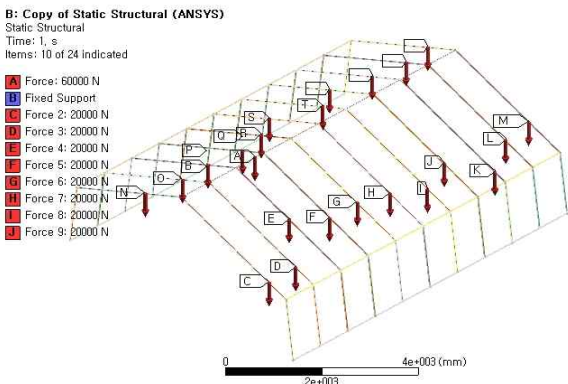
	Shove	파이프
탄성계수	1100 MPa	193000 MPa
포아송 비	0.42	0.31
항복인장강도	25 MPa	207 MPa
항복압축강도	0 MPa	207 MPa
극한인장강도	33 MPa	586 MPa
극한압축강도	0 MPa	0 MPa
밀도	950 Kg/m ³	7750 Kg/m ³

2.2 경계 조건

눈의 하중에 대한 단위 면적당 밀도값은 1m²당 300Kg으로 설정했고, 적설량은 250mm로 하였을 때 눈의 하중은 4994.96Kg으로 나왔다. 이 하중을 N으로 환산하면 48950.608N이 나오는데 이것을 50000N으로 보정했다. [그림 3]과 같이 기존의 모델은 벤딩된 파이프 11개의 지붕부분에서 각 4545.45N의 하중조건을 주었으며 파이프 끝부분을 고정시켰다. 또한 [그림 4]와 같이 개발된 모델의 경우에는 지붕중심부분의 파이프에서 하중을 6000N를 주었으며 22개의 지붕을 지지하는 파이프들에 각각 2000N의 하중을 주었다. 따라서 기존 모델의 경우와 똑같이 50000N의 하중을 가하였고 밑바닥의 파이프는 고정시켰다.



[그림 3] 기존모델의 경계조건



[그림 4] 개발모델의 경계조건

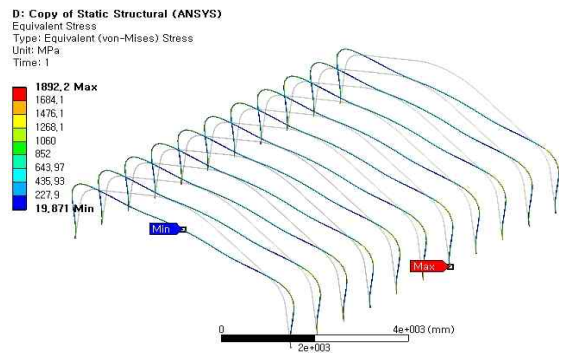
3. 해석 결과

비닐하우스의 각 타입별 모델들 모두, 비닐하우스의 지붕부분에서 최대 변형이 나타났으며 이 모델들의 최대 전변형량의 값들은 [표 3]과 같다. 기존 모델 A가 727.64mm 나왔으며, 기존 모델 B가 364.76mm 나왔으며, 개발 모델 A가 346.06mm, 개발 모델 B가 357.28mm, C가 374.35mm, D가 356.26mm로 나타났다. 개발 모델을 적용함으로써 기존 모델의 경우보다 최대 50% 이상의 변형량을 줄일 수 있어 안정성이 좋을 수 있었다.

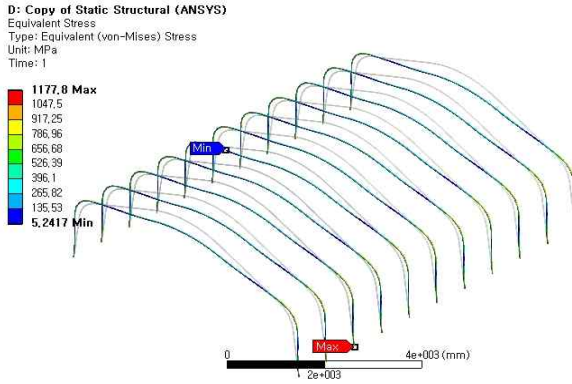
[표 3] 기존 모델 및 개발 모델에서의 최대 전변형량 데이터

모델 타입	최대 전 변형량
기존모델 A	727.64mm
기존모델 B	364.76mm
개발 모델 A	346.06mm
개발 모델 B	357.28mm
개발 모델 C	374.35mm
개발 모델 D	356.26mm

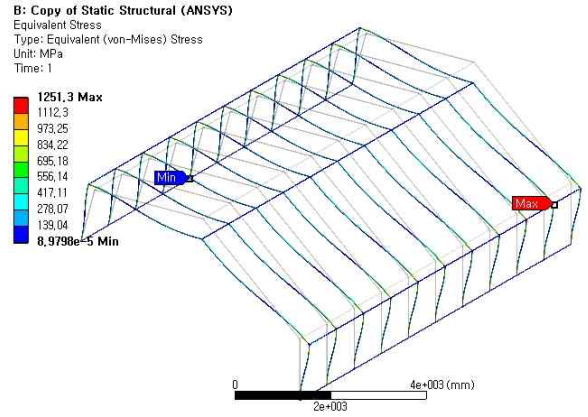
[그림 5]와 [그림 6]은 비닐하우스의 각 타입별 등가응력에 대한 해석결과들이다. [그림 11]은 기존모델들인 A 타입과 B 타입이고 [그림 12]는 개발 모델들인 A, B, C 및 D 타입들이다. 기존모델인 A 타입과 B 타입 및 개발모델인 A 타입의 최대 응력은 비닐하우스 밑부분 끝에서 나타났다. 또한 개발모델인 B, C, D 타입은 기둥파이프와 지붕파이프가 체결된 부분의 Shove부분에서 최대응력이 나타났다. 최대 응력이 항복 강도보다 높은 이유는 이음매 부분에서의 특이점에 대한 응력집중 현상이 나타난다. 그러나 이음매 부분에서는 다른 부재가 연속으로 받쳐 주므로 파손은 방지되는 것으로 사료된다. 이 모델들에 대한 최대 등가 응력의 값들은 기존 모델 A가 1892.2 MPa로 나타났으며, 기존 모델 B가 1177.8 MPa가 나왔고, 개발모델 A가 3272.1 MPa, 개발 모델 B가 1489.4 MPa, C가 1314.7 MPa, D가 1251.3 MPa로 나타났다. 개발모델 A를 제외하고는 최대 등가응력이 30% 정도로만 높아졌다.



(a) 기존 모델 A



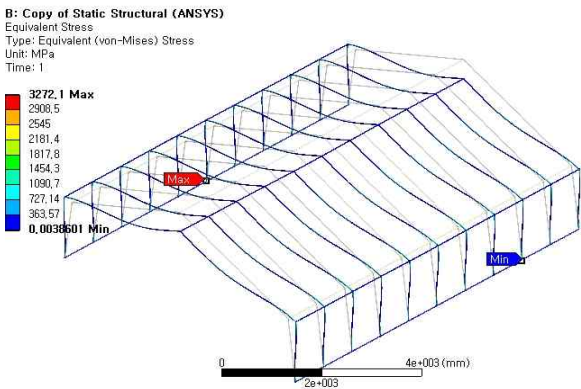
(b) 기존 모델 B



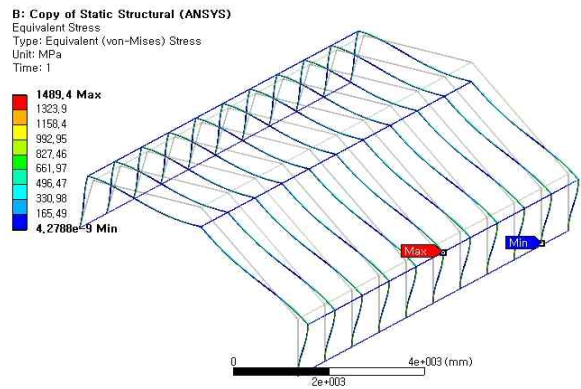
(d) 개발 모델 D

[그림 5] 기존 모델 A와 B 타입에서의 등가 응력의 등고선 그림들

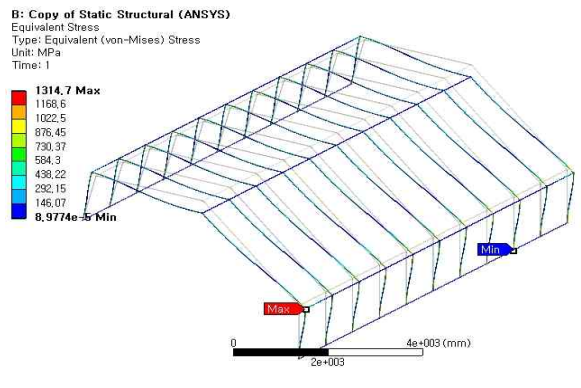
[그림 6] 개발 모델 A, B, C 와 D타입에서의 등가 응력의 등고선 그림들



(a) 개발 모델 A



(b) 개발 모델 B



(c) 개발 모델 C

4. 결 론

본 연구에서는 기존 비닐하우스와 개발 비닐하우스가 기상 악화로 인한 폭설 미치는 영향에 대하여 구조 해석을 수행하였다. 이러한 해석결과들을 도출하여 얻은 결과들은 다음과 같다.

1. 기존모델 A타입과 B타입, 개발 모델 A타입에서 D타입 모두 비닐하우스 지붕부분에서 최대 변형이 나타났으며, 개발 모델을 적용함으로써 기존 모델의 경우보다 최대 50% 이상의 변형량을 줄일 수 있었다.
2. 기존 모델인 A타입과 B타입 및 개발모델인 A타입의 최대 응력은 비닐하우스 밑부분 끝에서 나타났고, 개발모델 B, C, D타입은 기둥파이프와 지붕파이프가 체결된 부분의 Shove 부분에서 최대응력이 나타났으며, 개발모델 A를 제외하고는 최대 등가응력이 30% 정도로만 높아졌다.
3. 이 같은 결과를 종합해 볼 때 기존의 비닐하우스와 개발한 비닐하우스의 구조에 있어서 눈에 대한 변형량은 더 변형이 적어 안정성이 좋고, 제작비가 절감된다는 결과가 나왔다.

참고문헌

[1] 이태훈, 이동근, 안상경, “폭설에 대비한 비닐하우스의 보수 및 보강,” 대한건축학회 학술발표대회 논문집-구조계, 제21권, 제1호, pp. 119-122, 200..

[2] 김진영, “비닐하우스 폭설피해 실태와 대응 방안,” 원예과학기술지, 제19권, 제4호, pp. 629 - 635, 2001.

[3] 김현환, 김진영, 이시영, “비닐하우스 폭설·강풍 피해양

상과 안전구조대책,” 시설원에연구, 제13권, 제2호, pp. 24 - 36, 2000.

- [4] 백선영, 조슬기, 유기표, 김영문, “비닐하우스의 풍압계수 분포에 관한 연구,” 대한건축학회 논문집 - 구조계, 제25권, 제8호, pp. 87 - 94, 2009.
- [5] 이석건, 이종원, 이현우, “설해 경감을 위한 단동비닐하우스 개발,” 한국생물환경조절학회 추계 국제학술발표 논문집, 제14권, 별2호, pp. 138 - 144, 2005.
- [6] 염성현, 김철수, 최영돈, “ANSY와 CFX를 이용한 방풍벽의 구조 안전성 분석,” 생물환경조절학회지, 제15권, 제2호, pp. 138 - 148, 2006.