

방풍벽의 구조안전성 분석

Analysis of the Structural safety for Wind-Protected Walls

염성현*, 유인호, 김학주, 이시영, 강윤임, 윤남규

원예연구소 시설원예시험장

Yum, S.H.*, Yoo, I.H., Kim, H.J., Lee, S.Y., Kang, Y.I., Yoon, N.G.

Protected Horticulture Experiment Station, NHRI, RDA, Busan, 618-800

서론

태풍의 직접적인 영향권에 드는 제주와 영남지역 그리고 일부 호남지역의 경우 잦은 기상재해로 인한 농업시설물의 파손은 영농의욕을 저하시키고 농가의 경영비 부담을 가중시키고 있다. 강풍으로 인한 비닐하우스의 구조적 안전성 강화를 위하여 일부 지역에서 방풍벽이 설치되고 있으나 이에 대한 구조적 견고성에 대한 이론적 고찰이나 해석이 미미한 실정으로 현재는 대부분 경험에 의해 시공되고 있다. 따라서 강풍시 방풍벽의 구조적 견고성을 검토하고자 수행하였다.

재료 및 방법

분리형 방풍벽은 두께 0.2mm의 망(4×4mm)을 높이 4m, 길이 120m에 석위 강풍을 일차적으로 약화시키기 위해 설치한 구조물로 버팀용 파이프 설치 유무에 따른 두가지 형태(A형과 B형)에 대하여 각 절점에서 처짐이 없다는 조건으로 구한 계산 결과와 절점을 자유단으로 설정하여 SAP2000으로 해석(2차원)한 결과를 비교 검토하였다. 또한 부착형 방풍벽은 농가보급형 1 2W 2연동 비닐하우스 외벽에 일체형으로 부착시킨 것으로 풍속 50m/s인 조건에서 혼합형과 사선형 그리고 수직형에 대하여 열유동 범용 해석 코드인 FLUENT를 이용하여 비닐하우스 외벽에 걸리는 수평력과 수직력을 계산하였다.

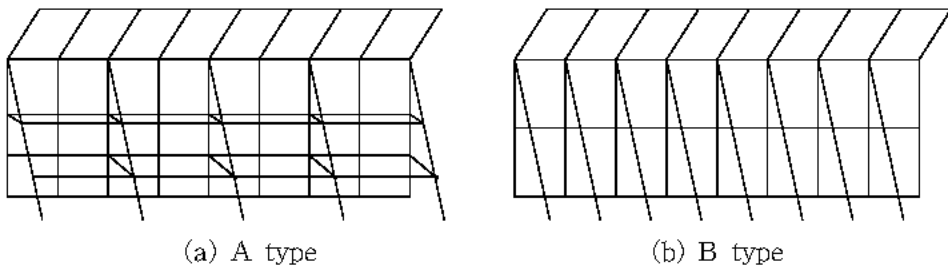


Fig. 1. Shape of the detached wind protected wall

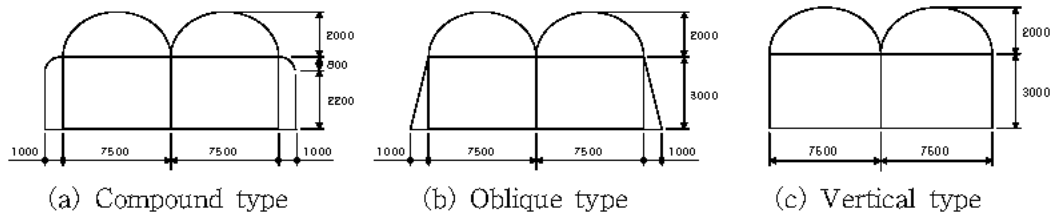


Fig. 2. Shape of the attached wind protected wall

결과 및 고찰

Table 1. Evaluation of the structural safety for the detached wind protected wall(A type)

Method	Boundary condition	Elements				
		Pillar pipe without a supporting pipe	Pillar pipe with a supporting pipe	Supporting pipe	Parallel pipe	Supplementary pipe
Theoretical calculation	$\delta=0$	$\sigma_m > \sigma_a^z$ (Collapsed)	$\sigma_m < \sigma_a$ (Safe)	$\sigma_m > \sigma_a$ (Collapsed)	$\sigma_m < \sigma_a$ (Safe)	$\sigma_m < \sigma_a$ (Safe)
Structural analysis	Free node	$\sigma_m > \sigma_a$ (Collapsed)	$\sigma_m < \sigma_a$ (Safe)	$\sigma_m < \sigma_a$ (Safe)	-	$\sigma_m < \sigma_a$ (Safe)

^z σ_a is an allowable stress with a value of 1600kgf/cm²(\approx 157N/mm²)

Table 2. Evaluation of the Structural safety for the detached wind protected wall(B type)

Method	Boundary condition	Elements		
		Pillar pipe with a supporting pipe	Supporting pipe	Parallel pipe
Theoretical calculation	$\delta=0$	$\sigma_m < \sigma_a$ (Safe)	$\sigma_m < \sigma_a$ (Safe)	$\sigma_m < \sigma_a$ (Safe)
Structural analysis	Free node	$\sigma_m < \sigma_a$ (Safe)	$\sigma_m < \sigma_a$ (Safe)	

Table 3. Horizontal forces on outer boundaries of the attached wind protected wall^z

Zone	(a) Compound type		(b) Oblique type		(c) Vertical type	
	2m/s	50m/s	2m/s	50m/s	2m/s	50m/s
Wall_inlet1	-16.5	4362.4	-14.9	6414.5	-15.6	6930.8
Wall_inlet2	-2.6	3095.3	-1.3	3531.3	-1.3	3863.5
Wall_outlet1	0.7	1078.9	-0.1	1491.4	0.0	1502.1
Wall_outlet2	-1.2	378.0	-0.6	855.4	-0.7	894.0
Wall_outlet3	-3.1	1769.1	-3.3	1626.3	-3.2	1404.8
Wall_outlet4	-0.7	1498.3	-0.6	1320.6	-0.7	1000.0
Net	-23.5	2238.8	-20.8	3824.9	-21.5	4080.2

^z Unit:N**Table 4.** Vertical forces on outer boundaries of the attached wind protected walls^z

Zone	(a) Compound type		(b) Oblique type		(c) Vertical type	
	2m/s	50m/s	2m/s	50m/s	2m/s	50m/s
Wall_inlet1	-3.2	1097.7	-5.0	2131.6	0.0	4.5
Wall_inlet2	0.4	7994.9	1.8	8291.1	1.8	8536.3
Wall_outlet1	1.4	4321.7	2.6	4250.2	2.5	4080.9
Wall_outlet2	1.4	3170.5	2.3	3092.7	2.2	3026.8
Wall_outlet3	7.7	5411.9	7.7	4749.5	7.6	4328.6
Wall_outlet4	0.5	37.7	0.2	440.0	0.0	1.3
Net	8.3	21959.0	9.6	17811.9	14.2	19978.4

^z Unit:N

(a) Compound type (b) Oblique type (c) Vertical type

Fig. 3. Contour of the total pressure according to shapes of the attached wind protected wall

(a) Compound type (b) Oblique type (c) Vertical type

Fig. 4. Distribution of the total pressure on outer boundaries of the attached wind protected wall

요약 및 결론

분리형 방풍벽(A형)은 풍속 50m/s에서 일차적으로 버팀용 파이프가 없는 기둥 파이프가 파단되고 연쇄적으로 버팀용 파이프가 있는 기둥 파이프도 파단되는 것으로 나타났으며 사이드 버팀용 파이프는 구조강도 해석 결과 과잉 부재인 것으로 나타났다. 또한 부착형 방풍벽의 경우 풍속 50m/s에서 비닐하우스 외피복재에 걸리는 수평력은 혼합형 <사선형 <수직형 순으로 혼합형이 상대적으로 적어 구조적 안전성 측면에서 유리할 것으로 판단되었다. 그러나 풍동 시험에 의한 정확한 망(Mesh) 전후 압력차 측정이 필요할 것으로 판단되며 SAP2000 해석시 가로대 파이프를 고려한 3차원 해석이 필요할 것으로 판단된다.

인용문헌

1. S. Timoshenko. 1986. Elements of Strength of Materials, USA
2. Computers and Structures, Inc. 1995. SAP2000 Basic Analysis Reference, USA