

農業施設の 設計荷重 算定을 위한 適正 單位積雪重量과 瞬間最大風速의 決定 및 適用

金文基 · 孫 禎翼 · 南相運* · 李東根

(서울大學校 農工學科, *안성産業大學校 農村開發學科)

Determination of Reasonable Unit Snow Weight and Greatest Gust Speed
for Design Load Estimation of Agricultural Structures
and their Applications

Kim, Moon-Ki · Son, Jung-Eek · Nam, Sang-Woon* · Lee, Dong-Geun
Dept. of Agr.Eng., Seoul Nat'l Univ.

* Dept. of Rural Dev., Anseong Nat'l Polytech. Univ.

1. 研究目的

相對的으로 死荷重에 比해서 活荷重 영향이 민감하게 작용하는 農業施設의 경우, 經濟性 및 安定性에 근거한 構造設計를 위해서는 活荷重의 決定要因의 精確한 分析을 통한 합리적인 設計荷重의 算定이 필요하다. 單位積雪 重量은 積雪심에 따른 구분을 사용한다면 대부분 積雪심 50cm 이하의 범위에 속하기 때문에 일률적으로 1.0 kg/cm/m² 을 적용해야 하지만, 精確한 積雪荷重 算定을 위해서 기온에 따른 單位 積雪重量의 변화를 분석할 필요가 있다. 또한 최대순간풍속은 국내 지역별 최대순간풍속 자료수집의 제한성 때문에 추정식을 사용하지만, 통계처리에 근거하여 지역특성을 반영한 合理的인 最大순간풍속의 유도가 필요하다. 본 연구에서는 設計荷重 決定의 기초가 되는 溫도와 單位積雪 重量의 分析, 地域別 瞬間最大風速의 推定式 誘導 및 最大新積雪深 資料의 頻度分析에 의한 基礎資料 제시 및 그 응용을 目的으로 하였다.

2. 材料 및 方法

1) 氣象資料의 收集 및 補整方法

본연구에서는 전국 74개 기상 관측소 자료중, 20년 이상의 관측자료가 있는 60개 지역을 선정하여 년최대치 계열의 풍속 및 적설심을 자료로 사용하였다. 최대적설심 및 최대신적설심은 1972-1992년의 60개 지역에 대한 자료를 사용하였고, 평균최대풍속(이하 최대풍속)과 순간최대풍속은 1970년-1989년의 25개지역에 대한 자료를 사용하였다.

2) 單位積雪重量의 分析方法

單位積雪重量(단위: kg/cm/m²)을 구하기 위하여 기상년보에서 20년간 60개소에 대한 적설심과 그 시각의 강수량 자료를 사용하여 중량으로 환산하였다. 또한 精確한 積雪荷重 算定을 위해서 기온에 따른 單位 積雪重量의 변화를 분석하였다. 본연구에서는 온도변화에 따른 적설심과 단위적설중량과의 관계를 통계적으로 분석하였고, 또한 단위적설중량의 통계분포를 통하여 유의성을 검토하였다.

3) 瞬間最大風速의 推定方法

우리나라에서의 풍속측정방법은 10분간의 평균풍속을 채택하고 있기 때문에 순간 최대풍속과 최대풍속간에 어떤 비례관계를 설정하는 것이 필요하다. 일반적으로 최대 순간풍속의 추정을 위하여 일반적으로 사용되고 있는 순간최대풍속과 최대풍속과의

Table 1. Unit snow weight in the basis of temperature (kg/cm²)

	all temp.	t < -1 C	t > -1 C
Mean	0.68	0.91	0.58
Standard deviation	0.25	0.21	0.19
1% risk	1.31	1.45	1.06
5% risk	1.16	1.32	0.94

2) 瞬間最大風速의 推定

순간최대풍속 관측치가 있는 25개 지역의 기상자료를 이용하여, 해안지방과 내륙지방의 평균최대풍속 V와 순간최대풍속 V₁ 과의 관계는 다음과 같다(Fig.2, Fig.3).

海岸地域 $V_1 = 1.0 V + 11.6$ ($R = 0.707$)

內陸地域 $V_1 = 1.1 V + 8.0$ ($R = 0.700$)

기존의 식과 본연구의 수정식에 의한 재현기간별 설계풍속을 남해지방(해안지방)에 대하여 비교해 보면 Fig.4와 같다. 재현기간 별로 약 3.4 - 3.8 m/s 의 차이를 보이고 있으므로 추정식을 사용하여 설계할 경우는 보완이 필요할 것으로 사료된다.

3) 最大新積雪深의 頻度分析

最大新積雪深을 설계하중으로 사용하기 위해서 빈도분석을 실시하였다. 지역별 재현기간에 따른 설계신적설심은 지면관계상 생략한다. 또한 눈이 많이 내리는 부안과 적게 내리는 진주에 대하여 재현기간별 최대적설심과 최대신적설심의 차이에 의한 설계적설심 차이는 Fig.5, Fig.6과 같다.

4) 設計荷重別 適用時 部材間隔

Table 3은 2연동 아치형 시설에 대하여 남해지방의 기존식과 수정식에 의한 재현기간 15년의 설계풍속을 구하고, 또한 서산지방의 최대적설심과 최대신적설심에 의한 설계적설심을 사용하였을 경우에 대해서도 골조간격을 조사하였다. Table 4는 2연동 지붕형 시설에 대하여 Table 3과 동일한 방식으로 D/Z (골조간격/단면계수)를 조사하였다.

Table 3. Frame intervals calculated with design wind speed and snow depth for a twin span greenhouse with arched roof.

Calculated values	Design wind speed (Namhae)		Design snow depth (Seosan)	
	Current eq.	Modified eq.	Snow cover	Snow fall
height of eaves h = 1.5 m	26.8m/s	30.5m/s	29.2 cm	23.2 cm
Frame intervals	3.8m	2.8 m	1.7 m	2.3 m

Table 4. D/Z(frame interval/section modulus) calculated with design wind speed and snow depth for a twin span greenhouse with gable roof.

Calculated values	Design wind speed (Namhae)		Design snow depth (Seosan)	
	Current eq.	Modified eq.	Snow cover	Snow fall
height of eaves h = 2.0 m	26.8m/s	30.5m/s	29.2 cm	23.2 cm
D / Z	42.0	32.0	20.8	23.9

관계는 다음과 같다.

$$V_1 = 1.1 V + n$$

여기서 V_1 은 순간최대풍속, V 는 최대풍속, n 은 0-15로 일반적으로 7을 사용한다. 현재 우리나라에서 최대순간풍속이 측정가능한 장소는 25개소로서 약 20년의 관측자료가 있으나 35개지역은 최대순간풍속치가 없기 때문에 추정치 사용에 의존할 수 밖에 없다. 따라서 최대순간풍속의 관측자료가 있는 지역에 대해서는 설계풍속의 기본통계량으로 사용하는 것이 바람직하나, 그외의 지역에 관해서는 추정치를 설계풍속으로 사용할 수 밖에 없다. 본연구에서는 최대순간풍속이 관측가능한 우리나라 25개지역의 자료를 풍속의 특성이 상이한 海岸地方, 內陸地方으로 나누어 다음과 같이 最大風速과 瞬間最大風速과의 回歸式을 구하였다.

$$V_1 = aV + b$$

여기서 a , b 는 지역별 특성을 나타내는 회귀계수이다.

4) 最大新積雪深의 頻度分析方法

最大新積雪深은 1일동안 내린 積雪深中 최대치, 最大積雪深은 연속내린 積雪全體의 積雪深을 의미한다. 따라서 실내난방이나 곡부제설 등의 관리를 전제로 한다면 最大新積雪深을 사용함으로써 設計荷重을 줄일 수 있다. 最大積雪深 및 最大新積雪深은 1972-1992년의 60개 지역에 대하여 사용하였다. 最大新積雪深을 재현기간별 설계하중으로 사용하기 위해서 빈도분석을 실시하였다. 확률분포함수는 Type-I 극치분포를 선정하였다. 본연구에서는 지역별 재현기간에 따른 설계신적설을 계산하였고, 특징적인 지역에 대하여 실재현기간별 최대적설심과 최대신적설심의 비교를 실시하였다.

5) 設計荷重別 應用性 檢討

지붕경사 27.5°, 시설의 폭 6m, 시설의 처마높이 1.80m, 25mm G파이프(연동기둥은 40mm구조용강관)를 사용한 2연동 아치형시설 및 지붕경사 28.4°, 시설의 폭 6m, 시설의 처마높이 2.0m의 2연동 지붕형시설에 대하여 설계풍속 및 적설심 변화에 따른 안전 골조간격을 검토를 하였다. 이를 위해서 簡易式을 사용하였다. 또한 단위하중에 대한 휨모멘트 M_1 는 유한요소법(FEM)에 의한 구조해석을 통하여 구하였다.

본연구에서는 재현기간 15년에 대하여 기존식과 수정식에 의한 설계풍속 및 최대적설심과 최대신적설심을 사용한 설계적설심을 사용하였을 경우 시설의 안정성 유지를 위한 골조간격 또는 골조간격/단면계수를 비교·검토하였다.

3. 結果 및 考察

1) 單位積雪重量의 分析

積雪深에 따른 單位積雪重量을 분석한 결과 적설심에 따른 차이는 발견할 수 없었고, 0.3-1.3kg/cm/m²의 범위에서 무작위로 분포하였다. 平均氣溫에 의하면 -1℃ 이상에서는 단위중량이 평균 0.91kg/cm/m², 표준편차 0.21로 나타났고, -1℃ 이하의 기온에서는 평균 0.58kg/cm/m², 표준편차 0.19로 나타났다(Fig.1). 현재 설계에 적용하고 있는 단위중량 1 kg/cm/m²은 Table 1 에서와 같이 영하의 기온에서 위험률 5%일 경우에는 별 무리 없이 적용이 가능하나 온도가 상승할수록 단위중량이 증가하기 때문에 주의를 필요로 한다.

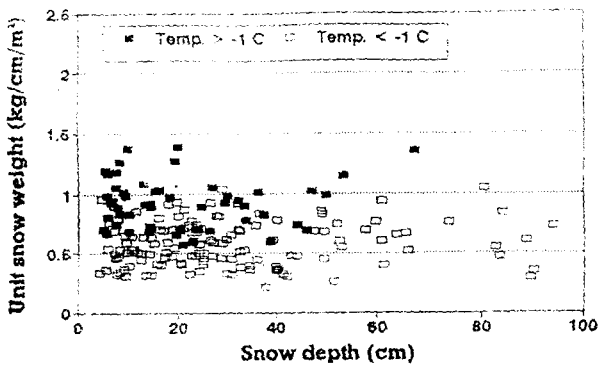


Fig.1. Unit snow weight and depth of snow cover.

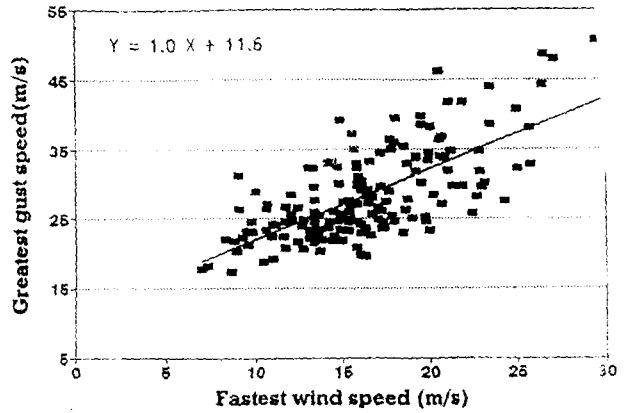


Fig.2. Relation between greatest gust speed and fastest wind speed for seaside district.

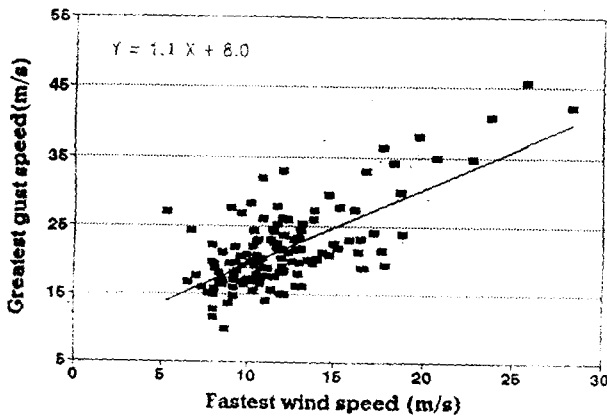


Fig.3. Relation between greatest gust speed and fastest wind speed for inland district.

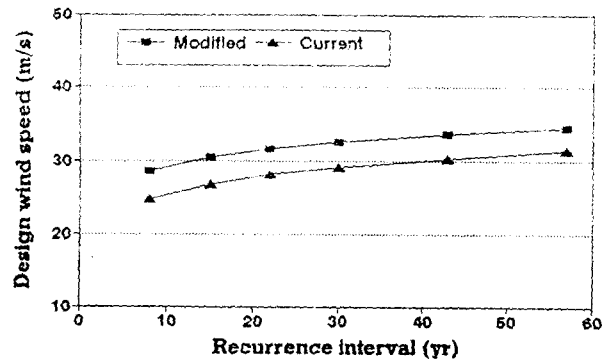


Fig.4. Comparison of design wind speeds by current equation and developed one for Namhae area(seaside district)

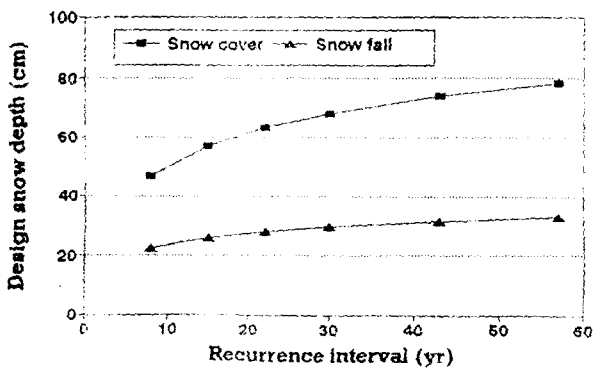


Fig.5. Comparison of design snow depth(cm) using snow cover and snow fall according to recurrence intervals for Buan.

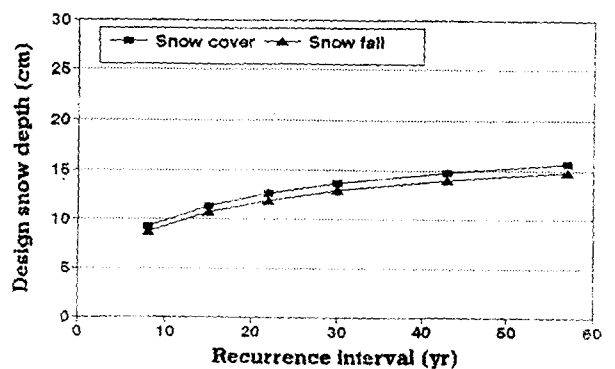


Fig.6. Comparison of design snow depth(cm) using snow cover and snow fall according to recurrence intervals for Jinju.