

## 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

孫 禎 翼

(서울대학교 農業生命科學大學 農工學科)

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

Son, Jung-Eek

Dept. of Agr. Eng., Coll. of Agr. & Life Sciences, Seoul Nat'l Univ., Suwon 441-744

### Summary

Wind load or snow load, acting on agricultural structures is working more sensitive than any other load and therefore plays an important role in determination of design loads of agricultural structures. In this study, unit snow weight, greatest gust speed and depth of snow fall were analyzed and applied to determine the amount of frames.

The unit snow weights were statistically classified and calculated in the basis of mean temperature and showed considerable differences between the unit snow weights at below and above  $-1^{\circ}\text{C}$ . Equations for estimating greatest gust speed with fastest wind speed were developed for inland and seaside districts. The calculated values from developed equations were little higher than those from the current equation in general. The difference between the depths of snow cover and snow fall, which shows the possibility of reduction of design loads under the adequate management.

Design wind speed estimated by a modified equation suggested the amount of frames less than those by current one, and the depth of snow fall as a design snow depth suggested the amount of frames more than those of snow cover. Therefore, it is very important to select the adequate design values considering the characteristics of agricultural structures.

키 워 드 : 單位積雪重量, 最大風速, 瞬間最大風速, 最大積雪深, 最大新積雪深, 設計荷重  
Key words : unit snow weight, fastest wind speed, greatest gust speed, depth of snow cover, depth of snow fall, design load

### 序 論

農業施設の構造設計를 위해서는 먼저, 設計基

準이 확립되어야 하고, 이를 위해서는 합리적인 設計荷重 算定이 필요하다, 구조설계시 고려해야 할 설계하중으로는 주로 적설하중, 풍하중, 고정하

본 연구는 농촌진흥청 특정연구비로 수행되었음.

중 및 내부장치하중 등이 있고, 풍하중 및 적설하중은 常時 변화하는 活荷重이다<sup>2,3,10,12,13,15,17,19</sup>. 특히, 相對的으로 死荷重에 비해서 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.

일반적으로 設計 積雪荷重을 결정하는 單位積雪重量은 적설심에 따라 대체적으로 4단계로 구분하여 적용하고 있고<sup>8,11,14,18,19</sup>, 이것에 의하면 우리나라 대부분 지역은 적설심 50cm 이하의 범위에 속하기 때문에 일률적으로 1.0kg/cm/m<sup>2</sup>을 적용해야 하지만, 보다 精確한 積雪荷重 算定을 위해서 기온에 따른 單位 積雪重量의 변화를 분석할 필요가 있다. 設計 風荷重은 4개지역으로 구분하여 평균최대풍속을 사용한 기본속도압에 3종류의 거스트계수를 사용하는 방법<sup>6,11,14</sup>과 평균최대풍속을 變換式에 대입한 瞬間 最大風速을 사용하는 방법<sup>6,7</sup> 등 다양한 방법이 있으나, 국내 지역별 최대순간 풍속 자료수집의 제한성 및 농업시설에서의 활하중의 중요성 등을 고려할 때 보다 지역특성에 맞는 合理的인 設計 風荷重의 유도가 필요하다.

또한 施設管理 次元에서 실내난방이나 곡부제설 등으로 최심적설에 의한 하중이 작용하는 경우가 거의 없기 때문에, 보다 합리적인 설계를 위해서는 관리수준에 따라 最深 新積雪資料를 設計荷重의 基礎資料로 사용하는 것이 바람직하다. 따라서 合理的인 構造設計를 위해서는 먼저 설계하중에 관련되고 지역특성을 대표하는 모든 자료의 精確한 分析을 통하여 기초자료의 구축이 필요하다. 그리고 이 자료를 사용하여 시설의 표준내용년수 및 안전도에 따른 재현기간을 구하고 기대치를 계산하여<sup>8</sup>, 각 시설에 설계하중을 적용하여 精確한 구조해석을 실시하여야 한다<sup>9</sup>.

본 연구에서는 設計荷重 決定의 기초가 되는 溫度와 單位積雪 重量의 分析, 地域別 瞬間最大風速의 推定式 誘道 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.

## 1. 氣象資料의 收集 및 補整方法

본 연구에서 사용된 기상자료는 韓國建設技術研究院에서 소장하고 있는 HISS<sup>5)</sup> 데이터베이스 및 기상년보이며, 전국 74개 기상 관측소 자료중, 20년 이상의 관측자료가 있는 60개 지역을 선정하여 년최대치 계열의 풍속 및 적설심을 자료로 사용하였다. 1950년대 초반까지는 결측자료가 많아서 1954년 부터 1992년 까지 최단 20년에서 최장 39년까지의 자료를 사용하였다. 최대적설심 및 최대신적설심은 1972~1992년의 60개 지역에 대하여 기상청자료를 열람하여 사용하였고, 평균최대 풍속(이하 최대풍속)과 순간최대풍속은 1970~1989년의 26개지역에 대하여 기상년보를 사용하였다<sup>15</sup>.

일반 건축물설계에 사용되는 기본풍속은 기준경도풍고도를 사용하여 건축물 높이 0~200m까지 속도압을 계산하고 있으나, 농업시설과 같이 구조물의 고도가 작은(약 10m미만) 경우의 기본풍속은 지상 10m 높이에서의 평균풍속을 사용하여 관측높이가 약 6~15m인 국내 관측소의 풍속을 다음식에 의해 보정하였다<sup>6,11</sup>.

$$V_0 = V_z \left( \frac{Z_0}{Z} \right)^\alpha \quad (1)$$

여기서,  $V_z$ 는 고도  $Z$ 에서의 평균풍속,  $V_0$ 는 기준 고도  $Z_0$ ( $Z_0=10m$ )에서의 평균풍속,  $\alpha=1/4$ 이다.

## 2. 單位積雪重量의 分析方法

單位積雪重量(단위:kg/cm/m<sup>2</sup>)을 구하기 위하여 기상년보에서 20년간 60개소에 대한 적설심과 그 시각의 강수량 자료를 사용하여 중량으로 환산하였다. 일반적으로 單位積雪 重量은 적설심에 따라 변하기 때문에 보다 精確한 積雪荷重 算定을 위해서 기온에 따른 單位 積雪重量의 변화를 분석할 필요가 있다. 참고적으로 단위적설중량과 적설하중과는 다음과 같은 관계가 있기 때문에<sup>2,3,18</sup>, 단위적설중량의 변화는 적설하중을 비례적으로 변화시킨다.

$$P_s = \phi \omega S \quad (2)$$

여기서,  $P_s$ 는 적설하중,  $\phi$ 는 지붕형상에 의한 減少

## 材料 및 方法

係數,  $w$ 는 單位積雪重量,  $S$ 는 積雪深이다.

본 연구에서는 온도변화에 따른 적설심과 단위 적설중량과의 관계를 통계적으로 분석하였고, 또한 단위적설중량의 통계분포를 통하여 유의성을 검토하였다. 또한 이러한 작업에 의하여 평균온도를 기준으로 온도분포에 따른 단위적설중량을 계산하였다.

### 3. 瞬間最大風速의 推定方法

우리나라에서의 풍속측정방법은 10분간의 평균 풍속을 채택하고 있기 때문에 설계풍하중을 구하기 위한 순간최대풍속과 최대풍속간에 어떤 비례 관계를 설정하는 것이 필요하다. 일반적으로 최대 순간풍속의 추정을 위하여 일반적으로 사용되고 있는 순간최대풍속과 최대풍속과의 관계는 다음과 같다.

$$V_1 = 1.1V + n \quad (3)$$

여기서  $V_1$ 은 순간최대풍속,  $V$ 는 최대풍속,  $n$ 은 0~15로 일반적으로 7을 사용한다. 최근 精度 높은 풍속계의 사용으로 평가시간 2~5초의 최대풍속이 측정됨으로 거스트계수(gust factor:  $G$ )를 구하여 다음과 같이 순간최대풍속을 계산할 수 있다<sup>9)</sup>.

$$V_1 = GV \quad (4)$$

현재 우리나라에서 최대순간풍속이 측정가능한 장소는 25개소로서 약 20년의 관측자료가 있으나 35개지역은 최대순간풍속치가 없기 때문에 추정치 사용에 의존할 수 밖에 없다. 따라서 최대순간 풍속의 관측자료가 있는 지역에 대해서는 설계풍속의 기본통계량으로 사용하는 것이 바람직하나, 그외의 지역에 관해서는 추정치를 설계풍속으로 사용할 수 밖에 없다.

본 연구에서는 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의 回歸式을 구하였다. 이 회귀식을 사용하여 순간최대풍속자료가 없는 지역에 대한 자료를 추정하였다. 사용한 자료는 최대풍속과 순간최대풍속의 날짜와 풍향이 일치하는 것을 선별하여 사용하였다. 또한 실제의 자료를 사용하

여 보정식과 기존식에 의한 설계풍속을 비교하였다.

$$V_1 = aV + b \quad (5)$$

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 의미하고 아래와 같이 표현할 수 있다. 따라서 실내 난방이나 곡부제설 등의 관리를 전제로 한다면 最大新積雪深을 사용함으로써 設計荷重을 줄일 수 있다.

$$h_T = \sum h_i, h_m = (h_i)_{max} \quad (6)$$

여기서,  $h_i$ 는 연속적으로 눈이 내리는 기간중 임의의 1일의 積雪深,  $h_T$ 는 最大積雪深,  $h_m$ 는 最大新積雪深이다. 最大積雪深 및 最大新積雪深은 1972~1992년의 60개 지역에 대하여 사용하였다. 따라서 最大新積雪深을 재현기간별 설계하중으로 사용하기 위해서 빈도분석을 실시하였다. 확률분포함수는 년최대치 계열의 빈도해석에 많이 사용되는 분포로서, 우리나라의 전지역에 걸쳐서 최대풍속 및 최대적설심의 해석에서 적용성이 큰 것으로 알려진 Type-I 극치분포를 선정하였다<sup>11,13)</sup>. Type-I 극치 분포의 내용은 다음과 같다.

$$f(x) = \alpha e^{-(x-\beta)} - e^{-\alpha(x-\beta)} \quad (7)$$

여기서,  $x$ 는 확률변수,  $f(x)$ 는 확률밀도함수,  $\alpha, \beta$ 는 매개변수이다. 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

일반적으로 우리나라의 기상 및 시설형태 범위인, 적설심 50cm 이하, 지붕경사 20~30°, 기준속도 압높이 10m, 시설의 폭 5~9m, 시설의 높이 1.8

~3.0m인 2연동 시설에 대하여 설계풍속 및 적설심 변화에 따른 안전 골조간격을 검토를 하였다. 지붕경사 27.5°, 시설의 폭 6m, 시설의 처마높이 1.80m, 25mm GI파이프(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 簡易的으로 개발된 식(8)과 (9)를 사용하였다. 축응력 P/A는 휨응력의 1/100이하이기 때문에 무시하였다. 또한 단위하중에 대한 휨모멘트  $M_1$ 는 유한요소법(FEM)에 의한 구조해석을 통하여 구하였다. 다양한 형태의 시설에 관하여 골조간격 또는 D/Z등이 제시되어 있다<sup>9)</sup>.

$$D_s = \frac{\sigma_{sw} Z}{0.75 S \cdot M_{d(i)} + W_d \cdot M_{d(i)}} \quad (S \leq 50) \quad (8)$$

$$D_w = \frac{\sigma_{sw} Z}{0.0197 V^2 \sqrt{h} \cdot M_{w(i)} + W_d \cdot M_{d(i)}} \quad (9)$$

여기서,  $\sigma_{sw}$ 는 부재의 허용응력, S는 설계적설심, V는 설계풍속,  $W_d$ 는 단위 고정하중(kg/m<sup>2</sup>), h는 시설의 평균높이(지붕높이 또는 처마높이)/2 사용, Z는 부재단면계수, i는 임의의 지점,  $M_d$ ,  $M_s$ ,  $M_w$ 는 단위 고정하중, 단위적설심, 단위 풍속 적용에 따른 임의부재내의 휨모멘트(kg·cm),  $D_s$ ,  $D_w$ 는 적설하중, 풍하중시 시설물 안전을 위한 골조간격(m)이다.

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

## 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<sup>2</sup>의 범위에서 무작위로 분포하고 있었다. 이들의 분포는 Fig.2와 같이 대체적으로 정규분포를 이루고 있다. 이들을 平均氣溫에 의하여 구분해보

면 -1°C 이상에서는 단위중량이 평균 0.91kg/cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, 표준편차 0.21로 나타났고, -1°C 이하의 기온에서는 평균 0.58kg/cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, 표준편차 0.19로 나타났다. 이는 기온에 따라서 눈의 중량이 상대적으로 변한다는 것을 의미한다. 현재 설계에 적용하고 있는 단위중량 1kg/cm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>은 Table 1에서와 같이 영하의 기온에서 위험율 5%일 경우에는 별 무리 없이 적용이 가능하나 온도가 상승할수록 단위중량이 증가하기 때문에 주의를 필요로 한다.

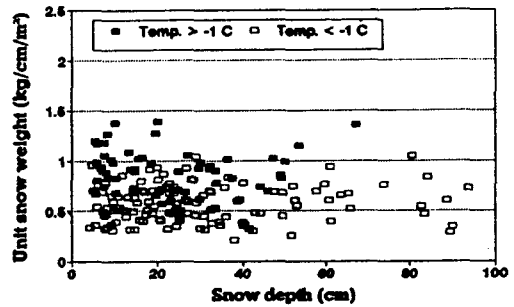


Fig. 1. Unit snow weight and depth of snow cover.

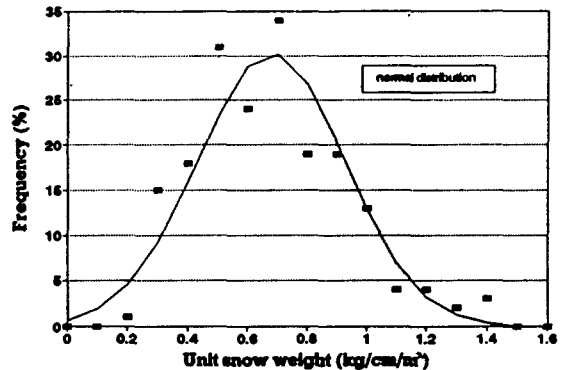


Fig. 2. Distribution of unit snow weight.

### 2. 瞬間最大風速의 推定

순간최대풍속 관측치가 있는 25개 지역의 기상 자료를 이용하여 평균최대풍속 V와 순간최대풍속  $V_1$ 과의 관계를 도출한 결과는 Fig.3과 같고, 1차 회귀식은 다음과 같다.

$$V_1 = 1.2V + 8.4 \quad (R = 0.768) \quad (10)$$

Table 1. Unit snow weight in the basis of temperature (kg/cm<sup>2</sup>)

	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

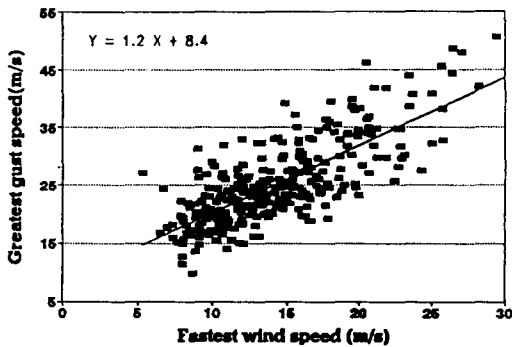


Fig. 3. Relation between greatest gust speed and fastest wind speed for all district.

일반적으로 사용하고 있는 순간최대풍속 보정식(3식)과는 상당한 차이를 보이고 있다. 보다 정확한 순간풍속을 구하기 위해서는 지역적 특성이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 개략적으로 해안지방과 내륙지방으로 구분하여 평균최대풍속과 순간최대풍속과의 관계를 도출한 결과는 Fig. 3, Fig. 4와 같고, 관계식은 식(11), 식(12)와 같다. 또한 기존의 설계풍속  $V = (V_1 - 7) / 11$ 를 다음식에 대입하면 보정할 수 있다.

$$\text{海岸地域 } V_1 = 1.0V + 11.6 \quad (R=0.707) \quad (11)$$

$$\text{內陸地域 } V_1 = 1.1V + 8.0 \quad (R=0.7000) \quad (12)$$

지역별 관계식인 식(11) 및 식(12)는 전지역에 대한 식(8식)에 비하여 감소하였다. 내륙지방의 순간최대풍속의 대부분이 약 25m/s이하, 해안지방의 순간최대풍속의 대부분이 약 20m/s이상이기 때문에 식(10)은 양쪽의 영향으로 전체적으로 과다평가된 형태를 취하고 있다고 볼 수 있다(Fig. 3). 내륙지방의 식은 일반적으로 사용되는 식과

근접한 값을 제시하였다.

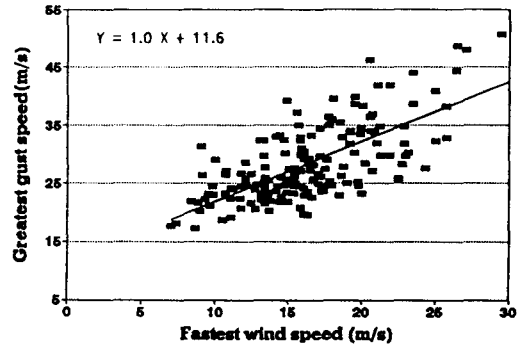


Fig. 4. Relation between greatest gust speed and fastest wind speed for seaside district.

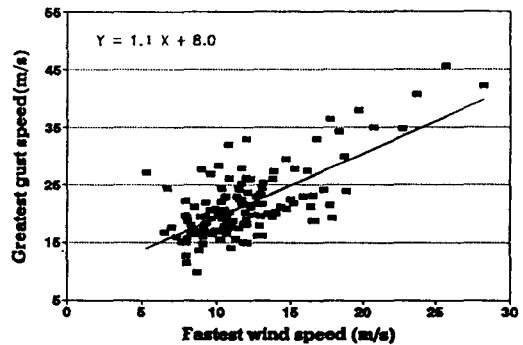


Fig. 5. Relation between greatest gust speed and fastest wind speed for inland district.

해안지방과 내륙지방의 순간최대풍속에 관한 식은 약 35m/s 전후에서 해안지방과 내륙지방의 값이 교차되고 풍속이 커지면 해안지방의 값이 내륙지방의 값보다 작아졌다. 이는 일반적으로 평균최대풍속에 대한 순간최대풍속(돌풍)의 비가, 지형이 단조로운 해안지역이 지형이 복잡한 내륙지역보다 작기 때문에, 해안지역을 대표하는 최대풍속이 큰 풍속범위에서 그러한 특징이 나타났고, 풍속이 작은 지역에서는 반대현상이 일어났다.

기존의 식과 본 연구의 수정식에 의한 재현기간별 설계풍속을 남해지방(해안지방)에 대하여 비교해 보면 Fig. 6과 같다. 재현기간 별로 약 3.4~3.8 m/s의 차이를 보이고 있으므로 추정식을 사용하여 설계할 경우는 보완이 필요할 것으로 사료된다.

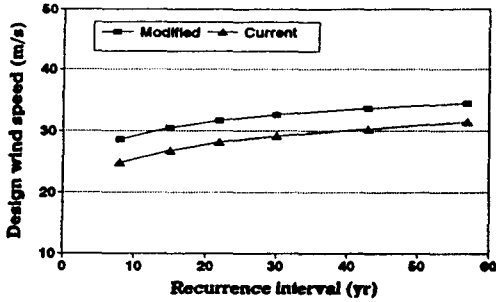


Fig. 6. Comparison of design wind speeds by current equation and developed one for Namhae area(seaside district)

본 결과에서는 생략했지만 거스트계수를 사용한 순간풍속추정식의 회귀계수는 해안이 1.68, 내륙이 1.72로 건축법규에서의 1.50, 1.75와 유사한 경향을 나타냈지만<sup>11)</sup> R의 값은 0.53, 0.57로 본 연구에서 채택한 추정식의 0.71, 0.7보다 낮은 정도를 나타냈다. 또한 빈도분석을 위한 확률분포함수의 선정에 있어서는 5% 유의수준에서 Pearson Type III는 51.7%, Log-Pearson Type III는 46.7%, Type-I 극치분포는 76.7%로 나타났다.

### 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 다른 설계신적설심은 Table 2와 같다. 또한 특징적인 지역에 대하여 재현기간별 최대적설심과 최대신적설심의 차이에 의한 설계적설심 차이는 Fig. 7, Fig. 8과 같다.

Fig. 7과 Fig. 8은 각각 눈이 많이 내리는 부안 지방과 눈이 적게 내리는 진주지방에 대한 재현기간별 최대적설심과 최대신적설심을 비교한 것이다. 진주지방에서는 큰 차이가 없으나, 부안지방의 경우 재현기간 8년에서는 24.6cm, 57년에서는 45.6cm로 큰 차이를 보이고 있으며, 적설기간에 재배를 하는 경우에는 필연적으로 난방을 실시하고 있으므로 이미 어느 정도의 적설심은 감소되어 있고, 여기에 적절한 제설작업을 병행하면 최대신적설심에 의한 설계로 부재단면을 크게 감소시킬 수 있을 것으로 사료된다. 빈도분석을 위한 확률분포함수의 선정에 있어서는 5%유의수준에서 3변수 대수정규분포는 28.3%, Pearson Type III는 65%, Log-Pearson Type III는 13.3%, Type-I 극치분포는 81.7%로 나타났다.

Table 2. Design snow fall depth(m/s) according to recurrence intervals.

Station	Recurrence interval (yr)					
	8	15	22	30	43	57
Sokcho	54.6	67.1	74.6	80.7	87.6	93.1
Taegwallyong	79.0	93.3	101.8	108.7	116.5	122.7
Chuncheon	20.1	23.3	25.2	26.8	28.6	30.0
Kangnung	49.4	58.6	64.1	68.6	73.7	77.6
Seoul	15.8	18.5	20.1	21.4	22.9	24.1
Incheon	15.9	18.9	20.7	22.2	23.8	25.1
Ullungdo	88.5	105.4	115.4	123.4	132.7	140.0
Suwon	14.5	16.9	18.4	19.5	20.9	21.9
Seosan	19.5	23.2	25.4	27.1	29.2	30.8
Ulsan	18.5	22.2	24.3	26.1	28.1	29.7
Cheongju	20.6	24.5	26.8	28.6	30.8	32.5
Taejeon	16.1	19.0	20.7	22.1	23.7	25.0
Chungnyong	18.8	22.2	24.2	25.8	27.6	29.1
Pohang	9.6	12.1	13.7	14.9	16.3	17.4
Kunsan	20.2	23.7	25.7	27.4	29.3	30.8
Taegu	12.7	15.6	17.4	18.8	20.5	21.7
Jeonju	17.8	21.0	22.9	24.4	26.2	27.6
Ulsan	6.0	7.7	8.7	9.5	10.5	11.2
Kwangju	16.4	18.9	20.5	21.7	23.1	24.2
Pusan	5.3	6.9	7.8	8.2	9.4	10.1
Chungmu	5.7	7.3	8.2	9.0	9.9	10.5
Mokpo	23.4	28.7	31.9	34.4	37.3	39.6
Yeosu	6.7	8.4	9.5	10.3	11.2	12.0
Jeju	9.2	11.1	12.2	13.1	14.2	15.0
Seogwipo	7.9	9.6	10.7	11.5	12.4	13.2
Jeonju	8.7	10.7	11.9	12.9	14.0	14.8
Kanghwa	14.1	16.5	17.9	19.1	20.4	21.5
Yangpyong	16.1	18.8	20.4	21.7	23.2	24.3
Icheon	18.5	21.7	23.6	25.2	27.0	28.4
Inje	15.3	17.4	18.6	19.6	20.7	21.6
Hongcheon	19.2	22.4	24.3	25.9	27.7	29.1
Samcheok	36.6	44.7	49.6	53.5	58.0	61.5
Jecheon	16.8	19.4	20.9	22.1	23.5	24.6
Chungju	16.9	19.9	21.7	23.1	24.8	26.1
Beoun	19.3	22.7	24.8	26.5	28.4	29.9
Onyang	19.5	23.3	25.6	27.5	29.6	31.3
Taecheon	14.4	16.7	18.0	19.1	20.3	21.3
Buyeo	17.1	20.0	21.7	23.1	24.7	25.9
Buan	22.2	25.6	27.7	29.4	31.3	32.8
Imsil	24.6	28.1	30.2	31.9	33.9	35.4
Jungju	25.3	29.4	31.8	33.7	35.9	37.7
Namwon	21.6	25.8	28.2	30.2	32.5	34.3
Hampyong	16.5	19.2	20.8	22.1	23.7	24.8
Seungju	11.3	13.3	14.4	15.3	16.4	17.2
Jangheung	10.4	12.4	13.6	14.5	15.6	16.5
Haenam	9.2	10.7	11.5	12.2	13.0	13.6
Koheung	6.2	7.7	8.5	9.2	10.0	10.6
Seongsanpo	11.0	13.4	14.8	16.0	17.3	18.4
Yongju	20.7	25.2	27.8	30.0	32.5	34.4
Munkyeong	22.2	27.1	30.0	32.4	35.1	37.2
Yeungduk	14.9	18.8	21.2	23.1	25.2	26.9
Euiseong	15.5	18.8	20.8	22.4	24.3	25.7
Seonsan	15.7	19.3	21.5	23.3	25.3	26.9
Yeongcheon	11.5	14.1	15.7	16.9	18.3	19.5
Keochang	16.3	19.4	21.3	22.8	24.5	25.8
Habcheon	21.1	24.9	26.6	27.9	29.5	30.7
Milyang	8.4	10.5	11.7	12.7	13.8	14.7
Sancheong	13.2	15.6	17.0	18.2	19.5	20.6
Keoje	4.8	6.0	6.8	7.4	8.1	8.6
Namhae	7.4	9.2	10.2	11.1	12.1	12.9

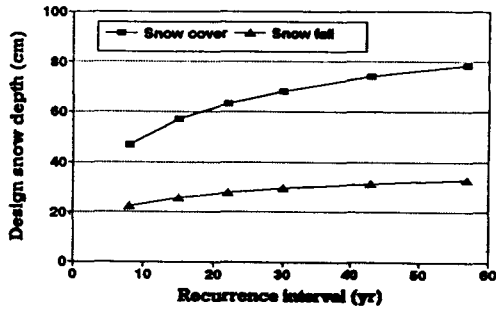


Fig. 7. Comparison of design snow depth(cm) using snow cover and snow fall according to recurrence intervals for Buan.

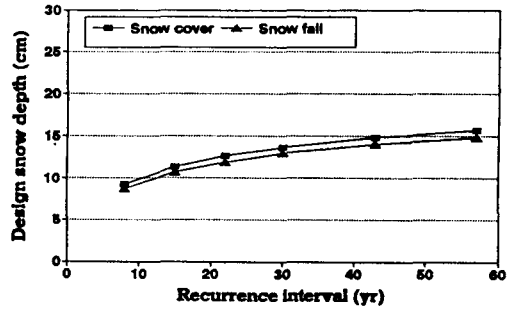


Fig. 8 Comparison of design snow depth(cm) using snow cover and snow fall according to recurrence intervals for Jinju.

#### 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 최대적설심

과 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=1.5m	26.8m/s	30.5m/s	29.2cm	23.2cm
Frame intervals	3.8m	2.8m	1.7m	2.3m

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=2.0m	26.8m/s	30.5m/s	29.2cm	23.2cm
D/Z	42.0	32.0	20.8	23.9

일반적인 형태인 처마높이 1.5m의 2연동 아치형시설에 대한 설계풍속의 경우, 내륙지방은 거의 같고 진주와 같은 해안지방은 수정식의 값으로 사용하면 부재간격이 3.8m에서 2.8로 감소시키지 않으면 안되기 때문에 자재를 약 0.3배 증가해야 한

다는 것을 알수 있다. 또한 최대적설심 대신에 최대신적설심을 사용할 경우 1.7m에서 2.2m로 증가하기 때문에 자재를 약 0.31배 감소시킬 수 있다는 것을 알수 있다. 처마높이 2.0m의 2연동 지붕형시설의 경우, 설계풍속을 수정식의 값으로 사용

하면 D/Z값이 42.0에서 32.0로 감소시키지 않으면 안되기 때문에 자재가 약 0.3배 증가시켜야 되고 최대적설심 대신에 최대신적설심을 사용할 경우 20.8에서 23.9로 증가하기 때문에 자재를 약 0.1배 감소시킬 수 있다. 자재의 가減은 시설의 구조적 특징에 따라서 변한다.

따라서, 효율적인 농업시설의 구조설계를 위해서 다양한 농업시설 관련정보를 사용하여 합리적인 설계자료를 선정하여 이를 통하여 경제성과 안정성을 만족시키는 시설의 설치가 필요하다.

## 摘 要

본 연구는 相對的으로 活荷重의 영향이 민감하게 작용하는 農業施設의 합리적 구조설계를 위하여 우리나라 60개 지역의 자료를 사용하여 중요한 設計荷重의 決定要因인 單位積雪重量, 瞬間最大風速 및 最大新積雪深의 그 適用에 관하여 검토하였고, 얻어진 결과를 요약하면 다음과 같다.

1. 積雪深에 다른 單位積雪重量을 분석한 결과 적설심에 따른 차이는 발견할 수 없었고 대체적으로 정규분포를 이루고 있다. 平均氣溫에 의하여 단위중량을 구분해본 결과  $-1^{\circ}\text{C}$  이상에서는 단위중량이 평균  $0.91\text{kg}/\text{cm}^2$ ,  $-1^{\circ}\text{C}$  이하에서는 평균  $0.58\text{kg}/\text{cm}^2$ 로 나타나 기온에 의한 차이가 명확했다.
2. 平均 최대풍속과 순간 최대풍속과의 관계를 도출하여 회귀식을 유도한 결과, 일반적으로 사용하고 있는 순간 최대풍속 관계식과는 약간의 차이를 보였다. 해안지방과 내륙지방에 2개 지역으로 구분하여 순간 최대풍속 관계식을 유도하였다.
3. 再現期間別 最大積雪深과 最大新積雪深을 비교한 결과, 눈이 적은 지방에서는 큰 차이가 없으나, 비교적 눈이 많은 지방의 경우 재현기간 8년에는 24.6cm, 57년에는 45.6cm로 큰 차이를 보여, 난방 및 適切한 管理를 전제로 설계하면 신적설에 의하여 설계하중을 크게 감소시킬 수 있음을 나타냈다.
4. 기존식과 수정식의 설계풍속(진주지역) 및 최대적설심과 최대신적설심(서산지역)의 적용시,

2연동아치형시설의 부재사용량은 각각의 경우에 대하여 +0.3배, -0.3배이었고, 2연동지붕형 시설의 부재사용량은 각각 +0.3배, -0.1배이었던기 때문에 시설의 특성에 맞는 설계자료의 선정이 매우 중요하다.

## 引用 文 獻

1. Emil Simiu and H. S. Robert. 1978. Wind Effects on Structures. John Wiley & Sons Inc. pp. 458.
2. MWPS. 1983. Structure and Environment Handbook(11th ed.).
3. Whitaker, J. H. 1979. Agridultural Building and Structures. Reston Publishing Company.
4. 高在君, 金文基, 李錫健, 徐元明, 崔弘林. 1991. 農業施設工學. 서울大出版部.
5. 氣象廳. 1990. HISS(韓國建設技術硏院 Database)
6. 金德在, 辛鉉植. 1979. 構造物の 設計用 風荷重에 관한 研究. 大韓建築學會誌 23(87): 38-42.
7. 金文基, 孫禎翼, 南相運, 李東根, 李碩宰. 1992. 生物生產施設의 構造設計에 관한 研究(I)-設計荷重算定을 위한 氣象資料 頻度分析-. 韓國生物生產施設環境學會誌 1(1):1-13.
8. 金文基, 孫禎翼. 1992. 集中作物生產施設의 開發을 위한 基本設計方法. 韓國農業科學協會 심포지움: 61-73. 韓國生物生產施設環境學會誌 1(1): 1-13.
9. 金文基, 孫禎翼. 1992. 生物生產施設의 構造設計에 관한 研究(II)-設計荷重算定 및 安全性檢討를 위한 簡易法의 開發-. 韓國生物生產施設環境學會誌 1(2):148-153.
10. 金文基, 李炳駟, 李瓊鉉, 孫禎翼, 南相運. 1992. 集中生產施設의 圃地化모델의 開發. 農漁村振興公社. pp205.
11. 박병용, 김덕재, 마춘경, 이리형. 1981. 雪荷重 및 風荷重 規準案. 大韓建築學會誌 29(98): 76-81.
12. 孫禎翼, 金文基, 李錫健, 徐元明. 1994. 農業生



- 産施設の 基本計劃 및 設計. 韓國農工學會誌 36(1) : 26-36.
13. 李錫健, 金文基, 徐元明, 崔弘林, 孫禎翼, 李賢雨. 1993. 園藝施設の 構造安全基準 作成( I ) -設計荷重 分析 및 構造解析-. 農漁村振興公社. pp201.
  14. 蔣東燦. 1994. 建築諸法規(94改訂版). 技文堂 : 2-160~2-210.
  15. 韓國氣象協會. 1992. 韓國의 累年氣候極값.
  16. 農林水産技術會議事務局. 1980. 高能率施設園藝に関する總合研究-高能率園藝施設計劃, 設計基準に関する研究成果 : 9-53.
  17. 羽倉弘人. 1977. ハウスの設計と安全基準の考え方. 農業および園藝 52(1) : 165-171.
  18. 立花一雄, 羽蒼弘人, 高稿和彦, 大塚榮. 1979. 施設園藝ハウスの施工. オーム社. pp.236.
  19. 日本施設園藝協會. 1981. 園藝浴施設安全構造基準 : 1-19.