園芸施設の積雪荷重に対する設計について Structural Design for Snow Load of Horticultural Structures

田中 礼治^{*1}・松本 芳紀^{*2}
Reiji Tanaka Yoshinori Matsumoto

羽倉 弘人^{*3}
Hiroto Hakura

1. はじめに

雪国の園芸施設は毎冬と言っていいぐらい雪害にさらされている。本学会誌1998年4月号では「園芸施設の雪害」と題して、我が国での園芸施設の雪害状況について報告した。

園芸施設の雪害の多くは小型のパイプハウスなどに集中して発生している。しかし、大型のハウスが雪害を受けた例もある。そこで本報では我が国における園芸施設の積雪荷重に対する設計のための構造基準について概説する。園芸施設の構造基準は、一般の建築物を設計対象としている設計者にはあまりなじみがないと思われるので参考にさせていただければ幸いである。構造基準は、(株)日本施設園芸協会の園芸用施設安全構造基準作成委員会が中心となって作成したものである。本報は筆者等が委員会を代表して構造基準を紹介するものであり、1981年(昭和56年)および1997年(平成9年)の改定時の委員構成を本報末尾に示した。

2. 「園芸施設安全構造基準」について

2.1 園芸施設安全構造基準の構成

社団法人日本施設園芸協会では構造的に安全な園芸施設を造るために、園芸用施設安全構造基準を規定している。この安全構造基準は、農林水産省などの補助を受けて造る大型のハウスなどには必ずといっていいほど適用されている。園芸施設安全構造基準

は1974年に制定され、1981年および1997年に改訂され現在に至っている。本報では1997年の最新版について概説する。

園芸施設安全構造基準(1997年版)は次の5つの基準から構成されている。

1. 構造基準
2. 施工基準
3. 被材基準
4. 火災安全基準
5. 保守管理基準

2.2 構造基準の目次

以下に構造基準の目次を示しておく。

- 1) 適用範囲
- 2) 用語
- 3) 材料
- 4) 構造計画
 - (1) 基本
 - (2) 一般計画
 - (3) 風圧力に対する計画
 - (4) 積雪荷重に対する計画
 - (5) 地震力に対する計画
- 5) 構造計算

*1 東北工業大学工学部建築学科 教授

*2 福井大学工学部環境設計工学科 助教授

*3 千葉工業大学工学部建築学科 教授

6) 荷重及び外力

- (1) 固定荷重
 - (2) 内部装備による荷重
 - (3) 積雪荷重
 - (4) 風圧力
 - (5) 地震力
 - (6) 作物荷重
- 7) 構造材料の許容応力度
- 8) 変形制限

3. 積雪荷重に対する設計

3.1 園芸施設の設計関連の用語

園芸施設の設計にあたってよく用いられる用語を以下に示しておく。

ガラス室：木質、金属質の構造部材を用いて構成された骨組をガラスで被覆したもの。

プラスチックハウス：木質、金属質の構造部材を用いて構成された骨組をプラスチックフィルム又は硬質プラスチック板で被覆したもの。

単棟：単一の屋根で構成されたもの。
連棟：二以上の連続した屋根で構成されたもの。

標準耐用年数：施設の使用可能な標準年数。

安全度：施設の標準耐用年数の期間中、予想される強風、積雪の最大値が、設計値を一回も越えない確率を％で表した数値。

再現期間：ある値以上の強風、積雪（期待値）が一年間に生じる確率 P の逆数。

$T=1/P$ T ：再現期間
 P ：超過確率

積雪深：長期にわたり連続的に積もった雪（根雪を含む）の地面から雪面までの鉛直高さ。

新積雪重量：ある期間内（一日）に降り積もった雪の 1 m^2 当たりの重量。

3.2 積雪荷重に対する構造計画

- a 構造物の形状はできるだけ単純なものとし、屋根の上の雪が偏らないように施設の配置を検討する。
- b 雪の側圧により構造体が支障を受けないよう施設の配置を考慮する。
- c 積雪時、構造体に過大な変形やねじれを生じないように設計する。
- d 梁間隔が大きい場合はタイバーや中柱等部材の効率的な配置を考慮する。
- e 機械除雪が十分にできるよう隣棟間隔は大きくし、除雪により施設に側圧及び沈降圧が作用しないようにする。
- f 屋根の被覆材の取り付けにあたっては、被覆材の種類や止め金具に注意し雪止め作用を生じないようにする。
- g 融雪装置は常時有効に作用できるようなものでなければならない。
- h 屋根勾配は、 $3/10\sim 5/10$ 位にすることが望ましい。
- i 軒部被覆材の葺き出し（ひさし）は過大であってはならない。
- j 多雪地域では、谷部に雪の吹きだまりを生じるので連棟形式はなるべく避ける必要がある。
- k 寒冷地では、ガラスの重ね部分に侵入した融雪水が凍結膨張してガラスを破損することがあるので、注意しなければならない。
- l 軒高は高めにし、堆積雪と屋根雪がつながり、沈降圧が作用しないようにする。
- m 構造材として兼用する谷どいは、積雪荷重によってねじれなどの変形が生じやすいので設計に当たっては十分留意する必要がある。

3.3 応力の組合せおよび許容応力度設計

各設計荷重から求められた応力の組合せは表－1による。許容応力度設計により安全性を検討する。

3.4 標準耐用年数、安全度、再現期間

積雪荷重の算定に用いる標準耐用年数、安全度、再現期間は表－2、表－3による。

表－１ 応力の組合せ

応力の種類	荷重状態	応力の組合せ
長期の応力	常 時	$G + (P) + (V)$
短期の応力	積 雪 時	$G + S + (P) + (V)$
	暴 風 時	$G + W + (P) + (V)$
	地 震 時	$G + K + (P) + (V)$

() は必要な場合のみ考慮する。

G : 固定荷重による応力

P : 内部装備等の荷重による応力

S : 積雪荷重による応力

W : 風圧力による応力

K : 地震力による応力

V : 作物荷重による応力

表－２ 標準耐用年数と安全度

種 類	標準耐用年数(年)	安 全 度 (%)	
		小規模なもの	大規模なもの
ガラス室	20	50	70
プラスチックハウス	15	50	70
	10	50	70

表－３ 標準耐用年数、安全度と再現期間(年)の関係

標準耐用年数(年) \ 安全度 (%)	10	15	20
50	15	22	30
70	30	43	57

3.5 積雪荷重

a 積雪荷重は基準積雪荷重をもとに定める。ただし、施設の形態に応じて屋根勾配および施設の設備・管理条件によって低減して定めることができる。

b 基準積雪荷重

基準積雪荷重は積雪深に表－４の単位体積重量を乗じた値とする。

積雪深はその地方の少なくとも20年間以上の記録から再現期間と積雪深との関係を求めて定める。

また表－６のうち最も近い地点の数値を用いてよい。

表－４ 積雪の単位体積重量（積雪深1cmに対し、 m^3 当たりの重量）

積 雪 深 (cm)	50以下	100	200	400
単位体積重量（水平面に対し $\text{kg} \cdot \text{cm} \cdot \text{m}^3$ ）	1.0	1.5	2.2	3.5

注）積雪深50cm以上の単位体積重量は積雪深に応じて表の値より直線補間する。

c 単棟施設において、次の条件を満足する場合の基準積雪荷重は新積雪荷重としてよい。

① 軒下の除雪を完全に行う。

② 被覆材の設備点検を十分に行う。

③ 降雪時には窓を閉じ外気が内部に侵入しないようにする。

新積雪重量はその地方の少なくとも20年間以上の記録から再現期間と新積雪重量との関係を求めて定める。また表－７のうち最も近い地点の数値を用いてよい。また、これにより算出された積雪荷重が $80\text{kg}/\text{m}^2$ を越える場合には $80\text{kg}/\text{m}^2$ まで低減してよい。

d 単棟でガラス、硬質プラスチック板および硬質プラスチックフィルムを使用した施設では、屋根勾配に応じて基準積雪荷重に表－５の数値を乗じた値まで低減してよい。

ただし、硬質プラスチック板や硬質プラスチックフィルムでフック止めなど屋根雪の滑落を阻害する止め方をした場合には適用できないが、常時栽培・加温されていることを設計条件とする場合は適用してもよい。

また、軟質プラスチックフィルムは原則として適用できないが、滑落阻止を起こす被覆材の過度のたわみが発生しないような入念な取り付け施工および常時栽培・加温されていることを設計条件とする場合は適用してもよい。曲線屋根の勾配は棟と肩をつなぐ面と水平面のなす角度とする。

e 単棟の加温施設において、以下の条件をすべて

表－５ 屋根勾配による積雪荷重の低減

勾 配	10°以上 20°未満	20°以上 30°未満	30°以上 40°未満	40°以上 60°未満	60°以上
積雪荷重に 乗ずる数値	0.9	0.75	0.5	0.25	0

満足した場合は、上記 a～d により算出された積雪荷重が $30\text{kg}/\text{m}^2$ を越える場合であっても、 $30\text{kg}/\text{m}^2$ まで低減してよい。

表－6 設計用積雪深（最大積雪深）（cm）

地方	県名	地名	再現期間（年）				
			15	22	30	43	57
東	青 森	青 森	162	172	180	189	197
		八 戸	56	60	64	69	72
		深 浦	74	80	85	91	95
		田名部	125	134	141	149	155
	秋 田	秋 田	86	93	98	104	108
		湯 沢	195	208	218	229	238
	岩 手	盛 岡	67	71	75	79	82
		宮 古	67	73	79	85	89
北	宮 城	仙 台	31	34	36	38	40
		石 巻	27	30	32	34	35
	山 形	山 形	75	81	86	91	95
		酒 田	55	59	62	66	69
		新 庄	219	233	244	257	267
	福 島	福 島	43	47	50	53	55
		白 河	38	42	45	48	50
		小名浜	21	24	25	27	29

表－7 設計用積雪重量（新積雪重量）（ kg/m^2 ）

地方	県名	地名	再現期間（年）				
			15	22	30	43	57
東	青 森	深 浦	43	47	49	52	55
		青 森	47	50	52	55	58
		む つ	49	52	55	59	61
		八 戸	70	76	81	86	90
	秋 田	秋 田	45	48	51	54	56
		盛 岡	50	54	57	61	63
	岩 手	宮 古	56	63	68	74	79
		酒 田	45	48	51	54	56
北	山 形	山 形	38	40	42	43	45
		福 島	34	36	38	40	42
	福 島	福 島	34	36	38	40	42
		福 島	34	36	38	40	42

- ① c 項の条件を満足すること。
- ② 屋根面付近の室温を 4°C 以上に保つこと。
- ③ 屋根勾配が 20°C 以上であること。
- ④ 屋根材がガラス、硬質プラスチック板、硬質プラスチックフィルムで、ハウス屋根面の雪の滑落阻害要因がないこと。

f 連棟施設の場合は、連棟谷部の局部荷重および屋根雪の偏りによる偏荷重などの要素があるが、融雪装置を有し、その能力を検討し、常時有効に作用するよう管理する場合には、基準積雪重量は新積雪重量でよい。これにより算出されて積雪重量が $80\text{kg}/\text{m}^2$ を越えた場合であっても、 $80\text{kg}/\text{m}^2$ まで低減してよい。

g 単棟施設および連棟施設とも、多雪地帯で冬期間被覆材を除去する場合であっても、積雪荷重は $30\text{kg}/\text{m}^2$ より小さくしてはならない。

h 施設の桁行き方向が冬季主風向に対して直角な場合には、図－1のように屋根上に偏って積雪する可能性があるので偏荷重状態の応力に対しても検討する。この場合、風上側は0.5倍、風下側は1.5倍とする。

東西棟施設では、南側屋根上の雪が日照により自然落下しやすいから、一時的に北面の屋根にのみ積雪がある。積雪荷重を南側を零、北側を1倍として片荷重状態の応力についても検討する。

i 連棟谷側は雪の吹き溜り、又は滑落によって一般部分より積雪量が多い。図－2に示す連棟の谷部分において、屋根傾斜面の長さの $1/3$ に相当

図－1 屋根上の偏った積雪

図－2 連棟谷部の積雪荷重

する範囲（3 mを越えるときは3 mとする）の被覆材，取り付け部および支持材（垂木，もやなど）の強度は，基準積雪荷重を1.5倍した数値で検討する。ただし，主骨組の強度については，この割り増しを考慮しなくてもよい。

松本 芳紀（福井大学工学部助教授）
椋代 仁朗（広島大学工学部教授）
山下 進（農林水産省農業土木試験場
農地整備部）

専門員 小川 秀雄（神奈川大学理工学部）

4. 園芸用施設安全構造基準作成委員会の構成

「園芸用施設安全構造基準（暫定基準）平成9年版」
1997年（平成9年）

「園芸用施設安全構造基準（暫定基準）改定」

1981年（昭和56年）

委員長 羽倉 弘人（千葉工業大学工学部教授）
委員 牧田 迪夫（農林水産省食品流通局
野菜振興課課長補佐）
相川 新一（東京住宅技術研究所技術主幹）
五十嵐定義（大阪大学工学部教授）
佐野 弘（武蔵工業大学工学部助教授）
田中 礼治（東北工業大学工学部助教授）
津下 一英（神奈川大学理工学部教授）
藤本 盛久（東京工業大学工学部教授）
松渕 滋（松渕建築設計事務所代表者）

委員長 羽倉 弘人（千葉工業大学工学部教授）
委員 田中 礼治（東北工業大学工学部教授）
松本 芳紀（福井大学工学部助教授）
小川 秀雄（神奈川大学理工学部）
豊田 裕道（農林水産省農業工学研究所
構造部施設研究室長）

〔謝辞〕

本報の執筆に当たりましては，(社)日本施設園芸協会の鴨田福也氏，増江健氏をはじめ多くの方々の御世話になりました。紙面を借りて御礼申し上げます。