

園芸用ハウスを導入する際の手引き

～適切なハウスの強度と仕様を選ぶために～

台風や大雪等による園芸用ハウスの被害を未然に防ぐためには、適切な強度のハウスを導入したり、ハウスの保守管理を適切に行ったりすることが重要です。

農業者の皆さんが園芸用ハウスを導入する際、ハウスの強度や仕様がメーカーや農協・販売店のお任せになっていませんか？

ハウスの強度と仕様によって、施設の損壊リスクの大きさはもとより、栽培する作物の生産性、作業性、導入コスト等が変わります。

園芸用ハウスの導入に当たって、施設の損壊リスクを回避するとともに生産性向上とハウスの設置コスト低減を図るためには、農業者の皆さんが、メーカーや農協・販売店等とよく相談し、ハウスを設置する地域や自らの目指す経営に照らして、適切なハウスの強度と仕様を選ぶことが重要です。

そこで、園芸用ハウスの強度と仕様を選ぶ際の考え方を分かりやすくまとめた手引きを作成しました。

この手引きが、農業者の皆さんが納得のいくハウスを導入していただく手助けとなれば幸いです。

2019年3月

一般社団法人 日本施設園芸協会

全国農業協同組合連合会

公益社団法人 日本農業法人協会

全国野菜園芸技術研究会

1. なぜ園芸用ハウスの強度と仕様を選ぶのか

- 地域の気象条件や目指す経営の姿に応じて、必要となるハウスの強度と仕様は異なります。

近年、台風や大雪等の気象災害による園芸用ハウスの被害が多発しています。園芸用ハウスが被害を受けると、復旧のために多額の費用を要して農家経営を圧迫するだけでなく、ハウスで栽培する野菜等の作物の安定供給にも支障を来しかねません。

台風や大雪等によるハウスの被害を未然に防ぐためには、①適切な強度のハウスを導入すること、②ハウスの一時補強等保守管理を適切に行うことが重要です。

しかしながら、ハウスの強度といっても、できるだけ頑丈にすれば良いわけではありません。地域によって気象条件が異なるため、ハウスに必要なとされる強度は異なっています。さらに強度を高めることで設置費用が嵩むだけでなく、柱が太くなる、柱間隔が狭くなる等により採光性や作業性に影響を及ぼすことがあります。また、災害への備えとして、ハウスの保守管理を行うほか、園芸施設共済等の保険でカバーするのも一つの方法です。

一方、昨今の災害のようにハウスの倒壊等損害が広範囲に及ぶような場合には、復旧の要望が重なり資材や人手不足等のため工事への対応ができなくなり、作期を逃す恐れさえあります。

何れにしてもハウスを発注し、利用する農業者が、自身の地域や施設の損壊リスク・経営に照らして適切な強度と仕様を選ぶことが重要です。

そのため、農業者が園芸用ハウスの強度と仕様を選びやすくする観点から、本手引きを作成しました。



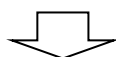
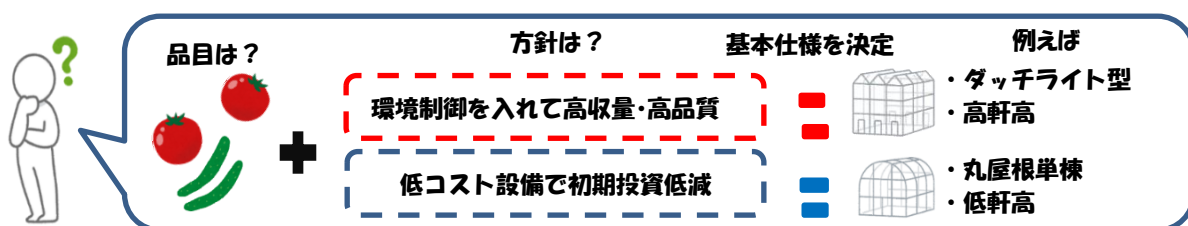
台風や大雪で被害を受けたハウスの被害事例

2. 園芸用ハウスの強度と仕様を選ぶ流れ

○ まず、営農計画に基づきハウスの種類等を選びます。その上で、地域や施設の損壊リスク・経営に照らして、必要な強度を選択します。農業者とハウスメーカーが議論・比較して、納得のできる強度と仕様を選びましょう。

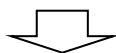
ステップ1: 導入するハウスの種類や形状、サイズ等を選びます。これにより、ハウスの標準耐用年数が定まります。

☆ 栽培する品目や栽培方式、目標とする収量、可能な投資規模等を踏まえて、単棟・連棟、間口、軒高、奥行き、被覆材の種類、屋根の形状等の基本的な仕様を選びましょう。



ステップ2: ハウス損壊のリスクと経済性のバランスを考えながらハウスの安全度を選びます。この安全度とステップ1で得られた標準耐用年数から、再現期間(標準耐用年数の間にその値を超えない積雪深や風速値を求めるための期間)が決まり(表-1)、ハウスを設置する地域において必要なハウスの強度(耐積雪荷重、耐風速)が決まります(表-2)。

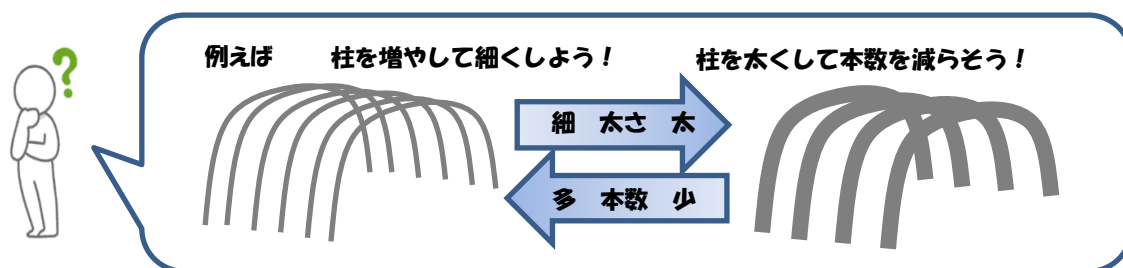
☆ 「安全度」は、標準耐用年数中に生じる強風や積雪の最大値が設計に用いた荷重を超えない確率で、安全度を高くするほどハウスの損壊リスクが少なくなる一方、一般的にコストは高くなります。「安全度」はハウスの規模や投資額に応じてハウスに必要な強度を決めるのに重要な要素ですので、ハウスの損壊リスクや設置コスト、保険等の対応も勘案して経営に見合ったものを選びましょう。



ステップ3: ハウスメーカー等と議論して、ハウスの損壊リスクや生産性、経済性の各方面から、必要な強度を確保するための仕様を決定します。その際、①柱・梁の形状、②それらの太さ寸法と間隔のどちらを重要視するか、③地盤に応じた基礎の形状、深さ、④補強(筋交い等)についても意見を出し、相談して決めます。

さらに、ハウスの強度を決めるには本体に作用するその他の荷重を確認しておく必要があります。カーテン等の付属設備、栽培装置、誘引装置、栽培作物等の重さがどのように掛かるか決めておきます。

☆「仕様はメーカー等にお任せ」では、ハウスが完成してから「ここまでの機能は不要だった」、また、「安かったが、ここが使いづらい」といったことが起こりかねません。ハウスの損壊リスクとともに採光性・換気性や作業性等も勘案して、ハウスの発注者であり利用者でもある農業者が、納得のいく強度と仕様を選びましょう。必要に応じて複数のメーカーや施工主代行者、コンサルタント等に相談することも一つの方法です。



3. 園芸用ハウスの強度の選び方

- ハウスの種類（標準耐用年数）と許容できるリスクの大きさ（安全度）から再現期間が決まります。この①再現期間とハウスの設置場所から、ハウスの設計に用いる積雪や風速を決めます。
- 付表では、過去の気象データから、地域毎に今後発生し得る大雪や強風を計算し、一覧表に整理しています。

積雪や強風は季節毎に毎年繰り返し襲来しますが、例えば豪雪の年と雪の少ない年がある様に年降雪量は周期性が無く独立の現象となっています。園芸用ハウスの設置費を合理的に引き下げる方策として、構造計算に用いる設計荷重の値を確率統計的に取り扱うことができます。

この方法は、園芸用ハウスに用いる柱や梁等の構造部材が使用できる年数を「標準耐用年数」、その設計に用いた荷重値を超える現象が生じない確率を「安全度」とし、その建設地における長期間の気象観測データをもとに、標準耐用年数と安全度の程度に応じた再現期間により「積雪や強風の期待値(設計用の荷重値)」を求めるものです。

標準耐用年数は被覆材の種類に応じて定まり、安全度は40%、50%、70%の3クラスから選択します。

構造部材が使用可能な標準耐用年数と安全度に応じた再現期間の関係をとりまとめたものを表-1に示します。

表-1 標準耐用年数と安全度による再現期間

安全度(%) \ 標準耐用年数(年)	10	15	20
	クラスⅠ : 40	11	16
クラスⅡ : 50	15	22	30
クラスⅢ : 70	30	43	57

註：標準耐用年数(R)：ハウス被覆材の種類に応じた使用期間

安全度(Q)：標準耐用年数の期間中に生じる強風や積雪の最大値が設計に用いた荷重を超えない確率で、ハウス損壊のリスクの大きさや経済性を考慮して選択する

再現期間(T)：下式により標準耐用年数と安全度から算出される

$$Q = (1 - 1/T)^R$$

例えば、50% = (1 - 1/15)¹⁰ となる

この園芸用ハウスの標準耐用年数と安全度の組み合わせにより、積雪や強風の期待値を求める再現期間が定められ、園芸用ハウスを設置する地域ごとに構造計算に使用する最大瞬間風速と最大積雪深、新積雪重量が付表から簡単に求められるようになっていきます。

農業者が園芸用ハウスの強度を選ぶ方法は、設置するハウスの種類（被覆材）を決めることから始まります。これにより園芸用ハウスの標準耐用年数が決まり、ガラスを選んだ場合は20年、硬質プラスチック板と10年以上の長期使用に耐える硬質プラスチックフィルムを選んだ場合は15年、普通の硬質プラスチックフィルムと軟質プラスチックフィルムを選んだ場合は10年となります。（標準耐用年数は、総務省が定める減価償却資産の耐用年数とは異なる指標です。）

次に、園芸用ハウスの損壊リスクと経済性を勘案し、安全度のクラスを選択します。これにより、設置するハウスに必要とされる強さが定まります。経済性を重視する場合は、クラスⅠを選択すれば、施設の耐用年数と採用する荷重の再現期間がほぼ同値となります。この場合はハウス倒壊のリスクが比較的高くなります。ハウスの経済性と倒壊リスクのバランスを考慮する場合はクラスⅡ、ハウスの損壊リスクを低くすることが望ましい大規模施設や設備等に多額の費用を投じる施設の場合はクラスⅢを選択します。

例えば、農P0フィルムを被覆した園芸用ハウスでクラスⅡを選んだ場合は、標準耐用年数が10年で安全度が50%となるため、表-1から再現期間は15年ということになります。設置場所を例えば名古屋とした場合、付表より抜粋した表-2の地名が名古屋の再現期間15年のところを見れば、設計上考慮しなくてはならない積雪は18cm、風速は33m/secということになります。なお、積雪については、単棟ハウスの場合には屋根勾配、融雪装置付きの連棟ハウスの場合には数値を低減出来るのでそれらを考慮することが有効です。

表-2 地域の再現期間による設計用積雪深・風速

地名	再現期間（年）							
	設計条件	11	15	16	22	30	43	57
名古屋	設計用積雪深(cm)	16	18	18	20	22	24	26
	設計用風速(m/sec)	32	33	34	35	37	39	40

以上の積雪、強風といった荷重のほか、園芸用ハウスの強度に関しては構造部材や被覆材等の自重である固定荷重が重要な要素になります。また内部設備等による荷重も関係するため、農業者は栽培する作物や栽培の方法、栽培装置や各種設備（カーテン・攪拌扇、防除装置・運搬装置等）の導入の計画を明確にしておく必要があります。

なお、園芸用ハウスの強さに関しては、本体・設備等の固定荷重に加えて、積雪と暴風が同時に作用することは想定していません。

4. 園芸用ハウスの強度の考え方と種類・形状

- 園芸用ハウスの種類や形状には様々なものがあります。栽培品目や収量、採光性・作業性といった重視するポイントを勘案し、適切な強度を確保したものを選びましょう。同じ強度を確保する場合でも、①間口サイズや桁行方向の柱間隔、②柱の太さ・形状、③基礎の深さや形状、④補強（筋交い等）等の組み合わせによって強度は変わります。
- ハウスメーカーが行う設計条件を勘案した構造計算の結果をもとに、農業者が納得できる仕様となっているか確認しましょう。

(1) 園芸用ハウスの構造計算（強度計算）

園芸用ハウスが強風や積雪に耐えることを確認する作業を構造計算と言い、大きく曲げる力が作用するハウスの軒部(肩部)を主な検討対象として、柱梁部材等へ作用する力が使用材料によって許容されている値以下となっていることを確認する必要があります。

園芸用ハウスを設置する地域によって、強風が吹く所や積雪が多い所等の気象条件が異なります。地域毎に設計に用いる強風や積雪の値と、それらの値にハウスの柱や梁が耐えることを確認するために、ハウスメーカー等が園芸用ハウスの方式に従い構造計算を実施することが必要です。

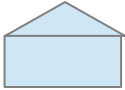
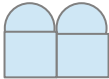
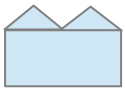
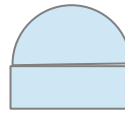
(2) どれ程の積雪に耐えられるか

代表的な園芸用ハウスの間口方向に用いられる各種フレーム形状について、使用される柱・梁部材と許容される最大積雪深の関係を構造計算によって求め、取りまとめたものを表-3に示します。なお、パイプハウスは、パイプ脚部を地面に押し込んだだけ等不明確な構造のため構造計算の適用外となっていますが、ここでは、固定されている等と仮定して試算した結果を例示しています。

タイプ①の山形(切妻)屋根ハウスでは、積雪深 10 cm までは柱・梁部材が□-100×50×2.3 mm で安全、それ以上の積雪深 50 cm までは LH-150×75×3.2×4.5 mm で安全、それ以上の積雪深 95 cm までは LH-200×100×3.2×4.5 mm の部材が必要となります。

なお、同じフレーム形状で同じ間口サイズの場合でも、桁行方向の柱間隔を狭くすることでハウスの強度は向上し、柱間隔を広くした場合は強度が低下することとなり、例えばパイプハウスで、桁行スパン 50 cm を 70 cm に広げることでハウスの強度は $50/70 \div 0.7$ まで低下することとなります。また、同一フレーム形状のハウスにおいて、必要とされる板厚のものより厚いものを使用すれば強度は向上しますが、逆に必要な板厚より薄いものを使用すれば強度は低くなるので注意が必要です。

表-3 園芸用ハウスの種類・形状と許容される設計用積雪深
(被覆材：農 P0、ハウスの柱・梁等の重量も含む、※作物荷重として 150N/m²を考慮。)

ハウスの代表的な種類・形状		許容される設計用積雪深			
		小	大		大
		想定されるコスト			
		低	高		高
①山形(切妻)屋根ハウス 	間口 8.0m 単棟、 軒高 2.65m、 桁行間隔 3m	~10 cm	~50 cm	~95 cm	
		柱、梁共に □-100×50×2.3	柱、梁共に LH-150×75 ×3.2×4.5	柱、梁共に LH-200×100 ×3.2×4.5	
②丸(アーチ)屋根ハウス 	間口 7.2m 3連棟、 軒高 3m、 桁行間隔 3m	~3 cm	~16 cm	~41 cm	
		柱、梁共に □-50×50×2.3	柱、梁共に □-75×45×2.3	柱、梁共に □-100×50×2.3	
③ダッチライト型ハウス※ 	間口 8.0m 4連棟 2山/棟 軒高 4.7m 桁行間隔 4m	~50cm			
		柱 □-125×75×3.2 ラチス梁(梁成=500 mm) □-75×45×2.3		*フェンロータイプでは、柱と梁の部材幅 75 mmを基本として設計している。	
④パイプハウス 	間口 5.4m 単棟 軒高 1.8m、 桁行間隔 50 cm	~9 cm	~14 cm	~36 cm	~52 cm
		アーチパイプ φ 22.2×1.2	アーチパイプ φ 25.4×1.2	アーチパイプ φ 31.8×1.6	アーチパイプ φ 31.8×1.6 (タイバー付)

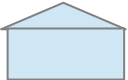
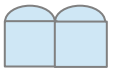
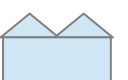

この様な構造計算を行うことで、④パイプハウスの計算例のように、同一形状のフレームでも軒と棟の間に水平なタイバー(つなぎ材)を設置することで、積雪によって棟部が下方へ下がり、軒部付近が左右へ広がろうとするハウスの変形がおさえられ、結果としてハウスの強度が $52/36 \div 1.4$ 倍も向上することが確認できます。

(3) どれ程の強風に耐えられるか

積雪荷重と同様の園芸用ハウスの間口方向に用いられる各種フレーム形状について、使用される各種柱・梁部材と許容される設計用風速(最大瞬間風速)の関係を構造計算で求め、取りまとめたものを表-4に示します。なお、パイプハウスについては前記(2)の積雪の場合と同様の扱いです。

タイプ①の山形(切妻)屋根ハウスでは、最大瞬間風速 8m/s までは柱・梁部材が □-100×50×2.3 mm で、それ以上の風速 23m/s までは LH-150×75×3.2×4.5 mm で安全、さらにそれ以上の風速 36m/s までは LH-200×100×3.2×4.5 mm の部材が必要となります。

表-4 園芸用ハウスの種類・形状と許容される設計用風速
(被覆材：農 PO、ハウスの柱・梁等の重量も含む、※作物荷重として 150N/m²を考慮。)

ハウスの代表的な種類・形状		許容される設計用風速		
		小	大	大
		想定されるコスト		
		低	高	高
①山形(切妻)屋根ハウス 	間口 8m 単棟、 軒高 2.65m、 桁行間隔 3m	~16m/s	~47m/s	~73m/s
		柱、梁共に □- 100×50×2.3	柱、梁共に LH-150×75 ×3.2×4.5	柱、梁共に LH-200×100 ×3.2×4.5
②丸(アーチ)屋根ハウス 	間口 7.2m 3連棟、 軒高 3m、 桁行間隔 3m	~20m/s	~28m/s	~39m/s
		柱、梁共に □- 50×50×2.3	柱、梁共に □- 75×45×2.3	柱、梁共に □- 100×50×2.3
③ダッチライト型ハウス※ 	間口 8m 4連棟 2山/棟 軒高 4.7m 桁行間隔 4m	~40m/s	~44m/s	~55m/s
		柱 □- 125×75×3.2 ラチス梁 □- 75×45×2.3	柱 □- 125×75×4.5 ラチス梁 □- 75×45×2.3	柱 □- 150×75×4.5 ラチス梁 □- 75×45×2.3
④パイプハウス 	間口 5.4m 単棟 軒高 1.8m、 桁行間隔 50 cm	~29m/s	~33m/s	~46m/s
		アーチパイプ φ 22.2×1.2	アーチパイプ φ 25.4×1.2	アーチパイプ φ 31.8×1.6 (タイバー付も同値)

園芸用ハウスへ強風が作用する場合、ハウスの間口方向では、左右軒部付近の距離が短くなるためにタイバーへは圧縮力が働き、細い断面のタイバー(つなぎ材)は容易に曲がってしまうためにその設置による耐力向上は期待できません。このため、上記④パイプハウスのように、タイバー設置の有無にかかわらず許容される設計用風速は同じ数値となっています。

また、強風の場合も、同じフレーム形状で同じ間口サイズの場合について、奥行き方向の柱間隔を狭くすることでハウスの強度は向上し、広くした場合は強度が低下すること、使用する部材の板厚を厚くすることで強度が向上し、薄い板厚とした場合は強度が低下することとなります。

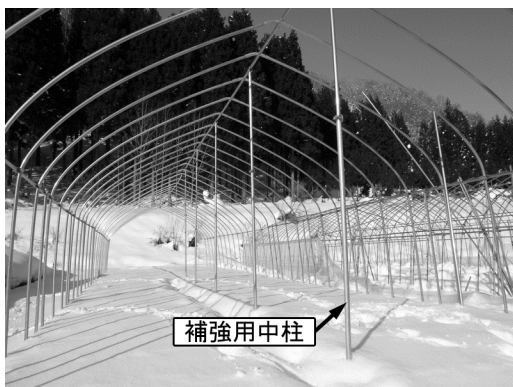
5. その他の留意事項

- 台風、大雪等による園芸用ハウスの被害を防止するためには、一時的な補強や換気扇の活用、融雪などによるハウスの保守管理を徹底することも重要です。

園芸用ハウスを正常に維持するためには、日常の保守管理に加え、積雪や強風に対する事前と事後の保守管理が重要です。一時的な中柱設置により積雪荷重への強度を上げる方法や、一時的な斜材設置による強度向上する方法、換気扇を利用した防風効果を高める方法等があります。

この一時的な中柱設置対策を採用することにより、想定以上の豪雪となった場合でもハウスの強度が確保されることや、少し小さな断面サイズのアーチパイプを使用して建てたパイプハウスでも、中柱の効果によってある程度の強度の向上が期待出来ることとなります。

この他、園芸用ハウス内部の温度と屋根雪の滑落の関係、融雪に要する散水量、隣棟ハウス間の流雪等についても留意する必要があります。



臨時に設置する補強用中柱の事例



温湯による融雪装置の事例

☆ご利用に当たって

本編の内容に関してご質問等がございましたら、一般社団法人日本施設園芸協会 (TEL;03-3667-1631、E-mail;engei@jgha.com) までお問い合わせ下さい。