

園芸用パイプハウスの耐風強度解析に基づく台風補強対策

Practical Reform of Horticultural Pipe Greenhouse by Three Dimensional Analysis for its Structural Strength against Strong Wind from Typhoon.

田中 誠司・石氷 泰夫

Seiji TANAKA・Yasuo ISHIGOORI

要 約

既存の園芸用パイプハウスの台風に対する三次元構造解析による耐風強度判定とこれに基づく実効的な補強方法を検討した。その結果、以下の結果が得られた。

1) 既存のφ25.4単棟ハウスは妻面方向からの風速25m/sの風圧には耐えられないが、これにφ31.8アーチパイプを1.5m間隔で入れ、さらに直管を奥行方向へ2本追加し、妻面を50×50角鋼管に交換する補強により耐風強度は風速25m/sになると推定された。さらに、妻面のφ25.4アーチパイプをφ31.8アーチパイプに取り替えることで耐風強度は風速35m/sになると考えられた。

2) φ48.6連棟ハウスではサイド方向からの風速40m/sの風圧には耐えられないが、φ48.6パイプを水平梁として2.5m間隔で設置し、妻面ドア部の基礎支柱を水平耐力80kgf以上スパイラル杭等で補強することで風速40m/sに耐えられる耐風強度となると計算された。これに、谷樋支柱φ48.6パイプを50×50アングル鋼を用いて下部を補強し、妻面50×50角鋼管の支柱基礎を水平耐力180kgf以上のスパイラル杭で補強すると風速45m/sまでの強風に耐えられると推定された。

キーワード：台風補強対策、強度解析、耐風強度、水平梁補強、谷樋支柱補強

I 緒言

農家の台風対策としては低コスト耐候性ハウスの導入や既存パイプハウスの補強が行われている。しかし、風速50m/sに耐える低コスト耐候性ハウスは金額的に農家負担も大きく、導入できる農家は少ない状況である。平成16年台風18号における被災後の対策においては農家既存パイプハウスの補強が多く実施されたが、既存パイプハウスの耐風強度も数値で示されたものはなく、農家自身どのくらいの台風能耐える補強であるのかはわからないのが現状である。さらに、台風発生毎に事前対策準備を行うなど等営農面でも過剰な労力が必要となっている現状である。

そこで、既存ハウスの補強を検討する場合、費用を掛け、パイプ径を大きくしたり、丸パイプを角パイプに変更したりすると簡単に耐風強度は増加するが、コストと効果の面から農家が取り組める補強を検討するため、農家自らが実施した補強事例を参考にして検討モデルを選定することとした。

II 材料及び方法

1) 解析方法

耐風強度判定に用いた解析ソフト「COSMOS/M」は、「積雪荷重によるパイプハウスの円弧座屈を防ぐ方法」

森山ら(2003)において解析結果とフレーム載荷実験によるソフト及び荷重条件の妥当性が報告され、さらに、「気象災害に強い低コスト園芸施設の開発」田中ら(2008)においても解析とけん引試験による軒変位が同等であるとの報告から、このソフトを用いたモデル作成、材料設定、荷重条件、拘束条件は妥当であると考えられた。さらに、補強部材アングル鋼の強度判定に用いた「ADVENTURE」については工業部門で広く部品等の構造強度解析に活用されているソフトである。

本試験は実測試験で解析結果との整合性が得られたこれらのソフトを用い、2タイプハウスにおける補強前と農家実施した補強後の耐風強度を推定するとともに、農家実施補強対策を生かしながら、低コストにできる再補強法について検討した。

解析には図面によるモデルを作成する必要がある。このため、間口、軒高、棟高等によりモデルを図面で作成した。次にフレーム形状、材料物性値を入力、フレーム各部分毎に計算による応力、変位等を導き出すために分割作業であるメッシュ作成、風速を想定した力を荷重量として各フレームに与え、基礎部分の拘束はピン接合として計算した。計算結果応力値とハウスで使用されている一般鋼材の短期許容応力度の値を比較し、応力値が小

さければ想定した風速に耐えると予想され、大きければ耐えることができないと判断した。

強度解析を行うモデルとしては平成16年台風18号後に補強対策を実施されたハウレンソウ等雨よけ栽培で多く使用されているφ25.4単棟ハウス(熊6型)と八代地域のトマト栽培で多く使用されているφ48.6連棟ハウスを選定した。

2) φ25.4単棟ハウスの耐風強度解析モデル

解析モデルは補強前ハウスが間口6m、棟高3m、スパン50cm(図1左)。農家による補強ハウスではφ31.8アーチパイプを1.5mスパンで挿入し、ドア横支柱を50×50鋼管に交換、φ31.8パイプをモヤとして2本追加した(図1中)。これにもまして、解析モデルハウスは農家の補強に加え妻面φ25.4アーチパイプをφ31.8に交換したモデルとした(図1)。

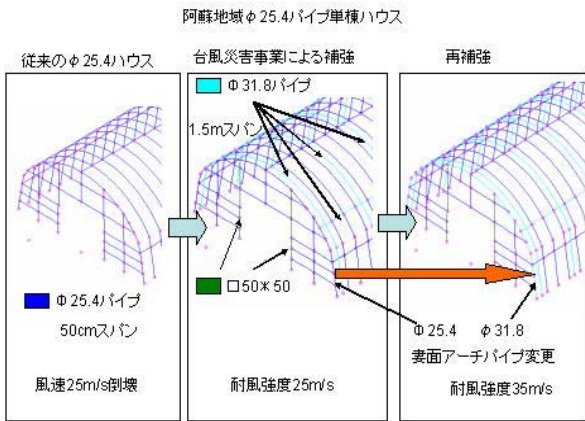


図1 φ25.4単棟ハウス解析モデル

この解析モデルは実際のハウスの奥行きを考慮し、妻方向からの風圧荷重モデルでは風下側の妻面支柱を取り除き、サイド方向からの風圧荷重モデルでは両側の妻面支柱を取り除いてモデル化した。

解析条件としてフレームの物性値は一般構造用鋼管の値であるヤング率21000N/mm²、ポアソン比0.3とし、基礎部の拘束条件はピン接合、荷重条件は妻方向からの風圧、サイド方向からの風圧による荷重量を試算し、風力係数図の荷重方向を参考にしながらフレームに均等荷重した。

フレーム単位当たり荷重量＝

$$0.016 \times \text{風速}^2 \times \text{高さ}^{1/2} \times \text{面積} \times \text{風力係数} / \text{フレーム長}$$

なお、妻面方向からの風圧を想定した場合の風上側妻面の風力係数は0.9、風下側の妻面は0.3であるが、奥行きを考慮した解析モデルであるため、風上側妻面を1.2

として荷重量を試算した(図2)。

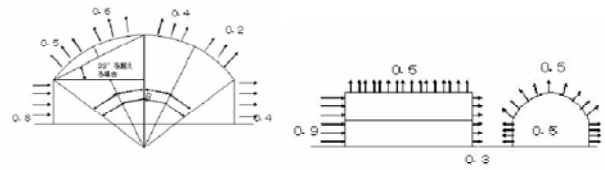


図2 単棟ハウスの風力係数

フレーム強度判定は解析結果の各フレーム応力値と一般構造用鋼管の短期許容応力度294N/mm²を比較し、短期許容応力度以上の部分は変形等があり得る判断した。また、妻方向とサイド方向から風圧を想定した解析によって、両方向からの風圧に耐えること、もしくは低い方の耐風強度をそのハウスの耐風強度とした。基礎部強度の判定は、解析した各基礎部での垂直・水平方向の力(kgf)が実際に引き抜き試験による本ハウス基礎部の埋め込み状態であるパイプの垂直・水平耐力値より大きければ基礎の補強が必要と判断した。

3) φ48.6連棟ハウスの耐風強度解析モデル

解析モデルは補強前ハウスが間口6m、軒高2m、棟高3.4m、3連棟、コンクリート基礎である(図3)。風速40m/sに耐える解析モデルによる補強ハウスでは農家補強実施のφ48.6パイプを水平梁として2.5m、5m間隔で設置した。風速45m/sに耐える解析モデルによる補強ハウスはφ48.6水平梁+谷樋支柱を補強した。

解析モデルの妻面は、妻方向からは風下側の妻支柱を取り除き、サイド方向からは両方の妻支柱を取り除いた。解析条件としては、風力係数は連棟用を用い、それ以外はφ25.4単棟ハウス解析と同じとした(図3、4)。

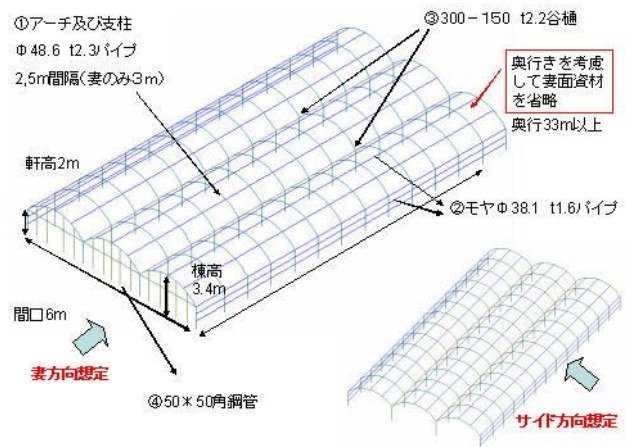


図3 連棟ハウス解析モデル



図4 連棟ハウスの風力係数

フレーム強度判定はφ25.4単棟ハウス解析と同じである。基礎部強度の判定は、φ48.6アーチパイプの基礎部がコンクリート基礎（□150×900×□300）、妻面50*50角鋼管が基礎無しの埋没状況となっており、解析した各基礎部での垂直・水平方向の力（kgf）がコンクリート基礎の垂直耐力410kgf、水平耐力271kgf や実際に引き抜き等試験によって得られた埋没した角鋼管の垂直・水平耐力値より大きければ基礎の補強が必要と判断した。

4) φ48.6連棟ハウスにおける谷樋支柱補強解析モデル

解析モデルは補強前の谷樋支柱φ48.6パイプ(図5左)とその支柱を50×50アングル鋼(厚2.3)2枚で囲み隙間が1mm程度(図5右)となる補強を行った。解析条件としてフレームの物性値はヤング率21000N/mm²、ポアソン比0.3とし、基礎部の拘束条件はパイプ底面完全固定とした。荷重条件はφ48.6連棟ハウスの谷樋支柱が風速45m/sの風圧では耐えないことより支柱パイプに変形が生じる降伏点程度の応力を発生させる40kgfの荷重を上面全体に与え、それぞれの最大応力を比較して補強の効果を確認した。

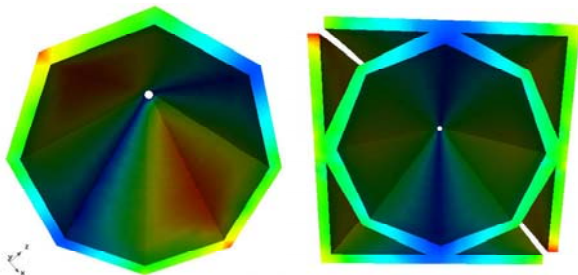


図5 アングル鋼による補強部材モデル

III 結果及び考察

1) φ25.4単棟ハウス

(1) フレームの耐風強度

補強前ハウスはサイド方向からの風速25m/sの風圧には耐えることができるが、妻面方向からの風圧に対しては、肩部のモヤパイプの一部が最大応力となり、その応力値が一般構造用鋼管の短期許容応力度294N/mm²を大きく上回る443N/mm²となり変形等の可能性があり耐えることができないと考えられ、補強前ハウスメームの耐風強度は風速25m/s未満と推定される(図6、表1)。

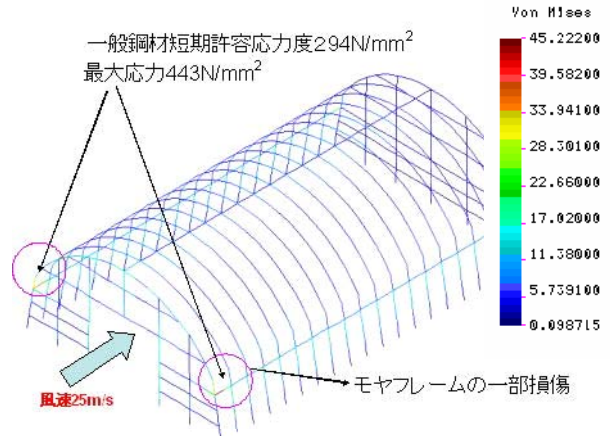


図6 単棟ハウス補強前解析結果(妻面風速25m/s)

農家を実施したφ31.8アーチパイプ等による補強ハウスではサイド方向から風速40m/sの風圧を想定した場合は耐えられるが、妻面方向からの風圧に対しては、風速30m/sの風圧を想定した場合、妻面アーチパイプの一部が最大応力である299N/mm²となり一般構造用鋼管の短期許容応力度294N/mm²を上回るため変形等の可能性がある。しかし、風速25m/sでは最大応力が207N/mm²となることから農家による補強の耐風強度は風速25m/sであると推定される(図7、表1)。

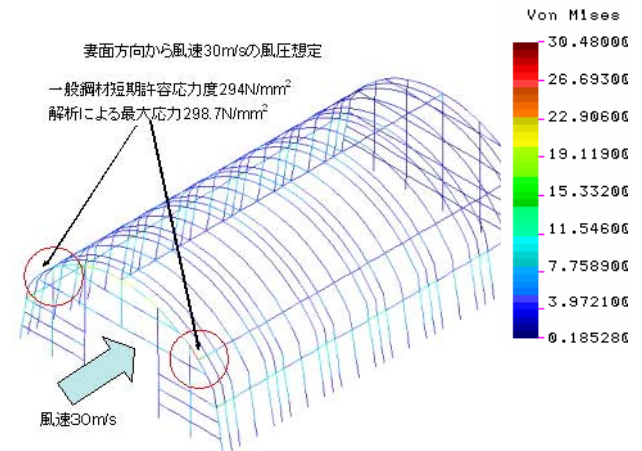


図7 単棟ハウス農家実施補強(妻面風速30m/s)

農家による補強ハウスにおいて変形等が考えられる妻面アーチパイプを補強することで耐風強度を高められると考え、直管2本のみで妻面棟部からサイド肩部に筋交いを設置する補強方法について検討したが、妻面棟部の最大応力が302N/mm²となり、風速30m/sに耐えることはできないと計算された。解析モデルによる補強法は妻面のアーチパイプの太さをφ25.4からより大きいサイズのパイプに取り替える方法しかなく、すでに農家補強において利用され1.5mスパンで挿入しているφ31.8アーチ

表1 φ25.4連棟ハウスの強度解析結果

	補強前φ25.4		φ31.8等補強			妻面再補強		強度判定基準
	妻面方向 風速25m/s	サイド方向 風速25m/s	妻面方向 風速25m/s	妻面方向 風速30m/s	サイド方向 風速40m/s	妻面方向 風速35m/s	妻面方向 風速40m/s	
最大応力	443	69	207	299	123	262	299	294以下
最大軸力	36.6	6.3	35.1	50.3	16.7	89	124	139以下
強度判定	×	○	○	×	○	○	×	
耐風強度	風速25m/s×		風速25m/s○			風速35m/s○		

単位: 応力 N/mm²、軸力 kgf

パイプがコストの面でも有利であると判断した。

妻面アーチパイプを取り替えた補強は妻面方向から風速35m/sの風圧を想定した場合、最大応力は妻面アーチパイプ上で262.4N/mm²となり一般鋼材短期許容応力度以下である。また、サイド方向から風速40m/sを想定した場合も短期許容応力度以下となり、この補強は風速35m/sに耐えられると考えられた(図8、表1)。

抜けないと考えられ、杭等による埋設パイプの補強は不要であると推察された(図9)。

(3) ハウスの補強費用

奥行42m規模を想定した場合、風速25m/sに耐える農家による補強費用は追加挿入したφ31.8パイプや連結ジョイント等で123,500円、風速35m/sに耐えるように補

表2 単棟農家実施補強費用

品名	仕様	数量	単価	金額	
阿蘇6号アーチ(補強型)	31.8*1.6*5100 PE	58	1188	68904	
天井ジョイント	32用	29	218	6322	
モヤ直管	31.8*1.6*6060 DSW	14	1282	17948	
自在バンド	25*32	4	223	892	
パイプバンド 肩口用	32*32	58	48	2784	
パイプバンド 天井用	25*32	29	159	4611	
パイプバンド 肩口用	25*32	58	37	2146	
パイプバンド 肩口用	32*25	166	40	6640	
入り口柱	50□*3500	4	1802	7208	
妻用ユニバーサル	25用	4	41	164	
				117619	123500

表3 単棟妻面再補強費用

品名	仕様	数量	単価	金額	
阿蘇6号アーチ(補強型)	31.8*1.6*5100 PE	4	1188	4752	
天井ジョイント	32用	2	218	436	
自在バンド	32*32	14	250	3500	
妻用ユニバーサル	32用	4	50	200	
				8888	9332

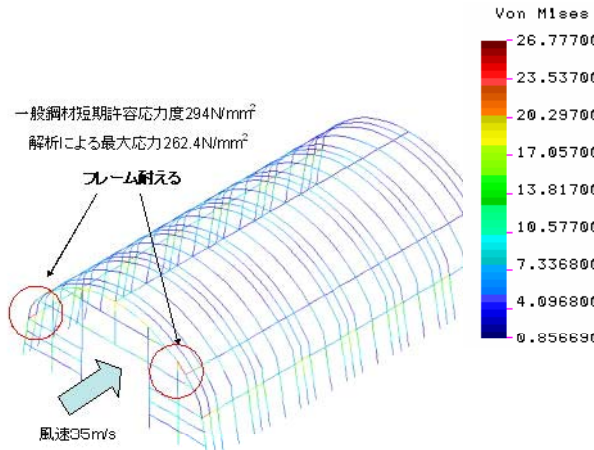


図8 単棟ハウス妻面再補強(妻面風速35m/s)

(2) 単棟ハウス基礎部の強度

土壌N値4程度の地耐力をもつほ場における40cm埋設した状態のパイプの垂直引き抜き試験の結果はφ31.8パイプの垂直耐力が139kgf、φ25.4パイプが67kgfであった。一方、風速35m/sにおける垂直方向軸力はハウス4隅において最大値89kgf、ハウス中央部のφ25.4パイプも11~52kgfと風速35m/sではフレームパイプの引き

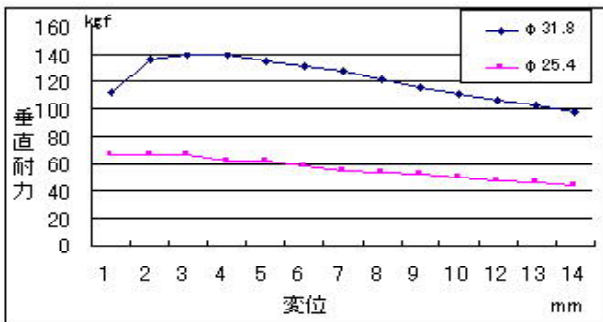


図9 埋設パイプの引き抜き試験結果

注) 土壌N値4程度、パイプ埋設40cm

強するには妻面アーチパイプをφ31.8に交換するなど9,332円、また、台風災害の状況からマイカー線等での被覆展張では被覆の破損が考えられるのでPOフィルム展張を前提とし展帳用スプリングとレールを入れたフレーム関係費用は102,000円となり解析モデルによる補強の合計は23万円程度になると試算される。

2) φ48.6連棟ハウス

(1) フレームの耐風強度

補強前ハウスのフレームは妻面方向からの風速45m/sの風圧を想定した場合は、耐えることができると推察されるが、サイド方向からはアーチパイプ肩部の風速40m/sでの応力値は一般構造用鋼管の短期許容応力度294N/mm²を大きく上回る428N/mm²となることから肩部の変形等の可能性があり、風速40m/sに耐えることができないと考えられた(図10、表4)。

また、補強前ハウス基礎部の強度は妻面方向からの風速45m/sの風圧を想定した場合のコンクリート基礎部における垂直方向への最大の力は152.4kgfで実際の引

表4 φ48.6連棟ハウスの強度解析結果

単位: 応力N/mm²、垂直・水平耐力:kgf

	補強前φ48.6			妻面50mm角鋼管基礎部の補強		
	妻面方向 風速40m/s	妻面方向 風速45m/s	強度判定基準	妻面方向 風速40m/s	妻面方向 風速45m/s	強度判定基準
最大応力	145	183	294以下	145	183	294以下
垂直耐力	129	153	410以下	129	153	410以下
水平耐力	77 ☆	97 ☆	☆60以下	77 ※	97 ※	※99以下
強度判定	△	△		○	○	

	補強前φ48.6	水平梁補強(5m間隔)	水平梁補強(2.5m間隔)	水平梁+谷支柱補強	強度判定基準
	サイド方向 風速40m/s	サイド方向 風速40m/s	サイド方向 風速40m/s	サイド方向 風速45m/s	
最大応力	428	328	289	225	294以下
垂直耐力	120	138	126	164	410以下
水平耐力	119 ★	86 ★	81 ★	94 ★	★271以下
強度判定	X	X	○	○	

☆基礎なし(支柱埋没) ※基礎部スパイラル杭による補強によって判定基準値が大きくなる ★コンクリート基礎(□150×90)
 最大応力は風圧(荷重)によりフレームに作用する最大の力。
 強度判定基準は鋼材がもつ短期許容応力度で基準値以上なら変形しても元に戻らない可能性がある。
 垂直及び水平耐力は基礎部に掛かる力。強度判定基準は引抜き試験値で基準値以上なら基礎部が浮く等の可能性がある。

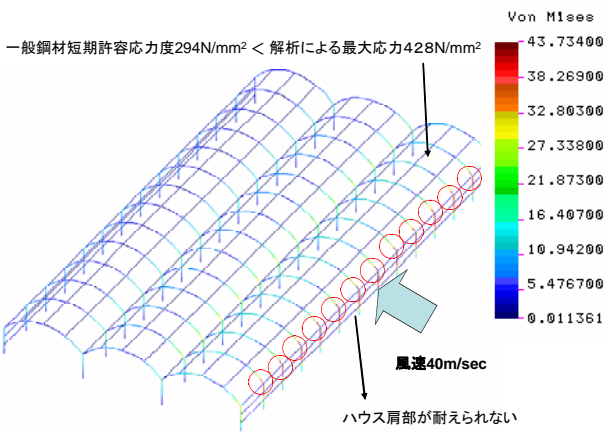


図10 連棟ハウス補強前解析結果(サイド風速40m/s)

き抜き試験における垂直耐力値410kgf以下となり、コンクリート基礎の引き抜き変形等はないと考えられる。しかし、突きさしただけの妻面50×50角支柱の基礎部における水平方向への最大の力は風速40m/sでドア横支柱基礎部が77kgf、風速45m/sですべての妻面50×50角支柱

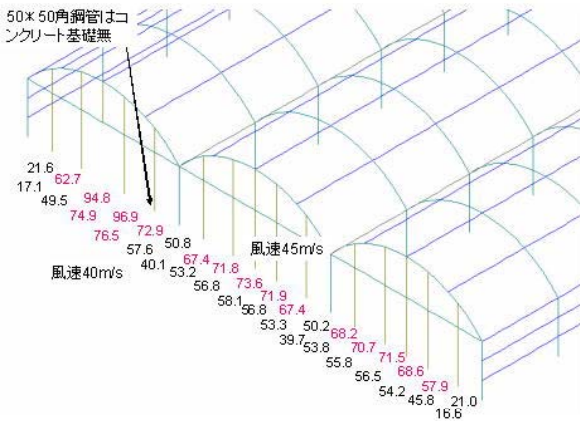


図11 基礎部の水平方向解析値

の基礎部が97kgfと計算され、実際の水平引き試験における水平耐力値である62kgfを大きく上回っており、補強が必要であると考えられる(図11, 12)。

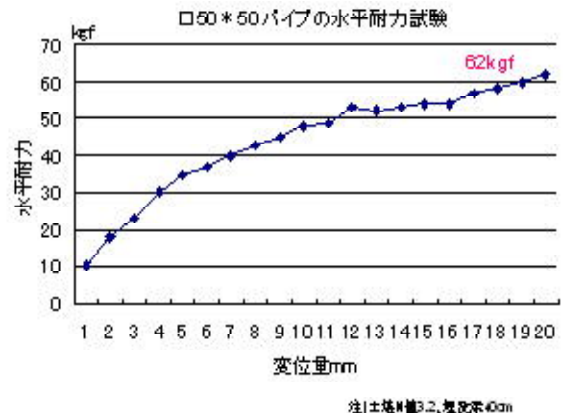


図12 50×50角鋼管の水平引き試験結果

基礎の補強法としてはスパイラル杭を用いる方法が効果的である。φ50スパイラル部600mm+パイプ部400mmサイズの杭は水平耐力値196kgfであり、風速40m/sではドア横支柱2本、風速45m/sで妻面支柱1本間隔で設置することで基礎部の補強が可能であると推察された。

補強前ハウスのフレームはサイド方向からの風圧で肩部の変形等の可能性があったので農家実施事例を参考にφ48.6パイプを水平梁として補強した場合のフレーム強度を検討した。その結果、5m間隔で水平梁を設置した場合は風速40m/sの風圧での最大応力値は328N/mm²で一般構造用鋼管の短期許容応力度294N/mm²以上となり、耐えることができないが、2.5m間隔で水平梁を設置すると最大応力値は289N/mm²でとなり耐風強度は風速40m/sと考えられた(図13 表4)。

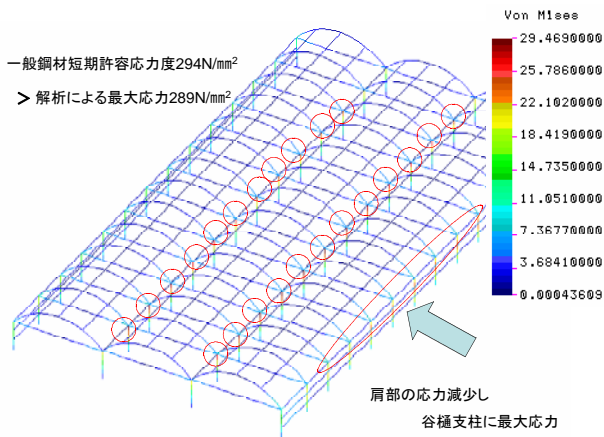


図13 風速40m/s 補強ハウス解析結果 (サイド40m/s)

この2.5m 間隔水平梁により補強されたハウスは風速40m/s に耐えることができると考えられるが、さらに強度を高めるには水平梁により最大応力が発生した谷樋支柱の補強が必要である。風速45m/s に耐えるハウスの補強法として水平梁と支柱を同サイズのパイプでV字上に連結させる補強について解析してみたが、最大応力発生位置がV字連結部分の下部となり最大応力値も349N/mm²と短期許容応力度以上であり、風速45m/s に耐える構造とはならないと計算された (図14)。さらに、V字の補強部材をコンクリート基礎まで延長すれば、耐風強度も増加すると考えられるが、トラクター等での耕耘等作業面で支障が生じると考えられるのでこの補強は実際の農家段階では難しいと判断した。

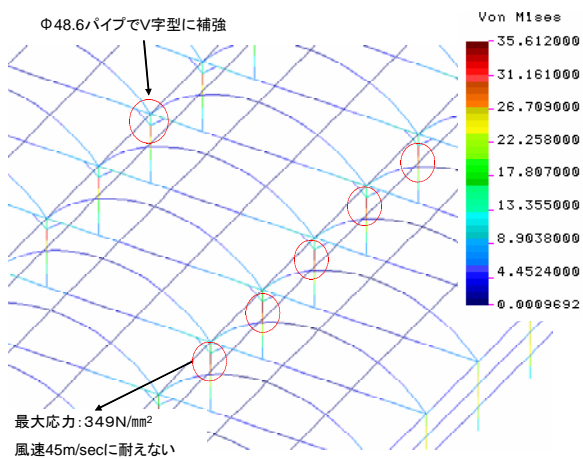


図14 連棟ハウスV字型補強結果 (サイド風速45m/s)

このように部材追加による谷樋支柱の補強は難しいため、φ48.6パイプ谷樋支柱を強度が1ランク高い50×50角鋼管に交換した場合を解析すると、最大応力値は245N/mm²と短期許容応力度以下となり、風速45m/s に耐える構造が得られと考えられた。

しかし、すでに水平梁を設置している農家ハウス (写真1) では連結している谷樋支柱のサイズを交換することで連結クランプも新たに準備する必要があることと谷樋支柱には内張のためアーチパイプが連結されておりその加工が必要になることから水平梁と内張アーチパイプはそのままの状態での補強が可能かどうかについて検討した。



写真1 農家ハウス水平梁及び内張アーチの状況

水平梁が連結された谷樋支柱上部30cm をφ48.6パイプ、その下部を50×50角鋼管パイプに取り替える補強について解析を行った結果、谷樋支柱上部30cm 部分の応力値は小さく最大応力発生場所は水平梁下の50×50角鋼管部分となり最大応力値も225N/mm²と短期許容応力度以下になり、切断や溶接などの手間をかけることなく水平梁下部分の谷樋支柱のみを補強すれば、風速45m/s に耐える低コストな補強になると考えられた (図15, 表4)。

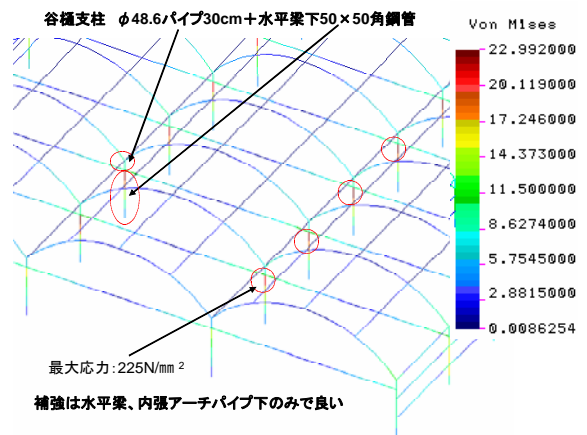


図15 連棟ハウス谷樋支柱補強 (サイド風速45m/s)

(2) 谷樋支柱に対する補強

谷樋支柱φ48.6パイプをそのまま活かし、50×50アングル鋼（厚2.3）2枚で包み込む方法について検討した（写真2）。この写真に示すような補強はアングル鋼を農家現場の支柱高さにあわせて切断品を注文しておけば、固定金具のボルトナットで農家が簡単に固定できる方法と考えられる。



写真2 アングル鋼による谷樋支柱補強

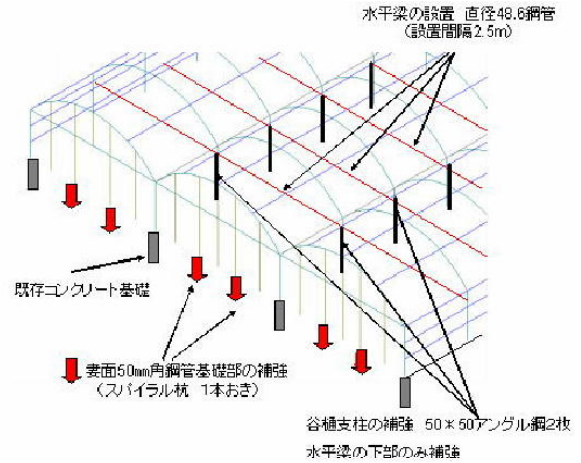


図18 連棟ハウス補強法（風速45m/s）

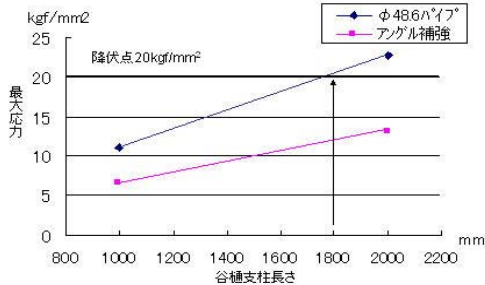


図16 φ48.6パイプとアングル補強の最大応力

アングル鋼による補強の解析結果としてφ48.6パイプ谷樋支柱の水平梁下長さ1800mmにおいて最大応力は変形等が考えられる降伏点である20kgf/mm²以上となるが、アングル鋼による補強は約12kgf/mm²となり荷重圧に十分耐えらると思われた（図16）。

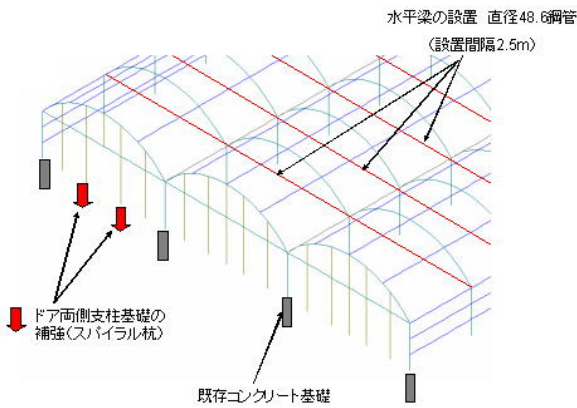


図17 連棟ハウス補強法（風速40m/s）

以上によりφ48.6連棟ハウスの耐風強度を風速40m/sにするためには2.5m間隔での水平梁設置とドア横支柱の基礎を強化することが必要であり、さらに、風速45m/sにするには、水平梁下谷樋支柱をアングル鋼2枚で補強し、妻面支柱の基礎をスパイラル杭で一本おきに補強することが効果的であると判断された（図17, 18）。

(3) 補強の費用

3連棟、1000m²規模の連棟パイプハウスに対する風速40m/sに耐える補強に要する費用は水平梁のためのφ48.6パイプとクランプ、ドア横支柱の基礎を補強するためのスパイラル杭で約27.5万円、風速45m/s補強のためには水平梁に加え、谷樋支柱を補強するためのアングル鋼と固定用金具のドブメッキ加工品、妻面50×50角鋼管の基礎補強のためのスパイラル杭で約20万円、合計約48万円程度である。なお、この場合のアングル鋼の固定用金具は注文生産であるため、H18台風16号後に水平梁等の補強対策を実施している農家ハウス約100棟程度の必要個数36,000個で注文した場合の見積価格で試算している（表5, 6）。

表5 連棟ハウス補強費用（風速40m/s）

品名	仕様	数量	単価	金額
鋼管パイプ(水平梁)	48.6*23*6250s	63	3500	220500
自在クランプ	48.6*48.6	84	253	21252
スパイラル杭	連結金具込み	2	10000	20000
				261752
				274840

表6 連棟ハウス補強費用（風速45m/s）

品名	仕様	数量	単価	金額
鋼管パイプ(水平梁)	48.6*23*6250s	63	3500	220500
自在クランプ	48.6*48.6	84	253	21252
スパイラル杭	連結金具込み	12	10000	120000
アングルドブ	50*50*2.3 1800mm	84	750	63000
固定金具ドブ	ボルトナット込み	294	106	31164
				455816
				478712

IV 引用文献

- | | |
|---|---|
| <p>1) 社団法人日本施設園芸協会：園芸用施設安全構造基準(暫定基準) P25-54、1997</p> <p>2) 田中誠司、石氷泰夫、下門 久、兼子健男：気象災害に強い園芸施設の開発 第2報、第3報 九州農業研究 65：P.157-P.158, 2003</p> <p>3) 森山秀樹、佐瀬勘紀、小錦寿志、石井雅久：積雪荷重によるパイプハウスの円弧座屈を防ぐための設計 農業施設学会大会－講演要旨－ P26-27, 2003</p> <p>4) 森山秀樹、佐瀬勘紀、小錦寿志、石井雅久：台風02</p> | <p>21による千葉県・茨城県下の園芸施設構造の被災特性 農業施設学会大会－講演要旨－ P28-29, 2003</p> <p>5) 九州地域重要新技術研究成果 No. 49 生産費低減に寄与する気象災害に強い低コスト園芸施設の開発(平成14～15年) 熊本県農業研究センター、長崎総合農林試験場、沖縄県農業試験場、P10-14, 2004</p> <p>5) 田中誠司、石氷泰夫：気象災害に強い低コスト園芸施設の開発 熊本県農業研究センター研究報告第14号：p97-103, 2008</p> |
|---|---|

Summary

Practical Reform of Horticultural Pipe Greenhouse by Three Dimensional Analysis for its Structural Strength against Strong Wind from Typhoon.

Seiji TANAKA · Yasuo ISHIGOORI

We investigated to estimate structural strength of horticultural pipe greenhouse by three dimensional analysis and effectively reform it to a wind-resistant one against typhoon. The results obtained were as follows.

1) The present single-span greenhouses of a pipe with diameter of 25.4mm did not have an enough strength against a wind with velocity of 25m/s. However, the strength could be enhanced to prevent a wind with the same velocity, if improvement was made that an arch pipe with diameter of 31.8mm was inserted in a line of the arch pipe with diameter of 25.4mm with a space of 1.5m and two straight pipes with the same diameter in the direction of roof, and that the present steel pipes of the front were changed to two square steel pipe of 50mm × 50mm. Moreover, we could get the stronger intensity of pipe greenhouse for a wind with velocity of 35m/s, if arch pipes with diameter of 25.4mm in the front of greenhouse were changed by arch pipes with diameter of 31.8mm.

2) The present multi-span greenhouse of a pipe with diameter of 48.6mm did not have an enough strength against a wind with velocity of 40m/s from the direction of the side of the house. If a pipe with diameter of 48.6mm would be inserted as a level beam with a space of 2.5m, and the foundation of square steel pipe under the front door was reinforced with a spiral stake of level stress over 80kg, the structural strength of greenhouse would increase to resist against a wind with velocity of 40m/s. Additionally, it would come to withstand a wind with velocity of 45m/s, if the strength of inner support under level beam was increased by covering with an angle steel with size of 50mm × 50mm, and the foundation of square steel pipe under the front door was reinforced with a spiral stake of level stress over 180kg.