

学 位 論 文 題 名

園芸用ハウスおよび畜舎の強度に関する研究

学位論文内容の要旨

本論文は、図 68、表 62、180 ページからなる和文で、別に 7 編の参考論文が添えられている。

現在、全国的に園芸用ハウスの普及は著しい。しかし、園芸用パイプハウスは小規模な建築物のため、「園芸用施設安全構造基準」の適用外で強度に関する基準もなく、研究もなされていなかった。また最近、ガラスハウスは大規模化してきたが、ガラスハウス全体の強度や耐震性の基準はなく、研究もなされていなかった。一方、畜舎は一般建築物と同様に「建築基準法」の適用を受け、使用年限が短いにもかかわらず、過剰な設計条件が要求されていた。そのため、園芸用ハウスや畜舎について、実状に合致した安全構造基準に関する研究を行った。

第 1 章「序論」では、園芸用ハウスや畜舎について、現状における施設の面積や戸数の推移等を検討した。すなわち、園芸用ハウスでは安価なハウスの設置面積が増加していることを、また、畜舎では多頭化の傾向が見られることを示している。また、それぞれが異なった基準を適用されることになった経緯と、現状の構造基準の概要を述べ、本研究の目的と構成を示している。

第 2 章は「地中押し込み式パイプハウスの強度」で、地中押し込み式パイプハウス（以下、「パイプハウス」という）について、実物大強度実験、スエッジ継手部強度実験、定着杭引抜実験等を行い、強度の確認および理論解析の検討を行っている。

実物大強度実験では、3 種の間口サイズ、2 種の棟部接合方法（外ジョイントタイプ、スエッジタイプ）、ブレースの有無による鉛直荷重に対する強度の相違などを検討した。その結果、パイプハウスの強度は、ブレースを有する場合は肩部の局部座屈によって、ブレースの無い場合は肩部から棟部範囲のフレーム面外方向への倒れで決定されることを明らかにした。また、ブレースの無い場合は強度が約 20% 低下することを示した。さらに、

棟部接合方法がスエッジタイプのハウスは、接合部が強度決定要因とはならないが、外ジョイントタイプに比べて約30%も強度が低くなることを明らかにした。これらの実験結果と理論計算の比較をもとに、パイプ脚部が地中先端部で固定支持されると仮定した強度計算が、可能であることを明らかにした。

スエッジ接合部実験では、パイプ差し込み長さを変化させた実験を行い、接合部の変形性状や歪分布値をもとに、応力状態を仮定して理論計算式を提示した。これより、曲げ強度を保持するのに必要な差し込み長さは、パイプ外径の3倍以上の長さが適当であることを明らかにした。

第3章は「鉄骨補強パイプハウスの強度」で、柱にはりが水平に接合されて上部にアーチパイプが乗る「水平ばり型」と、はりもパイプと同様にアーチ型をした「アーチばり型」のハウスについて実験を行った。実験は、アーチパイプ部分強度実験、柱はり接合部強度実験、実物大ハウスの鉛直荷重と水平荷重の強度実験を行い、強度の確認および理論解析の検討を行った。

鉛直荷重実験では、水平ばり型の強度はアーチパイプの面外倒壊で決定され、アーチパイプの部分実験強度に比べて約30%も低い値となることを明らかにした。また、アーチばり型の強度は母屋パイプの変形で決定されることを明らかにした。

水平荷重実験では、柱はりフレームの変形性状、基礎の剛性、サイドパイプの影響について検討し、鉄骨補強パイプハウスのフレーム強度は、柱はり接合部の強度で決定されることを明らかにした。また、接合ボルトの特殊な応力伝達方法を期待した柱はり接合部の強度については、接合部実験状況をもとにした許容強度の計算方法を示し、鉄骨補強パイプハウス全体の強度計算方法を示した。

第4章は「園芸用ガラスハウスの強度」で、長く続く桁行き方向へ地震波が伝搬した場合の弾塑性地震応答解析を行った。また、屋根面を面内変形させた場合や壁面を面外変形させた場合の強度実験を行い、地震時のハウス変形に対する現状のガラス被覆方法について支障の有無を検討した。さらに、ガラス留め金具（以下、「クリップ」という）を含むガラス被覆材の強度を調べるために、屋根ガラス面に積雪や風荷重を想定した面外方向荷重を載荷した等分布荷重強度実験を行い、それぞれの強度を検討した。

4種の地震波を用い、地震波の大きさを最大速度25cm/secで統一し、S波を地表面波とした弾塑性応答解析の最大応答値は、柱頭間たわみ角は1/44、

柱頭と柱脚間たわみ角は1/33となることを明らかにした。また、屋根面を面内変形させた場合に、ガラスに損傷（亀裂発生）が発生するたわみ角は、最大応答値以上の1/30程度であり、また、壁面を面外変形させた場合は、たわみ角1/17程度まで変形してもガラスに支障の無いことを確認した。

等分布荷重実験では、積雪荷重に相当する正圧実験の強度はクリップによる影響が無く、ガラス自身の曲げによって決定されることを、また、風荷重に相当する負圧実験の強度はクリップの数で決定されることを明らかにした。さらに、園芸用施設安全構造基準で定められている理論強度と実験結果の強度について、各地の新積雪重量と設計風速の数値を比較し、強度が不適合となる当該地域を列記している。

第5章は「畜舎の建設コスト低減に関する検討」で、畜舎の建設コストを低減化するために、特に影響が大きい構造部材数量を減じさせる検討を行った。このため、畜舎の建築基準法での取り扱われ方や地方条例に関するアンケート調査を行い、積雪荷重等の現状の指導状況を確認した。また、畜舎の使用期間の短さを考慮して荷重を決定する畜舎設計用の荷重計算方法を導いた。

その結果、畜舎設計による積雪荷重は、荷重の再現期間を20年～30年程度とした場合と現行設計との比較で、多雪区域で40～50%、一般区域で10%程度低減出来ることを明らかにした。また、風の速度圧に対する同様の低減比率は、多くの区域で30～50%程度の低減となるが、特に強風の区域では反対に10%程度増加することを明らかにした。構造部材数量の低減比率は、多雪区域で25～30%程度、一般区域では10%程度と、既成品部材を使用するために荷重の低減比率より小さな値となることを明らかにした。

第6章「結論」では、本研究で得られた結果を要約して述べ、園芸用ハウスと畜舎の今後に残された問題点について触れている。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 堀 口 郁 夫

副 査 教 授 寺 尾 日出男

副 査 教 授 浦 野 慎 一

学 位 論 文 題 名

園芸用ハウスおよび畜舎の強度に関する研究

本論文は、図 68、表 62、180 ページからなる和文で、別に 7 編の参考論文が添えられている。

現在、全国的に園芸用ハウスの普及は著しい。しかし、園芸用パイプハウスは小規模な建築物のため、「園芸用施設安全構造基準」の適用外で強度に関する基準もなく、研究もなされていなかった。また最近、ガラスハウスは大規模化してきたが、ガラスハウス全体の強度や耐震性の基準はなく、研究もなされていなかった。一方、畜舎は一般建築物と同様に「建築基準法」の適用を受け、使用年限が短いにもかかわらず、過剰な設計条件が要求されていた。そのため、本論文は園芸用ハウスや畜舎について、実状に合致した安全構造基準に関する研究を行ったものである。

第 1 章「序論」では、園芸用ハウスや畜舎について、現状における施設の面積や戸数の推移などを検討し、それぞれが異なった基準を適用されることになった経緯と、現状の構造基準の概要を述べ、さらに本研究の目的と構成を示している。

第 2 章は「地中押し込み式パイプハウスの強度」で、パイプハウスの強度は、ブレースを有する場合は肩部の局部座屈によって、ブレースの無い場合は肩部から棟部範囲のフレーム面外方向への倒れで、決定されることを明らかにした。また、ブレースの無い場合は強度が約 20% 低下することを示した。さらに、棟部接合方法がスエッジタイプのハウスは、接合部が強度決定要因とはならないが、外ジョイントタイプに比べて約 30% も強度が低くなることを明らかにした。スエッジ接合部実験で、曲げ強度を保持するのに必要な差し込み長さは、パイプ外径の 3 倍以上の長さが適当であることを明らかにした。

第 3 章は「鉄骨補強パイプハウスの強度」で、鉛直荷重実験によって、柱にはりが水平に接合されて上部にアーチパイプが乗る「水平ばり型」の強度は、アー

チパイプの面外倒壊で決定され、アーチパイプの部分実験強度に比べて約30%も低い値となることを明らかにした。また、やはりもパイプと同様にアーチ型をした「アーチばり型」の強度は母屋パイプの変形で決定されることを明らかにした。

水平荷重実験で、鉄骨補強パイプハウスのフレーム強度は、柱はり接合部の強度で決定されることを明らかにした。また、接合部実験状況をもとにした許容強度の計算方法を示し、鉄骨補強パイプハウス全体の強度計算方法を示した。

第4章は「園芸用ガラスハウスの強度」で、長く続く桁行き方向へ地震波が伝搬した場合の弾塑性地震応答解析を行い、最大応答値は柱頭間たわみ角で1/44、柱頭と柱脚間たわみ角で1/33となることを明らかにした。また、地震時のハウス変形に対する現状のガラス被覆方法について検討し、屋根面ガラスに亀裂が発生するたわみ角は1/30程度であり、壁面ではたわみ角1/17程度まで変形してもガラスに支障の無いことを確認した。さらに、ガラス留め金具を含むガラス被覆材の強度を調べて、積雪荷重に相当する正圧実験の強度はクリップによる影響が無く、ガラス自身の曲げによって決定されることを示した。また、風荷重に相当する負圧実験の強度はクリップの数で決定されることを明らかにした。さらに、園芸用施設安全構造基準で定められている理論強度と実験結果の強度について、各地の新積雪重量と設計風速の数値を比較し、強度が不適合となる当該地域を列記している。

第5章は「畜舎の建設コスト低減に関する検討」で、畜舎の建設コストを低減化するために、特に影響が大きい構造部材数量を減じる検討を行った。このため、畜舎の建築基準法での取り扱い方や地方条例に関するアンケート調査を行い、積雪荷重等の現状の指導状況を確認した。また、畜舎の使用期間の短さを考慮して荷重を決定する畜舎設計用の荷重計算方法を導いた。その結果、畜舎設計による積雪荷重は、荷重の再現期間を20年～30年程度とした場合と現行設計との比較で、多雪区域で40～50%、一般区域で10%程度低減出来ることを明らかにした。また、風の速度圧に対する同様の低減比率は、多くの区域で30～50%程度の低減となるが、特に強風の区域では反対に10%程度増加することを明らかにした。構造部材数量の低減比率は、多雪区域で25～30%程度、一般区域では10%程度と、既成品部材を使用するために荷重の低減比率より小さな値となることを明らかにした。

第6章「結論」では、本研究で得られた結果を要約して述べ、園芸用ハウスと畜舎の今後に残された問題点について触れている。

以上のように、本論文は園芸用ハウスおよび畜舎の強度の安全構造基準に関した研究である。この成果は学術的・実用的に高く評価される。よって審査員一同は、小川秀雄が博士（農学）の学位をうけるに十分な資格を有するものと認めた。