博士（工 学） 桜 井 修 次

学 位 論 文 題 名

建築物設計用雪荷重の評価に関する基礎的研究

学位論文内容の要旨

建築物設計用の雪荷重は、建築基準法施行令第86条の規定によって、積雪の単位重量に建設地の垂直最深積雪量を乗じて計算することになっており、積雪の単位重量と垂直最深積雪量は特定行政庁が定めている。積雪の単位重量は、多雪地域では一律に3kgf／㎡／cmの値が規定されているが、この根拠は必ずしも明らかではない。垂直最深積雪量については、統計資料との関連が曖昧な数値を、各特定行政庁がそれぞれ不統一のまま設定している。また、多雪地域における長期雪荷重を最大積雪深の70%に低減することの意味も極めて不明解である。昭和38年1月下旬ならびに昭和55年12月下旬から翌年1月下旬にかけて発生した豪雪被害では多くの建物が倒壊したが、その主たる原因は設計値を大幅に上回った雪荷重によるものとして、現行法規定の不合理性が強く指摘されてきた。

荷重評価は、構造設計体系の枠組みの中で位置づけられるものである。今日、信頼性理論による構造解析法が実用に供することのできる段階に達し、設計規範として限界状態設計法の導入が国際的な趨勢となっている。我国では、日本建築学会により1986年の「鋼構造荷重・耐力係数設計法試案」を経て、1990年に「鋼構造限界状態設計規準（案）」が公表され、従来の許容応力度設計法に対して限界状態設計法が提示された。さらに1993年には、同学会の「建築物荷重指針」が改訂され、信頼性理論を背景にした共通の理念の基に各種荷重の統計資料の整備が行なわれ、設計荷重体系の合理化が図られた。

本論文は、建築物設計用の雪荷重を評価する上で現在必要とされる基本的事項、すなわち上述の構造設計体系における雪荷重の考え方、地上積雪重量の合理的な算定法および屋根上積雪深の効率的な測定法の開発についてとりまとめたものであり、全6章から構成されている。その内容は以下に示すとおりである。

第1章は緒論であり、我国が指向している限界状態設計法の基本的概念と国内外の設計規準・指針における雪荷重評価の現況を概説した。また、既往の研究を概観してその問題点を指摘した後、本論文の目的と研究の範囲を明らかにした。

第2章では、全国362地点（ただし四国と九州を除く）の年最大地上積雪深の統計資料を基に、限界状態設計法において用いられるべき雪荷重の極値分布形の選定を行った。極値Ⅰ型分布、極値Ⅱ型分布、極値Ⅲ型分布、正規分布および対数正規分布の合計5種の確率分布形について、観測記録への適合度をFilliben の方法によって検定し、極値Ⅰ型分布あるいは極値Ⅲ型分

布がよく適合する地点が多いことを明らかにした。全国単一の確率分布形を用いる場合には、確率分布形のパラメータの算定あるいは他の荷重との組み合わせにおける雪荷重係数の算定についての数値計算上の便宜さを考慮して、極値Ⅰ型分布を採用することを提案している。

限界状態設計法では、荷重の大きさを表わす指標として再現期待値が用いられることから、その適切な評価が必要である。本章では、極値Ⅰ型分布を用いて全国各地の年最大積雪深の再現期待値を10～100年の再現期間の範囲で求め、それらの推定誤差を併せて示した。

第3章では、年最大積雪深を年最大積雪重量へ変換するための等価単位積雪重量を得ることを目的として、これら両者の関連について検討している。積雪重量に関する観測資料は極めて少ないが、幸い北海道から新潟県までの広範な多雪地域12地点において、積雪重量と積雪深の継続的な同時観測記録が得られている。設計に用いる荷重の大きさとして再現期待値を用いることが合理的であることから、年最大地上積雪深と年最大地上積雪重量の両者の再現期待値について、同一再現期間における相互関係を検討した。その結果、12の観測地点が異なる気象条件を有する広範な地域に分布しているにもかかわらず、等価単位積雪重量は地域にかかわりない係数として得られ、再現期間10～100年の範囲においては、極値Ⅰ型分布を用いて算定した年最大積雪深の再現期待値H(cm)に、等価単位積雪重量ρ（$\rho = 0.073\sqrt{H} + 2.37$ (kgf/m^2/cm)）を乗ずることによって、年最大積雪重量の再現期待値を評価することができることを確かめている。前章において、極値Ⅰ型分布を設定して各地の年最大積雪深の再現期待値を示したので、これと併せて多雪地域の地上積雪重量の合理的な評価が可能である。

第4章では、雪荷重＋固定荷重の組み合わせにおける雪荷重係数の地域分布特性について検討した。限界状態設計法においては、荷重に関する観測資料の統計的性質を荷重係数の形で反映させることができる。本章では、第2章で用いた全国362地点の年最大地上積雪深の統計資料を基に各地の雪荷重係数値を算出し、その地域分布をコンターマップおよび国土数値情報における第一次地域区画ごとの代表値によって表わし、荷重係数値の地域的差異の程度を示した。得られた結果は、設計用の雪荷重を建物建設地の地域特性に応じて、固定荷重との組み合わせに用いることを可能にした。

第5章では、建物規模・屋根形状・周辺環境など屋根上積雪荷重に影響を与える各種要因および地上積雪重量との関係を観測資料に基づいて統計的に評価するためには、精度が高く効率のよい屋根上積雪深の測定法の開発が必要であることから、空中写真測量技術を応用した方法を提案している。航空機あるいはカイト気球を用いて撮影した建物屋根の無雪期と積雪期の空中ステレオ写真から、同一地点の標高をそれぞれ測定して、その高差を積雪深の測定値とみなし、屋根上での直接観測値との比較・検証を行った。その結果、いずれの撮影方法においても、実用的に有効な精度で、効率よく大量に屋根上積雪深の測定資料を得ることが可能であることを確かめた。また、航空機を用いて、札幌市内の一定の地域に建つ建築群への応用事例を示し、屋根上積雪の分布形状について考察した。

第6章では、本論文の結論を述べるとともに、残された課題について言及している。

学位論文審査の要旨

主　査　教　授　城　　攻
副　査　教　授　石　山　祐　二
副　査　教　授　藤　田　睦　博
副　査　教　授　秋田谷　英　次（地球環境科学研究科）

学位論文題名

建築物設計用雪荷重の評価に関する基礎的研究

建築物設計用の雪荷重は、建築基準法施行令第86条の規定によって、積雪の単位重量に建設地の垂直最深積雪量を乗じて計算することになっており、積雪の単位重量と垂直最深積雪量は特定行政庁が定めている。しかし、いずれも観測資料との関連が曖昧で根拠の不明な数値が設定されており、見直しが必要であることが強く指摘されてきた。今日、荷重や耐力のばらつきを考慮して確率・統計論的に構造物の設計を行う限界状態設計法が国際的に導入されつつある。

本論文は、限界状態設計法の枠組みの中で雪荷重の合理的な算定法を示すとともに屋根上積雪の効率的な測定法を提案したものであり、次の7章よりなる。

第1章では、我国が指向している限界状態設計法の基本的概念と国内外の設計規準・指針における雪荷重評価の現況を概説した。また、既往の研究を概観してその問題点を指摘した後、本論文の目的と研究の範囲を明らかにした。

第2章では、全国362地点（ただし四国と九州を除く）の年最大地上積雪深の統計資料を基に、限界状態設計法において用いられるべき雪荷重の極値分布形の選定を行い、極値Ⅰ型分布あるいは極値Ⅲ型分布がよく適合する地点が多いことを明らかにした。全国単一の確率分布形を用いる場合には、確率分布形のパラメータの算定あるいは他の荷重との組み合わせにおける雪荷重係数の算定についての数値計算上の便宜さを考慮して、極値Ⅰ型分布を採用することを提案している。また、極値Ⅰ型分布を用いて全国各地の年最大積雪深の再現期待値を10～100年の再現期間の範囲で求め、それらの推定誤差を併せて示した。

第3章では、年最大積雪深を年最大積雪重量へ変換するための等価単位積雪重量を得ることを目的として、これら両者の関連について検討している。積雪重量に関する観測資料は極めて少ないが、幸い北海道から新潟県までの広範な多雪地域12地点において、積雪重量と積雪深の継続的な同時観測記録が得られている。設計に用いる荷重の大きさとして再現期待値を用いることが合理的であることから、年最大地上積雪深と年最大地上積雪重量の両者の再現期待値について、同一再現期間における相互関係を検討した。その結果、12の観測地点が異なる気象条件を有する広範な地域に分布しているにもかかわらず、等価単位積雪重量は地域にかかわりない係数として得られ、再現期間10～100年の範囲においては、極値Ⅰ型分布を用いて算定した年最大積雪深の再現期待値H(cm)に、等価単位積雪重量ρ（$\rho=0.073\sqrt{H}+2.37$ (kgf/m^2/cm)）

を乗ずることによって、年最大積雪重量の再現期待値を評価することができることを確かめている。前章において、極値Ⅰ型分布を設定して各地の年最大積雪深の再現期待値を示したので、これと併せて多雪地域の地上積雪重量の合理的な評価が可能である。

第4章では、固定荷重との組み合わせにおいて、雪荷重のばらつきに応じて決まる荷重の割り増し係数を全国362地点について算出し、その値の地域的差異の程度を示した。得られた結果は、設計用の雪荷重を建物建設地の地域特性に応じて、固定荷重との組み合わせに用いることを可能にした。

第5章では、建物規模・屋根形状・周辺環境など屋根上積雪荷重に影響を与える各種要因および地上積雪重量との関係を観測資料に基づいて統計的に評価するためには、精度が高く効率のよい屋根上積雪深の測定法の開発が必要であることから、空中写真測量技術を応用した方法を提案している。航空機あるいはカイト気球を用いて撮影した建物屋根の無雪期と積雪期の空中ステレオ写真から、同一地点の標高をそれぞれ測定して、その高差を積雪深の測定値とみなし、屋根上での直接観測値との比較・検証を行った。その結果、いずれの撮影方法においても、実用的に有効な精度で、効率よく大量に屋根上積雪深の測定資料を得ることが可能であることを確かめた。また、航空機を用いて、札幌市内の一定の地域に建つ建築群への応用事例を示し、屋根上積雪の分布形状について考察した。

第6章では、本論文の結論を述べるとともに、残された課題について言及している。

これを要するに、著者は、建築物設計用雪荷重の合理的な評価方法について検討を行い、構造設計上有益な新知見を得ており、建築構造学の進歩に貢献するところ大なるものがある。

よって著者は、北海道大学博士（工学）の学位を授与される資格あるものと認める。