

氏 名	とま べ ち 苦 米 地	つかさ 司
授 与 学 位	工 学 博 士	
学位授与年月日	昭和 61 年 2 月 12 日	
学位授与の根拠法規	学位規則第 5 条第 2 項	
最 終 学 歴	昭和 51 年 3 月	
	北海道工業大学工学部建築工学科卒業	
学位論文題目	乾雪地帯における屋上積雪形状に関する基礎的研究	
論文審査委員	東北大学教授 和泉 正哲	東北大学教授 志賀 敏男
	東北大学教授 内山 和夫	

論 文 内 容 要 旨

第 1 章 序 論

わが国の北海道および日本海側の地域は、世界でも有数の多雪地帯に属し、しばしば豪雪にみまわれ物心両面にわたる多くの被害を受けている。その中には、屋上積雪による家屋破壊などの建築構造的な被害も多く、近年、屋上積雪荷重の推定法の見直しの必要性が指摘されている。屋上積雪荷重の算出には、積雪の密度や最大積雪深の再現期待値および屋根形状別の積雪形状が重要であるが、現状では、ことに積雪形状に関する資料が不十分であり、定量的には勿論、定性的にも、よく把握されているとは言えない。このような背景から、本研究は、建築物の構造設計等の場合、重視しなければならない屋上積雪に関する諸点のうち、その分布形状の問題を乾雪地帯に対象を限定して、実証的に論じたものである。具体的に叙述すれば、次のとおりである。

(1) わが国の多・豪雪地帯は、乾雪と湿雪地帯が混在し、降雪時の気象特性が大きく異なる。筆者の北海道、東北、信越等の地方におけるこれまでの屋上積雪の観察調査によれば、屋上積雪形状の形成の支配的因子には、乾雪・湿雪（降雪時の気温）の別、降雪期の風速経歴、積雪の経過時間および屋根形状等によって、屋上積雪の深さおよび積雪形状が相違することが判明している。そのため、屋上積雪の分布形状問題を論ずる場合、乾雪および湿雪地帯に分類して扱う必要があり、本研究では、対象を乾雪地帯における屋根形状別の屋上積雪形状に限定した。

(2) 乾雪地帯における屋上積雪の深さおよび分布形状は、吹ぶきおよび地吹ぶき現象の発生頻度

によって、変化することが筆者の屋外観察調査で判明している。すなわち、同一の屋根形状であっても、各地点において、その屋上積雪分布形状は異なり、同一に扱うことができない。従って、屋上積雪分布を論ずる場合、各地点の気象特性を考慮する必要がある。このような観点から、屋上積雪形状を明らかにした連続的な屋外調査を行って、屋上積雪形状の諸問題を論ずる場合の指標を明らかにしようとするものである。

(3) これまで屋上積雪に関する研究は、屋外調査に依存しているため、各地の各種条件下におけるいくつかの屋根形状の屋上積雪分布の記述に留まっている状況にある。このため、屋上積雪形状を系統的に論ずる場合、現在実施されている屋外調査と並行して、条件を限定し、かつ、これを制御し変化し得る室内実験を実施し、屋外の実現象と室内実験によるモデル解析との両者からの情報を対比し、かつ、合せ用いることにより、基本的な性状を解明する方法の導入が必要と考えられる。このような観点から、実際の気象特性下での屋上積雪分布形状の実現象を詳細に測定し、その影響の大きな特性因子を探り、同時に室内実験において、この気象特性因子を指標として、屋根形状に応じた積雪分布をモデル解析より求め、気象特性因子と屋上積雪分布との関係を明らかにしようとしたものである。

(4) 本研究は、以上の問題を解明し、屋上積雪分布形状の算出に合理性を与える資料を提示し、乾雪地帯の建築物の構造設計の精度と安全性の向上に寄与しようとするものである。

第2章 雪と建築に関する既往の研究

屋上の積雪に関する既往の研究を積雪形状と気象特性の関連を解明する立場から概観し、これらに関する研究手法の問題点や未解明な問題を明確にした。

第3章 屋上積雪形状の形成要因とその形状の特性

乾雪地帯における屋上積雪形状とその形成に大きく影響を及ぼす気象特性の要因（気温、風速、降雪量）との関係を明らかにするために、札幌市における形状の異なる6つの屋根について実施した調査について記述し解析を行っている。すなわち、屋上積雪形状を約1週間ごとに調査し、それぞれの屋根形状の積雪形状の特性を明らかにし、さらに、これらの調査結果と気象要因の関係を統計的に解析し、屋上積雪形状の形成要因を明らかにしている。関連して、湿雪地域をも含む多・豪雪地の市町村庁舎の屋上積雪形状の一斉調査結果について記し、前述の形成要因を広域的に検討している。

札幌市における調査結果から、次の点が明らかとなった。屋上積雪の形成過程において、気温の低い乾雪地帯を対象とした場合は、降雪時の風速の及ぼす影響が大きく、その影響の受け方が屋根形状により大きく異なる。一般に、水平屋根では、降雪時の平均風速値が大の場合、その屋上積雪深は、地上積雪深よりも少なく、他の通常の勾配屋根の屋上積雪深よりも少ない、さらに、積雪分布の不均一度も比較的少ない。これに対し、屋根勾配やパラペットのある屋根では、降雪時の日平均風速値が大の場合、屋根面に局部的な吹きだまりが生じ、屋上積雪分布が不均一となる。吹きだまりの部位では、地上積雪深を大きく上回ることもある。また、屋根面の途中で勾配の変わる屋根

の場合、その変曲点付近の屋根面では上方の屋上積雪の下降圧力が加わり、積雪深と密度から算出される積雪荷重よりもかなり大きくなり、屋根勾配や屋根葺材料に相応した積雪荷重の割増も必要となる。

多・豪雪地の市町村庁舎を対象としたパラペットのある水平屋根上の積雪調査結果および解析結果から、次の点が明らかとなった。一般に、これらの水平屋根上の積雪は、屋根面の中央部で凹状となり、不均一な分布になることが多い。この不均一度は、降雪期の気象特性に大きく依存し、降雪期に低温かつ風の強い地方では、この不均一度が大きく、特に、風下パラペット付近の積雪が大となる。因子分析の結果、屋上積雪形状の形成に影響を与える降雪期の主要気象特性は、風速の強弱を指標とする軸と気温を指標とする軸の2軸で表わすことができる。従って、広範囲にわたる屋上積雪を評価する場合、これらの軸を指標とする評価が必要と考える。

前述の調査結果と降雪日の日平均風速の関係についてみると、降雪日の日平均風速が3.0 m/s前後になると、屋上積雪は地上積雪とやや異なった性状を示す。すなわち、この風速を越えると、水平屋根では積雪深が減少し、他の勾配屋根やパラペットのある屋根では、局部的な吹きだまりが生じ、その分布が不均一になる現象がみられる。乾雪地帯においては、この風速が屋上積雪を評価する一つの指標となり得る。また、降雪時の風の影響を受けやすい乾雪地帯における屋上積雪の屋外調査は、少数点による従来の調査方法では不十分で面的な調査方法の採用が必要であることが明確となった。

第4章 模型雪による屋上積雪形状の風洞模型実験

本章では、第3章で得られた積雪形状の形成に大きく影響を及ぼす気象要因の中から、降雪時の風の要因を取り上げ、種々の屋根形状について、模型雪を用いた風洞模型実験で降雪時の風速の強弱と積雪形状の関係を室内実験的に検討している。これらの実験結果から、次の点が明らかとなった。

模型雪を用いた風洞実験の相似性は、乾雪地帯を対象とする場合、相似性を満たすための必要条件をほぼ満たし、この実験手法が工学上妥当であることが明らかとなった。次いで、屋上積雪形状は、風速の強弱に大きく影響を受け、その強弱に対応した形状となる。風速の弱い場合、いずれの屋根形状においても屋根面均一に積もり、屋根形状による差がみられない。これに対し、風速が強くなると、屋根形状ごとに積雪形状が異なり、屋根形状固有の積雪形状を示す。この場合、屋根面が単純な場合の積雪分布は、不均一度も小さいが、屋根面が凹凸状になると、凹部に積雪が多く、不均一度も大きくなる。これらの性状は、札幌市内やカナダなどの乾雪地帯における屋外調査例と極めて良い対応を示している。これらの結果より、屋上積雪を評価する場合、屋上積雪分布の不均一度を十分に考慮し、屋上積雪深は、屋根面の各部位を代表する値でとらえ、積雪分布の偏りなどを明確にする必要がある。これに対し、模型雪を用いた風洞模型実験を通じ、資料を得ることが可能であることが明らかとなった。

第5章 風洞模型実験結果と屋外調査結果の対比

模型雪を用いた風洞実験の結果は、一定条件下の積雪形状を示すため、その結果をただちに自然条件下へ対応することができない。このため本章では、屋外調査結果と風洞模型実験の結果を対比し、その対応の方法について検討している。その結果から、次の点が明らかとなった。風による雪と模型雪の移動状況は、代表的な乾雪地帯である南極における建物周辺の吹きだまり性状を実験的に再現し、模型雪の移動状況が乾雪地帯の雪の移動状況に近似することが明らかとなった。次に、札幌市において屋外で実施した2つの実大屋根試験体の屋上積雪の実形状について、その積雪形状を形成するまでの降雪量を風力階級ごとに分類し、各風力階級ごとの屋上への降雪量を模型雪を用いた風洞実験から推定した結果が、実形状と極めてよく一致することを確かめ、これより、屋上積雪の定量的推定が可能となることを明らかにした。

第6章 乾雪地帯を対象とした屋上積雪形状の推定方法

本章では、事例研究として札幌市における気象特性を示す各要因の統計資料と第4章の風洞実験結果、ならびに第5章で示した風力階級ごとの推定方法を組み合わせ、札幌市における屋上積雪形状の推定を行った。次に、この手法で得られた積雪形状と屋外調査の結果を比較し、この方法が妥当であり、屋上積雪の定量推定に有効であることを確かめている。

第7章 結 論

本章は結論であり、本論文の成果を総括している。

審 査 結 果 の 要 旨

わが国は世界有数の豪雪国であり、建築構造物の雪害は、あとを絶たない。近年、都市化、高齢化などの社会変化に伴い、自然落雪や雪下しによる屋上積雪の低減が困難となりつつあり、建物の設計に当って屋上積雪量を正しく推定する必要性が益々増大してきた。本論文は、筆者が、寒冷の乾雪地域においては風等の気象要因が屋上積雪形成に大きく影響を与えているにも拘らず系統的な研究に欠け、積雪形状の推定が困難である点に着目して行ってきた一連の研究をまとめたもので、全編7章よりなる。

第1章は、序論である。

第2章は、屋上積雪に関する既往の研究を筆者の研究目的に沿って整理し、本論文の位置付けを行ったものである。

第3章では屋上積雪形状の形成要因について論じている。すなわち同一地点における形状の異なる屋根を用いて連続的な屋外調査を行い、この結果と気象特性との関係を統計的に解析し、また、湿雪地帯をも含む豪雪地帯の屋上積雪形状の一斉調査を広域的に行いこれを検討することにより、調査対象の何れの屋根形状においても、降雪時の気温と風向風速が主な形成要因であることを明らかにしている。

第4章では、対象を寒冷地の乾雪にしぼり模型雪を用いた風洞実験により、降雪時の風向風速と積雪形状の関係を室内実験的に明らかにしている。すなわち、まず相似則の検討より風洞実験の適用限界を調べ、実観測結果と対比してその検証を行った後、種々の屋根形状について降雪時の風向の違いと風速の強弱が積雪形状の形成に及ぼす影響を定量的に明らかにしている。

第5章では、屋外調査結果と風洞を用いた室内実験結果を基に、風洞実験と降雪時の気象特性を組み合わせ積雪形状を推定する方法を提案している。

第6章においては上記推定方法による算定結果を実測結果と対比してその妥当性を検証し、この手法が屋上積雪の定量的推定に適切であることを示している。

第7章は結論である。

以上要するに本論文は、乾雪地域における建築物の屋上積雪形状の推定方法を提案して建物設計用屋上積雪荷重の精度を高めたもので、建築構造学並びに耐雪工学の発展に寄与する所が少なくない。

よって、本論文は工学博士の学位論文として合格と認める。