

学位論文内容の要旨

北海道工業大学大学院工学研究科
建設工学専攻
博士後期課程
建築構造工学部門
高倉 政寛

屋根雪の滑落を考慮した積雪荷重評価に関する研究

多雪地域に建設される建物は、降積雪現象がもたらす諸問題に対して安全性および快適性が損なわれることがないように設計する必要がある。多雪地域において過去に発生した豪雪では、積雪荷重の超過による建物倒壊等の被害の他、社会的な混乱、金銭的な損出も発生している。また、多雪地域ほど広域的でないものの、同様の被害は寡雪地域においても発生している。このような被害の現状をみると、豪雪に関する対策は、我が国において克服しなければならない大きな課題と言える。

冬期間に建物が倒壊することは、生活上深刻な状況となると同時に、人命にも関わる。このようなことから、多雪地域では、屋根上に堆積した雪（屋根雪）を人力による「雪下ろし」で計画的に処理し、建物の倒壊を事前に回避することが慣習的に行われてきた。しかし、近年では、建物の大規模化、高齢化、人手不足によって「雪下ろし」の計画的な実行が危惧されている。このような危険性を考えた上で、近年建設された大規模構造物では、「雪下ろし」が不要となるように、屋根勾配を大きくとり、屋根雪を積極的に滑落させる処理に移行しつつある。

屋根雪を積極的に滑落させる処理を採用した建物における積雪荷重評価の現状についてみると、我が国では、この処理を考慮した積雪荷重評価を行うことができる。建築基準法では屋根勾配の増減を指標として、屋根雪の滑落を考慮した積雪荷重の評価が可能になっている。しかし、この法律での評価は、昭和19年当時の材料、技術水準下で公布された臨時日本基準規格第532号とほぼ同様の内容であり、抜本的な改定が行われないうまま、半世紀以上継続的に用いられている。この間には、連続溶融亜鉛メッキ鋼板の量産開始、塗装鋼板の立平葺工法の開発、膜材料を屋根葺材とした建物の出現等、建物の屋根構成が大きく変化している。一方、1993年に改定された日本建築学会建築物荷重指針では、屋根雪の滑落性能を考慮した制御積雪荷重を用いることができる。しかし、この指針は滑落の性能を評価する具体的な指標を明示してない。そのため、建物を設計する場合は、個々の建物に対して大型試験体を作製し、その試験体における屋根雪の滑落性能を屋外観測によって実証しなければならない。このように、我が国における積雪荷重の評価基準は、屋根雪の滑落が考慮されているものの、建物の設計に必要な資料や評価手法が十分に整備されていない現状にある。

このようなことから、本研究では、屋根葺材の表面性状および雪質を示す指標と屋根雪の滑落に及ぼす影響について実験的な検討を行い、これらの指標を用いることで屋根雪の滑落を定量的に評価できることを示した。さらに、実験の結果に基づいて、屋根雪が滑落するまでに要する日数、すなわち、積雪荷重の継続期間を気象資料から評価する手法を提案した。この提案に基づけば、屋外観測に依存しないで積雪荷重を算出することが可能となる。これらのことから、屋根雪の滑落現象に対応した積雪荷重評価の新しい手法を提案した。

本論文は、全編7章で構成されており、各章の内容は以下の通りである。

第1章「序論」

この章では、本研究の目的、意義および本論の構成を述べている。

第2章「勾配屋根における積雪荷重評価の変遷と現状」

この章では、始めに、屋根形状別に屋根上積雪深の増減プロセスを整理し、勾配屋根における積雪荷重推移の特徴を整理した。次に、勾配屋根における積雪荷重評価の変遷について整理し、現行法令で示されている評価体系の成立過程や根拠について検討を行った。さらに、法令以外の指針や諸外国の積雪荷重評価の手法から、積雪荷重評価に必要な指標について整理した。これらのことから、屋根勾配を持つ建物における積雪荷重評価の現状と問題点を明確にした。

第3章「勾配屋根における屋根雪の滑落条件」

屋根雪は、一般に、全体に移動して滑落することが希で、屋根の棟やけらばに雪が残る部分滑落が多い。このような屋根雪の部分滑落は、規則的な雪の滑落を抑制すると同時に、屋根上積雪深の偏分布を招く。屋根上の積雪が不均一に堆積した場合、屋根上積雪深の増減状況を把握することが極めて困難になる。本章では、既存建物における屋根上積雪状況を観察し、勾配屋根における部分滑落の発生要因を整理した。その要因に基づいて、既存建物で発生している部分滑落をモデル実験で再現した。これらのことから、屋根雪の滑落を考慮した積雪荷重評価に必要な評価の前提条件を明らかにした。

第4章「屋根葺材の表面性状が滑落抵抗力に及ぼす影響」

屋根葺材の表面性状は、屋根葺材の種別によって大きな差が生じ、屋根雪の滑落特性に影響を及ぼす。このことから、本章では、屋根雪の滑落を支配する主要な抵抗力として、凍着・摩擦抵抗力に着目し、これら抵抗力に影響を及ぼす屋根葺材の表面性状について検討を行った。始めに、屋根葺材の表面粗度を示す表面粗さが凍着・摩擦抵抗力に及ぼす固有の影響について検討を行った。次に、屋根葺材の撥水性を示す接触角が凍着・摩擦抵抗力に及ぼす固有の影響について検討を行った。これらの結果から、勾配屋根の積雪荷重評価において、屋根葺材の材料種別を考慮する場合に必要な評価指標について考察を行った。

第5章「屋根雪の雪質が滑落抵抗力に及ぼす影響」

本章では、凍着・摩擦抵抗力に影響を及ぼす外気温特性、雪粒径の影響について検討を行った。始めに、凍着抵抗力に影響を及ぼす外気温について既往の研究を整理し、この抵抗力の温度依存性を明らかにした。次に、摩擦抵抗力に影響を及ぼす雪物性を整理するとともに、実際の建物・モデル建物における雪粒径変化を観測した。この結果に基づいて、屋根雪の経時的な雪粒径の変化が摩擦抵抗力に及ぼす影響について実験を行った。これらのことから、勾配屋根の積雪荷重を評価する場合、外気温の推移、および雪粒径の変化を評価指標として用いる必要があることを明らかにした。

第6章「勾配屋根における屋根雪の滑落と積雪荷重評価」

現行の日本建築学会建築物荷重指針をみると、屋根雪が滑落する場合の積雪荷重は、積雪荷重が継続的に作用する日数を明らかにしたのち、この日数内に積もり得る最大積雪深から算出する必要がある。そのため、屋根雪の滑落に要する日数を算出し、荷重の継続日数を明らかにする必要がある。本章では、前章までに得られた知見を基に、勾配屋根における屋根雪の滑落を考慮した積雪荷重の評価手法について検討を行った。屋根雪の滑落に要する日数は、前章までに示した滑落を支配する抵抗力の特性を考慮し、気象資料から統計的に算出する新しい考え方を提案した。このことから、勾配屋根における積雪荷重の継続日数が定量的に評価可能であることを明示した。

第7章「結論」

本章では、本研究で得られた成果を要約し、勾配屋根における屋根雪の滑落を考慮した積雪荷重評価に関する考え方を統括的に述べている。