

# 学位論文内容の要旨

北海道工業大学大学院工学研究科  
博士後期課程  
建設工学専攻  
建設構造工学  
山口 英治

## 膜構造建築物における制御積雪荷重に関する研究

### 論文内容の要旨

日本の膜構造建築物は、膜構造解析手法や施工技術などの進歩により博覧会などの仮設建築物から恒久建築物として移行してきた。恒久建築物としての膜構造建築物は、1988年を契機に大規模から小規模に至るまで急激に増加した。その建設地域も広域化し、多雪地域である北海道、東北および北陸地方にも建設されている。多雪地域に建設された膜構造建築物は、膜材料の光の透過性を確保するため、屋根面に雪が残らないように自然降雪、融降雪および融雪など何れかの方法で常に屋根雪処理が行われている。

このような状況においても、膜構造建築物における屋根上積雪荷重は、一般建築物と同一の扱いで評価されている。すなわち、特殊な例（建築基準法第38条に基づき個別に建設大臣認定を受け、設計用屋根上積雪荷重の低減が認められた場合）を除き建設予定地の地上積雪深が1mであれば、この積雪によって発生する積雪荷重が屋根面に作用するという考え方で膜屋根および膜屋根を支持する主架構や二次部材などの設計が行われている。1993年に改訂された日本建築学会荷重指針では、信頼性のある融雪装置等が取り付けられている場合に限り雪荷重の低減が認められる制御積雪荷重の考え方が取り入れられている。しかし、この指針においても制御積雪荷重を構造設計に十分に反映できるまでに至っておらず「信頼性」という言葉を付け加えるに止まっている。この原因は、膜構造建築物を対象とした屋根雪に関する研究が膜材料の材料特性を生かすための屋根雪処理に主眼がおかれていることや多雪地域における膜構造建築物そのものの歴史が浅いことなどにあり、膜構造建築物における屋根上積雪荷重評価を論ずる資料を得るまでに至っていない。このような現状の中で、計画される膜構造建築物は、デザイン思想の第一義である「明るい空間の創造」に対し、構造設計では屋根面に雪があることを前提としており、両者は相反した設計思想となっている。

このようなことから本研究では、多雪地域における膜構造建築物の設計に合理性を与えるために、現存する膜構造建築物における屋根上積雪状況の調査を行い、それぞれの屋根雪処理方法の有効性を明らかにしている。これらの屋根雪処理は滑雪現象を有効に活用していることから、滑雪に関わる膜材料特性についての検討、膜材料の張り方を含めた屋根形状と屋根上積雪荷重との関わりについての検討を行い、膜構造建築物固有の滑雪条件に関わる特性を明らかにしている。これらの結果を基に、膜構造建築物固有の合理的な制御積雪荷重の評価方法を提案している。

本論文は、全編6章で構成されており、以下に各章の内容を述べる。

第1章では、本研究の背景となる膜構造建築物における合理的な屋根上積雪荷重評価の重要性を明確化し、本研究の目的、意義および本論文の構成について述べている。

第2章では、多雪地域である北海道、東北および北陸地方に建設されている大規模な膜構造建築物を対象とした屋根上積雪状況に関する実態調査を実施し、屋根雪処理方法別に屋根雪の滑雪状況を検討している。これまでの膜構造建築物の屋根上積雪荷重に関する研究では、個別の建築物に対応するための屋根上積雪荷重評価および屋根雪処理に関する実験的研究に止まり建設後の追跡調査が全く実施されていないため、他の膜構造建築物の設計に反映されておらず、系統立てた膜構造建築物の屋根上積雪荷重評価に関する考え方をまとめるまでに至っていない。このようなことから本章では、膜構造建築物の屋根上積雪荷重評価資料を得ることを目的に、前述の調査結果と屋根勾配、膜材料の張り方および気象条件との関わり合いを検討し、これらを指標に用いて屋根雪の滑雪現象が発生する条件を明らかにしている。

第3章では、膜構造建築物の形態的特徴である屋根勾配を有効に活用した屋根雪の滑雪処理方法を確立することを目的に、滑雪に関わる膜材料特性を明らかにしている。特に、本章では、従来から滑雪特性を明らかにするために用いられている摩擦抵抗に加え、新たに粘性抵抗力を取り入れて膜材料固有の滑雪特性を明らかにしている。さらに、経年後における膜材料の表面状態を検討し、滑雪現象による膜材料表面の滑雪摩耗の影響を明らかにしている。

第4章では、膜材料の張り方には種々の方法があることから、膜材料の張り方と滑雪現象との関わり合いを検討し滑雪現象を誘発しやすい膜材料の張り方（構法）を提案している。さらに、膜材料の張り方が屋根上積雪荷重の評価に与える影響を大型の試験体を用いた屋外モデル実験および膜構造解析で明らかにしている。これらの結果を基に、滑雪処理に有効な膜材料の張り方を含めた屋根形状の設計支援資料を提示している。

第5章では、「荷重の継続期間」という新しい考え方を提案し、合理的な制御積雪荷重評価を提案している。荷重の継続期間とは、屋根面に雪が積もり始めてから滑雪現象が発生するまでに要する期間を示す。これまでの膜構造建築物を対象とした屋根上積雪荷重および屋根雪処理に関する研究方法は、モデル実験が全てであった。このようなことから、実在している膜構造建築物を対象に屋根雪の自然滑雪状況を連続的に観測し、この観測結果と気象条件との関わりを明らかにし、「荷重の継続期間」を取り入れた自然滑雪による制御積雪荷重評価の妥当性を検証している。融滑雪による制御積雪荷重については、屋根勾配、温度条件、雪質を考慮したエネルギー量の供給方法について室内および屋外モデル実験を行い、この実験結果を基に合理的な制御方法を提案している。

第6章は、結論であり本研究で得られた多雪地域における膜構造建築物の合理的な屋根上積雪荷重の評価方法に関する考え方を総括して述べている。