札幌ｺﾐｭﾆﾃｨﾄﾞｰﾑにおける屋根雪の滑雪特性について

○苫米地　司，細川　和彦，山口　英治，伊東　敏幸　（北海道工業大学）

1．はじめに

膜構造建築物に用いられる膜材（四ふっ化エチレン樹脂コーティングガラス繊維布）は，可視光範囲の透過率が高く明るい空間を創り出すことができる。多雪地域の膜構造建築物は，この膜材の特徴を有効に活用するため，膜面裏面に温風を吹き付けるなど熱エネルギーを与えて「融雪と滑雪」とを併用した屋根雪処理（以下，この屋根雪処理方法を「融滑雪」という。）を行い屋根面に雪が残らないような工夫を行っている。しかし，これらの多くは，積極的に屋根雪処理を行わない建築物と同等の荷重評価を行っているのが一般的である。この原因は，これまで多雪地域に膜構造建築物の実績が少なく屋根雪の処理方法に関する有効性が十分に把握されていないためと考える。

本研究では，膜構造建築物の合理的な屋根上積雪荷重の評価を行うことを目的に，札幌市に建設された札幌コミュニティドームを対象に滑雪状況に関する連続的な観測を行った。

2．札幌コミュニティドームを対象とした滑雪状況の観測方法

札幌コミュニティドームは，二重膜構造で外膜と内膜との間に温風（温風の吹き出し温度約60℃）を送風して屋根雪を融滑雪および融雪処理する計画となっている。滑雪状況の連続観測は，図１に示すようにドームから約50m離れた集合住宅の８階からタイムラプスビデオを用いて行った。観測した屋根面は，図に示すように冬期間の主風向の風下側で南東に位置する部位である。観測期間中の気象条件は，同ドームに隣接する丘珠空港の気象観測資料（1996年12月16日～1997年３月21日）を用いて整理した。この観測期間中の1997年２月14日～27日の間，図中に示す８点の膜面裏面温度を10分ごとに熱伝対を用いて測定した。なお，観測期間中は，温風が送風されていない状況であった。

3．札幌コミュニティドームを対象とした滑雪状況の観測結果

タイムラプスビデオによる滑雪状況の観測結果をみると，屋根雪の滑雪現象は95回観測された。これらの滑雪状況を時刻ごとに整理すると，滑雪現象の発生頻度は屋根勾配の差異によりやや異なっている。屋根勾配30°の部位では６時～10時の間に集中し，屋根勾配20°の部位では10時～14時の間に集中し，屋根勾配の大きい部位で早い時刻に滑雪現象が発生している。この状況を外気温の推移に対応させると，外気温の上昇に伴って滑雪現象の発生が多くなっている。この傾向は屋根勾配20°において顕著で日最高気温に達する時刻に発生頻度が最も多い傾向を示し，日最高気温が滑雪現象の発生を示す一つの指標になり得ると考える。

図２に滑雪時の外気温と日降雪深との関係を示す。外気温は１時間毎の観測のため，滑雪現象が発生した時間に最も近い時間の値とした。図のように，両者の関係は大きなバラツキを持っているが，図中に示した実線がそれぞれの屋根勾配における滑雪現象発生の境界値と考えることができる。屋根勾配20°の境界値をみると，外気温が低くなるに伴い日降雪深が大きくなっていることから，滑雪現象の発生は外気温の他に降雪深にも依存していると言える。屋根勾配30°の境界値をみると，-5℃前後の滑雪現象は日降雪深の大小に関わらず発生していることから，滑雪現象の発生は屋根勾配に依存していると言える。

図３に屋根勾配20°の部位における外気温がマイナスの範囲での滑雪時の外気温と膜面

裏面温度との関係を示す。図のように，滑雪時の膜面裏面温度は0～-1.2℃の範囲に分布し，外気温の上昇に伴い膜面裏面温度も比例的に上昇する傾向を示す。これまでの筆者らの室内実験においても，本観測で得られた滑雪時の膜面裏面温度0～-1.2℃の範囲で分布し，外気温の上昇に伴い膜面裏面温度も比例的に上昇する傾向を示す。これまでの筆者らの室内実験においても，屋根葺き材と屋根雪との界面に発生する滑雪抵抗として最も大きな影響を及ぼす到着現象は本観測で得られた滑雪時の膜面裏面温度と同様の温度範囲で不安定な状況となる結果が得られている[1]。また，95回の滑雪現象を滑雪時の外気温（t）別にみると，0℃＜tで29回，-2℃＜t≦0℃で30回，t≦-2℃で36回発生し，0℃以下で全体の69％を占めている。従って，本ドームのように十分な屋根勾配を持っている場合には外気温および膜面裏面温度がマイナスの範囲でも滑雪現象が十分に発生すると言える。

4．まとめ

本研究では，膜構造建築物の屋根上積雪荷重の適正な評価を行ことを目的に，札幌市に建設された札幌コミュニティドームを対象に滑雪状況に関する連続的な観測を行った。

その結果，膜構造建築物は，屋根雪処理が有効に作用しているため，制御積雪荷重を用いることが十分に可能と考える[2]。融滑雪による制御では，融雪装置の信頼性の関わる作動性能と管理運用計画を十分に検討することで，制御積雪荷重を用いることが可能と考える。自然滑雪による制御では，屋根勾配20°以上であれば外気温および膜面裏面温度が0℃以下でも自然滑雪が発生していることから，各建設地の日最高気温0℃以下の連続日数を基に増分積雪深の再現期待値を制御積雪荷重として設定することが可能と考える。

【参考文献】

1)苫米地司ほか：屋根上積雪荷重に関する基礎的研究，日本雪氷学会誌「雪氷」56巻3号，pp. 215-222，1994. 9
2)(社)日本建築学会編：建築物荷重指針・同解説，pp. 197-200，1993. 6

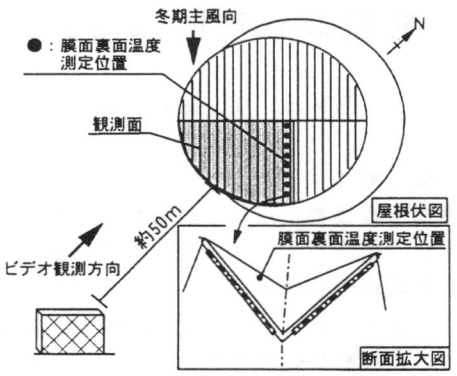

図1　札幌コミュニティドームにおける観測方法の概要

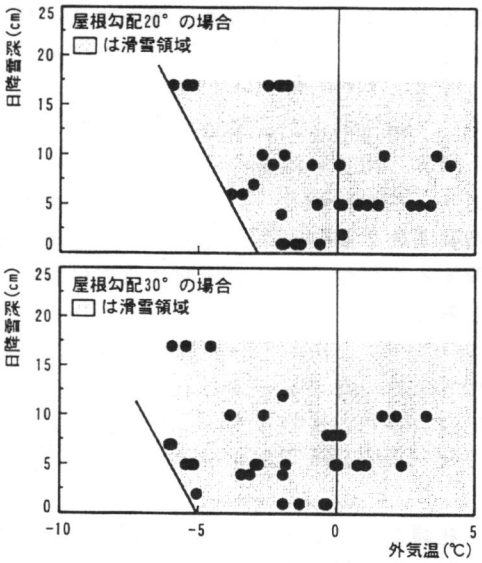

図2　滑雪時の外気温と日降雪深との関係

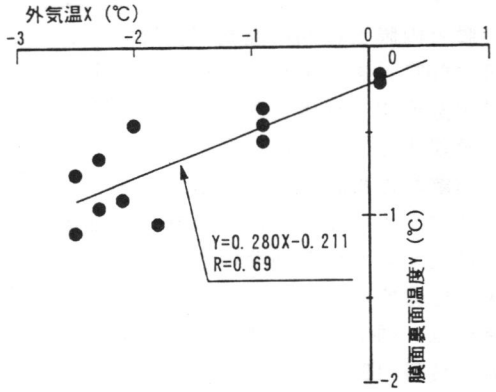

図3　外気温がマイナスの範囲における滑雪時の外気温と膜面裏面温度との関係（屋根勾配20° の場合）