

審査の結果の要旨

論文提出者氏名 加古 哲也

本論文は固体表面の表面エネルギー・表面粗さと着雪・落雪特性との関係を明らかにし、その知見を利用して、着雪防止落雪制御（促進あるいは防止）材料の設計指針を得、さらに材料作製を行ったものである。

第1章では着雪、落雪現象は雪（固液複合体）と固体表面の相互作用に依存することからそれを理解するために固体表面と固体あるいは液体の間に働く付着力、摩擦力および固体表面のぬれ性に関する諸現象について説明されている。さらに本研究の行なわれた背景および本研究の目的についても併せて述べられている。

第2章では雪は固液複合体であるという観点から模擬雪の固体濃度と粗さの異なる撥水性表面での模擬雪の転落現象との関係について検討がなされており、模擬雪として中空ガラスビースと水の混合物を用い、その混合比を変えることで様々な固体濃度の模擬雪が作製されている。模擬雪の固体濃度が0つまり水の転落においては粗さの大きな超撥水性材料で最も転落しやすいが、固体濃度の高い模擬湿雪では逆に粗さを持った超撥水性材料で最も転落しづらく、平滑な撥水性材料のほうが落雪しやすいことが明らかにされている。これは模擬湿雪中の粘性の増加とそれに伴う固液接触面積の増大のためであると考察されている。

第3章では固体表面のぬれ性は表面エネルギーと表面粗さに依存することから表面エネルギー、表面粗さを制御した試料を作製し、屋外曝露試験を通じて、固体表面の表面エネルギー・表面粗さと着雪・落雪特性との関係について検討がなされている。その結果、表面エネルギーの低く、粗さの大きな材料（超撥水性材料）が乾雪、湿雪の着雪特性、乾雪の落雪特性に優れるが、湿雪の落雪特性に劣り、逆に湿雪の落雪特性は表面エネルギーが大きい材料（親水性材料）が優れることを明らかにしている。さらに、模擬雪による理想系での実験が行われ、曝露試験と同様の結果が得られることが確認され、さらにその実験から親水性表面での湿雪の落雪が水膜生成に、撥水性表面での湿雪の落雪が粘性に支配され、さらに乾雪では共に雪と試料間の固体間摩擦が落雪の支配因子であると考察されている。

第4章では前章で得られた知見を利用して、着雪防止落雪制御（促進、防止）材料について検討がなされている。その結果、特に湿雪に対しては親水性材料、超撥水性材料といった単一な表面の性状では優れた効果は得られな

いが、両特性を複合化することによって効果的な試料を作製できることが明らかにされている。そして、親水性と超撥水性を同一表面に縞状に組み合わせた試料(2次元組み合わせ試料)では着雪防止落雪防止効果が、試料に縞状に溝を彫り、その凸部に親水性、凹部に超撥水性をコートした試料(3次元組み合わせ試料)では着雪防止落雪促進効果が得られることが見出されている。さらに試料表面における水滴の観察および模擬雪の試験から3次元組み合わせ試料では凸部の親水性部に主に雪が支持され、その凸部における水膜生成により落雪が促進され、2次元組み合わせ試料では超撥水性と親水性が同一表面にあるため、超撥水性から親水性表面へ水の移行が起こり、超撥水性表面に接触している雪の含水率が低下し、その部分の粘性が上昇し、落雪が阻害されたと考察されている。そして、より最適な材料についても検討がなされており、凹凸の構造やピッチ、幅などについても考察がなされている。

第5章では全体の総括的な結論がなされており、本研究で得られた結果の重要性について述べられている。

以上、本研究では雪という固液複合体の固体表面への付着・転落現象と固体表面の表面エネルギー・表面粗さとの関係が明らかにされており、これらの研究の成果は物質の固体表面への付着、転落現象に関わる基礎的な理解を進めただけでなく、着雪防止落雪制御材料という実用的にきわめて有効性の高い材料分野への発展に大きく貢献したものと考えられ、工学的意義は大きい。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。