

氏名	中尾 友紀
学位の種類	博士(工学)
学位記番号	第 7 2 4 号
認定課程名	防衛大学校理工学研究科後期課程
学位授与年月日	令和5年3月26日
論文題目	高ひずみ速度における純氷の変形・破壊特性
審査担当専門委員	(主査) 東京大学 教授 藤本 浩司 金沢工業大学 教授 影山 和郎 茨城大学 教授 関東 康祐

### 審査の結果の要旨

氷は理工学の幅広い分野で研究対象とされてきた。氷には材料強度のひずみ速度依存性があることが知られており、高ひずみ速度における氷の圧縮変形特性評価には、スプリット・ホプキンソン棒 (SHB) 法を用いた研究が行われているが、高ひずみ速度下で最大圧縮応力がひずみ速度とともに増加する原因については解明されていない。また、海洋構造物や船舶に氷が衝突した際に作用する荷重や圧力を評価するためにインデンテーション試験に基づく研究が行われているが、これらの研究では局所的な高圧領域と表面層での破壊に着目しており、内部の高速亀裂進展や試験片全体の破壊に着目した研究例は見当たらず、また、インデンテーション試験において圧子形状を変化させた時の影響やその速度依存性および脆性破壊メカニズムについては検討されていない。

以上を踏まえ、本研究では、純氷の単軸圧縮試験における高ひずみ速度下の変形・破壊特性や、インデンテーション試験の変形・破壊挙動に及ぼす圧子形状やひずみ速度の影響について検討し、高ひずみ速度における純氷の変形・破壊特性を解明することを目的としている。

著者は、単軸圧縮試験において、SHB 法とハイスピードカメラを用いた観察により、高ひずみ速度下の応力と破壊挙動の関連性を評価・検討し、氷の破壊の規準と圧縮強度を定義するとともに、材料強度のひずみ速度依存性を誘起する要因を考察し、脆性域でのひずみ速度増加に伴う圧縮強度の増加は、転位の熱活性化過程によるものと推論している。また、インデンテーション試験においては、球圧子の直径や円錐圧子の頂角、ひずみ速度の影響を検討し、ハイスピードカメラによる亀裂進展の観察結果と併せて、亀裂進展挙動は表層の破壊に伴い生成される氷片の飛散と圧子直下に形成される凝集体に伴う変形場の広がりに関連していると考えることにより、単軸圧縮試験とは異なるインデンテーション試

験特有の脆性破壊メカニズムを提案している。さらに、変形・破壊エネルギーを考慮することにより、氷を最も効率よく破壊できる圧子形状やひずみ速度についての検討を行っている。これらの結果から、本研究により、高ひずみ速度における純氷の変形・破壊特性の一端が解明されたと判断され、本論文の学術的・工学的価値は高く、博士（工学）として合格と判定した。