

審査の結果の要旨

氏名 太田 進

船舶輸送の安全は、長期にわたる造船海運技術の集積により向上している。残っている課題は、極めて解決困難な課題であるといつてよい。その一つが固体ばら積み貨物の荷崩れに関する課題である。

本論文は、水分を含むばら積み貨物の荷崩れ現象を研究し、現象を分類し、対策および予防法を研究し、さらには性状の試験法と安全のためのクライテリアの開発している。

第一章では、固体ばら積み貨物輸送の運送実体、事故例、危険性を概観し、研究の目的を明らかにしている。

第二章では、国際海事機関における安全基準の概要、日本における法規的な安全対策の概要を示し、その実体と問題点を明らかにしている。貨物の移動を、船舶の動揺や振動といった繰り返し荷重に起因する固体ばら積み貨物の粒子の微視的な移動で貨物内部の間隙圧が上昇することより貨物の剪断強度が失われる非粘着性貨物の「液状化」と、船舶の動揺等による加速度により貨物の液状化が生じなくても、静的な剪断強度の不足に起因して生じる粘着性貨物の「荷崩れ」の二つの種類に分ける必要性を示し、安全基準が両者を分けることなく扱っていることを指摘している。なお、国際海事機関の「固体ばら積み貨物の安全実施基準(BCコード)」に記述されている「貫入法」は論文提出者らによって開発されたものである。

第三章では、液状化物質の運送の安全性について扱っている。まず、当該物質が液状化物質であるかの判定法について研究をおこない、新たに液状化物質判定試験法を提案している。

液状化物質判別法は、石炭のように見かけ比重が小さい場合と微粉精鋼などのように大きい場合とで異なる扱いをしている。これは、石炭は無機の鉱物とは異なり固体比重も小さく、飽和状態においては水による浮力が粒子間の直応力に及ぼす影響も無機の鉱物とは異なることによる。

石炭については、液状化物質である微粉炭を用いて、粒径調製により各種の粒径分布の石炭を用意し、試料の水分値を所定の排水状態における最も高い値に調製して貫入法試験を実施することにより、有効径 D_{10} と液状化の関係を調べている。その結果、試料の最大粒径を 19 mm とした時、試料の有効径が 0.2 cm を超えれば液状化物質では無いと判定することが妥当であるという結論を得て、試験方法を提案している。

石炭以外の物質に関する液状化物質判別法は、粒径分布に基づく判定と、液状化物質判別試験により構成している。粒径分布に基づく判定においては、通常の排水状態において、

液状化が発生するだけの水分を保持することができない物質は、航海中に液状化する恐れが無い」との考え方に着目し、試料の最大粒径を 9.5 mm とした際の有効径に基づいて判定する方法(液状化物質判別試験)を提案している。判定のためのクライテリアの設定においては、2 種類の鉍滓を用意し、粒径分布を変えて液状化物質判別試験を実施し、試料の最大粒径を 19 mm とした時、試料の有効径が 0.1 cm を超えれば液状化物質では無いと判定することが合理的であることを示し、一般的な試験方法を提案した。

第四章では、近年事故が相次いでおこっているニッケル鉍の安全輸送について扱っている。これは、事故原因の第二番目の要素である、船舶の動揺等による加速度により、貨物の液状化が生じなくても剪断強度の不足に起因して生じる「荷崩れ」と解析している。ニッケル鉍は露天掘りされた天然の土であり、大きな塊をも含む粘土状の物質である。粘土状物質は、一般に、水分を多く含むと剪断強度が低下し、荷崩れの危険性が高くなる。こうした貨物の荷崩れの危険性を評価するには、例えば一面剪断試験により貨物の剪断強度を計測し、計測された剪断強度を用いて斜面の安定性解析を実施することが考えられるが、こうした方法は、剪断強度の計測に時間を要するため、貨物運送の実務に供することは困難である。そこで、地盤の強度を簡便に評価する方法である静的機械式円錐貫入試験に着目し新たに「ニッケル鉍荷崩れ危険性評価試験法」を開発した。五つの港から出荷されたニッケル鉍を用いて、安全のためのクライテリアを設定し、効果を検証している。

第五章では、全体を総括してまとめている。

以上のように、本論文は、固体ばら積み貨物の安全運送に関する諸要素を総括し、特に貨物に関する情報提供に着目し、液状化については「液状化物質判別法」を開発し、液状化物質の運送に関する規則の的確な適用を可能にし、また、静的な問題に関してはニッケル鉍を例として安全評価手法を開発し、「ニッケル鉍荷崩れ危険性評価試験法」を提案した。即ち、固体ばら積み貨物の移動に起因する事故を防止するために、特に重要と考えられる二つの技術的な問題点を解決し、船舶運送学に大きく貢献した。

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。