

船舶技術研究所報告（第35巻第2号）に掲載の論文等の紹介

研究報告の紹介

低エネルギー光子に対する線量評価の研究

成山 展昭

近年、放射光の利用を目的としたシンクロトロン加速器や自由電子レーザー施設が国内外で増加しつつあります。それらは、数十keV以下の低いエネルギーをもつ光子でありながら、通常のX線発生装置より桁大きい強度をもち、指向性が非常に優れている点で、従来の放射線にはなかった特徴を有します。このため、作業従事者に対する放射線防護上、アンジオグラフィ（冠状動脈撮像法）をはじめとする医療利用上、あるいは窓材、モノクロメータなど材料における熱負荷上、低エネルギー光子に対する精度よい線量評価が重要になってきました。

本研究は、このような観点から、まず、線量計の読み値を求める線量に換算するときに必要な理論を実験値と比較することにより検証し、その問題点を指摘し、低エネルギーにおいても精度のよい新たな式を提案しました。次に、自由空気電離箱を測定原理の異なる全吸収型マイクロ熱量計の値と比較し、モニターとしての同電離箱の精度を評価した上で、個人線量計として広く用いられてきた熱蛍光線量計（TLD）に放射光からの単一エネルギー光子を照射し、エネルギー、線量応答の測定を行いました。なお、応答値の測定は、独自に開発した直線加熱型のTLDリーダーを用いてまず基本データであるグロー曲線（温度対蛍光量曲線）を測定し、そのグロー曲線を全積分することにより行っています。その結果、実際の線量測定に有用な応答特性データを取得するとともに、 ^{60}Co ガンマ線に対する結果と比較することにより、TL応答特性の光子エネルギー依存性を明らかにしました。さらに、そのTLD線量計を用いて、10、30keV単一エネルギー光子照射時の人体ファントム内の吸収線量分布を測定し、低エネルギー光子に対する線量の評価技術を実証しました。また、その実験値とモンテカルロ輸送計算コードによる結果を比較することにより、コードの精度を明らかにすると同時に、その精度評価を行った計算コードを用いて、従来データのなかった10keV以下の光子に対する線量換算係数、すなわち光子フルエンスから線量に換算するための係数を、国際放射線防護委員会(ICRP)による1990年勧告に基づき計算しました。

これらの研究成果から、低エネルギー光子に対する空洞理論の適用方法およびTLDの応答特性が明らかになり、線量評価の技術が発展し、その精度が向上しました。また、10keV以下の線量換算係数が整備され、低エネルギー光子に対する放射線防護の考え方に指針が与えられました。

総合報告の紹介

操縦性能データベースの構築とその解析結果

原口 富博、野中 晃二、藤原 敏文

1978年3月のAmoco Cadiz号の漂流、座礁事故以来の多くの海難事故を背景に、国際海事機関(IMO)では、人命安全、海洋環境保全の観点から操縦性基準等の検討を開始した。1989年3

月のExxon Valdez号の座礁事故を契機に、1990年のIMO第33回設計設備小委員会(DE)以降は本格的に操縦性基準が検討され、1993年11月のIMO第18回総会で船舶操縦性暫定基準(IMO決議A.751(18))が採択された。

この基準はその成立の経緯からわかるように、船舶の航行の安全と海洋汚染を防止するため船舶の操縦性能に一定の枠をはめ、極端に操縦性能が悪い船舶を排除することを目的としている。また、この基準は5年間の暫定となっており、この間に各国とも操縦性試験データを収集し基準の妥当性について検討を行うことになっている。このため我が国では、運輸省が造船会社49社の協力を得て操縦性試験データの収集を行っている[3]。この収集されたデータは、その性質上機密保持が要求されるため国の機関で取り扱う必要があり、運輸省船舶技術研究所で扱うこととなった。当研究所では、収集されたデータで構成される操縦性能データベースの構築を行っている。さらに、このデータベースを用いて暫定基準の検討に必要な解析を進めている。ここでは操縦性能データベースによる船舶操縦性暫定基準との適合状況等の解析結果について報告している。

調査研究資料の紹介

析出硬化型ステンレス鋼製フックの破断事故に関する調査

松岡一祥、千田哲也、林 慎也、勝又健一、高橋千織、古古典亨、
矢野不二夫、北村 茂、間島隆博、渡邊 巖、西森 勇

熱処理により微量元素を析出させて強化された高強度材料であるSUS630で製作された搭載艇吊下げ用ランチングストロープのフックが破断する事故が発生しました。これを材料の高性能化に伴う重大な問題と考えて、詳細な原因調査を行いました。破断フックの外観をみたところ変形はほとんどなく、破面は全体に梨地状で、一部に初期き裂と考えられる腐食変色部がありました。破面の走査電子顕微鏡観察では、脆性破壊で生じる破面の一種である擬へき開破面がみられ、もともと存在した初期き裂を起点とする脆性的な破壊であると推定されました。

材料の機械的性質を調べると、硬さは熱処理条件から想定される値より高く、シャルピ衝撃エネルギーは正常な材料の1/2以下に低下していることがわかりました。電子プローブ・マイクロアナライザで元素の濃度分布を調べたところ、クロム、ニッケル、銅が偏析しており、その濃度分布のパターンは、型鍛造の物質移動の流れに沿っていることから、この偏析はフック製作の型鍛造を行ったときに形成されたものと推定されました。

鋼材の脆性破壊は、切欠きなどの応力集中部のある材料が低温で高速の変形（つまり衝撃的な荷重）を受ける場合に起きるとされます。硬さ測定とシャルピ衝撃試験結果から、材料自身が脆化している（脆くなっている）ことがわかりますが、材料の低靱性化の原因としては、クロム等が偏析して低靱性相が形成されたことが考えられます。この材料（SUS630）は固溶化と析出硬化の2段階の熱処理により性質が調製されるのですが、フックの製造手順を検討しますと、鍛造時の加熱により行われている固溶化熱処理が不相当であった可能性が高いと推測されます。そのために、均質な固溶化組織が得られず、材料の靱性低下を招いたという結論を得ました。同様の事故を防ぐためには、鍛造時を含む温度管理を見直すことが推奨されます。