

船舶技術研究所報告（第36巻 第2号）に掲載の論文の紹介

研究報告の紹介

一体型船用炉の横揺れ自然循環における炉心部熱伝達特性

澤田健一、村田裕幸、小林道幸

原子力船において座礁・沈没などの船舶事故や原子炉事故等が発生した場合には、原子炉を安全かつ確実に停止させることが必要となります。近年、原子炉停止時の崩壊熱を自然循環によって除去する受動安全系を採用した一体型船用炉が注目されています。自然循環炉心冷却は冷却水の密度差によって冷却水を循環させるため、その動作が確実である反面、ポンプを使用する強制循環時に比べて冷却水の循環流量が減少するので、定傾斜やローリングなどの船体姿勢・運動の影響を受けやすくなり循環流量や熱伝達に影響を及ぼすことが予想されます。

本報告では、日本造船研究協会で概念設計がなされた一体型船用炉 NSR-7 を模擬した実験装置（高さ方向実寸）を用いて、定傾斜及び横揺れ条件下における自然循環実験を行い、各々が炉心部の熱伝達に与える影響について検討しました。その結果、定傾斜時自然循環において、炉心の傾斜角 θ が $\theta < \pm\pi/8$ では、傾斜は炉心部の熱伝達に殆ど影響を与えないことを明らかにしました。また、横揺れ時自然循環では、動揺効果を表す無次元数として動揺のレイノルズ数 $Re_R = 4\theta R D_e / tv$ を用いた動揺のリチャードソン数 $Ri_R = Gr^* / Re_R^2$ を提示し、これによって横揺れと炉心部熱伝達の間を精度よく整理できることを示しました。さらに炉心部の熱伝達は、動揺のリチャードソン数によって① $2 < Ri_R < 11$ においては自然対流が支配的な領域、② $0.3 < Ri_R < 2$ では自然対流と横揺れによる慣性力とが複合する領域、③ $0.05 < Ri_R < 0.3$ では横揺れによる慣性力が支配的な領域、に判別されることを明らかにしました。