

燃料建屋における蒸発によるトリチウムガス放出の分析

背景

ハヌル原子力発電所 1・2号機においてはトリチウムガスの放出量が継続的に増えており、トリチウムガス放出の環境への放出に関しては困難を抱えている。トリチウムガスの放出量は、年間線量にほとんど届いてしまうくらいであり、1度はそれを越えたことがある。韓国水力原子力発電会社（KHNP）は、トリチウムガスの影響をいかにして削減させ、またどのような要因について検討すべきかについての調査を実施した。

運転データの分析

フラマトム社製のハヌル 1・2号機には、原子炉建屋からの排気と、原子炉建屋や補助建屋、燃料建屋からの揮発性放射性物質が混合される共有スタック（排気筒）という、二つの主たるガス放出経路がある。トリチウムガスの放出は主に共有スタックからであるが、それぞれの建屋におけるトリチウム発生率についてはわかっていない。よって、類似している運転条件を想定して、それぞれの建屋におけるトリチウム発生率をレビューするためにハヌル 3・4号機の運転データが分析された。10年間（2003～2012年）において、トリチウムガスの 42.3%は 3号機の燃料建屋から、35.2%は 4号機の燃料建屋から平均的に発生していた。米国の PWR の運転におけるトリチウム放出（NUREG-0017*¹）によると、トリチウムガスの放出源の 50%が燃料交換区域から、32%が補助建屋から、18%が格納容器建屋からとなっている。ハヌル 3・4号機における 77.5%というトリチウムの発生率は米国よりもやや高いものの、トリチウムガスの主要な発生源は燃料建屋であることは明白である。この 10年間、ハヌル 1・2号機のトリチウムガス放出の月平均量は、季節に大きく依存しているといえる。夏の期間はトリチウム放出率が高く、それに対して冬は低い。これにより、燃料建屋内におけるトリチウムガス放出管理については蒸発の管理が重要な手法であるかもしれないことと、使用済み燃料プール（SFP）の冷却装置が海水温に係わらず SFP の温度を安定させるために不十分であることが示されていると言える。

2005年に電力研究所（EPRI）はその技術報告書*²において、燃料建屋における実験に基づいた蒸発公式について提案している。運転データに基づいてそれを適用するために、2月18日と5月8日にそれぞれの SPF からトリチウム水が収集されてその比放射能が分析された。さらに、それぞれの SFP と燃料建屋の温度と、それぞれの燃料建屋の相対湿度が計測された。これらの情報により、蒸発による理論上のトリチウム放出は、2月の第3週目が $1.41\text{E}+10\text{ Bq}$ 、5月の第2週目が $1.45\text{E}+10\text{ Bq}$ であると計算された。そして同時期の共有スタックからの実際の放出は、それぞれ $2.76\text{E}+10\text{ Bq}$ と $3.60\text{E}+10\text{ Bq}$ であった。よって、放出される理論上の放射能は実際の放出量の 51.7%と 40.2%であり、NUREG-0017に基づいた実験公式とトリチウムガスの放出は、SPF と燃料建屋の温度と湿度を管理することによって削減できることを意味している。

今後の作業

ハヌル 1・2 号機では、特に夏の期間に SFP の温度を低くするために大型の冷却装置に取り換えることや、燃料建屋内の機器類への影響について十分に注意しつつ燃料建屋の湿度を高くするための湿度調整器を設置するなどの、トリチウムガスを削減させる計画を準備している。

参考文献

- *1 US Nuclear Regulatory Commission, Calculation of Release of Radioactive Materials in Gaseous and Liquid Effluents from Pressurized Water Reactors (PWR-Gale Code), NUREG-0017, Rev.1, 1985
- *2 EPRI Tritium Management Model, TR-1009903, 2005