

1. 高温ガス炉について

1.1 高温ガス炉の特長

高温ガス炉は、燃料に被覆燃料粒子、冷却材にヘリウムガス、減速材及び主要な炉内構造物に黒鉛を使用し、1000℃近い高温が取り出せる原子炉である。

(1) 構造上の特徴

① 燃料

二酸化ウラン等の燃料核の周囲を特殊な炭素や、炭化珪素又は炭化ジルコニウムの薄い皮膜で3重～4重に包んだ、直径1 mmにも満たない被覆燃料粒子を黒鉛中に分散して焼き固めたものを使用している。

軽水炉等の燃料は、燃料ペレットを収納している被覆管によって放射性物質の閉じこめをしているが、高温ガス炉用の燃料では、1粒、1粒の被覆燃料粒子の炭化珪素又は炭化ジルコニウムの被膜がその役割を担っている。

② 冷却材

冷却材にはヘリウムガスが用いられる。ヘリウムガスは高温でも燃料や構造材などと化学反応を起こすことのない不活性ガスであ

る。原子炉内での放射化の問題も少なく、極めて安定性が高く、さらに冷却効果も高いなど優れた性質を持っている。

③ 減速材、炉内構造物

減速材、反射体その他の主要な炉内構造物には、黒鉛が使用される。黒鉛は、中性子の吸収が少なく、耐放射線性に優れ、高温に耐えられるとともに、熱伝導も良いという特長を持っている。

(2) 性能上の特色

① 高い固有の安全性

燃料被覆の炭化珪素はセラミックの一種であり、主要材料である黒鉛とともに、融点が非常に高く、高温に耐える材料である。このため、万一の事故の際にも、たとえ冷却系の能力が大幅に低下しても、炉心の溶融にまで至るようなことはまず考えられない。

また、大きな負の反応度フィードバック特性を持っているため、急激に出力を上昇させるような現象が起こったとしても、燃料温度上昇により自然に原子炉出力が抑制されるため、燃料温度がわずかに上昇することは起こるが、原子炉が暴走することはない。さらに、炉心の熱容量が大きいので、異常な出力上昇

が起こったとしても炉心の温度上昇がきわめて緩慢であり、運転員が異常事態に対処するための時間的余裕が十分とれる。

② 高い燃焼度での運転が可能

黒鉛は中性子吸収が少なく、ヘリウムガス中では殆ど腐食が生じない。そのため、高温ガス炉では長期間に亘って燃料を燃焼させることが可能であり、エネルギー資源を有効に利用することが出来る。

③ 高い熱効率のプラントが実現可能

発電の用途では、ガスタービン発電を行うことにより、約50%の高い熱効率が可能である。また、1000℃近い高温が得られるので、現在化石燃料を使用せざるを得ない化学工業などの熱源としての用途も考えられる。さらに、廃熱を発電、地域暖房その他の用途に利用することも可能であり、これらを総合的に組み合わせれば、さらに熱効率の高いプラントを実現することが可能となる。

1.2 環境に優しいエネルギー利用をめざして

エネルギー需要が増大するとともに、環境破壊、大気汚染、地球温暖化の問題がますます

深刻となっており、南太平洋の一部で、海水面の上昇による国土の水没が危惧されていることも伝えられている。

1997年12月の地球温暖化防止京都会議においては、我が国の二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの排出を2008年から2012年までの間に90年度比で6%削減するという目標が課せられた。この目標を達成するためには、なお一層の省エネルギー対策を進めるとともに、二酸化炭素等の主要な排出要因である化石燃料への依存の度合いを低減していくことが重要な課題となっている。

高温ガス炉及び核熱利用技術が実用化されれば、原子力熱利用の分野を発電だけでなく化学工業など、現在化石燃料に依存せざるを得ない分野にまで拡大することが可能である。また、原子力熱エネルギーを利用した水素製造の実用化により、クリーンなエネルギー源として有望な水素エネルギーの利用ができるようになる。

高温ガス炉を中心とする核熱利用等の関連技術を総合的に組み合わせることにより、熱効率が高く、環境に優しいエネルギー利用システムが構築できると考えられる。これが実現すれば、化石燃料への依存を低減するための重要な要素となることが期待できる。