炉心溶融のない高温ガス炉コジェネプラント（水素製造・発電）の開発

Development of High Temperature Gas cooled Reactor cogeneration plant
(Hydrogen production and power generation) without core melting

*須山　和昌[1]，倉林　薫[1]，塚本　裕貴[1]
[1]三菱重工業株式会社

三菱重工業では、固有の安全性を有し、かつ 900℃以上の高温の熱が取り出せる高温ガス炉を活用し、安全で低炭素な水素製造と発電を両立する高温ガス炉コジェネプラントの構築を目指している。本論文では開発を目指すプラントのプラント概念・仕様、及び全体系統計画について報告する。

キーワード：高温ガス炉、コジェネレーションプラント、水素設備、負荷追従、炉心溶融なし

1. 緒言

高温ガス炉コジェネレーションプラントでは今後想定される水素社会、脱炭素社会に向けて、高温を利用した水素の効率的かつ大量製造と直接ガスタービン発電よる高効率発電の併産を計画している。製造した水素は、製鉄業界での水素還元製鉄に供して産業界の脱炭素化に貢献し、発電を主体とした場合は水素製造量と発電量を調整することにより原子炉出力を一定に保ちつつ電力負荷変動に対応し稼働率を維持しながら原子力と再生エネルギーの共存を可能にする。

2. プラント概念の構築

高温ガス炉コジェネプラントの原子炉出力は、固有の安全性が維持できる 600MWt とし、出口温度は、HTTR の実績から 950℃と設定した。水素製造法は He ガス加熱による製造実績があり早期実現の見込める水蒸気改質法を選定し、発電には高効率が見込める直接ガスタービンサイクルを採用した。全体系統構成を図 1 に示す。1 次系の主要設備は中間熱交換器(IHX)、He ガスタービン、再生熱交換器から構成され、IHX を介して水素製造設備に高温の熱を供給する。プラントの運転は、水素を主体とする水素定格運転と発電を主体とする発電定格運転を設定し、水素製造と発電を調整運転することで負荷変動に追従する。水素定格運時の水素製造量は、2050 年頃の直接還元製鉄で使用される水素製造量（400 万ﾄﾝの製鋼に必要となる水素量）を目標とした。発電定格運転では無冷却翼を採用できるようにタービン入口 850℃を条件として設定した。2 つの定格運転についてヒートマスバランスと炉心や高温機器の特性を検討し 1 基当たりの水素定格運転、発電定格運転における水素製造量、発電量について表 1 の結果を得た。プラントのイメージ鳥観図を図 2 に示す。600MWt の原子炉 4 基、水素製造設備 4 ユニットの構成となっている。

表 1　定格運転時の水製造量及び発電量

	水素定格運転（1基当たり）	発電定格運転
水素製造量	約9億 Nm³/年（約12万Nm³/hr）	約7億 Nm³/年（約9万Nm³/hr）
発電量	約160 MWe	約200 MWe

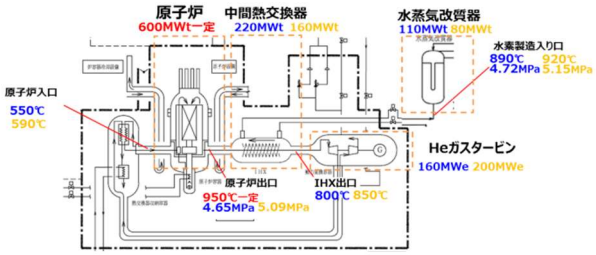

図 1　高温ガス炉コジェネプラントの全体系統構成

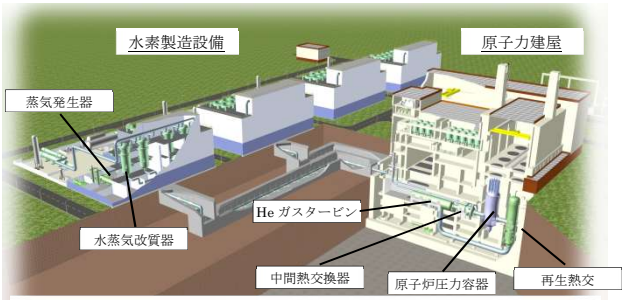

図 2　高温ガス炉コジェネプラントの鳥観図

3. 結論

炉心溶融のない高温ガス炉コジェネプラント（水素製造・発電）の概念を構築し、水素製造量の見通しと水素定格運転と発電定格運転による負荷追従の見通しが得られた。

*Kazumasa Suyama[1], Kaoru Kurahayashi[1] and Hiroki Tsukamoto[1]
[1]Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.