HTTR 接続熱利用システムの高温熱供給ヘリウム配管の設計

High temperature heat transport piping design for HTTR-GT/H_2 plant

*堀井 翔一[1]，野本 恭信[1]，佐藤 博之[1]，ヤン ジングロン[1]

[1]日本原子力研究開発機構

HTTR に水素製造施設及びヘリウムガスタービンを接続したプラント（HTTR 接続熱利用システム）において、熱利用施設へ高温ヘリウムガスを輸送する熱供給配管について、ヘリウムガスの温度低下を抑制する配管構造の選定結果を報告する。

キーワード：高温ガス炉，熱利用システム，ヘリウム，配管設計

1. 緒言

原子力機構では、優れた安全性を有し高温熱供給が可能な高温ガス炉の多様な産業利用に向けて、HTTR 接続熱利用システムによる水素・電力コジェネレーション実証試験を計画している。本発表では、発電及び水素製造の実証に向けて要求されるヘリウムガス温度低下量を満足する熱供給配管仕様を検討した。

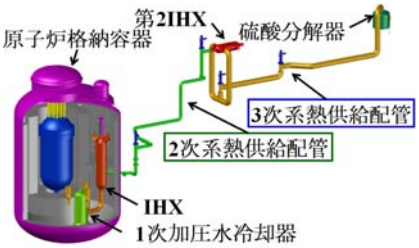


図1 評価対象の配管レイアウト

表1 熱供給配管の検討条件

項目	単位	2次系	3次系
圧力	MPa(G)	4.1	3.92
温度	℃	900/150	839.8/350
流量	kg/s	2.57	0.275
配管長	m	62.4	57

2.配管設計

2-1. 検討条件

配管レイアウトを図 1 に、検討条件を表 1 に、高温ヘリウムガスを流す配管構造を図 2 に示す。ライナ及び内部断熱材は HTTR の二重管と同材料、外管は、HTTR で採用された SCMV4 と高温強度を有する SUS316 を用いて 2 次系は、内部断熱管の外管材料の違い、3 次系は、二重管及び内部断熱管の違いを比較検討した。水素製造量を確保するためなるべく高温のヘリウムガスを供給する必要があることから、温度低下量は、IHX から第 2IHX までを 15℃未満、第 2IHX から硫酸分解器までを 20℃未満と設定した。

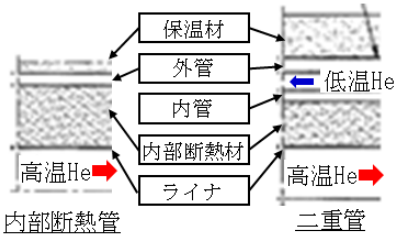


図2 熱供給配管構造図

2-2. 設計結果

配管構造及び外管材質の比較結果を表 2 に示す。二重管は、高温ヘリウムガスから低温ヘリウムガスへの熱逃げを抑制するため内管及び外管の口径が大きくなり、配管物量及び建設コストが増大する。一方、内部断熱管は、配管材の最高使用温度を超えない範囲で内部断熱材及び保温材の厚さを確保することで、二重管より小口径でヘリウム温度低下条件を達成できる。さらに、外管を SCMV4 から高温強度を有した SUS316 に変更することで、より管径を小さくすることが可能となり、配管物量及び建設コストのさらなる低減が可能である。

表2 熱供給配管の比較結果

項目	2次系		3次系		
配管構造	内部断熱管※		二重管	内部断熱管	
外管材質	SCMV4	SUS316	SUS316	SCMV4	SUS316
He温度低下(℃)	14.4	14.7	19.9	19.7	19.9
配管物量(kg)	61.6×10^3	57.3×10^3	637.2×10^3	206.6×10^3	66.3×10^3
建設コスト比	1.00	0.98	1.00	0.33	0.10

※ 実用高温ガス炉（GTHTR300C）の2次系熱供給配管と同じ配管構造を採用するため、本設備の2次系は、内部断熱管を採用

3. 結論

HTTR 接続熱利用システムの 2 次系及び 3 次系熱供給配管として、より低コストでヘリウム温度低下条件を達成できる外管を SUS316 とした内部断熱管を選定した。

* Shoichi Horii[1], Yasunobu Nomoto[1], Hiroyuki Sato[1] and Xing L. Yan[1]

[1]Japan Atomic Energy Agency