

HTTR-熱利用試験計画 (2) プラント動特性評価手法の開発

HTTR Heat Application Test Project (2) Development of Plant Dynamics Evaluation Methodology

*青木 健¹, 佐藤 博之¹, 坂場 成昭¹

¹原子力機構

原子力による高温熱を用いた水素製造のための高温ガス炉と水素製造施設の接続技術確立に向け、実用高温ガス炉-水素製造システムのプラント制御設計に必須のシステム評価コードを新たに開発する必要がある。本報ではその概要、これまでの開発状況、今後の開発計画を報告する。

キーワード：高温ガス炉、水素製造、HTTR、熱流動、数値解析

1. はじめに 実用高温ガス炉水素製造システムに向け、起動停止や設備異常時等の運転方法や制御設計を確立する必要がある。HTTRに水素製造施設（天然ガスの水蒸気改質法）を接続するHTTR-熱利用試験では、運転方法や制御設計の検討に必要なプラント動特性評価や水素製造施設異常に起因する原子炉施設内の可燃性物質の移流拡散挙動評価が可能なシステム評価コードを開発する。

2. システム評価コードの概要 システム評価コードは、これまで RELAP5 MOD3^[1]をベースに開発を進めてきた。水素製造施設をHTTRに接続したシステムを評価するため、プラント制御特性、可燃性ガスの移流拡散、水素製造施設の熱物質収支の評価機能を追加する計画である。システム評価コードの評価体系を図1に示す。プラント制御特性評価では、RELAP5 MOD3 標準搭載の制御系評価機能を用い、高温ガス炉特有のプラント熱流力特性や核的動特性、制御系の相互作用を考慮する。異常時に水素製造施設から原子炉施設に流入する可燃性ガスの移流拡散評価では、次元拡散方程式を追加することで、可燃性ガス濃度の経時変化を評価する。水素製造施設の熱物質収支評価では、水蒸気改質器における化学反応熱を考慮するとともに、構造体と冷却材の温度を用いて、伝熱量を評価する。

3. 開発計画 開発計画を表1に示す。原子炉廻りの熱流力特性に核的動特性を含めたプラント制御特性に係る評価モデルはHTTR熱負荷変動試験^[2]の冷却材温度データを用いて検証する。水素製造施設の熱物質収支及び高温ガス炉水素製造プラント動特性に係る評価モデルは、HTTR-熱利用試験で得られる運転・試験データにより検証する。今後は、水素製造施設の熱物質収支に係る評価手法整備を優先して進める。

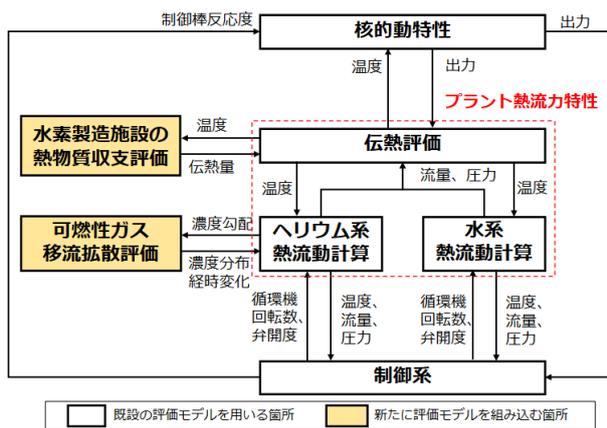


図1 システム評価コードの評価体系

表1 システム評価コードの開発計画

開発項目	検証方法	開発状況	
		手法整備	検証
プラント熱流力特性*	HTTR熱負荷変動試験 (核加熱試験)	—	完了 ^[3]
	HTTR-熱利用試験	—	実施中
核的動特性	HTTR熱負荷変動試験 (非核加熱試験)	—	未実施
制御系		完了 ^[3]	
可燃性ガス移流拡散特性	単純体系における理論解	完了 ^[4]	完了 ^[4]
水素生成反応熱物質収支	HTTR-熱利用試験	未実施	未実施

* 原子炉廻りの熱流力特性をHTTR熱負荷変動試験、水素製造施設の接続時のシステム全体の熱流力特性をHTTR-熱利用試験で検証する。

参考文献

[1] U.S. Nuclear Regulatory Commission. NUREG/CR-5535 (1995). [2] 栃尾他, JAEA-Technology 2011-018 (2011).

[3] 青木他, 日本原子力学会 2021年春の年会, 1C08 (2021). [4] Aoki, T. et al., ICONE 2020, online, ICONE20-16199 (2020).

*Takeshi Aoki, Hiroyuki Sato and Nariaki Sakaba

Japan Atomic Energy Agency