

石炭ガス化炉における マルチフィジックスシミュレーションの現状と今後



山田 知典 (やまだ ともりの)

東京大学人工物工学研究センター
准教授

研究
分野

計算力学、大規模シミュレーション、
マルチフィジックスシミュレーション

本サブ課題では、2020～2030年代の実用化を目指して研究開発が進められている石炭火力発電システム実現のカギを握る高圧燃焼・ガス化炉をターゲットとして研究開発を進めている。従来の計算機環境では実現が不可能であった炉全系高精度シミュレーション技術を研究開発し、ポスト「京」上において高圧燃焼・ガス化プロセスの詳細定量評価を実現することにより、適切な炉パラメータ探索の試行錯誤プロセスを大幅に削減し、国際競争力のある実用炉に必須となる高効率化・低環境負荷・高レジリエンス性能を向上することにより、その実用化時期の早期化に貢献することを目的としている。

ここで炉全系高精度シミュレーション技術においては、実機の燃焼系計算と炉容器の熱伝導計算を双方向のマルチフィジックスシミュレーションとして取り扱い、燃焼系計算の境界条件を第一原理的に求めることにより、ガス化炉出口温度の予測精度10%未満、化学種組成・灰分量の予測精度20%未満を目指している。同時に、得られた炉容器の熱履歴をもとに非線形損傷解析をマルチフィジックスシミュレーションとして取り扱うことにより、炉の構造健全性予測を行う。

具体的なシミュレーションソフトウェアとしては燃焼系計算に「京」上において十分な実績のあるFFR-Comp、熱伝導計算に現在「京」上でのチューニングが進められているADVENTUREシステムのThermalモジュールを利用し、これらの双方向連成を取り扱うため汎用並列連成解析プラットフォームREVOCAP_Couplerの高度化を行う。更に、構造健全性評価では「京」上において十分な実績のあるADVENTUREシステムのSolidモジュールを利用する。

本講演では、上記のシミュレーションソフトウェアを用いたマルチフィジックスシミュレーションシステム開発の計画と現状、および、実証研究の事例を紹介する。