

E117

熱交換器網設計支援のためのマルチエージェントフレームワーク

(九大工)○(学)侯 迪思*・(正)木村 直樹・(正)柘植 義文

1. はじめに

温室効果ガスの排出量削減が求められている。化学プロセスにおいて、省エネにより排出量削減を実現するには、熱交換器網(HEN)の設計が重要である。これまで HEN の最適設計には、熟練技術者の経験・勘に頼っていた部分が大きかった。その部分を自動化できれば、効率的に省エネプロジェクトを遂行でき、クリーン開発メカニズム(CDM)を利用した温室効果ガス削減義務達成につながる。

最適 HEN 設計の自動化については、これまで混合整数計画法や、遺伝的アルゴリズム(GA)、乱数などを用いて、熱交換の組み合わせや各熱交換器の熱負荷を決定する手法が提案されてきた。しかし、これらは対象とするプロセスごとに染色体設計や定式化をやり直す必要がある。そこで本研究では、対象プロセスごとにやり直す必要のない、HEN 最適化の手順や部位の優先順序を「戦略」と定義する。そして、エージェントごとに異なる戦略を持たせて、複数のエージェントにより、多数の HEN 設計案を提示することで、設計者を支援するシステムの構築を目標とする。

2. マルチエージェントフレームワーク

マルチエージェントフレームワークの概要を図 1 に示す。個々のエージェントは自律的なプログラムである。エンジニアがプロセスの熱要求とコスト算出に必要なデータを ProjectManager(PM)に渡すと、それぞれ役割を持ったエージェントが相互に通信を行いながら、多数の設計案を導出して、複数の評価基準における評価値とともに、エンジニアに出力する。エンジニアはその結果を基に最終的な意思決定を行い、設計に反映させることができる。

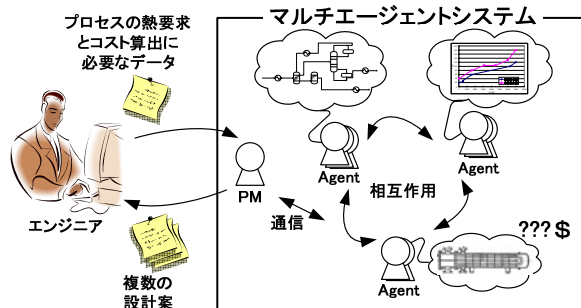


図 1 マルチエージェントフレームワークの概要

3. 熱交換器網の設計手法

対象プロセス[1]の PFD を図 2(左上)に示す。これにピンチテクノロジーを用いて、最大熱回収量を満たしつつ、

総伝熱面積が最小となるよう改良したプロセスの PFD を図 2(左下)に示す。このプロセスは流体の分岐や熱交換器が多く、設備コストやメンテナンス性の観点からは好ましくない。流体の分岐による並列の熱交換を直列の熱交換に変換(分岐合成)したり、直列に並んだ複数の熱交換器を合成し 1 つの大きな熱交換器に変更(ループ削除)する、などの手順により、HEN を最適化することが可能である。しかし、得られる HEN は、HEN のどの部分から手順を実行するか、また、どのような手順を実行するかに大きく依存している。そこで、これら手順や部位の優先順序を「戦略」と定義する。そして、複数のエージェントがそれぞれ異なる戦略に基づいて手順を実行することで、多数の HEN を設計し、設計案が局所解に陥るのを防ぐ。

4. シミュレーション

マルチエージェントフレームワークを Java で構築し、シミュレーションを行った。戦略については 21 種類を作成し、213 個の異なる HEN 設計案を得ることができた。その一例を図 2(右下)に示す。これは最適化前と比べて熱交換器数が約半分に、流体分岐数が 0 にまで減少しており、メンテナンスのしやすい単純な HEN になっている。その上、総装置コストが約 6% 削減できている。

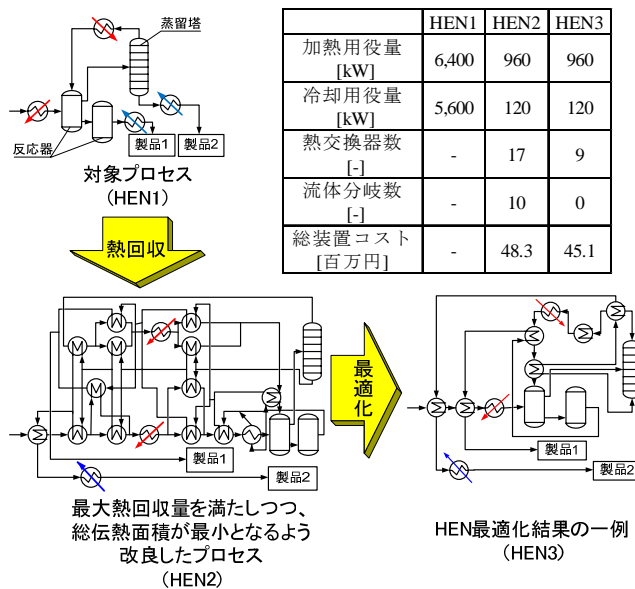


図 2 シミュレーション結果

参考文献

[1] 巽, 松田:ピンチテクノロジー—省エネルギー解析の手法と実際、省エネルギーセンター(2002).

*Email: tkou@chem-eng.kyushu-u.ac.jp