

マルチエージェントを用いた熱交換器網設計システムの検証

(九大工)○(学)安江 築生*・(正)木村 直樹・(正)柘植 義文

1. はじめに

京都議定書により温室効果ガスの削減目標が定められている。クリーン開発メカニズムを用いれば、国内だけでなく、国外の化学プラントも省エネ化することで、温室効果ガスの削減目標を達成する手助けとなる。化学プラントを省エネ化するには、できる限り用役を使わずに、化学プラント内で熱回収をする必要があり、効率のよい熱回収を行うには、熱交換器網(HEN)の設計が重要になる。

HENの設計には遺伝的アルゴリズムを用いるものや、乱数を用いるものなど、様々な手法が提案されている。これらの手法は、化学プロセスごとに染色体設計や定式化を変更する必要があり、数多くの化学プロセスを効率的に処理できない。

本研究室では、対象とするプロセスが変わっても定式化などを変更することなく、多様なHENを作成できるシステムを目指して、マルチエージェントを用いたHENの設計システムを構築してきた。これまでの研究では、エージェントが持つ「戦略」と呼ばれるHENの作成指針を増やすことにより、特定のプロセスに対して多様なHENが作成できることを確認してきた。本研究では、様々な化学プロセスに対しても、多様なHENが作成できるか検証することを目的とする。

2. 热交換器網の設計手法

ピンチテクノロジーを用いることで、最小の用役使用量を満たしつつ、全熱交換器の伝熱面積の合計が最小になるようなHENを作成することができる。Krishnaら^[1]が用いたケーススタディに対して適用した結果を図1に示す。このHEN1は流体の分岐や熱交換器の数が多く、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。

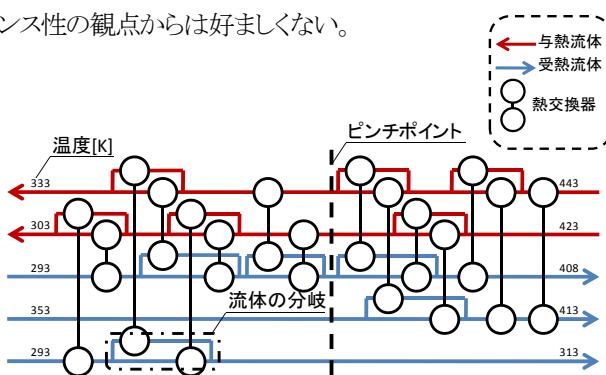


図 1. HEN 1 のグリッドダイアグラム

そこで、このHEN1を図2に示す手順に従って簡略化する。これら3つの手順は、熱回収量を変更することなく、どのようなHENにも適用できる。分岐縮小は流体の分岐の1つの分岐路を削減し、ループ削除及び広域ループ削除は1

つの熱交換器を削減することができる。簡略化の際には、HENのどの部分からどの手順を実行するかによって、異なるHENが得られる。そこで、これらの優先順位を「戦略」と定義し、複数のエージェントがそれぞれ異なる戦略に従い、それぞれがHENの簡略化を行うことで、多様なHENを作成することができる。

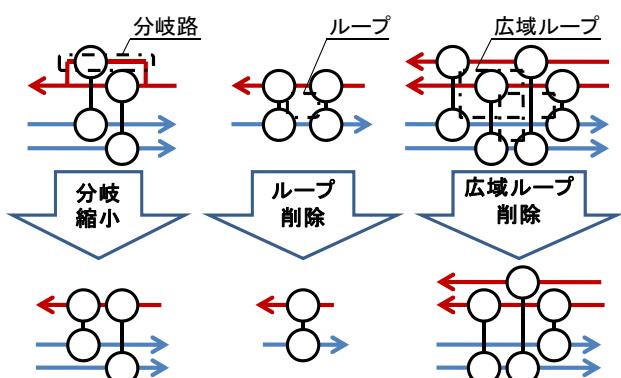


図 2. HENを変形するための3つの手順

3. シミュレーション

HEN1に対して本手法を適用した結果、それぞれ熱交換器の数や年間コストなどが異なる244通りのHENを作成できた。その中には、図3に示すような、熱交換器の数が同じでも、構造が異なるHENがあった。設計者は、HENの年間コストや伝熱面積などの評価値をもとに、複数の設計案の中からHENを選択することができる。

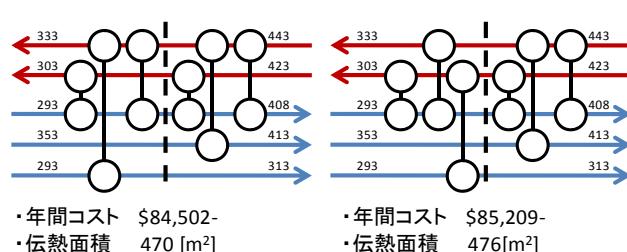


図 3. 同じ熱交換器数で構造の異なるHENの例

参考文献

- [1] Krishna M., et al., Synthesis of cost-optimal heat exchanger networks using differential evolution, *Computers & Chemical Engineering*, **32**, 1869-1876, (2008)

*Email: ikuzik@kyudai.jp