

E103 多重定常状態における反応蒸留プロセスのダイナミックオペレーション

(山形大院理工)○(学)井腰 達郎・(正)松田 圭悟*・(産総研)(正)大森 隆夫・(正)中岩 勝

1. 緒言： 反応蒸留プロセスの運転について、多重定常状態が出現する操作条件ではプロセス挙動が不安定な為、これを回避する事が一般化されている。しかしながら、プロセス特性の異なる複数の安定解が得られる事から、多重定常状態を利用する事によりプロセス特性が向上する可能性がある。本研究では、TAME合成を行う反応蒸留プロセスを対象に定常・非定常シミュレーションを行い、多重定常状態の出現条件および多重定常状態周りでのプロセス特性を明らかにすると共に、多重定常状態を利用したプロセス特性の向上について検討する。

2. モデリング： Fig. 1 に、作成した反応蒸留プロセスの概略を示す。塔は全段数 33 段の棚段塔で、12-28 段は反応部である¹⁾。11 段目より原料を供給し、メタノールとイソアミレンが反応する事により、塔底より TAME 製品が得られる。供給する原料のモル比は $x_{\text{MeOH}}/x_{\text{IA}}=0.8$ とした²⁾。ここで、操作圧は 250 kPa、還流比は 4 とした。計算は平衡段モデルを仮定し、気液平衡の推算に Wilson-RK モデルを適用してそれぞれ算出した。

3. 結果および考察： Fig. 2 に、定常シミュレーションによる感度解析結果を示す。還流比一定としてリボイラ熱量を操作し、塔底 TAME 製品の濃度を観測した。図より、本プロセスにおいて多重定常状態は $Q_R=23.4\text{--}24.9$ MW の範囲で出現し、2 および 3 点の多重解が得られた。このことから、TAME 製品濃度はリボイラ熱量に対して強い感度がある事が分かった。Fig. 3 に、Open-loop シミュレーションによる塔底 TAME 製品濃度に対するステップ応答結果を示す。リボイラ熱量を多重定常状態の範囲内でわずかに増加させた所、TAME 製品濃度はより高い濃度へとジャンプアップした。さらに、静定後にリボイラ熱量を初期値に戻すと、製品純度は初期値に回帰せず高い値を維持する事が分かった。以上の結果から、反応蒸留プロセスを運転する際に多重定常状態を利用する事で、製品濃度が約 20 % 向上しプロセス特性の向上が図れる事が明らかになった。

【引用文献】

- 井腰 *et al.*, 化学工学会 第 41 回秋季大会, B109 (2009)
- Mohl *et al.*, *Ind. Eng. Chem. Eng. Sci.*, **54**, 1029-1043 (1999)

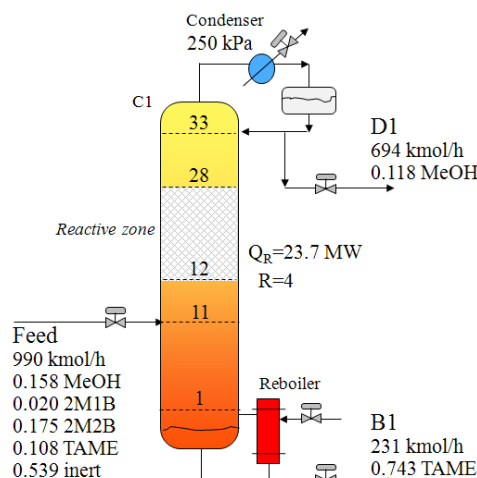


Fig. 1 Schematic diagram of a reactive distillation system¹⁾.

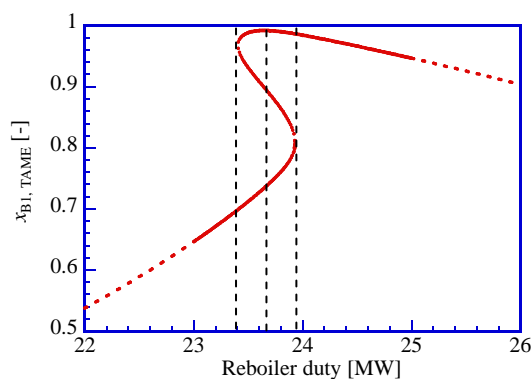


Fig. 2 Bifurcation diagram for the mole fraction of TAME.

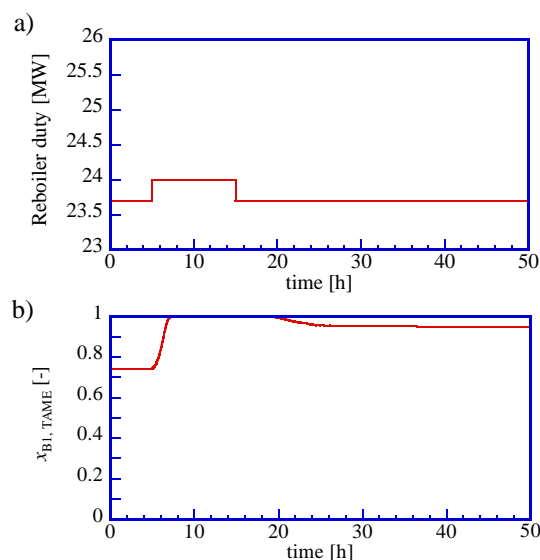


Fig. 3 Transient responses for +0.3 MW change in reboiler duty: (a) reboiler duty, (b) TAME mole fraction

*Keigo Matsuda, Tel&Fax:0238-26-3742,
E-mail:matsuda@yz.yamagata-u.ac.jp