

# 速度論モデルを用いた回分蒸留塔の解析法

二村 孝二 / 森 秀樹 / 堀 克敏 / 岩田 修一

## はじめに

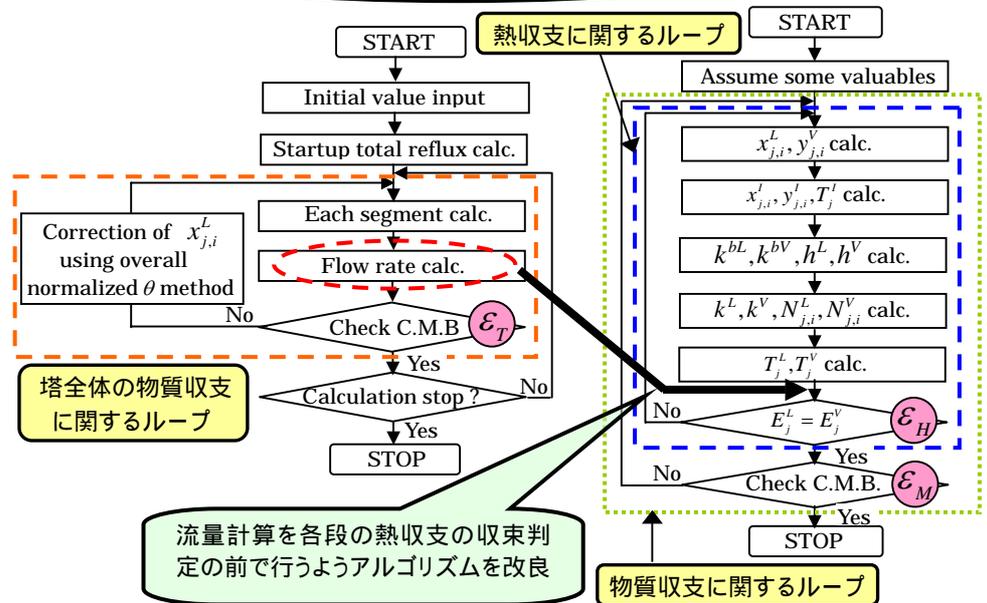
本研究では、速度論モデルを用いた回分蒸留塔の解析に対して、各段の熱収支を満足するようにアルゴリズムの改善を行う。また、各段の物質収支、熱収支及び塔全体の物質収支の収束判定条件が留出液組成に与える影響を調べ、厳密な解を得るための最適な収束判定条件を検討する。

## 1. アルゴリズムの改良

### 操作条件

Column	50 segments
System	Methanol(1)-Ethanol(2)-Water(3)
Pressure	101.1 kPa(top) 101.1 kPa(bottom)
Charge	13.184 kmol (1)0.1043 (2)0.0462 (3)0.8495
Reflux	$t_D = b.p.$
Holdup	37.4 l/top 50 mol/column
Distillate	24.35 l/h
Heat	38455 W
End time	4 h
$\epsilon_T = 10^{-6}$ $\epsilon_M = 10^{-11}$ $\epsilon_H = 10^{-11}$	

### 塔全体と各セグメントのアルゴリズム



### 従来のアルゴリズムを用いた解析結果

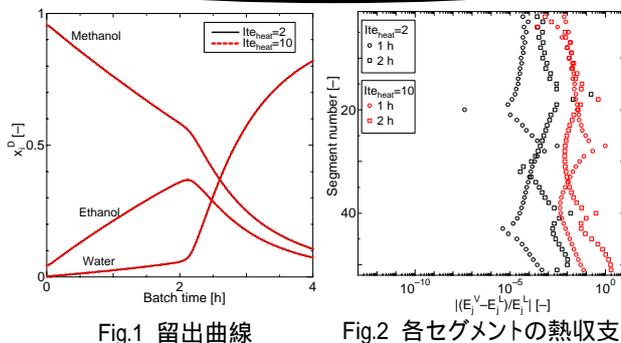


Fig.1 留出曲線

Fig.2 各セグメントの熱収支

$I_{te_{heat}}$  の増加が熱収支の改善に寄与していない

### 改良したアルゴリズムを用いた解析結果

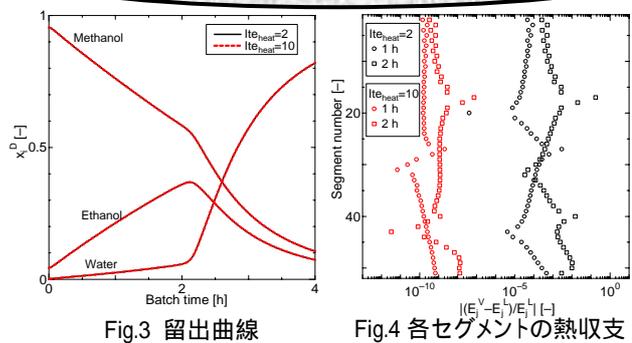


Fig.3 留出曲線

Fig.4 各セグメントの熱収支

$I_{te_{heat}}$  の増加により熱収支が改善されている

## 2. 収束判定条件の検討

$\epsilon_T = 10^{-10}, \epsilon_M = 10^{-11}, \epsilon_H = 10^{-11}, \delta = 0.01s$  の解析結果を基準とした留出液組成の絶対誤差で比較する。

### 物質収支収束判定条件 $\epsilon_T$ 、時間刻み $\delta$ の影響

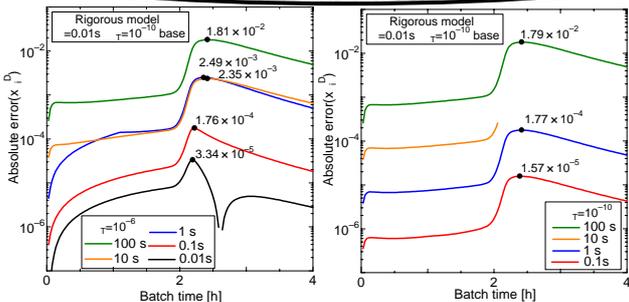


Fig.5 留出液組成 (水) の誤差 (  $\epsilon_T = 10^{-6}, \epsilon_M = 10^{-11}, \epsilon_H = 10^{-11}$  ) Fig.6 留出液組成 (水) の誤差 (  $\epsilon_T = 10^{-10}, \epsilon_M = 10^{-11}, \epsilon_H = 10^{-11}$  )

Table1 各  $\epsilon_T$ 、 $\delta$  での塔全体の反復回数、CPU 時間、最大誤差の比較

		$\epsilon_T$					
		$10^{-6}$			$10^{-10}$		
$\delta$		Iteration	CPU time[s]	Maximum error	Iteration	CPU time[s]	Maximum error
	100s	13745	1611.9	$1.81 \times 10^{-2}$	34241	2883.7	$1.79 \times 10^{-2}$
	10s	25242	3574.7	$2.35 \times 10^{-3}$	Not converged		
	1s	62180	10629.7	$2.49 \times 10^{-3}$	327060	39934.1	$1.77 \times 10^{-4}$
	0.1s	576003	90551.9	$1.76 \times 10^{-4}$	1134058	144772.0	$1.57 \times 10^{-5}$
	0.01s	5760003	824509.2	$3.34 \times 10^{-5}$	7694324	992324.2	(基準値)

$\epsilon_T$  が緩い場合、 $\delta$  が小さくなるにつれて、丸め誤差の蓄積により留出液組成の誤差が大きくなっていることが分かる。回分蒸留塔の解析では、高い精度が要求されない場合、 $\delta$  を大きくし、 $\epsilon_T$  を緩めることで反復回数を抑え、迅速に計算を行うことができる。しかし、高い精度が要求される場合、 $\delta$  を小さくするだけでなく、 $\epsilon_T$  を厳しくする必要がある。