

S206

CE 行列を用いたプラントワイドなインベントリー制御系の検証

(名工大) ○ (学) 早川 定智・(名工大) (正) 濱口 孝司*・(静大工) (正) 武田 和宏
 (東工大院理工) (正) 松本 秀行・(奈良先端大) (正) 野田 賢・(名工大) (正) 橋本 芳宏

はじめに

化学プラントにおける異常時のオペレータの対策は、プラントワイドな制御を考慮したシングルループ制御系構築と同じ発想に基づくと考えられる。よって、適切な制御系を効率良く計算機で生成してチェックできれば、対策立案支援システムの開発に役立つ。

プラントワイドな制御系設計のため、Price らは、Fig.1 のような段階的設計フレームワークと制御系評価のガイドライン¹⁾を提案している。濱口らが提案している CE (Cause-Effect) 行列モデルを用いた計算機による制御系構築手法²⁾は、このフレームワークのレベル I & II に相当するため、Price らのガイドラインと融合させたプラントワイドなインベントリー制御系の生成と検証法を検討する。

IV	Economic Performance Enhancement
III	Equipment & Operating Constraints
II	Product Specification Control
I	Inventory Control
	Production Rate Control

Fig.1 段階的設計フレームワーク

1. インベントリー制御系のチェック手順

以下の手順で制御系を構築し、インベントリー制御系としてペアリングに問題がないかをチェックする。

(1) **プラントモデルの作成**：プラント変数間の因果関係がある場合「1」、ない場合「0」としたプラントモデル G を用意する。Fig.2 を参照。

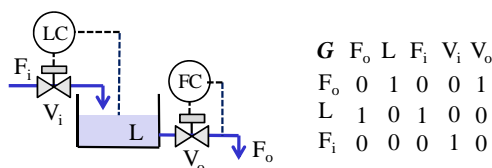


Fig.2 適切な制御系とプラントモデル

(2) **コントロールモデルの作成**：被制御量と操作量のシングルループのペアリングを示すコントローラモデル C を生成する。

(3) **インベントリー制御系としてのチェック**： G と C から、ブール演算で制御ループモデル GC と、 GC の次元を n とする式 (1) から可到達行列 R を計算する。被制御量における変動がペアリング操作量を通じて被制御量に戻ってこない場合、 R 上の被制御量の対角要素に「1」が現れないため、全被制御量の対角要素が「1」にならない場合、不適切な制御系である。

$$R = \sum_{k=1}^{n-1} (GC)^k \cdots (1)$$

C	F_0	L	F_i
F_0	0	0	0
L	0	0	0
F_i	0	0	1
V_i	0	1	0
V_0	1	0	0

GC	F_0	L	F_i
F_0	1	0	0
L	0	0	1
F_i	0	1	0
V_i	0	1	0
V_0	1	0	0

R	F_0	L	F_i
F_0	1	0	0
L	0	1	1
F_i	0	1	1

Fig.3 インベントリー制御系のチェック

2. スループット制御のチェック手順

上記手法をクリアした制御系に対し、スループット (製造量) コントローラの適切さをチェックする。

① **スループット制御コントローラの決定**：どの被制御量でスループットを制御するかを指定する。

② **コントローラモデルの修正**：手順 (2) で作成した C において、選択した製造量の被制御量から隣接する変数への影響を「1」に戻した修正コントローラ行列 C' を作成する。

③ **スループット制御のチェック**： C' を C の代わりに用いて、可到達行列 R' を計算する。原料プロセス流量と最終製品のプロセス流量に製造量制御から影響が伝われば、 R' 上の該当変数に「1」が現れる。この条件を満たさない場合、プラントワイドな物質収支を維持できないため、指定したスループット制御によるプラントワイドな制御系は不適切である。

C'	F_0	L	F_i
F_0	1	0	0
L	0	0	0
F_i	0	0	1
V_i	0	1	0
V_0	1	0	0

GC'	F_0	L	F_i
F_0	1	0	0
L	1	0	1
F_i	0	1	0
V_i	0	1	0
V_0	1	0	0

R'	F_0	L	F_i
F_0	1	0	0
L	1	1	1
F_i	1	1	1

Fig.4 スループット制御のチェック

参考文献

- Price, R. M. and C. Georgakis, "Plantwide regulatory control design procedure using a tiered framework", Ind. Eng. Chem. Res., 32(11), 2693-2705 (1993)
- 濱口孝司ら, CE 行列を用いた制御系設計と異常時の対策立案, 化学工学会論文集, 25(3), 384-388 (1999)

*hamachan@nitech.ac.jp