

# 少量多品種プロセスのバッチ制御と銘柄管理

## Batch Process Control and Recipe Management for the Process with Small-volume Multi-product

(化)プラント部 プラント設計課  
吉 国 一 紘  
Kazuhiko Yoshikuni

Especially in the area of the fine chemical industry, "Flexible Automation" is one of the most important technological key factors in order to optimize production in compliance with the market demands and customer's specific requirements.

The batch process in this field is complicated and difficult to control, because it requires complex sequential control combined with continuous control, alternative repeats between steady and transient state, adaptive control according to time dependent process characteristics, flexible operational modes, and control parameter modification according to recipe, etc. This paper describes batch process for paints using "distributed process control system CENTUM" recently supplied by Shinko-Pfaudler Co., Ltd.

### まえがき

少量・多品種生産のさまざまな分野に適用されているバッチプロセスは、フィードバック制御と組合わせた複雑なシーケンス、過渡状態と定常状態の頻繁な繰り返し、バッチの進行に伴うプロセス特性の変化、モード変更や手動介入、銘柄切換に伴うパラメーターの再設定等によって特長づけられ、制御対象として連続プロセスより難しい場合が多い。

このようなプロセス全体を総合的に自動化しようとする上記の特長に加えて

- (1) 複雑な配管網を経由するライン選択・移送
- (2) 設備全体を対象としたシーケンスの処理
- (3) 装置間での多段処理に伴うインターロック、協調、待合わせ管理（スケジューリング）
- (4) プロセス技術の進歩や設備の多用化に対して、銘柄管理も単に成分やパラメーターの変更のみでなくシーケンス順序の切り換えが必要

等、一層困難なテーマの解決が求められている。

以上のようなプロセスにおいては、リレーシーケンスや調節計の組合わせによる従来の制御方式では、総合的に自動化を行うことが困難であった。そこでこのような少量多品種生産のプロセスには、コンピュータを搭載した最新の分散形制御システムが最適である。

このたび塗料メーカーに納入した塗料製造設備（反応設備と溶解設備からなる）では、横河電機(株)製分散形制御システム CENTUM を採用し、総合的な自動化を行った。

以下にこのシステムについて説明する。

### 1. 装置概要

#### 1.1 反応設備

第1図の通り反応槽1基、滴下槽1基から構成される。処理フローは下記のとおりである。

##### 1) 滴下槽

- ① 仕込→② 加熱・脱水→③ 触媒仕込→④ 反応槽への滴下

##### 2) 反応槽

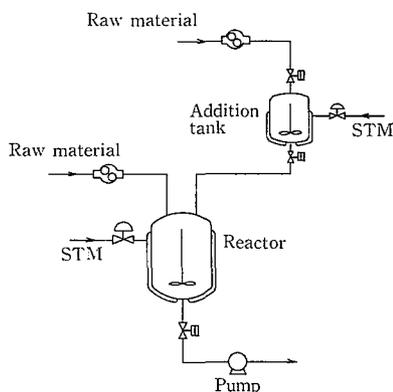
- ① 仕込→② 反応（滴下；加熱，脱水，冷却）→③ 希釈→④ 抽出

#### 1.2 溶解設備

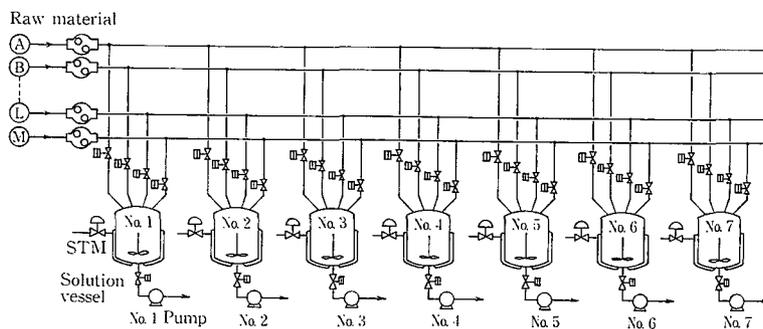
第2図のとおり溶解槽7基から構成されており、原料ライン（13ライン）は各槽共通で銘柄ごとに原料を選択して供給するようになっている。処理フローは下記のとおりである。① 仕込→② 昇温ブレンディング→③ 払い出し

反応設備の制御については、1工程に要する時間は1～3日間であり、各工程でのシーケンス容量は非常に大きくなる。また銘柄数が15種以上あり銘柄ごとにシーケンス内容、パラメータ（各設定値、昇温パターン等）が異なる。

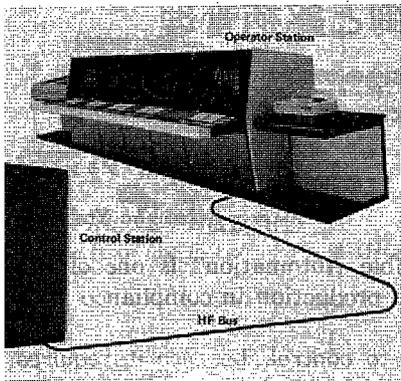
溶解槽は1工程に要する時間は2～5時間であり、反応槽に比べてシーケンス容量は少ないが、原料ラインの相互インターロックが必要であり、また銘柄数も300種あり処理量としては膨大なものとなる。これらの問題があるた



第1図 反応槽  
Fig. 1 Reactor



第2図 溶解槽  
Fig. 2 Solution vessel



1 センタム  
1 CENTUM

来は手動またはごく一部のみの自動運転しか行われなかった。しかし今回は分散形制御システムの導入に一部の手動仕込みを除きほとんどすべて自動運転をとが可能となった。

## 制御システム

### 制御システム概要

形制御システム CENTUM は、操作監視ステーション OPSV、オペレータズコンソール COPCV、カラドコピーユニット、プリンター、(メッセージ用、グ用各1台)、フィールドコントロールステーション CFCD2 より構成されている。(写真1、第3図参照) 視ステーション COPSV は表示、操作、記録の機能、プロセスの広がりを集約し、適切な情報・操作の流を実現するマンマシン・インターフェイスである。ールドごとに配置された制御ステーションのデータ、キー操作により CRT 画面上にプロセス変数、設制御パラメータ、警報状態などの情報を種々の文字ーンで表示しプロセスの操作、監視を行う。また操印字、警報印字、ロギング印字などを行うための印も備えている。

ステーション CFCD2 は DDC 制御、シーケンス演算処理を行うものであり、今回は CPU、制御用ード、通信カード等を2重化した高信頼性システムしている。

### ディスプレイパネル

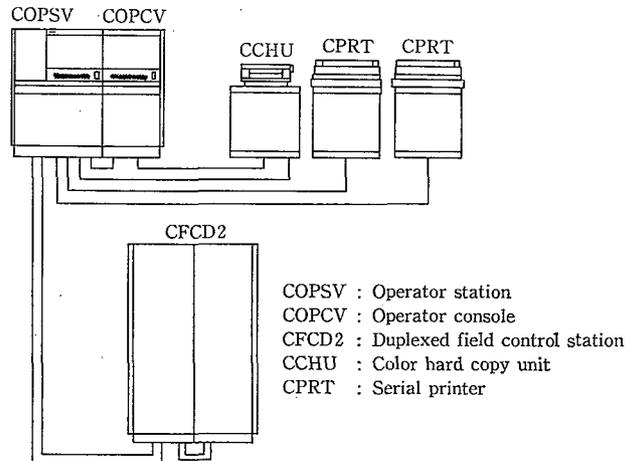
TUM では CRT 表示画面とし、下記の画面がすべての操作、監視はこれらの画面で行うことができ

- アラーム・サマリ・パネル
- オーバービューパネル
- 制御パネル
- 調整パネル
- グラフィックパネル
- トレンド・グループ・パネル
- オペガイド・メッセージ・パネル

### 銘柄管理システム

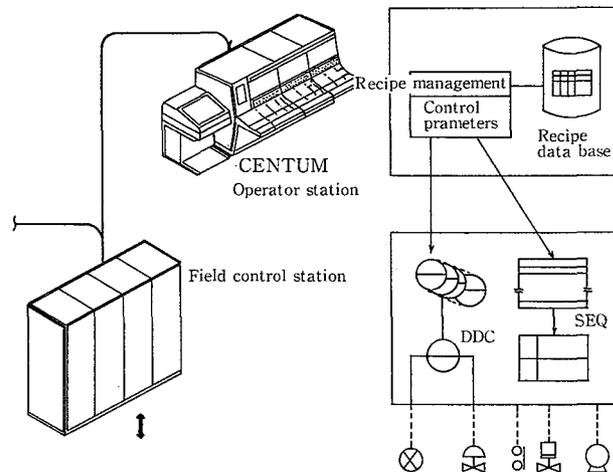
#### 銘柄管理概要

な銘柄管理システムでは大量の処方データ(原料量、仕込量、温度のプログラム設定、圧力設定、反応



第3図 操作監視ステーションの構成  
Fig. 3 Operator station configuration

Medium and small scale system



第4図 システム構成  
Fig. 4 System configuration

時間、シーケンス用フラグ等)をファイルに登録しておき、銘柄指定に基づいて対応する処方データを取り出し、シーケンスを実行する。総合工程管理機能を標準化し、多様なアプリケーションに適用するにはこれらのデータのファイル化とダウンロード方式、制御ステーション側での解釈・実行機能がポイントとなる。

#### 1) ファイル機能(オペレータズ・ステーション)

処方データ、組合わせロジックのパラメータは、標準化された形式でデータと設定先アドレスを銘柄管理ファイルに収納する。銘柄管理ファイルは文字列・数値・ビットデータ等の形式でデータを保持し、メンテナンスも容易な構造になっている。

#### 2) ダウンロード機能(オペレータズ・ステーション)

多様なアプリケーションに適用するためにはダウンロードに必要な情報をファイル化し、ダウンロード機能は単純化された解釈ルーチンとなっている。

#### 3) ダウンロードデータの解釈と実行(制御ステーション)

処方データ、組合わせロジックのパラメータは制御ステーション側に用意したバッファに受信し、シーケンス・テーブルが解釈し実行する。

86.7.14 17:49  
R-015C 溶解口種データ 85.03.12

1	C-R	0	0	21	OCT-PB	19.0	1	41	947-01	24
2	C-A	20	1	22	OCT-ZH	20.0	1	42	947-02	25
3	C-P	0	0	23	TSP	0.0	0	43	947-03	26
4	C-S	40	0	24		0	0	44	947-04	27
5	E-ASOL	0	0	25		0	0	45	947-05	28
6	XYL0L	60	1	26		0	0	46	947-06	29
7	SH1000	0	0	27		0	0	47	947-07	30
8	SS-100	80	0	28		0	0	48	947-08	31
9		0	0	29		0	0	49	947-09	32
10		0	0	30	CASE NO.	0	1	50	947-10	33
11	HSK	100	1	31	T502 SV1	20.0	0	51	947-11	34
12	PGSK	0	0	32	T503 SV2	40.0	0	52		35
13	T250	200	1	33		0	0	53		36
14	TI160	0	0	34		0	0	54		37
15	TI149	0	0	35		0	0	55		38
16	CH4001	0	0	36		0	0	56	DPG F	39
17	EP1007	0	0	37		0	0	57	DPG G	40
18	PVF-F	0	0	38		0	0	58	DPG H	41
19	AP-SOL	0	0	39		0	0	59		42
20	AG-40	0	0	40		0	0	60		43
TAG -----										

1707										RETURN
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------

写真 2 品種データ画面  
Photo.2 Recipe date display

86.7.14 17:20  
R-017C 溶解実行データ 85.03.05

1	C-R	10	1	21	OCT-PB	30.0	1	41	947-01	100
2	C-A	20	1	22	OCT-ZH	21.0	0	42	947-02	101
3	C-P	30	1	23	TSP	22.0	0	43	947-03	102
4	C-S	40	1	24		0	0	44	947-04	103
5	E-ASOL	5	0	25		0	0	45	947-05	104
6	XYL0L	6	0	26		0	0	46	947-06	105
7	SH1000	7	0	27		0	0	47	947-07	106
8	SS-100	8	0	28		0	0	48	947-08	107
9		0	0	29		0	0	49	947-09	108
10		0	0	30	CASE NO.	0	1	50	947-10	109
11	NSK	30	1	31	T503 SV1	50.0	0	51	947-11	110
12	PGSK	11	0	32	T503 SV2	55.0	0	52		111
13	T250	12	0	33		0	0	53		112
14	TI160	13	0	34		0	0	54		113
15	TI149	14	0	35		0	0	55		114
16	CH4001	15	0	36		0	0	56	DPG F	115
17	EP1007	16	0	37		0	0	57	DPG G	116
18	PVF-F	17	0	38		0	0	58	DPG H	117
19	AP-SOL	18	0	39		0	0	59		118
20	AG-40	19	0	40		0	0	60		119
TAG -----										

3707										RETURN
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--------

写真 4 実行データ画面  
Photo.4 Recipe date detail display

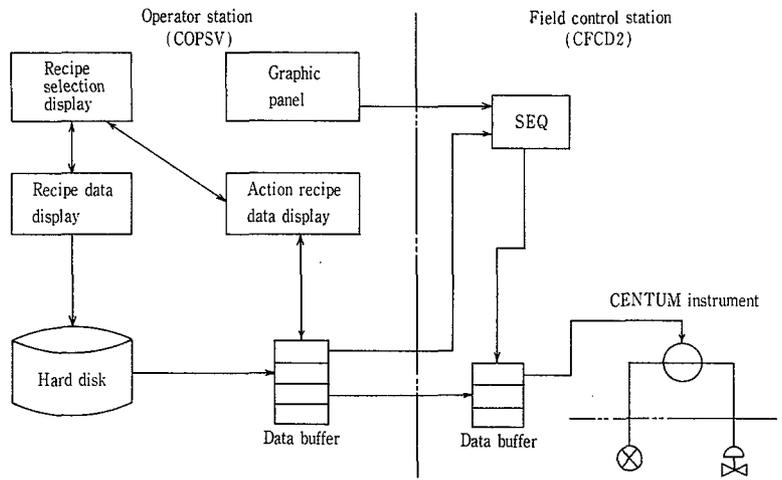
86.7.14 17:15  
溶解口種一覧

溶解槽	今回品種	次回品種
1 R-015C	0	0
2 R-017C	41	0
3 R-021C	81	0
4 R-022C	130	0
5 R-023C	0	0
6 R-024C	0	0
7 R-025C	0	0

TAG ----- PAGE 001

R-015C	R-017C	R-021C	R-022C	R-023C	R-024C	R-025C
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

写真 3 品種一覧画面  
Photo.3 Recipe selection display



第5図 銘柄管理画面と操作  
Fig.5 Recipe selection display hierarchy

今回のシステムは反応槽では60 データ×15 銘柄, 溶解槽では60 データ×300 銘柄のボリュームを持たせている。(第4図)

### 3.2 銘柄管理画面

今回のシステムでは反応槽, 溶解槽それぞれ品種データ画面, 品種一覧画面, 実行データ画面を作り, これらの画面より各槽の銘柄設定, データ設定を行うことができるようにした。

#### 1) 品種データ画面 (写真2)

固定ディスクのデータ設定, 変更を行う画面で, 1画面で1銘柄分(60データ)のデータを扱う。

#### 2) 品種一覧画面 (写真3)

各槽の銘柄の設定, 表示を行う。

#### 3) 実行データ画面 (写真4)

品種一覧画面で設定した銘柄のデータの表示を行う。また, 今回運転データを変更することができる。

### 3.3 操作およびデータ移行

1) 品種一覧画面の品種欄に銘柄を設定することにより, 設定された銘柄データは固定ディスクから COPSV 内のデータバッファに伝送される。

2) 実行データ画面のデータ確認または, データ変更を行い実行指令をすることにより下記のようなデータ伝送が行われる。

#### • DDCデータ (設定値等)

COPSV データバッファ → CFCD2 データバッファ

#### • SEQデータ

COPSV データバッファ → CFCD2 SEQエレメント

3) グラフィック画面よりスタート指令をすることにより, 設定された銘柄に対応するシーケンスが働く。また, シーケンスからの要求により CFCD2 データバッファのデータが内部計器に伝送される。(第5図参照)

## 従来計装と分散制御システムとの比較

バッチプロセスに対し従来計装と分散制御システムを採用した場合の運転方式を比較した場合、右記のような違いがある。

右記の手動操作の内容は主要な操作のみであり、実際はこのほかにも細かな操作が必要であり、また他缶とのインターロックを考慮して操作しなければならない。

しかし分散形システムを使用した例で半自動運転の場合、オペレータが各工程のスタート指令を行うことにより、すべての作業が自動的に行われ、工程終了時にブザーおよびCRT表示によりその内容をオペレータに知らせる。これによりオペレータが次工程に進めて良いことを確認の上、工程のスタート指令をかけ次工程を進めることができる。また、各工程間の確認操作を要さない場合は、全自動運転をすることもできる。全自動運転は、銘柄指定をし、スタート指令をするだけで、すべての運転が自動的に進行することが可能であり、工程切替え時ブザー、CRT表示によりその内容をオペレータに知らせることができる。このほか自動運転の場合インターロックについては、すべてプログラム上でとられるため、人間による確認操作が極めてなくなり、またキーボードにより入力データが間違っただけでも、受け付けなくすることができるため、誤操作、誤設定等の可能性を少なくすることができる。

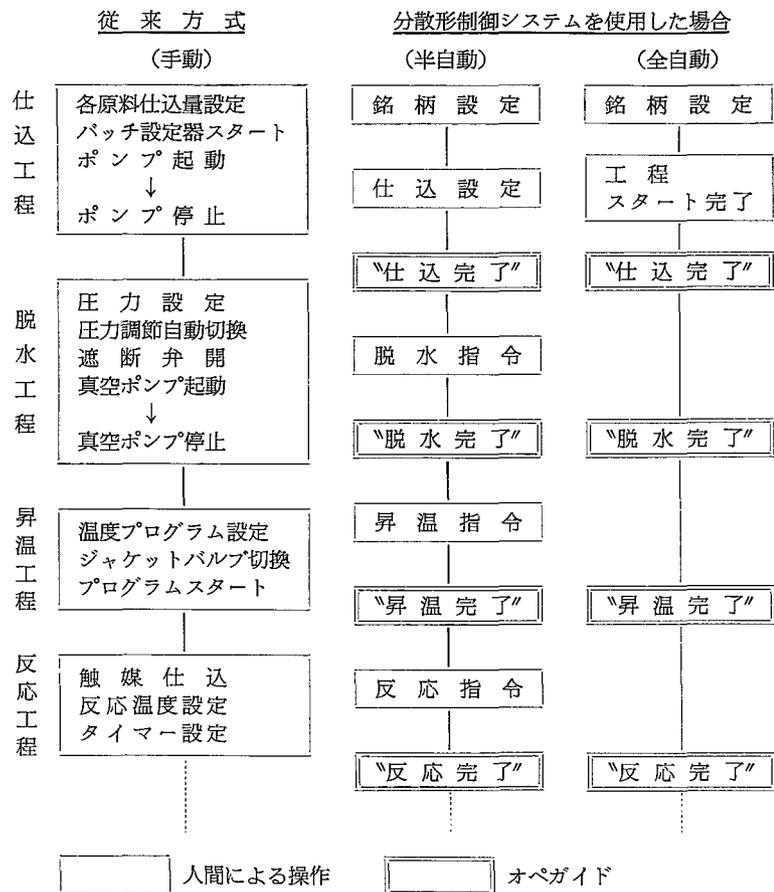
### バッチ報

今回のシステムでは、反応槽、溶解槽合わせて8様式のバッチ報を持たせた。ロットNo.、手動仕込量等を印字させるためにバッチ報用の画面を設け、この画面により手動もデータをキーインできるようにした。以下に印字データを示す。

- 1) 銘柄名 (2) ロットNo. (3) 生産量 (4) 反応温度 (5) 粘度 (6) 仕込量 (自動, 手動) (7) 反応時間 (8) ドラム数量 (9) その他

これによりロットごとの品質管理を容易にできるようになった。

## 運転例



## むすび

多品種、少量生産のプロセスで分散形制御システムを採用したことにより、次のようなメリットがある。

- (1) 生産時間の短縮
- (2) 大幅な省力化
- (3) 品質向上
- (4) 誤操作防止

これらのほかバッチプロセスにおいては、技術進歩および需要の変化に応じ完成後も銘柄が次々と増えることが多いが、フレキシビリティに富む分散形制御システムでは、これらの対応も非常に容易である。

### 〔参考文献〕

- 1) Yokokawa CENTUM technical information TI34B2L1-01E