

## 能動機構を用いた製造工程管理データベースモデル

7G-6

高田秀志

島川博光

浅野義智

竹垣盛一

三菱電機(株) 産業システム研究所

## 1 まえがき

工業プラントなどの製造工程管理システムにおいては、プラントの状態変化を示す時系列データの管理 [1] だけでなく、この時系列データと、製造工程上を移動し、製造された製品に関するデータの間で関連づけが必要となる。例えば、製品に不具合を発見した際、その製品が製造されたときのある装置の状態はどうであったかなどの情報は、製造工程の管理においては不可欠である。このためには、プラント内の状態として収集された一連の時系列データを、

- プラント全体の時間による状態変化
- 各製造工程の時間による状態変化
- 各ロット（製造単位）の時間による状態変化

などとして多角的に利用できる必要がある。これらはすべて、時系列データを合成したビューとして提供可能なもので、データの有効利用のためには、これらのデータ管理機能を実現可能なデータベースモデルの定義を行うことが必要である。

本論文では、このような製造工程におけるデータ管理のために、時系列データを、各製造工程、各ロットなどに関するビューとして提供するためのデータベースモデルについて述べる。本モデルは、5種類の製造工程を組み合わせることで製造ラインを表現し、その上を実際のプラント内を製品が移動するのに合わせてロット記録データを移動させることにより、能動的に各ロットと時系列データの間に関連を管理し、上記の多角的なビューを支援するものである。

## 2 製造工程管理データベースモデル

## 2.1 製造ラインのモデル化

製造ラインは、図1のように複数の工程が接続されたライン上を、製品が決められた順序で移動するという形でモデル化できる。製品は、ロットと呼ばれる製造単位で区切られて管理され、各ロットはロット番号などによって識別される。ロットは工程で何らかの操作が行われた後、次段の工程へと渡される。

## 2.2 製造工程におけるデータ管理

上記のような製造ラインにおけるデータ管理を、データベース中に製造ラインを定義し、その上をロットに関するデータを記録するためのロット記録データを実際のプラント内の製品の動きに合わせて移動させるという方式で実現する。ロット記録データの移動は、プラント内から報告される製品の移動を示すイベントによってデータベース内で能動的に行う。

以下、この方式について具体的に述べる。

A Database Model for Manufacturing Line Management Based on the Active Mechanism  
Hideyuki Takada, Hiromitsu Shimakawa,  
Yoshitomo Asano, Morikazu Takegaki  
Mitsubishi Electric Corp.

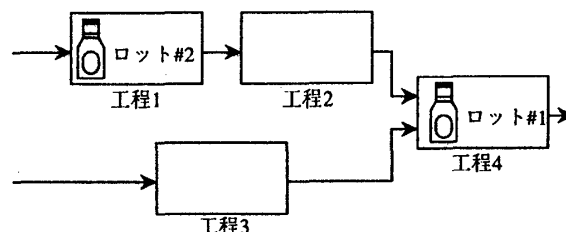


図1: 製造ラインのモデル化

## 2.2.1 ロット記録データ

ロットは、最終及び中間生成物を一まとまりにして管理するための単位である。ロット記録データは、ロットの種類によってクラス分けされ、プラント内で製造されるロットに対応して、それぞれロット記録データのインスタンスが生成される。

工程のロットに対する操作によっては、入力されるロットを管理するためのロット記録データのクラスと、出力されるロットを記録するためのロット記録データのクラスが異なる場合がある。

## 2.2.2 工程データ

工程データは実際のプラント内で現在操作中のロットに対するロット記録データや、工程に属している装置の時系列データを管理する。先に述べたように、入出力されるロット記録データのクラスやインスタンスは、工程のロットに対する操作によって変える必要があるが、これは、以下の5種類に分類できる(図2)。

- 加工工程  
入力されるロット記録データと出力されるロット記録データが、同じインスタンスで扱える。
- 混合工程  
異なるクラスのロット記録データが複数入力され、別のクラスのロット記録データの一つ出力する。
- 分離工程  
あるクラスのロット記録データが一つ入力され、異なるクラスのロット記録データを複数出力する。
- 蓄積工程  
あるクラスのロット記録データが複数入力され、同じクラスのロット記録データの一つ出力する。
- 分割工程  
あるクラスのロット記録データが一つ入力され、同じクラスのロット記録データを複数出力する。

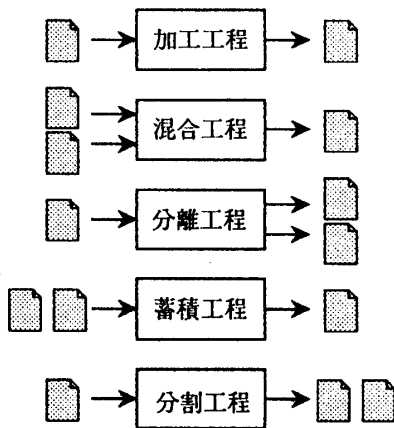


図 2: 工程の分類

2.2.3 ロット記録データ間の関連管理

加工工程以外では、工程に入力されるロット記録データと出力されるロット記録データのインスタンスが異なることから、工程の前後でのロット記録データの関連を管理する必要がある。これにより、最終製品に対するロット記録データから、製造ライン途中の中間生成物に対するロット記録データなどをたどることが可能となる。

2.2.4 イベントによる能動的管理

データベース内でイベントの発生を管理し、それによってデータを自動的に形成していくものとして、能動データベースが提案されている [2]。実際の製造プラントからは、工程へのロットの出入りをイベントとして報告することが可能であるので、このイベントを利用して、ロット記録データへの各工程の入出時刻の記録、ロット記録データの次の工程への引渡しなどを行うことができる。これを実現するためには、次のものをデータベース中に定義する必要がある。

- 構造定義
  - 製造ラインの構造  
上記の5つの工程を結合することにより、製造ラインを定義する。
  - ロット記録データの構造  
各工程への入出時刻、工程内での統計データなどの属性を定義する必要がある。
- 動作定義  
各工程でのイベントに対する動作を定義する。これには例えば、ある工程によるロット操作の終了イベントに対して、ロット記録データに終了時刻を記録し、次の工程に渡してやる操作などがある。

2.3 データベース実現例

本モデルによって製造工程管理データベースを実現した例を、図3に示す。

ロット記録データには、各工程への入出時刻が記録され、工程データには、プラントからの収集された時系列データや現在処理中のロット記録データの識別子などが格納されている。プラントからのイベント報告の際には、処理中のロット記録データの識別子の入れ換えなどを行う。

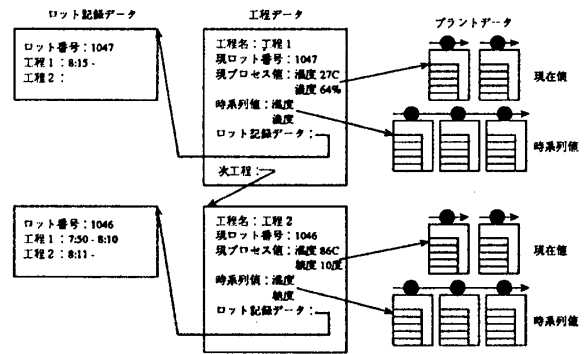


図 3: 製造工程管理データベース実現例

3 問合せ処理

これまで述べてきたような手法によって製造工程管理データベースを実現した際、必要とされる3つのビューを生成する方法について以下に述べる。

- プラント全体のビュー  
プラントから収集された時系列データを、すべての工程に関して必要な時刻のものを取り出したものとして扱える。
- 各工程ごとのビュー  
プラントから収集された時系列データを、各工程に関して必要な時刻のものを取り出したものとして扱える。また、各工程上のロットごとの入出に関しては、ロット記録データに記録されている各装置への入出時刻をもとに合成できる。
- ロットごとのビュー  
ロット記録データに記録されている各工程への入出時刻を元に、時間軸上でのロットの状態変化を扱える。また、あるロットがある工程上へ存在したときのその工程の状態は、ロット記録データのその工程への入出時刻を元に、工程のビューとして扱える。

4 おわりに

本論文では、製造工程管理システムに要求されるデータの多角的な利用を実現するためのデータベースモデルについて述べた。今後は、実際の製造工程に適用し、本モデルの有効性を検証していく予定である。また、問合せ処理の一般化と問合せインタフェースの検討なども必要である。

参考文献

[1] H.Shimakawa, et al.: Acquisition and Service of Temporal Data for Real-Time Plant Monitoring, *Proceedings of the Real-Time Systems Symposium*, pp.112-119, Dec. 1993.

[2] U.Dayal, et al.: The HiPAC Project: Combining Active Databases and Timing Constraints, *SIGMOD Record*, Vol.17, No.1, Mar. 1988.