

最短経路問題を適用した樹脂生産順序付け

01702640 出光興産(株) 齋木 秀二 YABUKI Shuji
出光石油化学(株) 遠藤 操 ENDO Misao
同 佐藤 暢一 SATO Yoichi

1. はじめに

汎用樹脂の世界では、近年ユーザーニーズの多様化により製品銘柄数が増大し、生産計画時の業務には極めて煩雑さを伴い計画担当者の負担になっていた。

特に工場では、月次計画の際、銘柄の製造に応じた各種の添加剤の槽繰りを考慮に入れ、銘柄の生産可能な順序付けを行い工程計画を短時間で作成しなければならない。

この業務のスケジューリングシステムの開発にあたっては、次の二つの命題を満足しなければならなかった。

即ち、銘柄の生産順序によっては、銘柄の切替え時に移行品として一定量をロス銘柄としなければならない、一連の製造シリーズの中でこの総量を最小にすること、また、添加剤の槽繰りは、作業環境の面から日祭日、夜間での同一槽における添加剤の切替えを避けることである。

2. 生産銘柄の関係

図-1に、製造過程におけるベース銘柄とペレット銘柄の位置づけを示す。

ベース銘柄とは、原料モノマーを投入し重合器の規定した運転条件で生成したパウダールの銘柄をいい、ペレット銘柄とは、ベースパ

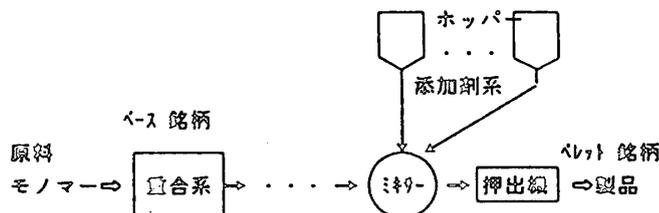


図-1 製造過程における銘柄

ウダーにユーザー要求に合った製品規格とするため各種の添加剤を加え押出機で造粒化(ペレット化)した製品銘柄である。

ベース銘柄は、あるルールにより順序が規定されているが、本社で次月の計画原案が販売計画と在庫をもとに策定された時点でこの順序は決まっている。

いま、ベース銘柄内のペレット銘柄の順序列を隣接行列 BG_n とすると、 n 個の連続したベース銘柄の隣接行列 D は、次のように表せる。

$$D = \begin{bmatrix} BG_1 & & & \\ & BG_2 & & \\ & & \dots & \\ & & & BG_n \end{bmatrix}$$

3. ベース銘柄の内部順序モデル

冒頭に述べた2つの命題について少なくとも満足な方向に行くベース銘柄間の接続、言い換えればベース銘柄の始端、終端のペレット銘柄の条件を整理した。

その結果、ベース銘柄内のペレット銘柄の順序列のケースを図-2のような入口と出口を2つもつ内部順序モデルとして表現することができた。

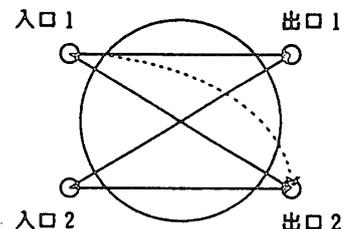


図-2 ベース銘柄の内部順序モデル

入口から出口に向かう矢印を持つ枝は、ペレット銘柄の仮想順序列とみることができる。

実際には、入口1から入って出口2から出る順序列を例にとると、点線で示すように複数のケースが存在する。しかし、始端と終点と同じであるため、ベターケースを採用すれば良いわけで、結局、他のベース銘柄との接続を行う時には、一つのベース銘柄内には最大4つの順序列が存在するだけとなる。

4. ペレット銘柄生産順序列のアルゴリズム
一連のベース銘柄の生産順序に従い内部順序モデルを接続していくと、図-3のようになり、グラフの概念で捉えることができる。

すなわち、 $G = (V, E)$

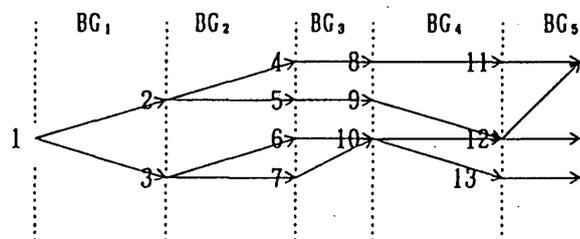


図-3 ペレット銘柄の生産可能順序列

枝 $(i, j) \in E$ はベース銘柄内のペレット銘柄の仮想順序列ケースである。従って、各枝に、移行品銘柄とその量、銘柄の切替え回数、銘柄間の距離等の評価基準の変数となるものがひもづけられていれば、最短経路問題として解くことができる。

解法としては、Dijkstra法等があるがここでは、ベース銘柄 BG_k の生産順序が決まっているため、もっと簡単に絞り込みが行える方法を採用した。

つまり、 V の若い番号から順番に点を見て行き、二つの枝の終点が重なった枝が見つかったら逆に遡り二つの枝の始点が重なった所まで両方のケースを比較評価し良い方を採用して行く、これを最後の番号まで実施してゆけば最終的に最適な順序列が残ることになる。

図-3では、番号10で二つの枝(6, 10)と(7, 10)が終点で重なっている。ここから遡ってゆくと、枝(3, 6)と(3, 7)が番号3で始点が重なっている。従って、枝(3, 6)と(6, 10)の連続枝と枝(3, 7)と(7, 10)の連続枝とを比較評価する。

評価関数 η は次のようになものになる。

$$\eta = T + C + D$$

T: 移行品量×移行品ロス単価

C: 銘柄切替え回数×切替えロス単価

D: 距離×距離のロス単価

この場合は、ロス金額で評価するため両者のうち少ない方を採用し、多い方の連続枝で終点の重なった枝だけを外しておけば良い。

5. おわりに

スケジューリング問題については、NP困難性の概念が付きまとうことや、対象の有する固有性から市販のパッケージではそのままでは使えないなど現実には、これまで問題解決にまで至らない例が多い。

今回のシステム開発にあたっては、これまでの生産工程実績をもとに問題を整理してゆく過程で、内部順序モデルができ最短経路問題の解法につながった。比較的シンプルなロジックで実用性のあるシステムが出来上がったと考えている。

謝辞

今回の取組で、ご指導をいただいた埼玉大学大学院政策科学研究科の刀根教授に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 伊理正夫, "離散システムの数学", 現代応用数学, 放送大学教育振興会 PP94~113
- 2) 茨木俊英, "スケジューリング問題と計算の複雑さ", オペレーションズ・リサーチ, Vol. 39(10) PP541~546, 日本OR学会