

HDD (Hard Disc Drive) 組立における生産計画の最適化方式

(株)日立製作所 生産技術研究所 *細田順子 HOSODA Junko
01405030 (株)日立製作所 生産技術研究所 野本多津 NOMOTO Tazu

1. 緒言

HDD(Hard Disc Drive)は、情報を格納する磁気ディスクと、情報を読み書きする磁気ヘッドなどの部品を組合せて製造し、VMI(Vendor Managed Inventory)により顧客へ製品を提供している。HDDの部品は複数のベンダから提供されており、様々な組合せパターン(生産仕様)から同一仕様の製品を生産することができる。また、検査で不良となった製品は、不良原因に応じて部品交換を行う。これも生産仕様の1つとみなせば、1つの製品仕様を満たす生産仕様は最大数十種、合計で約2万種類に及ぶ[図 1]。VMIでは、販売倉庫の在庫水準を維持するため、短サイクルで生産計画を見直し、生産・補充を行う必要があるが、人手で部品の在庫や部品ベンダの供給能力、工場の生産能力の制約を同時に考慮して生産仕様を決定することは困難である。そこで、前記制約条件、および製品在庫の適正化のために、納期遅れ量の最小化と製品在庫の最小化を目的関数として多目的計画法^[1]に基づき定式化し、実行可能かつ最適な生産計画を計算する方式を考案し、適用した。

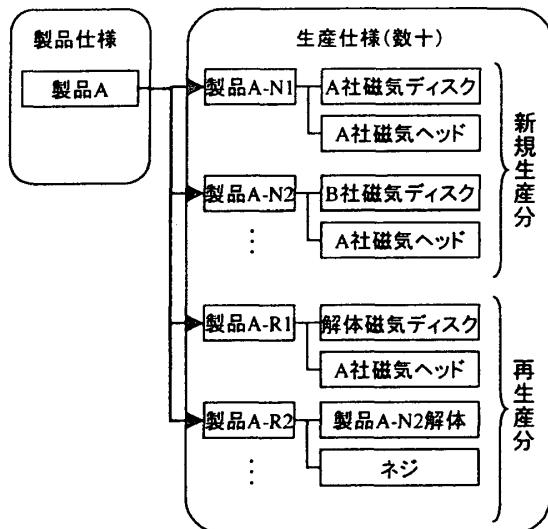


図1 製品仕様と生産仕様の関係

2. HDD 生産計画の最適化

2.1 生産計画のモデル化

本方式では、計画期間 $1, 2, \dots, t, \dots, T$ における製品仕様の要求量・納期に対し、製品仕様に対応する生産仕様、部品の供給可能量、生産能力を制約条件として、最適な生産仕様とその生産量・生産日を計算する。以下に制約条件を示す。

製品仕様 f を満たす生産仕様の集合を I_f とする。生産仕様 $i \in I_f$ の t 期生産量を $x_{i,t}$ とおくと、製品仕様と生産仕様との関係は、

$$D_{f,t} + b_{f,t-1}^+ - \sum_{i \in I_f} x_{i,t} - b_{f,t-1}^- = b_{f,t}^+ - b_{f,t}^- \quad (1)$$

と書ける。ここで、定数 $D_{f,t}$ は t 期の製品仕様 f の要求量、変数 $b_{f,t}^+$ は t 期の納期遅れ量、 $b_{f,t}^-$ は t 期の前倒し生産量を表す。

生産仕様 i を構成する部品 j との構成制約は、部品 j の t 期必要量を $y_{j,t}$ とすると、

$$y_{j,t} = \sum_i BM_{i,j} \cdot x_{i,t+LT_i} \quad (2)$$

となる。ここで、定数 $BM_{i,j}$ は生産仕様 i 1 単あたりの部品 j 必要量、定数 LT_i は生産仕様 i の生産リードタイムを表す。なお、部品 j が更に複数の部品から構成される場合にも、(2)式と同様の形式で記述できる。

部品 j の供給可能量制約は

$$\sum_{k=1}^t y_{j,k} \leq \sum_{k=1}^t R_{j,k} \quad (3)$$

と書ける。ここで、定数 $R_{j,t}$ は t 期における部品 j の供給可能量を表す。

第 t 期の工程 p の生産能力制約は、工程 p で生産する生産仕様の集合を I^p とすると、

$$C_i^p \geq \sum_{i \in I^p} \{s_i^p \cdot x_{i,t}\} \quad (4)$$

となる。ここで、定数 C_p^i は i 期において工程 p が保有する生産能力を、定数 S_p^i は生産仕様 i を工程 p で 1 単位生産するのに必要な生産能力を表す。

生産計画の最適性を、製品在庫の最小化と納期遅れ量の最小化と定義すると、変数 $b_{f,t}^+$, $b_{f,t}^-$ を最小化すればよい。本方式では、これらの変数の線形加重和をとり、目的関数を

$$\min \sum_f \sum_i \{ \omega_{f,t}^+ b_{f,t}^+ + \omega_{f,t}^- b_{f,t}^- \} \quad (5)$$

とした。

2.2 HDD 生産計画業務への適用

HDD の計画業務においては、販売部門からの補充要求に対して 1 日以内に生産仕様の生産量と生産日を計画し、販売部門へ出荷可能日を回答するとともに、部品の調達や工程への投入計画へ展開する。

前節のモデルを生産仕様約 2 万の 2 ヶ月分の生産計画に適用したところ、制約条件、及び変数が数百万といった大規模問題となり、処理に約 7 時間 (CPU: Pentium IV 2GB, メモリ 3GB) を有した。実運用では、生産部門が計算結果を確認して、生産能力や部品の供給可能量の調整を行い、再計算を行う時間が必要となるので、1 日で生産計画を確定するのが困難になる。そこで、生産部門が生産仕様を決める手順として、再生産分で要求を満たせる量を求め、不足分を新規生産で補っていることに着目し、問題を再生産分の生産仕様と新規生産分の生産仕様を決める問題に分割して計算する方式とした。手順を以下に示す[図 2]。

- ① 再生産分の部品を使用する生産仕様のみを対象に、前節のモデルで式(1)を

$$D_{f,t} - \sum_{i \in I_f} x_{i,t} - b_{f,t-1}^- = b_{f,t}^+ - b_{f,t}^- \quad (6)$$

に置き換えた問題を解く。

- ② ①で要求量を満たせなかった量 $b_{f,t}^+$ を要求量 $D_{f,t}$ に代入し、新規の生産仕様のみを対象に①と同様の問題を解く。

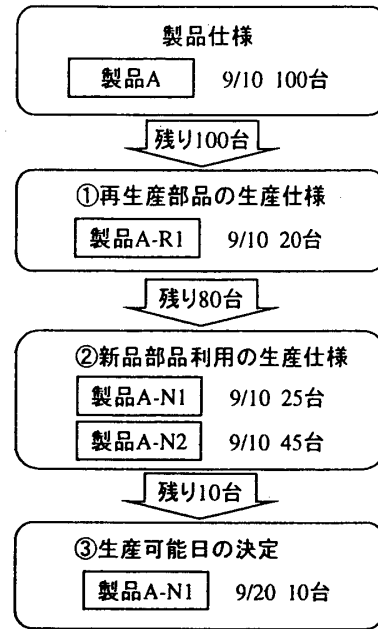


図 2 生産計画業務での運用手順

- ③ ②で要求量を満たせなかった量 $b_{f,t}^+$ を要求量 $D_{f,t}$ に代入し、全ての生産仕様を対象として前節のモデルを解き、生産可能日を決定する。

以上のように、問題を分割することで、1 回あたりの問題規模が小さくなり、①～③の計算を 1 時間で実行できた。本方式を用いた生産計画業務は 2002 年 6 月現在試行中であり、短サイクルでの計画業務を実現できる見通しを得ている。

3. 結言

HDD の生産計画立案業務において、製品仕様の要求量・納期に対し、部品の在庫・供給能力、生産能力等の制約条件の下で、生産仕様の生産量と生産日を計算する方式を考案した。本方式を 3 つの問題に分割して適用することで、1 つの問題として解いた場合と比較して処理時間が約 7 分の 1 となり、短サイクルでの計画業務を実現できる見通しを得た。

参考文献

- [1] 中山弘隆, 谷野哲三: 「多目的計画法の理論と応用」, コロナ社(1994)