

# 特集 自動車部品工場における平準化生産手法の開発\*

## A Controlling Method in an Automobile Part Plant

石橋基弘

Motohiro ISHIBASHI

犬塚 勉

Tsutomu INUZUKA

安藤靖男

Yasuo ANDO

Commonly, automotive parts suppliers control the production volume in a plant by storing the specified amount of stock per part type for each process, in sufficient quantity to cover customer demand fluctuations. However, this method has a problem that the stock size needs to be increased as the number of part types increases. In this paper, a new method for controlling the stock size is discussed; that is, we consider the products that flow through similar processes as one group, and virtually determine a representative production route that the entire group goes through. The order from the customer is estimated in group units, and the stock size for each group is controlled so that its production volume remains constant. As a result, the required production volume per hour in the whole plant remains constant the entire time.

**Key words** : Leveling, Scheduling, Production control

### 1. はじめに

近年、国内自動車販売台数は、かつての右肩上がりから横這い、成熟化傾向にある。自動車メーカ各社は消費者の多様なニーズに迅速に対応するため、魅力ある商品を次々と市場に送り込むとともに、売れるときにつくる生産形態へと移行している。自動車部品の製造現場では、日々の生産量の変化、月々の生産量変動に対して、既存の設備資源を最大限に活用すること、すなわち生産の平準化がますます重要となっている。生産の平準化とは単位時間あたりの生産量と生産品種を均等化することである。自動車部品の製造現場では従来から、一定の平準化調整用在庫を活用して、生産量と生産品種の平準化を行ってきた。しかし、製品の多品種少量化、生産期間の短期化により、従来のように特定の品種を一定量、一定期間、平準化調整用在庫として活用する方法では、生産量変化、生産量変動に十分な対応が困難となっていた。

今回、加工経路の類似した品目群の流動経路を仮想的にラインとみなし、仮想ラインの単位時間あたり生産指示量を均等化することで、組立ラインの生産指示量と各前工程の部品引取量を均等化する手法を開発した。弊社メータ工場に適用した事例をもとに報告する。

### 2. 工場概要

#### 2.1 対象製品

自動車用メータの代表的な構成をFig. 1に示す。メータ製品は、主に、スピードメータ、タコメータ、ゲージ等のサブアセンブリと、プリント板、樹脂工

部品等で構成される。

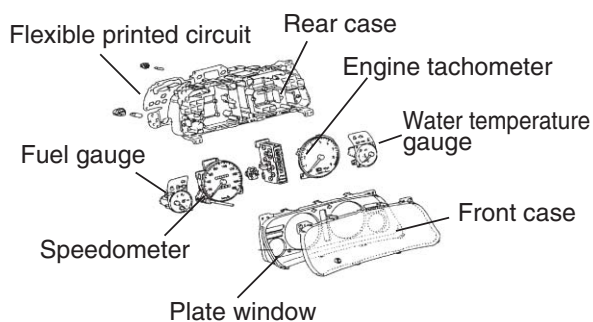


Fig. 1 Makeup of instrument panel

メータ製品は、タコメータのないタイプ、サーモゲージとフューエルゲージが一体となったタイプなど、サブアセンブリの組み合わせにより多くの製品品種があり、多品種少量生産となっている (Fig. 2)。

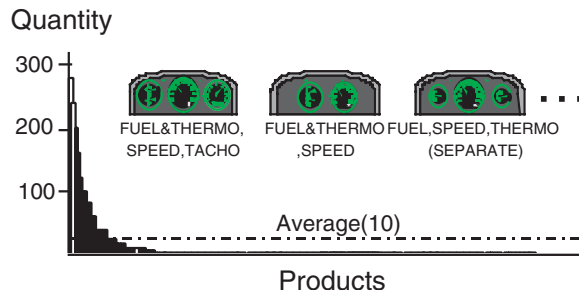


Fig. 2 Production volume of each assembly product

#### 2.2 工程形態

組立工程は得意先別のライン編成となっている。一

\* 日本設備管理学会の了解を得て、「平成15年度日本設備管理学会春季研究発表大会論文集」より一部加筆して転載

方、前工程は機能別の設備編成となっており、特にスピードメータ、タコメータ等のサブアセンブリ工程は、機械式、電気式、バイメタル式など、部品の構造・加工方法別の設備編成となっている。したがって、前後工程の流動経路は非常に複雑となっている (Fig. 3)。

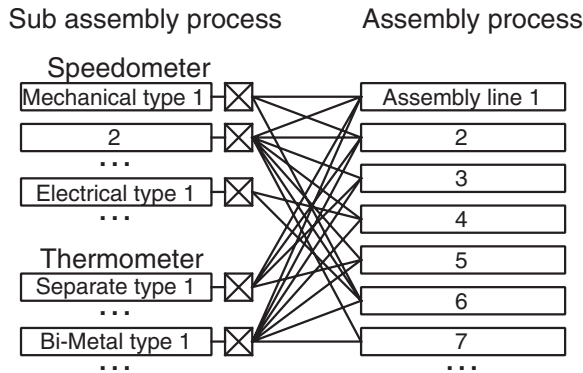


Fig. 3 Structure of production process

### 2.3 生産形態

自動車部品の受注は、多くの場合、出荷の直前に確定する。そのため、受注が確定してから生産を開始させては納期に間に合わせることはできない。そこで、あらかじめ製品在庫を一定量保持することで出荷に対応する。

また、組立ラインへの生産指示は後補充方式によって作成される。すなわち、出荷によって在庫が一定の基準値（発注点）に達した品目に対して、組立ラインの生産能力に応じたロットサイズの生産指示が発生させる。この生産指示の流れは、サブアセンブリ工程、部品加工工程においても同様である (Fig. 4)。

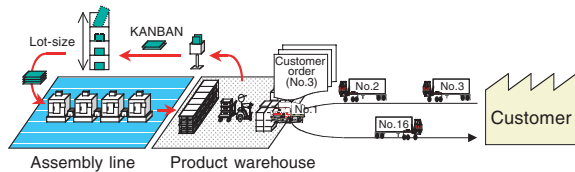


Fig. 4 Customer order and production order

## 3. 従来の仕組みと問題点

### 3.1 平準化の仕組み

後補充方式によって組立ラインの生産指示を行う場合、出荷量をそのまま組立ラインの生産指示に反映すると、単位時間あたりの生産指示量は大きく変動する。組立ラインでは過剰な生産指示と指示待ちの状態が交互に発生することになる。そのため、生産ラインの単

位時間あたりの生産指示量が均等になるように、集荷での調整が行われる。

集荷量の調整は、平準化調整用の在庫を生成、消化することによって行われる。すなわち、単位時間あたりの集荷量が組立ラインの生産能力に対して過剰となる場合には、あらかじめ確保された平準化調整用の在庫を消化することで集荷量を生産能力に調整する。一方、単位時間あたりの集荷量が組立ライン生産能力に対して不足する場合には、完成品在庫から調整用在庫に一定量の在庫を移動させることで集荷量を生産能力に調整する。この新たに追加された集荷分は、組立ラインでは通常の後補充による集荷分と同等に処理される。以上の処理の動きを Fig. 5 に示す。

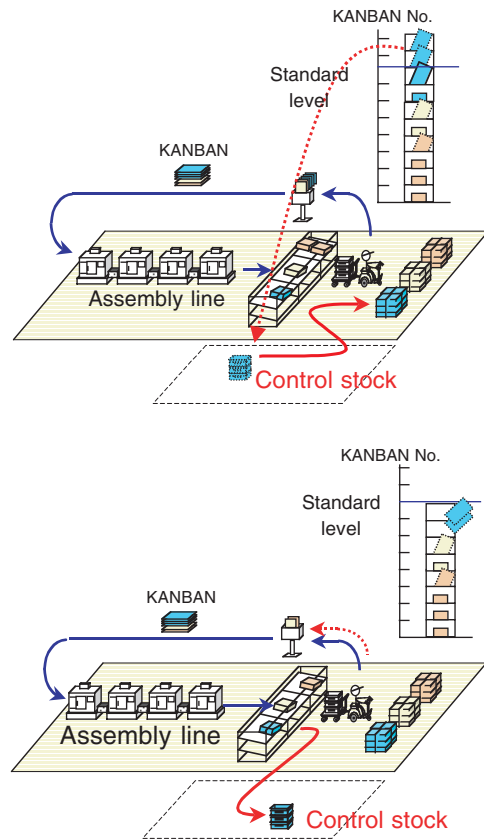


Fig. 5 Control stock and production order

### 3.2 従来の問題点

従来の仕組みの問題点として、(1) ロット集中、(2) 総量のみの均等化、が問題となっていた。(1) ロット集中とは、特定の単位時間に通常より多くの品目が集中的に発注点に到達し、生産指示が発生する現象である。メータ製品は多品種少量生産であるため、単位時間あたりの集荷量を平準化しても、特定の単位時間に少量品が集中的に発注点に到達し、生産指示量が平準

化できない場合が頻繁に発生していた。また、(2) 総量のみの均等化については、メータ製品は1日当たりの生産台数がロットサイズに満たない品目が80%以上も存在するため、品目単位で単位時間あたりの生産指示量を均等にするには極めて困難である。その結果、生産指示総量が均等化できた場合でも、前工程への部品引取量が均等化できないことが問題となっていた (Fig. 6)。

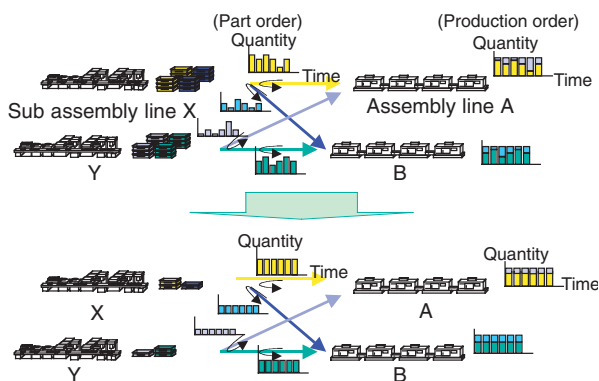


Fig. 6 Parts order volume

### 3.3 既存手法の検討

最終工程でラインの生産総量と部品の使用速度を均等ににする手法として目標追跡法がある<sup>1)</sup>。これは、部品の理想消費量と実際の消費量との差の総和が最小となるように組立ラインの生産指示を調整することで、部品消費速度の均等化を図る手法である。著者らは、目標追跡法を平準化調整用に用いる品目の選出に活用する方法について検討した。しかし、目標追跡法は、生産が確定した品目の生産順序を平準化する手法として有効だが、調整用品目の選出に用いると部品使用速度を均等にするため極少量品でも選出対象になってしまう不具合が生じた。また、仮に選出可能な品目にあらかじめ何らかの制約条件（例えば一定の生産量以上を選出すること、など）を設定すると、生産量の変動や組立ラインでの流動品目の変化に対して、随時、設定の更新が必要となり、運用面から不具合が生じると考えた。

## 4. 開発の考え方

著者らは、(1) ロット集中を発生させないこと、(2) 部品引取量を平準化すること、さらに、(3) 生産量の変動に対してもメンテナンスが不要となること、を開発課題として取り組んだ。

### 4.1 生産指示量の平準化

著者らは、集荷量を平準化しても、少量品のロット集中によって単位時間あたりの生産指示量が過剰となるのは、平準化調整時に在庫の状態を確認していないことが原因であると考えた。そこで、ある単位時間で発注点に達した品目と、ロット生成合計台数を確認したのちに、不足台数だけ調整用在庫を引き当てる処理を常に行うことができるようにすればよいと考えた。

その結果、次のような平準化の手順を考案した。集荷は、まず最初に調整用在庫から引き当て、完成品在庫に対しては常に引きが弱い状態をつくる (Fig. 7-①)。次に、単位時間内に発注点に達する品目の総量を確認して (Fig. 7-②)、完成品在庫から調整用在庫を、不足する生産指示量が発生するまで引き当てる (Fig. 7-③)。このような手順により、少量品のロット集中が発生しても追加調整量が減ることで生産指示量を調整できる。組立ラインへの生産指示は従来と同様に、通常の後補充分と同等に処理されるが、この調整量を便宜上、調整用指示量と呼ぶこととする。

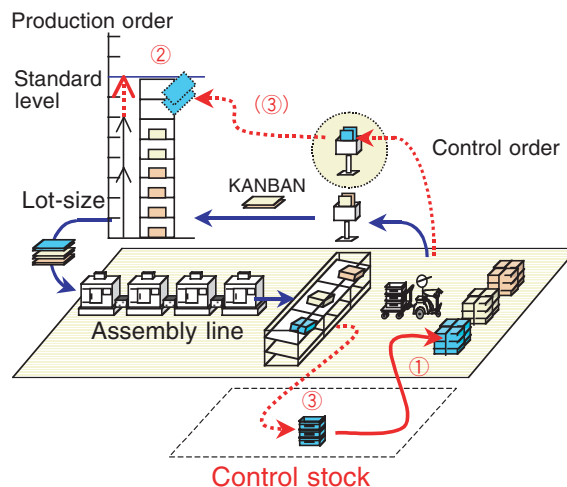


Fig. 7 Control stock and control order

### 4.2 流動経路の類似した品目群によるグループ化

次に、著者らは部品引取量を平準化するため、製品品目単位で平準化を行うのではなく、特定の品目グループ単位で行う方法について検討した。各製品品目には、それぞれの部品構成にもとづいて一定の加工経路が存在する。各前工程設備における単位時間あたりの部品使用量を平準化するためには、この加工経路を仮想的なラインと想定し、同一の仮想ライン上を流動する品目群の時間あたり生産指示総量が均等になるように調整することで、品目単位では受注の変動に追従し

ながら、前工程の単位時間あたりの部品引取量を均等化できると考えた (Fig. 8)。対象工場では生産管理部門にて、従来から加工経路を意識した品目群を管理しており、本件ではこの品目群を仮想的なラインとして取り扱うこととした。

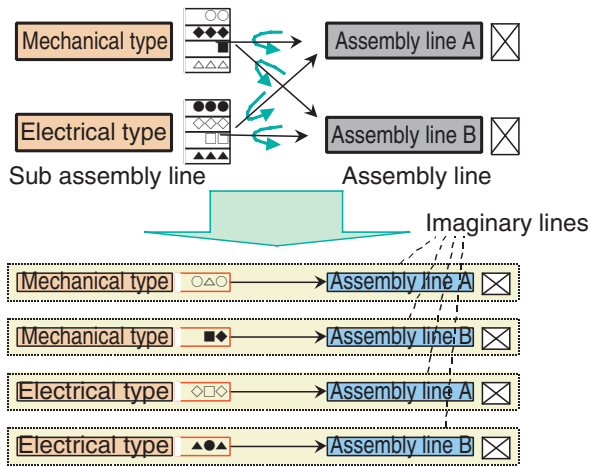


Fig. 8 Imaginary lines

4.3 平準化調整用品目の随時切替

各仮想ラインで平準化調整用の品目に制約条件を設定すると、生産量の変動や組立ラインでの流動機種の変化に対して、その都度、設定した制約に当てはまるように調整用品目を更新する必要がある。著者らは、調整用として選出する品目は、調整用として保持する在庫量が最小となるような品目であり、固定されることなく随時選出される仕組みとするべきであると考え、調整用在庫の動きに着目した。

まず、生成された調整用在庫は集荷量が多い時に消化対象となる必要があるが、少量品を選出すると集荷対象となる頻度が少ないため十分な調整機能を果たせない。また、量産品であっても、完成品在庫が十分に存在する単位時間に調整用在庫を発生させると、その品目の生産指示が極端に変動し、結果的に特定の前工程設備の部品引取量が大きく変動してしまう。これらを図示すると Fig. 9 となる。

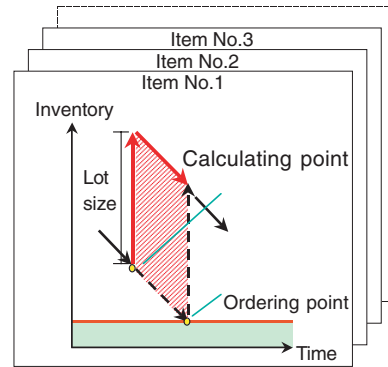


Fig. 9 Control stock

通常の集荷による後補充では点線のような在庫の動きになるところ、ある単位時間で調整用在庫が生成された場合には、本来発注点に到達するまでの期間内で在庫過剰となる。したがって、著者らは、図中の斜線で囲まれた面積の総量が最小となるように、随時、調整用品目を選出する仕組みを考案した。これは、ロットサイズが等しい品目間では、在庫が最短で発注点に達すると予測される品目を選出することに等しい。

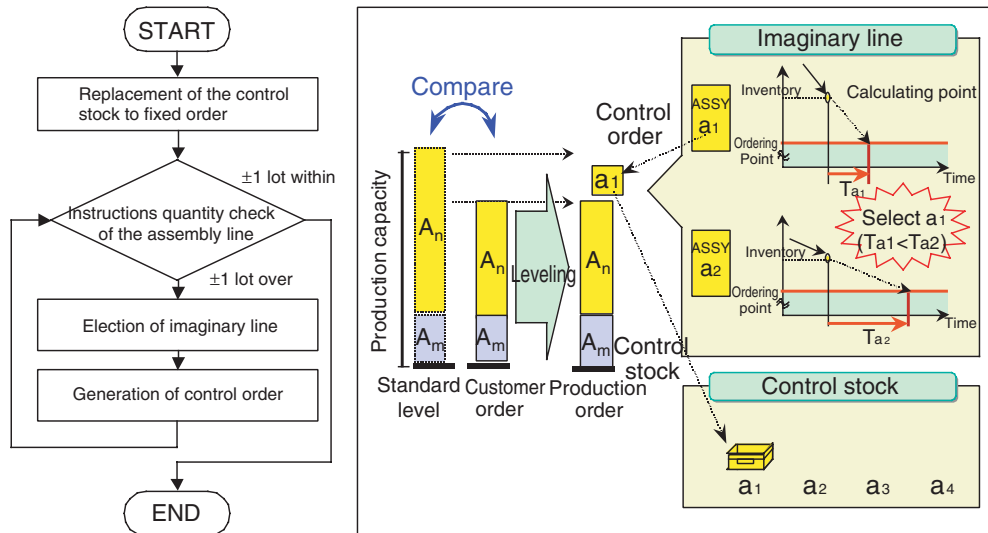


Fig. 10 Algorithm for leveling

### 5. 平準化の手順

開発した平準化の手順について説明する。まず、単位時間内の集荷量を可能な限り調整用在庫に引き当てる。次に、残る集荷量を完成品在庫に引き当て、該当単位時間内に各組立ラインで発注点に達した品目の総生産指示量を計算する。総生産指示量が単位時間あたりの目標生産指示量に達していない場合、さらに各仮想ラインでの生産指示過不足量を算出する。不足量が大きい仮想ラインから、最短で発注点に到達する品目、すなわち次の単位時間で発注点に達する確率の最も高い品目を選出し、完成品在庫から調整用在庫に必要な量を移動させ、調整用指示を追加生成する。上記の手順を、組立ラインの生産指示量が目標量±1ロット未満に達するまで続ける。以上の処理の流れをFig. 10に示す。

### 6. 調整用在庫量の管理

対象工場では、製品在庫は自動倉庫に格納される。したがって、通常の製品在庫、調整用在庫にかかわらず、在庫の先入れ・先出しは自動倉庫側で管理される。反面、現在どの程度の調整用在庫が存在するのか直接見ることができない欠点がある。そこで、調整用在庫を管理する方法について検討した。調整用在庫が増加傾向にある場合は、集荷量に対してラインの生産能力が過剰であることを示し、調整用在庫量が減少傾向にある場合は生産能力が不足していることを示している。各組立ラインでは調整用在庫の現在量と推移、および組立ライン・仮想ライン別の負荷調整の成否を管理し、ラインの生産能力を調整する (Fig. 11)。

DATE	T.B.	A.L.	S.L.	Control stock	
				Min. 50	Max. 100
01	01	OK	OK	*****	*****
01	02	OK	OK	*****	*****
01	03	OK	OK	*****	*****
01	04	OK	NG	*****	*****
02	01	OK	OK	*****	*****
02	02	OK	OK	*****	*****
02	03	OK	OK	*****	*****
02	04	OK	OK	*****	*****
03	01	OK	OK	*****	*****

(T.B.: Time bucket, A.L.: Assembly leveling, S.L.: Sub assembly leveling)

Fig. 11 Control stock volume

### 7. 開発した仕組みの概要と適用結果

対象工場では、上記の平準化手法は情報システムに組み込まれ、仕組みの運用が支援されている。まず、得意先から受注を受けると、自動倉庫にて仮想的に集

荷作業が行われ、集荷作業によって在庫が発注点に到達すると各仮想ラインへの生産指示が生成される。各仮想ラインでは、調整用在庫の活用により、単位時間あたりの生産指示量が平準化される。仮想ラインの生産指示が決定すると、それらは実際の組立ラインに集約され、生産指示が生成される。

また、上記の平準化手法をメータ工場に適用することにより、部品引取量の変動量は平均的なサブアッセンブリ工程で、従来の14.7%から2.4%に縮小できることを確認した (Fig. 12)。

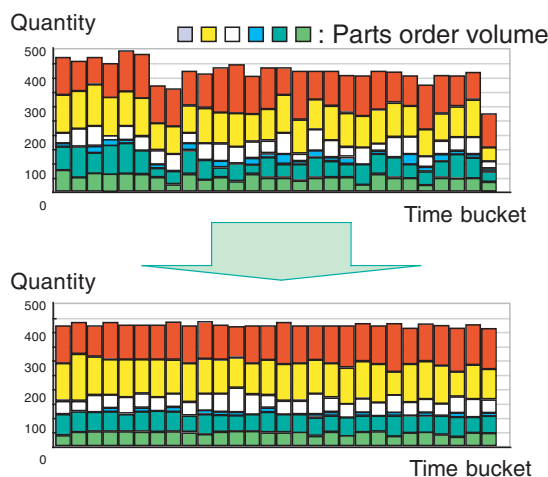


Fig. 12 Order volume on an assembly line

### 8. おわりに

平準化はジャスト・イン・タイム生産の前提条件である。本稿では、調整用在庫を用いた平準化手法について、当社メータ工場に適用した事例をもとに述べた。メータ工場では、本手法の導入以前に、ロットサイズの低減、物流方式の改善など、各種の改善活動が実施された。情報システムは、それらの改善活動が引き続き、継続的に実施されるための支援手段として開発・導入され、今日に至っている。今後、製品変化、各種の環境変化に対して、それらを超える速さで改善活動が実行され、その道具として今後も活用されるよう進化させていきたい。

#### <参考文献>

1) Monden, Y. Toyota Production System : An Integrated Approach to Just-In-Time (Third Edition), Industrial Engineering and Management Press (1998)



<著 者>



石橋 基弘  
(いしばし もとひろ)

生産技術部  
生産システム要素技術研究，生産情報システム開発に従事



犬塚 勉  
(いぬづか つとむ)

ボデー機器製造部  
生産管理，製造企画，I E 関連業務に従事



安藤 靖男  
(あんどう やすお)

(株)デンソーアイセム  
情報システム開発に従事