

ダミーロットで設備停止を模倣する生産ラインのシミュレーション

3 M-7

米倉昌毅^{*1}, 井口守^{*2}, 鳥羽弘康^{*1}

^{*1} NEC C&C メディア研究所, ^{*2} NEC 半導体情報システムセンター

E-Mail: yonekura@ccm.cl.nec.co.jp

1. はじめに

近年、生産ラインの状態予測を目的とした生産ラインシミュレーションが広く行われるようになってきた。予測に用いるという性質上、精度良くシミュレーションを実施することが重要な技術要素の一つになっている。設備のスループットは生産ラインの生産能力に直接影響する重要な事項であり、シミュレーションを行う際に厳密に再現する必要がある。特に設備のメンテナンス期間は設備のスループットへの影響を無視できないほど長いため、シミュレーションではメンテナンスを忠実に再現することが重要になる。実際の生産ラインではメンテナンス期間を柔軟に移動させて、設備稼働率を落とさない運用を行っている(図1)。しかし、従来から行われていたシミュレーションではメンテナンス期間を固定していたため現実との食い違いが発生していた。本稿では、実際のライン運用に即したシミュレーションを実現するために、メンテナンス期間をダミーロットの作業期間で模倣する手法を考察し、その有効性を検証する。

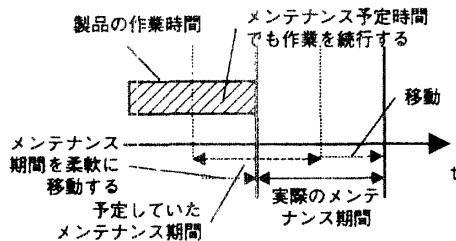


図1 実際の生産ラインでのメンテナンスの運用

2. 従来方式の問題点

設備のメンテナンスについて、従来のシミュレーションでは図2に示す方法で模倣していたが、それぞれ次に示す問題があった。

従来方式1 作業を中断されたロットの作業時間がメンテナンス時間分余計に延長されてしまう(図2(1))。作業時間が不正に延長されると稼働率が正確に算出できない。また、実際のラインではメンテナンスのための作業の中断は無いので現実とそぐわない。

従来方式2 稼働可能であるにもかかわらず作業ができない空白の時間帯Sができる可能性がある(図2(2))。Sの発生頻度はメンテナンス回数に比例し、設

備で行う作業時間に比例する。Sの発生は設備本来のスループットを低下させ正確なシミュレーションができなくなる原因となる。

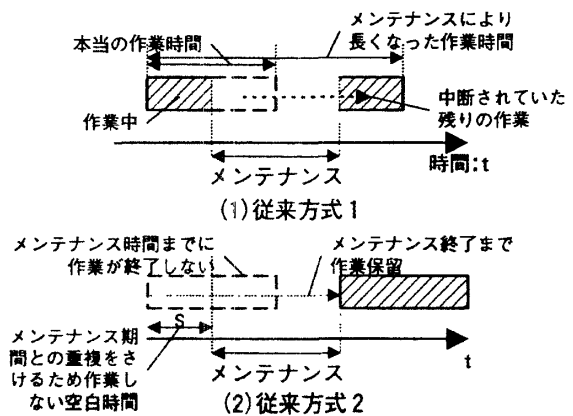


図2 従来のシミュレーション方式

3. 提案方式

上記従来手法の問題点を克服する設備メンテナンスのモデリング手法を考案した(図3)。

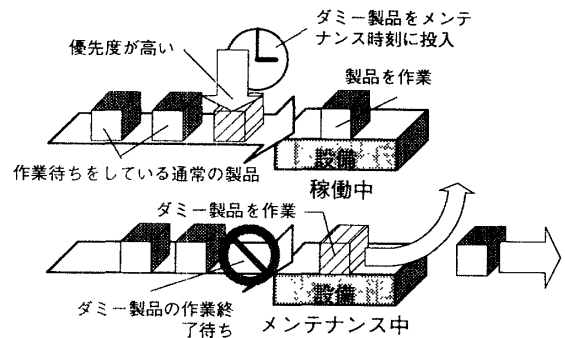


図3 ダミー製品で模倣するメンテナンス

本手法では次に示す手順でシミュレーションを行うことにより、確実にメンテナンスを実施すると共に、その実施時期を実際の生産ラインでの運用と同じように柔軟に移動できる。

1. 通常の製品とは別にダミー製品を用意し、設備メンテナンスをダミー製品の作業実施として扱う。
2. メンテナンス開始時刻にダミー製品を投入する。ダミー製品の作業優先度は通常製品より高く設定して、優先的にダミー製品を処理させる。

3. メンテナンス期間分のダミー製品を処理した後に通常の製品の作業を開始させる。

ダミー製品によって設備のメンテナンスをシミュレーションするに当たり、通常の製品の工程とは別にダミー製品用の工程をメンテナンス1回につき1個ずつシミュレーションモデルに組み込んでいる(図4)。

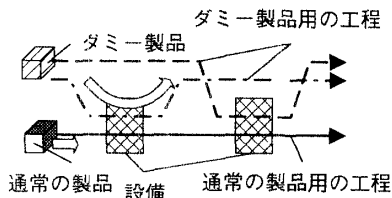


図4 ダミー製品の工程

4. 実験結果

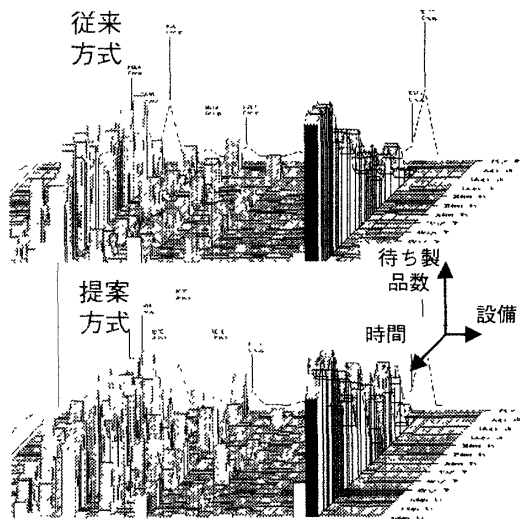


図5 待ち製品数の時間推移

従来方式1では作業時間から稼働率が正確に算出できない。そこで、従来方式2と提案方式を半導体生産ライン用シミュレータPLAN-STAGE[1][2]を用いて実験的に比較した。実験では設備台数が85台、工程数が113からなる実際の生産ラインのモデルを用いて60日間のシミュレーションを行った。

図5は同種の設備を設備群としてまとめた時の設備群の待ち製品数の時間推移を示している。待ち製品数の多いボトルネック設備において、待ち製品数の変化の様子が異なっている。

設備群の稼働率とメンテナンス時間により設定された稼働率との平均誤差を表1に示す。多くの設備で提案方式の方が平均誤差が小さく、特に設備群RG27, RG28など作業時間が長い設備ほど従来方式との差が大きい。

ボトルネック設備の稼働率は、若干の変化でもスループットに与える影響は大きい。そこで、ボトルネック設備群RG27の稼働率誤差の時間推移を図6に示す。初期の段階で設備に到着するロットが不足しているため稼働率が低下しているが、15日以降は提案方式の方が従来方式より設定された稼働率に近くなっている。

表1 稼働率の平均誤差

設備群	メンテナ ンス 回数	作業 時間	平均誤差(%)		設備群	メンテナ ンス 回数	作業 時間	平均誤差(%)	
			従来 方式	提案 方式				従来 方式	提案 方式
RG01	123	2	34.3	33.9	RG16	64	5.2	47.3	47.0
RG02	123	2.6	29.3	28.8	RG17	62	5	13.5	13.1
RG03	105	7.6	29.4	29.1	RG18	62	5	48.4	48.0
RG04	54	6	34.6	34.6	RG19	62	4	55.9	55.4
RG05	53	6	41.8	41.4	RG20	62	1	45.5	44.9
RG06	62	2.6	62.4	62.4	RG21	123	2	41.4	40.9
RG07	115	10	15.9	15.0	RG22	62	1	41.5	41.0
RG08	62	1	51.2	50.9	RG23	0	1	73.8	73.6
RG09	184	4	28.1	27.5	RG24	0	1	80.2	80.0
RG10	237	5.2	29.4	28.9	RG25	62	2	28.7	28.1
RG11	184	4	28.1	27.6	RG26	392	51	29.3	28.4
RG12	123	1	71.2	71.0	RG27	123	12.4	10.5	7.3
RG13	64	10	14.3	13.5	RG28	62	61.4	46.7	44.9
RG14	126	12.6	39.1	38.6	RG29	62	1	74.9	74.6
RG15	126	12	41.6	41.1	平均			41.0	40.4

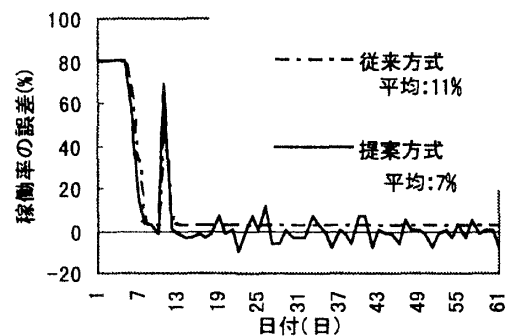


図6 設定された稼働率との差

5. まとめ

生産ラインのシミュレーションで設備のメンテナンスをダミーロットの作業に置き換えることにより、メンテナンスの開始時刻と終了時刻を現実のラインと同じように調整することが可能となった。そして、メンテナンス時間を現実と同じように再現することにより生産ラインのスループットを現実のラインに近づけることができた。

最後に、本研究の遂行にあたり、ご指導をいただいた上野順一殿、東内伸殿、堀川隆殿に感謝いたします。

[1]本間三智夫, 東内伸, 北村光悦, 山崎正直, 鳥羽弘康, 井口守, 大橋著人, 百元正嗣, 「ULSI拡散工程向け生産計画支援ツール PLAN-STAGEの開発」 NEC技報 Vol.48 No.3 1995.

[2]東内伸, 鳥羽弘康, 井口守, 上野順一, 「大規模生産システムシミュレータStage-生産制御方式の評価とモデル詳細度」 情報処理学会第48回全国大会6T-3 1994.