

産業用シート素材製造の MFCA 導入

我妻 明

弘進ゴム株式会社生産部企画管理チーム
サブチームリーダー

原油高により石油製品が高騰する中、ゴム・プラスチック製造をメインとしている当社のような会社にとって、材料費アップは現実問題として大きくひびいている。そのような中、一番重要視されるのはコストダウンであると思われる。本事例は、マテリアルフローコスト会計（MFCA）を適用し“ムダ”を細分化させ改善活動を行った導入事例である。また、ISO14001の取り組みと連動させることも今後MFCAを定着させるための大きな課題である。

はじめに

今回、東北経済産業局委託事業におけるMFCAのモデル事業として、(株)日本能率協会コンサルティングの指導を受けMFCAの導入を行った。まず当社の主力製品を説明すると、シューズウェア品、工業用品、産業資材品と三つの柱がある。今回はその中の産業資材品であるフレキシブルコンテナバックへのMFCA導入を行った。冒頭に示したように当社はすべて石油製品を扱っており、原材料の高騰が避けられない状態にある。そのため、廃プラの発生が多く、製品になるまでの工程が多い製品に注目した。当社の管理システムでは足、メートルと重量での管理はしていないため、本システムの重量管理という観点からはかけ離れている。そのため、各工程での重量測定データの収集がネックになったことはいうまでもない。この事例ではMFCAの基本データはすべて現場で測定する必要があり、今後すべての製品を重量管理へと移管する手法としては最適であると考えられる。

また、ISO14001を取得し省資源や廃棄物削減の活動を精力的に行っている当社にとっては、今後MFCAとの連動化を実現し廃プラに

対する問題意識を高めるためにも本システムは重要であると考えられる。

1 MFCA 導入企業、製品、工程

本稿で紹介するMFCA導入を行った弘進ゴム(株)は、昭和10年に設立されたゴム・ビニール製造・販売を行っている会社である。製品を大きく分けるとシューズウェア部門、工業用品部門、産業資材部門の三つがある。

経営理念として「*imagine&create*～わたしたちは、新しい価値の創造で豊かな暮らしを実現します」を掲げ、生活に密着した商品展開で、「豊かな暮らし」づくりに貢献した活動を続けている。

弘進ゴムの会社概要は以下の通りである。

〈会社名〉	弘進ゴム株式会社
〈資本金〉	1億円
〈本社所在地〉	宮城県仙台市若林区河原町2丁目1-11
〈事業内容〉	ゴム、ビニールを原料とした製品の製造販売
〈従業員〉	357名
〈対象事業所〉	亙理工場
〈所在地〉	宮城県亙理郡亙理町逢隈田沢北疣石5-1

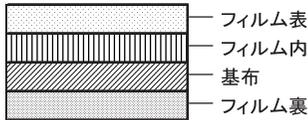


図1 製品構造

〈URL〉 <http://www.kohshin-grp.co.jp>

MFCA 適用の対象製品は、当社の主力製品のひとつとして産業資材部門で製造されている輸送用フレキシブルコンテナバッグ用の原反とした。その原反は4層構造になっている(図1)。

対象工程は、対象製品が完成品になるまでの全工程を対象とした。ただし、配合工程はマテリアルロスが微小であり、カレンダー工程と同一作業者により行われているため、MFCAの物量センターとしてはカレンダー工程に含まれている。また、今回のMFCA対象製品は4層構造なので、それを圧着させるためにラミネーター工程は2工程を要している。図2に対象工程(物量センター)とマテリアルの流れを示す。

各工程の概要は以下の通りである。

- 1) カレンダー工程：コンパウンドを加熱し溶融させロールでフィルム状に伸ばし巻き取る。ここでフィルム表、内、裏という三つの反物ができる。カットされたシートの耳の部分^{ねら}は原料として連続的に投入されている。
- 2) ラミネーター(108)工程：フィルム表、

内及び基布をロールで溶着させ一つのシート(仕掛反108)とする。

- 3) ラミネーター(109)工程：仕掛反108とフィルム裏をロールで溶着させ一つのシート(仕掛反109)とする。
- 4) 検反工程：仕掛反109の余分な部分をカットし、客先指定の製品長さに巻き取る。

なお、カレンダー工程、ラミネーター工程で発生するフィルム残は、次ロットの原料としてカレンダー工程に投入される。ただし、基布と一体化したものは工程内リサイクルできず廃棄物となる。

2 MFCA 導入の経緯と狙い

当社ではISO14001を取得し、省資源や廃棄物削減の活動を行っており、生産工程のロス低減に取り組んでいる。また、原材料が高騰しているため、製品のコストダウンもさらに強力に推進する必要がある。こうした中、生産工程のロス削減活動に拍車をかけるため、次の狙いでMFCAの導入を行った。

- ・生産工程でのマテリアルロスに起因するすべてのロスを金額で評価する(マテリアルロスコスト、システムロスコスト、エネルギーロスコスト)。
- ・ロスのミニマム化でどこまでコスト削減が図れるかを見極める。

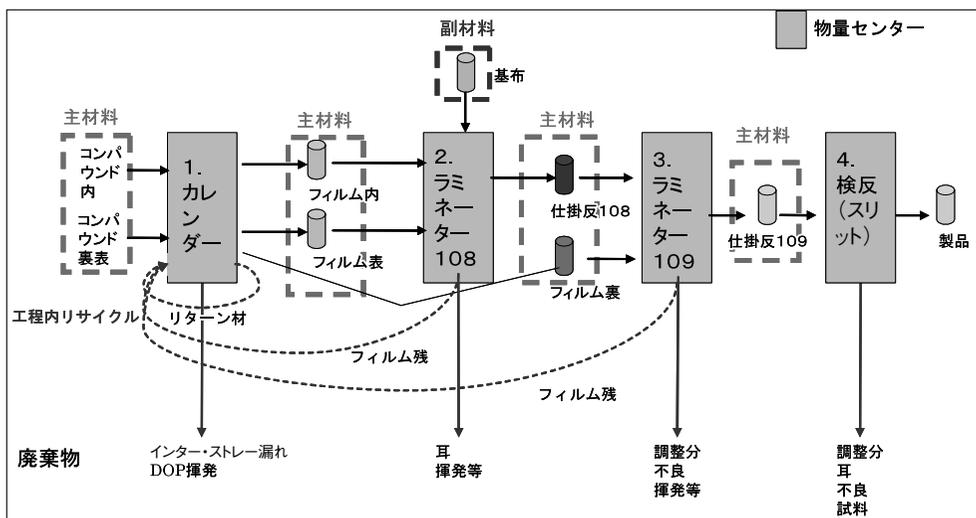


図2 MFCA 対象工程、物量センター、マテリアルの流れの概要

- ・ロス改善活動の効果と投資を金額で評価し、改善実施対象評価の情報源とする。
- ・MFCA の考え方、計算方法を習得し、今後のMFCA 全社展開の情報源とする。

3 MFCA 導入プロジェクトの推進体制

巨理工場長を推進責任者とし、巨理工場生産部企画管理チームの2名が推進事務局として選任された。推進メンバーとして、工場の各チームの管理者3名が選任され、合計6名体制で実施した。また、必要に応じて現場作業にもデータ収集をお願いし、またヒアリングを行いながら検討を進めた。

4 MFCA 計算の基本的な考え方

4.1 MFCA 計算対象品種

- ・当社では、ゴム・ビニールを原料とした多種の製品を製造しているが、取り組みやすさの観点から産業用シート素材で実施することとした。
- ・対象製品は、今後の他製品への展開時に計算データとしての数字を明確にするため、フル工程（ラミネーターを2回行う）を要する主力製品を選定した。

4.2 物量センターの定義

- ・基本的には、現在の製造工程をベースとして物量センターを設定した。
- ・ただし、1で述べたように、配合工程はマテリアルのロスが微小であり、カレンダー工程と同一作業により行われているため、MFCA の物量センターとしてはカレンダー工程に含めることとした。

4.3 計算対象の材料の定義

- ・投入されるマテリアルは、シートの原料であるコンパウンドと基布である。
- ・それ以外の副材料、補助材料はない。

4.4 システムコスト、エネルギーコスト

- ・対象製品の1生産ロットについての稼動時間を測定し、それに従来から生産管理で保有している原単位（時間当たりコスト）を乗じて算出した。
- ・したがって、工程や製品への^{あんぶん}按分は不要であった。

5 データ収集期間、方法

対象製品のある1生産ロットを測定対象として、全工程を通じた投入量、ロス物量、稼動時間などを測定した。

6 MFCA 計算、分析結果

6.1 マテリアル Input/Output の物量

表1のように、各工程での投入される（インプット）マテリアルと排出される（アウトプット）マテリアルの物量を整理した（ここでは重量を隠している）。

6.2 マテリアルフローコストマトリックス

表2にマテリアルフローコストマトリックスを示す。なお、数値は公表のため架空の数値に変更している。また、数値の単位は千円である。

- ・コスト費目では、マテリアルコストが約59%、システムコストが約34%、エネルギーコストが約7%である。
- ・製造コスト総額は約4,842千円である。
- ・負の製品コスト（ロス）は約744千円で全体の約15%を占める。
- ・負の製品内訳では、良品に比べシステムコストの比率が高い（43%）。
- ・ちなみに、リターン材やフィルム残が工程内リサイクルされないとして計算すると、負の製品コストの比率は21%となる。

6.3 データ付きフローチャート

MFCA の計算結果を1枚のシートにまとめたものを図3に示す。なお、数値は公表のため架空の数値に変更している。また、数値の単位は千円である。

- ・各工程でロスが発生している。
- ・工程内リサイクルのMC（マテリアルコスト）節約分を考慮すると、検反工程のロスが大きい。
- ・工程内リサイクルのMC（マテリアルコスト）節約分を考慮すると、全体的に負の製品SC（システムコスト）が比較的大きい。

6.4 管理単位当たりのコスト（1m 当たりの製造コスト）

当社では、1m 当たりのコストを管理単位としている。MFCA 計算ツールを使って最終工

表1 マテリアル Input/Output 物量整理表の例

機種	IN・OUT			重量		
カレンダー	IN	コンパウンド 内	内	〇〇〇	内合計	〇〇〇
		コンパウンド 表裏	表・裏	〇〇〇		
		スクラップ 内	内	〇〇〇		
		スクラップ 表裏	表・裏	〇〇〇		
		リターン材 内	内	〇〇〇		
		リターン材 表裏	表・裏	〇〇〇		
		合計		〇〇〇		
	OUT	フィルム残	表・裏	〇〇〇	内合計	〇〇〇
		リターン材 内	内	〇〇〇		
		リターン材 表裏	表・裏	〇〇〇		
		インター・ストレー漏れ 内	内	〇〇〇		
		インター・ストレー漏れ 表・裏	表・裏	〇〇〇		
		DOP 揮発 内	内	〇〇〇		
		DOP 揮発 表裏	表・裏	〇〇〇		
		ロス合計		〇〇〇		
フィルム	内	〇〇〇	表裏合計	〇〇〇		
	表	〇〇〇				
	裏	〇〇〇				
フィルム重量合計		〇〇〇		〇〇〇		
	合計		〇〇〇		〇〇〇	

表2 マテリアルフローコストマトリクス

	マテリアル コスト	エネルギー コスト	システム コスト	廃棄処理 コスト	計
良品 (正の製品)	25,199.0 52.0%	2,386.0 4.9%	13,114.0 27.1%		40,700.0 84.1%
マテリアルロス (負の製品)	3,463.0 7.2%	784.0 1.6%	3,191.0 6.6%		7,439.0 15.4%
廃棄/リサイクル				279.0 0.6%	279.0 0.6%
小計	28,662.0 59.2%	3,171.0 6.5%	16,306.0 33.7%	279.0 0.6%	48,420.0 100.0%

程の製品重量を1mの重量に置き換えることで1m当たりの製造コストが計算できる。MFCA 計算ツールでは、「投入コストの累計」が製造コストを表している(図4)。

- ・対象ロットの1m当たりの製造コストは、●●●円である。
- ・製造コストは、カレンダー工程で〇〇〇円、ラミネーター(RE108)工程で×××円、ラミネーター(RE109)工程で□□□円、検反工程で●●●円と推移する。
- ・カレンダー工程で製品の約56%、ラミネ

ーター(RE109)工程で31%のコストがかかっていることになる。

- ・当社の対象製品の基準原価は△△△円であり、今回の計算結果により基準原価を上回っている(原価割れしている)ことがわかった。

7 ロスの考察と今後の方向性

7.1 負の製品コストについて

- ・全体を通じて負の製品コストの割合は15%程度であり、非常に大きいとはいえない

コスト項目	カレンダー	ラミネーター (RE108)	ラミネーター (RE109)	検反 (スリット)
新規投入コスト計	29,816.0	15,353.0	4,117.0	2,565.0
(廃棄処理コストを除く)				
新規投入MC	20,369.0	11,974.0	0.0	0.0
新規投入SC	7,004.0	3,068.0	3,772.0	2,461.0
新規投入EC	2,441.0	280.0	345.0	104.0
前工程コストの引継ぎ計	0.0	16,302.0	40,134.0	41,934.0
引継ぎMC	0.0	11,012.0	29,014.0	27,551.0
引継ぎSC	0.0	3,923.0	8,810.0	11,877.0
引継ぎEC	0.0	1,367.0	2,308.0	2,505.0
工程毎の投入コスト計	29,816.0	31,626.0	44,215.0	44,499.0
(廃棄処理コストを除く)				
投入MC	20,369.0	22,986.0	29,014.0	27,551.0
投入SC	7,004.0	6,991.0	12,582.0	14,338.0
投入EC	2,441.0	1,648.0	2,653.0	2,609.0
正の製品コスト計	25,622.0	30,814.0	41,934.0	40,700.0
正の製品MC	17,509.0	22,517.0	27,551.0	25,199.0
正の製品SC	6,015.0	6,717.0	11,877.0	13,114.0
正の製品EC	2,097.0	1,579.0	2,505.0	2,386.0
負の製品コスト	4,236.0	811.0	2,360.0	3,992.0
負の製品MC	2,859.0	469.0	1,463.0	2,352.0
負の製品SC	988.0	273.0	704.0	1,224.0
負の製品EC	344.0	68.0	148.0	222.0
廃棄処理コスト	42.0	0.0	43.0	193.0
工程内リサイクルのMC節約金額	-2,512.0	-469.0	-699.0	0.0
リサイクルした材料の売上	0.0	0.0	0.0	0.0

図3 データー付きフローチャート

コスト項目	カレンダー	ラミネーター (RE108)	ラミネーター (RE109)	検反 (スリット)
投入コストの累計	○○○	×××	□□□	●●●
新規投入MC累計	○○	××	□□	●●
新規投入SC累計	○○	××	□□	●●
新規投入EC累計	○○	××	□□	●●
廃棄処理コスト累計	○○	××	□□	●●
再利用によるMC節約累計	○○	××	□□	●●

図4 製品1m当たりの製造原価

い。これはリターン材、フィルム残のカレンダー工程へのリサイクルが効いている。別計算の結果、工程内リサイクルしない場合は、負の製品コストは21%となった。

- 工程内リサイクルにより材料のロス金額は半減しているが、システム及びエネルギーはロスしているため、負の製品コストの約43%がシステムコストとエネルギーコストになっている。これは比較的大きい。
- 工程内リサイクルを考慮すると、耳や規格調整等による検反工程での負の製品コストが最も大きい。これはカレンダー、ラミネーターなど前工程での要因が大きいため、前工程において検反工程のロス削減を検討する必要がある。
- また、大幅なコスト削減を狙うのであれば、上記に加えシステムコストの改善のため

に、ラインスピードアップ、段取改善、工程結合なども検討することが必要である。

7.2 製造原価トータルについて

- 製品1m当たりの製造原価で明らかのように、投入材料コストの比率が高いカレンダー工程とラミネーター (RE108) 工程で大きくコストがかかっている。
- したがって、製造原価の大半を占めるコンパウンド及び基布の材料費の削減も検討のポイントとなる。
- また、基準原価との差異について、今後の対応を検討することも重要である。

8 今回の事例の特徴的な計算方法

8.1 工程内リサイクル

- 今回の事例では、第1工程、第2工程、第3工程のアウトプット (リターン材やフィルム残) が第1工程へ工程内リサイクルさ

れているのが第一の特徴である（図2）。

- 各工程において、排出されるマテリアルロスは第1工程の投入材料として使われるので、マテリアルとしてのロスはない。しかし、リサイクルする材料を作るために投入されたシステムコストとエネルギーコストは、ロスとしてカウントされる。つまり、システムコストとエネルギーコストの正/負の按分を検討する時には、リターン材やフィルム残は負のマテリアル重量に加算して計算している。
- MFCA 簡易計算ツールは、標準で上記のような工程内リサイクルの計算に対応している。

8.2 工程飛ばし

- 通常、第1工程の良品は、仕掛品として第2工程へ投入される。しかし今回の場合、カレンダー工程からは3種類の仕掛品（フィルム内、表、裏）が発生し、その中のフィルム内と表は第2工程に投入されるが、フィルム裏は第3工程に投入される（図2）。いわゆる工程飛ばしが発生している。
- 現在の MFCA 管理計算ツールでは、「主材料」は「直前工程」から引き継がれた仕掛品として計算しているため、こうした工程飛ばしには対応していない。
- したがって、今回は各工程のマスバランスを考慮しながら、個別に計算ツールの計算方法をカスタマイズすることが必要になった。

9 改善検討とシミュレーション

上記の MFCA 計算結果を踏まえて、改善案を検討し改善課題一覧表（表3）にまとめた。

個別の改善案及び全改善案を実施した場合のコスト削減金額を、MFCA 簡易計算ツールを使って算出した。MFCA 簡易計算ツールは、入力してあるデータのパラメーターを改善案に合わせて変更するだけで、いろいろなシミュレーションができる。シミュレーション結果と投資金額を比較することで、改善実施可否検討や優先順位付けを行う上での重要な情報が得られた。

10 今後に向けて

今後、前途の改善シミュレーションの結果をもとにトップの判断を仰ぎ、改善を実施していく。それと同時に、今回のモデルとして実施した産業用資材部門の他のシートにも MFCA の展開を図る。そして更に工業用品部門のホース類、シューズウェア部門の長靴へも展開を図っていく考えである。

11 今後の展開に向けての課題

今後、他の製品へ MFCA を展開する上では、いくつかの課題がある。まず、今までは重量による管理ができていないので、現場での重量計量をできるだけ負担にならないようにする必要がある。そのために計量器を各工程に準備し、日常業務に落とし込んだ仕組みを検討していく。

表3 改善課題一覧表

項目	工程	ロス区分	対象ロス	ロス現状	検討の方向性、重点	改善の制約条件 技術課題	改善テーマ	改善目標値	コスト削減金額	投資金額 (千円)	技術難易度 ○, △, ×	改善優先度	備考
1	カレンダー	SC, EC	労務費, 電力	内45表 40裏35	ラインスピード アップ	配合の仕上がり 時間短縮	配合の見 直し	10% up	■	■	△	4	
	カレンダー	SC, EC	労務費, 電力		段替時間削減	日程調整	掃除, エ ンボス交 換の短縮				○	2	
2	カレンダー	MC, SC, EC	労務費, 電力		リターン材の削 減(工程内リサ イクル)	カレンダー士技 術力UP	カレンダー 士技術 力UP				△	3	
3	ラミネーター	SC, EC	労務費, 電力	ラミ2 工程	ラミネート工程 の統一化(RE108 のみで生産)	熱量確保, ドラ ム増	設備投資	ラミ1 工程			△	6	
4	ラミネーター (RE108)	SC	労務費	段取時 間	段取時間の短縮	マシン改善等	送り出し 装置	10%削 減			○	1	改善テー マとして 実施中
5	検反	SC	労務費	梱包手 動	自動梱包による 梱包時間短縮	マシン改善等	梱包時間 短縮	25%削 減			△	5	

次に、現場での測定データを原価管理システムとリンクしていくことが課題である。現在使われている作業日報に仕掛品の重量を記入できるように変更し、日報を原価管理システムに入力する仕組みが必要になる。そして、原価管理システムのデータを活用してMFCA計算をできるようにインターフェースを検討することになる。幸い、原価管理システムはMS-EXCELで作られているので、MFCA管理ツールにリンクをはることで対応は可能と考えられる。また、当社で取得しているISO14001の活動と連携させることでMFCAと環境マネジメントの活動の相乗効果が期待でき、これらをどのように連動させて活動を展開していくのかという具体的方策も必要である。

12 MFCA 導入しての所感

最後に、今回MFCA導入プロジェクトの社内報告会の場において、メンバーが導入の所感として述べたMFCAの利点を記す。

- ・すべてのロスが金額で明確になった。
- ・歩留まりを1%改善することで、システムコストを含めていくらコストダウンができるかなどのシミュレーションができるようになった。
- ・工程ごとの製品コストが明確になった。
- ・投資による改善効果が金額で明確になった。
- ・新技術の導入や生産プロセスの抜本的改革を検討するきっかけとなった。
- ・登録原価と実際原価の比較が可能になった。
- ・最初は面倒くさそうだと感じたが、理解が進むにつれてお金のキツリ結びつく話なので使えるかな？と感じてきた。
- ・当工場では、TSやTPSなど様々な手法

を行ってきたが、主に不良率や歩留まり管理が主で、重量とコストを関係させての管理手法は行ったことがなかった。

- ・工場全体で数百トンの廃プラが発生しているが、全体数なのでどの工程での排出量が多いのか把握しきれていなかった。
- ・現場も一生懸命で、非常によい手法を教えてくださいと感じている。
- ・MFCAは見積もりにも応用できる。
- ・環境経営はコストがかかるという意識があるが、本来はすべて利益につながる活動である。
- ・当社の製造工程では、シートの管理単位がkg→本→m(メートル)と変わっているため、input→outputの変化をどう管理したらよいか疑問だった。また、廃棄したものにエネルギーコスト等が入っていることは“感覚”としてわかっていたが、それをどう“見える化”するのかわからなかった。
- ・(他の製品)MFCAを導入したらやばそうだ！そんな状況を避けるようにしなければいけない。
- ・ここをスタートにして他の製品にも活用し、工場全体のロスが見えるようになればと期待している。
- ・現場で通常管理していない重量を測定する手間がかかった。こうした計量と日常業務との連携方策を工夫しないと、数字をはかることで逆に非効率的になり定着しない。通常業務の中にどうMFCAに必要なデータの取得を落とし込むのか、これが大きな課題。
- ・また、当社ではISO14001を取得しており、MFCAとISO14001の取り組みを連動させることも今後MFCAを定着させるための大きな問題である。