

## 多品種少量生産における高効率生産システムの構築

飯田 憲一, 畑沢 賢一, 神生 直敏, 及川 雅稔

### The Construction of the High-Efficient Production System in Low Volume Production of a Wide Variety of Products

Kenichi IIDA, Kenichi HATAZAWA, Naotoshi KAMIO, Masanori OIKAWA

キーワード：QFD, 工程能力評価システム, ICタグ, 多品種少量生産

#### 1. はじめに

北海道の製造業は、自動車・電機などのような加工組立型産業の集積が少なく、製造数量が一品もしくは数百個レベルの多品種少量生産・個別受注生産の形態が多く、効率的な生産計画が立てにくいことから、生産性が悪くなっている。また、人手に頼る労働集約的な作業内容が多いため、作業能率が悪く、作業者の負担も大きいなどの課題を抱えている。さらに、顧客からのQCD(品質・コスト・納期)の要求が年々厳しくなっており、思うように利益が確保できないのが現状である。

そこで、この様な課題を解決する手段として、QFD(Quality Function Deployment：品質機能展開・・・顧客の要求を技術的に具現化・細分化し、工程設計及び品質管理を効率的に行う手法)、工程能力評価システム(感覚的にしかとらえることができなかった作業負担や工程負荷を定量的に評価するシステム等の高度な改善手法)などの改善手法やICタグ等を活用した先進的生産管理技術が有効でかつ効果的と考えられる。これらの改善手法等を製造工程や工程設計に活用し、高品質・低コスト・短納期を実現する生産システムを構築する必要がある。

本研究では、道内企業に多く見られる非効率的な製品開発や作業負担の大きい工程設計に、QFD, 工程能力評価システムの高度な改善手法やICタグ等を活用した生産管理技術を導入することにより高品質・低コスト・短納期を実現するための高効率生産システムを構築し、実際に製品開発や製造現場への適用を行った。

#### 2. QFDによる品質保証の確立

##### 2.1 QFDとは

1978年に赤尾洋二らにより、QFD(品質機能展開)の概念が提案され、関心を示した多くの企業で適用が試みられた。その結果、この考えが新製品開発や設計段階からの品質保証に有効であることが確認され、海外にも普及し、多くの国でQFDの名称で活用されている。特に米国ではTRIZ, タグチメソッドとともに開発・設計における3大手法の一つに位置づけられている。

具体的には、図1のような二元表により顧客要求(顧客の声)を技術特性(品質要素)に変換して製品の設計品質を定め、これを機能部品の品質に展開し、さらに個々の部品や信頼性など工程の要素にいたるまで系統的に展開する総合的品質管理の手法である。提供する製品の設計段階からの品質保証を目的とした設計アプローチとして多くの企業で活用されている。

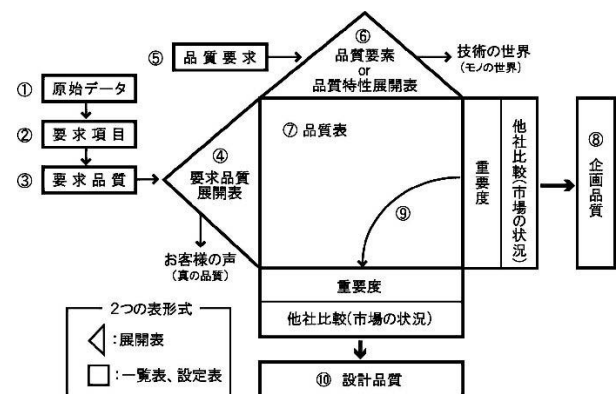


図1 QFD構想図(二元表)

事業名：地域産業集積中小企業活性化事業

課題名：多品種少量生産における高効率生産システムの構築

2.2 製品開発への適用

今回、酪農設備の新製品開発を取り上げ、次のような内容でQFDの適用を試みた。図2に適用結果の一部を示す。

- (1) 要求品質展開表の作成：ユーザなど製品の利害関係者の要求内容を抽出し、その内容を製品の働きのレベル及び状態の表現に置き換え、それらを階層的に整理する。
- (2) 企画品質の検討：要求品質項目について、ユーザなど利害関係者の重要視する度合い、自社製品と競合メーカー製品の対応状況、それらを踏まえた上で新製品企画のねらいの設定などを行う。
- (3) 品質要素・特性表の作成：品質評価の尺度となる製品の属性要素や特性を抽出し、それらを階層的に整理する。
- (4) 品質表の検討：要求品質と品質要素・特性をマトリックスさせた品質表を作ると共に、企画品質のウェイトを品質表に沿って変換し、設計品質の設定につなげる。

要求事項 ↓ 要求品質		企画品質					絶対ウェイト	重要要求品質
		要求品質重要度	比較分析 当社 他社 エアー ウォーター	社 ナベック	企 画 品質	企 画 レベル アップ 率		
1次	2次							
優れたPR	導入の必要性を感じさせるPR							
	ブランド作りにつながるPR、商							
	規制に対応した処理ができる							
	設置費用ができるだけ安い							
	ランニングコストが安い							
	処理水の見た目がきれい	5	3		5	◎		
	現在の牛舎関連の配管を変えずに施工できる							
	臭いがしない							
	日々の操作が不要							
	排水量に見合うムダのない処理規模であって欲しい							
	寒冷地でも使える							
	災害時でも安心して使える							
	環境劣化しにくい							
	パーラー排水の特性に合わせた適切な処理ができる							
	廃棄乳も処理できる	5	3	0	0	4	◎	
	糞尿や残滓が入った排水も処理できる							
	糞が混入した排水も処理でき							
	処理水を再利用できる							
	酪農家の排水実態(廃棄乳の量など)にあわせて適切に菌の維持・管理ができる							

図2 適用結果の一部

2.3 効果の確認

実課題への適用の結果、次のような点が明らかとなった。

- (1) 顧客要求や製品の品質特性を表形式で細分化・構造化し、それらの中での重要項目を明示することで、商品企画に係わる情報を目に見える形に整理できる。このため、営業から設計・生産技術のメンバー間で効果的な情報の共有化が図られ、同じ土俵で製品開発を進めることができる。
- (2) 顧客要求と製品の品質特性との関連を統一的に捉え、一貫性を持った設計目標の検討ができるとともに、ネック技術の抽出も可能で、今後のエンドユーザ向け商品の企画や設計品質の向上に有効である。
- (3) 作成した展開表や品質表をアレンジすることで企業の

上層部や売り込み先に商品のねらいなどを説明する資料として活用できる。

以上のように、酪農設備開発への適用により様々な有効性が確認できた。また、QFDは、設計品質を保証するだけでなく、製品品質の保証や企画品質の保証、廃棄品質の保証など、様々な面で適用が可能である。

3. 工程能力評価システムの技術的な確立

3.1 工程能力評価システムとは

工程能力評価システムとは、人間性と生産性を加味した、ものづくりのための改善手法で、心拍数や疲労の自覚症状、作業者への筋的負担計測などの作業負担分析手法に加え、稼働分析やレイアウト分析などの生産性分析手法を組み合わせたものである。

3.2 システムの適用

今回、工程能力評価システムを建設機械用アタッチメント(図3)の製造工場に適用して、その効果の検証を行った。



図3 対象製品

3.2.1 対象工程

作業者の負担が大きい、「仮組」、「溶接」、「組立塗装」工程をシステム適用の対象とした。

仮組工程(図4)は溶接用治具に部品を取付け、仮溶接を行うもので、作業姿勢が悪く、作業負担の大きい作業である。



図4 仮組工程

溶接工程(図5)は前工程で仮組された製品を本溶接するもので、作業時間のほとんどが溶接作業であり、技能を要する作業ある。組立塗装工程(図6)は溶接部のバリ処理、上下ステーの合体、塗装前処理、塗装などを行うもので、粉塵・騒音などの作業環境が悪く、また、作業姿勢の悪い作業が多い。



図5 溶接工程



図6 組立塗装工程

### 3.2.2 作業負担の調査

対象工程から各2名、計6名の作業員について、作業開始前、昼食前後、作業終了後の計4回、下記内容の負担調査を行った。

疲労自覚症状調べ

CFF(大脳皮質活動水準の活性化)

握力

血圧

心拍数

ライフレコーダ(運動強度)

図7はある作業員の調査結果で、作業内容と負担データを比較することにより、負担の大きい工程や作業を特定することができ、改善対象の絞り込みが可能となった。

溶接作業		午前		午後		作業前との比較
測定項目		作業前	昼休前	昼休後	作業後	
握力(右)	実測値	41.3	43.9	45.1	44.6	×
	変化率	0.0%	6.3%	0.0%	-1.1%	
ブリッカー	実測値	43.0	43.3	43.7	41.3	×
	変化率	0.0%	0.7%	0.0%	-5.5%	
血圧	血圧(最高)	141.0	131.0	130.0	127.0	○
	血圧(最低)	83.0	81.0	77.0	80.0	
心拍	最大		123.00		127.00	×
	最小		81.00		79.00	
	平均		96.21		98.05	
自覚症状	訴え率	13.3	13.3	10.0	16.7	
	訴えタイプ	肉体作業型	肉体作業型	肉体作業型	肉体作業型	
	訴え項目	あくびが出る	物事が気にかかる	物事が気にかかる	目が疲れる	-
		ねむい	肩がこる	肩がこる	物事が気にかかる	-
		肩がこる	腰が痛い	腰が痛い	肩が凝る	
		腰が痛い	口がかわく		肩が痛い	○
					口がかわく	-
総合判定	午後に肉体的負担が発生し、疲れは次の日まで持ちこされている					

図7 作業負担調査結果

### 3.2.3 生産性の調査

各対象工程の生産性を調査するため、下記の分析を行った。

作業員稼働分析

工程分析

作業環境分析

作業員稼働分析結果(図8)から、主作業(稼働率)は63.5%で、クレーンや必要な工具を取りに行くなどのムダな移動が多く、改善余地が多くあることがわかった。

また、工程分析の結果、図9に示すように各工程間で仕掛が発生していることが明らかになった。

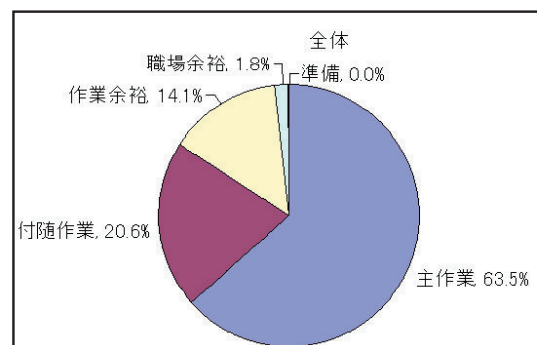


図8 稼働分析結果

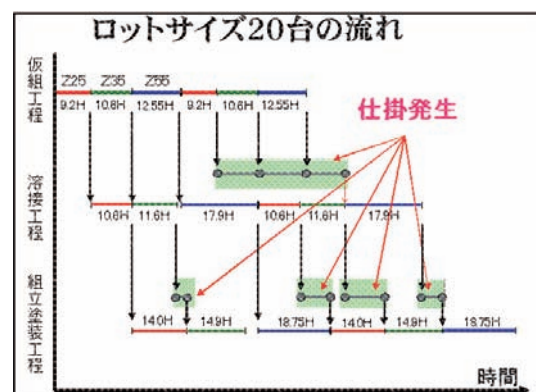


図9 工程分析結果

### 3.3 効果の確認

工程能力評価システムを適用した結果、作業負担については、「腰が痛い」、「肩がこる」などの訴えが多く、それを裏付けるように作業観察では、しゃがみ作業や中腰作業が多く見られた。また、生産性については、まとめ作りによる運搬や道具準備のムダが明らかとなった。

建設機械用アタッチメントの製造工場への適用により、有効性が確認できた。本システムは、急速に進む少子・高齢化の流れの中で、作業負担を軽減し、生産性の高い職場作りを実現するための有効な手法である。

## 4. ICタグ等を活用した生産情報システムの確立

### 4.1 ICタグ等を活用した生産情報システム

ICタグは、識別コードなどの情報が記録されており、電波を使って管理システムと情報を送受信する能力をもつもので、バーコードに代わる商品識別・管理技術としてIT化・自動化を推進する上での基盤技術として注目が高まっている。

今回、ICタグを活用し、進捗・実績管理を中心とした生産情報システムの開発を行い、建設機械用アタッチメントの製造工場に適用して、その効果の検証を行った。

### 4.2 システムの概要

管理用パソコン1台、リライタブルシートプリンタ(作業指示書発行用)1台、リーダ/ライタ(作業情報読み込み用)3台、ネットワーク用ハブ1台という中小企業でも導入しやすいように、安価なシステム構成(図10)とした。

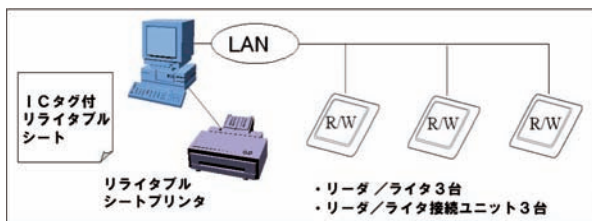


図10 システム構成

本システムは、生産現場に設置した作業指示書用リーダ/ライタから送られてくる作業情報データを、事務所に設置した管理用パソコンで処理する。管理用パソコンでは、各工程で作業指示書をかざすと、製造番号ごとの進捗状況(図12)が確認できる。また、正しい工程を通過していない場合は、エラーが表示されるため、複雑な工程の管理も可能になる。最終工程の完了報告が行われると、在庫情報に反映され、各項目をリアルタイムに把握することができる。また、作業日報についても自動的に集計ならびに出力されるため、生産効率や労務管理の基礎情報として活用が可能である。



図11 タグ付き作業指示書とリーダ/ライタ

No.	月	製造番号	品名コード	品名	状態	工程	完了	工程
1	03	200603010004	IFZ70	IFZ70(フォーク)	完了	溶接	==	==
2	03	200603010004	IFZ70	(上ステー)	作業中	溶接	==	==
3	03	200603010004	IFZ70	(下ステー)	作業中	溶接	==	==
4	03	200603010002	IFZ70	IFZ70(フォーク)	未着手	溶接	==	==
5	03	200603010002	IFZ70	(上ステー)	作業中	溶接	==	==
6	03	200603010002	IFZ70	(下ステー)	作業中	溶接	==	==
7	03	200603010003	IFZ120	IFZ120(フォーク)	未着手	溶接	==	==
8	03	200603010003	IFZ120	(上ステー)	未着手	溶接	==	==
9	03	200603010003	IFZ120	(下ステー)	未着手	溶接	==	==
10	03	200603010004	IFZ255	IFZ255(フォーク)	未着手	溶接	==	==
11	03	200603010004	IFZ255	(上ステー)	未着手	溶接	==	==
12	03	200603010004	IFZ255	(下ステー)	未着手	溶接	==	==
13	03	200603010005	IFZ255	IFZ255(フォーク)	未着手	溶接	==	==
14	03	200603010005	IFZ255	(上ステー)	未着手	溶接	==	==
15	03	200603010005	IFZ255	(下ステー)	未着手	溶接	==	==
16	03	200603010006	IFZ255	IFZ255(フォーク)	未着手	溶接	==	==
17	03	200603010006	IFZ255	(上ステー)	未着手	溶接	==	==
18	03	200603010006	IFZ255	(下ステー)	未着手	溶接	==	==
19	03	200603010007	IFZ200	IFZ200(フォーク)	未着手	溶接	==	==
20	03	200603010007	IFZ200	(上ステー)	未着手	溶接	==	==
21	03	200603010007	IFZ200	(下ステー)	未着手	溶接	==	==

図12 進捗管理用画面

### 4.3 システムの実証試験

建設機械用アタッチメントの製造工場で今回開発した生産情報システムの実証試験を行った。

作業には各工程の作業開始時及び終了時に図13のように



図13 入力作業

ICタグ付き名札と作業指示書を各工程に設置したリーダー/ライターにかざす入力作業を、また、工場長には管理用パソコンで作業進捗や在庫状況の確認を行ってもらい、効果の検証を行った。

#### 4.4 効果の確認

実証試験の結果、図14のような作業日報が自動的に作成でき、これまで5～10分掛かっていた作成時間が無くなった。また、その都度工場に行って確認していた製品の進捗状況を事務所で確認できるようになり、省力化が図られた。

作業日報		商品名 IFZ70	製造番号 200603010001		
工程	担当者	実績	開始	終了	
フォーク	仮組	47分	03/07 08:58	03/07 09:45	
	溶接	1時間3分	03/07 09:10	03/07 10:13	
上ステー	仮組	17分	03/07 08:55	03/07 09:12	
	先溶接	37分	03/07 09:13	03/07 09:50	
	上合体	27分	03/07 10:19	03/07 10:46	
	本体溶接		03/07 10:48		
下ステー	仮組	19分	03/07 08:55	03/07 09:14	
	先溶接	58分	03/07 09:16	03/07 10:14	
	垂取	4分	03/07 10:15	03/07 10:19	
	下合体	24分	03/07 10:19	03/07 10:43	
	本体溶接		03/07 11:10		

図14 作業日報画面

## 5. まとめ

今回、QFD、工程能力評価システムなどの高度な改善手法やICタグ等を活用した先進的生産管理技術を導入することにより、下記の内容が明らかになった。

- (1) 「QFDを適用した開発システム」により、顧客要求や製品品質特性の明確化、それら間の関連性の統合的把握と設計目標設定への連動、展開表・品質表など表形式での一貫性を持った情報整理と検討による設計品質の向上、また、これらを効果的に図れることが明らかとなった。
- (2) 「工程能力評価システム」により、人間性と生産性両方を加味した改善が行えることが明らかとなった。
- (3) 「ICタグによる生産管理システム」により、物の流れと管理情報の流れを一体化でき、さらに進捗・生産日報の管理と可視化が可能となった。

今後、道内企業に今回構築した各ツールの普及を図り、高品質・低コスト・短納期の実現を支援していきたい。

#### 引用文献

- 1) 大藤正 他：QFDガイドブック，日本規格協会，pp.4-6，(1997)