

<논 문>

플라스틱 팬 설계, 제조의 CIM 구축을 위한 연구

최 양 호* · 이 용 성**

(1997년 3월 11일 접수)

A Study on CIM Construction for the Plastic Fan Design Manufacturing

Yang-Ho Choi and Yong-Sung Lee

Key Words : CIM(컴퓨터 통합생산), OMS(최적 절삭조건 선정 시스템), Plastic Fan(플라스틱 팬), CAD/CAM(컴퓨터를 이용한 설계 및 제조), CAE(컴퓨터 응용공학)

Abstract

In this study, the plastic fan with high efficiency and low noise was designed and the capacity of the wind and the wind pressure were analysed and verified by CAE. After designing the metallic mold using the metallic mold design data, and then the metallic mold design was reformed by analysing the process of the material stream and injection filling by CAE. Also the metallic mold cutting data were formed using the metallic mold design data. These cutting data was used to produce the fan electrode by a machining center and then this electrode were used to manufacture the metallic mold by cutting the fan cavity by an electrical spark machine. The purpose of this study is to find out the sub-optimal condition on the productivity and improvement in quality of the plastic fan by integrating a series of this process with a computer.

1. 서 론

다품종 소량생산의 특징을 갖고 있는 사출금형 산업분야는 전기·전자제품은 물론 자동차 및 항공기의 부품에 대응하기 위해 종래의 수작업에 의한 기능산업에서 각종 컴퓨터를 이용한 자동생산 시스템화가 진행되고 있다.

플라스틱 팬을 CIM화하기 위해서는 설계, 해석, 금형설계, 금형해석, 금형제작, 사출성형, 성능검사가 컴퓨터에 의해 각 단계별로 연계되어 시스템화가 되어야 한다. 현재까지 플라스틱 팬은 설계 및 해석^(1~3)에 연구가 집중되어 있으며, 금형해석^(4,5)에 관해서는 일부 연구가 있을 뿐이다. 금형

제작에 관해서는 범용 또는 전용 CAD/CAM^(6~10)을 이용한 연구가 많이 진행되어 왔다. 또한 기존의 CIM^(11,12)에 대한 연구도 설계부터 검사까지는 포함시키는 연구로는 부족한 점이 많다.

그러므로 본 연구에서는 고효율, 저소음을 위한 플라스틱 팬을 설계하여 목표치에 맞는 풍량, 풍압을 CAE에 의해 해석후 팬설계를 검증한다. 이 설계데이터를 금형설계데이터로 이용하여 금형설계후 수치흐름, 사출충진과정은 CAE로 해석하여 금형설계를 보완한다. 또한 금형설계데이터를 이용하여 금형가공데이터를 생성한다. 이 경우 금형가공정보도 자동 설계하여 준다. 이 가공데이터를 머시닝센터에서 팬 전극을 방전가공에 의해 팬캐비티를 가공한다. 이러한 일련의 과정을 컴퓨터로 통합화하여 플라스틱 팬 제작의 생산성과 품질향상을 극대화하려고 한다.

*회원, 단국대학교 대학원

**회원, 단국대학교 기계공학과

2. 관련 이론 및 경험식

축류송풍기는 일반적으로 비압축성 유체기계이나 실제로 공기는 3차원 유동으로 반경방향에 분할된 날개요소로서 날개의 코드와 스패의 비가 무한대가 되는 2차원 유동으로 간주, 기초적인 각운동량정리, 입출구의 평균 유동에 의한 속도 삼각형에 기초로 설계하며, 요구되는 주요 설계조건으로 유량 \bar{V} , 정압 P_s , 회전수 n , 관출구직경 D , 유량계수 ϕ , 압력계수 ϕ 이 먼저 정해진다. 실제 복잡한 상태, 즉 3차원 유동의 영향 및 점성손실 등 경험식^(12,13)을 토대로 몇 가지 중요한 점만 설명하면 축류송풍기 형태의 결정을 하기 위해 먼저 전양정(H_{tot})을 구하고, 비교회전계수 σ 와 비교회전도 n_q 를 구하면 다음과 같다.

$$H_{tot} = \frac{P_s}{\rho g} + \frac{V^2}{2g} = \frac{P_s}{\rho g} + \frac{1}{2g} \left(\frac{4\bar{V}}{\pi D^2} \right)^2 \quad (1)$$

만약 동압만을 고려한다면

$$H = \frac{P_s}{\rho g} \quad (2)$$

$$\sigma = \frac{\phi^{1/2}}{\phi^{3/4}} \quad (3)$$

$$n_q = n \frac{\bar{V}^{1/2}}{H^{3/4}} \quad (4)$$

Cordier 곡선은 Fig. 1에서와 같이 회전차와 여

러 설치방법에 대해 낮은 특성치와 최대한 직경비를 작게 하는 최적치 곡선이다.

따라서 Cordier 곡선에서 n_q , σ 에 의해 최적치 직경계수 δ_{opt} 과 직경비 ν 를 찾고, 비교직경도 D_q 을 구할 수 있다. 여기서 $D=m$, $\bar{V}=m^3/sec$, $H=m$ 이다.

$$D_q = D \frac{M^{1/4}}{V^{1/2}} \quad (5)$$

따라서 $\delta = 1.865 D_q$ 이다.

축방향 속도선도는 유체가 익형 단면의 모든 곳에서 일정한 선회와 같은 (축방향의) 속도를 갖도록 설계한다. 반경방향의 역학적 평형을 위해 반지름에 관계없이 전달에너지가 같게 한다. 송풍기 특성 회전속도 $u(=\pi Dn)$, 속도변화량 ΔCu 는 다음과 같다.

$$g \cdot H_{tot} = u \cdot \Delta Cu = \text{const} \quad (6)$$

따라서

$$\Delta Cu(r) = \frac{g \cdot H_{tot}}{u(r)} \quad (7)$$

또 효율 $\eta (\approx 0.815)$ 을 고려하면

$$\Delta Cu(r) = \frac{g \cdot H_{tot}}{\eta \cdot u} \quad (8)$$

반지름에 따라 여러 값을 구해야 하므로 내경 D_i 부터 외경 D_o 까지를 알맞은 구간으로 나누어 작

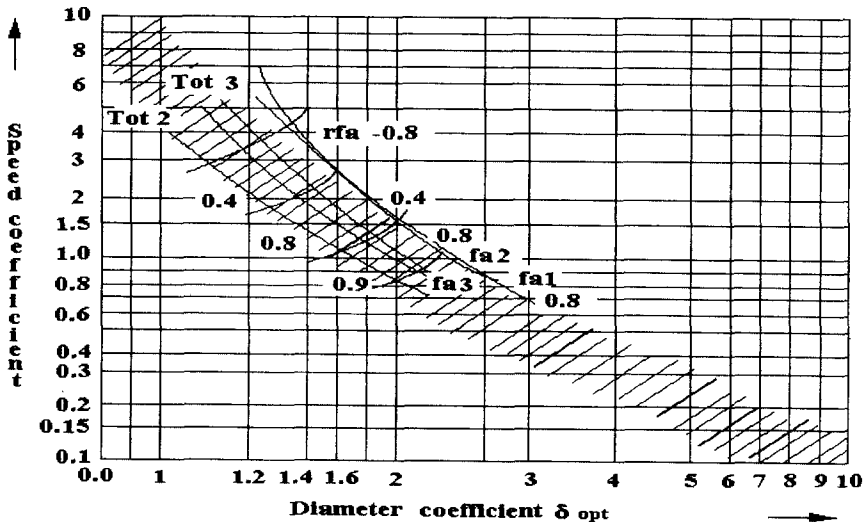


Fig. 1 Optimum curve of σ and δ (Cordier curve)

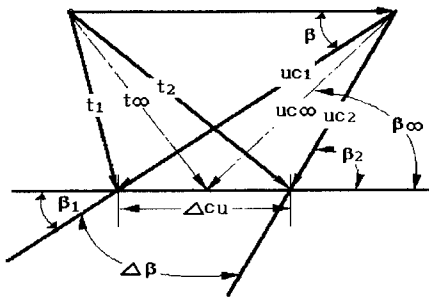


Fig. 2 Velocity diagram

반경방향으로의 지점들에 대해서 계산한다. 축방향으로의 기체속도 C_{ax} 는 Fig. 2에서와 같이 UC_{∞} (= C_{ax})와 거의 같다고 생각한다.

$$C_{ax} = \frac{V}{\frac{\pi}{4}(D_a^2 - D_i^2)} \quad (9)$$

다음엔 깃개수 N 을 결정함으로써 $t = \frac{\pi D_a}{N}$ 에, 의해 t 및 L 을 구한다.

송풍기 깃의 각도 (β_s)는 먼저 깃의 (제일 두꺼운 곳의) 두께 d 를 결정한다.

또 $\frac{d}{l}$ 의 값을 반경에 따라 선형적으로 결정한다. 보통 허브(hub)에서는 0.1로, 팁(tip)에서는 $\frac{l}{l} 0.006$ 로 하며, $\frac{d}{l} = \frac{d}{l} \times \frac{l}{l}$ 로 구한다. 송풍기 익형 결정은 Fig. 3에서 보이는 바와 같으며, 상대유통의 캠버(camber) $\left(\frac{f}{l}\right)_{\infty} = \frac{1}{2} \tan\left(\frac{\Delta\beta}{4}\right)$, 여기서 $\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1$

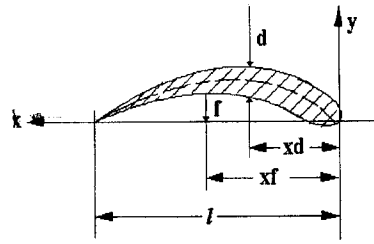
$$\Delta\beta = \arctan \frac{C_{ax}}{u - \Delta C_u} - \arctan \frac{C_{ax}}{u} \quad (10)$$

최종 익형의 캠버(camber)인 $\frac{f}{l} = \left(\frac{f}{l}\right)_E + \left(\frac{f}{l}\right)_{\infty}$ 을 구한다.

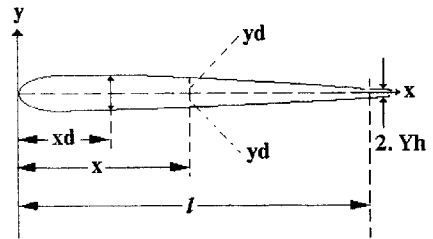
깃의 형상은 NACA wing section을 이용하여 $\xi_s = \frac{x_f}{l}$ 와 $\xi_d = \frac{x_d}{l}$ 을 구한다

3. 시스템의 구성

저소음, 고효율 플라스틱 팬의 CIM 시스템은 두개의 서브시스템으로 구성된다. 하나는 설계서브시스템이고, 다른 하나는 제조서브시스템이다. 설계서브시스템에는 CAD 시스템과 CAE 시스템으로 이루어져 있으며, 제조서브시스템에는 금형 CAD 시스템, 금형 CAE 시스템, 금형 CAM 시스템,



(a) Shape of blade



(b) Thickness of blade

Fig. 3 Shape and thickness of blade

DNC 시스템으로 이루어져 있다. Fig. 4에 본 연구의 CIM 시스템의 개략을 표시한다. 설계서브시스템의 CAD 시스템에서는 팬형상데이터를 2차원 CAD 데이터와 3차원 CAD 데이터를 생성한다. 설계서브시스템의 CAD 데이터는 금형 CAD 시스템의 캐비티코어의 형상데이터 생성에 사용된다. 또한 금형 CAD 데이터를 기초로 하여 CAE 모델링이 이루어지며, 이 모델링을 이용하여 수치해석과 냉각해석을 한다. CAM 시스템은 NC 가공정보데이터를 생성하며, 이 때 경제성을 고려한 최적절삭조건을 선정해 주는 OMS 시스템(Optimal Manufacturing Selecting System)이 지원된다. NC 가공정보데이터도 공구경로생성과정 NC 데이터로 구분된다. 이와 같이 가공데이터가 준비되면 DNC 시스템에 의해 머시닝센터로 데이터를 송신하여 금형을 가공한다. Fig. 5는 본 CIM 시스템의 구성을 표시한다.

4. 설계서브시스템

4.1 CAD 시스템

축류송풍기의 팬을 설계하기 위해서는 축방향 속도선도, 송풍기 익형깃의 길이(폭), 송풍기 깃의 각도(β_s) 등을 결정해야 한다. 설계입력조건으로는 유량, 정압, 밀도, 회전수, 관출구직경을 주며, 설

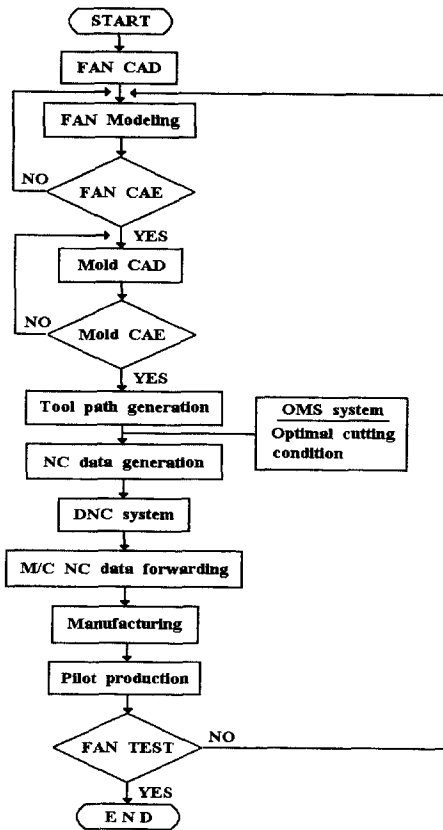
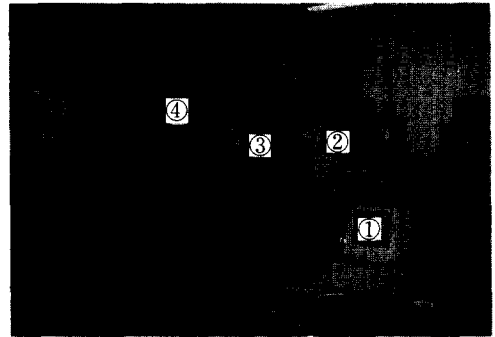


Fig. 4 Flow chart of the CIM operation

계사양으로는 팬-블래드의 개수를 입력한다. 식 (1)~(5), Fig. 1에 의해 외경과 내경이 결정되며, 반지름에 따라 각 반경방향으로 속도변화량과 기체 속도를 정하며, 이 경우 속도변화량과 기체속도의 비가 0.8보다 작으면 내경을 조금 크게 하여 속도 변화량과 기체속도를 조절한다. 이러한 과정으로 기체 축방향 속도선도를 구한다.

송풍기 익형깃의 길이(폭)는 양력계수를 구하고, 상대속도와 속도변화량에 의해 결정된다. 즉 블래드의 개수가 결정되면 블래드 간의 간격과 익형깃의 길이가 결정된다.

깃의 각도결정은 먼저 깃의 제일 두꺼운 곳의 두께를 결정한 후 직경과 깃의 길이값을 반경에 따라 선형적으로 정한다. 최종 익형은 NACA wing 단면을 이용하여 구하며, 이상과 같은 전 과정을 PC에서 운용될 수 있도록 프로그램화한다. Fig. 6에 팬설계 CAD 데이터를 표시한다. 이 데이터를 이용하여 2차원 형상화한 것이 Fig. 7이며, 3차원



① PC ② CNC controller ③ RS232C ④ Machining center

Fig. 5 Configuration of the CIM

```
***** DESIGN SPEC. *****
1). FLOW RATE (M3/S)      = 1
2). TOT./ST. PRESSURE (PA) = 300
3). DENSITY OF AIR (KG/M3) = 1.2
4). TOTAL HEAD (M)       = 25.4842
5). NO. OF BLADES       = 6
6). RPM OF MOTOR        = 2400
```

```
*****PERFORMANCE DESIGN *****
#. TIP DIAMETER (M)      = .4
#. ROOT DIAMETER (M)    = .238341
#. LIFT COEFFICIENT AT HUB = 1.2
#. LIFT COEFFICIENT AT TIP = 1
```

DIAMETER (M)	U (M/S)	CU (M/S)	W (M/S)	BE (DEG)
2.383E-01	2.995E+01	1.043E+01	2.764E+01	2.651E+01
2.788E-01	3.503E+01	8.921E+00	3.297E+01	2.198E+01
3.192E-01	4.011E+01	7.791E+00	3.826E+01	1.882E+01
3.596E-01	4.519E+01	6.916E+00	4.351E+01	1.647E+01
4.000E-01	5.027E+01	6.217E+00	4.874E+01	1.466E+01

DIA. (M)	L (M)	D (M)	F (M)	BS (DEG)	T (M)
2.383E-01	5.888E-02	5.888E-03	3.629E-03	3.602E+01	9.360E-02
2.788E-01	5.152E-02	4.508E-03	2.723E-03	3.052E+01	1.095E-01
3.192E-01	4.641E-02	3.481E-03	2.241E-03	2.654E+01	1.253E-01
3.596E-01	4.275E-02	2.672E-03	1.952E-03	2.347E+01	1.412E-01
4.000E-01	4.007E-02	2.003E-03	1.765E-03	2.101E+01	1.571E-01

U=Circumferential speed, CU=Circumferential displacement,
W=Relative speed, BE=Angle of attack, L=Rotary blade length
D=Rotary blade thickness, F=Rotary blade contraflexure,
BS=Rotary blade angle, T=blade of spaced

Fig. 6 CAD data for the fan model

모델링한 것이 Fig. 8이다.

4.2 CAE 시스템

CAD 시스템의 데이터를 이용하여 팬 성능해석을 하려면 입력데이터로 총 팬직경, 허브직경, 날개수, 회전수, NACA번호, 날개 비틀림각을 입력시키면 NACA Section에 따른 압력분포를 알 수 있다. 본 연구에서는 팬의 전체 직경 400 mm, 허

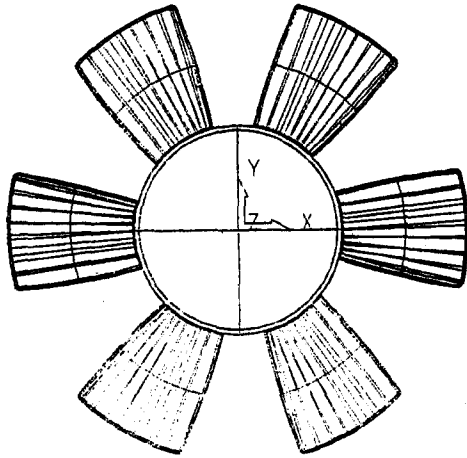


Fig. 7 2D model for the plastic fan

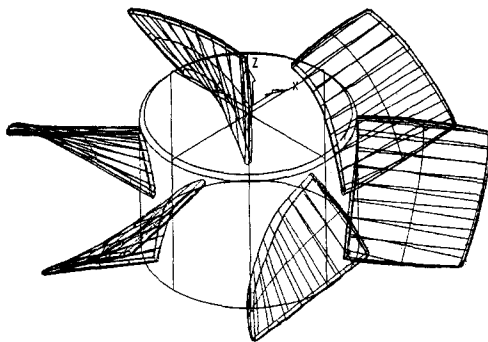


Fig. 8 3D model for the plastic fan

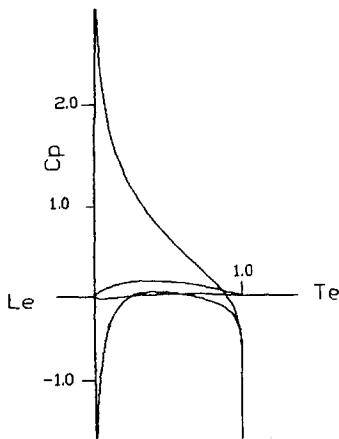


Fig. 9 Pressure distribution of the fan

브릭경 230 mm, 날개수 6개, 회전수 2400 rpm, NACA번호 6410, 날개 비틀림각을 20°로 한 경우 블래드의 전단부(leading edge) $x=0, y=0$ 상태에서 후단부(trailing edge) $x=1, y=0$ 일때 z 축의 압력분포에 대한 해석결과를 Fig. 9에 표시한다. 이 때 사용한 CAE 시스템은 Mold Flow 패키지를 사용하였다.

5. 제조서브시스템

5.1 금형 CAD·CAE 시스템

금형 CAD는 설계서브시스템의 CAD 데이터를 활용하며, 기존 상용 시스템을 이용한다.

금형 캐비티코어는 CAD 데이터를 이용하여 설계하며, 러너와 게이트는 별도로 금형 CAD에서 설계한다. Fig. 10에 표시한 바와 같이 게이트를 중앙에 하나로 설계하였다. 러너시스템도 수지가 노즐로부터 직접 캐비티코어의 중앙에 충전되도록 하였다.

금형 CAE의 입력데이터는 금형 CAD에서 모델링한 형상을 이용한다. Fig. 11에 캐비티코어 내에서 수지의 유동과 충전상태를 표시한다. 충전 완료 시간은 2.337초이며, 단계별로 충전과정은 균형적으로 이루어지고 있다. 그러나 팬 날개 끝부분에서 동시 충진이 되지 않고 날개 단면이 두꺼운 부분이 늦게 충전된다. 날개 단면이 얇은 부분이 Fig. 12와 같이 밀도가 다른 부분보다 높으며, 또한 Fig. 13과 같이 압력도 높게 된다.

이러한 영향때문에 Fig. 14와 같이 두꺼운 부분으로 약간 처짐이 생기며, 원래 금형크기보다 길이 방향으로 수축된다. 두꺼운 부분으로 약간 처짐이 생기는 것을 수정하기 위해서는 냉각시스템을 검토하여야 한다. 이와 같이 함으로써 설계의 잘못된 점을 검증할 수 있으며, 제조시 시사출회수를 줄일 수 있어 설계·제조의 합리화를 꾀할 수 있으며, 본 연구에서도 CAE 시스템을 활용한 결과, 시사출 회수를 획기적으로 줄일 수 있다.

5.2 공구경로생성의 OMS 시스템

금형설계에서 형상이 정의되면 이를 가공하기 위한 공구의 이동경로를 결정하게 된다. 즉, 모델링된 곡면을 NC가공하려면 가공경로를 따라 CC(Cutter Contact) 데이터, CL(Cutter Location) 데이터를 생성하게 된다. 자유곡면을 포함하는 곡면 형상의 절

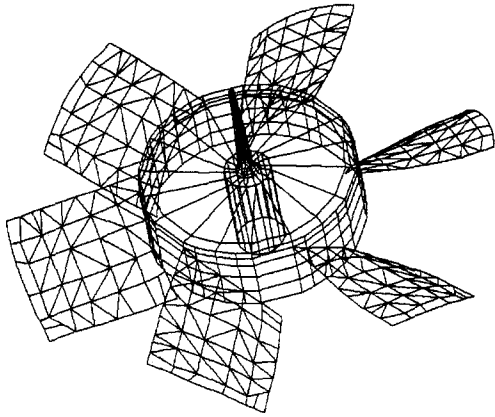


Fig. 10 3D model for the mold

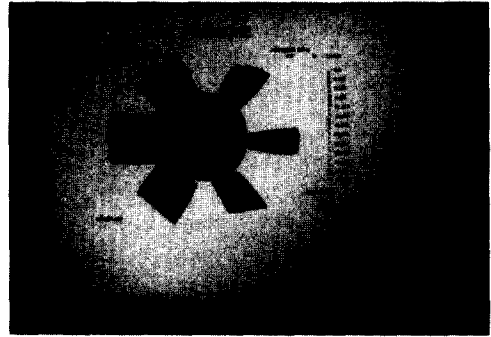


Fig. 13 Pressure distribution of the mold

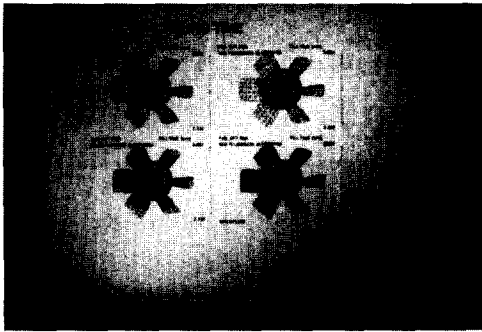


Fig. 11 Filling time of the mold

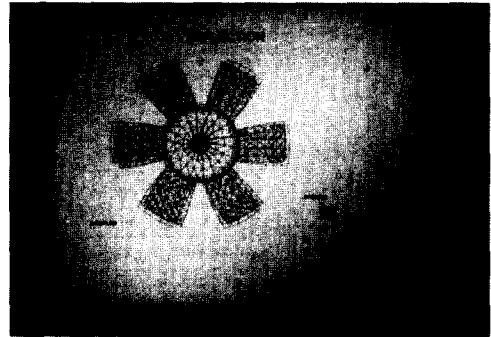


Fig. 14 Deflection of the mold

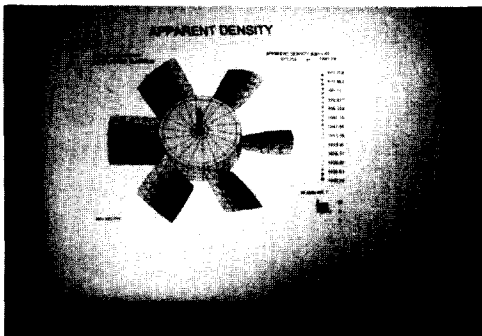


Fig. 12 Apparent density of the mold

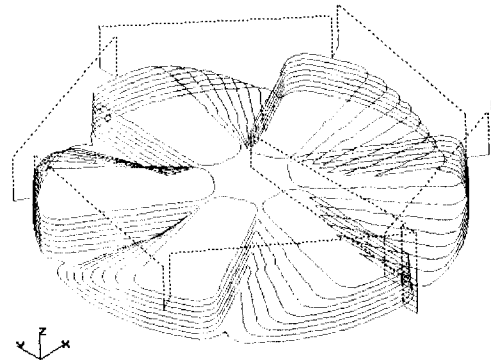


Fig. 15 Path of rough cutting

삭가공에서는 엔드밀과 볼엔드밀의 공구가 사용되므로 본 연구에서는 공구의 바닥 끝점을 기준으로 CC 데이터를 결정하게 되며, 공구는 CC데이터에서 주어지는 가공정보를 따라서 움직이게 된다. 절삭가공시 CC 데이터는 일반적으로 공작기계의 종류, 공구와 피삭재의 종류 및 형상, 가공 공차 등

을 고려하여 곡면상의 절삭경로를 생성하게 된다. 본 연구에서는 CAD 부분에서 완성된 형상 데이터를 이용하여 CC 데이터를 생성한다. Fig. 15에 황삭가공경로를 Fig. 16에 정삭가공경로를 표시한다. 공구의 움직임의 기본은 공구경로와 같으나 가공하기 위해 여러 가공조건을 설정하여야 한다. 즉,

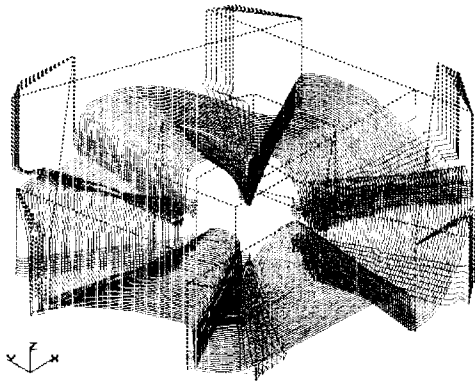


Fig. 16 Path of finishing cutting

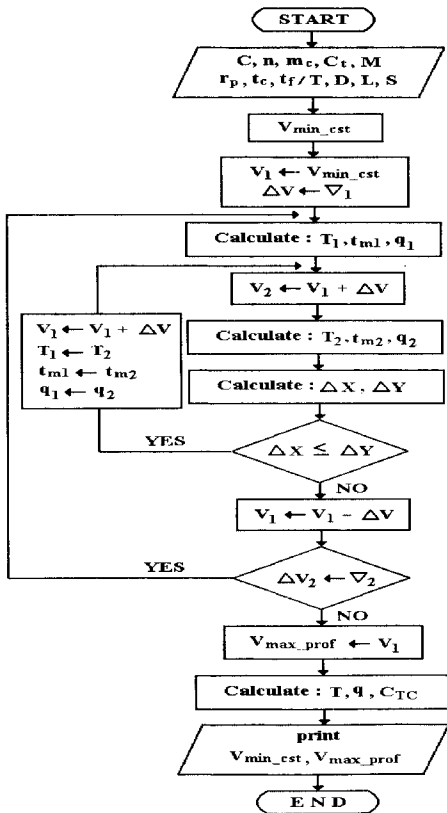


Fig. 17 Flow chart of the OMS system

공구경로의 CAD 데이터로부터 NC 변경을 생성하기 위해서는 주축회전수, 이동 등을 결정해야 한다. 이러한 가공조건 정보는 최적화되어야 하므로 최적 절삭조건을 자동 선정할 수 있는 시스템이 필요하다.

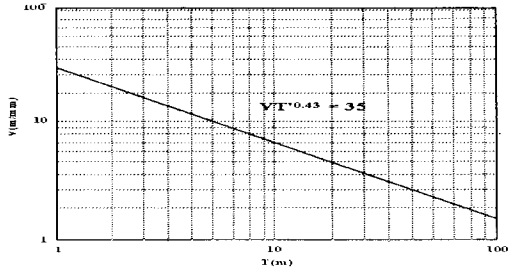


Fig. 18 Graph of the V-T tool life equation

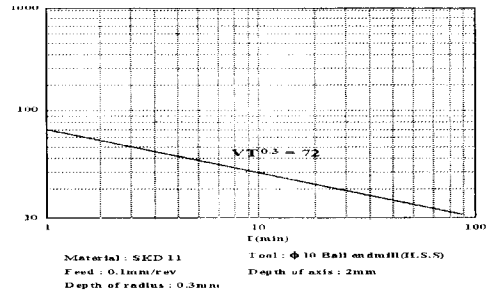


Fig. 19 Graph of the V-T tool life equation

그러므로 본 연구에서는 피삭재와 공구만 정해지면 경제성을 고려한 최적 절삭조건 자동생성 프로그램을 구축하여 CAD/CAM 시스템에 최적화된 가공정보를 지원한다. OMS 시스템의 개략은 Fig. 17에 표시한다. 금형가공시 지정된 공구와 피삭재간의 공구 방정식을 세우기 위해 Fig. 18의 절삭속도와 가공거리에 관한 V-T 방정식에서 Fig. 19와 같은 절삭속도와 공구수명인 V-T 방정식으로 전환한다.

이때 실험에 사용된 절삭 조건은 다듬질가공에서 이송 0.1 mm/rev, 절삭깊이 2 mm, 반경방향 절삭폭 0.3 mm이다. 이러한 공구수명 방정식을 이용하여 최소비용 절삭속도를 구한 후 그 값을 초기 값으로 하고, 절삭속도를 증분하여 ΔXi(한계비용), ΔYi(한계수입)를 구한 후, 한계비용과 한계수입이 다음과 같은 조건을 만족하는 i를 구한다.

$$\Delta X_i \leq \Delta Y_i \text{ and } \Delta X_i \geq \Delta Y_i$$

한계비용과 한계수입의 검정을 거쳐 ΔV가 충분히 작은 값에 의해 얻어진 절삭속도가 최대이윤 절삭속도이다. Table 1에 SKD 11의 재료를 φ10 볼 엔드밀로 가공시 입력데이터와 OMS 시스템에서 나온 출력결과를 표시한다. 즉, SKD 11을 사용하는 금형에서 다듬질공정의 공정도에 표시된 정보를 입

Table 1 Optimal cutting condition

* For give cutting condition		
1) Input data of a_{cst}		? 0.3
2) Input data of c_{cst}		? 72
3) Input data of Machining cost/min.....		? 416
4) Input data of Material cost (won/pc)		? 1
5) Input data of Sale cost (won/pc)		? 10000
6) Input data of Tool change time (min).....		? 1.5
7) Input data of D (before diameter) (mm)		? 10
8) Input data of cutting length (mm)		? 9537
9) Input data of Feed (mm/rev)		? 0.1

* Economical machining data		
	Min cost	Max profit
Cutting speed	(m/min) : 22.317	28.115
Tool-life	(min) : 30.1153	13.007
Production rate	(pcs/min) : 0.008	0.009
Cost	(won/pc) : 87500.38	72567.25
Profit	(won/min) : 115.11	256.65

력데이터로 이용하던 최적화된 최소비용 절삭속도 22 m/min와 최대이윤 절삭속도 28 m/min을 얻으며, 이 경우의 각각의 공구수명은 30분과 13분이다. 이러한 최적화 가공데이터를 NC 데이터 생성 시 적용함으로써 공구교환주기 예측, 가공경비 및 공정별 작업시간 산출 등이 가능하므로 생산공정 계획의 효율적 운영에 기여할 수 있다.

또한 최소비용 절삭속도와 최대이윤 절삭속도 사이인 고효율 절삭속도 영역에서 절삭조건을 선정하면 이외의 절삭속도에서 가공할 때보다 생산성 향상 및 원가절감을 할 수 있다.

5.3 NC 데이터 생성 및 DNC 시스템

생성되어진 공구경로를 이용하면, 공구는 하나의 공구경로를 따라 이동하고 공작물을 이탈함과 동시에 상방으로 움직이고, 연속하여 반복하므로써 다음의 공구경로를 따라 움직인다. 그러므로 공구경로가 전부 완료될 때까지 반복하게 된다. NC명령을 생성하는 코멘트에서 입력해야 할 정보는 OMS 시스템에서 입력, 출력데이터의 정보와 CNC 공작

기계의 기준좌표 원점으로부터 피삭재 상면까지의 치수의 정보이다. 이와 같이 여러 정보들이 입력이 완료되면 NC 명령이 생성되어진다.

Fig. 20에 황삭용 NC 명령의 예를 표시한다.

DNC 기능에서 CNC 장치에서 PC 메모리로 프로그램을 수신하기 위한 기능(receive 기능)이 있으며, PC에서 기계측으로 전송하는 기능(send 기능) 이 있다. 즉, 단순한 전송기능과 기계측에서 프로그램을 불러가는 자동 DNC 운전 및 스케줄을 작성하여 정해진 순서대로 무인 자동운전하는 기능이 있다. RS-232C시리얼 인터페이스를 사용하는 경우 데이터 형식에는 전기신호가 통신회선으로 전송되어지는 주파수, 보오드레이트(baudrate), 스타트비트가 송신된 후 실제로 정보를 포함하는 데이터-비트(data bit), 데이터 에러검출에 사용하는 패리티-비트(parity bit), 하나의 문자전송의 끝을 알리는 비트인 스톱-비트(stop bit)가 있다. 전송(send)기능을 컴퓨터에서 기계 측의 "EDIT MODE"로 프로그램을 출력할 수도 있으며, "TAPE MODE"에서 DNC 운전도 가능하다. 또한 AUTO DNC 기

능이 있어 출력하면 컴퓨터는 전송준비에 대기상태가 되며, DNC와 “TAPE MODE”를 선택하여

“Cycle start”를 누르면 자동운전이 된다. 프로그램의 전개번호(sequence number)를 재정의하는 재기억장치(renumber)기능도 가지고 있다.

본 DNC 시스템에서 머시닝센터와 인터페이싱을 하기위해 Fig. 21과 같은 데이터 형식을 지정한다.

```
%
O0001
G40G17G80G90G49
G0G54
(=====)
(**FILE NAME : d16.1 *)
( 반경 = 8.0 코너R= 0 여유 = .50 *)
( X= -163.910 163.910 Y= -159.760 159.780 Z= 39.900 -15.996490 *)
G0X66.983Y-150.451S1500M03          X-96.212Y-65.443
Z-15.997                            X 101.077Y-67.92
G1Z-25.997F500                      X-109.21Y 72.01
Y-140.451                            X-114.048Y-74.53
X65.149Y-139.736                    X 115.665Y-75.38
X63.063Y-137.854                    X-118.879Y 77.07
X61.926Y-136.037                    X-125.321Y 80.45
X59.066Y-130.584                    X 126.938Y-81.29
X56.134Y-125.131                    X-128.704Y 81.87
X55.139Y-123.314                    X-130.606Y-82.05
X54.187Y-121.496                    X 133.03Y 81.681
X53.22Y-119.678                     X-134.065Y-81.21
X52.289Y-117.861                    G0Z30
X51.324Y-116.043                    M30
X50.371Y-114.226                    %
```

Fig. 20 NC programming of rough cutting data



Fig. 22 CNC controller setting parameter

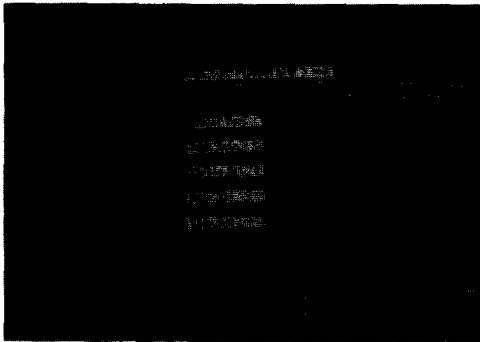


Fig. 21 Data format



Fig. 23 Sample of manufacturing

Table 2 Interface kind and function

No.	①	②
Interface name	RS-232C	RS-422
Interface mode	Serial voltage interface	Serial balancing interface
Connector	DB-25S	DB-37S
Maximum cable length	15 m	100 m
Output device	RS-232C I/F	RS-422 I/F
Function	① NC data → NC memory save	
	② NC data → punch out	
	③ Tape mode inverse	

그러므로 통신속도는 4800 bit/sec, 패리티(parity)는 짝수패리티, 스톱 비트는 2로 지정한다. (Table 2 참조)

또한 CNC 컨트롤러에서도 송신된 신호를 받기 위해 파라미터가 올바르게 세팅되어야 한다. Fig. 22는 CNC 컨트롤러 세팅파라미터이다. 이와 같이 송·수신데이터 형식과 파라미터를 일치시킴으로써 NC 명령의 전송이 가능하며, NC 명령이 서보(servo) 기구에 전송되어 서보모터를 작동시켜 우리가 원하는 형상을 가공한다. Fig. 23은 사출성형된 제품이다.

6. 결 론

이상과 같이 플라스틱 팬을 컴퓨터 통합생산 시스템을 구축한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 설계서브시스템과 제조서브시스템으로 구분하여 시스템을 구축하며, 설계데이터를 제조 시스템의 입력데이터로 사용하므로 플라스틱 팬용 CIM 시스템을 구축할 수 있다.

(2) 설계서브시스템의 팬 성능해석 CAE 시스템과 제조서브시스템의 사출성형 CAE 시스템을 사용함으로써 설계, 제조의 합리화를 꾀할 수 있다.

(3) OMS 시스템을 제조서브시스템에 부가함으로써 최적 가공조건으로 금형제조를 실시하여 금형의 생산성 향상 및 원가절감에 기여할 수 있다. 또한 금형가공공정에 필요한 정보를 얻을 수 있다.

참고문헌

(1) Chang, T. C. and Wysk, R. A., 1984, "Integrating CAD and CAM through Automated Process Planning," *Int. J. of Prod. res.*, Vol. 22, No. 5, PP. 877~894
 (2) Musa R. Kamal. and Lafleur, P. G., 1982, "Computer Simulation of Injection Molding"

Polym. Eng. Sci., Vol. 22, No. 17, pp. 1066~1074
 (3) 伊藤誠, 1979, "圓形を描たぬの Software 技術" *イソタ-フェイス*, Vol. 30 No. 11, pp. 62~73.
 (4) Chiyokura, H. and Kimura, F., 1984, "A New Surface Interpolating Method for Irregular Curve Models," *Computer Graphic Forum*, Vol. 3, No. 2, pp. 209~218.
 (5) 현동훈 외, 1991, "PC용 NC 자동프로그래밍 시스템 개발 (I)," 한국생산기술연구원 보고서.
 (6) 박삼진 외, 1990, "NC 프로그램 생성용 소프트웨어 개발 (II)," 한국기계연구원 연구보고서.
 (7) Laser, D., 1986, "Intersection of Parametric Surface In The Bernsein-Bezier Representation," *Computer-Aided Design*, Vol. 18, No. 4, pp. 181~190.
 (8) Farin, G., 1983, "Algorithms for Rational Bezier Curves," *Computer-Aided Design*, Vol. 15, No. 2, pp. 121~132.
 (9) Dong-Hoon Hyun et al., 1990, "A Method of Geometric Modeling For Personal Computer CAD/CAM System," *Pacific Conference on Manufacturing*, pp. 1151~1164.
 (10) Takeuchi, Y., 1986, "Development of a Personal CAD/CAM System, for Metal Moulds." *Machine Too Design and Research Conference*, pp. 55~61
 (11) 현동훈, 이용성, 1992, "PC를 이용한 Bezier 곡면의 형상 모델링에 관한 연구," 단국대학교 교수논문집, 제26집, pp. 527~539.
 (12) Dr-Ing and Bruno Eck, 1975, *Design And Operation of Centrifugal, Axial-Flow And Cross-Flow Fans*, Pergamon Press, pp. 225~303
 (13) 강신형 외, 1986, "축류송풍기의 설계법 및 성능시험에 관한 연구," 서울대학 생산기술연구소.