

〈技術論文〉

## 특징형상을 사용한 사출금형 표준 가공공수계산

이충수\* · 노형민\*

(1993년 3월 5일 접수)

### Standard Operation Time Estimation Using Features in Mold Die Manufacturing

Chung Soo Lee and Hyung-Min Rho

**Key Words :** CAD/CAPP Integration(CAD/CAPP 통합), Feature(특징형상), Standard Operation Time(공수), Mold Die(사출금형)

#### Abstract

When manufacturing mold dies, an operation sheet is required for each part of the mold dies. The consistent estimation of standard operation time in the operation sheet is difficult, because the estimation is mainly based on subjective judgement. In order to resolve it, concept of feature is introduced in this study. For CAD/CAPP integration, feature technology is being implemented to represent geometrical and technological information of part drawings. A feature database has already been designed, and then used to generate data for process and operation planning modules.<sup>(7)</sup> Related to this former research, standard operation time is calculated using the feature information and tables used in a real factory.

#### 1. 서 론

CAD/CAPP통합 분야연구에서 도면의 역할을 대신하여 정보전달의 매체 개념으로 등장한 것이 특징형상(feature)이다.<sup>(1)</sup> 특징형상 정보를 제공하는 방법은 크게 특징형상 인식(feature recognition)기법과 특징형상 모델링(feature based modelling)기법으로 분류할 수 있다.<sup>(2)</sup> 특징형상 인식은<sup>(3,4,5)</sup> B-Rep.(boundary representation)이나 CSG(constructive solid geometry) 형태의 데이터로부터 특징형상을 인식하는 방법이고, 특징형상 모델링<sup>(6)</sup>은 지정된 특징형상을 이용하여 설계하는 방법이다.

최근 이 두가지 방법에 대한 연구가 활발히 진행

중이나 모두 복합형상에 대해서는 완전한 해결책을 제시하지 못한다. 선행연구<sup>(7)</sup>에서는 특징형상 모델링기법으로 부품을 설계하였으며, 특징형상을 기본특징형상(atomic feature)과 기능특징형상(functional feature)으로 분류하였다. 기본특징형상은 부품의 위치, 크기, 방향 등의 기하학적 정보를 포함하는 pocket, hole, slot, step, groove, island, surface로 정의하여 분류하였고, 기능특징형상은 부품의 기능에 관한 정보를 표현하기 위하여 사출금형의 각 기능을 명칭으로 정의하여 분류하였다. 기능특징형상은 명칭으로부터 기능의 기하공차(geometric tolerance)와 치수공차(dimension tolerance)의 정도를 알 수 있다. 하나의 기능특징형상은 하나 또는 여러개의 기본특징형상으로 구성된다.

공수란 각 공정의 작업량을 시간으로 산출한 것이다. 즉 공수는 부품별, 공정별로 표준 가공시간(standard operation time : ST)을 계산하는 것이며, 부

\*정회원, 한국과학기술연구원 CAD/CAM연구실

하(load)라고도 한다.<sup>(8)</sup> 일반적으로 공수를 산출하는 방법으로 공수도표와 방정식이 사용된다. 공수는 공장 전체의 생산관리 시스템에서 부하관리, 일정계획, 원가견적 등의 기능을 위한 기본자료로 사용되므로<sup>(9,10,11)</sup> 정확한 공수를 계산하는 것은 중요하다. 특히 다품종 소량의 생산특성을 갖는 금형공

장의 생산관리를 위해서 이 공수계산은 대단히 중요하다. 그러나 기존 CAPP 연구에서 공수를 계산한 연구는 거의 없고, 특히 특징형상을 이용한 것은 전무하다.

본 연구에서는 공수도표와 특징형상을 이용하여 몰드베이스 공수계산 모듈을 개발하였다. 공수의

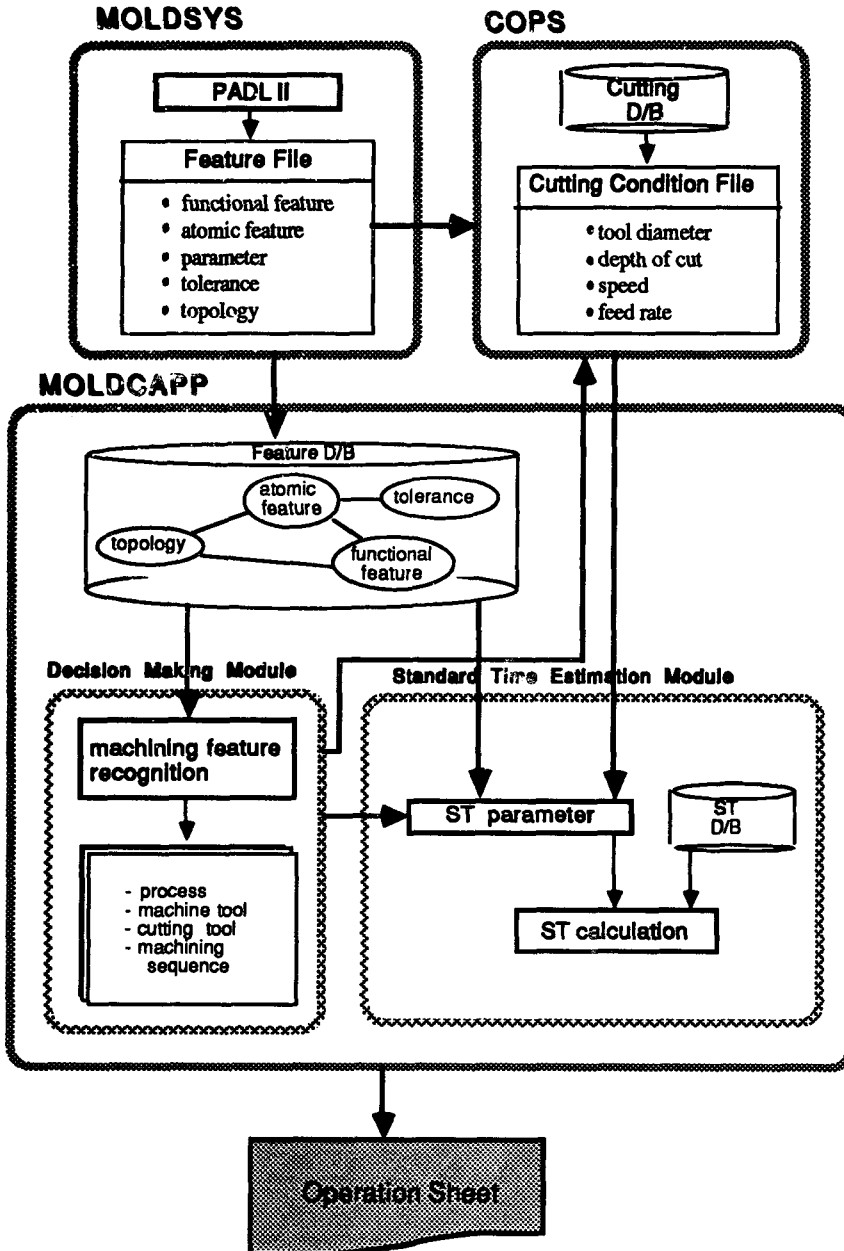


Fig. 1 Information flow in the CAD/CAPP system consisted of MOLDSYS, COPS and MOLDCAPP

가변성에 유연하게 대처하기 위하여 재질, 정밀도, 특이형상, 셋팅시간에 따른 가중치 및 부가치를 고려하여 표준공수에 추가시켰다. 이 공수도표는 전자회사 금형공장에서 실제로 사용하고 있는 도표로서 공정별로 만들었으며, 공정마다 공수계산을 위하여 필요한 변수가 다르게 표현된다. 이때 특징형상은 공수계산에 필요한 변수를 정확하게 제공하기 위한 필수적인 요소이다. 즉, 기본특징형상은 가공량을 산정하는 기하학적 데이터에 관한 정보를 제공하고, 기능특징형상은 공차 및 정밀도와 같은 기술적인 데이터를 제공해 주는 역할을 한다. 이 공수도표와 특징형상을 연계하여 공수를 계산한 모델에 실제 금형부품을 적용한 사례를 정리하였다.

## 2. CAD/CAPP 통합시스템

본 장에서는 이미 개발된 CAD/CAPP 통합시스템에서 공수가 계산되기까지의 관련 정보흐름을 설명한다. CAD모듈(MOLDSYS), 작업설계모듈(COPS), 공정설계모듈(MOLDCAPP)간의 정보교환과 작업지시서에 연결되는 일련 정보흐름을 Fig. 1에 나타냈다.<sup>(7)</sup>

본 연구에서 부품의 형태에 대한 정보를 제공하고 있는 CAD모듈은 CSG에 의한 solid modeller인 PADLII를 사용하여 특징형상 모델링방법으로 제품에 대한 모델링을 수행한다.<sup>(12)</sup> MOLDSYS에서 사출금형 제품에 대한 설계가 이루어지면 특징형상에 관한 데이터화일이 생성되어 작업설계모듈과 공정설계 모듈에 전달된다. 작업설계모듈에서는 공정설계에서 결정된 공정, 기계, 공구에 대한 정보를 입력으로 하여 자체 데이터베이스로부터 공구직경, 절삭깊이, 이송속도, 절삭속도를 계산하여 공정설계모듈에 되돌려 준다.<sup>(13)</sup> 공정설계모듈은 MDLDSYS에서 제공된 데이터화일을 이용하여 특징형상 데이터베이스를 만들고, 의사결정모듈과 공수계산 모듈에 입력시킨다. 이 의사결정모듈은 전문가시스템 셸(expert system shell)인 CLIPS를 사용하여 금형 공정설계 전문가의 경험과 지식을 규칙베이스(rule base)화 하였으며, 특징형상 데이터베이스로부터 의사결정에 필요한 부품의 특징형상을 인식하여 가공공정 및 순서, 기계, 공구를 결정한다.<sup>(14)</sup> 공수계산모듈에서는 특징형상 데이터베이스, 의사결정모듈의 결과, 작업설계 데이터들을 조합하여 가공시간을 계산한다. 이때 각 공정별로 현장에서 사용하는 공수도표를 이용하여 기본특징형상별로 공수를 계산한다.<sup>(15)</sup>

## 3. 공수계산

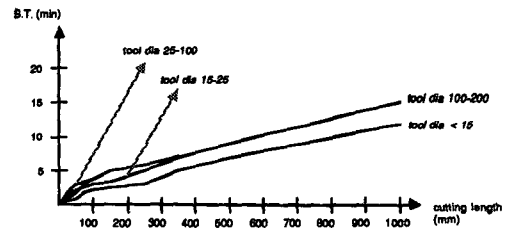
### 3.1 공수도표

본 연구에서는 밀링(milling), 드릴링(drilling), 보링(boring), 와이어컷팅(wire cutting), 연삭(grinding), 방전가공(electric discharge machine) 등의 공정별로 각각 공수도표를 마련했다. 공수도표들은 각각 가공량을 표현하는 지표들에 의하여 생겨나며 공차 및 정밀도, 재질, 특이형상에 따른 가중치와 셋팅 시간에 따른 부가치를 갖게 된다. 공수도표들을 분석해 본 결과, 공수에 관한 관계식을 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\text{공수} = fn \text{ 공정, 가공량}(x_{i,i=1,n}; x_i \in \text{Set of 공수계산 변수}) \times w.f. \text{ 공차, 정밀도, 특이형상, 재질} + s.t.t$$

\* *fn* 공정, 가공량 : 공정의 종류와 가공량에 따른 공수도표의 함수

\* *w.f.* 공차, 정밀도, 특이형상, 재질 : 공차 및 정밀도, 특



(a) Standard operation time graph according to cutting length and tool diameter

tolerance		specific shape	
type	weight	type	weight
± 0.1	basic ST	tool-dia-depth	1.2
± 0.05	1.1	dovetail shape	2.0
± 0.03	1.3	taper shape	10(min)
± 0.01	1.5	R shape	15(min)
material		setting time	
type	weight	type	weight
tool steel	basic ST	rotation table	30(min)
gauge steel	1.2	clamp/unclamp	10(min)
Pre Hardon	1.3	change surface	5(min)

(b) Weighting factors applied to standard operation time

length dia	ST									
	0	25	50	75	100	150	250	350	500	1000
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0.6	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	5.0	7.0	12.0
25	0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	7.0	9.0	15.0
80	0	2.0	3.0	3.5	4.0	5.0	6.0	7.0	9.0	15.0
200	0	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	9.0	15.0

(c) Standard operation time table

Fig. 2 Standard operation time graph and table in

Process	Variable	Weighting factor
Milling	Tool diameter, cutting length	Tolerance, Material, Specific shape, Setting time
Drilling	Tool diameter, depth	Tapping, Material, Setting time
Boring	Tool diameter, depth	Tolerance, Taper shape, Material, Setting time
Grinding (surface)	Area	Material, Complexity
Wire cutting	Depth	Tolerance, Material, Setting time
Electric discharge machining	Depth, no. of atomic feature	Tolerance, Material, Specific shape, Setting time

Fig. 3 Operational variables and weighting factors required to calculate standard operation time

이형상, 재질에 따른 가중치

\* s.t.t : 셋팅시간에 의한 부가치

Fig. 2(a)에서는 가공길이에 대하여 4개의 공구 직경 크기별로 비선형으로 이루어진 밀링공정의 도표를 보여주고 있으며, Fig. 2(b)에서는 정밀도, 재질, 특이형상, 셋팅시간 등에 대한 가중치와 부가치를 표시하고 있다. 셋팅시간에는 회전테이블 사용시 30분 추가, 가공물 착탈시간에 10분 추가, 같은 기계에서 가공면을 바꾸기 위한 착탈시간에 5

분을 추가한다. Fig. 2(c)에는 Fig. 2(a)에서 추출한 5포인트의 공구직경과 10포인트의 가공길이에 대해 공수를 데이터베이스화 한 내용이 나타나 있다.

3.2 공수계산 변수와 특징형상을 이용한 도출

공수를 산출하기 위해서는 공수도표상에서 공수를 결정하는데 필요한 변수값을 계산하여야 한다. 본 연구에서 사용되었던 공수도표들을 공정별로 분석해 본 결과, 공수에 영향을 주는 변수와 가중치

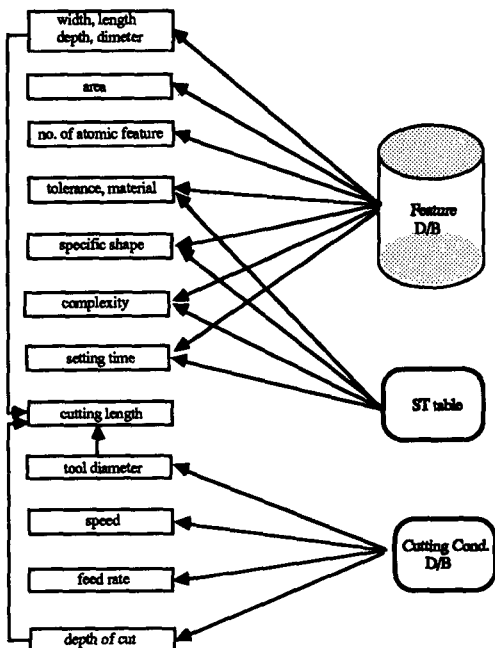


Fig. 4 Value acquisition of variables and weighting factors

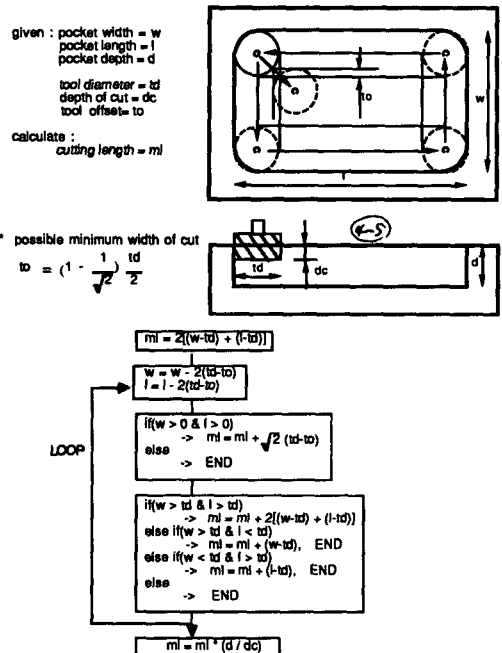


Fig. 5 Input elements and algorithm for calculating cutting length of pocket-1

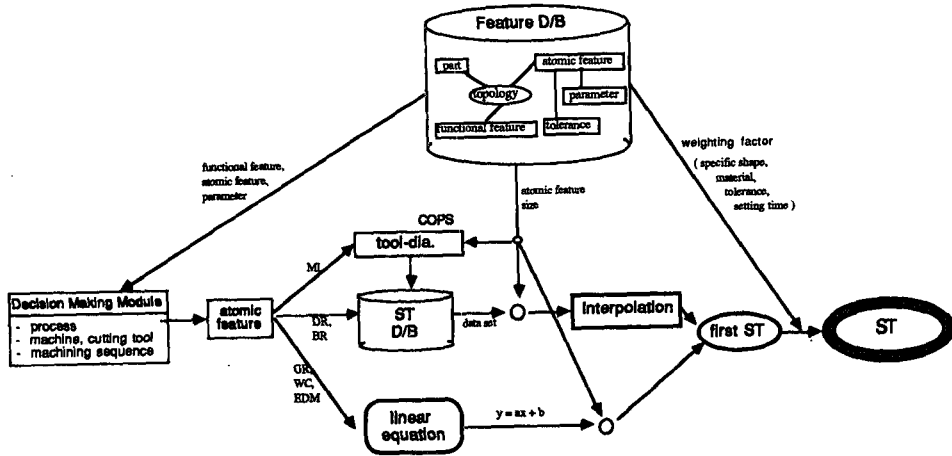


Fig. 6 Procedures for the estimation of standard operation time

및 부가치는 Fig. 3과 같다.

Fig. 3에 나타나 있는 변수와 부가치 및 가중치에 대한 정보도출은 Fig. 4와 같다. 예를 들어 밀링 공수도표를 이용하여 공수를 계산하려면 정밀도, 재질, 특이형상, 셋팅시간, 공구직경, 가공길이 등의 정보를 도출해내야 한다. 이중정밀도, 재질, 특이형상, 셋팅시간은 특징형상 데이터베이스와 공수도표를 이용하여 계산한다. 그리고 가공길이는 특징형상 데이터베이스로부터 기본특징형상의 크기, 작업설계모델로부터 공구직경과 절삭깊이를 입수하여 계산한다. Fig. 5에는 pocket-1의 가공길이를 계산하는 알고리즘이 실려있다. 이 알고리즘은 공구가 경로(tool path)를 따라 가공하면서 이동할 때 pocket-1의 가로, 세로, 깊이, 공구직경, 절삭깊이를 고려하여 가공길이를 계산하는 방법들 식으로 표현했다.

### 3.3 공정별 공수계산

공수를 계산하는 기본 단위는 기본특징형상이다. 이 기본특징형상별로 공수를 계산하는 과정이 Fig. 6에 나타나 있다. 본 연구에서 사용한 공수도표의 공수와 공수계산 변수의 관계는 공정에 따라 비선형과 선형으로 표현된다. 비선형으로 표현되는 도표는 밀링, 드릴링, 보링공정이 해당되고, 선형으로 표현되는 도표는 와이어컷팅, 연삭, 방전가공공정이 해당된다. 전자의 공정들은 공수도표를 별도의 데이터베이스에 저장하여 2차 다항식(polynomial)을 사용한 보간법(interpolation)<sup>(16)</sup>으로 1

차 공수를 계산했고, 후자의 공정들은 직선식을 구해 1차 공수를 계산한다.

모든 공정들은 1차 공수를 구한 후 특이형상, 재질, 정밀도, 셋팅시간들 중 해당되는 가중치를 주어 최종 공수를 계산한다. 공정별 공수는 기능특징형상에 속해있는 모든 기본특징형상들의 공수를 적산한 값이고, 부품의 공수는 공정별 공수를 적산한 값이 된다.

## 4. 적용사례

사례연구로 금형형태가 받침판이 없는 이단 사출금형으로써, 전화기의 송수화기 위덮개를 만드는 금형의 분할형 고정축 형판을 이용하였고 그 도면은 Fig. 7에 나타냈다.

MOLDSYS에서 이 부품의 설계가 완료되면 셋트, 부품, 기능특징형상, 기본특징형상, 형상인자 등에 대한 화일들은 Fig. 8과 같이 출력한다. Fig. 8(c)를 보면 도면에 6개의 기능특징형상이 존재하며, 그중 Fig. 7의 사각 모서리마다 존재하는 2단 홀인 guide pin hole은 Fig. 8(d)에서 15번부터 22번까지 포켓과 구멍을 나타내는 기본특징형상 pocket-3와 hole-3로 구성됨을 알 수 있다. Fig. 8의 화일들을 입력하여 의사결정모듈이 수행되어 Fig. 9와 같이 가공공정, 가공기계, 절삭공구를 결정했으며 4번 공정 guide-pin-hole-processing은 중형 NC밀링 기계인 NM에서 Center Drill, Drill, FEM(flat endmill) 등의 공구를 사용하여 가공하

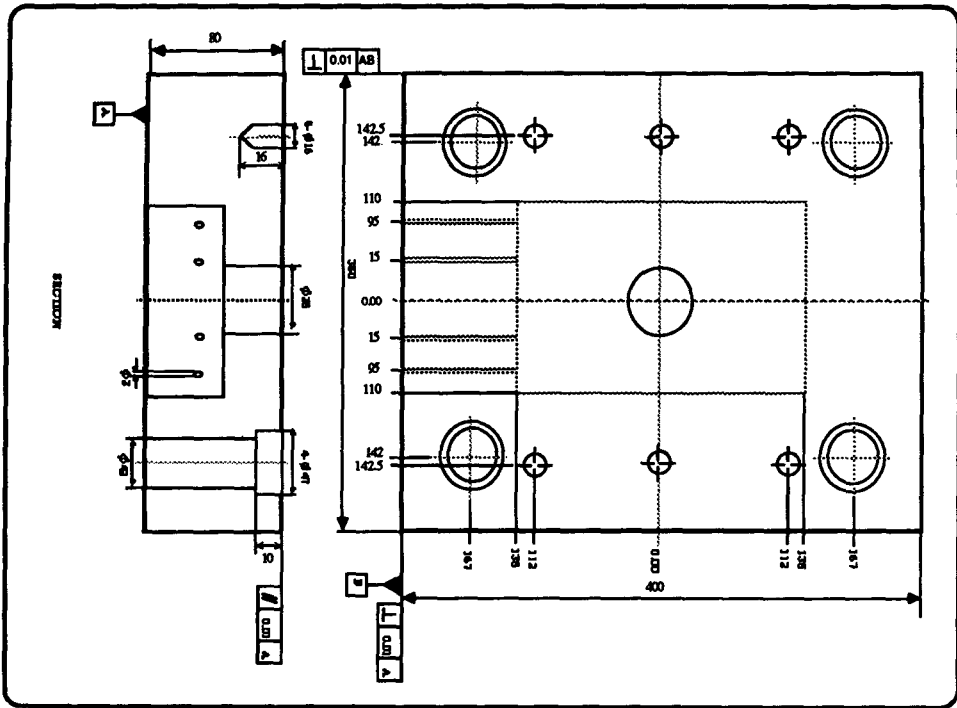


Fig. 7 A drawing example of the divided cavity plate of a mold die

001	TELCOVUP
002	TELCOVLO
003	KEYBOARD
004	PRTJACKU
005	PRTJACKD
006	ELECTGUN
007	MOUSEBOX
008	DUMBELL
009	DISKBOXU
010	DISKBOXL
011	TELEPHON

(a) Data file on a set

011	010	TCPC	400.0	400.0	30.0	SS
011	030	DCAP	350.0	400.0	80.0	SS
011	060	CACO	110.0	270.0	60.0	SS
011	070	CORE	110.0	270.0	20.0	SS
011	050	DCOP	350.0	400.0	60.0	SS
011	090	SPBL	63.0	400.0	90.0	SS
011	100	EJRP	220.0	400.0	20.0	SS
011	110	EJTP	220.0	400.0	25.0	SS
011	120	BTCP	400.0	400.0	30.0	SS

(b) Data file on a part

001	raw-material	030	000
002	tapping-hole	030	001
003	primary-pocket	030	001
004	sprue-bush-hole	030	003
005	guide-pin-hole	030	001
007	cooling-channel	030	003

(c) Data file on functional features

013	pock-1	003	000	013	0.0	0.0	80.0	0.000	0.000	-1.000	-1.000	0.000	0.000
014	hole-3	004	000	014	0.0	0.0	20.0	0.000	0.000	-1.000			25.0
015	pock-3	005	000	015	-142.0	-167.0	0.0	0.000	0.000	1.000			47.0
016	hole-3	005	015	016	-142.0	-167.0	10.0	0.000	0.000	1.000			42.0
017	pock-3	005	000	017	-142.0	167.0	0.0	0.000	0.000	1.000			47.0
018	hole-3	005	017	018	-142.0	167.0	10.0	0.000	0.000	1.000			42.0
019	pock-3	005	000	019	142.0	-167.0	0.0	0.000	0.000	1.000			47.0
020	hole-3	005	019	020	142.0	-167.0	10.0	0.000	0.000	1.000			42.0
021	pock-3	005	000	021	142.0	165.0	0.0	0.000	0.000	1.000			47.0
022	hole-3	005	021	022	142.0	165.0	10.0	0.000	0.000	1.000			42.0
023	hole-3	007	000	023	-95.0	200.0	45.0	0.000	-1.000	0.000			2.0

(d) Data file on atomic features (e) Data file on parameters

Fig. 8 Data files to represent drawing information generated by the MOLDSYS

Seq.	Process	m/c	Tool	St(min)
1	Face-cutting	MF	Face_Cutter	
2	Square-pocket-for-insert	NM	Center_Drill & Drill & HEM/FEM	
3	Sprue-bush-hole-shape-processing	NM	Center_Drill & Drill & TEM	
4	Guide-pin-hole-processing	NM	Center_Drill & Drill & FEM	
5	Cooling-channel-processig	DR	Center_Drill & Drill & PT_Tap	
6	Tapping-hole-processing	DR	Center_Drill & Drill & Tap	
7	Finishing-processing	AS		

Fig. 9 An operation sheet for the example part in decision making module

도록 결정했다. Fig. 9에 대한 공구별 절삭조건은 COPS로부터 Fig. 10과 같이 결정되었다.

Fig. 8(d)에서의 15번 pock-3에 대한 작업설계

13	4_rough_cut	50.0	29.8	0.35	26.74
13	4_finish_cut	50.0	0.5	0.44	33.42
14	4_rough_cut	20.0	19.5	0.35	83.56
14	4_finish_cut	20.0	0.5	0.44	104.45
15	4_rough_cut	35.0	9.5	0.35	38.20
15	4_finish_cut	35.0	0.5	0.44	47.75
16	5_center_drill	6.0	15.8	0.50	0.10
16	5_pilot_drill	12.0	70.0	0.35	0.15
16	5_final_drill	42.0	70.0	0.50	0.42
17	4_rough_cut	35.0	9.5	0.35	38.20
17	4_finish_cut	35.0	0.5	0.44	47.75
18	5_center_drill	6.0	15.8	0.50	0.10
18	5_pilot_drill	12.0	70.0	0.35	0.15
18	5_final_drill	42.0	70.0	0.50	0.42
19	4_rough_cut	35.0	9.5	0.35	38.20
19	4_finish_cut	35.0	0.5	0.44	47.75
20	5_center_drill	6.0	15.8	0.50	0.10
20	5_pilot_drill	12.0	70.0	0.35	0.15
20	5_final_drill	42.0	70.0	0.50	0.42
21	4_rough_cut	35.0	9.5	0.35	38.20
21	4_finish_cut	35.0	0.5	0.44	47.75
22	5_center_drill	6.0	15.8	0.50	0.10
22	5_pilot_drill	12.0	70.0	0.35	0.15
22	5_final_drill	42.0	70.0	0.50	0.42
23	5_final_drill	2.0	65.0	0.06	0.03

Fig. 10 Cutting conditions from the COPS

데이터는 Fig. 10에서 황삭용과 정삭용으로 각각에 대한 공구직경, 절삭깊이, 절삭속도, 이송속도를 산출하여 각 컬럼(column)별로 나타내었다. 같은 방법으로 16번 hole-3에 대해서는 센터드릴, 중간드릴, 최종드릴로 나누어 절삭조건을 산출하였다. 이 pock-3와 hole-3를 기본단위로 공수를 계산하여, 15번부터 22번까지의 공수를 합산하면 guide pin hole의 가공공수가 산출된다. 이상과 같이 MOLDSYS 데이터와 COPS 데이터를 입력정보로 하여 공정설계를 수행한 결과, 7개의 가공공정에 대한 공수를 계산한 작업지시서가 Fig. 11과 같이 출력된다. 이 각각의 가공공정에 대하여 해당 기능 특정형상과 기본특정형상, 기본특정형상의 절삭조건을 포함하는 자세한 작업지시서를 Fig. 12에 나타냈다. 첫번째 가공공정 face-cutting은 부품의 6면을 가공하는 공정으로 6개의 기본특정형상 surface-1을 각각 황삭(rough-cut), 정삭(finish-cut)으로 나누어 가공하며, 황삭과 정삭에 대하여 각각 절삭조건을 가지고 있다.

공정설계모듈(MOLDCAPP)내의 의사결정모듈이 수행된 후, 공수계산모듈을 사용하여 예제도면

Seq.	Process	m/c	Tool	St(min)
1	Face-cutting	MF	Face_Cutter	72.5
2	Square-pocket-for-insert	NM	Center_Drill & Drill & HEM/FEM	732.8
3	Sprue-bush-hole-shape-processing	NM	Center_Drill & Drill & TEM	31.0
4	Guide-pin-hole-processing	NM	Center_Drill & Drill & FEM	352.4
5	Cooling-channel-processig	DR	Center_Drill & Drill & PT_Tap	20.6
6	Tapping-hole-processing	DR	Center_Drill & Drill & Tap	70.9
7	Finishing-processing	AS		110.0

Fig. 11 An operation sheet for the example part in ST estimation module

<b>process name : face-cutting functional feature : raw-material</b>						
<b>machine tool &amp; tool : MF &amp; Face_Cutter</b>						
<b>ST : 72.5 ST table : ML</b>						
1	surf-1	1_rough_cut	500.0	4.8	1.0	332.5
1	surf-1	1_finish_cut	500.0	0.5	1.3	110.7
2	surf-1	1_rough_cut	500.0	4.8	1.0	332.5
2	surf-1	1_finish_cut	500.0	0.5	1.3	110.7
3	surf-1	1_rough_cut	500.0	4.8	1.0	332.5
3	surf-1	1_finish_cut	500.0	0.5	1.3	110.7
4	surf-1	1_rough_cut	500.0	4.8	1.0	332.5
4	surf-1	1_finish_cut	500.0	0.5	1.3	110.7
5	surf-1	1_rough_cut	125.0	4.8	2.1	577.6
5	surf-1	1_finish_cut	125.0	0.5	2.6	213.7
6	surf-1	1_rough_cut	125.0	4.8	2.1	577.6
6	surf-1	1_finish_cut	125.0	0.5	2.6	213.7
<b>process name : square-pocket-for-insert functional feature : primary-pocket</b>						
<b>machine tool &amp; tool : NM &amp; Center_Drill &amp; Drill &amp; HEM/FEM</b>						
<b>ST : 732.8 ST table : ML</b>						
13	pock-1	5_center_drill	6.0	15.8	0.5	0.1
13	pock-1	5_pilot_drill	12.0	70.0	0.3	0.2
13	pock-1	4_rough_cut	50.0	29.8	0.3	26.7
13	pock-1	4_finish_cut	50.0	0.5	0.4	33.4
<b>process name : sprue-bush-hole-shape-processing functional feature : sprue-bush-hole</b>						
<b>machine tool &amp; tool : NM &amp; Center_Drill &amp; Drill &amp; TEM</b>						
<b>ST : 31.0 ST table : ML</b>						
14	pock-1	5_center_drill	6.0	15.8	0.5	0.1
14	pock-1	5_pilot_drill	12.0	70.0	0.3	0.2
14	hole-3	4_rough_cut	20.0	19.5	0.3	83.6
14	hole-3	4_finish_cut	20.0	0.5	0.4	104.4
<b>process name : guide-pin-hole-processing functional feature : guide-pin-hole</b>						
<b>machine tool &amp; tool : NM &amp; Center_Drill &amp; Drill &amp; FEM</b>						
<b>ST : 352.4 ST table : ML</b>						
15	pock-3	4_rough_cut	35.0	9.5	0.3	38.2
15	pock-3	4_finish_cut	35.0	0.5	0.4	47.8
16	hole-3	5_center_drill	6.0	15.8	0.5	0.1
16	hole-3	5_pilot_drill	12.0	70.0	0.3	0.2
16	hole-3	5_final_drill	42.0	70.0	0.5	0.4
17	pock-3	4_rough_cut	35.0	9.5	0.3	38.2
17	pock-3	4_finish_cut	35.0	0.5	0.4	47.8
18	hole-3	5_center_drill	6.0	15.8	0.5	0.1
18	hole-3	5_pilot_drill	12.0	70.0	0.3	0.2
18	hole-3	5_final_drill	42.0	70.0	0.5	0.4
19	pock-3	4_rough_cut	35.0	9.5	0.3	38.2
19	pock-3	4_finish_cut	35.0	0.5	0.4	47.8

Fig. 12 The detailed operation sheet

을 대상으로 공수계산을 수행한 결과는 공정설계 전문가가 책정한 공수와 95% 이상이 일치하였고, 공수계산시 소요되는 시간을 비교하면 초보자가 15분 정도, 공정설계 전문가가 5분 정도, 공수계산모듈이 1분내의 시간이 소요되었다.

## 5. 결 론

CAD모듈(MOLDSYS), 작업설계모듈(COPS), 공

정설계모듈(MOLDCAPP) 간의 통합시스템에 CAD 데이터, 작업설계 데이터 및 실제 현장 데이터를 입력하여 공수를 계산하는 모듈을 개발하였다. 정보전달매체로서 개발된 특정형상을 이용하였으며, 그 주요 내용과 연구성과를 다음과 같이 요약할 수 있다.

(1) 공수계산의 기본 데이터인 특정형상 정보와 절삭조건 정보는 CAD모듈과 작업설계모듈로부터 각각 제공받았다.



(2) 현장에서 실제 사용되는 자료로부터 일부 공정의 공수도표들은 직선식을 구해 공수를 계산하였고, 기타 공정의 공수도표들은 데이터베이스화하여 보관법으로 공수를 계산하였다. 그리고 공수의 가변성에 유연하게 대처하기 위하여 정밀도, 특이형상, 재질, 셋팅시간을 가중치와 부가치로서 공수에 적용시켰다.

(3) 가공부위의 기하학적 데이터와 가공기술적인 데이터를 표현하기 위해 특징형상을 이용한 결과, 공수계산에 필요한 변수를 정확히 제공받을 수 있었다.

(4) 현장의 실제 공수자료를 특징형상기술과 연계시킴으로써 공수계산시간 단축 및 일관성 유지가 가능한 자동 공수계산 시스템을 개발할 수 있었다.

이러한 공수계산모듈이 실용화 단계에 이르기에는 전개되어야 할 분야가 많다고 생각되며, 다음과 같은 분야를 향후 과제로 삼을 수 있을 것이다.

첫째, 계산된 공수에 작업자의 능력, 기계설비의 상태 등을 반영시키는 방법과 둘째, 특징형상을 사용한 공수계산을 다른 기계가공 분야에 응용할 수 있는 방법이다.

## 참고문헌

- (1) Tanaka, F. and Kishinami, T., 1992, "A Representation Method for Machining Feature," IFIP Transactions: Human Aspect in Computer Integrated Manufacturing, North-Holland, pp. 361~376.
- (2) Dixon, J. R., Nielson, E. H. and Rosen, D. W., 1990, "Features of the Next Generation of CAD Systems," Proceedings of ISATA volume II.
- (3) Choi, B. K., Barash, M. M. and Anderson, D. C., 1984, "Automatic Recognition of Machined Surfaces from a 3D Solid Model," Computer Aided Design, Vol. 16, No. 2.
- (4) Joshi, S. and Chang, T. C., 1988, "Graph-Based Heuristics for Recognition of Machined Features from a 3D Solid Model," Computer Aided Design, Vol. 20, No. 2, pp. 58~66.
- (5) Lee, K. I., Lee, J. W. and Lee, J. M., 1988, "Pattern Recognition and Process Planning Prismatic Workpieces by Knowledge Based Approach," Annals of the CIRP, Vol. 38, No. 1, pp. 485~488.
- (6) Pratt, M. J., 1990, "Synthesis of an optimal Approach to Form Feature Modelling," Proc. of ASME International Computer in Engineering Conference, pp. 263~274.
- (7) 노형민, 이진환, 1992, "사출금형의 CAD/CAPP 통합을 위한 가공형상 데이터베이스," 대한기계학회지, 제16권(2), pp. 259~266.
- (8) 이근희, 1985, "작업관리의 이론과 실제," 창지사, pp. 359~388.
- (9) Mitten, L. G., 1981, "A Scheduling Problem. An Analytic Solution Based upon Two Machine, n jobs, Arbitrary Start and Stop Lags and Common Sequence," The Journal of Industrial Engineering, Vol. 10, pp. 131~135.
- (10) Spur, G., Seliger, G. and Egger, A., 1982, "Dialogue Oriented Workshop Scheduling in Flexible Automated Manufacturing," Proc. of the 23rd International Machine Tool Design and Research Conference.
- (11) 강무진, 김용일, 김영기, 1992, "금형생산의 CIM모델 플랫폼," 한국과학기술연구원, UCN88(2)-4637-2.
- (12) 김태수, 지해성, 이상준, 1992, "금형설계용 Modular CAD System 개발," 한국과학기술연구원, UCN878-4636-2.
- (13) 박면웅, 이준성, 맹희영, 1992, "금형부품 가공용 작업설계시스템 개발," 한국과학기술연구원, UCN879(3)-4632-2.
- (14) 조규갑, 임주택, 노형민, 1992, "사출금형의 공정설계 전문가시스템의 개발," 대한기계학회지, 제 16권(12), pp. 2252~2260.
- (15) 노형민, 이충수, 조규갑, 1992, "사출금형 가공자동화를 위한 공정설계시스템 개발," 한국과학기술연구원, UCN879(2)-4631-2.
- (16) 노형민, 이진환, 이충수, 1991, "사출금형 가공자동화를 위한 공정설계시스템 개발," 한국과학기술연구원, UCN762(4)-4283-2.