

사출금형 조립도의 자동설계 시스템

Automated design system for plastic Injection Mold

이석희* · 반갑수* · 정진태**

Seok-Hee Lee,* kab-Soo Bahn*, Jin-Tae Jeong**

Abstract

In design stage of a plastic injection mold, basic entities of various kinds are introduced under the concept of Group Technology to produce a full drawings of the mold more effectively. Most of the entity data should be extracted from the assembly drawing by pattern matching technique. An automated design system is developed using the extracted data of entities and thus shows a good interfaces between the design stage and producing part explosion without any manual conversion procedure under the AutoCAD environment.

1. 서 론

다양화 되어가는 플라스틱 제품의 생산성을 향상시키기 위한 연구가 CAD(Computer Aided Design)와 CAM(Computer Aided Manufacturing)을 중심으로 이루어지고 있다. 금형의 설계 및 제작은 다품종 소량생산 체제이며, 형상이 다양하며 복잡하고, 고도의 정밀도를 필요로 하며, 제품수명의 단축으로 인한 설계변경 등, 복합적인 문제에 대처하기 위해 CAD/CAM시스템이 필요하게 되었다. 특히 CAD에서 생성된 도면 정보를 제품의 제작까지 일관성 있게 활용하는 방법은 CAD/CAPP(Com-

puter Aided Process Planning) 통합을 위한 연구[1-2]와, 제한적인 범위에서 구현된 CAD/CAPP/CAM 통합시스템의 구축[3] 등이 있다. CAD/CAPP의 통합이나 CAD/CAPP/CAM의 통합시스템은 제도규격에 의해 정확하게 작도된 2차원 도면을 인식하거나 3차원으로 설계된 모델링(Modeling)으로부터 인식된 형상정보를 이용한다[4].

금형과 같이 전문화된 생산도구를 보다 쉽게 설계하기 위해서 설계 전문가의 지식과 해석, 경험 등에 의해 설계 관련 지식베이스(Knowledge Base : K/B)와 데이터베이스(Data Base : D/B)를 구축하여 K/B와 D/B를 이용한 자동설계시스템이 필요하게 되었다. 일반적으로 CAD시스템에서의 모델링 작업은 대화식 도형처리 기능에 의해 모델의 기본요소 단위로 이루어지고

* 부산대학교 생산기계공학과

** 금성사 금형사업부

[5-6] 있지만, 단순하고 반복적인 작업에 대한 설계효율의 증대방안은 유사형상이나 유사기능을 그룹화하는 기법인 군분류 기술(Group Technology : GT)의 활용으로 가능하다[7-9]. 즉 형상의 기본적인 요소인 엔티티(Entity)단위로 설계하는 것 보다, 그룹화된 형상단위나 부품 단위로 제품도나 조립도를 설계하는 것이 훨씬 효율적이다.

본 연구에서는 사출금형의 설계시 성형품의 형상 및 특징에 따라서 최소한의 입력으로 설계변수가 결정되어 최적의 부품이 선택될 수 있도록 하였고, 사용자가 비전문가 일지라도 전문가처럼 설계할 수 있게 설계 능력을 갖추고 있는게 특징이다. 또한 다품종 소량생산 체제에서 다양하게 변화하는 성형품의 제작에 대처하는 능력을 갖는 시스템이 필요하기 때문에, 현재의 설계 시스템에서 개발된 기법들이 형상처리에 대한 대처 능력이 필요하며, 이를 위해서 형상을 그룹화하여 형상특징을 설계변수로 변환하고, 변환된 설계변수를 부품관련 D/B와 연관시켜 운용하는 것이 자동설계에서 필요하다.

본 연구의 목적은 사출금형 설계시에 금형조립도를 설계하고, 조립도 구성에 사용된 데이터를 공유함으로써 부품의 설계시에 데이터 재입력을 배제하고, 부품의 설계도가 자동적으로 출력되도록 하는 것이다. 공유된 데이터들을 이용하여 필요한 형상인식을 통해 가공 정보로도 활용될 수 있도록 D/B총합화(Integration)를 이룩하여, 향후 CAD와 CAM을 일관성 있게 연결하여 CIM체제의 핵심적인 역할을 할 수 있도록 하는데 본 연구의 부수적인 목적이 있다.

본 시스템을 개발에 사용된 CAD시스템은 AutoCAD이고, 사용언어로는 AutoLISP와 C언어(AutoCAD Development System : ADS)이며 개발된 소프트웨어를 GPMCAD라 명명한다.

2. 자동설계를 위한 K/B 및 D/B의 구축

2.1 시스템 구성도

자동설계를 시스템을 구성하기 위해서 각종 형상의 설계변수(Design parameter)를 어떻게 결정할 것인가 하는 것이 가장 중요하다. 설계변수에 관련되는 기본작업은 설계에 관련되는 제반지식을 유용하게 집약화하는 K/B의 구축이다. 여기서 사용되는 지식은 주로 설계의 의사결정 규칙인 절차적인 지식(Procedural Knowledge)[14]이며, 의사결정된 지식은 IF-THEN형식을 갖는다. 본 연구에서 설계기술의 변화와 부품의 추가 및 삭제 등 설계의 전반적인 사항을 수정할 수 있도록 Knowledge Map[15]을 통해 획득된 지식을 관리하였다. 가이드 핀의 설계지식을 K/B화 한 일부의 예를 나타내면 다음과 같다.

[Rule 1] IF(MoldBase_size ≤ 5070)
THEN(Guide_Pin_Type='A')

[Rule 2] IF(MoldBase_size > 5070)
IF(Core_height ≤ 2*D1)
THEN(Guide_Pin_Type='A')
IF(Core_height > 2*D1),
THEN(Guide_Pin_Type='B')

[Rule 3] IF(Cavity_Plate_Thickness < 3*D1)
THEN(Bush_Type='A')
IF(Cavity_Plate_Thickness ≥ 3*D1)
THEN(Bush_Type='B')

[Rule 4] IF(MoldBase_size ≤ 5070)
THEN(L3=Co+Ca-10 &&
L9=2*D1)

[Rule 5] IF(MoldBase_size > 5070)
THEN(L3=INT(Core_height+25+Co)
/10)*10 && L9=2*D1)

사출금형 설계시 성형품에 따라서 몰드베이

스, 기본부품, 선택부품 그리고 각종판류의 규격이 달라지며 하중 및 강도에 충분히 견딜 수 있는 부품이 선정되어야 하고, 경우에 따라서는 전문가의 경험적인 수치도 첨가되어야 한다. 여기서 성형품의 가장 경제적인 생산방식

이 성형부의 구성에 결정적인 역할을 하기 때문에 단일배치, 복합배치에 따라서 금형설계의 기본 개념이 달라지며, 관련된 모든 설계 변수에도 영향을 준다. 전체적인 시스템 구성도는 그림 1과 같다.

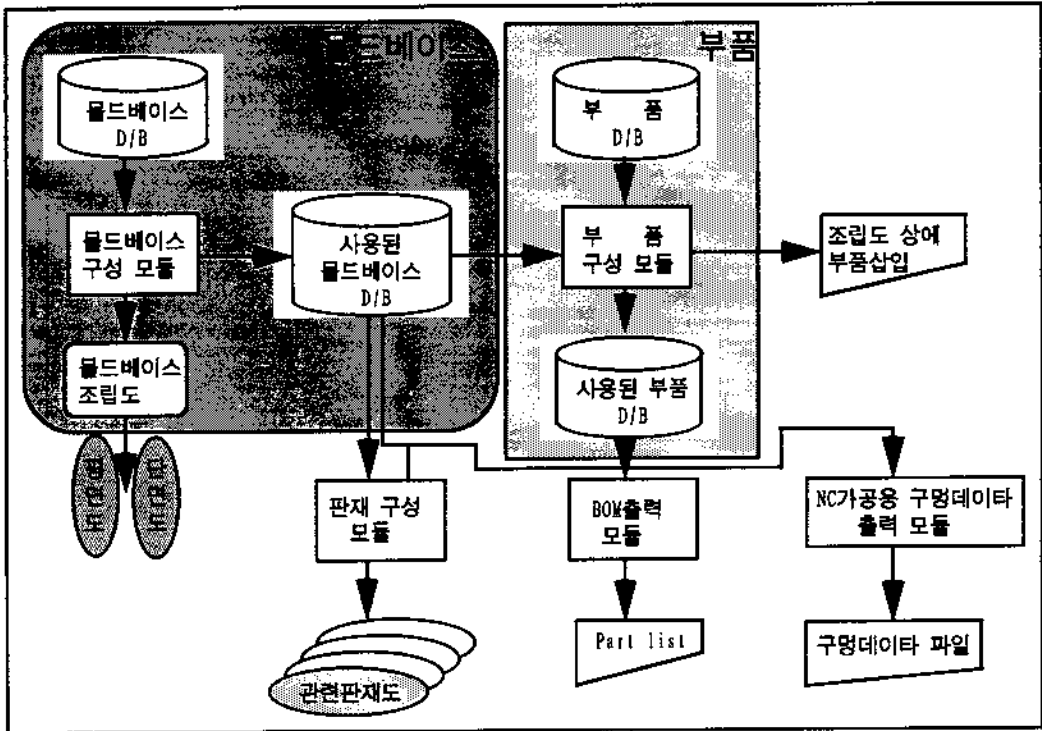


그림 1. 시스템 및 관련 D/B 구성도

2.2 시스템 관련 데이터베이스

개발된 시스템에서 이용되는 D/B는 그림 1의 흐름도에서 나타낸 것과 같이 몰드 베이스, 부품, 사용된 몰드베이스, 사용된 부품의 D/B로 크게 구분되어 사용된다. 요약하여 정리한 것은 표 1과 같고 기능은 다음과 같다.

- 몰드베이스 D/B : 몰드베이스 각종 사양의 데이터 파일로 몰드베이스 구성 모듈에서 호출한다.
- 부품 D/B : 몰드베이스에서 사용되는 각종 부품의 데이터 파일로 부품 구성 모듈에서 관련 부품 데이터 파일을 호출한다.
- 사용 몰드베이스 D/B : 몰드베이스 구성

표 1. 시스템 모듈별 입출력

대상	입 력	모듈명	출 력
C	-몰드베이스 D/B	몰드베이스 구성모듈	-몰드베이스 조립도
			-사용 몰드베이스 D/B
A			-사용 부품 D/B
D	-부품 D/B	부품구성 모듈	-조립도내 부품구성
			-사용부품 D/B에 부품 데이터 추가
목	-사용 몰드베이스 D/B -사용 부품 D/B	판류구성 모듈	-관련 형판 취출

모듈에서 사용한 몰드베이스 데이터를 저장하는 파일로 판재 구성과 BOM출력, NC가공용 구멍데이터 출력에 이용된다.

- 사용 부품 D/B : 몰드베이스 구성에 사용된 부품의 데이터를 저장하는 파일로 판류 구성과 BOM출력, NC가공용 구멍 데이터 출력에 이용된다.

2.3 모듈별 적용항목

몰드베이스는 6개의 Type과 24개의 부품으로 구성된다. GPMCAD는 2단 금형 2가지 타입과 3단 금형 4가지 타입을 취급하는데, 이를 표 2에 나타내었다. 부품은 기본 부품인 가이드 핀(Guide pin), 리턴 핀(Return pin), 안내

표 2. 몰드베이스 구성 모듈

2단 (GA, GC Type)	6 Type
2단 (RA, RC, EA, EC Type)	

표 3. 부품 구성 모듈

항 목	Type 수	항 목	Type 수
1. 가이드 핀	4	14. G-Lock	1
2. 리턴 핀	3	15. 이젝트 핀	1
3. 안내봉	2	16. 스프루 록 핀	1
4. 가동측형판 체결볼트	1	17. 코어 포켓(가동측)	2
5. 고정측형판 체결볼트	1	18. 코어 포켓(고정측)	2
6. 이젝트판 체결볼트	1	19. 코어체결 볼트(가동)	1
7. 지지봉	3	20. 코어체결 볼트(고정)	1
8. 받침봉	2	21. 스트리퍼 블록	1
9. 러너 취출봉	1	22. 유압 실린더	4
10. 로케이트 링	4	23. 냉각수 회로(가동측)	2
11. 이젝팅 구멍	1	24. 냉각수 회로(고정측)	2
12. 코터	2		
13. 러너 록 핀	2		

봉 등 3개로 구성되고 나머지 부품은 선택부품

이다. 표 3에서 항목 1~3은 기본부품을 나타내고, 4~24까지의 부품은 선택 부품을 나타낸다.

2.4 데이터 파일의 구조

데이터베이스는 몰드베이스와 기본부품 및 선택부품으로 구성된다. 몰드베이스의 구조는 2개의 레코드(Record)로 구성되어 있다. 표 4는 첫번째 레코드를 나타낸 것인데 호칭과 형판 두께인 TC2까지를 포함하고 있다. 표 5는 두번째 레코드를 나타낸 것인데 변수 TC3에서 IM2까지를 포함하고 있다. 이들 변수들은 정해진 크기를 가지고 있으므로 D/B는 칼럼(Column)으로 구분되어 사용된다. 표 6은 형판의 크기가 400×500인 금형의 구축된 몰드베이스를 레코드 별로 나타낸 것이다.

표 4. 몰드베이스 데이터 파일 구조의 record1

Field명	호칭	A	B	CA1	CA2	CO1	CO2	BH1	BH2	TC2
크기	6	3	3	16	14	12	12	6	6	2

표 5. 몰드베이스 데이터 파일 구조의 record 2

Field명	TC3	SR	SU	EU	EL	ACPBW	AEUGRPRPD	TCB			
크기	3	2	3	2	2	4	3	4	2	2	2

ECB	AGP	BGP	ARP	BRP	ATB	BTB	BBB	AE	BEB	BSP	IM1	IM2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	8	6

표 6. 몰드베이스 크기가 400X 500일 때의 데이터 구조 및 할당된 예

column	6	3	3	16	14	12	12	6	6	2		
data	4050	40	300688102	040507091113	081012	0506070913	1012	11	35			
column	3	2	2	2	4	3	3	3	3	3	8	6
data	5035	502530	500	70	258352516	12162217	99220165.					
	01521721	162371340607			.0809							

조립도의 각 부품은 몰드베이스의 특성에 맞게 선택되어지고 설계변수들이 설계자의 지식에 따라서 결정되어지기 때문에 설계자에 따라서 차이가 있을 수 있으나, 잘못 선택된 부품의 호칭은 단독적으로 수정이 가능하다. 표 7은

가이드 핀의 데이터 구조 및 할당된 예를 나타낸 것인데 호칭에 따라서 각각의 변수도 달라진다.

표 7. 부품의 데이터 파일 구조 및 할당된 예 (Guide pin의 경우)

item	D1	D2	D3	D4	D5	D6	L4	L5	L6	L7	L8
크기	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
실제예	16	20	21	25	30	31	6	2.5	8	8	2

2.5 부품의 D/B 구축을 위한 설계 관련 지식

사출금형의 각 부품들은 몰드베이스의 크기에 따라, 사용되는 크기 및 종류가 하중 조건을 만족해야 한다. 그림 2-a는 체결 볼트를 나타내고 있는데, 볼트의 선택은 체결 조건을 만족하여야 한다. 강도계산의 결과를 설계에 적용될 수 있도록 D/B화 한다. 체결 볼트의 경우, 다른 설계변수들은 이론적 소요볼트 길이 L11을 기준으로 결정된다.

$$L11 = PT + L41 - H \quad (1)$$

$$L41 = INT(D1 * 1.2) \quad (2)$$

$$H1 = H + K, \quad (3)$$

$$L1 = (PT - H1) + L4 \quad (4)$$

여기서 L11은 식(1)의 관계를 갖고, L41은 식(2)의 관계를 갖는다. PT는 Bolt 머리부 판의 두께, L41은 나사부의 이론적 체결 길이, H는 Bolt 머리부 길이(Washer가 존재하는 경우는 Washer두께 포함), D1은 볼트의 호칭지름(데이터 파일에서 지정), K는 머리부 틈새, H1은 식(3)의 관계를 가지고, L1은 Bolt길이로서 식(4)와 같다. L2는 Tap길이, L3는 드릴 길이, L4는 체결부 길이를 나타낸다. 전제조건은 식 (5)와 같다.

$$PT - H1 \geq D1 * 0.4 \quad (5)$$

1) L11 <= 50의 경우

$$Q1 = rem(L11/5)$$

(1) Q1 <= 2이면

$$K = 1, H1 = K + H, L4 = L41$$

$$L2 = L4 + INT(D1 * 0.3)$$

$$L3 : D1 \leq 10 \rightarrow L3 = L2 + 4$$

$$10 < D1 \leq 36 \rightarrow L3 = L2 + 5$$

(2) Q1 > 2이면

$$K = Q1, H1 = K + H, L4 = L41 - Q1 + 6,$$

$$L2 = L4 + INT(D1 * 0.3)$$

$$L3 : D1 \leq 10 \rightarrow L3 = L2 + 4$$

$$10 < D1 \leq 36 \rightarrow L3 = L2 + 5$$

2) L11 > 50일 경우

$$Q2 = rem(L11/10)$$

(1) Q2 <= 5이면

$$K = Q2, H1 = K + H, L4 = L41$$

$$L2 = L4 + INT(D1 * 0.3)$$

$$L3 : D1 \leq 10 \rightarrow L3 = L2 + 4$$

$$10 < D1 \leq 36 \rightarrow L3 = L2 + 5$$

(2) Q2 > 5이면

$$K = 1, H1 = K + H, L4 = L41 - Q2 + H,$$

$$L2 = L4 + INT(D1 * 0.3)$$

$$L3 : D1 \leq 10 \rightarrow L3 = L2 + 4$$

$$10 < D1 \leq 36 \rightarrow L3 = L2 + 5$$

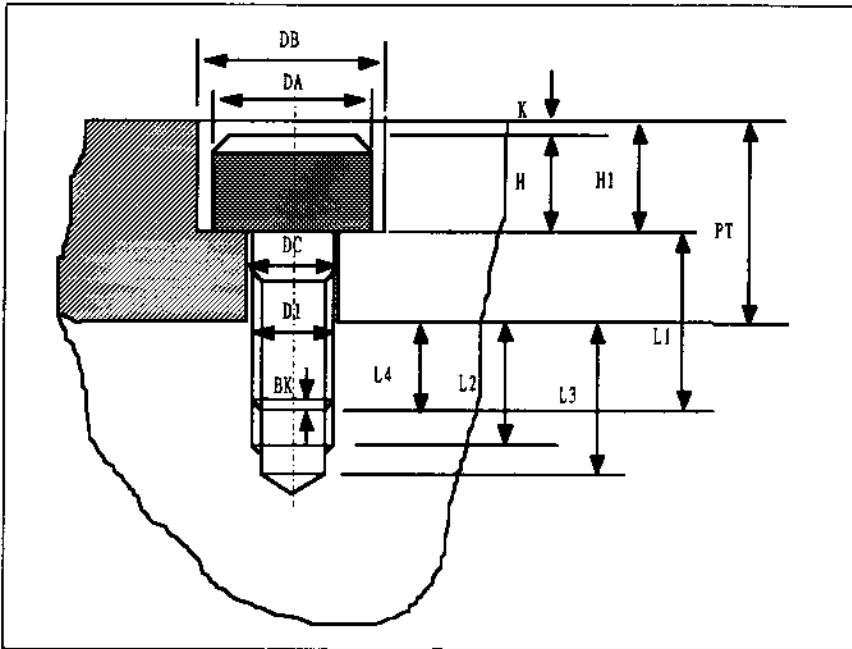
식 (1)의 전제조건을 만족하면서 나머지 설계 변수들을 결정하는 방법은 L11을 기준으로 계산된다. L11이 50이하 일 때, Q1은 값 2를 기준으로 구하고자 하는 L1~L4, H1이 계산

표 8. 구축된 체결볼트의 데이터베이스

호칭	공통	와셔무	와셔유	공통			
D1	DA	DC	DB H	DB H	WAWT	E	BK
M4	7.004	508.004	009.505	507.60	1.0	0.3	0.8
M5	8.505	509.505	0011.07	009.20	1.3	0.3	0.9
M6	10.06	6011.06	0014.08	0012.2	1.5	0.4	1.0
M8	13.09	0014.08	0017.510	515.4	2.0	0.5	1.2
M10	16.011	017.510	022.013	018.4	2.5	0.6	1.5
M12	18.013	022.012	023.015	521.5	3.0	0.7	2.0
M14	21.016	023.014	026.018	024.5	3.5	0.8	2.0
M16	24.018	026.016	029.020	528.0	4.0	1.0	2.0
M20	30.022	030.020	035.025	533.8	5.1	1.0	2.5
M24	36.026	039.024	043.030	540.3	5.9	1.0	3.0
M30	45.033	045.030	054.038	049.9	7.5	1.5	3.5
M36	54.039	058.036	062.045	559.1	9.0	1.5	4.0

되며, L1이 50이상 일 때, Q2가 값 5를 기준으로 구하고자 하는 L1~L4, H1이 계산 된다. 표 8은 구축된 체결볼트의 D/B이다. 그림

2-b는 표 8을 이용해서 프로그램화 한 구조를 나타내고 있는데, 이것은 체결볼트 설계 규격에 의해서 구성된 대표적인 예이다.



(2-a)

```

;-----
: MAIN PROGRAM : MOVEABLE DIE PLATE BOLT // program 이름
;-----
/* 16:20 91-12-28 23:22 92-01-07 bgs */
#include "bgs.h" // 전처리문
int mfb ((struct resbuf *rb)); // 함수선언
struct func_entry func_table[] = { // 함수등록
    { "mfb", mfb },
};
int mfb_set ((void)); // sub함수 선언
int mfb_side ((void));
void mfbort(), mfb_top(); // ADS공통 프로그램 포함
#include "main.c"
#define __include_head 1
char *part, *dwgpt, MBTY23[4],...; // 각종 변수선언
int inl_loc; // - int형
ads_real a, b, ca, co, inlowL, inlowH; // - float형
ads_point qpl1, rfp1, qfp53, gpxb,...; // - point형
ads_name cut_last, ss0, boltpty3; // - Entity 이름
struct resbuf *rb, *results, *callist; // result buf를 이용하기
static int mfb (rb) // 가동측 형판 체결볼트 함수선언
struct resbuf *rb; // 구조체 인자
{
    rb_RTSTR (rb, part, 1); // 구조체의 1st 인자 : char 변수
    rb_RTREAL (rb, a, 5); // 구조체의 5th 인자 : real
}
    
```

```

rb_RTPOINT(rb, qrp11, 17); // 구조체의 17th 인자 : point *
callist = ads_buildlist // Block 이름 생성
(RTSTR, 'ads_b_name_ci', RTSTR,
"MPB", RTNONE);
if (boltpyl[0] != '0')
mfb_top(); // 평면도 형상 생성
callist = ads_buildlist
(RTSTR, 'ads_sel_coca', RTSTR, part,...) // 가동축, 고정축 형판의 정보이용
callist = ads_buildlist
(RTSTR, 'ads_side_sel', RTREAL, s,...)
mfb_side(); // 측면도 형상 생성
struct resbuf *res_list ;
res_list = ads_buildlist(RTREAL, b15d1,...) // 생성된 함수값 return
}

```

(2-b)

그림 2. 체결볼트 관련 사양 및 설계 프로그램구조

2.6 다른 부품의 D/B 구축

2.5절에는 형판 체결 볼트의 D/B구축 방법에 대하여 설명한 것인데 표 3에서 나열된 24개의 부품중에서 나머지의 부품들도 같은 방법으로 해석 및 관련지식을 이용하여 구축되었다. 만일 구축된 D/B를 변경할 필요가 있을 때에는 관련 D/B에서 추가 및 삭제를 하여 타당성을 검증한 후 사용한다.

2.7 설계변수의 선정 및 흐름도

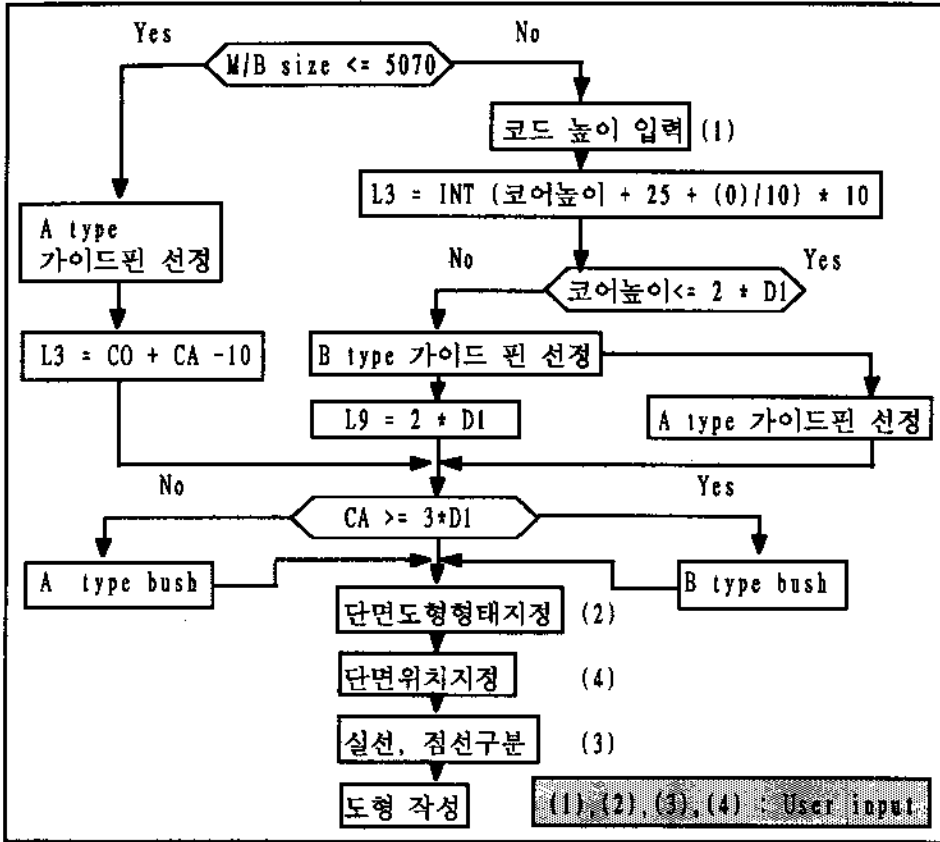
설계변수의 선정에 관하여 가장 대표적인 부품인 가이드 핀의 설계순서를 그림 3에 나타내었다. 몰드베이스의 크기와 코어 높이에 따라 가이드 핀의 종류와 핀의 형태가 달라진다.

가이드 핀의 설계변수를 결정하기 위해 그림 3(b)의 (1)~(4)까지 4개의 의사결정을 해야하며 나머지 K/B 및 D/B들은 그림 3(a)의 흐름도에 따라서 자동으로 결정된다. 가이드 핀의 종류는 몰드베이스의 크기에 따라 선정되며 5070보다 크면 그림 3(b)의 (1)번 항에서 코어의 높이를 입력받게 되고, 5070보다 적으면 코어 높이는 자동으로 설정된다. 그림 3의 (2), (3), (4)의 대화는 단면도가 우측면도, 정면도에 따라서 결정사항이 달라진다. 가이드 핀 이외의 부품도 유사한 방법으로 설계변수가 선정된다.

3. 형상의 분류 및 적용기법

몰드베이스의 형상 및 부품의 전체적인 모양을 살펴보면 유사한 형상으로 분류할 수 있으며, 형상처리 함수를 정의할 때 필요한 기능을 선택적으로 추가하면 다양한 기능을 보유할 수 있다. 부품을 그룹화 하기 위하여 형상의 그룹화가 선행되어야 하고 그룹화된 유사형상을 조합하면 특이한 형상을 제외하고는 원하는 형상을 생성하는 함수를 만들 수 있다. 부품의 형상은 CAD의 기본요소인 직선, 원, 원호를 조합한 형상이라고 볼 수 있다.

형상의 그룹화된 기능을 함수화 할 때 유사형상을 최대한 분류하여 설계하였다. 예를 들면 금형부품의 형상들 중 부시(Bush)등은 매우 유사한 것이 많고, 볼트는 볼트머리, 와셔, 유무, 수나사, 암나사, 탭, 자국 및 드릴 홈으로 구분하여 선택적으로 도형을 생성할 수 있다. 동심원은 중심선 유무, 동심원의 갯수가 여러 개까지 선택적으로 지정할 수 있는 함수를 만드는 것이 다양한 형상에 대처하기가 유용하다. 특히 직선이 조합된 형상을 포괄적으로 처리하도록 하는 기능의 함수가 가장 효과적이다. 요약하면 사출금형용 몰드베이스의 관련 부품은 평면도인 경우에 동심원의 그룹으로 대부분의 형상이 정의되며, 단면도의 경우에는



(3-a)

- (1) : Enter Height of core or product :
- (2) : Specify the section type of Guide pin -> 우측면도의 경우
 1. upper 2. Lower 3. Pull
 Enter the option number :
- Specify the section type of Guide pin -> 좌측면도의 경우
 1. Left 2. Right 3. Pull
 Enter the option number :
- (3) : Specify the line type of Guide pin
 1. Solid line 2. Hidden line
 Enter the option number :
- (4) : Specify the section location of Guide pin -> 우측면도의 경우
 1. upper 2. Lower
 Enter the option number :
- Specify the section location of Guide pin -> 좌측면도의 경우
 1. Left 2. Right
 Enter the option number :

(3-b)

그림 3. 가이드 핀의 설계 흐름도

각선의 조합된 형태이므로 형상처리함수를 이용하면 표 3의 부품은 처리할 수 있다. 즉 유사형상 정의에 의해 간편하게 그 형상을 도식할 수 있으며 모듈화 되어 CAD상에서 간단한 형상의 부품을 조합하면 복잡하고 다양한 형상의 부품을 생성시키는 것과 같은 효과를 얻을 수 있다. 수정 및 보완을 필요로 할 때에도 고난도 부품을 교체하는 것과 같이 모듈화된 형상을 수정함으로써 전체적인 형상의 수정을 할 수 있는 이점이 있다. 직선과 원호의 조합은 큰 시스템에서는 사용빈도수가 매우 적으므로 각선의 그룹에 포함시켰다.

3.1 GT에 의한 형상 그룹화 및 적용

3.1.1 동심원의 적용

그림 4와 같이 동심원 4개까지를 선택적으로 지정하고 선의 형태도 마음대로 선택하여 드립도의 평면도나 관류의 평면도 구성이 용이하게 된다. 이 함수형식은 다음과 같다.

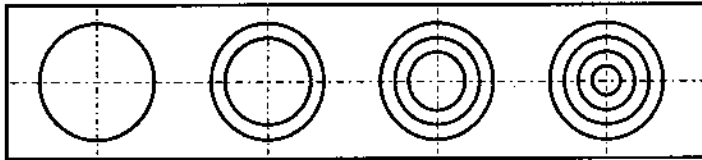


그림 4. 원의 조합에 의한 형상그룹의 예

3.1.2 복합 라인에의 적용

GT개념을 이용하여 라인 공정을 분석하면 그림 5와 같이 라인의 갯수가 1~5개까지 선택적으로 그릴 수 있고, 또한 임의의 라인을 생략할 수도 있어서 라인 작업에서는 이 명령 하나로 여러가지 경우의 형상을 간편하게 처리할 수 있다. 물론 5개 이상도 가능하지만 함수내에 변수의 수가 너무 많아져서 관리에 비효율적이고, 사용상 불편을 느낄 수 있으므로 운용상 편리를 위해 5개로 제한했다. 그림 5(b)는 라인 5개로 구성시킬 수 있는 형상의 일부를 나타낸 것으로, 대부분의 단면도 형상은 라인 그룹의 조합된 형상으로 처리할 수 있

(cir_cle x y num ly1 ly2 ly3 ly4 d1 d2 d3 d4)

여기서 cir_cle은 함수명이고 x, y는 기준점의 좌표, num은 동심원의 갯수, ly1~ly4는 동심원 4개의 지름이 작은 것에서 큰 순서로의 라인 타입(Line type), d1~d4는 지름이 작은 것에서 큰 순서로의 크기를 나타낸다. 만약 그림 4의 형상을 동시에 생성하는 프로그램을 작성하면 다음과 같이 cir_cle() 함수 4개로 원하는 형상을 구성할 수 있다.

(cir_cle cx cy "1" "h" "0" "0" "0" "0" cd1 0.0 0.0 0.0)

(cir_cle (+cx c1) cy "2" "h" "c" "0" "0" cd1 cd2 0.0 0.0)

(cir_ (+cx cl1 cl2) cy "3" "h" "c" "p" "0" cd1 cd2 cd3 0.0)

(cir_ (+cx cl1 cl2 cl3) cy "4" "h" "c" "p" "s" cd1 cd2 cd3 cd4)

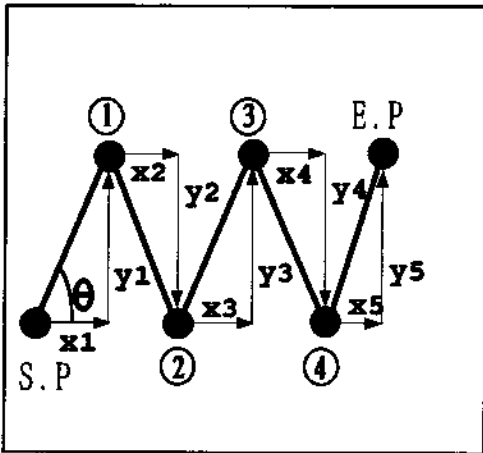
다. 연결된 라인은 매개변수 설계(Parametric Design)방식에 의해 표현되고 관리된다.

그림 5(a)는 라인 5개의 관계를 나타낸 것인데, 라인 5개를 표현하기 위해서는 시작점(S.P)와 끝점(E.P)사이에 존재하는 점 1에서 점 4까지 합해서 6개의 점이 존재한다. S.P에서 점 1사이에는 x, y방향으로 각각 x1, y1만큼 증가하면 점 1이 정의된다.

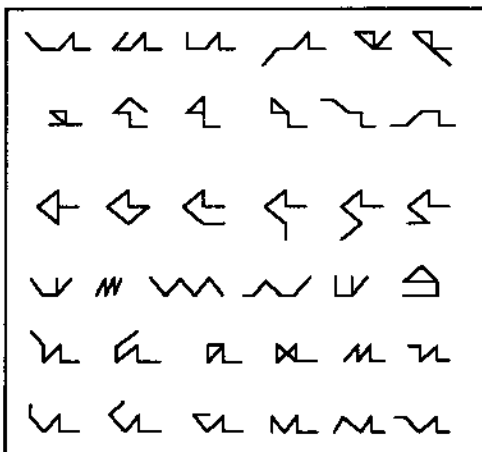
점 1에서 점 2사이에는 x, y방향으로 각각 x2, y2만큼 증가하면 점 2가 정의된다. 같은 방법으로 점 3, 4 그리고 E.P도 정의된다. 라인상에 연결되는 다음점의 정의방법은 각(Angle)을 이용할 수도 있다. 여기서 x1, y1을 이용하

면 x축을 기준으로 θ 값을 구하여 정의할 수 있다. θ 는 $ATAN(y1/x1)$ 으로 구한다. 나머지의 점들도 같은 방법으로 정의할 수 있다. 이상과 같은 방법으로 각각의 점들이 정의되면 각각의 점에서는 다음 점의 위치가 360도의 모든 방향에 대해 성립하므로, 라인으로 구성된 형상은 이 원리에 의해 구성된 함수 $pln()$ 의 조합에 의해 부품생성 프로그램이 작성된다. 함수의 형식은 다음과 같다.

(pln x y num ly d1 d2 d3 d4 d5 l1 l2 l3 l4 l5 ulf e1 e2 e3 s1 s2 s3 delc)



(5-a)



(5-b)

그림 5. 라인 조합에 의한 형상그룹의 예

여기서 pln 은 함수명이고 x, y 는 기준점의 좌표, ly 는 라인타입(Line type), $d1 \sim d6$ 중심선으로 부터 5개로 구성된 라인상의 각 끝점의 수직거리, $l1 \sim l5$ 는 수평거리, ulf 는 중심선을 기준으로 형상을 상부, 하부, 상하부 어느쪽에 위치시킬 것인가를 선택하는 기능이며, $e1 \sim e3$ 은 라인 5개 중에서 임의의 라인을 생략하고 싶을 때 라인번호만 지정하면 지정된 라인은 생성되지 않는다. 이것은 라인 중간에 위이나 원호 등을 삽입하고 싶을 때 용이함을 주기 위한 기능이다. $s1 \sim s3$ 은 중심선과 만나지 않는 라인을 중심선과 연결하고 싶을 때, 원하는 라인번호를 선택하면 연결되는 기능이고, 마지막으로 $delc$ 는 복합라인을 구성할 때마다 중심선을 그릴 필요가 없으므로 중심선을 생략하고 싶을 때 사용하는 기능이다.

3.1.3 복합형상에의 적용

복잡한 형상으로 구성된 로케이트링(Location Ring)과 스푸루부시(Sprue Bush)등과 같은 부품은 앞에서 예를 든 것과 같이 기능이 세분화된 함수들은 조합하면 해당되는 부품의 프로그램이 구성된다. 그림 6은 로케이트링과 스푸루부시를 복합라인 처리함수 $pln()$ 과 복합기능을 가진 볼트함수 $boltal()$ 의 조합으로 구성한 것이다. 프로그램의 구조는 다음과 같다.

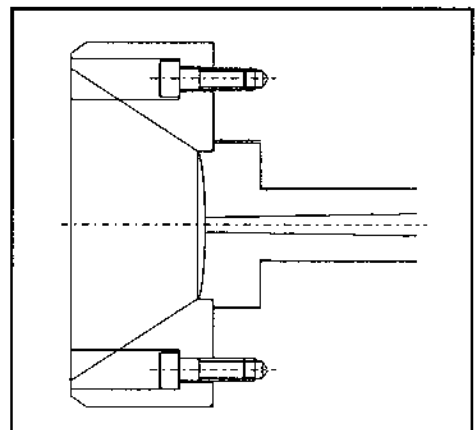


그림 6. pln 함수로 구성된 로케이트링과 스푸루부시의 형상

(pln(-LRx10)LRy "4" "s" 0.0(-LRd 1 2)
 LRd1 LRd1(+(* 2 LR13) 6.6) 0.0 0.0 3(-
 LR12 8) 0.0 0 "u" "0" "0" "0" "0" "0" "0"
 "y")
 (pln(-LRx10)(+LRy LR13) "3" "s" 11 11
 6.6 6.6 0 0 (-LR12 16) 0.0 11 0 0 "f" "0" "
 "0" "0" "0" "0" "0" "y")
 (pln(-LRx10) LRy "4" "s" (+40/(*2
 (sqrt 3) (-LR12 10)) 3.0)) 40 40 42 (* 2
 (-LR13 3.3)) 0(-LR12 10) 4 1 0 0 "u"
 "0" "0" "0" "0" "0" "0" "y")

(pln(+LRx(-LR12 20)) LRy "5" "s" 0.0
 40 40 LRd3 LRd3 0.0 0.0 20 0.0 LR11 0.0
 "u" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "y")
 (pln(+LRx LR12) LRy "3" "s" LRd3(-
 LRd3 1)(-LRd3 1) LRd3 0 0 0.0 3 0.0 0.0
 0.0 "u" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "0" "y")
 (boltal (+LRx (-LR12 32)) (+LRy
 LR13) "s" "t" 6.0 0.0 4 15 5 0 "f" "n" "y"
 "y" "n")
 이것은 pln()함수 5개와 boltal() 함수 1
 개, 그리고 몇 개의 기본적인 명령어로 구성된

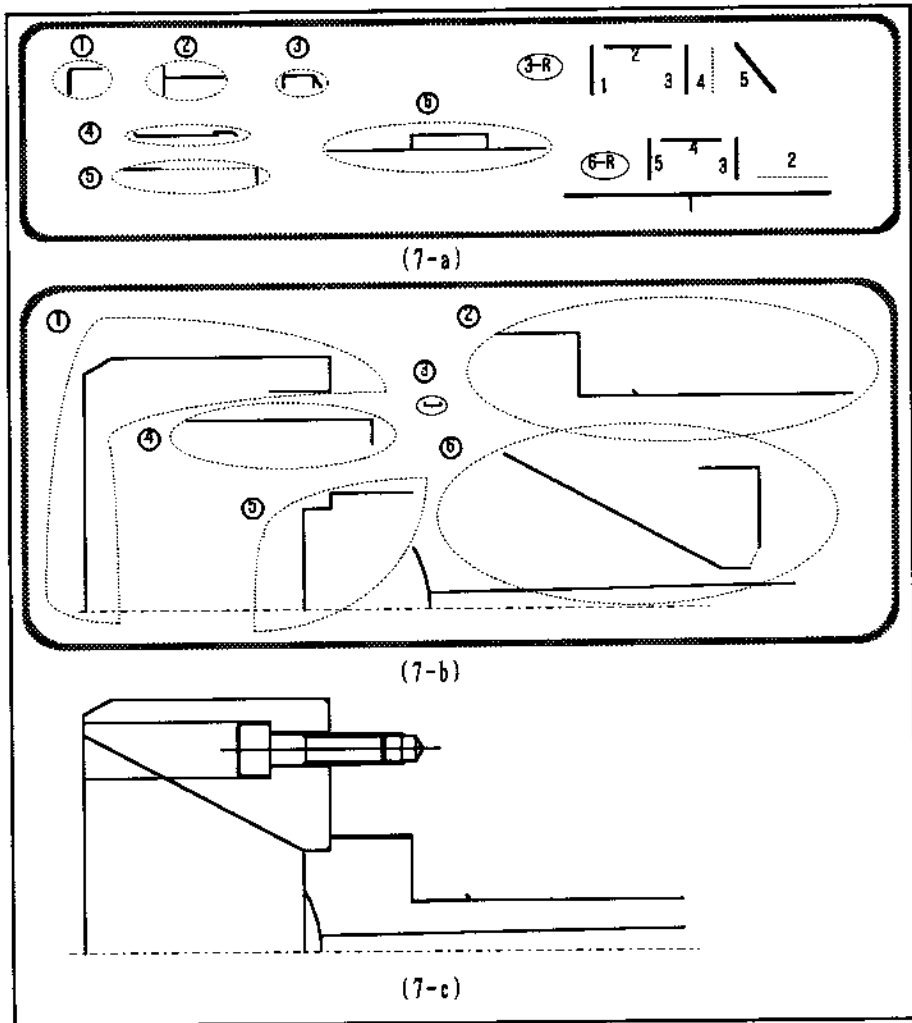


그림 7. 라인의 조합으로 구성된 형상의 그룹화

프로그램이다.

그림 6은 로케이트링과 스푸루부시의 부품 형상을 나타낸 것이고 그림 7은 로케이트링과 스푸루부시의 형상을 그룹화 한 모형을 나타낸 것이다. 그림 7-a는 형상의 $pln()$ 함수화를 위해 체결볼트를 그룹화 한 것인데, 형상의 그룹은 1-6까지 6개로 구성되며, 여기서 3-R이나 6-R은 그룹 3과 6의 형상을 5개의 라인으로 연결시키기 위한 연결순서를 나타내며, 3-R의 4번과 6-R의 2은 중복생성을 방지하기 위해서 생략된다. 그림 7-b는 로케이트링과 스푸루부시의 그룹화 한 모형을 나타낸 것이다. 그림 7-c는 그림 6의 상단면을 나타낸 것이다. 만일 그림 6과 같은 대칭형상을 구성하려면 그림 7-c를 선택세트(Selection Set)로 묶어서 대칭시키면 된다.

이와같이 구성하고자 하는 조립도 및 판류의 형상을 잘 분류하여 보면 매우 유사한 형상의 특징이 있고, 유사한 형상의 특징을 그룹화하여 일관성있는 함수를 만들면 복잡한 형상의 프로그램도 구성이 가능하다.

3.2 데이터 관리

데이터는 형상을 정의하고 생성할 때 가장 중요한 매개체 역할을 한다. 데이터 관리는 일반적으로 발생된 정보를 보존하고 이용하여 차후에 발생하는 유사형상의 도면이든지, 유사형식의 데이터를 구축할 때 경제적으로 활용될 수 있다. 이미 생성된 형상이 보유하고 있는 형상정보를 조립도에서 판류 그리고 파트리스트(Part list)가 생성될 때까지 기록, 보존, 이용하는 총괄시스템이 요구된다. 한 번 생성된 정보들은 재사용할 필요가 없을 때까지 재입력 및 재생성하는 작업은 비생산적이다. 데이터를 선별하여 저장하고, 미리 입력된 데이터는 다시 입력할 필요없이 단위 프로그램 내에서 재활용함으로써 얻어지는 효과는 다음과 같다.

- 조립도 구성 데이터와 부품 데이터와 조합에 의해 판류도면이 자동적으로 생성된다.
- 한 번 입력된 데이터는 가능한 한 재입력

의 필요가 없다.

- 도면을 부분적으로 수정함에 따라 관련된 데이터가 연계적으로 변화된다.
- DXF나 IGES Code등으로 변화시켜 타 CAD시스템과 데이터 교환을 할 수 있다.

4. 시스템의 구성 및 적용 사례

GPMCAD 시스템은 플라스틱 사출성형용 금형설계 지원 소프트웨어로서, 설계의 구성 내용 및 방법에 따라 몰드베이스 설계영역으로 한정하여 사용할 수 있고, 조립구성 및 부품 설계까지 확장해서 사용할 수 있다. 시스템 자체에서 자동적으로 사용자와의 대화에 의해 금형설계가 수행되고, 저장된 데이터 또는 AutoCAD의 변환코드를 이용해서 NC Code 생성으로 확장할 수 있다. 그림 8은 이와같은 과정을 거쳐서 설계된 몰드베이스의 조립평면도이고, 그림 9는 조립단면도의 형상이다.

부품형상의 생성은 크게 표준부품과 판류로 구성되는데 표준부품은 출력하고자 하는 부품을 입력하면, 몰드베이스 D/B와 부품 D/B를 이용하여 형상이 자동적으로 출력된다. 판류는 이미 조립도 설계시 저장된 데이터를 이용하여 자동적으로 구성된다. 판류의 종류는 고정측 설치판, 고정측 형판, 가동측 형판, 받침판, 고정측 설치판 등의 5개이다. 그림 10은 가동측 형판을 나타낸 것이다.

그림 11은 금형 설계 시스템의 상세 흐름도를 나타내고 있다. 구성된 내용은 K/B와 D/B 검색 모듈과 조립평면도 및 단면도 구성 모듈로서 구성되어 있다.

해당함수를 실행할 때 AutoCAD의 화면상에 Screen Menu를 구성하여 사용하였는데 조립도(Assembly)와 판류(Plate)로 구성된 메뉴에서 서브 메뉴로 연결된다. 부품은 기본부품(Basic)과 선택부품(Option)으로 구분하였으며, 각종 판류도 고정측 설치판(Top), 고정측 형판(Cavity), 가동측 형판(Core), 받침판(Support), 고정측 설치판(Bottom)으로 구분하여 운용되게 하였다.

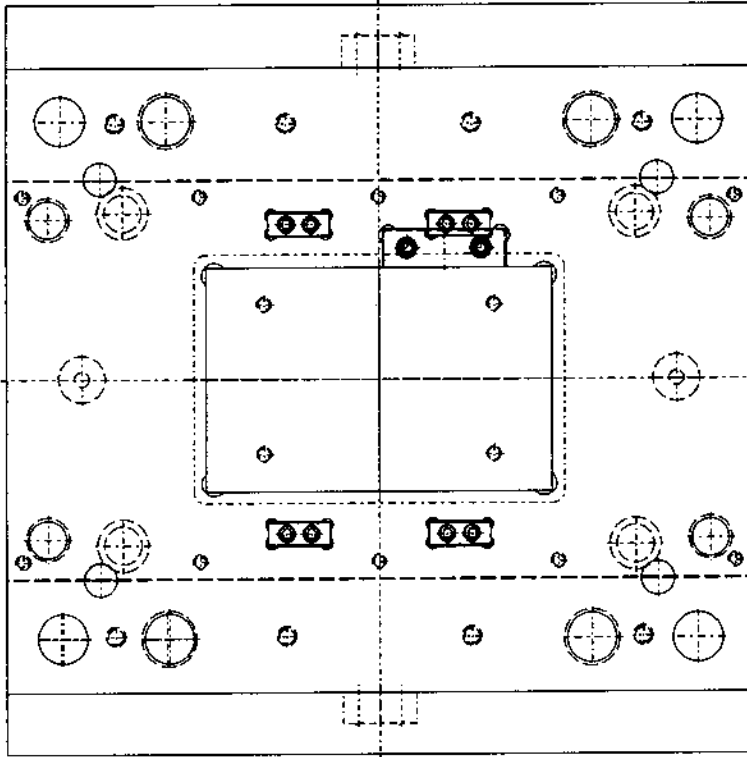


그림 8. 자동으로 설계된 조립평면도

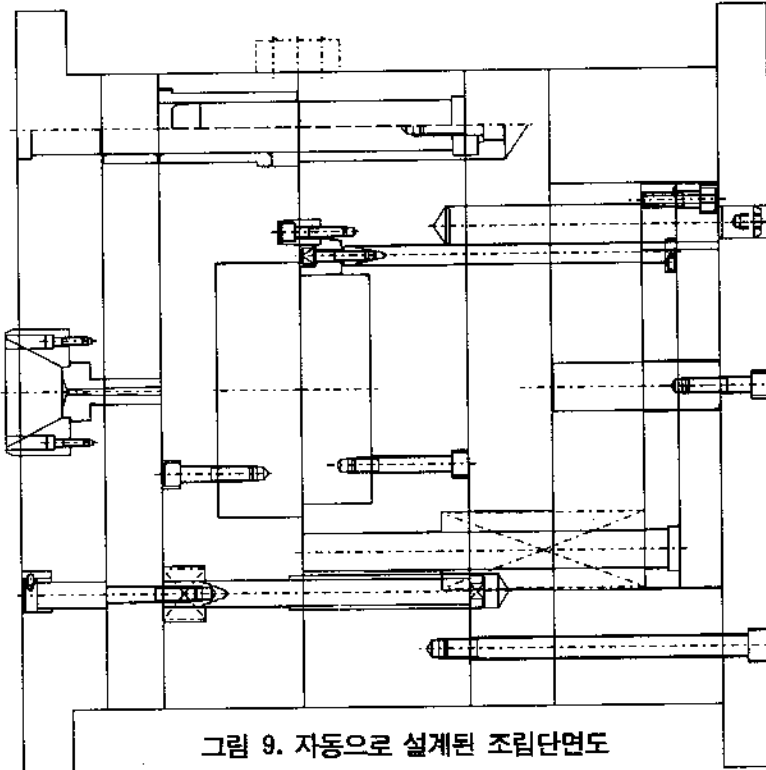


그림 9. 자동으로 설계된 조립단면도

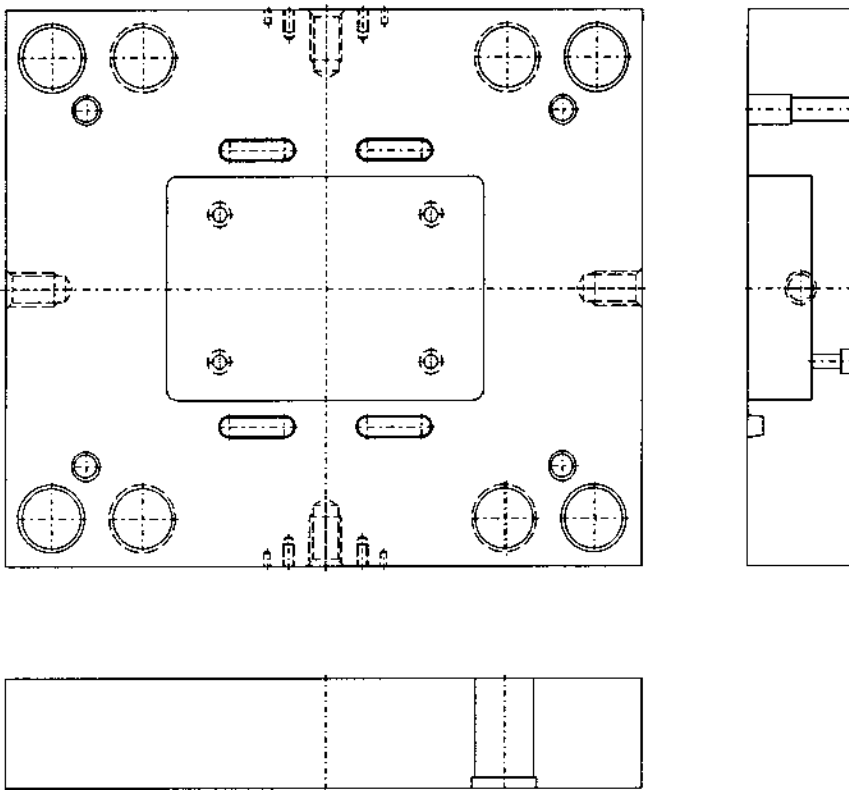


그림 10. 조립도 D/B를 적용하여 설계된 고정측 형판

5. 결론 및 고찰

개발된 GPMCAD 시스템의 특징은 사출금형의 조립도와 관류의 설계에 사용되는 K/B와 D/B를 생성하여 설계변수를 결정하는데 사용되도록 한 것이며, 성형부를 제외한 조립도 및 관류의 설계에 적용된다. 설계 과정에서 입력된 데이터의 재활용으로 같은 D/B의 중복 입력을 배제하고, 부품도까지 자동적으로 출력된다. 끝으로 GPMCAD시스템의 특징을 몇가지 나열하고 향후의 연구방향을 제시한다.

- (1) AutoCAD를 이용하여 수작업으로 설계 시와 GPMCAD 시스템으로 설계시에 소요되는 시간을 비교하면 각각 8시간과 1시간 50분으로 약 400% 이상 향상되었다.
- (2) 금형설계와 관련된 K/B와 D/B를 구축

하여 시스템에 접목시켰다.

- (3) 설계는 대화식 및 일괄처리식(batch file 등을 이용) 두가지 방식으로 되어있고, 초보자라도 수준 높은 설계를 할 수 있고, 경험이 많은 설계자는 의사결정과 도면작업에 소요되는 시간을 최소화 할 수 있다.
- (4) 형상은 엔티티를 그룹화하여 설계된 함수에 의해 생성되므로 프로그램의 용량이 크게 압축된다. 프로그램이 모듈화 되어, 운용 및 유지 보수가 용이하고 시스템의 능률이 상대적으로 크게 향상되었다.
- (5) 선택범위가 넓은 몰드베이스 규격의 D/B에 의해 설계에 높은 생산성과 유연성을 제공함으로써 설계자의 의도를 만족시켜 주며, 한 번 입력된 데이터의 반복 활용으로, 설계 에러(error)방지와 정확성

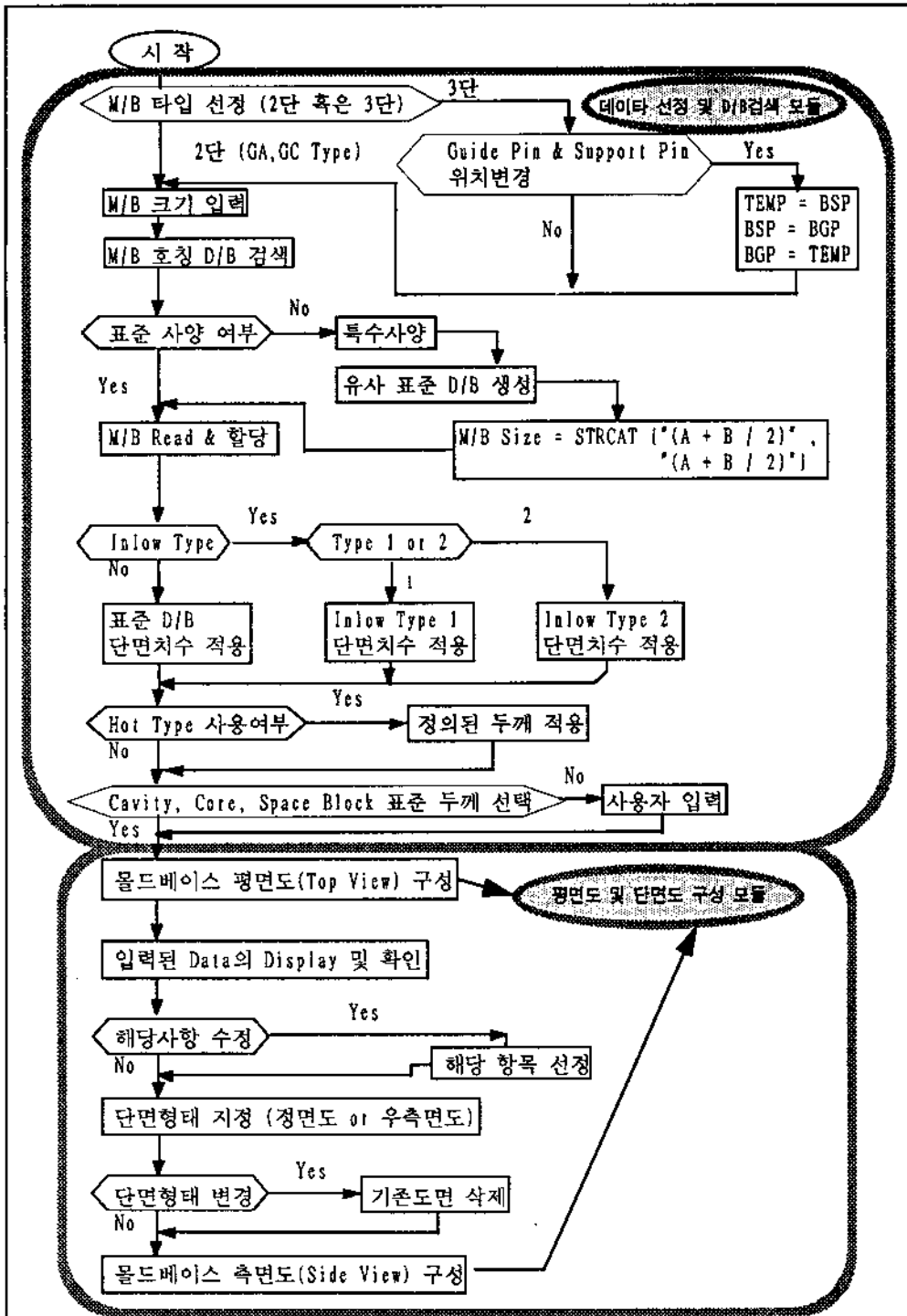


그림 11. 몰드베이스 구성 모듈의 흐름도

및 신뢰성을 향상시킨다.

차기에는 지금까지의 구현된 기술이 활용되면 보다 실용적인 시스템이 될 것이다. 설계자동화를 기반으로 하여 설계와 가공의 일관화를 지향한 CAD/CAM통합 시스템의 구축을 위한 연구가 지속적으로 필요하다.

후 기

본 연구에서 사용한 데이터 및 관련 지식들은 금성사 창원 금형공장의 설계실에서 지원받았음

참 고 문 헌

1. 조규갑, 임주택, 노형민 “사출금형의 공정 설계 전문가시스템의 개발” 대한기계학회 논문집, 제16권 제12호, pp.2252-2262, 1992.
2. 노형민, 이진환 “사출금형의 CAD/CAPP 통합을 위한 가공 형상 데이터베이스” 대한기계학회 논문집, 제16권 제2호, pp.259-266, 1992.
3. Lee, Kyo-II, Lee, Jin Whan and Lee, Jang-Mo, “Pattern Recognition and Process Planning of Prismatic Workpieces by Knowledge Based Approach”, Annals of the CIRP Vol. 38-1, pp.485-488, 1989.
4. ZEN CHEN, DER-BAAU PERNG, CHII-JANG CHEN and CHU-SONG WU, “Fast reconstruction of 3D mechanical parts from 2D orthographic views with rules”, INT. J. COMPUTER INTEGRATED MANUFACTURING, Vol. 5, No.1, pp. 2-9, 1992.
5. Autodesk Inc., AutoCAD Reference Manul, CA : Autodesk Inc., pp.468-475, 1990.
6. 吉田弘美, 금형의 CAD/CAM, ch.4-ch.5, 성안당, 1989.
7. M.R.Henderson and S.Musti, “Automated Group Technology Part Coding From a Three Dimension CAD Database”, Transactions of the ASME; J. of Engineering for Industry, Volume 110. No 3, pp.278-287, August 1988.
8. R.Billo, R.Rucker, D.Shunk. “Intergration of a Group Technology Classification and Coding System with an Engineering Database”, J. of Manufacturing System, Volume 6, No.1, pp.37-45, 1987.
9. 人見勝人 외 3인, 조규갑 역, GT에 의한 생산관리 시스템, ch.8, 희중당 1986.
10. M.P. Groover and E.W. Zimmers, Jr., CAD/CAM, Computer Aided Design and Manufacturing, ch.6, Prentice-Hall, Inc., New Jersey, 1984.
11. Autodesk Inc., AutoLISP Programmer's Reference, CA : Autodesk Inc., pp. 25-102, 1990.
12. Autodesk Inc., AutoCAD Development System Programmer's Reference, CA : Autodesk Inc., pp.1-194, 1990.
13. 김용성, AutoCAD와 DATABASE, 영진출판사, 1988.
14. Chang, T.C. Wysk, R.A., and Wang, H. P., Computer Aided Manufacturing, Prentice-Hall, Inc. 1991.
15. Lu, S. C-Y, “Knowledge Map : An Approach to Knowledge Acquisition in Developing Engineering Expert System”, Engineering with Computer, Vol.3, pp. 59-68, 1987.