

재활용을 위한 몰드베이스 구조 및 표준화

제덕근*, 한성렬#, 송준엽**, 정영득***

The Structure and Standardization of Mold Base for Recycling

Deok Keun Je*, Seong Ryul Han#, Jun Yeob Song** and Yeong Deug Jeong***

ABSTRACT

The injection molding is a traditional manufacturing method that can make plastic parts by just one time in mold. Therefore, the injection molding has become one of a manufacturing method, which is widely applied in a producing of plastic products. Nowadays, to use of plastic parts has increased and plastic product-model using term has been shorten. By these reasons, using term of a injection mold has fast been reduced. These produced molds will be disused and leaved in a storage after a regular term to use it. These leaved molds are sometime sold as scrap iron. But, these molds have lots parts for recycling except special parts for example, cavities, cores and eject pins, etc.

In this research, we investigated when the cavity and core of in injection mold would be changed, the injection mold could be recycled. We suggested the structures and standardizations for recycling of a moldbase. We also developed a program in which can be used when the recycling moldbase design in the Auto-CAD with the recycling standards. We called this program as the Recy-Mold. For the availability of the program and moldbase structure for the recycling standards, we experimented a used mold for automobile lens, which was remanufactured by the recycling standard. The results of this test showed feasibility for the recycling mold.

Key Words : Injection Mold(사출금형), Moldbase(몰드베이스), Recycling(재활용), Mold Structure(금형구조), Standardization(표준화), Auto-CAD(오토 캐드)

1. 서론

현대 산업의 발전으로 수 많은 생산기술이 개발되고, 이를 바탕으로 복잡 다양한 신제품들이 생산되고 있는 현실이다. 더불어 제품에 대한 소비자들은 구매욕구가 다양하게 되었고, 더욱 실용적, 미적인 제품을 원하게 됨에 따라 사용되는 금

형의 구조도 복잡 다양화 되었고¹, 계속되는 제품의 보완 및 개량 기간의 단축으로 관련된 금형의 수명 또한 급속히 단축되고 있는 현실이다.

이렇게 제품 개발과 생산에 사용되었던 금형은 시간이 흐름에 따라 사용 중지 되거나 폐기되며, 상당수가 창고에 방치되고 있다. 방치된 금형은 일정기간이 지난 후에는 금형 전체가 고철로

¹ 2002년 4월 9일 접수
* 부경대학교 정밀기계 대학원
교신저자, 부경대학교 정밀기계대학원
Email cozyhan@mail.pknu.ac.kr Tel. (051) 620-1534
** 한국기계연구원
*** 부경대학교 기계공학부

활용되기 때문에 금형 관리 및 처리 비용이 추가적으로 발생하게 된다. 이러한 문제점은 제품 설계단계에서부터 환경친화적인 설계를 이루고자 하는 연구²와 같은 목적으로 금형 제작시부터 산업 폐기물 등의 환경 문제와 제작의 효율성을 동시에 연구되어야 할 필요가 있다. 그리고, 금형 부품의 재활용성을 고려한 사출금형의 구조의 개발과 표준화의 제안이 필요하다³.

금형의 재활용에 관련된 기존연구를 문헌조사를 통하여 확인하여 본 바에 의하면 금형 재활용 기술에 대해 국내외에서 연구 결과를 찾을 수 없었으며, 금형의 몰드베이스(Moldbase)와 부품 재활용성을 고려한 사출금형의 인서트 코어(Insert Core) 및 형판(Mold Plate)의 설계에 대한 연구 또한 찾을 수 없었다. 따라서, 본 연구에서는 2매 구성형 표준 몰드베이스를 대상으로 재활용 금형 구조와 규격의 표준화를 제안하고, 이의 유효성을 검증하기 위하여 자동차 램프용 폐금형을 본 연구에서 제안된 구조와 규격에 따라 개조하여 정밀도, 성형 생산성에 대해 고찰하였다.

2. 표준 몰드베이스의 규격

2.1 표준 몰드베이스의 규격

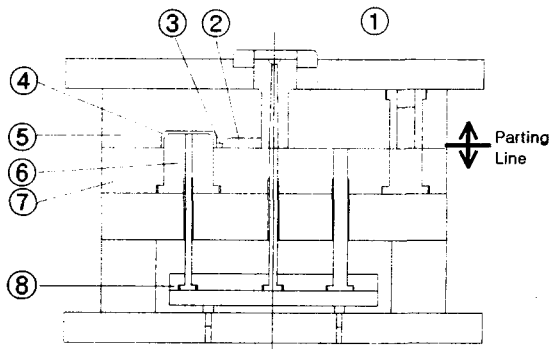


Fig. 1 Two Plate Injection Mold

2매 구성 금형은 Fig. 1과 같은 구조로 구성되어 있으며, 스프루①, 러너②, 게이트③, 코어⑥ 및 캐비티④가 동일면에 있는 금형으로 가동측 형판⑦과 고정측 형판⑤ 사이의 파팅라인(Parting line)에 의하여 고정측과 가동측으로 분할되는 가장 일반적인 구조이다^{4,6}.

이러한 사출금형을 제작하기 위해서는 금형의 반제품에 해당하는 몰드베이스가 필요하며, 국내에서 몰드베이스를 생산하는 업체는 기신정기주식회사(이하 기신), (주)동협, (주)영등포특수강 등 여러 업체에서 생산하고 있으며, 국외에서는 일본금형제⁷(JMS), 후타바(FUTABA), DME, HASCO 등이 있다.

Table 1은 회사별 자료를 기준으로 하여 2매 구성 표준 몰드베이스에 대한 규격과 구조 타입(Type)을 정리하여 나타낸 것이다. 그 중 국내에서 보편적으로 사용되는 몰드베이스를 생산하는 업체는 기신, (주)동협, (주)영등포특수강 등이다. 동협의 몰드베이스 구성은 최소 150×150에서 최대 1000×1500으로 사이드게이트용 몰드베이스를 나타내는 표시로 S를 사용하고 있다. 우리나라와 다른 호칭과 구조를 가진 미국의 DME⁸ 및 독일의 HASCO⁹를 제외하면 거의 모든 회사가 동일한 형식을 채택하고 있다. 영등포특수강의 경우 최소 500×700에서 최대 1000×1300으로 비교적 타 회사에 비하여 대형의 몰드베이스를 생산하고 있다.

그 중에서 기신정기주식회사의 몰드베이스는 여러 생산업체에서 생산하는 몰드베이스와 거의 같은 구조로 되어있으며, 몰드베이스 종류가 다른 업체가 생산하고 있는 몰드베이스를 거의 다 포함하고 있고, 특히, 일본의 후타바에서 생산되는 몰드베이스와 유사한 구조로 되어있다. 따라서, 2본 연구의 주된 몰드베이스 대상을 기신 몰드베이스로 정하였다. 또한, 본 연구에서 제안하는 형판의 크기 범위는 대형 몰드베이스를 생산하는 (주)동협의 몰드베이스를 기신의 몰드베이스 규격에 추가하여 재활용 몰드베이스의 기준으로 설정하였다.

Table 1 Various Mold Base Size and Type

Maker	Plate Size(mm)		Mold Base Type
	Min	Max	
동협	Min	150* 150* 130	S2,S3,S4
	Max	1000* 1500* 1080	
기신	Min	150* 150* 130	SA,SB,SC,SD
	Max	500* 700* 500	
영등포	Min	500* 500* 270	SA,SB,SC,SD
	Max	1000 *1300* 1080	
JMS	Min	150* 150* 130	SB,SA,SAX, SBX
	Max	450 *600* 490	
DME	Min	7 7/8 *7 7/8* 7 3/8	A
	Max	23 3/4* 35 1/2 *21 3/8	
HASCO	Min	095*905*1730	K
	Max	596*596*2343	

3. 재활용 몰드베이스의 구조

3.1 관통형판 몰드베이스

수명이 끝난 사출금형은 제품 형상부를 제외한 기타 부품은 재사용이 가능하다. 재활용의 대상부품은 제품 성형부인 캐비티와 코어가 있는 고정측 형판과 가동측 형판을 제외한 몰드베이스 전체 부위이므로, 이들 형판만 교체하면 기존 금형의 재사용이 가능하게 된다. 그리고, 몰드베이스의 처음 제작시 부터 재생을 목적으로 한 몰드베이스가 생산된 바가 없었다. 따라서, 이 논문에서는 폐기된 금형의 성형부를 이루고 있는 캐비티, 코어를 제외한 금형부품, 즉 고정측형판, 가동측형판, 이젝트 플레이트, 고정측 및 가동측 설치판, 스페이스 블록, 가이드 핀과 부시 등의 부품을 재생 혹은 재활용하는 것이다. 그리고, 몰드베이스의 처음생산에서부터 재활용을 목적으로한 몰드베이스의 구조를 확립하고자 한다. 이를 위해서 기존 금형의 몰드베이스의 재생 또는 재활용이 용이하지 않음을 다음 몇 가지 조건으로 나누어 보았다. 첫째로 성형품의 형상 및 크기에 따라 이젝트 핀의 위치 및 수량이 다르고, 금형 냉각수 구멍의 크기, 위치 그리고, 개소가 다르며, 동작하는 코어의 크기, 위치 그리고, 개소가 다르다. 두번째는 성형부를 이루고 있는 부위에 따라 가공상에 문제가 있고, 성형부위의 기계적 강도 및 광택도를 고려한 특수강 적용을 고정측 코어, 가동측 코어를 고정측 형판 및 가동측 형판에 인서트(insert)하여 사용하여야 한다.

이러한 제한성 때문에, 제품의 성형부인 캐비티와 코어를 구성하는 부분이 형판에 부착되는 방법을 참고하여 기존 형판의 재활용 가능성을 연구하였다. 이를 위해서 성형부의 형판과의 부착방법을 살펴보면 Fig. 2 와 같이 세가지 방식으로 나눌 수 있다. 첫째, (a)와 같이 형판에 성형부를 직접 가공하는 직접 가공식, 둘째, (b)와 같이 형판에 포켓을 가공한 후, 그 포켓 크기에 맞추어 성형부를 인서트 하는 포켓가공 인서트방식, 셋째, (c)와 같이 형판을 완전히 관통 시킨 후 형판의 아래부분에 받침판으로 보강하는 관통 리테이너(Retainer)¹⁰ 방식이 있다. 특히, 관통형(c)의 경우 포켓형(b)보다 가공비의 절감과 조립 공수가 절감되는 이점이 있다.

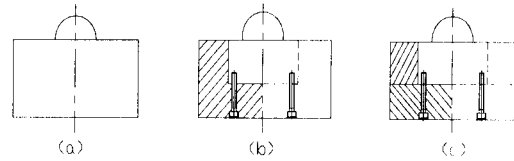


Fig. 2 Types of Core Plate Construction

기존의 설계 방식으로는 금형의 강도상의 문제로 포켓형이 거의 80 ~ 90% 적용되고 있다. 그러나, 금형의 몰드베이스 재활용 측면에서 고려해보면 형판의 여러 가지 가공자국(이젝트 핀 구멍, 냉각수 구멍, 볼트구멍 등)이 남게 되므로 재활용 또는 재생이 아주 불가능하게 된다. 만약, 성형부를 관통형(c) 방법으로 형판에 부착하면 이젝트 구멍, 냉각수 구멍, 볼트 구멍이 형판이 아닌 받침판에 가공되게 되고, 따라서, 받침판만 교체하므로서 몰드베이스 부품의 재활용이 가능하게 된다. 그리고, 성형부를 인서트하게 되면 생산시간이 감소하여, 가공비 및 인건비가 절감되고, 이것은 금형의 원가절감의 요인이 되고, 최근 금형 산업에 요구되는 납기일의 단축이 이루어 질 수 있다. 이런 이유에서 재활용 몰드베이스 구조로 Fig. 2 의 (C)형인 관통형을 선택하였으며, 경제적인 측면에서 사출금형 재활용에 따른 생산원가의 절감과 자원 재활용적인 이점이 있다. 나아가 여러 몰드베이스의 크기에 따라 관통형 코어의 가로, 세로의 크기를 관통형 형판에 맞게 규격화하는 방안을 부가적으로 고려할 수 있었다.

3.2 재활용 금형의 형판구조

재활용 금형 구조를 개발하기 위하여 다음과 같은 4 가지 기준을 설정하여 Fig. 3 과 같이 표준 몰드베이스 규격에 적용하였다.

- 1) 관통 부위의 가로치수(A)는 표준 몰드베이스의 이젝트 플레이트(Eject Plate)의 가로치수와 동일하게 한다(Fig. 1 의 ⑧번 참조).
- 2) 관통 부위의 세로치수(B)는 양쪽 세로 측벽에서 가이드 핀(Guide Pin)의 센터까지의 거리 d 의 2 배인 2d 를 뺀 거리로 정한다.
- 3) 관통부분의 각 모서리 반경 R 은 3030 ~5050 범위에서는 10mm, 6060~8080 에서는 20mm, 9090~100100 에서는 30mm 으로 정하

- 였다.
- 4) 관통 후 형판 변형의 방지를 위하여 가이드 핀의 중앙에 코터(Cotter)를 장 방향으로 설치한다.

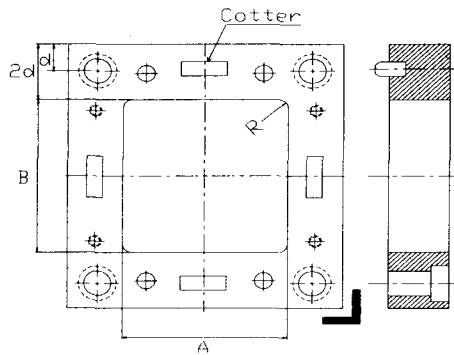


Fig. 3 Structure of Through Mold Plate (Low Plate)

그 외의 몰드베이스 구조는 기존의 표준 몰드베이스와 동일하게 정하였다. Fig. 4는 2매 구성형 재활용 몰드베이스의 구성도를 나타낸 것으로서, 그룹(7)은 재활용시 교체 대상인 성형부를 형성하는 인서트 코어가 있는 가동측 형판과 인서트 캐비티가 있는 고정측 형판을 나타낸다. Table 2는 Fig. 4 구조의 각부의 명칭을 나타낸 것이다.

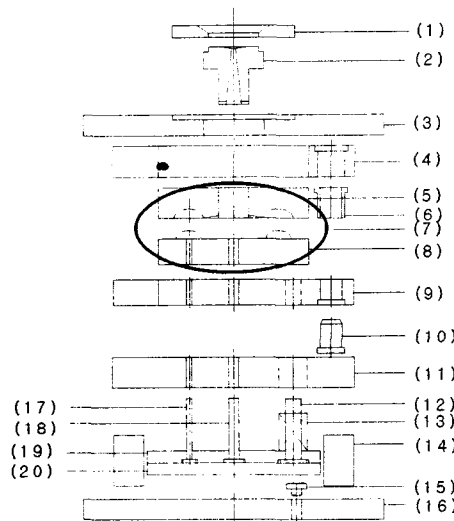


Fig. 4 Two Plate Mold Structure for Recycling

Table 2 Names of Mold Parts

No.	Name	No.	Name
1	Locate Ring	12	Return Pin
2	Sprue Bush	13	Spring
3	Top Clamping Plate	14	Space Block
4	Cavity Plate	15	Stop Pin
5	Cavity Core	16	Bottom Clamping Plate
6	Guide Bush	17	Ejector Pin
8	Core	18	Sprue lock Pin
9	Core Plate	19	Ejector Retainer Plate
10	Guide Pin	20	Ejector Plate
11	Support Plate		

3.3 재활용 몰드베이스 호칭

재활용 몰드베이스의 규격은 표준 몰드베이스의 규격에 관통형상부(포켓부위)의 크기를 포함시켜 호칭토록 한다. 표준 몰드베이스의 형판 크기가 300*300 이면 재활용 몰드베이스에서는 포켓사이즈를 추가하여 300(180)*300(180)으로 그 크기를 나타낸다. 재활용 몰드베이스의 적용범위는 300(180)*300(180)에서 1000(716)*1500(1360)까지의 크기로 설정하였다. 재활용 몰드베이스의 호칭방법은 기존의 생산업체에서 사용되는 표준 몰드베이스의 호칭방법을 준용하여 몰드베이스 타입(사이드 게이트), 호칭치수, 상·하 형판의 두께, 스페이스 블록 높이, 몰드베이스 주문 수량 등으로 표현하도록 한다¹¹. 다음은 그 예를 나타낸 것이다.

S, 30(18)*30(18), 4040, 80, 1

3.4 재활용 몰드베이스 응용 프로그램

재활용 몰드베이스의 규격을 금형설계 및 생산가공에 컴퓨터를 통하여 용이하게 활용할 수 있도록 데이터베이스용 프로그램을 개발하였다. 본 연구의 D/B 화에 채택 개발된 프로그램을 리사이클링(Recycling)과 몰드(Mold)의 이니셜을 합하여 레시몰드(Recy-Mold)라 칭하였다.

이 프로그램은 사용자가 대화창을 이용하면서 몰드베이스의 요소를 선정할 수 있게 하였다. 또한, 이 프로그램에 사용된 프로그램 언어는 오토리스프(Auto lisp)를 사용하여 구동할 수 있게 하였다. 프로그램의 구동순서는 프로그램을 먼저 다운로드 한 후 Auto-CAD 프로그램이 있는 디렉터

리에 설치하고 프로그램내의 메뉴파일로 변화시키면 레시몰드 메뉴가 생성된다.

프로그램의 구성은 오토캐드를 기반으로 하여, 카드상의 일반 메뉴와 동일하며, 재활용 몰드베이스 선정시 오토리스프로 작성된 재활용 규격이 카드 작업화면 상에서 작업 될 수 있도록 데이터 베이스화 되어있다. 기능적인 측면에서 오토캐드와의 연동을 통한 친숙한 작업환경을 위하여 Fig. 5 와 설계자가 재활용 몰드베이스 선정시 대화창을 사용할 수 있게 하였다. 또한, Fig. 6 와 같이 작업자가 선정한 재활용 몰드베이스 파일은 일반 카드 파일과 동일하게 작업할 수 있다. 향후 이런 재활용 형판뿐만 아니라 코어와 캐비티의 크기별 데이터 베이스 구축을 통하여 보다 완벽한 설계 프로그램으로써의 연구가 필요하다.

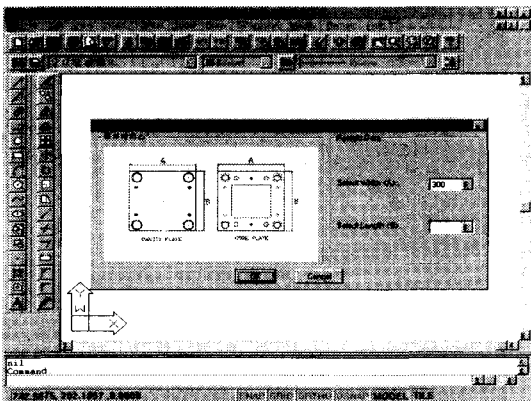


Fig. 5 Recy-Mold Dialog Box

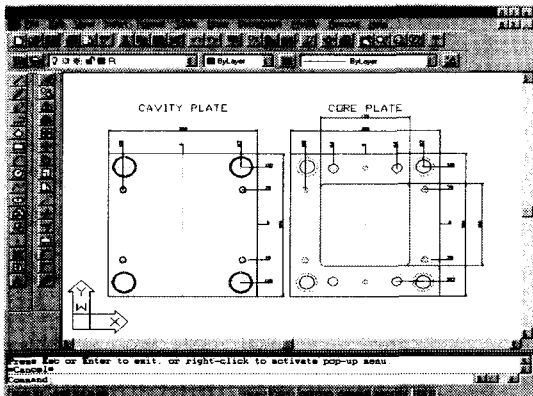


Fig. 6 Recy-Mold Drawing for Designing

4. 사례연구

4.1 대상금형

자동차 부품 전문 업체인 A사에서 사용 수명이 종료된 자동차용 렌즈(Lens) 및 리플렉터(Reflector)를 생산하던 사출금형을 제공받아 그 금형의 성형부를 제거 후 새로운 성형부를 조립하여 재생시키는 시험을 행하였다.

시험 내용은 기존의 폐금형을 이용하여 사출품을 시험 사출한 후의 성형품의 치수와 이 금형을 재활용 구조와 규격으로 재생한 후 시험 사출한 성형품의 치수를 비교 검토한다. 금형 재생시의 캐비티 및 코어 플레이트의 관통 가공은 와이어 컷트 방전가공과 밀링에서의 엔드밀 가공의 2가지 방식으로 가공하여 재생방식을 비교검토하였다. Fig. 7 과 8 은 시험에 사용된 렌즈 금형과 제품을 나타낸 것이다.

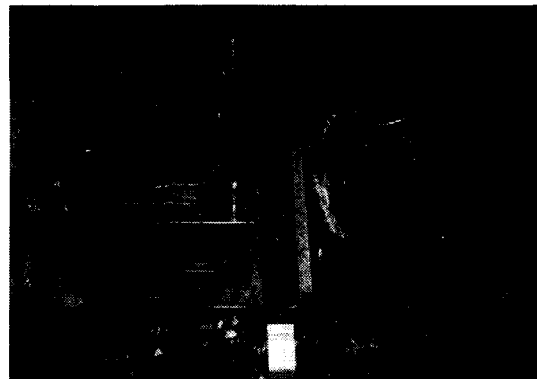


Fig. 7 Recycled Lens Mold

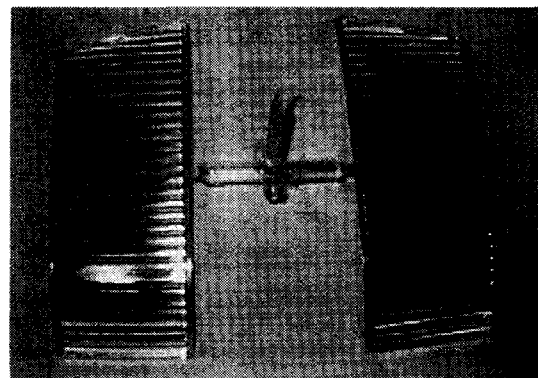


Fig. 8 Lens Products

사례연구는 Fig. 9 와 같은 흐름도에 따라 수행되었다.

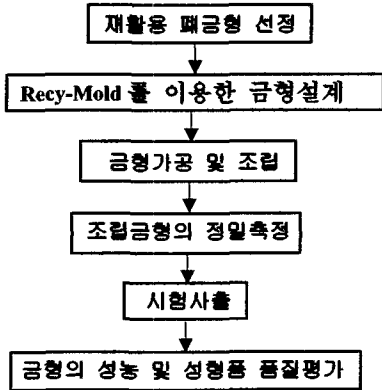


Fig. 9 Flow Chart of Case study for Recycling Mold

4.2 시험 금형의 재생 결과 및 고찰

Table 3 은 플레이트에 관통형 규격을 적용하기 위하여 와이어 컷트와 엔드밀로 가공한 후 성형판의 휨에 대한 결과를 나타낸 것이다. Fig. 10 은 와이어 컷트로 가공된 고정측 형판의 크기와 변형량을 예로 나타낸 것이다.

Table 3 The Distortions of Plates (Unit : mm)

	Cavity Plate		Core Plate	
Size	400(310)× 450(360)		400(310)× 450(360)	
Material	HP-4M		SM50C	
Wire-cut Distortion	Width	0.01 ~ 0.02	Width	0.05 below
	Length	0.01 ~ 0.02	Length	0.05 below
Endmill Distortion	Width	0.01 below	Width	0.01 below
	Length	0.01 below	Length	0.01 below

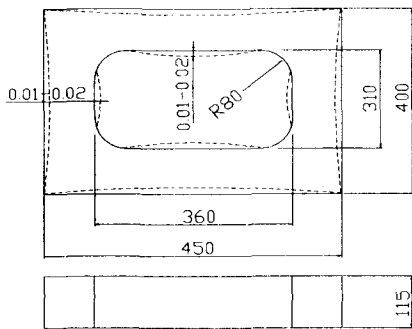


Fig. 10 Cutting Distortions of Cavity Plate

재생 시험된 플레이트의 변형량을 비교하면 캐비티 플레이트의 경우 와이어 컷트 가공시와 엔드밀 가공시가 비슷하였으나, 코어 플레이트의 경우는 와이어 컷트 가공시의 변형량이 엔드밀 가공시의 변형량의 5 배 정도 크게 나타났다. 이는 방전가공시의 고온의 방전열로 인한 방전 가공면과 비가공면사이의 냉각차에 의한 것으로 사료된다. 변형량의 측면에서 엔드밀 가공이 기본적으로 더 유리하나, 가공을 위하여 와이어 컷트 가공을 선택한 이유는 엔드밀 가공이 공수와 생산성면에서 불리하여 와이어 컷트가공의 최적 조건과 공정을 선정하면 경제적임으로 선택하였다.

관통 규격에 의해서 가공된 포켓에 기존의 성형부를 인서트 시킨 후 시험 사출하고 사출된 성형품을 재생 전의 기존 금형에서 생산된 제품과 비교한 결과 성형품의 치수와 형상에는 차이점을 발견할 수 없었다. 이는 렌즈 금형크기의 성형품은 0.01~0.02 의 형판과 인서트 사이의 틈새 변형에 영향이 거의 없는 것으로 사료된다.

본 연구에 따른 향후 연구의 하나로 금형재생시의 가공공정계획과 최소변형을 위한 공정의 표준화 작업에 대한 연구가 필요 할 것으로 사료된다.

5. 결론

본 연구에서는 2 매 구성형 표준 몰드베이스의 재활용 규격을 제안 한 후, 이의 유용성을 확인하기 위한 사례연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 재활용에 적용할 수 있는 몰드베이스의 구조를 확립하였다.
- 2) 재활용 몰드베이스를 이용한 금형설계시 적용할 수 있는 CAD 응용프로그램인 RECY-MOLD 를 개발하였다.
- 3) 사례연구를 통하여 재활용 금형의 유효성을 확인 할 수 있었다.

후 기

본 연구는 한국기계연구원 및 부경대학교 BK21 사업의 지원금에 의한 것입니다.

참고문헌

1. Jack Avery, "Injection Molding Alternatives," HANSER, pp. 1-2, 1998.
2. Kang, Mu-Jin, Hwang, Oh-Hyun, "Backgroundsand Methods for Desing for Environment," Journal of the Korean Society of Precision Engineering. Vol, 20, No. 1, pp. 21-22, 2001.
3. Jeong, Y. D., Song, J. Y., Han, S. R., Je, D. K., "Mold Base Structure and Standardization for Recycling," Proceeding of the Korean Society of Precision Engineering, pp. 373-376, 2000. 10.
4. 유중학, 변성광, 최신 사출금형설계, 동명사, pp. 37, 2000.
5. 유명식, 사출 성형 금형, 기전연구사, pp. 21, 2002.
6. 일본플라스틱가공기술협회 편, 홍명용 역, 사출 금형의 기본과 응용, 기전연구사, pp. 87, 1995.
7. JAPAN MOLD STEEL CO., LTD, "MOLD BASES & COMPONENTS," JMS.
8. D-M-E Company, "Mold Makers Manual of Mold Bases Components and Molding Systems, Volume 1.
9. HASCO, K-Standard Elements, HASCO, pp. 14.
10. Pye, R. G. W., Injection Mould Design, Longman Scientific & Technical, pp. 85-86, 1989.
11. KISHIN corporation, Moldbase Standard, 1998.