

몰드베이스의 재활용을 위한 구조 및 규격화

정영득*(부경대 기계공학부), 송준엽(한국기계연구원), 한성렬(부경대 기계공학과 대학원), 제덕근(제산정공사)

Mold Base Structure and Standardization for Recycling

Y. D. Jeong*(Pukyung National Univ.), J. Y. Song (KIMM), S. R. Han (Graduate School, Pukyung National Univ.), D. K. Je (Jesan Precision Mold)

ABSTRACT

Recently, the life cycle of products is rapidly shortened and then the disposal of the used mold applied in development of a product is a difficult things.

In this study, we proposed a feasibility of the recycling mold base by analyzing of the existing standard mold base. And we developed a D/B program to promote the mold design capability with CAD. Also, we confirmed the possibility of recycling mold base by testing of a used automobile lamp mold.

Key Words : Injection Mold(사출금형), Mold Base(몰드베이스), Recycling(재활용)

1. 서론

최근 소비자들의 구매욕구의 빠른 변화로 인하여 제품의 사용기간이 단축되고, 그에 따른 제품의 빠른 변화가 이루어지고 있다. 또한, 제품의 형태는 복잡 다양한 양상을 띄게 되었으며, 성형용 금형도 그 경향에 부합되게 형상 및 구조가 복잡 다양하게 되었으며, 금형 수명은 급속도로 단축되고 있다.

개발에 사용된 금형은 시간이 흐름에 따라 사용 중지 되거나 폐기되며, 때로는 창고에 방치되고 있다. 이렇게 방치된 금형은 일정기간이 지난 후에는 처분되거나 고철로 활용되기 때문에 금형 관리 및 처리비용이 추가적으로 발생하게 된다. 이러한 문제점에 대해 산업폐기물 및 에너지 과소비 등의 환경 문제와 금형 제작의 효율성 문제를 동시에 고려해야 할 필요가 있다. 이런 필요성 때문에 우선적으로 금형 부품 재활용성을 고려한 사출금형 제작공정 및 환경에 적합한 금형 구조의 모델이 필요하고, 재활용성 및 평가 모형의 개발이 필요하다.

금형재활용에 관한 관련 문헌을 조사해 본바에 의하면 금형 재활용 기술에 대해 국내의 문헌에서 연구결과를 찾을 수 없었으며, 금형 부품 재활용을 고려한 사출금형의 인서트 코어(Insert Core) 및 형판

(Mold Plate)^(1,2)의 설계에 대한 연구가 없다. 사출 금형기술은 이론과 현장 기술이 복합된 현장지향형 복합기술이므로 기술의 노후와 개발이 현장을 중심으로 체계적으로 이루어져 있어야 하나 현실은 그렇지 못하다. 이에 본 연구자들은 생산현장에서 쓰여진 폐금형을 정해진 규격으로 가공한 후, 다른 종류의 성형품에 재활용 적용실험을 행하여 그 타당성을 검토하고, 환경친화적 재생성을 고려한 사출금형의 몰드베이스를 규격화하며 이와 관련된 금형의 재생 기술 및 중고 금형 재활용시스템을 개발하고자 한다.

2. 표준 몰드베이스의 규격

2.1 표준 몰드베이스의 규격

현재 국내에서 몰드베이스를 생산하는 업체는 기신정기, 동협몰드, 영등포특수강정공 등이며, 국외에서는 일본금형재(JMS), 후타바(FUTABA), DME 등이 있다. Table 1은 기존의 표준 몰드베이스에 대한 크기규격 및 타입(Type)을 정리하여 나타낸 것이다. 그중 국내에서 보편적으로 사용되는 몰드베이스를 생산하는 업체는 기신, 동협, 영등포특수강 등이다.

그 중에서 기신 몰드베이스는 여러 생산업체에서 생산하는 몰드베이스와 거의 같은 구조로 되어있으

며, 몰드베이스 종류가 다른 업체가 생산하고 있는 여러 종류의 몰드베이스를 거의 포함하고 있고, 특히, 일본의 후타마에서 생산되는 몰드베이스와 유사한 구조로 되어있다. 따라서, 이번 연구의 주된 몰드베이스 대상을 기신 몰드베이스로 정하였다. 형판의 크기 측면에서는 대형 몰드베이스를 생산하는 동협의 몰드베이스를 기신의 몰드베이스 규격에 추가하여 재활용 몰드베이스의 기준으로 설정하였다.

Table 1 Various Mold Base Size and Type

Maker	Side Gate Plate Size	Mold Base Type
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	
영동포	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	
Maker	Pin Point Gate Plate Size	Mold Base Type
동협	Min 150×150×130	P2, P3, P4 R2, R3, R4
	Max 1000×1500×?	
기신	Min 150×150×130	EA, EB, EC, ED DA, DB, DC, DE
	Max 500×700×685	
영동포	Min 500×500×295	PEA, PEB, PEC, PED PDA, PDB, PDC, PDD
	Max 1000×1300×1050	
JMS	Min 150×200×135	PA, PB, PAX, PBX
	Max 450×600×515	
DME	Min 7 7/8×7 7/8×9 3/4	T
	Max 23 3/4×23 3/4×22 3/4	

3. 재활용 몰드베이스의 구조

3.1 관통형 몰드베이스 구조 선택

제품의 다양화 및 사용기간의 단축에 따른 빈번한 금형 제작이 필요하게 됨에 따라 생산되는 금형의 수 또한 증가하게 된다. 생산된 금형은 수명을 다하여 폐금형으로 성격이 바뀌면 금형의 가치도 하락하게 된다. 그러나, 그 금형을 형성하고 있는 구조는 계속 사용할 수 있는 것이다. 특히, 우리가 필요로 하는 부위는 제품 성형부인 캐비티(Cavity)⁽³⁾와 코어가 있는 상·하 형판을 제외한 몰드베이스 부위이므로, 상·하 형판만 교체하면 기존 금형의 재사용이 가능하게 된다.

캐비티와 코어부를 구성하는 방식은 Fig. 1과 같이 세가지 방식으로 나눌 수 있다. 첫째, Fig. 1의

(a)와 같이 형판에 성형부를 직접 가공하는 직접가공식, 둘째, (b)와 같이 형판에 일정한 포켓을 가공한 후, 그 포켓 크기에 맞추어 성형부를 인서트하는 포켓가공 인서트방식, 셋째, (c)와 같이 포켓에 인서트하는 방식과 유사하게 형판을 완전히 관통시킨 후 원하는 형태의 성형부를 그 관통된 부분에 삽입 후에 그 형판을 고정시키기 위해서 형판의 아랫부분에 받침판⁽⁴⁾으로 보강하는 관통 리테이너(Retainer)방식이 있다.

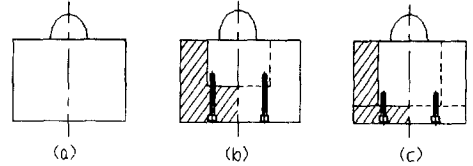


Fig. 1 3Type of Core Plates

본 연구에서는 (c)방식의 형판을 가지는 몰드베이스를 기본구조로 채택하였다. 이 후에 이것을 재활용 금형이라 호칭한다. 재활용 금형에 성형부를 삽입하는 방식은 형판만 몰드베이스 규격과 같이 규칙적인 크기로 제작한 후에는 필요한 성형부만 가공하여 인서트하므로 금형 가공의 용이성과 생산성에 많은 잇점이 있어서, 이렇게 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 구조를 선택하였으며, 경제적인 측면에서 사출금형 재활용에 따른 생산원가의 절감과 자원 재활용적인 측면에서 연구의 필요성을 찾을 수 있다.

3.2 재활용 몰드베이스 구조

현재 국내에서 사용되고 있는 표준 몰드베이스의 분류 형식을 살펴보면 메이커의 상호간의 일정한 기준으로 몰드베이스를 생산하지 않았기 때문에 약간의 차이가 있다. 그러나, 그 구조와 크기는 유사하게 구성되어 분류되고 있다. 따라서, 재활용 금형 구조를 개발하기 위하여 다음과 같은 기준을 선정하였다. Fig. 2는 재활용 규격에 의해 정해진 형판의 구조이다. 관통될 부위의 가로치수(A)는 이젝트 플레이트(Eject Plate)의 가로치수와 동일하게 하였고, 관통될 부위의 세로치수(B)는 세로 측면에서 가장 가까운 가이드 핀(Guide Pin)의 센터의 거리와 동일한 거리를 다시 내부로 확장시킨 후에 다른 선과 연결해서 관통될 부분으로 선정하였다. 관통부분의 각 모서리는 라운드(R10)로 처리하였고, 관통 후 형판의 변형

을 방지하기 하기 위하여 가이드 핀의 중앙에 코터(Cotter)를 장방향으로 설치하였다. Fig. 3은 재활용 몰드베이스의 구성도를 나타낸 것이다. 그 외의 몰드베이스 구조는 표준 몰드베이스와 동일하게 정하였다.

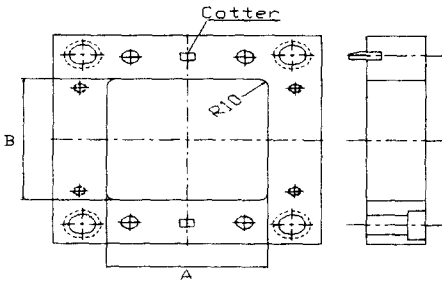


Fig. 2 Structure of Pierced Mold Plate

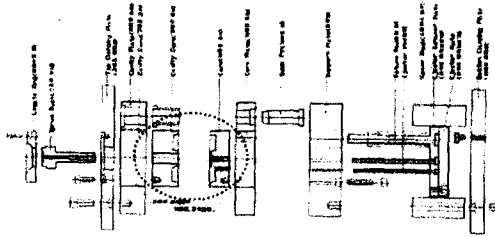


Fig. 3 Configuration of Recycling Mold

3.3 재활용 몰드베이스 규격 및 호칭

재활용 몰드베이스의 규격은 다음과 같다. 표준 몰드베이스의 형판 크기가 300×300이라 하면 재활용 몰드베이스에서는 포켓사이즈를 부가하여 300(178)×300(180)으로 한다. 이것은 다른 구조에서는 변경될 수 있다.

재활용 몰드베이스의 적용범위는 동협 몰드베이스를 기준으로 싸이드 게이트 방식을 채택하는 300(178)×300(180)이상 1000(716)×1500(1360)이하로 설정하였다.

재활용 몰드베이스의 호칭방법은 기존의 표준몰드베이스의 호칭방법을 참고로 하였다. 몇 가지 표준몰드베이스의 호칭방법을 살펴보면 Table 2와 같다. 따라서, 재활용 몰드베이스의 호칭방법을 다음과 같이 결정하였다. 그 호칭방법은 ①몰드베이스 타입(싸이드 게이트, 핀포인트 게이트) ②호칭치수(예, 300(178)×300(180)) ③형판의 두께 ④스페이스 블록 높이 ⑤코터 ⑥몰드베이스 주문 수량 등으로 표현

하고자 하였다.

Table 2 Mold Base Ordering form

생산회사	몰드베이스 주문요령
기신	몰드베이스 타입→ 호칭규격→ 형판두께 → 가이드핀 사양→ 받침판 사양→ 이젝트플레이트 유무
동협	형판의 크기→ 형판두께→ 스페이스 블록 두께→ 몰드베이스 타입→ 주문수
영등포	몰드베이스 크기→ 몰드베이스 타입→ 형판 두께→ 스페이스 블록 높이→ Standard or Special
JMS	게이트 종류→ 형판 타입→ 형판의 폭→ 형판의 길이→ 고정축 형판 두께→ 가동축 형판 두께→ 스페이스 블록 높이→ 가이드핀의 방향→ 금형의 치구 방법→ 핀포인트 씨리즈의 씨포트핀 방법

3.4 표준 몰드베이스와의 차이점

표준 몰드베이스와 관통형 몰드베이스를 비교하면 다음과 같다. 첫째, 금형의 구조적인 측면에서 살펴보면 교체용 코어를 삽입 할 수 있게 형판을 관통형으로 만들었다는 것이다. 둘째, 표준 몰드베이스에서는 구비되어 있지 않는 코터의 사용한 것인데, 이것은 상·형판의 맞춤의 정확도를 기하기 위해서이다. 셋째, 관통형 몰드베이스에는 항상 받침판이 설치된다. 코어를 삽입하고 이를 고정시키기 위해서는 형판의 아랫부분에 받침판을 설치하여야 한다. 이 받침판은 형판의 강도상의 문제를 보완해 주는 기능도 한다. 넷째, 표준 몰드베이스 중에서 가장 작은 것은 150×150(형판크기)인데 관통형 몰드베이스에서는 최소 치수를 300×300으로 하였다. 그 이유는 소형의 형판을 관통하면 관통된 면적이 현저하게 작아져서 경제적으로 도움이 되지 못하기 때문이다.

3.5 재활용 몰드베이스 규격D/B화

재활용 몰드베이스의 규격을 금형설계 및 생산에 컴퓨터를 통하여 용이하게 활용할 수 있도록 D/B용 프로그램을 개발할 필요가 있었다.

이 프로그램은 사용자가 대화창을 이용하면서 몰드베이스의 요소를 선정할 수 있게 하였다. 또한, 이 프로그램에 사용된 프로그램 언어는 오토리스크(Autolisp)을 사용하여 구동될 수 있게 되어 있다. 이 오토리스크는 과거부터 현재까지 설계현장에서 사용되고 있으며, 약간의 오토리스크에 대한 지식을 습득한 후에는 프로그램 사용자가 자신의 작업환경에 적합하게 변형이 가능한 잇점이 있기 때문에 본 연구의 D/B화에 참고로 하였다.

연구개발 된 프로그램을 리사이클링(Recycling)과 몰드(Mold)를 합하여 레시몰드(RECY-MOLD)라 칭한다. 레시몰드의 다음과 같은 구동순서를 거친다.

이 프로그램을 먼저 다운받은 후 CAD 프로그램이 있는 디렉토리에 설치한 후 프로그램내의 메뉴파일을 토화시키면 레시몰드(RECY-MOLD) 메뉴가 생성된다.

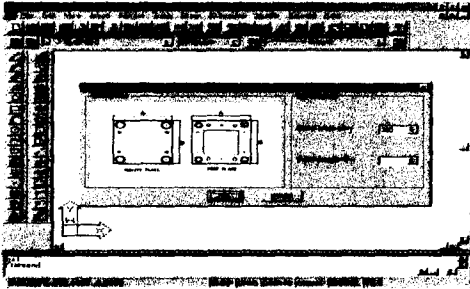


Fig. 4 RECY-MOLD Dialog Box

이 메뉴바에서 몰드베이스의 타입을 설정하면 Fig. 4와 같은 대화창이 열린다. 이 대화창에서 사용자가 원하는 크기의 몰드베이스를 선택하면 프로그램내의 몰드베이스 파일이 Fig. 5과 같이 CAD 화면상에 생성된다.

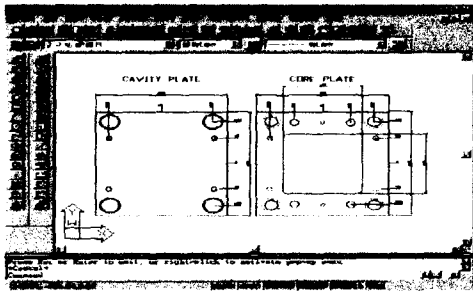


Fig. 5 RECY-MOLD Drawing for Design

4. 적용사례 및 결과

4.1 자동차 부품 금형에의 적용

자동차 부품전문업체인 A사에서 사용 수명이 종료된 자동차용 램프 부품류를 생산하던 사출금형을 제공받아 그 금형의 성형부를 제거한 후 새로운 성형부를 가공하여 재생시키는 실험을 하였다.

실험내용은 재활용 규격이 적용되기 전에 기존의 폐금형의 사출품을 시험 사출한 후 성형품의 치수를 측정한다. 그리고, 재활용 규격을 금형의 형판에 적용시킨 후 다른 형상의 코어를 관통된 금형의 형판에 인서트시키고, 다시 그 형상품을 시험 사출하여 형판의 재활용성을 검토하였다.

4.2 적용 결과

플레이트에 관통형 규격을 적용하여 관통제거가 공을 행한 후의 힘에 대한 결과는 Table 3과 같이 나타났다. 재활용 규격의 적용을 위하여 각 형판은 와이어컷트로서 가공하였고, 가공된 형판에서 발생한 변형은 관통된 안쪽으로 아치형을 만들면서 변형되었다.

코어 플레이트 재질은 SM50C이고 캐비티 플레이트의 재질은 HP-4M로서 그 변형량은 코어 플레이트가 약 3.3~5배정도 크게 나타났다. 이것은 캐비티 플레이트의 재질이 더 경질임을 설명하는 것이고, 변형량은 가공방법의 개선을 통하여 보완이 가능하다.

관통규격에 의해서 가공된 포켓에 다른 성형부틀 인서트 시킨 후 시험사출하고 사출된 성형품을 원금형에서 생산된 제품과 비교한 결과 성형품의 차이점이 없었다.

Table 3 Cutting Distortion for Core and Cavity Plate

	Cavity Palte		Core Plate	
Size	400(310)×450(360)		400(310)×450(360)	
Material	HP-4M		SM50C	
Distortion	Width	0.01~0.02	Width	0.05~0.07
	Length	0.01~0.02	Length	0.05~0.07

5. 결 론

본 연구에서는 기존의 사출성형용 몰드베이스의 구조와 규격을 조사 분석하여 그것을 토대로 적용사례연구를 통하여 재활용 몰드베이스의 구조와 규격을 제안하였으며, CAD를 이용한 금형설계용 D/B프로그램을 개발하였다. 자동차용 램프금형을 대상으로 재활용 몰드베이스 규격에 따라 재생시도를 적용해 본 결과 재활용 몰드베이스의 실용 가능성을 확인 할 수 있었다.

참고문헌

1. 신남호, 이근덕, "플라스틱 금형의 기본과 설계" (주)한국산업정보센터, PP. 35-37, 1997.
2. 유중학, 변성광, "최신 사출금형설계" 동명사, PP. 123-124, 2000.
3. 일본플라스틱가공기술협회 편, 홍명용 역, "사출금형의 기본과 응용" 기전연구사, PP. 99-108, 1995.
4. 조용무, "사출성형이론" 일진사, PP. 279-280, 1995.