

고기능성 생활용기 성형을 위한 대용량 스택금형 개발

신장순[†] · 김유진 · 정귀재 · 황순환 · 허영무 · 윤길상 · 정우철 · 서태일

(주)JMP 기술연구소

(2008. 2. 21. 접수 / 2008. 4. 30. 채택)

Development of large-capacity stack mold for the high-performance household case

Jang-Soon Shin[†] · Eu-Jin Kim · Gui-Jae Jung · Soon-Hwan Hwang · Young-Moo Heo ·

Gil-Sang Yoon · Woo-Chul Jung · Tae-Il Seo

Technical R&D center, JMP, Inc.

(Received February 21, 2008 / Accepted April 30, 2008)

Abstract : In recent, the demand of high-productivity injection mold is increased because of the growth of international packaging market which is induced by an increase of population. The increase of productivity leads to the large-capacity injection molding machine and peripheral devices. For solving this problem, the stack mold which is based on the existing machine and device has researched in advanced countries actively. In this paper, as the preliminary research of stack mold development, the stack mold which has 2 level \times 4 cavity was designed and fabricated. Besides, the motion and structural analysis were performed to verify the stability of developed stack mold.

Key Words : Injection molding, Stack mold, Large-capacity mold, Motion analysis

1. 서 론

전 세계 금형·성형 시장에서 최근 생활용품 금형·성형 시장의 규모가 급격히 확대되고 있다. 북미와 유럽의 생활용품 금형·성형 시장은 가장 오래된 시장으로 많은 인구와 높은 생활수준을 기반으로 꾸준히 성장하고 있으며, 신흥 시장으로 주목받고 있는 중국과 인도는 세계 최대의 인구(중국 : 14억, 인도 : 10억)를 바탕으로 한 엄청난 소비력과 함께 최근 급속한 경제 발전으로 인한 생활수준의 향상으로 생활용품 관련 시장이 크게 확대되고 있는 상황이다. 특히 이들 중국, 인도 등을 중심으로 한 신흥 시장은 양적인 성장은 물론, 세계에서 가장 높은 경제성장률에 따른 생활수준의 향상으로 소비자들의 취향도 점차 선진국과 같이 고급화되면서 제품의 품질만큼이나 다양한 기능과 디자인이 결합된, 고급화된 제품에 대한 수요도 급증하고 있는 추세에 있다. 이렇듯 세계 생활용품 시장은 2000년대 이후 시

장의 급속한 확대에 의한 높은 양적 성장과 더불어, 화려한 디자인과 다양한 기능이 결합된 고품질·고기능성 제품에 대한 질적인 요구 또한 크게 증가하고 있는 상황에 놓여있다. 일반적으로 생활용품 금형은 높은 정밀도보다는 제품의 생산성이 더 중시되는 특성을 가지고 있는데, 이러한 생활용품 금형의 특성과 현재 세계 생활용품 시장의 추세를 고려해 고품질의 고기능성 제품을 대량생산하기 위한 고생산성 금형제작 기술을 확보하는 것이 매우 중요하다. 고생산성 금형으로는 Multi-Cavity(stack mold, 100cavity 이상 대용량금형), Multi-injection (Multi-color, Multi-component), In-mold labeling mold 등이 있는데 이 중 생산성이 가장 높은 금형이 Stack mold 등의 대용량금형이다. 금형의 대용량화는 생산성 향상 및 기업의 경쟁력 강화 등을 위해 유럽이나 북미의 선진금형업체들을 중심으로 오래전부터 연구되어왔으나, 금형의 대용량화는 필연적으로 사출기 및 주변 기기의 대형화와 그로인한

비용 상승 등의 많은 문제를 초래하게 되었다. 이에 유럽과 미국의 선진 금형 회사들은 기존의 사출기 및 주변 system을 활용할 수 있는 compact한 금형에 대한 연구에 초점을 맞추게 되었는데 이렇게 해서 개발된 것이 스택금형(stack-mold)이다. 스택금형은 2개 이상의 단일금형을 결합시켜 제작하는 적층형 금형으로 기존의 금형에 비해 생산성과 경제성 등이 우수한 금형시스템이다. 유럽과 북미의 선진금형업체들은 70년대부터 연구를 시작하여 현재 4Level×96 cavity stack 금형까지 개발하면서 시장을 주도하고 있으며, 최근엔 스택몰드에 인 몰드 라벨링이나 이중사출 금형시스템을 결합시킨 기술집적형 금형시스템으로 변화하고 있는 추세에 있다. 그러나 우리나라의 경우 생활용품 금형분야는 상대적으로 규모가 작은 국내 시장을 겨냥하고 있었기 때문에 고생산성 금형 기술 개발에 대한 관심이 적었으나 최근 생활용품 금형의 수출이 늘어나면서 해외 수요자의 고생산성 금형에 대한 요구에 직면하게 되었고 특히 우리나라 금형의 주요수출국인 중국과 인도에서 고생산성 금형에 대한 수요가 크게 증가하고 있으나 국내업체들의 기술부족으로 유럽, 북미 등의 금형선진국과의 경쟁에 많은 어려움을 겪고 있는 상황이다. 이러한 상황을 고려했을 때 선진국형 기술집적형 고생산성 스택금형 제작 기술 개발이 절실히 요구된다.

본 연구는 대용량 2L×32 cavity CAP Stack mold를 개발, 제작하여 선진국형 생활용품 금형·성형기술을 달성하는데 있다.

2. 스택금형 설계

스택금형을 제작하기 위해 먼저 제품 선정 및 3D 모델링을 수행하였다. 본 연구에서 제작한 Stack mold는 본 社가 개발하여 현재 국내 Y 社에 납품중인 기능성 음료용기의 캡(CAP)이며, 완성된 제품 modeling을 기반으로 고생산성 2Level× 32cavity CAP stack 금형의 3-D modeling 작업을 수행하였다.

본 금형과 같이 다수의 코어가 일괄 조립, 제작되는 대용량 2L 스택금형의 설계에서는 정밀하고 균일한 코어 설계와 최적의 냉각 회로(cooling channel) 설계에 대한 연구가 가장 중요한 요인이다. 64개 이상 다수 코어들과 부품들이 결합되어 제

작되는 대용량 스택금형에서 각 코어들의 정밀도가 균일하지 않을 경우 누적공차로 인해 금형 및 제품의 불량 발생하게 된다. 따라서 개별적인 코어 locking을 통해 누적공차를 해소할 수 있는 설계기술이 필요하다. 또한 대용량 stack 금형의 경우 cavity 수가 대단히 많기 때문에 기존의 냉각설계방식인 다cavity 일괄냉각방식을 사용할 경우 냉각 불균형이 발생하여 성형제품 불량 및 cycle time이 증가하는 등 생산성을 저하시킬 우려가 높다. 본 연구에서는 이러한 문제를 해결하기 위해 냉각회로를 기존의 하나의 라인으로 설계하는 방식 대신 다수의 회로로 분할, 설계함으로써 냉각balance를 맞추고, 제품의 미성형을 방지하였으며, cycle time도 크게 단축시켰다. 냉각 회로의 분할 설계 방식은 금형 내 각 부품 및 주변 기기와의 간섭여부, 가공성 등 여러 변수를 고려해야 하는 고도의 정밀 설계기술이므로, 설계시 냉각 channel에 대한 성형해석 과정을 수행하였고 이 해석 결과를 토대로 최적의 냉각 회로 설계를 수행하였다.

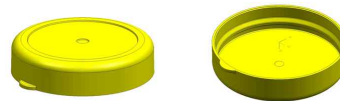


Fig. 1 3-D modeling of 2Level×32cavity stack mold

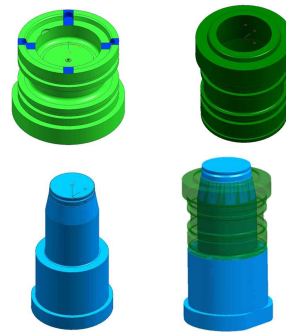


Fig. 2 3-D modeling of cavity, core and stripper for 2Level×32cavity stack mold

3. 스택금형 가공

제품 및 금형의 3-D modeling 공정이 완료된 후 코어 및 각 부품에 대한 정밀 가공 작업을 수행하였다. 높은 정밀도가 요구되지 않고 단순한 형상의 요소부품들은 선반, 연마 등의 과정을 통해 제작되나,

특별히 높은 정밀도와 조도를 요구하는 부분인 코어(core)부분에 대해서는 별도의 CAM 작업으로 가공 data를 생성한 후 고속가공기에서 가공, 제작하였다. 이와 별도로 원판 등 대형 부품들은 M/C에서 가공, 제작하였다.

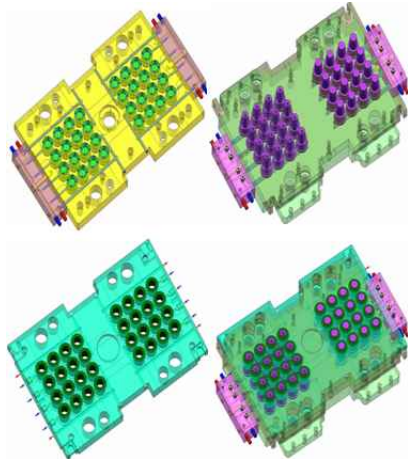


Fig. 3 Cooling design of separation type for 2Level x 32cavity stack mold

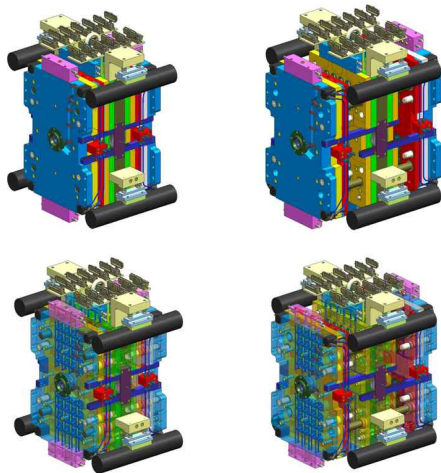


Fig. 4 3-D modeling of 2Level x 32cavity stack mold

4. 스택금형 측정

가공이 완료된 스택금형의 각 부품들 중 특별히 높은 정밀도를 요구하는 Core, cavity, stripper 및 이들과 결합되는 원판들의 가공정밀도를 확인하기

위하여 각 부품의 특징 형상 및 주요 부분에 대한 CMM 측정을 실시하였다. CMM 측정은 본 사 3차원 측정실에서 수행하였으며, 아울러 인천대학교 TIC 내의 공인인증기관인 KOLAS에서 별도로 측정 작업을 수행하여 금형의 정밀도 및 측정 DATA의 신뢰도를 향상시켰다. 각 부분에 대한 측정결과 모두 5.0 μ m 이내로 나타나 양호한 결과임을 알 수 있었다.

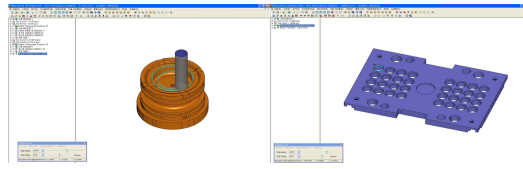


Fig. 5 CAM data for manufacturing 2Level stack mold



Fig. 6 Machining of parts for 2Level stack mold

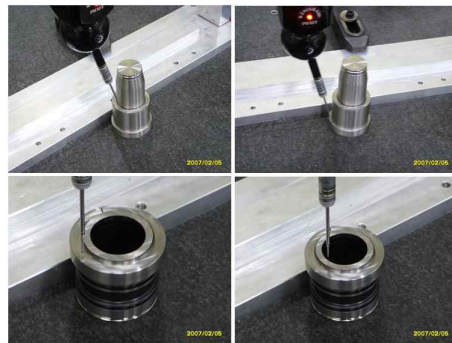


Fig. 7 Measurement of parts for 2Level stack mold

5. 스택금형 조립 및 시성형

금형 Core, cavity, stripper 및 각각의 원판에 대한



Fig. 8 Completed workpiece of 2Level stack mold (2Level x 32cavity)

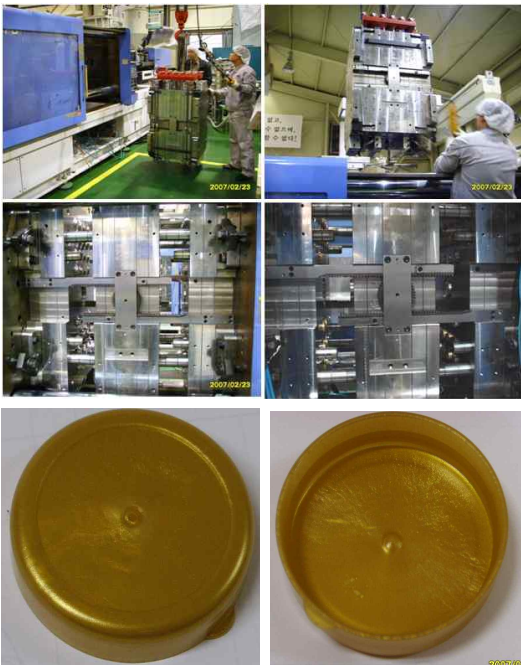


Fig. 9 Prototypical forming of 2Level stack mold

측정과 수정 가공 및 후처리공정이 끝난 후 스택금형의 조립 작업 및 시성형 공정을 수행하였다. 시성형 결과 13초 대로 양호한 결과를 얻을 수 있었다.

6. 결 론

대용량 2Level × 32Cavity 금형을 설계, 제작한 본 연구개발의 결론은 다음과 같다.

- (1) 국내 최고 수준의 고생산성 2Level×32cavity CAP stack mold를 개발하였다. 스택금형을 개발하는 과정에서 얻어진 설계, 해석, 가공 및 측정 등과 관련된 기술 정보들은 향후 대용량 금형 및 고생산성 스택금형 개발을 위한 기반기술로 활용될 것이다.
- (2) 대용량 2Level×32cavity CAP stack mold의 정밀도 및 생산성 향상을 위한 최적의 냉각 설계, 가공 및 조립 기술을 개발하였다. 이러한 기술 개발 과정에서 구조 및 성형 해석 기술 개발 및 적용을 통한 선진국형 엔지니어링 설계기법의 도입으로 설계정밀도 및 신뢰도 강화, CAM 체계화 및 고속가공기의 활용영역 및 역량 강화를 통한 전체적인 가공 기술력과 정밀도 및 생산성 향상 효과를 얻을 수 있었다.
- (3) 대용량 스택금형의 개발로 인도, 동남아시아 등 신흥시장으로의 수출 확대에 의한 매출액 신장 효과가 나타나기 시작했으며, 향후 지속적인 연구개발로 금형의 품질을 향상시킬 경우 더욱 높은 매출액 신장 효과가 나타날 것으로 전망된다
- (4) 향후 4Level 등 초고생산성 스택금형에 대한 추가적인 연구가 필요하다.

후 기

본 연구는 산업자원부에서 주관하는 우수제조기술연구센터(ATC) 기술개발사업의 지원으로 수행되었습니다.