

Progressive 금형의 3 차원 설계 자동화시스템의 개발에 관한 연구

김대영*(인하대 대학원 자동화공학과), 성창영(인하대 대학원 자동화공학과), 이재원(인하대 기계공학부)

A Research on the Development of the 3-dimensional Design Automation System for Progressive Die

D. Y. Kim (Automation Eng. Dept Graduate School, Inha Univ.), C. Y. Sung (Automation Eng. Dept. Graduate School, Inha Univ.), J. W. Lee (School Of Mechanical Eng., Inha Univ.)

ABSTRACT

This paper describes a research on the development of the 3D design automation system for progressive die. Based on knowledge base of expert, this system can carry out design tasks, such as feature recognition of product data, layout design, die set component design. Easy system user interface and 3-dimensional solid modeling could result in time and cost saving.

Key Words · Knowledge base(지식 베이스), Progressive die(순차 금형), Design automation(설계 자동화)

1. 서론

급변하는 시장에서 경쟁력을 갖기 위해서는 자동화 기술을 통한 납기의 단축이 중요하다. 프레스 금형설계분야에서도 작업자의 부족과 인건비 상승, 제품수명 사이클의 단축에 의한 납기단축 등의 요인에 의해 자동화를 통한 생산성 향상에 대한 인식이 높아지고 있다. 또한 설계 자동화를 통해 설계 지식의 체계화와 금형부품의 표준화가 가능하다 블랭킹 또는 피이싱과 같은 전단 가공이나 벤딩 가공의 공정 및 금형 설계는 대부분 숙련된 기술자의 경험과 직관적 판단에 의해 이루어져 왔는데, 이러한 경험을 전산 시스템화 하려는 연구가 많이 진행되고 있다.⁽²⁾⁽³⁾ 기존의 연구의 특징은 대부분 2차원적으로 설계를 하는 연구로서 3 차원 설계 자동화에 대한 연구는 거의 이루어지지 않고 있는 실정이다 3 차원 설계는 설계자의 공간적 해석을 돕고 솔리드 모델로부터 직접 다양한 2 차원 도면을 생성해 낼 수 있으며, 여러 가지 수치 해석이나 NC 프로그램을 자동 생성해 낼 수 있는 많은 이점을 갖고 있다.⁽¹⁾ 이런 이유로 3 차원 설계에 기반을 둔 프로그레시브(progressive) 금형 자동 설계 전문가

시스템 개발에 관한 연구가 블랭킹과 피이싱의 전단 가공에 대해 진행되었으나, 벤딩 가공에 있어서는 아직까지 연구되어진 바가 없다.

본 연구는 블랭킹 및 벤딩 가공을 이용하여 제품을 생산하는 프로그레시브 금형 설계에 관한 내용이다 본 연구에서의 프로그레시브 금형 설계 범위는 레이아웃 설계, 금형 unit 설계, unit 작동부 설계, 펀치 설계, 그리고 다이 세트(set) 설계이다 본 연구에서는 프로그레시브 금형 중 블랭킹 가공과 벤딩 가공을 중심으로 AutoCAD 2000 환경에서 프로그레시브 금형의 3 차원 설계 자동화 시스템을 개발하였다.

주요 연구 내용은 다음과 같다.

- 프로그레시브 금형 설계 지식의 추출
- 제품 도면 형상 입력 및 자동 인식
- 금형 설계 결과의 출력
- System User Interface

2. 프로그레시브 금형의 개요

프레스용 다이의 종류는 대체로 전단 다이, 벤딩 다이, 포밍 다이, 드로잉 다이, 액압 다이, 압

측 다이, 복합 다이, 조합 다이, 프로그레시브 다이 및 기타 특수 다이로 분류된다 이와 같이 많은 종류의 다이 중에서, 프로그레시브 다이는 작업의 높은 능률과 경제성을 보장할 수 있는 연속 생산용 프레스 다이이다. 이들 프로그레시브 다이 중에는, 처음에 재료에 구멍뚫기와 노칭을 하여 보내고 이어서 절단 또는 블랭킹함으로써 가공을 완료하는 투 스텝 다이(two-step dies) 또는 탠덤 다이(tandem dies)라고 하는 가장 간단한 것으로부터, 20 스테이지(프로그레시브 다이에 싸 넣어진 각 가공의 다이 위치를 스테이지라 한다)이상으로 되는 다이까지 여러 가지가 있다. 프로그레시브 다이의 특징은 스트립이 다이를 통해 진행해 갈 때, 각 스테이지에 배열되어 있는 각종 목적의 가공 다이에서 프레스 램의 1 스트로우크에 동시에 가동되어, 계속 이어지는 작업으로서 연속하여 가공되는 방식이다.⁽¹⁰⁾⁻⁽¹¹⁾

3. 시스템의 설계 및 개발

3.1 시스템의 구조 및 기능

시스템의 구조는 지식 베이스, User Interface, 금형 단계별 설계 모듈 등으로 구성된다. 금형의 설계 순서는 Fig. 1 에서 보는 바와 같이 제품형상 및 제품소재 입력, 스트립 레이아웃 설계, 금형 유닛(unit) 설계, 유닛 작동부 설계, 펀치 설계, 다이 세트(set) 설계, 도면 생성 및 부품도 출력으로 이루어져 있다

3.2 제품 특징 형상 및 제품 소재 입력

3.2.1 블랭킹 제품 특징 형상 인식

금형 설계를 위해서 사용자는 우선 제품의 특징 형상을 입력해야 한다. 제품의 CAD 도면으로부터 엔터티 특징 형상 정보를 수동으로 추출해 시스템에 입력하는 연구가 있었으나, 본 연구에서는 CAD 도면을 직접 입력받아 이로부터 자동으로 엔터티 형상 정보를 추출한다

3.2.2 벤딩 제품 특징 형상 입력

벤딩 가공시 제품 특징 형상을 입력하는 방법으로는 2 차원 도면을 이용한 자동입력 방법도 있겠지만, 벤딩 타입의 경우 대부분 몇 가지 분류로 나누기 때문에 가공하고자 하는 벤딩 타입을 선택한 후, 타입 별 형상 파라미터를 입력하는 수동입력 방식을 택하였다 몇 가지 주요한 벤딩 타입을 Fig 2와 같이 분류한다 Fig. 3은 벤딩 특징 형상을 수동으로 입력하는 예이다

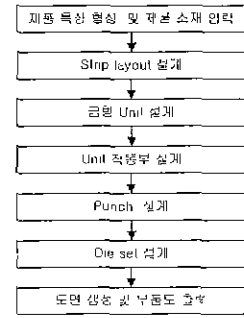


Fig. 1 Progressive die set design steps

3.2.3 제품 소재 입력

표준 제품 소재의 재료명, 기호, 전단력에 대한 데이터베이스를 구축하여 선택하도록 한다

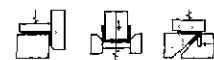
3.3 스트립 레이아웃 설계

스트립 레이아웃(strip layout)설계는 스크랩(scrap) 설정, 스테이지(stage) 수 결정, 레인(lane) 수 결정, 제품 형상 매치, 피어싱 홀(piercing hole) 및 파일럿 홀(pilot hole) 선택, 노칭(notching) 타입 선택 등을 결정하는 일련의 과정을 포함하는 단계로서 금형설계에서 핵심이 되는 부분이다

3.3.1 스테이지 수 결정

3.3.1.1 블랭킹 가공의 경우

블랭킹 제품의 가공에 필요한 스테이지의 수는 피어싱(piercing), 파일럿팅(pilotng), 블랭킹을 위해 최소한 3 개 이상이 필요하다 본 연구에서는 3 개를 기본으로 하여 스테이지의 추가가 가능하다.



(a) Three basic type



(b) Extended L type



(c) Extended U type



(d) Extended CAM type

Fig. 2 Classification of bending type

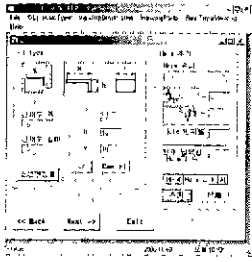


Fig 3 Bending data input

3.3.1.2 벤딩 가공의 경우

벤딩 제품의 경우 필요한 스테이지의 수는 벤딩 타입에 따라 달라지는데, Fig 4 와 같이 피어싱, 파일렛팅, 노칭, 필요한 벤딩 공정 수, 파팅(parting) 등을 고려해 결정하게 된다. 이때 각각의 스테이지에 설계변경을 고려해서 여유(idle) 스테이지를 두는 경우도 가능하다

3.3.2 노칭 타입 선택

벤딩 가공의 경우 Fig 5 에서 보는 바와 같이 현재 2 종류의 노칭 타입을 고려하였다. 각각의 경우에 해당하는 치수를 파라미터화 하여 입력한다.

3.4 금형 유닛 설계

금형 유닛(unit)은 Fig. 6 에서와 같이 금형 유닛을 체결하는 펀치홀더, 펀치를 안내하고 스크랩을 제거하는 스트리퍼 그리고 다이의 세 부분으로 구성되어 있다.

3.4.1 다이 설계

제품 레이아웃 설계가 끝나면 다이에 작용하는 힘을 계산하고 이를 이용하여 다이의 크기, 두께, 재질을 결정하게 된다.

3.4.2 스트리퍼 설계

스트리퍼의 두께는 블랭킹 힘과 스트리퍼 소재의 전단 응력을 이용하여 결정하고 폭과 너비는 다이와 같게 한다

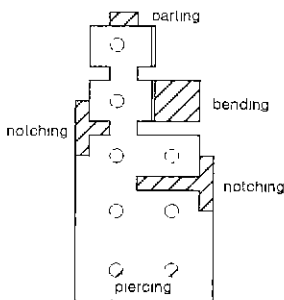


Fig 4 An example of bending design

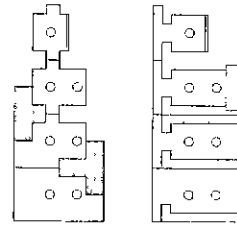


Fig. 5 An example of notching type

3.4.3 펀치홀더 설계

펀치홀더의 두께는 스트리핑(stripping) 힘을 이용하여 결정하고, 폭과 너비는 다이와 같게 한다.

3.4.4 볼트 설계

KS 규격의 볼트를 데이터베이스화하여 스트리핑 힘과 볼트 소재 인장 응력을 고려하여 볼트의 규격과 위치를 자동으로 결정해 준다

3.5 유닛 작동부 설계

3.5.1 가이드 핀 설계

가이드 핀은 펀치가 다이와 형합(型合)을 이룰 때에 위치를 안내한다. 가이드 핀의 지름은 프레스 힘과 스프링 소재의 전단 응력을 이용하여 계산하며, 위치는 다이 외곽에 대칭으로 위치시킨다.

3.5.2 스프링 설계

스프링은 작동량이 충분한 사양으로 KS 스프링 규격을 데이터베이스 화하여 선택하도록 한다.

3.6 펀치 설계

펀치 클리어런스(clearance)와 길이를 자동으로 계산한다

3.7 다이 세트 설계

다이 세트 설계에서는 가이드포스트를 선정하고 bottom 홀더와 upper 홀더의 크기 및 두께를 정한다.

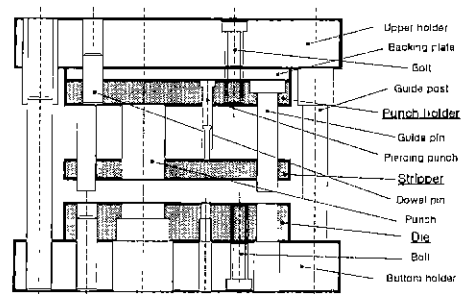
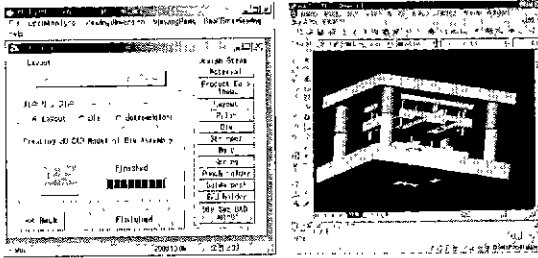


Fig. 6 Side view of die set unit



(a) System user interface (b) AutoCAD program

Fig. 7 An example of system running

3.8 금형 조립도 및 부품도 출력

금형 설계가 완료되면, Fig. 7(b)에서 보이는 바와 같이 3 차원의 금형 조립도가 출력되고 부품도 또한 자동으로 생성된다

3.9 자동 치수 기입

주요부품의 도면을 자동으로 출력한다. 내부 부품의 경우 조립도에서는 기준점만 표시하고, 부품도에서 이 기준점을 상대 좌표계의 원점으로 해서 치수를 표시한다.

3.10 시스템 User Interface 구성

Fig.7 에서 보는 바와 같이 설계자는 개발 시스템과 AutoCAD 를 동시에 띄워놓고 단계별 설계 결과를 확인해 가며 작업하게 된다. 개발 시스템의 구성 중 오른쪽 부분에는 각 설계 단계를 표시하여 전체 설계 단계 중 현 설계 단계의 위치를 한눈에 볼 수 있다. 위에서부터 차례로 한 단계씩 진행되며, 의사 결정이 이미 끝난 선행 단계로의 직접 이동 및 수정이 가능하다.

5. 검토 및 결론

본 연구는 프로그래시브 금형의 솔리드 모델링 (solid modeling) 기반의 3 차원 설계 자동화 시스템의 구현이다. 주요 연구 결과는 다음과 같다.

- 금형 설계 전문가의 설계지식을 지식 베이스화 하였다.
 - 블랭킹 제품 도면의 형상 자동 인식, 밴딩 제품의 타입별 형상의 수동 입력을 구현하였다. 이때 밴딩 공정 순서가 동시에 결정된다.
 - 시스템 user interface 를 통한 설계인자의 대화식 입력 방식을 구축.
 - 프로그래시브 금형의 3 차원 조립도 및 부품도의 출력이 가능하다.
- 향후 연구과제는 다음과 같다.

- 밴딩 도면 형상의 자동인식 기능 추가.
- 단자 등 특수한 밴딩 형상을 갖는 제품을 위한 복합 밴딩 처리 기능.
- 블랭킹, 피어싱, 밴딩 뿐만 아니라 버어링 가공, 슬리팅 가공, 엠보싱 가공, 비이딩 (beading)가공 등의 다양한 후가공 기능의 추가.

참고문헌

- 1 Nanua Singh, "Computer-Intograted Design and Manufacturing," John Wiley & Sons, Inc , 1996.
- 2 최재찬, 김병민, 조혜용, 김철, "스태이터 및 로터의 블랭킹 및 피어싱에 관한 자동화된 금형설계 시스템," 한국 정밀공학회지, 제 14 권, 제 5 호, pp 22 - 33, 1997
3. 박상봉, "디프 드로잉 트랜스퍼 금형의 설계 및 제작에 있어서 전문가 시스템," 한국 CAD/CAM 학회 논문집 제 4 권, 제 1호, pp. 52 - 59, 1999.
- 4 박상봉, "진공형광소자 전극의 극박판 프레스 금형 자동설계 전문가 시스템," 한국 정밀공학회지, 제 15 권, 제 5 호, pp. 50 - 58, 1998.
5. 박상봉, "브라운관 전자총 전극 부품의 프로그램 시브 금형 자동설계 시스템에 관한 연구," 한국 정밀공학회지 97 년도 春季學術大會論文集, pp. 703 - 707, 1997.
- 6 이춘만, 이승훈, 양동열, "평금형을 통한 열간압출의 공정 및 금형설계용 전문가 시스템 개발에 관한 연구," 한국 소성가공학회지, 제 4 권, 제 4 호, pp. 322 - 334, 1995.
7. 조용무, Wang, K.K, "카드 환경에서 플라스틱 사출 금형 설계 시스템의 개발," 한국 정밀공학회지, 제 15 권, 제 2 호, pp 68 - 74, 1998.
- 8 이상민, "순차이송형 프레스 금형의 자동설계 및 가공에 관한 연구," 연세대학교 산업대학원 기계공학과 석사논문, 1992.
9. Schaffer, G, "Computer design of progressive dies," Am. Mach Vol. 22, 1971.
10. 金世煥, "Progressive 金型設計," 機電硏究社, pp 13 - 23, 1987.
11. 金世煥, 辛榮夏, "프레스 金型の 細部 設計法," 機電硏究社, 1989.