論文 한국정밀공학회지 제 7 권 제 3 호 1990. 9
Journal of the Korean Society of Precision Engineering Vol. 7, No 3 Sep. 1990

PC에 의한 디이프 드로잉 금형설계의 자동화에 관한 연구

최 재찬*, 김 병민*, 허 만조**, 김성원***

A Study on Tool Design of Deep Drawing Using Personal Computer

Jae-Chan Choi*, Byung-Min Kim*, Man-Jo Huh**, Seong-Weon Kim***

Abstract

This paper describes a computer aided tool design system of deep drawing of cylindrical cups with or without flange by press. An approach to system is based on knowledge based system.

The computer program has written in basic language with personal computer Knowledges for tool design are formulated from the plasticity theory, handbooks, experimental results and empirical knowhow of the field experts.

The capabilities of developed system include 1) the selection of tool structure(with or without blank holder, single or double action, lift up or draw off type), 2) the design of tool elements(punch/holder, die/holder etc.) for the previous selected tool structure by the process planning output and the production quantity.

The final output is generated in graphics form for design sheet.

* 정회원 부산대학교 기계설계과
** 정회원 인천전문대학 기계설계과
*** 부산대학교 대학원

1. 서 론

금형이란 재료의 소성, 전연성, 유동성 등을 이용하여 재료를 소성가공하므로써 제품을 생산하는데 필요한, 금형 재료를 소재로 하여 설계 및 제작된 형틀을 말하며 프레스 금형, 프라스틱 사출성형 금형, 단조형 금형, 주조용 금형 등으로 구분된다. 이 중에서 프레스 금형이란 열간 및 냉간 압연가공으로 생산되는 판재인 블랭크에 영구변형을 주어 목적하는 형상을 얻는 가공방법인 프레스 가공의 공구이다.

가전제품, 자동차 및 항공기산업등의 거의 모든 공업제품의 생산에 중추적인 역할을 차지하고 있는 프레스 금형은 전형적인 다품종 소량 생산 품목으로 그 제작 비용은 날로 높아가고 있다.

또한 금형의 고정도화 및 납기단축에 능동적으로 대처하기 위해 금형설계에 컴퓨터 기술을 도입해야 할 필요성이 크게 대두되고 있으며, 실제로 금형 설계는 금속성형가공의 CAD/CAM 시스템 구성에 가장 중요한 부분을 차지하고 있다. 따라서 이러한 추세에 따라 1970년에 들어 프레스 금형용 자동설계 시스템의 연구가 활발하게 진행되어 왔다. M. Tisza[1]에 의해 원통과 사각통 디이프 드로잉의 CAD/CAM 시스템이 개발되었으며, R. X. YU[2] 등은 마이크로 컴퓨터에서 블랭킹 다이의 CAD 시스템을 개발하였다.

최근에는 지식베이스와 인공지능에 기초한 자동공정계획 및 금형설계 시스템에 관한 연구가 활발히 진행되고 있으며 이 방법은 공정 및 금형설계의 자동화에 아주 적합한 것으로 알려져 있다. G. Eshel[3]은 축대칭 디이프 드로잉에 관한 AGFPO 시스템을 개발하였으며, 냉간단조용 전문가 시스템으로는 T. Altan[4]이 개발한 시스템이 있다.

국내에서도 본 연구진인 J. C. Choi[5-9] 등이 냉간단조 전용 공정 및 금형설계 프로그램의 개발과 디이프 드로잉 공정설계에 대한 프로그램을 개발하여 이미 생산 현장에서 유용성을 인정받고 있으며, 특히 이들 프로그램은 국내 대부분의 금형업체가 규모가 영세한 점을 감안하여 퍼스널 컴퓨터용으로 개발한 것이 특징이다. 그러나 이미 개발된 디이프 드로잉용 금형 설계 CAD/CAM 시스템들은 공정설계 결과와 관련하여 다양한 형태의 금형구조를 채택하지 못하고 일률적으로 한가지 금형구조만 사용하였기 때문에 각종 금형구조에 따른 펀치/홀더, 다이/홀더, 그리고 블랭크 홀더등과 같은 금형요소 설계가 다양하게 이루어지지 못하고 있다.

본 연구에서는 중소물형 원통컵에 대하여 최종 제품의 크기와 형상 소재 재질 및 생산개수등을 입력시키면 각 공정에 적절한 초드로잉과 재드로잉, 블랭크 홀더의 유무, 리프트 업(Lift up)식과 드로 오프(Draw off)식, 단동식과 복동식등과 같은 금형구조를 선정하고, 선정된 금형구조에 따른 펀치, 다이등을 포함하는 약 15종류의 금형요소들을 자동적으로 설계하여 출력시키므로서 경험없는 설계자라도 숙련자와 같이 금형설계를 할 수 있는 전문가 시스템인, 자동금형설계 프로그램을 지식베이스(Knowledge base)에 기초를 두어 개발하였다.

2. 금형설계 지식베이스

디이프 드로잉 성형공정은 냉간단조와는 달리 가공중에 높은 압력 및 하중이 요구되지 않기 때문에 가공에 필요한 금형의 강도계산등은 크게 문제가 되지 않는 반면에, 블랭크인 판재의 특성상 성형가공중에 주름살(Winkling)의 발생을 방지하기 위한 블랭크 홀더력의 계산 및 채용 여부, 제품의 특성과 치수에 따른 적절한 금형구조의 선정등에 고도의 경험과 기술이 요구된다. 본 금형설계 시스템에서는 먼저 공정 순서에 따른 초드로잉용 금형과 재드로잉용 금형과 같은 금형구조를 분류하고, 각 구조에 따른 다이, 펀치와 같은 금형요소를 기술지식과 경험지식을 통하여 설계하였으며, 금형설계의 지식 베이스는 소성역학이론, 각종 핸드북 및 관련 서적[10-16], 생산현장 전문가의 경험적 지식에서 추출하여 보편적이고 합리성이 부여된 사항에 대하여 규칙 베이스(Rule base)로 구축하였다. 금형요소의 설계규칙은 펀치/홀더, 다이/홀더 그리고 블랭크 홀더 등과 같이 중요한 요소에 대해서만 언급하였다.

2.1 일반규칙

규칙 1) 드로잉제품은 정해진 작업순서에 따라 제작되며 한 드로잉이 이루어지는 단계를 새로운

작업단계라 한다.

규칙 2) 작업순서에 의한 각 공정단계는 그 다음 단계로 드로잉이 가능하도록 설정되어야 한다.

규칙 3) 한 작업공정이 작업가능한 범위로 정의되면 반드시 그 공정에 제작 가능한 금형설계가 필요하다.

규칙 4) 컵의 기하학적 형상이 요구된 최종의 것이 아니면 중간 단계로서 최적 가공조건에 따른 공정설계 및 금형설계가 필요하다.

규칙 5) 금형설계는 공정설계로부터 얻은 작업순서에 따른 공정수와 동일 회수만큼 수행되어야 한다.

규칙 6) 드로잉 제품의 제작은 반드시 초드로잉용 금형에서 시작된다.

규칙 7) 드로잉 제품의 금형은 공정의 역순으로 설계, 제작, 검사, 수정하고 생산은 공정순서에 따른다.

규칙 8) 금형부품이 최대인장 및 압축강도를 초과하면 국부파손이 예상된다.

규칙 9) 금형에 파손이 발생하면 드로잉작업이 안된 것으로 한다.

규칙10) 파손된 금형에 의한 드로잉은 기하학적 형상에 못미친다.

규칙11) 펀치, 다이 및 소재의 중심은 일직선 위에 있어야 한다.

규칙12) 극히 작은 드로잉 제품은 펀치직경이 가늘어서 파손되기 쉬우므로 펀치 재료를 보강한다.

규칙13) 축대칭 제품은 원형컵에 속하고 펀치와 다이의 형상은 원형이다.

2.2 블랭크 및 공정설계 관련 규칙

규칙 1) 플렌지 있는 컵제품은 최종 플렌지를 첫공정에서 얻도록 설계한다.

규칙 2) 제품의 총표면적과 트리밍 여유를 고려한 면적의 합은 블랭크의 표면적과 일치한다.

규칙 3) 축대칭컵이 드로잉 되는 블랭크의 초기형상은 원형이다.

규칙 4) 플렌지 있는 제품의 귀(Earing) 발생에 의한 트리밍 여유는 플렌지 부분의 트리밍 여유로 계산한다.

규칙 5) 다단계 드로잉이 도입되면 최종컵을 제외하고 각 중간단계에서의 한계드로잉률과 현재 드로잉률의 비가 같도록 최적 공정분할하여 다이와 펀치의 치수와 형상을 정한다.

규칙 6) 초드로잉 및 재드로잉에서 최대로 드로잉 할 수 있는 한계드로잉률 및 한계 재드로잉률의 값은 펀치 및 다이의 치수와 형상의 결정에 연관된다.

규칙 7) 역재드로잉에서의 한계 드로잉율은 두께에 따른 한계 직경 감소률에 의해 결정된다.

규칙 8) 계산된 초드로잉 및 재드로잉률이 한계드로잉률보다 각각 크면 중간 단계 금형설계가 필요하다.

2.3 금형구조 선정규칙

규칙 1) 블랭크에서 중간형태로 드로잉하는 과정은 초드로잉의 금형설계가 필요하다.

규칙 2) 초드로잉된 단계에서 다음 단계의 드로잉은 재드로잉의 금형설계가 필요하다.

규칙 3) 재드로잉의 공정수를 줄일 수 있고, 변형형태가 역재드로잉 공정에 의해서 완성될 수 있으면 역재드로잉으로 한다.

규칙 4) 역재드로잉 금형의 다이 가장자리 윤곽반경이 블랭크 두께의 10배 이상이고, 10㎜ 이상이면 역재드로잉이 유용하다.

규칙 5) 초드로잉 공정설계에서 블랭크 홀더 하중이 0보다 크면 블랭크 홀더 가진 금형을 선택하고, 0이면 블랭크 홀더 없는 금형을 선택한다.

규칙 6) 시제품이나 200개 미만의 극소량 생산일 때는 고정식 블랭크 홀더를 사용하고 그외는 가동식 블랭크 홀더를 사용한다.

규칙 7) 고정식 블랭크 홀더 금형은 제품이 블랭크 홀더에 간섭하므로 리프트업 금형에서는 사용할 수 없다.

규칙 8) 재드로잉 금형은 가동식 블랭크 홀더만 사용한다.

규칙 9) 제품 바닥 모양내기, 제품의 바닥면의 평탄도가 요구되거나, 프렌지를 갖는 제품은 반드시 리프트업 형식을 채택해야 한다.

규칙10) 원통컵 직경이 150㎜ 이하인 제품을 블랭크

홀더 있는 금형으로 작업시는 단동식 공정으로 한다.

규칙11) 단동식 드로잉이 어려우면 복동식으로 고려하여야 한다.

2.4 금형요소 설계규칙

2.4.1 펀치 설계규칙

규칙 1) 펀치 모서리반경(Radius)에 의해 굽혀진 컵의 입구 부분 두께가 매우 얇아지는 것을 방지하기 위해서는 펀치 모서리반경과 직경의 비가 한계값보다 커야 한다.

규칙 2) 계산된 펀치 모서리반경과 두께의 비(PRT)가 한계값보다 작고 PRT를 결정하는 펀치 모서리반경이 최종 드로잉 한계내이면 중간 단계 컵 설계는 최적펀치 모서리 반경으로 하고 최종 드로잉시에 제품 펀치 모서리반경대로 재드로잉 한다.

규칙 3) 최적 펀치 모서리반경은 한계 다이 모서리반경 만큼은 중요하지 않으나 다른 변수들과의 관계를 감안하여 가능하면 작은 모서리반경을 취한다.

규칙 4) 펀치 모서리반경은 최소한 다이 모서리반경보다는 커야 하고, 펀치직경의 3분의 1 이하이어야 한다.

규칙 5) 제품의 펀치 모서리반경이 최적 펀치 모서리반경보다 작으면 리스트라이크 공정에서 제품의 펀치 모서리반경 치수를 얻는다.

규칙 6) 소재두께가 두꺼울수록 심한 두께감소를 피하기 위해 펀치 모서리반경을 크게 하거나 완만한 포물선으로 한다.

규칙 7) 판두께가 얇고 제품직경이 크면 경사펀치가 유용하다.

규칙 8) 펀치의 직경은 제품의 직경에서 다이틈새값을 뺀 값이다.

2.4.2 다이 설계규칙

규칙 1) 원통의 수직벽상에 긁힘(Galling)을 방지하기 위해서는 계산에 의한 다이직경대 다이 모서리반경의 비(DRR)가 한계값(LDRR)보다 작고 다이 모서리반경대 두께의 비(DRT)가 한계 값(LDRT)보다도 크도록 결정해야 한다.

규칙 2) 정확한 다이 모서리반경이 주름잡힘(Puckering)의 증대에 크게 영향을 끼치지는 않지만 작업하중을 최소화하기 위해 가능한 한 큰 값을 취한다.

규칙 3) 다이 모서리반경이 크면 드로잉 하중은 낮고, 드로잉률은 높게 되지만 지나치면 컵상부 가장자리에 주름(Puckering)이 발생한다.

규칙 4) 다이 모서리반경은 재드로잉을 계속할 때 일정비로 감소한다.

규칙 5) 플랜지가 있는 다이 모서리반경은 플랜지 없는 경우보다 2배 더 크게 한다.

규칙 6) 컵의 상단부의 확장으로 경사 또는 구속받지 않는 경사부의 주름발생을 방지하기 위해서는 다이 틈새가 최적값보다 커서는 않된다.

규칙 7) 다이 틈새의 최적값은 재질 및 소재두께에 의해서 정해진다.

규칙 8) 다이 틈새가 너무 작으면 아이어닝(Ironing)이 발생하며 드로잉하중의 증가로 균열이 발생하기 쉽다.

규칙 9) 다이 베어링면은 과열부착(Seizure) 방지를 위해 가능한 짧게 한다.

규칙10) 다이의 외경은 블랭크의 외경에 20㎜를 더한 값이다.

2.4.3 블랭크 홀더 설계규칙

규칙 1) 주름 방지를 위한 최소한의 압력이 가해져야 한다.

규칙 2) 균열 방지를 위해서 최대 범위내의 압력이 가해져야 한다.

규칙 3) 계산된 플렌지의 두께와 폭의 비(FTR)가 최대 한계값(LFTR)보다 크면 블랭크 홀더는 고려하지 않는다.

규칙 4) 드로잉률이 심할 때는 블랭크 홀더에 5~8의 테이퍼를 붙여서 드로잉이 원활하게 해야 한다.

규칙 5) 윤활재의 점도가 높을 수록 블랭크 홀더의 압력을 크게 해야 주름 발생이 방지된다.

규칙 6) 블랭크 홀더의 외경은 다이의 외경과 같다.

규칙 7) 블랭크 홀더의 내경은 펀치직경에 1㎜를 더한 값이다.

규칙 8) 초드로잉 블랭크 홀더의 높이는 제품직경이 80㎜ 이상인 경우 20㎜이고, 80㎜ 미만인 경우는 15㎜로 한다.

2.4.4 기타 주요 금형요소 설계규칙

규칙 1) 펀치 홀더와 다이 홀더는 KS 표준규격을 사용하며 펀치 및 다이 외경보다 20~40㎜ 큰 호칭치수를 선택한다.

규칙 2) 생크(Shank)의 치수는 사용 프레스 시방에 의해서 결정한다.

기타 자세한 규칙이 있으나 본 논문에서는 생략한다.

3. 금형설계 시스템의 구성

본 연구의 금형설계 시스템은 Fig. 1과 같이 네개의 주모듈로 구성된 통합 시스템으로 구성되어 있으며 블랭크 모듈과 공정설계 모듈은 본 연구진이 이미 개발한 프로그램을 이용하였으며 금형설계 모듈과 인터페이스 시켰다. 이들 모듈들은 16bit 퍼스널 컴퓨터에서 BASIC언어로 프로그램되었다.

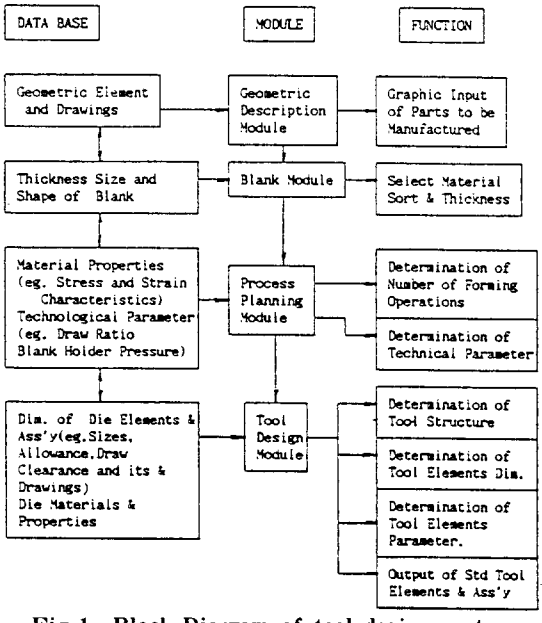

Fig. 1 Block Diagram of tool design system

Fig. 1에서의 마지막 모듈인 금형설계 모듈은 Fig. 2와 같이 다시 금형구조 선정 모듈, 금형요소 설계모듈, 출력모듈등의 세개의 부모듈로 구성되어 있으며 이 금형설계 모듈은 전체 금형설계 시스템에서 독립되어 수행될 수도 있는 핵심 모듈이다. 각 모듈의 기능은 다음과 같다.

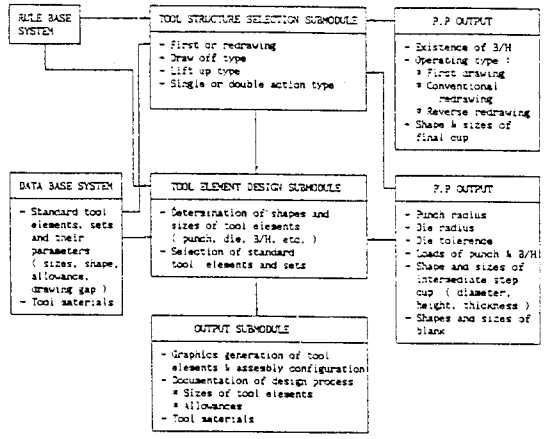

Fig. 2 The Detailed Block Diagram of Tool Design Module

Fig. 2 The detailed block diagram of tool design Module

3.1 부품묘사 입력모듈

이 모듈은 금형설계 시스템의 기초입력 부분으로서 이곳을 통하여 가공 부품의 기하학적 형상 및 치수, 재질등이 정의되며 이들 데이타는 다음 모듈인 블랭크 모듈과 공정설계 모듈로 보내진다. 또한 입력되는 생산수량은 금형설계 모듈에서 금형구조 선정 부모듈로 보내진다.

3.2 블랭크 모듈

이 모듈은 다양한 형상을 가진 디이프 드로잉 가공부품에 대한 초기 블랭크의 형상 및 크기를 결정하는 부분으로서 트리밍 여유가 고려된다.

3.3 공정설계 모듈

이 모듈은 블랭크로부터 최종형상 제품인 컵까지의 중간단계의 공정분할수를 결정하고 공정분할수에 따른 각 단계의 금형구조 선정 및 금형요소 설계에 필요한

예비성형의 형상 및 최적치수를 산정한다. 또한 블랭크 홀더력 및 가공력의 계산도 이루어지게 되며, 한계 드로잉비에 영향을 주는 펀치와 다이의 모서리반경 등은 금형 요소설계 모듈과 상호 연관성을 갖는다.

공정설계의 결과인 공정분할수와 각 단계 예비성형의 치수등은 화면상에 출력되어 금형설계 모듈에 들어가기 전에 다시 한번 성형 타당성을 검토받게 된다.

3.4 금형설계 모듈

이 모듈은 앞의 세 모듈로부터 결정된 데이타를 이용하여 금형구조를 선정하고 선정된 금형구조에 대하여 금형요소설계를 하여 출력시키는 모듈이다.

3.4.1 금형구조 선정 부모듈

이 부모듈은 공정설계 모듈에서 기 결정된 공정 분할에 따른 금형구조를 선정하는 모듈로서 앞에서 언급한 금형구조 선정규칙 등으로부터 초드로잉과 재드로잉용 금형구조로 분류하고 계산된 블랭크 홀더력으로부터 블랭크 홀더의 채용유무를 결정한 다음, 컵제품의 요구조건(바닥모양내기, 플렌지가 달린 제품, 제품 바닥의 평탄도유지, 생산수량)에 따라 리프트 업 또는 드로 오프식으로 분류하는 부모듈이다. 초드로잉용 금형구조를 선정하는 유통도는 Fig. 3과 같으며 총 7가지로 나뉘고 재드로잉에서는 Fig. 4와 같이 12가지로 나뉜다. 이 부모듈의 사용회수는 공정설계에서의 초드로잉을 반드시 포함한 공정분할수와 일치한다.

3.4.2 금형 요소설계 부모듈

이 부모듈은 금형 구조선정 부모듈에서 결정된(예 : 초드로잉용 금형으로서 블랭크 홀더가 부착된 단동식 리프트 업형) 금형구조에 대하여 펀치/홀더, 다이/홀더, 블랭크 홀더, 스프링, 생크, 녹아웃 패드를 비롯하여 각종 핀, 볼트, 너트등을 포함한 총 15가지 정도의 금형요소의 형상과 치수를 설계하게 되고 요소들의 재질과 개수도 결정한다.

이들 요소설계는 앞에서 언급된 규격과 공정설계 등에서 결정된 데이타, K. S. 표준화 부품 데이타, 각종 핸드북 및 관련서적, 합리적으로 정리된 현장 경험법칙 등에 의하여 구축된 지식 베이스로부터 사용가능한 데이터 베이스로 표준화시킨 후 이루어지게 된다.

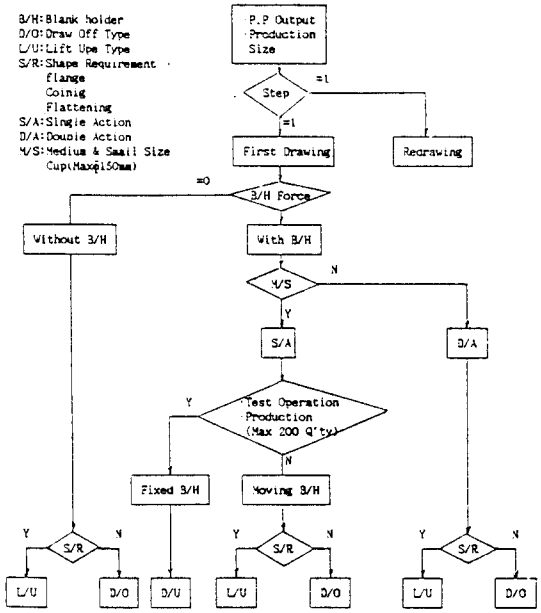

Fig. 3 Flow chart of the selection of tool structure(first drawing)

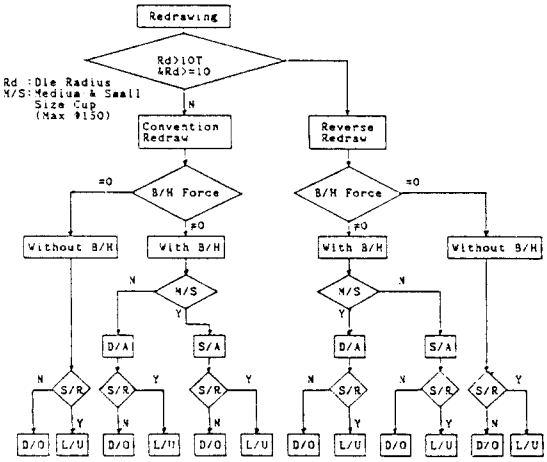

Fig. 4 Flow chart of the selection of tool structure(redrawing)

3.4.3 출력 부모듈

이들 부모듈은 금형설계 시스템의 최종 부분으로서 금형구조 부모듈에서 결정된 금형구조에 대한 자체조립도와 각 부품의 명칭을 출력시키고 이 금형구조에 대한 펀치, 다이 등 15가지의 금형요소의 설계결과를

순차적으로 출력되게 하여 생산 현장 작업자가 쉽게 알아 볼 수 있도록 일목요연하게 기록하는 부분이다. 이들 금형 설계의 제작지시서는 유용하여야 하며 간단 명료하여야 한다.

4. 프로그램의 적용

본 연구에서 개발한 판재 디이프 드로잉의 자동 금형설계 시스템의 능력을 설명하기 위하여 예로서 플렌지가 달린 원통형 컵을 적용하였다.

본 시스템을 작동하기 위해서는 먼저 최종 제품의 형상과 치수, 소재, 재질, 생산 개수 등이 입력되어야 하는데 이는 부품묘사 입력모듈에서 수행되게 된다. 플랜지가 달린 원통컵에 대한 입력사항은 Fig. 5와 같다.

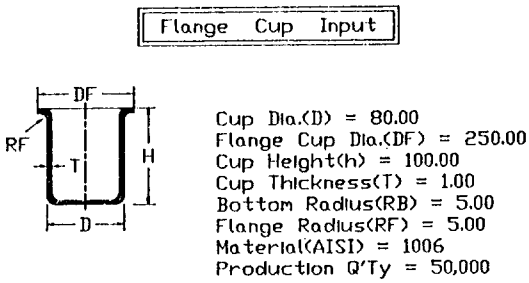

Fig. 5 Hard copy of flange cup input

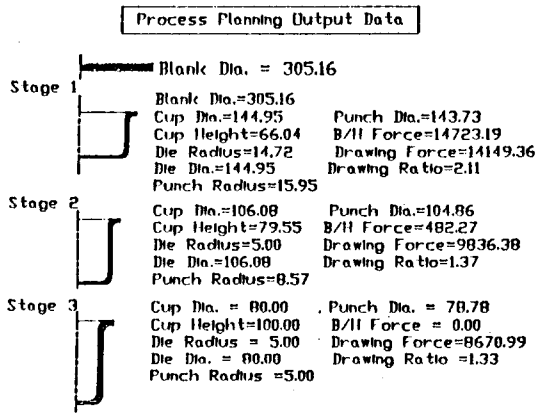

Fig. 6 Hard Copy of process planning output

컵 직경과 플렌지 외경은 각각 80㎜와 250㎜이고 컵높이는 100㎜, 두께는 1㎜, 컵 바닥 모서리반경과 플렌지 모서리반경은 각각 5㎜이다. 소재재질은 AISI 1006으로 연강판이며, 생산개수는 50,000개를 입력시켰을 때 블랭크 모듈과 공정설계 모듈에서는 Fig. 6과 같은 공정설계 결과를 화면상에 출력시킨다.

블랭크의 직경은 305.16㎜로 결정되었으며, 블랭크로부터 최종형상 제품까지는 초드로잉 한 공정과 재드로잉 두 공정으로 공정분할이 이루어지게 된다. 각 공정단계에서는 중간컵의 형상을 정의하는 컵의 직경 및 높이, 공구형상을 정의하는 다이와 펀치의 직경과 모서리 반경, 그리고 블랭크 홀더의 채용여부 및 펀치의 재질결정과 작업에 적합한 프레스 용량을 결정해 주는 블랭크 홀더력과 드로잉력 등이 출력되어 있다.

이러한 결과로부터 Fig. 3의 유통도로부터 공정단계 1은 초드로잉 금형으로서 블랭크 홀더력이 0보다 크고, 생산개수도 대량생산이며 또한 컵형상 요구조건에서 플렌지가 있기 때문에 가동식 블랭크 홀더가 있는 Fig. 7과 같은 리프트 업 형식의 금형구조를 가진다.

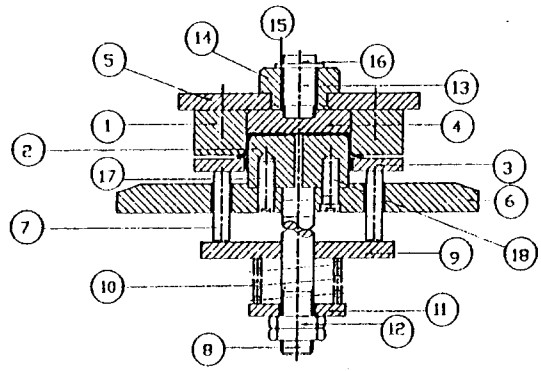

Fig. 7 Hard copy of tool structure assemldy (first drawing)

Fig. 7의 금형구조에 대한 요소설계의 결과 중에서 중요한 요소에 대한 출력결과는 다음과 같다.

Fig. 8은 위의 구조에 대한 각 요소, 명칭, 개수, 요소재질 및 경도값등의 출력을 나타내며, Fig. 9와 10은 공정설계와 요소설계 규칙에 의하여 설계된 펀치와 다이에 대한 요소설계 결과이다. 이들 출력에서는

펀치와 다이의 형상과 치수, 체결구의 위치 그리고 표면 다듬질기호의 표시까지 나타내게 된다.

NO.	NAME	MATERIAL	Q'TY	REMARK
1	DIE	STS3,STD12	1	HRC60±1
2	PUNCH	STS41	1	HRC60±1
3	BLANK HOLDER	STC3,STS3	1	HRC60±1
4	KNOCK OUT PAD	STC3	1	HRC58±2
5	DIE HOLDER	SM20C	1	KS B 4115
6	PUNCH HOLDER	SM20C	1	KS B 4115
7	CUSHION PIN	STC5	3	HRC58±2
8	ROD,SPRING SUP'T	STS3	1	
9	PLATE,CUSHION PIN	STC3	1	HRC58±2
10	SPRING	SWR	1	
11	PLATE, SPRING SUP'T	SDC3	1	
12	NUT, SPRING SUP'T	SM45C	2	HRC55±1
13	KNOCK OUT BOLT	SM45C	1	
14	SHANK	SM20C	1	
15	BOLT STOPPER	STS3	1	
16	STOPPER PIN	STS3	1	
17	DOWEL PIN	STS3	2	HRC60±1
18	WRENCH BOLT	STS3	2	HRC60±1

Fig. 8 Hard copy of bill of material(first drawing)

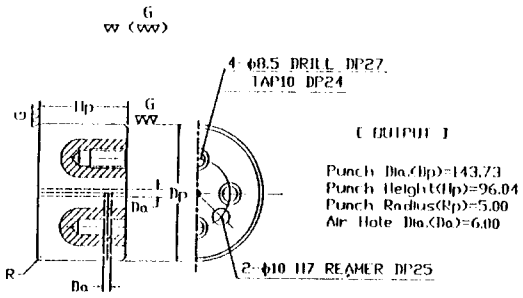

Fig. 9 Hard copy of punch design(first drawing)

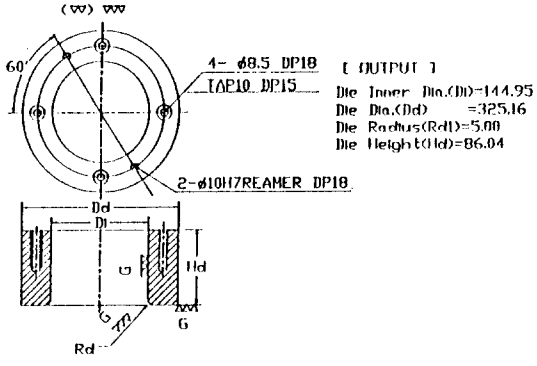

Fig. 10 Hard copy of die design(first drawing)

Fig. 11과 12는 각각 펀치 홀더와 다이 홀더의 요소설계 결과로서 이들은 KS규격품이 사용되며 체결부에 대한 각 기계가공의 위치와 크기가 표시되어 있다. Fig. 13은 블랭크 홀더의 요소설계 결과이다.

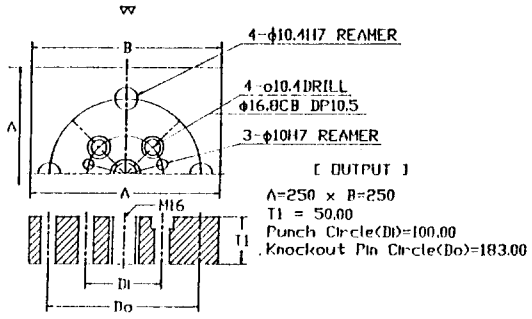

Fig. 11 Hard copy of punch holder design (first drawing)

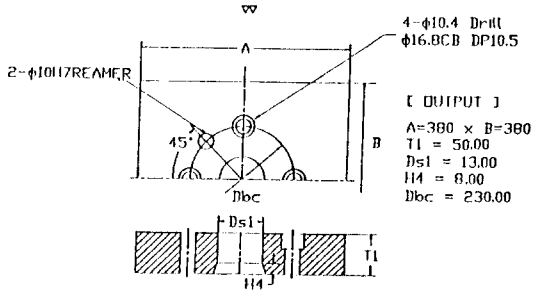

Fig. 12 Hard copy die holder design(first D drawing)

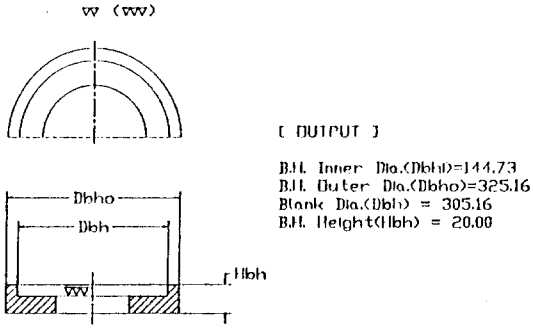

Fig. 13 Hard copy of blank holder design (first Drawing)

이상과 같이 초드로잉 금형설계가 완료되면 공정2와 3에 대한 재드로잉 금형설계가 수행되어야 한다.

공정단계 2와 3은 재드로잉에 대한 Fig. 4의 유통도로부터 다이 모서리반경이 블랭크 두께의 10배보다 작고 10㎜ 이하로서 재래식(Conventional) 재드로잉 금형이 사용된다.

공정단계2는 Fig. 14와 같은 가동식 블랭크 홀더가 있는 리프트 업 구조를 가지고 공정단계3은 블랭크 홀더력이 0이기 때문에 Fig. 14의 구조에서 블랭크 홀더만 없는 구조를 가진다.

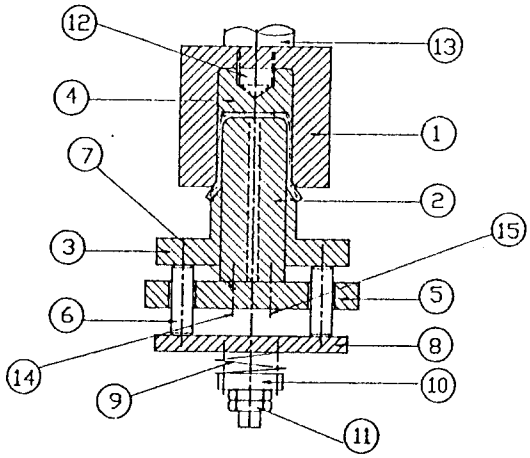

Fig. 14 Hard copy of tool structure assembly (redrawing)

NO	NAME	MATERIAL	Q'TY	REMARK
1	DIE	STC3,STD12	1	HRC 60±1
2	PUNCH	STC3,STS41	1	HRC 60±1
3	BLANK HOLDER	STC3	1	HRC 60±1
4	KNUCKOUT PIN	STC3	1	HRC 58±2
5	PUNCH HOLDER	SM20C	1	
6	CUSHION PIN	STC5	3	HRC 58±2
7	ROD,SPRING SUP'T	STS3	1	HRC 60±1
8	PLATE CUSHION PIN	STC3	1	HRC 58±2
9	SPRING	SWR	1	
10	PLATE,SPRING SUP'T	STC3	1	HRC 55±1
11	NUT,SPRING SUP'T	SM45C	2	
12	KNUCKOUT BOLT	SM45C	1	
13	SHANK	SM20C	1	
14	BOLT STOPPER	STS3	1	
15	STOPPER PIN	STC3	1	

Fig. 15 Hard copy of bill of material(redrawing)

Fig. 14와 같은 재드로잉 금형구조에 대한 몇몇 중요한 요소설계 결과는 다음과 같다. Fig. 15는 각 요소명칭, 개수, 요소재질 및 경도값등에 대한 출력이며, Fig. 16, 17, 18은 공정설계 결과와 요소설계규칙에 의하여 설계된 공정단계2의 펀치와 다이 및 블랭크 홀더에 대한 출력결과이다.

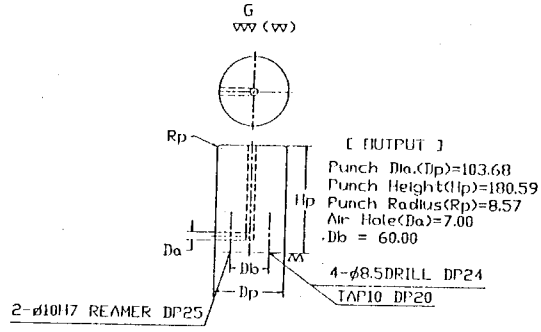

Fig. 16 Hard copy of punch design(redrawing)

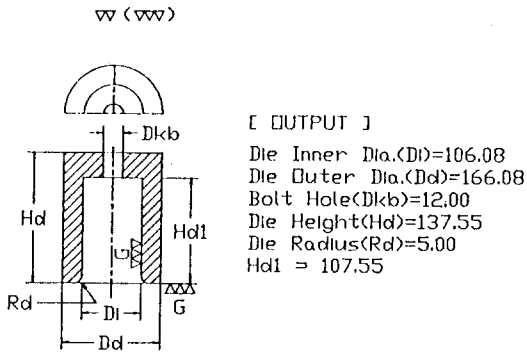

Fig. 17 Hard copy of die design(redrawing)

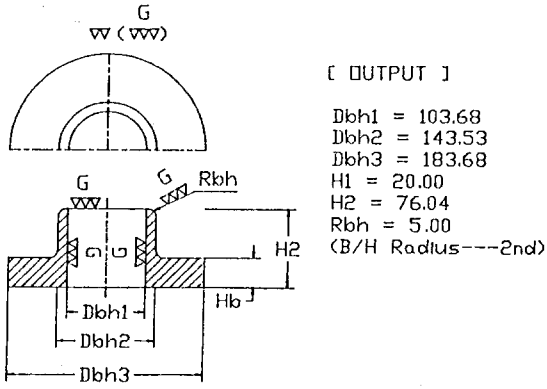

Fig. 18 Hard copy of blank holder design (redrawing)

공정단계3에 대한 펀치와 다이의 요소설계는 치수는 다르지만 형상은 공정단계2의 Fig. 16과 17과 동일하기 때문에 생략하였으며 블랭크 홀더는 블랭크 홀더력이 0이기 때문에 공정단계3에서는 필요없다.

5. 결 론

본 연구에서는 프레스 가공의 한 분야인 디이프 드로잉 작업 중에서 중소형 원통형 컵의 가공을 위한 자동 금형설계 프로그램을 지식베이스에 기초를 두어 개발하였으며 그 결론은 다음과 같다.

1. 디이프 드로잉용 금형설계 자동화에 필요한 기술 및 경험 지식을 규칙형태로 체계화하므로서 금형설계 방법을 정식화하였다.
2. 금형설계 시스템은 공정설계 결과와 생산 개수에 따라서 분할된 각 공정에 적합한 금형구조를 선정하고 선정된 금형구조에 대하여 금형요소 설계가 자동적으로 수행되도록 구성되어 있으며, 경험이 적은 설계자도 공정설계를 포함한 금형설계를 쉽게 할 수 있도록 개발되었다.
3. 개발된 시스템은 중소형의 원통형 컵의 디이프 드로잉 공정을 위한 금형요소제작까지 포함하는 CAD/CAM 구성에 핵심적 부분으로 이용될 수 있으며, 또한 형상이 복잡하거나 대형제품인 경우에 공정 및 금형설계 시스템 구성에 기초가 될 수 있다.

參 考 文 獻

1. Tisza, M., "A CAD/CAM System for Deep-Drawing Process", Department of Mechanical Engineering, Technical University of Heavy Industry, Miskolc, Hungary, 1981.
2. Ruan Xue-Yu, Zeng Xian-Zhang, Wang Lu, Li Yu-Jin, "A Blanking Die CAD System on Micro Computer", Shanghai Jiao Tong University, China.
3. Eshel, G., Barash, M., Hohnson, W., "A Rule-Based System for Automatic Generation of Deep Drawing Process Outline", Computer Aided Intelligent Process Planning, Vol. 19, pp. 1-18, 1985.
4. Altan, T., "Design and Manufacture of Dies and Molds", Annals of the C.I.R.P. Vol. 36, The Ohio State University/USA, pp. 455-462, 1987.
5. 최재찬, 김병민, 진인태, 김형섭, "퍼스널 컴퓨터에 의한 냉간단조 공정 및 금형설계의 자동화에 관한 연구(Ⅰ)", 대한기계학회 논문집, 제12권, 제4호, pp. 712-720, 1988.
6. 최재찬, 진인태, "퍼스널 컴퓨터에 의한 디이프 드로잉의 공정설계의 전산화에 관한 연구", 한국정밀공학회지, 제5권, 3호, pp. 31-42, 1988.
7. 최재찬, 김병민, 김형섭, 허만조, "PC에 의한 냉간단조 공정 및 금형설계의 자동화에 관한 연구(Ⅱ)", 대한기계학회논문집, 제13권, 제1호, pp. 190-198, 1989.
8. 최재찬, 김형섭, 허만조, "축대칭 다단 냉간단조의 공정 및 금형설계의 자동화에 관한 연구(Ⅰ)", 한국정밀공학회지, 제6권, 제4호, pp. 84-93, 1989.
9. 최재찬, 김성원, 조해용, 김형섭, "축대칭 다단 냉간단조의 금형설계에 관한 연구", 한국정밀공학회지, 제7권, 2호, pp. 96-104, 1990.
10. Lange, K., "Handbook of Metal Forming", McGraw Book Company, 1985.
11. "Source book on Forming of Steel Sheet", American Society for Metals.
12. "실무를 위주로한 드로잉 型設計", 편집부, 大光書林, 1986.
13. "圓解 金型設計", 孫良彦 외 6인, 성안당, 1987.
14. "新制 金型設計", 李河星, 성안당, 1986.
15. "프레스 金型設計技法", 金世煥, 大光書林, 1987.
16. "프레스 金型設計資料集", 金世煥 외 3인, 大光書林, 1987.