

# 축대칭 단조 공정도의 자동 도면출력기술 연구

이재명\* · 류호연\* · 김종호\* · 홍기곤\*\*

## A Study on the Automated Computer-Aided Drafting Technique for Drawing Process Pictures of Axisymmetric Forgings

J. M Lee, H. Y Ryu, J. H Kim and K.G Hong

### Abstract

The automated computer-aided drafting technique is attempted for drawing process pictures of axisymmetric solid forgings which are mainly used in automobile industry. For this study basic concepts to draw the shape of an element are described and applied to the 2-dimensional and 3-dimensional modeling of forged parts. 2-dimensional display of process pictures is developed by using AutoLISP language in AutoCAD software of a drafting technique and 3-dimensional view of process pictures is based on the UG/open API and UG/open GRIP languages of Unigraphics software. Testing the developed program to forging of bolts and ballstuds, it was shown to give good results to be applicable in forging industry.

**Key Words** : Computer-Aided Drafting, Process Picture, AutoLISP, UG/open API, UG/open GRIP

### 1. 서 론

자동차, 항공, 조선산업 등의 기초 산업에 필수적인 볼트, 핀, 볼스터드 등의 결합 부품들은 주로 냉간단조 공정에 의해 대량 생산되며, 이러한 소형 축대칭 제품들은 다단계 공정을 한 대의 업세터(포머)에서 성형 완료되는 특징이 있다. 그러므로 포머에 장착하는 금형에는 큰 하중이 걸리며, 작업도 여러 가지 변수들이 복잡하게 작용하여 각 공정의 금형 수명이 다른 경우 빈번한 금형 교체로 인해 생산비용 상승의 요인을 제공하게 된다. 따라서 각 공정에 무리한 하중이 작용되지 않도록 최적의 공정배치와 금형설계 기술이 필요하고, 이를 위해 단조공

정 전문가 시스템개발이 많은 연구자에 의해 최근 추진되고 있는 실정이다. Park<sup>(1)</sup>은 열간 축대칭 단조를 위한 블로커(blocker), 피니셔(finisher)등의 자동 공정 설계기술을 발표하였으며, Song<sup>(2)</sup>은 냉간 단조 해석 및 공정설계를 위한 전문가 시스템을 퍼지이론을 적용하여 개발, 발표하였다. Kim<sup>(3)</sup>은 냉간단조를 위한 금형설계 기준을 정식화하고, 도면의 자동 출력기술을 개발하였고, Kim<sup>(4-5)</sup>은 BASIC언어를 이용하여 컴퓨터를 이용한 냉간단조 공정설계 및 금형설계의 자동화 시스템을 개발하였으며, 이들 분야에 대한 지금까지의 연구는 주로 2차원 단조품에 국한되어 연구되어 왔다.

\* 서울산업대학교 금형설계학과  
\*\* (주)CPC

본 연구에서는 축대칭 제품의 공정도를 AutoCAD환경에서 자동으로 도면을 출력하는 기술과 이들 축대칭 제품을 3차원으로 확장하여 Unigraphics환경에서도 3차원 자동설계하는 기술을 함께 개발하고자 한다.

## 2. 프로그램의 구성 및 적용

축대칭 단조품들은 형상이 거의 일정하여 규격화하기에 유리한 장점이 있다. 우선 금형설계 전문가 시스템에서 각 공정별로 설계된 치수데이터를 입력받아 공정도의 자동 작성에 사용된다. 사용되는 치수데이터는 2차원 설계출력 시스템인 AutoCAD와 3차원 설계 출력시스템인 Unigraphics에서도 사용이 가능하다.

2차원 자동설계기술은 AutoCAD환경에서 AutoLISP언어를 사용하였으며<sup>(6-7)</sup>, 3차원 자동설계기술은 Unigraphics환경에서 Unigraphics의 응용 프로그램인 UG/Open API(User function)와 UG/Open GRIP언어를 혼합하여 프로그래밍하였다.

Element number	d1	d2	h	r	ang	up_f	f	d1_tp	d1_tm	h_tm	h_tp
1	22.100	22.100	19.452	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
2	22.100	17.914	3.079	0.000	1	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
3	17.914	19.150	2.332	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
4	19.150	19.150	22.157	0.000	0	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
5	22.200	22.200	57.476	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
6	22.200	20.400	3.545	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
7	20.400	20.400	39.478	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
8	20.400	19.200	2.400	0.000	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
9	19.200	12.200	21.998	0.000	0	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Fig. 1 Input data for drawing pictures

Fig. 1은 도면 출력에 필요한 공정수, 소재 직경과 길이, 부품의 형상과 치수에 대한 데이터 파일을 나타낸다. 'd1', 'd2'는 부품형상의 직경을 나타내며, 'h'는 높이, 'r'은 라운딩(rounding) 부분의 반지름, 'ang'는 Element가 'r'값을 가질 라운드의 형태가 볼록이면 '1', 오목이면 '-1', 그리고 값이 없을 경우에는 '0'으로 표현한다. 'up\_f'는 직전 요소의 d2값과 다음 요소의 d1값이 서로 같지 않을 경우, 그 경계부분의 필렛의 유무를 판별하며, 'f'는 요소와 요소가 만나는 부분의 필렛값이다. d1\_tm은 d1부분의 마이너스(-)공차, 'd1\_tp'은 d1부분의 플러스(+공차, 'h\_tm'은 높이의 마이너스 공차, 'h\_tp'는 높이의 플러스 공차를 각각 의미한다.

2차원 공정 설계 시에는 Fig. 2와 같이 상부로부터, 'Element 1, Element 2, Element 3, ...' 등으로 정의하고, 먼저 'Element 1'에 대한 데이터를 입력받는다. Fig. 3은 Element를 드로잉 할 때의 기본 개념을 나타내고 있으며, 각 위치에 포인트를 지정하고, 'if'문을 사용하여 곡률 반경 데이터값(r)이 없을 경우에는 'Line'으로 인식하고, 곡률 반경 데이터값(r)이 있을 경우에는 'Arc'로 인식하여 Element 1의 형상을 드로잉한다.

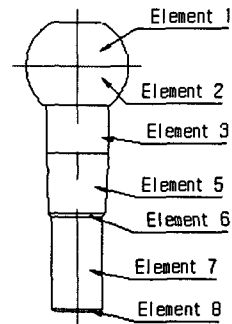


Fig. 2 Division of a forged part

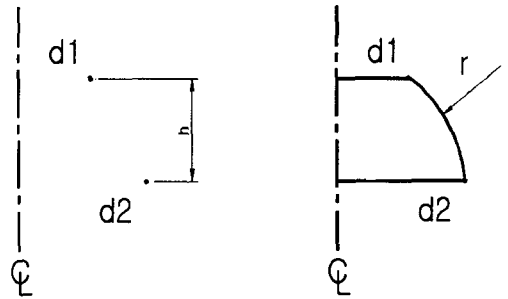
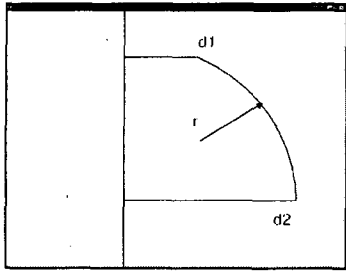


Fig. 3 Basic concept for 2-D drawing of each element

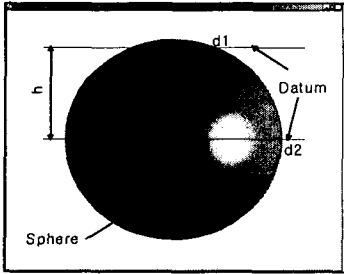
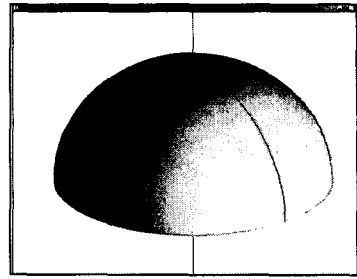
3차원 공정설계에서의 데이터 입력방식은 2차원 공정 설계 방식과 동일하며, Curve를 이용한 방식과 Form Feature를 이용한 두 가지 방식의 도면출력방식을 시도 하였다.

Fig. 4(a)의 Curve를 이용하는 방식은 2차원 도면 출력방식과 동일한 공정 데이터를 입력받은 후, Unigraphics의 Curve기능을 사용하여 2차원 Element형상을 그리게 되면 Revolve기능에 의해 3차원 형상으로 완성한 후, 다음 공정으로 넘어가게 된다.

Fig. 4(b)의 Form Feature를 이용하는 방식은 Unigraphics의 Feature기능 중 Element에 맞는 Feature(Cylinder, Sphere, Cone)를 1차적으로 형성시킨 후, 데이터



(a) Application of Curve type



(b) Application of Form Feature type

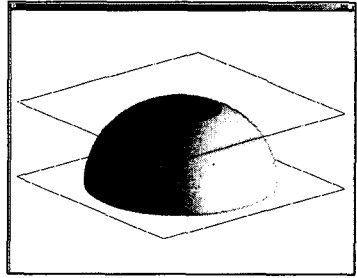


Fig. 4 Basic concept for 3-D drawing of each element

치수에 따라 Trim Body기능을 사용하여 순차적으로 형상을 완성시키는 방식을 채택하였다. 이와 같은 과정을 각 공정별 모든 Element에 대해 적용하여, 최종의 공정도를 완성한다.

### 3. 단조 공정도면 출력 결과

본 연구에서는 2차원 도면 출력을 위해 볼트와 볼스터드 제품의 공정도를 적용해 보기로 했으며, AutoCAD 환경에서 각 공정에 대한 데이터를 입력받아 프로그램을 실행시킨 결과가 Fig. 5에 나타나 있다. 프로그램이 실행되면 먼저 블록(Block)화 시킨 도면양식 위에 공정도가 작성되는 것으로서 도면의 포맷은 사용자의 의해 변경이 가능하며, 도면의 크기는 공정수에 따라 지정이 된다.

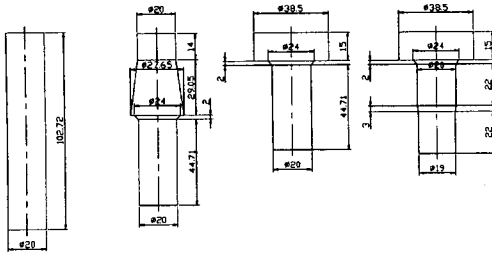
Fig 5 (a)는 볼트의 제조공정이며, Fig. 5 (b)는 볼스터드의 제조공정이 부품의 치수와 함께 도면에 나타나 있다.

Fig. 6은 Fig. 4의 개념을 적용하여 Fig. 5의 2차원 공정도를 Unigraphics환경에서 자동설계 프로그램을 실행시켜 3차원으로 형성시킨 공정도 결과를 보여주고 있는 것으로 Fig. 4의 두 가지 방식 중 어느 것을 사용해도 똑같은 결과를 나타낸다. 각 공정별로 솔리드화된 형체

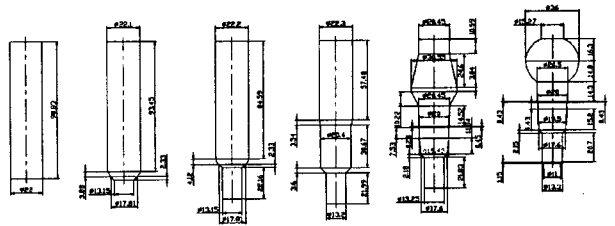
만을 보여주고 있으며, 제품의 2차원 도면화와 치수를 형성시키기 위해서는 Unigraphics의 Drafting기능을 별도로 사용하여야 확인할 수 있다.

### 4. 결 론

본 연구에서는 다만 냉간 단조 공정에서 사용되는 볼트와 볼스터드를 중심으로 공정도면을 자동으로 출력하는 기술을 개발하였다. 이것은 단조 공정 설계 데이터를 입력데이터로 활용하여 2차원 도면을 자동으로 출력 할 수 있도록 하였으며, 이와 같은 기술을 3차원으로 확장하기 위해 똑같은 축대칭 단조품에 대해 3차원 공정도의 자동 출력 기술까지 확대하여 개발하였다. 설계자가 이미 구축된 공정설계 데이터를 이용함으로써, 2차원 설계시스템인 AutoCAD에서 새로운 공정설계도면을 쉽게 생성할 수 있게 하였으며, 또한 현재 부각되고 있는 3차원 Solid Modeler중의 하나인 Unigraphics에서도 각 공정별 단조도면을 자동으로 생성시킬 수 있음을 확인하였으며, 향후엔 축대칭 제품이 아닌 임의의 형상을 갖는 3차원 단조 공정도까지 자동으로 출력할 수 있도록 프로그램의 지속적 개발이 필요하다.

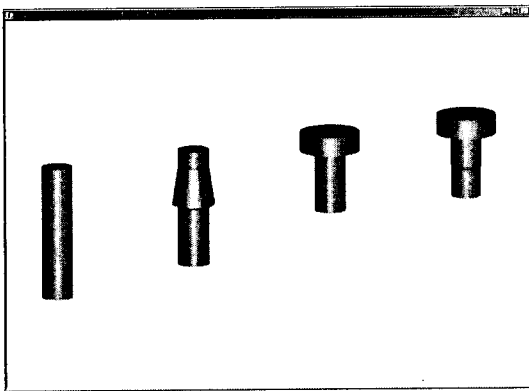


(a) Forging of bolt

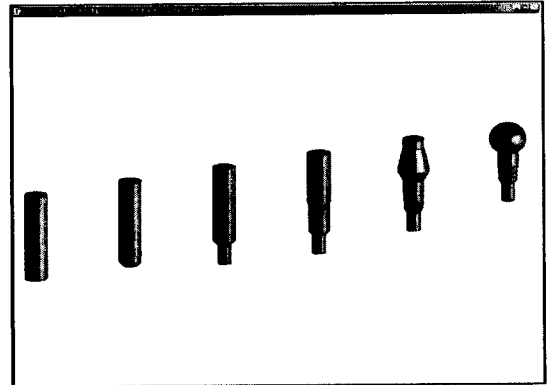


(b) Forging of ballstud

Fig. 5 2-D outputs of process pictures



(a) Forging of bolt



(b) Forging of ballstud

Fig. 6 3-D outputs of process pictures

### 참 고 문 헌

- (1) 박철현, 이영규, 양동열, 강중훈, 김주현, "2차원 다단 단조공정의 금형해석 및 금형설계를 위한 지원시스템 개발", 한국소성가공학회, '99추계학술대회 논문집, pp.124~126, 1999.
- (2) 송중호, 김홍석, 임용택, 강중훈, 서성렬, 정순철, 김주현, "볼스터드 공정설계 전문가 시스템 개발에 관한 연구", 한국소성가공학회, '97추계학술대회논문집, pp.168~171, 1997.
- (3) 김중호, 류호연, 홍기곤, "축대칭 제품을 위한 프레스 냉간단조 금형의 자동 설계기술", 한국정밀공학회, 제 16권 제2호, pp.87~94, 1999.
- (4) 최재찬, 김병민, 진인태, 김형섭, "퍼스널 컴퓨터에 의한 냉간 단조 공정 및 금형설계의 전산화에 대한 연구(I)", 대한기계학회논문집 제12권 제4호, pp.712~720, 1988.
- (5) 최재찬, 김병민, 진인태, 김형섭, "PC에 의한 냉간 단조 공정 및 금형설계의 전산화에 대한연구(II)" 대한기계학회 논문집 제13권 제1호, pp.190~198, 1989.
- (6) "공정해석 및 금형설계 기술개발에 관한 연구" 산업자원부 과학기술부 단계 보고서, 1999.
- (7) "단조금형의 자동설계 기술개발에 관한 연구" 통상산업부 중간 보고서, 1996.