

본 연구는 부산대학교 정밀정형 및 금형가공 연구센터를 통한 한국과학재단 우수연구센터 지원금에 의한 것입니다.

불규칙형상 박판제품의 블랭킹용 네스팅 시스템

최재찬*, 김병민*, 김철*, 김호관**

A Nesting System for Blanking or Piercing of Irregular-Shaped Sheet Metal Products

J.C. Choi*, B.M. Kim*, C. Kim*, H.K. Kim**

ABSTRACT

This paper describes a nesting system of a computer-aided design of blanking and piercing for irregularly shaped sheet metal products. An approach to the system is based on knowledge-based rules. A nesting system is designed by considering several factors, such as utilization ratio which minimises the scrap for single or pairwise operation, bridge width, grain orientation and design requirements which maximise the strength of the part when subsequent bending is involved. Therefore this system which was implemented blank layout and strip layout module can carry out a nesting with a best utilization and a process planning for irregular shaped sheet metal products in single or pairwise operation and generate the blank layout and strip layout in graphic forms. Knowledges for a nesting and a process planning are extracted from plasticity theories, relevant references and empirical know-hows of experts in blanking industries. This provides its efficiency and effectiveness for nesting irregularly shaped sheet metal products.

Key Words: Blanking & Piercing(블랭킹/피어싱), Knowledge Based Rules(지식 베이스 규칙), Nesting(네스팅), Blank layout(블랭크레이아웃), Strip layout(스트립레이아웃), Pairwise(쌍배열), Single(단열배열)

1. 서론

최근 산업의 소형화, 경량화 및 고속화의 경향에 따라 각종 금형설계의 표준화가 절실히 요구되고 있다. 특히 펀치와 다이를 이용하여 판재로부터 원하는 형상의 부품을 생산하는 전단가공은 부품의 호환성 및 정밀도 측면에

서 더욱 이러한 표준화가 요구되고 있다. 그런데 블랭킹 또는 피어싱과 같은 전단 가공의 블랭크레이아웃, 스트립 레이아웃, 다이레이아웃은 대부분 숙련된 기술자의 경험과 직관적 판단에 의해 수행되어왔다. 이러한 숙련된 기술자의 경험을 정식화하여 컴퓨터를 이용한 설계 자동화에 관한 연구가 보고 되고 있다.⁽¹⁻¹⁰⁾ 1971년에 Shaffer⁽¹⁾

* 부산대학교 정밀정형 및 금형가공연구센터
 ** 부산지방중소기업청 조선기자재시험연구센터

가 Progressive Die Design by Computer(PDDC) system을 개발했으며 뒤에 Fogg와 Jaimson⁽²⁾은 다이레이아웃에 영향을 미치는 여러 가지 요소들을 고려하여 더 개선된 PDDC system을 개발했다. 그러나 이 시스템의 단점은 반자동이고 긴 공정시간이 소요되는 것이다. Shibata 와 Kunitomo⁽³⁾는 블랭크레이아웃과 다이레이아웃의 화면출력을 목적으로하는 CAD/CAM 시스템을 개발하였고, Nakahara⁽⁴⁾ 등은 프로그래시브 다이레이아웃을 위한 시스템을 도입하였다. 이 시스템 역시 스트립레이아웃과 다이레이아웃이 설계자에 의해서 행해지는 반자동적인 요소를 극복하지 못하였다. Choi^{(5)~(7)}등은 불규칙형상 박판제품에 대하여 단열배열의 블랭크레이아웃과 이에 따른 스트립레이아웃이 이루어지는 시스템을 개발했다.

본 연구에서는 개발된 시스템의 각 모듈들 가운데 블랭크레이아웃 모듈 및 스트립레이아웃 모듈을 확장 보완시켜 불규칙한 형상을 가진 박판제품에 대하여 단열배열뿐만 아니라 동형쌍배열 및 이형쌍배열에 대해서도 재료의 이용률을 최대화하는 블랭크레이아웃 도면과 스트립레이아웃 모듈에서는 이에따른 스트립레이아웃 도면을 창출시킴으로써 개발된 시스템의 효율성을 더욱 높이고자 한다.

2. 시스템의 구성

본 시스템은 입력 및 형상처리 모듈, 가공가능성검사 모듈, 블랭크레이아웃 모듈, 스트립레이아웃 모듈로 나뉘어져있다. 그리고 시스템은 하나의 환경에서 수행되며 각 모듈들이 규칙 베이스와 데이터 베이스를 공유하므로 수행중 시스템을 중단하지 않고서 모든 과정을 수행할 수 있는 장점이 있다. 또한 시스템의 진행 방식은 선택의 다양성을 위하여 대화식을 이용하였다.

2-1 입력 및 형상 처리 모듈(input and shape treatment module)

이 모듈은 입력 모듈과 형상처리 모듈로 구성되어 있다. 입력 모듈에서는 소재의 종류, 두께, 폭, 열처리 조건 등이 입력되어지면 소재의 기계적 성질에 관한 정보를 데이터 베이스로부터 자동적으로 읽어 들인다. 형상처리 모듈에서는 제품의 형상을 사용자가 AutoCAD도면으로 직접 입력시키거나 혹은 도면화된 파일을 스크린 상에 나타낼 때 제품의 형상데이터를 수치형태로 변환시켜 저장한

다. 도면 요소들은 랜덤하게 직선이나 원호의 조합으로된 리스트와 원호로만 조합된 리스트를 만들어 저장되어진다. 그 표현형식은 다음과 같다.

- 직선과 원호로만 구성된 리스트의 표현형식

(0.0 (Sp Ep) (Sp Ep) (Sp Ep) ····· (Sp Ep Cp) (Sp Ep Cp) ·····)

- 원호로만 구성된 리스트의 표현형식

(0.0 (Cp R) (Cp R) (Cp R) ·····)

여기서 (Sp Ep) 는 도면요소가 직선, (Sp Ep Cp)는 원호이며, (Cp R)은 도면요소가 원호이다. 그리고 Sp(xs ys zs)는 시작점이며 Ep(xe ye ze), Cp(xc yc zc)는 끝점 및 원호와 원인 경우에 중심점을 나타내며, R 은 원의 반지름을 나타낸다. 직선과 원호로 구성된 리스트는 설계에 용이하게 이용할 수 있도록 도면요소들을 페루프단위로 다시 작성한다. 그 형식은 다음과 같다.

(0.0((p₁ p₂) (p₂ p₃ p_{c1}) (p₃ p₄)·····(p_{n-1} p_n p_{cn}) (p_n p₁))
 ((q₁ q₂) (q₂ q₃) (q₃ q₄ q_{c1})·····(q_{n-1} q_n q_{cn}) (q_n q₁))
 ·····)

여기서, (p_{n-1} p_n p_{cn}) (p_n p₁)에서 p_n은 (p_{n-1} p_n p_{cn})의 끝점인 동시에 (p_n p₁)의 시작점이고 p_{cn}은 원호의 중심점이다. 또 p₁ (x₁ y₁ z₁)에서 x₁은 p형식의 페루프에서 최소의 x 좌표값을 가지며, 이 p₁을 기준으로 p형식의 페루프는 시계방향으로 순환한다. 이리하여 수치형태로 변환된 데이터들은 다음의 각 모듈에서 데이터로 사용되어진다.

2-2 가공가능성검사 모듈(production feasibility check module)

가공가능성검사 모듈은 형상처리 모듈에서 얻어진 블랭크의 정보를 가지고 제품으로서의 성형 가능성을 검사하는 모듈로서, 블랭크 윤곽이 블랭킹이나 피어싱으로 성형되어지는 것이 어렵거나 불가능한 기하학적 영역이 제시되어진다. 가공 가능성 검사시에 고려되어지는 요소들은 블랭킹 또는 피어싱될 두 내부 형상사이의 거리, 피어싱될 구멍의 직경, 제품의 코너 반경 및 필렛반경이다. 제품의 최외각 형상간의 여유폭은 소재의 두께에 따라 결정되며 이 여유폭을 이용하여 이송퍼치가 결정되어진다.

2-3 블랭크레이아웃 모듈(blank layout module)

블랭크레이아웃 모듈에서는 스트립의 압연 방향, 제품의 최외각 여유폭을 고려한 후 재료의 이용률을 최대로

하기 위하여 블랭크들을 스트립에 배열하는 방법을 정하는 모듈이다. 본 논문에서는 블랭크레이아웃 모듈을 확장 보완시켜 불규칙한 형상을 가진 박판제품에 대하여 단일 배열뿐만 아니라 동형쌍배열 및 이형쌍배열에 대해서도 재료의 이용률을 최대화하는 블랭크레이아웃 도면을 창출시킨다.

규칙1) 블랭크레이아웃의 효율은 재료의 이용률(utilization ratio, UR)에 의하여 결정되어지며 이용률은 아래 식으로 결정한다.

$$UR = (\text{블랭크의 면적} / \text{블랭크를 만드는데 필요한 스톡(stock)의 면적})$$

규칙2) 블랭크레이아웃을 할 때에 제품의 최외각 여유폭을 고려하고 피딩(feeding)방향을 입자 방향과 일치시킨다.

규칙3) 단일배열의 경우에는 제품의 형상을 스트립의 피딩(feeding)방향으로 위치를 결정 한 후에 반시계 방향으로 2°씩 회전시켜 가면서 최고의 UR을 가지는 위치를 찾은 후에 그 위치에서 피치(pitch), 슬리팅(slitting)폭을 정하고 그때의 위치를 블랭크레이아웃의 배열 방향으로 정한다.

규칙4) 블랭크 내부에 있는 구멍 또는 임의의 형상들은 블랭크레이아웃에 영향을 미치지 않기 때문에 무시한다.

규칙5) 블랭크레이아웃은 프레스의 용량을 고려한다.

규칙6) 제품의 최외각 여유폭은 박판소재의 두께에 의하여 결정된다.

규칙7) 배열에 있어서 블랭크들은 프레스의 스트로크(stroke)에 따라서 개별적으로 생산되어지므로 모든 블랭크는 동일한 방향을 가져야 한다.

규칙8) 제품 형상의 난이도에 따라서 다이의 종류가 결정되어진다.

규칙9) 코일(coil) 스톡(stock)은 대량 생산에 쓰이고 스트레이터너(straightener), 리코일러(recoiler), 디코일러(decoiler)와 같은 부속품이 필요하다.

규칙10) 동형 및 이형쌍배열의 경우에는 제품의 형상을 스트립의 피치방향으로 위치를 결정한 후에 반시계방향으로 앞형상과 뒤형상을 10°씩 회전시켜 가면서 개략적인 최고의 UR을 찾는다.

규칙11)규칙10)에서 구한 개략적인 최고의 UR에 대한 앞형상의 각도(angle_a)는 고정시키고 뒤형상의 각도(angle_b)에 대하여 다시 2°씩 회전시켜 가면서 최고의 UR을 찾은 후에 그위치에서 피치, 슬리팅폭을 정하고 그 때의 위치를 블랭크레이아웃의 쌍배열 방향으로 정한다.

2-4 스트립레이아웃 모듈(strip layout module)

스트립레이아웃 모듈은 가공가능성검사 모듈에서 합격한 제품형상을 블랭크레이아웃 모듈에 입력시킬때 창출된 블랭크레이아웃 도면에 대하여 각 형상별 다이블랭크를 고려하여 공정 순서를 정하는 모듈이다. 이 모듈에서는 박판두께, 블랭크의 정확도, 블랭크 형상의 복잡성과 같은 입력 요소들에 의하여 다이의 형태가 선택되어지고 각 공정간의 블랭킹 하중에 의해 발생하는 다이면압에 견딜 수 있는 다이의외경의 한계거리가 계산되어진다.

3. 시스템의 적용 및 고찰

본 연구에서 개발한 블랭킹 및 피어싱용 네스팅 시스템을 Fig. 1, Fig. 2와 같은 불규칙한 형상을 가진 박판제품에 적용하여 시스템의 각 모듈에서 출력된 결과들을 고찰하고자 한다.

3.1 입력 및 형상처리

Fig. 1~2과 같은 불규칙한 형상에 대하여 입력 및 형

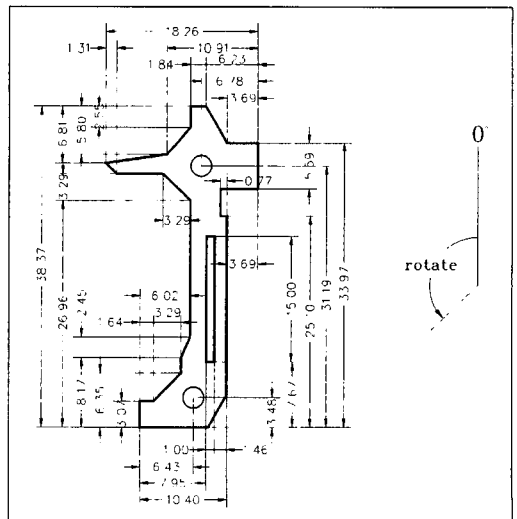


Fig. 1 Drawing of a sample blank(1)

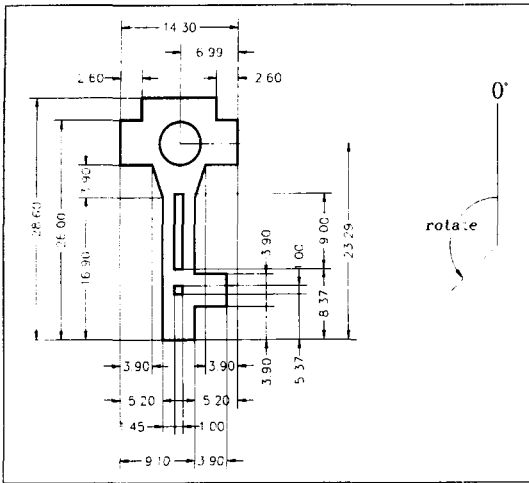


Fig. 2 Drawing of a sample blank(2)

상처리 모듈에서 수행되어 출력되어진 결과를 Table 1~2에 나타내었다. 이러한 데이터 리스트는 데이터 베이스와 연계하여 각 모듈에서 프로그램을 수행시키기 위하여 사용되어진다.

Table 1 Numerical data carried out in shape treatment module for drawing of a sample blank(1)

```

((19.8927 61.8872 0.0) (27.2395 62.8975 0.0))
((27.2395 62.8975 0.0) (30.0773 66.1522 0.0))
((30.0773 66.1522 0.0) (30.0773 68.6988 0.0))
((30.0773 68.6988 0.0) (31.9161 68.6988 0.0))
((31.9161 68.6988 0.0) (34.4578 64.2964 0.0))
((34.4578 64.2964 0.0) (38.1483 64.2964 0.0))
((38.1483 64.2964 0.0) (38.1483 58.7113 0.0))
((38.1483 58.7113 0.0) (33.6912 58.7113 0.0))
((33.6912 58.7113 0.0) (33.6912 55.426 0.0))
((33.6912 55.426 0.0) (34.4578 55.426 0.0))
((34.4578 55.426 0.0) (34.4578 34.1194 0.0))
((34.4578 34.1194 0.0) (32.2675 30.3258 0.0))
((32.2675 30.3258 0.0) (24.0541 30.3258 0.0))
((24.0541 30.3258 0.0) (24.0541 33.3921 0.0))
((24.0541 33.3921 0.0) (25.6968 33.3921 0.0))
((25.6968 33.3921 0.0) (28.9822 36.6775 0.0))
((28.9822 36.6775 0.0) (28.9822 38.4997 0.0))
((28.9822 38.4997 0.0) (30.0773 40.9485 0.0))
((30.0773 40.9485 0.0) (30.0773 57.2877 0.0))
((30.0773 57.2877 0.0) (26.7919 60.573 0.0))
((26.7919 60.573 0.0) (21.2068 60.573 0.0))
((21.2068 60.573 0.0) (19.8927 61.8872 0.0))
((32.0 38.0 0.0) (32.0 53.0 0.0))
((32.0 53.0 0.0) (33.0 53.0 0.0))
((33.0 53.0 0.0) (33.0 38.0 0.0))
((33.0 38.0 0.0) (32.0 38.0 0.0))
((30.4838 33.8023 0.0) (1.3))
((31.368 61.5177 0.0) (1.3))
    
```

Table 2 Numerical data carried out in shape treatment module for drawing of a sample blank(2)

```

(((21.1744 54.8847 0.0) (21.1744 60.0847 0.0))
((21.1744 60.0847 0.0) (23.7744 60.0847 0.0))
((23.7744 60.0847 0.0) (23.7744 62.6847 0.0))
((23.7744 62.6847 0.0) (32.8744 62.6847 0.0))
((32.8744 62.6847 0.0) (32.8744 60.0847 0.0))
((32.8744 60.0847 0.0) (35.4744 60.0847 0.0))
((35.4744 60.0847 0.0) (35.4744 54.8847 0.0))
((35.4744 54.8847 0.0) (31.5744 54.8847 0.0))
((31.5744 54.8847 0.0) (30.2744 50.9847 0.0))
((30.2744 50.9847 0.0) (30.2744 41.8847 0.0))
((30.2744 41.8847 0.0) (34.1744 41.8847 0.0))
((34.1744 41.8847 0.0) (34.1744 37.9847 0.0))
((34.1744 37.9847 0.0) (30.2744 37.9847 0.0))
((30.2744 37.9847 0.0) (30.2744 34.0847 0.0))
((30.2744 34.0847 0.0) (26.3744 34.0847 0.0))
((26.3744 34.0847 0.0) (26.3744 50.9847 0.0))
((26.3744 50.9847 0.0) (25.0744 54.8847 0.0))
((25.0744 54.8847 0.0) (21.1744 54.8847 0.0)))
(((27.8198 39.4542 0.0) (27.8198 40.4542 0.0))
((27.8198 40.4542 0.0) (28.8198 40.4542 0.0))
((28.8198 40.4542 0.0) (28.8198 39.4542 0.0))
((28.8198 39.4542 0.0) (27.8198 39.4542 0.0)))
(((27.8198 42.4542 0.0) (27.8198 51.4542 0.0))
((27.8198 51.4542 0.0) (28.8198 51.4542 0.0))
((28.8198 51.4542 0.0) (28.8198 42.4542 0.0))
((28.8198 42.4542 0.0) (27.8198 42.4542 0.0)))
((28.4877 57.3746 0.0) (2.6))
    
```

3.2 가공가능성 검사

Fig. 1, Fig. 2와 같은 불규칙형상 박판제품을 가공가능성검사모듈에 입력시켰을 때 수행되어 출력된 결과를 Fig. 3~4, Table 3~4에 나타내었다.

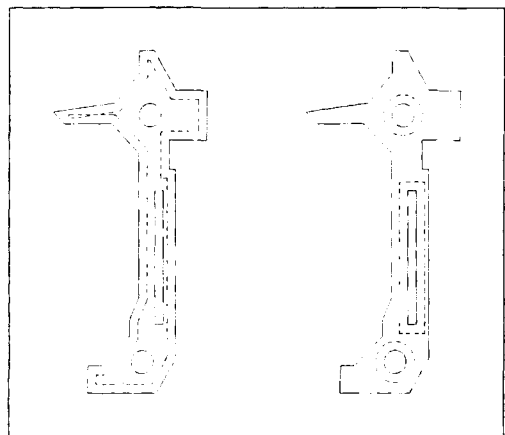


Fig. 3 Production feasibility check for a sample blank(1)

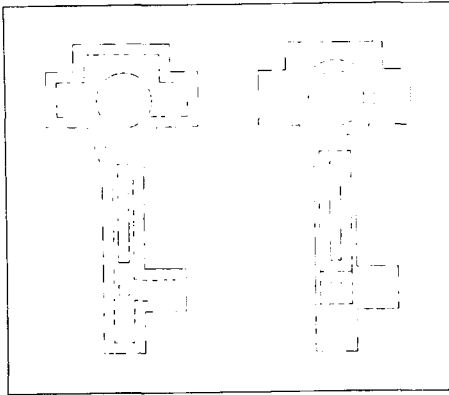


Fig. 4 Production feasibility check for a sample blank(2)

Table 3 Calculated results of minimum dimensions of holes by piercing for a sample blank(1)

<p>Min. Diameter of Circle G.T. Criteria Minimum Diameter : 2.8 Limits Diameter : 1.0</p> <p>Min. Rectangular Distance G.T. Criteria Min. rectangular distance : 1.843 Limit distance : 1.0</p>

Table 4 Calculated results of minimum dimensions of holes by piercing for a sample blank(2)

<p>Min. Diameter of Circle G.T. Criteria Minimum Diameter : 5.2 Limits Diameter : 1.0</p> <p>Min. Rectangular Distance G.T. Criteria Min. rectangular distance : 1.414 Limit distance : 1.0</p>

Fig. 1과 같은 불규칙형상 박판제품에 대하여 선과 선, 선과 원호, 선과 원 등의 가공 가능한 최소 거리를 계산하여 형상 내부에 가공 가능한 영역을 Fig. 3에 나타내었는데 내부 형상들이 이 영역안에 있으므로 내부 형상의 가공이 가능함을 알 수 있다. Table 3에서는 불규칙한 형상 내부 구멍의 블랭킹 및 피어싱 가공 가능성 여부를 검사한 결과를 나타내었는데 최소 직경의 한계 치수는 1mm인데 제품의 최소 직경의 치수는 2.8mm이므로 형상 내부 구멍의 블랭킹 가공이 가능하다. 또한 사각형 구멍의 한계치수는 1mm인데 제품의 최소 사각구멍의 치수는 1.843mm이므로 사각형 구멍의 블랭킹 가공이 가능함을 알 수 있다. 따라서 이러한 형상을 가진 박판제품에 대해서는 제품의 가공이 가능함을 알 수 있다. 또한 Fig. 2와 같은 불규칙형상 박판제품에 대해서 이 모듈에서 수행되어진 결과를 Fig. 4 및 Table 4에 나타내었는데 제품의 블랭킹 가공이 가능함을 알 수 있다. 이와 같이 이 모듈에서는 임의의 형상을 가진 박판 제품에 대하여 제품의 가공 가능성을 검사하여 스트립레이아웃모듈에서 공정설계를 수행시키므로써 실제 생산에서 발생할 수 있는 오류를 사전에 방지할 수 있다.

3.3 블랭크레이아웃

앞의 가공가능성검사 모듈에서 합격한 Fig. 1과 같은 불규칙형상 박판제품을 단열배열에 대하여 블랭크레이아웃 모듈에서 수행되어 출력된 결과를 Fig. 5, Fig. 6에 각각 나타내었다.

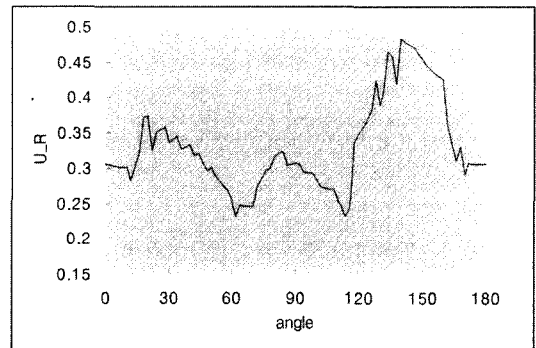


Fig. 5 Variation of UR with reference to tilting angle for a sample blank(1) in single operation

Fig. 5는 불규칙형상 박판제품을 고정시키고 반시계방향으로 2°씩 회전 시킬 때 UR의 변화를 나타낸 것으로 경사각도가 140°일 때 UR의 값이 0.484로써 재료의 이

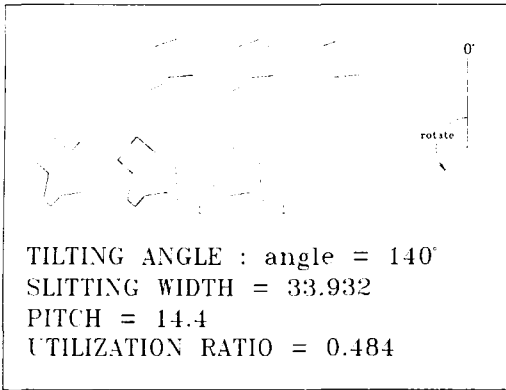


Fig. 6 Blank layout with the best utilization for a sample blank(1) in single operation

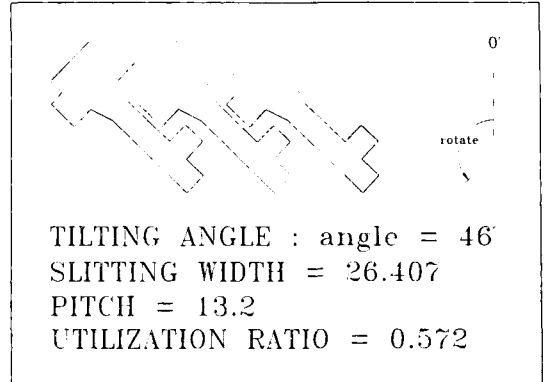


Fig. 8 Blank layout with the best utilization for a sample blank(2) in single operation

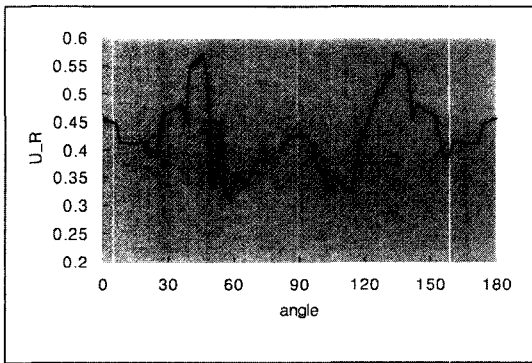


Fig. 7 Variation of UR with reference to tilting angle for a sample blank(2) in single operation

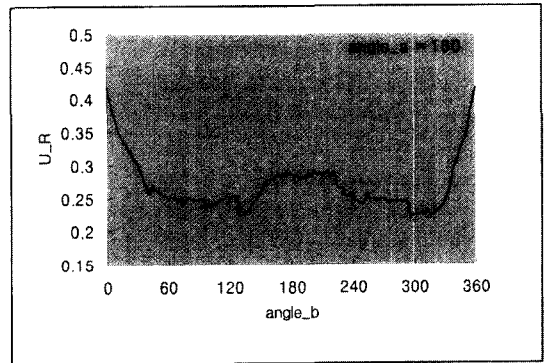


Fig. 9 Variation of UR with reference to tilting angle for a sample blank(1) in pairwise operation

용률이 최대가 되어짐을 알 수 있다. 불규칙형상 박판제품의 도면을 시스템에 입력시킬 때 창출된 최적의 단열블랭크레이아웃 도면을 Fig. 6에 나타내었다. 가공가능성 검사 모듈에서 합격한 Fig. 2와 같은 불규칙형상 박판제품의 단열배열에 대하여 Fig. 7에서 경사각도가 46°일 때 UR의 값이 0.572로써 재료이용률이 최대가 되어짐을 보여주며 창출된 최적의 단열블랭크레이아웃 도면을 Fig. 8에 나타내었다.

Fig.1 과 같은 불규칙형상 박판제품을 동형쌍배열에 대하여 블랭크레이아웃 모듈에서 수행되어 출력된 결과를 Fig. 9, Fig. 10에 각각 나타내었다.

Fig. 9에서는 경사각도가 $angle_a = 180^\circ$, $angle_b = 360^\circ$ 일 때 UR의 값이 0.418로써 재료이용률이 최대가 되어짐을 보여주며 창출된 최적의 동형쌍배열 블랭크레이아웃 도면을 Fig. 10에 나타내었다. Fig.2 와

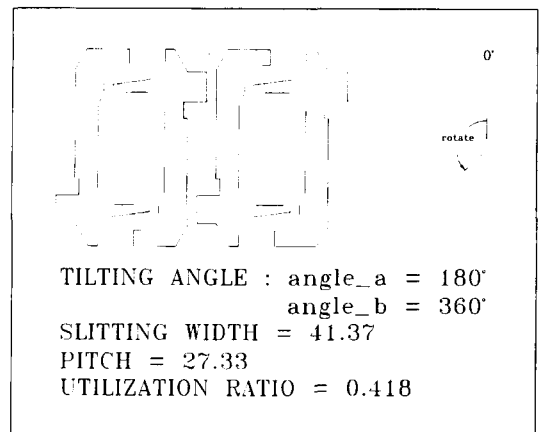


Fig. 10 Blank layout with the best utilization for a sample blank(1) in pairwise operation

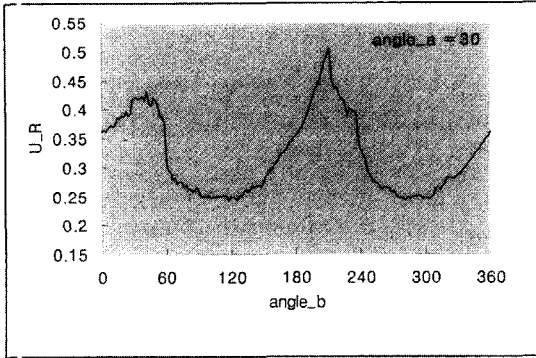


Fig. 11 Variation of UR with reference to tilting angle for a sample blank(2) in pairwise operation

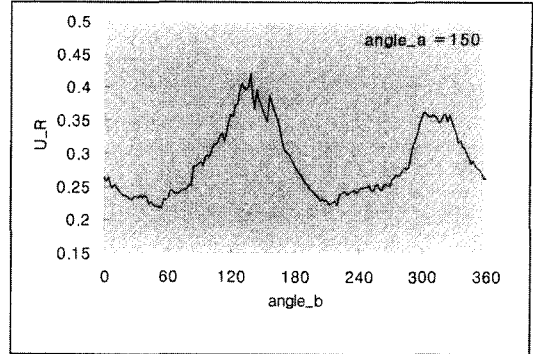


Fig. 13 Variation of UR with reference to tilting angle for a sample blank(1) and a sample blank(2) in pairwise operation

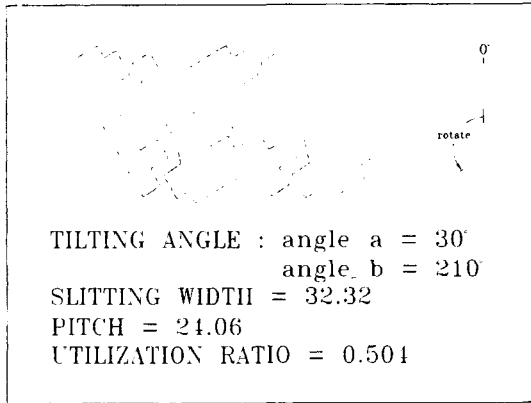


Fig. 12 Blank layout with the best utilization for a sample blank(2) in pairwise operation

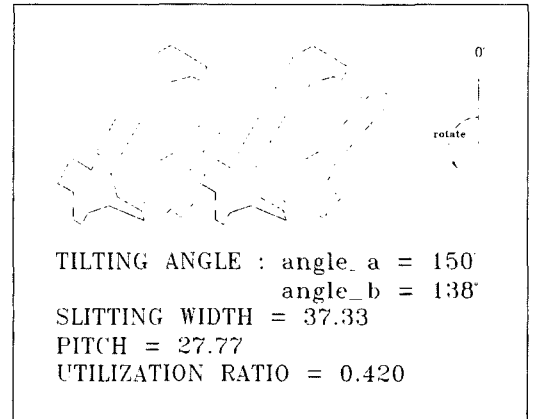


Fig. 14 Blank layout with the best utilization for a sample blank(1) and a sample blank(2) in pairwise operation

같은 불규칙형상 박판제품을 동형쌍배열에 대하여 블랭크레이아웃 모듈에서 수행되어 출력된 결과를 Fig. 11, Fig. 12에 각각 나타내었다.

Fig. 11에서는 경사각도가 $angle_a=30^\circ$, $angle_b=210^\circ$ 일 때 UR의 값이 0.504로써 재료이용률이 최대로 되어짐을 보여주며 창출된 최적의 동형쌍배열 블랭크레이아웃 도면을 Fig. 12에 나타내었다. Fig. 1, Fig. 2와 같은 불규칙형상 박판제품을 동시에 배열하는 이형쌍배열에 대하여 블랭크레이아웃 모듈에서 수행되어 출력된 결과를 Fig. 13, Fig. 14에 나타내었다.

Fig. 13에서는 경사각도가 $angle_a=150^\circ$, $angle_b=138^\circ$ 일 때 UR의 값이 0.420로써 재료이용률이 최대로 되어짐을 보여주며 창출된 최적의 이형쌍배열 블랭크레이아웃 도면을 Fig. 14에 나타내었다. 이와같이

블랭크레이아웃 모듈에서는 단일배열 과 동형 및 이형쌍배열에 대하여 재료의 이용률을 최대로 하는 블랭크의 경사각도를 구하고 이에 따른 슬리팅 폭과 피치를 계산하여 스트립레이아웃 모듈에 연결시킨다.

3.4 스트립 레이아웃

Fig. 14에서 보여진 최적의 이형쌍배열의 블랭크레이아웃 도면에 대하여 스트립레이아웃 모듈에서 수행되어 출력된 결과를 Fig. 15에 나타내었다.

Fig. 15 a)는 설계자가 입력한 제품의 불규칙한 형상을 나타낸 것으로 이들 각각의 형상별로 분해하여 각 형상들에 대하여 창출된 다이블랭크 형상을 b)에 나타내었다. 각 형상들의 둘레는 자동으로 시스템에 인식되어 다이블랭크 형상이 설계되어진다. 다이블랭크의 배열순서

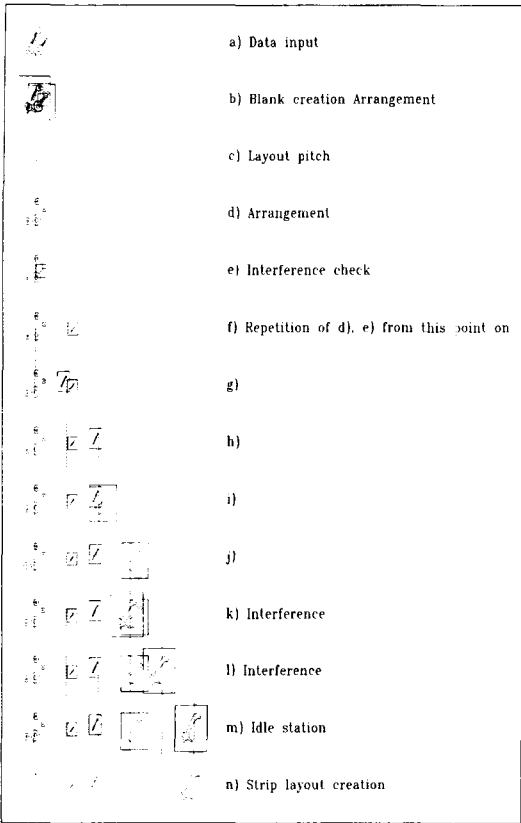


Fig. 15 Automatic strip layout program flowchart for a sample blank(1) and a sample blank(2) in pairwise operation

는 다이블랭크의 주변길이순으로 순차적으로 배열되게 된다. 블랭크간의 간섭을 확인하고 간섭이 발생하지 않도록 배열하는 공정을 c)~m)까지에 나타내었다. 그림 e)에서 보면 간섭이 발생함을 알 수 있다. 따라서 j)와 같이 다음피치에 배열되게 된다. 이와 같은 공정들을 반복하여 최종적으로 n)과 같은 배열이 완성되게 된다.

따라서 본 연구에서 개발된 네스팅 시스템을 사용하면 시스템의 블랭크레이아웃 모듈은 불규칙한 형상을 가진 박판제품의 단일배열과 동형쌍배열 및 이형쌍배열에 대하여 최적의 블랭크레이아웃 도면을 창출시키고 스트립 레이아웃 모듈에서는 이에 따른 스트립레이아웃 도면을 자동적으로 창출시키기 때문에 경험이 없는자라도 블랭크레이아웃 및 스트립레이아웃 도면을 쉽고 정확하게 설계할 수 있다.

4. 결 론

불규칙한 형상을 가진 박판제품에 관한 블랭킹 및 피어싱용 네스팅을 수행할 수 있는 지적인 CAD시스템을 개발하였다. 이 시스템은 산업 현장에서의 적용이 용이하고 사용자와의 대화식으로 유연성을 가지고 있어서 산업 현장에서의 데이터 추가가 가능하도록 되어있으며 AutoCAD 환경 하에서 구축되었다. 블랭킹 및 피어싱용 네스팅에 대한 지식은 소성이론, 관련논문, 보고서, 현장 기술서, 실제 공정도, 현장 기술자와의 인터뷰를 통하여 얻어졌고 이를 정식화하여 각 모듈의 규칙 베이스를 구성하였다.

본 연구에서는 이와같은 네스팅 시스템을 개발함으로써 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 블랭크레이아웃 모듈에서는 불규칙형상 박판제품의 단일배열 뿐만 아니라 동형쌍배열 및 이형쌍배열에 대한 최적의 블랭크레이아웃 도면을 창출시킴으로써 설계시간의 단축 및 재료의 손실을 최소한으로 줄일 수 있다.
2. 스트립레이아웃 모듈에서는 최적의 블랭크레이아웃 도면의 각 형상별 다이블랭크를 고려하여 다이의 파손을 막는 공정으로 자동화된 스트립레이아웃 도면을 창출시킬 수 있다.
3. AutoCAD하에서 지원되는 AutoLISP언어를 사용하여 대화식으로 구성된 프로그램을 개발 함으로써 경험이 없는 자라도 쉽고 정확하게 원하는 블랭크레이아웃 도면및 스트립레이아웃 도면을 설계할 수 있다.

개발된 시스템은 보다 적용성이 좋은 시스템으로 만들기 위해서 본 연구에서 설파된 블랭킹 및 피어싱 공정의 블랭크레이아웃 및 스트립레이아웃의 검증 과정을 이루기 위해서는 유한 요소 시뮬레이션 코드와 자동 연결 될 수 있도록 시스템의 출력을 개선하여야 할 것이다. 또한 생산 현장의 전문가와의 공동 연구 및 기술 관련 인터뷰를 통하여 많은 설계 지식을 보완하고 정식화하는 작업이 요구된다.

참 고 문 헌

1. G. Schaffer, "Computer design of progressive dies", Am. Mach, Vol. 22, pp. 73-75, 1971.

2. B. Fogg and Jaimeson, "The influencing factors in optimizing press tool die layouts and a solution using computer aids", CIRP Annals, Vol. 24, pp. 429-434, 1975.
3. Y. Shibata and Y. Kunimoto, "Sheet metal CAD/CAM system", Bull. Jpn. Soc. Prec. eng., Vol. 15, pp. 219-224, 1981.
4. S. Nakahara, T. Kojima, S. Tamura, A. Funimo, S. Choichiro and T. Mukumuru, "Computer progressive die design", Proceedings of 19th MTDR conference, pp. 171-176, 1978.
5. 최 재찬, 김 병민, 김 철, 이 승민, "스테이터 및 로터의 블랭킹에 관한 공정설계 및 금형설계 시스템", 한국 정밀 공학회지, 제13권, 제8호, pp. 40-51, 1996.
3. 최 재찬, 김 병민, 김 철, 김 재훈, "스테이터 와 로터 및 불규칙한 박판제품의 블랭킹에 관한 공정설계 시스템", 한국 정밀 공학회지, 제13권, 제9호, pp. 46-53, 1996.
7. 최 재찬, 김 병민, 조 해용, 김 철, "스테이터 및 로터의 블랭킹 및 피어싱에 관한 자동화된 금형설계 시스템", 한국 정밀 공학회지, 제14권, 제5호, pp. 22-33, 1997.
8. 최 재찬, 김 병민, 김 철, 김 재훈, 김 호관, "불규칙한 형상의 박판제품에 관한 블랭킹 및 피어싱용 공정설계 시스템(Ⅱ)", 한국 정밀 공학회지, 제14권, 제7호, pp. 39-48, 1997.
9. Y.K.D.V. Prasad and S. Somasundaram, "CADDs : An automated die design system for sheet-metal blanking", Computing & control engineering journal, pp. 185-191, 1992.
10. K. Shirai and H. Murakami, "A compact and practical CAD/CAM system for progressive dies", Bull. Jpn. Soc. of Prec. Eng., Vol. 23, No. 1, pp. 25-30, 1989.
11. 이 승희, 한 윤희, 김 세환, 금형설계 자료집, 대광서림, pp. 368-450, 1992.
12. F. Strasser, "the secret of successful press tool design", Tooling, February, 1976.
13. D.F. Eary, E.A. Reed, "Technique of press-working sheet metal", Prentice-hall, Inc., 1974.
14. F.W. Wilson, P. H. Harvey, "die design handbook", McGraw-hill company, 1963.
15. K. Lange, "Handbook of metal forming", McGraw-Hill book company, pp. 24.1-26.1, 1970.