

## 자동차 본넷 트림 금형 스트립 레이아웃 설계에 관한 연구 A study on the design of a strip Lay-out for trimming tool of the automobile bonnet

정효상\*,이성수\*\*

\*건국대학교대학원, hszung@kinst.ac.kr

\*\*건국대학교기계설계학과, sslee@konkuk.ac.kr

### Abstract

Parametric modeling and configuration design methods are a important methods for rapid design in manufacturing. This paper proposes a relation rules which parametrically models a bonnet trimming tool based on Pro/Engineer. The concept of desogn is applied a trimming die of the bonnet outer panel. Trimming die have a many parameters. Each a parameter is related the die face and punch profile. A design system consists of a Pro/Engineer, a Pro/Program.

Keyword: Trimming die(트림금형), Strip lay-out, Parameter modeling, Relation rule

### 1.서론

금형은 자동차 Body 패널을 생산하기 위한 필수 불가결한 도구로 제품의 품질 및 제조 원가, 납기, 안전 사항등이 금형 설계시에 결정되어진다고 해도 과언이 아닐 정도로 공법 계획부터 설계까지의 역할이 너무도 중요하다고 할 수 있다. 그러나 이러한 사항들의 적용이 쉬운 일이 아니다. 또한 금형에 관한 노하우는 소수 숙련 기술자의 경험에만 의존하는 폐쇄성이 있는 관계로 널리 공개되지 않고 있다. 또한 일반에 공개된 자료라 할지라도 일반적인 금형에 관한 사항으로 자동차용 대물 금형에 적용하기에는 어렵게 되어 있어 실제 설계할 때에는 큰 도움이 되지 못하고 있는 실정이다. 따라서 이러한 어려움을 극복하기 위하여 자동차용 대물 금형의 실제 설계에 적용하는 방법 중 트림 금형의 설계에서 트림날(trimming steel)배치와 스크랩커터(scrap cutter)의 배치를 수정 또는 변경할 수 있도록 구성하였다. 트림날 배치 및 스크랩커터는 설계가 완성 될 때까지 많은 변경이

필요한 경우가 생긴다. 이런 경우 자동차 본넷의 기하학적 모델에 금형의 펀치 프로파일과 다이 페이스의 치수와 트림날 및 스크랩 커터의 치수를 변수로 정의해서 수정이 용이하게 해주는 파라메트릭 모델링 기법이 필요하다. 금형 설계에서 파라메트릭 설계변경은 부품단위에서 이루어지더라도, 결국 부품이 모여서 이루는 조립체까지 영향을 미치게 된다. 따라서 상용 CAD 시스템과 전문가 시스템을 연결하여, 보다 효율적인 구속조건 처리와 파라메트릭 모델링을 수행 할수 있는 설계 전문가 시스템에 대한 연구가 필요하다.

이러한 설계 시스템은 결국, 첫째는 보다 빠른 금형 설계, 둘째는 보다 저 비용의 금형 개발, 셋째는 보다 고품질의 금형 개발에 필수 불가결한 도구가 되겠다.

이러한 시스템을 구축하기 위해서는 3D CAD 시스템의 효율적 사용, 기존 시스템의 부분 기술로서의 불안전성을 극복, 파라메트릭 모델링 효율의 극대화, 지식 기반 설계 시스템의 구축, 구성설계 방법론의 적용이 이룩 되어야 한다. 본 연구

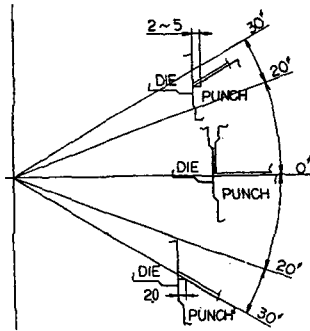


Fig. 1 Horizontal trimming standard

에서는 이러한 문제를 해결하기 위한 방법 중에 하나로 자동차 본넷 아웃 패널의 트림 금형의 트림날 배치 및 스크랩커터의 배치를 대상으로 한가지 방법을 제시한다.

2. 트림날과 스크랩커터의 구성설계

2.1 각도 사용 기준

프레스가 상하 운동을 하므로 본 연구에서는 수직 트림 조건에 대한 것만으로 범위를 정한다. 일반적으로 Fig.1과 같이 자동차 철판은 +30°, -30° 을 넘게 되면 수직 트림을 할 수 없는 것으로 규정되어 있다[1].

Fig.1에서 1)+20~30°범위 : 쇠파시(Burr)가 차의 밖에서 보이지 않는 부분 및 차로 인하여 위해가 생기지 않는 부분이다. 2)-20~+20°범위 : 통상 적용 범위이고, 3)-20°~-30°범위 : 트림부가 변형이 생겨도 좋은 부분(접합부분은 불가능)이다.

또한 상형이 하형에 오버랩(식입)량 기준은 Fig.2와 같이 최대 7±1.0mm로 했다.

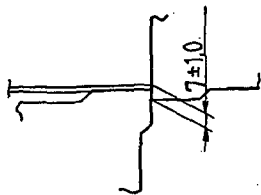


Fig.2 Punch overlap

2.2 트림날의 종류 및 표준 단면 형상

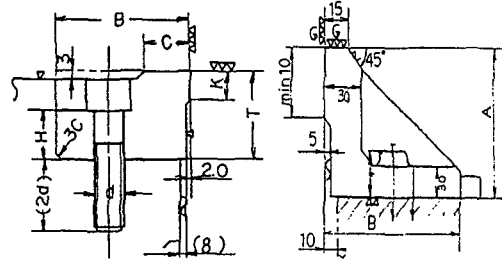


Fig.3 Block type Fig.4 Insert type

Fig.3, Fig.4에서 A=100을 표준으로 하고 최대 300까지 가능하도록 했으며, B≥1.5A를 반드시 적용 하도록 했다. 이유는 트러스트 방지를 위해서 이다. 리브는 A 치수가 1/3B 이상일 때만 적용하도록 한다.

Table 1 철판의 두께 따른 트림날 조건

가공판두께	T	B	C	K	볼트
$t \leq 1.7$	45	60	15	8	M12, M16
$1.7 \leq t \leq 3.0$	45	60	15	8	M16
$3.0 \leq t \leq 4.5$	45	60	20	10	M16, M20
$4.5 \leq t \leq 6.0$	70	60	20	12	M20

Table 1은 철판의 두께 변화에 따른 각 변수 값과 적용 볼트를 나타낸 것이다.

길이L=최대 1000까지 가능하다. 20kg이상의 매금에는 반드시 주입 nut M16을 설치하고 조립도 및 부품도에 도시한다. 20kg이상 ~450kg이하는 적정 개소 선정 및 균형을 고려하여 1~3 개소를 설치한다. 450kg이상 ~500kg이하는 4개소를 설치한다. 일체형 트림날 설계 할 때 고려사항은 트림날 중량은 최대 500kg이하 (용탕로 용량기준)로 적용해야 한다. 이 보다 더 무게 올 경우 열처리 용량 문제가 된다.

트림날 사이즈는 1000×1000×300이하 (열처리기준)로 적용해야 한다. 이 같이 정한 이유는 제작 및 열처리가 불가하기 때문이다. 트림날 위치 결정방법 중 450kg이하의 볼트 및 평행 핀 과 보강

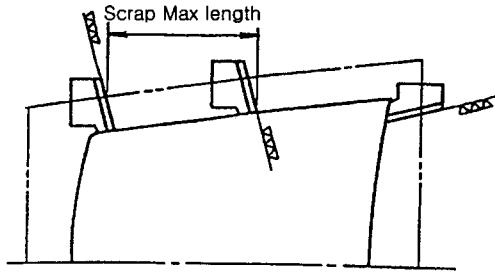


Fig. 5 Maximum scrap size

면을 사용한다. 450kg 이상은 반드시 보강용 키를 3~4개소 적용하며 볼트 및 핀도 사용한다. 사용 볼트 평행핀은 각각 M16×50, ∅16×60 이고, 상형 트립날의 평행 핀 낙하 방지용 볼트는 현장 맞춤하므로 도시하지 않았다.

Fig.5는 최대 스크랩 사이즈는 나타내고 있으며 이것은 스크랩에 금형에서 프레스의 호퍼(hopper)로 흘러들어 갈 수 있도록 하는 데 중요한 요소이다.

볼트 및 평행 핀 홀 위치는 1개의 트립날 내에서의 볼트 및 평행 핀의 사이즈는 같은 사이즈를 사용하도록 했다.

### 2.3 트립날의 분할

매금의 분할은 형상, 중량과 길이의 관계, 공차 작업등에 따라서 다음과 같이 결정할수 있다.

매금 분할은 U형 형상으로 하지 않고 L형으로 분할 하고, 펀치측과 다이측의 분할 라인은 일치시키지 않도록 한다. 일치시킬 경우 같은 트립날 라인에 많은 비가 발생 한다.

반경이 있는 라인 부분 및 가공선에 대하여 20° 이상의 예각으로 되는 곳에서 가능한한 분할하지 않도록 한다. 또, 20°이상의 곳에서 분할할 필요가 있는 경우는 가공선에 대하여 직각으로 분할

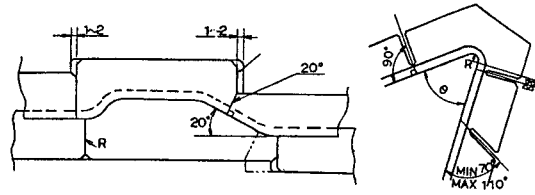


Fig. 6 Condition of trim steel split

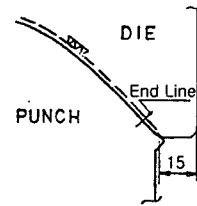


Fig. 7 Condition of trim end line steel 하도록 했다.

제품 끝부분의 트립날 분할은 Fig.7같이 한다. 강재로 전체 열처리를 행하는 경우는 코너 부에 반드시 열처리 크랙을 방지하기 위하여 R3 이상의 R을 준다.

중량이 15kg 이상일 경우는 lift 용 tap을 설치해야 한다. 상형 트립날에는 원칙적으로 평행 핀의 빠짐 및 볼트 풀림방지를 위해 낙하 방지용 볼트 및 풀림방지용 볼트를 사용하여야 한다.

### 2.4 스크랩 커터

긴 스크랩을 짧게 잘라 그 처리를 용이하게 하기 위해 사용한다. C.H Hole 이 없을 경우 게이지용으로 사용한다.

Fig.8은 일반적인 스크랩커터 형상을 보여 주는데, 펀치측 스크랩 커터 스크랩커터는 예상되는 제품의 끝보다 25mm 정도 길게 한다. 가공 판두께 1.6mm 이상은 백업을 반드시 설치한다. 모서리부는 안전상 R5 정도 반드시 줄 것 다이측 스크랩커터 가능한 트립날 구조로하여 트립날의 수

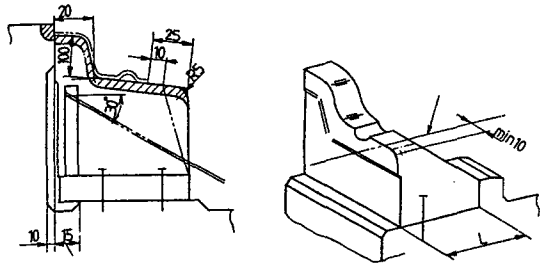


Fig. 8 Shape of scrap cutter

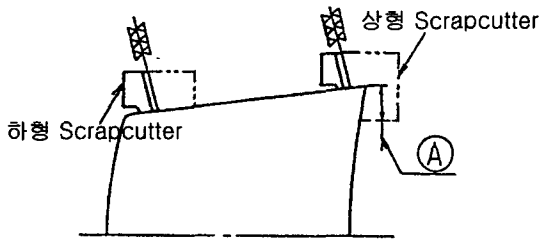


Fig. 9 Corner condition of trim steel

명을 유지한다.

스크랩 커터 배치는 편측낙하를 기본으로 전주에 걸쳐 적절한 거리에 배치하여야 한다.

최대 550mm 배치시 부득이 트림날이 서로 마주보거나 그 반대로 될 경우는 스크랩커터의 각도를 20°이상으로 하거나 별도의 스크랩 처리 장치를 부착하여야 한다. 스크랩 커터 의 배치 각도는 트림 라인에 대하여 10°의 각도를 주어 스크랩 낙하를 쉽게 하는 것을 원칙으로 한다.

스크랩커터 배치 및 각도 설정시 유의 사항으로는 스크랩 낙하를 용이하기 위해 커터의 배치 및 각도 설정시 하형 스크랩 커터는 Fig.9와 같이 가능한 코너에 가깝게 설치한다.

상형 스크랩커터에 의해 트림라인의 코너부를 가공하는 경우 A부를 최소 20mm로 한다.

하나의 스크랩에 트림라인 코너부를 2개이상 하지 않는다.

한 금형에서 전주트림하는 경우 스크랩 끼임 방지

Fig. 11 Scrap cutter of trim line condition 를 위해 Fig.10과 같이 스크랩 커터 방향은 전부 같은 방향으로 한다.(시계 방향 또는 반시계방

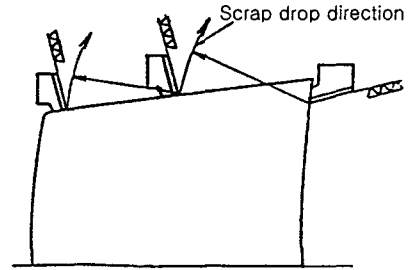
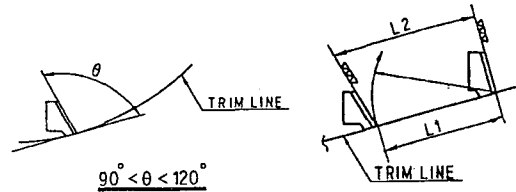


Fig. 10 Scrap drop direction



향) 스크랩커터 날 과 트림라인의 교점을 기준으로 스크랩 회전 궤적이 커터날 또는 다른 트림날 과 간섭 되지 않도록 배치 및 스크랩 각도를 설정한다.

Fig.11에서 커터날의 각도는 트림라인 접선을 기준으로 90°이상 120°이하로 한다.

커터와 커터날의 각도를 같게 하거나 커터 외측 방향을 넓게 한다. ( $l_1 < l_2$ )

Fig.12와 같이 다이페이스가 경사져 있는 경우 ( $15 \leq \theta \leq 30$ )는 그 정점에 배치하여야 한다.

코너부는 본네트 R 끝부터 5mm이상 벗어나게 한다. 커터의 위치가 트림 라인으로부터 밖으로 나오지 않도록 한다.

Fig.12, Fig.13과 같이 스크랩은 반드시 자중으로

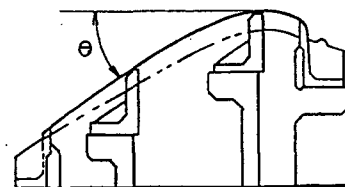


Fig. 12 Condition of inclined angle

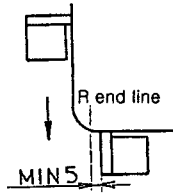


Fig. 13 Condition of trim end line

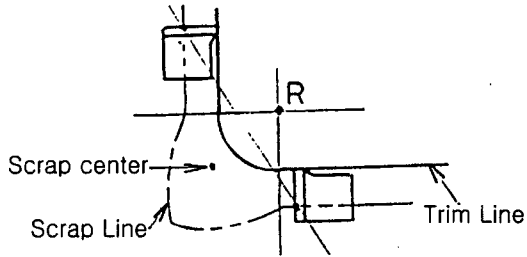


Fig. 14 Condition of scrap drop

낙하하도록 스크랩 중심은 반드시 사선의 왼쪽에 있어야 한다. 코너부가 각으로 만날 때는 끝부터 10mm 이상 벗어나게 한다.

### 3. 파라메트릭 설계

본네트의 트림 금형의 트림라인과 스크랩커터 배치의 골격을 제시받아 트림날 및 스크랩커터의 배치에 대해 구상 설계에서 상세설계로의 프로세스를 완성하고, 기존의 본네트 및 새로운 본네트의 파라메트릭 모델링 기법을 이용하여 설계 변경(Re-design)이 가능하도록 한다. 본 연구에서는 가공을 위한 설계보다는 설계자가 주로 관심을 가지고 있는 기능 특징(Functional feature)에 중점을 두어 가능한 빠르고, 정확한 설계가 되도록 했다.

즉 구성설계를 통해 트림 라인 및 스크랩커터의 연관 관계와 기하학적 형상이 어느 정도 결정되었다. 하더라도, 최적의 금형을 설계하거나 조금씩 다른 목적을 위해 금형의 변경 모델을 설계할 필요가 있다면, 파라메트릭 설계를 통해 설계 변

Table 2 Specification of system

Hardware Platform	Intel Based Compatible PC
Operating System	MS Window NT/XP
CAD System	Pro/Engineer 2001
Programming Language	Pro/Program

경을 해야 한다. 이러한 파라메트릭 설계는 일종의 구성 설계로 기존의 설계 방식은 2D 설계적이면서 단지 카탈로그에 있는 부품들을 골라서 일일이 조합해 설계를 구성하는 방법이지만, 파라메트릭 설계 방법을 이용하면 비슷한 본네트에 대해서는 부품은 바꾸지 않고 파라메트릭 설계 변경으로 원하는 금형의 설계 형태로 구성할 수

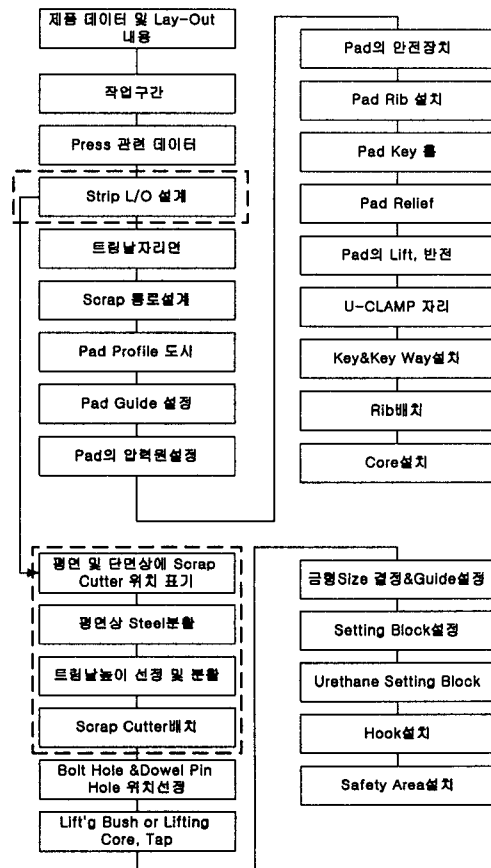


Fig. 15 Flow of trimming die design

있다. Table 2는 본 연구에서 사용되어진 시스템의 사양을 나타내고 있으며, Pro/E2001과 관계식 포함된 Pro/Program를 이용하여 전체 파라메트릭 설계 구성을 하였다.

Fig.15는 트림 금형을 설계하기 위한 전체 순서를 나타내고 있으며, 점선으로 표기된 부분만이 본 연구에서 적용된 부분이다.

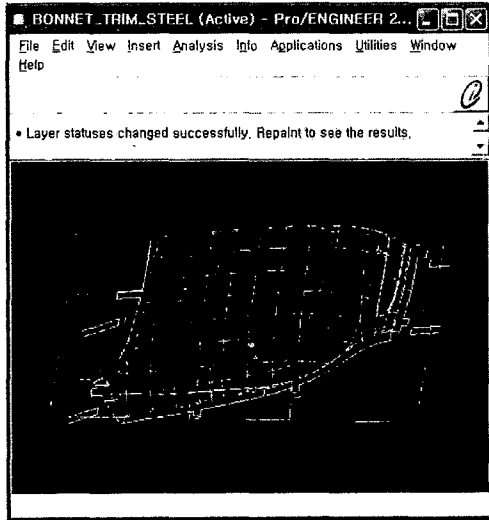


Fig. 16 Trimming Lay-Out

Fig.16은 본네트 제품의 곡선 데이터이며, 여기서 트림 라인과 레이아웃도에서 가져온 스크랩 커터 라인을 나타내고 있다. 실제 설계에서는 트림 라인의 변경은 자동차 모델이 변경 되기전에는 설계 변경이 많이 않으나 스크랩 커터는 트림 공정 설계 할 때 스크랩의 처리 및 프레스의 조건으로 수시로 완성도가 작성 될 때까지 변경이 발생되어진다.

Fig.17은 트림 펀치와 다이를 트림 조건과 스크랩커터의 조건에 맞추어 설계된 것이며 구속 조건은 관계식으로 정의 된 Table 3을 기준으로 하여 설계가 되었다. 또한 스크랩커터의 위치나 트림 라인의 변경의 대하여 구속 조건에 만족하는 변경이 되도록 했다. 즉 다이 기준으로 스크랩커

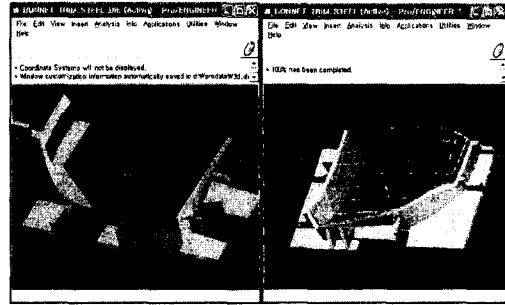


Fig. 17 trim punch and die

터의 위치 및 사이즈 변경에 따라 상형 펀치도 함께 변화 되도록 했다.

Fig.18은 펀치와 다이를 조립한 상태를 나타낸 것이며, Fig.15와 같이 순서로 나머지를 설계하게 되면 트림 공정 금형 설계가 완성 된다.

Table 3 Relation rules

트림 조건과의 관계	관계식	비고
블랭크 사이즈와 관계	Bh+10, Bv+10	Bh 블랭크가 로길이 Bv 블랭크세로길이
본네트 제품에 대한 트림각도	$+20 \leq \theta \leq +30$	Cam 공정을 추가여부 결정
	$-20 \leq \theta \leq +20$	$\theta$ 본네트 트림라인 수평각도
	$-20 \leq \theta \leq -30$	Cam 공정을 추가여부 결정
트림날 오버랩 (식입)	MAX Td + 7±1.0	Td 트림라인
트림날 표준형상	Table 1	
분할 조건	R end 점 +5	
트림날 사이즈	1000×1000×300이상인 경우 추가	
스크랩사이즈	550mm이상인 경우 스크랩커터 추가	
다이페이스 각도	$90^\circ < \theta < 120^\circ$ 인 경우 조리면 높이 조정	

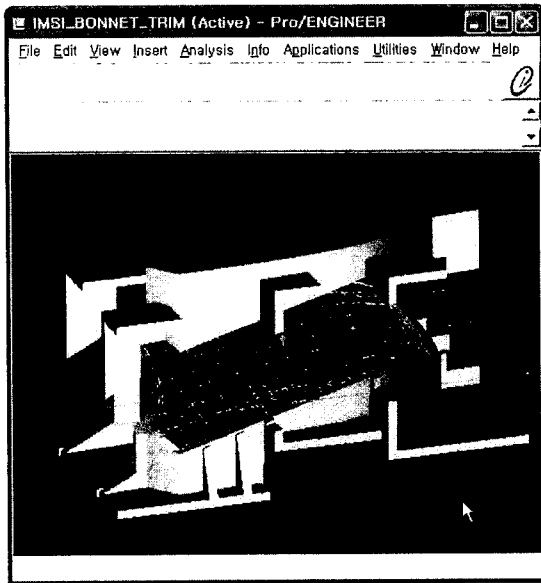


Fig. 18 Assembly of trim steel

#### 4. 결론

자동차 본네트의 트림 공정 금형 설계는 트림날 배치와 스크랩커터의 설계를 완성하게 되면 그 나머지는 트림날 배치와 스크랩커터를 기준으로 금형 사이즈, 금형 가이드, 패드등을 설계하면 금형 설계는 완성이 된다. 따라서 파라메트릭 모델링을 통한 설계변경 자동화 작업은 많은 변수로 어려움이 있지만, 실제로 본네트 부품은 형상이 비슷하고, 크기 역시 크게 변화가 없으므로 지식 베이스를 구축하는 프로세스 정립하였다.

본 논문에서 구현하는 설계 시스템은 전체적인 프로세스와 실제 작업에 일어나는 일들을 분석하였다. 조립체 내의 구성 스크랩커터들의 치수들 간의 구속조건을 지식베이스 화하고, 파라메트릭 모델링 기법을 이용한 전체 스크립 레이아웃 변경 및 유사 본네트 설계에 걸리는 시간을 단축하는 방법론 구축하였다.

향후 트림 금형의 패트 모델링, 전체 트림 금형

설계에 대해서 파라메트릭 모델링 작업이 필요하며, 또한 상용 소프트웨어 내의 프로그램으로 작성된 시스템이므로 보안에 대해 문제가 있으므로 방지할 수 있는 다른 틀을 사용하는 것을 고려해야만 한다.

#### 참고문헌

1. 기아 프레스 금형 설계 표준, 트림 금형 설계 표준, 1994
2. Keeler, S.P., "Sheet metal stamping technology-need for fundamental understanding", in D.P. Koistinen(ed), Mechanics of Sheet Metal Forming, Plenum, New York, pp. 3-18, 1977
3. Mantripragada, R., Kinzel, G., Altan, T., "A computer-aided engineering system for feature-based design of box-type sheet metal parts", Journal of Material Processing Technology 57 pp241-248, 1996
4. 정효상, 이성수, "Front Fender LH/RH 일체 금형설계 및 제작에 관한 연구", 한국정밀공학회지, 제16권 12호, pp24-30, 1999
5. "Pro/Engineer Training Guide for Release20", Parametric Technology Corporation, 1998
6. Kim, H.K., and Altan, T., "Computer-aid part processing-sequence design in cold forging", J. of material Processing Technology, 33, pp57-74, 1992
7. Schubert, P.B., "Die Methods book Two", Industrial press INC., New York, pp146-164, 1967
8. 현재자동차 생산 기술센터, "3차원 금형설계를 통한 Digital Mock-Up 구현", 2nd PTC User Conference, 1999