

# HEMMING DIE의 설계 및 제작

## The Drawing and Producing of Hemming dies

정 호 상 (기아 모텍), 최 상 훈 (건국대 공대)  
 Hyo-Sang Chung (Kia Motech), Sang-Hoon Choi (KonKuk Univ)

### ABSTRACT

So far, this report is written by knowledge and standard through several reference drawing and experienced contents with drawing hemming die of Item. The contents about actual production is so huge that I will write about it next time. Comparatively high added value Hemming die of is important for automobile development but it's not proper for producing small quantity. In the future, I believe that simple easy to correct and reasonable price hemming die will be produced.

Key words : Hemming Die, Prepunch

### 1. 서 론

최근 자동차의 라이프 사이클이 짧아지짐으로 인하여 외관의 미려함과 함께 자동차의 안정성에 대한 소비자의 요구가 점점더 강해지고있다. 따라서 이번호에서는 성형된 Inner Panel과 Outer Panel의 가장자리면을 접어서 Ass'y하거나 Only Panel만의 가장자리를 접어서 패널의 강도보강 및 외관의 품질향상을 목적으로 하는 Hemming(이하 Hem) Die의 일반적인 구조및 설계특성에 대하여 설명한다.

자동차의 Body에서는 주로 Inner Panel과 Outer Panel을 ASS'Y하기 위해서 Hem을 하는데 Door, Bonnet, Trunk Lid등 비교적 대형에 적용하고 있다.

ASS'Y Hem은 그림1과 같이 Flange가 있는 Outer Panel의 내측에 Inner Panel을 넣고 Outer Panel의 Flange를 접어서 넣은후 FL부에 압력을 가해 Inner Panel과 Outer Panel을 ASS'Y한다. 이렇게 FL부가 성형되는 과정에서 외곽Line 위치 "L"이 변화를 하는데 압착전 Pre-Hemming단계의 변화와 압착시의 변화도 구분 할수 있다.

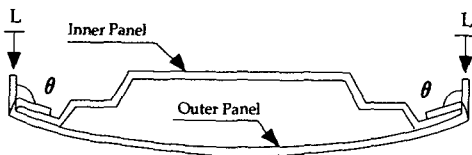


그림1 Hemming

본고에서는 Hem Die의 구조 및 설계에 관해서만 논하고, 가공요령 및 Trial시 발생되는 불구합 현상 및 대책에 대해서는 차후에 기술할 것이다.

### 2 본 론

#### 2.1 Prehemming의 Line변경

패널이 성형되어 Bending이 되면서 FL Line은 제품 내측으로 말려 들어간다. 그림2는 Bending 중립선의 변화를 확

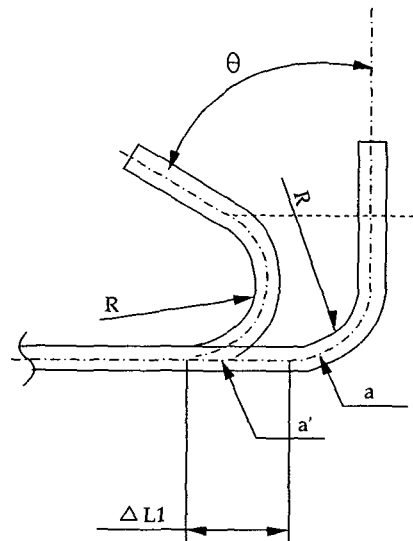


그림2 Pre-Hem시 FL R의 변화

대한 것인데 FL부의 R끝 Point a는 Bending 중립선의 변위를 확대한 것이다. FL부의 R끝 Point a는 Bending이 진행됨에 따라 점차 이동하여 a'로 이동한다. 즉 Corner R의 길이 a가 a'만큼 길어 졌다.

이 과정에서 형상부족 또는 FL의 평균구간에서 aa'만큼이 유입된다. 만일 형상부족과 FL부가 단순한 평면이라면 인측으로의 Bending조건이 같아질 것이고 패널이 말려 들어오는 양도 같아질것이다. 식[1]은 Bending시 최초 중립선 a'가 a'으로 말려들어오는 크기를 나타낸식이다

$$\Delta L1 = (\pi \times R \times \theta) / (4 \times 900) \quad (1)$$

위의 이론식은 형상 및 Hem Line이 단순한 경우에는 일치하지만 Hem Line이 굴곡을 가지고 형상이 복잡한 경우에는 형상부족 강성이 FL부족의 강성보다 강하기 때문에 밀려 들어가는 량이 작아진다. 즉 Door의 Car Line부, Corner부, Wheel Aach부등은 형상부족의 강성이 강하기 때문에 말려들어 오는 양도 작아진다.

## 2.2 본헤밍(Main Hem)의 압착 단계의 Line변경

본 Hem의 압착에 의해 R이 변화하기 때문에 Hem Line이 밀려 나온다.

그림3에서 Line변화량 $\Delta L2$ 는

$$\Delta L2 = \left\{ (\pi R - \pi r) / 2 \right\} + r - R \quad (2)$$

R : 예비 Hem후 중립선 R

r : 본 Hem의 중립선 R

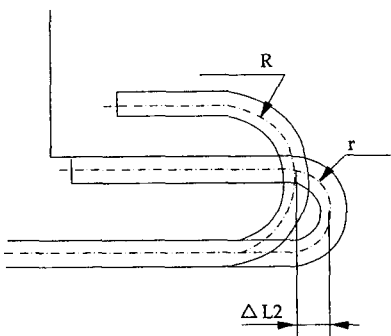


그림3 본 Hem후 FL R의 변화

## 2.3 Hem 형 설계

### 2.3.1 구 상

Hem 가공 방향은 제품각도 Set Up과 함께 설정하고 다 양을 유의 하면서 설정한다.

(○) 가능한 제품 끝단의 높이차가 작도록하고

② 전면이 Hem가능 각도에 들어오도록 한다.

예로 그림4와 같이 최대 55도가 넘지 않도록 하는데 그 것의 목적은

- (1) 품질향상
- (2) 설계 및 제작공수 단축
- (3) 자동화 처리의 원활화등이 목적이다.

그리고 구상을 할때에는

- ① Pre-Hem Type의 설정
- ② Corner부 및 특수부의 Pre-Hem 방법설정
- ③ Press Spec에 의한 형구 중요 Spec 설정
- ④ 각종 자동화 장치의 구조, 기능의 결정등을 하면서 최적 의 조건에서 설계할 수 있도록 구상을 한다.

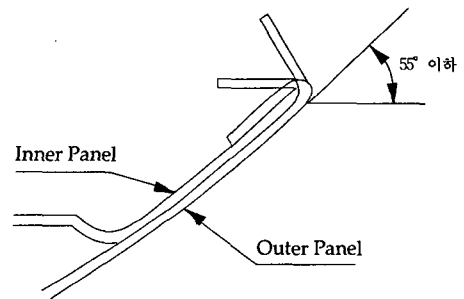


그림4 제품 Set-Up시 Hem 가능각도

### 2.3.2 제품의 Pre-Hem조건에 따른 방법 및 설계

Pre-Punch는 Main-Hem시 FL부가 무리없이 Bending될 수 있도록 Main-Hem에 앞서 앞서 FL면의 각도를 주는 역할을 한다. 예비펀치(Pre-Punch)는 작동특성에 따라 또는 제품특성에 따라 여러가지 구동특성을 갖는 형태들로 발전해 왔다. Hem작업을 한번에 완료하는 것은 상당히 어렵기 때문에 Main-Hem를 하기전에 Flange형상을 Main-Hem에 필요한 각도로 성형시켜 주므로 Hem후의 외관불량을 방지 하고,품질안정을 피하기 위해 사용한다. Pre-Hem력을 설계 시 계산되는 식은

$$Pb = 1/12 \sigma Lt \quad (3)$$

Pb: Pre-Hem에 필요한 힘(Kg),

$\sigma$ : Outer Panel의 인장 강도(Kg/mm<sup>2</sup>)

L: Pre-Hem길이(mm)

t: Outer Panel의 두께(mm)

통상 경험치는 Pb=1.3-3.0Kg/mm<sup>2</sup>가 필요하다.

Hem면은 경사각 $\theta$ 에 따라 Pre-Hem구조가 선택되어진다.  $\theta$ 가 45도이하일 경우 2절Link Type을 고려하고  $\theta$ 가 55도이하 일 경우 Flying Cam Type을 선택하고 $\theta$ 가 55이상70이하 일경우 Double Cam Type을 선택한다.  $\theta$ 가 이상각도에 적용되지 않을 경우 No Return Type을 선택하나 구조나, Timing선정에 있어서 신중성이 요구된다. 그리고 2Stroke

Type에 적용되는 Cylinder Type이 있다. 여기서는 주로 많이 사용되는 2절 Link 구조와 Flying Cam 구조에 대하여 설명한다. 그림5는 2절Link Type의 구조를 나타내고 그림 6은 일반적으로 많이 사용되는 Flying Cam 구조를 나타내었다.

### 2.3.3 CornerHem종류 및 각Item에 따른설계

Corner부의 Hem은 타구간에 비해 조건이 까다로운 압축Flange구간이므로 Hem시 여유가 발생하는데 이여유가 한곳으로 집중하면 Hem Line이 밀려나옴 현상 및 형상면 굴곡의 원인이 된다. 그림7은 Corner부 설계 기준을 나타내고 있다.

Corner Punch는 가공 방향을 FL Line의 법선 방향으로 가공을 하기 때문에 FL여유를 원주상에 균일하게 분포시키는데 유리하다. 또한 Pre Hem Timing을 타Punch보다 조금 빠르게 설계하면 Corner외측으로 부더의 FL 여유 몰림을 방지하며, Corner부 여유발생분의 일부를 외측의 직선구간으로 분산 시킬수 있다. Corner부의 R이 크면 양측의 예비 Hem Punch를 Corner부의 Center까지 연장하여 설계하고 Corner Punch를 생략할 수도 있다.

Corner부의 각도가 90도 이내인 경우R6이상 90도 이상인

경우R10이하에서 Corner Punch를 설계한다.

대표적인 Pre-Hemming 구조는 4절Link를 사용하나 지금은 CR(Cost Reduction)차원에서 꼭 필요한 구간이 아니면 2절 LINK를 사용한다.

그림8은 Coner Link구조를 가지는 4절Link 구조를 나타내고 있다.

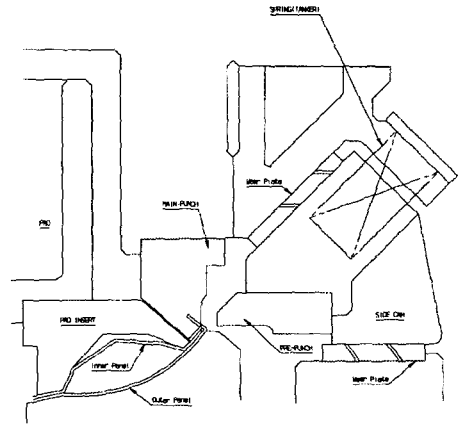


그림6 Flying CAM 구조

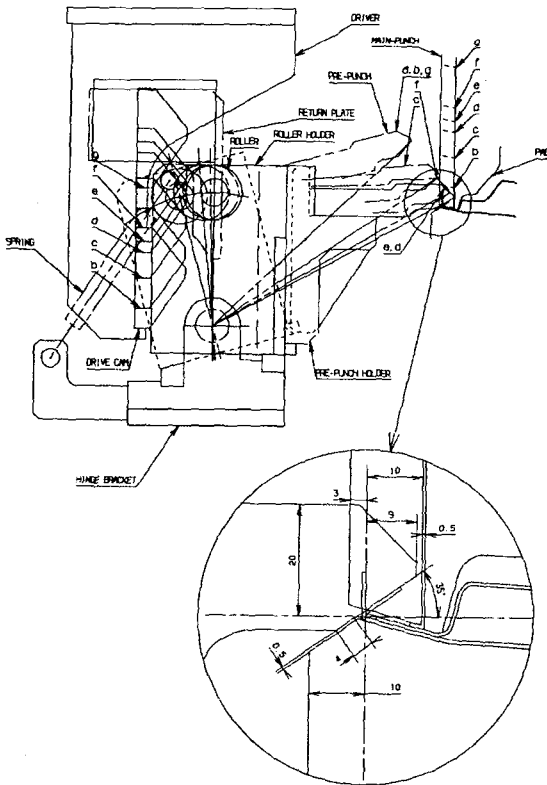


그림5 Pre-Hem의 2절Link 구조

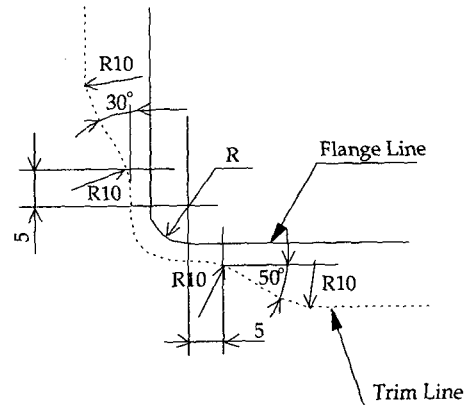


그림7 Corner부 설계 기준

## 2.4 구성부품설계

### 2.4.1 PAD설계

PAD는 상형 하강시 Inner Panel의 위치를 결정하며 예비 Hem 및 본Hem이 진행되는 동안 Panel의 유동을 방지하여 외관 품질 향상 및 치수 정도의 안정에 도움을 준다. PAD는 전주PAD, 부분PAD 2가지 종류를 사용한다.

기본적으로 전주PAD를 사용하지만, 부분PAD는 Inner 없는 형상의 제품에는 부분 PAD를 사용한다. 전주PAD의 Panel과 Outer Panel의 가압할수 경우는 Trial시간 단축 및 품질 안정에 필수적인 요소이고, PAD의 형상이 Inner Panel의 형상을 가지고 있기 때문에 밀착시 Inner Panel의

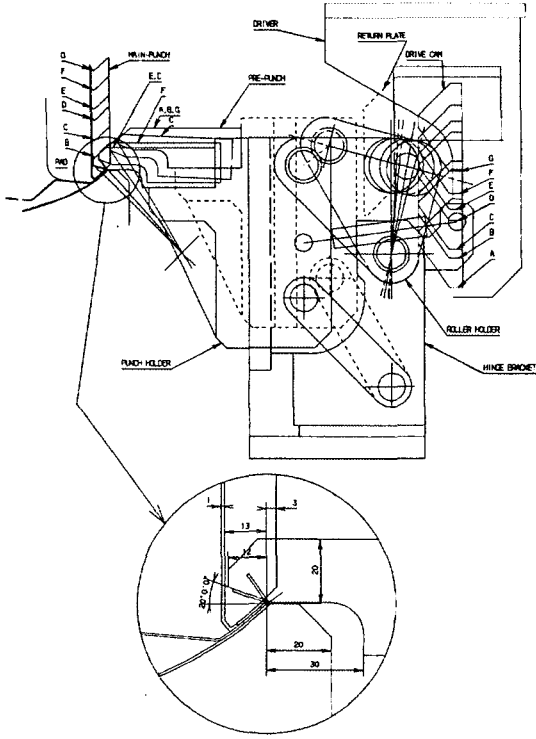


그림8 Corner Pre-Hem의 4절Link 구조

Spring Back을 보정하고, 전면에 밀착 시킨 상태에서 Hem을 진행하기 때문에 품질 안정에 유리하다. PAD의 가압력이 기준치 보다 많을 경우 PAD Marking Line이 외측에 발생되며 너무 적으면 예비Hem Balance가 맞지않을 경우 Panel의 유동이 발생한다.

경험적으로 적당한 PAD압은0.15-0.2Kg/mm2이다. 제작시 필요한 PAD력과 양산시 필요한 PAD력이 다를수가 있어 지중예의한 PAD력 만가지고도 Hem를 할수 있다.

PAD Balance를 보정하기 위해 PAD밖으로 Block를 설치하고 그리고 통상 PAD Stroke가 120정도 되므로 Gas Spring를 사용하고 PAD의 정도가 높고, Guide량이 많기 때문에 Post Guide를 사용한다. 그림9은 A-Project Bonnet Hem의 PAD구조를 나타낸것이다.

2.4.2 하형 본 HEM Die

Hem 제품의 품질과 Trial시 문제점의 발생이 많은 부품이다. 기계가공의 정도도 중요하고 양산시 제품의 품질에 많은 영향을 준다. 기본적으로 일체로 제작하는 것을 원칙으로 한다.

표준재질은 FCD60 또는 KY870A을 사용하나 GM241도 사용해도 된다. 그림10 과 같이 면형상의 변화가 적은 경우 제품접촉 폭은 80-90정도하고 Door류의 Sash Type은 Glass Hole 끝단형상보다 20mm 연장하여 충분히 안착 시킨다. Sash 분리Type일 경우 제품 상단에 50-60mm정도의 제품 안착용 형상을 성치한다. Bonnet,Trunk Lid는 면형상의 변화에 따라 심한경우 100-120,적은 경우 80-90정도 면를 확보한다.

2.4.3 본 HEM Punch

본 Hem Punch는 예비 Hem된 제품을 최종제품으로 완성하는 단계로서 제품의 품질과 직결되는 공정이다. 본Hem Punch는 Bolt의 체결방향에 따라 H Type ,V Type 으로 나눈다.

그림11에서와 같이 H Type은 수평하게 체결하여 사용하며 소재의 절약에 도움을 주나 가공상의 어려움이 있고 주

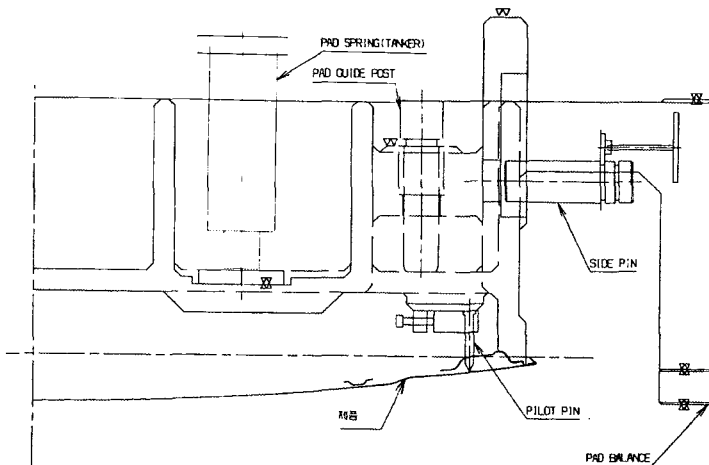


그림9 PAD의 구조

로 제품의 직선구간에서 사용 된다. 단점은 PAD와 간섭될 소지가 있으므로 Relief를 많이 확보 해야 한다. V Type은 수직으로 체결하여 사용하고 가공이 용이하며 다만 소재의 소비가 많고 가공량이 많다.

### 2.5 제품의 위치 결정

Hem 성형시 제품의 위치를 결정하기 위하여 PAD에 pilot Pin를 설치하여 Inner Panel의 위치를 결정하고, 본 Hem Die 또는 하형에 Pilot Pin를 설치하여 Outer Panel의

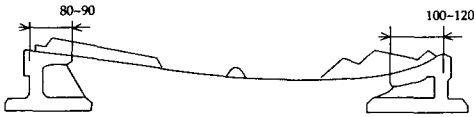


그림10 본Hem Die 구조

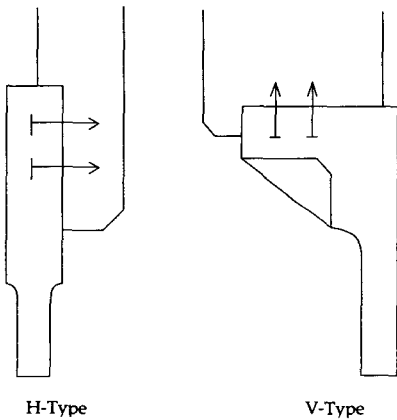


그림11 본 Hem Punch 구조

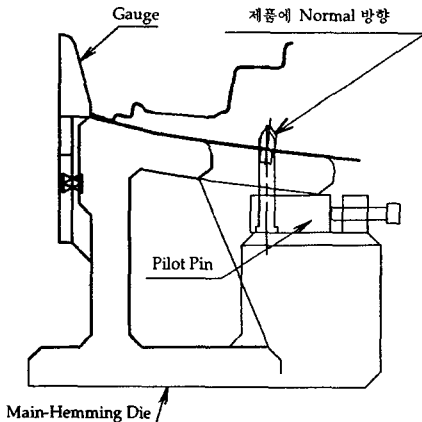


그림12 Outer Panel Pin 설치

위치를 결정한다.

### 2.5.1 Outer Panel의 위치 결정

Outer Panel의 Pilot Pin 자리는 공정 Lay-Out 설계자가 적당한 자리에 설치하나, 가능하면 본 Hem Die위에 설치 할수 있도록 제품 끝 Line에서 80-100정도 떨어진 부분에 선택하면 좋다.

그림12는 2가지 방법의 Outer panel의 Pilot Pin 체결 방법을 보여주고 있다. Outer Panel의 Pilot Pin은 제품의 Normal방향으로 설치하는 것이 좋으나 가공및 맞춤의 어려움이 뒷따른다.

### 2.5.2 Inner Panel의 위치 결정

Inner Panel의 Pilot Pin자리는 검사구의 기준Hole위치과 일치시킬수 있으면 성형시 불구합 현상의 원인을 찾기가 용이하다. (그림12참조)

### 2.6 자동화 장치및 Sensor류

Hem에서 자동화는 Press Spec에 영향을 많이 받는다. Press 내에 Lifter가 있는 경우와 없는 경우로 나눌수 있고 이에 따라 형구의 Feeding Level등에 영향을 준다. Press 내에 Lifter가 있는 경우는 자동화 장치가 무척 간단히 제작 되고 Die Height 역시 낮게 설계하여 CR를 할 수 있다. 반면 Lifter가 없는 경우는 통상 400-500mm정도의 Lifter Stroke를 갖어야 Line 연결이 되고 간섭도 되지않는다.

이 경우 하형에는 Cross Lifter를 설치하는데 Maintenance에 좋지 않은 단점을 가지고 있다.

더우기, Lifter 위에 Conveyer까지 설치 하면 구조는 매우 복잡해진다.

Press는 제품이송의 Loading, Unloading이 어떤 Type이냐에 따라 간섭 Check를 할 필요가 있다. 통상 Shuttle이 들어와 제품을 Lifter 위에 놓고 가고, 작업후 다시 들어와 제품을 가져가는 구조이다. 이때 Shuttle에 Pre-Punch가 간섭되지 않도록 하고, Guide Post에도 간섭되지 않도록 해야 한다. Press의 Auto Control 및 안전확인을 위하여 각 작업 순서마다 작업 요소들이 완전히 처리되었는지를 확인 하는 Sensor를 장치한다. 그림13(a),(b)는 Hem Die의 자동화 장치의 예를 나타내고 있다.

각 Sensor는 제품이 반입 장치에 의해 형구내로 유입되는 동안 Lifter-Up를 시키고 이를 확인하는 Sensor의 On, 제품이 Lifter위에 안착되었는가를 확인하는 Sensor의 On, Lifter의 하강을 감지하는 Sensor의 On, 그리고 제품이 형구에 안착되었는가를 확인하는 Sensor의 On, 가공이 끝난 후 역순으로 감지하는 Sensor등이 있다.

### 2.7 고찰

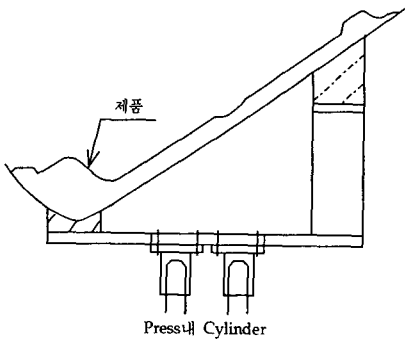
설계는 위와 같은 방법으로 하지만 더욱더 중요한 것은 Trial시 발생되는 문제점의 극복이다.

작업자, 설계자, 경험 많은자 모두 확실한 답은 주고 있지

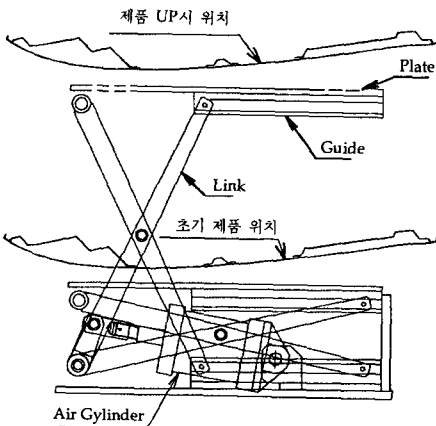
않지만 중요한것은 설계의 정확한 품질화보이다.

C-Project Back Door Hem Die 설계는 Link를 30도 기울린 상태에서 작동하도록 설계 하였다. 그러나 가공상에서 가공정도의 부족으로 시행착오를 겪은적이 있다. Trunck Lid Hem 설계시에는 Outer Panel의 Pilot Pin를 제품의 Normal 방향으로 설정하여 제작시 어려움이 있었다.

또한 Front Door Hem 설계시에는 Pre-Punch와 Pre-Punch가 Return시 간섭이 되어 Relief가공을 다시 한적도 있다. 기계 가공의 정도가 Hem Die 제작의 관건이지만 숙련된 작업자의 노련미가 필요한 부분이기도 하다. 미래에는 제작을 간단히 하기위해 부품간 조립된 구조가 될 것이다. 여기서 Link와 Die는 다른 기종에 따라 다시 사용되고 Pre-Punch와 본Hem-Punch, 본Hem Die만 제작하게 될 것이다.



(a) Press내 Lifter가 있는 자동화 장치



(b) Press내 Lifter가 없는 자동화 장치  
그림13 Hem Die의 자동화 장치

### 3. 결론

Hem 설계 및 제작은 부가가치가 높고, 상당한 기술을 요하는 금형이다. 하지만 부품표준화, 가공 표준화, 설계표준화가 미비하여 설계시 어려운 점이 있다. 설계시 반드시 고려해야 할 사항은

- (1) Pre-Punch Timing은 Corner Pre-Punch와 다른 Timing으로 설계를 하되 10mm이하가 되어야 한다.
- (2) PAD 설계시 Outer Panel과 Inner Panel의 접촉 부위를 제외한 부분은 반드시 Relief처리를 한다.
- (3) Pre-Punch Holder의 Guage 관측 Hole은 반드시 만든다.
- (4) PAD Balance Block은 가공시 간섭되지 않도록 한다.
- (5) Corner Pre-Punch는 최대한 작게 설계한다.(SR이하는 삭제 검토)
- (6) Pre-punch와 Pre-Punch사이가 Return시 간섭되지 않도록 작동 방향을 선정 한다.

### 참고문헌

- (1) 기아 HEM 설계 표준
- (2) FORD HEM 설계 표준
- (3) A-Project Bonnet Hem
- (4) C-Project Back Door Hem
- (5) B-Project Front Door Hem
- (6) D-Project Trunck Lid Hem
- (8) T-Project Bonnet Hem
- (9) N-Project Back Door Hem