

# 자동차용 판넬의 프레스금형 제작에서의 요소기술의 평가에 관한 연구

한 규 택\*

## A Study on the Assessment of Component Technology in Press-Die Making of Car Panel

K.T. Han\*

### Abstract

In this paper, an assessment has been proceeded about component technology that stamping car panel can be designed and manufactured efficiently. Also this study investigated standard model of CAD/CAM system in production process of automobile dies. Recently, motor companies are doing their best to increase productivity and to reduce production time. So to develop user-friendly and effective standard model of CAD/CAM system is very important. The obtained results will lead to the reductions in lead time and man-hour required for the design and manufacture of the automobile dies.

Keywords : component technology(요소기술), car panel(자동차용 판넬), press-die making (프레스금형 제작), automobile die(프레스금형), standard model(표준모델)

### 1. 서론

최근의 산업사회가 고도화되어감에 따라서 제품도 고품질을 지향하는 경향이 강해지고 있다. 따라서, 제품의 품질과 생산성을 크게 좌우하는 생산기반기술인 금형제조 기술에 크게 의존하고 있는 자동차 제조분야에서도 자동차용 판넬(panel)의 형상 및 치수정밀도에 대한 자세한 분석이 필요하게 되었다. 특히, 자동차의 본체로 사용되는 박판을 성형하는 프레스금형 제작에 있어서의 CAD/CAM

시스템의 체계를 조사하고, 정확히 분석하여 자동차용 프레스금형의 설계기술과 NC데이터 제작방법 및 가공기술 등의 요소기술과 표준화된 CAD/CAM 시스템에 관한 평가를 하는 일은 중요하고 필요한 연구과제라 하겠다. 그런데 이러한 금형제작기술은 설계기술, 가공기술, 사상기술, 트라이아웃(try-out)기술, 측정기술, 보수기술 등, 수많은 요소기술을 필요로 하며, 이 모든 금형제작기술의 최근 동향은 가공의 고정밀도화와 단납기 및 다품종 소량생산을 지향하고 있다. 그러나 금형산업은 숙련 작업자가 부족

\* 부경대학교 기계자동차공학부



- (2) 금형설계 : ㉞ 공법설계 ㉟ 금형도설계
- (3) 패턴제작
- (4) 주물제작
- (5) 면삭
- (6) 스틸(steel)조립
- (7) 윤곽가공
- (8) 형상 카피(모방가공) : ㉞ NC가공 ㉟ TC가공
- (9) 거친사상
- (10) 고운사상
- (11) 다이 스폿팅(die spotting)
- (12) 비 마스터측 고운사상
- (13) 최종 조립
- (14) 트라이 아웃
  - ㉞ 굴곡      ㉟ 주름      ㊱ 크랙 및 네크
  - ㊲ 이중선      ㊳ 스프링 백
- (15) 판넬검사
  - ㉞ 1차 금형부검사      ㉟ 2차 차체검사
- (16) 라인 트라이아웃
- (17) 파이롯트 카(pilot car) 제작
- (18) 프레스 생산(양산)

규명하여 불량률의 감소 및 개선대책을 수립하였다.

ASAME(Automated Strain Analysis & Measure-

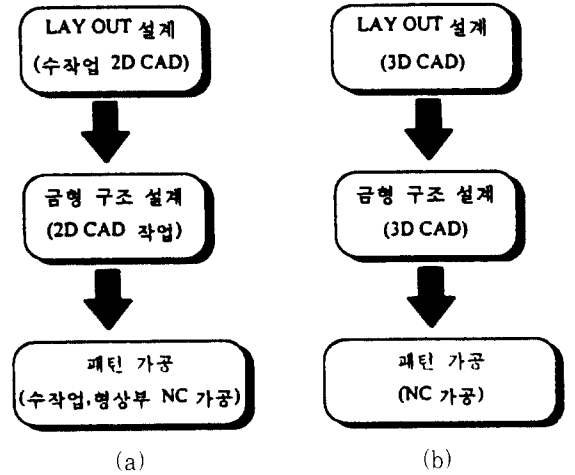


Fig.1 Flow charts of CAD system in automobile dies.

특히, 위에서 언급한 금형제작 과정 중, 핵심부분인 Flow Chart로 작성한 CAD시스템(Fig.1) 및 CAM시스템(Fig.2)을 이용하는 (8)번의 NC가공의 상세내용은 첫째, 금형가공을 할 수 있도록 정리, 완료한 CAD데이터를 레이아웃도면에 맞게 금형공정별로 입력하며, 축 set-up, 여유부 생성, O/DR, O/CROWN 및 트림선전개 등의 작업을 하고 둘째, 레이아웃 완료된 CAD데이터를 NC데이터 생성 전용시스템으로 넘겨서 금형공정별 황,정삭 및 잔삭, 펜슬(pencil)가공 데이터를 생성한 후 셋째, 생성완료된 NC데이터의 이상유무를 S-Master등에서 검증, 확인한 후 넷째, 검증이 완료된 NC데이터를 공작기계에서 사용할 수 있도록 DNC전송하게 된다. 또한, 프레스금형의 기본공정은 드로잉 다이, 트리밍 다이, 플랜지 및 리스트 라이킹 다이, 캠다이 등이며 자동차 판넬의 주요 불량(요철 및 크랙)발생은 판넬의 외관품질을 저하시킴과 동시에 후공정에 지장을 초래하여 프레스생산성을 저해하는 요인이 되므로 성형성시험과 Fig.3과 같은 변형률 해석장치(ASAME)를 활용하여 자동차판넬 생산공정의 유형별로 불량원인을 해결해야 한다. 따라서 본 연구에서는 드로잉 다이, 트리밍 다이, 플랜지벤딩 다이 별로 불량내용에 따라서 금형과 재료의 측면으로 구분하여 발생요인을 조사,

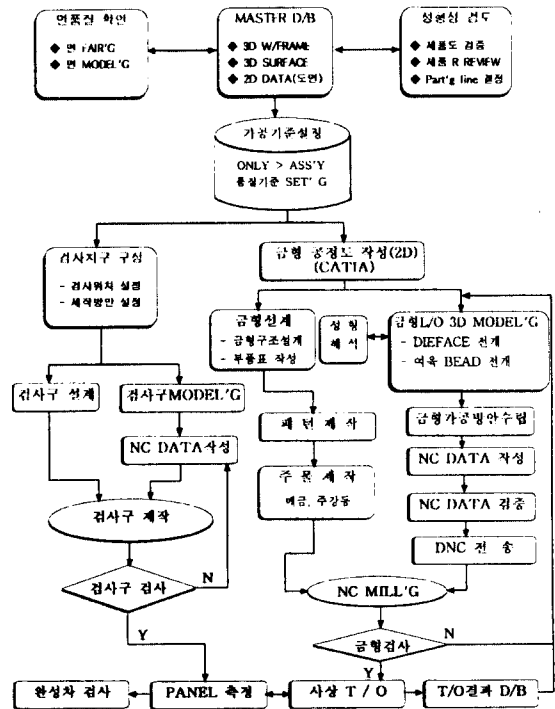


Fig.2 Flow chart of CAM system in automobile dies.

ment Environment)장비의 특징은 2대의 카메라로 얻은 2차원 데이터와 두 카메라 사이 각과의 상관관계로 3차원 데이터를 구하여 Lagrangian strain을 계산한다.<sup>(9,13)</sup>

### 3. 자동변형률 측정장치의 적용결과와 분석 및 문제점의 고찰

판넬을 생산하기 위한 장치인 금형제작 작업을 종래에는 작업자들의 경험에만 의존하여 하던 일들을 자동변형률 측정장치를 이용함으로써 구체적으로 수치화하고 불량 원인을 분석하여 문제점을 해결하고 있는데, 최근에 (주)H자동차의 금형부에서 당면하고 있는 문제점들 중 형상이 깊은 제품에서 발생하는 파단문제, 외판의 미세굴곡문제, 강성을 요구하는 제품들에서 발생하는 뒤틀림 문제를 자동변형률 측정장치를 이용하여 해법을 모색한 사례를 분석, 평가하였다.

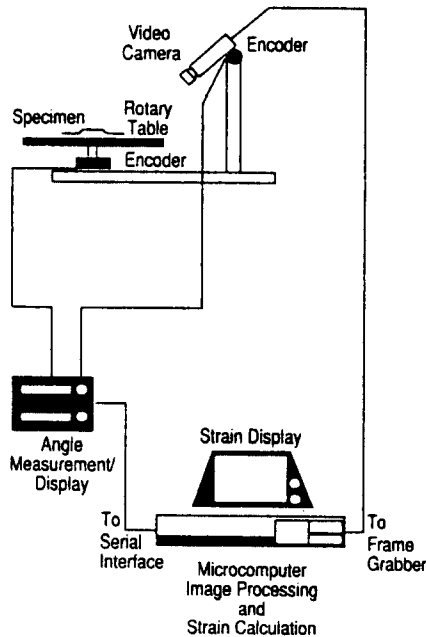


Fig.3 A schematic diagram showing the major components used in the automated visionbased strain measurement method.

#### 3.1 Trunk Lid Outer Upper의 굴곡원인의 분석 및 평가

Trunk Lid Outer Upper는 트라이 아웃할 때 굴곡

이 발생하므로 금형설계를 수정하게 되는데, 이 판넬의 재질은 인장강도가 35kgf/mm<sup>2</sup>인 고강도강판으로 주로 자동차 외판에 많이 사용되고 있다. 자동변형률 측정장치에 의해 작성된, 금형 수정전의 FLD는 판넬의 모서리와 중앙의 변형률의 분포가 10%정도 차이를 보이고 있다. 이것은 판넬의 모서리가 중앙보다 저항을 더 많이 받는 것으로 판단되며, 면압지를 사용하여 다이면의 압력분포를 측정한 결과에서도 금형의 중앙보다 양측모서리에 더 많은 압력이 걸리는 것으로 판명되어, 그것을 기준으로 하여 금형을 수정함으로써 변형률의 분포가 바람직한 경향을 나타내므로 미세굴곡문제가 해결될 수 있었다<sup>(8)</sup>고 하였으나, 이 경우는 단순한 형상이라 해서 해결이 가능하였던 것으로 분석된다. 그러나 현재의 자동변형률 측정장치에 의한 변형률의 가시화는 측정범위에 한계가 있기 때문에, 형상이 복잡한 경우에는 금형의 성형조건을 함께 계산하여 금형의 수정부위를 예측할 수 있는 연구가 반드시 필요한 것으로 평가된다.

#### 3.2 MBR Front Side Inner의 터짐원인의 분석 및 평가

MBR Front Side Inner는 차체에 강성을 주기 위해서 1.2t의 고강도 강판을 사용하고 있다. 고강도 강판은 두 가지 재질로 분류되며, 이 판넬의 문제점은 1공정(드로잉), 2공정(트리밍), 3공정(피어싱)후 4공정(플랜징)에서 터짐이 발생하는 것이었는데, 원인을 조사해본 결과 초기에 설정된 강판의 1공정후 FLD(Forming Limit Diagram)를 보면 연신률이 좋지 않아서 안정도가 12.7%로 나타났으며, 이보다 연신률이 우수한 재질인 강판을 사용하여 측정한 결과 20.8%의 성형여분이 남는 것으로 판명되므로써, 자동변형률 측정장치를 활용하여 제품의 재질을 변경시킬 수 있다<sup>(8)</sup>고 서술하고 있으나, 현재의 자동변형률 측정장치는 각종 재료에 대한 정확한 실험치가 없는 상태에서, 저탄소강을 기준으로 하여, 실제 사용된 재료의 FLD를 예측하여 작성하고 그것을 저탄소강과 비교, 평가하기때문에 결과에 대한 신뢰성이 부족한 것으로 분석되므로, 향후 정확한 실험치에 근거한 FLD의 작성 및 FLD의 선정기준에 대한 연구가 있어야 할 것으로 평가된다.

#### 3.3 판넬의 불량유형 분석

자동차용 판넬의 문제가 되는 내용을 분석하여 판넬 생산공정의 유형별로 요약하면 다음과 같다.

① 드로잉 다이

- ㉠ 소착(늘어붙음)    ㉡ 요철
- ㉢ 주름                    ㉣ 크랙, 네크
- ㉤ 굴곡                    ㉥ 이중선(선의마모)
- ㉦ 쇼크선                    ㉧ 펀치의 요철, 선의 불균일

② 트리밍 다이

- ㉨ 버어                    ㉩ 구멍막힘
- ㉪ 판넬의 팔려 올라감
- ㉫ 변형, 닿음            ㉬ 캠(cam)의 움직임 불량

③ 플랜지벤딩 다이

- ㉭ 소착                    ㉮ R의 굴곡
- ㉯ 변형, 닿음

④ 공통 및 자동화

- ㉰ 스크랩빼짐 불량    ㉱ 자동화 air불량
- ㉲ 자동화리프터 불량
- ㉳ 스프링 및 우레탄고무 파손
- ㉴ 볼트풀림            ㉵ 각 습동부 불량

이러한 판넬의 생산공정별 불량현상을 분석하여 그 원인과 대책을 표1에 제시하였다.

표1 판넬의 생산공정별 불량발생의 원인과 대책

① 드로잉형

판넬 문제	불량원인	대 책
소 착	1. 블랭크에 먼지 부착 2. 다이R 면의 불균일 3. 블랭크 세척시 세척유의 불결 4. 블랭크의 버어	1. 늘어붙은 부위에 오일 스톤을 이용하여 사상 2. R면을 오일 스톤이나 샌드페이퍼를 이용해 사상 3. 세척기의 오일을 교환 4. 블랭킹 다이의 버어를 제거
요 철	1. 펀치 (상형)의 공기구멍으로부터 주물가루 낙하 2. 블랭크에 먼지 부착	1. 상형세척, 펀치뒀면 주물가루 청소, 펀치표면 오일 스톤으로 사상 2. 펀치표면을 오일 스톤으로 사상
주 림	1. 비이드 마모 2. 다이 페이스면의 마모	1. 생산 프레스기계 내에서의 원인을 조사후 수정 2. 상 동
크랙, 네크	1. 다이 페이스면의 열팽창에 의한	1. R부 및 면의 사상, 생산 프레스 기계 내에서 실시, 검사 후 R의 확대를 검토
굴 곡	1. 비이드 및 다이 페이스면의 마모	1. 생산 프레스기계 내에서의 원인을 조사후 수정

판넬 문제	불량원인	대 책
이중선	1. 비이드 및 다이 페이스면의 마모 2. 블랭크 게이지 위치 불량 3. 다이 페이스면의 평행도 불량	1. 생산 프레스기계 내의 발생위치를 조사후 수정 2. 위치 수정 3. 스페이서 부착
쇼크선	1. 다이 R의 불균일 2. 비이드 R의 마모	1. 다이R을 오일스톤으로 사상 2. 생산 프레스기내에서 현상을 조사 후 R의 사상
펀치의 요철 및 선의 불균일	1. 이물질 혼입 2. 다이 페이스면의 단부족	1. 이물질 제거 2. 면의 추가

② 트리밍형

판넬 문제	불량원인	대 책
버어	1. 날부분의 라운드화 2. 날부분의 파손 3. 상하형 날부분의 틈새 대소 4. 날의 강도부족	1. 체크시이트, 샘플 판넬을 참조하여 날부분의 이상 부위를 찾아서 수정 2. 상 동 3. 상 동 4. 백업 추가
판넬이 팔려올라감	1. 판넬 날부분의 마모 2. CAM이면의 마모판의 마모 3. 패드 접촉면의 불 량	1. 날부분의 날맞춤시 기준 축을 결정 2. 상 동 3. 상 동
변형, 닿음	1. 프레스 조건의 세팅오차 2. 리프터, 평거의 판넬 간섭 3. 패드 스프링의 파손 4. 이물질 혼입 5. 판넬의 스포팅 불량	1. 프레스압력 조사 2. 프레스 기계내 간섭부의 검토, 조사후 간섭부 제거 3. 스페이스 스프링으로 교환 4. 펀치 요철부의 수리 5. 전공정의 패널로 하형의 판넬 스포팅 실시
이동다이, CAM의 움직임 불량	1. CAM, 가이드판의 늘어붙음 2. CAM 상판의 늘어붙음 3. 스크랩 혼입 4. 스프링 파손 5. 스프링 가이드핀 파손, 휨	1. 늘어붙은 부위를 오일스톤으로 연마, 간격조정 및 마모판의 마모 수정 2. 늘어붙은 부위를 오일스톤으로 연마 3. 칸막이 용접으로 부착 4. 스프링교환 5. 가이드핀 교환

③ 플랜지벤딩형

판넬 문제	불량 원인	대 책
늘어붙음	1. 플랜지부의 상하형 기준 치간격이 좁음	1. 기준치 간격을 맞춤
R의 굴곡	1. R의 마모	1. 마모부의 보수
달음, 변형	1. 이물질 혼입 2. 고정다이의 체결 볼트 풀림 3. 패드스프링의 손상 4. 리프트 팽거에 판넬 간섭 5. 우레탄고무의 노화 6. 프레스 윤활유의 누유로 우레탄고무에 부착, 고무의 노화 7. 판넬 스프링의 불량	1. 변형부의 보수 2. 체결볼트에 록 타이트부착 3. 스프링 교환 4. 간섭부를 프레스 기계내에서 조사후 간섭부 제거 5. 우레탄고무 교환 6. 우레탄고무 교환, 드레인구멍 설치와 내유성 우레탄 고무로 교환 7. 전공정 판넬로 하형에 맞춤 실시

4. 금형제작기술의 분석 및 평가 결과

지금까지 금형제작과정을 분석한 결과 요소기술은 크게 작성기술, 실현기술, 조정기술 및 계측기술로 요약되며, 구체적인 기술항목으로는 설계기술, 가공기술, 사상기술 및 트라이아웃기술, 측정기술로 정리할 수 있다. 아울러 평가기준도 이것에 근거해서 세부적으로 세울 수 있으며, 이러한 요소기술의 세부항목을 금형제작과정의 분석결과를 근거로 하여 아래와 같이 기준항목을 설정하였다. (표2 참조) 따라서, 새로운 금형제작시에는 아래에 제시한 평가기준에 해당하는 관련 금형기술을 세부 추진항목별로 체크리스트 (check list)를 작성하여 적정한 기술수준을 만족하는 방향으로 개발하면 고정밀도와 단납기 및 무사상이라는 금형제작의 과제를 효과적으로 해결할 수 있으리라 생각한다. 특히 표준화된 CAD/ CAM기술의 현장에서의 적용은 단납기의 요구가 가속화되고 있는 요즘 시급히 추진해야 할 과제라 하겠다.

5. 결론

지금까지 자동차용 판넬의 프레스금형제작에 있어서의 요소기술에 대해서 분석하고 평가한 결과, 금형제작기술의 수준을 평가할 수 있는 요소기술의 기준을 설정할 수 있으며, 본 연구에서 제시한 프레스금형 제작기술을 평가

하는 기준을 적용하여 새로운 프레스금형 제작시에 요소 기술을 개발하면, 고정도와 단납기 및 무사상을 실현할 수

표 2 자동차용 프레스금형제작의 평가기준

요소기술	금형생산 기술항목		세부기술 및 평가기준 항목
작성 기술	설 계 기 술		공법 기술
			구조설계 기술
실현 기술	가공 기술	CAD/ CAM 기술	표준화 및 정보관리
			모델링 기술
			NC테이프 제작
			시스템통합 기술
			표준화
	기계 가공 기술	가동률	
		조립기술	
		고속가공 기술	
		공구연삭 기술	
		장비관리 기술	
조정 기술	사상, 트라이아웃 기술		표준화
			사상 기술
			품질보증
			트리블 슈팅
계측 기술	측 정 기 술		신기술 적용
			금형수정기간
			금형측정 기술
			판넬측정 기술

있는 금형제작기술의 체계를 확립할 수 있을 것으로 전망되며, 금형제작 공정중 많은 시간이 소요되는 트라이아웃 공정에 자동변형률 측정장치를 사용하면, 금형제작 기술자의 숙련도에 크게 영향을 받지않고 프레스금형 제작시 성형성 난이예상부를 빨리 예측할 수 있을 것으로 생각된다. 그리고 자동차용 판넬의 성형성 분석결과들은 데이터베이스화 하여, 이를 바탕으로 신차종 개발시에 제품설계 및 공법설계 등에 적용함으로써 프레스금형 제작현장에서 개발기간의 단축 및 고품질의 제품을 생산하는데 활용될 것으로 기대된다. 그러나 자동변형률 측정장치에 의한 변형률 가시화에 있어서 현재의 측정한계는 단순한 제품의 변형률 측정만을 보여주고 있다.

향후 이러한 방법의 개발은 CAD/CAM /CAE의 일환

으로, 금형의 성형조건을 함께 계산하여 원하는 성형을 유도하기 위해 금형의 수정부위와 가능한 공정의 예측을 할 수 있는 방향으로 연구가 진행되어야 할 것으로 사료된다. 아울러 요소기술 중에서 최근에 산업체의 중심기술로 주목받는 CAD/CAM기술부문에서, 기준이 되는 제품도의 정보 및 스트립 레이아웃도, 부품도 및 조립도의 정보를 충분히 활용하여 자동편집 및 조합이 가능한 자동도면합성 모듈이 있는 금형자동설계 및 가공시스템의 개발에 관한 연구도 앞으로 계속해서 진행되어야 할 것으로 사료된다.

## 후 기

이 논문은 1996년도 부경대학교 학술연구비에 의하여 연구되었음.

## 참 고 문 헌

1. Choi, B. K., "Unified CAM-System Architecture for Die and Mold Manufacturing", Computer Aided Design, Vol. 26, No. 3, pp. 235-243, 1994
2. Okamoto, I. et al, "Computer-Aided Design and Evaluation System for Stamping Dies in Toyoda", Proc. Soc. Automot. Eng. Conf., pp.79-89, 1989
3. Raghavan, K. S.etal, "Recent Progress in the Development of Forming Limit Curves for Automotive Sheet Steels", SAE paper, No. 920437, 1992
4. 김권희, "판재성형용 프레스금형설계를 위한 유한요소법의 응용", 대한기계학회, Vol.30, pp.231, 1990
5. 최병규, "금형의 NC가공을 위한 CAD/CAM 기술", 대한산업공학회지, 산학협동 강좌교재, 1987
6. 한규택, "자동차용 금형제작의 CAD/CAM 시스템 및 요소기술", 한국공작기계기술학회, '97 춘계학술대회 논문집, pp.119-124, 1997
7. 금영탁, 이장희, "박판성형공정 시뮬레이션에 대한 세계적인 연구동향", 대한기계학회지 Vol. 32, No.7, pp.632-640
8. 서만석, 김형준, "자동변형을 측정장치를 이용한 자동차용 실판넬의 문제점해결방안" 박판성형 심포지움, 한국소성가공학회, pp.19-128, 1994
9. 김영석, "평면변형 장출시험을 이용한 스탬핑성형성평가", 한국자동차공학회지, pp.121-129, 1993
10. 금영탁, "자동차 판넬금형의 단면 성형성형 해석을 위한 CAE시스템 개발", 한국과학기술연구원, 1992
11. Aoyagi, Mitsuasi, "자동차 차체용 프레스금형의 CAD/CAM", Korean-Japan Die & Mold Workshop, pp.21-42, 1994
12. Lee, Daeyong, "Recent Innovation in Sheet Material Forming", JMPT, Vol.46, pp.333-349, 1994
13. Lee, D. and Vogel, J. H., "The Automated Measurement of Strains from Three Dimensional Deformed Surfaces", JOM, Vol.42, No.2, pp.8-13, 1990