

자동화 모듈을 활용한 브라켓의 3D설계에 관한 연구

최계광^{1*}, 김광희², 이동천³

¹공주대학교 기계자동차공학부, ²송도테크노파크, ³한국씨마트론기술(주)

Study on the 3D Design of Bracket with Automatic Module

Kye-Kwang Choi^{1*}, Kwang-Hee Kim² and Dong-Cheon Lee³

¹School of Mechanical&Automotive Engineering, Kongju National Univ.

²Songdo Technopark, ³Cimatron Korea,Ltd.

요약 본 논문에서는 자동화 모듈인 씨마트론 다이 디자인을 활용하여 자동차에 사용되는 브라켓을 3D로 설계를 하였다. 제품의 스탬핑을 원활하게 하기 위하여 스트립 레이아웃을 일부 수정하여 광폭 2열 2개 뽑기의 내측캐리어를 단 배열로 블랭크 레이아웃을 최적화하였다. 11개 공정으로 3D 설계를 완성하였다.

Abstract In this study, the bracket for car was designed in 3D using Cimatron Die Design, one of the automatic modules. To facilitate the stamping of the product, the layout of the strip was adjusted slightly. The blank layout of the double-width, 2-line, 2-pull out inner carrier was then optimized as a single arrangement. 3D design was completed in 11 processes.

Key Words : Blank layout, Layout of Strip, Cimatron die design, Automatic module.

1. 서론

요즘 자동차산업의 현황을 보면 전 세계 경제의 불확실성으로 일부 소비자들이 중, 대형 승용차 및 SUV, 픽업 등의 자동차를 구매하지 않고 소형, 경차를 구매하고 있다. 이런 실정을 감안하더라도 자동차생산 및 판매 회사에서는 고효율의 연비가 높은 자동차를 생산하는데 부단한 노력이 절실히 요구되고 있는 바이다. 자동차 외관 주요 부품들이 프레스에 의해 생산되고, 그 중 박판의 제품은 거의 프레스 금형에 의해 제조 생산되고 있다.

프레스 금형의 제작 패러다임은 주로 3개의 과정으로 이루어진다고 볼 수 있다. 크게 보면 견적, 디자인, 제조로 분류할 수 있다. 이를 세분하면 견적은 데이터 변환, 견적, 블랭크디자인 및 포밍이라 볼 수 있다. 디자인은 스트립레이아웃 디자인, 다이 틀 디자인, 도면이라 볼 수 있으며, 제조는 NC프로그래밍, 와이어프로그래밍이라 볼 수 있는 것이다.

이렇게 견적, 디자인 제조의 3단계를 걸쳐 3D 금형설

계를 한다. 스트립레이아웃설계는 브라켓 부품의 뼈대에 살을 붙이는 단계라고 볼 수 있다. 본 논문에서는 완성된 스트립 레이아웃을 바탕으로 3D로 다이셋을 설계하고자 한다.

2. 본론

2.1 스트립 레이아웃의 수정과 비교

이 브라켓은 S자동차사 소형 승용차에 사용되는 부품을 고정하는데 사용된다. 그림 1은 브라켓의 수정전 스트립 레이아웃도이고 그림 2는 수정한 스트립 레이아웃이다. 브라켓 주요사항은 표 1과 같다. 표 2는 변경된 스트립 레이아웃도 배열 순서이다. 그림 1에서 보는 바와 같이 포밍 가공을 5공정에서 1차, 7공정에서 2차에 나누어 가공하였고, 10공정에서 형상피어싱과 캠피어싱을 동시에 하였다. 포밍가공의 변형방지를 위하여 추가한 부분과 기존 스트립 레이아웃설계에서는 내측 캐리어와 외측

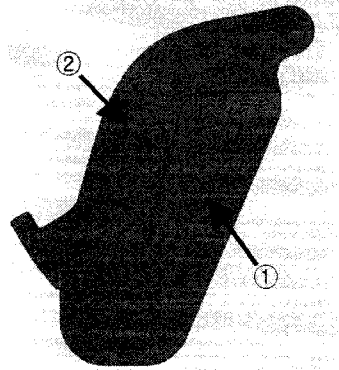
*교신저자 : 최계광(ckkwang@kongju.ac.kr)

접수일 09년 03월 18일

수정일 (1차 09년 06월 08일, 2차 09년 06월 12일)

게재확정일 09년 06월 17일

캐리어를 남겨 놓았으나 변경한 스트립 레이아웃설계에서는 내측 캐리어는 남겨 놓고 외측캐리어는 노칭가공으로 없앤 것이다. 그림 1에서 보는 바와 같이 4공정 이후에 외측캐리어와 내측캐리어가 따로 놀게 되어 제품의 이송만 고려해야 하는데 실제 제품과 별개이고 중요하지 않은 외측 캐리어까지 고려하게 되면 금형의 구조상 바람직하지 않기 때문에 그림 2와 같이 4공정 이후에 외측캐리어를 노칭가공하여 제거한 것이다. 이렇게 함으로써 제품과 스트립이 따로 움직이므로 발생하는 문제점을 없애고자 하였다. 그림 3은 블랭크 전개도이다.



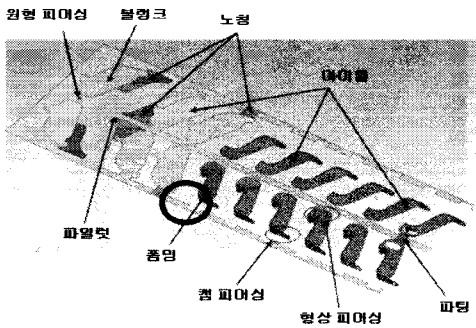
[그림 3] 블랭크 전개도[1]

[표 1] 브라켓의 주요사항[1,2,4,5]

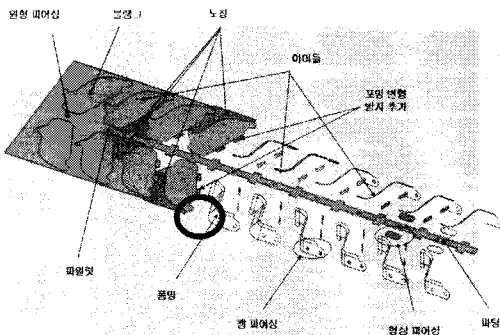
소재 두께	2 mm	파일럿	간접 파일럿
재 질	SPCE	블랭크 배열	광폭 2열2개 뽑기
클리어런스	8 % t	스탬핑 방법	피어싱, 노칭, 포밍, 파팅
이송피치	132 mm	소재 폭	520.0 mm

[표 2] 변경된 스트립 레이아웃 도배열 순서[2-4,7]

스테이지 번호	가공공정	가공 수	스테이지 번호	가공공정	가공 수
1	원형 피어싱	1	7	2차포밍	2
				파일럿	1
2	파일럿	1	8	노칭	4
	아이들	1		파일럿	1
3	노칭	2	9	아이들	1
	파일럿	1		파일럿	1
4	노칭	1	10	형상 피어싱	2
	파일럿	1		캠 피어싱	4
5	1차포밍	2	11	파팅	1
	파일럿	1			
6	아이들	2			
	파일럿	1			



[그림 1] 수정 전 스트립 레이아웃설계[1]



[그림 2] 수정한 스트립 레이아웃도

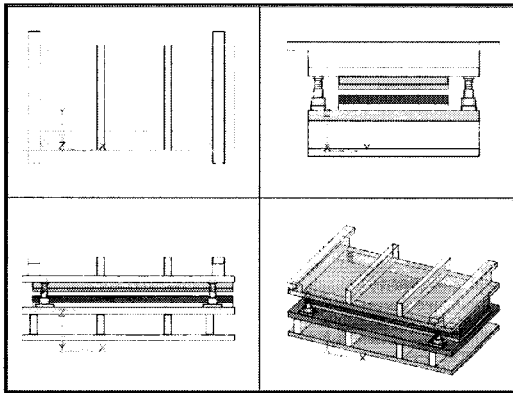
2.2 다이 디자인 다이셋의 공정순서[6]

2.1에서와 같이 스트립 레이아웃을 변경한 다음에 씨 마트론 다이 디자인의 다이셋을 이용하여 3D로 금형설계를 하는 공정순서는 다음과 같다.

2.2.1 기본 3D 다이 셋 불러오기

3D 프레스 금형 설계를 하는데 있어서 금형의 다이를 구성하는 파트요소들로 금형 설계 구조 형태에 따라 알맞게 구성된 어셈블리 파트를 다이 셋이라 한다. 그런데 금형 설계를 하는 제품의 형상은 항상 같은 것이 아니므로 필요 시 다이 셋을 매번 모델링하고 조립하는 과정을 반복적으로 하게 되면 3D 설계를 하는데 많은 불편함을 겪을 뿐 아니라 시간 또한 상당히 소요될 것이다. 그래서 자주 사용되는 기본 다이 구조는 사전에 플레이트 및 부

품들을 유기적으로 결합시켜 구성된 다이 어셈블리 구조로 다이셋을 만든다. 이렇게 만들어진 다이셋 카테고리는 프로그레시브 혹은 트랜스퍼의 씨브-카테고리로 나뉘지며, 이것을 더 세분화한 아이템으로 구성된 라이브러리로 구축된다. 사용자는 이러한 라이브러리에서 금형제작 형태에 따라 다이셋을 선택하고, 제품 형상 및 스트립 레이아웃 크기에 따라 간단한 치수 조정만으로 쉽게 기본 다이 구조를 조립된 상태로 불러온다. 그림 4는 기본 다이셋을 나타내었다.

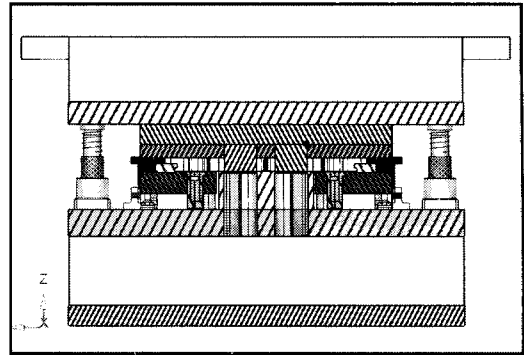


[그림 4] 기본 다이셋

2.2.2 스크랩 커팅을 위한 트림 펀치 설계

스트립 레이아웃 설계에서 2D 외형선으로 지정된 원형 및 형상 피어싱, 노칭, 파팅 등과 같은 스크랩을 제거할 때 사용되는 펀치들을 자동 생성하고 동시에 절단된 스크랩 칩들이 원활히 배출될 수 있도록 해당되는 각 플레이트와 펀치 간에 여유 간격을 고려한 옵션이 적용된 도피 형상을 자동 커팅, 트림 펀치 삽입 형태에 따라 아래의 두 옵션으로 나누어 적용한다. 그림 5에서는 트림 펀치 단면도를 나타내었다.

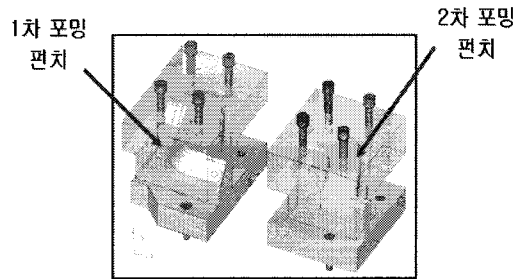
- (1) 트림 펀치 - 단순히 기본 다이셋의 펀치 백킹플레이트에 체결될 경우에는 펀치 형상만을 만들어 메인 다이 어셈블리 안에 삽입한다.
- (2) 펀치 유닛- 펀치를 위한 별도의 펀치 플레이트와 관련 부품들로 구성된 어셈블리를 사용할 경우에는 펀치 유닛을 라이브러리로부터 만들어 삽입하고 캠 피어싱유닛은 제품 측면에 있는 홀을 피어싱할 수 있도록 캠 메커니즘을 적용한다.



[그림 5] 트림 펀치 단면도

2.2.3 3D 형상 포밍 펀치 설계

포밍 공정 설계 과정에서 정의한 벤딩 및 담플, 엠보싱, 요철이 있는 곡면 형상등과 같은 3D 요철 형상에 대해 제품 두께를 고려한 상, 하측 다이를 설계하는 과정이다. 이 경우 상형 펀치 혹은 하형 다이를 각각의 해당 씨브 어셈블리로 추가 하거나, 트림 펀치와 마찬가지로 포밍 펀치를 위한 유닛 형태로 상, 하측으로 구분된 플레이트와 관련 부품을 어셈블리 상태로 라이브러리로부터 추가하고 포밍 형상 각각의 플레이트로 복사 이동시키고, 솔리드 컷을 사용 상, 하측 포밍 형상대로 플레이트를 잘라내어 포밍 다이를 완성한다. 그림 6에서는 1차, 2차 포밍펀치와 다이플레이트를 나타내었다.

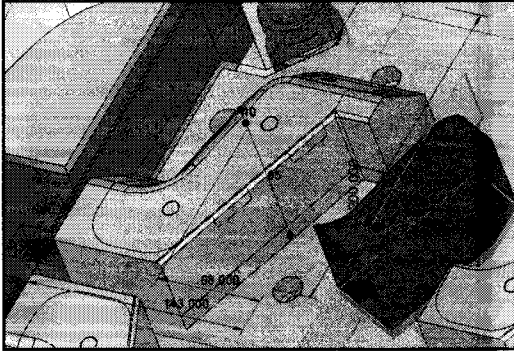


[그림 6] 1, 2차 포밍펀치 및 다이플레이트

2.2.4 3D 설계 형상 수정 및 편집

제품 형상의 변경으로 인한 부품의 위치 및 치수뿐만 아니라 부품이 플레이트로 추가되었을 때 간섭 부위가 자동 커팅 되었던 도피형상 등을 편집하는 과정이다. 이러한 작업들을 쉽고 빠르게 얼마나 효과적으로 처리할 수 있는지가 이 과정에서의 관건이라고 할 수 있다. 이러한 능력에 따라 복잡한 3D 금형설계를 편집하고 수정하는데 들어가는 작업 공수를 줄이고 소요시간을 단축하는데 많은 영향을 미칠 수 있다. 또한 형상이 변경되었

을 때 서로 연관된 파트 및 피처를 얼마나 신속하게 찾아내는 것도 중요하다. 그림 7에서는 제품형상수정을 하는 것을 나타내었다.

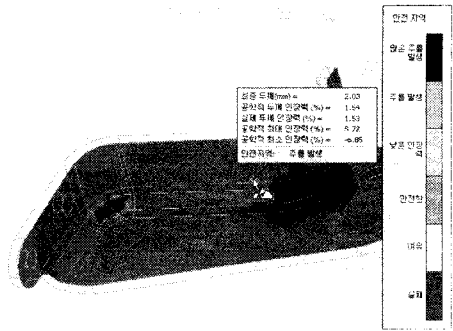


[그림 7] 제품형상수정

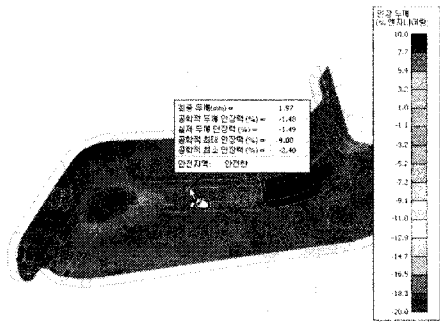
2.2.5 블랭크 및 성형해석[1]

소재를 프레스로 스탬핑 하였을 때 나온 제품 성형 결과를 미리 예측할 수 있는 해석 기능인 성형 안전 지역 (Safety Zone Analysis)과 인장 두께 해석 (Thickness Strain Analysis)을 사용하여 제품 전체 혹은 부분적인 성형을 했을 때 안전한 부분과 그렇지 못한 부분을 파악하고 어느 부분에 주름이 생기고 터지는지를 그림 8, 9와 같이 알아낼 수 있다. 이러한 해석의 결과는 바로 공정 설계에 반영되고, 이것을 토대로 하여 제품의 성형성을 향상시킬 수 있음은 물론 프레스 금형 제작에 소요되는 시간과 비용의 절감을 기대할 수 있다. 그림 8에서 보는 바와 같이 그림 좌측에서 빨간색으로 표시한 부분은 펀치와 다이가 맞닿을 시에 소재의 두께가 얇아지면서 터짐이 예상되는 부분이다. 드로잉 및 포밍시 성형 안전을 판단하는 기준은 소재 두께의 15%이상의 두께 감소이다. 성형소재의 두께가 15%이상 감소하게 되면 이 부분의 강도가 현저히 떨어지는 것이 예상되기 때문에 브라켓으로서의 기능을 발휘할 수가 없게 되는 것이다. 그래서 5공정에서 45°로 1차 포밍하고 7공정에서 90°로 2차 포밍하여 코너 R의 수정없이 두께 감소가 10~15%이하가 되도록 그림 10, 11과 같이 수정하였다.

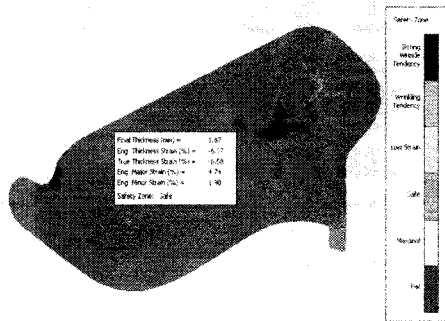
여러 단계의 공정을 거쳐 나온 블랭크 형상을 스트립 판에 배치하는 이 작업은 블랭크와 스크랩 면적 사이의 스트립 판의 사용 효율을 고려해서 블랭크의 면적 비율을 극대화하는 과정으로 스크랩 면적을 최소화함으로써 금속 스트립 판의 낭비를 줄이는 효과를 그림 12와 같이 얻을 수 있다.



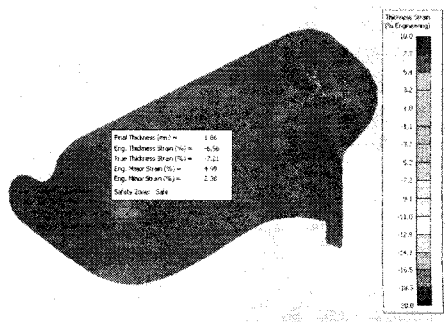
[그림 8] 성형안전지역[1]



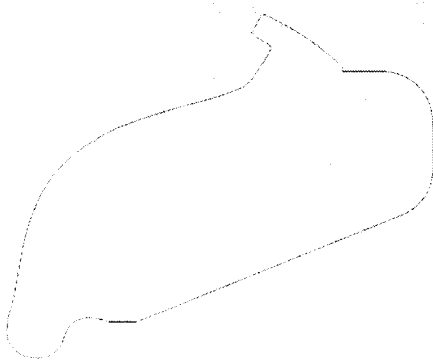
[그림 9] 인장두께해석[1]



[그림 10] 1차 포밍 성형안전지역



[그림 11] 1차 포밍 인장두께해석

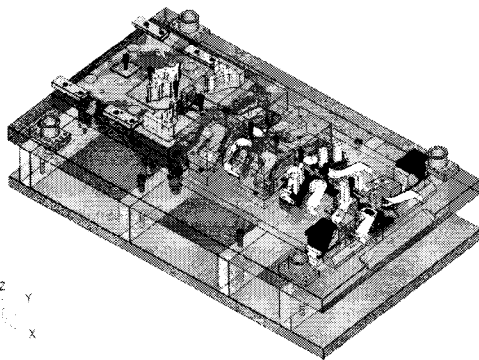


[그림 12] 블랭크 전개도[1]

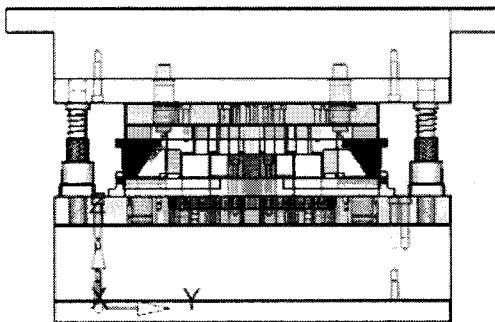
3. 3D 설계와 고찰

3.1 3D 설계

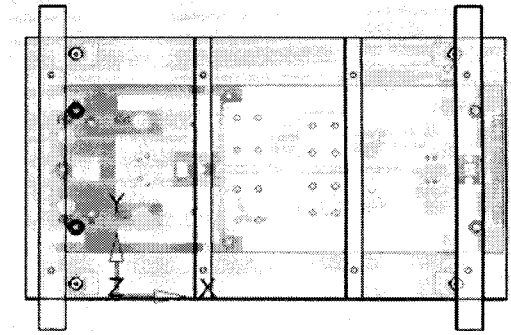
2.2절에서와 같이 씨마트론 다이 디자인의 다이셋을 이용하여 3D로 설계한 프로그레시브 포밍금형의 등각투상도 및 정면도, 평면도는 그림 13~15와 같다.



[그림 13] 3D 금형설계도



[그림 14] 3D 금형설계 정면도



[그림 15] 3D 금형설계 평면도

3.2 고찰

3.1과 같이 3D금형설계를 할 때 중요한 점은 프레스 금형 관련 카탈로그 추가라고 할 수 있다. 기본 다이셋 부품 이외의 프레스 금형 설계 시에 나사-볼트, 스프링-피스톤, 핀, 플레이트 등과 같은 단품 카탈로그 부품들을 3D 다이셋 형상을 참고해서 추가한다. 프레스 금형설계에서 사용되는 카탈로그는 MISUMI, FIBRO 등과 같은 표준 라이브러리, 특정 금형 제작업체를 위한 표준 카탈로그와 현장 맞춤형 비표준 카탈로그까지 모든 카탈로그 형식을 사용할 수 있으며, 하나 혹은 여러 개의 동일한 카탈로그 부품을 동시에 다이 셋에 삽입 한다. 동일한 여러 개의 부품을 추가하는 과정에서 개별 혹은 그룹으로 묶어 관리할 수 있도록 되어 있어 추후, 카탈로그를 효과적으로 수정 편집할 수 있게 해준다. 이와 같이 프레스 금형 관련 카탈로그를 사용하지 않고는 2D로 금형설계를 할 때 보다 시간이 더 많이 소요되기 때문에 완벽한 의미의 3D 금형설계를 위해서 꼭 필요한 것이 카탈로그의 구축이라고 할 수 있다.

4. 결론

보텀 브라켓을 씨마트론 다이 디자인을 활용하여 3D로 프로그레시브 포밍금형설계를 함으로써 다음과 같은 결과를 얻게 되었다.

- 1) 기존 스트립레이아웃에서 변경한 스트립레이아웃으로 수월하게 수정하였고 형상의 변경으로 인한 데이터의 업데이트가 용이하였다.
- 2) 트림 펀치 설계, 형상 포밍 펀치 설계, 3D 설계 형상 수정 및 편집을 통하여 효과적으로 프로그레시브 포밍금형을 3D로 프레스 금형설계를 할 수 있었다.

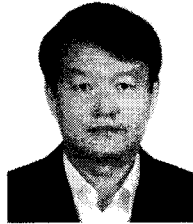
- 3) 카탈로그의 구축으로 단품, 규격, 비규격 부품을 개별 혹은 그룹으로 묶어 관리하고 효과적으로 수정하고 편집할 수 있었다.
- 4) 5공정의 포밍가공 시 한쪽으로 제품이 슬리는 현상을 방지하기 위하여 반대쪽에 포밍가공을 추가하여 실시하였다.

참고문헌

- [1] 최계광, 이동천, “씨마트론 다이 디자인을 활용한 브라켓의 스트립 레이아웃설계에 관한 연구”, 한국산학기술학회 논문지, 제 9권 5호, pp.1113~1118, 2007.
- [2] 김세환, “도해 프레스 금형설계 데이터북”, 대광서림, pp.1-4~1-84, 2006.
- [3] 김세환, “프레스금형설계기준”, 한국금형정보센터, pp.48~ 122, 1992.
- [4] 박승언, 한윤희, 김세환, “프레스가공데이터북”, 기전연구사, pp.141~168, 1988.
- [5] 김세환, 안종민, “프로그램시브 금형설계기술”, 기전연구사, pp.101~145, 1995.
- [6] Cimatron. Co., “Cimatron E Die Design Guide”.

김 광 희(Hee-Kwang Kim)

[정회원]



- 2005년 2월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학박사)
- 2009년 6월 ~ 현재 : ((재)충도 테크노파크 기술혁신본부 본부장

<관심분야>

CAD/CAM/CAE, 사출/프레스금형, 정밀가공

이 동 천(Dong-Cheon Lee)

[정회원]



- 1991년 2월 : 서울산업대학교 기계설계학과 (공학사)
- 1997년 7월 : (주)화인테크 기술지원부서 과장
- 2001년 2월 : 보람엔지니어링 근무 CAD/CAM 부서과장
- 2003년 6월 : Cimatron 한국지사 (Cimatron Korea) 기술지원 부장
- 2009년 6월 : 한국씨마트론기술(주) 기술 마케팅 부장

<관심분야>

3D 금형설계, 5축 가공

최 계 광(Kye-Kwang Choi)

[종신회원]



- 1993년 2월 : 부산공업대학교 금형공학과 (공학사)
- 1995년 8월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학석사)
- 2005년 2월 : 국민대학교 대학원 기계설계학과 (공학박사)
- 2005년 8월 : (주) 현대배관 기술부장
- 2009년 6월 : 공주대학교 기계자동차공학부 조교수

<관심분야>

3차원 금형설계, 와이어 컷 방전가공