

레이어 개념을 이용한 자동차 헤드램프 디자인과 이종재료 접합을 통한 시제품 제작에 관한 연구

이정현⁺

(논문접수일 2009. 11. 30, 심사완료일 2010. 01. 21)

A Study on Automotive Head Lamp Design Using Layers Concept and Prototype Production by Welding on Dissimilar Materials

Jung Hyun Lee⁺

Abstract

Decreasing products lifecycles and increasing consumers desires for quality and design make the automotive industries try to reduce time for developing new designs. In order to reduce developing time, I have designed head lamps, which are really important to have an effect on brand identities and images, using layers concept that is one of the international automotive design trends by alias and photoshop, and produced prototype by RP.

To assemble the produced prototype to the body and manufacture the frame to exterior modelling efficiently, I have studied on joining dissimilar materials of aluminum alloy that can make the prototype lighter and stainless steel, which is good for corrosion resistance by using laser beam. These materials were welded for finding the optimum joining condition and evaluating the soundness of joining zone. The joining was performed under the condition of laser power 500, 550, 575, 600W and 11~14Hz. In this study, the suitable joining condition between aluminum alloy (Al 2024) and stainless steel (STS 304) can be obtained at the laser power 575W and frequency 12Hz.

Key Words : Rapid prototype(쾌속조형), Head lamp(전조등), Design(디자인), Dissimilar joining(이종접합), Automotive(자동차), Tensile-shear strength(인장·전단강도)

1. 서론

1.1 연구 배경

한국의 자동차 디자인은 정부의 디자인 육성 정책과 각

자동차 브랜드의 디자인 차별화 정책을 기반으로 하여 1990년대부터 현재까지 비약적인 성장을 거듭해 오고 있다. 미국이나 일본, 유럽의 여러 나라에서 국가 경제 성장의 원동력으로 길게는 100여년, 짧게는 수십 년에 걸쳐 발전시켜 왔던

⁺ 서울산업대학교, 공업디자인학과 강사 (anasu98@naver.com)
주소: 139-743 서울시 노원구 공릉2동 172

자동차 산업을 우리나라는 30년이란 짧은 시간동안 이뤄낸 성과로 그들과 어깨를 나란히 하고 있다. 우리의 자동차 산업이 이렇듯 괄목할만한 성과를 이뤄낼 수 있었던 기반은 기술 개발에 대한 끊임없는 정부와 기업의 투자, 그리고 급변하는 세계의 자동차 디자인 경향에 대처할 수 있는 조속한 신제품 개발에 있었다고 할 수 있다.

제품 수명의 단기화와 시장변화의 초속화로 인해 신제품 개발에 있어서 개발 시간의 단축은 소비자들의 기호에 상응한 제품을 빠르게 출시할 수 있는 기업 능력 평가의 잣대가 되어 자동차 브랜드의 가치 상승에 직결될 것이며 나아가 브랜드의 시장 판매 실적에 직접적으로 영향을 미치게 된다.⁽¹⁾

RP(Rapid Proto-typing)을 통해 시제품을 개발하는 데 있어서 시간 단축의 효과가 탁월한 것은 널리 알려진 사실이다. 하지만 자동차 등의 대형 제품에서 RP를 사용하여 시제품을 제작하는 것은 시간, 비용 등의 측면에서 효율적이지 못한 단점이 있다. 따라서 자동차 회사에서의 시제품 개발에는 헤드램프나 인테리어 부품 등의 비교적 규모가 작은 제품의 제작에는 RP방식을, 차량의 바디 부분의 제작에는 클레이나 레진을 이용하여 CNC를 통해 제작하는 방식을 혼용하여 사용하고 있다.⁽²⁾

또한 40~50km/h의 속도로 운행이 가능한 시제품을 제작하는 경우 용접 등의 접합 방식을 통해 엔진이나 모터 등을 지지할 수 있는 새시와 대략적인 차량 외관을 제작한다.

1.2 연구 목적

- (1) 브랜드의 차량 이미지에 가장 큰 영향을 미치는 자동차 전면부 헤드램프 디자인을 국제 디자인 경향에 따라 제시한다.
- (2) 신제품 개발 시간을 단축시키고자 하는 목적으로 동시적 디자인 프로세스 단계에서의 RP방식을 이용하여 자동차 전면부 헤드램프를 제작한다.
- (3) 부식과 강도면에서 우수한 알루미늄 합금과 스테인리스강의 레이저 접합을 통해 자동차 헤드램프 장착 방법에 대해 고찰한다.

2. 디자인

2.1 Layers개념을 이용한 자동차 전면부 헤드램프 디자인 연구

자동차를 디자인할 때 아이디어를 얻는 여러 가지의 방법 중의 하나가 이미지를 유입시켜 디자인에 적용하는 것이다.

이는 디자인 시에 아이디어를 자동차의 형태에 주입시켜 상징하는 것을 말한다. 이러한 이미지 유입은 특정 사물이나 건축물, 또는 자연물의 형태에서 얻는 경우가 대부분이나 앞으로는 패션에서 이미지를 유입하여 자동차 디자인에 적용하는 경향이 두드러질 전망이다.⁽³⁾

독일의 BMW사에서는 이러한 패션에서 유입한 이미지를 디자인에 적용한 컨셉카들을 2008년과 2009년 두차례에 걸쳐 발표하였고 이러한 디자인 적용 사례는 앞으로 점차 늘어갈 전망이다.

Fig. 1은 2008년에 발표된 BMW사의 컨셉카이다. 차량의 표면이 페인팅이 아닌 직물로 처리되어 있는 특징을 볼 수 있다. Fig. 2는 2009년에 발표된 BMW사의 컨셉카이다. 차량의 외장 디자인이 여러 겹의 Layers에 의해 차체를 감싸고 있는 형태로 이뤄져있다. BMW사에서 패션에서 아이디어를 얻어 자동차 디자인에 적용한 방법은 크게 두 가지로 분류할 수 있다.

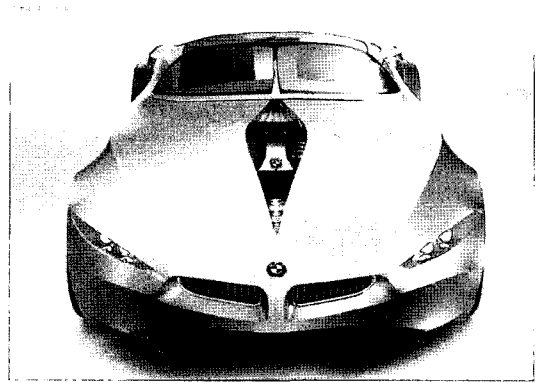


Fig. 1 2008 BMW Gina Light Visionary Model Concept

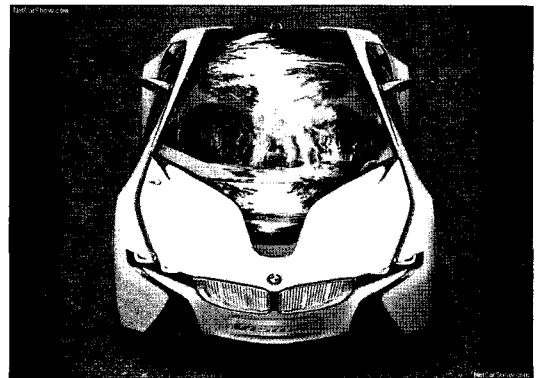


Fig. 2 2009 BMW Efficient Dynamics Concept

패션 디자인에서 다양하게 적용되고 있는 Layers 개념을 적용한 방법과 실제의 직물을 자동차의 외장에 적용한 방법으로 분류할 수 있는데 이는 아직까지는 비용과 제작 방법의 문제로 컨셉 단계에 머무르고 있는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 자동차의 전반에 걸쳐 Layers 개념을 이용한 디자인을 양산형 자동차에 적용하는 데에 어려움이 있는 현실을 반영하여 브랜드의 이미지와 차량의 인상에 가장 큰 영향을 미치는 차량 전면부 헤드램프 디자인을 Layers 개념을 적용하여 제시하고자 한다.

Fig. 3에서 살펴볼 수 있듯이 헤드램프 내부의 실린더 디자인과 인디케이터 부분의 디자인이 Layers 개념을 적용하여 여러 겹의 타원형 막이 렌즈를 감싸고 있는 형태를 띠고 있다. 또한 차량의 강하면서 안전한 이미지를 표현하기 위해 ‘ㄷ’자 형태의 인디케이터가 헤드램프 전체를 쥐고 있는 형태로 디자인되었다.

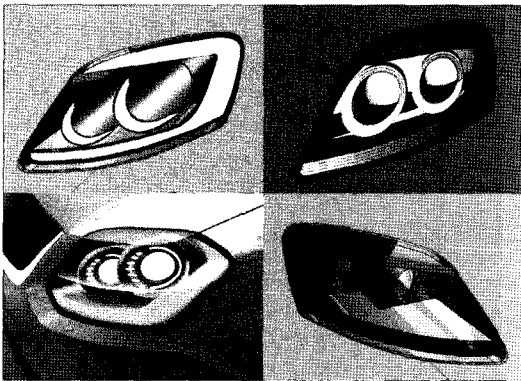


Fig. 3 Head Lamp Design Proposals by using Photoshop and Alias 3D CAD Program

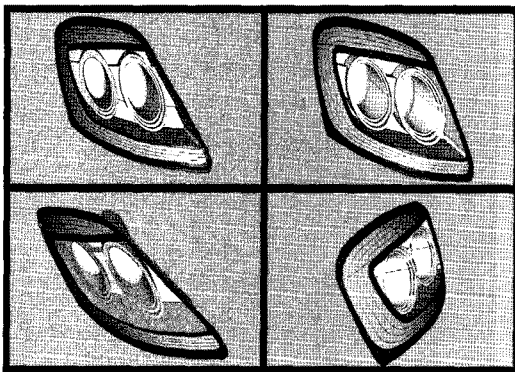


Fig. 4 3D Modelling using Alias 3D CAD Program

Fig. 4는 Alias를 이용한 헤드램프의 형상이다. 포토샵과 Alias를 이용한 스케치에서 제안했던 여러 가지 제안들을 바탕으로 하여 3D 모델을 제작하였다. 렌즈를 감싸고 있는 실린더의 형태뿐만 아니라 인디케이터의 그래픽적인 요소에도 Layers 개념을 적용하여 헤드램프가 전체적인 조화를 이룰 수 있도록 시도하였다. 또한 단순하게 실린더가 램프에 부착되어 있는 느낌을 최소화하기 위해 두 개의 실린더를 하나로 고정시켜 서로 맞물려 있는 형태로 디자인하였다.

2.2 3D Data와 Rapid Proto-Typing을 이용한 시제품의 제작

Fig. 5는 RP을 이용한 헤드램프 프레임과 실린더 신제품의 형상이다. Alias 3D CAD Program을 이용한 Wire 파일을 통해 RP를 제작하였다. 좌우 한 쌍의 헤드램프를 제작하여 총 6개의 피스로 분리되어진 작업이었음에도 불구하고 제작 시간은 6시간을 초과하지 않았다. 이렇듯 RP를 이용한 시제품의 제작은 시간 단축의 측면에서 매우 효율적인 면이 있음을 알 수 있다.

2.3 RP를 이용한 시제품의 도장 및 실제 차량 램프의 적용

Fig. 6은 시제품의 도장 및 LED를 이용한 인디케이터의 형상이다. RP를 이용하여 제작한 프레임과 실린더를 도장한 후 실제 차량에 장착하였고 LED를 이용하여 인디케이터를 제작하였다. 또한 헤드램프 커버의 경우 CNC Milling Machine과 Vacuum Machine을 이용하여 아크릴로 제작하였다.

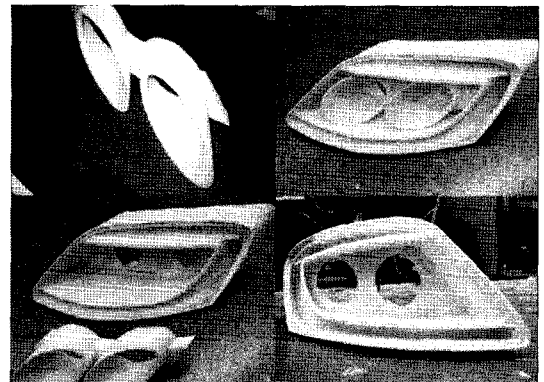


Fig. 5 Manufacturing Head Lamp Frame and Inner Cylinder Prototype by RP

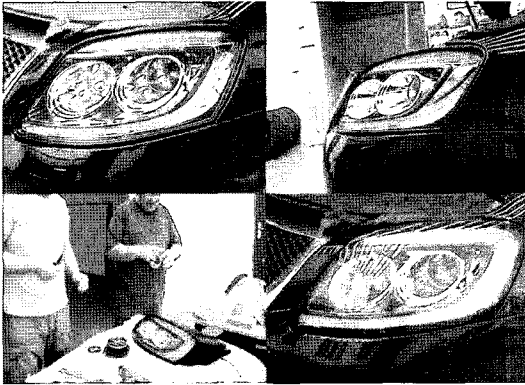


Fig. 6 Painting Prototype and Producing Indicator using LED

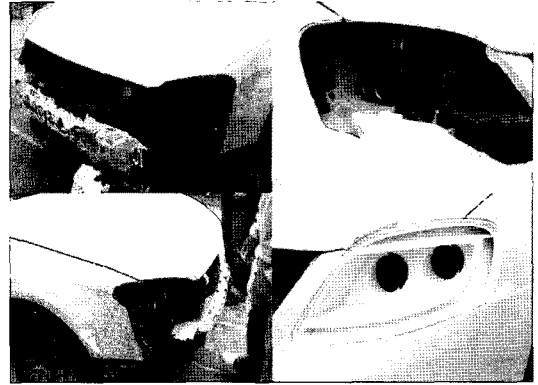


Fig. 7 Producing Exterior Modelling Frame

3. 자동차 헤드램프 장착을 위한 접합 실험

차량의 헤드램프나 테일램프 또는 인테리어 부품의 경우 RP방식으로 시제품의 제작이 용이한 측면이 있으나, 바다 부분의 제작에는 클레이나 레진을 이용하여 CNC를 통해 제작하는 방식이 널리 사용되어지고 있다. 또한 모터쇼나 각종 프레젠테이션에서 신제품의 효과적인 등장으로 긍정적인 첫 인상을 심어주기 위해 40~50km/h의 속도로 운행이 가능한 시제품을 제작하는 경우도 있다. 이러한 경우 용접, 절착, 리벳팅 등의 접합 방식을 통해 엔진이나 모터 등을 지지할 수 있는 새시와 대략적인 차량 외관을 제작한다. 워킹 모델의 경우 모터나 소형엔진을 장착해야하는 관계로 강도가 높은 재료를 이용하여 시제품의 새시와 외관의 뼈대를 제작해야 한다. 하지만 지금까지 서로간의 접합이 어려운 알루미늄, 스테인리스강 등 가볍고 내식성이 좋은 소재보다는 접합이 용이한 일반 스틸을 사용하여 새시를 제작해 왔으나 본 실험에서는 알루미늄과 스테인리스강을 접합하여 새시를 제작하고자 한다.^(4,5)

Fig. 7은 접합을 통한 차량 외관 모델링을 위한 프레임 제작에 대한 형상이다. 본 실험에 사용된 재료는 경량화, 강도성, 내부식성을 고려하여 알루미늄과 스테인리스강을 선택하였다. 실험 조건 선정은 선행 연구자의 논문^(4,5)을 참고하여 변수를 레이저 출력, 펄스폭, 주파수로 선정하여 실험하였다.

3.1 실험재료 및 방법

본 실험에 사용된 재료는 알루미늄 합금(Al 2024)과 스테

Table 1 Chemical Composition of Aluminum

Chemical Composition(wt%)			
Al	98.9	Ti	0.0287
Si	0.52	Pb	0.0166
Fe	0.415	Ga	0.0145
S	0.0555	Cu	0.0105
Cl	0.415		

Table 2 Chemical Composition of Stainless Steel

Chemical Composition(wt%)			
C	0.052	Si	0.689
Mn	1.09	Ni	7.813
P	0.0189	Cr	17.561
S	0.0002	Mo	0.114

Table 3 Mechanical Properties of Aluminum Alloy and Stainless Steel

Material	Mechanical Properties		
	Yield (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
Al 2024	78	186	20
STS304	205	431	25

인리스강(STS304)으로 시험편의 크기는 각각 125×25×0.6mm이다. 접합조건은 박판 이종재료가 접합되는 조건에서부터 절단이 되기 시작하는 조건까지로 설정하였다.

본 실험에서 사용된 레이저의 출력범위는 500~600W, 펄스 폭 2.5ms, 주파수 범위는 11~14Hz에서 실험결과가 양호

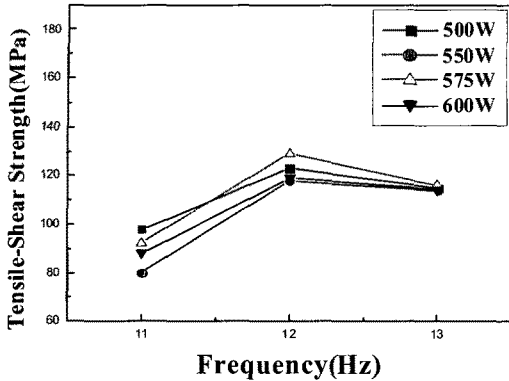


Fig. 8 Relation Between Tensile-Shear Strength and Pulse Width(Welding Speed : 75cm/min, Ar : 10ℓ/min)

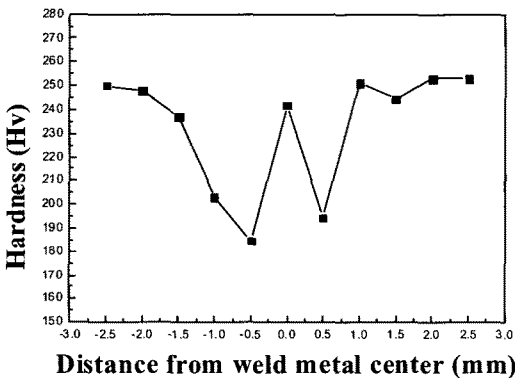


Fig. 9 Hardness Distribution of Stainless Steel

했기 때문에 접합변수로 위의 범위에서 접합을 수행하였다. 레이저 용접기의 과부하를 방지하기 위해 펄스폭 2.5ms, 주파수 14Hz이상에서는 접합을 진행하지 않았으며, 펄스 폭 3.0ms, 주파수 11Hz이상에서 절단되기 시작하였다. 레이저 출력속도는 각각 500W, 550W, 575W, 600W로 변화시켰으며, 주사속도, 보호가스 유량, 초점위치는 각각 75cm/min, 10ℓ/min, 0mm로 고정시켰다.

3.2 실험결과 및 고찰

Fig. 8은 레이저 출력 500, 550, 575, 600W, 주사속도 75cm/min, 보호가스 유량 10ℓ/min, 초점위치 0mm로 고정하고, 펄스폭을 2.5ms, 주파수 11~14Hz의 범위로 접합한 시험편의 인장-전단강도를 측정된 결과이다. Fig. 8의 결과를 보면 펄스폭 주파수 11~12Hz까지는 인장-전단강도 값이

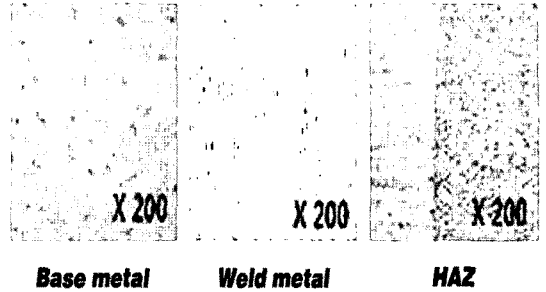


Fig. 10 Photomicrograph Showing Stainless Steel

증가하다가, 주파수가 12Hz이상이 되면 인장-전단강도 값이 감소하였다. 이 결과에서 주파수 12Hz, 출력 575W에서 인장강도가 최대인 127MPa이 나타났으며 이 조건이 접합 조건으로 판단된다. Fig. 9는 접합된 스테인리스강의 경도분포이다. 접합부의 경도가 증가 하였으며, 경계부가 열영향으로 취약해 보인다. 알루미늄에서도 이와 유사한 분포 상태를 보이며 이종재료 접합에서 열영향을 고려한 접합조건이 요구된다. Fig. 10은 스테인리스강의 조직사진으로 접합 금속 부분이 치밀하게 보이고 열영향부의 경계가 뚜렷하다. 이는 Fig. 9의 경도치와 비교한 결과 접합경계부와 열영향 부위가 취약함을 알 수 있다.

4. 결론

자동차 브랜드의 이미지에 가장 큰 영향을 미치는 전면부 헤드램프 디자인과 이의장착을 위한 시제품 제작 실험에서 다음과 같은 결론을 얻었다.

- (1) Layers개념을 이용하여 헤드램프를 디자인 하였다.
- (2) 디자인한 제품을 빠른 시간에 제작할 수 있는 Rapid Prototyping방식을 이용하여 헤드램프 시제품을 제작하였다.
- (3) 알루미늄(Al 2024)과 스테인리스강(STS 304)을 시제품에 적용하기 위한 접합 실험에서 레이저 출력 575W, 주파수 12Hz가 최적의 접합 조건인 것으로 보여진다.

참고 문헌

- (1) Bing, Y. H., 2008, "Car Design Process," *Journal of the Korean Society of Automotive Engineers*, Vol. 30, No. 5, pp. 36~38.

- (2) Cardesignnews.com, n.d., viewed 3 August 2009, <http://www.ccardesignnews.com/site/home/design_development/display/store4/item166601/>
- (3) Netcarshow.com, n.d., viewed 9 October 2009, <http://www.netcarshow.com/bmw/2009-efficientdynamics_concept/>.
- (4) Kim, T. W., 2004, "Automotive Head light Control System Using Tilt and Photo Sensors," *Journal of KIIEE*, Vol. 18, No. 6, pp. 14~21.
- (5) Lee, C. K. and Chae B. D., 2005, "A Study on the Welding of Aluminum Alloy and Stainless Steel by Laser," *Korean Society of Machine Tool Engineers*, Vol. 14, No. 2, pp. 91~95.
- (6) Chang, I. S., 2001, "Nd:YAG Laser Welding for Side Panel," *Journal of KWS*, Vol. 19, No. 4, pp. 371~374.
- (7) Koo, S., 2007, "An Observation on the Typical Auto-body Design Type of the times," *Journal of Korean Society of Design Science*, Vol. 20, No. 5, pp. 339~350
- (8) Lee, Y. C., 2008, "A Study on the Mechanical Design and the 2.5-axial Combined Machining by CAD/CAM," *Korean Society of Machine Tool Engineers*, Vol. 17, No. 6, pp. 97~103.
- (9) Lee, K. M. and Lee, C. K., 2008, "An Effect of Harmful Materials During Welding Work," *Korean Society of Machine Tool Engineers*, Vol. 17, No. 1, pp. 43~49.
- (10) Kim, Y. M., 2008, "A Research on Brand Identity Operation Factor (A Study on BMW)," *Journal of the Korean Society of Automotive Engineers*, Vol. 30, No. 5, pp. 74~89.