

Tailored Blank를 이용한 Door Inner 개발에 관한 연구

최이천, 이종민, 최치수, *유동진, 전기찬
기아자동차 생기연구팀

An investigation on the development of Door Inner using Tailored Blank
Y.C. Choi, J.M. Yi, C.S. Choi, D.J. Yoo, G.C. Jun
Production Engineering R&D Dep. Kia Motors

Abstract

Tailored Blanks are defined as two or more separate pieces of sheet material having the same or dissimilar thickness and/or physical properties, joined together before forming. Its application is being increased especially in the automotive industrial area for the cost reduction, weight saving, and improvement of strength.

In this paper, The deforming behaviour of the laser welded blanks with regard to different thicknesses and combinations are described through some experimental investigations on the formability of a door inner. To investigate how the combination of thickness and material property influences the movement of welding line, a series of laser welded T/B blanks are tested.

Key Words : Tailored Blank, Laser Welding, Stamping, Formability

1. 서론

차체조립 방법은 분할방식과 일체화방식이 있는데 80년대 들어서 그 장점만이 활용된 Tailored Blank(이하 "T/B" 라함)방식이 적극 활용되어 지금은 상당수의 제품에 적용되고 있다.

T/B란 재질이나 두께가 다른 강판을 2매 이상 조합하여 Laser 또는 Mash-seam 용접 등을 통해 1 Piece 로 일체화 시킨후 프레스 성형공정을 통하여 자동차 차체 판넬을 제조하는 신 기술로서 Cost 절감, 경량화, 강성향상 등의 잇점이 있다.

T/B의 발전경위는 다음과 같다. 1960년대 초기의 특허공보를 보면 이중강판을 적재적소에 배치하여 용접한 소재를 이용하여 판넬을 일체화하는 것으로 생산성 향상과 Body 성능의 향상을 명확히 뜻하고 있다. 1967년 TIG 아크용접에 의한 T/B를 Honda가 경자동차 N360의 Side Panel에 적용하였고, 1979년 Volvo가 Mash-seam 용접에 의한 T/B를 적용하였다고 알려져 있다. 1985년 Audi가 Floor Panel에, Toyota가 Sun Roof 및 Cowl Reinforcement 등을 Laser에 의해 적용하였으나 이는 동일강판의 결합에 의한 것으로 소재의 효율향상 측면에서 접근한 것으로 이중재에 의한 것은 아니었다. 이후 용접기술, 성형기술 및 품질관리 기법이 비약적으로 발전하여 이중재에 의한

T/B가 실용화 한 것은 1989년 Toyota에 의한 Out Side Panel이다.

90년대 들어서 V/W의 Front Side Member가 계속되고, GM의 Door Inner 등 새로운 부품이 보고되었으며, 현재 20개사 이상의 자동차 Maker에서 활용하고 있고, 국내에서도 이를 적극 검토하고 있는 실정이다.

당사에서는 T/B의 양산적용을 위해 Laser 용접 및 성형성에 관한 연구를 수행하고 있으며, 우선 다양한 종류(동종두께-동종재질, 동종두께-이종재질, 이종두께-이종재질)의 Front Door Inner T/B 소재를 제작하여, 양산 Line에서 Trial 함으로써, T/B 설계 기법 및 프레스 성형기술을 터득할 수 있었고, 양산 적용시 원가절감을 기대할 수 있으리라 판단된다.

2. 본 론

2.1 T/B 시제품 제작

시제작 Item은 강판의 Drawing 깊이가 깊어 용접부의 성형성을 예측할 수 있으며 향후 다른 Item에도 응용될 수 있는 Door Inner를 1차 시제품 대상으로 선택하였다. Blank Size는 현재 양산소재(0.7t SCP3C)의 것과 동일하게 하였으며, T/B 용접 Line은 그림 1 과 같은 형태로 하였다. 용접 Line 설정은 Hinge 뿐아니라 Mirror 부위까지 보강하는 것을 목적으로 했으며 가급적 성형이 심한곳을 피했다. 용접 Line을 기준으로 할 때 Front쪽을 α , Rear쪽을 β 라고 명명하였다. 소재의 배합은 표 1 과 같이 두께와 재질별로 다양화했다. 현재 Door Inner의 소재는 국내향과 수출향으로 나뉘며 국내향은 CR재, 수출향은 유기피복재를 사용한다. T/B 소재의 선정은 β 부위를 기준으로 국내향 일반 CR 강판인 SCP3C (소재기호 : A)와 수출향 유기피복강판 SCP3CJ-3J/3J (소재기호 : B)를 기초로하였고, 이와 용접되는 α 부위에는 동종두께-동종재질(소재기호 : A), 동종두께-이종재질(소재기호 : C), 이종두께-이종재질(소재기호 : D, E, F)의 강판을 조합하였다.

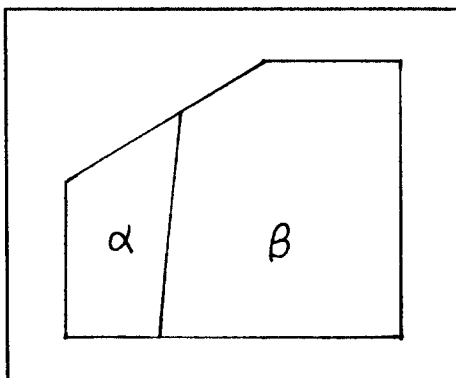


그림 1. T/B 제작 BLANK 형상 및 SIZE

표 1. T/B 소재 조합 형태

구분	α 부	β 부	소재 기호	규 격	두께 (mm)	도금 유무	재 질
재료의 조합	A	A	A	SCP3C	0.7	×	EDDQ
	C	A	B	SCP3CJ-3J/3J	0.7	organic	EDDQ
	D	A	C	SCP1	0.7	×	CQ
	E	A	D	SCP3CZN-30/30	0.9	zinc-nickel	EDDQ
	F	A	E	SCP1	1.2	×	CQ
	A	B	F	SCP3	1.6	×	DDQ
	F	B					

2.2 실험 결과

Front Door Inner, RH 폐금형(1st Drawing, 2nd Drawing)을 이용하여 동종두께 및 이

중두께의 성형가능 여부를 판단하고 이들 재료의 용접 Line 변화를 관찰하였다.

성형은 CR재와 도금재인 경우 유입성의 차이로 Cushion 압력을 달리하여 작업하기 때문에 본 실험에서도 그림 1의 β 부위가 CR재인지 도금재인지에 따라 조건을 달리 했다.

동중두께의 경우(A-A, A-B, C-A)는 일반 소재(T/B재가 아닌)와 같이 성형시 문제가 없었고, α 부에 1종 소재를 접합한 것(C-A)도 성형이 가능함을 알 수 있었다.

또한 C-A(SCP1-SCP3C) 소재의 경우, 용접부의 터짐을 유발하기 위해 Cushion 압력을 2.0bar에서 4.0bar 까지 상승시켰으며, 4.0bar에서 용접부위가 아닌 β 부의 우측 측벽에서 Crack이 발생함을 알 수 있었다.

이중두께(D-A,E-A,F-A)의 시험시는 금형의 Clearance 차이 때문에 하형의 Block Gage를 제거하고 실험하였는데, D-A(0.9mm-0.7mm)의 경우 성형에 큰 문제가 없었으나, E-A(1.2mm-0.7mm)의 경우 측벽부의 Ironing이 발생하였고 부분적으로 형상이 완전하지 못함을 알 수 있었다. 마지막으로 F-A(1.6mm-0.7mm)의 소재는 성형이 불가하여 향후 금형의 단차 가공후 Trial 하기로 결정하였다.

본 실험에서는 T/B재의 용접 Line을 성형에 크게 민감하지 않는곳으로 설정하면 전체 성형에 있어 큰 영향이 없음을 확인하였으며, 적절한 T/B 용접 Line의 설정 및 소재의 배합으로 재료의 Grade Down을 유도할 수 있으리라 판단된다.

이중두께의 성형을 위한 금형의 단차가공은 α 부위를 수지모델 제작하여 공구의 크기 조절을 통해 0.8mm Offset하여 Copy 가공하였다. 수지모델은 용접 Line에서 200mm 정도의 여유를 두고 제작 하였으며, 금형 단차 Line의 기준은 1차 시험시 제작되었던 E-A (1.2t-0.7)소재를 참고하여 설정하였는데 이는 향후 Trial의 횟수를 줄일 목적으로 했다. 실체는 그 보다 더 Front 쪽으로 가공하여 Trial을 하면서 정확히 수정해 나가야 한다.

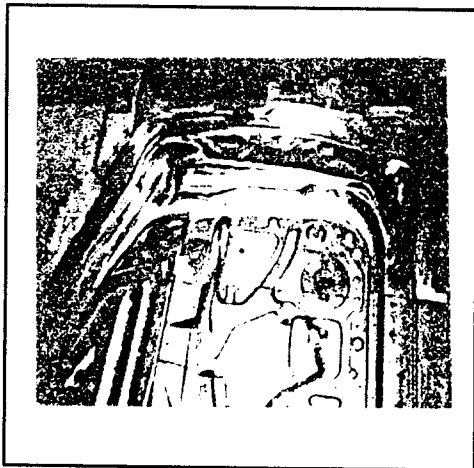


그림 2 단차 가공된 금형

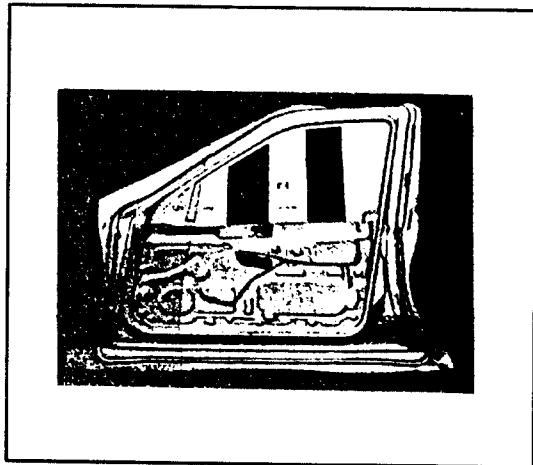


그림 3 이중두께-이종재질 F-A (1.6mm-0.7mm)

그림 2는 가공한 금형의 형상을 보여준다. 초기 F-A 소재 성형 Trial시 측벽부, 용접 Line 및 오목형상 부위에서 Crack이 발생하였다. 계속적인 Trial을 통해 최종 단차가공 Line이 설정되고 국부적인 형상의 수정을 통해 그림 3과 같은 성형이 완전한 F-A 의 시제품을 얻을 수 있었다.

그림 4는 성형후 용접선의 변화를 용접선의 중심부로 오프셋(Offset)하여 나타낸 것

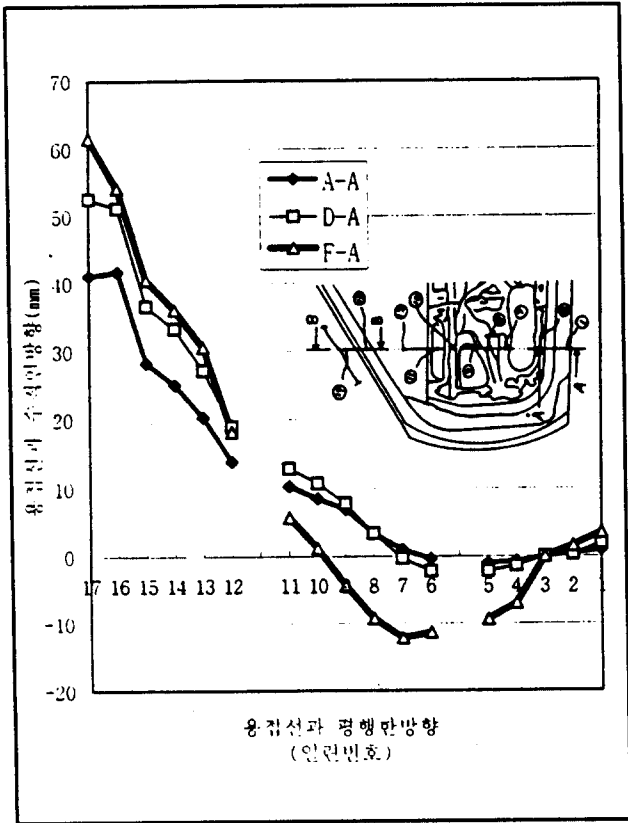


그림 4 용접 Line의 변화

플랜지 부위는 소재의 유입 방향이 중심부와 상반되어 유입이 용이한 얇은쪽의 유입효과가 오히려 얇은쪽에서의 용접선 이동으로 나타났기 때문으로 판단된다. 동종두께인 A-A소재 대비 F-A 소재의 용접선 이동 변화량은 중심부 및 플랜지부에서 약 10~20mm 가량의 변화폭을 보였다.

2.3. 성형 해석

T/B 소재의 안정된 성형을 위해서는 용접선 결정기술이 확보되어야 한다. 이를 해결하기 위해 유한요소 해석기법을 통한 성형해석은 필수적이다. 본 장에서는 동종두께와 이종두께의 컵 드로잉해석을 통해 소재의 거동을 파악하였다. 해석결과는 그림 5와 같다.

a)는 성형전 블랭크의 모습이고 c)는 동종소재의 블랭크 모습으로 용접선의 변화는 없고 변형을 분포가 거의 대칭을 이루고 있다. 반면 이종두께일때는 d)와같이 홀더부위는 얇은쪽으로 이동하고 편치하단 부위는 두꺼운쪽으로 이동되었음을 알 수 있다. 또한 얇은쪽으로 변형이 집중되어 비대칭적 분포를 이룬다. 이는 용접선이 블랭크 홀더 단차에 의해 더 이상 움직이지 못하기 때문에 발생한 것이다. 단차를 오른쪽(얇은 소재)으로 더 이동시키면 용접선 부근에서의 응력집중 없이 성형이 이루어질 것이다. 이상과 같이 이종두께 T/B재의 성형을 하기 위해서는 블랭크 홀더압의 분포를 다르게 하여 두소재의 유입량을 조절하거나 소재의 이동방향에 따른 단차가공을 하므로써

으로서 X축은 용접선과 평행한 방향을 나타내고, 표기된 수치는 각 측정위치의 일련번호이며 그번호는 도어의 하부에서 상부로 이어진다.

Y축은 용접선의 방향과 수직인 방향이며, 단위는 3번 포인트(Point)를 기준으로 한 편차값이다. 기준을 3번 포인트로 설정한 이유는 이곳의 용접선 이동 편차가 소재 두께변화와 가장 무관했기 때문이었다.

용접선의 변화는 그림 4의 결과에 보듯이 중심부는 두께가 두꺼운쪽으로 용접선이 움직이고, 플랜지 부위는 얇은쪽으로 이동하였는데 T/B 소재의 두께차가 큰 소재일수록 용접선의 변화량이 큼을 알 수 있다.

중심부에서 두꺼운쪽으로 용접부가 이동하는 이유는 얇은쪽(β 부)이 두꺼운쪽(α 부)에 비해 소재의 유입이 용이하기 때문이고, 플

Crack 및 굴곡이 없는 완전한 성형이 이루어질 수 있을 것으로 판단된다.

3. 결 론

본 실험은 선진 T/B 제작 System 업체의 도움을 얻어 다양한 소재의 성형 Trial 을 통해 향후 T/B 양산시 적용될 수 있는 많은 기술적인 Know-How를 얻을 수 있었으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 변형이 미소한 곳으로 용접 Line이 설정되면 성형시 큰 문제가 없으며, 재료의 적재적소 배치로 소재 비용 및 금형 비용을 절감 가능함을 알 수 있었다.

2. 성형되는 부위에 따라 Grade 낮은 재질의 소재 적용이 가능함을 알 수 있었다.

3. 용접선의 이동은 소재의 유입방향에 의해 Flange부위는 얇은쪽으로 이동하고 제품의 중간부위는 두꺼운 쪽으로 이동함을 알 수 있으며, 용접 Line의 변화는 두께의 차가 클수록 심하다.

4. T/B 소재의 성형을 위해서는 Die에 단차가공을 하거나 블랭크 홀더를 분할하여 압력을 조절할 수 있어야 한다.

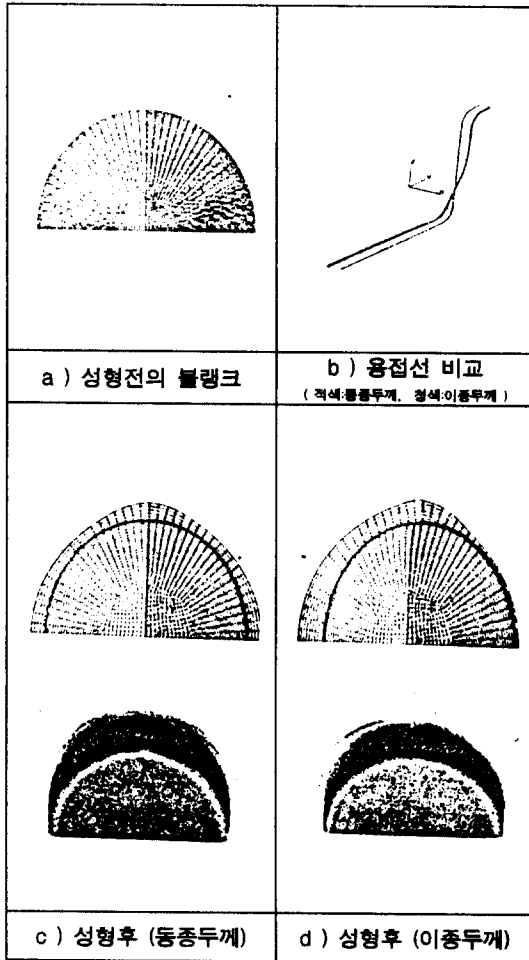


그림 5. 동종 및 이종두께의 성형해석결과

상기 결론을 통해 알 수 있듯이 T/B에 대한 금형 기술 및 설계기술 방안이 확보됨에 따라 조속히 설계변경 및 설비투자를 통하여 원가절감을 꾀하여야 하겠고, 초기 고액의 설비투자 문제를 해결하기 위해 용접 System의 개발이 이루어져야 할 것으로 판단된다.

<< 참고문헌 >>

- 1) 定村 一洋, 도요타자동차(株), 레-자溶接薄板의프레스成形, 塑性と加工 1993.8, p917~p924
- 2) 夏見 文章, 도요타자동차(株), 테-라드블랭크의魅力, 프레스技術, 第34卷 第8号, 1996.7, p18~p25
- 3) John K. Baysore, Utilase, Laser Blank Welding, ALAW '94
- 4) 臼田 松男, 新日本製鐵(株), 테-라드블랭크의成形成, 프레스技術, 第34卷 第8号, 1996.7, p26~p29