

두께가 다른 판의 레이저 용접에서 열전달에 관한 연구

양 영 수
전남대학교 기계설계학과

1. 서론

레이저 용접은 좁은 열항부, 적은 열변형, 빠른 용접속도 등 여러가지 장점을 갖고 있기 때문에 최근 항공기, 자동차 등 여러 산업분야에서 각광을 받고 있다. 특히 자동차 산업분야에서 레이저 가공에 관한 연구가 많이 진행되고 있는데, 그중의 하나가 자동차 body 생산에 관한것이다. 지금까지는 자동차 body 를 생산할때 일체형의 박판을 성형가공하여 만들기 때문에 깨끗하고 정밀한 제품을 얻을 수 있으나, body 전체가 균일한 두께이므로 요구되는 강도에 따라 두께를 조절 할 수가 없다. 그러나, 판을 적절한 크기로 블랭킹 한 후 각 조각을 레이저 용접하여 성형가공하면, 필요에 따라 강도가 요구되는 부분에 두꺼운 판을 사용할 수 있고, 블랭킹 후 용접하여 제작하므로 재료의 이용율이 높아 재료비를 크게 절감 할 수 있다.[1] 이러한 공정에서 요구되는 것이 두께가 다른판의 용접이다. 이것은 용접후 최후공정으로 stamping 공정이 요구되므로 용접부의 강도는 용접후 뿐 아니라 용접후 성형가공 까지를 고려한 용접부 강도가 요구된다. 용접부 강도는 잔류응력에 크게 지배됨으로 이중 두께의 레이저 용접시 잔류응력 해석이 요구되고 또한 용접후 성형가공이 끝난 상태까지의 잔류응력 해석이 필요하다.

본 연구에서는 잔류응력 해석을 위한 전 단계로 필수적으로 요구되는 것이 열유동 해석이므로, 두께가 다른판의 레이저 용접시 나타나는 열유동 현상을 유한요소법을 이용하여 해석하였다.

2. 이론해석

레이저 용접은 열원의 이동속도가 빠르기 때문에 열원 진행방향으로 열전달을 무시한 2차원 해석을 하였으며, 입열은 key hole 면을 통하여 들어온다고 가정하였다. 경계조건, 초기조건을 이용하여 Galekin's method 에 의하여 유한요소 수식화 하였다.[2]

3. 실험

수치해석의 타당성을 확인하기 위해 galvanized steel을 용접후 용융부와 열영향부 크기를 측정하여 이론해석 결과와 비교하였다. 용접조건은 table 1 에 나타나 있다.

4. 결과 및 고찰

두께가 같은 판의 용접후 용융부와 열영향부의 크기를 수치해석 결과와 비교하여 Fig.1 에 나타나 있다. 해석결과와 실험결과가 잘 일치함을 나타내고 있다. Fig.2는 두께가 다른 판 용접에서 flush side heating의 경우에 실험과 해석결과를 비교한 것이다. 얇은 판에서는 비교적 잘 일치되고 있으나, 두꺼운 판 부근에서는 상당한 차이를 보이고 있다. 이것은 수치해석에서 유체유동 현상을 고려하지 않았기 때문에 녹아서 흘러 내리는 효과가 무시되었기 때문이다. 그러므로 key hole

면을 통하여 일정 기울기를 갖고 균일하게 입열 된다는 가정에 문제가 있다. 유체 유동현상까지 해석하려면 너무 복잡하기 때문에 본 문제에 적절한 입열량의 분포 모델이 필요하다. Fig.3은 step side heating 으로 두꺼운 판 상단에서 불일치를 보여주고 있다. 이것은 이론해석에서는 접합면에서만 입열된다고 가정하였으나, 실제 실험에서는 레이저빔이 두꺼운 판 상단에 조사되었기 때문에 상단 부분에서 이론해석과 차이를 나타내고 있다. 수치해석과는 무관하게 실제 실험을 실시할때는 flush side heating 이 step side heating 보다 유리하였다. step side heating 은 용접 선을 일치시켜 원하는 부위의 가열이 상당히 어려웠다.

5. 결론

- 1) 이론해석과 실험결과가 비교적 잘 일치되고 있으나, 보다 정확한 입열량 분포 모델을 필요로 한다.
- 2) flush side heating 이 step side heating 보다 유리하다.

6. 참고문헌

- [1] Kazuo Azuma, Kimikazu Ikemoto and Hiroaki Sugiura
 " Press Formability of Laser Welded Blanks "
 Toyota Technology Society, PP. 305 - 311
- [2] K. H. Huebner and E. A. Thornton
 The Finite Element Method for Engineers
 John Wiley & Sons, Now York, 1982. PP. 411 - 425

Table 1. Welding Conditions

Sample #	Thickness [mm]	Power [kW]	Travel Speed [mm/s]	Description
1	13.0-13.0	12.0	12.7	Experiment by Moon [2]
2	0.8-0.8	2.5	200.0	butt joint
3	2.0-0.8	3.0	76.2	flush side heating
4	2.0-0.8	3.0	67.7	step side heating

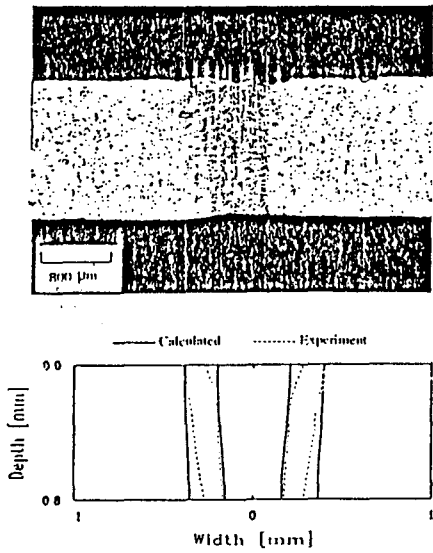


Fig.1 Shapes of experimental and predicted fusion and HAZ for sample #2
(2.5 kW, 200 mm/sec)

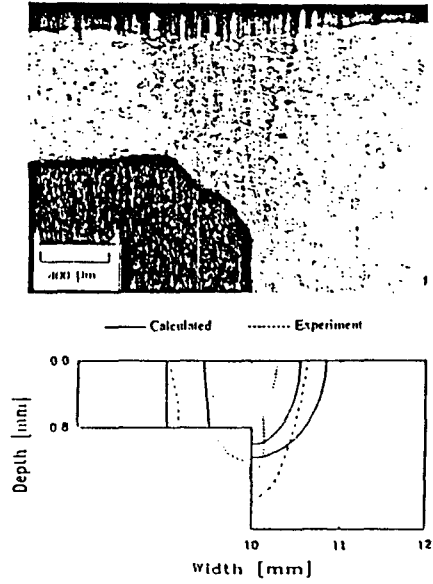


Fig.2 Shapes of experimental and predicted fusion and HAZ for sample #3
(3 kW, 76.2 mm/sec)

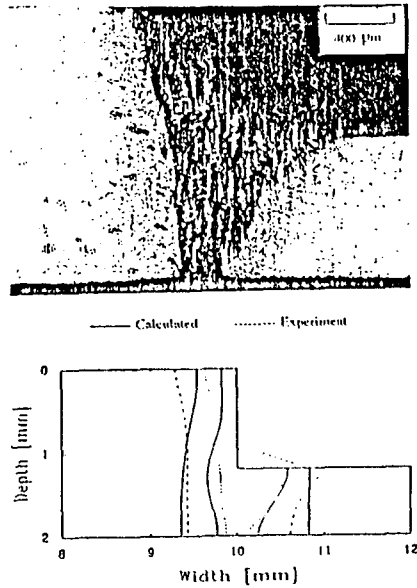


Fig.3 Shapes of experimental and predicted fusion and HAZ for sample #4 (3 kW, 67.7 mm/sec)