

# 정반의 지지조건이 용접 면외변형에 미치는 영향

Effects of the Support Condition on Out-of-plane Deformation by Welding

박정웅\* 고대은\* 신용택\* 이해우\* 이재원\*

\* 삼성중공업 조선플랜트연구소 용접도장연구

## 1. 서론

용접부는 용접열원에 의해 급속가열·급속냉각의 열사이클을 받으며, 열원의 이동과 함께 온도장이 변화함으로써 용접부에 불균일한 온도분포가 생성되어 열팽창·수축이 구속을 받아 결과적으로 용접변형과 잔류응력이 발생한다. 또한 그 크기는 용접조건과 내적·외적구속의 정도에 따라 결정된다. 이와 같이 용접에 의해 발생하는 不整(변형, 잔류응력 등)은 구조물의 제작시의 조립정도, 미관, 좌굴강도, 피로강도<sup>1)</sup> 등에 큰 영향을 미치는 중요한 요인이 되고 있다.

특히 박판용접의 경우 용접변형의 형상이 후판의 용접변형과는 달리 좌굴변형<sup>2)</sup>과 같은 특수한 변형이 발생되고 그 변형량이 클뿐만 아니라 형태도 복잡하게 발생하므로 제작시에 변형을 방지하기 위한 각별한 대책이 요구된다. 한편 일단 발생된 용접변형은 곡직하는 것이 다시 제작하는 것보다 몇배의 작업시수가 소요되는 경우도 있으며, 곡직작업에 있어서도 초기단계에서 변형을 교정하는데 실패하는 경우 최종 곡직완료 후에도 미관이 좋지 않아 재제작을 필요로 하는 경우도 발생한다. 이러한 변형을 방지하기 위한 대책으로는 지금까지 용접 입열량의 최소화, 변형방지용 Stiffener 보강, 구속법 그리고 역변형법<sup>3), 4)</sup> 등이 알려져 있다.

본 연구에서는 정반의 지지조건이 박판의 Butt용접시 발생하는 면외변형에 미치는 영향에 대해 실험을 통하여 고찰하였다. 또한, 이를 토대로 제작현장에서 비교적 쉽게 적용할 수 있는 용접변형을 최소화하는 방안 및 제작시 정반설치의 주의점에 대해 논한다.

## 2. 실험방법

시험편의 크기는 폭 3000(mm), 길이 3000(mm)이고 두께가 8(mm)인 두 개의 직사각형 강판에 대해 부재의 중앙부를 Butt용접하였다. 용접은 케리지를 이용한 자동용접을 사용하였고 용접법은 FAB편면용접이며, 와이어는 H-14(4.8 $\phi$ ), 플럭스는 S705EF, 백킹재는 BS-300을 사용하였다.

정반의 지지조건은 Fig. 1 에 보여주고 있다. Type 1은 일반적인 현장조건과 유사하게 정반의 지지핀 간격을 가로, 세로 각각 1000(mm)로 설치하였고, Type 2는 Type 1의 지지조건에 용접부 아래에 지지핀을 하나 추가하여 지지핀 간격을 500(mm)로 하였다.

## 3. 결과 및 고찰

강판의 두께가 8(mm)인 경우 용접에 의해 발생한 면외변형( 잔류변형 - 초기변형 )을 Fig. 2 에 보여주고 있다.

결과에 의하면 용접선 직각방향의 면외변형은 용접선으로부터  $\pm 500$ (mm)이상 떨어져 있는 부분은 정반의 지지조건에 의해 영향을 거의 받지 않으나, 용접부 근방에서는 정반의 지지조건에 의해 면외변형이 크게 영향을 받고 있는 것을 알 수 있다. 현장조건과 유사한 Type 1의 경우 용접중앙부는 위로 2(mm)

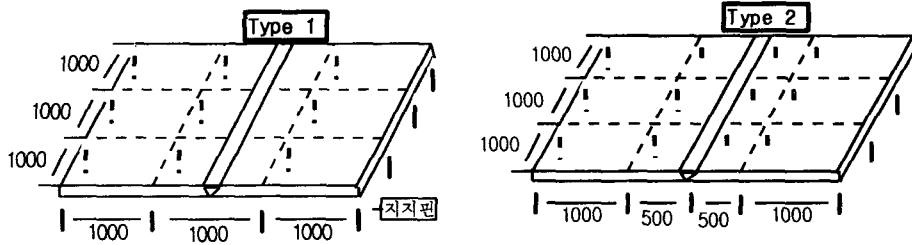


Fig. 1 The condition of support pin.

정도의 변형이 발생하여 그 영향이 작으나 용접 시·중단부에서는 15(mm)정도 아래로 처지는 현상이 발생했다. 또한 용접선 아래면에 지지판을 설치한 Type 2의 경우 중앙부는 Type 1에 비해 4(mm)정도 위로 변형이 발생하였으나 용접 시·중단부는 Type 1에 비해 9(mm)정도 위로 변형이 발생하였다. 따라서 전체적으로 Type 1의 정반 지지조건보다 Type 2의 정반 지지조건이 용접에 의해 발생하는 면외변형이 작다고 말할 수 있다. 한편, 용접선 방향의 면외변형의 경우는 용접선에서 떨어져 있는 부분의 면외변형은 Type 1, 2 모두 비슷한 경향을 보이고 있으나 용접부 근방에서는 Type 2의 변형보다 Type 1의 변형이 위로 9(mm) 정도로 크게 발생하고 있는 것을 알 수 있다. 한편 용접 시·중단부의 처짐은 두개의 정반조건 모두 처짐변형이 발생하였으나 크기를 보면 Type 1이 5(mm)정도로 크게 발생하였다.

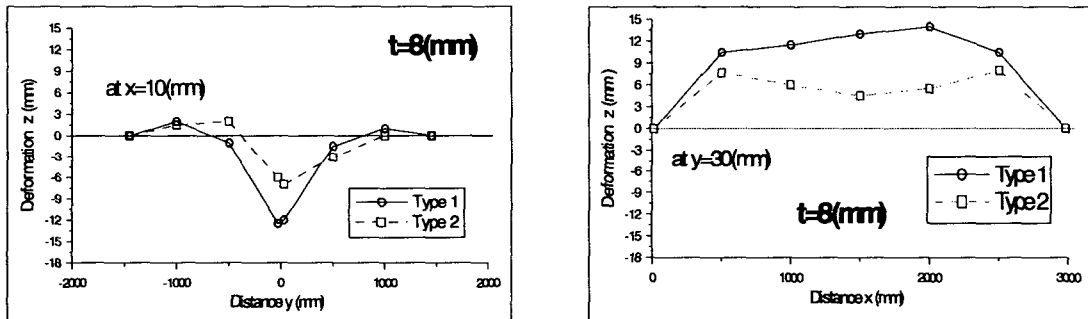


Fig. 2 Out-of-plane deformation perpendicular to the weld line( $t=8\text{mm}$ ).

이상으로부터 Type 1은 용접부 아래에 지지판이 설치되어 있지 않아 용접면외변형이 자유롭게 생성되었으나 Type 2는 용접부 아래 부분에 지지판이 설치되어 있어 아래방향으로 발생하는 변형을 억제함으로써 결과적으로 작은 용접변형이 발생하여 Type 2의 정반상태가 변형방지에 효과적인 것으로 나타났다. 또한, 정반지지조건에 의해 용접부 근방의 면외변형은 영향을 받으나 용접부로부터 떨어져 있는 부분은 영향을 받지 않았다.

#### 4. 결 론

박판의 Butt용접시 정반의 지지조건이 용접 면외변형에 미치는 영향에 대한 실험적 연구로부터 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 주판용접시 정반의 지지조건이 용접 면외변형에 크게 영향을 준다.
- 2) 용접부 근방의 지지판 간격을 1000(mm)로 했을 때 보다 500(mm)로 설치했을 때 면외변형이 작게 발생한다.
- 3) 정반의 지지조건에 의해 용접부 근방의 면외변형은 크게 영향을 받으나 용접부로부터 떨어져 있는 부분은 거의 영향을 받지 않는다.
- 4) 정반의 지지조건을 불규칙적으로 설치하는 경우 자체강성으로 변형이 발생하지 않은 부재라 할지라도 변형이 크게 발생한다.
- 5) 용접 중 발생하는 과도 면외변형은 정반의 지지간격에 영향을 받아 최대 면외변형의 발생위치 및 모드가 다르게 나타난다. 최대 면외변형의 발생위치는 현장조건과 같이 지지판 간격이 1000(mm)인 경우 용접 시단부로부터 2500(mm)에서, 지지판 간격이 500(mm)인 경우는 용접 시단부로부터 1500(mm)에서 발생했다.

#### 참고문헌

1. 佐藤邦彦 : 溶接構造要覽, 黒木出版社, 1988, pp.159~169
2. 渡辺正紀, 佐藤邦彦 : 溶接力學とその応用, 朝倉書店, 昭和40年, pp.408~411
3. 佐藤, 上田, 藤本 : 溶接全書3- 溶接變形・残留応力, 産報出版, 1994, pp.204~213
4. 日本溶接學會編 : 溶接要覽(改訂3版), 丸善株式會社, 昭和52年, pp.159~164