

용접순서가 선박 소조립부재의 용접변형에 미치는 영향

Effect of Welding Sequence on Welding Deformation in Ship's Small Component Fabrication

박 정웅*, 강 재완**, 한 명수***,한 종만***

* 조선대학교 토목공학과

** 조선대학교 토목공학과 대학원

*** 대우조선해양(주)

1. 서 론

용접프로세스에 의해 발생한 불균일한 온도분포에 의해 열응력이 발생하여 최종적으로 잔류응력과 용접변형이 발생한다. 특히, 용접변형은 강구조물의 형상을 변화시키거나, 강도를 저하시키는 문제점을 가지고 있다. 뿐만 아니라 용접에 의해 발생하는 용접변형을 수정해야함으로 생산성 저하의 주요한 요인이 되고 있다.

최근 생산성 향상을 위해 용접공정의 자동화가 활발히 진행되고 있다. 하지만 로봇의 경우 사람과 같이 완벽한 시각센서가 없어 용접변형이 발생하는 경우 이를 자체적으로 감지하지 못해 용접불량이 발생하거나, 각 단계별 용접위치에 대한 정보를 작업자가 제공해야 하는 문제점이 있다. 또한 용접순서가 용접변형에 미치는 정도에 따라 공장자동화의 효율에 영향을 준다.

따라서 본 연구에서는 선박의 소조립 부재를 대상으로 단위 모멘트법에 의해 용접순서를 도출하고, 실험과 해석을 통해 도출한 용접순서에 따른 용접변형의 영향을 검토하였다.

2. 소조립부재 실험결과

소조립부재 중 H-Shaped weld path (H Type) 타입 소조립 부재는 한쪽은 보강재에 의해 보강되어 있고 다른 한쪽은 필렛용접이 길게 놓여 있는 형태로 용접순서에 의해 용접변형이 영향을 받기 쉬운 부재이다. 용접조건은 전류 280A, 전압 31.5V, 속도 10mm/s 이며, 필렛용접시 각목

은 3.5mm로 현장조건을 따르도록 설정하였으며, 모든 실험조건에 동일하게 적용하였다. 또한 가접길이와 가접간격은 각각 500mm, 50mm로 하였다.

그림.1 은 H_Type 시험편의 형상과 치수를 보여주고 있다. 실험에 사용한 Base 부재의 두께는 15mm이고, Stiff. 의 두께는 12mm, 높이는 모두 150mm로 하였다. 그림. 2는 단위 모멘트법에 의한 용접부 강성과 그 강성으로부터 용접순서를 결정하여 보여주고 있으며, H_t1은 강성이 강한 순으로 용접변형이 최소화시키기 위함이고, H_t2는 강성이 약한 순으로 용접변형이 최대로 발생할 수 있도록 하였다.

그림.3(a), (b)는 실험에 의해 구한 전체 용접변형을 보여 주고 있다. H_t1 과 H_t2 모두 Stiff.가 조밀하게 모여 있는 곳은 비슷한 변형형상을 보여주고 있으나, y 방향의 중앙부에 x방향으로 놓여있는 필렛 용접부를 기점으로 H_t1 용접순서는 아래방향으로 처지고, H_t2 용접순서는 올라가는 경향을 보이고 있다. 따라서 용접순서 측면만을 생각한다면 용접순서에 의해 용접변형이 영향을 크게 받은 것을 알 수 있다. 이 부분에 대해서는 추후 해석적 방법에 의해 실험에 의한 오차인지 용접순서의 영향인지에 대해 검토하고자 한다.

그림.4는 y축 방향으로 발생한 용접변형을, 그림.5는 x축 방향으로 발생하는 용접변형을 용접순서 H_t1과 H_t2에 대해 보여 주고 있다. 용접

변형은 단부에서 H_t1이 +10mm, H_t2도 -10mm로 차이를 보이고 있으며, 이러한 결과로서는 용접변형이 용접순서에 의해 영향을 받는지 여부를 판단하기 어렵다. 따라서 본 실험결과를 표준편차를 이용해서 평가하였다.

3. 탄성해석결과

H_Shaped weld path 타입의 소조립 부재를 모델링하여, 단위 모멘트법을 적용하여 용접순서 H_1과 H_2를 도출하였다. 모델의 밑판과 Stiff.는 2차원 4절점 shell요소를 사용하고, 가접 및 용접부는 6절점 3차원 solid요소를 사용하였다.

그림.4와 5는 실험과 해석을 통해 구한 용접변형을 비교하여 보여주고 있다. 두 결과 값은 단부에서는 약간의 차이를 보이고 있으나 전체적으로 잘 일치하고 있다. 비드 단부에 단위모멘트를 재하하여 구한 용접순서 H_T1_BE은 전체적으로 안정된 변형을 보이고 있으며 표준편차로 구한 값도 제일 작게 나타났다. 하지만 전체적으로 그 차가 작아 해석에 의해 구한 용접변형은 용접순서에 의해 크게 영향을 받지 않는 것으로 나타났다.

4. 결 론

소조립부재에 대해 용접순서가 용접변형에 미치는 영향을 규명하기 위해 실험과 해석을 실시하여 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

H_shaped weld path 부재는 실험에서 표준편차로 평가한 결과, 용접순서에 의해 용접변형이 67%가 발생하여 중점적으로 해석을 실시하였다. 용접순서를 결정하는 방법도 기존의 용접부 중앙에 단위모멘트법과 비드단부에 단위모멘트를 재하하는 2가지 방법을 적용하여 새롭게 용접순서를 결정하여 해석을 실시하였다. 그러나 해석 결과는 표준편차를 이용하여 평가한 결과 용접순서에 의해 영향을 받지 않았다.

참고문헌

1. C.L.Tsai, S.C. Park and W.T. Cheng : Welding Distortion of a Thin-Plate Panel Structure, Welding Journal,74(2)(1999)

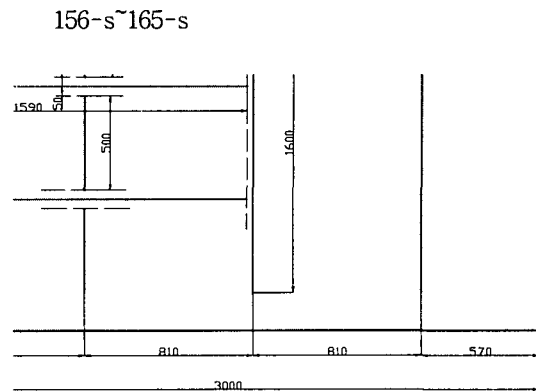
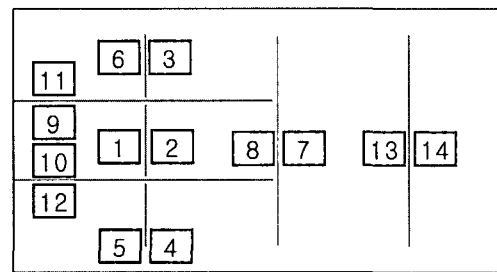
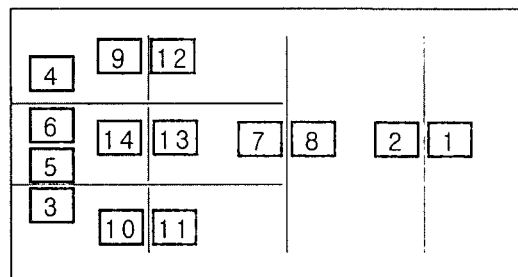


그림.1 H_Shaped weld path의 형상 및 치수

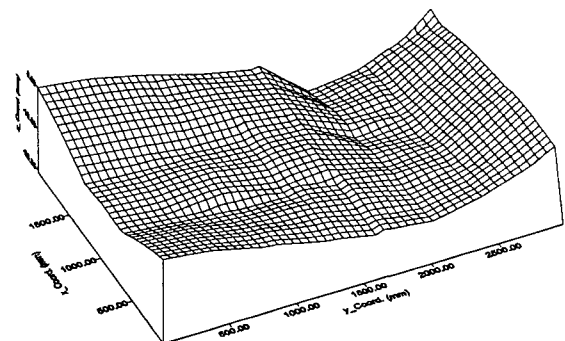


(a) H_T1

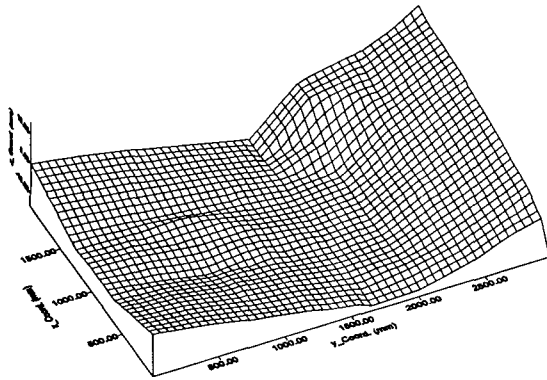


(b) H_T2

그림.2 H_Shaped weld path의 용접순서



(a) 용접순서 H_t1 전체 용접변형



(b) 용접순서 H_t2 전체 용접변형과
그림.3 H_type 전체용접변형 실험결과

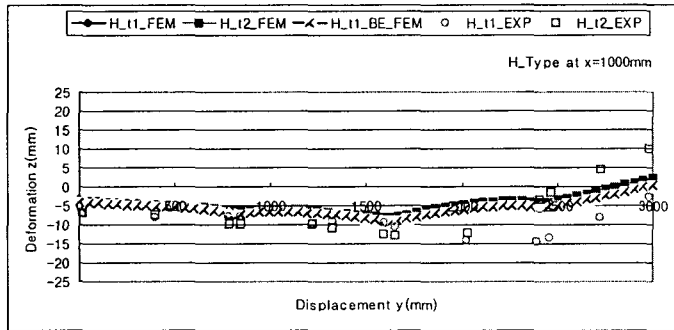


그림.4 H_type 용접변형 실험/해석결과
(x=1,000mm)

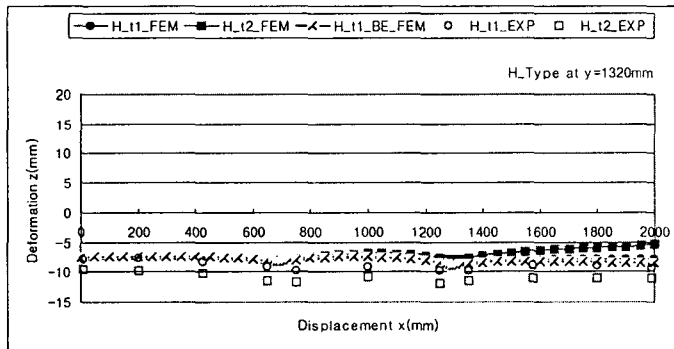


그림.5 H_type 용접변형 실험/해석결과
(y=1,320mm)