

단위 모멘트법에 의한 용접순서 도출과 그 영향

Optimum Welding Sequence by Unit Moment method

박 정웅*, 윤 행순**, 한 명수***,한 종만***

* 조선대학교 토목공학과

** 조선대학교 토목공학과 대학원

*** 대우조선해양(주)

1. 서 론

용접시 발생하는 변형은 강구조물의 치수를 변화시키고, 구조물의 역학적 강도를 저하시켜 구조물의 제작과 사용 중에 많은 문제점을 일으킨다. 이러한 용접변형에 영향을 주는 인자는 많으나 본 연구에서는 용접순서가 용접변형에 미치는 영향에 대해 초점을 맞추었다. 용접순서는 용접변형뿐 아니라 구속에 의한 응력에도 관련되어 있다.

강구조물에 여러 용접부가 존재 할 때 용접순서를 결정하는 방법으로 단위 모멘트법을 이용한 방법이 많이 사용된다. 용접순서를 결정하는 방법은 용접부에 단위 모멘트를 재하하고 이때 발생하는 변형량(회전각)으로 단위모멘트를 나누면 용접부의 강성도를 계산할 수 있다. 계산된 강성도가 큰 용접부부터 용접하게 되면 용접변형을 최소화시킬 수 있다. 반면 강성도가 약한 순으로 용접을 하면 변형 크게 발생시킨다.

본 연구에서는 용접부의 강성도를 다르게 한 3가지 용접구조물에 대해 단위모멘트법에 의해 용접순서를 도출하고, 이를 실험과 탄성해석을 통해 용접순서가 용접변형에 미치는 영향을 규명하고자 한다. 또한 용접순서를 구하는 단위모멘트법의 타당성을 검토하였다.

2. 용접순서도출을 위한 단위모멘트법

용접순서를 결정하기 위해 그림 1과 같이 용접부를 모델링하고 중앙부에 단위모멘트를 재하하

여 용접부의 강성을 계산하였다. 단위모멘트는 그림 1의 3번에 노란 화살표와 같이 재하하고 이로부터 발생하는 각변형을 단위모멘트로 나누어 그 부분의 강성을 구했다. 구한 강성이 큰 순서로 용접을 실시하면 변형을 최소화시킬 수 있다.

또한 가접의 효과를 고려하기 위해 용접부에는 6절점 Solid 요소를 사용하여 용접 전에는 가접부분 만 Solid요소를 생성시킨 후, 용접이 완료되면 용접부 전 길이에 대해 Solid 요소를 생성시켰다. 이때 요소의 크기는 각목 3.5mm인 경우 각장이 5mm이므로 요소의 길이도 5mm로 하였다. 또한 용접 전 주판과 Stiff. 사이는 연결되어 있지 않으므로 0.5mm 간격으로 모델링하였다. 그 밖의 요소는 모두 4절점 shell요소를 사용하였다.

그림.2는 시험체의 형상과 치수를 보여주고 있으며, 중간 Stiff.간격에 따라 WS400, WS800, WS1500으로 분류했으며, 용접길이는 500mm이다. 그림.3은 단위모멘트법에 의해 구한 용접순서를 보여주고 있다. T1용접순서는 용접부 강성도가 큰 순으로 용접하여 용접변형이 최소화되리라 예상되는 것이고, T2용접순서는 변형이 크게 발생되리라 예상되는 용접순서이다.

3. 실험 및 탄성해석결과

실험은 그림.2의 시험편에 용접순서에 맞추어 용접을 실시하였다. 용접조건은 전류 280A, 전압 31.5V, 속도 10mm/s 이며, 필렛용접시 각목은 3.5mm로 현장조건을 따르도록 설정하였으며,

모든 실험조건에 동일하게 적용하였다. 또한 가접 길이와 가접간격은 각각 500mm, 50mm로 하였다. 실험결과는 용접순서에 영향을 받은 WS1500의 실험결과를 그림. 4를 보여주고 있다. 단위모멘트법에 의해 용접변형이 작게 발생되리라 예상되는 T1용접순서가 T2용접순서 보다 작은 용접변형이 발생하였다.

등가하중법에 의한 탄성해석은 실험과 동일 시험체를 모델링하여, 등가하중실험에서 구한 등가하중을 이용하여 실시하였다. 해석시 경계조건은 강체에 연결된 부분만 고정하였다. 그림.5는 WS1500의 실험결과와 탄성해석결과를 비교하여 보여주고 있다. T1의 왼쪽 단부에 변형의 차이는 보이나 전체적으로 잘 일치하고 있다.

따라서 등가하중법에 의한 탄성해석에 의해 용접순서를 고려한 용접변형을 예측할 수 있었다.

4. 결 론

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

- 1) 단위모멘트법에 의해 용접변형을 최소화시킬 수 있는 용접순서를 도출할 수 있었다. 용접순서는 단위모멘트법에 의해 용접부 강성을 계산하여 강성이 큰 순으로 용접하여 용접변형을 최소화시킬 수 있었다.
- 2) 용접순서 WS400과 WS800의 용접변형은 용접순서에 영향을 받지 않았으나, WS1500의 용접변형은 용접순서에 영향을 받았다. 이는 용접순서 WS400과 WS800은 용접부의 자체강성이 커서 용접순서에 영향을 받지 않은 것으로 판단된다.
- 3) 단위모멘트법에 의해 용접순서를 도출하여 강성의 크기에 따라 3영역으로 분류할 수 있으며 중간영역(WS1500)에서만 용접변형이 용접순서에 영향을 받은 영역이 존재한다.

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)

156-s~165-s

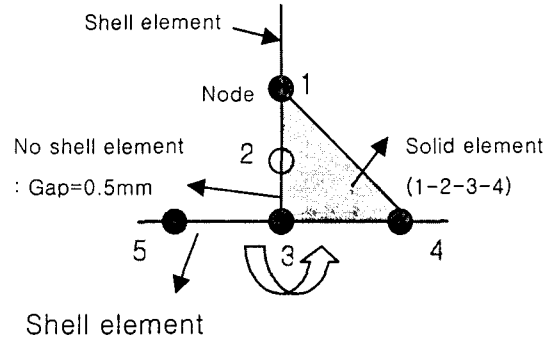


그림. 1 단위 모멘트적용을 위한 용접부 모델링

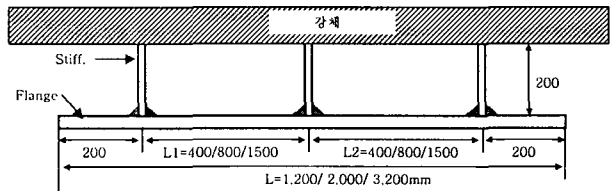


그림.2 용접순서 시험편 형상 및 치수

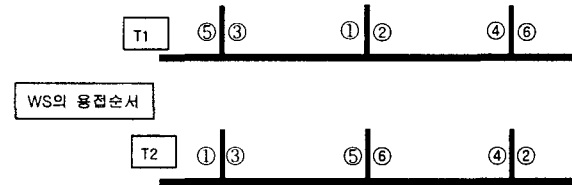


그림. 3 단위 모멘트 법에 의한 용접순서

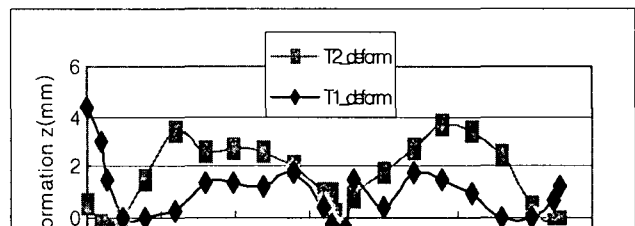


그림.4 용접변형 실험결과(WS1,500)

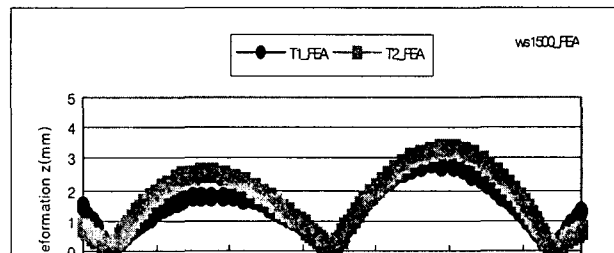


그림.5 용접변형 해석결과(WS1,500)