

## Crane pedestal의 Lug 용접 및 lifting 변형 해석

### Deformation analysis for crane pedestal due to Lug welding and lifting

박 중구\*, 장 경복\*, 조 시훈\*, 장 태원\*

\* 삼성 중공업 거제 조선소 생산 기술 연구소 용접 연구

**ABSTRACT** In this study, deformation of flange of pedestal crane due to Lug welding and lifting. Thermo elasto-plastic analysis was performed using commercial FE code MSC/MARC. The accuracy control of roundness is critical to the final product assembly. Deformation is mainly occurs during Lug welding. So, we determine welding sequence and Lug space in order to reduce deformation. And we also investigate safety of lifting Lug during crane lifting.

#### 1. 서 론

Pedestal crane은 선박 및 해양 구조물에 탑재되어 각종 장비 및 화물을 옮기는데 사용되고 있다. crane의 제작 시 생산 효율의 향상을 위해 pedestal 부분과 adapter 부분의 조립을 육상에서 실시 한 후 구조물에 탑재하게 된다. 탑재를 위해서는 adapter부에 lug를 설치하여야 하며, 이때 lug 용접 순서 및 lug 부착 간격에 따라 변형이 발생할 수 있다. 이에 본 연구에서는 lug 용접 시 발생하는 변형에 대해 검토하였으며, 적절한 lug 간격 및 용접 순서에 대해 검토하였다. 또한 부착된 lug를 이용하여 lifting 할 때 lug에 발생하는 변형에 대해서도 검토하였다.

#### 2. Lug 용접 변형 해석

Lug 용접에 의한 열 변형을 해석하기 위해, 3차원 solid 요소를 이용한 열 탄소성 해석을 수행하였다. 열전도에 의한 부피 변화 및 상 변화의 영향을 무시하여, de-coupling 해석을 수행하였다. 아래 그림 1.은 유한 요소 해석에 사용한 격자 형상을 나타내며, 유한 요소 해석은 상용 코드인 MSC/MARC ver 2003을 사용하였다. Lug는 총 4군데 설치되며, 각각의 용접 순서를 고려하여 해석을 진행하였다. 해석에 고려한 재료 물성은 EH36 강재의 온도에 따른 물성치를 사용하였다. 용접은 그림 2.의 순서로 진행하는 것으로 하였으며, 이때 발생할 수 있는 각 방향 변형에 대해 검토하였다. 그림 3.은 열전달 해석 결과를 나타낸다. 열전달 해석 결과를 살펴보면 Lug 용접이 이루어진 부분에 집중적인 열전도 현상이 관찰되며, 변형의 관심 대상인 flange 부

에서는 온도 상승이 높지 않은 것을 알 수 있다. 그림 4.에 flange부에서의 열 이력을 나타내고 있다.

그림 5.는 탄소성 해석 결과를 나타낸다. 그림은 변형을 400배 확대하여 나타낸 것이다. 이를 통해 각 방향의 변형량을 살펴보면 그림 6. 및 그림 7.과 같다. 그림 6.에 의하면 Lug가 용접되는 부분에서 x 방향으로 0.2mm의 변형이 발생하는 것을 볼 수 있다. 이는 Lug용접에 의해 발생한 변형의 영향으로 볼 수 있으며, flange 부의 열 이력에 의해서는 변형이 발생하지 않는 것을 알 수 있다. 그림 7.은 진원도의 변화를 나타내고 있다. Lug 용접된 부분이 팽창하여 각각 0.2mm 정도의 변형이 발생한 것을 볼 수 있으며, 진원 형상과 비교한 결과에 의해서도 이런 현상을 볼 수 있다. 또한 Lug 용접 간격은 1000mm 이상을 두어야 원하는 정도(기준 0.5mm)를 확보할 수 있는 것을 알 수 있다. 그림에 표기된 실측 데이터와의 비교에서 해석의 정도를 가늠할 수 있다.

#### 3. Lifting 변형 해석

Lug 용접 후 crane 탑재를 위해 이동 시 Lug에 발생하는 응력 및 변형량을 검토하였다. 그림 8.은 해석에 사용한 유한요소 모델을 나타내고 있다. 길이는 20m로 실제 crane size를 고려하였으며, 자중에 의한 하중이 Lug 4개에 작용하는 조건으로 해석하였다. crane은 초기에 25도의 경사를 유지할 수 있는 간이 지지대에 고정되어 있으며, lifting 직 후의 상황에 대해 검토하였다. shackle은 rigid body로 가정하였으며, 해석의 정도를 높이기 위해 adaptive meshing 기법을 적용하였다. Remeshing criteria는 항복응력에 도달하였을 경우 2회 세분화하는 조건을 사용하였다.

그림 9.에 해석 결과를 나타내고 있다. 항복 응력보다 높은 값을 나타내는 영역은 대부분 plate의 hole 부분에 나타나고 있다. Lug 용접 부에서는 항복 응력 이하의 값을 보이고 있으며, 이를 바탕으로 lifting에 의한 Lug 및 구조물의 안전성을 확인 할 수 있다.

#### 4. 결 론

Pedestal crane의 Lug 용접 및 lifting 해석을 통해 다음과 같은 결론을 얻을 수 있다.

- 1) Lug 용접에 의해서는 0.2mm의 변형이 발생하였으며, 실측 결과와의 비교를 통해 해석의 타당성을 검증 할 수 있었다.
- 2) flange부의 변형은 Lug 용접에 의해 발생한 변형의 영향에 의해서 나타나며, flange부의 열 이력에 의해서는 발생하지 않는다.
- 3) Lifting 변형 해석을 통해 Lug의 안전성에 대해 검토하였다.

#### 참고문헌

1. Y. Shim, S. Lee (1993). "Modeling of welding heat input for residual stress analysis" J. KWS, Vol. 11, No.3, pp 110-123.
2. P. Tekriwal, J. Mazumder,(1998) "Finite element analysis of three dimensional transient heat transfer in GMA welding" AWS, pp.150-156.

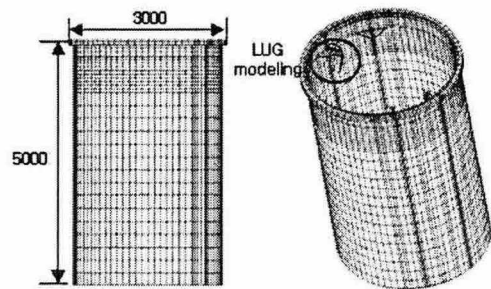


그림 1. 유한 요소 해석 모델

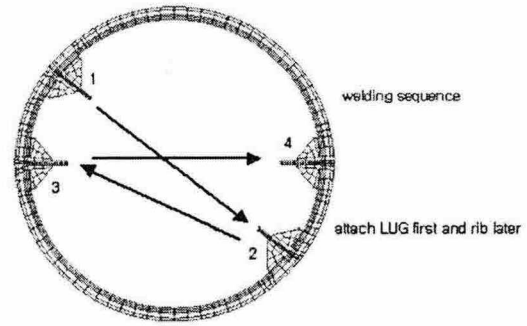


그림 2. Lug 용접 순서

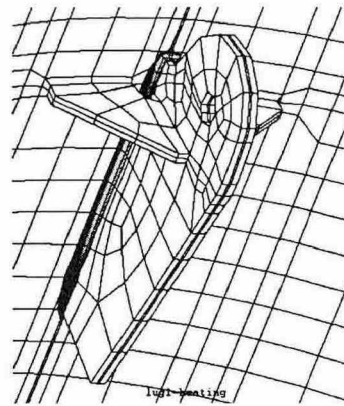


그림 3. 열전도 해석 결과

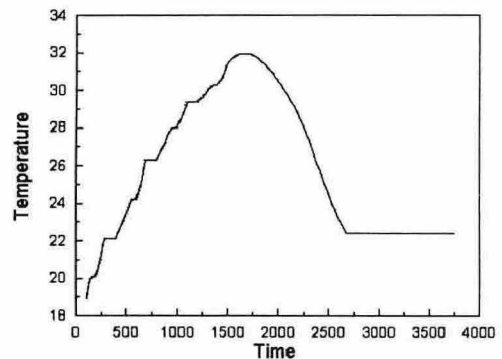


그림 4. flange 부의 열 이력

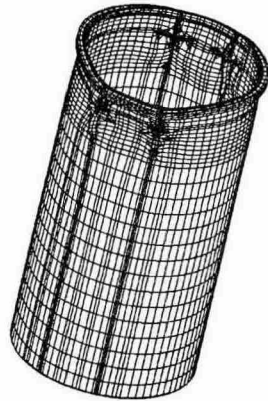


그림 5. 열 탄소성 해석 결과

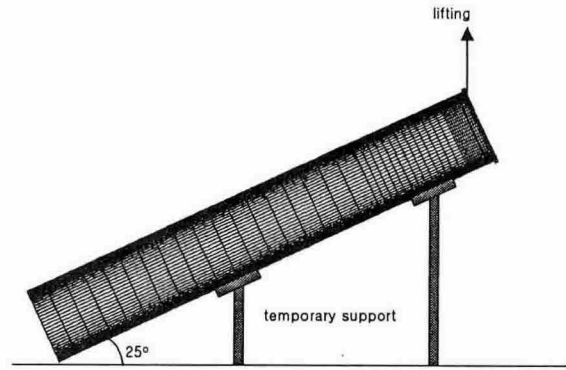


그림 8. lifting 해석 모델

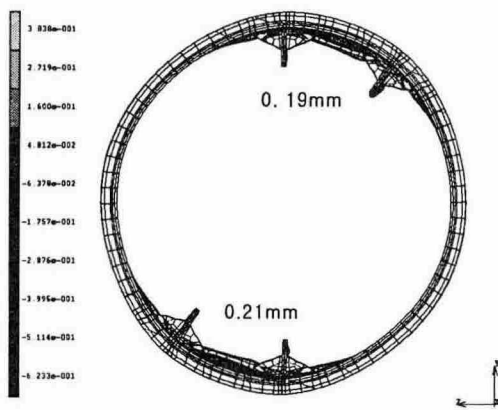


그림 6. 열탄소성 해석 결과(top view)

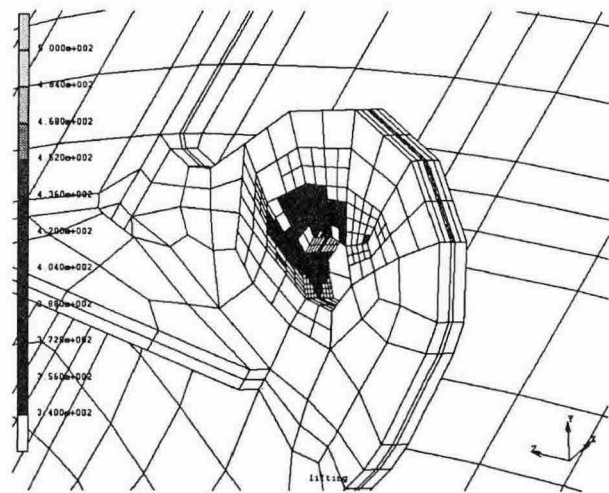


그림 9. lifting 해석 결과  
Lug hole 주위의 응력 분포

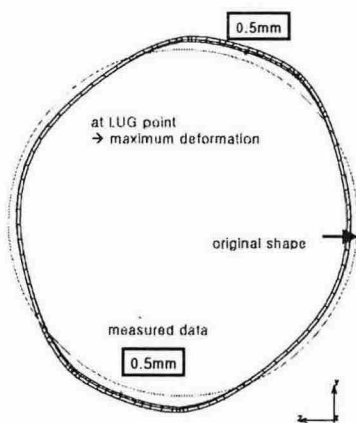


그림 7. 진원도 및 실측 결과 비교