

Double hull 구조의 피로특성에 미치는 slot 형상 및 stiffener 배치의 영향

Effect of slot shape and stiffener arrangement on the fatigue characteristics of the Double hull structure

김현수, 황주환, 박동환
현대중공업(주), 산업기술연구소

1. 서 론

IMO/MEPC에서 의무화된 double-hull 제작에는 기존의 single-hull 구조에 비해 Transverse Web과 Longitudinals의 연결 구조부재들이 크게 증가하게 된다. 이러한 구조물은 Slot, Collar Plate, Stiffener등의 복잡한 연결 구조형상을 갖게 되는데 이러한 연결부에는 구조적 불연속으로 인한 응력집중이 발생하여 피로에 의한 Slot 부의 손상이 크게 우려되고 있다.

따라서 본 연구에서는 slot 부의 피로수명을 향상시키고자 slot 형상 및 stiffener의 존재유무에 따른 slot 구조 부의 응력분포, 응력집중계수 변화 및 피로강도를 평가하고자 하였다.

2. 응력해석 및 실험

응력해석 및 정, 동적 시험은 그림 1에 나타난 4가지 형태의 slot 구조 부에 대하여 수행하였다. 현재 적용되고 있는 angle 및 built-up type slot structure를 CA-1 및 CT type 이라 하였으며, 기존 slot 구조 부에서 slot 형상 및 stiffener를 제거하고 slot 형상을 변경시킨 구조 부재를 NA, NT 등으로 구분하여 제작하였다.

각 형상별 구조부재에 대한 응력해석은 4 node shell element를 이용하여 최소 요소 크기 5×5mm로 요소분할 하였으며 해석시 사용된 program은 ANSYS 5.0 이었다.

Slot 구조 부에서의 응력분포를 계속하기 위하여 slot 및 Stiffener 주위의 용접부 및 Edge 부로부터 1 Cm 떨어진 위치에 3축 Strain gage를 부착한 후 인장 하중을 단계적으로 가하여 각 부위에서의 응력을 평가 하였다. 또한 용접부의 극부응력집중을 평가하기 위하여 피로균열 발생 부의 Hot spot stress(HSS)를 1축 strain gage(5ea 1set)를 사용하여 계속하였다. 피로시험은 하중 25, 30ton, 응력비 R=0.1로 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

3-1 응력분포

그림 2에 외부하중에 따른 slot 구조 부의 각 위치에서의 응력변화를 보여주고 있다. 하

중 변화에 따른 CA type 응력분포는 외부하중에 관계없이 slot 주위에서 가장 높은 응력이 작용되고 있으며 longitudinal과 stiffener의 용접부가 다음으로 높은 응력이 작용되고 있다. 반면 NA type의 slot 주위 응력은 크게 감소 되었으나 기존 type과는 달리 transverse web과 longitudinal의 용접부에 매우 큰 응력이 작용하고 있다.

Built-up type 즉, CT type의 경우는 slot 주위에는 작은 응력이 작용되고 있으나 stiffener와 face plate의 용접부에는 높은 응력이 작용하고 있다. 한편 NT type의 경우 collar plate 용접부에서 높은 mean stress와 편심 취부에 의한 굽힘응력이 작용하고 있다. NT Type에서 가장 높은 응력이 작용되는 위치는 Collar Plate와 Face Plate 간의 용접부이다.

3-2 피로수명

그림 3에 slot 구조 부의 피로수명에 미치는 slot 형상 및 stiffener의 존재 유무의 영향을 보여주고 있다. 피로균열 발생 수명은 $NT \leq NA \leq CA < CT$ 순으로 증가하고 있다. Built-up type 의 경우 stiffener의 존재로 인하여 피로균열이 발생된 용접부에 작용되는 응력집중이 완화됨에 따라 NT type 보다는 CT type의 피로수명이 증가되고 있다. Angle type의 경우에도 stiffener가 있는 CA type이 다소 우수한 피로특성을 보여주고 있다. 이와 같은 현상은 균열발생 부의 HSS 값이 slot 구조 형상별로 사이하기 때문이다.

4. 결 론

- 1) Slot 구조 부에서의 응력분포 및 응력집중 정도는 slot 부의 형상 및 stiffener의 존재 유무에 크게 의존된다.
- 2) Slot 구조 부의 피로수명은 $NT \leq NA \leq CA < CT$ 순으로 증가하였다.

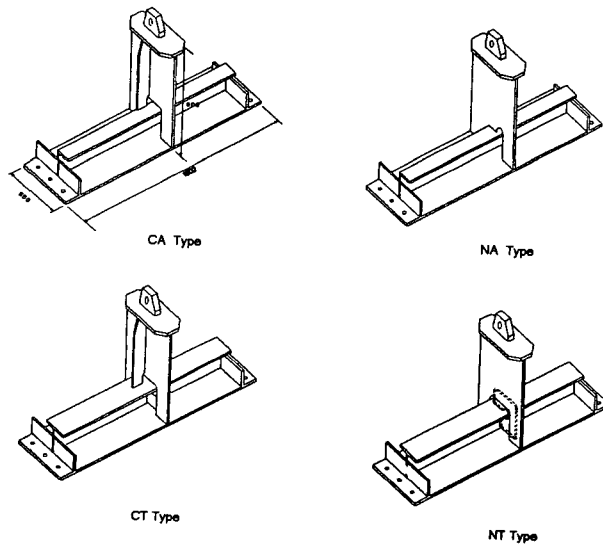


그림 1 Slot 구조부재 형상

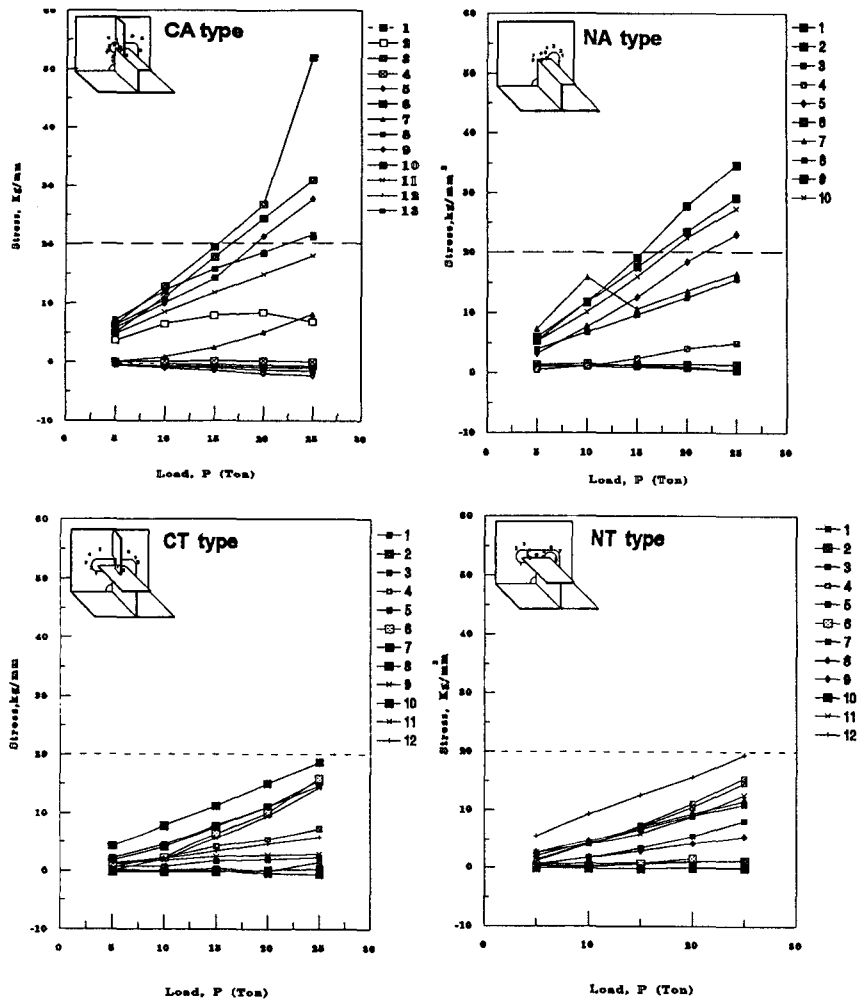


그림 2 각 형상별 응력분포

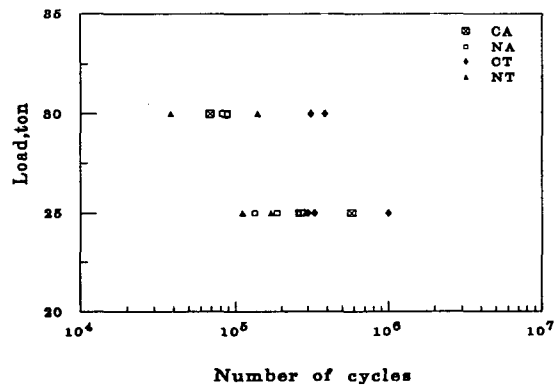


그림 3 Slot 구조의 피로수명