

# SLOT 구조부의 응력분포에 미치는 SLOT 형상의 영향

## Slot geometric effect on the stress distribution in a slot structure

김현수, 이건종, 김종률  
현 대 중 공 업 (주)

### 1. 서 론

선박 제조시 해양환경 오염방지를 위하여 IMO/MEPC의 Double-hull 구조 채용을 의무화함에 따라 기존의 single-hull 구조에 비해 double-hull 제작에는 Transverse Web과 Longitudinals의 연결 구조부재들이 크게 증가하였다. 이러한 구조물은 Slot, Collar Plate, Stiffener등의 복잡한 연결 구조형상을 갖는다. 따라서 이러한 연결부에는 구조적 불연속으로 인한 응력집중이 발생하여 피로에 의한 Slot 부의 손상이 크게 우려되고 있다.

따라서 본 연구에서는 slot 부에서 발생하는 구조적 응력집중을 완화하고자 slot 형상에 따른 slot 구조부의 응력분포 및 응력집중계수 변화를 평가하고자 하였다. 연구 대상은 형강 type과 Built-up Type의 slot 구조부 이었다.

### 2. 응력해석 및 실험

현재 적용되고 있는 Angle Type Slot Structure를 CA Type (Conventional Angle) 라 칭하고, Conventional Built-up Type을 CT Type라 하였다. 새로운 형상으로 제작된 구조부재를 NA(New Angle); NT(New Built-up)등으로 칭하여 총 4개 Type에 대한 FEM 해석과 정적실험을 실시하였다. 각 형상별 구조부재에 대한 도식도는 그림 1의 삽입도에 나타나 있다.

각 형상별 구조부재에 대한 응력해석은 4 node shell element를 이용하여 최소 요소 크기 20×20mm로 요소분할 하였으며 해석시 Lug의 변위를 X,Z(직교좌표) 방향으로 구속한 FIX와 X 방향의 변위만을 구속한 FREE로 나누어 실시하였고, 하중은 Lug의 상단 절점하중 20 Ton을 가하였고, 양단의 Bolting Hole에 대한 구속은 절점에 대해 X,Y,Z 방향을 구속한 후 해석을 실시하였다.

Slot 구조부에서의 응력분포를 계측하기 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.

### 3. 결과 및 고찰

그림 1에 외부하중에 slot 구조부의 각 위치에서의 응력변화를 보여주고 있다. 하중 변화에 따른 CA Type의 응력분포는 외부하중에 관계없이 slot 주위에서 가장 높은 응력이 작용되고 있으며 Longitudinal과 Stiffener의 용접부가 다음으로 높은 응력이 작용되고 있다. 반면 새로 제안된 NA Type의 Slot 주위 응력은 크게 감소되었으나 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. CT Type의 경우 8번 위치에서 하중 10 Ton에서 부터 항복강도 이상의 높은 응력이 작용되고 있으나 이에 대한것은 재 측정이 필요하다고 판단된다. 한편 새로 제안된 NT Type의 경우 모든 부분에서 다른 Type 들에 비해 현저히 응력이 감소 되었음이 판명된다. NT Type에서 가장 높은 응력이 작용되는 위치는 Collar Plate와 Face Plate 간의 용접부이다.

Free와 Fix로 나누어 실시한 FEM 해석결과는 실험 결과와 유사한 경향을 보이며 계측 결과는 전반적으로 실험치가 해석결과들의 중간 값을 갖고 있다. Free인 경우 해석된 응력은 실험에 비해 slot 주위에 높은 응력값을 보이고 있으며, Fix인 경우는 반대로 작은 경향을 보이고 있다. 또한 Stiffener와 Face Plate의 용접부에 있어서 Free인 경우 Z축의 구속이 없으므로 인하여 하중 작용시 Stiffener가 부착된 Transverse Web이 Stiffener쪽으로 기울어짐으로 인하여 Longitudinal과 연결된 Stiffener 하단의 응력분포가 전반적으로 안쪽이 높고 반대쪽이 낮은 경향을 보이고 있다.

### 4. 결 론

- 1) Slot 구조부에서의 최대 응력집중 정도는 slot 부의 형상에 크게 의존되며, 본 연구에서 고려한 slot 구조부 중 NT Type이 구조적으로 가장 안정하다.
- 2) 정적실험결과 실험값이 FEM 해석의 Free와 Fix의 중간 값을 가진다.

#### \* 참고문헌

- 1) 김화수 외 : 새로운 슬롯 및 칼라판 적용을 통한 새로운 보강재 배치 I, 현대 중공업 구조설계 자료 100043(1993)
- 2) 이병록 외 : 신형 슬롯 주위의 하중분포, 춘계 조선학회 (1994)

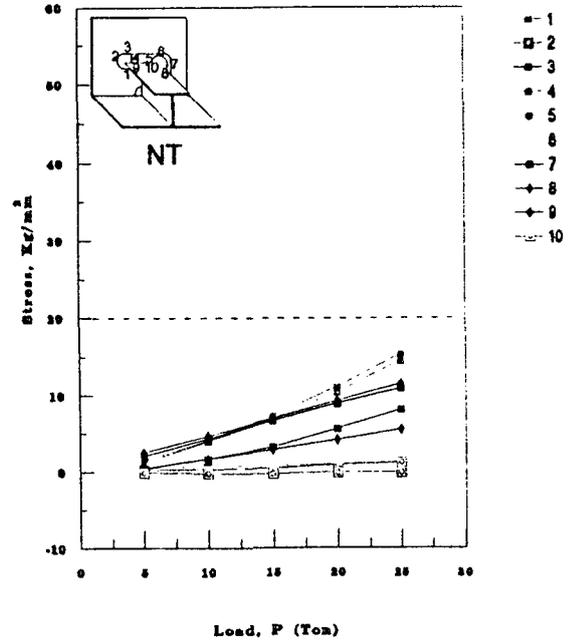
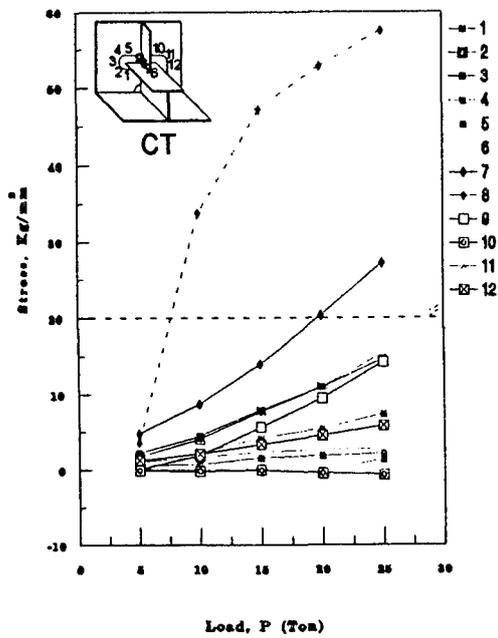
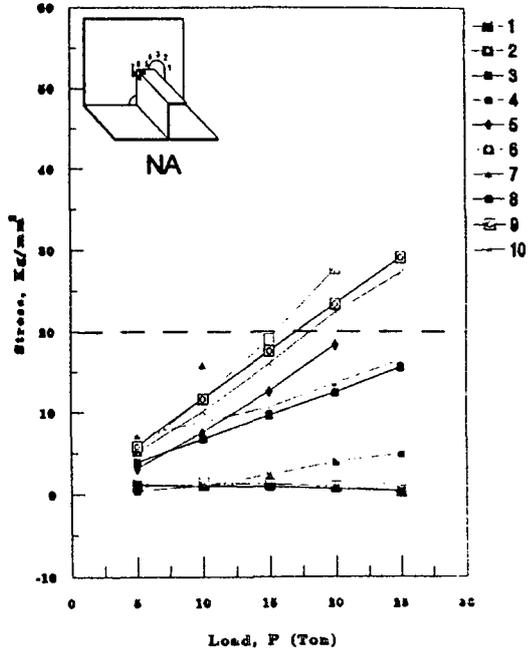
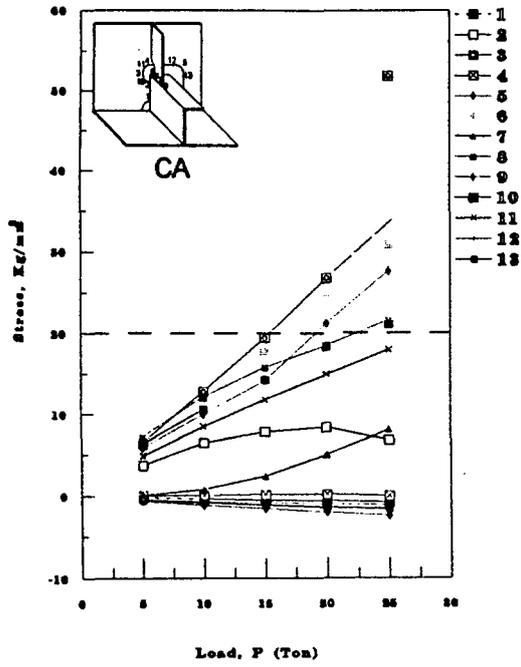


그림1 각 형상별 SIOT 주위의 응력분포