

## T형 조립보 치수에 따른 종굽힘 용접변형량 추정 Prediction of dimensional sensitivity on longitudinal bending distortion in T-shaped built-up beams

한익승\*, 한명수\* 전유철\*

\* 대우조선해양㈜

### 1. 서 론

T형 조립보의 제작 시 발생하는 변형은 후 공정의 취부 작업 시간 증가 등 생산성에 부정적인 영향을 줄 뿐 아니라, 판과 보의 조립 이후 spring back 현상으로 보강판의 정도에 나쁜 영향을 미치기도 한다. 그러므로 T형 조립보의 정도 향상이 선행된다면, 후 공정의 생산성 및 정도 향상을 기대할 수 있다.

T형 조립보의 제작에 있어 상당량의 용접장을 가짐으로 인해 발생하는 용접변형에 의해 종, 횡 굽힘 변형이 발생하게 된다. 이를 교정하기 위해 현재 교정기 또는 고주파에 의한 가열 등 각 조 선소마다 다양한 방법이 이용되어지고 있다.

하지만 제작 결과 발생한 변형량에 따라 후속 조치로서 교정이 이루어지므로 수동적인 경향이 강하다. 미리 변형량을 예측할 수 있다면 좀 더 능동적이고 적극적으로 변형을 제어할 수 있는 방법을 강구하기가 용이해질 것으로 기대되며 그러한 이유로 본 연구에서는 변형량 예측에 초점을 맞추고 있다.

### 2. 실험 및 해석

#### 2.1 실험

당사의 T형 조립보 용접 표준에 따라 단위 시편에 대해 용접을 수행하였다. 이때 웹브와 플랜지 표면에서의 5개소에서 thermal couple를 부착하여 시간에 따른 온도 변화 데이터를 획득하였다. 이를 이용하여 수치적 방법에 의한 결과와 비교하여 열원과 제 조건을 calibration하여 이후 진행되는 해석의 조건의 표준을 마련하였다.

#### 2.2 수치 해석

PATRAN에서 2D 모델을 생성하고 ABAQUS를 이용하여 Thermo Plasto-Elastic analysis를 수행하였다. Thermal analysis와 Plasto-Elastic analysis를 분리하여 해석하였다. 해석 결과는 Fig.1와 같다.

#### 2.3 Beam 이론

T형 조립보의 주요 치수를 파라미터로 하여 도심 및 단면 2차 모멘트를 구하고 여기서 유도되는 모멘트를 이용하여 보이론에 다음과 같이 적용하였다. (각 변수에 대해서는 Fig.2 참고)

$$c = \alpha \cdot \frac{d^2 w}{dy^2} = \alpha \cdot \frac{d\phi}{dx} = \alpha \cdot \frac{M}{EI}$$

$$c = \frac{6(x_3 x_4^2 - x_1^2 x_2)}{x_1^4 x_2^2 + x_3^2 x_4^4 + 2x_1 x_2 x_3 x_4 (2x_1^2 + 2x_4^2 + 3x_1 x_4)}$$

### 3. 결 과

웹브 높이에 따른 종굽힘 변형률의 기준 값에 대한 비에서 수치적 방법과 해석적 방법의 결과가 유사한 경향을 보이는 것을 확인할 수 있었다. (Fig.3)

Fig.4에서 보이론을 이용한 계산결과를 보여주고 있다. web height를 높이는 것이 종굽힘 변형 제어에 유리함을 알 수 있다. 하지만 결과에서 볼 수 있듯이 어떤 특정 영역, 즉 면적 증가분이 작을 경우에 가장 큰 제어 효과를 얻을 수 있는 것은 플랜지 두께임을 알 수 있다.

4개의 변수에 의해 상호 의존성을 가지므로 특정 파라미터만을 기준으로 하기 어렵고, 하나의 파라미터에 대한 증가 곡선이라고 하더라도 면적에 의한 것이므로 적어도 다른 하나의 파라

미터와 상관 관계가 있다.

#### 4. 결 론

- 1) 보 이론을 적용한 방법이 수치 해석적 방법에 의한 결과와 유사한 경향을 보인다.
- 2) 각 주요 치수에 따른 종굽힘 변형률의 특성을 파악하였다.

#### 참고문헌

1. James M. Gere S.P. Timoshenko : 재료역학, 청문각
2. AWS, Welding handbook, Vol 1

#### 부 록

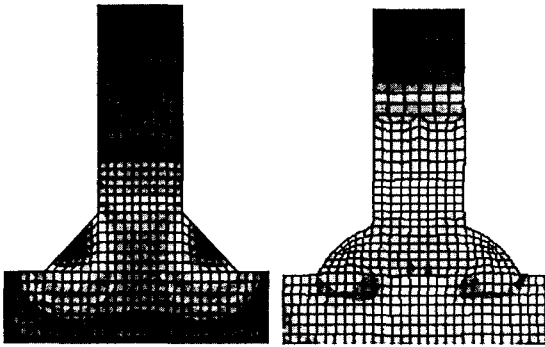


Fig.1 열탄소성해석 결과(Temp. Profile)

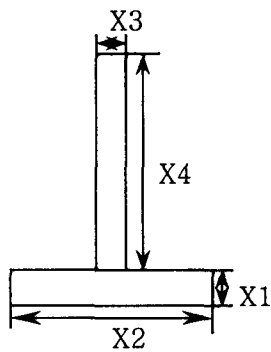


Fig.2 변수 정의

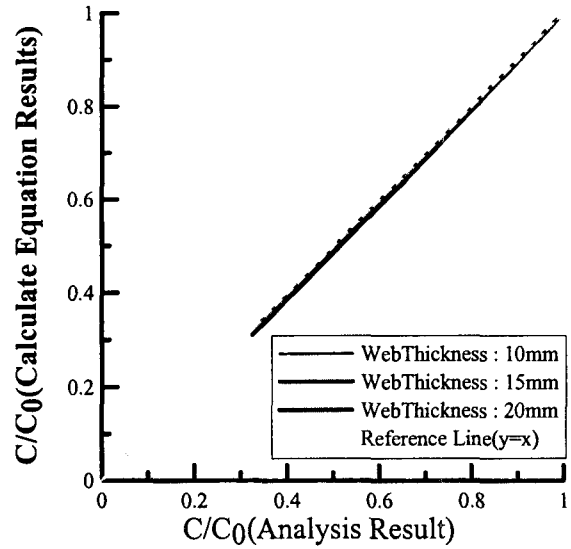


Fig.3 계산식 결과와 해석결과의 기준 대비 종굽힘 변형률 비교

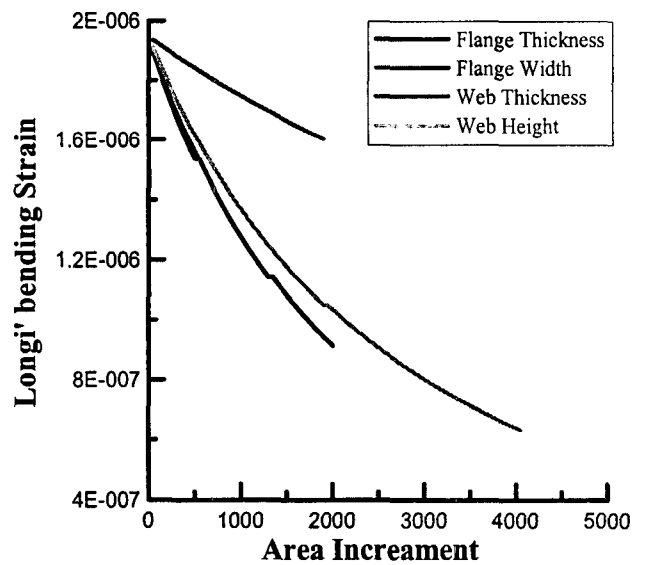


Fig.4 면적증가분에 따른 종굽힘 변형률