

대형 조립보의 종굽힘 변형 예측을 위한 3차원 용접 변형 해석 모델 A FE model for prediction of longitudinal welding distortion

한익승*, 한명수* 전유철*

* 대우조선해양(주)

1. 서론

선체는 외판, 프레임, 거더, 보강재 등이 상호 보완적으로 작용하여 하중에 효과적으로 저항하도록 그물망과 같이 구성되어진다.

이 때 종굽힘을 확보하기 위한 보강재가 필요하게 되는데, 다양한 보강재중 가장 효율적으로 큰 2차 모멘트를 얻을 수 있는 기하형상을 가진 것 중의 하나가 본 연구에서 다루고 있는 T형 조립보이다.

하지만 T-bar의 조립에 있어 필수적인 필렛 용접에 의한 용접 변형이 문제가 되어진다. 용접 변형에 의해 중, 횡굽힘 뿐 아니라 비틀림도 일어나게 된다.

이런 관점에서 볼 때 후행 공정인 판넬 제작에 있어, T-bar의 조립정도가 중요한 요소가 됨을 쉽게 짐작 할 수 있다. 즉 후행 공정에서 변형되어진 부재를 취부하게 됨으로 인해 생산 효율상의 손실이 발생한다.

조립정도 향상을 위한 방안을 모색해야하며, 이를 위해서는 우선적으로 변형량을 예측할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 종굽힘 변형량 예측을 위한 3차원 해석 모델을 제시하고자 한다.

2. 실험

해석 결과의 검증을 위한 단위 모델에 대한 실험을 수행하였다. 양면 동시 용접이며, 용접 조건은 Table. 1과 같다. Fig. 1 에서 T-bar의 제원을 보여주고 있다. Fig2. 에서는 오토케리지를 이용한 필렛 용접 모습을 보여주고 있다.

3. 해석 방법

현재 실물에 대한 열탄소성 해석은 전산기의 한계로 인해 거의 불가능한 실정이다. 그러므로 2D를 이용한 단면에 대한 해석을 수행하여 단위 길이에 대한 종굽힘량으로 전체의 변형량을 추정하는 방법이 최근까지 이용되어졌다.(Fig. 3)

하지만 이러한 방법은 중력에 의한 자중의 효

과를 고려할 수가 없는 단점을 안고 있다. 이러한 단점을 보완하기 위해 3D Shell 요소를 이용한 해석을 수행하였다. (Fig. 4)

이를 위해 좀 더 정밀한 입열 모델을 추가적으로 적용하여 해의 정밀도를 제고하였다.

4. 변형량 추정

Dimension에 따른 변형량의 상관 관계를 이용하여 당사에서 제작중인 다양한 Dimension의 T-bar를 이미 언급한 3차원 해석 방법과 2D 해석 방법을 이용하여 case study를 수행하였다.

여기서, 2D 해석의 결과에는 자중에 의한 처짐량을 고려하였다. 이와 함께 3D 해석의 결과와 보의 처짐량 계산식의 결과를 비교 분석하였다.

이를 토대로 통계처리를 위한 데이터를 확보하여 통계처리의 한 방법인 회귀분석을 통한 추정 방법을 고려하였다.(Fig. 5)

5. 결과

- 1) 셸 요소를 이용함으로써 실물 사이즈의 열탄소성 해석을 빠르고 정밀하게 수행하였다.
- 2) T-bar의 주요 치수만으로 보의 종굽힘 처짐량을 계산하였다.

참고문헌

1. Mechanics of Materials, James M. Gere, Fifth Edition
2. Bucking of Bars, Paltres and Shells, Don O. Brush, Bo O. Almroth, Mcgraw-Hill, Inc. 1975.
3. AWS, Welding handbook, Vol 1

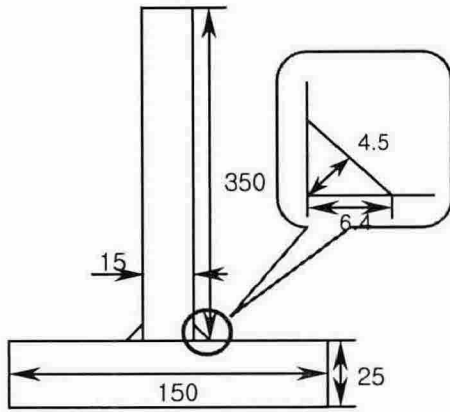


Fig. 1 T-bar의 제원 및 비드 형상

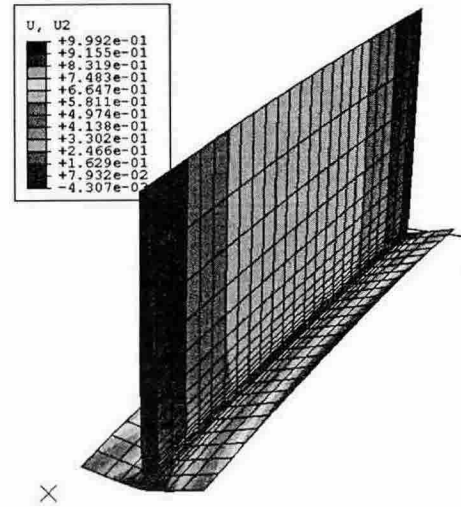


Fig. 4 3D Shell 요소를 이용한 실물 모델 해석

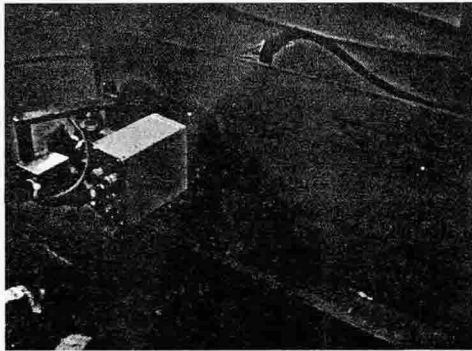


Fig. 2 오토케리지를 이용한 필렛 용접

Induced Data		Section of Inertia		Calculation
Distance From Flange top to Center of Gravity				
D		I	D	c
111.3372093	111.3372093	91714716.57	111.3372093	1.21395E-06
111.3372093	104.8076323	96726622.6	96726622.6	1.08355E-06
111.3372093	179.7727273	233543323.9	233543323.9	7.63762E-07
111.3372093	162.5	328710937.5	4.94355E-07	4.94355E-07
104.8076323	96726622.6	111.3372093	76428300.47	1.45674E-06
104.8076323	96726622.6	199.2	134351466.7	1.47609E-06
104.8076323	96726622.6	175.7142957	301207142.9	5.83367E-07
104.8076323	96726622.6		D/I	c(calculation)
179.7727273	233543323.9		1.21395E-06	1.21395E-06
179.7727273	233543323.9		1.08355E-06	1.08355E-06
179.7727273	233543323.9		7.63762E-07	7.63762E-07
179.7727273	233543323.9		4.94355E-07	4.94355E-07
162.5	328710937.5		1.45674E-06	1.45674E-06
111.3372093	76428300.47		1.47609E-06	1.47609E-06
199.2	134351466.7		5.83367E-07	5.83367E-07
175.7142957	301207142.9			
Input	111.3372093	91714716.57	1.21395E-06	1.21395E-06

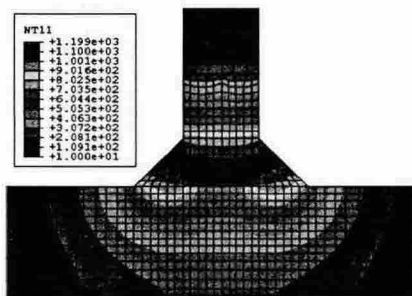


Fig. 3 2D를 이용한 용접부 단면 해석

Induced Data			
Moment at Unit length	Force per Unit Length	Weight	Weight per Unit Length
m	f	W	w
3.83E+07	3.44E+05	150.93	0.05031
3.75E+07	3.58E+05	251.55	0.05031
6.35E+07	3.53E+05	503.1	0.05031
5.97E+07	3.30E+05	1006.2	0.05031
3.73E+07	3.35E+05	159.705	0.053235
6.38E+07	3.20E+05	266.175	0.053235
		532.35	0.053235
		1064.7	0.053235
		193.05	0.06435
		321.75	0.06435
		643.5	0.06435
		1287	0.06435
		877.5	0.08775
		413.25	0.041325
		390	0.039
		819	0.0819
		3749902.59	336806.2017
		150.93	0.05031

Fig. 5 회귀분석을 통한 통계 처리

Table 1 필렛 용접시의 용접 조건

Position	Polarity	Current (A)	Voltage (V)	Speed (mm/second)	Heat Input (KJ/mm)
1G	DCRP	320	32.5	10	10.4