

CO₂ 아크 스폿 용접에 의한 조립보의 굽힘 강도 특성에 관한 연구

A Study on Bend Strength of Built-Up Beam by CO₂ Arc Spot Welding Method

한 명수, 한 종만, 한 용섭
대우중공업(주) 선박해양설비연구소, 경남

1. 서론

자동차 전용운반선의 차량갑판(Car deck)은 종래에는 갑판판재(Deck plate)와 종통재(Longitudinal)가 단속 또는 연속 필렛용접되어 제작되었다. 본 고는 단속 필렛용접에 의해 제작되는 차량갑판에 CO₂ 아크 용접법에 의한 스폿용접을 적용하기 위하여 실험적 해석법으로 CO₂ 아크 스폿용접(이하 아크 스폿 용접이라 함)에 의한 조립보의 강도에 대하여 검토하였다.

2. 실험방법

2.1 시험재료

조립보에 적용된 강재는 두께 6mm의 AH36급 판재와 A급의 I-형강재로서 I-형강재의 치수는 125×60×6×8이었으며 이들 재료는 실선 차량갑판에 적용된 것과 동일한 것이었다. Table 1은 이들 적용재료의 기계적성질을 나타낸 것이다.

Table 1 Tensile properties of applied materials

Material	Grade	Y.S. (MPa)	T.S. (MPa)	Elongation (%)
Plate	AH36	410	511	26
I-beam	A	353	462	24.8

2.2 시험모델의 용접

Fig.1 은 본 실험의 대상인 차량갑판 중 Lifiable Car Deck에서의 조립보(이하 시험모델이라 함)의 형상 및 치수와 용접방법을 나타내고 있다. 시험모델의 길이는 해당 실선 차량갑판의 Transverse간의 간격과 같았으며 모델의 폭은 실선 갑판의 Longitudinal간의 간격과 같았다. 그림에 나타내어진 것과 같이 시험모델의 판재와 종통재는 양측 끝단으로부터 75mm가 필렛용접되었으며 스폿 용접 피치(Pitch)가 400 mm로 제작되었다.

2.3 실험방법

실험에 사용한 시험기는 ±630 kN 부하용량의 구조물 전용 시험기였다. 부하 하중은 단계별로 나누어 목표하중까지 2.5 kN씩 균일하게 증가시켰다. 목표하중은 탄성급힘시에는 각 갑판에 대한 설계하중의 1.25배 이었으며 소성급힘시에는 소성 최대하중이었다.

각 하중단계마다 Data를 얻기 위해 시험모델의 중앙하부 및 중앙으로부터 717.5 mm 떨어진 지점에 Dial Gauge(Scale:0.01 mm)를 설치하여 각 지점에서의 시험모델의 처짐량을 측정하였다. 스폿용접된 모델에 대한 응력계측을 위해 시험모델 중앙 하부 플랜지 및 각 스폿 용접부의 돌출부를 Grinding 처리한 면상의 용착부 중앙에 시험모델 길이방향으로 각각 1축 변형률게이지를 부착하였으며 변형률 게이지의 Gauge length는 각각 10 mm, 3 mm이었다.

3. 실험결과

Fig. 2는 Lifiable, Light Car Deck의 설계조건을 적용한 시험모델의 각 시험모델 중앙 하부 플랜지면에서 측정된 굽힘응력(σ_M)과 부하 하중과의 관계를 나타낸 것이다. 그림에서 Lifiable 모델인 종래의 단속 필렛용접법에 의한 30FS-Two와 아크 스폿용접에 의한 30SS-Two의 하중-응력 관계는 거의 일치하고 있으며 이로 부터 두 모델은 조립 용접법이 다름에 관계없이 강성이 거의 동일한 것으로 추정된다. 한편 그림에서 Light 모델인 48SC-Two는 Lifiable 모델에 비해 길이는 길지만 모델 양단에서의 구속효과로 인하여 응력은 오히려 작게 발생하고 있다. Table 2는 Fig. 2의 실험결과를 직선근사한 결과를 나타내고 있다.

Table 2 Result of measured stress of test model for design condition

		Regression line	
		$\sigma_M = \lambda \cdot P$ (MPa)	Stress(σ_M) at design load, P_D (MPa)
		λ	
Lifiable Deck Model	30FS-Two	$9.83 \cdot 10^{-3}$	77.2
	30SS-Two	$9.71 \cdot 10^{-3}$	76.2
Light Deck Model	48SC-Two	$7.56 \cdot 10^{-3}$	74.2

Fig. 3은 설계조건에 의한 시험모델의 처짐량을 측정한 결과를 나타낸 것으로서 Lifiable 모델의 결과를 비교하여 보면 30FS-Two의 처짐량이 30SS-Two의 그것보다 약간 크지만 그 차이는 상당히 작기 때문에 앞의 하중-응력관계와 마찬가지로 용접법의 상이에 따른 강성의 차이는 거의 없다는 것을 알 수 있다. 한편 Light 모델의 중앙점에서의 처짐량(δ_M)은 σ_M 과는 반대로 Lifiable 모델의 그것에 비해 크게 나타나고 있다. Table 3은 Fig. 3의 실험결과를 직선근사한 결과를 나타내고 있다.

Table 3 Result of measured deflection of test model for design condition

		Regression line		Deflection at design load, P_D (mm)	
		$\delta_M = D_M \cdot P$ (mm)		$\delta_P = D_P \cdot P$ (mm)	
		D_M	D_P	δ_M	δ_P
Lifiable Deck Model	30FS-Two	$5.09 \cdot 10^{-4}$	$3.98 \cdot 10^{-4}$	4.0	3.12
	30SS-Two	$4.96 \cdot 10^{-4}$	$3.83 \cdot 10^{-4}$	3.9	3.0
Light Deck Model	48SC-Two	$7.16 \cdot 10^{-4}$	-	7.47	-

4. 결론

설계조건에 의한 시험모델의 실험 결과에서 Lifiable 모델은 용접법의 상이에 따른 강성의 변화를 나타내지 않았다. 또한 부하하중에 따른 σ_M 은 Light 모델이 Lifiable 모델보다 작았지만 δ_M 은 반대로 크게 되었으며 차량탑재에 대한 설계하중으로 인한 σ_M 은 전체적으로 선체 종강도 허용굽힘응력에 비해 낮은 값이었다.

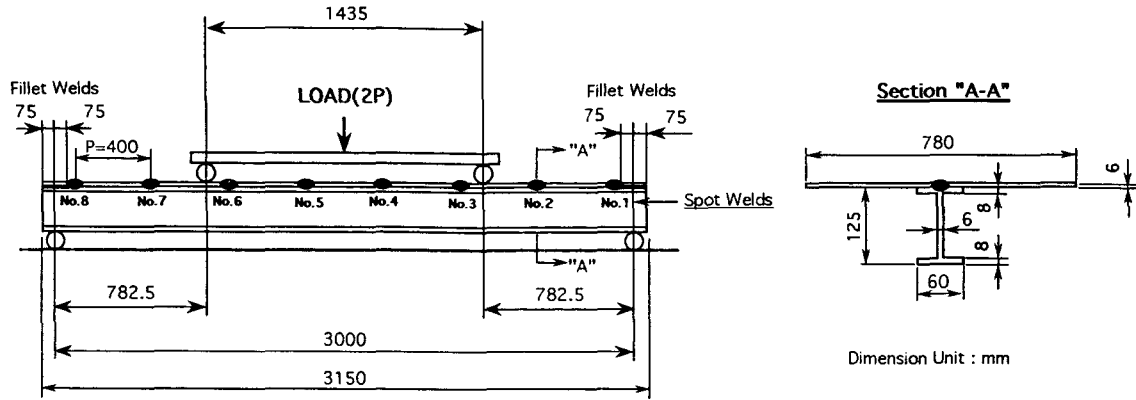


Fig. 1 Configuration & dimension of the simple supported deck/longitudinal spot weld joint

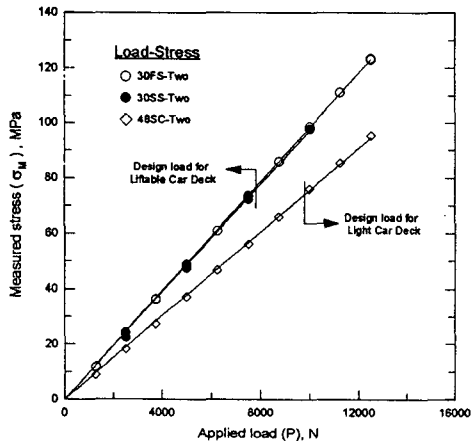


Fig.2 Measurement of bending stress at the middle section for test model

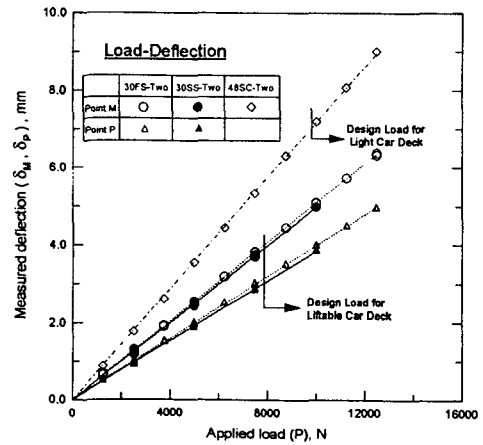


Fig.3 Measurement of deflection for test models