

조선용강의 취성균열 전파 정지 특성에 미치는 평가 방법의 영향

Effect of Evaluation Method on Brittle Crack Arrestability of Hull Structural Steel Plates

김 결실
포항제철 기술연구소

1. 서론

선박과 같은 대형구조물의 안전성을 보장하기 위하여 구조물의 설계시에 고려하여야 할 사항은 일차적으로 피로균열의 선단에서 취성균열의 발생을 방지하는 것이 가장 중요하고 만약 취성균열이 발생하였다 할지라도 이차적으로 취성균열의 전파를 정지시킬 수 있는 crack arrester 를 적절하게 이용하는 것이 중요하다. K 개념으로 조선용 강재의 파괴인성을 평가하는 경우에 취성균열 발생 특성은 wide plate test(deep notch test) 로 평가하고, 취성균열 전파 정지 특성은 ESSO test 또는 double tension test로 평가한다. 본 논문에서는 조선용 강재의 취성균열 전파 정지에 요구되는 파괴인성치(Kca치)의 근거를 제시하고 일반압연, normalizing 및 TMCP 공정으로 제조된 조선용 강재에 대하여 ESSO test 와 double tension test 방법으로 취성균열 전파 정지 특성을 평가하여 시험방법에 따른 평가 결과의 차이를 비교하였다.

2. 조선용 강재의 취성균열 전파 정지에 요구되는 파괴인성치(Kca치)

선박과 같은 대형구조물에서 발생한 취성균열은 약 2000m/sec 의 빠른 속도로 전파되고 이와 같이 고속으로 전파되는 취성균열에 대한 동적해석기술이 확립되어 있지 않아서 조선용 강재의 취성균열 전파 정지에 요구되는 파괴인성치를 정확하게 제시할 수는 없다. 그러나 정적해석이지만 실구조물에서의 취성균열 전파 정지 거동이나 균열전파부의 폭이 400~500mm 정도의 시험편과 실구조물을 모사한 대형시험편의 취성균열 전파 정지 거동을 조사하여, 조선용 강재의 취성균열 전파 정지에 요구되는 파괴인성치(Kca치)는 $600\text{kgf}\sqrt{\text{mm}/\text{mm}^2}$ 이상이 되어야 하는 것으로 조사되었다.

3. 조선용 강재의 취성균열 전파 정지 특성의 평가

일반압연, normalizing 및 TMCP 방법으로 생산된 AH32 급 조선용 강재에 대하여 취성균열 전파 정지 특성을 평가하였다. 시험재의 화학성분과 기계적성질을 Table1 과 Table2 에 각각 나타내었고, ESSO test 와 double tension test 로 파괴인성을 평가하여 Kca 치가 $600\text{kgf}\sqrt{\text{mm}/\text{mm}^2}$ 이 되는 온도(Tca)로서 취성균열 전파 정지 특성을 비교하였다. 조선용 강재의 취성균열 전파 정지 특성에 미치는 강재의 제조공정과 시험 방법의 영향에 대한 분석 결과를 Table3 에 정리하였다.

4. 결론

- 1) 조선용 강재의 취성균열 전파 정지 특성을 평가하는데 있어서 ESSO test 나 double tension test의 결과가 거의 일치하고 있어서 시험방법에 따른 영향은 거의 없는 것으로 나타났다.
- 2) 조선용 강재의 취성균열 전파 정지 특성은 제조공정에 따라 큰 차이를 보이고 있으며 TMCP 재가 일반압연재와 normalizing 재보다 우수한 것을 알 수 있었다.

Table 1. Chemical compositions of steel plates produced by as-rolled, normalizing and TMCP

Process	C	Si	Mn	P	S	Ti	Ceq
As-rolled (20mmt)	0.16	0.35	1.39	0.014	0.011	-	0.39
Normalizing (25mmt)	0.14	0.37	1.38	0.019	0.009	-	0.37
TMCP (20mmt)	0.12	0.24	1.32	0.015	0.009	0.014	0.34

Table 2. Mechanical properties of steel plates produced by as-rolled, normalizing and TMCP

Process	Yield Strength (kg/mm ²)	Tensile Strength (kg/mm ²)	Elongation (%)	Transition Temperature vTrE(°C)
As-rolled (20mmt)	34.8	51.3	28	-20
Normalizing (25mmt)	35.9	51.6	29	-60
TMCP (20mmt)	34.6	46.2	29	-60

Table 3. Results of ESSO test and double tension test for steel plates produced by as-rolled, normalizing and TMCP

Test Method	As-rolled	Normalizing	TMCP
ESSO Test	Tca=8°C	Tca=5°C	Tca=-12°C
Double Tension Test	Tca=7°C	Tca=7°C	Tca=-8°C

* Tca is the temperature (Kca value of steel plate is 600kgf√mm/mm² at Tca)