

K개념에 의한 조선용강의 파괴 인성 평가

Fracture toughness evaluation for hull structural steel plate by K concept

김 결 실
POSCO 기술연구소

1. 서론

일반적으로 조선용강의 파괴 인성은 Charpy 충격시험으로 평가되어 왔고, 현재 대부분의 선급 규격에서도 파괴 인성에 대한 요구치를 어떤 온도에서의 Charpy 충격흡수에너지로 규정하고 있다. 그러나 조선용 강재의 파괴 인성에 대한 Charpy 충격 흡수에너지의 규격치는 선박 파손 사고에서 유추된 경험적인 값이어서 쇠빙선, LPG선 등과 같은 특수선에 사용되는 강재의 파괴 인성 규격치로 사용하는 데는 한계가 있다. 그래서 선진 조선소에서는 Charpy 충격 시험에 의한 선급 규격치 뿐만 아니라 파괴역학적 개념을 근거로 평가된 파괴인성치를 요구하고 있다.

본 논문에서는 조선용 강재의 파괴 인성 평가에 있어서 파괴역학적 검토 방법으로서 K(Stress Intensity Factor)개념을 이용한 강재의 파괴 인성 평가 방법과 그의 적용예를 정리하였다.

2. K 개념에 의한 파괴 인성 평가

K 개념에 의한 파괴 인성 평가는 구조물에 설정된 응력과 균열길이에 따른 K값이 강판이 갖고 있는 파괴 인성치(Kc값)을 넘게 되면 취성파괴가 발생한다고 판정하는 것이다. K는 길이 2a의 판통 균열을 갖고 있는 무한판에 있어서 균열에 수직인 방향으로 인장응력이 작용하는 경우에 균열 선단의 주위에 형성되는 탄성응력장의 크기로 정의되고 $K = \sigma\sqrt{\pi a}$ 라는 수식으로 나타낼 수 있다.

3. K 개념에 의한 조선용강의 파괴 인성 요구치

K 개념에 의하여 파괴 인성 요구치를 결정하는데 있어서는 작용하는 응력과 균열 길이의 설정이 필요하다. 작용응력은 선체 구조부재에 작용하는 응력 level에 따라서 5가지 class로 분류하였고, 균열 길이는 현존 선박의 실적 등을 고려하여 중요부위에 대하여는 240mm, 그외 부위 대하여는 200mm로 가정하였다. 이와 같은 가정을 근거로 항복 강도 36kg/mm²급 조선용 강재에 요구되는 파괴 인성치를 Table 1에 정리하였다.

Table 1. 항복강도 36kg/mm²급 조선용 강재에 요구되는 파괴 인성치

Class	Applied stress		Assumed Crack length(mm)	Required Fracture toughness (kg√mm/mm ²)
	Design stress	Residual Stress		
I	0.2σ _y	0.5σ _y	200	438
II	0.5σ _y		200	615
III	0.6σ _y		200	673
IV	0.7σ _y		200	732
V	0.7σ _y		240	802

4. 대형 인장 시험 설비 및 파괴인성 평가 시험 실적

K개념에 의하여 강재의 파괴 인성치를 측정하는 설비는 대형 인장시험기이다. Photo. 1에 POSCO에 설치된 대형 인장 시험기의 외관을 보여준다. 이 시험기를 이용하여 POSCO TMCP형 AH36강재의 파괴 인성치를 평가한 결과를 Fig. 1에 나타내었다. POSCO TMCP강재가 선박의 설계온도 0℃에서의 Class II와 Class III의 파괴 인성 요구치를 충분히 만족시키고 있음을 알 수 있다.

5. 결론

선박 설계 기술의 발전 방향에 따라 파괴 역학적 개념에 근거한 강재의 파괴 인성평가 data의 축적이 필요하다.

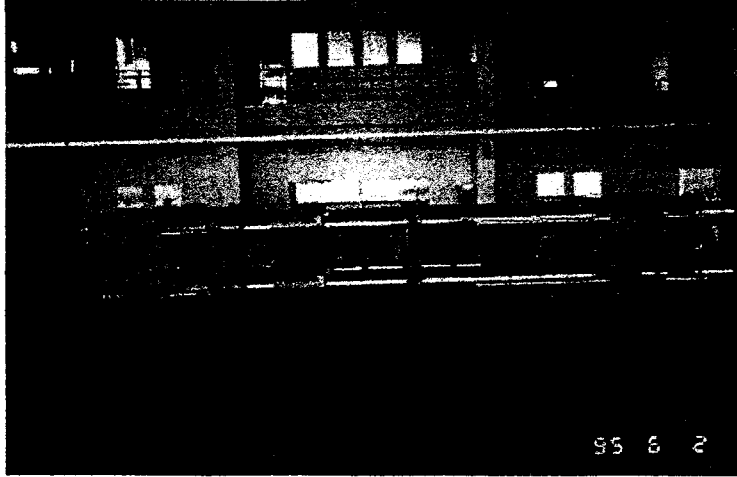


Photo 1. POSCO 3,000ton 대형인장시험기

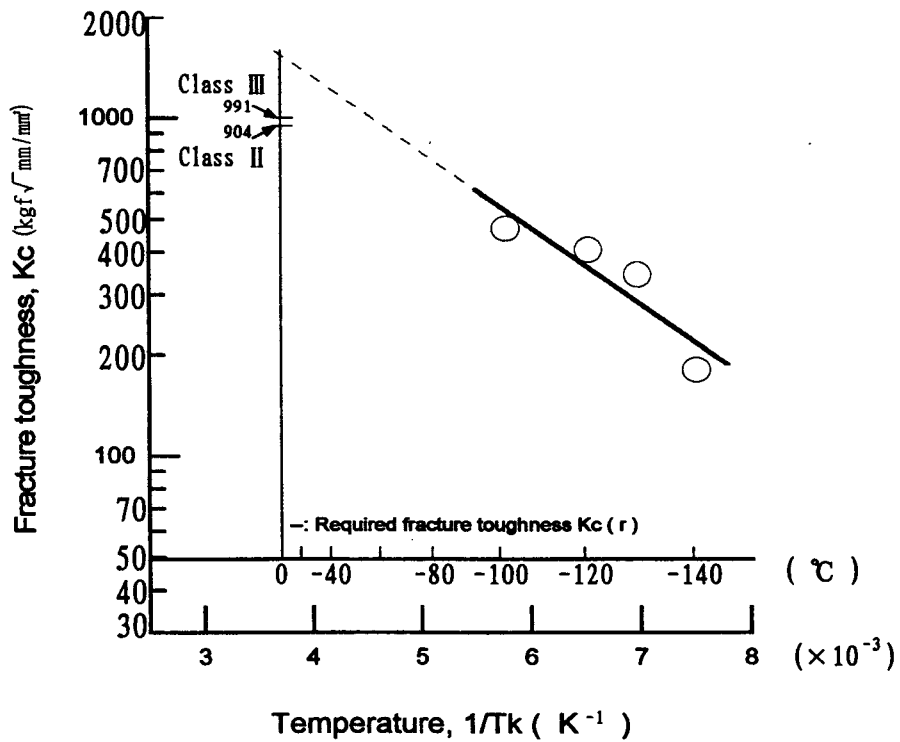


Fig 1. POSCO TMCP형 AH36강의 파괴인성치 (Kc값)