

한국화학융합시험연구원

금속재료-극후물 강재에 대한 취성 균열정지온도(CAT) 결정을 위한 시험방법



기관명	한국화학융합시험연구원		
표준번호	KS B 2386		
표준명	금속재료-극후물 강재에 대한 취성 균열정지온도(CAT) 결정을 위한 시험방법		
TC/SC(명)	TC164/SC4		
성격	방법표준	종류	고유표준 제정
개발시작일	2021-06-01	최종고시일	2024-01-23

개발내용

● 표준개발 배경

- 최근 선박을 비롯한 강구조물의 대형화에 따라 고강도 극후물강재(두께 50mm이상) 적용 증가.
- 고강도 극후물강재의 적용시 취성파괴의 위험성 증가.
- 선박의 경우는 취성파괴의 안정성 확보를 위하여 국제선급연합회(IACS)에서 적용강재의 성능 강화를 위한 기계적 물성값 요구됨 (CAT: Crack Arrest Temperature, 취성균열정지온도).
- 현재 CAT 시험방법에 대한 국내 및 국제규격(ISO)이 없으므로 신뢰성 있는 실험데이터 확보에 어려움.
- 두께 50mm의 조선용 강재의 경우는 필수적으로 CAT 값을 제시해야 하므로 CAT평가는 필수적 항목.
- 국내의 철강사 및 조선사의 경우는 CAT 시험을 통한 소재의 취성파괴안정성 확보가 필수적이므로 실험법 정립 시급.
- 산업계(철강사, 조선사)의 CAT 시험법의 표준개발에 대한 강력한 요구를 반영하여 표준개발 필요.

● 정책적 부합성

해사안전법, 선박안전법, 한국선급(KR) 규칙

- 최근 해사안전법이 시행(23.1.)되어 선박의 안전운항을 위한 안전관리체계를 확립하여 선박항해와 관련된 모든 위험과 장애를 제거함으로써 해사안전 증진을 목적으로 하고 있으며, 본 표준은 이러한 선박의 안전성을 향상하기 위하여 선박에 적용되는 소재의 파괴안정성을 평가하는 시험법(CAT)을 개발 하여 해사안전법에서 추구하는 취지와 잘 부합함.
- 선박의 감항성() 유지 및 안전운항에 필요한 사항을 규정함으로써 국민의 생명과 재산을 보호할 목적으로 선박안전법이 시행(23.6.)되었으며, 개발된 표준에서 제시하는 선박에 적용되는 극후물재에 대한 취성파괴의 가능성 및 방지를 위하여 필요한 소재의 성능을 확인하기 위하여 개발된 CAT 시험법 표준은 정부에서 발표(시행)한 정책과 잘 일치함.
- 한국선급(KR) 및 국제선급협회(IACS)에서는 대형컨테이너선에 적용되는 극후물재에 대한 취성파괴안정성 확보를 위한 소재의 취성파괴안정성 평가를 위하여 CAT시험을 요구고 있으므로 본 개발된 표준과 KR 및 IACS의 요구사항과 부합함.

● 표준범위 및 내용

고강도 극후물재 취성파괴 안정성 향상을 위한 CAT 시험법의 KS 제정을 통한 국제표준(ISO) 연계

표준범위

- 본 표준은 선박을 포함 대형 구조물에 적용되는 고강도 극후물강재를 대상으로 취성파괴의 안전성을 평가하는 시험방법.
- 두께가 50 mm 이상 100 mm 이하인 강재의 취성균열전파정지온도(CAT)를 결정하는 시험방법에 적용.
- 등온조건에서 유효한시험결과를 결정하고 균열정지온도(CAT)를 수립하기 위한 등온균열정지시험을 실시할 때의 시험절차 및 시험조건에 대한 요구사항을 규정.

표준내용

- 본 표준은 일본에서 ISO에 등재한(ISO 20064) 온도구배형 취성균열정파정지인성(Kca)을 평가하는 시험법에 대응하기 위하여 개발된 시험법을 표준으로 제정.
- 50mm 이상 두께의 극후물재의 취성파괴안정성 확보를 위한 실험으로 취성균열전파정지온도(CAT)를 도출하는 시험법.
- 균일온도 조건에서 취성균열의 전파부분만 구부적으로 온도구배(LTG: Local Temperature Gradient)를 부가하여 취성영역을 만들어서 소재의 취성균열전파 정지능력을 평가하는 시험법.
- 취성영역을 만드는 방법은 LTG 방법과 전자빔용접(EBW)를 이용하는 방법을 선택하는 시험법.
- 시험결과는 시험온도에서의 취성균열의 정지 유무로 판단.
- 동일한 온도에서 2회 취성균열이 정지하는 온도를 CAT로 판단.

기대효과

● 성과의 우수성

표준개발 성과 우수성

- 본 표준개발을 통하여 철강사에서 개발된 조선용 및 건축구조용 극후물재에 대한 취성파괴안전성평가법 확립.
- 본 표준은 일본에서 국제표준으로 개발한 ISO 20064의 Kca 시험법과 비교하여 더욱 간편하고 빠르게 동일한 취성 파괴안전성을 평가할 수 있는 우수한 시험법
- 본 표준개발에 사용된 취화영역을 만드는 LTG 방법은 국내에서 개발한 취성균열전파정지온도를 평가하는 시험법을 적용.
- 본 표준개발을 통하여 국내의 철강사 및 조선사의 신속한 재료물성 평가로 대외 경쟁력 향상

표준개발 성과 요소

- 개발된 표준은 국제표준(ISO)을 비롯 아직 제정이 안된 시험법으로 세계에서 최초로 대한민국에 표준으로 개발된 시험법으로 상징성이 있는 표준.
- 국내에서 개발된 본 표준을 기반으로 현재 ISO 표준개발을 위한 활동 진행중
- 2024년 9월 ISO TC 164 회의를 통하여 CD 단계 완료 후 DIS 단계 진행 중.

● 표준 활용 분야

표준 활용 분야

- 본 개발된 표준은 50mm 이상의 후물재가 사용되는 중공업(조선, 건설)의 구조물제작에 활용되는 소재의 취성파괴 안정성 평가를 위한 시험법으로 활용 가능.
- 취성파괴 안정성의 확보가 요구되는 각종 산업구조물에 적용되는 극후물재의 파괴안정성 평가 시험법에 활용 가능.

표준개발에 의한 잠재 수혜기업

- 철강사(포스코, 현대제철) 및 국내 조선사(현대중공업, 삼성중공업, 한화오션)에서 사용하는 50mm 이상의 조선용 극후물재에 대해서는 CAT시험을 통한 물성확보 후 소재 공급이 가능하므로, 본 표준개발을 통하여 종래보다 간편한 시험법의 적용을 통한 경쟁력 확보 가능.

개발된 표준 활용시 매출 증진 및 비용절감 효과

- 개발된 표준을 활용한 CAT 시험을 통하여 시험비용 감소로 원가절감 가능.

● 신시장 창출 가능성 및 규모

신시장 창출 가능성

- 본 표준개발을 통하여 극후물재 강재에 대한 취성파괴 안전성평가 방법이 정립되어, 신뢰성 높은 CAT 값 제시를 통한 고객 신뢰도 향상으로 신시장 확보 가능.
- CAT 시험법 표준개발로 시험값의 정량적인 신뢰성 향상.
- 최근 대형컨테이너서의 건조가 증가 하고 있으며, 컨테이너선의 상부구조물에는 고강도 극후물 강재가 필연적으로 적용되는 본 개발된 표준의 적용을 통한 소재의 파괴안전성의 평가(CAT)가 필수이므로 시장 규모는 무척 큰 것으로 판단됨.

파급효과

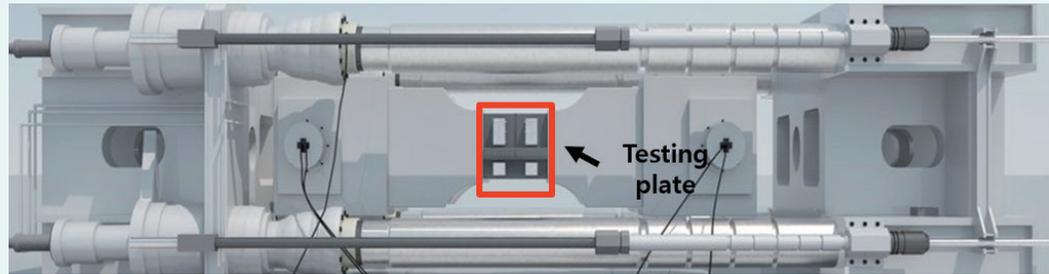
- 50mm 이상의 극후물 소재를 대상으로 하여 개발되어 현재는 선박건조에 사용되는 강재에 주로 적용되지만, 향후 해양구조물, 건축구조물을 포함 구조물의 안전성을 필요로 하는 소재에 확대 적용 가능.

● 글로벌 표준 선점 가능성

- CAT 시험법은 세계적으로 표준이 없으며, LTG를 이용한 시험법은 세계 최초로 개발되었으며, 표준 또한 국내에서 세계 최초로 개발 (24.1).
- CAT시험법과 유사한 Kca 시험법은 이미 일본에서 국제표준 (ISO20064) 개발 완료 (2019) 하였으나, CAT 시험법은 국제표준 .
- CAT시험에 적용되는 취화영역을 모사하는 방법인 LTG 방법은 국내에서 개발되었으며, 이를 바탕으로 국내표준 개발 완료 (24.1)
- 국내에서 개발된 표준을 기반으로 CAT 시험법을 국제표준으로 재정 진행중.
- CAT 시험법의 국제표준 진행은 현재 DIS 단계이며, 2025년 완료 예정.
- 국제표준 진행 사항: PWI→NP→WD→CD→DIS→FDIS→Publish.
- 국내에서 개발된 표준을 국제표준화로 CAT시험법의 국제표준 선점 가능.

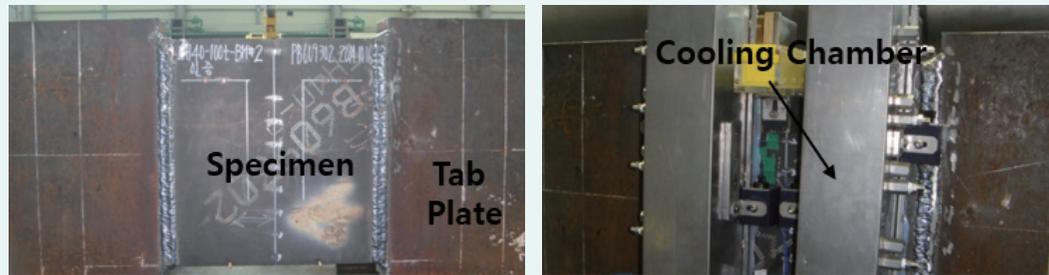
CAT (Crack Arrest Temperature) 시험 순서

- 인장시험기에 시험편 (500mm*500mm*두께) 장착



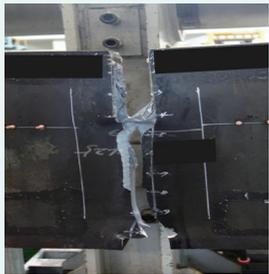
[Fig. 1 CAT test specimen and test equipment schematic diagram]

- CAT 시험편 장착 및 액체질소를 이용한 LTG (Local Temperature Gradient)구현, 시험온도 설정

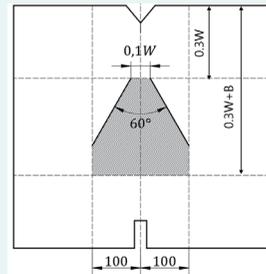


[Fig. 2 CAT test specimen and cooling system for make LTG and target test temperature]

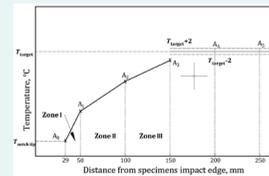
- CAT 시험후 취성균열의 전파 여부 판정



[Fig. 3 Fracture surface after CAT test]



[Fig. 3 Fracture surface after CAT test]



[Fig. 5 LTG conditions]