

새로운 압입시험방법의 표준화활동 현황

소재과 공업연구관 박주승

02) 509-7305 joospark@ats.go.kr

1. 시작글

우리 나라의 산업화 역사도 어느덧 수십년에 이르면서 그동안 사용하여온 철강, 석유화학, 발전설비 등의 보수 유지가 중요한 이슈로 대두되고 있다. 이들 설비의 안전은 사용 재료의 건전성에 의존하므로 초음파 탐상이나 방사선 투과와 같은 비파괴 시험을 통하여 점검하고 있다. 그러나 이러한 비파괴 시험은 재료의 균열에 의한 파괴를 감시하고 예방할 수는 있으나 재료의 열화에 의한 수명의 단축을 점검하고 사용 수명을 예측할 수는 없다.

구조재료의 기본이 되는 역학적 물성은 소성변형에 대한 저항성을 나타내는 인장시험으로 대변된다. 그러나 인장시험은 일정크기 이상의 시험편을 규격에 맞게 가공하여 시험하여야 하므로 시간 및 비용이 소요되는 시험이다. 이에 반해 같은 소성변형에 대한 저항성을 나타내는 경도시험은 시험편의 크기가 작고 시험편의 가공도 비교적 손쉬워 재료의 물성을 나타내는 시험법으로 널리 이용되고 있다. 하지만 이러한 경도시험은 재료의 탄성성질에 대한 정보를 알 수가 없다는 단점으로 인해 정확한 재료 물성의 파악을 위해서는 가능한 인장시험을 행하고 있는 실정이다.

2002년 ISO/TC164/SC3(경도시험)에서는 재료의 탄성에 대한 정보를 알 수 있는 경도시험인 계장화 압입시험에 관한 규격을 제정하였다. 기술표준원에서는 계장화 압입시험을 이용하여 재료의 인장물성을 평가할 수 있는 시험방법을 2001년부터 연구하여 2002년에 KS B 0950으로 제정하였으며 현재 ISO에 제안하기 위한 draft를 완성한 상태이다. 이 규격은 경도시험의 장점인 시험편의 준비가 쉬울 뿐만 아니라 사용중인 구조물에 직접 부착하여 측정도 가능하며 재료의 기본 물성인 인장물성을 평가할 수 있어 사용중 설비의 수명을 판단할 수가 있다. 여기서는 이 규격에 대한 간략한 소개와 더불어 국제표준화를 위한 준비 활동에 대하여 소개하고자 한다.

2. 계장화 압입 시험방법

계장화 압입시험이란 하중을 측정할 수 있는 로드 셀과 압입 깊이를 측정할 수 있는 LVDT를 부착한 경도 시험기에 비커스 또는 구형의 누르개로 압입함과 동시에 그림 1과 같은 압입 하중-압입 깊이 곡선을 얻어 여러 가지 재료의 물성을 평가할 수 있는 시험방법이다. ISO 14577-1에서는 이 시험방법에 의해

Martens 경도, 압입 탄성계수, 압입 크리프 및 리렉세이션 등의 재료 물성을 결정하고 있다. 또한 마이크로

또는 나노범위의 하중으로 코팅 물질의 경도 및 재료 물성에 관하여 평가할 수 있는 규격도 WD 14577-4로 진

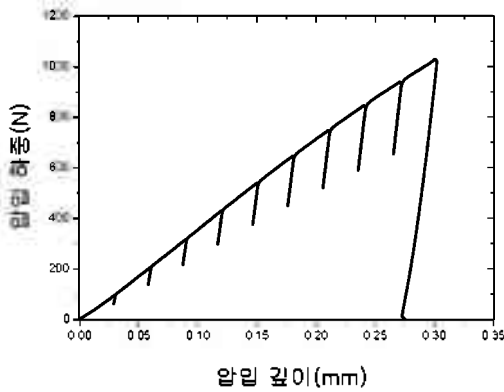


그림 1 계장화 압입시험 결과

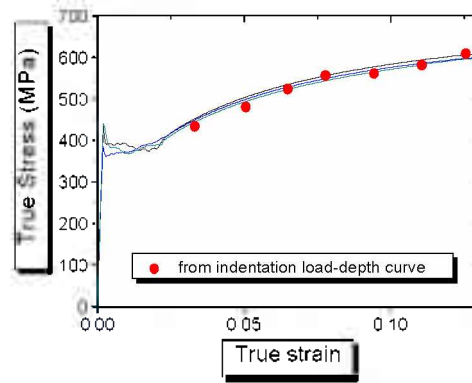


그림 2 압입시험으로 유도된 인장물성

표1 계장화 압입시험 규격 비교

| 구분 | ISO 14577-1 | KS B 0950 |
|----------|---|--|
| 적용 하중범위 | macro: 30kN 이하 micro: 2N 이하 nano: 0.2 μ m 이하 | macro : 2N~3kN |
| 사용 누르개 | Vickers, Berkovich | 구형 |
| 재료 물성 결정 | Martens hardness Indentation modulus Indentation creep and relaxation | Indentation yield stress Indentation tensile stress Indentation work hardening index |

행 중에 있다. 금번 우리가 제정한 KS B 0950 규격은 마이크로범위의 하중에서 계장화 압입시험을 한 후 얻은 압입 하중-압입 깊이 곡선으로부터 그림 2와 같은 진응력-진변형률 곡선을 유도하여 압입 항복응력, 압입 인장응력 및 압입 가공경화지수를 결정하는 것으로 ISO 14577-1과의 차이는 표1에 나타내었다. 이렇게 압입시험을 통하여 유도된 인장물성은 실제 인

장시험을 통하여 얻은 인장물성과의 차이가 10% 이내인 놀라운 결과를 나타낸다. 계장화 압입시험은 인장물성의 유도뿐만 아니라 코팅부나 용접부와 같은 국부적인 부분의 잔류응력을 평가할 수도 있다. 코팅부나 용접부와 같은 곳의 잔류응력 평가는 재료의 신뢰성과 밀접한 관계를 가지므로 X선법, Barkhausen 법, Hole drilling법, 절단법 등 다양한 시험법으로 정

밀한 측정을 시도하고 있는 실정이나 시험편 준비의 한계, 까다로운 시험방법, 시험결과와 신뢰성 등의 문제점을 가지고 있다. 계장화 압입시험에 의한 잔류응력 평가는 시험방법이 간단하면서도 2축 응력상태인 코팅의 잔류응력 평가에서는 높은 정밀도를 나타내는 시험방법이다.

3. 계장화 압입 시험 표준화 활동

계장화 압입 시험에 관한 표준화 활동은 국내의 한 기업이 시험기를 개발하면서 시작되었다. (주)프론티스라는 이 회사는 서울대학교에서 창업한 벤처기업으로 계장화 압입 시험에 대한 수년간의 연구를 통하여 시험기를 개발하고 이를 산업 현장에 적용하는 과정에서 표준화의 필요성을 절실하게 느끼고 있던 차였다. 기술표준원에서는 시험방법의 표준화를 위하여 2001년 경상연구를 통하여 재현성있는 시험조건을 확립하였다. 2002년에는 가공경화지수가 다른 여러 금속재료에 대한 검증으로 시험조건의 유효성을 확인하면서 이를 바탕으로 한 규격화 작업을 수차례의 표준기술연구회를 통하여 수행한 후 KS B 0950으로 제정하였다. 이즈음 ISO/TC164/SC3에서는 계장화 압입 시험에 관한 ISO 14577-1(시험방법), ISO 14577-2(시험기 검증), ISO 14577-3(기준편) 규격을 제정하였으므로 우리 규격도 공통되는 부분에 대하여는 이에 따르는 형식으로 진행하였다. 한편 미국에서는 2000년 사용중 설비에 대한 인장물성을 검증토록 하는 연방법이 발효되면서 GE가 본 시험방법의 사용 가능성을 문의해 왔다. 공개시험을 통해 본 시험방법의 유효성을 검증한 GE는 경쟁사인 ATC사의 ASTM 규격화 작업에 우리의 KS 규격으로 대응하

겠다는 의사를 표명해 온바 KS 규격을 영문화하여 전달하였다. 다른 한편으로 기술표준원에서는 그간 ISO/TC164 회의에 참석하면서 영국, 독일, 이태리, 일본 등의 전문가들과의 교분을 바탕으로 우리의 규격안을 회람하고 조언을 구하였다. 특히 영국의 NPL에 있는 Jennett은 이 분야에서 강력한 발언권을 행사하는 사람인데 우리의 안에 적극적 동참을 표명하며 몇가지 조언을 함과 동시에 영국과 한국의 RRT를 제안하여 왔다. 이 규격안은 지금까지의 외국 전문가의 조언을 참작한 수정안을 작성 중이며 오는 5월 중으로 ISO에 제안할 예정이다.

4. 맺음글

우리가 개발한 하나의 규격을 국제사회에 선보이는데 2년 이상의 시간이 소요되었으나 이제 시작일 따름이다. 그간 ISO 회의에 참석하면서 느낀 바는 ISO 회의는 형식적인 마지막 단계일뿐 이미 대부분의 규격은 각종 학회나 전문가 그룹의 모임에서 시작되고 있다는 것이다. 경도시험의 경우도 각국의 전문가로 구성된 WG이 형성되어 있으며 이러한 모임에 배제된 상태에서의 ISO 회의 참석은 아웃사이더일 가능성이 크다는 느낌이다. 다행히 국내 전문가들이 이러한 WG에서 활동하고 있었으므로 우리의 제안 규격에 대하여도 호응하지 않았나 생각한다. 향후 보다 적극적인 ISO 활동을 위해서는 국내 전문가들에 대하여 ISO 회의뿐만이 아니라 비공식 WG 활동도 지원되어야 할 것이다. 또한 우리의 제안 규격이 WD로 채택될 경우 시험의 불확도에 대한 연구 및 RRT 수행이 병행되어야 할 것으로 예상되므로 지속적인 표준화 연구가 진행되어야 할 것이다. ♣