

록크웰 경도시험시 자주 발생하는 문제점과 그 원인*

김경훈 · 장우양 · 강조원
조선대학교 신금속소재공학과

Common Problems in Rockwell Hardness Testing*

K. H. Kim, W. Y. Jang and J. W. Kang
Dept. of Met. & Mater. Engr., Chosun University, Kwangju 501-759, Korea

대부분의 록크웰 경도시험기 사용자들은 측정상의 비슷한 문제점들을 반복하여 경험하게 된다. 또한 록크웰 경도시험자체에 있어서도 문제점이 있는 것도 사실이다. 이 글에서는 록크웰 경도시험기와 관련된 많은 일반적인 문제에 대하여 설명하고 이러한 문제점들의 발생을 방지하기 위한 방법에 대하여 논의하고자 한다.

세 가지 기본적인 문제점

록크웰 경도시험에서의 전형적인 문제점들은 정확성, 재현성 및 기준시험기와의 상호관련성 등과 같은 세 가지 범주로 구분할 수 있다. 이들의 주요한 다섯 가지 원인으로는 시험기, 사용자, 시험 환경, 시험준비 및 보정 등이다. 이들의 원인에 대하여 논의하기 이전에 문제점들을 정확히 파악하는 것이 중요하다.

- 정확성 : 기준편(standard blocks)을 일관성 있게 측정하고, 이런 결과들이 다른 시험편에도 정확하게 적용될 수 있는 시험기의 능력
- 재현성 : 한 시험편에 대한 두 번의 측정 결과가 서로 얼마나 잘 일치하는가 하는 정도
- 대조성 : 다른 시험기에서 적절한 방법으로 측정된 결과와 비슷한 결과를 나타내는 시험기의 능력

이러한 문제점을 이해함으로써 문제점과 이에 대한 원인들을 서로 더 잘 관련지어 설명할 수 있다. 단

지 다섯 가지의 중요한 원인들에 대해서 언급했으나 이러한 원인들 각각에 관련된 수많은 문제점들이 있다. 여기에서는 이러한 문제점들의 가장 일반적인 원인에 대해서 논의하고자 한다.

시험기와 관련된 원인

우리가 듣는 가장 흔한 문제점은 “내 시험기는 경도값이 높게 나타나는데?” 하는 이야기이다. 이것은 항상 누르개(indenter)가 불량하기 때문에 나타나는 현상이다. 경화된 강을 시험하는 경우에는 다이아몬드 누르개가 재료를 뚫고 들어가 시험편의 표면에 오목부를 만들 수 있어야 한다. 다이아몬드의 높은 경도에 의해 누르개의 기하학적 형상을 유지하면서 시험하고자 하는 재료에 오목부를 만들 수 있기 때문에 다이아몬드 누르개가 사용된다. 그러나 다이아몬드는 경도가 매우 커서 취성을 갖는다. 따라서 충격 또는 충돌에 의해 깨지며 이는 일정한 치수의 반경을 갖는 누르개의 끝부분을 평평하게 하거나 또는 비원추형으로 변하게 한다. 그러나 이러한 형상의 누르개는 시험편에 더 많은 표면이 접촉하게 되어 침투에 대한 저항력을 증가시키게 되며 부정확한 높은 경도값을 표시하게 된다. <그림 1>은 깨진 다이아몬드 누르개와 정상적인 다이아몬드 누르개를 나타낸다.

구형(Ball)의 누르개 : 구형의 누르개에 대해서도 동일한 상황이 적용된다. 록크웰 경도시험을 다루는 ASTM E18 규격에 의하면 아직도 록크웰 경도시험기에 고속도강의 구형 누르개의 사용을 허용하고 있다. 그러나 구형 누르개로 HRC=58 이상의 매우 경한 강을 경도시험하면 누르개는 평평해지며 이는 파

*이 글은 Heat Treating Progress, 4(2004) P. 23-25에 게재한 글을 번역한 내용이다.

그림 1. 록크웰 경도시험기의 파손된 다이아몬드 누르개(a)와 정상적인 다이아몬드 누르개(b).

손된 다이아몬드 누르개로 시험했을 때와 마찬가지로 높은 경도값을 나타낸다(ASTM E18은 미국 재료시험협회에서 발간된 시험규격이다, www.astm.org).

E18 규격의 최신판에서는 고속도강 누르개가 시험 중 평평하게 변형되는 문제점을 없애기 위하여 탄화물계의 누르개 사용을 권장하고 있다. 앞으로 나올 새로운 E18 규격에서는 통상적인 경도측정에 대해서도 탄화물계 구형 누르개의 사용을 의무화할 것이나 시험과 관련된 당사자와의 협의에 따라 강구의 사용도 허용할 것이다. 그러나 탄화물계 구형 누르개와 강구 누르개의 변형의 정도가 다르기 때문에 탄화물 계구형 누르개를 사용하는 시험기에서는 탄화물계 구형 누르개로 보정한 기준편을 가지고 반드시 확인하여야 한다.

편향(Deflection) : 먼지, 그리이스, 거스러미 또는 다른 원인들에 의해 발생한 시험기의 편향 또한 현저하게 시험기의 오차를 유발할 수 있다. 대부분 록크웰 경도시험기는 하중을 가한 상태에서는 편향이나 움직임에 대한 보정이 가능하지 않다. 시험기의 잘못된 관리, 부적절한 시험편 준비 및 마모는 대표적인 원인이 된다.

부품의 편향은 좋지 않은 시험결과를 나타내는 또 다른 문제이며 이로 인해 다이아몬드 누르개가 파손될 수 있다. 부품 편향의 중요한 원인은 부적절한 고정방법 때문이다. 시험편은 하중을 가하기 전에 항상 견고하게 지지되어야 한다. 단지 손으로 시험편을 잡는 것만으로는 충분하지는 않다. 시험편을 안정되게 지지하는 것이 중요하다는 감을 갖기 위해서는 정규의 록크웰 경도시험기 포인트가 0.02mm이며 수 퍼피셜 록크웰 경도시험기 포인트는 0.01mm 라는

것을 고려해야 한다.

앤빌 : 흔히 간과할 수 있는 측정오차의 원인은 앤빌이다. 울퉁불퉁하거나 흠집이 있는 앤빌 표면, 부주의하게 경도시험을 한 앤빌 표면 그리고 경사지게 마모되었거나 닳은 앤빌 표면은 좋지 않은 결과를 초래할 수 있다. 기존의 록크웰 경도시험기에서 앤빌이 놓이는 면이나 상승/하강 스크류와 맞닿는 면들 또한 오차를 유발할 수 있다. 이러한 면들은 평평하고 거스러미가 없도록 하기 위하여 정기적인 점검 때 간혹 랩핑해 두어야 한다.

시험자와 관련된 원인

경도시험기 조작자가 문제점의 원인이 된다는 사실은 그리 놀라울 일이 아니다. 시험 방법에 대한 이론, 시험기의 적절한 조작, 시험편 표면의 준비법 및 시험편의 고정기술등을 능숙하게 다룰 수 있도록 교육을 받고 이러한 내용들을 이해함으로써 시험기 조작자는 시험을 정확하게 할 수 있으며 경도 측정상의 문제점들이 발생하는 것을 사전에 예방할 수 있다. 대부분의 경우 적절하게 교육을 받은 시험기 조작자들은 다시 시험을 해야 하는 불편함을 덜 수 있고 시험기의 고장이나 오차를 훨씬 줄일 수 있다.

환경과 관련된 원인

의심할 여지없이 록크웰 경도시험에 있어서 먼지나 진동은 오차의 주요한 원인이 된다. 시험기의 상승/하강 스크류 너트, 베어링 또는 앤빌 아래가 더러우

면 전체는 아니지만 일부 시험기에서는 고장을 일으킬 수 있다. 앞에서 언급한 바와 같이 일반적으로 오염에 의한 편향에 의해 낮은 경도값이 표시된다. 일반적인 상식으로 조금만 신경을 쓰면 이러한 문제점들을 최소화할 수 있다. 예를 들면, 록크웰 경도시험기 바로 옆에서 시편을 연마해서는 안된다(특히 시험기 방향으로의 연삭작업). 만약 주위 환경을 개선할 수 없다면 시험기를 사용하지 않을 때에는 덮개로 덮어 놓아야 한다.

특히, 무거운 시험기에서는 진동 또한 예상한 값보다 낮은 경도값을 나타내는 원인이 될 수 있다. 진동이 심하면 경도 측정 중에 추를 튀게 하여 시편에 작용하는 힘은 증가하게 된다. 또한 시험기 근처에서의 낙하 - 단조 해머에 의한 진동 또는 충격은 시편을 움직이게 하여 부정확한 경도값을 나타내게 한다. 반복해서 강조하지만, 우리는 지금 1인치의 100만분의 1의 분해능에 대하여 논의하고 있다는 것을 염두에 두어야 한다.

시편의 표면 준비와 관련된 원인

거친 표면은 일정하지 못한 경도 측정값의 원인이 된다. 만약 대략적인 측정결과를 알고 싶다면 그냥 거친 표면에서 시험하면 된다. 그러나 정확하고, 일관성있는 결과를 원한다면 항상 잘 연마된 표면에서 시험해야 한다. 비록 록크웰 경도시험이 시편 표면 아래의 경도를 측정한다 하더라도 본질적으로는 거친 표면의 울퉁불퉁함은 일정하지 않은 경도값을 나타내는 원인이 된다.

또한 표면 코팅층 또는 경화층은 신뢰할 수 없는 결과를 나타낼 수도 있다. 표면 코팅층 또는 경화층

의 경도를 측정하려면 코팅층 또는 경화층에서 경도 측정이 이루어 질 수 있도록 적절한 하중/누르개의 조합을 이용해야 한다. 10배의 규칙을 기억하자! 측정하고자 하는 코팅층이나 경화층의 두께는 누르개의 최대 침투깊이보다 적어도 10배 이상이어야 한다. 만약 코팅층이나 경화층의 경도보다는 모재의 경도만 알고 싶다면 적당한 시편의 표면 준비기술을 이용하여 코팅층이나 경화층을 제거해야 한다.

스케일 또는 탈탄층 또한 오차를 갖는 결과값을 나타낼 수 있다. 이러한 경우에는 시험을 하기 전에 스케일을 제거하거나 탈탄층 아래까지 연삭하도록 한다. 너저분한 스케일, 기름 및 그리이스 등은 제거해야 한다. 이것들은 앞에서 설명한 바와 같이 잘못된 경도값을 나타내는 원인이 된다.

훈련의 중요성

만약 시험기 조작자가 적절한 훈련을 받았다면 이러한 일반적인 문제점들의 대부분은 피할 수 있을 것이 분명하다. 적절한 훈련을 받았다는 것은 단지가 부품을 어떻게 시험을 할 것인가를 넘어서 경도 시험 이론의 이해, 환경의 영향에 대한 이해, 시험기의 유지/보수 기술 그리고 적절한 시편의 표면 준비 기술에 대한 지식을 갖추고 있다는 것이 된다. 물론 이 말은 조작자가 시험 중에 발생한 모든 문제점들을 야기한다는 의미는 아니다. 대부분의 경우, 경도 시험기에는 아무런 문제가 없으나 유지/보수의 부족이나 시험기의 기계적 또는 전기적인 문제로 인해 장애를 일으킨다. 그러므로 숙련된 조작자에 의해서 록크웰 경도시험기가 규칙적으로 유지/보수가 된다면 이러한 문제점들을 최대한 줄일 수 있을 것이다.