

내마모 고크롬 오버레이합금의 파괴인성특성

Characteristics of the fracture toughness of the high chromium wear resistant hardfacing alloys

백응률, 안상호*, 김낙준**

영남대학교, 경북 경산시, *포항산업과학연구원, **포항공대, 경북 포항시,

1. 서 론

크롬탄화물형 고크롬 철계 육성용접재의 파괴인성에는 크롬탄화물 인자(양, 종류, 성장 방향, 크기, 분포, 모양)와 기지상 인자(종류, 양, 결함)에 크게 좌우된다. 조대한 일차크롬탄화물이 다량 존재하는 과공정합금에 있어서는 SEM에 의한 파괴의 직접 관찰 결과, 조대한 일차크롬탄화물들(파괴인성값은 3내외[1])은 낮은 하중 하에서도 쉽게 크랙이 발생하고, 이 크랙이 인접 일차크롬탄화물에 발생한 크랙과 연결되면서 전파되었다[2]. 이는 고크롬 철계 육성합금의 파괴인성을 결정하게 되는 중요한 인자가 일차적으로 크롬탄화물에 형성되는 미세균열 또는 균열의 전파를 얼마나 효과적으로 기지상이 저지할 수 있느냐 하는 기지상인자일 것이며 둘째로는 어떤 조건일때 크롬탄화물에 크랙이 보다 어렵게 발생되느냐하는 크롬탄화물 인자인 것을 의미한다.

크롬탄화물에 형성되는 미세균열 또는 균열의 전파를 얼마나 효과적으로 기지상이 저지할 수 있느냐 하는 기지상인자의 영향을 파악하기 위한 방안의 하나로 합금조성 중의 Cr/C비를 변화시켜 여러 기지상을 가지는 육성용접층을 제조하였으며, 파괴특성을 평가하고 그 파괴기구를 조사함으로써 균열전파에 대한 기지상의 역할을 규명하고자 하였다.

2. 본 론

동일한 양의 크롬탄화물을 가지는 고크롬 철계 육성용접재에 있어서 파괴인성은 기지상이 Cr/C비가 높을 경우에 형성되는 오스테나이트인 시편의 경우가 Cr/C비가 낮은 경우에 형성되는 페어라이트인 시편의 경우 보다 우수했으며, 기지상이 동일한 오스테나이트일지라도 Cr/C비가 보다 높은 오스테나이트를 기지상으로 하는 경우가 보다 파괴인성이 우수했다. 이는 페어라이트 기지상은 일차크롬탄화물에서 형성된 균열의 진행을 효과적으로 저지하지 못하여 벽개전파가 쉽게 일어나는 반면에, 균열이 오스테나이트 기지상을 만나게 되면 일단 전파를 멈추게 되고, 전단밴드가 균열사이의 기지상 내에서 형성되어 연성파괴를 일으키기 때문이며, 동시에 Cr/C가 높은 합금재의 오스테나이트 기지상 일수록 기지상은 연성이 풍부해지고 그 결과 보다 많은 소성변형을 일으키면서 파단되기 때문임을 밝혔다.

그리고 파괴인성 특성에 미치는 크롬탄화물 인자의 영향을 살펴보기 위해서 크롬탄화물 양에 따른 노치파괴인성값의 변화를 살펴 보았다. 크롬탄화물의 양이 증가한다는 것은 크랙 발생의 진원지가 늘어난다는 점과 파괴인성값이 작은 상이 많아진다는 점에서 파괴인성을 저하시킬 것으로 예상된다. 그러나 실제 육성용접한 고크롬 철계합금의 파괴인성은 크롬탄화물의 양이 증가했음에도 불구하고 파괴인성값은 저하하지 않았으며, 파괴거동은 아공정합금과 과공정합금의 경우를 서로 구분하여 살펴볼 필요가 있었다.

우선 과공정합금에서는 크랙발생의 진원지인 일차크롬탄화물의 양이 증가했음에도 불구하고 파괴인성값은 저하하지 않았는 것은 현상학적인 관점에서 살펴볼 때 육성용접재의 제조 공정상 크롬탄화물의 양이 많아질수록 크롬탄화물의 성장 방향이 불규칙해지고 그 결과 파단면의 형상이 울퉁불퉁해졌기 때문이었다.

과공정 고크롬 철계합금의 파괴인성 시험시 크롬탄화물의 성장 방향이 노치발생면과 평

행 관계에 놓였을 경우에는, 크롬탄화물에서 다수의 결합이 존재하여 쉽게 크랙이 발달될 수 있는 prism plane 또한 수평관계를 가지므로, 크롬탄화물의 성장 방향이 노치발생면과 수직 관계에 놓였을 경우에 비해서 보다 낮은 응력하에서 크롬탄화물에 크랙이 발생되었을 것이다. 그러나 크롬탄화물의 성장 방향이 노치발생면과 수직 관계에 놓였을 경우에는 크롬탄화물들이 fiber형상으로 연성을 가지는 기지상인 오스테나이트에 박혀있는 형상이 되면서 fiber 배열방향에 수직되게 응력이 걸리는 형국이 된다. 크롬탄화물의 성장방향에 대해 수직방향으로 응력이 걸리는 경우에는 공정크롬탄화물은 크랙을 발생시키지 않은 상태에서 어느 정도 변형됨이 확인 되었다. 따라서 이 경우는 일차크롬탄화물 및 공정크롬탄화물의 성장 방향이 파단면과 수평인 관계를 가지는 경우에 비해서 크롬탄화물에 크랙을 발생시키기에 보다 많은 에너지가 소요될 것이다. 그러므로 크롬탄화물의 성장 방향이 파단면과 수직관계를 가지는 경우에는 수평관계를 가지는 경우 보다 높은 파괴인성을 가지게 된 것이다.

따라서 파면상에는 크롬탄화물의 성장 방향이 노치발생면과 수평 관계에 놓인 지역에서 우선적으로 파면이 형성될려고 하기 때문에, 육성용접재의 크롬탄화물 양이 증가할 수록 크롬탄화물의 성장 방향이 보다 불특정 방향으로 성장함에 따라 실제 파단면의 형상은 불규칙하게 발생되며, 동시에 크롬탄화물의 성장 방향이 파단면과 수직관계를 가지는 곳에서의 파면발생 또한 많아지게 되는 만큼 파괴인성값은 보상되어 크롬탄화물 양이 증가해도 파괴인성값은 저하하지 않았던 것이다.

한편 아공정 고크롬 철계 육성합금의 파괴인성은 파단면이 주로 파단면과 평행관계를 가지면서 성장한 공정조직에서 발생함으로 인해서 크롬탄화물의 양에 크게 의존하지 않았다.

3. 결 론

가. 기지상이 오스테나이트인 시편의 경우가 퍼얼라이트인 시편의 경우 보다 파괴인성값이 높았으며, 기지상이 동일한 오스테나이트일지라도 Cr/C비가 보다 높은 오스테나이트를 기지상으로 하는 경우가 보다 파괴인성이 우수했다.

나. 육성용접한 과공정 고크롬 철계합금의 파괴인성은 크롬탄화물의 양이 증가했음에도 불구하고 파괴인성값은 저하하지 않았다.

참고문헌

1. K-H Z. Gahr, Fracture analysis of white cast iron, Z. Metallkd., Vol.71, 1980, pp103~109.
2. S.H. Lee, S.H. Choo, E.R. Baek, S.H. Ahn, and N.J. Kim, Correlation of microstructure and fracture toughness in high chromium white iron hardfacing alloys, Metallurgical and Materials Transactions, A, Vol.27A, Dec., 1996, pp3881~3891.