

진공 플라즈마 용사코팅시 분말 이송가스 유량이 적층효율에 미치는 영향

정영훈, 남옥희, 변용선

재료연구소 표면기술연구본부

열플라즈마는 주로 아크 방전에 의해 발생시킨 전자, 이온, 중성입자(원자 및 분자)로 구성된 부분 이온화된 기체로, 국소열평형상태를 유지하여 구성입자가 모두 수천에서 수만도에 이르는 같은 온도를 갖는 고속의 제트 화염 형태를 이루고 있다. 이렇게 고온, 고열용량, 고속, 다량의 활성입자를 갖는 열플라즈마의 특성을 이용하여, 종래 기술에서는 얻을 수 없는 다양하고 효율적인 산업적 이용이 활발히 진행되고 있다. 용사코팅은 노즐 출구를 통해서 외부로 방출되는 열 플라즈마 화염을 이용하는 것으로 이 화염의 와류 특성으로 인하여 외기의 가스가 화염내부로 침투하는 특성을 가진다. 이러한 현상은 열원의 냉각효과 외에도 외기를 구성하는 기체 분자의 내부 유입을 의미하는 것으로 대기 상태에서 공정이 이루어진다면 열원 내로 유입되는 대기 내의 산소가 모재 표면과 반응하여 산화가 진행된다. 이러한 산화과정은 용사 코팅의 품질을 저하시키는 요인이 되므로, W, Ti 등과 같은 반응성이 높은 재료의 코팅은 산화과정을 방지하기 위하여 진공에서 코팅을 하여야만 한다. 진공 플라즈마 용사코팅은 진공 또는 저압의 불활성 분위기 중에서 열플라즈마 화염에 용사재료를 투입하여 플라즈마 화염 내부에서 순간적으로 이를 용융시킨 후 고속으로 분출, 모재에 적층시키는 코팅공정이다. 이때 분말상의 용사재료를 고속으로 화염 중심에 투입하여 최대 에너지 전달이 이루어지도록 하는 것이 적층효율 및 코팅품질을 향상에 필수적이다. 하지만 플라즈마 화염 내부를 고속으로 이동하는 입자의 온도와 속도 및 궤적을 측정하여 제어하는 것은 매우 어렵기 때문에, 통상 형성된 코팅의 구조와 두께로부터 경험적으로 파라미터를 결정하는 것이 일반적이다. 본 연구에서는 초고속 레이저 카메라와 이미지 분석용 소프트웨어를 이용하여 플라즈마 화염내의 비행입자 궤적을 추적하고, 이를 통해 분말 이송가스의 유량이 코팅 효율 및 미세구조에 미치는 영향을 조사하였다. 플라즈마 화염은 중심부가 가장 높은 온도와 속도를 가지고 있기 때문에, 분말 이송가스의 유량이 적을 경우 투입된 분말은 단지 플라즈마 화염의 상부 경계면을 지나는 궤적을 갖게된다. 이로 인해 분말의 용융이 충분히 이루어지지 않아 적층 효율이 낮고 미용용 입자 및 기공이 많은 미세구조를 보였다. 이송가스 유량을 증가시키게 되면, 분말의 궤적은 플라즈마 화염의 중심부를 지나게 되어 적층 효율이 증가하고 미세구조 또한 개선되었다. 하지만 이송가스 유량이 지나치게 클 경우, 투입된 분말 입자는 플라즈마 화염을 조기에 관통하게 되어 비행궤적은 온도와 속도가 낮은 영역에 형성되었다.

Keywords: 진공 플라즈마 용사, 이송가스 유량, 코팅효율