

모듈 형 터빈 다이아프램의 전자빔 용접 기술

김용재*, 심덕남*, 정인철*

*두산중공업 기술연구원

Electron Beam Welding on Module-typed Turbine Diaphragm

Yong-Jai Kim*, Duck-Nam Shim*, In-Chul Jung*

* Corporate R&D Institute, Doosan Heavy Industries & Construction Co., Ltd, Korea

Abstract

모듈 형 터빈 다이아프램은, 아우터 링(outer ring), 스팀 패스(steam path)와 이너 웹(inner web)의 원형 형상을 갖는 세 부분을 조립하여 원주 방향의 용접 조인트를 형성하는 기존의 다이아프램 형태가 아니라, 아우터 슈라우드(outer shroud), 베인(vane)과 이너 슈라우드(inner shroud)의 세 부분이 하나의 모듈을 이루고 이러한 모듈을 원주 방향으로 조립하여 방사 방향의 조인트를 형성한다. 전자빔 용접은 이와 같은 방사 방향의 조인트를 수직으로 가로지르는 용접 궤적을 따라 진행된다. 용접 패스에 따라 형성되는 용융 비드의 단면적만큼 인접하는 두 모듈을 접합시킨다. 이 경우 용융 비드의 단면적과 형상은 두 모듈의 결합 강도를 결정하는 중요한 요소가 되어, 제작 시 다이아프램의 크기와 두께에 따라 용입 깊이와 평균 단면 비드 폭을 규정하고 있다. 본 연구에서는 용입 깊이와 단면 비드 폭의 요구 조건을 만족하면서 결함이 없는 건전한 용접부를 얻을 수 있는 최적 용접 조건을 도출하는데 그 목적이 있다. 이를 위해 플레이트 시편과 모듈 시편을 사용한 기초 실험과 유사 시제품(semi-mockup) 실험을 실시하였다. 플레이트 기초 실험을 통해 전자빔 주요 변수인 빔 전류, 초점 위치, 용접 속도, 빔 진동 폭 변화에 따른 용융 비드 형상 변화를 관찰하였고, 빔 전류가 용입 깊이에 가장 큰 영향을 주는 인자임을 확인하여 요구 용입 깊이 별 적정 빔 전류 값을 설정하였다. 용접 속도는 생산성 측면에서 균열이 발생하지 않는 범위에서 가능하면 가장 큰 값을 사용하였고, 빔 진동 폭은 초점 위치와 함께 단면 비드 형상 결정에 많은 영향을 주는 인자로 확인되어 균열이 없는 가장 이상적인 단면 비드 형상인 완만한 췌기 형태가 되도록 설정하였다. 이 후 실제 제품 폭과 용접 패스를 갖는 블록 모듈 실험을 통해 설정 용접 변수의 적용성과 균열 발생 여부를 확인하였고, 이 때 적용 제품 폭이 30 mm 이하이며 요구 용입 깊이가 50 mm 이상의 경우에서 비드 중앙부 균열이 발생함을 관찰하였다. 따라서 해당 영역의 제품에는 균열 저항성이 높도록 용접 속도와 빔 진동 폭을 줄여 최적 용접 변수를 새롭게 설정하였으며, 이를 유사 시제품 실험에 적용하여 최종적으로 용접 변수 안정성을 검증하였다. 이러한 실험을 통해 확인된 최적 용접 조건을 실 제품 제작에 적용하여 모듈 형 터빈 다이아프램 전자빔 용접 제작을 성공적으로 완료할 수 있었다.

Key Words : Electron Beam Welding, Module-typed Turbine Diaphragm