

포항가속기 알루미늄 진공챔버의 용접

최만호, 박승용, 김명진, 이해철, 김효운, 최우천

포항 가속기 연구소, 저장링 진공실

I. 서론

포항 가속기에서는 2 GeV의 제3세대 가속기를 건설중이다. 가속기 저장링에 사용할 진공챔버는 그 재질이 Al-5083-H321이며, 도달 압력이 1×10^{-10} Torr 이하로 설계되어 있다. 따라서 virtual leak, pin holes등을 최소화 하는 초고진공에 적합한 용접을 하여야 한다. 저장링 진공챔버는 상판과 하판을 tungsten inert gas welding(TIG 용접)으로 접합한다. 본 논문에서는 TIG용접의 순서, 방법, 그리고 용접으로 인한 변형등의 결과에 대해 설명하고자 한다.

II. 저장링 챔버 용접

용접부위의 모양은 기계가공을 하기가 쉬워야 하며 열전도양을 최대한 줄여서 용접에 의한 수축을 최소로 하여야 한다. 또한 용접부위의 결함이 발생하였을때 보수용접을 하기가 용이 하여야 한다. 그림1에 용접단면의 모양을 나타내었다.

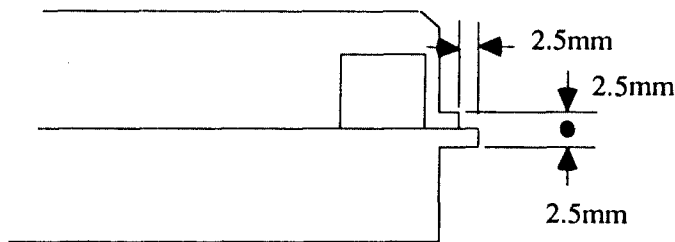


그림1 용접부의 단면형상

용접부위에 있는 기름, 먼지, 산화피막등을 제거하여 기공 (blow-holes) 이나 균열을 방지 하도록 초고진공에 적합한 화학세척을 한다. 용접은 화학세척을 한후에 시간이 경과함에 따라 산화막이 급격히 증가하기 때문에 24시간 이내에 함을 원칙으로 하며 용접직전에 Stainless steel Brush로 용접부위의 산화막을 제거한다. 용접시 실내의 습도가 80%을

넘으면 blow-holes의 량이 급격히 증가하기 때문에 50%정도로 유지하며 먼지를 최소화 한다.

용접봉은 Al 5083의 용접시 연성을 최대로 하고 균열을 최소로 하도록 직경 1.6 mm의 ER5356을 사용하며 전극봉은 지르코늄 텅스텐을 사용한다.

먼저 400-500mm 간격으로 가용접(tack welding)을 한후에 본용접을 좋게 하기 위해 덧살을 제거한다. 챔버 양쪽끝에는 용접도중에 균열이 생기지 않도록 가용접을 60mm정도로 길게한다. 전둘레용접(Perimeter closure welding)은 진공챔버의 바깥쪽부터 먼저하며 약 300mm정도씩 후진법(Backstep sequence)으로 용접한다. (그림2 참조)

이때 용접을 중단할때는 용접 비이드(Bead)를 10-20mm 정도 겹치도록하여 crater처리를 한다.

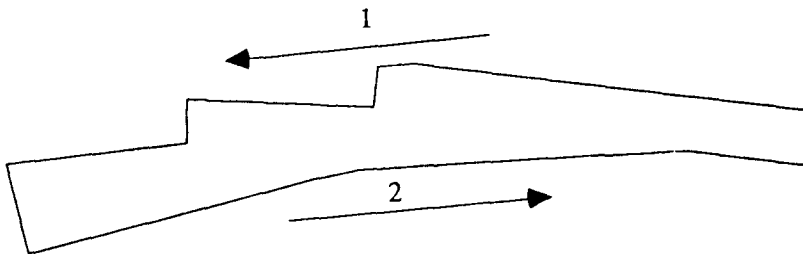


그림 2 용접순서

III. 결과

용접시 다이알 게이지를 설치하여 챔버 각부분의 변형량을 측정하였다. 챔버단면방향으로 최대 변형이 1.1mm로 측정되었다. 또한 단위길이당 변형량은 약 0.1mm/m였다.

용접을 실시한후에 육안검사를 하여 용접부위의 균열, Pin-hole을 조사한후에 Helium leak test를 실시하였다. 그 결과 모든 용접부위의 Helium에 대한 누출량이 1×10^{-10} Torr/s이하로 알루미늄 초고진공 용접이 성취되었다.