

포항가속기 저장링챔버의 초고진공용접과 변형

포항가속기 연구소

최만호, 류춘길, 김명진, 김효윤, 이해철, 한영진, 최우천

1. 서론

포항가속기에서는 제 3세대 가속기를 건설중에 있다. 가속기는 길이 168m의 선형 가속기와 둘레가 280m인 저장링으로 구분되는데, 저장링은 12 superperiod로 구성된다. 1 superperiod는 7m 길이의 sector I, 10m 길이의 sector II, 5m 길이의 straight chamber로 구성되는데, sector chamber는 상판과 하판으로 구분된다.

이 chamber들은 전자빔을 5시간 이상 확보하기 위하여 1×10^{-10} Torr (1 Torr는 760분의 1기압)의 초고진공이 요구되고 있다. 용접은 chamber 외주를 따라 실시하게 되는데 초고진공에 적합하도록 leak가없고 virtual leak, pin hole등을 최소화 하는 용접이 요구된다.

전자빔을 monitor하는 BPM (beam position monitor)이 불필요한 빔을 차단하는 Photonstop port의 용접과 Pump port 용접시 그 용접열에 의해서 변형이 발생하게 된다.

본 논문에서는 proto type sector I, II chamber의 초고진공 용접을 하기 위한 용접준비와 용접시공 방법 그리고 용접변형 경감 방법에 대해 논의한다.

2. 저장링 챔버와 flange의 용접

용접부위의 단면모양은 초고진공에 적합하도록 그림. 1의 A, B, C와 같이 돌출시키거나 trench를 했다. 이렇게 하면 열전도량을 줄여서 용접에 의한 수축을 최소화 할 뿐 아니라 용접부의 단면적을 줄였기 때문에 outgassing을 줄일 수도 있다.

용접전에 용접부위에 있는 기름, 먼지, 산화 피막등을 제거하여 기공, 용융불량, 균열등을 방지하도록 초고진공에 적합한 화학세척을 했다.

용접시 실내의 습도가 80%이상 이 되면 blow-holes량이 급격히 증가하여 초고진공 영역에서 outgassing을 하기 때문에 50%정도로 유지하면서 용접을 했다.

진공용접을 하기위한 용접봉은 강도를 요하지 않고 기밀유지가 우선이기 때문에 균열방지에 효과가 있는 것을 선정해야 한다. 즉 A5083-H321끼리의 용접시 ER5356-1.6mm, A5083-H321과 A2219-T87과의 용접시 ER4043-2.4mm를 사용했다.

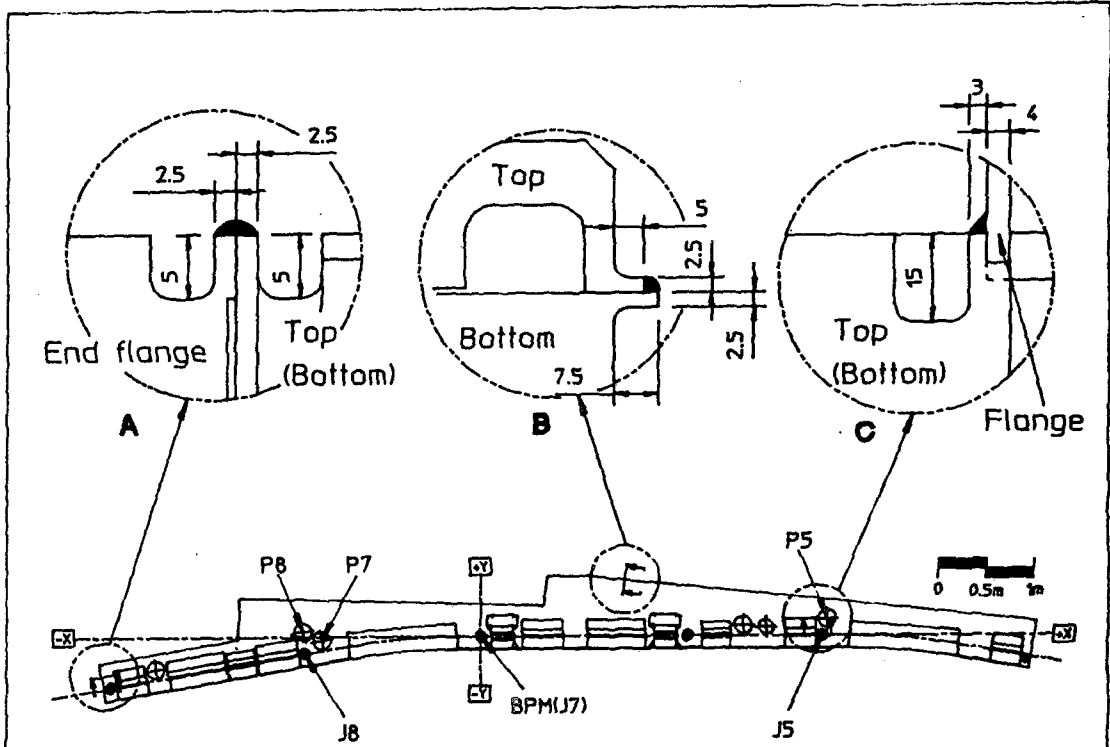


그림 1. Sector chamber II 형상과 welding groove

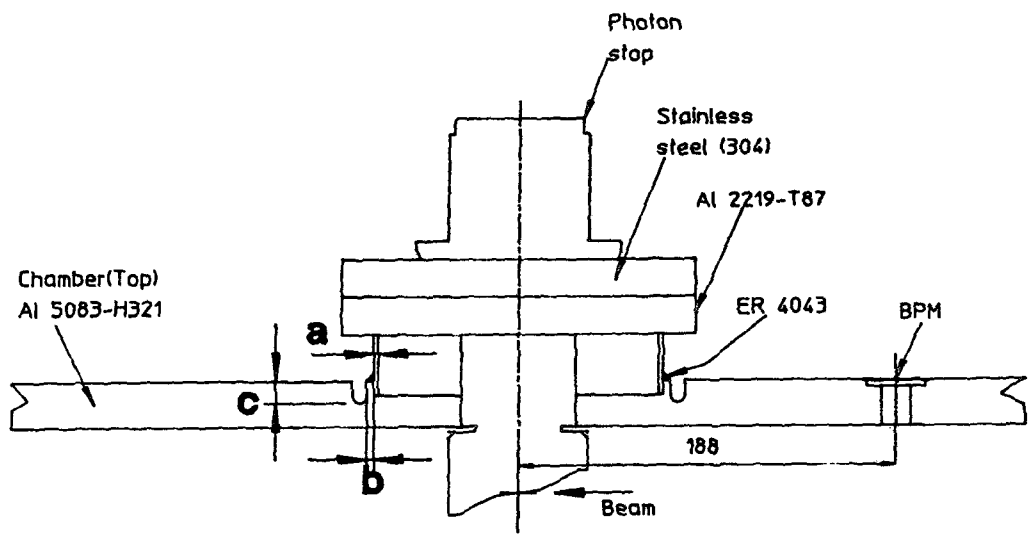


그림 2. Welding groove와 BPM

3. 용접홈과 변형량

Flange용접시 BPM 변형량을 50 μ 이내로 유지하기 위해서 3회의 test를 하였다. trench깊이와 변형량은 깊은 관계가 있기 때문에 그림. 2와 같이 chamber에 용접되는 flange 두께와 trench깊이, 폭 등을 조정하였다. 1차 test에서의 홈깊이 9mm, 전류 165-170A일때의 변형량은 80 μ 이었다. 2차 test에서는 홈깊이를 거의 변화시키지 않고 flange두께를 5mm에서 3mm로 조정 하였을때 전류는 1차 test보다도 낮았다. 3차 test에서는 실제와 똑같은 형상을 가진 sector chamber II를 대상으로 했을때 홈깊이 15mm, 전류 130-150A였다. 이때 변형이 가장 우려되는곳인 top P7, P8을 용접했을때 BPM(J8)의 변형량은 36 μ 이었고 P5를 용접했을때 J5의 변형량은 28 μ 이었다. table. 1에는 이들의 조건과 결과를 나타냈다.

sector chamber의 top에는 photon stop이 bottom에는 ION pump가 조립되기 때문에 강도가 요구되고 있으며, 3차 test의 용접홈은 개선의 여지는 남아 있지만 강도와 변형량은 만족할만하다.

4. 결론

sector chamber II에서 가장 문제되는 BPM J8, J5의 변형량이 36 μ , 28 μ 이었기 때문에 목표하는 50 μ 이내를 만족하여서 양산chamber에 적용하도록 한다.

sector chamber I, II에서의 진공도는 10⁻¹⁰ Torr.l/sec 이하기 때문에 초고진공 용접도 성공적이다.

Table 1. Welding groove와 변형량

| | chamber 종 류 | 용 접 홈 | | | 전 류 | 변형량 | 측 정 방 법 |
|----|----------------------|-------|---|----|-------------|------------------|---------------|
| | | a | b | c | | | |
| 1차 | Test chamber I | 5 | 3 | 9 | 165 - 170 A | 80 μ | Height master |
| 2차 | Test chamber II | 3 | 3 | 10 | 130 - 140 A | - | 3 차원 측정기 |
| 3차 | Proto type sector II | 4 | 3 | 15 | 130 - 150 A | 36 μ (28) | Height master |