2004년도 추계 학술발표대회 발표논문, 2004년 11월, 천안

알루미늄 황동 파이프의 자동브레이징 기술 개발

Automatic brazing technology of Al-brass pipes

윤 광희*, 김 성수, 황 인환
대우조선해양(주)

1. 서 론

원유운반선에 사용되는 heating coil의 재질은 알루미늄 황동(Al-brass), 알루마도금 탄소강관(Aluma), 스테인리스강관이 사용된다.

알루마도금 탄소강관은 내부식성은 우수하나 높은 자재비, 공정관리 및 용접이 어려운 단점이 있으며, 스테인리스강관은 용접은 용이하나 자재비가 높고, 부식방지를 위한 관리가 필요하다. Al-brass는 열전도도가 높고 내부식성이 우수하여 주문주가 선호하고 자재비가 낮아 자재비 절감이 가능하나, 브레이징만으로 접합이 되므로 브레이징사의 고기량이 요구된다.

본 과제는 브레이징사의 기량에 관계없이 Al-brass의 브레이징을 쉽게 할 수 있는 자동브레이징 기술을 개발하고자 하였다.

2. 실험 방법

Al-brass의 자동브레이징을 위한 가열원으로 전기저항과 유도가열을 이용할 수 있으나, Al-brass의 낮은 전기저항 때문에 유도가열은 어려우므로, 전기저항열을 이용하는 장비를 제작하였다.

Al-brass 파이프의 접합은 커플링을 이용하였으며, 브레이징시 삽입금속의 공급이 어려우므로 커플링내에 홈을 파서 여기에 삽입금속을 미리 설치하였다. 삽입금속은 유동성이 가장 좋은 BAg-1a를, 플럭스는 AWS No. 4를 사용하였다.

브레이징 품질 확인을 위한 시험으로 ASME Sec. Ⅸ에서 규정하는 인장시험과 단면관찰을 실시하였고, 현장 시공시 많은 문제가 되는 누수 위험을 평가하기 위해 수압시험을 실시하였다.

3. 실험결과

삽입금속 BAg-1a의 액상선 온도는 635℃이나 실제 파이프와 커플링내의 갭 온도를 측정할 수 없으므로 브레이징 장비의 특정부분에 열전대를 설치하여 브레이징 온도를 추정하였다. 수차례 실험 결과 최적의 브레이징 온도는 920℃였으며, 온도 변화에 따른 시편을 제작하여 인장시험을 하였다. 그 결과 930℃-340MPa, 920℃-267MPa, 925℃-364, 370MPa, 915℃-330MPa로 선급요구기준인 330MPa를 만족하였으나, 적정온도로 선정한 920℃ 시편은 276MPa로 요구기준에 미달하였다. 이는 시험편의 준비 상태 불량, 플럭스 도포 불량이 원인으로 추정되었다.

브레이징 삽입금속의 용입을 관찰하기 위한 단면관찰을 실시하였으며, ASME에서 요구하는 종방향 단면보다는 누수의 위험을 예측할 수 있는 횡방향 단면을 관찰하였다. 각 커플링당 8단면을 관찰하였으며, 결과를 그림1에 나타내었다.

3개 시편 모두 평균 충진율은 70%이상으로 양호한 결과를 얻었지만, ASME 요구조건인 80%에는 미달하였다.

평균충진율과 수압시험시 누수위험과의 관계를 파악하기 위해 수압시험 시편을 제작하여 수압시험한 결과 3개중 11개는 수압시험 시작 직후 누수가 발생하였으나, 2개 시편은 양호한 결과를 보여주었다. 수압시편 3개에 대한 단면관찰 결과를 그림2에 나타내었다 누수가 발생한 시편의 평균 충진율은 52%로 매우 낮았으며, 각 위치에 따른 최대 충진율은 12시와 1시 방향에서 0%로 용입이 전혀 이루어지지 않았음을 알 수 있었다. 반면 평균 충진율이 67%로 낮은 시편은 수압시험에 양호한 결과를 보여주었다. 따라서 낮은 인장강도와 낮은 충진율에 의한 수압시험 실패 등

은 주로 시편의 준비불량으로 추정되었으며, 이후 추가 실험에서는 인장시험과 수압시험에서 모두 양호한 결과를 얻었다.

4. 결 론

Al-brass 파이프의 자동브레이징을 위한 실험결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 브레이징시 시편 준비가 품질에 큰 영향을 주었다.
2) 인장시험에서 요구기준인 330MPa를 만족하였다.
3) 충진율은 대부분 70%이상이지만, 요구기준인 80%에는 미달하였다.
4) 수압시험에서 우수한 결과를 얻었다.

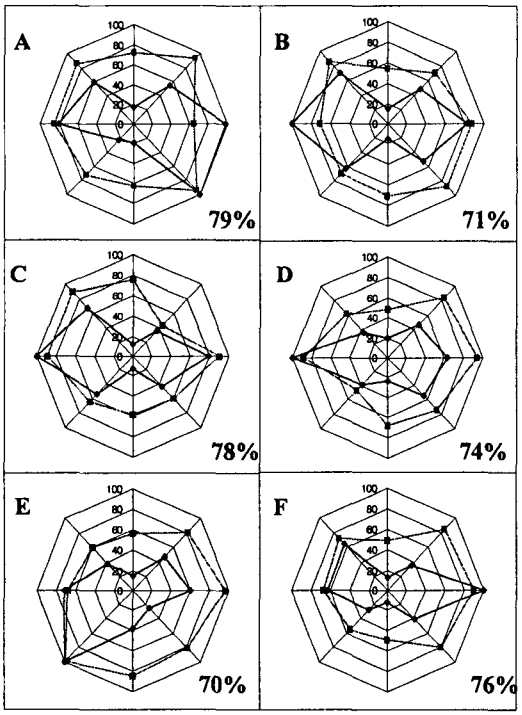

그림1. 단면관찰 - 평균 충진율

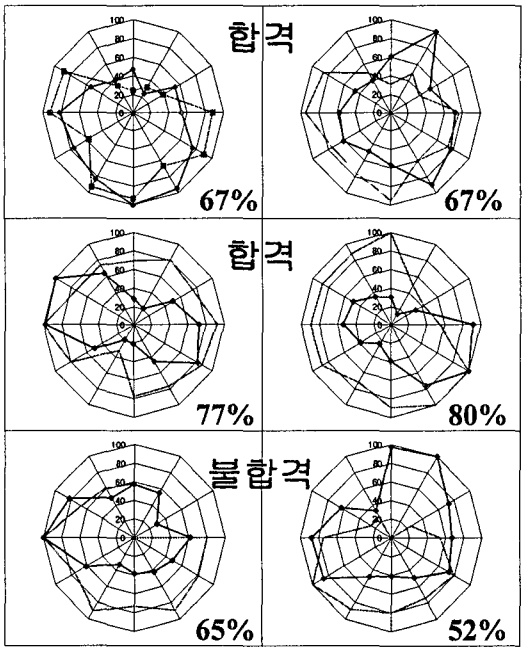

그림2. 수압시편의 단면관찰 - 최대충진율
(우측하단 숫자 : 평균충진율)