

輸送機械의 輕量化를 위한 Aluminum 構造物의 不活性 가스 아크 熔接 施工 및 監理

韓國機械研究院 金桓泰, 黃善孝, 鄭顯甲

1. 서 언

Aluminum 합금은 가벼운 중량과 높은 인장 및 항복강도 그리고 가공성과 성형성이 뛰어나 항공기, 선박, 자동차와 같은 수송기계 분야에서 그 사용량이 점차 증가하고 있으며, 특히 차체가 궤도위에서 일정한 높이로 떠오른 상태에서 초고속으로 주행하는 첨단 교통수단의 자기부상열차의 경우 에너지 절감과 주행성능 향상을 이루는데 매우 효과적으로 활용되고 있다. 1993년 대전에서 개최될 예정인 '93 EXPO 전시회에 첫선을 보일 자기부상열차의 차체 및 구조부품은 경량 구조이면서 동시에 최대한의 안전을 고려하여 차체 벽면의 큰 aluminum 판과 지붕, 부상보기(levitation bogies) system의 aluminum 구조물, 바닥과 underfloor에 사용된 aluminum 샌드위치 패널의 복합 구조물로 이루어져 전자석의 자기력에 의해 궤도에서 일정한 높이로 바뀌없이 부상하여 그 상태를 유지하여 주행할 수 있도록 설계되어 있다. 이와 같이 수송기계에 핵심적으로 사용되고 있는 aluminum 합금 구조물을 올바르게 용접하기 위하여 원재료와 함께 용접시공 process에 대한 검토를 한 후 aluminum의 용접특성에 대한 분석을 바탕으로 자기부상보기의 module frame용 aluminum 구조물의 용접제작을 위한 기술개발과 시공감리를 수행하였다.

2. 원재료 검토

Aluminum 합금은 Table 1과 같이 성분원소에 따라 구분되며 제조과정에서 열처리에 의해 재료의 강도가 얻어지는 열처리용 합금과 냉간가공에 의해 강화되어 재료의 강도가 증가되는 비열처리용 합금으로 나뉘어지는데, 수송기계 구조용 재료로 사용되는 5000계열 aluminum 재료의 주요특징을 보면, aluminum에 Mg을 주성분으로 하고 약간의 Mn을 첨가한 비열처리 합금으로서 Mg을 2.5~5.0% 함유한 5052, 5083 종류가 용접 구조용으로 사용되고 있다. 5000계열 합금은 Mg 함유량에 따라 29kg/mm² 이상의 상당한 인장강도가 얻어지며 적당한 성분의 용접봉이나 전극 wire를 사용하면 용접성도 향상되고 내식성 특

히 내해수성이 좋아진다. 그러나 Mg 함유량이 5% 이상이 되면 응력부식이 쉽게 발생하게 되므로 Mn과 Cr를 첨가하여 이를 방지하고 있다. 한편 aluminum은 철강재료와 성질이 다르기 때문에 국부가열이 힘들고 다량의 열을 급속하게 공급해야 할 필요가 있으며 용접변형이 발생하기 쉽고 합금에 따라 고온에서 응고균열(고온균열)이 자주 발생하며 용접열에 의해 용접열영향부가 연화되어 강도가 떨어지고 blowhole 또는 porosity의 용접결함이 발생하기 쉬운 용접특성을 지니고 있다.

3. Aluminum 구조물의 용접 시공 감리

수송기계 구조물의 aluminum 재료는 위치에 따라 박판과 후판의 형태로 사용된다. 차체 구조물용으로 사용되는 박판재료는 용접시 burn through, 변형, weld porosity의 위험성을 지니고 있으며, 지지 및 안내 시스템 구조물용으로 사용되는 후판재료는 용입불량, 용접균열, 변형, weld porosity 발생의 위험이 있으므로 용접설계시 welding efficiency와 함께 이들 요소들을 고려하여 welding procedure를 결정하였다.

3. 1 Welding procedure qualification

- welding procedure와 welding condition
- welding machine와 apparatus 점검
- welding techniques 교육
- filler metal의 certification

3. 2 Welder training 및 welder qualification test

- welder qualification
- guided bend test, fillet weld break test

3. 3 Aluminum welding procedure qualification

- weld joint design
- welding condition
- base metal and preparation
- welding test의 형태와 종류
- welding procedure specification 작성

3. 4 Aluminum 용접부의 비파괴검사

- Penetration inspection
- Ultrasonic test

4. Aluminum 구조물 용접의 품질관리

- 모재 및 용가재
- 용접기기
- 보수용접
- 용접변형
- 용접균열

5. 결 언

수송기계 구조물의 안전성과 신뢰성을 확보하기 위해 aluminum 용접 구조물에 대한 용접시공과 감리업무를 수행하여 aluminum 용접부의 품질을 향상시켰으며, 이를 위해 현장의 용접 문제점 해결과 함께 수송기계의 제작을 위한 현장 기술지도에 중점을 두었다. 또한 aluminum 구조물의 최적 용접시공 procedure의 도입과 작업환경의 개선 및 welder training을 통하여 용접결함이 없는 건전한 용접부를 만들고 용접변형을 방지하는 업무도 함께 수행하였다.

금번의 수송기계 제작을 통해 축적된 aluminum 구조물의 용접제작 기술과 시공감리에 관한 기술을 더욱 발전시킴으로서 수송기계의 생산성 향상과 안전성 확보에 크게 활용될 것으로 기대된다.

6. 참고문헌

- 1) Welding of Aluminum and Aluminum Alloys, DMIC Report 236, 1967.
- 2) High Strength Aluminm Alloy, WRC Bulletin 320, 1986.
- 3) Aluminum 합금의 용접, 용접기술, No. 6, 1988.
- 4) Railroad Welding Specification, AWS D15. 1-86.
- 5) Welding of Aluminum, Alcan, 6th Edition, 1984

Table 1. Aluminum 합금 재료의 종류

구 분	종 류	분 류
비열처리형 합금	순 Aluminum	1000계
	Al-Mn계 합금	3000계
	Al-Si계 합금	4000계
	Al-Mg계 합금	5000계
열처리형 합금	Al-Cu-Mg계 합금	2000계
	Al-Mg-Si계 합금	6000계
	Al-Zn-Mg계 합금	7000계

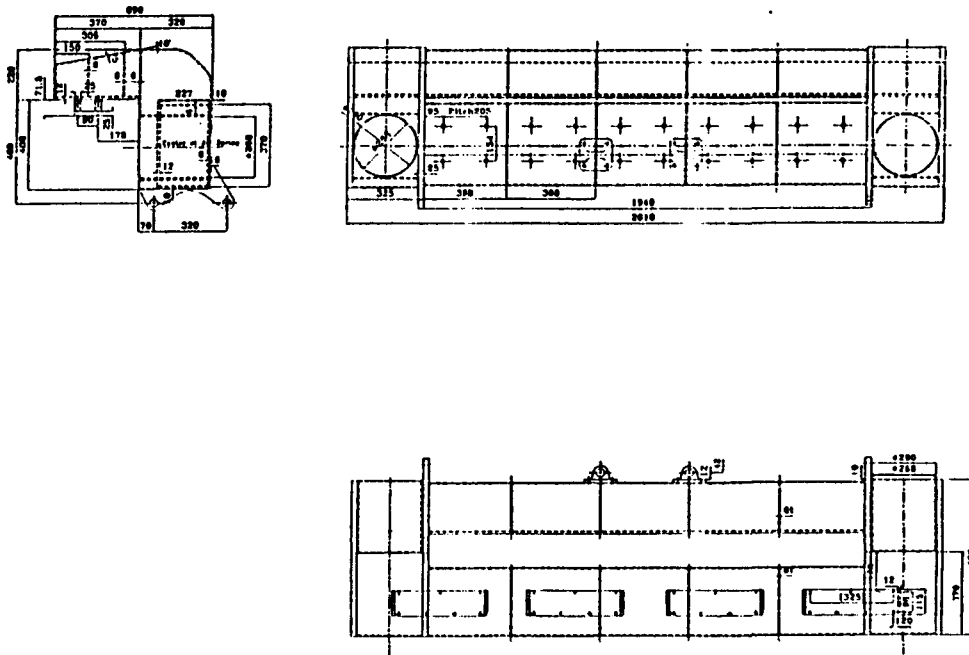


Fig. 1 Module Frame 제작도

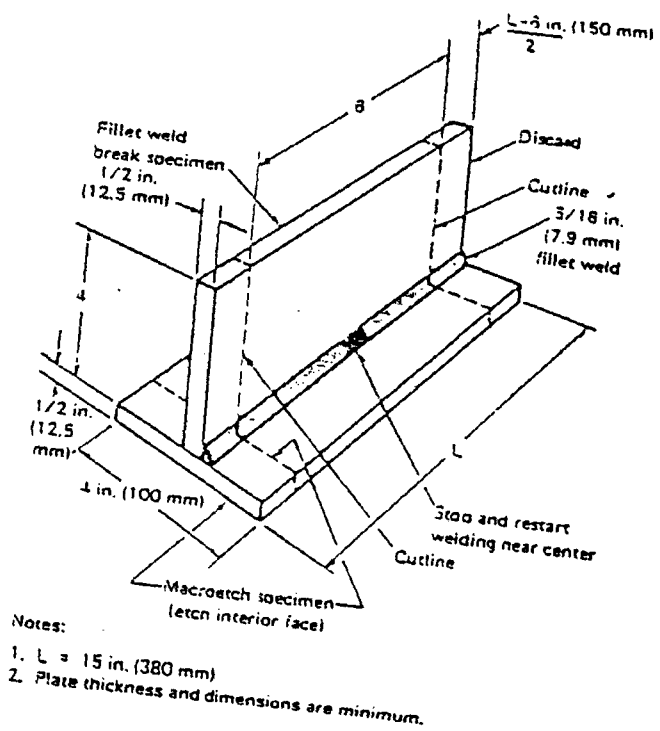


Fig. 2 Fillet weld break test 용접

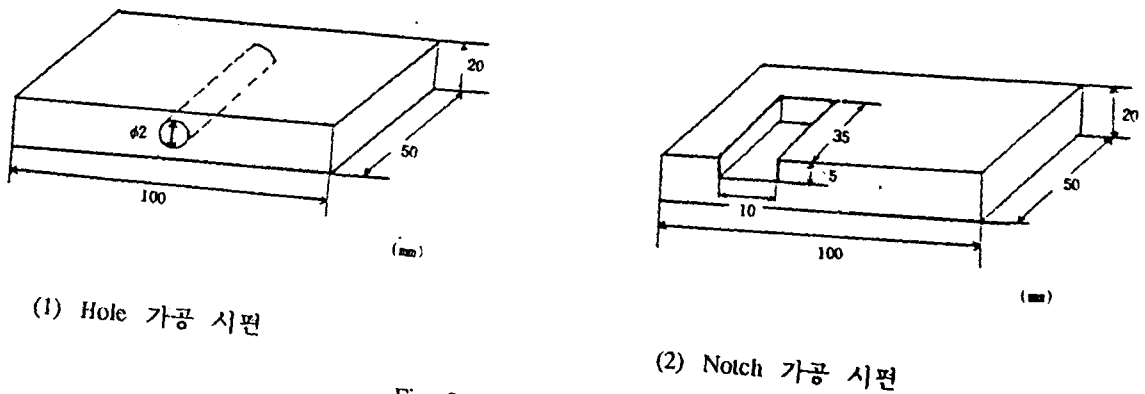


Fig. 3 Ultrasonic test block