

진공용기 GTAW 기법 개발에 관한 연구

A Study on the GTAW Process for Vacuum Vessel

김대순*, 성희준, 김윤춘(현대중공업), 도철진(기초과학 지원연구소)

1. 서론

본연구는 핵융합설비의 주장치인 진공용기의 제작을 위한 적정의 용접방법 및 용접재료를 선정하고 실제 제작에 있어서의 제반 문제점을 해결하기 위한 기초자료를 확보하기 위하여 수행되었다. 핵융합설비의 사용목적상 주장치는 플라즈마를 유지하기위한 장치이며, 이플라즈마는 외부 초전도체에 의하여 운영중 제어되는 특성을 가지고 있다. 따라서 재료자체 및 용접부의 투자율(Magnetic Permeability)이 엄격히 통제 되며, 이로 인하여 통상의 용접재료로서는 요구조건을 충족시킬 수 없다.

본연구에서는 이러한 요구 조건을 만족하는 적정의 용접재료를 선정하고 용접부의 건전성을 확보하기 위한 용접조건인 정립 및 전체적인 Dimension 제어를 위한 용접 및 제작시의 변형제어 방법에 대하여 검토하였다.

2. 모재 및 용접재 사양

본 주장치에 사용되는 강재는 스테인리스 316LN 이며 , 사용목적상 Co 에 대한 엄격한 규정이 존재하며 투자율에 대한 특별한 규정이 있다. 그 상세사항은 다음 표와 같다.

표1. 모재의 화학성분 및 강도규정

재료명	화학성분									기계적 성질				투자율
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Mo	V	항복강도	인장강도	연신율	충격치	
	(Kg/mm ²)													
316LN	0.03 (0.02)	0.75	2.0	0.045 (0.03)	0.03 (0.015)	10~14	16~18	2~3	0.10	21.1	52.7	40	Avg.42J min.22J	1.04

* 용접부 투자율 : max. 1.10

3. 용접재 선정 및 시험

다음 표2는 본 장치의 사용목적에 따른 용접재료의 선정을 위하여 1차 선정된 용접재료들로서 공히 페라이트 함량이 거의 없는 재료로서 고온균열 민감성이 매우 높을 것으로 추정되어 고온균열 민감성 시험과 용접작업성 시험을 토대로 평가하였다.

- FISCO 시험 :

FISCO 시험을 통하여 4개의 시험편에 대하여 고온 균열 민감성을 평가하였다. 시험 결과는 전 시험편 공히 고온 균열이 발생하지 않았다. 그러나 용접재 중 Mn 함량이 가장 높은 Thermanit 19/15의 경우 산화 정도가 가장 심하였다.

- 표면 균열 시험

용접부 내에 미세한 균열이 존재할 가능성이 있어서 용접부에 대하여 그라인딩 후 표면을 PT로 확인하여 보았으나 균열의 발생은 없었다.

표2. 용접재료 선정시험 결과

	투자율	FISCO 시험	용접부 표면 연마후 PT 결과	용접성		
				작업성	표면 산화	이면 비드
316LN	1.04(B.M.) 1.1(W.M.)					
ASN5-1G	1.01056	No-crack	No-crack	보통	표면 산화 없음	우수
WEL TIG 316CS	1.00915	No-crack	No-crack	보통	표면 산화 없음	우수
Thermanit 19/15	-	No-crack (표면 산화)	No-crack	-	표면 산화	-
25.22.2LMn	1.00892	No-crack	No-crack	우수	표면 산화 없음	우수

4. 용접변형 제어방법

아주 엄격한 Dimension 의 관리를 위하여 용접중 및 용접후의 변형은 최소로 유지하여야 하기 때문에 그림과 같은 Mock-up 시험을 통하여 3차원 측정 데이터를 수집 분석하였으며 그림과 같은 특수한 Jig & Fixture를 개발하였다. 본용접변형에 대한 데이터의 분석결과는 추후 발표예정이다.

