

고합금 소재 용접부의 고온균열에 관한 연구동향

길상철*, 김환태**

*한국과학기술정보연구원 정보분석본부

**한국과학기술정보연구원 ReSEAT 프로그램

e-mail:htkimm@kisti.re.kr

Hot Cracking of High Alloy Metal Weldment

S. C. Kil*, H. T. Kim**

*Information Analysis Center, Korea Institute of Science and Technology Information

**Reseat Program, Korea Institute of Science and Technology Information

요 약

The increasing interest in the hot cracking behavior of the high alloy metal weldment is placing stringent demands on the manufacturing techniques and performance requirements, and the manufacture employs the high quality and efficiency high alloy metal welding technology. This paper covers recent research trends of the hot cracking behavior of the high alloy metal weldment including the SCI-E analysis of published papers, research subjects and research institute analysis.

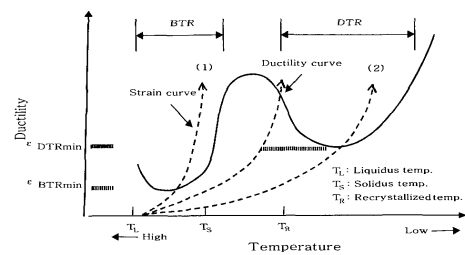
1. 서론

21세기의 주요 에너지원인 원자력 플랜트를 포함한 각종 기기류의 성능 향상 및 품질 안정화를 이루는데 필수적인 고합금 소재의 고능률 용접·접합기술은 자동차, 선박, 항공기, 전자기기 등의 중화학구조물과 부품류 제작에서 중요한 역할을 하고 있으며, 이와 같은 관점에서 볼 때 부가가치가 높은 수송기기, 전기전자기기 등의 품질과 경제성을 확보하기 위한 고합금 소재의 고능률 용접·접합기술의 국내 연구와 개발의 중요성은 매우 크다고 판단된다.

이번 발표에서는 고능률 용접기술분야에서 지식기반 산업사회를 선도해 나갈 수 있도록 한국과학기술정보연구원이 보유하고 있는 학술정보와 최근 조사된 국내외 학술대회의 발표자료를 중심으로 한국과학기술정보연구원의 분석시스템을 이용하여 수집된 고합금 소재의 용접품질 확보를 위한 용접부의 고온균열거동에 관한 국내외 기술문헌을 통해 최근의 연구 동향을 조사하고 정리하였다.

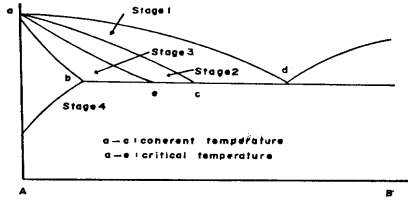
2. 고합금 소재 용접부의 고온균열거동

고합금 소재 용접부의 취화는 고온균열이 주를 이루고 있으며, 그림 1과 같이 응고취성 온도범위에서 (brittleness temperature range, BTR)의 편석균열인 응고균열과 액화균열, 연성저하 온도범위에서 일어나는 연성저하균열이 있다.⁽¹⁾

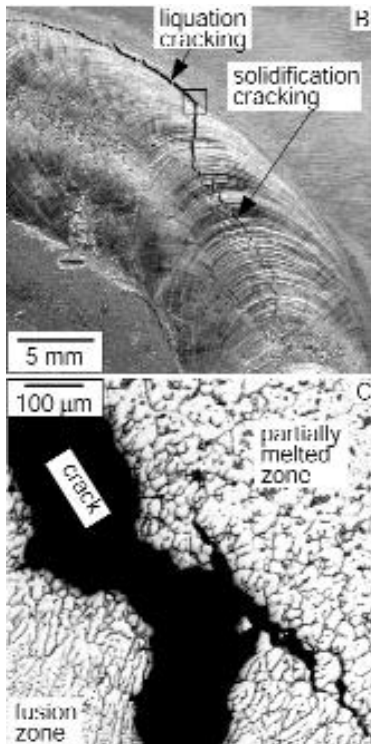


[그림 1] 고온균열과 고온연성곡선⁽¹⁾

용착금속에 발생하는 응고균열의 발생기구는 Pumphery의 shrinkage brittleness theory⁽²⁾, Pellini의 strain theory⁽³⁾, Borland의 generalized theory⁽⁴⁾, 그리고 Prokhorov theory⁽⁵⁾ 등으로 정리되어 있으며, 이 중에서 그림 2의 generalized theory가 고온균열의 여러 현상을 잘 설명할 수 있는 것으로 알려져 있다.



[그림 2] 응고균열 순서와 Generalized Theory⁽⁴⁾



[그림 3] Al 2219 용접부의 응고균열과 액화균열 발생도⁽⁶⁾

고합금 소재중에서 비중이 작고 비강도가 높은 경량합금의 수송기에 대한 적용이 확대됨에 따라 알루미늄합금과 마그네슘합금의 용접기술의 중요성이 높아지고 있다. Al 합금과 저합금강의 이음부에서 발생한 용접금속의 응고균열과 초내열합금의 HAZ에서 발생한 액화균열은 그림 3과 같다.⁽⁶⁾

3. 학술정보분석

ISI Web of Knowledge를 통해 제공하는 한국과학기술정보연구원의 과학기술학술정보 데이터베이스인 Science Citation Index Expanded(SCI-Expanded)를 이용하여 고합금 소재의 고능률 용접기술에 관한 학술정보를 검색하고 분석하였다. SCI-Expanded는 과학잡지 문헌의 학술적 색인으로서, 150개 과학분야에 걸쳐 7,100개 이상의 주요 잡지를 완전하게 색인

을 부여하고 색인기사 모두의 피인용문헌을 수록하였다. 1899년부터 현재까지 데이터가 수록되어 있다.

그림 4의 검색순서를 통하여 고합금 소재의 고능률 용접부에 발생하는 응고균열, 액화균열, 연성저하균열 등에 관한 학술정보(1985년 이후 발표분, 2011. 6월 기준)를 검색한 후, 총 415건의 기술자료 중에서 초록을 검토하여 관련도가 다소 떨어지는 학술정보를 제외한 고합금 소재(Al합금, Mg합금)의 용접에 해당되는 문헌 97건 만을 대상으로 연도별, 국가별, 연구기관별 기술 문헌 발표동향을 분석하였다.

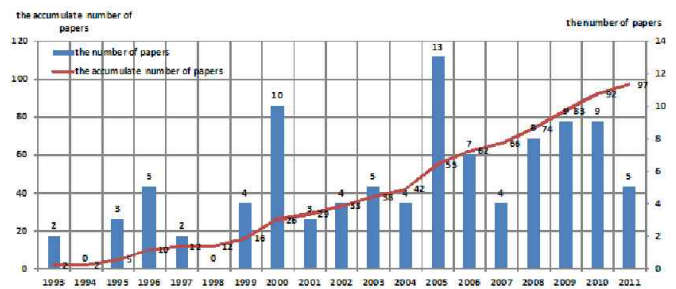
Web of ScienceSM

Science Citation Index Expanded is a multidisciplinary index to the journal literature of the sciences. It fully indexes over 7,100 major journals across 150 scientific disciplines and includes all cited references captured from indexed articles
Database Coverage: 1899 to present



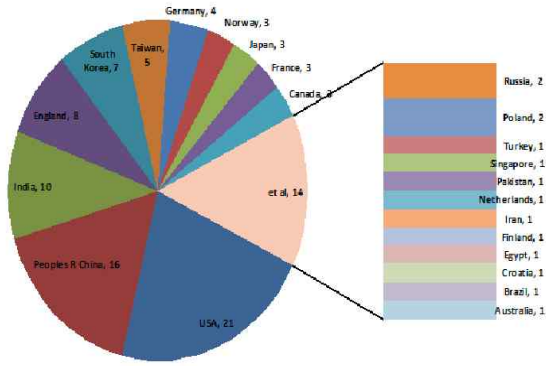
[그림 4] 고합금 소재 용접접합기술의 정보분석 흐름도

고합금 소재의 고능률 용접부에 발생하는 응고균열, 액화균열, 연성저하균열 등에 관한 학술정보의 연도별 발표현황(그림 5 참조)을 보면, 2000년 이후 발표량이 증가하여 2005년부터 매년 7편 이상 발표되었으며, 특히 2005년과 2007년에는 한 해에 10편 이상의 학술정보가 발표되었다.



[그림 5] 연도별 고합금 소재 용접기술문헌 발표현황(Year)

국가별로는 그림 6과 같이 미국이 21편의 학술정보를 발표하여 가장 활발한 움직임을 보이고 있는데 중국, 인도, 영국, 한국 등이 그 뒤를 따르고 있다.



[그림 6] 국가별 고합금 소재 용접기술문헌 발표현황(Tear)

한편 주저자가 소속한 기관들을 살펴보면, 미국의 University of Wisconsin이 9편, 인도의 Indian Institute Technology 5편, 중국의 Harbin Institute Technology가 4편의 학술정보를 발표하였다.

4. 결론

1. 부가가치가 높은 기계류 부품의 건전성과 신뢰성 확보의 관점에서 응고균열, 연성저하균열, 루트균열, 응력부식균열 등에 대한 저항성이 우수한 고합금의 제조기술과 이에 대한 용접기술이 관심을 모으고 있다. 응고균열에 대한 저항성을 높여주기 위해서는 고합금 소재가 다른 합금원소에 대하여 적당한 용해도를 가지며, 고상선과 액상선의 온도간격을 좁게 유지하도록 하는 것이 중요하다.
2. 고합금 재료의 용접부에 발생하는 응고균열을 방지하기 위해서는 용융지의 형상이 타원형이 되도록 용접속도를 선정해서 사용해야 한다. 그리고 용접작업 및 용접후열처리 중 용접부에 과도한 응력이 부과되지 않도록 용접시공기술을 개발하는 것이 중요하다.

참고문헌

- [1] 김 환태, 황 선효, 남 수우, “용접구조용 7000계열 고장력 Al-Zn-Mg 합금의 용접특성과 용접균열에 관한 고찰”, 대한용접접합학회지, vol.12, no.1, 1994년 3월, pp.28~37
- [2] W. I. Pumphrey : J. of Institute of Metals, Vol. 75, 1948, p. 235
- [3] W. S. Pellini : The Foundry, Vol. 80, 1952, p. 125

- [4] J. C. Borland : British Welding Journal, Vol. 8, 1961, p. 526
- [5] B. F. Dixon : Metal Construction, Vol. 4, 1984, p. 232
- [6] C. Huang, S. Kou, “Liquation Cracking in Full-Penetration Al-Cu Welds”, Welding Journal, Vol. 83, No. 2, 2004, pp.50S~58S