

저온용강 HAZ의 충격인성에 미치는 Alloy Design의 영향

Effect of alloy design on impact toughness of HAZ of low temperature steel for LPG carriers

김 결실
POSCO 기술연구소

1. 서론

최근 선박 건조의 고부가가치화에 따라 국내 조선업체의 LPG선 건조가 증가하고 있는 추세이다. LPG선의 tank용으로 사용되는 저온용강에 있어서 용접열영향부의 충격인성에 미치는 alloy design의 영향에 대하여 조사하였다. 열cycle 재현시험을 이용하여 alloy design에 따른 충격인성의 변화를 조사하였고 용접 열cycle 과정에서의 조직의 변태과정을 관찰 분석하였다.

2. 실험방법

본 연구에 검토된 저온용강의 alloy design계는 Cu-Ni-Nb-Ti계, Nb-Ti계, Ti-B계 및 Nb-Ti-B계의 4가지 이다. 열cycle 재현시험은 판두께 14mm에 입열량 45kJ/cmm와 판두께 16mm에 입열량 86kJ/cmm의 SAW용접의 경우를 가정하여 800°C에서 500°C까지의 냉각시간을 60초와 130초의 2가지 조건으로 설정하였다. Charpy 충격시험으로 천이온도를 구하여 alloy design에 따른 용접열영향부의 충격인성을 평가하였다. 용접 열cycle 냉각과정에서 700°C, 675°C, 650°C 및 625°C에서 quenching을 하여 조직의 변태과정을 관찰하였다.

3. 결과 및 검토

Alloy design에 따른 용접열영향부의 충격인성 평가 결과를 Table 1에 정리하였다. 입열량에 관계없이 Ti-B계의 충격천이온도가 -60°C로 다른 합금계보다 우수한 것으로 나타났다. 이러한 결과는 용접 열cycle 재현시험에서 냉각하는 도중에 quenching하여 조직의 변태과정을 관찰하게 되면 설명될 수 있다. Photo.1에 Ti-B계의 용접 열cycle 냉각과정에서의 조직을 보여준다. 냉각과정에서 온도에 따른 조직의 변태를 관찰하면 700°C에서 austenite 입계에 grain boundary polygonal ferrite 또는 ferrite allotrimorph의 생성이 시작되고, 675°C에서는 austenite 내부에 intragranular ferrite plate (IFP)가 생성되고 있음을 알 수 있다. 이러한 IFP의 생성에 의하여 용접열영향부의 변태조직이 미세화되어 충격인성이 좋은 것으로 해석된다. 전자현미경으로 관찰한 결과를 보면 IFP의 핵생성 site는 borocarbide ($Fe_{23}B_6$) 또는 BN가 석출한 부위인 것으로 밝혀졌다.

Table 1. Charpy V-notch transition temperature of synthetic HAZ of Cu-Ni-Nb-Ti, Nb-Ti, Ti-B and Nb-Ti-B steel

Steel	vT _{RE} of synthetic HAZ (°C)	
	$\Delta t_{8/5} = 130\text{sec}$	$\Delta t_{8/5} = 60\text{sec}$
Cu-Ni-Nb-Ti	-15	-15
Nb-Ti	-20	-20
Ti-B	-62	-58
Nb-Ti-B	-43	-37

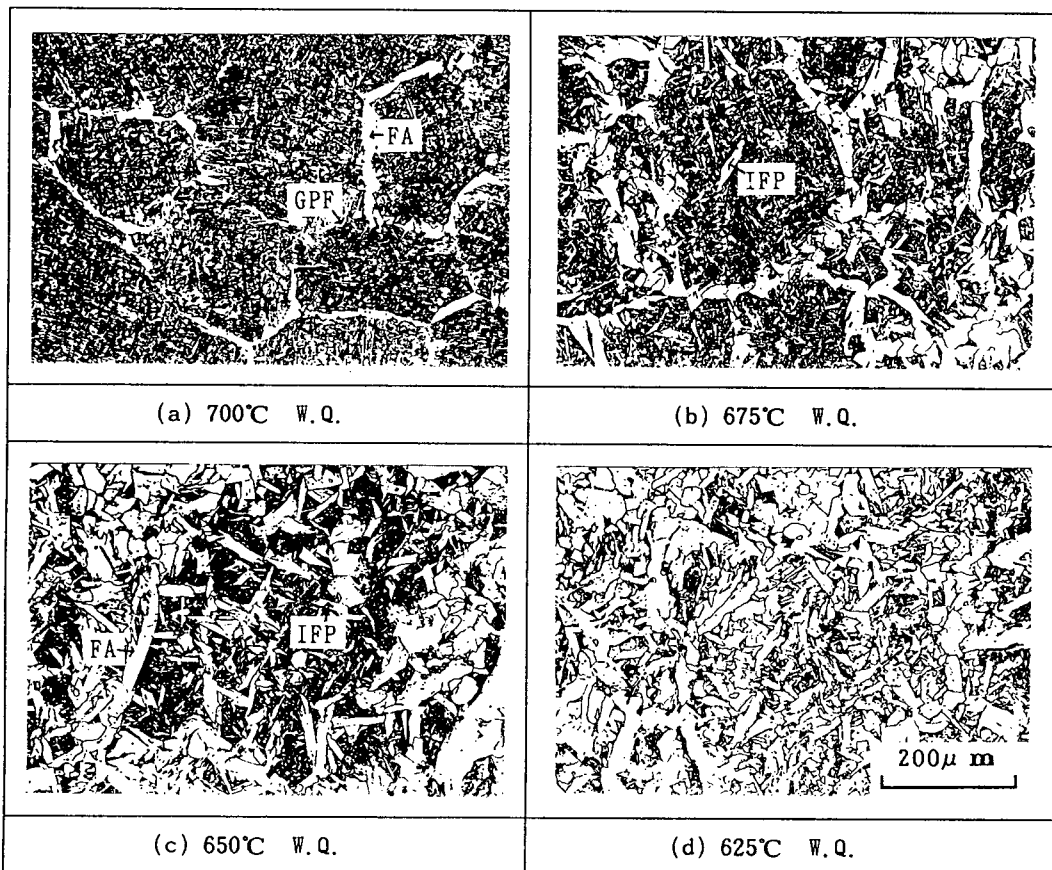


Photo.1. Microstructures of Ti-B steel quenched at 700°C, 675°C, 650°C and 625°C during synthetic heat cycling