

저온용 강재(FH-grade)의 선상가열에 따른 재료 특성 연구

A Study on Material Characteristic of Low Temperature Steel(FH-grade) by Line Heating Method

권택규 이상혁 한종만
대우중공업(주) 조선해양부문

1. 서론

LPG 운반선에 적용되는 강재는 저온의 화물을 Cargo Tank에 적재하게 되므로 저온에서의 인성 확보가 가장 중요하다. 당사에서 건조중인 LPG Cargo Tank의 설계온도는 -48°C 로서 IGC Code에 따라 Thickness가 25mm 이하인 경우, 설계온도보다 -5°C 낮은 온도나 -20°C 중에서 낮은 온도에서의 충격치를 규정하고 있으며, 따라서 저온용 강재는 -53°C 에서의 충격치가 확보되어야 한다. 그러나 필연적으로 Cargo Tank의 경우 제작과정에서 Hot Bending을 위한 Heating 공정을 거치게 되므로 이로 인한 재료의 기본적인 물성치 변화가 발생할 가능성이 있다.

본 연구에서는 Hot Bending시에 저온용 FH Grade 강재의 재료 물성치에 영향을 주지않는 최대 Line Heating 가능온도를 공냉, 수냉의 경우로 나누어서 Heating Test를 실시하였으며, Bending, Impact Test를 실시하여 규격의 요구치를 만족하는 조건을 선정하였다.

2. 실험방법

가스토치와 냉각노즐을 장착하고, 3축으로 제어되는 자동히팅장치를 사용하여 Fig. 1에서 보이는 바와 같이 선상가열을 행하였다. 가열온도는 $900 \pm 20^{\circ}\text{C}$, 가열속도는 28cpm으로 하였으며, 동일 부위를 3회까지 가열하여 각각 수냉 및 공냉하였다.



Fig. 1 View of line heating test

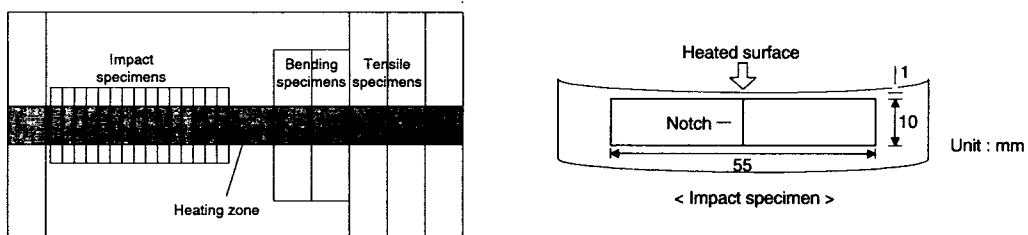


Fig. 2 Schematic diagrams of specimen for line heating test

강재는 13mm두께의 TMCP강재(FH-grade)를 사용하였으며, Fig. 2와 같이 열영향부를 포함한 강재는 각변형, 성분, 조직, 경도충격, 인장, 굽힘시험 등을 통하여 성능을 평가하였다.

3. 시험결과 및 고찰

성분 및 탄소당량은 기본적으로 규격을 만족하였으며, 공냉의 경우 $\Delta t_{8/5} = 16\text{sec}$, 수냉의 경우 $\Delta t_{8/5} = 5\text{sec}$ 의 냉각속도를 보였다. 공냉 및 수냉 공히 경화조직은 발생하지 않았으며, 열영향부의 크기도 차이가 없었다. 경도는 Fig. 3에 보이는 바와 같이 수냉 및 공냉 모두 Hv200 이하를 나타내었고, 공냉의 경우는 모재와 거의 같은 경도를 나타내나 수냉의 경우는 40정도 높은 경도를 보인다. 냉각속도가 FH Grade TMCP강재의 조직 및 경도에 미치는 영향은 적은 것으로 평가되며, 이 정도의 경도는 SCC를 유발할 가능성이 없는 것으로 보고되어 있다.

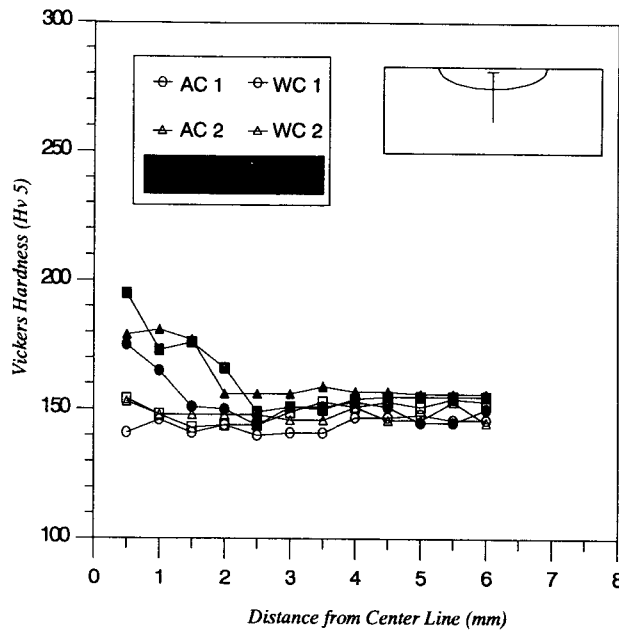


Fig. 3 Hardness values of cross section

각변형량은 선상가열 횟수에 비례적으로 증가하며 수냉의 경우가 공냉의 경우 보다 약간 더 큰 각변형량을 보여 주며, Table 1에서 보이듯이 이러한 경향은 가열횟수가 증가함에 따라 현저해진다.

Table 1. Measured values of angular distortion

Items	Angular distortion (mm)			
	Point 1	Point 2	Point 3	Avg.
AC 1	2.0	2.5	2.5	2.3
AC 2	6.5	6.0	6.0	6.2
AC 3	11.0	11.0	10.0	10.7
WC 1	1.5	2.0	3.0	2.2
WC 2	6.0	7.0	8.0	7.0
WC 3	12.0	13.0	14.0	13.0

또한 기계적 성질에 있어서 항복강도, 인장강도, 연신율, 굽힘시험에 있어 모두 규격을 만족하였으며, 충격시험 역시 Fig. 4에서 보이는 바와같이 규격을 만족하였다.

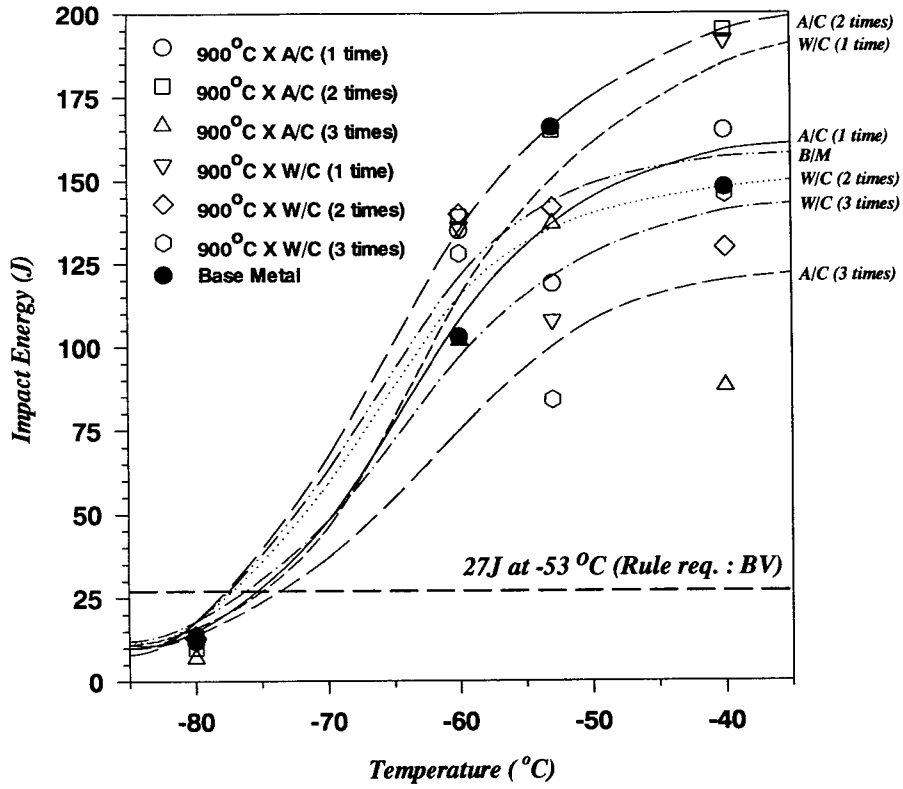


Fig. 4 Transition curves of line heating

4. 결론

FH Grade 강재를 900°C의 온도에서 3회까지 선상가열을 행했을 경우 BV-FH32 규격을 모두 만족하였으며, 공냉 및 수냉 모든 경우에 있어서도 선상가열에 의한 곱가공이 가능한 것으로 평가되었다.