

용접열영향부 미세조직 및 인성에 미치는 Ti산화물의 영향 (Effect of Ti-oxide on HAZ microstructures and toughness of steel)

포항제철(주) 기술연구소 정 홍철, 김 태웅

1. 서론

최근 차세대구조용강재로서 일반강의 화학조성으로 ferrite조직을 초미세화하여 강도를 2배로 향상시키려는 연구가 국내외에서 활발히 진행되고 있다. 그러나 이러한 ferrite 초세립강은 용접시 용접열에 의하여 용접열영향부(HAZ)의 결정립이 조대화되어 용접열영향부의 물성저하가 예상되며, 용접열영향부의 물성향상을 위해서는 조대화된 결정립내 미세조직의 제어가 필요하다.

따라서 본 연구에서는 용접열영향부의 미세조직 제어를 위해서 고온에서 안정한 산화물을 미세분산시켜 입내 ferrite의 변태를 촉진시킨다고 보고¹⁾되고 있는 Ti산화물강을 제조하여 Ti산화물강의 용접열영향부 미세조직 및 인성에 미치는 Ti산화물의 영향을 검토하였다.

2. 실험 방법

본 연구에 사용한 시험재는 0.15C-1.5Mn계의 일반강 성분계로 진공용해후 두께 13mm로 일반압연을 행하였다. 시험재의 화학성분은 Table 1에 나타내었다. 용접열영향부의 미세조직 및 인성을 검토하기 위하여 용접재현 HAZ Simulator를 이용하여 최고가열온도를 1400°C로 하고 $\Delta t_{800-500}$ 를 10, 20, 40, 60sec의 열cycle을 부여하여 재현 HAZ 미세조직 관찰 및 재현HAZ 충격시험을 행하였다. Fig.1에서 용접열cycle의 조건을 나타내었다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig. 2는 Ti계 산화물강인 시험재 A와 B의 -20°C에서의 재현HAZ 충격인성의 결과를 나타낸 것이다. 시험재 A와 B는 산소량을 제외하고 모두 동일성분인데도 불구하고 충격인성의 차이를 보이고 있다. Fig.3은 시험재 A와 B의 2~3 μm 크기의 개재물 갯수를 비교한 것이다. 일반적으로 Ti산화물의 크기가 2~3 μm 가 IFP(Intragranular ferrite plate)형성에 효과적이라고 보고되고 있다.²⁾ 시험재 A에 비하여 시험재 B의 경우가 개재물 갯수가 많은 것을 알 수 있다. 또한 두 시험재의 재현HAZ 미세조직 관찰 결과 시험재 A의 경우는 $\Delta t_{800-500}$ 가 증가함에 따라 결정입계에서 grain boundary ferrite의 양이 증가하는 것을 확인하였으며 시험재 B의 경우는 시험재 A에 비하여 입내 ferrite(IFP)양이 높은 것을 확인하였다. 즉 미세조직의 차이가 두 시험재의 충격인성의 차이에 기인한 것으로 사료된다. Fig.4는 시험재 B의 입내에서 관찰되는 개재물의 SEM으로 관찰한 조직사진과 이 개재물을 EDS로 분석한 것을 나타낸 것이다. 이 개재물은 주로 Ti, Mn, S, O 등의 원소로 구성되어 있는 것으로 미루어 Ti산화물과 MnS로 이루어진 복합 개재물의 형태를 취하고 있다고 판단되며, 이 Ti산화물을 중심으로 IFP가 성장하고 있다. 따라서 Ti산화물강의 HAZ에서 Ti산화물은 입내 ferrite(IFP)를 촉진한다는 것을 알 수 있다.

4. 참고문헌

- 1) H.Homma et. al. : Welding Research Supplement, No.10, 301s~309s(1987)
- 2) Shigeru Ohkita et. al. : Nippon Steel Technical Report No.37 April(1988)

Table 1 Chemical composition of materials used

Material	C	Si	Mn	S	Ti	Ca	O	N	Ceq*
A	0.15	0.10	1.5	0.006	0.013	-	0.0047	0.0006	0.40
B	0.15	0.10	1.5	0.006	0.014	-	0.0089	0.0005	0.40
C	0.15	0.14	1.5	0.014	0.014	0.0015	0.0043	0.0010	0.40
D	0.15	0.21	1.5	0.007	0.014	0.0015	0.0087	0.0008	0.41

(wt.%)

* Ceq(%) = C + Mn/6 + Si/24 + Ni/40 + Cr/5 + Mo/5 + V/14 [WES]

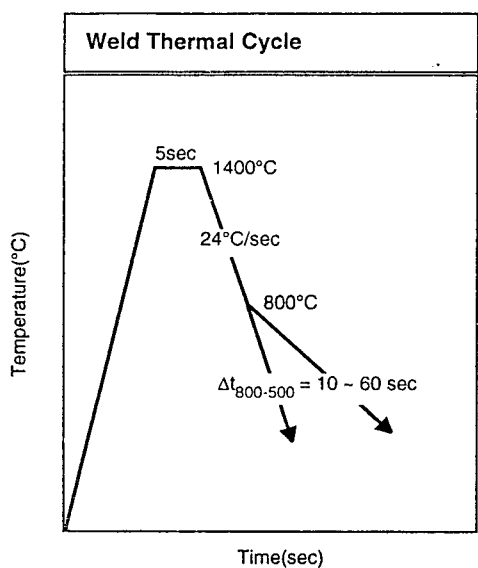


Fig.1 Schematic diagram of weld thermal cycle

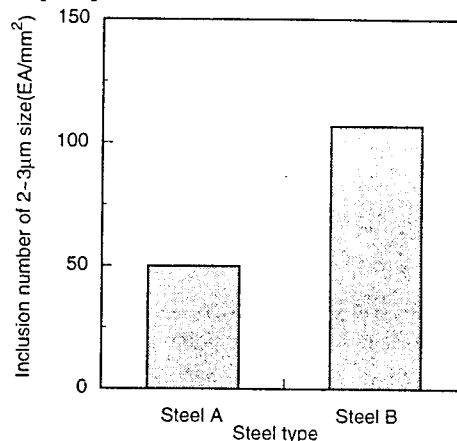


Fig.2 Inclusion number of 2~3 µm size in steel

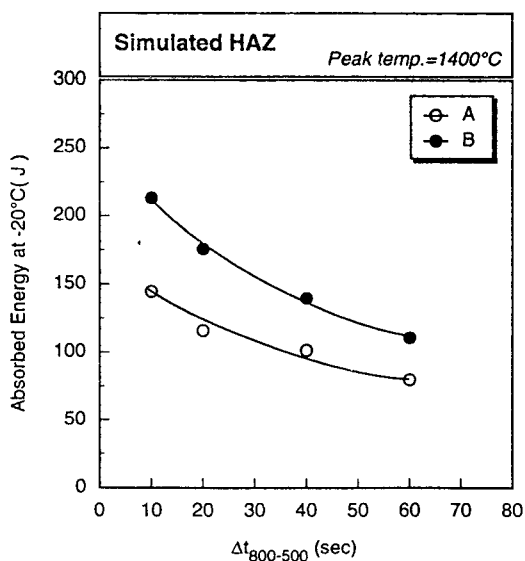


Fig.2 Effect of cooling time on impact energy in the simulated HAZ

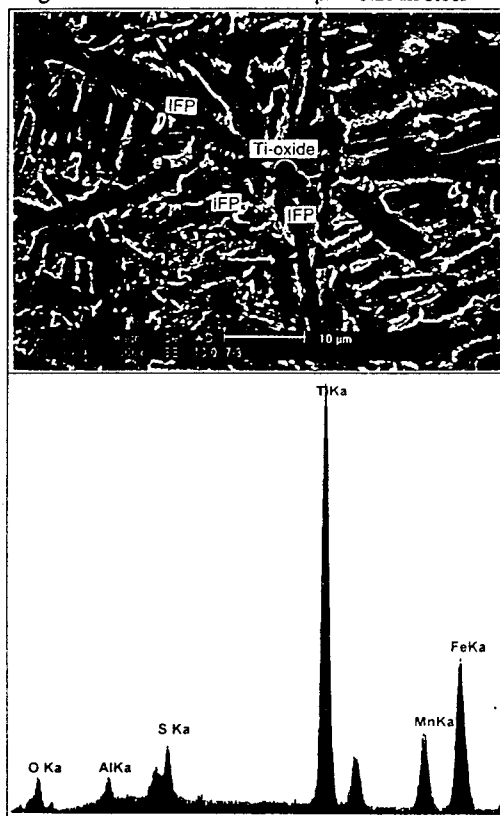


Fig.4 SEM microstructure and EDS analysis of Ti-oxide particle