

9%Ni강의 HAZ인성 및 잔류 오스테나이트의 변화

Variations of HAZ Toughness and Retained Austenite in 9%Ni Steel

RIST 용접연구센터 한 재광*, 안 상근, 장 래웅
POSCO 품질관리부 안 승개

1. 서 론

9%Ni강이 극저온에서 우수한 인성을 나타내는 것은 저온에서도 안정한 잔류austenite(오스테나이트) 때문이며, 잔류 오스테나이트는 취성의 원인이 되는 탄화물이나 질화물을 생성시키는 침입형 원소들을 고용시키거나 파괴시 균열전파를 방해함으로써 9%Ni강의 인성을 향상시킨다. 특히 9%Ni강과 같이 열처리되어 사용되는 강재는 용접시에 급속가열 및 냉각에 의해서 강재중의 잔류 오스테나이트의 소실 또는 재생성이 용접열영향부에서 일어나며 이것이 용접이음부의 인성에 많은 영향을 미치게 된다. 본 연구에서는 용접입열에 따른 9%Ni강의 단층 및 다층 용접 재현 HAZ의 잔류 오스테나이트의 변화 양상과 잔류 오스테나이트가 재현HAZ인성에 미치는 영향을 검토하였다.

Table 1 Chemical compositions, thermal hysteresis and mechanical properties of materials used

chemical composition	C	Si	Mn	P	S	Ni	Ti
	0.06	0.27	0.67	0.010	0.002	9.03	0.019
heat treatment	820°C Quenched and 590°C Tempered (Q-T type)						
mechanical property	YP(kg/mm ²)	TS(kg/mm ²)	El.(%)	CVE-1% (J)			
	62.4	74.7	28	95			

2. 실험방법

시험재의 화학성분 및 열처리조건과 기계적성질을 Table 1에 나타냈다. 용접열영향부 재현 열cycle은 단층 및 다층 용접의 재현을 위해서 1 ~ 3중의 열cycle을 가하여 시험하였다. 3중 열cycle 재현시 1st peak 온도(T_{p1})는 1350°C , 3rd peak 온도(T_{p3})는 590°C 로 하였고, 2nd peak 온도(T_{p2})는 $630 \sim 1000^{\circ}\text{C}$ 로 하였다. 냉각시 800°C 에서 500°C 까지의 냉각시간은 9%Ni강의 실용접시 입열량보다 넓은 범위에 상당하는 5 ~ 35sec로 하였다. 각 열cycle의 개략도를 Fig.1에 나타냈다. 잔류 오스테나이트의 양은 X-선 회절법을 이용하여 측정하였으며, α' 의 (200) peak와 γ 의 (200), (220) peak의 net intensity를 사용하여 계산하였다.

3. 실험결과 및 고찰

Fig.2는 단층용접시의 열cycle을 재현한 HAZ의 인성과 잔류 오스테나이트의 변화를 모재의 시험결과와 함께 나타낸 것으로 냉각속도가 빠른 경우에 잔류 오스테나이트의 양이 모재보다 많아지지만 충격인성은 모재보다 훨씬 작게 나타나고 있는데 이러한 이유는 급격한 오스테나이트 결정립의 성장에 의한 조립역 취화와 저온에서 불안정한 오스테나이트의 소멸이 복합적으로 영향을 미치기 때문이라고 판단된다. 급속 가열 및 냉각중에 생성된 잔류 오스테나이트는 불안정하여 저온에서 많은 양이 변태된다. 오스테나이트의 소멸에도 불구하고 single cycle 재현부에서 잔류 오스테나이트와 충격인성은 비슷한 경향을 보이고 있다. 다층용접시에는 후속 pass에 의한 최고가열온도가 큰 영향을 미치는데 A_{c3} 온도를 기준으로 해서 높은 경우에는 재결정에 의한 조직 미세화 효과가 나타나고 낮은 경우에는 tempering효과에 의해서 잔류 오스테나이트의 증가가 나타난다. Fig.3은 T_{p2} 가 680°C , T_{p3} 가 tempering온도인 590°C 인 경우에 열cycle의 반복에 따른 잔류 오스테나이트 및 인성변화를 나타낸 것으로 tempering효과에 의한 잔류 오스테나이트의 증가와 인성향상이 비슷한 경향으로 나타나고 있다. 그러나 Fig.4에 나타낸 것과 같이 T_{p2} 가 850°C 인 경우에는 잔류 오스테나이트의 양은 2중 열cycle시에 가장 낮은 값을 나타내고 있으나 충격인성은 가장 높은 값을 보이고 있다. 이것은 T_{p2} 가 850°C 인 경우에는 tempering효과가 없고 재결정에 의한 조직미세화가 일어났기 때문이며 이에 따라 잔류 오스테나이트의 양이 적음에도 높은 인성을 보이고 있다. 이때 T_{p3} 가 590°C 로 tempering효과가 있을 때는 결정립계가 오스테나이트의 핵생성위치로 작용하기 때문에 T_{p2} 가 680°C 인 경우보다 많은 오스테나이트가 잔류하게 된다.

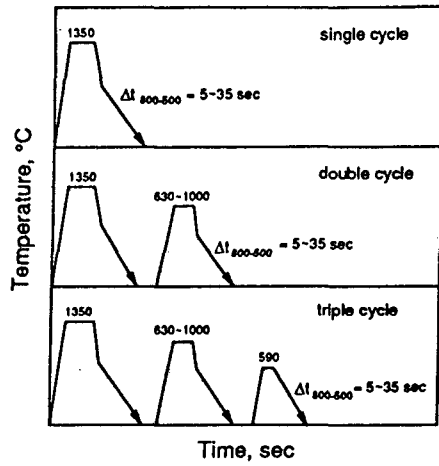


Fig.1 Schematic diagram of multiple thermal cycles

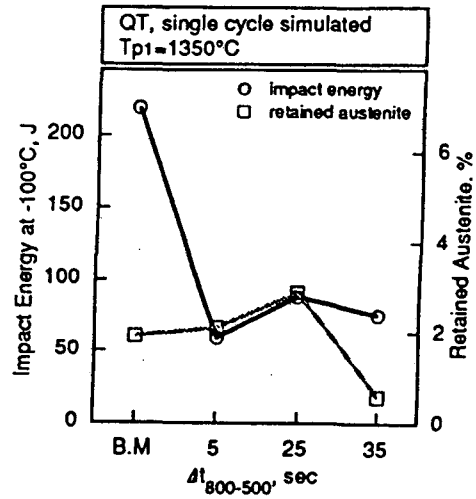


Fig.2 Effects of cooling time on the impact energy and the amount of retained austenite

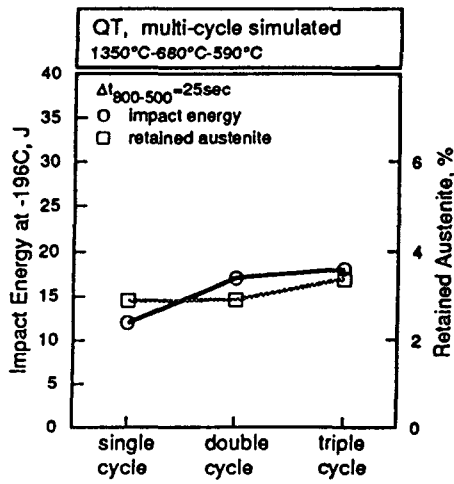


Fig.3 Effects of thermal cycles on the impact energy and the amount of retained austenite

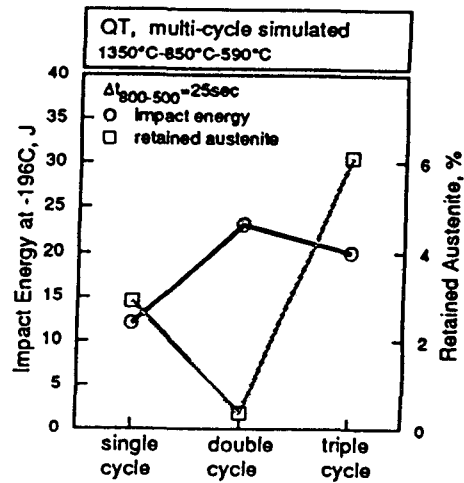


Fig.4 Effects of thermal cycles on the impact energy and the amount of retained austenite