

일렉트로가스 용접 시 용착금속의 기계적 성질에 영향을 미치는 질소함량의 효과

Effect of Nitrogen Content on Weld Metal Mechanical Properties in Electro Gas Welding

천 제일*, 황 인환*, 이 희근*
* 대우조선해양 (주) 용접기술연구팀

1. 서 론

일렉트로가스 용접은 루트간격에 대한 둔감성 및 높은 용착속도로 인하여 조선소 선형탑재 및 탑재 단계의 수직 이음부에 사용되고 있다.

그러나 일정 모재 두께 이상의 이음부에 이 용접기법을 적용할 경우, 다량의 슬래그가 용융지에 적층됨으로써 슬래그 비산에 의한 작업성 저하, 비산된 슬래그가 팀에 부착되어 송급성 저하, 그리고 용합 불량과 같은 용접결함을 유발하는 등 많은 문제가 발생하게 된다.

이러한 슬래그의 적층 문제는 동당금의 개선을 통해 해결 가능하지만 용착금속의 충격흡수에너지는 다량의 슬래그가 적층된 경우에 비하여 크게 저하하게 되는데 이는 용접 중 용융지에 슬래그 층이 존재하지 않음으로써 용융지에 질소유입이 보다 용이하게 되고 이로 인하여 용착금속 내 질소함량이 증가하기 때문이다.

따라서 본 연구는 일렉트로가스 용접 시 용접재료의 등급별로 용착금속 내 질소함량 변화가 용착금속의 기계적 물성에 어떠한 영향을 미치는지를 살펴보고자 실시하였다.

2. 실험 방법

2.1 모재 및 용접재료, 용접조건

실험에 사용된 모재, 용접재료 및 용접조건은 표 1과 같다.

표1. 모재, 용접재료 및 용접조건

모재	용접재료	전류, A	전압, V	입열, KJ/cm
EH36, 45t	3Y40	380	41	250~280
EH40, 50t	4Y40	380	42	310~340

2.2 시편 형상 및 취부 조건

시편 형상 및 취부 조건은 그림1과 같다.

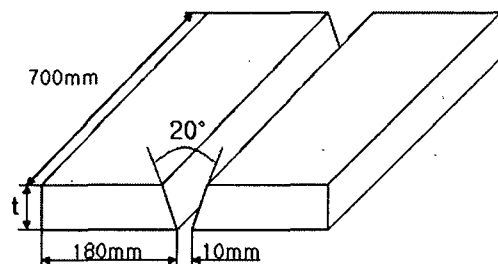


그림 1. 시편 형상 및 취부 조건

2.3 기계적 성질 시험

용접 완료 후 샤르피충격(-20℃) 및 인장 시험의 채취 위치는 그림2와 같다.

한편, 용착금속의 질소함량은 열전도도법(분석장비:LECO TC-436)을 이용하여 분석하였다.

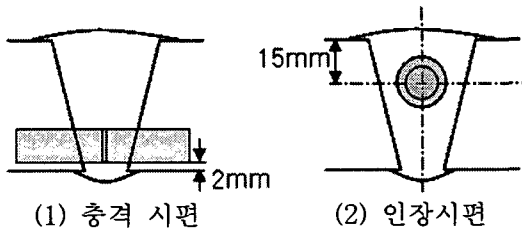


그림2. 기계적 성질 시험용 시편들의 채취 위치

3. 실험 결과 및 고찰

3.1 3Y40 재료에서의 용착금속 내 질소 함량과 기계적 성질과의 관계

3.1.1. 질소함량과 충격흡수에너지와의 관계

용착금속 내 질소함량과 충격흡수에너지와의 관계를 그림3에 나타내었다. 질소함량이 일정 수준 이하일 경우에는 매우 만족스러운 충격흡수 에너지를 나타내나 질소함량이 일정 수준을 넘을 경우에는 선급 요구치인 34J를 만족하지 못하는 것으로 나타났다.

한편, 미세조직에 있어서는 사진1과 같이 질소 함량이 높은 경우가 그렇지 않은 경우에 비해 GBF(Grain Boundary Ferrite)의 분율이 증가하는 것으로 나타났다.

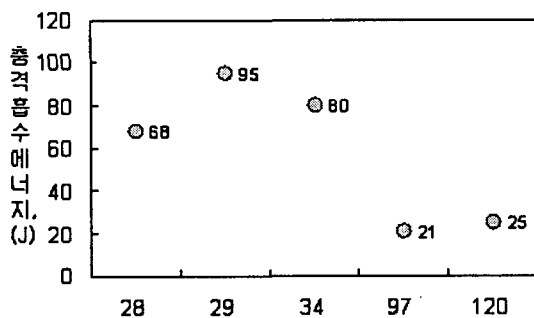
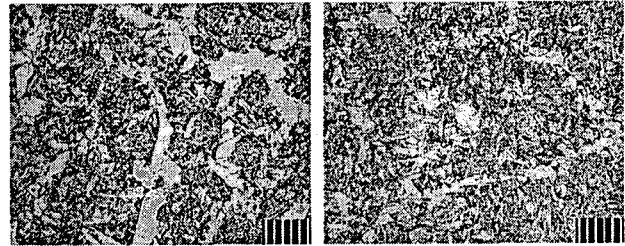


그림 3. 질소함량과 충격흡수에너지와의 관계



(1)질소함량 97ppm (2)질소함량 29ppm

사진1. 질소함량과 미세조직과의 관계

3.1.2. 질소함량과 충격인성과의 관계

용착금속 내 질소함량과 인장강도와의 관계를 표2에 나타내었다. 충격시험결과와는 달리 질소함량이 증가하여도 인장강도는 큰 변화가 없는 것으로 나타났다.

표 2. 질소함량과 인장강도와의 관계

질소함량, ppm	인장강도, N/mm ²
23	571
26	578
34	572
103	592
112	584

3.2 4Y40 재료에서의 용착금속 내 질소 함량과 기계적 성질과의 관계

3.2.1. 질소함량과 충격흡수에너지와의 관계

용접재료가 4Y40인 경우 질소함량과 충격흡수 에너지와의 관계를 그림4에 나타내었다.

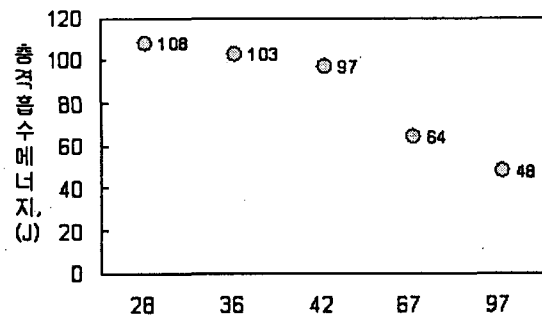
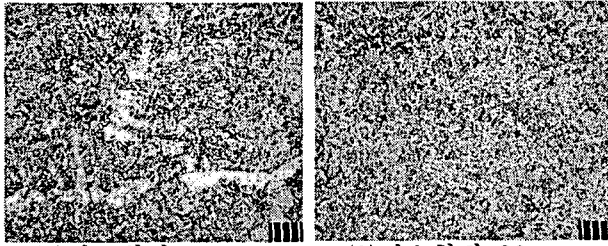


그림 4. 질소 함량과 충격흡수에너지와의 관계

용착금속 내 질소함량이 증가할수록 충격흡수 에너지가 저하하는 현상은 3Y40의 경우와 비슷

한 것으로 나타났다. 그러나 3Y40의 경우 질소 함량이 일정 수준 이상이 되면 충격흡수에너지가 선급 요구치를 만족하지 못했던 것에 비해 4Y40 재료의 경우에는 요구치, 41J 이상을 만족하는 것으로 나타났다.

한편, 미세조직의 경우에 있어서도 사진2와 같이 질소함량이 증가하면 3Y40의 경우와 비슷하게 GBF의 분율이 증가하는 것으로 나타났다.



(1)질소함량 97ppm (2)질소함량 36ppm

사진2. 질소함량과 미세조직과의 관계

3.2.2 질소함량과 인장강도와의 관계

3Y40의 경우와 비슷하게 표3에서 보듯 질소함량이 변화하여도 인장강도의 변화는 크지 않은 것으로 나타났다.

표 3. 질소함량과 인장강도와의 관계

질소함량, ppm	인장강도, N/mm ²
27	640
36	645
39	608
67	600
95	600

4. 결 론

1) 후판의 일렉트로가스 용접에 있어 용착금속 내 질소함량이 일정량 이상으로 증가하면 용접재료 등급에 상관없이 충격흡수에너지는 현저히 저하한다.

2) 본 실험 범위 내에서의 질소함량 변화는 인장강도에 큰 영향을 미치지 않는다.

3) 용착금속의 질소함량이 증가할수록 미세조직 내 GBF의 분율이 증가한다.