

## 최근 강제개발에 따른 용접재료의 문제점

김희진\* (현대중공업(주) 산업기술연구소)

### (1) 서론

구조용 강재로 사용되는 재료는 기본적인 기계적 성질(인장성질 및 인성)과 함께 용접구조물로의 적용을 위해서 용접성이 품질 평가의 기준이 된다. 따라서 최근의 강제 개발은 기본적인 기계적 성질을 만족하면서 용접성 측면에서 기존강제보다 우월한 강종이 계속 개발되고 있다. 이러한 경향은 최근 용접구조물이 대형화 함에 따라 고장력강재의 사용이 보편화 되고 또한 강재의 두께가 증가함에 따라 더욱 활발히 진행되고 있다.

따라서 지금까지는 용접조건, 특히 예열조건등이 상대적으로 용접성이 나쁜 모재를 기준으로 하여 설정되었으나 최근 용접성이 향상된 강재에 있어서는 용착금속에서의 저온균열을 예방할 수 있는 예열조건이 보다 합리적이라는 의견이 제시되고 있다. 그러나 지금까지 예열온도를 산정하는 경험식은 거의 모두가 용접열영향부에서의 저온균열을 방지하기에 필요한 온도로 나타나고 있기 때문에 고강도 강재에서 처럼 용착금속에 평균열로 나타나는 저온균열을 예방하는데 필요한 경험식은 거의 제기되지 못하고 있다.

따라서 본 발표에서는 HY-100강재의 저온균열 감수성을 평가하고자 실시한 y-groove cracking test 결과를 기초로 용착금속의 저온균열 감수성 평가를 위한 시험방법등에 대해 고찰하여 보자 한다.

### (2) HY-100강의 용접성에 대한 결과

y-groove cracking test의 결과 용접기법에 따른 예열온도의 차는 매우 크게 나타난다는 사실을 확인하였다. 즉 SMAW의 경우는 100~125℃의 범위에 있었으며, GMAW의 경우는 상온 ~75℃정도 이었다. SMAW의 경우에 보다 높은 예열온도가 필요한 것은 SMAW 경우는 flux로부터의 수분이 유입되어 확산성 수소량이 상대적으로 높기 때문이라는 사실로 해석된다.

y-groove의 root부에서 발생하는 저온균열의 위치는 용접기법에 따라 차이가 있었는데, SMAW 기법의 경우는 예열온도에 관계없이 용착금속에서 시작하여 용착금속 중앙부를 따라 전파한 반면, GMAW 기법의 경우는 열영향부 root에서 발생하여 열영향부를 따라 전파하였다. 따라서 HY-100강 용접 root부에서의 저온균열 감수성을 모재와 SMAW 및 GMAW 용착금속에 대해 상호 비교하여 보면, 감수성은 SMAW 용착금속이 가장 높고 GMAW 용착금속이 가장 낮다고 하겠다. 따라서 용접예열온도를 낮추기 위해서는 SMAW 기법의 경우는 용접재료의 개선이 필요한 반면, GMAW 기법을 적용하는 경우에는 모재의 저온균열 감수성을 보다 낮추는 방향으로의 연구개발이 필요하다고 하겠다.

y-groove cracking test에서 선정된 예열온도의 적합성을 평가하기 위하여 실시된 모의 구조물 용접시험에서는 용착금속 부위에서 transverse crack이 발생하여 기 선정된 예열온도가 적합치 않음을 보여 주었다. 이러한 사실은 y-groove cracking test의 결과가 root부의 초층 용접부만을 고려하여 얻어지기 때문에 이와 다른 상황에서는, 즉 모의구조물에서와 같이 구속도가 클 뿐만 아니라 다층 용접을 실시할 수 밖에 없는 상황에서는 그 결과를 그대로 적용할 수 없다는 것을 입증하여 주고 있다. 결과적으로 HY-100강의 용접 예열온도를 설정하고자 하는 경우에 y-groove cracking test만으로는 충분치 못하며 이에 더불어 transverse crack을 방지할 수 있는 정도의 예열온도가 재설정되어야 함을 의미한다.

그러므로 실구조물의 용접에 사용될 수 있는 예열온도의 설정은 실 구조물 조건에서 저온균열의 발생을 억제할 수 있는, 특히 다층용접된 용착금속에서의 transverse crack을 방지하기에 충분한 예열온도가 설정되어야 하는데, 불행하게도 그와 같은 완전한 예열온도를 실험실적으로 설정할 수 있는 실험기법이 아직까지는 제안되어 있지 않다. 따라서 HY-100강과 같은 고장력의 용접예열온도를 합리적으로 설정하기 위해서는 용착금속의 transverse crack 감수성을 실험실적으로 평가할 수 있는 방법이 구체화되어 인정을 받아야 하며, 그러한 방법이 제안되어 인정을 받기 전까지는 모의 구조물 제작을 통하여 y-groove test에서 선정된 예열온도를 확인하는 작업을 추가적으로 수행하여야 한다고 하겠다. 더불어 보다 확실한 점점을 위해서는 실구조물 규모의 mock-up

test를 수행하여 실구조물의 모든 상황에서(사용되어지는 모든 용접기법, 사용되어지는 용접재료, 사용되어지는 강재의 모든 두께, 적용되어지는 모든 용접자세 등에서) 선정된 예열온도의 적합성을 점검하는 것이 필요하다고 하겠다.

### (3) 용접재료의 저온균열 평가시험

용접재료의 저온균열 감수성 평가는 결국 용착금속에서의 횡균열 감수성을 의미하는데, 이러한 균열 감수성 평가를 위하여 제기되고 있는 시험 방법으로는 G-BOP test와 window type cracking test 등이 있다.

그런데 window type cracking test는 test 자체가 번잡스럽고 시편크기가 크기 때문에 G-BOP test가 선호되고 있다. 그러나 앞으로 G-BOP test의 결과가 보다 현실성이 있는 결과로 이용되기 위해서는 window type cracking test 또는 mock-up test의 결과와 비교하여 보는 노력이 필요하다고 하겠다.

또한 위의 실험결과를 토대로 용착금속에서 저온균열을 제어하는 인자를 보다 명확히 하여 이를 기초로 한 용접재료의 설계가 필요하다고 하겠다.