

고주파 전기 저항 용접법에서 용접 입열량이 용접 결함의 발생 빈도에 미치는 영향

Effect of Heat Input Rate on the Weld Defects in the High Frequency Electric Resistance Welding

최재호, 강덕일, 장영섭, 오주섭*, 양경모*, 김용석

홍익대학교, 금속재료 공학과, 서울 마포구 상수동 72-1

*: 세아 제강 기술 연구소, 경북 포항시 장흥동 14-1

1. 서론

국내 용접 강관의 70% 이상이 고주파 전기 저항 용접법에 의하여 제조되고 있다. 그러나 고주파 전기 저항 용접법으로 제조된 강관의 품질을 향상시키기 위해서는 고주파 전기 저항 용접시 용접 결함의 발생 원인을 규명하여 그의 발생 빈도를 감소시킬 수 있어야 할 것이다. 따라서 본 연구에서는 용접 조건의 변화에 따른 고주파 전기 저항 용접 현상을 고속 카메라를 이용하여 관찰하여, 용접 결함의 발생 과정을 규명하고자 하였다. 또한 이렇게 하여 제조된 강관 용접부의 결함의 분포를 통계적으로 파악하여 용접 조건과 용접 결함 발생 빈도와와의 관계를 연구하였다.

2. 실험 방법

적정 입열 조건을 중심으로 용접 입열을 +/-5%까지 5 단계로 변화시키면서, 용접 현상과 용접된 강관의 시료를 채취하였다. 용접 현상을 고속 카메라를 이용하여 5,000pps의 속도로 촬영하여, 결함의 발생-기구를 관찰하고자 하였다. 이렇게 하여 제조된 강관은 60cm 길이로 채취하여, 두께에 따른 용접 결함의 분포 거동을 관찰하였다.

3. 실험 결과 및 고찰

고속 카메라를 이용하여 고주파 전기 저항 용접 현상을 관찰하여본 결과, 용융된 대강의 에지간에 스파크가 발생하는 현상이 관찰되었다. 스파크는 용접점 이전에서 대강이 접촉되어 발생하였는데, 생성된 스파크는 용접점 방향으로 매우 빠른 속도로 진행되는 것으로 관찰되었다. 스파크의 발생 빈도와 스파크의 이동 속도를 그림 1)과 그림 2)에 나타내었다. 그림 1)에서 보면 스파크의 발생 빈도는 용접 입열이 증가함에 따라서 초기에는 증가하다가, 용접 입열이 더욱 증가하면 빈도가 감소하는 것을 볼 수 있다. 이에 비하여 스파크의 이동 속도는 용접 입열량이 증가함에 따라서 증가하는 현상을 볼 수 있다. 사진 1)은 이와같이 형성된 스파크가 용접점을 향하여 진행되는 현상을 나타내고 있다. 이러한 스파크의 형성은 용융된 에지간에 용융 금속이 가교를 형성하기 때문인데, 용융 금속 가교의 표면에 산화물을 포함하고 있는 것이 고속 카메라를 이용하여 관찰되었다. 즉 용융 가교가 용접점으로 이동시에 외부로 배출되었던 산화물이 같이 이동, 용접점에 집적됨으로써 용접 결함이 형성되는 것으로 추정된다.

그림 3)은 용접 결함의 발생 빈도를 용접 입열의 단계에 따라 나타낸 것이다. 이때 용접 결함의 발생 빈도를 용접부의 표면, 대강 두께의 1/8 일때, 1/4 일때를 각각 측정하여 나타내었다. 그림에서 보면 용접 결함의 발생 빈도는 용접 입열이 증가함에 따라서 어느정도 증가하였다가, 다시 용접 입열량이 증가함에 따라서 감소하는 거동을 보인다. 특히 이러한 현상은 주로 표면의 용접 결함에서 민감하게 나타나는 것을 볼 수 있다. 이러한 용접 결함의 발생 거동은 그림 1)에서의 스파크의 발생 빈도수와 거의 유사한 거동을 하는 것을 알 수 있다. 이러한 현상은 고속 카메라를 이용하여 관찰한 용접 결함의 발생 기구와 일치하는 것을 볼 수 있다.

4. 결론

1. 고속 카메라를 이용하여 고주파 전기 저항 용접법의 용접 결함의 발생기구를 분석한 결과, 용접 결함은 용융된 대강사이에 형성된 용융 가교상의 산화물에 의하여 생성되는 것으로 추정된다.
2. 고속 카메라를 이용하여 분석한 결과 스파크의 발생빈도는 용접 입열량이 증가함에 따라서 초기에는 증가하다가, 용접 입열이 더욱 증가하면 다시 감소하는 경향을 보인다.
3. 고주파 전기 저항용접부의 용접 결함은 두께에 따라서 매우 다른 양상의 발생 빈도를 나타내고있으나, 그의 발생 빈도는 스파크의 발생 빈도 거동과 매우 유사한 경향을 나타내고 있다.

5. 참고문헌

1. Haga, H., Aoki, K., and Sato, T. 1981. The mechanisms of formation of weld defects in high frequency electric resistance welding. *Welding Journal* 60(6):pp.104-s to 109-s.
2. *The Physics of Welding*, J. F. Lancaster. Second edition.
3. 전자기학, 김 영권, 희중각, 1994.

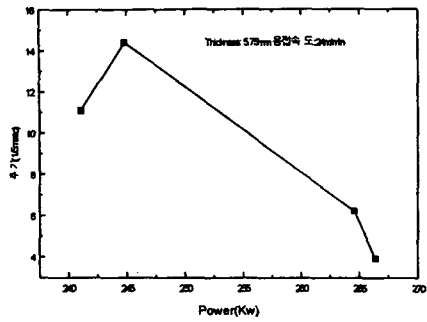


그림 1. 입열량에 따른 spark 발생 빈도

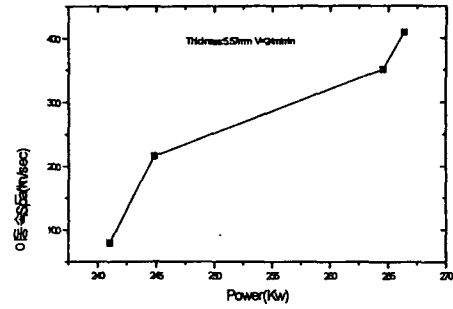


그림 2. 입열량에 따른 spark 이동속도



사진 1. Spark 발생 및 이동

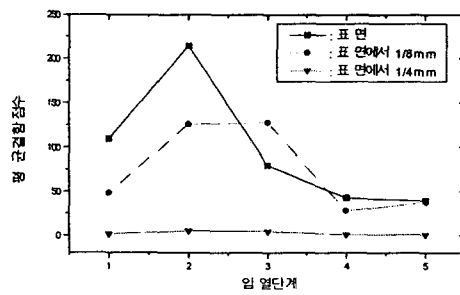


그림 3. 입열량에 따른 용접 결합 발생 빈도