

# ERW의 열처리 기술

이 창 회

## Heat treatment Technology of Electric Resistance Welding

Changhee Lee

### 1. 서 론

ERW process는 높은 생산성과 낮은 제조비용의 장점을 갖고 있기 때문에 국내 강관산업에서 그 중요도와 관심도가 커지고 있다. 그러나 다른 용접 process와 비교하여 용접부의 특성이 취약하다는 단점이 있다. 용접을 하는 동안 bond line은 밖으로 분출된 molten metal에 비해 낮은 화학적 조성으로 인하여 ferrite 구조를 갖게 되고 bond line에 근접한 강의 미세구조는 austenite로 변태한다. 용접 후 빠른 냉각은 미세구조를 martensite와 bainite로 변하게 한다. 이러한 hard phase는 용접부의 부식저항성을 감소시킨다. 또한 toughness 감소와 hardness 증가를 가져온다<sup>1)</sup>.

따라서 ERW process에서 이러한 용접부 특성 저하를 개선시키는데 있어서 조직 제어를 위한 열처리 기술은 매우 중요하다.

### 2. 본 론

#### 2.1 Control of Heat Treatment Temperature

용접부의 열처리에 있어 열처리 온도의 조절은 중요하다. 너무 높은 온도에서 열처리를 하게 되면 과도한 austenite grain growth가 발생하여 용접부의 hardness와 toughness를 감소시킬 수 있다.

그러므로 일반적으로 열처리는 용접부의 annealing 조건을 만족하면서 용접부 취화 현상이 발생치 않도록 하는 온도 범위에서 행해져야 한다. 온도가 너무 높게 되면 외부 표면 온도의 과열로 인해 결정립 조대화가 일어날 수 있기 때문이다. 통상적으로 열처리 적정온도 범위는 900~1000°C로 보고되고 있는데 얻고자 하는 특성에 따라 적절한 온도 제어 및 열처리 방법이 요구된다<sup>2)</sup>.

#### 2.2 One-step Heat Treatment

열처리는 열처리 온도의 조절 뿐 아니라 그 방법도 중요하다. One-step heat treatment는 보통 normalizing treatment를 이용한다. Normalizing treatment시 용접부는 Induction heating에 의해 Austenite로 변태하기에 충분한 온도(Ac<sub>3</sub> 이상)까지 가열되었다가 공냉된다. 그러면 fine ferrite structure를 얻음으로써 용접부의 impact toughness를 향상시킬 수 있다.

Inductor에 의한 국부적인 열처리방법 외에 weld zone과 HAZ를 포함하여 열처리하는 full body normalizing 방법도 있는데 이것을 통해서는 전체 pipe body가 균등한 특성을 얻을 수 있다. 그러나 이 방법은 특히 얇은 두께의 pipe에서는 pipe distortion을 일으킬 수 있으며 공정 단계에서 시간과 경제적인 비용이 많이 든다는 단점이 있다<sup>1)</sup>.

그러나 이러한 One-step heat treatment 후에도 용접부의 미세구조는 모재에 비하여 조대해진 결정립으로 인하여 여전히 취약한 toughness 특성을 가진다.

#### 2.3 Two-step Heat Treatment

One-step heat treatment (normalizing) 후에도 여전히 취약한 용접부의 성능을 개선하기 위해서는 Two-step heat treatment (double heat treatment)가 필요하다.

Two-step heat treatment에는 ferrite-austenite-ferrite 변태를 두 번 거쳐 용접부에서 모재의 특성을 얻는 annealing and annealing(double anneal)과 double normalizing 등이 있지만 여기서는 대표적인 two-step heat treatment 방법인 Quenching and Tempering treatment에 대해 다루도록 하겠다<sup>1)</sup>. Quenching and Tempering을 하게 되면 fine-grain structure와 tempered martensite 조직을 얻을 수 있어서 quenching한 강에 대한 toughness와 ductility를 개선

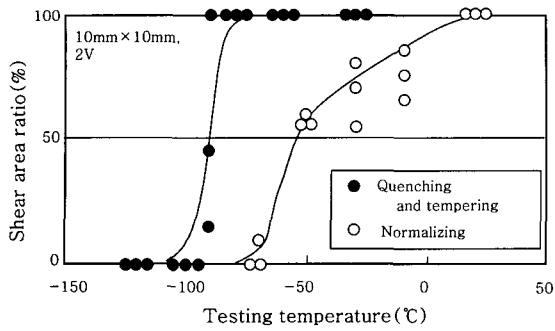


Fig. 1 Charpy impact property of weld seam of X65-grade ERW line pipe<sup>3)</sup>

할 수 있다.

위의 그림은 ERW process를 거친 파이프를 Quenching and Tempering treatment을 함으로써  $-46^{\circ}\text{C}$  (FATT : Fracture Appearance Transition Temperature) 또는 그 이하의 온도에서 얻은 용접부의 toughness 특성을 나타낸다. Normalizing treatment와 비교 했을 때 현저하게 낮은 FATT를 갖고 저온에서 좋은 toughness 특성을 나타내는 것을 볼 수 있다



- 이창희 (李昌禧)
- 1956년생
- 한양대학교 신소재공학부
- 용접 야금 / Spray coating
- e-mail : chlee@hanyang.ac.kr

### 3. 결 론

국내 강관산업에서 ERW Process의 비중이 커지고 있는 만큼 용접부 성능을 최적화시키기 위한 많은 노력이 필요하다. 앞서 설명했듯이 One-step heat treatment 만으로는 강의 모재가 가지는 기계적 특성과 비슷한 특성을 갖게 하는 것이 어렵기 때문에 Two-step heat treatment가 필요하다. 앞으로 toughness 저하를 막기 위한 최적 열처리 조건과 적절한 열처리 방법에 대한 연구가 요구된다.

### 참 고 문 헌

1. S M I Birch and R J Pargeter : TWI REPORT NO: 12149/1 Rev 1/2000 (January 2000)
2. 서 정 현 : 대한용접학회지 제 17 권 제 1 호 (1999년 2월)
3. DESHIMARU Shinichi, TAKAHASHI Kazuhide, ENDO Shigeru, HASUNUMA Junichi, SAKATA Kei, NAGAHAMA Yutaka : JFE TECHNICAL REPORT No. 2 (Mar. 2004)