

철골 다층 용접금속 강도 및 인성에 미치는 입열 및 패스간 온도의 영향

Effects of Heat Input and Interpass Temperature on the Strength and Toughness of Multipass Weld Metal

변 지철* · 방 국수* · 장 응성** · 박 철규***, 정 우현***

*부경대학교 신소재공학부

**포항산업과학연구원 용접센타

***KISWEL 기술연구소

ABSTRACT 570MPa grade weldable steels were CO₂ welded with various heat input and interpass temperature using flux cored wires. Effects of heat input and interpass temperature on the strength and toughness of weld metal were investigated and interpreted in terms of microstructural change, recovery of alloying elements, and the amount of reheated weld metal.

1. 서 론

철골 다층용접 시 입열 및 패스간 온도를 증가시켜 생산성 향상을 꾀하고 있으나 일반적으로 입열 및 패스간 온도가 증가하면 용접금속 강도와 인성이 저하한다고 알려져 있어¹⁻³⁾ 용접작업 시 엄격한 입열 및 패스간 온도 관리가 필요하다.

본 연구에서는 높은 입열과 패스간 온도에서도 기계적 성질이 우수한 용접재료 개발을 위한 기초 연구로, 플럭스 코어드 와이어를 사용한 인장강도 570MPa급 강재의 다층용접 시 입열 및 패스간 온도에 따른 용접금속 강도와 인성의 변화를 정량화하고, 다층용접 시 용접금속 강도와 인성지배 요인을 해석하였다.

2. 실험방법

두께 25mm의 인장강도 570MPa급 용접구조용 압연강을 기둥과 보의 용접에 적용되는 싱글 베벨 그루브 (single bevel groove)로 가공하여 탄산가스 아크 용접하였다. 사용한 와이어는 직경 1.4mm의 슬래그계 및 메탈계 플럭스 코어드 와이어로 각각 KS YFW-C602R 및 YFW-C602M에 상당한다. 입열은 18~49kJ/cm, 패스간 온도

는 150~320°C로 변경하였으며, 입열 변경 시 패스간 온도는 150°C, 패스간 온도 변경 시 입열은 39kJ/cm로 일정하게 유지하였다. 용접 중 패스간 온도는 용접선 길이 (250mm) 중앙에서 그루브로부터 10mm 떨어진 곳의 판 표면에서 접촉식온도계를 사용하여 측정하였다. 용접 후 용접금속 인장 및 충격시험을 행하여 기계적 성질을 측정하였다.

3. 실험결과 및 고찰

3.1 용접금속 강도

Fig. 1에 입열에 따른 용접금속의 인장강도 변화를 나타내었다. 입열이 18에서 29kJ/cm로 증가함에 따라 인장강도는 저하하나, 그 이상에서는 저하의 정도가 작다. 전 입열범위에서 메탈계 와이어가 슬래그계 보다 약 50MPa 정도 높은 인장강도를 나타내나 두 와이어 모두 모재의 규격 하한치인 570MPa을 상회하고 있다.

입열 증가는 용접금속의 냉각속도를 저하시켜 조직에 영향을 미치므로 최종 패스에서의 용접금속 조직관찰을 행하였다. Fig. 2에 나타낸 것처럼 두 와이어 모두 18kJ/cm까지는 침상 페라이트가 대부분이나, 29kJ/cm 이상에서는 침상페

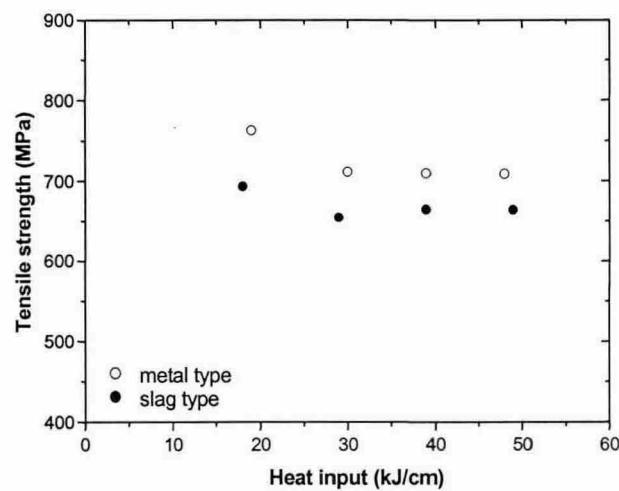


Fig. 1 Variation of tensile strength of weld metal as a function of heat input

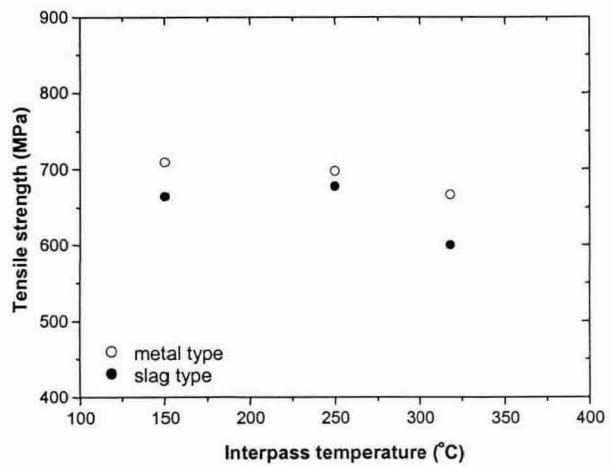


Fig. 3 Variation of tensile strength of weld metal as a function of interpass temperature

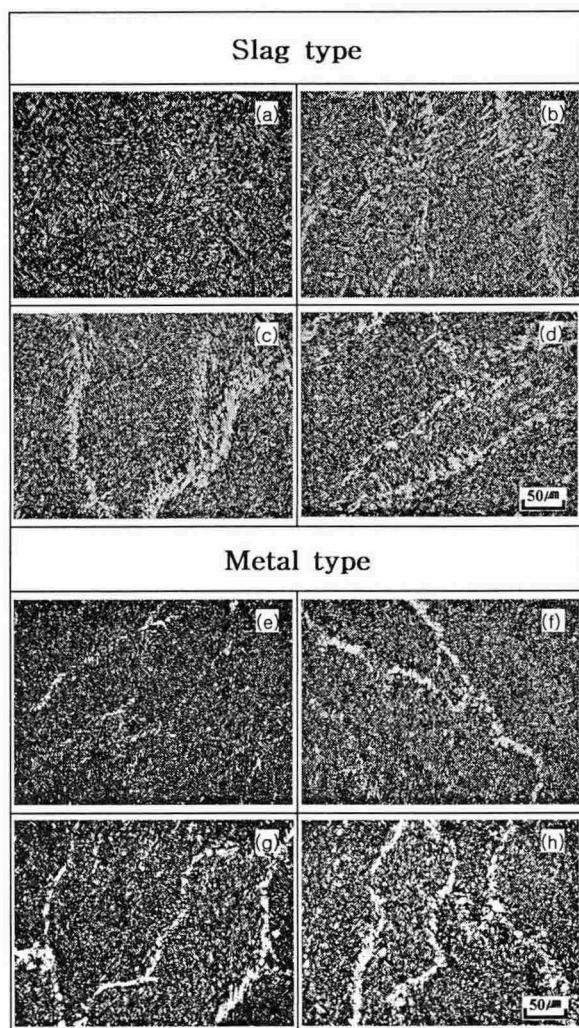


Fig. 2 Optical microstructure of weld metals welded with various heat inputs:(a), (e) 18; (b), (f) 29 ; (c), (g) 39 ; (d), (h) 49kJ/cm

라이트와 입계페라이트의 혼합조직을 나타내었다. 이런 조직관찰 결과는 앞서의 인장강도 변화와 잘 대응하고 있다. Fig. 3에 패스간 온도에 따른 용접금속의 인장강도 변화를 나타내었다. 패스간 온도의 증가에 따라 인장강도는 지속적으로 저하하고 있으며 메탈계 와이어가 슬래그계 보다 20~50MPa 정도 높은 값을 나타내었다. 용접금속 조직관찰 결과 모든 패스간 온도에서 침상페라이트와 입계페라이트 혼합조직을 나타내나, 패스간 온도의 증가에 따라 침상페라이트는 저하하고 입계페라이트는 증가하였다.

3.2 용접금속 인성

Figs. 4,5에 충격 흡수에너지에 미치는 입열 및 패스간 온도의 영향을 각각 나타내었다. 입열에 따른 흡수에너지 변화는 두 와이어 모두 뚜렷한 경향을 보이지 않으며 각 조건에서의 흡수에너지 값에도 편차가 매우 크다. 하지만 패스간 온도의 증가에 따라 흡수에너지는 뚜렷이 저하하는 경향을 보이며 흡수에너지 값의 편차도 비교적 작다.

다중용접에 의한 이러한 기계적 성질 변화가 인성에 미치는 영향을 알아보기 위하여 흡수에너지 변화를 충격시험편 노치가 위치하는 곳에서 재가열 영역의 총 길이로 나타내었다. Fig. 6에 메탈계의 경우를 예로 나타내었다. 각 조건에서의 흡수에너지에 여전히 편차가 있으나 흡수에너지는 재가열된 영역의 증가에 따라 증가하는 경향을 보인다. 이러한 사실로부터 다중 용접금속

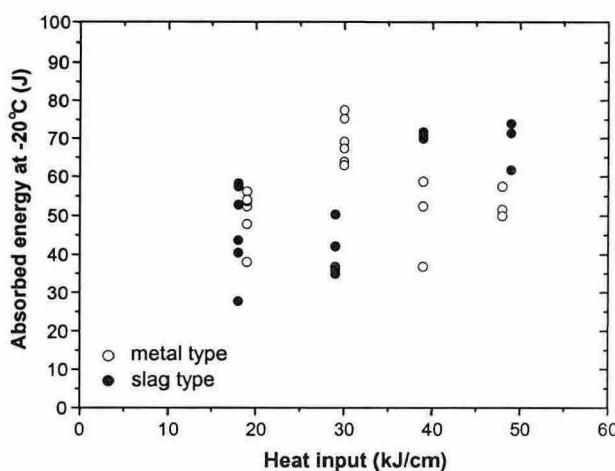


Fig. 4 Variation of impact absorbed energy of weld metal at -20°C as a function of heat input

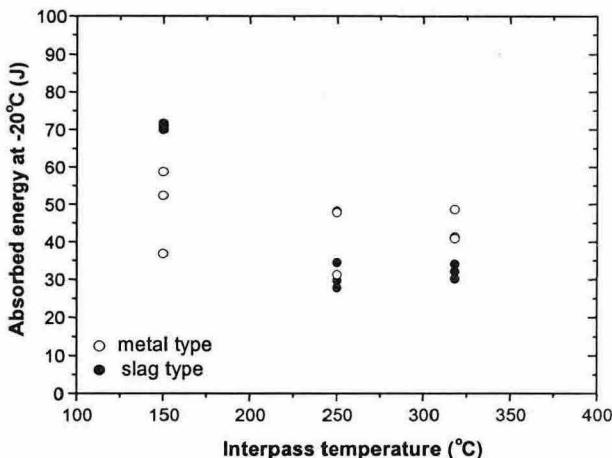


Fig. 5 Variation of impact absorbed energy of weld metal at -20°C as a function of interpass temperature

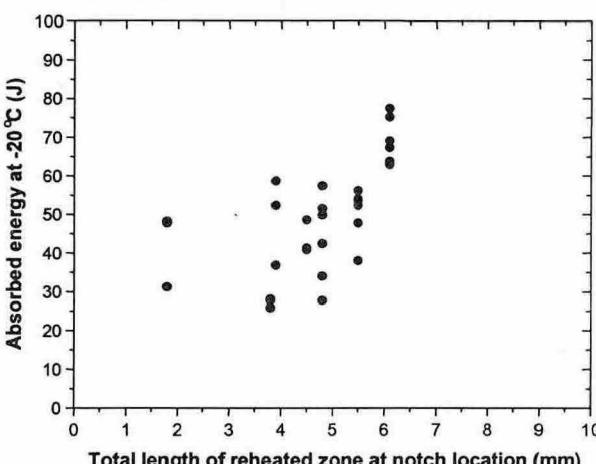


Fig. 6 Variation of impact absorbed energy of weld metal at -20°C as a function of total length of reheated zone at notch location

의 충격인성의 해석은 매우 복잡하며 조직 자체의 요인 이외에도 후속 패스에 의한 재가열 영역의 증대에 따라 증가함을 알 수 있다. 따라서 다층용접 하는 경우 용접금속 인성 향상을 위하여서는 적층관리도 중요함을 알 수 있다.

4. 결 론

(1) 입열이 18에서 29kJ/cm로 증가함에 따라 두 와이어 모두 용접금속 인장강도는 저하하나, 그 이상에서는 저하의 정도가 작았다. 이러한 입열 증가에 따른 강도 저하는 침상페라이트 감소 및 주상정 성장 등 조직적인 요인 이외에 탈산원소 산화손실에 기인한 합금원소 저하에도 영향을 받았다.

(2) 패스간 온도가 150에서 320°C로 증가함에 따라 인장강도는 지속적으로 저하하였다. 패스간 온도 증가는 입열 증가와 동일한 조직변화를 나타내었다.

(3) 용접금속 충격인성은 패스간 온도 증가에 따라 지속적으로 저하하였으나 입열 증가에 따라서는 뚜렷한 경향을 보이지 않았다. 이는 후속 패스에 따른 재가열 영역의 존재 때문으로 재가열 영역이 증가함에 따라 충격인성이 증가하였다.

참 고 문 헌

1. G. M. Evans : The Effect of Heat Input on the Microstructure and Properties of C-Mn All-Weld-Metal Deposits, Welding Journal, 61-4 (1982), 125s-132s
2. G. M. Evans : Effect of Interpass Temperature on the Microstructure and Properties of C-Mn All-Weld-Metal Deposits, IIW Doc. II-A-460-78
3. J. Vercesi and E. Surian : The Effect of Welding Parameters on High Strength SMAW All-Weld-Metal-Part 1:AWS E11018-M, Welding Journal , 75-6 (1996), 191s-196s