

절삭과 용접에 의한 Duplex계 스테인레스강 용접부의 경도 영향 평가

Effects of Cutting and Welding on Hardness Values of Duplex and Superduplex Stainless Steel Weldments

허희영, 선혜선, 윤동렬, 장태원

삼성중공업 조선플랜트연구소 용접연구

ABSTRACT

Currently, duplex and superduplex stainless steels are widely used for piping system in offshore unit because of its excellent combination of strength and corrosion resistance properties. Also, the usage of duplex and superduplex stainless steel is steadily increasing with getting into step with development of offshore industries.

In spite of excellent merits in mechanical and chemical properties of base materials, sometimes stringent requirements in welding procedure qualification and fabrication of duplex class material have regulated not only the application of various high-efficiency welding processes but also applicable welding parameters. This study is focused on hardness requirement which is known as one of the most stringent factor in duplex class material welding and this study aims to evaluate the effects of cutting and welding methodology on hardness values of duplex and superduplex stainless steel weldments.

1. 서 론

최근 고강도적 성질과 우수한 내부식성을 동시에 만족하는 2상 스테인레스강이 해양 구조물의 배관 시스템에 주로 사용된다. 이러한 사용 추세는 해양 구조물 제작의 발달과 더불어 계속 증가하고 있다.

모재의 이러한 우수한 성질에도 불구하고 용접 시공승인 단계와 제작 공정에서의 까다로운 요구사항은 고 효율 용접 공정의 사용과 사용되는 용접 조건을 규제하곤 한다. 본고는 이러한 요구사항 중 가장 엄격하다고 판단되는 경도치에 초점을 맞춰 절삭과 용접 방법에 의한 2상 스테인레스강 용접부의 경도 영향을 평가하고자 한다.

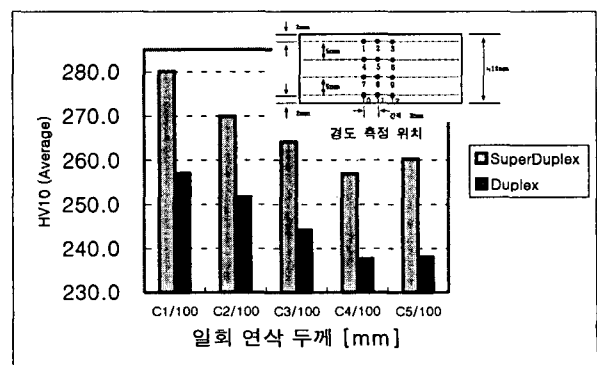
2. 절삭 방법에 따른 경도 영향 평가

일반적으로 경도 시험편의 가공은 절단 가공, 밀링 가공, 연삭 가공, 폴리싱 순으로 진행된다.

본고는 이 중 연삭 가공 방법에 따른 2상 스테인레스강 모재의 경도치 영향을 실험적으로 평가해 보았다.

2.1 일회 연삭 두께에 따른 영향

동일한 절단 가공, 밀링 가공 후 최종 1mm 연삭을 목표로 하여 일회 연삭 두께를 1/100mm부터 5/100mm까지 1/100mm 단위로 증가시킬 때 모재 표면의 경도치 결과는 다음과 같다.

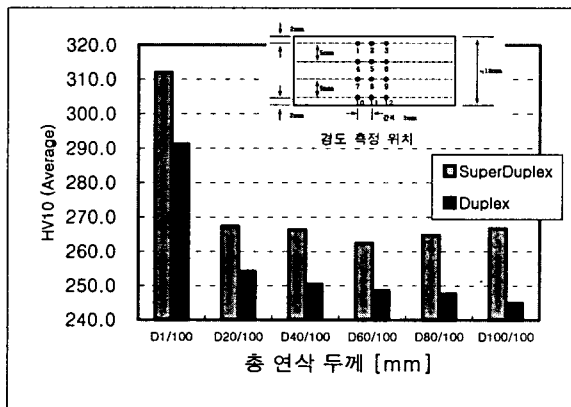


< Fig. 1 : 일회 연삭 두께에 따른 경도치 영향 >

상기 그래프에서 알 수 있듯이 22% Cr과 25% Cr 2상 스테인레스강 모두 일회 연삭 두께가 4/100mm일 때 가장 낮은 경도치를 가짐을 알 수 있다.

2.2 총 연삭 두께에 따른 영향

본 절에서는 일회 연삭 두께를 4/100mm로 고정하고 최종 총 연삭 두께에 따른 모재 표면의 경도치 결과를 평가하였다. 맨 좌측의 그래프 값은 최소 총 연삭량(1/100mm)일 때의 경도치를 나타내어 상대적으로 비교하였다.

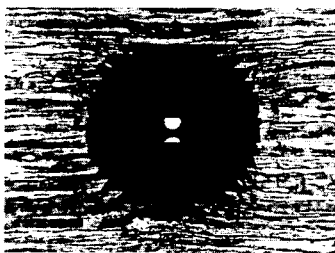


< Fig. 2 : 총 연삭 두께에 따른 경도치 영향 >

상기 그래프에서 알 수 있듯이 최소 절삭의 경우, 즉 총 연삭 두께 1/100mm 경우에는 상당히 높은 경도치를 얻을 수 있었고 4/100mm 일회 연삭 두께로 5회 이상의 절삭의 경우, 즉 총 연삭 두께가 약 20/100mm 이상일 경우에는 영향을 없다고 판단된다.

2.2 연삭에 따른 경도치 변화의 원인분석

대표적인 2개의 표본 시험편에 대해 미세조직 분석, 압흔 주변의 경화 상태 분석을 통해 원인을 규명해 보았다.



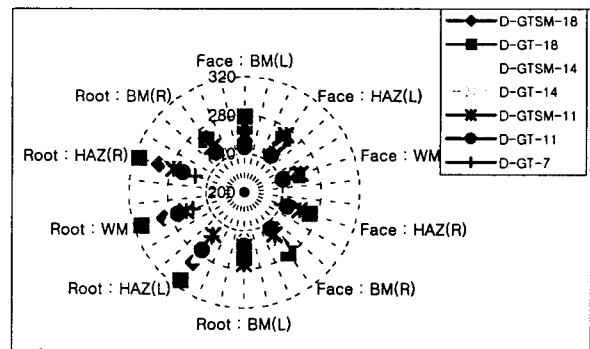
< Fig. 3 : 압흔 주변의 변태 변화 >

3. 용접 공정에 따른 경도 영향 평가

본 절에서는 다양한 용접 공법, 부재의 두께 조건에서의 용접부, 열영향부, 모재에서의 경도치를 비교, 분석하였다.

3.1 22% Cr 2상 스테인레스강

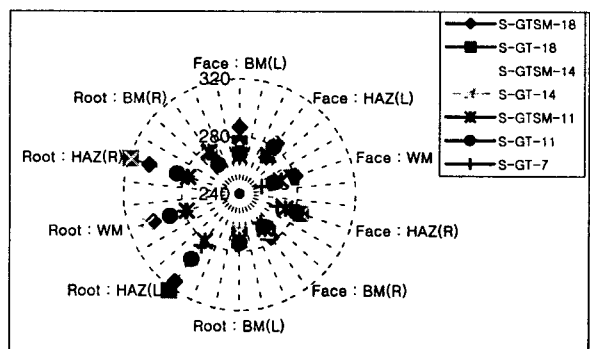
7t, 11t, 14t, 18t 파이프에 대해 GTAW 공법과 GTAW+SMAW 공법을 적용한 후 용접부 시험편에 대한 경도 시험 결과는 다음과 같다.



< Fig. 4 : 22% Cr 측정 위치별 경도치 >

3.2 25% Cr 2상 스테인레스강

7t, 11t, 14t, 18t 파이프에 대해 GTAW 공법과 GTAW+SMAW 공법을 적용한 후 용접부 시험편에 대한 경도 시험 결과는 다음과 같다.



< Fig. 5 : 25% Cr 측정 위치별 경도치 >

4. 결 론

다양한 실험을 통한 경도 영향 평가의 결론은 다음과 같다.

1) 과도한 절삭 조건은 표면의 얇은 층에서 소성 유기 변태를 유발하여 경도치의 상승을 유발한다. 일회 연삭 두께 4/100mm, 총 연삭 깊

이 20/100mm 이상일 때 최적화된 연삭 조건을 가진다.

2) 용접부 루트부의 경도치는 다층 용접에서의 냉각/가열 과정의 반복을 통한 Strain Hardening 영향으로 인해 상대적으로 높은 결과를 보이며 이러한 경도치의 증가는 용접부의 패스수에 대해 함수화하여 표현될 수 있다.

Duplex계 경도치에 가장 영향력을 가지는 인자인 Strain Hardening 메커니즘에 대해서는 차후 열탄소성 해석을 통해 정밀하게 규명될 예정이며 이러한 원인 분석은 향후 해양 구조물 용접 시공 승인 단계에 응용될 예정이다.

참고문헌

1. ASME IX : Qualification standard for welding and brazing procedures, welders, brazers, and welding and brazing operators
2. ASME B31.3 : Process piping
3. ASME B16.25 : Buttwelding Ends
4. R Gunn: 'Duplex stainless steels'. Publ: Abington Publishing, Cambridge, 1997