

Butt 용접이음부의 형상 최적화

The Optimization of Welding Design on Butt Welded Joint

조선대학교 방한서
부산대학교 강성원
인하대학교 김기성
조선대 대학원 김종명

1. 序 論

최근 산업기기의 대형화 추이에 따라 구조용 강재는 점점 후판화 되어지고 있는 실정이며, 강구조물 제작시 용접은 중요한 가공기술의 하나이다. 지금까지 후강판의 용접설계 및 시공시의 용접이음부의 개선각의 크기는 각종규칙의 규정에 의거하였다.

따라서, 본 연구에서는 용접이음부의 형상 즉, 개선각의 최적크기를 규명하고자 하는데 그 목적이 있다. 최적 개선각을 도출하기 위하여 용접이음부의 최소 및 최대 개선각(40° , 70°) 및 판두께(10mm, 20mm 및 30mm)를 변화시켜 각종 시험편을 제작하여 각 시험편에 대하여 재료의 비선형거동을 고려한 열탄소성 수치해석을 수행하여 역학적 특성(용접잔류응력 및 소성변형도등의 크기 및 분포)을 규명하고자 하였으며, 또한 단면절단법을 이용하여 실제측을 수행하여 그 타당성을 입증하였다. 더우기, 각시험편에 대한 용접이음부의 재료 성능검사도 함께 실시하였다. 이상의 연구결과를 검토하여 용접이음부의 설계치수의 최소화 및 표준화를 이룩하여 생산성의 향상, 원가절감 및 용접구조체의 안전성확보를 도모하고자 하였다.

2. 熔接 및 解析 條件

시험편의 크기는 길이(L)=700mm, 폭(B)=400mm이며, 판두께 및 개선각을 변화시킨 6종류의 시험편을 제작하였다. 용접은 Submerged-Arc 자동용접으로 다층-다패스를 수행하였고, 사용강재는 범용적으로 사용되고 있는 연강을 사용하였다. 수치해석은 유한요소법에 의한 열탄소성 평면변형 해석을 수행하였으며, 시험편의 대칭성을 고려하여 반폭(半幅)에 대하여 수행하였고, 경계(구속)조건은 시험이 자유롭게 수축, 팽창할수 있도록 하였다.

3. 數値解析

두께를 일정(10mm, 20mm 및 30mm)하게 하고, 개선각을 40° 에서 70° 로 변화시켰을 경우 해석결과를 고찰하여 보면, 응력분포는 양시편이 공히 같은 양상을 나타내고 있으며, 특히 개선각이 70° 인 경우 모재에서의 길이방향(σ_x)의 용접잔류응력이 다소 크게 나타났으며, 그외의 영역에서는 크기 및 분포의 대차가 거의 없었다. 또한, 폭방향의 용접잔류응력(σ_y) 및 두께방향의 용접잔류응력(σ_z)은 양시편 모두 절대크기도 작지만, 분포형태도 거의 일정하게 나타났다.

또한, 용접잔류 소성변형도($\epsilon_x^p, \epsilon_y^p, \epsilon_z^p$)를 보면 양시편 모두 크기 및 분포도 가 일정하였으며, 그 크기는 $\epsilon_x^p > \epsilon_y^p \geq \epsilon_z^p$ 순으로 나타났다. 이상의 결과를 검토하여 보면, 개선각의 크기의 변화에 따른 역학적 차이점은 동일하다고 사료되어 진다.

4. 測定

용접잔류응력 측정방법은 단면절단법에 의하여 측정하였다. 계측위치 선정은 수치해석 결과에 따라 측정점을 선정하였으며, 용접선의 길이 및 폭 방향에 대하여 계측하였다. 응력이 급격히 변화하는 지점에서는 다축 스트레인 게이지를 사용하였으며, 그이외의 지점에서는 2축 스트레인 게이지를 사용하였다. 측정결과는 각응력 성분(σ_x 및 σ_y) 모두 개선각이 40° 보다는 70° 즉, 개선각이 클수록 응력이 다소 크게 발생하였으며, 응력차이는 그다지 크지 않았다.

5. 性能 試驗

용접이음부에 대하여 인장, 굽힘 및 충격 시험을 실시하였다.
그 결과는 다음과 같다

- (1) 인장하중에 대한 파단위치는 모두 모재부에서 발생하였으며, 모재와 동등한 강도를 얻을 수 있었고, 개선각의 변화에 대한 차이점은 없었다.
- (2) 굽힘시험결과 용착금속, 열영향부 및 루트부등에서 균열이 발생하지 않았으며, 40° 의 개선각에서도 만족한 용착금속을 얻을 수 있음을 확인하였다.
- (3) 충격치는 개선각이 클수록 입열량의 차이 때문에 저하할 수 있음을 확인하였다.

[参考文献]

- 1) Y.C.Kim, T.Yamakita, H.S.Bang, Y.Ueda : "Mechanical characteristics of Repair Welding in thick plate". 日本溶接學會 論文集 第6卷 第1號(1988), pp.53-59
- 2) Yukio Ueda, Keiji Nakacho : "Simplifying analysis and Experimental Methods of Multipass Welding Stress in Very Thick Plates Based on Special Characteristic of Its Production Mechanism". 日本溶接學會 論文集 第2卷 第1號, pp.75-82
- 3) Z.Daley, P.D.Hibbert : "Computation of Temperature in actual weld design", America Welding Journal, Vol.54, No.11(1975), pp.385-392
- 4) M.G Yuan, Y.Ueda, Y.C Kim : "A Predicting Method of Welding Residual Stress Using Source of Residual Stress", 日本溶接學會 論文集, 第6卷 第1號, pp.59-62
- 5) Atsushi Seto, Isao Soya, Yoichi Tanaka : "Enhancement and Thickness Effect of Strength in Steel Joints with Improved Weld", 日本造船學會 論文集 , 第172號, pp 617-626
- 6) KS, JIS, DIN 등 各國의 規格, "熔接편"
- 7) KR, ABS, LR 등 各國의 船級規則, "鋼船편"
- 8) 寺崎俊夫: "構造用材料の溶接残留應力・溶接變形におよぼす溶接諸條件の影響に関する研究", 昭和 51年 5月, 博士學位 論文
- 9) 袁 敏 剛: "板構造物に生じる溶接残留應力の固有歪特性に基づく推定法に関する研究", 1990年7月, 博士學位 論文
- 10) 房 漢 瑞: "有限要素法에 의한 薄板熔接의 2次元非定常熱傳導解析", 大韓造船學會誌, 第27卷 第4號(1990), pp.44-50
- 11) Y.Fujita, T.Nomoto: "熱彈塑性 問題에 관한 研究", 日本 造船學會 論文集 第130號 (1971), pp 323-330
- 12) 宮崎則幸, 矢川元基 : "有限要素法에 의한 熱應力크립熱傳導解析", 사이엔스社 (1985), pp.115-134
- 13) 房漢瑞 ; "厚板熔接部의 力學的 特性", 大韓溶接學會誌, 10卷4號(1992), pp.250-258
- 14) Yukio Ueda, Keiji Nakacho, Yu Chul Kim : "溶接残留應力の解析と測定の材料力學(數値解析入門)", 日本溶接學會誌 第55卷 第6號, pp. 336-348
- 15) Koichi Masubuchi, Masayoshi Arita : "溶接中の熱應力について", 日本造船學會論文集 130號, pp 203-218