บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

การทดลองนี้ศึกษาผลของกรรมวิธีทางความร้อนหลังเชื่อมทีอุณหภูมิ 750°C เป็นเวลา 2, 4 และ 6 ชั่วโมง และผลของกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550, 633, 717 และ 800 °C เป็นเวลา 500, 1,000, 2,000 และ 2,500 ชั่วโมง ต่อความแข็งและโครงสร้างจุลภาคของรอยเชื่อมทิกระหว่างเหล็กกล้า P91 (9% โครเมียม) และ เหล็กกล้า P22 (2.25% โครเมียม) ที่ใช้ลวดเชื่อม อินโคเนล 625 และ อินโคเนล 617 สรุปผลโดยแยกส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. บริเวณโลหะพื้นของเหล็กกล้า P91 และเหล็กกล้าเหล็กกล้า หลังผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550 และ 633 °C โครงสร้างจุลภาคเหมือนกับโครงสร้างจุลภาคก่อนเชื่อม ส่วนกรรมวิธีทางความร้อนที่ 800°C ทำให้เหล็กกล้า P91 โครงสร้างจุลภาคเปลี่ยนเป็นเฟร์ไรต์และตะกอนคาร์ไบด์ ส่วนเหล็กกล้าเหล็กกล้า P22 โครงสร้างจุลภาคเปลี่ยนเป็นเฟร์ไรต์
2. บริเวณกระทบร้อนของเหล็กกล้า P91 หลังผ่านกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมที่อุณหภูมิ 750°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550 และ 633°C ความแข็งเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากการตะกอนคาร์ไบด์ตามขอเกรนทำให้บริเวณกระทบมีความแข็งสูงเสี่ยงต่อการแตกร้าวตามขอบเกรน
3. เนื้อเชื่อมอินโคเนล 625 และ 617 หลังผ่านกรรมวิธีทางความร้อนหลังการเชื่อมที่อุณหภูมิ 750°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550°C เป็นเวลา 2000 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 633°C เป็นเวลา 2500 ความแข็งไม่เพิ่มสูงขึ้น ส่วนเนื้อเชื่อมอินโคเนล 625 และ 617 หลังจากผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 750°C เป็นเวลา 4 และ 6 ชั่วโมง และผ่านกรรมวิธีทางความร้อนที่อุณหภูมิ 550°C เป็นเวลา 2000 ชั่วโมง และที่อุณหภูมิ 633°C เป็นเวลา 2500 ชั่วโมง ความแข็งจะเพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากตะกอนภายในเนื้อพื้นและตามขอบเกรน

รายการอ้างอิง

[1] รายงานผลการทดสอบรอยแตกแนวเชื่อมวาล์วเครื่องยนต์กังหันไอน้ำ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย 2550.

[2] Mankins, W.L. and Lamb, S. Non ferrous Alloy and Special purpose Metal, ASM Handbook Vol. 2, 1992.

[3] วีระ ควนเลี้ยง. ผลของกรรมวิธีทางความร้อนต่อพฤติกรรมการคลายความเค้นของอินโคเนล เอ็กซ์ 750 ที่อุณหภูมิสูง. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. ภาควิชาวิศวกรรมโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2548.

[4] Matthew, J. D, Stephen, J. D. SUPERALLOYS: A Technical Guide, ASM International, 2002.

[5] Farrar, J.C.M. The alloy tree. A guide to alloy steel Stainless steel and Nickel base alloy, Wood Head Publishing limited. Cambridge, England, 2004.

[6] Vijayalakshmi, M., Sudha, C., Terrence, A.L.E. and Albert, S.K. Systematic study of formation of soft and hard zone in the dissimilar weldment of the Cr-Mo steel. Journal of Nuclear Materials, 302: 193-205, 2002.

[7] Bhanu Sankara Rao K., Vani Shankar. and Mannan, S.L. Microstructure and mechanical properties of Inconel 625 superalloy. Journal of Nuclear Materials, 288 (201): 222-232.

[8] Elisabetta Gariboldi, Marcello Cabibbo, Stefano Spigarelli. and Dario Ripamonti. International Journal of Pressure Vessels and Piping, 85: 63-71, 2008.

[9] Lancaster, J.F. Metallurgy of Welding, 6thed, Cambridge, Abington Publishing, 1999, pp 244.

[10] Jandova, D., Kasl, J. and Rek, A. Electron microscopy and microanalysis of steel weld joints after long time exposure at high temperature. 11th European Workshop on Modern Developments and Application in Microbeam Analysis, 2010.

[11] Peddle, B.E. and Pickles, C.A. Carbide and Hardness Development in the Heat-Affected Zone of Tempered and Postweld Heat-Treated 2.25Cr-1Mo Steel Weldments. Journal of Materials Engineering and Performance. Vol. 9(5) (October 2000): 477-488.

[12] Moorthy, V., Vaidyanathan, S., Laha, K., jayakumar, T., Bhanu Sankara Rao, K. and Baldev Raj. Evaluation of microstructures in 2.25Cr-1Mo and 9Cr-1Mo steel weldments using magnatic Barkhausen noise. Materials Science and Engineering A, 231, : 98-104, 1997.

[13] Sidney H. Avner. Introduction to Physical Metaurgy, 2nd ed, Singapore, McGraw-Hill, 1974, pp 129-130.

[14] William D. Callister, Materials Science and Engineering: An Intreoduction 7th ed, Asia, Jonh Wiley & Sons, 2007, pp 195.

[15] Sudha, C., Thomas Paul, V., Terrence, A.L.E., Saroja, S. and Vijayalakshmi, M. Microstructur and Microchemistry of Hard zone in dissimilar weldments of Cr-Mo Steels. Welding research: 71-80, 2006.

[16] Das, C.R., Albert, S.K., Bhaduri, A.K., Srinivasan, G. and Murty, B.S. Effect of prior microstructure and mechanical properties of modified 9Cr-1Mo steel weld joints. Materials Science and Engineering A, 477: 185-192, 2008.

[17] Arivazhagan, B., Rananath Prabhu, Albert, S.K., Kamaraj, M. and Sundaresan, S. Microstructure and Mechanical Properties of 9Cr-1Mo steel Weld Fusion Zones as a Function of Weld Metal Composition. Journal of Materials Engineering and Performance. Vol. 18(8) (November 2009): 999-1004.

[18] Harendra Kumar, Mohapatra, J.N., Rajat Kumar Roy, Justin Joseyphus, R. And Amitava Mitra. Evalution of tempering behavior in modified 9Cr-1Mo steel by magnetic non-destructive techniques. Journal of Materials Processing technology, 210: 669-674, 2010.

[19] Peddle, B.E. and Pickles, C.A. Carbide development in the heat affected zone of tempered and post-weld heat treated 2.25Cr-1Mo steel weld mented. Canadain Metallurgical Quartery, Vol. 40: 1105-126, 2001.

[20] Tsai, M.C. and Yang, J.R. Microstructural degeneration of simulated heat-affected zone in 2.25Cr-1Mo steel during high-temperature exposure. Materials Science and Engineering A 340: 15-32, 2003.

[21] Thomas Paul, V., Saroja, S. and Vijayalakshmi, M. Microstructural stability of modified 9Cr-1Mo steel during long term exposures at elevated temperature. Journal of Nuclear Materials, 378: 273-281, 2008.

[22] Sanchez-Hanton, J.J and Thomson, R.C. Charecterization of isothermally aged Grade 91(9Cr-1Mo-Nb-V) steel by electron back scatter diffraction. Materials Science and Engineering A, 460-461: 261-267, 2007.

[23] Mythili, R., Thomas Paul, V., Saroja, S., Vijayalakshmi, M. and Raghunathan, V.S. Microstructural modification due to reheating in multipass manual metal arc welds of 9Cr-1Mo steel. Journal of Nuclear Materials, 312: 199-206, 2003.

[24] Czyrska-Filemonowicz, A., Zielinska-Lipiac, A. and Ennis, P.J. Modified 9%Cr steel for advanced power generation: Microstructure and properties. Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering, Vol. 19, (December 2006): Issue 2.

[25] Mitchell, D.R.G. and Sulaiman, S. Advanced TEM specimen preparation methods for replication of P91 steel. Materials Characterization, 56: 49-58, 2006.

[26] Mitchell, D.R.G. Some applications of analytical TEM to characterisation of high temperature equipment. Micron, 32: 831-840, 2001.

[27] Sanjay K. Rai, Aish Kumar, Vani Shankar, Jayakumar, T., Bhanu Sankara Rao, K.and Baldev Raj. Characterization of microstructure in Inconel 625 using X-ray diffraction peak broadening and lattice parameter measurements. Scripta Materialia, 51: 59-63, 2004.

[28] Mohammad Akbari-Garakani and Mohsen Mehdizadeh. Effect of long-term service exposure on microstructure and mechanical properties of Alloy 617. Materials and Design, 32: 2695-2700, 2011.

[29]. Chomette, S., Gentzbittel, J.M. and Viguier, B. Creep behaviour of as-received, aged and cold worked INCONEL 617 at 850°C and 950°C. Journal of Nuclear Materials, 399: 266-274, 2010.

[30] มนัส สถิรจินดา. เหล็กกล้า STEEL.พิมพ์ครั้งที่ 5.วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2543.

[31] Sireesha, M., Shaju K. Albert and Sundaresan, S. Influence of High-Temperature Exposure on the Microstructure and Mechanical Properties of Dissimilar Metal welds between Modified 9Cr-1Mo Steel and Alloy 800, Metallurgical and Materials Transacation A, Vol. 36A (June 2005): 1495-1506.

[32] Chen, B., Flewitt, P.E.J. and Smith, D.J. Microstructural sensitivity of 316H austenitic stainless steel: Residual stress relaxation and grain boundary fracture. Materials Science and Engineering A 527: 7387-7399, 2010.

[33] Roos, E., Bauer, M., Klenk, A. and Maile, K. Description of failure modes in welded component operating in creep regime. Transcation of the Indian of Metals, Vol.63 Issues 2-3: 101-109, 2010.

[34] Skelton, R.P., Goodall, I.W., Webster, G.A. and Spindler, M.W. Factors affecting reheat cracking in the HAZ of austenitic steel weldments. International of Pressure Vessels and Piping, Vol. 80:441-451, 2003.

[35] Ghiya, S.P., Bhatt, D.V. and Rao, R.V. Stress Relief Cracking in Advance Steel Material –Overview. Proceedings of the World Congress on Engineering 2009 Vol. II, London United Kingdom.

[36] Auzoux, Q., Allais, L., Caes, C., Monnet, I., Gourgues, A.F.and Pineau, A. Effect of pre-strain on creep of three AISI 316 austenitic stainless steels in relation to reheat cracking of weld-affected zones. Journal of Nuclear Materials, 400: 127-137, 2010.

[37] Benvenuti, A., Bontempi, P., Corti, S., and Ricci, N. Assessment of material Thermal history in elevated temperature Components. Materials Characterization, 36: 271-278, 1996.

[38] Brozda, J., Zeman, M. Wrong heat treatment of martensitic steel weld tube cause major cracking during assembly of resuperheater in fossil fuel power plant. Engineering Failure Analysis, 10: 569-579, 2003.