

เอกสารประกอบการปฏิบัติการทางโลหะวิทยา วิชา PTE 453 (Metallurgy Lab.II)

เรื่อง Weld decay

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเข้าใจถึงกลไกการเกิด Weld decay
2. เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิด Weld decay
3. เพื่อศึกษาแนวทางที่ช่วยป้องกันการเกิด Weld decay

บทนำ

ในอุตสาหกรรมปัจจุบันเหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless steels) นับเป็นวัสดุที่ถูกนำไปใช้อย่างมาก เนื่องจากมีสมบัติที่ดีหลายประการ โดยเฉพาะทนต่อการกัดกร่อน (Corrosion) แม้จะอยู่ในน้ำหรือสารละลายที่มีความเป็นกรดเจือจาง เมื่อเทียบกับเหล็กทั่วไปซึ่งจะเกิดสนิมได้ง่าย เมื่ออยู่ในบรรยากาศที่มีความชื้น การนำเหล็กกล้าไร้สนิมไปใช้งานส่วนใหญ่ใช้เป็นส่วนที่เป็นส่วนประกอบ จำเป็นต้องมีการเชื่อมชิ้นงานเพื่อยึดชิ้นส่วนต่างเข้าด้วยกัน ซึ่งปัญหาหลักที่พบภายหลังการเชื่อมคือการเกิดการกัดกร่อนที่บริเวณขอบเกรน (Intergranular corrosion) เพื่อเป็นการป้องกันการกัดกร่อนที่เกิดขึ้น ซึ่งในการปฏิบัติการทดลองครั้งนี้ ได้ทำการเชื่อมชิ้นงานและอบที่อุณหภูมิสูง เพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างที่เกิดขึ้นกับชิ้นงาน Austenitic stainless steel

คำสำคัญ

Sensitization, Weld decay, Heat affected zone (HAZ), Intergranular corrosion, Carbide precipitation

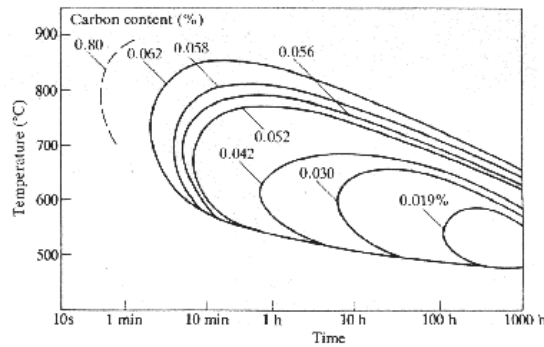
เอกสารที่ใช้อ่านประกอบการทดลอง

1. U.K. Chatterjee, S.K. Bose, S.K. Roy, 2001, Environmental Degradation of Metals, Marcel Dekker, Inc., New York, pp. 68-73
2. Jonathan Beddoes, J. Gordon Parr, INTRODUCTION TO STAINLESS STEELS, 3rd Edition, ASM INTERNATIONAL, The Materials Information Society
3. A. John Sedriks, 1996, CORROSION OF STAINLESS STEELS, 2nd Edition, A WILEY-INTERSCIENCE PUBLICATION JOHN WILEY & SONS, INC.

ทฤษฎี

การเกิด Intergranular corrosion ใน Austenitic stainless steels ทำให้เกิดปัญหาอย่างมากในอุตสาหกรรม ซึ่งส่งผลทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ที่มีการเชื่อมต่อต่างๆ ที่ต้องสัมผัสกับบรรยากาศปกติที่ไม่รุนแรง การสูญเสียความต้านทานต่อการเกิดการกัดกร่อนของ Stainless steel ในรอยเชื่อมเรียกว่า “Weld decay” อย่างไรก็ตาม การเชื่อมไม่ใช่สาเหตุหลักของการเกิด Intergranular corrosion เนื่องจาก Austenitic stainless steels จะไวต่อการเกิด Intergranular corrosion เมื่อถูก

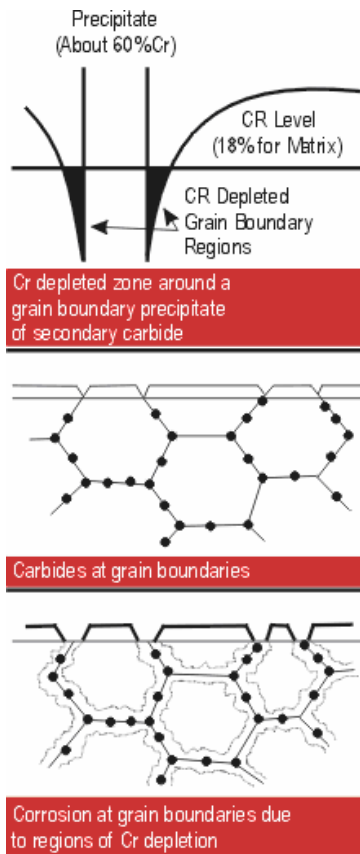
ให้ความร้อนที่อุณหภูมิในช่วง 500-800°C (900-1500°F) ซึ่งขึ้นงานที่อยู่ในสภาวะดังกล่าวเรียกว่า “Sensitized” ซึ่งปัจจัยหลักของการเกิด Sensitization คือ อุณหภูมิ, เวลา, และส่วนผสมทางเคมี



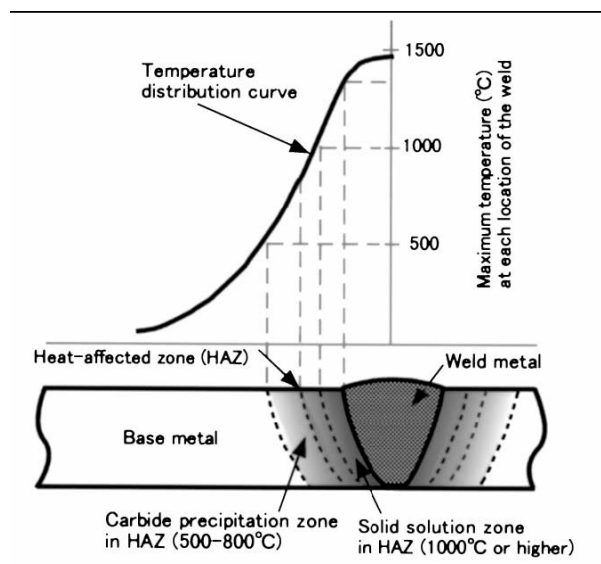
รูปที่ 1 Sensitization diagram for 18Cr-8Ni stainless steels of varying carbon content,[1]

กลไกการเกิด Weld decay เริ่มจากการสูญเสีย Cr ที่บริเวณขอบเกรนเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิด Intergranular corrosion ใน Austenitic stainless steels ช่วงของการเกิด Sensitizing คาร์บอนจะเกิดการแพร่และกระจายตัวอย่างสมบูรณ์และ Alloys อื่นๆ ก็จะมีการกระจายตัวอย่างรวดเร็วไปที่ขอบเกรน ซึ่งคาร์บอนจะชอบรวมตัวกับ Cr ให้ Chromium carbide เช่น $Cr_{23}C_6$ ทำให้ในบริเวณใกล้เคียงเกิดการสูญเสีย Cr ส่งผลให้เกิดความแตกต่างของปริมาณ Cr ขึ้น ซึ่งระหว่างขอบเกรนที่สูญเสีย Cr จะ Form ตัวเป็น Anode ในขณะที่ภายในเกรนจะ Form ตัวเป็น Cathode ทำให้เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical potential) ขึ้น รวมทั้งถูกนำไปใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีการกัดกร่อน (Corrosive environment) ส่งผลให้เกิดการกัดกร่อนอย่างรวดเร็วมากยิ่งขึ้น ใน Alloys ที่มีปริมาณของคาร์บอนน้อยกว่า 0.02% จะไม่เกิด Sensitization เนื่องจากมีคาร์บอนไม่เพียงพอที่จะทำให้เกิดความต่อเนื่องของขอบเกรนที่มีการสูญเสีย Cr (Chromium-depleted grain boundary) ทำให้เกิดการตกผลึกของ Carbide (Carbide precipitate) มีน้อยมากและมีการกระจายตัวอยู่ทั่วไป แต่ไม่มีผลกระทบหรือไม่มีผลมากพอต่อความต้านทานการกัดกร่อนของ Alloys นั้นๆ

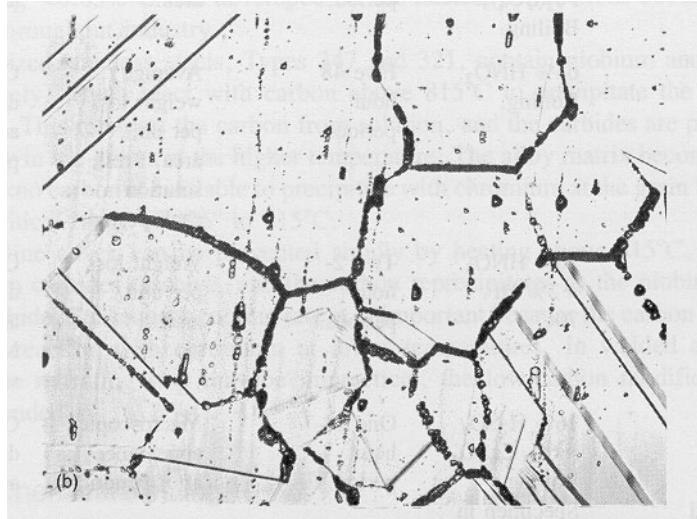
ในการเชื่อม Austenitic stainless steel จะมีอยู่บริเวณหนึ่งที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงที่เกิด Sensitization ที่ทราบว่าเป็น Weld decay บริเวณที่ใกล้กับรอยเชื่อมเช่นในบริเวณ Heat affected zone จะมีปัจจัยหลายๆ ตัวที่มีอิทธิพลต่อการเกิดการกัดกร่อนที่บริเวณรอยเชื่อม เช่น ส่วนผสมทางเคมีและโครงสร้างจุลภาคของ Base metal และ Weld metal, สมบัติทางโลหะวิทยาของ Base metal ก่อนการเชื่อม (การผ่านกระบวนการทางความร้อน), กระบวนการเชื่อม เช่น TIG, MIG, SMAW เป็นต้น, ขนาดของชิ้นงานที่ถูกเชื่อม รวมถึงตำแหน่งของการเชื่อมด้วย เป็นต้น การทำ Post-heat treatment จะช่วยลดการเกิด Intergranular corrosion ได้



รูปที่ 2 Schematic diagram of components of a weldment in an austenitic stainless steel.[3]



รูปที่ 3 Temperature distribution and the heat-affected zone in SUS 304



รูปที่ 4 Microstructure of Weldeca in SUS 304 (HAZ) 50X

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ชิ้นงาน Stainless steel Grade S30400
2. ชุดเครื่องเชื่อมแบบ Arc Welding
3. เตาอบชิ้นงานอุณหภูมิสูง
4. กระจกขัด + กระดาษทราย
5. Optical Microscope
6. Etch : Glyceregia: 3 Part glycerol, 2-5 Part HCl, 1 Part HNO₃

วิธีการทดลอง

กลุ่ม 1

1. ตัดชิ้นงานทดสอบให้มีขนาดความยาว 10 มิลลิเมตร
2. เชื่อมชิ้นงานดังกล่าวด้วยการเชื่อมแบบ Arc welding จากนั้นปล่อยให้ชิ้นงานให้เย็นตัวในอากาศ
3. ขัดชิ้นงานเพื่อตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค
4. บันทึกผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

กลุ่ม 2

1. ตัดชิ้นงานทดสอบให้มีขนาดความยาว 10 มิลลิเมตร
2. เชื่อมชิ้นงานดังกล่าวด้วยการเชื่อมแบบ Arc welding จากนั้นปล่อยให้ชิ้นงานให้เย็นตัวในอากาศ
3. นำชิ้นงานเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 850 °C เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นทำการ Quench ชิ้นงานในน้ำ
4. ขัดชิ้นงานเพื่อตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค
5. บันทึกผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

กลุ่ม 3

6. ตัดชิ้นงานทดสอบให้มีขนาดความยาว 10 มิลลิเมตร
7. เชื่อมชิ้นงานดังกล่าวด้วยการเชื่อมแบบ Arc welding จากนั้นปล่อยให้ชิ้นงานให้เย็นตัวในอากาศ
8. นำชิ้นงานเข้าเตาอบที่อุณหภูมิ 650°C เป็นเวลา 30 นาที จากนั้นทำการ Quench ชิ้นงานในน้ำ
9. ขัดชิ้นงานเพื่อตรวจสอบโครงสร้างจุลภาค
10. บันทึกผลและวิเคราะห์ผลการทดลอง

รายงานผลการทดลอง

เรื่อง Weld decay

ผู้ทำการทดลอง.....วันที่.....

ผลการทดลอง

(a)เชื่อมและปล่อยให้เย็นตัวในอากาศ50X (Base)	(a)เชื่อมและปล่อยให้เย็นตัวในอากาศ50X (HAZ)
(c)หลังอบที่Temp °C 50...X เย็นตัวในน้ำ (HAZ)	(d)หลังอบที่Temp °C 50...X เย็นตัวในอากาศ (HAZ)

โครงสร้างจุลภาคของ

รูป (a) ประกอบด้วย.....

รูป (b) ประกอบด้วย.....

รูป (c) ประกอบด้วย.....

รูป (d) ประกอบด้วย.....

