

รายการอ้างอิง

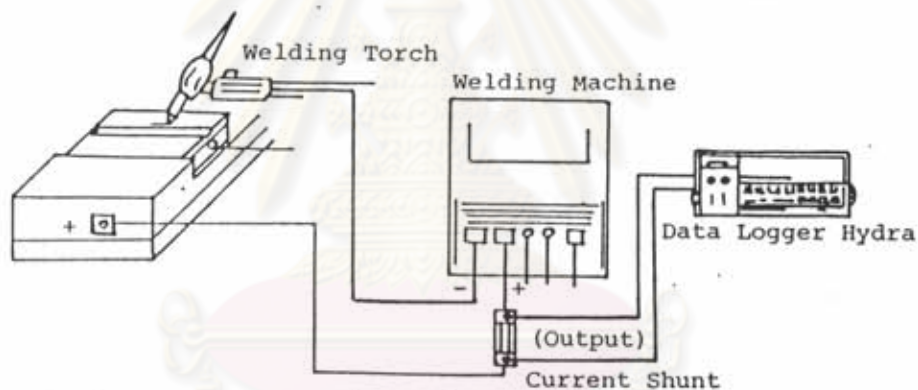
1. Quality Assurance of Welding Operation. DIN 8563 part 3. October 1985.
2. R.Castro And J.J.de Cadenet. Welding Metallurgy of Stainless and Heat-Resisting Steels.
Translated from the French by R.C. Jain, Cambridge University Press, 1974: 88-92.
3. G.Huisman and H.Hoffmeister. Investigation of the effects of TIG pulse parameters and shielding gas compositions on weld bead formation and microstructure of Duplex Stainless Steel orbital TIG root welds, LWS, University of Federal Armed Force, Germany, October 1992.
4. L.A.Schaeffler. Metal Progress, 1949: 680.
5. D.L.Olson. Prediction of Austenitic Weld Metal Microstructure and Properties. Welding Journal, October 1985: 281-S to 295-S.
6. V.P.Kujanpaa. Weld Defects in Austenitic Stainless Steel Sheet - Effect of Welding Parameters. Welding Journal, February 1983: 45-S to 52-S.
7. Welding and Brazing. ASM Metal handbook, vol 6, 8th Edition, 1971.
8. Gower A. Kennedy. Welding Technology. Lethbridge Community College, Alberta, 1978.
9. J.F.Lancaster. Metallurgy of Welding. 5th Edition, 1993: 260.
10. Welding Stainless Steel. AWRA Technical Note 16, December 1985: 13.
11. Quantitative Metallography. ASM Metal Handbook, vol 9, 9th Edition, 1985: 129
12. E.E.Underwood. in Quantitative Microscopy. R.T.DeHoff and F.N.Rhines, Ed., McGraw-Hill, 1968: 84

ภาคผนวก ก

แสดงแผนภูมิการติดตั้งอุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้าระหว่างเชื่อม เนื่องจากเครื่องเชื่อมทิกที่ใช้สามารถตั้งกระแสไฟฟ้าพัลส์ และกระแสไฟฟ้าเบส โดยแสดงค่ากระแสไฟฟ้าพัลส์เป็นตัวเลขบนจอดิจิทัล การใช้อุปกรณ์วัดค่ากระแสไฟฟ้านี้เป็นการตรวจสอบความเที่ยงตรงของตัวเลขที่แสดงบนจอดิจิทัลของเครื่องเชื่อม

เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบค่า คือ Data Logger Hydra Acquisition Series ที่ผลิตโดย John Fluke MFG. Co., Inc.

ก.1 แผนภูมิแสดงการติดตั้ง



ค่าที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับค่าที่แสดงที่จอของเครื่องแสดงดังตาราง ก.1

ตาราง ก.1 ค่ากระแสไฟฟ้าพัลส์ที่แสดงบนจอดิจิทัลของเครื่องเชื่อมเปรียบเทียบกับค่ากระแสไฟฟ้าพัลส์ที่วัดได้จาก Data Logger Hydra

ค่ากระแสไฟฟ้าพัลส์ที่แสดงบนจอดิจิทัลของเครื่องเชื่อม (Amp)	ค่าที่ได้จาก Data Logger Hydra (Amp)
42	44.96
100	100.6
150	148.55
200	196.51

ภาคผนวก ข

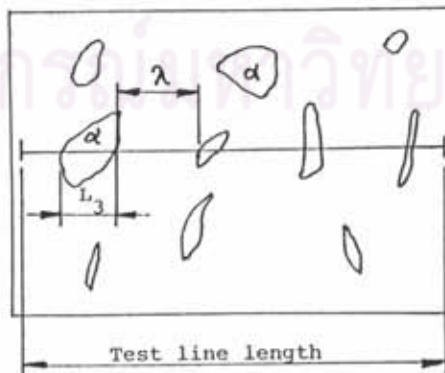
วิธีการหาปริมาณเดลต้าเฟอร์ไรท์ในเนื้อโลหะรอยเชื่อม

การหาปริมาณเดลต้าเฟอร์ไรท์จากภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาคของเนื้อโลหะรอยเชื่อม ด้วยวิธีการที่เรียกว่า Quantitative Metallography ⁽¹¹⁾ เป็นการหาความสัมพันธ์ระหว่างการวัดขนาด บนระนาบ 2 ทิศทาง ที่ได้จากการ Polish กับขนาดของโครงสร้างใน 3 ทิศทางของโลหะ วิธีการนี้ เป็นการหาปริมาณของเดลต้าเฟอร์ไรท์เป็น % ปริมาตรจากภาพถ่ายโครงสร้างที่ถ่ายจากเครื่อง Image Analyzer และเนื่องจากภาพโครงสร้างที่ได้เป็นแบบ 2 เฟส คือจะเห็นโครงสร้าง เดลต้าเฟอร์ไรท์เป็นสีเทาดำ และโครงสร้างออสเตนไนท์เป็นสีขาว ซึ่งสามารถหา Volume Fraction ได้จากสมการ

$$\lambda = (L_3)_\alpha \left[\frac{1 - (V_v)_\alpha}{(V_v)_\alpha} \right]$$

- เมื่อ λ = Mean Free Distance
 $(V_v)_\alpha$ = Volume Fraction ของ α
 $(L_3)_\alpha$ = Mean Intercept Length ของ α

การหาค่า λ และ $(L_3)_\alpha$ สามารถหาได้จากการลาก Test line ตัดผ่านโครงสร้างที่ต้องการ หาค่า Volume Fraction ดังแสดงในรูป ข.1



รูป ข.1 แสดงตำแหน่งการวัดค่า λ และ $(L_3)_\alpha$ จาก Test line

สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งในการหาค่า λ และ L_3 คือจำเป็นต้องรู้จำนวนครั้งของการวัด เพื่อให้มั่นใจว่าค่าที่ได้มีความถูกต้อง การหาค่าดังกล่าวต้องอาศัยวิธีการทางสถิติ โดยค่า Standard Deviation ของ N_L (Number of particle interceptions per unit length of test line) คำนวณได้จาก

$$S_x = \sqrt{\frac{1}{N_L} (\sum X_i^2) - \bar{x}^2}$$

และเนื่องจากความต้องการความถูกต้องของการวัดต้องไม่ต่ำกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นค่า Standard Deviation ของค่าเฉลี่ยที่ใช้จะต้องอยู่ในช่วงของ $\pm 2 \sigma$ และสามารถหาจำนวนครั้งของการวัด (n) ได้จาก ⁽¹²⁾

$$\begin{aligned} \mu_{\bar{x}} &= \mu_x \\ \sigma_{\bar{x}} &= \frac{\sigma_x}{\sqrt{n}} \end{aligned}$$

เมื่อ	$\sigma_{\bar{x}}$	=	Standard Deviation ของค่าเฉลี่ย \bar{x}
	σ_x	=	ค่าประมาณจาก S_x
	n	=	จำนวนครั้งของการวัด
	$\mu_{\bar{x}}$	=	Mean Value ของ \bar{x}
	μ_x	=	Mean Value ของ x

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

ผลการตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยรังสี (Radiographic Test)

ตรวจสอบรอยเชื่อมที่ผ่านการเชื่อมด้วยความเร็ว 3.4 มิลลิเมตรต่อวินาที ในตำแหน่งการเชื่อมแนวราบ แนวตั้ง และแนวเหนือหัว ซึ่งเป็นรอยเชื่อมที่ได้มาตรฐาน

หมายเลขชิ้นงานของการเชื่อมในลักษณะการเชื่อมแนวราบ คือ 45, 54, 66 และ 78

หมายเลขชิ้นงานของการเชื่อมในลักษณะการเชื่อมแนวตั้ง คือ 40, 55, 68 และ 80

หมายเลขชิ้นงานของการเชื่อมในลักษณะการเชื่อมแนวเหนือหัว คือ 49, 64, 73 และ 83

การตรวจสอบเป็นการตรวจสอบตามมาตรฐาน ASME IX (American Society of Mechanical Engineer) ผลการตรวจสอบแสดงในตาราง ข.1

พบว่าชิ้นงานหมายเลข 49 ไม่ผ่านมาตรฐาน ซึ่งเกิดจาก Root Concavity ประมาณ 0.1 มิลลิเมตร สามารถแก้ไขได้โดยการลดปริมาณกระแสไฟฟ้าพัลส์ลง 1 - 2 แอมแปร์

สำหรับชิ้นงานหมายเลข 68 ไม่ผ่านตามมาตรฐาน เนื่องจากเกิดการซึมลึกไม่เพียงพอในช่วงเริ่มต้นของการเชื่อม มีความยาวประมาณ 10 มิลลิเมตร ซึ่งรอยเชื่อมหลังจากนั้นสมบูรณ์ ความผิดปกติในช่วงเริ่มต้น เกิดจากปริมาณกระแสไฟฟ้าพัลส์ไม่สม่ำเสมอ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ข.1 ใบรับรองผลการตรวจสอบรอยเชื่อมด้วยรังสี

PAE (THAILAND) PUBLIC COMPANY LIMITED.

NDT & INSPECTION DIVISION

69 Oonnut 64, Soi Suksaman, Srinakarin Road, Suanluang, Bangkok 10250, THAILAND
Tel : 322-0222 (auto 32 lines) ; Fax : 322-2970-1, Telex : TH 82803, Cable, PACARCIS

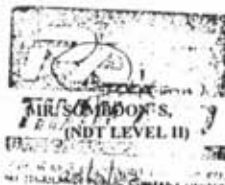
REPORT No. 227/97-RESEARCH-001		RADIOGRAPHIC EXAMINATION REPORT			PAGE 1/1				
DATE: MARCH 24, 1997		PROJECT NAME: RESERCH JOB			8 INC				
CLIENT: METALLURGICAL ENGINEERING DEPT. CHULALONGKORN UNIVERSITY		SOURCE TO FILM DISTANCE			MM				
PROCEDURE No. NDT-001 / 1	EXPOSURE TIME	-	MM	TYPE OF PENETRAMETER					
X-R (-)	20	SEC.		ASTM 1A DIN FE 10/16					
RADIATION (mAx KVP)	DENSITY RANGE	2.0 TO 4.0		ASTM 1B DIN FE 6/12					
SOURCE Y-R (Ir-192)	SENSITIVITY			FILM AUTO					
SOURCE RANGE 70 CL	FILM TYPE	KODAK 'M'		PROCESSING MANUAL YES					
SOURCE SIZE 3.0 X 3.0 MM	SIZE	3.5" x 8.5"		MATERIAL SUS 304 L					
TUBE VOLTAGE - KVP	INTENSIFYING SCREENS	FRONT 0.005 INC.		THICKNESS 3 MM					
TUBE CURRENT - mA		BACK 0.005 INC.							
RADIOGRAPHIC FILM EVALUATION : ACCEPTANCE CRITERIA :				<input checked="" type="checkbox"/>	ASME IX	<input type="checkbox"/>	ASME VIII	<input type="checkbox"/>	ANSI B 31.1
				<input type="checkbox"/>	ANSI B 31.3	<input type="checkbox"/>	API-1104	<input type="checkbox"/>	OTHER.....
WELDS, PART, SECTION No.	FILM NO.	NO	TYPE OF DEFECTS	RESULT		REMARKS			
				ACCEPT	REJECT				
WQT	W-40	A-B	NAD	-	/				
	W-45	A-B	NAD	-	/				
	W-49	A-B	IF	-	/				
	W-54	A-B	NAD	-	/				
	W-55	A-B	NAD	-	/				
	W-64	A-B	NAD	-	/				
	W-66	A-B	NAD	-	/				
	W-68	A-B	IF	-	/				
	W-73	A-B	NAD	-	/				
	W-78	A-B	P	-	/				
	W-80	A-B	P	-	/				
	W-83	A-B	NAD	-	/				

SUB-TOTAL-ACC/REJ				10	2				
TOTAL				12		FILMS			

ABBREVIATIONS

- NAD : No Apparent Defect
- P : Porosity
- C : Crack
- UC : Under Cut
- SL : Slag Linear
- SI : Slag Inclusions
- BT : Burn Through
- IF : Incomplete Fusion
- IP : Incomplete Penetration
- TI : Tungsten Inclusion
- CRP : Concave Root Penetration
- ERP : Excessive Root Penetration
- REP : Repair
- RS : Reshoot
- SF : Surface Flaw
- CP : Cluster Porosity

PAE-INSPECTOR :



DATE :

CLIENT :

DATE :

Signature
970326

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นาย ประสงค์ ชะอุ่มใบ เกิดวันที่ 25 เมษายน พ.ศ. 2505 ที่อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี สำเร็จการศึกษาปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการผลิต ภาควิชา วิศวกรรมการผลิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ ในปีการศึกษา 2529 และเข้า ศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ที่จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อ พ.ศ. 2536

ประวัติการทำงาน :

- บริษัท บางกอกโลหการอุตสาหกรรม จำกัด 2529 - 2531 ตำแหน่ง วิศวกร
- บริษัท วอลโว่ ประเทศไทย จำกัด 2533 - ปัจจุบัน ตำแหน่ง วิศวกรฝ่ายพัฒนา ชิ้นส่วนยานยนต์



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย