

การศึกษารอยเชื่อมของ เหล็กกล้าไร้สนิมโดยวิธีรากิโอกราฟี

นายรัตนชัย นามวงศ์



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคำหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาค วิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2524

003803

A STUDY OF STAINLESS STEEL WELDING BY RADIOGRAPHY

Mr. Ratanachai Namwong

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1981

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การศึกษารอยเชื่อมของ เหล็กกล้าไร้สนิมโดยวิธีรากิโอกราฟี
โดย นายรัตนชัย นามวงศ์
ภาควิชา นิวเคลียร์เทคโนโลยี
อาจารย์ที่ปรึกษา ร.ศ. มนัส สติกรจินดา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้มหาวิทยาลัย เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

สุพรรณ บุนนาค
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุพรรณ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

สุวรรณ แสงเพชร
.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ สุวรรณ แสงเพชร)

มนัส สติกรจินดา
.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ มนัส สติกรจินดา)

ปรีชา การสุทธิ
.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ปรีชา การสุทธิ)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์
ชื่อนิสิต
อาจารย์ที่ปรึกษา
ภาควิชา
ปีการศึกษา

การศึกษารอยเชื่อมของ เหล็กกล้าไร้สนิมโดยวิธีราก็อกราฟี
นายรัตนชัย นามวงศ์
ร.ศ. มนัส สติรจินดา
นิวเคลียร์เทคโนโลยี
2523



บทคัดย่อ

ราก็อกราฟีเป็นวิธีการตรวจสอบแบบไม่ทำลาย เพื่อตรวจสอบวัสดุต่าง ๆ โดยใช้หลักการของการดูดซึมรังสีของวัสดุ รังสีที่ไม่ได้ถูกดูดซึมจะตกลงบนฉากรองรับ การศึกษารอยเชื่อมของเหล็กกล้าไร้สนิม เป็นการใช้ลวดเชื่อมเหล็กกล้าไร้สนิม 4 ชนิด คือ ลวดเบอร์ 308, 308R, 347 และ 608 กับเหล็กกล้าไร้สนิมชนิดไม่ตึกแม่เหล็กหลาย ๆ ความหนา ซึ่งทั้งลวดเชื่อมและเหล็กกล้าไร้สนิมชนิดไม่ตึกแม่เหล็กมีขายอยู่ทั่วไปในท้องตลาด เมื่อเชื่อมเสร็จใช้วิธีราก็อกราฟีตรวจจะพบสิ่งบกพร่องแบบต่าง ๆ เกิดขึ้น คือ รุพ-run, แนวเชื่อมที่ไม่สมบูรณ์ และสแตกที่เกิดมาจากการไม่หลอมตัว สรุปได้ว่า ลวดเบอร์ 608 ให้ผลการเชื่อมที่ดีที่สุด, ลวดเบอร์ 308R และ 347 ให้ผลรองลงมา และใกล้เคียงกัน ส่วนลวดเบอร์ 308 จะให้ผลเสียที่สุด

9

Thesis Title A Study of Stainless Steel Welding By Radiography
Name Mr. Ratanachai Namwong
Thesis Adviser Assoc. Prof. Manas Saterachinda
Department Nuclear Technology
Academic Year 1980

ABSTRACT

Radiography is the nondestructive inspection of materials by using the fundamentals of absorption of radiation of the materials being inspected. The radiation which is not absorbed will be projected on the screen. The study of stainless steel welding involves the use of four stainless steel welding rods namely: numbers 308, 308R, 347 and 608, welded to austenitic stainless steel of varying thicknesses. The welding rods and austenitic stainless steel can be easily obtained from a local market. After welding test pieces is completed, inspection of the material by radiography will show many types of defects such as porosity, incomplete root penetration and slag inclusion. The study of stainless steel welding show that welding rod no. 608 gives the best result followed by no. 308R and no. 347 both of which are closely exceptable, while no. 308 is the least effective of the four.



กติการวมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ ร.ศ. มนต์ สติรจินดา ภาควิชาโลหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และ ผ.ศ. ปรีชา การสุทธิ์ ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้คำแนะนำทางวิชาการ และจัดหาอุปกรณ์ที่
ใช้ในการวิจัย ตลอดจนกรุณาตรวจทานแก้ไขต้นฉบับวิทยานิพนธ์ จนงานวิจัยได้รับความสำเร็จลงด้วย
ดี ศาสตราจารย์ สุวรรณ แสงเพชร หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี ผู้สนับสนุนให้มีการ
วิจัยเรื่องนี้ และอาจารย์ วีระชัย บัญชรเทวกุล ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี ที่ได้ให้ความ
ช่วยเหลือทางคานงานวิจัย

ขอบคุณ คุณวิรัช ศรีเพชรดี และคุณพพร ทอแสงศรี สำนักงานพลังงานปรมาณู
เพื่อสันติ ที่ได้ให้คำแนะนำและความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการภาคิโกราฟีทางอุตสาหกรรม

และขอบคุณ คุณวิบูลย์ สูงประเสริฐ คุณคำรง วงศ์สุไลรัตน์ ฝ่ายบำรุงรักษา
เครื่องกล การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทางคานงานวิจัยจนสำเร็จ
ลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ฉ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ช
กิตติกรรมประกาศ	ซ
รายการตารางประกอบ	ณ
รายการรูปประกอบ	ญ



บทที่

1. บทนำ	1
2. ทฤษฎี	5
รังสีเอกซ์	7
รังสีแกมมา	15
การลดความเข้มของรังสี	17
ทฤษฎีของการเกิดภาพ	27
ตัวบันทึกภาพ	33
เอกซโพเซะกราฟของรังสีเอกซ์	53
เอกซโพเซะกราฟของรังสีแกมมา	58
ฟิสิกส์รามิเทออร์	72
การตรวจสอบแบบมัลติโคร	78
3. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	79
อุปกรณ์รังสีเอกซ์	79
อุปกรณ์รังสีแกมมา	81

	หน้า
การดำเนินงานวิจัย	86
การทำรากิโกราฟีชิ้นงานด้วยรังสีเอกซ์	94
การทำรากิโกราฟีชิ้นงานด้วยรังสีแกมมา	97
4. บทอภิปรายและสรุปผล	103
ผลการวิจัยการทำรากิโกราฟีด้วยรังสีเอกซ์	103
ผลการวิจัยการทำรากิโกราฟีด้วยรังสีแกมมา	116
ผลของการตรวจสอบแบบมัลติโคร และโครงสร้างภายในของชิ้นงาน และรอยเชื่อม	129
สรุปผลการวิจัยและขอเสนอแนะ	132
เอกสารอ้างอิง	137
ประวัติผู้เขียน	138

รายการตารางประกอบ

ตารางที่

หน้า

1	การ เปรียบเทียบความเหมาะสมในการใช้ร่าคิโอกราฟฟีกับโลหะ.....	4
2	ลักษณะของสารรังสีแกมมาที่ใช้ในร่าคิโอกราฟฟีทางอุตสาหกรรม.....	16
3	ค่า Radiographic Absorption Equivalence โดยประมาณ ของโลหะหลายชนิด.....	27
4	ลักษณะโดยทั่วไปของฟิล์มร่าคิโอกราฟฟี.....	48
5	การ เลือกชนิดของฟิล์มกับโลหะชนิดต่าง ๆ หลายความหนา.....	50
6	แฟคเตอร์ที่มีผลต่อความคมชัด, ความหนาแน่นของฟิล์ม.....	62
7	ความไวในการตรวจวัดระดับต่าง ๆ ของฟิล์มร่าคิโอกราฟฟีแบบของ ASTM และ ASME.....	74
8	การกำหนดคุณภาพของภาพของฟิล์มร่าคิโอกราฟฟีแบบ DIN.....	74
9	สาร เคมีสำหรับใช้ในวิธีการมัลติโคตร.....	78

รายการรูปประกอบ

รูปที่

หน้า

1	ลักษณะทั่วไปของวิธีการตรวจสอบแบบราก็โอกราฟี.....	5
2	สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า.....	7
3	ลักษณะของหลอกรังสีเอกซ์.....	8
4	ลักษณะของ focal spot ในหลอกรังสีเอกซ์.....	10
5	ผลของโวลต์ เทจและกระแสที่มผลต่อความเข้มและความยาวคลื่นของรังสีเอกซ์..	12
6	โวลต์ เทจของหลอกรังสีเอกซ์ที่มผลต่อการทะลุทะลวงของรังสี.....	13
7	โวลต์ เทจที่มผลต่อประสิทธิภาพของ เป้าที่จะให้รังสีออกมา.....	14
8	การแสดง mass-absorption coefficient ของยูเรเนียมมีความสัมพันธ์ กับพลังงานของโฟตอน.....	22
9	กราฟแสดงความสัมพันธ์ของ scattering factor กับโวลต์ เทจของหลอกรังสีเอกซ์.....	25
10	ผลของความสัมพันธ์ทาง เรขาคณิต เมื่อ เกิดภาพของ ราก็โอกราฟี.....	28
11	ความสัมพันธ์ของความไม่คมชัดทาง เรขาคณิต กับระยะทางจากแหล่งรังสีไปยัง ชิ้นงาน.....	32
12	รูปหน้าคัทของฟิล์มรังสีเอกซ์.....	32
14	กราฟแสดงลักษณะเฉพาะของฟิล์มรังสีเอกซ์.....	39
15	กราฟแสดงความไวของแสงของฟิล์มรังสีเอกซ์ แบบที่ 4.....	43
16	ผลของการเปลี่ยนแปลงระยะเวลาในการล้างฟิล์มแบบที่ 3.....	45
17	ผลของระยะเวลาในการล้างฟิล์มที่มคอปฟิล์ม แบบที่ 3.....	46
25	ลักษณะของ เอกซ์โพเชอกราฟรังสีเอกซ์ของอลูมิเนียมและเหล็กกล้า.....	55
26	กราฟของ latitude สำหรับการทำราก็โอกราฟีแบบรังสีเอกซ์กับเหล็กกล้า	58

	หน้า
27 ลักษณะของเอกซ์โพเซอกราฟ 2 แบบของรังสีแกมมา.....	60
28 กราฟของ latitude สำหรับการทำราดิโอกราฟีแบบรังสีแกมมากับ เหล็กกล้า.....	60
39 แบบต่าง ๆ ของฟิสิกส์รามิเตอร์.....	73