

การทดสอบคุณภาพของแท่งดินซีเมนต์แบบไม่ทำลายตัวอย่าง

โดยไชรั้งสีเอ็กซ์



เรืออากาศเอกหญิง วรพร อารยะปรีชา

004447

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2522

NON-DESTRUCTIVE TESTING OF ROCKET PROPELLANT QUALITY

USING X-RAY RADIOGRAPHY

Flight Lieutenant Worraporn Arayaprecha

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Nuclear Technology

Graduate School

Chulalongkorn University

1979

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การทดสอบคุณภาพของแท่งดินขับจรวดแบบไม่ทำลายตัวอย่าง
โดยใช้รังสีเอกซ์

ชื่อนิสิต

เรืออากาศเอกหญิง วรพร อารยะปรีชา

ภาควิชา

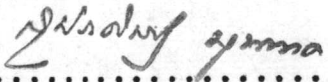
นิวเคลียร์เทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา

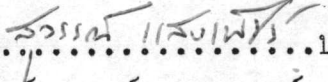
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัชชัย สุมิตร

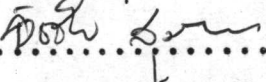
พลอากาศตรี ศาสตราจารย์ ดร. พิสุทธิ ฤทธาคนี

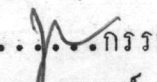
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

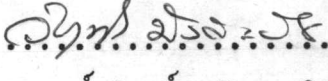

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประกฤษ์ บุญนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ สุวรรณ แสงเพชร)


.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัชชัย สุมิตร)


.....กรรมการ
(พลอากาศตรี ศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ ฤทธาคนี)


.....กรรมการ
(อาจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การทดสอบคุณภาพของแท่งคินซ์จรวดแบบไม่ทำลายตัวอย่าง โดยใช้รังสีเอกซ์
ชื่อนิสิต	เรืออากาศเอกหญิง วรพร อารยะปรีชา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รัชชัย สุมิตร พลอากาศตรี ศาสตราจารย์ ดร.พิสุทธิ์ ฤทธาคนี
ภาควิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา	2522



บทคัดย่อ

ปัจจุบันได้มีการใช้รังสีเอกซ์ในการศึกษาโครงสร้างภายในของวัสดุกันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมทั่วไป ในวิทยานิพนธ์นี้ได้มีการนำรังสีเอกซ์มาใช้ในการศึกษาการยึดตัวของคินซ์จรวดสำหรับอาวุธจรวด การที่จะให้วิธีการยังเป็นไปอย่างเที่ยงตรงตามต้องการ การผลิตแท่งคินซ์จะต้องผสมเนื้อคินซ์และอัดให้สม่ำเสมอทั้งแท่ง การควบคุมคุณภาพของแท่งคินซ์จึงเป็นสิ่งสำคัญมาก ในการศึกษาเรื่องการทดสอบคุณภาพของแท่งคินซ์จรวดแบบไม่ทำลายตัวอย่างนี้เริ่มแรกได้มีการใช้คลื่นอัลตราโซนิกในการตรวจสอบความสม่ำเสมอของเนื้อคินซ์ แต่เนื่องจากความหนาแน่นของเนื้อคินซ์ต่ำเกินไปเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจสอบจึงไม่สามารถรับสัญญาณสะท้อนกลับได้ เมื่อเป็นเช่นนี้จึงได้มีการทดลองโดยใช้กรรมวิธีใหม่คือการตรวจสอบโดยการถ่ายภาพคินซ์ด้วยรังสีเอกซ์ในการทดลองได้มีการแปรค่าศักย์ไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าและระยะห่างระหว่างต้นกำเนิดรังสีถึงฟิล์ม รวมทั้งได้มีการทดลองใช้ฟิล์มต่างชนิดกันด้วย ผลที่ได้จากการทดลองได้นำมาเป็นข้อมูลในการสร้างตารางการใช้รังสี (Exposure Chart) เพื่อใช้ในการตรวจสอบความสม่ำเสมอของเนื้อคินซ์ ข้อดีของตารางนี้คือผู้ทำการตรวจสอบสามารถใช้ตารางนี้ได้กับคินซ์ที่มีความหนาต่าง ๆ กัน ถ้าคินซ์นั้นมีความหนาแน่นใกล้เคียงกับความหนาแน่นที่กำหนดไว้ในตาราง แม้ว่าส่วนผสมของคินซ์นั้นจะแตกต่างกันก็ตาม

Thesis Title Non-Destructive Testing of Rocket Propellant
Quality Using X-Ray Radiography

Name Flight Lieutenant Worraporn Arayaprecha

Thesis Advisor Assistant Professor Tatchai Sumitra, Ph.D.
Professor Bisuddhi Riddhagni, Ph.D.
Air Vice Marshal, RTAF.

Department Nuclear Technology

Academic Year 1979

ABSTRACT

Currently, X-rays radiography has been used extensively in various industries. In this thesis, X-rays has been used in the study of compaction of rocket propellant. For a rocket, to gain an accurate guidance result, the propellant used must be mixed and compacted thoroughly. The quality control of the production of propellant sticks must be carefully done. In this study of non-destructive quality testing of rocket propellant, at first the ultrasonic rays was used to test its homogeneity. However, because the density of the propellant was too low, the test equipment could not detect any reflected signals from the propellant being tested. Then the new procedure using X-rays radiography was tried. The variables in the test procedure were voltage, amperage and the focal-film distance. Also different types

of films were used. The results of this experiment were then used to construct an exposure chart for testing the homogeneity of the rocket propellant. The advantage of this chart is that a tester can use this table with propellant sticks of different sizes if they have similar density to the density specified in the chart. Also, it is not necessary that the mixture of the testing propellant be the same as the ones used to construct this chart.



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลือและแนะนำอย่างดียิ่งทั้งในด้านการวิชาการและการปฏิบัติจาก พลอากาศตรี ศาสตราจารย์ ดร. พิสุทธิ ฤทธิชานี และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัชชัย สุมิตร

ขอขอบพระคุณต่อ พลอากาศตรี ประดิษฐ์ บุญยะชัย เจ้ากรมสรรพาวุธทหารอากาศ ที่ได้อนุญาตให้ใช้สถานที่ อุปกรณ์ และเครื่องมือเครื่องใช้ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณ นาวาอากาศเอก มรกต ชาญสำรวจ, นาวาอากาศเอก สมศักดิ์ รั้งงาม และนาวาอากาศโท หม่อมหลวง เอกพันธ์ กฤษดาภรณ์ หัวหน้ากองโรงงานที่ 4 กรมสรรพาวุธทหารอากาศ (ลพบุรี) และนายทหาร และผู้ช่วยปฏิบัติงานประจำห้องรังสีเอกซ์ของโรงงานที่ 4 (ลพบุรี) ที่ทุกท่านได้กรุณาให้การสนับสนุนทั้งด้านวัสดุที่ทำการทดสอบและอุปกรณ์ที่ใช้ในการถ่ายภาพควยรังสีเอกซ์ตลอดมา

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณต่อ นาวาอากาศโท พิทยา ศรีวัลย์ หัวหน้าแผนกวิจัย และตรวจทดลอง กรมช่างอากาศ และเรืออากาศเอก เริงศักดิ์ สุนทรสาร รองหัวหน้าฝ่ายตรวจทดลอง แผนกวิจัยและตรวจทดลอง ที่ได้กรุณาให้ความสะดวกทั้งด้านอุปกรณ์และความรู้ทางเทคนิคในการถ่ายภาพควยรังสี และการใช้คลื่นอุลตราโซนิก ในการศึกษาวิจัยนี้จนได้ผลสำเร็จดังต้องการ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
รายการตารางประกอบ	ญ
รายการภาพประกอบ	ฉ
บทที่	



1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย	2
1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัยนี้	3
1.4 วิธีที่จะดำเนินการวิจัย	3
1.5 นิยามของคำต่าง ๆ ที่ใช้เป็นภาษาเทคนิค	4
2. ทฤษฎี	5
2.1 การตรวจสอบวัสดุโดยใช้รังสี	5
2.2 การถ่ายภาพด้วยรังสี	5
2.3 ต้นกำเนิดรังสี	6
2.4 วัสดุที่จะทำการตรวจสอบ	12
2.5 การจัดวางอุปกรณ์ในการถ่ายภาพด้วยรังสี	16
2.6 फिल्मที่ใช้ในการถ่ายภาพด้วยรังสี	18
2.7 การคำนวณเวลาที่ใช้ในการฉายรังสี	20
2.8 การล้างฟิล์ม	28

	หน้า
2.9 การอ่านผลจากฟิล์ม	34
2.10 ความเกี่ยวข้องกับระหว่างองค์ประกอบในการถ่ายภาพด้วย รังสีเอกซ์ กับผลที่ปรากฏบนฟิล์ม	35
3. อุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง	42
3.1 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง	42
3.2 วิธีดำเนินการทดลอง	44
4. ผลการวิจัย	48
4.1 ผลการพิจารณาค่า Exposure	48
4.2 ผลการอ่านผลควยตาเปล่า	49
4.3 ผลการปรับค่า Exposure ให้ได้ความหนาแน่น บนฟิล์มเป็น 2.0	50
4.4 ผลที่ได้จากการทำ Exposure Curve ในศักย์ ไฟฟ้าระดับต่าง ๆ กัน เมื่อคินซิปมีความหนาต่างกัน	57
4.5 ผลของการเปลี่ยนระยะทางเพื่อทดสอบกฎกำลังสองผกผัน	57
4.6 การใช้ Exposure Chart ของคินซิป	59
5. สรุปผลการวิจัยและขอเสนอแนะ	61
5.1 สรุปผลการวิจัย	61
5.2 ขอเสนอแนะ	62
บรรณานุกรม	64
ประวัติการศึกษา	66

รายการภาพประกอบ

รูปที่	หน้า
2.1	แสดง ไคอะแกรมของการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ 6
2.2	แสดง หลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ 8
2.3	กราฟแสดงปริมาณรังสีที่ทะลุผ่านเนื้อออลูมิเนียมเทียบกับความหนาที่เปลี่ยนไป 14
2.4	กราฟแสดงปริมาณรังสีที่ทะลุผ่านเนื้อวัสดุต่างชนิดกันในความหนาต่าง ๆ กัน ซึ่งสามารถเปรียบเทียบได้ว่า ถ้าความหนาแน่นเปลี่ยนไปเท่า ๆ กัน วัสดุหนึ่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลงของความเข้มรังสีที่ผ่านวัสดุไปมากกว่าวัสดุเบา 15
2.5	ไคอะแกรมแสดงกฎกำลังสองผกผัน 16
2.6	แสดงองค์ประกอบในการจัดวางอุปกรณ์ 17
2.7	แสดงเงาเลือนที่ปรากฏบนฟิล์มที่รองรับเมื่อฉายรังสีไม่ตั้งฉากกับผิววัสดุและแผ่นฟิล์ม และเงาเลือนที่ปรากฏบนฟิล์ม เมื่อวางวัสดุไม่ขนานกับฟิล์ม 18
2.8	แสดง Characteristic Curve (Exposure Chart) ของเหล็กกล้า 23
2.9	กราฟแสดงค่าคงตัวของตัวกันรังสีเทียบกับ S.E.T. ของตัวกันรังสีโดยใช้ตะกั่วเป็นรังสีแกมมา 27
2.10	กราฟแสดง Film Density ของฟิล์มโกดักชนิดต่าง ๆ 32
2.11	ไคอะแกรมแสดงการเกิดรังสีสะท้อนเมื่อใช้ศักย์ไฟฟ้าสูง ๆ 36
2.12	ไคอะแกรมแสดง Blocking Technique..... 37
2.13	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของฟิล์ม เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงกระแส หรือ Exposure 40

รูปที่

หน้า

3.1	Exposure Chart ของอุดมณีเนียม	45
4.1	ภาพเนื้อดินชั้นจรวด	51
4.2	ภาพเนื้อดินชั้นจรวด เมื่อทำให้เกิดตำหนิเป็นรอยร้าวในเนื้อ	51
4.3	Exposure Chart ของดินชั้นจรวด	58
4.5	ภาพถ่ายเนื้อในแท่งดินระเบิด (T.N.T.) ทน $2\frac{1}{2}$ นิ้ว	60



รายการตารางประกอบ

ตารางที่

หน้า

2-1	ตารางธาตุที่เป็นต้นกำเนิดรังสีแกมมา.....	10
2-2	แสดงค่าความสามารถในการกั้น (ดูดกลืน หรือ Absorp) รังสีเอกซ์เมื่อใช้ศักย์ไฟฟ้า 200 kvp เวลาที่ฉายรังสี 1 นาที	13
2-3	แสดงความไวของฟิล์มโกดัก	20
2-4	แสดงค่า S.E.T. ของโลหะ	21
2-5	แสดงระดับพลังงานของรังสีเอกซ์กับค่า S.E.T.	24
2-6	แสดงค่าคงตัวของฟิล์ม	26
2-7	แสดงค่า S.E.T. (เป็นนิ้ว) กับความแรงของต้นกำเนิดรังสี แกมมาชนิดต่าง ๆ	26
2-8	แสดงเวลาที่ใช้ในการล้างฟิล์มที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดได้ ที่อุณหภูมิเดียวกัน (68°F)	29
2-9	ตารางแสดงช่วงเวลาที่ใช้ในการล้างฟิล์ม เมื่ออุณหภูมิของ น้ำยาเปลี่ยนไป	30
2-10	แสดงเวลาที่ใช้ในการฉายรังสีเมื่อมีการเพิ่มหรือลดศักย์ไฟฟ้า	38
4-1	แสดงค่าคาคคะเนของ Exposure ของกินขั้วจรวด ในศักย์ ไฟฟ้าระดับต่าง ๆ กัน	49
4-2	แสดงค่าความหนาแน่นของฟิล์มที่ได้จากการทดลอง (กินขั้ว หนา 1 นิ้ว)	49
4-3	แสดงค่า Anti-Log M	52
4-4	แสดงค่า Exposure ใหม่ ความหนา 1 นิ้ว เมื่อปรับ ให้ฟิล์มมีความหนาแน่น 2.0	53
4-5	แสดงค่า Exposure ของกินขั้วจรวดหนา 4 นิ้ว เมื่อ ปรับให้ฟิล์มมีความหนาแน่น 2.0	56

ตารางที่

หน้า

4-6 ผลการวิจัยเพื่อหาค่า Exposure ของกินขับเฟอสร้าง
 Exposure Chart ของกินขับจรวค 57