บทที่ 3

อุปกรณ์และวิธีดำเนินการทดลอง

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.1.1 เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์

เป็นเครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ที่แปรค่าศักย์ไฟฟ้า และกระแสได้ 2 เครื่องคือ

3.1.1.1 เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ของบริษัท Philips แบบ MG 160 มีกำลัง 3 กิโลวัตต์ มีความแรงของกระแส (Tube Current Range) อยู่ในช่วง 0-30 mA มีศักย์ไฟฟ้าของหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์ (Tube Voltage Range) อยู่ในช่วง 16-160 kvp

3.1.1.2 เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์Andrex มีกำลัง 2 กิโลวัตต์ มีความแรงของกระแสอยู่ในช่วง 0-8 mA มีศักย์ไฟฟ้าของหลอดกำเนิดรังสีเอกซ์อยู่ในช่วง 50-200 kvp

3.1.2 ฟิล์มที่ใช้ เป็นฟิล์มโกดัก (kodak) 2 แบบ คือ

3.1.2.1 โกดัก AA-Type มี Film Speed 6.8 หน่วย ขนาดของเม็ดผลึกเงินโบรไมด์ปานกลาง (Medium Grain)

3.1.2.2 โกดัก M-type มี Film Speed 2.2 หน่วย (ช้ากว่า AA-type 4 เท่า) ขนาดของเม็ดผลึกเงินโบรไมด์เล็ก (Fine Grain)

3.1.3 วัสดุที่จะทำการตรวจสอบเป็นแท่งดินขับจรวดเท่าฟ้า ซึ่งผลิตโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาอาวุธยุทโธปกรณ์ กรมสรรพาวุธทหารอากาศโดยจรวดเท่าฟ้า เป็นจรวดขนาด 2.25 นิ้ว ใช้ยิงจากอากาศสู่เป้าหมายบนพื้นดิน มีรายละเอียดเกี่ยวกับคุณสมบัติของแท่งดินขับดังนี้

3.1.3.1 ส่วนผสมของดินขับ ส่วนใหญ่เป็นสารประกอบของไฮโดรเจน และธาตุคาร์บอน (Hydro Carbon) Nitroglycerine Nitrocellulose ทั้งยังใส่สารเคมีซึ่งช่วยรักษาคุณภาพของดินขับ (เรียกสารที่มีคุณสมบัติดังนี้ว่าเป็น Stabilizer) กล่าวคือช่วยป้องกันมิให้ส่วนผสมของดินขับสลายตัวเมื่ออัดเก็บไว้นาน ๆ แม้ว่าจะได้รับความร้อนผิดจากอุณหภูมิห้องปกติไปบ้างก็ตาม การผสมดินขับทำโดยเครื่องผสมดินขับและทำการอัดเป็นแท่งยาวแล้วตัดให้ได้ความยาวตามที่กำหนดไว้ กรรมวิธีในการอัดดินขับเป็นแท่งได้มีการดูดอากาศออก (Suction) เพื่อป้องกันมิให้มีฟองอากาศอยู่ในเนื้อดินขับ ใช้แรงอัด 4000 psi.

3.1.3.2 ลักษณะแท่งดินขับเป็นรูปทรงกระบอก เส้นผ่าศูนย์กลาง $1\frac{1}{2}$ นิ้ว ตรงกลางกลวงมีเส้นผ่าศูนย์กลาง $\frac{1}{2}$ นิ้ว ดังนั้นเนื้อดินขับมีความหนา 1 นิ้ว แท่งดินขับยาว 12 นิ้ว ในการผลิตจรวดแท่งดินขับนี้อยู่ในส่วนขับเคลื่อนซึ่งเป็นส่วนท้ายของจรวด ปลอกดินขับทำด้วย Stainless Steel เป็นรูปทรงกระบอก ซึ่งมีความหนา 1.6 มิลลิเมตร (วัดโดยเวอร์เนีย) เส้นผ่าศูนย์กลาง 2.25 นิ้ว

3.1.3.3 ความหนาแน่นของดินขับ เป็น 0.056 ปอนด์/ลูกบาศก์นิ้ว (1.56 ปอนด์/ลูกบาศก์ฟุต)

3.1.3.4 ค่า Steel Equivalent Thickness ของดินขับจรวด

$$\text{S.E.T. ของดินขับจรวด} = \frac{\text{ความหนาแน่นของเหล็กกล้า}}{\text{ความหนาแนนของดินขับ}}$$

$$= \frac{0.29 \text{ ปอนด์/ลูกบาศก์นิ้ว}}{0.056 \text{ ปอนด์/ลูกบาศก์นิ้ว}} = 5.18$$

ซึ่งหมายความว่าดินขับหนา 5.18 นิ้ว จะมีความสามารถในการกั้นรังสีได้เท่ากับเหล็กกล้าหนา 1 นิ้ว

3.1.4 ระยะระหว่างต้นกำเนิดรังสีถึงฟิล์ม เครื่องกำเนิดรังสีเอกซ์ Philips MG 160 และ Andrex บ่งไว้ว่าระยะที่ดีที่สุดสำหรับแบบเครื่องกำเนิดรังสีเป็น 36 นิ้ว

3.1.5 น้ำยาล้างฟิล์ม (Developer) และน้ำยา Fixer เป็นของบริษัทโกดัก

3.2 <u>วิธีดำเนินการทดลอง</u>

3.2.1 เตรียมวัสดุ ได้ทำการสุ่มตัวอย่างแท่งดินขับที่อัดไว้ด้วยระยะเวลาต่างกัน 3 แท่ง จากคลังสรรพาวุธของศูนย์วิจัยและพัฒนาอาวุธยุทโธปกรณ์

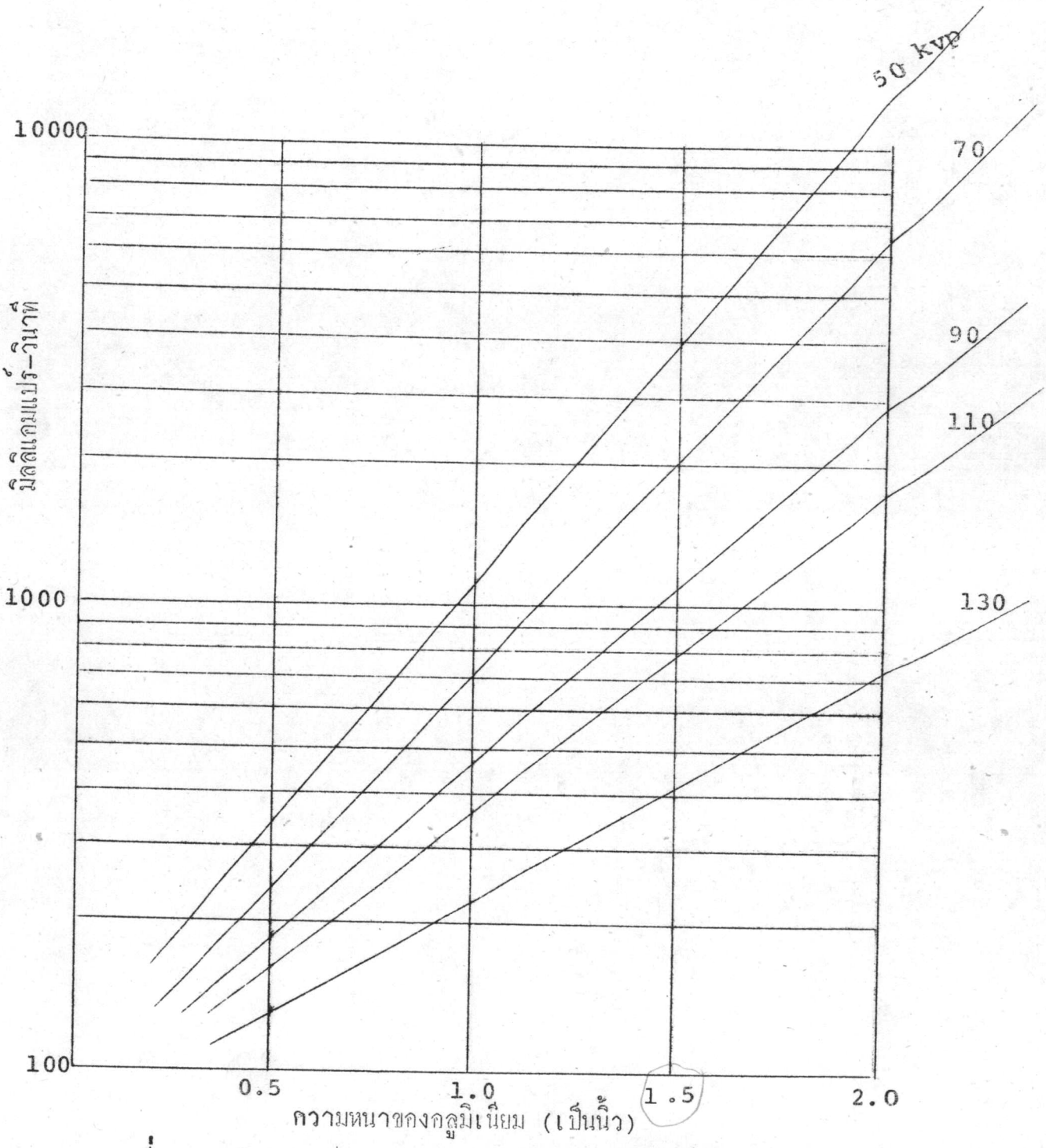
จากค่า S.E.T. ของดินขับ ซึ่งมีความสามารถในการกั้นรังสีต่ำกว่าเหล็กกล้ามาก เนื่องจากเนื้อดินขับหนาเพียง 1 นิ้ว ดังนั้นค่า S.E.T. ของดินขับในความหนานั้นจะเป็น 1/ 5.18 จะได้ค่าประมาณ 0.2 นิ้ว

3.2.2 นำวัสดุไปตรวจสอบความสม่ำเสมอของการอัดตัวของเนื้อดินขับโดยใช้คลื่นอุลตร้าโซนิก 2 เครื่อง คือของบริษัท Sonary และ Sperry (Reflectoscope Model S-80) โดยใช้ Longitudinal Wave และ Shear Wave ผลปรากฏว่าไม่สามารถรับสัญญาณสะท้อนกลับได้ เนื่องจากดินขับมีความหนาแน่นต่ำเกินไป

3.2.3 นำแท่งดินขับไปตรวจสอบโดยการถ่ายภาพด้วยรังสีเอกซ์ มีขั้นตอนในการปฏิบัติดังนี้

1. การพิจารณาค่า Exposure

เนื่องจากค่า S.E.T. ของดินขับที่หนา 1 นิ้ว เทียบได้กับเหล็กกล้าหนา 0.2 นิ้ว เมื่อพิจารณารูปที่ 2.8 ซึ่งเป็น Exposure Chart ของเหล็กกล้าจะเห็นได้ว่า การใช้ kilovoltage มีค่าสูงมาก kilovoltage ในกราฟนี้ที่ต่ำสุดมีค่า 100 kvp ซึ่งนับว่ามีค่าสูงพอสมควรเมื่อจะใช้กับวัสดุที่มีความหนาแน่นน้อย และความสามารถในการกั้นรังสีต่ำกว่าเหล็กกล้าประมาณ 5 เท่า ดังนั้นจะเปลี่ยนมาใช้ Exposure Chart ของอลูมิเนียม ดังรูป3.1 เป็นหลักเกณฑ์ในการพิจารณา Exposure ของดินขับ



รูปที่ 3.1 Exposure Chart ของกลูมิเนียม ฟิล์มโกดัก
ความหนาแน่นของฟิล์ม 2.0 ระยะจากต้นกำเนิดรังสีถึงฟิล์ม 36 นิ้ว
(จาก T.O. 33B หน้า 5-30B)

เมื่อเปรียบเทียบค่า S.E.T. ของอลูมิเนียมกับดินขับจรวดจะได้

$$\frac{\text{S.E.T. ของอลูมิเนียม}}{\text{S.E.T. ของดินขับ}} = \frac{\text{ความหนาแน่นของอลูมิเนียม}}{\text{ความหนาแน่นของดินขับ}}$$

$$= 0.57 \text{ นิ้ว}$$

ซึ่งหมายความว่าดินขับจรวดหนา 1 นิ้ว สามารถเก็บรังสีได้เท่ากับอลูมิเนียมหนา 0.57 นิ้ว เนื่องจากแท่งดินขับมีเนื้อดินขับหนา 1 นิ้ว จึงใช้ค่านี้มาเริ่มต้นพิจารณาการหาค่า Exposure ของดินขับได้ โดยใช้ Exposure Chart ของอลูมิเนียมเป็นเกณฑ์ ในการกาดคะเนค่า Exposure ดังรูป 3.1 จะเห็นได้ว่า Exposure Chart ของอลูมิเนียมใช้ศักย์ไฟฟ้าต่ำสุด 50 กิโลโวลต์ และเพิ่มขึ้นครั้งละ 20 กิโลโวลต์ ดังนั้น ในการทำ Exposure Chart ของดินขับจะเลือกใช้ค่าศักย์ไฟฟ้า 50, 70, 90 และ 110 กิโลโวลต์ ตามลำดับกับฟิล์มสองชนิดคือโกดักAA (มีค่า Film Speed คือความไวต่อแสงมากกว่าฟิล์มชนิดโกดัก M ถึง 4 เท่า) และฟิล์มโกดักM โดยเปรียบเทียบกับ Exposure Chart ของอลูมิเนียมที่ความหนา 0.57 นิ้ว จากกราฟในรูปที่ 3.1 ซึ่งบอกค่า Exposure เป็น มิลลิแคมแปร์-วินาที แล้วใช้ตารางที่ 2.10 (หน้า 38) กาดคะเนเวลาที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงเมื่อเปลี่ยนค่าศักย์ไฟฟ้า แล้วทดลองถ่ายภาพดินขับตาม Exposure ที่คาดคะเนนั้นกับฟิล์มทั้งสองชนิดเมื่อล้างฟิล์มแล้ว วัดความหนาแน่นของฟิล์มแล้วจดบันทึกผลไว้

2. ดูผลด้วยตาเปล่า หรือใช้จอลวาง (View Box หรือ Illuminator) ช่วยเพื่อให้เห็นภาพได้ชัดเจนยิ่งขึ้น เลือกความหนาแน่นที่จะใช้เป็นมาตรฐานจากผล Exposure ในตารางที่ 3.1 ในขั้นนี้สามารถเลือกชนิดของฟิล์มที่เหมาะกับงานวิจัยนี้ได้ โดยพิจารณาจากความหนาแน่นและความชัดเจนของฟิล์มแต่ละชนิด

3. ปรับ (Calibrate) ค่า Exposure ตามความหนาแน่นของฟิล์มตามต้องการโดยใช้กราฟแสดงค่าความหนาแน่นของฟิล์ม ในรูป 2.10 (หน้า 32)

4. เลือกชนิดของฟิล์มแล้ว เปลี่ยนความหนาของดินขับทำการคาดคะเน โดยปรับเทียบกับความหนาที่กั้นรังสีได้เท่ากับของอลูมิเนียมใน Kilovoltage 4 ค่าเดิม แล้วคาดคะเน Exposure ในศักย์ไฟฟ้าต่าง ๆ กันในความหนานั้น ๆ ของดินขับ แล้วถ่ายภาพด้วยฟิล์มที่เลือกใช้งาน แล้ววัดความหนาแน่นของฟิล์มที่ล้างแล้วในศักย์ไฟฟ้าทั้ง 4 ค่า แล้วปรับค่าความหนาแน่นของฟิล์มให้เท่ากับระดับที่เลือกไว้ทุก Exposure

5. นำผลที่ได้คือ Exposure ในความหนาและระดับศักย์ไฟฟ้าที่ต่างกันมา plot ในตาราง Semi-Log ให้แกนราบเป็นความหนาของดินขับเป็นนิ้ว แกนดิ่งเป็นค่า Exposure ซึ่งใช้เป็นมิลลิแกมแปร์-วินาที ตารางของ Exposure curve นี้คือ Exposure Chart ของดินขับที่มีความหนาแน่น 0.056 ปอนด์/ลูกบาศก์นิ้ว

6. ลองเปลี่ยนระยะทางเพื่อทดสอบกฎกำลังสองผกผัน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนระยะทางจากต้นกำเนิดรังสีถึงฟิล์ม โดยยังคงได้ความหนาแน่นของฟิล์มเมื่อล้างแล้วคงเดิม