บทที่3

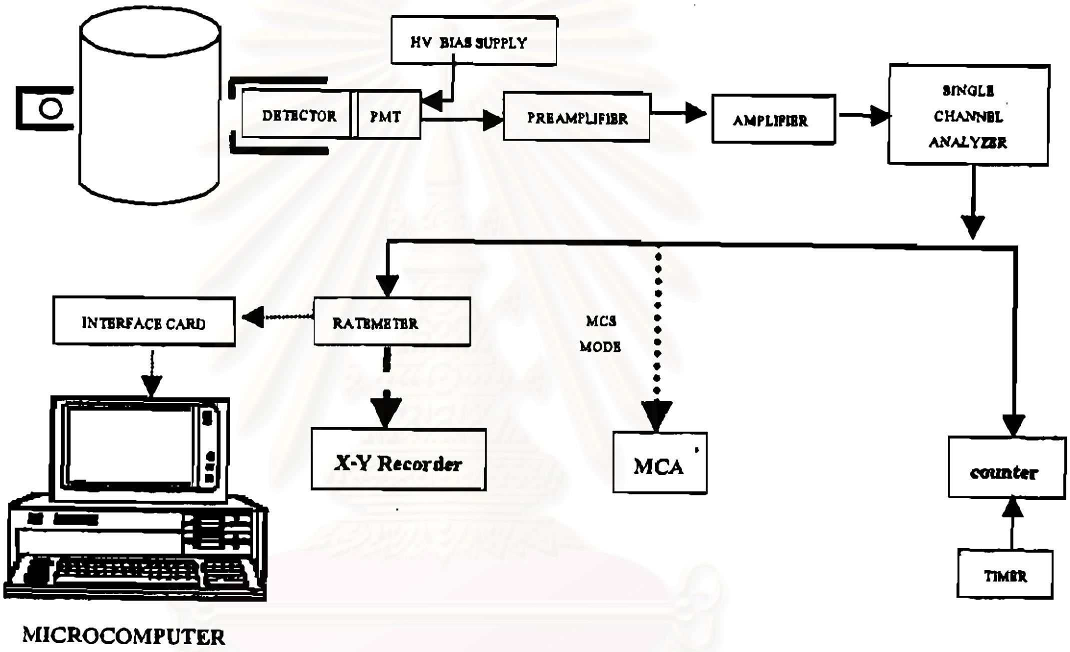
อุปกรณ์ และวิธีการวิจัย

3.1 อุปกรณ์

- หัววัดรังสีแกมมาแบบเรืองแสงชนิดโซเดียมไอโอไดด์(ทัลเลียม) NaI(Tl) ขนาด 2 x 2 นิ้ว พร้อมหลอดทวีคูณอิเล็กตรอน(PMT) model 2M2/2PR
- ฐานหลอด (tube base) พร้อมภาคขยายส่วนหน้า (preamplifier) ORTEC model 276
- แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง (High Voltage power supply) ORTEC model 556
- เครื่องวิเคราะห์แบบช่องเดียวพร้อมภาคขยายสัญญาณ (Amp & SCA) ORTEC model 590A
- เครื่องนับสัญญาณเชิงตัวเลข (Counter) CANBERRA model 541
- เรตมิเตอร์ (Ratemeter) ORTEC model 541
- NIM BIN และแหล่งจ่ายไฟฟ้า CANBERRA model 2000
- เครื่องตั้งเวลานับ (Timer) ORTEC model 719
- ต้นกำเนิดรังสีแกมมาซีเซียม-137 ความแรงรังสี 3.6 มิลลิคูรี
- ไมโครคอมพิวเตอร์ PC / AT 16 บิต
- อุปกรณ์บังคับลำรังสีและกำบังรังสี
- อุปกรณ์ X-Y recorder
- แผ่นวงจรเชื่อมโยง (interface card)
- ภาชนะบรรจุวัสดุสำหรับการวิจัย
- อุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง (Multichannel analyzer ,MCA)

3.2 การจัดอุปกรณ์ในการวิจัย

ระบบการวัดระดับวัสดุผงโดยใช้เทคนิครังสีแกมมาประกอบด้วยส่วนหลัก 3 ส่วน คือ ภาชนะสำหรับบรรจุวัสดุทดสอบ ระบบวัดรังสีแกมมา และส่วนแสดงผล



รูปที่ 3.1 แผนภาพของระบบการวัดระดับและแสดงผลการวัดระดับวัสดุผง

จากแผนภาพแสดงส่วนประกอบของระบบจะเห็นได้ว่า ระบบวัดรังสีแกมมาจะทำหน้าที่วัดความเข้มรังสีแกมมาส่งผ่านจากภาชนะทดสอบ และส่งข้อมูลที่วัดได้ในแต่ละรูปแบบไปยังอุปกรณ์แสดงผลแบบต่างๆ อุปกรณ์นับจะทำหน้าที่แสดงผลในส่วนของการทดสอบหาการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงระดับเรียบและการเก็บข้อมูลขณะระดับวัสดุอยู่นิ่ง ในส่วนการเก็บข้อมูลขณะระดับวัสดุกำลังเปลี่ยนแปลงจะอาศัยการทำงานของวงจรเชื่อมโยง โดยวงจรจะทำงานรับสัญญาณจากเรตมิเตอร์ และแสดงผลผ่านจอภาพแสดงผลไมโครคอมพิวเตอร์โดยเมื่อสิ้นสุดการทำงาน โปรแกรมจะทำการจัดเก็บข้อมูลผลการวัดระดับทั้งหมดลงบนแผ่นจานแม่เหล็ก

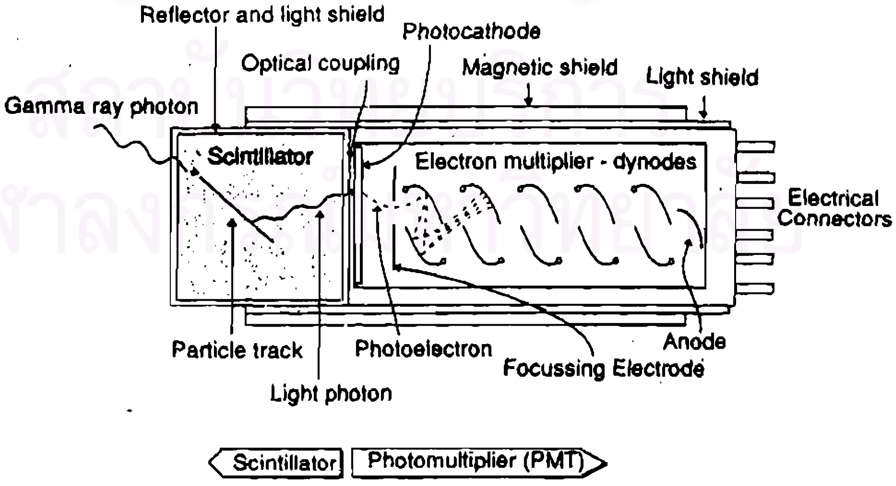
3.2.1 ระบบวัดรังสีแกมมา

- ต้นกำเนิดรังสีแกมมา

งานวิจัยนี้ใช้ ต้นกำเนิดรังสีแกมมาซีเซียม-137 ความแรงรังสี 3.6 มิลลิคูรี ระดับพลังงาน 662 keV ใช้ในการวัดความเข้มรังสีส่งผ่าน และความเข้มรังสีกระเจิงกลับ

- หัววัดรังสีแกมมาแบบซินทิลเลชัน (Scintillation Detector)

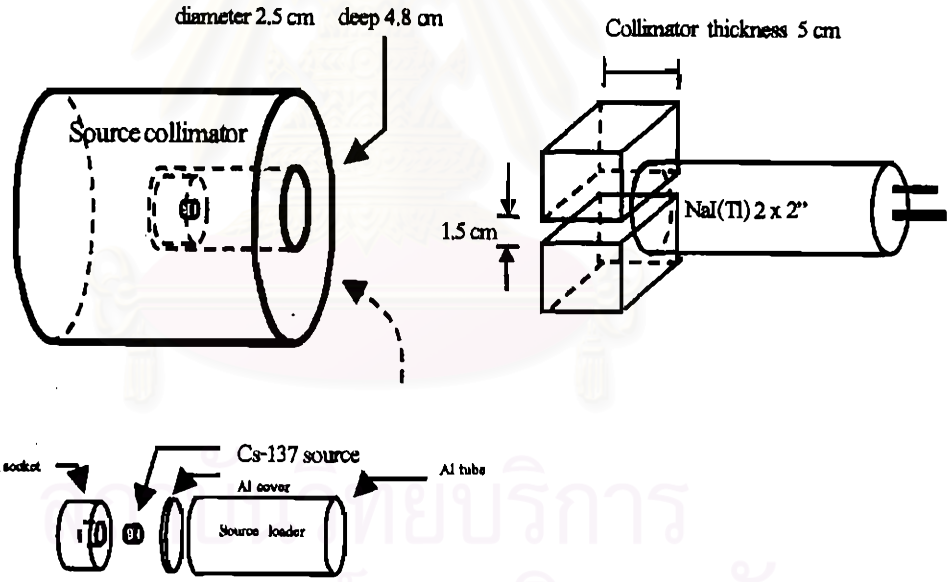
เนื่องด้วยในการวิจัยทำการศึกษาความเข้มรังสีส่งผ่าน และรังสีกระเจิงกลับ ซึ่งมีค่าระดับพลังงานแตกต่างกัน หัววัดรังสีจึงต้องมีความสามารถแจกแจงจำนวนอนุภาคตามระดับพลังงานได้ หัววัดรังสีประเภทนี้ทำจากสารประกอบที่อาจอยู่ในรูปของแข็ง หรือของเหลว เมื่อมีรังสีมาตกกระทบ อะตอมจะถูกกระตุ้นให้ขึ้นไปอยู่ในสภาวะกระตุ้น (Excited State) เมื่ออะตอมคืนสู่สภาวะปรกติ (Ground State) จะคายพลังงานออกมาในรูปของโฟตอน ซึ่งมีความถี่ในช่วงแสงย่านอุลตราไวโอเลต กล่าวได้ว่าจะเกิดแสงขึ้นเมื่อมีรังสีตกกระทบ และจำนวนโฟตอนที่เกิดขึ้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพลังงานของรังสี ซินทิลเลเตอร์แบบของแข็งที่นิยมใช้กันมากเป็นผลึกพวกอัลคาไลเฮไลด์ (Alkali halides) โดยเฉพาะNaI(Tl) มักใช้ในการวัดรังสีแกมมา โดยปกติผลึกซินทิลเลเตอร์จะต่อควบกับหลอดโฟโตมัลติพลายเออร์ แม้หัววัดรังสีชนิดโซเดียมไอโอไดด์จะมีประสิทธิภาพต่ำที่ระดับพลังงานสูง แต่มีความสามารถในการแจกแจงพลังงานสูง พลังงานของรังสีแกมมาที่ทำการวัดอยู่ในช่วง 200 และ 662 keV จึงเลือกใช้หัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์ ขนาด 2 x 2 นิ้ว พร้อมหลอดทวีคูณอิเล็กตรอน model 2M2/2PR



รูปที่ 3.2 ลักษณะหัววัดรังสีแบบซินทิลเลเตอร์

- อุปกรณ์กำบังและบังคับลำรังสี

นอกจากการเลือกระดับพลังงานแล้ว เพื่อลดผลการวัดรังสีกระเจิงจากทิศทางอื่น จึงทำการบังคับลำรังสีให้มีทิศทางเฉพาะแนวที่ต้องการวัด โดยการใช้วัสดุกำบังรังสีห่อหุ้มเจาะช่องบังคับในส่วนของต้นกำเนิดรังสี ในขณะเดียวกันในส่วนของหัววัดรังสีจะเปิดช่องวัดเฉพาะในทิศทางรังสีจากต้นกำเนิด วัสดุกำบังรังสีที่ใช้คือตะกั่วเนื่องจากมีค่าลดทอนรังสีสูง โดยต้นกำเนิดรังสีมีขนาดช่องบังคับลำรังสีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร หัววัดรังสีมีช่องบังคับลำรังสีเป็นช่องเปิดมีความสูงในแนวระดับ 1.5 เซ็นติเมตร ในระบบวัดระดับวัสดุมีการใช้วัสดุกำบังรังสีและบังคับลำรังสีที่ต้นกำเนิดรังสีและที่หัววัดรังสี แสดงขนาดดังในรูปที่ 3.3 ต้นกำเนิดรังสีแกมมาซีเซียม-137 จะถูกบรรจุภายในอุปกรณ์บรรจุต้นกำเนิดรังสี (Source loader) ซึ่งจะนำมาบรรจุภายในอุปกรณ์กำบังรังสีอีกครั้ง



รูปที่ 3.3 อุปกรณ์กำบังและบังคับรังสี สำหรับต้นกำเนิดรังสี และหัววัดรังสี

- ฐานหลอดและภาคขยายส่วนหน้า

เนื่องจากวัดรังสีชนิดโซเดียมไอโอไดด์และหลอดทวีคูณอิเล็กตรอนจะสามารถทำงานได้ต่อเมื่อมีศักดาป้อนผ่านฐานหลอด ซึ่งภายในจะมีวงจรขยายส่วนหน้า ทำหน้าที่ขยายสัญญาณจากหัววัดรังสีให้มีขนาดเหมาะสมสำหรับส่งผ่านสายนำสัญญาณไปยังภาคขยายสัญญาณ

- แหล่งจ่ายไฟฟ้าศักดาสูง (High Voltage Power Supply)

ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งสามารถปรับค่าได้ และจะต้องมีเสถียรภาพในการรักษาศักดาไฟฟ้าทางเอาต์พุตให้คงที่ ณ จุดที่ตั้งไว้ โดยมีการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิตามสิ่งแวดล้อมหรือกระเพื่อมของแรงดันไฟฟ้าในสาย 220 โวลต์น้อยมาก สำหรับหัววัดรังสีแบบซินทิลเลชัน แหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าควรปรับค่าได้จาก 0 - 1000 โวลต์ ในการวิจัยเลือกใช้แหล่งจ่ายศักดาไฟฟ้าสูง ORTEC model 556

- ภาคขยายหลักและอุปกรณ์วิเคราะห์พลังงานแบบช่องเดียว (Amp & TSCA)

ภาคขยายหลักเป็นส่วนขยายพัลซ์ จากภาคขยายส่วนหน้าทำหน้าที่ขยายและแต่งรูปสัญญาณให้เหมาะสมกับการวิเคราะห์ สามารถปรับอัตราขยายได้ตามต้องการ ในส่วนของอุปกรณ์วิเคราะห์พลังงานแบบช่องเดียว ทำการปรับเทียบระบบวัดให้วิเคราะห์พลังงานที่ระดับพลังงาน 662 keV และ 200 keV

- อุปกรณ์นับรังสี (counter) และอุปกรณ์ตั้งเวลา (timer)

เป็นอุปกรณ์นับพัลซ์ที่เกิดจากระบบวัดรังสีในลักษณะของการนับสะสมในระบบเลขฐานสอง ชนิดรหัส BCD และถอดรหัสในรูปเลขฐาน 10 สามารถแสดงผลในรูปตัวเลขใช้ในการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงระดับเรียบและการเก็บข้อมูลขณะระดับวัสดุอยู่นิ่ง อุปกรณ์ตั้งเวลาทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์เปิดและปิดเกต ให้อุปกรณ์นับพัลซ์ตามเวลาที่ต้องการ

- เรตมิเตอร์

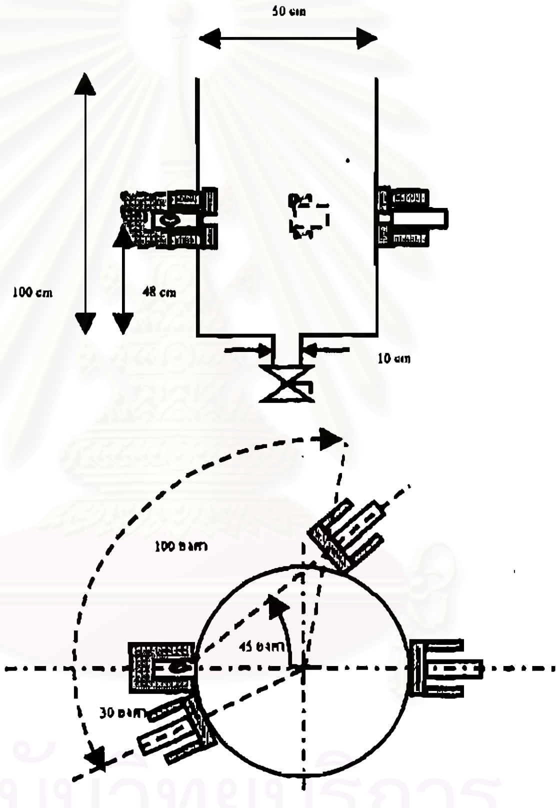
เรตมิเตอร์ เป็นอุปกรณ์นับทางนิวเคลียร์ที่ให้ผลการนับเป็น ค่าเฉลี่ยของอัตรานับพัลซ์(ความเข้มเฉลี่ย)ต่อหน่วยเวลา โดยอาศัยหลักการของความสมดุลทางการประจุ ประมาณประจุไฟฟ้าต่อพัลซ์ และการคายประจุบนค่าคงตัวของเวลา RC นอกจากนั้นยังสามารถให้สัญญาณในรูประดับของศักดาไฟฟ้า 0 ถึง 100 มิลลิโวลต์ สัญญาณจะถูกนำไปเชื่อมต่อกับระบบแสดงผลเพื่อแสดงผลในรูปแบบต่างๆ ในงานวิจัยเลือกใช้เรตมิเตอร์โดยมีวัตถุประสงค์หลักใช้เพื่อการศึกษาผลของความเข้มรังสีขณะระดับวัสดุกำลังเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง

- อุปกรณ์ X-Y recorder

เป็นอุปกรณ์แสดงผลสามารถรับสัญญาณอะนาลอกโดยเชื่อมต่อกับเรตมิเตอร์ ในการวิจัยอาศัยฐานเวลาภายในของอุปกรณ์ ศักดาไฟฟ้าที่จ่ายผ่านเรตมิเตอร์จะถูกนำมาเขียนเป็นกราฟระหว่างเวลาและความเข้มรังสีสัมพัทธ์ สามารถแสดงผลได้อย่างต่อเนื่องตามเวลาจริง

- ภาชนะสำหรับทำการวิจัย

ภาชนะสำหรับทำการวิจัย ใช้สำหรับจำลองการวัดระดับวัสดุผง โดยการใช้เป็นภาชนะทดสอบในการเติมและถ่ายทรายข้าออก เพื่อวัดหาความเข้มรังสีส่งผ่านและกระเจิงกลับ สร้างจากแผ่นเหล็ก หนาประมาณ 1.5 มิลลิเมตร ลักษณะเป็นถังทรงกระบอก สูง 100 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลาง 50 เซนติเมตร มีช่องเปิดทางออกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตรพร้อมติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมอัตราการไหล ใช้ทรายเป็นวัสดุผงทดสอบ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.4 แผนผังการติดตั้งภาชนะทดสอบ ตำแหน่งของหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสี

รูปที่ 3.5 ภาชนะสำหรับการวิจัย

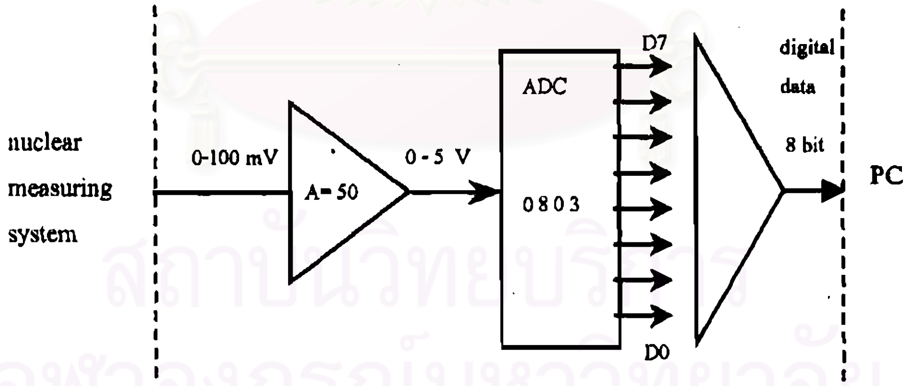
3.2.2 แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณ (interface card)

แผ่นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้ เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย การพัฒนาระบบสแกนด้วยรังสีแกมมาเพื่อการคำนวณสร้างภาพโทโมกราฟีของเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก[8] ทำหน้าที่เชื่อมโยงระหว่างสัญญาณที่มาจากอุปกรณ์ภายนอก ได้แก่ระบบวัดนิวเคลียร์ ระบบขับเคลื่อนและระบบตรวจสอบการสแกน อาศัยการโอนถ่ายสัญญาณผ่านทางพอร์ตทางเข้า (Input port) และพอร์ตทางออก (Out port) ของไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีตำแหน่ง 300H-31FH เป็นตำแหน่งอ้างแอดเดรส ในการแสดงผลข้อมูลจากการวัดระดับวัสดุได้ทำการเลือกตำแหน่ง 303H และ 304H เพื่อใช้รับข้อมูลการวัดระดับจากอุปกรณ์เรตมิเตอร์ ดังแสดงในตาราง 3.1[8]

ตารางที่ 3.1 แสดงการจัดตำแหน่งหมายเลขพอร์ตสำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์

หมายเลขพอร์ต	ชนิดสัญญาณ	หน้าที่
300H(772)	OUTPUT	ควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์
301H(771)	OUTPUT	ควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์
302H(770)	INPUT	รับสัญญาณจาก MICROSWITCH
303H(771)	**OUTPUT**	**ควบคุมชิป 8255**
304H(772)	**INPUT**	**รับข้อมูลจาก ADC**

เรตมิเตอร์จะวัดความเข้มเฉลี่ยต่อหน่วยเวลา และส่งสัญญาณเอาต์พุตในรูประดับของศักดาไฟฟ้า 0 ถึง 100 มิลลิโวลต์ สัมพันธ์กับตำแหน่งแสดงผลที่ใช้ เนื่องจากศักดาไฟฟ้าจากเรตมิเตอร์เป็นสัญญาณอะนาลอก (Analog signal) ดังนั้นการส่งข้อมูลเข้าไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อแปรผลจะต้องผ่านกระบวนการแปลงสัญญาณจากสัญญาณอะนาลอก เป็นสัญญาณเชิงเลข (Digital signal) โดยใช้ไอซีหมายเลข ADC0803 ขยายสัญญาณขาเข้า 0 ถึง 5 โวลต์ ให้อยู่ในพิกัดการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณ ADC แสดงในแผนภาพ



รูปที่ 3.6 แผนภาพแสดงการเชื่อมโยงสัญญาณจากเรตมิเตอร์

3.2.3 โปรแกรมแสดงผลการวัดระดับวัสดุผง

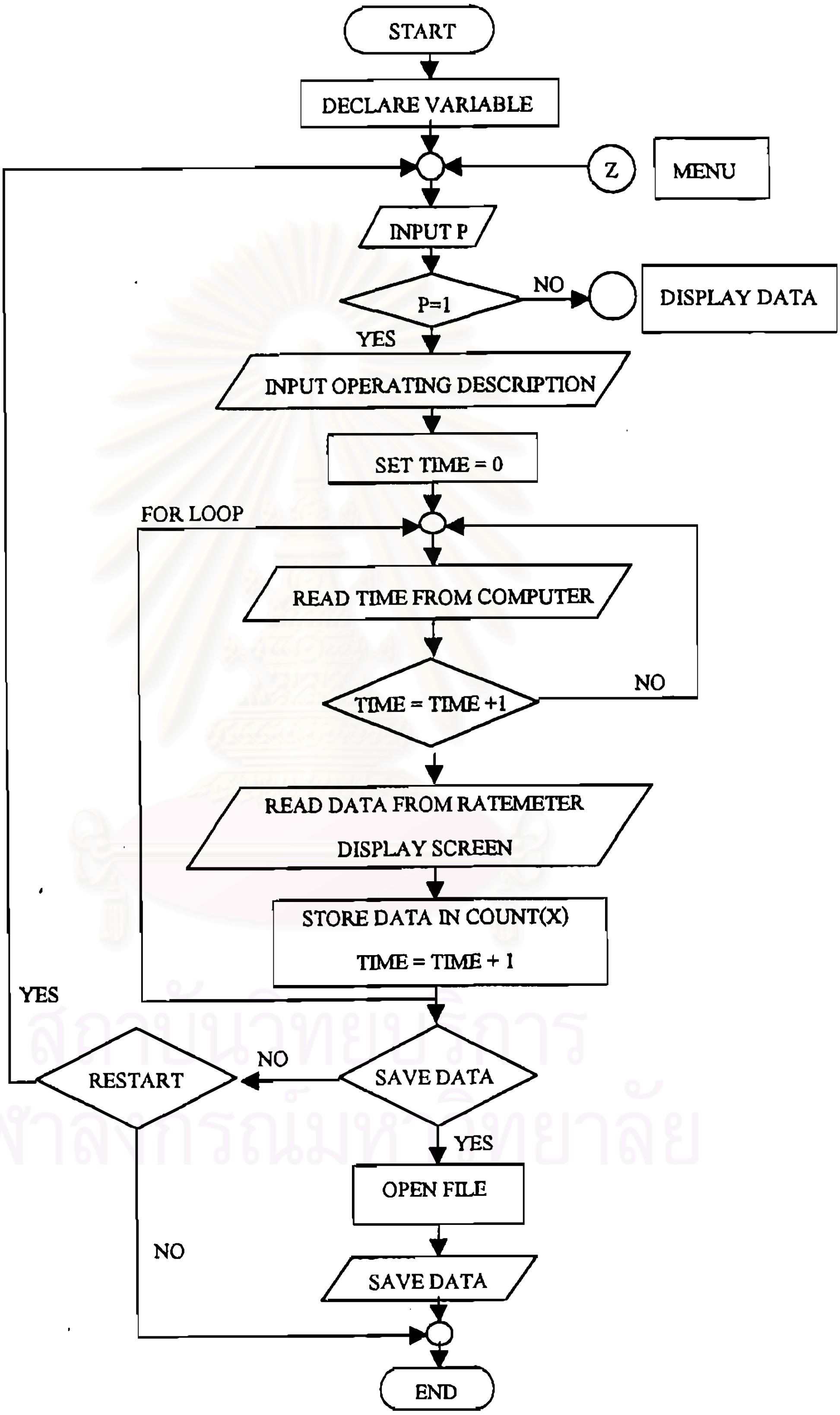
โปรแกรมแสดงผลการวัดระดับวัสดุผง เขียนขึ้นด้วยภาษา QuickBASIC เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ชั้นสูงสามารถ ประมวลผล ควบคุมการรับข้อมูลและจัดการจอภาพได้สะดวก เหมาะแก่การนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย โดยโปรแกรมจะทำหน้าที่ควบคุมเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ให้รับข้อมูลการนับจากอุปกรณ์เรตมิเตอร์ และสามารถนำข้อมูลมาแสดงผลในรูปแบบแผนภาพจำลองระดับผิวหน้าและความเข้มรังสีบนจอแสดงผลคอมพิวเตอร์ได้ โปรแกรมแสดงผลการวัดระดับวัสดุผงประกอบด้วยโปรแกรมหลัก 2 ส่วน คือโปรแกรมการรับข้อมูลความเข้มรังสีและแสดงผล และโปรแกรมแสดงผลข้อมูลเก่าที่ถูกจัดเก็บไว้

ก. โปรแกรมการรับข้อมูลความเข้มรังสีและแสดงผล

การทำงานของโปรแกรมการรับข้อมูลความเข้มรังสีและแสดงผล เริ่มจากการป้อนรายละเอียดของการทำงานทั้งหมดให้โปรแกรมทราบ โปรแกรมจะรับข้อมูลจากเรตมิเตอร์นำมาแสดงผลเป็นกราฟระหว่างเวลาและความเข้มรังสีสัมพัทธ์ (relative countrate) และแสดงผลเป็นแผนภาพจำลองผิวหน้าของวัสดุในภาชนะทุก 1 วินาที โดยอาศัยฐานเวลาของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เมื่อโปรแกรมจบการทำงานจะสามารถจัดเก็บข้อมูลผลการวัด โดยข้อมูลจะถูกจัดเก็บในรูปแฟ้มอักษร (text file) และสามารถเริ่มต้นทำการวัดใหม่ได้ทันที

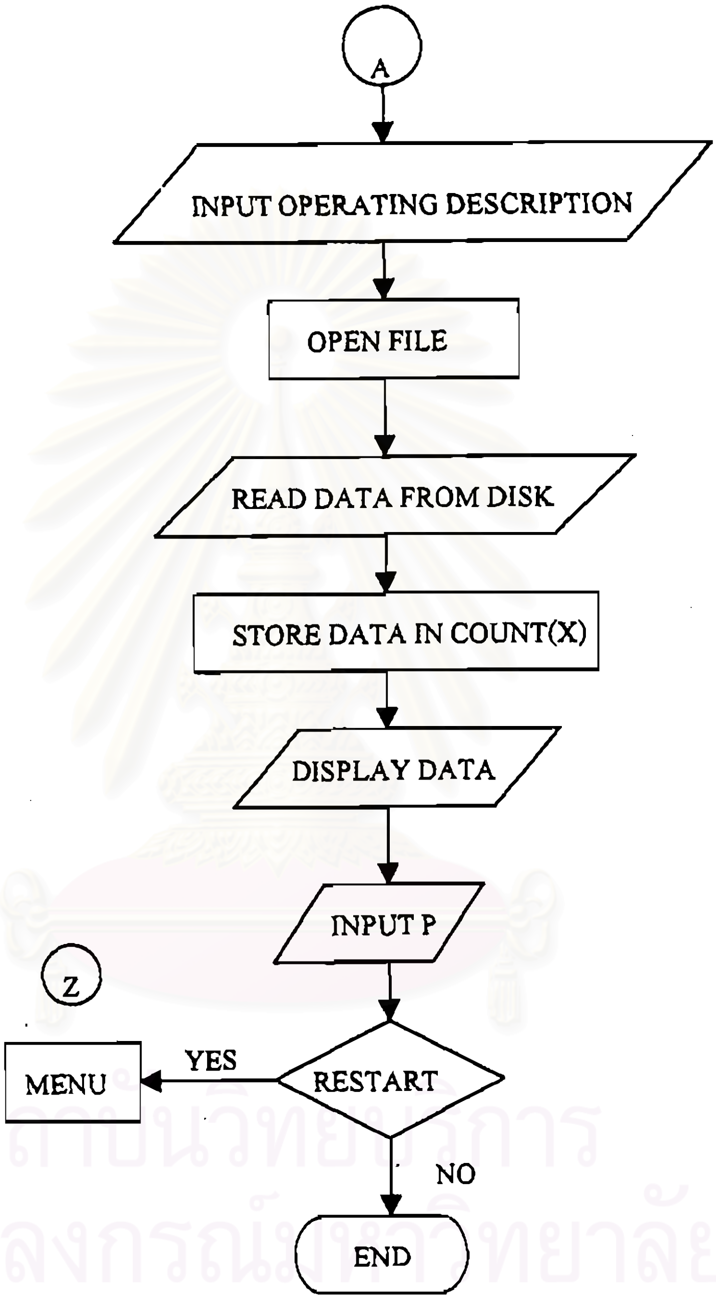
ข. โปรแกรมแสดงผลข้อมูลเก่า

ในกรณีที่ไม่ได้ทำการวัดระดับวัสดุ หรือ หลังการวัดระดับเสร็จสิ้นแล้ว สามารถนำข้อมูลที่ถูกจัดเก็บไว้ แสดงผลออกทางจอแสดงผลของไมโครคอมพิวเตอร์ในลักษณะของกราฟและภาพจำลองผิวหน้าวัสดุเพื่อทำการศึกษา โดยสามารถเลือกได้จากทางเลือกในการทำงานของโปรแกรม โปรแกรมจะทำการอ่านค่าข้อมูลที่จัดเก็บไว้และนำกลับมาแสดง นอกจากนั้นสามารถนำข้อมูลไปแสดงผลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปบางประเภทที่สามารถอ่านข้อมูลรูปแฟ้มอักษรได้



รูปที่ 3.7 โฟลวชาร์ตการทำงานของโปรแกรมการรับข้อมูลความเข้มรังสีและแสดงผล

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.8 โฟลวชาร์ตการทำงานของโปรแกรมการแสดงผลข้อมูลเก่า

3.3 ตำแหน่งติดตั้งหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสี

เนื่องจากต้องการศึกษาผิวหน้าของวัสดุทั้งกรณีการเติมวัสดุเข้าและถ่ายออก เพื่อให้รูปร่างของผิวหน้ามีลักษณะที่ค่อนข้างคงที่จึงทำการติดตั้งหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสีที่ตำแหน่งคงที่บริเวณกึ่งกลางความสูงของภาชนะทดสอบ วางหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสีในแนวระนาบเดียวกัน แยกการติดตั้งหัววัดรังสีออกเป็น 3 ลักษณะ แสดงดังรูปที่ 3.4 คือ

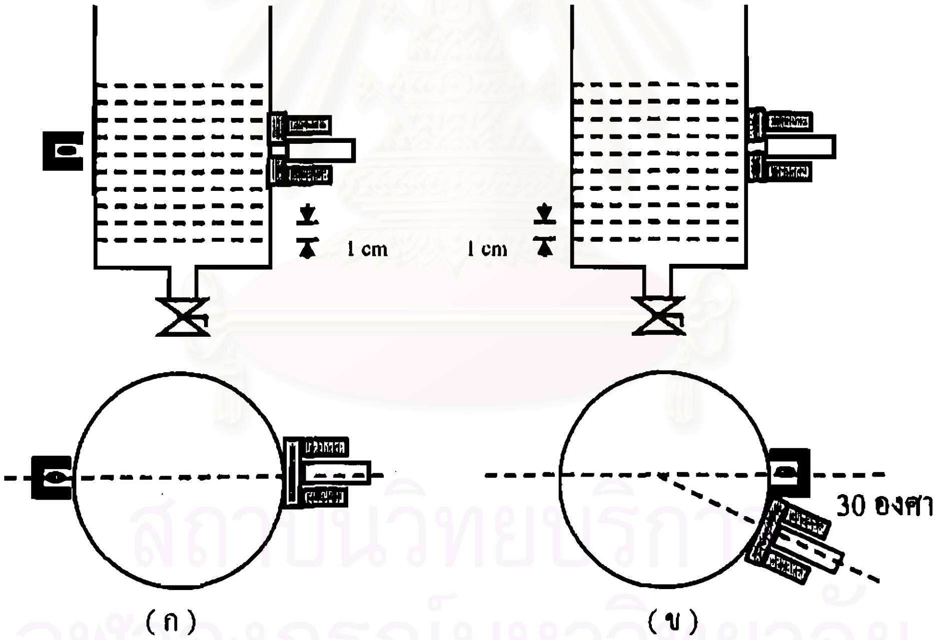
1. หัววัดรังสีแรก สำหรับการวัดความเข้มรังสีส่งผ่าน เนื่องจากต้องการศึกษาความเข้มรังสีส่งผ่านที่จุดสูงสุดและต่ำสุดของผิวหน้าวัสดุ ทำการติดตั้งหัววัดรังสีที่ด้านตรงข้ามกับต้นกำเนิดรังสีวางทำมุม 180 องศากับโดยมีจุดศูนย์กลางถังเป็นจุดอ้างอิง ลำรังสีมีแนวผ่านศูนย์กลางถัง

2. หัววัดรังสีที่ 2 สำหรับการวัดความเข้มรังสีส่งผ่าน ทำหน้าที่ศึกษาความเข้มรังสีส่งผ่านบริเวณขอบภาชนะ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระดับของฐานกรวยจะเกิดขึ้นไม่พร้อมกับบริเวณกลางถัง จึงทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงระดับที่แตกต่างกันระหว่างจุดสูงสุดและจุดต่ำสุด(ยอดกรวยและฐานกรวย)ของผิวหน้าวัสดุ โดยทำการติดตั้งหัววัดรังสีรังสีให้แนวลำรังสีส่งผ่านบริเวณขอบถังมากที่สุด แต่เนื่องจากมุมที่มากกว่า 45 องศา จะส่งผลให้ลำรังสีเข้าสู่หัววัดรังสีโดยตรงไม่มีการบังจากวัสดุและถัง จึงทำการติดตั้งหัววัดรังสีทำมุม 45 องศากับแนวเส้นผ่าศูนย์กลางถัง (วางทำมุม 100 องศามีจุดศูนย์กลางถังเป็นจุดอ้างอิง) การวางหัววัดรังสีให้ให้แนวลำรังสีส่งผ่านบริเวณขอบถังจะถูกนำมาใช้ในการแยกแยะสภาวะการบรรจุของวัสดุอีกทางหนึ่ง

3. หัววัดรังสีที่ 3 สำหรับการวัดความเข้มรังสีกระเจิงกลับ สำหรับรังสีแกมมาพลังงาน 662 keV ความเข้มรังสีกระเจิงกลับจะมีค่ามากสุดที่มุมกระเจิงกลับ 180 องศา(รูปที่ 2.5) การวางหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสีไว้คู่กันจึงควรเป็นตำแหน่งที่เหมาะสมในการวัดความเข้มรังสีกระเจิงกลับ แต่เนื่องจากความกว้างของตะกั่วสำหรับการกำบังรังสีของหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสี ทำให้สามารถวางหัววัดรังสีสำหรับวัดรังสีกระเจิงกลับเป็นมุมกระเจิงกลับเป็นมุมได้มากสุดเพียง 150 องศา จึงวางหัววัดรังสีทำมุม 30 องศาโดยมีจุดศูนย์กลางถังเป็นจุดอ้างอิง ติดตั้งด้านเดียวกับต้นกำเนิดรังสี ทำหน้าที่ศึกษาความเข้มรังสีกระเจิงกลับที่มีต่อระดับผิวหน้าของวัสดุผง

3.4 การศึกษาการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของวัสดุผง

ในเบื้องต้นก่อนทำการศึกษาถึงผลของการวัดระดับ มีความจำเป็นที่ต้องมีข้อมูลเบื้องต้นเพื่อให้ทราบถึงสภาพผลการวัดที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของระดับวัสดุ จึงทำการศึกษาถึงผลกระทบของความเข้มรังสีที่เปลี่ยนไปเมื่อระดับของวัสดุเปลี่ยนแปลง ในการทดสอบทำการเปลี่ยนแปลงระดับของวัสดุ โดยทำให้ผิวหน้าของวัสดุทดสอบมีสภาพเรียบอยู่ในแนวระดับ ทำการวัดความเข้มรังสีส่งผ่านและกระเจิงกลับ ทำการเปลี่ยนแปลงระดับของวัสดุครั้งละ 1 เซนติเมตร เก็บผลการศึกษาเป็นปริมาณนับความเข้มรังสี และนำไปแสดงผลในรูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มรังสีกับระดับของวัสดุ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 3.9 การจัดระบบเพื่อศึกษาการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของวัสดุผงผิวเรียบ

(ก) เทคนิคการส่งผ่านรังสีแกมมา

(ข) เทคนิคการกระเจิงกลับของรังสีแกมมา

3.5 ขั้นตอนในการวิจัย

การบรรจุวัสดุเข้าทำโดยการเติมวัสดุเข้าถังที่จุดศูนย์กลางถัง และวัดระดับที่จุดสูงสุดของผิวหน้า(ยอดกรวย) ในกรณีถ่ายวัสดุออก วัดจุดต่ำสุดของผิวหน้า(แอ่งก้นกรวย)

3.5.1 การเก็บข้อมูลขณะระดับวัสดุอยู่นิ่ง เก็บข้อมูลปริมาณนับผ่านอุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียวแสดงผลโดยอุปกรณ์นับ ข้อมูลที่ได้นำไปแสดงผลในรูปกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสูงของวัสดุและความเข้มรังสี

ขั้นตอนในการจัดเก็บข้อมูล

1. ทำการติดตั้งและทำการวัดพร้อมกัน 2 หัววัด เพื่อให้ได้ข้อมูล 2 ชุดในการวิเคราะห์
2. เติมทรายเข้าภาชนะทดสอบ เริ่มต้นที่ระดับของผิวหน้าทรายอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสี
3. เก็บข้อมูลความเข้มรังสีด้วยอุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียว โดยจับเวลาในช่วงเวลาที่กำหนดและทำการบันทึกผลการนับที่ได้
4. ทำการเพิ่มความสูงโดยเพิ่มทรายเข้าภาชนะครั้งละประมาณ 1 เซนติเมตร
5. ทำการทดลองตามขั้นตอนข้อ 3 และ 4 ซ้ำ เก็บข้อมูลทุกครั้งที่เพิ่มความสูงจนผิวหน้าของทรายสูงกว่าระดับความสูงของหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสี
6. การเก็บข้อมูลในการถ่ายทรายออก ทำในลักษณะเดียวกันโดยการถ่ายทรายออกให้ความสูงลดลงครั้งประมาณ 1 เซนติเมตรโดยเริ่มต้นที่ระดับของทรายสูงกว่าระดับของหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสี
7. ทำการทดลองตามขั้นตอน ข้อ 3 และ 6 ซ้ำ และเก็บข้อมูลจนผิวหน้าทรายมีระดับต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสี

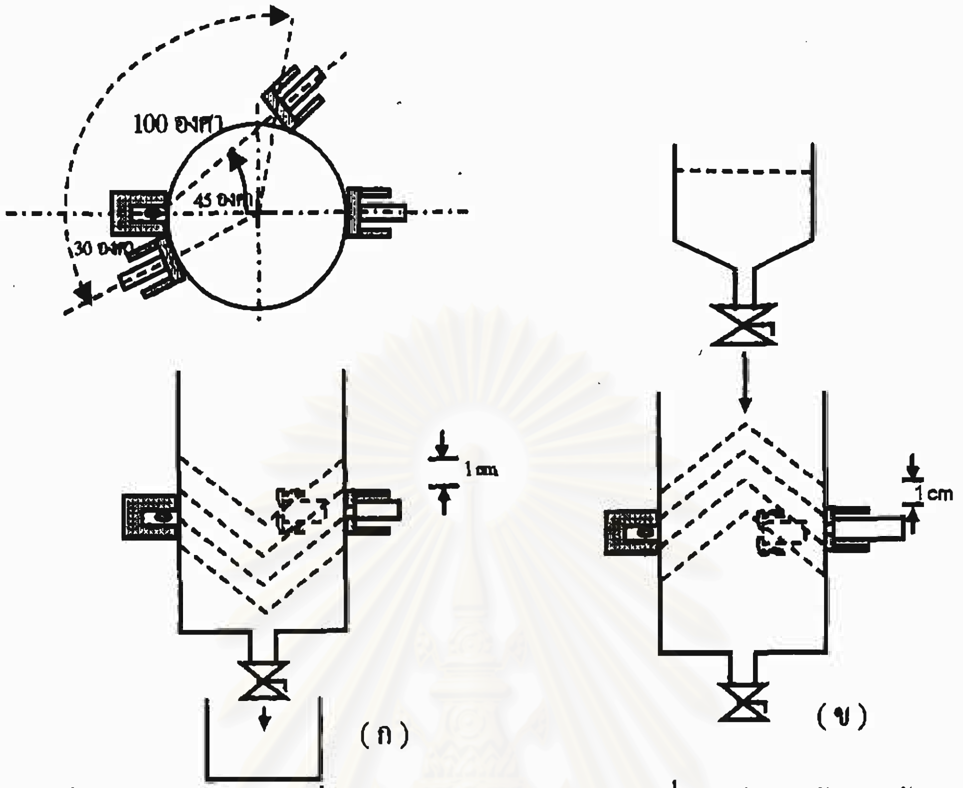
สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.5.2 การเก็บข้อมูลขณะระดับวัสดุกำลังเปลี่ยนแปลง จะเก็บข้อมูลปริมาณนับต่อเวลาต่อเนื่องโดยที่ความสูงของวัสดุจะแปรผันกับเวลาที่นับได้ ข้อมูลที่ได้ทั้งหมดจะถูกนำไปแสดงผลในรูปของกราฟความสัมพันธ์ระหว่างและความเข้มรังสีกับความสูงของวัสดุ แสดงผลโดยอุปกรณ์ 3 ชนิด

- อุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์เก็บข้อมูลปริมาณนับรังสีจากอุปกรณ์วิเคราะห์แบบช่องเดียวทุก 1 วินาทีใน MCS mode
- X-Y recorder เก็บข้อมูลจากเรตมิเตอร์ แสดงผลต่อเนื่อง
- ไมโครคอมพิวเตอร์ เก็บข้อมูลจากเรตมิเตอร์ และแสดงผลทุก 1 วินาที

ขั้นตอนในการจัดเก็บข้อมูล

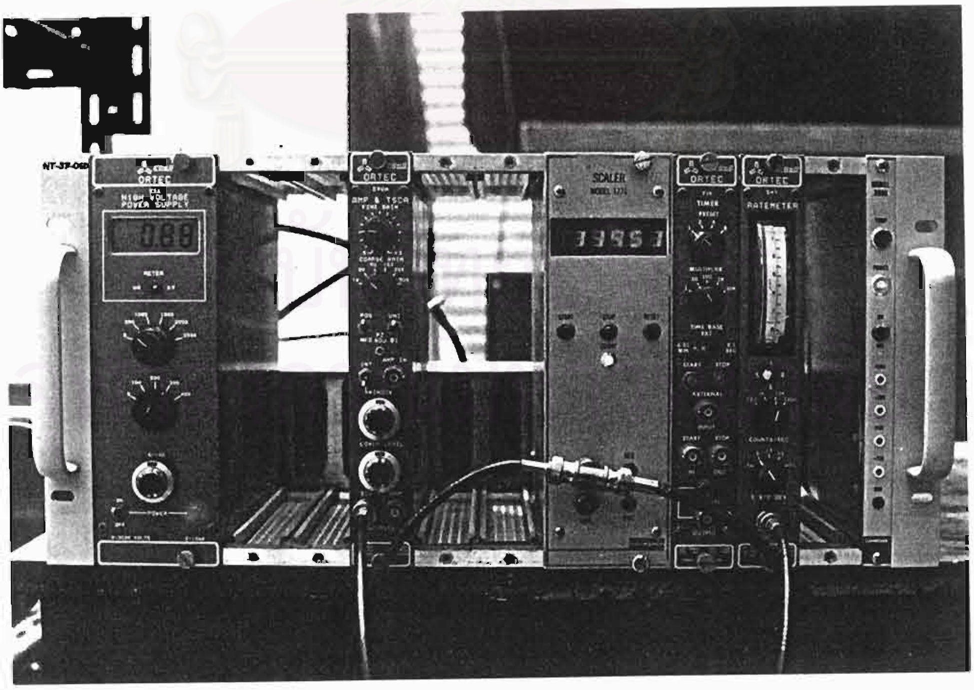
1. ทำการจัดระบบวัดโดยการติดตั้งหัววัดรังสี 1 หัววัด สำหรับการโอนถ่ายข้อมูล
2. เตรียมการเก็บข้อมูลความเข้มรังสีด้วย X-Y recorder ไมโครคอมพิวเตอร์ และอุปกรณ์วิเคราะห์แบบหลายช่อง
3. การเติมทรายเข้าภาชนะทดสอบ เริ่มต้นที่ระดับของผิวหน้าทรายอยู่ในระดับต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสี
4. เติมทรายเข้าภาชนะอย่างต่อเนื่อง เก็บข้อมูลความเข้มรังสีที่เปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงระดับผิวหน้าของทราย
5. ทำการเก็บข้อมูลต่อเนื่องทุก 1 วินาที จนผิวหน้าของทรายสูงกว่าระดับความสูงของหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสี
6. การเก็บข้อมูลในการถ่ายทรายออก มีขั้นตอนในลักษณะเดียวกัน เริ่มต้นที่ระดับของทรายสูงกว่าระดับของหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสี ทำการถ่ายทรายออกให้ความสูงลดลงและเก็บข้อมูลต่อเนื่องทุก 1 วินาที จนผิวหน้าของทรายมีระดับต่ำกว่าระดับของหัววัดรังสีและต้นกำเนิดรังสี



รูปที่ 3.10 การจัดระบบเพื่อศึกษาความเข้มรังสีต่อการเปลี่ยนแปลงระดับของวัสดุผง

(ก) เมื่อถ่ายวัสดุออก

(ข) เมื่อเติมวัสดุ



รูปที่ 3.11 การจัดอุปกรณ์วัดรังสี