



ศึกษาการวัดความหนาแน่นของดินโดยใช้รังสีแกมมา

นาย สมาน เสงงาม

005337

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชานิเวศศาสตร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๒๒

A STUDY OF SOIL DENSITY MEASUREMENT BY GAMMA RAYS

Mr. Smarn Sen-ngam

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

ศึกษาการวัดความหนาแน่นของดินโดยใช้รังสีแกมมา

โดย

นาย สมาน เสงงาม

แผนกวิชา

นิวเคลียร์เทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

สมาน เสงงาม

.....

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

สุวรรณ ใสไพโรจน์ ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ สุวรรณ ใสไพโรจน์)

ประจิต จิระปภา กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ประจิต จิระปภา)

วิรุฬห์ มังคละวิรัช กรรมการ

(อาจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช)

ปรีชา การสุทธิ กรรมการ

(อาจารย์ ปรีชา การสุทธิ)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ศึกษาการวัดความหนาแน่นของดินโดยใช้รังสีแกมมา

ชื่อนิสิต

นาย สมาน เสนงาม

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช

แผนกวิชา

นิวเคลียร์เทคโนโลยี

ปีการศึกษา

๒๕๖๑



บทคัดย่อ

การวัดความหนาแน่นของดิน โดยใช้รังสีแกมมาสะท้อนกลับ อาศัยการเกิดปฏิกิริยา
คอมพัตตัน สแคตเตอร์ริง ระหว่างรังสีแกมมากับดิน ในงานวิจัยนี้ ได้ใช้ต้นกำเนิดรังสีแกมมา Cs^{137}
ขนาดความแรง ๑๐ มิลลิวูรี แผ่รังสีเข้าไปในดิน และใช้หัววัดรังสีชนิด $NaI(Tl)$ ขนาด ๑ นิ้ว
x ๑ นิ้ว วัดปริมาณรังสีสะท้อนกลับ ในการเปรียบเทียบความหนาแน่นของดิน กับความเข้มรังสี
สะท้อนกลับ พบว่า ในช่วงความหนาแน่น ๑.๑ - ๒.๑ กรัม/ลบ.ซม. จะมีความสัมพันธ์กันเป็น
เส้นตรง

เมื่อนำอุปกรณ์วัดความหนาแน่นของดิน และสมการเปรียบเทียบที่หาได้ ไปใช้วัดความ
หนาแน่นของดินในธรรมชาติ เปรียบเทียบกับวิธีปกติ พบว่ามีความแตกต่างกันไม่เกิน ๔.๔%

Thesis Title A Study of Soil Density Measurement by Gamma Rays
Name Mr. Smarn Sen-ngam
Thesis Adviser Mr. Virul Mangclaviraj
Department Nuclear Technology
Academic Year 1978

ABSTRACT

Soil density can be measured by nuclear technique based on the Compton scattering effect. In this research, the Cs^{137} gamma source of 10 mCi was chosen to radiate gamma-rays into the soil, and the back-scattered rays were detected by a $15 \times 15 \times 15$ NaI(Tl) detector. A linear relationship between the soil density and the scattered rays intensity could be obtained when the soil density is in the range of 1.1 - 2.1 gm/cm³.

It was found that for soil in situ the difference in density obtained by this nuclear technique and that by the conventional method was less than 4.4%.

กิติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ อาจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช และอาจารย์ ปรีชา การสุทธิ
แผนกวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้คำแนะนำ
ทางวิชาการ และจัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย ตลอดจนกรุณาตรวจทานแก้ไขต้นฉบับวิทยานิพนธ์
จนงานวิจัยได้รับความสำเร็จลงด้วยดี ศาสตราจารย์ สุวรรณ แสงเพชร หัวหน้าแผนกวิชา
นิวเคลียร์เทคโนโลยี ผู้ริเริ่มและสนับสนุนให้มีการวิจัยเรื่องนี้ขึ้น และ รองศาสตราจารย์ประจิด
จิรปภา แผนกวิชาวิศวกรรมโยธา ที่ได้ให้ความช่วยเหลือทางด้านงานวิจัยในสนาม

ขอบคุณ อาจารย์ สุวิทย์ ปุณณชัยยะ ที่ได้กรุณาซ่อมแซมอุปกรณ์ที่เสียระหว่างการวิจัย
และคุณ บุญเทียม เพ็ญประทีป ที่ได้คำแนะนำและความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการปรุฟิกลศาสตร์

และขอบคุณห้องปฏิบัติการปรุฟิกลศาสตร์ ห้องปฏิบัติการชลศาสตร์ แผนกวิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่เชื้อเพื่อ
ให้ยืมเครื่องมือบางชนิดที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
รายการตารางประกอบ	ณ
รายการรูปประกอบ	ญ
บทที่	
๑. บทนำ	๑
๒. ทฤษฎี	๔
ริงส์แกมมา	๕
ปฏิบัติการระหว่างริงส์แกมมากับวัตถุ	๖
การลดของริงส์แกมมา	๑๒
หัววัดริงส์แกมมาชนิดผลึกโซเดียมไอโอไดด์	๑๕
เครื่องวัดความหนาแน่นของดินด้วยวิธีนิวเคลียร์	๑๗
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับดิน	๒๕
๓. วัสดุและอุปกรณ์	๒๗
หัววัดความหนาแน่นของดิน	๒๗
เครื่องหย่อนสายเคเบิลและที่เก็บหัวสำรวจ	๒๙
เครื่องนับรังสีชนิดพอร์ทเทเบิล	๓๐
ถังไม้สำหรับใส่ดิน	๓๐

เครื่องชั่งขนาดใหญ่	๓๒
ชุดเจาะและเก็บตัวอย่างดิน	๓๒
อุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการพฤกษศาสตร์	๓๒
ดิน	๓๒
๔. การดำเนินงานวิจัยและผลการวิจัย	๓๓
จัดหาเครื่องมือและอุปกรณ์	๓๓
ศึกษาเครื่องมือและอุปกรณ์	๓๔
การเปรียบเทียบ	๔๑
การทดลองใช้งาน	๔๐
๕. บทอภิปรายและสรุปผล	๕๖
ผลการวิจัย	๕๖
สมรรถนะของอุปกรณ์	๖๐
การปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์	๖๒
ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างวิจัย	๖๔
สรุปและเสนอแนะ	๖๔
เอกสารอ้างอิง	๗๑
ประวัติผู้เขียน	๗๗

รายการตารางประกอบ

ตารางที่

หน้า

๒.๑	แสดงอัตราส่วน $\frac{Z}{A}$ ของสารบางชนิด	๒๓
๒.๒	ผลของความชื้นในดินต่อค่า $\frac{Z}{A}$ เฉลี่ย	๒๔
๔.๑	ขนาดของสัญญาณที่เกิดจากรังสีแกมมาที่มีพลังงานต่างๆ	๓๖
๔.๒	ข้อมูลปรับเทียบความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของดินและเวลานับ รังสีสะท้อนกลับ	๔๓
๔.๓	แสดงค่าผิดพลาดในการวัดโดยวิธีใช้รังสี	๔๐
๔.๔	แสดงผลการวัดความหนาแน่นของดินโดยเทคนิคนิวเคลียร์ และวิธี ธรรมดาจากดินในธรรมชาติ	๔๒
๔.๕	ผลการวัดความหนาแน่นของดินในธรรมชาติระดับลึกโดยใช้รังสีแกมมา...	๔๔

รายการรูปประกอบ

หน้า

รูปที่

๒.๑	การเปลี่ยนสถานะของนิวเคลียส	๔
๒.๒	แสดงปฏิกิริยาโฟโตอิเล็กทริก เอฟเฟกต์	๗
๒.๓	แสดงการเกิดปฏิกิริยา คอมพัตตัน สแคตเตอริง	๙
๒.๔	ปฏิกิริยา คอมพัตตัน สแคตเตอริง ของรังสีแกมมา	๙
๒.๕	แสดงการเกิดปฏิกิริยา แพร์ โปรดัคชัน และแอนนิฮิเลชัน	๑๑
๒.๖	สัมประสิทธิ์การลดเชิงมวลของสารบางชนิด	๑๔
๒.๗	หัววัดรังสีแกมมาชนิด NaI (Tl)	๑๖
๒.๘	วงจรของหัววัดรังสีแกมมาแบบเรืองแสง	๑๖
๒.๙	ตัวอย่างการจัดเครื่องวัดความหนาแน่นของดินโดยวิธีส่งผ่านรังสี.....	๑๘
๒.๑๐	ลักษณะรูปปรับเทียบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณรังสีสะท้อนกลับ และความหนาแน่นของสาร	๒๐
๒.๑๑	หลักการของเครื่องวัดแบบรังสีสะท้อนกลับ	๒๑
๒.๑๒	ตัวอย่างการจัดเครื่องวัดความหนาแน่นของดิน โดยวิธีรังสีสะท้อนกลับ..	๒๖
๓.๑	แสดงส่วนประกอบของหัวสำรวจความหนาแน่นของดิน	๒๗
๓.๒	ภาพถ่ายหัวสำรวจความหนาแน่นของดิน	๒๘
๓.๓	ภาพถ่ายเครื่องหย่อนสายเคเบิ้ล	๒๘
๓.๔	เครื่องหย่อนสายเคเบิ้ลและที่เก็บหัวสำรวจ	๒๙
๓.๕	เครื่องนับรังสีชนิด พอร์ทเทเบิล BASIC ของ NEA	๓๑
๔.๑	แสดงสเปกตรัมของรังสีแกมมา จากต้นกำเนิดต่างชนิดที่หัววัดรังสี NaI(Tl) ขนาด ๑" x ๑" วัดได้	๓๔

๔.๒ รูปปรับเทียบค่าพลังงานของรังสีแกมมา กับขนาดสัญญาณที่ได้จากหัววัดรังสี.....๓๔

๔.๓ การหาความหนาสูงสุดของดินที่มีอิทธิพลต่อการวัดรังสี ๓๗

๔.๔ อิทธิพลของความหนาของดินต่อปริมาณรังสีสะท้อนกลับ ๓๗

๔.๕ สเปกตรัมของรังสีแกมมาสะท้อนกลับในดิน ๓๘

๔.๖ ส่วนประกอบภายในถังอ้างอิง ๔๐

๔.๗ การวัดรังสีสะท้อนกลับในถังมาตรฐาน ๔๒

๔.๘ สภาพการถอดประกอบถังใส่ดิน ๔๒

๔.๘ รูปปรับเทียบแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความหนาแน่นของดิน และเวลาที่นับ
รังสีสะท้อนกลับได้ ๔๐,๐๐๐ counts ๔๔

๔.๑๐ รูปปรับเทียบสำหรับใช้งาน (ตั้ง Preset count ที่ ๒๐,๐๐๐) ๔๘

๔.๑๑ ผลของข้อต่อของท่อตีปลอก ๔๘

๔.๑๒ ผลการวัดความหนาแน่นของดินที่รู้ค่าในถัง ๔๑

๔.๑๓ ผลการวัดความหนาแน่นของดินในธรรมชาติระดับลึก โดยวิธีใช้รังสีแกมมา
สะท้อนกลับ ๕๓

๕.๑ ความหนาของการวัดโดยวิธีใช้รังสีแกมมา ๕๘

๕.๒ สเปกตรัมของรังสีแกมมาสะท้อนกลับในดินและความคลาดเคลื่อน ๖๑

๕.๓ การติดตั้งของหัวสำรวจในหลุมเจาะ ๖๔

๕.๔ วิธีแก้ไขการติดตั้งของหัวสำรวจในหลุมเจาะ ๖๗

๕.๕ แสดงสภาพที่บกพร่องของหลุมเจาะ ๖๘

๕.๖ ผลการวัดความชื้นและความหนาแน่นของดินในหลุมเจาะ เทียบกัน ๗๐