สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบระบบการเติมน้ำฝนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ณ บ้านเนินขวาง ตำบลดงเสือเหลือง อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร

DESIGN OF RAINFALL-RECHARGE SYSTEM FOR AQUIFER AT BAN-NURN-KUUANG DONG-SEAR-LEANG SUBDISTRICT PO-PRA-TUP-CHANG DISTRICT PICHET PROVINCE

T042410

โดย

นายณรงค์ เกตุแก้ว

นายพงศ์พัฒน์ เสมอคำ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42410
วัน, เดือน, ปี 20 พ.ค. 2545

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN OF RAINFALL-RECHARGE SYSTEM FOR AQUIFER AT BAN-NURN-KUUANG DONG-SEAR-LEANG SUBDISTRICT PO-PRA-TUP-CHANG DISTRICT PICHET PROVINCE

MR.NARONG KATEKIEW

MR.PONGPAT SAMERKAM

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF CONSTRUCTION ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT 'S INSTITUTE OF TECHONOLOGY LADKRABANG

2000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การออกแบบระบบการเติมน้ำฝนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ณ บ้านเนินขวาง ตำบลดงเสือเหลือง อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร		
นักศึกษา	นายณรงค์ เกตุแก้ว	รหัสประจำตัว	40010208
	นายพงศ์พัฒน์ เสมอคำ	รหัสประจำตัว	40010474
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชา	วิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สกุล ห่อวโนทยาน		

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
อาจารย์สุพจน์ ศรีนิล อาจารย์สุวัฒน์ ถิรเศรษฐ์ อาจารย์สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์ ดร.สกุล ห่อวโนทยาน	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(ผศ.ดร.แดง เหรียญสุวรรณ)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

วันที่ 2 เดือน เมษายน พ.ศ. 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	การออกแบบระบบการเติมน้ำฝนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน ณ บ้านเนินขวาง ตำบลดงเสือเหลือง อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร DESIGN OF RAINFALL-RECHARGE SYSTEM FOR AQUIFER AT BAN-NURN-KUUANG DONG-SEAR-LEANG SUBDISTRICT PO-PRA-TUP-CHANG DISTRICT PICHET PROVINCE
นักศึกษา	นายณรงค์ เกตุแก้ว นายพงศ์พัฒน์ เสมอคำ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สกุล ห่อวโนทยาน
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2543

บทคัดย่อ

แหล่งน้ำธรรมชาติเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญมากโดยเฉพาะน้ำใต้ดิน ซึ่งมีประโยชน์มากในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านการเกษตรกรรม ด้านอุตสาหกรรม ด้านอุปโภค และบริโภค ยิ่งในพื้นที่ที่ห่างไกลแม่น้ำและแหล่งน้ำผิวดินอื่น ๆ น้ำบาดาลมีความสำคัญมาก ในปัจจุบันมีการเจาะน้ำใต้ดินกันอย่างแพร่หลายมาก เนื่องจากความต้องการน้ำเพื่อนำไปใช้งานในด้านต่าง ๆ มากขึ้น ทำให้น้ำใต้ดินได้มีการลดระดับลงอย่างมาก ยิ่งในบางพื้นที่ระดับน้ำใต้ดินไม่กลับสู่สภาพเดิม ซึ่งส่งผลเสียหลายประการเช่น ทำให้ปริมาณน้ำเกิดความไม่เพียงพอตามความต้องการที่จะใช้งาน เมื่อระดับน้ำใต้ดินลดระดับลง ทำให้เกิดช่องว่างขึ้นแล้วก็จะทำให้แผ่นดินเกิดการทรุดตัวก่อให้เกิดปัญหาในด้านอื่น ๆ อีกมากมาย ดังนั้นเราจึงควรที่จะมีการรักษาระดับน้ำบาดาลให้คงที่ ซึ่งในการที่จะเพิ่มระดับน้ำใต้ดินสามารถทำได้หลายวิธีไม่ว่าจะเป็นวิธีทางธรรมชาติ หรือวิธีที่มนุษย์เป็นคิดขึ้น ในการเพิ่มโดยวิธีทางธรรมชาติก็คือการที่ฝนตกและไหลซึมลงสู่ดิน ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวัฏจักรอุทกวิทยา สำหรับการเพิ่มโดยการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ การคิดที่จะเติมน้ำฝนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินขึ้นเพื่อรักษาระดับน้ำใต้ดินให้มีระดับที่คงที่ และให้มีปริมาณที่เพียงพอต่อความต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	:	DESIGN OF RAINFALL-RECHARGE SYSTEM FOR AQUIFER AT BAN-NURN-KUUANG DONG-SEAR-LEANG SUBDISTRICT PO-PRA-TUP-CHANG DISTRICT PICHET PROVINCE
Name	:	MR.NARONG KATEKIEW
		MR.PONGPAT SAMERKAM
Field	:	CONSTRUCTION ENGINEERING
Department	:	CIVIL ENGINEERING
Faculty	:	ENGINEERING
Advisor	:	DR.SAKUL HOVANOTAYAN

ABSTRACT

Source of Natural water is the important natural resources especially underground water, There are several advantages in agriculture, industries and consumption, in a distant area from rivers and underground water is very important. At present there is underground water boring widely. Because of the need of water for utilities, the level of underground water decreases rapidly and in sand areas, it doesn't return which results many damages such as the water consumption is not enough for the requirement, no water underground makes spaces between under ground level which can subside, The several following problems will happen. So these could be the way for keeping water underground level constantly. Increasing water underground level can perform by either natural way or human creation. For natural way is raining, the whole quantity of rainwater doesn't absorb through the earth, some part evaporates or remain on earth surface, the underground water will decrease. Consequently there is procedure for incresing rainwater absorption through the earth to keep underground water level constantly and to make underground water be enough for the requirement.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ดีด้วยความอนุเคราะห์ของ ดร.สกุล ห่อ-วโนทยาน อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานพิเศษนี้ ซึ่งท่านได้ให้ความรู้เกี่ยวกับการออกแบบ แนวทางการทำงาน และในตลอดระยะเวลาที่ได้ทำโครงงานพิเศษนี้ท่านได้ให้คำแนะนำและการสั่งสอนสิ่งต่าง ๆ มากมายนอกเหนือจากการการเรียนในห้องเรียน อีกทั้งยังให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่อข้าพเจ้าอย่างดียิ่ง นับตั้งแต่เริ่มทำการศึกษาข้อมูล ตลอดจนสิ้นสุดของการทำงาน ความกรุณาของอาจารย์ในครั้งนี้ ขอกล่าวคำขอบคุณและนับถืออย่างสูงแด่ ดร.สกุล ห่อวโนทยาน นอกจากนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบคุณ บรรดาคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้วิชาความรู้ต่าง ๆ ทั้งในความรู้ทางด้านการศึกษาและความรู้ทั่วไปจนทำให้ข้าพเจ้าได้นำความรู้ที่อาจารย์ได้สอนมาพัฒนาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการทำโครงงานพิเศษนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดีและข้าพเจ้าหวังว่าโครงงานพิเศษที่ข้าพเจ้าได้ทำมาจะมีประโยชน์ไม่มากก็น้อยต่อผู้ที่ศึกษาต่อไปในอนาคต

อนึ่งข้าพเจ้าขอขอบคุณ กรมชลประทาน กรมอุตุนิยมวิทยา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา ห้องสมุด รวมทั้งเจ้าหน้าที่กองอาคารสถานที่ทุกท่าน ที่ได้เอื้อเฟื้อข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา และอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ในงานสำรวจต่างๆ อีกทั้งเพื่อนๆในภาควิชาโยธาที่ช่วยให้คำแนะนำ คำติชม รวมทั้งเป็นกำลังใจในการทำงานแก่ข้าพเจ้าด้วยดีเสมอมาจึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ท้ายสุดนี้ ข้าพใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา และญาติพี่น้องซึ่งสนับสนุนด้านการเงิน และให้กำลังใจแก่ผู้ศึกษาเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

นายณรงค์ เกตุแก้ว
นายพงศ์พัฒน์ เสมอคำ
ผู้ประพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน (ภาษาไทย)	ก
	ปกใน (ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอนุมัติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	ง
	บทคัดต่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ฉ
	สารบัญ	ช
	สารบัญตาราง	ฌ
	สารบัญภาพ	ฎ
1	**บทนำ**	1
	1.1 การนำน้ำใต้ดินไปใช้ในการเกษตรในแง่ของการอนุรักษ์น้ำใต้ดิน	2
	1.1.1 การนำน้ำใต้ดินในชั้นตื้น ๆ ไปใช้ประโยชน์	2
	1.1.2 การนำน้ำบาดาลในชั้นตื้น ๆ ไปใช้ประโยชน์	2
	1.1.3 การนำน้ำใต้ดินที่ไหลเองได้ในชั้นลึก ๆ ไปใช้ประโยชน์	3
	1.1.4 การนำน้ำใต้ดินในชั้นลึก ๆ ไปใช้ประโยชน์	3
	1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา	3
	1.3 ขอบเขตในการศึกษา	3
	1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
2	**พื้นที่ศึกษา**	5
	2.1 สภาพภูมิประเทศ	5
	2.2 สภาพภูมิอากาศ	6
	2.2.1 ปริมาณน้ำฝน	7
	2.2.2 อุณหภูมิ	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	2.2.3 ความชื้นสัมพัทธ์	7
	2.2.4 สมดุลของน้ำเพื่อการเกษตร	7
	2.3 ลักษณะทางธรณีวิทยา	9
	2.3.1 หน่วยหินและอายุ	9
	2.3.1.1 แหล่งสะสมตัวยุคควอเทอร์นารี	9
	2.3.1.2 หินภูเขาไฟยุคเพอร์โม-ไทรแอสซิก	10
	2.3.1.3 หินภูเขาไฟจูลาสสิค-ไทรแอสซิก	10
	2.3.2 สภาพธรณีสัณฐานวิทยา	11
	2.3.2.1 ที่ราบน้ำท่วมถึง	11
	2.3.2.2 ตะพักแม่น้ำกึ่งปัจจุบันและตะกอนรูปพัดต่อเนื่อง	12
	2.3.2.3 ตะพักแม่น้ำเก่า	12
	2.3.2.4 พื้นผิวที่เหลือค้างจากการกัดกร่อน	12
	2.3.2.5 ภูเขา	12
	2.4 สภาพอุทกธรณีวิทยา	12
	2.5 การพัฒนาแหล่งน้ำ	13
	2.5.1 โครงการชลประทานพิจิตร	13
	2.5.2 โครงการพัฒนาเกษตรชลประทานพิษณุโลก(ในเขตจังหวัดพิจิตร)	14
	2.5.3 โครงการชลประทานขนาดเล็ก จังหวัดพิจิตร	15
3	**หลักการและทฤษฎี**	16
	3.1 เทคนิคในการอนุรักษ์น้ำใต้ดิน	16
	3.1.1 เทคนิคสำหรับการกำหนดปริมาณน้ำใต้ดินที่จะนำไปใช้ให้เหมาะสม	16
	3.1.2 การเติมน้ำใต้ดิน	16
	3.2 วิธีการเติมน้ำใต้ดิน	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	3.3 รูปแบบวิธีการเติมน้ำใต้ดินแบบต่างๆ	17
	3.3.1 Spreading Basins	17
	3.3.1 Trench recharge	18
	3.3.2 Deep Well Injection	18
	3.3.3 Inter-aquifer flow via deep wells	19
	3.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	19
	3.4.1 กฎของ Darcy	19
	3.4.2 ความซึมได้ของน้ำในดิน	20
	3.4.3 การหาค่าสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของน้ำในดิน	23
	3.4.4 การวิเคราะห์ทางสถิติข้อมูลอุทกวิทยา	25
	3.4.5 สมการ Rational Method	26
4	**การดำเนินงานสนาม**	27
	4.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล	27
	4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล	27
	4.3 การหาค่าความซึมได้ในสนาม	31
	4.3.1 วิธีการทดสอบค่าความซึมได้	31
	4.3.2 การหาค่าความพรุนของหินในสนาม	34
	4.3.3 การคำนวณหาค่าความซึมได้	
5	**การทดลองหาความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน**	40
	5.1 การทดลองหาความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน	40
	5.1.1 วัตถุประสงค์	41
	5.1.2 ทฤษฎี	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	5.1.3 ขั้นตอนปฏิบัติ	44
	5.1.4 การคำนวณและรายงานผล	46
	5.1.5 บันทึกและข้อควรระวัง	46
	5.2 การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของน้ำในดินแบบความดันน้ำคงที่	49
	5.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือการทดลอง	49
	5.2.2 วิธีการทดลอง	49
	5.2.3 ผลการทดลอง	49
	5.3 การทดลองหาขนาดเม็ดดิน	51
	5.3.1 วัตถุประสงค์	51
	5.3.2 ตัวอย่างดิน	51
	5.3.3 ทฤษฎี	51
	5.3.4 การร่อนตะแกรง	52
	5.3.5 การแยกการวิเคราะห์ด้วยไฮโดรมิเตอร์	53
	5.3.6 ขนาดและลักษณะของตะแกรง	54
	5.3.7 วิธีการเลือกขนาดช่องลอดตะแกรง	54
	5.3.8 การจำแนกชนิดของดินจากผลการทดสอบขนาดเม็ดดิน	55
	5.3.9 การกระจายของเม็ดดิน	55
	5.3.10 ทฤษฎีการตกตะกอนของสโตรค	59
	5.3.11 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินด้วยตะแกรงร่อน	61
	5.3.12 การทดสอบหาขนาดดินด้วยไฮโดรมิเตอร์	63
6	**การออกแบบและดำเนินงาน**	76
	6.1 การออกแบบระบบการเติมน้ำลงสู่ชั้นใต้น้ำดิน	76
	6.2 การออกแบบขนาดท่อในระบบระบายน้ำ	88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	6.1.1 การหาปริมาณน้ำฝนที่ไหลเข้าระบบระบายน้ำ	88
	6.1.2 ออกแบบขนาดทางระบายน้ำ	89
	6.3 การก่อสร้างระบบระบายน้ำ	90
	6.4 การก่อสร้างระบบการเติมน้ำลงสู่น้ำใต้ดิน	95
7	สรุปและข้อเสนอแนะ	100
	บรรณานุการกรม	102
	ภาคผนวก	
	- ภาคผนวก ก ตารางผลการทดลองหาความถ่วงจำเพาะ	ผก1
	- ภาคผนวก ข ตารางผลการทดลองหาขนาดเม็ดดินโดย วิธีใช้ตะแกรงร่อนและวิธีวิเคราะห์ด้วยไฮโดรมิเตอร์	ผข2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
2.1	สถิติภูมิอากาศของจังหวัดพิจิตร	8
2.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝนและค่าการคายระเหยน้ำและสถานภาพของน้ำในดินระยะเวลาต่าง ๆ	8
3.1	ค่าความหนืดของน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ	21
3.2	สัมประสิทธิ์ความซึมได้ของน้ำในดิน	21
4.1	ผลการทดลองความพรุนในสนาม	35
4.2	ผลการทดลองของค่า Seepage Coefficient (a)	39
5.1	ผลการทดลองค่าความถ่วงจำเพาะ	48
5.2	ผลการทดลองค่าความถ่วงจำเพาะ	49
5.3	ผลการทดลองค่า Seepage Coefficient (a) ในห้องปฏิบัติการ	50
5.4	ขนาดตะแกรง	57
5.5	ขนาดของตะแกรงสำหรับคัดวัสดุผสมคอนกรีต	58
5.6	ขนาดน้ำหนักตัวอย่างดินสำหรับการทดสอบตะแกรงร่อน	59
5.7	สรุปน้ำหนักดินที่ใช้ทำการทดลอง	73
5.8	สรุปน้ำหนักดินที่ใช้ทำการทดลอง	74
5.9	ค่าความซึมได้ที่ได้จากการพล็อตกราฟ S Curve	75
6.1	ปริมาณความเข้มฝนราย 3 ชั่วโมง 25 ปี ล่าสุด	77
6.2	ค่าความน่าจะเป็นที่หารอบการเกิดประมาณ 10 ปี ของปริมาณฝนมากสุดภายใน 1 วัน	78
6.3	ค่าความน่าจะเป็นที่หารอบการเกิดประมาณ 10 ปี ของปริมาณฝนมากสุดภายใน 2 วัน	79
6.4	ค่าความน่าจะเป็นที่หารอบการเกิดประมาณ 10 ปี ของปริมาณฝนมากสุดภายใน 3 วัน	80
6.5	ปริมาณความเข้มฝน ณ เดือน ตุลาคม ปี 1985	81
6.6	ตารางการคำนวณการออกแบบความยาวท่อ	84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
6.7	ตารางการคำนวณการออกแบบความยาวท่อที่ใช้ร่วมกับบ่อพักน้ำ	86
6.8	ตารางการคำนวณหาขนาดบ่อพักน้ำ	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
2.1	ที่ตั้งและอาณาเขตของจังหวัดพิจิตร	6
2.2	ความสมดุลของน้ำในจังหวัดพิจิตร	9
2.3	แผนที่ธรณีวิทยาของจังหวัดพิจิตร	10
3.1	Connstant head permeameter	24
4.1	แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อบาดาลในจังหวัดพิจิตร	28
4.2	แผนที่แสดงระดับบ่อบาดาลในจังหวัดพิจิตร	28
4.3	แผนที่แสดงระดับบ่อบาดาลในโครงสร้าง 3 มิติ	29
4.4	แผนที่แสดงระดับทรายชั้นบนสุดในจังหวัดพิจิตร	29
4.5	แผนที่แสดงโครงสร้างผิวบนของทรายชั้นบนสุดในจังหวัดพิจิตร	30
4.6	แผนที่แสดงความลึกทรายชั้นบนจากผิวดิน	30
4.7	การเจาะหลุมโดยใช้ Hand Auger	31
4.8	หลุมที่เกิดจากการขุดด้วย Hand Auger	32
4.9	ดินที่ได้จากการขุดด้วย Hand Auger	32
4.10	ดินที่ได้จากการขุดด้วย Hand Auger	33
4.11	การนำท่อลงในหลุมและการเติมหินลงในหลุม	33
4.12	การวัดระดับน้ำด้วย Ground Water Level Meter	34
4.13	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความซึมได้ Seepage Coefficient (a) กับเวลา (t) ที่ความลึกหลุมเจาะ 157 เซนติเมตร	36
4.14	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความซึมได้ Seepage Coefficient (a) กับเวลา (t) ที่ความลึกหลุมเจาะ 171 เซนติเมตร	36
4.15	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความซึมได้ Seepage Coefficient (a) กับเวลา (t) ที่ความลึกหลุมเจาะ 312 เซนติเมตร	37
4.16	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความซึมได้ Seepage Coefficient (a) กับเวลา (t) ที่ความลึกหลุมเจาะ 312 เซนติเมตร	37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
4.17	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความซึมได้ Seepage Coefficient (a) กับเวลา (t) ที่ความลึกหลุมเจาะ 310 เซนติเมตร	38
4.18	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความซึมได้ Seepage Coefficient (a) กับเวลา (t) ที่ความลึกหลุมเจาะ 323 เซนติเมตร	38
5.1	เตาแผ่นร้อน	47
5.2	การนำตัวอย่างดินต้มน้ำเพื่อไล่อากาศ	47
5.3	เครื่องมือ Connstant head permeameter	50
5.4	การร่อนแปียกตัวอย่างดินที่เป็นดินเหนียว	68
5.5	ดินที่ผ่านการทำร่อนเปียกแล้ว	69
5.6	ตู้อบดิน	69
5.7	การนำดินที่ผ่านการทำร่อนเปียกมาอบแห้ง	70
5.8	ดินที่ผ่านตระแกรงเบอร์ 200 แบบร่อนเปียก และผ่านการอบแห้งเป็นเวลา 1 วัน	70
5.9	ดินที่ไม่ผ่านตระแกรงเบอร์ 200 แบบร่อนเปียก และผ่านการอบแห้งเป็นเวลา 1 วัน	71
5.10	อุปกรณ์การทำร่อนแห้ง	71
5.11	การหาการกระจายตัวของเม็ดดิน โดยวิธีไฮโดรมิเตอร์	72
5.12	การหาการกระจายตัวของเม็ดดิน โดยวิธีไฮโดรมิเตอร์	72
6.1	กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มฝน	82
6.2	กราฟการเปรียบเทียบค่าความเข้มฝนในช่วง 3 ชั่วโมง	82
6.3	รูปหน้าตัดขนาดระบบการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน	88
6.4	สภาพอาคารที่ทำการศึกษา	90
6.5	การขุดดินเพื่อวางแนวท่อและบ่อพักน้ำ	91
6.6	การเตรียมการวางแนวท่อ และการต่อท่อระบายน้ำ	91
6.7	การใช้สายยางวัดระดับเพื่อกำหนดความลาดชัน	92
6.8	ทำการวางแนวท่อโดยความลาดชันประมาณ 1:200	92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
6.9	การต่อท่อเข้ากับบ่อพักน้ำเพื่อระบายน้ำ	93
6.10	การวางตะแกรงเพื่อป้องกันการอุดตันภายในท่อ	93
6.11	การต่อท่อผ้าใบเพื่อระบายน้ำฝนจากหลังคาลงสู่ระบบระบายน้ำ	94
6.12	การวางตำแหน่งและปักหลักเพื่อทำการขุดบ่อพักน้ำ,บ่อดักตะกอน	95
6.13	การวางตำแหน่งและปักหลักเพื่อทำการขุดบ่อพักน้ำ,บ่อดักตะกอน	95
6.14	การขุดบ่อพักน้ำและบ่อดักตะกอน	96
6.15	การขุดบ่อพักน้ำและบ่อดักตะกอน	96
6.16	การวัดความกว้าง ความยาว และความลึกของบ่อพักน้ำและบ่อดักตะกอน	97
6.17	การวางท่อฝังลงไปในบ่อพักน้ำ	97
6.18	วางแผ่นใยสังเคราะห์ไว้ก้นหลุมก่อนที่จะเทหิน	98
6.19	การเทหินลงในหลุมเพื่อป้องกับการพังทลายของหลุม	98

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

แหล่งน้ำธรรมชาติ โดยเฉพาะน้ำบาดาล เป็นทรัพยากรที่สำคัญมากอย่างหนึ่งของประเทศ มีการเจาะบ่อน้ำบาดาลขึ้นมาใช้กันอย่างแพร่หลาย ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม ประชาชนที่อยู่ห่างไกลจากแม่น้ำหรือแหล่งน้ำผิวดินอื่น ๆ ดำเนินการเกษตรกรรมโดยน้ำฝน และน้ำใต้ดิน ในทศวรรษที่ผ่านมา บ่อบาดาลได้เพิ่มจำนวนขึ้นอย่างมากมาย ซึ่งในแต่ละปีการเจาะบ่อบาดาลกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากความต้องการน้ำเพื่อวัตถุประสงค์ในการอุปโภคและเกษตรกรรมได้เพิ่มจำนวนมากขึ้น เป็นผลทำให้มีการลดตัวลงของระดับน้ำบาดาลอย่างต่อเนื่องและไม่คืนตัว(Recovery)บ่อน้ำตื้นและพบว่าระดับน้ำใต้ดินในบางพื้นที่ลดลงมาก ยิ่งในบางพื้นที่ก็เริ่มหาน้ำบาดาลได้ยากมากยิ่งขึ้นเรื่อย ๆ จนทำให้ชาวบ้านไม่สามารถสูบน้ำขึ้นมาใช้ได้ในที่สุด จึงทำเกิดปัญหาทางด้านเศรษฐกิจและสังคม หากไม่ได้รับการแก้ไข

การระบายน้ำลงบ่อบาดาลเป็นวิธีการอันสำคัญวิธีหนึ่ง ในการจัดการทรัพยากรน้ำและถูกนำมาใช้ในหลายประเทศ ซึ่งประโยชน์ของการระบายน้ำหรืออัดน้ำจากผิวดินลงสู่ชั้นน้ำบาดาลนั้น มีหลายประการ

1) จะช่วยกู้สภาพการลดระดับของน้ำบาดาลที่เกิดขึ้นเนื่องมาจากการใช้น้ำบาดาลมากเกินไป
2) ป้องกันการไหลซึมของน้ำเค็มเข้ามาในชั้นน้ำจืด หรือเพื่อทำการไล่ที่น้ำเค็มและสร้างปราการน้ำจืดในบริเวณน้ำเค็มรุกล้ำ
3) เป็นการเพิ่มระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งเมื่อระดับน้ำใต้ดินเพิ่มขึ้น แรงดันน้ำใต้ดินก็จะเพิ่มขึ้นด้วย เมื่อช่วยเพิ่มสภาพแรงดันของน้ำใต้ดินขึ้นก็จะช่วยลดหรือหยุดการทรุดตัวของแผ่นดินไปด้วย ในบริเวณที่มีการทรุดตัวของแผ่นดิน เนื่องมาจากการสูบน้ำใต้ดินมากเกินไป
4) เพื่อช่วยบรรเทาปัญหาน้ำท่วมขังโดยการระบายน้ำท่วมขังผ่านไปเก็บยังชั้นน้ำใต้ดิน
5) เพื่อเก็บรักษาน้ำฝนในฤดูฝนที่มีปริมาณน้ำมากเกินความต้องการ เอาไว้ใช้ในชั้นทรายที่เหมาะสมเป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรแหล่งน้ำธรรมชาติที่อยู่ใต้ดิน สำหรับเอาไว้ใช้ในยามขาดแคลน และอนุรักษ์ทรัพยากรน้ำบาดาลให้สามารถใช้ได้อย่างยั่งยืน
6) บรรเทาปัญหาผลกระทบทางด้านสิ่งแวดล้อมอันเนื่องมาจากการใช้น้ำบาดาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวความคิดที่จะนำน้ำฝนส่วนที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ในช่วงฤดูฝนมาเก็บกักไว้ในชั้นใต้ดิน เพื่อจะได้นำมาใช้ในช่วงขาดแคลนน้ำ เป็นวิธีการหนึ่งของการพัฒนาแหล่งน้ำเพราะปัจจุบันประเทศไทยมีความสามารถในการเก็บกักน้ำจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาเอาไว้ได้ไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาทั้งหมดเท่านั้นและที่เหลือจะไหลลงสู่ทะเล การเก็บกักน้ำใต้ดินยังช่วยให้ลดการสูญเสียจากการระเหย และลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างระบบจ่ายน้ำอีกด้วย

วิธีอนุรักษ์น้ำใต้ดิน

น้ำใต้ดินเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญยิ่งและมีประโยชน์ต่อมนุษย์มหาศาล สามารถนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ต่าง ๆ ได้หลายประการ และน้ำใต้ดินมีบทบาทสำคัญต่อการทนุบำรุง และการพัฒนาสังคมได้เป็นบริเวณกว้าง ในการพัฒนาน้ำใต้ดินไปใช้นั้นพยายามไม่นำน้ำใต้ดินไปใช้ให้มาที่สุดตลอดไป โดยต้องพิจารณาถึงการอนุรักษ์หรือหมุนเวียนของน้ำใต้ดินในบริเวณนั้นคือ

1) ต้องไม่สูบน้ำใต้ดินไปใช้จนทำให้แหล่งน้ำใต้ดินเหือดแห้งโดยฉับพลัน อันเป็นเหตุให้ดินทรุดหรือมีน้ำเค็มไหลเข้ามา
2) ต้องไม่สูบน้ำใต้ดินไปใช้จนทำให้เหล่งน้ำใต้ดินลดปริมาณลงตลอดเวลา

1.1 การนำน้ำใต้ดินไปใช้ในการเกษตรในแง่ของการอนุรักษ์น้ำใต้ดิน

1.1.1 การนำน้ำใต้ดินในชั้นตื้น ๆ ไปใช้ประโยชน์

ตามปกติแล้วการลดระดับลงของน้ำใต้ดินที่ไหลไปเองได้นั้นจะไม่ทำให้ดินทรุดตัวอย่างรุนแรง ควรจะนำน้ำใต้ดินที่ไหลไปเองได้ในชั้นตื้น ๆ ไปใช้ในบริเวณนา เพราะไม่ต้องเกรงว่าจะมีน้ำเค็มไหลซึมเข้ามา ยกเว้นในแถบชายทะเล อย่างไรก็ดี สำหรับพื้นที่แถบชายทะเลนั้นต้องพิจารณาว่าจะต้องไม่มีน้ำเค็มไหลซึมเข้ามา

1.1.2 การนำน้ำบาดาลในชั้นตื้น ๆ ไปใช้ประโยชน์

สำหรับในบริเวณชั้นดินตะกอนริมแม่น้ำนั้น ถ้ามีการใช้น้ำบาดาลในชั้นตื้น ๆ จากบ่อตื้นขนาดเล็กพร้อม ๆ กับการใช้น้ำบาดาลในชั้นลึก ๆ จากบ่อลึกแล้ว มีโอกาสที่จะได้รับอันตรายจากการทรุดตัวของดินได้มาก อย่างไรก็ตามจะไม่มีปัญหาในการใช้น้ำบาดาลจากน้ำพุเลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.3 การนำน้ำใต้ดินที่ไหลเองได้ในชั้นลึก ๆ ไปใช้ประโยชน์

เนื่องจากน้ำใต้ดินส่วนใหญ่ เป็นน้ำในรอยแตกรอยแยกของหิน ซึ่งโดยทั่วไปแล้วก็ไม่น่าวิตกว่าดินจะทรุด อย่างไรก็ดีในแถบชายทะเลแล้ว น้ำเค็มจะไหลซึมเข้ามาด้วยความเร็วสูงได้ ตามปกติแล้วการนำน้ำใต้ดินประเภทนี้จากบริเวณเชิงภูเขาไฟหรือจากบริเวณที่เป็นหินปูนจะม่ทำให้ระดับน้ำใต้ดินลดลงมากนัก

1.1.4 การนำน้ำใต้ดินในชั้นลึก ๆ ไปใช้ประโยชน์

โดยทั่วไปแล้วการนำน้ำใต้ดินในชั้นลึก ๆ ไปใช้ประโยชน์นั้นสมควรทำในบริเวณที่ราบริมแม่น้ำซึ่งมีตะกอนทับถมอยู่ลึกลงไป ดังนั้นเมื่อส่วนใหญ่ไม่ได้ใช้น้ำใต้ดินประเภทนี้สำหรับการเกษตรเท่านั้น หากนำไปใช้ในทางอุตสาหกรรมในหลาย ๆ กรณีด้วย จึงจำเป็นต้องสูบน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้มากเกินไป อาจทำให้แผ่นดินทรุดได้

1.2 วัตถุประสงค์ในการศึกษา

1) เพื่อศึกษาศักยภาพทรายชั้นบนสำหรับเติมน้ำฝนสู่น้ำใต้ดินในช่วงฤดูฝน
2) เพื่อออกแบบระบบการซึม (Seepage System) และอุปกรณ์ประกอบเบื้องต้น
3) เพื่อเก็บรักษาน้ำฝนในฤดูฝนที่มีปริมาณมากเกินความต้องการ ไว้ในชั้นทรายที่เหมาะสมสำหรับไว้ใช้ในฤดูแล้วหรือฤดูขาดแคลน

1.3 ขอบเขตในการศึกษา

1) เก็บข้อมูลต่าง ๆ ของพื้นที่ศึกษาเช่น ข้อมูลทางอุทกศาสตร์, ข้อมูลทางอุตุนิยมวิทยา,ข้อมูลบ่อน้ำใต้ดิน
2) ทดสอบค่า Seepage Coefficient (a) และ Hydraulic Conductivity (K) ของพื้นที่ศึกษาทั้งในสนามและห้องปฏิบัติการ
3) ออกแบบ Seepage System และระบบเติมน้ำใต้ดินจากข้อมูลพื้นที่ศึกษาและข้อมูลการทดสอบ
4) สรุปผลและดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ทำให้ทราบถึงศักยภาพของทรายชั้นบนสุดของพื้นที่ศึกษาในการเติมน้ำฝนสู่น้ำใต้ดิน
2) ทำให้ทราบถึงปริมาณน้ำฝนที่สามารถเติมลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินได้
3) เป็นแนวทางในการเพิ่มปริมาณน้ำในชั้นบาดาลและให้ระดับน้ำใต้ดินมีระดับที่สูงขึ้น
4) เป็นแนวทางในการแก้ปัญหาน้ำท่วมขังบริเวณที่อยู่อาศัย
5) เป็นแนวทางในการใช้ประโยชน์จากน้ำฝนได้อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน
6) ช่วยให้เกิดความสำนึกในการบำรุงรักษา และสงวนทรัพยากรธรรมชาติคืนแหล่งน้ำใต้ดินให้กับราษฎรและผู้อยู่ใกล้เคียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
พื้นที่ศึกษา

ในบทนี้จะกล่าวถึงพื้นที่ที่ศึกษาซึ่งมีหัวข้อประกอบด้วยสภาพภูมิประเทศ สภาพภูมิอากาศ ลักษณะทางธรณีวิทยา สภาพอุทกธรณีวิทยา และการพัฒนาแหล่งน้ำ

2.1 สภาพภูมิประเทศ

จังหวัดพิจิตรเป็นจังหวัดที่ตั้งอยู่ทางภาคเหนือตอนล่างของประเทศไทย อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15°50′ ถึง100°45′ ตะวันออก โดยมีอาณาเขตติดต่อดังนี้

- ทิศเหนือมีอาณาเขตติดจังหวัดพิษณุโลก
- ทิศตะวันออกติดมีอาณาเขตกับจังหวัดเพชรบูรณ์
- ทิศใต้มีอาณาเขตติดจังหวัดนครสวรรค์
- ทิศตะวันตกมีอาณาเขตติดกับจังหวัดกำแพงเพชร

มีระยะห่างจากกรุงเทพฯประมาณ 347 กิโลเมตร พื้นที่ทั้งหมดประมาณ 4,531 ตารางกิโลเมตร ประชาชนส่วนใหญ่มีอาชีพทำนา นอกนั้นเป็นอาชีพทำไร่ ปลูกผลไม้และพืชผัก

จังหวัดพิจิตรมีเนื้อที่ 2,831,883 ไร่ สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดพิจิตรเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำยมและแม่น้ำน่านไหลผ่านในแนวเหนือใต้ ความยาวของแม่น้ำยมที่ไหลผ่านจังหวัดประมาณ 124 กิโลเมตร ส่วนแม่น้ำน่านมีความยาวที่ไหลผ่านจังหวัดประมาณ 97 กิโลเมตร

จังหวัดพิจิตร ประกอบด้วยพื้นที่ 3 ลักษณะ คือ

1) พื้นที่ทางตะวันออกของแม่น้ำน่าน พื้นที่ส่วนนี้จะเทลาดจากทิศตะวันออกไปทิศตะวันตก บริเวณที่ใกล้แม่น้ำน่าน พื้นที่จะต่ำ มีน้ำท่วมเกือบทุกปี
2) พื้นที่ระหว่างแม่น้ำยมและแม่น้ำน่าน เป็นที่ราบน้ำท่วมถึงพื้นที่ลาดเอียงเล็กน้อยจากทิศเหนือถึงทิศใต้
3) พื้นที่ทางตะวันตกของแม่น้ำยม เป็นพื้นที่ลาดเอียง จากทิศตะวันตกไปทิศตะวันออก พื้นที่ส่วนใหญ่ที่อยู่ใกล้แม่น้ำยมเป็นพื้นที่ต่ำ มีน้ำจากแม่น้ำยมท่วมแทบทุกปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 สภาพภูมิอากาศ

ลักษณะภูมิอากาศของจังหวัดพิจิตรแบ่งออกได้เป็น 3 ฤดูกาลคือ

1) ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ เป็นฤดูที่มีลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือพัดผ่าน มีอากาศหนาวเย็นและแห้งแล้งโดยทั่วไป

รูปที่ 2.1 ที่ตั้งและอาณาเขตของจังหวัดพิจิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ฤดูร้อน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคม เป็นช่วงที่มีลมจากทิศใต้และตะวันออกเฉียงใต้พัดปกคลุมทำให้มีอากาศร้อน
3) ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคม เป็นฤดูที่มีลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้จากมหาสมุทรอินเดียพัดผ่านทำให้มีฝนตกและอากาศชุ่มชื้น

2.2.1 ปริมาณน้ำฝน

จังหวัดพิจิตรมีปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยตลอดปี 1,434 มิลลิเมตร มีวันฝนตกจำนวน 80 วัน เดือนที่มีปริมาณฝนตกมากที่สุดคือเดือนกันยายน มีฝนเฉลี่ย 317.3 มิลลิเมตร และฝนตกประมาณ 15 วัน ส่วนเดือนที่มีฝนตกน้อยที่สุดคือเดือนธันวาคม มีฝนเฉลี่ย 3.2 มิลลิเมตร

2.2.2 อุณหภูมิ

จังหวัดพิจิตรมีอากาศค่อนข้างร้อน มีอุณหภูมิเฉลี่ยตลอดปี 27.4°c อุณหภูมิสูงสุดเฉลี่ย 37.4°c ในเดือนเมษายน และมีอุณหภูมิต่ำสุดเฉลี่ย 17.7°c ในเดือนมกราคม ซึ่งเป็นช่วงที่มีอากาศเย็นที่สุดในรอบปี

2.2.3 ความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยทั้งปีมีค่า 73.3 % โดยมีค่าต่ำสุดในเดือนมีนาคม 63.3 % ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อน และมีค่าสูงสุดในเดือนกันยายน ซึ่งอยู่ช่วงฤดูฝนที่เกิดจากอิทธิพลของลมมรสุมตะวันตกเฉียง ใต้

2.2.4 สมดุลของน้ำเพื่อการเกษตร

การวิเคราะห์ค่าสมดุลของน้ำเพื่อการเกษตรของจังหวัดพิจิตร โดยการหาค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำพบว่า จังหวัดพิจิตรมีปริมาณฝนตกมากกว่าค่าศักยภาพการคายระเหยน้ำตั้งแต่กลางเดือนมิถุนายนเป็นต้นไป ซึ่งปริมาณฝนที่มากกว่านี้จะถูกสะสมเอาไว้ในดินไปจนถึงประมาณต้นเดือนสิงหาคม ทำให้ดินถึงจุดอิ่มตัวเกินกว่าที่จะเก็บน้ำไว้ได้อีก ทำให้ฝนที่ตกมีค่ามากกว่าความต้องการไปจนถึงเดือนพฤศจิกายน ปริมาณฝนจะลดต่ำลงน้อยกว่าศักยภาพของการคายระเหยน้ำ ทำให้มีการนำน้ำที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สะสมไว้ในดินมาใช้ในการคายระเหยน้ำ จนถึงต้นเดือนธันวาคม น้ำที่สะสมในดินหมดไป จะเป็นช่วงที่ดินขาดแคลนน้ำไปจนถึงกลางเดือนมิถุนายน

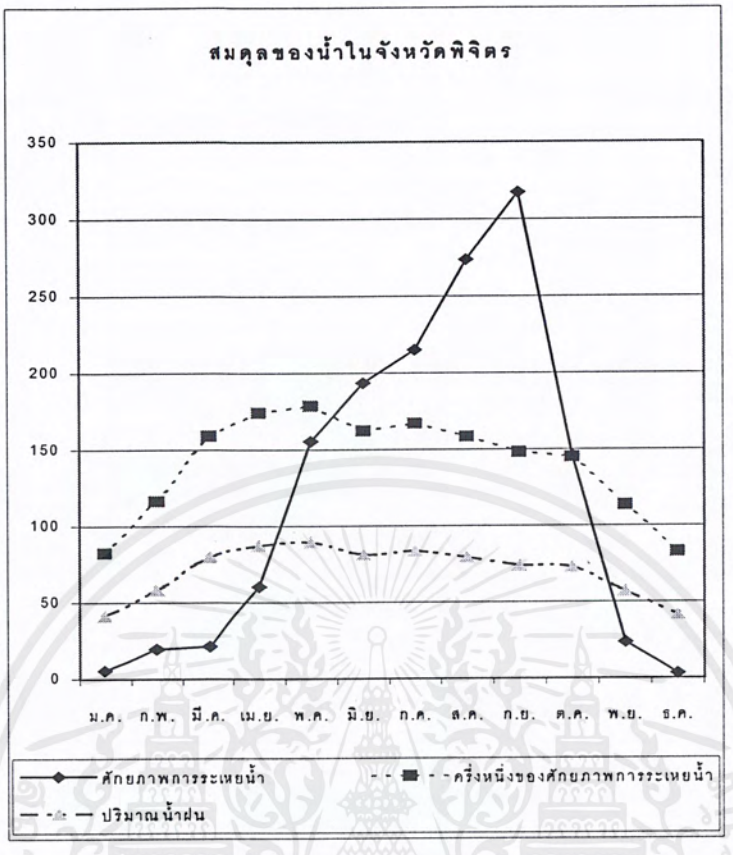
ตารางที่ 2.1 สถิติภูมิอากาศของจังหวัดพิจิตร

	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ทั้งปี
อุณหภูมิ (องศาเซลเซียล)													
เฉลี่ย	23.90	26.40	28.90	30.60	29.60	28.50	28.00	27.70	27.70	27.50	26.00	24.00	27.40
สูงสุดเฉลี่ย	31.60	33.80	36.00	37.40	35.70	33.60	32.80	32.20	32.30	32.30	31.70	30.90	33.36
ต่ำสุดเฉลี่ย	17.70	20.30	23.10	25.00	25.10	24.70	24.40	24.40	23.90	23.90	21.40	18.20	22.68
ความชื้นสัมพัทธ์ (%)													0.00
เฉลี่ย	67.80	65.60	63.30	63.70	72.40	78.60	80.10	82.00	79.60	79.60	74.70	69.80	73.10
สูงสุดเฉลี่ย	87.00	84.40	81.90	81.40	87.60	91.30	9203.00	93.10	92.30	92.30	90.20	88.40	847.74
ต่ำสุดเฉลี่ย	42.30	41.80	40.90	41.80	52.40	60.90	63.20	65.70	61.00	61.00	53.10	45.40	52.46
ฝน (มม.)^2													
เฉลี่ย	5.40	19.60	21.40	60.30	155.50	196.30	215.10	317.30	146.10	146.10	23.60	32.20	1338.90
วันฝนตกเฉลี่ย	0.60	1.20	1.50	3.20	9.80	11.00	12.90	14.80	8.50	8.50	1.40	0.30	73.70

ตารางที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำฝน ,
ค่าการคายระเหยน้ำและสถานภาพของน้ำในดินระยะเวลาต่าง ๆ

ปริมาณน้ำ (มม.)	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.
1. น้ำฝน	5.4	19.6	21.4	60.3	155.5	193.6	215.1	273.8	317.3	146.1	23.6	3.2
2. ค่าศักยภาพการระเหย ของน้ำ (PET)	82.40	116.50	159.30	174.30	178.70	162.30	167.10	158.50	148.30	145.20	113.70	83.00
3. ผลต่างของปริมาณน้ำฝนกับค่าศักยภาพการระเหยของน้ำ (1-2)	-77.00	-96.90	-137.90	-114.00	-23.20	31.30	48.00	115.30	169.00	0.90	-90.10	-79.80
4. ความชื้นสะสมในดิน	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	31.30	79.30	100.00	100.00	98.60	16.00	0.00
5. การคายระเหยน้ำที่เป็	5.40	19.60	21.40	60.30	155.50	162.30	167.10	158.50	148.30	145.20	113.70	19.20
6. การขาดน้ำ (2-5)	77.00	96.60	137.90	114.00	23.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	63.80
7. น้ำเกินมากพอ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	94.60	169.00	100.90	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ความสมดุลของน้ำในจังหวัดพิจิตร

2.3 ลักษณะทางธรณีวิทยา

2.3.1 หน่วยหินและอายุ

จังหวัดพิจิตรตั้งอยู่บนแอ่งเจ้าพระยาตอนบน พื้นที่ส่วนใหญ่ปกคลุมด้วยชั้นตะกอนที่ยังไม่แข็งตัวยุคควอเทอร์นารี (Quaternary) ยกเว้นทางด้านตะวันออกของจังหวัด ซึ่งมีหินภูเขาไฟยุคเปอร์โมไทรแอสซิก (Permo-Triassic) โผล่ให้เห็นในรูปของเนินเขาหรือภูเขาโดด สภาพทางธรณีวิทยาจากแผนที่ธรณีวิทยา มาตราส่วน 1 : 250,000 ระวางจังหวัดพิษณุโลก (NE47-15) ระวางจังหวัดเพชรบูรณ์ (NE47-16) ระวางจังหวัดนครสวรรค์ (ND47-3) และระวางอำเภอบ้านหมี่ (ND47-4) ซึ่งจัดพิมพ์โดยกรมทรัพยากรธรณีระหว่างปี 2514-2519 ซึ่งสภาพทางธรณีวิทยาสามารถจำแนกได้ดังนี้

2.3.1.1 แหล่งสะสมตัวยุคควอเทอร์นารี (Quaternary) ประกอบด้วยตะกอนที่ยังไม่แข็งตัวที่สามารถจำแนกได้ 2 ประเภทคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตะกอนลำน้ำปัจจุบัน : Recent Alluvial Deposit (Q) : จะพบตามแนวสองฝั่งของลุ่มแม่น้ำยม แม่น้ำน่าน และตามลำน้ำสาขาแทบทุกสาย ครอบคลุมพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัด โดยเฉพาะบริเวณตอนกลางของจังหวัด และเลยออกไปถึงเกือบสุด เขตจังหวัดพิจิตรด้านตะวันออก พื้นที่ซึ่งรองรับด้วยแหล่งสะสมตัวของตะกอนชนิดนี้ ซึ่งโดยทั่วไปมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบเรียบสม่ำเสมอตะกอนที่พบส่วนใหญ่เป็น กรวด ทราย ทรายแป้ง และดินโคลนที่เกิดจากการกระทำของลำน้ำในปัจจุบันมีอายุระหว่าง 0 –10,000 ปี ซึ่งอยู่ในยุคโฮโลวีน (Holovene)

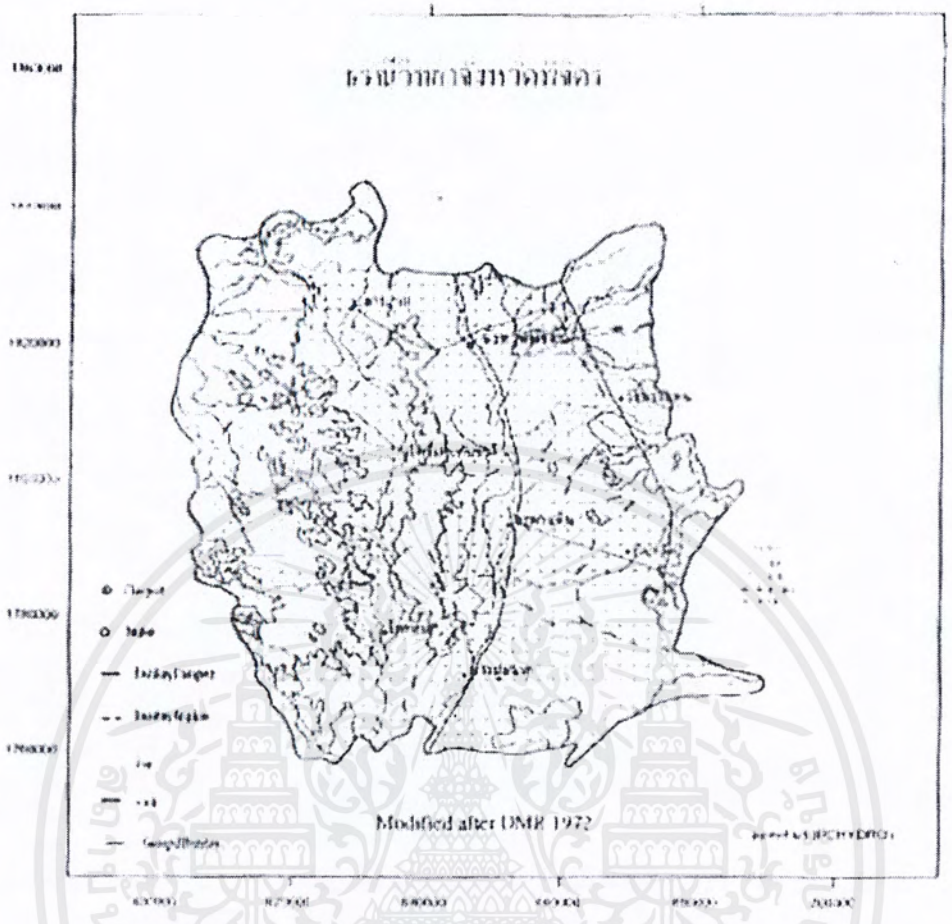
- ลานตะพักแม่น้ำ และตะกอนรูปพัด : Alluyial Terrace and Alluyial Fan (Q1) : เป็นแหล่งสะสมของตะกอนตะพักแม่น้ำตะกอนรูปพัด (Alluyial Fan) ลานหินตีนผา (Tulus) และแหล่งเศษหินตีนผา (Colluvial) มักจะพบอยู่ตรงกลางลุ่มน้ำยมและลุ่มน้ำน่านพบกระจัดกระจายอยู่ทางด้านตะวันตกและตะวันออกของจังหวัด สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่จะค่อนข้างราบเรียบถึงที่ราบลูกคลื่นลอนลาดเล็กน้อย ความสูงของตะพักแม่น้ำระดับสูง และตะพักแม่น้ำระดับต่ำนั้นมีค่าประมาณ 10-20 เมตร ตะกอนส่วนใหญ่ประกอบด้วย กรวด ทรายแป้ง ดินเหนียว และบางส่วนมีศิลาแดง ซึ่งมีอายุประมาณ 0.01-1.67 ล้านปีอยู่ในช่วงอนุยุคไพลสโตซิน (Pleistocene)

2.3.1.2 หินภูเขาไฟยุคเพอร์โม-ไทรแอสซิก : Permo-Triassic (PTRV) ประกอบด้วยหินทัฟฟ์ (Tuff) หินแอกโกลมอเรต (Agglomerate) หินไรโอไลต์ (Rhyolite) และหินแอนดีไซต์ (Andesite) ปรากฏให้เห็นเป็นลักษณะเนินเขาโดด (Monodnock) ซึ่งพบอยู่ทั่วไปทางด้านตะวันออกติดต่อเขตจังหวัดเพชรบูรณ์

2.3.1.3 หินภูเขาไฟจูลาสสิค-ไทรแอสซิก : Lower Jurassic- Upper Triassic (TRJ) ประกอบด้วยหินไรโอไลต์ (Rhyolite) หินแอนดีไซต์ (Andesite) หินทัฟฟ์ (Tuff) โดยมีหินแอกโกลมอเรต (Agglomerate) และหินไดโอไรท์อยู่เป็นบางแห่ง ส่วนใหญ่หินชุดนี้จะพบอยู่ตามเนินเขาโดด (Monodnock) เกิดอยู่ในมหายุคมีโซโซอิก (Mesozoie)

จากรูปที่ 2.1 พบว่ามีลักษณะทางธรณีวิทยาของจังหวัดพิจิตรเกือบทั้งจังหวัดจะปกคลุมด้วยตะกอนไม่แข็งยุดควอเทอนารี่ เกิดขึ้นโดยอิทธิพลของการกระทำของแม่น้ำ ตะกอนที่แม่น้ำพัดพามาสะสมตัวยังไม่แข็งตัว (Unconsolidated)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แผนที่ธรณีวิทยาของจังหวัดพิจิตร

2.3.2 สภาพธรณีสัณฐานวิทยา

จังหวัดพิจิตรสามารถแบ่งสภาพธรณีสัณฐานวิทยาออกเป็น 5 ประเภทของภูมิทัศน์ (Landform)

2.3.2.1 ที่ราบน้ำท่วมถึง (Flood Plain) เป็นที่ราบที่เกิดจากการทับถมของตะกอนที่ถูกพัดพามาโดยแม่น้ำในฤดูน้ำหลากและพัดพาเอาตะกอนมาทับถมทุกปี ซึ่งประกอบด้วย สันดินร่วนลำน้ำ (Natural Levee) และที่ราบลุ่มลำน้ำ(Bank Swamp) สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นพื้นที่ราบเรียบ ความลาดชันน้อยกว่า 1 เปอร์เซ็นต์ที่ราบน้ำท่วมถึงนี้พบอยู่บริเวณสองฝั่งของแม่น้ำน่าน และแม่น้ำยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2 ตะพักแม่น้ำกึ่งปัจจุบันและตะกอนรูปพัดต่อเนื่อง (Semi-recent Terrace and coalescing alluvial fans) เกิดจากกระแสน้ำที่ไหลมาจากภูเขาจะพัดพาเอาตะกอนต่างๆมาด้วยเมื่อกระแสน้ำไหลผ่านพ้นหุบเขาหรือเชิงเขาซึ่งจะเป็นที่ราบ ทำให้กำลังของน้ำลดลง ทางน้ำก็กระจายไปตะกอนที่ถูกพัดพามาก็ตกตะกอนขึ้น มีลักษณะคล้ายรูปพัด พื้นที่เหล่านี้จะพบทางตะวันตกของจังหวัด ซึ่งเกิดจากตะกอนที่พัดมาจากตะกอนรูปพัดกำแพงเพชร และด้านตะวันออกของจังหวัด ซึ่งเกิดจากตะกอนที่พัดมาจากจังหวัดเพชรบูรณ์ สภาพพื้นที่เป็นที่ราบเป็นลูกคลื่นเล็กน้อย โดยเป็นที่ราบสลับกับที่ลุ่ม โดยชั้นบนบางแห่งจะมีตะกอนลำน้ำกึ่งปัจจุบันปิดทับอยู่ทางตอนบน ความลาดชันส่วนใหญ่ไม่เกิน 3 เปอร์เซ็นต์

2.3.2.3 ตะพักแม่น้ำเก่า (Old Alluvial Terrace) เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำเก่า พื้นที่มีอายุมากกว่าที่ราบน้ำท่วมถึง (Flood Plain) และตะพักแม่น้ำกึ่งปัจจุบันและตะกอนรูปพัดต่อเนื่อง (Semi-recent Terrace and coalescing alluvial fans) พื้นที่ส่วนใหญ่ค่อนข้างเรียบ ความลาดชันน้อยกว่า 3 เปอร์เซ็นต์

2.3.2.4 พื้นผิวที่เหลือค้างจากการกัดกร่อน (Dissected Erosional Surfaces) ลักษณะภูมิทัศน์ (Landform) ชนิดนี้ไม่ได้เกิดจากการทับถมของตะกอนลำน้ำแต่เป็นพื้นที่เหลือค้างจากที่ถูกการกัดกร่อน (Erosion) ส่วนใหญ่แล้วเนื่องจากกระบวนการปรับระดับพื้นที่โดยอิทธิพลของน้ำ สภาพพื้นที่เป็นลูกคลื่นมีความลาดชัน 2-8 เปอร์เซ็นต์

2.3.2.5 ภูเขา (Mountain and Hill) มีลักษณะเป็นโครงสร้างของภูเขาโดดของหินแอนดีไซด์และไรโอไลต์ เป็นส่วนใหญ่ สภาพพื้นที่มีความลาดชันมากกว่า 35 เปอร์เซ็นต์

2.4 สภาพอุทกธรณีวิทยา

จากการศึกษาสภาพอุทกธรณีวิทยาระวางภาคเหนือของกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี มาตราส่วน 1 : 500,000 ฉบับปรับปรุงแก้ไขในปี พ.ศ. 2521 ชั้นหินในท้องที่จังหวัดพิจิตรนี้สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระดับคือ ระดับตื้นและระดับลึก การศึกษาลักษณะอุทกวิทยาและธรณีวิทยาของจังหวัดพิจิตรแบ่งได้ 4 เขตตามลักษณะธรณีสัณฐานวิทยา

เขตที่ 1 (Qcp) แหล่งน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง บริเวณ 2 ฝั่งแม่น้ำยมและแม่น้ำน่าน แม่น้ำพิจิตร และแทรกเป็นบริเวณตามที่ราบฝั่งตะวันตก ซึ่งพัดพาตะกอนของน้ำจากแม่น้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ยมและแม่น้ำน่าน ตะกอนดังกล่าวเป็นพวกกรวดทรายและดินเหนียว ซึ่งมีความพรุนสูงสามารถสูบมาใช้ได้ในอัตรา 45-113 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

เขตที่ 2 (Qcr) แหล่งน้ำใต้ดินบริเวณพื้นที่ราบถึงค่อนข้างราบเรียบทางด้านตะวันออกเป็นแนวยาวตั้งแต่เหนือจรดใต้และทางตะวันตกบางส่วน ประกอบด้วยชั้นดินเหนียวเป็นส่วนใหญ่ อาจจะมีทรายและกรวดแทรกสลับกัน สามารถสูบมาใช้ได้ในอัตรา 12 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง

เขตที่ 3 (Vc) แหล่งน้ำใต้ดินบริเวณที่เป็นหินภูเขาไฟ ประกอบด้วยหินไรโอไลต์ และแอนดีไซด์ หินกรวดภูเขาไฟ กระจายอยู่ทั่วไปทางด้านตะวันออกของจังหวัด สามารถสูบมาใช้ได้ในอัตรา 2-4 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง หรืออาจไม่พบเลย

เขตที่ 4 (PCms) แหล่งน้ำใต้ดินบริเวณทางด้านตะวันออกเขตติดต่อจังหวัดเพชรบูรณ์ ประกอบด้วย หินดินดาน หินทราย และฟิลไลต์ สามารถสูบมาใช้ได้ในอัตรา 5-12 ลูกบาศก์เมตร/ชั่วโมง หรืออาจไม่พบเลย

2.5 การพัฒนาแหล่งน้ำ

สภาพพื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดพิจิตรเป็นที่ราบลุ่ม มีลักษณะภูมิประเทศคล้ายแอ่ง โดยตอนกลางของจังหวัดมีแม่น้ำน่านและแม่น้ำยมไหลผ่านในแนวเหนือใต้ ขนานกันไป ด้านตะวันออกและด้านตะวันตกเป็นที่สูงลาดเทลงสู่ที่ราบตอนกลาง จึงทำให้น้ำท่วมในบางบริเวณในฤดูฝน และมีสภาพความแห้งแล้งเกิดขึ้นในบริเวณที่สูงของจังหวัดในพื้นที่จังหวัดพอสรุปสภาพโครงการชลประทานหลักของจังหวัดพิจิตรดังนี้

2.5.1 โครงการชลประทานพิจิตร

โครงการที่สร้างขึ้นเพื่อช่วยเหลือการเพาะปลูกในพื้นที่ฝั่งซ้ายของแม่น้ำน่าน โดยการก่อสร้างอาคารบังคับน้ำปิดกั้นปลายคลองธรรมชาติ เพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้ในฤดูทำนา และระบายน้ำออกหลังทำนา และยังช่วยป้องกันอุทกภัยอีกด้วย

1) ที่ตั้ง

เลขที่ 129 หมู่ที่ 4 ตำบลท่าหลวง อำเภอเมือง จังหวัดพิจิตร สังกัดสำนักงานชลประทานที่ 3 พื้นที่ชลประทานประมาณ 123,000 ไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ลักษณะโครงการ

โครงการชลประทานพิจิตร จัดสรรน้ำให้พื้นที่เพาะปลูกในเขตอาคารชลประทานขนาดกลาง จำนวน 12 แห่ง พื้นที่ชลประทานประมาณ 123,000 ไร่ แบ่งความรับผิดชอบออกเป็นงานส่งน้ำและบำรุงรักษา 2 งาน คือ

- งานส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 1 (ตอนบน) พื้นที่ชลประทานประมาณ 43,500 ไร่
- งานส่งน้ำและบำรุงรักษาที่ 2 (ตอนล่าง) พื้นที่ชลประทานประมาณ 79,500 ไร่

3) ประวัติความเป็นมาของโครงการชลประทานพิจิตร

จากสภาพที่ราบลุ่มบริเวณ 2 ฝั่งแม่น้ำน่าน จากจังหวัดพิษณุโลก ไปจนถึงจังหวัดนครสวรรค์ เดิมน้ำในแม่น้ำน่านในฤดูน้ำหลากจะไหลล้นทั้งสองข้างตลิ่งไหลบ่าเข้าคลองธรรมชาติเข้าไปท่วมพื้นที่นาในที่ราบลุ่มเกือบเป็นประจำทุกปี การทำนามักจะได้รับความเสียหายอยู่เสมอ และหากปีใดฝนล่าการทำนาจะล่าไปด้วยในตอนปลายฤดูน้ำในแม่น้ำน่านจะลดลงอย่างรวดเร็ว ต้นข้าวที่กำลังตั้งท้องก็จะขาดน้ำหล่อเลี้ยงทำให้ผลผลิตไม่ได้ผลเท่าที่ควร เกษตรกรจึงร้องเรียนขอให้เปิดโครงการชลประทาน ในจังหวัดพิจิตรขึ้นเพื่อบรรเทาความเดือดร้อนในเรื่องดังกล่าว

2.5.2 โครงการพัฒนาเกษตรชลประทานพิษณุโลก(ในเขตจังหวัดพิจิตร)

ทุ่งราบสองฝั่งแม่น้ำน่านมีความยาวตามลำน้ำประมาณ 270 กิโลเมตร กว้างประมาณ 20-30 กิโลเมตร มีเนื้อที่ประมาณ 3 ล้านไร่ซึ่งนับได้ว่าเป็นทุ่งราบผืนใหญ่ที่สุดสำคัญอีกแห่งหนึ่ง แต่สิ่งที่สำคัญคือแม่น้ำน่าน ที่บริเวณจังหวัดพิษณุโลกลงไป ตัวแม่น้ำน่านมีความจุเหลือเพียงครึ่งหนึ่งของประมาณความจุที่จังหวัดอุตรดิตถ์ ดังนั้นหลังจากที่กรมชลประทานได้ดำเนินการพัฒนาแหล่งน้ำเจ้าพระยาตอนล่างโดยให้พื้นที่ราบทุ่งเจ้าพระยา ตั้งแต่จังหวัดนครสวรรค์ลงไปจนถึงชายฝั่งทะเลได้เป็นอู่ข้าว- อู่น้ำ ของประเทศ และเพื่อให้โครงการเจ้าพระยานี้สมบูรณ์ กรมชลประทานจึงได้วางแผนพัฒนาแควทั้งสี่ของแม่น้ำเจ้าพระยา คือ ปิง วัง ยม และน่าน ที่กรมชลประทานเร่งรัดให้ดำเนินการอยู่แล้วในขณะนี้คือ โครงการพัฒนาลุ่มน้ำน่าน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3ระยะคือ

ระยะที่ 1 ก่อสร้างเขื่อนกักเก็บน้ำสิริกิตติ์

ระยะที่ 2 ก่อสร้างโครงการพัฒนาเกษตรชลประทานพิษณุโลก

ระยะที่ 3 ก่อสร้างโครงการชลประทานอุตรดิตถ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 โครงการชลประทานขนาดเล็ก จังหวัดพิจิตร

1) ความเป็นมาโดยสังเขป

เนื่องจากยังมีพื้นที่เพาะปลูกในจังหวัดพิจิตรอีกมากที่ยังขาดแคลนน้ำในการทำนา ซึ่งโครงการชลประทานขนาดกลางและขนาดใหญ่ ไม่สามารถไปช่วยทำให้เกิดความเหลื่อมล้ำต่ำสูงในสังคมในชนบทซึ่งทางรัฐบาลยังไม่ได้ยื่นมือเข้ามาช่วยเหลือในด้านต่างๆ โดยเฉพาะการช่วยเหลือในด้านจัดหาน้ำสำหรับอุปโภค- บริโภค และการเพาะปลูกดังนั้นการพัฒนาแหล่งน้ำขนาดเล็กในท้องถิ่นชนบท ซึ่งมีแหล่งน้ำธรรมชาติที่จะดำเนินการพัฒนาได้ จึงเป็นงานที่สำคัญและเร่งด่วน ซึ่งถือว่าเป็นนโยบายที่สำคัญของรัฐบาลเพื่อเป็นการสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของเกษตรกรและประชาชนในชนบทเหล่านั้นจะได้มีน้ำใช้เพียงพอกับความต้องการในการยังชีพ

2) วัตถุประสงค์

ในการดำเนินการก่อสร้างโครงการชลประทานขนาดเล็กนั้นเพื่อเป็นการสนองความต้องการขั้นพื้นฐานของเกษตรกรและประชาชนในชนบทให้มีน้ำใช้ในการอุปโภค-บริโภคและการเกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในฤดูแล้ง

3) ลักษณะโครงการ

เป็นโครงการประเภทกักเก็บน้ำและส่งน้ำ ตลอดจนการระบายน้ำ

4) ประโยชน์

1) อำนวยประโยชน์ให้แก่พื้นที่เพาะปลูกทั้งสิ้น ประมาณ 369,200 ไร่
2) ให้เกษตรมีน้ำไว้ใช้ในการอุปโภค-บริโภค และทำการเกษตรโดยเฉพาะฤดูแล้ง
3) ช่วยบรรเทาอุทกภัย
4) ช่วยเสริมความมั่นคงทางด้านเศรษฐกิจและความมั่นคงของชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการและทฤษฎี

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการและทฤษฎี ซึ่งมีหัวข้อประกอบด้วยเทคนิคในการอนุรักษ์น้ำใต้ดิน , วิธีการเติมน้ำใต้ดิน , รูปแบบวิธีการเติมน้ำใต้ดินแบบต่าง ๆ และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1 เทคนิคในการอนุรักษ์น้ำใต้ดิน

3.1.1 เทคนิคสำหรับการกำหนดปริมาณน้ำใต้ดินที่จะนำไปใช้ให้เหมาะสม

ในการอนุรักษ์น้ำใต้ดินหรือการรักษาน้ำใต้ดินให้คงมีใช้อยู่ตลอดไปนั้น จำเป็นต้องทราบปริมาณน้ำใต้ดินที่เหมาะสมที่จะนำไปใช้ประโยชน์ เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์นี้มีวิธีการดังนี้

1) ให้คำนวณหา สมดุลย์ของน้ำ (Water Balance) เฉพาะส่วนที่เกี่ยวข้องกับน้ำใต้ดิน แล้วใช้ผลของการคำนวณนี้ไปพิจารณากำหนดปริมาณที่เหมาะสมของน้ำใต้ดินที่จะนำไปใช้ให้พอเหมาะพอดีกับปริมาณน้ำใต้ดินที่มีหมุนเวียนอยู่ และสามารถคาดคะเนอิทธิพลจากการนำน้ำใต้ดินไปใช้มากเกินไปได้
2) ให้จัดทำระบบการตรวจวัดระดับน้ำใต้ดินขึ้นในบริเวณที่มีการใช้น้ำใต้ดินเป็นส่วนใหญ่ แล้วใช้ผลการตรวจวัดระดับน้ำที่ควรจะวัดไว้ต่อเนื่องกับไปนี้พิจารณากำหนดปริมาณที่เหมาะสมของน้ำใต้ดินที่จะนำไปใช้ประโยชน์ และในกรณีที่แนวโน้มของการลดระดับน้ำใต้ดินขึ้นอยู่กับอัตราการลดปริมาณน้ำใต้ดิน จำเป็นต้องคาดคะเนการลดระดับน้ำใต้ดินที่จะเกิดขึ้นในอนาคต และพยากรณ์การเหือดแห้งของแหล่งน้ำใต้ดิน

3.1.2 การเติมน้ำใต้ดิน (Recharge)

ในการอนุรักษ์น้ำใต้ดิน ให้คงมีใช้อยู่ตลอดไปนั้น นอกจากการนำน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้ในปริมาณที่เหมาะสมแล้ว ยังมีความจำเป็นต้องเติมน้ำลงไปเพิ่มให้กับแหล่งน้ำใต้ดินที่นอกเหนือไปจากการเติมน้ำโดยธรรมชาติ ซึ่งวิธีการเติมน้ำใต้ดินเทียม หรือโดยการจัดทำขึ้นมีหลายวิธี เช่น วิธีการแผ่กระจายน้ำ (Water speading method) วิธีเติมน้ำใต้ดิน โดยผ่านบ่อบาดาล (recharge through well method) เป็นต้น ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้การดำเนินงานครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.2 วิธีการเติมน้ำใต้ดิน (Recharge)

งานด้านการเติมน้ำใต้ดินได้เริ่มขึ้นในทวีปยุโรปเมื่อตอนต้นศตวรรษที่ 19 ซึ่งวิธีการเติมน้ำได้พัฒนาขึ้นมามากมายหลายวิธีสามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1) Direct-surface ได้แก่ surface flooding, ditched and drains, basins, pits ands hafts. Stream channel และ Sand dam เป็นต้น
2) Direct-subsurface ได้แก่ recharge through well method
3) Indirect recharge เช่น การปั๊มน้ำจากชั้นน้ำบาดาล เพื่อให้มีน้ำผิวดินซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาลมากขึ้น

การจะเลือกใช้วิธีไหนนั้น ขึ้นอยู่กับสภาพภูมิประเทศ สภาพทางธรณีวิทยา และอุทกวิทยา ลักษณะดิน ปริมาณน้ำ และจุดประสงค์ในการเติมน้ำใต้ดิน นอกจากนี้บางครั้ง ราคาที่ดิน คุณภาพน้ำและสภาพภูมิประเทศ ก็ต้องนำมาพิจารณาด้วย

3.3 รูปแบบวิธีการเติมน้ำใต้ดินแบบต่างๆ

3.3.1 Spreading Basins เป็นการเติมน้ำโดยการเลือกพื้นที่ดีมีความเหมาะสมทางด้านธรณีวิทยาและอุทกธรณีวิทยา โดยการขุดสระน้ำให้ เป็นพื้นที่รับน้ำ (Artificial Recharge) ซึ่งน้ำที่ได้อาจจะมาจากน้ำฝนหรือแหล่งน้ำผิวดินที่อยู่ใกล้ๆ เมื่อผันน้ำจากแหล่งน้ำผิวดินดังกล่าวเข้ามาในสระแล้ว น้ำจะซึมผ่านชั้นทรายกรองลงก้นสระ ผ่านบริเวณที่ยังไม่อิ่มตัว (Unsaturated zone) เข้าไปหาระดับน้ำใต้ดิน (Water table) อัตราเร็วในการซึมของน้ำนั้นขึ้นอยู่กับความลึกของสระ ความซึมได้ของมวลที่อยู่ระหว่างก้นสระกับระดับน้ำใต้ดินและการเปลี่ยนแปลงทางธรณีเคมี ชีววิทยาและกายภาพอาจเกิดขึ้นตามรายทางที่น้ำซึมผ่านลงไป

การเติมน้ำใต้ดินลักษณะแบบนี้ มีข้อดีและข้อเสียดังนี้

- สามารถเติมน้ำสู่ชั้นน้ำใต้ดินระดับตื้น (Shallow Unconfined aquifer)และชั้นน้ำใต้ดินที่แห้งได้ (Dry aquifers)
- สระน้ำที่ขุดเป็นเสมือนพื้นที่รับน้ำได้ตลอดเวลา น้ำจะถูกกรองโดยชั้นดินและทรายที่อยู่เหนือระดับชั้นน้ำใต้ดินโดยวิธีธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42410

- ตะกอนที่ทำให้ชั้นดินและทรายอุดตัน เราสามารถดูแลรักษาง่าย โดยการลอกก้นบ่อของสระน้ำได้ตลอดเวลา
- เป็นวิธีที่ง่ายและประหยัดพลังงาน
- วิธีที่ไม่เหมาะกับลักษณะชั้นน้ำใต้ดินแบบ Confined aquifer
- เป็นวิธีที่อาจจะมีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมได้
- มีโอกาสทำให้เกิดปัญหาดินเค็ม
- มีอัตราส่วนการสูญเสียน้ำดิบโดยการระเหยสูง
- ต้องมีพื้นที่ขนาดใหญ่และเสียค่าที่ดินจำนวนมาก
- มีอัตราการเติมน้ำช้ากว่าวิธีการอัดฉีดน้ำลงสู่ชั้นใต้ดิน(Injection Well)

3.3.2 Trench recharge เป็นการเติมน้ำคล้ายๆกับวิธี Spreading Basins ต่างกันตรงพื้นที่ในการขุดสระ ซึ่งต้องใช้พื้นที่มาก เปลี่ยนมาเป็นการขุดร่องเป็นแนวยาว จึงเป็นวิธีที่เหมาะสมกับพื้นที่ที่เป็นแหล่งชุมชน เมื่อชั้นน้ำอยู่ไม่ลึกจากผิวดิน Trench สามารถปล่อยให้น้ำผิวดินซึมผ่านผนังข้าง ๆ ได้ ปัญหาการอุดตันก็มีน้อย

การเติมน้ำใต้ดินลักษณะแบบนี้ มีข้อดีและข้อเสียดังนี้

- ใช้พื้นที่ขุดสระน้ำไม่มากนัก บริเวณที่แคบๆ ก็สามารถสร้างได้
- เป็นวิธีที่ง่าย แม้พื้นที่ที่เป็นกรวด หรือ ทรายก็สามารถดำเนินการได้
- ตรงร่องน้ำที่ขุดง่ายต่อการทรุดตัว ดังนั้นจึงต้องเลือกพื้นที่ที่มีความเสถียรภาพพอสมควร
- หากสร้างใกล้ๆ กับสิ่งก่อสร้างต้องระวังการทรุดตัวของพื้นที่

3.3.3 Deep Well Injection เป็นการเติมน้ำโดยวิธีการเจาะบ่อบาดาลซึ่งอาจเป็นบ่อบาดาลขนาดตื้น (Shallow Unconfined aquifer) หรือ เป็นบ่อน้ำขนาดลึก (DeepUnconfined aquifer) ซึ่งเท่าที่มีการเติมน้ำโดยวิธีนี้ในแถบทางภาคใต้ของประเทศออสเตรเลียพบว่า บ่อบาดาลที่ใช้เติมน้ำมีความลึกถึง 100 เมตร แต่ไม่เกิน 200 เมตร การเติมน้ำใต้ดินลักษณะแบบนี้

การเติมน้ำใต้ดินลักษณะแบบนี้ มีข้อดีและข้อเสียดังนี้

- สามารถเติมน้ำในบ่อบาดาลขนาดตื้น (Shallow Unconfined Aquifer) และบ่อน้ำขนาดลึก(Deep Unconfined Aquifer)
- วิธีนี้สามารถอัดฉีดน้ำที่ไม่ต้องการลงสู่ชั้นน้ำใต้ดินขนาดลึกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถใช้วิธีนี้อัดฉีดน้ำลงไปป้องกันการรุกล้ำของน้ำเกลือ(Saline Groundwater Intrusion)
- สามารถอัดฉีดน้ำลงสู่บ่อบาดาลจากพื้นที่หนึ่งและนำไปใช้โดยการสูบจากอีกพื้นที่หนึ่งได้
- สามารถเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำบาดาลในปริมาณมากได้
- การเติมน้ำวิธีนี้มักจะเกิดปัญหาการอุดตันของบ่อบาดาล
- สำหรับน้ำดิบที่มีความขุ่นมากอาจจะต้องมีบ่อพักตะกอนก่อนนำน้ำลงสู่ชั้นใต้ดิน

3.3.4 Inter-aquifer flow via deep wells เป็นการเติมน้ำโดยวิธีการนำน้ำใต้ดินจากบ่อบาดาลระดับลึกมาอัดฉีดสู่บ่อบาดาลระดับตื้นซึ่งการเติมน้ำแบบวิธีนี้เราสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการบำบัดน้ำเสียหรือน้ำที่มีคุณภาพต่ำให้เป็นน้ำสะอาดโดยการฉีดอัดน้ำที่ต้องการบำบัดให้สะอาดลงสู่ชั้นน้ำบาดาลระดับลึก จากนั้นมีการสูบและอัดฉีดน้ำบาดาลจากระดับตื้นขั้นตอนสุดท้ายเป็นการสูบน้ำจากบ่อบาดาลระดับตื้นที่อยู่ห่างออกไปนำไปใช้ได้ต่อไป

3.4 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.4.1 กฎของ Darcy

จากสมการของ Darcy ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วและการสูญเสียพลังงาน (head loss) h_L ดังนี้

$$V = \left(\frac{Kh_L}{L} \right) \tag{3.1}$$

ตราบใดที่การไหลไม่เป็นแบบ turbulent ความเร็ว v และการไหลผ่านดินแบบอิ่มตัวจะเป็นสัดส่วนกับความสามารถในการให้น้ำซึมผ่าน(soil permeability,K) , ความลาดเทของเส้น Piezometric headline ($\frac{h_L}{L}$) , soil permeability (K) , มีหน่วยมีเป็นความยาวต่อหน่วยเวลา ($\frac{L}{t}$) , ค่า Permeability ของดินขึ้นอยู่กับดินและคุณสมบัติของของเหลว , คุณสมบัติของดินที่มีผลกับค่า K คือขนาดรูปร่างของอนุภาคดินและช่องว่าง ส่วนคุณสมบัติของของเหลวที่มีผลต่อค่า K ได้แก่น้ำหนักเฉพาะ (γ) และความหนืด (μ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากพิจารณาคุณสมบัติของดินเพียงอย่างเดียว ไม่พิจารณาคุณสมบัติของของเหลว Permeability จะเรียกค่า นี้ว่า Intrinsic Permeability , K' ซึ่งหาได้จากสมการ

$$K' = \mu \frac{K}{\gamma} \tag{3.2}$$

K' มีหน่วยแตกต่างจากค่า K คือมีหน่วยเป็นพื้นที่ (L^2) , ในการศึกษาการไหลของน้ำใต้ดินในการชลประทานและบรรยาย ผลกระทบของ γ และ μ น้อยมาก จึงไม่สำคัญนัก จึงทำให้ K' มีค่าประมาณเท่ากับค่า K

ค่า v ในสมการ $Q = Av$ เมื่อ Q คือปริมาตรต่อหนึ่งหน่วยเวลา และ v คือความเร็วการไหลที่ตั้งฉากกับพื้นที่ A ดังนั้นจึงได้ว่า

$$Q = AK \frac{h_L}{L} \tag{3.3}$$

3.4.2 ความซึมได้ของน้ำในดิน (Permeaability)

ช่องว่างในดินไม่ใช้เป็นโพรงแยกอยู่โดด ๆ ไว้เก็บกักน้ำเหมือนอ่างเก็บน้ำแต่เป็นช่องเล็กๆ ดดเดี้ยวไปมาต่อเนื่องถึงกันระหว่างเม็ดดิน ซึ่งน้ำจะไหลผ่านได้ ดังนั้นเมื่อน้ำมีความดันหรือระดับต่างกันระหว่าง 2 จุดในดิน ก็จะมีการไหลของน้ำผ่านช่องว่างเล่านี้ ความสามารถที่น้ำไหลซึมผ่านดินได้ (k) การที่น้ำจะไหลซึมผ่านไปได้เร็วหรือช้า ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน เช่น ดินพวกกรวด หรือทรายจะยอมให้น้ำไหลซึมผ่านไปได้เร็ว ค่า k จะสูงเรียกว่า ดินที่น้ำสามารถซึมผ่านได้ง่าย (Pervious soil) ส่วนดินพวกตะกอนทราย หรือดินเหนียว จะยอมให้ไหลซึมผ่านไปได้ช้า ค่า k จะต่ำ เรียกว่า ดินที่น้ำสามารถไหลซึมผ่านได้ยาก (Impervious soil)

การที่ดินยอมให้น้ำไหลซึมผ่านได้นี้ มีความสำคัญต่องานโยธาที่เกี่ยวข้องกับการรั่วซึมของน้ำให้เขื่อน การระบายน้ำจากพื้นดิน และการลดระดับน้ำใต้ดินเป็นอย่างมาก

การไหลซึมของน้ำผ่านดิน จะเป็นแบบการไหลช้า ๆ ผ่านไปตามช่องว่างระหว่างเม็ดดิน ในขณะเดียวดันแรงดันหรือระดับของน้ำก็จะสูญเสียไปเพราะแรงเสียดทานของผิวช่องเม็ดดิน ความเร็วของการไหลของน้ำในดิน สามารถเขียนเป็นสูตรตามกฎของดาร์ซี่ (Darcy) ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$v = ki \tag{3.4}$$

ในเมื่อ v = ความเร็วของการไหลซึม

k = สัมประสิทธิ์ของความซึมได้ (Coefficient of permeability)

I = ความชันทางชลศาสตร์ $= \frac{\Delta h}{\Delta L}$

Δh = ความต่างของระดับน้ำในช่วงความยาวของการไหลซึม ΔL

ΔL = ช่วงความยาวของการไหลซึม

ปริมาณน้ำที่ไหลซึมผ่านดิน สามารถคำนวณได้จากสูตรดังนี้

$$\begin{aligned} q &= Av \\ Q/t &= Aki \\ Q &= Akit \end{aligned} \tag{3.5}$$

ในเมื่อ q = ปริมาณน้ำที่ไหลซึมผ่านดินในช่วงเวลา t

Q = ปริมาณน้ำที่ไหลซึมผ่านดิน

t. = ช่วงเวลา (ที่ปริมาณน้ำ Q ไหลซึมผ่าน)

A = พื้นที่หน้าตัดซึ่งน้ำไหลซึมผ่าน

ค่าความซึมได้ของน้ำในดิน (k) จะขึ้นอยู่กับอิทธิพลดังต่อไปนี้

1) ขนาดของเม็ดดิน ค่าความซึมได้ของน้ำในดิน จะเป็นปฏิภาคกับกำลังสองของขนาดประสิทธิผลของเม็ดดิน $(D_{10})^2$ ในกรณีที่เป็นกรวดหรือทราย สามารถใช้สมการของฮาเซ่น (Hazen) หาความสัมพันธ์ของความซึมได้ของน้ำในดินกับขนาดเม็ดดินได้ดังนี้

$$k = 10(D_{10})^2 \quad \text{มม./วินาที} \tag{3.6}$$

ในเมื่อ $(D_{10})^2$ = ขนาดเม็ดดินที่มีส่วนที่เล็กกว่าขนาดนี้เป็นจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

= ขนาดประสิทธิผล

2) คุณสมบัติของของเหลวในช่องว่าง ของเหลวในช่องว่างที่เกี่ยวข้องในงานทางวิศวกรรมโยธาก็คือ น้ำ คุณสมบัติของน้ำที่สำคัญที่จะเปลี่ยนแปลงก็คือความหนืด (Viscosity) ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนืดของน้ำจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ความหนืดจะลดลง ทำให้น้ำไหลซึมได้ ของน้ำในดินคือที่ 20 องศาเซลเซียล

ค่าความซึมได้ของน้ำในดินที่อุณหภูมิต่าง ๆ ที่ 20 ^{0}C หาได้จากความสัมพันธ์ดังนี้

$$k_{20^0C} = k_T \frac{\mu T}{\mu_{20^0C}} \tag{3.7}$$

ในเมื่อ k_{20^0C} = สัมประสิทธิ์ความซึมได้ของน้ำในดินที่อุณหภูมิ 20 ^{0}C

k_T = สัมประสิทธิ์ความซึมได้ของน้ำในดินที่อุณหภูมิ T ^{0}C

μ_T = ความหนืดของน้ำที่อุณหภูมิ T ^{0}C

μ_{20^0C} = ความหนืดของน้ำที่อุณหภูมิ T ^{0}C

ตารางที่ 3.1 ค่าความหนืดของน้ำที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	17.94	17.32	16.74	16.19	15.68	15.09	14.73	14.29	13.87	13.48
10	13.1	12.74	12.36	12.06	11.75	11.15	11.16	10.88	10.6	10.34
20	10.09	9.84	9.61	9.38	9.16	8.95	8.75	8.55	8.36	8.18
30	8	7.83	7.67	7.51	7.36	7.31	7.06	6.92	6.79	6.66
40	6.54	6.42	6.3	6.28	6.08	5.97	5.87	5.77	5.68	5.58
50	5.29	5.4	5.32	5.24	5.15	5.07	4.99	4.92	4.84	4.77
60	4.7	4.63	4.56	4.5	4.43	4.37	4.31	4.24	4.19	4.13
70	4.07	4.02	3.96	3.91	3.86	3.81	3.76	3.71	3.66	3.62
80	3.57	3.53	3.48	3.44	3.4	3.36	3.32	3.28	3.24	3.2
90	3.17	3.13	3.1	3.06	3.03	2.99	2.96	2.93	2.9	2.87
100	2.84	2.82	3.79	2.76	2.73	2.7	2.67	2.64	2.62	2.59

3) อัตราส่วนช่องว่างของดิน ดินที่อัตราส่วนช่องว่างมาก น้ำย่อมไหลสะดวกกว่าดินที่มีอัตราส่วนช่องว่างน้อย เช่น ทรายหลวม น้ำย่อยไหลได้สะดวกและเร็วกว่าในทรายอัดแน่น

4) รูปร่างและการจัดเรียงตัวของช่องว่าง ช่องว่างของดินที่มีรูปร่างและการจัดเรียงตัวเป็นระเบียบเป็นแถวเป็นแนวในทิศทางการไหลของน้ำ น้ำย่อมไหลได้สะดวกและเร็วกว่าในช่องว่างของดินที่มีรูปร่างและการจัดเรียงตัวแบบระเกะระกะสลับซับซ้อนและคดเคี้ยวไปมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ระดับความอิ่มตัว ในดินที่ไม่อิ่มตัว ช่องว่างจะมีฟองอากาศอยู่ด้วย ซึ่งจะคอยกั้นการไหลของน้ำทำให้ซึมผ่านไม่สะดวก ดังนั้น ถ้าระดับความอิ่มตัวของดินเพิ่มขึ้น ก็จะทำให้ค่าความซึมได้ของน้ำในดินเพิ่มขึ้น

ตารางที่ 3.2 สัมประสิทธิ์ความซึมได้ของน้ำในดิน

ชนิดของดิน	ค่าความซึมได้ของน้ำในดิน (มม/วินาที)	คุณสมบัติการระบายน้ำ
กรวด	มีค่ามากกว่า 10	ดี
ทราย	มีค่า $10 - 10^{-2}$	ดี
ทรายละเอียด ตะกอนทรายหยาบ	มีค่า $10^{-2} - 10^{-4}$	ปานกลาง
ตะกอนทราย	มีค่า $10^{-4} - 10^{-6}$	เลว
ดินเหนียว	มีค่าน้อยกว่า 10^{-6}	น้ำซึมผ่านได้ยาก

3.4.3 การหาค่าสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของน้ำในดิน

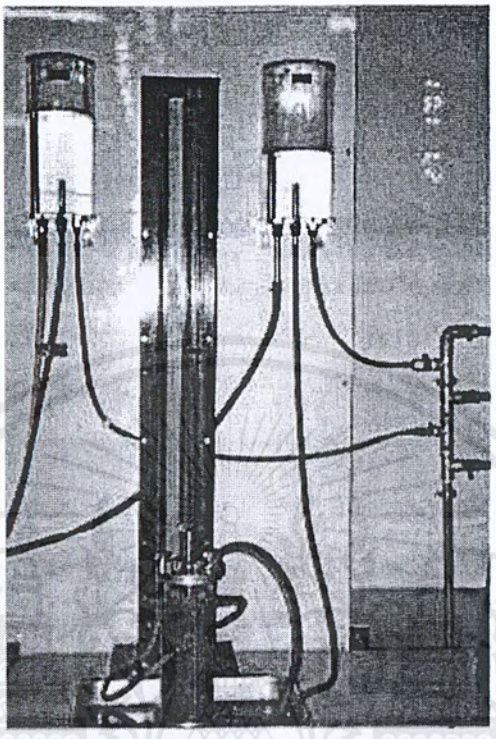
การทดสอบหาค่าสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของน้ำในดินในห้องปฏิบัติการ สามารถทำได้ 2 วิธี ดังนี้

1) แบบความดับน้ำคงที่ (Constant head) วิธีนี้เหมาะสำหรับดินที่มีเม็ดหยาบ เช่น พวกกรวดทราย
2) แบบความดันน้ำเปลี่ยน (Variable head หรือ Falling head) วิธีนี้เหมาะสำหรับดินที่มีเม็ดละเอียดเช่น พวกตะกอนทราย ดินเหนียว

1) แบบความดันคงที่ ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Constant head permeameter ทำได้โดยการปล่อยน้ำที่มีความดันคงที่ให้ไหลผ่านตัวอย่างดินที่อยู่ในหลอดใส่ตัวอย่างพื้นที่หน้าตัด A ตลอดเวลา แล้ววัดปริมาณน้ำ Q ที่ไหลผ่านตัวอย่างดินในช่วงเวลา t ซึ่งรองรับไว้ในถ้วยตวง อ่านค่าการสูญเสียความดันหรือระดับน้ำ H ในช่วงความยาวของการไหลซึม l จาก Manometer ที่ติดอยู่ด้านข้างของหลอดใส่ตัวอย่าง สามารถคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของน้ำได้จากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$Q = Akit$$
$$k = \frac{Q}{Ait} = \frac{Ql}{AtH} \qquad (3.8)$$



รูปที่ 3.1 Constant head permeameter

2) แบบความดันเปลี่ยน ใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Variable head permeameter วิธีนี้เหมาะสำหรับดินเม็ดละเอียด เนื่องจากดินเม็ดละเอียดยอมให้น้ำไหลซึมผ่านได้ยากและช้ากว่าดินเม็ดหยาบมาก ดังนั้นจึงไม่สามารถวัดปริมาณน้ำที่ไหลซึมออกมาได้ในช่วงเวลาที่เหมาะสมอย่างวิธีที่แรก

เมื่อปล่อยให้น้ำไหลผ่านดินตัวอย่าง ระดับน้ำในหลอดแก้ว (Stand pipe) จะลดลง โดยการอ่านระดับน้ำ H_1 และ H_2 ในช่วงเวลา t ก็จะคำนวณหาค่าสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของน้ำในดินดังนี้

ในช่วงเวลา dt ถ้าระดับน้ำลดลงเท่ากับ –dH ดังนั้น ปริมาณที่ไหลผ่านของดินตัวอย่างในช่วงเวลา dt จะเท่ากับ –adH ในเมื่อ a เท่ากับพื้นที่หน้าตัดของหลอดแก้ว

จากกฎของดาร์ซี่

$$Q = Akit$$
$$-adH = Ak\frac{H}{l}dt$$
$$dt = -\frac{al}{Ak}\left(\frac{dH}{H}\right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อินทิเกรตจาก 0 ถึง t และจาก H_1 ถึง H_2 จะได้

$$-t = -\frac{al}{Ak}\log_e \frac{H_1}{H_2}$$

$$k = \frac{al}{At}\ln\frac{H_1}{H_2}$$

ควรจะอ่านค่าระดับน้ำ H , 3 ค่าคือ H_1 , H_2 และ H_3 โดยให้ช่วงเวลาที่ระดับน้ำลดลงจาก H_1 มา H_2 เท่ากันกับช่วงเวลาที่ระดับน้ำลดลงจาก H_2 มา H_3

$$\ln\frac{H_1}{H_2} = \ln\frac{H_2}{H_3}$$

$$\frac{H_1}{H_2} = \frac{H_2}{H_3}$$

$$H_2 = \sqrt{H_1 H_3}$$

3.4.4 การวิเคราะห์ทางสถิติข้อมูลอุทกวิทยา

รอบการเกิด (Return period) หรือระยะห่างของการเกิด (Recurrent interval) คือระยะห่างของเวลาเฉลี่ยที่จะเกิดค่าซึ่งเท่ากับหรือมากกว่าค่าที่กำหนด เขียนได้ว่า

$$t_P = \frac{1}{P} \qquad (3.9)$$

เมื่อ t_P = รอบการเกิด

P = ความน่าจะเป็นที่จะเกิดค่าที่เท่ากับหรือมากกว่าค่าที่กำหนด

การวิเคราะห์ทางสถิติของชุดข้อมูลเพื่อต้องการเลือกฟังก์ชันที่เหมาะสมกับการกระจายความน่าจะเป็นของชุดข้อมูลมีดังนี้

1) นำข้อมูล Annaul series มาเรียงลำดับจากมากที่สุดไปน้อยที่สุด

2) ให้ลำดับที่ (Rank) m ของข้อมูลโดยข้อมูลที่มีค่ามากที่สุดให้เป็นลำดับที่1

3) รอบการเกิดหรือ Return period ของข้อมูลแต่ละตัวคำนวณจากสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$t_P = \frac{N+1}{m} \tag{3.10}$$

หรือความน่าจะเป็นของเหตุการณ์นั้นเท่ากับ

$$p = \frac{m}{N+1} \tag{3.11}$$

4) คำนวณค่าทางสถิติที่ต้องใช้สำหรับฟังก์ชันการกระจายรูปแบบต่างๆ

5) Plot กราฟความน่าจะเป็นและข้อมูลลงในกระดาษการฟตามชนิดของฟังก์ชั่นการกระจาย

6) จากค่าทางสถิติของฟังก์ชันการกระจายนำมา Plot กราฟจะได้กราฟเป็นเส้นตรง เส้นกราฟที่มีแนวโน้มหรือผ่านจุดในขั้นตอนที่ 5 มากที่สุดจะเหมาะสมกับรูปแบบการกระจายของชุดข้อมูลมากที่สุด

3.4.5 สมการ Rational Method

เป็นวิธีคำนวณหาอัตราการไหลของน้ำสูงสุด (Peak runoffrate) โดยอาศัยข้อมูลของพายุฝน และลักษณะทางกายภาพของพื้นที่ อัตราการไหลสูงสุดคำนวณได้จากสมการ

$$Q = 0.278CIA \tag{3.12}$$

เมื่อ Q = อัตราการไหลสูงสุด มีหน่วยเป็นลูกบาศ์กเมตรต่อวินาที

C = Runoff Coeffifient มีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1

I = ความเข้มฝนที่มีรอบการเกิดตามที่กำหนดและมีช่วงเวลา(duration) เท่ากับ Time of Concentration มีหน่วยเป็นมิลลิเมตรต่อชั่วโมง

A = พื้นที่ลุ่มน้ำมีหน่วยเป็นตารางกิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การดำเนินงานสนาม

ในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการและทฤษฎี ซึ่งมีหัวข้อประกอบด้วยขั้นตอนการเก็บข้อมูล , ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล และการหาค่าความซึมได้ในสนาม

4.1 ขั้นตอนการเก็บข้อมูล

ในขั้นตอนการเก็บข้อมูลนี้มีการแบ่งข้อมูลเป็น 2 ส่วนสำคัญคือ

1) รวบรวมข้อมูลน้ำฝน, ข้อมูลสถานีวัดน้ำฝน, ข้อมูลภูมิอากาศ, ข้อมูลสถานีตรวจวัดภูมิอากาศ จากกรมอุตุนิยมวิทยา และกรมชลประทาน โดยข้อมูลที่ใช้เป็นข้อมูลรายชั่วโมงในช่วง 25 ปีล่าสุด
2) รวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำแผนที่อุทกธรณีวิทยา ขั้นรายละเอียด และเพื่อความเหมาะสมในการกำหนดขอบเขตพื้นที่ที่มีศักยภาพ สามารถฟื้นฟูแหล่งน้ำใต้ดินของจังหวัดพิจิตร ดังนี้
   - แผนที่ภูมิประเทศของกรมแผนที่ทหาร จังหวัดพิจิตร มาตราส่วน 1:50,000
   - แผนที่ธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณี
   - แผนที่การใช้ที่ดินจังหวัดพิจิตร ของกองวางแผนการใช้ที่ดิน กรมพัฒนาที่ดิน

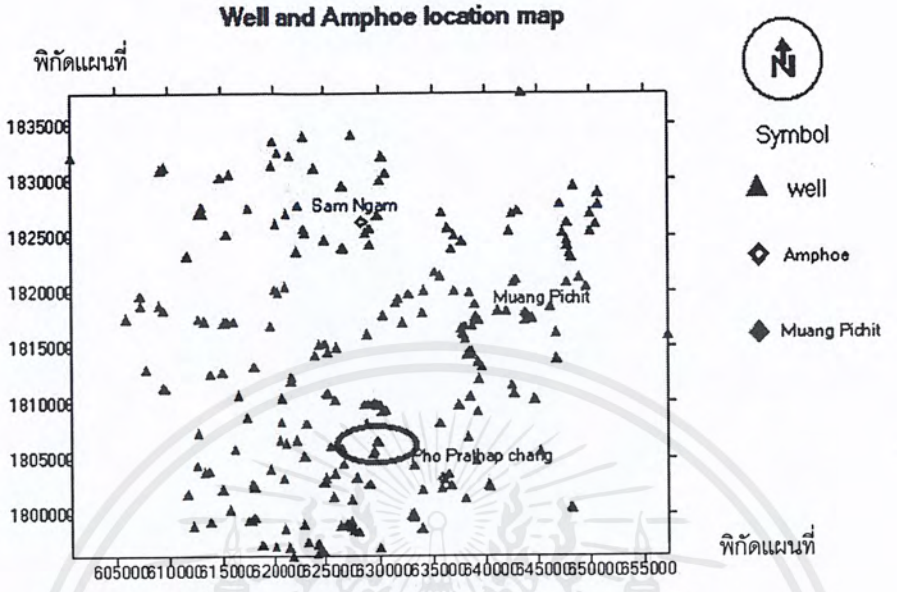
4.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

1) ดำเนินการรวบรวมข้อมูลธรณีวิทยา ลงบนแผนที่ภูมิประเทศ โดยอ้างอิงข้อมูลแผนที่ธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณี
2) ดำเนินการรวบรวมข้อมูลอุทกธรณีวิทยา ลงบนแผนที่ภูมิประเทศ โดยอ้างอิงข้อมูลแผนที่อุทกธรณีวิทยาของกรมทรัพยากรธรณี
3) รวบรวมข้อมูลบ่อบาดาลจากหน่วยงานต่างๆ ซึ่งได้แก่ กรมโยธาธิการ กรมทรัพยากรธรณี กรมชลประทาน โดยข้อมูลทั้งหมด จัดอยู่ในรูปแบบของฐานข้อมูลที่มีรายละเอียดบ่อบาดาล เช่น หมายเลขบ่อบาดาล, ตำแหน่งตั้ง, ข้อมูลบ่อบาดาลชั้นตะกอน

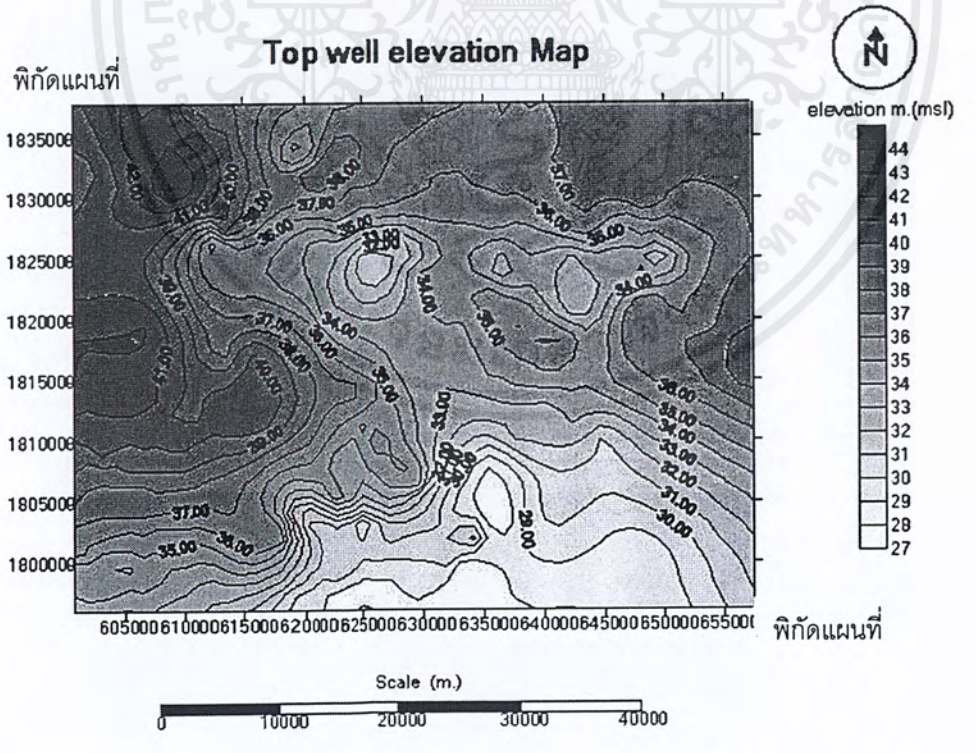
   จากนั้นใช้โปรแกรม surfer ประมวลผล จัดทำเป็นแผนที่ต่างๆ ซึ่งได้แก่
   - แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อบาดาลในจังหวัดพิจิตร
   - แผนที่อุทกธรณีวิทยาแสดงความหนาของชั้นทรายของจังหวัดพิจิตร
   - แผนที่แสดงโครงสร้างผิวบนของทรายชั้นบนสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แผนที่แสดงภาพตัดขวางทางอุทกธรณีวิทยา

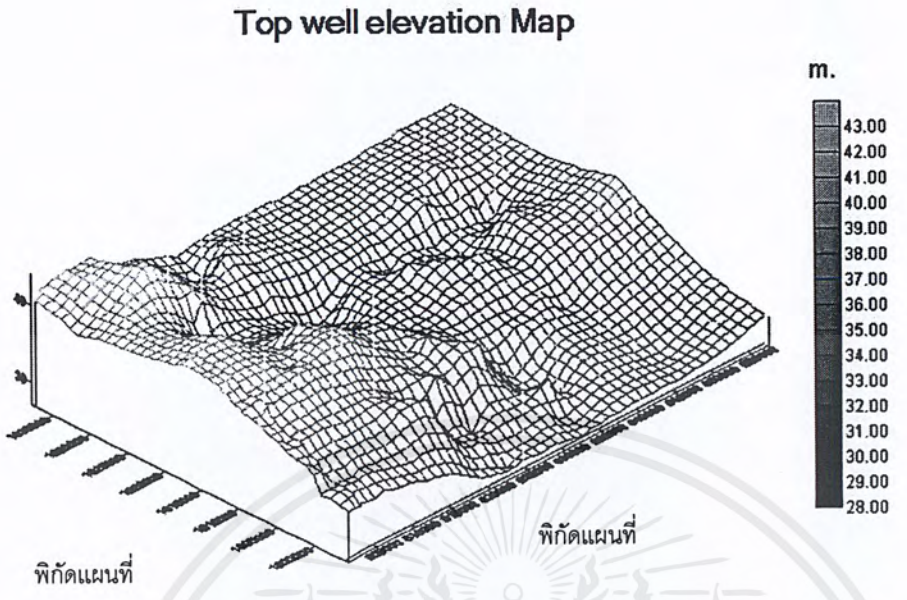


รูปที่ 4.1 แผนที่แสดงตำแหน่งบ่อบาดาลในจังหวัดพิจิตร

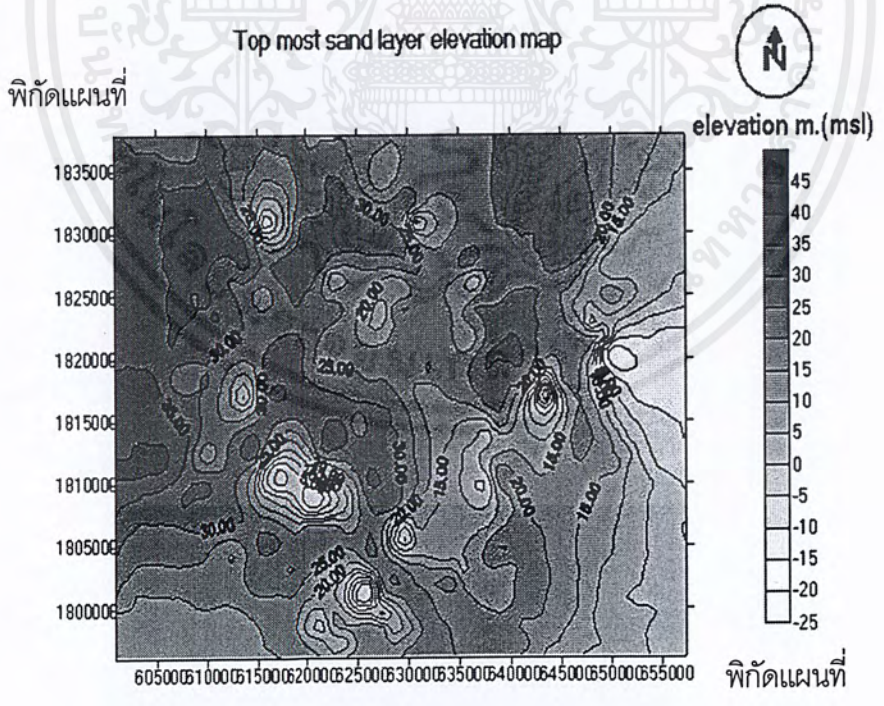


รูปที่ 4.2 แผนที่แสดงระดับบ่อบาดาลในจังหวัดพิจิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

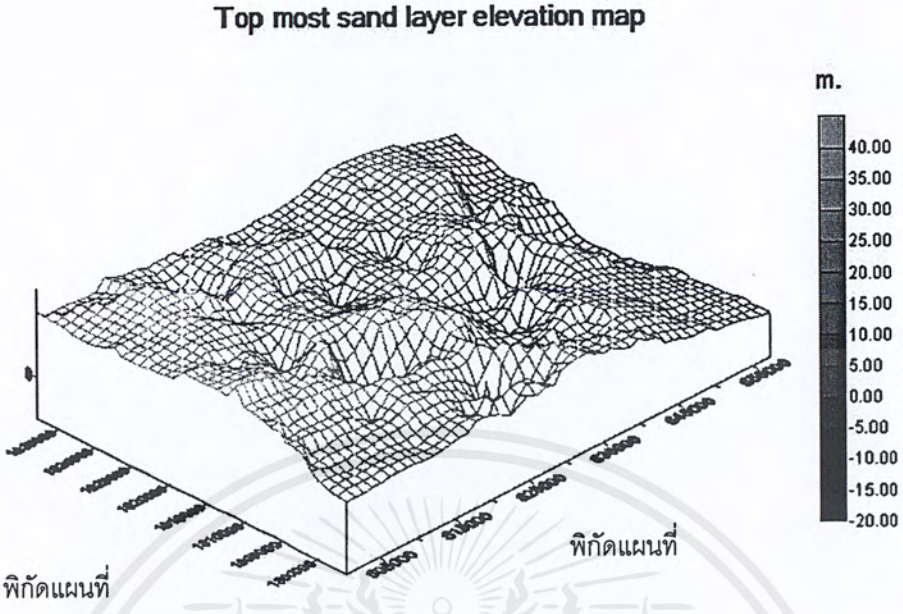


รูปที่ 4.3 แผนที่แสดงระดับบ่อบาดาลในโครงสร้าง 3 มิติ

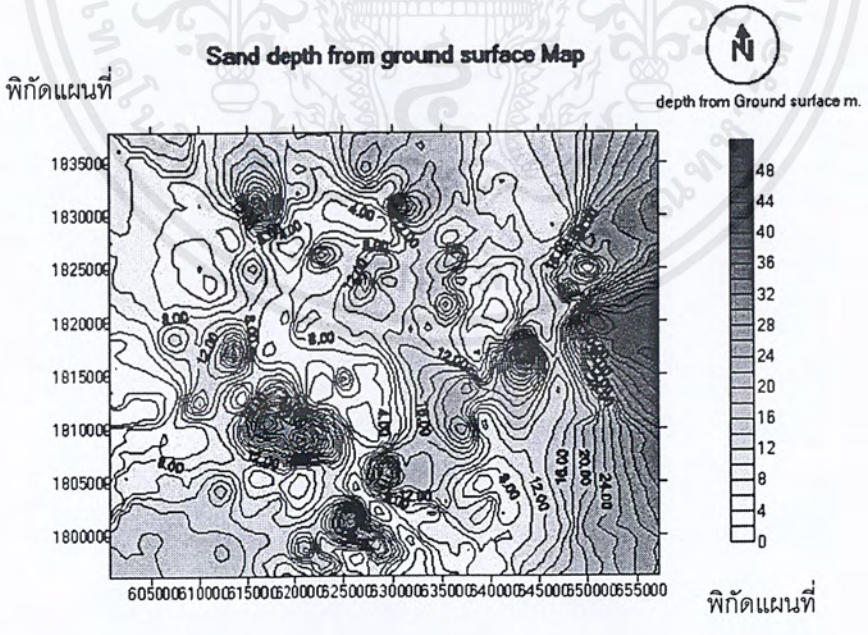


รูปที่ 4.4 แผนที่แสดงระดับทรายชั้นบนสุดในจังหวัดพิจิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แผนที่แสดงโครงสร้างผิวบนของทรายชั้นบนสุดในจังหวัดพิจิตร



รูปที่ 4.6 แผนที่แสดงความลึกทรายชั้นบนจากผิวดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

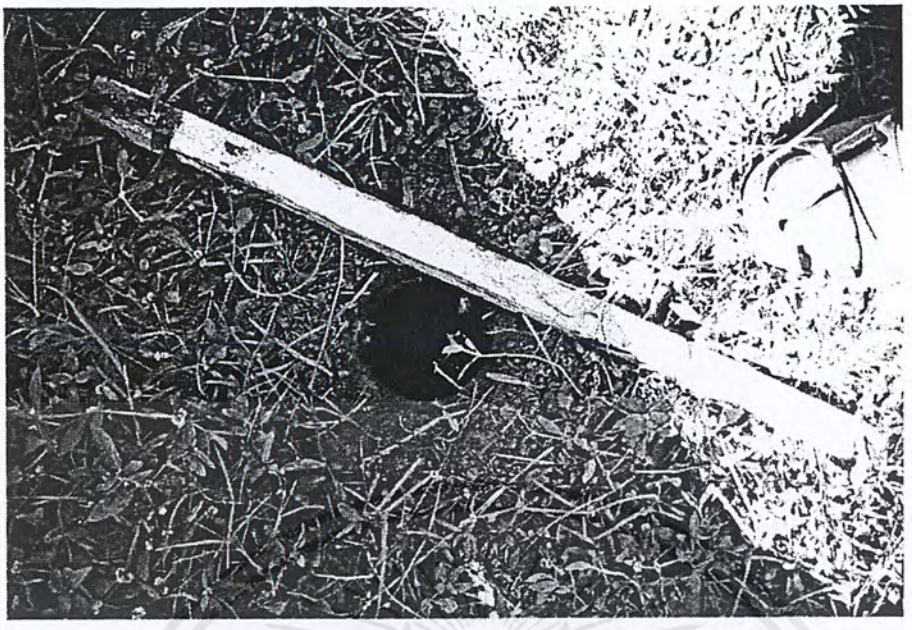
4.3 การหาค่าความซึมได้ในสนาม

4.3.1 วิธีการทดสอบค่าความซึมได้

1) เจาะหลุมทดสอบด้วย Hand Auger จนกระทั่งถึงระดับที่ต่ำกว่าชั้นทรายชั้นบนประมาณ 50 เซนติเมตร ดินที่เก็บมาได้ก็เก็บไว้เพื่อนำไปทดสอบในห้องปฏิบัติการ

รูปที่ 4.7 การเจาะหลุมโดยใช้ Hand Auger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 หลุมที่เกิดจากการขุดด้วย Hand Auger

รูปที่ 4.9 ดินที่ได้จากการขุดด้วย Hand Auger

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.10 ดินที่ได้จากการขุดด้วย Hand Auger

2) นำท่อ PVC วางลงในหลุมที่เจาะไว้แล้วเติมหินเพื่อป้องกันการพังทลายของหลุมเจาะ

รูปที่ 4.11 การนำท่อลงในหลุมและการเติมหินลงในหลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เตรียมเครื่องมือ Ground Water Level Meter เพื่อวัดระดับน้ำในหลุมทดสอบจากนั้นเติมน้ำลงในหลุมทดสอบให้เต็ม
4) ใช้เครื่องมือ Ground Water Level Meter วัดระดับน้ำโดยบันทึกผลในค่าของความลึก (H) กับเวลา (t)
5) ทำการจดบันทึกไปจนกว่าระดับน้ำจะคงที่

รูปที่ 4.12 การวัดระดับน้ำด้วย Ground Water Level Meter

4.3.2 การหาค่าความพรุนของหินในสนาม

ขั้นตอนการทดสอบความพรุนของหินมีวิธีการดังต่อไปนี้

1) น้ำบีกเกอร์ขนาด 500 cm^3 ทำความสะอาดให้เรียบร้อย
2) นำหินที่ทดสอบมาใส่ในบีกเกอร์โดยใส่ไปเรื่อย ๆ จนความสูงของหินมีระดับใกล้เคียงที่ขีดระดับ 500 cm^3
3) ทำการเติมน้ำลงในบีกเกอร์ให้ได้ปริมาตร 500 cm^3 ก่อนที่จะเติมน้ำทุกครั้งต้องทำการวัดน้ำหนักน้ำทุกครั้งก่อนเติมลงไปในบีกเกอร์ ซึ่งจะได้ปริมาตรของน้ำมาด้วย
4) ทำการจดบันทึกปริมาตรน้ำที่เติมเข้าไปซึ่งเป็นปริมาตรช่องว่างที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) ทำการคำนวณหาค่าความพรุนได้จากสูตร

$$Porosity = \frac{VolumeofWater}{TotalVolume}$$

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองความพรุนในสนาม

ตัวอย่างที่	1	2	3	4	5
ปริมาตรน้ำที่เติม , (cm^3)	240.50	241.00	239.50	239.00	240.00
ปริมาตรน้ำทั้งหมด , (cm^3)	500.00	500.00	500.00	500.00	500.00
ความพรุน (Porosity) , %	48.10	48.20	47.90	47.80	48.00
ค่าความพรุนเฉลี่ย , %	48.00				

จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการทดลองแล้วจะได้ค่าเฉลี่ยของค่าความพรุนของหินที่ใช้ในการออกแบบมีค่าเท่ากับ 48 เปอร์เซ็นต์ หรือ 0.48

4.3.3 การคำนวณหาค่าความซึมได้

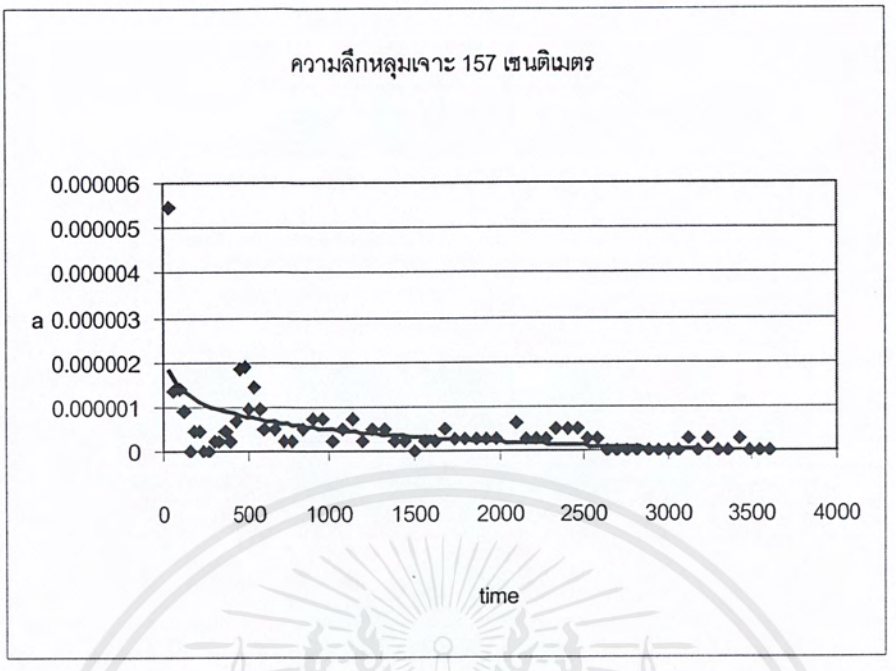
ขั้นตอนการคำนวณหาค่าความซึมได้ มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) นำผลของระดับน้ำที่วัดด้วย Ground Water Level Meter กับเวลา นำมาคำนวณ
2) ค่าอัตราการไหล (Q) หาได้จากอัตราส่วนปริมาตรของน้ำต่อเวลา
3) นำค่าที่ได้จากการทดลองไปคำนวณค่า a จากสูตร

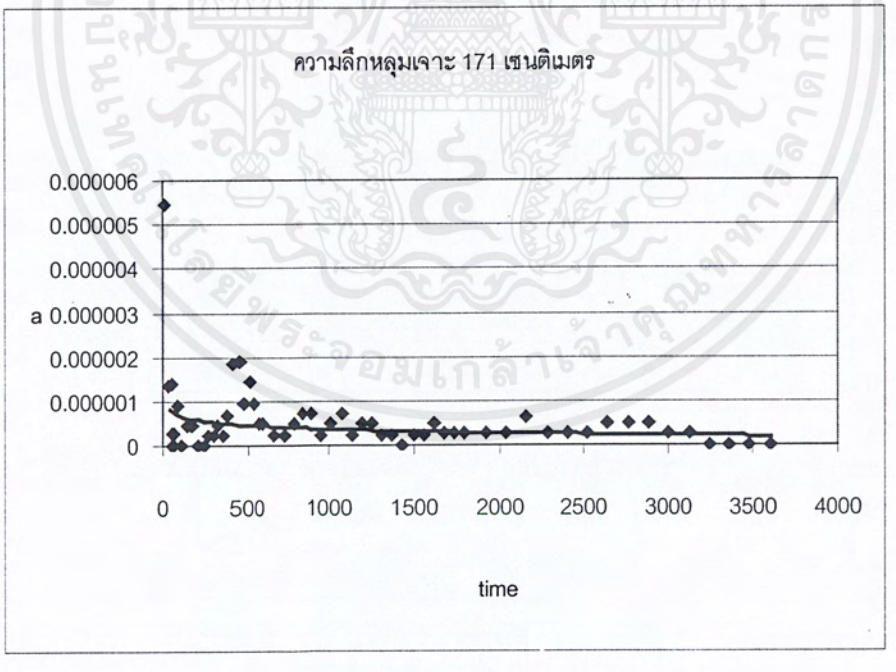
$$a = \frac{Q}{\left(\frac{\Pi}{4}D^2H + \frac{\Pi}{2}DH^2\right)} \quad (4.1)$$

นำค่า Seepage Coefficient (a) ที่ได้จากการคำนวณกับ เวลา (t) นำมาพล๊อตกราฟ ซึ่งค่า Seepage Coefficient (a) ที่ได้มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

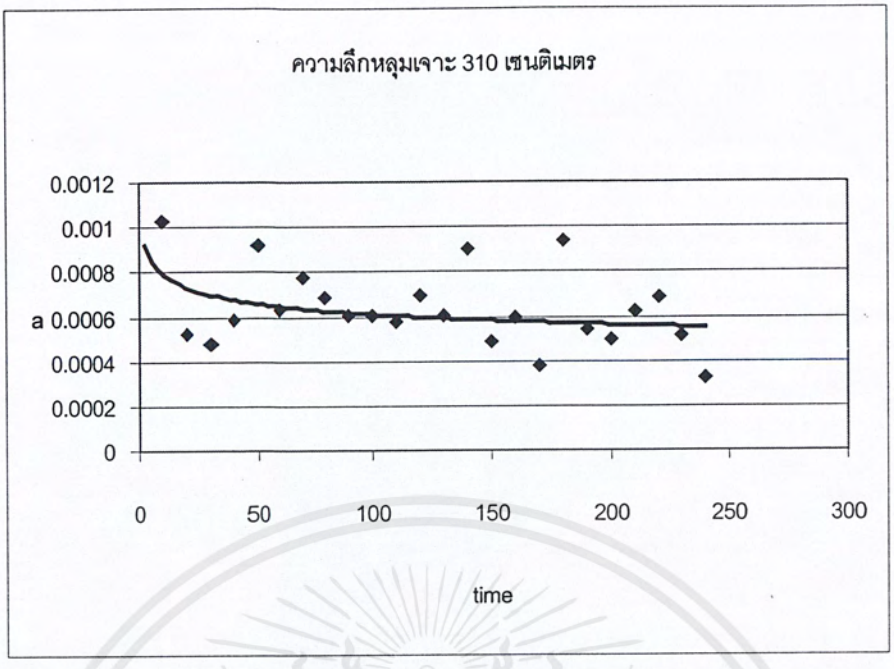


รูปที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความซึมได้ Seepage Coefficient (a) กับเวลา (t) ที่ความลึกหลุมเจาะ 157 เซนติเมตร

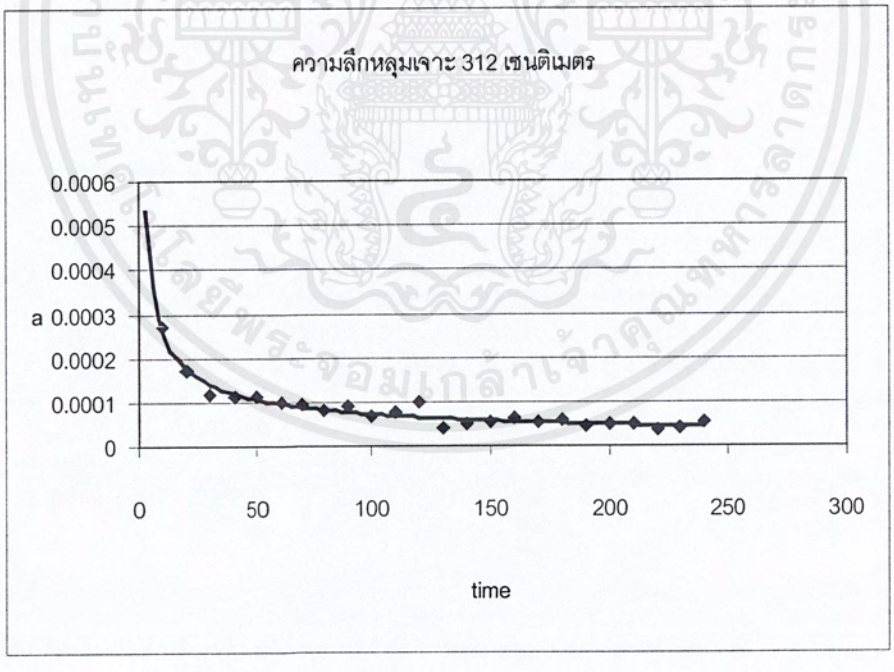


รูปที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความซึมได้ Seepage Coefficient (a) กับเวลา (t) ที่ความลึกหลุมเจาะ 171 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

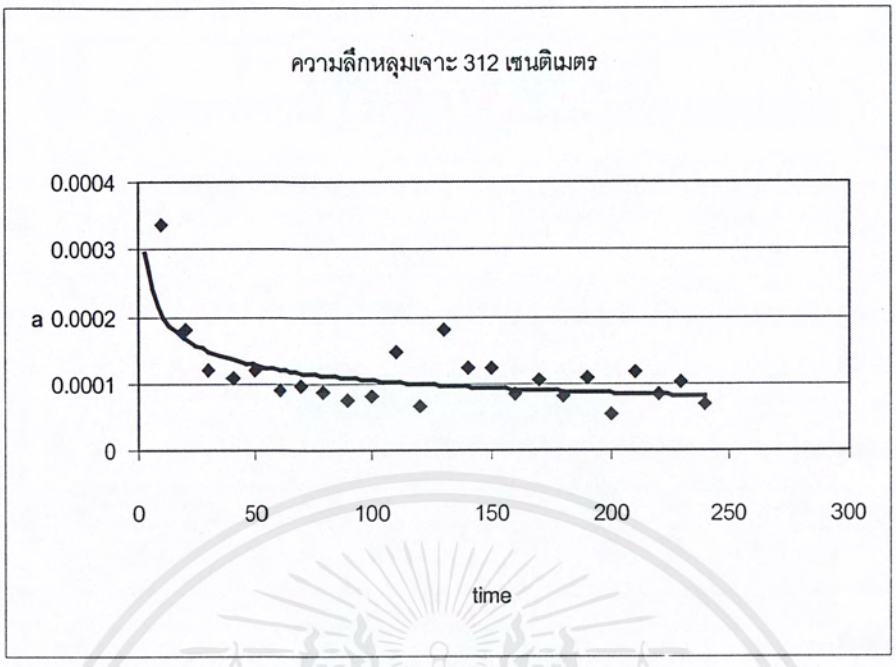


รูปที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความซึมได้ Seepage Coefficient (a) กับเวลา (t) ที่ความลึกหลุมเจาะ 312 เซนติเมตร

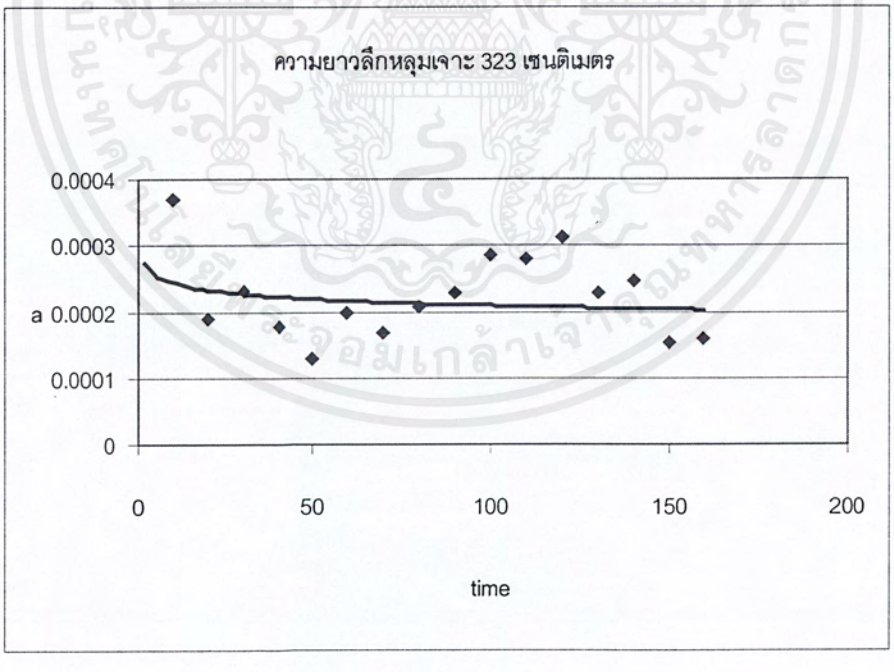


รูปที่ 4.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความซึมได้ Seepage Coefficient (a) กับเวลา (t) ที่ความลึกหลุมเจาะ 312 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความซึมได้ Seepage Coefficient (a) กับเวลา (t) ที่ความลึกหลุมเจาะ 310 เซนติเมตร



รูปที่ 4.16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าความซึมได้ Seepage Coefficient (a) กับเวลา (t) ที่ความลึกหลุมเจาะ 323เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลจากการทดสอบมีดังนี้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของค่า Seepage Coefficient (a)

หลุมที่	ความลึกของหลุมเจาะ (cm)	ค่าความซึมได้ (S^{-1})
1	157	0.00000001
2	171	0.00000002
3	310	0.00060000
4	312	0.00005000
5	312	0.00010000
6	323	0.00020000

จะเห็นได้ว่า ที่ระดับความลึกประมาณ 1.50-2.00 เมตร มีค่าความซึมได้จะมีค่าต่ำมาก ซึ่งการที่มีค่าความซึมได้มีค่าต่ำเนื่องจากดินชั้นบนของพื้นที่ที่ทดสอบมีลักษณะเป็นดินเหนียวซึ่งทำให้น้ำซึมไหลผ่านได้ช้ามากและในความลึกประมาณ 3.00-3.50 เมตร จะมีค่าความซึมได้สูงขึ้นมาดังผลการทดลองอันเนื่องมาจากลักษณะชั้นดินที่ความลึกนี้เป็นดินเหนียวปนตะกอนทรายทำให้น้ำซึมไหลผ่านได้เร็วขึ้น

ค่าความซึมได้ที่ใช้ในการออกแบบจะใช้ค่าเท่ากับ 0.00005 (S^{-1}) เพราะว่า

1) การที่เลือกค่าความซึมได้ที่มีค่าต่ำจะทำให้ขนาดท่อและขนาดบ่อพักน้ำมีขนาดใหญ่มากกว่าการเลือกค่าความซึมได้ที่มีค่ามาก ทำให้มีความปลอดภัยมากขึ้น
2) ลักษณะกราฟของค่าความซึมได้ที่มีค่าเท่ากับ 0.00005 (S^{-1}) มีลักษณะกราฟที่คงที่ไม่มีการกระจายของจุดมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การทดสอบในห้องปฏิบัติการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบในห้องปฏิบัติการซึ่งมีหัวข้อประกอบด้วยการทดลองหาความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน (Specific Gravity of Soil Silid) , การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของน้ำในดินแบบความดันน้ำคงที่ (Constant Head) , การทดลองหาขนาดของเม็ดดิน (Grain Size Analysis) ด้วยตะแกรงร่อน (Sieve Analysis) และวิเคราะห์ด้วยไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer Analysis)

5.1 การทดลองหาความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน (Specific Gravity of Soil Silid)

จากการที่ได้ศึกษาโครงสร้างและส่วนประกอบของดินตามธรรมชาติ ส่วนประกอบของดินที่เรียกว่า เนื้อดิน (Solid) ได้จากเม็ดดินที่มีแร่เป็นองค์ประกอบ ขนาดต่าง ๆ มารวมตัวเข้าด้วยกัน ด้วยเหตุและผลดังกล่าว ค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินของมวลดินใดก็ตามถือว่าเป็นค่าเฉลี่ยของความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินของมวลดินใดก็ตามถือว่าเป็นค่าเฉลี่ยของความถ่วงจำเพาะของมวลดินนั้น ซึ่งค่าความถ่วงจำเพาะของมวลดินมีความสำคัญต่อการหาคุณสมบัติอย่างอื่น ๆ ของดิน ค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินนั้นหาได้จากการนำค่าน้ำหนักของเม็ดดินแห้งมาเปรียบเทียบของน้ำที่อุณหภูมิ 4 ^{0}C และมีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของเม็ดดินแห้ง กล่าวคือ :

$$Gs = \frac{W_S}{V_S \gamma_W} = \frac{\gamma_S}{\gamma_W} \qquad (5.1)$$

เมื่อ W_S = น้ำหนักของเม็ดดินแห้ง

V_S = ปริมาตรของเม็ดดินแห้ง

γ_S = หน่วยน้ำหนักของเม็ดดินแห้ง ณ อุณหภูมิใด ๆ

γ_W = หน่วยน้ำหนักของน้ำกลั่นบริสุทธิ์ที่อุณหภูมิ 4 ^{0}C

$V_S \gamma_W$ = น้ำหนักของน้ำที่มีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของเม็ดดินแห้ง

การหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินตาม ASTM D854 โดยหาปริมาตรของเนื้อดินจากการแทนที่ด้วยน้ำ ดังนั้นปริมาตรของเนื้อดินที่ได้จะไม่ใช่เฉพาะค่าปริมาตรของเนื้อดินอย่างเดียวแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะรวมถึงโพรงทึบน้ำอีกด้วย (Impervious Void) ซึ่งน้ำไม่สามารถสอดแทรกเข้าไป ค่าความถ่วงจำเพาะที่หาได้จึงเรียกว่า ค่าความถ่วงจำเพาะปรากฏ (Apparent Specific Gravity)

ส่วนความถ่วงจำเพาะที่หาจากปริมาตรเฉพาะของเนื้อดินเรียกว่า ค่าความถ่วงจำเพาะสมบูรณ์ (Absolute Specific Gravity) ปรกติค่าความถ่วงจำเพาะปรากฏต่ำกว่าค่าความถ่วงจำเพาะสมบูรณ์ แต่ค่าความแตกต่างไม่มากนัก จึงอนุโลมให้ใช้ค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน ค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินจะมีค่าแตกต่างจากค่าความถ่วงจำเพาะของแร่ที่เป็นองค์ประกอบไม่มาก ค่าความถ่วงจำเพาะของมวลดินโดยทั่วไปประมาณ 2.60 – 2.80

5.1.1 วัตถุประสงค์

เพื่อหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน

5.1.2 ทฤษฎี

ส่วนประกอบของดิน และความสำคัญของค่าความถ่วงจำเพาะของดิน ดินมีส่วนประกอบของอากาศ น้ำ และเม็ดดิน (Soil Solid) เม็ดดินที่เป็นส่วนประกอบในดินจะประกอบด้วยแร่ธาตุชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดเดียวกัน จะมีค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินแตกต่างกันไป ในขณะที่ความถ่วงจำเพาะของน้ำจะมีค่าใกล้เคียงกันและเปลี่ยนแปลงตามค่าอุณหภูมิ ซึ่งสามารถหาค่าได้จากตารางมาตราฐาน ส่วนความหนาแน่นของอากาศในทางปฏิบัติจะถือว่ามีค่าน้อยมากและไม่นำมาคิด จะเห็นได้ว่าค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินจึงมีความสำคัญในการคำนวณค่าต่าง ๆ ในสถานะความสัมพันธ์ขององค์ประกอบของดิน (Phase Relationship) เช่น ค่าความพรุน (Porosity) อัตราส่วนช่องว่าง (Void Ratio) ในดินความอิ่มตัวด้วยน้ำ (Saturation) ความหนาแน่น (Density) และการนำค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินไปตำนวณในสูตรการตกตะกอนของเม็ดดินในการวิเคราะห์ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer Analysis)

ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน ,G_s = น้ำหนักเม็ดดิน / น้ำหนักของน้ำ

ที่มีปริมาตรเท่ากันที่อุณหภูมิ 4 ^{0}C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีคำจำกัดความของเทอมอื่น ๆ ที่อาจจะเข้าใจผิดพลาดหรือสับสนกันได้ คือ ความหนาแน่นของมวล (Mass Density) และน้ำหนักต่อหน่วยปริมาตร (Unit Weight) ค่าทั้ง 2 นี้เป็นค่าที่คิดปริมาตรของทั้งหมด (รวมทั้งน้ำ และอากาศที่เป็นส่วนประกอบของดิน)

ความหนาแน่นของมวล , ρ = มวลของดิน / ปริมาตร ตัน/ม^3

น้ำหนักต่อหน่วยปริมาตร , γ = น้ำหนักดิน / ปริมาตร กิโลนิวตัน/ม^3

จากคำจำกัดความข้างบน จะเห็นได้ว่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน จะมีค่าสูงกว่าความหนาแน่นของมวล และค่าน้ำหนักของดินต่อหน่วยปริมาตร เนื่องจากเป็นส่วนผสมทั้งน้ำและอากาศ ในมวลดิน

ค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดินเม็ดละเอียด (ดินเหนียว) จะมีค่าประมาณ 2.68-2.72 และมีค่าสูงกว่าค่าความถ่วงจำเพาะของทราย (มีค่าประมาณ 2.65) เนื่องจากดินเหนียวมีส่วนประกอบของแร่ธาตุหลายชนิดซึ่งหนักกว่าควอทซ์ (Quartz) ซึ่งจะเป็นส่วนประกอบหลักของทรายทั่วไป ค่าความถ่วงจำเพาะของดินจึงมีประโยชน์ในการจำแนกชนิดของดินว่าเม็ดดินประกอบด้วยแร่ธาตุอะไรเป็นหลัก

จากความจำกัดความของค่าความถ่วงจำเพาะของดิน กำหนดที่ค่าอุณหภูมิมาตรฐานของน้ำที่ 4 องศาเซลเซียล แต่การทดลองจริง ๆ ทำในอุณหภูมิห้องซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 25-30 องศาเซลเซียล จึงต้องปรับค่าด้วยค่าองค์ประกอบ แก้ความแตกต่างของอุณหภูมิ อย่างไรก็ตามความแตกต่างของค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำในอุณหภูมิห้องจะแตกต่างจากค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำที่ 4 องศาเซลเซียล เพียงค่าทศนิยมตำแหน่งที่ 3 เท่านั้น ซึ่งจะมีผลในการคำนวณน้อยมาก ถ้าต้องการจะปรับแก้ก็สามารถเปิดค่าได้จากตาราง

ในการทดสอบค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน จะต้องทำการหาปริมาตรของเม็ดดินที่ทดลองด้วยวิธีการแทนที่น้ำ ตามหลักการของอาร์คีมีดิส ซึ่งมีกฎข้อหนึ่งว่า เมื่อมวลสารจมลงในน้ำ ปริมาตรน้ำที่ล้นออกมา จะมีปริมาตรเท่ากับปริมาตรของมวลสารนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วิธีการทดลอง

วิธีการทดลอง จะประกอบด้วยวิธีการหาน้ำหนักของเม็ดดินที่ทดลองด้วยการอบแห้ง ส่วนปริมาตรของเม็ดดินที่ทดลองจะหาด้วยวิธีแทนที่น้ำตามหลักของอาร์คีมิส ซึ่งจะใช้วิธีการหาได้ 2 วิธี คือ

1) ใช้ปิกโนมิเตอร์ (Pyncnometer) เป็นขวดแก้ววัดปริมาตรที่มีฝาปิดชนิดพิเศษ เมื่อปิดฝาน้ำจะล้นจะทำให้ได้ปริมาตรของของเหลวที่วัดได้แน่นอน

ข้อดี - การหาปริมาตร กระทำได้ง่าย

ข้อเสีย - ขวดแก้วลักษณะนี มีขนาดความจุเล็ก ไม่เกิน 100 ซม^3 ไม่เหมาะในการนำมาทดลองตัวอย่างดินหรือแบบฝาปิดกรวยทองเหลือง หาค่าความถ่วงจำเพาะได้ไม่ละเอียด

2) ใช้ขวดแก้วฟลาซ (Volumetric Flask) ขนาด 500 ซม^3

ข้อดี - เป็นการทดลองที่แสดงขั้นตอนตามทฤษฎี ทำให้เกิดความเข้าใจ มีขนาดใหญ่ เหมาะสมกับการทดสอบดินเป็นขวดแก้วที่มีใช้กันทั่วไป หาซื้อง่าย

ข้อเสีย - การทดสอบต้องใช้เวลา และผู้ทดสอบจะต้องมีความชำนาญจึงจะได้ผลการทดสอบที่ถูกต้อง

หมายเหตุ

1) ปริมาตรของขวดจะเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ เนื่องจากขวดแก้วขยาย-หดตัวและน้ำในขวดแก้ว ขยาย-หดตัว จึงต้องทำการสอบเทียบหาน้ำหนักน้ำในขวดแก้วที่ขีดปริมาตร 500 ซม^3 ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน จากอุณหภูมิ ห้องถึงประมาณ 40 องศาเซลเซียล
2) ฟองอากาศในน้ำจะมีผลต่อการวัดปริมาตรของน้ำในขวดแก้ว จึงต้องทำการไล่อากาศ (De-Air) ด้วยวิธีดูดอากาศ หรือวิธีง่าย ๆ ใช้การต้มให้เดือดประมาณ 10 นาที
3) น้ำหนักดินแห้ง , W_s เป็นน้ำหนักดินที่อบแห้ง ควรหาหลังการทดลอง ถ้าการไว้ก่อนเริ่มการทดลองต้องระมัดระวังไม่ให้ตกหล่นขณะทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ปรับค่าความถ่างจำเพาะตามอุณหภูมิที่ทำการทดลองด้วยการคูณด้วยองค์ประกอบแก้ , G_T

2. เครื่องมือ

1) เครื่องมือเฉพาะ

1.1) ขวดแก้วฟลาซก้นแบนขนาดความจุ 500 ซม^3

1.2) เตาบุนเส็นหรือเตาแผ่นร้อน (Hot Plate)

1.3) สามขา (Tripod) และแผ่นตะแกรงแอสเบสโตส (Asbestos Gauze)

1.4) ปรอท 0-100 ^{0}C

1.5) หลอดแก้วขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3 มม. ยาว 30 ซม. แท่งแก้วคนกรวย ขนาดปากประมาณ 10 ซม แบบรูกว้าง

2) เครื่องมือทั่วไป

2.1) ตู้อบ

2.2) ภาชนะ – ขันอลูมิเนียม

2.3) อ่างแก้วดูดความชื้น

2.4) เครื่องชั่งอ่านละเอียด 0.01- 0.1 กรัม

2.5) น้ำกลั่น

5.1.3 ขั้นตอนปฏิบัติ

1. สอบเทียบ (Calibrate) ขวดฟลาซ ก่อนหรือหลังการทดลอง

1) วัตถุประสงค์

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักน้ำในขวดฟลาซที่ขีดปริมาตร 500 ซม^3 และน้ำหนักขวด ที่อุณหภูมิต่าง ๆ กัน สำหรับอ่านค่า W_2 ที่อุณหภูมิทดลอง

2) วิธีการทดลอง

2.1) ทำความสะอาดขวดแก้วฟลาซที่จะใช้ทำการทดลอง

2.2) เติมน้ำกลั่นในขวดประมาณ ¾ ของคอขวด เพื่อไม่ให้น้ำเดือดล้น ขวดแก้วจะแตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3) ไล่อากาศในน้ำ ด้วยการต้มน้ำให้เดือดบนเตาบุนเส็น หรือ เตาแผ่นร้อนประมาณ 10 นาที นำขวดแก้วลงจากเตา เติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่อากาศเตรียมไว้แล้วลงในขวดแก้วฟลาซให้เต็มด้วยวิธีกาลักน้ำ จุ่มปลายสายยางลงใต้ผิวน้ำเพื่อไม่ให้อากาศเข้าไปผสมในน้ำอีก ปล่อยให้เย็น ถ้าต้องการให้เย็นเร็ว อาจใช้วิธีใส่ในอ่างน้ำแช่ จนกระทั่งอุณหภูมิลดลงถึงประมาณ 40 ^{0}C ตรวจสอบว่าอุณหภูมิของขวดในขวดแก้วเท่ากันทุกระดับ ถ้าไม่เท่ากัน คลึงขวดเอียงไปมา หรือใช้หลอดแก้วคน

2.4) แต่งขอบน้ำให้อยู่ที่ขีดบอกปริมาตร 500 ซม^{3} สังเกตขอบล่างของโค้งผิวน้ำ เช็ดขวดภายนอกและภายในเหนือผิวน้ำให้แห้ง

2.5) นำขวดแก้วที่มีน้ำอยู่ ขึ้นชั่งแล้ววัดอุณหภูมิน้ำ ตรวจสอบดูอีกครั้งว่าอุณหภูมิของน้ำในขวดเท่ากันทุกระดับ

2.6) ทำการทดลองในข้อ 4-5) อีก 3-4 ครั้ง ในช่วงอุณหภูมิ 40 ^{0}C จนถึงอุณหภูมิห้อง ถ้าต้องการให้อุณหภูมิลดต่ำกว่าอุณหภูมิของห้อง ใช้น้ำแข็งผสมในอ่างแช่น้ำ

2. การทดลองหาค่าความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน

1) เตรียมดินที่ต้องการทดสอบประมาณ 50 กรัม ถ้าเป็นดินเหนียว คลุกเคล้าให้เข้ากันดีในขณะที่เติมน้ำไปเรื่อย ๆ จนกระทั่งดินเหลวและเข้ากันดี เติมน้ำลงไปอีกให้ดินเหลวพอที่จะเทลงขวด ถ่ายดินลงขวดให้หมด ใช้น้ำช่วยล้าง

2) เติมน้ำในขวดแก้วให้ถึง ¾ ของคอขวด ไล่อากาศเช่นเดียวกับวิธีการสอบเทียบในข้อ 3) นำขวดแก้วลงมาจากเตา เติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่อากาศเช่นเดียวกับวิธีสอบเทียบขวดแก้วในข้อ 3) นำขวดแก้วลงมาจากเตา เติมน้ำกลั่นที่ต้มไล่อากาศเตรียมไว้แล้วลงในขวดแก้ว

3) ลดอุณหภูมิของน้ำในขวดด้วยวิธีใส่ในอ่างน้ำแช่ หรือปล่อยขวดทิ้งไว้ค้างคืนให้น้ำเย็นลงในอุณหภูมิห้อง น้ำที่เติมไว้เต็มขวดจะลดลง

4) แต่งระดับน้ำในขวดที่ขีดปริมาตร 500 ซม^{3} อ่านขีดล่างหรือขีดบน และเช็ดขวดให้แห้งนำขึ้นชั่ง และวัดอุณหภูมิน้ำ ตรวจสอบว่าอุณหภูมิน้ำในขวดเท่ากันทุกระดับ อุณหภูมิที่ทดลองจะต้องอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ได้สอบเทียบไว้ อาจจะอ่านอุณหภูมิ 1-2 ค่า

5) เมื่อเสร็จแล้ว เขย่าขวด เทตัวอย่างออกใส่ขัน นำเข้าตู้อบ หลังจากอบแห้งแล้ว ชั่งน้ำหนักดินแห้ง W_s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 การคำนวณและรายงานผล

1. การสอบเทียบขวด
   1) จากค่าน้ำหนักขวดแก้ว + น้ำ และอุณหภูมิที่อ่านได้ นำมาเขียนจุดในกราฟ ให้ค่าน้ำหนักขวดแก้ว + น้ำ เป็นกรัม อยู่ในแกนตั้ง และค่าอุณหภูมิเป็นองศาเซลเซียล อยู่ในแกนนอน
   2) ลากเส้นเฉลี่ยผ่านจุดทั้งหมด

2. ค่าความถ่วงจำเพาะของดิน

$$GS = \frac{W_S}{(W_2 + W_S) - W_1} G_T \qquad (5.2)$$

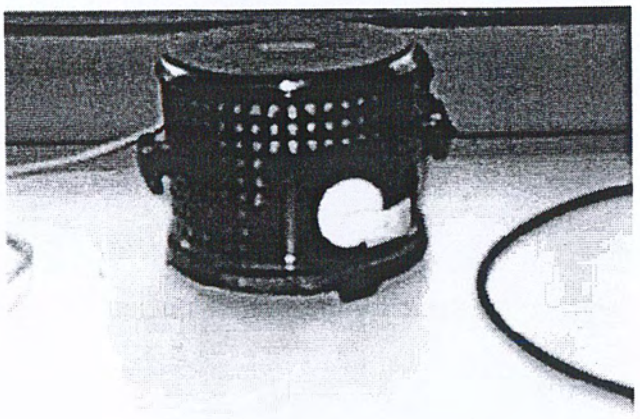
เมื่อ W_S = น้ำหนักตัวอย่างดินที่ทดลองอบแห้ง
W_2 = น้ำหนักขวดแก้ว+ น้ำที่อุณหภูมิทดสอบ
W_1 = น้ำหนักขวดแก้ว + น้ำ + ดิน ที่ทำการทดสอบ
G_T = องค์ประกอบแก้ปรับค่าอุณหภุมิจาก 4 ^{0}C

5.1.4 บันทึกและข้อควรระวัง

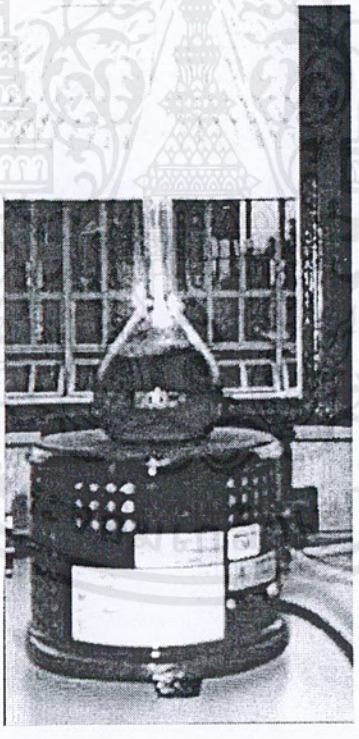
1) การทำให้อุณหภูมิเท่ากันทั่วขวด อย่าใช้วิธีเขย่าขวด จะทำให้อากาศเข้าไปผสมน้ำ ควรใช้หลอดแก้วคน หรือการเอียงขวดกลิ้งไปมา
2) วิธีการทดลองนี้ ไม่จำเป็นต้องชั่งขวดแก้ว แต่ควรทำความสะอาดขวดแก้วให้สะอาดเพื่อไม่ให้มีคราบสกปรก ซึ่งอาจจะหลุดออกระหว่างการทดสอบที่ใกล้เคียงกัน จึงนำมาเฉลี่ยเป็นค่าความถ่วงจำเพาะของดิน

การทดสอบตัวอย่างดินแต่ละตัวอย่าง ควรทำการทดสอบ 2 ครั้ง โดยใช้ขวดแก้วแยกกัน 2 ใบ เพื่อเป็นการตรวจสอบผลการสอบเทียบขวดแก้วฟลาซ เมื่อได้ผลการทดสอบที่ใกล้เคียงกันจึงนำมาหาค่าเฉลี่ยเป็นค่าความถ่วงจำเพาะของดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 เตาแผ่นร้อน (Hot Plate)



รูปที่ 5.2 การนำตัวอย่างดินต้มน้ำเพื่อไล่อากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างดินที่ได้มานั้นมีอยู่ 2 แบบ คือ

1) ตัวอย่างดินที่ได้จากเครื่องเจาะดินมีความลึกประมาณ 25 เมตรซึ่งได้ตัวอย่างมา 14 ตัวอย่างได้แก่ที่ชั้น 0.00-0.45 , 2.00-2.45 , 3.00-3.45 , 4.00-4.45 , 6.00-6.45 , 8.00-8.45 , 10.00-10.45 , 12.00-12.45 , 14.00-14.45 , 16.00-16.45 , 18.00-18.45 , 20.00-20.45 , 22.00-22.45 และ 24.00-24.45 เมตร ตามลำดับ

2) ตัวอย่างดินที่ได้การใช้ Hand Auger ขุดโดยการขุดเจาะที่ความลึกประมาณ 2.80 เมตร ได้แก่ 0.00-0.12 , 0.12-0.21 , 0.21-0.31 , 0.31-0.40 , 0.40-0.50 , 0.50-0.58 , 0.58-0.68 , 0.68-0.76 , 0.76-0.85 , 0.85-0.95 , 0.95-1.04 , 1.04-1.14 , 1.14-1.22 , 1.22-1.30 , 1.30-1.39 , 1.39-1.50 , 1.50-1.60 , 1.60-1.69 , 1.69-1.80 , 1.80-1.92 , 1.92-2.05 , 2.05-2.10 , 2.10-2.23 , 2.23-2.35 , 2.35-2.48 , 2.48-2.59 , 2.59-2.70 และ 2.70-2.79 เมตร ตามลำดับรวมทั้งหมด 28 ตัวอย่าง เนื่องจากตัวอย่างมีลักษณะคล้าย ๆ กันในบางชั้นที่ติดกันสามารถแบ่งชั้นดินได้เป็น 6 ตัวอย่างดังนี้

ตัวอย่างที่ 1 ตั้งแต่ความลึก 0.00-0.21 เมตร
ตัวอย่างที่ 2 ตั้งแต่ความลึก 0.21-0.50 เมตร
ตัวอย่างที่ 3 ตั้งแต่ความลึก 0.50-1.13 เมตร
ตัวอย่างที่ 4 ตั้งแต่ความลึก 1.13-1.60 เมตร
ตัวอย่างที่ 5 ตั้งแต่ความลึก 1.60-2.48 เมตร
ตัวอย่างที่ 6 ตั้งแต่ความลึก 2.48-2.79 เมตร

ผลการทดลอง

ตาราที่ 5.1 ผลการทดลองค่าความถ่วงจำเพาะ

ลำดับ	ความลึก	ค่าความถ่วงจำเพาะ
1	0.00-0.21	2.750
2	2.10-0.50	2.749
3	0.50-1.13	2.736
4	1.13-1.60	2.731
5	1.60-2.48	2.749
6	2.48-2.79	2.749
เฉลี่ย		2.744

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 ผลการทดลองค่าความถ่วงจำเพาะ

ลำดับ	ความลึก	ค่าความถ่วงจำเพาะ
1	0.00-0.45	2.749
2	2.00-2.45	2.752
3	3.00.3.45	2.723
4	4.00-4.45	2.679
5	6.00-6.45	2.789
6	8.00-8.45	2.700
7	10.00-10.45	2.689
8	12.00-12.45	2.731
9	14.00-14.45	2.673
10	16.00-16.45	2.679
11	18.00-18.45	2.657
12	20.00-20.45	2.670
13	22.00-22.45	2.670
14	24.00-24.45	2.690
ค่าเฉลี่ย		2.704

5.2 การทดลองหาค่าสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของน้ำในดินแบบความดันน้ำคงที่ (Constant Head)

5.2.1 อุปกรณ์และเครื่องมือการทดลอง

1) ชุดเครื่องมือ Constant Head Permeameter จำนวน 1 ชุด
2) บีกเกอร์ขนาด 500 cm^3 จำนวน 1 ใบ
3) นาฬิกาจับเวลา 1 เรือน

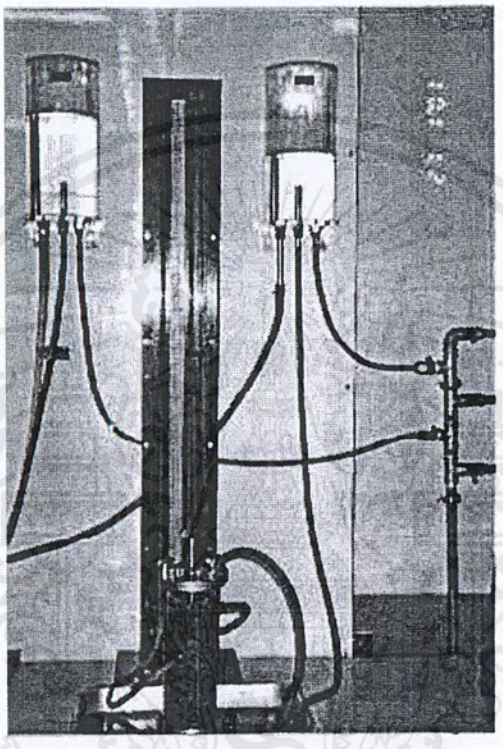
5.2.2 วิธีการทดลอง

1) เตรียมชุดเครื่องมือ Constant Head Permeameter
2) นำตัวอย่างดินมาใส่ในหลอดใส่ตัวอย่างแล้ววัดเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอดใส่ตัวอย่างเพื่อหาพื้นที่หน้าตัด โดยก่อนใส่ตัวอย่างดินจะต้องใส่ตัวกรอง (Fillter) มาเป็นตัวกรอง เพื่อให้แรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดันน้ำสม่ำเสมอไม่ดันจนเม็ดดินไหลออกมาทางด้านบนหมดจากนั้นนำหลอดตัวอย่างดินไปใส่ในชุดเครื่องมือ Constant Head Permeameter

3) ทำการปล่อยน้ำโดยให้ความดันคงที่ให้ไหลผ่านตัวอย่างดินที่อยู่ในหลอดใส่ตัวอย่าง
4) วัดปริมาณน้ำ (Q) ซึ่งรองรับด้วยบีกเกอร์ พร้อมกับจับเวลา (t)
5) อ่านค่าการสูญเสียความดันหรือระดับน้ำ (H)
6) เปลี่ยนตัวอย่างที่ระดับความลึกต่าง ๆ แล้วเริ่มทำข้อ 1-5 ใหม่



รูปที่ 5.3 เครื่องมือ Constant Head Permeameter

5.2.3 ผลการทดลอง

ตารางที่ 5.3 ผลการทดลองค่า Seepage Coefficient (a) ในห้องปฏิบัติการ

ความลึก , เมตร	H_1 (cm)	H_2 (cm)	H_2-H_1 (cm)	Q (cm^3)	t (s)	A (cm^2)	L (mm)	K (mm/s)	a (1/s)
0.00-0.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.21-0.68	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.68-0.85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.30-1.50	38	98	60	13	180	44.196	250.000	0.006809	2.72E-05
1.92-2.10	37	99	62	17	180	44.196	250.000	0.008617	3.45E-05
2.48-2.70	46	97	51	20	180	44.196	250.000	0.012324	4.93E-05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 การทดลองหาขนาดเม็ดดิน (Grain Size Analysis)

5.3.1 วัตถุประสงค์

เพื่อหาขนาดเม็ดดิน และความคละของเม็ดดิน (สำหรับดินเม็ดหยาบ)

5.3.2 ตัวอย่างดิน

กรวด ทราย สำหรับการทดลองแบบตะแกรงร่อน

ดินเหนียว – ดินตะกอน สำหรับการทดลองแบบไฮโดรมิเตอร์

ทรายปนดินเหนียวหรือทรายปนตะกอน สำหรับการทดลองแบบรวม ตะแกรงร่อน และ ไฮโดรมิเตอร์

5.3.3 ทฤษฎี

ดิน (กรวด ทราย) เมื่อนำมาใช้เป็นวัสดุก่อสร้างหรือเป็นดินเดิมรองรับฐานรากอาคาร จะมีคุณสมบัติทางด้านวิศวกรรมที่ขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง เช่น ความอัดแน่น ประวัติการถูกกดทับมาในอดีตรวมทั้งการกระจายหรือการคละของขนาดเม็ดดินเป็นต้น โดยตามธรรมชาติดินจะมีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักได้ดีขึ้นเมื่อมีขนาดเม็ดใหญ่ขึ้น เช่น กรวด หรือหินโม่สามารถรับน้ำหนักได้ดีกว่าทราย ส่วนทรายสามารถรับน้ำหนักได้ดีกว่าดินเหนียวเป็นต้น สำหรับดินเม็ดหยาบเช่น ทรายและกรวดความคละกันของขนาดเม็ดดินจะมีผลอย่างมากต่อคุณสมบัติดินการพิจารณาและจำแนกความคละของดินเม็ดหยาบสามารถทำได้ด้วยตาเปล่าแต่เพื่อข้อมูลทางวิศวกรรมจะใช้การแยกด้วยตะแกรงร่อนขนาดต่างๆแล้วคิดเป็นเปอร์เซ็นต์แต่ละขนาดเรียกการทดสอบว่าการหาขนาดเม็ดดินด้วยตะแกรงร่อน (Sieve Analysis)

อย่างไรก็ตามการทดสอบนี้ยังถือว่ามีความคลาดเคลื่อนอยู่บ้างโดยธรรมชาติการหาขนาดดินเม็ดหยาบจะถือเอาขนาดตะแกรงที่เม็ดดินร่อนผ่านเป็นหลัก แต่ในความเป็นจริงเม็ดดินแต่ละเม็ดมีขนาดไม่กลมหรือเป็นลูกบาศก์ แต่จะเป็นเหลี่ยมแหลมตามธรรมชาติลักษณะการลอดผ่านตะแกรงแต่ละขนาดจะคลาดเคลื่อนกับขนาดของช่องตะแกรงจริงๆอยู่บ้าง ส่วนการหาขนาดเม็ดดินละเอียดด้วยการวิเคราะห์ไฮโดรมิเตอร์เป็นการวิเคราะห์ขนาดเม็ดดินที่มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์200 จะต้องทดสอบภายใต้สมมติฐานหลายข้อ เช่น สมมติว่าดินมีขนาดเม็ดกลมแต่เม็ดดินจริงมีลักษณะแบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้ได้ผลการคำนวณเป็นตัวเลขออกมา การนำผลการวิเคราะห์ไปใช้จึงต้องคำนึงถึงความจริงข้อนี้ไว้ และไม่มีประโยชน์ที่จะพิจารณานาถึงทศนิยมตำแหน่งที่สองเป็นต้น

ผลการวิเคราะห์ขนาดเม็ดดินสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานปฏิบัติทางวิศวกรรมได้อย่างกว้างขวางและถือเป็นการทดสอบมาตรฐานที่ปฏิบัติกันทั่วไป

ดินบางชนิดไม่สามารถหาขนาดเม็ดดินที่แน่นอนได้ซึ่งจะขึ้นอยู่กับสภาพการทดสอบและการเตรียมตัวอย่างดินเช่นดินที่อยู่ในสภาพมีเม็ดผุกร่อน เม็ดใหญ่จะแตกแยกเป็นเม็ดเล็กได้ง่ายดินพวกนี้จึงถือว่ามีผลการทดสอบไม่แน่นอน

การทดสอบเม็ดดินมี 3 วิธีตามความเหมาะสมของขนาดเม็ดดินและตามชนิดของเม็ดดิน ดังนี้

1) วิธีใช้ตะแกรงร่อน (Sieve Analysis) สำหรับดินที่มีเม็ดหยาบมีขนาดใหญ่กว่าตะแกรงเบอร์ 200 เป็นส่วนใหญ่
2) วิธีวิเคราะห์ด้วยไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer Analysis) สำหรับดินเม็ดละเอียด เช่นดินเหนียว (Clay) ดินเหนียวปนตะกอน (Silty Clay) มีขนาดเม็ดดินเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 200 เป็นส่วนใหญ่
3) วิธีวิเคราะห์รวมทั้งวิธีตะแกรงร่อนและวิเคราะห์ด้วยไฮโดรมิเตอร์ (Combined Analysis ,Sieve and Hydrometer Analysis) สำหรับดินที่มีเม็ดดินทั้งขนาดเม็ดใหญ่และเม็ดละเอียดปนกัน เช่น ดินกรวดปนดินเหนียว (Clayer Gravel) ทรายปนดินเหนียว (Clayer Sand) ทรายปนดินตะกอน (Silty Sand) เป็นต้น

5.3.4 การร่อนตะแกรง

การร่อนตะแกรงทำได้ 2 วิธีคือ

1) ร่อนแห้ง (Dry Sieving) ทำการร่อนดินแห้งๆดินที่เหมาะกับวิธีร่อนแบบนี้ต้องเป็นดินที่มีเม็ดใหญ่และสะอาด(มีดินเม็ดละเอียดปนอยู่น้อย หรือไม่มีเลย) ดินที่นำมาร่อนควรจะแห้งแต่ไม่จำเป็นต้องอบแห้ง ถ้าแน่ใจว่าดินแห้งพอที่เม็ดดินจะแยกจากกันเป็นอิสระ และระหว่างการทดลองน้ำหนักดินจะไม่เปลี่ยนแปลงมีผลให้ค่าในการทดลองผิดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ร่อนเปียก (Wet Sieving) ทำการร่อนดินด้วยการล้างน้ำ (การทดสอบรวมแบบไฮโดรมิเตอร์และตะแกรงร่อน)ครั้งแรกทำการล้างดินผ่านตะแกรงเบอร์ 200 จนน้ำใส (แสดงดินเม็ดดินผ่านตะแกรงหมดแล้ว) ส่วนที่ค้างนำไปอบแห้ง แล้วนำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาดต่าง ๆ แบบร่อนแห้ง ส่วนที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 นำไปอบแห้ง หรือนำไปทดสอบไฮโดรมิเตอร์ต่อไป

เหตุผลที่ต้องทำการร่อนเปียก เพื่อให้แยกดินเม็ดละเอียดออกจากดินเม็ดใหญ่ด้วยการล้าง ทำให้ได้ผลการทดสอบถูกต้องขึ้น

5.3.5 การแยกการวิเคราะห์ด้วยไฮโดรมิเตอร์

สำหรับดินที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมครอน (ตะแกรงเบอร์ 200) มีขนาดเล็กเกินกว่าที่จะใช้ตะแกรงโดยทั่วไป (ตะแกรงมีขนาดเล็กสุดขนาดเบอร์ 400) จะทำการวิเคราะห์ด้วยวิธีไฮโดรมิเตอร์ โดยอาศัยกฎการตกตะกอนของสโตรค(Stroke's Law)

ไฮโดรมิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นไฮโดรมิเตอร์ชนิดพิเศษสำหรับการทดสอบดิน โดยเฉพาะมีขนาดกะเปาะใหญ่กว่า และมีขนาดความยาวก้านสเกลยาวกว่าไฮโดรมิเตอร์ทั่วไป และมีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดอ่านค่าความถ่วงจำเพาะของน้ำโคลน (Specific Gravity of Suspension) และแบบอ่านค่าน้ำหนักเม็ดดินต่อปริมาตรน้ำโคลน (Grams per Liter of Suspension) ไฮโดรมิเตอร์ที่แนะนำให้ใช้ควรเป็นชนิดที่มีก้านสเกลอ่านค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ 0.995-1.030 หรืออ่านค่าน้ำหนักเม็ดดินต่อปริมาตรน้ำโคลนประมาณ 0-60 กรัม/ลิตร

ไฮโดรมิเตอร์ชนิดของมาตรฐานสมาคมทดสอบวัสดุอเมริกัน (ASTM) เบอร์ 151H อ่านค่าความถ่วงจำเพาะน้ำโคลน และเบอร์ 152H อ่านค่าน้ำหนักเม็ดดินต่อปริมาตรน้ำโคลน ไฮโดรมิเตอร์ทั้งสองเบอร์นี้มีขนาดเท่ากันเพียงแต่แบ่งสเกลที่ก้านอ่านค่าต่างกัน ซึ่งระยะประมาณความสัมพันธ์ค่าอ่านสเกลได้ดังนี้ :-

$$R2 = 1606(R1-1) \qquad (5.3)$$

หรือ, $R1 = R2/1606 + 1$

เมื่อ :- $R1$ = ค่าอ่านไฮโดรมิเตอร์เบอร์ 151H(ค่าความถ่วงจำเพาะ)

$R2$ = ค่าอ่านไฮโดรมิเตอร์เบอร์ 152H(กรัม/ลิตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.6 ขนาดและลักษณะของตะแกรง

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของตะแกรงที่ใช้ในห้องทดสอบมีขนาด 3 นิ้ว 8 นิ้ว และ 12นิ้ว ปกติจะใช้ 8 นิ้ว เป็นมาตรฐานส่วนขนาด 3 นิ้ว ใช้สำหรับการทดสอบที่มีปริมาณดินน้อย และขนาด 1 นิ้วใช้สำหรับการทดสอบที่มีปริมาณดินมากเป็นพิเศษ หรือใช้แยกขนาดของดินปริมาณมากจะทำให้ประหยัดเวลาส่วนลักษณะของรูตะแกรงที่ยอมรับโดยมาตรฐานอังกฤษ (BS 1377) มี 3 ชนิดคือ

1) ช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส ตะแกรงสาน
2) ช่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส เจาะช่อง
3) ช่องรูกลม เจาะช่อง

หน่วยที่ใช้ในการคำนวณขนาดช่องตะแกรงแต่เดิมเป็นระบบอังกฤษเป็นนิ้วแต่ในปัจจุบันเริ่มหันมาใช้ระบบเมตริก (เพื่อสอดคล้องกับระบบ SI) สำหรับตะแกรงที่มีขนาดเล็กกว่า ¼ นิ้ว จะเรียกเป็นเบอร์ มีขนาดจากเบอร์ 4 ถึงเบอร์ 400 ในทางปฏิบัติตะแกรงเบอร์ 200 เป็นตะแกรงที่มีขนาดเล็กสุดสำหรับร่อนดิน สำหรับดินที่มีขนาดเล็กกว่าตะแกรงเบอร์ 200 ควรทำการวิเคราะห์ด้วยไฮโดรมิเตอร์ (หมายเลขเบอร์ตะแกรงหมายถึงจำนวนช่องตะแกรงต่อระยะ 1 นิ้วโดยประมาณของตะแกรง)

5.3.7 วิธีการเลือกขนาดช่องลอดตะแกรง

การเลือกขนาดช่องลอดตะแกรงขึ้นอยู่กับงานที่ใช้และจุดประสงค์ของการทดสอบซึ่งสามารถจะแยกวิธีการได้ดังนี้

1) คัดวัสดุสำหรับงานก่อสร้าง ในงานนี้ขนาดของวัสดุที่ใช้จะถูกกำหนดโดยข้อกำหนดรายละเอียด (Specification) ของงานก่อสร้าง จึงควรเลือกขนาดของตะแกรงให้ตรงตามขนาดของข้อกำหนดรายละเอียดซึ่งจะทำให้สามารถเปรียบเทียบผลการทดสอบได้ถูกต้อง
2) จำแนกชนิดของดินสำหรับเจาะสำรวจ (Soil Classification) ตัวอย่างดินที่ได้จากการเจาะสำรวจ ขนาดของตะแกรงที่ใช้จำแนกชนิดของดินขนาดที่สำคัญมี 3 นิ้ว ¾ นิ้ว เบอร์ 4 เบอร์ 10 เบอร์ 40 และเบอร์ 200 ซึ่งเป็นขนาดแบ่งชนิดของ กรวด ทรายหยาบ ทรายละเอียด และดินเม็ดละเอียด จากขนาดตะแกรงหลักเหล่านี้ เพิ่มเติมขนาดตะแกรงในช่วงที่ต้องการเพื่อให้ได้ค่าไปเขียนจุด(Plot) ในกราฟได้จุดมากพอ(ในสเกล Log)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.8 การจำแนกชนิดของดินจากผลการทดสอบขนาดเม็ดดิน

มีมาตรฐานการจำแนกหลายมาตรฐาน มาตรฐานหลักที่นิยมใช้มี 3 มาตรฐาน คือ

1) มาตรฐานสมาคมทดสอบวัสดุอเมริกัน (ASTM D –422)
2) มาตราฐานอังกฤษ (BS 1377)
3) มาตราฐานสถาบันเอ็มไอที (MIT)

5.3.9 การกระจายของเม็ดดิน(Grain Size Distribution)

จากการวิเคราะห์นำมาหาจุด (Plot) ค่าเปอร์เซ็นต์ผ่านตะแกรง ในแกนตั้งต่อขนาดช่องลอดตะแกรงในแกนนอนในสเกล Log ตามมาตรฐานอังกฤษนิยมจัดสเกลขนาดตะแกรงใหญ่อยู่ทางขวามือ ส่วนมาตรฐานอเมริกันจัดสเกลขนาดตะแกรงใหญ่อยู่ทางซ้ายมือ จุดที่เขียนไว้ ลากต่อด้วยเส้นโค้งเรียบ (Smooth Curve) การเขียนโค้งการกระจายของเม็ดดินนี้ ทำให้วิศวกรสามารถเห็นการกระจายของเม็ดดินได้ทันทีดีกว่าการรายงานผลในรูปของตาราง

ในด้านวิศวกรรม วัสดุเม็ดหยาบที่จะนำไปก่อสร้าง คุณสมบัติที่ดีอย่างหนึ่งคือ ต้องมีขนาดเม็ดคละกันดี (Well Graded) ความคละของเม็ดดินดูได้จากโค้งผลการทดสอบหาขนาดของเม็ดดิน (Grain Size Distribution) เมื่อเปรียบกันโค้งที่ยาวตลอดขนาดสเกล แสดงลักษณะดินที่มีขนาดเม็ดคละกันดี ในทางตรงกันข้าม ถ้าโค้งมีลักษณะเป็นตัว S (หรือSกลับทาง) สั้น เกือบตั้งตรง ลักษณะเม็ดดินจะเป็นดินที่มีขนาดสม่ำเสมอ (Poorly Graded) ส่วนโค้งที่มีลักษณะเป็นชั้นๆ จะเป็นดินที่เรียกว่ามีขนาดขาดช่วง(Gap Graded)

เพื่อที่จะให้หลักการพิจารณาการกระจายของเม็ดดินเป็นมาตรฐาน จึงได้กำหนดสูตรการคำคำนวณค่าสัมประสิทธิ์สำหรับการกระจายของเม็ดดิน (ใช้เฉพาะดินเม็ดหยาบ)ดังนี้คือ :-

1) สัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอ (Coefficient of Uniformity),

$$C_U = \frac{D_{60}}{D_{10}} \tag{5.4}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) สัมประสิทธิ์ความโค้ง (Coefficient of Curvature),

$$C_Z = \frac{D^2{}_{30}}{D_{10} \times D_{60}} \tag{5.5}$$

ซึ่งเป็นสัมประสิทธิ์จากลักษณะของโค้ง เมื่อ D10, D30 และ D60 เป็นขนาดเม็ดดินที่เปอร์เซ็นต์ลอดผ่านตะแกรงที่ 10, 30 และ 60 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ค่าสัมประสิทธิ์ CU เป็นการประเมินการกระจายของเม็ดดินที่เปอร์เซ็นต์ลอดผ่านตะแกรงผ่าน 2 จุด คือที่ 10 เปอร์เซ็นต์ และ 60 เปอร์เซ็นต์ แต่สำหรับโค้งของดินชนิดของช่วง (Gap Graded) อาจจะไม่สามารถแยกความแตกต่างจากการคำนวณได้ จึงได้กำหนดค่าสัมประสิทธิ์ CZ เพิ่มขึ้นมา

จากผลการคำนวณ สามารถจำแนกการกระจายของดินได้ดังนี้:-

กรวดมีความคละกันดี (Well Graded Gravel) CU >4

CZ =1-3

ทรายมีความคละกันดี(Well Graded Sand) CU >6

CZ =1-3

ดินที่มีขนาดเม็ดดินสม่ำเสมอ(Poorly Graded) CU ≅ 1 (ใกล้1.0)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 ขนาดตะแกรง (Bowles, 1978)

มาตรฐานอเมริกา (ASTM E-11)		มาตรฐานอเมริกา (ASTM E-11)	
ขนาด หรือ เบอร์	ขนาดช่องลอด (มม. หรือไมครอน)	ขนาด หรือ เบอร์	ขนาดช่องลอด (มม. หรือไมครอน)
4 ”	100.0	เบอร์ 4	4.75
3 ”	75.0	เบอร์ 5	4.00
2 ½ ”	63.0	เบอร์ 6	3.35
2 ”	50.0	เบอร์ 7	2.80
1 ¾ ”	45.0	เบอร์ 8	2.36
1 ½ ”	37.5	เบอร์ 10	2.00
1 ¼”	31.5	เบอร์ 12	1.70
1”	25.0	เบอร์ 14	1.40
¾”	19.0	เบอร์ 16	1.18
5/8”	16.0	เบอร์ 18	1.00
½”	12.5	เบอร์ 20	850 ไมครอน
3/8 ”	9.5	เบอร์ 25	710 ไมครอน
5/16”	8.0	เบอร์ 30	600 ไมครอน
¼”	6.3	เบอร์ 35	500 ไมครอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 ขนาดตะแกรง(ต่อ) (Bowles, 1978)

มาตรฐานอเมริกา (ASTM E-11)		มาตรฐานอเมริกา (ASTM E-11)	
ขนาด หรือ เบอร์	ขนาดช่องลอด(มม. หรือไมครอน)	ขนาด หรือ เบอร์	ขนาดช่องลอด(มม. หรือไมครอน)
เบอร์ 40	425 ไมครอน	เบอร์ 140	106 ไมครอน
เบอร์ 45	355 ไมครอน	เบอร์170	90 ไมครอน
เบอร์ 50	300 ไมครอน	เบอร์ 200	75 ไมครอน
เบอร์ 60	250 ไมครอน	เบอร์ 230	63 ไมครอน
เบอร์ 70	212 ไมครอน	เบอร์ 270	53 ไมครอน
เบอร์ 80	180ไมครอน	เบอร์ 325	45 ไมครอน
เบอร์ 100	150 ไมครอน	เบอร์ 400	38 ไมครอน
เบอร์ 120	125 ไมครอน		

ตารางที่ 5.5 ขนาดของตะแกรงสำหรับคัดวัสดุผสมคอนกรีต (ASTM C –33)

ขนาดของลอดตะแกรง (Sieve Opening)	
มวลละเอียด (Fine Aggregate)	มวลหยาบ (Coarse Aggregate)
3/8”	4”
เบอร์ 4	3 ½ ”
เบอร์ 8	2 ½”
เบอร์ 16	2”
เบอร์ 30	1 ½”
เบอร์ 50	1”
เบอร์ 100	¾”
	½”
	3/8”
	เบอร์ 4
	เบอร์ 8
	เบอร์ 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6 ขนาดน้ำหนักตัวอย่างดินสำหรับการทดสอบตะแกรงร่อน

ขนาดเม็ดดินใหญ่สุด	น้ำหนักตัวอย่างดิน
ขนาดเม็ดละเอียด	
ดินผ่านตะแกรงเบอร์ 8 มากกว่า 95 %	100 กรัม
ดินผ่านตะแกรงเบอร์ 4 มากกว่า 90 %	500 กรัม
ดินเม็ดหยาบ	
3/8"	1 กก.
½"	2 กก.
¾"	5 กก.
1"	10 กก.
1 ½"	15 กก.
2"	20 กก.
2 ½"	25 กก.
3"	30 กก.
3 ½"	35 กก.

5.3.10 ทฤษฎีการตกตะกอนของสโตรค

ทฤษฎีการตกตะกอนของสโตรค สามารถหาศึกษารายละเอียดได้ในตำราปฏิพีกลศาสตร์ทั่วๆไปซึ่งพอที่จะสรุปได้ คือ ดินเม็ดใหญ่จะตกตะกอนก่อนดินเม็ดเล็กตามลำดับ อัตราความเร็วการตกตะกอนของดินเม็ดกลม ในวัสดุเหลวหาได้จากสมการ

$$v = \frac{D^2(\rho_s - \rho_w)}{18\mu} \tag{5.6}$$

หรือ

$$D = \sqrt{\frac{18\mu}{\rho_s - \rho_w}\sqrt{\frac{Z_r}{t}}} \tag{5.7}$$

เมื่อ

D = เส้นผ่านศูนย์กลางเม็ดดิน ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ρ_s = ความหนาแน่นของเม็ดดิน กรัม/ซม.^{3}

ρ_w = ความหนาแน่นของวัสดุเหลว (น้ำ) กรัม/ซม.^{3}

μ = ความหนืด (Viscosity) ของน้ำ กรัม-วินาที/ซม.^{3}

v =อัตราความเร็วการตกตะกอน ซม./วินาที

Z_r =ระยะทางที่ตกตะกอนของเม็ดดิน ซม.

t =ระยะเวลา วินาที

สำหรับการวิเคราะห์ไฮโดรมิเตอร์สามารถแปลงหน่วยให้เหมาะสมในการคำนวณได้คือ

$$D = 5.531\sqrt{\frac{\mu}{\rho_s - \rho_w}}\sqrt{\frac{Zr}{t}} \quad \text{มม.} \tag{5.8}$$

$$D = 5.531\sqrt{\frac{\mu}{\left(\frac{G_S}{G_T} - 1\right)\rho_w}}\sqrt{\frac{Zr}{t}} \quad \text{มม.} \tag{5.9}$$

$$D = K2\sqrt{\frac{Z_r}{t}} \quad \text{มม.} \tag{5.10}$$

เมื่อ Gt = องค์ประกอบแก้อุณหภูมิ

Gs = ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน

เปอร์เซ็นต์ผ่าน (Percent Finer) คำนวณได้จากสูตร

$$N = \frac{G_S}{G_S - 1}\frac{V}{W_S}\rho_{wc}(r - r_w) \times 100 \quad \% \tag{5.11}$$

$$N = \frac{G_S}{G_S - 1}\rho_{wc}(R - R_w) \times 100 \quad \% \tag{5.12}$$

$$N = K1(R - R_W) \quad \% \tag{5.13}$$

เมื่อ

$$K1 = \frac{\rho_{wc} \times G_s \times 100}{(G_s - 1)W_s} \tag{5.14}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R = 1000\left(r - 1\right) \tag{5.15}$$

$$R_w = 1000\left(r_w - 1\right) \tag{5.16}$$

r, r_w = อ่านค่าสเกลไฮโดรมิเตอร์ในน้ำโคลนและน้ำตามลำดับ

ρ_{wc} = ความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิสอบเทียบไฮโดรมิเตอร์ กรัม/ซม^3

Ws = น้ำหนักดินแห้ง กรัม

ค่าเปอร์เซ็นต์ผ่านเป็นเพียงเปอร์เซ็นต์ผ่านเฉพาะการคำนวณไฮโดรมิเตอร์ซึ่งที่ขนาดดินเม็ดใหญ่สุดจะได้ค่า N = 100 % ในกรณีที่นำตัวอย่างที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 มาวิเคราะห์ไฮโดรมิเตอร์ (วิเคราะห์แบบรวม) จะต้องหาเปอร์เซ็นต์ผ่านต่อส่วนของตัวอย่างดินทั้งหมดเป็น

$$N^{*} = N \times F \tag{5.17}$$

เมื่อ

F = สัดส่วนผ่านเบอร์ 200 ต่อตัวอย่างดินทั้งหมด

เมื่อนำค่า N^{*} , D ไปเขียนจุดรวมกับผลการวิเคราะห์แบบตะแกรงร่อนจะได้โค้งที่ต่อกันประมาณบริเวณตะแกรงเบอร์ 200

5.3.11 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินด้วยตะแกรงร่อน (Sieve Analysis)

1. เครื่องมือ

1) กล่องแบ่งตัวอย่างดิน (Sample Splitter)
2) ถาดใส่ตัวอย่างขนาด 45 ซม. x 45 ซม.หรือ 60 ซม.x 60 ซม.
3) ตะแกรงร่อน (Sieve) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 ซม.
4) เครื่องเขย่าตะแกรง (Sieve Shaker)
5) เครื่องชั่งขนาด 2 กก. ดินละเอียด 0.1 กรัม
6) แปรงทำความสะอาดตะแกรง แปรงลวดสำหรับตะแกรงหยาบ แปรงขนสำหรับตะแกรงละเอียด
7) ภาชนะเบ็ดเตล็ด มือตักดิน (Soil Scoop)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ขั้นตอนการปฏิบัติ

1) เลือกขนาดตะแกรงตามขนาดเล็กใหญ่ของดิน โดยเลือกตะแกรงที่มีขนาดใหญ่กว่า เม็ดดินที่มีขนาดใหญ่ที่สุด ส่วนตะแกรงอื่นๆเลือกตะแกรงที่มีขนาดเล็กลงไปประมาณครึ่งเท่าต่อๆไป รวมทั้งเบอร์ ¾ นิ้ว เบอร์ 4 เบอร์ 10 เบอร์ 40 เบอร์ 100 เบอร์ 200 และถาดรับ – ฝาปิด
2) ทำความสะอาดตะแกรงขนาดหยาบด้วยแปรงลวด และขนาดละเอียดด้วยแปรงขนอ่อน นำตะแกรงแต่ละอันขึ้นชั่งน้ำหนัก
3) เตรียมตัวอย่างจากกอง มีขนาดเพียงพอ ตัวอย่างต้องแห้งพอประมาณที่ระหว่างการทดสอบจะไม่เปลี่ยนน้ำหนักเนื่องจากน้ำระเหยและดินไม่จับตัวกันแต่ไม่จำเป็นต้องอบแห้ง
4) เรียงตะแกรงบนเครื่องเขย่า โดยวางตะแกรงขนาดใหญ่สุดอยู่บนตามลำดับขนาดลงไปและถาดรับอยู่ล่างสุด เทตัวอย่างลงบนตะแกรงอันบน ปิดฝา สั่นตะแกรงประมาณ 5 – 10 นาที หลังจากนั้นแยกตะแกรงแต่ละอัน ออกมาชั่ง จะเป็นน้ำหนักตะแกรง + น้ำหนักดินที่ค้างตะแกรง

3. การคำนวณและรายงานผล

1) คำนวณน้ำหนักตัวอย่างที่ค้างตะแกรงแต่ละขนาด = (น้ำหนักตะแกรง + ดิน) – น้ำ หนักตะแกรง
2) รวมสะสมน้ำหนักดินที่ค้างตะแกรงแต่ละขนาด (Accumulative Retained) จนถึงถาดรับตรวจสอบน้ำหนักที่คำนวณได้กับน้ำหนักที่นำมาทดสอบควรจะหายไปไม่เกิน 2 %
3) คิดน้ำหนักสะสมที่ค้างตะแกรงแต่ละขนาดเป็นเปอร์เซ็นต์ ด้วยการหารน้ำหนักดินรวมคูณด้วย 100
4) คิดเปอร์เซ็นต์ตัวอย่างคิดที่ผ่านตะแกรง (Finer) แต่ละขนาด ด้วยการนำเปอร์เซ็นต์น้ำหนักสะสมลบออกจาก 100
5) การรายงานผลทำได้ 2 วิธี คือ รายงานผลในรูปของตาราง หรือ รายงานผลโดยการนำไปพล๊อตในกราฟ แล้วลากเส้นโค้งเรียบผ่านจุดพล๊อต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.12 การทดสอบหาขนาดดินด้วยไฮโดรมิเตอร์

1. เครื่องมือเฉพาะ

1) ไฮโดรมิเตอร์ (Hydrometer) ชนิดอ่านค่าความถ่วงจำเพาะจาก0.995 ถึง1.030
2) เครื่องปั่นดิน(Mechanical Mixer)
3) ผงเคมี(dispersing Agent) ใช้ Sodium Hexa-Metaphosphate
4) กระบอกไฮโดรมิเตอร์ หรือกระบอกตวง 1000 มล. 2 ใบ
5) เทอร์โมมิเตอร์
6) นาฬิกาจับเวลา
7) น้ำกลั่น

2. เครื่องมือทั่วไป

1) เครื่องชั่ง อ่านละเอียด 0.01 กรัม
2) ตู้อบ
3) ภาชนะใส่ตัวอย่างดิน ภาชนะผสมดินและมีดผสมดิน
4) อ่างดูดความชื้น

3. ขั้นตอนการปฏิบัติ เตรียมเครื่องมือ

1) เตรียมน้ำกลั่นปริมาณ 2000 มล. ไว้ในห้องเพื่อให้อุณหภูมิคงที่
2) เตรียมน้ำยา(Dispersing Agent) ใช้ผง Sodium Hexa-Metaphosphate 4%ละลายในน้ำกลั่น(ผงยา 4 กรัม ละลายน้ำ 100 มล.) ผสมให้เข้ากันดี
3) ฝึกการจุ่มไฮโดรมิเตอร์ และอ่านให้ชำนาญ เวลาที่ใช้จุ่มก่อนไม่ควรเกิน 15 วินาที
4) เตรียมน้ำกลั่นเปล่าในกระบอกแก้ว 1 ใบ จุ่มไฮโดรมิเตอร์แล้วอ่านค่าไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทดสอบ(Calibration) ไฮโดรมิเตอร์ (ก่อนหรือหลังการทดสอบ)

4.1 วัตถุประสงค์

เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าอ่านสเกลที่ก้านไฮโดรมิเตอร์ และ ระยะความยาวจากค่าอ่านถึงจุดกึ่งกลางกระเปาะไฮโดรมิเตอร์

4.2 ทำการสอบเทียบ 2 อย่าง

1) สอบเทียบสำหรับค่าอ่าน 0-2 นาที
2) สอบเทียบสำหรับค่าอ่าน หลัง 2นาที

5. วิธีการทดสอบ

1) จับไฮโดรมิเตอร์นอนหรือวางตั้ง วัดระยะจากจุดกึ่งกลางของกระเปาะ (จากปลายถึงคอ) ไปยังค่าอ่านสเกลไฮโดรมิเตอร์ที่ก้าน 3 ค่า (เช่น 1.000, 1.010, 1.020)
2) นำค่าที่วัดได้มาพล็อตกับค่าที่อ่าน R=1000r ระยะที่วัดเป็น Zr ต่อจุดด้วยเส้นตรง ได้กราฟ A สำหรับค่าอ่านจาก 0-2 นาที (ไมเอาไฮโดรมิเตอร์ออกระหว่างการอ่าน)
3) วัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของกระบอกแก้ว
4) วัดปริมาตรของกระเปาะไฮโดรมิเตอร์
   4.1) ด้วยวิธีแทนที่น้ำในกระบอกแก้ว ปริมาตรน้ำที่เปลี่ยนแปลงอ่านจากระบอกแก้วเมื่อจุ่มไฮโดรมิเตอร์ จะเป็นปริมาตรของไฮโดรมิเตอร์
   4.2) ด้วยการชั่งไฮโดรมิเตอร์ แล้วคูณด้วยค่าอ่านต่ำสุดที่สเกลอ่านของไฮโดรมิเตอร์จะมีค่าเป็นปริมาตรของไฮโดรมิเตอร์
5) เตรียมกราฟ B สำหรับอ่านค่าจาก 2 นาทีขึ้นไปแก้ผลกระทบการจุ่ม (จุ่มไฮโดรมิเตอร์ลงอ่านทุกครั้งเสร็จแล้วเอาออก) โดยลบกราฟ A ในแกน Zr ด้วย

$$\frac{Vh}{2Aj} \text{ คือ } \left(Z_r - \frac{Vh}{2Aj} \right) \qquad (5.18)$$

เมื่อ :- Vh = ปริมาตรของไฮโดรมิเตอร์

Aj = พื้นที่หน้าตัดกระบอกแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การวัดแก้โค้งผิวน้ำ (Meniscus Correction)

เมื่อจุ่มไฮโดรมิเตอร์ลงน้ำ ผิวน้ำที่ก้านไฮโดรมิเตอร์จะเกิดโค้งผิวน้ำ (Meniscus) ในลักษณะโค้งขึ้น ในการอ่านค่าทดสอบ ในขณะที่น้ำยังขุ่นอยู่จะไม่สามารถอ่านค่าไฮโดรมิเตอร์ที่ผิวน้ำได้เห็น จึงจะทำการอ่านค่าทั้งหมดที่ผิวโค้งบนดังนั้นจึงจะต้องอ่านค่าแก้โค้งผิวน้ำก่อนหรือหลังการทดลอง

- นำไฮโดรมิเตอร์จุ่มในการกระบอกน้ำเปล่า รอจนกระทั่งไฮโดรมิเตอร์ อยู่นิ่ง
- อ่านค่าสเกลไฮโดรมิเตอร์ระดับตา อ่านค่าสเกลครั้งแรกที่ผิวน้ำ(สังเกตเมื่อปรับระดับสายตาในระดับผิวน้ำมีลักษณะเป็นผิวกระจก) แล้วจึงอ่านค่าสเกลครั้งที่สองที่โค้งผิวน้ำบน
- ค่าผลต่างการอ่านทั้งสองคูณ 1000 คือค่าแก้โค้งผิวน้ำ(Meniscus Correction) โดยสมมติค่าแก้โค้งผิวน้ำในน้ำเปล่ามีค่าเท่ากับค่าแก้ผิวน้ำในน้ำโคลน สำหรับไฮโดรมิเตอร์แบบอ่านค่าความถ่วงจำเพาะที่มีสเกล อ่านค่า 0.995 ถึง 1.030 จนมีค่าแก้โค้ง(Meniscus Correction) ประมาณ 0.5 (หลังจากคูณด้วย 1000)

7. การทดลอง

1) เตรียมกระบอกแก้ว 1 ใบ ใส่น้ำกลั่นถึงขีด 1000 มล.
2) ผสมน้ำโคลนให้เข้ากันให้ดีเทน้ำโคลนส่วนหนึ่งลงในกระบอกแก้วเติมน้ำประมาณ 850 มล. เขย่ากระบอกขึ้น-ลง ด้วยฝ่ามือทั้งสองจนเข้ากันดี ทดลองจุ่มไฮโดรแล้วอ่านค่า ค่าแรกที่อ่าน 15วินาทีต้องได้ค่าประมาณ 1.025-1.030 (ไม่เกินขีดอ่านสูงสุด) แสดงว่าน้ำ โคลนที่เทแบ่งมาทดลองข้นไป เขย่าน้ำโคลนให้เข้ากันแล้วเทน้ำโคลนออกมาส่วนหนึ่ง แล้วเติมน้ำทดลองใหม่ เมื่อได้ค่าอ่านพอเหมาะแล้ว
3) เทน้ำโคลนใส่กระป๋องปั่นดิน เติมน้ำยาที่เตรียมไว้ 125 มล.เดินเครื่องปั่นประมาณ 10 นาที จึงเทน้ำโคลนลงในกระบอก น้ำโคลนส่วนที่เหลือ(จากการล้างตะแกรงผ่าน) ตะแกรงเบอร์ 200) นำเข้าอบแห้ง น้ำโคลนในกระบอกทำการทดลองตามข้อ 6) ถึงข้อ 9
4) ถ้าใช้ดินแห้ง(ต้องระมัดระวังในการเตรียมตัวอย่างที่เป็นตัวแทนจริงๆ) ดินประมาณ 50 กรัม ถ้าใช้ดินชื้นจะใช้ประมาณ 50 x (1+ 0.01W) เมื่อ W คือ ความชื้นในดิน ,%
5) ผสมดินคลุกเคล้าในถ้วย จนเข้ากันดี จึงเติมน้ำ เทใส่ในกระป๋องปั่นดิน เติมน้ำยาที่เตรียมไว้ 125 มล. ปั่นเช่นเดียวกับข้อ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) นำตัวอย่างน้ำโคลนที่ปั่นแล้วใส่กระบอกเติมน้ำจนถึงขีด 1000 มล. เขย่าให้เข้ากันดีด้วย ฝ่ามือทั้งสองข้าง

7) เมื่อตั้งกระบอกลงจุ่มไฮโดรมิเตอร์ทันที แล้วอ่านค่าหลังจากวางกระบอก 15 วินาที ,30 วินาที ,1 นาที ,2 นาที หลังจากนั้นผสมน้ำโคลนใหม่ แล้วเริ่มทดลองใหม่สังเกตค่าอ่านที่ 15 วินาที , 30 วินาที , 1นาที ในแผ่นข้อมูลว่ามีค่าเท่ากันหรือไม่ อ่านค่าที่ 2 นาที อีกครั้ง การอ่านอ่านขอบบนของโค้งน้ำที่ก้านไฮโดรมิเตอร์เมื่ออ่านเสร็จ(หลังค่าอ่าน 2 นาที) ยกไฮโดรมิเตอร์ออกไปจุ่มไว้ในกระบอกน้ำเปล่าที่เตรียมไว้

8) ทำการอ่านต่อไป เพิ่มระยะเวลาอ่านครั้งต่อไปประมาณ 2 เท่า อ่านค่าอุณหภูมิเป็นครั้งคราว อ่านค่าไฮโดรมิเตอร์ในน้ำกลั่นในกระบอกที่เตรียมไว้ในข้อ 1) ด้วยและอ่านค่าต่อไปวันละ 2 ครั้ง จนกระทั่งค่าอ่านประมาณคงที่ จึงหยุดการทดลอง สำหรับดินเหนียวที่มีขนาดเม็ดดินละเอียดมากจะใช้เวลาในการอ่านประมาณ 3-5 วัน ระหว่างนั้นควรหาฝาปิดกระบอกไว้

9) เมื่อเสร็จสิ้นการทดลอง เขย่ากระบอกเทน้ำโคลนออกจากกระบอกใส่ภาชนะต้องล้างเศษดินที่ก้นกระบอกออกให้หมด นำเข้าอบแห้ง

8. การคำนวณ

ก. สำหรับการทดลองแยก (ดินเหนียวล้วน)

1) เปอร์เซ็นต์ผ่าน (Percent Finer),

$$N = K1(R - R_w) \qquad (5.19)$$

เมื่อ

$$K1 = \frac{\rho_{wc} x G_s x 100}{(G_s - 1)W_s}$$

G_s = ความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน (Specific Gravity of Soil Solid)

W_s = น้ำหนักดินแห้ง กรัม

R = (r-1)x1000, r_w = ค่าอ่านไฮโดรมิเตอร์ในน้ำโคลน

R_w = (r_w-1)x1000, r_w = ค่าอ่านไฮโดรมิเตอร์ในน้ำกลั่น

ρ_{wc} = ความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิสอบเทียบไฮโดรมิเตอร์ กรัม/ซม^3

หมายเหตุ: ในการคำนวณขั้นนี้ไม่ต้องแก้โค้งผิวน้ำ (Meniscus)

ข. สำหรับการทดลองรวม (Combined)

เปอร์เซ็นต์ผ่าน (Percent Finer),

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$N' = NxF \qquad (5.20)$$

เมื่อ

F = สัดส่วนดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ที่ได้จากการทดสอบด้วยตะแกรงร่อน(คิดน้ำหนักดินแห้งที่เทออกตอนทดสอบไฮโดรมิเตอร์ด้วย)

9. การคำนวณขนาดของเม็ดดิน

1) แก้โค้งผิวน้ำ(Meniscus) กับค่าอ่านทุกค่า

Rc = R +(Meniscus x100)

R = ค่าอ่านไฮโดรมิเตอร์

2) จากค่า R c แต่ละค่าอ่านกราฟ A (ค่าอ่าน 0 – 2 นาที) หรืออ่านกราฟ B (ค่าอ่าน 2 นาทีขึ้นไป)เพื่อให้ได้ค่า Zr สำหรับค่าอ่านนั้นๆ

3) คำนวณขนาดเม็ดดิน(เส้นผ่านศูนย์กลาง)

$$D = K2\sqrt{\frac{z_r}{t}} \quad \text{มม.} \qquad (5.21)$$

เมื่อ

$$K2 = 5.531 \times 10^{-3}\sqrt{\frac{\mu}{\rho_s - \rho_w}} = 5.531 \times 10^{-3}\sqrt{\frac{\mu}{(\frac{G_s}{G_T} - 1)\rho_w}}$$

μ = ความหนืด(Viscosity) ของน้ำ ,millipoises

ρ w = ความหนาแน่นของน้ำที่อุณหภูมิทดสอบ ,กรัม/ซม^3

ρ_s = ความหนาแน่นของเม็ดดิน, กรัม/ซม^3

t = เวลาที่ใช้อ่านไฮโดรมิเตอร์ค่า Zr นั้นๆ, นาที

Gt = องค์ประกอบแก้อุณหภูมิ

Zr = ระยะทางที่เม็ดดินตกตะกอนในเวลา t ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

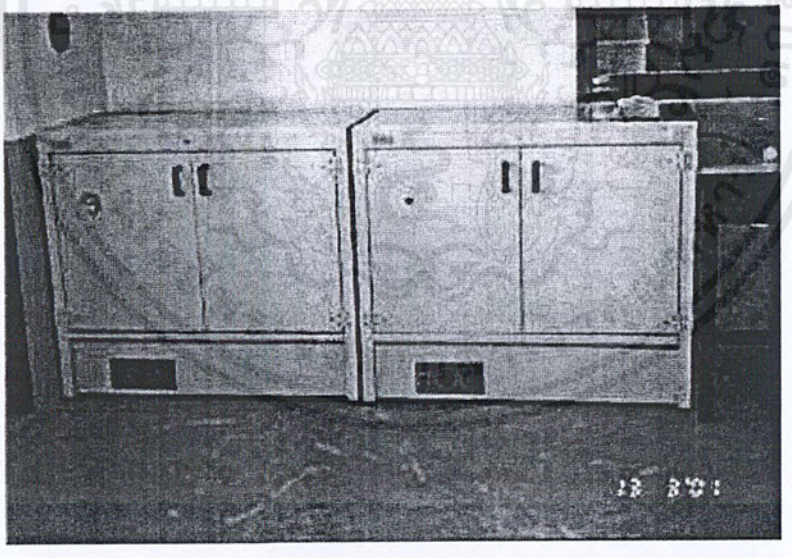
10. รายงานผล

นำผลที่คำนวณได้ ขนาดเม็ดดิน(D) และเปอร์เซ็นต์ผ่าน (N ,N') ไปพล็อตในกราฟการกระจายของเม็ดดิน(Grain Size Distribution) หรือพล็อตเพิ่มจากผลการคำนวณตะแกรงร่อน ถ้าทำการทดสอบแบบรวม(Combined Analysis)หรือพล็อตเพิ่มจากผลการคำนวณตะแกรงร่อน

รูปที่ 5.4 การร่อนแยกตัวอย่างดินที่เป็นดินเหนียว

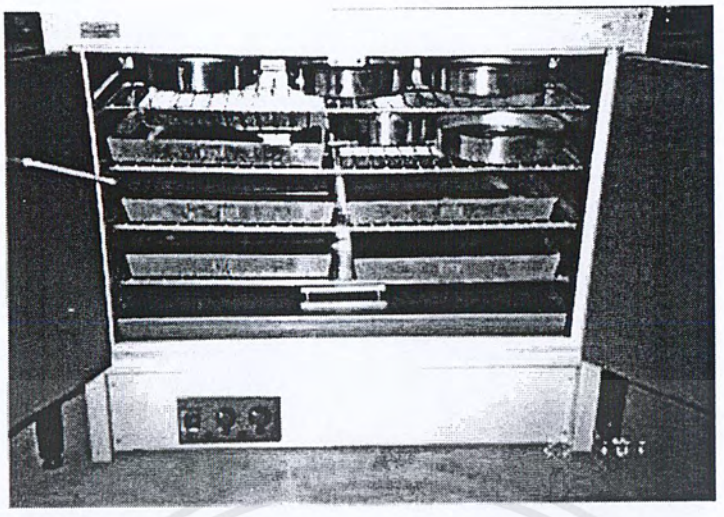
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.5 ดินที่ผ่านการทำร่อนเปียกแล้ว

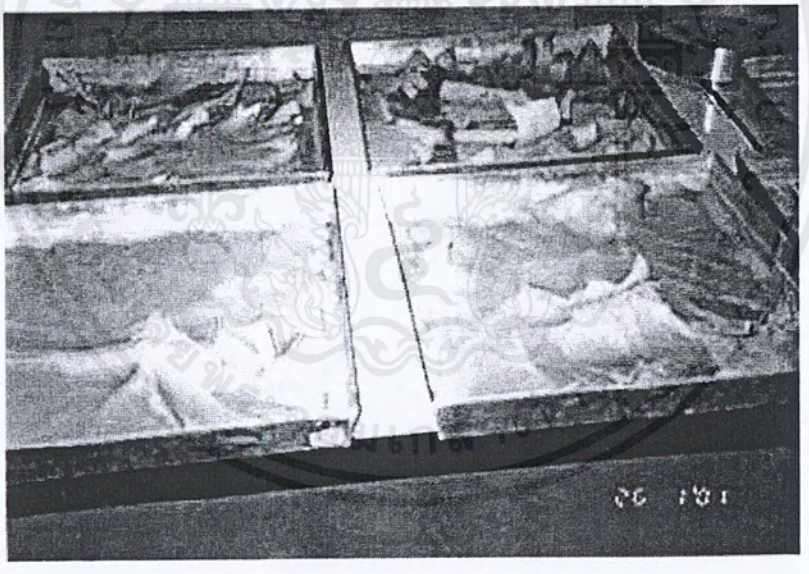


รูปที่ 5.6 ตู้อบดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

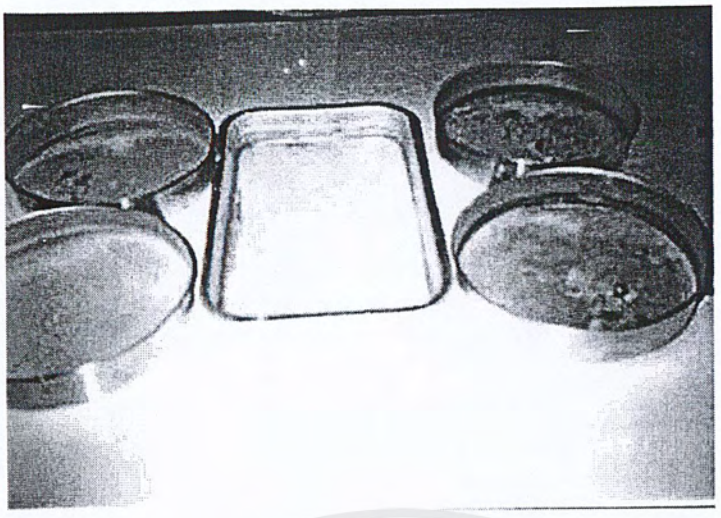


รูปที่ 5.7 การนำดินที่ผ่านการทำร่อนเปียกมาอบแห้ง



รูปที่ 5.8 ดินที่ผ่านตระแกรงเบอร์ 200 แบบร่อนเปียก และผ่านการอบแห้งเป็นเวลา 1 วัน

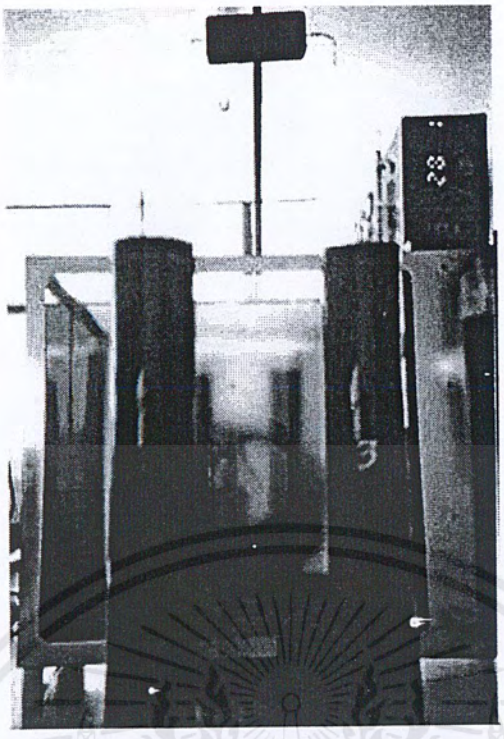
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



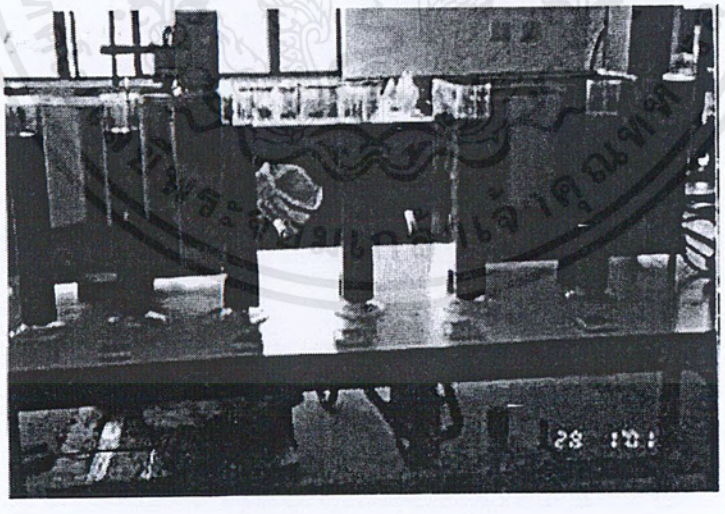
รูปที่ 5.9 ดินที่ไม่ผ่านตระแกรงเบอร์ 200 แบบร่อนเปียก และผ่านการอบแห้งเป็นเวลา 1 วัน

รูปที่ 5.10 อุปกรณ์การทำร่อนแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.11 การหาการกระจายตัวของเม็ดดินโดยวิธีไฮโดรมิเตอร์



รูปที่ 5.12 การหาการกระจายตัวของเม็ดดินโดยวิธีไฮโดรมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างดินที่ได้มานั้นมีอยู่ 2 แบบ คือ

1) ตัวอย่างดินที่ได้จากเครื่องเจาะดินมีความลึกประมาณ 25 เมตรซึ่งได้ตัวอย่างมา 14 ตัวอย่างได้แก่ที่ชั้น 0.00-0.45 , 2.00-2.45 , 3.00-3.45 , 4.00-4.45 , 6.00-6.45 , 8.00-8.45 , 10.00-10.45 , 12.00-12.45 , 14.00-14.45 , 16.00-16.45 , 18.00-18.45 , 20.00-20.45 , 22.00-22.45 และ 24.00-24.45 เมตร ตามลำดับ

2) ตัวอย่างดินที่ได้การใช้ Hand Auger ขุดโดยการขุดเจาะที่ความลึกประมาณ 2.80 เมตร ได้แก่ 0.00-0.12 , 0.12-0.21 , 0.21-0.31 , 0.31-0.40 , 0.40-0.50 , 0.50-0.58 , 0.58-0.68 , 0.68-0.76 , 0.76-0.85 , 0.85-0.95 , 0.95-1.04 , 1.04-1.14 , 1.14-1.22 , 1.22-1.30 , 1.30-1.39 , 1.39-1.50 , 1.50-1.60 , 1.60-1.69 , 1.69-1.80 , 1.80-1.92 , 1.92-2.05 , 2.05-2.10 , 2.10-2.23 , 2.23-2.35 , 2.35-2.48 , 2.48-2.59 , 2.59-2.70 และ 2.70-2.79 เมตร ตามลำดับรวมทั้งหมด 28 ตัวอย่าง เนื่องจากตัวอย่างมีลักษณะคล้าย ๆ กันในบางชั้นที่ติดกันสามารถแบ่งชั้นดินได้เป็น 6 ตัวอย่างดังนี้

ตัวอย่างที่ 1	ตั้งแต่ความลึก 0.00-0.21 เมตร
ตัวอย่างที่ 2	ตั้งแต่ความลึก 0.21-0.50 เมตร
ตัวอย่างที่ 3	ตั้งแต่ความลึก 0.50-1.13 เมตร
ตัวอย่างที่ 4	ตั้งแต่ความลึก 1.13-1.60 เมตร
ตัวอย่างที่ 5	ตั้งแต่ความลึก 1.60-2.48 เมตร
ตัวอย่างที่ 6	ตั้งแต่ความลึก 2.48-2.79 เมตร

ผลการทดลองที่ได้มีดังนี้

ตารางที่ 5.7 สรุปน้ำหนักดินที่ใช้ทำการทดลอง

ลำดับ	ความลึก m	น้ำหนักดินจริง	น้ำหนักดินแห้งที่ไม่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (แห้ง),g	น้ำหนักดินแห้งที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (แห้ง),g	รวมน้ำหนักดิน g	น้ำหนักดินสูญหาย g
1	0.00-0.21	1435.13	1062.99	371.44	1434.43	0.70
2	0.21-0.50	1013.25	779.40	233.07	1012.47	0.78
3	0.50-1.13	1651.28	1157.86	492.49	1650.35	0.93
4	1.13-1.60	1638.38	1113.64	523.86	1637.50	0.88
5	1.60-2.48	1599.43	1215.77	383.41	1599.18	0.25
6	2.48-2.79	1660.13	1178.16	481.85	1660.01	0.12
		8997.60	6507.82	2486.12	8993.94	3.66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.8 สรุปน้ำหนักดินที่ใช้ทำการทดลอง

ลำดับ	ชั้นดิน m	น้ำหนักดินจริง g	น้ำหนักดินแห้ง ไม่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (เปียก),g	น้ำหนักดินแห้งที่ไม่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (แห้ง),g	น้ำหนักดินแห้งที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (แห้ง),g	รวมน้ำหนักดิน (แห้ง),g	น้ำหนักดินแห้งที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (เปียก),g	น้ำหนักดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ทั้งหมด	รวมน้ำหนักดินทั้งหมด,g	น้ำหนักดินสูญหาย,g
1	0.00-0.45	881.46	378.82	358.10	20.22	378.32	499.33	519.55	877.65	3.81
2	2.00-2.45	624.15	408.19	393.35	14.01	407.36	212.81	226.82	620.17	3.98
3	3.00.3.45	418.92	383.47	377.62	2.67	380.29	37.25	39.92	417.54	1.38
4	4.00-4.45	290.64	268.29	263.96	4.13	268.09	22.20	26.33	290.29	0.35
5	6.00-6.45	284.65	268.89	264.51	3.92	268.43	15.36	19.28	283.79	0.86
6	8.00-8.45	354.41	71.09	69.55	1.35	70.90	283.45	284.80	354.35	0.06
7	10.00-10.45	562.78	368.32	364.28	3.08	367.36	192.78	195.86	560.14	2.64
8	12.00-12.45	918.40	728.47	722.98	5.15	728.13	187.98	193.13	916.11	2.29
9	14.00-14.45	246.21	215.35	207.81	6.38	214.19	31.16	37.54	245.35	0.86
10	16.00-16.45	823.55	405.06	388.67	16.36	405.03	412.03	428.39	817.06	6.49
11	18.00-18.45	444.89	344.28	331.74	11.69	343.43	101.28	112.97	444.71	0.18
12	20.00-20.45	818.64	241.92	237.21	4.64	241.85	576.10	580.74	817.95	0.69
13	22.00-22.45	793.05	78.15	74.91	2.66	77.57	714.69	717.35	792.26	0.79
14	24.00-24.45	242.10	70.05	65.08	4.06	69.14	172.53	176.59	241.67	0.43
รวม		7703.85	4230.35	4119.77	100.32	4220.09	3458.95	3559.27	7679.04	24.81

ตารางแสดงน้ำหนักดินที่ได้จากการทดลองร่อนเปียกและร่อนแห้ง แล้วจึงนำตัวอย่างดินที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไปการทดลองไฮโดรมิเตอร์ต่อไป

ตารางผลการทดลองอยู่ในภาคผนวก

เมื่อได้ทำการทดลองร่อนแห้งและไฮโดรมิเตอร์แล้วจะสามารถวาดกราฟการกระจายตัวของเม็ดดินได้แล้วจึงค่าสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของน้ำในดินได้ดังตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.9 ค่าความซึมได้ที่ได้จากการพล็อตกราฟ S Curve

การหาค่าความซึมได้ของดินจากกราฟ S Curve โดยใช้สมการของ Hazen

ระดับความลึกจากผิวดิน	D_{10} (มม.)	K (มม./วินาที)
0.00-0.45 m.	0.0000	0.000000
2.00-2.45 m.	0.0000	0.000000
3.00-3.45 m.	0.0500	0.025000
4.00-4.45 m.	0.0600	0.036000
6.00-6.45 m.	0.1600	0.256000
8.00-8.45 m.	0.0000	0.000000
10.00-10.45 m.	0.0000	0.000000
12.00-12.45 m.	0.0000	0.000000
14.00-14.45 m.	0.0250	0.006250
16.00-16.45 m.	0.0050	0.000250
18.00-18.45 m.	0.0125	0.001563
20.00-20.45 m.	0.0000	0.000000
22.00-22.45 m.	0.0000	0.000000
24.00-24.45 m.	0.0000	0.000000
Example 1	0.0140	0.001960
Example 2	0.0500	0.025000
Example 3	0.0600	0.036000
Example 4	0.0000	0.000000
Example 5	0.0200	0.004000
Example 6	0.0080	0.000640

D_{10} หมายถึง ขนาดเม็ดดิน(มม.)ที่มีส่วนที่เล็กกว่านี้เป็นจำนวน 10 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก

Kหมายถึงค่าความซึมได้ของดิน(มม./วินาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การออกแบบและการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบการซึมและการดำเนินงานซึ่งมีหัวข้อประกอบด้วยการออกแบบระบบการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน การออกแบบระบบระบายน้ำ การก่อสร้างระบบระบายน้ำ และการก่อสร้างระบบการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน

6.1 การออกแบบระบบการเติมน้ำลงสู่ชั้นใต้น้ำดิน

ในบทนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับการออกแบบระบบการซึมโดยนำข้อมูลที่ได้จากการดำเนินการทางภาคสนามได้แก่

ขั้นตอนการออกแบบระบบการซึม

1) ทำการกำหนดพื้นที่เหมาะสมในการทดลองวางระบบการซึมจริงโดยได้กำหนดที่จุดโรงเรียนบ้านเนินขวาง ต.ดงเสือเหลือง อ.โพธิ์ประทับช้าง จ.พิจิตร
2) เก็บรวบรวมข้อมูลที่ได้จากภาคสนามได้แก่
   - ค่าสัมประสิทธิ์ความซึมได้ของน้ำในดินต่อหน่วยความยาว (a) มีค่าเท่ากับ 0.00005 (1/s)
   - ขนาดพื้นที่หลังคา มีค่าเท่ากับ 200 ตร.ม.
   - ค่าความพรุน (Porosity) มีค่าเท่ากับ 0.48
   - ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางท่อมีค่าเท่ากับ 10 ซม.
   - พื้นที่หน้าตัดของท่อ มีค่าเท่ากับ 78.57143 ตร.ซม.
   - เส้นรอบวงของท่อ มีค่าเท่ากับ 31.42897 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การหาค่าความเข้มฝน (I)

จากข้อมูลฝนที่ได้มานั้นทำการเป็นข้อมูลฝนราย 3 ชั่วโมงในช่วง 25 ปีล่าสุด

ตารางที่ 6.1 ปริมาณความเข้มฝนราย 3 ชั่วโมง 25 ปี ล่าสุด

MAXIMUM RAINFALL IN MILLIMETRE

STATION : 378201 Phitsanulok*

YEAR	P E R I O D							
	1 DAY	2 DAYS	3 DAYS	5 DAYS	7 DAYS	10 DAYS	15 DAYS	30 DAYS
1976	141.5(05/05)	150.5(05/05)	158.4(03/05)	196.4(01/05)	212.2(18/09)	223.5(28/04)	254.0(30/04)	356.1(26/08)
1977	265.7(05/09)	278.4(05/09)	282.4(05/09)	300.0(05/09)	351.7(04/09)	425.7(05/09)	435.9(05/09)	593.7(18/08)
1978	66.2(09/06)	100.3(17/09)	110.8(16/09)	121.5(01/07)	150.3(28/06)	197.1(01/07)	240.4(27/06)	350.7(16/06)
1979	63.8(04/10)	85.4(04/10)	87.0(04/10)	140.9(08/06)	158.5(08/06)	206.0(03/06)	252.2(31/05)	333.1(18/05)
1980	116.1(06/09)	137.7(06/09)	143.3(23/08)	170.0(27/07)	223.6(17/08)	279.5(16/08)	325.8(23/08)	518.1(13/08)
1981	63.4(30/07)	74.8(30/07)	86.2(30/07)	124.5(29/07)	142.7(27/07)	186.1(24/07)	226.4(24/07)	359.7(24/07)
1982	88.7(19/05)	94.8(30/06)	99.6(05/09)	120.2(05/09)	163.8(01/09)	184.8(01/09)	195.8(27/08)	324.9(01/09)
1983	105.0(23/06)	141.1(21/08)	144.7(21/08)	153.5(04/08)	187.8(05/08)	262.6(29/07)	315.0(29/07)	500.3(24/07)
1984	54.0(14/09)	65.4(04/06)	81.9(03/06)	106.7(03/06)	121.5(27/08)	148.6(26/08)	189.7(20/08)	313.6(18/08)
1985	184.8(16/10)	267.3(16/10)	267.3(16/10)	311.0(13/10)	312.7(12/10)	334.9(13/10)	347.7(10/10)	461.2(24/09)
1986	73.8(13/06)	101.1(09/05)	129.0(08/05)	139.9(06/05)	141.3(06/05)	162.0(06/06)	218.0(06/06)	309.4(14/08)
1987	54.2(08/09)	105.1(07/09)	116.0(06/09)	117.6(06/09)	136.9(07/09)	150.1(06/09)	250.6(06/09)	302.3(06/09)
1988	130.5(19/08)	143.5(19/08)	144.7(19/08)	153.7(16/08)	155.0(15/08)	175.4(11/08)	248.4(07/08)	344.8(01/08)
1989	93.3(26/05)	162.6(26/05)	162.7(26/05)	222.4(26/05)	224.6(24/05)	262.0(20/08)	290.3(26/05)	440.6(01/08)
1990	52.4(18/07)	81.8(07/03)	81.8(07/03)	81.8(07/03)	106.0(18/07)	113.1(28/09)	149.7(27/09)	233.3(14/05)
1991	82.2(18/08)	124.0(18/08)	135.8(17/08)	139.1(15/08)	158.4(13/08)	182.7(10/08)	248.8(17/08)	321.5(01/08)
1992	71.2(14/09)	89.4(14/09)	104.0(04/08)	158.7(14/09)	168.8(13/09)	242.9(14/09)	302.6(14/09)	415.8(10/09)
1993	68.6(04/07)	81.3(04/07)	85.0(04/07)	116.8(27/08)	122.0(30/06)	154.8(22/08)	202.9(17/08)	308.7(22/08)
1994	100.8(27/05)	102.8(27/05)	126.6(08/05)	168.0(06/05)	183.7(06/05)	205.4(19/05)	288.1(27/05)	494.4(06/05)
1995	83.1(13/08)	104.5(12/08)	151.3(11/08)	204.5(09/08)	241.4(07/08)	293.7(05/08)	374.6(05/08)	583.5(05/08)
1996	66.1(03/09)	95.9(03/09)	113.3(02/09)	119.8(01/09)	164.6(11/09)	202.4(15/09)	285.9(11/09)	416.0(30/08)
1997	79.3(05/10)	123.6(04/10)	143.4(03/10)	155.5(03/10)	155.8(01/10)	167.1(27/09)	214.6(17/07)	257.8(16/07)
1998	111.1(07/07)	155.8(02/07)	184.4(02/07)	279.1(03/07)	369.6(02/07)	405.5(30/06)	446.9(30/06)	496.8(18/06)
1999	167.1(30/10)	227.4(30/10)	259.4(30/10)	262.3(29/10)	267.2(26/10)	273.7(24/10)	281.4(20/10)	385.8(03/10)
2000								
EXT.	265.7(1977)	278.4(1977)	282.4(1977)	311.0(1985)	369.6(1998)	425.7(1977)	446.9(1998)	593.7(1977)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ข้อมูลมาแล้วทำการวิเคราะห์หาค่าความน่าจะเป็นที่รอบการเกิดประมาณ 10 ปี โดยวิเคราะห์หากค่าฝนตกใน 1วัน , 2 วัน และ 3 วัน

ตารางที่ 6.2 ค่าความน่าจะเป็นที่หารอบการเกิดประมาณ 10 ปี ของปริมาณฝนมากสุดภายใน 1 วัน

ปี	ปริมาณฝนราย 3 ชม.	m	P	จำนวนรอบในการเกิด
1977	265.70	1	0.04	25.00
1985	184.80	2	0.08	12.50
1999	167.10	3	0.12	8.33
1976	141.50	4	0.16	6.25
1988	130.50	5	0.20	5.00
1980	116.10	6	0.24	4.17
1998	111.10	7	0.28	3.57
1983	105.00	8	0.32	3.13
1994	100.80	9	0.36	2.78
1989	93.30	10	0.40	2.50
1982	88.70	11	0.44	2.27
1995	83.10	12	0.48	2.08
1991	82.20	13	0.52	1.92
1997	79.30	14	0.56	1.79
1986	73.80	15	0.60	1.67
1992	71.20	16	0.64	1.56
1993	68.60	17	0.68	1.47
1978	66.20	18	0.72	1.39
1996	66.10	19	0.76	1.32
1979	63.80	20	0.80	1.25
1981	63.40	21	0.84	1.19
1987	54.20	22	0.88	1.14
1984	54.00	23	0.92	1.09
1990	52.40	24	0.96	1.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.3 ค่าความน่าจะเป็นที่หารอบการเกิดประมาณ 10 ปี
ของปริมาณฝนมากสุดภายใน 2 วัน

ปี	ปริมาณฝนราย 3 ชม.	m	P	จำนวนรอบในการเกิด
1977	288.4	1	0.04	25.00
1985	267.3	2	0.08	12.50
1999	259.4	3	0.12	8.33
1989	184.4	4	0.16	6.25
1998	162.7	5	0.2	5.00
1976	158.4	6	0.24	4.17
1988	151.3	7	0.28	3.57
1983	144.7	8	0.32	3.13
1980	144.7	9	0.36	2.78
1991	143.4	10	0.4	2.50
1997	143.3	11	0.44	2.27
1987	135.8	12	0.48	2.08
1995	129	13	0.52	1.92
1994	126.6	14	0.56	1.79
1986	116	15	0.6	1.67
1978	113.3	16	0.64	1.56
1996	110.8	17	0.68	1.47
1982	104	18	0.72	1.39
1992	99.6	19	0.76	1.32
1979	87	20	0.8	1.25
1990	86	21	0.84	1.19
1993	85	22	0.88	1.14
1981	81.9	23	0.92	1.09
1984	81.8	24	0.96	1.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.4 ค่าความน่าจะเป็นที่หารอบการเกิดประมาณ 10 ปี
ของปริมาณฝนมากสุดภายใน 3 วัน

ปี	ปริมาณฝนราย 3 ชม.	m	P	จำนวนรอบในการเกิด
1977	288.40	1	0.04	25.00
1985	267.30	2	0.08	12.50
1999	259.40	3	0.12	8.33
1998	184.40	4	0.16	6.25
1989	162.70	5	0.2	5.00
1976	158.40	6	0.24	4.17
1995	151.30	7	0.28	3.57
1983	144.70	8	0.32	3.13
1988	144.70	9	0.36	2.78
1997	143.40	10	0.4	2.50
1980	143.30	11	0.44	2.27
1991	135.80	12	0.48	2.08
1986	129.00	13	0.52	1.92
1994	126.60	14	0.56	1.79
1987	116.00	15	0.6	1.67
1996	113.30	16	0.64	1.56
1978	110.80	17	0.68	1.47
1992	104.00	18	0.72	1.39
1982	99.60	19	0.76	1.32
1979	87.00	20	0.8	1.25
1981	86.00	21	0.84	1.19
1993	85.00	22	0.88	1.14
1984	81.90	23	0.92	1.09
1990	81.80	24	0.96	1.04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่ารอบการเกิดที่ประมาณ 10 ปี ของปริมาณฝนมากสุดใน 1 , 2 และ 3 วัน จะเกิดในวันที่ 16 เดือนตุลาคม ปี 1985 ซึ่งมีข้อมูลดังนี้

ในปี 1985

ปริมาณฝนที่ตกมากสุดใน 1 วัน มีค่าเท่ากับ 184.8 mm/1 day

ปริมาณฝนที่ตกมากสุดใน 2 วัน มีค่าเท่ากับ 267.3 mm/2 day

ปริมาณฝนที่ตกมากสุดใน 3 วัน มีค่าเท่ากับ 267.3 mm/3 day

ตารางที่ 6.5 ปริมาณความเข้มฝน ณ เดือน ตุลาคม ปี 1985

time	1	4	7	10	13	16	19	22	total
1	0	0.6	0.1	0	0	0.1	0	0	0.8
2	0.1	0	0.3	0	0	0	0	0	0.4
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	2.6	0	2.6
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0.9	0.8	0	0	0	0	0	1.7
14	5.9	0.1	22.1	0	0	0	3.9	0.2	32.2
15	0	11.5	0	0	0	0	0	0	11.5
16	0	0	0	0	0	0	0.2	16	16.2
17	34.2	50	84.4	46.2	33.9	2.2	0.1	0.1	251.1
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0.8	0	0	0	0.8
20	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1
21	0	0	0	0	18.6	0	0.3	0	18.9
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	4.1	4.3	0	0	4.1	0.1	12.6
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	1.8	0	0	1.8
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0.9	0	0	0	0	0	0	0.9
total	40.2	64	111.8	50.5	53.3	4.1	11.2	16.5	351.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) การคำนวณออกแบบระบบการเติมน้ำ

ทำการกำหนดรูปแบบของระบบการเติมน้ำลงสู่ชั้นทราย

4.1) การออกแบบโดยใช้ท่อเพียงอย่างเดียว

4.2) การออกแบบโดยใช้ท่อกับบ่อพักน้ำ

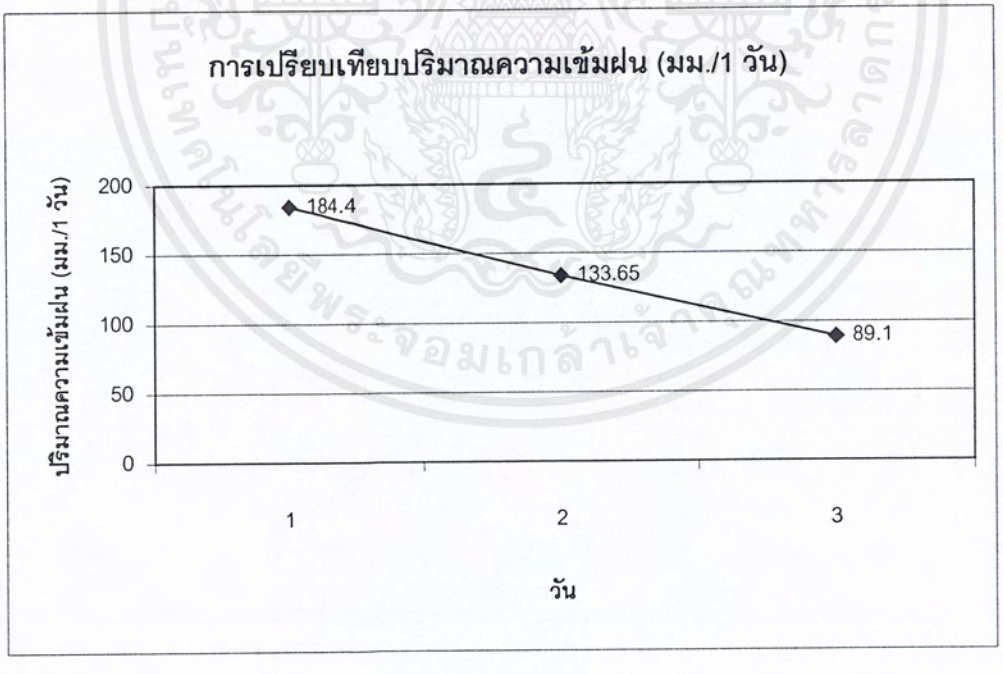
4.1) การออกแบบโดยใช้ท่อเพียงอย่างเดียว

4.1.1) ทำการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มฝนที่ปริมาณฝนตกมากสุดที่ 1 , 2 และ 3 วัน จากการวิเคราะห์เมื่อคิดความเข้มฝนต่อที่วันจะได้

ปริมาณฝนที่ตกมากสุดใน 1 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 184.80 mm/1 day

ปริมาณฝนที่ตกมากสุดใน 2 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 133.65 mm/1 day

ปริมาณฝนที่ตกมากสุดใน 3 วัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 89.10 mm/1 day



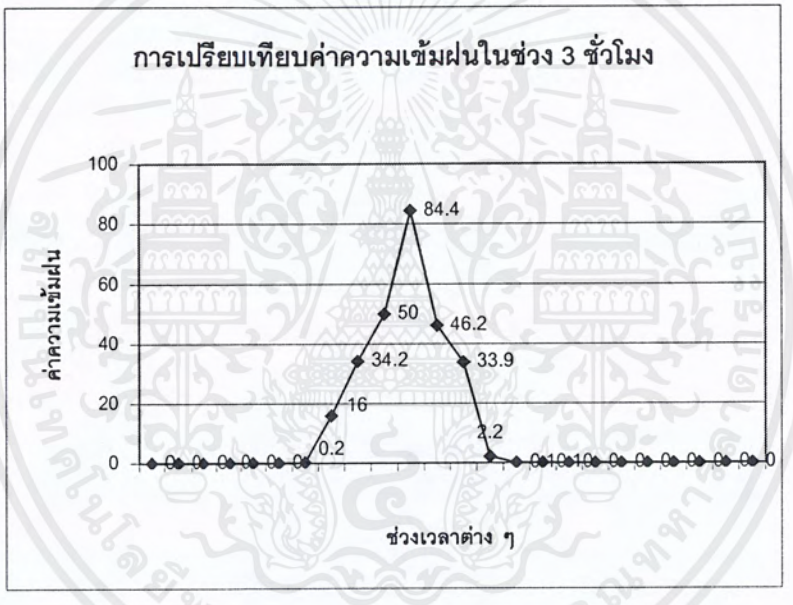
รูปที่ 6.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบปริมาณความเข้มฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อปริมาณความเข้มฝนมากก็จะส่งผลให้อัตรการไหลลงระบบการเติมน้ำมากเช่นกัน และยิ่งอัตราการซึมของน้ำก็มีค่าความซึม Seepage Coefficient (a) คงที่ ก็ต้องแสดงว่าต้องมีการใช้ปริมาณท่อที่ฝังลงไปในดินมากเช่นกันเพื่อรองรับปริมาณน้ำฝนที่ดูดซึมไม่ทัน

จากข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์จะสรุปได้ว่า ความยาวในการใช้ท่อผังลงไปในดินเพื่อรองรับปริมาณน้ำที่ดูดซึมไม่ทันของปริมาณค่าความเข้มฝนที่มีค่ามากย่อมใช้ความยาวของท่อที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากันยาวกว่าความยาวของท่อที่ใช้ปริมาณความเข้มฝนน้อยกว่า

4.1.2) การหาค่าความเข้มฝนที่มากสุดในช่วงประมาณวันที่ 16 ตุลาคม 1985โดยการนำข้อมูลของปริมาณความเข้มฝนราย 3 ชั่วโมง 25 ปีล่าสุด มาวิเคราะห์



รูปที่ 6.2 กราฟการเปรียบเทียบค่าความเข้มฝนในช่วง 3 ชั่วโมง

จากกราฟจะได้ค่าความเข้มฝนสูงสุดคือค่าความเข้มผลมีค่าเท่ากับ 84.4 มม./3 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 7.00-10.00 น. วันที่ 17 ตุลาคม 1985 ซึ่งจะใช้ค่าความเข้มฝนค่านี้ใช้ในการออกแบบต่อไป

4.1.3) การออกแบบโดยกำหนดอัตราการไหลทุก ๆ 1 วินาที

จะเห็นได้ว่า ในการออกแบบราย 3 ชั่วโมง ข้อมูลปริมาณความเข้มฝน ณ ช่วงเวลา 7.00-10.00 น.ในวันที่ 17 ตุลาคม 1985 จะมีปริมาณความเข้มฝนมากที่สุดซึ่งเท่ากับ 84.4 มม./3 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นในการออกแบบรายวินาที จึงใช้ปริมาณความเข้มฝน ณ ช่วงเวลานี้มาออกแบบ การออกแบบรายวินาทีนั้นเป็การออกแบบโดยคิดว่ามีอัตราการไหลเข้าระบบการเติมน้ำและอัตราการดูดซึมเกิดขึ้นทุก ๆ วินาที

ทำการคำนวณการออกแบบความยาวท่อโดยใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว (10 เซนติเมตร) และใช้ 1 ท่อนในการรองรับน้ำจากหลังคา

ตารางที่ 6.6 ตารางการคำนวณการออกแบบความยาวท่อ

	I mm/s	Q supply cm^3/s	Q seepage cm^3/s	Qsup-Qseep cm^3/s	del H cm	del H + H cm	H cm
1	0.007815	1484.815	0	1484.815	39.37009	39.37009	39.37009
2	0.007815	1484.815	0.658814	1484.156	39.35262	78.72271	78.72271
3	0.007815	1484.815	2.485703	1482.329	39.30418	118.0269	118.0269
4	0.007815	1484.815	5.476296	1479.339	39.22488	157.2518	157.2518
5	0.007815	1484.815	9.622566	1475.192	39.11495	196.3667	196.3667
6	0.007815	1484.815	14.91288	1469.902	38.97467	235.3414	235.3414
7	0.007815	1484.815	21.33206	1463.483	38.80447	274.1459	274.1459
8	0.007815	1484.815	28.86149	1455.953	38.60482	312.7507	312.7507
9	0.007815	1484.815	37.47923	1447.336	38.37632	351.127	351.127
10	0.007815	1484.815	47.16013	1437.655	38.11963	389.2466	389.2466
10794	0.007815	1484.815	1484.815	4.09E-12	1.09E-13	1981.691	1981.691
10795	0.007815	1484.815	1484.815	4.09E-12	1.09E-13	1981.691	1981.691
10796	0.007815	1484.815	1484.815	4.09E-12	1.09E-13	1981.691	1981.691
10797	0.007815	1484.815	1484.815	4.09E-12	1.09E-13	1981.691	1981.691
10798	0.007815	1484.815	1484.815	4.09E-12	1.09E-13	1981.691	1981.691
10799	0.007815	1484.815	1484.815	4.09E-12	1.09E-13	1981.691	1981.691
10800	0.007815	1484.815	1484.815	4.09E-12	1.09E-13	1981.691	1981.691

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าการออกแบบโดยใช้ท่อเพียงท่อเดียวจะต้องทำให้ใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตรยาว 1981.691 เซนติเมตรหรือ 19.82 เมตร

ซึ่งความยาวท่อที่ออกแบบมีความยาวเกิน จึงออกแบบใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตรจำนวน 4 ท่อน ยาวท่อนละ 5 เมตร

4.2) การออกแบบโดยใช่ท่อและบ่อพักน้ำ

จะเห็นได้ว่า ในการออกแบบราย 3 ชั่วโมง ข้อมูลปริมาณความเข้มฝน ณ ช่วงเวลา 7.00-10.00 น.ในวันที่ 17 ตุลาคม 1985 จะมีปริมาณความเข้มฝนมากที่สุดซึ่งเท่ากับ 84.4 มม./3 ชั่วโมง

เมื่อได้ความเข้มฝนมาแล้วจากนั้นก็มาคำนวณการออกแบบระบบการเติมน้ำฝนลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน (ท่อและบ่อพักน้ำ) โดยออกแบบให้ใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตรจำนวน 4 ท่อนและให้อัตราการไหลซึมผ่านของน้ำลงชั้นทราย (Q seepage) มีค่าเท่ากับ 8 % ของอัตราการไหลของน้ำทั้งหมด (Q in) และในส่วนที่เหลืออีก 92 % ของอัตราการไหลของน้ำทั้งหมด (Q in) จะให้เก็บกักในบ่อพักน้ำแทนที่จะเก็บในท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.7 ตารางการคำนวณการออกแบบความยาวท่อที่ใช้ร่วมกับบ่อพักน้ำ

	I mm/s	Q supply cm^3/s	Q seepage cm^3/s	Qsup-Qsee cm^3/s	del H cm	del H + H cm	H cm
1	0.007815	29.6963	0	29.6963	0.787402	0.787402	0.787402
2	0.007815	29.6963	0.001719	29.69458	0.787356	1.574758	1.574758
3	0.007815	29.6963	0.003905	29.69239	0.787298	2.362056	2.362056
4	0.007815	29.6963	0.006558	29.68974	0.787228	3.149284	3.149284
5	0.007815	29.6963	0.009679	29.68662	0.787145	3.936429	3.936429
6	0.007815	29.6963	0.013267	29.68303	0.78705	4.723479	4.723479
7	0.007815	29.6963	0.017322	29.67897	0.786943	5.510422	5.510422
8	0.007815	29.6963	0.021843	29.67445	0.786823	6.297244	6.297244
9	0.007815	29.6963	0.026831	29.66947	0.78669	7.083935	7.083935
10	0.007815	29.6963	0.032284	29.66401	0.786546	7.870481	7.870481
10794	0.007815	29.6963	29.6963	1.07E-12	2.83E-14	278.1179	278.1179
10795	0.007815	29.6963	29.6963	1.07E-12	2.83E-14	278.1179	278.1179
10796	0.007815	29.6963	29.6963	1.07E-12	2.83E-14	278.1179	278.1179
10797	0.007815	29.6963	29.6963	1.07E-12	2.83E-14	278.1179	278.1179
10798	0.007815	29.6963	29.6963	1.07E-12	2.83E-14	278.1179	278.1179
10799	0.007815	29.6963	29.6963	1.07E-12	2.83E-14	278.1179	278.1179
10800	0.007815	29.6963	29.6963	1.07E-12	2.83E-14	278.1179	278.1179

จะได้ว่าใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตรจำนวน 4 ท่อนยาวท่อนละ 278.1179 ซม. หรือ 2.78 เมตร

จากนั้นทำการออกแบบบ่อพักน้ำที่รับอัตราการไหลซึมผ่านของน้ำที่มีค่าเท่ากับ 92 % ของอัตราการไหลซึมทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

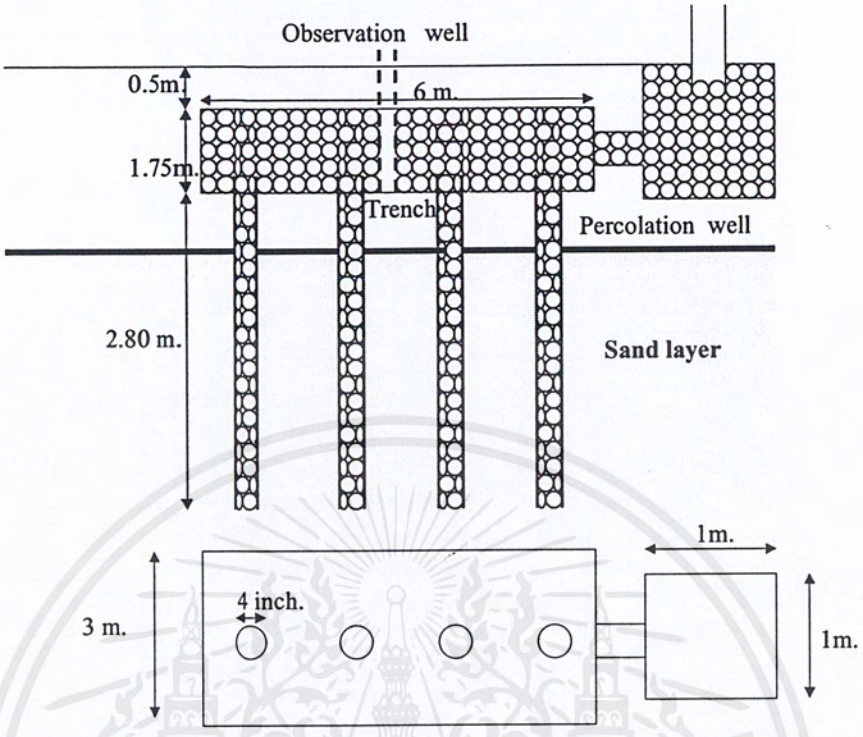
ตารางที่ 6.8 ตารางการคำนวณหาขนาดบ่อพักน้ำ

	I mm/s	Q supply m^2/s	Q seepage m^2/s	Qsup-Qseep m^2/s	Q m^2/s
1	0.007814815	0.001484815	0.000118785	0.00136603	0.001366
2	0.007814815	0.001484815	0.000118785	0.00136603	0.002732
3	0.007814815	0.001484815	0.000118785	0.00136603	0.004098
4	0.007814815	0.001484815	0.000118785	0.00136603	0.005464
5	0.007814815	0.001484815	0.000118785	0.00136603	0.00683
6	0.007814815	0.001484815	0.000118785	0.00136603	0.008196

10795	0.007814815	0.001484815	0.000118785	0.00136603	14.74629
10796	0.007814815	0.001484815	0.000118785	0.00136603	14.74766
10797	0.007814815	0.001484815	0.000118785	0.00136603	14.74902
10798	0.007814815	0.001484815	0.000118785	0.00136603	14.75039
10799	0.007814815	0.001484815	0.000118785	0.00136603	14.75175
10800	0.007814815	0.001484815	0.000118785	0.00136603	14.75312

จะต้องใช้ขนาดบ่อพักน้ำมีปริมาตรเท่ากับ 14.75 ลบ.ม.แต่ในบ่อพักน้ำจะต้องมีการเติมหินจึงทำให้ขนาดบ่อนั้นต้องมีขนาดเพิ่มขึ้นมีค่าเท่ากับ 14.75/0.48 = 30.73 ลบ.ม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.3 รูปหน้าตัดขนาดระบบการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน

6.2 การออกแบบขนาดท่อในระบบระบายน้ำ

6.2.1 การหาปริมาณน้ำฝนที่ไหลเข้าระบบระบายน้ำ

โดยสูตร Ration Formula

$$Q = 0.278 \times 10^{-6} CIA \qquad (6.1)$$

เมื่อ Q = ปริมาณน้ำฝนที่จะใช้เติม (ลบ.ม./วินาที)

C = Coefficient of Rougness ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1

I = ปริมาณความเข้มฝน (มม./ชั่วโมง) ซึ่งมีค่าเท่ากับ $\frac{84.4}{3}$ (มม./ชั่วโมง)

A = พื้นที่หลังคารับน้ำฝน (ตร.ม.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น $Q = 0.278\times10^{-6}\times\frac{84.4}{3}\times200$

$= 1.564\times10^{-3}$ ลบ.ม./วินาที

6.2.2 ออกแบบขนาดทางระบายน้ำ

โดยจะใช้เป็นท่อ PVC จะใช้สมการ Manning ที่ใช้กับการไหลสม่ำเสมอมาออกแบบขนาดท่อ โดยหลักการของสมการ Manning จะถือว่าเป็นการไหลด้วยแรงโน้มถ่วงของโลกซึ่งอาศัยน้ำหนักของในท่อหรือทางน้ำเปิดไหลไปตามลาดของแนวระบายน้ำเอง

สมการ Manning

$$Q = \frac{AR\frac{2}{3}S\frac{1}{2}}{n} \qquad (6.2)$$

เมื่อ Q = อัตรการไหล (ลบ.ม./วินาที)

n = สัมประสิทธิ์ความขรุขระของ Manning

A = พื้นที่หน้าตัดการไหล (ตร.ม.)

R = รัศมีชลศาสตร์ มีค่าเท่ากับ $\frac{A}{P}=\frac{d}{4}$

S = ความลาดเทของท่อ มีค่าเท่ากับ 1:200

d = เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (เมตร)

แต่เนื่องจากการไหลไม่เต็มท่ออัตราการไหลมีค่าเท่ากับ 0.80Q

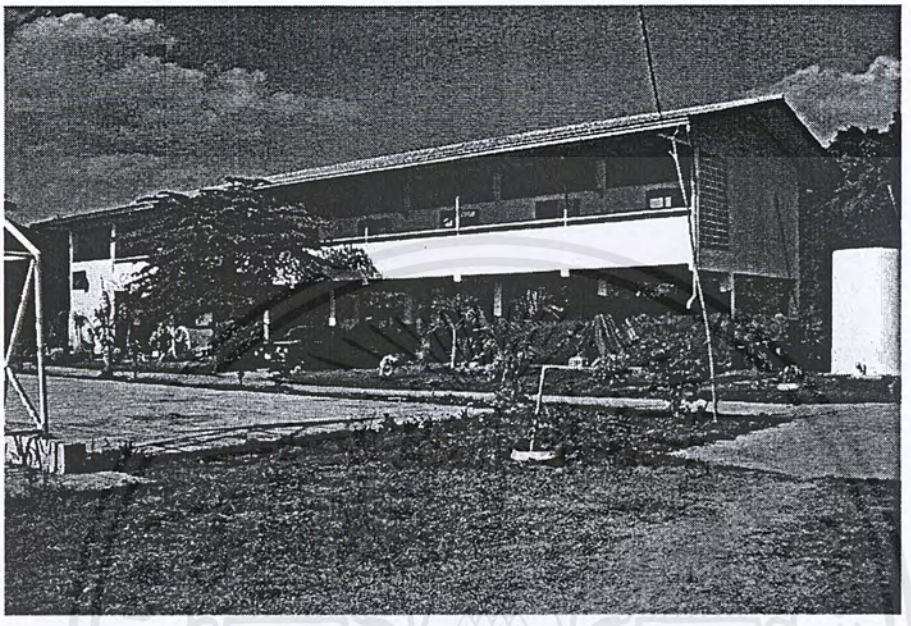
$$1.564\times10-3 = 0.80\times\frac{\Pi d4}{4}\times\left(\frac{d}{4}\right)\frac{2}{3}\times\frac{1}{\sqrt{200}}$$

จะได้ d = 0.072 หรือ 7.2 เซนติเมตรในการก่อสร้างใช้ขนาดท่อมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 10 เซนติเมตร หรือ 4 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3 การก่อสร้างระบบระบายน้ำ

1) สำรวจพื้นที่อาคารเพื่อที่จะหาพื้นที่หลังคาที่รองรับน้ำฝนและแนวการระบายน้ำ



รูปที่ 6.4 สภาพอาคารที่ทำการศึกษา

2) ทำการวางตำแหน่งของบ่อพักน้ำ และแนวท่อรอบตัวอาคารแล้วทำการขุดดินเพื่อวางบ่อพักน้ำและแนวท่อ ซึ่งฝังลงใต้ดินโดยให้ความลาดชัน (Slope) มีค่าประมาณ 1 : 200 โดยท่อมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้วและขนาดของบ่อพักน้ำมีขนาด 40x40 cm. ลึก 30 cm. เมื่อขุดดินพอที่จะสามารถนำเอาบ่อพักน้ำลงไปวางได้แล้วก็การวัดระดับของบ่อพักน้ำโดยใช้สายยางวัดระดับเพื่อที่จะได้ความลาดชันตามที่ต้องการ จากนั้นนำท่อที่เตรียมไว้มาประกอบกับบ่อพักน้ำเพื่อที่จะใช้ระบายน้ำต่อไป แล้วใช้ปูนซีเมนต์ฉาบให้เรียบไม่ให้มีรูรั่วเกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.5 การขุดดินเพื่อวางแนวท่อและบ่อพักน้ำ

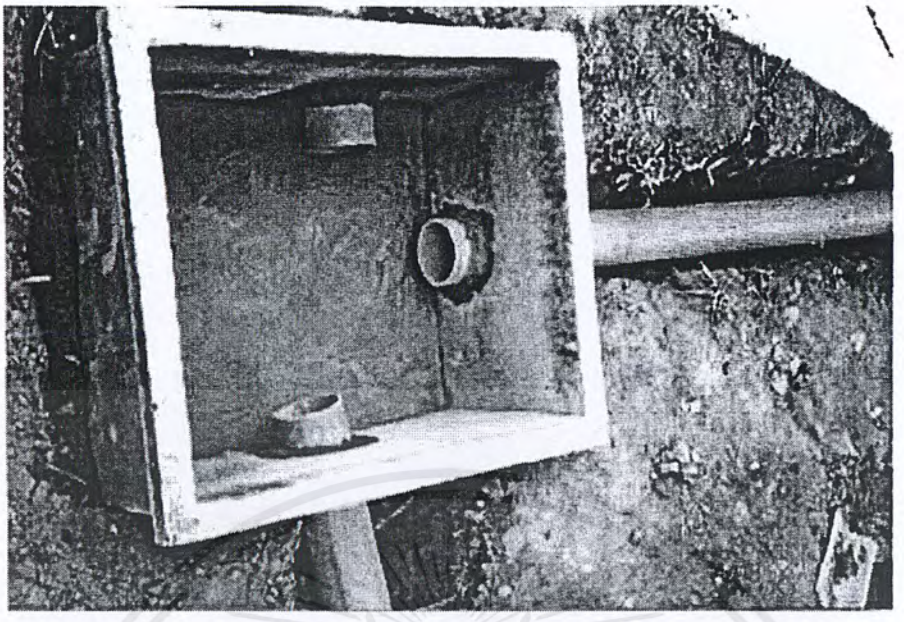
รูปที่ 6.6 การเตรียมการวางแนวท่อ และการต่อท่อระบายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.7 การใช้สายยางวัดระดับเพื่อกำหนดความลาดชัน

รูปที่ 6.8 ทำการวางแนวท่อโดยความลาดชันประมาณ 1:200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.9 การต่อท่อเข้ากับบ่อพักน้ำเพื่อระบายน้ำ

รูปที่ 6.10 การวางตะแกรงเพื่อป้องกันการอุดตันภายในท่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เมื่อวางแนวท่อเสร็จเรียบร้อยแล้วทำการกลบดินเพื่อฝังแนวท่อในอยู่ใต้ดินจะได้ป้องกันการแตกของท่อได้ และนำฝาปิดของบ่อพักน้ำมาปิดบ่อพักน้ำ จากนั้นทำการต่อท่อผ้าใบเพื่อระบายน้ำฝนจากหลังคา

รูปที่ 6.11 การต่อท่อผ้าใบเพื่อระบายน้ำฝนจากหลังคาลงสู่ระบบระบายน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4 การก่อสร้างระบบการเติมน้ำลงสู่น้ำใต้ดิน

1) ทำการวางตำแหน่งและปักหลังบอกตำแหน่งของขนาดของระบบการเติมน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน โดยใช้ท่อ PVC เส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว (10 เซนติเมตร) ยาวท่อนล่ะ 2.80 เมตรจำนวน 4 ท่อน , ขุดบ่อพักน้ำขนาด 3×6×1.75 เมตร และขนาดของบ่อดักตะกอนมีขนาด 1×1×1.75 เมตร

รูปที่ 6.12 การวางตำแหน่งและปักหลักเพื่อทำการขุดบ่อพักน้ำ,บ่อดักตะกอน

รูปที่ 6.13 การวางตำแหน่งและปักหลักเพื่อทำการขุดบ่อพักน้ำ,บ่อดักตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

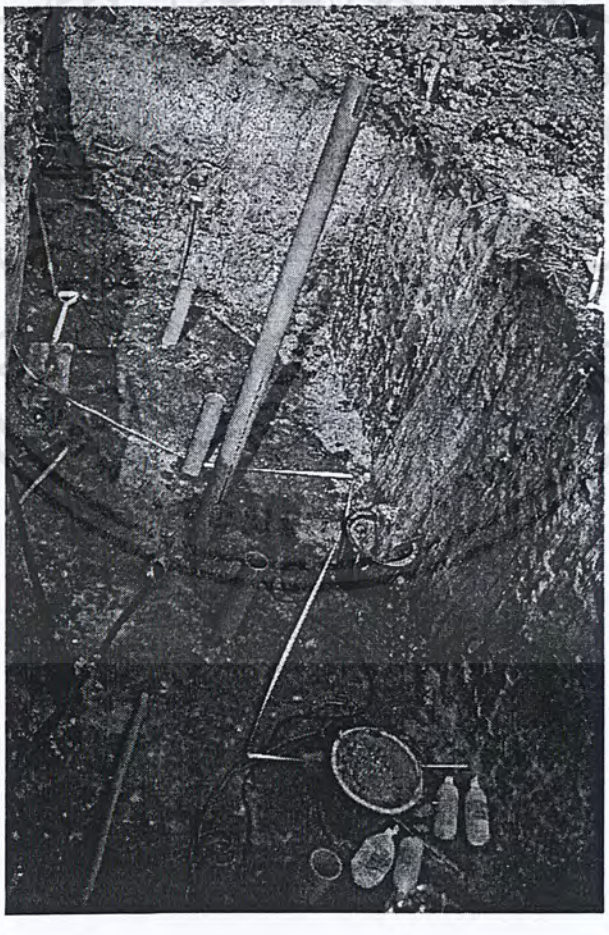
2) เริ่มทำการขุดดินให้ได้ขนาดตามที่ได้ออกแบบไว้

รูปที่ 6.14 การขุดบ่อพักน้ำและบ่อดักตะกอน

รูปที่ 6.15 การขุดบ่อพักน้ำและบ่อดักตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 6.16 การวัดความกว้าง ความยาว และความลึกของบ่อพักน้ำและบ่อดักตะกอน



รูปที่ 6.17 การวางท่อฝังลงไปในบ่อพักน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ทำการวางท่อลงไปในดินโดยใช้ Hand Auger ขุดดินและทำการฝังท่อ PVC ลงไปในดินเพื่อเป็นการระบายน้ำลงสู่ชั้นน้ำใต้ดิน เมื่อทำการวางท่อ ตามแบบโดยท่อนละ 2.80 เมตร จำนวน 4 ท่อน เมื่อได้ขนาดบ่อพักน้ำ บ่อดักตะกอน วางท่อได้ขนาดและตำแหน่งตามที่ต้องการแล้ว จากนั้นวางแผ่นใยสังเคราะห์ไว้ก้นหลุมเพื่อกันไม่ให้หินไม่ให้จมลงไปได้ดินหมดแล้วก็เทหินลงในบ่อพักน้ำและบ่อดักตะกอนเพื่อป้องกันการพังทลายของบ่อ

รูปที่ 6.18 วางแผ่นใยสังเคราะห์ไว้ก้นหลุมก่อนที่จะเทหิน

รูปที่ 6.19 การเทหินลงในหลุมเพื่อป้องกับการพังทลายของหลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เมื่อวางหินให้ได้ขนาดความสูงเท่ากับที่ได้ออกแบบแล้วจากนั้นทำการกลบบ่อพักน้ำและบ่อดักตะกอนด้วยดินเดิม ปรับสภาพพื้นที่ให้มีสภาพให้เหมือนเดิมมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการวิเคราะห์ผลของหลุมทดสอบแล้ว และตัวอย่างดินที่เก็บขึ้นมา ณ โรงเรียนบ้านเนินขวาง ตำบลดงเสือเหลือง อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตรพบว่า ที่ความลึกจากผิวดินประมาณ 3 เมตร ลักษณะของดินจะเป็นดินเหนียวปนตะกอนทราย และมีค่า Seepage Coefficient เท่ากับ 0.00005 1/วินาที จะมีลักษณะดินเป็นทราย จากตัวอย่างดินที่เก็บไปทำการทดลองพบว่ามีค่า Seepage Coefficient ในชั้นนี้สูง และจากการออกแบบระบบการเติมน้ำโดยใช้สมการข้างต้น และใช้ค่า Seepage Coefficient เท่ากับ 0.00005 1/วินาที จะได้ขนาดของบ่อพักน้ำมีขนาด 3.00×6.00×1.80 เมตร และใช้ท่อ PVC ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 นิ้ว ยาวท่อนล่ะ 2.90 เมตร จำนวน 4 ท่อน ซึ่งถ้าเราใช้ท่อให้ยาวถึงชั้นทราย ค่า Seepage Coefficient จะค่อนข้างสูงขึ้น ขนาดของบ่อพักน้ำที่ใช้พักน้ำ ก็จะมีขนาดเล็กลงแต่เนื่องจากไม่สามารถใช้ Hand Auger เจาะหลุมลึกลงไปได้ที่ตำแหน่งลึก ๆ จึงทำให้ออกแบบให้ตัวท่อ มีความยาวที่ประมาณ 3 เมตร

การเติมน้ำฝนลงสู่ชั้นทรายนี้ นอกจากจะเป็นการเพิ่มปริมาณน้ำใต้ดินเพื่อนำกลับมาใช้ในช่วงฤดูแล้ง และยังสามารถลดปริมาณน้ำท่วมผิวดินในช่วงฤดูฝนที่อาจทำให้เกิดอุทกภัย

ปัญหาเรื่องแหล่งน้ำที่มีลักษณะคล้ายคลึงกันนี้เกิดขึ้นหลายๆแห่งในประเทศไทยการดำเนินการแก้ไขปัญหา เป็นสิ่งจำเป็นต้องรีบดำเนินการในหลายๆ พื้นที่ไปพร้อมกัน จังหวัดพิจิตรก็เช่นกัน จากการศึกษา สำรวจระดับน้ำบาดาลในระหว่างปี พ.ศ. 2531-2534 พบว่าบางท้องที่มีอัตราการลดตัวของระดับน้ำใต้ดินมากกว่า 2 เมตร โดยไม่คืนตัวทำให้บ่อบาดาลระดับตื้นของชาวบ้านไม่สามารถสูบขึ้นมาใช้ได้ มีผลกระทบโดยตรงต่อการดำเนินชีวิตของชาวบ้านซึ่งใช้น้ำสำหรับบริโภคตลอดจนการเกษตรกรรม เนื่องจากชาวบ้านส่วนใหญ่ใช้น้ำบาดาลในการทำนา ทำไร่ในฤดูแล้ง จากผลการศึกษาจะเห็นว่าที่ ตำบลดงเสือเหลือง อำเภอโพธิ์ประทับช้าง จังหวัดพิจิตร ชั้นทรายอยู่ตื้นจากผิวดินค่อนข้างมากมีศักยภาพในการรับน้ำจากการระบายได้สูง น้ำใต้ดินบริเวณนี้มีการไหลลงในแนวดิ่ง จึงเลือกเป็นพื้นที่ศึกษา

การเก็บน้ำฝนส่วนที่เหลือจากการใช้ประโยชน์ในช่วงฤดูฝน นำมาเก็บไว้ในชั้นน้ำใต้ดินที่เหมาะสม นั้นมีประโยชน์หลายประการ คือนอกจากจะได้นำมาใช้ในฤดูขาดแคลนน้ำแล้วยังเป็นการเพิ่มระดับน้ำใต้ดินให้สูงขึ้น เป็นการอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำใต้ดินที่สำคัญยิ่ง อีกทั้งยังช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรเทาไม่ให้เกิดน้ำท่วมขังหรือทำให้บริเวณบ้านเรือนเกิดการชื้นแฉะ และยังช่วยลดการทรุดตัวของดินที่เกิดจากการลดตัวของระดับน้ำใต้ดินอีกด้วย เพียงแต่มีการกรองตะกอนและใบไม้ ซึ่งเป็นสิ่งที่จำเป็นที่จะต้องกระทำก่อนการปล่อยน้ำฝนลงสู่บ่อบาดาลเพราะโดยส่วนใหญ่แล้วน้ำฝนเป็นน้ำที่สะอาดอยู่แล้ว แต่โครงการนี้ถ้าจะทำควรเป็นโครงการสาธารณะที่รัฐบาลเป็นผู้ลงทุนเช่นเดียวกับโครงการการทำอ่างเก็บน้ำเพราะบางพื้นที่ถ้ามีลักษณะเป็นที่สูงๆ ต่ำๆ นาย ก . อาจจะไม่ได้ใช้น้ำที่ตัวเองเติมลงไป น้ำอาจจะไหลไปที่บ้าน นาย ข. ก็ได้

ปริมาณน้ำฝนที่เติมได้ ถึงแม้จะมีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับการเติมโดยธรรมชาติในฤดูฝน แต่ถ้าหากเพิ่มจำนวนพื้นที่หลังคารับน้ำฝนและจำนวนบ่อที่จะใช้เติมให้มากขึ้น ก็จะสามารถเติมน้ำใต้ดินได้มากขึ้นอีก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- สภาพร คูวิจิตร , 2541 , ทดลองปฐพีกลศาสตร์ : กรุงเทพ ฯ
- มณเฑียร กังศศิเทียม , ,มิถุนายน 2541 , กลศาสตร์ของดินด้านวิศวกรรม
- รายงานเรื่องการศึกษาความเหมาะสมด้านวิศวกรรมโครงการอนุรักษ์และฟื้นฟูแหล่งน้ำใต้ดินจังหวัดพิจิตร
- ธงชัย พรรณสวัสดิ์ , 2539 ,คู่มือการออกแบบระบบระบายน้ำเสียและน้ำฝน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

ตารางผลการทดลอง

หาความถ่วงจำเพาะของเม็ดดิน

(Specific Gravity of Soil)

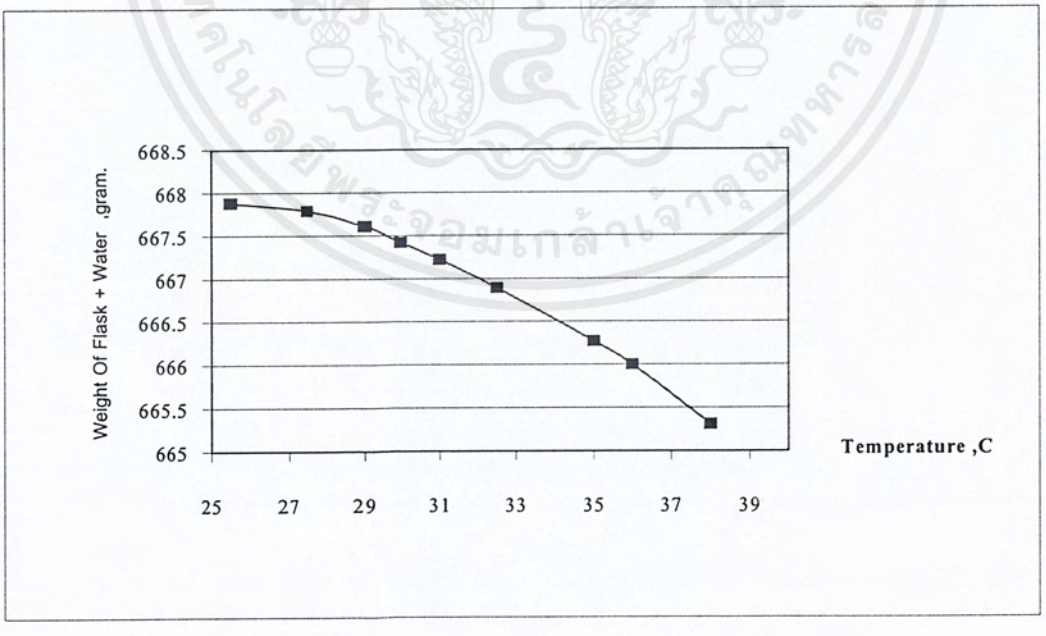
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specific Gravity of soil

Flask Calibration

ตาราง ผ.ก. 1 แสดงค่าน้ำหนักของขวดแก้วและน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ

Determination No.	Temperature ,C	Weight of Flask + Water ,g.
1	38	665.31
2	36	666
3	35	666.27
4	32.5	666.89
5	31	667.22
6	30	667.42
7	29	667.61
8	27.5	667.79
9	25.5	667.88



กราฟ ผ.ก. 1 แสดงค่าน้ำหนักของขวดแก้วและน้ำที่อุณหภูมิต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 2 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 0.00-0.45 เมตร

Depth	0-0.45 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	33	30	27
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	700.5	701.12	701.56
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g	666.78	667.42	667.78
4. Container No.	1		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	320.73		
6. Weight of Container (g.)	267.98		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	52.75		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9947	0.9957	0.9965
9. Specific Gravity of Soil	2.757	2.757	2.771
Gs (Average)	2.762		

ตารางที่ ผ.ก. 3 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 2.00-2.45 เมตร

Depth	2.00-2.45 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	35.5	32.5	27.5
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	701.89	702.53	703.44
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g	666.11	667	667.75
4. Container No.	2		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	325.46		
6. Weight of Container (g.)	269.59		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	55.87		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9939	0.9949	0.9964
9. Specific Gravity of Soil	2.764	2.733	2.759
Gs (Average)	2.752		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 4 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 3.00-3.45 เมตร

Depth	3.00-3.45 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	35	32	28
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	706.5	707.42	708.72
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.)	666.11	667	667.72
4. Container No.	3		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	334.05		
6. Weight of Container (g.)	270.05		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	64		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9941	0.9954	0.9963
9. Specific Gravity of Soil	2.695	2.702	2.772
Gs (Average)	2.723		

ตารางที่ ผ.ก. 5 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 4.00-4.45 เมตร

Depth	4.00-4.45 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	36	31	29
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	695.94	697.33	697.66
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.)	666	667.22	667.61
4. Container No.	4		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	312.92		
6. Weight of Container (g.)	265.12		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	47.8		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9937	0.9954	0.9984
9. Specific Gravity of Soil	2.660	2.690	2.689
Gs (Average)	2.679		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 6 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 6.00-6.45 เมตร

Depth	6.00-6.45 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	35	31	28
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	702.14	702.87	703.4
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.	666.28	667.42	667.72
4. Container No.	5		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	325.12		
6. Weight of Container (g.)	268.5		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	56.62		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9941	0.9954	0.9963
9. Specific Gravity of Soil	2.711	2.662	2.694
Gs (Average)	2.689		

ตารางที่ ผ.ก. 7 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 8.00-8.45 เมตร

Depth	8.00-8.45 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	37	34	26
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	706.2	706.94	707.45
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.	665.64	666.5	667.83
4. Container No.	6		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	331.83		
6. Weight of Container (g.)	268.15		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	63.68		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9934	0.9944	0.9968
9. Specific Gravity of Soil	2.736	2.725	2.638
Gs (Average)	2.700		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 8 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 10.00-10.45 เมตร

Depth	10.00-10.45 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	35	30	28
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	702.2	703.1	703.56
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.	666.28	667.42	667.72
4. Container No.	7		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	329.46		
6. Weight of Container (g.)	272.6		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	56.86		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9941	0.9957	0.9963
9. Specific Gravity of Soil	2.699	2.673	2.695
Gs (Average)	2.689		

ตารางที่ ผ.ก. 9 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 12.00-12.45 เมตร

Depth	12.00-12.45 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	34	30	28
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	737.5	738.23	738.78
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.	666.5	667.42	667.72
4. Container No.	8		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	381.66		
6. Weight of Container (g.)	270		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	111.66		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9944	0.9957	0.9963
9. Specific Gravity of Soil	2.731	2.722	2.740
Gs (Average)	2.731		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 10 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 14.00-14.45 เมตร

Depth	14.00-14.45 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	37	32	26
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	701.46	702.69	703.11
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.	665.64	667	667.83
4. Container No.	9		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	326.12		
6. Weight of Container (g.)	269.41		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	56.71		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9934	0.9951	0.9968
9. Specific Gravity of Soil	2.697	2.685	2.638
Gs (Average)	2.673		

ตารางที่ ผ.ก. 11 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 16.00-16.45 เมตร

Depth	16.00-16.45 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	38	34	27
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	701.23	702.59	703.69
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.	665.22	666.5	667.78
4. Container No.	10		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	322.87		
6. Weight of Container (g.)	265.61		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	57.26		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.993	0.9944	0.9965
9. Specific Gravity of Soil	2.676	2.690	2.673
Gs (Average)	2.679		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 12 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 18.00-18.45 เมตร

Depth	18.00-18.45 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	30	29	27
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	701.8	702.21	702.87
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.	667.42	667.61	667.78
4. Container No.	11		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	322.95		
6. Weight of Container (g.)	267.45		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	55.5		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9957	0.996	0.9965
9. Specific Gravity of Soil	2.617	2.645	2.710
Gs (Average)	2.657		

ตารางที่ ผ.ก. 13 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 20.00-20.45 เมตร

Depth	20.00-20.45 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	38	35	33
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	701.3	701.77	702.33
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.	665.22	666.28	666.78
4. Container No.	12		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	323.99		
6. Weight of Container (g.)	267.1		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	56.89		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.993	0.9941	0.9947
9. Specific Gravity of Soil	2.715	2.643	2.652
Gs (Average)	2.670		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก. 14 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 22.00-22.45 เมตร

Depth	22.00-22.45 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	36	32	28
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	704.38	705	706
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.	666	667	667.72
4. Container No.	13		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	328.14		
6. Weight of Container (g.)	267.21		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	60.93		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9937	0.9951	0.9963
9. Specific Gravity of Soil	2.685	2.644	2.680
Gs (Average)	2.670		

ตารางที่ ผ.ก. 15 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 24.00-24.45 เมตร

Depth	24.00-24.45 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	36	32	28
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	703.88	704.69	705.43
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.	666	667	667.72
4. Container No.	14		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	327.14		
6. Weight of Container (g.)	267.21		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	59.93		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9937	0.9951	0.9963
9. Specific Gravity of Soil	2.701	2.681	2.687
Gs (Average)	2.690		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.16 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 0.00-0.21 เมตร

Depth	0.00-0.21 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	33	30	27
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	700.43	701.22	702.11
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.)	666.78	667.42	667.78
4. Container No.	1		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	321.17		
6. Weight of Container (g.)	267.98		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	53.19		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9947	0.9957	0.9965
9. Specific Gravity of Soil	2.708	2.731	2.810
Gs (Average)	2.750		

ตารางที่ ผ.ก.17 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 0.21-0.45 เมตร

Depth	0.21-0.50 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	34	30	27
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	699.1	700.56	701
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.)	666.5	667.42	667.78
4. Container No.	2		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	321.03		
6. Weight of Container (g.)	269.31		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	51.72		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9944	0.9957	0.9965
9. Specific Gravity of Soil	2.690	2.772	2.786
Gs (Average)	2.749		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.18 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 0.50-1.13 เมตร

Depth	0.50-1.13 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	33	30	28
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	699.55	700.27	700.77
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.)	666.78	667.42	667.72
4. Container No.	3		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	319.3		
6. Weight of Container (g.)	267.59		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	51.71		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9947	0.9957	0.9963
9. Specific Gravity of Soil	2.716	2.730	2.761
Gs (Average)	2.736		

ตารางที่ ผ.ก.19 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 1.13-1.60 เมตร

Depth	1.13-1.60 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	37	33	28
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	700.65	701.56	702.65
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.)	665.64	666.78	667.72
4. Container No.	4		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	322.5		
6. Weight of Container (g.)	267.59		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	54.91		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9934	0.9947	0.9963
9. Specific Gravity of Soil	2.741	2.713	2.738
Gs (Average)	2.731		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ผ.ก.20 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 1.60- 2.48 เมตร

Depth	1.60-2.48 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	33	30	28
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	699.59	700.29	700.88
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.)	666.78	667.42	667.72
4. Container No.	5		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	318.96		
6. Weight of Container (g.)	267.3		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	51.66		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9947	0.9957	0.9963
9. Specific Gravity of Soil	2.726	2.738	2.782
Gs (Average)	2.749		

ตารางที่ ผ.ก.21 การหาค่าความความถ่วงจำเพาะที่ระดับความลึก 2.48-2.79 เมตร

Depth	2.48-2.79 m.		
Dertermination No.	1	2	3
1. Temperature ,t (C)	36	32	26
2. Weight of Flask +Water+ Soil ,W_1 (g.)	700.63	701.44	702.67
3. Weight of Flask + Water(From calib.),W_2 (g.)	666	667	667.83
4. Container No.	6		
5. Weight of Dry Soil+Container(g.)	323.44		
6. Weight of Container (g.)	269.15		
7. Weight of Dry Soil , Ws (g.)	54.29		
8. Specific Gravity of Water at T',G_t	0.9937	0.9951	0.9968
9. Specific Gravity of Soil	2.744	2.722	2.782
Gs (Average)	2.749		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตารางผลการทดลอง

หาขนาดเม็ดดิน (Grain Size Analysis)

โดยวิธีใช้ตะแกรงร่อน (Sieve Analysis)

และวิธีวิเคราะห์ด้วยไฮโดรมิเตอร์

(Hydrometer Analysis)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อน

ตารางที่ ผ.ข. 1 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 0.00-0.21 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Location Bannenkvang School Pijit Province

Depth 0.00-0.21 m. **weight of dry soil** 1435.13 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.30	509.42	1.12	1.12	0.08	99.92
10	2.000	474.51	511.78	37.27	38.39	2.68	97.32
30	0.600	420.92	757.47	336.55	374.94	26.14	73.86
40	0.420	373.61	501.98	128.37	503.31	35.09	64.91
100	0.150	368.54	821.96	453.42	956.73	66.70	33.30
200	0.075	279.80	386.06	106.26	1062.99	74.11	25.89
Pan	-	365.14	736.58	371.44	1434.43	-	-
Total		2790.82	4225.25		1434.43		

ตารางที่ ผ.ข. 2 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 0.21-0.50 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 0.21-0.50 m. **weight of dry soil** 1013.25 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.28	510.21	1.93	1.93	0.19	99.81
10	2.000	475.74	491.64	15.90	17.83	1.76	98.24
30	0.600	421.11	832.68	411.57	429.40	42.41	57.59
40	0.420	373.43	484.64	111.21	540.61	53.40	46.60
100	0.150	367.72	509.22	141.50	682.11	67.37	32.63
200	0.075	279.64	376.93	97.29	779.40	76.98	23.02
Pan	-	365.27	598.34	233.07	1012.47	-	-
Total		2791.19	3803.66		1012.47		

ตารางที่ ผ.ข. 3 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 0.50-1.1.3 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 0.50-1.13 m. **weight of dry soil** 1651.28 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.43	528.37	19.94	19.94	1.21	98.79
10	2.000	474.78	728.06	253.28	273.22	16.56	83.44
30	0.600	422.33	1031.24	608.91	882.13	53.45	46.55
40	0.420	374.00	488.29	114.29	996.42	60.38	39.62
100	0.150	367.63	481.84	114.21	1110.63	67.30	32.70
200	0.075	279.63	326.86	47.23	1157.86	70.16	29.84
Pan	-	365.25	857.74	492.49	1650.35	-	-
Total		2792.05	4442.40		1650.35		

ตารางที่ ผ.ข. 4 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 1.1.3 –1.60 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 1.13-1.60 m. **weight of dry soil** 1638.38 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.88	564.26	55.38	55.38	3.38	96.62
10	2.000	475.06	729.89	254.83	310.21	18.94	81.06
30	0.600	421.31	898.88	477.57	787.78	48.11	51.89
40	0.420	374.84	518.24	143.40	931.18	56.87	43.13
100	0.150	367.98	512.93	144.95	1076.13	65.72	34.28
200	0.075	279.60	317.11	37.51	1113.64	68.01	31.99
Pan	-	365.26	889.12	523.86	1637.50	-	-
Total		2792.93	4430.43		1637.50		

ตารางที่ ผ.ข. 5 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 1.60- 2.48 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 1.60-2.48 m. **weight of dry soil** 1599.43 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.27	561.38	53.11	53.11	3.32	96.68
10	2.000	476.22	618.65	142.43	195.54	12.23	87.77
30	0.600	420.61	814.57	393.96	589.50	36.86	63.14
40	0.420	373.72	646.77	273.05	862.55	53.94	46.06
100	0.150	368.37	686.04	317.67	1180.22	73.80	26.20
200	0.075	279.69	315.24	35.55	1215.77	76.02	23.98
Pan	-	365.28	748.69	383.41	1599.18	-	-
Total		2792.16	4391.34		1599.18		

ตารางที่ ผ.ข. 6 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 2.48-2.79 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 2.48-2.79 m. **weight of dry soil** 1660.13 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.22	543.39	35.17	35.17	2.12	97.88
10	2.000	476.17	612.24	136.07	171.24	10.32	89.68
30	0.600	420.68	850.58	429.90	601.14	36.21	63.79
40	0.420	373.03	594.03	221.00	822.14	49.53	50.47
100	0.150	368.04	704.41	336.37	1158.51	69.79	30.21
200	0.075	279.61	299.26	19.65	1178.16	70.97	29.03
Pan	-	365.27	847.12	481.85	1660.01	-	-
Total		2791.02	4451.03		1660.01		

ตารางที่ ผ.ข. 7 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 0.00-0.45 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 0.00-0.45 m. **weight of dry soil** 881.46 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.28	526.45	18.17	18.17	2.07	97.93
10	2.000	473.16	474.52	1.36	19.53	2.23	97.77
30	0.600	420.20	512.48	92.28	111.81	12.74	87.26
40	0.420	373.87	414.25	40.38	152.19	17.34	82.66
100	0.150	367.07	451.28	84.21	236.40	26.94	73.06
200	0.075	279.44	401.14	121.70	358.10	40.80	59.20
Pan	-	365.00	884.55	519.55	877.65	-	-
Total		2787.02	3664.67		877.65		

ตารางที่ ผ.ข. 8 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 2.00-2.45 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 2.00-2.45 m. **weight of dry soil** 624.15 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.26	508.56	0.30	0.30	0.05	99.95
10	2.000	473.16	476.71	3.55	3.85	0.62	99.38
30	0.600	420.26	573.78	153.52	157.37	25.38	74.62
40	0.420	373.55	428.87	55.32	212.69	34.30	65.70
100	0.150	367.70	456.03	88.33	301.02	48.54	51.46
200	0.075	279.27	371.60	92.33	393.35	63.43	36.57
Pan	-	364.02	590.84	226.82	620.17	-	-
Total		2786.22	3406.39		620.17		

ตารางที่ ผ.ข. 9 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 3.00-3.45 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 3.00-3.45 m. **weight of dry soil** 418.92 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.25	515.87	7.62	7.62	1.82	98.18
10	2.000	473.41	512.13	38.72	46.34	11.10	88.90
30	0.600	421.09	647.87	226.78	273.12	65.41	34.59
40	0.420	374.04	417.38	43.34	316.46	75.79	24.21
100	0.150	367.63	414.91	47.28	363.74	87.12	12.88
200	0.075	279.48	293.36	13.88	377.62	90.44	9.56
Pan	-	364.97	404.89	39.92	417.54	-	-
Total		2788.87	3206.41		417.54		

ตารางที่ ผ.ข. 10 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 4.00-4.45 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 4.00-4.45 m. **weight of dry soil** 290.64 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.27	510.68	2.41	2.41	0.83	99.17
10	2.000	473.40	483.82	10.42	12.83	4.42	95.58
30	0.600	420.95	509.48	88.53	101.36	34.92	65.08
40	0.420	374.39	411.20	36.81	138.17	47.60	52.40
100	0.150	367.47	480.47	113.00	251.17	86.52	13.48
200	0.075	279.39	292.18	12.79	263.96	90.93	9.07
Pan	-	365.01	391.34	26.33	290.29	-	-
Total		2788.88	3079.17		290.29		

ตารางที่ ผ.ข. 11 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 6.00-6.45 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 6.00-6.45 m. **weight of dry soil** 284.65 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.24	515.98	7.74	7.74	2.73	97.27
10	2.000	473.72	526.65	52.93	60.67	21.38	78.62
30	0.600	420.61	568.41	147.80	208.47	73.46	26.54
40	0.420	376.38	395.43	19.05	227.52	80.17	19.83
100	0.150	367.44	398.16	30.72	258.24	91.00	9.00
200	0.075	279.40	285.67	6.27	264.51	93.21	6.79
Pan	-	365.00	384.28	19.28	283.79	-	-
Total		2790.79	3074.58		283.79		

ตารางที่ ผ.ข. 12 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 8.00-8.45 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 8.00-8.45 m. **weight of dry soil** 354.41 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.24	514.24	6.00	6.00	1.69	98.31
10	2.000	473.37	480.87	7.50	13.50	3.81	96.19
30	0.600	420.28	442.80	22.52	36.02	10.17	89.83
40	0.420	373.61	383.16	9.55	45.57	12.86	87.14
100	0.150	367.42	381.66	14.24	59.81	16.88	83.12
200	0.075	279.46	289.20	9.74	69.55	19.63	80.37
Pan	-	365.00	649.80	284.80	354.35	-	-
Total		2787.38	3141.73		354.35		

ตารางที่ ผ.ข. 13 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 10.00-10.45 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 10.00-10.45 m. **weight of dry soil** 560.78 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.24	516.02	7.78	7.78	1.39	98.61
10	2.000	473.75	529.95	56.20	63.98	11.42	88.58
30	0.600	419.90	565.31	145.41	209.39	37.38	62.62
40	0.420	373.57	410.77	37.20	246.59	44.02	55.98
100	0.150	368.00	461.54	93.54	340.13	60.72	39.28
200	0.075	279.45	303.60	24.15	364.28	65.03	34.97
Pan	-	365.04	560.90	195.86	560.14	-	-
Total		2787.95	3348.09		560.14		

ตารางที่ ผ.ข. 14 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 12.00-12.45 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 12.00-12.45 m. **weight of dry soil** 918.4 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.23	513.39	5.16	5.16	0.56	99.44
10	2.000	473.91	535.55	61.64	66.80	7.29	92.71
30	0.600	420.46	799.08	378.62	445.42	48.62	51.38
40	0.420	373.58	466.12	92.54	537.96	58.72	41.28
100	0.150	367.98	532.10	164.12	702.08	76.64	23.36
200	0.075	279.58	300.48	20.90	722.98	78.92	21.08
Pan	-	365.00	558.13	193.13	916.11	-	-
Total		2788.74	3704.85		916.11		

ตารางที่ ผ.ข. 15 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 14.00-14.45 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 14.00-14.45 m. **weight of dry soil** 246.21 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.21	508.21	0.00	0.00	0.00	100.00
10	2.000	473.55	474.80	1.25	1.25	0.51	99.49
30	0.600	420.06	432.80	12.74	13.99	5.70	94.30
40	0.420	374.00	395.28	21.28	35.27	14.38	85.62
100	0.150	367.79	496.86	129.07	164.34	66.98	33.02
200	0.075	279.45	322.92	43.47	207.81	84.70	15.30
Pan	-	365.02	402.56	37.54	245.35	-	-
Total		2788.08	3033.43		245.35		

ตารางที่ ผ.ข. 16 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 16.00-16.45 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 16.00-16.45 m. **weight of dry soil** 823.55 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.26	520.42	12.16	12.16	1.49	98.51
10	2.000	473.69	499.40	25.71	37.87	4.63	95.37
30	0.600	420.24	461.65	41.41	79.28	9.70	90.30
40	0.420	374.31	388.50	14.19	93.47	11.44	88.56
100	0.150	368.00	554.38	186.38	279.85	34.25	65.75
200	0.075	279.48	388.30	108.82	388.67	47.57	52.43
Pan	-	365.04	793.43	428.39	817.06	-	-
Total		2789.02	3606.08		817.06		

ตารางที่ ผ.ข. 17 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 18.00-18.45 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 18.00-18.45 m. **weight of dry soil** 444.89 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.32	525.07	16.75	16.75	3.77	96.23
10	2.000	473.90	493.57	19.67	36.42	8.19	91.81
30	0.600	421.46	474.11	52.65	89.07	20.03	79.97
40	0.420	373.93	387.09	13.16	102.23	22.99	77.01
100	0.150	368.23	516.26	148.03	250.26	56.27	43.73
200	0.075	279.49	360.97	81.48	331.74	74.60	25.40
Pan	-	365.06	478.03	112.97	444.71	-	-
Total		2790.39	3235.10		444.71		

ตารางที่ ผ.ข. 18 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 20.00-20.45 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 20.00-20.45 m. **weight of dry soil** 818.64 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.07	520.44	12.37	12.37	1.51	98.49
10	2.000	473.59	476.98	3.39	15.76	1.93	98.07
30	0.600	420.54	477.51	56.97	72.73	8.89	91.11
40	0.420	374.21	401.86	27.65	100.38	12.27	87.73
100	0.150	367.94	473.32	105.38	205.76	25.16	74.84
200	0.075	279.48	310.93	31.45	237.21	29.00	71.00
Pan	-	365.94	946.68	580.74	817.95	-	-
Total		2789.77	3607.72		817.95		

ตารางที่ ผ.ข. 19 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 22.00-22.45 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 22.00-22.45 m. **weight of dry soil** 792.03 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.25	537.63	29.38	29.38	3.71	96.29
10	2.000	473.42	474.90	1.48	30.86	3.90	96.10
30	0.600	420.12	425.45	5.33	36.19	4.57	95.43
40	0.420	373.77	376.92	3.15	39.34	4.97	95.03
100	0.150	367.85	380.55	12.70	52.04	6.57	93.43
200	0.075	279.47	302.34	22.87	74.91	9.46	90.54
Pan	-	365.05	1082.40	717.35	792.26	-	-
Total		2787.93	3580.19		792.26		

ตารางที่ ผ.ข. 20 การทดสอบหาขนาดเม็ดดินโดยตะแกรงร่อนที่ระดับความลึก 24.00-24.45 เมตร

การทดสอบโดยตระแกรงร่อน

Project การทดสอบเพื่อหาขนาดของเม็ดดิน

Location

Depth 24.00-24.45 m. **weight of dry soil** 242.1 g.

Sieve No.	Sieve Opening, mm	Weight of Sieve, g	Weight of Sieve Soil , g	Weight of Soil + Retained , g	Comulative Retained , g	Comulative Retained , %	Percent Finer
4	4.750	508.52	511.41	2.89	2.89	1.20	98.80
10	2.000	473.57	484.10	10.53	13.42	5.55	94.45
30	0.600	420.55	435.83	15.28	28.70	11.88	88.12
40	0.420	373.58	377.44	3.86	32.56	13.47	86.53
100	0.150	367.36	380.44	13.08	45.64	18.89	81.11
200	0.075	279.47	298.91	19.44	65.08	26.93	73.07
Pan	-	365.04	541.63	176.59	241.67	-	-
Total		2788.09	3029.76		241.67		

Fraction Finer Sieve No. 200 (ดินตื้น)

ตารางที่ ผ.ข. 21 ค่าFraction Finer Sieve No. 200 (ดินตื้น)

ลำดับ	ความลึก	น้ำหนักดินที่ผ่านตระแกรงเบอร์ 200	น้ำหนักดินทั้งหมด	F
1	0.00-0.21	371.44	1434.43	0.2589
2	0.31-0.40	233.07	1012.47	0.2302
3	0.68-0.85	492.49	1650.35	0.2984
4	1.30-1.50	523.86	1637.50	0.3199
5	1.92-2.10	383.41	1599.18	0.2398
6	2.48-2.70	481.85	1660.01	0.2903

Fraction Finer Sieve No. 200 (ดินลึก)

ตารางที่ ผ.ข. 22 ค่าFraction Finer Sieve No. 200 (ดินลึก)

ลำดับ	ชั้นดิน m	น้ำหนักดินแห้งที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (แห้ง),g	น้ำหนักดินแห้งที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (เปียก),g	น้ำหนักดินที่ผ่านตระแกรงเบอร์200	รวมน้ำหนักดินทั้งหมด,g	F
1	0.00-0.45	20.22	499.33	519.55	877.65	0.5920
2	2.00-2.45	14.01	212.81	226.82	620.17	0.3657
3	3.00.3.45	2.67	37.25	39.92	417.54	0.0956
4	4.00-4.45	4.13	22.2	26.33	290.29	0.0907
5	6.00-6.45	3.92	15.36	19.28	283.79	0.0679
6	8.00-8.45	1.35	283.45	284.8	354.35	0.8037
7	10.00-10.45	3.08	192.78	195.86	560.14	0.3497
8	12.00-12.45	5.15	187.98	193.13	916.11	0.2108
9	14.00-14.45	6.38	31.16	37.54	245.35	0.1530
10	16.00-16.45	16.36	412.03	428.39	817.06	0.5243
11	18.00-18.45	11.69	101.28	112.97	444.71	0.2540
12	20.00-20.45	4.64	576.1	580.74	817.95	0.7100
13	22.00-22.45	2.66	714.69	717.35	792.26	0.9054
14	24.00-24.45	4.06	172.53	176.59	241.67	0.7307

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CALIBRATION

ตารางที่ ผ.ข. 23 การ Calibrate Hydrometer (Hydrometer No.3496)

Hydrometer No. 3496 Hydrometer Jar No.

Calibrated by Narong Katekiaw Date 28/1/1944

Hydrometer

Hydrometer Reading , r	Length form tip to Hydrometer Reading r, Li	Hydrometer Bulb Length , L , cm	R = 1000(r-1)	Distance to Center of Bulb , Zr=Li-L/2	
				Curve A ,Zr,cm	Curve B,Zr-V_H/2Aj
1.000	24.40	14.00	0	17.40	16.30
1.010	21.70	14.00	10	14.70	13.60
1.020	19.00	14.00	20	12.00	10.90
1.030	16.50	14.00	30	9.50	8.40

Weight ,W_H,g= 67.28 Min Reading,R_H= 0.999 Volume,W_HxR_H= 67.21

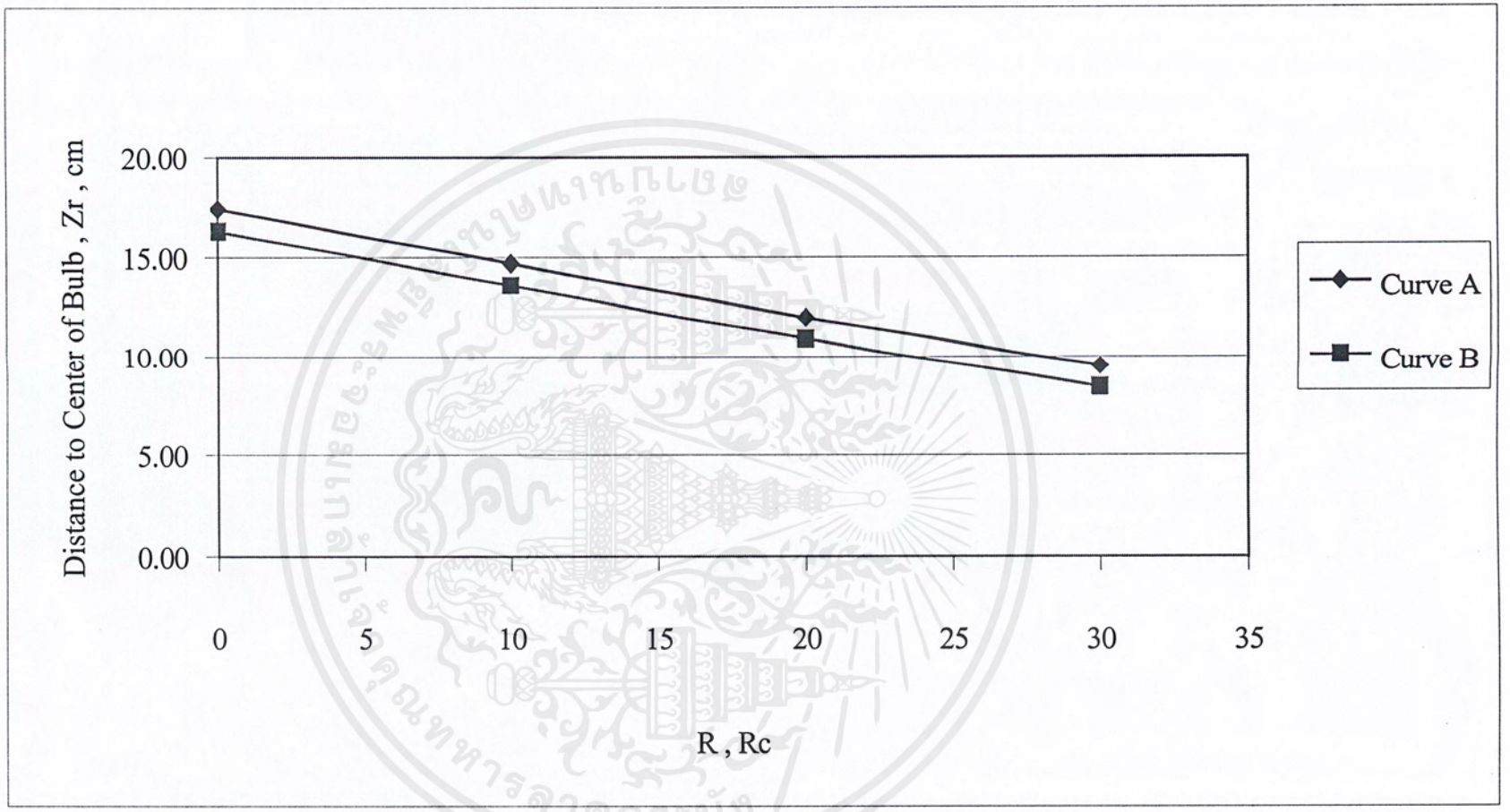
Diameter ,D,cm= 6.25 Cross Section,Aj= 30.68 cm^2

Initial Reading of Graduate V1 = 900 cm^2

Find Reading of Graduate after immersion Hydrometer,V2 = 968 cm^2

Volume of Hydrometer, VH = V2 -V1 68 cm^2

ผข 23



รูปที่ ผ.ข. 1 กราฟการ Calibrate Hydrometer (Hydrometer No.3496)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ผ.ข. 24 การ Calibrate Hydrometer (Hydrometer No.3516)

Hydrometer No. 3516 Hydrometer Jar No. 2

Calibrated by Narong Katekiew Date 28/1/1944

Hydrometer

Hydrometer Reading , r	Length form tip to Hydrometer Reading r, Li	Hydrometer Bulb Length , L , cm	R = 1000(r-1)	Distance to Center of Bulb , Zr=Li-L/2	
				Curve A ,Zr,cm	Curve B,Zr-V_H/2Aj
1.000	24.40	14.00	0	17.40	16.32
1.010	21.80	14.00	10	14.80	13.72
1.020	19.00	14.00	20	12.00	10.92
1.030	16.50	14.00	30	9.50	8.42

Weight ,W_H,g= 66.63 Min Reading,R_H= 0.998 Volume,W_HxR_H= 66.50

Diameter ,D,cm= 6.25 Cross Section,Aj= 30.68 cm^2

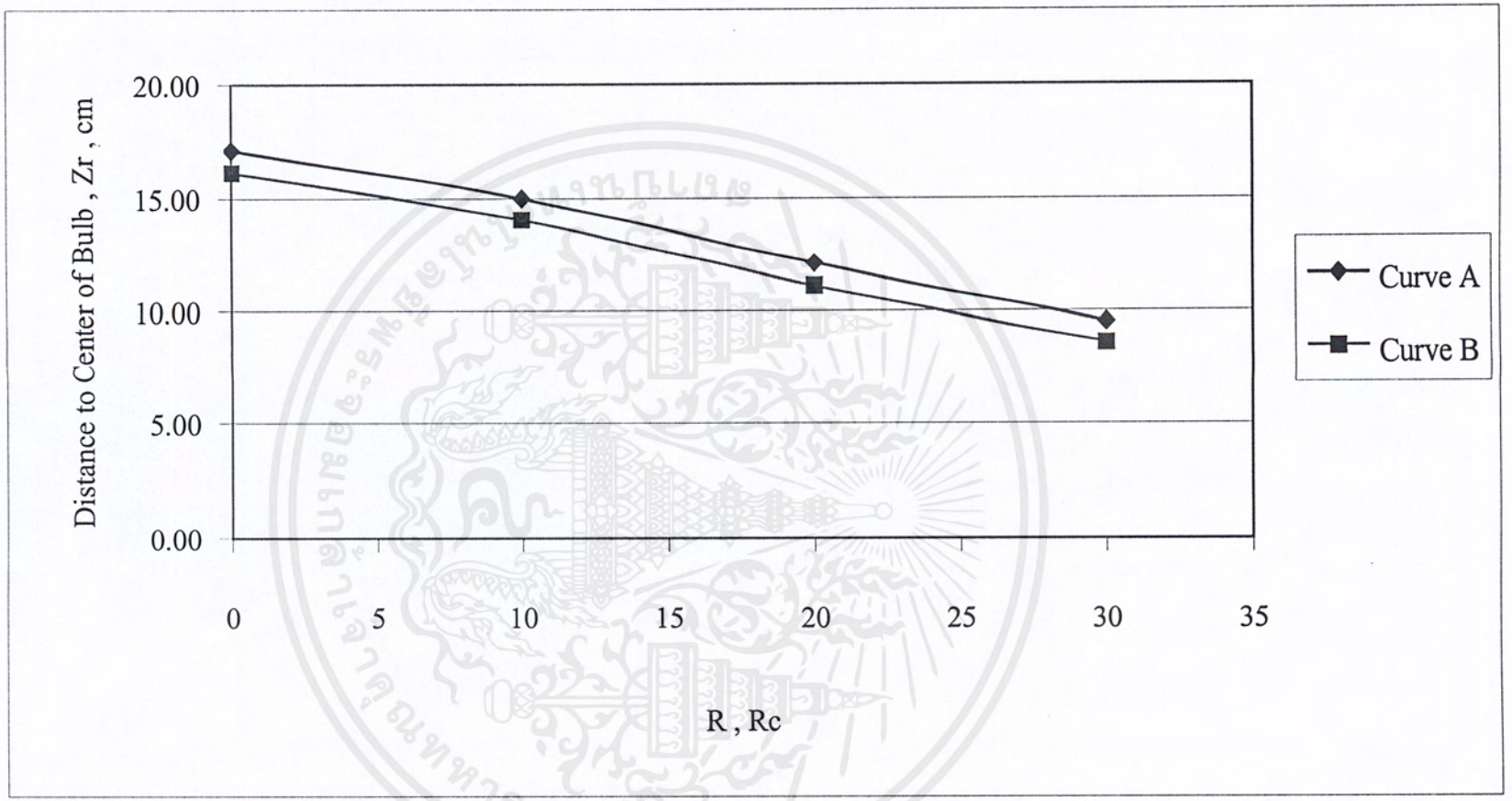
Initial Reading of Graduate V1 = 900 cm^2

Find Reading of Graduate after immersion Hydrometer,V2 = 965 cm^2

Volume of Hydrometer, VH = V2 -V1 65 cm^2

ผข 25

ผ 26



รูปที่ ผ.ข. 2 กราฟการ Calibrate Hydrometer (Hydrometer No.3516)

ตารางที่ ผ.ข. 25 การ Calibrate Hydrometer (Hydrometer No.372321)

Hydrometer No. 372321 Hydrometer Jar No.

Calibrated by Narong Katekiew Date 28/1/1944

Hydrometer

Hydrometer Reading , r	Length form tip to Hydrometer Reading r, Li	Hydrometer Bulb Length , L , cm	R = 1000(r-1)	Distance to Center of Bulb , Zr=Li-L/2	
				Curve A ,Zr,cm	Curve B,Zr-V_H/2Aj
1.000	24.10	14.00	0	17.10	16.13
1.010	22.00	14.00	10	15.00	14.03
1.020	19.10	14.00	20	12.10	11.13
1.030	16.55	14.00	30	9.55	8.58

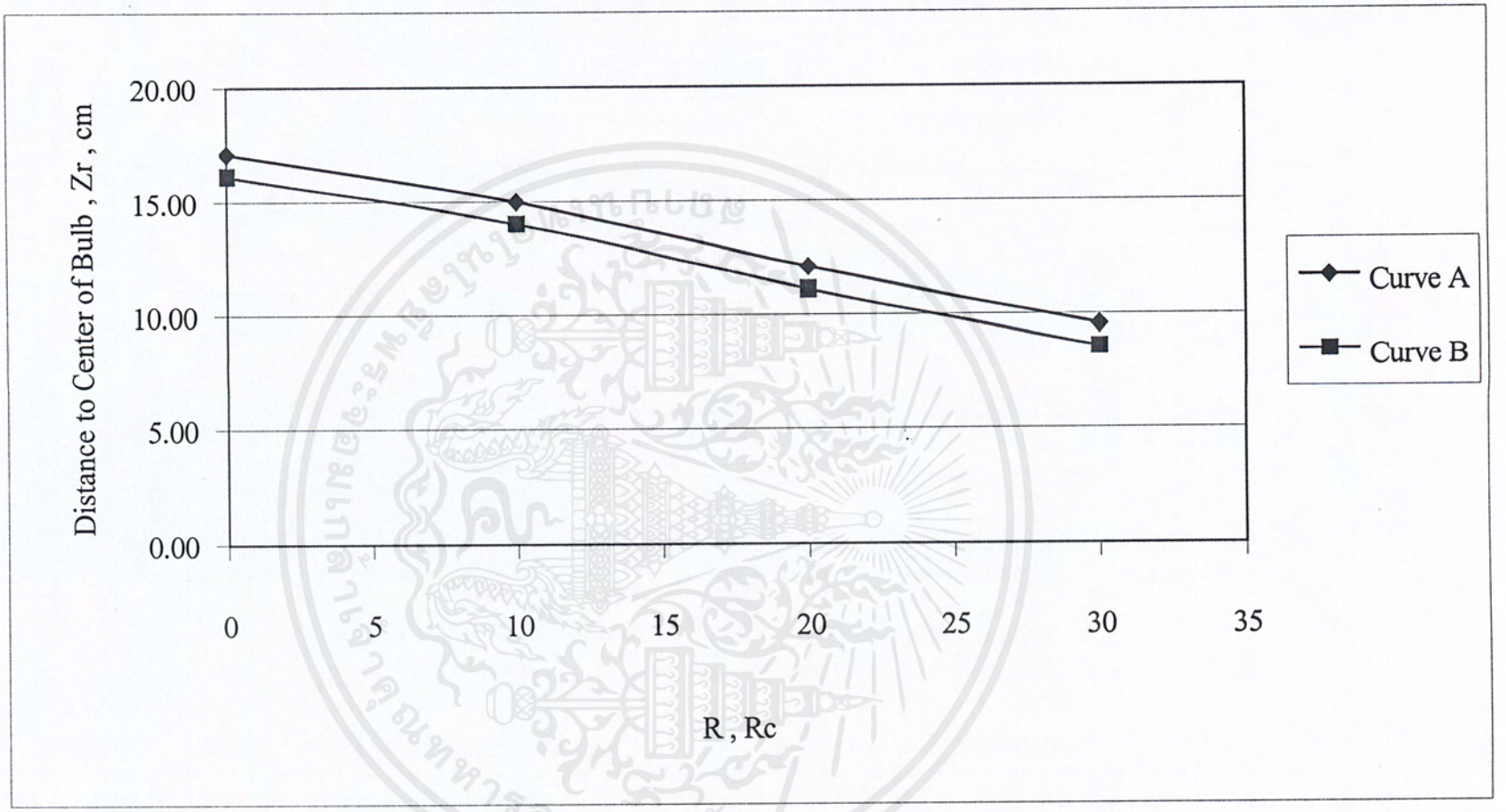
Weight ,W_H,g= 59.81 Min Reading,R_H= 0.999 Volume,W_HxR_H= 59.75

Diameter ,D,cm= 6.25 Cross Section,Aj= 30.68 cm^2

Initial Reading of Graduate V1 = 900 cm^2

Find Reading of Graduate after immersion Hydrometer,V2 = 959 cm^2

Volume of Hydrometer, VH = V2 -V1 59 cm^2



รูปที่ ผ.ข. 3 กราฟการ Calibrate Hydrometer(Hydrometer No.372321)

ตารางที่ ผ.ข. 26 การ Calibrate Hydrometer (Hydrometer No.387293)

Hydrometer No. 387293 Hydrometer Jar No.

Calibrated by Narong Katekiew Date 28/1/1944

Hydrometer

Hydrometer Reading , r	Length form tip to Hydrometer Reading r, Li	Hydrometer Bulb Length , L , cm	R = 1000(r-1)	Distance to Center of Bulb , Zr=Li-L/2	
				Curve A ,Zr,cm	Curve B,Zr-V_H/2Aj
1.000	24.40	14.00	0	17.40	16.41
1.010	21.70	14.00	10	14.70	13.71
1.020	19.00	14.00	20	12.00	11.01
1.030	16.35	14.00	30	9.35	8.36

Weight ,W_H,g= 60.79 Min Reading,R_H= 0.999 Volume,W_HxR_H= 60.73

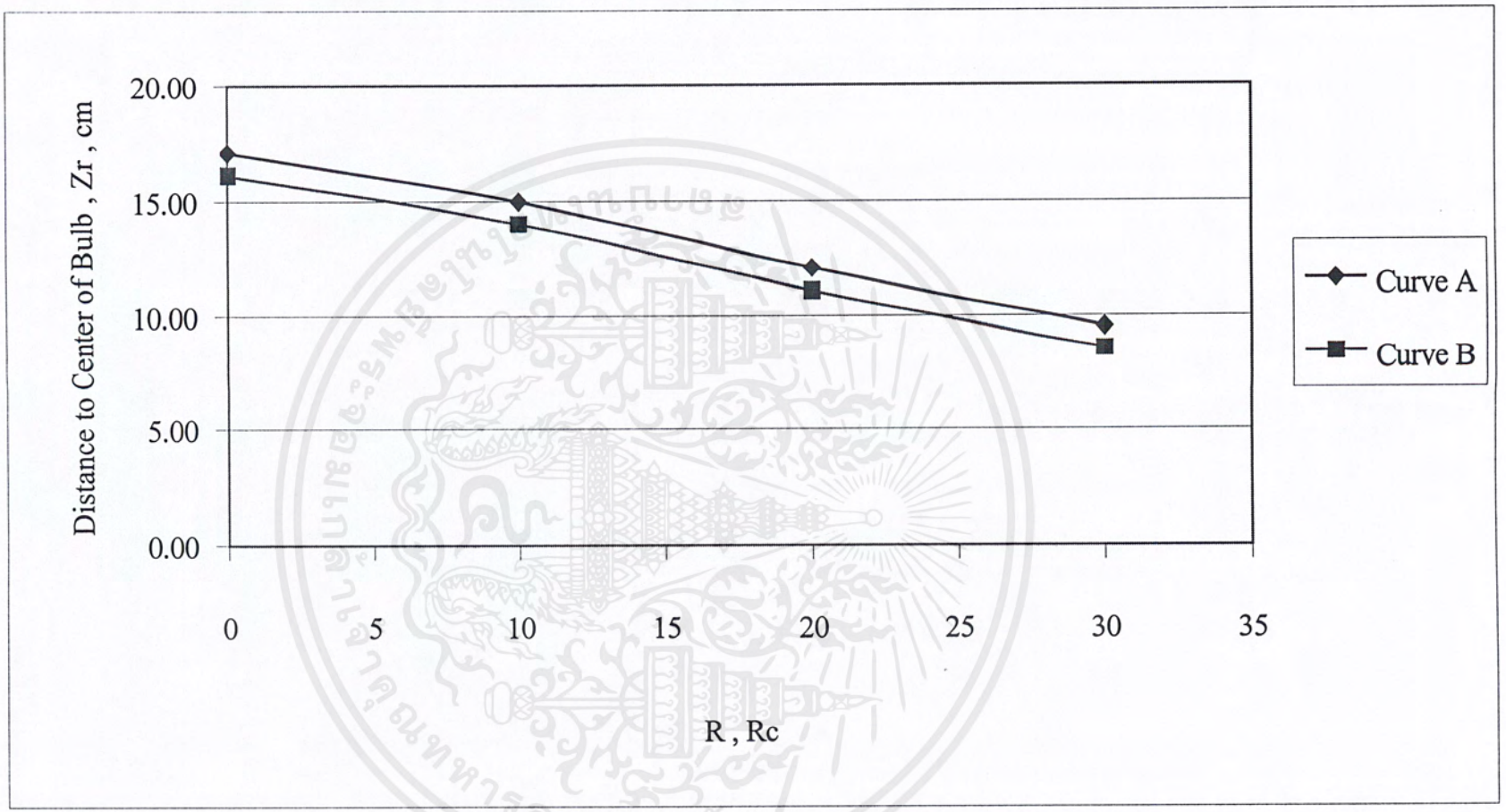
Diameter ,D,cm= 6.25 Cross Section,Aj= 30.68 cm^2

Initial Reading of Graduate V1 = 900 cm^2

Find Reading of Graduate after immersion Hydrometer,V2 = 960 cm^2

Volume of Hydrometer, VH = V2 -V1 60 cm^2

ผม 29



รูปที่ ผ.ข. 4 กราฟการ Calibrate Hydrometer(Hydrometer No.387293)

ตารางที่ ผ.ข. 27 การ Calibrate Hydrometer (Hydrometer No.387322)

Hydrometer No. 387322 Hydrometer Jar Nc 5

Calibrated by Narong Katekiew Date 28/1/1944

Hydrometer

Hydrometer Reading , r	Length form tip to Hydrometer Reading r, Li	Hydrometer Bulb Length , L , cm	R = 1000(r-1)	Distance to Center of Bulb , Zr=Li-L/2	
				Curve A ,Zr,cm	Curve B,Zr-V_H/2Aj
1.000	24.40	14.00	0	17.40	16.43
1.010	21.70	14.00	10	14.70	13.73
1.020	19.00	14.00	20	12.00	11.03
1.030	16.35	14.00	30	9.35	8.38

Weight ,W_H,g= 59.85 Min Reading,R_H= 0.999 Volume,W_HxR_H= 59.79

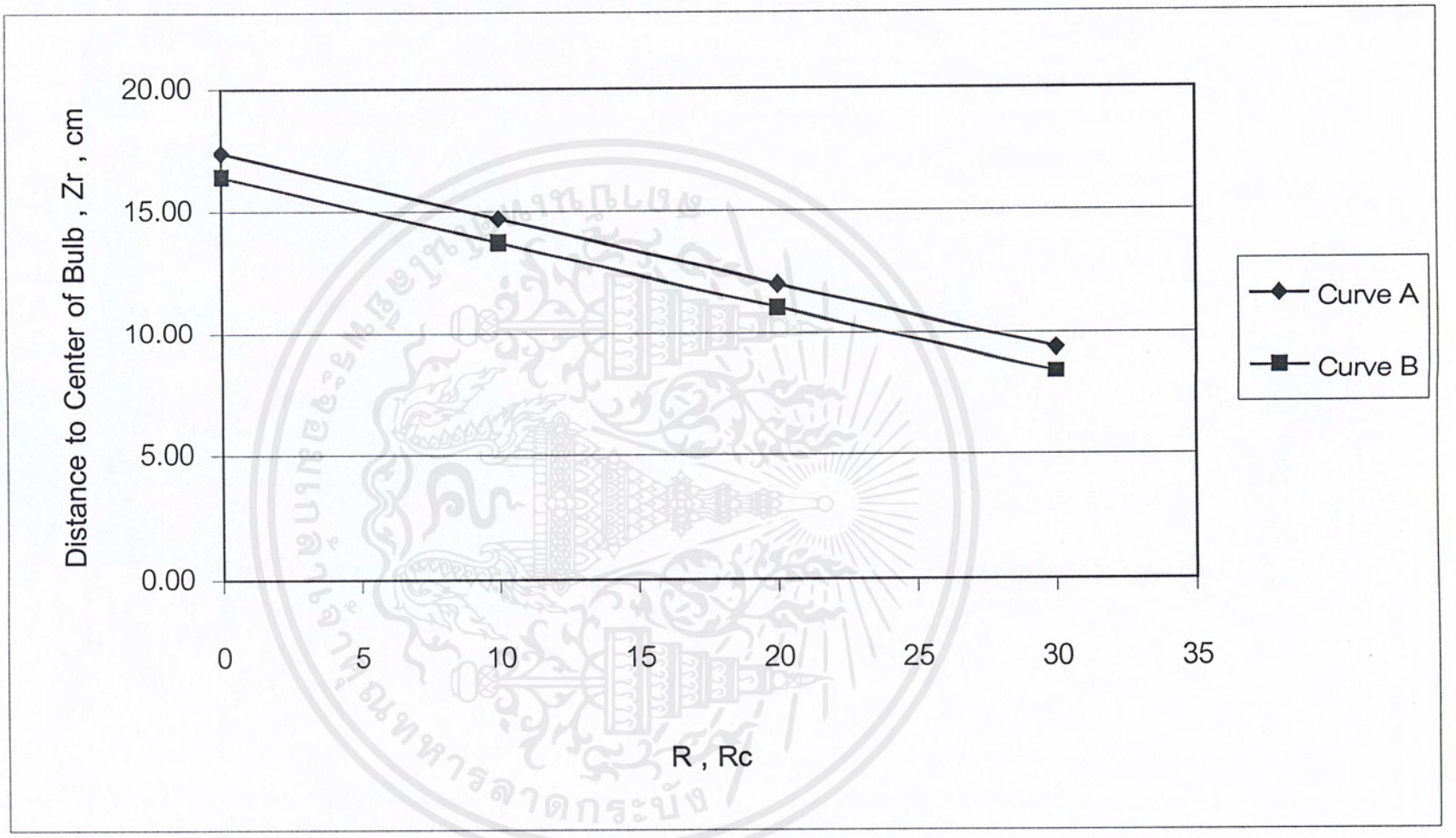
Diameter ,D,cm= 6.25 Cross Section,Aj= 30.68 cm^2

Initial Reading of Graduate V1 = 900 cm^2

Find Reading of Graduate after immersion Hydrometer,V2 = 960 cm^2

Volume of Hydrometer, VH = V2 -V1 60 cm^2

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ผ.ข. 5 กราฟการ Calibrate Hydrometer(Hydrometer No.387322)

ตารางที่ ผ.ข. 28 การ Calibrate Hydrometer (Hydrometer No.458021)

Hydrometer No. 458021 Hydrometer Jar No. 6

Calibrated by Narong Katekiew Date 28/1/1944

Hydrometer

Hydrometer Reading , r	Length form tip to Hydrometer Reading r, Li	Hydrometer Bulb Length , L , cm	R = 1000(r-1)	Distance to Center of Bulb , Zr=Li-L/2	
				Curve A ,Zr,cm	Curve B,Zr-V_H/2Aj
1.000	24.50	14.00	0	17.50	16.58
1.010	22.00	14.00	10	15.00	14.08
1.020	19.00	14.00	20	12.00	11.08
1.030	16.50	14.00	30	9.50	8.58

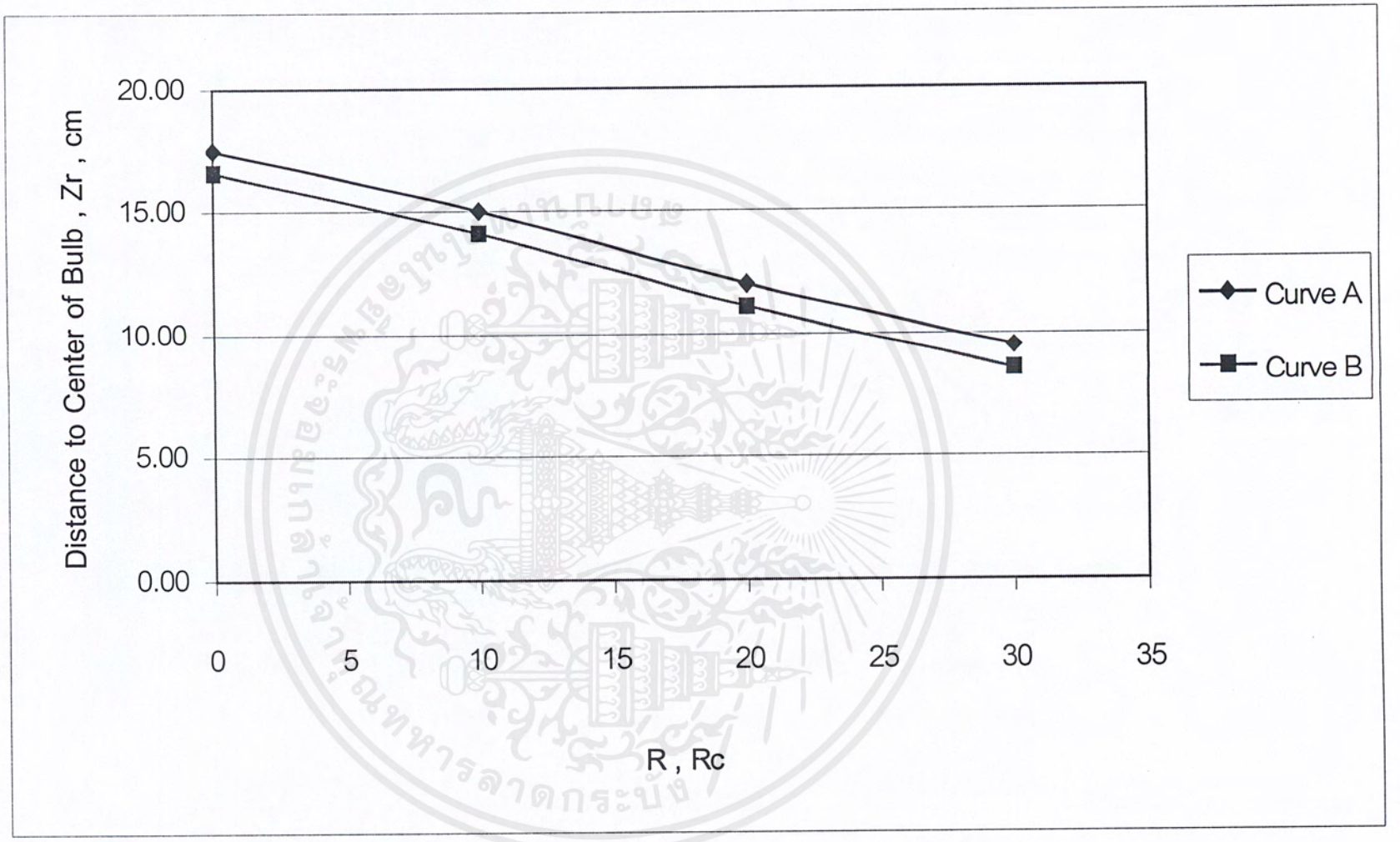
Weight ,W_H,g= 56.21 Min Reading,R_H= 0.999 Volume,W_HxR_H= 56.15

Diameter ,D,cm= 6.25 Cross Section,Aj= 30.68 cm^2

Initial Reading of Graduate V1 = 900 cm^2

Find Reading of Graduate after immersion Hydrometer,V2 = 960 cm^2

Volume of Hydrometer, VH = V2 -V1 60 cm^2



รูปที่ ผ.ข. 6 กราฟการ Calibrate Hydrometer(Hydrometer No.458021)

ตารางที่ ผ.ข. 29 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 0.00-0.12 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Location Bannenkvang School Pijit Province

Depth 0.00-0.12 m.

Hydrometer No. 4E+05

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sie 0.2589

G_S = 2.750

G_T = 0.9957

P_{wo} = 0.9957

W_s = 52.31

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 2.991

K2 = 0.01181

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = K_1(R-R_W)	R_e	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = $K_2(Z_r/t)60.5$	N'
4/2/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.024	0.999	24.00	-1.00	30	25	74.78	24.50	10.75	6.557	0.0775	19.36
		0.5	1.020	0.999	20.00	-1.00	30	21	62.81	20.50	11.85	4.868	0.0575	16.26
		1	1.018	0.999	18.00	-1.00	30	19	56.83	18.50	12.35	3.515	0.0415	14.71
		2	1.016	0.999	16.00	-1.00	30	17	50.85	16.50	13.00	2.550	0.0301	13.16
	10.34	2	1.016	0.999	16.00	-1.00	30	17	50.85	16.50	12.10	2.460	0.0291	13.16
	10.38	5	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	44.87	14.50	12.50	1.581	0.0187	11.62
	10.42	10	1.012	0.999	12.00	-1.00	30	13	38.88	12.50	13.00	1.140	0.0135	10.07
	11.02	30	1.011	0.999	11.00	-1.00	30	12	35.89	11.50	13.25	0.665	0.0078	9.29
	11.32	60	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	32.90	10.50	13.55	0.475	0.0056	8.52
	12.02	60	1.009	0.999	9.00	-1.00	30	10	29.91	9.50	13.90	0.481	0.0057	7.74
	13.32	180	1.009	0.999	8.50	-1.00	30	9.5	28.42	9.00	14.00	0.279	0.0033	7.36
	15.02	270	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	26.92	8.50	14.15	0.229	0.0027	6.97
	16.32	420	1.007	0.999	7.00	-1.00	30	8	23.93	7.50	14.35	0.185	0.0022	6.20
5/2/2001		1440	1.006	0.999	6.00	-1.00	30	7	20.94	6.50	14.70	0.101	0.0012	5.42
6/2/2001		2880	1.006	0.999	6.00	-1.00	30	7	20.94	6.50	14.70	0.071	0.0008	5.42
7/2/2001		4320	1.006	0.999	6.00	-1.00	30	7	20.94	6.50	14.70	0.058	0.0007	5.42

ตารางที่ ผ.ข. 30 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 0.31-0.40เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 0.31-0.40 m.

Hydrometer No. 458021

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.2302

G_S = 2.749

G_T = 0.9957

P_{wo} = 0.9957

W_s = 52.31

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 2.992

K2 = 0.01181

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = K_1(R-R_w)	R_o	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = $K_2(Z_r/t)60.5$	N'
4/2/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.021	0.999	21.00	-1.00	30	22	65.82	21.50	11.55	6.797	0.0803	15.15
		0.5	1.016	0.999	16.00	-1.00	30	17	50.86	16.50	13.00	5.099	0.0602	11.71
		1	1.013	0.999	13.00	-1.00	30	14	41.88	13.50	14.00	3.742	0.0442	9.64
		2	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	32.91	10.50	14.80	2.720	0.0321	7.58
	10.37	2	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	32.91	10.50	13.85	2.632	0.0311	7.58
	10.40	5	1.009	0.999	9.00	-1.00	30	10	29.92	9.50	14.20	1.685	0.0199	6.89
	10.45	10	1.007	0.999	7.00	-1.00	30	8	23.93	7.50	14.70	1.212	0.0143	5.51
	11.05	30	1.005	0.999	5.00	-1.00	30	6	17.95	5.50	15.20	0.712	0.0084	4.13
	11.35	60	1.005	0.999	5.00	-1.00	30	6	17.95	5.50	15.20	0.503	0.0059	4.13
	12.05	60	1.004	0.999	4.00	-1.00	30	5	14.96	4.50	15.45	0.507	0.0060	3.44
	13.35	180	1.004	0.999	4.00	-1.00	30	5	14.96	4.50	15.45	0.293	0.0035	3.44
	15.05	270	1.003	0.999	3.00	-1.00	30	4	11.97	3.50	15.70	0.241	0.0028	2.75
	16.35	420	1.003	0.999	3.00	-1.00	30	4	11.97	3.50	15.70	0.193	0.0023	2.75
5/2/2001		1440	1.003	0.999	3.00	-1.00	30	4	11.97	3.50	15.70	0.104	0.0012	2.75
6/2/2001		2880	1.003	0.999	3.00	-1.00	30	4	11.97	3.50	15.70	0.074	0.0009	2.75
7/2/2001		4320	1.003	0.999	3.00	-1.00	30	4	11.97	3.50	15.70	0.060	0.0007	2.75

ตารางที่ ผ.ข. 31 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 0.68-0.76 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 0.68-0.76 m.

Hydrometer No. 3496

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.2984

G_s = 2.736

G_T = 0.9957

P_{wo} = 0.9957

W_s = 52.31

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 3.000

K2 = 0.01186

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_w = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_w	N = K_1(R-R_w)	R_o	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = $K_2(Z_r/t)60.5$	N'
4/2/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.013	0.999	13.00	-1.00	30	14	42.00	13.50	14.00	7.483	0.0887	12.5325
		0.5	1.011	0.999	11.00	-1.00	30	12	36.00	11.50	14.25	5.339	0.0633	10.7421
		1	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	33.00	10.50	14.55	3.814	0.0452	9.8469
		2	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	33.00	10.50	14.55	2.697	0.0320	9.8469
	10.40	2	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	27.00	8.50	14.00	2.646	0.0314	8.0566
	10.43	5	1.007	0.999	7.00	-1.00	30	8	24.00	7.50	14.25	1.688	0.0200	7.1614
	10.48	10	1.007	0.999	7.00	-1.00	30	8	24.00	7.50	14.25	1.194	0.0142	7.1614
	11.08	30	1.006	0.999	6.00	-1.00	30	7	21.00	6.50	14.55	0.696	0.0083	6.2662
	11.38	60	1.005	0.999	5.00	-1.00	30	6	18.00	5.50	14.85	0.497	0.0059	5.3711
	12.08	60	1.005	0.999	5.00	-1.00	30	6	18.00	5.50	14.85	0.497	0.0059	5.3711
	13.38	180	1.005	0.999	5.00	-1.00	30	6	18.00	5.50	14.85	0.287	0.0034	5.3711
	15.08	270	1.004	0.999	4.00	-1.00	30	5	15.00	4.50	15.05	0.236	0.0028	4.4759
	16.38	420	1.004	0.999	4.00	-1.00	30	5	15.00	4.50	15.05	0.189	0.0022	4.4759
5/2/2001		1440	1.004	0.999	4.00	-1.00	30	5	15.00	4.50	15.05	0.102	0.0012	4.4759
6/2/2001		2880	1.004	0.999	4.00	-1.00	30	5	15.00	4.50	15.05	0.072	0.0009	4.4759
7/2/2001		4320	1.004	0.999	4.00	-1.00	30	5	15.00	4.50	15.05	0.059	0.0007	4.4759

ตารางที่ ผ.ข. 32 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 1.30-1.39 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 1.30-1.39 m.

Hydrometer No. 3516

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.3199

G_S = 2.731

G_T = 0.9957

P_{wo} = 0.9957

W_s = 52.31

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 3.003

K2 = 0.01188

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = K_1(R-R_w)	R_o	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = $K_2(Z_r/t)60.5$	N'
4/2/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.030	0.999	30.00	-1.00	30	31	93.10	30.50	9.45	6.148	0.0730	29.781
		0.5	1.028	0.999	28.00	-1.00	30	29	87.09	28.50	9.90	4.450	0.0528	27.860
		1	1.026	0.999	26.00	-1.00	30	27	81.08	26.50	10.35	3.217	0.0382	25.939
		2	1.024	0.999	24.00	-1.00	30	25	75.08	24.50	10.80	2.324	0.0276	24.017
	10.43	2	1.024	0.999	24.00	-1.00	30	25	75.08	24.50	9.85	2.219	0.0264	24.017
	10.46	5	1.021	0.999	21.00	-1.00	30	22	66.07	21.50	10.50	1.449	0.0172	21.135
	10.51	10	1.020	0.999	20.00	-1.00	30	21	63.06	20.50	10.80	1.039	0.0123	20.174
	11.11	30	1.020	0.999	20.00	-1.00	30	21	63.06	20.50	10.80	0.600	0.0071	20.174
	11.41	60	1.018	0.999	18.00	-1.00	30	19	57.06	18.50	11.20	0.432	0.0051	18.253
	12.11	60	1.017	0.999	17.00	-1.00	30	18	54.06	17.50	11.65	0.441	0.0052	17.292
	13.41	180	1.016	0.999	16.00	-1.00	30	17	51.05	16.50	11.85	0.257	0.0030	16.332
	15.11	270	1.015	0.999	15.00	-1.00	30	16	48.05	15.50	12.15	0.212	0.0025	15.371
	16.41	420	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	45.05	14.50	12.50	0.173	0.0020	14.410
5/2/2001		1440	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	45.05	14.50	12.50	0.093	0.0011	14.410
6/2/2001		2880	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	45.05	14.50	12.50	0.066	0.0008	14.410
7/2/2001		4320	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	45.05	14.50	12.50	0.054	0.0006	14.410

ตารางที่ ผ.ข. 33 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 1.92-2.05 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 1.92-2.05 m.

Hydrometer No. 387293

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.2398

G_S = 2.749

G_T = 0.9957

P_{wo} = 0.9957

W_s = 52.31

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 2.992

K2 = 0.01181

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = $K_1(R-R_w)$	R_e	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = $K_2(Z_r/t)60.5$	N'
4/2/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.025	0.999	25.00	-1.00	30	26	25.89	25.50	10.50	6.481	19.3889	0
		0.5	1.022	0.999	22.00	-1.00	30	23	22.90	22.50	11.30	4.754	14.2227	0
		1	1.019	0.999	19.00	-1.00	30	20	19.91	19.50	12.10	3.479	10.4069	0
		2	1.016	0.999	16.00	-1.00	30	17	16.93	16.50	12.95	2.545	7.6129	0
	10.47	2	1.015	0.999	15.00	-1.00	30	16	15.93	15.50	12.20	2.470	7.3891	0
	10.50	5	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	14.94	14.50	12.45	1.578	4.7209	0
	10.55	10	1.013	0.999	13.00	-1.00	30	14	13.94	13.50	12.85	1.134	3.3914	0
	11.15	30	1.012	0.999	12.00	-1.00	30	13	12.94	12.50	13.00	0.658	1.9694	0
	11.45	60	1.011	0.999	11.00	-1.00	30	12	11.95	11.50	13.20	0.469	1.4033	0
	12.15	60	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	10.95	10.50	13.65	0.477	1.4270	0
	13.45	180	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	10.95	10.50	13.65	0.275	0.8239	0
	15.15	270	1.009	0.999	9.00	-1.00	30	10	9.96	9.50	13.90	0.227	0.6788	0
	16.45	420	1.009	0.999	9.00	-1.00	30	10	9.96	9.50	13.90	0.182	0.5443	0
5/2/2001		1440	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	8.96	8.50	14.15	0.099	0.2966	0
6/2/2001		2880	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	8.96	8.50	14.15	0.070	0.2097	0
7/2/2001		4320	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	8.96	8.50	14.15	0.057	0.1712	0

ตารางที่ ผ.ข. 34 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 2.48-2.59 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 2.48-2.59 m.

Hydrometer No. 372321

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve 0.2903

G_S = 2.749

G_T = 0.9957

P_{wo} = 0.9957

W_s = 52.31

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 2.992

K2 = 0.01181

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = K_1(R-R_w)	R_o	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = $K_2(Z_r/t)60.5$	N'
4/2/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.025	0.999	25.00	-1.00	30	26	77.79	25.50	10.65	6.527	0.0771	22.5813
		0.5	1.022	0.999	22.00	-1.00	30	23	68.81	22.50	11.30	4.754	0.0562	19.9758
		1	1.019	0.999	19.00	-1.00	30	20	59.84	19.50	12.10	3.479	0.0411	17.3702
		2	1.016	0.999	16.00	-1.00	30	17	50.86	16.50	13.15	2.564	0.0303	14.7647
	10.47	2	1.015	0.999	15.00	-1.00	30	16	47.87	15.50	12.45	2.495	0.0295	13.8962
	10.50	5	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	44.88	14.50	12.80	1.600	0.0189	13.0277
	10.55	10	1.013	0.999	13.00	-1.00	30	14	41.88	13.50	13.05	1.142	0.0135	12.1592
	11.15	30	1.012	0.999	12.00	-1.00	30	13	38.89	12.50	13.25	0.665	0.0079	11.2907
	11.45	60	1.011	0.999	11.00	-1.00	30	12	35.90	11.50	13.65	0.477	0.0056	10.4221
	12.15	60	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	32.91	10.50	13.90	0.481	0.0057	9.5536
	13.45	180	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	32.91	10.50	13.90	0.278	0.0033	9.5536
	15.15	270	1.009	0.999	9.00	-1.00	30	10	29.92	9.50	14.10	0.229	0.0027	8.6851
	16.45	420	1.009	0.999	9.00	-1.00	30	10	29.92	9.50	14.10	0.183	0.0022	8.6851
5/2/2001		1440	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	26.93	8.50	14.35	0.100	0.0012	7.8166
6/2/2001		2880	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	26.93	8.50	14.35	0.071	0.0008	7.8166
7/2/2001		4320	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	26.93	8.50	14.35	0.058	0.0007	7.8166

ตารางที่ ผ.ข. 35 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 0.00-0.45 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 0.00 - 0.45 m.

Hydrometer No. 458021

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.5920

G_S = 2.749

G_T = 0.9954

P_{wo} = 0.9954

W_s = 50.24

u = 7.83

Pw = 0.9954

K1 = 3.114

K2 = 0.01169

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = $K_1(R-R_w)$	R_c	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = $K_2(Z_r/t)60.5$	N'
28/1/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.032	0.999	32.00	-1.00	31	33	102.77	32.50	9.20	6.066	0.0709	60.837
		0.5	1.03	0.999	30.00	-1.00	31	31	96.54	30.50	9.50	4.359	0.0509	57.150
		1	1.028	0.999	28.00	-1.00	31	29	90.31	28.50	10.25	3.202	0.0374	53.463
		2	1.026	0.999	26.00	-1.00	31	27	84.08	26.50	10.55	2.297	0.0268	49.776
	10.22	2	1.025	0.999	25.00	-1.00	31	26	80.97	25.50	9.80	2.214	0.0259	47.932
	10.25	5	1.021	0.999	21.00	-1.00	31	22	68.51	21.50	10.75	1.466	0.0171	40.558
	10.30	10	1.017	0.999	17.00	-1.00	31	18	56.05	17.50	11.80	1.086	0.0127	33.184
	10.50	30	1.014	0.999	14.00	-1.00	31	15	46.71	14.50	12.75	0.652	0.0076	27.653
	11.20	60	1.012	0.998	12.00	-2.00	31	14	43.60	12.50	13.45	0.473	0.0055	25.810
	11.50	60	1.011	0.998	11.00	-2.00	31	13	40.48	11.50	13.75	0.479	0.0056	23.966
	13.20	180	1.01	0.998	10.00	-2.00	31	12	37.37	10.50	14.00	0.279	0.0033	22.123
	14.50	270	1.009	0.998	9.00	-2.00	31	11	34.26	9.50	14.20	0.229	0.0027	20.279
	16.20	420	1.007	0.998	7.00	-2.00	31	9	28.03	7.50	14.80	0.188	0.0022	16.592
29/1/2001		1440	1.007	0.998	7.00	-2.00	31	9	28.03	7.50	14.80	0.101	0.0012	16.592
30/1/2001		2880	1.007	0.998	7.00	-2.00	31	9	28.03	7.50	14.80	0.072	0.0008	16.592
31/1/2001		4320	1.007	0.998	7.00	-2.00	31	9	28.03	7.50	14.80	0.059	0.0007	16.592

ตารางที่ ผ.ข. 36 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 2.00-2.45 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 2.00-2.45 m.

Hydrometer No. 373321

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.3657

G_S = 2.752

G_T = 0.9957

P_{wo} = 0.9957

W_s = 51.22

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 3.054

K2 = 0.01180

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = K_1(R-R_W)	R_o	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = K_2(Z_r/t)60.5	N'
28/1/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.035	0.998	35.00	-2.00	30	37	112.98	35.50	8.00	5.657	0.0668	41.3171
		0.5	1.033	0.998	33.00	-2.00	30	35	106.87	33.50	8.60	4.147	0.0490	39.0838
		1	1.031	0.998	31.00	-2.00	30	33	100.77	31.50	9.00	3.000	0.0354	36.8504
		2	1.029	0.998	29.00	-2.00	30	31	94.66	29.50	9.20	2.145	0.0253	34.6170
	11.27	2	1.029	0.998	29.00	-2.00	30	31	94.66	29.50	8.30	2.037	0.0240	34.6170
	11.30	5	1.027	0.998	27.00	-2.00	30	29	88.55	27.50	9.20	1.356	0.0160	32.3837
	11.35	10	1.025	0.998	25.00	-2.00	30	27	82.45	25.50	9.75	0.987	0.0117	30.1503
	11.55	30	1.023	0.998	23.00	-2.00	30	25	76.34	23.50	10.50	0.592	0.0070	27.9170
	12.25	60	1.022	0.998	22.00	-2.00	30	24	73.28	22.50	10.75	0.423	0.0050	26.8003
	12.55	60	1.021	0.998	21.00	-2.00	30	23	70.23	21.50	10.85	0.425	0.0050	25.6836
	14.25	180	1.020	0.998	20.00	-2.00	30	22	67.18	20.50	11.00	0.247	0.0029	24.5669
	15.55	270	1.019	0.998	19.00	-2.00	30	21	64.12	19.50	11.20	0.204	0.0024	23.4503
	17.25	420	1.018	0.998	18.00	-2.00	30	20	61.07	18.50	11.50	0.165	0.0020	22.3336
29/1/2001		1440	1.018	0.998	18.00	-2.00	30	20	61.07	18.50	11.50	0.089	0.0011	22.3336
30/1/2001		2880	1.018	0.998	18.00	-2.00	30	20	61.07	18.50	11.50	0.063	0.0007	22.3336
31/1/2001		4320	1.018	0.998	18.00	-2.00	30	20	61.07	18.50	11.50	0.052	0.0006	22.3336

ตารางที่ ผ.ข. 37 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 3.00-3.45 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 3.00-3.45 m.

Hydrometer No. 3496

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.0956

G_S = 2.723

G_T = 0.9957

P_{wo} = 0.9957

W_s = 39.92

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 3.942

K2 = 0.01190

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = K_1(R-R_w)	R_o	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = K_2(Z_r/t)60.5	N'
28/1/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.025	0.999	25.00	-1.00	30	26	102.49	25.50	10.50	6.481	0.0771	9.7979
		0.5	1.024	0.999	24.00	-1.00	30	25	98.55	24.50	10.80	4.648	0.0553	9.4210
		1	1.022	0.999	22.00	-1.00	30	23	90.66	22.50	11.30	3.362	0.0400	8.6673
		2	1.021	0.999	21.00	-1.00	30	22	86.72	21.50	11.60	2.408	0.0287	8.2905
	11.32	2	1.020	0.999	20.00	-1.00	30	21	82.78	20.50	10.80	2.324	0.0277	7.9137
	11.35	5	1.019	0.999	19.00	-1.00	30	20	78.84	19.50	11.00	1.483	0.0177	7.5368
	11.40	10	1.016	0.999	16.00	-1.00	30	17	67.01	16.50	11.80	1.086	0.0129	6.4063
	12.00	30	1.015	0.999	15.00	-1.00	30	16	63.07	15.50	12.10	0.635	0.0076	6.0295
	12.30	60	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	59.13	14.50	12.25	0.452	0.0054	5.6526
	13.00	60	1.013	0.999	13.00	-1.00	30	14	55.19	13.50	12.50	0.456	0.0054	5.2758
	14.30	180	1.012	0.999	12.00	-1.00	30	13	51.24	12.50	13.00	0.269	0.0032	4.8989
	16.00	270	1.011	0.999	11.00	-1.00	30	12	47.30	11.50	13.20	0.221	0.0026	4.5221
	17.30	420	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	43.36	10.50	13.50	0.179	0.0021	4.1453
29/1/2001		1440	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	43.36	10.50	13.50	0.097	0.0012	4.1453
30/1/2001		2880	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	43.36	10.50	13.50	0.068	0.0008	4.1453
31/1/2001		4320	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	43.36	10.50	13.50	0.056	0.0007	4.1453

ตารางที่ ผ.ข. 38 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 4.00-4.45 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 4.00-4.45 m.

Hydrometer No. 387322

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.0907

G_S = 2.679

G_T = 0.9957

P_{wc} = 0.9957

W_s = 26.33

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 6.034

K2 = 0.01206

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = $K_1(R-R_w)$	R_c	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = $K_2(Z_r/t)60.5$	N'
28/1/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.017	0.999	17.00	-1.00	30	18	108.61	17.50	12.60	7.099	0.0856	9.851
		0.5	1.016	0.999	16.00	-1.00	30	17	102.58	16.50	13.00	5.099	0.0615	9.304
		1	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	90.51	14.50	13.40	3.661	0.0441	8.209
		2	1.013	0.999	13.00	-1.00	30	14	84.47	13.50	13.80	2.627	0.0317	7.662
	11.42	2	1.013	0.999	13.00	-1.00	30	14	84.47	13.50	12.85	2.535	0.0306	7.662
	11.45	5	1.011	0.999	11.00	-1.00	30	12	72.41	11.50	13.20	1.625	0.0196	6.567
	11.50	10	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	66.37	10.50	13.60	1.166	0.0141	6.020
	12.10	30	1.009	0.999	9.00	-1.00	30	10	60.34	9.50	13.85	0.679	0.0082	5.473
	12.40	60	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	54.31	8.50	14.15	0.486	0.0059	4.925
	13.10	60	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	54.31	8.50	14.15	0.486	0.0059	4.925
	14.40	180	1.006	0.999	6.00	-1.00	30	7	42.24	6.50	14.65	0.285	0.0034	3.831
	16.10	270	1.005	0.999	5.00	-1.00	30	6	36.20	5.50	15.00	0.236	0.0028	3.284
	17.40	420	1.005	0.999	5.00	-1.00	30	6	36.20	5.50	15.00	0.189	0.0023	3.284
29/1/2001		1440	1.005	0.999	5.00	-1.00	30	6	36.20	5.50	15.00	0.102	0.0012	3.284
30/1/2001		2880	1.005	0.999	5.00	-1.00	30	6	36.20	5.50	15.00	0.072	0.0009	3.284
31/1/2001		4320	1.005	0.999	5.00	-1.00	30	6	36.20	5.50	15.00	0.059	0.0007	3.284

ตารางที่ ผ.ข. 39 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 6.00-6.45 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 6.00-6.45 m.

Hydrometer No. 3516

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.0679

G_s = 2.789

G_T = 0.9957

P_{wc} = 0.9957

W_s = 26.33

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 5.895

K2 = 0.01168

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_w = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_w	N = K_1(R-R_w)	R_c	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = K_2(Z_r/t)60.5	N'
28/1/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.013	0.998	13.00	-2.00	30	15	88.43	13.50	13.80	7.430	0.0868	6.0045
		0.5	1.012	0.998	12.00	-2.00	30	14	82.54	12.50	14.10	5.310	0.0620	5.6042
		1	1.011	0.998	11.00	-2.00	30	13	76.64	11.50	14.25	3.775	0.0441	5.2039
		2	1.010	0.998	10.00	-2.00	30	12	70.75	10.50	14.75	2.716	0.0317	4.8036
	11.52	2	1.010	0.998	10.00	-2.00	30	12	70.75	10.50	13.80	2.627	0.0307	4.8036
	11.55	5	1.009	0.998	9.00	-2.00	30	11	64.85	9.50	13.90	1.667	0.0195	4.4033
	12.00	10	1.008	0.998	8.00	-2.00	30	10	58.95	8.50	14.10	1.187	0.0139	4.003
	12.20	30	1.007	0.998	7.00	-2.00	30	9	53.06	7.50	14.45	0.694	0.0081	3.6027
	12.50	60	1.006	0.998	6.00	-2.00	30	8	47.16	6.50	14.75	0.496	0.0058	3.2024
	13.20	60	1.006	0.998	6.00	-2.00	30	8	47.16	6.50	14.75	0.496	0.0058	3.2024
	14.50	180	1.005	0.998	5.00	-2.00	30	7	41.27	5.50	15.00	0.289	0.0034	2.8021
	16.20	270	1.004	0.998	4.00	-2.00	30	6	35.37	4.50	15.20	0.237	0.0028	2.4018
	17.50	420	1.004	0.998	4.00	-2.00	30	6	35.37	4.50	15.20	0.190	0.0022	2.4018
29/1/2001		1440	1.004	0.998	4.00	-2.00	30	6	35.37	4.50	15.20	0.103	0.0012	2.4018
30/1/2001		2880	1.004	0.998	4.00	-2.00	30	6	35.37	4.50	15.20	0.073	0.0008	2.4018
31/1/2001		4320	1.004	0.998	4.00	-2.00	30	6	35.37	4.50	15.20	0.059	0.0007	2.4018

ตารางที่ ผ.ข.40 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 8.00-8.45 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 8.00-8.45 m.

Hydrometer No. 387293

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.8037

G_S = 2.700

G_T = 0.9957

P_{wc} = 0.9957

W_a = 50.88

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 3.108

K2 = 0.01198

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = $K_1(R-R_w)$	R_c	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = $K_2(Z_r/t)60.5$	N'
28/1/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.032	0.999	32.00	-1.00	30	33	102.57	32.50	8.50	5.831	0.0699	82.4336
		0.5	1.031	0.999	31.00	-1.00	30	32	99.46	31.50	8.85	4.207	0.0504	79.9356
		1	1.030	0.999	30.00	-1.00	30	31	96.35	30.50	9.65	3.106	0.0372	77.4376
		2	1.028	0.999	28.00	-1.00	30	29	90.14	28.50	9.75	2.208	0.0265	72.4416
	11.57	2	1.028	0.999	28.00	-1.00	30	29	90.14	28.50	8.85	2.104	0.0252	72.4416
	12.00	5	1.027	0.999	27.00	-1.00	30	28	87.03	27.50	9.00	1.342	0.0161	69.9436
	12.05	10	1.026	0.999	26.00	-1.00	30	27	83.92	26.50	9.20	0.959	0.0115	67.4457
	12.25	30	1.025	0.999	25.00	-1.00	30	26	80.81	25.50	9.45	0.561	0.0067	64.9477
	12.55	60	1.024	0.999	24.00	-1.00	30	25	77.70	24.50	9.85	0.405	0.0049	62.4497
	12.25	60	1.023	0.999	23.00	-1.00	30	24	74.59	23.50	10.10	0.410	0.0049	59.9517
	14.55	180	1.021	0.999	21.00	-1.00	30	22	68.38	21.50	10.55	0.242	0.0029	54.9557
	16.25	270	1.020	0.999	20.00	-1.00	30	21	65.27	20.50	10.95	0.201	0.0024	52.4577
	17.55	420	1.019	0.999	19.00	-1.00	30	20	62.16	19.50	11.20	0.163	0.0020	49.9597
29/1/2001		1440	1.019	0.999	19.00	-1.00	30	20	62.16	19.50	11.20	0.088	0.0011	49.9597
30/1/2001		2880	1.019	0.999	19.00	-1.00	30	20	62.16	19.50	11.20	0.062	0.0007	49.9597
31/1/2001		4320	1.019	0.999	19.00	-1.00	30	20	62.16	19.50	11.20	0.051	0.0006	49.9597

ตารางที่ ผ.ข. 41 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 10.00-10.45 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 10.00-10.45 m.

Hydrometer No. 387322

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.3497

G_S = 2.689

G_T = 0.9957

P_{wc} = 0.9957

W_s = 50.88

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 3.116

K2 = 0.01202

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = K_1(R-R_w)	R_c	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = K_2(Z_r/t)60.5	N'
30/1/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.031	0.999	31.00	-1.00	30	32	99.70	31.50	8.80	5.933	0.0713	34.865
		0.5	1.029	0.999	29.00	-1.00	30	30	93.47	29.50	9.50	4.359	0.0524	32.686
		1	1.027	0.999	27.00	-1.00	30	28	87.24	27.50	10.00	3.162	0.0380	30.507
		2	1.025	0.999	25.00	-1.00	30	26	81.01	25.50	10.50	2.291	0.0275	28.328
	12.15	2	1.025	0.999	25.00	-1.00	30	26	81.01	25.50	9.50	2.179	0.0262	28.328
	12.18	5	1.021	0.999	21.00	-1.00	30	22	68.54	21.50	10.40	1.442	0.0173	23.970
	12.23	10	1.020	0.999	20.00	-1.00	30	21	65.43	20.50	10.95	1.046	0.0126	22.880
	12.43	30	1.018	0.999	18.00	-1.00	30	19	59.20	18.50	11.30	0.614	0.0074	20.701
	13.13	60	1.017	0.999	17.00	-1.00	30	18	56.08	17.50	11.80	0.443	0.0053	19.611
	13.43	60	1.016	0.999	16.00	-1.00	30	17	52.97	16.50	12.00	0.447	0.0054	18.522
	15.13	180	1.015	0.999	15.00	-1.00	30	16	49.85	15.50	12.20	0.260	0.0031	17.432
	16.43	270	1.015	0.999	15.00	-1.00	30	16	49.85	15.50	12.20	0.213	0.0026	17.432
	18.13	420	1.015	0.999	15.00	-1.00	30	16	49.85	15.50	12.20	0.170	0.0020	17.432
31/1/2001		1440	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	46.73	14.50	12.50	0.093	0.0011	16.343
1/2/2001		2880	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	46.73	14.50	12.50	0.066	0.0008	16.343
2/2/2001		4320	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	46.73	14.50	12.50	0.054	0.0006	16.343

ตารางที่ ผ.ข.42 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 12.00-12.45 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 12.00-12.45 m.

Hydrometer No. 458021

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.2108

G_S = 2.731

G_T = 0.9957

P_{wo} = 0.9957

W_s = 50.88

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 3.087

K2 = 0.01188

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = K_1(R-R_w)	R_o	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = $K_2(Z_r/t)60.5$	N'
30/1/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.033	0.999	33.00	-1.00	30	34	104.97	33.50	8.60	5.865	0.0697	22.1287
		0.5	1.032	0.999	32.00	-1.00	30	33	101.89	32.50	8.95	4.231	0.0502	21.4778
		1	1.031	0.999	31.00	-1.00	30	32	98.80	31.50	9.10	3.017	0.0358	20.8270
		2	1.031	0.999	31.00	-1.00	30	32	98.80	31.50	9.40	2.168	0.0257	20.8270
	12.22	2	1.030	0.999	30.00	-1.00	30	31	95.71	30.50	8.60	2.074	0.0246	20.1762
	12.25	5	1.029	0.999	29.00	-1.00	30	30	92.62	29.50	8.60	1.311	0.0156	19.5253
	12.30	10	1.028	0.999	28.00	-1.00	30	29	89.54	28.50	9.00	0.949	0.0113	18.8745
	12.50	30	1.027	0.999	27.00	-1.00	30	28	86.45	27.50	9.20	0.554	0.0066	18.2236
	13.20	60	1.026	0.999	26.00	-1.00	30	27	83.36	26.50	9.50	0.398	0.0047	17.5728
	13.50	60	1.026	0.999	26.00	-1.00	30	27	83.36	26.50	9.50	0.398	0.0047	17.5728
	15.20	180	1.025	0.999	25.00	-1.00	30	26	80.27	25.50	9.75	0.233	0.0028	16.9219
	16.50	270	1.024	0.999	24.00	-1.00	30	25	77.19	24.50	10.00	0.192	0.0023	16.2711
	18.20	420	1.024	0.999	24.00	-1.00	30	25	77.19	24.50	10.00	0.154	0.0018	16.2711
31/1/2001		1440	1.023	0.999	23.00	-1.00	30	24	74.10	23.50	10.15	0.084	0.0010	15.6202
1/2/2001		2880	1.023	0.999	23.00	-1.00	30	24	74.10	23.50	10.15	0.059	0.0007	15.6202
2/2/2001		4320	1.023	0.999	23.00	-1.00	30	24	74.10	23.50	10.15	0.048	0.0006	15.6202

ตารางที่ ผ.ข. 43 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 14.00-14.45 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 14.00-14.45 m.

Hydrometer No. 3496

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.1530

G_S = 2.673

G_T = 0.9957

P_{wc} = 0.9957

W_s = 37.54

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 4.238

K2 = 0.01208

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_w = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_w	N = K_1(R-R_w)	R_c	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = K_2(Z_r/t)60.5	N'
30/1/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.023	0.999	23.00	-1.00	30	24	101.71	23.50	11.00	6.633	0.0801	15.561
		0.5	1.022	0.999	22.00	-1.00	30	23	97.47	22.50	11.35	4.764	0.0576	14.913
		1	1.019	0.999	19.00	-1.00	30	20	84.76	19.50	12.00	3.464	0.0418	12.968
		2	1.016	0.999	16.00	-1.00	30	17	72.04	16.50	12.95	2.545	0.0307	11.022
	12.27	2	1.015	0.999	15.00	-1.00	30	16	67.80	15.50	12.00	2.449	0.0296	10.374
	12.30	5	1.013	0.999	13.00	-1.00	30	14	59.33	13.50	12.65	1.591	0.0192	9.077
	12.35	10	1.012	0.999	12.00	-1.00	30	13	55.09	12.50	13.00	1.140	0.0138	8.429
	12.55	30	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	46.62	10.50	13.50	0.671	0.0081	7.132
	13.25	60	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	38.14	8.50	14.00	0.483	0.0058	5.835
	13.55	60	1.006	0.999	6.00	-1.00	30	7	29.66	6.50	14.65	0.494	0.0060	4.539
	15.25	180	1.004	0.999	4.00	-1.00	30	5	21.19	4.50	15.00	0.289	0.0035	3.242
	16.55	270	1.004	0.999	4.00	-1.00	30	5	21.19	4.50	15.00	0.236	0.0028	3.242
	18.25	420	1.004	0.999	4.00	-1.00	30	5	21.19	4.50	15.00	0.189	0.0023	3.242
31/1/2001		1440	1.003	0.999	3.00	-1.00	30	4	16.95	3.50	15.35	0.103	0.0012	2.594
1/2/2001		2880	1.003	0.999	3.00	-1.00	30	4	16.95	3.50	15.35	0.073	0.0009	2.594
2/2/2001		4320	1.003	0.999	3.00	-1.00	30	4	16.95	3.50	15.35	0.060	0.0007	2.594

ตารางที่ ผ.ข. 44 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 16.00-16.45 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 16.00-16.45 m.

Hydrometer No. 3516

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.5243

G_s = 2.679

G_T = 0.9957

P_{wo} = 0.9957

W_s = 50.24

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 3.162

K2 = 0.01206

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = $K_1(R-R_w)$	R_c	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = $K_2(Z_r/t)60.5$	N'
30/1/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.033	0.999	33.00	-1.00	30	34	107.52	33.50	8.65	5.882	0.0709	56.372
		0.5	1.031	0.999	31.00	-1.00	30	32	101.19	31.50	9.10	4.266	0.0514	53.056
		1	1.025	0.999	25.00	-1.00	30	26	82.22	25.50	10.55	3.248	0.0392	43.108
		2	1.019	0.999	19.00	-1.00	30	20	63.25	19.50	12.05	2.455	0.0296	33.160
	12.30	2	1.018	0.999	18.00	-1.00	30	19	60.08	18.50	11.25	2.372	0.0286	31.502
	12.33	5	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	47.41	14.50	12.45	1.578	0.0190	24.870
	12.38	10	1.011	0.999	11.00	-1.00	30	12	37.95	11.50	13.20	1.149	0.0139	19.896
	12.58	30	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	28.46	8.50	14.00	0.683	0.0082	14.922
	13.28	60	1.006	0.999	6.00	-1.00	30	7	22.14	6.50	14.75	0.496	0.0060	11.606
	13.58	60	1.006	0.999	6.00	-1.00	30	7	22.14	6.50	14.75	0.496	0.0060	11.606
	15.28	180	1.005	0.999	5.00	-1.00	30	6	18.97	5.50	14.95	0.288	0.0035	9.948
	16.58	270	1.004	0.999	4.00	-1.00	30	5	15.81	4.50	15.10	0.236	0.0029	8.290
	18.28	420	1.004	0.999	4.00	-1.00	30	5	15.81	4.50	15.10	0.190	0.0023	8.290
31/1/2001		1440	1.003	0.999	3.00	-1.00	30	4	12.65	3.50	15.30	0.103	0.0012	6.632
1/2/2001		2880	1.003	0.999	3.00	-1.00	30	4	12.65	3.50	15.30	0.073	0.0009	6.632
2/2/2001		4320	1.003	0.999	3.00	-1.00	30	4	12.65	3.50	15.30	0.060	0.0007	6.632

ตารางที่ ผ.ข.45 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 18.00-18.45 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 18.00-18.45 m.

Hydrometer No. 387293

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.2540

G_S = 2.657

G_T = 0.9957

P_{wo} = 0.9957

W_s = 50.24

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 3.178

K2 = 0.01214

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = K_1(R-R_w)	R_o	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = K_2(Z_r/t)60.5	N'
30/1/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.033	0.999	33.00	-1.00	30	34	108.05	33.50	8.45	5.814	0.0706	27.445
		0.5	1.031	0.999	31.00	-1.00	30	32	101.69	31.50	8.95	4.231	0.0514	25.830
		1	1.027	0.999	27.00	-1.00	30	28	88.98	27.50	10.00	3.162	0.0384	22.602
		2	1.023	0.999	23.00	-1.00	30	24	76.27	23.50	11.00	2.345	0.0285	19.373
	12.38	2	1.022	0.999	22.00	-1.00	30	23	73.09	22.50	10.30	2.269	0.0275	18.566
	12.41	5	1.016	0.999	16.00	-1.00	30	17	54.03	16.50	11.85	1.539	0.0187	13.722
	12.46	10	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	47.67	14.50	12.50	1.118	0.0136	12.108
	13.06	30	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	34.96	10.50	13.55	0.672	0.0082	8.879
	13.36	60	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	28.60	8.50	14.10	0.485	0.0059	7.265
	14.06	60	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	28.60	8.50	14.10	0.485	0.0059	7.265
	15.36	180	1.006	0.999	6.00	-1.00	30	7	22.25	6.50	14.75	0.286	0.0035	5.650
	17.06	270	1.005	0.999	5.00	-1.00	30	6	19.07	5.50	15.00	0.236	0.0029	4.843
	18.36	420	1.005	0.999	5.00	-1.00	30	6	19.07	5.50	15.00	0.189	0.0023	4.843
31/1/2001		1440	1.004	0.999	4.00	-1.00	30	5	15.89	4.50	15.20	0.103	0.0012	4.036
1/2/2001		2880	1.004	0.999	4.00	-1.00	30	5	15.89	4.50	15.20	0.073	0.0009	4.036
2/2/2001		4320	1.004	0.999	4.00	-1.00	30	5	15.89	4.50	15.20	0.059	0.0007	4.036

ตารางที่ ผ.ข. 46 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 20.00-20.45 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 20.00-20.45 m.

Hydrometer No. 372321

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.7100

G_S = 2.670

G_T = 0.9957

P_{wo} = 0.9957

W_s = 50.24

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 3.169

K2 = 0.01209

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = $K_1(R-R_w)$	R_o	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = $K_2(Z_r/t)60.5$	N'
30/1/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.031	0.998	31.00	-2.00	30	33	104.57	31.50	9.00	6.000	0.0725	74.241
		0.5	1.030	0.998	30.00	-2.00	30	32	101.40	30.50	9.35	4.324	0.0523	71.992
		1	1.029	0.998	29.00	-2.00	30	31	98.23	29.50	9.75	3.122	0.0378	69.742
		2	1.028	0.998	28.00	-2.00	30	30	95.06	28.50	9.95	2.230	0.0270	67.492
	12.41	2	1.027	0.998	27.00	-2.00	30	29	91.89	27.50	9.15	2.139	0.0259	65.242
	12.44	5	1.027	0.998	27.00	-2.00	30	29	91.89	27.50	9.15	1.353	0.0164	65.242
	12.49	10	1.026	0.998	26.00	-2.00	30	28	88.72	26.50	9.50	0.975	0.0118	62.993
	13.09	30	1.024	0.998	24.00	-2.00	30	26	82.38	24.50	10.00	0.577	0.0070	58.493
	13.39	60	1.023	0.998	23.00	-2.00	30	25	79.22	23.50	10.20	0.412	0.0050	56.243
	14.09	60	1.023	0.998	23.00	-2.00	30	25	79.22	23.50	10.20	0.412	0.0050	56.243
	15.39	180	1.021	0.998	21.00	-2.00	30	23	72.88	21.50	10.60	0.243	0.0029	51.744
	17.09	270	1.020	0.998	20.00	-2.00	30	22	69.71	20.50	11.00	0.202	0.0024	49.494
	18.39	420	1.019	0.998	19.00	-2.00	30	21	66.54	19.50	11.30	0.164	0.0020	47.245
31/1/2001		1440	1.016	0.998	16.00	-2.00	30	18	57.04	16.50	12.20	0.092	0.0011	40.495
1/2/2001		2880	1.013	0.998	13.00	-2.00	30	15	47.53	13.50	13.00	0.067	0.0008	33.746
2/2/2001		4320	1.013	0.998	13.00	-2.00	30	15	47.53	13.50	13.00	0.055	0.0007	33.746

ตารางที่ ผ.ข. 47 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 22.00-22.45 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 22.00-22.45 m.

Hydrometer No. 387322

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.9054

G_S = 2.670

G_T = 0.9957

P_{we} = 0.9957

W_s = 52.31

u = 8.00

Pw = 0.9957

K1 = 3.043

K2 = 0.01209

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = K_1(R-R_W)	R_e	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = K_2(Z_r/t)60.5	N'
4/2/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.031	0.999	31.00	-1.00	30	32	97.38	31.50	8.95	5.983	0.0723	88.172
		0.5	1.030	0.999	30.00	-1.00	30	31	94.34	30.50	9.15	4.278	0.0517	85.416
		1	1.028	0.999	28.00	-1.00	30	29	88.25	28.50	9.85	3.138	0.0379	79.906
		2	1.026	0.999	26.00	-1.00	30	27	82.17	26.50	10.20	2.258	0.0273	74.395
	9.32	2	1.026	0.999	26.00	-1.00	30	27	82.17	26.50	9.25	2.151	0.0260	74.395
	9.35	5	1.024	0.999	24.00	-1.00	30	25	76.08	24.50	9.90	1.407	0.0170	68.884
	9.40	10	1.022	0.999	22.00	-1.00	30	23	69.99	22.50	10.30	1.015	0.0123	63.373
	10.00	30	1.021	0.999	21.00	-1.00	30	22	66.95	21.50	10.65	0.596	0.0072	60.618
	10.30	60	1.020	0.999	20.00	-1.00	30	21	63.91	20.50	10.95	0.427	0.0052	57.863
	11.00	60	1.019	0.999	19.00	-1.00	30	20	60.87	19.50	11.15	0.431	0.0052	55.107
	12.30	180	1.018	0.999	18.00	-1.00	30	19	57.82	18.50	11.45	0.252	0.0030	52.352
	14.00	270	1.017	0.999	17.00	-1.00	30	18	54.78	17.50	11.85	0.209	0.0025	49.597
	15.30	420	1.016	0.999	16.00	-1.00	30	17	51.74	16.50	12.00	0.169	0.0020	46.841
5/2/2001		1440	1.015	0.999	15.00	-1.00	30	16	48.69	15.50	12.20	0.092	0.0011	44.086
6/2/2001		2880	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	45.65	14.50	12.50	0.066	0.0008	41.330
7/2/2001		4320	1.014	0.999	14.00	-1.00	30	15	45.65	14.50	12.50	0.054	0.0007	41.330

ตารางที่ ผ.ข. 48 การหาขนาดเม็ดดินโดยใช้ไฮโดรมิเตอร์ที่ระดับความลึก 24.00-24.45 เมตร จากผิวดิน

Project Design of Recharge System with Rainfall into Aquifer

Lacation Bannenkvang School Pijit Province

Depth 24.00-24.45 m.

Hydrometer No. 458021

Dispersing Agent สารละลาย 4 %ของ Sodium Hexametaphosphate

Amout 125 g

Meniscus correction x 1000 = 0.5

Fraction Finer No. 200 Sieve = 0.7307

G_S = 2.690

G_T = 0.9957

P_{wc} = 0.9957

W_s = 52.31

u = 8.00

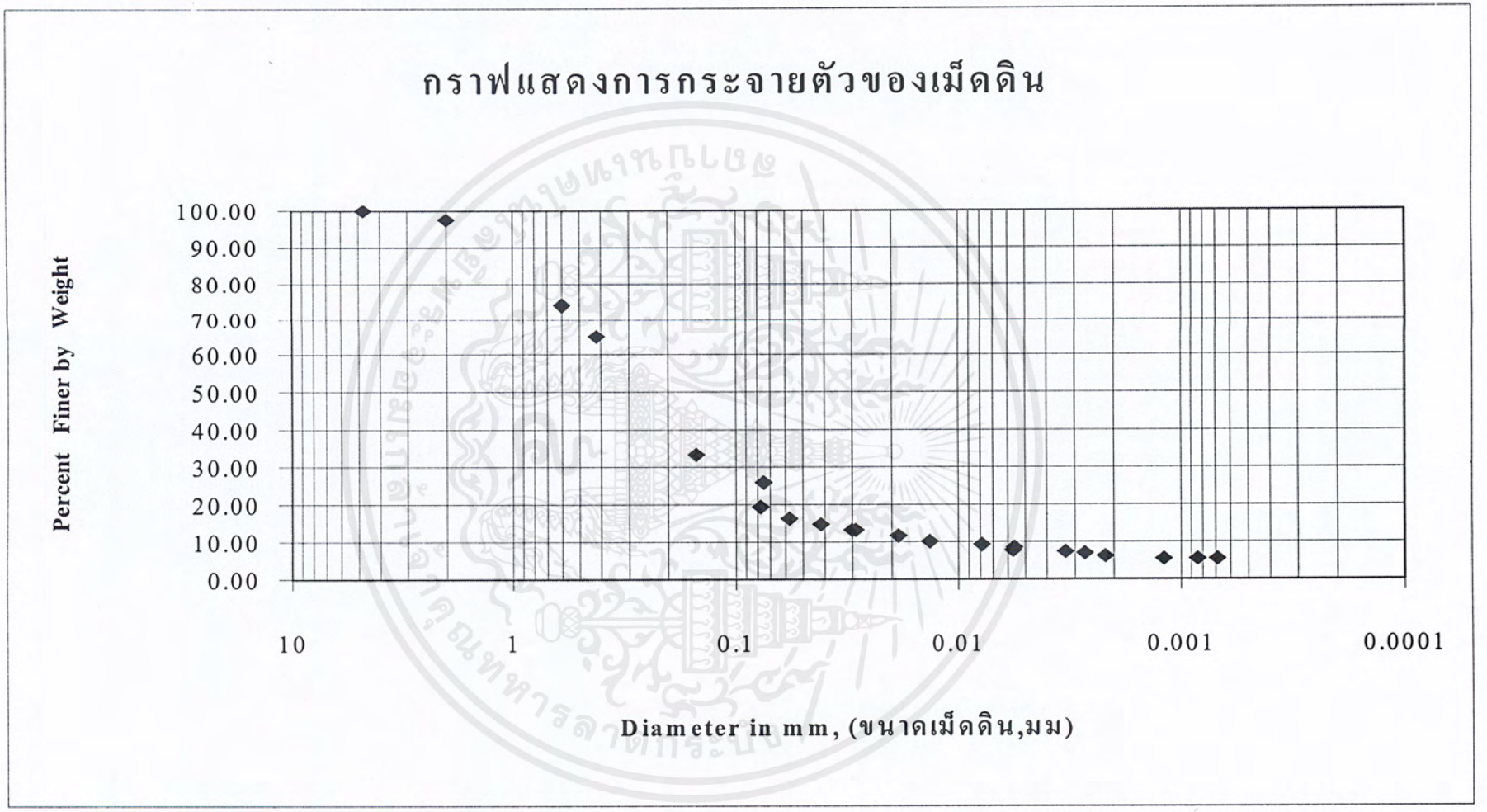
Pw = 0.9957

K1 = 3.030

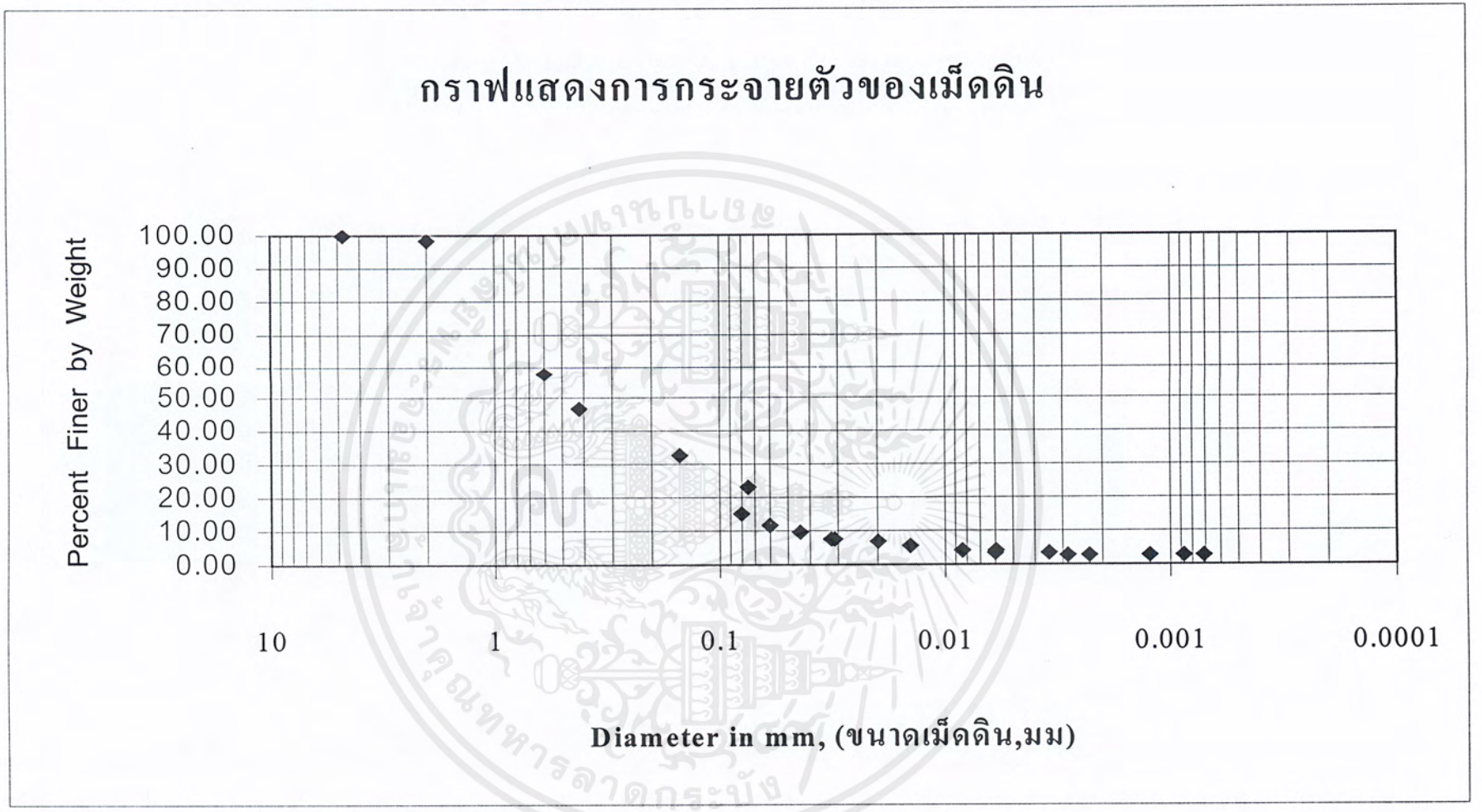
K2 = 0.01202

Date	Time	Elapsed Time ,t	r	r_w	R = 1000(r-1)	R_W = 1000(r_w-1)	Temp c'	R - R_W	N = K_1(R-R_w)	R_c	Z_r	(Zr / t)^0.5	D = $K_2(Z_r/t)60.5$	N'
4/2/2001	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0.25	1.033	0.999	33.00	-1.00	30	34	103.01	33.50	8.75	5.916	0.0711	75.271
		0.5	1.031	0.999	31.00	-1.00	30	32	96.95	31.50	9.15	4.278	0.0514	70.843
		1	1.026	0.999	26.00	-1.00	30	27	81.80	26.50	10.45	3.233	0.0389	59.774
		2	1.022	0.999	22.00	-1.00	30	23	69.68	22.50	11.45	2.393	0.0288	50.919
	9.35	2	1.022	0.999	22.00	-1.00	30	23	69.68	22.50	10.50	2.291	0.0275	50.919
	9.38	5	1.016	0.999	16.00	-1.00	30	17	51.51	16.50	12.00	1.549	0.0186	37.635
	9.43	10	1.015	0.999	15.00	-1.00	30	16	48.48	15.50	12.45	1.116	0.0134	35.422
	10.03	30	1.012	0.999	12.00	-1.00	30	13	39.39	12.50	13.35	0.667	0.0080	28.780
	10.33	60	1.011	0.999	11.00	-1.00	30	12	36.36	11.50	13.55	0.475	0.0057	26.566
	12.33	60	1.011	0.999	11.00	-1.00	30	12	36.36	11.50	13.55	0.475	0.0057	26.566
	14.03	180	1.010	0.999	10.00	-1.00	30	11	33.33	10.50	13.90	0.278	0.0033	24.352
	15.33	270	1.009	0.999	9.00	-1.00	30	10	30.30	9.50	14.10	0.229	0.0027	22.139
	16.33	420	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	27.27	8.50	14.35	0.185	0.0022	19.925
5/2/2001		1440	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	27.27	8.50	14.35	0.100	0.0012	19.925
6/2/2001		2880	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	27.27	8.50	14.35	0.071	0.0008	19.925
7/2/2001		4320	1.008	0.999	8.00	-1.00	30	9	27.27	8.50	14.35	0.058	0.0007	19.925

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



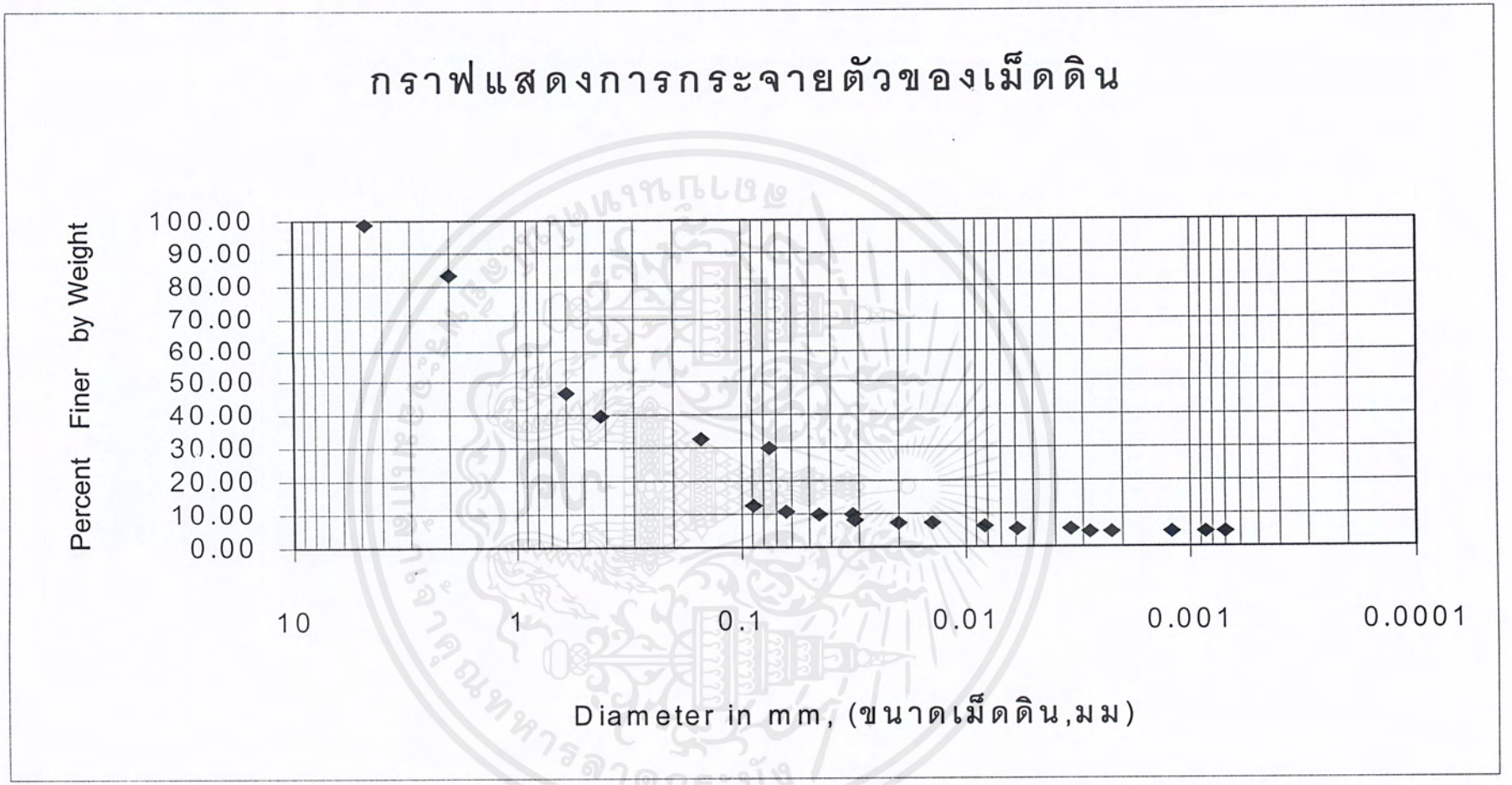
รูปที่ ผ.ข. 7 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 0.00-0.12 เมตรจากผิวดิน



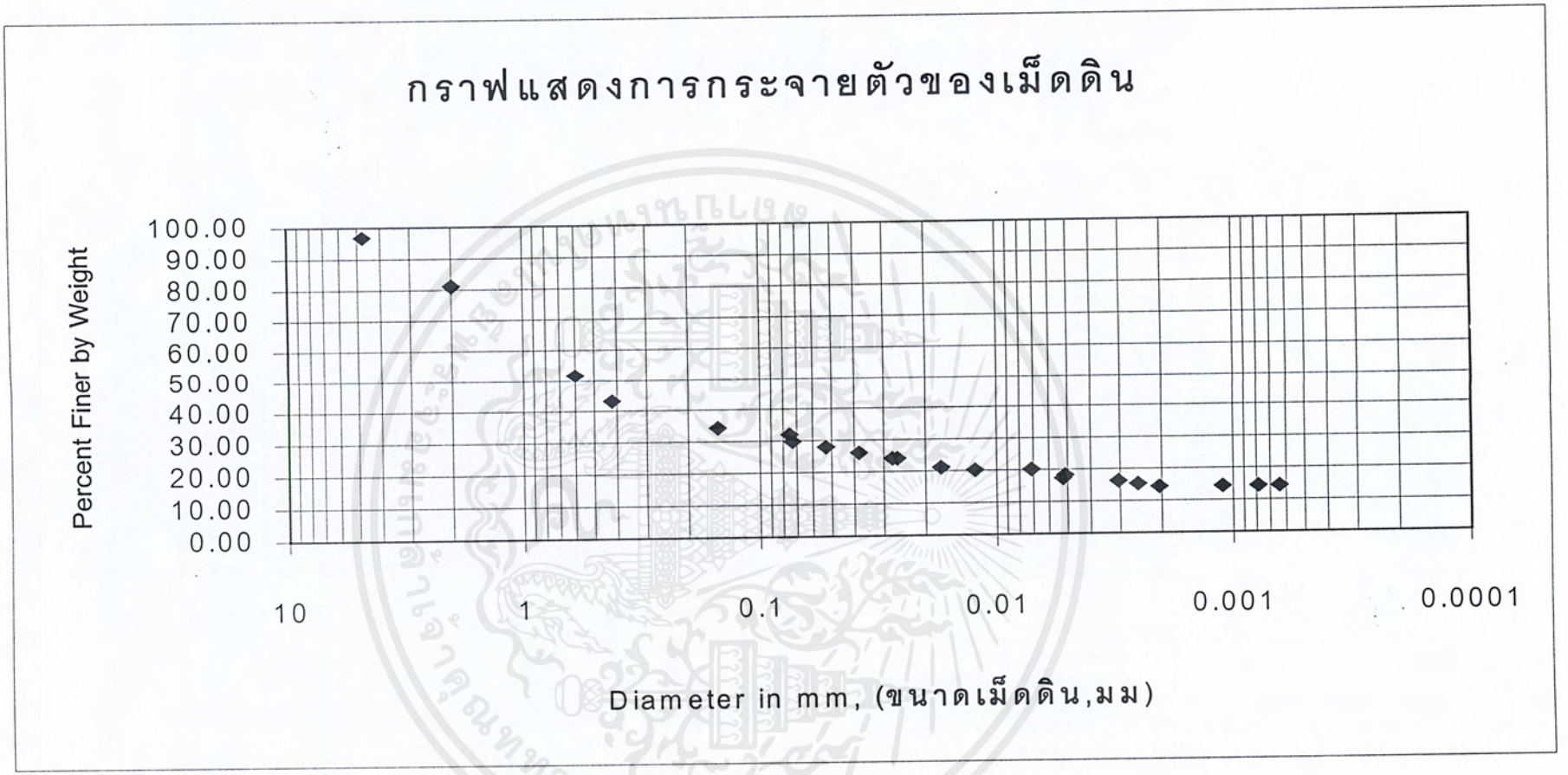
รูปที่ ผ.ข. 8 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 0.31-0.40 เมตรจากผิวดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ปี พ.ศ. 56

ผ 57

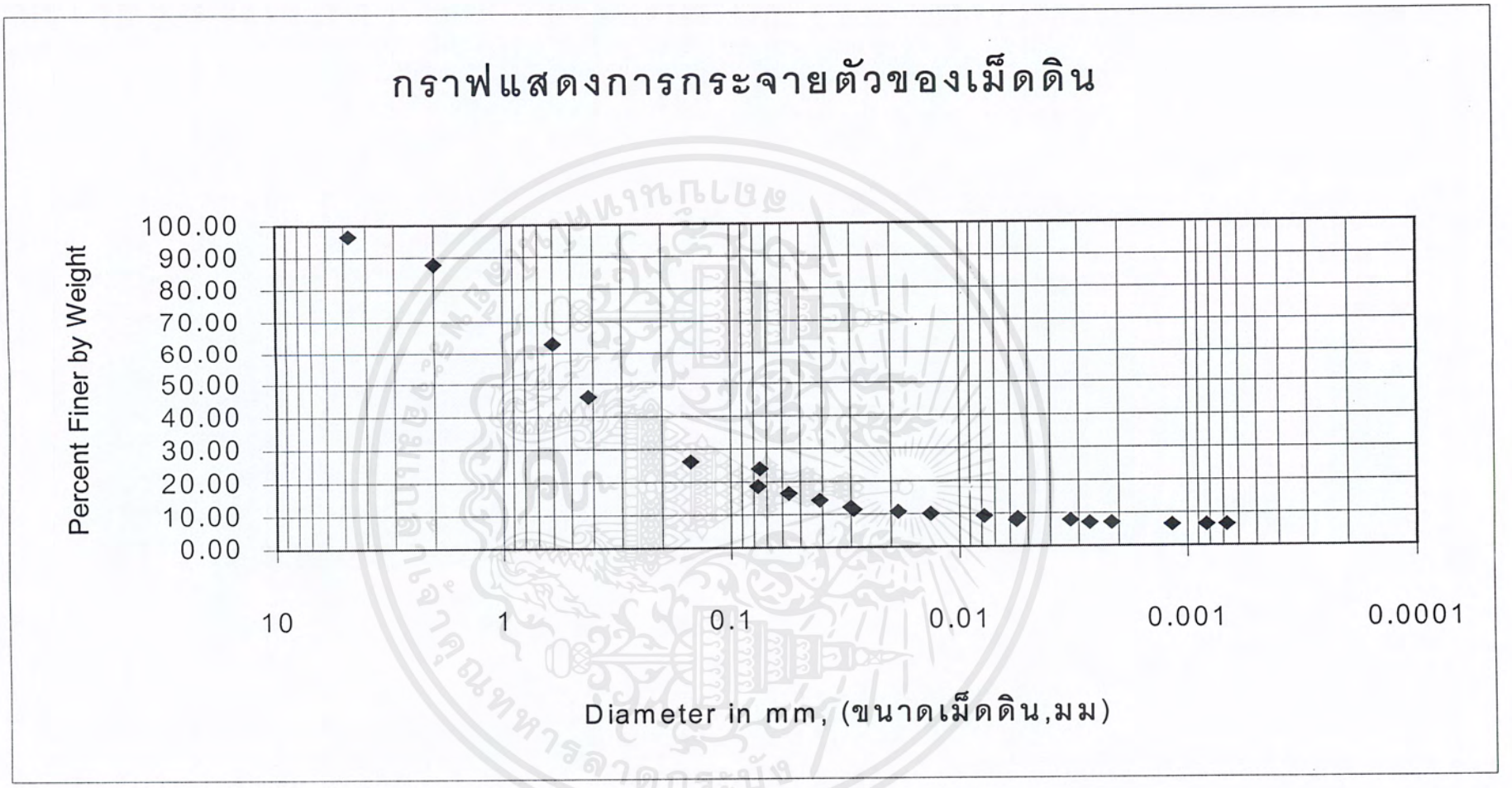


รูปที่ ผ.ข. 9 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 0.68-0.76 เมตรจากผิวดิน



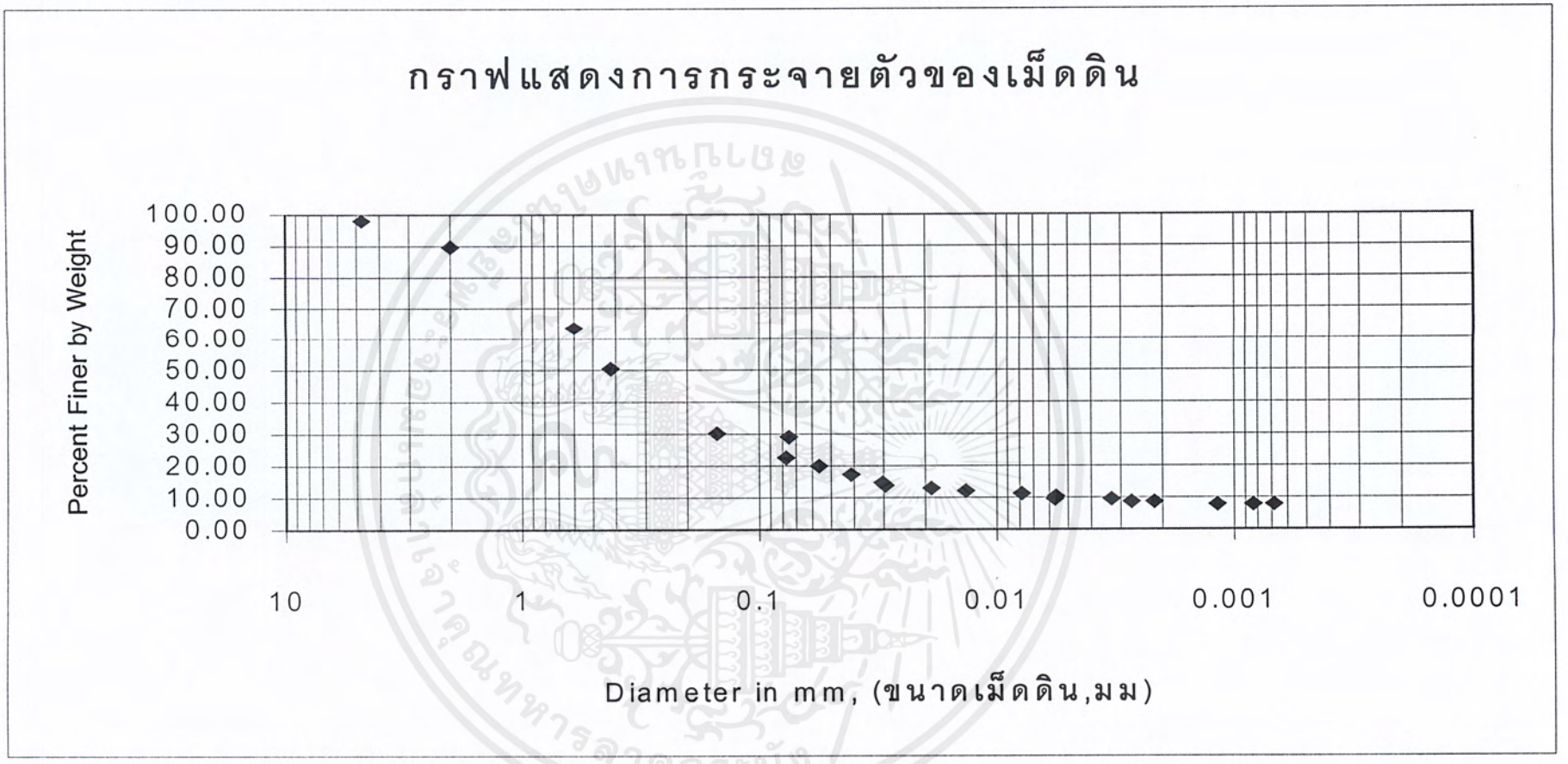
รูปที่ ผ.ข. 10 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 1.30-1.39 เมตรจากผิวดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

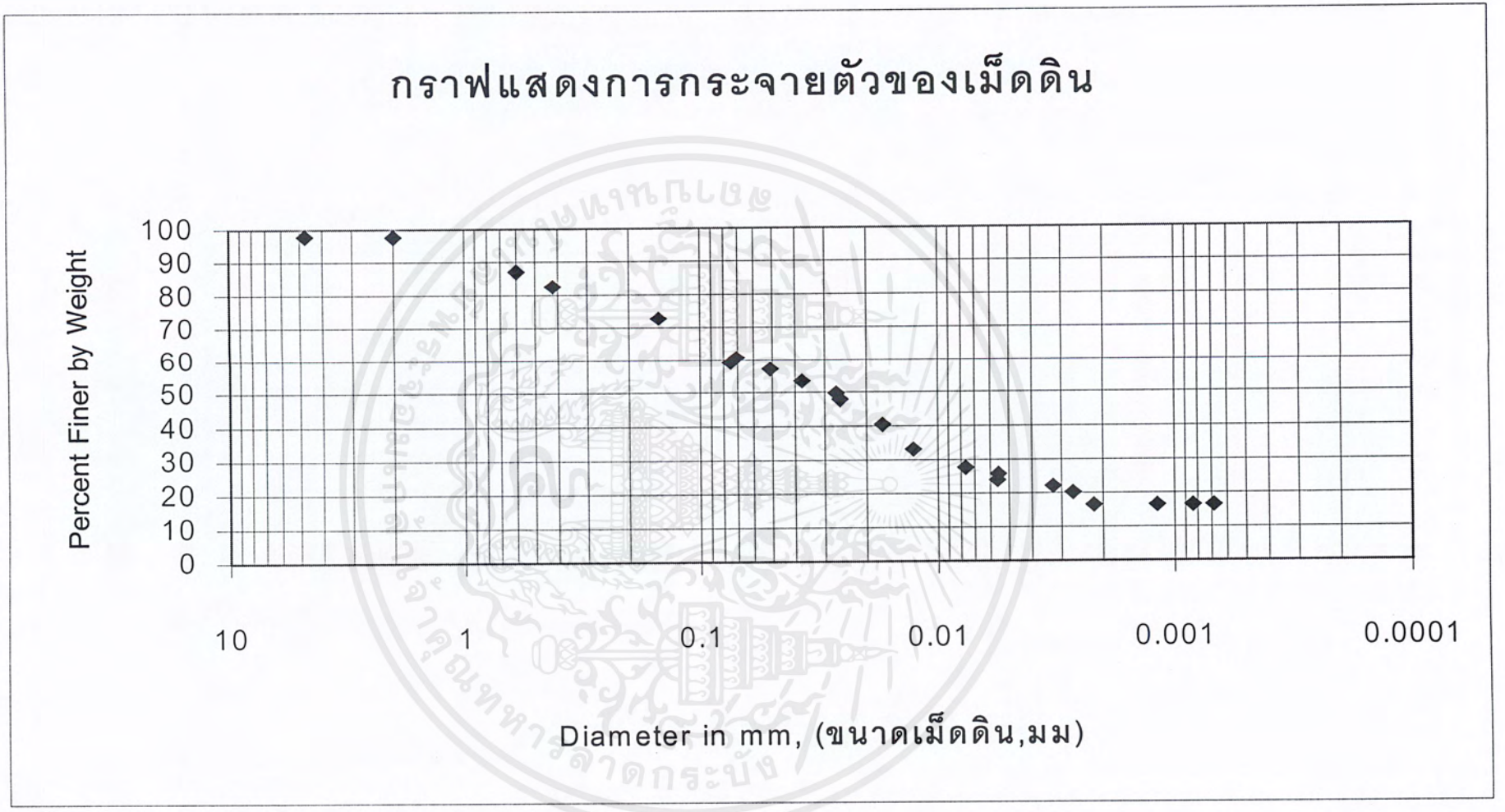


รูปที่ ผ.ข. 11 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 1.92-2.05 เมตรจากผิวดิน

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
Copyright© by Chulalongkorn University

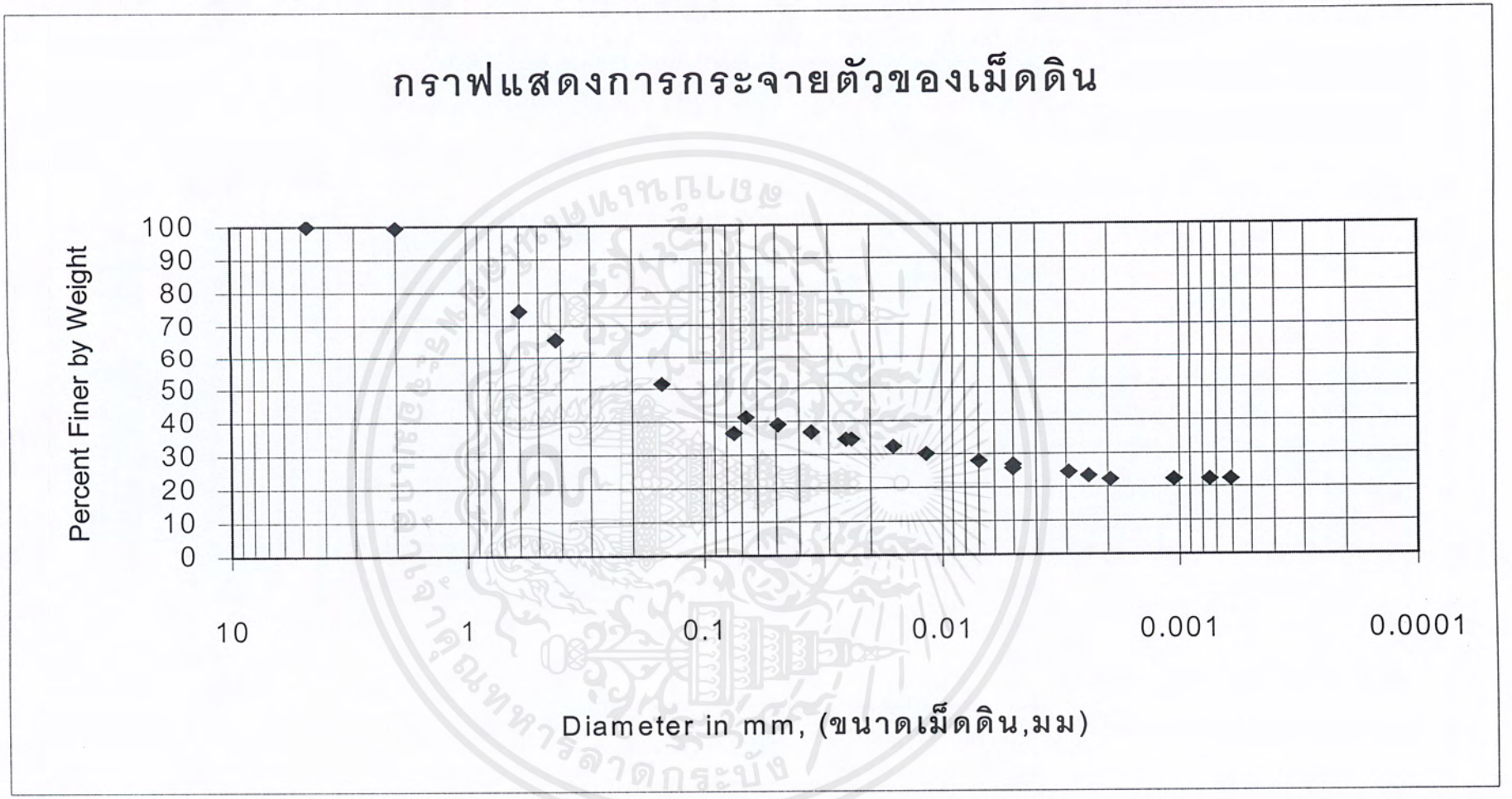


รูปที่ ผ.ข. 12 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 2.48-2.59 เมตรจากผิวดิน



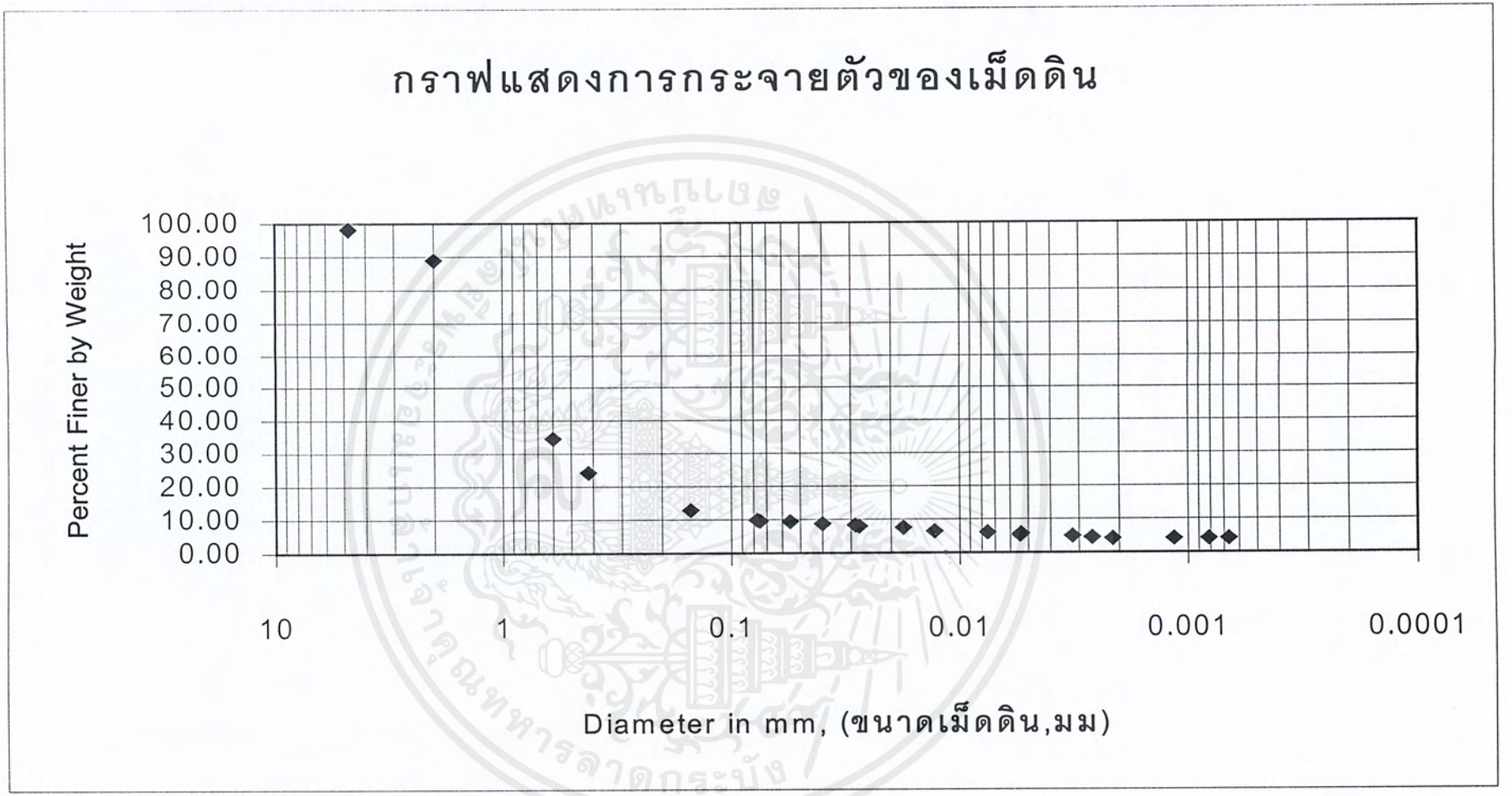
รูปที่ ผ.ข. 13 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 0.00-0.45 เมตรจากผิวดิน

ลิขสิทธิ์ในการใช้งานเป็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏราชนครินทร์ ผู้ใช้งานสามารถนำไปใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น



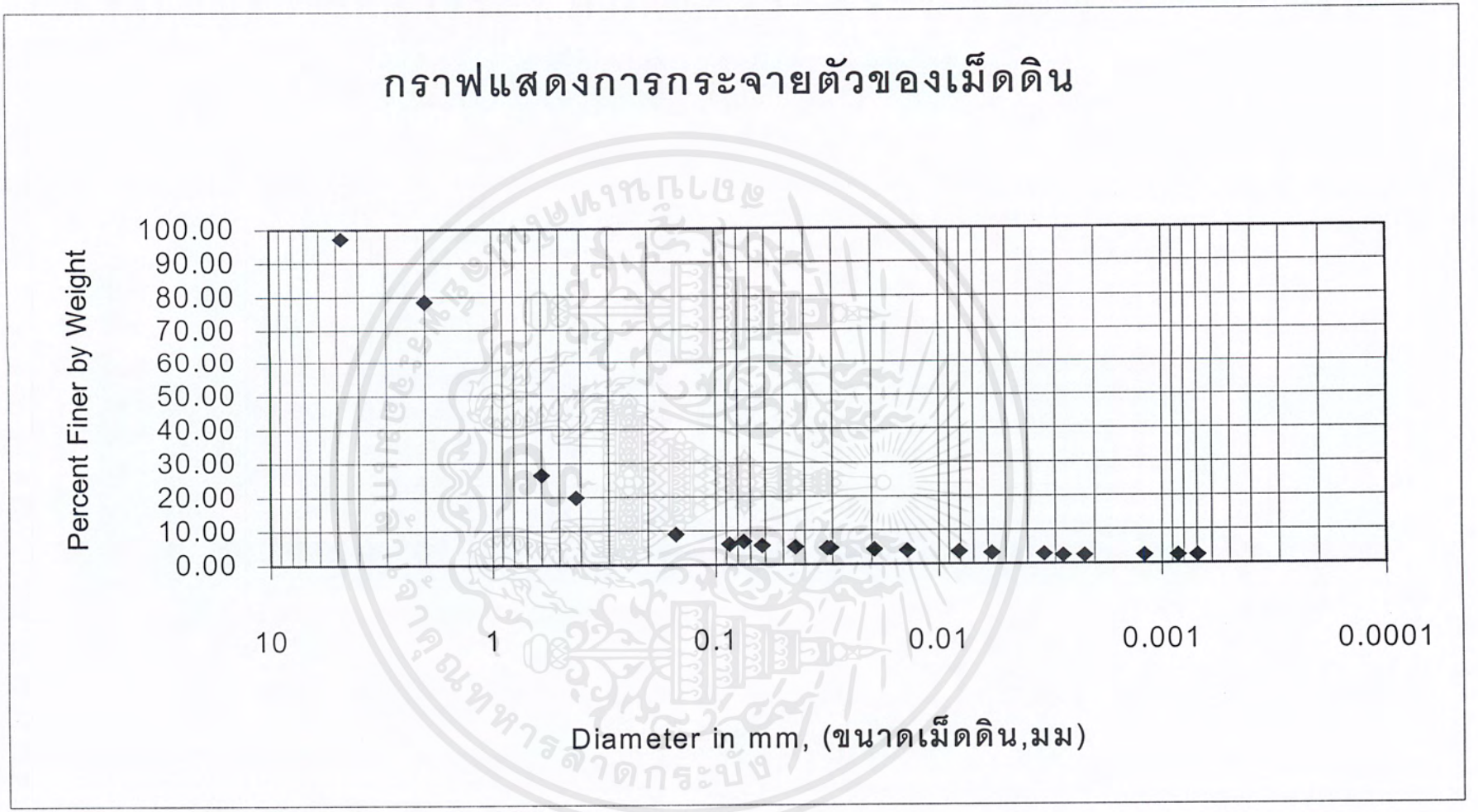
รูปที่ ผ.ข. 14 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 2.00-2.45 เมตรจากผิวดิน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
ผศ 63

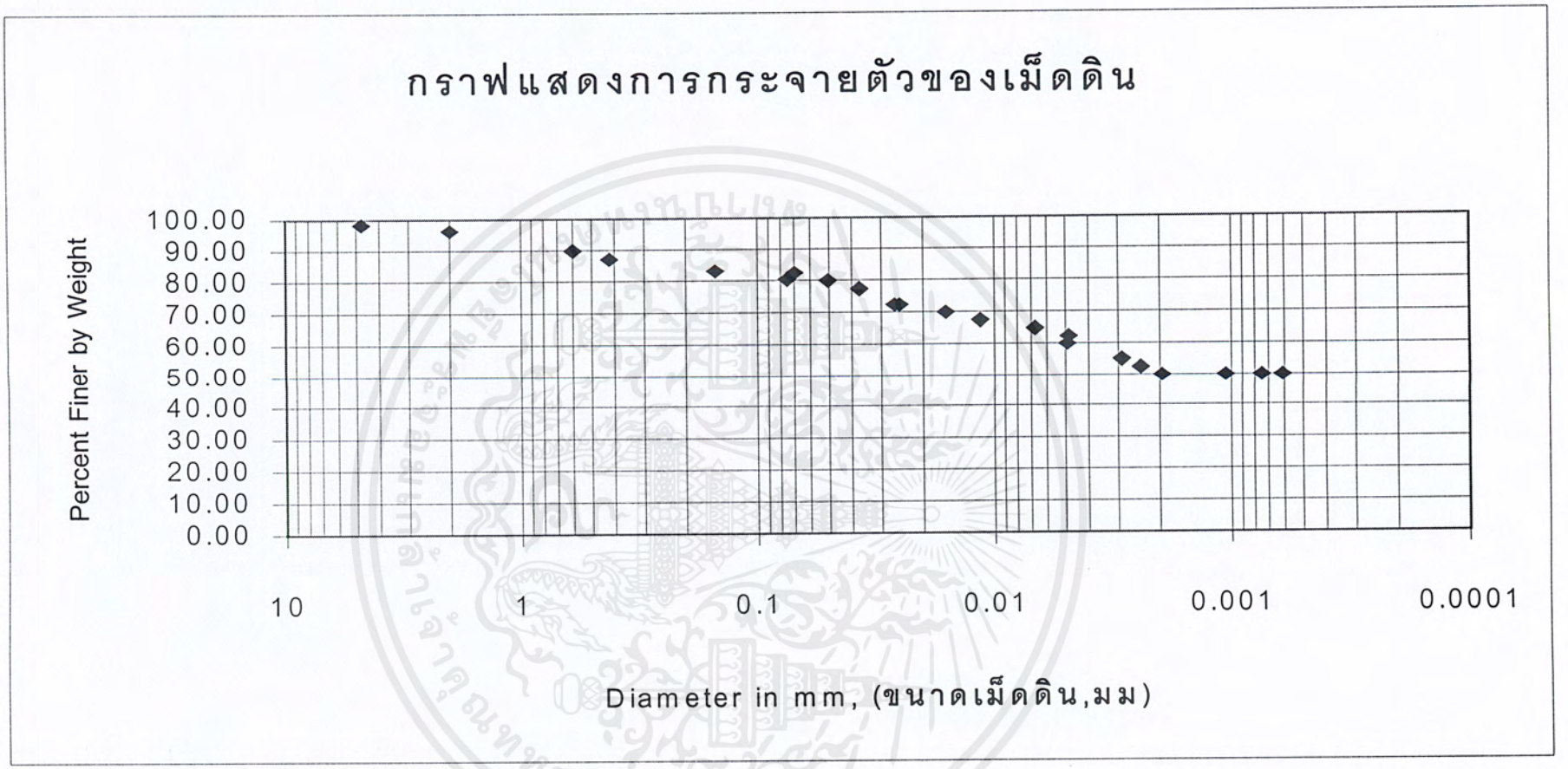


รูปที่ ผ.ข. 15 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 4.00-4.45 เมตรจากผิวดิน

ผ 49

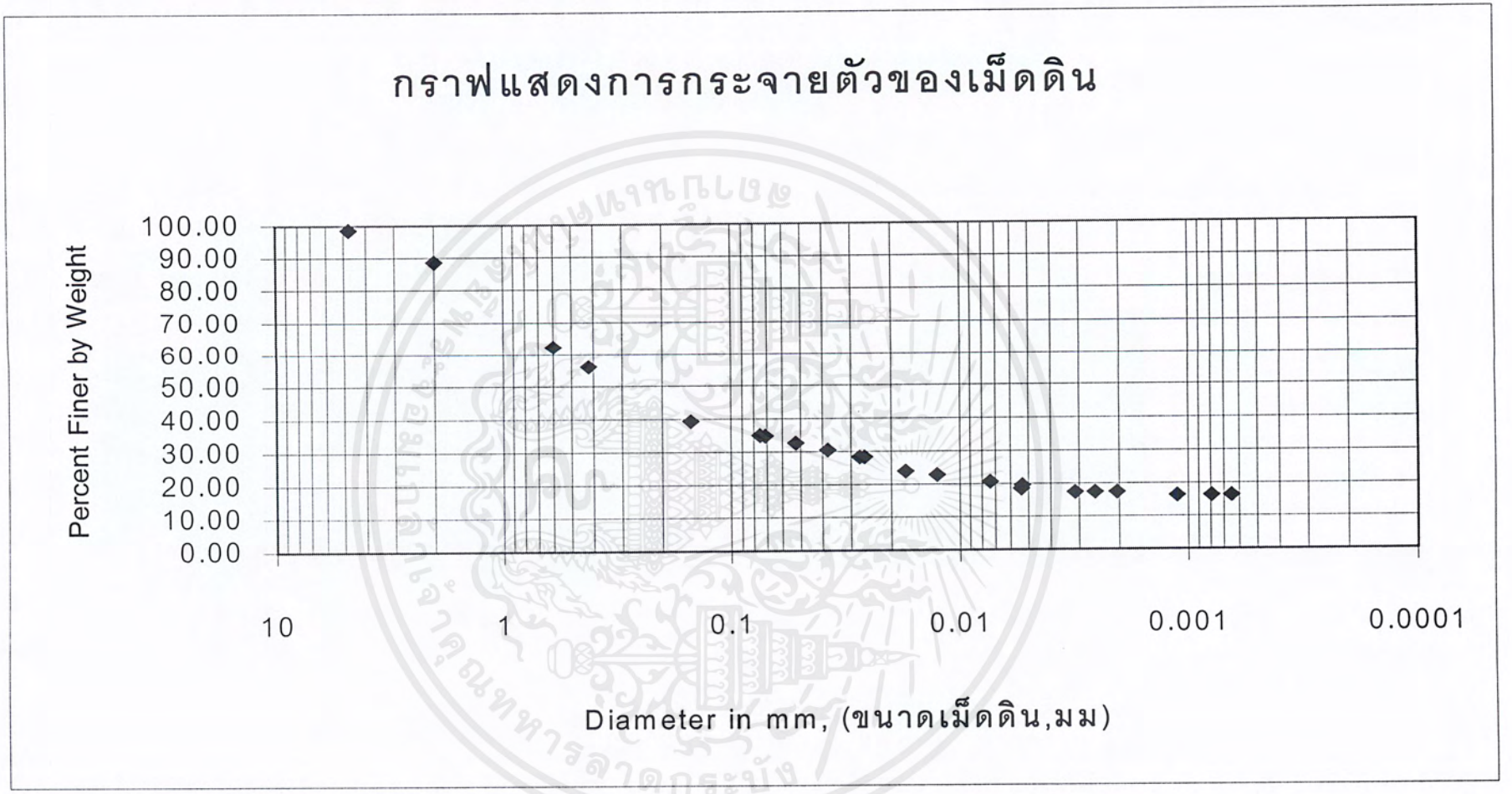


รูปที่ ผ.ข. 17 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 6.00-6.45 เมตรจากผิวดิน



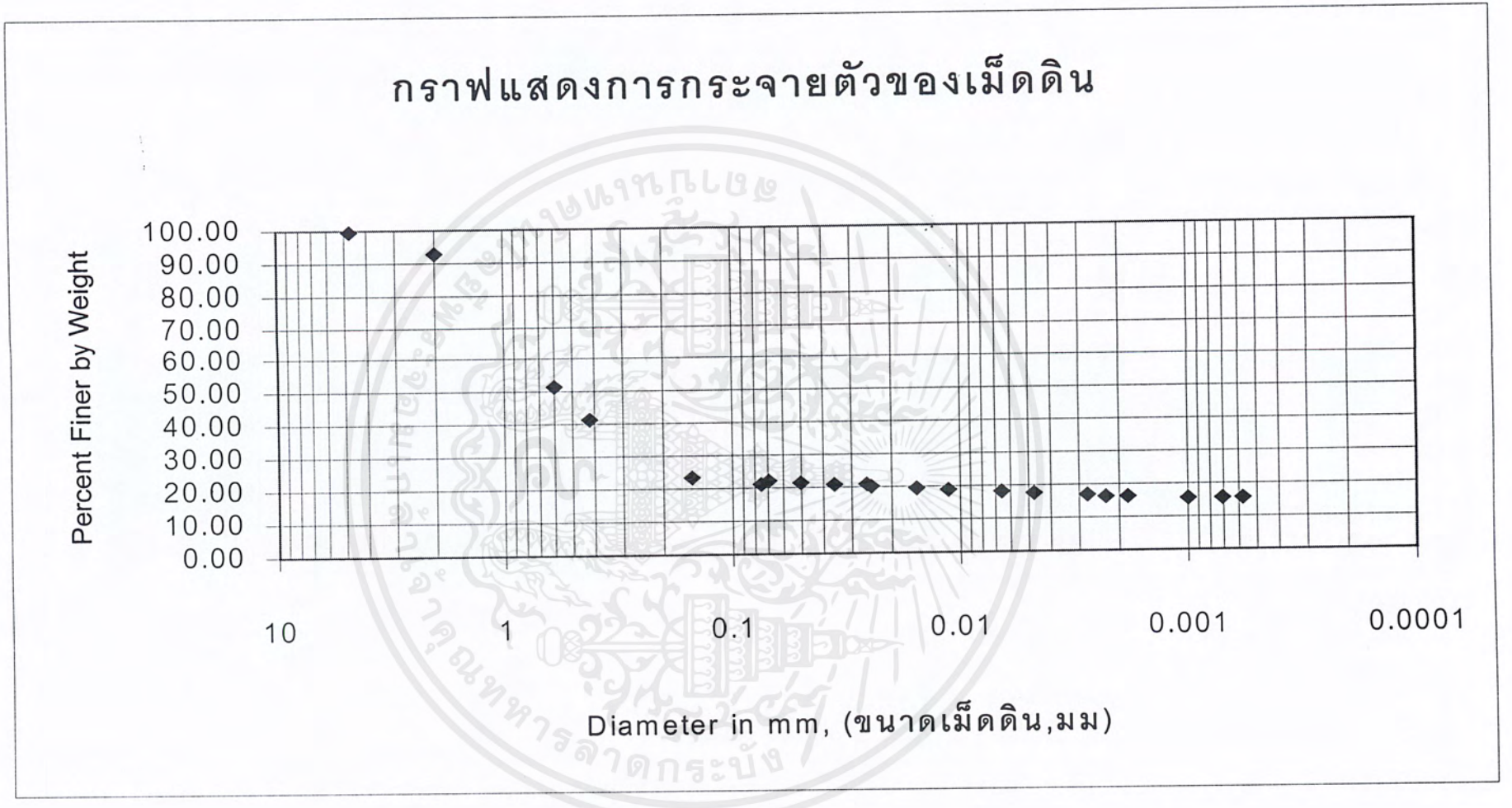
รูปที่ ผ.ข. 18 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 8.00-8.45 เมตรจากผิวดิน

ผ.ข. 65



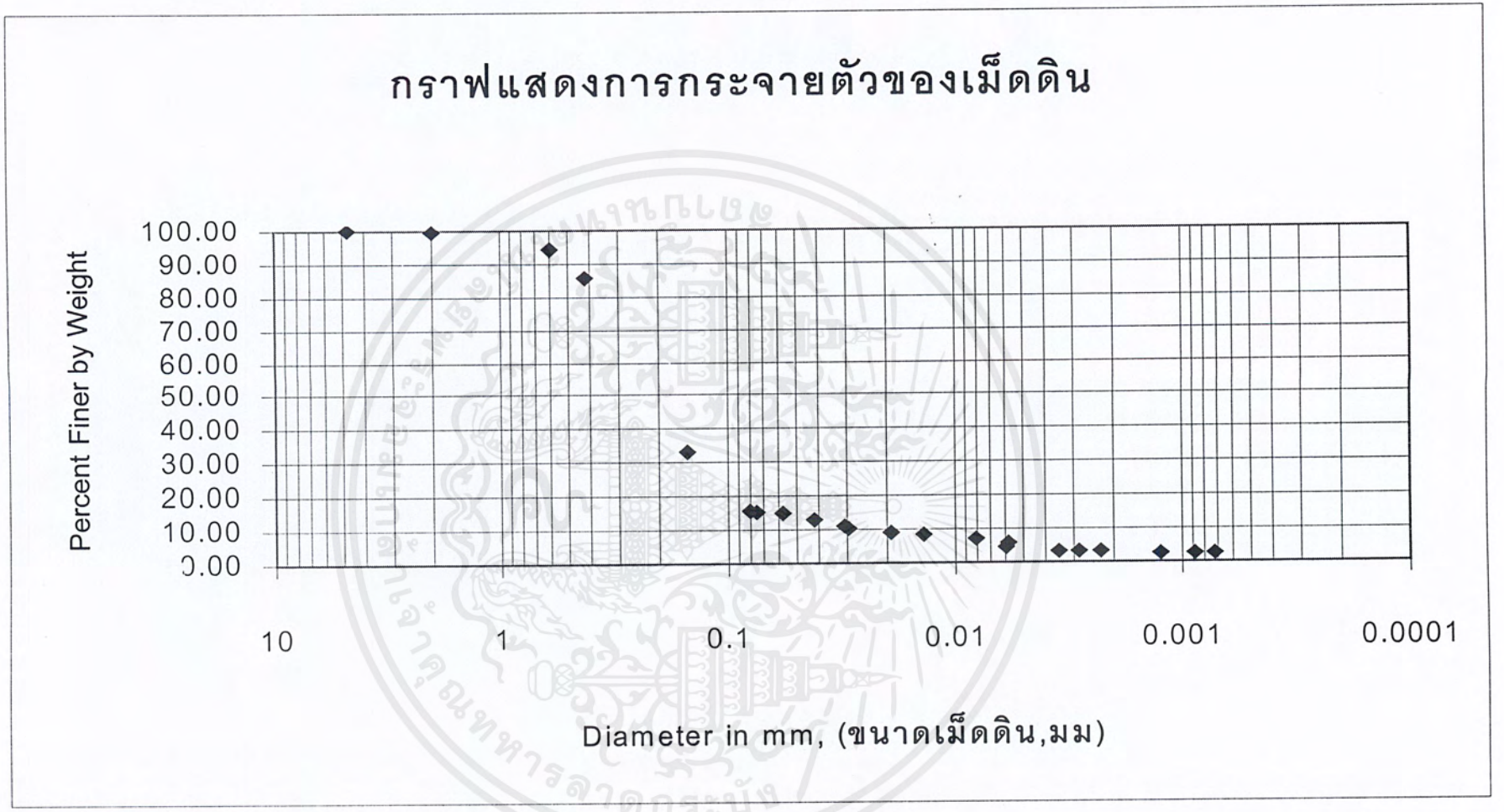
รูปที่ ผ.ข. 19 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 10.00-10.45 เมตรจากผิวดิน

ผ.ข. 67

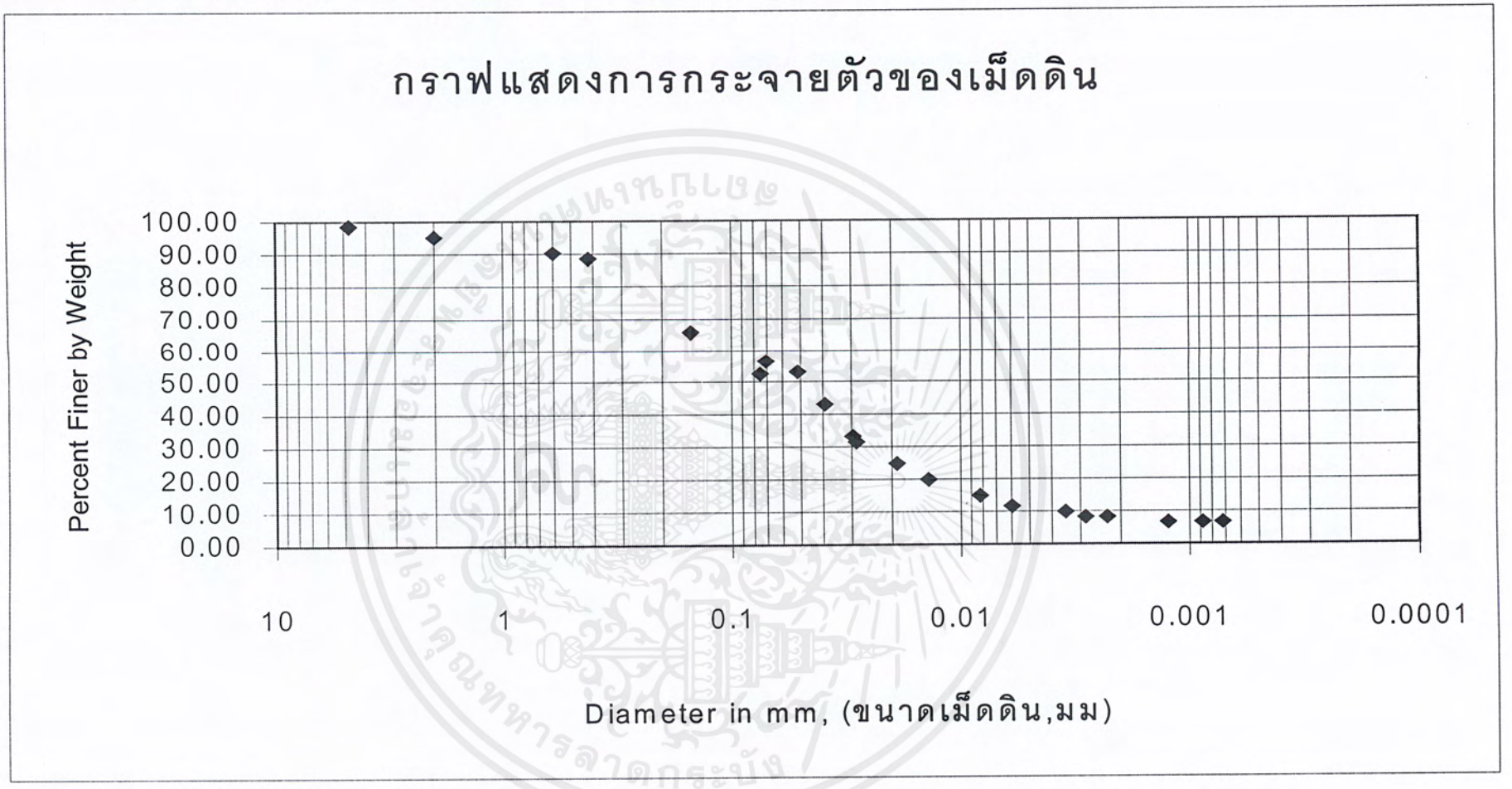


รูปที่ ผ.ข. 20 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 12.00-12.45 เมตรจากผิวดิน

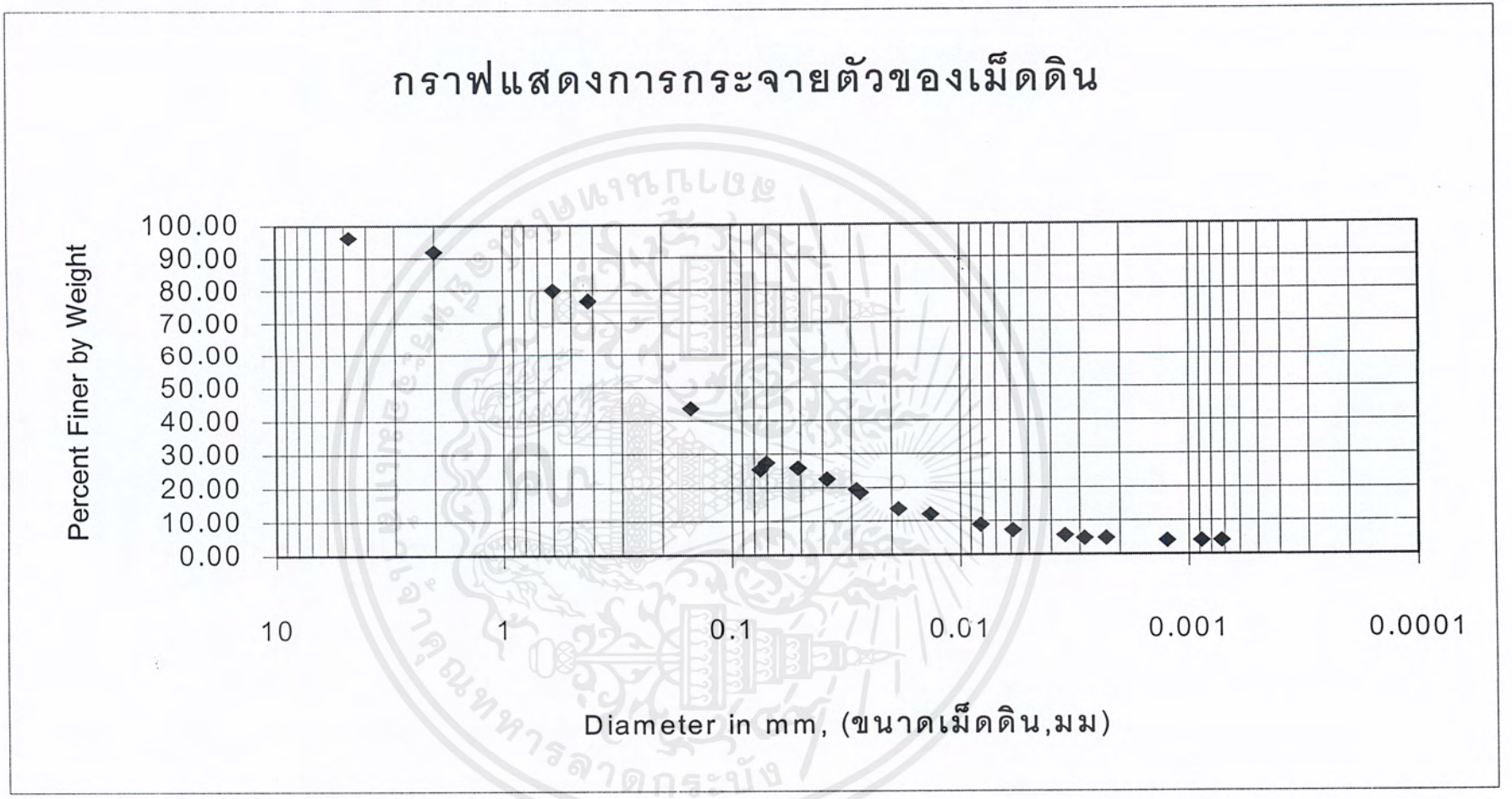
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ ผ.ข. 21 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 14.00-14.45 เมตรจากผิวดิน

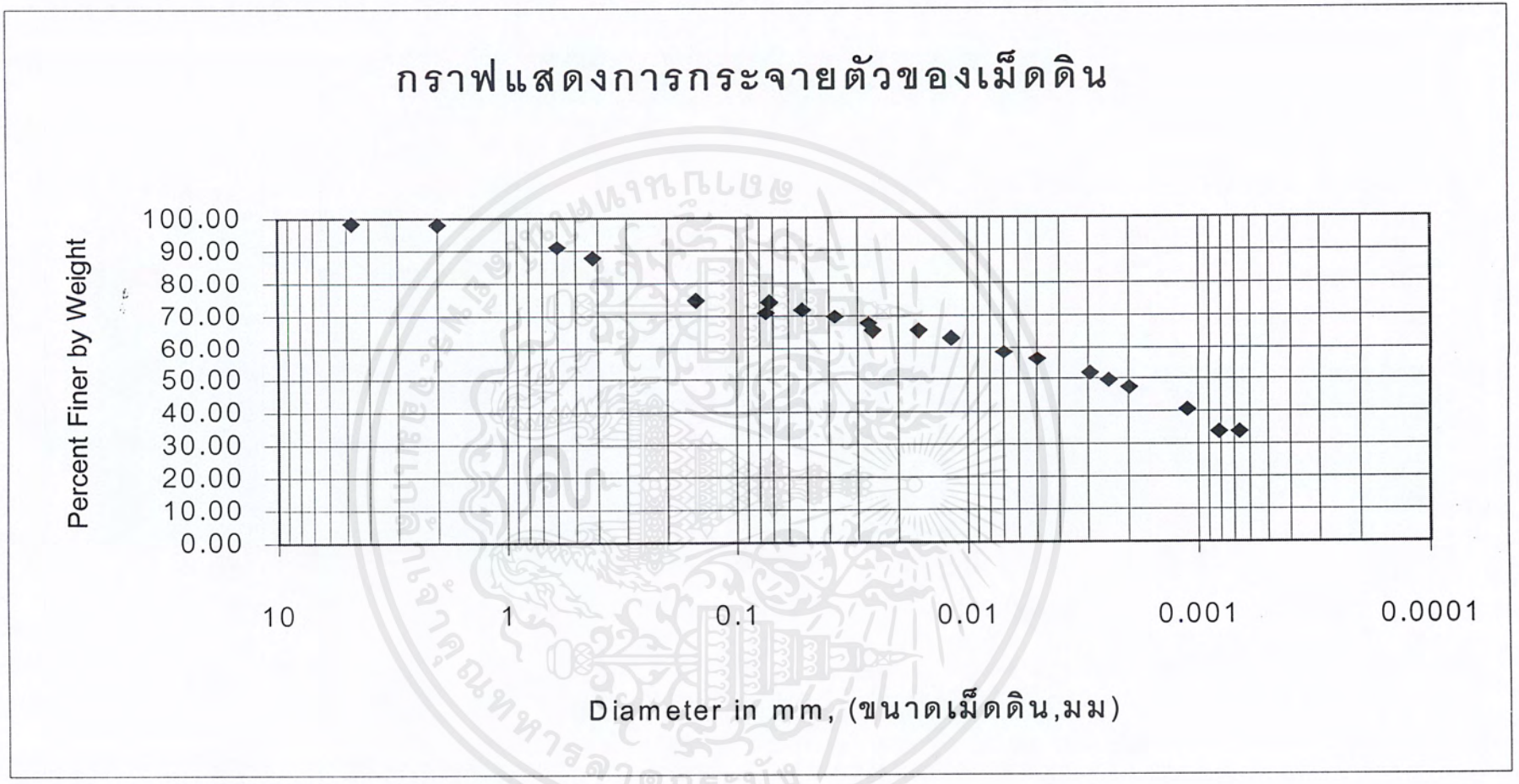


รูปที่ ผ.ข. 22 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 16.00-16.45 เมตรจากผิวดิน

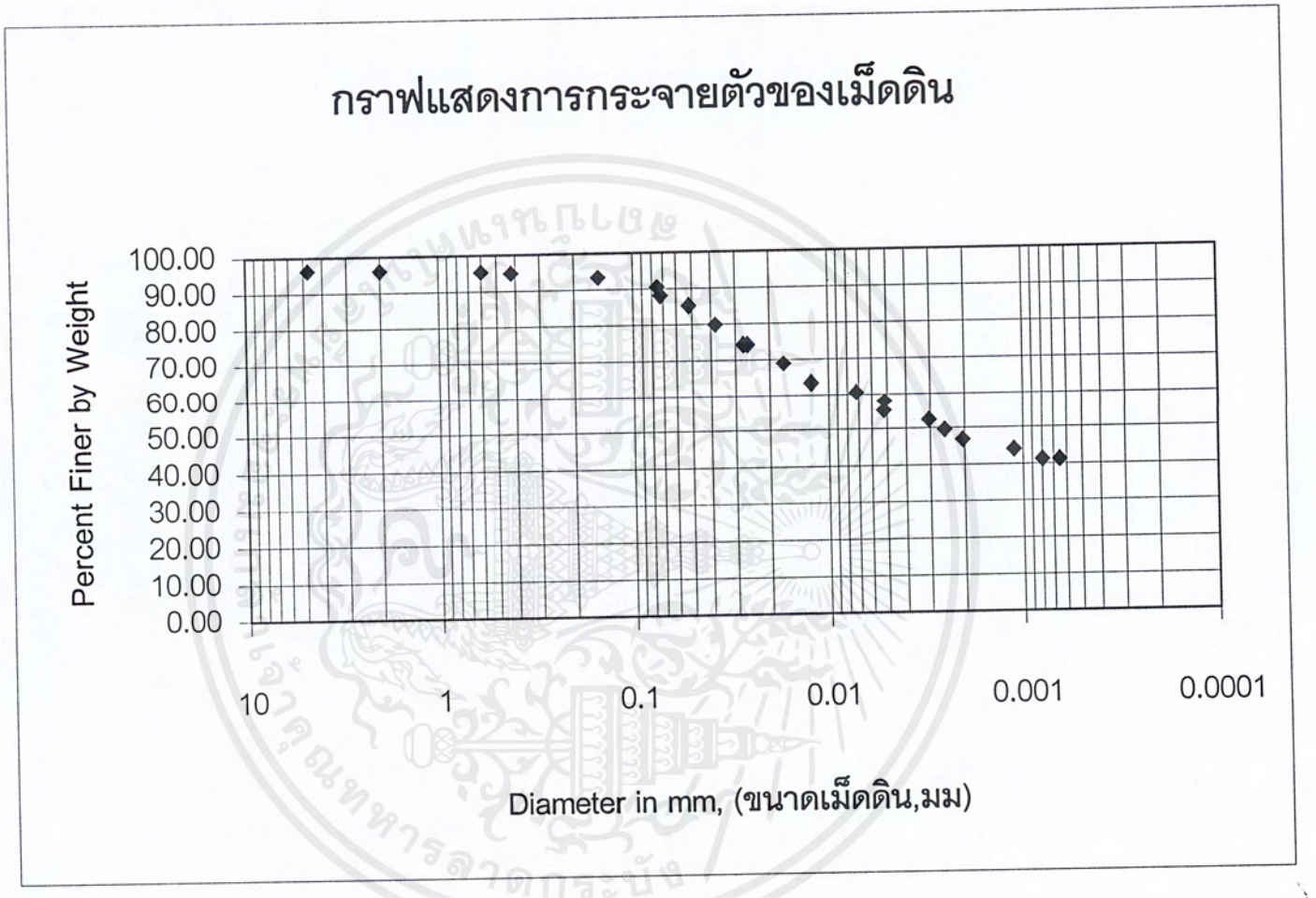


รูปที่ ผ.ข . 23 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 18.00-18.45 เมตรจากผิวดิน

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



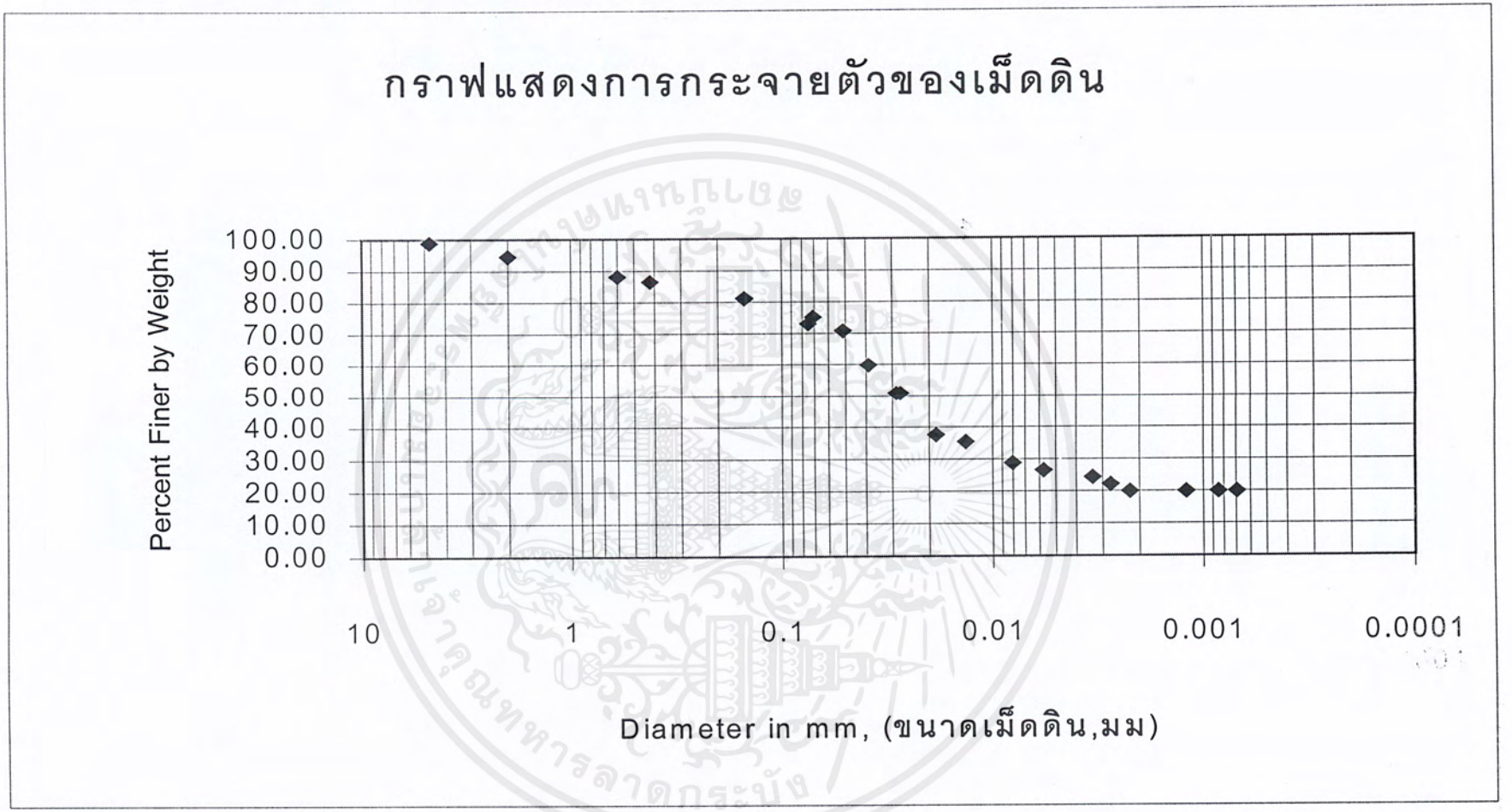
รูปที่ ผ.ข. 24 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 20.00-20.45 เมตรจากผิวดิน



รูปที่ ผ.ข. 25 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 22.00-22.45 เมตรจากผิวดิน

ผ.72

ผ 73



รูปที่ ผ.ข. 26 กราฟการกระจายตัวของเม็ดดินที่ระดับความลึก 24.00-24.45 เมตรจากผิวดิน