สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การเตรียมการและการทดลอง

ในการทดลองการเคลื่อนตัวของน้ำผ่านดินชนิดต่าง ๆ นี้ ได้ทำการกำหนดรูปแบบของการทดลองเพื่อจำลองลักษณะการเคลื่อนตัวของน้ำในเงื่อนไขแบบต่าง ๆ ให้มีลักษณะคล้ายกับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นจริงตามธรรมชาติ คือ กรณีฝนตกลงบนพื้นดิน กรณีน้ำท่วมขังบนพื้นดิน กรณีระดับน้ำใต้ดินมีระดับสูงใกล้ผิวดิน จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าการศึกษาการเคลื่อนตัวของน้ำผ่านชั้นน้ำไม่อิ่มตัว ค่าพารามิเตอร์คุณสมบัติทางชลศาสตร์ของดินเป็นปัจจัยที่มีอิทธิพลมากต่อการเคลื่อนตัวของน้ำใต้ดิน ดังนั้นการเตรียมตัวอย่างดินที่ใช้ในการทดลองและทดสอบคุณสมบัติทางชลศาสตร์ จึงเป็นอีกส่วนที่มีความสำคัญต่อการทดลอง โดยในการเตรียมตัวอย่างดินเพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้ ใช้วิธีการนำตัวอย่างดินที่มีขนาดคละและคุณสมบัติตรงกับชนิดดินที่ต้องการทดลอง มาทำการบดอัดใหม่ (Repacked) โดยใช้วิธี CBR และตรวจสอบค่าความหนาแน่นรวมของดิน (Bulk density) ให้ใกล้เคียงกับตัวอย่างดินที่นำไปทดสอบคุณสมบัติทางชลศาสตร์ในห้องปฏิบัติการ

นอกจากนี้ในการเตรียมการทดลองซึ่งมีการจำลองสภาพการเติมน้ำแบบต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับสภาพในธรรมชาติ รวมทั้งต้องหาค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของดินที่ใช้ในการทดลองเพื่อนำไปวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์ที่จะใช้คำนวณในแบบจำลอง HYDRUS-1D

3.1 การเตรียมตัวอย่างดินในการทดลอง

ในการจำแนกชนิดของดินในพื้นที่ต่าง ๆ นิยมใช้การจำแนกโดยวิธีการหาขนาดคละของเม็ดดิน (Grain-size distribution) ซึ่งมีวิธีในการจำแนกหลายระบบขึ้นอยู่กับลักษณะของการนำไปใช้งาน หรือการเป็นที่ยอมรับของหน่วยงานที่นำข้อมูลการจำแนกไปใช้ ระบบการจำแนกดินที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ ระบบ USDA เป็นระบบที่นิยมใช้ในงานด้านเกษตรกรรม ระบบ AASHTO นิยมใช้ในงานด้านการสร้างถนนและระบบ Unified นิยมใช้ในงานที่เกี่ยวข้องกับด้านวิศวกรรม

ในปัจจุบันฐานข้อมูลในการจัดจำแนกดินในประเทศไทย ได้ทำการจัดจำแนกดินเป็นชุดดินต่าง ๆ จัดทำโดยกรมพัฒนาที่ดิน ซึ่งในฐานข้อมูลได้จำแนกดินตามลักษณะทางกายภาพ และทางเคมี ซึ่งได้มีการจำแนกดินตามระบบ Unified ซึ่งเป็นระบบการจัดจำแนกดินตามขนาดคละ

ของเม็ดดินระบบหนึ่ง ทำให้สามารถบอกลักษณะของดินประเภทต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่ในแผนที่ได้ ซึ่งแผนที่แสดงลักษณะชนิดของดินนี้สามารถดูได้ด้วยโปรแกรม GIS ทำให้สะดวกในการนำข้อมูลออกมาใช้งานในด้านแผนที่หรือด้านการนำไปประยุกต์คำนวณหาค่าต่าง ๆ ที่ต้องการ

ในการเตรียมวัสดุตัวกลางในการศึกษานี้ได้ใช้การจำแนกวัสดุตัวกลางตามระบบ Unified ซึ่งเป็นระบบที่ใช้ในการจัดจำแนกประเภทของดินซึ่งมีการใช้ในฐานข้อมูลของกรมพัฒนาที่ดิน (DLL) เพื่อที่จะได้สามารถนำผลการศึกษาไปวิเคราะห์และประยุกต์ใช้ได้ในพื้นที่ส่วนอื่น ๆ ของประเทศไทย โดยในการทดลองได้จำแนกดินไว้ 6 ประเภทตามระบบ Unified ได้แก่ SW, SP, MH, ML, CH และ CL ซึ่งเป็นดินชนิดที่พบอยู่ในชั้นดินไม่อิ่มตัว ได้ทำการจำแนกชนิดของดินที่นำมาทำการทดลองโดยวิธีการร่อนตะแกรง (Sieve analysis) วิธีการตกตะกอน (Hydrometer) ซึ่งอธิบายรายละเอียดในภาคผนวก ค

ในการเตรียมตัวอย่างดินในการทดลองจะทำการเตรียมตัวอย่างดิน ดังตารางที่ 3-2 โดยในตัวอย่างดินที่เป็นทราย ได้แก่ SW และ SP เตรียมตัวอย่างโดยนำทรายที่มีขนาดคละต่าง ๆ มาร่อนตะแกรงเพื่อแยกขนาดของเม็ดดิน แล้วนำมาผสมบดอัดใหม่เพื่อให้ได้ตัวอย่างดินที่มีลักษณะตามต้องการ คือ มีลักษณะเป็นทรายที่มีการกระจายตัวดีและไม่ดี ส่วนในตัวอย่างดินประเภท ML, MH, CL และ CH เตรียมโดยการเก็บตัวอย่างจากพื้นที่ในภาคสนามแล้วนำมาจำแนกชนิดของดินตามระบบ Unified แล้วนำมาบดอัดใหม่

หลังจากจำแนกและเตรียมตัวอย่างดินได้นำมาวิเคราะห์หาขนาดของอนุภาค D_{50} ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3-3 ซึ่งเมื่อนำผลการทดลองมาเปรียบเทียบกับค่าในตารางที่ 3-1 แล้ว พบว่าขนาดเฉลี่ยของอนุภาคดินที่ใช้ในการทดลองโดยการจำแนกดินด้วยระบบ Unified อยู่ในช่วงเดียวกัน

ตารางที่ 3-1 การจำแนกดินตามขนาดของขนาดเม็ดดิน

ชื่อหน่วยงาน	ขนาดอนุภาค (มิลลิเมตร)			
	Gravel	Sand	Silt	Clay
Massachusetts Institute of Technology (MIT)	> 2	2 – 0.06	0.06 – 0.002	< 0.002
U.S. Department of Agriculture (USDA)	> 2	2 – 0.05	0.05 – 0.002	< 0.002
American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO)	76.2 - 2	2 – 0.075	0.075 – 0.002	< 0.002
Unified Soil Classification System (U.S. Army Corps of Engineers; U.S. Bureau of Reclamation; American Society for Testing and Materials)	76.2 – 4.75	4.75 – 0.075	< 0.075	

ที่มา : Das(1999)

ตารางที่ 3-2 การเตรียมตัวอย่างดินสำหรับการทดลอง

วิธีการ	ชนิดของตัวอย่างดิน
นำทรายขนาดคละต่าง ๆ มาผสมแล้วบดอัดใหม่	SW และ SP
เก็บตัวอย่างดินจากสนามแล้วบดอัดใหม่	ML,MH,CL และ CH

ตารางที่ 3-3 ผลการทดลองหาขนาด D_{50} ของดินชนิดต่าง ๆ

ชนิดของดิน	D_{50} (มิลลิเมตร)
SP	2.57
SW	2.35
MH	0.042
ML	0.036
CH	0.0017
CL	0.0013

หมายเหตุ D_{50} คือ ขนาดของเม็ดดิน ที่ดินจะมีขนาดเล็กกว่าขนาดนี้ จำนวน 50%

3.2 การทดสอบหาคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของตัวอย่างดิน

3.2.1 การเตรียมวัสดุเพื่อนำไปทดสอบคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของดิน

การทดสอบคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของดินได้ทำการทดลองในห้องปฏิบัติการของกองปฐพีวิทยา กรมวิชาการเกษตร ตัวอย่างดินที่นำมาทำการทดลองมาจากการนำตัวอย่างดินจากดินที่ทำการจำแนกชนิดของดินตามระบบ Unified แล้ว มาบรรจุใส่กระบอกสแตนเลสมาตรฐานขนาด 100 ลบ.ซม. แล้วนำไปเข้าเครื่องอัดตัวอย่างดิน ซึ่งวิธีการนี้ใช้กับตัวอย่างดินชนิด SP, SW, MH และ ML ซึ่งถือว่าเป็นวิธีการเก็บตัวอย่างดินแบบรบกวนสภาพดิน (Disturbed method) ส่วนตัวอย่างดินชนิด CH และ CL ใช้วิธีการเก็บตัวอย่างแบบไม่รบกวนสภาพดิน (Undisturbed method) ดังนั้นหลังจากการบรรจุต้องนำตัวอย่างดินจึงต้องหาค่าความหนาแน่นรวม (Bulk density) เพื่อตรวจสอบว่าดินที่บรรจุมีคุณลักษณะคล้ายดินในการทดลองมากที่สุด

3.2.2 ผลการทดสอบคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของดิน

จากการทดสอบคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของดินได้ทำการทดลองโดยการนำตัวอย่างดินมาทดสอบในห้องปฏิบัติการมาตรฐานโดยทำการหาค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ คือ ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านน้ำของดิน และกราฟความสัมพันธ์ดินและน้ำ ซึ่งรายละเอียดวิธีการทดลองดูได้จากภาคผนวก ก และภาคผนวก ข ตามลำดับ

จากตารางที่ 3-5 ค่าสัมประสิทธิ์การซึมได้ของน้ำที่หาได้จากการทดลองเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าที่ได้มีการศึกษาโดย Todd (1980) ดังแสดงในตารางที่ 3-3 พบว่าค่าสัมประสิทธิ์การซึมได้ของน้ำในดินที่อิ่มตัวชนิดต่าง ๆ ได้ผลการศึกษาดังแสดงพบว่ามีค่าที่อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกัน

จากตารางที่ 3-6 แสดงผลการทดลองหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้น (%โดยปริมาตร) กับค่าความดันที่ระดับต่าง ๆ ในดินแต่ละชนิด เมื่อนำมาเปลี่ยนหน่วยจาก pF ให้ความดันมีหน่วยเป็นบาร์ ซึ่งมีความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยทั้งสองดังแสดงในตารางที่ 3-7 ซึ่งสามารถนำมาเขียนเป็น กราฟความสัมพันธ์ดินและน้ำดังแสดงในรูปที่ 3-1

ตารางที่ 3-4 ค่าความสามารถในการซึมผ่านของน้ำในดินชนิดต่าง ๆ

Hydraulic conductivity, meters/day									
10^{4}	10^{3}	10^{2}	10^{1}	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}
Relative hydraulic conductivity									
Very high		High		Moderate			Low		Very low
REPRESENTATIVE MATERIALS									
Unconsolidated deposits									
Clean gravel	–	Clean sand and sand and gravel	–	Fine sand	–	Silt, clay, and mixtures of sand, silt, and clay	–	Massive clay	
Consolidated Rocks									
Vesicular and scoriaceous basalt and cavernous limestone and dolomite	–	Clean sandstone and fractured igneous and metamorphic rocks	–	Laminated sandstone, shale, mudstone	–	Massive igneous and metamorphic rocks			

ที่มา : Todd (1980)

ตารางที่ 3-5 ผลการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การซึมได้ของน้ำในดินชนิดต่าง ๆ

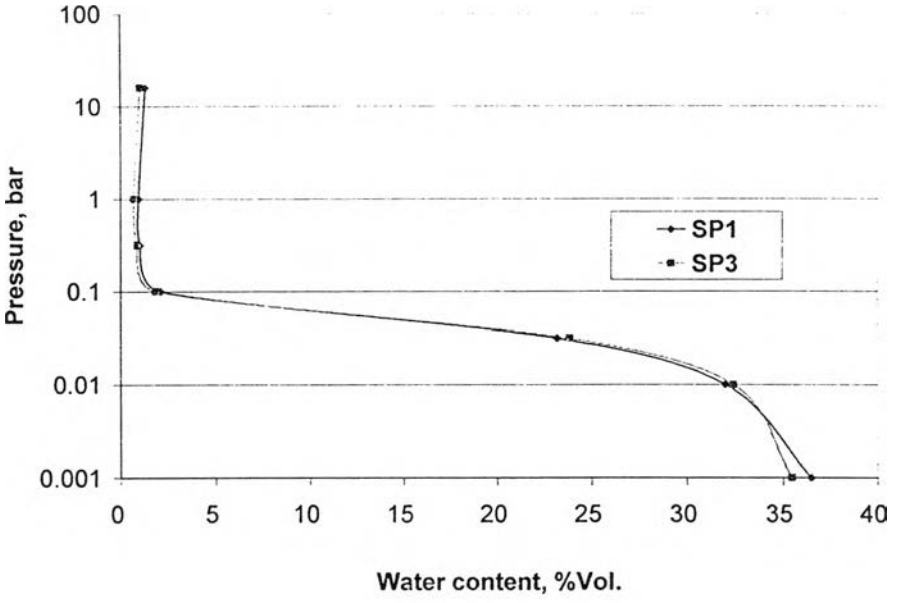
ชนิดตัวกลาง	ค่าสัมประสิทธิ์การซึมได้ของน้ำ, K (เมตร/วัน)
SP	13.71
SW	1.87
MH	1.46
ML	1.16
CH	0.007
CL	0.006

ตารางที่ 3-6 ค่าปริมาณความชื้น (% โดยปริมาตร) ที่ระดับแรงดึงน้ำ (pF) ต่าง ๆ ของดินแต่ละชนิด

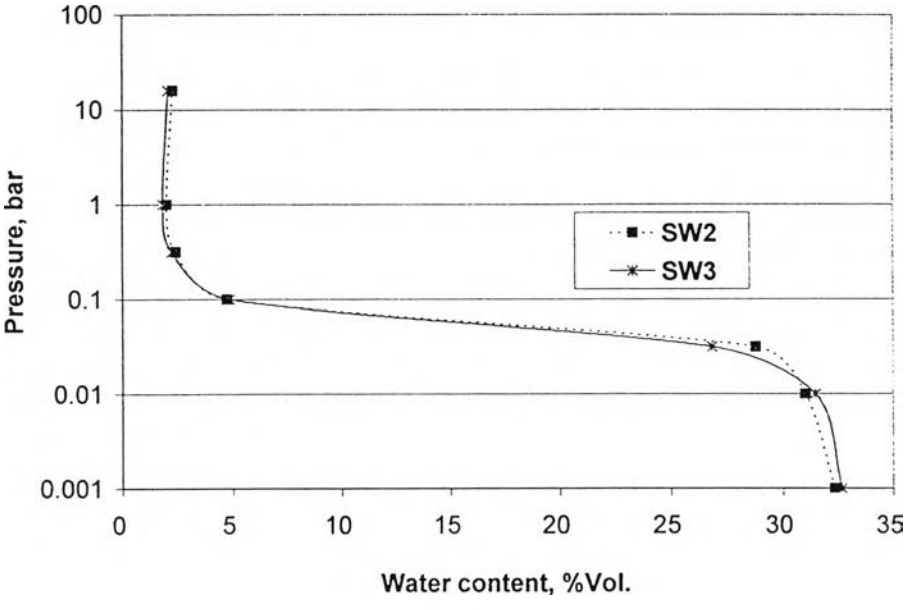
Sample	Core No.	Bulk Density (g/cm3)	Water content (% Vol.)						
			pF						
			0	1	1.5	2	2.5	3	4.2
SP1	TH39	1.61	36.49	32.00	23.18	2.11	1.02	0.95	1.31
SP3	N56	1.58	35.47	32.42	23.83	1.85	0.87	0.69	1.03
SW2	K67	1.71	32.35	31.02	28.77	4.73	2.42	2.01	2.29
SW3	N92	1.69	32.68	31.48	26.83	4.86	2.25	1.84	2.08
MH1	B23	1.65	34.88	32.98	28.74	6.55	3.45	2.78	2.94
MH2	S20	1.63	34.84	33.07	29.53	6.42	3.33	2.64	2.84
ML2	N158	1.58	34.84	32.75	27.54	5.41	3.29	2.75	2.93
ML3	N157	1.55	37.57	34.48	31.94	8.61	6.05	5.04	5.67
CH1	B26	1.56	47.77	47.39	45.78	45.08	43.31	41.83	41.53
CL1	JP38	1.59	42.04	41.17	39.78	38.88	37.21	36.74	36.13

ตารางที่ 3-7 **ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความดัน** pF **และความดันหน่วยต่าง ๆ**

pF	cm H_2O	bar
1.0	10	0.010
1.5	32	0.032
2.0	100	0.100
2.5	316	0.316
3.0	1,000	1.000
3.5	3,162	3.162
4.0	10,000	10.000
4.2	15,849	15.849

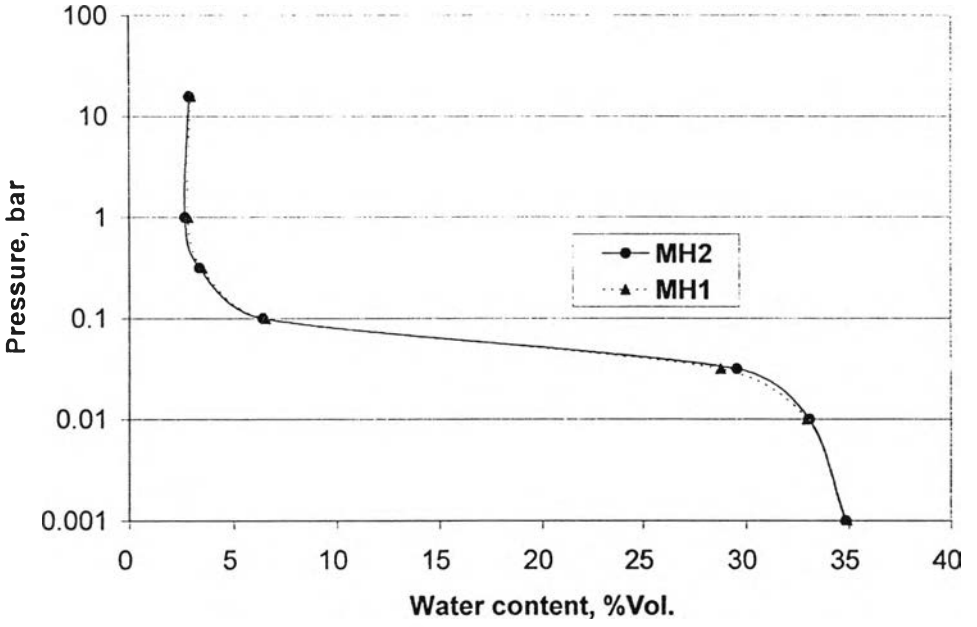


กราฟความสัมพันธ์ดิน-น้ำ ของตัวอย่างดินแบบ SP

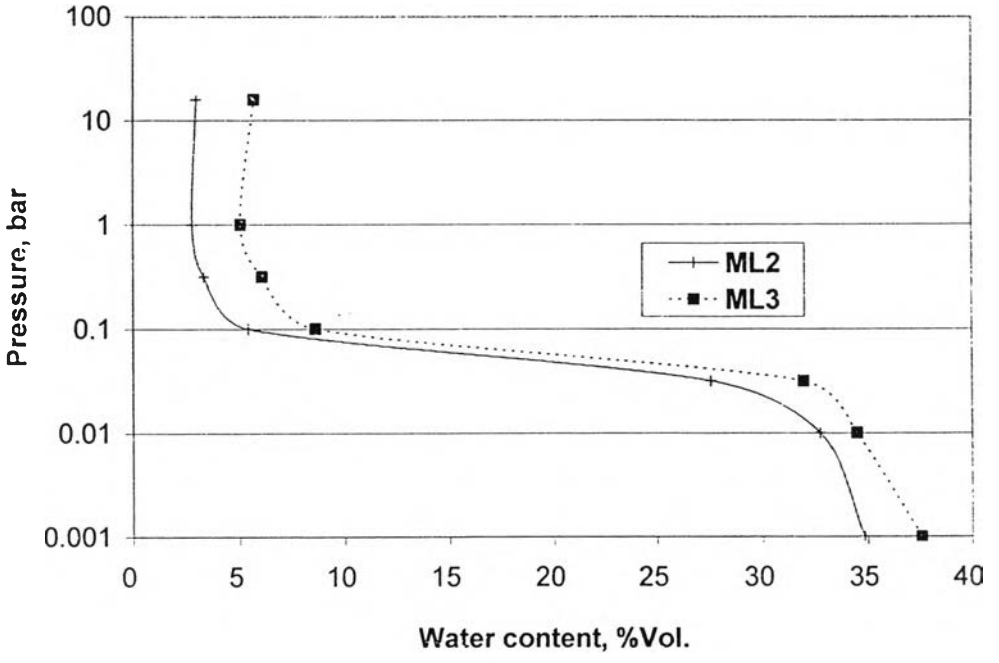


กราฟความสัมพันธ์ดิน-น้ำ ของตัวอย่างดินแบบ SW

รูปที่ 3-1 กราฟความสัมพันธ์ดิน-น้ำ ของตัวอย่างดินชนิดต่าง ๆ

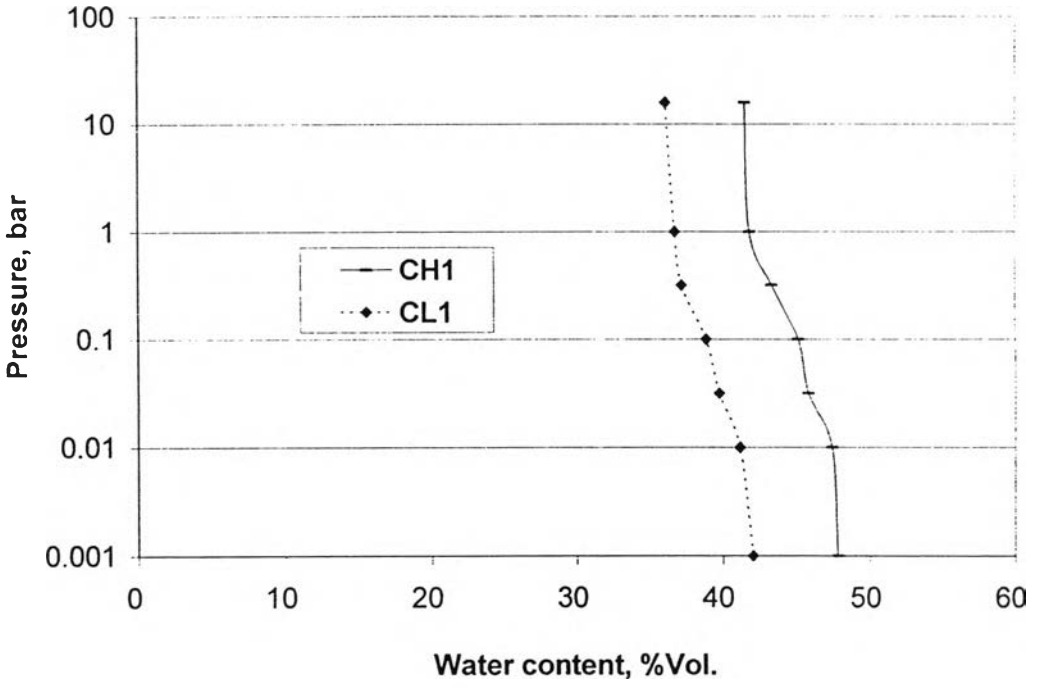


กราฟความสัมพันธ์ดิน-น้ำ ของตัวอย่างดินแบบ MH



กราฟความสัมพันธ์ดิน-น้ำ ของตัวอย่างดินแบบ ML

รูปที่ 3-1 กราฟความสัมพันธ์ดิน-น้ำ ของตัวอย่างดินชนิดต่าง ๆ(ต่อ)



กราฟความสัมพันธ์ดิน-น้ำ ของตัวอย่างดินแบบ CL และ CH

รูปที่ 3-1 กราฟความสัมพันธ์ดิน-น้ำ ของตัวอย่างดินชนิดต่าง ๆ(ต่อ)

3.3 การเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้วัดความชื้นในการทดลอง

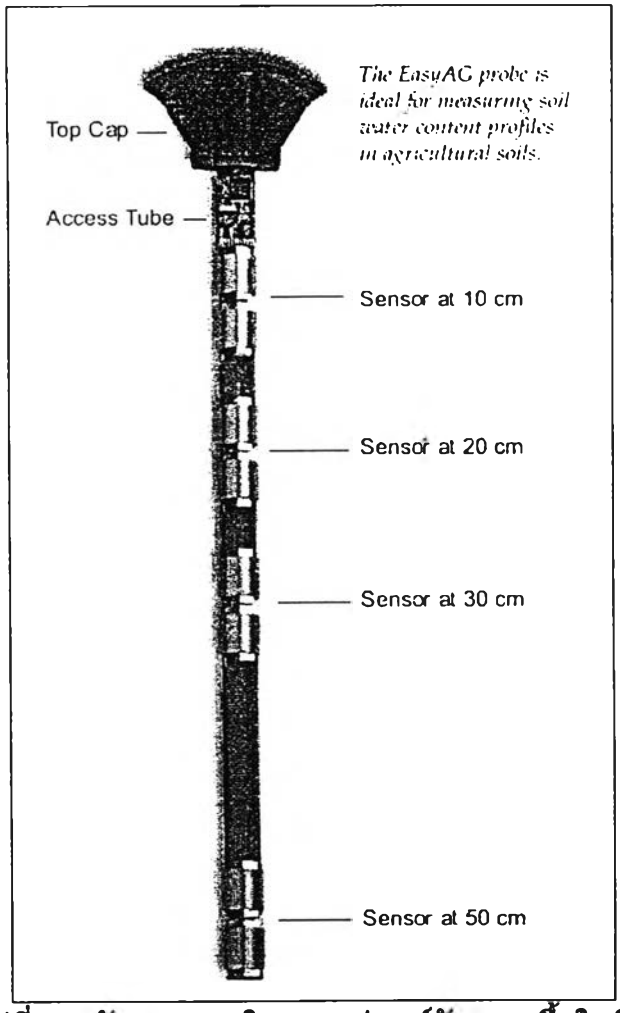
การตรวจวัดความชื้นในดินด้วยเครื่องมือวัดความชื้นในดิน (Tensiometer) เป็นวิธีการหนึ่งซึ่งนิยมใช้วัดความชื้นในดิน โดยเริ่มแรกเครื่องมือวัดความชื้นในดินมีลักษณะรูปร่างเป็นท่อยาวที่ปลายท่อเป็นกระเปาะเซรามิก ส่วนที่หัวเป็นหน้าปัดวัดความดัน โดยวิธีการใช้จะต้องทำการฝังเครื่องวัดความชื้นไว้ในดิน โดยให้ปลายกระเปาะเซรามิกอยู่ที่ระดับความลึกที่ต้องการวัดความชื้น แล้วเติมน้ำจากด้านบนจนเต็มทั้งท่อปิดฝาให้แน่น หลักการในการทำงานของเครื่องวัดความชื้นคือเมื่อความชื้นของดินบริเวณที่ฝังเครื่องวัดความชื้นมีค่าน้อย ดินจะมีแรงดึงน้ำจากกระเปาะเซรามิกให้ค่อย ๆ ซึมออกมาสู่ดินด้านนอก ความดันภายในท่อของเครื่องมือวัดความชื้นก็จะลดลง ทำให้เข็มหน้าปัดที่อ่านค่าความดันหมุนไปที่ค่าความดันต่าง ๆ

แต่ทั้งนี้ในการใช้เครื่องวัดความชื้นแบบกระเปาะมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ไม่สามารถวัดความชื้นที่เปลี่ยนแปลงภายในช่วงเวลาอันสั้นได้ เนื่องจากกระเปาะเซรามิกสามารถปล่อยน้ำให้ซึมออกได้ในอัตราที่จำกัด ดังนั้นในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของค่าความชื้นของดินที่ใช้ระยะเวลาไม่มากนักมักจะใช้เครื่องมืออิเลกทรอนิกส์เข้ามาช่วยในการศึกษา ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเครื่องมือวัดความชื้นแบบ TDR (Time domain reflectometer) ซึ่งเป็นระบบที่อาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความจุไฟฟ้า เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน

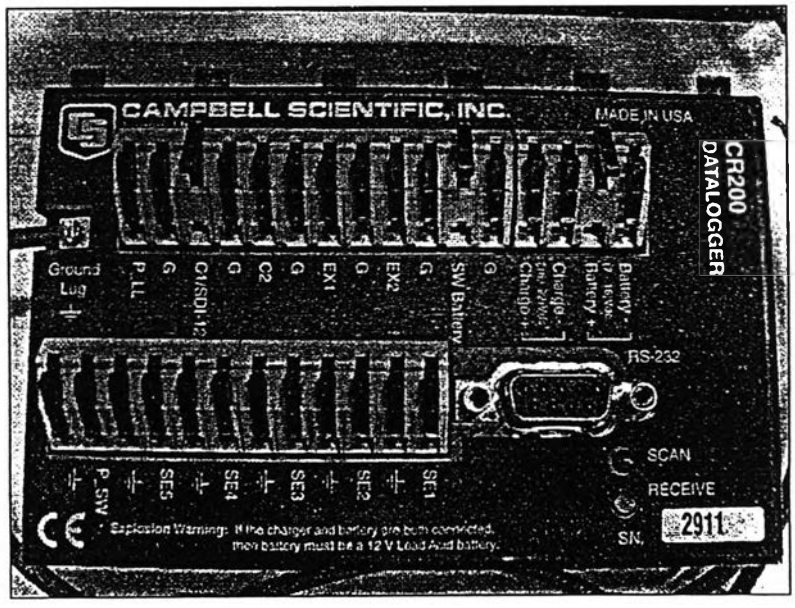
ในการทดลองครั้งนี้ใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์รุ่น EasyAG ผลิตโดยบริษัท Sentek เป็นอุปกรณ์วัดความชื้นมีค่าออกมาเป็นปริมาณน้ำในดิน (%โดยปริมาตร) โดยใช้ระบบการวัดแบบ TDR โดยในชุดอุปกรณ์วัดความชื้นจะมีลักษณะเป็นก้านยาวประมาณ 50 ซม. ภายในก้านจะมีเซ็นเซอร์วัดความชื้นอยู่ 4 ตำแหน่ง คือ ที่ตำแหน่ง 10 ซม. 20 ซม. 30 ซม. และ 50 ซม. จากหัวของชุดอุปกรณ์วัดความชื้น ดังแสดงในรูปที่ 3-2

การติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความชื้นดำเนินการโดยนำเซ็นเซอร์ตั้งไว้กึ่งกลางถังแสตนเลส จากนั้นนำตัวอย่างดินมาบดอัดภายในกระบอกวัดค่าน้ำหนักของดิน เพื่อนำมาตรวจสอบค่าความหนาแน่นรวม (Bulk density) โดยเมื่อบรรจุและบดอัดดินเต็มถังสแตนเลสแล้ว ทำให้ดินภายในถังแสตนเลสอิ่มตัวโดยการปล่อยน้ำจากด้านบนของถังให้ไหลซึมลงสู่ด้านล่าง ทิ้งดินที่อิ่มตัวไว้ให้น้ำระบายออกทางด้านล่างของถังจนน้ำที่ด้านล่างของกระบอกหยุดไหล ตรวจวัดค่าปริมาณน้ำในดินภายในถังโดยใช้เซ็นเซอร์อ่านค่า เมื่อค่าปริมาณน้ำในดินที่แต่ละระดับความลึกมีค่าคงที่แล้วจึงเริ่มการทดลอง

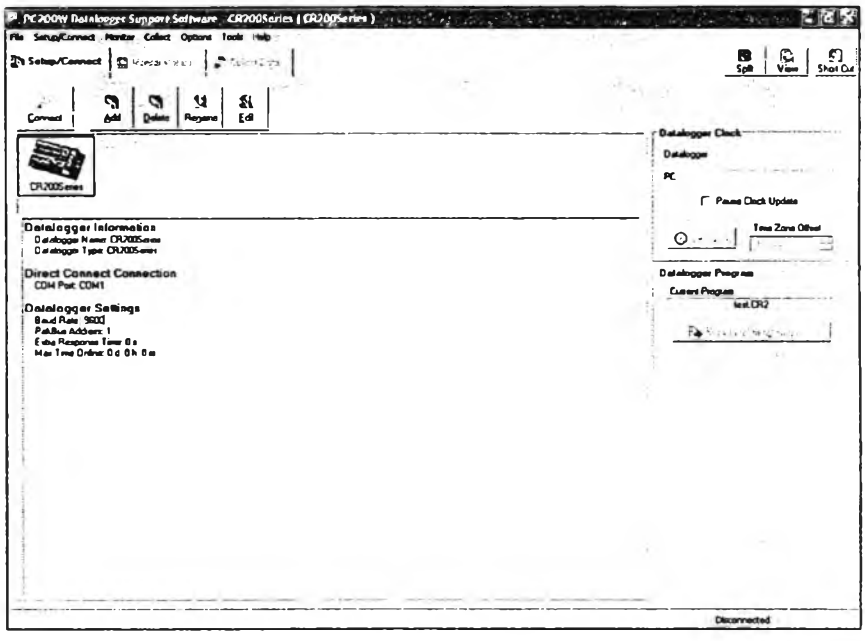
I 3 2 6444 6 5



รูปที่ 3-2 ลักษณะภายในของอุปกรณ์วัดความชื้นในดิน



รูปที่ 3-3 อุปกรณ์เครื่องบันทึกข้อมูลรุ่น CR200



รูปที่ 3-4 ตัวอย่างหน้าจอโปรแกรม PC200W

ตารางที่ 3-8 ค่าการปรับเทียบเซ็นเซอร์วัดความชื้น

หัวเซ็นเซอร์วัดความชื้น	ค่าสัมประสิทธิ์ตัวคูณปรับเทียบ
ที่ระดับความลึก 10 ซม.	1.323
ที่ระดับความลึก 20 ซม.	1.489
ที่ระดับความลึก 30 ซม.	1.033
ที่ระดับความลึก 50 ซม.	6.557

เซ็นเซอร์วัดความชื้นนี้ใช้ควบคู่ไปกับเครื่องบันทึกข้อมูล รุ่น CR200 ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับใช้อ่านค่าสัญญาณจากเซ็นเซอร์ทั้ง 4 ตัว ซึ่งสัญญาณที่ส่งออกมาจากเซ็นเซอร์เป็นแบบ SDI-12 ซึ่งจะต้องมีโปรแกรมมารองรับในการอ่านค่าสัญญาณ โดยในการศึกษานี้ใช้โปรแกรม PC200 W ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สามารถใช้รับสัญญาณจากเครื่องบันทึกข้อมูลได้ โดยโปรแกรม PC200W เป็นโปรแกรมที่ใช้บันทึกข้อมูลปริมาณน้ำในดิน สามารถแสดงผลข้อมูลการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินได้ในรูปของข้อมูลที่เป็นตัวอักษร หรือแสดงผลในรูปของกราฟ

การปรับเทียบชุดอุปกรณ์วัดความชื้นทำโดยการนำเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินชนิดต่าง ๆ แล้วนำดินที่ทำการวัดไปอบเพื่อนำมาคำนวณหาค่าปริมาณน้ำในดิน แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่อ่านได้ โดยได้ผลการปรับเทียบดังแสดงในตารางที่ 3-8

3.4 การเตรียมแบบจำลองทางกายภาพและการทดลอง

การสร้างแบบจำลอง 1 มิติ ได้จำลองลักษณะของชั้นดินไม่อิ่มตัว ซึ่งได้มีการกำหนดขนาดความสูงของแบบจำลองจากคุณสมบัติทางกายภาพของดิน คือ ค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำในดิน (Hydraulic conductivity) ตามชนิดของดิน ในการเลือกหน้าตัดของแบบจำลองต้องพิจารณาขนาดหน้าตัดของแบบจำลองไม่ให้มีขนาดใหญ่หรือเล็กเกินไป เนื่องจากหากขนาดของแบบจำลองมีขนาดใหญ่มากเกินไปจะทำให้เกิดการไหลในแนวราบขึ้นได้ในดินที่มีค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านได้ของน้ำต่ำ และหากกำหนดขนาดหน้าตัดของแบบจำลองกายภาพมีขนาดเล็กเกินไปจะทำให้พื้นผิวของแบบจำลองมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการไหลของน้ำได้ ซึ่งในการออกแบบแบบจำลองกายภาพจึงต้องพิจารณาตามค่าคุณสมบัติทางชลศาสตร์ของตัวกลางที่ใช้ในการทดลองด้วย

3.4.1 การออกแบบแบบจำลองกายภาพ

ในการกำหนดขนาดของแบบจำลองกายภาพจึงได้กำหนดแบบจำลองเป็นรูปวงกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร เพื่อลดอิทธิพลของการไหลในแนวราบ และจากตารางที่ 3-4 ได้ทำการเลือกตัวอย่างดินที่นำมาทดลอง โดยกำหนดให้มีค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านของน้ำ (Hydraulic conductivity) อยู่ในช่วงระหว่างค่าประมาณ 10^{2} – 10^{-3} เมตรต่อวัน ซึ่งวัสดุจัดอยู่ในจำพวก ทราย ดินตะกอนและดินเหนียว ดังนั้นจึงได้กำหนดความสูงของแบบจำลองให้มีขนาด 60 เซนติเมตร เพื่อให้สอดคล้องและเหมาะสมกับค่าสัมประสิทธิ์การซึมผ่านน้ำของดินแต่ละประเภทที่นำมาใช้ในการทดลอง

ในการทดลองได้ใช้ถังสแตนเลสบรรจุตัวอย่างดินชนิดต่าง ๆ ในการทดลอง โดยกำหนดรูปแบบการทดลองตามลักษณะการปล่อยน้ำสู่ตัวอย่างดินแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ การปล่อยน้ำแบบอัตราการเติมน้ำคงที่ (Constant flux) เพื่อจำลองลักษณะของฝนที่ตกลงมา การเติมน้ำแบบระดับน้ำคงที่ (Constant head) เพื่อจำลองลักษณะของพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง และการเติมน้ำแบบอัตราคงที่และมีระดับน้ำใต้ดิน (With groundwater level) เพื่อจำลองลักษณะของพื้นที่ที่มีระดับน้ำใต้ดินอยู่ใกล้กับระดับผิวดิน และลักษณะของชั้นน้ำบริเวณใกล้ระดับน้ำใต้ดิน

3.4.2 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

3.4.2.1. ถังสแตนเลสทรงกระบอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร สูง 60 เซนติเมตร

3.4.2.2. ชุดเครื่องมือวัดความชื้นในดิน (TDR sensor)

3.4.2.3. คอมพิวเตอร์

3.4.2.4. ชุดอุปกรณ์ปล่อยน้ำ (ดังแสดงในรูปที่ 3-5, 3-6 และ 3-7)

3.4.2.5. บีกเกอร์

3.4.2.6. เทอร์โมมิเตอร์

3.4.2.7. นาฬิกาจับเวลา

3.4.2.8. ที่ชั่งน้ำหนัก

3.4.3 การปรับเทียบอัตราการไหล (Calibration)

การปรับเทียบหัวน้ำหยด การปล่อยน้ำในแบบต่าง ๆ เป็นการจำลองลักษณะการซึมของน้ำแบบต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในธรรมชาติ ดังนั้นในการปล่อยน้ำจึงต้องมีการกระจายของน้ำอย่างทั่วถึงพื้นที่ผิวของดินที่ทดลอง โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการจำลองได้ทำการสร้างเป็นหัวน้ำหยดที่สามารถปรับปริมาณการไหลออกของน้ำที่หัวน้ำหยดได้ ก่อนการทดลองมีการปรับเทียบหัวน้ำหยดโดยการใช้บีกเกอร์วัดปริมาณน้ำที่หยดลงมาแล้วจับเวลาโดยทำซ้ำ 5 ครั้ง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ค) ซึ่งค่าอัตราการปล่อยน้ำของหัวน้ำหยดจะนำมาเป็นค่าที่ใช้ในการคำนวณในแบบจำลองคณิตศาสตร์ต่อไป

3.4.4 วิธีการทดลอง

3.4.4.1 นำตัวอย่างดินใส่ถังสแตนเลสทรงกระบอก โดยทำการบดอัดตัวอย่างดินทุกระยะความสูง 10 ซม. และตรวจสอบค่าความหนาแน่นรวม (Bulk density) ของตัวอย่างดินในถังให้มีค่าสอดคล้องกับค่าที่หาได้จากในห้องปฏิบัติการกรมวิชาการเกษตร

3.4.4.2 นำถังที่ใส่ตัวอย่างดินเสร็จเรียบร้อยแล้วมาเติมน้ำจนตัวอย่างดินในถังอิ่มตัว (Saturated)

3.4.4.3 จากนั้นปล่อยให้น้ำที่อยู่ในถังไหลออกทางด้านล่างทิ้งไว้จนค่าความชื้นในถังมีค่าคงที่ ซึ่งทำการวัดค่าปริมาณน้ำในดิน แล้วจดบันทึกเป็นค่าพารามิเตอร์ Residual water content, θr ซึ่งใช้ในการคำนวณต่อไป

3.4.4.4 ทำการวัดอุณหภูมิของน้ำและอากาศ แล้วเริ่มทำการทดลองโดยการจำลองสภาพการเติมน้ำในรูปแบบต่าง ๆ ดังนี้

- การทดลองการเติมน้ำแบบอัตราคงที่

จากรูปที่ 3-5 เป็นชุดการทดลองเพื่อจำลองสภาพเหตุการณ์ที่มีฝนตกลงมาบนพื้นดินแล้วไหลซึมลงสู่พื้นดิน โดยหลักการทำงานของชุดการทดลองมีกระบวนการคือ

ขั้นตอนที่ 1 เครื่องสูบน้ำสูบน้ำขึ้นไปไว้บนถังสูงที่มีความสูง 2 เมตรจากระดับพื้นดิน

ขั้นตอนที่ 2 ถังสูงที่มีลักษณะเหมือนฝายน้ำล้นมีน้ำอยู่เต็มถังเมื่อน้ำที่ไหลเติมลงมามากกว่าระดับที่กำหนดไว้จะไหลกลับคืนลงสู่ถังในขั้นตอนที่ 1 และด้านล่างของถังสูงจะมีวาล์วเปิด-ปิดน้ำได้

ขั้นตอนที่ 3 น้ำจากถังสูงไหลลงมาตามท่อน้ำ การจำลองลักษณะของฝนทำโดยการให้น้ำไหลผ่านหัวน้ำหยด แล้วตกลงไปสู่ด้านล่าง

ขั้นตอนที่ 4 น้ำที่จำลองเป็นฝนซึมลงสู่ผิวดินผ่านด้านในถังสแตนเลส

ขั้นตอนที่ 5 ใช้บีกเกอร์วัดปริมาณน้ำที่ไหลผ่านดินลงมาสู่ด้านล่าง

- การทดลองการเติมน้ำแบบระดับน้ำคงที่

รูปที่ 3-6 เป็นชุดการทดลองเพื่อจำลองสภาพเหตุการณ์ที่มีฝนตกลงมาบนพื้นดินแล้วมีน้ำขังบนพื้นดิน โดยหลักการทำงานของชุดการทดลองมีกระบวนการคือ

ขั้นตอนที่ 1 และ 2 มีลักษณะเหมือนการทดลองการปล่อยแบบอัตราคงที่

ขั้นตอนที่ 3 น้ำจากถังสูงไหลลงมาตามท่อน้ำ จะเติมลงมาสู่ถังที่อยู่ด้านล่าง

ขั้นตอนที่ 4 ขอบด้านบนของถังจะกักน้ำให้มีระดับความสูงที่ต้องการ น้ำที่ไหลเติมลงสู่ด้านบนของถังส่วนที่เกินจะไหลล้นออกมาด้านข้าง

ขั้นตอนที่ 5 ใช้ถังรองน้ำที่ไหลล้นออกมาด้านข้างออกไป

- การเติมน้ำแบบอัตราคงที่และมีระดับน้ำใต้ดิน

รูปที่ 3-7 เป็นชุดการทดลองเพื่อจำลองสภาพเหตุการณ์ที่มีฝนตกลงมาบนพื้นดินแล้วไหลซึมลงสู่พื้นดินที่ชั้นดินด้านล่างอยู่ใกล้กับระดับน้ำใต้ดิน โดยหลักการทำงานของชุดการทดลองมีกระบวนการคือ

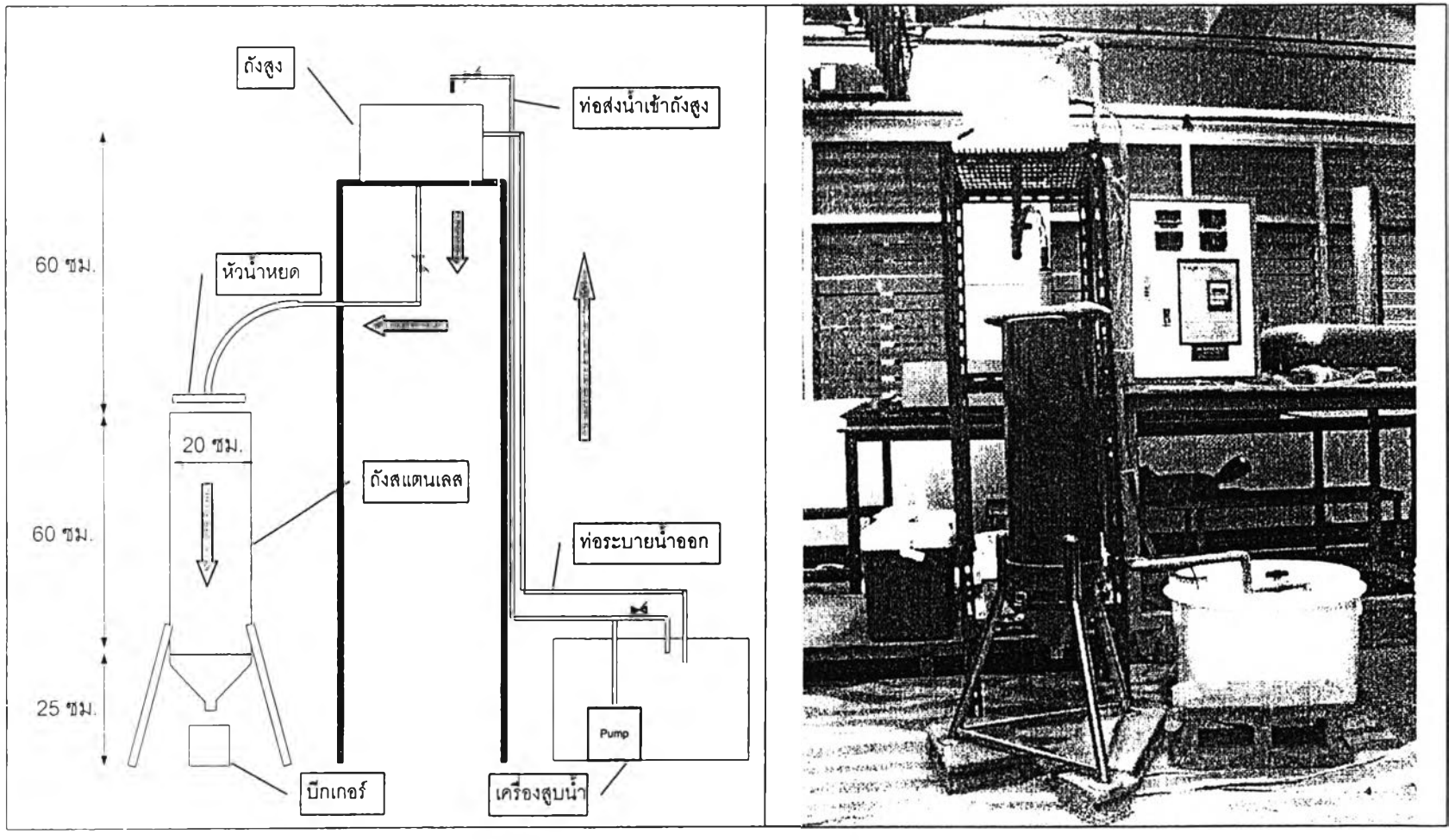
ขั้นตอนที่ 1 และ 2 มีลักษณะเหมือนการทดลองการปล่อยแบบอัตราคงที่

ขั้นตอนที่ 3 น้ำจากถังสูงไหลลงมาตามท่อน้ำ การจำลองลักษณะของฝนทำโดยการให้น้ำไหลผ่านหัวน้ำหยด แล้วตกลงไปสู่ด้านล่าง

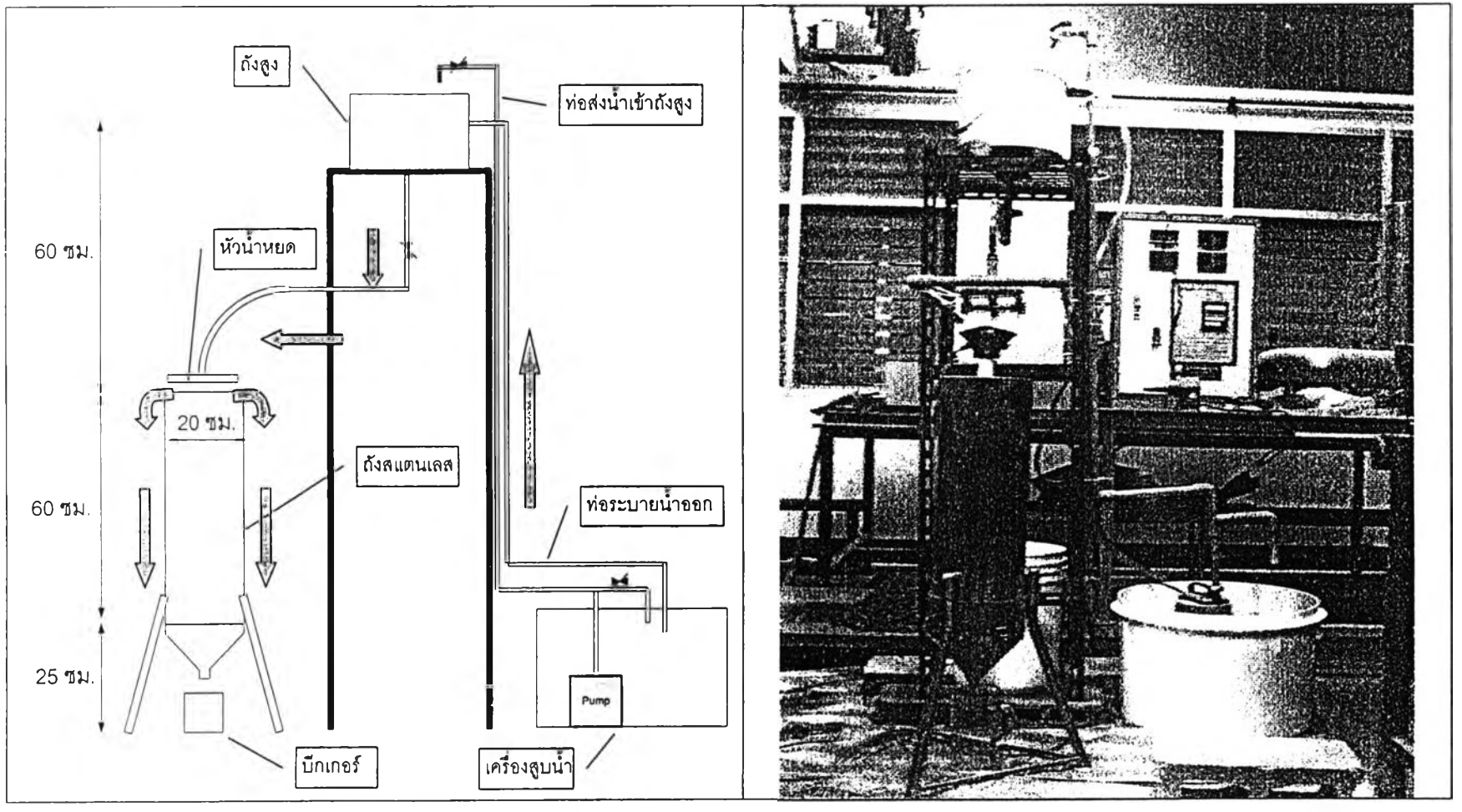
ขั้นตอนที่ 4 น้ำที่จำลองเป็นฝนซึมลงสู่ผิวดินผ่านด้านในถังสแตนเลส

ขั้นตอนที่ 5 กำหนดระดับน้ำใต้ดินโดยการเติมน้ำในถังด้านนอก

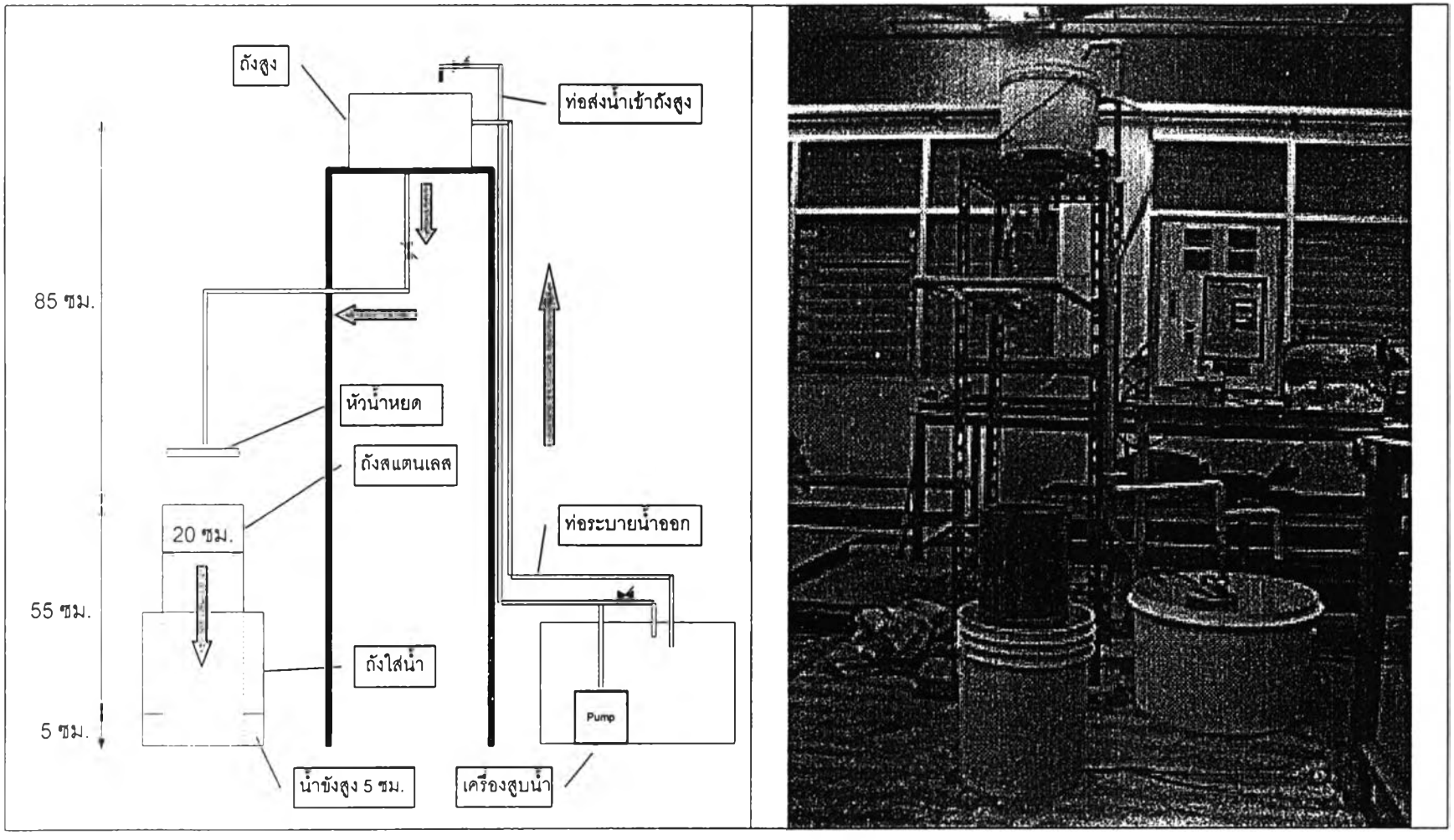
3.4.4.5 การเก็บและบันทึกข้อมูลทำการจัดเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรม PC200W บันทึกค่า โดยเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินในถังสแตนเลส เซนเซอร์วัดความชื้นจะอ่านค่าและส่งมาที่เครื่องบันทึกข้อมูล CR200 การอ่านข้อมูลจากเครื่องบันทึกข้อมูลสามารถทำได้โดยการใช้โปรแกรม PC200W ในการอ่านข้อมูล ซึ่งโปรแกรมนี้สามารถแสดงผลของข้อมูลได้ในรูปของตัวอักษรและกราฟแสดงผลการเปลี่ยนแปลง (แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ค) โดยข้อมูลในรูปแบบของตัวอักษรเก็บอยู่ในรูปของไฟล์นามสกุล .dat ซึ่งสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ต่อไปได้



รูปที่ 3-5 ชุดการทดลองการปล่อยน้ำแบบอัตราคงที่



รูปที่ 3-6 ชุดการทดลองระดับน้ำคงที่



รูปที่ 3-7 ชุดการทดลองมีระดับน้ำใต้ดิน