รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

ชัยพันธุ์ รักวิจัย. ชลศาสตร์ของทางน้ำเปิด. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2526.

ชูเกียรติ ทรัพย์ไพศาล และ ไตรรัตน์ ศรีวัฒนา. การไหลในทางน้ำเปิด. ภาควิชาวิศวกรรมทรัพยากรน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532.

ทวนทัน กิจไพศาลสกุล. เอกสารประกอบการสอน วิชาการกัดเซาะและการตกตะกอน. ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2543.

ธรรมวัฒน์ การุณธนกุล. การกัดเซาะรอบตอม่อสะพานที่เรียงเป็นตับ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิศวกรรมแหล่งน้ำ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2541.

นัฐวุฒิ สนั่นพานิช. การศึกษาการเคลื่อนที่ของตะกอนโดยใช้ทรายละเอียดเป็นวัสดุท้องน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2535.

พรมงคล ชิดชอบ. การกัดเซาะรอบตอม่อสะพาน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิศวกรรมแหล่งน้ำ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

มณเฑียร กังศศิเทียม. กลศาสตร์ของดินด้านวิศวกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพมหานคร: สมาคมศิษย์เก่าวิศวกรรมชลประทาน ในพระบรมราชูปถัมภ์, 2533.

วัฒนา ธรรมมงคล และ วินิต ช่อวิเชียร. ปฐพีกลศาสตร์. กรุงเทพมหานคร: ป.สัมพันธ์พาณิชย์, 2532.

สวัสดิ์ ลู่ชัยชนะ. การศึกษาการเคลื่อนที่ของตะกอนในรางน้ำเปิด โดยใช้ทรายที่มีขนาดและการเรียงเม็ดที่กำหนดให้เป็นวัสดุท้องน้ำ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิศวกรรมโยธา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

ภาษาอังกฤษ

Ackers, P., and White, W.R. Sediment transport: New approach and analysis. J. Hydr. Div. 99, 11 (November 1973): 2041-2060.

Chin, C.O., Melville, B.W., and Raudkivi, A.J. Streambed armoring. J. Hydr. Engrg. 120, 8 (August 1994): 899-918.

Chow, V.T. Open Channel Hydraulics. New York: McGraw-Hill Book, 1959.

Gillbert, K.G. The Transportation of Debris by Running Water. U.S. Geological Survey Professional Paper 86, 1914.

Henderson, F.M. Open Channel Flow. New York: Macmillan Publishing, 1966.

Karim, F. Bed material discharge prediction for nonuniform bed sediments. J. Hydr. Engrg. 124, 6 (June 1998): 597-604.

Meyer-Peter, E., and Muller, R. Formulas for bed-load Transported. Report on 2nd Meeting IAHR (1948): 39-64.

Molinas, A., and Wu, B. Effect of size gradation on transport of sediment mixture. J. Hydr. Engrg. 124, 8 (August 1998): 786-793.

Morris, G.L., and Fan, J. Reservoir Sedimentation Handbook. New York: McGraw-Hill Book, 1998.

Morris, P.H., and Williams, D.J. Exponential longitudinal profiles of streams. Earth Surface Processes and Landforms. 22 (1997):143-163.

Nakoto, T. Test of selected sediment-transport formulas. J. Hydr. Engrg. 116, 3 (March 1990): 362-379.

Overbeek, H.J. Lecture Notes on Erosion and Sedimentation. A.I.T. Bangkok Thailand, 1977.

Rathbun, R.E., Guy, H.P., and Richardson, E.V. Response of a Laboratory Alluvial Channel to Changes of Hydraulic and Sediment-Transport Variables. Washington: United States Government Printing Office, 1969.

Roberson, J.A., and Crowe, C.T. Engineering Fluid Mechanics. New York: John Wiley & Sons, 1997

Shvidchenko, A.B., and Kopaliani, Z.D. Hydraulic modeling of bed load transport in gravel-bed Laba River. J. Hydr. Engrg. 124, 8 (August 1998): 778-785.

Simon, D.B., Richardson, E.V., and Albertson, M.L. Flume Studies Using Medium Sand (0.45 mm.) , Studies of Flow in Alluvial Channels. U.S. Geological Survey Professional Paper 1498-A, 1961.

Sternberg, H. Intersuchunge uber des langen- und querprofil geschiebefuhrender flusse. Zeitschrift fur Bauwesen. 25 (1875): 483-506.

Yang, C.T. Incipient motion and sediment transport. J. Hydr. Div. 99, 10 (October 1973): 1679-1704.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก.

แบบจำลองชลศาสตร์การศึกษาผลของการกระจายขนาดของตะกอนต่อพฤติกรรมการเคลื่อนตัวของตะกอน

ก.1 การจัดเตรียมแบบจำลองทางชลศาสตร์

การทดลองผลของการกระจายขนาดของตะกอนต่อพฤติกรรมการเคลื่อนตัวของตะกอน ซึ่งทำการศึกษาและทดลองในรางน้ำเปิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า ในห้องปฏิบัติการชลศาสตร์และชายฝั่งทะเล ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีถังเก็บน้ำขนาดความจุ 30 ลบ.ม. ตั้งอยู่บนดาดฟ้า อาคาร 5 ชั้น และมีระบบสูบน้ำหมุนเวียน โดยรักษาระดับน้ำความดันคงที่ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

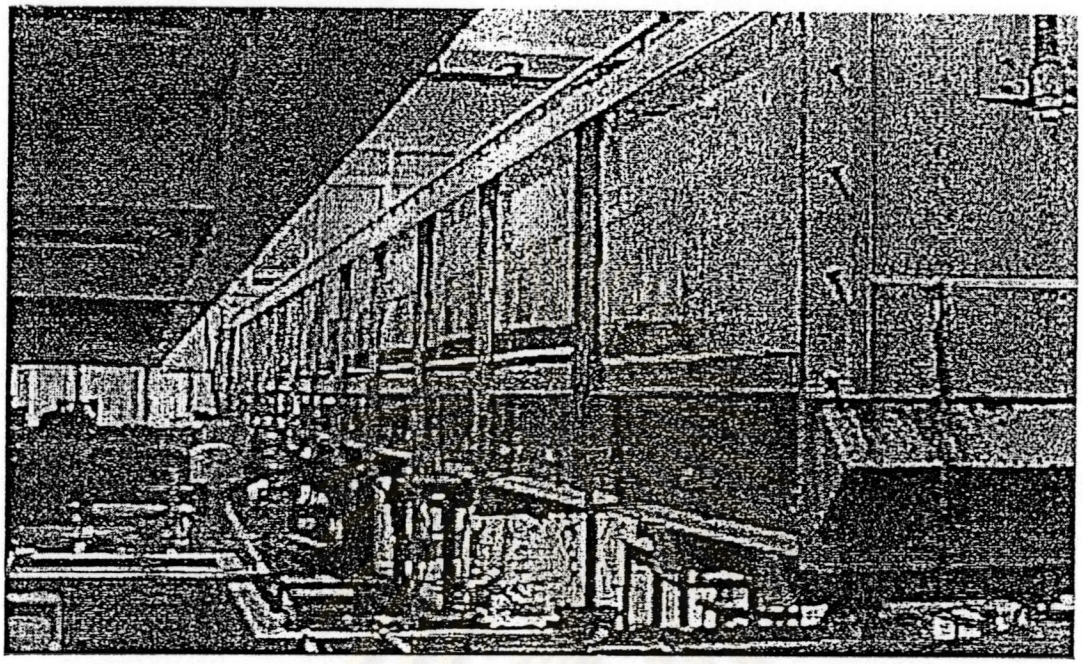
1) รางน้ำเปิดสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความยาว 18 ม. กว้าง 0.60 ม. และลึก 0.75 ม. ผนังด้านข้างของรางน้ำทำด้วยกระจกใสหนา 1.20 ซม. ทั้ง 2 ข้าง พื้นรางทำด้วยแผ่นเหล็กหนา 6 มม. และความลาดเอียงของรางน้ำสามารถปรับได้โดยใช้แม่แรง (hydraulics) การปรับแม่แรงจะควบคุมด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า ดังรูป ก.1-ก.4

2) ประตูควบคุมระดับน้ำที่ปลายรางน้ำ มีขนาดกว้าง 0.66 ม. สูง 0.76 ม. บานประตูทำด้วยเหล็กหนา 5 มม. ติดตั้งที่ปลายสุดของรางน้ำ เพื่อทำหน้าที่ควบคุมความลึกการไหลของน้ำในรางน้ำ

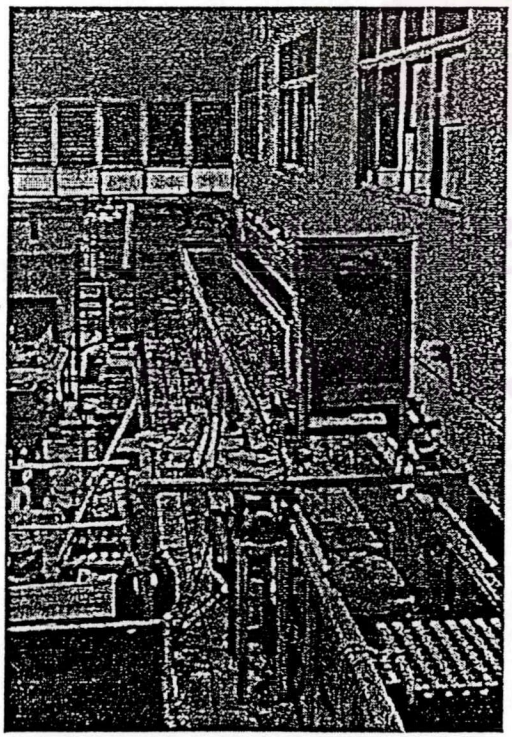
3) ตะแกรง (screens) และตะแกรงลดคลื่น (wave suppressors) ทำจากไม้ระแนงติดตั้งบริเวณบ่อพักน้ำด้านเหนือน้ำ เพื่อลดขนาดของคลื่นและความรุนแรงของกระแสน้ำ ดังรูป ก.5

4) ถาดติดล้อเลื่อน ทำจากไม้และอลูมิเนียม ซึ่งวิ่งไปตามรางขนานบนผนังของรางน้ำ ใช้สำหรับติดตั้งเครื่องมือวัด ที่ใช้เก็บข้อมูลการทดลองต่าง ๆ เช่น เครื่องมือวัดความเปลี่ยนแปลงท้องน้ำ เป็นต้น ดังรูป ก.6

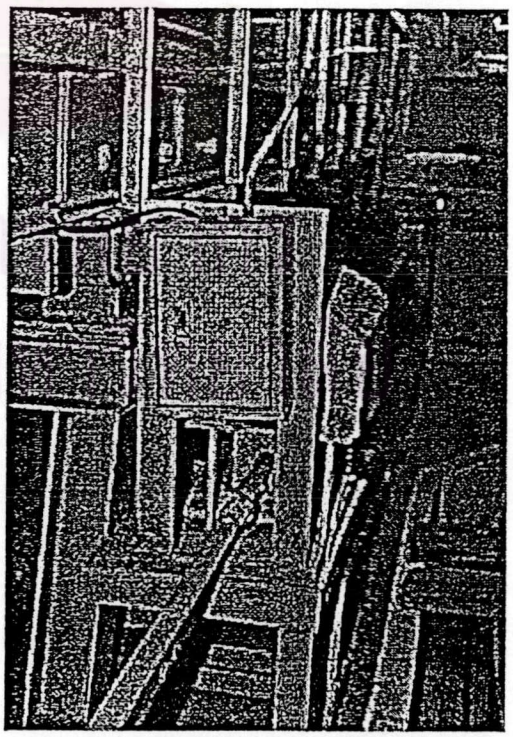
5) ระบบการหมุนเวียนของน้ำ ประกอบด้วย ถังเก็บน้ำ (constant head tank) ความจุ 30 ลบ.ม. เครื่องสูบน้ำขนาด 25 แรงม้า จำนวน 4 เครื่อง แต่ละเครื่องสามารถสูบน้ำได้สูงสุดประมาณ 25 ลิตรต่อวินาที การหมุนเวียนของน้ำจะเริ่มจากการปล่อยน้ำจากถังเก็บน้ำผ่านท่อเหล็กกล้าผ่านวาล์วควบคุมการเปิด-ปิดท่อ จนกระทั่งถึงบ่อพักด้านเหนือน้ำ น้ำจะไหลผ่านรางน้ำและไหลสู่บ่อพักน้ำ (sump) บริเวณพื้นด้านล่างห้องปฏิบัติการแบบจำลองชลศาสตร์ และชายฝั่งทะเล และถูกสูบกลับไปสู่ถังเก็บน้ำ โดยเครื่องสูบน้ำอีกครั้งหนึ่ง ดังรูป ก.7-ก.9



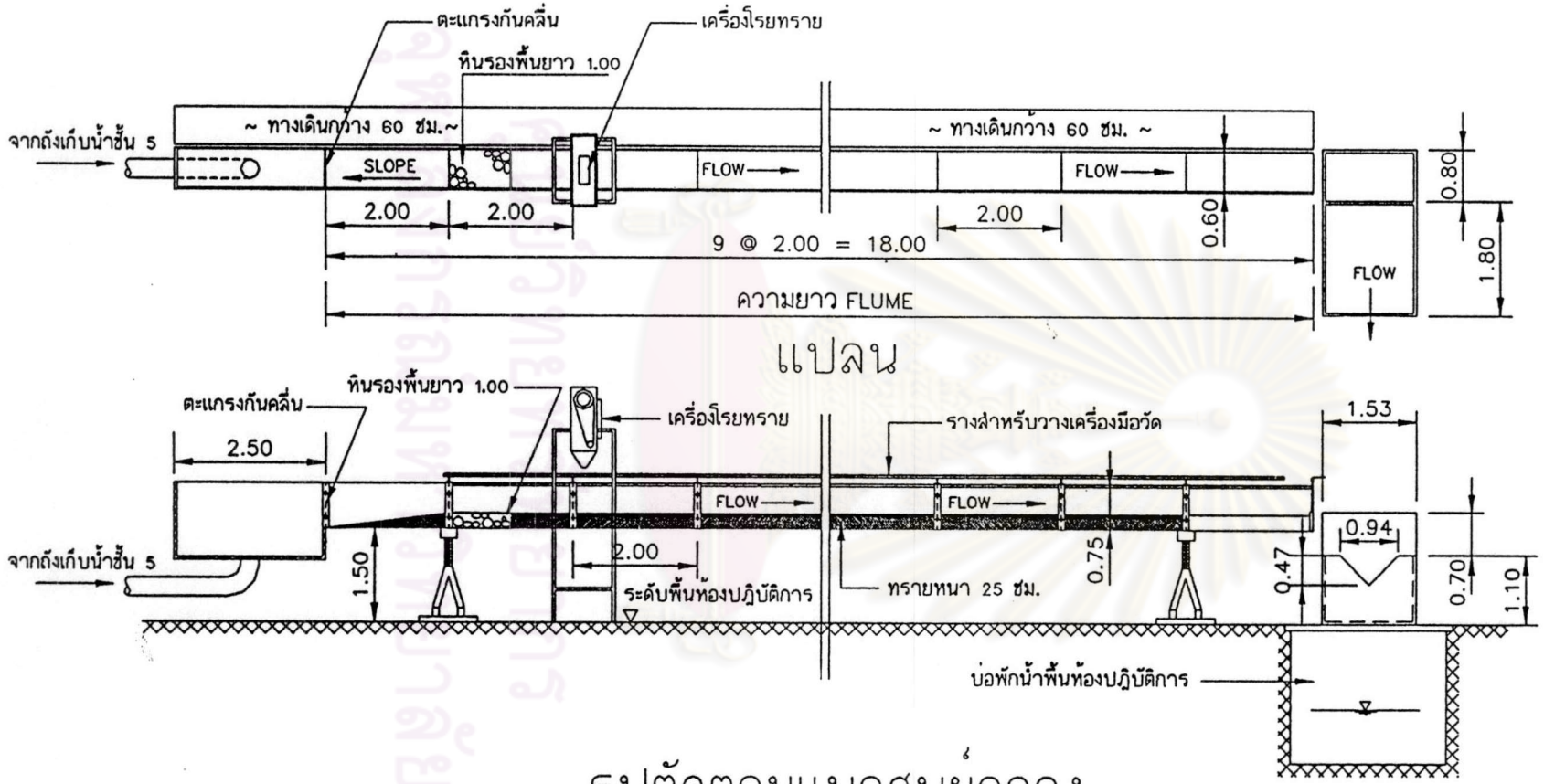
รูป ก.1 รางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า (rectangular flume)



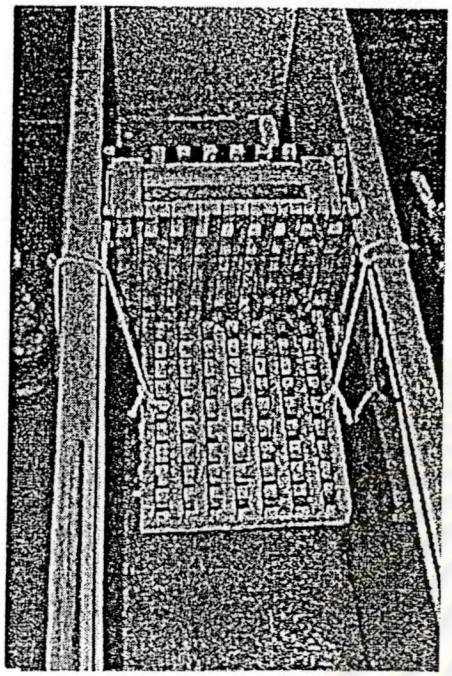
รูป ก.2 รางน้ำเปิดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า



รูป ก.3 มอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับปรับแม่แรง

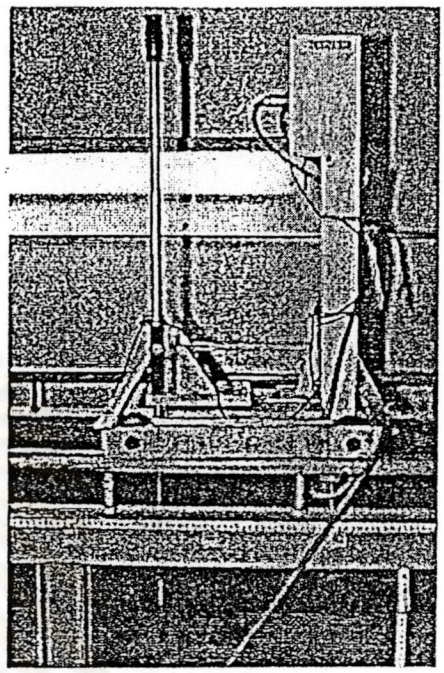


รูป ก.4 รางน้ำที่ใช้ในการทดลอง

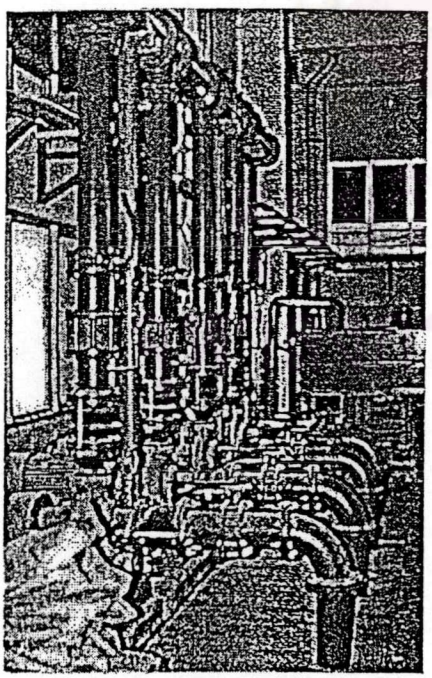


รูป ก.5 ตะแกรง และตะแกรงกันคลื่น

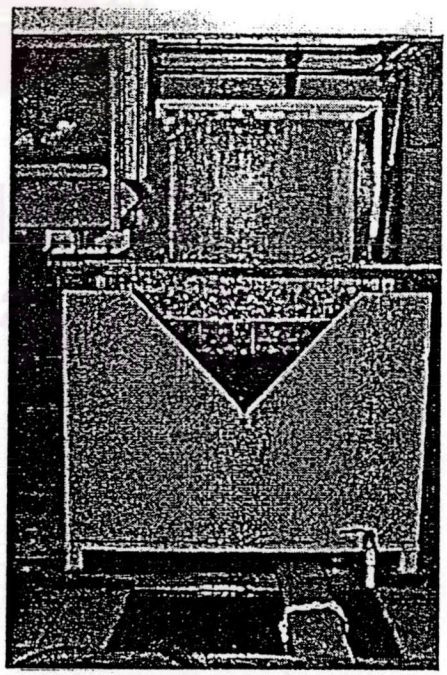
(screen and wave suppressors)



รูป ก.6 ถาดติดล้อเลื่อน



รูป ก.7 เครื่องสูบน้ำ



รูป ก.8 ฝายสามเหลี่ยมวัดน้ำสันคม

(90° v-notchweir)

a. เครื่องสูบน้ำ (pumping unit)

b. ถังเก็บน้ำ (head tank)

c. วาล์ว (valve)

d. แผงกรองคลื่น (screen)

e. หินเรียง (riprap)

f. รางล้อเลื่อน (rail)

g. รถเก็บข้อมูล (instrument carriage)

h. รางน้ำขนาด 0.6 x 18.0 x 0.75 เมตร (flume)

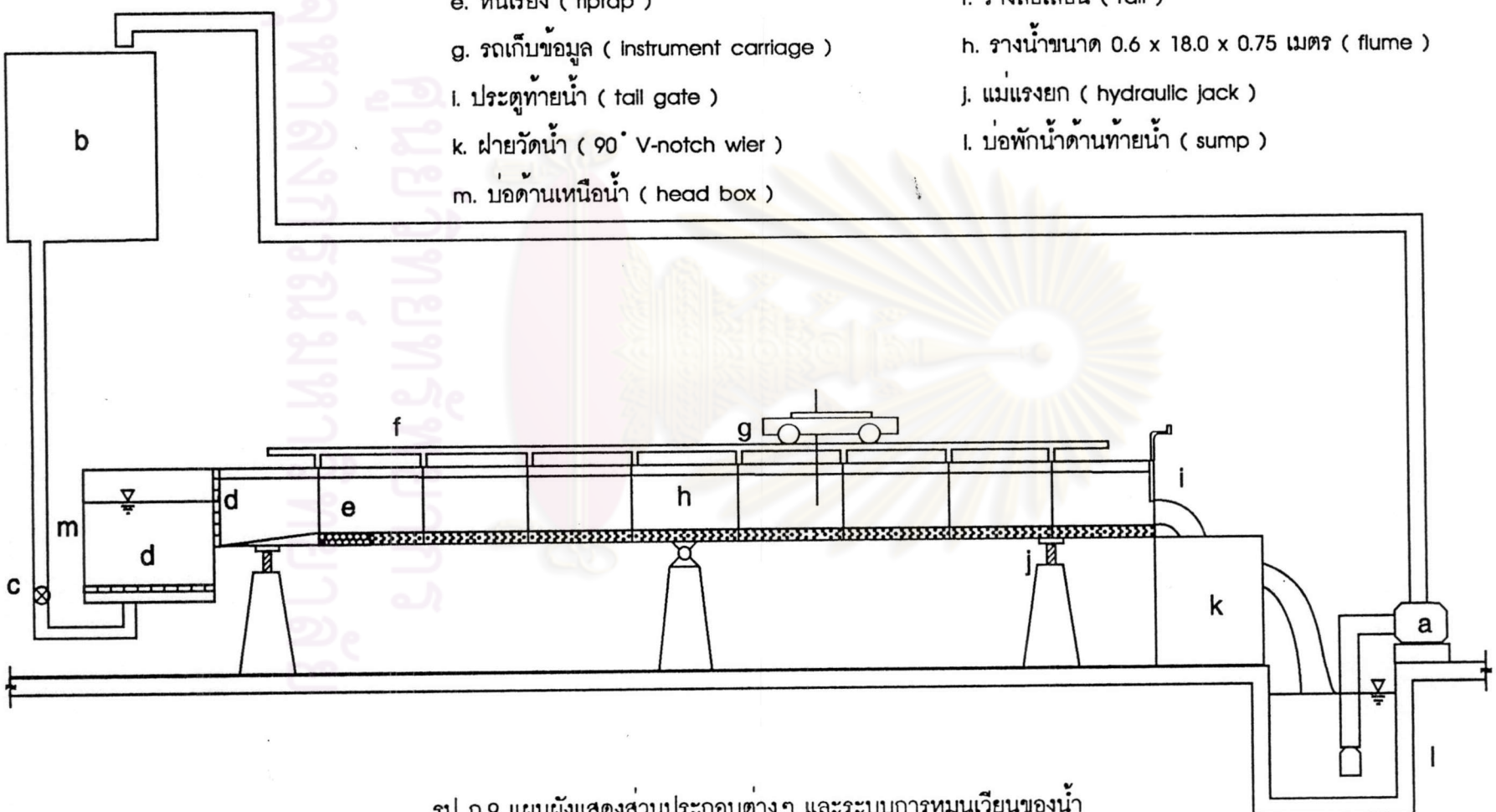
i. ประตูท้ายน้ำ (tail gate)

j. แม่แรงยก (hydraulic jack)

k. ฝายวัดน้ำ (90° V-notch wier)

l. บ่อพักน้ำด้านท้ายน้ำ (sump)

m. บ่อด้านเหนือน้ำ (head box)



รูป ก.9 แผนผังแสดงส่วนประกอบต่างๆ และระบบการหมุนเวียนของน้ำ

ก.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้วัดข้อมูลต่าง ๆ ประกอบด้วย

1) ฝายสามเหลี่ยมวัดน้ำสันคม กว้าง 1.53 ม. ยาว 2.60 ม. ด้านหน้าสูง 1.10 ม. ด้านหลังสูง 1.80 ม. ทำจากแผ่นเหล็กหนา 6 มม. สามารถวัดน้ำได้สูงสุดประมาณ 100 ลิตรต่อวินาที ติดตั้งอยู่ทางด้านท้ายของรางน้ำ ใช้สำหรับวัดอัตราการไหล ภายในตัวฝายติดตั้งตะแกรงลดคลื่นเพื่อลดความรุนแรงของน้ำ ทำให้สามารถอ่านค่าระดับเหนือสันฝายได้ถูกต้อง ดังรูป ก.8

2) เครื่องมือวัดความเปลี่ยนแปลงความลึกท้องน้ำ ใช้วัดระดับผิวน้ำ ระดับท้องน้ำและความลึกของน้ำ สำหรับอุปกรณ์เก็บข้อมูล (data logger) สามารถติดตั้งเครื่องมือวัดได้ถึง 6 ช่องสัญญาณแสดงผลการวัดทางจอ LCD ของแต่ละสัญญาณ และสามารถเชื่อมกับคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะส่งข้อมูลไปเก็บในคอมพิวเตอร์และควบคุมการทำงานโดยคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย ดังรูป ก.10-ก.11

3) เครื่องโรยทรายอัตโนมัติ ประกอบด้วยถังเก็บทราย กว้าง 0.30 ม. ยาว 0.55 ม. และสูง 0.825 ม. บริเวณด้านข้างของถังเก็บทรายติดตั้งมอเตอร์สั่นสะเทือน ขนาด 0.5 แรงม้า 380 โวลท์ เครื่องโรยทราย เป็นแบบลูกกลิ้ง หมุนโดยใช้มอเตอร์ขนาด 1 แรงม้า 220/380 โวลท์ จำนวนรอบสูงสุดหมุนได้ 1,500 รอบต่อนาที การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ใช้เครื่องแปลงกระแสไฟฟ้าในการควบคุม ดังรูป ก.12-ก.15

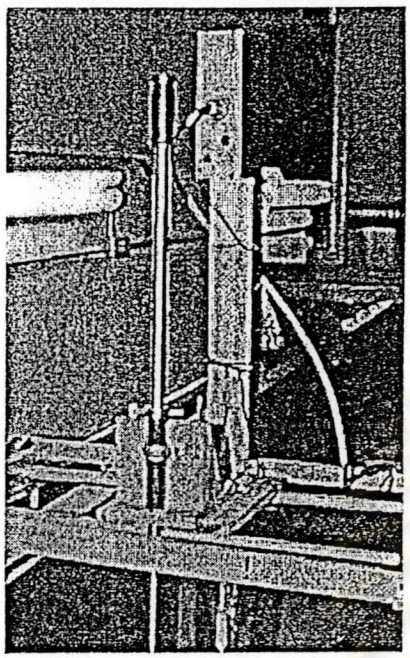
4) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างตะกอนทั้งหมด มีลักษณะเป็นถุงผ้าขนาดใหญ่ มีขนาดเส้นรอบวง 3.0 ม. ยาว 3.0 ม. ทำจากผ้าดิบซึ่งสามารถดักตะกอนทั้งหมดที่ไหลมากับน้ำได้ ดังรูป ก.16

5) อุปกรณ์เก็บตัวอย่างตะกอนแขวนลอย ประกอบไปด้วย สายยาง 3 เส้น และโครงเหล็กซึ่งใช้สำหรับเก็บตัวอย่างตะกอนแขวนลอยจากรางน้ำ และถังรูปทรงสี่เหลี่ยม ซึ่งใช้สำหรับเก็บตัวอย่าง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณตะกอนแขวนลอยเฉลี่ยตั้งแต่ผิวน้ำจนถึงท้องน้ำ ดังรูป ก.17-ก.18

6) เครื่องมือวิเคราะห์การกระจายขนาดของทราย ประกอบไปด้วย ตะแกรงมาตรฐานขนาดต่าง ๆ และเครื่องมือเขย่าตะแกรง โดยทรายที่ใช้ในการวิเคราะห์ต้องเป็นทรายแห้ง และหนักไม่เกิน 500 กรัม ดังรูป ก.19

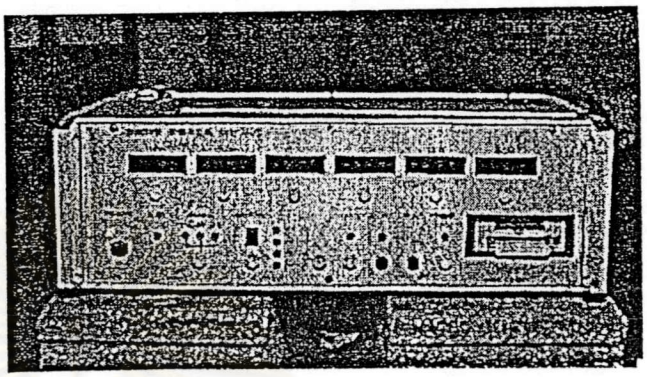
7) เทอร์โมมิเตอร์

8) นาฬิกาจับเวลา

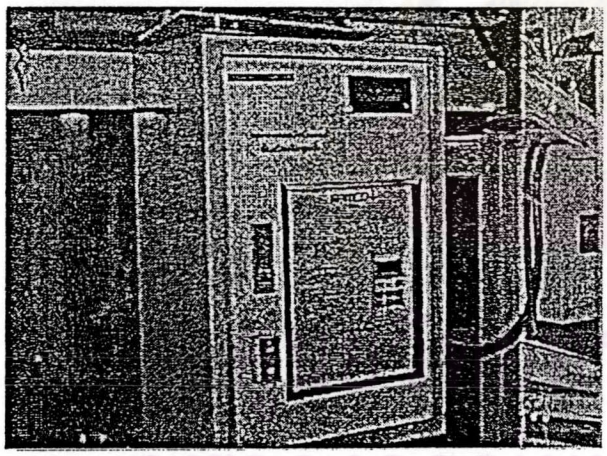


รูป ก.10 เครื่องมือวัดความเปลี่ยนแปลงท้องน้ำ

(sandy surface meter)

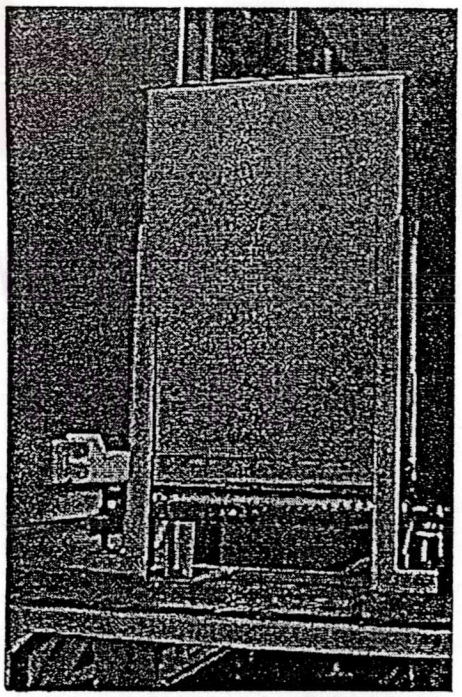


รูป ก.11 อุปกรณ์เก็บข้อมูล (data logger)

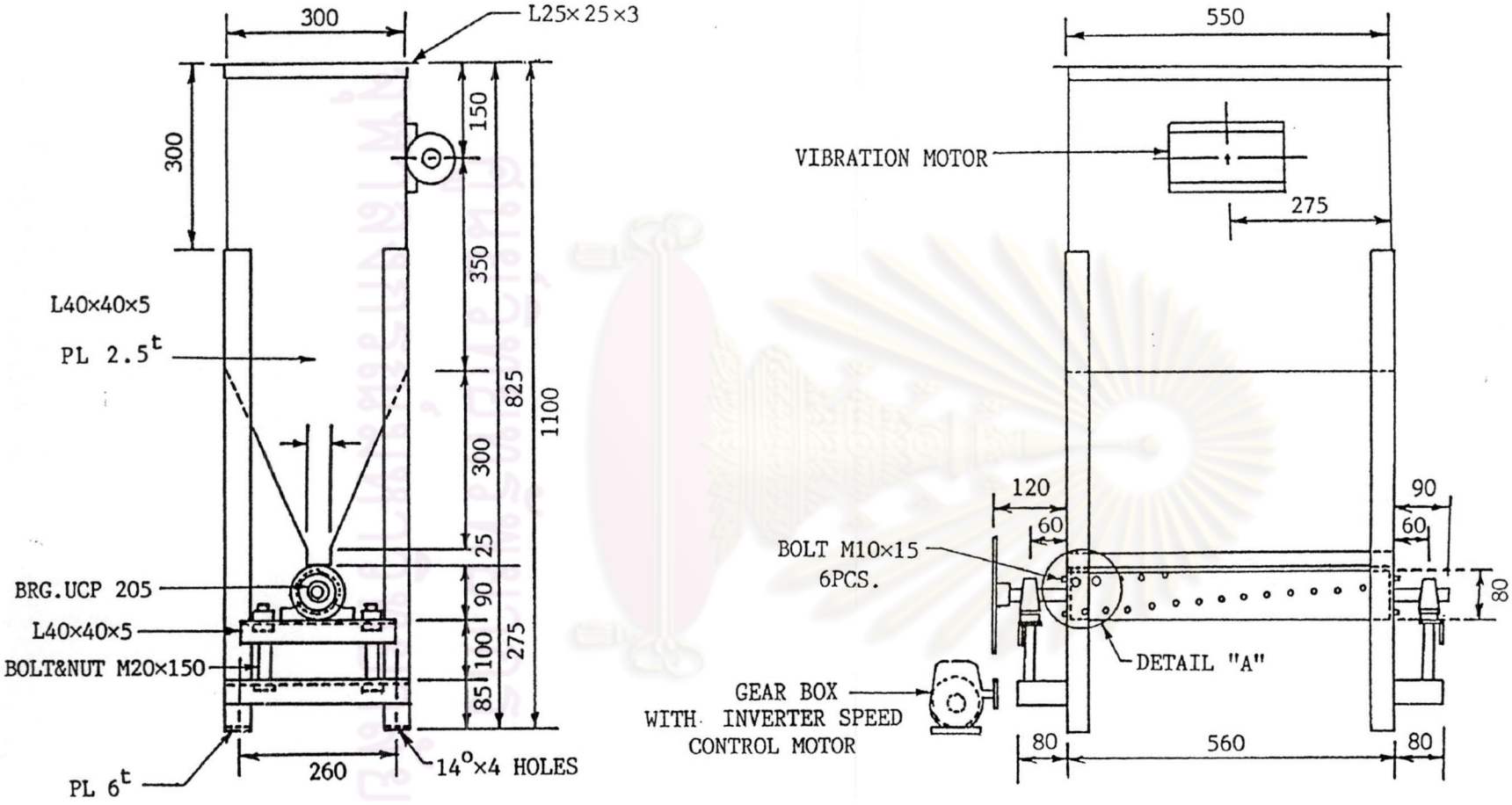


รูป ก.12 เครื่องควบคุมอัตราการโรยทราย

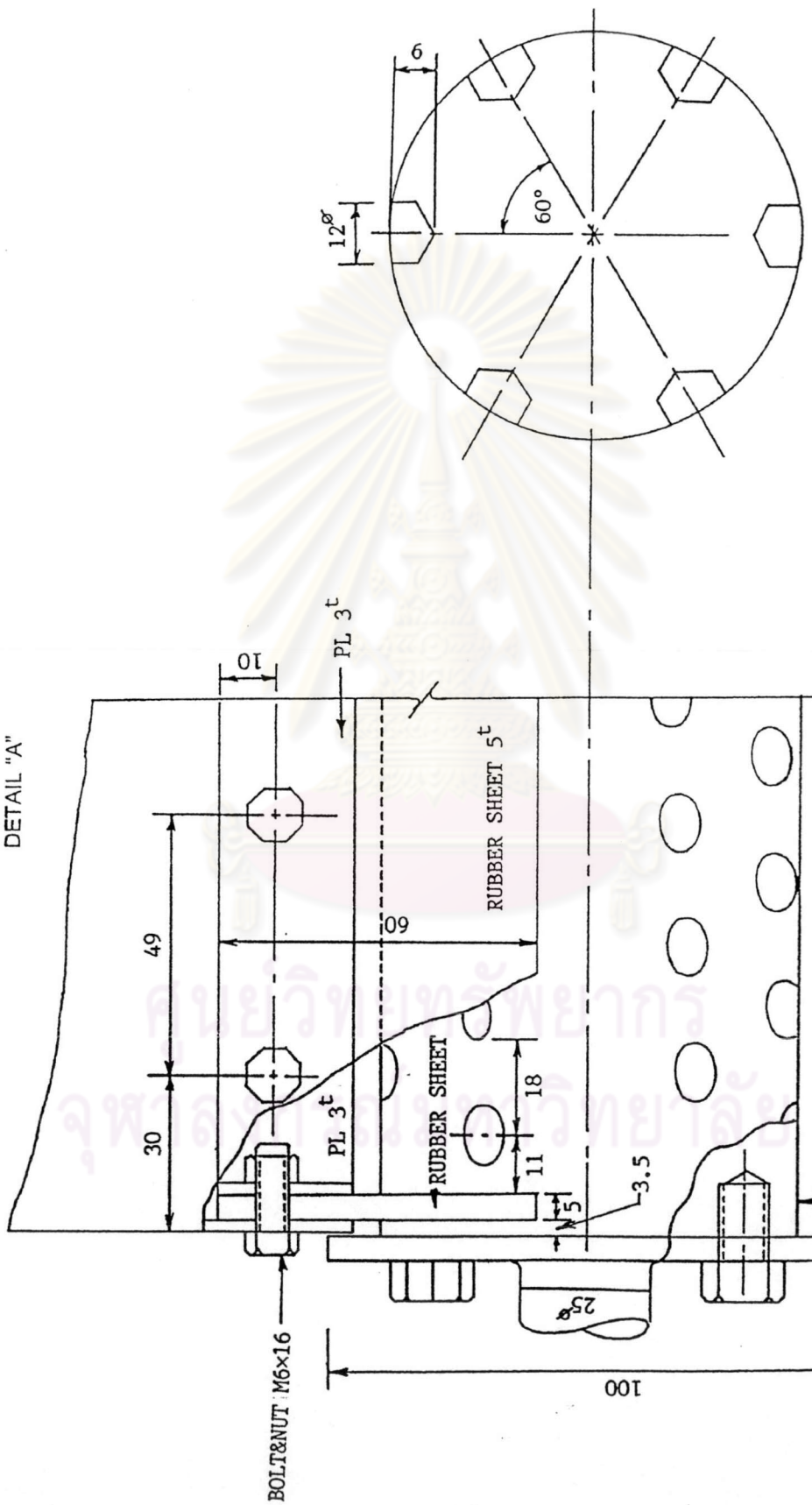
(control sand feeder)



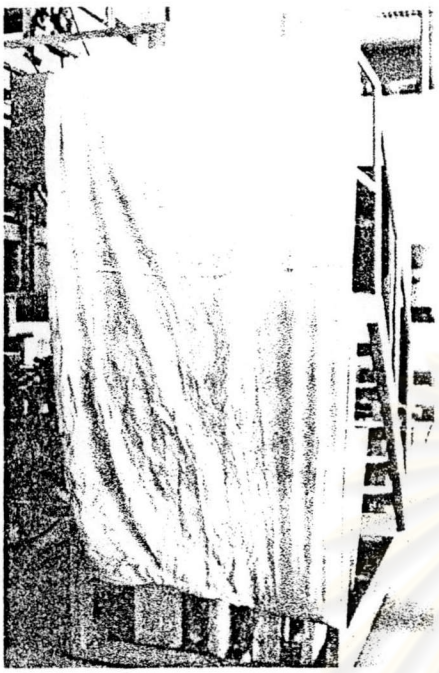
รูป ก.13 ถังเก็บทราย (hopper)



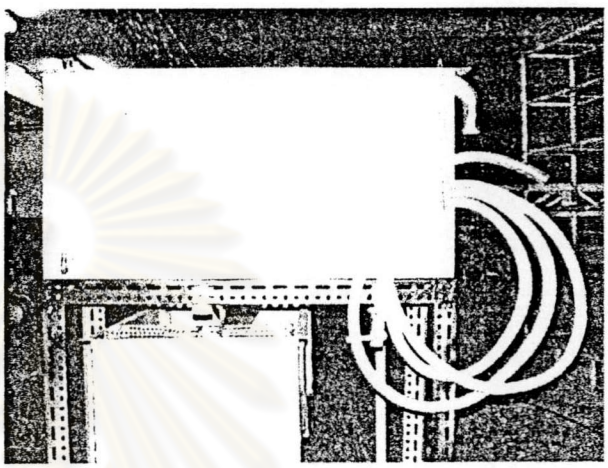
รูป ก.14 เครื่องโรยทรายอัตโนมัติ (sand feeder)



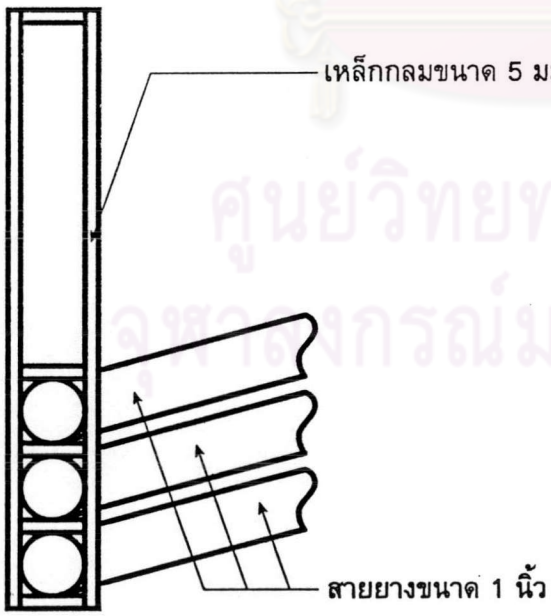
รูป ก.15 เครื่องวัดระยะทางแบบลูกกลิ้ง (roller)



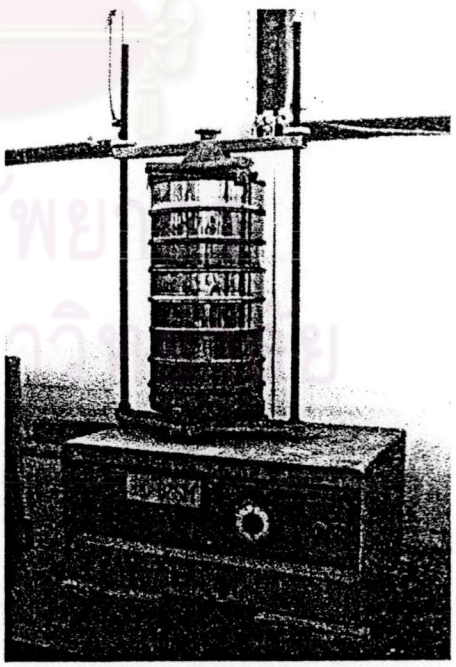
รูป ก.16 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างตะกอนทั้งหมด



รูป ก.17 อุปกรณ์เก็บตัวอย่างตะกอนแขวนลอย



รูป ก.18 สายยางที่ใช้เก็บตัวอย่าง
ตะกอนแขวนลอย



รูป ก.19 เครื่องมือวิเคราะห์การกระจาย
ขนาดของทราย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.3 วัสดุท้องน้ำ

วัสดุท้องน้ำที่ใช้ในการทดลอง ได้จากการผสมทรายที่มีขนาดสม่ำเสมอ (uniform sand) 3 ขนาด ได้แก่ ทรายหยาบ (coarse sand) D_{50} = 2.90 มม. ทรายปานกลาง (medium sand) D_{50} = 1.18 มม. และทรายละเอียด (fine sand) D_{50} = 0.26 มม. ในอัตราส่วนต่าง ๆ โดยน้ำหนัก ดังตาราง ก-1 รายละเอียดการวิเคราะห์ขนาดของทรายหยาบ ทรายปานกลาง และทรายละเอียด ดูภาคผนวก ข. โดยในการผสมทราย จะทำการผสมทีละน้อย (ประมาณ 0.2 ลบ.ม.) ในบ่อที่จัดเตรียมไว้ ดังรูป ก.20 เพื่อให้วัสดุท้องน้ำที่ได้จากการผสม มีการกระจายขนาดของทรายทั้ง 3 ขนาดสม่ำเสมอ ซึ่งในการผสมทรายแต่ละครั้ง จะทำการผสมทรายทั้งหมดประมาณ 5.6 ลบ.ม. ต่อ 1 กรณีการทดลอง เพื่อนำมาใช้ในการโรยทราย และจำลองเป็นท้องน้ำสูง 25 ซม. จากพื้นรางน้ำ โดยทรายที่ใช้ในการทดลองมีคุณสมบัติ ดังตาราง ก-1 รายละเอียดการวิเคราะห์ขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ได้จากการผสมทรายทั้ง 3 ขนาด ดูภาคผนวก ข.

ตาราง ก-1 คุณสมบัติและอัตราส่วนผสมของวัสดุท้องน้ำที่ใช้ในการทดลอง

ทราย	ปริมาณ	ปริมาณทราย	ปริมาณทราย	D_{16}	D_{35}	D_{50}	D_{84}	σ_g*	γ_s
ชนิดที่	ทรายหยาบ(%)	ปานกลาง(%)	ละเอียด(%)	(มม.)	(มม.)	(มม.)	(มม.)		
1	-	100	-	0.91	1.08	1.18	1.6	1.32	2.65
2	20	60	20	0.47	0.91	1.18	2.11	2.11	2.65
3	40	20	40	0.21	0.55	1.17	3.11	3.90	2.65

หมายเหตุ * σ_g = The geometric standard deviation = $(D_{84}/ D_{16})^{1/2}$

รูป ก.20 บ่อที่ใช้ในการผสมทรายในการทดลอง

ภาคผนวก ข.

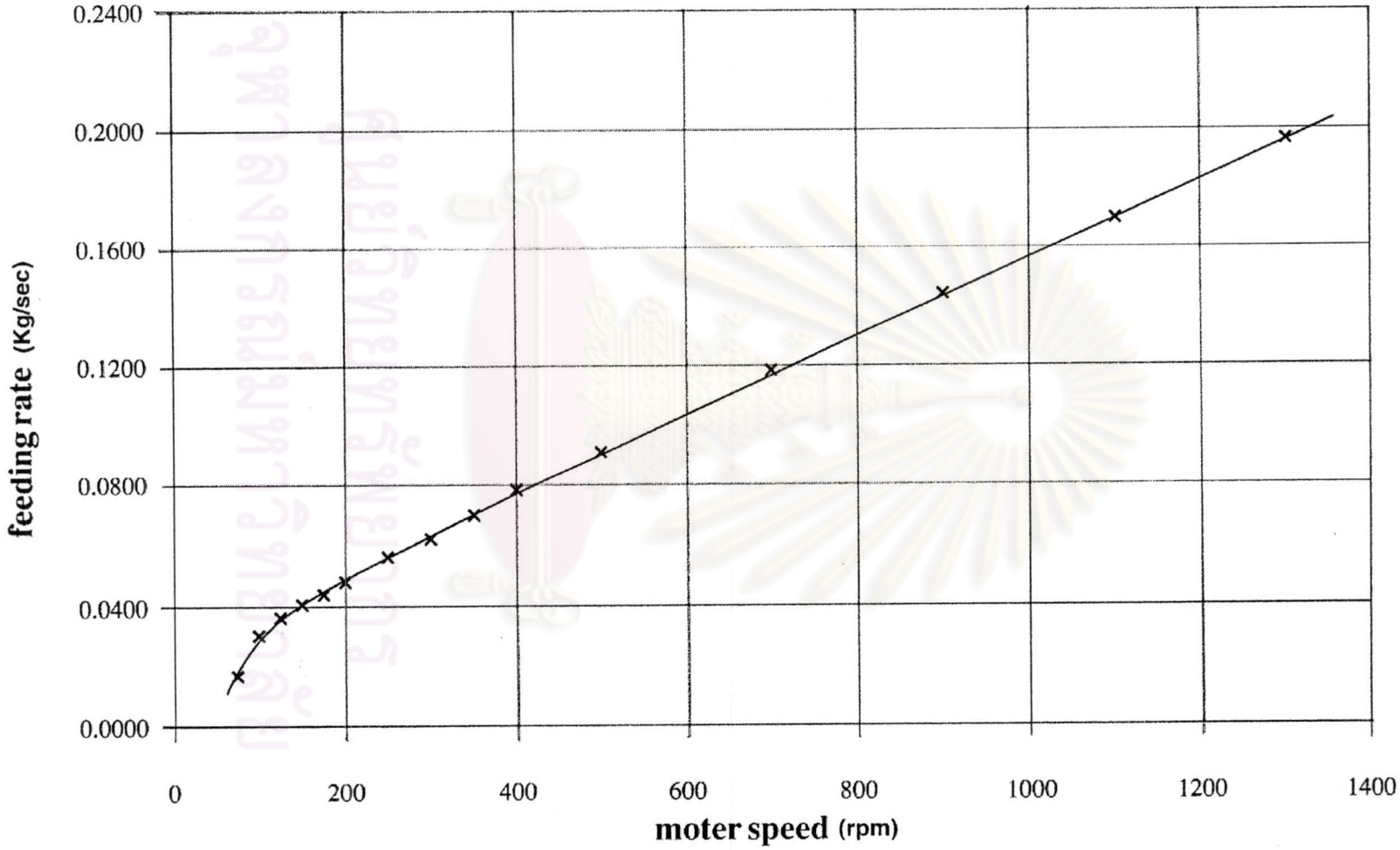
การสอบเทียบเครื่องมือ และการวิเคราะห์วัสดุท้องน้ำ

ข.1 การสอบเทียบเครื่องโรยทรายอัตโนมัติ (sand feeded calibration)

การสอบเทียบเครื่องโรยทรายอัตโนมัติ (sand feeded calibration) ทำการสอบเทียบในห้องปฏิบัติการทางชลศาสตร์และชายฝั่งทะเล ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีขั้นตอนการสอบเทียบ คือ นำทรายที่ใช้ในการทดลองใส่ในเครื่องโรยทราย ปรับเครื่องแปลงกระแสไฟฟ้า (AC inverter) ที่ความเร็วการหมุนต่าง ๆ เช่น 75 รอบต่อนาที 100 รอบต่อนาที ถึง 900 รอบต่อนาที เป็นต้น แล้วเริ่มเดินเครื่อง จับเวลาเก็บตัวอย่างทรายที่โรยออกมา ในแต่ละความเร็วที่ตั้งไว้ นำตัวอย่างทรายที่ได้ไปชั่งน้ำหนัก แล้วนำไป Plot กราฟหาความสัมพันธ์ระหว่างรอบการหมุนกับน้ำหนักทรายที่โรยออกมาต่อเวลา (Rpm - kg/sec) ดังแสดงในตาราง ข-1 และดังรูป ข.1

ตาราง ข-1 ข้อมูลการสอบเทียบเครื่องโรยทรายอัตโนมัติ

Morter Speed	weight (kg)				Time	Feeding Rate
(rpm)	No.1	No.2	No.3	Avg.	(sec)	(kg / sec)
75	2.080	2.090	2.140	2.103	120	0.018
100	3.630	3.640	3.740	3.670	120	0.031
125	4.440	4.380	4.410	4.410	120	0.037
150	3.690	3.725	3.760	3.725	90	0.041
175	4.030	4.000	4.045	4.025	90	0.045
200	4.380	4.390	4.415	4.395	90	0.049
250	5.080	5.120	5.085	5.095	90	0.057
300	3.780	3.780	3.780	3.780	60	0.063
350	4.250	4.255	4.200	4.235	60	0.071
400	4.735	4.700	4.770	4.735	60	0.079
500	5.555	5.490	5.525	5.523	60	0.092
700	7.170	7.220	7.150	7.180	60	0.120
900	4.420	4.430	4.380	4.410	30	0.147
1100	5.160	5.180	5.200	5.180	30	0.173
1300	5.940	5.995	6.005	5.980	30	0.199



รูป ข.1 อัตราการโรยทรายของเครื่องโรยทรายอัตโนมัติ ที่ความเร็วรอบการหมุนต่าง ๆ

ข.2 การวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำ

ทรายขนาดสม่ำเสมอที่ใช้สำหรับผสมเป็นวัสดุท้องน้ำด้วยอัตราส่วนต่าง ๆ ดังตาราง ข-2 ใช้ทรายจากลำน้ำธรรมชาติ นำมาร่อน เพื่อแยกขนาดโดยตะแกรงร่อน (sand filter) ซึ่งจะได้ทราย 3 ขนาด คือ ทรายหยาบ (coarse sand) ทรายปานกลาง (medium sand) และทรายละเอียด (fine sand) โดยกำหนดช่วงขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเม็ดทราย ตามมาตรฐาน USBR ได้แก่ ทรายหยาบ 2-5 มม. ทรายปานกลาง 0.4-2 มม. และทรายละเอียด 0.075-0.4 มม. ทรายขนาดดังกล่าวที่ได้จากการร่อน ได้ถูกนำไปทำการวิเคราะห์ขนาดของเม็ดดิน (sieve analysis) ณ ห้องปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้ผลการวิเคราะห์ ดังนี้ ทรายหยาบ D_{50} = 2.90 มม. ทรายปานกลาง D_{50} = 1.18 มม. และทรายละเอียด D_{50} = 0.26มม. ซึ่งค่า D_{50} อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้ ดังแสดงในตาราง ข-3 และรูป ข.2

หลังจากนำทรายขนาดสม่ำเสมอ 3 ขนาด ที่ได้ทำการวิเคราะห์ขนาดไปแล้วในเบื้องต้น มาผสมให้เข้ากัน ด้วยอัตราส่วนต่าง ๆ ดังแสดงในตาราง ข-2 แล้ว จะทำการเก็บตัวอย่างทรายที่ได้ ไปทำการวิเคราะห์ขนาดของทราย (sieve analysis) ณ ห้องปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยมีผลการวิเคราะห์ ดังตาราง ข-4 และรูป ข.3 ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้ ทรายชนิดที่ 1 มีขนาดเริ่มต้น $D_{50,i}$ = 1.18 มม., $\sigma_{g,i}$ = 1.32 ทรายชนิดที่ 2 มีขนาดเริ่มต้น $D_{50,i}$ = 1.18 มม., $\sigma_{g,i}$ = 2.11 ทรายชนิดที่ 3 มีขนาดเริ่มต้น $D_{50,i}$ = 1.17 มม., $\sigma_{g,i}$ = 3.90 และจากผลที่ได้ จะพบว่า ทรายที่ได้มีขนาด D_{50} ใกล้เคียงกัน (1.17-1.18 มม.) แต่มีการกระจายขนาดต่างกัน (1.32, 2.11 และ 3.90) ซึ่งทรายเหล่านี้จะถูกนำไปจำลองเป็นท้องน้ำในรางน้ำ เพื่อทดลองต่อไป

ตาราง ข-2 อัตราส่วนผสมของทรายที่ใช้จำลองเป็นท้องน้ำของการศึกษาครั้งนี้

ทรายชนิดที่	ปริมาณของทรายหยาบในส่วนผสมทั้งหมด(%)	ปริมาณของทรายปานกลางในส่วนผสมทั้งหมด(%)	ปริมาณของทรายละเอียดในส่วนผสมทั้งหมด(%)
1	-	100	-
2	20	60	20
3	40	20	40

ตาราง ข-3 ตารางผลการวิเคราะห์ขนาดของทรายหยาบ ทรายปานกลาง และทรายละเอียด

Coarse sand 200 g

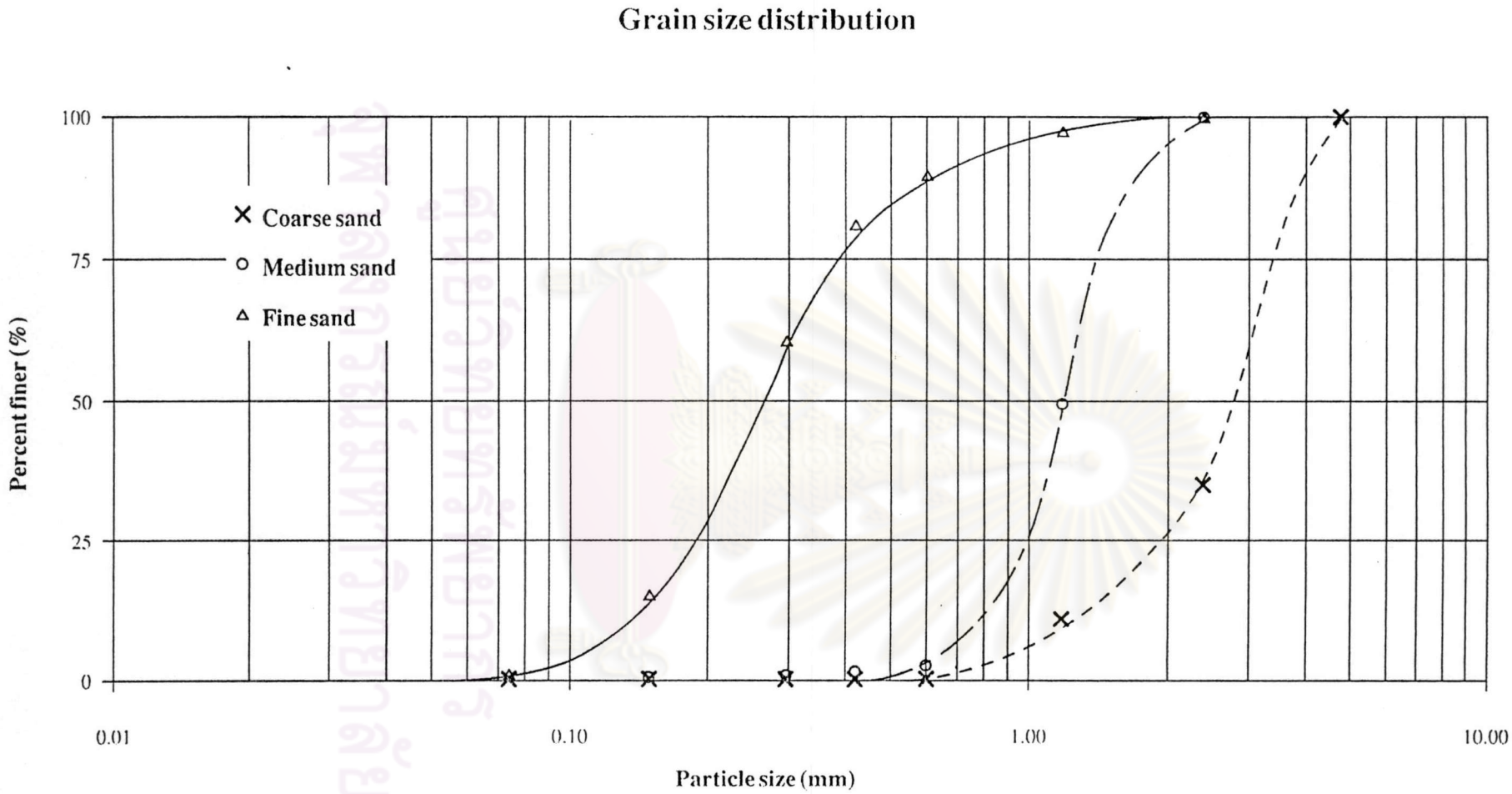
ตะแกรง (มม.)	น้ำหนักตะแกรง (กรัม)	น้ำหนักทรายและตะแกรง (กรัม)	น้ำหนักทรายที่ค้างบนตะแกรง (กรัม)	ร้อยละที่ค้างบนตะแกรงแต่ละขนาด	ร้อยละสะสมที่ลอดผ่านตะแกรง
4.750	579.6	579.6	0.0	0.00	100.00
2.380	433.1	563.2	130.1	65.03	34.97
1.180	365.0	413.4	48.4	24.20	10.77
0.600	318.0	339.4	21.4	10.72	0.05
0.420	419.8	419.9	0.1	0.05	0.00
0.297	514.2	514.2	0.0	0.00	0.00
0.149	280.5	280.5	0.0	0.00	0.00
0.074	298.3	298.3	0.0	0.00	0.00
pan	497.7	497.7	0.0	0.00	-

Medium sand 202.8 g

ตะแกรง (มม.)	น้ำหนักตะแกรง (กรัม)	น้ำหนักทรายและตะแกรง (กรัม)	น้ำหนักทรายที่ค้างบนตะแกรง (กรัม)	ร้อยละที่ค้างบนตะแกรงแต่ละขนาด	ร้อยละสะสมที่ลอดผ่านตะแกรง
4.750	579.6	579.6	0.0	0.00	100.00
2.380	433.1	433.5	0.4	0.20	99.80
1.180	365.0	467.1	102.1	50.39	49.41
0.600	318.0	413.2	95.2	46.99	2.42
0.420	419.8	422.0	2.2	1.09	1.33
0.297	514.2	515.6	1.4	0.69	0.64
0.149	280.5	281.3	0.8	0.39	0.25
0.074	298.3	298.6	0.3	0.15	0.10
pan	497.7	497.9	0.2	0.10	-

Fine sand 179.4 g

ตะแกรง (มม.)	น้ำหนักตะแกรง (กรัม)	น้ำหนักทรายและตะแกรง (กรัม)	น้ำหนักทรายที่ค้างบนตะแกรง (กรัม)	ร้อยละที่ค้างบนตะแกรงแต่ละขนาด	ร้อยละสะสมที่ลอดผ่านตะแกรง
4.750	579.6	579.6	0.0	0.00	100.00
2.380	433.0	433.4	0.4	0.22	99.78
1.180	365.3	369.7	4.4	2.45	97.32
0.600	317.9	332.0	14.1	7.86	89.46
0.420	419.8	435.1	15.3	8.53	80.94
0.297	514.1	550.9	36.8	20.51	60.42
0.149	280.4	361.8	81.4	45.37	15.05
0.074	298.3	323.8	25.5	14.21	0.84
pan	497.6	499.1	1.5	0.84	-



รูป ข.2 การวิเคราะห์ขนาดของทรายหยาบ ทรายปานกลาง และทรายละเอียด

ตาราง ข-4 ตารางผลการวิเคราะห์ขนาดของทรายชนิดที่1 ทรายชนิดที่2 และทรายชนิดที่3

Sand No.1 200.5 g

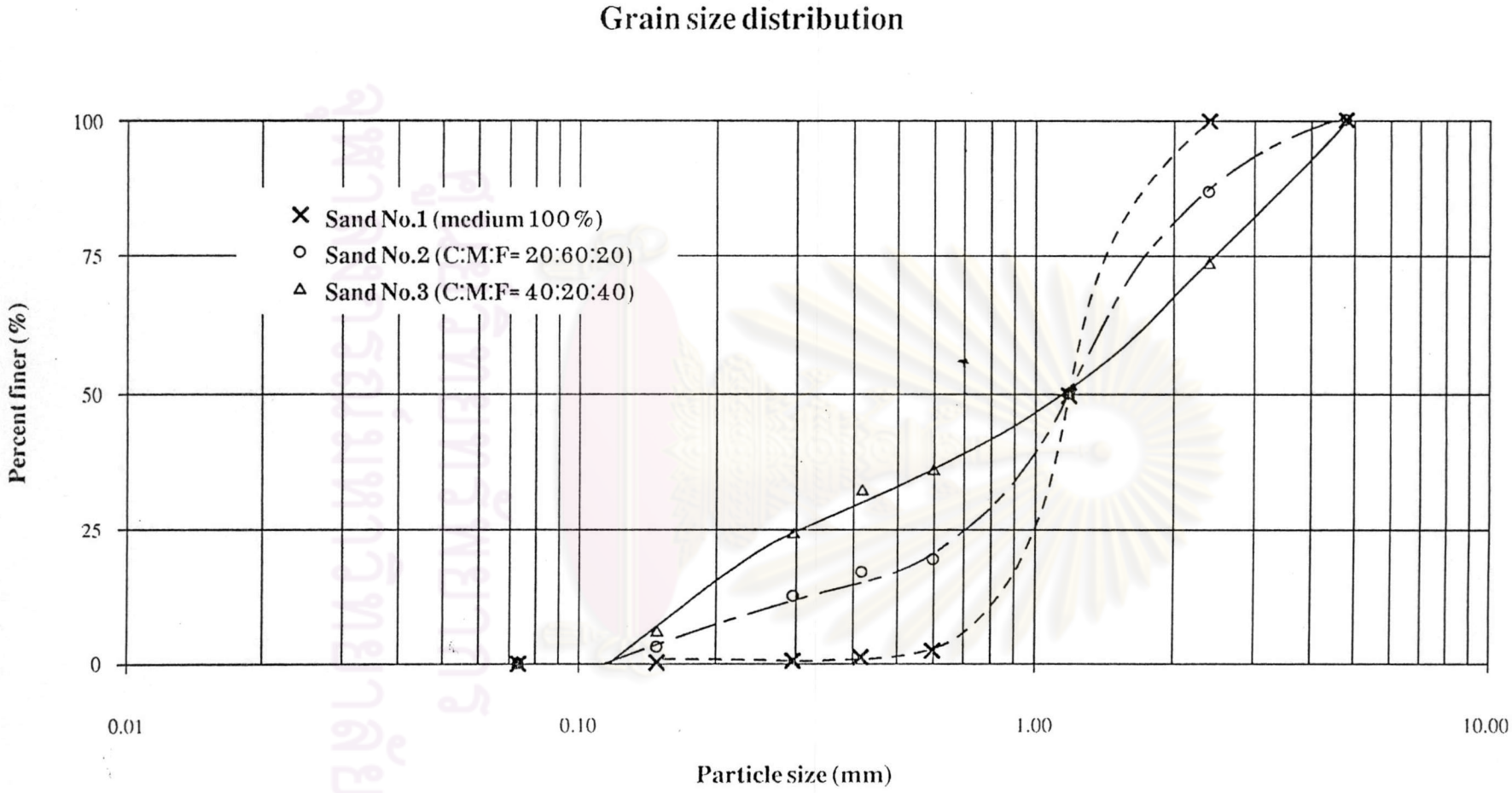
ตะแกรง (มม.)	น้ำหนักตะแกรง (กรัม)	น้ำหนักทรายและตะแกรง (กรัม)	น้ำหนักทรายที่ค้างบนตะแกรง (กรัม)	ร้อยละที่ค้างบนตะแกรงแต่ละขนาด	ร้อยละสะสมที่ลอดผ่านตะแกรง
4.750	579.6	579.6	0.0	0.00	100.00
2.380	433.1	433.5	0.4	0.20	99.80
1.180	365.0	465.0	100.0	49.88	49.93
0.600	318.0	413.2	95.2	47.48	2.44
0.420	419.8	422.0	2.2	1.10	1.35
0.297	514.2	515.6	1.4	0.70	0.65
0.149	280.5	281.3	0.8	0.40	0.25
0.074	298.3	298.6	0.3	0.15	0.10
pan	497.7	497.9	0.2	0.10	-

Sand No.2 300 g

ตะแกรง (มม.)	น้ำหนักตะแกรง (กรัม)	น้ำหนักทรายและตะแกรง (กรัม)	น้ำหนักทรายที่ค้างบนตะแกรง (กรัม)	ร้อยละที่ค้างบนตะแกรงแต่ละขนาด	ร้อยละสะสมที่ลอดผ่านตะแกรง
4.750	579.6	579.6	0.0	0.00	100.00
2.380	433.1	472.6	39.5	13.17	86.83
1.180	365.0	475.2	110.2	36.73	50.10
0.600	318.0	410.2	92.2	30.75	19.35
0.420	419.8	426.9	7.1	2.37	16.99
0.297	514.2	527.8	13.6	4.52	12.47
0.149	280.5	308.4	27.9	9.31	3.16
0.074	298.3	307.1	8.8	2.93	0.23
pan	497.7	498.4	0.7	0.23	-

Sand No.3 300 g

ตะแกรง (มม.)	น้ำหนักตะแกรง (กรัม)	น้ำหนักทรายและตะแกรง (กรัม)	น้ำหนักทรายที่ค้างบนตะแกรง (กรัม)	ร้อยละที่ค้างบนตะแกรงแต่ละขนาด	ร้อยละสะสมที่ลอดผ่านตะแกรง
4.750	579.6	579.6	0.0	0.00	100.00
2.380	433.1	511.5	78.4	26.14	73.86
1.180	365.0	435.1	70.1	23.36	50.50
0.600	318.0	360.6	42.6	14.21	36.29
0.420	419.8	430.7	10.9	3.65	32.64
0.297	514.2	539.2	25.0	8.34	24.30
0.149	280.5	335.2	54.7	18.23	6.07
0.074	298.3	315.4	17.1	5.72	0.35
pan	497.7	498.8	1.1	0.35	-



รูป ข.3 การวิเคราะห์ขนาดของทรายชนิดที่1 ทรายชนิดที่2 และทรายชนิดที่3

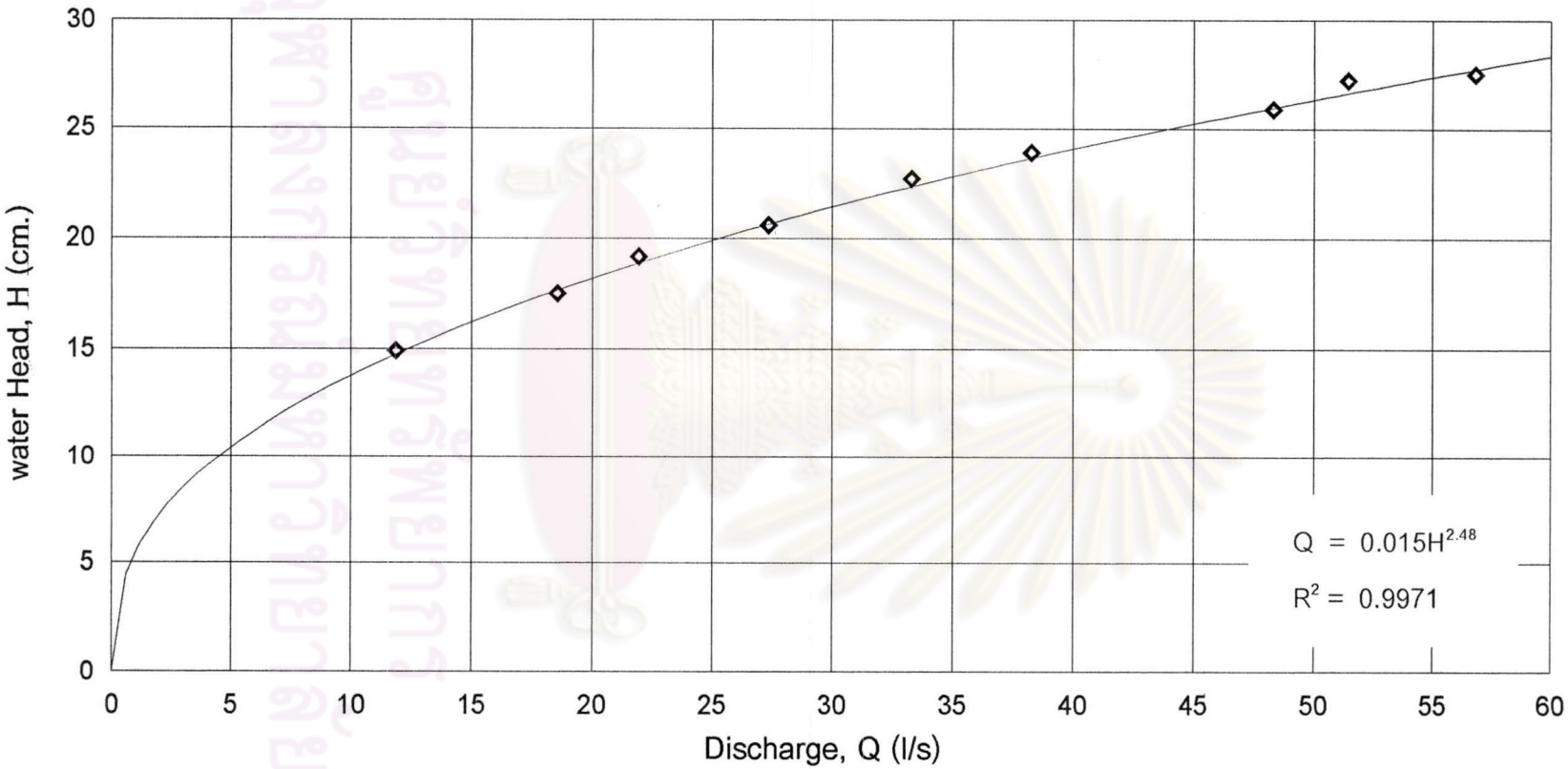
ข.3 การสอบเทียบฝายสามเหลี่ยมวัดน้ำสันคม (90° V-notch weir calibration)

การสอบเทียบฝายสามเหลี่ยมวัดน้ำสันคม (90° V-notch weir calibration) ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการทางชลศาสตร์และชายฝั่งทะเล ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้ถังเหล็กรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดกว้าง 0.90 ม. ยาว 0.90 ม. สูง 0.90 ม. และมีความจุทั้งหมดประมาณ 729 ลิตร ซึ่งมีขั้นตอนการสอบเทียบดังนี้ เริ่มจากการเปิดวาล์วน้ำ ให้น้ำไหลผ่านรางน้ำมายังบ่อด้านท้ายน้ำ ซึ่งมีฝายสามเหลี่ยมติดตั้งอยู่ ทำการอ่านระดับน้ำเหนือสันฝาย (H) จากนั้นทำการปิดวาล์วน้ำที่ไหลผ่านรางน้ำ เปิดวาล์วน้ำอีกตัวให้น้ำไหลลงถังเหล็กรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่เตรียมไว้แทน ซึ่งถังเหล็กนี้จะถูกวางไว้บนตาชั่งเพื่อใช้สำหรับวัดปริมาตรน้ำ โดยในการสอบเทียบจะทำการจับเวลาที่ใช้ในการทำให้น้ำในถังมีปริมาตรเพิ่มขึ้น 500 ลิตร แล้วนำค่าที่ได้มาคำนวณหาอัตราการไหล (discharge, Q) เพื่อนำไปหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าระดับน้ำเหนือสันฝายกับอัตราการไหล (H-Q) แล้วนำมา plot หา Rating curve ของฝายวัดน้ำสันคม เพื่อหาสูตรในการคำนวณอัตราการไหลดังตาราง ข-5 และรูป ข.4

ตาราง ข-5 ข้อมูลการสอบเทียบฝายสามเหลี่ยมวัดน้ำสันคม

ระดับน้ำเหนือสันฝาย, H	ปริมาตรน้ำ	เวลา (วินาที)				อัตราการไหล, Q
(ซม.)	(ลิตร)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	(ลิตร/วินาที)
14.9	500	42.05	41.92	42.48	42.15	11.86
17.5	500	25.74	26.75	28.33	26.94	18.56
19.2	500	22.98	22.72	22.67	22.79	21.94
20.6	500	18.62	17.86	18.36	18.28	27.35
22.7	500	14.97	15.03	15.06	15.02	33.29
23.9	500	13.25	12.89	13.04	13.06	38.28
25.9	500	9.67	10.98	10.40	10.35	48.31
27.2	500	10.07	10.11	8.98	9.72	51.44
27.5	500	8.61	8.78	9.01	8.80	56.82

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป ข.4 ผลการสอบเทียบฝายสามเหลี่ยมวัดน้ำสันคม (90° V-notch weir)

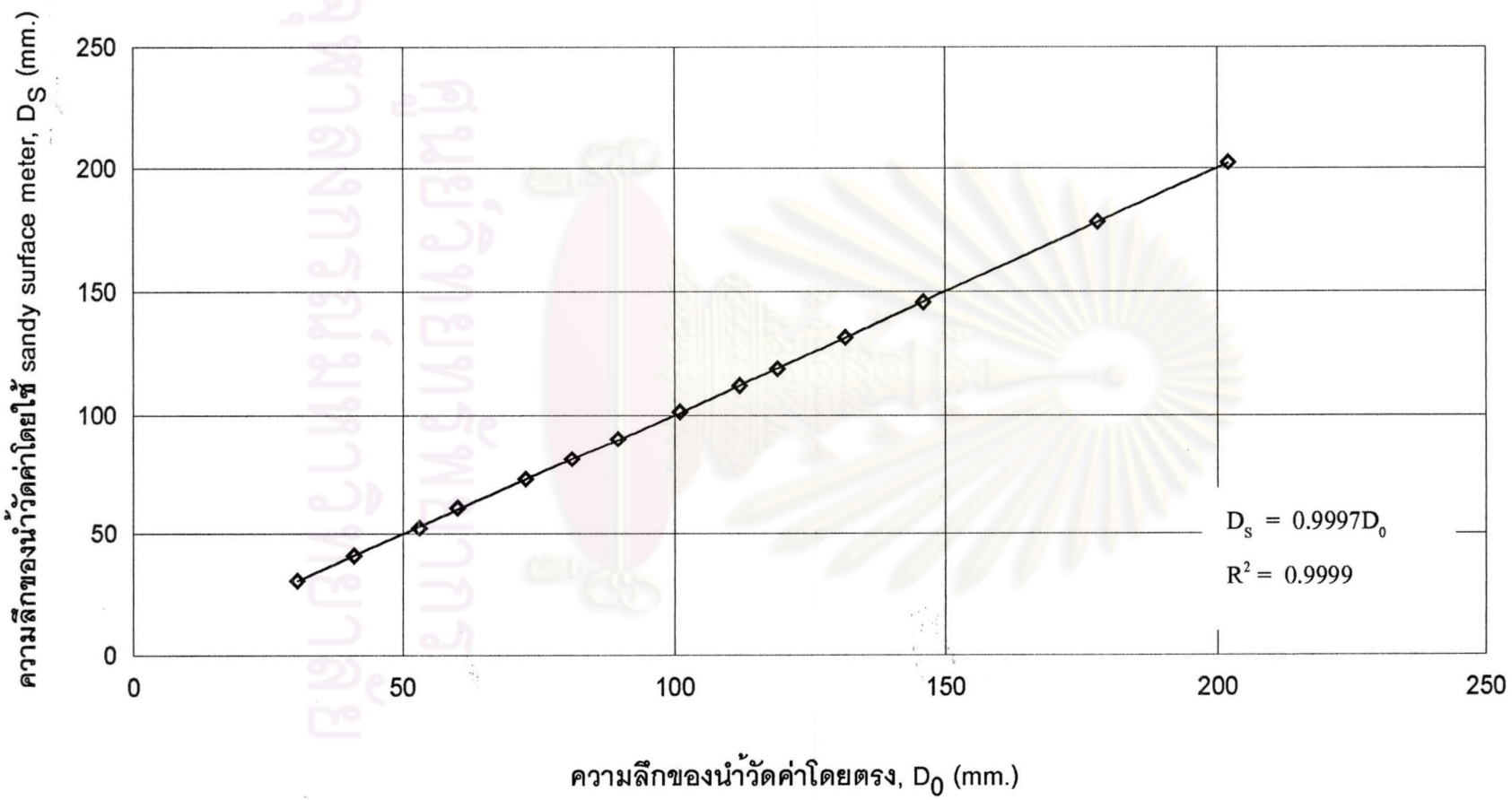
ข.4 การสอบเทียบเครื่องมือวัดความเปลี่ยนแปลงความลึกท้องน้ำ (Sandy surface meter calibration)

การสอบเทียบเครื่องมือวัดความเปลี่ยนแปลงความลึกท้องน้ำ (Sandy surface meter calibration) ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการทางชลศาสตร์และชายฝั่งทะเล ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยใช้ตู้กระจกรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาดกว้าง 0.45 ม. ยาว 0.45 ม. สูง 0.40 ม. ที่ได้มีการติดไม้บรรทัดเพื่อทำการอ่านค่าระดับน้ำ ซึ่งขั้นตอนการสอบเทียบมีดังนี้ เริ่มจาก ทำการใส่น้ำในตู้กระจกให้ได้ระดับน้ำตามที่ต้องการ อ่านความลึกของน้ำที่ได้ใส่ไว้ในตู้โดยใช้ไม้บรรทัด จดค่าที่อ่านได้ จากนั้นทำการวัดความลึกของน้ำที่ขังไว้โดยใช้เครื่องมือวัดความเปลี่ยนแปลงความลึกท้องน้ำ ซึ่งในการวัดความลึกของน้ำจะทำการวัดทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้มาเฉลี่ย เพื่อนำค่าที่ได้ไป plot กราฟ คำนวณหาค่าปรับแก้ความลึกของการไหลในการทดลองต่อไปดังตาราง ข-6 และรูป ข.5

ตาราง ข-6 ข้อมูลการสอบเทียบเครื่องมือวัดความเปลี่ยนแปลงความลึกท้องน้ำ

ปริมาตรน้ำ	ความลึกของน้ำ	ความลึกของน้ำวัดค่าโดยใช้			
	วัดค่าโดยตรง, D_0	sandy surface meter, D_s (มม.)			
(ลิตร)	(มม.)	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
6.2	30.5	30.0	30.5	30.5	30.3
8.3	41.0	41.0	41.0	40.5	40.8
10.7	53.0	52.5	52.5	52.0	52.3
12.2	60.0	60.0	60.5	60.5	60.3
14.7	72.5	72.0	72.5	73.0	72.5
16.4	81.0	82.0	80.0	80.5	80.8
18.1	89.5	90.0	89.5	90.0	89.8
20.5	101.0	101.5	100.5	101.5	101.2
22.7	112.0	112.0	112.0	112.0	112.0
24.1	119.0	119.0	118.5	118.5	118.7
26.6	131.5	131.5	131.5	131.5	131.5
29.6	146.0	145.5	145.5	146.0	145.7
36.0	178.0	178.0	178.0	178.0	178.0
40.9	202.0	202.0	202.5	202.0	202.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป ข.5 ผลการสอบเทียบเครื่องมือวัดความเปลี่ยนแปลงความลึกท้องน้ำ (Sandy surface meter calibration)

ภาคผนวก ค.

ผลการทดลอง

การศึกษาผลของการกระจายขนาดของตะกอนต่อพฤติกรรมการเคลื่อนตัวของตะกอนในรางน้ำสี่เหลี่ยมนี้ ได้แบ่งการทดลองเป็นสองส่วน คือ การทดลองในห้องปฏิบัติการแบบจำลองชลศาสตร์และชายฝั่งทะเล และการทดลองในห้องปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์ โดยทำการเปลี่ยนแปลงวัสดุท้องน้ำที่มีการกระจายขนาดต่างกัน 3 ขนาด ได้แก่ ทรายชนิดที่1 มีขนาด D_{50} = 1.17-1.22 มม., σ_g = 1.31-1.32 ทรายชนิดที่2 มีขนาด D_{50} = 1.17-1.29 มม., σ_g = 1.98-2.11 ทรายชนิดที่3 มีขนาด D_{50} = 1.19-1.29 มม., σ_g = 3.77-3.89 ซึ่งผลการทดลองของทรายทั้ง 3 ขนาด มีดังนี้

ค.1 ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการแบบจำลองชลศาสตร์และชายฝั่งทะเล

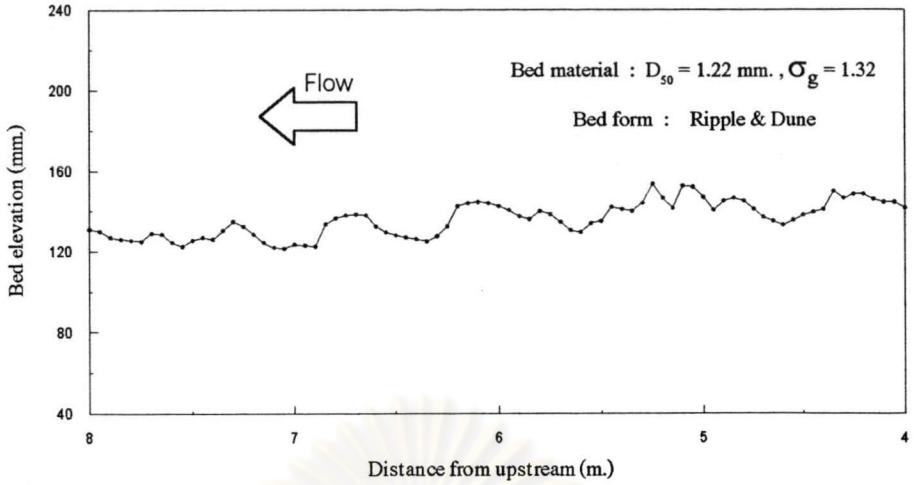
การทดลองในห้องปฏิบัติการแบบจำลองชลศาสตร์ และชายฝั่งทะเล เป็นการทดลองเพื่อศึกษาถึง อิทธิพลของการกระจายขนาดของตะกอนท้องน้ำที่มีต่อพฤติกรรมการเคลื่อนตัวของตะกอน อันได้แก่ อัตราการนำพาตะกอนทั้งหมด อัตราการนำพาตะกอนแขวนลอย ความสัมพันธ์ของปริมาณตะกอนแขวนลอยต่อตะกอนทั้งหมด และลักษณะรูปร่างท้องน้ำ โดยมีตัวแปร และข้อมูลต่าง ๆ ที่เก็บรวบรวมในการทดลอง ดังนี้

1) อัตราการไหล (Q)
2) ความลึกการไหล (h)
3) ความลาดเอียงของผิวน้ำ (i)
4) อุณหภูมิของน้ำ (T)
5) อัตราการนำพาตะกอนทั้งหมดที่ต้นรางน้ำ ($Q_{s\,in}$)
6) อัตราการนำตะกอนทั้งหมดที่ปลายรางน้ำ ($Q_{s\,out}$)
7) อัตราการนำพาตะกอนทั้งหมด (S_T)
8) อัตราการนำพาตะกอนแขวนลอย (S_S)
9) รูปร่างท้องน้ำ (Bed form)
10) ระดับท้องน้ำที่กึ่งกลางของรางน้ำ (Bed elevation)

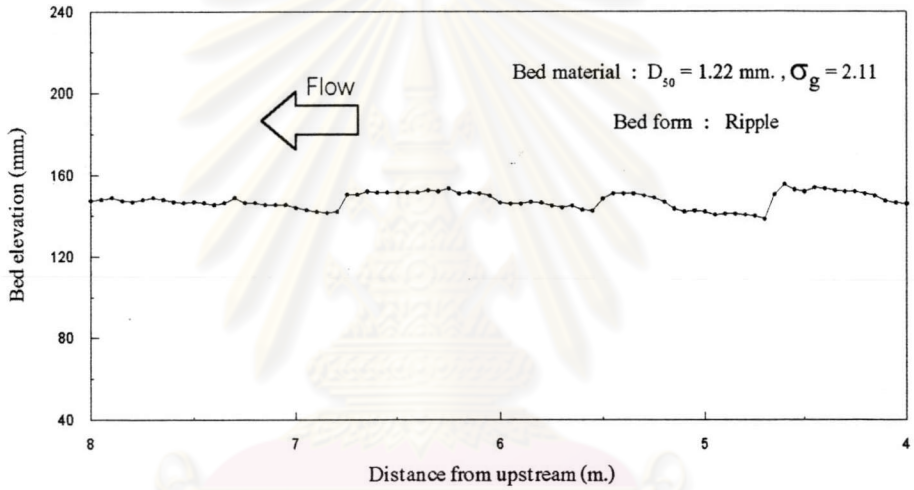
ข้อมูล และตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองของทรายทั้ง 3 ขนาด และรูปตัดตามยาวที่กึ่งกลางของรางน้ำของทั้ง 21 การทดลอง ได้สรุปดังตาราง ค-1 และรูป ค.1 ถึง ค.7 ส่วนข้อมูลผลการทดลองในห้องปฏิบัติการแบบจำลองชลศาสตร์ และชายฝั่งทะเล ของทั้ง 21 การทดลอง แสดงดังตาราง ค-2 ถึง ค-22

ตาราง ค-1 ข้อมูลและตัวแปรต่าง ๆ ที่ได้จากการทดลองของทรายทั้ง 3 ขนาด

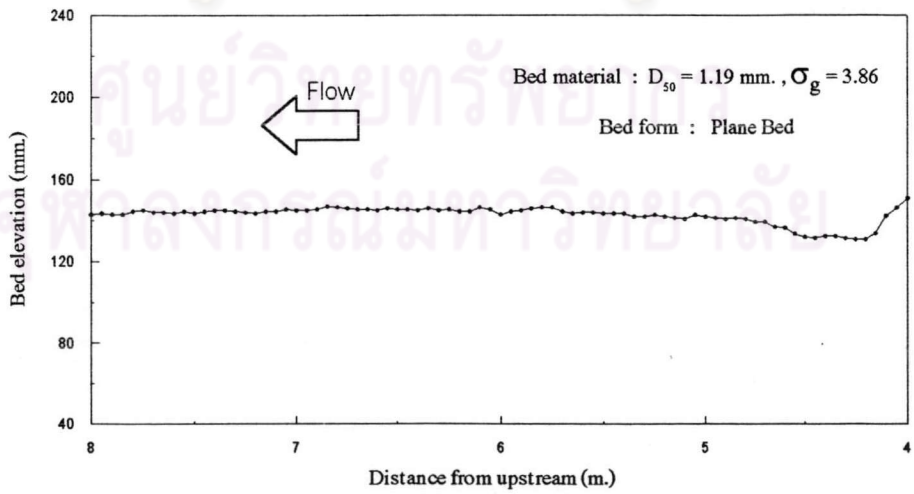
Sand NO.	Run NO.	ระดับน้ำ (H) (cm.)	Discharge (Q) (l/s)	$Q_{s\,in}$ (kg/s)	$Q_{s\,out}$ (kg/s)	W.S. (i) (10^{-3})	Depth (h) (cm.)	Temp. (T) (^{o}C)	Total Load (S_T) (g/min)	Sus. Load (S_S) (g/min)	Bed Material D_{50} (mm.)	Bed Material σ_g	Bed Form
	A1	19.6	24.0	0.020	0.017	1.725	9.39	28.0	1170	147	1.22	1.32	ripple&dune
	A2	21.8	31.2	0.023	0.019	2.408	10.01	29.4	1380	237	1.20	1.32	dune
	A3	23.2	36.4	0.044	0.039	3.072	10.43	28.3	2610	516	1.22	1.31	dune
1	A4	24.3	40.8	0.056	0.052	4.508	10.80	28.2	3342	564	1.21	1.31	dune
	A5	25.3	45.3	0.066	0.065	5.294	11.12	28.3	3960	789	1.22	1.31	dune
	A6	26.2	49.4	0.069	0.070	5.296	11.17	28.1	4158	1014	1.17	1.32	dune
	A7	27.4	55.2	0.076	0.083	6.254	10.88	28.0	4560	970	1.18	1.32	dune
	B1	19.8	24.8	0.022	0.018	1.544	9.06	25.0	1290	192	1.22	2.11	ripple
	B2	21.4	29.9	0.027	0.023	1.994	9.29	26.0	1614	364	1.26	2.03	ripple&dune
	B3	22.9	35.4	0.048	0.046	4.283	9.31	26.0	2874	588	1.29	1.98	ripple&dune
2	B4	24.0	39.7	0.060	0.061	4.763	10.30	27.0	3576	714	1.27	1.99	dune
	B5	25.3	45.3	0.069	0.069	5.075	10.05	27.5	4158	894	1.17	2.08	dune
	B6	26.2	49.4	0.074	0.080	5.920	10.94	25.0	4440	1254	1.23	2.03	dune
	B7	27.1	53.7	0.082	0.085	6.283	11.05	25.5	4920	1092	1.19	2.03	dune
	C1	19.9	25.1	0.023	0.019	1.167	9.01	26.0	1380	294	1.19	3.86	plane bed
	C2	21.4	29.7	0.029	0.030	1.729	9.50	26.5	1758	480	1.24	3.84	ripple
	C3	22.8	34.8	0.053	0.054	2.675	9.81	27.0	3198	906	1.27	3.80	ripple
3	C4	24.0	39.7	0.064	0.058	5.300	9.55	27.5	3864	942	1.20	3.89	ripple&dune
	C5	25.2	44.8	0.073	0.071	5.417	9.60	27.5	4386	1243	1.19	3.78	ripple&dune
	C6	26.3	49.8	0.080	0.082	5.175	10.70	27.5	4800	1248	1.27	3.77	ripple&dune
	C7	27.3	54.6	0.091	0.095	6.925	11.09	27.3	5442	1578	1.29	3.81	dune



ก. การทดลอง A1 ทรายขนาด D_{50} = 1.22 มม., σ_g = 1.32 อัตราการไหล 24.0 ลิตรต่อวินาที

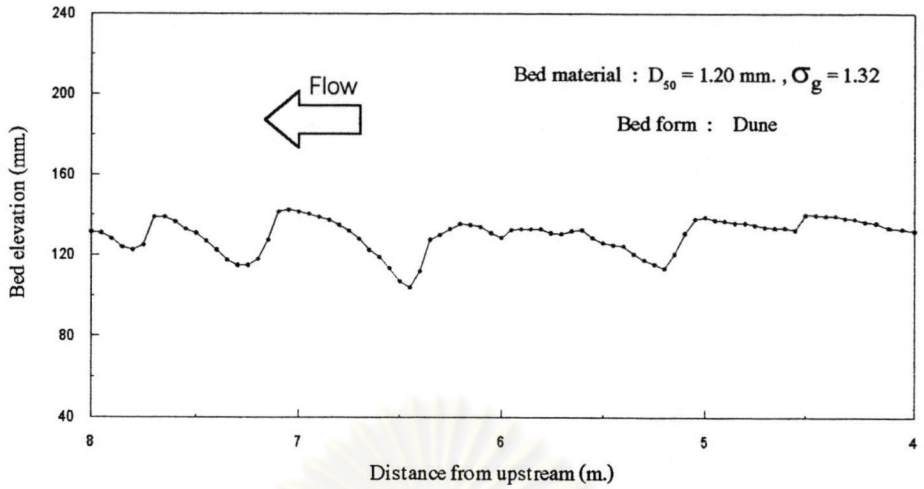


ข. การทดลอง B1 ทรายขนาด D_{50} = 1.22 มม., σ_g = 2.11 อัตราการไหล 24.8 ลิตรต่อวินาที

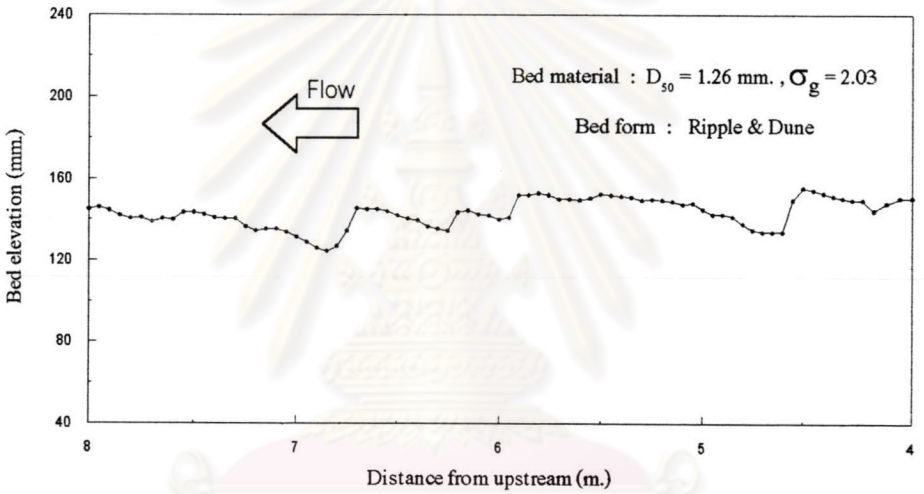


ค. การทดลอง C1 ทรายขนาด D_{50} = 1.19 มม., σ_g = 3.86 อัตราการไหล 25.1 ลิตรต่อวินาที

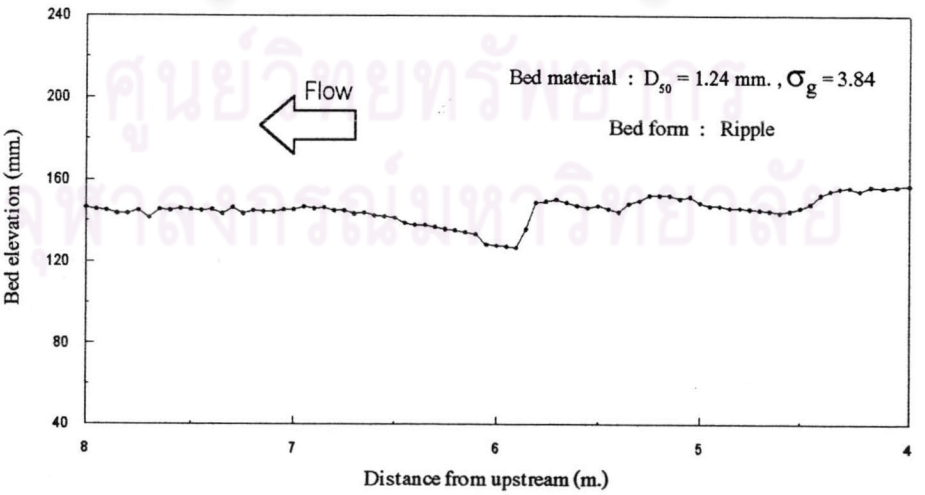
รูป ค.1 รูปตัดตามยาวที่กึ่งกลางของรางน้ำของการทดลอง A1, B1 และ C1



ก. การทดลอง A2 ทรายขนาด D_{50} = 1.20 มม., σ_g = 1.32 อัตราการไหล 31.2 ลิตรต่อวินาที

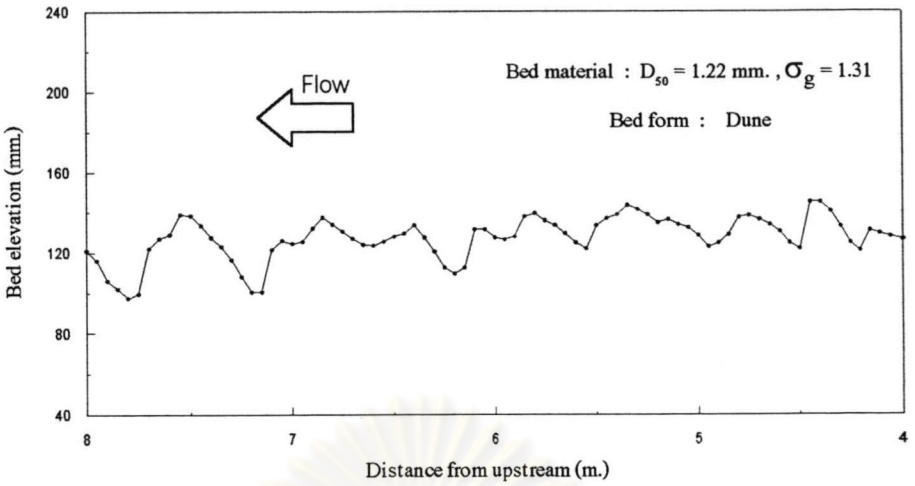


ข. การทดลอง B2 ทรายขนาด D_{50} = 1.26 มม., σ_g = 2.03 อัตราการไหล 29.9 ลิตรต่อวินาที

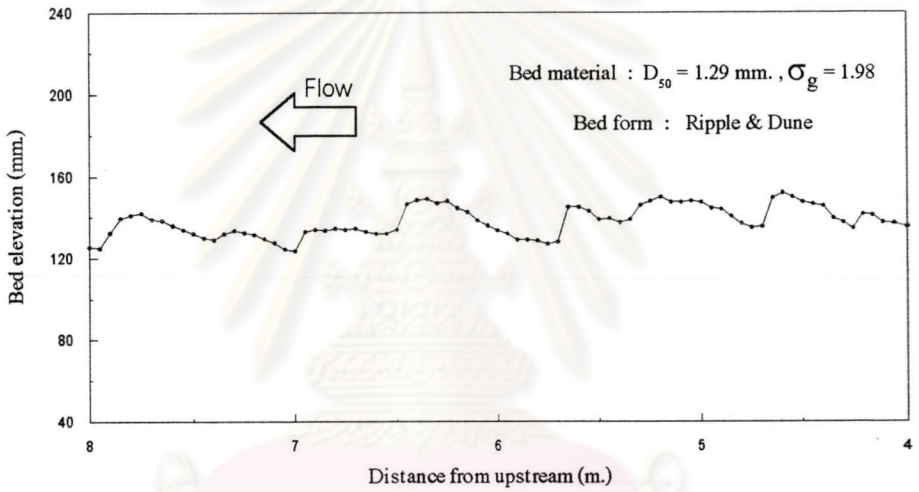


ค. การทดลอง C2 ทรายขนาด D_{50} = 1.24 มม., σ_g = 3.84 อัตราการไหล 29.7 ลิตรต่อวินาที

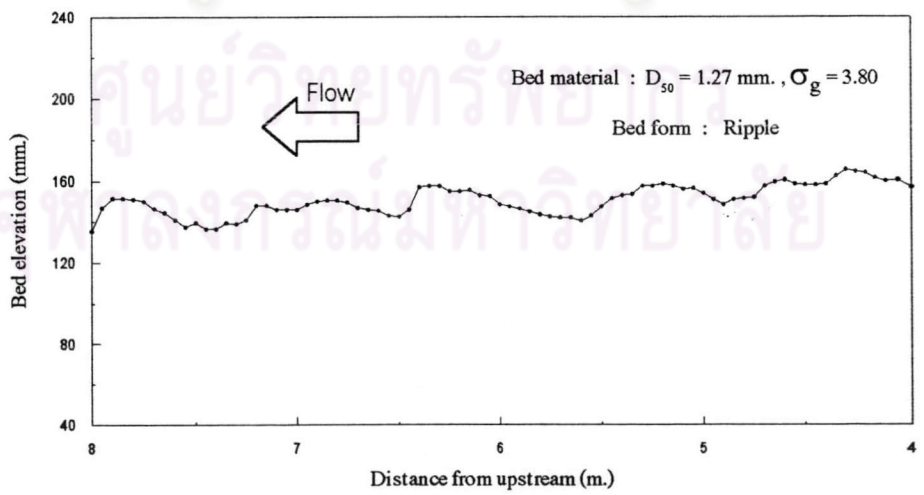
รูป ค.2 รูปตัดตามยาวที่กึ่งกลางของรางน้ำของการทดลอง A2, B2 และ C2



ก. การทดลอง A3 ทรายขนาด D_{50} = 1.22 มม., σ_g = 1.31 อัตราการไหล 36.4 ลิตรต่อวินาที

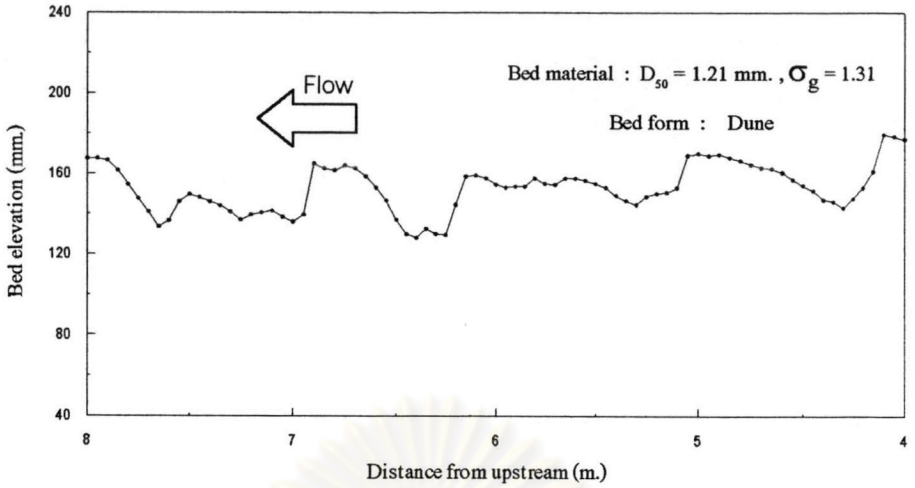


ข. การทดลอง B3 ทรายขนาด D_{50} = 1.29 มม., σ_g = 1.98 อัตราการไหล 35.4 ลิตรต่อวินาที

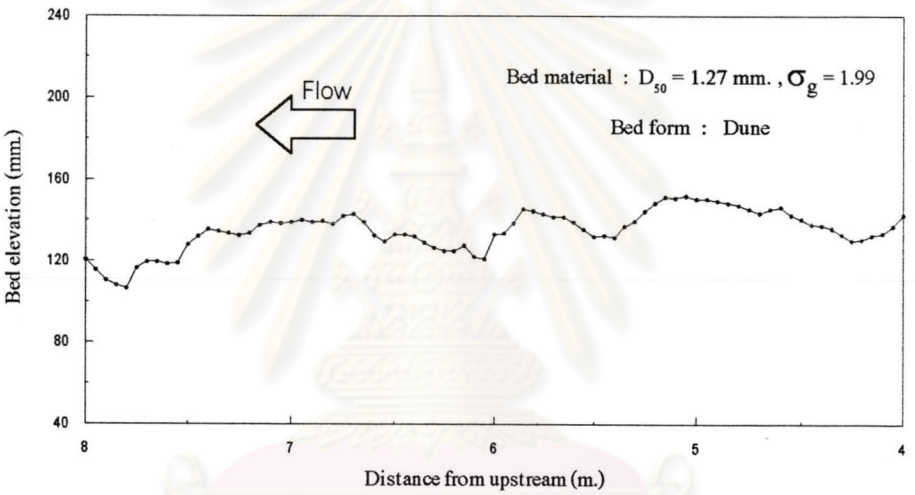


ค. การทดลอง C3 ทรายขนาด D_{50} = 1.27 มม., σ_g = 3.80 อัตราการไหล 34.8 ลิตรต่อวินาที

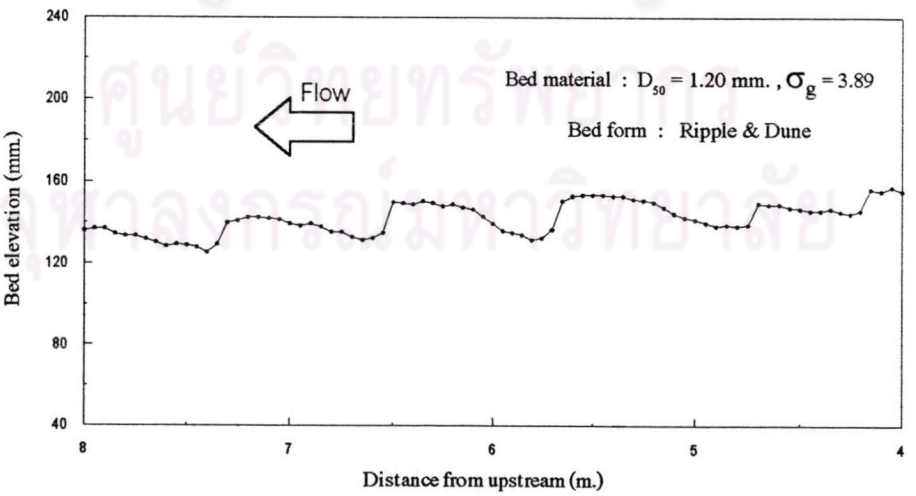
รูป ค.3 รูปตัดตามยาวที่กึ่งกลางของรางน้ำของการทดลอง A3, B3 และ C3



ก. การทดลอง A4 ทรายขนาด D_{50} = 1.21 มม., σ_g = 1.31 อัตราการไหล 40.8 ลิตรต่อวินาที

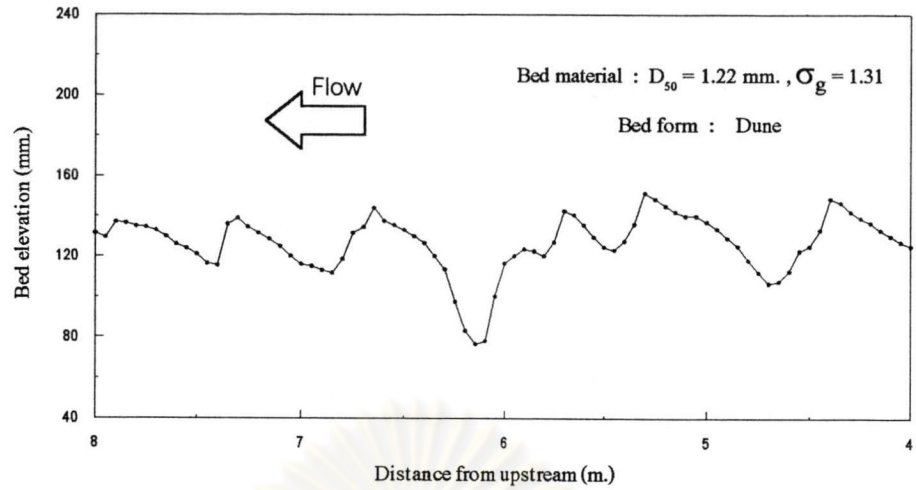


ข. การทดลอง B4 ทรายขนาด D_{50} = 1.27 มม., σ_g = 1.99 อัตราการไหล 39.7 ลิตรต่อวินาที

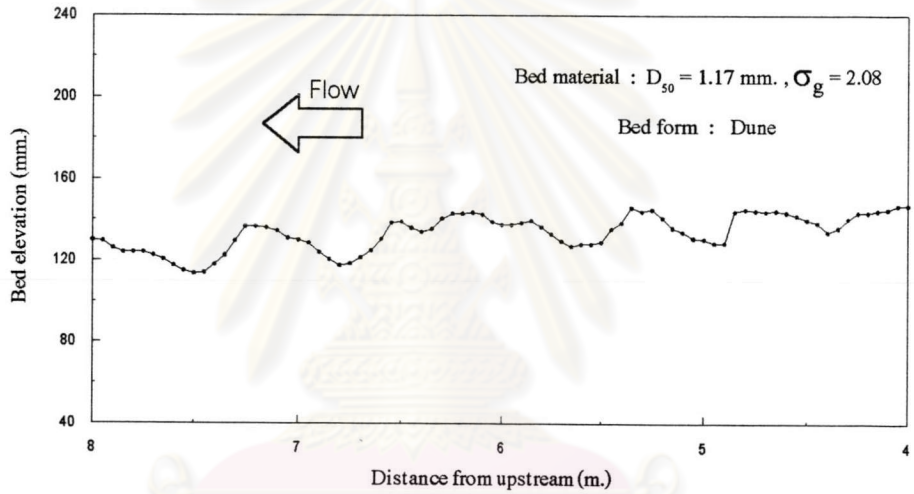


ค. การทดลอง C4 ทรายขนาด D_{50} = 1.20 มม., σ_g = 3.89 อัตราการไหล 39.7 ลิตรต่อวินาที

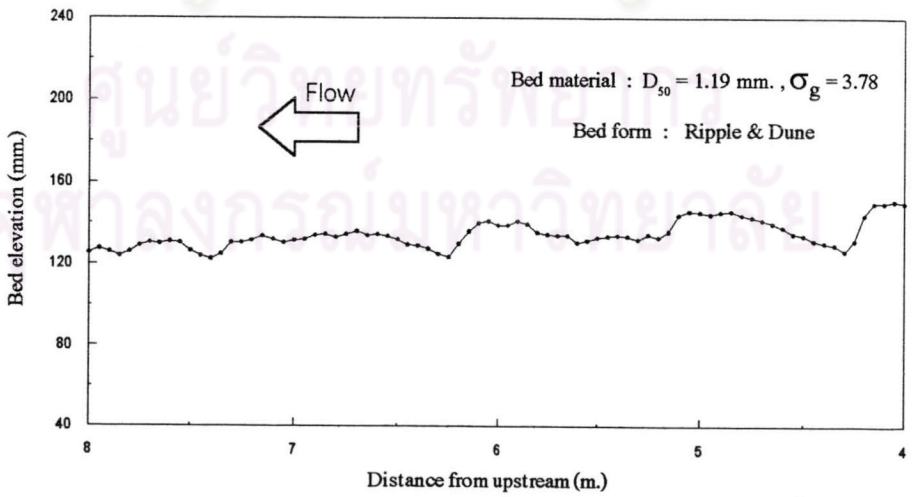
รูป ค.4 รูปตัดตามยาวที่กึ่งกลางของรางน้ำของการทดลอง A4, B4 และ C4



ก. การทดลอง A5 ทรายขนาด D_{50} = 1.22 มม., σ_g = 1.31 อัตราการไหล 45.3 ลิตรต่อวินาที

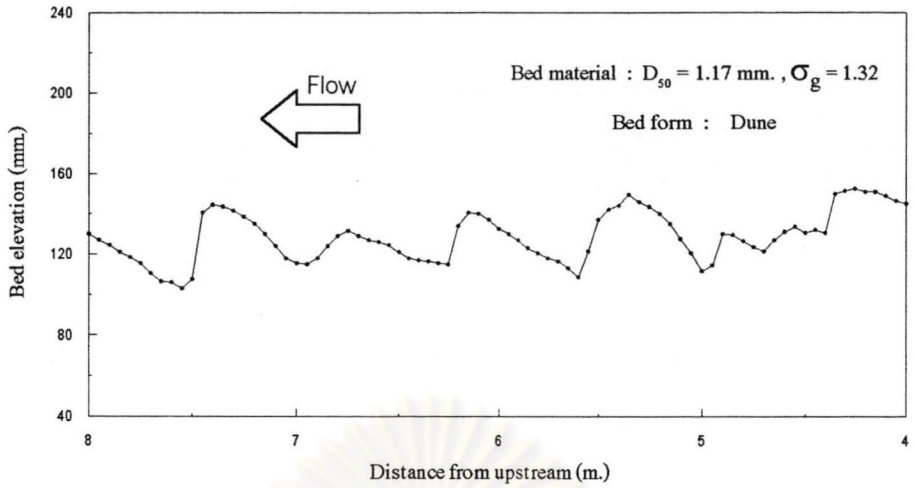


ข. การทดลอง B5 ทรายขนาด D_{50} = 1.17 มม., σ_g = 2.08 อัตราการไหล 45.3 ลิตรต่อวินาที

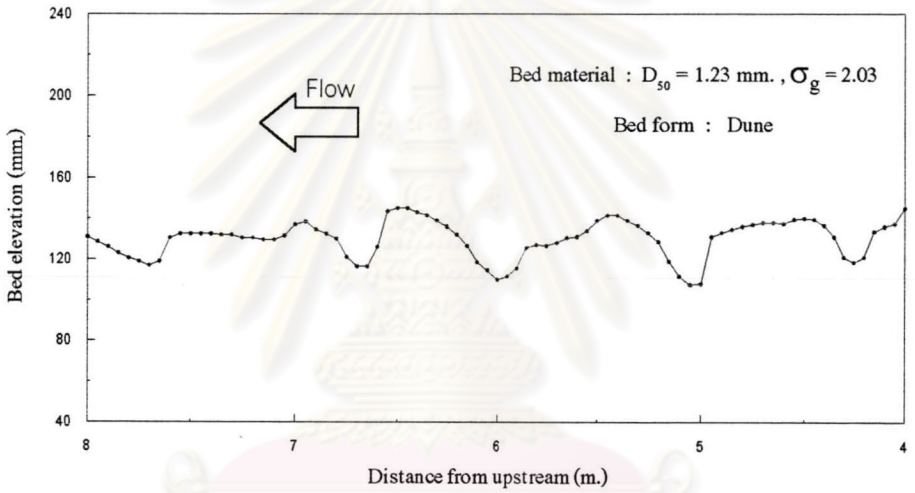


ค. การทดลอง C5 ทรายขนาด D_{50} = 1.19 มม., σ_g = 3.78 อัตราการไหล 44.8 ลิตรต่อวินาที

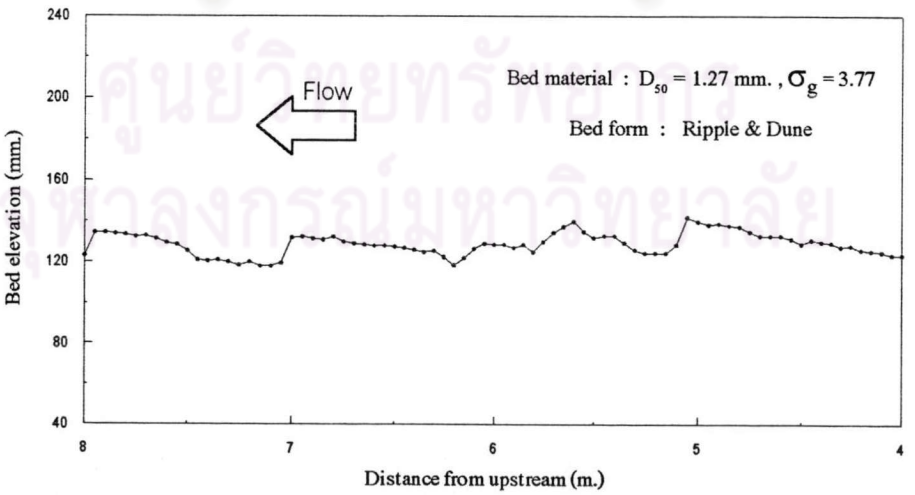
รูป ค.5 รูปตัดตามยาวที่กึ่งกลางของรางน้ำของการทดลอง A5, B5 และ C5



ก. การทดลอง A6 ทรายขนาด D_{50} = 1.17 มม., σ_g = 1.32 อัตราการไหล 49.4 ลิตรต่อวินาที

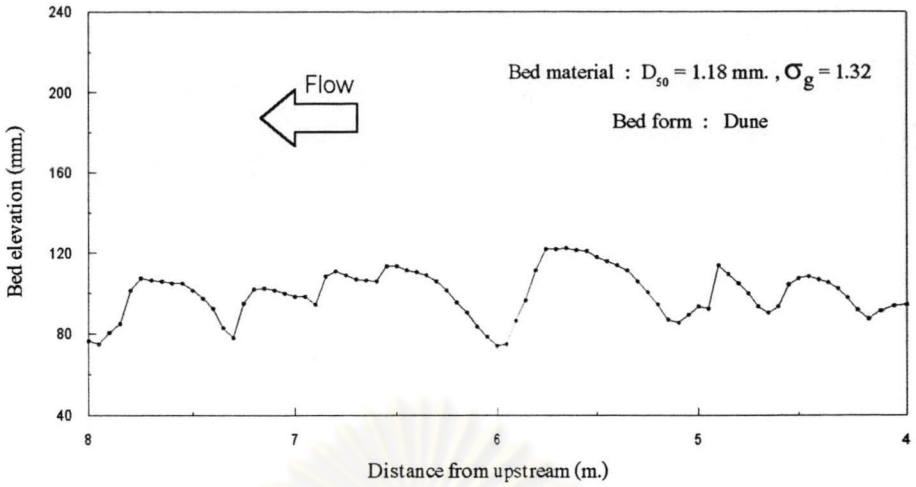


ข. การทดลอง B6 ทรายขนาด D_{50} = 1.23 มม., σ_g = 2.03 อัตราการไหล 49.4 ลิตรต่อวินาที

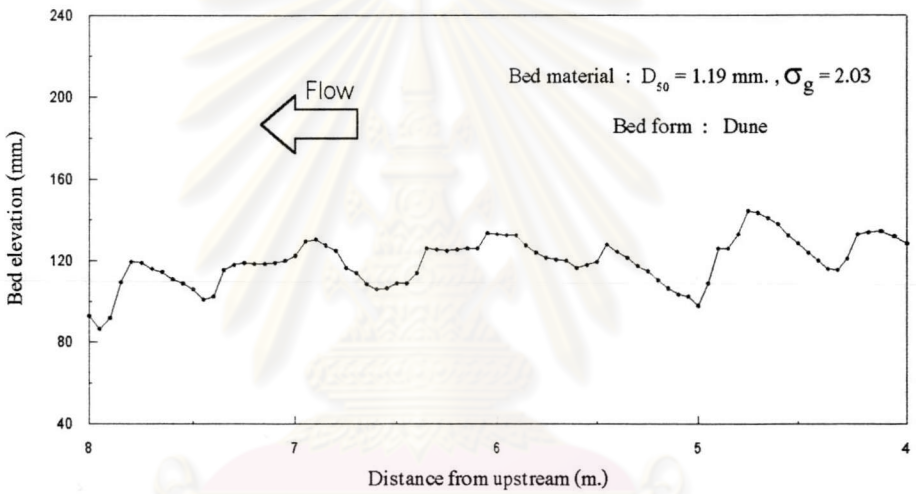


ค. การทดลอง C6 ทรายขนาด D_{50} = 1.27 มม., σ_g = 3.77 อัตราการไหล 49.8 ลิตรต่อวินาที

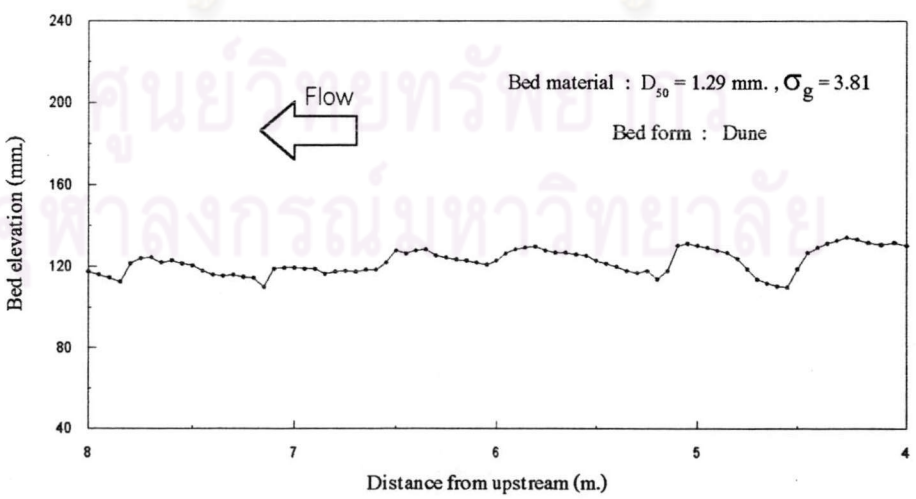
รูป ค.6 รูปตัดตามยาวที่กึ่งกลางของรางน้ำของการทดลอง A6, B6 และ C6



ก. การทดลอง A7 ทรายขนาด D_{50} = 1.18 มม., σ_g = 1.32 อัตราการไหล 55.2 ลิตรต่อวินาที



ข. การทดลอง B7 ทรายขนาด D_{50} = 1.19 มม., σ_g = 2.03 อัตราการไหล 53.7 ลิตรต่อวินาที



ค. การทดลอง C7 ทรายขนาด D_{50} = 1.29 มม., σ_g = 3.81 อัตราการไหล 54.6 ลิตรต่อวินาที

รูป ค.7 รูปตัดตามยาวที่กึ่งกลางของรางน้ำของการทดลอง A7, B7 และ C7

ตาราง ค-2 ข้อมูลผลการทดลอง A1

Test 6 Run No. A1 Sand No. 1

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	114.5	94.0	118.5	87.0	110.0	98.0	107.0	97.0	91.0	99.5
30	119.5	93.0	117.0	88.5	111.0	92.5	108.0	105.5	110.0	103.5
45	117.0	87.5	116.5	92.5	116.0	83.5	114.0	107.0	103.0	129.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.0	28.0	28.0

H (cm.)
19.60

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	122.0	86.0	113.0	85.0	111.5	102.5	104.5	80.5	102.0	100.0
30	121.0	81.5	122.0	88.0	121.5	99.5	106.5	85.0	110.0	114.0
45	128.0	93.0	117.0	85.5	114.5	85.5	112.0	84.5	111.0	117.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.0	28.0	28.0

H (cm.)
19.70

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	113.0	75.0	116.5	79.5	113.0	88.5	107.0	91.0	106.0	108.5
30	121.0	93.5	114.5	90.5	114.5	83.0	107.5	93.5	107.5	112.5
45	119.5	79.0	113.5	93.5	110.0	86.5	117.5	83.5	112.0	119.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.0	28.0	28.0

H (cm.)
19.50

Test time 300 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-2 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง A1

a.) Feeding rate

Moter Speed = 75 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.14 Kg Container+Sand= 2.15 Kg Time = 60 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	45.5	37.2	42.3
30	60.0	35.0	40.2
45	48.5	34.6	39.8

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	158.5	**5+0.00**	153.0	**6+0.00**	157.5	**7+0.00**	176.5
0.05	155.5	0.05	148.0	0.05	156.0	0.05	178.5
0.10	155.5	0.10	147.5	0.10	155.5	0.10	178.0
0.15	154.0	0.15	158.5	0.15	156.0	0.15	175.5
0.20	151.5	0.20	153.5	0.20	157.5	0.20	171.5
0.25	151.5	0.25	146.5	0.25	167.5	0.25	167.5
0.30	153.5	0.30	156.0	0.30	172.5	0.30	165.0
0.35	150.0	0.35	160.0	0.35	175.0	0.35	169.5
0.40	159.0	0.40	159.0	0.40	174.0	0.40	174.0
0.45	160.5	0.45	158.0	0.45	173.0	0.45	173.0
0.50	162.0	0.50	165.0	0.50	172.0	0.50	174.5
0.55	164.5	0.55	166.0	0.55	170.5	0.55	177.5
0.60	167.0	0.60	170.5	0.60	167.5	0.60	175.5
0.65	165.0	0.65	169.5	0.65	162.0	0.65	171.5
0.70	163.0	0.70	165.5	0.70	161.5	0.70	171.0
0.75	159.0	0.75	161.5	0.75	162.0	0.75	175.0
0.80	155.0	0.80	160.0	0.80	163.5	0.80	174.5
0.85	153.5	0.85	164.0	0.85	166.5	0.85	174.0
0.90	155.0	0.90	162.5	0.90	177.5	0.90	173.0
0.95	159.5	0.95	159.5	0.95	177.0	0.95	170.0
						8+0.00	169.0

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

ตาราง ค-3 ข้อมูลผลการทดลอง A2

Test 1 Run No. A2 Sand No. 1

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	77.5	116.5	77.5	90.5	78.5	92.0	59.5	117.0	65.0	111.0
30	83.5	104.5	77.0	106.5	70.5	118.0	70.0	103.5	62.0	95.5
45	85.0	93.5	84.0	88.5	76.5	94.0	68.0	92.5	67.0	93.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	29.0	29.0	29.5

H (cm.)
21.80

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	76.5	101.5	78.5	114.5	78.0	91.0	68.0	107.5	64.5	100.5
30	85.5	86.0	87.5	95.0	80.0	94.5	65.5	110.5	62.0	106.0
45	84.5	95.5	81.5	98.5	75.0	99.0	69.5	99.0	67.5	97.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	29.5	29.5	29.5

H (cm.)
21.80

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	82.5	104.5	83.0	87.0	73.5	114.0	69.0	88.0	70.0	105.5
30	83.5	101.5	86.5	103.0	74.5	90.0	72.5	98.5	60.0	107.0
45	81.0	102.5	84.5	89.5	81.0	114.5	76.5	88.0	65.5	97.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	30.0	29.0	29.5

H (cm.)
21.75

Test time 210 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-3 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง A2

a.) Feeding rate

Moter Speed = 85 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.15 Kg Container+Sand= 2.30 Kg Time = 60 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	61.0	37.0	43.5
30	55.5	34.8	40.8
45	50.5	34.0	42.3

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	168.0	**5+0.00**	161.0	**6+0.00**	171.5	**7+0.00**	158.5
0.05	167.0	0.05	162.0	0.05	169.0	0.05	157.5
0.10	166.5	0.10	169.0	0.10	166.0	0.10	158.5
0.15	164.0	0.15	179.5	0.15	165.0	0.15	172.5
0.20	163.5	0.20	186.5	0.20	164.5	0.20	182.0
0.25	162.0	0.25	184.5	0.25	167.0	0.25	185.0
0.30	161.5	0.30	182.5	0.30	170.0	0.30	185.0
0.35	160.5	0.35	179.5	0.35	172.5	0.35	182.5
0.40	160.5	0.40	175.5	0.40	188.0	0.40	177.5
0.45	160.0	0.45	175.0	0.45	196.0	0.45	173.0
0.50	160.0	0.50	174.0	0.50	193.0	0.50	169.0
0.55	167.5	0.55	171.5	0.55	186.5	0.55	167.0
0.60	166.5	0.60	167.5	0.60	181.0	0.60	163.5
0.65	166.5	0.65	168.0	0.65	177.5	0.65	161.0
0.70	166.0	0.70	169.5	0.70	172.0	0.70	161.0
0.75	165.0	0.75	169.0	0.75	168.0	0.75	175.0
0.80	164.0	0.80	167.0	0.80	165.0	0.80	177.5
0.85	164.0	0.85	167.0	0.85	162.5	0.85	176.0
0.90	163.0	0.90	167.0	0.90	161.0	0.90	172.0
0.95	162.5	0.95	167.5	0.95	159.5	0.95	169.0
						8+0.00	168.5

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

2

ตาราง ค-4 ข้อมูลผลการทดลอง A3

Test 7 Run No. A3 Sand No. 1

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	125.5	72.5	116.0	117.5	110.5	103.0	103.0	95.0	95.0	102.0
30	114.0	140.5	109.0	102.5	106.5	120.5	101.5	95.0	97.0	91.5
45	115.5	139.5	116.5	106.0	112.5	81.5	97.5	109.5	97.0	89.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.5	28.5	28.0

H (cm.)
23.10

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	120.0	79.0	111.0	114.5	106.5	105.0	101.0	95.5	91.5	104.5
30	117.0	103.0	108.5	102.0	107.0	116.0	99.5	73.5	95.0	84.0
45	117.0	130.0	111.0	109.5	113.0	100.5	102.0	104.0	95.0	98.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.5	28.5	28.0

H (cm.)
23.20

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	117.5	101.5	110.0	111.5	104.5	114.0	98.0	94.0	92.0	88.0
30	122.5	126.0	108.5	112.5	110.0	91.5	94.5	122.5	99.0	79.5
45	118.5	138.5	118.5	122.5	107.5	109.5	94.0	94.5	88.5	102.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.5	28.0	28.0

H (cm.)
23.20

Test time 240 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-4 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง A3

a.) Feeding rate

Moter Speed = 160 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.14 Kg Container+Sand= 3.50 Kg Time = 60 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	39.5	37.2	44.9
30	41.5	34.6	44.3
45	43.0	35.0	47.1

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	173.5	**5+0.00**	171.5	**6+0.00**	172.5	**7+0.00**	175.5
0.05	172.0	0.05	167.5	0.05	168.5	0.05	174.0
0.10	170.5	0.10	166.0	0.10	168.5	0.10	178.5
0.15	169.0	0.15	163.5	0.15	187.5	0.15	199.5
0.20	179.0	0.20	165.0	0.20	190.5	0.20	199.5
0.25	175.0	0.25	161.0	0.25	187.5	0.25	192.0
0.30	167.0	0.30	158.5	0.30	179.5	0.30	183.5
0.35	159.5	0.35	156.5	0.35	172.5	0.35	177.0
0.40	155.0	0.40	161.0	0.40	166.5	0.40	172.5
0.45	155.0	0.45	163.0	0.45	170.5	0.45	166.5
0.50	178.0	0.50	166.5	0.50	172.0	0.50	161.5
0.55	175.0	0.55	178.0	0.55	174.5	0.55	161.0
0.60	169.5	0.60	175.0	0.60	176.5	0.60	171.0
0.65	166.0	0.65	170.5	0.65	176.0	0.65	173.0
0.70	163.5	0.70	166.5	0.70	173.0	0.70	178.0
0.75	161.5	0.75	164.0	0.75	169.5	0.75	200.5
0.80	162.5	0.80	160.5	0.80	166.0	0.80	202.5
0.85	171.0	0.85	162.0	0.85	162.5	0.85	198.0
0.90	175.0	0.90	172.0	0.90	168.0	0.90	194.0
0.95	177.0	0.95	173.5	0.95	174.5	0.95	184.0
						8+0.00	179.0

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

2

ตาราง ค-5 ข้อมูลผลการทดลอง A4

Test 2 Run No. A4 Sand No. 1

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	110.5	118.5	78.5	113.5	76.5	131.5	76.0	124.0	67.0	110.0
30	109.5	120.0	90.0	119.0	90.0	115.0	86.5	98.5	73.0	107.5
45	110.0	143.5	95.0	94.0	89.0	121.0	82.5	100.5	64.0	101.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.5	28.5	28.5

H (cm.)
24.15

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	110.0	92.5	79.5	113.0	80.0	109.0	76.5	129.5	66.0	101.0
30	108.5	110.5	91.5	132.5	89.5	107.0	86.5	103.0	72.5	99.0
45	110.5	106.0	94.0	100.5	87.0	118.5	83.0	99.5	67.5	106.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.0	28.0	28.0

H (cm.)
24.30

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	111.5	106.5	78.0	96.0	80.5	100.5	75.0	109.5	67.5	111.0
30	109.0	102.5	90.0	121.0	88.0	89.5	82.5	86.0	70.0	103.0
45	110.5	96.0	94.0	127.5	86.0	83.0	86.5	94.5	64.5	88.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.0	28.0	28.0

H (cm.)
24.30

Test time 210 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-5 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง A4

a.) Feeding rate

Moter Speed = 250 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.14 Kg Container+Sand= 4.25 Kg Time = 60 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	35.5	34.8	39.7
30	38.0	37.0	47.8
45	42.0	34.1	45.4

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	123.0	**5+0.00**	130.0	**6+0.00**	145.5	**7+0.00**	164.0
0.05	121.5	0.05	131.0	0.05	142.5	0.05	161.5
0.10	120.5	0.10	147.0	0.10	141.0	0.10	158.5
0.15	139.0	0.15	149.5	0.15	141.5	0.15	159.5
0.20	147.0	0.20	150.0	0.20	155.5	0.20	160.5
0.25	152.5	0.25	151.5	0.25	170.5	0.25	163.0
0.30	157.0	0.30	155.5	0.30	170.0	0.30	159.0
0.35	154.0	0.35	153.5	0.35	167.5	0.35	156.0
0.40	153.0	0.40	151.0	0.40	172.0	0.40	154.0
0.45	148.5	0.45	147.0	0.45	170.0	0.45	152.0
0.50	146.0	0.50	145.0	0.50	163.0	0.50	150.5
0.55	143.0	0.55	143.5	0.55	153.5	0.55	154.0
0.60	139.5	0.60	142.5	0.60	147.0	0.60	163.5
0.65	137.5	0.65	142.5	0.65	141.5	0.65	166.5
0.70	137.0	0.70	145.5	0.70	137.5	0.70	159.0
0.75	135.5	0.75	145.0	0.75	136.0	0.75	152.5
0.80	133.5	0.80	142.5	0.80	138.5	0.80	145.5
0.85	132.0	0.85	146.5	0.85	137.5	0.85	138.5
0.90	130.5	0.90	146.5	0.90	135.0	0.90	133.5
0.95	131.0	0.95	147.0	0.95	160.5	0.95	132.5
						8+0.00	132.5

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

2

ตาราง ค-6 ข้อมูลผลการทดลอง A5

Test 8 Run No. A5 Sand No. 1

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	75.0	105.5	58.5	129.5	41.0	121.0	38.0	99.0	36.0	92.0
30	73.0	106.0	54.0	122.5	43.0	111.5	38.5	117.0	31.5	89.0
45	82.5	122.0	46.5	111.0	56.5	99.0	40.0	92.0	20.5	120.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.3	28.3	28.3

H (cm.)
25.30

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	83.5	114.0	62.5	119.0	74.5	91.0	27.0	133.0	18.5	113.5
30	71.5	111.0	60.5	122.5	52.5	118.0	40.5	133.0	40.5	87.0
45	79.0	126.0	70.5	118.5	46.0	129.5	42.0	113.0	35.5	112.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.3	28.3	28.3

H (cm.)
25.30

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	69.0	105.5	54.0	101.5	62.0	79.0	39.0	115.5	39.0	91.5
30	70.0	134.5	68.0	123.0	44.0	137.5	48.0	112.5	29.0	113.5
45	70.0	92.5	64.5	82.0	54.0	105.5	47.0	115.5	36.0	116.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.3	28.3	28.3

H (cm.)
25.30

Test time 180 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-6 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง A5

a.) Feeding rate

Moter Speed = 322 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.15 Kg Container+Sand= 3.10 Kg Time = 30 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	58.0	37.2	53.5
30	51.5	34.6	49.5
45	52.5	34.9	50.7

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	175.0	**5+0.00**	163.0	**6+0.00**	183.5	**7+0.00**	184.0
0.05	173.0	0.05	160.0	0.05	200.0	0.05	180.0
0.10	170.0	0.10	160.0	0.10	222.0	0.10	175.0
0.15	167.0	0.15	158.0	0.15	223.5	0.15	171.5
0.20	163.5	0.20	155.0	0.20	217.0	0.20	168.5
0.25	161.0	0.25	151.5	0.25	202.5	0.25	165.5
0.30	158.0	0.30	148.5	0.30	186.5	0.30	161.0
0.35	153.5	0.35	164.0	0.35	180.0	0.35	164.0
0.40	151.5	0.40	172.5	0.40	173.5	0.40	184.5
0.45	167.0	0.45	177.0	0.45	170.0	0.45	183.5
0.50	175.0	0.50	175.5	0.50	167.0	0.50	179.0
0.55	177.5	0.55	170.5	0.55	164.5	0.55	176.0
0.60	187.5	0.60	164.5	0.60	162.5	0.60	174.0
0.65	192.5	0.65	159.5	0.65	156.0	0.65	170.0
0.70	193.5	0.70	157.5	0.70	165.5	0.70	167.0
0.75	188.0	0.75	173.0	0.75	168.5	0.75	165.5
0.80	182.0	0.80	180.0	0.80	181.5	0.80	165.0
0.85	175.0	0.85	177.5	0.85	188.5	0.85	163.5
0.90	171.0	0.90	176.5	0.90	187.0	0.90	163.0
0.95	166.5	0.95	180.0	0.95	185.0	0.95	170.5
						8+0.00	168.5

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

2

ตาราง ค-7 ข้อมูลผลการทดลอง A6

Test 3 Run No. A6 Sand No. 1

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	58.5	126.5	51.5	115.0	44.0	94.5	36.0	138.0	21.0	105.0
30	50.5	115.0	56.0	132.5	44.5	106.0	19.0	128.0	23.5	97.5
45	70.5	122.0	59.5	130.0	40.5	96.0	40.0	114.5	21.0	123.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.0	28.0	28.0

H (cm.)
26.40

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	83.0	103.0	66.0	80.0	46.0	113.0	43.5	114.5	32.0	98.0
30	74.5	98.5	58.0	95.5	47.0	139.0	40.0	129.0	25.5	101.5
45	61.5	112.5	69.5	126.0	58.5	98.5	41.5	101.0	28.0	99.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.2	28.2	28.2

H (cm.)
26.00

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	66.5	108.5	60.0	102.0	43.0	109.5	36.5	128.0	26.5	99.5
30	73.5	111.0	57.0	93.5	39.5	121.5	34.5	118.5	25.0	101.5
45	59.5	117.5	63.0	129.0	40.0	98.5	39.0	115.5	24.0	120.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.0	28.0	28.2

H (cm.)
26.20

Test time 180 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-7 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง A6

a.) Feeding rate

Moter Speed = 350 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.14 Kg Container+Sand= 3.25 Kg Time = 30 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	58.5	34.8	52.5
30	65.0	37.0	60.8
45	60.5	34.0	55.7

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	155.0	**5+0.00**	188.5	**6+0.00**	167.5	**7+0.00**	184.5
0.05	153.5	0.05	179.5	0.05	163.0	0.05	182.0
0.10	151.0	0.10	172.5	0.10	160.0	0.10	176.0
0.15	149.0	0.15	165.0	0.15	159.5	0.15	170.0
0.20	149.0	0.20	160.0	0.20	166.0	0.20	165.0
0.25	147.5	0.25	156.5	0.25	185.0	0.25	161.5
0.30	148.5	0.30	154.0	0.30	184.5	0.30	158.5
0.35	150.0	0.35	150.5	0.35	183.5	0.35	156.5
0.40	169.5	0.40	156.0	0.40	183.0	0.40	155.5
0.45	168.0	0.45	158.0	0.45	182.0	0.45	159.5
0.50	169.5	0.50	163.0	0.50	179.0	0.50	192.5
0.55	166.5	0.55	178.5	0.55	175.5	0.55	197.0
0.60	169.0	0.60	191.5	0.60	174.0	0.60	194.0
0.65	173.0	0.65	187.0	0.65	173.0	0.65	193.5
0.70	178.5	0.70	183.5	0.70	171.0	0.70	189.5
0.75	176.5	0.75	182.0	0.75	168.5	0.75	184.5
0.80	173.5	0.80	179.5	0.80	171.0	0.80	181.5
0.85	170.5	0.85	177.0	0.85	176.0	0.85	179.0
0.90	170.0	0.90	173.0	0.90	182.0	0.90	175.5
0.95	185.5	0.95	170.0	0.95	185.0	0.95	173.0
						8+0.00	170.0

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

2

ตาราง ค-8 ข้อมูลผลการทดลอง A7

Test 5 Run No. A7 Sand No. 1

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	100.5	110.5	67.0	126.0	60.0	86.0	49.0	124.0	39.5	111.0
30	85.0	108.0	86.5	106.0	53.0	108.5	50.0	135.0	34.5	104.5
45	83.5	96.5	70.0	93.0	51.0	101.5	60.5	98.0	44.0	123.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.0	28.0	28.0

H (cm.)
27.40

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	92.5	117.0	69.5	115.5	63.0	131.5	51.5	111.0	38.5	105.0
30	87.0	89.5	85.0	117.0	63.0	98.5	64.5	108.0	33.5	123.5
45	90.5	99.5	66.5	98.0	60.0	104.0	52.0	131.0	40.5	118.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.0	28.0	28.0

H (cm.)
27.40

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	92.0	110.0	66.5	112.0	56.0	97.5	48.0	123.0	35.5	108.0
30	90.5	97.0	87.0	111.5	68.0	108.0	51.0	116.0	32.0	100.5
45	90.0	92.5	68.0	114.0	57.0	112.0	64.8	95.5	38.0	99.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.0	28.0	28.0

H (cm.)
27.40

Test time 180 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-8 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง A7

a.) Feeding rate

Moter Speed = 400 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.14 Kg Container+Sand= 3.63 Kg Time = 30 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	75.5	34.7	52.8
30	70.5	35.1	57.8
45	74.0	37.2	60.7

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	205.5	**5+0.00**	206.5	**6+0.00**	226.0	**7+0.00**	201.5
0.05	206.0	0.05	210.5	0.05	221.5	0.05	200.0
0.10	208.5	0.10	214.5	0.10	216.5	0.10	198.5
0.15	212.5	0.15	213.0	0.15	209.5	0.15	197.5
0.20	208.0	0.20	205.5	0.20	204.5	0.20	198.0
0.25	202.0	0.25	199.5	0.25	198.5	0.25	205.0
0.30	197.5	0.30	194.0	0.30	194.0	0.30	222.0
0.35	194.5	0.35	188.5	0.35	191.0	0.35	217.0
0.40	193.0	0.40	186.0	0.40	189.5	0.40	207.5
0.45	191.5	0.45	184.0	0.45	188.5	0.45	202.5
0.50	192.5	0.50	182.0	0.50	186.5	0.50	198.5
0.55	195.5	0.55	179.0	0.55	186.5	0.55	195.0
0.60	206.5	0.60	178.5	0.60	194.0	0.60	195.0
0.65	209.5	0.65	177.5	0.65	193.5	0.65	194.0
0.70	206.5	0.70	178.0	0.70	193.0	0.70	193.5
0.75	200.0	0.75	178.0	0.75	191.0	0.75	192.5
0.80	195.0	0.80	188.5	0.80	189.0	0.80	198.5
0.85	190.5	0.85	203.5	0.85	191.5	0.85	215.0
0.90	186.0	0.90	213.5	0.90	205.5	0.90	219.5
0.95	207.5	0.95	225.0	0.95	201.5	0.95	225.0
						8+0.00	223.5

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

2

ตาราง ค-9 ข้อมูลผลการทดลอง B1

Test 9 Run No. B1 Sand No. 2

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	101.5	96.5	94.0	90.0	91.5	94.5	88.5	100.5	88.0	83.5
30	100.5	91.0	99.0	87.5	92.5	97.5	89.0	104.5	88.5	87.5
45	100.0	95.0	98.0	85.5	93.0	95.0	93.0	86.0	89.5	91.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	25.0	25.0	25.0

H (cm.)
19.85

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	99.5	92.5	96.5	89.5	92.5	91.5	89.5	88.5	87.5	83.5
30	99.5	93.0	99.0	87.5	94.0	91.5	89.5	90.0	89.0	87.0
45	101.0	95.5	100.5	87.0	94.5	90.0	90.5	77.0	87.5	89.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	25.0	25.5	25.0

H (cm.)
19.80

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	100.5	94.5	95.5	90.5	89.5	92.0	91.0	91.0	89.5	86.5
30	99.5	88.0	97.5	87.5	93.5	89.0	91.0	93.0	88.5	84.0
45	101.0	90.0	98.5	91.0	93.0	94.5	89.5	99.0	89.5	88.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	24.5	25.0	25.0

H (cm.)
19.85

Test time 300 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-9 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง B1

a.) Feeding rate

Moter Speed = 80 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.15 Kg Container+Sand= 2.25 Kg Time = 60 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	41.5	34.8	39.8
30	37.5	37.0	42.1
45	40.5	34.0	39.3

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	154.0	**5+0.00**	158.0	**6+0.00**	153.5	**7+0.00**	156.0
0.05	153.5	0.05	157.5	0.05	150.0	0.05	154.5
0.10	152.5	0.10	158.0	0.10	149.0	0.10	154.5
0.15	150.0	0.15	156.5	0.15	148.5	0.15	154.5
0.20	149.0	0.20	153.0	0.20	149.0	0.20	153.5
0.25	148.0	0.25	151.0	0.25	146.5	0.25	153.5
0.30	148.0	0.30	150.0	0.30	148.0	0.30	151.0
0.35	147.5	0.35	149.0	0.35	147.5	0.35	153.5
0.40	146.5	0.40	149.0	0.40	148.5	0.40	154.5
0.45	146.0	0.45	149.0	0.45	148.5	0.45	153.5
0.50	148.0	0.50	151.5	0.50	148.5	0.50	153.0
0.55	147.0	0.55	157.5	0.55	148.5	0.55	153.5
0.60	144.5	0.60	157.0	0.60	148.5	0.60	153.0
0.65	149.5	0.65	155.0	0.65	148.0	0.65	152.0
0.70	161.5	0.70	156.0	0.70	149.5	0.70	151.0
0.75	160.0	0.75	155.0	0.75	149.5	0.75	152.0
0.80	159.5	0.80	153.5	0.80	158.0	0.80	153.0
0.85	159.0	0.85	153.0	0.85	158.5	0.85	152.5
0.90	159.0	0.90	154.0	0.90	158.0	0.90	151.0
0.95	159.5	0.95	154.0	0.95	157.0	0.95	152.0
						8+0.00	152.5

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

ตาราง ค-10 ข้อมูลผลการทดลอง B2

Test 10 Run No. B2 Sand No. 2

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	105.0	100.5	107.5	87.5	102.0	93.0	91.0	90.0	94.0	78.5
30	101.5	111.0	102.0	97.0	101.0	83.5	99.0	90.5	90.5	83.5
45	108.5	88.5	107.0	86.5	97.5	85.0	97.5	80.5	89.5	88.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	26.0	26.0	26.0

H (cm.)
21.40

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	107.5	87.5	100.5	90.0	95.5	94.0	89.5	91.0	92.5	83.5
30	111.0	91.0	108.0	88.5	96.0	93.5	99.5	99.5	85.0	97.0
45	107.5	88.5	104.0	95.0	101.0	110.5	97.5	93.5	89.0	104.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	26.0	26.0	26.0

H (cm.)
21.35

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	104.5	104.0	104.0	105.5	97.0	102.0	95.5	88.5	93.5	93.0
30	100.0	102.5	105.0	95.0	96.5	92.0	97.0	99.0	95.0	80.0
45	107.0	95.5	107.0	79.0	97.0	102.0	91.5	102.5	87.5	89.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	26.0	26.0	26.0

H (cm.)
21.45

Test time 240 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-10 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง B2

a.) Feeding rate

Moter Speed = 95 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.15 Kg Container+Sand= 2.55 Kg Time = 60 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	48.5	37.2	47.5
30	42.0	35.1	44.1
45	46.0	34.6	43.0

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	149.5	**5+0.00**	155.0	**6+0.00**	160.0	**7+0.00**	168.5
0.05	149.5	0.05	152.0	0.05	158.0	0.05	166.0
0.10	152.0	0.10	152.5	0.10	157.5	0.10	164.5
0.15	155.5	0.15	151.0	0.15	155.5	0.15	164.5
0.20	150.5	0.20	150.5	0.20	156.5	0.20	165.5
0.25	150.5	0.25	150.0	0.25	165.5	0.25	163.5
0.30	149.5	0.30	150.5	0.30	164.5	0.30	159.5
0.35	148.5	0.35	149.0	0.35	163.5	0.35	159.5
0.40	147.0	0.40	148.5	0.40	160.5	0.40	159.0
0.45	145.5	0.45	148.0	0.45	159.5	0.45	157.5
0.50	144.5	0.50	147.5	0.50	158.0	0.50	156.5
0.55	150.5	0.55	149.5	0.55	156.0	0.55	156.5
0.60	166.0	0.60	150.5	0.60	155.0	0.60	160.0
0.65	166.0	0.65	150.0	0.65	155.0	0.65	159.5
0.70	166.0	0.70	150.0	0.70	154.5	0.70	161.0
0.75	165.0	0.75	148.0	0.75	165.5	0.75	159.0
0.80	162.0	0.80	147.0	0.80	173.0	0.80	159.5
0.85	158.5	0.85	148.0	0.85	175.5	0.85	158.0
0.90	157.5	0.90	148.0	0.90	174.0	0.90	155.5
0.95	157.5	0.95	159.0	0.95	171.0	0.95	154.0
						8+0.00	155.0

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

2

ตาราง ค-11 ข้อมูลผลการทดลอง B3

Test 11 Run No. B3 Sand No. 2

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	127.5	92.0	113.5	110.0	110.5	89.0	103.0	77.0	95.0	85.0
30	127.0	89.5	127.0	73.5	109.0	91.5	101.0	79.0	98.0	75.0
45	133.5	101.5	126.0	80.5	104.0	90.5	105.0	102.5	91.5	101.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	26.5	26.0	26.0

H (cm.)
22.90

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	120.5	95.5	122.0	81.0	117.5	110.0	103.5	74.0	94.5	100.5
30	139.0	76.0	120.5	82.5	110.0	87.5	98.0	77.5	93.0	84.0
45	131.5	89.5	109.0	92.5	108.5	104.0	103.5	87.5	97.5	93.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	26.0	25.5	26.0

H (cm.)
22.85

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	124.5	100.5	120.5	100.0	97.0	102.5	85.5	122.0	93.0	110.0
30	122.5	101.0	129.0	119.5	106.0	101.0	108.0	87.0	93.5	99.5
45	130.5	102.0	110.5	108.5	112.0	85.5	104.5	83.0	98.0	92.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	26.0	26.0	26.0

H (cm.)
22.95

Test time 240 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-11 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง B3

a.) Feeding rate

Moter Speed = 200 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.14 Kg Container+Sand= 3.90 Kg Time = 60 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	52.0	34.8	49.1
30	51.5	37.0	52.2
45	48.0	34.0	46.5

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	164.5	**5+0.00**	152.5	**6+0.00**	166.5	**7+0.00**	176.5
0.05	163.0	0.05	152.0	0.05	164.0	0.05	175.5
0.10	162.5	0.10	152.5	0.10	161.5	0.10	172.5
0.15	159.0	0.15	152.5	0.15	157.5	0.15	170.5
0.20	158.5	0.20	150.0	0.20	155.5	0.20	168.5
0.25	165.5	0.25	152.0	0.25	152.0	0.25	167.5
0.30	162.5	0.30	154.0	0.30	153.0	0.30	166.5
0.35	160.5	0.35	161.0	0.35	151.0	0.35	168.0
0.40	154.5	0.40	162.5	0.40	151.5	0.40	171.0
0.45	153.5	0.45	160.5	0.45	153.5	0.45	170.0
0.50	152.5	0.50	161.0	0.50	166.0	0.50	168.0
0.55	150.0	0.55	157.0	0.55	168.0	0.55	166.0
0.60	148.0	0.60	155.0	0.60	168.0	0.60	164.0
0.65	150.5	0.65	155.0	0.65	167.0	0.65	161.5
0.70	164.5	0.70	172.0	0.70	165.5	0.70	161.0
0.75	165.0	0.75	173.0	0.75	166.0	0.75	158.0
0.80	163.0	0.80	171.5	0.80	165.5	0.80	159.0
0.85	159.5	0.85	171.0	0.85	166.5	0.85	160.5
0.90	156.0	0.90	171.0	0.90	166.0	0.90	167.5
0.95	155.5	0.95	168.0	0.95	167.0	0.95	175.0
						8+0.00	174.5

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

ตาราง ค-12 ข้อมูลผลการทดลอง B4

Test 12 Run No. B4 Sand No. 2

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	122.5	95.0	114.0	106.0	98.0	104.5	86.5	119.5	81.0	108.0
30	118.0	100.5	121.5	87.5	106.0	102.5	96.5	92.5	81.0	98.5
45	114.5	98.5	119.5	108.0	107.5	92.5	89.0	92.5	83.0	93.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.0	27.0	27.0

H (cm.)
24.10

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	125.5	99.0	102.0	106.5	90.0	89.5	97.5	92.5	86.5	91.5
30	116.5	103.0	113.5	120.5	97.0	111.0	90.0	112.5	84.0	107.0
45	115.5	118.0	108.5	108.0	102.5	121.5	77.0	111.5	82.5	97.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.0	27.0	27.0

H (cm.)
23.95

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	123.0	97.0	105.5	99.5	94.0	109.5	85.0	93.5	84.5	108.0
30	117.0	102.0	117.5	114.5	101.5	98.5	93.0	100.0	83.0	105.5
45	116.0	104.5	116.5	102.5	105.0	99.0	90.0	106.5	81.5	104.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.0	27.0	27.0

H (cm.)
23.95

Test time 180 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-12 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง B4

a.) Feeding rate

Moter Speed = 280 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.15 Kg Container+Sand= 4.80 Kg Time = 60 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	48.5	37.2	51.4
30	54.0	35.0	53.1
45	52.0	34.6	48.7

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	157.5	**5+0.00**	149.5	**6+0.00**	167.0	**7+0.00**	161.0
0.05	163.0	0.05	148.0	0.05	179.0	0.05	161.5
0.10	166.5	0.10	149.0	0.10	178.0	0.10	161.0
0.15	167.5	0.15	148.5	0.15	172.5	0.15	162.5
0.20	169.5	0.20	151.5	0.20	175.0	0.20	166.5
0.25	170.0	0.25	155.5	0.25	175.0	0.25	167.5
0.30	167.0	0.30	160.5	0.30	173.5	0.30	166.5
0.35	164.0	0.35	163.0	0.35	171.0	0.35	165.5
0.40	162.5	0.40	168.5	0.40	168.0	0.40	164.5
0.45	162.0	0.45	167.5	0.45	167.0	0.45	168.0
0.50	159.5	0.50	168.0	0.50	167.0	0.50	172.0
0.55	157.5	0.55	164.5	0.55	170.5	0.55	181.0
0.60	153.5	0.60	161.0	0.60	167.5	0.60	181.5
0.65	154.5	0.65	158.5	0.65	161.0	0.65	180.5
0.70	156.5	0.70	158.5	0.70	157.0	0.70	180.5
0.75	154.5	0.75	157.0	0.75	158.0	0.75	183.5
0.80	152.5	0.80	155.5	0.80	162.0	0.80	193.5
0.85	151.5	0.85	154.5	0.85	160.5	0.85	192.0
0.90	150.5	0.90	161.5	0.90	161.0	0.90	189.5
0.95	149.5	0.95	166.5	0.95	160.0	0.95	184.5
						8+0.00	179.5

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

ตาราง ค-13 ข้อมูลผลการทดลอง B5

Test 13 Run No. B5 Sand No. 2

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	67.0	122.0	70.5	87.0	64.0	87.5	40.0	95.5	31.0	105.0
30	80.0	109.0	67.0	95.5	45.0	113.0	44.5	104.0	40.0	90.5
45	89.0	115.0	75.0	101.0	71.0	95.0	52.5	78.5	31.5	98.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.5	27.5	27.5

H (cm.)
25.40

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	71.0	106.0	69.0	95.5	58.0	133.0	54.5	87.5	41.0	98.5
30	73.5	118.0	65.0	133.5	70.0	88.5	44.0	91.5	39.5	97.0
45	84.0	102.0	64.0	86.0	59.5	84.5	46.0	97.0	41.5	98.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.5	27.5	27.5

H (cm.)
25.45

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	68.5	107.0	68.0	96.0	58.0	129.5	48.5	89.5	35.5	98.0
30	74.5	100.0	66.0	102.0	69.5	103.5	43.5	101.0	41.5	96.5
45	89.0	116.5	71.0	87.0	56.0	84.5	48.5	99.0	35.0	100.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.5	27.5	27.5

H (cm.)
25.05

Test time 180 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-13 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง B5

a.) Feeding rate

Moter Speed = 350 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.15 Kg Container+Sand= 3.23 Kg Time = 30 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	58.5	34.8	51.9
30	60.5	37.0	55.8
45	61.0	34.0	57.4

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	153.0	**5+0.00**	169.5	**6+0.00**	162.5	**7+0.00**	170.0
0.05	153.0	0.05	169.0	0.05	161.0	0.05	169.0
0.10	155.0	0.10	166.0	0.10	157.5	0.10	165.5
0.15	155.5	0.15	164.0	0.15	156.5	0.15	164.0
0.20	156.5	0.20	159.0	0.20	157.0	0.20	163.5
0.25	156.5	0.25	155.0	0.25	157.0	0.25	163.5
0.30	159.5	0.30	156.0	0.30	159.5	0.30	170.5
0.35	164.0	0.35	154.0	0.35	164.5	0.35	177.5
0.40	166.0	0.40	161.5	0.40	166.0	0.40	182.0
0.45	161.5	0.45	164.5	0.45	164.0	0.45	186.0
0.50	160.0	0.50	171.0	0.50	161.0	0.50	186.5
0.55	158.0	0.55	172.0	0.55	161.5	0.55	185.0
0.60	156.5	0.60	172.0	0.60	169.5	0.60	182.5
0.65	155.5	0.65	173.0	0.65	175.0	0.65	179.5
0.70	156.0	0.70	170.5	0.70	178.5	0.70	177.5
0.75	155.5	0.75	167.0	0.75	181.5	0.75	176.0
0.80	155.0	0.80	163.5	0.80	182.5	0.80	176.0
0.85	156.0	0.85	160.5	0.85	179.5	0.85	176.0
0.90	171.5	0.90	161.5	0.90	176.0	0.90	174.0
0.95	171.5	0.95	162.5	0.95	171.5	0.95	170.5
						8+0.00	170.0

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

2

ตาราง ค-14 ข้อมูลผลการทดลอง B6

Test 14 Run No. B6 Sand No. 2

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	69.5	100.5	71.0	90.0	49.0	104.5	45.5	118.0	33.5	97.0
30	91.0	124.0	71.0	96.5	50.0	130.0	29.5	120.0	29.0	120.5
45	69.5	113.0	66.5	101.0	57.0	83.5	45.0	89.0	31.0	106.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	24.5	25.0	25.0

H (cm.)
25.90

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	83.5	96.5	71.5	151.0	60.5	98.5	38.0	115.0	32.5	103.0
30	74.0	120.0	67.0	107.0	57.5	117.5	44.0	109.0	29.0	116.5
45	63.5	127.0	76.5	95.5	49.0	104.5	42.0	104.0	30.5	123.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	25.0	25.0	25.5

H (cm.)
26.35

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	76.0	105.5	71.0	87.5	54.0	91.0	40.5	124.0	33.0	109.5
30	82.0	106.0	68.5	99.0	55.5	118.0	37.5	135.0	28.5	100.0
45	67.5	122.0	72.5	109.0	52.0	129.5	44.0	98.0	31.5	105.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	25.0	25.0	25.0

H (cm.)
26.40

Test time 180 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-14 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง B6

a.) Feeding rate

Moter Speed = 390 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.15 Kg Container+Sand= 3.55 Kg Time = 30 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	63.0	37.2	64.7
30	67.5	35.0	64.5
45	59.5	34.6	58.1

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	155.0	**5+0.00**	192.0	**6+0.00**	190.0	**7+0.00**	163.0
0.05	162.5	0.05	192.5	0.05	185.5	0.05	168.5
0.10	164.0	0.10	188.5	0.10	181.5	0.10	170.5
0.15	166.5	0.15	181.0	0.15	173.5	0.15	170.5
0.20	179.0	0.20	171.5	0.20	168.0	0.20	169.5
0.25	181.5	0.25	167.0	0.25	164.0	0.25	169.5
0.30	179.0	0.30	163.5	0.30	161.0	0.30	168.0
0.35	169.0	0.35	161.0	0.35	158.5	0.35	168.0
0.40	163.5	0.40	158.5	0.40	157.0	0.40	167.5
0.45	160.5	0.45	158.5	0.45	155.0	0.45	167.5
0.50	160.0	0.50	161.0	0.50	155.0	0.50	167.5
0.55	160.5	0.55	166.0	0.55	156.5	0.55	167.5
0.60	162.5	0.60	169.0	0.60	174.0	0.60	169.5
0.65	162.0	0.65	169.5	0.65	183.5	0.65	181.0
0.70	162.0	0.70	172.0	0.70	183.5	0.70	183.0
0.75	163.0	0.75	173.5	0.75	179.0	0.75	181.0
0.80	164.0	0.80	173.0	0.80	170.0	0.80	179.5
0.85	165.5	0.85	174.5	0.85	167.5	0.85	177.0
0.90	167.0	0.90	184.5	0.90	165.5	0.90	174.0
0.95	169.0	0.95	188.5	0.95	161.5	0.95	171.5
						8+0.00	169.0

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

2

ตาราง ค-15 ข้อมูลผลการทดลอง B7

Test 15 Run No. B7 Sand No. 2

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	68.0	109.5	49.0	98.5	46.0	115.0	37.5	94.5	14.0	120.0
30	74.0	121.0	56.5	104.5	47.5	112.5	54.0	100.5	19.0	122.0
45	73.5	111.0	72.5	127.5	54.5	99.0	45.5	108.0	19.0	111.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	25.5	25.5	25.5

H (cm.)
27.05

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	65.0	147.5	55.5	108.0	54.0	100.5	27.0	100.5	10.5	106.5
30	75.5	103.0	62.5	117.0	49.5	108.0	60.0	95.5	18.5	104.0
45	75.0	120.5	64.5	110.0	51.0	96.5	47.5	110.0	19.5	114.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	25.5	25.5	25.5

H (cm.)
27.05

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	78.0	109.5	50.5	120.5	47.5	102.0	36.0	95.0	12.5	115.0
30	73.5	125.5	58.5	114.0	43.5	123.0	63.5	97.0	17.0	110.5
45	67.0	119.5	64.5	109.0	50.5	112.0	40.0	111.0	15.5	113.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	25.5	25.5	25.5

H (cm.)
27.20

Test time 180 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-15 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง B7

a.) Feeding rate

Moter Speed = 440 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.15 Kg Container+Sand= 3.70 Kg Time = 30 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	65.0	34.8	47.7
30	79.5	37.0	69.2
45	77.0	34.0	65.8

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	171.5	**5+0.00**	202.0	**6+0.00**	167.0	**7+0.00**	177.5
0.05	168.0	0.05	197.5	0.05	166.5	0.05	180.0
0.10	165.5	0.10	196.5	0.10	174.0	0.10	181.0
0.15	166.0	0.15	193.5	0.15	174.0	0.15	181.5
0.20	167.0	0.20	189.5	0.20	174.5	0.20	181.5
0.25	179.0	0.25	185.0	0.25	175.0	0.25	181.0
0.30	184.5	0.30	182.5	0.30	174.5	0.30	182.0
0.35	184.0	0.35	178.5	0.35	174.0	0.35	184.5
0.40	180.0	0.40	175.5	0.40	186.0	0.40	197.5
0.45	176.0	0.45	172.0	0.45	191.0	0.45	199.0
0.50	171.5	0.50	180.5	0.50	191.0	0.50	194.0
0.55	167.5	0.55	182.0	0.55	193.5	0.55	191.0
0.60	162.0	0.60	183.5	0.60	194.0	0.60	189.0
0.65	159.0	0.65	180.0	0.65	191.5	0.65	185.5
0.70	156.5	0.70	179.5	0.70	186.0	0.70	184.0
0.75	155.5	0.75	178.5	0.75	183.5	0.75	181.0
0.80	167.0	0.80	176.0	0.80	175.0	0.80	180.5
0.85	174.0	0.85	172.5	0.85	172.5	0.85	190.5
0.90	174.0	0.90	167.5	0.90	169.5	0.90	208.0
0.95	191.0	0.95	167.5	0.95	170.5	0.95	213.5
						8+0.00	207.0

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

2

ตาราง ค-16 ข้อมูลผลการทดลอง C1

Test 16 Run No. C1 Sand No. 3

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	107.0	90.5	107.0	88.5	104.0	85.0	101.5	94.5	100.0	78.5
30	107.5	89.5	107.5	92.5	102.0	94.0	98.0	89.0	99.0	80.5
45	108.5	93.5	107.0	86.0	103.5	85.0	98.5	89.0	100.5	90.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	26.0	25.5	26.0

H (cm.)
19.95

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	106.0	91.5	104.5	88.0	105.0	90.5	98.5	95.0	98.5	91.0
30	105.5	92.5	107.5	85.5	102.0	86.0	100.5	98.0	98.5	82.0
45	108.5	94.0	107.5	92.0	105.0	93.0	99.0	90.5	99.0	91.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	25.5	26.0	26.0

H (cm.)
19.95

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	105.5	97.0	106.5	92.0	104.5	87.0	99.5	92.0	99.0	90.0
30	107.0	89.0	107.5	89.5	102.0	93.0	100.0	90.5	99.0	95.0
45	109.0	94.5	106.0	90.0	104.0	88.0	98.5	89.5	99.5	89.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	26.0	26.5	26.5

H (cm.)
19.90

Test time 240 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-16 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง C1

a.) Feeding rate

Moter Speed = 85 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.15 Kg Container+Sand= 2.30 Kg Time = 60 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	38.5	37.2	44.4
30	44.0	35.0	43.4
45	42.5	34.6	43.5

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	149.0	**5+0.00**	158.0	**6+0.00**	157.0	**7+0.00**	155.0
0.05	153.5	0.05	157.0	0.05	154.5	0.05	154.5
0.10	157.5	0.10	159.0	0.10	153.5	0.10	155.5
0.15	166.0	0.15	158.5	0.15	155.5	0.15	155.5
0.20	169.0	0.20	158.0	0.20	155.5	0.20	156.5
0.25	169.0	0.25	157.0	0.25	154.5	0.25	156.0
0.30	168.5	0.30	158.0	0.30	155.0	0.30	155.5
0.35	167.5	0.35	158.0	0.35	154.0	0.35	155.0
0.40	167.5	0.40	156.5	0.40	155.0	0.40	155.0
0.45	168.5	0.45	156.5	0.45	154.5	0.45	155.5
0.50	168.0	0.50	156.5	0.50	154.5	0.50	156.5
0.55	166.5	0.55	156.0	0.55	154.0	0.55	155.5
0.60	163.5	0.60	156.0	0.60	155.0	0.60	156.5
0.65	163.0	0.65	156.5	0.65	154.5	0.65	156.0
0.70	160.5	0.70	155.5	0.70	154.5	0.70	156.0
0.75	160.5	0.75	153.5	0.75	154.0	0.75	155.0
0.80	159.0	0.80	153.5	0.80	153.5	0.80	155.5
0.85	158.5	0.85	154.0	0.85	153.0	0.85	157.0
0.90	159.0	0.90	155.0	0.90	154.5	0.90	157.0
0.95	158.5	0.95	155.5	0.95	155.0	0.95	156.5
						8+0.00	157.0

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

ตาราง ค-17 ข้อมูลผลการทดลอง C2

Test 17 Run No. C2 Sand No. 3

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	103.5	95.5	97.5	95.0	91.0	95.0	85.0	102.5	87.0	99.5
30	98.0	89.0	100.5	92.0	92.0	94.0	89.0	111.5	86.0	96.5
45	101.5	97.0	100.5	90.0	91.0	97.0	90.5	95.0	89.0	82.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	26.5	26.5	26.5

H (cm.)
21.35

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	98.5	99.5	98.5	94.0	89.0	100.0	95.5	88.0	83.5	93.0
30	98.0	94.5	96.5	87.5	91.0	109.5	88.0	97.0	86.5	88.0
45	100.0	98.5	100.0	91.5	90.0	96.0	89.0	96.0	92.0	85.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	26.5	26.5	26.5

H (cm.)
21.35

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	98.5	95.0	97.0	97.0	89.5	109.5	95.5	89.0	86.0	94.0
30	99.0	94.0	99.0	90.0	91.0	102.0	88.0	96.0	87.0	87.0
45	102.0	98.0	101.0	91.0	91.5	98.0	85.0	95.0	89.0	91.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	26.5	26.5	26.5

H (cm.)
21.35

Test time 240 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-17 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง C2

a.) Feeding rate

Moter Speed = 100 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.15 Kg Container+Sand= 2.95 Kg Time = 60 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	45.5	34.8	47.0
30	50.0	34.0	48.3
45	41.5	37.0	47.5

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	142.5	**5+0.00**	151.0	**6+0.00**	172.0	**7+0.00**	154.5
0.05	143.0	0.05	148.0	0.05	171.5	0.05	154.5
0.10	143.5	0.10	149.0	0.10	166.5	0.10	155.5
0.15	143.0	0.15	147.5	0.15	165.5	0.15	155.5
0.20	145.0	0.20	147.5	0.20	164.5	0.20	155.0
0.25	143.5	0.25	147.5	0.25	164.0	0.25	156.5
0.30	144.0	0.30	150.0	0.30	163.0	0.30	153.5
0.35	145.0	0.35	151.5	0.35	162.0	0.35	156.5
0.40	147.0	0.40	155.5	0.40	162.0	0.40	154.5
0.45	151.5	0.45	154.0	0.45	161.0	0.45	155.0
0.50	153.5	0.50	152.5	0.50	158.5	0.50	154.5
0.55	155.0	0.55	153.5	0.55	158.0	0.55	154.0
0.60	156.0	0.60	152.5	0.60	157.5	0.60	155.0
0.65	155.0	0.65	151.0	0.65	156.0	0.65	154.5
0.70	154.5	0.70	149.5	0.70	156.5	0.70	158.5
0.75	154.0	0.75	150.5	0.75	155.0	0.75	155.0
0.80	153.5	0.80	151.0	0.80	155.0	0.80	156.5
0.85	153.5	0.85	164.0	0.85	153.5	0.85	156.5
0.90	152.5	0.90	173.0	0.90	154.0	0.90	155.0
0.95	152.5	0.95	172.5	0.95	153.0	0.95	154.5
						8+0.00	153.5

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

ตาราง ค-18 ข้อมูลผลการทดลอง C3

Test 18 Run No. C3 Sand No. 3

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	108.5	94.5	97.0	95.0	91.5	96.5	85.5	93.0	85.0	84.0
30	100.0	89.5	96.0	106.5	92.5	101.0	85.0	98.5	76.5	89.5
45	102.5	98.5	100.0	110.5	88.5	106.5	91.0	98.0	85.0	96.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	26.5	27.0	27.0

H (cm.)
22.75

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	106.0	99.0	96.5	102.0	91.5	94.5	86.5	105.5	85.5	101.5
30	101.5	97.5	97.5	102.0	93.5	107.5	86.5	109.5	76.5	81.0
45	103.0	97.0	99.5	94.0	89.0	90.5	89.5	104.0	83.5	99.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.0	27.5	27.0

H (cm.)
22.80

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	108.5	98.0	97.5	100.5	91.0	95.5	87.5	92.0	85.5	89.0
30	99.0	98.5	96.0	110.0	92.0	104.5	84.5	97.0	76.0	87.0
45	104.0	98.0	99.0	109.0	88.0	100.5	88.5	97.5	86.0	95.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.0	27.0	27.0

H (cm.)
22.70

Test time 210 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-18 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง C3

a.) Feeding rate

Moter Speed = 230 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.16 Kg Container+Sand= 4.40 Kg Time = 60 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	48.5	37.2	57.3
30	53.0	35.0	57.2
45	46.5	34.6	56.4

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	143.0	**5+0.00**	146.0	**6+0.00**	151.5	**7+0.00**	154.0
0.05	139.5	0.05	143.5	0.05	147.5	0.05	154.0
0.10	140.0	0.10	144.0	0.10	147.0	0.10	154.0
0.15	138.5	0.15	142.5	0.15	144.5	0.15	152.0
0.20	136.0	0.20	141.5	0.20	145.0	0.20	152.0
0.25	135.5	0.25	142.5	0.25	145.0	0.25	159.0
0.30	134.5	0.30	142.5	0.30	142.5	0.30	161.0
0.35	137.5	0.35	146.5	0.35	142.5	0.35	160.5
0.40	141.5	0.40	147.0	0.40	143.0	0.40	163.5
0.45	142.0	0.45	148.5	0.45	154.0	0.45	163.5
0.50	142.0	0.50	152.5	0.50	157.5	0.50	160.5
0.55	141.5	0.55	157.0	0.55	157.0	0.55	162.5
0.60	139.5	0.60	159.5	0.60	154.5	0.60	159.0
0.65	140.5	0.65	158.0	0.65	154.0	0.65	155.5
0.70	142.5	0.70	158.0	0.70	153.0	0.70	153.5
0.75	148.0	0.75	157.5	0.75	150.5	0.75	150.0
0.80	148.5	0.80	156.5	0.80	149.5	0.80	149.0
0.85	149.0	0.85	155.0	0.85	149.5	0.85	148.5
0.90	151.5	0.90	153.5	0.90	150.0	0.90	148.5
0.95	149.0	0.95	152.5	0.95	151.5	0.95	153.0
						8+0.00	164.5

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

ตาราง ค-19 ข้อมูลผลการทดลอง C4

Test 19 Run No. C4 Sand No. 3

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	122.5	79.5	108.5	99.0	99.0	100.5	75.0	98.5	81.5	90.5
30	112.5	90.5	109.5	88.5	105.0	87.0	81.5	92.5	76.5	90.0
45	120.5	99.0	108.0	102.5	87.5	113.0	94.5	92.5	76.0	97.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.0	27.0	27.5

H (cm.)
24.00

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	119.5	85.5	107.5	102.5	98.0	96.0	80.0	90.0	78.5	104.5
30	115.5	85.0	109.0	106.0	105.5	101.5	83.0	96.5	77.5	101.5
45	118.5	91.5	108.5	96.0	89.0	86.5	90.5	100.0	82.0	102.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.5	27.5	27.5

H (cm.)
24.00

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	121.0	89.0	109.5	97.0	96.5	91.5	83.0	90.0	80.0	100.5
30	114.0	95.5	107.0	90.5	102.0	101.0	78.5	95.5	74.5	99.5
45	122.5	97.5	110.5	96.5	92.0	95.5	87.0	94.0	75.5	98.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	28.0	28.0	27.5

H (cm.)
23.95

Test time 180 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-19 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง C4

a.) Feeding rate

Moter Speed = 313 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.15 Kg Container+Sand= 4.65 Kg Time = 60 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	52.5	34.8	56.0
30	54.5	37.0	59.4
45	53.0	34.0	53.8

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	144.5	**5+0.00**	158.5	**6+0.00**	160.5	**7+0.00**	160.5
0.05	142.5	0.05	157.5	0.05	157.0	0.05	158.5
0.10	144.5	0.10	155.5	0.10	153.5	0.10	158.0
0.15	143.5	0.15	152.5	0.15	152.5	0.15	157.5
0.20	154.0	0.20	150.0	0.20	151.0	0.20	157.5
0.25	155.5	0.25	149.0	0.25	152.0	0.25	159.0
0.30	154.5	0.30	148.5	0.30	150.5	0.30	160.0
0.35	153.0	0.35	147.0	0.35	149.5	0.35	170.5
0.40	154.0	0.40	147.0	0.40	151.0	0.40	174.5
0.45	154.0	0.45	146.5	0.45	150.5	0.45	172.0
0.50	153.0	0.50	146.5	0.50	150.0	0.50	171.0
0.55	152.5	0.55	146.5	0.55	165.0	0.55	170.5
0.60	151.0	0.60	147.0	0.60	167.5	0.60	171.5
0.65	151.0	0.65	149.5	0.65	168.5	0.65	169.5
0.70	150.5	0.70	163.5	0.70	167.0	0.70	168.0
0.75	161.0	0.75	167.5	0.75	164.5	0.75	166.5
0.80	161.5	0.80	168.5	0.80	164.5	0.80	166.5
0.85	161.0	0.85	166.0	0.85	162.0	0.85	165.5
0.90	161.5	0.90	165.0	0.90	160.5	0.90	163.0
0.95	160.0	0.95	164.0	0.95	161.5	0.95	163.0
						8+0.00	164.0

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

ตาราง ค-20 ข้อมูลผลการทดลอง C5

Test 21 Run No. C5 Sand No. 3

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	81.0	95.0	63.5	97.0	61.0	78.5	50.0	101.0	32.0	105.5
30	78.5	95.0	75.5	85.0	55.5	102.0	48.0	92.5	38.0	93.0
45	81.5	109.0	69.0	94.0	56.0	92.5	44.0	93.5	41.5	89.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.5	27.5	27.0

H (cm.)
25.05

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	81.5	94.5	65.0	96.5	60.5	94.0	49.0	100.0	33.0	86.5
30	78.0	98.5	73.5	87.5	54.5	114.0	45.5	86.5	38.0	95.5
45	81.0	92.0	71.0	90.0	55.0	86.0	49.0	93.0	41.0	101.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.5	28.0	27.5

H (cm.)
25.00

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	80.5	95.0	64.5	98.0	58.0	94.0	50.5	108.0	32.0	94.0
30	78.5	99.0	72.5	88.0	57.5	117.0	44.0	94.0	38.5	98.0
45	82.5	112.0	69.5	94.0	59.5	90.5	46.0	95.5	40.5	103.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.5	27.5	27.5

H (cm.)
25.55

Test time 180 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-20 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง C5

a.) Feeding rate

Moter Speed = 385 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.16 Kg Container+Sand= 3.30 Kg Time = 30 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	64.0	37.2	67.5
30	66.5	35.0	65.8
45	71.0	34.6	66.5

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	150.0	**5+0.00**	154.5	**6+0.00**	161.0	**7+0.00**	168.5
0.05	149.0	0.05	154.0	0.05	159.0	0.05	169.5
0.10	150.0	0.10	156.0	0.10	160.0	0.10	168.0
0.15	150.0	0.15	164.0	0.15	164.0	0.15	166.5
0.20	156.0	0.20	167.0	0.20	170.0	0.20	168.5
0.25	168.5	0.25	165.5	0.25	176.5	0.25	169.5
0.30	173.5	0.30	168.0	0.30	175.0	0.30	169.5
0.35	170.5	0.35	166.5	0.35	172.5	0.35	175.0
0.40	169.5	0.40	166.0	0.40	171.0	0.40	177.5
0.45	168.5	0.45	166.5	0.45	170.5	0.45	176.0
0.50	166.0	0.50	167.0	0.50	168.0	0.50	173.5
0.55	165.0	0.55	168.5	0.55	166.5	0.55	169.5
0.60	162.0	0.60	169.5	0.60	165.5	0.60	169.0
0.65	160.0	0.65	166.0	0.65	166.0	0.65	170.0
0.70	158.5	0.70	166.0	0.70	164.0	0.70	169.5
0.75	157.0	0.75	165.5	0.75	165.5	0.75	171.0
0.80	156.0	0.80	164.5	0.80	167.0	0.80	174.0
0.85	154.0	0.85	160.5	0.85	165.5	0.85	176.0
0.90	154.5	0.90	159.0	0.90	166.0	0.90	174.0
0.95	155.5	0.95	161.0	0.95	168.0	0.95	172.5
						8+0.00	174.5

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

ตาราง ค-21 ข้อมูลผลการทดลอง C6

Test 22 Run No. C6 Sand No. 3

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	77.0	111.0	81.5	99.5	55.0	122.5	44.5	98.0	43.0	93.0
30	73.5	113.0	69.5	111.5	46.5	106.0	46.5	112.0	33.0	107.0
45	77.5	116.5	62.5	107.5	56.0	88.5	42.0	104.0	37.0	93.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.5	27.5	27.5

H (cm.)
25.90

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	76.5	102.5	79.5	105.0	53.0	102.0	46.0	111.5	38.0	117.5
30	72.5	103.5	64.5	111.5	52.0	107.5	46.0	120.5	35.5	116.5
45	77.0	109.0	65.0	102.0	50.0	106.5	40.0	107.5	37.0	103.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.5	27.5	27.5

H (cm.)
26.40

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	77.5	109.5	84.5	98.0	53.5	118.0	44.5	105.0	43.5	99.5
30	76.5	112.0	65.5	107.5	50.5	108.0	47.5	125.0	34.0	105.0
45	76.0	104.5	68.0	105.5	56.0	101.5	42.0	104.0	38.0	103.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.5	27.5	27.5

H (cm.)
26.60

Test time 180 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-21 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง C6

a.) Feeding rate

Moter Speed = 425 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.16 Kg Container+Sand= 3.63 Kg Time = 30 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	75.0	34.8	70.5
30	72.0	37.0	60.6
45	68.5	34.1	64.8

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	176.5	**5+0.00**	160.0	**6+0.00**	171.5	**7+0.00**	168.0
0.05	176.5	0.05	158.0	0.05	171.0	0.05	180.5
0.10	175.0	0.10	171.5	0.10	173.5	0.10	182.0
0.15	174.5	0.15	175.5	0.15	178.0	0.15	182.0
0.20	174.0	0.20	175.5	0.20	181.5	0.20	180.0
0.25	172.0	0.25	175.5	0.25	177.5	0.25	181.5
0.30	172.5	0.30	174.0	0.30	174.5	0.30	180.0
0.35	170.5	0.35	170.5	0.35	175.0	0.35	179.0
0.40	170.0	0.40	167.0	0.40	174.0	0.40	179.5
0.45	169.0	0.45	167.0	0.45	173.0	0.45	179.0
0.50	171.0	0.50	168.0	0.50	172.5	0.50	174.5
0.55	168.5	0.55	165.0	0.55	172.0	0.55	171.5
0.60	167.0	0.60	160.0	0.60	172.0	0.60	170.5
0.65	167.0	0.65	162.5	0.65	171.5	0.65	168.5
0.70	167.0	0.70	165.5	0.70	171.0	0.70	167.0
0.75	165.0	0.75	170.0	0.75	170.0	0.75	167.5
0.80	162.5	0.80	175.0	0.80	167.5	0.80	166.5
0.85	162.0	0.85	171.5	0.85	169.0	0.85	166.0
0.90	161.0	0.90	173.0	0.90	168.5	0.90	165.5
0.95	161.5	0.95	171.5	0.95	167.5	0.95	165.5
						8+0.00	177.0

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

ตาราง ค-22 ข้อมูลผลการทดลอง C7

Test 23 Run No. C7 Sand No. 3

1st Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	86.0	88.0	76.0	102.5	56.5	111.0	49.5	103.0	31.0	106.0
30	81.0	109.5	69.5	116.5	50.5	108.5	39.0	116.5	23.5	130.5
45	85.0	94.0	72.0	107.5	60.0	102.0	33.5	113.0	37.5	113.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.0	27.0	27.0

H (cm.)
27.00

2nd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	79.5	123.5	79.5	114.5	48.5	113.5	25.0	109.5	25.0	109.0
30	76.5	98.0	74.5	127.0	64.5	115.0	49.0	105.5	27.0	123.0
45	81.5	127.5	68.5	105.0	57.5	117.5	44.0	112.0	33.0	111.0

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.5	27.5	27.5

H (cm.)
27.35

3rd Width (cm.)	Station									
	10 m.		8 m.		6 m.		4 m.		2 m.	
	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S	O-W	W-S
15	91.0	119.0	70.0	107.0	61.0	104.5	44.0	102.0	31.0	105.5
30	84.0	124.0	71.0	115.0	47.5	107.5	43.0	115.5	31.5	109.0
45	91.5	95.0	71.5	126.5	55.0	111.0	39.0	107.0	36.5	110.5

Station	2 m.	6 m.	10 m.
Temp(^{0}C)	27.5	27.5	27.5

H (cm.)
27.50

Test time 180 min

หมายเหตุ Station คือ ตำแหน่งที่วัดระดับผิวน้ำ ความลึกน้ำ และอุณหภูมิน้ำ

O-W คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับผิวน้ำ (มม.)

W-S คือ ระดับผิวน้ำถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

H คือ ความสูงของน้ำเหนือสันฝาย (มม.)

1

ตาราง ค-22 (ต่อ) ข้อมูลผลการทดลอง C7

a.) Feeding rate

Moter Speed = 500 rpm

b.) Total load at 12 m.

Container = 1.15 Kg Container+Sand= 4.00 Kg Time = 30 sec

c.) Suspended load

Width (cm.)	Volume of water (litres)	Container (g)	Container+Sand (g)
15	80.5	37.2	77.6
30	82.5	35.0	72.5
45	79.5	34.6	73.5

Bed Form at Center Line

Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S	Sta.	O-S
4+0.00	169.5	**5+0.00**	169.5	**6+0.00**	177.0	**7+0.00**	180.5
0.05	168.0	0.05	168.5	0.05	179.0	0.05	180.5
0.10	169.0	0.10	169.5	0.10	178.0	0.10	181.0
0.15	168.0	0.15	182.0	0.15	177.0	0.15	190.0
0.20	166.5	0.20	186.0	0.20	176.5	0.20	185.5
0.25	165.5	0.25	182.0	0.25	175.5	0.25	185.0
0.30	167.0	0.30	183.0	0.30	174.5	0.30	184.0
0.35	168.5	0.35	182.0	0.35	171.5	0.35	184.5
0.40	170.5	0.40	180.0	0.40	172.0	0.40	184.0
0.45	173.0	0.45	178.5	0.45	173.5	0.45	182.0
0.50	181.0	0.50	177.0	0.50	172.0	0.50	179.5
0.55	190.0	0.55	174.5	0.55	178.0	0.55	178.5
0.60	189.5	0.60	174.0	0.60	181.5	0.60	177.0
0.65	188.0	0.65	173.0	0.65	181.5	0.65	178.0
0.70	186.0	0.70	173.0	0.70	182.5	0.70	175.5
0.75	181.0	0.75	172.0	0.75	182.0	0.75	176.0
0.80	176.0	0.80	170.0	0.80	182.5	0.80	178.5
0.85	173.0	0.85	170.5	0.85	183.5	0.85	187.5
0.90	172.0	0.90	171.5	0.90	181.0	0.90	185.5
0.95	170.5	0.95	173.5	0.95	181.0	0.95	184.0
						8+0.00	182.5

หมายเหตุ Sta. คือ ตำแหน่งที่วัดระดับท้องน้ำ

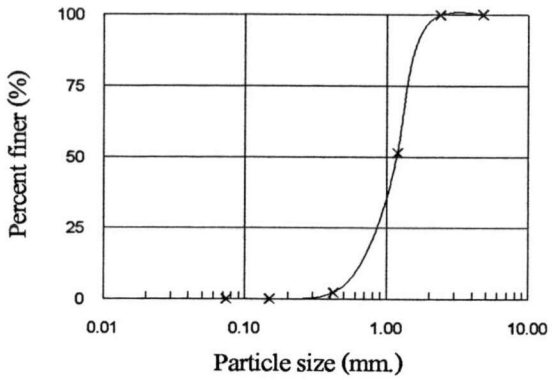
O-S คือ ระดับอ้างอิง (ระดับน้ำนิ่ง) ถึงระดับท้องน้ำ (มม.)

2

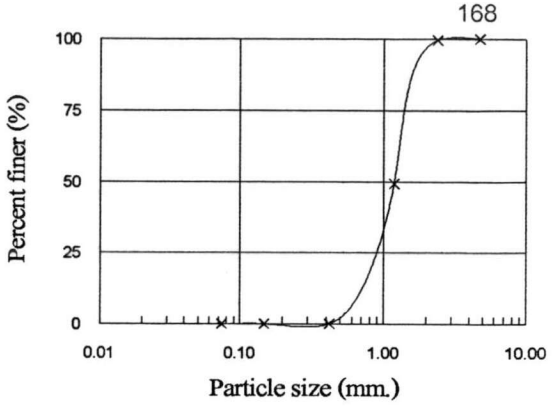
ค.2 ผลการทดลองในห้องปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์

การทดลองในห้องปฏิบัติการปฐพีกลศาสตร์ ภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เป็นการทดลองเพื่อศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงขนาด D_{50} และ σ_g ของวัสดุท้องน้ำตามระยะทาง ซึ่งเป็นการทดลองภายหลังจากทำการทดลองในห้องปฏิบัติการแบบจำลองชลศาสตร์ และชายฝั่งทะเลเสร็จสิ้น โดยทำการเก็บตัวอย่างท้องน้ำที่ตำแหน่ง 0.00 ม., 2.00 ม., 4.00 ม., 6.00 ม., 8.00 ม., 10.00 ม. และ 12.00 ม. ไปทำการวิเคราะห์การกระจายขนาด ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของทั้ง 21 การทดลอง ได้สรุปไว้ในรูป ค.8 ถึง ค.28 นอกจากนั้น ยังมีสรุปขนาด D_{50} ของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ดังตาราง ค-23 และสรุปขนาด σ_g ของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ดังตาราง ค-24

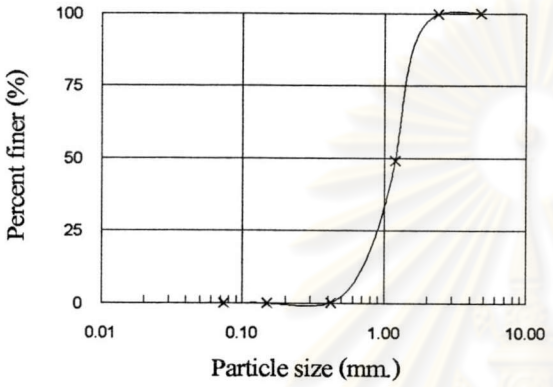
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



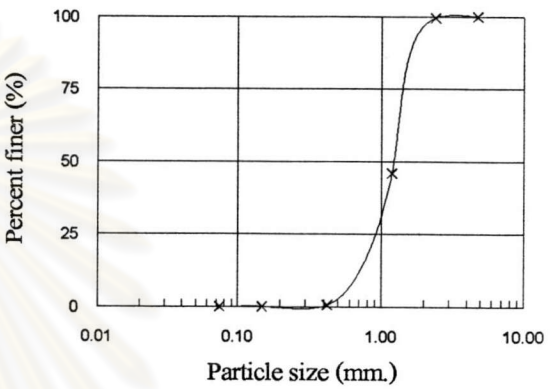
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



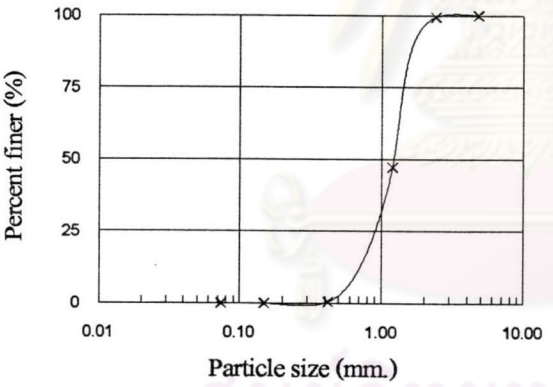
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



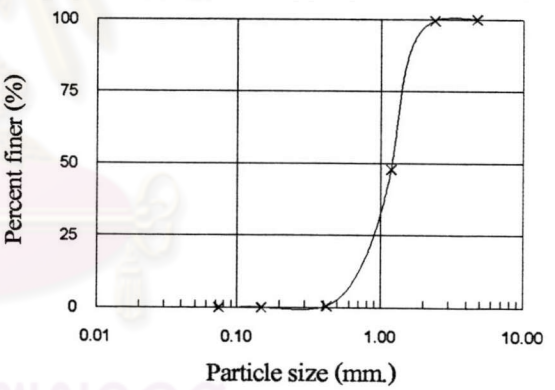
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



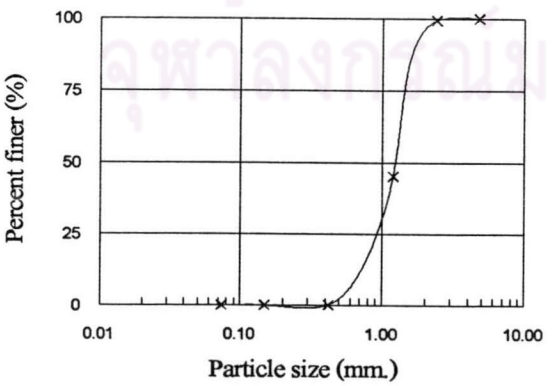
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



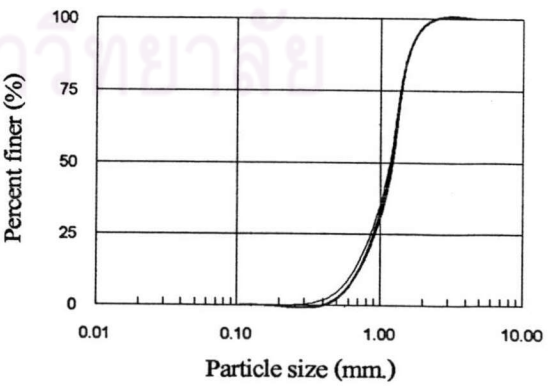
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



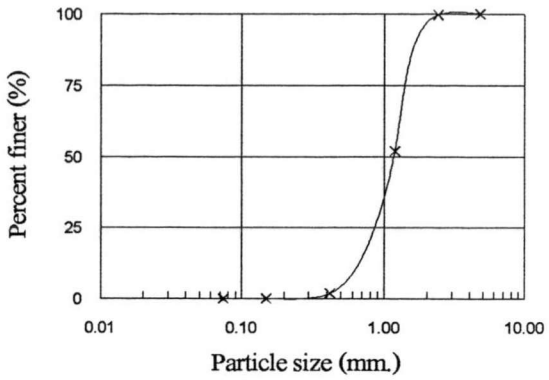
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



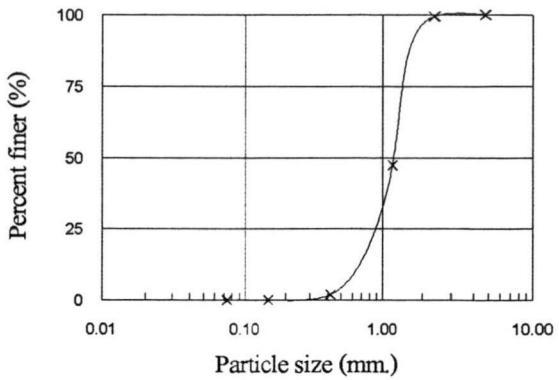
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.8 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง A1

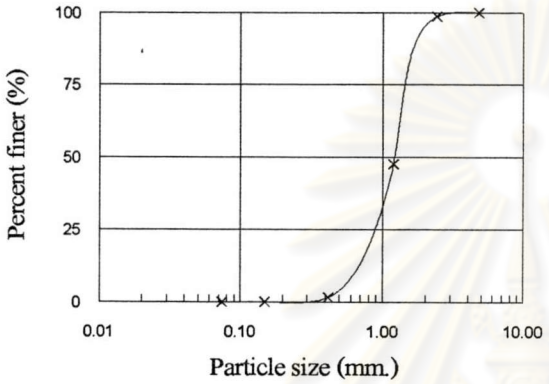
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



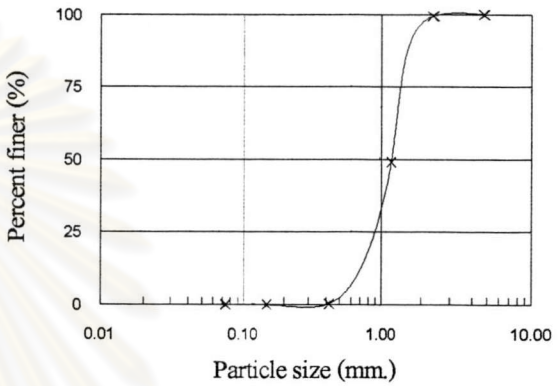
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



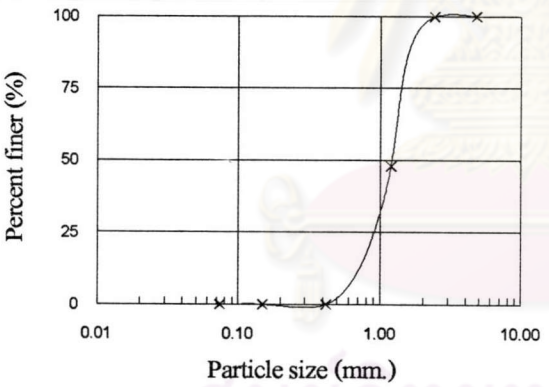
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



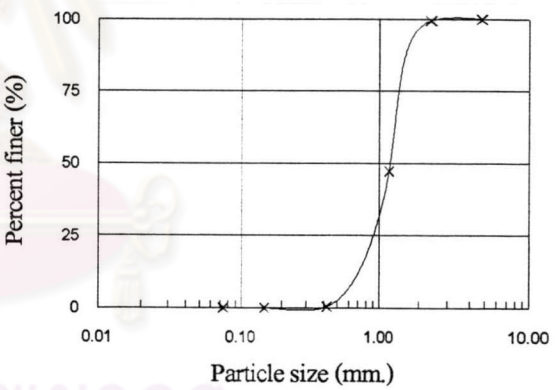
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



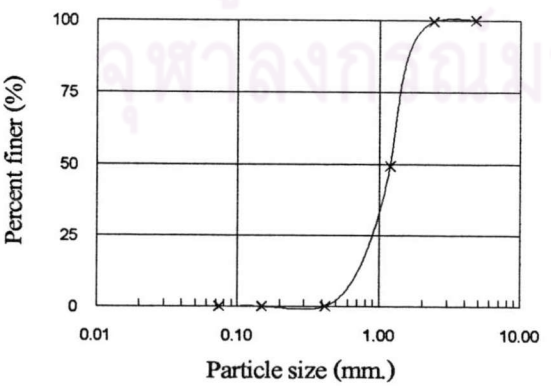
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



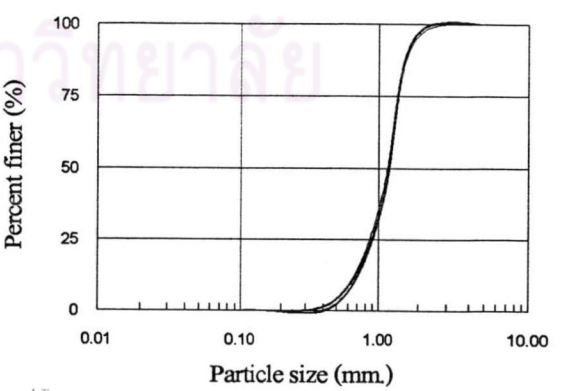
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



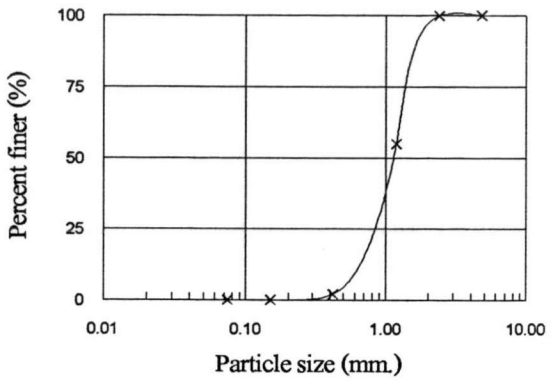
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



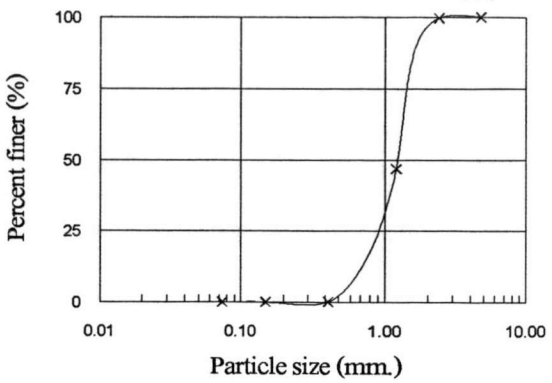
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.9 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง A2

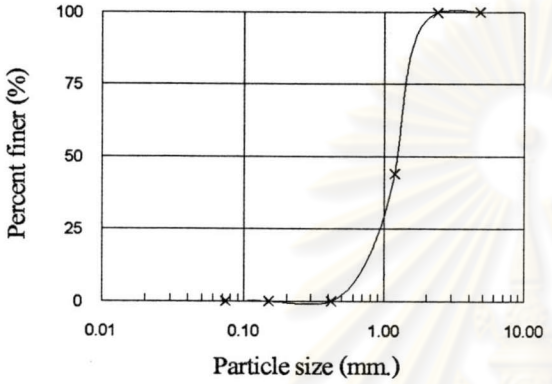
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



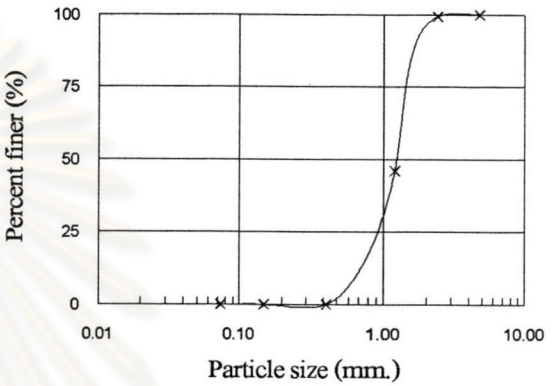
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



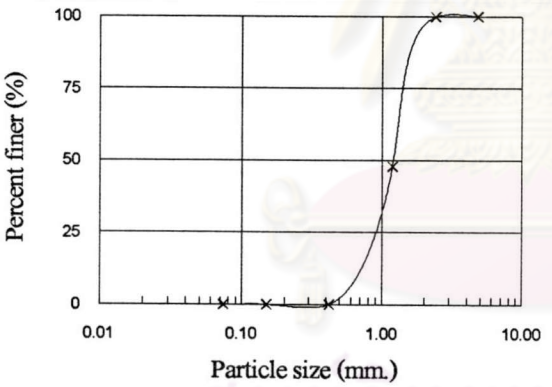
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



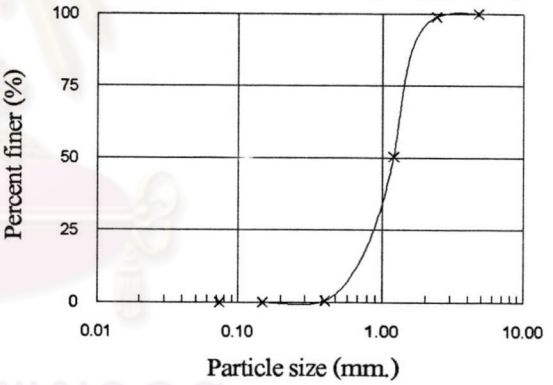
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



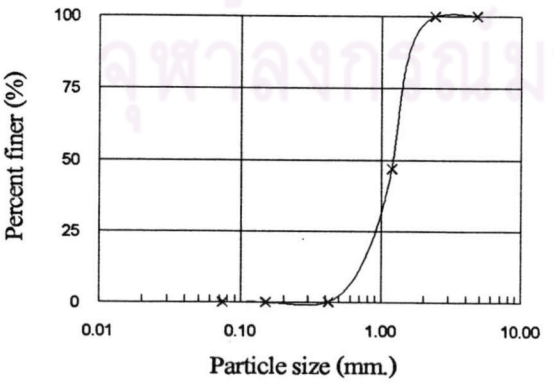
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



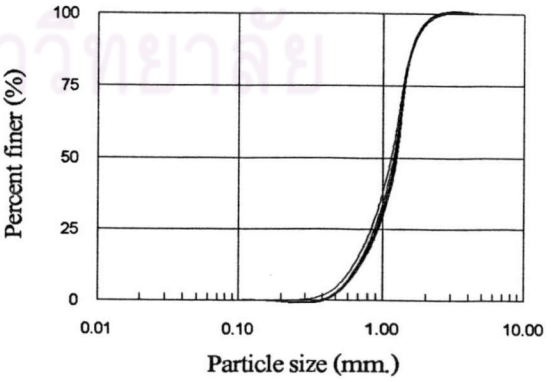
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



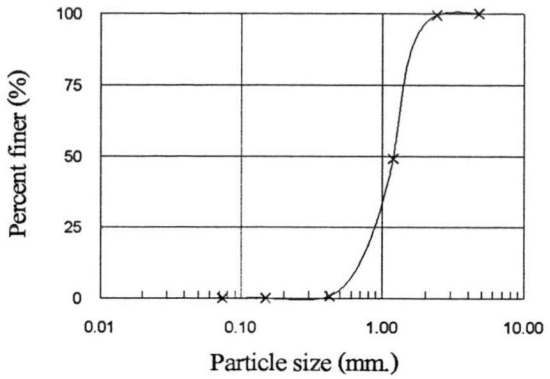
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



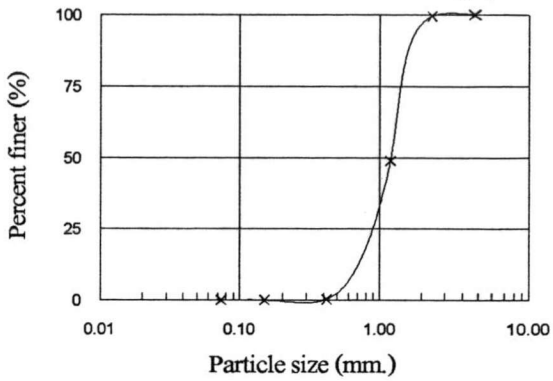
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.10 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง A3

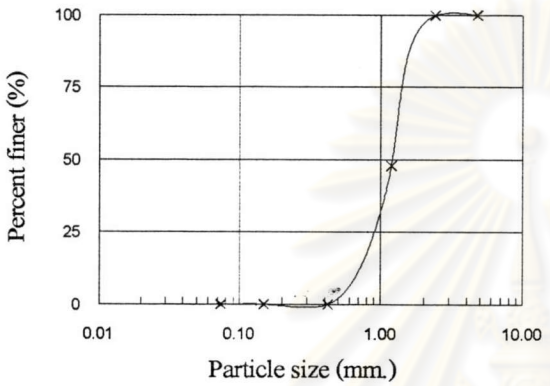
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



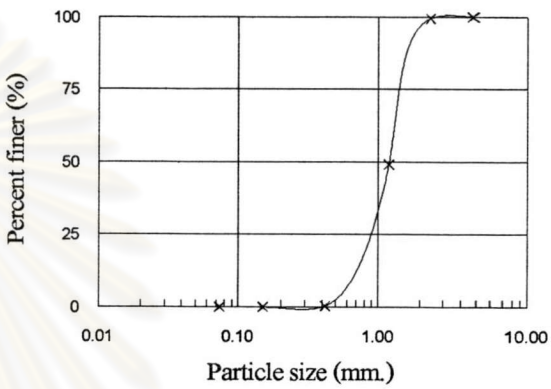
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



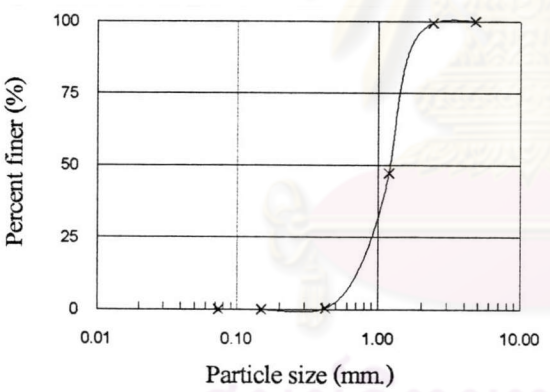
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



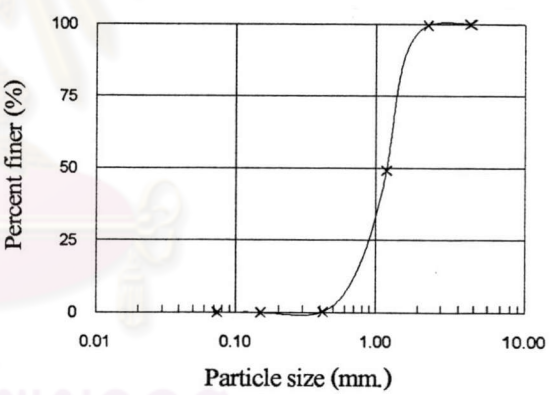
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



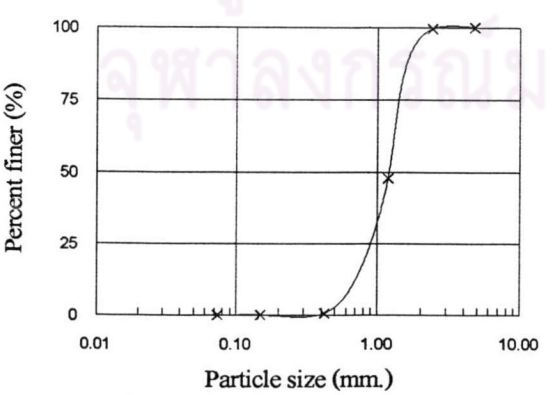
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



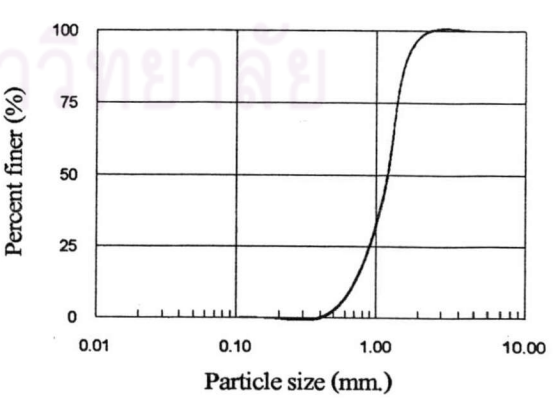
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



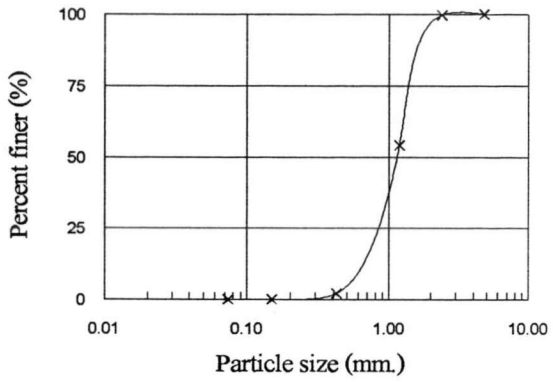
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



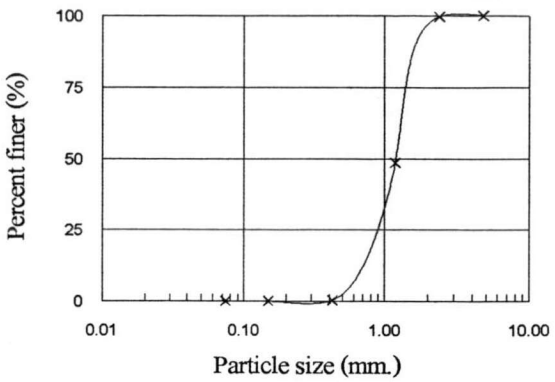
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.11 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง A4

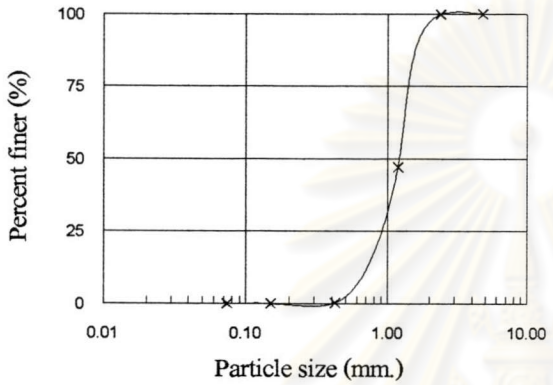
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



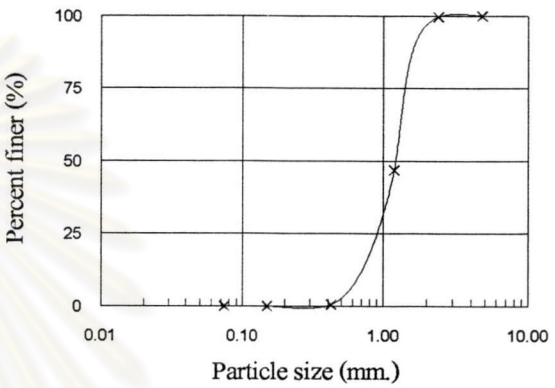
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



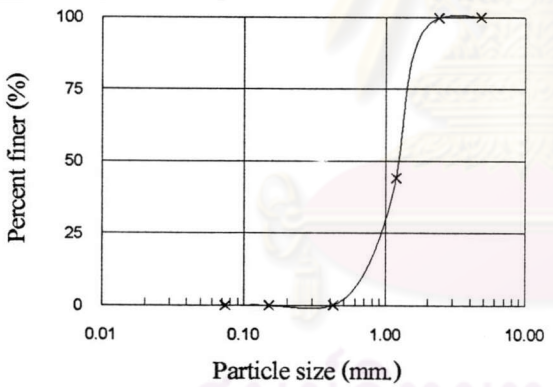
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



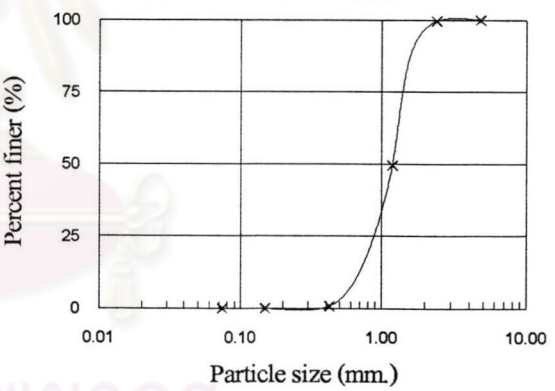
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



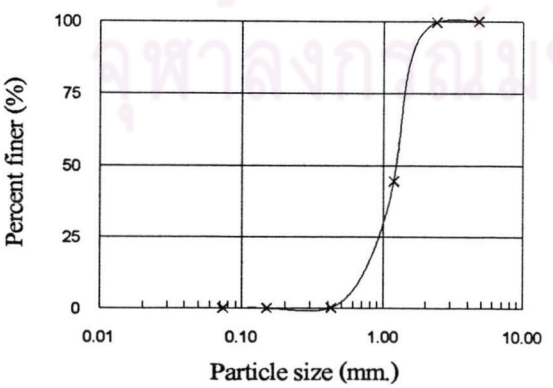
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



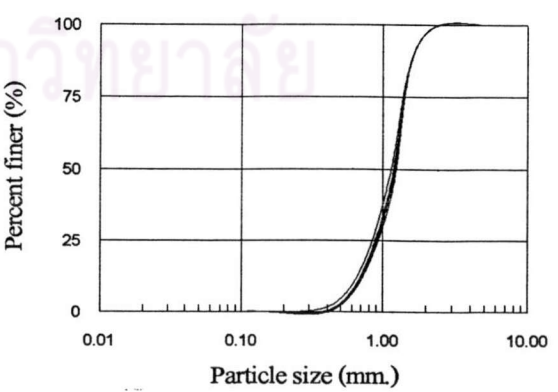
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.

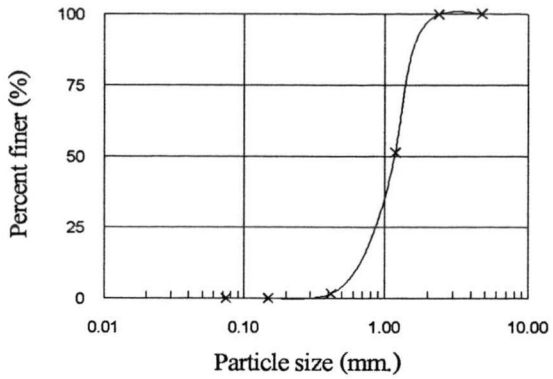


ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.

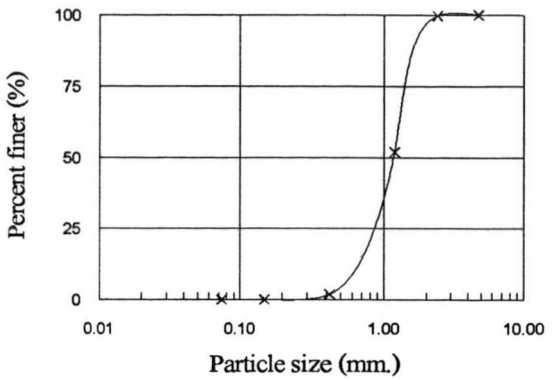


ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

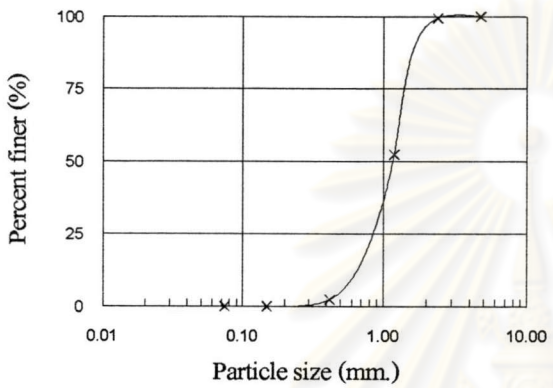
รูป ค.12 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง A5



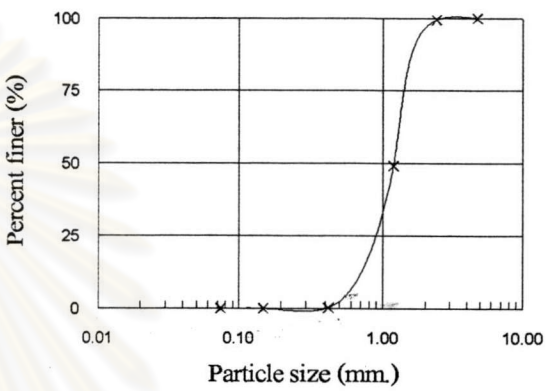
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



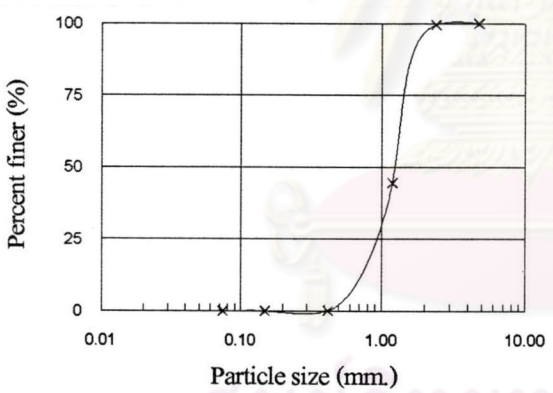
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



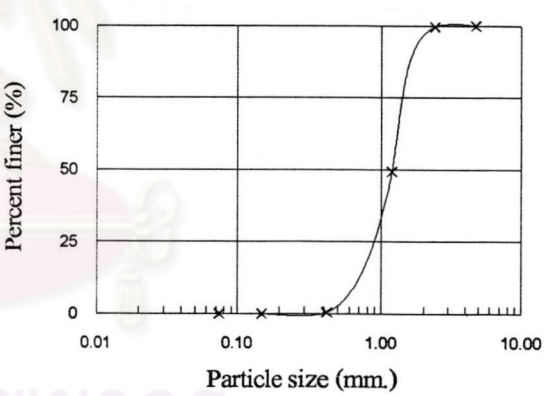
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



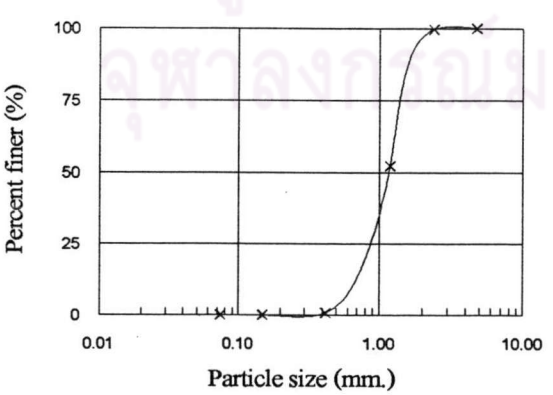
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



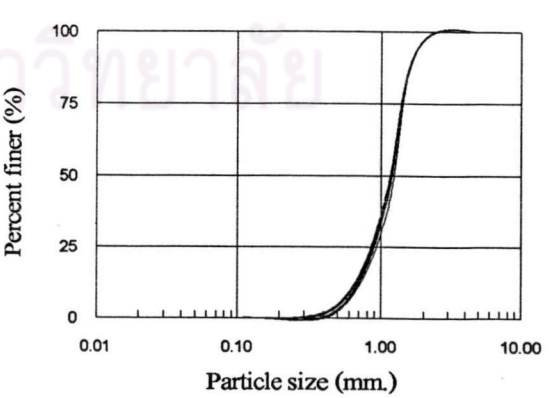
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



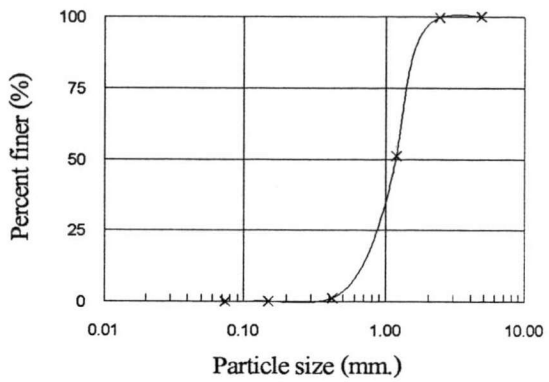
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



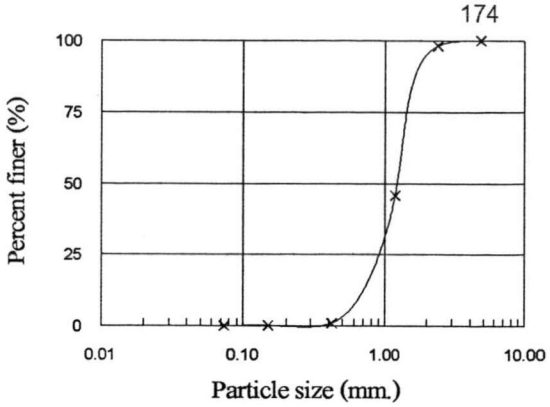
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.13 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง A6

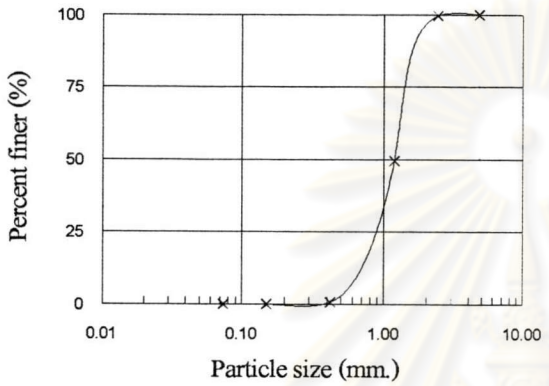
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



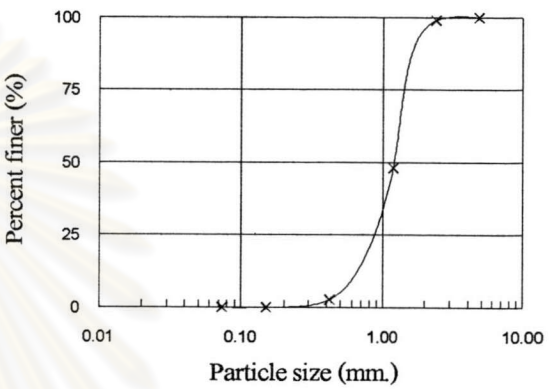
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



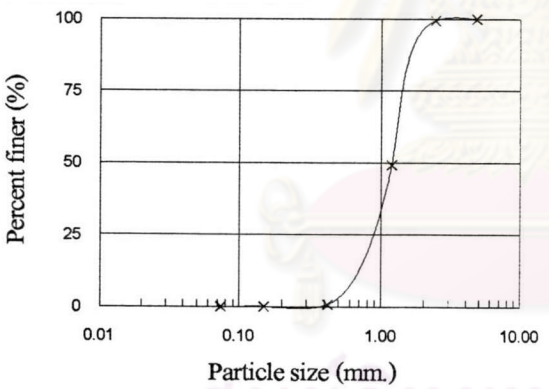
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



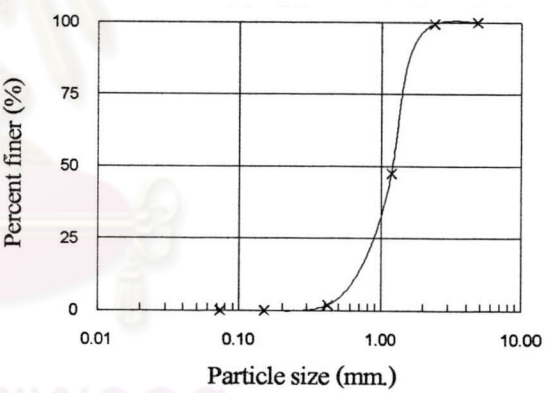
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



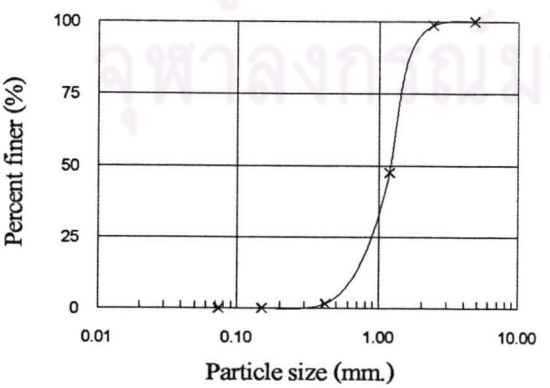
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



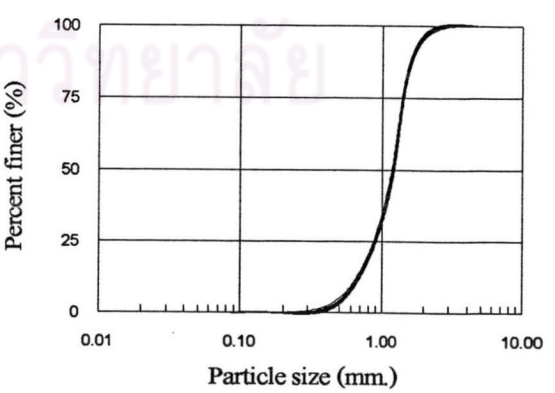
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



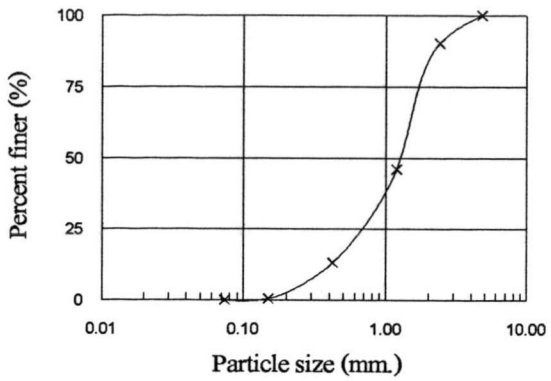
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



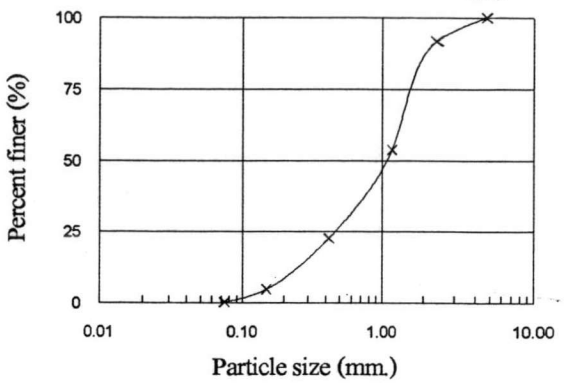
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.14 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง A7

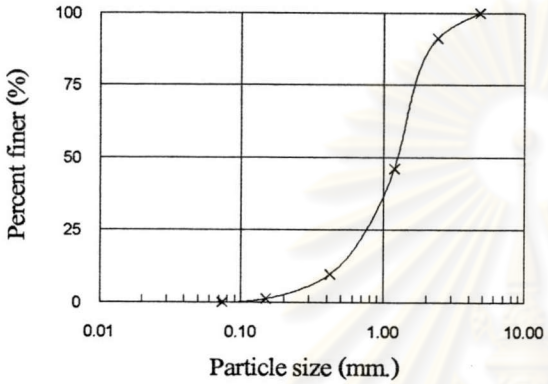
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



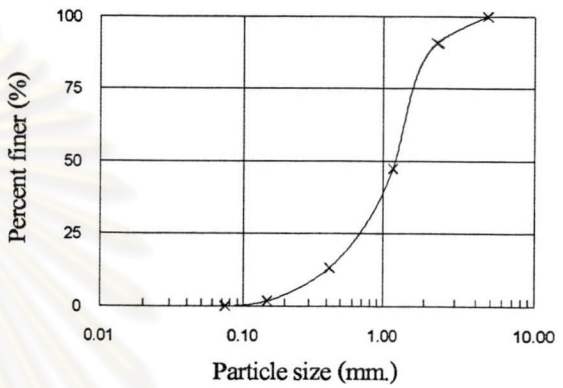
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



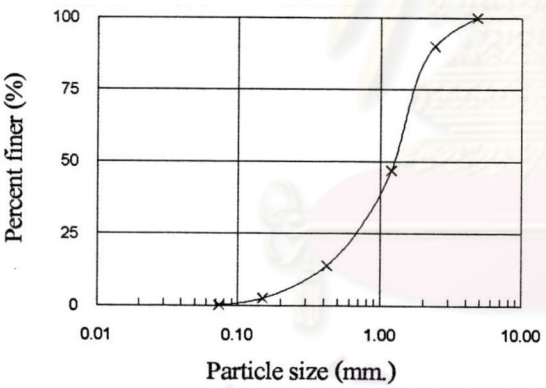
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



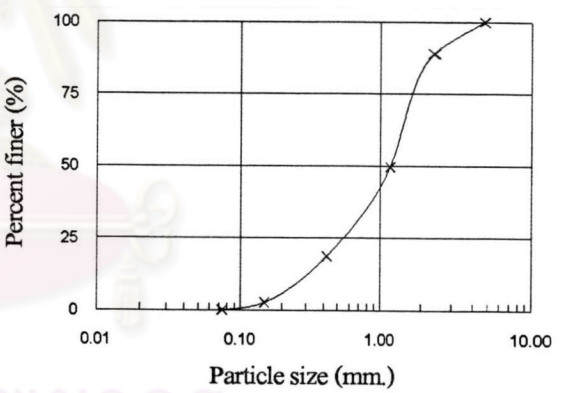
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



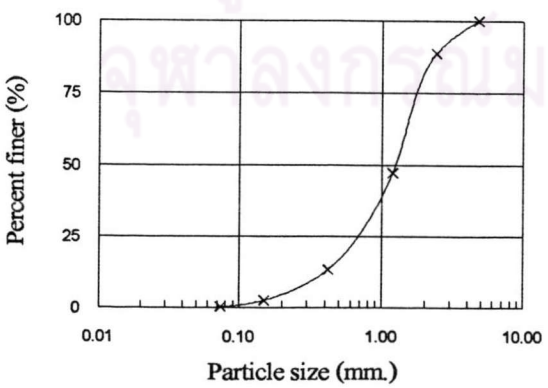
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



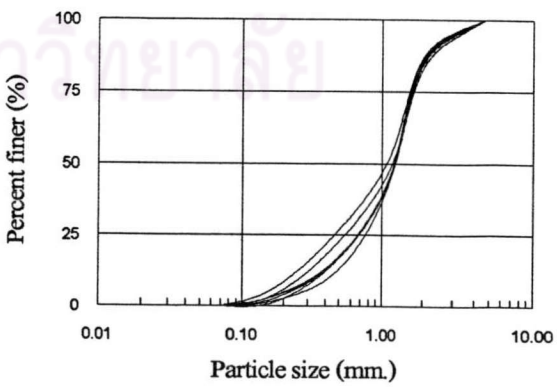
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



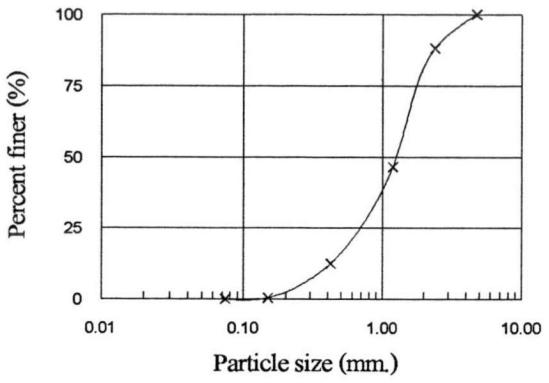
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



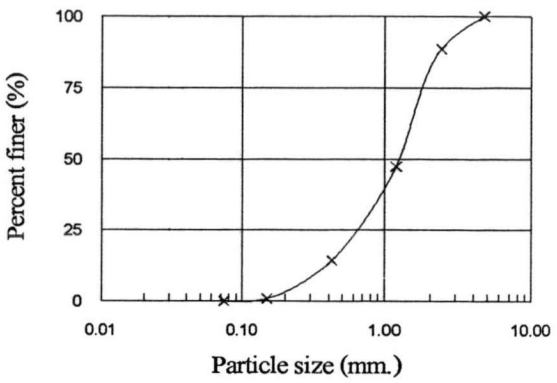
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.15 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง B1

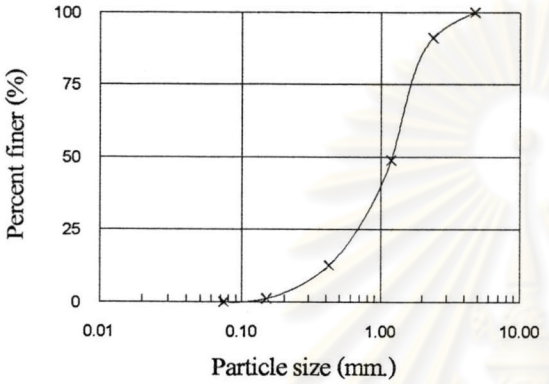
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



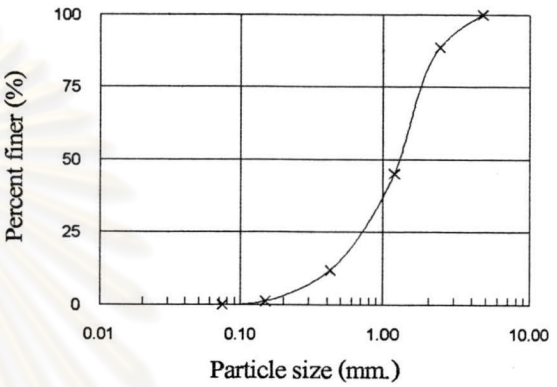
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



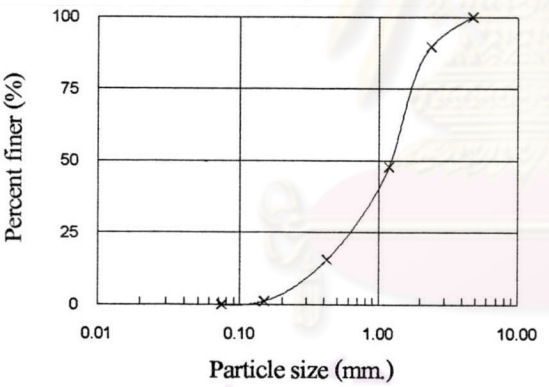
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



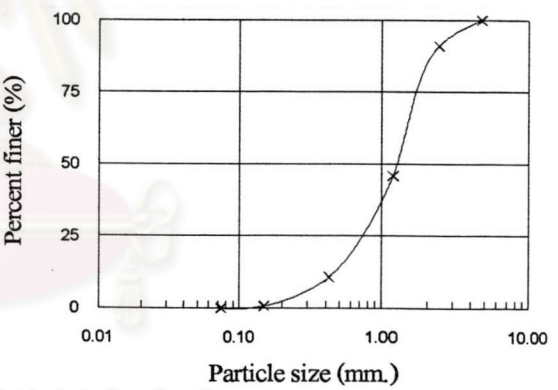
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



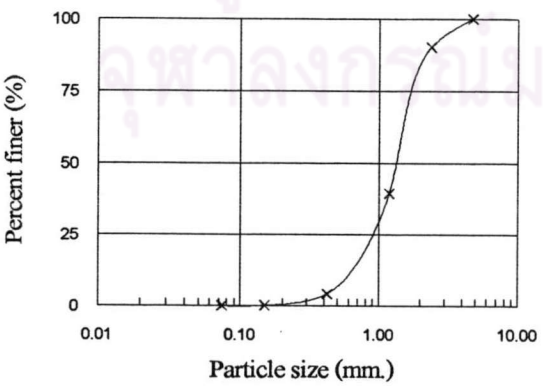
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



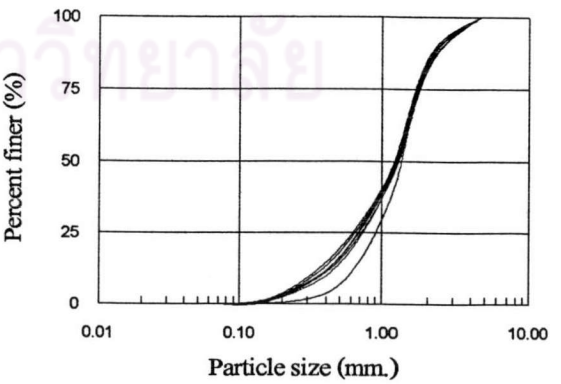
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.

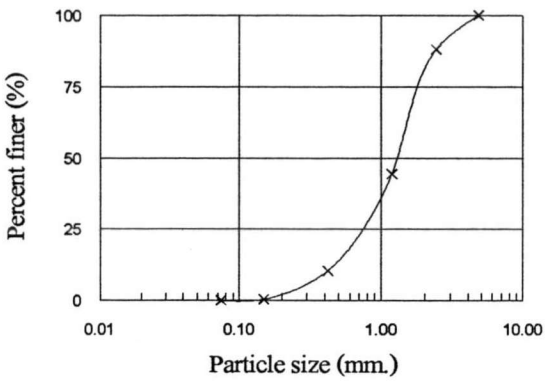


ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.

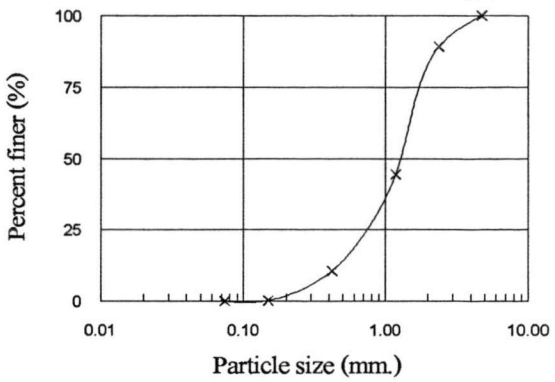


ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

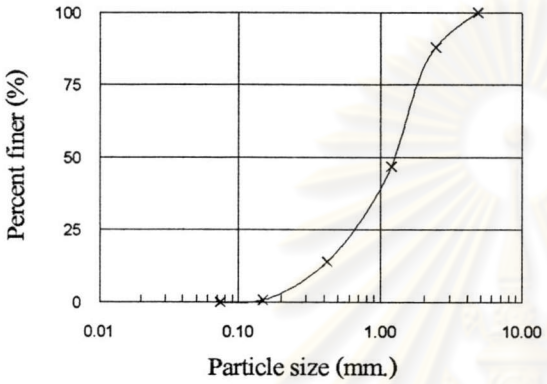
รูป ค.16 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง B2



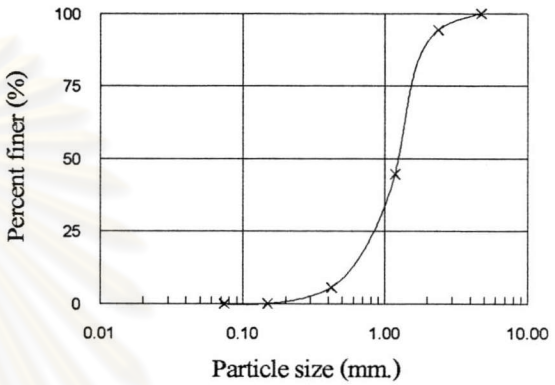
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



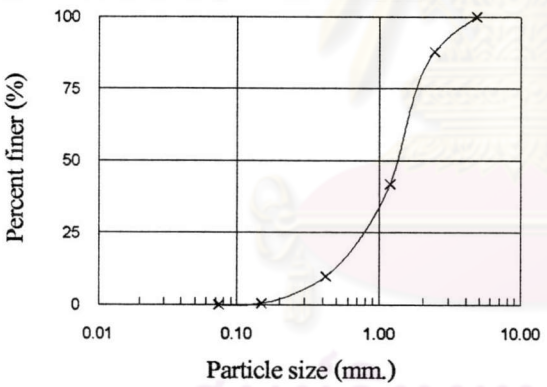
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



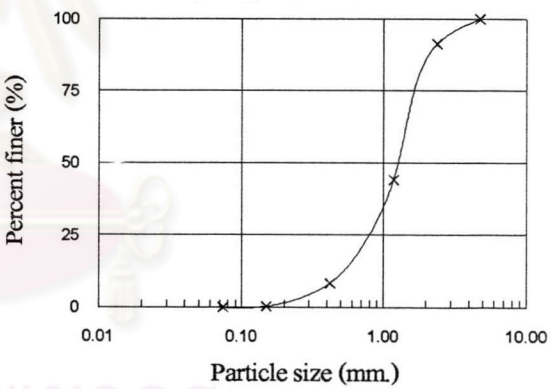
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



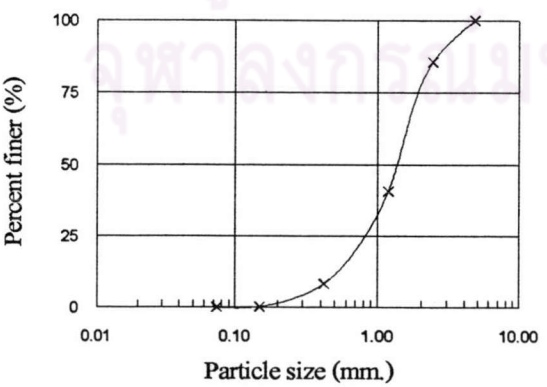
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



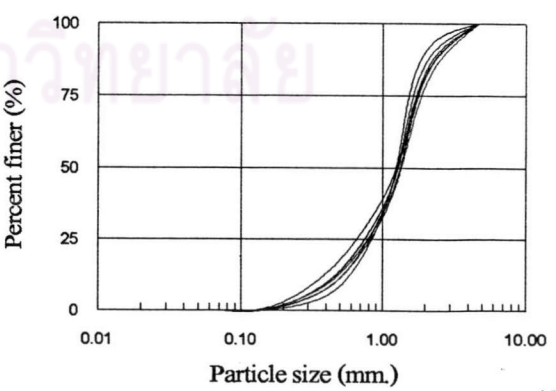
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



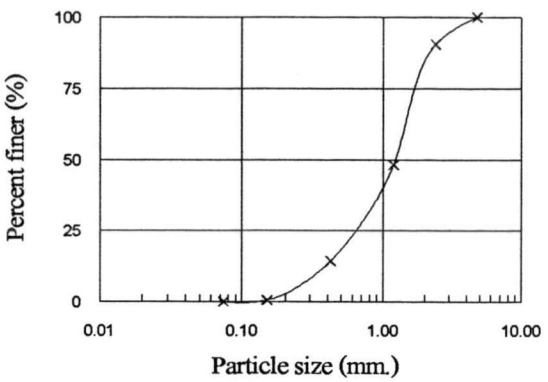
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



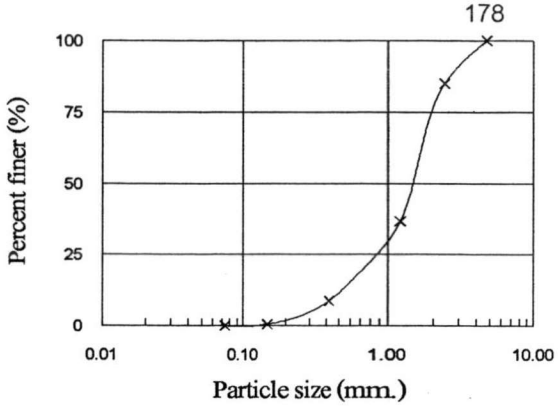
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.17 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง B3

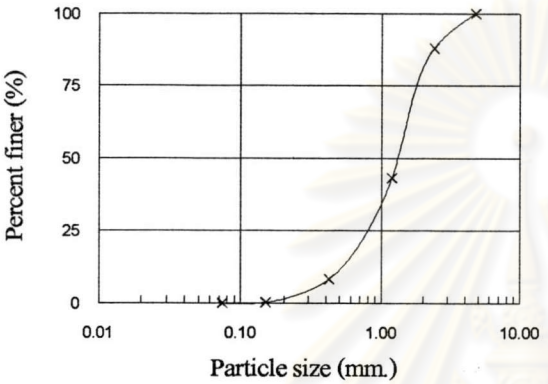
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



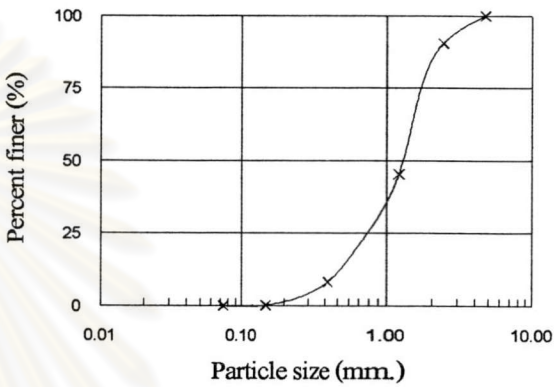
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



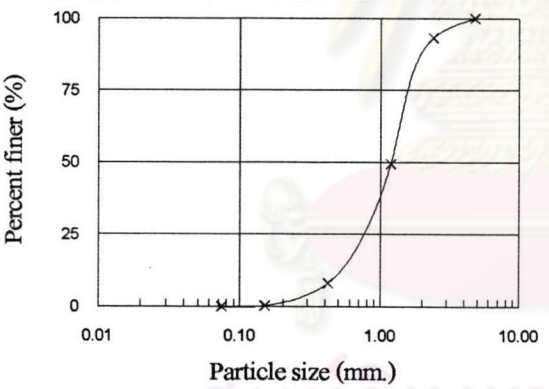
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



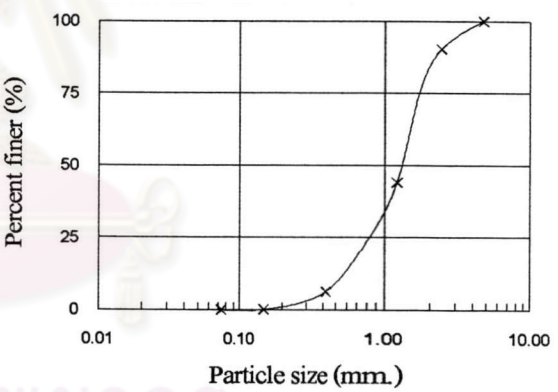
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



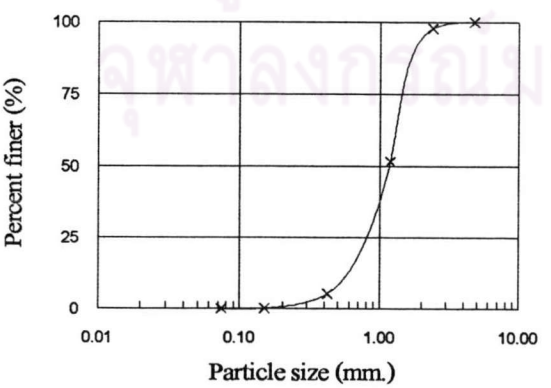
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



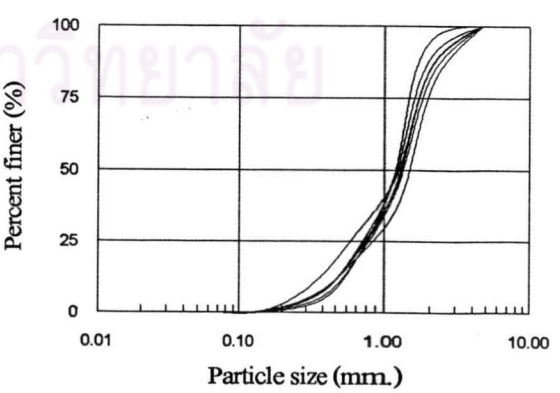
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



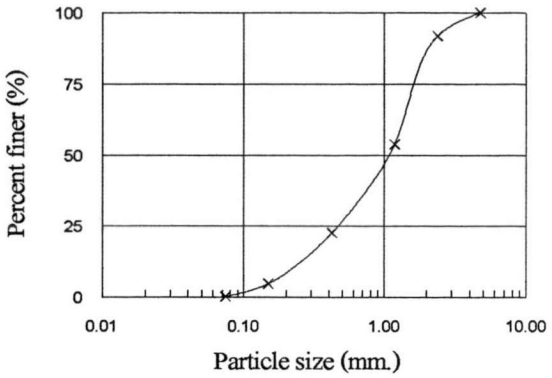
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



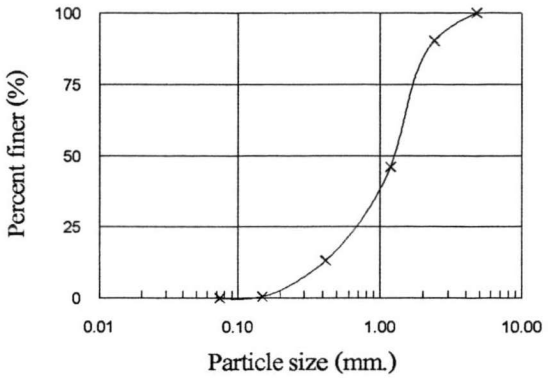
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.18 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง B4

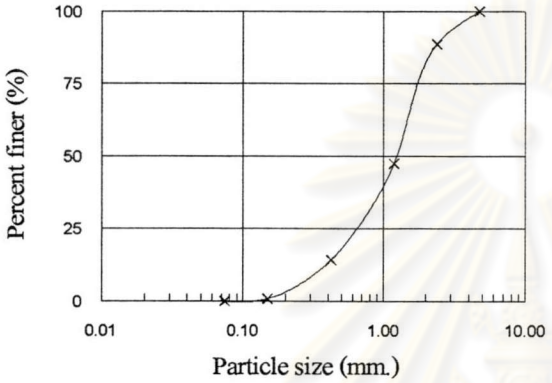
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



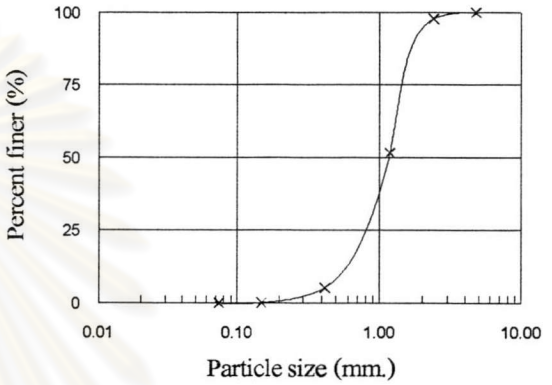
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



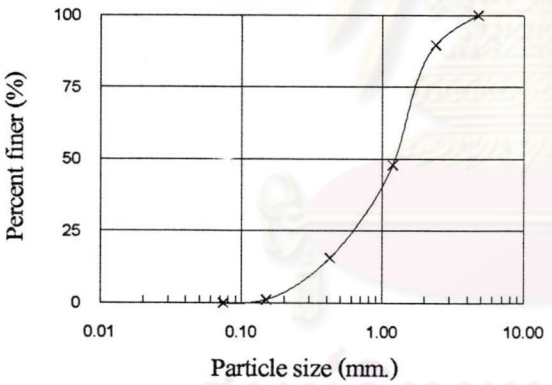
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



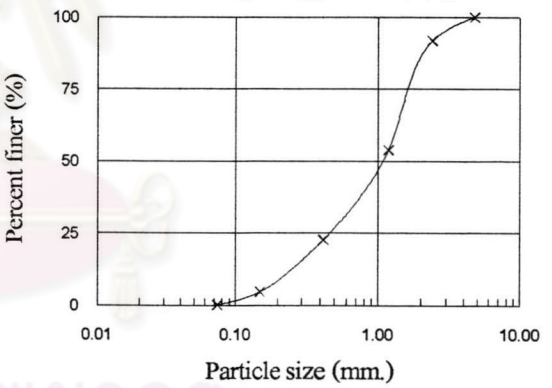
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



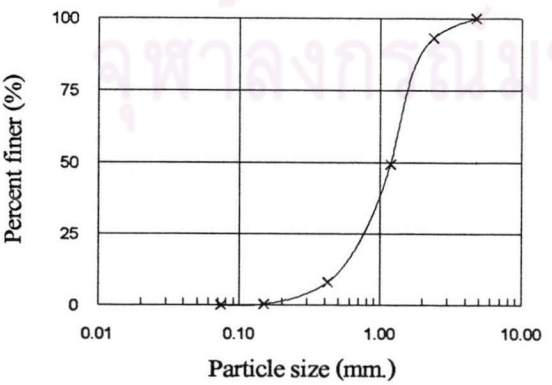
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



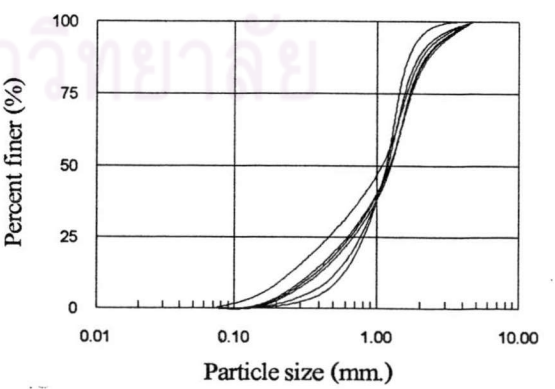
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



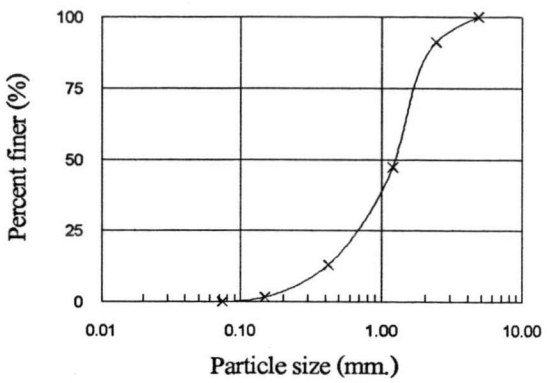
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



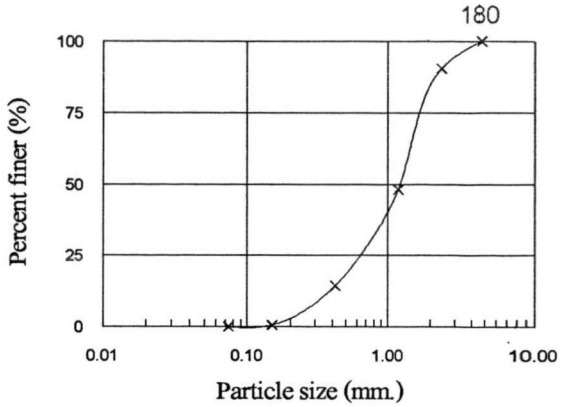
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.19 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง B5

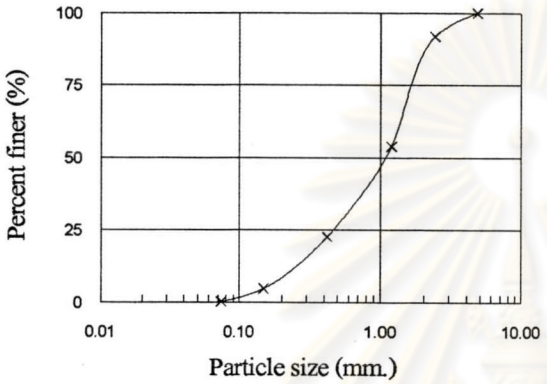
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



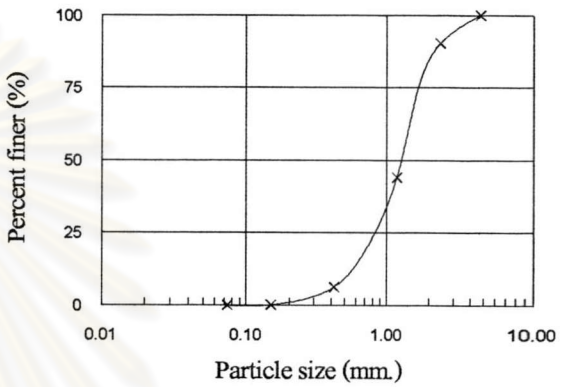
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



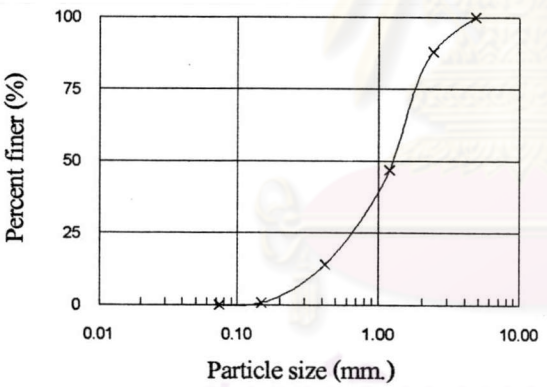
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



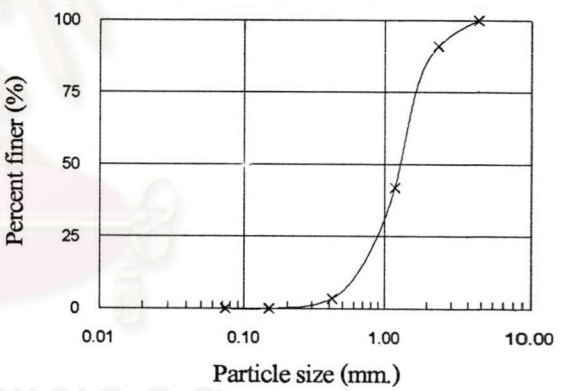
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



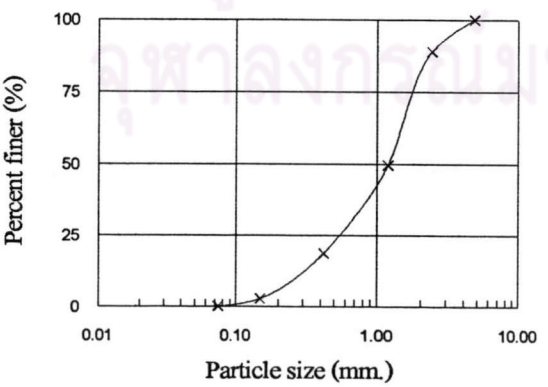
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



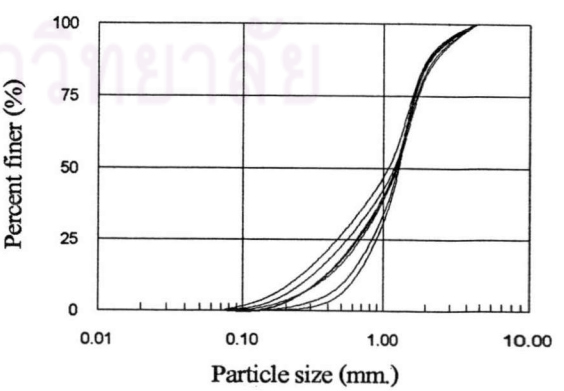
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



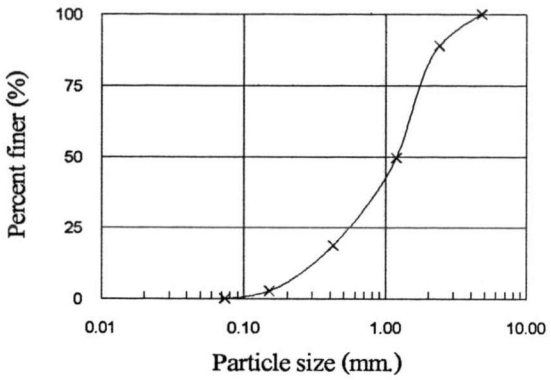
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



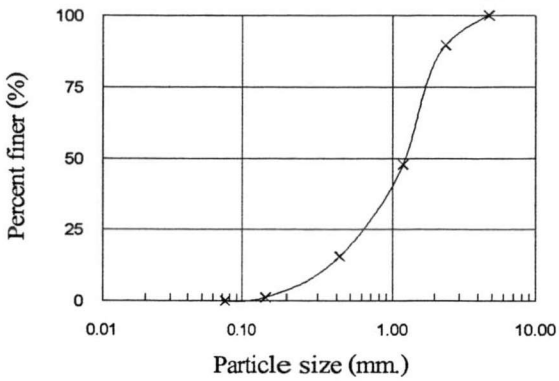
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.20 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง B6

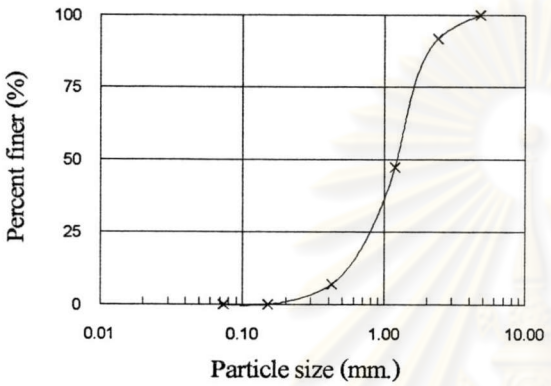
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



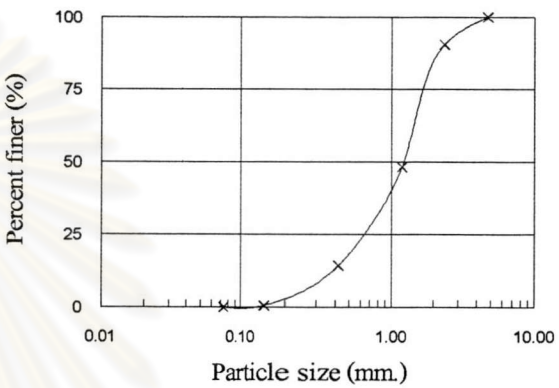
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



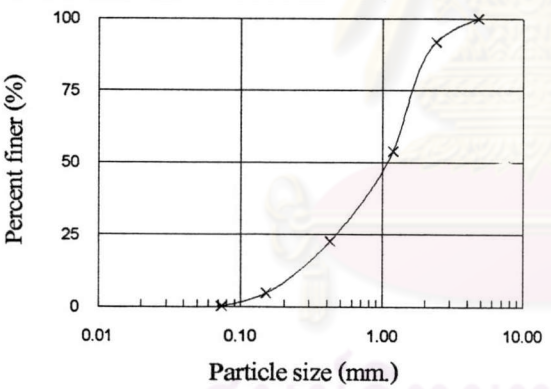
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



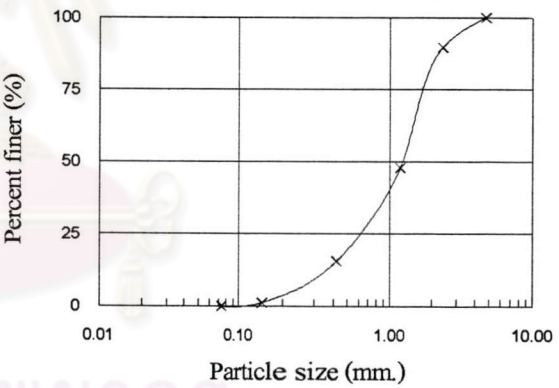
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



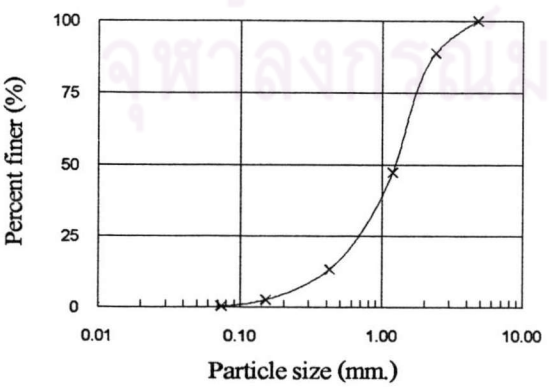
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



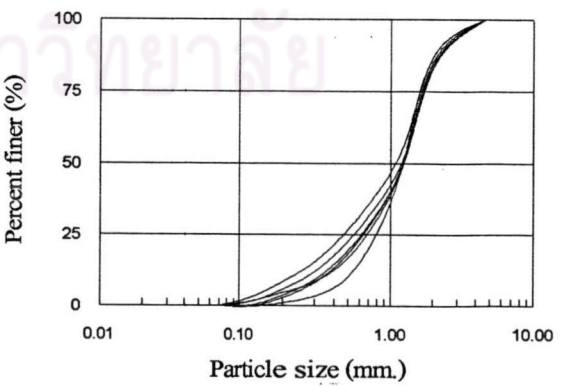
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



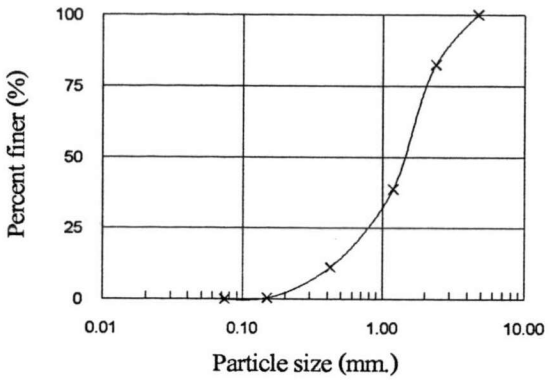
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



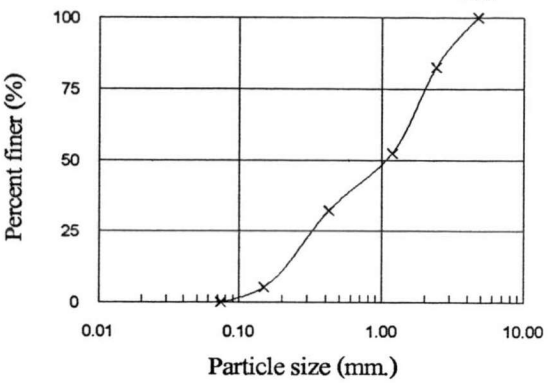
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.21 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง B7

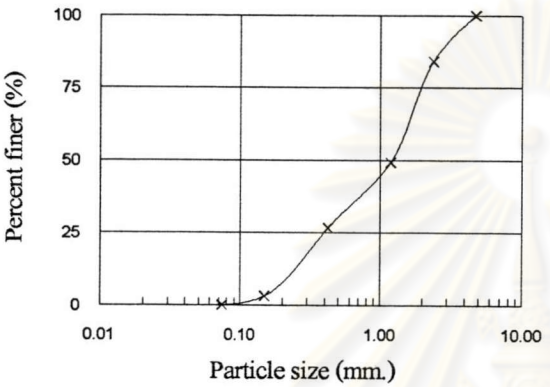
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



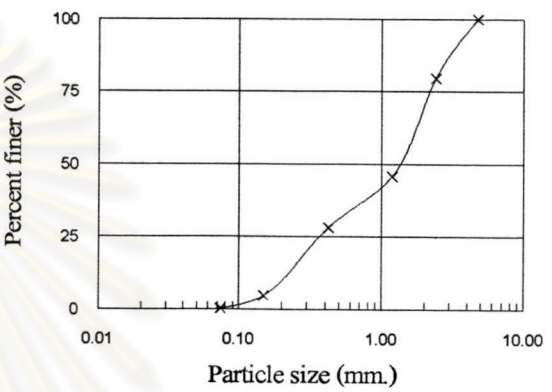
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



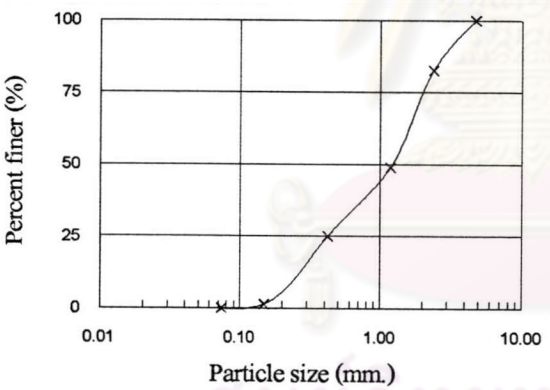
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



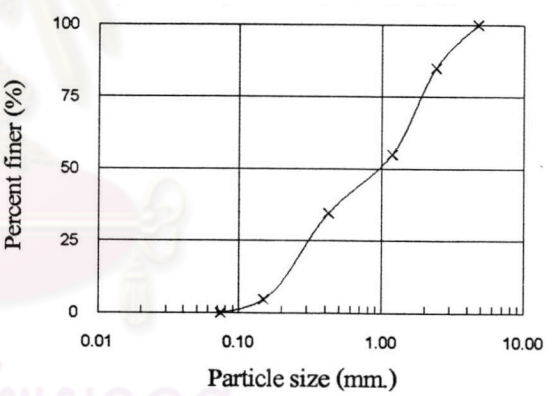
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



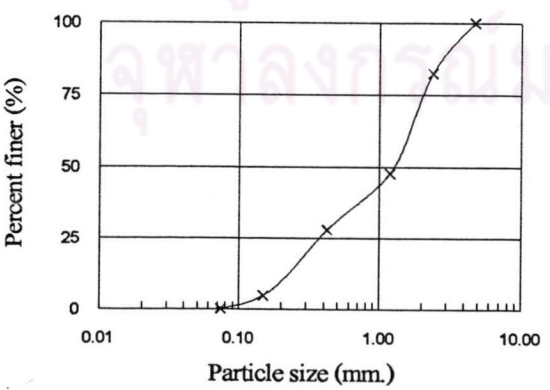
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



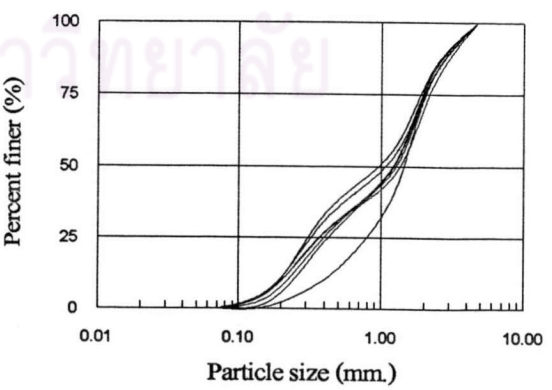
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



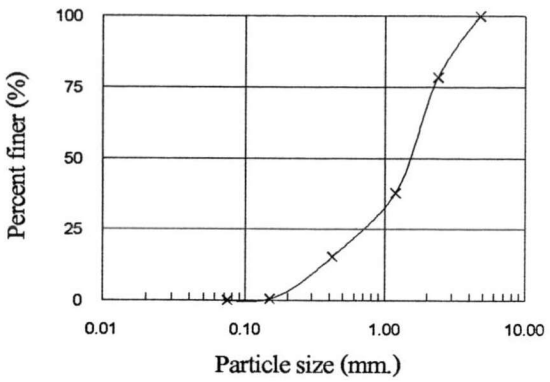
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



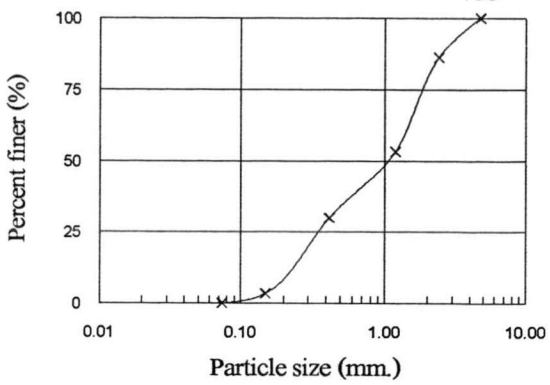
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.22 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง C1

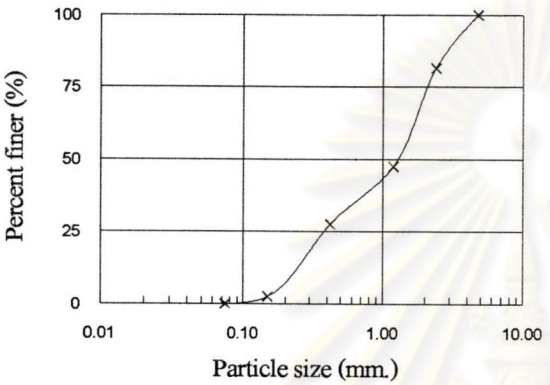
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



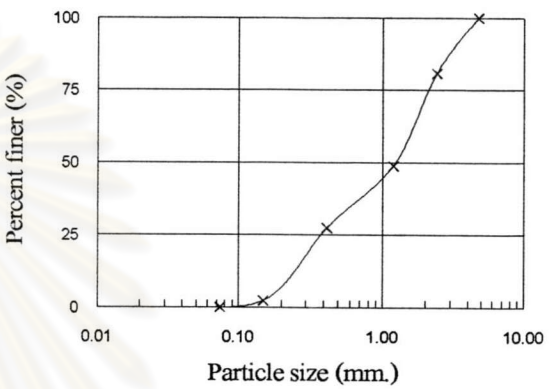
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



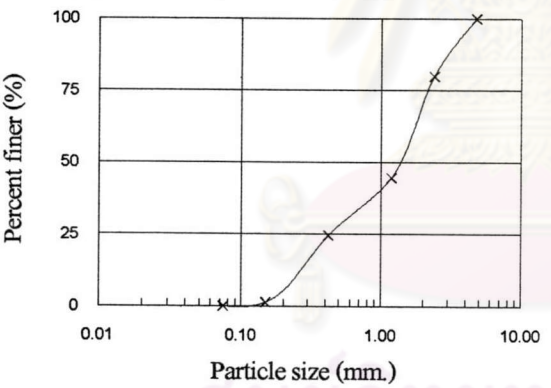
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



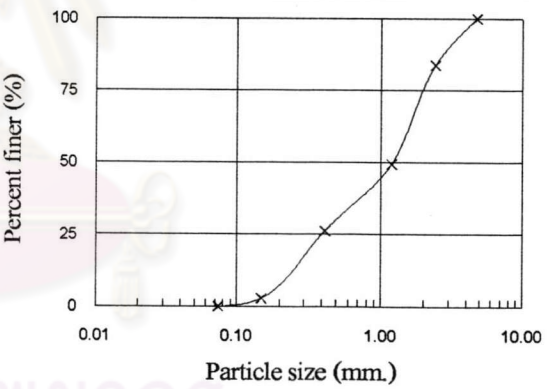
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



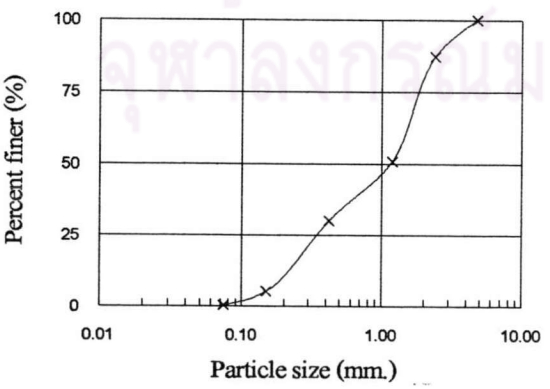
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



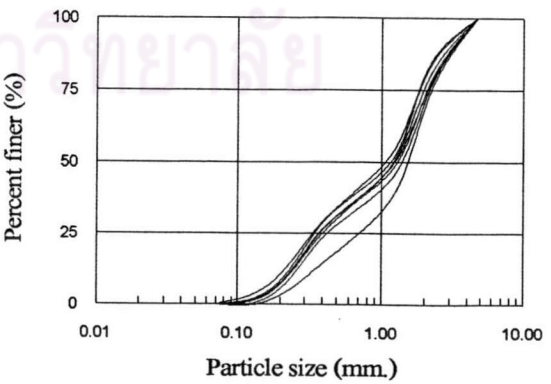
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



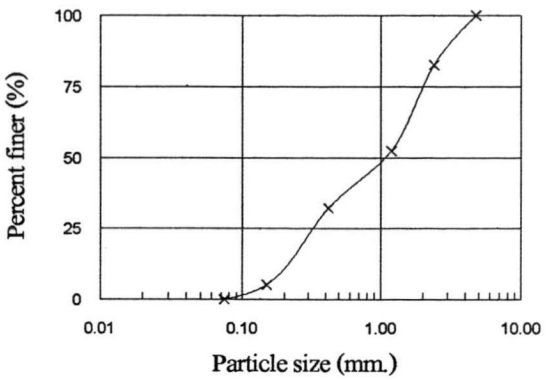
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



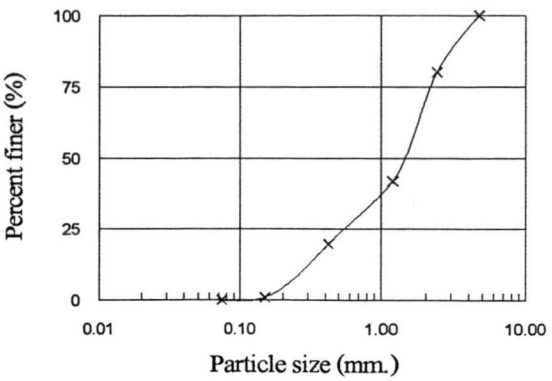
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.23 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง C2

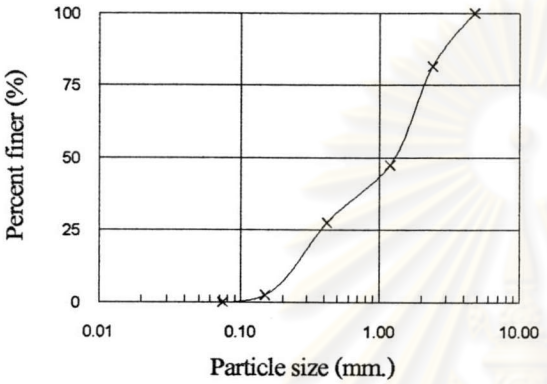
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



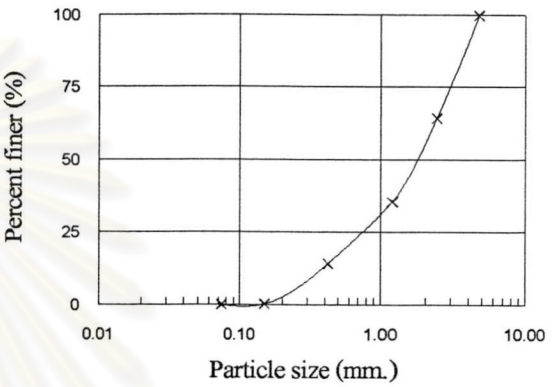
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



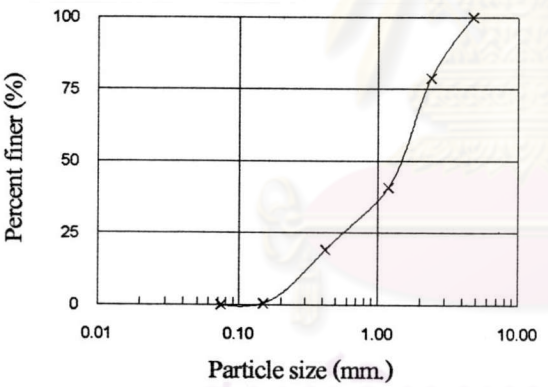
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



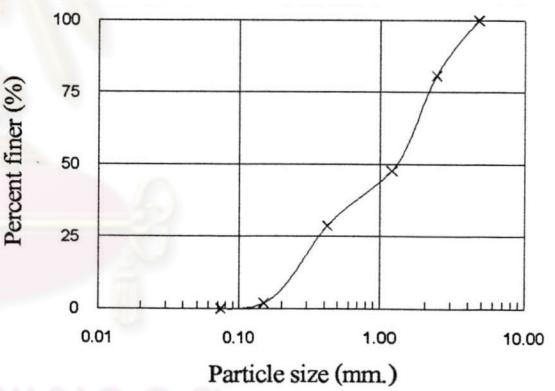
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



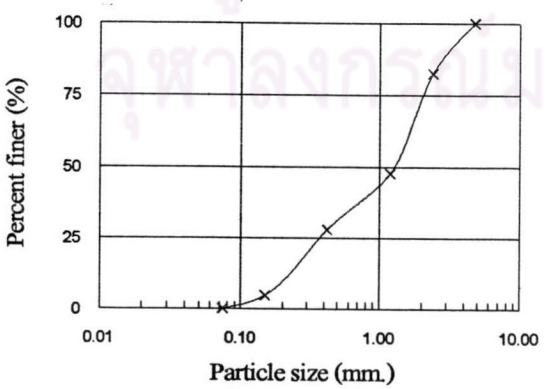
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



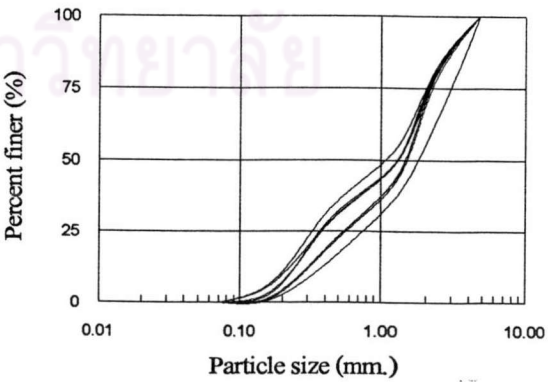
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.

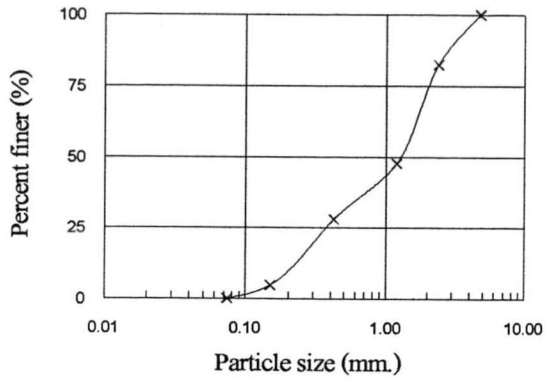


ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.

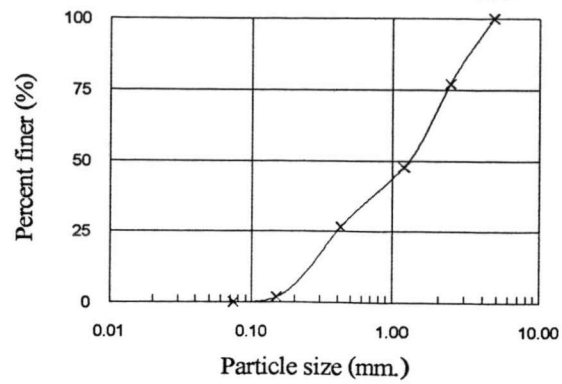


ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

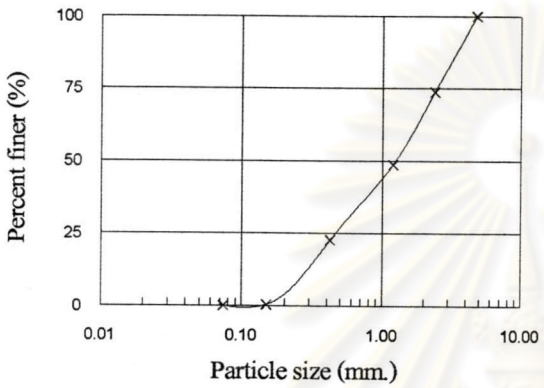
รูป ค.24 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง C3



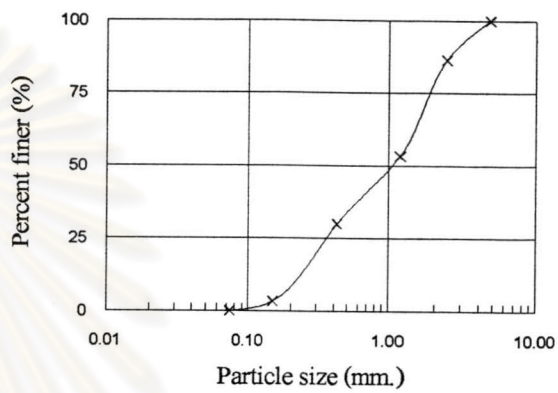
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



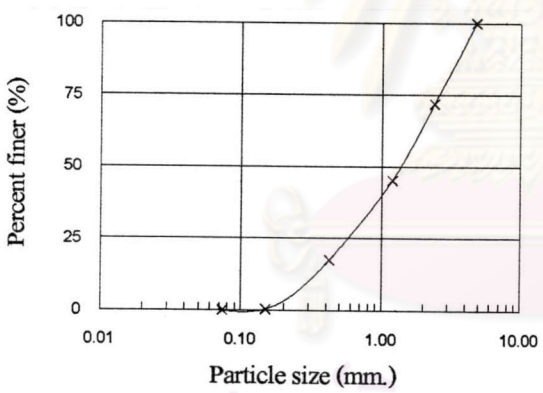
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



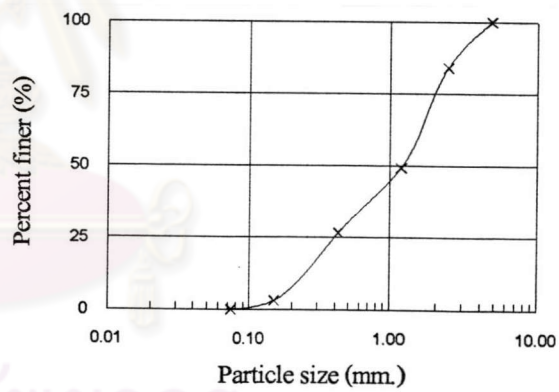
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



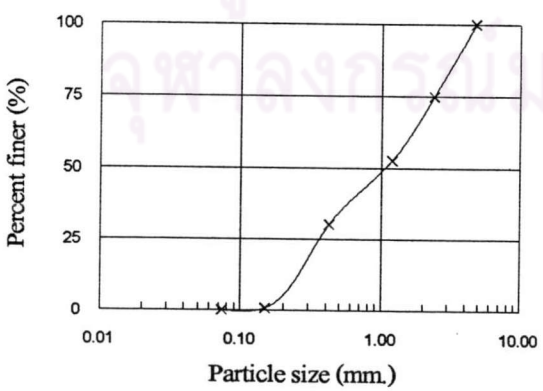
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



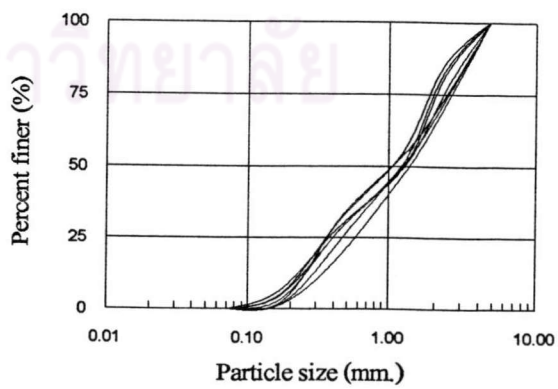
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



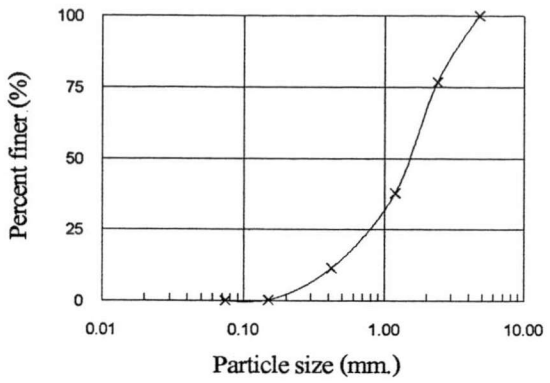
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



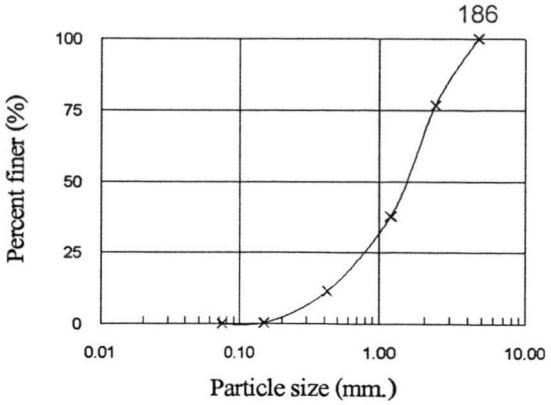
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.25 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง C4

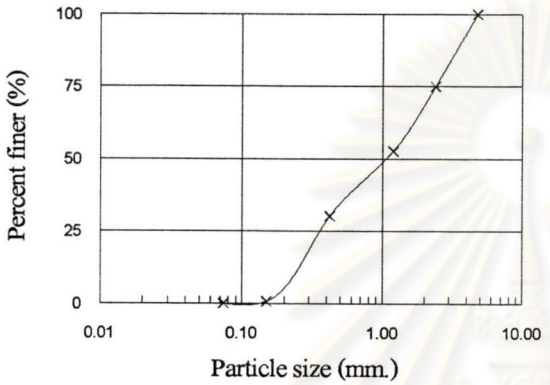
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



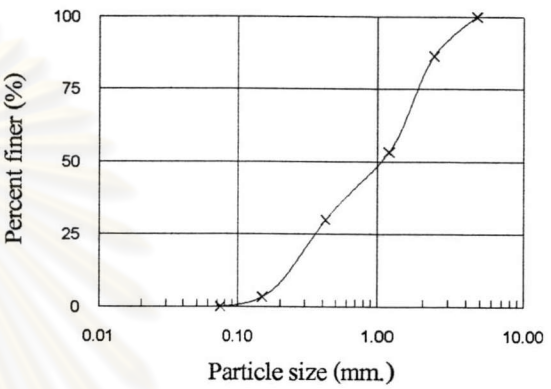
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



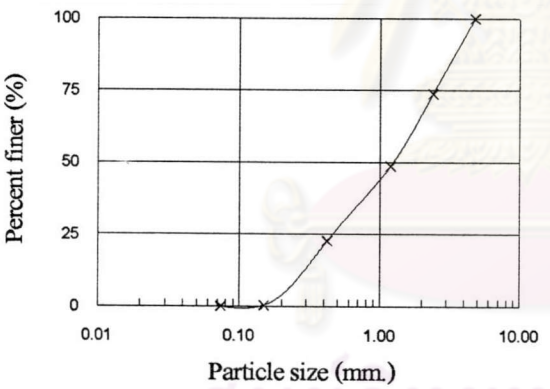
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



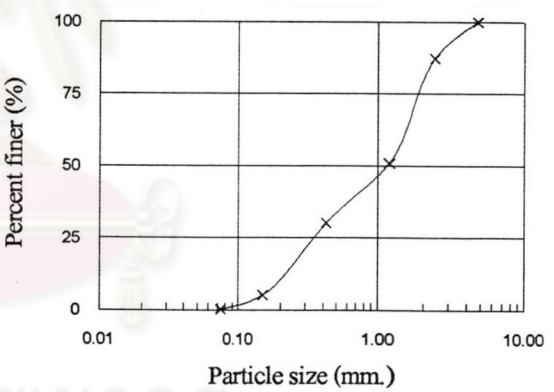
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



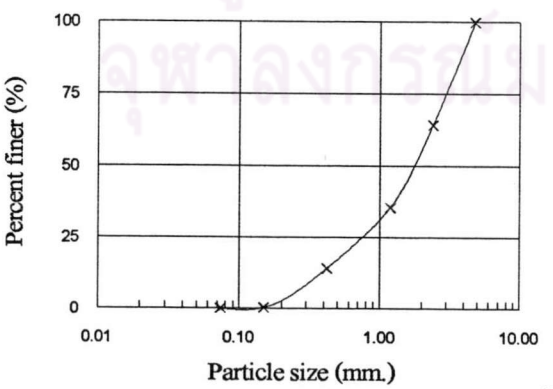
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



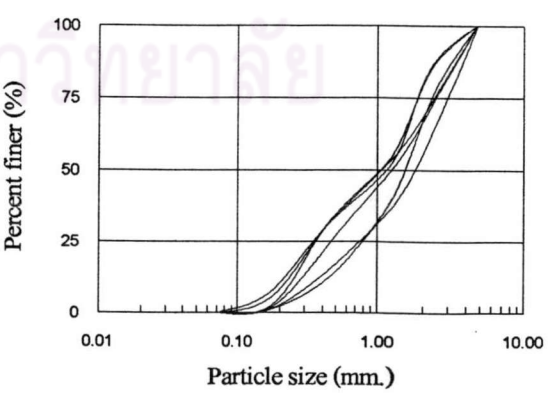
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



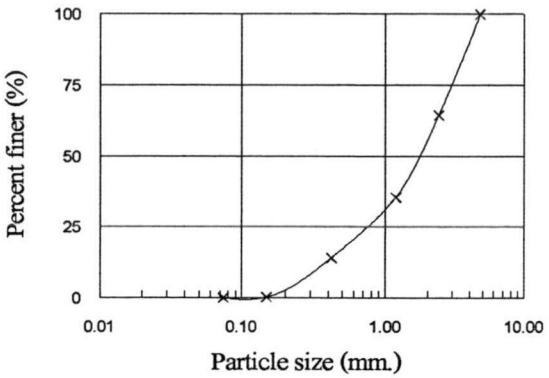
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



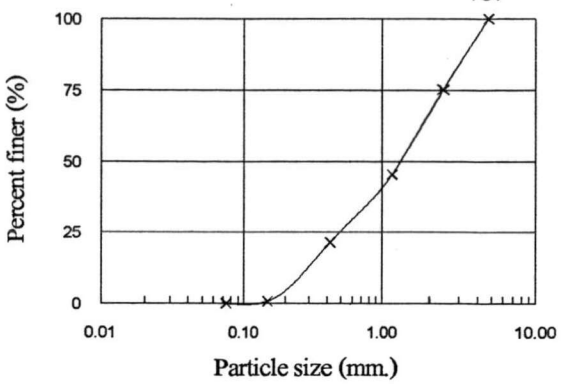
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.26 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง C5

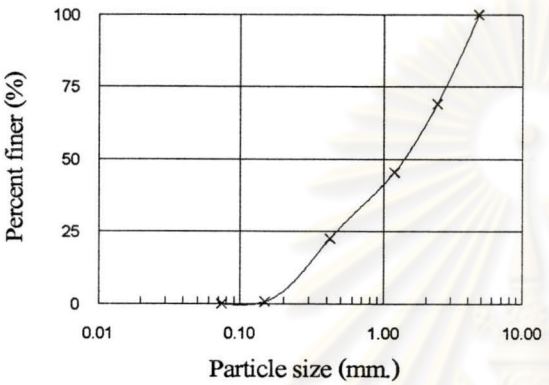
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



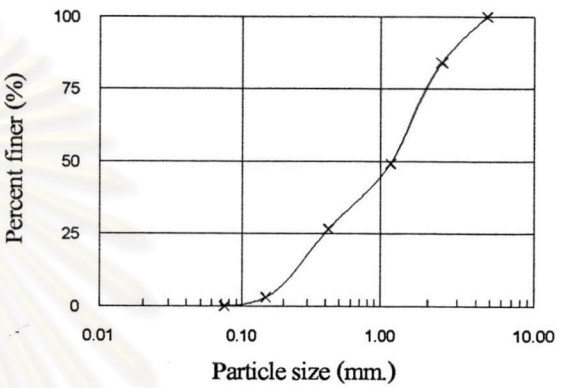
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



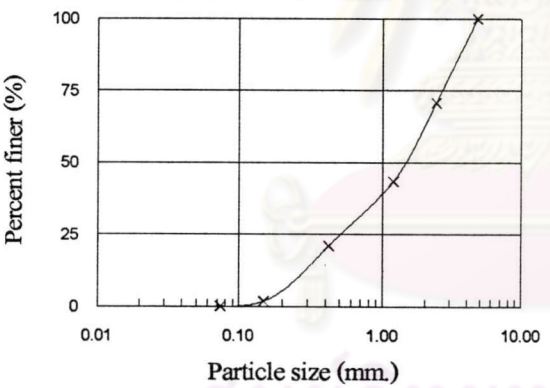
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



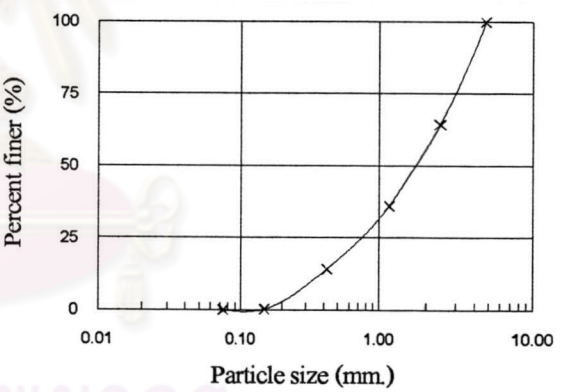
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



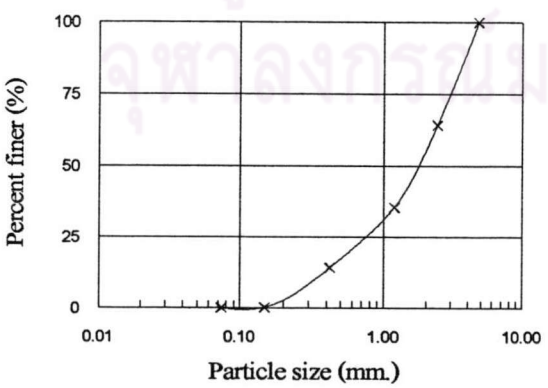
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



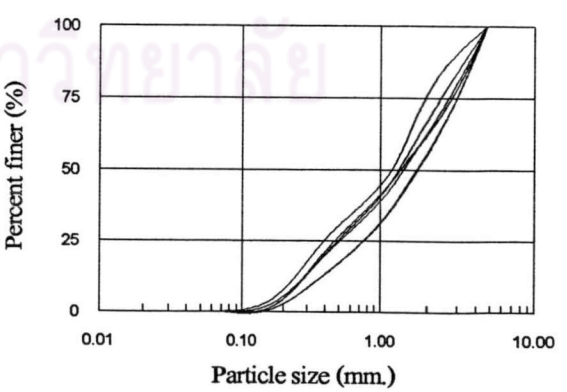
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



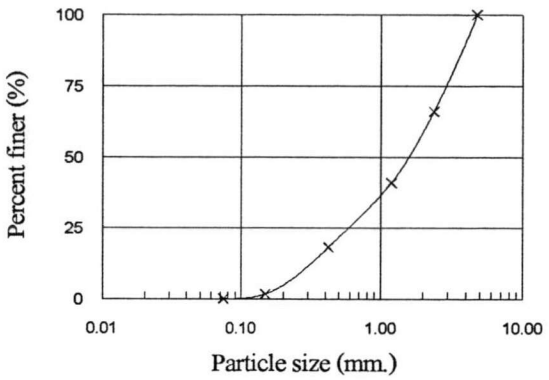
ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



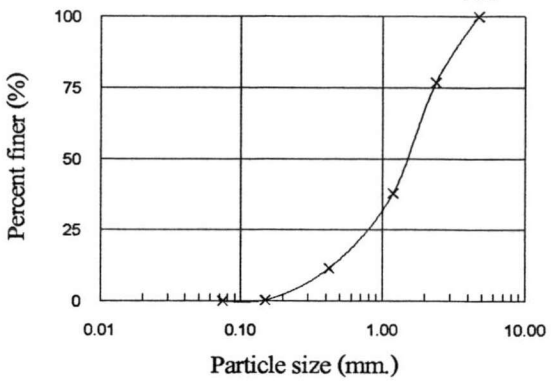
ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.27 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง C6

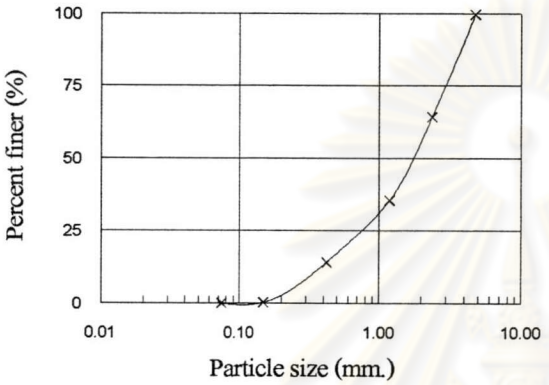
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



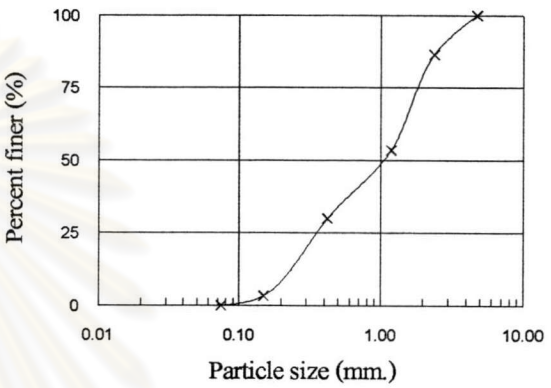
ก. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 0.00 ม.



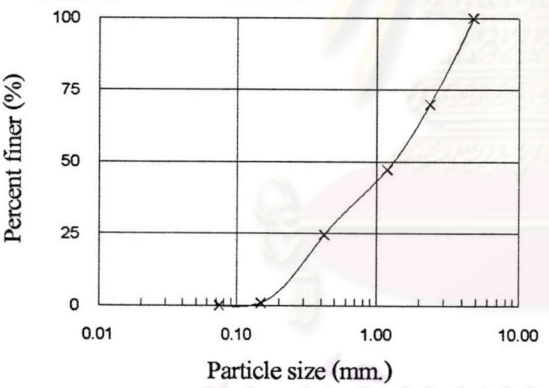
จ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 8.00 ม.



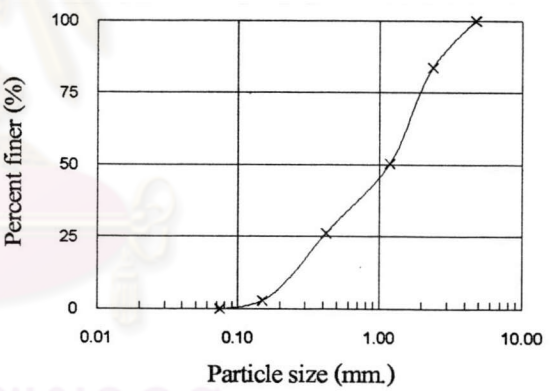
ข. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 2.00 ม.



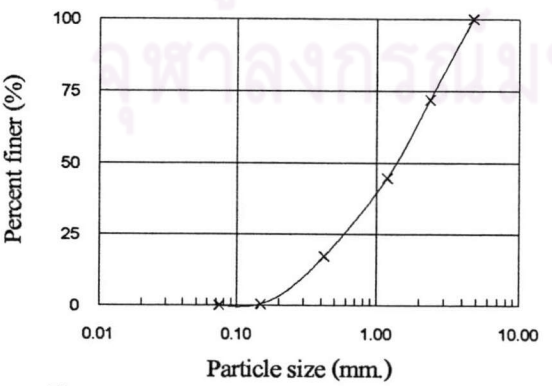
ฉ. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 10.00 ม.



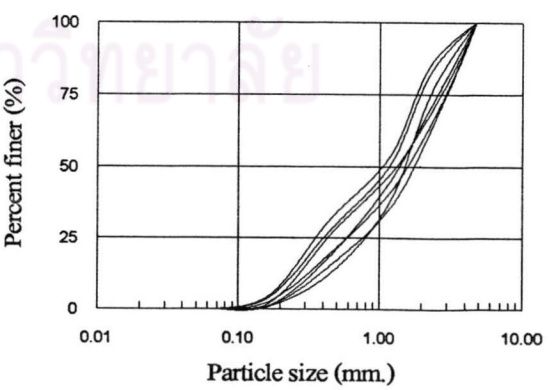
ค. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 4.00 ม.



ช. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 12.00 ม.



ง. ผลวิเคราะห์การกระจายขนาดที่ตำแหน่ง 6.00 ม.



ซ. รวมผลวิเคราะห์การกระจายขนาดทั้ง 7 ตำแหน่ง

รูป ค.28 ผลการวิเคราะห์การกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของการทดลอง C7

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค-23 สรุปขนาด D_{50} ของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของ 21 การทดลอง

Sand	Run	Median particle size (D_{50}) at station, mm.						
NO.	NO.	0.00 m.	2.00 m.	4.00 m.	6.00 m.	8.00 m.	10.00 m.	12.00 m.
	A1	1.17	1.21	1.23	1.29	1.21	1.25	1.21
	A2	1.13	1.19	1.22	1.21	1.18	1.21	1.23
	A3	1.10	1.29	1.22	1.25	1.24	1.25	1.17
1	A4	1.18	1.22	1.23	1.21	1.21	1.21	1.21
	A5	1.10	1.24	1.28	1.27	1.22	1.26	1.17
	A6	1.16	1.13	1.24	1.14	1.13	1.21	1.17
	A7	1.14	1.15	1.15	1.19	1.22	1.20	1.18
	B1	1.27	1.27	1.25	1.25	1.07	1.25	1.17
	B2	1.27	1.18	1.21	1.39	1.24	1.30	1.24
	B3	1.26	1.23	1.31	1.35	1.29	1.29	1.28
2	B4	1.21	1.32	1.16	1.15	1.45	1.29	1.28
	B5	1.06	1.24	1.21	1.17	1.27	1.15	1.09
	B6	1.25	1.10	1.23	1.18	1.22	1.28	1.33
	B7	1.17	1.21	1.10	1.25	1.22	1.20	1.20
	C1	1.39	1.18	1.19	1.24	1.07	1.32	0.97
	C2	1.48	1.25	1.33	1.13	1.07	1.25	1.17
	C3	1.05	1.29	1.42	1.25	1.41	1.21	1.25
3	C4	1.24	1.23	1.33	1.04	1.25	1.10	1.18
	C5	1.29	1.06	1.23	1.21	1.31	1.08	1.14
	C6	1.21	1.37	1.41	1.21	1.33	1.17	1.21
	C7	1.56	1.21	1.29	1.37	1.31	1.09	1.17

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง ค-24 สรุปขนาด σ_g ของวัสดุท้องน้ำที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของ 21 การทดลอง

Sand	Run	Geometric standard deviation (σ_g) at station						
NO.	NO.	0.00 m.	2.00 m.	4.00 m.	6.00 m.	8.00 m.	10.00 m.	12.00 m.
	A1	1.41	1.32	1.32	1.28	1.32	1.28	1.28
	A2	1.35	1.32	1.28	1.32	1.32	1.32	1.36
	A3	1.36	1.28	1.32	1.28	1.32	1.32	1.32
1	A4	1.32	1.32	1.28	1.32	1.32	1.32	1.32
	A5	1.36	1.32	1.28	1.28	1.32	1.32	1.32
	A6	1.32	1.32	1.28	1.36	1.32	1.32	1.32
	A7	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32
	B1	2.05	1.87	2.11	2.11	2.25	1.98	2.38
	B2	2.11	1.98	2.18	1.81	2.18	2.05	1.92
	B3	2.07	2.11	1.98	1.98	2.04	1.75	1.92
2	B4	2.11	2.04	1.86	1.75	2.11	2.05	1.98
	B5	2.31	2.11	2.18	1.86	2.11	1.64	2.32
	B6	1.92	2.31	2.11	2.25	2.04	1.75	1.81
	B7	2.18	1.75	2.25	1.81	2.11	2.04	2.04
	C1	3.60	4.02	3.70	3.81	4.06	3.81	4.05
	C2	3.51	4.06	3.93	3.93	3.93	3.82	3.70
	C3	4.06	4.02	3.60	3.81	3.69	3.58	3.81
3	C4	3.81	3.93	3.81	3.93	3.80	3.93	4.02
	C5	3.58	3.93	3.93	3.61	3.58	3.93	3.93
	C6	3.65	3.93	3.81	3.60	3.81	3.93	3.65
	C7	3.93	3.61	3.93	3.69	3.58	4.02	3.93

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง.

ตัวอย่างการคำนวณอัตราการนำพาตะกอนทั้งหมด

Run. NO. A1

$Q = 24.0X10^{-3}\ m^3/s$ $i = 1.725X10^{-3}\ m/m$ $h = 9.39X10^{-2}\ m$

$B = 0.60\ m$ $T = 28\ °C$ $\nu = 8.376X10^{-7}\ m^2/s$

$S_s = 2.65$ $g = 9.81\ m/s^2$ $D_{35} = 1.08X10^{-3}\ m$

$D_{50} = 1.22X10^{-3}\ m$ $D_{90} = 1.78X10^{-3}\ m$ $\sigma_g = 1.32$

$\omega_{50} = 12.59X10^{-2}\ m/s$

$$\Delta = S_s - 1 = 2.65 - 1 = 1.65$$

$$V = \frac{Q}{Bh} = \frac{24.00 \times 10^{-3}}{0.6 \times 9.39 \times 10^{-2}} = 0.427 \text{ m/s}$$

$$U_* = \sqrt{ghi} = \sqrt{9.81(9.39 \times 10^{-2})(1.725 \times 10^{-3})} = 0.040 \text{ m/s}$$

$$C = \frac{V}{\sqrt{hi}} = \frac{0.427}{\sqrt{9.39 \times 10^{-2} \times 1.725 \times 10^{-3}}} = 33.5 \ m^{1/2}/s$$

$$C' = 18\log\frac{12h}{D_{90}} = 18\log\frac{12 \times 9.39 \times 10^{-2}}{1.78 \times 10^{-3}} = 50.4 \ m^{1/2}/s$$

1. สมการของ Shinohara และ Tsubaki

$$\mu = \frac{C}{C'} = \frac{33.5}{50.4} = 0.665$$

$$\psi = \frac{\mu hi}{\Delta D_{50}} = \frac{0.665(9.38 \times 10^{-2})(1.725 \times 10^{-3})}{1.65(1.22 \times 10^{-3})} = 5.35X10^{-2}$$

$$\phi = 25\psi^{1.3}(\psi - 0.038) = 25(5.35 \times 10^{-2})^{1.3}(5.35 \times 10^{-2} - 0.038)$$

$$= 8.598X10^{-3}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$S_1 = 86400\rho_S B\phi\sqrt{\Delta g D_{50}^3}$$

$$= 86400(2.65)(0.60)(8.598\times10^{-3})\sqrt{1.65(9.81)(1.22\times10^{-3})^3}$$

$$= 0.203 \quad \text{Ton/day}$$

$$= 141 \quad \text{g/min}$$

2. สมการของ Ackers และ White

Step1 $$D_{gr} = D_{35}\left(\frac{\Delta g}{\nu^2}\right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 1.08\times10^{-3}\left[\frac{1.65(9.81)}{(8.376\times10^{-7})^2}\right]^{\frac{1}{3}}$$

$$= 30.77$$

Step2 $$\log C = 2.86\log D_{gr} - (\log D_{gr})^2 - 3.53$$

$$= 2.86\log 30.77 - (\log 30.77)^2 - 3.53$$

$$= -1.488$$

$$C = 0.0325$$

$$A = \frac{0.23}{\sqrt{D_{gr}}} + 0.14 = \frac{0.23}{\sqrt{30.77}} + 0.14$$

$$= 0.181$$

$$m = \frac{9.66}{D_{gr}} + 1.34 = \frac{9.66}{30.77} + 1.34$$

$$= 1.654$$

$$n = 1 - 0.56\log D_{gr} = 1 - 0.56\log 30.77$$

$$= 0.167$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Step3 $F_{gr} = \dfrac{u_*^n}{\sqrt{\Delta g D_{35}}}\left[\dfrac{V}{\sqrt{32}\log\left(\dfrac{10h}{D_{35}}\right)}\right]^{(1-n)}$

$= \dfrac{0.04^{0.167}}{\sqrt{1.65(9.81)(1.08\times10^{-3})}}\left[\dfrac{0.427}{\sqrt{32}\log\left(\dfrac{10(9.39\times10^{-2})}{1.08\times10^{-3}}\right)}\right]^{(1-0.167)}$

$= 0.209$

Step4 $G_{gr} = C\left[\left(\dfrac{F_{gr}}{A}\right)-1\right]^m = 0.0325\left[\left(\dfrac{0.209}{0.181}\right)-1\right]^{1.654}$

$= 0.00142$

Step5 $X =$ Sediment flux

$= \dfrac{G_{gr}\times S_s\times D_{35}}{h}\left(\dfrac{V}{u_*}\right)^n\times10^6$

$= \dfrac{(0.00142)(2.65)(1.081\times10^{-3})}{9.39\times10^{-2}}\left(\dfrac{0.427}{0.040}\right)^{0.167}\times10^6$

$= 64.25$ ppm

$S_2 = \rho_w Q X$

$= 1000(0.024)(64.25\times10^{-6})$

$= 1.542X10^{-3}$ Kg/s

$= 93$ g/min

3. สมการของ Yang

$$\frac{\omega_{50}D_{50}}{\nu} = \frac{(12.59\times10^{-2})(1.22\times10^{-3})}{8.376\times10^{-7}} = 183.38$$

$$\frac{u*}{\omega_{50}} = \frac{0.040}{12.59\times10^{-2}} = 0.318$$

$$\frac{Vi}{\omega_{50}} = \frac{0.427(1.725\times10^{-3})}{12.59\times10^{-2}} = 5.85X10^{-3}$$

แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ลงในสมการได้ดังนี้

$$\log C_{ppm} = 5.165 - 0.153\log\frac{\omega_{50}D_{50}}{\nu} - 0.297\log\frac{u*}{\omega_{50}} + \left(1.780 - 0.360\log\frac{\omega_{50}D_{50}}{\nu} - 0.480\log\frac{u*}{\omega_{50}}\right)\log\frac{Vi}{\omega_{50}}$$

$$= 5.165 - 0.153\log(183.38) - 0.297\log(0.318) + \left[1.780 - 0.360\log(183.38) - 0.480\log(0.318)\right]\log(5.85\times10^{-3})$$

$$= 2.276$$

$$C_{ppm} = 188.91 \quad ppm$$

$$S_3 = \rho_w Q C_{ppm}$$

$$= 1000(0.024)(188.91\times10^{-6})$$

$$= 4.53X10^{-3} Kg/s$$

$$= 272 \quad g/min$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4. สมการของ Engelund และ Hansen

$$\frac{hi}{\Delta D_{50}} = \frac{(9.39\times10^{-2})(1.725\times10^{-3})}{1.65\times1.22\times10^{-3}} = 0.080$$

$$\frac{C^2}{g} = \frac{(33.5)^2}{9.81} = 114.58$$

แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ลงในสมการได้ดังนี้

$$\phi = 0.05\frac{C^2}{g}\left[\frac{hi}{\Delta D_{50}}\right]^{\frac{5}{2}}$$

$$= 0.05\,(114.58)\,(0.080)^{\frac{5}{2}}$$

$$= 0.0105$$

$$S_4 = 86400\,\rho_S B\phi\sqrt{\Delta g D_{50}^3}$$

$$= 86400\,(2.65)(0.60)(0.0105)\sqrt{1.65(9.81)(1.22\times10^{-3})^3}$$

$$= 0.248 \quad \text{Ton/day}$$

$$= 172 \quad \text{g/min}$$

5. สมการของ Molinas และ Wu

$$K_g = \frac{1.8}{1+0.8\left(\frac{u*}{\omega_{50}}\right)^{0.1}(\sigma_g-1)^{2.2}}$$

$$= \frac{1.8}{1+0.8\left(\frac{0.04}{12.59\times10^{-2}}\right)^{0.1}(1.32-1)^{2.2}}$$

$$= 1.704$$

$$D_e = K_g D_{50} = 1.701\ (1.22X10^{-3}) = 2.079X10^{-3}\ m$$

$$\frac{hi}{\Delta D_e} = \frac{(9.39\times10^{-2})(1.725\times10^{-3})}{1.65\times2.075\times10^{-3}} = 0.0473$$

$$\frac{C^2}{g} = \frac{(33.5)^2}{9.81} = 114.58$$

แทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ลงในสมการได้ดังนี้

$$\phi_e = 0.05\frac{C^2}{g}\left[\frac{hi}{\Delta D_e}\right]^{\frac{5}{2}}$$

$$= 0.05\ (114.58)\ (0.0473)^{\frac{5}{2}}$$

$$= 2.78X10^{-3}$$

$$S_5 = 86400\,\rho_S B\phi_e\sqrt{\Delta g D_e^3}$$

$$= 86400\,(2.65)(0.60)(2.78\times10^{-3})\sqrt{1.65(9.81)(2.075\times10^{-3})^3}$$

$$= 0.145\ \text{Ton/day}$$

$$= 101\ \text{g/min}$$

6. สมการของการศึกษาครั้งนี้ (Multiple nonlinear regression)

$$\psi = \frac{hi}{\Delta D_{50}} = \frac{(9.39\times10^{-2})(1.725\times10^{-3})}{1.65\times1.22\times10^{-3}} = 0.080$$

$$\phi = 0.593\,\psi^{0.822}\sigma_g^{\ 0.258}$$

$$= 0.593\ (0.080)^{0.822}(1.32)^{0.258}$$

$$= 0.080$$

$$S_6 = 86400\,\rho_S B\phi\,\sqrt{\Delta g D_{50}^3}$$

$$= 86400(2.65)(0.60)(0.080)\sqrt{1.65(9.81)(1.22\times10^{-3})^3}$$

$$= 1312 \quad g/min$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก จ.

การวิเคราะห์รูปแบบสมการ

จ.1 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเคลื่อนทีของตะกอน (ϕ) กับพารามิเตอร์การไหล (ψ)

จากการศึกษาที่ผ่านมา อัตราการนำพาตะกอนทั้งหมด (S_T) ซึ่งแสดงในรูปของพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) ขึ้นกับ ลักษณะของการไหลอันได้แก่ ความลึกการไหล (h) และความลาดเอียงของผิวน้ำ (i) กับขนาดวัสดุท้องน้ำ (D_{50}) ซึ่งลักษณะของการไหลและขนาดวัสดุท้องน้ำ ได้แสดงในรูปของพารามิเตอร์การไหล (ψ) โดย

$$\phi = \frac{s}{\sqrt{\Delta g D_{50}^3}} \qquad (จ.1)$$

และ

$$\psi = \frac{hi}{\Delta D_{50}} \qquad (จ.2)$$

เมื่อ s = อัตราการนำพาตะกอนทั้งหมดต่อหนึ่งหน่วยความกว้างของท้องน้ำ (m^2/s)

h = ความลึกการไหล (m)

i = ความลาดเอียงของผิวน้ำ

g = อัตราเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลก (9.81 m/s^2)

Δ = S_s-1

S_s = ความถ่วงจำเพาะของทราย (2.65)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์ทั้งสองในรูป จ.1 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) กับพารามิเตอร์การไหล (ψ) ของข้อมูลที่ได้จากการทดลอง พบว่า พารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) มีความสัมพันธ์กับพารามิเตอร์การไหล (ψ) คือ เมื่อพารามิเตอร์การไหลเพิ่มขึ้นพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอนจะเพิ่มขึ้นด้วย ตามความสัมพันธ์ที่เสนอโดย Engelund และ Hansen (1967) ดังนี้

$$\phi = a\psi^b \qquad (จ.3)$$

และจากการวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นโค้งในรูป จ.1 ได้สมการความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) กับพารามิเตอร์การไหล (ψ) ดังสมการ จ.4

$$\phi = 0.694\psi^{0.797} \qquad (จ.4)$$

จากสมการ จ.4 พบว่า สมการที่ได้จากการวิเคราะห์มีแนวโน้มความสัมพันธ์เหมือนที่ Engelund และ Hansen ได้เสนอความสัมพันธ์ไว้ในปี 1967 (สมการ จ.3) โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r-squared) เป็น 0.901 และมีค่า a = 0.694 และ b = 0.797 และจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) กับการกระจายขนาดของทราย (σ_g) พบว่า ตัวแปรทั้งสองมีความสัมพันธ์กันน้อย ดังแสดงในรูป จ.2 ซึ่งแสดงว่า การกระจายขนาดของทราย (σ_g) ไม่ได้เป็นตัวแปรที่สำคัญ (dominant parameter) ในการอธิบายพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) แต่ถึงอย่างไรก็ตาม จากผลการทดลอง พบว่า การกระจายขนาดของทราย (σ_g) ที่มากขึ้น มีผลทำให้อัตราการนำพาตะกอนทั้งหมดมีค่าสูงขึ้น ดังนั้น ในการศึกษาครั้งนี้ จะทำการหาค่าปรับแก้ (K) เนื่องจากผลของการกระจายขนาดของทราย (σ_g) เพื่อนำมาใช้เป็นค่าปรับแก้อิทธิพลของการกระจายขนาดของทราย (σ_g) ที่มีต่ออัตราการนำพาตะกอนทั้งหมด โดยทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) กับพารามิเตอร์การไหล (ψ) ของทรายทั้ง 3 ชนิด คือ ทรายขนาดสม่ำเสมอ (ทรายชนิดที่ 1) ทรายที่มีการกระจายขนาดทั่วไป (ทรายชนิดที่ 2) และทรายที่มีการกระจายขนาดสูง (ทรายชนิดที่ 3) แยกตามการกระจายขนาดของทราย ดังรูป จ.3 โดยในการวิเคราะห์กำหนดให้ค่า b ในสมการ จ.3 มีค่าเท่ากับ 0.80 (จากสมการ จ.4) เพื่อหาค่าปรับแก้ (K) เนื่องจากผลของการกระจายขนาดของทราย (σ_g) ดังสมการ จ.5

$$\phi = aK\psi^b \qquad \text{(จ.5)}$$

โดย

$$K = f(\sigma_g) \qquad \text{(จ.6)}$$

พบว่า สมการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) กับพารามิเตอร์การไหล (ψ) แยกตามการกระจายขนาดของทราย (σ_g) มีดังนี้

ทรายชนิดที่ 1 D_{50} = 1.17-1.22 มม., σ_g = 1.31-1.32

$$\phi = 0.658\ \psi^{0.8} \qquad \text{(จ.7)}$$

$$R^2 = 0.993$$

ทรายชนิดที่ 2 D_{50} = 1.17-1.29 มม., σ_g = 1.98-2.11

$$\phi = 0.696\ \psi^{0.8} \qquad \text{(จ.8)}$$

$$R^2 = 0.995$$

ทรายชนิดที่ 3 D_{50} = 1.19-1.29 มม., σ_g = 3.77-3.89

$$\phi = 0.764\ \psi^{0.8} \qquad \text{(จ.9)}$$

$$R^2 = 0.990$$

จากสมการ จ.7, สมการ จ.8 และสมการ จ.9 สามารถเขียนสมการใหม่ในรูปของสมการ จ.5 ได้ดังสมการ จ.10, สมการ จ.11 และสมการ จ.12 โดยกำหนดให้ทรายชนิดที่ 1 ซึ่งเป็นทรายที่มีขนาดสม่ำเสมอมีค่าปรับแก้ (K) เนื่องจากผลของการกระจายขนาดของทราย (σ_g) เท่ากับ 1.0

ทรายชนิดที่ 1 D_{50} = 1.17-1.22 มม., σ_g = 1.31-1.32

$$\phi = 0.658\ (1.00)\ \psi^{0.8} \qquad \text{(จ.10)}$$

ทรายชนิดที่ 2 D_{50} = 1.17-1.29 มม., σ_g = 1.98-2.11

$$\phi = 0.658\ (1.06)\ \psi^{0.8} \qquad \text{(จ.11)}$$

ทรายชนิดที่ 3 D_{50} = 1.19-1.29 มม., σ_g = 3.77-3.89

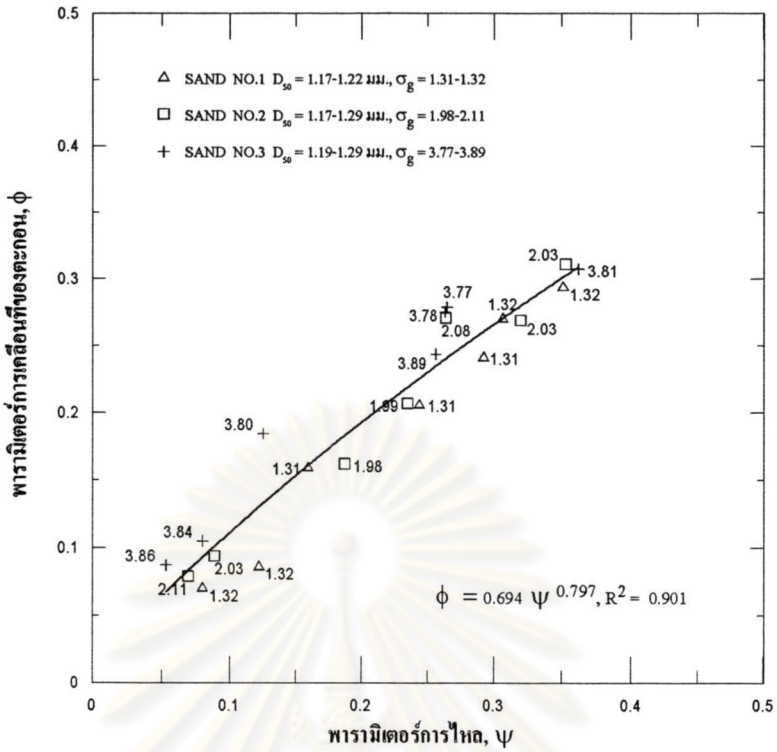
$$\phi = 0.658\ (1.16)\ \psi^{0.8} \qquad \text{(จ.12)}$$

และจากสมการ จ.10, สมการ จ.11 และสมการ จ.12 พบว่าค่าปรับแก้ (K) เนื่องจากผลของการกระจายขนาดของทราย (σ_g) เพิ่มขึ้น เมื่อการกระจายขนาดของทราย (σ_g) เพิ่มมากขึ้น ดังตาราง จ-1

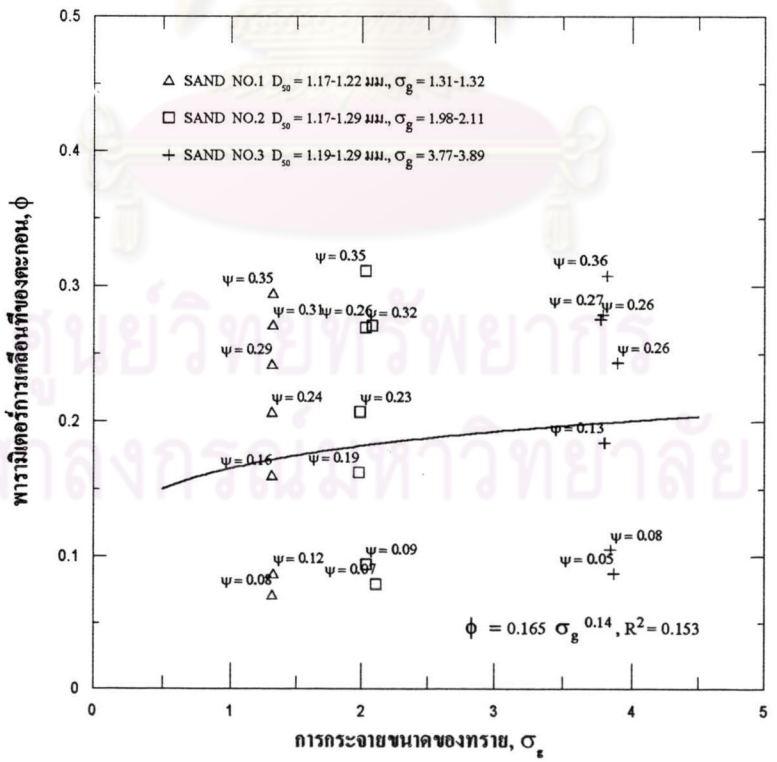
ตาราง จ-1 ค่าปรับแก้ (K) เนื่องจากผลของการกระจายขนาดของทราย (σ_g) ของทรายทั้ง 3 ชนิด

ทรายชนิดที่	การกระจายขนาดของทราย (σ_g)	$\sigma_{g,\,avg}$	ค่าปรับแก้ (K)
1	1.31-1.32	1.32	1.00
2	1.98-2.11	2.04	1.06
3	3.77-3.89	3.82	1.16

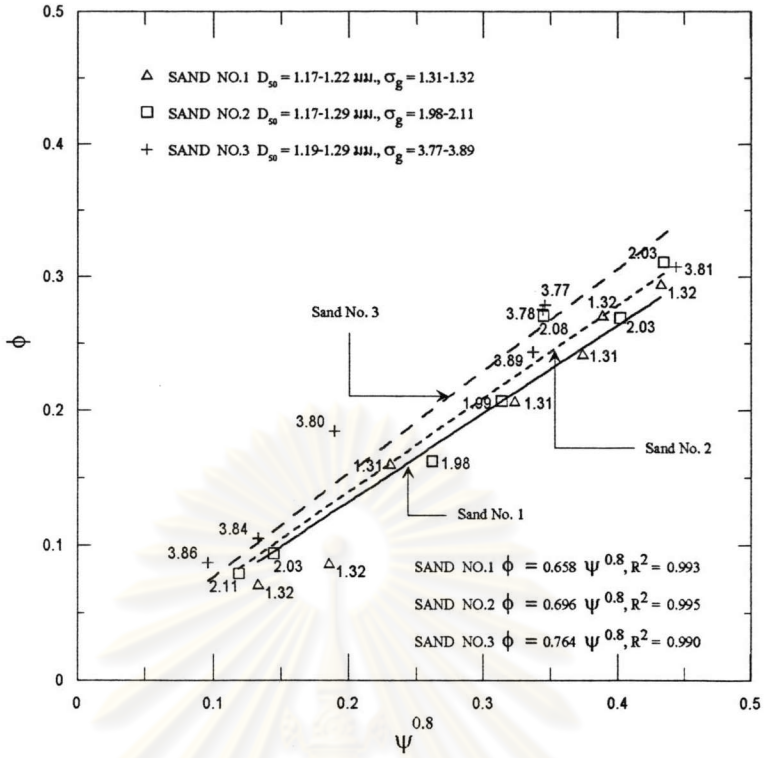
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป จ.1 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) กับพารามิเตอร์การไหล (ψ)



รูป จ.2 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) กับการกระจายขนาดของทราย (σ_g)



รูป จ.3 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) กับพารามิเตอร์การไหล (ψ) ของทรายทั้ง 3 ชนิด

จากรูป จ.3 จะเห็นว่า เมื่อการกระจายขนาดของทราย (σ_g) เปลี่ยนไป สมการความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) กับพารามิเตอร์การไหล (ψ) ก็จะเปลี่ยนไป โดยสามารถใช้ค่าปรับแก้ (K) เนื่องจากผลของการกระจายขนาดของทราย (σ_g) คูณกับสมการของทรายที่มีขนาดสม่ำเสมอ (ทรายชนิดที่ 1) เพื่อให้ได้สมการความสัมพันธ์ของทรายที่มีการกระจายขนาดต่าง ๆ ได้ดังสมการ จ.7, สมการ จ.8 และสมการ จ.9 โดยมีค่าปรับแก้ (K) ดังตาราง จ-1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปรับแก้ (K) เนื่องจากผลของการกระจายขนาดของทรายกับการกระจายขนาดของทราย (geometric standard deviation, σ_g)

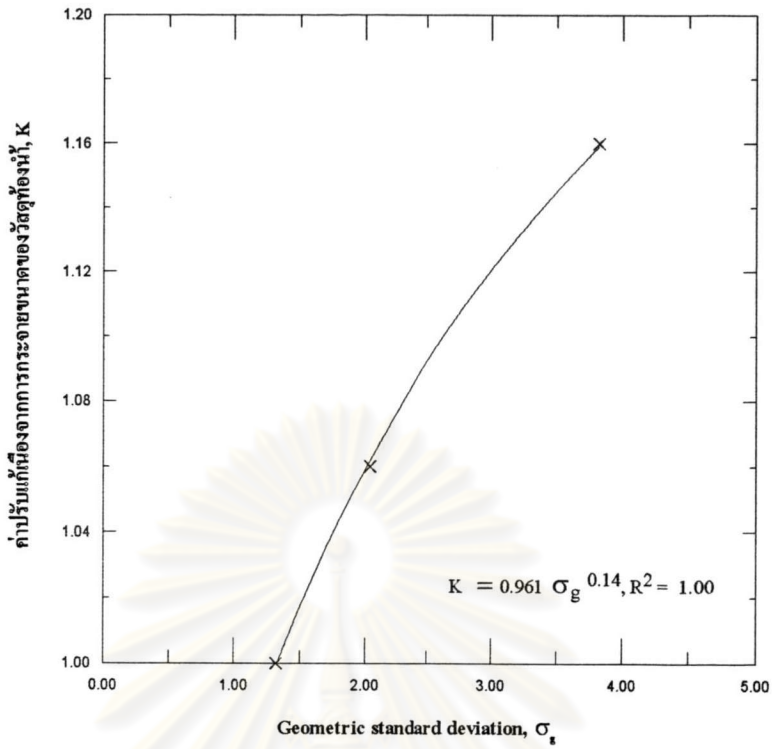
ในหัวข้อ จ.1 ได้กล่าวมาแล้วว่า เมื่อการกระจายขนาดของทราย (σ_g) เพิ่มขึ้น ค่าปรับแก้ (K) เนื่องจากผลของการกระจายขนาดของทรายจะเพิ่มขึ้นด้วย ดังตาราง จ-1 ส่วนรูป จ.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปรับแก้เนื่องจากการกระจายขนาดของทราย (K) กับการกระจายขนาดของทราย (σ_g) เนื่องจากการศึกษานี้ใช้ทรายที่มีการกระจายขนาดต่างกันเพียง 3 ค่า ทำให้จำนวนจุดในกราฟมีเพียง 3 จุด และไม่เพียงพอต่อการอธิบายความสัมพันธ์ดังกล่าวในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งของสมการได้ชัดเจน แต่อย่างไรก็ตาม จากกราฟก็สามารถหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสองในรูปของสมการยกกำลัง (power) ได้ดังสมการ จ.13 (เนื่องจากจำนวนจุดที่ได้จากการทดลองในรูป จ.4 มีเพียง 3 จุด จึงทำให้การวิเคราะห์รูปแบบของสมการ ทำได้เพียงแต่การวิเคราะห์ว่า สมการความสัมพันธ์ที่ได้เป็นสมการเส้นโค้งหรือเส้นตรงเท่านั้น ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ ได้ใช้สมการสมการยกกำลัง (power) ในการวิเคราะห์รูปแบบสมการเส้นโค้ง และจากการวิเคราะห์สมการทั้งสองแบบ พบว่า สมการยกกำลัง (power) สามารถแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าปรับแก้เนื่องจากผลของการกระจายขนาดของทราย (K) กับการกระจายขนาดของทราย (σ_g) ได้ดีกว่าสมการเส้นตรง)

$$K = 0.961\ \sigma_g^{0.14} \qquad \text{(จ.13)}$$

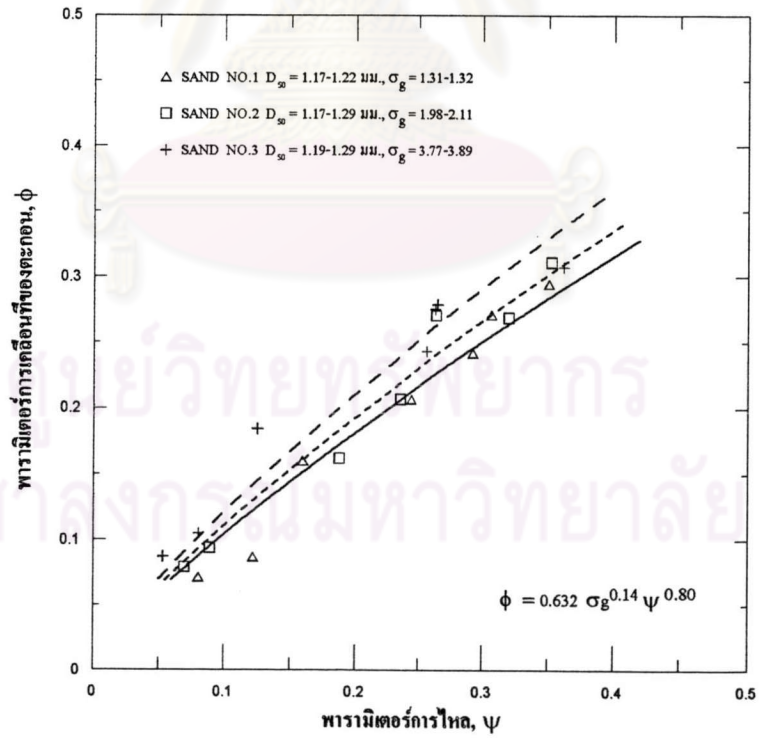
$$R^2 = 1.00$$

จากสมการ จ.13 พบว่า สมการที่ได้มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ (r-square) เท่ากับ 1.00 ซึ่งแสดงว่าสมการ จ.13 นั้น ผ่านจุดในกราฟทุกจุด ทั้งนี้ก็เนื่องจาก จำนวนจุดในรูป จ.4 มีเพียง 3 จุด จึงทำให้สมการที่ได้จากการวิเคราะห์มีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับ 1.00 และจากสมการ จ.13 แทนค่า K ลงในสมการ จ.5 โดยให้ a = 0.658 และ b = 0.80 (ค่า a และ b หาได้จากสมการของทรายชนิดที่ 1 ซึ่งมีการกระจายขนาดของทรายสม่ำเสมอ) ได้สมการความสัมพันธ์ดังสมการ จ.14 และมีกราฟแสดงความสัมพันธ์ดังรูป จ.5

$$\phi = 0.632\ \sigma_g^{0.14}\ \psi^{0.80} \qquad \text{(จ.14)}$$



รูป จ.4 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าปรับแก้เนื่องจากการกระจายขนาดของทราย (K) กับการกระจายขนาดของทราย (σ_g)



รูป จ.5 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) กับพารามิเตอร์การไหล (ψ) ของทรายทั้ง 3 ชนิด เมื่อใช้ค่าปรับแก้เนื่องจากการกระจายขนาดของทราย (K)

กำหนดให้ D_e คือ ขนาดตะกอนประสิทธิผล (equivalent representative diameter) เป็นขนาดของทรายที่มีการกระจายขนาดสม่ำเสมอที่ให้อัตราการนำพาตะกอนทั้งหมด เท่ากับอัตราการนำพาตะกอนทั้งหมดที่ได้จากทรายที่มีการกระจายขนาด และให้

$$D_e = k D_{50} \qquad (จ.15)$$

เมื่อ D_e คือ ขนาดตะกอนประสิทธิผล (equivalent representative diameter)

D_{50} คือ ขนาดตรงกลางของวัสดุท้องน้ำ (median particle diameter)

K คือ ตัวคูณเพื่อเปลี่ยนขนาดตรงกลางของวัสดุท้องน้ำเป็นขนาดตะกอนประสิทธิผล

จากสมการ จ.14 สามารถเขียนสมการในรูปของขนาดตะกอนประสิทธิผล (equivalent representative diameter) ได้ใหม่ดังสมการ จ.16

$$\phi_e = 0.658\, \psi_e^{0.80} \qquad (จ.16)$$

โดย

$$\phi_e = \frac{s}{\sqrt{\Delta g D_e^3}} \qquad (จ.17)$$

$$\psi_e = \frac{hi}{\Delta D_e} \qquad (จ.18)$$

$$D_e = k D_{50} \qquad (จ.19)$$

$$K = 0.945\, \sigma_g^{-0.20} \qquad (จ.20)$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.3 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) พารามิเตอร์การไหล (ψ) และการกระจายขนาดของทราย (σ_g) โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นโค้งพหุคูณ (multiple non-linear regression)

จากหัวข้อ จ.2 สมการ จ.14 ซึ่งเป็นสมการที่ได้จากการปรับแก้ผลของการกระจายขนาดของทราย โดยใช้ค่าปรับแก้ K ที่เป็นฟังก์ชั่นของการกระจายขนาดของทราย (σ_g) มาคูณกับสมการความสัมพันธ์ของทรายที่มีการกระจายขนาดสม่ำเสมอนั้น พบว่า ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) พารามิเตอร์การไหล (ψ) และการกระจายขนาดของทราย (σ_g) อยู่ในรูปแบบของสมการดังนี้

$$\phi = a\,\sigma_g{}^{b}\,\psi^{c} \qquad \text{(จ.21)}$$

โดย a, b และ c เป็นค่าคงที่ เท่ากับ 0.632, 0.14 และ 0.80 ตามลำดับ

จากสมการ จ.21 จะเห็นว่า พารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) เป็นฟังก์ชั่นของพารามิเตอร์การไหล (ψ) และการกระจายขนาดของทราย (σ_g) โดยมีรูปแบบของสมการในลักษณะของสมการถดถอยเชิงเส้นโค้งพหุคูณ (multiple non-linear regression) ดังนั้นในหัวข้อนี้การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสาม จะทำการวิเคราะห์โดยใช้สมการถดถอยเชิงเส้นโค้งพหุคูณ (multiple non-linear regression) เพื่อหาความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งสามตัว ดังแสดงในรูป จ-6 โดยมีสมการแสดงความสัมพันธ์ดังนี้

$$\phi = 0.593\,\sigma_g{}^{0.258}\,\psi^{0.822} \qquad \text{(จ.22)}$$

$$R^2 = 0.951$$

จากรูป จ.6 และสมการ จ.22 ที่ได้ พบว่า พารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) เพิ่มขึ้นเมื่อพารามิเตอร์การไหล (ψ) หรือการกระจายขนาดของทราย (σ_g) เพิ่มขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่พบว่า อัตราการนำพาตะกอนทั้งหมดเพิ่มขึ้น เมื่อพารามิเตอร์การไหล (ψ) และการกระจายขนาดของทราย (σ_g) เพิ่มขึ้น

และเมื่อพิจารณาสมการ จ.22 เปรียบเทียบกับสมการ จ.14 พบว่า สมการที่ได้ของทั้งสองสมการมีรูปแบบและค่าคงที่ (a, b และ c ในสมการ จ.21) ใกล้เคียงกันมาก โดยในการศึกษาครั้งนี้ จะนำสมการ จ.22 ไปใช้อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) พารามิเตอร์การไหล (ψ) และการกระจายขนาดของทราย (σ_g) เนื่องจากสมการ จ.22 เป็นสมการที่ได้จากการวิเคราะห์สมการโดยตรงโดยตั้งสมมติฐานว่า พารามิเตอร์

การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) เป็นฟังก์ชั่นของพารามิเตอร์การไหล (ψ) และการกระจายขนาดของทราย (σ_g) ดังนี้

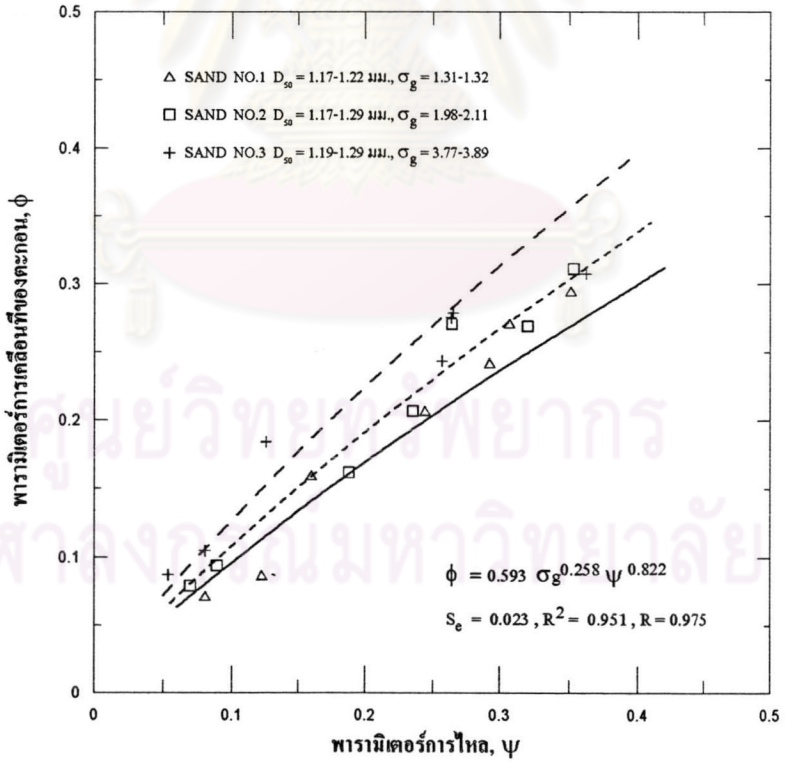
$$\phi = f(\sigma_g, \psi) \qquad (จ.23)$$

ในขณะที่สมการ จ.14 เป็นสมการที่ได้จากการวิเคราะห์สมการโดยตั้งสมมติฐานว่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) เป็นฟังก์ชั่นของพารามิเตอร์การไหล (ψ) จากนั้นค่อยใช้ค่าปรับแก้เนื่องจากผลของการกระจายขนาดของทราย (K) ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นของการกระจายขนาดของทราย (σ_g) มาคูณกับสมการความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) กับพารามิเตอร์การไหล (ψ) ของทรายที่มีการกระจายขนาดสม่ำเสมอ แทนการวิเคราะห์ความสัมพันธ์โดยตรงอย่างสมการ จ.22 ดังนี้

$$\phi = K \cdot f(\psi) \qquad (จ.24)$$

โดย

$$K = f(\sigma_g) \qquad (จ.25)$$



รูป จ.6 ความสัมพันธ์ระหว่างพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของตะกอน (ϕ) พารามิเตอร์การไหล (ψ) และ การกระจายขนาดของทราย (σ_g) ของทรายทั้ง 3 ชนิด เมื่อวิเคราะห์สมการถดถอยเชิงเส้นโค้งพหุคูณ (multiple non-linear regression)

นอกจากนั้นเมื่อพิจารณาค่าอัตราการนำพาตะกอนทั้งหมดที่คำนวณจากสมการ จ.4, สมการ จ.14 และสมการ จ.22 ดังตาราง จ-2 พบว่า อัตราการนำพาตะกอนทั้งหมดที่คำนวณจากสมการ จ.22 มีค่าที่คำนวณได้ใกล้เคียงกับผลการทดลองมากที่สุด โดยเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างจากค่าที่ได้จากการทดลองโดยเฉลี่ยประมาณ 8 % ในขณะที่สมการ จ.4 และสมการ จ.14 มีเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างจากค่าที่ได้จากการทดลองโดยเฉลี่ยประมาณ 13 % และ 10 % ตามลำดับ

ตาราง จ-2 อัตราการนำพาตะกอนทั้งหมดคำนวณจากสมการ จ.4, สมการ จ.14 และสมการจ.22

Run NO.	Experiment (g/min)	Equation จ.4 (g/min)	%Deviation	Equation จ.14 (g/min)	%Deviation	Equation จ.22 (g/min)	%Deviation
A1	1170	1523	32.6	1434	23.0	1312	11.8
A2	1380	2062	51.2	1941	40.6	1798	29.8
A3	2610	2620	0.6	2465	5.6	2295	11.8
A4	3342	3642	9.3	3430	2.8	3223	3.4
A5	3960	4262	9.1	4016	1.4	3789	4.2
A6	4158	4150	0.4	3915	6.0	3699	10.9
A7	4560	4660	3.2	4397	3.6	4167	8.5
B1	1290	1355	5.1	1358	5.5	1313	0.6
B2	1614	1736	8.4	1733	7.4	1677	4.1
B3	2874	3243	13.7	3232	12.5	3169	10.4
B4	3576	3782	6.6	3774	5.5	3720	3.6
B5	4158	3691	13.8	3707	11.2	3683	10.8
B6	4440	4617	5.5	4625	4.2	4601	3.7
B7	4920	4784	3.7	4793	2.6	4778	2.8
C1	1380	1064	23.3	1160	15.9	1197	12.7
C2	1758	1559	12.0	1700	3.3	1769	0.4
C3	3198	2300	31.4	2508	22.0	2632	16.7
C4	3864	3726	4.9	4086	5.7	4369	12.8
C5	4386	3790	15.8	4141	5.6	4417	0.5
C6	4800	4181	12.8	4566	5.0	4866	1.4
C7	5442	5465	0.8	5983	10.2	6430	17.2
		Average	13	Average	10	Average	8

และเมื่อกำหนดให้ D_e คือ ขนาดตะกอนประสิทธิผล (equivalent representative diameter) ดังสมการ จ.15 พบว่าสามารถเขียนสมการ จ.22 ในรูปของขนาดตะกอนประสิทธิผล (equivalent representative diameter) ได้ดังนี้

$$\phi_e = 0.658\ \psi_e^{0.822} \qquad \text{(จ.26)}$$

โดย

$$\phi_e = \frac{s}{\sqrt{\Delta g D_e^3}} \qquad \text{(จ.27)}$$

$$\psi_e = \frac{hi}{\Delta D_e} \qquad \text{(จ.28)}$$

$$D_e = k\ D_{50} \qquad \text{(จ.29)}$$

$$K = 0.858\ \sigma_g^{-0.383} \qquad \text{(จ.30)}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จ.4 การเปรียบเทียบการปรับแก้ผลของการกระจายขนาดของการศึกษาของ Molinas และ Wu กับการศึกษาครั้งนี้

ในปี 1998 Molinas และ Wu ได้ทำการศึกษาผลของการกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำที่มีต่ออัตราการนำพาตะกอนทั้งหมด โดยใช้ข้อมูลจำนวน 118 ข้อมูล และมีขนาดของวัสดุท้องน้ำดังนี้ D_{50} = 0.10-0.90 มม., σ_g = 1.25-2.97 โดยในการศึกษาของ Molinas และ Wu ได้เสนอค่าปรับแก้ K_g ซึ่งเป็นฟังก์ชั่นของการกระจายขนาดของทราย (σ_g) และลักษณะของการไหล (flow condition) ในการปรับปรุงสมการของ Engelund และ Hansen เนื่องจากผลของการกระจายขนาดของทราย (σ_g) โดยมีรูปแบบสมการดังนี้

$$f' \phi_e = 0.1 \psi_e^{2.50} \qquad (จ.31)$$

โดยที่

$$\phi_e = \frac{s}{\sqrt{\Delta g D_e^{\,3}}} \qquad (จ.32)$$

$$f' = \frac{2g}{C^2} \qquad (จ.33)$$

$$\psi_e = \frac{hi}{\Delta D_e} \qquad (จ.34)$$

$$D_e = K_g D_{50} \qquad (จ.35)$$

$$K_g = \frac{1.8}{1 + 0.8\left(\frac{u*}{\omega_{50}}\right)^{0.1}\left(\sigma_g - 1\right)^{2.2}} \qquad (จ.36)$$

จากสมการ จ.31 เมื่อแทนค่าตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ จ.32 ถึงสมการ จ.35 ลงไป พบว่าได้สมการดังนี้

$$f'\phi = \frac{0.1}{K_g}\psi^{2.5} \qquad (จ.37)$$

และเมื่อแทนค่า K_g ในสมการ จ.36 ลงในสมการ จ.37 พบว่าได้สมการดังนี้

$$f'\phi = 0.1\left[\frac{1+0.8\left(\frac{u*}{\omega_{50}}\right)^{0.1}\left(\sigma_g-1\right)^{2.2}}{1.8}\right]\psi^{2.5} \qquad (จ.38)$$

หรือ $$f'\phi = 0.1\left[0.556+0.444\left(\frac{u*}{\omega_{50}}\right)^{0.1}\left(\sigma_g-1\right)^{2.2}\right]\psi^{2.5} \qquad (จ.39)$$

ถ้าให้ $$k_g = 0.556+0.444\left(\frac{u*}{\omega_{50}}\right)^{0.1}\left(\sigma_g-1\right)^{2.2} \qquad (จ.40)$$

สมการ จ.39 สามารถเขียนได้ใหม่ดังนี้

$$f'\phi = 0.1\,k_g\,\psi^{2.5} \qquad (จ.41)$$

โดย $$k_g = f\left(\frac{u*}{\omega_{50}}, \sigma_g\right) \qquad (จ.42)$$

เมื่อพิจารณาสมการ จ.41 เปรียบเทียบกับสมการ จ.14 และ สมการ จ.22 พบว่า ทั้งสามสมการมีการปรับแก้ผลของการกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำ โดยเพิ่มค่าปรับแก้ที่เป็นฟังก์ชั่นของการกระจายขนาดของทราย (σ_g) ลงไปในสมการเหมือนกัน เพียงแต่รูปแบบสมการของค่าปรับแก้ของทั้งสามสมการต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจาก ในการศึกษาของ Molinas และ Wu ได้มีการใช้ข้อมูลในการวิเคราะห์ค่าปรับแก้มากกว่าการศึกษาครั้งนี้ จึงทำให้รูปแบบสมการของค่าปรับแก้ที่ได้มีความสลับซับซ้อนมากกว่าการศึกษาครั้งนี้ นอกจากนั้นในการศึกษาครั้งนี้ ยังพบว่าการใช้ค่าปรับแก้ K_g ซึ่งเป็นการปรับแก้ผลของการกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำ ตามวิธีการของ Molinas และ Wu นั้น สามารถนำมาใช้กับข้อมูลผลการทดลองที่มีพารามิเตอร์การไหล (ψ) ในช่วง 0.05 ถึง 0.40 และการกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำ (σ_g) ในช่วง 1.32-3.90 ได้ดี เช่นเดียวกับข้อมูลพารามิเตอร์การไหล (ψ) ในช่วง 0.50 ถึง 5.00 และการกระจายขนาดของวัสดุท้องน้ำ (σ_g) ในช่วง 1.25-3.00 ซึ่งเป็นข้อมูลที่นำเสนอโดย Molinas และ Wu

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

ชื่อ : ธีระศักดิ์ เจริญมรรคผล

เกิด : 30 กันยายน 2521

การศึกษา

พ.ศ. 2541 : สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วศ.บ.)
สาขาวิศวกรรมโยธา
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา
คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2542 : เข้าศึกษาต่อหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต (วศ.ม.)
ภาควิชาวิศวกรรมแหล่งน้ำ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย