สารบัญ

		หน้า
สารบัญ		(8)
รายการตาราง		(12)
รายการภาพประกอบ		(14)
ตัวย่อและสัญลักษณ์		(18)
บทที่		
1 บทนำ		1
1.1	บทนำ	1
1.2	วัตถุประสงค์ของโครงการ	3
1.3	ขอบเขตการศึกษา	3
1.4	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2 การตรวจเอกสาร		
2.1	ชั้นกันซึมดินเหนียวบดอัด (Compacted Clay Liners) ในสถานที่ฝังกลบมูลฝอย	4
2.1.1	คุณสมบัติของดินเหนียว	6
2.1.1.1	ประจุลบของแร่ดินเหนียว (Negative Charge of Clay Mineral)	6
2.1.1.2	CEC	7
2.2	เบนโทไนต์ (Bentonite)	7
2.2.1	โครงสร้างหลัก	7
2.2.2	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุของเบนโทไนต์	8
2.2. 3	การนำเบนโทไนต์ไปใช้ประโยชน์	8
2.2. 4	แหล่งเบนโทไนต์ที่สำคัญ	9
2.3	ทฤษฎีการเคลื่อนที่ของสารปนเปื้อนในตัวกลางพรุน	9
2.3.1	กระบวนการเคลื่อนที่แบบการพา (Advection)	9
2.3.2	กระบวนการเคลื่อนที่แบบการแพร่ (Diffusion)	11
2.3.3	สมการการเคลื่อนที่ของสารละลายในดินที่ขึ้นกับเวลา	11
2.4	การทดลองแบบสดมภ์ (Column Test)	14
2.4.1	การหาค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่จาก Breakthrough Curve	14

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	2.4.2 การหาค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่จาก Concentration Profile	16
	2.5 การทดลองแบบแบทช์ (Batch Adsorption Test)	17
	2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	19
3	วิธีการวิจัย	23
	3.1 การสร้างอุปกรณ์สำหรับการทดสอบ	23
	3.1.1 การสร้าง Rigid Wall Permeameter	23
	(a) ส่วนประกอบของ Rigid Wall Permeameter	23
	(b) การประกอบ Rigid Wall Permeameter	26
	3.1.2 การสร้างอุปกรณ์การทดลองแบบสดมภ์พร้อมระบบเพิ่มความดันแบบความดันคงที่	27
	(a) ส่วนประกอบของอุปกรณ์	27
	(b) การประกอบอุปกรณ์การทดลองแบบสดมภ์	27
	3.2 การทดสอบหาคุณสมบัติของเบนโทไนต์และดินเหนียวสงขลา	28
	3.3 การหาค่า K ของทรายผสมเบนโทไนต์และดินเหนียวสงขลา	29
	3.3.1 การหาค่า K ของทรายผสมเบนโทไนต์	29
	3.3.2 การหาค่า K ของดินเหนียวสงขลา	31
	3.4 การทดลองความต้านทานสารเคมีของค่า K	31
	3.5 การหาค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของทรายผสมเบนโทไนต์และดินเหนียวสงขลาเมื่อทดสอบกับโลหะหนัก	33
	3.5.1 การหาค่า K โดยวิธีระดับน้ำคงที่	34
	3.5.2 การหาความเข้มข้นสุดท้ายสารละลายเพื่อคำนวณพารามิเตอร์การเคลื่อนที่	36
	3.5.2.1 การหาค่าความเข้มข้นของโลหะหนักใน Effluent เทียบกับเวลา	36
	3.5.2.2 การหาค่าความเข้มข้นสุดท้ายของโลหะหนักจากการสกัดโลหะหนักออกจากดินด้วยวิธีการย่อยด้วยกรด	37

สารบัญ (ต่อ)

			หน้า
	3.5.3	การคำนวณหาค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่	39
		3.5.3.1 การคำนวณหาค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่จากการหาค่าความเข้มข้นของโลหะหนักของ Effluent เทียบกับเวลา (C_t)	39
		3.5.3.2 การคำนวณหาค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่จากค่าความเข้มข้นของโลหะหนักจากการสกัดโลหะหนักออกจากตัวอย่างดินที่แบ่งเป็นชั้นๆ (C_s) ด้วยวิธีการย่อยด้วยกรด	41
3.6	วิธีการทดลองแบบแบทช์		41
3.7	การวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารละลายที่ศึกษา		44
	3.7.1	การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารละลายโลหะหนัก	44
	3.7.2	**การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของสารละลายคลอไรด์ (Cl^-) ด้วยวิธี** Argentometric Method **หรือ** Mohr Method (APHA, AWWA and WEF, 1995)	44
		3.7.2.1 **สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์**	**44**
		3.7.2.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์	**45**
4 ผลการศึกษา			46
4.1	ผลการศึกษาคุณสมบัติของดิน		46
4.2	ผลการศึกษาค่า K		48
	4.2.1	ผลการศึกษาค่า K ของทรายผสมเบนโทไนต์เพื่อหาปริมาณเบนโทไนต์ที่เหมาะสม	48
	4.2.2	ผลการศึกษาค่า K ของทรายผสมเบนโทไนต์ ดินลูกรังคอหงส์ และดินเหนียวเกาะยอ	50
4.3	ผลการศึกษาความต้านทานของสารเคมีของค่า K		50
	4.3.1	ความต้านทานสารเคมีของทรายผสมเบนโทไนต์	50
	4.3.2	ความต้านทานสารเคมีของดินลูกรังคอหงส์	52
	4.3.3	ความต้านทานสารเคมีของดินเหนียวเกาะยอ	54
4.4	คุณสมบัติการดูดติดผิว		55
	4.4.1	ไอโซเทอมของการดูดติดผิว	60

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5 ผลการศึกษาค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ 64

4.5.1 ผลการศึกษาค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของดินลูกรังคอหงส์จาก Breakthrough Curves 64

4.5.1.1 ค่า K ของดินลูกรังคอหงส์เมื่อทดลองด้วย Mixed Solution 64

4.5.1.2 พารามิเตอร์การเคลื่อนที่ของดินลูกรังคอหงส์ 65

4.5.2 ค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่จาก Concentration Profile 69

4.5.2.1 ค่า K ของดินตัวอย่าง 69

4.5.2.2 พารามิเตอร์การเคลื่อนที่จาก Concentration Profile 73

5 ความหนาของชั้นกันซึม 78

5.1 ชั้นกันซึมตามมาตรฐานของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม (2542) 78

5.2 การวิเคราะห์ความหนาของชั้นกันซึม 78

5.2.1 การออกแบบความหนาของชั้นกันซึม 78

5.2.2 ผลการหาความหนาของชั้นกันซึม 80

6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 101

6.1 บทสรุป 101

6.2 ข้อเสนอแนะ 103

บรรณานุกรม 105

ภาคผนวก 108

ก วิธีการคำนวณหาค่า K 109

ข วิธีการคำนวณผลวิเคราะห์ตามการทดลองการทดลองแบบแบทช์ 111

ค วิธีการคำนวณเพื่อหาค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ 116

ง วิธีการคำนวณเพื่อหาค่าความหนาของชั้นกันซึมดินเหนียวบดอัด 123

ประวัติผู้เขียน 126

รายการตาราง

ตาราง		หน้า
2.1	ลำดับการดูดซับโลหะหนักตามชนิดของแร่ดินเหนียว	6
3.1	แสดงรายละเอียดความแตกต่างของอัตราส่วนทรายผสมเบนโทไนต์เพื่อหาค่า K	30
3.2	ระดับความเข้มข้นของ Cr ที่ใช้ในการทดลองความต้านทานสารเคมีของค่า K ของดินทั้ง 3 ชนิด	33
3.3	ความเข้มข้นของโลหะหนักที่ใช้ในการทดลองหาค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่	36
3.4	ความเข้มข้นของ Influent ที่ใช้ในการทดลอง	37
3.5	ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายโลหะหนักที่ใช้เป็น Influent	38
3.6	รายละเอียดความเข้มข้นของโลหะหนักที่ใช้ในการทดลองแบบแบทช์	42
3.7	ช่วงความยาวคลื่นที่ใช้ในการวัดโลหะหนักด้วยเครื่อง Flame Atomic Absorption Spectrophotometer	44
4.1	คุณลักษณะบางประการของเบนโทไนต์ ดินลูกรังคอหงส์ และดินเหนียวเกาะยอ	47
4.2	ผลการศึกษาค่า K ของทรายผสมเบนโทไนต์ที่ 3%, 5%, 7% และ 9%	50
4.3	ค่าคงที่ของสมการแบบ Freundlich	62
4.4	ค่า K_p และ Sorption Capacity จากสมการเส้นตรง (Linear)	62
4.5	ค่าปริมาณสูงสุดของมวลโลหะหนักที่ถูกดูดติดผิวต่อน้ำหนักของมวลดิน (X_m) และ Sorption Capacity จากสมการแบบ Langmuir	63
4.6	การเปรียบเทียบความสามารถในการดูดซับโลหะหนักของเบนโทไนต์, ดินลูกรังคอหงส์และดินเหนียวเกาะยอ	63
4.7	ผลค่าD,Rและ nจากBreakthough (C_t/C_0) ของดินลูกรังคอหงส์เมื่อทดลองด้วย Mixed Solution	69
4.8	ผลค่า D, R และ n จาก Breakthough (C_L/C_0) ของดินทั้ง 3 ชนิด	77
5.1	ค่าความเข้มข้นของโลหะหนักในน้ำชะมูลฝอยจากสถานที่ฝังกลบมูลฝอย (C_0) และค่าความเข้มข้นมาตรฐาน (C_{std}) จากมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	79
5.2	จำนวนปีที่ค่าความเข้มข้นที่ด้านล่างของชั้นกันซึมมากกว่าค่าความเข้มข้นมาตรฐาน เมื่อกำหนดค่าความหนาของชั้นกันซึมให้เท่ากับ 60 cm	99
5.3	ค่าความหนาที่เหมาะสมของชั้นกันซึมเมื่อกำหนดให้เวลาในการออกแบบชั้นกันซึมเท่ากับ 100 ปี	100

รายการตารางภาคผนวก

ตารางภาคผนวก		หน้า
1	แสดงตัวอย่างการคำนวณเพื่อหาค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ D และ R ของดินลูกรังคอหงส์กับความเข้มข้นของ Ni เมื่อเวลาผ่านไป (C_t) (กำหนดให้ ค่า D เท่ากับ 1.00 x 10^{-5} cm^2/s และค่า R เท่ากับ 5)	119
2	แสดงตัวอย่างการคำนวณเพื่อหาค่าพารามิเตอร์การเคลื่อนที่ D และ R ของดินลูกรังคอหงส์กับความเข้มข้นของ Pb ที่สกัดออกมาจากตัวอย่างดิน (C_L) (กำหนดให้ ค่า D เท่ากับ 1.00 x 10^{-5} cm^2/s และค่า R เท่ากับ 100)	122

รายการภาพประกอบ

ภาพประกอบ		หน้า
1.1	การเคลื่อนที่ของสารปนเปื้อนจากสถานที่ฝังกลบไปสู่น้ำใต้ดิน	2
2.1	วัสดุกันซึมแบบดินที่มีอัตราการไหลซึมต่ำ (Low Permeable Soil Liner)	5
2.2	แสดงโครงสร้างของมอนต์มอริลโลไนต์แบบ 2 : 1	8
2.3	กฎทรงมวลของการเคลื่อนที่ของสารปนเปื้อนในหน่วยปริมาตร	12
2.4	การทดลองแบบสดมภ์พร้อมด้วยอุปกรณ์เพิ่มแรงดันคงที่	15
2.5	Breakthrough Curve	15
2.6	ไอโซเทอมแบบ Freundlich และเส้นตรง	18
3.1	ขั้นตอนการศึกษา	24
3.2	ขั้นตอนการศึกษา(ต่อ)	25
3.3	ลำดับการประกอบอุปกรณ์ Rigid Wall Permeameter สำหรับ Falling Head Test	26
3.4	ลำดับการประกอบอุปกรณ์เพื่อทดลองแบบสดมภ์	28
3.5	ดินที่ใช้ในการทดลอง (ก) เบนโทไนต์ (ข) ดินลูกรังคอหงส์ และ (ค) ดินเหนียวเกาะยอ	29
3.6	ขั้นตอนการหาค่า K ด้วยวิธี Falling Head Test Method ตามมาตรฐาน ASTM (D2434)	32
3.7	ขั้นตอนการทดลองแบบสดมภ์เพื่อหาค่า K ด้วยวิธีระดับน้ำคงที่ ตามมาตรฐาน ASTM (D5084)	35
3.8	การแบ่งดินที่ถอดออกจาก Mold เพื่อแบ่งดินไปหาความชื้นและแบ่งชั้นดินออกเป็น A – F	38
3.9	ขั้นตอนการสกัดโลหะหนักออกจากดินด้วยวิธีการย่อยด้วยกรด	40
3.10	ขั้นตอนการทดลองแบบแบทช์	43
4.1	ค่า K ของทรายผสมเบนโทไนต์	49
4.2	ผลการศึกษาค่า K ของทรายผสมเบนโทไนต์ที่ 5% ดินลูกรังคอหงส์และดินเหนียวเกาะยอ	51
4.3	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า K ของทรายผสมเบนโทไนต์ที่ 3% ที่ทดสอบด้วยสารละลายโลหะหนัก Cr	52
4.4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า K ของดินลูกรังคอหงส์ที่ทดสอบด้วยสารละลายโลหะหนัก Cr	53

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
4.5	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า K ของดินเหนียวเกาะยอที่ทดสอบด้วยสารละลายโลหะหนัก Cr	55
4.6	ไอโซเทอมการดูดติดผิวของ Cd โดยเบนโทไนต์ ดินลูกรังคอหงส์และดินเหนียวเกาะยอ	56
4.7	ไอโซเทอมการดูดติดผิวของ Pb โดยเบนโทไนต์ ดินลูกรังคอหงส์และดินเหนียวเกาะยอ	57
4.8	ไอโซเทอมการดูดติดผิวของ Zn โดยเบนโทไนต์ ดินลูกรังคอหงส์และดินเหนียวเกาะยอ	57
4.9	ไอโซเทอมการดูดติดผิวของ Cr โดยเบนโทไนต์ ดินลูกรังคอหงส์และดินเหนียวเกาะยอ	58
4.10	ไอโซเทอมการดูดติดผิวของ Ni โดยเบนโทไนต์ ดินลูกรังคอหงส์และดินเหนียวเกาะยอ	58
4.11	ไอโซเทอมการดูดติดผิวแบบ Langmuir ของเบนโทไนต์	59
4.12	ไอโซเทอมการดูดติดผิวแบบ Freundlich ของดินลูกรังคอหงส์	59
4.13	ไอโซเทอมการดูดติดผิวแบบ Langmuir ของดินเหนียวเกาะยอ	60
4.14	ความสัมพันธ์ของค่า K กับเวลาของดินลูกรังคอหงส์เมื่อทดลองกับ Mixed Solution	65
4.15	ความเข้มข้นของสุดท้ายของ Effluents จากดินลูกรังคอหงส์เมื่อทดลองด้วย Mixed Solution	67
4.16	ผลการฟิตระหว่าง Breakthough Curve จากการหา C_t/C_0 จากการทดลองและการคำนวณของดินลูกรังคอหงส์เมื่อทดสอบด้วย Mixed Solution	68
4.17	ความสัมพันธ์ของค่า K กับเวลาของทรายผสมเบนโทไนต์ที่ 5 %	71
4.18	ความสัมพันธ์ของค่า K กับเวลาของดินลูกรังคอหงส์	72
4.19	ความสัมพันธ์ของค่า K กับเวลาของดินเหนียวเกาะยอ	73
4.20	Concentration Profile ของสารละลายโลหะหนักในทรายผสมเบนโทไนต์ที่ 5 % ที่เวลา 80 วัน	75
4.21	Concentration Profile ของสารละลายโลหะหนักในดินเหนียวเกาะยอที่เวลา 440 วัน สำหรับทดลอง Cr และ 388 วัน สำหรับทดลอง Cd, Ni, Pb และ Zn	76

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Normalized Effluent Concentration (C_L/C_0) กับเวลาของชั้นกันซึมทรายผสมเบนโทไนต์ที่ 5% ที่มีความหนา 60 cm	82
5.2	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Normalized Effluent Concentration (C_L/C_0) กับเวลาของชั้นกันซึมดินลูกรังคอหงส์ที่มีความหนา 60 cm	83
5.3	ความสัมพันธ์ระหว่างค่า Normalized Effluent Concentration (C_L/C_0) กับเวลาของชั้นกันซึมดินเหนียวเกาะยอที่มีความหนา 60 cm	84
5.4	ระยะเวลาที่ Cd ในน้ำชะมูลฝอยที่ด้านล่างของชั้นกันซึมทรายผสมเบนโทไนต์ที่ 5% ที่มีความหนา 60 cm มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	85
5.5	ระยะเวลาที่ Ni ในน้ำชะมูลฝอยที่ด้านล่างของชั้นกันซึมทรายผสมเบนโทไนต์ที่ 5% ที่มีความหนา 60 cm มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	86
5.6	ระยะเวลาที่ Pb ในน้ำชะมูลฝอยที่ด้านล่างของชั้นกันซึมทรายผสมเบนโทไนต์ที่ 5% ที่มีความหนา 60 cm มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	87
5.7	ระยะเวลาที่ Zn ในน้ำชะมูลฝอยที่ด้านล่างของชั้นกันซึมทรายผสมเบนโทไนต์ที่ 5% ที่มีความหนา 60 cm มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	88
5.8	ระยะเวลาที่ Cr ในน้ำชะมูลฝอยที่ด้านล่างของชั้นกันซึมดินลูกรังคอหงส์ที่มีความหนา 60 cm มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	89
5.9	ระยะเวลาที่ Cd ในน้ำชะมูลฝอยที่ด้านล่างของชั้นกันซึมดินลูกรังคอหงส์ที่มีความหนา 60 cm มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	90
5.10	ระยะเวลาที่ Ni ในน้ำชะมูลฝอยที่ด้านล่างของชั้นกันซึมดินลูกรังคอหงส์ที่มีความหนา 60 cm มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	91
5.11	ระยะเวลาที่ Pb ในน้ำชะมูลฝอยที่ด้านล่างของชั้นกันซึมดินลูกรังคอหงส์ที่มีความหนา 60 cm มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	92
5.12	ระยะเวลาที่ Zn ในน้ำชะมูลฝอยที่ด้านล่างของชั้นกันซึมดินลูกรังคอหงส์ที่มีความหนา 60 cm มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	93
5.13	ระยะเวลาที่ Cr ในน้ำชะมูลฝอยที่ด้านล่างของชั้นกันซึมดินเหนียวเกาะยอที่มีความหนา 60 cm มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	94

รายการภาพประกอบ (ต่อ)

ภาพประกอบ		หน้า
5.14	ระยะเวลาที่ Cd ในน้ำชะมูลฝอยที่ด้านล่างของชั้นกันซึมดินเหนียวเกาะยอที่มีความหนา 60 cm มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	95
5.15	ระยะเวลาที่ Ni ในน้ำชะมูลฝอยที่ด้านล่างของชั้นกันซึมดินเหนียวเกาะยอที่มีความหนา 60 cm มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	96
5.16	ระยะเวลาที่ Pb ในน้ำชะมูลฝอยที่ด้านล่างของชั้นกันซึมดินเหนียวเกาะยอที่มีความหนา 60 cm มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	97
5.17	ระยะเวลาที่ Zn ในน้ำชะมูลฝอยที่ด้านล่างของชั้นกันซึมดินเหนียวเกาะยอที่มีความหนา 60 cm มีค่าความเข้มข้นเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน	98

รายการภาพประกอบภาคผนวก

ภาพประกอบภาคผนวก		หน้า
1	ผลตัวอย่างการคำนวณเพื่อหาค่าความหนาของชั้นกันซึม	126

ตัวย่อและสัญลักษณ์

A	=	พื้นที่หน้าตัดของดิน (L^2)
b	=	ค่าคงที่ของการดูดซับ (L/mg)
C_f	=	ความเข้มข้นสุดท้ายของสารละลายที่ใช้เป็น Effluent (mg/L)
C_0	=	ความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายที่ใช้เป็น Influent (mg/L)
C_s	=	ความเข้มข้นของโลหะหนักที่ถูกดูดติดผิวในดินที่แบ่งเป็นชั้นๆ
C_{sm}	=	ความเข้มข้นสูงสุดของโลหะหนักที่ถูกดูดติดผิวในดินที่แบ่งเป็นชั้นๆ
C_t	=	ความเข้มข้นของโลหะหนักของ Effluent ที่เก็บตามเวลาที่ผ่านไป
CEC	=	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุบวก (Cation Exchange Capacity) มีหน่วยเป็น meq/100g
D	=	สัมประสิทธิ์การแพร่ (Diffusion Coefficient) มีหน่วยเป็น cm^2/s
ΔH	=	ค่าความแตกต่างของระดับของน้ำ (L)
i	=	ความชันทางชลศาสตร์ (Hydraulic Gradient)
J_D	=	อัตราการเคลื่อนที่ของมวลของสารปนเปื้อนที่เคลื่อนที่แบบการแพร่ผ่านชั้นกันซึมต่อหน่วยพื้นที่ (Diffusive Mass Flux) มีหน่วยเป็น M/L^2
K	=	ค่าสัมประสิทธิ์การยอมให้น้ำซึมผ่าน (Hydraulic Conductivity) มีหน่วยเป็น cm/s
K_F	=	สัมประสิทธิ์พาร์ทิชั่นของสมการแบบ Freundlich (L/kg)
K_P	=	สัมประสิทธิ์พาร์ทิชั่น (Partition Coefficient) มีหน่วยเป็น L/kg
L	=	ความหนาของตัวอย่างดิน (L)
LL	=	ค่าพิกัดความเหลวของดิน (Liquid Limit) มีหน่วยเป็น %
M_q	=	มวลของสารละลายที่ถูกดูดติดผิว (Mass sorbed) มีหน่วยเป็น gm
M_s	=	น้ำหนักของดิน (gm)
MSE	=	ค่าเฉลี่ยของผลต่างยกกำลังสอง (Mean Squared Error)
n	=	ความพรุนของดิน
1/n	=	ค่าคงที่ที่แสดงถึงการขึ้นตรงกับความเข้มข้นของสารละลาย Correction Factor
P200	=	ปริมาณดิน (%) ที่ผ่านตะแกรงเบอร์ 200
PI	=	ดัชนีความเหนียวของดิน (Plasticity Index) มีหน่วยเป็น %
P_L	=	พิกเลย์นัมเบอร์ (Peclet Number)

ตัวย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

q	=	อัตราส่วนระหว่างมวลของสารละลายที่ถูกดูดติดผิวต่อน้ำหนักของดินที่ใช้ (gm/gm)
Q	=	อัตราการไหล (L^3/t)
q_{max}	=	มวลโลหะหนักที่ถูกดูดติดผิวสูงสุดต่อมวลของดินที่ดูดสารนั้นๆ
R	=	แฟคเตอร์การหน่วง (Retardation Factor)
T_R	=	เฟคเตอร์ของเวลา (Time Factor)
V_s	=	ความเร็วในการไหลซึมของน้ำในดิน (Seepage Velocity) มีหน่วยเป็น L/t
X_m	=	ปริมาณสูงสุดของมวลโลหะหนักที่ถูกดูดติดผิวต่อน้ำหนักของมวลดิน (mg/g)
Δz	=	ความหนาของดิน (L)