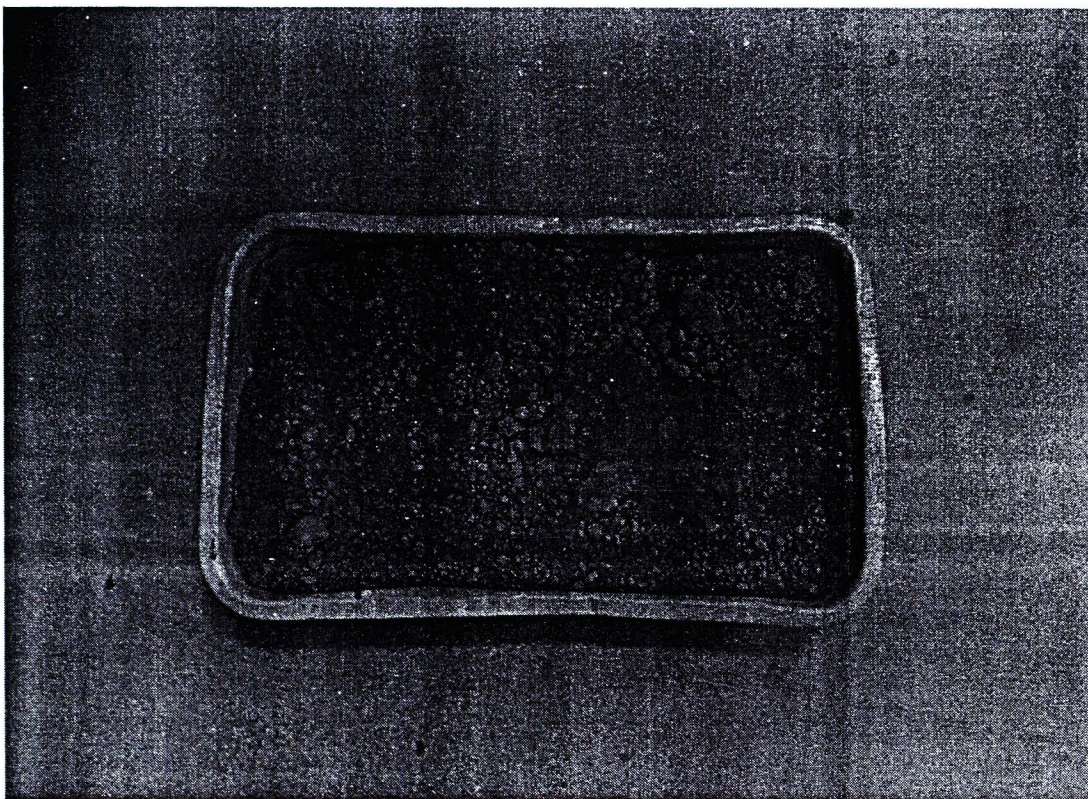


บทที่ 3

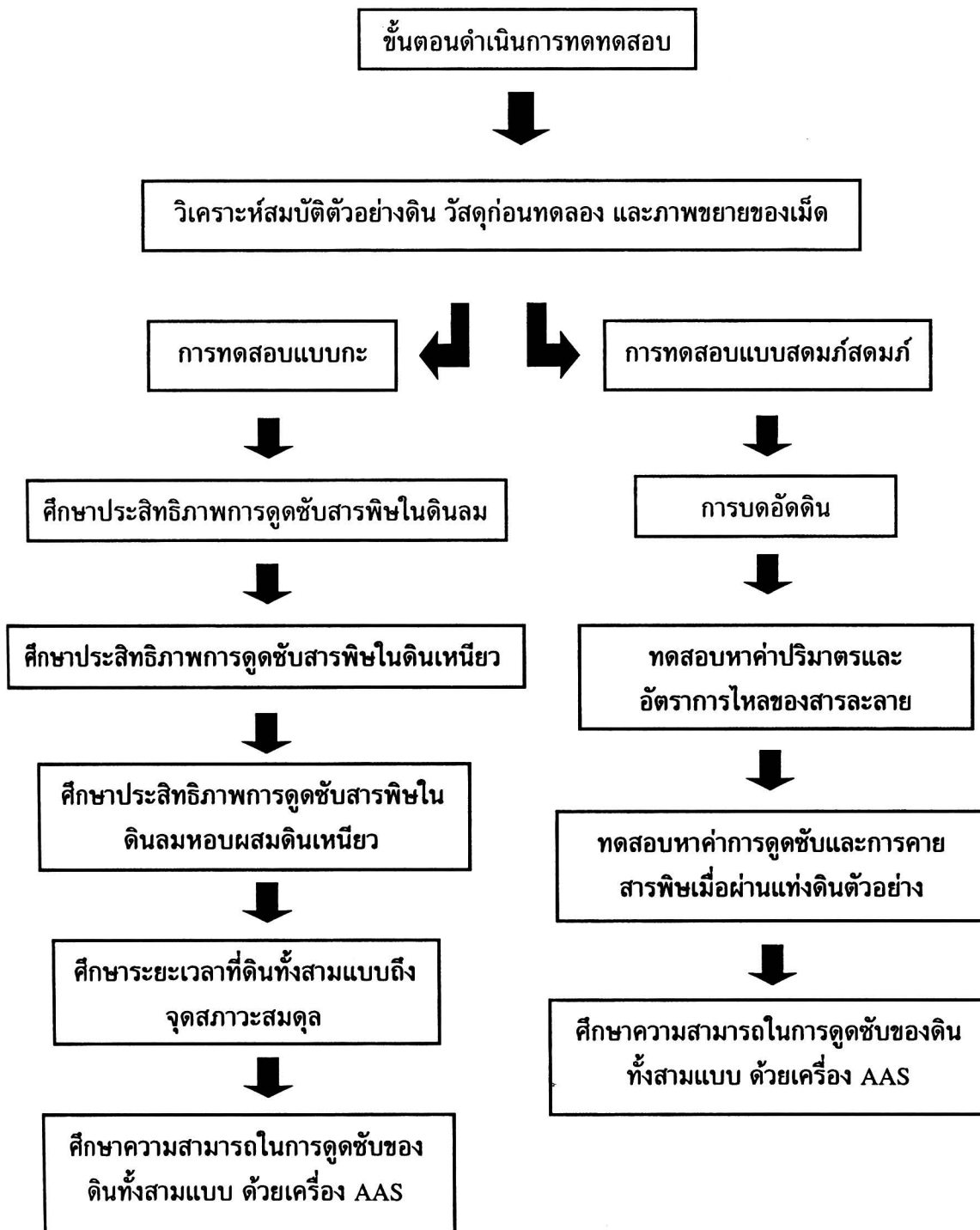
วิธีการศึกษา

ทำการวิจัยที่เกี่ยวกับคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดิน ในห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ส่วนการทดสอบทางด้านเคมี จะทำการทดสอบที่ห้องปฏิบัติการ ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์และภาพถ่ายของเม็ดดิน ทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการ คณะทันตแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

ดินลมหอบและดินเหนียว จะถูกเก็บมาทำความสะอาด โดยการล้างน้ำ และอบแห้งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 3.1) จากนั้นนำมาทดสอบโดยสามารถลำดับขั้นตอนการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 3.2



ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างดินลมหอบ



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการทดสอบ

3.1 การทดสอบคุณสมบัติพื้นฐานดิน (Engineering Properties)

นำดินตัวอย่างทั้งสองชนิด ไปร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 (ภาพที่ 3.3) เพื่อคัดขนาดของเม็ดดินตามที่ต้องการ จากนั้นนำไปล้างน้ำสะอาดเพื่อขจัดคราบสิ่งสกปรกที่เจือปนมากับดิน โดยการปล่อยให้น้ำไหลผ่านเม็ดดิน เป็นเวลา 10 นาที ในขณะที่น้ำไหลผ่านนั้น ทำการกวาดดินตลอดเวลา เพื่อให้ดินที่อยู่ข้างล่างโดนน้ำล้างอย่างสม่ำเสมอ เช่นเดียวกับดินที่อยู่ข้างบน จากนั้นนำไปอบแห้งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

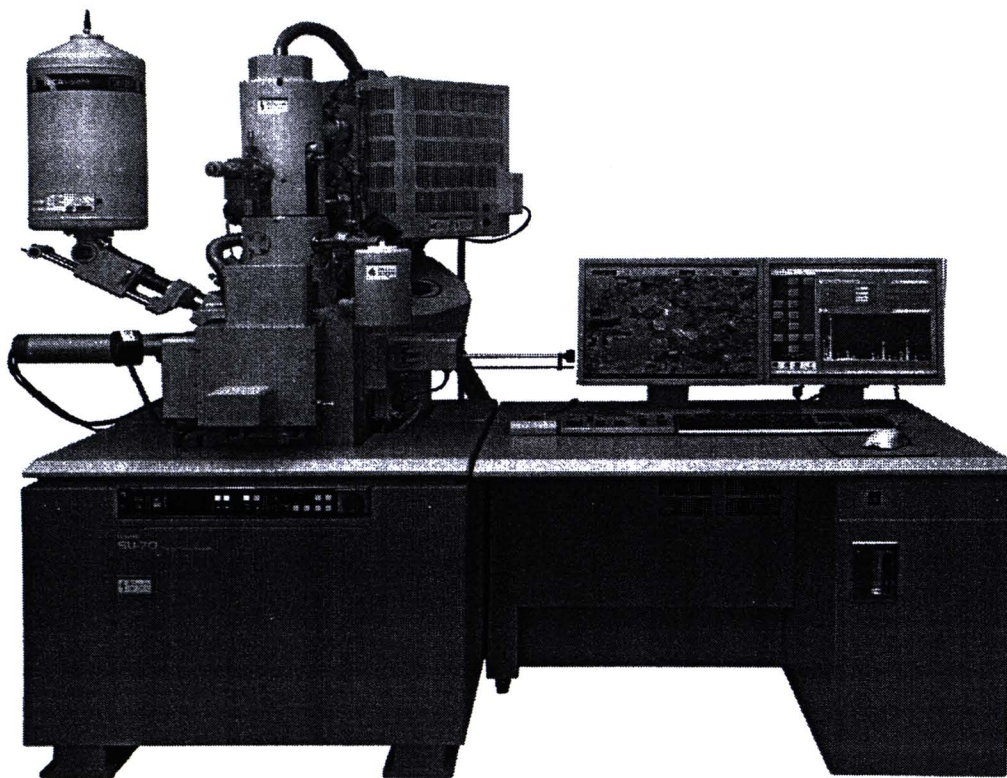
การหาคุณสมบัติพื้นฐานของดินลมหอบและดินเหนียว เช่น การจำแนกชนิดของดิน (Soil Classification), การทดสอบหาค่าความถ่วงจำเพาะ (Specific Gravity), หน่วยน้ำหนัก (Unit weight), ค่าความชื้นธรรมชาติ (Natural water content), พิกัดความเหลวของดิน (Liquid Limit), พิกัดพลาสติก (Plastic Limit) และค่าดัชนีสภาพพลาสติก (Plasticity Index) และปริมาณความชื้นที่เหมาะสมในการบดอัด (Optimum Moisture Content) โดยวิธีบดอัด Standard Proctor Compaction Test ตามมาตรฐาน ASTM D 698



ภาพที่ 3.3 ตะแกรงร่อนเบอร์ 200

3.2 การถ่ายภาพขยายขนาดกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (SEM)

นำตัวอย่างดินทั้งสอง ไปถ่ายภาพขยายเม็ดดินด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน (Scanning Electron microscope) (ภาพที่ 3.4) เพื่อดูพื้นที่ผิวของเม็ดดินทั้ง 2 ชนิดตัวอย่างดิน ลมหอบและดินเหนียวซึ่งอบแห้งเป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 ไปเคลือบทองเพื่อให้เกิดการนำไฟฟ้า จากนั้นจึงนำไปถ่ายภาพขยายขนาดของเม็ดดินด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบสแกน เพื่อดูสภาพพื้นที่ผิวของเม็ดดิน จากภาพถ่ายขยายขนาดของเม็ดดิน ภาพโครงสร้างที่เห็นจะเป็นภาพลักษณะ 3 มิติ สามารถบอกได้ว่าเม็ดดินลมหอบและเม็ดดินเหนียวมีลักษณะทางกายภาพเช่นไร เหมือนหรือต่างกันอย่างไรบ้าง

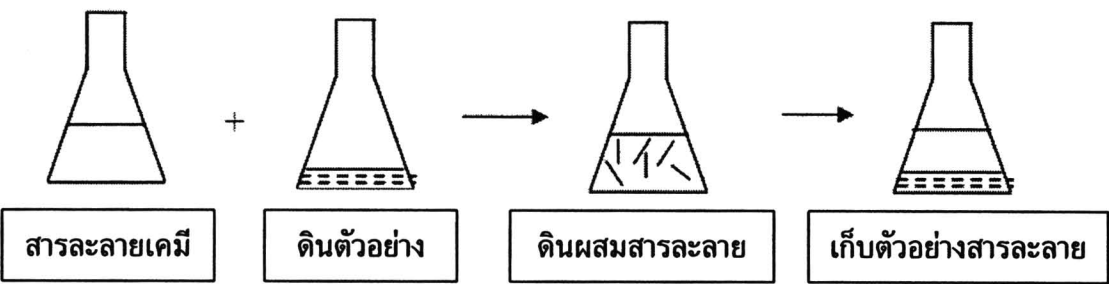


ภาพที่ 3.4 เครื่อง Scanning Electron Microscope

3.3 การทดสอบแบบกะ (Batch test)

การทดสอบการดูดติดผิวแบบกะ ถูกนำมาใช้หาคุณสมบัติการดูดติดผิวของดินลมหอบและดินเหนียว ต่อสารละลายโลหะหนัก 3 ชนิด ได้แก่ ทองแดง, นิกเกิลและสังกะสี จากเตรียมโดยการละลาย CuCl_2 , NiCl_2 และ ZnCl_2 โดยทำการผสมดินตัวอย่างเข้ากับสารละลายโลหะหนัก แบ่งเป็นชุด ๆ นำไปเขย่าให้เข้ากันตามเวลาที่กำหนดจากนั้นแยกสารละลายโลหะหนักออกจากดิน

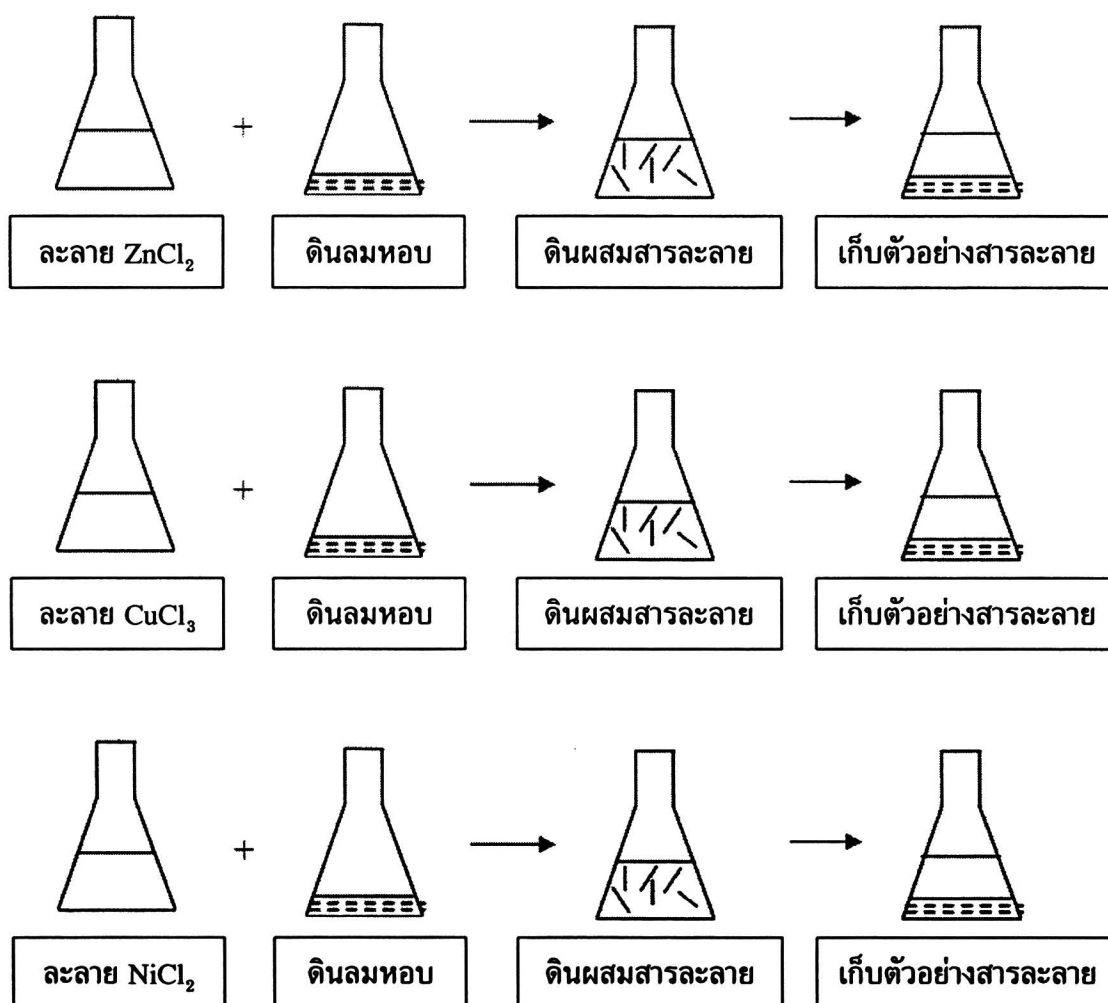
ด้วยกระดาษกรอง นำสารละลายโลหะหนักที่ได้ไปทดสอบหาค่าความเข้มข้นด้วยเครื่อง AAS
ขั้นตอนการทดสอบดังแสดงในภาพที่ 3.5



ภาพที่ 3.5 ขั้นตอนการทดสอบแบบกะ

3.3.1 ประสิทธิภาพการดูดซับสารพิษในดินลมหอบ

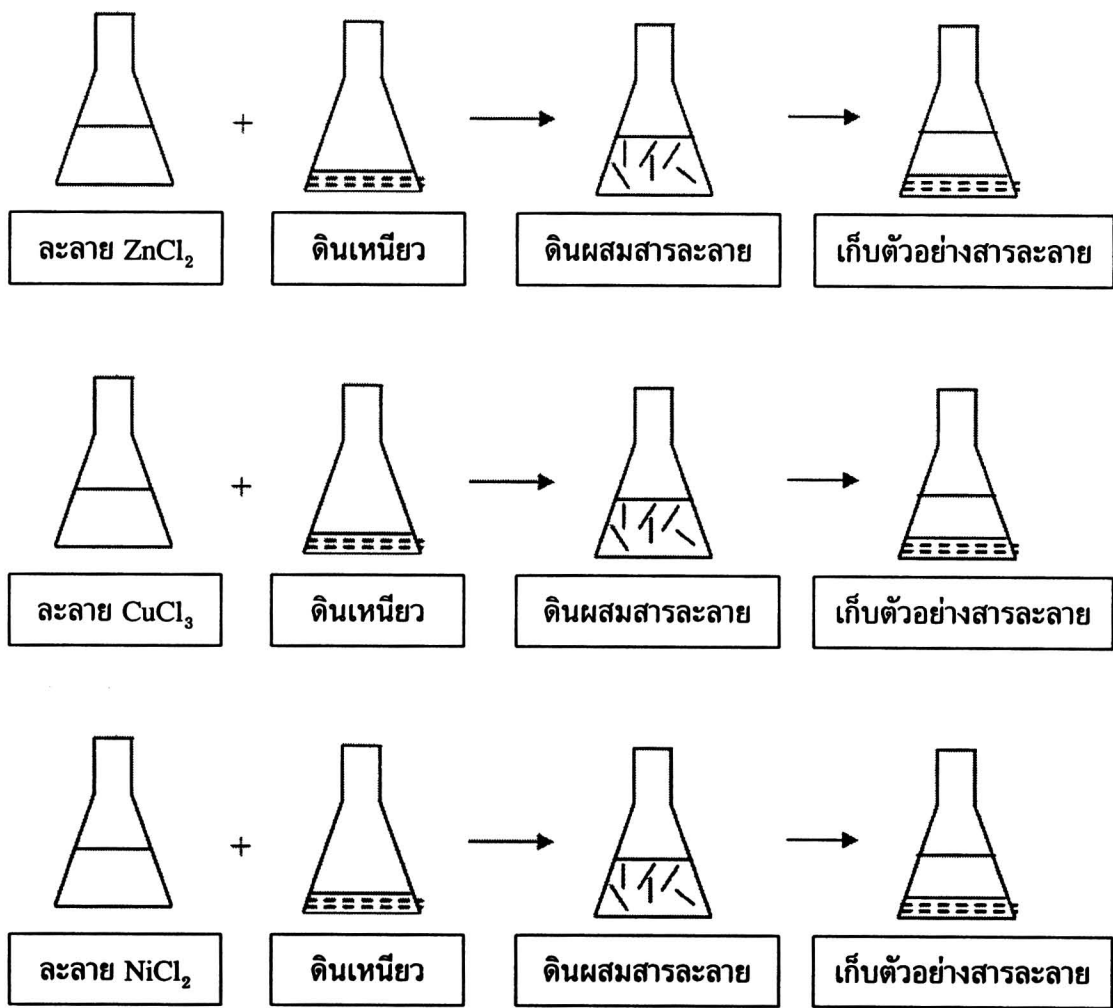
การทดลองเริ่มต้นจากนำดินลมหอบ ร้อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 แล้วนำไปอบแห้ง แบ่งดินออกมาตัวอย่างละ 2.5 กรัม ใส่ในขวดทดลองขนาด 120 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำสารละลายโลหะปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่เตรียมไว้มาผสมแล้วนำไปเขย่าทันทีด้วยเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6, 12, 24 และ 48 ชั่วโมงตามลำดับ เพื่อให้โลหะหนักถูกดูดติดที่ผิวดิน ทำการเก็บตัวอย่างตามเวลาที่กำหนด (ภาพที่ 3.6) แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง จากนั้นเจือจางความเข้มข้นด้วยกรดไนตริก แล้ววิเคราะห์หาความเข้มข้นสุดท้ายของโลหะหนักด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ทำการทดลองแบบเดิมซ้ำโดยเปลี่ยนความเข้มข้นเริ่มต้นของสารละลายโลหะหนัก โดยความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้คือ 5, 25, 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ



ภาพที่ 3.6 ขั้นตอนการทดสอบแบบกะของดินลมหอบ

3.3.2 ประสิทธิภาพการดูดซับสารพิษในดินเหนียว

การทดลองเริ่มต้นจากนำดินเหนียวร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 แล้วนำไปอบแห้ง แบ่งดินออกมาตัวอย่างละ 2.5 กรัม ใส่ในขวดทดลอง ขนาด 120 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำสารละลายโลหะ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่เตรียมไว้มาผสมแล้วนำไปเขย่าทันที ด้วยเครื่องเขย่า ที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6, 12, 24 และ 48 ชั่วโมงตามลำดับ เพื่อให้โลหะหนักถูกดูดซับที่ผิวดิน ทำการเก็บตัวอย่างตามเวลาที่กำหนด แล้วนำไปกรองด้วยกระดาษกรอง จากนั้นเจือจางความเข้มข้นด้วยกรดไนตริก แล้ววิเคราะห์หาความเข้มข้นสุดท้ายของโลหะหนัก ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ทำการทดลองแบบเดิมซ้ำโดยเปลี่ยนความเข้มข้น เริ่มต้นของสารละลายโลหะหนัก โดยความเข้มข้นที่ใช้ในการทดสอบครั้งนี้คือ 5, 25, 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตรตามลำดับ



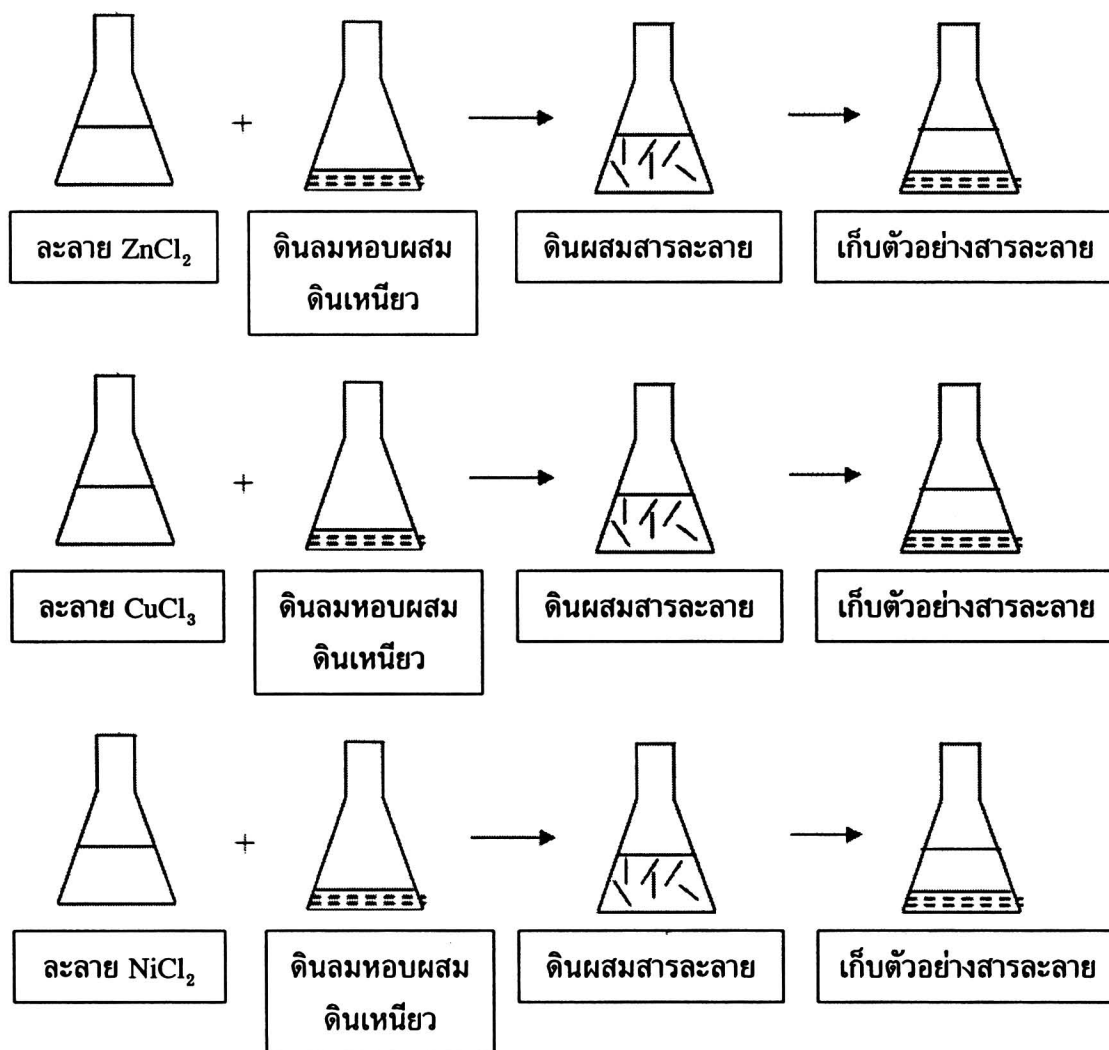
ภาพที่ 3.7 ขั้นตอนการทดสอบแบบกะของดินเหนียว

3.3.3 ประสิทธิภาพการดูดซับสารพิษในดินลมหอบผสมดินเหนียว

การทดสอบแบบกะในดินลมหอบและในดินเหนียวทำให้ทราบว่า ค่าอัตราการดูดซับและปริมาณสูงสุดของสารละลายโลหะหนักที่สามารถดูดซับได้โดยดินลมหอบน้อยกว่าในดินเหนียวมาก ดังนั้น การผสมดินเหนียวเข้าไปในชั้นดินลมหอบจะสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดซับสารละลายทองแดงให้กับชั้นดินลมหอบได้

การทดลองเริ่มต้นจากนำดินลมหอบและดินเหนียวร่อนผ่านตะแกรงเบอร์ 200 แล้วนำไปอบแห้ง แบ่งดินออกมาเป็นสัดส่วนโดยเริ่มต้นที่น้ำหนักดินเหนียว 5 เปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักทั้งหมด 2.5 กรัม เพิ่มปริมาณดินเหนียวไปเรื่อยๆ ตัวอย่างสุดท้ายใช้ดินเหนียว 95 เปอร์เซ็นต์จากน้ำหนักทั้งหมด 2.5 กรัม แยกตัวอย่างใส่ในขวดทดลองขนาด 120 มิลลิลิตร หลังจากนั้นนำสารละลายโลหะ ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่เตรียมไว้มาผสมแล้วนำไปเขย่าทันที

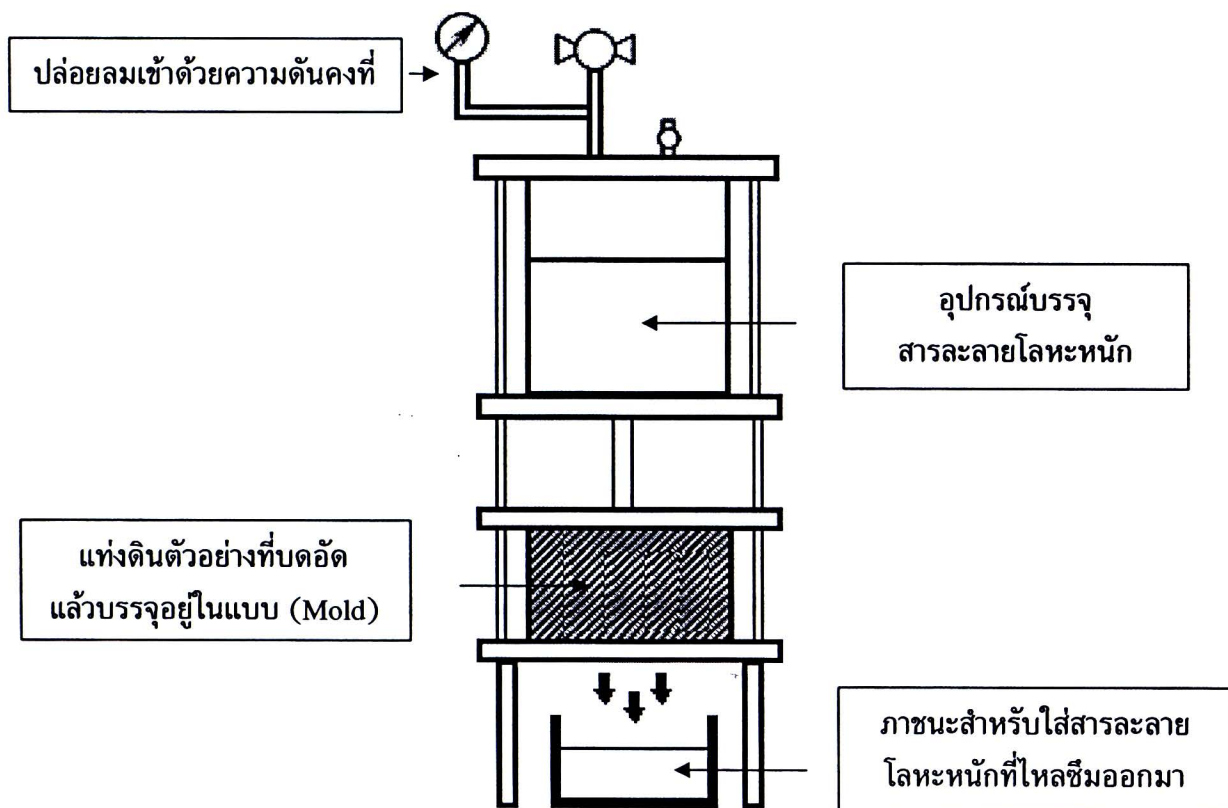
ด้วยเครื่องเขย่าที่ความเร็วรอบ 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6, 12, 24 และ 48 ชั่วโมงตามลำดับ เพื่อให้โลหะหนักถูกดูดติดที่ผิวดิน ทำการเก็บตัวอย่างตามเวลาที่กำหนด แล้วนำไปกรองด้วย กระดาษกรอง จากนั้นเจือจางความเข้มข้นด้วย กรดไนตริก แล้ววิเคราะห์หาความเข้มข้นสุดท้ายของโลหะหนักด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer ทำการทดลองแบบเดิมซ้ำโดยเปลี่ยนความเข้มข้น เริ่มต้นของสารละลายโลหะหนัก โดยความเข้มข้นที่ใช้คือ 5, 25, 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ



ภาพที่ 3.8 ขั้นตอนการทดสอบแบบกะของดินลมหอบผสมดินเหนียว

3.4 การทดสอบแบบสดมภ์ (Column Test)

นำดินไปบดอัดตามมาตรฐาน Standard Proctor Compaction (ASTM D 698) ใน Mold ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว สูง 4.584 นิ้ว ด้วยความชื้น 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเป็นค่าความชื้น OMC หลังจากนั้นนำดินที่บดอัดแล้วพร้อม Mold ไปประกอบเข้ากับอุปกรณ์การทดสอบแบบสดมภ์ ปิดด้วยแผ่นเหล็กที่มีวาล์วให้น้ำเข้าออกทั้งด้านบนและด้านล่างดังแสดงในภาพที่ 3.9 แบ่งระยะเวลาในการทดสอบเป็นสามช่วง ๆ ละ 48 ชั่วโมง คือ ช่วงแรกจำลองสถานการณ์ที่มีการปล่อยสารละลายโลหะหนักออกมาแล้วซึมลงสู่ดิน ช่วงที่สองเกิดการชะล้างเนื่องมาจากน้ำฝนไหลซึมลงสู่ดินและ ช่วงสุดท้ายมีปล่อยสารละลายโลหะหนักอีกครั้ง โดยใช้ความดันคงที่ 10 kg/cm^2 ตลอดทั้งการทดสอบ ทำการเก็บตัวอย่างทุก ๆ 6 ชั่วโมง จนครบ 144 ชั่วโมง แล้วนำสารละลายโลหะหนักที่ไหลซึมออกมาไปกรองด้วยกระดาษกรอง แล้วนำไปวิเคราะห์หาความเข้มข้นสุดท้ายของโลหะหนักด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer



ภาพที่ 3.9 เครื่องมือทดสอบแบบสดมภ์