บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานโครงงานวิศวกรรมโยธา

ในการดำเนินงาน โดยงานวิศวกรรมโยธาแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนดังนี้

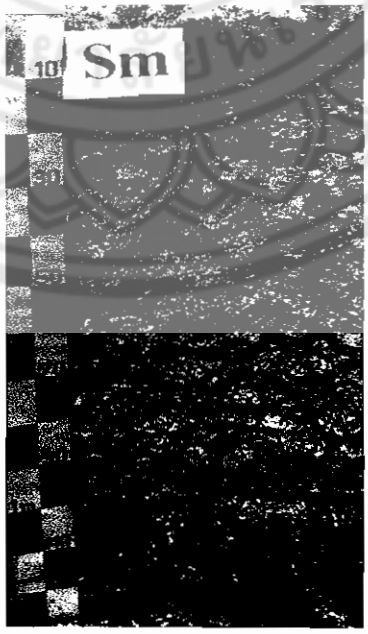
1. การกำหนดขอบเขตการศึกษา
2. การเก็บรวบรวมข้อมูล
3. ทำการศึกษาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบวิธีการเร่งการทรุดตัว
4. รายละเอียดวิธีการทำในการปรับปรุงคุณภาพดินของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

3.1 การกำหนดขอบเขตกำหนดการศึกษา

ในการกำหนดขอบเขตที่จะทำการศึกษานั้น เมื่อพิจารณางานในส่วนของการปรับปรุงคุณภาพของดินดันทาง

3.1.1 การศึกษาถึงสภาพในปัจจุบันก่อนการปรับปรุงคุณภาพของดินดันทาง

ลักษณะดินของ จังหวัดสมุทรปราการ : เกิดจากวัตถุต้นกำเนิดดินพวกตะกอนผสมของตะกอนลำน้ำและตะกอนน้ำทะเลแล้วพัฒนาในสภาพน้ำกร่อย พบบริเวณที่ราบลุ่มชายฝั่งทะเลหรือห่างจากทะเลไม่มากนัก เป็นดินลึก มีการระบายน้ำได้ไม่ดี เนื้อดินเป็นดินเหนียวจัด ดินบนสีดำ ส่วนดินล่างสีเทาหรือน้ำตาลอ่อน มีจุดประสีเหลืองและน้ำตาลตลอดชั้นดิน บางบริเวณอาจพบจุดประสีแดง



รูปที่ 3.1 ลักษณะดินของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จังหวัดสมุทรปราการ

ลักษณะดินของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ มี 3 ชั้น

- **ชั้นบนสุดเป็นดินเหนียวอ่อนมากถึงอ่อน มีสีเทาอ่อน มีทรายละเอียดผสมอยู่**
- **ชั้นกลางเป็นดินเหนียวที่ค่อนข้างแข็งถึงแข็ง มีสีเทาอ่อน มีทรายละเอียดและซากพืชซากสัตว์ผสมอยู่**
- ชั้นล่างเป็นดินเหนียวละเอียดที่แข็งถึงแข็งมาก มีสีเทาอ่อนถึงน้ำตาลอ่อน มีทรายละเอียดผสมอยู่

3.1.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียของการปรับปรุงคุณภาพของดินคันทางแต่ละวิธี

การศึกษาวิธีการปรับปรุงคุณภาพของดินคันทางของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ที่ใช้มี 3 วิธี ได้แก่

1. วิธี Soil Cement Column Method
2. วิธี PVD Preloading Method
3. วิธี Vacuum Consolidation

นำข้อมูลการปรับปรุงคุณภาพของดินคันทางที่ได้จากการศึกษาแต่ละวิธี มาเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียว่า วิธี Soil Cement Column Method มีข้อดี- ข้อเสียอย่างไร วิธี PVD Preloading Method มีข้อดี- ข้อเสียอย่างไร และ วิธี Vacuum Consolidation มีข้อดี- ข้อเสียอย่างไร

3.1.3 เพื่อศึกษาถึงประโยชน์ของการใช้งานเครื่องจักรวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ของการปรับปรุงคุณภาพของดินคันทาง

ศึกษาประโยชน์การใช้งานเครื่องจักร วัสดุและอุปกรณ์ว่าเครื่องจักรใช้ในงานหรือขั้นตอนการทำงานในลักษณะไหนบ้าง และวัสดุ อุปกรณ์ที่ต้องใช้ในการปรับปรุงคุณภาพมีอะไรบ้างและประโยชน์การใช้งานคืออะไร

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการหาข้อมูลขอบเขตของการศึกษาจำเป็นต้องอาศัยแหล่งข้อมูลต่าง ๆ เช่น ซึ่งสามารถแยกออกเป็นแหล่งต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. สำนักงานส่วนวิเคราะห์วิจัย กรมทางหลวง (กรุงเทพ ฯ)

2. ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

3. ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

4. เทคโนโลยีสารสนเทศ

3.3 ทำการศึกษาวิเคราะห์ และเปรียบเทียบวิธีการเร่งการทรุดตัว

- ส่วนของ Runway ใช้การปรับปรุงคุณภาพดินวิธี PVD Preloading Method เพราะเป็นวิธีที่ประหยัด เหมากับการก่อสร้างในพื้นที่ที่มีขนาดการก่อสร้างใหญ่และต้องการการรับแรงที่มากที่สุดจึงต้องใช้ระยะเวลาการปรับปรุงคุณภาพดินเป็นเวลานานที่สุด

- ส่วนของทางเชื่อมของRunway กับ Taxiwayใช้การปรับปรุงคุณภาพดินวิธี Vacuum Consolidation เพราะเป็นวิธีที่ที่ใช้ค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและมีพื้นที่ในการก่อสร้างขนาดเล็กและใช้เป็นทางเชื่อมของ Runway

- ส่วนของสถานที่จอดเครื่องบินใช้การปรับปรุงคุณภาพดินวิธี Soil Cement Column Method เพราะเป็นวิธีที่มีราคาปานกลางต้องการการรับแรงปานกลาง ไม่ต้องรับแรงกระแทกใช้เวลาในการก่อสร้างปานกลาง

3.4 รายละเอียดวิธีการทำในการปรับปรุงคุณภาพดินของท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

3.4.1 หลักการทำ Cement Column ใช้วิธีการฉีดอัดด้วยแรงดัน (Jet Grouting)

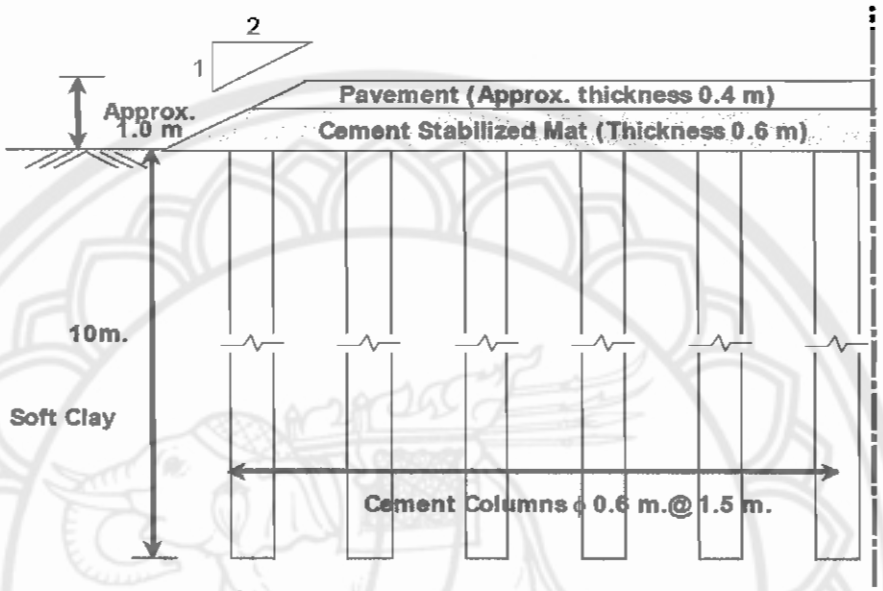
ใช้ใบมีดปั่นลงไปในดินเพื่อตีให้ดินเหนียวอ่อนยุ่ย เมื่อถึงระดับความลึกที่ต้องการก็ถอนใบมีดขึ้น แล้วอัดผงปูนซีเมนต์เข้าไปในดินพร้อมกับปั่นใบมีดให้ปูนซีเมนต์กับดินเหนียวเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน วิธีนี้มีจุดอ่อนคือถ้าดินมีความเหนียวมากอย่างดินเหนียวกรุงเทพฯจะทำงานได้ยากมาก

ป
TA
710.5
ช 5611
2549
5040545
16 ก.ค. 2550

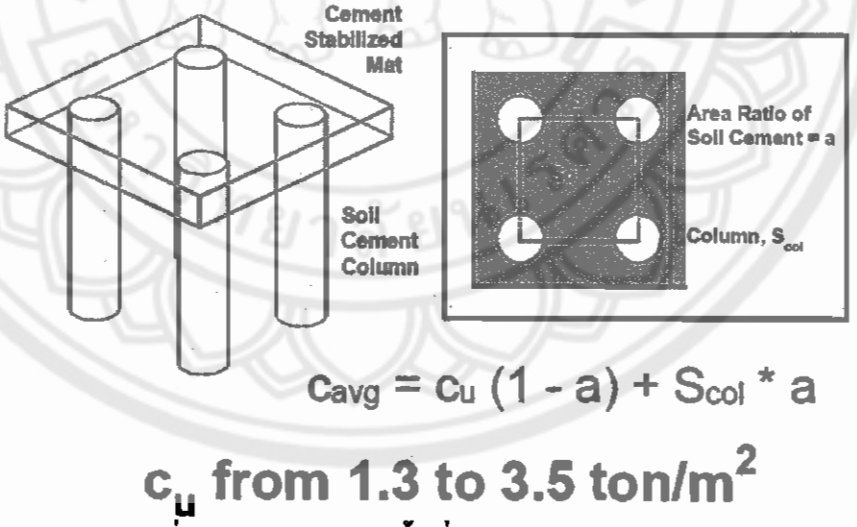
สำนักวิทยบริการ

3.4.1.1 ขนาดของเสาซีเมนต์ที่ใช้

เส้นผ่านศูนย์กลางของเสาซีเมนต์ 0.5 – 0.8 เมตร ความยาวของเสาซีเมนต์ 8.14 เมตร อัตราส่วนระหว่างระยะห่างกับเส้นผ่านศูนย์เท่ากับ 2.5 ดังแสดงในรูป 3.2 และ3.3



รูปที่ 3.2 รูปตัดการทำ Soil Cement Column



รูปที่ 3.3 อัตราส่วนของพื้นที่ Soil Cement Column

3.4.1.2 วัสดุที่ใช้ในการทำเสาซีเมนต์

- ซีเมนต์
- Bentonite

3.4.1.3 การทดสอบภาคสนาม

- การทดสอบแรงอัดแกนเดียว (Unconfined Compression Tests)
- การถอนออก (Pullout)
- การทดสอบการรับน้ำหนักของเสา (Column Load Test)

3.4.1.4 การบันทึกข้อมูล

- ความเสื่อมสภาพของซีเมนต์
- ความลึก
- และอื่น ๆ

3.4.1.5 การดึงออกมาทดสอบลักษณะของการผสมตัวระหว่างซีเมนต์กับดิน

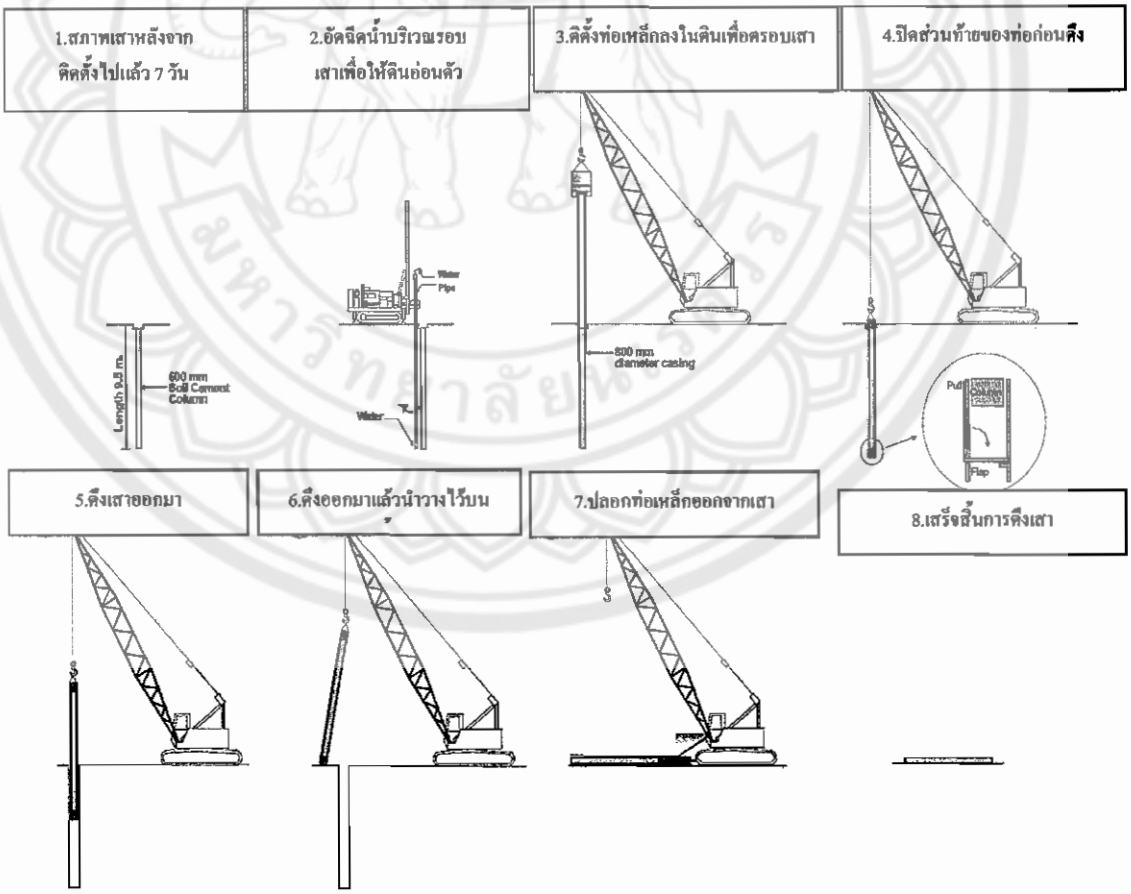
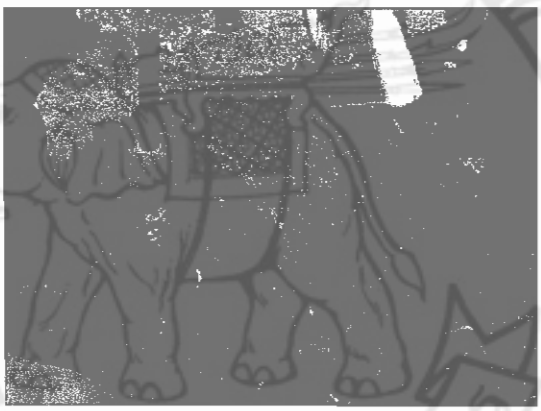


Figure 17 Procedure of Pullout Test

รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการดึงมาทดสอบ

รูปที่ 3.5 การปอกท่อออกให้เหลือแต่เสาดินซีเมนต์เพื่อจะนำมาทดสอบ

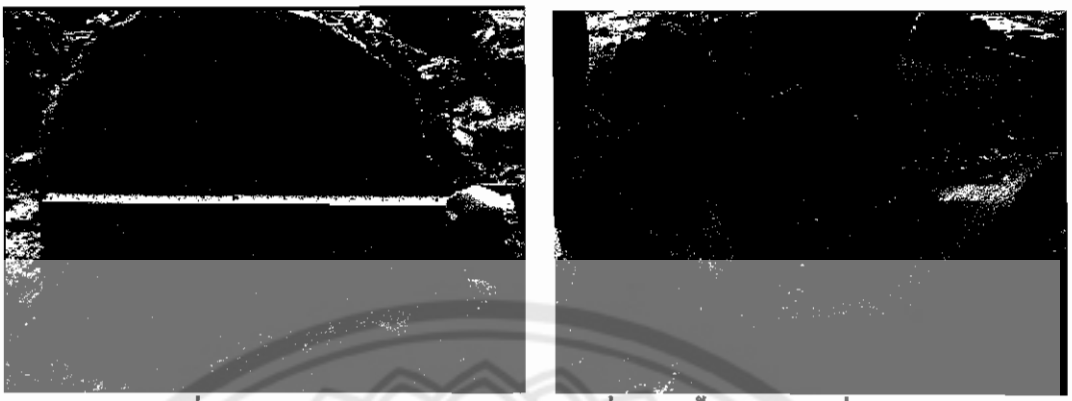
1. ตรวจสอบความสม่ำเสมอของส่วนผสม



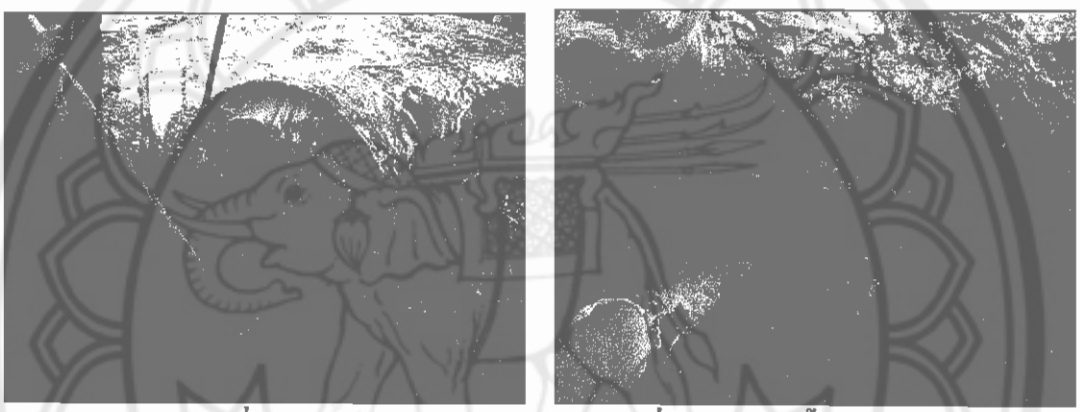
รูปที่ 3.6 ตรวจสอบรอยแตกว่าเสาดินซีเมนต์บริเวณใดเกิดรอยแตก

2. การทดสอบเสาดินซีเมนต์ว่าเป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่

การทดลองสุ่มดึงเสามาตรวจสอบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางว่ามีขนาดตามที่กำหนดหรือไม่ ตรวจสอบผิวของรอยตัด จุดที่เปราะบาง และการผสมระหว่างดินกับซีเมนต์สม่ำเสมอเป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่ ดังแสดงในรูปที่ 3.7 และ3.8



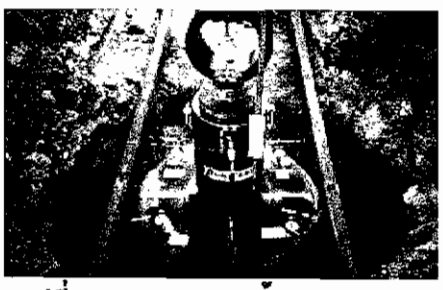
รูปที่ 3.7 การผสมระหว่างดินกับซีเมนต์ที่ดีเป็นเนื้อเดียวกันสม่ำเสมอ



รูปที่ 3.8 การผสมระหว่างดินกับซีเมนต์ที่ไม่ดีไม่เป็นเนื้อเดียวกัน

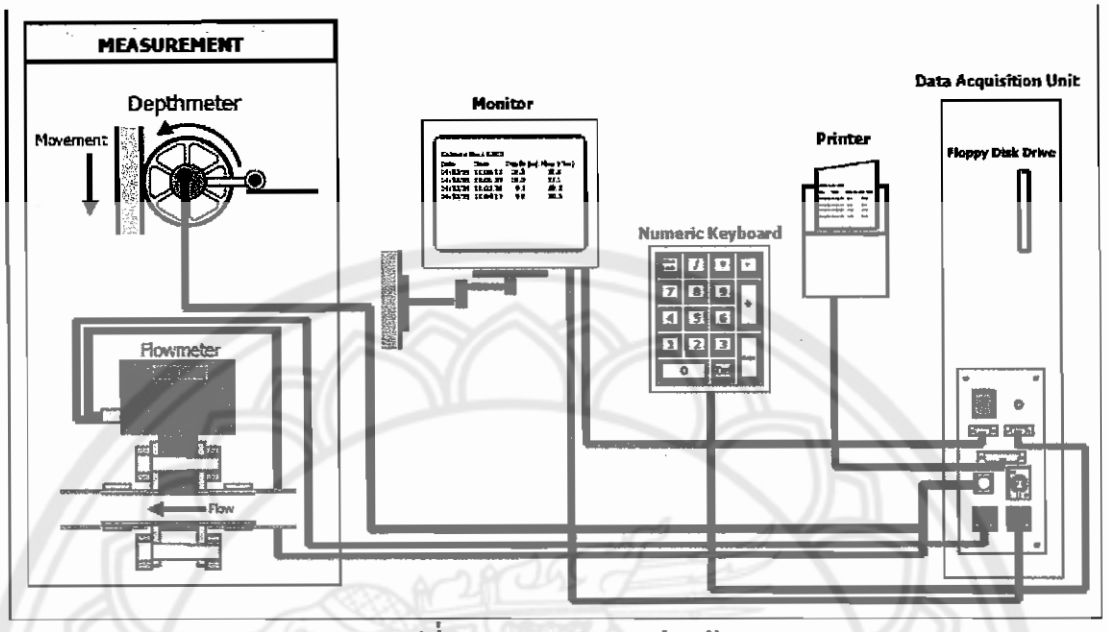
3. การทดสอบน้ำหนักของเสา

- ตรวจสอบคุณภาพของส่วนผสม ว่ามีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เมตร , q_u เท่ากับ 60 ตัน/ตารางเมตร และน้ำหนักสูงสุดเท่ากับ 17 ตัน
- ปริมาตรของเสาที่มีความยาว 10 เมตร ต้องมี Cu เท่ากับ 1 ตัน/ตารางเมตร และ Q_{ult} มากกว่า 18 ตัน



รูปที่ 3.9 การทดสอบน้ำหนักของเสา

4. ระบบผังงานก่อสร้าง

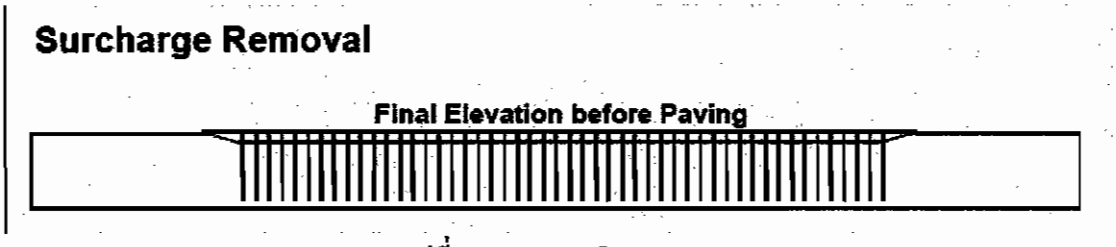


รูปที่ 3.10 ระบบผังงานก่อสร้าง

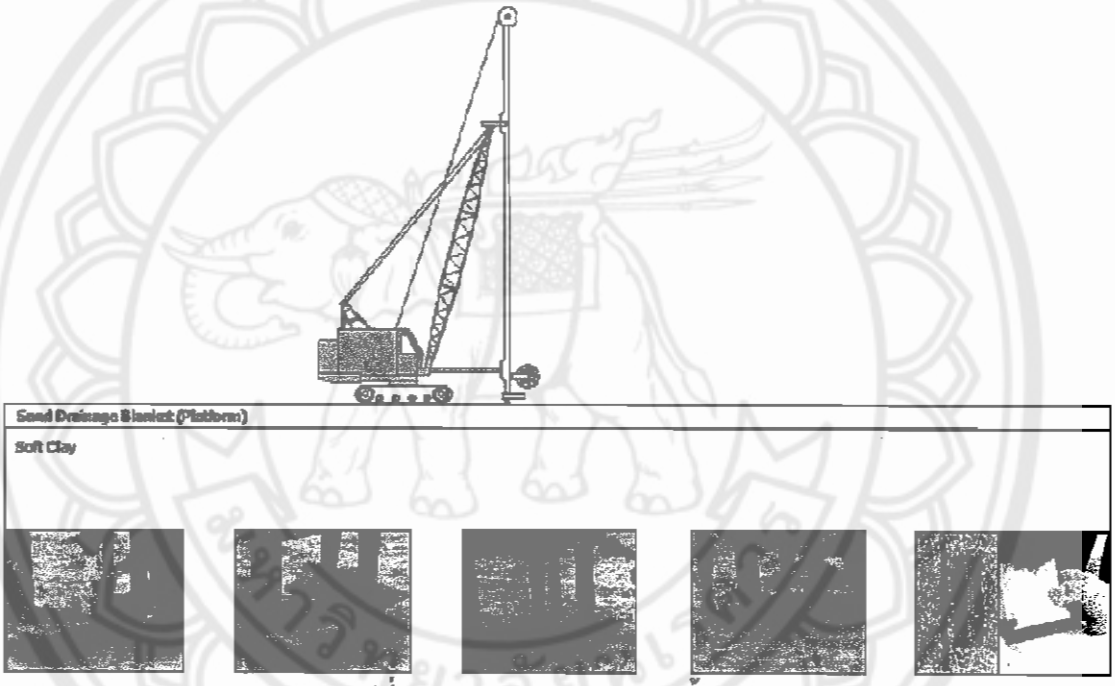
3.4.2 หลักการทำ PVD

ขั้นตอนการทำ Ground load ของ PVD ทำในส่วนของ Runway

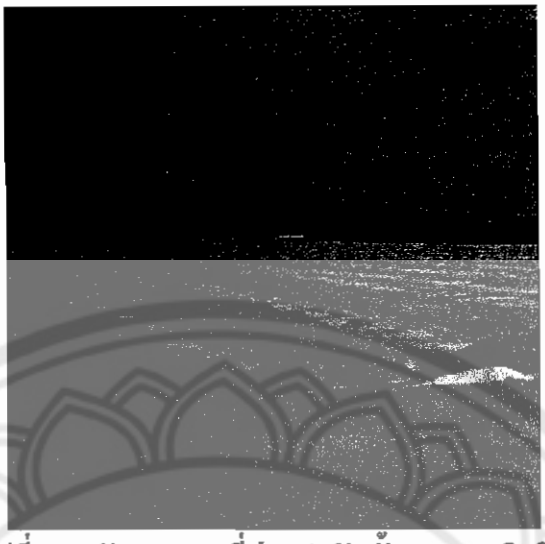
- ปรับสภาพพื้นดินให้มีระดับเฉลี่ยใกล้เคียงกันตลอดพื้นที่
- ถมทรายกรองน้ำ หนา 1 เมตร ตลอดพื้นที่ที่จะทำการปรับปรุงคุณภาพดิน
- กดและผังแผ่น Geotextile ตามแนวตั้งที่ความลึก 11 เมตร ระยะห่าง 1 เมตร เพื่อเป็นช่องระบายน้ำขึ้นมาจากดิน
- ลงชั้นทรายหนา 0.50 เมตร เพื่อเป็นชั้นระบายน้ำ
- ลงหินคลุกหนา 0.50 เมตร เพื่อเป็นน้ำหนักกดทับรีดน้ำออกจากดินอ่อน
- ระยะเวลาที่รอทิ้งไว้ (Waiting Period) จะขึ้นอยู่กับความต้องการให้ดินยุบตัวตามที่ได้ออกแบบไว้ซึ่งทิ้งไว้ทั้งหมด 11 เดือน
- เมื่อผลการยุบอัดตัวของดินเป็นไปตามที่กำหนดแล้ว จึงย้ายเอาหินคลุกที่ใช้เป็นน้ำหนักกดทับออกไปใช้ในบริเวณอื่นต่อไป



รูปที่ 3.11 การเอาผิวทางออก



รูปที่ 3.12 กระบวนการการติดตั้ง PVD



รูปที่ 3.13 จัดทำสถานที่ส่วนสำคัญชั้นแรกของผิวดิน

รูปที่ 3.14 การขุดเจาะทางระบายน้ำให้ท่อระบายน้ำและการซ่อมแซม

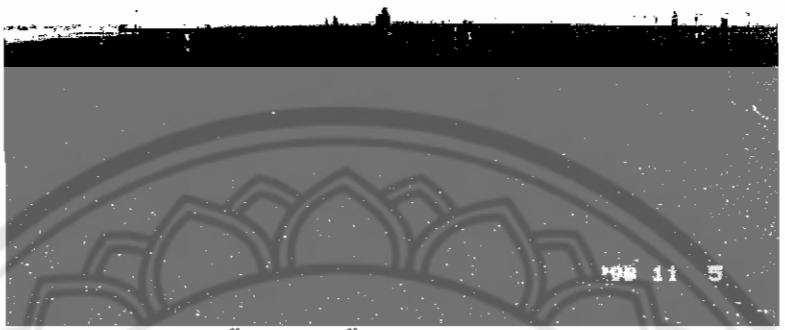
รูปที่ 3.15 การขุดลูน้ำ

รูปที่ 3.16 ติดตั้ง PVD

รูปที่ 3.17 การประกอบติดตั้งเครื่องมือ

รูปที่ 3.18 การถมทรายชั้นการระบายน้ำ 0.5 เมตร และปูแผ่น Geotextile เพื่อกรองน้ำ

รูปที่ 3.19 ทิ้งช่วงเวลาประมาณ 3 เดือน

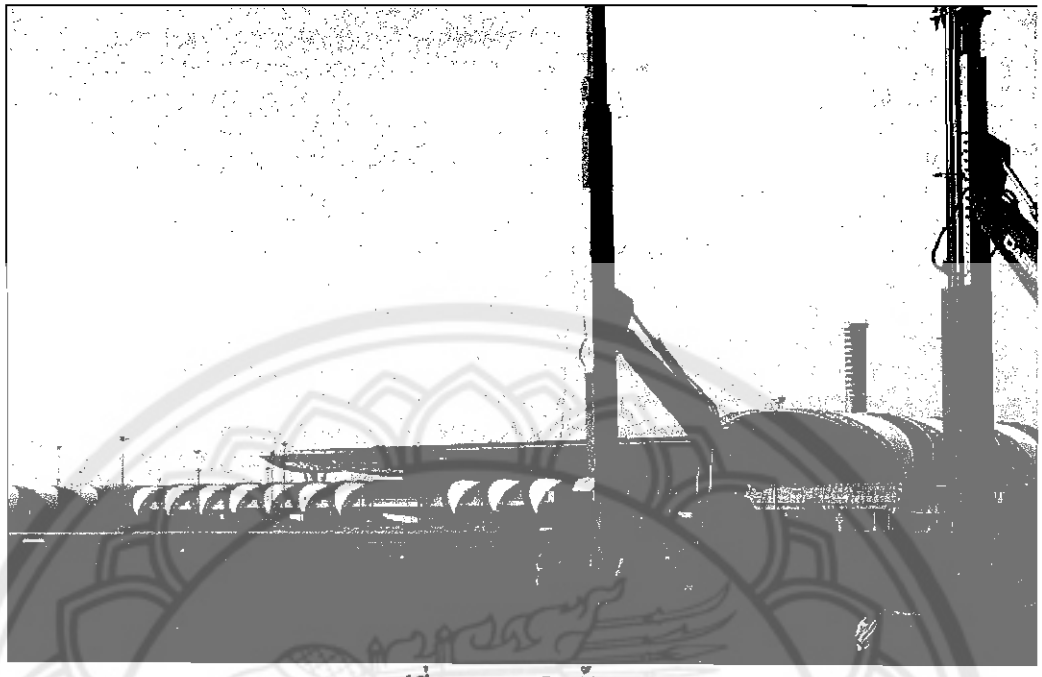


รูปที่ 3.20 สิ้นสุดการทิ้งช่วงเวลาสูงสุด 6 – 11 เดือน

ซึ่งปกติการทิ้งช่วงเวลาจะขึ้นอยู่กับการวัดระดับการทรุดตัวว่าชั้นดินแน่นสามารถรับกำลังอัดของน้ำหนักที่กระทำบนผิวทางได้

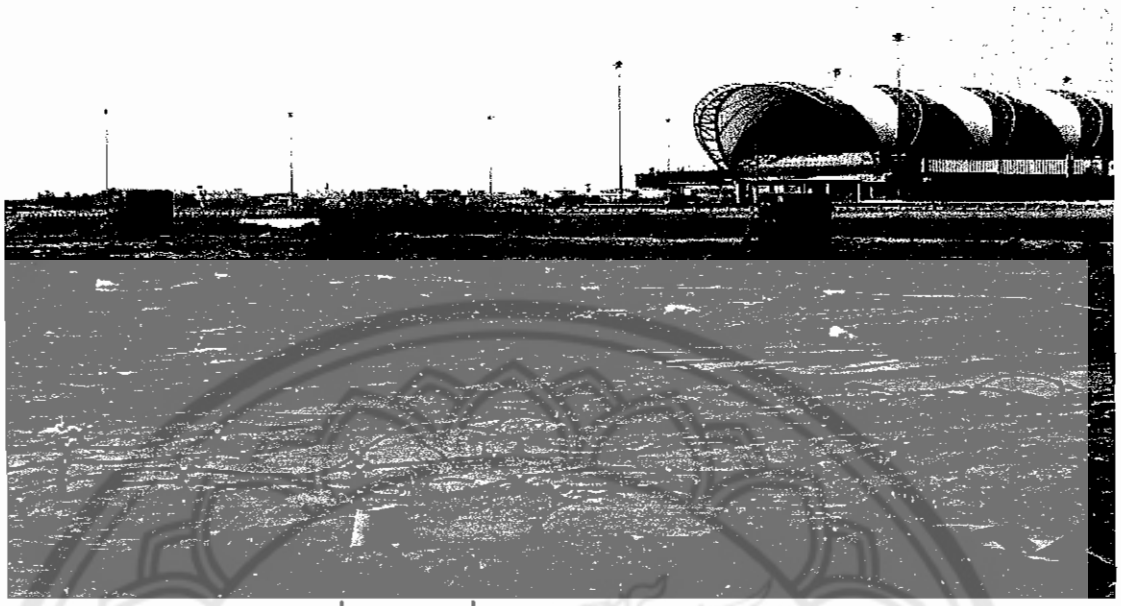
3.4.3 หลักการทำ Vacuum Consolidation

- ปรับสภาพพื้นดินให้มีระดับเฉลี่ยใกล้เคียงกันตลอดพื้นที่
- ติดตั้ง PVD
- วางแนวท่อสูบน้ำออกโดยวางแนวเชื่อมกับ **Vacuum Pump**
- ลงชั้นทรายระบายน้ำ 0.50 เมตร
- ลงหินคลุก เพื่อเป็นน้ำหนักกดทับรีดน้ำออกจากดินอ่อน
- ลงหินคลุก ชั้นที่ 2 เพื่อเป็นน้ำหนักกดทับรีดน้ำออกจากดินอ่อน
- ใช้ปั๊มดูดน้ำออกตามท่อที่วางแนวไว้
- ระยะเวลาที่รอทิ้งไว้ (Waiting Period) แต่จะน้อยกว่าการทำ PVD
- เมื่อผลการยุบอัดตัวของดินเป็นไปตามที่กำหนดแล้ว จึงย้ายเอาหินคลุกที่ใช้เป็นน้ำหนักกดทับออกไปใช้ในบริเวณอื่นต่อไป



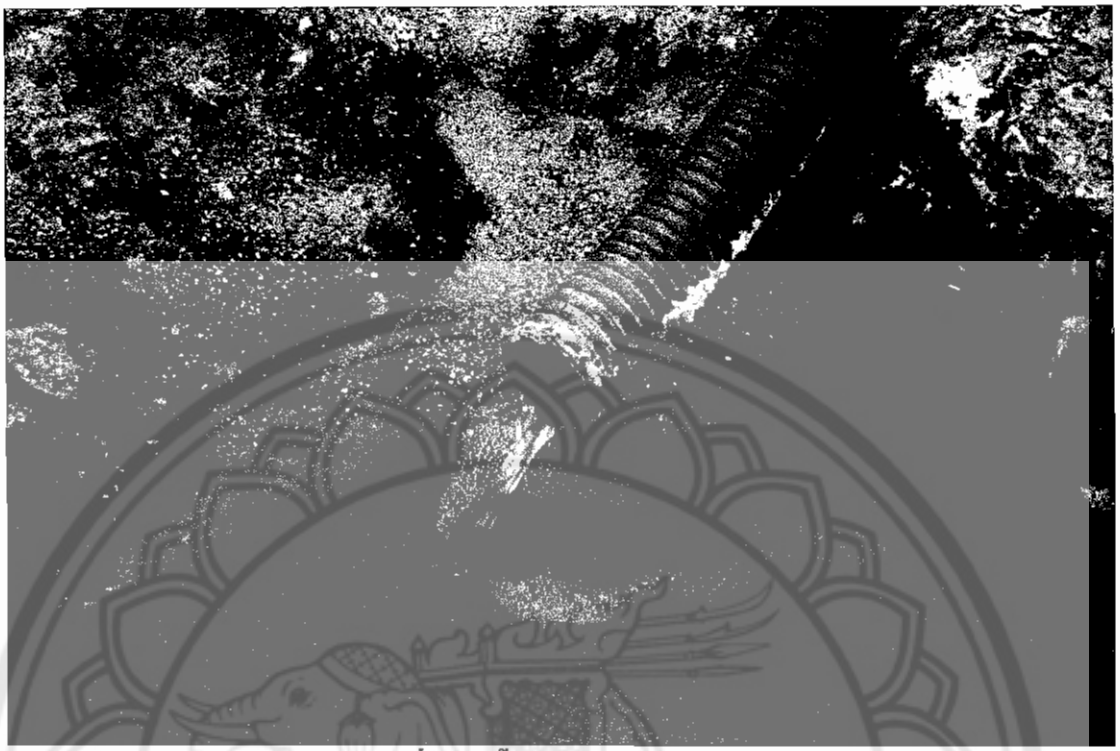
รูปที่ 3.21 การติดตั้ง PVD

รูปที่ 3.22 ท่อสูบน้ำออก

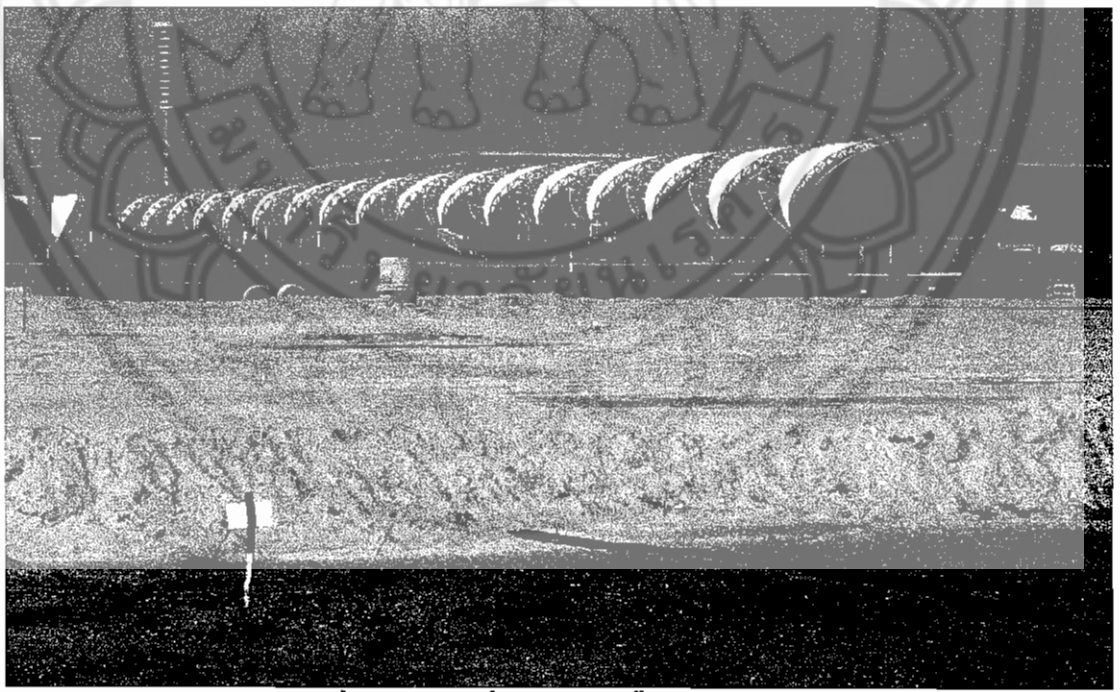


รูปที่ 3.23 การเชื่อมต่อท่อไปยัง Vacuum Pump

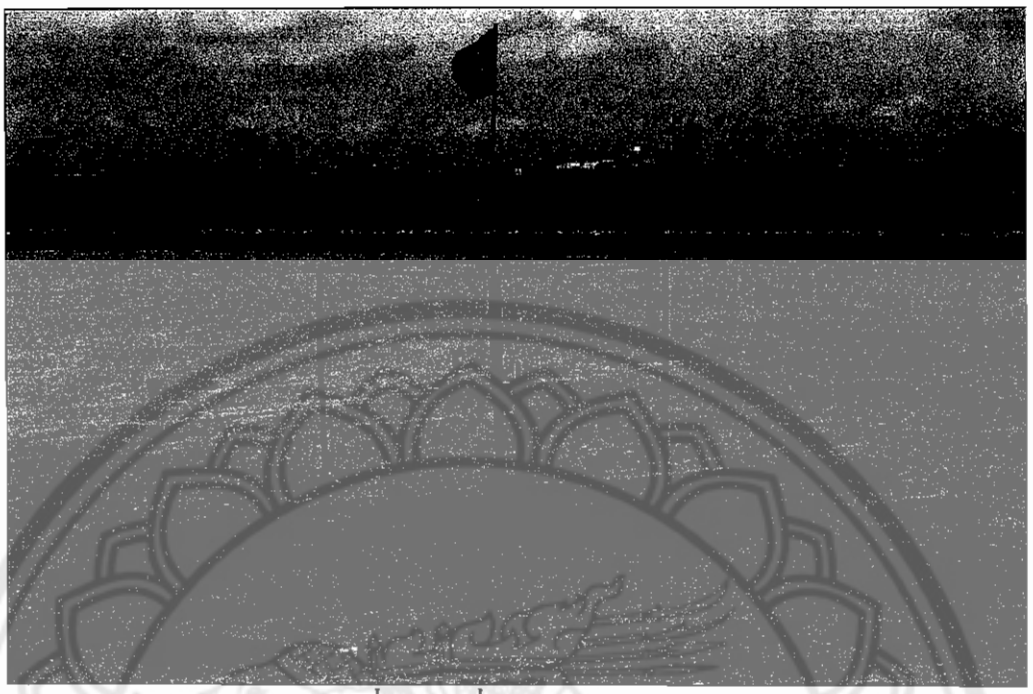
รูปที่ 3.24 ใช้ Vacuum Pump



รูปที่ 3.25 น้ำจาก Vacuum Pump



รูปที่ 3.26 สถานที่ฉมทรายให้น้ำหนักผิวคันทาง

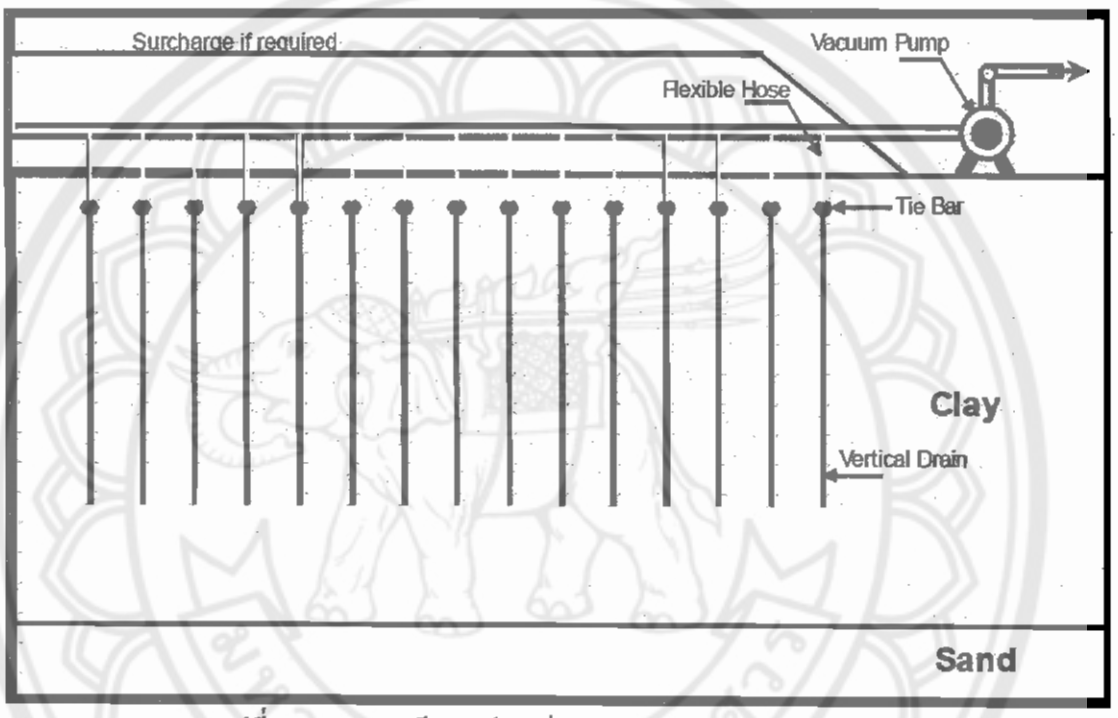


รูปที่ 3.27 เครื่องตรวจการทรุดตัว

รูปที่ 3.28 ปั๊มสุญญากาศ กับ น้ำหนักสมทบบนผิวดิน

3.4.4 วัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำ Vacuum Consolidation Method

1. Vacuum Pump
2. ท่อพลาสติก
3. ทรายให้น้ำหนัก
4. Settlement Plate



รูปที่ 3.29 รายละเอียดอุปกรณ์การทำ Vacuum Consolidation