เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร

LIFTING BUILDING TECHNOLOGY TO MITIGATE DIFFERENTIAL SETTLEMENT

ณัฐวัฒน์ วิศาลศักดิ์

NATTHAWAT WISARNSAK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2563

KMITL-2020-AR-M-006-005

เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร

LIFTING BUILDING TECHNOLOGY TO MITIGATE DIFFERENTIAL SETTLEMENT

ณัฐวัฒน์ วิศาลศักดิ์

NATTHAWAT WISARNSAK

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2563

KMITL-2020-AR-M-006-005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LIFTING BUILDING TECHNOLOGY TO MITIGATE DIFFERENTIAL SETTLEMENT

NATTHAWAT WISANSAK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ARCHITECTURE PROGRAM IN ARCHITECTURALTECHNOLOGY

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2020

KMITL-AR-M-006-005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2020

FACULTY OF ARCHITECTURE

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร
นักศึกษา	นายณัฐวัฒน์ วิศาลศักดิ์
รหัสประจำตัว	60602051
ปริญญา	สถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสถาปัตยกรรม
พ.ศ.	2563
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์.ดร.ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์เรื่องเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร มีจุดประสงค์เพื่อรวบรวมเทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการซ่อมแซมอาคารที่เกิดการทรุดตัว ให้ได้มาซึ่งองค์ประกอบและปัจจัยที่ส่งผลต่อการการซ่อมแซมอาคาร โดยการรวบรวมข้อมูลด้านวรรณกรรมและการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องในเรื่องซ่อมแซมอาคารทรุดตัวรวมถึงการลงพื้นที่ภาคสนามในจังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดขอนแก่น และกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 2-5 ชั้น เก็บข้อมูลพื้นฐานของแต่ละอาคารที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมแซมอาคารจากวิศวกร ทีมงานสำรวจดิน เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทดสอบดินและช่างในการซ่อมแซมอาคาร จากการลงพื้นที่พบว่าการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวมีการใช้เสาเข็มอยู่ 4 ประเภท คือ เสาเข็มเจาะ (Bored pile) เสาเข็มประกอบ (Composite pile) เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel pile Ø) เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดเอช (Steel pile H) เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานและจำแนกกระบวนการในการซ่อมแซม จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ร่วมกับทฤษฎีองค์ประกอบเทคโนโลยีเพื่อให้ทราบถึงสาเหตุของการซ่อมแซมแต่ละอาคาร เพื่อหาข้อสรุปในการศึกษาจากการศึกษาพบว่าเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารเป็นการต่อยอดองค์ประกอบเทคโนโลยีในด้านองค์ความรู้ การประยุกต์ใช้เสาเข็มและเครื่องมือในการซ่อมแซม การใช้เสาเข็มแต่ละชนิดมีความเหมือนและแตกต่างกันในส่วนรายละเอียดส่วนย่อยแต่ละขั้นตอนตามแต่ละสถานการณ์ความพร้อมด้านพื้นที่ การรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเสาเข็มแต่ละชนิด การขนส่ง รวมถึงกระบวนการบริหารจัดการ ของผู้บริหารและวิศวกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Lifting building technology to mitigate differential settlement.
Student	Mr. Natthawat Wisarnsak
Student ID	60602051
Degree	Master of Architecture
Program	Architecture Technology
Year	2020
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Songkiat Teartisup.

ABSTRACT

This thesis aims to study and research the factors that affect the building lifting to mitigate differential settlement by using 4 types of pile aiming to gather technologies associated with repairing sinking buildings for obtaining components and factors affecting the building repair through collecting literature reviews, interviewing persons in charge, and doing field work at 2 to 5 storeyed buildings in Samut Sakhon, Khon Kaen and Bangkok. Basic data of each building related to building repairing were collected from engineers, soil survey teams, staff of soil testing laboratories, and building repair technicians. Based on the field work observation, it was found that there were 4 types of piles used for repairing building which are bore pile, composite pile, hollow steel pile (Ø), and steel H-pile (H). Basic data were collected and processes of repairing were classified. The obtained data were analyzed together with theories of technology component so as to get to know reasons that lead to repair each building to find out the study conclusion. The findings from the study showed that building lifting technology for repairing sinking building was to further develop the body of knowledge in applying piles and instruments in repairing. There were similarity and difference in details for using each type of pile in each procedure depending on readiness situation of areas, safe load of each type of piles, transportation including management process of management team and engineers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยการทำงานอย่างหนักของอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ ที่มอบความรู้ มอบประสบการณ์ รวมทั้งมอบโอกาสที่สำคัญให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบหัวข้อวิทยานิพนธ์ และกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษา คำชี้แนะ ข้อแนะนำ ตั้งแต่กระบวนการเริ่มแรกจนถึงกระบวนการขั้นสุดท้าย ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และคณาจารย์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง ที่ถ่ายทอดองค์ความรู้และความเข้าใจในแง่มุมทางการเรียนสถาปัตยกรรมอันเป็นประโยชน์ต่อข้าพเจ้า

ขอขอบคุณบริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด ที่กรุณาให้ความอนุเคราะห์ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ที่เกี่ยวกับงานซ่อมแซมอาคารทรุดตัว คุณพิเชษฐ์ ชาติมนตรี วิศวกรประจำบริษัท รวมถึงผู้ช่วยศาสตราจารย์.ดร.ธเนศ วีระศิริ คุณหยาดวนา วีระศิริ กรรมการและผู้บริหารบริษัท ที่สนับสนุนให้ความร่วมมือให้ข้อมูลอันเป็นประโยชน์ต่อวิทยานิพนธ์

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัว วิศาลศักดิ์ ที่คอยสนับสนุนมาโดยตลอด คุณอรพรรณ ใจคำ คู่ชีวิตของข้าพเจ้า ที่ช่วยเหลือในการลงพื้นที่ภาคสนามในการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้ รวมไปถึงเจ้าหน้าที่ ผู้บังคับบัญชา กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงานทุกท่าน ที่มอบโอกาสให้ข้าพเจ้าในการลาศึกษาต่อในระดับบัณฑิตศึกษาในครั้งนี้ คุณความดีและประโยชน์อันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้แก่บิดา มารดา รวมถึงครูบาอาจารย์ที่สั่งสอนให้ความรู้ติดตัวแก่ข้าพเจ้า

ณัฐวัฒน์ วิศาลศักดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของการศึกษา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา 2

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา 3

1.4 ขอบเขตของการศึกษา 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.6 ขั้นตอนและวิธีการศึกษา 4

1.7 คำจำกัดความ 6

บทที่ 2 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 7

2.1 เทคโนโลยี 7

2.1.1 แนวความคิด และทฤษฎีด้านเทคโนโลยี 7

2.1.2 องค์ประกอบของเทคโนโลยี 10

2.1.3 เทคโนโลยีการก่อสร้าง 10

2.2 การซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว 11

2.2.1 การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวในต่างประเทศ 11

2.2.2 การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวในประเทศไทย 13

2.2.3 ขั้นตอนในการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว 13

2.3 หนังสือ เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 27

3.1 กรอบแนวคิดในการวิจัย 27

3.1.1 แนวคิดเกี่ยวกับองค์ประกอบของเทคโนโลยี 27

3.1.2 แนวคิดที่เกี่ยวกับการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร 28

3.2 กระบวนการวิจัย 30

3.2.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น 30

3.2.2 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย 31

3.2.3 การเลือกตัวอย่างในการสำรวจข้อมูล 31

3.3 การสำรวจและวิธีการรวบรวมข้อมูล 31

3.4 แผนผังการดำเนินการวิจัย 32

บทที่ 4 เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร 34

4.1 บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด 35

4.1.1 ข้อมูลทั่วไป 35

4.1.2 ลักษณะงานของบริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด 36

4.1.3 ตัวอย่างการซ่อมแซมอาคารทรุดตัว 36

4.1.4 สถานที่ตั้ง บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด 39

4.1.5 โครงการที่เป็นกรณีศึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ 40

4.2 องค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร 41

4.3 กรณีศึกษาที่ 1 การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการใช้เสาเข็มเจาะ 42

4.3.1 ข้อมูลทั่วไป 42

4.3.2 ข้อมูลเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร 43

4.4 กรณีศึกษาที่ 2 การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการใช้เสาเข็มประกอบ 67

4.4.1 ข้อมูลทั่วไป 67

4.4.2 ข้อมูลเทคโนโลยีการซ่อมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร 69

4.5 กรณีศึกษาที่ 3 การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการใช้เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ H 92

4.5.1 ข้อมูลทั่วไป 92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.5.2 ข้อมูลเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร 94

4.6 กรณีศึกษาที่ 4 การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการใช้เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ Ø 120

4.6.1 ข้อมูลทั่วไป 120

4.6.2 ข้อมูลเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร 121

บทที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล 149

5.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดโดยการยกอาคาร 150

5.1.1 การวิเคราะห์ด้านองค์ความรู้ Soft Ware 150

5.1.2 การวิเคราะห์ด้านการบริหารจัดการ Management Ware 159

5.1.3 การวิเคราะห์ด้านมนุษย์ People Ware 172

5.1.4 การวิเคราะห์ด้านเครื่องมือ Hard Ware 182

5.1.5 สรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเทคโนโลยี 230

5.2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการซ่อมแซมอาคารและการเลือกใช้เสาเข็ม
ในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัว 232

บทที่ 6 บทสรุป ข้อค้นพบและข้อเสนอแนะ 234

6.1 บทสรุป 234

6.2 ข้อค้นพบ 236

6.3 ข้อเสนอแนะ 236

6.3.1 ข้อเสนอแนะในการทำการศึกษา 236

6.3.2 ข้อเสนอแนะในการถ่ายทอดองค์ประกอบเทคโนโลยี 237

บรรณานุกรม 238

ประวัติผู้เขียน 240

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แสดงระยะเวลาในการทำการศึกษา 5

3.1 แสดงการสรุปข้อมูลรวมสำหรับการนำไปเก็บข้อมูลภาคสนาม 29

4.1 ตารางแสดงที่ตั้งของบริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด 39

4.2 ตารางแสดงการบริหารจัดการในการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน 53

4.3 ตารางแสดงเครื่องมือในการเจาะสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 1 55

4.4 ตารางแสดงเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 1 58

4.5 ตารางแสดงเครื่องมือในการสำรวจอาคาร อาคารกรณีศึกษาที่ 1 59

4.6 ตารางแสดงเครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 1 60

4.7 ตารางแสดงเครื่องมือในการผลิตเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 1 61

4.8 ตารางแสดงเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 1 63

4.9 ตารางแสดงเครื่องมือในการขนส่งอาคารกรณีศึกษาที่ 1 65

4.10 ตารางแสดงการบริหารจัดการในการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน 78

4.11 ตารางแสดงเครื่องมือในการเจาะสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 2 80

4.12 ตารางแสดงเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 2 83

4.13 ตารางแสดงเครื่องมือในการสำรวจอาคาร อาคารกรณีศึกษาที่ 2 84

4.14 ตารางแสดงเครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 2 85

4.15 ตารางแสดงเครื่องมือในการผลิตเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 2 86

4.16 ตารางแสดงเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 2 88

4.17 ตารางแสดงเครื่องมือในการขนส่งอาคารกรณีศึกษาที่ 2 91

4.18 ตารางแสดงการบริหารจัดการในการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน 104

4.19 ตารางแสดงเครื่องมือในการเจาะสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 3 107

4.20 ตารางแสดงเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 3 110

4.21 ตารางแสดงเครื่องมือในการสำรวจอาคาร อาคารกรณีศึกษาที่ 3 111

4.22 ตารางแสดงเครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 3 113

4.23 ตารางแสดงเครื่องมือในการผลิตเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 3 114

4.24 ตารางแสดงเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 3 116

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.25 ตารางแสดงเครื่องมือในการขนส่งอาคารกรณีศึกษาที่ 3 119

4.26 ตารางแสดงการบริหารจัดการในการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน 132

4.27 ตารางแสดงเครื่องมือในการเจาะสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 4 135

4.28 ตารางแสดงเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 4 138

4.29 ตารางแสดงเครื่องมือในการสำรวจอาคาร อาคารกรณีศึกษาที่ 4 139

4.30 ตารางแสดงเครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 4 141

4.31 ตารางแสดงเครื่องมือในการผลิตเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 4 143

4.32 ตารางแสดงเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 4 144

4.33 ตารางแสดงเครื่องมือในการขนส่งอาคารกรณีศึกษาที่ 4 148

5.1 ตารางวิเคราะห์ด้านองค์ความรู้ (Soft Ware) 150

5.2 ตารางวิเคราะห์ด้านการบริหารจัดการ Management Ware 159

5.3 ตารางวิเคราะห์ด้านมนุษย์ People Ware 172

5.4 ตารางวิเคราะห์ด้านเครื่องมือ Hard Ware 182

5.5 ตารางชนิดและขนาดของเสาเข็มที่รับน้ำหนักได้ต่อต้น 211

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงองค์ประกอบของเทคโนโลยีตามข้อสรุปของทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ 10

2.2 แสดงป้อมปราการของเมือง Carcassonne ในประเทศฝรั่งเศส 12

2.3 แสดงการซ่อมแซมฐานรากวิหารวินเชสเตอร์ในประเทศอังกฤษ 12

2.4 แสดงการหอเอนเมืองปิซาในประเทศอิตาลี 13

2.5 แสดงการซ่อมแซมเจดีย์ภูเขาทอง ด้วยระบบ Top down Rehabilitation 14

2.6 แสดงเสาเข็มเหล็ก (Bored Pile) 15

2.7 แสดงเสาเข็มประกอบ (Composite Pile) 15

2.8 แสดงเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) 16

2.9 แสดงเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) 16

2.10 แสดงการเจาะสำรวจดินแบบใช้สว่านมือ 17

2.11 แสดงการเจาะสำรวจดินแบบฉีดล้าง Wash Boring 14

2.12 แสดงแปลนตำแหน่งในการตั้งกล้องสำรวจอาคาร 19

2.13 แสดงแปลนค่าการทรุดตัวของอาคาร Plan Settlement 20

2.14 แสดงแบบค่าบรรทุกกดลงฐานรากอาคาร Plan Column Load 20

2.15 แสดงแบบค่าบรรทุกกดลงฐานรากอาคาร Plan Column Load 20

2.16 แสดงแบบก่อสร้างเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) 22

2.17 แสดงแบบเสริมฐานรากด้วยเสาเข็ม 22

2.18 แสดงการขุดดินบริเวณฐานรากที่ทรุดตัว 23

2.19 แสดงการติดตั้งเสาเข็ม 23

2.20 แสดงการใช้ไฮโดรลิกในการติดตั้งเสาเข็ม 24

2.21 แสดงการใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้าเชื่อมต่อเสาเข็ม 24

2.22 แสดงการถ่ายแรงลงเสาเข็มใหม่ 24

2.23 แสดงการเข้าแบบและเทคอนกรีต 25

2.24 แสดงการซ่อมพื้นเก็บงานและทำความสะอาด 25

3.1 แสดงองค์ประกอบของเทคโนโลยีตามข้อสรุปของทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ 28

3.2 แสดงกรอบแนวความคิดในการศึกษาวิทยานิพนธ์ 30

3.3 แสดงการดำเนินการศึกษา 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.1 แสดงตำแหน่งการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการใช้เสาเข็มทั้ง 4 ประเภท 34

4.2 แสดงแผนภูมิการบริหารงานของบริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด 35

4.3 แสดงการปรับระดับแก้ไขปัญหาการทรุดเอียงอาคารบ้านมะลิวัลย์ (FAO)
ถ.พระอาทิตย์ เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 36

4.4 แสดงการยกอาคารอนุรักษ์โรงสุราบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพมหานคร 37

4.5 แสดงการยกอาคารอนุรักษ์พระตำหนักพระเจ้าบรมวงศ์เธอ พระองค์เจ้าอัพภันตรีปชา
มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 37

4.6 แสดงการย้ายหอสมุดดำรงราชานุภาพ วัดมหาธาตุยุวราชรังสฤษฎ์ราชวรมหาวิหาร
เขตพระนคร กรุงเทพมหานคร 37

4.7 แสดงการใช้ปั้นจั่นขนาดเล็กเพื่อตอกเสาเข็มในการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว 38

4.8 แสดงการใช้แม่แรงไฮโดรลิกเพื่อกดเสาเข็มในการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว 38

4.9 แสดงเครื่อง Linear Variable Displacement Transducer และ Data Logger
เพื่อลดเวลาในการสำรวจอาคาร 38

4.10 แสดงเครื่องมือ Leveling Parallax Wire
ลดขั้นตอนในการเช็คค่าการหยุดตัวของการทรุด 39

4.11 แสดงสัญลักษณ์เครื่องหมายการค้าของบริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด 39

4.12 แสดงเสาเข็มเจาะ Bored Pileและเสาเข็มประกอบ Composite Pile 40

4.13 แสดงเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช Steel Pile H และ
เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง Steel Pile Ø 41

4.14 แสดงหัวข้อในการทำการศึกษาและเก็บข้อมูล 41

4.15 แสดงทัศนียภาพด้านหน้าอาคารเรียนสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยขอนแก่น 42

4.16 แสดงเส้นทางการสัญจรบริเวณอาคารกรณีศึกษาที่ 1 42

4.17 แสดงลักษณะรอยร้าวของอาคารกรณีศึกษาที่ 1 43

4.18 แสดงลักษณะการซ่อมแซมเสาที่แตกร้าวเมื่อซ่อมก็จะกลับมาร้าวอีก 43

4.19 แสดงกล้องระดับและการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการวัดค่าที่ละเอียดขึ้น
ในการสำรวจการทรุดตัว 44

4.20 แสดงไม้บรรทัดที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ติดตั้งบริเวณเสาทุกเสาของอาคาร 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.21 แสดงผังฐานรากและตำแหน่งการตั้งกล้องสำรวจของอาคารสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า 45

4.22 แสดงค่าตัวเลขการทรุดตัวทั้งหมดของอาคาร Plan Settlement 45

4.23 แสดงบริเวณที่มีค่าตัวเลขการทรุดตัวและแนวทางการเสริมเสาเข็ม 46

4.24 แสดงการเจาะสำรวจดินแบบ Wash Boring 47

4.25 แสดงกระบอกเก็บดินตัวอย่าง 48

4.26 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดิน (Boring Log Sheet) 48

4.27 แสดงแบบการหาค่าน้ำหนักมวลรวมของอาคารลงฐานราก (Column Load) 50

4.28 แสดงแบบก่อสร้างการติดตั้งเสาเข็มเจาะ ในกรณีศึกษาที่ 1 51

4.29 แสดงแบบก่อสร้างการติดตั้งเสาเข็มเจาะ ในกรณีศึกษาที่ 1 51

4.30 แสดงแบบเสาเข็มเจาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร 52

4.31 แสดงการผลิตเสาเข็มเจาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร 52

4.32 แสดงยานพาหนะในการบริหารการจัดการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน 53

4.33 แสดงคุณหยาดวนา วีระศิริ และ ผศ.ดร.ธเนศ วีระศิริ 54

4.34 แสดงการทำงานของวิศวกรในขั้นตอนต่าง ๆ 54

4.35 แสดงแรงงานทักษะในกรณีศึกษาที่ 1 55

4.36 แสดงทัศนียภาพอาคารหอพัก หอพักชายที่ 7 มหาวิทยาลัยขอนแก่น 67

4.37 แสดงเส้นทางการสัญจรบริเวณอาคารกรณีศึกษาที่ 2 67

4.38 แสดงลักษณะการไหลผ่านของน้ำและเกิดน้ำท่วมขังของอาคารกรณีศึกษาที่ 2 68

4.39 แสดงลักษณะการซ่อมแซมเสาที่แตกร้าว 68

4.40 แสดงกล้องระดับและการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการวัดค่า 69

4.41 แสดงแผ่นสเกลหรือไม้บรรทัดที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร 70

4.42 แสดงผังฐานรากอาคารกรณีศึกษาที่ 2 70

4.43 แสดงการเสริมเสาเข็มและฐานรากใหม่รากอาคารกรณีศึกษาที่ 2 71

4.44 แสดงการเจาะสำรวจดินแบบ Wash Boring 72

4.45 แสดงกระบอกเก็บดินตัวอย่าง 72

4.46 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดิน (Boring Log Sheet) 73

4.47 แสดงลักษณะการใช้คอริ่งเจาะนำทะลุฐานรากเดิมเพื่อติดตั้งเสาเข็มใหม่ 74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.48 แสดงลักษณะการติดตั้งเสาเข็มโดยใช้ปั้นจั่นขนาดเล็ก 74

4.49 แสดงเสาเข็มประกอบขนาด Ø 15 ซ.ม. ยาว 1.50 เมตร 76

4.50 แสดงจุดต่อด้านบนของเสาเข็ม และ จุดต่อด้านล่าง 76

4.51 แสดงแบบ Plan การติดตั้งเสาเข็มประกอบ Composite Pile 76

4.52 แสดงรูปตัด Section A-A (ซ้าย) และ รูปตัด Section B-B 77

4.53 แสดงแบบก่อสร้างการติดตั้งเสาเข็มประกอบในอาคารกรณีศึกษาที่ 2 77

4.54 แสดงยานพาหนะในการบริหารการจัดการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน 78

4.55 แสดงการทำงานของวิศวกรในขั้นตอนต่าง ๆ 79

4.56 แสดงแรงงานทักษะในอาคารกรณีศึกษาที่ 2 80

4.57 แสดงทัศนียภาพด้านหน้าอาคารพักอาศัยรวม อาคารกรณีศึกษาที่ 3 92

4.58 แสดงเส้นทางการสัญจรบริเวณอาคารกรณีศึกษาที่ 3 92

4.59 แสดงลักษณะการทรุดเอียงของอาคารกรณีศึกษาที่ 3 93

4.60 แสดงลักษณะเสาเข็มแบบ Spun Pile 93

4.61 แสดงกล้องระดับและการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการวัดค่าที่ละเอียดขึ้น 95

4.62 แสดงเครื่อง Linear Variable Displacement Transducer และ Data Logger 95

4.63 แสดงผังฐานรากของอาคารกรณีศึกษาที่ 3 95

4.64 แสดงค่าตัวเลขน้ำหนักบรรทุกคงที่กดลงฐานราก (Column Load) 96

4.65 แสดงการเจาะสำรวจดินแบบ Wash Boring 97

4.66 แสดงกระบอกเก็บดินตัวอย่าง 98

4.67 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดิน (Boring Log Sheet) 99

4.68 แสดงแบบก่อสร้างเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) 102

4.69 แสดงแบบการเสริมเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) 102

4.70 แสดงแบบการติดตั้งเสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) 103

4.71 แสดงแบบการติดตั้งเสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) 103

4.72 แสดงยานพาหนะในการบริหารการจัดการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน 105

4.73 แสดงยานพาหนะในการบริหารการจัดการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน 105

4.74 แสดงการทำงานของวิศวกรในขั้นตอนต่าง ๆ 106

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.75 แสดงแรงงานทักษะในอาคารกรณีศึกษาที่ 3 106
4.76 แสดงทัศนียภาพด้านหน้าอาคารพักอาศัยรวม อาคารกรณีศึกษาที่ 4 120
4.77 แสดงเส้นทางการสัญจรบริเวณอาคารกรณีศึกษาที่ 4 120
4.78 แสดงลักษณะรอยร้าวของอาคาร 121
4.79 แสดงกล้องระดับและการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการวัดค่าที่ละเอียดขึ้น 122
4.80 แผ่นไม้บรรทัดที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร 123
4.81 แสดงผังฐานรากของอาคารกรณีศึกษาที่ 4 123
4.82 แสดงตำแหน่งการตั้งกล้องสำรวจของอาคารกรณีศึกษาที่ 4 124
4.83 แสดงค่าตัวเลขการทรุดตัว (Plan Settlement) 124
4.84 แสดงการเจาะสำรวจดินแบบ Wash Boring 126
4.85 แสดงกระบอกเก็บดินตัวอย่าง 126
4.86 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดิน (Boring Log Sheet) 127
4.87 น้ำหนักบรรทุกคงที่กดลงฐานราก (Column Load) 129
4.88 แสดงการเสริมเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) 130
4.89 แสดงแบบการติดตั้งเสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) 130
4.90 แสดงแบบการติดตั้งเสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) 131
4.91 แสดงแบบก่อสร้างเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) 20 ซม. 131
4.92 แสดงแรงงานฝีมือผลิตเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) 20 ซม. 132
4.93 แสดงยานพาหนะในการบริหารการจัดการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน 133
4.94 แสดงผู้บริหาร 134
4.95 แสดงวิศวกรประจำโครงการ 134
4.96 แสดงแรงงานทักษะในอาคารกรณีศึกษาที่ 4 134
4.97 แสดงแรงงานทักษะในอาคารกรณีศึกษาที่ 4 135
5.1 แสดงลำดับการวิเคราะห์ข้อมูล 149
5.2 แสดงความสัมพันธ์องค์ความรู้ในการก่อสร้างและซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว 153
5.3 แสดงความสัมพันธ์องค์ความรู้ในการตรวจสอบรอยร้าวและการสำรวจอาคาร 155
5.4 แสดงความสัมพันธ์องค์ความรู้ในการเจาะสำรวจดิน 157
5.5 แสดงความสัมพันธ์องค์ความรู้ในการวิเคราะห์ดินและเลือกใช้เสาเข็ม 158
5.6 แสดงความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจดิน 163

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.7 แสดงความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการวิเคราะห์ผลดิน 164

5.8 ความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจอาคาร 165

5.9 แสดงความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการออกแบบเสาเข็ม 167

5.10 แสดงความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการผลิตเสาเข็ม 168

5.11 แสดงความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน 170

5.12 แสดงความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร 171

5.13 แสดงความสัมพันธ์ของผู้บริหารในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร 175

5.14 แสดงความสัมพันธ์ของวิศวกรในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร 176

5.15 แสดงความสัมพันธ์ของวิศวกรหรือเจ้าหน้าที่ควบคุมห้อง
ปฏิบัติการในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร 178

5.16 แสดงความสัมพันธ์ของแรงงานในการสำรวจดินในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร 179

5.17 แสดงความสัมพันธ์ของแรงงานในการสำรวจอาคารในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร 180

5.18 แสดงความสัมพันธ์ของแรงงานในการซ่อมแซมอาคารในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร 181

5.19 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือในการสำรวจดินในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร 199

5.20 แสดงสามขาในการเจาะสำรวจดินแบบ Wash Boring 200

5.21 แสดงกระบอกเก็บดินแบบผนังบาง (Thin-Wall Tube) 200

5.22 การใช้สารฟาราฟินปิดปากกระบอกเก็บตัวอย่างดิน 200

5.23 แสดงกระบอกเก็บดินแบบผ่า (Split Spoon Tube) 201

5.24 แสดงลูกตุ้มตอกกระบอกเก็บตัวอย่างดินและก้านเจาะ 201

5.25 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลดินในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร 202

5.26 แสดงใบรายงานภาพตัดแสดงชั้นดินและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เทียบกับความลึก 203

5.27 แสดงคุณศิวิภา อะทะพะสุ วิศวกรประจำห้องปฏิบัติการทดสอบดิน 203

5.28 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือในการสำรวจอาคารในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร 205

5.29 แสดงการตั้งกล้องสำรวจภายในอาคารและสำรวจการทรุดตัวของอาคาร 206

5.30 แสดงการไม้บรรทัดที่ใช้สำหรับวัดค่าการทรุดตัวของอาคาร 206

5.31 แสดงจุดการตั้งกล้องสำรวจอาคาร 206

5.32 แสดงเครื่อง Linear Variable Displacement Transducer (LVDT) 207

5.33 แสดงเครื่อง Data Logger ที่ใช้บันทึกผลการขยับตัวของเครื่อง LVDT 207

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.34 แสดงแปลนค่าทรุดตัวของอาคาร Plan Settlement ของกรณีศึกษาที่ 4 208

5.35 แสดงการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคำนวณหาค่าบรรทุกกดลงฐานรากอาคารกรณีศึกษาที่ 4 209

5.36 แสดงการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคำนวณหาค่าบรรทุกกดลงฐานรากอาคารกรณีศึกษาที่ 4 209

5.37 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร 210

5.38 แสดงเสาเข็มเจาะและแบบก่อสร้างเข็มเจาะ (Bored Pile) 212

5.39 แสดงเสาเข็มประกอบ (Composite Pile) 212

5.40 แสดงเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) 212

5.41 แสดงเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) 213

5.42 แสดงตัวอย่างแบบก่อสร้างเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) 213

5.43 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือในการผลิตเสาเข็มในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร 214

5.44 แสดงเหล็กรูปพรรณ เครื่องตัดเหล็ก สายวัด ตลับเมตร 215

5.45 แสดงลวดผูกเหล็ก คีมผูกเหล็ก และ กุญแจดัดเหล็ก 215

5.46 แสดงชุดแก๊สตัดเหล็ก 216

5.47 แสดงตู้เชื่อมไฟฟ้าและลวดเชื่อม 216

5.48 แสดงการผลิตเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวงโดยใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้า 216

5.49 แสดงการผลิตเสาเข็มประกอบอาศัยเหล็กรูปพรรณและหล่อหุ้มด้วยคอนกรีต 217

5.50 แสดงเข็มเหล็กรูปพรรณ H เครื่องตัดและเสาเข็มเหล็ก H 217

5.51 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร 218

5.52 แสดงเครื่องมือในการขุด เจาะ ดิน โดยทั่วไป 219

5.53 แสดงเครื่องคอริ่งเจาะคอนกรีตในการติดตั้งเสาเข็มประกอบ 219

5.54 แสดงการติดตั้งเสาเข็มประกอบโดยการใช้ปั้นจั่นขนาดเล็ก 219

5.55 แสดงการเชื่อมเสาเข็มโดยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า 220

5.56 แสดงการตัดเสาเข็มประกอบและเชื่อมประกอบโครงสร้างตอม่อใหม่โดยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า 220

5.57 แสดงการติดตั้งเสาเข็มเจาะ (Bored Pile) แล้วเสร็จ 220

5.58 แสดงการติดตั้งเสาเข็มเจาะ (Bored Pile) แล้วเสร็จ 221

5.59 แสดงการติดตั้งเสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดตัวเอชโดยการใช้ปั้นจั่นขนาดเล็ก 221

5.60 แสดงการเชื่อมเสาเข็มโดยเครื่องเชื่อมไฟฟ้าและเสาเข็มที่ตอกแล้วเสร็จ 222

5.61 แสดงการติดตั้งแม่แรงและ Dial Gauge เพื่อทดสอบเสาเข็ม 222

5.62 แสดงการหล่อฐานรากใหม่และติดตั้งเสาเข็มเหล็กเสริมเพื่อรองรับค้ำยันคานคอดิน 222

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5.63 แสดงการทำเสาเหล็กและค้ำยันเป็นบ่ารับคานคอดิน 223

5.64 แสดงการถ่ายแรงจากคานคอดินโดยการใช้แม่แรงกระปุก 223

5.65 เครื่องมือ Leveling Parallax Wire 223

5.66 แสดงการติดตั้งเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) แล้วเสร็จ 224

5.67 แสดงการติดตั้งเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) แล้วเสร็จ 224

5.68 แสดงการสกัดคอนกรีตและขุดเปิดหน้าดินในการซ่อมแซม
โดยใช้เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ Ø 225

5.69 แสดงการเตรียมเสาเข็มก่อนการติดตั้ง 225

5.70 แสดงการติดตั้งเสาเข็มด้วยแม่แรงไฮโดรลิก 225

5.71 แสดงการติดเชื่อมต่อเสาเข็ม 226

5.72 แสดงการเทคอนกรีตเพื่อเพิ่มความแข็งแรง 226

5.73 แสดงการถ่ายน้ำหนักอาคารลงเสาเข็มใหม่ 226

5.74 แสดงการเข้าแบบหุ้มโครงสร้างถ่ายแรง 227

5.75 แสดงการเก็บงานทความสะอาดพื้นที่เมื่อทำงานแล้วเสร็จ 227

5.76 แสดงการติดตั้งเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) แล้วเสร็จ 227

5.77 แสดงการติดตั้งเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) แล้วเสร็จ 228

5.78 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือในการขนในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร 228

5.79 แสดงรถยนต์กระบะ 4 ล้อ 229

5.80 แสดงรถยนต์บรรทุก 6 ล้อ 229

5.81 แสดงรถยนต์บรรทุก 6 ล้อติดเครน (รถเฮียบ) 230

5.82 แสดงสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละเสาเข็ม 231

5.83 แสดงสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละเสาเข็ม 231

6.1 แสดงสรุปความสัมพันธ์องค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซม
อาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร 235

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1. ความสำคัญและที่มาของการศึกษา

ปัจจุบันการก่อสร้างอาคารในประเทศไทย สถาปนิกและวิศวกรต้องออกแบบคำนวณแรงต่าง ๆ ที่มากระทำต่อโครงสร้างอาคาร เริ่มตั้งแต่เสาเข็ม ฐานราก คาน เสา แผ่นพื้น จนไปถึงโครงสร้างหลังคา เพื่อให้อาคารมีความแข็งแรง ทนทาน รวมถึงการคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้สอยอาคารให้มากที่สุด ทุกขั้นตอนที่กล่าวมานั้นย่อมเป็นการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกให้กับเสาเข็มทั้งสิ้น เมื่อเสาเข็มมีการรับน้ำหนักบรรทุกมากขึ้นเรื่อย ๆ อาคารจะเกิดการทรุดตัวตามลำดับ การทรุดตัวนี้เป็นการทรุดตัวที่อยู่ในเกณฑ์ความปลอดภัยไม่สามารถทำให้โครงสร้างหลักของอาคารแตกร้าวหรือวิบัติได้ เมื่อก่อสร้างอาคารเสร็จน้ำหนักโครงสร้างของอาคารทั้งหมดจะเรียกว่าน้ำหนักบรรทุกคงที่รวม นอกจากน้ำหนักบรรทุกคงที่รวมอาคารต้องรับแรงน้ำหนักบรรทุกจรอีกด้วย ซึ่งน้ำหนักทั้งหมดที่กล่าวมาจะถ่ายแรงไปสู่ฐานรากและเสาเข็มของอาคารทั้งหมด

จะเห็นได้ว่าฐานรากและเสาเข็มนั้นมีความสำคัญกับอาคารหลังนั้น ๆ ในเรื่องการรับน้ำหนักเป็นอย่างมาก หากขั้นตอนในการติดตั้งเสาเข็มเกิดข้อผิดพลาดอาคารหลังนั้น ๆ อาจจะมีปัญหาในการก่อสร้างได้ หากไม่ได้รับแก้ไขอย่างถูกวิธีอาคารอาจจะเกิดการวิบัติและเกิดการทรุดตัวได้ ในปัจจุบันเมื่ออาคารเกิดการทรุดตัววิธีการแก้ไขที่ได้รับรับความนิยมคือการดีดอาคาร การดีดอาคารในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภทได้แก่ 1 การดีดแบบแม่แรงกำลังคน (แบบรอกโซ่-แบบมือหมุน) 2 การดีดแบบแม่แรงไฮโดรลิก (Hydraulic Jack) (บดินทร์ หอมพิกุล: 2556) และอีกวิธีคือการยกอาคาร ในประเทศเรามีการทำให้อาคารนั้นสูงขึ้นมานานแล้ว พื้นฐานชาวบ้านจะใช้คำว่าดีดบ้าน คำว่าดีดบ้านต่างจากคำว่ายกบ้าน ดีดบ้านคือการตัดเสาชั้นล่างแล้วยืดเสาชั้นล่างขึ้น แต่การ ยกอาคารตามหลักวิศวกรรมหมายถึงการยกตั้งแต่ฐานรากและยกขึ้นทั้งอาคาร ฉะนั้นการดีดบ้านและการยกอาคารจึงต่างกัน (ธเนศ วีระศิริ, สัมภาษณ์: 2562) หากนำวิธีการทั้ง 2 มาวิเคราะห์แล้ว การดีดอาคารนั้นคือการต่อเสาอาคารให้สูงขึ้น การต่อเสาให้สูงขึ้นอาจจะเกิดการสูญเสียสัดส่วนของอาคารและมีข้อจำกัดในด้านอาคารที่เป็นโครงสร้างไม้ ส่วนการยกอาคารนั้นเป็นการยกอาคารที่ทรุดตัวโดยการยกขึ้นมาจากระดับเสาเข็มและฐานราก ข้อดีของการยกอาคารคือการทำให้อาคารไม่เสียสัดส่วนและไม่มีข้อจำกัดในเรื่องโครงสร้างของอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารมีจุดประสงค์เพื่อรวบรวมองค์ประกอบเทคโนโลยีคือ องค์ความรู้ (Software) การจัดการ (Management Ware) มนุษย์ (People Ware) เครื่องมือ (Hard Ware) (ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ : 2549) เกี่ยวกับการซ่อมแซมอาคารที่เกิดจากการทรุดตัว ให้ได้มาซึ่งองค์ประกอบและปัจจัยที่ส่งผลต่อการการซ่อมแซมอาคาร โดยการรวบรวมข้อมูลด้านวรรณกรรมและการสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องในเรื่องซ่อมแซมอาคารทรุดตัว รวมถึงการลงพื้นที่ภาคสนามในจังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดขอนแก่น และกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 2-5 ชั้น เก็บข้อมูลพื้นฐานของแต่ละอาคารที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมแซมอาคารจากวิศวกร ทีมงานสำรวจดิน เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทดสอบดินและช่างในการซ่อมแซมอาคาร จากการลงพื้นที่พบว่าการซ่อมแซมอาคารทรุดตัว มีการใช้เสาเข็มอยู่ 4 ประเภท คือ เสาเข็มเจาะ (Bored Pile) เสาเข็มประกอบ (composite Pile) เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดเอช (Steel Pile H) เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) เก็บรวบรวมข้อมูลพื้นฐานและจำแนกกระบวนการในการซ่อมแซม จากนั้นนำข้อมูลมาวิเคราะห์ร่วมกับทฤษฎีองค์ประกอบเทคโนโลยีเพื่อให้ทราบถึงสาเหตุของการซ่อมแซมแต่ละอาคาร และหาข้อสรุปในการศึกษา

ในการศึกษาเรื่องเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารนั้น ผู้ศึกษาได้รวบรวมเทคโนโลยีต่าง ๆ ของการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว ตั้งแต่การสำรวจอาคารจนไปถึงการซ่อมแซมอาคาร เพื่อเป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีและการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการใช้เสาเข็ม การวิเคราะห์ การหาสาเหตุ วิธีการซ่อมแซม รู้และเข้าใจในองค์ประกอบของเทคโนโลยีในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยใช้เสาเข็ม ทราบถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัว ปัจจัยในการเลือกเสาเข็มแต่ละชนิดมาทำการซ่อมแซม และเป็นข้อพิจารณาสำหรับสถาปนิก วิศวกร ผู้ประกอบการ นักเรียน นักศึกษา รวมถึงบุคคลทั่วไปที่สนใจในเรื่องการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร เพื่อเป็นประโยชน์กับวิชาชีพการก่อสร้างของประเทศไทยต่อไป

1.2. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1. เพื่อรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร การสำรวจ การวิเคราะห์หาสาเหตุ วิธีการซ่อมแซม

1.2.2. เพื่อศึกษาองค์ประกอบของเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร

1.2.3. เพื่อศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3. สมมุติฐานในการศึกษา

องค์ประกอบของเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ องค์ความรู้ (Soft Ware) การจัดการ (Management Ware) มนุษย์ (People Ware) และเครื่องมือ (Hard Ware) โดยที่ องค์ความรู้ (Soft Ware) และ มนุษย์ (People Ware) จะส่งผลต่อเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารมากกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ

1.4. ขอบเขตของการศึกษา

1.4.1. ขอบเขตด้านการศึกษาข้อมูล

เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารจะศึกษาองค์ประกอบของเทคโนโลยีดังต่อไปนี้

องค์ความรู้ (Soft Ware) คือ ความรู้พื้นฐานในงานก่อสร้าง การสำรวจดิน การทดสอบเสาเข็ม การแปลความ การวิเคราะห์สาเหตุ การรวบรวมข้อมูลเพื่อมาประมวลผล

การจัดการ (Management Ware) คือ การบริหารจัดการในการออกแบบวิธีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัว การออกแบบเสาเข็ม การขนส่งเครื่องมือและเสาเข็ม

มนุษย์ (People Ware) คือ ผู้บริหาร วิศวกร แรงงาน

เครื่องมือ (Hard Ware) คือ เครื่องมือในการสำรวจดิน วิเคราะห์ทดสอบและออกแบบเสาเข็ม เครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว

1.4.2. ขอบเขตด้านการลงพื้นที่และเก็บข้อมูล

ศึกษาจากบริษัทผู้ประกอบการเกี่ยวกับการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวและการยกอาคาร การศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารในครั้งนี้ได้รับการสนับสนุนข้อมูลและกรณีศึกษาการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารที่ใช้เสาเข็มทั้ง 4 ประเภท จากบริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ทำงานด้านการสำรวจ ตรวจสอบ ทดสอบ วิเคราะห์อาคาร งานแก้ไขอาคารทรุด งานยกอาคาร งานฐานราก งานวิเคราะห์และออกแบบแก้ไขทางกลศาสตร์ และเสถียรภาพของดินให้กับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน มาอย่างยาวนานกว่า 28 ปี และดำเนินงานอยู่ในความดูแลของ ดร.ธเนศ วีระศิริ ผู้เชี่ยวชาญด้านการยกอาคารและซ่อมแซมอาคารทรุดตัวในประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 การรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร การวิเคราะห์ การหาสาเหตุ วิธีการซ่อมแซม รู้และเข้าใจในองค์ประกอบของเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ปัจจัยที่ส่งผลต่อเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร

1.5.2 เป็นข้อมูลเบื้องต้นประกอบการศึกษาด้านเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร

1.5.3 เป็นข้อพิจารณาสำหรับสถาปนิก วิศวกร ผู้ประกอบการ นักเรียน นักศึกษา รวมถึงบุคคลทั่วไปที่สนใจในเรื่องการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ในการเลือกใช้เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร

1.6. ขั้นตอนและวิธีการศึกษา

การศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวเป็นการรวบรวมเอกสารและการลงพื้นที่สำรวจกับบริษัทผู้ประกอบการด้านการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวและยกอาคาร สัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้อง โดยใช้การเขียนแบบเชิงพรรณนา ผู้ศึกษาต้องการให้เห็นถึงกระบวนการ การสังเกตและวิเคราะห์ผล ของเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารว่า ปัจจัยอะไรบ้างส่งผลต่อเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร และได้แบ่งขั้นตอนในการทำการศึกษาดังนี้

1.6.1. ขั้นตอนในการศึกษาข้อมูล

ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวกับ เทคโนโลยี องค์ประกอบของเทคโนโลยี ข้อมูลเกี่ยวกับเสาเข็ม การทดสอบ การสำรวจ การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ผู้ประกอบการที่เป็นกรณีศึกษา นำข้อมูลมาสร้างกรอบแนวความคิดในการศึกษา พร้อมกับสมมุติฐานและทำการสร้างเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล

1.6.2. ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการลงพื้นที่บริษัทผู้ประกอบการทางด้านการซ่อมแซมอาคารทรุดการยกอาคาร ผู้ศึกษาได้ทำเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล เพื่อทำการเก็บข้อมูล และทำการวิเคราะห์ตรวจสอบข้อมูลกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้เชี่ยวชาญ ผู้ที่เกี่ยวข้องเช่น ผู้บริหาร สถาปนิก วิศวกร ช่าง แรงงาน ของบริษัทผู้ประกอบการที่ทำการศึกษา

1.6.3. ขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล

รวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการศึกษาแบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ และการลงพื้นที่ในบริษัทผู้ประกอบการ แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์และเขียนในเชิงพรรณนาคือ การวิเคราะห์องค์ประกอบของเทคโนโลยีร่วมกับการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารและหาข้อสรุปหรือปัจจัยที่มีผลต่อการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารว่ามีอะไรบ้าง

1.6.4. ขั้นตอนการสรุปและประเมินผล

สรุปวัตถุประสงค์ในการศึกษารวมไปถึงสมมุติฐานในการศึกษาที่ตั้งไว้ รวมถึงการเสนอข้อคิดเห็นและข้อค้นพบเสนอแนะต่อไป

เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารมีกำหนดการในแต่ละขั้นตอนดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 แสดงระยะเวลาในการศึกษา

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

ตารางแสดงระยะเวลาในการศึกษา												
ขั้นตอน	ก.ย.62	ต.ค.62	พ.ย.62	ธ.ค.62	ม.ค.63	ก.พ.63	มี.ค.63	เม.ย.63	พ.ค.63	มิ.ย.63	ก.ค.63	ส.ค.63
1.เสนอหัวข้องานวิจัย	←	→										
2.สอบหัวข้องานวิจัย		←	→									
3.ออกแบบการวิจัย		←	—	→								
4.การรวบรวมข้อมูล			←	—	→							
5.วิเคราะห์ข้อมูล						←	—	→				
6.สรุปเนื้อหาและทำรูปเล่ม								←	—	→		
7.สอบวิทยานิพนธ์										↔		

หมายเหตุ การเขียนเล่มวิทยานิพนธ์ทำคู่ขนานพร้อมกันแต่ละขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7. คำจำกัดความ

เทคโนโลยี เทคโนโลยีคือการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในทางปฏิบัติให้เกิดประโยชน์กับมนุษย์ทั้งทางร่างกายและจิตใจ (ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ : 2550)

องค์ประกอบของเทคโนโลยี องค์ประกอบของเทคโนโลยีจะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ องค์ประกอบรูปธรรม เป็นผลผลิตจากความคิดทางวิทยาศาสตร์ที่สามารถจับต้องได้ สามารถนำไปใช้งานได้ทันที เช่น เครื่องมือ เครื่องจักร อาวุธ โรงงาน โดยรวมแล้วเรียกว่า เครื่องมือ (Hard Ware) (ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์: 2550)

องค์ประกอบนามธรรม เป็นการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์ เป็นสิ่งที่มองไม่เห็นจับต้องได้ยาก สามารถแบ่งเป็นความรู้ กระบวนการวิธีการหรือกลไกการทำงาน เรียกว่า องค์ความรู้ (Soft Ware) และการจัดการวางแผนวิธีการ (Management Ware) (ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์: 2549)

เทคโนโลยีการก่อสร้าง การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในการก่อสร้างประกอบด้วยเทคโนโลยีการผลิตวัสดุก่อสร้างและเทคนิคการก่อสร้าง (ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ : 2549)

การซ่อมแซม การแก้ไขปรับปรุงเพิ่มเติมสิ่งที่ชำรุดให้กลับคืนสู่สภาพเดิม

อาคารทรุด อาคารที่ฐานรากหรือเสาเข็มเกิดความเสีย ทำให้อาคารทรุดเอียง จมลง

การยกอาคาร การซ่อมแซมแก้ไขปรับปรุงอาคารที่ชำรุดทรุดเอียง จมลง หรือลดลงกว่าระดับเดิมเพื่อหยุดการทรุดตัวและกลับมาอยู่ในสภาพใช้งานได้เช่นเดิม

ผู้ประกอบกิจการ บริษัทผู้ประกอบกิจการทางด้านการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวและการยกอาคาร

เสาเข็ม หมายถึง เสาเข็มใหม่ที่นำไปใช้ในการยกอาคาร ประกอบไปด้วย เสาเข็มเจาะ (Bored Pile) เสาเข็มเหล็กหน้าตัด H (Steel Pile H) เสาเข็มเหล็กหน้าตัด Ø (Steel Pile Ø) เสาเข็มประกอบ (Composite Pile)

การวิบัติ การชำรุดของอาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคารซึ่งมากจนอาคารนั้นไม่สามารถใช้งานตามวัตถุประสงค์ได้อย่างปลอดภัย

อาคาร สิ่งปลูกสร้างเพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัย หรือสิ่งปลูกสร้างที่ให้ผู้คนเข้าไปประกอบกิจกรรมในด้านต่าง ๆ ก่อสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ทำการศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ซึ่งประกอบไปด้วย ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการยกอาคาร หนังสือ เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ทำการศึกษาข้อมูลจากงานวิจัย วิทยานิพนธ์ บทความ หนังสือ เอกสารการเผยแพร่ในรูปแบบต่าง ๆ นำมาสรุปเพื่อเป็นแนวทางในการทำการศึกษา โดยแบ่งหัวข้อทฤษฎีต่าง ๆ ที่ทำการทบทวนวรรณกรรมไว้คือ

2.1. แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี

2.2. แนวคิด ทฤษฎี ที่เกี่ยวข้องกับการยกอาคาร

2.3. หนังสือ เอกสาร งานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง

2.1. เทคโนโลยี

2.1.1. แนวความคิดและทฤษฎีด้านเทคโนโลยี

ในการศึกษาด้านเทคโนโลยี นักวิชาการหลายท่านได้ให้คำจำกัดความและความหมายของเทคโนโลยี เพื่อประโยชน์ในการศึกษาค้นคว้าเพื่อทำความเข้าใจไว้ดังต่อไปนี้

รัชนูพรรณ คำสิงห์ศรี (2554) ได้สรุปความหมายของเทคโนโลยีไว้ว่า “เทคโนโลยี หมายถึง สิ่งที่มนุษย์พัฒนาขึ้น เพื่อช่วยในการทำงานหรือการแก้ปัญหาต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร วัสดุ หรือ แม้กระทั่งที่ไม่ได้เป็นสิ่งของจับต้องได้ เช่น กระบวนการต่าง ๆ เทคโนโลยีเป็นการประยุกต์นำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ และก่อให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติแก่มวลมนุษย์ กล่าวคือเทคโนโลยีเป็นการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประดิษฐ์สิ่งของต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ส่วนที่เป็นข้อแตกต่างของเทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์คือ เทคโนโลยีจะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางเศรษฐกิจมีการซื้อขาย ส่วนความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสมบัติส่วนรวม ชาวโลกมีการเผยแพร่โดยไม่มีการซื้อขายแต่อย่างใด กล่าวโดยสรุปคือ เทคโนโลยีสมัยใหม่เกิดขึ้นโดยมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานรองรับลักษณะของเทคโนโลยี”

ซึ่งบทความที่กล่าวมาสามารถจำแนกออกได้ 3 ลักษณะคือ (Heinich, Molenda and Russell.1993: 449)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เทคโนโลยีในลักษณะของกระบวนการ (Process) หมายถึง การใช้เทคโนโลยีอย่างเป็นระบบของวิธีการทางวิทยาศาสตร์หรือความรูต่าง ๆ ที่ได้รวบรวมไว้เพื่อนำไปสู่ผลในทางปฏิบัติโดยเชื่อว่าเป็นกระบวนการที่เชื่อถือได้ และนำไปสู่การแก้ปัญหาต่าง ๆ

2) เทคโนโลยีในลักษณะของผลผลิต (Product) หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ ที่เป็นผลมาจากการใช้กระบวนการทางเทคโนโลยี

3) เทคโนโลยีในลักษณะผสมของกระบวนการและผลผลิต (Process and Product) เช่นระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งมีการทำงานเป็นปฏิสัมพันธ์ระหว่างตัวเครื่องกับโปรแกรม

เทคโนโลยี (Technology) หมายถึง ความรู้ และการถ่ายทอดความรู้ ในการใช้ทรัพยากรเพื่อการผลิตสินค้าและบริการต่าง ๆ โดยเฉพาะความรู้ ความชำนาญ วิธีการ ที่เกิดประโยชน์กับการผลิต การกระจายผลผลิต เช่น ความรู้ในการใช้ทรัพยากร ความชำนาญในการผลิต วิธีการบริหารการตลาด เป็นต้น

ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ (2549) ได้ให้คำจำกัดความ ความหมาย และสรุป คำว่า เทคโนโลยีไว้ว่า “เทคโนโลยีคือการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในทางปฏิบัติให้เกิดประโยชน์กับมนุษย์ทั้งร่างกายและจิตใจ” และงานเขียนของทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ได้ทำการรวบรวมและสรุปความหมายของคำว่าเทคโนโลยีจากเอกสารต่าง ๆ ไว้ดังต่อไปนี้

ครรชิต มาลัยวงศ์ (2539) ได้ให้รายละเอียดของคำว่าเทคโนโลยีคือ

1) องค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ประยุกต์
2) การประยุกต์วิทยาศาสตร์
3) วัสดุเครื่องยนต์กลไก เครื่องมือ
4) กรรมวิธีและวิธีการดำเนินงานที่เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์ประยุกต์
5) ศิลปะและทักษะในการจำแนกและรวบรวมวัสดุ

โดยสรุปแล้ว เทคโนโลยีของ ครรชิต มาลัยวงศ์ หมายความว่า ทุกสิ่งที่เกี่ยวกับการผลิตและสร้างขึ้น รวมถึงกระบวนการสิ่งของที่ไม่ได้เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

ชาญชัย ลิมปิยากร (2527) ให้ความหมายของคำว่า เทคโนโลยี ว่า “เทคโนโลยีคือความรู้ที่จะทำสิ่งต่าง ๆ ได้ มีองค์ประกอบ 2 ประการคือ กระบวนการทำงานเพื่อให้เกิดผลผลิต และเครื่องมือสำหรับการผลิต เช่น เครื่องจักรและอุปกรณ์ต่าง ๆ เป็นต้น”

“เทคโนโลยีคือการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์ใช้ในการผลิตหรือดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยวิธีการใหม่ ๆ เพื่อให้กิจกรรมนั้นมีประสิทธิภาพและเกิดประโยชน์ต่อมวลมนุษย์มากที่สุด”

มงคล ชาวเรือ (2528) อ้างถึงคำว่าเทคโนโลยีจากการสอนหน่วยที่ 1 – 7 สาขาวิชาส่งเสริมการเกษตรและสหกรณ์ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช ว่า “เทคโนโลยีหมายถึงการนำความรู้แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดั้งเดิมหรือวิทยาศาสตร์สมัยใหม่มาประยุกต์ใช้ประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ เครื่องบริโภค อันเป็นประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตในสังคมมนุษย์”

ธำรง เปรมปรีดิ์ (2530) กล่าวว่า “สิ่งที่มนุษย์พยายามคิดและทำสิ่งที่ดีกว่าเดิม ผลิตของที่ดีกว่าเดิมใช้ได้ประโยชน์ และทนทานมากขึ้น สิ่งที่มนุษย์คิดและทำดีกว่าเดิมนี้เองเป็นความรู้และเรียกรวมกันว่าเทคโนโลยี การที่คนจะเรียนรู้เทคโนโลยีได้ถึงระดับใดก็ตามขึ้นอยู่กับความจำเป็นของชุมชนและผลตอบแทนของชุมชน”

ประกอบ ระกิติ (2532) อ้างถึงความหมายของคำว่าเทคโนโลยีที่ ดร.อาณัติ อาภาภิรมย์และ ดร.ธวัชชัย แสงสิงแก้ว กล่าวไว้ว่า “เทคโนโลยี คือ การนำวิทยาศาสตร์มาใช้เพื่อการพัฒนา”

นิธิ เอี่ยวศรีวงศ์ (2546) กล่าวว่า “เทคโนโลยีเป็นกลวิธีที่จะสำเร็จประโยชน์ตามจุดมุ่งหมายในทางโลกเทคโนโลยีสมัยใหม่ วางอยู่บนพื้นฐานของเทคโนโลยีสมัยใหม่ เป็นวิศวกรรมที่ตั้งอยู่บนความรู้ทางกลศาสตร์ ฟิสิกส์ เคมี ฯลฯ ส่วนเทคโนโลยีของอดีตนั้นตั้งอยู่บนพื้นฐานของความรู้ทั้งหมดที่มนุษย์สมัยนั้นมีอยู่ ไม่เฉพาะทางไสยศาสตร์เท่านั้น แต่ประสบการณ์ในการดำรงชีวิตของผู้คนแต่ละท้องถิ่นก็เป็นความรู้ที่สร้างพื้นฐานให้แก่เทคโนโลยีของประชนชนในถิ่นนั้น ๆ ด้วย”

กลุ่มเทคโนโลยีที่เหมาะสมในประเทศไทย (2546) ให้ความหมายของเทคโนโลยีไว้ว่า คำว่าเทคโนโลยี มีความสัมพันธ์กับการดำรงชีวิตของมนุษย์มาเป็นเวลานานเป็นสิ่งที่มนุษย์ใช้แก้ปัญหาพื้นฐานในการดำรงชีวิต เช่น การเพาะปลูก ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค ในระยะแรกเทคโนโลยีที่นำมาใช้ เป็นเทคโนโลยีพื้นฐานไม่สลับซับซ้อนเหมือนเช่นปัจจุบัน การเพิ่มของประชากรและข้อจำกัดด้านทรัพยากรธรรมชาติ รวมทั้งมีการพัฒนาความสัมพันธ์กับต่างประเทศเป็นปัจจัยสำคัญในการนำและพัฒนาเทคโนโลยีมาใช้มากขึ้น

คำรณ ศรีน้อย (2549) ได้ให้คำจำกัดความของคำว่าเทคโนโลยีไว้ว่า “เทคโนโลยีคือวิธีการที่จะทำให้เกิดสิ่งต่าง ๆ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้”

ดังนั้นการศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารจึงได้นำคำจำกัดความและความหมายของคำว่าเทคโนโลยีของ ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ (2550) ที่สรุปไว้ว่า “เทคโนโลยีคือการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ในทางปฏิบัติให้เกิดประโยชน์กับมนุษย์ทั้งทางร่างการและจิตใจ”

ในการศึกษาระดับมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในรายวิชา Appropriate Technology for Building มีการศึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีด้านเทคโนโลยี และได้แบ่งการศึกษาทฤษฎีด้านเทคโนโลยีออกเป็น องค์ประกอบของเทคโนโลยี และ ระดับของเทคโนโลยี ซึ่งผู้วิจัยได้นำเรื่ององค์ประกอบเทคโนโลยีมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ร่วมกับการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ในงานวิจัยครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

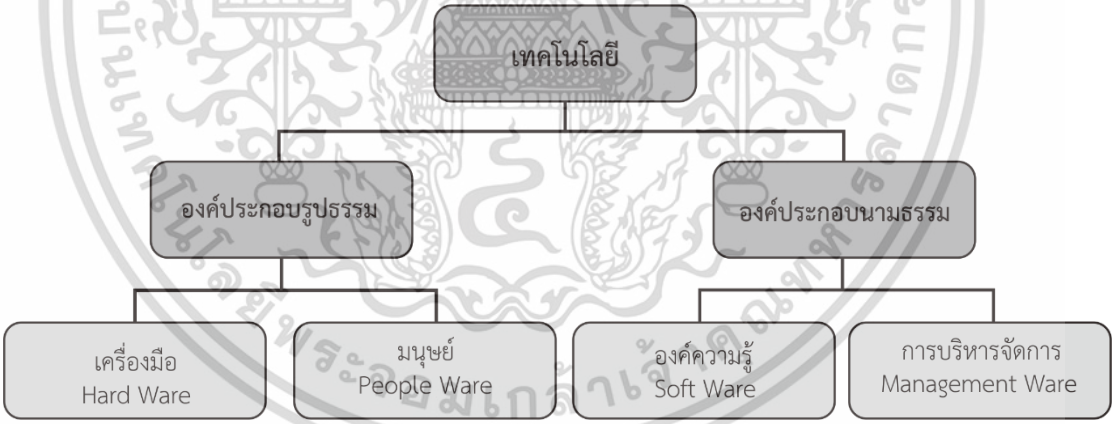
นี้จะไม่ได้กล่าวถึง ระดับของเทคโนโลยีและเทคโนโลยีที่เหมาะสม เนื่องจากข้อจำกัดในด้านระยะเวลาในการศึกษา โดยองค์ประกอบของเทคโนโลยีมีดังต่อไปนี้

2.1.2. องค์ประกอบของเทคโนโลยี

ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ (2549) สรุปองค์ประกอบของเทคโนโลยีไว้ใน วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาสถาปัตยกรรมดุษฎีบัณฑิต เอาไว้ว่า องค์ประกอบของเทคโนโลยีมีส่วนประกอบอยู่ 2 ส่วนประกอบคือ

- องค์ประกอบรูปธรรม เป็นผลผลิตจากความคิดทางวิทยาศาสตร์ สามารถจับต้องได้ สามารถนำไปใช้งานได้ทันที เช่น เครื่องมือ เครื่องจักร อาวุธ โรงงาน โดยรวมแล้วเรียกว่า (Hard Ware) และมนุษย์ (People Ware)

- องค์ประกอบนามธรรม เป็นการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประโยชน์ เป็นสิ่งที่มองไม่เห็นและจับต้องได้ยากสามารถแบ่งเป็น ความรู้ กระบวนการ วิธีการ หรือกลไกการทำงาน เรียกว่า (Soft Ware) และ การจัดการวางแผนวิธีการ (Management Ware) โดยสรุปเป็นแผนภาพให้เข้าใจได้โดยง่ายดังนี้



รูปที่ 2.1. แสดงองค์ประกอบของเทคโนโลยีตามข้อสรุปของทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ (2549)
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

2.1.3. เทคโนโลยีการก่อสร้าง

ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ (2549) ได้ให้ความหมายและคำจำกัดความของคำว่าเทคโนโลยีการก่อสร้าง ไว้ว่า เทคโนโลยีการก่อสร้างหมายถึง การใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานก่อสร้าง ประกอบด้วยเทคโนโลยีการผลิตวัสดุ และเทคนิคการก่อสร้าง และได้ให้คำจำกัดความของระดับเทคโนโลยีในการก่อสร้างเป็น 4 ระดับ คือ

เทคโนโลยีระดับล่างหรือระดับพื้นบ้าน (Low or Traditional Technology) หมายถึง เทคโนโลยีที่จัดหาและผลิตจากทรัพยากรธรรมชาติ ใช้แรงงานคน และเครื่องมือไม่ซับซ้อน สามารถถ่ายทอดและลอกเลียนแบบกันได้

เทคโนโลยีระดับกลาง (Intermediate Technology) หมายถึง เทคโนโลยีที่ได้รับการพัฒนามาจากเทคโนโลยีระดับล่างหรือระดับพื้นบ้าน โดยทำให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักร่วมกับแรงงานมนุษย์ แรงงานที่มาทดแทนต้องได้รับการถ่ายทอดเทคนิควิธี

เทคโนโลยีระดับสูง (High Technology) หมายถึง เทคโนโลยีที่รับการพัฒนาขึ้นมาโดยอาศัยพื้นฐานความรู้ประสบการณ์ระดับสูง มีการใช้เครื่องมือเครื่องจักรที่ซับซ้อน ไม่สามารถใช้เครื่องมือเครื่องจักรทดแทนกันได้ แรงงานที่มาทดแทนต้องได้รับการถ่ายทอดเทคนิคอย่างมีแบบแผน

เทคโนโลยีระดับก้าวหน้า (Future Technology) หมายถึง เทคโนโลยีที่ใช้การคิดค้นวิจัยในหลาย ๆ ด้านและต้องพึ่งพาเทคโนโลยีด้านอื่น ๆ ด้วย ใช้กระบวนการระดับคิดค้นเทคโนโลยีใหม่ได้เอง

2.2. การซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว

2.2.1 การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวในต่างประเทศ

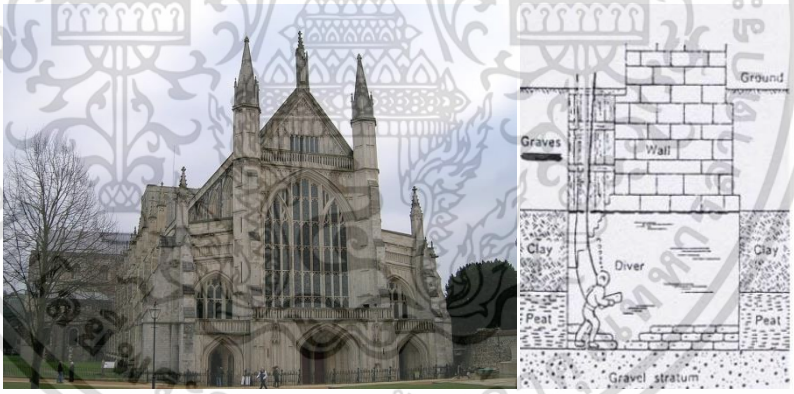
สืบศักดิ์ พรหมบุญ (2558) กล่าวไว้ว่า การเสริมฐานรากในสมัยเริ่มแรกนั้นเกิดขึ้นโดยชาวโรมันได้ทำการเสริมฐานรากและค้ำยันโบสถ์ Porta Capena เพราะอาคารเกิดทรุดตัวอันเป็นผลมาจากฐานรากไม่สามารถรับน้ำหนักได้ และในศตวรรษที่ 13 ชาวเมือง Carcassonne ในฝรั่งเศส มีความจำเป็นต้องขยายป้อมปราการที่สร้างไว้ตั้งแต่ศตวรรษที่ 9 ชาวเมืองจึงขุดลอกดินนอกนอกกำแพงเก่าออก จึงทำให้กำแพงมีพฤติกรรมเสมือนเขื่อนกันดิน เนื่องจากผิวดินด้านในกำแพงมีระดับสูงกว่าด้านนอก ตัวป้อมเลยโดนดินดันให้เคลื่อนที่และทรุดตัวออกด้านนอก ชาวเมืองแก้ไขโดยการก่อกำแพงหินเสริมฐานรากของป้อมไว้ ซึ่งหลักฐานการซ่อมแซมยังมีให้เห็นในปัจจุบัน เพราะหินที่ใช้ซ่อมแซมมีขนาดใหญ่กว่าหินที่สร้างป้อมปราการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 แสดงป้อมปราการของเมือง Carcassonne ในประเทศฝรั่งเศส

ที่มา : www.google.com

ยุคกลางในต่างประเทศอาคารที่ทรุดตัวส่วนมากที่สุดคือวิหารต่าง ๆ เพราะอาคารมีขนาดใหญ่และพังทลายไปไม่ได้ก่อสร้างขึ้นมาทดแทนก็มาก อาคารที่คงอยู่ให้เห็นและทำการซ่อมแซมก็มี เช่น วิหารวินเชสเตอร์ ในประเทศอังกฤษ วิหารนี้ทรุดตัวไปประมาณ 3-4 ฟุต การเสริมฐานรากคือการขุดบ่อใต้กำแพงผ่านชั้นดินลงไป 3 ชั้นดินคือ ชั้นถ่านหินร่วน ชั้นดินตะกอน และชั้นดินกรวดสูบน้ำเข้าไปในบ่อแล้วถมบ่อด้วยถุงคอนกรีตเพื่อเป็นการรับแรง ใช้นักประดาน้ำที่ชื่อ วิลเลียม เอ วอคเกอร์ ทำงานคนเดียวเป็นเวลา 5 ปีงานถึงแล้วเสร็จ



รูปที่ 2.3 แสดงการซ่อมแซมฐานรากวิหารวินเชสเตอร์ในประเทศอังกฤษ

ที่มา : www.google.com, สืบศักดิ์ พรหมบุญ

มีการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวโดยการใช้น้ำปูนเจาะผ่านฐานราก คือ หอเอน เมืองปิซ่า ในประเทศอิตาลี หอเอนนี้มีความสูง 54 เมตร และทรุดเอียงจากจุดแนวดิ่ง 4 เมตร ในปี ค.ศ. 1932 วิศวกรชาวอิตาลีได้พยายามซ่อมแซมหอเอนนี้โดยการใช้น้ำปูนฉีดอัดผ่านฐานรากลงไปในดินกว่า 1,000 ตัน ซึ่งต่อมาได้รับการยืนยันแล้วว่าวิธีนี้ไม่ได้ผล ซึ่งหอเอนนี้ยังเอียงและทรุดตัวต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 แสดงการหอเอนเมืองปิซาในประเทศอิตาลี

ที่มา : www.google.com

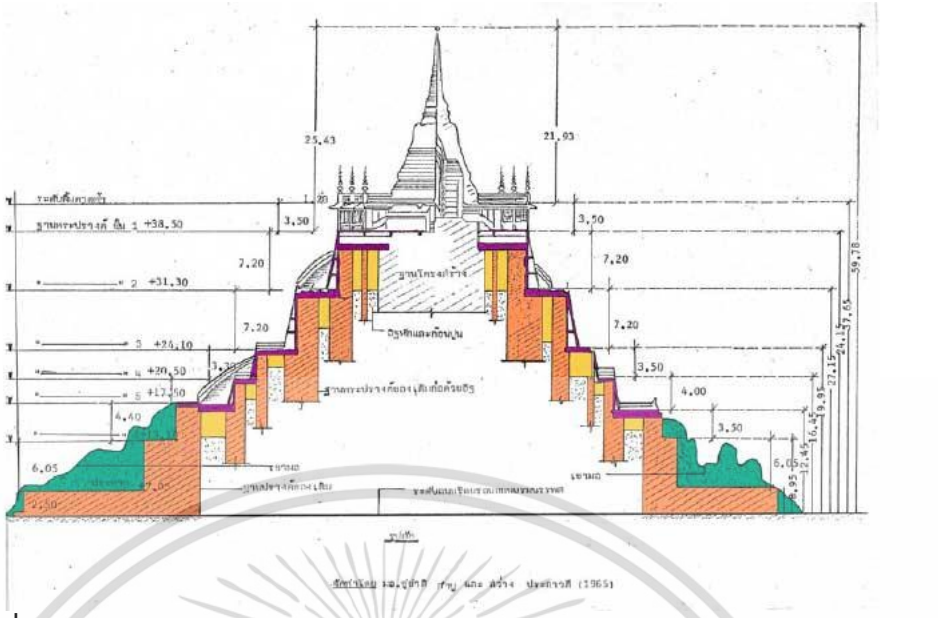
2.2.2 การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวในประเทศไทย

สืบศักดิ์ พรหมบุญ (2558) ในประเทศไทยการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวหรือเสริมฐานรากเกิดขึ้นใน คือเจดีย์ภูเขาทอง ที่ตั้งอยู่ในบริเวณวัดสระเกศ กรุงเทพมหานคร สร้างเสร็จในปลายรัชกาลที่ 3 เริ่มมีการทรุดตัวหลังจากก่อสร้างเสร็จ 3 ปี ลักษณะฐานรากของเจดีย์ภูเขาทองนั้น เป็นเสาเข็มไม้แล้วนำไม้ซุงมาถักสานเป็นตาราง จากนั้นก่อศิลาแลงขึ้นมาจนเสมอดินแล้วก่ออิฐทับ สาตุของการทรุดตัวเกิดจากน้ำหนักของอิฐและศิลาแลงมีน้ำหนักมาเกินกว่าจะรับได้ ในการซ่อมแซมมีการแบ่งการซ่อมแซมออกเป็น 2 ช่วง คือ

ช่วงแรกสมัยรัชกาลที่ 4 เป็นการปักเสาเข็มไม้ตอกเป็นแพเพื่อกันดินไม่ให้ไหลออกมา ซึ่งวิธีนี้ไม่ได้ผลเจดีย์ยังเกิดการทรุดตัวอยู่

ช่วงที่ 2 เป็นการซ่อมแซมแบบ ลดน้ำหนักของโครงสร้างลง 10 เปอร์เซ็นต์ เรียกวิธีนี้ว่า Top down Rehabilitation คือการตั้งเสาคอนกรีตเสริมเหล็กฝังเข้าไปในฐาน ปรางค์เป็นระยะๆ โดยรอบทุก ด้านจำนวน 5 ชั้น แล้วใช้คานคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อติดกับเสาคอนกรีตทำเป็นคานรัดเกล้าโดยรอบกำแพงเป็น เปราะๆ ลงมาทุกชั้นจนถึงปรางค์ชั้นที่ 5 เพื่อให้ฐานพระปรางค์ซึ่งเป็นอิฐก่ออยู่เดิมมีความมั่นคงขึ้น กล่าวคือให้คานชั้นบนสุดถ่ายแรงลงมายังชั้นล่างสุดของเจดีย์ ในการซ่อมแซมโดยวิธีนี้ทำให้เจดีย์ภูเขาทองแข็งแรงมั่นคงไม่ทรุดตัวเพิ่มมาจนถึงทุกวันนี้ แต่ปัจจุบันยงคงเหลือร่องรอยของการทรุดเอียงให้เห็นอยู่ คือตัวเจดีย์ที่ใช้บรรจุพระบรมสารีริกธาตุ โดยเอียงจากแนวดิ่งถึง 5 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แสดงการซ่อมแซมเจดีย์ภูเขาทอง ด้วยระบบ Top down Rehabilitation

ที่มา : www.google.com, สืบศักดิ์ พรหมบุญ

ด้วยเทคโนโลยีที่พัฒนาจนถึงปัจจุบันการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวในประเทศไทยได้พัฒนาจากการใช้เสาเข็มไม้ การใช้ เสาคอนกรีตและแผ่นคอนกรีต ปัจจุบัน มีการใช้เสาเข็มแบบ Micro pile ชนิดต่าง ๆ ในการซ่อมแซม

2.2.3 ขั้นตอนในการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว

จากการทบทวนวรรณกรรมในเรื่องการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารผู้ศึกษาพบว่าในประเทศไทยมีการใช้เสาเข็มอยู่ 4 ประเภทคือ

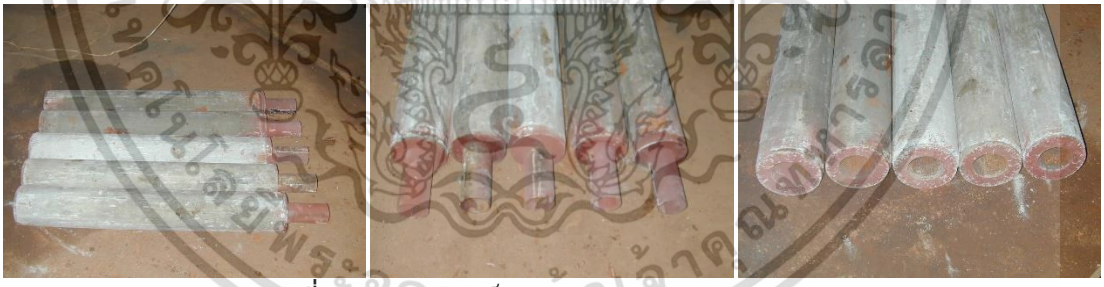
(1) สาเข็มเจาะ (Bored Pile) เป็นเสาเข็มเจาะโดยทั่วไปโดยเป็นเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 35 เซนติเมตร สามารถรับแรงได้ 25 ตันต่อต้น เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 50 เซนติเมตร สามารถรับแรงได้ 35 ตันต่อต้น เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 60 เซนติเมตร สามารถรับแรงได้ 50 ตันต่อต้น ข้อดีของการใช้เสาเข็มประเภทนี้คือ ราคาถูกรับน้ำหนักต่อตันได้ดีมาก ข้อเสียของเสาเข็มชนิดนี้คือ การสั่นสะเทือนขณะการทำการติดตั้งเสาเข็ม ต้องรอคอนดรีตแห้งตัวก่อนถึงจะรับแรงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 แสดงเสาเข็มเหล็ก (Bored Pile)

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

(2) เสาเข็มประกอบ (Composite Pile) เป็นเสาเข็มเหล็กหุ้มด้วยคอนกรีตหัวและท้ายเป็นเหล็กมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 15 เซนติเมตร ยาว 100-150 เซนติเมตร สามารถรับแรงได้ 12 ตันต่อต้น และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 20 เซนติเมตร ยาว 100-150 เซนติเมตร สามารถรับแรงได้ 18 ตันต่อต้น ติดตั้งโดยการใช้ปั้นจั่นขนาดเล็กตอกแต่ละท่อนเชื่อมต่อกันโดยการเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ข้อดีของการใช้เสาเข็มประกอบคือ ติดตั้งได้ในพื้นที่คับแคบ รับน้ำหนักได้ทันทีทำคานถ่ายรับน้ำหนักได้ง่าย ราคาไม่แพง ส่วนข้อเสียของเสาเข็มประเภทนี้คือ ขณะติดตั้งมีแรงสั่นสะเทือนจากปั้นจั่นขนาดเล็ก รับน้ำหนักได้น้อย มีขนาดหน้าตัดให้เลือกใช้น้อย



รูปที่ 2.7 แสดงเสาเข็มประกอบ (Composite Pile)

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

(3) เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) เป็นเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช มีขนาด 15x15 เซนติเมตร ยาว 100-150 เซนติเมตร สามารถรับแรงได้ 15 ตันต่อต้น ขนาด 20x20 เซนติเมตร ยาว 100-150 เซนติเมตร สามารถรับแรงได้ 15 ตันต่อต้น ขนาด 25x25 เซนติเมตร ยาว 100-150 เซนติเมตร สามารถรับแรงได้ 25 ตันต่อต้น ขนาด 30x30 เซนติเมตร ยาว 100-150 เซนติเมตร สามารถรับแรงได้ 30 ตันต่อต้น ติดตั้งโดยการใช้ปั้นจั่นขนาดเล็กตอกแต่ละท่อนเชื่อมต่อกันโดยการเชื่อมโดยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ข้อดีของการใช้เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอชคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ติดตั้งได้ในพื้นที่คับแคบ ตัดต่อง่าย สามารถรับน้ำหนักได้ทันที ทำคานรับน้ำหนักได้ง่าย ส่วนข้อเสียของเสาเข็มปะเภทนี้คือ ขณะติดตั้งมีแรงสั่นสะเทือนจากปั่นจั่นขนาดเล็ก ราคาแพง รับน้ำหนักต่อต้นได้น้อย

รูปที่ 2.8 แสดงเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H)

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

(4) เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile) เป็นเสาเข็มลักษณะท่อเหล็กหน้าตัดกลมกลวง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 15 เซนติเมตร ยาว 100-150 เซนติเมตร สามารถรับแรงได้ 15 ตันต่อต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร ยาว 100-150 เซนติเมตร สามารถรับแรงได้ 25 ตันต่อต้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 25 เซนติเมตร ยาว 100-150 เซนติเมตร สามารถรับแรงได้ 25 ตันต่อต้น ติดตั้งโดยใช้เครื่องไฮโดรลิกกดลงไปในพื้นดินแต่ละท่อนเชื่อมต่อกันโดยการเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เมื่อติดตั้งเสร็จนิยมเทคอนกรีตลงไปในเสาเข็ม ข้อดีของการใช้เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวงคือ ติดตั้งได้ในพื้นที่แคบ ตัดต่อได้ง่าย สามารถรับน้ำหนักได้ทันที ทำคานถ่ายน้ำหนักได้ง่าย ไม่มีแรงสั่นสะเทือน ข้อเสียคือ ราคาแพง รับน้ำหนักต่อต้นได้น้อย

รูปที่ 2.9 แสดงเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø)

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนในการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว

1 ขั้นตอนการเจาะสำรวจดิน

การเจาะสำรวจดิน เพื่อให้ได้มาซึ่งทราบถึงความชื้นของดิน ขีดจำกัดเหลว ขีดจำกัดพลาสติก หน่วยน้ำหนัก การจำแนกชนิดของดิน การเจาะสำรวจดินมีวิธีการอยู่หลายวิธีการเช่น

-การเจาะสำรวจดินแบบการใช้ว่านมือ เป็นการเจาะสำรวจดินแบบการใช้แรงงานคนไม่น้อยกว่า 2 คน ช่วยกันกดสว่านลงไปในดินแล้วหมุนตามเข็มนาฬิกา ได้ตัวอย่างดินแล้วนำมากองไว้ เพื่อรอเก็บเป็นตัวอย่างเข้าห้องปฏิบัติการทดสอบดิน

รูปที่ 2.10 แสดงการเจาะสำรวจดินแบบใช้สว่านมือ

ที่มา : ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

-การเจาะสำรวจดินแบบฉีดล้าง (Wash Boring)

เป็นการใช้เครื่องจักรในการสำรวจดิน โดยมีสามขาเครื่องกระทุ้งดินและปั๊มน้ำฉีดน้ำลงไป เวลาเจาะสำรวจมีกระบอกเจาะสำรวจเพื่อใช้เก็บตัวอย่างดินอยู่ 2 ลักษณะ คือ กระบอกเก็บตัวอย่างแบบผนังบาง (Thin-Wall Tube) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3 นิ้ว ยาว 0.50-0.60 เมตร ใช้เก็บตัวอย่างดินที่เป็นดินเหนียวอ่อน ดินตัวอย่างที่ได้จัดว่าเป็นดินคงสภาพ และ กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบผ่า (Split Spoon Tube) มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 1.5-2 นิ้ว ยาว 0.50-0.60 เมตร ใช้เก็บตัวอย่างดินที่เป็นดินเหนียวแข็งปานกลางถึงแข็งมากและดินทราย ดินตัวอย่างที่ได้จัดว่าเป็นดินไม่คงสภาพ เก็บดินใส่กระบอกตัวอย่างแล้ว ต้มสารฟาราฟินปิดปากกระบอกใช้กระดาษกาวแปะเขียนรายละเอียดเพื่อส่งห้องปฏิบัติการทดสอบดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.11 แสดงการเจาะสำรวจดินแบบฉีดล้าง Wash Boring

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

การเก็บตัวอย่างดินเพื่อไปทดสอบที่ห้องปฏิบัติการทดสอบดินนั้น วิศวกรจะออกใบรายงานแสดงผลการจัดเรียงตัวของชั้นดิน หรือ Boring Log Sheet เพื่อเป็นข้ออ้างอิงถึงชั้นดินต่าง ๆ บริเวณนั้นในการออกแบบเสาเข็มของวิศวกร

2 ขั้นตอนการสำรวจอาคาร

สำหรับขั้นตอนในการสำรวจอาคารนั้นอาจจะทำก่อนหรือหลังขั้นตอนการเจาะสำรวจดินก็ได้ การสำรวจอาคารเป็นการสำรวจการทรุดตัวของอาคารโดยการใช้เครื่องมือสำรวจพื้นฐานโดนทั่วไป เช่น กล้องสำรวจ กล้องสำรวจหรือกล้องระดับที่ใช้นั้นควรเป็นกล้องที่อ่านค่าความละเอียดได้ 1 ใน 100 ของมิลลิเมตร สตาฟ ไม้บรรทัด อาจจะมีเครื่องมือทางอิเลคทรอนิกส์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วยในบางอาคาร ในการสำรวจอาคารนั้น **ธเนศ วีระศิริ (2553)** กล่าวไว้ว่าควรจะกระทำการสำรวจอาคารเมื่อ

-สงสัยในความมั่นคงปลอดภัยของอาคารที่เกี่ยวกับระบบฐานราก

-มีผลกระทบจากบริเวณข้างเคียงและสงสัยว่าฐานรากของอาคารอาจจะขยับตัว

-ต้องการทราบความเปลี่ยนแปลงเมื่อมีการเสริมฐานราก

-พบว่ามีรอยร้าวบ่งชี้ว่าฐานรากอาจจะเกิดการทรุดตัว

ซึ่งรอยร้าวนี้เองเป็นตัวบ่งชี้ได้เลยว่าอาคารหลังนั้นอาจจะเกิดการทรุดตัวหรืออาจจะเกิดการวิบัติของอาคารแล้ว ซึ่งชนิดของรอยร้าวนั้นเกิดจากสาเหตุได้หลัก ๆ 3 ข้อคือ

1 รอยร้าวที่เกิดจากวัสดุเสื่อมสภาพ

รอยร้าวแบบนี้มักจะเกิดกับผิวคอนกรีต มีลักษณะเป็นการแตกลายงา หรือ หลุดร่วงออกมาจนเห็นเหล็กเสริม

2 รอยร้าวที่เกิดจากโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกเกินกำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอยร้าวแบบมักเกิดขึ้นจากโครงสร้างรับน้ำหนักมีขนาดเล็กเกินไป การใช้งานของอาคารผิดประเภท วิธีสังเกตคือการแอ่นตัวของโครงสร้างรอยร้าวมักจะอยู่ด้านล่างช่วงกลางของโครงสร้าง เช่น ท้องคาน ท้องพื้น

3 รอยร้าวที่เกิดจากการทรุดตัวของฐานราก

รอยร้าวแบบนี้มักจะเกิดบริเวณ รอยต่อระหว่างคานกับเสา รอยต่อระหว่างคานกับพื้น เพราะเมื่อฐานรากของอาคารเกิดการทรุดตัว โครงสร้างของอาคารจะขยับตัวดึงรั้งกันเป็นทอด ๆ เพราะคานจะเชื่อมโยงไปส่วนต่าง ๆ ของอาคารเช่น เสา ผนัง เชื่อมโยงเกี่ยวรั้งกันไปหมด

รอยร้าวที่สังเกตได้จากข้อ 2 และ 3 เป็นการนำมาซึ่งการสำรวจอาคาร วิธีการสำรวจอาคารเพื่อหาการทรุดตัวของอาคารโดยทั่วไปมีขั้นตอนดังนี้

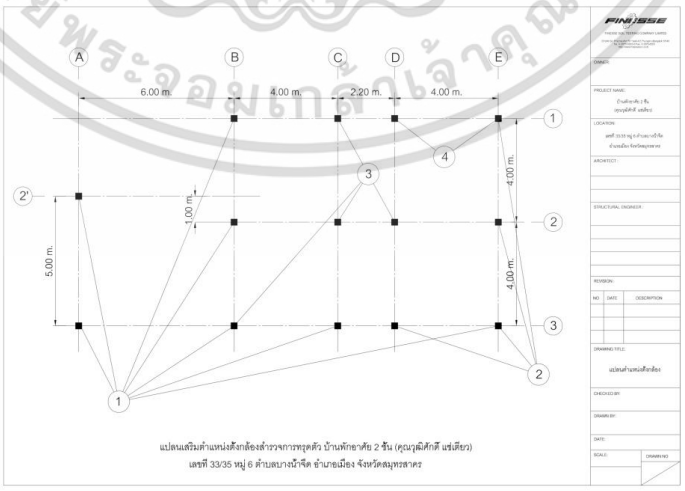
-ตั้งกล้องสำรวจหรือกล้องระดับ ติดตั้งไม้บรรทัด ไว้ที่เสาทุกต้นของอาคาร ต้องกำหนดเสาอ้างอิง เสาอ้างอิงมักเลือกจากเสาที่มีการทรุดตัวน้อยที่สุด (การสำรวจมักทำภายในอาคาร)

-อ่านค่าที่ทำการติดตั้งไม้บรรทัดที่เสาทุกต้นของอาคาร และบันทึกค่าลงในอุปกรณ์จดบันทึก

-เมื่อเคลื่อนย้ายกล้องระดับหรือกล้องสำรวจต้องตั้งค่าโดยอ้างดิงระดับจากเสาที่ได้ทำการบันทึกค่าแล้ว ทำแบบนี้เมื่อต้องย้ายกล้องไปยังตำแหน่งใหม่

-เมื่ออ่านค่าและบันทึกค่าของเสาทุกเสาแล้ว นำค่าที่ได้มาคำนวณหาความต่างจากระดับเสาอ้างอิง

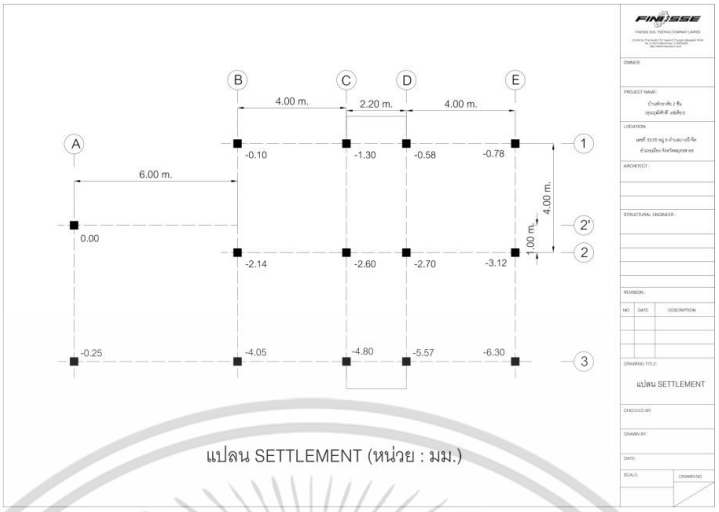
ในการสำรวจอาคารควรทำการสำรวจไม่น้อยกว่า 3 ครั้งแต่ละครั้งที่ทำการสำรวจระยะเวลาขึ้นอยู่กับการกำหนดของวิศวกร เมื่อสำรวจอาคารมีค่ามาคำนวณเป็นตัวเลขแล้ว วิศวกรจะเขียนแบบเป็นแปลนตำแหน่งการตั้งกล้องในการสำรวจอาคารและแปลนค่าทรุดตัวของอาคาร หรือ Settlement Planเพื่อเป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจของการเลือกใช้เสาเข็มของวิศวกรในการออกแบบเสาเข็ม



รูปที่ 2.12 แสดงแปลนตำแหน่งในการตั้งกล้องสำรวจอาคาร

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

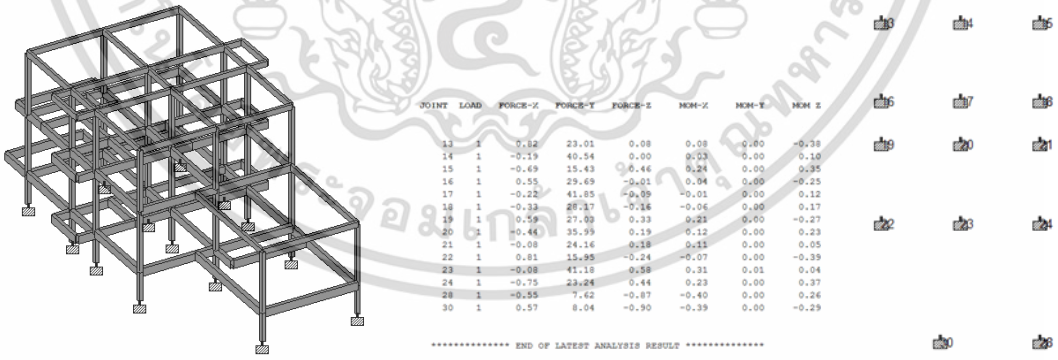
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 แสดงแปลนค่าการทรุดตัวของอาคาร Plan Settlement

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

ข้อมูลสำคัญอีกประการหนึ่งในขั้นตอนการสำรวจอาคารเพื่อนำข้อมูลการสำรวจอาคารไปออกแบบเสาเข็มคือแบบค่าบรรทุกกดลงฐานรากอาคาร หรือ Plan Column Load คือ แบบที่แสดงค่าน้ำหนักบรรทุกคงที่ของอาคารถ่ายลงไปในฐานรากแต่ละฐานราก การคำนวณหาค่าแบบนี้ปัจจุบันวิศวกรคำนวณจากแบบก่อสร้างแบบโครงสร้างโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป จะได้ค่าออกมาเป็นตัวเลขหน่วยเป็นตัน



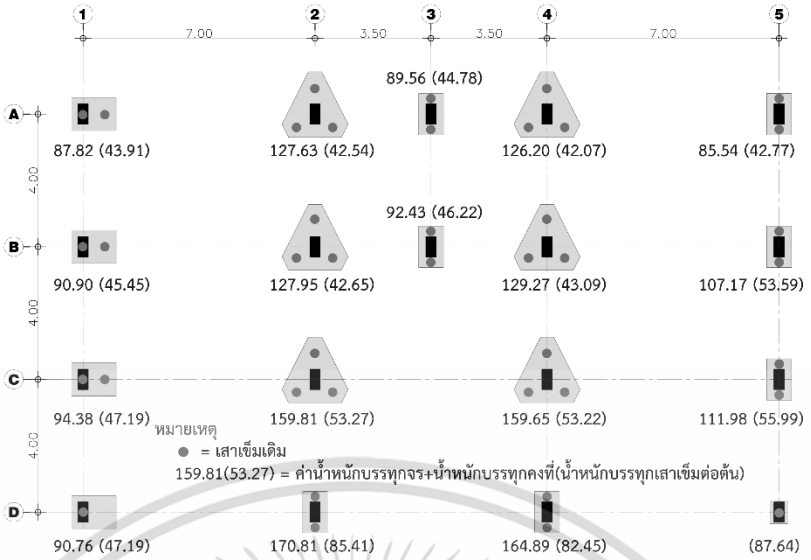
JOINT	LOAD	FORCE-X	FORCE-Y	FORCE-Z	MOM-X	MOM-Y	MOM Z
13	1	0.82	23.01	0.08	0.08	0.00	-0.38
14	1	-0.19	40.54	0.00	0.03	0.00	0.10
15	1	-0.69	15.43	0.46	0.24	0.00	0.35
16	1	0.55	29.69	-0.01	0.04	0.00	-0.25
17	1	-0.22	41.85	-0.09	-0.01	0.00	0.12
18	1	-0.33	28.17	-0.16	-0.06	0.00	0.17
19	1	0.59	27.03	0.33	0.21	0.00	-0.27
20	1	-0.44	35.99	0.19	0.12	0.00	0.23
21	1	-0.08	24.16	0.18	0.11	0.00	0.05
22	1	0.81	15.95	-0.24	-0.07	0.00	-0.39
23	1	-0.08	41.18	0.58	0.31	0.01	0.04
24	1	-0.75	23.24	0.44	0.23	0.00	0.37
28	1	-0.55	7.62	-0.87	-0.40	0.00	0.26
30	1	0.57	8.04	-0.90	-0.39	0.00	-0.29

********** END OF LATEST ANALYSIS RESULT **********

รูปที่ 2.14 แสดงแบบค่าบรรทุกกดลงฐานรากอาคาร Plan Column Load

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 แสดงแบบค่าบรรทุกกดลงฐานรากอาคาร Plan Column Load

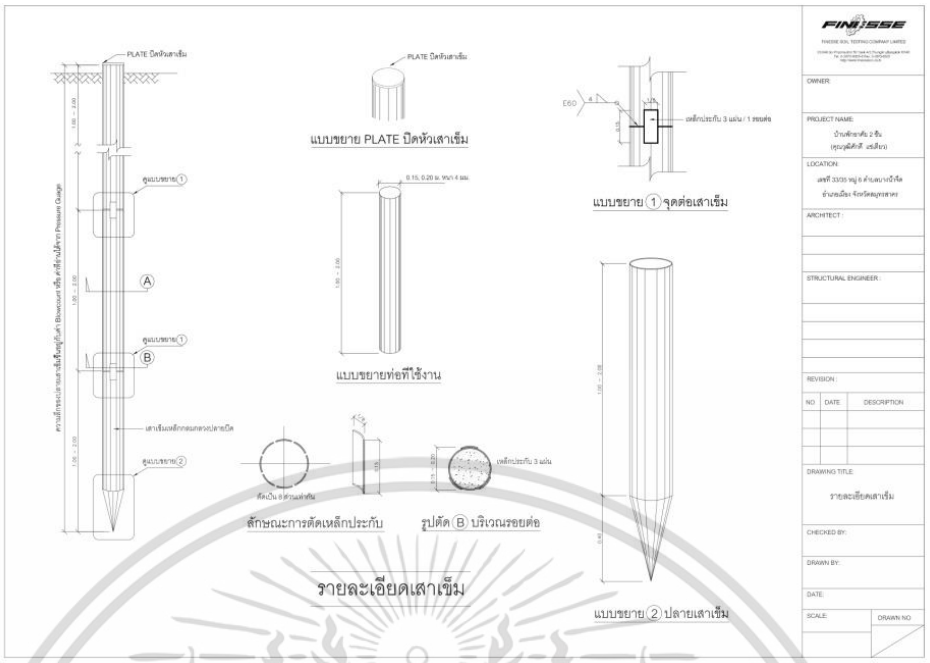
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

ดังนั้นแล้วในขั้นตอนในการสำรวจอาคารวิศวกรที่ทำการสำรวจจะมีข้อมูลเพื่อส่งต่อให้วิศวกรออกแบบเสาเข็มคือ แปลนค่าการทรุดตัวของอาคาร Plan Settlement ค่าบรรทุกกดลงฐานรากอาคาร Plan Column Load และข้อมูลอื่น ๆ เช่นภาพถ่าย รายละเอียดต่าง ๆ ของอาคารเป็นต้น

3 ขั้นตอนการออกแบบเสาเข็มและผลิตเสาเข็ม

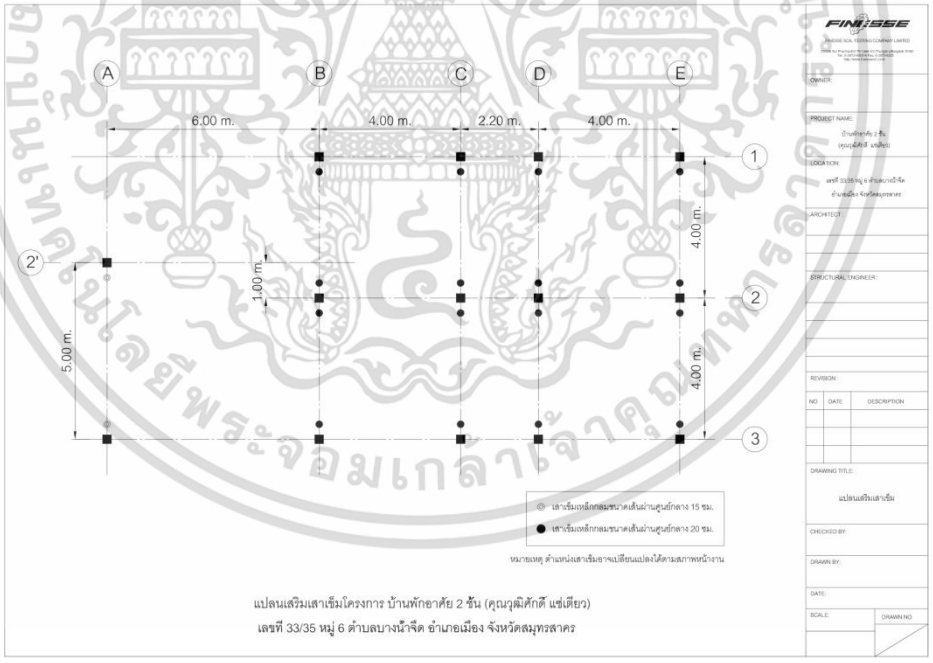
การออกแบบเสาเข็มที่ใช้ในการซ่อมแซมอาคาร ต้องอาศัยข้อมูลในการเจาะสำรวจดิน รายงานแสดงผลการจัดเรียงตัวของชั้นดิน หรือ Boring Log Sheet ข้อมูลจากการสำรวจอาคาร แปลนค่าการทรุดตัวของอาคาร Plan Settlement ค่าบรรทุกกดลงฐานรากอาคาร Plan Column Load เพื่อคำนวณกำลังรับน้ำหนักเสาเข็ม ความยาวของเสาเข็ม วัสดุที่ใช้ในการผลิตเสาเข็ม การพิจารณาในการเลือกใช้เสาเข็มในการซ่อมแซมนั้นนั้น วิศวกรจะพิจารณาในการเลือกใช้เสาเข็มในการซ่อมแซมคือ เส้นทางการขนส่ง พื้นที่ทำงานที่หน้างาน ผลกระทบที่มีต่ออาคารข้างเคียง โดยพิจารณาตามหน้าตัดและการรับน้ำหนักของเสาเข็มชนิดนั้น ๆ ด้วย เมื่อวิศวกรได้ออกแบบเสาเข็มที่ใช้ซ่อมแซมแล้วจะส่งแบบก่อสร้างเสาเข็มให้กับแรงงานผลิตเสาเข็มและแบบการเสริมฐานรากด้วยเสาเข็มให้กับวิศวกรของโครงการที่จะทำการซ่อมแซมต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 แสดงแบบก่อสร้างเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø)

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด



รูปที่ 2.17 แสดงแบบเสริมฐานรากด้วยเสาเข็ม

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 ขั้นตอนการซ่อมแซมอาคารโดยการใช้เสาเข็ม

เมื่อได้ข้อมูลในเรื่องผลสำรวจดิน เรื่องผลการสำรวจอาคาร เรื่องเสาเข็มที่ใช้ในการซ่อมแซมแบบเสริมฐานรากด้วยเสาเข็มแล้ว วิศวกรประจำโครงการจะเริ่มลงมือในขั้นตอนการซ่อมแซมอาคารโดยทันที โดยมีผู้บริหารและประธานฝ่ายเทคนิคของบริษัทคอยให้คำปรึกษาในเรื่องต่าง ๆ กระบวนการในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยใช้เสาเข็มโดยทั่วไปนั้นกระบวนการหลัก ๆ จะประกอบไปด้วย **พิเชษฐ์ ชาติมนตรี, สัมภาษณ์ (11 กันยายน 2562)**

(1) ขุดเปิดหน้าดินบริเวณฐานรากที่ทรุดตัว ระยะความกว้าง ความยาว ความลึก เป็นไปตามแบบที่วิศวกรออกแบบมา

รูปที่ 2.18 แสดงการขุดดินบริเวณฐานรากที่ทรุดตัว

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

(2) ตั้งเสาเข็มต้นแรกให้ได้ระดับดิ่งและเป็นไปตามแบบของวิศวกร

รูปที่ 2.19 แสดงการติดตั้งเสาเข็ม

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ใช้แม่แรงไฮโดรลิกดันใต้คานคอดินเพื่อกดเสาเข็มลงดิน

รูปที่ 2.20 แสดงการใช้ไฮโดรลิกในการติดตั้งเสาเข็ม

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

(4) นำเสาเข็มต้นต่อไปมาเชื่อมประกอบด้วยตู้เชื่อมไฟฟ้า

รูปที่ 2.21 แสดงการใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้าเชื่อมต่อเสาเข็ม

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

(5) เชื่อมเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอชเป็นบ่ารับแรงเพื่อถ่ายน้ำหนักอาคารลงเสาเข็มใหม่

รูปที่ 2.22 แสดงการถ่ายแรงลงเสาเข็มใหม่

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

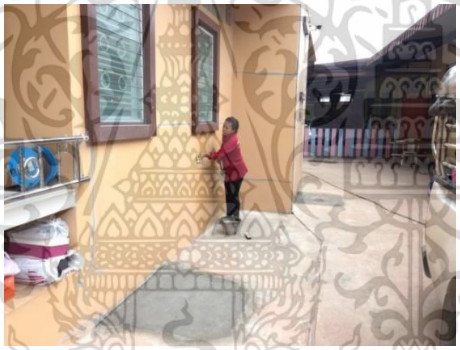
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6) เข้าแบบและเทคอนกรีตหุ้มโครงสร้างถ่ายแรง

รูปที่ 2.23 แสดงการเข้าแบบและเทคอนกรีต

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

(7) ซ่อมพื้นเก็บงานและทำความสะอาด



รูปที่ 2.24 แสดงการซ่อมพื้นเก็บงานและทำความสะอาด

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

2.3. หนังสือ เอกสาร งานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง

บดินทร์ หอมพิกุล (2556) อ้างถึงคำพูดของ ช่อ โพธิ์ทอง อธิบายถึงการยกอาคารในปัจจุบันไว้ว่า “การยก-ดีด อาคารในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภทได้แก่ 1 การดีดแบบแม่แรงกำลังคน (แบบรอกโซ่-แบบมือหมุน) 2 การดีดแบบแม่แรงไฮดรอลิค (Hydraulic Jack)”

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเทคนิคการดีดอาคารไม้ในพื้นที่ชุมน้ำ กรณีศึกษาหมู่บ้านสาขลา อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาขั้นตอนและกรบวนการในการดีดอาคารไม้ ศึกษารูปแบบ เทคนิคและเครื่องมือ วัสดุ ในการดีดอาคารไม้ รวมถึงการจำแนกเทคนิคการดีดอาคารไม้ในวิธีที่แตกต่างกันจากช่างแต่ละกลุ่มเพื่อทำการเปรียบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัชนูพรรณ คำสิงห์ศรี (2554) เทคโนโลยี หมายถึง สิ่งที่มนุษย์พัฒนาขึ้น เพื่อช่วยในการทำงานหรือการแก้ปัญหาต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องจักร วัสดุ หรือ แม้กระทั่งที่ไม่ได้เป็นสิ่งของจับต้องได้ เช่น กระบวนการต่าง ๆ เทคโนโลยีเป็นการประยุกต์นำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ และก่อให้เกิดประโยชน์ในทางปฏิบัติแก่มวลมนุษย์ กล่าวคือเทคโนโลยีเป็นการนำเอาความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ประดิษฐ์สิ่งของต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ส่วนที่เป็นข้อแตกต่างของเทคโนโลยีกับวิทยาศาสตร์คือ เทคโนโลยีจะขึ้นอยู่กับปัจจัยทางเศรษฐกิจมีการซื้อขาย ส่วนความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นสมบัติส่วนรวม ชาวโลกมีการเผยแพร่โดยไม่มีการซื้อขายแต่อย่างใด กล่าวโดยสรุปคือ เทคโนโลยีสมัยใหม่เกิดขึ้นโดยมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์เป็นฐานรองรับลักษณะของเทคโนโลยี

เป็นการศึกษาถึงองค์ประกอบของเทคโนโลยี ร่วมกับการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป ทำให้ทราบถึงองค์ประกอบของเทคโนโลยีการก่อสร้างการก่อสร้างด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในแต่ละบริษัทซึ่งองค์ประกอบของเทคโนโลยีจะประกอบไปด้วย องค์ความรู้ (Soft Ware) การจัดการ (Management Ware) มนุษย์ (People Ware) เครื่องมือ (Hard Ware) รวมถึงปัจจัยที่ส่งผลต่อพัฒนาการขององค์ประกอบเทคโนโลยีการสร้างที่พักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในภาคเอกชน

ธเนศ วีระศิริ (2553) ปัญหาเรื่องการทรุดตัวของอาคารนั้นมีให้พบเห็นกันมากทั้งในกรุงเทพมหานครและต่างจังหวัด ลักษณะการทุดตัวของอาคารอาจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบกับระบบกับระบบฐานรากของอาคารซึ่งพอจะสรุปลักษณะการทรุดตัวของอาคารได้เป็น 2 แบบ คือ อาคารทรุดตัวในแนวดิ่ง และอาคารทรุดเอียง สาเหตุการทรุดตัวของฐานรากส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจาก เสาเข็มสั้นเกินไป เสาเข็มบกพร่อง ฐานรากเยื้องศูนย์ ปลายเสาเข็มอยู่บนดินที่ต่างชนิดกัน เกิดการเคลื่อนตัวของดิน เสาเข็มรับน้ำหนักไม่ได้ตามความต้องการ นอกจากนั้นการเปลี่ยนชนิดของเสาเข็มจากที่กำหนดไว้เดิม โดยที่ไม่ได้มีการสำรวจหรือคำนวณตรวจสอบก่อนก็เป็นอีกสาเหตุที่ทำให้อาคารทรุดตัวได้เช่นกัน

เป็นงานเขียนที่เสนอแนะเพื่อที่จะทำให้ทราบว่าสาเหตุที่ทำให้อาคารทรุดเกิดจากสาเหตุใดบ้าง การสำรวจดิน การสำรวจอาคาร รวมไปถึงขั้นตอนการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว

จากการศึกษาหนังสือ เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังที่กล่าวมานั้น ผู้ทำการศึกษาได้นำข้อมูลมาเป็นข้อมูลเบื้องต้น และเลือกทำการศึกษาโดยอ้างอิงด้านองค์ประกอบเทคโนโลยีของรัชนูพรรณ คำสิงห์ศรี ด้านสาเหตุของอาคารทรุดตัวและขั้นตอนในการยกอาคาร ผู้ศึกษาได้อ้างอิงจาก ธเนศ วีระศิริ และ บดินทร์ หอมพิกุล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพเพราะได้รวบรวมข้อมูล จากเอกสารทางวิชาการ หนังสือ บทความ และการสัมภาษณ์ กับผู้ที่เกี่ยวข้องเพื่อการพรรณนาให้เห็นภาพ

ทำการศึกษาแนวคิด ทฤษฎี แนวคิด ปรัชญาด้านเทคโนโลยี และ เทคโนโลยีการก่อสร้างร่วมกับ การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร โดยมีกรณีศึกษา การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร โดยการใช้เสาเข็ม จำนวน 4 ประเภทคือ

1. การใช้เสาเข็มเจาะ (Bored Pile)
2. การใช้เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H)
3. การใช้เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø)
4. การเสาเข็มประกอบ (Composite Pile)

ของสถานประกอบกิจการคือบริษัท ฟีเนส ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด โดยการศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารในครั้งนี้เป็นการลงพื้นพี่ รวบรวมเอกสาร สัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้องสำหรับการพิสูจน์สมมุติฐาน โดยการศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร มีรายละเอียดระเบียบวิธีการศึกษา รวมถึงกรอบแนวคิดในการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1.กรอบแนวความคิดในการศึกษา

3.1.1 กรอบแนวความคิดที่เกี่ยวกับองค์ประกอบของเทคโนโลยี

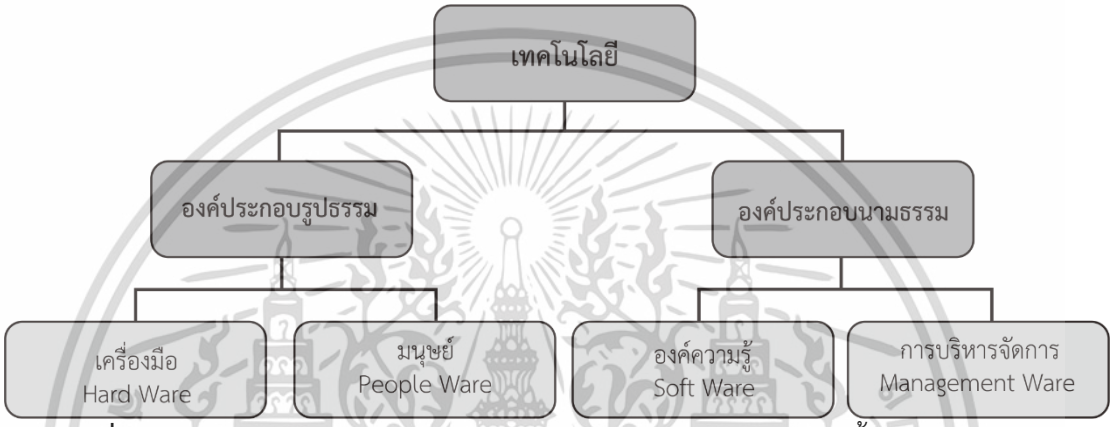
ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ 2550 (อ้างอิงจาก ศ.เกียรติคุณ ธำรง เปรมปรีดิ์) ให้คำจำกัดความที่เกี่ยวกับองค์ประกอบของเทคโนโลยีไว้ดังต่อไปนี้ องค์ประกอบของเทคโนโลยีจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนคือ

1. องค์ประกอบรูปธรรม เป็นผลผลิตจากความคิดทางวิทยาศาสตร์ สามารถจับต้องได้ สามารถนำไปใช้งานได้ทันที เช่นเครื่องมือ เครื่องจักร อาวุธ โรงงาน โดยรวมเรียกว่า (Hard Ware) และ มนุษย์ (People Ware)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. องค์ประกอบนามธรรม เป็นการประยุกต์ความรู้ทางวิทยาศาสตร์มาใช้ เป็นสิ่งที่มองไม่เห็นและจับต้องได้ยาก สามารถแบ่งเป็นความรู้ กระบวนการวิธีการหรือกลไกการทำงานเรียกว่า (Soft Ware) และการจัดการวางแผนวิธีการ (Management Ware)

การศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารในครั้งนี้ผู้ศึกษาจึงนำเอาข้อสรุปในเรื่ององค์ประกอบของเทคโนโลยีของ ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ (2550) เพื่อทำการศึกษาเรื่องเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร



รูปที่ 3.1 แสดงองค์ประกอบของเทคโนโลยีตามข้อสรุปของทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์ (2549)

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

3.1.2 กรอบแนวความคิดที่เกี่ยวกับการซ่อมแซมอาคารทรุดโดยการยกอาคาร

จากการทบทวนวรรณกรรม เอกสารงานวิจัย สัมภาษณ์บุคคลที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารจากการใช้เสาเข็มทั้ง 4 ประเภท คือ

1. การใช้เสาเข็มเจาะ (Bored Pile)
2. การใช้เสาเข็มเหล็ก (Steel Pile) H Section
3. การใช้เสาเข็มเหล็ก (Steel Pile) Ø section
4. การเสาเข็มประกอบ (Composite Pile)

โดยใช้แนวคิดและทฤษฎีด้านองค์ประกอบของเทคโนโลยีที่กล่าวมารวบรวมข้อมูล คัดแยกข้อมูล จัดรวมข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ โดยเรื่องที่จะทำการศึกษาจะประกอบไปด้วย การสำรวจและติดตามรอยร้าวของอาคาร การสำรวจการทรุดตัวของอาคาร การวิเคราะห์สาเหตุในการทรุดตัว และขั้นต้อนในการแก้ไขอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร โดยกระบวนการต่าง ๆ ที่กล่าวมาแยกการศึกษาออกเป็นองค์ความรู้เฉพาะทางในด้านการซ่อมแซมการยกอาคาร เครื่องมือต่าง ๆ แรงงาน และ การบริหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

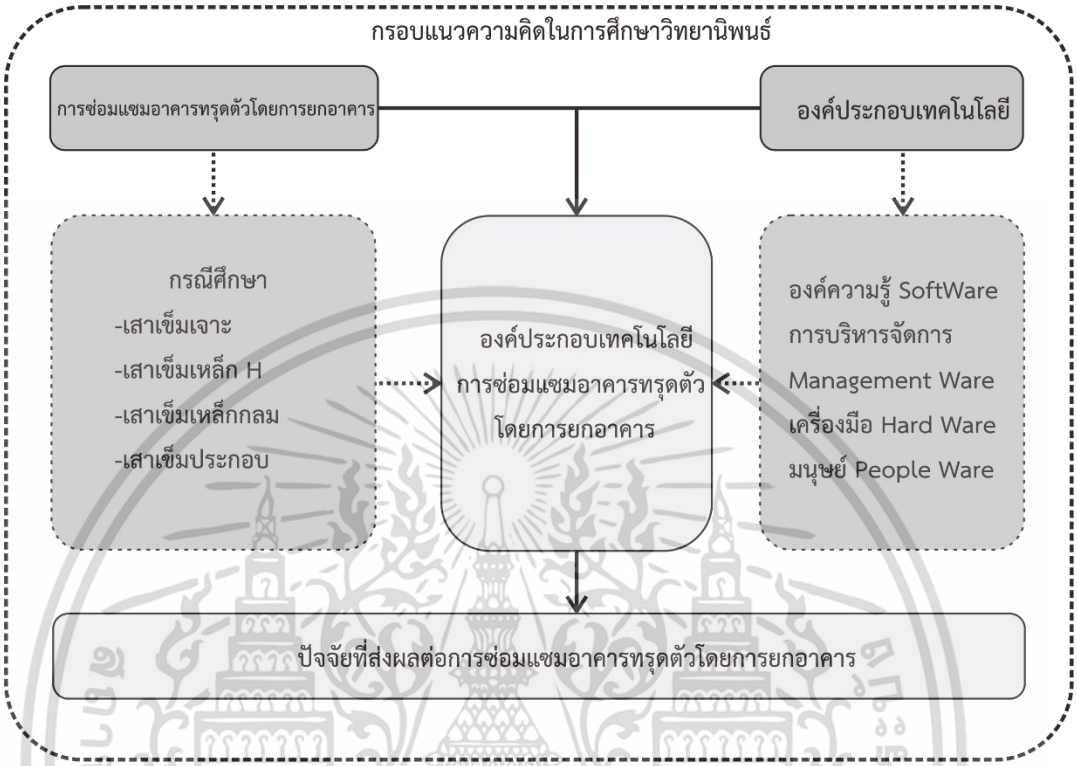
การจัดการใน พื้นที่หน้างานนั้น ๆ โดยผู้ศึกษาได้ทำตารางแสดงการสรุปข้อมูลสำหรับการเก็บข้อมูลภาคสนามดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงการสรุปข้อมูลรวมสำหรับการนำไปเก็บข้อมูลภาคสนาม

เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร	
การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร	**องค์ประกอบเทคโนโลยี**
องค์ความรู้เบื้องต้นในการก่อสร้างการซ่อมแซมอาคาร รอยร้าวของอาคาร การสำรวจการทรุดตัวของอาคาร ข้อมูลดินและการเลือกใช้เสาเข็ม	องค์ความรู้ (Soft Ware)
การบริหารจัดการในการใช้เครื่องมือในการสำรวจ การบริหารจัดการในการใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ การบริหารจัดการในการใช้เครื่องมือในการออกแบบเสาเข็ม การบริหารจัดการในการใช้เครื่องมือในการผลิต การบริหารจัดการในการใช้เครื่องมือในการขนส่ง การบริหารจัดการในการใช้เครื่องมือในการยกอาคาร	การบริหารจัดการ (Management Ware)
สถาปนิก วิศวกร เจ้าหน้าที่ควบคุมห้องทดสอบ แรงงาน (ในการสำรวจอาคาร) แรงงาน (ในการสำรวจดิน) แรงงาน (ในการยกอาคาร) ผู้รับเหมา อื่น ๆ	มนุษย์ (People Ware)
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจ เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบ เครื่องมือที่ใช้ในการผลิต เครื่องมือที่ใช้ในการขนส่ง เครื่องมือที่ใช้ในการซ่อมแซมอาคารโดยการยกอาคาร	เครื่องมือ (Hard Ware)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากแนวความคิดที่กล่าวมาผู้ทำการศึกษาได้ออกแบบกรอบแนวความคิดในการศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารในภาคเอกชนดังนี้



รูปที่ 3.2 แสดงกรอบแนวความคิดในการศึกษาวิทยานิพนธ์

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

3.2 กระบวนการวิจัย

3.2.1. การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

การศึกษาข้อมูลเบื้องต้นนั้นผู้ศึกษาได้ทำการศึกษาในขั้นตอนการศึกษาขั้นปฐมภูมิ ผู้ศึกษาจะลงพื้นพี่ เก็บข้อมูลทั่วไป เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ทำการสัมภาษณ์ผู้บริหาร สถาปนิก วิศวกร แรงงาน ผู้รับเหมา และบุคคลที่เกี่ยวข้องในส่วนต่าง ๆ ของการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ส่วนการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นในในขั้นตอนการศึกษาขั้นทุติยภูมิ ผู้ศึกษาได้ศึกษาจาก บทความ เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ ในด้านเทคโนโลยีองค์ประกอบของเทคโนโลยี การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร วารสาร วสท. ผู้ประกอบกิจการด้านการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร จากการทบทวนวรรณกรรมในขั้นตอนทุติยภูมิ รวมถึงการสัมภาษณ์ผู้ที่เชี่ยวชาญทางด้านซ่อมแซมอาคารทรุดตัวในขั้นตอนปฐมภูมิพบว่า การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวในประเทศไทยเป็นการซ่อมแซมโดยการใช้เสาเข็มอยู่ 4 ประเภท คือเสาเข็มเจาะ (Bored Pile) เสาเข็มประกอบ (Composite Pile) เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) ปัจจุบันในประเทศไทยผู้ประกอบกิจการที่เกี่ยวกับการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวนิยมใช้เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) เพียงอย่างเดียว แต่ยังมีผู้ประกอบการที่ใช้เสาเข็มทั้ง 4 ประเภท ในการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวอยู่คือบริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด ผู้ทำการศึกษาจึงเลือกทำการศึกษาการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวโดยการใช้เสาเข็มทั้ง 4 ประเภท ที่บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เมื่อได้ข้อมูลข้างต้นที่ทำการศึกษาแล้ว ผู้ศึกษาได้รวบรวมข้อมูลอย่างเป็นระบบเพื่อทำการวิเคราะห์และนำข้อมูลมาพิสูจน์สมมุติฐานต่อไป

3.2.2. การสร้างเครื่องมือในการศึกษา

การสร้างเครื่องมือในการศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร เป็นการทำให้ได้มาซึ่งข้อมูลเรื่อง องค์ความรู้ การบริหารจัดการ มนุษย์ และเครื่องมือของการซ่อมแซมอาคารทรุดโดยการยกอาคารทั้ง 4 ชนิดเสาเข็ม ดังนั้นแล้วการเก็บข้อมูลควรเป็นแบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ การถ่ายรูปการจดบันทึก เพื่อทำการเก็บข้อมูลการซ่อมแซมอาคารทรุดโดยการยกอาคารทั้ง 4 ชนิดเสาเข็ม

3.2.3. การเลือกตัวอย่างในการสำรวจข้อมูล

เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ใช้เกณฑ์การคัดเลือกการเก็บตัวอย่างและกรณีศึกษาในการซ่อมแซมมาจากการทบทวนวรรณกรรม สอบถามผู้เชี่ยวชาญในด้านการยกอาคารโดยเฉพาะ และศึกษาจากกรณีศึกษาที่มีข้อมูลสมบูรณ์ที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ผู้ศึกษาได้สัมภาษณ์และพูดคุยกับ ดร.ธเนศ วีระศิริ ผู้เชี่ยวชาญด้านการซ่อมแซมอาคารทรุดโดยการยกอาคารและดำรงตำแหน่งนายกวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2563-2565) โดยประสานงานกับผู้ประกอบกิจการในภาคเอกชนในการทำงานเรื่องการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารกับวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

3.3. การสำรวจและวิธีรวบรวมข้อมูล

การศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร เป็นการศึกษาแบบรวบรวมเอกสาร สัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ลงพื้นที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำรวจบริษัทผู้ประกอบการเป็นกรณีศึกษา แล้วใช้การเขียนในเชิงพรรณนา เพื่อที่จะแสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบของเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ปัจจัยและองค์ประกอบที่มีผลต่อเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารมากที่สุดเพื่อพิสูจน์สมมุติฐาน โดยแบ่งขั้นตอนในการศึกษาออกเป็นดังนี้

3.3.1. ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล

ศึกษาข้อมูลเบื้องต้นที่เกี่ยวกับ เทคโนโลยี องค์ประกอบของเทคโนโลยี ข้อมูลเกี่ยวกับเสาเข็ม การทดสอบ การสำรวจ การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ผู้ประกอบการที่เป็นกรณีศึกษา นำข้อมูลมาสร้างกรอบแนวความคิดในการศึกษา พร้อมกับสมมุติฐานและทำการสร้างเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล

3.3.2. ขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการลงพื้นที่บริษัทผู้ประกอบการทางด้านการซ่อมแซมอาคารทรุดการยกอาคาร ผู้ศึกษาได้ทำเครื่องมือในการรวบรวมข้อมูล เพื่อทำการเก็บข้อมูล และทำการวิเคราะห์ตรวจสอบข้อมูลกับผู้เชี่ยวชาญ ผู้ที่เกี่ยวข้องเช่น ผู้บริหาร สถาปนิก วิศวกร ช่าง แรงงาน ของบริษัทผู้ประกอบการที่ทำการศึกษา

3.3.3. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล

รวบรวมข้อมูลในขั้นตอนการศึกษาแบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ และการลงพื้นที่ในบริษัทผู้ประกอบการ แล้วนำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์และเขียนในเชิงพรรณนาคือการวิเคราะห์องค์ประกอบของเทคโนโลยีร่วมกับการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารและหาข้อสรุปหรือปัจจัยที่มีผลต่อการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารว่ามีอะไรบ้าง

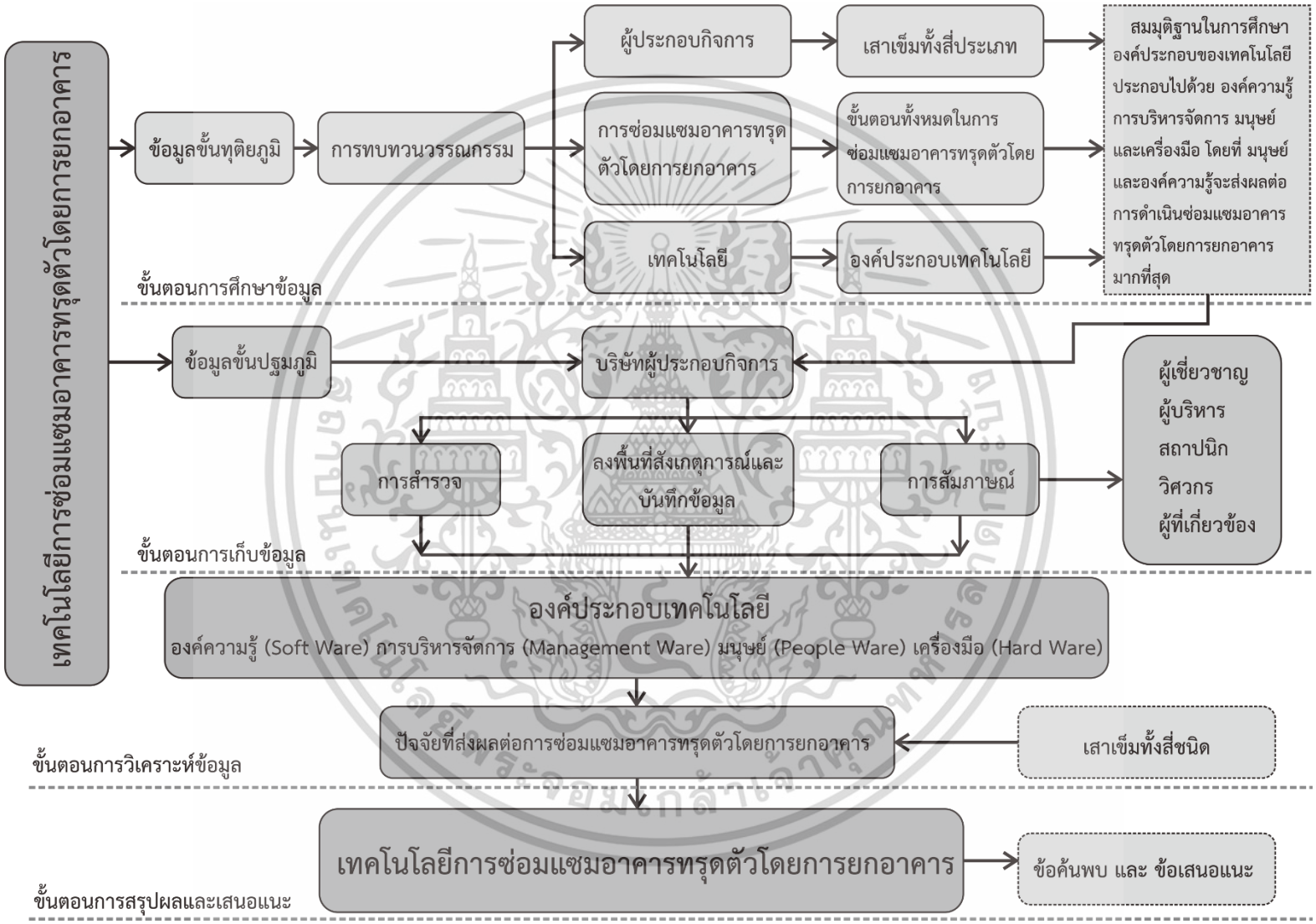
3.3.4. ขั้นตอนการสรุปและประเมินผล

สรุปวัตถุประสงค์ในการศึกษารวมไปถึงสมมุติฐานในการศึกษาที่ตั้งไว้ รวมถึงการเสนอข้อคิดเห็นและข้อค้นพบเสนอแนะต่อไป

3.4 แผนผังการดำเนินการศึกษา

การดำเนินการศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ผู้ทำการศึกษาได้สรุปแผนผังการศึกษาได้ดังภาพต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

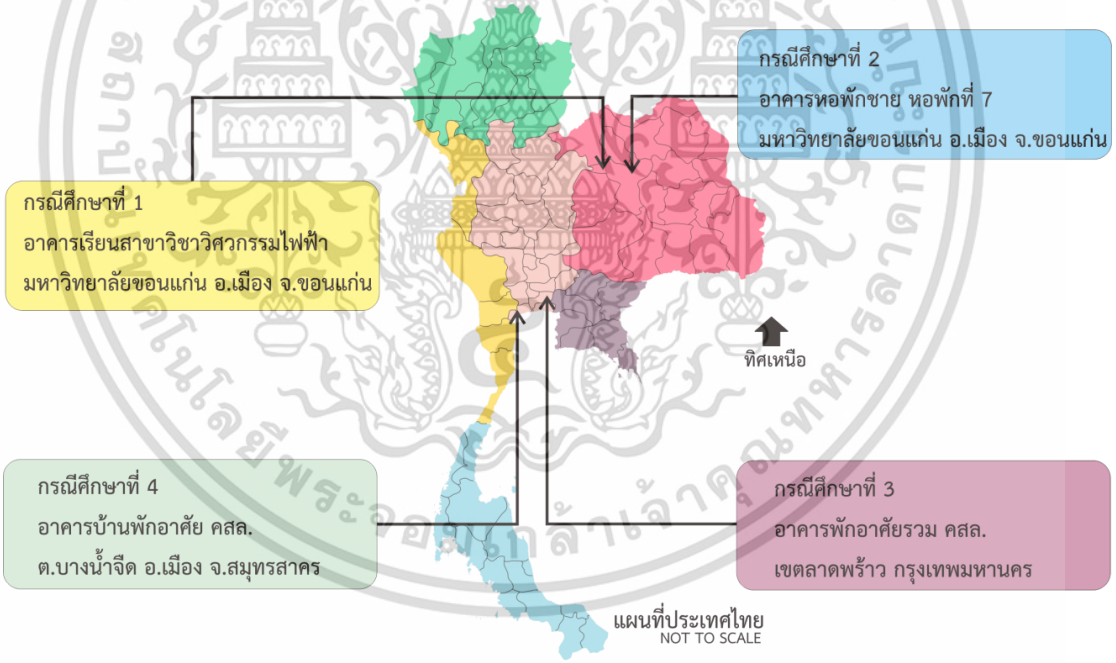


รูปที่ 3.3 แสดงการดำเนินการศึกษา

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

บทที่ 4
เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร

การศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร เป็นการศึกษาและเก็บข้อมูลภาคสนามโดยศึกษาจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง บทความ เอกสารอัดสำเนา และหนังสือที่เกี่ยวกับการยกอาคารในเบื้องต้นก่อน ส่วนในการลงพื้นที่เก็บข้อมูลในภาคสนามนั้นได้ลงพื้นที่เก็บข้อมูลในการยกอาคารโดยการใช้เสาเข็มเจาะ (Bored Pile) ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น เสาเข็มประกอบ (Composite Pile) ในพื้นที่จังหวัดขอนแก่น เสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) ในพื้นที่กรุงเทพมหานคร เสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) ในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาครของบริษัท ฟีเนส ซอยด์เทสติ้ง จำกัด นำข้อมูลที่ได้มาทำการสรุปเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ โดยการลงพื้นที่ภาคสนามผู้ศึกษา ได้สัมภาษณ์ผู้บริหาร วิศวกร และผู้ที่เกี่ยวข้องโดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 แสดงตำแหน่งการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการใช้เสาเข็มทั้ง 4 ประเภท

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

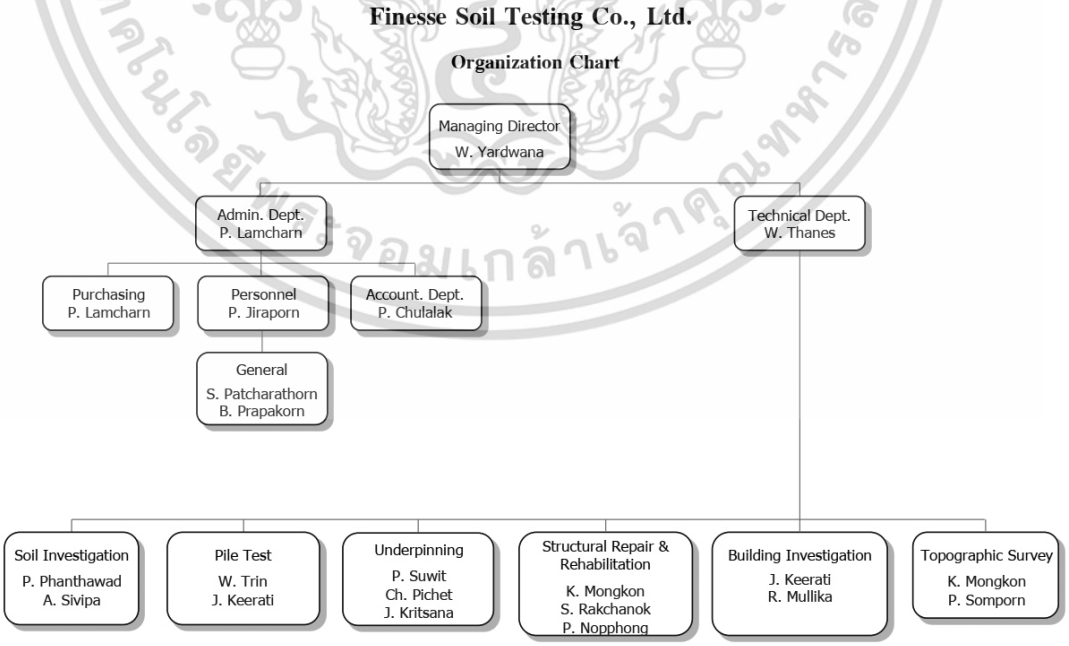
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

4.1.1 ข้อมูลทั่วไป

บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด จดทะเบียนตามกระบวนกฎหมายแพ่งและพานิชย์ เป็นนิติบุคคลประเภท บริษัทจำกัด เมื่อวันที่ 17 กันยายน พ.ศ.2534 ด้วยเงินทุนจดทะเบียน 25,000,000 (ยี่สิบห้าล้านบาทถ้วน) มีคุณหยาดวนา วีระศิริ เป็นกรรมการผู้มีอำนาจ เป็นบริษัทจำกัดที่ทำงานด้านการสำรวจ ตรวจสอบ วิเคราะห์อาคาร โดยมีวัตถุประสงค์ในการให้บริการ ให้คำปรึกษาและแนะนำ เกี่ยวกับงานแก้ไขอาคารทรุด งานยกอาคาร งานฐานราก งานวิเคราะห์และออกแบบแก้ไขทางกลศาสตร์ และเสถียรภาพของดิน ให้กับหน่วยงานต่าง ๆ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน

การบริหารงานของคุณหยาดวนา วีระศิริ ได้เล็งเห็นและตระหนักถึงคุณค่าและการพัฒนาทางเทคโนโลยีจึงได้นำเทคนิคใหม่ ๆ มาใช้พัฒนาทางด้านวิศวกรรม การซ่อมแซมอาคารทรุดตัว การยกอาคาร โดยได้รับคำปรึกษาจากและความรู้ทางวิศวกรรมจาก ผศ.ดร.ธเนศ วีระศิริ ผู้เชี่ยวชาญด้านการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวและการยกอาคารของประเทศไทย และเป็นหนึ่งในกรรมการผู้บริหารด้านเทคนิคของบริษัท โดยทำการคิดค้นและประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมในการสำรวจอาคาร ซ่อมแซมอาคาร และเสาเข็มแบบต่าง ๆ เพื่อลดขั้นตอนในการสำรวจและการซ่อมแซม รวมถึงงานวิศวกรรมอื่น ๆ ในบริษัท



รูปที่ 4.2 แสดงแผนภูมิการบริหารงานของบริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ลักษณะงานของบริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์เทสติ้ง จำกัด เป็นบริษัทที่ทำงานด้านวิศวกรรมต่าง ๆ ให้ทั้งกับภาครัฐและภาคเอกชน จึงเกิดความหลากหลายทางด้านการซ่อมแซมแก้ไขงานวิศวกรรม ดังต่อไปนี้

(1) งานแก้ไขอาคารทรุดตัวด้วยเสาเข็มและยกปรับอาคาร (Underpinning)

(2) งานสำรวจ ตรวจสอบ ทดสอบอาคาร (Structure Diagnosis)

(3) งานสำรวจ ตรวจสอบ และทดสอบส่วนฐานรากของอาคาร

(4) งานทดสอบเสาเข็ม (Pile Testing)

(5) งานซ่อมและเสริมความแข็งแรงของโครงสร้าง (Structural Repair and Rehabilitation)

(6) งานด้านการสำรวจพื้นที่และภูมิประเทศ (Topographic Survey)

ในแต่หัวข้อของงานที่ได้กล่าวมานั้นยังมีรายละเอียดปลีกย่อยของงานลงลึกไปอีกแต่การทำวิทยานิพนธ์เรื่องเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยยกอาคารนั้นได้ศึกษาเฉพาะข้อ (1) งานแก้ไขอาคารทรุดตัวด้วยเสาเข็มและยกปรับอาคาร (Structure Diagnosis) ของบริษัท เท่านั้น

4.1.3 ตัวอย่างโครงการงานแก้ไขอาคารทรุดตัวด้วยเสาเข็มและยกปรับระดับอาคาร (Underpinning) ของบริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

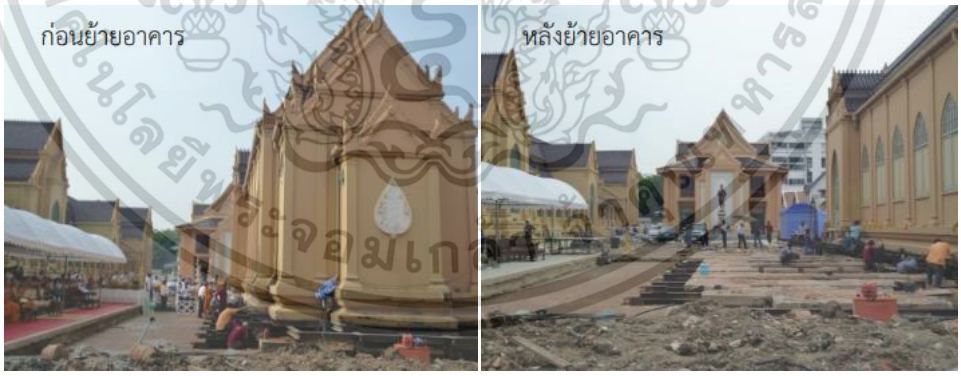
รูปที่ 4.3 แสดงการปรับระดับแก้ไขปัญหาการทรุดเอียงอาคารบ้านมะลิวัลย์ (FAO) กรุงเทพฯ

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 แสดงการยกอาคารอนุรักษ์โรงสุราบางยี่ขัน เขตบางพลัด กรุงเทพฯ
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 4.5 แสดงการยกอาคารอนุรักษ์พระตำหนักพระเจ้าบรมวงศ์เธอพระองค์เจ้าอัพภันตรีปชา
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด



รูปที่ 4.6 แสดงการย้ายหอสมุดดำรงราชานุภาพ วัดมหาธาตุยุวราชรังสฤษฎ์ราชวรมหาวิหาร
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

การแก้ไขอาคารทรุดตัวและยกอาคารของบริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด ในการซ่อมแซมใช้เครื่องมือติดตั้งเสาเข็มหลัก ๆ อยู่ 2 ชนิดคือ การใช้ปั้นจั่นขนาดเล็กและแม่แรงไฮโดรลิก รวมถึงการจัดทำและรวบรวมองค์ความรู้จากประสบการณ์การทำงานเพื่อคิดค้นประยุกต์ใช้เครื่องมือในการสำรวจอาคาร และซ่อมแซมอาคาร เพื่อประหยัดเวลาในแต่ละขั้นตอนอีกด้วย

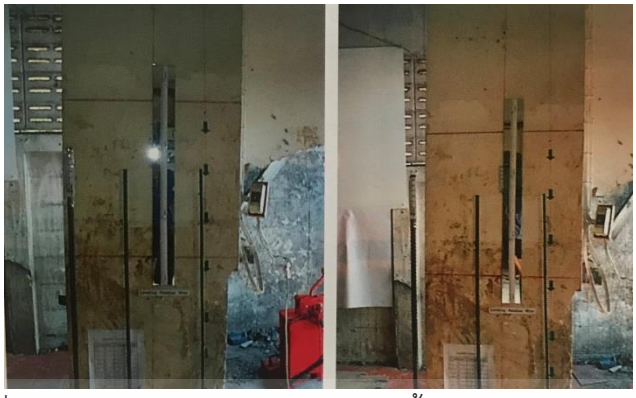
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 แสดงการใช้ปั้นจั่นขนาดเล็กเพื่อตอกเสาเข็มในการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 4.8 แสดงการใช้แม่แรงไฮโดรลิกเพื่อกดเสาเข็มในการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 4.9 แสดงเครื่อง Linear Variable Displacement Transducer และ Data Logger
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดงเครื่องมือ Leveling Parallax Wire ลดขั้นตอนในการเช็คค่าการหยุดตัวการทรุด
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

4.1.4 สถานที่ตั้ง

บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด ในการบริหารงานได้จัดสรรสถานที่ตั้งของบริษัทออกเป็น 2 ส่วนด้วยกันคือ 1.ส่วนของสำนักงาน และ 2.ส่วนของอาคารโกดังเก็บเครื่องมือและเสาเข็ม

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงที่ตั้งของบริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

สถานที่	ที่ตั้ง
1.สำนักงาน	อาคารเลขที่ 23/246 ซอยประชาอุทิศ 76 แยก 4/2 แขวงทุ่งครุ เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140
2.อาคารโกดังเก็บเครื่องมือและเสาเข็ม	แขวงทุ่งครุ เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140

FINESSE

บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

23/246 ซอยประชาอุทิศ 76 แยก 4/2 แขวงทุ่งครุ เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140

โทร. 0-2873-9305-6, 0-2873-9795 แฟกซ์ 0-2873-8325 http://www.finessesoil.co.th

รูปที่ 4.11 แสดงสัญลักษณ์เครื่องหมายการค้าของบริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 โครงการที่เป็นกรณีศึกษาในการทำวิทยานิพนธ์

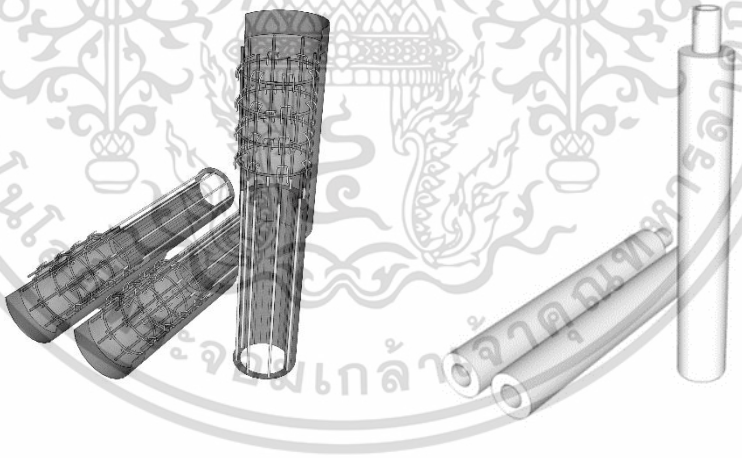
บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด เป็นบริษัทที่เชี่ยวชาญทางด้านงานแก้ไขอาคารทรุดตัวด้วยเสาเข็มและยกปรับอาคาร ในประเทศไทย ตามที่ได้ทบทวนวรรณกรรมและเอกสารที่เกี่ยวข้องการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารในประเทศไทยมีการใช้เสาเข็มอยู่ 4 ประเภท คือ เสาเข็มเจาะ (Bored Pile) เสาเข็มประกอบ (Composite Pile) เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (H) เสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Ø) ผู้ทำการศึกษาจึงได้ศึกษารวบรวมเอกสาร ภาพถ่าย การลงพื้นที่สัมภาษณ์ผ์ที่เกี่ยวข้อง ทั้ง 4 เสาเข็มของบริษัท โดยแบ่งออกเป็นกรณีศึกษาดังต่อไปนี้

กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ (Bored Pile) อาคารเรียนคอนกรีตเสริมเหล็ก 5 ชั้น สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น

กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ (Composite Pile) อาคารหอพักชายคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 ชั้น หอพักที่ 7 มหาวิยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น

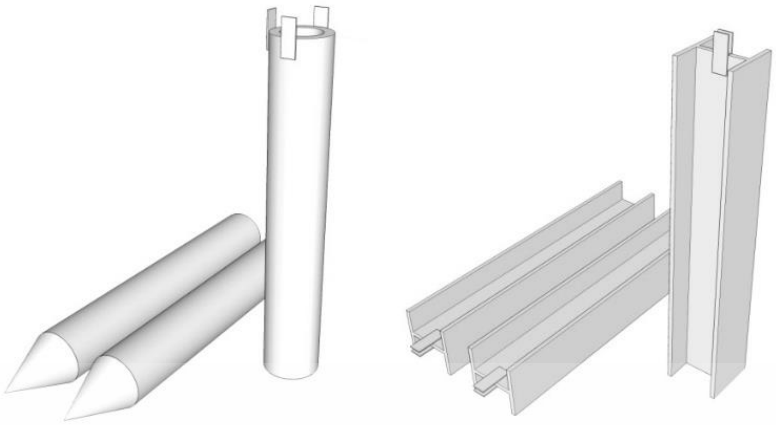
กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) อาคารพักอาศัยรวมคอนกรีตเสริมเหล็ก 4 ชั้น แขวงลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร

กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) อาคารบ้านพักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ชั้น ต.บางน้ำจืด อ.เมือง จ.สมุทรสาคร



รูปที่ 4.12 แสดงเสาเข็มเจาะ Bored Pile (ซ้าย) เสาเข็มประกอบ Composite Pile (ขวา)
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

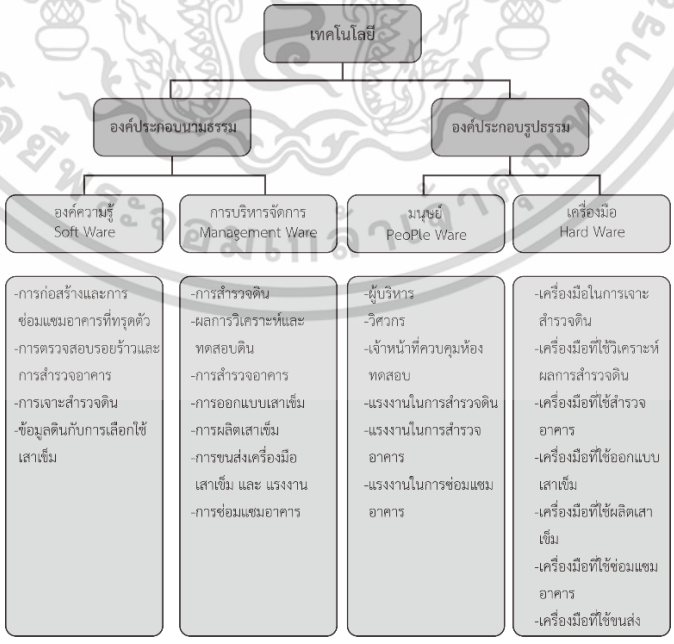
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (ซ้าย) เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (ขวา)
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

4.2 องค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร

จากกรอบความคิดในการศึกษาในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร องค์ประกอบเทคโนโลยีคือองค์ประกอบนามธรรมและองค์ประกอบรูปธรรมและศึกษาร่วมกับรายละเอียดการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารและได้แบ่งหัวข้อศึกษาดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.14 แสดงหัวข้อในการทำการศึกษาและเก็บข้อมูล
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

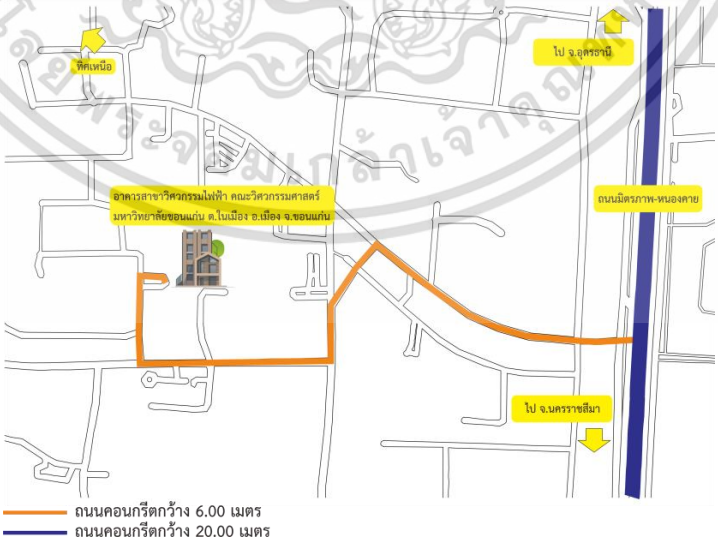
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 กรณีศึกษาที่ 1 การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยใช้เสาเข็มเจาะ (Bored Pile)

4.3.1 ข้อมูลทั่วไป

อาคารเรียนคอนกรีตเสริมเหล็ก 5 ชั้น สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น ตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น มีพื้นที่ ใช้สอย ประมาณ 11,320 ตารางเมตร ถนนภายในโครงการกว้าง 6.00 เมตร 2 เลน ห่างจากถนนมิตรภาพ-หนองคาย ประมาณ 1 กิโลเมตร

รูปที่ 4.15 แสดงทัศนียภาพด้านหน้าอาคารเรียนสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

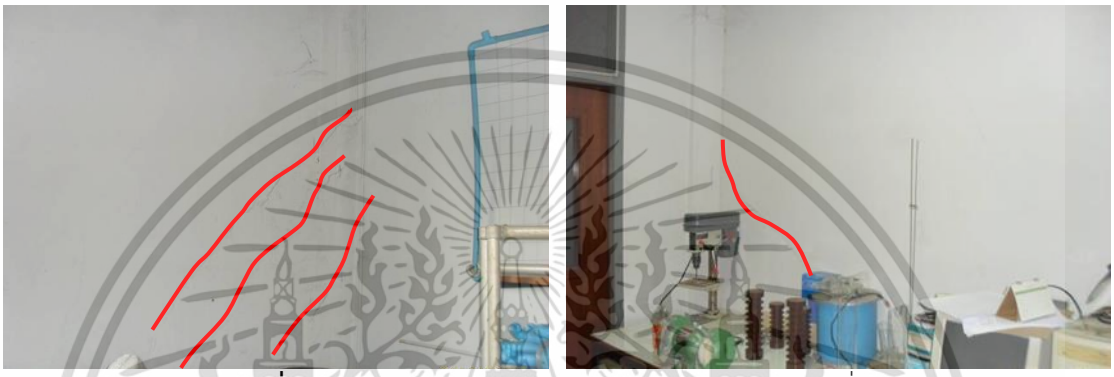


รูปที่ 4.16 แสดงเส้นทางการสัญจรบริเวณอาคารกรณีศึกษาที่ 1
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1.1 ลักษณะและสาเหตุของการทรุดตัว

มีการสังเกตพบรอยร้าวที่ผนังลักษณะเป็นเส้นทแยง 45 องศา และ เสาแตกร้าว ซึ่งผู้ใช้อาคารเองได้ทำการซ่อมแซม แต่ลักษณะดังกล่าวก็เกิดขึ้นอีก จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่ารอยร้าวแบบนี้อาจจะเกิดจากฐานรากทรุดตัวไม่เท่ากันทำให้ผนังที่เชื่อมต่อระหว่างเสาเกิดการบิดตัว ขณะที่เกิดการบิดตัวหรือเคลื่อนตัวของฐานรากจะมีแรงดึงเกิดขึ้นภายในผนังทำให้ผนังแตกร้าว ทิศทางการแตกร้าวจะตั้งฉากกับทิศทางของแรงดึง ตามการทบทวนวรรณกรรมหน้าที่ 16 ในบทที่ 2



รูปที่ 4.17 แสดงลักษณะรอยร้าวของอาคารกรณีศึกษาที่ 1
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 4.18 แสดงลักษณะการซ่อมแซมเสาที่แตกร้าวเมื่อซ่อมก็จะกลับมาร้าวอีก
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

4.3.2 เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทุดตัวโดยการยกอาคาร

จากกรอบความคิดในการศึกษาในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร องค์ประกอบเทคโนโลยีคือองค์ประกอบนามธรรมและองค์ประกอบรูปธรรมและศึกษาร่วมกับรายละเอียดการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารด้วยเสาเข็มประกอบ (Bored Pile) และได้แบ่งหัวข้อศึกษาดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2.1 องค์ความรู้ (Soft Ware)

1 องค์ความรู้ในการก่อสร้างและการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว

จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์ รวบรวมเอกสาร รูปถ่าย พบว่าองค์ความรู้ในการก่อสร้างและการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวโดยการยกอาคาร ในกรณีศึกษาที่ 1 อาคารเรียนสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น องค์ความรู้ในการก่อสร้างและการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว องค์ความรู้ (Soft Ware) ยังเป็นองค์ความรู้ที่เป็นมาตรฐานของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยผู้บริหารคณะที่ปรึกษาของบริษัทได้ทำการถ่ายทอดไปยังวิศวกร หัวหน้างาน คนงาน และความรู้เหล่านี้มีการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัย เช่นการสำรวจ การคำนวณ การหาค่าทางวิศวกรรม การใช้เครื่องมือโดยทั่วไปในงานสำรวจ เช่น กล้องสำรวจ ไม้บรรทัดสตาฟ ไม้บรรทัด การประมวลผลและบันทึกผลโดยการใช้เครื่องคิดเลข สมุด กระดาษ ดินสอ และเครื่องมือหรือองค์ความรู้พื้นฐานอื่น ๆ ในงานวิศวกรรม

2 องค์ความรู้ในการตรวจสอบรอยร้าวและตรวจสอบอาคาร

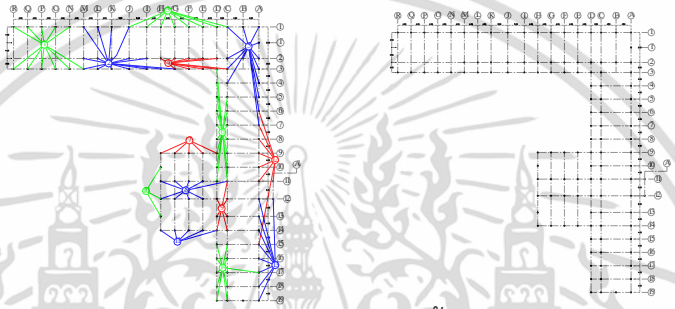
การสำรวจอาคารสาขาวิศวกรรมไฟฟ้านั้นใช้เครื่องมือสำรวจทั่วไปเช่น กล้องระดับ กล้องที่อ่านค่าความละเอียดได้ 1 ใน 100 ของมิลลิเมตร แผ่นสเกลหรือไม้บรรทัดหน่วยเป็นมิลลิเมตร ไม้สตาฟ ไม้วัดระดับ เนื่องจากอาคารมีพื้นที่ขนาดใหญ่การตั้งกล้องสำรวจแต่ละครั้งจะต้องใช้เวลามาก เพราะตั้งกล้องหนึ่งครั้งสามารถวัดค่าระดับการทรุดของเสาได้ครั้งละ 4-5 เสา อาคารหลังนี้มีการตั้งกล้องสำรวจจำนวน 19 ครั้ง

รูปที่ 4.19 แสดงกล้องระดับและการติดตั้งอุปกรณ์การวัดค่าที่ละเอียดขึ้นในการสำรวจการทรุดตัว
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

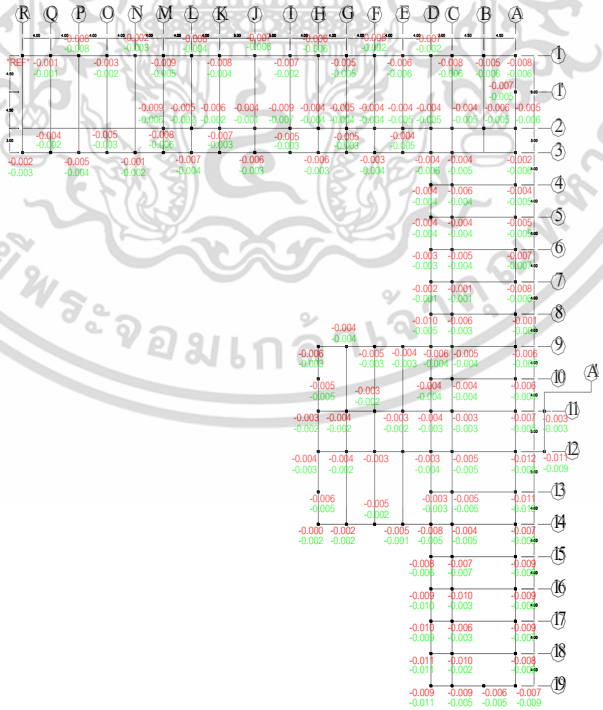
รูปที่ 4.20 แสดงแผ่นสเกลหรือไม้บรรทัดที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ติดตั้งบริเวณเสาทุกเสาของอาคาร

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา



รูปที่ 4.21 แสดงผังฐานรากและตำแหน่งการตั้งกล้องสำรวจกรณีศึกษาที่ 1

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด



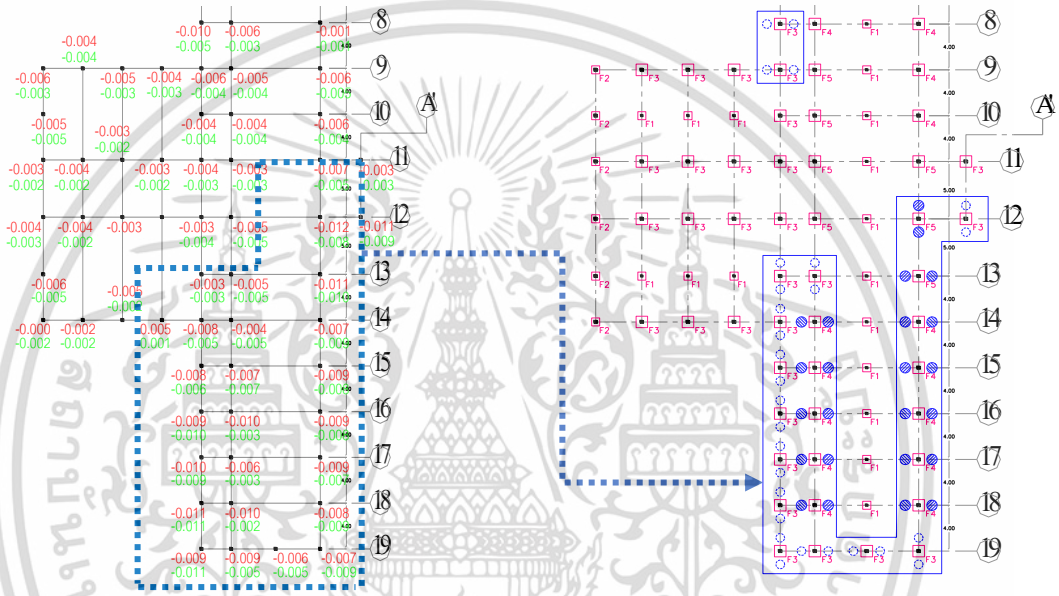
รูปที่ 4.22 แสดงค่าตัวเลขการทรุดตัวทั้งหมดของอาคาร Plan Settlement

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการสำรวจพบว่าค่าการทรุดตัวของอาคารกรณีศึกษาที่ 1 ส่วนใหญ่แล้วอาคารมีค่าทรุดตัวอยู่ที่ 0.002-0.005 มิลิเมตรต่อวัน แต่บริเวณเสาที่ A-12 ถึง A-19 / C-12 ถึง C-19 / D-12 ถึง D-19 มีค่าทรุดตัวมากที่สุด คือประมาณ 0.005-0.011 มิลลิเมตรต่อวัน การเสริมฐานรากจึงควรเสริมฐานรากเพื่อหยุดการทรุดตัวบริเวณนั้นมากที่สุด

หลังจากสำรวจอาคารและบันทึกค่าการทรุดตัวแล้ว วิศวกรจะทำการคำนวณน้ำหนักของอาคารที่ถ่ายลงมายังเสาตอม่ออาคารทุกโดยอาศัยแบบก่อสร้างของอาคาร เพื่อคำนวณดูว่าตอม่อของอาคารแต่ละต้นรับแรงได้กี่ตันเป็นผลต่อเนื่องให้ดำเนินการออกแบบเสาเข็มแต่ละประเภทต่อไป



รูปที่ 4.23 แสดงบริเวณที่มีค่าตัวเลขการทรุดตัวและแนวทางการเสริมเสาเข็ม

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

3 องค์ความรู้ในเรื่องเจาะสำรวจดิน

การเจาะสำรวจดินบริเวณอาคารกรณีศึกษาที่ 1 เป็นการสำรวจดินแบบวิธี Wash Boring โดยเก็บดินตัวอย่างทุก ๆ ช่วงความลึก 1.50 เมตร ใช้กระบอกเก็บดินแบบผนังบาง (Thin-Wall Tube) และ กระบอกเก็บตัวอย่างแบบผ่า (Spilt Spoon Tube) เมื่อเก็บตัวอย่างดินแล้ววิศวกรจะนำดินนั้นไปเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าต่าง ๆ ของดินเช่น การจัดเรียงตัวของชั้นดิน ความชื้นและความลึกของดิน วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการตามมาตรฐาน วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) ซึ่งเป็นวิธีเก็บตัวอย่างโดยทั่วไปมีการเรียนการสอนในระดับการศึกษาของมหาวิทยาลัย เมื่อวิศวกรประจำห้องปฏิบัติการทดสอบดิน ทำการทดสอบดินเรียบร้อยแล้ว วิศวกรจะออกใบรายงานผลซึ่งใบรายงานผลนี้เราเรียกว่า Boring Log Sheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Boring Log Sheet เป็นใบรายงานผลลักษณะการเรียงตัวของชั้นดินที่วิศวกรภาคสนามเก็บตัวอย่างดินเพื่อไปทดสอบในห้องปฏิบัติการซึ่งจะแสดงค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

หมายเลข 1 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับชื่อโครงการ สถานที่ หมายเลขหลุมเจาะ ความลึกที่เจาะสำรวจ วันที่เจาะสำรวจและระดับน้ำใต้ดิน

หมายเลข 2 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดินตามความลึก ชนิดของดิน สภาพความแข็งแรงหรือสภาพแน่นตัวของดิน

หมายเลข 3 แสดงระดับความลึกนับจากผิวดินที่เจาะสำรวจ

หมายเลข 4 ชนิดของการเก็บตัวอย่าง **ST (Shelby Tube หรือ Thin-Wall Tube)** = แสดงว่าเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกบาง **SS (Split-Spoon Tube)** =แสดงว่าเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกแบบผ่า

หมายเลข 5 แสดงหมายเลขกำกับดินตัวอย่าง

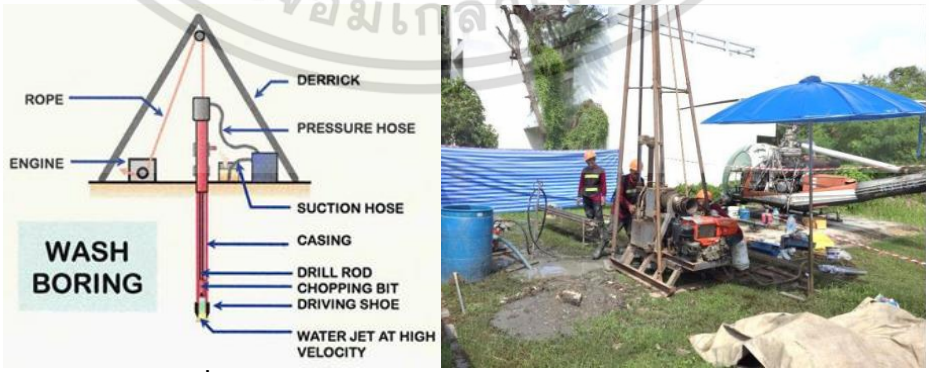
หมายเลข 6 แสดง Recovery เป็นช่องสัญลักษณ์แสดงปริมาณของดินตัวอย่างที่เก็บได้ เมื่อเก็บตัวอย่างดินได้เต็มกระบอกจะแสดงสัญลักษณ์สีทึบเต็มช่อง ถ้าเก็บตัวอย่างดินไม่เต็มจะแสดงสีทึบเพียงครึ่งเดียว สังเกตได้ว่าการแสดงสัญลักษณ์แบบนี้แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพชั้นดินอีกทางหนึ่ง

หมายเลข 7 Graphic Log สัญลักษณ์ของดินแต่ละชนิด

หมายเลข 8 ปริมาณความชื้นของดินตามความลึก และค่า Atterberg's Limit ความชื้นของดินในธรรมชาติ ณ ตำแหน่งนั้น ๆ ใกล้เคียงขีดจำกัดพลาสติกมากน้อยเพียงใด

หมายเลข 9 กำลังรับแรงเฉือนของดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ กัน

หมายเลข 10 ช่องแสดงค่า STP (Standard Penetration Test) ข้อสังเกตถ้า หมายเลข 4 เป็น SS จะมีค่า SPT ด้วยเสมอ เพราะการใช้กระบอกดินแบบผ่าต้องใช้ลูกตุ้มตอก ดังนั้นจึงนับจำนวนครั้งในการตอกจึงได้ค่า SPT

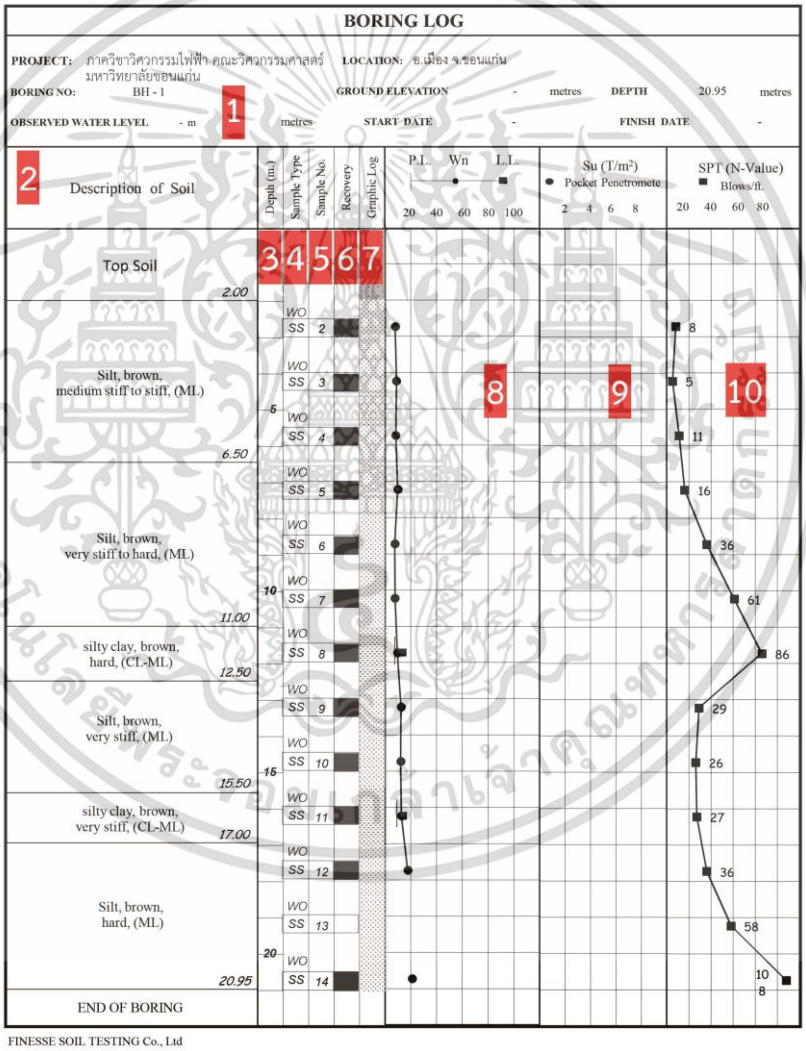


รูปที่ 4.24 แสดงการเจาะสำรวจดินแบบ Wash Boring

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.25 แสดงกระบอกเก็บดินแบบผนังบาง (ซ้าย) และ กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบผ่า (ขวา)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด



รูปที่ 4.26 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดิน (Boring Log Sheet) ของอาคารกรณีศึกษาที่ 1
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 องค์ความรู้ในเรื่องข้อมูลดินกับการเลือกใช้เสาเข็ม

สรุปแล้ว Boring Log Sheet ของกรณีศึกษาที่ 1 อาคารเรียนสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น แสดงให้เห็นว่าการเจาะสำรวจดินแบบนี้ใช้กระบอกเก็บดินแบบกระบอกผ่าเพราะมีสัญลักษณ์ตัวอักษร SS (หมายเลข 4) จึงมีค่า STP แสดงผลคือระดับความลึกตั้งแต่ 6.50 เมตร เป็นดินเหนียว (หมายเลข 2) มีค่า STP มากขึ้นเรื่อย ๆ 11 ครั้ง/ฟุต และมากขึ้นเป็น 86 ครั้ง/ฟุต ที่บริเวณ 12 เมตร (หมายเลข 10) จากสภาพดินเช่นนี้ประกอบกับน้ำหนักของอาคารจึงควรจะเลือกระดับความลึกปลายเข็มให้ลึกมากกว่า 19 เมตร เพราะระดับนี้ไม่มีความชื้นในดินเหนียว (หมายเลข 8) ถ้าใช้เข็มตอกอาจจะตอกได้ลึกไม่เกิน 12 เมตรและอาจเกิดการเสียหายกับตัวอาคาร วิศวกรจึงเลือกออกแบบเป็นเสาเข็มเจาะแทน

4.3.2.2 การบริหารจัดการ (Management Ware) สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลตามกรอบแนวความคิดในการศึกษาได้ดังนี้

1 การสำรวจดิน

การบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจดินของกรณีศึกษาที่ 1 อาคารเรียนสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น การบริหารจัดการเป็นการถ่ายทอดกระบวนการมาเป็นขั้นตอนเช่น เจ้าของโครงการพูดคุยกับผู้บริหารและกรรมการผู้บริหารได้แนวทางแน่ชัด ถ่ายทอดมายังวิศวกรและทีมงานสำรวจดิน และการสำรวจดินใช้ความรู้และการใช้เครื่องมือตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)

2 การวิเคราะห์ผลและการทดสอบดิน

การบริหารจัดการการวิเคราะห์ผลของดินและการทดสอบดิน ในกรณีศึกษาที่ 1 หลังจากทีมสำรวจดินซึ่งนำโดยวิศวกรที่ทำการสำรวจดินเก็บข้อมูลตัวอย่างของดินเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการส่งข้อมูลทั้งหมดให้กับวิศวกรและเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและทดสอบดิน ขั้นตอนต่อมาวิศวกรหรือเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทดสอบดินก็จะออกใบรายงานผลการทดสอบดิน หรือ Boring Log Sheet ตามตัวอย่างรูปที่ 4.27 ให้กับวิศวกรเพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการออกแบบเสาเข็มต่อไป

3 การสำรวจอาคาร

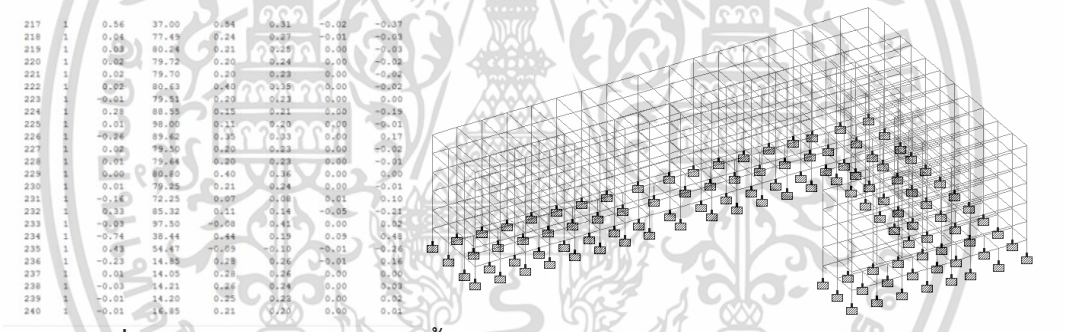
การบริหารจัดการในเรื่องสำรวจอาคารของกรณีศึกษาที่ 1 อาคารเรียนสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เริ่มต้นจากการพูดคุยกับเจ้าของโครงการร่วมกับผู้บริหารและประธานฝ่ายเทคนิคของบริษัท ถ่ายทอดมาวิศวกรที่รับผิดชอบงานดำเนินการถ่ายทอดลงมายังทีมสำรวจ มีการประชุมหารือ การใช้แรงงาน การสัญจร หลัก ๆ แล้วมีทีมสำรวจ 3 คน หนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสามเป็นวิศวกร ใช้ความรู้และวิธีการตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) เสร็จสิ้นกระบวนการแล้วทีมงานและวิศวกรจะมีใบรายงานผลตัวเลขอัตราการทรุดตัวของอาคาร เรียกว่า Plan Settlement รูปที่ 4.23 เพื่อให้วิศวกรทีมงานออกแบบเสาเข็มต่อไป

4 การออกแบบเสาเข็ม

การบริหารจัดการในเรื่องการผลิตเสาเข็มของการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 1 กระบวนการในการออกแบบเสาเข็มนั้น วิศวกรผู้รับผิดชอบต้องมีเอกสารหลัก ๆ คือ ใบรายงานแสดงการจัดเรียงตัวของชั้นดิน (Boring Log Sheet) เพื่อรู้สภาพและชนิดของดินในแต่ละชนิด ปริมาณความชื้น ความลึก ค่าตัวเลขการทรุดตัวทั้งหมดของอาคาร (Plan Settlement) เพื่อรู้ถึงตำแหน่งการทรุดเอียงของอาคารรวมถึงแบบการหาค่าน้ำหนักมวลรวมของอาคาร เป็นการคำนวณการหาน้ำหนักต่อตันที่ถ่ายน้ำหนักลงเสาตอม่อในแต่ละเสาของอาคาร เช่น เสาหมายเลข 17 มีการถ่ายน้ำหนักอาคารลงไป 41 ตัน เราควรหาเสาเข็มที่รับน้ำหนักให้ได้ 41 ตัน เป็นต้น



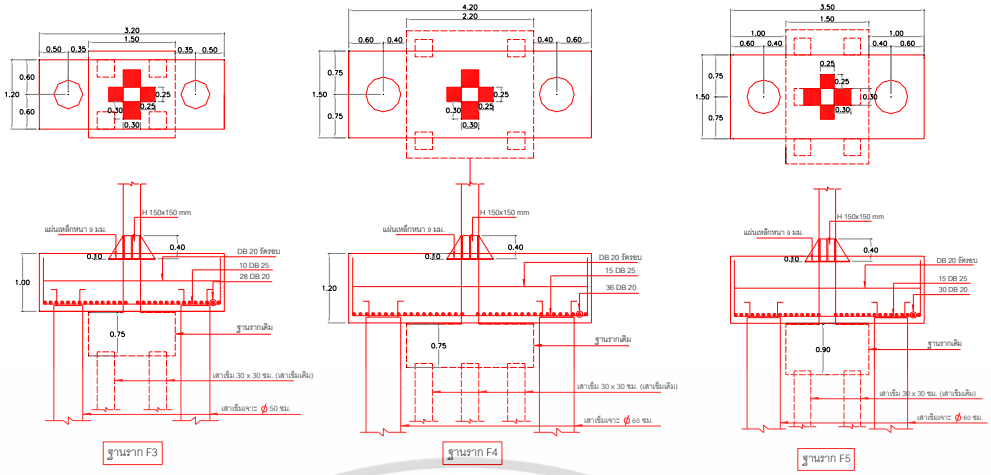
SUPPORT REACTIONS -UNIT MTON METE STRUCTURE TYPE = SPACE

JOINT	LOAD	FORCE-Z	FORCE-X	FORCE-Z	MOM-Z	MOM-Y	MOM Z
217	1	0.56	37.00	0.54	0.31	-0.02	-0.37
218	1	0.06	77.49	0.24	0.27	-0.01	-0.03
219	1	0.03	80.24	0.21	0.25	0.00	-0.03
220	1	0.02	79.72	0.20	0.24	0.00	-0.02
221	1	0.02	79.70	0.20	0.23	0.00	-0.02
222	1	0.02	80.63	0.40	0.35	-0.00	-0.02
223	1	-0.01	79.53	0.20	0.23	0.00	0.00
224	1	0.23	88.55	0.15	0.21	0.00	-0.19
225	1	0.01	98.00	0.11	0.20	0.00	-0.01
226	1	-0.24	89.62	0.35	0.33	0.00	0.17
227	1	0.02	79.50	0.20	0.23	0.00	-0.02
228	1	0.01	79.44	0.20	0.23	0.00	-0.01
229	1	0.00	80.80	0.40	0.36	0.00	0.00
230	1	0.01	79.25	0.21	0.24	0.00	-0.01
231	1	-0.16	72.23	0.07	0.08	0.01	0.10
232	1	0.33	85.32	0.11	0.14	-0.05	-0.28
233	1	-0.07	97.30	-0.00	0.41	0.00	0.02
234	1	-0.74	38.44	0.44	0.19	0.09	0.48
235	1	0.43	54.47	-0.09	-0.10	-0.01	-0.26
236	1	-0.23	14.85	0.28	0.26	-0.01	0.16
237	1	0.01	14.05	0.26	0.24	0.00	0.00
238	1	-0.03	14.21	0.26	0.24	0.00	0.01
239	1	-0.01	14.20	0.25	0.23	0.00	0.02
240	1	-0.01	14.85	0.21	0.20	0.00	0.01

รูปที่ 4.27 แสดงแบบการหาค่าน้ำหนักมวลรวมของอาคารลงฐานราก (Column Load)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้งจำกัด

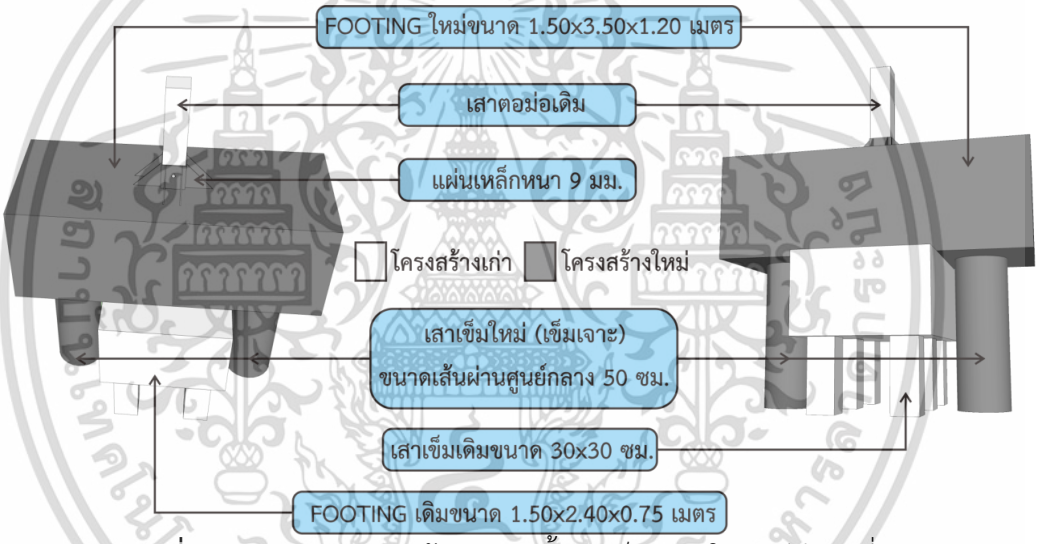
เมื่อได้ข้อมูลดังกล่าวมาเรียบร้อยแล้ว วิศวกรจะเป็นคนตัดสินใจจากข้อมูลดังกล่าวว่าควรใช้เสาเข็มชนิดใด รวมถึงการวิเคราะห์ถึงการขนส่ง การใช้พื้นที่หน้างานราคาค่าก่อสร้าง และอื่น ๆ ในการตัดสินใจด้วย ในกรณีศึกษาที่ 1 นี้ วิศวกรได้ออกแบบเสาเข็มเป็นเสาเข็มเจาะ เส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 60 ซม. เนื่องจากเสาเข็มตอกไม่สามารถตอกลงได้เมื่อถึงระยะ 12 เมตร หากใช้เข็มตอกอาจจะสร้างความเสียหายให้กับส่วนอื่นของอาคารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 แสดงแบบก่อสร้างการติดตั้งเสาเข็มเจาะ ในกรณีศึกษาที่ 1

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด



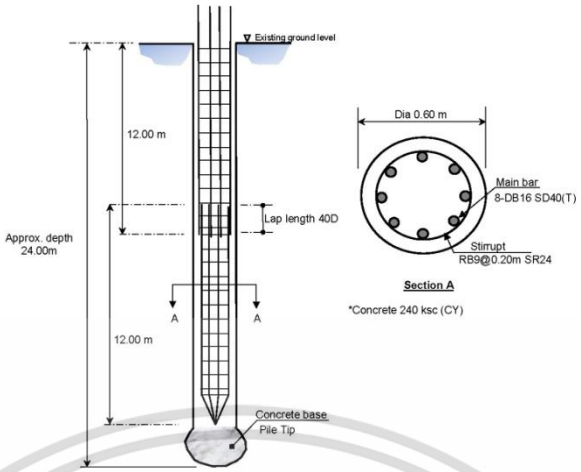
รูปที่ 4.29 แสดงแบบก่อสร้างการติดตั้งเสาเข็มเจาะ ในกรณีศึกษาที่ 1

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

5 การผลิตเสาเข็ม

การบริหารจัดการในเรื่องการผลิตเสาเข็มของการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 1 เนื่องจากการซ่อมแซมทางวิศวกรได้เลือกการซ่อมแซมเป็นแบบเสาเข็มเจาะ โดยอาศัยข้อมูลจากการสำรวจดินการสำรวจอาคาร และน้ำหนักรวมของอาคาร เป็นต้นและลงมติการซ่อมแซมอาคารโดยการใช้เสาเข็มเจาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 และ 60 เซนติเมตร วิศวกรที่มีหน้าที่รับผิดชอบการออกแบบเสาเข็มแบบเข็มเจาะจึงต้องออกแบบและส่งแบบที่ทำการออกแบบนั้นให้ช่างฝีมือในการผลิตเสาเข็มต่อไป ในการผลิตเสาเข็มเจาะทางบริษัทจะมีแบบการผูกเหล็ก ตามขนาดวิศวกรออกแบบ และนำไปติดตั้งที่หน้างาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 แสดงแบบเสาเข็มเจาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 4.31 แสดงการผลิตเสาเข็มเจาะขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

6 การขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน

การบริหารจัดการเรื่องการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง มีการบริหารการจัดการเรื่องการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม แรงงาน โดยมีพาหนะเป็นของตนเอง ดังนั้นแล้วการบริหารจัดการจึงสามารถบริหารจัดการภายในองค์กรได้เอง

ในกรณีศึกษาที่ 1 การใช้เสาเข็มเจาะในการซ่อมแซมอาคาร บริหารการจัดการการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงานงาน ออกเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงการบริหารจัดการในการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน

การบริหารจัดการในการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม แรงงาน		
การบริหารจัดการ	**จำนวนแรงงานพร้อมเครื่องมือ**	**ยานพาหนะ**
การสำรวจดิน	3 คน + เครื่องมือ	รถยนต์กระบะ 4 ล้อ
การสำรวจอาคาร	3 คน + เครื่องมือ	รถยนต์กระบะ 4 ล้อ
การขนส่งเสาเข็ม	3 คน + เครื่องมือ	รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ
การซ่อมแซมอาคาร	15-20 คน + เครื่องมือ	รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ รถยนต์กระบะ 4 ล้อ

นอกจากการบริหารจัดการในการขนส่ง ทางบริษัทยังคงมีแรงงานขับรถและการซ่อมแซมดูและรักษายานพาหนะอีกด้วย

รูปที่ 4.32 แสดงยานพาหนะในการบริหารการจัดการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

7 การซ่อมแซมอาคาร

การบริหารจัดการเรื่องการซ่อมแซมอาคารของกรณีศึกษาที่ 1 เป็นการบริหารจัดการแบบมีขั้นตอนคือผู้บริหารแจกจ่ายงานแบบเป็นขั้นตอนจนมาถึงขั้นตอนกี่ซ่อมแซมอาคารวิศวกรอาจเป็นคนคนเดียวกันทุกขั้นตอนก็ได้ ในกรณีศึกษาที่ 1 การซ่อมแซมอาคารมีวิศวกรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวและงานวิศวกรรมเป็นตัวหลักในการกระจายงานไปยังหัวหน้างานและแรงงาน โดยมีที่ผู้บริหารของบริษัทและปรึกษาของบริษัทคอยให้คำปรึกษาระหว่างการซ่อมแซมโครงการนั้น ๆ

4.3.2.3 มนุษย์ (People Ware) สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลตามกรอบแนวความคิดในการศึกษาได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด บริหารงานโดยคุณหยาดวนา วีระศิริ ซึ่งคู่สมรส คือ ผศ.ดร.ธเนศ วีระศิริ ซึ่งดำรงตำแหน่งเป็นประธานกรรมการด้านเทคนิคของบริษัทอีกด้วย การบริหารงานของคุณหยาดวนา วีระศิริ และ ผศ.ดร.ธเนศ วีระศิริ ได้เล็งเห็นและตระหนักถึงคุณค่าและการพัฒนาทางเทคโนโลยีจึงได้นำเทคนิคใหม่ ๆ โดยทำการคิดค้นและประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมในการสำรวจอาคาร ซ่อมแซมอาคาร และเสาเข็มแบบต่าง ๆ เพื่อลดขั้นตอนในการสำรวจและการซ่อมแซม รวมถึงงานวิศวกรรมอื่น ๆ ในบริษัท ถ่ายทอดองค์ความรู้ต่าง ๆ จากประสบการณ์ลงมาสู่วิศวกร หัวหน้างาน แรงงาน ในโครงการหนึ่ง ๆ

รูปที่ 4.33 แสดงคุณหยาดวนา วีระศิริ (ซ้าย) ผศ.ดร.ธเนศ วีระศิริ (ขวา)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 4.34 แสดงการทำงานของวิศวกรในขั้นตอนต่าง ๆ
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

แรงงานในการซ่อมแซมอาคารล้วนเป็นแรงงานที่มีทักษะในเรื่องงานวิศวกรรม โดยการทำงานในแต่ละขั้นตอนจะมีวิศวกรควบคุมในแต่ละขั้นตอนเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.35 แสดงแรงงานทักษะในกรณีศึกษาที่ 1
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

4.3.2.4 เครื่องมือ (Hard Ware) สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลตามกรอบแนวความคิดในการศึกษาได้ดังนี้

1 เครื่องมือในการเจาะสำรวจดิน

การใช้เครื่องมือในการสำรวจดินของกรณีศึกษาที่ 1 นั้นเป็นการใช้เครื่องมือในการสำรวจดินแบบ Wash Boring เป็นเครื่องมือโดยทั่วไปที่ได้รับมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ เช่น สามขาเจาะดิน กระบอกเก็บตัวอย่างดิน อุปกรณ์ในการจดบันทึก เป็นต้น

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงเครื่องมือในการเจาะสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 1

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจดิน	Tripod Rig (สามขาเจาะดิน) เจาะสำรวจดินด้วยระบบ Wash Boring	
	กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบผนังเบา	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจดิน	กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบผ่า	
	ปั๊มน้ำ	
	เครื่องมือสำหรับกว้านเจาะ	
	หัวหิ้วชุดลูกตุ้มเหล็ก	
	ชุดลูกตุ้มเหล็กหนัก 140 ปอนด์ ก้านเจาะ	
	เชือกป่านมนิลา	
	จอบ	
	สว่านมือ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

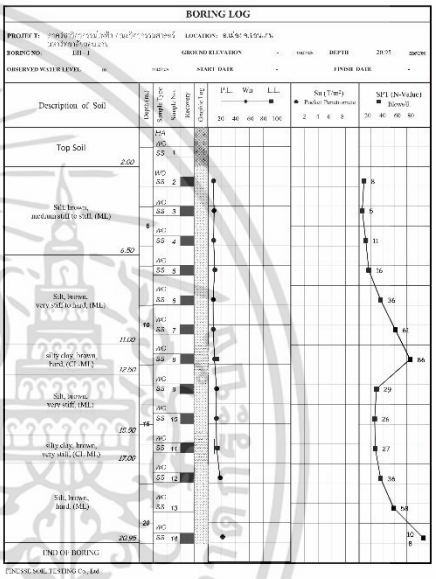
เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจดิน	เตาแก๊สแบบพกพา	
	กาต้มน้ำ / หม้อต้มน้ำ	
	สารพาราฟิน	
	สายวัด / ตลับเมตร	
	ค้อน	
	ร่มบังแดด	
	กระดาษกาว	
	อุปกรณ์ในการจดบันทึก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 เครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดิน

การใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดินของกรณีศึกษาที่ 1 นั้น ทางวิศวกรในห้องปฏิบัติการทดสอบดินจะออกใบ Boring Log Sheet ให้ วิศวกรเพื่อมาคำนวณการออกแบบเสาเข็มต่อไป

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 1

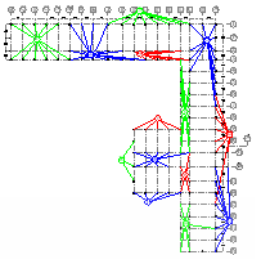
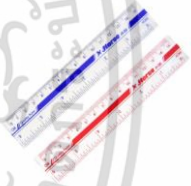
เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดิน	Boring Log Sheet ใบแสดงการจัดเรียงตัวของชั้นดินและค่าพารามิเตอร์ของดินเทียบกับความลึก	

3 เครื่องมือในการสำรวจอาคาร

การใช้เครื่องมือในการสำรวจอาคารในกรณีศึกษาที่ 1 นั้น ใช้องค์ความรู้ทั่วไปในทางวิศวกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และการใช้เครื่องมือพื้นฐานในการสำรวจโดยแรงงานที่มีความรู้ในการใช้เครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงเครื่องมือในการสำรวจอาคาร อาคารกรณีศึกษาที่ 1

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจอาคาร	แบบก่อสร้างอาคาร / แบบโครงสร้างเสาตอม่ออาคาร	
	กล้องระดับ	
	สตาฟ	
	ไม้บรรทัด	
	อุปกรณ์สำหรับจดบันทึก	
	เครื่องคิดเลข	
	กล้องถ่ายรูป	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

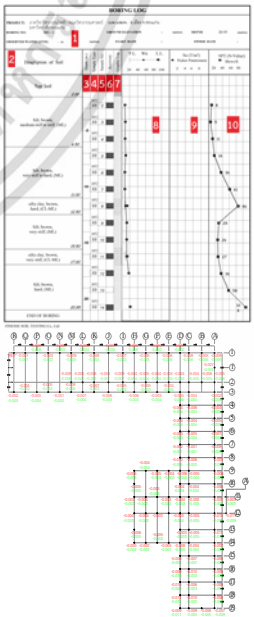
ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจอาคาร	เครื่องคอมพิวเตอร์	
	เครื่องพิมพ์เอกสาร	

4 เครื่องมือที่ใช้ออกแบบเสาเข็ม

การใช้เครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มของกรณีศึกษาที่ 1 มีการใช้ข้อมูลดิน ข้อมูลอาคาร และเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงเครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 1

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ออกแบบเสาเข็ม	Boring Log Sheet และแบบคำนวณน้ำหนักโหลดของอาคารลงเสาตอม่อแต่ละต้น	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

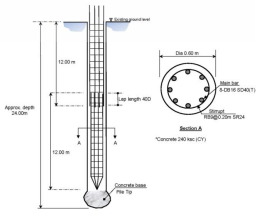
ตารางที่ 4.6 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ออกแบบเสาเข็ม	เครื่องคิดเลข	
	เครื่องคอมพิวเตอร์และ	
	เครื่องพิมพ์เอกสาร	

5 เครื่องมือที่ใช้ผลิตเสาเข็ม

การใช้เครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มของกรณีศึกษาที่ 1 เนื่องจากเป็นเสาเข็มเจาะ ดังนั้น เครื่องมือในการผลิตเสาเข็มจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ ตัด ผูก มัด เหล็กเส้นรูปพรรณโดยทั่วไปเพื่อให้เตรียมติดตั้งรอคอนกรีตมาเทที่หน้างาน เช่น เหล็กเส้นรูปพรรณ เครื่องตัดเหล็ก ลวดผูกเหล็ก คีมกุญแจผูกเหล็กเป็นต้น

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงเครื่องมือในการผลิตเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 1

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ผลิตเสาเข็ม	แบบก่อสร้างเสาเข็ม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ผลิตเสาเข็ม	เหล็กเส้นรูปพรรณ	
	ลวดผูกเหล็ก	
	เครื่องตัดเหล็ก	
	คีมผูกเหล็ก	
	กุญแจดัดเหล็ก	
	ตลับเมตร / สายวัด	
	คอนกรีต	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร

การใช้เครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวของกรณีศึกษาที่ 1 เป็นการใช้เครื่องมือทางด้านวิศวกรรมโดยทั่วไปในการถ่ายแรง ในการรับแรง การสกัด การขุด โดยอาศัยความรู้ความชำนาญในการซ่อมแซมอาคารของวิศวกร เช่น เครื่องสกัดคอนกรีต ดิ่ง ระดับน้ำ จอบ บุ้งกี๋ สามขาเข็มเจาะ เป็นต้น

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 1

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร	เครื่องสกัดคอนกรีต	
	ลูกหมูเจียรคอนกรีต	
	จอบและพลั่วขุดดิน	
	รถขนดิน	
	บุ้งกี๋	
	สามขาเข็มเจาะพร้อมอุปกรณ์	
	โครงสร้างเข็มเจาะ	

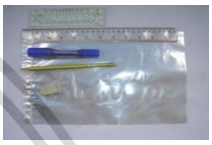
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร	โครงสร้างเข็มเจาะ	
	ดิ่ง	
	ระดับน้ำ	
	คอนกรีต	
	อิฐมอญ	
	เกียงก่ออิฐ / เกียงใบโพ	
	ปูนก่อ / ปูนฉาบ	
	อิฐบล็อก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร	เกียงฉาบ	
	สายวัด / ตลับเมตร	
	อุปกรณ์สำหรับจดบันทึก	
	ชุดโต๊ะเก้าอี้สนาม	

6 เครื่องมือที่ใช้ในการขนส่ง

การใช้เครื่องมือในการขนส่ง การขนส่งในที่นี้หมายถึง ขนส่งแรงงาน เครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน ของอาคารที่ทรุดตัวของกรณีศึกษาที่ 1

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงเครื่องมือในการขนส่งอาคารกรณีศึกษาที่ 1

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการขนส่ง	รถยนต์กระบะ 4 ล้อ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการขนส่ง	รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ	

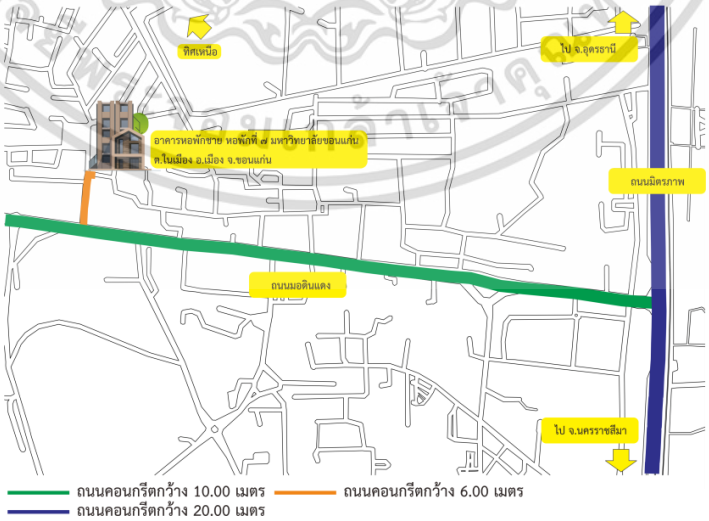
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 กรณีศึกษาที่ 2 การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยใช้เสาเข็มประกอบ (Composite Pile)

4.4.1 ข้อมูลทั่วไป

อาคารกรณีศึกษาที่ 2 อาคารหอพักชาย หอพักชายที่ 7 เป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 4 ชั้น เป็นหอพักสำหรับนักศึกษาชายของมหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น ตัวอาคารตั้งอยู่ภายในมหาวิทยาลัยขอนแก่น มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 450 ตารางเมตร ถนนภายในโครงการกว้าง 6.00 เมตร 2 ช่องจราจร เชื่อมกับถนนมอดินแดงกว้าง 10.00 เมตร 2 ช่องจราจร มีระยะทางห่างจากถนนมิตรภาพ-หนองคาย ประมาณ 2 กิโลเมตร

รูปที่ 4.36 แสดงทัศนียภาพอาคารหอพัก หอพักชายที่ 7 มหาวิทยาลัยขอนแก่น
ที่มา : www.google.com/map



รูปที่ 4.37 แสดงเส้นทางการสัญจรบริเวณอาคารกรณีศึกษาที่ 2
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.1 ลักษณะและสาเหตุของการทรุดตัว

อาคารเป็นอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 4 ชั้น ไม่มีเสาเข็มวางบนฐานรากแบบแผ่ การทรุดตัวเกิดจากเวลาฝนตกน้ำฝนจะระบายไหลผ่านบริเวณนั้นทำให้ดินบริเวณที่รองรับฐานรากเกิดการชุ่มน้ำดินบริเวณนั้นจึงสูญเสียการรับน้ำหนัก เมื่อดินเกิดการสูญเสียการรับน้ำหนักของอาคาร อาคารจึงเกิดการทรุดตัว

รูปที่ 4.38 แสดงลักษณะการไหลผ่านของน้ำและเกิดน้ำท่วมขังของอาคารกรณีศึกษาที่ 2
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

ลักษณะพื้นที่ตั้งของอาคารเป็นพื้นที่ที่มีความสูงต่ำไม่เท่ากัน ด้านล่างของอาคารบริเวณชั้นที่ 1จะเห็นรอยแตกร้าวที่คานและเสารับชั้น 2 รอยแตกร้าวเกิดใกล้จุดต่อระหว่างคานกับเสาโดยเริ่มแตกจากใต้ท้องคานแล้วลามมาทั้ง 2 ข้างของคาน ลักษณะรอยแตกร้าวเช่นนี้แสดงว่าการทรุดตัวดังกล่าวเกิดจากฐานรากทรุดตัวไม่เท่ากัน ตามการทบทวนวรรณกรรมหน้าที่ 16 ในบทที่ 2

รูปที่ 4.39 แสดงลักษณะการซ่อมแซมเสาที่แตกร้าว
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ข้อมูลและองค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร

จากกรอบความคิดในการศึกษาในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร องค์ประกอบเทคโนโลยีคือองค์ประกอบนามธรรมและองค์ประกอบรูปธรรมและศึกษาร่วมกับรายละเอียดการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารด้วยเสาเข็มประกอบ (Composite Pile) และได้แบ่งหัวข้อศึกษาดังต่อไปนี้

4.4.2.1 องค์ความรู้ (Soft Ware) สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลตามกรอบแนวความคิดในการศึกษาได้ดังนี้

1 องค์ความรู้ในการก่อสร้างและการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว

จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์ รวบรวมเอกสาร รูปถ่าย พบว่าองค์ความรู้ในการก่อสร้างและการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวโดยการยกอาคารในกรณีศึกษาที่ 2 อาคารพอพักชาย หอพักชายที่ 7 มหาวิทยาลัยขอนแก่น องค์ความรู้ในการก่อสร้างและการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว องค์ความรู้ (Soft Ware) ยังเป็นองค์ความรู้ที่เป็นมาตรฐานของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ โดยผู้บริหารคณะที่ปรึกษาของบริษัทได้ทำการถ่ายทอดไปยังวิศวกร หัวหน้างาน คนงาน และความรู้เหล่านี้มีการเรียนการสอนในมหาวิทยาลัย เช่นการสำรวจ การคำนวณ การหาค่าทางวิศวกรรม การใช้เครื่องมือโดยทั่วไปในงานสำรวจ เช่น กล้องสำรวจ ไม้บรรทัด สตาฟ ไม้บรรทัด การประมวลผลและบันทึกผลโดยการใช้เครื่องคิดเลข สมุด กระดาษ ดินสอ และเครื่องมือหรือองค์ความรู้พื้นฐานอื่นในงานวิศวกรรม เหมือนและคล้ายคลึงกันกับกรณีศึกษาที่ 1

2 องค์ความรู้ในการตรวจสอบรอยร้าวและตรวจสอบอาคาร

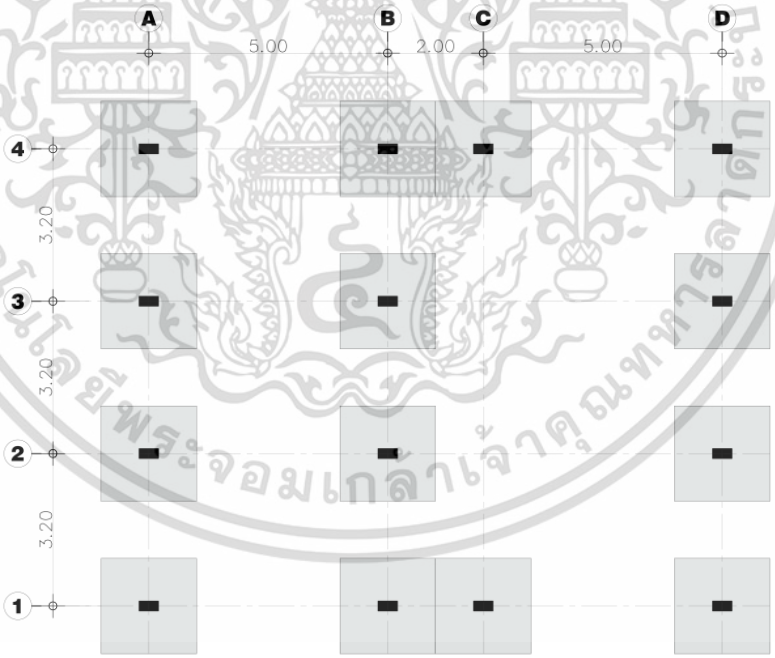
การสำรวจอาคารในกรณีศึกษาที่ 2 นั้นยังเป็นการใช้ใช้เครื่องมือสำรวจทั่วไปเช่น กล้องระดับ กล้องที่อ่านค่าความละเอียดได้ 1 ใน 100 ของมิลลิเมตร แผ่นสเกลหรือไม้บรรทัดหน่วยเป็นมิลลิเมตร ไม้สตาฟ ไม้วัดระดับ เนื่องจากอาคารมีพื้นที่ขนาดใหญ่การตั้งกล้องสำรวจแต่ละครั้งจะต้องใช้เวลามาก เพราะตั้งกล้องหนึ่งครั้งสามารถวัดค่าระดับการทรุดของเสาได้ครั้งละ 4-5 เสา

รูปที่ 4.40 แสดงกล้องระดับและการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการวัดค่าที่ละเอียดขึ้นในการสำรวจการทรุด
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

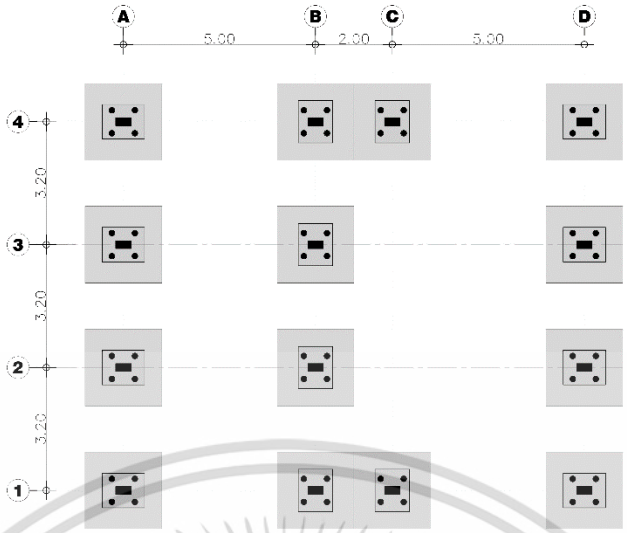
รูปที่ 4.41 แสดงแผ่นไม้บรรทัดที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ติดตั้งบริเวณเสาทุกเสาของอาคาร
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากการสำรวจพบว่าค่าการทรุดตัวของอาคารกรณีศึกษาที่ 2 ส่วนใหญ่แล้วอาคารมีการทรุดตัวอยู่ทุกเสาฐานรากเนื่องจากอาคารไม่มีเสาเข็ม วิศวกรจึงแนะนำว่าควรเสริมฐานรากทุกฐานรากเพื่อหยุดการทรุดตัวทั้งอาคาร หลังจากสำรวจอาคารและบันทึกค่าการทรุดตัวแล้ว วิศวกรจะทำการคำนวณน้ำหนักของอาคารที่ถ่ายลงมายังเสาตอม่ออาคารทุกโดยอาศัยแบบก่อสร้างของอาคาร เพื่อคำนวณดูว่าตอม่อของอาคารแต่ละต้นรับแรงได้กี่ตันเป็นผลต่อเนื่องให้ดำเนินการออกแบบเสาเข็มแต่ละประเภทต่อไป



รูปที่ 4.42 แสดงผังฐานรากอาคารกรณีศึกษาที่ 2
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.43 แสดงการเสริมเสาเข็มและฐานรากใหม่รากอาคารกรณีศึกษาที่ 2
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

3 องค์ความรู้ในเรื่องเจาะสำรวจดิน

การเจาะสำรวจดินบริเวณอาคารกรณีศึกษาที่ 2 เป็นการสำรวจดินแบบวิธี Wash Boring โดยเก็บดินตัวอย่างทุก ๆ ช่วงความลึก 1.50 เมตร ใช้กระบอกเก็บดินแบบผนังบาง (Thin-Wall Tube) และ กระบอกเก็บตัวอย่างแบบผ่า (Spilt Spoon Tube) เมื่อเก็บตัวอย่างดินแล้ววิศวกรจะนำดินนั้นไปเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าต่าง ๆ ของดินเช่น การจัดเรียงตัวของชั้นดิน ความชื้นและความลึกของดิน วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการตามมาตรฐาน วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) ซึ่งเป็นวิธีเก็บตัวอย่างโดยทั่วไปมีการเรียนการสอนในระดับการศึกษาของมหาวิทยาลัย เมื่อวิศวกรประจำห้องปฏิบัติการทดสอบดิน ทำการทดสอบดินเรียบร้อยแล้ว วิศวกรจะออกใบรายงานผลซึ่งใบรายงานผลนี้เราเรียกว่า Boring Log Sheet

Boring Log Sheet เป็นใบรายงานผลลักษณะการเรียงตัวของชั้นดินที่วิศวกรภาคสนามเก็บตัวอย่างดินเพื่อไปทดสอบในห้องปฏิบัติการซึ่งจะแสดงค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

หมายเลข 1 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับชื่อโครงการ สถานที่ หมายเลขหลุมเจาะ ความลึกที่เจาะสำรวจ วันที่เจาะสำรวจและระดับน้ำใต้ดิน

หมายเลข 2 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดินตามความลึก ชนิดของดิน สภาพความแข็งแรงหรือสภาพแน่นตัวของดิน

หมายเลข 3 แสดงระดับความลึกนับจากผิวดินที่เจาะสำรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 4 ชนิดของการเก็บตัวอย่าง **ST (Shelby Tube หรือ Thin-Wall Tube)** = แสดงว่าเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกบาง **SS (Split-Spoon Tube)** =แสดงว่าเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกแบบผ่า

หมายเลข 5 แสดงหมายเลขกำกับดินตัวอย่าง

หมายเลข 6 แสดง Recovery เป็นช่องสัญลักษณ์แสดงปริมาณของดินตัวอย่างที่เก็บได้ เมื่อเก็บตัวอย่างดินได้เต็มกระบอกจะแสดงสัญลักษณ์สีทึบเต็มช่อง ถ้าเก็บตัวอย่างดินไม่เต็มจะแสดงสีทึบเพียงครึ่งเดียว สังเกตได้ว่าการแสดงสัญลักษณ์แบบนี้แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพชั้นดินอีกทางหนึ่ง

หมายเลข 7 Graphic Log สัญลักษณ์ของดินแต่ละชนิด

หมายเลข 8 ปริมาณความชื้นของดินตามความลึก และค่า Atterberg's Limit ความชื้นของดินในธรรมชาติ ณ ตำแหน่งนั้น ๆ ใกล้เคียงขีดจำกัดพลาสติกมากน้อยเพียงใด

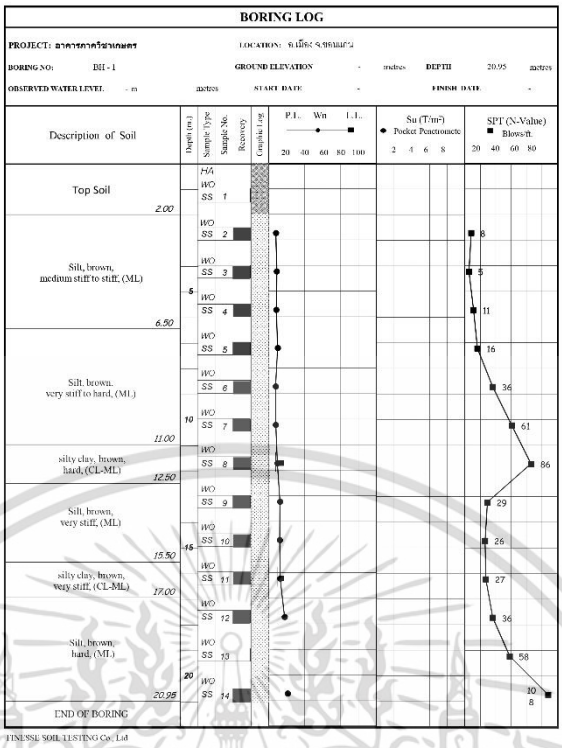
หมายเลข 9 กำลังรับแรงเฉือนของดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ กัน

หมายเลข 10 ช่องแสดงค่า STP (Standard Penetration Test) ข้อสังเกตถ้า หมายเลข 4 เป็น SS จะมีค่า SPT ด้วยเสมอ เพราะการใช้กระบอกดินแบบผ่าต้องใช้ลูกตุ้มตอก ดังนั้นจึงนับจำนวนครั้งในการตอกจึงได้ค่า SPT

รูปที่ 4.44 แสดงการเจาะสำรวจดินแบบ Wash Boring
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 4.45 แสดงกระบอกเก็บดินแบบผนังบาง (ซ้าย) และ กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบผ่า (ขวา)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.46 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดิน (Boring Log Sheet) ของอาคารกรณีศึกษาที่ 2
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

4 องค์ความรู้ในเรื่องข้อมูลดินกับการเลือกใช้เสาเข็ม

Boring Log Sheet ของกรณีศึกษาที่ 2 อาคารหอพักชาย หอพักชายที่ 7 มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น แสดงให้เห็นว่าการเจาะสำรวจดินแบบนี้ใช้กระบอกเก็บดินแบบกระบอกผ่าเพราะมีสัญลักษณ์ตัวอักษร SS (หมายเลข 4) จึงมีค่า STP แสดงผลคือระดับความลึกตั้งแต่ 6.50 เมตร เป็นดินเหนียว (หมายเลข 2) มีค่า STP มากขึ้นเรื่อย ๆ 11 ครั้ง/ฟุต และมากขึ้นเป็น 86 ครั้ง/ฟุต ที่บริเวณ 12 เมตร (หมายเลข 10) เข็มตอกจะตอกลงยากที่สุดที่บริเวณความลึกที่ 12 เมตร เนื่องจากอาคารหลังนี้ไม่มีเสาเข็มวิศวกรจึงออกแบบให้เสาเข็มที่ซ่อมแซมเป็นเสาเข็มแบบ เสาเข็มประกอบ (Composite Pile)ขนาด Ø 15 ซม.ยาว 1.50 เมตร เป็นเสาเข็มใหม่ของอาคาร ให้ปลายเข็มอยู่ที่ระดับ 4-6 เมตร ติดตั้งโดยการใช้คอริ่งเจาะคอนกรีตขนาด Ø 20 ซม. เจาะฐานรากเดิมแล้วใช้ปั้นจั่นขนาดเล็กตอกเสาเข็มลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.47 แสดงลักษณะการใช้คอริ่งเจาะนำทะลุฐานรากเดิมเพื่อติดตั้งเสาเข็มใหม่
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 4.48 แสดงลักษณะการติดตั้งเสาเข็มโดยใช้ปั้นจั่นขนาดเล็กและการเชื่อมเสาเข็มเข้าด้วยกัน
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

4.4.2.2 การบริหารจัดการ (Management Ware) สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลตามกรอบแนวความคิดในการศึกษาได้ดังนี้

1 การสำรวจดิน

การบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจดินของอาคารกรณีศึกษาที่ 2 อาคารหอพักชายที่ 7 การบริหารจัดการเป็นการถ่ายทอดกระบวนการมาเป็นขั้นตอนเช่น เจ้าของโครงการพูดคุยกับผู้บริหารและกรรมการผู้บริหาร ได้แนวทางแน่ชัดถ่ายทอดมายังวิศวกรและทีมงานสำรวจดิน และการสำรวจดินใช้ความรู้และการใช้เครื่องมือตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 การวิเคราะห์ผลและการทดสอบดิน

การบริหารจัดการการวิเคราะห์ผลของดินและการทดสอบดิน ในอาคารกรณีศึกษาที่ 2 หลังจากทีมสำรวจดินซึ่งนำโดยวิศวกรที่ทำการสำรวจดินเก็บข้อมูลตัวอย่างของดินเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการส่งข้อมูลทั้งหมดให้กับวิศวกรและเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและทดสอบดิน ขั้นตอนต่อมาวิศวกรหรือเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทดสอบดินก็จะออกใบรายงานผลการทดสอบดิน หรือ Boring Log Sheet ตามตัวอย่างรูปที่ 4.47 ให้กับวิศวกรเพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการออกแบบเสาเข็มต่อไป

3 การสำรวจอาคาร

การบริหารจัดการในเรื่องสำรวจอาคารของอาคารกรณีศึกษาที่ 2 อาคารหอพักชายที่ 7 มหาวิทยาลัยขอนแก่น เริ่มต้นจากการพูดคุยกับเจ้าของโครงการร่วมกับผู้บริหารและประธานฝ่ายเทคนิคของบริษัท ถ่ายทอดมาวิศวกรที่รับผิดชอบงานดำเนินการถ่ายทอดลงมายังทีมสำรวจ มีการประชุมหารือ การใช้แรงงาน การสัญจร หลัก ๆ แล้วมีทีมสำรวจ 3 คน หนึ่งในสามเป็นวิศวกร ใช้ความรู้และวิธีการตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) เสร็จสิ้นกระบวนการแล้วทีมงานและวิศวกรจะมีใบรายงานผลตัวเลขอัตราการทรุดตัวของอาคาร เพื่อให้วิศวกรทีมงานออกแบบเสาเข็มต่อไป

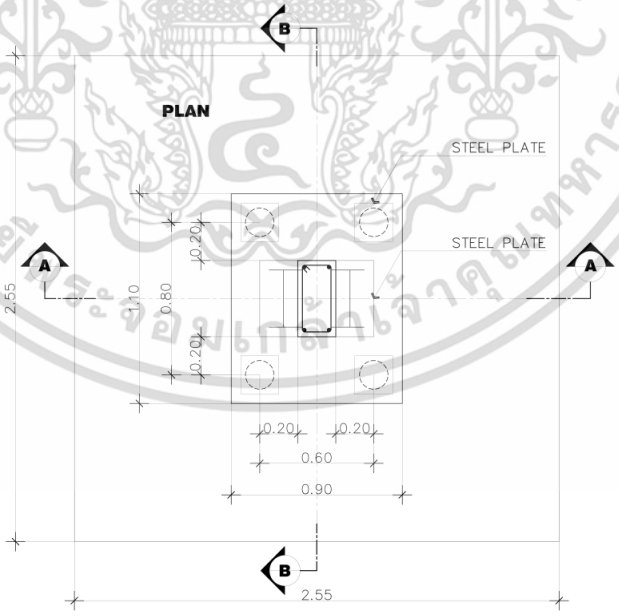
4 การออกแบบเสาเข็ม

การบริหารจัดการในเรื่องการผลิตเสาเข็มของการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 1 กระบวนการในการออกแบบเสาเข็มนั้น วิศวกรผู้รับผิดชอบต้องมีเอกสารหลัก ๆ คือ ใบรายงานแสดงการจัดเรียงตัวของชั้นดิน (Boring Log Sheet) เพื่อรู้สภาพและชนิดของดินในแต่ละชนิด ปริมาณความชื้น ความลึก ค่าตัวเลขการทรุดตัวทั้งหมดของอาคาร (Plan Settlement) เพื่อรู้ถึงตำแหน่งการทรุดเอียงของอาคารรวมถึงแบบการหาค่าน้ำหนักมวลรวมของอาคาร เป็นการคำนวณการหาน้ำหนักต่อตันที่ถ่ายน้ำหนักลงเสาตอม่อในแต่ละเสาของอาคาร เมื่อได้ข้อมูลดังกล่าวมาเรียบร้อยแล้ว วิศวกรจะเป็นคนตัดสินใจจากข้อมูลดังกล่าวว่าควรใช้เสาเข็มชนิดใด รวมถึงการวิเคราะห์ถึงการขนส่ง การใช้พื้นที่หน้างานราคาค่าก่อสร้าง และอื่น ๆ ในการตัดสินใจด้วย ในอาคารกรณีศึกษาที่ 2 นี้ วิศวกรได้ออกแบบเสาเข็มเป็นเสาเข็มประกอบขนาด Ø 15 ซม. ยาว 1.50 เนื่องจากอาคารเป็นอาคารขนาดเล็กน้ำหนักอาคารไม่มากและต้องการให้ปลายเสาเข็มที่ติดตั้งด้วยการตอกลึก 4-6 เมตรเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

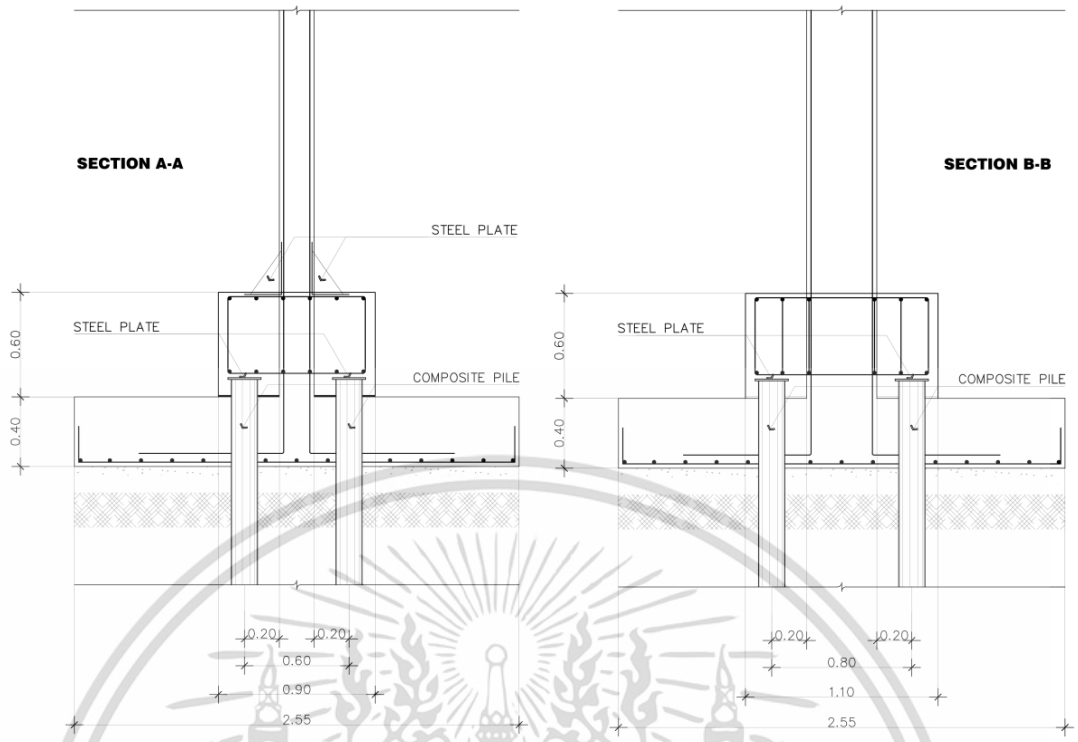
รูปที่ 4.49 แสดงเสาเข็มประกอบขนาด Ø 15 ซ.ม. ยาว 1.50 เมตร เหล็กกลมกลวงหุ้มด้วยคอนกรีต
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้งจำกัด

รูปที่ 4.50 แสดงจุดต่อด้านบนของเสาเข็ม (ซ้าย) และ จุดต่อด้านล่าง (ขวา)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้งจำกัด



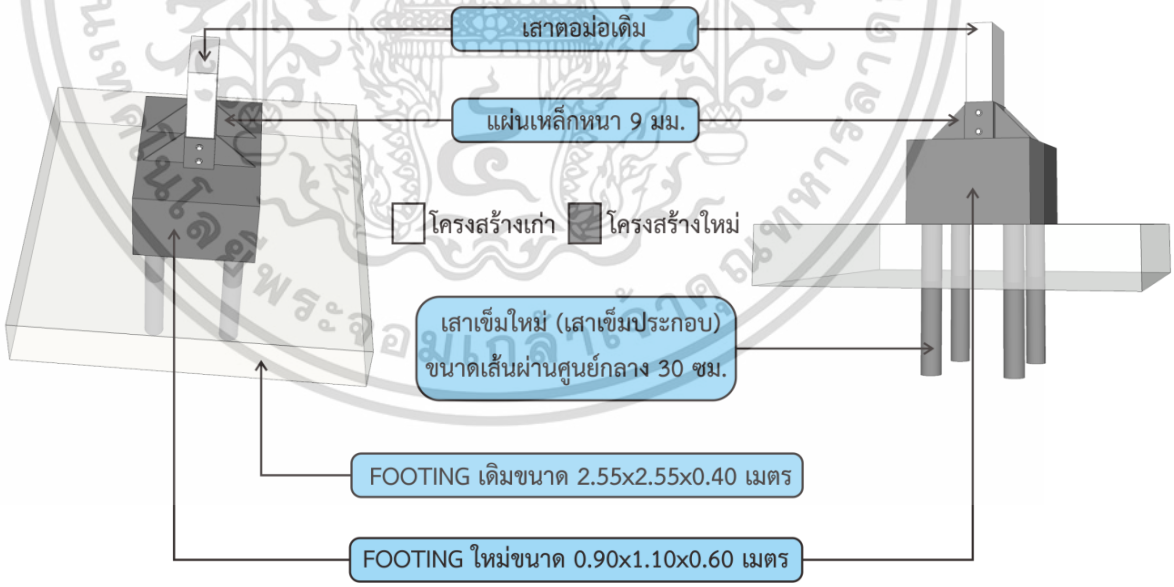
รูปที่ 4.51 แสดงแบบ Plan การติดตั้งเสาเข็มประกอบ Composite Pile
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.52 แสดงรูปตัด Section A-A (ซ้าย) และ รูปตัด Section B-B

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา



รูปที่ 4.53 แสดงแบบก่อสร้างการติดตั้งเสาเข็มประกอบในอาคารกรณีศึกษาที่ 2

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 การผลิตเสาเข็ม

การบริหารจัดการในเรื่องการผลิตเสาเข็มของการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 2 เนื่องจากการซ่อมแซมทางวิศวกรได้เลือกการซ่อมแซมเป็นแบบเสาเข็มประกอบ (Composite Pile) โดยอาศัยข้อมูลจากการสำรวจดิน การสำรวจอาคาร และน้ำหนักรวมของอาคาร และลงมติการซ่อมแซมอาคารโดยการใช้เสาเข็มประกอบขนาด Ø 15 เซนติเมตร ยาว 1.50 เมตร วิศวกรที่มีหน้าที่รับผิดชอบการออกแบบเสาเข็มจึงต้องออกแบบและส่งแบบที่ทำการออกแบบนั้นให้ช่างฝีมือในการผลิตเสาเข็มตามขนาดที่วิศวกรออกแบบและนำไปติดตั้งที่หน้างาน

6 การขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน

การบริหารจัดการเรื่องการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน บริษัท ฟิเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง มีการบริหารการจัดการเรื่องการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม แรงงาน โดยมีพาหนะเป็นของตนเอง ดังนั้นแล้วการบริหารจัดการจึงสามารถบริหารจัดการภายในองค์กรได้เอง

ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงการบริหารจัดการในการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน

การบริหารจัดการในการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม แรงงาน		
การบริหารจัดการ	**จำนวนแรงงานพร้อมเครื่องมือ**	**ยานพาหนะ**
การสำรวจดิน	3 คน + เครื่องมือ	รถยนต์กระบะ 4 ล้อ
การสำรวจอาคาร	3 คน + เครื่องมือ	รถยนต์กระบะ 4 ล้อ
การขนส่งเสาเข็ม	3 คน + เครื่องมือ	รถยนต์กระบะ 4 ล้อ
การซ่อมแซมอาคาร	15-20 คน + เครื่องมือ	รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ รถยนต์กระบะ 4 ล้อ

นอกจากการบริหารจัดการในการขนส่ง ทางบริษัทยังคงมีแรงงานขับรถและการซ่อมแซมดูและรักษายานพาหนะอีกด้วย

รูปที่ 4.54 แสดงยานพาหนะในการบริหารการจัดการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน

ที่มา : บริษัท ฟิเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7 การซ่อมแซมอาคาร

การบริหารจัดการเรื่องการซ่อมแซมอาคารของกรณีศึกษาที่ 1 เป็นการบริหารจัดการแบบมีขั้นตอนคือผู้บริหารแจกจ่ายงานแบบเป็นขั้นตอนจนมาถึงขั้นตอนกี่ซ่อมแซมอาคารวิศวกรอาจเป็นคนคนเดียวกันทุกขั้นตอนก็ได้ ในกรณีศึกษาที่ 1 การซ่อมแซมอาคารมีวิศวกรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวและงานวิศวกรรมเป็นตัวหลักในการกระจายงานไปยังหัวหน้างานและแรงงาน โดยมีที่ผู้บริหารของบริษัทและปรึกษาของบริษัทคอยให้คำปรึกษาระหว่างการซ่อมแซมโครงการนั้น ๆ

4.4.2.3 มนุษย์ (People Ware) สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลตามกรอบแนวความคิดในการศึกษาได้ดังนี้

บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด บริหารงานโดยคุณหยาดวนา วีระศิริ ซึ่งคู่สมรส คือ ผศ.ดร.ธเนศ วีระศิริ ซึ่งดำรงตำแหน่งเป็นประธานกรรมการด้านเทคนิคของบริษัทอีกด้วย การบริหารงานของคุณหยาดวนา วีระศิริ และ ผศ.ดร.ธเนศ วีระศิริ ได้เล็งเห็นและตระหนักถึงคุณค่าและการพัฒนาทางเทคโนโลยีจึงได้นำเทคนิคใหม่ ๆ โดยทำการคิดค้นและประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมในการสำรวจอาคาร ซ่อมแซมอาคาร และเสาเข็มแบบต่าง ๆ เพื่อลดขั้นตอนในการสำรวจและการซ่อมแซม รวมถึงงานวิศวกรรมอื่น ๆ ในบริษัท ถ่ายทอดองค์ความรู้ต่าง ๆ จากประสบการณ์ลงมาสู่วิศวกร หัวหน้างาน แรงงาน ในโครงการหนึ่ง ๆ

วิศวกรจะเป็นวิศวกรที่ในแต่ละด้านแตกต่างกันออกไป แรงงานในการสำรวจดิน แรงงานในการสำรวจอาคาร

รูปที่ 4.55 แสดงการทำงานของวิศวกรในขั้นตอนต่าง ๆ
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงงานในการซ่อมแซมอาคารล้วนเป็นแรงงานที่มีทักษะในเรื่องงานวิศวกรรม โดยการทำงานในแต่ละขั้นตอนจะมีวิศวกรควบคุมในแต่ละขั้นตอนเสมอ

รูปที่ 4.56 แสดงแรงงานทักษะในอาคารกรณีศึกษาที่ 2
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

4.4.2.4 เครื่องมือ (Hard Ware) สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลตามกรอบแนวความคิดในการศึกษาได้ดังนี้

1 เครื่องมือในการเจาะสำรวจดิน

การใช้เครื่องมือในการสำรวจดินของกรณีศึกษาที่ 1 นั้นเป็นการใช้เครื่องมือในการสำรวจดินแบบ Wash Boring เป็นเครื่องมือโดยทั่วไปที่ได้รับมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ เช่น สามขาเจาะดิน กระบอกเก็บตัวอย่างดิน อุปกรณ์ในการจดบันทึก เป็นต้น

ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงเครื่องมือในการเจาะสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 2

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจดิน	Tripod Rig (สามขาเจาะดิน) เจาะสำรวจดินด้วยระบบ Wash Boring	
	กระบอกเก็บตัวอย่างดิน แบบผนังเบา และ แบบผ่า	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจดิน	ปั๊มน้ำ	
	เครื่องมือสำหรับกว้านเจาะ	
	หัวหิวชุดลูกตุ้มเหล็ก	
	ชุดลูกตุ้มเหล็กหนัก 140 ปอนด์ ก้านเจาะ	
	เชือกป่านมนิลา	
	จอบ	
	สว่านมือ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 (ต่อ)

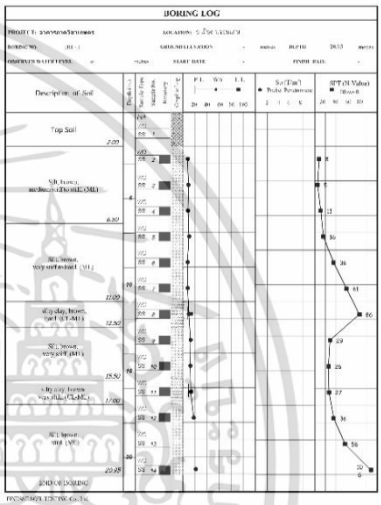
เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจดิน	เตาแก๊สแบบพกพา	
	กาต้มน้ำ / หม้อต้มน้ำ	
	สารพาราฟิน	
	สายวัด / ตลับเมตร	
	ค้อน	
	ร่มบังแดด	
	กระดาษกาว	
	อุปกรณ์สำหรับจดบันทึก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 เครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดิน

การใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดินของกรณีศึกษาที่ 1 นั้น ทางวิศวกรในห้องปฏิบัติการทดสอบดินจะออกใบ Boring Log Sheet ให้ วิศวกรเพื่อมาคำนวณการออกแบบเสาเข็มต่อไป

ตารางที่ 4.12 ตารางแสดงเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 2

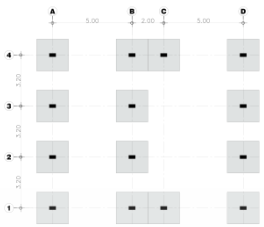
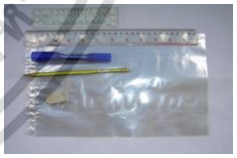
เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดิน	Boring Log Sheet ใบแสดงการจัดเรียงตัวของชั้นดินและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของดินเทียบกับความลึก	

3 เครื่องมือในการสำรวจอาคาร

การใช้เครื่องมือในการสำรวจอาคารในกรณีศึกษาที่ 1 นั้น ใช้องค์ความรู้ทั่วไปในทางวิศวกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และการใช้เครื่องมือพื้นฐานในการสำรวจโดยแรงงานที่มีความรู้ในการใช้เครื่องมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.13 ตารางแสดงเครื่องมือในการสำรวจอาคาร อาคารกรณีศึกษาที่ 2

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจอาคาร	แบบก่อสร้างอาคาร / แบบโครงสร้างเสาตอม่ออาคาร	
	กล้องระดับ	
	สตาฟ	
	ไม้บรรทัด	
	อุปกรณ์สำหรับจดบันทึก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

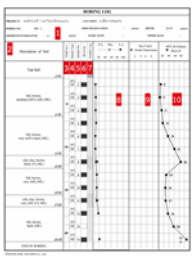
ตารางที่ 4.13 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจอาคาร	เครื่องคิดเลข	
	กล้องถ่ายรูป	
	เครื่องคอมพิวเตอร์	
	เครื่องพิมพ์เอกสาร	

4 เครื่องมือที่ใช้ออกแบบเสาเข็ม

การใช้เครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มของอาคารกรณีศึกษาที่ 2 มีการใช้ข้อมูลดิน ข้อมูลอาคาร และเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ

ตารางที่ 4.14 ตารางแสดงเครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 2

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ออกแบบเสาเข็ม	Boring Log Sheet	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ออกแบบเสาเข็ม	เครื่องคิดเลข	
	เครื่องคอมพิวเตอร์และ	
	เครื่องพิมพ์เอกสาร	

5 เครื่องมือที่ใช้ผลิตเสาเข็ม

การใช้เครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มของอาคารกรณีศึกษาที่ 2 เนื่องจากเป็นเสาเข็มประกอบ ซึ่งเป็นแท่งเหล็กหุ้มด้วยคอนกรีต ดังนั้นเครื่องมือในการผลิตเสาเข็มจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ตัด เครื่องเชื่อมเหล็ก โดยทั่วไป เช่น เหล็กรูปพรรณ เครื่องตัดเหล็ก เครื่องเชื่อมไฟฟ้า คอนกรีต เป็นต้น

ตารางที่ 4.15 ตารางแสดงเครื่องมือในการผลิตเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 2

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ผลิตเสาเข็ม	แบบก่อสร้างเสาเข็ม	เอกสารสูญหาย
	เหล็กรูปพรรณ Ø 2 นิ้ว	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ผลิตเสาเข็ม	ตลับเมตร / สายวัด	
	แก๊สตัดเหล็ก	
	ตู้เชื่อมไฟฟ้า	
	ลวดเชื่อม	
	คอนกรีต	

6 เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร

การใช้เครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวของกรณีศึกษาที่ 1 เป็นการใช้เครื่องมือทางด้านวิศวกรรมโดยทั่วไปในการถ่ายแรง ในการรับแรง การสกัด การขุด โดยอาศัยความรู้ความชำนาญในการซ่อมแซมอาคารของวิศวกร เช่น เครื่องสกัดคอนกรีต ดิ่ง ระดับน้ำ จอบ บุ้งกี๋ สามขาเข็มเจาะ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 ตารางแสดงเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 2

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร	เครื่องสกัดคอนกรีต	
	ลูกหมูเจียรคอนกรีต	
	จอบและพลั่วขุดดิน	
	รถขนดิน	
	บุ้งกี๋	
	เสาเข็มประกอบขนาด Ø 15 ซม. Composite Pile	
	เหล็กรูปพรรณ H Beam. ขนาด 15x15 ซม.	

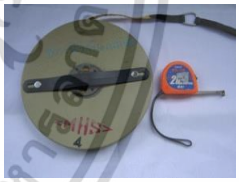
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร	เครื่องคอริ่ง เครื่องเจาะคอนกรีต	
	ตู้เชื่อมไฟฟ้า	
	ลวดเชื่อม	
	ปั้นจั่นขนาดเล็ก	
	ดิ่ง	
	ระดับน้ำ	
	คอนกรีต	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร	เกียงก่ออิฐ / เกียงใบโพ	
	ปูนก่อ / ปูนฉาบ	
	อิฐบล็อค	
	เกียงฉาบ	
	สายวัด / ตลับเมตร	
	อุปกรณ์สำหรับจดบันทึก	
	ชุดโต๊ะเก้าอี้สนาม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 เครื่องมือที่ใช้ในการขนส่ง

การใช้เครื่องมือในการขนส่ง การขนส่งในที่นี้หมายถึง ขนส่งแรงงาน เครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน ของอาคารที่ทรุดตัวของอาคารกรณีศึกษาที่ 2

ตารางที่ 4.17 ตารางแสดงเครื่องมือในการขนส่งอาคารกรณีศึกษาที่ 2

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการขนส่ง	รถยนต์กระบะ 4 ล้อ	
	รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ	

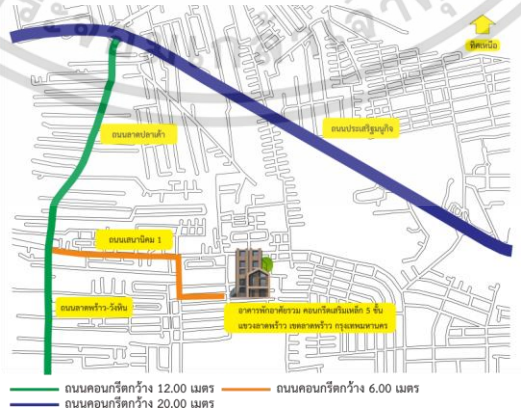
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 กรณีศึกษาที่ 3 การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยใช้เสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H)

4.5.1 ข้อมูลทั่วไป

อาคารพักอาศัยรวมคอนกรีตเสริมเหล็ก 5 ชั้น ที่อยู่ ตั้งอยู่บนถนนเสนานิคม 1 ซอย 42 แยก 10 แขวงลาดพร้าว เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 1, 500 ตารางเมตร ตั้งอยู่บนถนนเสนานิคม 1 ถนนกว้าง 6.00 เมตร ช่องจราจร 2 ช่องจราจร ห่างจากถนนลาดพร้าว-วังหิน ที่มีขนาดความกว้าง 12.00 เมตรที่มี 4 ช่องจราจรประมาณ 1.5 กิโลเมตร ซึ่งถนนทั้ง 2 เส้นนี้สามารถเชื่อมต่อไปยังถนนประเสริฐมนูกิจ ที่มีความกว้าง 20.00 เมตร มีจำนวน 6 ช่องจราจร เป็นอาคารพักอาศัยรวมที่ตั้งอยู่ในบริเวณเขตชุมชน แต่ก็ยังสามารถเข้าถึงพื้นที่ในการซ่อมแซมได้อย่างสะดวก

รูปที่ 4.57 แสดงทัศนียภาพด้านหน้าอาคารพักอาศัยรวม อาคารกรณีศึกษาที่ 3
ที่มา : บริษัท พีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

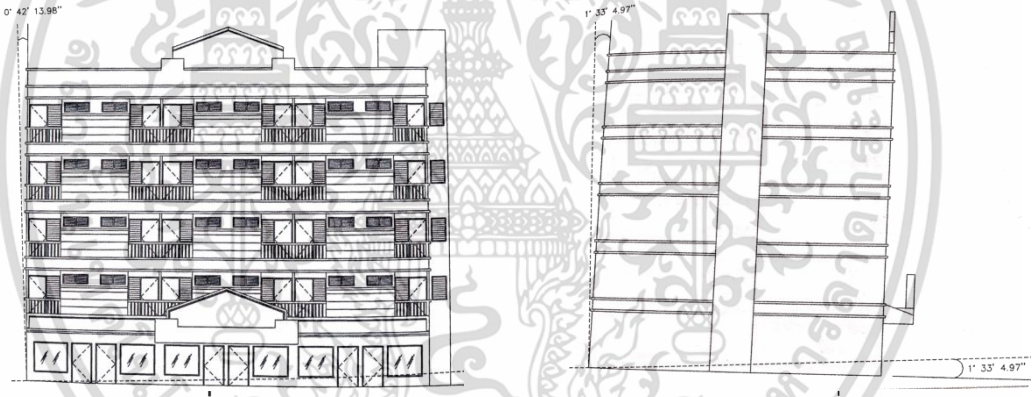


รูปที่ 4.58 แสดงเส้นทางการสัญจรบริเวณอาคารกรณีศึกษาที่ 3
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1.1 ลักษณะและสาเหตุของการทรุดตัว

อาคารมีการก่อสร้างแล้วเสร็จเมื่อปี 2534 ผ่านการใช้งานมาอย่างยาวนาน อาคารมีการทรุดเอียงโน้มลงทางด้านหน้าและด้านขวาอย่างต่อเนื่อง หากปล่อยทิ้งไปอาจจะเป็นอันตรายมากจึงต้องทำการแก้ไขอย่างเร่งด่วน โครงสร้างอาคารนั้นยังอยู่ในสภาพที่ดีไม่บิดตัวแตกร้าว แม้แต่รอยร้าวที่ผนังยังมีน้อยมาก จากการสำรวจอาคารพบว่าในแบบก่อสร้างเดิมระบุไว้ว่าให้ใช้เสาเข็มตอกชนิด Spun Pile ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 ซม. ความลึก 21.00 เมตร แต่เนื่องจากเส้นทางการขนส่งคับแคบยากต่อการขนส่งเข็มตอก ผู้รับจ้างจึงปรับเปลี่ยนเสาเข็มเป็นเสาเข็มเจาะชนิดขุดเจาะแห้ง (Dry Process Bored Pile) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 ซม. ความลึก 18-20 เมตร แทน การทรุดตัวจึงเกิดจากดินเปลี่ยนสภาพอันเนื่องมาจากกระบวนการทำเสาเข็มในระหว่างขุดเจาะดิน ซึ่งดินชั้นทรายอาจจะพังทลายและมีน้ำไหลผ่านชั้นทรายเข้ารูเจาะทำให้ดินที่ปลายเสาเข็มซึ่งเดิมเป็นทรายแน่นกลายเป็นทรายหลวม แรงต้านทานที่ปลายเสาเข็มจึงต่ำลง จึงเป็นเหตุให้เสาเข็มเจาะรับน้ำหนักได้ต่ำกว่าเสาเข็มตอกที่ออกแบบมาตั้งแต่แรกอาคารจึงเกิดการทรุดเอียง



รูปที่ 4.59 แสดงลักษณะการทรุดเอียงของอาคารกรณีศึกษาที่ 3
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 4.60 แสดงลักษณะเสาเข็มแบบ Spun Pile
ที่มา : บริษัท ทักษิณคอนกรีต (มหาชน) จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 ข้อมูลและองค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร

จากกรอบความคิดในการศึกษาในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร องค์ประกอบเทคโนโลยีคือองค์ประกอบนามธรรมและองค์ประกอบรูปธรรมและศึกษาร่วมกับรายละเอียดการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารโดยการใช้เสาเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) และได้แบ่งหัวข้อศึกษาดังต่อไปนี้

4.5.2.1 องค์ความรู้ (Soft Ware) สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลตามกรอบแนวความคิดในการศึกษาได้ดังนี้

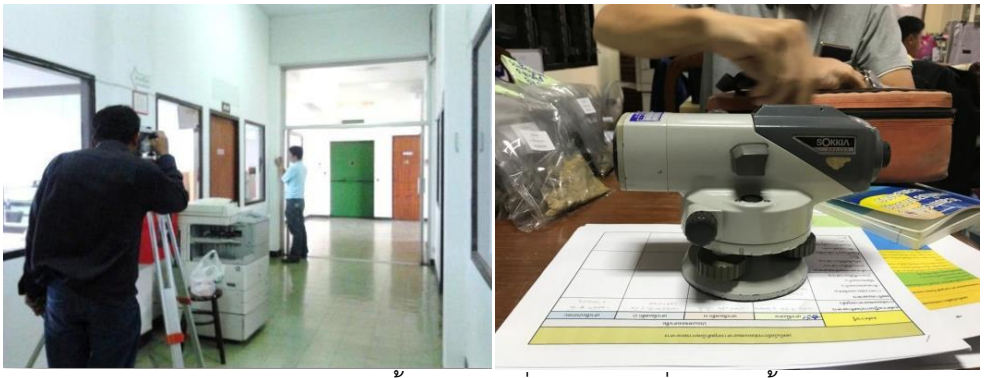
1 องค์ความรู้ในการก่อสร้างและการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว

จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์ รวบรวมเอกสาร รูปถ่าย พบว่าองค์ความรู้ในการก่อสร้างและการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวโดยการยกอาคาร ในอาคารกรณีศึกษาที่ 3 อาคารพักอาศัยรวมคอนกรีตเสริมเหล็ก 5 ชั้น องค์ความรู้ในการก่อสร้างและการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว องค์ความรู้ (Soft Ware) เป็นองค์ความรู้ที่เป็นมาตรฐานของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ประสบการณ์ทำงานโดยผู้บริหารและคณะที่ปรึกษาของบริษัทได้จัดทำเป็นองค์ความรู้มาตรฐานของบริษัท ถ่ายทอดไปยังวิศวกร หัวหน้างาน คนงาน เช่นการสำรวจ การคำนวณ การหาค่าทางวิศวกรรม การประยุกต์ใช้เครื่องมือในงานสำรวจเพื่อร่นระยะเวลาการสำรวจและการซ่อมแซม เช่น เครื่อง Linear Variable Displacement Transducer และ Data Logger ที่นำมาติดตั้งตรวจวัดการทรุดตัวของอาคาร ที่ใช้บันทึกค่าซึ่งมีรายละเอียดถึง 0.01 มม. เครื่อง Leveling Parallax Wire ที่นำมาติดตั้งเพื่อดูแนวน้ำหนักของเสาขณะที่เสาเอียงเวลาการซ่อมแซมอาคาร เป็นต้น

2 องค์ความรู้ในการตรวจสอบรอยร้าวและตรวจสอบอาคาร

การสำรวจอาคารพักอาศัยรวมมีการใช้องค์ความรู้ประสบการณ์ของผู้ริหารในการแก้ปัญหาร่วมกับเครื่องมือสำรวจอาคารโดยทั่วไป เช่น กล้องระดับ กล้องที่อ่านค่าความละเอียดได้ 1 ใน 100 ของมิลลิเมตร แผ่นสเกลหรือไม้บรรทัดหน่วยเป็นมิลลิเมตร ไม้สตาฟ ไม้วัดระดับ เนื่องจากอาคารมีพื้นที่ขนาดใหญ่การตั้งกล้องสำรวจแต่ละครั้งจะต้องใช้เวลามาก ทางบริษัทจึงนำเครื่อง Linear Variable Displacement Transducer และ Data Logger ที่นำมาติดตั้งตรวจวัดการทรุดตัวของอาคาร มาร่วมใช้ในงานสำรวจด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

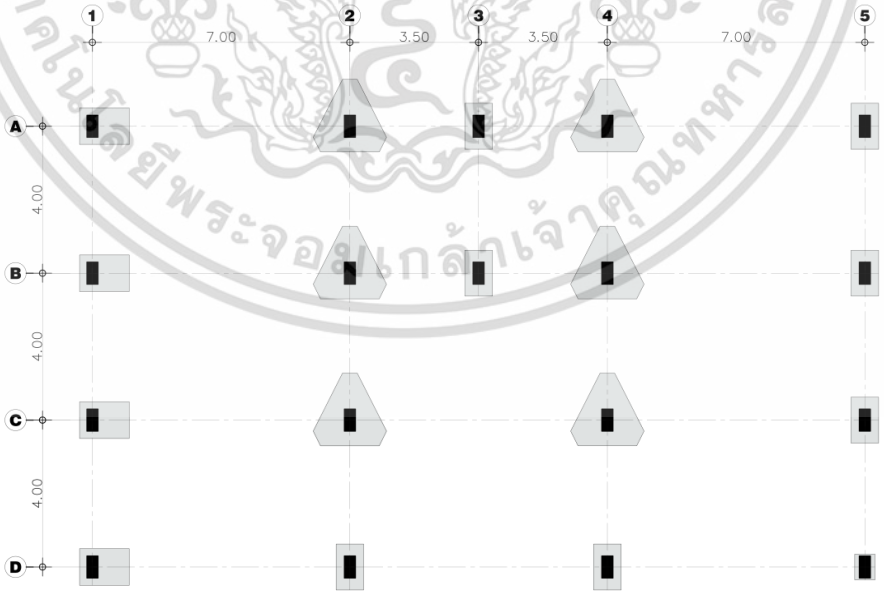


รูปที่ 4.61 แสดงกล้องระดับและการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการวัดค่าที่ละเอียดขึ้นในการสำรวจการทรุด

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

รูปที่ 4.62 แสดงเครื่อง Linear Variable Displacement Transducer และ Data Logger

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

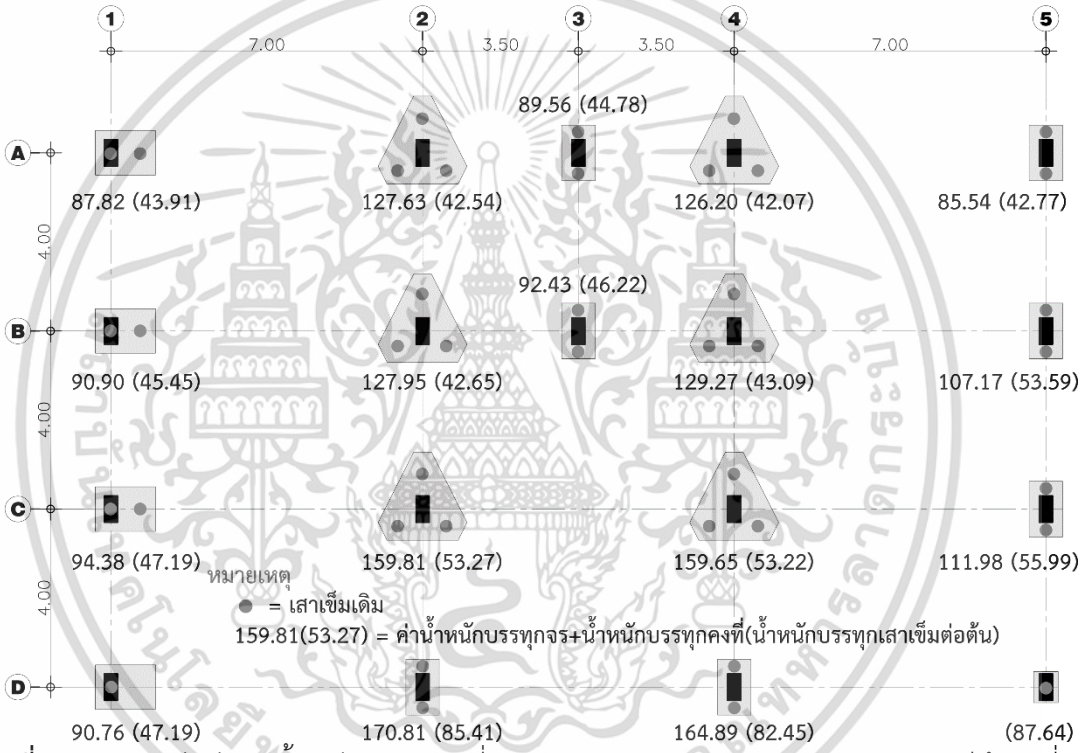


รูปที่ 4.63 แสดงผังฐานรากของอาคารกรณีศึกษาที่ 3

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่กล่าวไปในหัวข้อ 4.4.1.1 ลักษณะและสาเหตุของการทรุดตัว ของอาคารกรณีศึกษาที่ 3 การสำรวจอาคารพบไม่พบรอยร้าวหรือพบรอยร้าวของอาคารน้อยมาก แต่อาคารก็ยังมีการทรุดตัวอยู่วิศวกรจึงวางแผนการดำเนินการโดยการนำแบบก่อสร้างมาคำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกที่กดลงฐานราก (Column Load) ทุกฐาน โดยคำนวณตามปลายเสาเข็มเดิมพบว่าเสาเข็มเดิมรับน้ำหนักได้ 81.84 ตันต่อต้น จึงพบว่า ฐานรากของอาคารทรุดตัวตามกันทำให้พื้นของอาคารอยู่ในระนาบอียง ฐานรากขวาทรุดต่ำกว่าด้านซ้ายและฐานรากด้านหน้าทรุดตัวมากกว่าบริเวณอื่น ฐานรากที่ทรุดตัวมากที่สุดคือฐานราก D-5 D-4 D-3 ตามลำดับ รับน้ำหนักดังรูปที่ 4.69 และแสดงให้เห็นว่าดินโดยรอบเสาเข็มถึงจุดวิบัติแล้ว



รูปที่ 4.64 แสดงค่าตัวเลขน้ำหนักบรรทุกคงที่กดลงฐานราก (Column Load) อาคารกรณีศึกษาที่ 3
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด, ผู้ทำการศึกษา

3 องค์ความรู้ในเรื่องเจาะสำรวจดิน

การเจาะสำรวจดินบริเวณอาคารกรณีศึกษาที่ 3 เป็นการสำรวจดินแบบวิธี Wash Boring โดยเก็บดินตัวอย่างทุก ๆ ช่วงความลึก 1.50 เมตร ใช้กระบอกเก็บดินแบบผนังบาง (Thin-Wall Tube) และ กระบอกเก็บตัวอย่างแบบผ่า (Spilt Spoon Tube) เมื่อเก็บตัวอย่างดินแล้ววิศวกรจะนำดินนั้นไปเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าต่าง ๆ ของดินเช่น การจัดเรียงตัวของชั้นดิน ความชื้นและความลึกของดิน วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการตามมาตรฐาน วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) ซึ่งเป็นวิธีเก็บตัวอย่างโดยทั่วไปมีการเรียนการสอนในระดับการศึกษาของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มหาวิทยาลัย เมื่อวิศวกรประจำห้องปฏิบัติการทดสอบดิน ทำการทดสอบดินเรียบร้อยแล้ว วิศวกรจะออกใบรายงานผลซึ่งใบรายงานผลนี้เราเรียกว่า Boring Log Sheet

Boring Log Sheet เป็นใบรายงานผลลักษณะการเรียงตัวของชั้นดินที่วิศวกรภาคสนามเก็บตัวอย่างดินเพื่อไปทดสอบในห้องปฏิบัติการซึ่งจะแสดงค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

หมายเลข 1 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับชื่อโครงการ สถานที่ หมายเลขหลุมเจาะ ความลึกที่เจาะสำรวจ วันที่เจาะสำรวจและระดับน้ำใต้ดิน

หมายเลข 2 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดินตามความลึก ชนิดของดิน สภาพความแข็งแรงหรือสภาพแน่นตัวของดิน

หมายเลข 3 แสดงระดับความลึกนับจากผิวดินที่เจาะสำรวจ

หมายเลข 4 ชนิดของการเก็บตัวอย่าง **ST (Shelby Tube หรือ Thin-Wall Tube)** = แสดงว่าเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกบาง **SS (Split-Spoon Tube)** =แสดงว่าเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกแบบผ่า

หมายเลข 5 แสดงหมายเลขกำกับดินตัวอย่าง

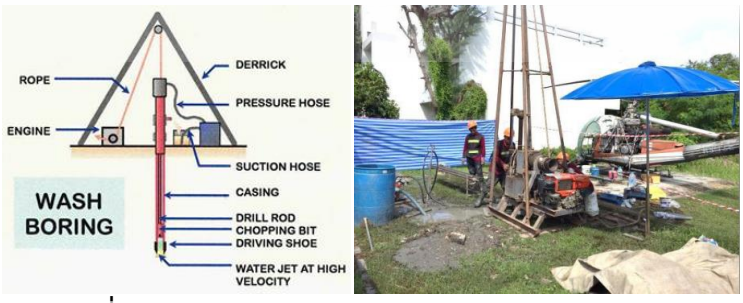
หมายเลข 6 แสดง Recovery เป็นช่องสัญลักษณ์แสดงปริมาณของดินตัวอย่างที่เก็บได้ เมื่อเก็บตัวอย่างดินได้เต็มกระบอกจะแสดงสัญลักษณ์สีทึบเต็มช่อง ถ้าเก็บตัวอย่างดินไม่เต็มจะแสดงสีทึบเพียงครึ่งเดียว สังเกตได้ว่าการแสดงสัญลักษณ์แบบนี้แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพชั้นดินอีกทางหนึ่ง

หมายเลข 7 Graphic Log สัญลักษณ์ของดินแต่ละชนิด

หมายเลข 8 ปริมาณความชื้นของดินตามความลึก และค่า Atterberg's Limit ความชื้นของดินในธรรมชาติ ณ ตำแหน่งนั้น ๆ ใกล้เคียงขีดจำกัดพลาสติกมากน้อยเพียงใด

หมายเลข 9 กำลังรับแรงเฉือนของดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ กัน

หมายเลข 10 ช่องแสดงค่า STP (Standard Penetration Test) ข้อสังเกตถ้า หมายเลข 4 เป็น SS จะมีค่า SPT ด้วยเสมอ เพราะการใช้กระบอกดินแบบผ่าต้องใช้ลูกตุ้มตอก ดังนั้นจึงนับจำนวนครั้งในการตอกจึงได้ค่า SPT



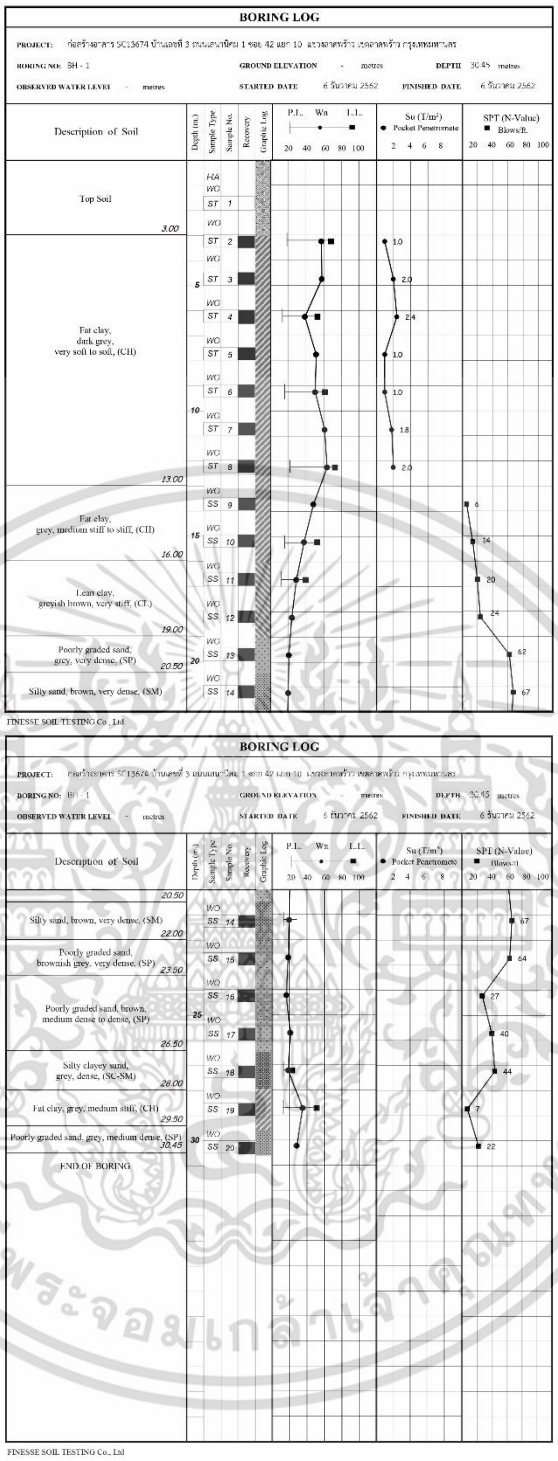
รูปที่ 4.65 แสดงการเจาะสำรวจดินแบบ Wash Boring

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.66 แสดงกระบอกเก็บดินแบบผนังบาง (ซ้าย) และ กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบผ่า (ขวา)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.67 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดิน (Boring Log Sheet) ของอาคารกรณีศึกษาที่ 3
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 องค์ความรู้ในเรื่องข้อมูลดินกับการเลือกใช้เสาเข็ม

สรุปแล้ว Boring Log Sheet ของอาคารกรณีศึกษาที่ 3 อาคารพักอาศัยรวมคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 5 ชั้น เขตลาดพร้าว กรุงเทพมหานคร แสดงให้เห็นว่าการเจาะสำรวจดินแบบนี้ใช้กระบอกเก็บดินแบบกระบอกผ่าเพราะมีสัญลักษณ์ตัวอักษร SS และกระบอกเก็บดินแบบบาง เพราะมีสัญลักษณ์ตัวอักษร ST ด้วย (หมายเลข 4) ค่า STP แสดงผลคือระดับความลึกตั้งแต่ 16.00 เมตร เป็นดินทราย (หมายเลข 2) มีค่า STP มากขึ้นเรื่อย ๆ 62 ครั้ง/ฟุต ที่บริเวณ 20.50 เมตร (หมายเลข 10) และลึกลงไปเช่นนี้จนถึงระดับชั้นดินที่ 30.45 เมตร จากสภาพดินเช่นนี้การก่อสร้างอาคารโดยการใช้เสาเข็มเจาะจึงไม่เหมาะสมซึ่งดินชั้นทรายอาจจะพังทลายและมีน้ำไหลผ่านชั้นทรายเข้ารูเจาะทำให้ดินที่ปลายเสาเข็มซึ่งเดิมเป็นทรายแน่นกลายเป็นทรายหลวม แรงต้านทานที่ปลายเสาเข็มจึงต่ำลง จึงเป็นเหตุให้เสาเข็มเจาะรับน้ำหนักได้ต่ำกว่าเสาเข็มตอกที่ออกแบบมาตั้งแต่แรกอาคารจึงเกิดการทรุดเอียง

4.5.2.2 การบริหารจัดการ (Management Ware) สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลตามกรอบแนวความคิดในการศึกษาได้ดังนี้

1 การสำรวจดิน

การบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจดินของอาคารกรณีศึกษาที่ 3 อาคารพักอาศัยรวมคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 5 ชั้น การบริหารจัดการเป็นการถ่ายทอดกระบวนการมาเป็นขั้นตอนเช่น เจ้าของโครงการพูดคุยกับผู้บริหารและกรรมการผู้บริหารได้แนวทางแน่ชัด ถ่ายทอดมายังวิศวกรและทีมงานสำรวจดิน และการสำรวจดินใช้ความรู้และการใช้เครื่องมือตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)

2 การวิเคราะห์ผลและการทดสอบดิน

การบริหารจัดการการวิเคราะห์ผลของดินและการทดสอบดิน ในอาคารกรณีศึกษาที่ 3 หลังจากทีมสำรวจดินซึ่งนำโดยวิศวกรที่ทำการสำรวจดินเก็บข้อมูลตัวอย่างของดินเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการส่งข้อมูลทั้งหมดให้กับวิศวกรและเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและทดสอบดิน ขั้นตอนต่อมาวิศวกรหรือเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทดสอบดินก็จะออกใบรายงานผลการทดสอบดิน หรือ Boring Log Sheet ตามตัวอย่างรูปที่ 4.72 และ 4.73 ให้กับวิศวกรเพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการออกแบบเสาเข็มต่อไป

3 การสำรวจอาคาร

การบริหารจัดการในเรื่องสำรวจอาคารของอาคารกรณีศึกษาที่ 3 อาคารพักอาศัยรวมคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 5 ชั้น เริ่มต้นจากการพูดคุยกับเจ้าของโครงการร่วมกับผู้บริหารและประธาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

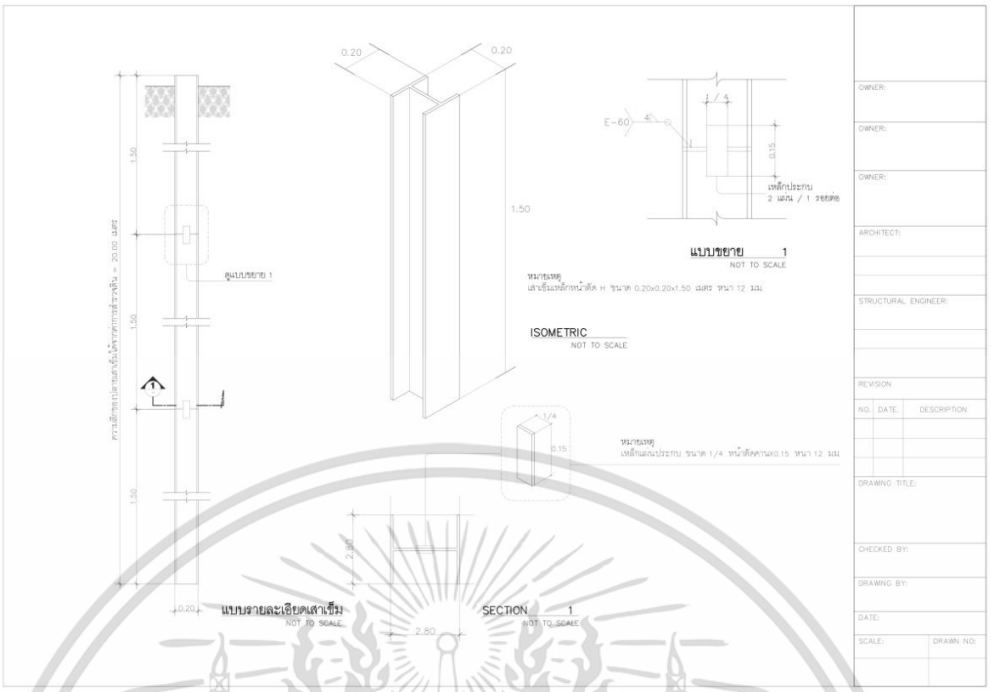
ฝ่ายเทคนิคของบริษัท ถ่ายทอดมาวิศวกรที่รับผิดชอบงานดำเนินการถ่ายทอดลงมายังทีมสำรวจ มีการประชุมหารือ การใช้แรงงาน การสัญจร หลัก ๆ แล้วมีทีมสำรวจ 3 คน หนึ่งในสามเป็นวิศวกร ใช้ความรู้และวิธีการตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือเพื่อลดเวลาและขั้นตอนในการสำรวจอาคารด้วย เสร็จสิ้นกระบวนการแล้วทีมงานและวิศวกรจะมีใบรายงานผลตัวเลขน้ำหนักบรรทุกคงที่กดลงฐานราก (Column Load) รูปที่ 4.69 เพื่อให้วิศวกรทีมงานออกแบบเสาเข็มต่อไป

4 การออกแบบเสาเข็ม

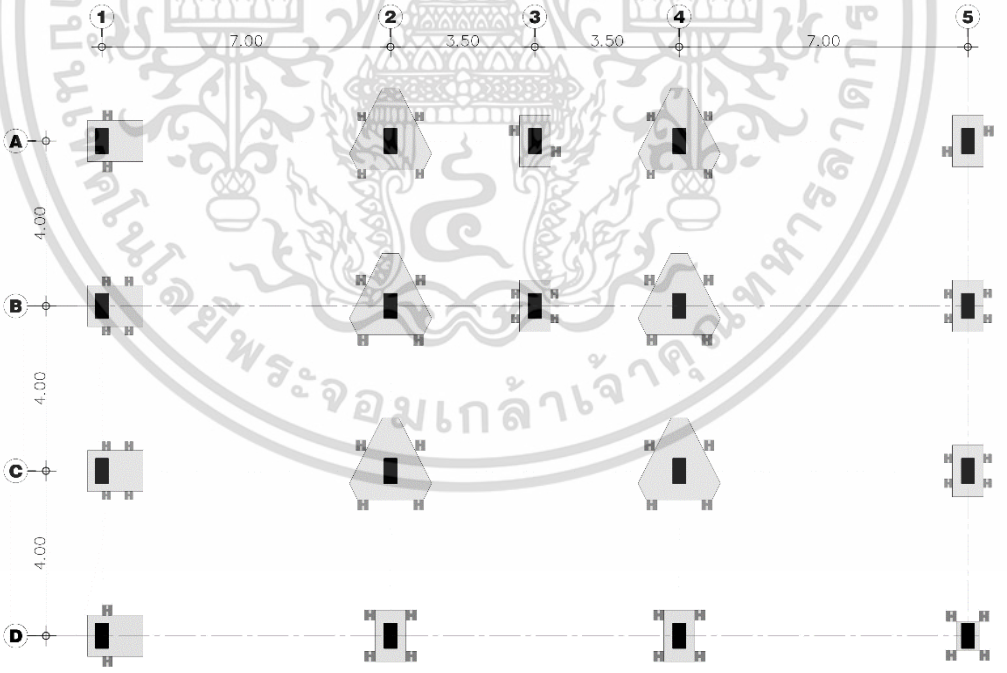
การบริหารจัดการในเรื่องการผลิตเสาเข็มของการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 3 กระบวนการในการออกแบบเสาเข็มนั้น วิศวกรผู้รับผิดชอบต้องมีเอกสารหลัก ๆ คือ ใบรายงานแสดงการจัดเรียงตัวของชั้นดิน (Boring Log Sheet) เพื่อรู้สภาพและชนิดของดินในแต่ละชนิด ปริมาณความชื้น ความลึก รายงานผลตัวเลขน้ำหนักบรรทุกคงที่กดลงฐานราก (Column Load) เพื่อรู้ถึงตำแหน่งการทรุดเอียงของอาคารรวมถึงแบบการหาค่าน้ำหนักมวลรวมของอาคาร เป็นการคำนวณการหาน้ำหนักต่อตันที่ถ่ายน้ำหนักลงเสาตอม่อในแต่ละเสาของอาคาร

เมื่อได้ข้อมูลดังกล่าวมาเรียบร้อยแล้ว วิศวกรจะเป็นคนตัดสินใจจากข้อมูลดังกล่าวว่าควรใช้เสาเข็มชนิดใด รวมถึงการวิเคราะห์ถึงการขนส่ง การใช้พื้นที่หน้างานราคาค่าก่อสร้าง และอื่น ๆ ในการตัดสินใจด้วย ในอาคารกรณีศึกษาที่ 3 นี้ วิศวกรได้ออกแบบเสาเข็มเป็นเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) ขนาด 200x200 ม.ม. ปลายเสาเข็มปลายเสาเข็มอยู่ในระดับชั้นดินทรายปนดินเหนียวความลึก 19-20 เมตร และเนื่องจากเสาเข็มเดิมยังสามารถใช้งานได้ในระดับหนึ่งจึงเลือกวิธีการติดตั้งเสาเข็มโดยใช้ปั้นจั่นตอกแม้ว่าจะมีแรงสั่นสะเทือนเกิดขึ้น ทั้งนี้เพื่อให้ปลายเข็มหยั่งลงในชั้นทรายแน่นซึ่งจะทำให้แรงต้านทานปลายเสาเข็มสูงกว่าอยู่ในดินเหนียว ต่างจากการใช้เสาเข็มเจาะเพราะจะทำให้ดินในชั้นทรายหลวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

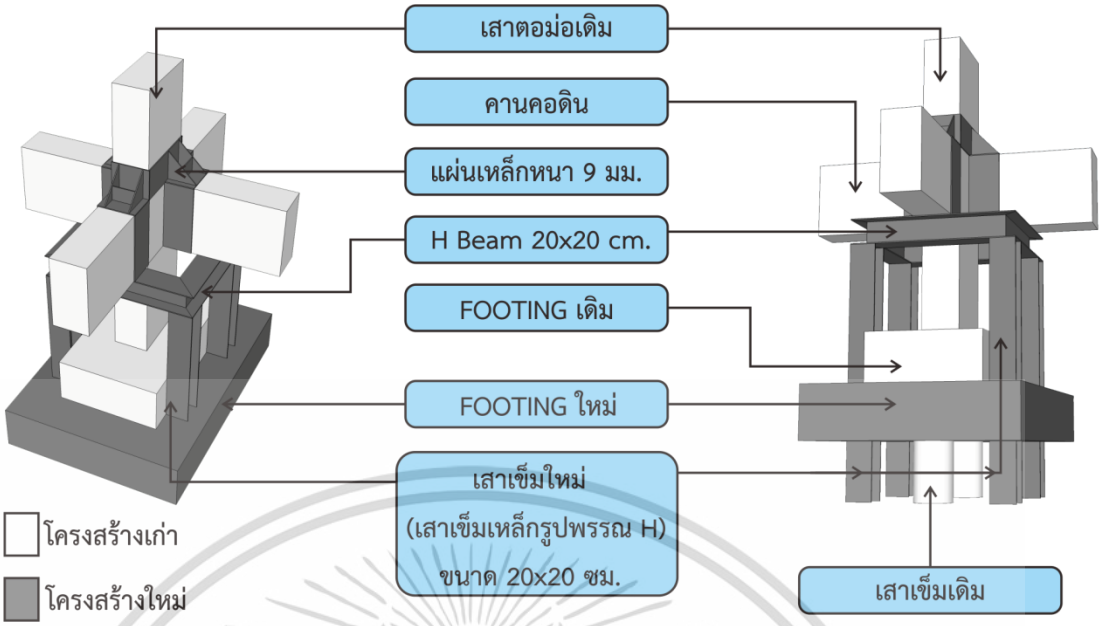


รูปที่ 4.68 แสดงแบบก่อสร้างเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอชในอาคารกรณีศึกษา ที่ 3
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด, ผู้ทำการศึกษา



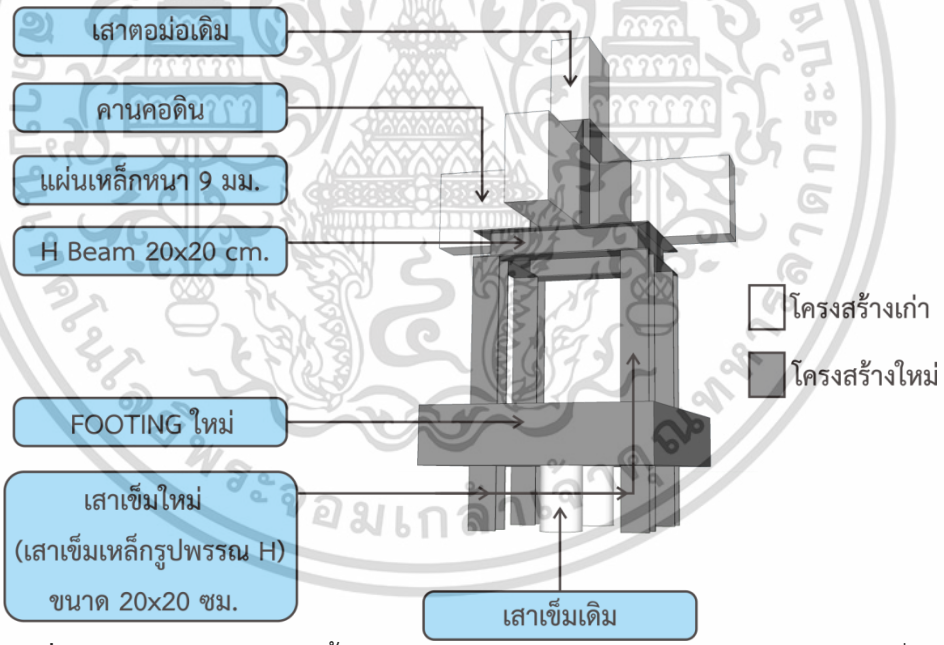
รูปที่ 4.69 แสดงแบบการเสริมเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช ในอาคารกรณีศึกษาที่ 3
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด, ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.70 แสดงแบบการติดตั้งเสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) อาคารกรณีศึกษาที่ 3

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา



รูปที่ 4.71 แสดงแบบการติดตั้งเสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช อาคารกรณีศึกษาที่ 3

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อติดตั้งฐานรากใหม่และถ่ายแรงลงฐานรากใหม่และเสาเข็มเรียบร้อยแล้ว จึงสกัดเสาตอม่อและฐานรากเดิมทิ้งดังรูปที่ 4.78

5 การผลิตเสาเข็ม

การบริหารจัดการในเรื่องการผลิตเสาเข็มของการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 3 เนื่องจากการซ่อมแซมทางวิศวกรได้เลือกการซ่อมแซมเป็นแบบเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) โดยอาศัยข้อมูลจากการสำรวจดิน การสำรวจอาคาร และน้ำหนักรวมของอาคารเป็นต้นและลงมติการซ่อมแซมอาคารโดยการใช้เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช ขนาด 20x20 ซม. วิศวกรที่มีหน้าที่รับผิดชอบการออกแบบเสาเข็มแบบเข็มเจาะจึงต้องออกแบบและส่งแบบที่ทำการออกแบบนั้นให้ช่างฝีมือในการผลิตเสาเข็มเพื่อนำไปติดตั้งที่หน้างานต่อไป

6 การขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน

การบริหารจัดการเรื่องการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน บริษัท ฟิเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง มีการบริหารการจัดการเรื่องการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม แรงงาน โดยมีพาหนะเป็นของตนเอง ดังนั้นแล้วการบริหารจัดการจึงสามารถบริหารจัดการภายในองค์กรได้เอง

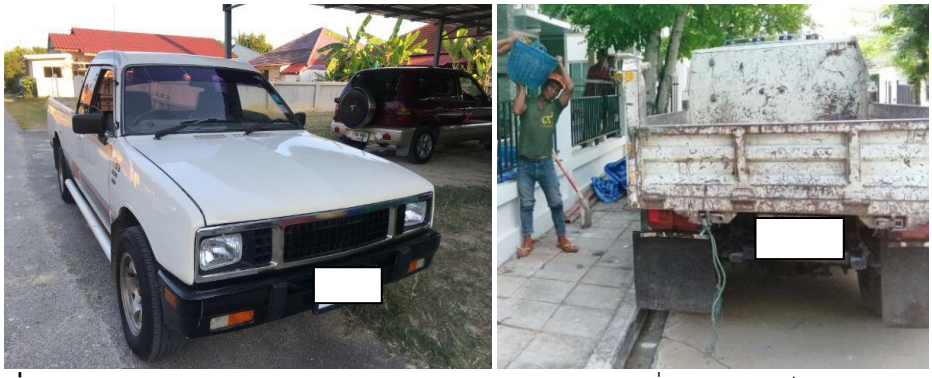
ในอาคารกรณีศึกษาที่ 3 การใช้เสาเข็มเจาะในการซ่อมแซมอาคาร บริหารการจัดการการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงานงาน ออกเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.18 ตารางแสดงการบริหารจัดการในการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน

การบริหารจัดการในการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม แรงงาน		
การบริหารจัดการ	**จำนวนแรงงานพร้อมเครื่องมือ**	**ยานพาหนะ**
การสำรวจดิน	3 คน + เครื่องมือ	รถยนต์กระบะ 4 ล้อ
การสำรวจอาคาร	3 คน + เครื่องมือ	รถยนต์กระบะ 4 ล้อ
การขนส่งเสาเข็ม	3 คน + เครื่องมือ	รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ (รถเฮียบ)
การซ่อมแซมอาคาร	15-20 คน + เครื่องมือ	รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ รถยนต์กระบะ 4 ล้อ

นอกจากการบริหารจัดการในการขนส่ง ทางบริษัทยังคงมีแรงงานขับรถและการซ่อมแซมดูและรักษายานพาหนะอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.72 แสดงยานพาหนะในการบริหารการจัดการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 4.73 แสดงยานพาหนะในการบริหารการจัดการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

7 การซ่อมแซมอาคาร

การบริหารจัดการเรื่องการซ่อมแซมอาคารของกรณีศึกษาที่ 3 เป็นการบริหารจัดการแบบมีขั้นตอนคือผู้บริหารแจกจ่ายงานแบบเป็นขั้นตอนจนมาถึงขั้นตอนกี่ซ่อมแซมอาคารวิศวกรอาจเป็นคนคนเดียวกันทุกขั้นตอนก็ได้ ในกรณีศึกษาที่ 3 การซ่อมแซมอาคารมีวิศวกรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวและงานวิศวกรรมเป็นตัวหลักในการกระจายงานไปยังหัวหน้างานและแรงงาน โดยมีที่ผู้บริหารของบริษัทและปรึกษาของบริษัทคอยให้คำปรึกษาระหว่างการซ่อมแซมโครงการนั้น ๆ

4.5.2.3 มนุษย์ (People Ware) สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลตามกรอบแนวความคิดในการศึกษาได้ดังนี้

บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด บริหารงานโดยคุณหยาดวนา วีระศิริ ซึ่งคู่สมรส คือ ผศ.ดร.ธเนศ วีระศิริ ซึ่งดำรงตำแหน่งเป็นประธานกรรมการด้านเทคนิคของบริษัทอีกด้วย การบริหารงานของคุณหยาดวนา วีระศิริ และ ผศ.ดร.ธเนศ วีระศิริ ได้เล็งเห็นและตระหนักถึงคุณค่าและการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางเทคโนโลยีจึงได้นำเทคนิคใหม่ ๆ โดยทำการคิดค้นและประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมในการสำรวจอาคาร ซ่อมแซมอาคาร และเสาเข็มแบบต่าง ๆ เพื่อลดขั้นตอนในการสำรวจและการซ่อมแซม รวมถึงงานวิศวกรรมอื่น ๆ ในบริษัท ถ่ายทอดองค์ความรู้ต่าง ๆ จากประสบการณ์ลงมาสู่วิศวกร หัวหน้างาน แรงงาน ในโครงการหนึ่ง ๆ

วิศวกรจะเป็นวิศวกรที่ในแต่ละด้านแตกต่างกันออกไป แรงงานในการสำรวจดิน แรงงานในการสำรวจอาคาร

รูปที่ 4.74 แสดงการทำงานของวิศวกรในขั้นตอนต่าง ๆ
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

แรงงานในการซ่อมแซมอาคารล้วนเป็นแรงงานที่มีทักษะในเรื่องงานวิศวกรรม โดยการทำงานในแต่ละขั้นตอนจะมีวิศวกรควบคุมในแต่ละขั้นตอนเสมอ

รูปที่ 4.75 แสดงแรงงานทักษะในอาคารกรณีศึกษาที่ 3
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

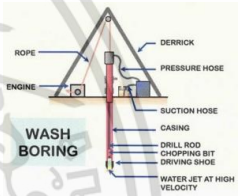
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2.4 เครื่องมือ (Hard Ware) สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลตามกรอบแนวความคิดในการศึกษาได้ดังนี้

1 เครื่องมือในการเจาะสำรวจดิน

การใช้เครื่องมือในการสำรวจดินของอาคารกรณีศึกษาที่ 3 นั้นเป็นการใช้เครื่องมือในการสำรวจดินแบบ Wash Boring เป็นเครื่องมือโดยทั่วไปที่ได้รับมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ เช่น สามขาเจาะดิน กระบอกเก็บตัวอย่างดิน อุปกรณ์ในการจดบันทึก เป็นต้น

ตารางที่ 4.19 ตารางแสดงเครื่องมือในการเจาะสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 3

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจดิน	Tripod Rig (สามขาเจาะดิน) เจาะสำรวจดินด้วยระบบ Wash Boring	
	กระบอกเก็บตัวอย่างดิน แบบผนังเบา และ แบบผ่า	
	ปั๊มน้ำ	
	เครื่องมือสำหรับกว้านเจาะ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจดิน	หัวหิวชุดลูกตุ้มเหล็ก	
	ชุดลูกตุ้มเหล็กหนัก 140 ปอนด์ ก้านเจาะ	
	เชือกป่านมนิลา	
	จอบ	
	สว่านมือ	
	เตาแก๊สแบบพกพา	
	กาต้มน้ำ / หม้อต้มน้ำ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 (ต่อ)

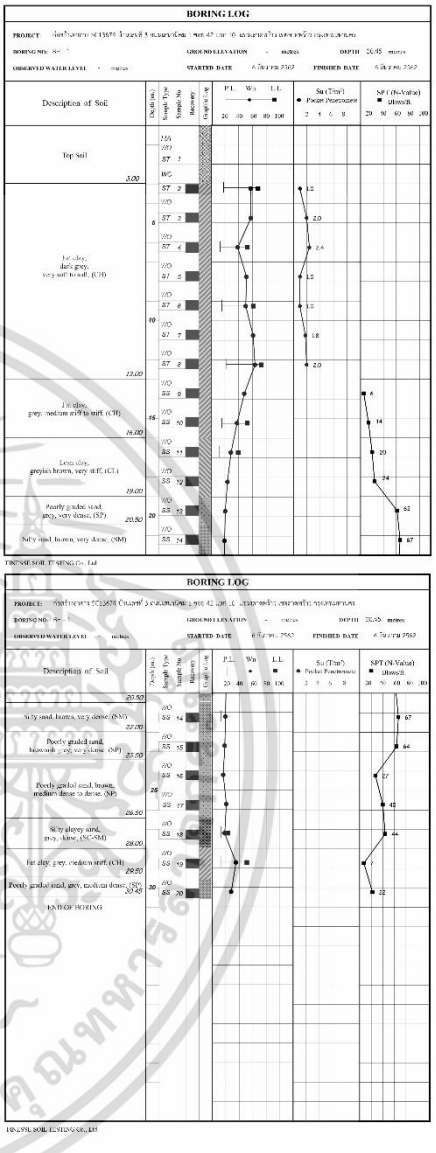
เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจดิน	สารพาราฟิน	
	สายวัด / ตลับเมตร	
	ค้อน	
	ร่มบังแดด	
	กระดาษกาว	
	อุปกรณ์สำหรับจดบันทึก	

2 เครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดิน

การใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดินของกรณีศึกษาที่ 3 นั้น ทางวิศวกรในห้องปฏิบัติการทดสอบดินจะออกใบ Boring Log Sheet ให้ วิศวกรเพื่อมาคำนวณการออกแบบเสาเข็มต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.20 ตารางแสดงเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 3

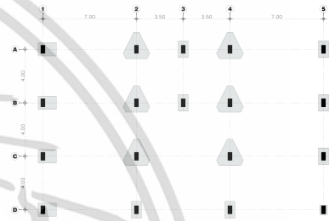
เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดิน	Boring Log Sheet ใบแสดงการจัดเรียงตัวของชั้นดินและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของดินเทียบกับความลึก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 เครื่องมือในการสำรวจอาคาร

การใช้เครื่องมือในการสำรวจอาคารในกรณีศึกษาที่ 3 นั้น ใช้องค์ความรู้ทั่วไปในทางวิศวกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และการใช้เครื่องมือพื้นฐานร่วมกับการใช้เครื่อง Linear Variable Displacement Transducer และ Data Logger ในการสำรวจโดยมีแรงงานที่มีความรู้ในการใช้เครื่องมือ

ตารางที่ 4.21 ตารางแสดงเครื่องมือในการสำรวจอาคาร อาคารกรณีศึกษาที่ 3

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจอาคาร	แบบก่อสร้าง / แบบโครงสร้างอาคาร	
	Linear Variable Displacement Transducer	
	Data Logger	
	Leveling Parallax Wire	
	กล้องระดับ	
	สตาฟ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 (ต่อ)

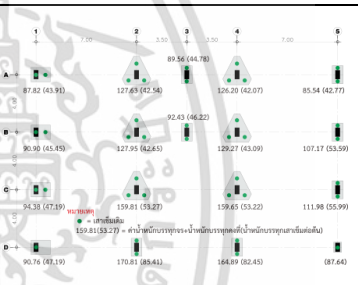
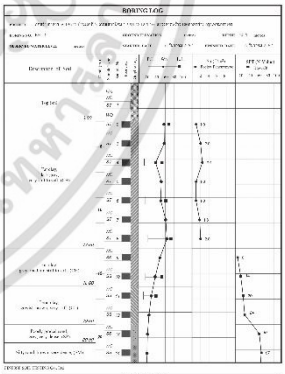
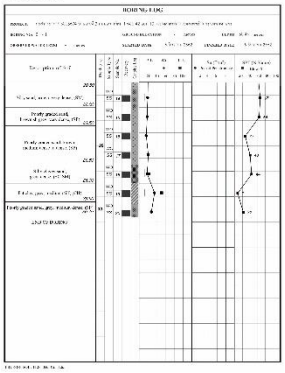
เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจอาคาร	ไม้บรรทัด	
	อุปกรณ์สำหรับจดบันทึก	
	เครื่องคิดเลข	
	กล้องถ่ายรูป	
	เครื่องคอมพิวเตอร์	
	เครื่องพิมพ์เอกสาร	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 เครื่องมือที่ใช้ออกแบบเสาเข็ม

การใช้เครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มของอาคารกรณีศึกษาที่ 3 มีการใช้ข้อมูลดิน ข้อมูลอาคาร และเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ

ตารางที่ 4.22 ตารางแสดงเครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 3

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบเสาเข็ม	แบบก่อสร้างอาคาร / แบบโครงสร้างอาคาร.	
	แบบน้ำหนักบรรทุกกดลงฐานราก Column Load.	
	Boring Log Sheet.	 

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

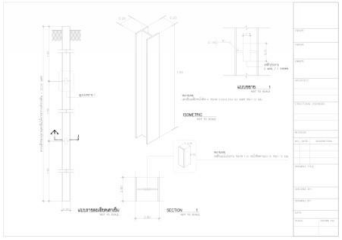
ตารางที่ 4.22 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบเสาเข็ม	เครื่องคิดเลข	
	เครื่องคอมพิวเตอร์	
	เครื่องพิมพ์เอกสาร	

5 เครื่องมือที่ใช้ผลิตเสาเข็ม

การใช้เครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มของอาคารกรณีศึกษาที่ 3 เนื่องจากวิศวกรออกแบบเป็นเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช ขนาด 20X20 ซม. ยาว 1.50 เมตร ดังนั้นเครื่องมือในการผลิตเสาเข็มจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ ตัด เชื่อม เหล็กรูปพรรณโดยทั่วไปเพื่อให้เตรียมติดตั้งที่หน้างาน เช่น เป็นต้น

ตารางที่ 4.23 ตารางแสดงเครื่องมือในการผลิตเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 3

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ผลิตเสาเข็ม	แบบก่อสร้างเสาเข็ม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 (ต่อ)

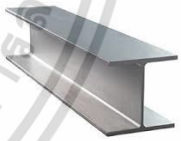
เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ผลิตเสาเข็ม	เหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช H ขนาด 20x20 ซม.	
	ตลับเมตร / สายวัด	
	แก๊ซตัดเหล็ก	
	ตู้เชื่อมไฟฟ้า	
	ลวดเชื่อม	

6 เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร

การใช้เครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวของกรณีศึกษาที่ 1 เป็นการใช้เครื่องมือทางด้านวิศวกรรมโดยทั่วไปในการถ่ายแรง ในการรับแรง การสกัด การขุด โดยอาศัยความรู้ความชำนาญในการซ่อมแซมอาคารของวิศวกร เช่น เครื่องสกัดคอนกรีต ดิ่ง ระดับน้ำ จอบ บุ้งกี๋ สามขา เข็มเจาะ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 ตารางแสดงเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 3

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	รูปถ่าย
เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร	เครื่องสกัดคอนกรีต	
	ลูกหมูเจียรคอนกรีต	
	จอบและพลั่วขุดดิน	
	รถขนดิน	
	บุ้งกี๋	
	เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช Steel PileH ขนาด 20x20 ซม.	
	เครื่องเชื่อมไฟฟ้า	
	ลวดเชื่อม	

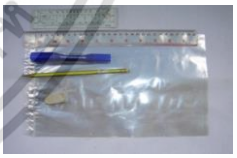
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร	ปั้นจั่นขนาดเล็ก	
	ดิ่ง	
	ระดับน้ำ	
	แม่แรงไฮโดรลิก	
	แม่แรงกระปุก	
	คอนกรีต	
	อิฐมอญ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร	เกียงก่อ	
	ปูนก่อ / ปูนฉาบ	
	ไม้แบบและค้ำยัน	
	เกียงฉาบ	
	สายวัด / ตลับเมตร	
	อุปกรณ์ขดบันทึก	
	ชุดโต๊ะเก้าอี้สนาม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 เครื่องมือที่ใช้ในการขนส่ง

การใช้เครื่องมือในการขนส่ง การขนส่งในที่นี้หมายถึง ขนส่งแรงงาน เครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน ของอาคารที่ทรุดตัวของกรณีศึกษาที่ 3

ตารางที่ 4.25 ตารางแสดงเครื่องมือในการขนส่งอาคารกรณีศึกษาที่ 3

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการขนส่ง	รถยนต์กระบะ 4 ล้อ	
	รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ	
	รถยนต์บรรทุก 6 ล้อติดตั้งเครน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 กรณีศึกษาที่ 4 การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยใช้เสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø)

4.6.1 ข้อมูลทั่วไป

อาคารพักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ชั้น ตำบลบางน้ำจืด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มีพื้นที่ใช้สอยประมาณ 145 ตารางเมตร ตั้งอยู่ถนนคอนกรีต 6.00 เมตร ช่องจราจร 2 ช่องจราจร ห่างจากถนนเอกชัย ที่มีขนาดความกว้าง 20.00 เมตรที่มี 4 ช่องจราจรประมาณ 1.5 กิโลเมตร อาคารตั้งอยู่ในเขตชุมชน แต่ก็ยังสามารถเข้าถึงพื้นที่ในการซ่อมแซมได้อย่างสะดวก

รูปที่ 4.76 แสดงทัศนียภาพด้านหน้าอาคารพักอาศัย อาคารกรณีศึกษาที่ 4
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 4.77 แสดงเส้นทางการสัญจรบริเวณอาคารกรณีศึกษาที่ 4
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6.1.1 ลักษณะและสาเหตุของการทรุดตัว

จากการลงพื้นที่ของทีมสำรวจอาคาร สิ่งแรกเลยที่พบคือร้อยร้าวลักษณะเฉียง 45 องศา จึงสันนิฐานว่าอาจจะเกิดจากฐานรากบริเวณที่เกิดรอยร้าวทรุดตัวไม่เท่ากันตัวที่ทรุดจึงดึงตัวอื่นให้ทรุดตามไปด้วย ลักษณะเช่นนี้มักจะเกิดกับอาคารที่วางอยู่บนเสาเข็มสั้น หรือปลายเสาเข็มอยู่ในชั้นดินที่ยังไม่มีความแข็งแรงเพียงพอ กำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มจึงขึ้นอยู่กับสภาพของดินโดยรอบผิวเสาเข็มเพียงอย่างเดียว สภาพเช่นนี้หากบริเวณส่วนใดส่วนหนึ่งของอาคารรับน้ำหนักบรรทุกเกิน ฐานรากบริเวณนั้นจะทรุดตัวมากและจะดึงรั้งให้ฐานรากตัวอื่นทรุดตัวตามไปด้วย ดังนั้นแล้วเพื่อเป็นการพิสูจน์ข้อสันนิฐานวิศวกรจึงต้องทำการสำรวจตามขั้นตอนการซ่อมแซมอาคารต่อไป

รูปที่ 4.78 แสดงลักษณะรอยร้าวของอาคาร
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

4.6.2 ข้อมูลและองค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร

จากกรอบความคิดในการศึกษาในการทำวิทยานิพนธ์เรื่องเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร องค์ประกอบเทคโนโลยีคือองค์ประกอบนามธรรมและองค์ประกอบรูปธรรมและศึกษาร่วมกับรายละเอียดการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารโดยการใช้เสาเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) และได้แบ่งหัวข้อศึกษาดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

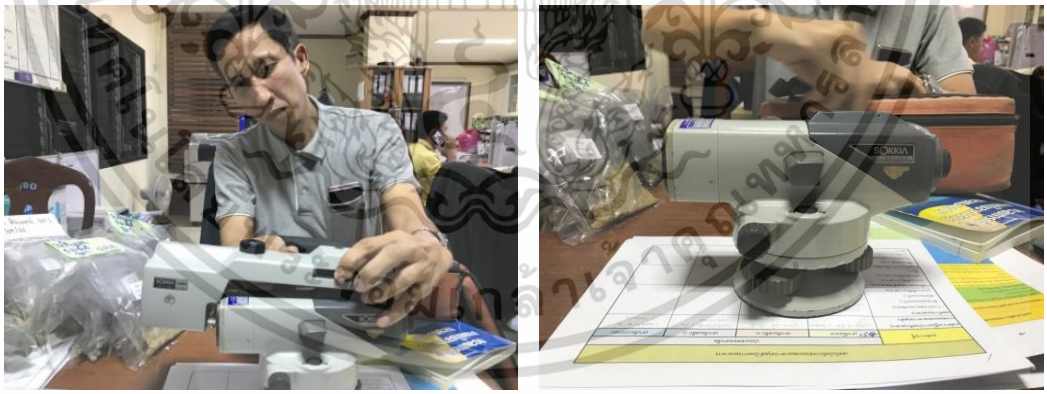
4.6.2.1 องค์ความรู้ (Soft Ware) สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลตามกรอบแนวความคิดในการศึกษาได้ดังนี้

1 องค์ความรู้ในการก่อสร้างและการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว

จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์ รวบรวมเอกสาร รูปถ่าย พบว่าองค์ความรู้ในการก่อสร้างและการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวโดยการยกอาคาร ในอาคารกรณีศึกษาที่ 4 อาคารพักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ชั้น องค์ความรู้ในการก่อสร้างและการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว องค์ความรู้ (Soft Ware) เป็นองค์ความรู้ที่เป็นมาตรฐานของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ประสบการณ์ทำงานโดยผู้บริหารและคณะที่ปรึกษาของบริษัทได้จัดทำเป็นองค์ความรู้มาตรฐานของบริษัท ถ่ายทอดไปยังวิศวกร หัวหน้างาน คนงาน เช่นการสำรวจ การคำนวณ การหาค่าทางวิศวกรรม การประยุกต์ใช้เครื่องมือในงานสำรวจเพื่อร่นระยะเวลาการสำรวจและการซ่อมแซม เป็นต้น

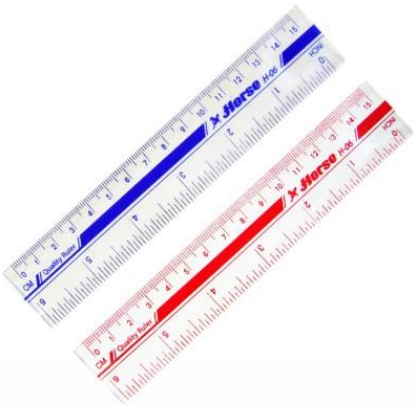
2 องค์ความรู้ในการตรวจสอบรอยร้าวและตรวจสอบอาคาร

การสำรวจอาคารพักอาศัยรวมมีการใช้องค์ความรู้ประสบการณ์ของผู้บริหารในการแก้ปัญหาร่วมกับเครื่องมือสำรวจอาคารโดยทั่วไป เช่น กล้องระดับ กล้องที่อ่านค่าความละเอียดได้ 1 ใน 100 ของมิลลิเมตร แผ่นสเกลหรือไม้บรรทัดหน่วยเป็นมิลลิเมตร ไม้สตาฟ ไม้วัดระดับ อาคารกรณีศึกษาที่ 4 เป็นอาคารบ้านพักอาศัยซึ่งเป็นอาคารไม่ใหญ่มาก เครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องมือพื้นฐานโดยทั่วไป



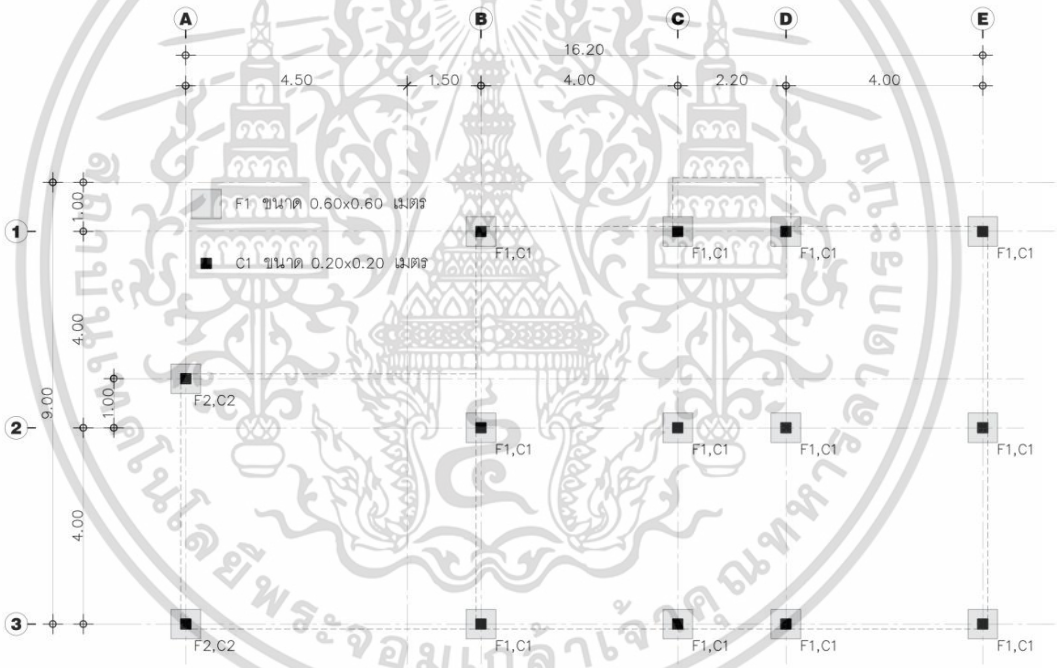
รูปที่ 4.79 แสดงกล้องระดับและการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อการวัดค่าที่ละเอียดขึ้นในการสำรวจการทรุด
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.80 แสดงแผ่นสเกลหรือไม้บรรทัดที่มีหน่วยเป็นมิลลิเมตร ติดตั้งบริเวณเสาทุกเสาของอาคาร

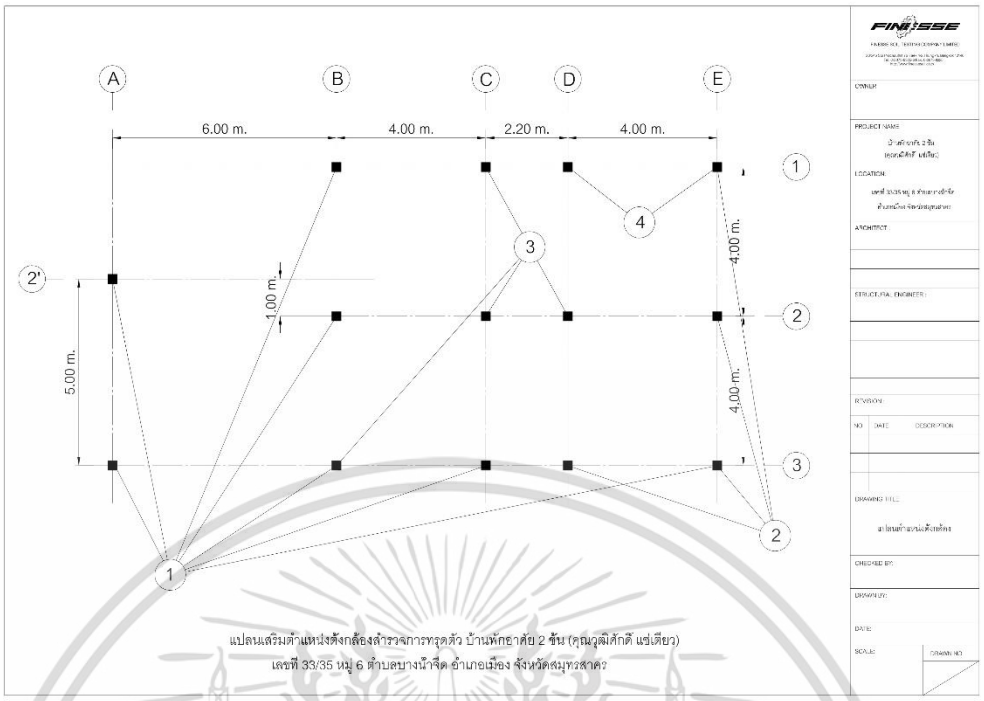
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา



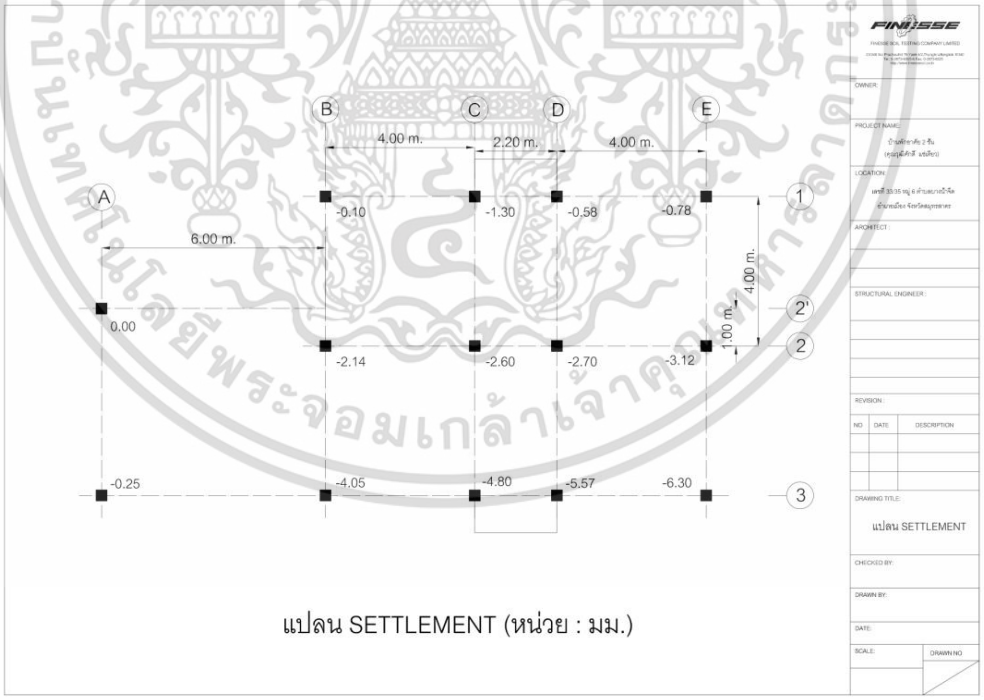
รูปที่ 4.81 แสดงผังฐานรากของอาคารกรณีศึกษาที่ 4

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.82 แสดงตำแหน่งการตั้งกล้องสำรวจของอาคารกรณีศึกษาที่ 4
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด



รูปที่ 4.83 แสดงค่าตัวเลขการทรุดตัว (Plan Settlement) ของอาคารกรณีศึกษาที่ 4
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากทำการสำรวจอาคารพบว่าบริเวณที่ทรุดตัวมากที่สุดอยู่เสา E3(-6.30ม.ม.) D3(-5.57 ม.ม.) C3 (-4.80 ม.ม.) ที่เกิดรอยร้าวและเป็นไปตามข้อสันนิฐานตามที่กล่าวมาข้างต้น การเสริมเสาเข็มต้องมีข้อมูลการสำรวจดินร่วมด้วยในการตัดสินใจของวิศวกรและจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

3 องค์ความรู้ในเรื่องเจาะสำรวจดิน

การเจาะสำรวจดินบริเวณอาคารกรณีศึกษาที่ 4 เป็นการสำรวจดินแบบวิธี Wash Boring โดยเก็บดินตัวอย่างทุก ๆ ช่วงความลึก 1.50 เมตร ใช้กระบอกเก็บดินแบบผนังบาง (Thin-Wall Tube) และ กระบอกเก็บตัวอย่างแบบผ่า (Spilt Spoon Tube) เมื่อเก็บตัวอย่างดินแล้ววิศวกรจะนำดินนั้นไปเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อหาค่าต่าง ๆ ของดินเช่น การจัดเรียงตัวของชั้นดิน ความชื้นและความลึกของดิน วิธีการแบบนี้เป็นวิธีการตามมาตรฐาน วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) ซึ่งเป็นวิธีเก็บตัวอย่างโดยทั่วไปมีการเรียนการสอนในระดับการศึกษาของมหาวิทยาลัย เมื่อวิศวกรประจำห้องปฏิบัติการทดสอบดิน ทำการทดสอบดินเรียบร้อยแล้ว วิศวกรจะออกใบรายงานผลซึ่งใบรายงานผลนี้เราเรียกว่า Boring Log Sheet

Boring Log Sheet เป็นใบรายงานผลลักษณะการเรียงตัวของชั้นดินที่วิศวกรภาคสนามเก็บตัวอย่างดินเพื่อไปทดสอบในห้องปฏิบัติการซึ่งจะแสดงค่าต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

หมายเลข 1 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับชื่อโครงการ สถานที่ หมายเลขหลุมเจาะ ความลึกที่เจาะสำรวจ วันที่เจาะสำรวจและระดับน้ำใต้ดิน

หมายเลข 2 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดินตามความลึก ชนิดของดิน สภาพความแข็งแรงหรือสภาพแน่นตัวของดิน

หมายเลข 3 แสดงระดับความลึกนับจากผิวดินที่เจาะสำรวจ

หมายเลข 4 ชนิดของการเก็บตัวอย่าง **ST (Shelby Tube หรือ Thin-Wall Tube)** = แสดงว่าเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกบาง **SS (Split-Spoon Tube)** =แสดงว่าเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกแบบผ่า

หมายเลข 5 แสดงหมายเลขกำกับดินตัวอย่าง

หมายเลข 6 แสดง Recovery เป็นช่องสัญลักษณ์แสดงปริมาณของดินตัวอย่างที่เก็บได้ เมื่อเก็บตัวอย่างดินได้เต็มกระบอกจะแสดงสัญลักษณ์สีทึบเต็มช่อง ถ้าเก็บตัวอย่างดินไม่เต็มจะแสดงสีทึบเพียงครึ่งเดียว สังเกตได้ว่าการแสดงสัญลักษณ์แบบนี้แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพชั้นดินอีกทางหนึ่ง

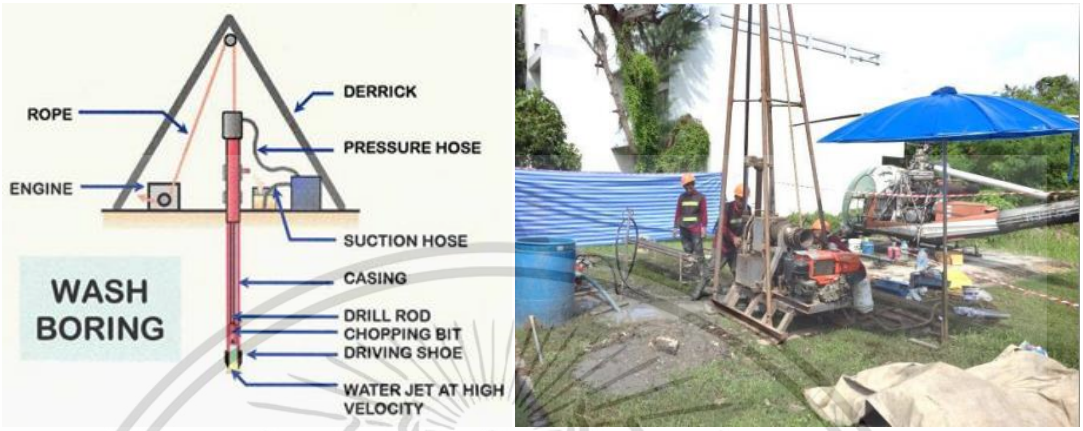
หมายเลข 7 Graphic Log สัญลักษณ์ของดินแต่ละชนิด

หมายเลข 8 ปริมาณความชื้นของดินตามความลึก และค่า Atterberg's Limit ความชื้นของดินในธรรมชาติ ณ ตำแหน่งนั้น ๆ ใกล้เคียงขีดจำกัดพลาสติกมากน้อยเพียงใด

หมายเลข 9 กำลังรับแรงเฉือนของดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

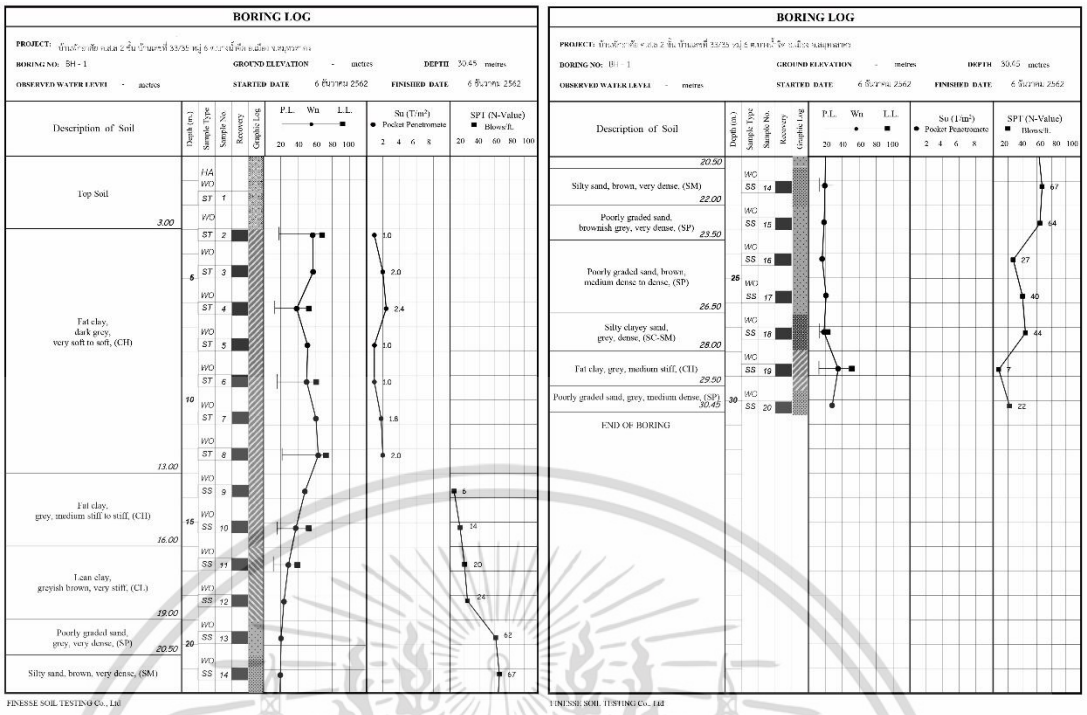
หมายเลข 10 ช่องแสดงค่า STP (Standard Penetration Test) ข้อสังเกตถ้า หมายเลข 4 เป็น SS จะมีค่า SPT ด้วยเสมอ เพราะการใช้กระบอกดินแบบผ่าต้องใช้ลูกตุ้มตอก ดังนั้นจึงนับจำนวนครั้งในการตอกจึงได้ค่า SPT



รูปที่ 4.84 แสดงการเจาะสำรวจดินแบบ Wash Boring
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 4.85 แสดงกระบอกเก็บดินแบบผนังบาง (ซ้าย) และ กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบผ่า (ขวา)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.86 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดิน (Boring Log Sheet) ของอาคารกรณีศึกษาที่ 4
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

4 องค์ความรู้ในเรื่องข้อมูลดินกับการเลือกใช้เสาเข็ม

สรุปแล้ว Boring Log Sheet ของอาคารกรณีศึกษาที่ 4 อาคารพักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 2 ชั้น ตำบลบางน้ำจืด อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร แสดงให้เห็นว่าการเจาะสำรวจดินแบบนี้ใช้กระบอกเก็บดินแบบกระบอกผ่าเพราะมีสัญลักษณ์ตัวอักษร SS และกระบอกเก็บดินแบบบาง เพราะมีสัญลักษณ์ตัวอักษร ST ด้วย (หมายเลข 4) จากนั้นก็จะกลายเป็นชั้นดินทราย ค่า STP แสดงผลคือระดับความลึกตั้งแต่ 14.00 เมตร เป็นดินเหนียว (หมายเลข 2) มีค่า STP มากขึ้นเรื่อย ๆ 62 ครั้ง/ฟุต ที่บริเวณ 20.50 เมตร (หมายเลข 10) และลึกลงไปเช่นนี้จนถึงระดับชั้นดินที่ 30.45 เมตร จากสภาพดินเช่นนี้การก่อสร้างอาคารโดยการใช้เสาเข็มเจาะจึงไม่เหมาะสมซึ่งดินชั้นทรายอาจจะพังทลายและมีน้ำไหลผ่านชั้นทรายเข้ารูเจาะทำให้ดินที่ปลายเสาเข็มซึ่งเดิมเป็นทรายแน่นกลายเป็นทรายหลวม แรงต้านทานที่ปลายเสาเข็มจึงต่ำลง อาคารกรณีนี้จึงเหมาะแก่เสาเข็มตอก แต่ด้วยการขนส่งและบริเวณพื้นที่ทำงานที่หน้างานไม่เอื้ออำนวยการเปลี่ยนมาใช้เครื่องแม่แรงไฮโดรลิกจึงดูเหมาะสมกว่าการใช้เครื่องปั้นจั่นขนาดเล็ก

4.6.2.2 การบริหารจัดการ (Management Ware) สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลตามกรอบแนวความคิดในการศึกษาได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 การสำรวจดิน

การบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจดินของอาคารกรณีศึกษาที่ 4 อาคารพักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 2 ชั้น การบริหารจัดการเป็นการถ่ายทอดกระบวนการมาเป็นขั้นตอนเช่น เจ้าของโครงการพูดคุยกับผู้บริหารและกรรมการผู้บริหารได้แนวทางแน่ชัด ถ่ายทอดมายังวิศวกรและทีมงานสำรวจดิน และการสำรวจดินใช้ความรู้และการใช้เครื่องมือตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)

2 การวิเคราะห์ผลและการทดสอบดิน

การบริหารจัดการการวิเคราะห์ผลของดินและการทดสอบดิน ในอาคารกรณีศึกษาที่ 4 หลังจากทีมสำรวจดินซึ่งนำโดยวิศวกรที่ทำการสำรวจดินเก็บข้อมูลตัวอย่างของดินเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการส่งข้อมูลทั้งหมดให้กับวิศวกรและเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการและทดสอบดิน ขั้นตอนต่อมาวิศวกรหรือเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทดสอบดินก็จะออกใบรายงานผลการทดสอบดิน หรือ Boring Log Sheet ตามตัวอย่างรูปที่ 4.99 และ 4.100 ให้กับวิศวกรเพื่อเป็นข้อมูลประกอบในการออกแบบเสาเข็มต่อไป

3 การสำรวจอาคาร

การบริหารจัดการในเรื่องสำรวจอาคารของอาคารกรณีศึกษาที่ 4 อาคารพักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็กสูง 2 ชั้น เริ่มต้นจากการพูดคุยกับเจ้าของโครงการร่วมกับผู้บริหารและประธานฝ่ายเทคนิคของบริษัท ถ่ายทอดมาวิศวกรที่รับผิดชอบงานดำเนินการถ่ายทอดลงมายังทีมสำรวจ มีการประชุมหารือ การใช้แรงงาน การสัญจร หลัก ๆ แล้วมีทีมสำรวจ 3 คน หนึ่งในสามเป็นวิศวกร ใช้ความรู้และวิธีการตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) รวมถึงการประยุกต์ใช้เครื่องมือเพื่อลดเวลาและขั้นตอนในการสำรวจอาคารด้วย เสร็จสิ้นกระบวนการแล้วทีมงานและวิศวกรจะมีใบรายงานผลตัวเลขการทรุดตัวของอาคาร (Plan Settlement) รูปที่ 4.96 เพื่อให้วิศวกรทีมงานออกแบบเสาเข็มต่อไป

4 การออกแบบเสาเข็ม

การบริหารจัดการในเรื่องการผลิตเสาเข็มของการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 4 กระบวนการในการออกแบบเสาเข็มนั้น วิศวกรผู้รับผิดชอบต้องมีเอกสารหลัก ๆ คือ ใบรายงานแสดงการจัดเรียงตัวของชั้นดิน (Boring Log Sheet) เพื่อรู้สภาพและชนิดของดินในแต่ละชนิด ปริมาณความชื้น ความลึก รายงานผลตัวเลขน้ำหนักบรรทุกคงที่กดลงฐานราก (Column Load) หรือ ค่าตัวเลขการทรุดตัว (Plan Settlement) เพื่อรู้ถึงตำแหน่งการทรุดเอียงของอาคารรวมถึงแบบการหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าน้ำหนักมวลรวมของอาคาร เป็นการคำนวณการหาน้ำหนักต่อตันที่ถ่ายน้ำหนักลงเสาตอม่อในแต่ละเสาของอาคาร

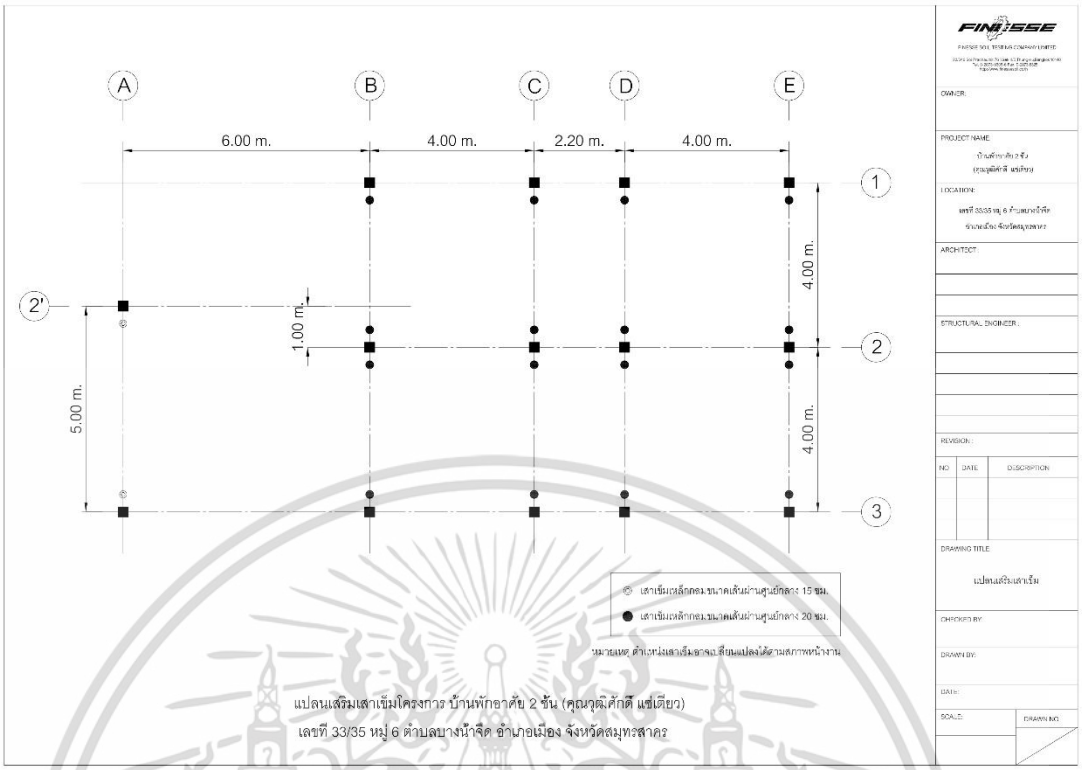
เมื่อได้ข้อมูลดังกล่าวมาเรียบร้อยแล้ว วิศวกรจะเป็นคนตัดสินใจจากข้อมูลดังกล่าวว่าควรใช้เสาเข็มชนิดใด รวมถึงการวิเคราะห์ถึงการขนส่ง การใช้พื้นที่หน้างานราคาค่าก่อสร้าง และอื่น ๆ ในการตัดสินใจด้วย ในอาคารกรณีศึกษาที่ 4 นี้ วิศวกรได้ออกแบบเสาเข็มเป็นเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) ขนาด 20x20 ซ.ม. ยาว 1.50 เมตร ปลายเสาเข็มปลายเสาเข็มอยู่ในระดับชั้นดินทรายปนดินเหนียวความลึก 19-20 เมตร เลือกวิธีการติดตั้งเสาเข็มโดยใช้เครื่องแม่แรงไฮโดรลิก ทั้งนี้เพื่อให้ปลายเข็มหยั่งลงในชั้นทรายแน่นซึ่งจะทำให้แรงต้านทานปลายเสาเข็มสูงกว่าอยู่ในดินเหนียว ต่างจากการใช้เสาเข็มเจาะเพราะจะทำให้ดินในชั้นทรายหลวม

JOINT	LOAD	FORCE-X	FORCE-Y	FORCE-Z	MOM-X	MOM-Y	MOM Z
13	1	0.82	23.01	0.08	0.08	0.00	-0.38
14	1	-0.19	40.54	0.00	0.03	0.00	0.10
15	1	-0.69	15.43	0.46	0.24	0.00	0.35
16	1	0.55	29.69	-0.01	0.04	0.00	-0.25
17	1	-0.22	41.85	-0.09	-0.01	0.00	0.12
18	1	-0.33	28.17	-0.16	-0.06	0.00	0.17
19	1	0.59	27.03	0.33	0.21	0.00	-0.27
20	1	-0.44	35.99	0.19	0.12	0.00	0.23
21	1	-0.08	24.16	0.18	0.11	0.00	0.05
22	1	0.81	15.95	-0.24	-0.07	0.00	-0.39
23	1	-0.08	41.18	0.58	0.31	0.01	0.04
24	1	-0.75	23.24	0.44	0.23	0.00	0.37
28	1	-0.55	7.62	-0.87	-0.40	0.00	0.26
30	1	0.57	8.04	-0.90	-0.39	0.00	-0.29

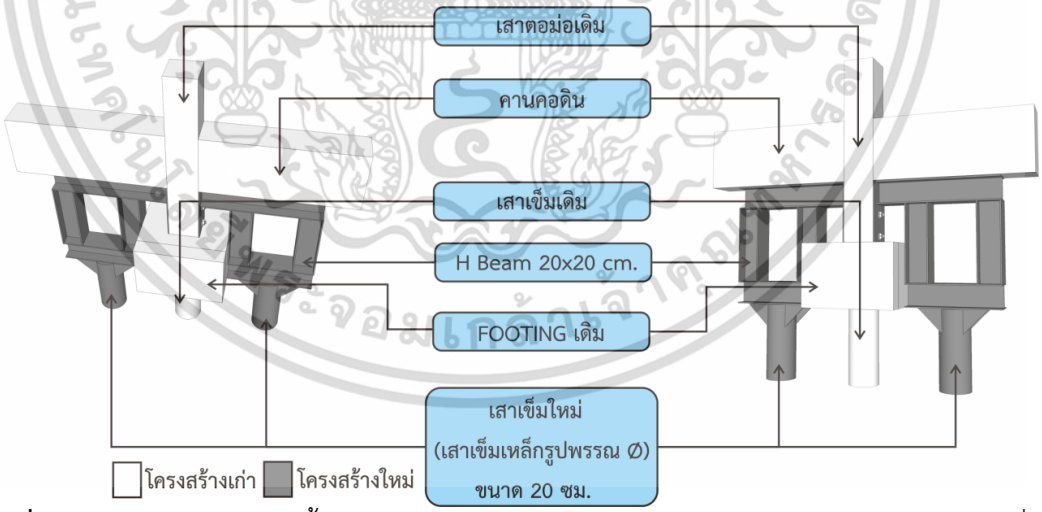
********** END OF LATEST ANALYSIS RESULT **********

รูปที่ 4.87 น้ำหนักบรรทุกคงที่กดลงฐานราก (Column Load) ในอาคารกรณีศึกษาที่ 4
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

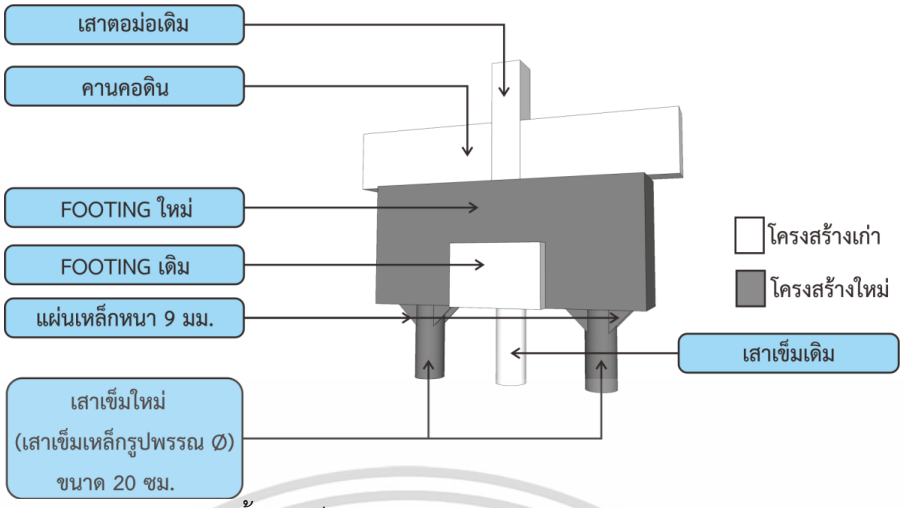


รูปที่ 4.88 การเสริมเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวงในอาคารกรณีศึกษาที่ 4
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด, ผู้ทำการศึกษา



รูปที่ 4.89 แสดงแบบการติดตั้งเสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) กรณีศึกษาที่ 4
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

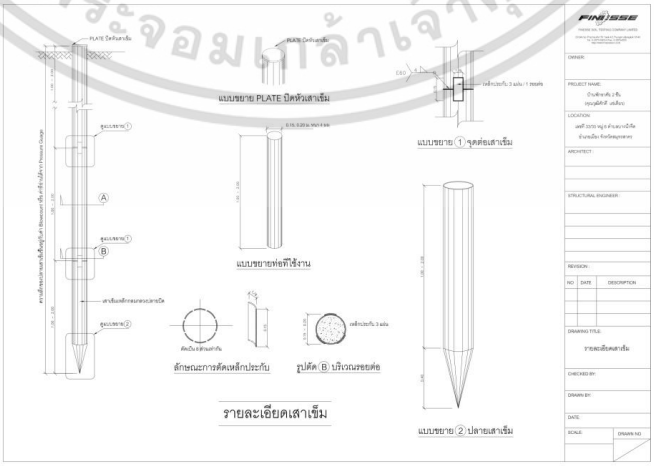


รูปที่ 4.90 แสดงแบบการติดตั้งเสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) กรณีศึกษาที่ 4
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เมื่อติดตั้งฐานรากใหม่และถ่ายแรงลงฐานรากใหม่และเสาเข็มเรียบร้อยแล้ว จึงใช้อิฐบล๊อคหรืออิฐมอญก่อเป็นแบบเพื่อเทคอนกรีตเป็นฐานราก (Footing ใหม่) รูปที่ 4.105

5 การผลิตเสาเข็ม

การบริหารจัดการในเรื่องการผลิตเสาเข็มของการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 4 เนื่องจากการซ่อมแซมทางวิศวกรได้เลือกการซ่อมแซมเป็นแบบเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) โดยอาศัยข้อมูลจากการสำรวจดิน การสำรวจอาคาร และน้ำหนักรวมของอาคารเป็นต้นและลงมติการซ่อมแซมอาคารโดยการใช้เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง ขนาด 20 ซ.ม. วิศวกรที่มีหน้าที่รับผิดชอบการออกแบบเสาเข็มแบบเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวงจึงต้องออกแบบและส่งแบบที่ทำการออกแบบนั้นให้ช่างฝีมือในการผลิตเสาเข็มเพื่อนำไปติดตั้งที่หน้างานต่อไป



รูปที่ 4.91 แสดงแบบก่อสร้างเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) 20 ซม.
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.92 แสดงแรงงานฝีมือผลิตเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) 20 ซม.
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

6 การขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน

การบริหารจัดการเรื่องการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง มีการบริหารการจัดการเรื่องการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม แรงงาน โดยมีพาหนะเป็นของตนเอง ดังนั้นแล้วการบริหารจัดการจึงสามารถบริหารจัดการภายในองค์กรได้เอง

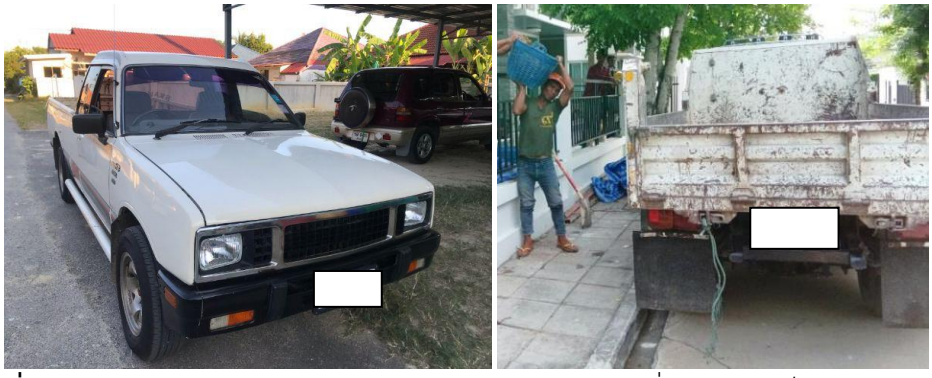
ในอาคารกรณีศึกษาที่ 4 การใช้เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) ในการซ่อมแซมอาคาร บริหารการจัดการการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงานงาน ออกเป็นดังนี้

ตารางที่ 4.26 ตารางแสดงการบริหารจัดการในการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน

การบริหารจัดการในการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม แรงงาน		
การบริหารจัดการ	**จำนวนแรงงานพร้อมเครื่องมือ**	**ยานพาหนะ**
การสำรวจดิน	3 คน + เครื่องมือ	รถยนต์กระบะ 4 ล้อ
การสำรวจอาคาร	3 คน + เครื่องมือ	รถยนต์กระบะ 4 ล้อ
การขนส่งเสาเข็ม	3 คน + เครื่องมือ	รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ
การซ่อมแซมอาคาร	15-20 คน + เครื่องมือ	รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ รถยนต์กระบะ 4 ล้อ

นอกจากการบริหารจัดการในการขนส่ง ทางบริษัทยังคงมีแรงงานขับรถและการซ่อมแซมดูและรักษายานพาหนะอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.93 แสดงยานพาหนะในการบริหารการจัดการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

7 การซ่อมแซมอาคาร

การบริหารจัดการเรื่องการซ่อมแซมอาคารของกรณีศึกษาที่ 4 เป็นการบริหารจัดการแบบมีขั้นตอนคือผู้บริหารแจกจ่ายงานแบบเป็นขั้นตอนจนมาถึงขั้นตอนกี่ซ่อมแซมอาคารวิศวกรอาจเป็นคนคนเดียวกันทุกขั้นตอนก็ได้ ในอาคารกรณีศึกษาที่ 4 การซ่อมแซมอาคารมีวิศวกรที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญทางด้านการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวและงานวิศวกรรมเป็นตัวหลักในการกระจายงานไปยังหัวหน้างานและแรงงาน โดยมีที่ผู้บริหารของบริษัทและปรึกษาของบริษัทคอยให้คำปรึกษาระหว่างการซ่อมแซมโครงการนั้น ๆ

4.6.2.3 มนุษย์ (People Ware) สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลตามกรอบแนวความคิดในการศึกษาได้ดังนี้

บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด บริหารงานโดยคุณหยาดวนา วีระศิริ ซึ่งคู่สมรส คือ ผศ.ดร.ธเนศ วีระศิริ ซึ่งดำรงตำแหน่งเป็นประธานกรรมการด้านเทคนิคของบริษัทอีกด้วย การบริหารงานของคุณหยาดวนา วีระศิริ และ ผศ.ดร.ธเนศ วีระศิริ ได้เล็งเห็นและตระหนักถึงคุณค่าและการพัฒนาทางเทคโนโลยีจึงได้นำเทคนิคใหม่ ๆ โดยทำการคิดค้นและประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมในการสำรวจอาคาร ซ่อมแซมอาคาร และเสาเข็มแบบต่าง ๆ เพื่อลดขั้นตอนในการสำรวจและการซ่อมแซม รวมถึงงานวิศวกรรมอื่น ๆ ในบริษัท ถ่ายทอดองค์ความรู้ต่าง ๆ จากประสบการณ์ลงมาสู่วิศวกร หัวหน้างาน แรงงาน ในโครงการหนึ่ง ๆ

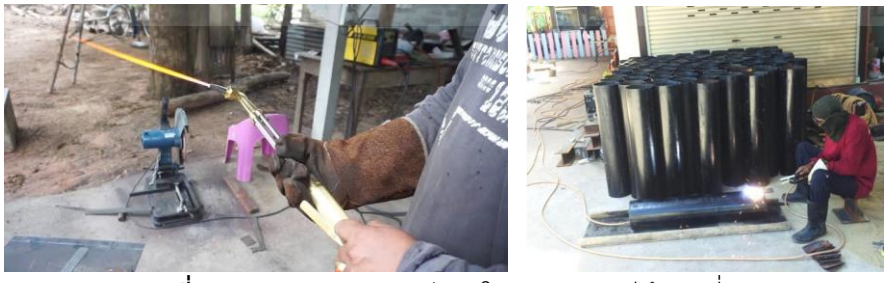
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.94 แสดงคุณหยาดวนา วีระศิริ (ซ้าย) ผศ.ดร.ธเนศ วีระศิริ (ขวา)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

วิศวกรจะเป็นวิศวกรที่ในแต่ละด้านแตกต่างกันออกไป แรงงานในการสำรวจดิน แรงงานในการสำรวจอาคาร

รูปที่ 4.95 แสดงคุณพิเชษฐ์ ชาติมนตรี (ซ้าย) คุณศิวิภา อะทะพะสุ วิศวกร
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

แรงงานในการซ่อมแซมอาคารล้วนเป็นแรงงานที่มีทักษะในเรื่องงานวิศวกรรม งานก่อสร้าง โดยการทำงานในแต่ละขั้นตอนจะมีวิศวกรควบคุมในแต่ละขั้นตอนเสมอ



รูปที่ 4.96 แสดงแรงงานทักษะในอาคารกรณีศึกษาที่ 4
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.97 แสดงแรงงานทักษะในอาคารกรณีศึกษาที่ 4
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

4.6.2.4 เครื่องมือ (Hard Ware) สามารถแบ่งการเก็บข้อมูลตามกรอบแนวความคิดในการศึกษาได้ดังนี้

1 เครื่องมือในการเจาะสำรวจดิน

การใช้เครื่องมือในการสำรวจดินของอาคารกรณีศึกษาที่ 3 นั้นเป็นการใช้เครื่องมือในการสำรวจดินแบบ Wash Boring เป็นเครื่องมือโดยทั่วไปที่ได้รับมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ เช่น สามขาเจาะดิน กระบอกเก็บตัวอย่างดิน อุปกรณ์ในการจดบันทึก เป็นต้น

ตารางที่ 4.27 ตารางแสดงเครื่องมือในการเจาะสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 4

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจดิน	Tripod Rig (สามขาเจาะดิน) เจาะสำรวจดินด้วยระบบ Wash Boring	
	กระบอกเก็บตัวอย่างดิน แบบผนังเบา และ แบบผ่า	
	ปั๊มน้ำ	

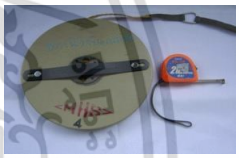
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจดิน	เครื่องมือสำหรับกว้านเจาะ	
	หัวหิวชุดลูกตุ้มเหล็ก	
	ชุดลูกตุ้มเหล็กหนัก 140 ปอนด์ ก้านเจาะ	
	เชือกป่านมนิลา	
	จอบ	
	สว่านมือ	

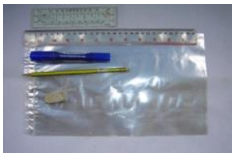
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.27 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจดิน	เตาแก๊สแบบพกพา	
	กาต้มน้ำ / หม้อต้มน้ำ	
	สารพาราฟิน	
	สายวัด / ตลับเมตร	
	ค้อน	
	ร่มบังแดด	
	กระดาษกาว	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

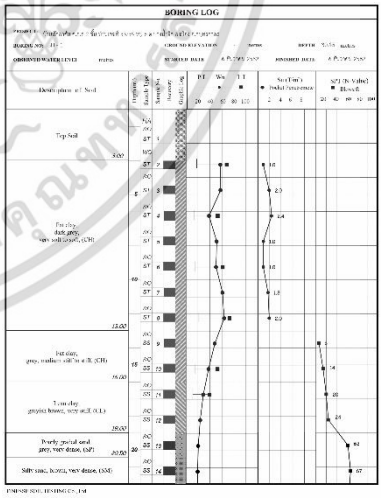
ตารางที่ 4.27 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจดิน	อุปกรณ์สำหรับจดบันทึก	

2 เครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดิน

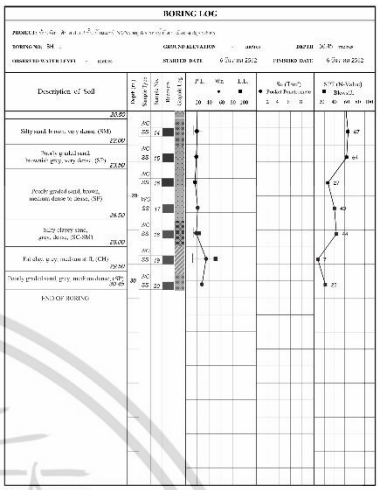
การใช้เครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดินของกรณีศึกษาที่ 3 นั้น ทางวิศวกรในห้องปฏิบัติการทดสอบดินจะออกใบ Boring Log Sheet ให้ วิศวกรเพื่อมาคำนวณการออกแบบเสาเข็มต่อไป

ตารางที่ 4.28 ตารางแสดงเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดินอาคารกรณีศึกษาที่ 4

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดิน	Boring Log Sheet ใบแสดงการจัดเรียงตัวของชั้นดินและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของดินเทียบกับความลึก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการสำรวจดิน	Boring Log Sheet ใบแสดงการจัดเรียงตัวของชั้นดินและค่าพารามิเตอร์ของดินเทียบกับความลึก	

3 เครื่องมือในการสำรวจอาคาร

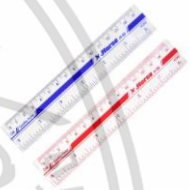
การใช้เครื่องมือในการสำรวจอาคารในอาคารกรณีศึกษาที่ 4 นั้น ใช้องค์ความรู้ทั่วไปในทางวิศวกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ และการใช้เครื่องมือพื้นฐาน ในการสำรวจโดยมีแรงงานที่มีความรู้ในการใช้เครื่องมือ

ตารางที่ 4.29 ตารางแสดงเครื่องมือในการสำรวจอาคาร อาคารกรณีศึกษาที่ 4

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจอาคาร	แบบก่อสร้าง / แบบโครงสร้างอาคาร	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.29 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจอาคาร	กล้องระดับ	
	สตาฟ	
	ไม้บรรทัด	
	อุปกรณ์สำหรับจดบันทึก	
	เครื่องคิดเลข	
	กล้องถ่ายรูป	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

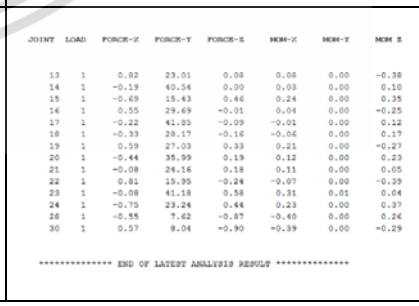
ตารางที่ 4.29 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจอาคาร	เครื่องคอมพิวเตอร์	
	เครื่องพิมพ์เอกสาร	

4 เครื่องมือที่ใช้ออกแบบเสาเข็ม

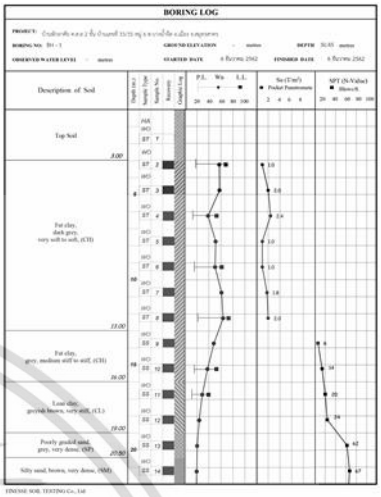
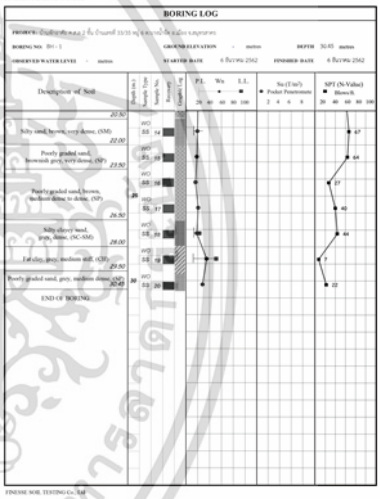
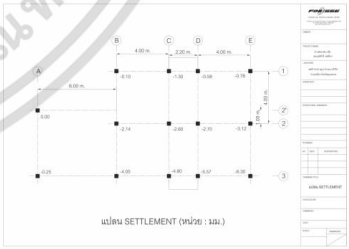
การใช้เครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มของอาคารกรณีศึกษาที่ 4 มีการใช้ข้อมูลดิน ข้อมูลอาคาร และเครื่องคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบ

ตารางที่ 4.30 ตารางแสดงเครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 4

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบเสาเข็ม	แบบก่อสร้างอาคาร / แบบโครงสร้างอาคาร.	
	แบบน้ำหนักบรรทุกกดลงฐานราก Column Load.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.30 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบเสาเข็ม	Boring Log Sheet.	 
	Plan Settlement	
	เครื่องคิดเลข	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

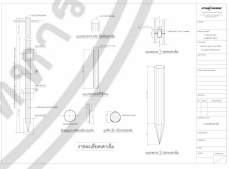
ตารางที่ 4.30 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบเสาเข็ม	เครื่องคอมพิวเตอร์	
	เครื่องพิมพ์เอกสาร	

5 เครื่องมือที่ใช้ผลิตเสาเข็ม

การใช้เครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มของอาคารกรณีศึกษาที่ 3 เนื่องจากวิศวกรออกแบบเป็นเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง ขนาด Ø 20 ซม. ยาว 1.50 เมตร ดังนั้นเครื่องมือในการผลิตเสาเข็มจึงเป็นเครื่องมือที่ใช้ ตัด เชื่อม เหล็กรูปพรรณโดยทั่วไปเพื่อให้เตรียมติดตั้งที่หน้างาน

ตารางที่ 4.31 ตารางแสดงเครื่องมือในการผลิตเสาเข็มอาคารกรณีศึกษาที่ 4

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ผลิตเสาเข็ม	แบบก่อสร้างเสาเข็ม	
	เหล็กรูปพรรณขนาด Ø 20 ซม. หนา 4 ม.ม.	
	ตลับเมตร / สายวัด	
	แก๊ซตัดเหล็ก	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.31 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ผลิตเสาเข็ม	ตู้เชื่อมไฟฟ้า	
	ลวดเชื่อม	
	คอนกรีต	

6 เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร

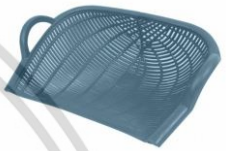
การใช้เครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวของกรณีศึกษาที่ 4 เป็นการใช้เครื่องมือทางด้านวิศวกรรมโดยทั่วไปในการถ่ายแรง ในการรับแรง การสกัด การขุด โดยอาศัยความรู้ความชำนาญในการซ่อมแซมอาคารของวิศวกร เช่น เครื่องสกัดคอนกรีต ดิ่ง ระดับน้ำ จอบ บุ้งกี๋ สามขา เข็มเจาะ เป็นต้น

ตารางที่ 4.32 ตารางแสดงเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารกรณีศึกษาที่ 4

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร	เครื่องสกัดคอนกรีต	
	ลูกหมูเจียรคอนกรีต	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.32 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร	จอบและพลั่วขุดดิน	
	รถขนดิน	
	บุ้งกี๋	
	เสาเข็มเหล็กรูปพรรณกลวม กลวง (Steel Pile Ø) ขนาด 20 ซม.	
	ตู้เชื่อมไฟฟ้า	
	ลวดเชื่อม	
	ดิ่ง	
	ระดับน้ำ	

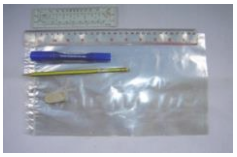
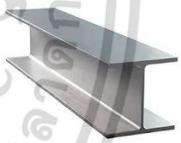
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.32 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร	แม่แรงไฮโดรลิก	
	แม่แรงกระปุก	
	คอนกรีต	
	อิฐมอญ	
	เกียงใบโพธิ์ / เกียงก่อ	
	ปูนก่อ / ปูนฉาบ	
	ไม้แบบและค้ำยัน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.32 (ต่อ)

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคาร	สายวัด / ตลับเมตร	
	อุปกรณ์ขดบันทึก	
	ชุดโต๊ะเก้าอี้สนาม	
	เหล็กรูปพรรณ H Beam ขนาด 20x20 ซ.ม.	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 เครื่องมือที่ใช้ในการขนส่ง

การใช้เครื่องมือในการขนส่ง การขนส่งในที่นี้หมายถึง ขนส่งแรงงาน เครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน ของอาคารที่ทรุดตัวของกรณีศึกษาที่ 4

ตารางที่ 4.33 ตารางแสดงเครื่องมือในการขนส่งอาคารกรณีศึกษาที่ 4

เครื่องมือ (Hard Ware)	**เครื่องมือที่ใช้**	
	ชื่อเครื่องมือ	**รูปถ่าย**
เครื่องมือที่ใช้ในการขนส่ง	รถยนต์กระบะ 4 ล้อ	
	รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

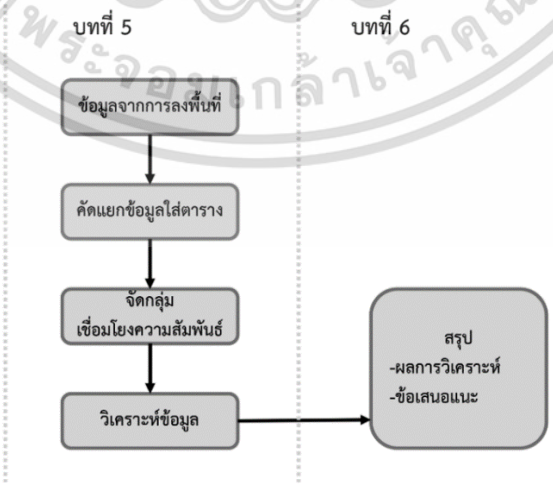
บทที่ 5
การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ผู้ทำการศึกษาได้ลงพื้นที่เก็บข้อมูลภาคสนาม สำรวจ สัมภาษณ์ วิศวกร ช่างฝีมือ ร่วมกับการศึกษาวรรณกรรม บทความ รวมถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ และจากข้อมูลดังกล่าวผู้ทำการศึกษาได้จำแนกหัวข้อในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

1 การวิเคราะห์องค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลการซ่อมแซมอาคารโดยการใช้เสาเข็มทั้ง 4 ประเภท ซึ่งประกอบไปด้วย การวิเคราะห์ข้อมูลด้านองค์ความรู้ (Soft Ware) การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องการบริหารจัดการ (Management Ware) การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องมนุษย์ (People Ware) การวิเคราะห์ข้อมูลเรื่องเครื่องมือ (Hard Ware) เป็นการนำไปสู่การรวบรวมข้อมูลองค์ประกอบของการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร

2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการซ่อมแซมอาคารและการเลือกใช้เสาเข็มในการซ่อมแซมอาคาร เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลให้ทราบถึงสาเหตุที่ทำให้วิศวกรเลือกใช้เสาเข็มประเภทต่าง ๆ ในการซ่อมแซมอาคาร ทั้ง 4 กรณีศึกษา

เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารมีการลำดับในการวิเคราะห์ข้อมูลคือ การนำข้อมูลที่ได้จากการลงพื้นที่มาคัดแยกลงในตาราง จากนั้นหาความเชื่อมโยงและความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในตารางและจัดความสัมพันธ์นั้น ๆ ให้เป็นหมวดหมู่ แล้วจึงนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์ในลำดับต่อๆไป



รูปที่ 5.1 แสดงลำดับการวิเคราะห์ข้อมูล

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 การวิเคราะห์องค์ประกอบของเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร

การวิเคราะห์องค์ประอบด้านองค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารแบ่งหัวข้อในการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

- องค์ความรู้ (Soft Ware)
- การบริหารจัดการ (Management Ware)
- มนุษย์ (People Ware)
- เครื่องมือ (Hard Ware)

5.1.1 การวิเคราะห์ด้านองค์ความรู้ (Soft Ware)

องค์ความรู้ในการทำการศึกษาครั้งนี้หมายถึง องค์ความรู้ (Knowhow) ในการก่อสร้างต่าง ๆ การซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว องค์ความรู้ในการตรวจสอบรอยร้าวและการสำรวจอาคาร องค์ความรู้ในการเจาะสำรวจดิน และองค์ความรู้สำหรับข้อมูลดินและการเลือกใช้เสาเข็ม จะเห็นได้ว่าองค์ความรู้ในการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวนั้นโดยส่วนใหญ่เป็นองค์ความรู้พื้นฐานทางด้านวิศวกรรม และองค์ความรู้เหล่านี้เกิดจากการเรียนรู้ ประสบการณ์ การฝึกฝน การอบรมและการถ่ายทอด จากการทบทวนวรรณกรรมและการลงพื้นที่ในการเก็บข้อมูลภาคสนามในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร จึงสรุปข้อมูลในด้านองค์ความรู้ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.1 ตารางวิเคราะห์ด้านองค์ความรู้ (Soft Ware)

องค์ความรู้ Soft Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ Ø**
1. องค์ความรู้ในการก่อสร้างและซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว	เรียนรู้พัฒนาจากประสบการณ์ของผู้บริหารและกรรมการบริหารบริษัท	เรียนรู้พัฒนาจากประสบการณ์ของผู้บริหารและกรรมการบริหารบริษัท	ประธานกรรมการและกรรมการมีองค์ความรู้ทางด้านการก่อสร้างและการซ่อมแซมอาคารทรุดตัว แลถ่ายทอดมายังวิศวกรประจำบริษัท โดยวิศวกรถ่ายทอดองค์ความรู้มายังช่างในระดับต่าง ๆ อีกทอดหนึ่ง	ประธานกรรมการและกรรมการมีองค์ความรู้ทางด้านการก่อสร้างและการซ่อมแซมอาคารทรุดตัว และถ่ายทอดมายังวิศวกรประจำบริษัท โดยวิศวกรถ่ายทอดองค์ความรู้มายังช่างในระดับต่าง ๆ อีกทอดหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

องค์ความรู้ Soft Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ Ø**
2. องค์ความรู้ในการตรวจสอบรอยร้าวและการสำรวจอาคาร	ตรวจสอบรอยร้าวโดยประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมถ่ายทอดจากวิศวกรสู่หัวหน้าคนงาน	ตรวจสอบรอยร้าวโดยประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านวิศวกรรมถ่ายทอดจากวิศวกรสู่หัวหน้าคนงาน	มีการจำแนกรอยร้าวตามสาเหตุ ซึ่งทำออกมาเป็นเอกสารองค์ความรู้ของบริษัท และการสำรวจอาคารที่ทรุดตัวโดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือทั่วไปและคิดค้นเครื่องมือในการสำรวจอาคาร	มีการจำแนกรอยร้าวตามสาเหตุ ซึ่งทำออกมาเป็นเอกสารองค์ความรู้ของบริษัท และการสำรวจอาคารที่ทรุดตัวโดยการประยุกต์ใช้เครื่องมือทั่วไปและคิดค้นเครื่องมือในการสำรวจอาคาร
3. องค์ความรู้ในการเจาะสำรวจดิน	ใช้มาตรฐานการสำรวจดินตามมาตรฐานการเจาะสำรวจดินของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท)	ใช้มาตรฐานการสำรวจดินตามมาตรฐานการเจาะสำรวจดินของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท)	ใช้มาตรฐานการสำรวจดินตามมาตรฐานการเจาะสำรวจดินของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท)	ใช้มาตรฐานการสำรวจดินตามมาตรฐานการเจาะสำรวจดินของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท)
4. องค์ความรู้ในการวิเคราะห์ดินและเลือกใช้เสาเข็ม	การวิเคราะห์ดินจากห้อง Lab ผลจากการวิเคราะห์ดินนำมาประกอบกับผลน้ำหนักของอาคาร เพื่อมาออกแบบเสาเข็มและการเลือกใช้เสาเข็ม ทั้งนี้ได้รวมไปถึงการขนส่งด้วย	การวิเคราะห์ดินจากห้อง Lab ผลจากการวิเคราะห์ดินนำมาประกอบกับผลน้ำหนักของอาคาร เพื่อมาออกแบบเสาเข็มและการเลือกใช้เสาเข็ม ทั้งนี้ได้รวมไปถึงการขนส่งด้วย	การวิเคราะห์ดินจากห้อง Lab ผลจากการวิเคราะห์ดินนำมาประกอบกับผลน้ำหนักของอาคาร เพื่อมาออกแบบเสาเข็มและการเลือกใช้เสาเข็ม ทั้งนี้ได้รวมไปถึงการขนส่งด้วย	การวิเคราะห์ดินจากห้อง Lab ผลจากการวิเคราะห์ดินนำมาประกอบกับผลน้ำหนักของอาคาร เพื่อมาออกแบบเสาเข็มและการเลือกใช้เสาเข็ม ทั้งนี้ได้รวมไปถึงการขนส่งด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง 5.1 ตารางวิเคราะห์ด้านองค์ความรู้ Soft Ware ในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัว โดยการยกอาคารในการศึกษาครั้งนี้พบว่า

1 องค์ความรู้ในการก่อสร้างและซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว

1.1 เรียนรู้จากผู้บริหารและวิศวกรโครงการแล้วถ่ายทอดองค์ความรู้ไปตามลำดับ

1.2 เรียนรู้และพัฒนาจากประสบการของผู้บริหารประธานฝ่ายเทคนิคของบริษัท แล้วถ่ายทอดองค์ความรู้ไปตามลำดับ

2 องค์ความรู้ในการตรวจสอบรอยร้าวและการสำรวจอาคาร

2.1 ประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมของวิศวกรตามมาตรฐาน วสท.

2.2 ประธานเทคนิคและผู้บริหารรวบรวมองค์ความรู้จากประสบการณ์ถ่ายทอดองค์ความรู้ภายในองค์กรตามลำดับ

3 องค์ความรู้ในการเจาะสำรวจดิน

3.1 มาตรฐานการสำรวจดินตามมาตรฐานการเจาะสำรวจดินของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท)

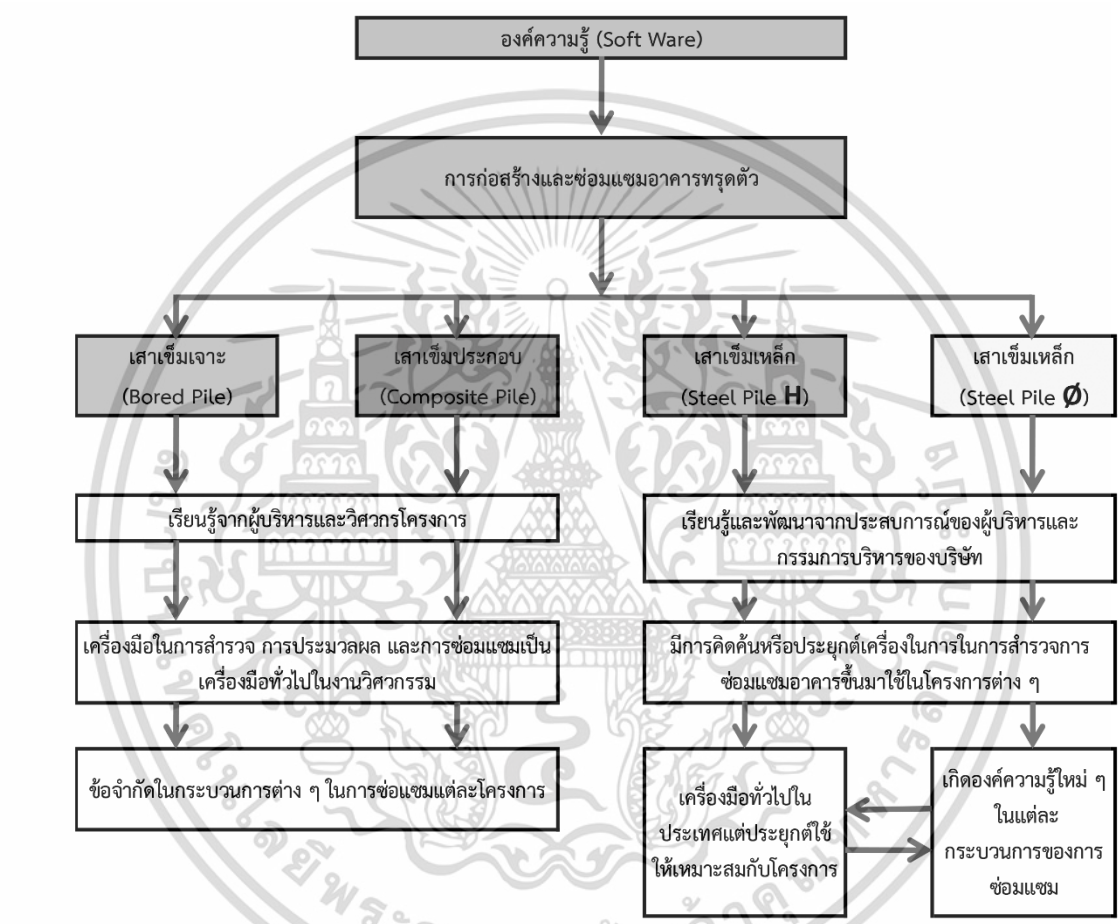
4 องค์ความรู้ในการวิเคราะห์ดินและเลือกใช้เสาเข็ม

4.1 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ผลการสำรวจดิน ตามมาตรฐาน วสท.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่กล่าวมาข้างต้นผู้ศึกษาได้ทำการการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่ององค์ความรู้ Soft Ware ไปทีละหัวข้อดังต่อไปนี้

1 องค์ความรู้ในการก่อสร้างและซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.1 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์องค์ความรู้ในการก่อสร้างและซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.2 แสดงความสัมพันธ์องค์ความรู้ในการก่อสร้างและซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.2 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่ององค์ความรู้ในการก่อสร้างและซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

1.1 เรียนรู้จากผู้บริหารและวิศวกรโครงการถ่ายทอดไปตามลำดับ กลุ่มนี้จะเป็นกลุ่มที่มีองค์ความรู้แบบพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมที่ได้รับการศึกษามาจากมหาวิทยาลัยได้รับการถ่ายทอดจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจารย์มาจากมหาวิทยาลัยแล้วจึงนำความรู้นั้นมาใช้ในการทำงานโดยปฏิบัติให้เป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

- เครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องมือที่เป็นมาตรฐานทั่วไปในงานวิศวกรรม เช่น กล้องสำรวจ สตาฟ สายวัด ตลับเมตร

- กระบวนการในการทำงานต่าง ๆ อาจเกิดการล่าช้าในแต่ละโครงการ และมีข้อจำกัดในกระบวนการต่าง ๆ

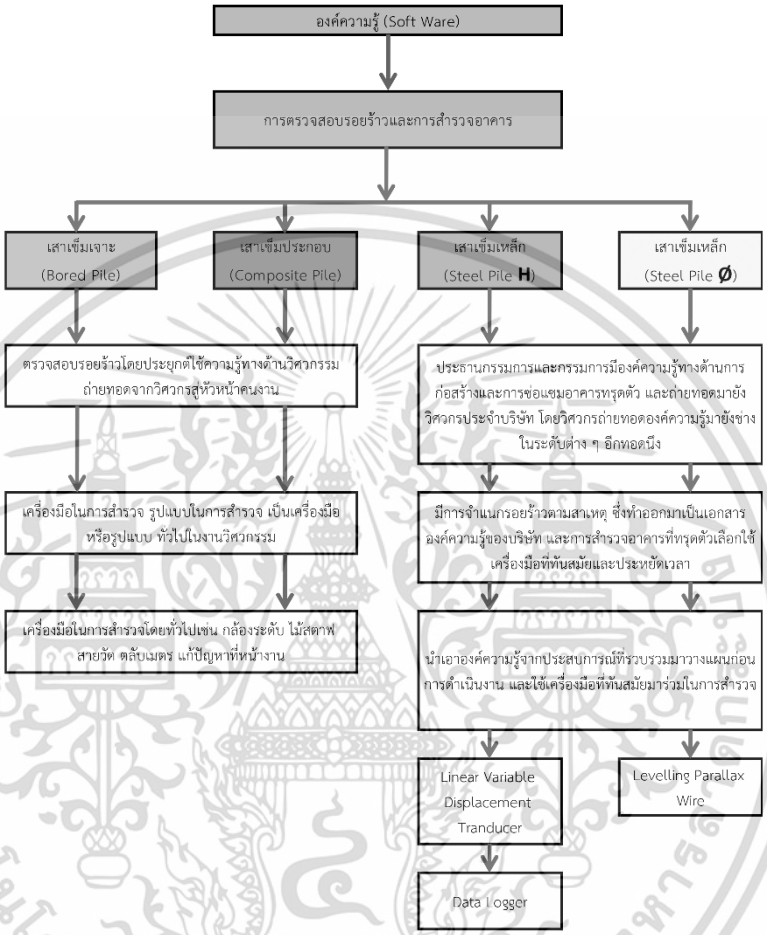
1.2 เรียนรู้และพัฒนาจากประสบการของผู้บริหารประธานฝ่ายเทคนิคของบริษัทแล้วถ่ายทอดองค์ความรู้ไปตามลำดับ กลุ่มนี้จะเป็นกลุ่มที่มีองค์ความรู้แบบพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมและประธานฝ่ายเทคนิค ผู้บริหาร รวบรวมองค์ความรู้เป็นมาตรฐานของบริษัทแล้วถ่ายทอดองค์ความรู้ไปตามลำดับ

- มีการประยุกต์ใช้เครื่องมือ ในกระบวนการต่าง ๆ เพื่อประหยัดเวลา และลดขั้นตอนในการทำงาน

- มีการคิดค้นประยุกต์ใช้เครื่องมือ เทคโนโลยี แล้วรวบรวมเอาไว้เป็นองค์ความรู้ของบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 องค์ความรู้ในการตรวจสอบรอยร้าวและการสำรวจอาคาร สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.1 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์องค์ความรู้ในการตรวจสอบรอยร้าวและการสำรวจอาคารดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.3 แสดงความสัมพันธ์องค์ความรู้ในการตรวจสอบรอยร้าวและการสำรวจอาคาร
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.3 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่ององค์ความรู้ในการตรวจสอบรอยร้าวและการสำรวจอาคารของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

2.1 ประยุกต์ใช้ความรู้ทางวิศวกรรมของวิศวกรตามมาตรฐาน วสท. กลุ่มนี้จะเป็นกลุ่มที่มีองค์ความรู้แบบพื้นฐานทางด้านวิศวกรรมที่ได้รับการศึกษามาจากมหาวิทยาลัยได้รับการถ่ายทอดจากอาจารย์มาจากมหาวิทยาลัยแล้วจึงนำความรู้ในเรื่องการสำรวจ การวิบัติของอาคาร ประสบการณ์ส่วนตัว นำมาใช้ในการทำงานโดยปฏิบัติให้เป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องมือที่ใช้เป็นเครื่องมือสำรวจโดยทั่วไป เช่น กล้องสำรวจ สตาฟ ตลับเมตร สายวัด หากเจออุปสรรค หรือ เกิดปัญหาที่หน้างาน จึงต้องแก้ไขตามสภาพหน้างานในตอนนั้น ๆ โดยไม่มีการวางแผนรับมือเอาไว้ก่อน

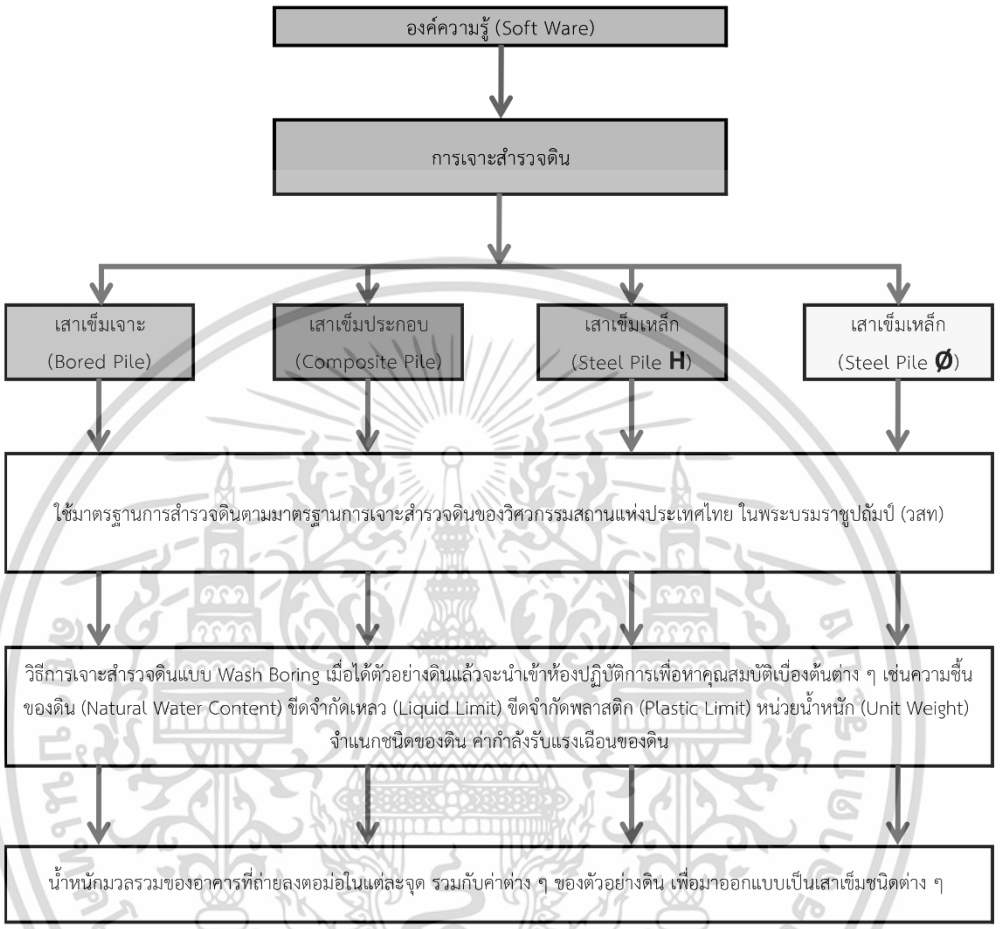
2.2 ประธานเทคนิคและผู้บริหารรวบรวมองค์ความรู้จากประสบการณ์ถ่ายทอดองค์ความรู้ภายในองค์กรตามลำดับ กลุ่มนี้ที่มีความรู้ทางด้านวิศวกรรม การสำรวจอยู่แล้ว และได้รับได้รับการถ่ายทอดองค์ความรู้ จากผู้บริหาร ประธานฝ่ายเทคนิคของบริษัท ที่ผ่านประสบการณ์เรื่องการสำรวจอาคารการตรวจสอบรอยร้าว มีการจำแนกรอยร้าวของอาคารรวบรวมเป็นเอกสารเป็นคู่มือถ่ายทอดไปยังวิศวกร หัวหน้างาน แรงงาน

- เครื่องมือที่ใช้ เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจโดยทั่วไป แต่นำมาประยุกต์ใช้เพื่อลดขั้นตอน ลดเวลาในการสำรวจ

- ทำให้เกิดองค์ความรู้ที่มีรูปแบบชัดเจน มีการเตรียมงาน ประชุมงานจากองค์ความรู้ที่มีจึงเกิดการวางแผนรับมืออุปสรรคหรือเหตุการณ์ที่บริเวณหน้างานได้อย่างมีระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 องค์ความรู้ในการเจาะสำรวจดิน สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.1 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์องค์ความรู้ในการเจาะสำรวจดินดังต่อไปนี้



รูปที่ที่ 5.4 แสดงความสัมพันธ์องค์ความรู้ในการเจาะสำรวจดิน

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

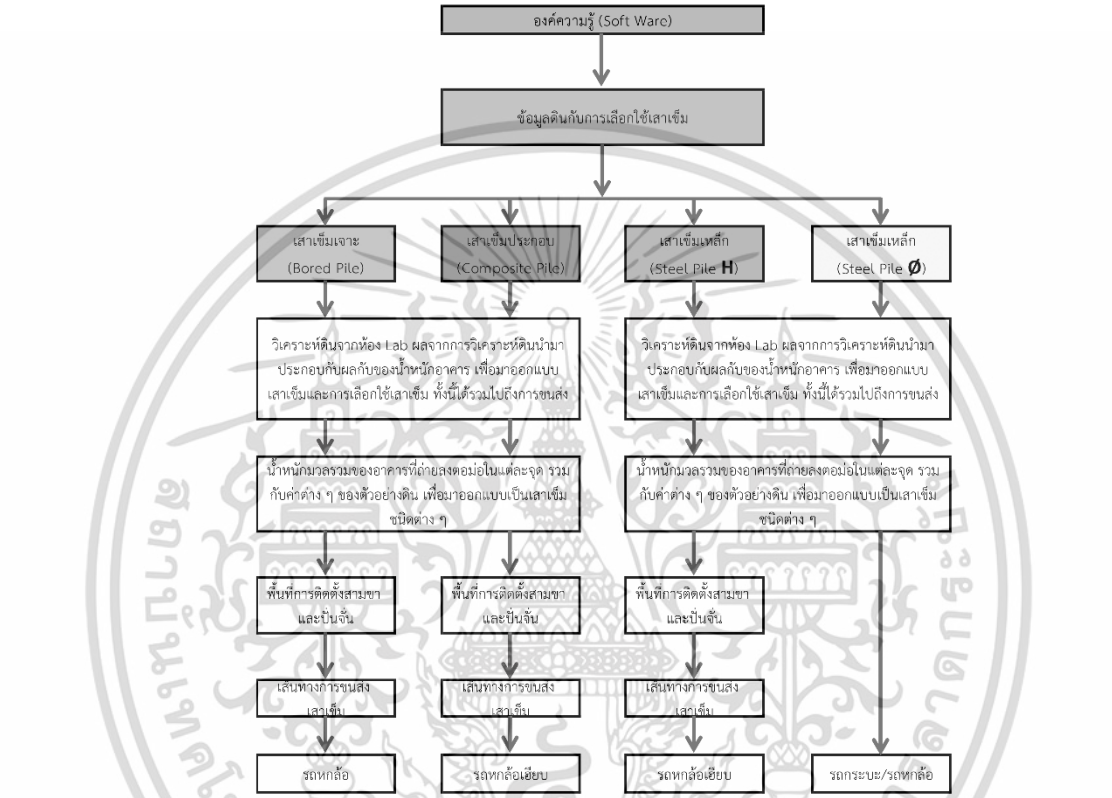
จากภาพที่ 5.4 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่ององค์ความรู้ในการตรวจสอบรอยร้าวและการสำรวจอาคารของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

<u>3.1 มาตรฐานการสำรวจดินตามมาตรฐานการเจาะสำรวจดินของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท)</u> มาตรฐานการสำรวจดินของบริษัทเป็นไปตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) โดยใช้ระบบการสำรวจแบบ Wash Boring รวบรวมข้อมูลในการสำรวจดินส่งต่อไปยังวิศวกรที่ประจำอยู่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ผลดิน เสร็จจากขั้นตอนนี้วิศวกรประจำห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ผลดินจะออกใบรายงานผลของชั้นดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ Boring Log Sheet เพื่อเป็นข้อมูลประกอบร่วมกับผลการหาน้ำหนักบรรทุกกดลงฐานราก หรือ Column Load เพื่อทำการออกแบบเสาเข็มประเภทต่าง ๆ ต่อไป

4 องค์ความรู้ในการวิเคราะห์ดินและเลือกใช้เสาเข็ม สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.1 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์องค์ความรู้ในการวิเคราะห์ดินและเลือกใช้เสาเข็มดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.5 แสดงความสัมพันธ์องค์ความรู้ในการวิเคราะห์ดินและเลือกใช้เสาเข็ม

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.5 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่ององค์ความรู้ในการวิเคราะห์ดินและเลือกใช้เสาเข็มของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

<u>4.1 ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ผลการสำรวจดิน ตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)</u> กรณีศึกษาทั้ง 4 มีความคล้ายกันในเรื่องของการวิเคราะห์ผลการสำรวจดิน โดยบริษัทมีวิศวกรที่ประจำอยู่ที่ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ผลดินและมีหน้าที่นำผลการวิเคราะห์ดินส่งต่อให้กับวิศวกรที่มีหน้าที่ออกแบบเสาเข็ม

- เครื่องมือในการออกแบบเสาทุกกรณีศึกษาใช้เครื่องมือเดียวกันหมด เช่น ใบรายงานผลของชั้นดิน หรือ Boring Log Sheet และ ผลการหาน้ำหนักบรรทุกกดลงฐานราก หรือ Column Load

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความแตกต่างของขั้นตอนนี้คือการขนส่ง ซึ่ง เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) จะแตกต่างจากเสาเข็มอื่นเพราะน้ำหนักเบา เครื่องมือในการติดตั้งน้อย

5.1.2 การวิเคราะห์ด้านการบริหารจัดการ (Management Ware)

การบริหารจัดการในการทำการศึกษาครั้งนี้หมายถึง การบริหารจัดการในเรื่องของการสำรวจดิน มีขั้นตอนการบริหารอย่างไร เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการสำรวจดินแล้วจะต้องนำดินไปตรวจสอบซึ่งเป็นการบริหารจัดการของวิศวกรของบริษัท เป็นการเรียนรู้และวิธีการสำรวจอาคารการใช้เครื่องมือในการสำรวจนำผลที่ได้จากการสำรวจดินและสำรวจอาคารเพื่อมาบริหารจัดการในส่วนของการออกแบบเสาเข็ม การบริหารจัดการเรื่องการขนส่งเครื่องมือ แรงงาน เสาเข็ม และการบริหารจัดการเรื่องการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว จากการทบทวนวรรณกรรมและการลงพื้นที่ในการเก็บข้อมูลภาคสนามในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร จึงสรุปข้อมูลในด้านองค์ความรู้ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.2 ตารางวิเคราะห์ด้านการบริหารจัดการ Management Ware

การบริหารจัดการ Management Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ Ø**
1.การบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจดิน	มีทีมงานในการสำรวจดินแบ่งเป็นทีมโดยรับมอบหมายหน้าที่จากผู้บริหาร วิศวกรประจำโครงการ และส่งมอบงานไปยังทีมสำรวจ	มีทีมงานในการสำรวจดินแบ่งเป็นทีมโดยรับมอบหมายหน้าที่จากผู้บริหาร วิศวกรประจำโครงการ และส่งมอบงานไปยังทีมสำรวจ	มีทีมงานในการสำรวจดินแบ่งเป็นทีมโดยรับมอบหมายหน้าที่จากผู้บริหาร วิศวกรประจำโครงการ และส่งมอบงานไปยังทีมสำรวจ	มีทีมงานในการสำรวจดินแบ่งเป็นทีมโดยรับมอบหมายหน้าที่จากผู้บริหาร วิศวกรประจำโครงการ และส่งมอบงานไปยังทีมสำรวจ
2.การบริหารจัดการในเรื่องผลการวิเคราะห์ดิน	มีวิศวกรรับข้อมูลจากการสำรวจดินของทีมงานสำรวจดินส่งไปเข้าห้องปฏิบัติการทดสอบดิน	มีวิศวกรรับข้อมูลจากการสำรวจดินของทีมงานสำรวจดินส่งไปเข้าห้องปฏิบัติการทดสอบดิน	มีวิศวกรรับข้อมูลจากการสำรวจดินของทีมงานสำรวจดินส่งไปเข้าห้องปฏิบัติการทดสอบดิน	มีวิศวกรรับข้อมูลจากการสำรวจดินของทีมงานสำรวจดินส่งไปเข้าห้องปฏิบัติการทดสอบดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

การบริหารจัดการ Management Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ Ø**
3.การบริหารจัดการในการในเรื่องสำรวจอาคาร	มีทีมงานในการสำรวจอาคารที่มีความรู้เรื่องงานวิศวกรรมและมีความรู้ในการใช้เครื่องในการสำรวจอาคาร	มีทีมงานในการสำรวจอาคารที่มีความรู้เรื่องงานวิศวกรรมและมีความรู้ในการใช้เครื่องในการสำรวจอาคาร	มีทีมงานในการสำรวจอาคารที่มีความรู้เรื่องงานวิศวกรรมและมีความรู้ในการใช้เครื่องในการสำรวจอาคาร	มีทีมงานในการสำรวจอาคารที่มีความรู้เรื่องงานวิศวกรรมและมีความรู้ในการใช้เครื่องในการสำรวจอาคาร
4.การบริหารจัดการในเรื่องการออกแบบเสาเข็ม	เมื่อได้ผลทดสอบดินโดยใบรายงาน Boring Log จากขั้นตอนการทดสอบดิน ทีมงานวิศวกรจะคำนวณหาแรงโหลดของอาคารที่ถ่ายลงแต่ละเสาตอม่อของอาคาร และนำค่าเหล่านั้นไปออกแบบเสาเข็มใหม่	เมื่อได้ผลทดสอบดินโดยใบรายงาน Boring Log จากขั้นตอนการทดสอบดิน ทีมงานวิศวกรจะคำนวณหาแรงโหลดของอาคารที่ถ่ายลงแต่ละเสาตอม่อของอาคาร และนำค่าเหล่านั้นไปออกแบบเสาเข็มใหม่	เมื่อได้ผลทดสอบดินโดยใบรายงาน Boring Log จากขั้นตอนการทดสอบดิน ทีมงานวิศวกรจะคำนวณหาแรงโหลดของอาคารที่ถ่ายลงแต่ละเสาตอม่อของอาคาร และนำค่าเหล่านั้นไปออกแบบเสาเข็มใหม่	เมื่อได้ผลทดสอบดินโดยใบรายงาน Boring Log จากขั้นตอนการทดสอบดิน ทีมงานวิศวกรจะคำนวณหาแรงโหลดของอาคารที่ถ่ายลงแต่ละเสาตอม่อของอาคาร และนำค่าเหล่านั้นไปออกแบบเสาเข็มใหม่
5.การบริหารจัดการในเรื่องการผลิตเสาเข็ม	ผลิตเสาเข็มเจาะตามแบบที่วิศวกรออกแบบ โดยการใช้เครื่องมือในการ ผูกเหล็กการตัดเหล็กรวมถึงเทคนิคต่าง ๆ ในการทำเข็มเจาะ	ใช้เหล็กรูปพรรณเพื่อผลิตเสาเข็มโดยการใช้เครื่องมือตัดและเชื่อม ตามแบบที่วิศวกรออกแบบมา หล่อคอนกรีตตามแม่พิมพ์ที่วิศวกรออกแบบ	ใช้เหล็กรูปพรรณเพื่อผลิตเสาเข็มโดยการใช้เครื่องมือตัดและเชื่อม ตามแบบที่วิศวกรออกแบบมา	ใช้เหล็กรูปพรรณเพื่อผลิตเสาเข็มโดยการใช้เครื่องมือตัดและเชื่อม ตามแบบที่วิศวกรออกแบบมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.2 (ต่อ)

การบริหารจัดการ Management Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ Ø**
6.การบริหารจัดการในการขนส่งเครื่องมือเสาเข็มและแรงงาน	การวางแผนงานด้านการเข้าพื้นที่ขนาดของรถยนต์ขนาดถนนที่ใช้สัญจร รถรับส่งแรงงาน	การวางแผนงานด้านการเข้าพื้นที่ขนาดของรถยนต์ขนาดถนนที่ใช้สัญจร รถรับส่งแรงงาน	การวางแผนงานด้านการเข้าพื้นที่ขนาดของรถยนต์ขนาดถนนที่ใช้สัญจร รถรับส่งแรงงาน	การวางแผนงานด้านการเข้าพื้นที่ขนาดของรถยนต์ขนาดถนนที่ใช้สัญจร รถรับส่งแรงงาน
7.การบริหารจัดการในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร	ควบคุมการซ่อมแซม โดยวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญด้านการซ่อมแซมอาคารที่มีการทรุดตัวและการใช้เครื่องมือโดยเฉพาะ	ควบคุมการซ่อมแซม โดยวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญด้านการซ่อมแซมอาคารที่มีการทรุดตัวและการใช้เครื่องมือโดยเฉพาะ	ควบคุมการซ่อมแซม โดยวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญด้านการซ่อมแซมอาคารที่มีการทรุดตัวและการใช้เครื่องมือโดยเฉพาะ	ควบคุมการซ่อมแซม โดยวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญด้านการซ่อมแซมอาคารที่มีการทรุดตัวและการใช้เครื่องมือโดยเฉพาะ

จากตาราง 5.2 ตารางวิเคราะห์ด้านการบริหารจัดการ Management Ware ในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารในการศึกษาครั้งนี้พบว่า

1 การบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจดิน

1.1 มีทีมงานในการสำรวจดินแบ่งเป็นทีมโดยรับมอบหมายหน้าที่จาก ผู้บริหารวิศวกรประจำโครงการและส่งมอบงานไปยังทีมสำรวจดิน

2 การบริหารจัดการในเรื่องผลการวิเคราะห์ดิน

2.1 มีวิศวกรรับข้อมูลจากการสำรวจดินของทีมงานสำรวจดินส่งไปเข้าห้องปฏิบัติการทดสอบดิน

3 การบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจอาคาร

3.1 มีทีมงานในการสำรวจอาคารที่มีความรู้เรื่องงานวิศวกรรมและมีความรู้ในการใช้เครื่องมือในการสำรวจอาคาร

3.2 มีการประยุกต์เครื่องมือในการสำรวจอาคารเพื่อลดขั้นตอนในการสำรวจอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 การบริหารจัดการในเรื่องการออกแบบเสาเข็ม

4.1 ออกแบบเสาเข็มใหม่โดยอาศัยข้อมูลจาก ผลทดสอบดินโดยใบรายงาน Boring Log Sheet จากขั้นตอนการทดสอบดิน แรงโหลดของอาคารที่ถ่ายลงแต่ละเสาตอม่อของอาคาร (Column Load) และค่าการทรุดตัวของอาคาร (Plan Settlement) นำค่าเหล่านั้นไปออกแบบเสาเข็มใหม่

5 การบริหารจัดการในเรื่องการผลิตเสาเข็ม

5.1 ผลิตเสาเข็มเจาะตามแบบที่วิศวกรออกแบบ โดยการใช้เครื่องมือในการ ผูกเหล็ก การตัดเหล็ก รวมถึงเทคนิคต่าง ๆ ในการทำเข็มเจาะ

5.2 ใช้เหล็กรูปพรรณเพื่อผลิตเสาเข็ม โดยการใช้เครื่องมือตัดและเชื่อม ตามแบบที่วิศวกรออกแบบมา หล่อคอนกรีตตามแม่พิมพ์ที่วิศวกรออกแบบ

5.3 ใช้เหล็กรูปพรรณเพื่อผลิตเสาเข็ม โดยการใช้เครื่องมือตัดและเชื่อม ตามแบบที่วิศวกรออกแบบมา

6 การบริหารจัดการในเรื่องของการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน

6.1การวางแผนงานด้านการเข้าพื้นที่ ขนาดของรถยนต์ ขนาดถนนที่ใช้สัญจร รถรับส่งแรงงาน

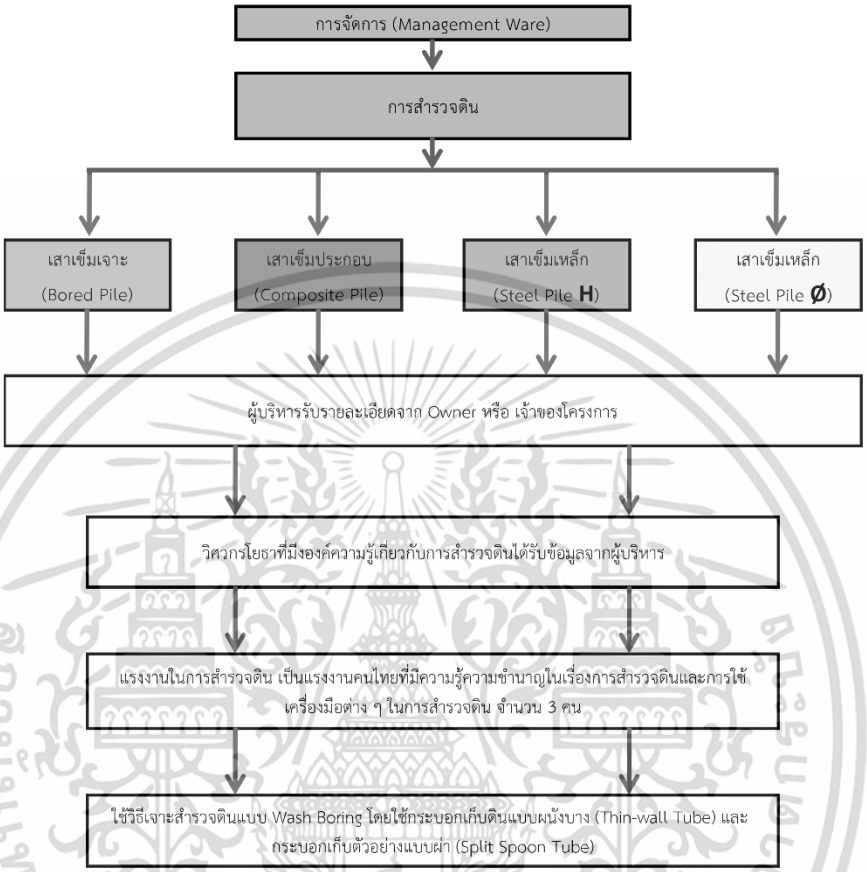
7 การบริหารจัดการในเรื่องของการซ่อมแซมอาคาร

7.1 ควบคุมการซ่อมแซม โดยวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญด้านการซ่อมแซมอาคารที่มีการทรุดตัวและการใช้เครื่องมือโดยเฉพาะ

จากตารางที่กล่าวมาข้างต้นผู้ศึกษาได้ทำการการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่องการบริหารจัดการ Management Ware ไปทีละหัวข้อดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 การบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจดิน สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.2 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจดินได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.6 แสดงความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจดิน

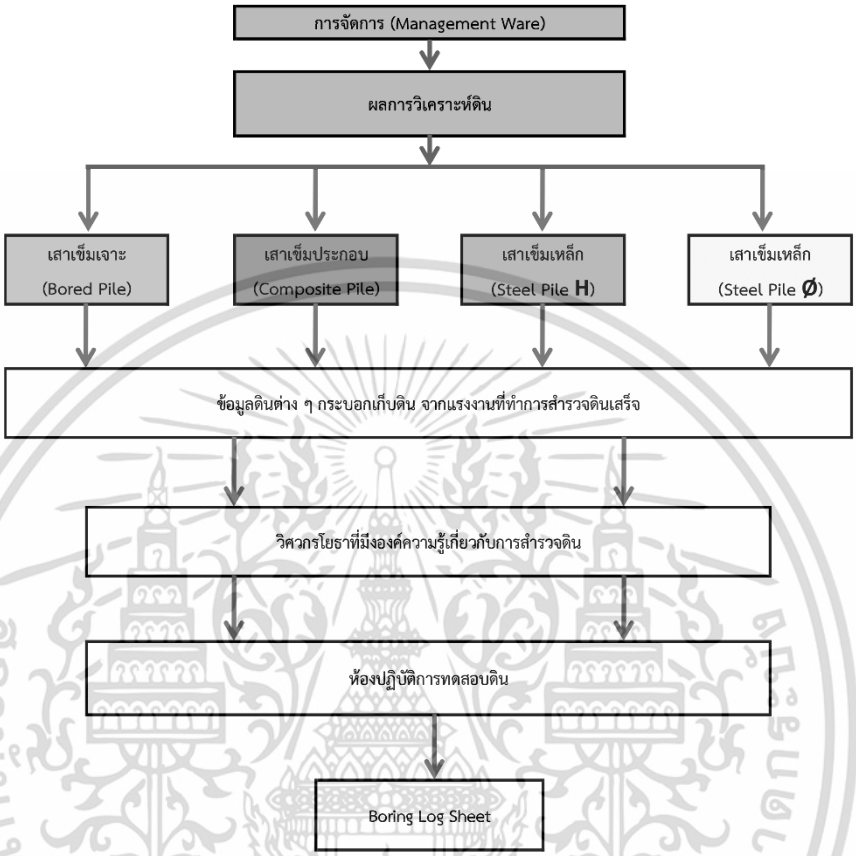
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.6 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องการบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจดินของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

1.1 มีทีมงานในการสำรวจดินแบ่งเป็นทีมโดยรับมอบหมายหน้าที่จาก ผู้บริหาร วิศวกรประจำโครงการและส่งมอบงานไปยังทีมสำรวจดิน แรงงานในการสำรวจอาจเป็นวิศวกรหรือผู้มีความรู้ในหลักการสำรวจดิน ใช้วิธีสำรวจแบบ Wash Boring โดยใช้กระบอกเก็บดินแบบผนังบาง (Thin-wall Tube) และ กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบผ่า (Split Spoon Tube) วิธีการสำรวจดินเป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (วสท.) เก็บข้อมูลและตัวอย่างดิน เพื่อส่งให้วิศวกร หรือเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทดสอบดินต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 การบริหารจัดการในเรื่องผลการวิเคราะห์ดิน สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.2 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องผลการวิเคราะห์ดินได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ที่ 5.7 แสดงความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการวิเคราะห์ผลดิน

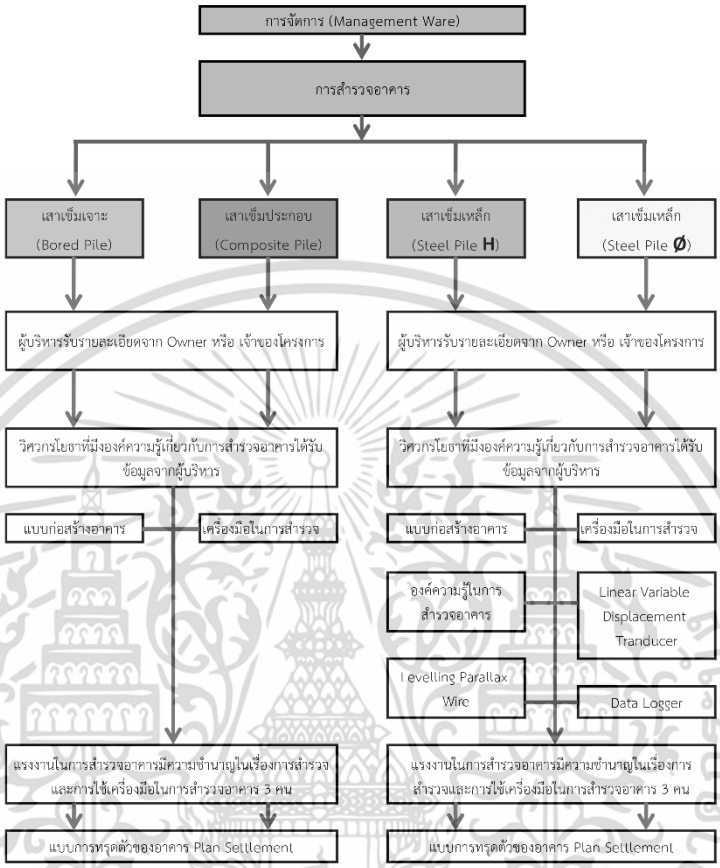
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.7 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องการบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจดินของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

2.1 มีวิศวกรรับข้อมูลจากการสำรวจดินของทีมงานสำรวจดินส่งไปเข้าห้องปฏิบัติการทดสอบดิน เมื่อรับตัวอย่างดินและข้อมูลดินมาจากทีมงานสำรวจดินแล้ววิศวกรหรือเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทดสอบดิน จะนำดินมาวิเคราะห์หาชั้นของดินจากสีของดินและนำข้อมูลการกระแทกของกระบอกเก็บดิน มาระบุประเภทของดิน ข้อมูลพวกนี้จำเป็นต่อการเลือกใช้เสาเข็มเพราะมันจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าชั้นดินประเภทนี้ควรใช้เสาเข็มแบบไหน เช่น ชั้นดินทรายไม่สมควรเป็นเข็มเจาะเพราะน้ำจะทำให้ทรายทะลักเข้ามาในเสาเข็ม อาจจะทำให้เสาเข็มเสียหาย เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 การบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจอาคาร สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.2 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจอาคารได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.8 แสดงความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการสำรวจอาคาร

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.8 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องการบริหารจัดการในเรื่องการวิเคราะห์ผลดินของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

<u>3.1 มีทีมงานในการสำรวจอาคารที่มีความรู้เรื่องงานวิศวกรรมและมีความรู้ในการใช้เครื่องมือในการสำรวจอาคาร</u> เมื่อผู้รับจ้างหรือเจ้าของอาคารพูดคุยเจรจาเกี่ยวกับเรื่องซ่อมแซมอาคารแนวทางในการซ่อมแซมกับผู้บริหารเรียบร้อยแล้ว ทางผู้บริหารเองจะประชุมหรือถ่ายทอดแนวความคิดและข้อมูลในการซ่อมแซมอาคารมายังวิศวกรจากนั้นวิศวกรจะดำเนินการสำรวจอาคารพร้อมแรงงานที่มีความรู้ด้านการสำรวจ

- เครื่องมือในการสำรวจอาคารเป็นเครื่องมือพื้นฐานโดยทั่วไป เช่น กล้องสำรวจ สตาฟ ไม้บรรทัด โดยกระบวนการและขั้นตอนต่าง ๆ เป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ในการใช้เครื่องมือพื้นฐานโดยทั่วไปในการสำรวจ เช่น กล้องสำรวจเมื่อตั้งกล้องเมื่อจุดใดจุดหนึ่งแล้วจะสามารถตรวจวัดความทรุดเอียงที่เสาของอาคารได้ 3-5 ต้น หลังจากนั้นจะต้องเคลื่อนย้ายกล้องสำรวจและเริ่มกระบวนการตั้งกล้องสำรวจใหม่ทั้งหมด

3.2 มีการประยุกต์เครื่องมือในการสำรวจอาคารเพื่อลดขั้นตอนในการสำรวจอาคาร เมื่อผู้บริหารประชุมและถ่ายทอดข้อมูลของอาคารที่จะทำการซ่อมแซมเรียบร้อยแล้ว วิศวกรเห็นว่าอาคารมีพื้นที่มากหรือในกรณีที่ต้องการลดขั้นตอนการสำรวจเพื่อประหยัดเวลาวิศวกรจึงนำเครื่องมือที่ลดขั้นตอนในการสำรวจเข้ามาช่วย เช่นเครื่อง Linear Variable Displacement Transducer พร้อมเครื่อง Data Logger เพื่อทำการประมาณผลการทรุดตัวของอาคาร และ เครื่อง Levelling Parallax Wire เพื่อสังเกตระดับการเอียงตัวของเสาอาคาร (ทำหน้าที่เหมือนเป็นระดับน้ำ ปกติแล้วมักใช้เครื่องมือนี้ในขั้นตอนการถ่ายแรงของอาคารลงฐานรากใหม่ แต่ ใช้ร่วมกับขั้นตอนการสำรวจก็ได้)

- ในการทำงานของเครื่อง Linear Variable Displacement Transducer พร้อมเครื่อง Data Logger วิศวกรจะติดตั้งตัวเครื่องไว้ที่เสาของอาคารเมื่ออาคารหรือเสาเกิดแรงสั่นสะเทือนหรือทรุดตัว การแสดงค่าการทรุดตัวจะพิมพ์เป็นกระดาษออกมาที่ Data Logger (มีหน่วยวัดเป็นมิลลิเมตร) ซึ่งการติดตั้งเครื่อง Linear Variable Displacement Transducer พร้อมเครื่อง Data Logger นี้สามารถลดขั้นตอนและเวลาของการตั้งกล้องสำรวจลงไปได้อย่างมาก

ในขั้นตอนการสำรวจอาคารนั้นทางทีมงานสำรวจหรือวิศวกรที่ทำการสำรวจอาคารจะมีข้อมูลเพื่อส่งต่อไปยังวิศวกรที่ทำการออกแบบเสาเข็มคือ

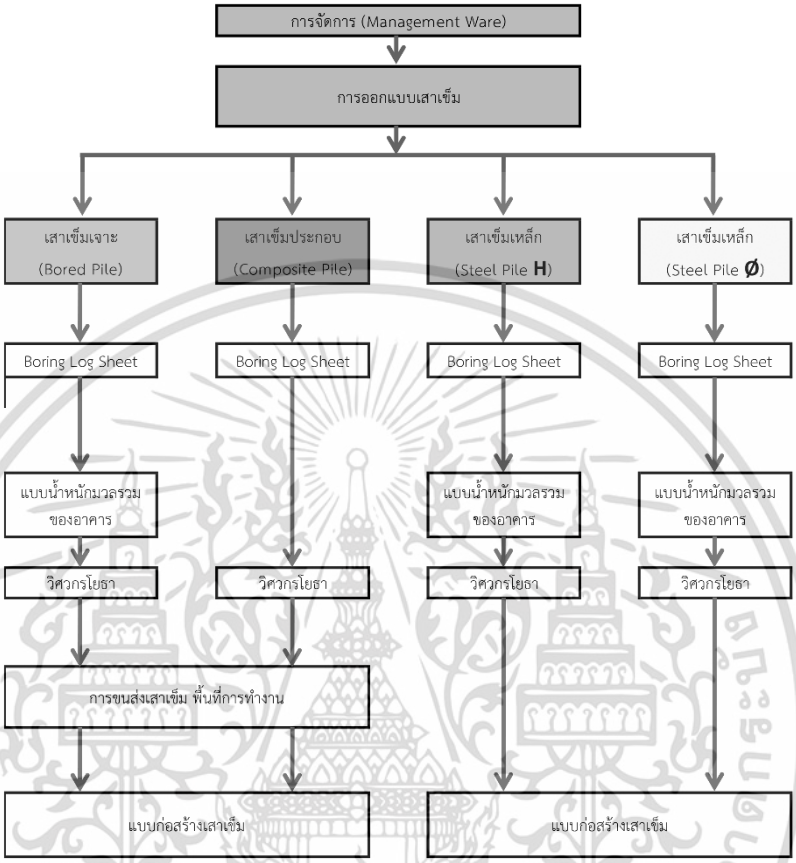
1.แบบแสดงค่าตัวเลขการทรุดตัว หรือ (Plan Settlement)

2.แบบน้ำหนักบรรทุกคงที่กดลงฐานราก (Column Load)

3.ข้อมูลอื่น ๆ เช่นการตั้งกล้องสำรวจ แบบก่อสร้าง จำนวนครั้งที่สำรวจ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 การบริหารจัดการในเรื่องการออกแบบเสาเข็ม สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.2 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการออกแบบเสาเข็มได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.9 แสดงความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการออกแบบเสาเข็ม

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

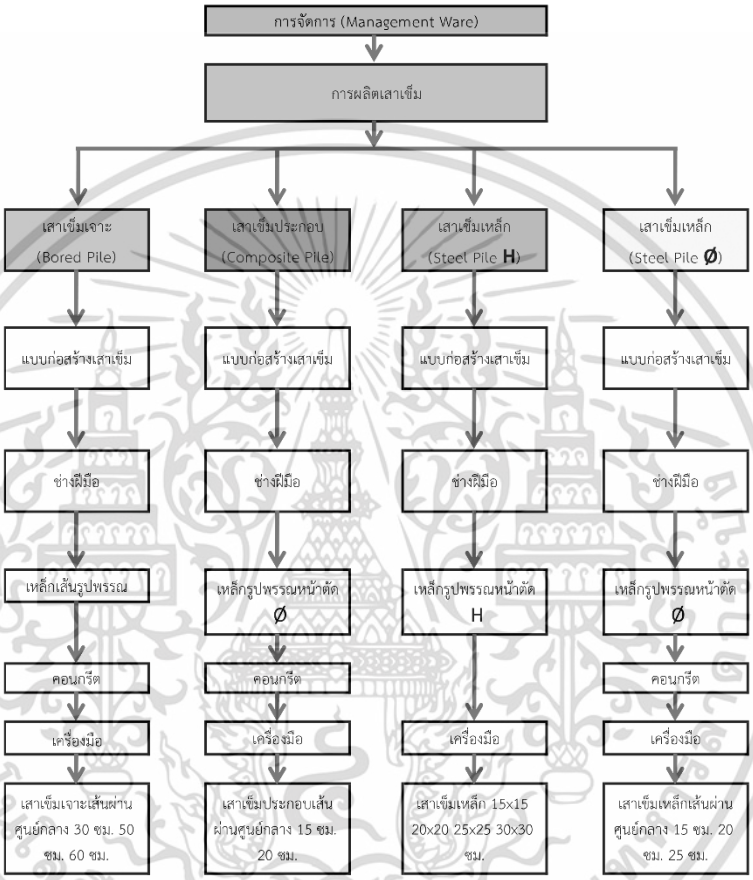
จากภาพที่ 5.9 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องการบริหารจัดการในเรื่องการออกแบบเสาเข็มของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

4.1 ออกแบบเสาเข็มใหม่โดยอาศัยข้อมูลจาก ผลทดสอบดินโดยใบรายงาน Boring Log Sheet จากขั้นตอนการทดสอบดิน แรงโหลดของอาคารที่ถ่ายลงแต่ละเสาตอม่อของอาคาร (Column Load) และค่าการทรุดตัวของอาคาร (Plan Settlement) นำค่าเหล่านั้นไปออกแบบเสาเข็มใหม่ กระบวนการบริหารจัดการในขั้นตอนนี้คือ กระบวนการออกแบบเสาเข็มใหม่เพื่อซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวนั้นวิศวกรที่ทำการออกแบบเสาเข็มต้องมีข้อมูลในการสำรวจดิน ข้อมูลการทรุดตัวของอาคาร ข้อมูลแรงโหลดที่ถ่ายลงแตะละเสาตอม่อของอาคาร นำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรับแรงของเสาเข็มแต่ละต้น ทั้งนี้วิศวกรยังต้องคำนึงถึงการขนส่งเสาเข็ม พื้นที่ทำงานที่หน้างานด้วย

5 การบริหารจัดการในเรื่องการผลิตเสาเข็ม สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.2 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการผลิตเสาเข็มได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.10 แสดงความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการผลิตเสาเข็ม

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.10 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องการบริหารจัดการในเรื่องการวิเคราะห์ผลดินของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

5.1 ผลิตเสาเข็มเจาะตามแบบที่วิศวกรออกแบบ โดยการใช้เครื่องมือในการ ผูกเหล็ก การตัดเหล็ก รวมถึงเทคนิคต่าง ๆ ในการทำเข็มเจาะ วิศวกรผู้ออกแบบเสาเข็มส่งต่อแบบก่อสร้างให้กับช่างฝีมือในการผลิตเสาเข็มโดยใช้เครื่องมือในการตัด ผูก ดัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-วัสดุที่ใช้เป็นหลัก ๆ เป็นเหล็กเส้นรูปพรรณ (โครงสร้างเสาเข็มเจาะเพื่อนำไปติดตั้งที่หน้างาน)

-เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตเป็นเครื่องมือประเภทตัด ดัด ผูก เช่น เหล็กเส้นรูปพรรณ เครื่องตัดเหล็ก ลวดผูกเหล็กคีมผูกเหล็ก กุญแจดันเหล็ก เป็นต้น

-ขนาดที่บริษัทผลิตมีขนาด เส้นผ่านศูนย์กลาง 30 50 60 ซ.ม. รับน้ำหนักได้ 30 50 60 ตัน/ต้น ตามลำดับ

-ในการติดตั้งที่หน้างานบริหารจัดการโดยวิศวกรประสานบริษัทคอนกรีตเพื่อมาหล่อที่หน้างาน

5.2 ใช้เหล็กรูปพรรณเพื่อผลิตเสาเข็ม โดยการใช้เครื่องมือตัดและเชื่อม ตามแบบที่วิศวกรออกแบบมา หล่อคอนกรีตตามแม่พิมพ์ที่วิศวกรออกแบบ การผลิตประเภทนี้เป็นเสาเข็มประกอบ (Composite Pile) วิศวกรผู้ออกแบบส่งแบบก่อสร้างให้กับช่างฝีมือ โดยใช้เครื่องมือในการผลิตเช่น ตัด และเชื่อม

-วัสดุหลักในการผลิตคือ เหล็กรูปพรรณทรงกลม และ คอนกรีต

-เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตเป็นเครื่องมือประเภท ตัด และ เชื่อม เหล็กรูปพรรณทรงกลมเพื่อจะทำเป็นแบบหล่อคอนกรีต เช่น แก๊สตัดเหล็ก เครื่องเชื่อมไฟฟ้า ลวดเชื่อม ตลับเมตร คอนกรีต

-ขนาดที่บริษัทผลิตคือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 และ 20 ซ.ม. สามารถรับน้ำหนักได้ 15 และ 20 ตัน/ต้น ตามลำดับ

-การติดตั้งที่หน้างานติดตั้งโดยการใช้ปั้นจั่นขนาดเล็ก

-เมื่อถ่ายแรงจากอาคารลงมาที่เสาเข็มสามารถรับแรงได้ทันที

5.3 ใช้เหล็กรูปพรรณเพื่อผลิตเสาเข็ม โดยการใช้เครื่องมือตัดและเชื่อม ตามแบบที่วิศวกรออกแบบมา การผลิตเสาเข็มประเภทนี้เป็นการผลิตเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช H และเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง Ø เครื่องมือหลัก ๆ ในการผลิตคือ เหล็กรูปพรรณ เครื่องมือในการตัดและการเชื่อม

-วัสดุในการผลิตคือเหล็กรูปพรรณขนาดตามแบบก่อสร้างเสาเข็ม แก๊สตัดเหล็ก เครื่องเชื่อมไฟฟ้า ลวดเชื่อมเป็นต้น

-ขนาดที่บริษัทผลิตแบ่งออกเป็น

เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช H ขนาด 15x15 20x20 25x25 30x30 ซ.ม. รับน้ำหนักได้ 15 20 25 30 ตัน/ต้น ตามลำดับ

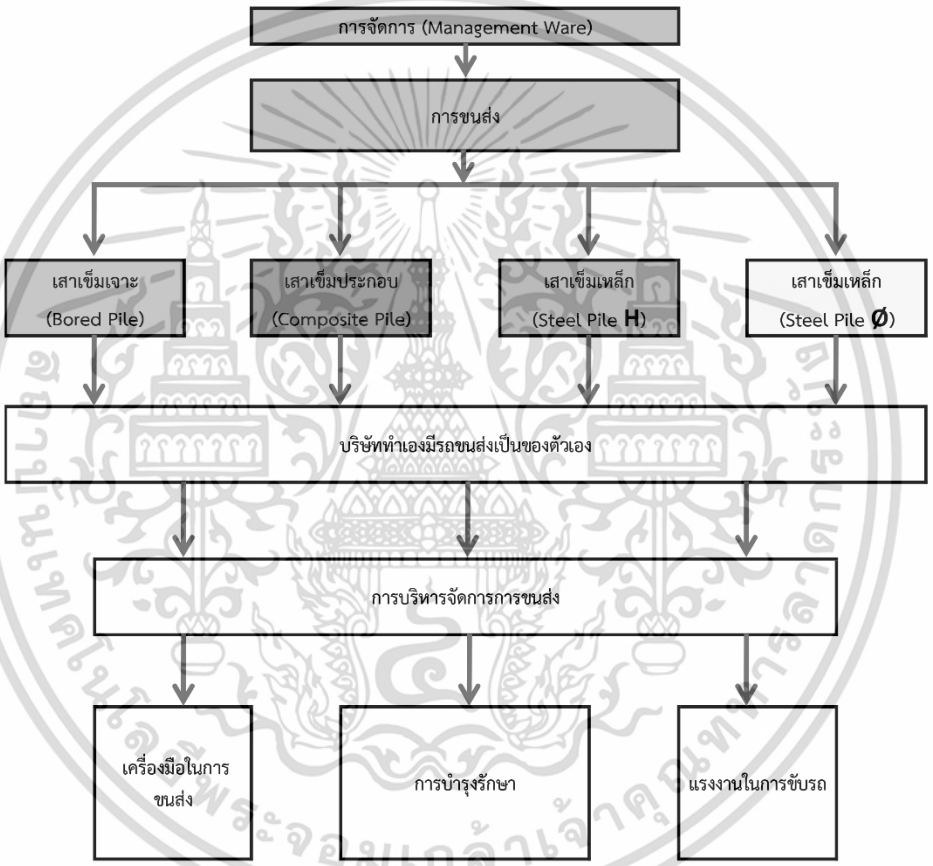
เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง Ø ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 20 30 ซ.ม. รับน้ำหนักได้ 15 20 30 ตัน/ต้นตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ในการติดตั้งที่หน้างานเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช H ติดตั้งโดยการใช้ปั้นจั่นขนาดเล็ก ส่วนเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง ญ ติดตั้งโดยการใช้แม่แรงไฮโดรลิก หรือ แม่แรงมือ

-เสาเข็มทั้ง 2 ชนิดนี้เมื่อถ่ายแรงจากอาคารลงมาที่เสาเข็มสามารถรับแรงได้ทันที

6 การบริหารจัดการในเรื่องของการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.2 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องของการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.11 แสดงความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.11 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องการบริหารจัดการในเรื่องการวิเคราะห์ผลดินของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 การวางแผนงานด้านการเข้าพื้นที่ ขนาดของรถยนต์ ขนาดถนนที่ใช้สัญจร รถรับส่งแรงงาน การบริหารของบริษัทบริษัทมีรถยนต์เป็นพาหนะในการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน ขึ้นอยู่กับวิศวกรที่ออกแบบเสาเข็มเป็นคนกำหนดว่าโครงการต่าง ๆ จะใช้รถยนต์ประเภทใดเช่น

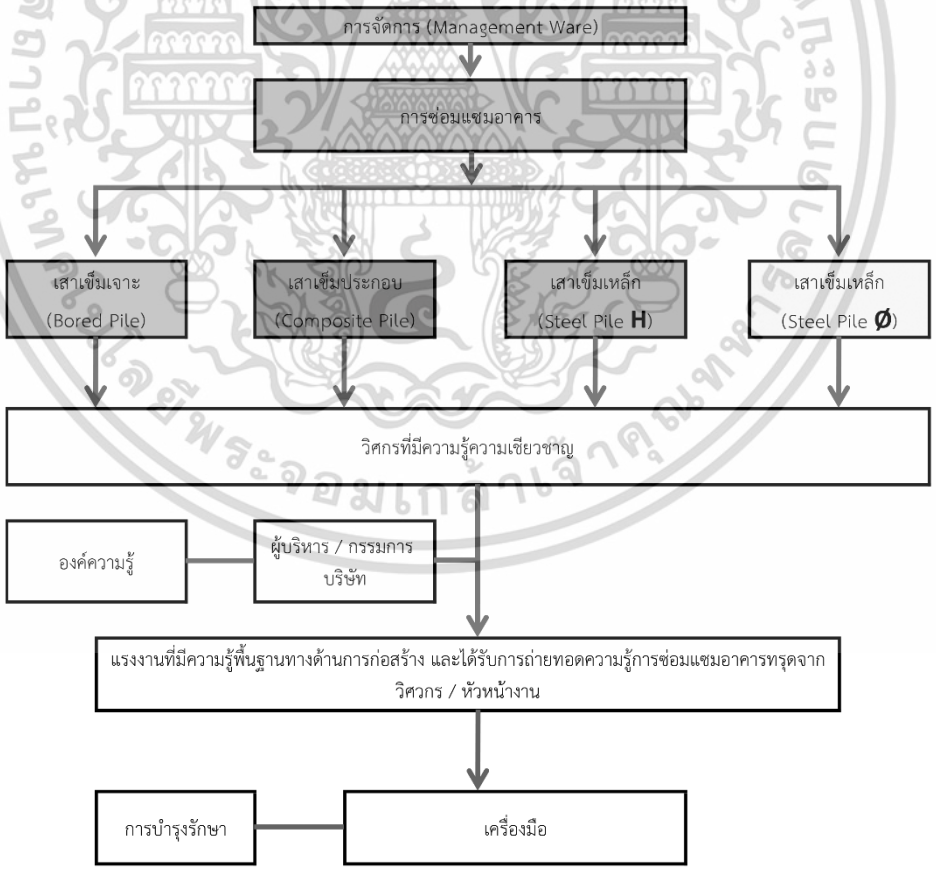
-รถยนต์กระบะ ใช้บรรทุกคนงานและเสาเข็มบางประเภทเช่น เสาเข็มประกอบ เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง Ø

-รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ ใช้บรรทุกเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคาร เสาเข็มเหล็กเจาะ เครื่องมือในการสำรวจ

-รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ (รถเฮียบ) ใช้บรรทุกเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคาร เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช H หรือเครื่องมือในที่มีน้ำหนักมาก เป็นต้น

-โดยการบริหารจัดการนี้ยังครอบคลุมไปถึงการดูแลรักษายานพาหนะของบริษัทด้วย

7 การบริหารจัดการในเรื่องของการซ่อมแซมอาคาร สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.2 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องของการซ่อมแซมอาคารได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.12 แสดงความสัมพันธ์การบริหารจัดการในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 5.12 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องการบริหารจัดการในเรื่องการวิเคราะห์ผลดินของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

7.1 ควบคุมการซ่อมแซม โดยวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญด้านการซ่อมแซมอาคารที่มีการทรุดตัวและการใช้เครื่องมือโดยเฉพาะ วิศวกรประจำโครงการซ่อมแซมจะเป็นผู้ดำเนินการอย่างเบ็ดเสร็จแต่ละโครงการโดยการถ่ายทอดข้อมูลของโครงการมาจากผู้บริหาร

-ใช้องค์ความรู้ประสบการณ์ในการซ่อมแซมอาคารทรุดจากประสบการณ์ของผู้บริหารถ่ายทอดมายังวิศวกร

-แรงงานในการซ่อมแซมเป็นแรงงานที่มีความรู้เรื่องการก่อสร้าง เรื่องการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว

-การซ่อมแซมแต่ละขั้นตอนเป็นไปตามมาตรฐานของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.)

5.1.3 การวิเคราะห์ด้านมนุษย์ (People Ware)

การวิเคราะห์ด้านมนุษย์ในการทำการศึกษาครั้งนี้หมายถึง คน หรือ บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการซ่อมแซมอาคารโดยการยกอาคาร จากการทบทวนวรรณกรรมและการลงพื้นที่ในการเก็บข้อมูลภาคสนามในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร จึงสรุปข้อมูลในด้านองค์ความรู้ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.3 ตารางวิเคราะห์ด้านมนุษย์ People Ware

มนุษย์ (People Ware)	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ Ø**
1.ผู้บริหาร	กลุ่มผู้ถือหุ้นวางแผนดำเนินงานประสานงานระหว่างเจ้าของโครงการกับบุคลากรภายในองค์กร	กลุ่มผู้ถือหุ้นวางแผนดำเนินงานประสานงานระหว่างเจ้าของโครงการกับบุคลากรภายในองค์กร	กลุ่มผู้ถือหุ้นวางแผนดำเนินงานประสานงานระหว่างเจ้าของโครงการกับบุคลากรภายในองค์กร	กลุ่มผู้ถือหุ้นวางแผนดำเนินงานประสานงานระหว่างเจ้าของโครงการกับบุคลากรภายในองค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

มนุษย์ (People Ware)	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ	กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ H	กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ Ø
2.วิศวกร	วิศวกรประจำของบริษัท ควบคุมและดูแลโครงการต่าง ๆ จากผู้บริหารตามที่ได้รับมอบหมาย	วิศวกรประจำของบริษัท ควบคุมและดูแลโครงการต่าง ๆ จากผู้บริหารตามที่ได้รับมอบหมาย	วิศวกรประจำของบริษัท ควบคุมและดูแลโครงการต่าง ๆ จากผู้บริหารตามที่ได้รับมอบหมาย	วิศวกรประจำของบริษัท ควบคุมและดูแลโครงการต่าง ๆ จากผู้บริหารตามที่ได้รับมอบหมาย
3.วิศวกร หรือเจ้าหน้าที่ควบคุมห้องปฏิบัติการทดสอบดิน	วิศวกรประจำบริษัทประสานงานจากผู้บริหารกับวิศวกรโครงการกับทีมเจาะสำรวจดิน	วิศวกรประจำบริษัทประสานงานจากผู้บริหารกับวิศวกรโครงการกับทีมเจาะสำรวจดิน	วิศวกรประจำบริษัทประสานงานจากผู้บริหารกับวิศวกรโครงการกับทีมเจาะสำรวจดิน	วิศวกรประจำบริษัทประสานงานจากผู้บริหารกับวิศวกรโครงการกับทีมเจาะสำรวจดิน
4.แรงงานในการเจาะสำรวจดิน	แรงงานคนไทยมีความรู้ทางด้านการเจาะสำรวจดินโดยได้รับการถ่ายทอดความรู้จากวิศวกรทำงานประจำบริษัท ใช้แรงงานจำนวน 3 คนต่อโครงการ	แรงงานคนไทยมีความรู้ทางด้านการเจาะสำรวจดินโดยได้รับการถ่ายทอดความรู้จากวิศวกรทำงานประจำบริษัท ใช้แรงงานจำนวน 3 คนต่อโครงการ	แรงงานคนไทยมีความรู้ทางด้านการเจาะสำรวจดินโดยได้รับการถ่ายทอดความรู้จากวิศวกรทำงานประจำบริษัท ใช้แรงงานจำนวน 3 คนต่อโครงการ	แรงงานคนไทยมีความรู้ทางด้านการเจาะสำรวจดินโดยได้รับการถ่ายทอดความรู้จากวิศวกรทำงานประจำบริษัท ใช้แรงงานจำนวน 3 คนต่อโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 (ต่อ)

มนุษย์ (People Ware)	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ Ø**
5.แรงงานในการสำรวจอาคาร	แรงงานคนไทยเป็นแรงงานที่มีความรู้เกี่ยวกับงานวิศวกรรมงานสำรวจและใช้เครื่องมือในงานสำรวจได้เป็นอย่างดี	แรงงานคนไทยเป็นแรงงานที่มีความรู้เกี่ยวกับงานวิศวกรรมงานสำรวจและใช้เครื่องมือในงานสำรวจได้เป็นอย่างดี	แรงงานคนไทยเป็นแรงงานที่มีความรู้เกี่ยวกับงานวิศวกรรมงานสำรวจและใช้เครื่องมือในงานสำรวจได้เป็นอย่างดี	แรงงานคนไทยเป็นแรงงานที่มีความรู้เกี่ยวกับงานวิศวกรรมงานสำรวจและใช้เครื่องมือในงานสำรวจได้เป็นอย่างดี
6.แรงงานในการซ่อมแซมอาคาร	เป็นแรงงานคนไทยที่มีทักษะช่างแต่ต้องได้รับการฝึกฝนและได้รับการดูแลควบคุมโดยวิศวกรหรือผู้ควบคุมงาน	เป็นแรงงานคนไทยที่มีทักษะช่างแต่ต้องได้รับการฝึกฝนและได้รับการดูแลควบคุมโดยวิศวกรหรือผู้ควบคุมงาน	เป็นแรงงานคนไทยที่มีทักษะช่างแต่ต้องได้รับการฝึกฝนและได้รับการดูแลควบคุมโดยวิศวกรหรือผู้ควบคุมงาน	เป็นแรงงานคนไทยที่มีทักษะช่างแต่ต้องได้รับการฝึกฝนและได้รับการดูแลควบคุมโดยวิศวกรหรือผู้ควบคุมงาน

จากตาราง 5.3 ตารางวิเคราะห์ด้านมนุษย์ People Ware ในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารในการศึกษาครั้งนี้พบว่า

1 ผู้บริหาร

1.1 กลุ่มผู้ถือหุ้นวางแผนดำเนินงานประสานงานระหว่างเจ้าของโครงการกับบุคลากรภายในองค์กร

2 วิศวกร

2.1 วิศวกรประจำของบริษัท ควบคุมและดูแลโครงการต่าง ๆ จากผู้บริหารตามที่ได้รับมอบหมาย

3 วิศวกรหรือเจ้าหน้าที่ควบคุมห้องปฏิบัติการทดสอบดิน

3.1 วิศวกรประจำบริษัทประสานงานจากผู้บริหารกับวิศวกรโครงการกับทีมเจาะสำรวจดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 แรงงานในการเจาะสำรวจดิน

4.1 แรงงานคนไทยมีความรู้ทางด้านการเจาะสำรวจดินโดยได้รับการถ่ายทอดความรู้จากวิศวกรทำงานประจำบริษัท ใช้แรงงานจำนวน 3 คนต่อโครงการ

5 แรงงานในการสำรวจอาคาร

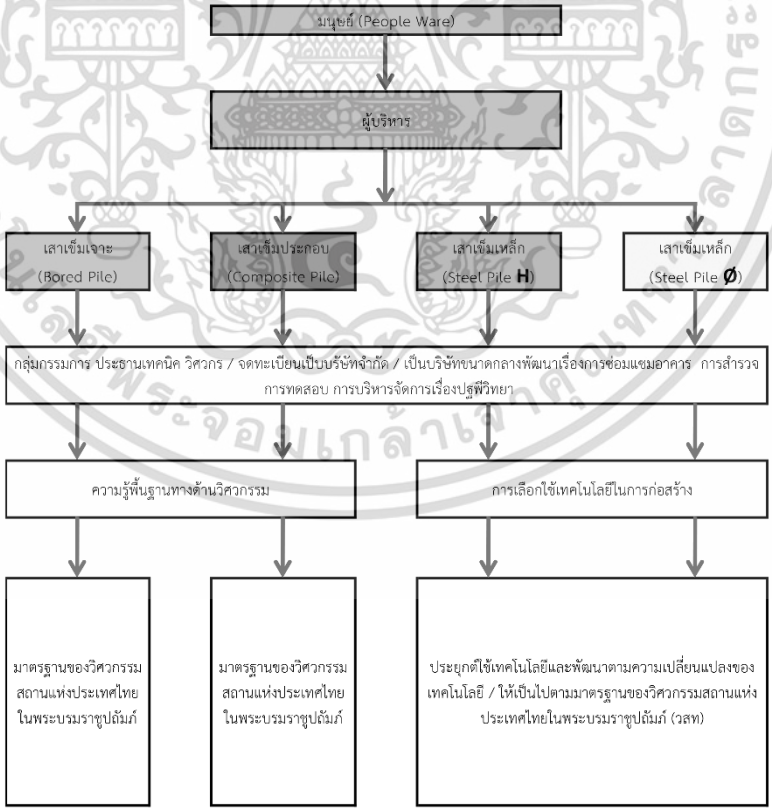
5.1 แรงงานคนไทยเป็นแรงงานที่มีความรู้เกี่ยวกับงานวิศวกรรมงานสำรวจและใช้เครื่องมือในงานสำรวจได้เป็นอย่างดี

6 แรงงานในการซ่อมแซมอาคาร

6.1 เป็นแรงงานคนไทยที่มีทักษะช่างแต่ต้องได้รับการฝึกฝนและได้รับการดูแลควบคุมโดยวิศวกรหรือผู้ควบคุมงาน

จากตารางที่กล่าวมาข้างต้นผู้ศึกษาได้ทำการการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่องการบริหารจัดการ People Ware ไปทีละหัวข้อดังต่อไปนี้

1 ผู้บริหาร สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.3 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ในหัวข้อมนุษย์ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.13 แสดงความสัมพันธ์ของผู้บริหารในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร

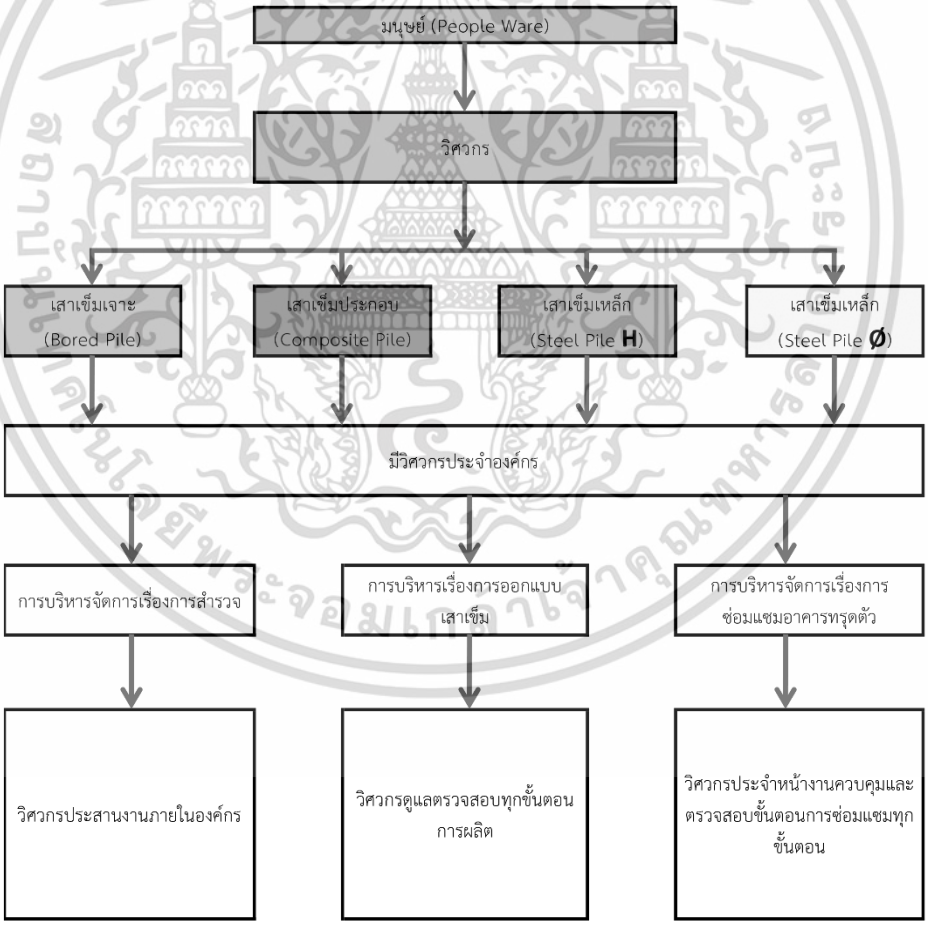
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 5.13 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องผู้บริหารของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

1.1 <u>กลุ่มผู้ถือหุ้น</u> การก่อตั้งบริษัทเป็นการก่อตั้งในรูปแบบเพื่อน คนรู้จักที่มีความรู้ด้านวิศวกรรมการทำงานในช่วงแรก ๆ ยังเป็นการอาศัยองค์ความรู้จากการเรียนในมหาวิทยาลัยทั้งในเรื่องการสำรวจ การทดสอบดิน การวิเคราะห์ดิน การซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว เมื่อผ่านงานจึงสะสมประสบการณ์ในงานจัดทำเป็นองค์ความรู้ถ่ายทอดไปยังวิศวกร หัวหน้างาน คนงาน ตามลำดับและยังคอยเป็นที่ปรึกษาแก้ปัญหาในรูปแบบต่าง ๆ ให้กับวิศวกรและคนงานในองค์กร และให้เป็นไปตามมาตรฐานของ วสท.

2 วิศวกร สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.3 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ในหัวข้อมนุษย์ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.14 แสดงความสัมพันธ์ของวิศวกรในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 5.14 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องผู้วิศวกรของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

2.1 วิศวกรประจำของบริษัท เป็นวิศวกรประจำโครงการบริหารจัดการโครงการซ่อมแซมอาคารต่าง ๆ ที่ได้รับมอบหมายจากผู้บริหารโดยประสานงานกับวิศวกรคนอื่น ๆ

-วิศวกรที่บริหารจัดการในเรื่องของการสำรวจดิน ทำหน้าที่รวบรวมเก็บข้อมูล ตรวจสอบความถูกต้องให้เป็นไป

-วิศวกรที่บริหารจัดการในเรื่องการวิเคราะห์ผลการสำรวจดิน นำเสนอรางานผลการวิเคราะห์ชั้นดินหรือ Boring Log

-วิศวกรที่บริหารจัดการในเรื่องสำรวจอาคาร นำเสนอรายงานแบบน้ำหนักโหลดของอาคารลงฐานราก Column Load และตรวจสอบความถูกต้องในขั้นตอนต่าง ๆ ในเรื่องการสำรวจ

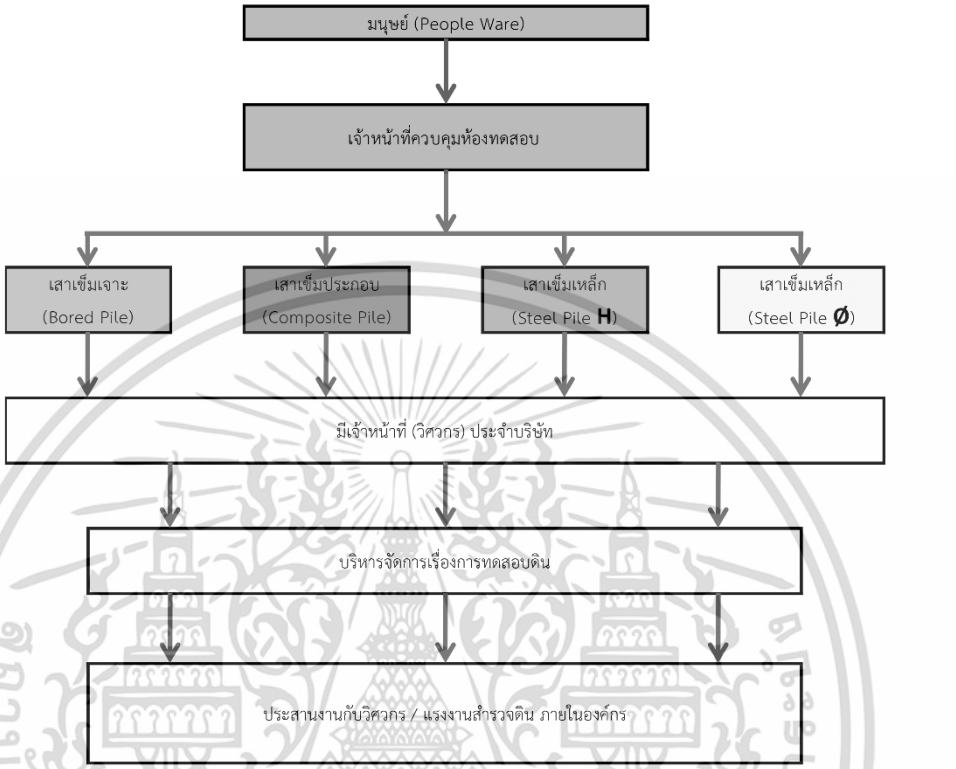
-วิศวกรที่บริหารจัดการในเรื่องของการออกแบบเสาเข็ม นำเสนอการออกแบบเสาเข็มและวางแผนการขนส่งเสาเข็ม เครื่องมือ และแรงงาน รวมถึงการออกแบบพื้นที่การทำงานที่หน้างานอีกด้วย

-วิศวกรที่บริหารจัดการเรื่องการซ่อมแซมอาคาร เป็นวิศวกรที่ควบคุมกระบวนการหรือขั้นตอนต่าง ๆ ที่บริเวณหน้างาน ประสานงานกับแรงงานผู้ว่าจ้างรวมถึงผู้บริหาร เป็นต้น

โครงการหนึ่งโครงการหลัก ๆ โดยทั่วไปแล้วจะประกอบไปด้วยวิศวกรที่กล่าวมาข้างต้น และการทำงานไม่ได้มีอะไรที่ตายตัว วิศวกร 1 ท่านอาจจะทำงานได้หลากหลายหน้าที่เช่น วิศวกรที่สำรวจดินกับวิศวกรที่วิเคราะห์ผลดิน อาจจะเป็นวิศวกรคนเดียวกัน หรือวิศวกรที่สำรวจอาคารอาจจะเป็นวิศวกรคนเดียวกันที่ทำหน้าที่ออกแบบเสาเข็ม เป็นต้นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการบริหารจัดการของผู้บริหารในองค์กร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 วิศวกรหรือเจ้าหน้าที่ควบคุมห้องปฏิบัติการทดสอบดิน สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.3 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ในหัวข้อมนุษย์ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.15 แสดงความสัมพันธ์ของวิศวกรควบคุมห้องปฏิบัติการในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

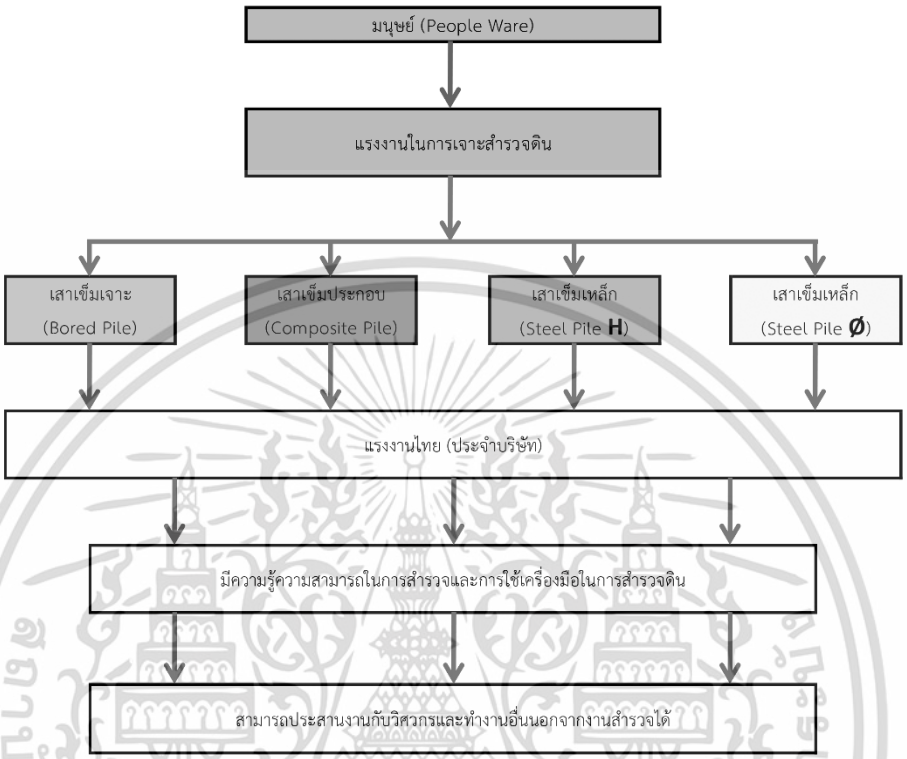
จากภาพที่ 5.15 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องผู้วิศวกรหรือเจ้าหน้าที่ควบคุมห้องปฏิบัติการณ์ของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

<u>3.1 วิศวกรประจำบริษัท</u> ประสานงานจากผู้บริหารกับวิศวกรโครงการกับทีมเจาะสำรวจดินนำตัวอย่างดินมาวิเคราะห์สภาพชั้นดินนำเสนอวิศวกรที่มีหน้าที่ออกแบบเสาเข็มด้วยใบรายงานสภาพชั้นดินหรือ Boring Log Sheet

-เป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 แรงงานในการเจาะสำรวจดิน สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.3 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ในหัวข้อมนุษย์ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.16 แสดงความสัมพันธ์ของแรงงานในการสำรวจดินในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร

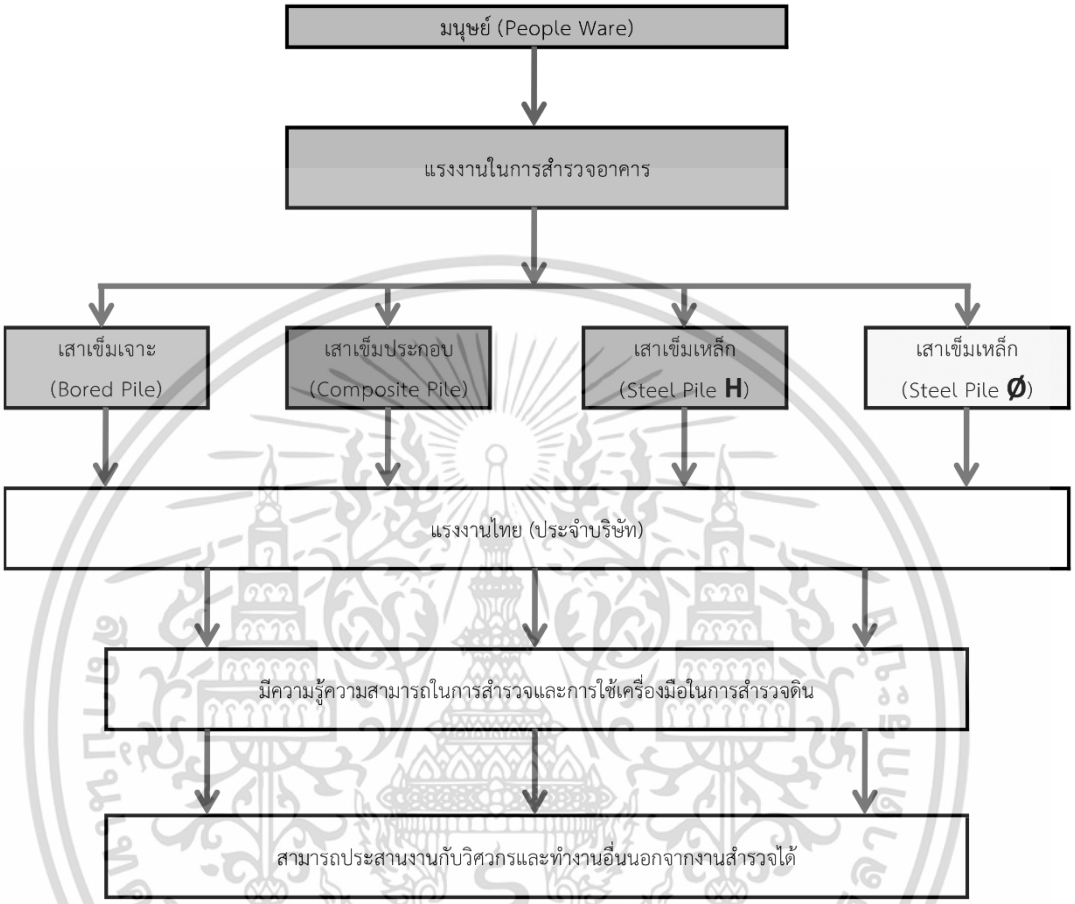
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.16 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องแรงงานในการสำรวจดินของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

4.1 แรงงานคนไทยมีความรู้ทางด้านการเจาะสำรวจดิน แรงงานมีความรู้ในด้านวิศวกรรมก่อสร้าง หรือ มีความรู้พื้นทางด้านก่อสร้างมาเล็กน้อย แต่ได้รับการถ่ายทอดโดยวิศวกรที่มีความรู้ด้านการสำรวจดินและงานวิศวกรรม ใช้ระบบเจาะสำรวจดินแบบ Wash Boring และให้เป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ แรงงานในการเจาะสำรวจดินในแต่ละโครงการใช้แรงงานจำนวน 3 คนและทำงานร่วมกับวิศวกรที่มีความรู้ด้านการเจาะสำรวจดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 แรงงานในในการสำรวจอาคาร สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.3 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ในหัวข้อมนุษย์ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.17 แสดงความสัมพันธ์ของแรงงานในการสำรวจอาคารในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร

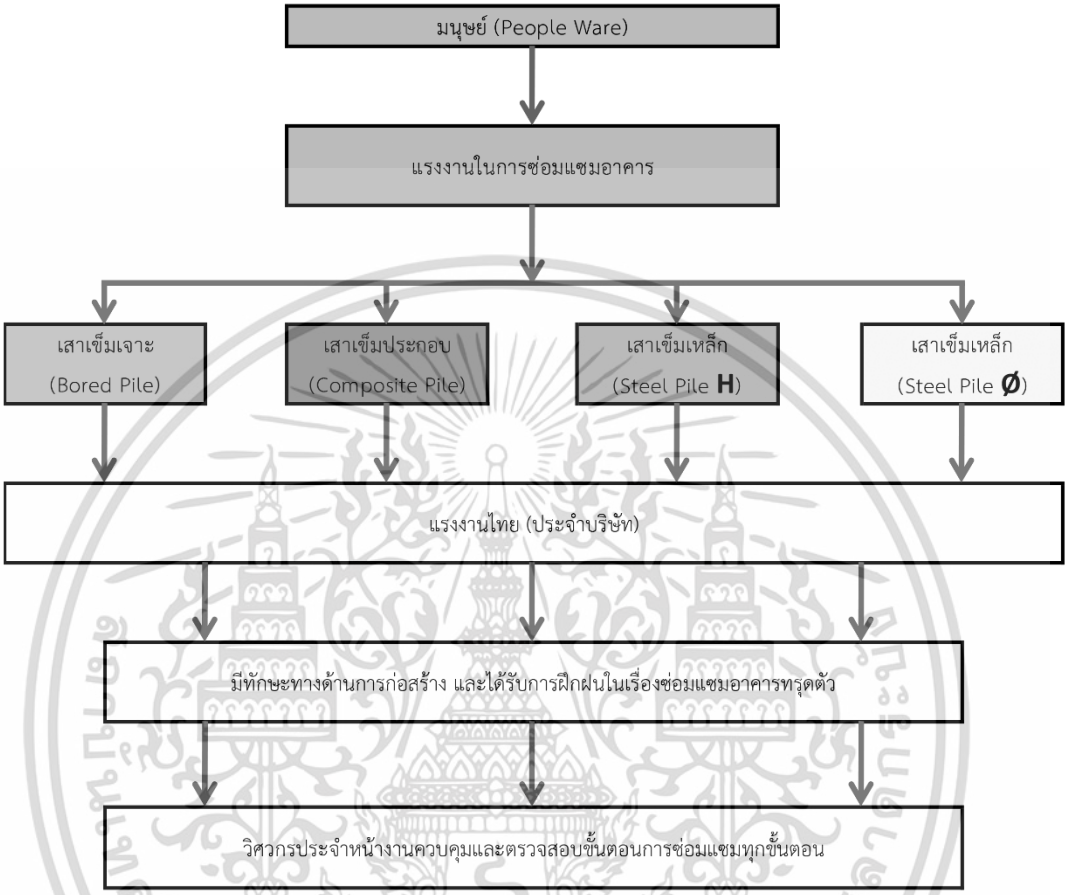
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.17 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องแรงงานในการสำรวจอาคารของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

5.1 แรงงานคนไทยมีความรู้ทางด้านการก่อสร้างการสำรวจ แรงงานมีความรู้ในด้านวิศวกรรม ก่อสร้าง หรือ มีความรู้พื้นทางด้านก่อสร้างมาเล็กน้อย แต่ได้รับการถ่ายทอดโดยวิศวกรที่มีความรู้ด้านการสำรวจและงานวิศวกรรม การใช้กล้องสำรวจ สตาฟ หรือเครื่องมือพื้นฐานในงานสำรวจ และให้เป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ แรงงานในการสำรวจอาคารในแต่ละโครงการใช้แรงงานจำนวน 3-5 คนและทำงานร่วมกับวิศวกรที่มีความรู้ด้านงานวิศวกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 แรงงานในการซ่อมแซมอาคาร สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.3 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ในหัวข้อมนุษย์ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.18 แสดงความสัมพันธ์ของแรงงานในการซ่อมแซมอาคารในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.18 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องแรงงานในการสำรวจอาคารของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

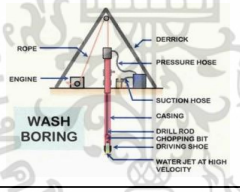
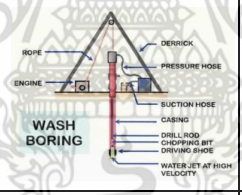
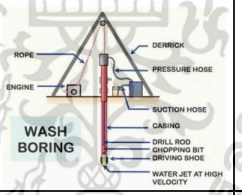
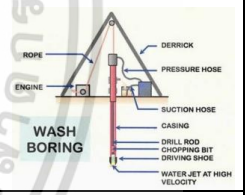
6.1 เป็นแรงงานคนไทยที่มีทักษะช่างแต่ต้องได้รับการฝึกฝน ได้รับการดูแลควบคุมโดยวิศวกรหรือผู้ควบคุมงาน แรงงานมีความรู้ในด้านวิศวกรรม ก่อสร้าง หรือ มีความรู้พื้นทางด้านก่อสร้างมาเล็กน้อย แต่ได้รับการถ่ายทอดโดยวิศวกรที่มีความรู้ด้านการสำรวจและงานวิศวกรรม การใช้กล้องสำรวจ สตาฟ หรือเครื่องมือพื้นฐานในงานสำรวจ และให้เป็นไปตามมาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ แรงงานในการเจาะสำรวจอาคารในแต่ละโครงการใช้แรงงานจำนวน 10-15 คนและทำงานร่วมกับวิศวกรที่มีความรู้ด้านงานวิศวกรรมและการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวโดยการยกอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 การวิเคราะห์เครื่องมือ (Hard Ware)

การวิเคราะห์ด้านเครื่องมือในการทำการศึกษาครั้งนี้หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจดิน เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลดิน เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจอาคาร เครื่องมือที่ใช้ในการออกแบบเสาเข็ม เครื่องมือที่ใช้ในการผลิตเสาเข็ม เครื่องมือที่ใช้ในการซ่อมแซมอาคาร และเครื่องมือที่ใช้ในการขนส่ง จากเครื่องมือที่ใช้มนหัวข้อที่กล่าวมานั้นสามรถทำให้เราทราบถึงการใช้เทคโนโลยีในขั้นตอนต่าง ๆ ในการซ่อมแซมอาคาร จากการทบทวนวรรณกรรมและการลงพื้นที่ในการเก็บข้อมูลภาคสนามในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร จึงสรุปข้อมูลในด้านองค์ความรู้ได้ดังต่อไปนี้

ตารางที่ 5.4 ตารางวิเคราะห์ด้านเครื่องมือ Hard Ware

เครื่องมือ Hard Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ Ø**
1. เครื่องมือในการสำรวจดิน	ระบบ Wash Boring 	ระบบ Wash Boring 	ระบบ Wash Boring 	ระบบ Wash Boring 
	กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบบาง	กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบบาง	กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบบาง	กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบบาง
	กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบบางและแบบผ่า	กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบบางและแบบผ่า	กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบบางและแบบผ่า	กระบอกเก็บตัวอย่างดินแบบบางและแบบผ่า

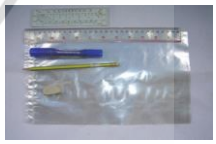
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

เครื่องมือ Hard Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ Ø**
1.เครื่องมือในการสำรวจดิน	จอบ	จอบ	จอบ	จอบ
	สว่านมือ	สว่านมือ	สว่านมือ	สว่านมือ
	เตาแก๊สแบบพกพา	เตาแก๊สแบบพกพา	เตาแก๊สแบบพกพา	เตาแก๊สแบบพกพา
	กาต้มน้ำ / หม้อต้มน้ำ	กาต้มน้ำ / หม้อต้มน้ำ	กาต้มน้ำ / หม้อต้มน้ำ	กาต้มน้ำ / หม้อต้มน้ำ
	สารฟาราฟิน	สารฟาราฟิน	สารฟาราฟิน	สารฟาราฟิน
	สายวัด / ตลับเมตร	สายวัด / ตลับเมตร	สายวัด / ตลับเมตร	สายวัด / ตลับเมตร

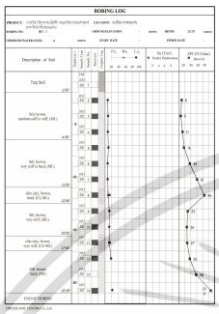
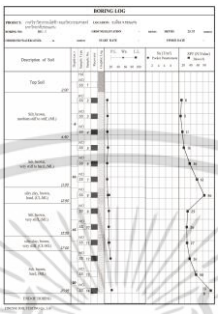
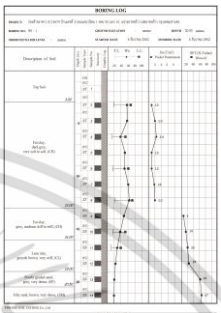
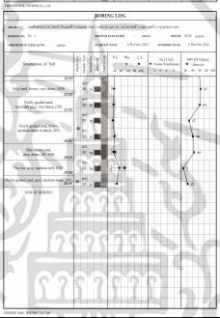
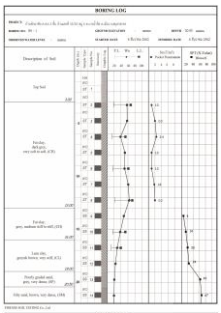
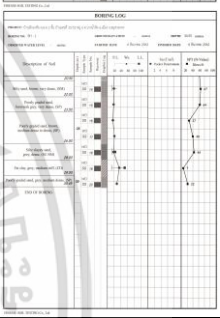
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

เครื่องมือ Hard Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ Ø**
1.เครื่องมือในการสำรวจดิน	สายวัด / ตลับเมตร	สายวัด / ตลับเมตร	สายวัด / ตลับเมตร	สายวัด / ตลับเมตร
	ค้อน	ค้อน	ค้อน	ค้อน
	ร่มบังแดด	ร่มบังแดด	ร่มบังแดด	ร่มบังแดด
	กระดาษกาว	กระดาษกาว	กระดาษกาว	กระดาษกาว
	อุปกรณ์จดบันทึก	อุปกรณ์จดบันทึก	อุปกรณ์จดบันทึก	อุปกรณ์จดบันทึก 

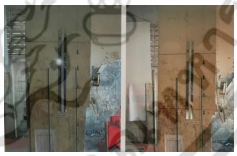
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

เครื่องมือ Hard Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ Ø**
2. เครื่องมือในการวิเคราะห์ผลดิน	Boring Log 	Boring Log 	Boring Log  	Boring Log  
	Computer	Computer	Computer	Computer
	เครื่องพิมพ์เอกสาร	เครื่องพิมพ์เอกสาร	เครื่องพิมพ์เอกสาร	เครื่องพิมพ์เอกสาร

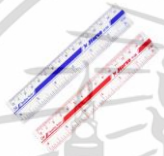
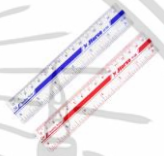
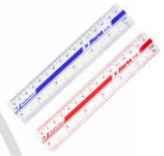
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

เครื่องมือ Hard Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ Ø**
3. เครื่องมือในการสำรวจอาคาร	แบบก่อสร้าง	แบบก่อสร้าง	แบบก่อสร้าง	แบบก่อสร้าง
			Linear Variable Displacement Transducer	
			Data Logger	
			Leveling Parallax Wire 	
	กล้องระดับ	กล้องระดับ	กล้องระดับ	กล้องระดับ

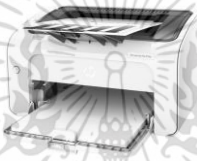
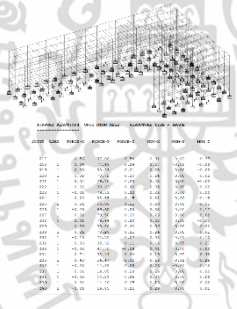
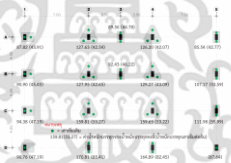
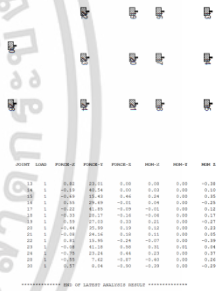
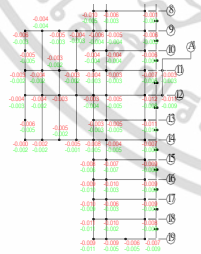
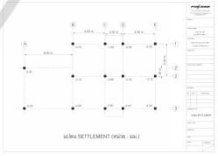
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

เครื่องมือ Hard Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ Ø**
3.เครื่องมือในการสำรวจอาคาร	Staff Gauge	Staff Gauge	Staff Gauge	Staff Gauge
	ไม้บรรทัดหน่วย ม.ม. 	ไม้บรรทัดหน่วย ม.ม.	ไม้บรรทัดหน่วย ม.ม. 	ไม้บรรทัดหน่วย ม.ม. 
	อุปกรณ์จดบันทึก	อุปกรณ์จดบันทึก	อุปกรณ์จดบันทึก	อุปกรณ์จดบันทึก
	เครื่องคิดเลข	เครื่องคิดเลข	เครื่องคิดเลข	เครื่องคิดเลข
	กล้องถ่ายรูป	กล้องถ่ายรูป	กล้องถ่ายรูป	กล้องถ่ายรูป

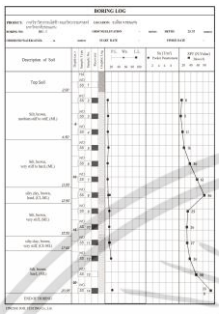
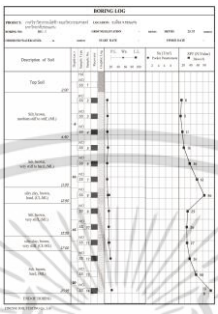
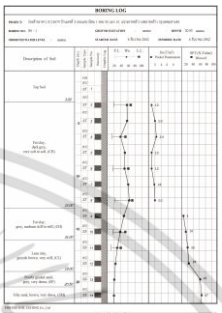
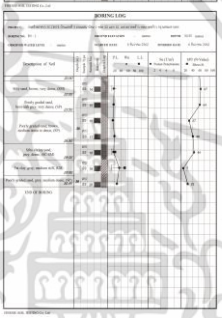
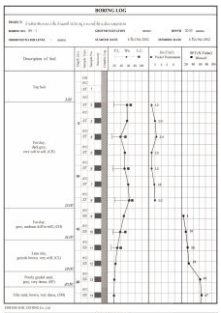
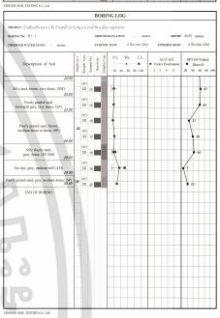
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

เครื่องมือ Hard Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ Ø**
3. เครื่องมือในการสำรวจอาคาร	Computer	Computer	Computer	Computer
	เครื่องพิมพ์เอกสาร	เครื่องพิมพ์เอกสาร 	เครื่องพิมพ์เอกสาร	เครื่องพิมพ์เอกสาร
4. เครื่องมือในการออกแบบเสาเข็ม	Column Load 	Column Load	Column Load 	Column Load 
	Plan Settlement 	Plan Settlement	Plan Settlement	Plan Settlement 

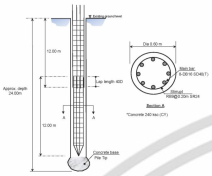
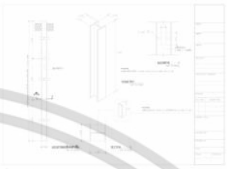
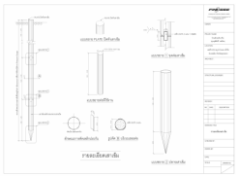
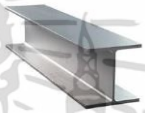
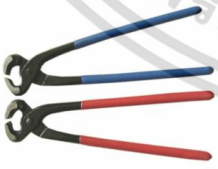
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

เครื่องมือ Hard Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ Ø**
4. เครื่องมือในการออกแบบเสาเข็ม	Boring Log 	Boring Log 	Boring Log  	Boring Log  
	เครื่องคิดเลข	เครื่องคิดเลข	เครื่องคิดเลข	เครื่องคิดเลข
	Computer	Computer	Computer	Computer
	เครื่องพิมพ์เอกสาร	เครื่องพิมพ์เอกสาร	เครื่องพิมพ์เอกสาร	เครื่องพิมพ์เอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

เครื่องมือ Hard Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ Ø**
5. เครื่องมือในการผลิตเสาเข็ม	แบบก่อสร้างเสาเข็ม 	แบบก่อสร้างเสาเข็ม	แบบก่อสร้างเสาเข็ม 	แบบก่อสร้างเสาเข็ม 
	เหล็กเส้นรูปพรรณ	เหล็กรูปพรรณ Ø	เหล็กรูปพรรณ H 	เหล็กรูปพรรณ Ø
	ลวดผูกเหล็ก			
	เครื่องตัดเหล็ก			
	คีมผูกเหล็ก 			
	กุญแจดัดเหล็ก			

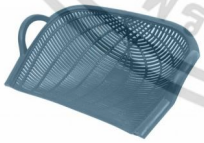
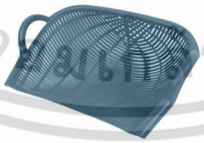
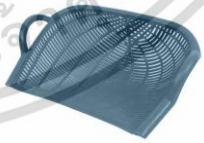
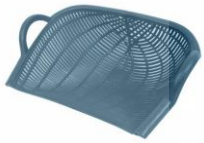
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

เครื่องมือ Hard Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ Ø**
5.เครื่องมือในการผลิตเสาเข็ม	ตลับเมตร/สายวัด	ตลับเมตร/สายวัด	ตลับเมตร/สายวัด	ตลับเมตร/สายวัด
		แก๊สตัดเหล็ก	แก๊สตัดเหล็ก	แก๊สตัดเหล็ก
		ตู้เชื่อมไฟฟ้า	เครื่องตัดเหล็ก H	ตู้เชื่อมไฟฟ้า
		ลวดเชื่อม	ตู้เชื่อมไฟฟ้า	ลวดเชื่อม
		คอนกรีต	ลวดเชื่อม	

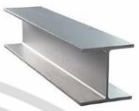
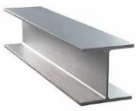
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

เครื่องมือ Hard Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ Ø**
6. เครื่องมือในการซ่อมแซมอาคาร	เครื่องสกัดคอนกรีต	เครื่องสกัดคอนกรีต	เครื่องสกัดคอนกรีต	เครื่องสกัดคอนกรีต
	ลูกหมูเจียรคอนกรีต	ลูกหมูเจียรคอนกรีต	ลูกหมูเจียรคอนกรีต	ลูกหมูเจียรคอนกรีต
	พลั่วและจอบขุดดิน	พลั่วและจอบขุดดิน	พลั่วและจอบขุดดิน	พลั่วและจอบขุดดิน
	รถขนดิน	รถขนดิน	รถขนดิน	รถขนดิน
	บุ้งกี๋ 	บุ้งกี๋ 	บุ้งกี๋ 	บุ้งกี๋ 
	เสาเข็มเจาะ	เสาเข็มประกอบ	เสาเข็มเหล็ก H	เสาเข็มเหล็ก Ø

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

เครื่องมือ Hard Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ Ø**
6.เครื่องมือในการซ่อมแซมอาคาร			เหล็กรูปพรรณ H 	เหล็กรูปพรรณ H 
		คอริ่งเจาะคอนกรีต		
	Tripod Rig			
		ปั้นจั่นขนาดเล็ก	ปั้นจั่นขนาดเล็ก	
		ตู้เชื่อมไฟฟ้า	ตู้เชื่อมไฟฟ้า	ตู้เชื่อมไฟฟ้า
		ลวดเชื่อม	ลวดเชื่อม	ลวดเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

เครื่องมือ Hard Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ Ø**
6. เครื่องมือในการซ่อมแซมอาคาร			Leveling Parallax Wire	
	ดิ่ง	ดิ่ง	ดิ่ง	ดิ่ง
	ระดับน้ำ	ระดับน้ำ	ระดับน้ำ	ระดับน้ำ
			แม่แรงไฮโดรลิก	แม่แรงไฮโดรลิก
			แม่แรงกระปุก	แม่แรงกระปุก
	คอนกรีต	คอนกรีต	คอนกรีต	คอนกรีต

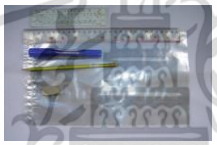
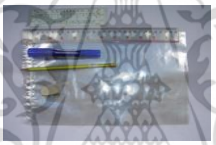
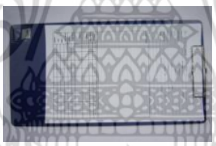
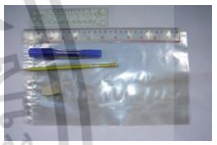
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

เครื่องมือ Hard Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ Ø**
6. เครื่องมือในการซ่อมแซมอาคาร	อิฐบล็อก	อิฐบล็อก	อิฐบล็อก	อิฐบล็อก
	อิฐมอญ	อิฐมอญ	อิฐมอญ	อิฐมอญ
	เกียงก่อ	เกียงก่อ	เกียงก่อ	เกียงก่อ
	ปูนก่อ / ปูนฉาบ	ปูนก่อ / ปูนฉาบ	ปูนก่อ / ปูนฉาบ	ปูนก่อ / ปูนฉาบ
	เกียงฉาบ	เกียงฉาบ	เกียงฉาบ	เกียงฉาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

เครื่องมือ Hard Ware	กรณีศึกษา			
	กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	**กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ**	**กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ H**	**กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ Ø**
6. เครื่องมือในการซ่อมแซมอาคาร			ไม้แบบ ค้ำยัน	ไม้แบบ ค้ำยัน
	ตลับเมตร/สายวัด	ตลับเมตร/สายวัด	ตลับเมตร/สายวัด	ตลับเมตร/สายวัด
	อุปกรณ์จดบันทึก 	อุปกรณ์จดบันทึก  	อุปกรณ์จดบันทึก	อุปกรณ์จดบันทึก 
	ชุดโต๊ะเก้าอี้สนาม	ชุดโต๊ะเก้าอี้สนาม	ชุดโต๊ะเก้าอี้สนาม	ชุดโต๊ะเก้าอี้สนาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.4 (ต่อ)

เครื่องมือ Hard Ware		กรณีศึกษาที่ 1 เสาเข็มเจาะ	กรณีศึกษาที่ 2 เสาเข็มประกอบ	กรณีศึกษาที่ 3 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ H	กรณีศึกษาที่ 4 เสาเข็มเหล็ก รูปพรรณ Ø
7. เครื่องมือในการขนส่ง	เสาเข็ม	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ (เฮียบ)	รถบรรทุก 6 ล้อ
	เครื่องมือ	รถบรรทุก 6 ล้อ	รถบรรทุก 6 ล้อ (เฮียบ)	รถบรรทุก 6 ล้อ (เฮียบ)	รถบรรทุก 6 ล้อ
	แรงงาน	รถกระบะ 4 ล้อ	รถกระบะ 4 ล้อ	รถกระบะ 4 ล้อ	รถกระบะ 4 ล้อ

จากตาราง 5.4 ตารางวิเคราะห์ด้านเครื่องมือ Hard Ware ในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัว โดยการยกอาคารในการศึกษาครั้งนี้พบว่า

1 เครื่องมือในการสำรวจดิน

1.1 ใช้เครื่องมือในการสำรวจดินแบบ Wash Boring

2 เครื่องมือในการวิเคราะห์ผลดิน

2.1 ห้องปฏิบัติการทดสอบดินเป็นของบริษัท

3 เครื่องมือในการสำรวจอาคาร

3.1 การใช้เครื่องมือโดยทั่วไปทางวิศวกรรม

3.2 การประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมเพื่อลดกระบวนการและขั้นตอนในการทำงานสำรวจอาคาร

4 เครื่องมือในการออกแบบเสาเข็ม

4.1 การใช้เทคโนโลยีในการประมวลผลการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5 เครื่องมือในการผลิตเสาเข็ม

5.1 การใช้เครื่องมือ ตัด ต่อ มัด โดยทั่วไปในทางวิศวกรรม

5.2 การใช้เทคโนโลยีของเครื่องมือในทางวิศวกรรมการ ตัด ต่อ เชื่อม

6 เครื่องมือในการซ่อมแซมอาคาร

6.1 การใช้เครื่องมือโดยทั่วไปทางวิศวกรรมในการซ่อมแซมอาคาร

6.2 การใช้เทคโนโลยีของเครื่องมือทางวิศวกรรมมาช่วยในการลดกระบวนการการซ่อมแซม

7 เครื่องมือในการขนส่ง

7.1 รถยนต์กระบะ 4 ล้อ

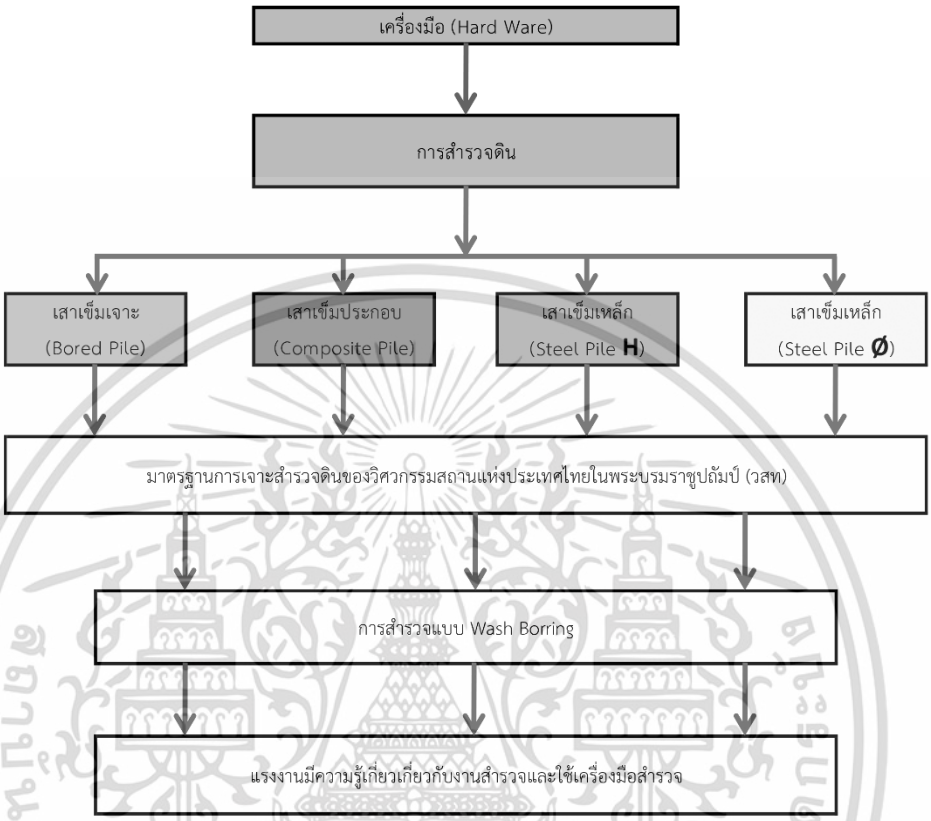
7.2 รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ

7.3 รถยนต์บรรทุก 6 ล้อติดเครน (รถเฮียบ)

จากตารางที่กล่าวมาข้างต้นผู้ศึกษาได้ทำการการวิเคราะห์ข้อมูลในเรื่องเครื่องมือ Hard Ware ไปทีละหัวข้อดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 เครื่องมือในการสำรวจดิน สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.4 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ในหัวข้อเครื่องมือ (Hard Ware) ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.19 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือในการสำรวจดินในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.19 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องเครื่องมือในการสำรวจดินของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

1.1 ใช้เครื่องมือในการสำรวจดินแบบ Wash Boring คือการเจาะสำรวจดินแบบใช้แรงดันน้ำโดยการสูบน้ำผ่านก้านเจาะลงไปที่หัวฉีดที่ก้นหลุมพร้อมกับการกระแทกหรือหมุนของหัวเจาะ โดยเจาะให้ดินเป็นหลุมผ่านโครงสร้างของแต่ละชั้นดินลงไป วิธีการสำรวจคือใช้สามขา เครื่องกว้าน และปั๊มน้ำ การเจาะสำรวจดินแบบ Wash Boring นี้สามารถหยุดเพื่อเก็บตัวอย่างของดินได้เป็นระยะความลึกของชั้นดินได้ตามกำหนด ในการเก็บตัวอย่างดินใช้กระบอกดินเก็บตัวอย่างแบ่งออกเป็น

- กระบอกเก็บดินแบบผนังบาง (Thin-wall Tube) ใช้เก็บตัวอย่างดินที่เป็นดินเหนียวอ่อน ดินตัวอย่างที่ได้จัดว่าเป็นดินประเภทคงสภาพ

- กระบอกเก็บดินแบบผ่า (Split Spoon Tube) ใช้เก็บดินตัวอย่างที่เป็นดินเหนียวแข็งปานกลางถึงแข็งมากและดินทราย ดินตัวอย่างที่ได้จัดว่าเป็นดินที่ไม่คงสภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเจาะสำรวจดินแล้วเสร็จวิศวกรหรือทีมสำรวจดินจะส่งข้อมูลดินไปให้วิศวกรหรือเจ้าหน้าที่ควบคุมห้องปฏิบัติการทดสอบดินเพื่อออกใบรายงานผลสภาพดินหรือ Boring Log ต่อไป

รูปที่ 5.20 แสดงสามขาในการเจาะสำรวจดินแบบ Wash Boring

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 5.21 แสดงกระบอกเก็บดินแบบผนังบาง (Thin-Wall Tube)

ที่มา : วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

รูปที่ 5.22 การใช้สารฟาราฟินปิดปากกระบอกเก็บตัวอย่างดิน

ที่มา : ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

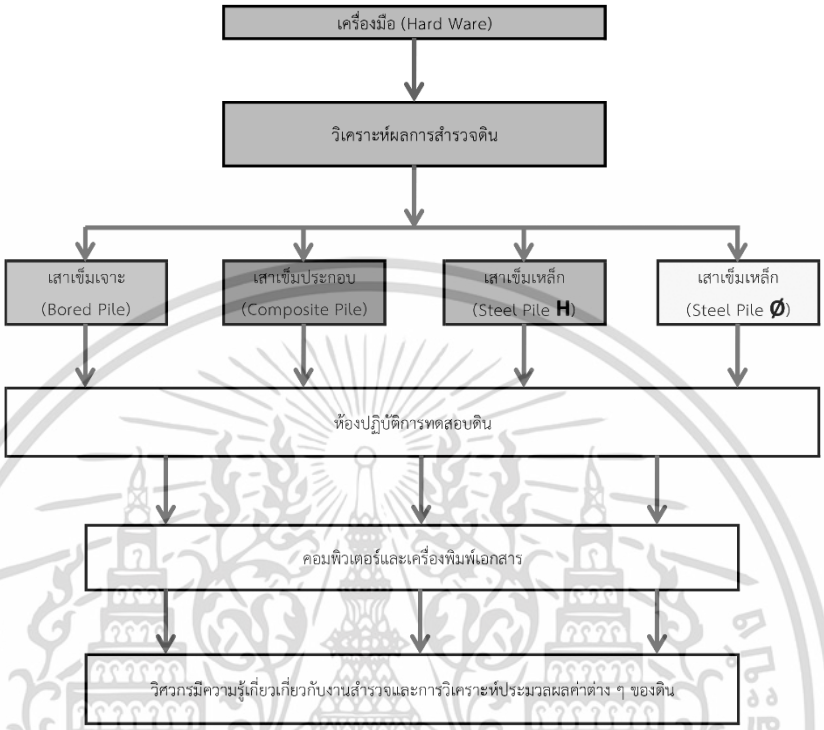
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.23 แสดงกระบอกเก็บดินแบบผ่า (Split Spoon Tube)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 5.24 แสดงลูกตุ้มตอกกระบอกเก็บตัวอย่างดิน (ซ้าย) และก้านเจาะ (ขวา)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 เครื่องมือในการวิเคราะห์ผลดิน สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.4 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ในหัวข้อเครื่องมือ (Hard Ware) ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.25 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือในการวิเคราะห์ผลดินในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.22 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องเครื่องมือในการสำรวจดินของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

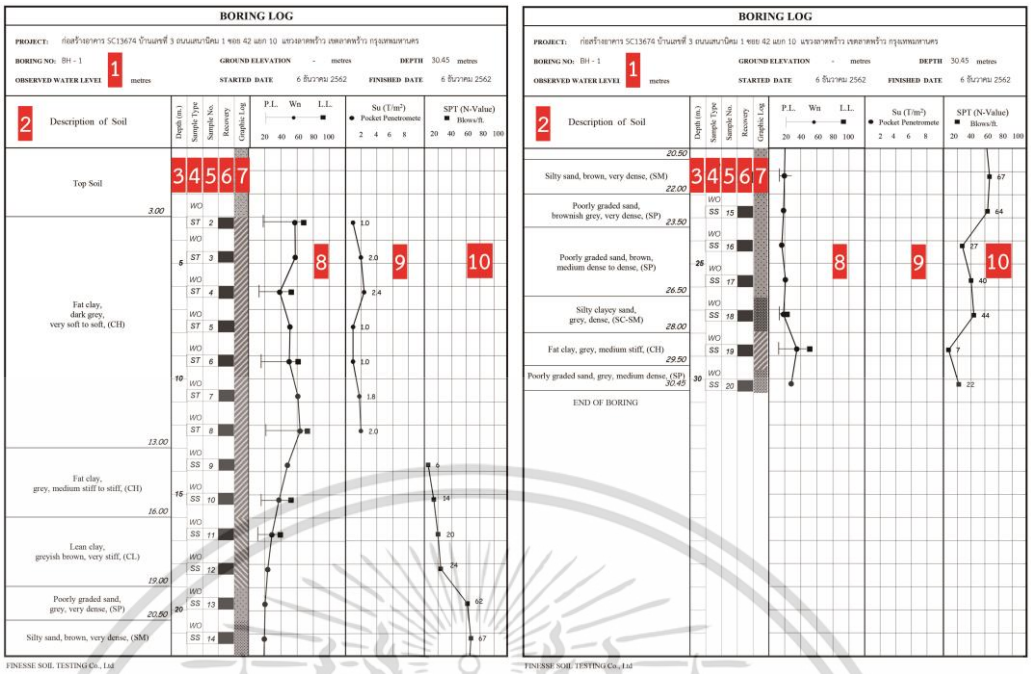
2.1 ห้องปฏิบัติการทดสอบดินเป็นของบริษัท เมื่อวิศวกรหรือทีมงานเจาะสำรวจดินส่งข้อมูลดินที่เจาะสำรวจให้กับวิศวกรหรือเจ้าหน้าที่ควบคุมห้องทดสอบแล้ว โดยทั่วไปแล้ววิศวกรหรือเจ้าหน้าที่ประจำห้องปฏิบัติการทดสอบดินจะออกใบรายงานผลการเจาะสำรวจดินประกอบไปด้วย

-ตารางแสดงผลการทดสอบดินในห้องปฏิบัติการ (Summary of Test Result)

-ภาพตัดแสดงชั้นดินและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เทียบกับความลึก (Boring Log Sheet)

ในการศึกษาการศึกษาวิทยานิพนธ์เรื่อง เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร จะกล่าวถึงเฉพาะ ภาพตัดแสดงชั้นดินและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เทียบกับความลึก (Boring Log Sheet) เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.26 แสดงใบรายงานแสดงชั้นดินและค่าพารามิเตอร์เทียบกับความลึก (Boring Log Sheet)

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 5.27 แสดงคุณศิวิภา อะทะพะสุ วิศวกรประจำห้องปฏิบัติการทดสอบดินและการทำงาน

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

จากภาพที่ 5.27 แสดง Boring Log Sheet ของกรุงเทพมหานคร (อาคารกรณีศึกษาที่ 3) สามารถอธิบายสรุปตามตัวเลขได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลข 1 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับชื่อโครงการ สถานที่ หมายเลขหลุมเจาะ ความลึกที่เจาะสำรวจ วันที่เจาะสำรวจและระดับน้ำใต้ดิน

หมายเลข 2 แสดงลักษณะการจัดเรียงตัวของชั้นดินตามความลึก ชนิดของดิน สภาพความแข็งแรงหรือสภาพแน่นตัวของดิน

หมายเลข 3 แสดงระดับความลึกนับจากผิวดินที่เจาะสำรวจ

หมายเลข 4 ชนิดของการเก็บตัวอย่าง **ST (Shelby Tube หรือ Thin-Wall Tube)** = แสดงว่าเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกบาง **SS (Split-Spoon Tube)** =แสดงว่าเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกแบบผ่า

หมายเลข 5 แสดงหมายเลขกำกับดินตัวอย่าง

หมายเลข 6 แสดง Recovery เป็นช่องสัญลักษณ์แสดงปริมาณของดินตัวอย่างที่เก็บได้ เมื่อเก็บตัวอย่างดินได้เต็มกระบอกจะแสดงสัญลักษณ์สีทึบเต็มช่อง ถ้าเก็บตัวอย่างดินไม่เต็มจะแสดงสีทึบเพียงครึ่งเดียว สังเกตได้ว่าการแสดงสัญลักษณ์แบบนี้แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของสภาพชั้นดินอีกทางหนึ่ง

หมายเลข 7 Graphic Log สัญลักษณ์ของดินแต่ละชนิด

หมายเลข 8 ปริมาณความชื้นของดินตามความลึก และค่า Atterberg's Limit ความชื้นของดินในธรรมชาติ ณ ตำแหน่งนั้น ๆ ใกล้เคียงขีดจำกัดพลาสติกมากน้อยเพียงใด

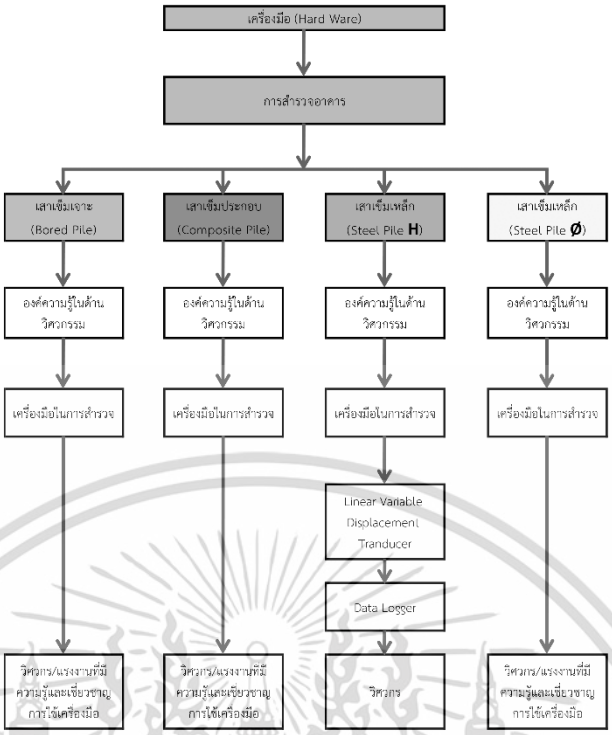
หมายเลข 9 กำลังรับแรงเฉือนของดินที่ระดับความลึกต่าง ๆ กัน

หมายเลข 10 ช่องแสดงค่า STP (Standard Penetration Test) ข้อสังเกตถ้า หมายเลข 4 เป็น SS จะมีค่า SPT ด้วยเสมอ เพราะการใช้กระบอกดินแบบผ่าต้องใช้ลูกตุ้มตอก ดังนั้นจึงนับจำนวนครั้งในการตอกจึงได้ค่า SPT

ดังนั้นแล้วเมื่อเรามีข้อมูล Boring Log Sheet ของอาคารกรณีศึกษาที่ 3 อาคารพักอาศัยรวมคอนกรีตเสริมเหล็กแสดงให้เห็นว่าการเจาะสำรวจดินแบบนี้ใช้กระบอกเก็บดินแบบกระบอกผ่า เพราะมีสัญลักษณ์ตัวอักษร SS และกระบอกเก็บดินแบบบาง เพราะมีสัญลักษณ์ตัวอักษร ST ด้วย (หมายเลข 4) ค่า STP แสดงผลคือระดับความลึกตั้งแต่ 16.00 เมตร เป็นดินทราย (หมายเลข 2) มีค่า STP มากขึ้นเรื่อย ๆ 62 ครั้ง/ฟุต ที่บริเวณ 20.50 เมตร (หมายเลข 10) และลึกลงไปเช่นนี้จนถึงระดับชั้นดินที่ 30.45 เมตร จากสภาพดินเช่นนี้การก่อสร้างอาคารโดยการใช้เสาเข็มเจาะจึงไม่เหมาะสมซึ่งดินชั้นทรายอาจจะพังทลายและมีน้ำไหลผ่านชั้นทรายเข้ารูเจาะทำให้ดินที่ปลายเสาเข็มซึ่งเดิมเป็นทรายแน่นกลายเป็นทรายหลวม แรงต้านทานที่ปลายเสาเข็มจึงต่ำลง จึงเป็นเหตุให้เสาเข็มเจาะรับน้ำหนักได้ต่ำกว่าเสาเข็มตอกที่ออกแบบมาตั้งแต่แรกอาคารจึงเกิดการทรุดเอียง เป็นต้น

3 เครื่องมือในการสำรวจอาคาร สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.4 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ในหัวข้อเครื่องมือ (Hard Ware) ได้ดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.28 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือในการสำรวจอาคารในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

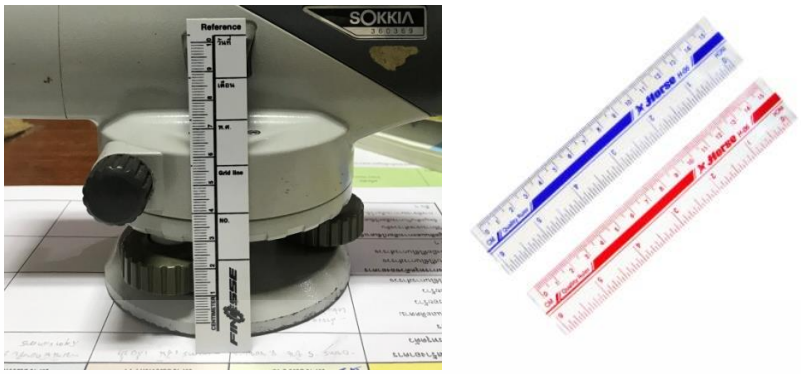
จากภาพที่ 5.25 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องเครื่องมือในการสำรวจดินของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

3.1 การใช้เครื่องมือโดยทั่วไปทางวิศวกรรม การใช้เครื่องมือโดยทั่วไปทางวิศวกรรม เช่น การสำรวจการทรุดตัวของอาคารอาคารโดยการใช้กล้องสำรวจและสตาฟ (Staff Gauge) ร่วมกับไม้บรรทัดโดยทั่วไปที่หน่วยเป็นมิลลิเมตร วิธีการคือตั้งกล้องสำรวจ และนำไม้บรรทัดไปติดไว้ที่เสาทุกเสา อ่านค่าที่ได้ทำการบันทึก เมื่อต้องย้ายตำแหน่งกล้องสำรวจใหม่ควรตั้งกล้องสำรวจอ้างอิงจากเสาที่บันทึกค่าไว้ ควรสำรวจอาคารอย่างน้อยไม่ต่ำกว่า 3 ครั้งและนำค่าที่สำรวจได้มาเปรียบเทียบกัน

รูปที่ 5.29 แสดงการตั้งกล้องสำรวจภายในอาคารและ (ซ้าย) กล้องสำรวจติดอุปกรณ์เสริม (ขวา)

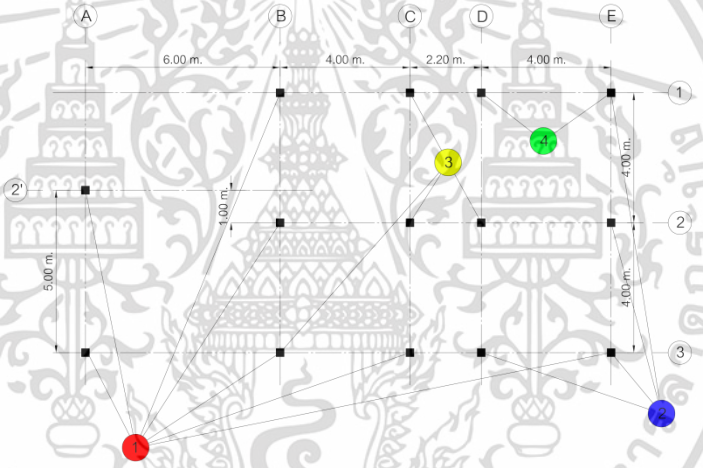
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.30 แสดงการไม้บรรทัดที่ใช้สำหรับวัดค่าการทรุดตัวของอาคาร

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด



รูปที่ 5.31 แสดงจุดการตั้งกล้องสำรวจอาคาร

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

3.2 <u>การประยุกต์ใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมเพื่อลดกระบวนการและขั้นตอนในการทำงานสำรวจอาคาร</u> ในขั้นตอนการสำรวจอาคารจะกระทำเหมือนขั้นตอนที่ 3.1 ทุกประการ เครื่องมือส่วนใหญ่เป็นเครื่องมือพื้นฐานในงานสำรวจ ถ้าหากต้องการวัดความเคลื่อนไหวอย่างต่อเนื่องและมีความละเอียด ต้องใช้เครื่องมือที่เรียกว่า Linear Variable Displacement Transducer (LVDT) และ Data Logger ซึ่งเป็นเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์ สามารถวัดการทรุดตัวพร้อมกันได้ทีเดียวหลาย ๆ จุด ทำงานโดยติดเครื่อง LVDT ไว้กับเสาอาคารแทนที่ไม้บรรทัดในข้อ 3.1 เมื่อมีการทรุดตัวค่าตัวเลขจะพิมพ์ออกมาเป็นกระดาษจากเครื่อง Data Logger

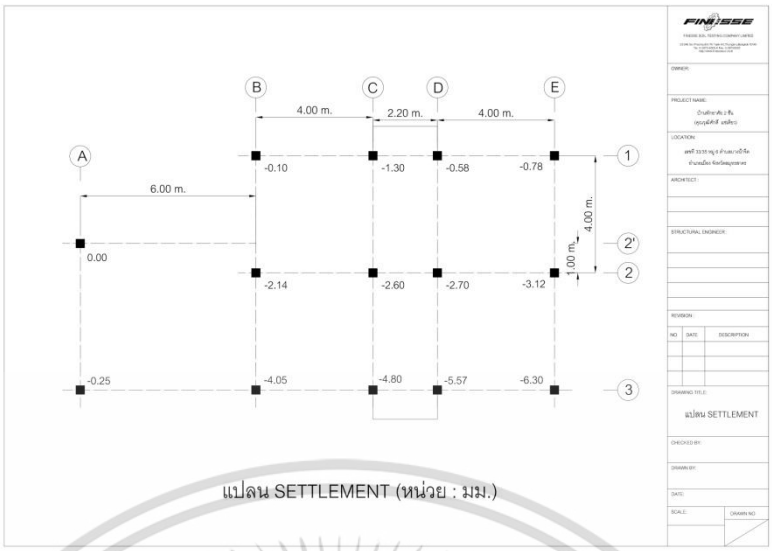
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.32 แสดงเครื่อง Linear Variable Displacement Transducer (LVDT)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 5.33 แสดงเครื่อง Data Logger ที่ใช้บันทึกผลการขยับตัวของเครื่อง LVDT
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เมื่อสำรวจการทรุดตัวของอาคารแล้ววิศวกรหรือทีมงานที่สำรวจการทรุดตัวของอาคารจะรายงานผลเป็น แบบแปลนค่าทรุดตัวของอาคาร หรือ Plan Settlement เพื่อเป็นการแสดงว่าฐานรากเสาต้นที่เท่าไรทรุดตัวมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

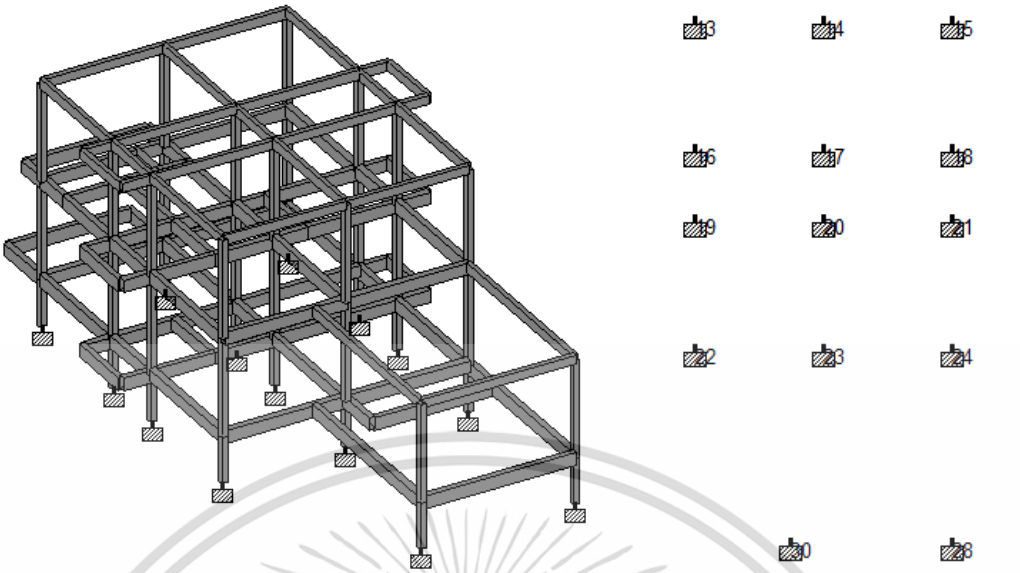


รูปที่ 5.34 แสดงแปลนค่าทรุดตัวของอาคาร Plan Settlement ของกรณีศึกษาที่ 4
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

จากภาพที่ 5.30 จะเห็นได้ว่าค่าการทรุดตัวของอาคารกรณีศึกษาที่ 4 การทรุดตัวที่เสา E-3 ทรุดตัวมากที่สุด คือ (-6.30 ม.ม.) เสา D-3 (-5.57 ม.ม.) เสา C-3 (-4.50 ม.ม.) ตามลำดับ ประโยชน์ของแปลนค่าทรุดตัวของอาคารนี้คือสามารถทำให้เราได้ทราบถึงบริเวณที่อาคารเสียหาย เราจะควรซ่อมหรือเสริมเสาเข็มในบริเวณนั้น

ลำดับต่อมาในการสำรวจอาคารนั้นคือการหาค่าน้ำหนักบรรทุกกดลงฐานราก Column Load การหาค่าน้ำหนักบรรทุกกดลงฐานรากนั้นเป็นการคำนวณหาน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจรของอาคารที่ถ่ายแรงลงไปยังฐานรากแต่ละต้นของอาคาร สามารถทำได้โดยใช้แบบก่อสร้างของอาคารหรือแบบวิศวกรรมของอาคารมาคำนวณ ในอดีตนั้นวิศวกรคำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกกดลงฐานรากโดยการใช้เครื่องคิดเลขและปากกาดินสอ ปัจจุบันเทคโนโลยีได้เปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลามีโปรแกรมสำเร็จรูปในการคำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกกดลงฐานรากออกมาให้วิศวกรได้เลือกใช้เพื่อลดขั้นตอนในการทำงานของวิศวกร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.35 แสดงการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคำนวณหาค่าบรรทุกกดลงฐานรากอาคารกรณีศึกษาที่ 4
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

JOINT	LOAD	FORCE-X	FORCE-Y	FORCE-Z	MOM-X	MOM-Y	MOM Z
13	1	0.82	23.01	0.08	0.08	0.00	-0.38
14	1	-0.19	40.54	0.00	0.03	0.00	0.10
15	1	-0.69	15.43	0.46	0.24	0.00	0.35
16	1	0.55	29.69	-0.01	0.04	0.00	-0.25
17	1	-0.22	41.85	-0.09	-0.01	0.00	0.12
18	1	-0.33	28.17	-0.16	-0.06	0.00	0.17
19	1	0.59	27.03	0.33	0.21	0.00	-0.27
20	1	-0.44	35.99	0.19	0.12	0.00	0.23
21	1	-0.08	24.16	0.18	0.11	0.00	0.05
22	1	0.81	15.95	-0.24	-0.07	0.00	-0.39
23	1	-0.08	41.18	0.58	0.31	0.01	0.04
24	1	-0.75	23.24	0.44	0.23	0.00	0.37
28	1	-0.55	7.62	-0.87	-0.40	0.00	0.26
30	1	0.57	8.04	-0.90	-0.39	0.00	-0.29

********** END OF LATEST ANALYSIS RESULT **********

รูปที่ 5.36 แสดงการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปคำนวณหาค่าบรรทุกกดลงฐานรากอาคารกรณีศึกษาที่ 4
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

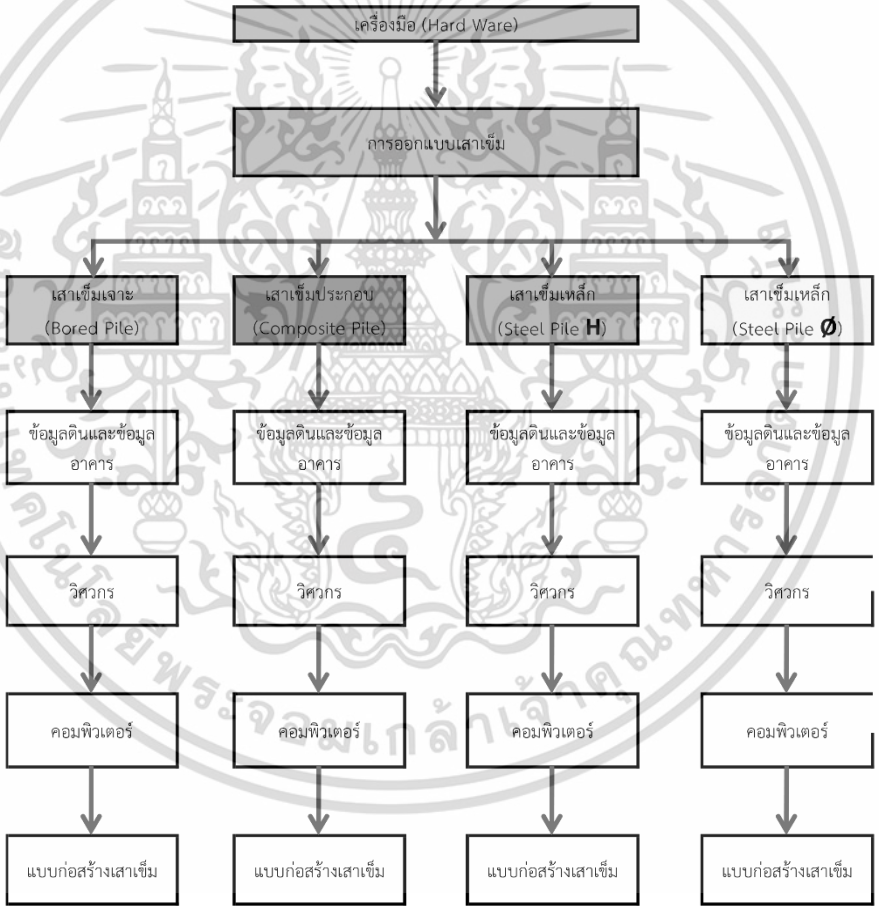
จากภาพที่ 5.31 และ 5.32 วิศวกรใช้โปรแกรมสำเร็จรูปชื่อว่า Midas-Gen ในการประมวลผลข้อมูลจากภาพสามารถอธิบายได้ว่า การคำนวณหาค่าน้ำหนักบรรทุกกดลงฐานราก ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บ้านพักอาศัยคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ชั้น ในกรณีศึกษาที่ 4 Joint ลำดับที่ 13-30 (ตามแบบแปลนและภาพไอโซเมตริก)

แทนตัวเลขเสาฐานรากของอาคาร และ น้ำหนักบรรทุกกดลงฐานรากดูที่ช่อง Force-Y หน่วยเป็นตัน ยกตัวอย่างเช่น เสาที่ 17 น้ำหนักบรรทุกกดลงฐานรากที่ 41.85 ตัน วิศวกรจำเป็นต้องออกแบบเสาเข็มให้รับน้ำหนักไม่น้อยกว่า 41.85 ตัน จะใช้เสาเข็มในรูปแบบไหนผู้ทำการศึกษาจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

4 เครื่องมือในการออกแบบเสาเข็ม สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.4 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ในหัวข้อเครื่องมือ (Hard Ware) ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.37 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 5.33 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องเครื่องมือในการออกแบบเสาเข็มของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

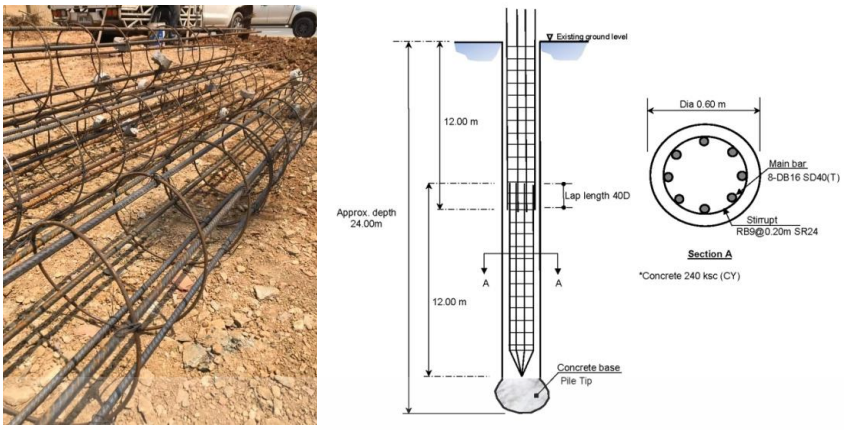
4.1 การใช้เทคโนโลยีในการประมวลผลการออกแบบ ในการออกแบบเสาเข็มเพื่อการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัวนั้น หลัก ๆ แล้วต้องอาศัยใบรายงานภาพตัดแสดงชั้นดินและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เทียบกับความลึก (Boring Log Sheet) แปลนค่าทรุดตัวของอาคาร (Plan Settlement) และ ค่าบรรทุกกดลงฐานรากอาคาร (Column Load) เป็นข้อมูลในการออกแบบเสาเข็ม ทั้งนี้ยังมีขนาดหน้าตัดของเสาเข็มชนิดต่าง ๆ ที่สามารถรับแรงได้ต่อต้น รองลงมาคือเส้นทางการจราจร เพื่อการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม และแรงงาน พื้นที่การทำงานหน้างาน ทั้งหมดนี้ขึ้นอยู่กับการตัดสินของวิศวกรออกแบบเสาเข็ม และเมื่อได้แบบเสาเข็มแล้ววิศวกรจะส่งแบบเสาเข็มไปให้แรงงานฝีมือทำการผลิตเสาเข็มต่อไป

-เครื่องมือในการออกแบบเสาเข็ม วิศวกรรวบรวมข้อมูลและใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผลเขียนแบบและพิมพ์แบบโดยเครื่องพิมพ์เอกสาร

ตารางที่ 5.5 ชนิดและขนาดของเสาเข็มที่รับน้ำหนักได้ต่อต้น

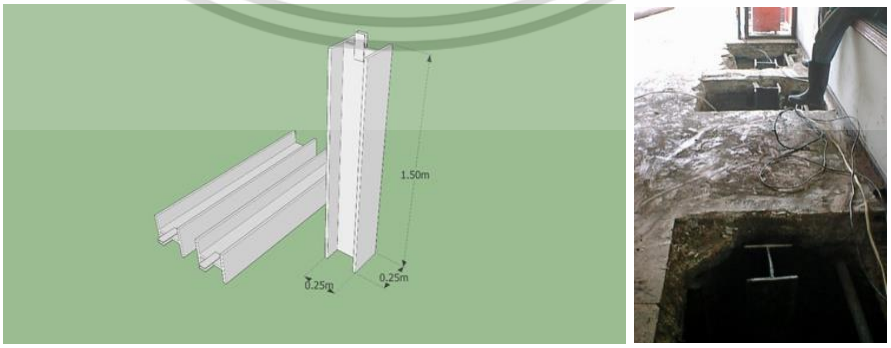
คุณสมบัติ / ประเภทของเสาเข็ม	ขนาดที่ใช้และผลิต	การรับน้ำหนัก (ตัน / ต้น)
1.เสาเข็มเจาะ (Bored Pile	Ø 35 ซ.ม.	25
	Ø 50 ซ.ม.	35
	Ø 60 ซ.ม.	50
2.เสาเข็มประกอบ	Ø 15 ซ.ม.	12
	Ø 20 ซ.ม.	18
3.เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H)	15x15 ซ.ม.	15
	20x20 ซ.ม.	15
	25x25 ซ.ม.	25
	30x30 ซ.ม.	30
4.เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø)	Ø 15 ซ.ม.	15
	Ø 20 ซ.ม.	20
	Ø 35 ซ.ม.	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.38 แสดงเสาเข็มเจาะและแบบก่อสร้างเข็มเจาะ (Bored Pile)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

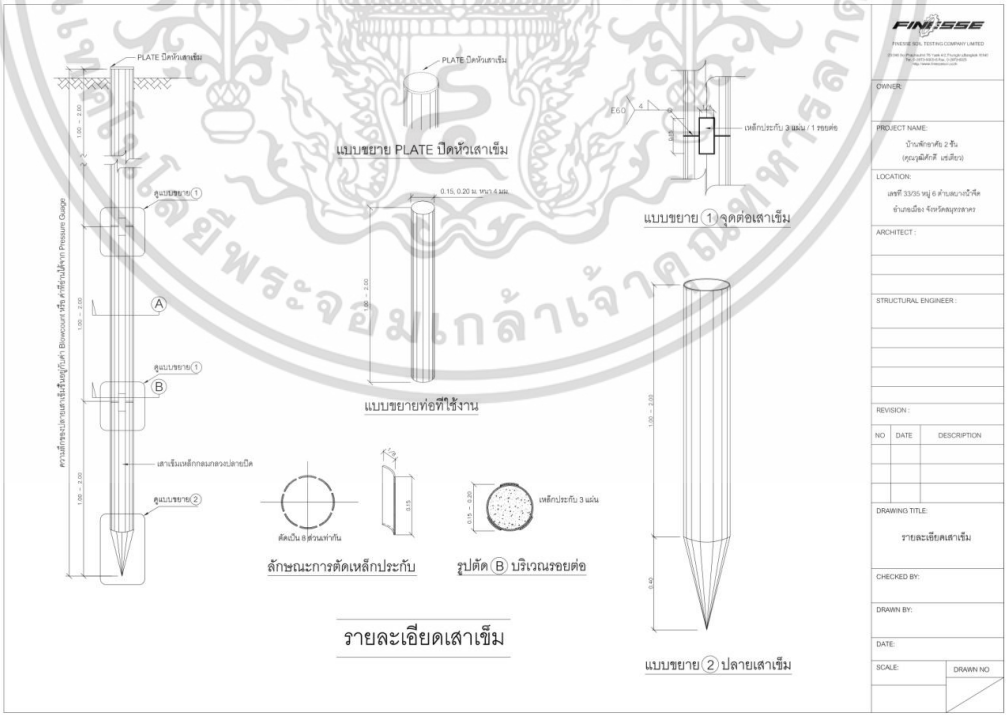
รูปที่ 5.39 แสดงเสาเข็มประกอบ (Composite Pile)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด



รูปที่ 5.40 แสดงเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด และ ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.41 แสดงเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด และ ผู้ทำการศึกษา



รูปที่ 5.42 แสดงตัวอย่างแบบก่อสร้างเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

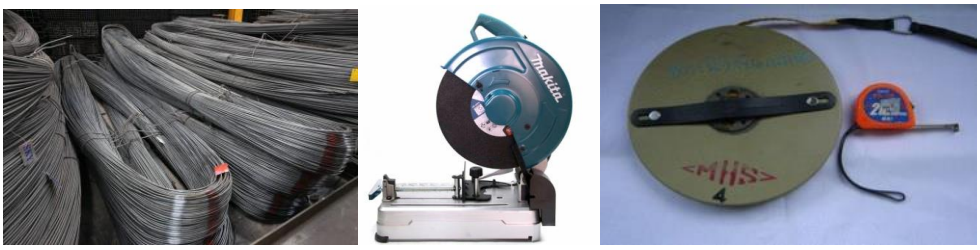
5 เครื่องมือในการผลิตเสาเข็ม สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.4 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ในหัวข้อเครื่องมือ (Hard Ware) ได้ดังต่อไปนี้

รูปที่ 5.43 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือในการผลิตเสาเข็มในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.39 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องเครื่องมือในการผลิตเสาเข็มของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

5.1 การใช้เครื่องมือ ตัด ต่อ มัด โดยทั่วไปในทางวิศวกรรม ในกลุ่มนี้คือกลุ่มที่ผลิตเสาเข็มเจาะ (Bored Pile) โดยใช้เครื่องมือทางวิศวกรรมทั่วไปเช่น เครื่องตัดเหล็ก ลวดผูกเหล็ก คีมดัดเหล็ก สายวัด ตลับเมตร เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



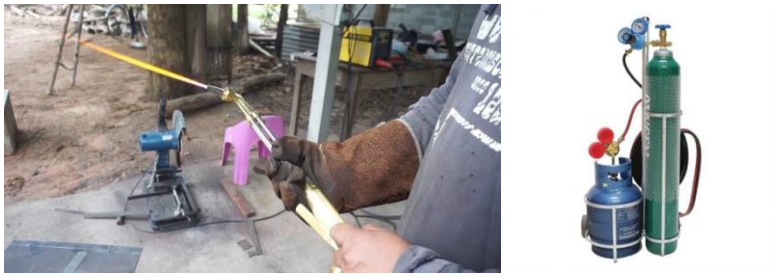
รูปที่ 5.44 แสดงเหล็กรูปพรรณ (ซ้าย) เครื่องตัดเหล็ก (กลาง) สายวัด ตลับเมตร (ขวา)
ที่มา : www.google.com

รูปที่ 5.45 แสดงลวดผูกเหล็ก (ซ้าย) คีมผูกเหล็ก (ขวา) และ กุญแจดัดเหล็ก (ล่าง)
ที่มา : www.google.com

ในการผลิตเสาเข็มเจาะนั้นแรงงานฝีมือจะผลิตเป็นโครงสร้างของเสาเข็มตามขนาดที่วิศวกรออกแบบมาและทำการขนส่งไปติดตั้งที่หน้างานโดยวิศวกรบริหารจัดการคอนกรีตมาติดตั้งที่หน้างาน

5.2 การใช้เทคโนโลยีของเครื่องมือในทางวิศวกรรมการ ตัด ต่อ เชื่อม ในกลุ่มนี้คือกลุ่มที่ผลิตเสาเข็มประกอบ (Composite Pile) เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile ∅) โดยใช้เทคโนโลยีของเครื่องมือและเครื่องทุ่นแรงทางวิศวกรรม เช่น แก๊สตัดเหล็ก เครื่องเชื่อมไฟฟ้า ลวดเชื่อม คอนกรีต ผสมผสานกับเครื่องมือทั่วไป เช่น ตลับเมตร สายวัด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.46 แสดงชุดแก๊สตัดเหล็ก

ที่มา : www.google.com

รูปที่ 5.47 แสดงตู้เชื่อมไฟฟ้า (ซ้าย) และลวดเชื่อม (ขวา)

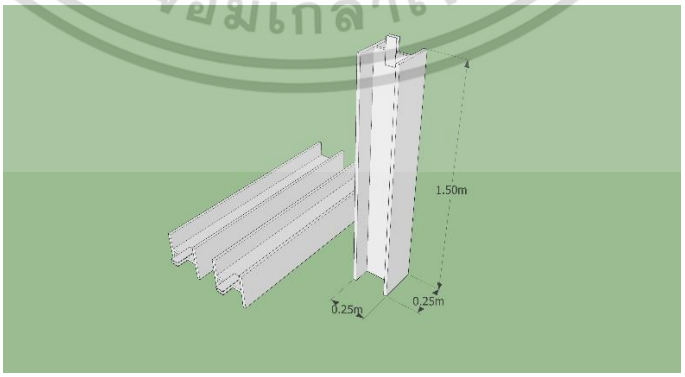
ที่มา : www.google.com

รูปที่ 5.48 แสดงการผลิตเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวงโดยใช้เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เสทติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

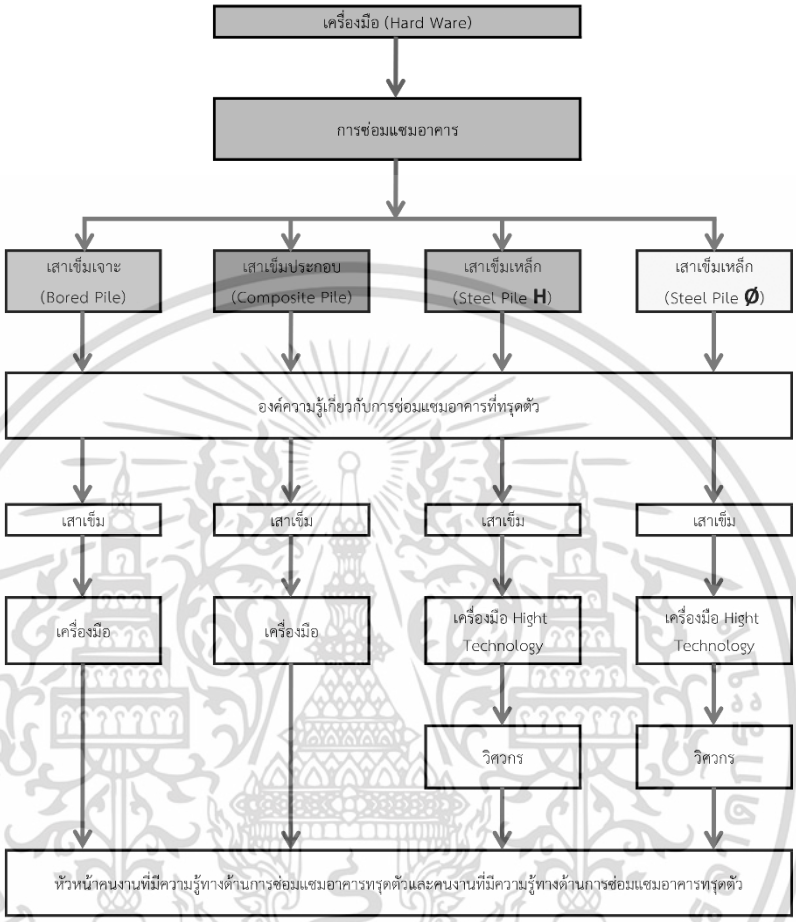
รูปที่ 5.49 แสดงการผลิตเสาเข็มประกอบอาศัยเหล็กรูปพรรณและหล่อหุ้มด้วยคอนกรีต
ที่มา : www.google.com บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด



รูปที่ 5.50 แสดงเข็มเหล็กรูปพรรณ H (ซ้าย) เครื่องตัด (ขวา) และเสาเข็มเหล็ก H (ล่าง)
ที่มา : www.google.com/outstockHome. ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6 เครื่องมือในการซ่อมแซมอาคาร สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.4 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ในหัวข้อเครื่องมือ (Hard Ware) ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.51 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.47 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคารของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

6.1 การใช้เครื่องมือโดยทั่วไปทางวิศวกรรมในการซ่อมแซมอาคาร การใช้เครื่องมือโดยทั่วไปในทางวิศวกรรมเพื่อซ่อมแซมอาคาร กลุ่มนี้ได้แก่ การใช้เสาเข็มเจาะ Bored Pile เสาเข็มประกอบ Composite Pile ในการซ่อมแซมอาคาร ลักษณะเครื่องมือเป็นการใช้ในการขุด เจาะ การวัด เป็นต้น

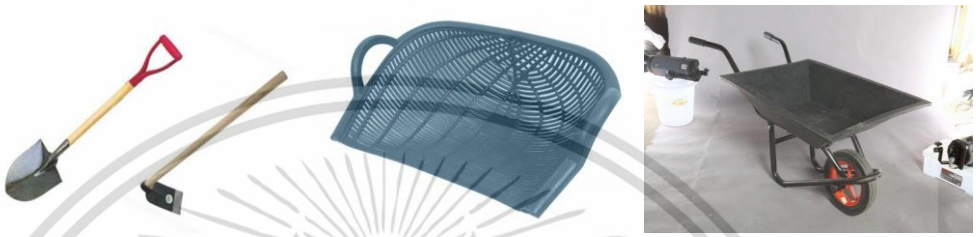
-ขั้นตอนและเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคาร ลำดับแรกสกัดคอนกรีตและขุดดินให้อยู่ในระดับเดียวกับฐานรากหรือระดับที่วิศวกรระบุ เครื่องมือโดยทั่วไปจะเป็นเครื่องมือประเภท เครื่องสกัดคอนกรีต ลูกหมูเจียรคอนกรีต บุ้งกี๋ รถขนดิน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ตั้ง 3 ขาในการขุดเจาะสำหรับเสาเข็มเจาะ ในกรณีเสาเข็มประกอบจะใช้คอริ่งเจาะคอนกรีตและใช้ปั้นจั่นขนาดเล็กในการติดตั้ง

-เสาเข็มประกอบขนาด 0.20x1.50 เมตร ทำการติดตั้งระหว่างต้นโดยการเชื่อม เมื่อปลายเสาเข็มอยู่บนระดับดินที่ต้องการแล้ว ตัดเสาเข็มโดยเครื่องเจียรคอนกรีตและแก๊สตัดเหล็กตัด

-ถ่ายน้ำหนักลงเสาเข็มใหม่ แล้วทำฐานรากใหม่



รูปที่ 5.52 แสดงเครื่องมือในการขุด เจาะ ขนดิน โดยทั่วไป

ที่มา : www.google.com

รูปที่ 5.53 แสดงเครื่องคอริ่งเจาะคอนกรีตในการติดตั้งเสาเข็มประกอบ

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 5.54 แสดงการติดตั้งเสาเข็มประกอบโดยการใช้ปั้นจั่นขนาดเล็ก

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

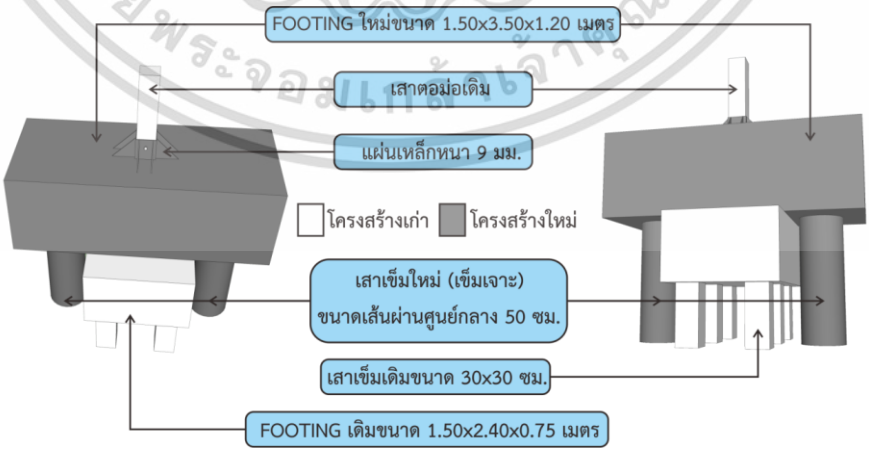
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.55 แสดงการเชื่อมเสาเข็มโดยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 5.56 แสดงการตัดเสาเข็มประกอบและเชื่อมโครงสร้างตอม่อใหม่โดยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

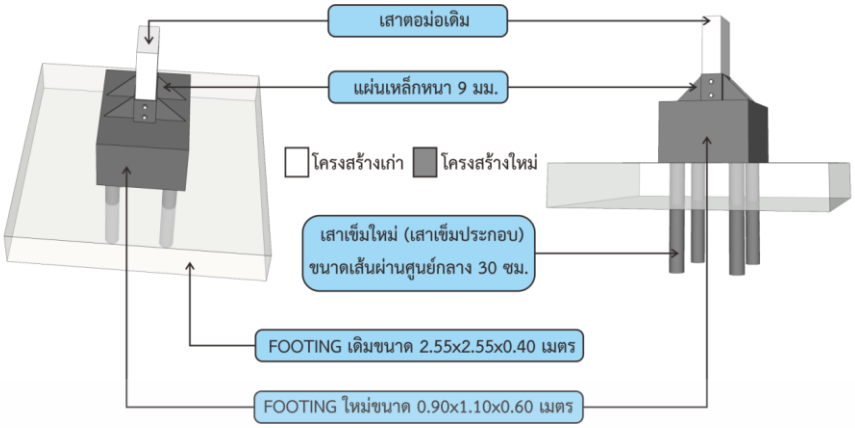
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด



รูปที่ 5.57 แสดงการติดตั้งเสาเข็มเจาะ (Bored Pile) แล้วเสร็จ

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.58 แสดงการติดตั้งเสาเข็มประกอบ (Composite Pile) แล้วเสร็จ

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

6.2 การใช้เทคโนโลยีของเครื่องมือทางวิศวกรรมมาช่วยในการลดกระบวนการการซ่อมแซม

การใช้เทคโนโลยีของเครื่องมือในทางวิศวกรรมเพื่อซ่อมแซมอาคาร กลุ่มนี้ได้แก่ การใช้เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช Steel Pile H และเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง Steel Pile Ø ในการซ่อมแซมอาคาร ลักษณะเครื่องมือเป็นการเครื่องแม่แรงไฮโดรลิคในการกดเสาเข็มเพื่อทำการติดตั้ง และใช้แม่แรงกระปุกแรงมือในการถ่ายแรงก่อนลงเสาเข็มใหม่ ในการติดตั้งเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช นั้น ในกรณีศึกษานี้ยังใช้การติดตั้งโดยปั้นจั่นขนาดเล็กอยู่

-ขั้นตอนและเครื่องมือในการซ่อมแซมอาคาร ลำดับลำดับขั้นตอนทุกอย่างจะเหมือนเสาเข็มเจาะและเสาเข็มประกอบทั้งหมดจะแตกต่างกันตรงที่ เสาเข็มเหล็กรูปพรรณจะนำเอาแม่แรงไฮโดรลิคและแม่แรงกระปุกแรงมือมาช่วยในการติดตั้งและถ่ายแรงลงในเสาเข็มใหม่ ระหว่างการถ่ายแรงลงเสาเข็มใหม่ติดเครื่องมือ Leveling Parallax Wire ที่เสาทุกต้นเพื่อสังเกต การถ่ายน้ำหนักจากอาคารลงเสาเข็มใหม่ว่าทรุดเอียงหรือเทียงตรงเท่ากันหรือไม่ จากนั้นทำฐานรากใหม่เก็บงานและทำความสะอาด

รูปที่ 5.59 แสดงการติดตั้งเสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดตัวเอชโดยการใช้ปั้นจั่นขนาดเล็ก

ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.60 แสดงการเชื่อมเสาเข็มโดยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า (ซ้าย) และเสาเข็มที่ตอกแล้วเสร็จ (ขวา)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 5.61 แสดงการติดตั้งแม่แรงและ Dial Gauge เพื่อทดสอบเสาเข็ม
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 5.62 แสดงการหล่อฐานรากใหม่และติดตั้งเสาเข็มเหล็กเสริมเพื่อรองรับค้ำยันคานคอดิน
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

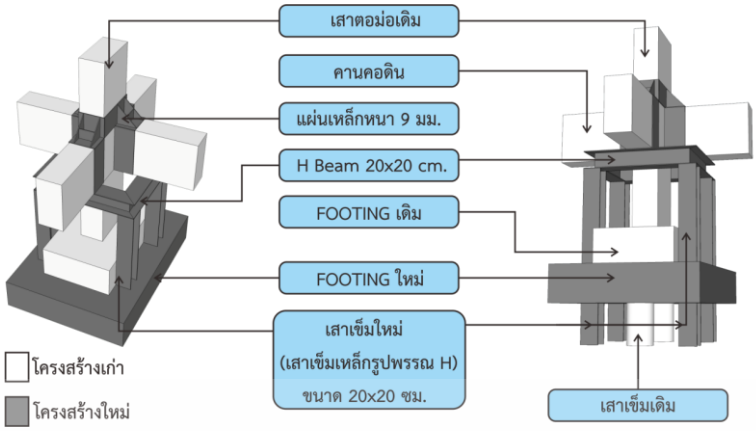
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.63 แสดงการทำเสาเหล็ก (ซ้าย) และค้ำยันเป็นบ่ารับคานคอดิน (ขวา)
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 5.64 แสดงการถ่ายแรงจากคานคอดินโดยการใช้แม่แรงกระปุก
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

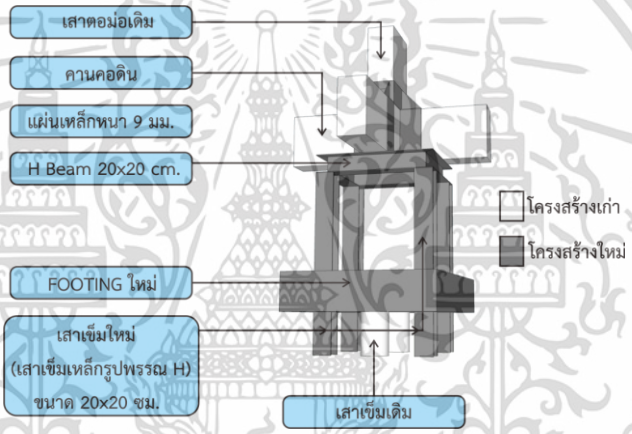
รูปที่ 5.65 เครื่องมือ Leveling Parallax Wire
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.66 แสดงการติดตั้งเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H)

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา



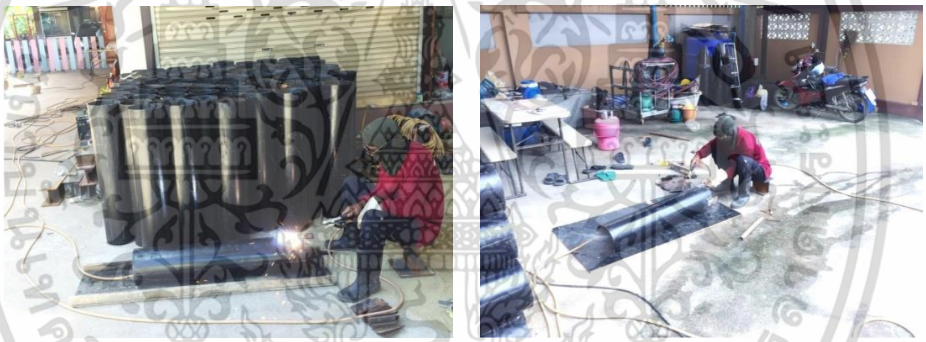
รูปที่ 5.67 แสดงการติดตั้งเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) แล้วเสร็จ

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

ส่วนการติดตั้งเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) นั้นจะต่างจากการติดตั้งเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) โดยวิธีการการใช้แม่แรงไฮโดรลิก กดเสาเข็มลงไปในดิน ต่อเสาเข็มด้วยการเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ในการถ่ายแรงอาคารลงเสาเข็มใหม่ใช้เหล็กรูปพรรณ H Beam เป็นบ่ารองระหว่างคานคอดินและเสาเข็มใหม่ จากนั้นหล่อฐานรากปิดเก็บงานทำความสะอาดเป็นอันเสร็จสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 5.68 แสดงการสกัดคอนกรีตและขุดเปิดหน้าดินในการซ่อมแซมใช้เสาเข็มเหล็กรูปพรรณ ∅
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด



รูปที่ 5.69 แสดงการเตรียมเสาเข็มก่อนการติดตั้ง
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 5.70 แสดงการติดตั้งเสาเข็มด้วยแม่แรงไฮโดรลิก
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.71 แสดงการติดเชื่อมต่อเสาเข็ม
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 5.72 แสดงการเทคอนกรีตเพื่อเพิ่มความแข็งแรง
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 5.73 แสดงการถ่ายน้ำหนักอาคารลงเสาเข็มใหม่
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

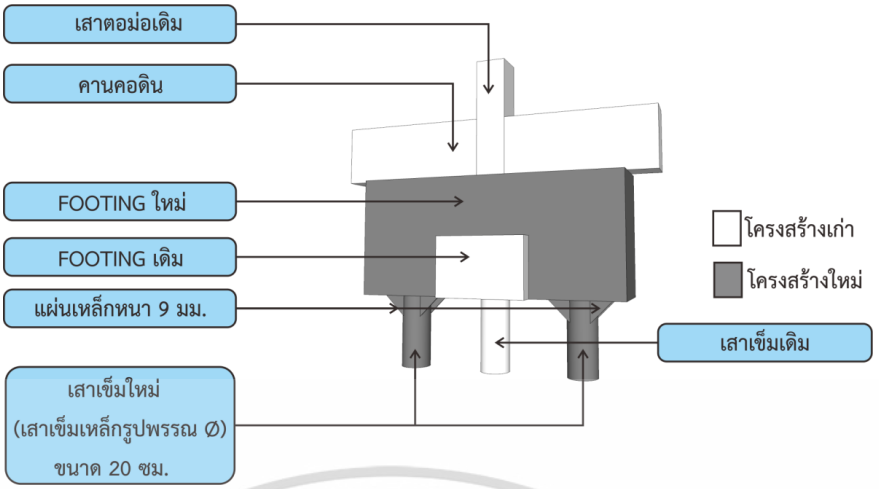
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.74 แสดงการเข้าแบบหุ้มโครงสร้างถ่ายแรง
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 5.75 แสดงการเก็บงานทความสะอาดพื้นที่เมื่อทำงานแล้วเสร็จ
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

รูปที่ 5.76 แสดงการติดตั้งเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø)
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

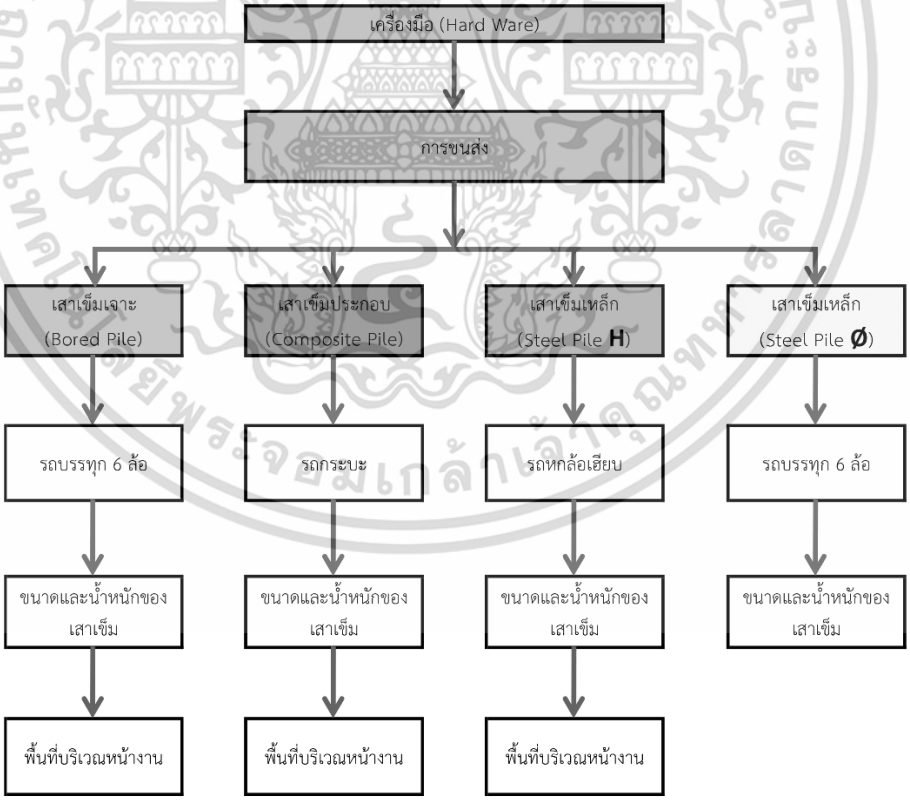
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.77 แสดงการติดตั้งเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) แล้วเสร็จ

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

7 เครื่องมือในการขนส่ง สามารถจำแนกข้อมูลจากตาราง 5.4 เพื่อนำมาสรุปหาความสัมพันธ์ในหัวข้อเครื่องมือ (Hard Ware) ได้ดังต่อไปนี้



รูปที่ 5.78 แสดงความสัมพันธ์ของเครื่องมือในการขนในเรื่องการซ่อมแซมอาคาร

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 5.73 สามารถอธิบายสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในเรื่องเครื่องมือในการขนส่งของแต่ละกรณีศึกษาได้ดังต่อไปนี้

7.1 รถยนต์กระบะ 4 ล้อ พบการใช้งานในการขนส่งแรงงาน ขนส่งเครื่องมือที่ไม่มีน้ำหนักมาก เช่นอุปกรณ์การสำรวจดิน การเก็บตัวอย่างดิน เสาเข็มประกอบ ใช้งานในระยะทางใกล้ ๆ เช่นจากที่พักคนงานไปบริเวณหน้างาน

รูปที่ 5.79 แสดงรถยนต์กระบะ 4 ล้อ
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

7.2 รถยนต์บรรทุก 6 ล้อ พบการใช้งานในรูปแบบขนส่งเครื่องมือที่มีน้ำหนักมาก เช่น เครื่องเชื่อมไฟฟ้า ปูน ทราย เสาเข็มเจาะ เสาเข็มเหล็กหน้าตัดกลมกลวง เครื่องมือในการสำรวจดิน เครื่องมือในการสำรวจอาคาร รวมถึงการเก็บเศษวัสดุหน้างานเมื่อทำงานแล้วเสร็จด้วย

รูปที่ 5.80 แสดงรถยนต์บรรทุก 6 ล้อ
ที่มา : บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3 รถยนต์บรรทุก 6 ล้อติดตั้งเครน พบการใช้งานในรูปแบบการขนส่งเหล็กรูปพรรณหน้าตัดเอชจากโรงงานเพื่อมาผลิตเสาเข็ม และเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดเอช เครื่องมือที่มีน้ำหนักมาก เช่น เครื่องไฮโดรลิก เป็นต้น

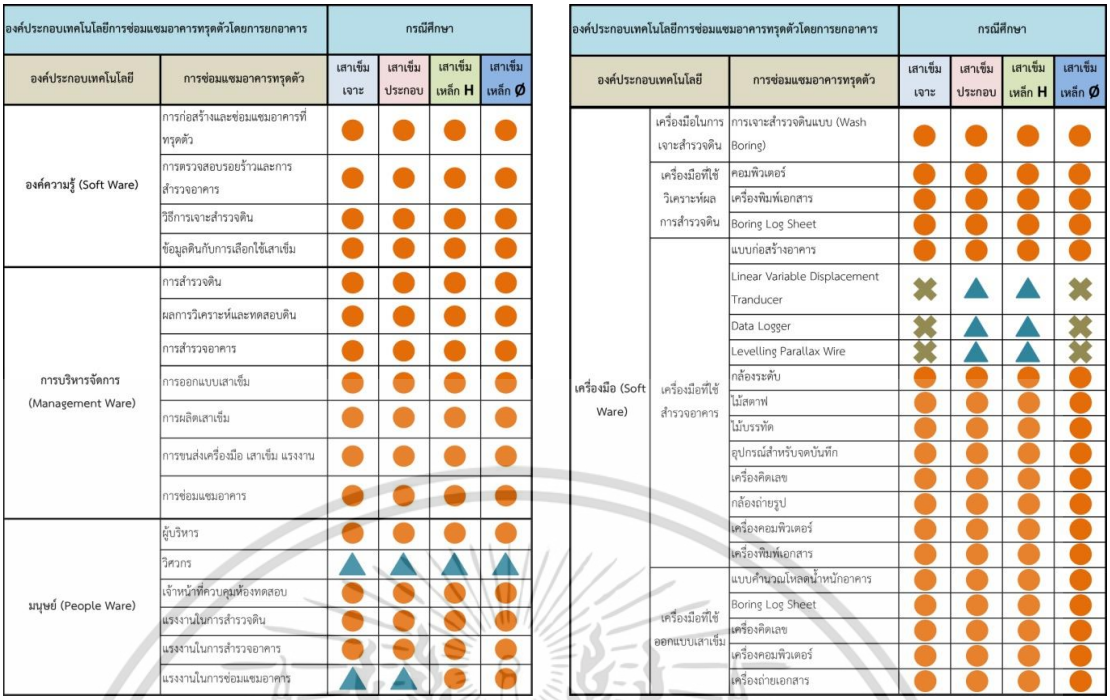
รูปที่ 5.81 แสดงรถยนต์บรรทุก 6 ล้อติดตั้งเครน
ที่มา :บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด

การวางแผนการขนส่งเครื่องมือ เสาเข็มและแรงงาน เป็นหน้าที่ของวิศวกรและผู้บริหารในการตัดสินใจ บริหารจัดการเรื่องเส้นทาง ขนาดความกว้างของถนน พื้นที่หน้างาน ในการส่งขนส่งวัสดุ เป็นต้น

5.1.5 สรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นจากการวิเคราะห์องค์ประกอบเทคโนโลยี

จากการศึกษาองค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร สามารถนำมาจำแนกและจัดกลุ่มความสัมพันธ์ เพื่อให้ได้ทราบถึงองค์ประกอบเทคโนโลยีในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการใช้เสาเข็มในแต่ละประเภท ผู้ทำการศึกษาจึงได้นำความสัมพันธ์ดังกล่าวมาสรุปลงตารางและทำสัญลักษณ์ให้เห็นถึงความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นว่า มีความสัมพันธ์ที่เหมือนกัน หรือคล้ายกันสามารถทดแทนกันได้ หรือว่าไม่มีความสัมพันธ์กันเลย ของเสาเข็มในแต่ละประเภท ดังภาพที่ 5.77 และ 5.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

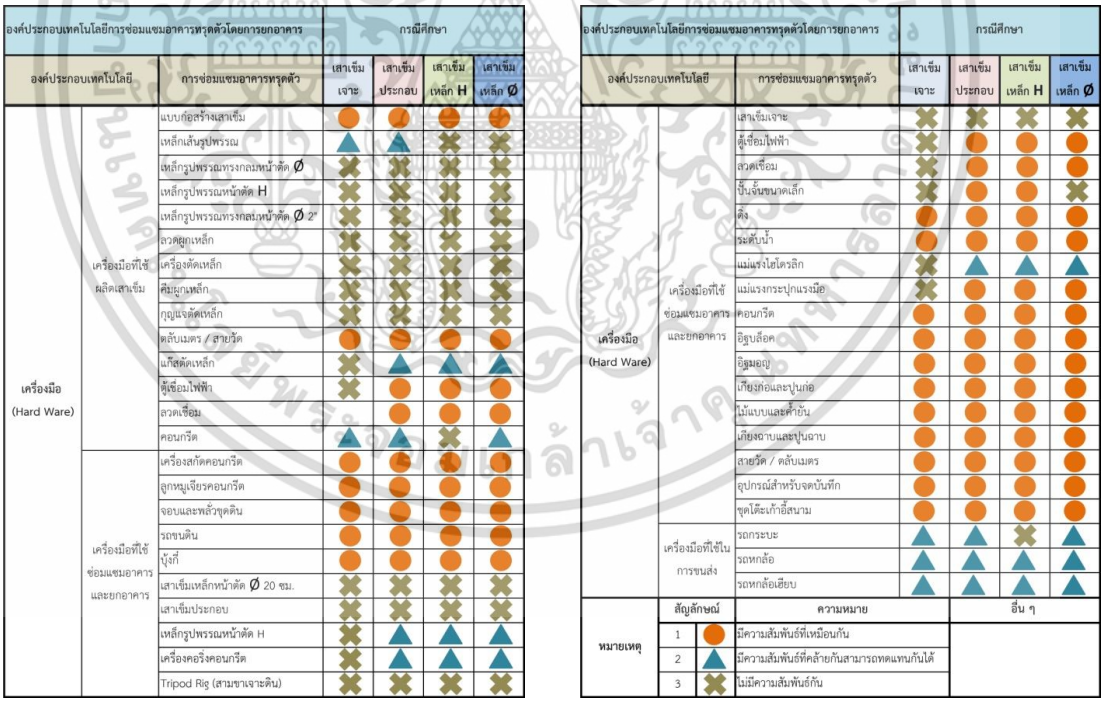


องค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร		กรณีศึกษา			
องค์ประกอบเทคโนโลยี	การซ่อมแซมอาคารทรุดตัว	เสาเข็มเจาะ	เสาเข็มประกอบ	เสาเข็มเหล็ก H	เสาเข็มเหล็ก Ø
องค์ความรู้ (Soft Ware)	การก่อสร้างและซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว	●	●	●	●
	การตรวจสอบรอยร้าวและการสำรวจอาคาร	●	●	●	●
	วิธีการเจาะสำรวจดิน	●	●	●	●
	ข้อมูลดินกับการเลือกใช้เสาเข็ม	●	●	●	●
การบริหารจัดการ (Management Ware)	การสำรวจดิน	●	●	●	●
	ผลการวิเคราะห์และทดสอบดิน	●	●	●	●
	การสำรวจอาคาร	●	●	●	●
	การออกแบบเสาเข็ม	●	●	●	●
	การผลิตเสาเข็ม	●	●	●	●
	การขนส่งเครื่องมือ เสาเข็ม แรงงาน	●	●	●	●
	การซ่อมแซมอาคาร	●	●	●	●
มนุษย์ (People Ware)	ผู้บริหาร	●	●	●	●
	วิศวกร	▲	▲	▲	▲
	เจ้าหน้าที่ควบคุมห้องทดสอบ	●	●	●	●
	แรงงานในการสำรวจดิน	●	●	●	●
	แรงงานในการสำรวจอาคาร	●	●	●	●
	แรงงานในการซ่อมแซมอาคาร	▲	▲	●	●

องค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร			กรณีศึกษา			
องค์ประกอบเทคโนโลยี		การซ่อมแซมอาคารทรุดตัว	เสาเข็มเจาะ	เสาเข็มประกอบ	เสาเข็มเหล็ก H	เสาเข็มเหล็ก Ø
เครื่องมือ (Soft Ware)	เครื่องมือในการเจาะสำรวจดิน	การเจาะสำรวจดินแบบ (Wash Boring)	●	●	●	●
	เครื่องมือที่ใช้วิเคราะห์ผลการสำรวจดิน	คอมพิวเตอร์	●	●	●	●
		เครื่องพิมพ์เอกสาร	●	●	●	●
		Boring Log Sheet	●	●	●	●
	เครื่องมือที่ใช้สำรวจอาคาร	แบบก่อสร้างอาคาร	●	●	●	●
		Linear Variable Displacement Tranducer	✖	▲	▲	✖
		Data Logger	✖	▲	▲	✖
		Levelling Parallax Wire	✖	▲	▲	✖
		กล้องระดับ	●	●	●	●
		ไม้สตาฟ	●	●	●	●
		ไม้บรรทัด	●	●	●	●
		อุปกรณ์สำหรับจดบันทึก	●	●	●	●
		เครื่องคิดเลข	●	●	●	●
		กล้องถ่ายรูป	●	●	●	●
		เครื่องคอมพิวเตอร์	●	●	●	●
		เครื่องพิมพ์เอกสาร	●	●	●	●
	เครื่องมือที่ใช้ออกแบบเสาเข็ม	แบบคำนวณโหลดน้ำหนักอาคาร	●	●	●	●
		Boring Log Sheet	●	●	●	●
		เครื่องคิดเลข	●	●	●	●
		เครื่องคอมพิวเตอร์	●	●	●	●
		เครื่องถ่ายเอกสาร	●	●	●	●

รูปที่ 5.82 แสดงสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละเสาเข็ม

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา



องค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร			กรณีศึกษา			
องค์ประกอบเทคโนโลยี		การซ่อมแซมอาคารทรุดตัว	เสาเข็มเจาะ	เสาเข็มประกอบ	เสาเข็มเหล็ก H	เสาเข็มเหล็ก Ø
เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้ผลิตเสาเข็ม	แบบก่อสร้างเสาเข็ม	●	●	●	●
		เหล็กเส้นรูปพรรณ	▲	▲	✖	✖
		เหล็กรูปพรรณทรงกลมหน้าตัด Ø	✖	✖	✖	✖
		เหล็กรูปพรรณหน้าตัด H	✖	✖	✖	✖
		เหล็กรูปพรรณทรงกลมหน้าตัด Ø 2"	✖	✖	✖	✖
		ลวดผูกเหล็ก	✖	✖	✖	✖
		เครื่องตัดเหล็ก	✖	✖	✖	✖
		คีมผูกเหล็ก	✖	✖	✖	✖
		กุญแจตัดเหล็ก	✖	✖	✖	✖
		ตลับเมตร / สายวัด	●	●	●	●
		แก๊สตัดเหล็ก	✖	▲	▲	▲
		ตู้เชื่อมไฟฟ้า	✖	●	●	●
		ลวดเชื่อม		●	●	●
		คอนกรีต	▲	▲	✖	▲
	เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคารและยกอาคาร	เครื่องสกัดคอนกรีต	●	●	●	●
		ลูกหมูเจียรคอนกรีต	●	●	●	●
		จอบและพลั่วขุดดิน	●	●	●	●
		รถขนดิน	●	●	●	●
		บุ้งกี๋	●	●	●	●
		เสาเข็มเหล็กหน้าตัด Ø 20 ซม.	✖	✖	✖	✖
		เสาเข็มประกอบ	✖	✖	✖	✖
		เหล็กรูปพรรณหน้าตัด H	✖	▲	▲	▲
		เครื่องคอริงคอนกรีต	✖	▲	▲	▲
		Tripod Rig (สามขาเจาะดิน)	✖	✖	✖	✖

องค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร			กรณีศึกษา			
องค์ประกอบเทคโนโลยี		การซ่อมแซมอาคารทรุดตัว	เสาเข็มเจาะ	เสาเข็มประกอบ	เสาเข็มเหล็ก H	เสาเข็มเหล็ก Ø
เครื่องมือ (Hard Ware)	เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคารและยกอาคาร	เสาเข็มเจาะ	✖	✖	✖	✖
		ตู้เชื่อมไฟฟ้า	✖	●	●	●
		ลวดเชื่อม	✖	●	●	●
		ปั้นจั่นขนาดเล็ก	✖	●	●	✖
		ดิ่ง	●	●	●	●
		ระดับน้ำ	●	●	●	●
		แม่แรงไฮโดรลิก	✖	▲	▲	▲
		แม่แรงกระปุกแรงมือ	✖	●	●	●
		คอนกรีต	●	●	●	●
		อิฐบล็อค	●	●	●	●
		อิฐมอญ	●	●	●	●
		เกียงก่อและปูนก่อ	●	●	●	●
		ไม้แบบและค้ำยัน	●	●	●	●
		เกียงฉาบและปูนฉาบ	●	●	●	●
		สายวัด / ตลับเมตร	●	●	●	●
		อุปกรณ์สำหรับจดบันทึก	●	●	●	●
		ชุดโต๊ะเก้าอี้สนาม	●	●	●	●
	เครื่องมือที่ใช้ในการขนส่ง	รถกระบะ	▲	▲	✖	▲
		รถหกล้อ	▲	▲	▲	▲
		รถหกล้อเตี้ยบ	▲	▲	▲	▲

หมายเหตุ	สัญลักษณ์	ความหมาย	อื่น ๆ
	1 ●	มีความสัมพันธ์ที่เหมือนกัน	
	2 ▲	มีความสัมพันธ์ที่คล้ายกันสามารถทดแทนกันได้	
	3 ✖	ไม่มีความสัมพันธ์กัน	

รูปที่ 5.83 แสดงสรุปความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละเสาเข็ม

ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

จากภาพที่ 5.76 และภาพที่ 5.77 สามารถสรุปได้ว่าเสาเข็มทั้ง 4 ประเภท มีลักษณะที่เกิดขึ้นแบ่งออกเป็นแบบที่ 1 ● มีความสัมพันธ์ที่เหมือนกัน เช่น องค์ความรู้ การบริหารจัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือและมนุษย์ แบบที่ 2 มีความสัมพันธ์ที่คล้ายคลึงกันสามารถทดแทนกันได้ เช่น วิศวกรสามารถออกแบบเสาเข็มและวิเคราะห์ดินรวมถึงทำงานสำรวจอาคารได้ และแบบที่ 3 ไม่มีความสัมพันธ์กันและไม่สามารถทดแทนกันได้ เช่น เสาเข็ม เครื่องมือที่ใช้ซ่อมแซมอาคารบางชนิด และเครื่องมือในการขนส่ง เป็นต้น

5.2 การวิเคราะห์ปัจจัยที่ส่งผลต่อการซ่อมแซมอาคารและการเลือกใช้เสาเข็มในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัว

เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลให้ทราบถึงสาเหตุที่ทำให้วิศวกรเลือกใช้เสาเข็มประเภทต่าง ๆ ในการซ่อมแซมอาคาร ทั้ง 4 กรณีศึกษา

การศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารในการเลือกกรณีศึกษานั้น ผู้ศึกษาพบว่ามีปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้เสาเข็มทั้ง 4 ประเภทอยู่หลายอย่างด้วยกันเช่น ขนาดของเสาเข็ม การรับน้ำหนัก การใช้พื้นที่ในการติดตั้ง การขนส่ง เป็นต้น ผู้ศึกษาจึงได้ทำการสรุปเป็นข้อดีและข้อเสียตามตาราง 5.5 ตารางปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้เสาเข็มในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัว ดังต่อไปนี้

ตาราง 5.5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้เสาเข็มในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัว

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้เสาเข็มในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัว					
รายละเอียด / **ประเภทและขนาดของเสาเข็ม**		**เสาเข็มเจาะ**	**เสาเข็มประกอบ**	**เสาเข็มเหล็ก H**	**เสาเข็มเหล็ก Ø**
		Ø 30, 50, 60 เซนติเมตร	Ø 15, 20 เซนติเมตร	15x15, 20x20, 25x25, 30x30 เซนติเมตร	Ø 15, 20, 25 เซนติเมตร
ข้อดี	ราคาถูก	●			
	รับน้ำหนักต่อตันได้มาก	●			
	ติดตั้งในพื้นที่คับแคบ		●	●	●
	ตัดต่อประกอบได้ง่าย			●	●
	สามารถรับน้ำหนักได้ทันที		●	●	●
	ทำคานถ่ายน้ำหนักได้ง่าย		●	●	●
	ไม่มีแรงสั่นสะเทือน		●	●	●
	ขนส่งได้ง่าย		●	●	●
ข้อเสีย	สั่นสะเทือนขณะก่อสร้าง	●			
	คอนกรีตแข็งตัวถึงจะรับแรงได้	●			
	ราคาแพง			●	●
	รับน้ำหนักต่อตันได้น้อย		●	●	●
	มีขนาดหน้าตัดให้เลือกใช้น้อย		●		
	ใช้พื้นที่ติดตั้งมาก	●		●	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตาราง 5.5 ปัจจัยที่ส่งผลต่อการเลือกใช้เสาเข็มในการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว จะเห็นได้ว่าเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (H) และเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Ø) มีข้อดีมากกว่าเสาเข็มเจาะและเสาเข็มประกอบ อีกทั้งสะดวกต่อการการขนส่ง มีขนาดหน้าตัดหลายขนาด ต้องการพื้นที่ในการทำงานหน้างานน้อย ข้อดีของเสาเข็มประเภทนี้เมื่อติดตั้งเสร็จสามารถรับแรงได้ทันทีไม่ต้องรอให้คอนกรีตแข็งตัวเหมือนเสาเข็มเจาะ

เทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการสำรวจและซ่อมแซมนั้นปรับเปลี่ยนไปตามขนาดของอาคารและชนิดของเสาเข็มเช่น เสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (H) การติดตั้งยังเป็นการติดตั้งแบบใช้ปั้นจั่นขนาดเล็กในการติดตั้ง ส่วนเสาเข็มรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Ø) มีการนำแม่แรงไฮโดรลิกมาช่วยในการทำงานแทนการใช้ปั้นจั่นขนาดเล็ก ซึ่งเสาเข็มทั้ง 2 ชนิดนี้ต้องติดตั้งด้วยวิธีการตอกหรือกดลงดินเท่านั้นตามใบรายงานของข้อมูลการสำรวจดิน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทสรุป ข้อค้นพบและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุป

องค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร จากการลงพื้นที่สำรวจภาคสนามและสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องในการซ่อมแซมอาคารที่เกิดการทรุดตัวโดยการใช้เสาเข็มทั้ง 4 ประเภทได้แก่ เสาเข็มเจาะ (Bored Pile) เสาเข็มประกอบ (Composite Pile) เสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดตัวเอช (Steel Pile H) และเสาเข็มเหล็กรูปพรรณหน้าตัดกลมกลวง (Steel Pile Ø) พบว่าองค์ความรู้ (Soft Ware) ทั้งหมดเกิดจากผู้บริหาร กรรมการ ประธานฝ่ายเทคนิค มีโอกาสได้ไปศึกษาดูงานพบเจอปัญหาในระดับต่างและทำการแก้ไข จึงนำประสบการณ์เหล่านั้นมาจัดทำเป็นองค์ความรู้ เช่น หนังสือ บทความ ภาพถ่าย แล้วนำความรู้นั้น ๆ ถ่ายทอดไปยัง วิศวกร หัวหน้างาน และคนงานในบริษัทโดยวิธีการสอนงานกันเป็นระบบตามลำดับเช่น จากผู้บริหารไปสู่วิศวกร จากวิศวกรไปสู่หัวหน้าคนงาน จากหัวหน้าคนงานไปสู่คนงาน เป็นการพัฒนาและนำเอาประสบการณ์การแก้ไขและซ่อมแซมอาคารทรุดจากเสาเข็มประเภทหนึ่งไปพัฒนาเสาเข็มอีกประเภทหนึ่ง เช่น การรับแรงของอาคารที่ใช้เสาเข็มเจาะซึ่งเสาเข็มเจาะเป็นเสาเข็มที่ใช้คอนกรีตเป็นหลักดังนั้นการที่จะถ่ายแรงลงสู่เขาเข็มใหม่ได้ต้องรอให้คอนกรีตแห้งตัวเสียก่อน จึงเป็นการพัฒนามาใช้เสาเข็มประกอบ และพัฒนามาเป็นเสาเข็มเหล็กรูปพรรณ เป็นต้น

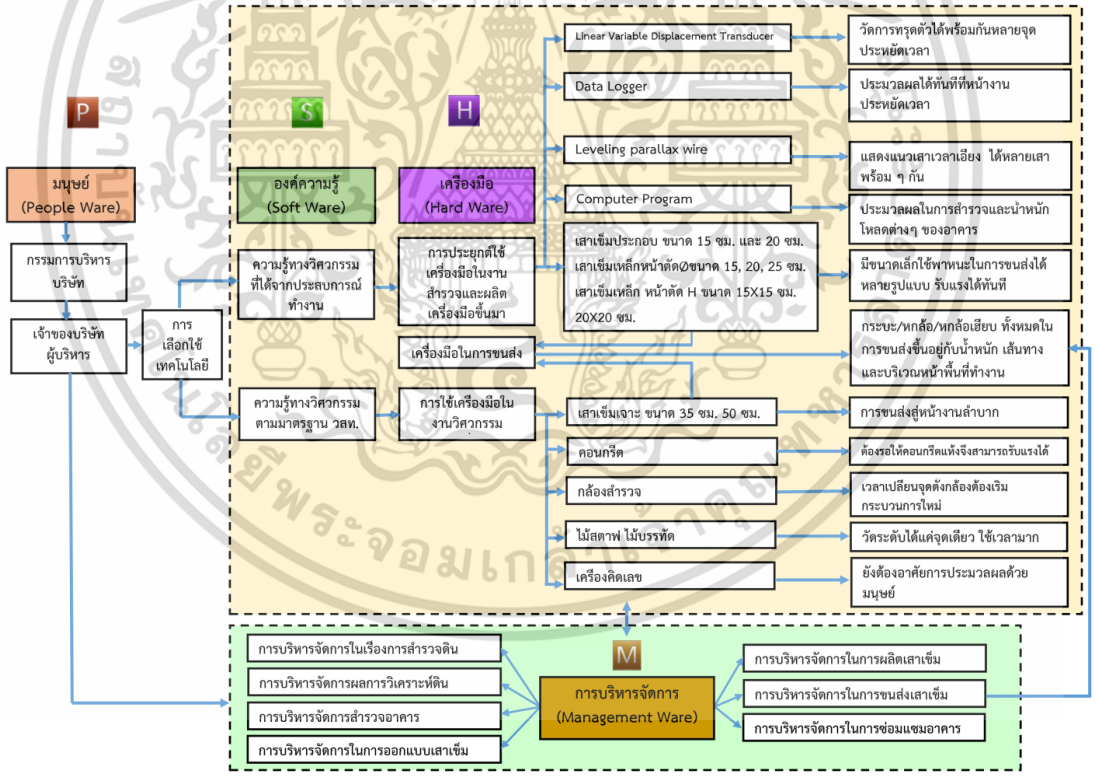
มีการประยุกต์ใช้เครื่องมือ (Hard Ware) เพื่อลดขั้นตอนในการสำรวจอาคาร การซ่อมแซมอาคาร เช่น Linear Variable Displacement Transducer (LVDT) และ Data Log เข้ามาช่วยในงานสำรวจอาคาร การนำเอาเทคโนโลยีจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยประมวลผลในการออกแบบเสาเข็ม การนำเอาเทคโนโลยีของเครื่องมือแม่แรงไฮโดรลิกมาช่วยในการติดตั้งเสาเข็มและถ่ายแรงลงเสาเข็มใหม่

จากเทคโนโลยีในปัจจุบันการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารนั้นจะพบเห็นการใช้เสาเข็มประเภทเสาเข็มเจาะ (Bored Pile) กับเสาเข็มประกอบ (Composite Pile) น้อยมากหรือไม่มีการใช้งานเลยเพราะปัจจัยต่าง ๆ ที่ได้กล่าวมาในบทที่ 5 ตารางที่ 5.5 ปัจจุบันเสาเข็มที่ได้รับความนิยมในการแก้ไขอาคารทรุดตัวคือเสาเข็มรูปพรรณทั้ง 2 ชนิด เพราะขนส่งง่าย ต้องการพื้นที่ทำงานที่หน้างานน้อย ติดตั้งแล้วเสร็จสามารถรับแรงได้ทันที กล่าวได้ว่าเสาเข็มเหล็กรูปพรรณทั้ง 2 ชนิด เป็นการพัฒนาทางเทคโนโลยีมาจากเสาเข็มเจาะกับเสาเข็มประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้นการศึกษาเรื่องเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารในครั้งนี้จึงเป็นการรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร การวิเคราะห์ถึงสาเหตุการทรุดตัวเพื่อหาวิธีการซ่อมแซมอาคารที่ทรุดตัว ทำให้ทราบถึงองค์ประกอบของเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ตลอดจนปัจจัยต่าง ๆ ในการเลือกใช้เสาเข็มในการซ่อมแซมอาคาร ข้อมูลเหล่านี้สามารถเป็นข้อมูล ข้อพิจารณาสำหรับ วิศวกร ผู้ประกอบกิจการ หรือผู้ที่สนใจสามารถนำข้อมูลในการศึกษาครั้งนี้ไปใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในซ่อมแซมการศึกษาด้านเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารต่อไป

ในการศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารครั้งนี้ผู้ศึกษาได้ทำสรุปความสัมพันธ์ขององค์ประกอบเทคโนโลยีในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารดังภาพที่ 6.1



รูปที่ 6.1 สรุปความสัมพันธ์องค์ประกอบเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร
ที่มา : ผู้ทำการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ข้อค้นพบ

การศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารในครั้งนี้พบว่า องค์ประกอบเทคโนโลยีที่ประกอบไปด้วย องค์ความรู้ (Soft Ware) การจัดการ (Management Ware) มนุษย์ (People Ware) และเครื่องมือ (Hard Ware) โดยที่องค์ความรู้ (Soft Ware) ส่งผลต่อเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวมากกว่าองค์ประกอบอื่น ๆ คือผู้บริหารและกรรมการของบริษัทนั้นมีองค์ความรู้จากประสบการณ์การศึกษาดูงาน องค์ความรู้จากประสบการณ์การของการทำงาน การลองผิดลองถูกในการคิดค้นหรือการนำเอาเครื่องมือพื้นฐานมาประยุกต์ใช้ในแต่กรณีศึกษาเกิดเป็นองค์ความรู้ (Soft Ware) และจัดทำองค์ความรู้เหล่านั้นเป็นรูปเล่มหนังสือประจำบริษัท โดยมีการถ่ายทอดองค์ความรู้เหล่านั้นเป็นขั้นลำดับในลักษณะการสอนงาน เช่น ผู้บริหารถ่ายทอดองค์ความรู้ไปสู่วิศวกร วิศวกรถ่ายทอดองค์ความรู้ไปสู่หัวหน้าคนงาน หัวหน้าคนงานถ่ายทอดองค์ความรู้ไปสู่คนงาน ส่วนองค์ประกอบอื่น ๆ นั้น ก็มีความสำคัญแต่จะไม่ส่งผลต่อเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวมากนัก เช่น มนุษย์ (People Ware) กระบวนการต่าง ๆ ก็สามารถทดแทนและทำงานแทนกันได้หากผ่านการสอนงาน หรือ เครื่องมือ (Hard Ware) ในกรณีศึกษาที่ 3 ได้นำเครื่องมือ Linear Variable Displacement Transducer (LVDT) และ Data Log เข้ามาช่วยในงานสำรวจอาคาร ซึ่งพบว่าไม่คุ้มต่อค่าใช้จ่ายจึงต้องกลับมาใช้เครื่องมือการสำรวจโดยทั่วไป

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 ข้อเสนอแนะในการทำการศึกษา

การศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร ผู้ศึกษาได้ศึกษาด้านเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารเป็นหลัก เพื่อให้เป็นไปตามสมมุติฐานและวัตถุประสงค์ ให้เป็นไปตามทฤษฎีของเทคโนโลยี องค์ประกอบของเทคโนโลยี หากมีผู้สนใจในการทำการศึกษา สามารถนำข้อมูลจากการศึกษาในครั้งนี้ไปทำการศึกษาต่อยอดในอนาคตได้ดังนี้

1) เครื่องมือและเทคโนโลยีในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวเปลี่ยนไปตามเทคโนโลยีในแต่ละช่วงเวลาการศึกษา เทคโนโลยีตามช่วงเวลานั้นสามารถต่อยอดการศึกษาและงานวิจัยได้

2) การศึกษาเทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารเป็นการศึกษาถึงเทคโนโลยีในการใช้เครื่องมือในขั้นการแก้ไขและการซ่อมแซม ยังมีขั้นตอนติดตามผลและการดูแลรักษาอาคารหลังจากการซ่อมแซมซึ่งจะสามารถนำมาต่อยอดการศึกษาหรืองานวิจัยได้ในอนาคตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.3.2 ข้อเสนอแนะในการถ่ายทอดองค์ประกอบเทคโนโลยี

เนื่องจากบริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด การถ่ายทอดองค์ความรู้ (Soft Ware) จากผู้บริหารไปสู่บุคลากรในบริษัทนั้นยังเป็นวิธีการสอนงานจากคนสู่คน บางกรณีศึกษาบุคลากรที่เก็บข้อมูลหรือองค์ความรู้ไว้ลาออกจากบริษัทโดยไม่มีการถ่ายทอดงานข้อมูลเหล่านั้นจึงสูญหายไป บริษัทจึงควรนำเอาองค์ความรู้เหล่านั้นถ่ายทอดให้กับบุคลากรในรูปแบบการจัดฝึกอบรมจึงจะเป็นผลต่อการรักษาองค์ความรู้ไม่ให้หายไป.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ทรงเกียรติ เที้ยธิทรัพย์. 2549. “เทคโนโลยีการก่อสร้างอาคารพักอาศัยที่เหมาะสมสำหรับพื้นที่ปากแม่น้ำเจ้าพระยากรณีศึกษาหมู่บ้านสาขลา ต.นาเกลือ อ.พระสมุทรเจดีย์ จ.สมุทรปราการ” วิทยานิพนธ์ปริญญาสถาปัตยกรรมดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรม , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธเนศ วีระศิริ. 2553. **ประสบการณ์งานแก้ไขอาคารทรุดและยกอาคาร.** พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพ. : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.

ธเนศ วีระศิริ. ให้สัมภาษณ์, ให้สัมภาษณ์, 2 กรกฎาคม 2562. ณัฐวัฒน์ วิศาลศักดิ์ ผู้สัมภาษณ์ **การซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคารและการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวกรณีศึกษาบ้านมะลิวัลย์** วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์.

ธานิน พงศ์รุจักร. 2528. “เทคนิคประมาณค่าการทรุดตัวของอาคารสูงในกรุงเทพมหานคร” วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมศาสตร์ , จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นิวัตต์ ดารานันท์ และคณะ. 2525. “ประสิทธิภาพทางด้านโครงสร้างของอาคารในเขตการศึกษาของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย”. หน้า 5. ใน **รายงานวิจัยสถาบัน กองแผนงาน สำนักอธิการบดี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.** กรุงเทพ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บดินทร์ หอมพิกุล. 2556. “เทคนิคการดีดอาคารไม้ในพื้นที่ชุ่มน้ำ กรณีศึกษาหมู่บ้านสาขลา อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พิเชษฐ์ ชาติมนตรี. ให้สัมภาษณ์, ให้สัมภาษณ์, 11 กันยายน 2562. ณัฐวัฒน์ วิศาลศักดิ์ ผู้สัมภาษณ์ **ขั้นตอนในการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร** บริษัท ฟีเนสส์ ซอยล์ เทสติ้ง จำกัด.

รัชนูพรรณ คำสิงห์ศรี. 2554. “เทคโนโลยีการก่อสร้างที่พักอาศัยด้วยระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปในภาคเอกชน”. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม , สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง.

สมชาย ศรีสมพงษ์ และคณะ. 2549 “ความสูญเสียในอาคารเมื่อดินทรุดตัว”. **วารสารวิชาการคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล.** 3(1) :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

สมปอง จึงสุทธิวงศ์. “ทางเลือกในการซ่อมแซมที่อยู่อาศัยในชุมชนบางน้อยนอก อ.บางคนที จ.สมุทรสงคราม”.วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาเคหะการ, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สืบศักดิ์ พรหมบุญ. “ปัญหาการทรุดตัวในอดีตถึงปัจจุบันและศิลปะการยกอาคาร” **วารสารคอนกรีต** 1(1) : 1-5

สถาบันวิศวพัฒน์ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. 2561. **“การตรวจสอบและแก้ไขอาคารเก่าและส่วนต่อเติม”** กรุงเทพมหานคร : วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์. เอกสารอัดสำเนา.

Jan Monkiewicz. 1999.**“International Technology Flows and the Technology Gap.”** Colorado: West view Prees.

Ken Darrow and Rick Pam. 1997 **“Appropriate Technology Sourcebook.”** USA:

Philip N. Youtz. November.30, 1984. **“Slab Lifting Apparatus.”** United States Patent:

Richard, S. Eckuas. 1997 **“Appropriate Technology for Developing Countries.”** National Academy of Sciences, Washington, D.C.,

R.J.Congdon. **“Introduction to Appropriate Technology.”** Rodale Press, 1997.

William B. Mc Cown. Oct 13, 1992. **“Foundation Lifting and Stabilizing Apparatus.”** United States Patent:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นายณัฐวัฒน์ วิศาลศักดิ์

วัน เดือน ปีเกิด 21 เมษายน 2524 จังหวัดชัยภูมิ

ที่อยู่ สถาบันพัฒนาฝีมือแรงงาน 9 พิษณุโลก เลขที่ 99 หมู่ 6
ตำบลมะตูม อำเภอพรหมพิราม จังหวัดพิษณุโลก 65150

ประวัติการศึกษา 2550 ปริญญาตรีสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาเทคโนโลยีสถาปัตยกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน นครราชสีมา

ทะเบียนวิชาชีพ ใบอนุญาตประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรมควบคุม
ระดับภาคีสถาปนิก
สาขาสถาปัตยกรรมหลัก เลขที่ ภ-สถ 15663

ประสบการณ์ทำงาน

2557-ปัจจุบัน รับราชการตำแหน่งนักวิชาการพัฒนาฝีมือแรงงานปฏิบัติการ
ปฏิบัติงานด้านสถาปัตยกรรมศาสตร์
กรมพัฒนาฝีมือแรงงาน กระทรวงแรงงาน

2557 สถาปนิกอาวุโส บริษัท พาราเดียมคอร์ เขตพระโขนง กรุงเทพฯ

2556 สถาปนิกโครงการ บริษัท ภูพบฟ้า จำกัด เขตยานนาวา กรุงเทพฯ

ผลงานและงานวิจัย

ณัฐวัฒน์ วิศาลศักดิ์. 2563 “เทคโนโลยีการซ่อมแซมอาคารทรุดตัวโดยการยกอาคาร” วารสารวิชาการสาระศาสตร์ ฉบับที่ 2 ปี 2563 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาปนิกร่วมออกแบบพื้นที่รับเสด็จพระราชดำเนินและทรงงาน
พระบาทสมเด็จพระวชิรเกล้าเจ้าอยู่หัว
โครงการก่อสร้างสถานีรถไฟชุมทางบางซื่อ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ

สถาปนิกร่วมออกแบบพื้นที่ทรงงานและห้องบรรทม
สมเด็จพระเจ้าน้องนางเธอ เจ้าฟ้าจุฬาภรณวลัยลักษณ์ อัครราชกุมารี กรมพระศรีสวางควัฒน วรขัตติยราชนารี
สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ เขตหลักสี่ กรุงเทพฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้