สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

สื่ออิเลคทรอนิกส์ทางด้านเทคโนโลยีในการก่อสร้างเสาเข็มตอกและเสาเข็มเจาะ

CONSTRUCTION MOVIE FOR DRIVING PILEAND BORED PILE WORK

โดย

นายภัควัตร รอดระหงษ์

นายเจษฎา ผือโย

เลขหมู่....................................

เลขทะเบียน 73348

วัน,เดือน,ปี 13 ก.ค. 2550

.b 1179209x

.i.................................

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONSTRUCTION MOVIE FOR DRIVING PILE AND BORED PILE WORK

MR.PAKKAWAT RODRAHONG
MR.JEDHSADA PHUEYO

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE BACHELOR OF CIVIL ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING, FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2006

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองโครงงานพิเศษ

หัวข้อโครงงานพิเศษ	สื่ออิเลคทรอนิกส์ทางด้านเทคโนโลยีในการก่อสร้างเสาเข็มตอก-และเสาเข็มเจาะ		
นักศึกษา	นายภัควัตร รอดระหงษ์	รหัสประจำตัว	45010573
	นายเจษฎา ผือโย	รหัสประจำตัว	45010143
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร		

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ	ลายมือชื่อ
ผศ.สุพจน์ ศรีนิล ผศ.สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์ ผศ.แหลมทอง แหล่งคงถาวร	

ภาควิชาวิศวกรรมโยธารับรองแล้ว

(นายสุพจน์ ศรีนิล)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา
วันที่ 31 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	**สื่ออิเล็คทรอนิกส์ทางด้านเทคโนโลยีการก่อสร้างด้านงานเสาเข็มตอก และเสาเข็มเจาะ** CONSTRUCTION MOVIE FOR DIVING PILE AND BORED PILE WORK
นักศึกษา	**นาย ภัควัตร รอดระหงษ์** **นาย เจษฎา ผือโย**
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโยธา
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
ปีการศึกษา	2549

บทคัดย่อ

การทำความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีการก่อสร้างในด้านต่าง ๆ เป็นเรื่องยากและต้องอาศัยประสบการณ์การทำงาน ซึ่งการศึกษาจากหนังสือและตำราเรียนต้องใช้ระยะเวลานานในการทำความเข้าใจ เนื่องจากได้รับรู้เพียงแค่ภาพนิ่งและตัวอักษรเท่านั้น หากมีสื่อการเรียนการสอนที่ประกอบไปด้วยเสียง ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวก็จะช่วยให้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีการก่อสร้างได้ชัดเจนและรวดเร็วยิ่งขึ้น

โครงงานนี้จัดทำขึ้นเพื่อเป็นสื่อในการเผยแพร่ข้อมูล ความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีทางด้านการก่อสร้างในงานด้านเสาเขาเข็มตอกและเสาเข็มเจาะ จัดทำขึ้นโดยใช้โปรแกรม 3 ds max 6.0 มีการนำเสนอข้อมูลโดยใช้ภาพ เสียง และมัลติมีเดียเข้ามาประกอบการนำเสนอในรูปแบบของโปรแกรมสำเร็จรูป สามารถนำมาใช้เป็นแหล่งค้นคว้าหาข้อมูลและใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนสำหรับนักเรียน นักศึกษาหรือผู้ที่สนใจโดยที่โปรแกรมนี้มีรูปแบบการใช้งานง่ายและสามารถทำการโต้ตอบกับผู้ใช้งาน ซึ่งในโปรแกรมได้มีการรวบรวมข้อมูลและจัดแบ่งหมวดหมู่เป็นหัวข้อต่างๆ ได้แก่ การก่อสร้างเสาเข็มตอก เสาเข็มเจาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	:	CONSTRUCTION MOVIE FOR DIVING PILE AND BORED PILE
Name	:	MR. PAKKAWAT RODRAHONG
		MR.JEDHSADA PHEUYO
Field	:	CIVIL ENGINEERING
Department	:	CIVIL ENGINEERING
Faculty	:	ENGINEERING
Advisor	:	ASST.PROF.LAEMTHONG LAOKHONGTHAWORN

ABSTRACT

Comprehension in construction technology is difficult and needs working experience. Studying from books spends a lot of time to make clearly understanding because we get only pictures and text. Studying media with sounds, pictures and animation will help us make more quickly and clearly understanding in construction technology.

The objective of this project is to be the distribution channel of the information, knowledge and in sight about construction technology. This project is setup by using 3d studio max and presents the information by pictures, sounds, and multimedias. We wish this project can be used as knowledge base and learning material for students or interested people. This program is easy to use and user-interactive. The contents were diving pile and bored pile work .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษฉบับนี้ คุณความดีขอมอบให้แก่บุคคลผู้ให้ความอนุเคราะห์ ตลอดจนแนะนำในด้านต่างๆต่อผู้จัดทำดังนี้

ผศ.แหลมทอง เหล่าคงถาวร อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.สุพจน์ ศรีนิล อาจารย์คุมสอบ หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

ผศ.สมเกียรติ ขวัญพฤกษ์ อาจารย์คุมสอบ

ให้คำชี้แนะและให้ข้อมูล พี่ๆเพื่อนๆภาคโยธาที่รวบรวมและให้ข้อมูลมาจากบริษัทต่างๆ

ตลอดจนเพื่อนๆต่างมหาวิทยาลัยที่คอยให้ความช่วยเหลือในทุกๆด้าน โดยเฉพาะการให้คำแนะนำในการเขียนโปรแกรมแอนนิเมชัน และที่ขาดเสียมิได้คือบุพการีผู้ให้ความช่วยเหลือในด้านการเงินและกำลังใจด้วยดีตลอดมา

นาย ภัควัตร รอดระหงษ์

นาย เจษฎา ผือโย

ผู้ประพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	ปกใน (ภาษาไทย)	ก
	ปกใน (ภาษาอังกฤษ)	ข
	หน้าอนุมัติ	ค
	บทคัดย่อภาษาไทย	
	บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
	กิตติกรรมประกาศ	ฉ
	สารบัญ	ช
	สารบัญตาราง	ฌ
	สารบัญรูป	ญ
1	บทนำ	
	1.1. กล่าวนำ	1
	1.2. ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
	1.4. สมมุติฐานของการศึกษา	2
	1.5. ขอบเขตและข้อจำกัดของการศึกษา	2
	1.6. ขั้นตอนการศึกษา	3
2	วรรณกรรมปริทัศน์	
	2.1. กล่าวนำ	7
	2.2. นิยาม	7
	2.3. การพัฒนาสื่ออิเล็คทรอนิกส์	7
	2.4. ความหมายของสื่อการสอน CAI	8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	2.5. รูปแบบของสื่อ CAI	8
	2.5.1. การนำเสนอเนื้อหา (Knowledge Presentation)	9
	2.5.2. การโต้ตอบกับผู้เรียน (Interactivity)	9
	2.5.3. การวัดและประเมินผล (Evaluation)	9
	2.6. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว	10
	2.6.1. ภาพนิ่ง	10
	2.6.1.1. ส่วนประกอบของภาพ	10
	2.6.1.2 องค์ประกอบของภาพ	11
	2.6.2. ภาพเคลื่อนไหว	12
3	การพัฒนาสื่อการเรียนอิเล็คทรอนิกส์	
	3.1. กล่าวนำ	14
	3.2 การศึกษาการเรียนการสอนในปัจจุบันและการกำหนดแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน	14
	3.2.1. ขั้นตอนในการศึกษา	14
	3.2.1.1. การศึกษาวิเคราะห์สื่อการเรียนการสอนที่มีในปัจจุบัน	15
	3.2.1.2. วิธีการวิเคราะห์	17
	3.2.1.2.1. คุณสมบัติของสื่อการเรียนการสอนที่ผู้สอนต้องการ	17
	3.2.1.2.2. คุณสมบัติของสื่อการเรียนการสอนที่นักศึกษาต้องการ	18
	3.2.2. สรุปแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน	18
	3.3. การรวบรวมข้อมูลทางด้านเทคโนโลยีทางด้านการก่อสร้าง	19
	3.3.1. การวิเคราะห์และจัดหมวดหมู่ของข้อมูล	19
	3.3.1.1. เสาเข็มตอก	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	3.3.1.2. เสาเข็มเจาะ	52
	3.4. โปรแกรมที่สามารถนำมาใช้ในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน	80
	3.5. เกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกโปรแกรม	81
4	ขั้นตอนในการทำสื่ออิเล็คทรอนิกส์	
	4.1. กล่าวนำ	82
	4.2. ขั้นตอนในการทำภาพยนต์แอนนิเมชัน	82
	4.2.1. เขียน Storyboard	82
	4.2.2. Modeling	82
	4.2.3. Texturing	84
	4.2.4. Animation	85
	4.2.5. Light and camera	86
	4.2.6. Rendering	87
	4.2.7. Composite	88
5	ผลงานของ Construction Movie	
	5.1. กล่าวนำ	89
	5.2. ขั้นตอนการใช้งาน	89
	5.2.1. เปิดสื่อโดยใช้ win amp, power dvd, media player	89
	5.2.2. รูปแบบและหน้าตาของสื่อ	90
6	สรุปผลงาน	
	6.1. กล่าวนำ	91
	6.2. สรุปผลงาน	91
	6.3. การใช้งานโปรแกรม	91

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	เรื่อง	หน้า
	6.4. ปัญหาและแนวทางแก้ไข	92
	6.5. แนวทางการพัฒนาต่อ	93
	บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	ชื่อตาราง	หน้า
3.1.	แสดงการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างการตอกเข็มโดยใช้ปั้นจั่น กับ Diesel hammer	25
3.2.	แสดงสูตรการคำนวนหาแรงต้านทานของเสาเข็มจากการตอก	37
3.3.	แสดงค่าประสิทธิภาพของลูกตุ้ม	38
3.4.	แสดงค่า C_1, C_2 และ C_3 จาก Hilay	38
3.5	แสดงน้ำหนักน้อยสุดของลูกตุ้ม	44
3.6	แสดงค่าความลึกที่คาดว่าจะตอกเสาเข็มลงไปในดินได้	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
3.1.	แสดงลักษณะของเสาเข็มเหล็ก	20
3.2.	แสดงลักษณะของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก	21
3.3.	แสดงเปอร์เซ็นต์เหล็กปลอกเมื่อเทียบกับปริมาณคอนกรีต	22
3.4.	แสดงเครื่องตอกเข็มแบบใช้ปั้นจั่น	23
3.5.	แสดงเครื่องตอกเข็มโดยใช้ Diesel Hammer	24
3.6.	แสดงการขนส่งเสาเข็ม	26
3.7.	แสดงการขนส่งเสาเข็ม	27
3.8.	แสดงการขนส่งเสาเข็ม	27
3.9.	แสดงการยกเสาเข็มลงโดยใช้เครน	28
3.10.	แสดงการยกเสาเข็มลงโดยใช้รอกและเฟรม	29
3.11.	แสดงการลากเสาเข็มโดยใช้ล้อเลื่อน	30
3.12.	แสดงการลากเสาเข็มโดยไม่ใช้ล้อเลื่อน	30
3.13.	แสดงการยกเสาเข็มโดยใช้ลวดสลิง	31
3.14.	แสดงการยกเสาเข็มโดยใช้ลวดสลิง	32
3.15.	แสดงการตั้งดิ่ง	33
3.16.	แสดงการตรวจสอบเสาเข็มโดยใช้กล้องทีโอโดไลท์	33
3.17.	แสดงการตกกระทบของลูกตุ้มลงบนเสาเข็ม	36
3.18.	แสดงข้อมูลดินที่ทำการเจาะสำรวจออกแบบโดย Japan Road Association	41
3.19.	แสดงการเคลื่อนย้ายปั้นจั่น	43
3.20.	แสดงการทดสอบเสาเข็มโดยใช้ Schmith Hammer	50
3.21.	แสดงการทดสอบเสาเข็มโดยวิธี Static Load Test	50
3.22..	แสดงหาค่าการทรุดตัวของเสาเข็ม	51
3.23..	แสดงการวัดค่าการทรุดตัวเสาเข็ม	51
3.24.	แสดงน้ำยาเบนโทไนต์	63
3.25.	แสดงน้ำยาโพลิเมอร์	63
3.26.	แสดงเครื่องมือในการทดสอบความข้นเหลว	64
3.27.	แสดงการตรวจสอบค่า PH	64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	ชื่อรูป	หน้า
3.28.	แสดงเครื่องการทดสอบหาค่าความหนาแน่น	65
3.29.	แสดงหัวเจาะแบบสว่าน	65
3.30.	แสดงหัวเจาะแบบถัง	65
3.31.	แสดงปลอกเหล็ก	66
3.32.	แสดงเครื่องกดและถอนปลอกเหล็ก	66
3.33.	แสดงท่อเทคอนกรีต	66
3.34.	แสดงเครื่องแยกทราย	67
3.35.	แสดงกรวยเทคอนกรีต	67
3.36.	แสดงเครื่องเช็คสภาพหลุมเจาะ	67
3.37.	แสดงเม็ดโฟมที่ใส่ลงไปในหลุมเจาะ	68
3.39.	แสดงลักษณะของโปรแกรม 3ds max 6.0	81
4.1.	แสดงการขึ้นโมเดลปั้นจั่น	83
4.2.	แสดงการใส่ลวดลายให้กับวัตถุ	84
4.3.	แสดงการสร้างการเคลื่อนไหวให้กับวัตถุ	85
4.4.	แสดงการให้แสงและมุมกล้องให้กับวัตถุ	86
4.5.	แสดงการประมวลผลของโปรแกรม	87
4.6.	แสดงการใส่เอฟเฟกต์ให้กับชิ้นงาน	88
5.1.	แสดงหน้าตาโปรแกรมที่ใช้เปิดภาพยนต์แอนนิเมชัน	89
5.2.	แสดงหน้าตาและรูปแบบภาพยนต์แอนนิเมชันที่นำเสนอ	90

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1. กล่าวนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการก่อสร้างมีความก้าวหน้า และมีรูปแบบหลากหลาย แต่ข้อมูลเกี่ยวกับการก่อสร้างเหล่านี้กลับอยู่กระจายกันตามบริษัทต่างๆ และไม่มีการจัดเก็บข้อมูลเป็นหมวดหมู่ และในปัจจุบันนี้เริ่มมีการใช้คอมพิวเตอร์กันแพร่หลายอย่างมากในทุกวงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถาบันการศึกษา รวมทั้งยังมีการใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อในการเรียนการสอน หรือเป็นแหล่งค้นคว้าหาข้อมูลเพราะคอมพิวเตอร์สามารถเก็บข้อมูลได้มาก มีระบบจัดการข้อมูลที่ดี และยังมีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายอีกด้วย

การทำความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีการก่อสร้างในด้านต่างๆ เป็นเรื่องยากและต้องอาศัยประสบการณ์การทำงาน ซึ่งการศึกษาจากหนังสือและตำราเรียนต้องใช้ระยะเวลานานในการทำความเข้าใจ เนื่องจากได้รับรู้เพียงแค่ภาพนิ่งและตัวอักษรเท่านั้น หากมีสื่อการเรียนการสอนที่ประกอบไปด้วยเสียง ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวก็จะช่วยให้ทำความเข้าใจเกี่ยวกับเทคโนโลยีการก่อสร้างได้ชัดเจนและรวดเร็วยิ่งขึ้น

1.2. ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันจะเริ่มมีการก่อสร้างที่เพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นผลพวงมาจากเศรษฐกิจที่ดีขึ้น และเนื่องจากมีการก่อสร้างที่เพิ่มมากขึ้นนี้ จึงจำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับการขั้นตอนของการก่อสร้างที่ถูกต้อง เพื่อที่จะให้การก่อสร้างมีความถูกต้อง รวดเร็วและมีความปลอดภัยเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นผู้ศึกษาโครงงานจึงมีแนวความคิดที่จะจัดทำโสตทัศนะศึกษา ที่รวบขั้นตอนของการก่อสร้างไว้ให้นักศึกษาหรือบุคคลภายนอกที่มีความสนใจได้ศึกษาขั้นตอนในการก่อสร้าง เพื่อที่จะให้นักศึกษาและบุคคลภายนอกที่มีความสนใจ สามารถเรียนรู้ขั้นตอนการก่อสร้างได้รวดเร็วและดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ศึกษาโครงงานจึงได้เลือกขั้นตอนในการทำเสาเข็มมาเป็นโสตทัศนะศึกษา เพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนเพื่อให้นักศึกษาและบุคคลภายนอกที่มีความสนได้ทำการศึกษา ซึ่งเสาเข็มมีความสำคัญมากในการก่อสร้างส่วนใหญ่ เนื่องจากเสาเข็มจะต้องรับน้ำหนักที่ถ่ายลงมาจากตัวโครงสร้าง ถ้าเสาเข็มที่ทำมานั้นไม่ถูกต้องตามขั้นตอนแล้วอาจทำให้เสาเข็มได้รับความเสียหาย แตก หัก และมีสภาพที่ไม่สมบูรณ์ได้ โดยจะทำให้การรับน้ำหนักของเสาเข็มรับน้ำหนักได้ไม่เต็มที่หรือรับน้ำหนักไม่ได้เลย แล้วจะอาจที่ให้ตัวโครงสร้างไม่เกิดความปลอดภัย ดังนั้นขั้นตอนในการทำเสาเข็มจึงมีความสำคัญ ดังนั้นผู้ศึกษาโครงงานจึงได้จัดทำโสตทัศนะศึกษาให้นักศึกษาและบุคคลภายนอกที่มีความสนใจได้ศึกษาเพื่อที่จะให้มีความรู้ความเข้าใจขั้นตอนของการทำเสาเข็มได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น

1.3. วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อจัดทำสื่อในลักษณะภาพเคลื่อนไหวและภาพนิ่งประกอบการบรรยาย ในเรื่องงานเสาเข็มประเภทต่างๆ ได้แก่ ชนิดของเสาเข็ม ขั้นตอนการตอกเสาเข็มด้วยเครื่องมือต่างๆ การทำเสาเข็มเจาะ การตอกเสาเข็ม spun ให้อยู่ในรูปแบบที่เข้าใจง่ายเหมาะสำหรับวิศวกรและนักศึกษาในสาขาวิศวกรรมโยธา

1.4. สมมุติฐาน

ถ้ามีสื่อที่สามารถแสดงให้เห็นภาพและมีคำบรรยาย จะทำให้เราสามารถศึกษาสิ่งที่เราสนใจหรือถ่ายทอดความรู้ได้ดียิ่งขึ้น

1.5. ขอบเขตการศึกษา

ขอบเขตการศึกษาแบ่งออกเป็น

1.4.1 ลักษณะของสื่อการเรียนการสอน

- นำเสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหวมาประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สื่อสามารถตอบโต้กับผู้ใช้ได้

1.4.2. เนื้อหาในด้านเทคโนโลยีการก่อสร้าง

- ชนิดของเสาเข็ม
- การทำเสาเข็มตอก
- การทำเสาเข็มเจาะ
- การทำเสาเข็มตอกในน้ำ
- การเสาเข็ม spun แบบ Auger press และ Non pollution Pile

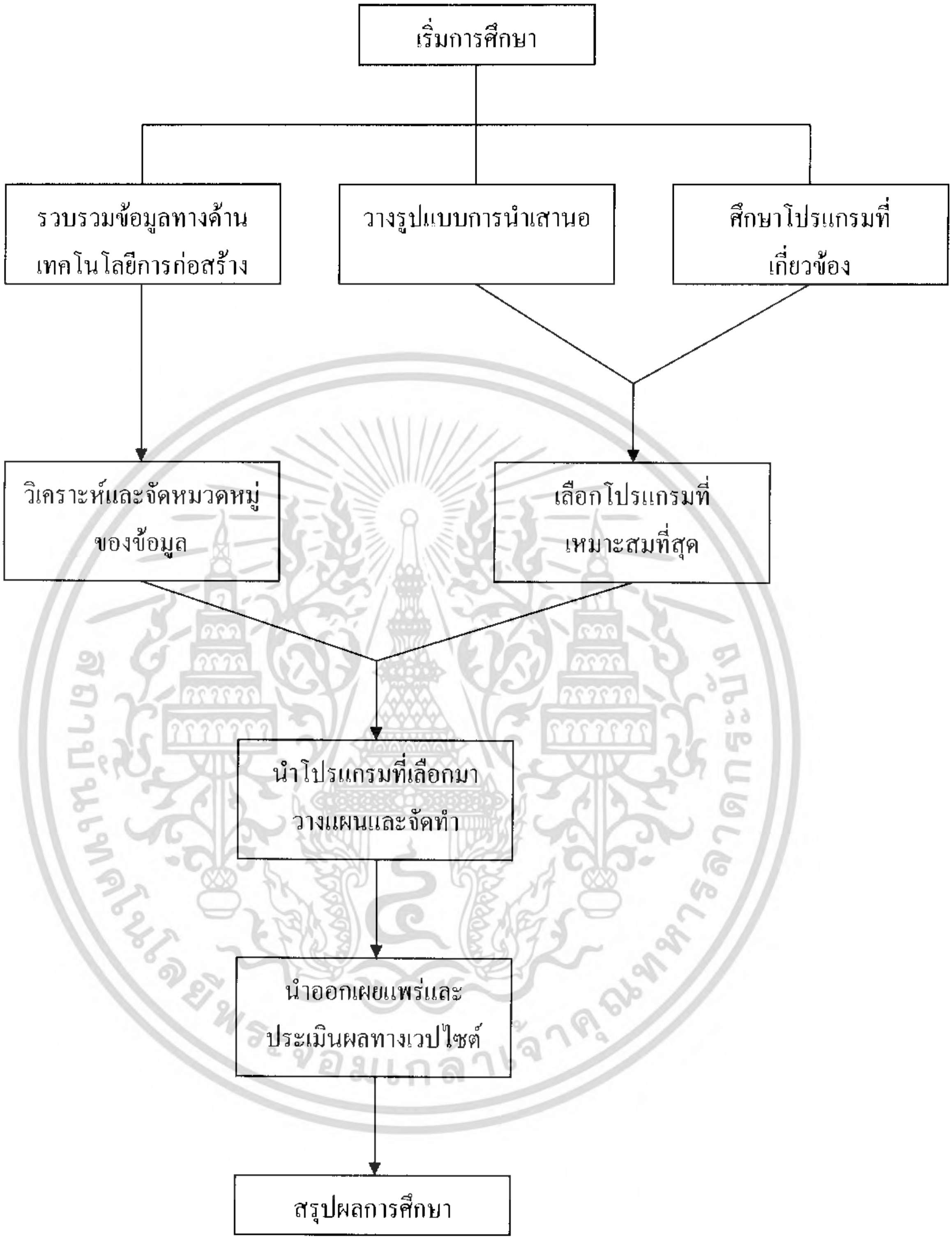
1.4.3 เป็นฐานข้อมูลในลักษณะออนไลน์

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานสามารถแบ่งได้เป็นขั้นตอนหลักๆ ดังแสดงในรูปที่ 1.1

ก. รวบรวมข้อมูลทางด้านเทคโนโลยีการก่อสร้าง
ข. วิเคราะห์และจัดหมวดหมู่ของข้อมูล
ค. วางรูปแบบการนำเสนอ
ง. ศึกษาโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง
จ. เลือกโปรแกรมที่เหมาะสมที่สุด
ฉ. นำโปรแกรมที่เลือกมาทำการวางแผนและจัดทำโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 1.1. แสดงขั้นตอนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวบรวมข้อมูลทางด้านเทคโนโลยีการก่อสร้าง

รวบรวมข้อมูลทางเทคโนโลยีการก่อสร้าง ดังนี้

1. การทำเสาเข็มตอก
2. การทำเสาเข็มเจาะ
3. การทำเสาเข็มใต้น้ำ

วิเคราะห์และจัดหมวดหมู่ของข้อมูล

เมื่อทำการรวบรวมข้อมูลเสร็จแล้วก็จะทำการวิเคราะห์และจัดหมวดหมู่ของข้อมูล โดยจะแบ่งเป็นหัวข้อย่อยๆ เช่น รูปแบบและชนิดของเสาเข็ม ส่วนประกอบต่างๆของเสาเข็ม และอุปกรณ์ ขั้นตอนการก่อสร้าง ข้อแนะนำในการก่อสร้าง วิธีการแก้ไขปัญหา

ก. วางรูปแบบการนำเสนอ

รูปแบบของการนำเสนอจะต้องควรมีคุณสมบัติ ดังนี้

1. น่าสนใจและสวยงาม
2. แยกเป็นหมวดหมู่ต่างๆ
3. มีรูปแบบการใช้งานง่าย และมีฟังก์ชั่นต่างๆอย่างสมบูรณ์

ง. ศึกษาโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง

เป็นขั้นตอนในการศึกษาโปรแกรมที่เหมาะสมที่จะมาใช้ทำเป็นสื่อการเรียนการสอน โดยโปรแกรมที่จะนำมาพิจารณา สามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. โปรแกรมที่สามารถนำมาใช้พัฒนาสื่อการเรียนการสอน

2. โปรแกรมที่สร้างมัลติมีเดียเพื่อช่วยให้สื่อการเรียนการสอนมีความน่าสนใจ

จ. เลือกโปรแกรมที่เหมาะสมที่สุด

โดยมีการตั้งเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกโปรแกรมมาพัฒนาสื่อการเรียนการสอนไว้ และเลือกโปรแกรมที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์ หรือใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้มากที่สุด

คุณสมบัติของโปรแกรม

- ออนไลน์ได้
- ทำภาพเคลื่อนไหวได้ดี
- ไม่เปลืองหน่วยความจำ
- ใช้งานง่าย

ฉ. วางแผนและจัดทำสื่อการเรียนการสอนด้วยโปรแกรมที่เลือก

จัดทำสื่อการเรียนการสอนด้วยโปรแกรมที่เลือกไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

วรรณกรรมปริทัศน์

2.1. กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความหมายและรูปแบบของสื่อ ให้รู้จักสื่ออีเล็คทรอนิกส์ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวองค์ประกอบของภาพ ข้อดี ข้อเสียของตลอดจนแนวทางการพัฒนาสื่ออิเล็คทรอนิกส์

2.2 นิยาม

คำว่า สื่อการสอน (Media) หมายถึง สิ่งใดก็ตามไม่ว่าจะเป็น วัสดุ (Software) อุปกรณ์ (Hardware) หรือแม้แต่วิธีการ (Techniques or Method) ที่เป็นตัวกลางในกระบวนการเรียนการสอน เพื่อทำให้นักเรียนบรรลุผลตามจุดมุ่งหมายของการเรียนที่ตั้งไว้ (สร้างงานมัลติมีเดียอย่างสมบูรณ์แบบ โดยใช้ 3ds max 6.0

2.3. การพัฒนาสื่ออิเล็คทรอนิกส์

ในปัจจุบันการใช้คอมพิวเตอร์เป็นที่แพร่หลายอย่างมากในทุกวงการ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสถาบันการศึกษา มีการใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนการสอน หรือเป็นแหล่งค้นคว้าหาข้อมูล เพราะคอมพิวเตอร์สามารถเก็บข้อมูลได้จำนวนมาก มีระบบจัดการข้อมูลที่ดี และยังมีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายอีกด้วย ดังนั้นแนวทางในการพัฒนาสื่ออิเล็คทรอนิกส์จะมุ่งไปยังคอมพิวเตอร์ โดยการพัฒนาคอมพิวเตอร์ให้เป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีข้อดีหลายประการ แต่ก็ยังมีข้อด้อยอยู่บ้าง ดังต่อไปนี้

ข้อดี

- ทำให้สื่อการเรียนการสอนเป็นมัลติมีเดียมากขึ้น ทำให้สื่อมีความน่าสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สามารถเผยแพร่ได้ง่าย
- ทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในมองเห็นภาพได้ง่ายขึ้น
- สามารถเปิดกับ เครื่องเล่นซีดี หรือ ดีวีดี ได้โดยไม่ต้องใช้คอมพิวเตอร์

ข้อด้อย

- ต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ในการนำเสนอ ถ้าไม่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ก็ไม่ สามารถนำเสนอได้
- พื้นที่การนำเสนอจำกัดอยู่แค่บนหน้าจอเล็ก ๆ เท่านั้น จึงมองเห็นได้ไม่ทั่วถึง ยกเว้นว่าจะใช้อุปกรณ์อื่นช่วย เช่น โปรเจคเตอร์ แต่ ต้องใช้ค่าใช้จ่ายสูง
- ความทนทานของสื่อ ขึ้นอยู่กับรูปแบบในการจัดเก็บข้อมูล ถ้าเป็นฟลอบปี้ดิสก์ ก็ชำรุดได้ง่าย แต่ถ้าเป็นคอมแพคดิสก์ก็มีความทนทานมากกว่า

2.4. ความหมายของสื่อการสอน CAI (Computer Assisted Instruction Media)

คำว่า CAI ย่อมาจาก Computer Assisted Instruction แปลตรงๆ ตามศัพท์ คือ คอมพิวเตอร์ช่วยการสอน พูดให้ได้ใจความและก็มีความหมายลึกก็คือ การนำคอมพิวเตอร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่งเข้ามาช่วยในการเรียนการสอนของนักศึกษาและผู้สอน โดยมีผู้สอนหรือผู้มีความรู้เป็นผู้ผลิตสื่อขึ้นมาแล้ว นำไปให้นักศึกษาได้เรียน โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวกลางในการนำกระบวนการการเรียนการสอนของผู้สอนไปสู่นักศึกษา (สร้างงานมัลติมีเดียอย่างสมบูรณ์แบบ โดยใช้ 3 ds max 6.0)

2.5. รูปแบบของสื่อการสอน CAI

คำว่ารูปแบบ หมายถึง แบบแผนหรือแนวปฏิบัติ หรือข้อกำหนดที่สามารถปรับเข้ากับสภาวะจริง (สร้างงานมัลติมีเดียอย่างสมบูรณ์แบบ โดยใช้3ds max 6.0) การสร้างสื่อ CAI ควรทำให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายมากที่สุดจึงจะเป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสิ่งต่าง ๆ ที่ผู้สอนทำอยู่แล้วสามารถนำมาทำสื่อ CAI ได้ เช่น

1. บทเรียนสำเร็จรูป หรือบทเรียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ชุดการเรียนการสอน

สื่อต่างๆ เหล่านี้อาจผู้สอนก็ทำกันปกติแล้ว แต่จะจัดทำในกระดาษแล้วทำเป็นรูปเล่ม แต่ถ้าเรานำมาประยุกต์ ปรับปรุง แล้วให้เรียนกันในคอมพิวเตอร์ก็สามารถเป็นสื่อ CAI ได้แล้ว ส่วนรูปแบบที่นิยมในการสร้างสื่อ CAI เป็นดังนี้

2.5.1.การนำเสนอเนื้อหา (Knowledge Presentation)

การสร้างเนื้อหาต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ หรือความมุ่งหมายที่ตั้งไว้ ส่วนเนื้อหาไม่ควรมีเฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว แต่เนื้อหาควรจะมีสิ่งต่อไปนี้ด้วย เช่น มีภาพประกอบ มีเสียง หรือมีภาพยนตร์ประกอบด้วยถึงจะเรียกว่าเนื้อหาที่ดีและเหมาะสมกับความสามารถของสื่อการสอนแบบคอมพิวเตอร์

2.5.2 การโต้ตอบกับผู้เรียน (Interactivity)

โดยปกติการสอนที่ดี ควรเป็นการสอนที่เปิดโอกาสให้นักศึกษาได้แสดงความคิดเห็นโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนได้ ฉะนั้นสื่อ CAI ที่ดีควรให้นักศึกษาได้มีส่วนร่วมในการคิดแก้ปัญหา นั่นคือ มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับสื่อ CAI ซึ่งปัจจุบันโปรแกรมที่ใช้สร้างสื่อ CAI สามารถสร้างการโต้ตอบดังกล่าวได้และทำได้ดีเสียด้วย

2.5.3. การวัดและประเมินผล (Evaluation)

หลังจากผู้เรียนได้เรียนเนื้อหาหรือได้ใช้สื่อ CAI แล้ว สิ่งที่ผู้เรียนจะบอกผู้สอนได้ว่าเขาไปสู่จุดมุ่งหมายที่ต้องการหรือไม่ นอกจากการสังเกต สัมภาษณ์พูดคุยแล้ว สิ่งที่วัดได้เป็นรูปธรรมก็คือ แบบทดสอบหรือข้อสอบหลังจากใช้สื่อ CAI แล้ว อาจไม่ใช่วิธีการวัดผลที่ดีที่สุด แต่ก็ถือว่าเป็นที่นิยมกัน ส่วนวิธีทดสอบผู้สอนจะใช้แบบไหนก็ได้แต่ขอให้ยึดหลักการวัดผลดังนี้

- วัดได้ตรงวัตถุประสงค์ที่ต้องการ
- ใช้เครื่องมือที่ดี ส่วนมากที่นิยมคือ ข้อสอบหรือแบบทดสอบ แต่อย่าไปยึดเป็นรูปแบบตายตัว จะเป็นเครื่องมืออะไรก็ได้ แต่ขอให้ผู้เรียนสามารถสื่อสารให้เราเข้าใจว่าเขารู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องในสิ่งที่เราสอน เช่น เป็นการสร้างสถานการณ์แล้วให้วิเคราะห์หาสาเหตุแก้ปัญหา นี่ก็ถือว่าเป็นเครื่องมือที่ดีแล้ว ไม่จำเป็นต้องยึดข้อทดสอบหรือแบบทดสอบเสมอไป

- ใช้ผลการวัดให้คุ้มค่า ควรวัดผลเพื่อค้นหาและพัฒนาผู้เรียนเป็นหลัก

2.6. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว

ภาพเป็นข้อมูลที่สำคัญที่สุดอย่างหนึ่งของระบบการสื่อสารด้วยคอมพิวเตอร์ เนื่องจากภาพแต่ละภาพนั้นประกอบไปด้วยข้อมูลสารสนเทศมากมาย เราจึงนิยมนำภาพมาประกอบการแสดงผล โดยทั่วไปแล้วภาพที่มองเห็นนั้นสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ ภาพนิ่ง(Picture) กับภาพเคลื่อนไหว(Motion Picture หรือ Animation)

2.6.1. ภาพนิ่ง

ภาพนิ่ง หมายถึง ภาพที่ไม่สามารถเคลื่อนไหวไปมาได้ เป็นได้ทั้งภาพเขียน ภาพถ่าย หรือภาพที่สร้างจากคอมพิวเตอร์ (การสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบ GIF Animation)

2.6.1.1. ส่วนประกอบของภาพ

ภาพแต่ละภาพล้วนแต่ประกอบไปด้วยเส้นที่ลากไปมาเป็นรูปทรง ลายเส้นนั้นที่มีที่มาจาก จุด (Dot หรือที่ทางคอมพิวเตอร์เรียก พิกเซล (Pixel) วางตัวเรียงต่อกัน เส้นที่หนาจะมีจำนวนจุดหนาแน่นมาก ภายในจุดหรือ พิกเซลนั้นมีองค์ประกอบที่ใช้ในการแสดงสี รูปทรง ฟอร์แมตของภาพ เราเรียกองค์ประกอบ ของพิกเซลว่า บิต (Bit ย่อมาจากคำว่า Binary Digit ประกอบไปด้วยตัวเลข 2 คือ 0 หรือ 1) จึงนิยมเรียกภาพคอมพิวเตอร์ ที่สร้างว่า ภาพบิตแมป (Bit map)

ข้อดีของภาพบิตแมปคือ มีความเร็วในการแสดงภาพสูง สามารถโหลดภาพเข้าสู่หน่วยความจำได้โดยตรง ใช้ทรัพยากรของเครื่องน้อยกว่า และที่สำคัญคือ ได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานมาก ดังนั้น เราจึงพบเห็นภาพบิตแมปที่อยู่ในฟอร์แมตต่างๆ มากมาย และสำหรับการสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบ GIF Animation นั้น ก็ใช้ภาพบิตแมปเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากภาพบิตแมปแล้ว ยังมีภาพอีกประเภทหนึ่งที่นิยมนำมาใช้งานบนคอมพิวเตอร์ คือ เวกเตอร์ (Vector) โดยเวกเตอร์นั้นแตกต่างจากบิตแมปตรงที่ภายในภาพนั้นไม่ได้เกิดจากจุดหรือพิกเซล แต่ประกอบไปด้วยสมการทางคณิตศาสตร์จำนวนมากมาย

ภาพแบบเวกเตอร์จะถูกสร้างขึ้นมาจากเส้นตรง เส้นโค้ง วงกลม ไม่สามารถทำการระบายสี หรือทำซ้ำ หรือทำเทคนิคพิเศษใดๆ ได้เหมือนภาพแบบบิตแมป ส่วนมากจึงใช้ภาพเวกเตอร์กับงานวาดภาพลายเส้น หรือภาพคลิปอาร์ต

เวกเตอร์นั้นมีข้อดีที่เหนือกว่าบิตแมปตรงที่มีความละเอียดของภาพในการแสดงสูงมาก ไม่ว่าภาพนั้นจะถูกย่อหรือขยายเป็นขนาดเท่าใดก็ตาม ก็ไม่ทำให้ภาพนั้นผิดเพี้ยนไปได้ เพราะสมการทางคณิตศาสตร์สำหรับการสร้างภาพ จะทำการคำนวณสเกลภาพใหม่ทุกครั้ง ภาพที่ได้ไม่ว่าจะเป็นขนาดเท่าใด จึงมีความเหมือนกันทุกขนาดภาพ แต่ถ้าเป็นบิตแมปเพียงแค่ขยายขนาดของภาพให้ใหญ่ขึ้นกว่าขนาดปกติ สิ่งหนึ่งที่ขยายใหญ่ตามไปด้วยคือขนาดของจุด ดังนั้นภาพบิตแมปที่ขยายใหญ่ขึ้นจึงมีความผิดเพี้ยนของภาพสูง ภาพที่ได้จึงมีความหยาบมาก

ข้อเสียของภาพแบบเวกเตอร์อยู่ที่การแสดงผลที่ช้ามาก เพราะทุกครั้งที่มีการแสดงผลต้องมีการเรนเดอร์ภาพใหม่ ยิ่งภาพที่มีความละเอียดสูง กว่าที่จะแสดงผลออกมาได้ต้องใช้เวลานาน

ดังนั้น จึงควรเป็นเรื่องจำเป็นที่เราต้องทราบถึงชนิดของภาพที่นำมาสร้าง เพื่อที่จะได้สร้างภาพที่มีความสวยงาม เหมาะสมกับงานที่ใช้

2.6.1.2 องค์ประกอบของภาพ

การทำให้ภาพที่ปรากฏบนจอภาพมีความน่าสนใจนั้นเป็นสิ่งสำคัญและทำได้ยาก เพราะต้องอาศัยศิลปะในการจัดองค์ประกอบต่างๆของภาพให้เหมาะสม เพื่อให้ภาพเกิดความสมดุลย์และมีคุณค่า ซึ่งมีหลักการจัดภาพดังนี้

1. จัดภาพให้ดูสมดุลย์ ภาพที่เห็นแล้วดูไม่แข็งกระด้าง ดูแล้วมีมิติ มีความลึก โดยการเลือกมุม ความสูง-ต่ำ ฉากหน้า และฉากหลัง
2. การวางฉากหน้าและฉากหลัง ทำให้ภาพดูลึก แต่ไม่ควรลึกมากเกินไป
3. ภาพที่เป็นสี่เหลี่ยม ทรงกลม ไม่ควรจัดวางให้อยู่ในมุมเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาพเส้นของส่วนสูงของพื้นที่ เช่น ทางลาดชันควรจัดให้เห็นเส้นทางว่าโค้งด้วย
5. ไม่วางสิ่งสำคัญไว้หลังสิ่งที่สำคัญเช่นกัน เพราะทำให้ความสำคัญของสิ่งที่วางลดลงไป
6. ภาพที่มีเส้นระดับตัดกลาง เช่น ขอบน้ำ ขอบดิน ควรทำให้ดูสุดตาที่มีจุดสนใจอยู่ที่ไกลมาก โดยจัดวางแนวเส้นขอบไว้ที่ 1/3 จากกรอบเฟรมด้านล่างของภาพ
7. ภาพอาคาร บ้านเรือนที่มีขนาดสูงใหญ่ ควรวางมุมให้พอควร
8. ภาพวิวและภาพใกล้คู่กัน ไม่ควรให้จุดสนใจอยู่ในแนวเดียวกัน จุดสนใจควรอยู่มุมของภาพในเส้นทะแยง
9. การเคลื่อนไหวในท่าที เช่นใบหน้าของคน ควรอยู่ในกรอบด้านข้าง ด้านใดด้านหนึ่ง
10. ภาพมุมสูงที่มีการเคลื่อนไหว สิ่งที่เคลื่อนไหวควรอยู่บริเวณมุม เพื่อวิ่งมายังมุมตรงกันข้ามในลักษณะคล้ายทแยง ให้มุมด้านหน้าว่างไว้
11. การเน้นภาพ อาจทำให้ส่วนของภาพเป็นสีอ่อน ขอบภาพเป็นสีเข้ม และหาฉากหน้าเป็นมุม เป็นเส้นโค้ง เพื่อดึงภาพเข้าสู่ภาพเข้าสู่จุดสนใจ ที่เป็นศูนย์กลางของภาพ
12. ไม่ควรปล่อยให้มีพื้นที่ว่างมากเกินไป
13. ใช้ฉากหน้าทำให้ภาพดูลึก

2.6.2 ภาพเคลื่อนไหว

ภาพเคลื่อนไหวหรือภาพอนิเมชั่นนั้น เป็นภาพที่เกิดจากภาพนิ่งที่มีคุณสมบัติต่างกัน เพราะภาพที่ปรากฏบนจอภาพนั้นสามารถเคลื่อนไหวไปมาได้ ทำให้ภาพเคลื่อนไหวสามารถสื่อความหมายได้ดีกว่าภาพนิ่งทั่วไปมากนัก ภาพเคลื่อนไหวจึงเหมาะสำหรับการนำไปใช้ในการอธิบาย แนะนำสาธิต แสดงขั้นตอนการทำงานด้วยภาพที่เคลื่อนไหวได้ ซึ่งเป็นเรื่องที่เข้าใจยากถ้าอธิบายเหตุการณ์เดียวกันด้วยภาพนิ่ง หรือข้อความประกอบ (การสร้างภาพเคลื่อนไหวแบบ GIF Animation, บริษัท โอเอวัน จำกัด)

อีกทั้งภาพที่เคลื่อนไหวได้นั้นมีแรงดึงดูดสายตา ใจ ของผู้ที่พบเห็นได้อย่างไม่ยากนัก จึงนิยมนำมาใช้ในการสร้างเป็นโลโก แบนเนอร์

ด้วยเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ที่ทันสมัย การสร้างภาพเคลื่อนไหวไม่ใช่เรื่องยากอีกต่อไป เพราะปัจจุบันมีโปรแกรมการสร้างภาพนิ่งและเคลื่อนไหวจำนวนมาก แต่ละโปรแกรมล้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วแต่มีประสิทธิภาพในการสร้างงานให้ตรงตามวัตถุประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และไม่ยากอย่างที่คิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

CONSTRUCTION MOVIE

3.1. กล่าวนำ

ในบทนี้เราจะทำการศึกษาระบบการเรียนการสอนในปัจจุบันที่มีอยู่ว่ามีลักษณะอย่างไร หลังจากนั้นจะทำการวิเคราะห์ว่ามีความบกพร่องในจุดใดบ้าง และจะทำการแก้ไขได้อย่างไรบ้าง ซึ่งหลังจากทำการแก้ไขและพัฒนาแล้วเราจะได้สื่อการเรียนการสอนระบบใหม่ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นซึ่งเป็นจุดประสงค์สำคัญในส่วนการทำงานในบทนี้

3.2. การศึกษาระบบการเรียนการสอนในปัจจุบันและการกำหนดแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

เราจะทำการศึกษาถึงจุดเด่นจุดด้อยของสื่อการเรียนการสอนแต่ละประเภทที่นิยมใช้ในปัจจุบัน แล้วกำหนดเป็นแนวทางในการพัฒนาสื่ออิเล็คทรอนิกส์ โดยต้องคงจุดเด่นเอาไว้ แก้ไขจุดด้อยและเพิ่มเติมคุณสมบัติบางประการที่จำเป็นเข้าไปด้วย ทั้งนี้เพื่อให้ได้สื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งเป็นจุดประสงค์สำคัญในการทำงานของบทนี้ หากยังไม่กำหนดคุณสมบัติของสื่อการเรียนการสอนที่ต้องการเอาไว้เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแล้วการพัฒนาก็จะเป็นไปอย่างไร้ทิศทาง และส่งผลให้สื่อการเรียนการสอนที่ได้ไม่มีประสิทธิภาพตามไปด้วย

3.2.1. ขั้นตอนการศึกษา

ขั้นตอนการศึกษาสามารถแบ่งออกได้ดังนี้

- ศึกษาถึงการเรียนการสอนที่มีในปัจจุบัน
- วิเคราะห์จุดเด่นจุดด้อยของสื่อแต่ละชนิด และคุณสมบัติที่ควรมีเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กำหนดเป็นคุณสมบัติของสื่อการเรียนการสอนที่จะพัฒนา

3.2.1.1 การศึกษาและวิเคราะห์สื่อการเรียนการสอนที่มีในปัจจุบัน

การศึกษาและวิเคราะห์ระบบในปัจจุบันเพื่อพัฒนาสื่อการเรียนการสอน มีวัตถุประสงค์เพื่อบอกถึงความต้องการของระบบการเรียนการสอนที่จะพัฒนาขึ้น ซึ่งโดยทั่วไปแล้วจะเป็นการวิเคราะห์ว่าควรมีอะไรเพิ่มเติมในระบบปัจจุบัน และควรปรับปรุงระบบการเรียนการสอนปัจจุบันในจุดใดบ้าง เป็นต้นว่า มีสื่ออะไรบ้างที่ต้องการ สื่อดังกล่าวต้องการโดยใคร เมื่อไร ที่ไหน ในรูปแบบอะไร และอย่างไร ซึ่งในการที่จะสามารถวิเคราะห์ความต้องการต่างๆได้เราจำเป็นต้องทราบวัตถุประสงค์ของการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน ซึ่งวัตถุประสงค์ของการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนคือ เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อสนองตอบต่อความต้องการใหม่ เพื่อนำความคิดและเทคโนโลยีใหม่มาใช้ และเพื่อปรับปรุงระบบการเรียนการสอนปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ดังนั้นในการวิเคราะห์ระบบการเรียนการสอนจึงต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์ของการพัฒนาระบบการเรียนการสอนดังกล่าวด้วย

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์

การศึกษาหาข้อมูลของระบบการเรียนการสอนปัจจุบันเพื่อการวิเคราะห์ จะมีวิธีการต่างๆที่ผู้วิเคราะห์สามารถนำมาใช้ได้ โดยที่ในการใช้วิธีการเพื่อหาข้อมูล ผู้วิเคราะห์ระบบอาจเลือกวิธีการที่เหมาะสมกับลักษณะของระบบการเรียนการสอนปัจจุบันที่เข้าไปทำการวิเคราะห์ หรืออาจใช้วิธีการหลายๆอย่างประกอบกันก็ได้

การหาข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ระบบสื่อการเรียนการสอนในปัจจุบัน เพื่อจะได้ทราบว่าผู้สอนและผู้เรียนมีความต้องการสื่อแบบใดหรือลักษณะใด มีวิธีการที่สามารถนำไปใช้ได้ดังนี้

1. การสัมภาษณ์
2. การใช้แบบสอบถาม
3. การสังเกตจากการเรียนการสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสัมภาษณ์

การสัมภาษณ์เป็นวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นการติดต่อสื่อสาร 2 ด้าน ผู้วิเคราะห์ระบบการเรียนการสอนสามารถที่จะอธิบายให้เข้าใจถึงวัตถุประสงค์และข้อมูลที่ต้องการได้อย่างชัดแจ้ง นอกจากนี้ยังสามารถที่จะสอบถามปัญหาระหว่างกันได้ทันทีในกรณีที่มีข้อสงสัยเกิดขึ้น

ในการสัมภาษณ์ผู้วิเคราะห์ระบบการเรียนการสอนสามารถที่จะสัมภาษณ์ผู้สอนและผู้เรียนในทุกระดับการศึกษา เพื่อสอบถามถึงความต้องการ ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการเรียนการสอน ตลอดจนความคิดเห็นและข้อเสนอแนะในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

การใช้แบบสอบถาม

การใช้แบบสอบถามเป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ใช้ในการหาข้อมูลเพื่อวิเคราะห์ระบบการเรียนการสอน การใช้แบบสอบถามมีข้อจำกัดหลายประการ ดังนั้นการใช้วิธีการนี้จึงต้องมีความรอบคอบเป็นพิเศษเนื่องจากเป็นการติดต่อสื่อสารทางเดียว ซึ่งในกรณีที่คำตอบไม่ชัดแจ้งจะไม่สามารถที่จะทำความเข้าใจได้ทันทีเหมือนกับการสัมภาษณ์ อย่างไรก็ตาม การใช้แบบสอบถามจะใช้ในกรณีที่แหล่งข้อมูลอยู่ห่างไกลและมีหลายแหล่ง ต้องใช้เวลาและเสียค่าใช้จ่ายมากหากต้องเดินทางไปยังแหล่งข้อมูลเหล่านั้น นอกจากนี้การใช้แบบสอบถามยังสามารถใช้ตรวจสอบข้อมูลลักษณะเดียวกันที่ได้จากแหล่งอื่น

การสังเกตจากการเรียนการสอน

การสังเกตจากการเรียนการสอนเป็นวิธีการอีกประการหนึ่งที่ผู้วิเคราะห์ระบบสามารถนำไปใช้เพื่อหาข้อมูล โดยการสังเกตในระหว่างการเรียนการสอนเพื่อพิจารณาว่าผู้สอนสอนอย่างไรบ้าง ผู้เรียนมีการเรียนรู้อย่างไร มีประสิทธิภาพเพียงใด ซึ่งการสังเกตการเรียนการ สอนจะใช้สำหรับตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลที่ได้รับจากสัมภาษณ์ หรือใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นเพื่อวางแนวทางในการสัมภาษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.2.1.2. วิธีการวิเคราะห์

หลังจากที่ทำการรวบรวมข้อมูลจากผู้สอนและนักศึกษาแล้ว เราจะนำข้อมูลเหล่านี้มาวิเคราะห์ โดยสามารถสรุปได้ดังนี้

3.2.1.2.1.คุณสมบัติของสื่อการเรียนการสอนที่ผู้สอนต้องการ

คุณสมบัติของสื่อการเรียนการสอนที่ผู้สอนต้องการได้แก่

1. สามารถดึงดูดความสนใจจากผู้ฟัง(นักศึกษา)ได้ ทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจ น่าติดตามมากขึ้น

2. สื่อการเรียนการสอนควรมีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา เพื่อให้ง่ายต่อการขนย้ายและการจัดเก็บ และสะดวกในการสลับสับเปลี่ยนสื่อการเรียนการสอนแต่ละชิ้น ทั้งนี้เนื่องจากในการเรียนการสอนแต่ละครั้งมักจะใช้สื่อการเรียนการสอนมากกว่า 1 ชิ้น การที่สื่อมีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก จึงไม่สะดวกต่อการสับเปลี่ยนในระหว่างการเรียนการสอน

3. ปรับปรุงและพัฒนาได้ง่าย เป็นไปได้ยากมากที่สื่อการเรียนการสอนซึ่งทำขึ้นในครั้งแรกจะสมบูรณ์ครบถ้วน มักต้องมีการแก้ไขปรับปรุง เพื่อเพิ่มประเด็นที่ตกหล่นไปหรือบกพร่องไม่สมบูรณ์ หรือบางครั้งข้อมูลในสื่อเป็นข้อมูลที่เก่าเกินไป และได้มีข้อมูลที่ใหม่กว่าออกมาเผยแพร่ จึงจำเป็นต้องมีการปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้สื่อการเรียนการสอนทันสมัยทันต่อเหตุการณ์

4. มีความแข็งแรงทนทาน ด้วยเหตุที่ต้องมีการแก้ไขปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนการสอนให้ทันสมัยอยู่เสมอ ซึ่งการปรับปรุงแก้ไขแต่ละครั้งย่อมสร้างความเสียหายให้แก่ตัวสื่อกาเรียนการสอน บ้างไม่มากก็น้อย ดังนั้นสื่อการเรียนการสอนจึงต้องมีความแข็งแรงทนทานเพื่อรองรับการแก้ไขปรับปรุงเหล่านั้น สื่อการเรียนการสอนที่บอบบางไม่แข็งแรงทนทานจะทำให้การปรับปรุงแก้ไขทำได้ยาก ต้องการความประณีตสูง ประกอบกับในการใช้งานสื่อการเรียนการสอนจำเป็นจะต้องเคลื่อนย้ายบ่อยครั้ง จึงเป็นเหตุให้สื่อชำรุดเสียหายจากการกระแทกหรือตกหล่น

73348

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ค่าใช้จ่ายต่ำ ถึงแม้ว่าจะสามารถสร้างสื่อการเรียนการสอนที่มีคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้นได้ครบถ้วนสมบูรณ์ แต่หากต้องเสียค่าใช้จ่ายที่สูงเกินความจำเป็นแล้ว ก็คงไม่อาจนำสื่อนั้นมาใช้ในการ เรียนการสอนจริงได้ คุณภาพของสื่อการเรียนการสอนเป็นสิ่งจำเป็นแต่ก็ต้องตั้งอยู่บนค่าใช้จ่ายที่สมเหตุสมผลด้วยเช่นกัน

3.2.1.2.2. คุณสมบัติของสื่อการเรียนการสอนที่นักศึกษาต้องการ

คุณสมบัติของสื่อการเรียนการสอนที่นักศึกษาต้องการ ได้แก่

1. เข้าใจง่าย และสื่อความหมายชัดเจน เมื่อเห็นแล้วสามารถเข้าใจถึงสิ่งที่ต้องการจะบอกได้ทันทีไม่ต้องตีความ การใช้ภาพเข้าช่วยแทนการใช้ตัวอักษรจะทำให้สื่อมีความสวยงาม น่าสนใจ และเข้าใจได้ง่ายขึ้น

2. ควรมีขนาดพอเหมาะและมองเห็นได้ชัดเจน ถึงแม้ว่าสื่อจะถูกจัดทำขึ้นมาดีเพียงใด แต่หากมีขนาดเล็กมองเห็นได้ไม่ชัดเจนแล้ว คุณค่าของสื่อจะลดลงไปมาก

3. กระชับไม่เยิ่นเย้อ มีจุดเด่นจุดเน้น การมีจุดเด่นจุดเน้นในสื่อการเรียนการสอนจัดเป็นสิ่งสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงสิ่งที่ต้องการจะสื่อได้เร็วขึ้น การใช้ภาพแทนตัวอักษรจะช่วยให้การสื่อความหมายกระชับขึ้น อีกทั้งยังช่วยเพิ่มความสวยงามและความน่าสนใจ สื่อการเรียนการสอนที่เยิ่นเย้อและไม่มีจุดเน้นจะทำให้เกิดความเบื่อหน่ายและไม่ใส่ใจกับเนื้อหาสาระที่ต้องการจะสื่อถึงอีกด้วย

3.2.2. สรุปแนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอน

แนวทางในการพัฒนาสื่อการเรียนการสอนที่ต้องการได้แก่

1. มีความสวยงามน่าสนใจ เน้นการใช้ภาพในการสื่อความหมาย
2. เนื้อหากระชับไม่เยิ่นเย้อ
3. ทำการจัดเก็บง่ายและขนย้ายสะดวก
4. มีความแข็งแรงทนทาน
5. ทำการปรับปรุงและพัฒนาได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. มีค่าใช้จ่ายต่ำ

จากข้อสรุปข้างต้น จึงเลือกสร้างสื่อด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เรียกว่า สื่อการเรียนการสอนอิเล็คทรอนิกส์ ซึ่งสามารถสนองตอบความต้องการดังกล่าวข้างต้นได้ คุณสมบัติของสื่อการเรียนการสอนอิเล็คทรอนิกส์ที่ควรมี ได้แก่

1.สนับสนุนมัลติมีเดีย(เสียง,ภาพนิ่ง,ภาพเคลื่อนไหว)
2.จัดเก็บง่าย โดยเขียนข้อมูลลงบนแผ่นซีดี หรือในฮาร์ดดิสก์
3.ปรับพัฒนาง่ายและสะดวก อาศัยเพียงอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เท่านั้น

3.3. การรวบรวมข้อมูลทางด้านเทคโนโลยีการก่อสร้าง

ข้อมูลทางด้านเทคโนโลยีการก่อสร้างที่น่าสนใจและได้รวบรวมไว้ ได้แก่

1. การก่อสร้างเสาเข็มตอก
2. การก่อสร้างเสาเข็มเจาะ

3.3.1การวิเคราะห์และจัดหมวดหมู่ของข้อมูล

เราสามารถวิเคราะห์และจัดหมวดหมู่ของข้อมูลได้ดังนี้

3.3.1.1. เสาเข็มตอก

วัสดุอุปกรณ์ในการตอกเสาเข็มและวิธีการขนส่งเสาเข็ม

ประเภทของเสาเข็ม

เสาเข็มสามารถจำแนกได้ 3 ลักษณะตามชนิด ดังนี้

1.1 เสาเข็มไม้
1.2 เสาเข็มเหล็ก
1.3 เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.เกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกโปรแกรม

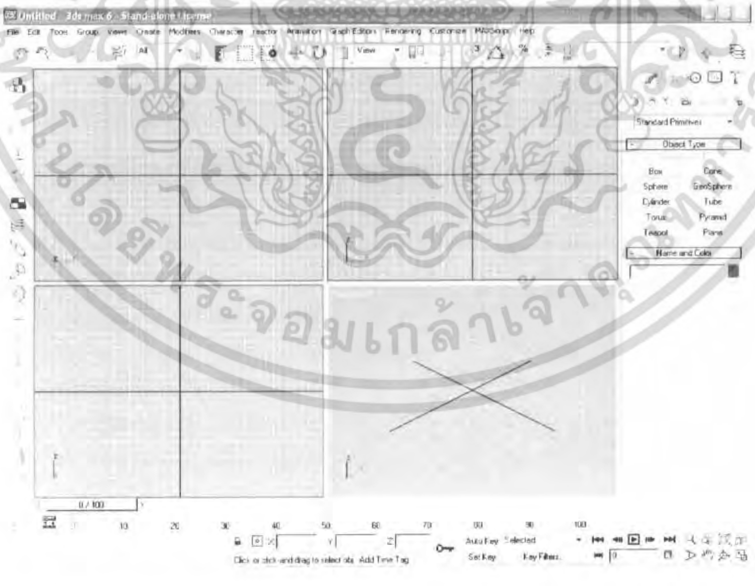
การเลือกโปรแกรมที่เหมาะสมที่สุด มีเกณฑ์ที่ใช้ในการเลือกโปรแกรมมาพัฒนาสื่อการเรียนการสอน ดังนี้

1. ตอบสนองรูปแบบการนำเสนอที่ต้องการได้
2. สนับสนุนมัลติมีเดีย

3.5.1.ลักษณะของ 3ds max 6.0

3ds max 6.0 1 เป็นโปรแกรมที่สำหรับสร้างภาพแอนนิเมชันภาพเคลื่อนไหวซึ่งในปัจจุบันนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการทำภาพยนตร์ และสถาปัตยกรรม ซึ่งเป็นลักษณะของ 3 มิติ การแสดงผลจะแสดงผลออกมาคล้ายกับเป็น การ์ตูน หรือ ที่เรียก กันว่า แอนนิเมชัน

การใช้งานสำหรับผู้ที่เพิ่งเริ่มศึกษาในระยะแรกก็จะรู้สึกว่าใช้งานค่อนข้างยาก คำสั่งในโปรแกรมเยอะมาก จนไม่สามารถจดจำได้หมด แต่ถ้าเราศึกษาอย่างถ่องแท้ เราก็จะเข้าใจและจำคำสั่งเหล่านั้นได้ ต่อไปนี้จะเป็นการใช้งานโปรแกรม 3ds max 6.0



รูปที่ 3.38. แสดงหน้าตาของโปรแกรม 3ds max 6.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 เสาเข็มไม้

เสาเข็มไม้ส่วนใหญ่จะเป็นไม้เบญจพรรณ เสาเข็มไม้จะต้องทุบเปลือกหรือถากเปลือกออกทั้งหมด ตาไม้ต่าง ๆ จะต้องตัดให้เรียบเสมอฝังของต้นเสาเข็ม ปลายและหัวเสาเข็มจะต้องเลื่อยตัดเรียบได้ฉากกับลำต้น มักจะใช้กันทั่วไปในงานก่อสร้างขนาดเล็กเนื่องจากมีราคาถูกและหาได้ง่ายขนาดที่นิยมใช้กันทั่วไปมีขนาดตั้งแต่เส้นผ่าศูนย์กลาง 4 นิ้ว (10 ซม.) จนถึงเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 นิ้ว (15 ซม.) ยาว 4 – 12 เมตรข้อควรระวังในการใช้เข็มไม้ก็คือไม่ควรให้เสาเข็มอยู่เหนือระดับน้ำใต้ดิน เพราะจะเกิดการผุกร่อน ควรให้หัวเสาเข็มจมใต้ระดับน้ำใต้ดินอยู่เสมอจึงจะใช้งานได้นาน

ไม้ส่วนใหญ่ที่นำมาใช้ทำเสาเข็มในประเทศ ได้แก่ ไม้สน ไม้ยาง 4-12 เมตร ซึ่งไม้ที่มีความยาว 8-12 เมตรนั้น ในปัจจุบันจะหาไม้ที่มีลักษณะตรงและมีคุณภาพดีได้ลำบาก ประกอบกับราคาแพง จึงไม่เป็นที่นิยมในการก่อสร้าง

1.2 เสาเข็มเหล็ก

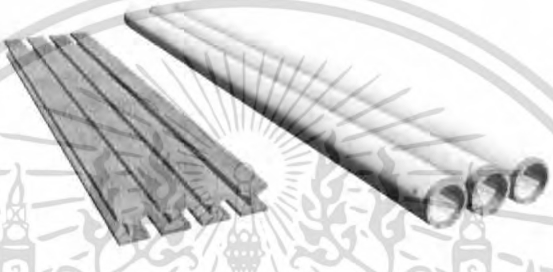
เสาเข็มเหล็กจะมีลักษณะเป็น H SECTION และ BOX SECTION แต่จะไม่มีลักษณะเป็น TUBULAR SECTION เพราะหล่อคอนกรีตที่หัวเข็มได้หลังจากตอกเสร็จแล้ว เข็มเหล็กมีกำลังสูง สามารถทนต่อการตอกได้ดี จึงเหมาะที่จะใช้ตอกผ่านชั้นทรายลงไปยังชั้นดินแข็งเบื้องล่าง เสาเข็มเหล่านี้มีพื้นที่หน้าตัดน้อย เพื่อให้เสาเข็มสามารถรับ End bearing ได้มากขึ้น จึงมักจะมีการเชื่อมขยายปลายเสาเข็มให้โตขึ้น เนื่องจากเสาเข็มมีราคาแพงและอาจจะเกิดการผุกร่อนเนื่องจากเป็นสนิม ดังนั้นเสาเข็มเหล็กจึงไม่เป็นที่นิยม

รูปที่ 3.1. แสดงลักษณะของเสาเข็มเหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก

เสาเข็มหล่อสำเร็จรูปเสริมเหล็กธรรมดาหรือเสริมเหล็กอัดแรง ลักษณะเป็นเสาเข็มคอนกรีตสี่เหลี่ยม แปดเหลี่ยม กลม หรือ รูปตัว I ความยาวและขนาดสามารถคำนวณออกแบบและผลิตได้ตามความเหมาะสมของการใช้งาน ความยาวที่ผลิตมีขนาดตั้งแต่ 2 เมตร จนกระทั่งถึงความยาว 30 เมตร



รูปที่ 3.2. แสดงลักษณะของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก

เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforcement Precast Concrete piles) ส่วนใหญ่การออกแบบจะให้จุดศูนย์ถ่วงของหน้าตัดทับจุดศูนย์กลางของเสาเข็ม เหล็กเสริมตามยาวต้องมีพอเพียงที่จะรับโมเมนต์ดัดเนื่องจากการขนส่งและยกตอก เส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็กเสริมไม่ควรเล็กกว่า

9 มิลลิเมตร สำหรับเหล็กปลอกอาจเป็นปลอกแบบพันหรือแบบปลอกเดี่ยวก็ได้ ต้องเสริมบริเวณปลายและโคนเสาให้มาก เพราะทั้งที่โคนและที่ปลายเสาเข็ม อาจเสียหายเนื่องจากแรงกระแทกได้

จำนวนเปอร์เซ็นต์เหล็กปลอก เมื่อเทียบกับปริมาตรคอนกรีตในช่วงนั้นๆไม่ควรน้อยกว่าที่กำหนดในรูปข้างล่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3. แสดงเปอร์เซ็นเหล็กปลอกเมื่อเทียบกับปริมาณคอนกรีต

เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง (Precast Prestressed Concrete piles) จะมีหน้าตัดต่างๆ เหมือนกับเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กธรรม แต่จะมีความยาวที่ยาวกว่าและขนาดหน้าตัดจะเล็กกว่า เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงมีอยู่สองชนิดด้วยกัน คือ ชนิดดึงลวดเหล็กก่อน แล้วค่อยหล่อคอนกรีต กับชนิดหล่อคอนกรีตก่อนแล้วค่อยดึงลวดเหล็ก แต่สำหรับในประเทศไทยนิยมทำชนิดดึงลวดเหล็กก่อนแล้วค่อยหล่อคอนกรีต การอัดแรงให้คอนกรีตนี้ทำให้คอนกรีตสามารถรับแรงโมเมนต์ดัดได้มากขึ้น นี้เป็นข้อได้เปรียบของเสาเข็มชนิดคอนกรีตอัดแรง การขนส่ง และยกตอก ต้องยกตามจุดยกที่ผู้ผลิตกำหนด เพราะผู้ผลิตได้คำนวณออกแบบไว้แล้วถ้าผู้ใช้ไม่ปฏิบัติตามเสาเข็มอาจเสียหายได้

2. ชนิดของเข็มตามลักษณะการติดตั้ง

2.1 เข็มแทนที่ดิน (Displacement Pile) คือ เข็มที่ติดตั้งด้วยการตอกหรือกด ซึ่งเข็มไม่มีช่องกลองที่ปลายลงในชั้นดิน ดังนั้นเข็มจึงไปแทนที่ดินเท่ากับปริมาตรของเข็ม จึงทำให้มีการเคลื่อนตัวของดินรอบๆเข็ม และเมื่อมีเสาเข็มลักษณะนี้เป็นจำนวนมากในบริเวณก่อสร้าง อาจทำให้เกิดความเสียหายแก่อาคารข้างเคียงได้

2.2 เข็มกึ่งแทนที่ดิน (Semi-displacement Pile) คือ เข็มที่จะมีการแทนที่ดินเล็กน้อย ทำให้เกิดปัญหาของดินเคลื่อนตัวน้อยลง ได้แก่ เสาเข็มเหล็ก หรือ เสาเข็มคอนกรีตที่มีการเจาะนำไปก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เข็มไม่แทนที่ดิน (Non-displacement Pile) คือ เข็มที่มีการเจาะเอาดินออกไปก่อนจึงเทคอนกรีตลงไป จึงไม่เกิดปัญหาการเคลื่อนตัวของดิน แต่อาจจะเกิดการพังถล่มของผนังหลุมเจาะ จึงต้องมีปลอกเหล็กเพื่อป้องกันการพังทลายของหลุม

3. เครื่องมือที่ใช้ในการตอกเข็ม

เครื่องมือในการตอกเสาเข็มเราเรียกว่า ปั้นจั่น ซึ่งแบ่งออกเป็นชนิดและประเภทของการใช้งาน ดังนี้

3.1 DROP HAMMER

ปั้นจั่นธรรมดาซึ่งอาศัยการปล่อยตุ้มเหล็กที่มีน้ำหนักประมาณ 3-7 ตัน ด้วยระยะ DROP HEIGHT ประมาณ 30-50 เซนติเมตร เพื่อให้เกิดแรงกระแทกตอกเข็มลงไปในดิน เนื่องจากการตอกเสาเข็มโดย DROP HAMMER มีค่าใช้จ่ายที่ไม่แพงและไม่ยุ่งยากในการซ่อมแซมจึงเป็นที่นิยมในการใช้ระบบนี้ตอกเสาเข็ม

DROP HAMMER

รูปที่ 3.4. แสดงเครื่องตอกเข็มแบบใช้ปั้นจั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 SINGLE & DOUBLE – ACTION HAMMER

อาศัยพลังของไอน้ำร้อนหรือลมอัด (Compressed air) เป็นตัวยกลูกตุ้ม ซึ่งชุดลูกตุ้มมีลักษณะเป็นกระบอกคล้ายชุดลูกสูบวางอยู่บนหัวเข็ม จากนั้นก็จะมีการอัดไอน้ำหรือลมเข้าไปในกระบอกเพื่อยกลูกตุ้มขึ้น และมีลิ้นปล่อยอากาศออก เพื่อให้ลูกตุ้มตกกระแทกลงมา ลักษณะการทำงานอาจจะเป็นแบบ Single acting หรือ Double acting ก็ได้ลูกตุ้มชนิดนี้ทำงานได้รวดเร็ว

3.3 DIESEL HAMMER

คล้ายกับ SINGLE & DOUBLE – ACTION HAMMER แต่อาศัยการยกลูกตุ้มจากการจุดระเบิดของไอน้ำมันดีเซล ซึ่งโดนอัดจากการกระแทกตัวลงมาของลูกตุ้ม ปัญหาที่ควรระวังในการใช้ลูกตุ้มชนิดนี้ตอกในดินอ่อนในบริเวณภาคกลาง ก็คือในช่วงต้นเนื่องจากความต้านทานของดินน้อยมากระแทก ลงมาของลูกตุ้มทำให้เสาเข็มจมลงรวดเร็วอาจทำให้แรงอัดไม่เพียงพอที่จะจุดระเบิดได้ ซึ่งในการาตอกผ่านชั้นดินอ่อนมากในบางครั้งอาจต้องใช้ Drop hammer ช่วยตอกจนถึงดินแข็งก่อนจากนั้นจึงตอกด้วย Diesel hammer

DIESEL HAMMER

รูปที่ 3.5. แสดงเครื่องตอกเข็ม โดยใช้ Diesel Hamme

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1. แสดงการเปรียบเทียบข้อดีข้อเสียระหว่างการตอกเสาเข็มโดยใช้ปั้นจั่นกับ Diesel hammer

ประเภท	ข้อดี	ข้อเสีย
DROP HAMMER	1. ค่าใช้จ่ายต่ำ ซ่อมแซมได้ง่าย 2. การทำงานไม่ซับซ้อน ควบคุมได้ง่าย 3. สามารถปรับพลังงานได้โดยการปรับระยะปล่อยตก	1. อัตราเร็วในการตอกต่ำ 2. ความยาวเข็มถูกจำกัด เข็มอาจเสียหาย หากระยะปล่อยตกสูงเกินไป 3. พลังงานในการตอกไม่มาตรฐาน สามารถโกงจำนวนครั้งในการตอกได้โดยรั้งรอกไว้ 4. เกิดการเยื้องศูนย์ได้ง่าย 5. มีอันตรายจากการตอกไม่ตรง 6. มลภาวะทางเสียงสูง 7. มีผลกระทบจากการสั่นสะเทือนต่ออาคารข้างเคียง
SINGLE & DOUBLE ACTION HAMMER	1. ตอกเข็มได้เร็ว 2. สามารถควบคุมจังหวะในการตอกได้ 3. ความยาวเข็มไม่ถูกจำกัด 4. เข็มไม่เกิดความเสียหาย 5. พลังงานในการตอกได้มาตรฐาน ได้รับพลังงานเต็มที่จากการตกอิสระ 6. เกิดการเยื้องศูนย์ได้ยากกว่า 7. ไม่เกิดอันตรายจากการตอกไม่ตรง 8. มลภาวะทางเสียงต่ำ 9. ผลกระทบจากการสั่นสะเทือนน้อย	1. ราคาแพง เครื่องมือมีความซับซ้อน 2. ต้องการผู้ชำนาญในการใช้งานและซ่อมบำรุง
DIESEL HAMMER	1. ตอกเข็มได้เร็ว 2. สามารถควบคุมจังหวะในการตอกได้ 3. ความยาวเข็มไม่ถูกจำกัด 4. เข็มไม่เกิดความเสียหาย 5. พลังงานในการตอกได้มาตรฐาน	1. ราคาแพง เครื่องมือมีความซับซ้อน 2. ต้องการผู้ชำนาญในการใช้งานและซ่อมบำรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การขนส่งเสาเข็ม

วิธีการขนส่งเสาเข็มเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากอย่างหนึ่ง เพราะว่าเสาเข็มอาจเกิดการร้าว หรือแตกหักได้ง่ายในขณะการขนส่ง เนื่องมาจากความสั่นสะเทือนซึ่งเกิดจากความขรุขระของพื้นถนน และบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง เสาเข็มที่ใช้ในการตอกโดยทั่วไปจะมีความยาวประมาณ 10-24 เมตร ดังนั้นในการขนส่งเสาเข็มจึงจำเป็นต้องเลือกเส้นทางที่เหมาะสมและมีความสะดวก เพื่อที่จะให้รถสามารถเลี้ยวได้โดยสะดวกและไม่เกิดความเสียหายแก่เสาเข็ม รถที่ใช้ในการขนส่งเสาเข็มจะต้องสามารถเลี้ยวรถได้สะดวกโดยเสาเข็มไม่หักงอหรือเกิดรอยร้าว รถที่ใช้ขนส่งเสาเข็มมี 3 ชนิด คือ

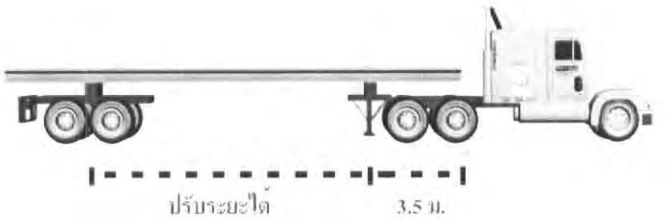
3.1 รถเทรลเลอร์ ชนิดมีหมอนรองเสาเข็ม 2 หมอน แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

รถเทรลเลอร์ที่มีขนาดหมอนไม่เท่ากัน คือ หมอนที่อยู่บนตัวตัวรถมีขนาดสูงกว่าบนสาลี่ โดยจะให้เสาเข็มสามารถวางเลยไปด้านหน้าหรือวางเหนือหลังคารถได้ เพื่อจะสามารถลดความยาวของตัวรถ ซึ่งที่จะทำให้เกิดความสะดวกในการขนสงมากขึ้น

รูปที่ 3.6. แสดงการขนส่งเสาเข็ม

รถเทรลเลอร์ที่มีขนาดหมอนเท่ากัน คือ หมอนที่อยู่บนตัวตัวรถมีขนาดเท่ากับบนสาลี่ การขนส่งแบบนี้จำเป็นต้องออกแบบโดยคำนึงถึงการแตกร้าวเนื่องจากการขนส่ง โดยจะต้องใช้ความยาวรถมาใช้ในการออกแบบเพื่อที่จะหาแรงอัดและแรงดัดที่เกิดขึ้นขณะขนส่ง โดยทั่วไปแล้วรถขนส่งเสาเข็มจะมีด้านหลังสำหรับวางเสาเข็มยาวประมาณ 3.5 เมตร จากหมอนรองถึงตัวรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7. แสดงการขนส่งเสาเข็ม

3.2 รถเทรลเลอร์ ชนิดมีหมอนรองเสาเข็ม 3 หมอน

รถเทรลเลอร์แบบมีหมอนรอง 3 หมอนจะมีลักษณะคล้ายกับรถเทรลเลอร์ที่มีขนาดหมอนเท่ากัน แต่แตกต่างกันตรงที่บนสาลี่จะมีหมอนรองเสาเข็ม 2 หมอน

รูปที่ 3.8. แสดงการขนส่งเสาเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเสาเข็มลงจากรถ

การนำเสาเข็มลงจากรถก็เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการขนส่ง การนำเสาเข็มลงจากรถนั้นทำได้ 2 วิธี คือ

4.1 การใช้รถเครน

วิธีนี้เป็นวิธีที่ปลอดภัยและมีความรวดเร็วแต่วิธีนี้จะเป็นวิธีที่สิ้นเปลือง การยกด้วยวิธีนี้ต้องใช้รถเครน เพื่อยกห่วง 2 ห่วงของเสาเข็มขึ้นจากรถ แล้วให้เครนค่อยๆนำเสาเข็มเคลื่อนที่ลงไปยังที่เก็บเสาเข็ม

รูปที่ 3.9. แสดงการยกเสาเข็มลงโดยใช้เครน

4.2 การใช้เอเฟรมและรอก

วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมใช้กันมากที่สุด การยกวิธีนี้จะใช้แรงงานจากคนในการยกโดยจะมีรอกคอยช่วยผ่อนแรง การยกโดยใช้รอกจะทำได้ เมื่อรถขนเสาเข็มเข้ามาในบริเวณก่อสร้างหรือบริเวณที่จะเก็บเสาเข็ม จากนั้นคนงานจะเอาโซ่จากรอกที่ติดอยู่กับเอเฟรม ที่ปลายโซ่จะมีตะขอเหล็กซึ่งจะเอาตะขอไปคล้องห่วงของเสาเข็ม จากนั้นทำการยกเสาเข็มขึ้นจากรถ โดยจะทำการดึงโซ่พร้อมๆกันและใช้แรงเท่าๆกัน เพื่อที่จะให้เสาเข็มอยู่ในแนวขนานกับพื้น เมื่อเสาเข็มขึ้นมาสูงสามารถเลื่อนไปข้างๆได้จะดึงโซ่ออกไปด้านข้างในแนวราบ เมื่อมาถึงตำแหน่งที่จะวางเสาเข็มก็ค่อยๆคลายแรงดึงของโซ่ เข็มจะค่อยๆเคลื่อนลงจนถึงที่เก็บเสาเข็ม การนำเสาเข็มลงจากรถด้วยวิธีนี้จะเป็นวิธีที่ประหยัดและไม่ยุ่งยากมากนัก แต่ข้อเสียของวิธีนี้คือการใช้แรงงานคน ถ้าเป็นเสาเข็มต้นใหญ่ๆจะต้องใช้คนจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10. แสดงการยกเสาเข็มลงโดยใช้รอก และเฟรม

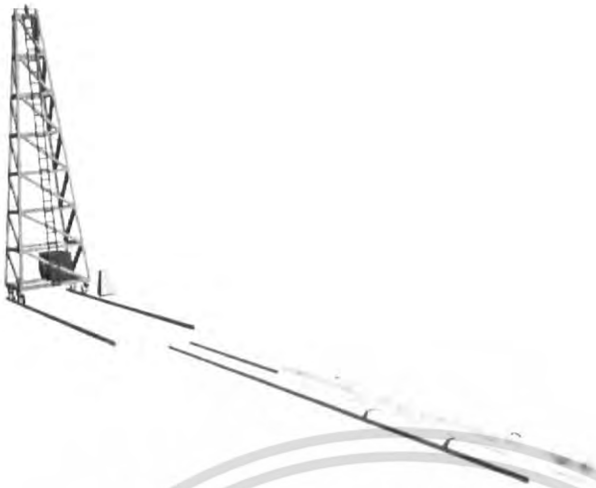
5. การลากเสาเข็มไปยังบริเวณปั้นจั่น

การลากเสาเข็มไปยังบริเวณปั้นจั่นนั้น จะใช้ลวดสลิงคนละชุดกับใช้ในการยกลูกตุ้ม โดยที่ปั้นจั่นจะมีลวดสลิง 2 เส้น เส้นที่ 1 มีหน้าที่ยกลูกตุ้มสำหรับตอกเสาเข็ม เส้นที่ 2 มีหน้าที่ยกหรือลากเสาเข็ม การลากเสาเข็มนั้นทำได้ 2 วิธี คือ

5.1.การลากเสาเข็มโดยใช้ล้อเลื่อน

การลากโดยวิธีนี้มักจะใช้กับเสาเข็มที่ขนาดใหญ่ เนื่องจากเสาเข็มมีน้ำหนักมาก ถ้านำเสาเข็มไปลากกับพื้นจะทำให้เกิดแรงเสียดทานขึ้นมากอาจทำให้เสาเข็มเกิดความเสียหายได้ ล้อเลื่อนที่ใช้จะต้องรับน้ำหนักของเสาเข็มได้ ล้อเลื่อนจะวางอยู่บนรางเหล็กที่ทำหน้าที่ลดแรงเสียดทาน โดยจะนำลวดสลิงที่ใช้ยกหรือลากมาพันที่เสาเข็มและจะนำผ้ามารองบริเวณที่พันลวด เพื่อป้องกันไม่ให้เสาเข็มแตกที่เนื่องมาจากการบีบรัดของลวดสลิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11. แสดงการลากเข็มโดยใช้ล้อเลื่อน

5.2 การลากเสาเข็มโดยไม่ใช้ล้อเลื่อน

การลากโดยวิธีนี้จะใช้กับเสาเข็มที่มีขนาดเล็ก การลากจะเหมือนกับวิธีแรก คือ การนำลวดสลิงมาพันกับเสาเข็ม โดยจะมีผ้าพันรอบๆแล้วค่อยๆลากไปยังปั้นจั่น และที่สำคัญคือแนวทางที่จะลากเสาเข็มจะต้องไม่มีสิ่งกีดขวาง ที่จะก่อให้เกิดความเสียหายต่อเสาเข็ม

รูปที่ 3.12. แสดงการลากเข็มโดยไม่ใช้ล้อเลื่อน

เมื่อนำเสาเข็มเข้ามาใกล้ปั้นจั่นแล้วต่อไปจะเป็นการนำเสาเข็มขึ้นปั้นจั่น การนำเสาเข็มขึ้นปั้นจั่นทำได้ 2 วิธี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1 การยกโดยใช้ลวดสลิงเส้นเดียว

โดยทั่วไปการยกแบบนี้จะใช้กับเสาเข็มที่มีขนาดเล็ก จะพันลวดสลิงไว้ตำแหน่งที่ปลอดภัยที่สุดของเสาเข็ม คือ ตำแหน่งเกิดแรงดัดน้อยที่สุด จะเป็นตำแหน่ง 0.29L ซึ่งจะมีโมเมนต์เท่ากับ $0.0042WL^2$

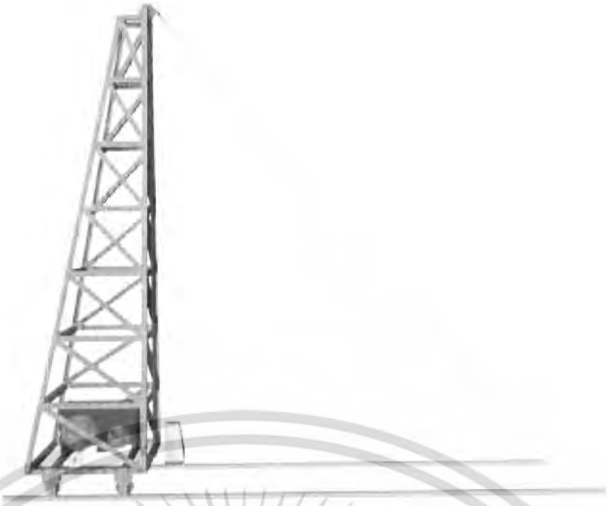
จากนั้นดึงลวดสลิงขึ้นเรื่อยๆเสาเข็มจะค่อยๆยกตัวขึ้นและเอียงตัวขึ้น คนงานจะช่วยผลักให้เสาเข็มอยู่ในแนวรางเหล็กที่ใช้เป็นแนวสำหรับปล่อยตุ้มเหล็กและก็ให้อยู่ในตำแหน่งที่ตอก ต่อจากนั้นก็ทำการเช็คดิ่งว่าได้ดิ่งหรือไม่

รูปที่ 3.13. แสดงการยกเสาเข็มโดยใช้ลวดสลิง

5.2.2 การยกโดยใช้ลวดสลิง 2 เส้น

การยกเสาเข็มแบบนี้ตำแหน่งยกที่จะทำให้เกิดโมเมนต์น้อยที่สุดก็คือ ตำแหน่ง 0.207L การยกจะดึงลวดที่พันไว้ทางด้านที่ลูกตุ้มตกกระทบ ในขณะเดียวกันก็ยกทางด้านหัวขึ้นแต่การดึงจะน้อยกว่า เพื่อที่จะให้เข็มเอียงขึ้นและไม่ทำให้ด้านปลายเสาเข็มติดพื้นด้วย แล้วดึงขึ้นเรื่อยๆจนเสาเข็มอยู่ในแนวดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14. แสดงการยกเข็มโดยใช้ลวดสลิง

6. การกำหนดจุดตอก

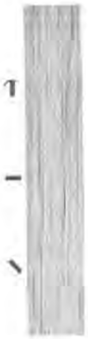
การกำหนดจุดตอกจะใช้กล้องธีโอโดไลต์กำหนดจุดที่แน่นอน นั้นคือจุด CO-ORDINATE ตามที่แบบเขียนไว้ ต่อจากนั้นก็ทำการหมายตำแหน่งโดยการใช้ไม้ปักและทาสีเอาไว้ หลังจากนั้นก็ทำคอกสี่เหลี่ยมล้อมรอบไม้ที่ปักไว้ คอกสี่เหลี่ยมนี้จะมีขนาดใหญ่กว่าเสาเข็มเล็กน้อย แต่ถ้าอยู่ในบริเวณที่ไม่สามารถตอกไม่ปักไว้ได้ เช่น บนพื้นคอนกรีต ก็ให้ทำเครื่องหมายโดยการใช้ทาสีไว้ การกำหนดตำแหน่งนั้นจะต้องกำหนดให้เสร็จก่อนที่จะเลื่อนปั้นจั่นเข้าไปในบริเวณนั้น

7. การตั้งดิ่ง

เมื่อนำเสาเข็มขึ้นปั้นจั่นโดยวิธีดังกล่าวแล้ว ต่อจากนั้นจะเป็นการตรวจสอบว่าเสาเข็มตั้งฉากกับพื้นหรือไม่ การตรวจสอบนั้นก็ทำได้หลายวิธี คือ การตรวจสอบด้วยไม้น้ำ ลูกดิ่ง หรือกล้องธีโอโดไลด์

การตรวจสอบด้วยไม้น้ำนั้นเป็นการเอาไม้น้ำไปทาบดูที่เสาเข็ม แล้วตรวจสอบดูว่าได้ดิ่งหรือไม่ วิธีนี้เป็นวิธีที่ไม่ค่อยนิยมมากนัก เนื่องจากมีความผิดพลาดได้ง่าย คือ ถ้าไปทาบบริเวณที่ไม่เรียบหรือบมีการแอ่นตัว จะทำให้การตรวจสอบผิพลาดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15. แสดงการตั้งดิ่ง

การตรวจสอบด้วยระดับน้ำ วิธีนี้เป็นวิธีที่นิยมกันมากซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายและมีความสะดวก มีความแน่นอนพอสมควร การตรวจสอบก็คือนำเอาเชือกเอ็นมาผูกไว้กับลูกดิ่งเหล็ก จากนั้นนำไปผูกกับขาไม้หรือเหล็ก เมื่อผูกแล้วปล่อยเชือกเอ็นลงแล้วจะได้แนวดิ่งของเชือกเอ็น ต่อจากนั้นก็เล็งโดยมองแนวของเส้นเอ็นดูว่าเสาเข็มอยู่ในเดียวกันกับเชือกหรือไม่ ถ้าไม่ได้ก็ปรับเสาเข็มใหม่แล้วเช็คดูจนได้ดิ่ง

การตรวจสอบโดยใช้กล้องธีโอโดไลต์ การตรวจสอบด้วยวิธีนี้เป็นการทำงานที่ต้องการความแม่นยำ การตรวจสอบจะใช้สายดิ่งของกล้องธีโอโดไลต์เป็นตัวกำหนดแนวดิ่งและทำการเล็งเปรียบเทียบกับเสาเข็ม การเล็งด้วยกล้องธีโอโดไลต์นี้จะมีความชัดเจนและแม่นยำกว่า 2 วิธีแรกที่กล่าวมา แต่อาจมีข้อผิดพลาดที่ได้ถ้าสายดิ่งของกล้องธีโอโดไลต์ไม่ได้อยู่ในตำแหน่งแนวดิ่งจริง ดังนั้นก่อนจะใช้ควรตรวจสอบสายดิ่งให้ดีเสียก่อน

รูปที่ 3.16. แสดงการตรวจสอบเสาเข็มโดยใช้กล้องทีโอโดไลต์

สำหรับการปรับให้เสาเข็มได้แนวดิ่งนั้น ก็ทำได้โดยให้คนงานผลักเสาเข็ม โดยที่เสาเข็มยังผูกอยู่กับลวดสลิง คนคุมเครื่องจะดึงลวดสลิงขึ้นเพียงเล็กน้อยและให้คนงานช่วยดันให้อยู่แนวดิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. การตอกเสาเข็มโดยใช้ DROP HAMMER

1. วิธีการตอกเสาเข็ม

เป็นวิธีที่เก่าแก่ที่สุดและยังคงใช้อยู่ในปัจจุบัน ประกอบด้วยปั้นจั่นตัวใหญ่พร้อมทั้งลูกตุ้มที่สามารถเลื่อนขึ้นลงได้ ตามความต้องการ โดยใช้สายลวดสลิงเป็นตัวยกลูกตุ้มให้สูงขึ้นแล้วปล่อยตกลงมาบนหัวเสาเข็มลูกตุ้มที่ต้องไม่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักของเสาเข็มสำหรับเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก

1.1 ตรวจสอบปั้นจั่นว่ามีสภาพพร้อมใช้งานหรือไม่ ส่วนต่างๆของปั้นจั่นต้องไม่มีส่วนใดแตกหักหรือคดงอ ตะเกียบคู่หน้าของปั้นจั่นต้องเป็นเส้นตรงไม่หลวม เครื่องยนต์ต้องให้กำลังที่สม่ำเสมอ และลวดสลิงต้องมีขนาดพอเหมาะเสาเข็มและลูกตุ้ม

1.2 นำเสาเข็มขึ้นปั้นจั่นและตั้งดิ่งเสาเข็มด้วยวิธีที่ได้กล่าวมาแล้ว เมื่อได้ดิ่งแล้วจะนำผ้า กระสอบ หรือไม้ และนำปลอกเหล็ก (DRIVING CAP) ครอบลงไปบนเสาเข็ม เพื่อที่จะให้เป็นตัวกระแทกเสาเข็ม

1.3 จากนั้นก็ค่อยๆวางลูกตุ้มไปบนเสาเข็ม ด้วยน้ำหนักของเสาเข็มและลูกตุ้มจะทำให้เสาเข็มสามารถแทรกตัวลงไปในดินโดยไม่ต้องตอก ถ้าเป็นดินอ่อนเสาเข็มจะลงลึกไปประมาณเกือบครึ่งของเสาเข็ม

1.4 เมื่อเสาเข็มหยุดการเคลื่อนตัวแล้วต่อไปก็ทำการตอก โดยยกลูกตุ้มขึ้นเท่ากับความสูงที่กำหนดไว้ในข้อกำหนดของวิศวกร ในการตอกเสาเข็มจะต้องจดจำนวนการตอกต่อความลึกของเสาเข็มที่จมลงไป 1 ฟุต (BLOW COUNT) ก่อนที่จะนำเสาเข็มตั้งดิ่งบนปั้นจั่นจะต้องขีดระยะไว้ที่ข้างเสาเข็มเป็นระยะ 1 ฟุต เพื่อที่จะใช้นับจำนวนครั้งที่ตอกในขณะทำการตอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การตรวจสอบ BLOW COUNT

การตรวจสอบ BLOW COUNT คือ การนับจำนวนครั้งของการตอกเสาเข็มต่อการจมเป็นระยะ 1 ฟุตหรือ 30 เซนติเมตร ในช่วง 10 ฟุตสุดท้ายที่เสาเข็มโผล่เหนือดิน ซึ่งในการตอกจะต้องนับจำนวน BLOW COUNT ให้ตรงตามที่วิศวกรกำหนด หากเห็นว่าจำนวนครั้งที่ตอกต่อระยะการจม 1 ฟุต สูงมากเกินไปจนอาจทำให้เสาเข็มเสียหายได้ ก็ให้ตรวจสอบว่าการตอก 10 ครั้งสุดท้ายเสาเข็มจมได้ไม่เกินระยะที่วิศวกรกำหนด ซึ่งค่าต่างๆเหล่านี้จะเปลี่ยนไปตามขนาดและความยาวของเสาเข็ม เช่น วิศวกรกำหนดไว้ว่าเมื่อตอกได้ 60 ครั้ง/ฟุต ให้หยุดตอก หมายความว่า เมื่อตอกได้ 60 ครั้ง/ฟุตแล้ว เสาเข็มมีความสามารถรับน้ำหนักได้ตามกำหนดแล้ว ซึ่งการตอกได้ 60 ครั้ง/ฟุต เมื่อคิดต่อการตอก 1 ครั้ง จะได้ว่าการตอก 1 ครั้ง เข็มจะจมลงไป 0.5 เซนติเมตร เพื่อความปลอดภัยในการรับแรงของเสาเข็มจะต้องมีการตรวจสอบอีกครั้ง โดยจะทำการตอกอีก 10 ครั้ง แล้วดูว่าเข็มจมลงไปอีกกี่เซนติเมตร เช่น ตอกเสาเข็มอีก 10 ครั้งเสาเข็มต้องจมไม่เกิน 4 เซนติเมตร ถ้าเกิน 4 เซนติเมตร ให้ตอกเสาเข็มอีก 10 ครั้ง จนกว่าระยะจมของเข็มจะไม่เกิน 4 เซนติเมตร เป็นอันว่าเสาเข็มสามารถรับน้ำหนักได้ตามกำหนด

สรุปได้ว่าเมื่อตอกเสาเข็มได้ จำนวนครั้ง/1ฟุต ตามที่วิศวกรกำหนดจะต้องตอกเสาเข็มอีก 10 ครั้ง 2 ที การตอก 10 ครั้งสุดท้าย 2 ทีนี้ ระยะจมต้องไม่เกินตามที่กำหนดไว้จึงถือว่าใช้ได้

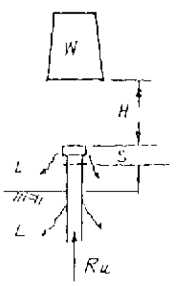
ในกรณีที่ค่า BLOW COUNT ลดลงอย่างกะทันหัน เช่น จาก 50 ครั้ง/ฟุต เหลือ 30 ครั้ง/ฟุต แสดงว่าอาจเกิดจาก 2 สาเหตุ คือ เสาเข็มหักหรือเสาเข็มทะลุชั้นดินแข็งบางๆไปพบดินชั้นอ่อน ถ้าเป็นกรณีแรกจำนวน BLOW COUNT จะไม่สูงขึ้นอีกเลย ถ้าเป็นกรณีที่ 2 จำนวน BLOW COUNT อาจสูงขึ้นเมื่อชั้นดินเริ่มแข็งขึ้นอีก

3. การส่งเสาเข็มถึงระดับ

3.1 การหาแรงต้านเสาเข็มโดยวิธีไดนามิคส์

ในขณะที่ปล่อยลูกตุ้มลงกระทบเข็ม จะเกิดการถ่ายทอดพลังงานลงสู่เสาเข็ม ทำให้เข็มเคลื่อนตัวลงใต้ชั้นดิน ดังนั้นจึงสามารถนำทฤษฎีทางพลศาสตร์ มาประยุกต์เพื่อหาแรงต้านของเสาเข็ม ดังแสดงในรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17. แสดงการการตกกระทบของตุ้มลงบนเสาเข็ม

จากทฤษฎีการตกกระทบ

พลังงานในการตอกเข็ม = แรงต้านของเข็ม ระยะจม +พลังงานที่สูญหาย

หรือ $WH = R_u.S + L$ (3.1.)

เมื่อ

W	=	น้ำหนักของลูกตุ้ม
H	=	ระยะยกลูกตุ้ม
Ru	=	แรงต้านสูงสุดของชั้นดิน
S	=	ระยะจม
L	=	พลังงานส่วนที่สูญหาย

พลังงานที่สูญหาย เกิดจากหลายสาเหตุ เช่น

- การปล่อยลูกตุ้มไม่เป็นอิสระโดยสมบูรณ์
- ความยืดหยุ่นของหมอนรองหัวเข็ม
- ความยืดหยุ่นของตัวเสาเข็ม
- ความยืดหยุ่นของดินโดยรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2. แสดงสูตรการคำนวณหาแรงต้านเสาเข็มจากการตอก

ชื่อสูตร	สมการ	หมายเหตุ
Engineering News ค่า F.S. = 6.0	$R_u = \frac{WH}{S+C}$	C = 2.54 ซม. สำหรับลูกตุ้ม ปล่อย = 0.25 ซม. สำหรับ Stream Hammer
Hilay ค่า F.S. = 2.4	$R_u = \frac{e.WH}{S+0.5C} \times \frac{W+k^2W_p}{W+W_p}$	$C = C_1+C_2+C_3$ ค่า C_1, C_2 และ C_3 แสดงในตารางที่ 3 ค่า e แสดงในตารางที่ 4
Junbu ค่า F.S. = 2.0	$R_u = \frac{WH}{K_u.S}$	$Ku = C_d(1+\sqrt{1+\frac{\lambda}{C_d}})$ $Cd = 0.75+0.15\frac{W_p}{W}$
Danish ค่า F.S. = 2.3	$R_u = \frac{e.WH}{S+(e\frac{WHL}{AE})^3}$	ค่า e แสดงในตารางที่ 4
Gates ค่า F.S. = 2.3	$R_u = 4.0\sqrt{eWH.\log(\frac{25}{S})}$	ค่า e แสดงในตารางที่ 4

เมื่อ

R_u = แรงต้านสูงสุดของชั้นดิน , ตัน

W = น้ำหนักของลูกตุ้ม , ตัน

H = ระยะยกลูกตุ้ม ,ซม.

S = ระยะจมต่อการตอก 1 ครั้ง , ซม.

C = สัมประสิทธิ์การสูญเสียพลังงาน

L = ความยาวเสาเข็ม ,ซม.

A = พื้นที่หน้าตัดของเข็ม , $ซม.^2$

E = โมดูลัสอิลาสติกของเข็ม ,$ซม.^2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3. แสดงค่าประสิทธิภาพของลูกตุ้ม

ชนิด	**ประสิทธิภาพ , e**
ตุ้มน้ำหนักปล่อยด้วยไก	1.00
ตุ้มน้ำหนักปล่อยด้วยเชือกหรือลวด	0.75
Single Acting Stream Hammer	0.80
Double Acting Stream Hammer	0.85
Deisel Hammer	1.00

หมายเหตุ : พยายามให้ตุ้มหนักมากที่สุดระยะยกน้อยๆ ดีกว่า ตุ้มน้ำหนักน้อยแต่ยกสูงๆ เพราะ อาจจะทำให้แตกได้

ตารางที่ 3.4. แสดง ค่า C_1, C_2 และ C_3 จาก Hilay

ค่า C_1 การยุบของหัวเข็มและหมอนรอง	
- สำหรับไม้เนื้อแข็ง	0.25 - 0.40
- สำหรับคอนกรีตรองในไม้ในหัวครอบเหล็ก	0.20 - 0.40
ค่า C_2 การยุบตัวของตัวเข็ม	$\frac{R_u.L}{A.E}$
ค่า C_3 การยุบตัวของดินรอบเข็ม	0.25

3.2 การหาแรงต้านเสาเข็มโดยวิธีสแตติคส์

จะเป็นวิธีมาตรฐานที่ใช้ในการออกแบบ โดยจะทำการเจาะสำรวจและทดสอบคุณสมบัติของดินบริเวณทำการตอกหรือเจาะเสาเข็ม เพื่อที่จะให้ทราบลักษณะชั้นดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการของการคำนวณ จะสมุติให้เข็มรับแรงต้านถึงจุดสูงสุด คือ ดินโดยรอบหรือใต้เข็มมีการพังแล้ว แล้วจึงคำนวณกลับไปดูว่า น้ำหนักบรรทุกเท่าใดที่เข็มสามารถรับได้ , P_u สามารถเขียนตัวแปร คือ

$$P_u = f(c, \varnothing, \gamma, B, L, \text{อื่นๆ}) \qquad (3.2.)$$

เมื่อ

c = ความเหนียวของดิน

= มุมเสียดทานภายในของดิน

= ความหนาแน่นของชั้นดิน

B = ขนาดของเสาเข็ม

L = ความยาวของเสาเข็ม

เมื่อนำไปออกแบบต้องหารด้วย อัตราส่วนความปลอดภัย (F.S.)

$$P_a = \frac{P_u}{F.S} \qquad (3.3.)$$

เมื่อ F.S. = 2.0 – 3.0 (3.4.)

ในกรณีที่พิจารณาน้ำหนักของเสาเข็มร่วมด้วย ต้องหักน้ำหนักของเสาเข็มออก

$$P_a = \frac{(P_u - W)}{F.S} \qquad (3.5.)$$

3.3 การหาแรงต้านเสาเข็มโดยข้อมูลจากการตอกทดลอง

ในโครงการก่อสร้างขนาดกลางและขนาดเล็ก การเจาะสำรวจดินและเก็บตัวอย่างดินมาทดสอบนั้นจะทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก การสำรวจดินจะใช้ วิธีการตอกทดลอง(Standard Penetration Test) โดยการวัดแรงต้านของชั้นดินต่อการตอกหัวหยั่งด้วยลูกตุ้มซึ่งมีระยะยกมาตรฐาผลคือจำนวนครั้งของการตอกให้หัวจมลง 30 ซม. หรือ N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อได้ค่า N มา สามารถหาค่าแรงต้านของเสาเข็มได้ 2 ลักษณะ คือ

- นำค่า N ไปแปลงเป็นค่าประมาณของ N หรือ ∅ โดยอาศัยความสัมพันธ์ทางสถิติของข้อมูลที่มีอยู่แล้ว และคำนวณด้วยวิธีสแตติคส์

- นำค่า N ไปออกแบบโดยตรง โดยวิธีของ Japan Road Association

การออกแบบโดยนำค่า N หรือ ∅ ไปเทียบข้อมูล

- เขียนลักษณะดินและค่า N ตามความลึก ดังรูป
- แบ่งชั้นดินเป็นชั้นดินเหนียวหรือดินทราย
- แปลงค่า N ไปเป็น c สำหรับชั้นดินเหนียว
  N ไปเป็น ∅ สำหรับชั้นดินทราย
- ใช้ค่า c และ ∅ ไปคำนวณแรงต้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIVIL OF KMITL

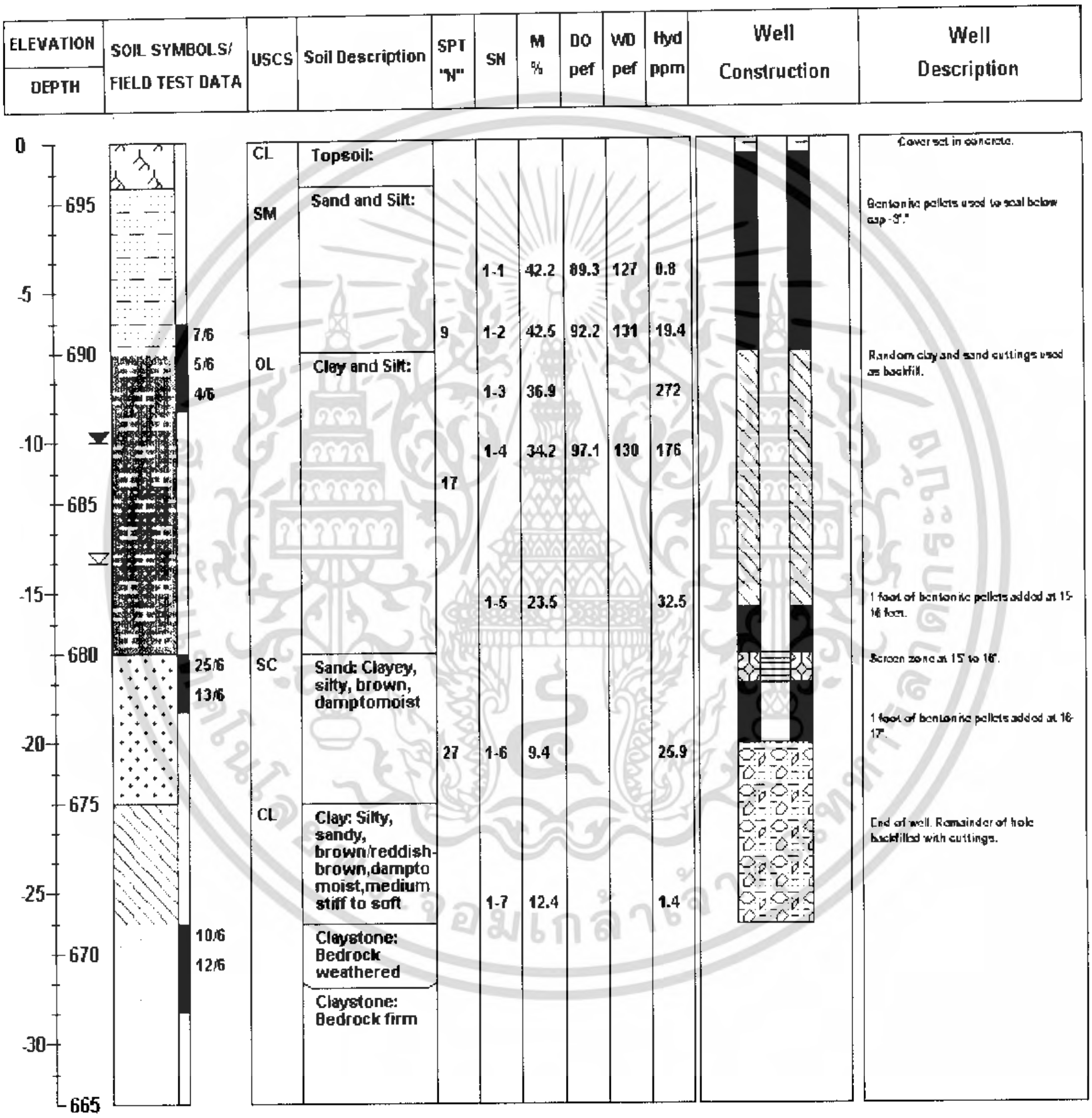
SOIL TEST BORING SYMBOLIC LOG
WITH MONITOR WELL INSTALLATION NOTES

PROJECT: Groundwater study
BORING NO. B-1
BORING LOCATION: 25N 35W
METHOD OF DRILLING: 6" Hollow Stem Auger
RECORD OF WATER DEPTH CHECKS: none
CAVING DEPTH: none

DATE: 6/2/95
ELEVATION: 696.3

NOTES: Clear weather, sunny, 65°

ARTIFICIAL FILL DEPTH: none



รูปที่ 3.18. แสดงข้อมูลดินที่ทำการเจาะสำรวจ
การออกแบบโดยวิธี Japan Road Association

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีนี้ให้ใช้ค่า F.S. ค่อนข้างสูง คือ 3.0-4.0 โดยมีหลักการคล้ายๆกับวิธีสแตติคส์

$$Q_u = q_d . A_p + P . \sum l_i + f_i \qquad (3.6.)$$

เมื่อ

Q_u = หน่วยแรงต้านสูงสุดที่เสาเข็ม, $\frac{T}{m^2}$

A_p = พื้นที่หน้าตัดเข็ม, m^2

l_i = ความยาวเส้นรอบรูปประสิทธิผลของเข็ม, m

f_i = หน่วยแรงฝืดที่ผิวเข็มดินแต่ละชั้น, $\frac{T}{m^2}$

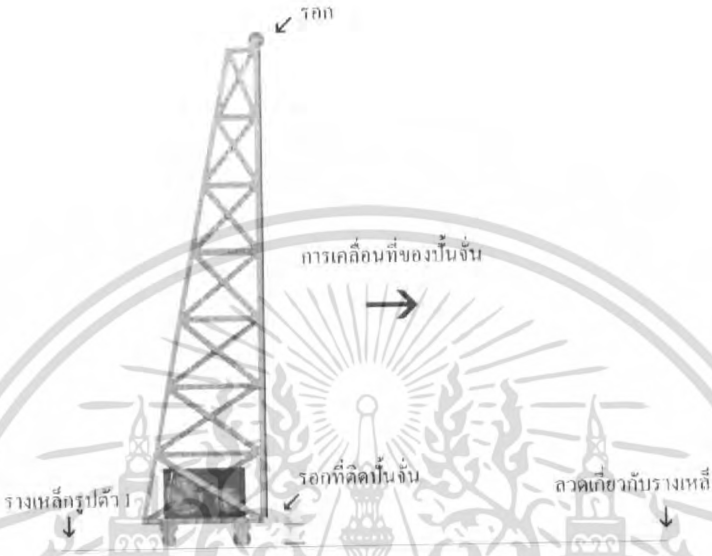
การส่งเสาเข็มถึงระดับก็คือการสิ้นสุดของการตอกเสาเข็มนั้นเอง สามารถดูได้จากการตอกว่าลงลึกไปเท่าไหร่ ถึงชั้นดินที่ต้องการหรือยังและดูว่าจำนวน BLOW COUNT ได้ตามกำหนดหรือไม่ ในบางครั้งเมื่อเราตอกลงไปถึงชั้นดินหรือความลึกที่ต้องการแล้วแต่จำนวน BLOW COUNT ไม่ได้ตามต้องการ ดังนั้นเราจะต้องตอกเสาเข็มลงไปจนกว่าจะได้จำนวน BLOW COUNT ตามที่ต้องการ ในกรณีที่ตอกเสาเข็มลงไปหมดแล้วแต่ยังไม่ได้จำนวน BLOW COUNT ตามที่ต้องการก็จำเป็นต้องต่อเสาเข็มอีกและต่อลงไปจนกว่าจะได้จำนวน BLOW COUNT ที่กำหนด ในบางครั้งเข็มไม่อาจจะตอกลงไปจนถึงชั้นดินแข็ง เมื่อตอกลงไปอาจทำให้เสาเข็มหักได้ในกรณีนี้อาจจะหยุดตอกได้ แต่ต้องตรวจสอบดูว่าเสาเข็มนั้นตอกลงไปถึงชั้นดินไหนแล้ว โดยจะเทียบกับผล BORING ถ้าเป็นผลที่น่าพอใจก็หยุดตอกได้ แต่ถ้าไม่เป็นที่น่าพอใจก็จำเป็นต้องตอกลงไปอีก แต่การตอกจะใช้ความสูงในการปล่อยลูกตุ้มน้อยลง

4. การเคลื่อนย้ายปั้นจั่น

การเคลื่อนย้ายปั้นจั่นเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่ง คือ เวลาที่ใช้ในการตอกเสาเข็มทั้งหมดจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับลำดับการเคลื่อนย้ายปั้นจั่น ดังนั้นต้องมีการวางแผนการตอกเสาเข็มว่าจะตอกตัวไหนก่อนและลำดับถัดไป ในการเคลื่อนย้ายปั้นจั่นนั้นจะต้องอาศัยลวดสลิงที่ใช้ยกลูกตุ้มเหล็ก โดยจะเอาลวดสลิงมาคล้องที่รอกที่ติดอยู่กับปั้นจั่นเหนือรางเหล็กและสอดผ่านไปคล้องกับปลายของรางเหล็กในทิศทางที่ต้องการเคลื่อนย้ายปั้นจั่นไป ต่อจากนั้นก็ทำการดึงลวดสลิงที่เครื่องตอก ลวดจะดึงรางเหล็กโดยผ่านรอกแต่รอกนี้ติดอยู่กับปั้นจั่นจึงเสมือนกับปั้นจั่นดึงตัวเองไป การทำลักษณะนี้รอกที่ติดกับปั้นจั่นจะต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีความแข็งแรงพอและลวดสลิงที่ติดกับรางเหล็กจะต้องแน่นพอสมควร การเคลื่อนย้ายปั้นจั่นโดยวิธีนี้จะใช้เคลื่อนย้ายได้ในระยะทางใกล้ๆ และเป็นแนวเดียวกับรางเหล็กที่ปั้นจั่นตั้งอยู่



รูปที่ 3.19. แสดงการเคลื่อนย้ายปั้นจั่น

การคำนวณหาน้ำหนักลูกตุ้มและระยะยกลูกตุ้ม

น้ำหนักมากสุดของลูกตุ้ม

$$W_{max} = \underline{0.0764A*B*H} \qquad (3.7.)$$

เมื่อ

W_{max}	=	น้ำหนักมากสุดของลูกตุ้ม , ตัน
A	=	พื้นที่หน้าตัดของเสาเข็ม , ซม.^{2}
B	=	ระยะกว้างของเสาเข็ม , ซม.
H	=	ระยะยกลูกตุ้ม , ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5. แสดงน้ำหนักน้อยสุดของลูกตุ้ม

ความยาวของเสาเข็ม (เมตร)	W_{min} (ตัน)
น้อยกว่า15	P
15 – 18	¾ P
มากกว่า 18	[illegible] P
P = น้ำหนักเสาเข็ม	

ระยะยกลูกตุ้ม

สำหรับ Drop Hammer ระยะสูงของการยกลูกตุ้มตอกควรยกต่ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในขณะเริ่มตอกในระยะที่เสาเข็มจมง่าย ทั้งนี้เพื่อป้องกันหัวเสาเข็มช้ำโดยทั่วไปแล้วจะยกลูกตุ้มตอกสูงประมาณ 3 ฟุต (90 ซม.) และไม่ควรเกิน (2.40 เมตร) 8 ฟุต หรือใช้สมการหาน้ำหนักลูกตุ้มมากสุด

ข้อปฏิบัติในการตอกเสาเข็ม

1. จะต้องมีครอบหัวเสาเข็ม และหมอนรองรับหัวเสาเข็ม กันเสาเข็มแตก
2. การกระแทกของลูกตุ้มตอกบนหัวเสาเข็มจะต้องลงเต็มหน้าและได้ฉากกับแกนของเสาเข็ม
3. ต้องหยุดการตอกเสาเข็มให้ทันทีก่อนที่เสาเข็มจะเสียหายเพราะ Overdriving เมื่อปรากฏการณ์ในขณะตอกเสาเข็มดังต่อไปนี้
    - เสาเข็มมีอาการสั่นและสะบัดใกล้ระดับผิวดิน
    - ลูกตุ้มตอกเด้งขึ้นโดยเสาเข็มไม่ทรุดจมเลย
    - หัวเสาเข็มแตกทั้งที่ทำการตอกตามปกติ
4. ต้องหยุดการตอกทันทีที่การทรุดตัวของเสาเข็มแสดงถึงความต้านทานการตอกสูงพอความต้องการ เมื่อผลการตอกเป็นดังนี้
    - เสาเข็มไม้ 4 – 5 blows ต่อนิ้ว
    - เสาเข็มคอนกรีต 6 – 8 blows ต่อนิ้ว
    - เสาเข็มเหล็ก 12 – 15 blows ต่อนิ้ว
5. ลักษณะของเสาเข็มที่ตอกซึ่งแสดงว่าชำรุดเสียหายแล้ว มีลักษณะอาการให้เห็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทรุดตัวของเสาเข็มขณะตอกเพิ่มขึ้นทันที หรือขึ้นๆ ลงๆ ขณะที่ลักษณะของชั้นดินไม่อำนวยให้เป็นเช่นนั้น

- เสาเข็มเปลี่ยนทิศทางทันทีทันใด

6.ในการตอกเสาเข็มจำนวนมากๆ ภายในบริเวณที่ก่อสร้างนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งของห้องใต้ดิน เมื่อตอกเสาเข็มเสร็จใหม่ๆ แล้วไม่ควรขุดดินทันที ควรปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 1 เดือน ทั้งนี้ เพราะดินเมื่อถูกเสาเข็มตอกจะถูกรบกวน (disturbed) ทำให้ค่า Shear Strength ของดินลดน้อยลง ซึ่งจะกลับคืนกำลังประมาณ 90 % ภายใน 30 – 50 วัน ดังนั้น หากรีบทำการขุดดินจะเกิดการเลื่อนไถลของดิน ทำให้เสาเข็มที่ตอกไว้แล้วเสียหายได้

7. การตอกเข็มกลุ่มให้ตอกเสาเข็มจากด้นกลางกลุ่มออกไป

ความลึกของเสาเข็มที่จมดิน

1. เสาเข็มจะต้องตอกให้จมดินไม่น้อยกว่า 3 เมตร (10 ฟุต) ในชั้นดินแข็ง และไม่น้อยกว่า 1 ใน 3 ของ ความยาวของเสาเข็ม หรือ 6 เมตร (20 ฟุต) ในชั้นดินอ่อน
2. สำหรับเสาเข็ม Friction Piles ตอกลงในชั้นดินประเภทต่าง ๆ กัน ซึ่งคาดว่าจะตอกจมลงไปได้นั้น ได้แสดงไว้ในตารางข้างล่าง

ตารางที่ 3.6. แสดงความลึกที่คาดว่าจะตอกเสาเข็มลงไปในดินได้

ชั้นวัสดุ	ความลึกที่คาดว่าจะตอกเข็มลงได้	หมายเหตุ
ทรายสะอาดแน่น	เล็กน้อย	ปกติใช้น้ำฉีด
ทรายอื่น ๆ	20 ฟุต หรือ 6 เมตร	
ดินปนทราย	30 ฟุต " 9 เมตร	
ดินล้วน ๆ	35 ฟุต " 10 เมตร	
ดินปนซิลท์	45 ฟุต " 13.50 เมตร	
ซิลท์ปนโคลน	50 – 100 ฟุต " 15 - 30 เมตร	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลกระทบจากการตอกเสาเข็ม

การตอกเสาเข็มในดินเหนียว (Cohesive Soil) เกิดผลกระทบดังนี้

1.เกิดปริมาตรเสาเข็มแทนที่ (Pile Volume displacement) ทำให้ดินบริเวณพื้น 2-5 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็มเสียรูปและ pore pressure มีค่าเพิ่มขึ้นและจะกลับคืนประมาณ 30 วัน ค่า Shear Strength และ Skin resistance ในบริเวณนี้จะเพิ่มขึ้นเนื่องจากผลของ Consolidation เมื่อ pore pressure ลดลง

2.เมื่อเสาเข็มตอกผ่านชั้นกรวด ไปยัง ชั้นดินเหนียว เข็มจะพาเอากรวดเข้าไปในดินเหนียวลึกประมาณ 20 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็ม ซึ่งจะเพิ่มค่า Skin friction

3.เสาเข็มเมื่อตอกผ่านชั้นดินเหนียวแข็ง ที่อยู่ด้านใต้ของชั้นดินเหนียวย่อย ชั้นดินเหนียวแข็งจะแตกและดินเหนียวย่อยจะเข้าไปในรอยร้าว เนื่องจากการตอกระหว่างเสาเข็มในความลึกประมาณ 20 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็ม ผลกระทบนี้ไม่ร้ายแรง เพราะดินอัดเข้าไปในรอยแตก ซึ่งจะให้ค่า adhesion สูงกว่า ดินเหนียวย่อย ข้างบน

4.เสาเข็มตอกในดินเหนียวแข็งจะเกิดรอยแตกที่ผิวหน้าและด้านข้างของเสาเข็มลึกประมาณ 20 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็ม ทำให้ค่า adhesion ในช่วงนี้ไม่มี ปกติแล้วในความลึก 1.2-1.8 เมตร จากหัวเสาเข็มจะไม่คิดค่า Skin resistance capacity

5.เมื่อตอกเสาเข็มลงในดินเหนียว โดยทั่วไปจะทำให้เกิดการปูดของผิวดิน (Heave) หรือเกิดการแทนที่ การปูดขึ้นของดินหากเป็น plastic Soil แล้วอาจสูงขึ้นเป็นฟุตได้ การปูดของดินนี้อาจจะทำให้เกิดการทรุดตัวติดตามมาก็ได้ หลังจากตอกเสาเข็มเสร็จแล้ว เสาเข็มที่ถูกยกตัวลอยขึ้น เพราะการปูดของดินจะต้องตอกย้ำลงไป และเพื่อเป็นการป้องกันการปูดของดินการตอกเสาเข็มควรเริ่มตอกบริเวณกึ่งกลางออกไปยังริมบริเวณก่อสร้าง

ในประเทศไทยผลการตอกเสาเข็มในชั้นดินเหนียวบริเวณกรุงเทพ จะเกิดผลกระทบพอสรุปได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.การสั่นสะเทือนของการตอกเข็มทำให้กำลังของดินเสียไปประมาณ 28% ของ Undisturbed Strength ซึ่งวัดโดย field vane test

2.ระยะที่กระทบกระเทือนต่อ Undrain Shear Strength นั้น ห่างจากผิวเสาเข็มโดยประมาณเท่ากับระยะเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็ม

3. กำลังของดินที่เสียไปจะกลับคืนมา หลังจากการตอกเสาเข็มแล้ว 14 วัน

4. Induced pore pressure จะมีค่าสูงสุดภายในบริเวณ local Shear failure Zone

5.โดยส่วนใหญ่แล้ว excess pore pressure จะกระจายออกไปหมดภายใน 1 เดือน หลังจากที่ตอกเข็มแล้ว

การทดสอบเสาเข็ม

1. การทดสอบแบบมาตรฐาน (STANDARD LOADING)

1. น้ำหนักที่กระทำลงบนหน้าตัดของเสาเข็มทดสอบต้องตั้งฉากและอยู่ในแนวดิ่ง
2. น้ำหนักทดสอบสูงสุดเป็น 2 เท่า ของน้ำหนักที่ออกแบบเสาเข็มแต่ละต้น (DESIGN LOAD)
3. เพิ่มน้ำหนักทดสอบเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25, 50, 75, 100, 125, 150, 175 และ 200 ของน้ำหนักที่ออกแบบ
4.ในแต่ละขั้นตอนให้รักษาน้ำหนักไว้จนครบ 1 ชั่วโมง อ่านและบันทึกค่าการทรุดตัวที่ 1, 5, 10, 15, 20, 30, 40 และ 60 นาที ตรวจสอบอัตราการทรุดตัวของเสาเข็ม ซึ่งต้องไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง จึงจะเพิ่มน้ำหนักขั้นตอนต่อไป ในกรณีที่รักษาน้ำหนักไว้ครบ 1 ชั่วโมงแล้ว อัตราการทรุดตัวของเสาเข็มยังสูงกว่า 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ให้รักษาน้ำหนักนั้นไว้อีก 1 ชั่วโมง อ่านและบันทึกค่าการทรุดตัวของเสาเข็มทุก ๆ 20 นาที เมื่อครบชั่วโมงที่ 2 แล้วอัตราการทรุดตัวของเสาเข็มไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ก็ให้เพิ่มน้ำหนักขั้นตอนต่อไปได้ หากอัตราการทรุดตัวของเสาเข็มยังสูงกว่า 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงอีก ให้ถือว่าการทดสอบนั้นล้มเหลวหรือถึงจุดวิบัติแล้ว

5. เมื่อเพิ่มน้ำหนักถึง 2 เท่าของน้ำหนักที่ออกแบบแล้ว และเสาเข็มทดสอบไม่ถึงจุดวิบัติให้คงน้ำหนักไว้ 24 ชั่วโมงอ่านและบันทึกค่าการทรุดตัวตามช่วงเวลาที่กำหนด หากอัตรา

การทรุดตัวไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ให้ดำเนินการตามข้อ 6. แต่ถ้าอัตราการทรุดตัวยังสูงกว่า 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ก็ให้รักษาน้ำหนักนั้นไว้อีก 24 ชั่วโมง อ่านและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกค่าการทรุดตัวตามช่วงเวลาที่กำหนดต่อไปอีก ถ้าอัตราทรุดตัวไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมงให้ดำเนินการตามข้อ 6. หากอัตราการทรุดตัวในช่วง 24 ชั่วโมงหลัง ยังสูงกว่า 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง ให้ถือว่าการทดสอบนั้นล้มเหลว หรือถึงจุดวิบัติแล้ว

การอ่านและบันทึกค่าการทรุดตัวช่วง 24 ชั่วโมงแรก และ 24 ชั่วโมงหลัง ดังนี้

ทุก ๆ 20 นาที สำหรับช่วงเวลา 2 ชั่วโมงแรก

ทุก ๆ 1 ชั่วโมง สำหรับช่วงเวลา 10 ชั่วโมงต่อมา

ทุก ๆ 2 ชั่วโมง สำหรับช่วงเวลาที่เหลือ

6. ทำการลดน้ำหนักทุก ๆ ชั่วโมงให้เหลือเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 150, 100, 50 และ 0 บันทึกการคืนตัวทุก ๆ 10 นาทีและเมื่อลดน้ำหนักหมดแล้ว ให้อ่านต่อไปทุก ๆ ชั่วโมง จนครบ 24 ชั่วโมง หรือการคืนตัวคงที่

7.ต้องอ่านค่าจากมาตรวัดการทรุดตัวทุกตัวและทุกครั้งก่อนและหลังที่มีการเปลี่ยนน้ำหนัก

2. การทดสอบถึงจุดวิบัติ (LOADING TO FAILURE)

1. ชุดทดสอบต้องมีสมรรถนะใช้งานได้อย่างน้อย 3 เท่า ของค่าน้ำหนักที่ออกแบบ
2. ก่อนดำเนินการทดสอบถึงจุดวิบัติ ให้ทำการทดสอบตามข้อ 4 ก่อน
3. การทดสอบถึงจุดวิบัติให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นตอน ดังนี้

3.1 เพิ่มน้ำหนักร้อยละ 50 ของน้ำหนักที่ออกแบบ และรักษาน้ำหนักไว้ 20 นาที

3.2 เพิ่มน้ำหนักอีกร้อยละ 10 ของน้ำหนักที่ออกแบบทุก ๆ 20 นาที จนกว่าจะเกิดการวิบัติของเสาเข็มทดสอบ หรือชุดทดสอบ

4. ดำเนินการบันทึกผลการทดสอบตามข้อ 7 ของการทดสอบแบบมาตรฐาน และต้องอ่านค่าการทรุดตัวที่ 1, 5, 10, 15 และ 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การทดสอบเป็นวงจร (CYCLIC LOADING)

1.วงจรที่หนึ่งให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25 และ 50 ของน้ำหนักที่ออกแบบไว้แต่ละขั้นตอนการเพิ่มน้ำหนักให้ดำเนินการตามข้อ 4 ของการทดสอบแบบมาตรฐาน และเมื่อครบ 2 ชั่วโมงแล้ว จึงลดน้ำหนักลงทุก ๆ ชั่วโมง เป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 50 และ 0

2.วงจรที่สอง ให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25, 50, 75 และ 100 ของน้ำหนักที่ออกแบบไว้แต่ละขั้นตอนการเพิ่มน้ำหนักให้ดำเนินการตามข้อ 4 ของการทดสอบแบบมาตรฐาน และเมื่อรักษาน้ำหนักไว้ครบ 24 ชั่วโมงแล้ว ให้ทำการลดน้ำหนักทุก ๆ ชั่วโมงเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 50, 25 และ 0

3. วงจรที่สาม ให้เพิ่มน้ำหนักเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 25, 50, 75, 100, 125, 175 และ 200 ของน้ำหนักที่ออกแบบแต่ละขั้นตอนของการเพิ่มน้ำหนักให้ดำเนินการตาม ข้อ 4 ของการทดสอบแบบมาตรฐาน และเมื่อรักษาน้ำหนักไว้ครบ 24 ชั่วโมงแล้วให้ทำการลดน้ำหนักทุกๆ ชั่วโมงเป็นขั้นตอนดังนี้ ร้อยละ 150, 100, 50 และ 0

4. การเพิ่มน้ำหนักแต่ละขั้นตอนให้รักษาน้ำหนักไว้จนครบ 2 ชั่วโมง หรือในชั่วโมงแรก อัตราการทรุดตัวไม่เกิน 0.25 มิลลิเมตรต่อชั่วโมง แล้วแต่กรณีใดจะเกิดขึ้นก่อนจึงจะเพิ่มน้ำหนักขั้นต่อไป

5. บันทึกค่าการทรุดตัวทุกครั้งก่อนหรือหลังการเปลี่ยนน้ำหนักให้อ่านค่าที่ 1, 5, 10, 15, 20, 30, 40, 60 นาที และทุกๆ 20 นาที

6. เมื่อเพิ่มน้ำหนักตามข้อ 6.2 หรือ 6.3 จนถึงร้อยละ 100 หรือ 200 แล้ว เสาเข็มไม่ถึงจุดวิบัติในขณะรักษาน้ำหนักไว้ให้บันทึกค่าการทรุดตัวของเสาเข็ม

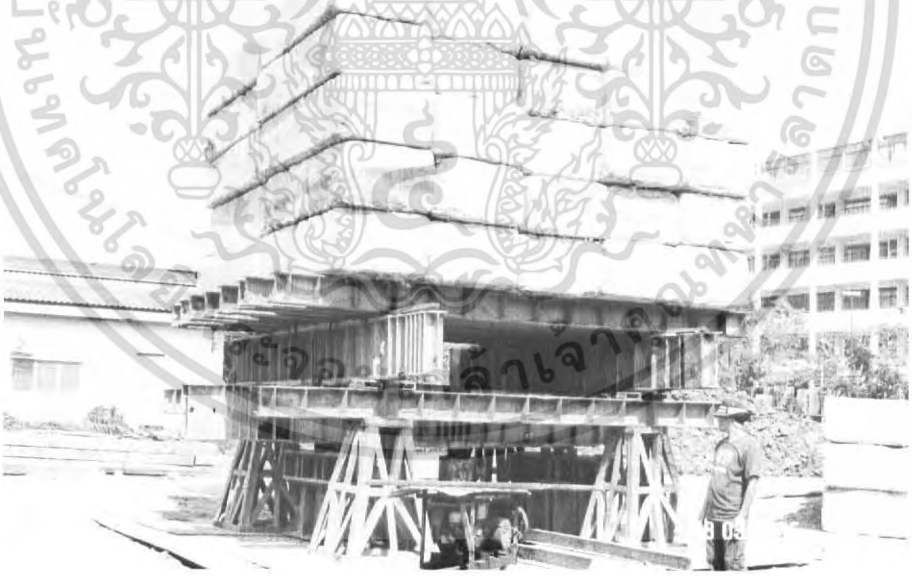
ทุก ๆ 20 นาที สำหรับช่วงเวลา 2 ชั่วโมงแรก

ทุก ๆ 1 ชั่วโมง สำหรับช่วงเวลา 10 ชั่วโมงต่อมา

ทุก ๆ 2 ชั่วโมง สำหรับช่วงเวลาที่เหลือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.20. แสดงการทดสอบเสาเข็มโดยใช้ Schmith Hammer



รูปที่ 3.21. แสดงการทดสอบเสาเข็ม โดยวิธี Static Load Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.22. แสดงการหาค่าการทรุดตัวของเสาเข็ม

รูปที่ 3.23. แสดงการวัดค่าการทรุดตัวของเสาเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.2 เสาเข็มเจาะ

เสาเข็มเจาะ แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ

1.เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ มีเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 70 ซ.ม. ขึ้นไป มีความลึกปลายเสาเข็มไม่น้อยกว่า 40.00 ม. จากระดับผิวดิน

2.เสาเข็มเจาะขนาดเล็ก มีเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยกว่า 60 ซ.ม. ลงมา

<u>เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่</u>

เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ ที่ใช้งานกันส่วนใหญ่จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.20 เมตร และลึก 50 ถึง 60 เมตร ซึ่งจะมีน้ำใต้ดินรบกวน การทำงานจึงเป็นระบบเปียก (WET PROCESS) คือการใช้ DRILLING LIQUID เพื่อรักษาสภาพรูเจาะไม่ให้พังโดยใช้สารละลาย เบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์เป็นตัวป้องกันการหล่อเสาเข็มทำโดยวิธีการเทคอนกรีตใต้น้ำ เครื่องมือในการทำงานจะมีขนาดใหญ่มีดังนี้ หัวเจาะแบบสว่าน(AUGER) หัวเจาะแบบถัง(BUCKET)

ปลอกเหล็ก(CASING)เครื่องกดและถอนปลอกเหล็ก(VIBRO HAMMER) ท่อเทคอนกรีต (TREMIE เครื่องแยกทราย(DESANDER) เครื่องผสมและเก็บสารละลาย รถปั้นจั่น อเนกประสงค์ (SERVICE CRANE)

เสาเข็มเจาะขนาด 1.20 และ 1.50 เมตร อาจคำนวณออกแบบให้รับน้ำหนักปลอดภัยได้ถึง 750 และ 900 ตัน ตามลำดับ จึงต้องทดสอบเสาเข็มก่อนใช้งานด้วยวิธี LOAD TEST เป็นจำนวนอย่างน้อย 1 ต้น เสาเข็มที่เหลืออาจทดสอบด้วยวิธี SEISMIC TESTจำนวนหนึ่งในสาม หรือทดสอบทุกต้น เพื่อตรวจดูสภาพความสมบูรณ์ของเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ให้แน่ใจในความแข็งแรงปลอดภัยต่อการใช้รับน้ำหนักตัวอาคาร และใช้งานได้ในระยะยาวตามต้องการ

ก่อนการเจาะเราต้องทดสอบความสามารถของน้ำยาก่อนว่ามีคุณสมบัติเพียงพอหรือไม่และต้องทำให้ได้มาตรฐานก่อนการนำไปใช้งาน โดยน้ำยาที่ใช้มี 2 ชนิด คือ

1.น้ำยาเบนโทไนต์

2.น้ำยาโพลิเมอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.น้ำยาเบนโทไนต์

การตรวจสอบน้ำยาเบนโทไนต์

การตรวจสอบคุณสมบัติของเบนโทไนท์ก่อนการใช้งานสารเบนโทไนท์จะผลิตและจำหน่ายในรูปของผงละเอียดเป็นถุงๆละ 50 กิโลกรัม มีคุณสมบัติดูดน้ำได้ดี แต่ละอนุภาคจะพองตัวเบียดกัน ทำให้น้ำไหลผ่านอนุภาคได้ยาก ใช้สำหรับป้องกันผนังรูเจาะไม่ให้พังทลาย โดยผสมน้ำแล้วใส่ลงในรูเจาะขณะเจาะดินด้วยระบบเปียก น้ำสารละลายจะช่วยไม่ให้ดินไหลผ่านรูเจาะ และรูเจาะจะไม่เกิดการพังทลาย ด้วยเหตุนี้ จึงต้องตรวจคุณสมบัติก่อนการใช้งาน ได้แก่ ความหนาแน่น ความหนืด ความเป็นกรดด่าง และปริมาณที่ทรายเจือปน

คุณลักษณะเฉพาะของสารละลายเบนโทไนท์

เมื่อผงเบ็นโทไนท์ถูกนำมาผสมกับน้ำสะอาดและกวนให้แตกตัวแล้วจะกลายเป็นสารละลายเบ็นโทไนท์ที่มีความหนืด (Viscous Slurry) และหากปล่อยให้อยู่นิ่งๆในระยะเวลาหนึ่ง (เรียกว่า Exposure time หรือ Contact Time) ความเหนียวหนืดจะเพิ่มมากขึ้น (Thick) แต่ความเหนียวหนืดนี้จะลดลง (Thin) เมื่อสารละลายถูกกวนให้ปั่นป่วน (Agitation) ปรากฏการณ์เฉพาะนี้เรียกว่า Thixotropy Characteristic สาเหตุมาจากเมื่อสารละลายเบ็นโทไนท์อยู่นิ่งๆนั้นประจุไฟฟ้าในอนุภาคเล็กของผงเบ็นโทไนท์จะดึงดูดซึ่งกันและกันก่อตัวเป็นโครงสร้างของอนุภาคแขวนลอยคล้ายเมือกวุ้น (Gel) เมื่อเมือกวุ้นนี้ถูกกวน (Agitated) จะทำให้ประจุไฟฟ้าที่ดูดกันอยู่ถูกทำลายลงทำให้โครงสร้างอนุภาคแขวนลอยที่เป็นเมือกวุ้นเกิดการแยกตัว (Disperse) กระจัดกระจายทำให้สารละลายกลับเป็นของเหลว (Fluid) ไกลได้อีก

คุณสมบัติของสารละลายเบ็นโทไนท์ในแต่ละขั้นตอนของการก่อสร้าง

เสาเข็มระบบเจาะเปียกโดยใช้สารละลายเบ็นโทไนท์ช่วยในการขุดเจาะได้รับการพิสูจน์ว่าได้ผลดีมาแล้วเป็นเวลานาน มีเพียงส่วนน้อยที่เกิดปัญหาและมีคุณภาพต่ำ Hutchison et al ได้สรุปไว้ว่า สารละลายเบ็นโทไนท์มีหน้าที่ หลายประการ คือ

ก) ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ผนังรูเจาะพังโดยการสร้างแรงดันต้านไว้

ข) คงอยู่ในหลุมเจาะจนกว่างานก่อสร้างจะเสร็จโดยไม่ไหลซึมหายเข้าไปในชั้นดิน

ค) สามารถลอยแขวนตะกอนดินจากการขุดเจาะไม่ให้ตกทับถมที่ก้นรูเจาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ง) สามารถถูกแทนที่โดยคอนกรีตที่เทผ่านท่อเทได้หมดโดยง่าย ซึ่งจะทำให้ได้แรงยึดหน่วงที่ดีระหว่างคอนกรีตผิวเสาเข็มกับหนังรูเจาะ

จ) สามารถแยกเศษดินทรายที่ลอยแขวนออกอยู่ได้ด้วยการร่อนผ่านตะแกรง ทำให้สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก

ฉ) สามารถปั๊มสูบได้โดยง่าย

จะเห็นว่าคุณสมบัติข้อ ก) ถึง ค) ต้องการสารละลายที่หนักและเหนียว (Thick slurries) ขณะที่คุณสมบัติข้อ ง) ถึง จ) ต้องใช้สารละลายที่เบาและไม่เหนียว (Fluid slurries) แต่สารละลายเบ็นโทไนท์สามารถทำน้าที่ทุกขั้นตอนอย่างได้ผลนั้นมีความเป็นไปได้ด้วยการควบคุมที่ดี ดังนั้นในระหว่างการก่อสร้างจะเป็นต้องควบคุมคุณสมบัติของสารละลายให้มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการก่อสร้างในแต่ละขั้นตอนด้วยจึงจะได้สมรรถนะของเสาเข็ม ที่ดี

การจับกันสารละลายเบนโทไนท์ที่ผนังรูเจาะ

ขณะที่สารละลายเบนโทไนท์สร้างแรงดันต้านไม่ให้รูเจาะพังอยู่นั้นจะมีบางส่วนของสารละลายเบนโทไนท์แทรกซึมเข้าไปอุดช่องว่างระหว่างเม็ดทรายในชั้นดินทายและเหลือเนื้อเบนโทไนท์จากสารละลายจับตัวกันเป็นก้อน (Filter Cake) ที่ผนังรูเจาะที่ผนังรูเจาะ การก่อตัวและความหนาของ Filter Cake ก็จะหนามากขึ้นด้วย หากไม่สามารถขจัดออกได้ในขั้นตอนการเทคอนกรีต ก็จะทำให้ค่าแรงฝืดระหว่างผิวเสาเข็มและผนังรูเจาะลดลง Surface Filtration จะเกิดที่ผิวดินก่อนและแทรกซึมต่อเนื่องเข้าไปอุดช่องว่างในชั้นดินที่ลึกเข้าไปหนาหลายมิลลิเมตรหรืออาจถึงหลายเมตร (Rheological Blocking) เรียกว่า Deep Filtration หลังจากเสร็จสิ้นการเจาะแล้วสารละลายเบนโทรน์ในรูเจาะต้องได้รับการทำความสะอาดเพื่อขจัด Filter Cake ที่ผนังรูเจาะและทดสอบคุณสมบัติของสารละลายเบนโทรไนท์ที่เก็บจากก้นหลุมก่อนเทคอนกรีต

หากมีการควบคุมคุณสมบัติอย่างถูกต้องใช้คอนกรีตทีมีคุณสมบัติและเทคอนกรีตผ่านท่อเทอย่างถูกวิธีแล้ว Filter Cake ที่ผิวผนังรูเจาะจะสามารถถูกขจัดออกได้ แต่หากกระทำผิดขั้นตอนจนทำให้ Filter Cake ตกค้างอยู่จะทำค่าแรงเสียดทานของเสาเข็มลดลงมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณ Filter Cake ที่หลงเหลืออยู่ที่ผิวผนังหลุมเจาะนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลกระทบเนื่องจากเวลาก่อสร้าง

เป็นที่ยอมรับกันว่าหากเวลาในการก่อสร้างเสาเข็มแต่ละต้นสั้นลงมาเท่าใดก็จะสามารถได้สมรรถนะของเสาเข็มดีขึ้นเท่านั้นเนื่องจากระยะเวลานาน Filter Cake มีโอกาสก่อตัวได้มากกว่าเวลาที่สั้นลงดังนั้นในการก่อสร้างต้องเตรียมการให้สามารถก่อสร้างได้อย่างถูกต้องและรวดเร็วซึ่งได้มีผู้ทำการวิจัยเกี่ยวกับผลกระทบของเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างต่อแรงเสียดทานผิวไว้ดังนี้

Water & Knight ทำการวิจัยและสรุปว่า หากปล่อยให้สารละลายเบนโทไนท์อยู่นิ่งๆโดยไม่ถูกรบกวน (Non Agitation) เป็นเวลานาน Filter Cake จะก่อตัวที่ผนังรูเจาะหนา

Framing ที่เสนอแนะว่าให้ทำการเทคอนกรีตเสาเข็มระบบเจาะเปียกให้แล้วเสร็จภายใน 24 ชั่วโมงหลังการขุดเจาะแล้วเสร็จ ข้อเสนอแนะข้างต้นค่อนข้างตรงไปตรงกับการปฏิบัติจริงในสนาม เพราะในขณะทำการขุดเจาะสารละลายเบนโทไนท์จะถูกรบกวน (Agitated) ตลอดเวลา ทำให้ Filter Cake ก่อตัวช้าและน้อยหลังการขุดเจาะหรือทำความสะอาดสารละลายแล้วเสร็จ Fliter Cake จะเริ่มก่อตัวมากเนื่องจากสารละลายเบนโทรไนท์จะอยู่นิ่งที่เรียกว่า Exposure Time หรือ Contact Time

มาตรฐาน ACI 336.1.94 แนะนำว่าไม่ควรปล่อยให้สารละลายในรูเจาะอยู่นิ่งๆโดยไม่มีการรบกวน (Non Agitation)นานเกินกว่า 4 ชั่วโมง หากเวลาระหว่างการขุดเจาะแล้วเสร็จจนถึงเวลาเริ่มเทคอนกรีตนานเกิน 24 ชั่วโมงต้องทำการขุดคว้านรูเจาะใหม่เพื่อครูด Filter Cake ให้หลุดออกแล้วทำความสะอาดสารละลายเบนโทรไนท์จากนั้นตรวจสอบคุณสมบัติสารละลายที่ก้นหลุมและปรับปรุงคุณสมบัติใหม่อีกครับให้ตรงตามข้อกำหนดก่อนการเทคอนกรีตจึงจะทำให้ได้แรงเสียดทานระหว่างผิวเสาเข็มกับผิวรูเจาะดีขึ้น

สำหรับผลกะทบเนื่องจากเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะในชั้นดินกรุงเทพมหานครนั้นได้มีผู้ทำการศึกษาขึ้นมาบ้างเช่น Littlechild ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบของเวลาที่ใช้ในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะต่อแรงเสียดทานที่ผิวของเสาเข็มในโครงการ Hopewel ซึ่งได้สรุปไว้ว่าถ้า Viscosity มีค่ามากกว่า 35 sec/quart ซึ่งในงานวิจัยนี้ไม่ได้มีการกล่าวถึงการคว้านรูเจาะใหม่หรือการควบคุมไม่ให้สารละลายเบนโทไนท์ในหลุมเจาะอยู่นิ่งๆนานกว่า 4 ชั่วโมงแต่อย่างใด

ทำความสะอาดก้นหลุมและทดสดอบสารละลายเบนโทไนท์

การเจาะดินจะมีเศษดินและตะกอนตกสะสมที่ก้นหลุมและสารละลายเบนโทไนท์จะข้นเหนียวไม่เหมาะที่คอนกรีตจะแทนที่ได้หมด จึงต้องทำความสะอาดก้นหลุมอาจใช้ Cleaning Bucket หรือระบบ Recyecle เพื่อแยกตะกอนดินทายออกจากสารละลายเบนโทไนท์และทำการเก็บตัวอย่างสารละลายที่ก้นหลุมขึ้นมาทำการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ขั้นตอนนี้สำคุญเพราะหากก้นหลุมไม่สะอาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือสารละลายเหนียวหนักเกินไปคอนกรีตจะไล่แทนที่สารละลายได้ไม่หมด ทำให้แรงแบกทานที่ปลายเสาเข็มลดลงหรืออาจจะเกิด Soft toe การทำความสะอาดนี้เป็นขั้นตอนที่น่าเสียดายและน่าอันตรายที่พบว่ายังมีผู้ประกอบการหลายรายทั้งจากท้องถิ่นและจากต่างประเทศก่อสร้างลัดขั้นตอนโดยละเว้นไม่ปฏิบัติในขั้นตอนนี้ ทำให้พบว่าเสาเข็มที่ก่อสร้างแล้วมีสมรรถนะในการรับน้ำหนักต่ำกว่าปกติ

การตรวจสอบคุณภาพของเบ็นโทไนท์

1.Density อยู่ระหว่าง 1.01-1.5 ตัน/ม3
2.viscosity อยู่ระหว่าง 30-50 วินาที
3.pH อยู่ระหว่าง 8-12
4.sand content ไม่เกิน 6%

ในการนำน้ำยาเบนโทไนต์ไปใช้งานนั้นจะต้องนำน้ำยาเบนโทไนท์จะต้องผสมไว้ก่อนการนำไปใช้งานอย่างน้อยเป็นเวลา 24 ช.ม.จึงจะนำไปใช้งานได้ น้ำยาเบนโทไนท์จะมีการอุ้มทรายได้ดีกว่า น้ำยา polymer จึงทำให้เสียเวลาในการ desand เป็นอย่างมาก น้ำยาเบนโทไนท์มีราคาที่ถูกกว่า polymer มาก

การผสมน้ำยาเบนโทไนท์

ผสมน้ำ ด้วยสัดส่วนเบนโทไนท์ 50 kg:น้ำ 5 คิว เครื่องผสมน้ำยาเบนโทไนท์มีลักษณะเป็นใบพัดเพื่อให้น้ำยาเบนโทไนท์ นั้นผสมกับน้ำแล้วจึงจัดเก็บเข้าที่เก็บต่อไป

การทดสอบความข้นเหลว

การทดสอบความหนืด ของสารละลายเบนโทไนท์ โดยใส่สารละลายเบนโทไนท์ให้เต็มกรวยมาตราฐาน แล้วจับเวลาการไหลออกจากกรวย จนถึงขอบแก้ว ซึ่งต้องมีช่วงเวลาการไหลอยู่ที่ระหว่าง 30-90 วินาที จึงนำไปใช้งานได้

การทดสอบความเป็นกรดและเบส

การตรวจความเป็นกรดด่างของ โดยใช้กระดาษลิตมัสจุ่มลงในน้ำสารละลาย แล้วเทียบสี ระบุค่า pH กับสีที่ข้างกล่องจะต้องมีค่า pH = 8-12 ซึ่งเป็นข้อกำหนดคุณสมบัติในการใช้งานเบนโทไนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหาความหนาแน่น

การหา density ของสารละลายเบนโทไนท์ อยู่ระหว่าง 1.01-1.5 ตัน/ม 3

แท็งค์เก็บน้ำยาเบนโทไนท์

หลังจากทำการ desand แล้วจะนำน้ำยาเบนโทไนท์ไปเก็บอยู่ในถังเก็บเพื่อรอการตรวจสอบและนำไปใช้ต่อไป

ลักษณะของน้ำยา เบนโทไนท์ หลังจากการใช้งาน

ลักษณะของน้ำยา เบนโทไนท์ ที่หลังจากผ่านการใช้งานแล้ว จะมีทรายผสมอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งจะต้องมีทรายเจือปนได้ไม่เกิน 6%

2.น้ำยา POLYMER

คุณสมบัติของสารละลาย polymer

1.Density อยู่ระหว่าง 1.01-1.5 ตัน/ม3

2.viscosity อยู่ระหว่าง 40-80 วินาที

3.pH อยู่ระหว่าง 8-12

4.sand content ไม่เกิน 1.04%

ถังเก็บน้ำยา polymer

หลังจากที่สูบมาจากบ่อพักที่จะนำเข้าเก็บในถังและจะเพิ่มน้ำยา polymer ลงไปผสมในถังเพื่อให้ได้น้ำยา polymer ที่มีมาตรฐานตามการตรวจสอบต่างๆลักษณะของการเก็บน้ำยา polymer จะเก็บไว้ในถังเก็บ

ลักษณะของน้ำยา polymer

ลักษณะของน้ำยา polymer จะมีลักษณะเป็นสีใสเหนียวและมีคุณสมบัติไม่หุ้มทรายทำให้การ desand เป็นไปรวดเร็วแต่มีราคาสูงกว่าการใช้น้ำยาเบนโทไนท์แต่ประหยัดเวลาได้เร็วกว่ามาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบความข้นเหลว

จะทดสอบโดยการให้น้ำยาไหลผ่านกรวยลงในแก้วที่มีการทำระดับไว้แล้วเมื่อเริ่มปล่อยน้ำยาก็จะเริ่มจับเวลาจนน้ำยาถึงขีดของแก้วที่กำหนด การหาค่าข้นเหลวของน้ำยา polymer จะยอมให้มีค่าความหนืดอยู่ที่ 40-80 วินาที

การทดสอบกรดเบส

การหาค่า กรดเบสของน้ำยา polymer ต้องมีค่าอยู่ระหว่าง pH 8-12

การทดสอบความหนาแน่น

การหาความหนาแน่นของน้ำยา polymer จะต้องมีค่าอยู่ระหว่าง 1.01-1.5
หลังจากเราได้ตรวจสอบคุณภาพน้ำยาแล้วก็จะนำไปใช้งาน แต่เมื่หลังจากเราใช้งานแล้วเราจะต้องทำการ แยกทรายออกจากน้ำยาโดยใช้เครื่อง DESAN

เครื่อง Desand

เครื่อง desand จะทำหน้าที่แยกทรายออกจากน้ำยาเพื่อที่จะนำน้ำยากลับไปใช้อีก

การเจาะ

ขั้นตอนการเจาะ

1.กดปลอกเหล็กในชั้นดินอ่อน

2.เจาะดิน

3.ใส่เหล็กเสริมเสาเข็ม

4.ลงท่อเทคอนกรีต

5.การเทคอนกรีต

6.ดึงปลอกเหล็กขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.การกดเหล็กปลอกในชั้นดินอ่อน

เมื่อได้ตำแหน่งเสาเข็มเจาะที่ถูกต้องตามแบบแล้ว จะต้องกดปลอกเหล็กลงไปตลอดชั้นดินอ่อน เพื่อป้องกันรูเจาะเป็นคอคอด ป้องกันน้ำและการพังของรูเจาะ สำหรับดินในกรุงเทพใช้ปลอกเหล็กยาวประมาณ 12-15เมตร

เหล็กปลอก

เหล็กปลอกมีลักษณะเป็นท่อกลวงมีขนาดความหนาประมาณ 1 นิ้ว โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 80-120 เซนติเมตร โดยก่อนการกดปลอกเหล็กจะต้องทำการขุดดินออกก่อนประมาณ 1-3 เมตร เพื่อให้กดปลอกดินได้สะดวก การกดเหล็กปลอกลงในชั้นดินจะต้องใช้เครื่อง ไวโบแฮมเมอร์

การตรวจดิ่งของเหล็กปลอก

การตรวจดิ่งของเหล็กปลอกจะต้องทำโดยอาจใช้ระดับน้ำหรือกล้องตรวจสอบขณะกดเหล็กปลอกลงในดิน เพื่อควบคุมดิ่งของเสาเข็มเพื่อให้อยู่ในกำหนด

การควบคุมตำแหน่งเหล็กปลอก

จะทำขณะที่กำลังกดเหล็กปลอกลงไปในดินโดยใช้ไม้ที่มีความยาวเท่ากันทาบจากหมุดบนดินไปยังด้านทั้งสองของปลอกเหล็ก

เครื่องไวโบแฮมเมอร์

จะใช้ในการกดและถอนปลอกเหล็กโดยทำงานร่วมกับเครื่องอัดอากาศ โดยจะทำงานแบบกดแล้วเขย่าหรือดึงแล้วเขย่าโดยเครื่องนั้นจะเป็นระบบ"ฮโดรลิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.การเจาะดิน

หลังจากการกดปลอกเหล็กเสร็จเรียบร้อยจ เริ่มเจาะรูเสาเข็ม โดยปกติจะใช้สว่านเจาะเอาดินได้ตลอดความยาวที่ฝังเหล็กปลอกไว้ ซึ่งสามารถทำงานเจาะดินได้ค่อนข้างรวดเร็ว เมื่อพบน้ำในรูเจาะ และลักษณะชั้นดินมีทรายรวมอยู่เป็นจำนวนมากขึ้น จะต้องเปลี่ยนหัวเจาะเป็นแบบถัง เพื่อให้สามารถเก็บดินที่เจาะขึ้นมาได้ ซึ่งในตอนนี้ต้องเติมสารละลายเบนโทไนท์หรือโพลิเมอร์ เพื่อป้องกันดินในรูเจาะพังทลาย การเจาะดินโดยใช้หัวเจาะแบบถังจะได้งานช้ากว่าการเจาะด้วยสว่าน

หัวเจาะดินแบบสว่าน

จะเจาะดินในขณะที่ยังไม่มีน้ำใต้ดินในรูเจาะ การเจาะด้วยหัวเจาะแบบสว่านจะทำงานได้เร็วกว่าการใช้หัวเจาะแบบถัง

หัวเจาะแบบถัง

ใช้สำหรับการเจาะระบบเปียกเมื่อเติมน้ำยาลงในรูเจาะแล้ว หัวเจาะแบบสว่านไม่สามารถใช้เจาะดินขึ้นมาได้ เพราะดินจะไม่เกาะหัวเจาะแบบสว่านจึงต้องใช้หัวเจาะแบบถัง

การเติมน้ำน้ำยาเบนโทไนท์ใส่ในหลุม

เมื่อเจาะหลุมใส่เหล็กปลอกลงไปเพื่อกันดินพังก็จะใส่น้ำยาเบนโทไนท์ลงไปในหลุมโดยการใส่น้ำยาจะใส่ให้ปริมาณของน้ำอยู่ในเหล็กปลอกเพื่อกันดินพัง และจะคอยเติมเรื่อยๆเมื่อปริมาณของน้ำยาลดลงเพื่อไม่ให้ปริมาณของน้ำยาลดลงต่ำกว่าเหล็กปลอก
เมื่อเราเจาะหลุมเจาะจนได้ขนาดความลึกตามที่กำหนดแล้วต่อไปก็จะเป็นการเช็คสภาพของหลุมเจาะ โดยใช้เครื่องตรวจสภาพหลุม

เครื่องตรวจสอบสภาพหลุม

เครื่องตรวจสอบสภาพหลุม KODEN โดยจะใช้เช็ครูปร่างของหลุมโดยจะปล่อยหัวปล่อยลงที่กลางหลุมโดยหัวปล่อยจะใช้สัญญาณวิทยุสะท้อนมาที่ตัวรับสัญญาณที่หัวแล้วจะมีเครื่องพลือตกราฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกมาทำให้ทราบว่าลักษณะหลุมเป็นอย่างไร เมื่อเจาะหลุมและได้ ลักษณะที่ถูกต้องแล้วต่อไปจะเป็นการใส่เหล็กเสริมลงในหลุมเจาะ

3.ใส่เหล็กเสริมเสาเข็ม

เมื่อเจาะรูได้ขนาดความลึกที่ต้องการแล้วก็นำเหล็กเสริมเสาเข็มใส่เข้าไปในรูเจาะต่อกันจนได้ความยาวที่กำหนดไว้ ใช้เครื่องมือจับยึดเหล็กเสริมให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง ใช้เครนยกเพื่อที่จะใส่เหล็กเสริมลงในหลุม ในการใส่เหล็กเสริมเสาเข็ม หลุเจาะนั้นจะมีความลึกที่มากกว่าเหล็กที่ใส่ลงไป ดังนั้นจึงต้องมีการต่อเหล็กเพื่อให้ได้ความยาวของเหล็กเสริมเสาเข็มตามแบบที่กำหนด

การต่อเหล็กเสริมเสาเข็ม

ใส่เหล็กเสริมเสาเข็มแต่ละท่อนโดยการทาบให้ได้จำนวนรอยทาบตามกำหนด โดยใช้เครื่องเชื่อมแต้มรอยทาบเพื่อไม่ให้เหล็กเสริมหลุดออกจากกันในขณะที่หย่อนลงในหลุม

4.การลงท่อเทคอนกรีต

หลังจากใส่เหล็กเสริมเสาเข็มครบจำนวนและได้ระยะตามแบบแล้ว ต่อมาก็จะนำท่อเทคอนกรีตหย่อนลงไปในรูเจาะจนถึงก้นหลุม โดยปกติท่อเทจะมีขนาด 6-8 นิ้ว โดยจะต้องยกท่อเทขึ้นจากก้นรูเจาะประมาณ 10 เซนติเมตร

5.การเทคอนกรีต

ก่อนเทคอนกรีตต้องใช้วัสดุสำหรับไล่น้ำในรูเจาะออกไปจากท่อเท โดยใส่โฟมลงไปในปากกรวยของท่อเทคอนกรีตด้านบนโดยในการใส่โฟมนั้นเราต้องใส่ให้เต็มปากกรวยของท่อเทคอนกรีต แล้วจึงเทคอนกรีตผ่านกรวยรับคอนกรีตให้ไหลลงไปในท่อเท คอนกรีตจะดันโฟมเม็ดให้ไหลออกจากท่อเท โฟมเม็ดจะหลุดออกจากปลายล่างสุดของท่อเทแล้วลอยขึ้นมาที่ปากรูเจาะ ส่วนคอนกรีตที่เทลงไปจะเข้าแทนที่น้ำ ไล่น้ำจากก้นหลุมขึ้นมาเต็มรูเจาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของคอนกรีต

1.มี cement content 375 กิโลกรัม ต่อ 1 ลบ.ม.

2.มี slump อยู่ระหว่าง 15-23 ซม.

3.ผสมน้ำยาโดยมี retardation time ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง

4.สามารถทนกำลังอัดได้ ไม่น้อยกว่า 240 กิโลกรัม ต่อ ตารางเซนติเมตร

การเทโฟม

โฟมเม็ดใช้เป็นวัสดุไล่น้ำออกจากท่อเทขณะที่เทคอนกรีตทับลงไป คอนกรีตจะดันโฟมเม็ดอัดไล่น้ำออกจากท่อเทออกไปที่ปลายล่างสุดทำให้คอนกรีตไม่ปะปนผสมกับน้ำสารละลาย ในขณะเทคอนกรีตเสาเข็มเจาะ ลักษณะของการเท โฟมจะเทโฟมจนเต็มพื้นทีหน้าตัดของท่อเท

การเทเสาเข็ม

การเทเสาเข็มจะใช้กรวยเทคอนกรีต ใช้ต่อกับท่อเทควรมีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อเทเล็กน้อย เพื่อป้องกันท่อเทหล่นลงไปในรูเจาะขณะเทคอนกรีต

การเทคอนกรีตลงในหลุมเจาะ

คอนกรีตจะค่อยๆไหลลงไปแทนที่น้ำในรูเจาะ ตั้งแต่ส่วนล่างของเสาเข็มจนขึ้นมาจนเต็ม การเทจะเทจนล้นออกมาจนเห็นว่าคอนกรีตสะอาดดีแล้วจึงหยุดเท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.การดึงเหล็กปลอกขึ้น

หลังจากเทคอนกรีตเสร็จเรียบร้อย ก็ทำการดึงเหล็กปลอกขึ้นจากรูเจาะทันที ถ้าทิ้งไว้นานคอนกรีตจะเริ่มแข็งตัวแล้วเกาะปลอกเหล็กทำให้ไม่สามารถดึงขึ้นได้ โดยเมื่อเทต้องเทเผื่อค่าการยุบตัวของคอนกรีต โดยจะยุบตัวลงประมาณ 2-4 เมตร
การดึงเหล็กปลอกขึ้นต้องพยายามดึงขึ้นให้เหล็กปลอกได้ดิ่งเพื่อป้องกันหลุมพัง

อุปกรณ์ต่างๆ

น้ำยาเบนโทไนต์

น้ำยาเบนโทไนต์ บรรจุถุงละ 50 Kg.

รูปที่ 3.24. แสดงน้ำยาเบนโทไนต์

น้ำยาโพลิเมอร์

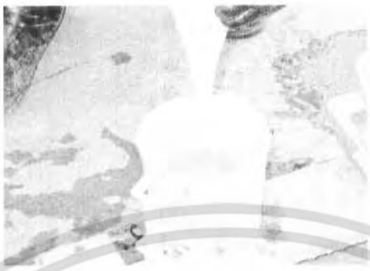
น้ำยาโพลิเมอร์จะมีลักษณะเป็นสีใสเหนียว

รูปที่ 3.25. แสดงน้ำยาโพลิเมอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือในการทดสอบต่างๆ

ความข้นเหลว



รูปที่ 3.26. แสดงเครื่องมือในการทดสอบความข้นเหลว

2.วัดค่า PH

รูปที่ 3.27 แสดงการตรวจสอบค่า PH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.หาค่าความหนาแน่น

รูปที่ 3.28. แสดงเครื่องมือการทดสอบหาค่าความหนาแน่น

เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

1.หัวเจาะแบบสว่าน(AUGER)

รูปที่ 3.29. แสดงหัวเจาะแบบสว่าน

2. หัวเจาะแบบถัง(BUCKET)

รูปที่ 3.30. แสดงหัวเจาะแบบถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.ปลอกเหล็ก(CASING)

รูปที่ 3.31. แสดงปลอกเหล็ก

4.เครื่องกดและถอนปลอกเหล็ก(VIBRO HAMMER)

รูปที่ 3.32. แสดงเครื่องกดและถอนปลอกเหล็ก

6. ท่อเทคอนกรีต(TREMIE PIPE)

รูปที่ 3.33. แสดงท่อเทคอนกรีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เครื่องแยกทราย(DESANDER)

รูปที่ 3.34. แสดงเครื่องแยกทราย

7.กรวยเท

รูปที่ 3.35. แสดงกรวยเทคอนกรีต

8.เครื่องเช็คสภาพหลุม

รูปที่ 3.36. แสดงเครื่องเช็คสภาพหลุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9.เม็ดโฟม

รูปที่ 3.37. แสดงเม็ดโฟมที่ใส่ลงไปในหลุมเจาะ

การควบคุมงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

1. การตรวจสภาพพื้นที่ และสภาพแวดล้อม

ก่อนการเริ่มงานทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ ผู้คุมงานและผู้รับเหมาควรสำรวจสภาพแวดล้อมของพื้นที่ทำงานให้ทั่วโดยละเอียดเพื่อตรวจดู และบันทึกข้อมูลที่จะเป็นประโยชน์ในการวางแผนป้องกันปัญหาและบันทึกเพื่อเป็นหลักฐาน เช่น การสำรวจสภาพสิ่งก่อนสร้างอาคารข้างเคียงที่ติดกับพื้นที่ก่อนสร้างว่ามีสภาพอย่างใด มีรอยร้าว แตกชำรุดหรือไม่ ซึ่งอาจบันทึกไว้ด้วยภาพถ่ายเป็นหลักฐานในการแสดงเมื่อมีปัญหาการร้องเรียนว่าเกิดการเสียหายขึ้นเนื่องจากงานก่อสร้าง เป็นต้น ควรสำรวจสิ่งกีดขวาง และอุปสรรคต่างๆเพื่อวางแผนแก้ไขไว้ล่วงหน้า เช่น สิ่งกีดขวางที่เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ โครงสร้างเก่าคอนกรีตเสริมเหล็กฝังอยู่ในดิน หลุมบ่อ ซึ่งจะต้องถมเพื่อให้เครื่องจักรเคลื่อนผ่าน สายไฟฟ้าแรงสูง แรงต่ำ ตลอดจนเสาไฟ อยู่ในรัศมีการทำงานของเครื่องมือเครื่องจักรหรือไม่ จะต้องย้ายเสาไฟ หรือหุ้มฉนวนสายไฟชั่วคราวหรือไม่ สิ่งเหล่านี้เมื่อทราบข้อมูลแต่เนิ่นๆจะมีเวลาที่จะแก้ไขเตรียมการได้ทันท่วงที ไม่ทำให้การดำเนินงานต้องล่าช้ากว่าสัญญา

การตรวจรับผังบริเวณ

เป็นสิ่งที่สำคัญมากที่สุดเรื่องหนึ่ง ที่จะต้องมีความรอบคอบและทำให้ถูกต้อง ได้รับการอนุมัติยอมเป็นลายลักษณ์อักษรให้ใช้ทำงานตามแบบผังบริเวณจากเจ้าของโครงการ หรือผู้ได้รับมอบอำนาจให้ทำการแทนเสียก่อน ถึงแม้จะมีแบบก่อสร้างอยู่แล้วก็ตามผู้รับเหมาควรทำการสำรวจระยะและตำแหน่งแล้วทำแบบผังบริเวณที่มีรายละเอียดครบถ้วย เสนอขออนุมัติก่อนที่จะทำเสาเข็มเจาะต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจแบบแปลนเสาเข็ม

ดูระยะแสดงตำแหน่งเสาเข็ม และจุดอ้างอิงต่างๆที่สำคัญหากมีรายละเอียดไม่ครบถ้วน หรือขัดแย้งกันเอง ผู้รับเหมาควรจะมีเวลาที่จะทำหน้าที่จะทำหนังสือขอรายละเอียดเพิ่มเติมจากผู้ออกแบบได้ทันเวลาทำงานต่อไปและผู้รับเหมาควรตรวจระยะต่างๆในสนามเพื่อเทียบกับแบบก่อสร้าง แล้วจัดทำแบบแปลนเสาเข็มเพื่อขออนุมัติใช้ทำงานได้อย่างถูกต้อง

4.การเตรียมแผนภูมิแสดงข้อมูลการทำงาน

ใช้แสดงข้อมูลต่างๆทีสำคัญของการทำงานในรูปของแผนภูมิต่างๆ เช่น แผนภูมิวงกลม แผนภูมิแท่ง และ กราฟเส้นแสดงความสัมพันธ์ปริมาณงานต่อเวลา เพื่อให้เจ้าของโครงการตลอดจนผู้ทีเกี่ยวข้องใช้ประโยชน์ในการรับทราบความก้าวหน้าพิจารณาเพื่อวิเคราะห์ปัญหาและวางแผนงานให้ดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตัวอย่างของแผนภูมิแสดงข้อมูลการทำงาน ซึ่งจัดทำขึ้นโดยผู้ควบงานก่อสร้างของบริษัทที่ปรึกษา

6.การเตรียมบุคลากรทำหน้าที่ควบคุมงานของบริษัทที่ปรึกษา

สำหรับงานควบคุมเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นงานที่จะต้องบันทึกข้อมูลการทำงานและขั้นตอนค่อนข้างละเอียดต้องทำงานกรำแดดกลางแจ้ง ดังนั้นผู้ควบคุมจึงต้องเป็นผู้มีสุขภาพดี แข็งแรง อดทน สามารถอุทิศเวลาให้กับงาน โดยเฉพาะช่างคุมงานระดับช่างเทคนิค จะต้องทำหน้าที่ตรวจสอบงานให้เป็นไปตามข้อกำหนด และบันทึกข้อมูลการทำงานโดยละเอียด จะต้องทำหน้าที่อยู่ในสนามตลอดเวลาตั้งแต่เริ่มงานจนเลิกงาน และสำหรับวิศวกรคุมงานควรจะอยู่ในสนามตลอดเวลาทีมีการเทคอนกรีตเข็ม เพราะจะต้องตัดสินใจให้คำแนะนำผู้รับเหมาโดยทันทีเมื่อมีปัญหาขณะเทคอนกรีต

6.การบันทึกข้อมูลการทำงาน

ผู้คุมงานระดับช่างเทคนิคจะเป็นผู้บันทึกข้อมูลการทำงานเสาขนาดใหญ่โยละเอียดและตลอดเวลา เช่น เวลาเริ่มและเวลาเสร็จของงานแต่ขั้นตอนลักษณะชั้นทรายของปลายเสาเข็ม ความลึกของการเจาะ ความยาวของเหล็กเสริมเสาเข็ม ปริมาตรคอนกรีตที่คำนวณได้และคอนกรีตที่ใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาพอากาศ สิ่งกีดขวาง อุปสรรคและปัญหาการปฏิบัติงาน หรือ ลึกเลี่ยงข้อกำหนด อุบัติเหตุ ข้อ

น่าสังเกต ข้องควรระวัง โดยการบันทึกข้อมูลต่างๆลงในแบบฟอร์มที่ได้จัดทำขึ้นให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน มีความง่ายและสะดวกต่อการบันทึกและตรวจสอบ

7. การตรวจสอบตำแหน่งเสาเข็มเจาะ

ขั้นแรกต้องตรวจสอบจากแบบสำหรับก่อสร้างแล้วจึงดรวจโดยการวันในสนามโดยใช้กล้องและเทปวันระยะ เมื่อกดปลอกเหล็กบนตำแน่งที่ทำไว้แล้วก็จะต้องตรวจดูว่าถ้ามีระยะคลาดเคลื่อนเกินค่าที่ยอมให้ ก็ต้องแก้ไขโดยการถอนแล้วกดใหม่ หากมีระยะคลาดเคลื่อนเล็กน้อยก็ต้องบันทึกไว้ ซึ่งในกรณีที่เสาเข็มกลุ่มในฐานรากเดียวกันก็อาจมีการปรับดำแหน่งเสาเข็มในกลุ่มให้อยู่ในตำแหน่งที่มี ซี . จี. อยู่ในจุดเดิมตามแบบ

8.การตรวจดิ่งของเสาเข็ม

จะทำในขณะเริ่มกดปลอกเหล็กลงดิน โดยใช้กล้องหรือระดับน้ำซึ่งมีความยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร (โดยปกติจะยอมให้มีวามคลาดเคลื่อนในแนวดิ่งไม่มากกว่า 1:100)ทาบททีปลอกเหล็ก 2 ด้านที่ตั้งฉากกันจะทำให้ปลอกเหล็กได้ดิ่ง ซึ่งจะช่วยให้การเจาะรูเสาเข็มได้ดิ่งด้วย เพราะปลอกเหล็กจะช่วยบังคับหัวเจาะไปในตัว และควรตรวจดิ่งของก้านเจาะและปลอกเหล็กในขณะถอนขึ้นหลงเทคอนกรีตเสร็จแล้วด้วยวิธีเดียวกัน จะช่วยเสาเข็มเจาะได้ดิ่งตามต้องการ

9.การวัดความลึกของเสาเข็มเจาะ

โดยใช้สายวัดระยะถ่วงปลายด้วยก้อนน้ำหนัก เช่น ลูกดิ่งหรือเศษเหล็กที่มีนห้หนัก และขนาดเหมาะสม หนย่อยลงไปในรู้เจาะจนถึงก้นหลุม เพื่อบันทึกข้อมูลของความลึกใช้ในการคำนวณปริมาตรคอนกรีตที่จะสั่งเข้าและเปรียบเทียบกับปริมาณคอนกรีตทีเทจริงเพื่อพิจารณาดูว่ามีสิ่งผิดปกติเกิดหรือไม่ หารวัดความลึกนี้ควรวัดประมาณ 2- 3 จุดแล้วหาค่าความลึกเฉลี่ย ซึ่งในระว่างเทคอนกรีตก็ควรมีการวัดระดับคอนกรีตที่เทได้เทียบกับการคำนวณเป็นระยะๆ ด้วยวิธีเดียวกันเพื่อพล็อตกราฟดูว่ามีสิ่งที่ผิดปกติเกิดขึ้นที่จุดใดหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. การตรวจความสะอาดก้นหลุมเสาเข็มเจาะ

เมื่อเจาะถึงระดับชั้นทรายได้ระยะ 3 เท่า ของเส้นผ่าศูนย์กลางเสาเข็มตามข้อกำหนดแล้ว ควรตรวจดูความสะอาดของท้ายก้นหลุมที่หัวเจาะแบบถึงขุดขึ้นมาว่ามีความสะอาดหรือไม่ ซึ่งในบางครั้งอาจพบเศษวัสดุ เช่น เศษไม้ผุเก่าๆปะปนอยู่หรือมีเศษดินเป็นก้อนผสมอยู่ เนื่องจากหลุดร่วงจากผนังรูเจาะลงไป ก็ต้องขุดต่อไปอีกเล็กน้อยเพื่อนำนำสิ่งสกปรกดังกล่าวขึ้นให้หมดจนเหลือแต่ชั้นทรายแน่นที่สะอาด จะช่วยค่าทรุดตัวของเสาเข็มเมื่อน้ำหนักบรรทุกแล้วมีค่าไม่มากจนเกิดความเสียหายต่ออาคาร

11. การกำหนดระดับปลายเสาเข็มเจาะในสนาม

ระดับปลายเสาเข็มเจาะที่ระชุในแบบก่อสร้างจะเป็นระดับโดยประมาณที่มาจากข้อมูลการเจาะสำรวจดิน ดังนั้นระดับปลายเสาเข็มเจาะจริงๆจะต้องกำหนดขึ้นจากการเสาะดินให้ได้ตามข้อกำหนด เช่นต้องถึงระดับชั้นทรายแน่น และมีระยะฝังอยู่ในชั้นทรายแน่นไม่น้อยกว่า 3 เท่าเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็มต้นนั้น และทรายก้นหลุมจะต้องสะอาดและผนึกแน่นปราศจากสิ่งสกปรก หรือเศษดินที่ร่วงหล่นลงไป ซึ่งในระดับปลายเข็มดังกล่าว โดยปรกติผู้รับเหมาจะเป็นผู้พิจารณาร่วมกับผู้ควบคุมงาน ถ้ามีข้อขัดแย้ง ผู้คุมงานควรรายงานข้อมูลเพื่อขอความเห็นต่อวิศวกรออกแบบ เพื่อใช้ปฏิบัติได้ถูกต้องต่อไป

12.การพิจารณาลักษณะทรายที่ปลายเสาเข็ม

ในบางโครงการการพบปัญหาขัดแย้งในเรื่องการพิจารณาทรายทีระดับปลายเสาเข็ม โดยมีความเห็นต่างกันระหว่างเจ้าหน้าทีของเจ้าของโครงการกับผู้รับเหมา ผู้ควบคุมงานอาจต้องรับหน้าที่เป็นผู้ตัดสิน ดังนั้นผู้คุมงานต้องมีวิธีตรวจลักษณะทรายที่ให้ผลได้ชัดเจน ซึ่งทำด้วยวิธีง่ายๆ โดยใช้กระบอกตวงชนิดแก้วขนาดจุ 500-1000 ซี.ซี. นำทรายตัวอย่างทีต้องการตรวจสอบใส่ในกระบอกตวงแล้วเติมน้ำสะอาด ทั้งทรายและน้ำที่ใส่ลงไปต้องมีปริมาณคงที่ในการทดลองทุกครั้งเพื่อสารมารถเปรียบเทียบกันได้ แล้วเขย่าทรายทีผสมน้ำให้กระจายตัว ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 10 นาที จะเห็นสี และขนาดของเม็ดทรายตัวอย่าง ตลอดจนตะกอนที่ตกค้างอยู่บนเนื้อทรายสามารถเปรียบเทียบกับทราย ในบริเวณเสาเข็มทดสอบได้อย่างชัดเจน หลังจากนั้นก็เก็บตัวอย่างใส่ขวดพลาสติก พร้อมบันทึกตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และระดับความลึกของเสาเข็มต้นนั้นไว้แสดงต่อผู้ที่ต้องการตรวจดูภายหลังได้อย่างดี สำหรับตัวอย่าง

ทรายที่จะเก็บควรเก็บจากระดับปลายเสาเข็ม และชั้นบนที่ถัดขึ้นมา 1 ชั้น ใส่ขวดพลาสติก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

14. ระดับหัวเสาเข็มกับวิธีการเทคอนกรีต

เนื่องจากการยุบตัวของคอนกรีตเสาเข็มเจาะภายหลังถอนปลอกเหล็กขึ้นจะมีค่าตั้งแต่ 2 ถึง 4 เมตร ตังนั้นวิธีการเทคอนกรีตเสาเข็มเจาะทีมีระดับวิธีดึงปลอกเหล็กขึ้นสูงจากระดับผิวดินประมาณ 2 เมตร แล้วเทคอนกรีตเผือการยุบตัวไว้จนเต็มเมื่อถอนปลอกออก คอนกรีตจะยุบตัวลงไปโดยมีระดับหัวเข็มมีระดับหัวเจาเสาเข็มไม่ต่ำกว่าระดับที่กำหนดไว้ ซึ่งการเทคอนกรีตวิธีนี้จะต้องเทคอนรีตไล่สิ่งสกปรก เช่น น้ำยาเบนโทไนท์ และเศษดินต่างๆให้ไหลล้นขึ้นมาที่ปากปลอกเหล็ก จนมีแต่คอนกรีตที่ดีล้วนๆ เต็มอยู่ที่ปากปลอกเหล็กแล้วยกปลอกเหล็กขึ้นให้สูงจากปากปลอกเหล็ก จนมีแต่คอนกรีตที่ดีล้วน ๆ เต็มอยู่ที่ปากปลอกเหล็กแล้วยกปลอกเหล็กขึ้นให้สูงจนได้ปริมาณที่พอต่อการเผื่อค้ายุบตัว แล้วจึงถอนปลอกเหล็กออกจากรูเจาะสำหรับเสาเข็มเจาะทีมีระดับหัวเสาเข็ม ตั้งแต่ 4.00 เมตร ลงไปในดิน สามารถเทคอนกรีตด้วยวิธีปกติ คือ เทคอนกรีตไล่สิ่งปกปรกจนเห็นเนื้อคอนกรีตล้วนที่ปากปลอกเหล็ก แล้วก็ถอนปลอกเหล็กขึ้นได้เลย

15. การตรวจคุณสมบัติคอนกรีต

สำหรับงานเสาเข็มเจาะ คอนกรีตจะต้องมีค่ายุบตัวไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร เพื่อสามารถเทผ่านท่อได้ง่าย และรวดเร็ว คอนกรีตสามารถไหลเขาไปตามซอกต่างๆได้เต็มไม่เกิตโพรง กำลังของคอนกรีตที่ใช้นะมีค่ามากกว่า 240 กิโลกรัม ต่อ ตารางเซนติเมตร และจะต้องใช้สารผสมตัวหน่วงเพื่อยืดเวลาแข็งตัวออกไปให้มากกว่า 4 ชั่วโมง ดังนั้นการตรวจคุณสมบัติคอนกรีต จึงต้องทำการทดสอบค่ายุบตัวของคอนกรีตทุกคั้นรถ แล้วบันทึกค่าไว้ ซึ่งในบางครั้งค่ายุบตัวจะวัดได้น้อยกว่ากำหนต ผู้คุมงานจะยอมให้เติมน้ำได้หรือไม่ ในกรณีนี้ผู้คุมงานควรขอความเห็นผู้ออแบบเพื่อขอความเห็นเพื่อใช้ปฏิบัติไว้ก่อนที่จะเริ่มงาน การเก็บตัวอย่างเพื่อทดสอบกำลังของคอนกรีตอาจเก็บโดยการสุ่มจากรถคอนกรีต 3 คัน ๆ ละ 3 ก้อน รวม 9 ก้อน ต่อเสาเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15 การตรวจเหล็กเสริมเข็ม

เหล็กเสริมควรตัดตัวอย่างไปทดสอบวัดแรงดึง และพื้นที่หน้าตัดเพื่อเสนอผลการทดสอบผลต่อผู้ออกแบบเมื่อได้รับการอนุมัติแล้ว จึงนำไปใช้งานต่อไปได้ ในกรณีที่จะต้องมีการต่อเหล็กด้วยการเชื่อมก็ควรส่งตัวอย่างการเชื่อมเพื่อทดสอบเพื่อขออนุมัติใช้งานต่อไป

16. การประชุมเพื่อแก้ปัญหาการดำเนินงาน

ควรจัดให้มีเป็นประจำทุกสัปดาห์ต่อครั้งระหว่างผู้รับเหมากับผู้ควบคุมงานของบริษัทที่ปรึกษา จัดประชุมให้มีประจำเดือนละหนึ่งครั้ง โดยเชิญฝ่ายเจ้าของโครงการ และผู้ออกแบบที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานในปัจจุบัน เข้าร่วมประชุมเพื่อตรวจการดำเนินงาน ความก้าวหน้าของงาน อุปสรรค และปัญหาที่ทำให้เกิดความล่าช้า ตลอดจนเสนอความเห็นเป็นมติที่ประชุมเพื่อใช้ปฏิบัติต่อไป

17. การควบคุมของวิศวกรในขณะเทคอนกรีตเสาเข็มเจาะ

เป็นหน้าที่สำคัญที่จะต้องปฏิบัติในสนาม เพราะเมื่อเกิดปัญหาข้อขัดข้องจากการเทคอนกรีต เช่น รถเทคอนกรีตขาดระยะนานทำให้เวลาการเทคอนกรีตเกินกำหนดที่ขออนุมัติไว้ เกิดการอุดตันในท่าเทคอนกรีตเทต่อไปไม่ได้ ท่อเทคอนกรีตหลุดลงไปในรูเจาะขณะเทคอนกรีต เหล็กเสริมเสาเข็มลอยขึ้นมาขณะเทคอนกรีต ฯลฯ วิศวกรจะต้องตัดสินใจที่จะแก้ปัญหาต่างในทันทีเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายมากยิ่งขึ้นต่อไป

18. ระบบสายงานการส่งหนังสือ

ผู้เขียนขอเสนอสายงานการส่งหนังสือที่ได้ทดลองใช้ในโครงการก่อสร้างแล้วพบว่ามีความสะดวกรวดเร็วในการทำงาน ตามขั้นตอนดังนี้

1. ผู้รับเหมา
2. ผู้ควบคุมงานของบริษัทที่ปรึกษา
3. ผู้ออกแบบ
4. เจ้าของโครงการ
5. ผู้ควบคุมงานของบริษัทที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ผู้รับเหมา

รวม 6 ลำดับ กล่าวโดยละเอียดคือ เมื่อผู้รับเหมาเสนอหนังสือเพื่อขอให้อนุมัติใช้งาน หรือเพื่อทำงาน หรือถามปัญหาต่างๆ ฯลฯ ผู้ควบคุมงานควรจะได้รับทราบ เพื่อพิจารณาบันทึกให้ความเห็นต่อผู้ออกแบบซึ่งในกรณีปัญหาเร่งด่วนที่ต้องการข้อยุติโดยเร็ว ผู้ควบคุมอาจจะติดต่อผู้ออกแบบทันทีเพื่อขอความเห็น ในการปฏิบัติงาน แล้วจึงเสนอหนังสือไปตามลำดับขั้นตอนในภายหลัง เมื่อผู้ออกแบบให้ความเห็นมาแล้วโดยปกติ เจ้าของโครงการมักจะไม่มีความเห็นเป็นอย่างอื่นก็จะพิจาณาให้คำตอบ เช่นเดียวกับผู้ออแบบเมื่อผู้คุมงานได้รับคำตอบ ก็จะรีบส่งให้รับเหมาปฏิบัติงานต่อไป สำหรับหนังสือดังกล่าวควรจะมีสำเนาทั้งหมด 5 ชุด โดยเก็บไว้ที่ผู้ควบคุมงานหนึ่งชุด เมื่อได้รับจากผู้รับเหมา และอีกสี่ชุดส่งเป็นหลักฐานแก่ฝ่ายต่างๆทีอยู่ในสายงานหนังสือภายหลังที่ผ่านการพิจารณาทุกขั้นตอน

19. การป้องกันเสียงรบกวนและเศษดิน

เสียงรบกวนอาจป้องกันได้โดยใช้วัสดุกั้นล้อมเป็นกำแพงกันเสียงไม่ให้เสียงผ่านเข้าไปโดยตรง แต่วิธีนี้ก็ลดเสียงได้ไม่มากนัก ควรป้องกันเสียงรบกวนผู้อยู่อาศัยข้างเคียง โดยวางแผนเวลาทำงานให้เหมาะสม งดใช้เครื่องมือเครื่องจักรทีมีเสียงดังในเวลากลางคืน หากมีความจำเป็นที่จะต้องทำงานกลางคืนผู้รับเหมาควรติดต่อแจ้งผู้อยู่อาศัยบริเวณนั้นทราบเพื่อสร้างมนุษย์สัมพันธ์อันดี ในกรณีผู้คุมงานควรสังเกตท่าทีของบุคคลในชุมชนนั้นไว้ด้วยถ้าเห็นว่ามีปัญหาจะได้หาวิธีป้องกันแก้ไขได้ทันสำหรับการป้องกันเศษดินกระเด็นไปอาคารข้างเคียงขณะเจาะดินอาจใช้พลาสติกชนิดทำกระสอบปุ๋ยขึงกั้นไว้ในบริเวณนั้น และผู้รับเหมาควรจัดคนงานให้ทำความสะอาดเศษดินที่ตกหล่นตามถนนสาธารณะโดยรอบพื้นที่โครงการ เนื่องจากรถขนดิน รถคอนกรีตวิ่งเข้าออกอยู่ตลอดเวลา

20. การเก็บตัวอย่างคอนกรีตเสาเข็มเจาะ

เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่จะใช้คอนกรีตตั้งแต่ 25 ม3 ถึง 60 ม3 ต่อต้น ซึ่งจะเห็นว่ามีปริมาณมาก จึงควรมีการเก็บตัวอย่างคอนกรีตที่ใช้งานทุกต้น ต้นละไม่น้อยกว่า 9 ก้อนตัวอย่าง โดยสุ่มเก็บจารถคอนกรีต 3 คัน คันละ 3 ก้อน ไม่ควรเก็บคันละก้อนเพราะถ้าผลการทดสอบไม่ผ่านอาจจะถือได้ว่า คอนกรีตในรถดินนั้นต่ำกว่าข้อกำหนดจะเป็นปัญหาในการทำงาน ตัวอย่างคอนกรีตที่เก็บแล้วจะต้องต้องจัดเก็บให้เหมาะสม ห่างจากการสั่นสะเทือนจากรถวิ่งและโดยเฉพาะเครื่อง ไวโบร์ แฮมเมอร์ ที่ช้กด ถอนปลอกเหล็กซึ่งมีแรงสะเทือนมากบางโครงการขาดการระวังในเรื่องนี้ ทำให้ตัวอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนกรีตที่เก็บไว้จำนวนมากได้รับการกระทบกระเทือนและไม่ผ่านการทดสอบทั้งหมด ทำให้เกิดปัญหามาก

21.การทดสอบคุณสมบัติของเบนโทไนท์

เบนโทไนท์ชนิดทีผลิตจำหน่ายอยู่ในอยู่ในรูปของผงละเอียดเป็นถึงๆละ 50 กิโลกรัม มีคุณสมบัติดูดน้ำได้ดี แต่ละอนุภาพจะพองตัวเบียดกัน ทำให้น้ำไหลผ่านระหว่างอนุภาคได้ยาก ใช้สำหรับป้องกันผนังรูเจาะไม่ให้พังทลาย โดยผสมน้ำแล้วใส่ลงไปในรูเจาะขณะเจาะดินด้วยระบบเปียก น้ำสารละลายเบนโทไนท์จะช่วยไม่ให้น้ำใต้ดินไหลผ่านรูเจาะ และรูเจาะไม่เกิดพังทลาย ด้วยเหตุนี้ จึงต้องมีการตรวจสอบคุณสมบัติของเบนโทรไนท์ก่อน ได้แก่ ความหนาแน่น ความหนืด ความเป็ฯ กรดด่าง และ ปริมาณทายที่เจอปน ซึ่งจะต้องมีการทดสอบคุณสมบัติทุกวันก่อนใช้งาน แล้วบันทึกไว้ (อ่านรายละเอียดการทดสอบคุณสมบัติสารละลายเบนโทไนท์

20. การทำรายงานเสนอต่อเจ้าของโครงการ

ควรมีรายงานประจำวันแสดงถึงรายละเอียดของการทำงาน และข้อมูลที่เป็นประโยชน์ เช่น ประเภทงาน ตำแหน่ง จำนวนคนงานระดับต่างๆ วัสดุเข้าหน่วยงาน เวลาทำงาน ปัญหา อุปสรรคของงาน อุบัติเหตุ เป็นต้น รายงานประจำสัปดาห์ แสดงข้อมูลโดยสรุปสาระสำคัญของข้อมูลจารายงานประจำวัน และรายงานประจำเดือนซึ่งควรจัดทำเป็นเล่มให้เรียบร้อย แสดงข้อมูลโดยสรุปความก้าวหน้าของงาน ปริมาณและเวลานับถึงปัจจุบัน ช้าหรือเร็ว เพราะเหตุใดมีข้อเสนอแนะเพื่อไขอย่างไร ตลอดจนแสดงแผนภูมิต่างๆ ของการทำงานที่งายต่อการพิจาณา เพื่อเปรียบเทียบสภาพงานที่พัฒนาไปตามระยะเวลา และอาจมีรูปถ่ายแสดงสภาพงานปัจจุบันไว้ด้วย เป็นต้น สำหรับรายงานประจำเดือน ผู้คุมงานจะใช้สำหรับรายงานในที่ประชุม เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่ายรับทราบ

21. ความสะอาดของพื้นที่การทำงาน

เป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับกองดินที่ไดจากการเจาะดิน ถ้าทิ้งไว้เพียงวันเดียวจะมีกองขนาดใหญ่กีดขวงการทำงานต่างๆอย่างมาก ดังนั้นควรจะต้องมีการขนดินออกไปนอกบริเวณดลอดเวลาที่มีการเจาะดิน เศษดินต่างๆก็ควรตักเก็บกวาดอยู่เสมอเพราะ เมื่อโดนน้ำก็จะเป็นโคลนก็จะทำให้ลื่น อาจเกิดอุบัติเหตุร้ายแรงได้ ตลอดจนน้ำเบนโทรไนท์ที่ไหลนองตามพื้นที่การทำงานจะต้องรีบทำความสะอาด ไม่ควรปล่อยทิ้งไว้และต้องป้องกันไม่ให้ไหลลงท่อหรือทางระบายน้ำจะทำให้เกิดการอุดตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

22. แผนภูมิแสดงข้อมูลการทำงาน

เป็นสิ่งที่เป็นประโยชน์ ที่จะใช้พิจารณาแก้ปัญหางาน ใช้แสดงต่อผู้เกี่ยวข้องให้ทราบถึงสภาพงานในปัจจุบัน และใช้ประกอบเอกสารรายงานเสนอต่อเจ้าของโครงการเป็นต้น

23. เครื่องจักร และอุปกรณ์การทำเสาเข็มเจาะ

จะมีขนาดใหญ่ และน้ำหนักมาก โดยปกติควรมีชนิดและจำนวนดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย ควรมีชนิดและจำนวนดังต่อไปนี้เป็นอย่างน้อย คือ รถเครนติดตั้งเครื่องเจาะ 1 คัน รถเครนสำหรับบริการทั่วไป เช่น ใช้ยกไวโบร์ แฮมเมอร์ยกท่อเทคอนกรีต ยกเหล็กเสริม ซึ่งถ้ามีจำนวน 2 คัน จะช่วยให้งานมีความคล่องตัวและรวดเร็วมาก รถตัดดิน 1 คัน รถบรรทุก 1 คัน เครื่องสูบเบนโทไนท์ถังเก็บถังผสม น้ำเบนโทไนท์ เครื่องมือทำความสะอาดน้ำสารละลายเบนโทไนท์ ปลอกเหล็กหัวเจาะดินแบบต่างๆ ท่าเทคอนกรีตหัวเขย่า เป็นต้น ซึ่งสิ่งต่างๆดังกล่าว หากมีภาพที่ดีและมีจำนวนที่เหมาะสมจะช่วยให้การทำงานสำเร็จลุล่วงได้รวดเร็วเป็นพิเศษ

24. เวลาการทำงานแต่ละขั้นตอนของการทำงานเสาเข็มเจาะ

ได้แสดงไว้ในรูปของตารางเวลาการทำงาน และแผนภูมิแท่งแสดงความสัมพันธ์ของเวลาการทำงานแต่ละชั้นตอนของเสาเข็มเจาะ 4 ขนาดคือ เส้นผ่าศูนย์กลาง 70 ,80,100,120 เซนติเมตร ของโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ 3 โครงการ 553 ต้น ท้ายหนังสือเล่มนี้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการใช้เป็นข้อมูลสำหรับวางแผนงานที่เกี่ยวกับงานเสาเข็มเจาะได้เป็นอย่างดี

25. การทิ้งรูเจาะไว้ค้างคืน

เมื่อมีความจำเป็นที่จะทิ้งรูเจาะไว้ค้างคืนผู้คุมงานควรจะขอความเห็นต่อวิศวกรผู้ออกแบบเสียก่อนเพื่อขอทราบวิธีปฏิบัติ แต่โดยปกติแล้วการทิ้งรูเจาะไว้ค้างคืนและมาเจาะต่อในวันรุ่งขึ้นอาจทำได้โดยระดับที่เจาะทิ้งไว้ไม่ควรเป็นชั้นทรายปลายเสาเข็ม เพราะทรายข้างรูเจามักจะพัง ทำให้สิ้นเปลืองคอนกรีตมากขึ้น สรุปแล้วผู้คุมงานจะยินยอมให้ทิ้งรูเจาะไว้ค้างคืนได้หรือไม่นั้น สมารถพิจารณาได้จาดสิ่งตอไปนี้คือ ผู้รับเหมาต้องต้องสามารถขุดเจาะต่อไปจนก้นหลุมสะอาดได้ตามปรกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยไม่เกิดการพังทลายของรูเจาะในขณะเจาะดิน ปริมาณคอนกรีตที่ใช้จริงไม่มากว่า28ปริมาณที่ควบคุมไว้จนเกินไป เช่นมากกว่า 30 เปอร์เซ็นเป็นต้น

27.การทำเส้นแนวและจุดอ้างอิง

ผู้รับเหมาจะต้องทำไว้ให้มีอยู่ถาวร ไม่ชำรุด เสียหาย จากการทำงานจนกระทั่งหมดความต้องการที่จะใช้งาน โดยมีผู้ควบคุมงานเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้องของตำแหน่งและรำยะ พร้อมทั้งเสนอแบบแสดงเส้นแนวและจุดอ้างอิง ดังกล่าว เพื่อขออนุมัติใช้งานตามขั้นตอน และเพื่อใช้ตรวจสอบระยะตำแหน่งต่างๆของเสาเข็มว่ามีความคลาดเคลื่อน หรือไม่เพียงใด

26. การทำเสาเข็มอ้างอิง

โดยเลือกจากเสาเข็มเจาะต้นที่เทคอนกรีตสูงถึงระดับผิวดินจำนวน 2 ถึง 4 ต้นในโครงการ โดยทำความสะอาดหัวเสาเข็มให้เรียบร้อยอาจฉาบปูนให้เรียบ แล้วทาสีให้เห็นชัดเจน แล้วทำการสำรวจตำแหน่งหัวเสาเข็มดังกล่าว บันทึกไว้ในแบบลงนามร่วมระหว่างผู้รับเหมา ผู้คุมงาน และผู้แทนเจ้าของโครงการ เสาเข็มอ้างอิงจะเป็นประโยชน์ที่จะใช้ตรวจสอบว่า เสาเข็มเจาะมีการเคลื่อนตัวผิดศูนย์ หนีศูนย์ จากการทำเสาเข็มหรือจากการขุดดินหรือไม่ เป็นต้น

27. การซ่อมแซมหัวเสาเข็มเจาะ

กรณีแรกอาจทำในระหว่างงานทำเสาเข็มเจาะ เมื่อสามารถทราบได้ว่าระดับหัวเสาเข็มได้โดยขุดดินบริเวณหัวเสาเข็มให้กว้างพอที่จะทำงานสกัดคอนกรีตหัวเสาเข็มส่วนที่ไม่ดีออกให้หมดแล้วตรวจสอบความสะอาดและทดสอบกำลังค่อนกรีตหัวเสาเข็มด้วยเครื่องยิงคอนกรีต ถ้าได้ตามข้อกำหนดแล้วก็ใช้ปลอกเหล็กที่มีขนาดเดียวกันกับเสาเข็ม หรือใหญ่กว่าครอบต่อหัวเสาเข็มที่ชำรุดเมื่อได้ขุดดินหัวเสาเข็มแล้วพบว่าคอนกรีตหัวเสาเข็มมีกำลังอัดต่ำกว่าที่กำหนด หรือไม่สะอาด ก็ต้องแก้ไขด้วยวิธีแรกแต่อาจจะทงานไม่ได้สะดวกเหมือนทำในกรณีแรกเพราะมีงานประเภทอื่นกำลังทำอยู่และจะเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าวิธีแรกด้วย

28. การสกัดหัวเสาเข็ม

เป็นงานหนักที่ต้องใช้เวลามาก แท่งคอนกรีตหัวเสาเข็มที่จะต้องสกัดออกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 70 ถึง 120 เซนติเมตร ยาว 1-4 เมตร ซึ่งจะใช้วิธีสกัดให้เป็นเศษเล็กเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้อยทั้งหมด หรือใช้วิธีตัดให้ขาดแล้วยกไปทิ้งก็เป็นสิ่งที่ผู๔รับเหมาจะต้องพิจารณาในเรื่องของเวลาและค่าใช้จ่ายต่างๆเพื่อตัดสินใจ เลือกวิธีที่เหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามไม่ว่าจะเลือกวิธีใดคนงานที่จะทำ

ควรเป็นผู้ที่มีประสบการณ์ในงานดังกล่าวเป็นอย่างดี จะช่วยให้ได้งานที่รวดเร็วและจะลดการเกิดอุบัติเหตุต่างๆได้มาก

29. ขั้นตอนการควบคุมงานเพื่อให้ได้หัวเสาเข็มคุณภาพดี

ระดับหัวเสาเข็มจะถูกกำหนดไว้ในแบบก่อสร้าง คอนกรีตที่ใช้ต้องสะอาด และมีกำลังอัดได้ตามข้อกำหนด ดังนั้นจึงควรเทคอนกรีตไล่สิ่งสกปรกที่เจือปน เช่น เศษดิน ทราย ตะกอนน้ำ สารละลายเบนโทไนท์ ออกให้หมดเหลือแต่คอนกรีตที่ดี ผู้ควบคุมงานสามารถใช้การสังเกตจากการทำงานในสนาม และร่วมตรวจสอบอย่างใกล้ชิดในการเทคอนกรีตไล่สิ่งสกปรกตลอดจนการเทคอนกรีตให้สูงกว่าระดับที่กำหนดในแบบเพื่อเผื่อค่ายุบตัวของคอนกรีต โดยใช้ข้อมูลที่วัดได้ในสนามของการทำเสาเข็มต้นแรกๆ เป็นแนวทาง ซึ่งในการยุบตัวของคอนกรีตภายหลังถอนปลอกเหล็กขึ้นนั้นจะมีค่าอยู่ระหว่าง 1- 4 เมตร

30. การทดสอบเสาเข็ม

มักจะทำการทดสอบเสาเข็ม 2 วิธี ด้วยกันคือ SIESMIC TEST และ LOAD TEST สำหรับวิธีแรกใช้ทดสอบเสาเข็ม เช่น เสาเข็มร้าวขาดจากกัน พื้นที่หน้าตัดโป่งออกหรือคอด เป็นคอขวด ส่วนที่สองเป็นการทดสอบโดยการบันทึกค่าน้ำหนักให้ได้ 2.5 เท่าของน้ำหนักที่ออกแบบโดยมีค่าการทรุดตัวไม่เกิน 12 มิลลิเมตร เป็นต้น ลางโครงการอาจทำการทดสอบเสาเข็มด้วยรายละเอียดของการทำ SEISMIC TEST

34. เหล็กลอยในขณะเทคอนกรีตเสาเข็ม

ในกรณีที่เหล็กเสริมเสาเข็มลอยขึ้นมาจากตำแหน่งเดิมนั้น จะมีโอกาสเกิดขึ้นเสมอในทุกๆโครงการจากข้อมูลการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่มากกว่า 200 ต้น บอกให้ทาบได้ว่าเสาเข็มเจาะที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางขนาดใหญ่กว่า แต่อย่างไรก็ตามในทุกๆขนาดมีโอกาสจะเกิดเหล็กลอยทั้งสิ้นโดยจะลอยขึ้นตั้งแต่ 1 ถึง 4 เมตร ในกรณีนี้ควรจะขอความเห็นเพื่อใช้ปฏิบัติจากผู้ออกแบบ และเจ้าของโครงการไว้ล่วงหน้าโดยเฉพาะในสัญญาควรจะพูดถึงผู้ที่จะรับผิดชอบในเรื่องนี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

35.อันตรายจากการทำงาน

เนื่องจากเครื่องมือและเครื่องจักรและอุปกรณ์อื่นในการทำเสาขเมเจาะนั้นมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก อาจก่อให้เกิดอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ตลอดเวลา หากขาดความระมัดระวังและมาตรการป้องกันแก้ไขไว้ล่วงหน้า ข้อมูลที่เป็นประโยชน์จะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุ

36. ปัญหาการจราจรและการขนส่ง

เป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อระยะเวลาการทำงานและค่าใช้จ่ายต่างๆอย่างมาก โครงการที่อยู่ในบริเวณการจราจรแออัดนั้นจะพบว่าระยะเวลาทำงานจะยาวนานกว่าในพื้นที่ที่มีการจราจรคล่องตัว ดังนั้นในการวางแผนโครงการต้องพิจารณาถึงเรื่องนี้ให้ละเอียดดี่ถ้วน

37. ปัญหาการจราจรและขนส่ง

เป็นสิ่งสำคัญที่มีผลต่อระยะเวลาการทำงานและค่าใช้จ่ายต่างๆอย่างมาก โครงการทีอยู่ในบริเวณการจราจรแออัดนั้นจะพบว่าระยะเวลาทำงานจะยาวนานกว่าในพื้นที่ที่มีการจราจรคล่องตัว ดังนั้นการวางแผนโครงการต้องพิจารณาถึงเรื่องนี้ให้ละเอียดถี่ถ้วน

38. ปัญหาจากการทำงาน

ปัญหาดังต่อไปนี้เป็นปัญหาที่อาจเกิดขึ้นในการทำงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ ถ้าท่านจะต้องเป็นผู้ทำหน้าที่ควบคุมงานก่อสร้างท่านควรจะทราบเพื่อหาทางแก้ไขไว้ล่วงหน้า

1. เทคอนกรีตไม่เสร็จในระยะเวลาที่ได้รับอนุมัติไว้
2. คอนกรีตค่อนข้างแห้งเทไม่ลง จะเติมน้ำในรถผสมได้หรือไม่
3. ขณะเทคอนกรีตคนงานยกท่อเทสูงเกินไปจนหลุดจาดระดับคอนกรีตที่เทไว้ทำให้น้ำไหลเข้ามาในท่อเท
4. เจ้าของเป็นผู้ซื้อคอนกรีตตามสัญญา ผู้รับเหมาสั่งคอนกรีตมาใช้งานเกินกำหนดแล้วเหลือทิ้ง
5. ผู้รับเหมาเป็นผู้ซื้อคอนกรีตตามสัญญา จึงพยายามประหยัดการใช้คอนกรีตในการเทไล่สิ่งสกปรกทำให้เกิดปัญหาในเรื่องความสะอาดของคอนกรีตหัวเสาเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ผู้รับเหมาต้องการเทคอนกรีตเผื่อไว้มากๆ เพื่อจะได้แน่ใจว่าระดับหัวเสาเข็มจะไม่ต่ำกว่าแบบที่กำหนดไม่ต้องมาซ่อมหัวเสาเข็มทีหลังเปิดหน้าดินเพราะค่าใช้จ่ายสูงแต่เจ้าของโครงการไม่อยากให้เผื่อมากเพราะสิ้นเปลืองคอนกรีต และเสียเวลาในการสกัดหัวเข็มมาก
7. เมื่อเกิดปัญหาเหล็กลอย เจ้าของโครงการต้องการให้ผู้รับเหมาเสริมเหล็กเผื่อการลอยตัวโดยให้ผู้รับเหมารับผิดชอบค่าใช้จ่ายเอง
8. ผู้รับเหมาไม่สามรถเจาะเสาเข็มในตำแหน่งตามแบบได้เพราะมีสิ่งกีดขวางใต้ดินที่ไม่อาจจำกัดออกได้
9. ผู้รับเหมาทำงานไม่เสร็จตามสัญญา เพราะติดเสาไฟ บริเวณรอบๆพื้นที่โครงการ
10. รายการก่อสร้างกำหนดให้ผู้รับเหมาเจาะดินให้ปลายเสาเข็มฝังเข้าไปในทราย มีระยะ 3 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง แต่ในทางปฏิบัติแล้ว ผู้รับเหมาไม่สามารถเจาะได้พอดีกับระยะที่ต้องการสำหรับที่เกิน เจ้าของโครงการปฏิเสธการจ่ายเงิน
11. เจ้าของโครงการมักเข้าใจระดับปลายเสาเข็มเจาะมีระดับใกล้เคียงกันแต่เมื่อเวลาทำจริงๆจะต้องให้ลึกลงไปจนปลายเสาเข็มฝังในทรายได้ระยะ 3 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางปลายเสาเข็มอาจแตกต่างกันหลายเมตร ทำให้ค่าใช้จ่ายในการจ้างเหมาะจะต้องเพิ่ม ซึ่งมักจะมีปัญหาตามมา
12. เจ้าของโครงการ เข้าใจผิดผู้รับเหมาถือโอกาสที่จะเจาะเสาเข็มให้ลึกมากกว่าความจำเป็นเพื่อจะได้รับค่าจ้างเพิ่ม เกิดข้อขัดแย้งมีความเห็นไม่ตรงกันในเรื่องระดับปลายเสาเข็ม
13. การขุดดินเปิดหัวเสาเข็มที่ขาดการระมัดระวังในการเคลื่อนตัวของดินอาจทำให้เสาเข็มหัก หรือหนีศูนย์ จะหาผู้รับผิดชอบได้อย่างไร

3.4. โปรแกรมที่สามารถนำมาใช้พัฒนาสื่อการเรียนการสอน

- 3ds max 6.0
- Powerpoint 2004
- Recorder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ขั้นตอนในการสร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์

4.1. กล่าวนำ

ในบทนี้เราจะมาศึกษาขั้นตอนและวิธีการสร้างภาพยนต์แอนนิเมชั่นที่เราจะใช้ทำเป็นสื่อการเรียนการสอนอิเล็กทรอนิกส์ หลังจากที่ได้ทำการรวบรวมข้อมูลและศึกษาโปรแกรมที่จะใช้ในการที่จะแสดงผลข้อมูลออกมาแล้ว ต่อไปก็จะเป็นวิธีและขั้นตอนในการสร้างภาพยนตร์แอนนิเมชันโดยใช้โปรแกรม 3ds max 6.0

4.2. ขั้นตอนในการสร้างภาพยนตร์แอนนิเมชัน

4.2.1. เขียน Storyboard

Storyboard คือการเขียนเรื่องราวที่ต้องการสร้าง แต่ละ ขั้นตอนลงไปในกระดาษเพื่อให้เห็นรูปร่างคร่าวๆของตัวโครงงาน ในที่นี้คือ ขั้นตอนในการก่อสร้างเสาเข็ม ซึ่งจะแบ่งเป็นเสาเข็มตอกและเสาเข็มเจาะระบบเปียกขนาดใหญ่ ในที่จะขอกล่าวแค่เพียงตัวอย่างเดียวคือ การทำเสาเข็มตอก ซึ่ง Storyboard ของเสาเข็มตอกก็คือขั้นตอนการก่อสร้างนั่นเอง

4.2.2. Modeling

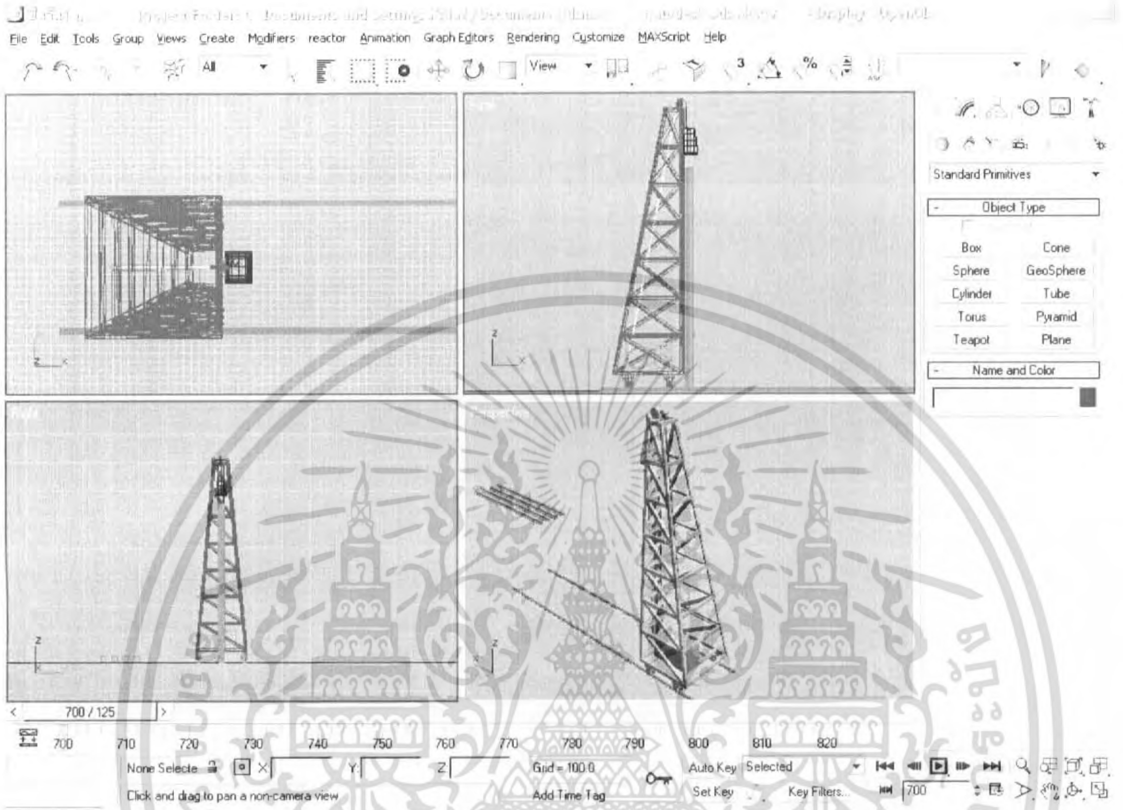
การสร้างวัตถุเกี่ยวข้องกับเรื่องราวใน Storyboard ซึ่งได้แก่

อุปกรณ์ในในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะ

1. ปั้นจั่น
2. เสาเข็มสำเร็จรูป
3. ตุ้มตอก
4. รถบรรทุกเสาเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าวัตถุในการสร้างเสาเข็มตอกนั้นมีมากมายแต่ผู้จัดทำจะอธิบายแค่หนึ่งตัวอย่างพอสังเขป ซึ่งได้แก่ การสร้างปั้นจั่น

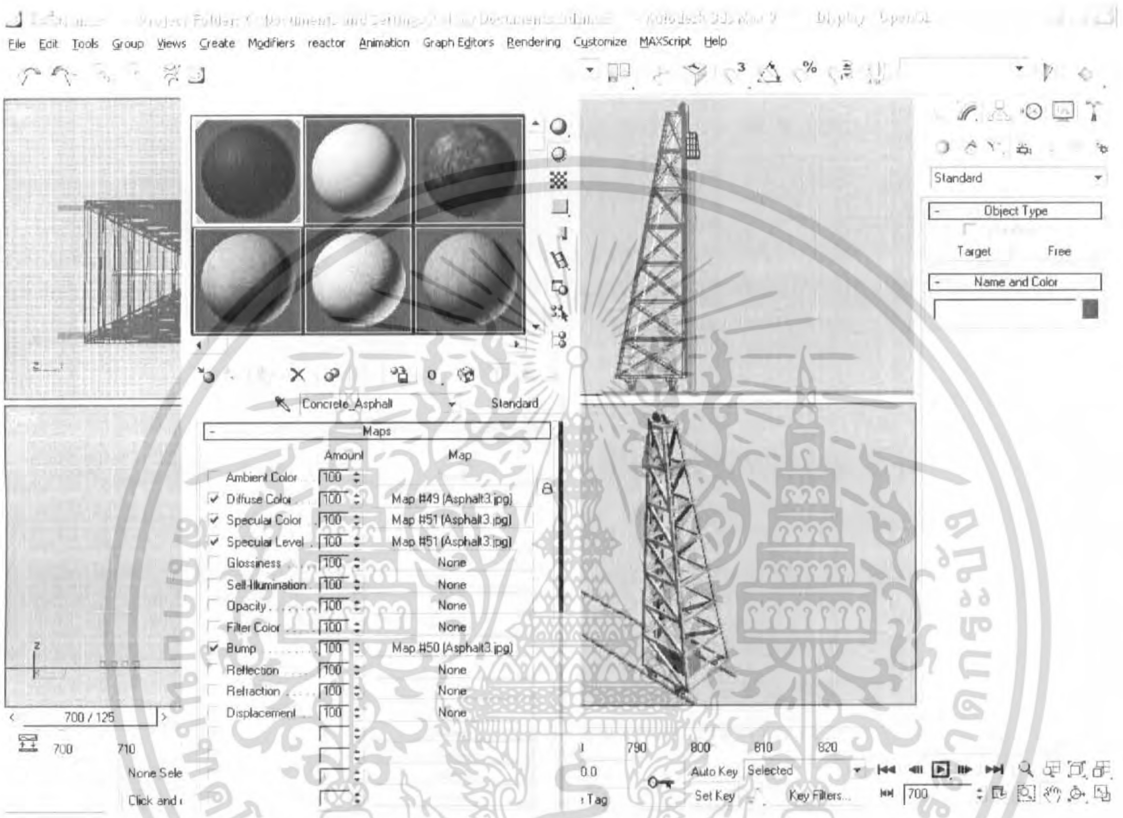


รูปที่ 4.1. แสดงการขึ้นโมเดลปั้นจั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3. Texturing

ขั้นตอนต่อจากการสร้างโมเดลก็คือ นำโมเดลที่ได้มาใส่ลวดลายและพื้นผิว โดยการใส่ลวดลายให้กับโมเดลนี้ จะใส่ลวดลายที่คล้ายกันลักษณะจริงของวัตถุให้มากที่สุด

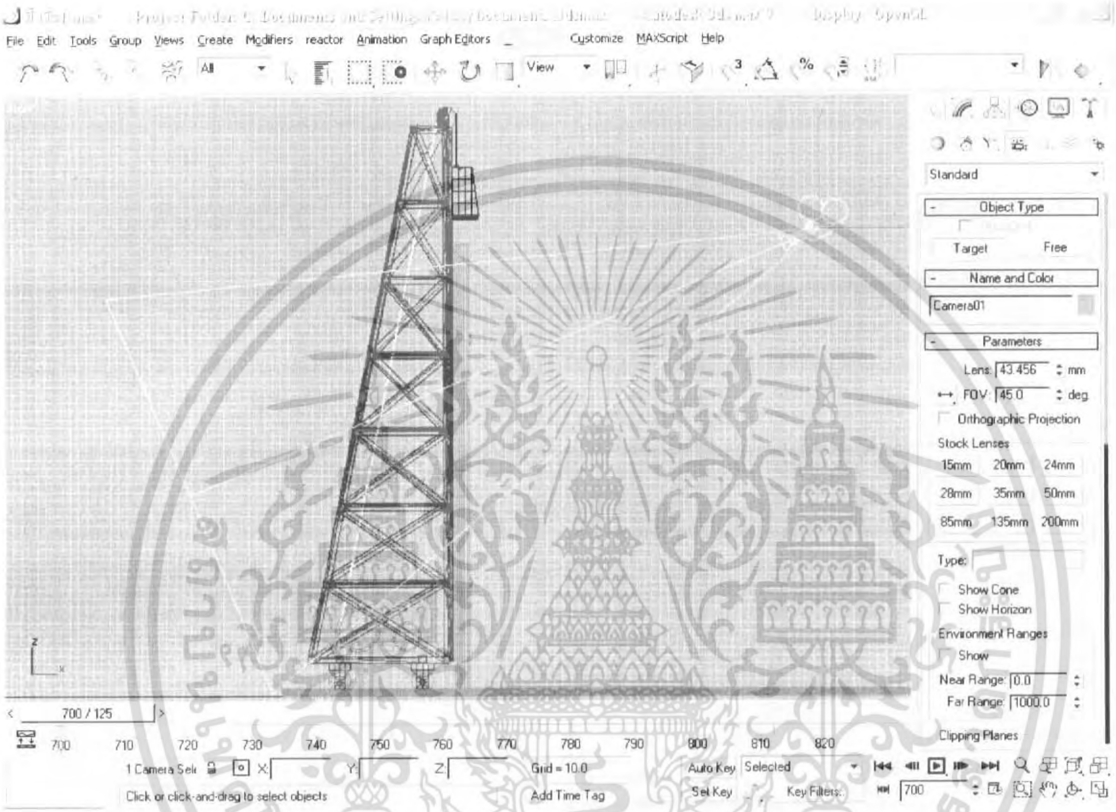


รูปที่ 4.2. แสดงการใส่ลวดลายให้กับวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 Animation

การสร้างภาพเคลื่อนไหว ก็คือการนำเอาวัตถุที่ทำการ Texturing เรียบร้อยแล้วมาใส่การเคลื่อนไหวให้เป็นไปตาม Storyboard ที่ได้ทำการเขียนไว้ในตอนต้น

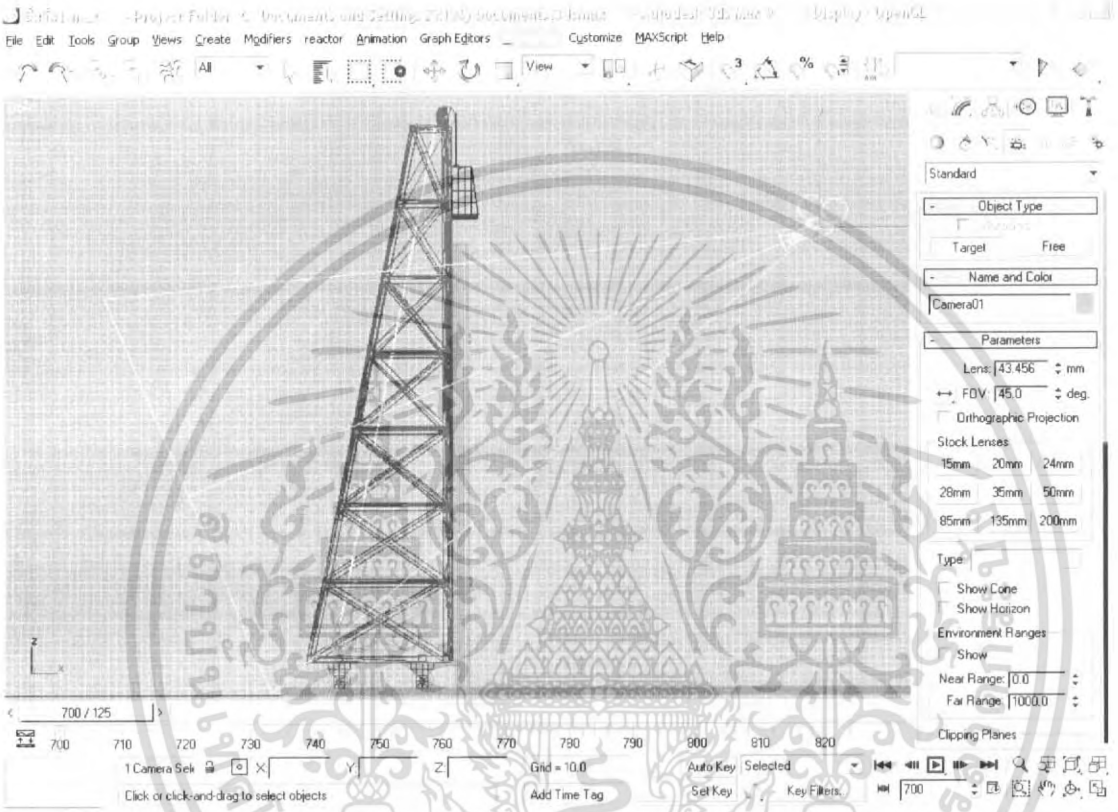


รูปที่ 4.3. แสดงการสร้างการเคลื่อนไหวให้กับวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5. Light and Camera

การจัดแสงและมุมกล้องเหมือนกับการถ่ายทำภาพยนต์จริงๆขึ้นมาดังนั้นในการจัดแสงและมุมกล้องจึงต้องใช้เวลาพอสมควร

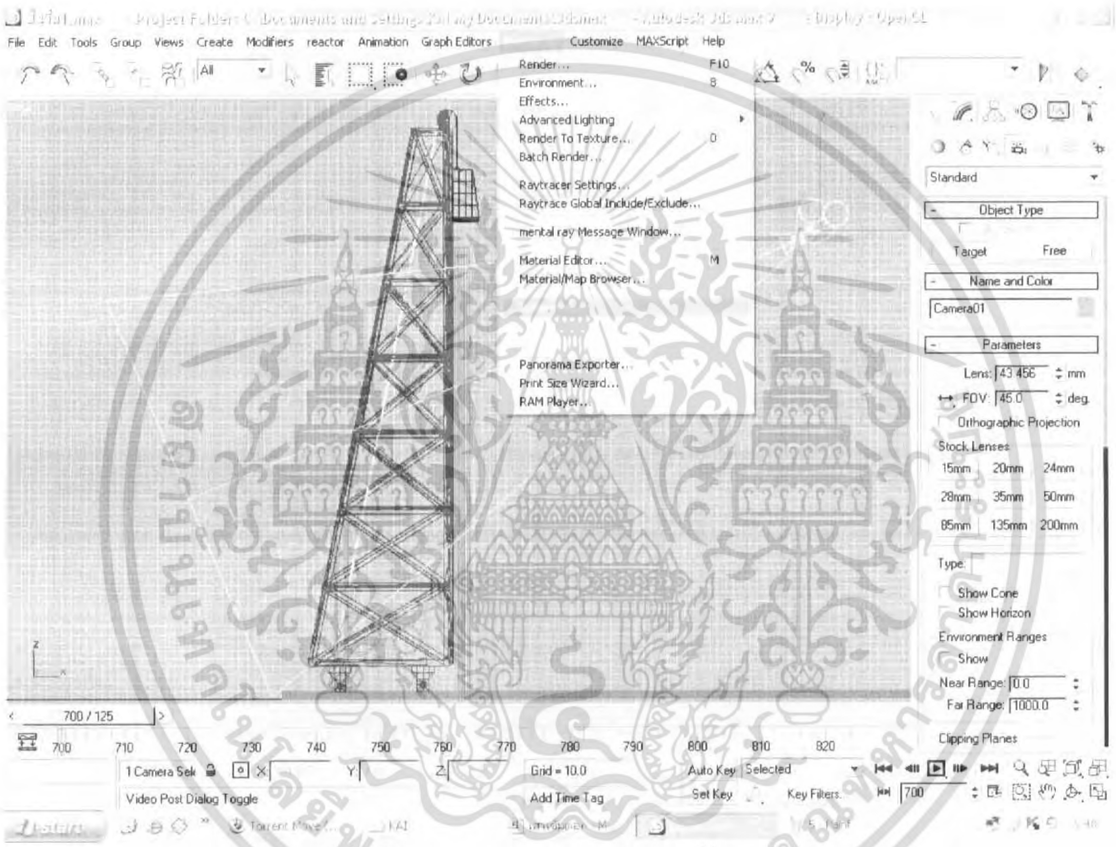


รูปที่ 4.4. แสดงการให้แสงและมุมกล้องกับวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6. Rendering

ขั้นตอนการ Rendering หรือที่เรียกกันว่าการ "การเรนเดอร์" จะเป็นขั้นตอนเราสั่งให้โปรแกรมประมวลผลทุกสิ่งทุกอย่างที่เราได้ทำการสร้างขึ้นใน หัวข้อ 1-5 ออกมาเป็นภาพ 2 มิติ สำหรับนำไปใช้งาน ในที่นี้คือการเรนเดอร์ออกมาเป็นภาพเคลื่อนไหวให้อยู่ในไฟล์ VDO เพื่อที่นำไปเป็นภาพเคลื่อนไหวที่เราต้องการจะให้ออกมาเป็นสื่อการเรียนการสอนที่เราจัดทำขึ้น

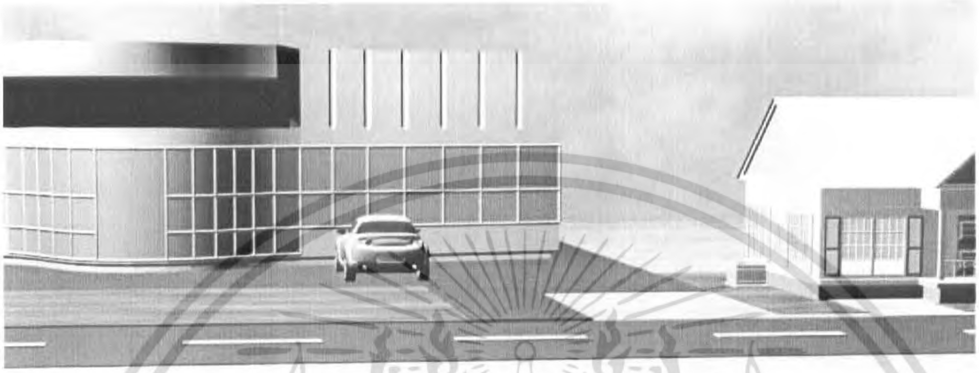


รูปที่ 4.5. แสดงการประมวลผลโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7. Composite

การ composite เป็นขั้นตอนของการตัดต่อและใส่เอฟเฟ็กต์ ซึ่งเป็นการทำงานที่ลึกลงไปอีกขั้นหนึ่งและต้องใช้โปรแกรมอื่นเข้าช่วยทำงาน โดยในโครงงานชิ้นนี้ได้ใช้โปรแกรม sound recorder



รูปที่ 4.6. แสดงการใส่แอฟเฟกต์ให้กับชิ้นงาน

อนึ่งในการทำโครงงานภาพยนตร์แอนนิเมชัน ที่ใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในครั้งนี้เราได้ทำการเรนเดอร์ออกมาเป็นไฟล์ VDO เพื่อที่ผู้ใช้สามารถใช้งานได้สะดวกขึ้น โดยผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรมที่สามารถเปิดไฟล์มีเดีย ในการเปิดดูภาพยนตร์แอนนิเมชั่นที่เป็นสื่ออิเล็กทรอนิกส์ชิ้นนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>บทที่ 5</u>

ผลงานของ Construction Movie

5.1. กล่าวนำ

หลังจากที่ได้ทำการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในบทที่แล้ว เราจะนำผลที่ได้มาแสดงไว้ในบทนี้ โดยผลที่จะนำมาแสดงนี้จะนำมาแค่บางส่วนให้พอที่ผู้ที่ทำการศึกษาได้มองเห็นภาพรวมของโปรแกรมมากขึ้น

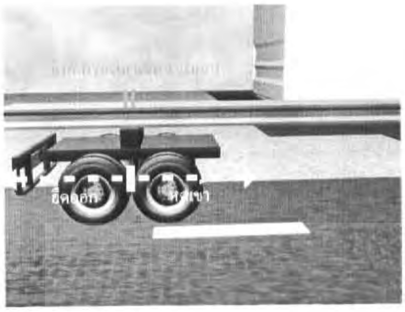
5.2 ขั้นตอนการใช้งาน

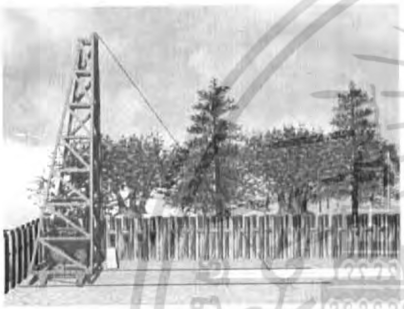
5.2.1. เปิดสื่อโดยใช้ win amp , power dvd , media player

รูปที่ 5.1. แสดงหน้าตาโปรแกรมที่ใช้เปิดภาพยนต์แอนนิเมชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2. รูปแบบและหน้าตาของสื่อ





รูปที่ 5.2. แสดงหน้าตาและรูปแบบของภาพยนต์แอนนิเมชัที่นำเสนอ

ในตัวโปรแกรมจะเป็นภาพเคลื่อนไหวมีหนังสือเป็นคำอธิบาย และ มีดนตรีประกอบคำอธิบาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การสรุปผลงาน

6.1. กล่าวนำ

ในบทนี้เราจะทำการสรุปผลงาน และวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางแก้ไข รวมทั้งจะบอกถึงแนวทางในการพัฒนาต่อ เพื่อเป็นแนวทางให้แก่ผู้ที่สนใจจะพัฒนาโปรแกรมนี้ต่อไปในอนาคต

6.2. สรุปผลงาน

หลังจากที่ได้ทำผลงานมาเป็นเวลา 2 เทอมเราสามารถสรุปผลงานออกมาได้ดังนี้

1. สื่อการเรียนการสอน Construction Movie

ในส่วนของตัวภาพยนตร์ Construction Movie สามารถที่จะสรุปออกมาได้ดังนี้

6.2.1 การก่อสร้างเสาเข็มตอก

การทำแอนนิเมชันในส่วนนี้ยังไม่เสร็จสมบูรณ์เนื่องจากขาดเวลาในการทำและระยะเวลในการประมวลผลต้องใช้เวลานาน แอนนิเมชันบางส่วนช้าเกินไป ทำให้ไม่ดึงดูดผู้ชมได้มากนัก

6.2.2.การก่อสร้างเสาเข็มเจาะ

ในการทำแอนนิเมชัน เสาเข็มเจาะยังไม่สมบูรณ์แบบเนื่องจากในตัวภาพยนต์แอนนิเมชันนั้นไม่มีเสียงประกอบที่เป็นความรู้ทางด้านวิศวกรรมมีแต่ตัวหนังสือซึ่งให้ความรู้ไม่มากแต่ในตัวภาพยนตร์กราฟฟิคออกมาค่อนข้างเป็นที่น่าพอใจ

6.3. การใช้งานโปรแกรม

ในการใช้งานโปรแกรมผู้จัดทำได้จัดทำออกมาเป็นไฟล์ VDO ซึ่งผู้ใช้สามารถใช้งานได้ง่าย โดยเปิดคอมพิวเตอร์ของท่าน แล้วใช้โปรแกรมที่สามารถดูไฟล์มีเดีย ได้ อาทิเช่น win amp , window media player , media player classic เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.4. ปัญหาและแนวทางแก้ไข

หลังจากได้ทำแอนนิเมชันเสร็จสมบูรณ์ ทางผู้จัดทำได้พบปัญหาที่เกิดขึ้นและได้เสนอวิธีแก้ไขเมื่อผู้ใช้เกิดปัญหาในการใช้ Construction Movie

1. ความรู้ทางวิศวกรรมที่เพิ่มเข้าไปในตัว ภาพยนตร์นั้นน้อยเกินไป

2. ขั้นตอนในการทำ แอนนิเมชัน นั้นยุ่งยาก ถ้าผู้ที่ทำใหม่ไม่มีความรุ้มากพอและเวลาในการฝึกฝนก็จะไม่สามารถทำงานแอนนิเมชันให้เสร็จทันเวลาได้

3. เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้สร้าง แอนนิเมชัน นั้นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูง เพราะงานทางด้านกราฟฟิคเป็นงานที่ต้องใช้ความละเอียดมาก

4. ไม่สามารถหาห้องอัดเสียงที่เงียบเพื่อที่จะอัดเสียงเข้าไปในภาพยนต์แอนนิเมชันได้ทำให้การรับชมภาพยนตร์แอนนิเมชันขาดอรรถรส

แนวทางแก้ไข

1. หาห้องอัดเสียงที่ปราศจากเสียงรบกวนจากภายนอกเพื่อที่จะอัดความรู้ทางวิศวกรรมซึ่งจะทำให้ภาพยนต์แอนนิเมชันสมบูรณ์แบบมากขึ้นและผู้ชมก็จะได้รับความรู้อย่างเต็มที่กับสื่อการเรียนการสอนอิเล็คทรอนิกส์ชิ้นนี้

2. จัดหาคอมพิวเตอร์ที่มีขีดความสามารถสูงเข้ามาช่วยในการจัดทำแอนนิเมชัน ขีดความสามารถขั้นต่ำของคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานคือ

- CPU ควรใช้แบบที่มีความเร็วตั้งแต่ 300 Mhz ขึ้นไปไม่จำกัดว่า AMD หรือ Intel ยิ่งเร็วมากยิ่งดีเพราะการประมวลผลต่างๆจะเร็วขึ้นมากทีเดียว
- RAM ยิ่งมากยิ่งดีแต่ที่ต่ำสุดไม่ควรน้อยกว่า 256 MB (ทำงานช้ามาก) นอกจากนั้นโปรแกรมยังต้องการที่ว่างบนฮาร์ดดิสก์ (หลังจากทำการติดตั้งอีก 300 MB สำหรับทำงาน (256 MB น่าจะใช้ในระยะเริ่มต้นฝึกหัดเท่านั้นเมื่อทำงานจริงที่มีข้อมูลเยอะๆแล้วให้เพิ่มมากกว่านี้จะดีกว่า)
- การ์ดจอ การ์ดจอ 3 มิติ ที่รองรับความละเอียด 1024*768 รองรับสีแบบ 16 Bit และมี RAM การ์ดจอ 32 MB เป็นอย่างต่ำ
- จอมอร์นิเตอร์ ถ้าจะเลือกใช้จอขนาดเล็ก เช่น จอ 14 นิ้ว ก็สามารถทำได้ แต่พื้นที่การทำงานของคุณจะแออัดมากทีเดียว ดังนั้นจอ 15 นิ้ว หรือ 17 นิ้ว ที่มีความละเอียด 1024 พิกเซลขึ้นไปจะเหมาะสมกับงานกราฟฟิกมากกว่า
- พื้นที่ว่างบนฮาร์ดดิสก์ สำหรับติดตั้งโปรแกรม ไดรว์ที่ติดตั้งโปรแกรมควรมีพื้นที่ว่างไม่น้อยกว่า 650 MB
- OS (ระบบปฏิบัติการ) Window 2000 , XP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมาส์และคีย์บอร์ด ถ้าหากว่าคุณใช้เมาส์แบบธรรมดาอยู่(2 ปุ่ม) ให้รีบเปลี่ยนมาเป็นแบบ 3 ปุ่มจะดีกว่า ในส่วนนี้จะช่วยในการเข้าถึงคำสั่งได้ว่ายขึ้น ส่วนคีย์บอร์ดก็ใช้แบบทั่วไปตามท้องตลาด
- อุปกรณ์เสริม จำพวกอุปกรณ์เสริมดิจิตอลใกล้ตัวต่างๆ พวกกล้องดิจิตอล Scanner สำหรับนำลวดลายสวยๆมาใส่ในผลงาน หรือแม้กระทั่ง CD-RW สำหรับ Back up ข้อมูลมีไว้ไม่ผิดหวังใช้ประโยชน์ได้มากมาย

3. ฝึกหัดใช้โปรแกรม 3ds max ให้คล่อง พยายามฝึกใช้ทุกวัน หาหนังสือและตำราที่เกี่ยวกับงาน Animation มาอ่านเพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้กับตัวเอง และจะช่วยให้การใช้โปรแกรมเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

6.5. แนวทางในการพัฒนาต่อ

ในปัจจุบันสื่อแอนนิเมชั่นกำลังเป็นที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทางคณะผู้จัดทำจึงมีแนวความคิดว่าน่าจะเผยแพร่ความรู้ด้านการก่อสร้างในด้านอื่น เช่น การสร้างสะพาน การก่อสร้างตึกสูง การก่อสร้างทางยกระดับ และควรจะมีการนำเสนอสื่อโดยเปิดเป็นเวปไซด์ ให้ผู้สนใจได้โหลดข้อมูลเพื่อไปทำการศึกษาต่อไป

ในส่วนของตัวโปรแกรมควรจะมีเมนูและฟังก์ชันและเอกไฟล์เอกาสารที่แนบไปในตัวสื่ออิเล็กทรอนิกส์ไว้สำหรับเก็บข้อมูลที่ไม่สามารถจะเพิ่มลงในตัวภาพยนตร์แอนนิเมชันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้