โครงงาน

เรื่อง

การศึกษาปัญหาและวิธีการแก้ไขการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

จัดทำโดย

นายจรัล จันทร์ทอง 31.1025 4H

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ สกุล ห่อวโนทยาน

เสนอ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต (วิศวกรรมโยธา)

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032512

หน้าอนุมัติ

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง

.....

(อาจารย์ สุรัตน์ หวังเจริญ)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมโยธา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032512

กรรมการวัดผลโครงการ :

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ สกุล ห่อวโนทยาน)

..... กรรมการ

(ผศ.ดร. แดง เหรียญสุวรรณ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ สุรัตน์ หวังเจริญ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ วิบูลย์ วุฒิญาณ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ เกษม อมันตกุล)

..... กรรมการ

(ผศ. ศิริวัฒน์ ไชยชนะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ศรีกริช หิรัญมาศ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ อำนวย พาณิชกุลพงศ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ศักดิ์ชัย สถานุพงศ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ศิลป์ชัย จานสุวรรณ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ สุพจน์ ศรีนิล)

..... กรรมการ

(อาจารย์ สุวัฒน์ ถิรเศรษฐ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ก็เพราะความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษา อ. สกุล ห่อวโนทยาน ที่ได้ให้คำปรึกษา และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ขอขอบคุณ บริษัท GUMAGAI GUMI CO.,LTD. ที่ให้ความอนุเคราะห์ทางด้านข้อมูล บริษัท PY SOGE THAI CO.,LTD. ที่ได้ให้คำแนะนำต่างๆ และขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโยธาทุกท่าน ที่ประสิทธิประสาทวิชาความรู้ต่างๆ ให้แก่ข้าพเจ้า

นอกจากนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณเพื่อนๆ และบุคคลอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึงที่ให้ความช่วยเหลือ และให้กำลังใจด้วยดีมาโดยตลอด

ท้ายสุดนี้ บุคคลที่ข้าพเจ้ามิอาจจะลืมกล่าวถึงในพระคุณของท่าน ก็คือ บิดาและมารดา ผู้ซึ่งเปิดโอกาสให้ข้าพเจ้าได้ศึกษาเล่าเรียน คอยสนับสนุน ช่วยเหลือ และให้กำลังใจจนประสบความสำเร็จมาจนกระทั่งบัดนี้

นายจรัล จันทร์ทอง

นักศึกษาผู้ประกาศ

(/ /)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การศึกษาปัญหาและวิธีการแก้ไขการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่
โดย	นายจรัล จันทร์ทอง 31.1025
ภาควิชา	วิศวกรรมโยธา สาขาวิศวกรรมการก่อสร้าง
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ. สกุล ห่อวโนทยาน

ในระบบงานก่อสร้างโครงการใหญ่ๆ มีความจำเป็นที่จะต้องใช้เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นต่ออาคารข้างเคียง การควบคุมงานการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ซึ่งรับน้ำหนักออกแบบที่มีค่าสูงมากเช่น ตั้งแต่ 300-1,000 ตันต่อต้น จึงมีความสำคัญมากที่จะต้องมีความถูกต้องทุกขั้นตอน เป็นไปตามข้อกำหนด ที่ได้มาตรฐาน การทำหน้าที่ควบคุมงานตลอดจนการจัดการ ในเรื่องเสาเข็มเจาะ จะดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพที่ดีนั้น จำเป็นจะต้องทราบถึงปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นในลักษณะดินที่ต่างๆกัน สภาพของน้ำใต้ดิน การวางแผนต่างๆ ในทางปฏิบัติ เพื่อเป็นการป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นนี้ ซึ่งปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รวบรวมปัญหาต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นและได้เสนอวิธีการป้องกันหรือแก้ไขเอาไว้ในหลายๆ ลักษณะที่ต่างๆกัน อันจะเป็นประโยชน์ต่อการทำงาน การจัดการและการควบคุมงานเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ นอกจากนี้ยังได้เสนอแนะวิธีการ ในการวิจัยต่างๆ ไว้ด้วย ซึ่งหวังว่าคงจะเป็นประโยชน์ต่อท่านที่สนใจตามสมควร

นายจรัล จันทร์ทอง

นักศึกษาผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมาของเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่	1
	1.2 ความหมายของเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่และขั้นตอนการทำเสาเข็ม	2
	1.3 การทดสอบเสาเข็มเจาะ	10
	1.4 การศึกษาที่ผ่านมา	13
	1.5 แหล่งข้อมูลที่ได้ในการศึกษา	15
บทที่ 2	สาเหตุทางตรงที่ทำให้เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่เสียหายและวิธีการป้องกันหรือแก้ไข	16
	2.1 การเกิด Overbreak ของเข็ม	16
	2.1.1 โดยทั่ว ๆ ไป	16
	2.1.2 การขุดเจาะ	16
	2.1.3 การเทคอนกรีต	18
	2.1.4 โพรงขนาดใหญ่ที่มีน้ำอยู่เต็ม	20
	2.1.5 ความเสียหายอื่น ๆ ซึ่งเกิดร่วมกับ Overbreak	20
	2.1.6 Overbreak ในดินที่อยู่ในสภาพแห้ง	21
	2.1.7 วิธีการป้องกันหรือแก้ไข	21
	2.2 การสะสมของสิ่งของวัสดุต่าง ๆ ที่ก้นหลุม	25
	2.2.1 การสะสมของสิ่งของวัสดุต่าง ๆ ที่ก้นหลุม	25
	2.2.2 วิธีการป้องกันหรือแก้ไข	28
	2.3 ความเสียหายที่เกิดจากการถอนปลอกเหล็กและท่อเทคอนกรีต	29
	2.3.1 การใช้ปลอกเหล็กคู่	29
	2.3.2 การใช้ปลอกเหล็กเดี่ยวและท่อเทคอนกรีต	29
	2.3.3 วิธีการป้องกันหรือแก้ไข	35
	2.3.3.1 วิธีการใช้ปลอกเหล็ก	36
	2.3.3.2 การใช้ท่อเทคอนกรีต	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	2.4 การเคลื่อนตัวของดิน	40
	2.4.1 การเคลื่อนตัวของดิน	40
	2.4.2 วิธีการป้องกันหรือแก้ไข	42
	2.5 เหล็กเสริมไม่เหมาะสม	43
	2.6 Mix design ของคอนกรีตไม่เหมาะสม	47
	2.6.1 Mix design ของคอนกรีตไม่เหมาะสม	47
	2.6.2 วิธีการป้องกันหรือแก้ไข	49
	2.7 การเทคอนกรีตและการทำให้คอนกรีตแน่นไม่ถูกวิธี	51
	2.7.1 การเทคอนกรีต	51
	2.7.2 การทำให้คอนกรีตแน่น	57
	2.7.3 วิธีการป้องกัน	60
บทที่ 3	ความเสียหายของเข็มเจาะขนาดใหญ่ที่เกิดจากน้ำใต้ดินและการป้องกัน	64
บทที่ 4	สาเหตุทางอ้อมที่ทำให้เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่เสียหาย	69
	4.1 งานสำรวจตำแหน่งที่จะก่อสร้างมีไม่เพียงพอ	69
	4.2 การฉ้อโกงของพนักงาน	70
	4.3 ผู้ดูแลงานมีไม่เพียงพอ	71
	4.4 ปัญหาอื่น ๆ	71
บทที่ 5	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	74
	5.1 หลุมเจาะสำรวจควรมีความลึกพอ	74
	5.2 ระดับปากปลอกเหล็กควรอยู่สูงกว่าระดับดิน 20-50 เซนติเมตร	74
	5.3 การจัดเตรียมและการติดตั้งปลอกเหล็กถาวรหรือปลอกเหล็กคู่	75
	5.4 ในชั้นดินที่จับตัวกันอย่างหลวม ๆ	75
	5.5 เหล็กเสริมควรจะออกแบบให้มีระยะห่างพอเพียง	75
	5.6 ควรจะปล่อยให้คอนกรีตแน่นด้วยตัวมันเอง	75
	5.7 ข้อพิจารณาที่ควรให้ไว้	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.8 การดูแลตรวจควรจะมีอย่างเพียงพอ 76
5.9 งานทางด้านการค้นคว้า 76
หนังสืออ้างอิง 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

งานฐานรากในปัจจุบันมีการวิจัย และพัฒนาเพื่อหาจุดเหมาะสม โดยเฉพาะเสาเข็มฐานรากมีหลายรูปแบบ เพื่อรองรับโครงการต่าง ๆ ที่มีความต้องการแตกต่างกันตามการคำนวณของวิศวกรในแง่ของวิศวกรรมฐานราก

เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงเป็นที่นิยมของวิศวกรอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพราะสะดวกในการควบคุมคุณภาพ สามารถหล่อได้หลายขนาด และความยาวตามความต้องการ ทำให้รับน้ำหนักของโครงสร้างได้มากขึ้นรวมทั้งค่าใช้จ่ายต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับเข็มระบบอื่น ๆ

แต่เนื่องจากปัจจุบันงานก่อสร้างในเขตเมืองที่มีผู้อยู่อาศัย และอาคารบ้านเรือนหนาแน่นขึ้น การตอกเสาเข็มคอนกรีตจะเกิดปัญหา เรื่องมลภาวะ (Pollution) ในเรื่องของเสียง ควัน และแรงสั่นสะเทือน มีการเคลื่อนตัวของดินทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ ปัญหามลภาวะด้านเสียง (Noise Pollution) ซึ่งพอจะหาทางแก้ไขได้ แต่ความเสียหายที่ตามมาจากแรงสั่นสะเทือน (Vibration) และการเคลื่อนตัวของดิน (Earth Movement หรือ Soil Displacement) นั้นเกิดผลกระทบต่ออาคารข้างเคียง เช่น เกิดรอยแตกร้าว จนกระทั่งการทรุดตัวของฐานราก ทำให้เกิดความสูญเสียของทั้งสองฝ่าย

เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาเรื่อง Earth Movement วิศวกรผู้ออกแบบได้หันมาใช้เข็มเจาะหล่อในที่ขนาดเล็ก (Small diameter bored piles) แต่เสาเข็มเจาะขนาดเล็กก็มีขีดความสามารถในการรับน้ำหนักจำกัด วิธีการสร้างก็ไม่อาจทำได้ลึกนักเนื่องจากน้ำใต้ดิน ขีดจำกัดของเครื่องมือต่าง ๆ เป็นต้น จึงได้มีการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นมาอีกขั้นหนึ่งโดยการนำระบบการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่มาใช้ สามารถทำได้ในความลึกมากขึ้นเพื่อให้สามารถรับน้ำหนักได้มากตามต้องการ สร้างได้ทั้งบนพื้นดินและในน้ำได้โดยสะดวกเหมาะสมกับเกือบทุกสภาพชั้นดิน

1.2 ความหมายของเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่และขั้นตอนการทำเสาเข็ม

1.2.1 เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่หมายถึง เสาเข็มที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 70 เซนติเมตรขึ้นไป ปลายเสาเข็มจมอยู่ในทรายชั้นที่สองไม่น้อยกว่าสามเท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเข็ม หรืออาจจะลึกกว่าชั้นทรายนี้ ซึ่งปลายเสาเข็มควรจะอยู่ในชั้นดินแข็งใช้รับน้ำหนักออกแบบตั้งแต่ 300 ตัน/ต้นขึ้นไป

เสาเข็มเจาะที่ใช้ในกรุงเทพฯ ในปัจจุบันซึ่งเป็นที่นิยมกันแพร่หลาย คือ เสาเข็มระบบเปียก (Wet process) โดยใช้ปลอกเหล็ก (Casing) ประกอบกับสารละลายเบนไทไนท์ (Bentonite slurry) สำหรับป้องกันผนังหลุมเจาะพัง ทำให้เจาะได้ใหญ่และลึกมากขึ้น สามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้มากขึ้นเหมาะกับอาคารขนาดกลางและขนาดใหญ่

1.2.2 อุปกรณ์ในการทำเสาเข็มเจาะระบบเปียก

1) เครื่องเจาะติดตั้งบนรถเครนพร้อมอุปกรณ์หัวเจาะ Auger และ Bucket
2) ปลอกเหล็กชั่วคราว (Casing)
3) เครื่องกดและถอนปลอกเหล็ก (Vibro Hammer)
4) ท่อเทคอนกรีต (Trimie pipe)
5) เครื่องทำความสะอาดสารละลายเบนไทไนท์ (Desander and hydrocyclone for slurry)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ชุดผสมและเก็บสารละลาย (Mixing and storage of bentonite slurry)

7) รถเครนใช้งานทั่วไป (Service crane)

8) เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพของสารละลาย (Bentonite slurry testing kit)

1.2.3 ขั้นตอนการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่

1) การปักปลอกเหล็ก เมื่อกำหนดตำแหน่งของเสาเข็มแล้วจะใช้หัว-เขย่า (Vibro hammer) ซึ่งมีความถี่ในการสั่นสะเทือนสูงจับที่ขอบทั้งสองข้างของปลอกเหล็ก เพื่อกดปลอกเหล็กโดยการเขย่าเครื่อง Vibro hammer พร้อมทั้งบังคับปลายล่างของปลอกเหล็กให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ ประโยชน์ของปลอกเหล็กคือ ป้องกันการพังทลายของหลุมเจาะของชั้นดินเหนียวอ่อนซึ่งมีแรงยึดเหนี่ยวกันน้อย และเป็นตัวนำศูนย์ในการเจาะในชั้นดินแข็งที่อยู่ด้านล่างของปลอกเหล็ก

2) การขุดเจาะ (Drilling) จะใช้เครื่องเจาะดินระบบ Rotary drill ซึ่งเครื่องเจาะนี้จะถูกติดตั้งบนรถเครนขนาดใหญ่ การขุดเจาะแบ่งได้ 2 ระบบ คือ

- การขุดระบบแห้ง (Dry process) จะใช้หัวเจาะแบบสว่าน (Auger) การขุดแบบนี้จะจำกัดความลึก เนื่องจากพอขุดถึงชั้นทรายก็ไม่สามารถขุดต่อไปได้ เพราะทรายมีแรงยึดเหนี่ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระหว่างเม็ดดินน้อยทำให้ไหลเข้ามาในรูเจาะ ทำให้รูเจาะพังทลาย สิ้นเปลืองคอนกรีตในการหล่อ ดังนั้นการขุดระบบแห้งนี้จะต้องหยุดก่อนถึงชั้นทรายชั้นแรก

- การขุดระบบเปียก (Wet process) การขุดแบบนี้จะใช้หัวเจาะแบบถังขุด (Bucket) กล่าวคือ เมื่อการขุดดินแบบแห้งใกล้ถึงชั้นทรายชั้นแรก จะต้องมีการเติมสารละลายเบนโทไนท์เพื่อทำหน้าที่เป็นตัว Stabilize ผนังรูเจาะและก่อตัวเป็น Filter cake ทำหน้าที่เคลือบผิวดินไม่ให้สารละลายซึมเข้าไปในผิวดินได้ การเติมสารละลายจะต้องเติมด้วยความรวดเร็วและเติมจนเกือบเต็มรูเจาะให้ระดับของสารละลายอยู่ต่ำกว่าปากรูเจาะประมาณ 2 เมตร จากนั้นก็ใช้เครื่องเจาะเก็บดินจนถึงระดับที่ต้องการ การขุดแบบเปียกนี้สามารถขุดได้เกือบทุกสภาพของดินโดยไม่มีการพังทลายของรูเจาะ (ขณะขุดเจาะต้องเช็คดิ่งของก้านเจาะเช่นเดียวกับปลอกเหล็ก)

หลังจากเจาะดินจนได้ระดับที่ต้องการแล้วก็ทำความสะอาดก้นหลุมโดยใช้ Cleaning bucket หรือ Recycle จะทำในกรณีที่สารละลายเข้มข้น และสกปรกจน Density ของสารละลายมากกว่า 1.20 ตัน/ลบ.ม. ซึ่งทำให้การเทคอนกรีตโดย Tremmie method ไม่สามารถไล่ตะกอนขึ้นได้หมด การทำ Recycle ปกติจะใช้วิธี Air lift

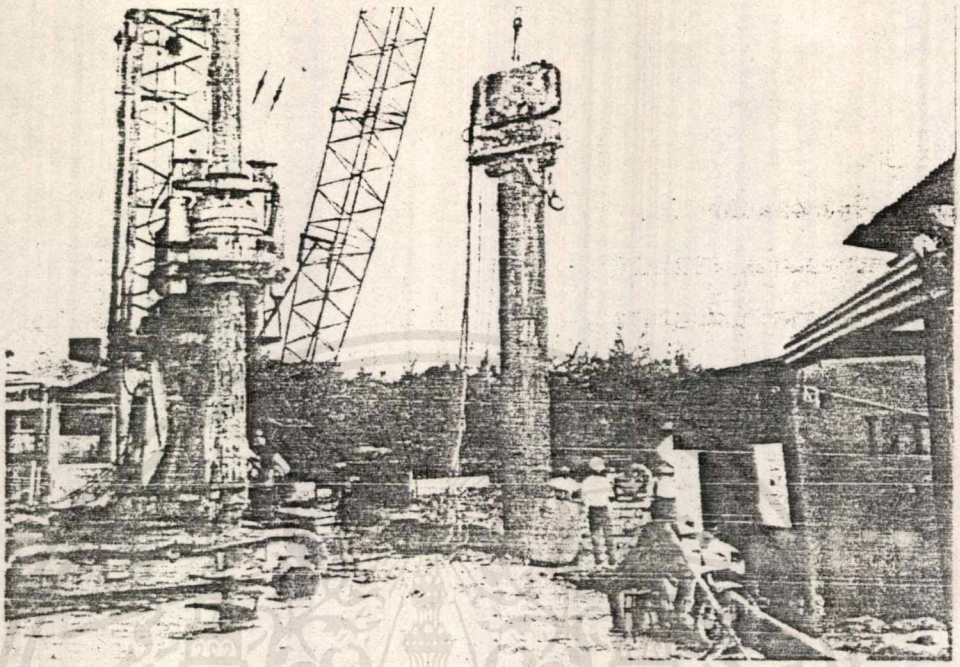
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) การลงเหล็กเสริม (Steel cage) จะนำโครงเหล็กที่ผูกไว้เรียบร้อยแล้ว หย่อนลงไปในรูเจาะโดยใช้รถเครน ความยาวของโครงเหล็กซึ่งมีความยาวจำกัด ดังนั้นจึงมีการต่อทาบโครงเหล็กที่ปากรูเจาะโดยการเชื่อม การหย่อนโครงเหล็กลงไปจะต้องมีเหล็กที่แข็งบังคับไม่ให้เหล็กเสียรูปในขณะยกและหย่อนลงไปในรูเจาะ

4) การเทคอนกรีต (Casting concrete) หลังจากลงท่อเทคอนกรีตลงไปจนถึงก้นหลุมแล้วจะต้องใส่เม็ดโฟมลงไปในท่อเทคอนกรีต การเทคอนกรีตต้องเทให้สูงกว่าระดับที่ต้องการประมาณ 2-4 เมตร เพราะคอนกรีตส่วนบนที่เทไล่ขึ้นมาคุณภาพไม่ดีเนื่องจากผสมกับสารละลายเบนโทไนท์ และเป็นการเผื่อค่ายุบตัวของคอนกรีตเนื่องจากการดึง Casing ขึ้นไป

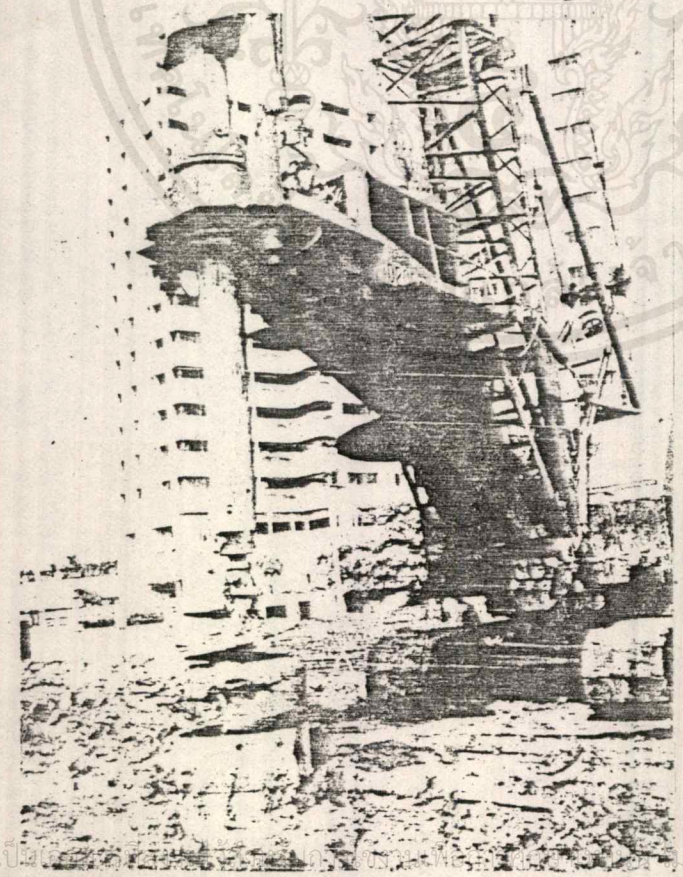
5) การถอนปลอกเหล็ก หลังจากเทคอนกรีตจนเต็มปากรูเจาะแล้วจะใช้รถเครนยกหัวเขย่า (Vibro hammer) จับที่ขอบทั้งสองข้างของปลอกเหล็กแล้วดึงขึ้นอย่างช้า ๆ จนปลายบนปลอกเหล็กขึ้นมาอยู่เหนือผิวดินประมาณ 2-4 เมตร ทำการเทคอนกรีตอีกครั้งเป็นการเผื่อค่ายุบตัวเนื่องจากการถอนปลอกเหล็กขึ้น การกดและถอนปลอกเหล็กจะต้องให้ปลอกเหล็กอยู่ในแนวดิ่งตลอดเวลา โดยการใช้ระดับน้ำซึ่งมีความยาวมากกว่า 1 เมตร ทาบที่ด้านทั้งสองข้างของปลอกเหล็กซึ่งตั้งฉากกัน การกดหรือถอนปลอกเหล็กเอียงทำให้เสาเข็มเอียงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



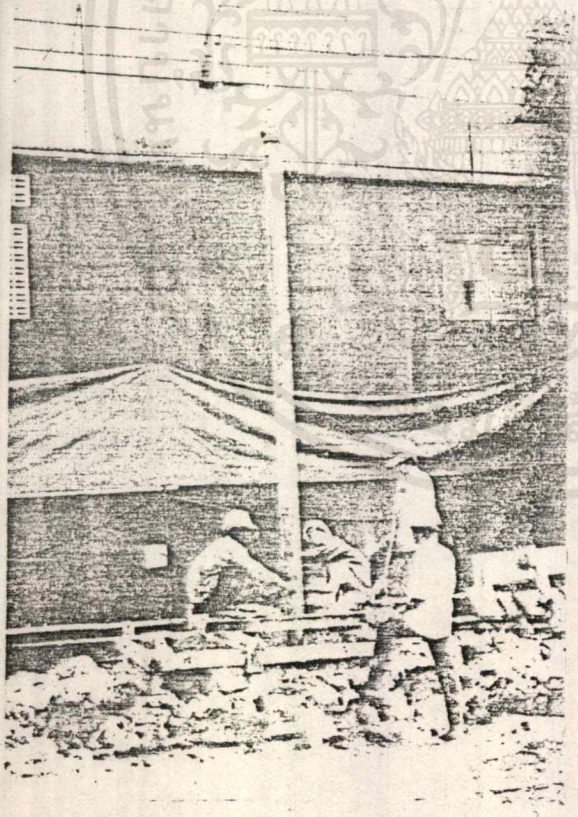
รูปที่ 1 การปักปลอกเหล็กโดยใช้ Vibro hammer (รูปบน)

รูปที่ 2 การขุดเจาะแบบแห้งใช้หัวเจาะแบบสว่าน (Auger)



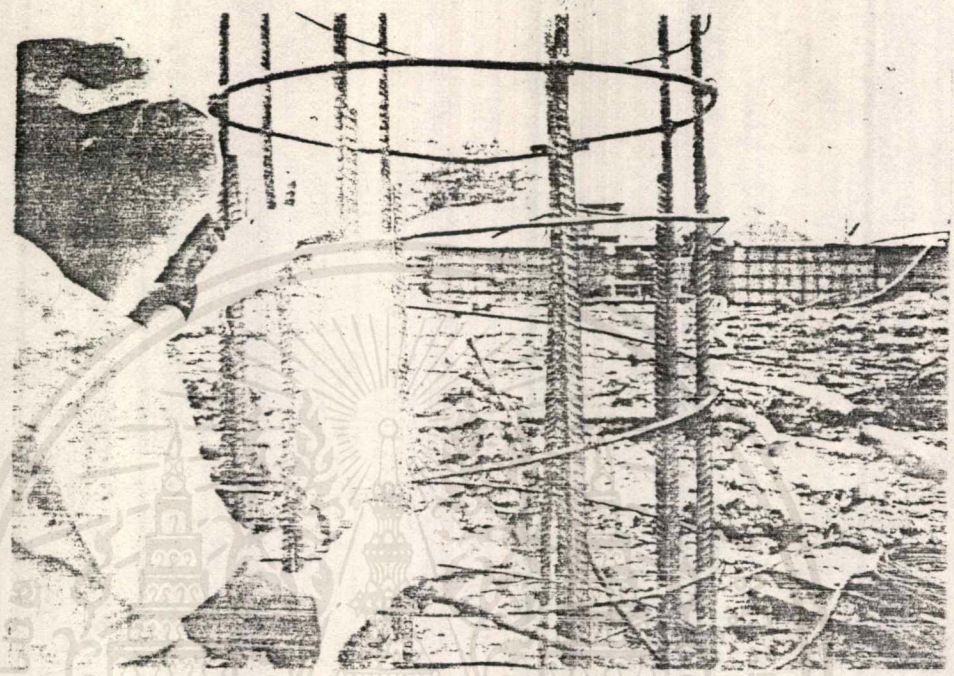
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3 การขุดเจาะแบบเปียก โดยเติมสารละลายเบนไทไนท์ลงไปก่อนถึงชั้นทราย แล้วใช้หัวเจาะแบบถังขุด (Bucket) เก็บดินจนถึงระดับที่ต้องการ



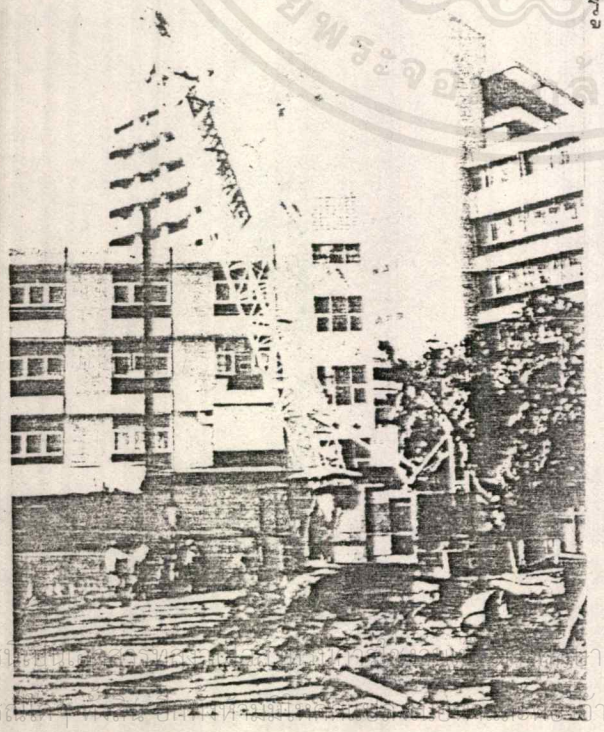
รูปที่ 4 การลงท่อ Air Lift เพื่อกำจัดตะกอนก้นหลุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

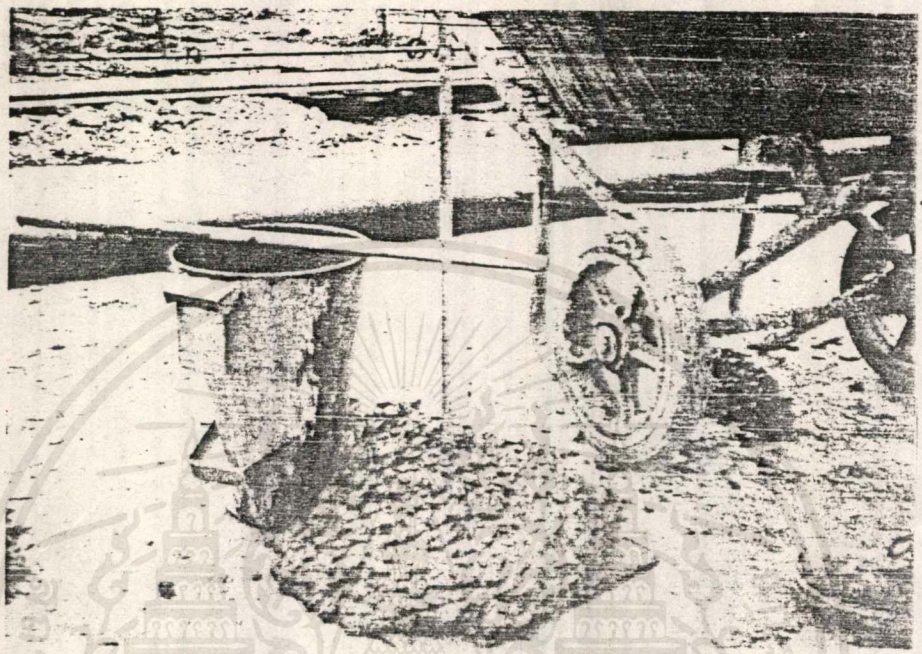


รูปที่ 5 แสดงการต่อเหล็กเสริมโดยการเชื่อมแต้มขณะทำการลงเหล็กเสริม

รูปที่ 6 แสดงการลงท่อทริมมี่



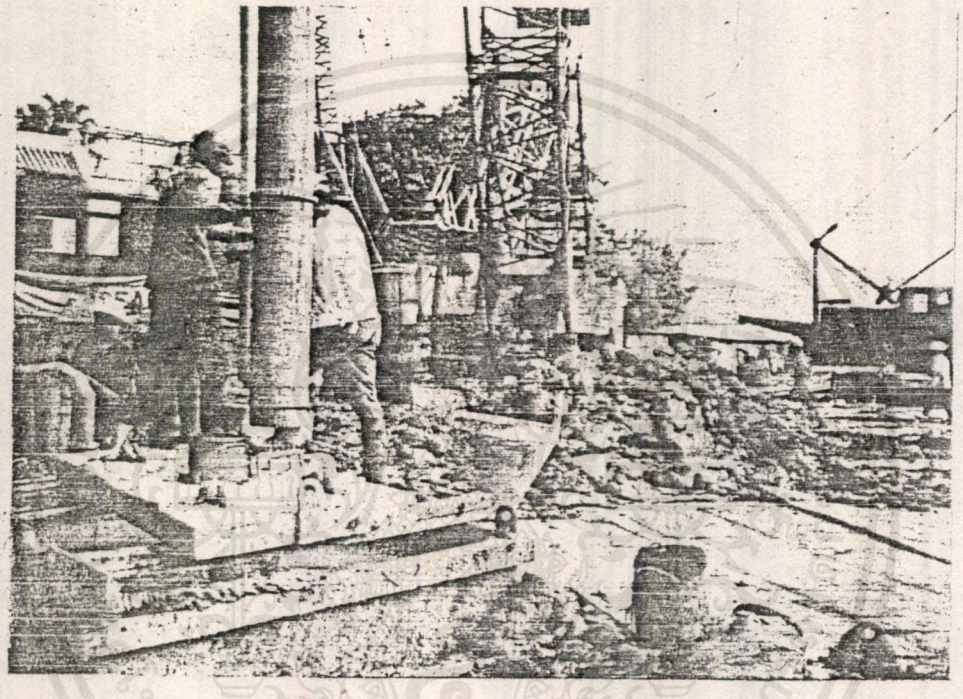
เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 ค่ายุบตัวของคอนกรีตต้องอยู่ระหว่าง 15-23 ซม. และเก็บตัวอย่าง เพื่อนำไปทดสอบหากำลังความแข็งแรงของคอนกรีต

รูปที่ 8 การเทคอนกรีตลงในกรวยเทคอนกรีตผ่านลงไปยังท่อทริมมี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้ง 032512



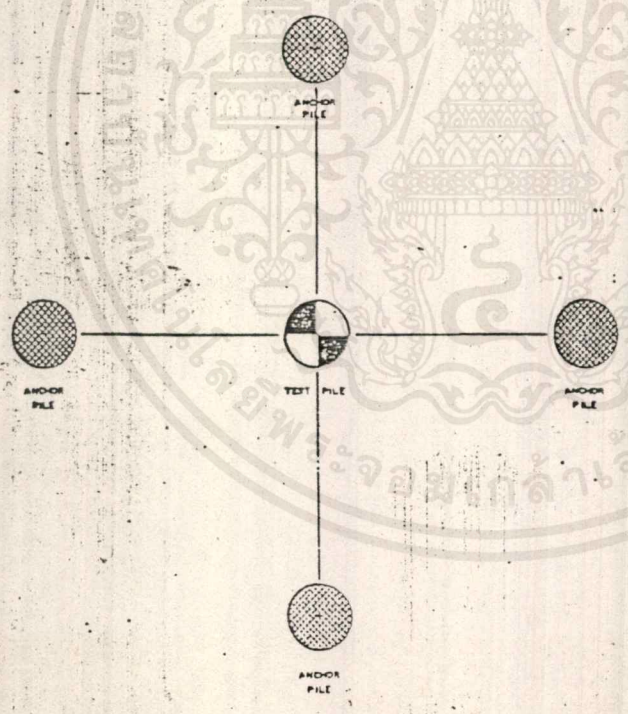
รูปที่ 9 แสดงการตัดท่อทริมมี่เพื่อให้สัมพันธ์กับคอนกรีตที่เทขึ้นมา

1.3 การทดสอบเสาเข็มเจาะ

เสาเข็มเจาะเมื่อทำการก่อสร้างเสร็จแล้ว ควรมีการทดสอบคุณสมบัติและคุณภาพของเสาเข็ม สิ่งที่ดีที่สุดคือทดสอบทุกต้น แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถทำได้ เพราะต้นทุนค่าใช้จ่ายในการทดสอบสูงมาก ในการก่อสร้างหากมีการควบคุมงานและทำการก่อสร้างถูกขั้นตอนแล้วการทดสอบจะเป็นเพียงการสุ่มตัวอย่างก็เพียงพอ โดยทั่ว ๆ ไปจะมีการทดสอบอยู่ 2 ประเภท คือ

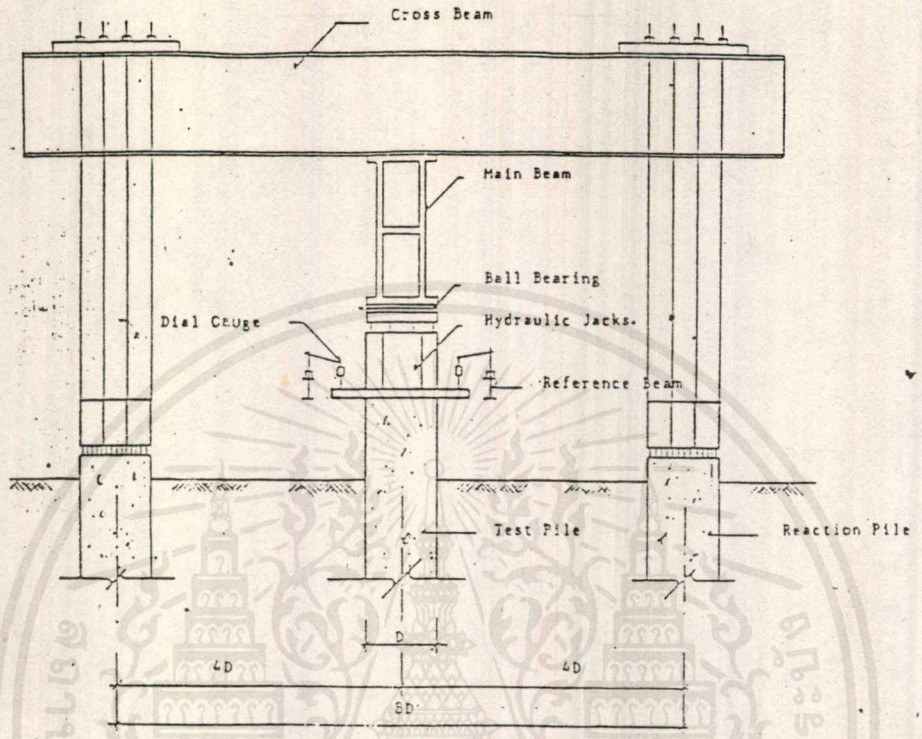
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3.1 การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม (Pile load test) ซึ่งเป็นการทดสอบเสาเข็มใช้งานจริง โดยมีส่วนค่าความปลอดภัย (Factor of safety) เท่ากับ 2.5 การทดสอบนี้เพื่อเป็นการรับรองผลของน้ำหนักบรรทุกออกแบบ เป็นการทดสอบที่เสียค่าใช้จ่ายมาก บางโครงการอาจไม่มีการทดสอบแบบนี้เลย โดยเสาเข็มแต่ละต้นของ Anchor pile ห่างจาก Test pile 4 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเข็ม (Center to center)



รูปที่ 10 ตำแหน่งของ Anchor pile แต่ละต้นห่างจาก Test pile 4 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางเข็ม (Center to center)

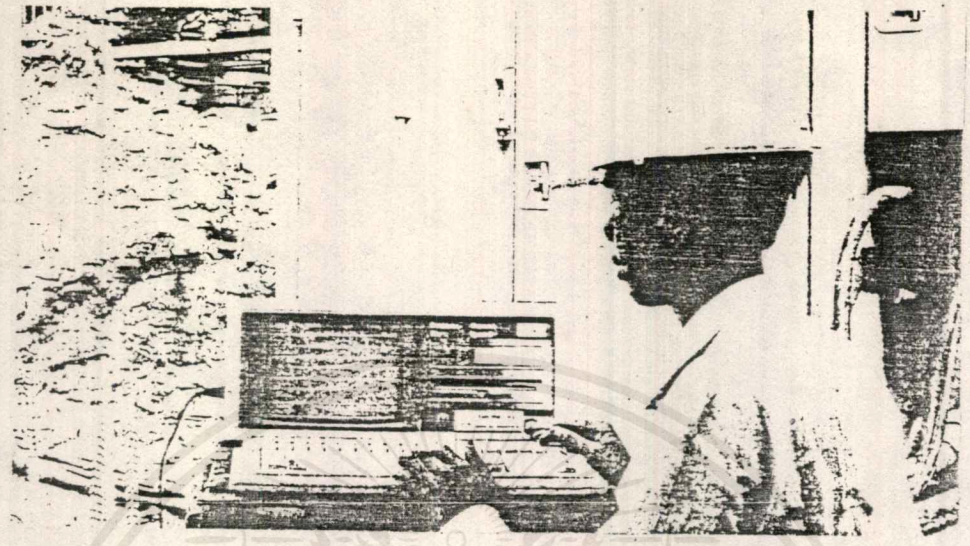
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 แสดงอุปกรณ์การทดสอบเสาเข็มแบบ Pile load test

1.3.2 การทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม (Integrity test) การทดสอบประเภทนี้ ไม่สามารถบอกถึงความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็ม แต่สามารถเตือนถึงสิ่งผิดปกติที่มีในเสาเข็มได้ เช่น ความไม่สมบูรณ์เนื่องจากเข็มขาดกลางเข็มคอด เป็นต้น การทดสอบชนิดนี้เป็นการทดสอบเบื้องต้น ในแต่ละโครงการมีการทดสอบประเภทนี้ประมาณ 10-30% ของปริมาณเข็ม การทดสอบแบบนี้ในกรุงเทพฯ เรียกว่า Sonic integrity test หรือ Seismic test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12 ภาพแสดงเครื่องมือทดสอบ Sonic Integrity Test

1.4 การศึกษาที่ผ่านมา

การใช้เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่เป็นตัวรับน้ำหนัก ซึ่งในปัจจุบันได้รับการยอมรับกันอย่างกว้างขวาง เนื่องจากสามารถรับน้ำหนักได้มาก ไม่ทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของดิน โดยที่ยังไม่เคยมีรายงานถึงกรณีเกิดการทรุดของอาคารเนื่องจากการใช้เสาเข็มชนิดนี้รับน้ำหนัก แต่เนื่องจากการก่อสร้างเสาเข็มเจาะเป็นการก่อสร้างใต้ดินจึงต้องการการควบคุมด้านเทคนิคมาก และการควบคุมคุณภาพของคอนกรีตทำได้ยาก ปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นจึงมีมากตามไปด้วย ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดปัญหาได้มากที่สุดคือการใช้ปลอกเหล็กชั่วคราวเป็นตัวรับแรงกระทำต่าง ๆ จากดินรอบ ๆ แต่อย่างไรก็ตามยังมีตัวจักรอื่น ๆ อีกมากที่เป็นสาเหตุทำให้เสาเข็มเจาะเกิดความเสียหาย

ตามทฤษฎีแล้วสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายทางด้านรูปร่างเป็นสิ่งที่สามารถรู้ล่วงหน้าได้ในขณะนั้น และสามารถค้นหาได้ เช่นการโป่งของเข็มสามารถรู้ได้โดยการเช็คปริมาณคอนกรีตที่เทลงไปเทียบกับความสูงของคอนกรีตที่เพิ่มขึ้นมา ไม่บ่อยนักที่การก่อสร้างสามารถทำได้ถูกต้องตามขั้นตอนทุกอย่าง อาจเป็นเพราะว่าขาดการแนะนำในช่วงระยะที่ทำการก่อสร้าง ทำให้ไม่เข้าใจวิธีการในการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเสาเข็มเจาะ ซึ่งมากไปด้วยปัญหาที่เกิดจากความไม่มั่นคงของเสาเข็มเจาะ ในการประชุมมีการแสดงหลักฐานซึ่งแสดงถึงสาเหตุที่ทำให้เสาเข็มเกิดความเสียหายขึ้น มีการให้ข้อแนะนำต่อบริษัทในเรื่องของเทคนิคที่จะใช้ในงานฐานรากและงานเข็ม

การขาดแคลนเอกสารด้านวิชาการในอุตสาหกรรมงานเข็มเจาะซึ่งเป็นอย่างนี้มาตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ดังนั้นการรวบรวมเอกสารวิชาการหรือการเสนอวิธีการจัดเตรียมเอกสารที่เหมาะสม เช่น จัดเอกสารให้ตามความต้องการของผู้ขอ การสรุปโดยวิธีพิจารณาจากประสบการณ์คือ หมายถึงการออกเอกสารที่เกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับเข็มเจาะ โดยจำกัดนิยามให้อยู่ในรูปของการทรุดตัวและการเสนอระเบียบวิธีปฏิบัติต่าง ๆ จึงมีความจำเป็น

ในประเทศไทยงานทางด้านค้นคว้าหรือวิจัยเกี่ยวกับเสาเข็มเจาะมีน้อย ทั้งนี้ก็เนื่องจากต้องใช้ต้นทุนในการวิจัยสูง งานทางด้านนี้จึงเป็นของบริษัทจากต่างชาติเป็นส่วนใหญ่ เอกสารทางด้านวิชาการก็อยู่ในวงจำกัด

จุดประสงค์ของงานชิ้นนี้ก็เพื่อรวบรวมปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับงานเสาเข็มเจาะพร้อมทั้งเสนอวิธีการป้องกัน หรือแก้ไขเอาไว้เพื่อเป็นการเผยแพร่ความรู้ทางด้านนี้ออกไปให้กว้างขวาง เพื่อให้เข้าใจต่อปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นกับเข็มเจาะจะได้หาทางป้องกันหรือลดปัญหาดังกล่าว โดยผู้เขียนได้รวบรวมจากเอกสารวิชาการต่าง ๆ ที่ได้จากการวิจัยของผู้เชี่ยวชาญชาวต่างประเทศ รวมทั้งผู้เขียนได้วิเคราะห์ถึงวิธีการป้องกันเพื่อแก้ไขเอาไว้ ปัญหาต่าง ๆ สามารถจำแนกออกได้เป็น 3 แบบ คือ สาเหตุโดยทางตรง สาเหตุที่เกิดจากน้ำใต้ดิน และสาเหตุโดยทางอ้อม ซึ่งสาเหตุโดยทางตรงและสาเหตุโดยทางอ้อมนี้เกิดจากการกระทำของผู้ปฏิบัติงานเอง พร้อมกันนี้ยังได้เสนอแนะข้อแนะนำในการวิจัยหรือค้นคว้าเอาไว้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาในครั้งต่อ ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แหล่งข้อมูลที่ใช้ในการศึกษา

บริษัท กูมาไก กูมิ จำกัดและบริษัทไทยบาวเวอร์ จำกัดมีส่วนช่วยเหลือต่องานชิ้นนี้เป็นอย่างมาก โดยยอมให้เอกสารทางวิชาการและให้ความรู้ทางด้านประสบการณ์ของงานเข็มเจาะขนาดใหญ่ ทำให้ความรู้ดังกล่าวได้เผยแพร่ออกไปกว้างขวางยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

สาเหตุทางตรงที่ทำให้เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่เสียหายและวิธีการป้องกันหรือแก้ไข

2.1 การเกิด Overbreak ของเข็ม

2.1.1 โดยทั่ว ๆ ไป

Overbreak ที่เกิดขึ้นกับเสาเข็มเจาะในระหว่างที่ทำการก่อสร้าง สาเหตุใหญ่เกิดจากการปฏิบัติงานของพนักงานเป็นหลัก เช่น อาจเกิดจากการเคลื่อนตัวของดิน เนื่องจากการก่อสร้างเข็มเจาะต้นที่อยู่ใกล้เคียงในแหล่งที่เป็นดินอ่อน ทำให้ดินเคลื่อนตัวเข้าไปแทรกในคอนกรีตที่เพิ่งเทใหม่ ๆ เกิดเป็นโพรงคอนกรีตขึ้นและเป็นตัวลดกำลังในการรับน้ำหนักของเข็ม ตามความคิดเห็นของวิศวกรถือว่า Overbreak เป็นสาเหตุใหญ่ที่สุดที่ทำให้เสาเข็มเจาะเสียหาย

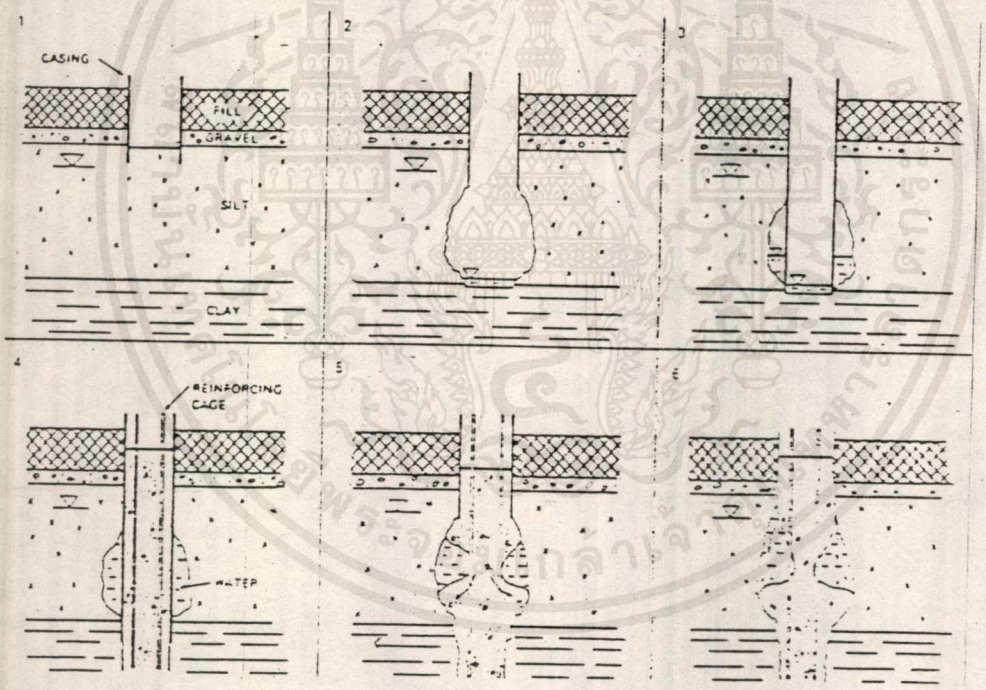
จากการวิเคราะห์ Overbreak เกิดขึ้นได้จากหลาย ๆ สาเหตุ แต่ความเสียหายที่เกิดขึ้นจะอยู่ในรูปแบบเดียวกันคือ ทำให้เข็มเจาะเกิดเป็นโพรง ทำให้การรับกำลังของเข็มเจาะในส่วนที่เกิด Overbreak ลดน้อยลงไป สาเหตุดังกล่าวอาจเกิดจากการเทคอนกรีตการใช้เหล็กเสริม workability ของคอนกรีตหรือเกิดจากการขุดเจาะที่ทำให้หลุมเจาะไม่สมบูรณ์

2.1.2 การขุดเจาะ

ในขณะที่ทำการขุดเจาะ ชั้นดินบางชั้นอาจไม่มีความมั่นคงพอต่อการขุดเจาะแม้ว่าจะใช้สารละลายเบนโทไนท์ก็ตาม น้ำใต้ดินเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิด Overbreak เห็นได้ชัดจากการที่ต้องขุดเจาะดินในปริมาณที่มากขึ้นหากเป็นดินที่อยู่ต่ำกว่าระดับน้ำใต้ดิน ทำให้เกิดเป็นโพรงขึ้นรอบ ๆ ปลอกเหล็กเนื่องจากดินที่อยู่รอบ ๆ พังลงไปข้างล่าง ตำแหน่งของโพรงที่เกิดขึ้นจะอยู่เหนือปลายล่างของปลอกเหล็กเล็กน้อย มักเป็นดินพวกทรายชั้นแรกซึ่งจับตัวอยู่กันอย่างหลวม ๆ อย่างไรก็ตามในชั้นดินอื่น ๆ ก็อาจเกิดขึ้นได้เช่นกัน ขนาดของโพรงขึ้นอยู่กับชนิดของดินว่ามีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันมากน้อยแค่ไหน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในสภาพของดินดังกล่าวการติดตั้งปลอกเหล็กในระหว่างที่ทำการขุดเจาะแล้วถอนปลอกเหล็กขึ้นไปหลังจากเทคอนกรีตเสร็จ หรืออาจต้องใช้ปลอกเหล็กถาวรหากเป็นโพรงขนาดใหญ่เป็นสิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นพิเศษ การเช็คปริมาณดินที่ขุดเจาะขึ้นมาเป็นตัวบอกให้ทราบว่าเกิดโพรงขึ้นในขณะขุดเจาะหรือไม่ รวมทั้งสามารถทำนายถึงขนาดของโพรงที่เกิดขึ้นได้ โพรงที่เกิดขึ้นรอบ ๆ ปลอกเหล็กอาจเต็มไปด้วยน้ำ ดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 โพรงและความเสียหายที่เกิดขึ้น

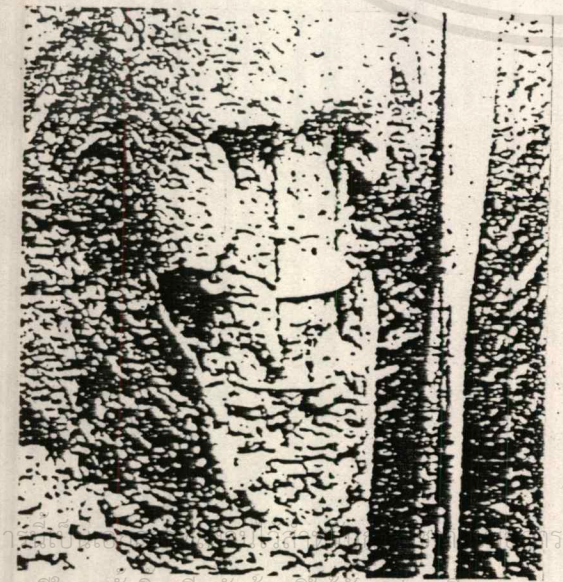
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การเทคอนกรีต

หากปลอกเหล็กสามารถป้องกันการไหลซึมของน้ำใต้ดินได้ตลอดในแนวชั้นดินที่กดปลอกเหล็กลงไป เหล็กเสริมอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ หลุมเจาะมีสารละลายเบนโทไนท์ที่เพียงพอที่จะป้องกันการพังทลายของหลุมเจาะ การเทคอนกรีตเมื่อแรงดันของคอนกรีตเท่ากับหรือมากกว่าแรงดันของน้ำใต้ดินและแรงดันดินด้านข้างแล้ว หรือเทจนเต็มหลุมเจาะ ปลอกเหล็กจะถูกถอนขึ้นอย่างช้า ๆ เทคนิคในการถอนปลอกเหล็กมีผลต่อการหล่อคอนกรีตด้วย Workability ของคอนกรีตก็มีผลด้วยเช่นกัน

- คอนกรีตที่มี Workability สูง

ในการถอนปลอกเหล็กขึ้น คอนกรีตจะยุบตัวลงไปข้างล่างแทนที่ปลอกเหล็กเดิม เมื่อปลายล่างของปลอกเหล็กขึ้นมาถึงระดับของโพรงที่เต็มไปด้วยน้ำ คอนกรีตจะไหลเข้าไปในโพรงและดันน้ำขึ้นมาข้างบนและเข้าไปแทนที่คอนกรีตเดิมที่อยู่ในเข็ม และคอนกรีตส่วนบนก็พังยุบลงมาอีก พร้อมทั้งถูกชะล้างด้วยน้ำไปด้วยทำให้ Overbreak ที่เกิดขึ้นใหญ่ขึ้นไปอีกตามรูปที่ 13 รูปที่ 14 แสดงส่วนของเข็มที่เกิด Overbreak ขึ้น คอนกรีตที่อยู่ภายในเหล็กเสริมจะคงตัวอยู่ได้ แต่คอนกรีตที่อยู่ภายนอกเหล็กเสริมไม่มีเนื่องจากถูกแทนที่ด้วยน้ำซึ่งถูกดันด้วยคอนกรีตขึ้นมา



รูปที่ 14 คอนกรีตภายนอกเหล็กเสริมไม่มีเนื่องจากมีน้ำอยู่ในโพรงดินขณะถอนปลอกเหล็กขึ้น

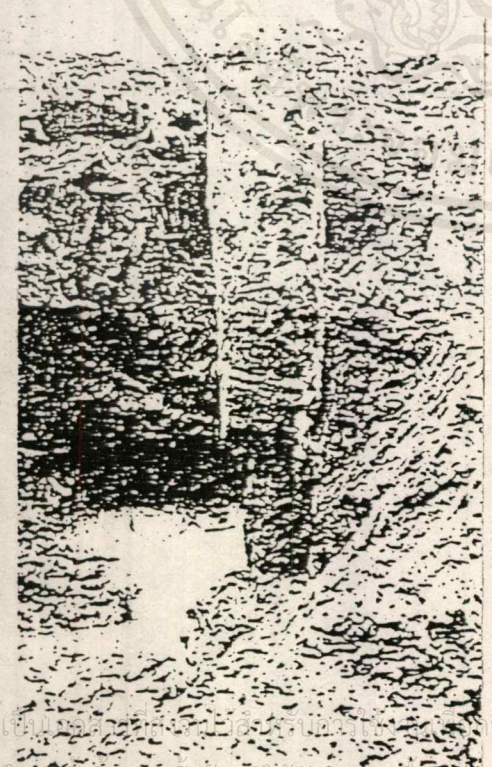
เอกสาร[illegible]รศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

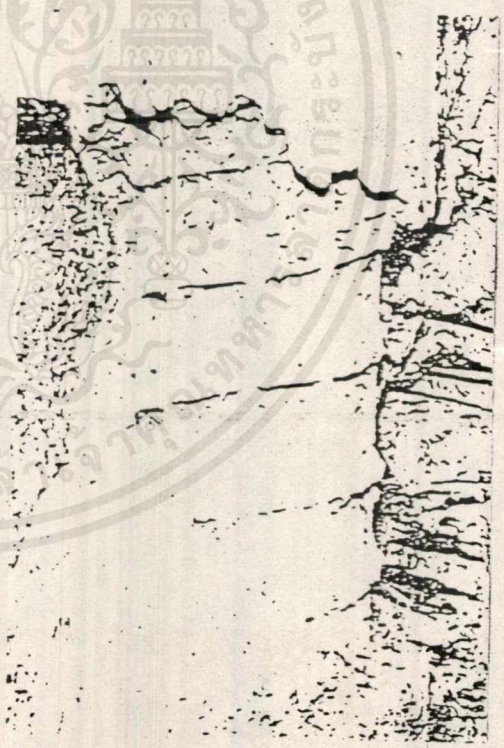
- คอนกรีตที่มี Workability ต่ำ

ถ้าคอนกรีตมี Workability ต่ำพอที่จะป้องกันการไหลไปยังโพรงดังกล่าวได้ การถอนปลอกเหล็กขึ้น คอนกรีตภายนอกเหล็กเสริมจะคงตัวอยู่ได้ชั่วขณะและถูกแทนที่ด้วยน้ำในโพรงในเวลาต่อมา

ในโพรงที่มีขนาดเล็ก คอนกรีตที่อยู่ภายนอกเหล็กเสริมจะยุบตัวลงไปในโพรง คอนกรีตจะเข้าไปแทนที่น้ำพร้อมทั้งโดนชะล้างส่วนผสมไปด้วย ส่วนน้ำซึ่งถูกแทนที่ด้วยคอนกรีตจะถูกดันขึ้นข้างบนทำให้คอนกรีตภายนอกเหล็กเสริมยุบตัวลงมาอีก ดังรูปที่ 15 และ 16 ซึ่งเป็นความเสียหายที่เกิดขึ้น

รูปที่ 15 เหล็กเสริมโผล่ออกมาเนื่องจากการยุบตัวของคอนกรีตลงไปในโพรงขนาดเล็กที่มีน้ำอยู่เต็ม



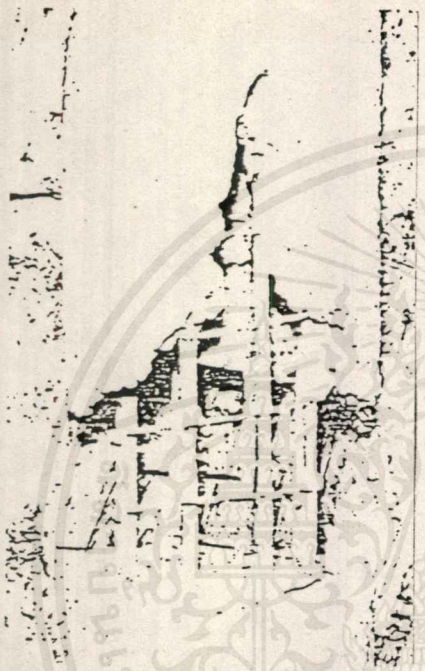


รูปที่ 16 คอนกรีตยุบตัวลงไปในโพรงขนาดเล็กที่มีน้ำอยู่เต็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 โพรงขนาดใหญ่ที่มีน้ำอยู่เต็ม

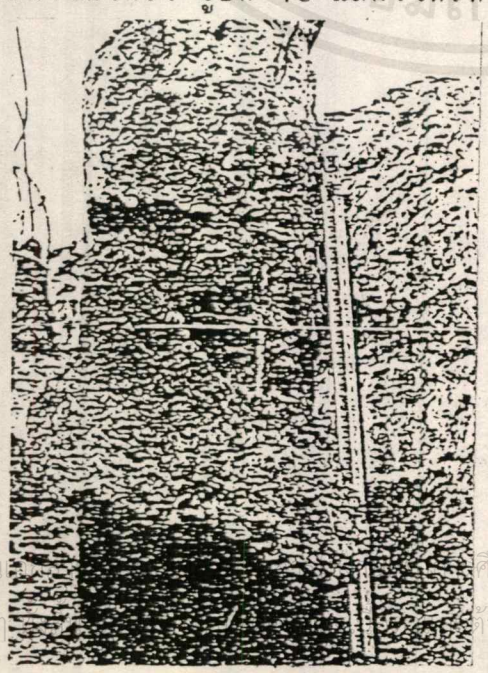
ในโพรงขนาดใหญ่ คอนกรีตที่อยู่ภายในเหล็กเสริมจะยุบตัวลงไปแทนที่น้ำในโพรง น้ำซึ่งมีอยู่เต็มในโพรงจะเข้าไปแทนที่คอนกรีตและแทรกเข้าไปจนถึงข้างในเหล็กเสริม ทำให้เกิดเป็นโพรงลึก ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17 เข็มเป็นโพรงลึกเนื่องจากมีน้ำอยู่ในโพรงขนาดใหญ่

2.1.5 ความเสียหายอื่น ๆ ซึ่งเกิดร่วมกับ Overbreak

ความเสียหายอื่น ๆ ที่อาจเกิดขึ้นร่วมกับการเกิด Overbreak เช่น การโป่งออกมาเป็นระยะสั้น ๆ ใต้โพรงซึ่งเป็นคอนกรีตส่วนที่ไหลลงไปข้างล่างเข้าไปแทนที่น้ำในโพรง รูปที่ 18 แสดงให้เห็นการโป่งออกมาของคอนกรีต



รูปที่ 18 เข็มเป็นโพรงพร้อมกับโป่งออกมาข้างใต้โพรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.6 Overbreak ในดินที่อยู่ในสภาพแห้ง

ในดินที่อยู่ในสภาพแห้งก็สามารถเกิด Overbreak ได้เช่นกัน โดยเฉพาะในดินพวกกรวดหยาบ ซึ่งเป็นดินที่มีขนาดเม็ดใหญ่ ในชั้นดินร่วน ดินที่มีสิ่งปรักหักพังต่างๆ ซึ่งมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างเม็ดดินน้อยตำแหน่งที่เกิด Overbreak จะอยู่ใกล้ส่วนบนของเข็ม การถอนปลอกเหล็กขึ้นไปจะทำให้คอนกรีตยุบตัวเข้าไปในโพรงอากาศ พร้อมทั้งดินเหนือโพรงพังลงมาและถูกกลบหรือผังโดยคอนกรีตข้างบน ลักษณะความเสียหายเช่นเดียวกับข้อ 2.1.5

2.1.7 วิธีการป้องกันหรือแก้ไข

ในสภาพดินที่ไม่มั่นคงต่อการก่อสร้างเข็มควรมีวิธีการป้องกัน หรือแก้ไขการเกิด Overbreak ดังนี้

1) กดปลอกเหล็กลงไปโดยวิธีการสั่นหรือหมุน ซึ่งแรงสั่นสะเทือนจากการกดหรือถอนปลอกเหล็กจะทำให้ดินใกล้ส่วนบนของเข็ม ซึ่งเป็นดินที่จับตัวกันอยู่อย่างหลวม ๆ แน่นขึ้นขณะกดหรือถอนปลอกเหล็กจะต้องเช็คดิ่งของปลอกเหล็กไปด้วยเพื่อป้องกันการเอียงของเข็ม เพราะเป็นชั้นดินที่ทำให้ปลอกเหล็กเอียงได้ง่าย ความลึกของปลายล่างปลอกเหล็กควรอยู่ต่ำกว่าระดับล่างของทรายชั้นแรก ประมาณ 1 เมตร ซึ่งเป็นดินที่มั่นคงต่อการขุดเจาะเพียงพอ (ในกรุงเทพฯ จะเป็นพวกดิน Very stiff clay) เพื่อป้องกันการพังทลายของดินทรายชั้นแรกลงไปข้างล่างเนื่องจากการขุดเจาะ ในบางครั้งระดับล่างของดินที่ไม่มั่นคงต่อการขุดเจาะเหล่านี้อยู่ในความลึกที่มากกว่า 15 เมตร ซึ่งเป็นความยาวในหนึ่งท่อนของปลอกเหล็กจึงต้องทำการต่อปลอกเหล็กเพื่อให้มีความยาวตามต้องการ บางโครงการอาจต้องใช้ปลอกเหล็กมีความยาวถึง 20 เมตร การต่อควรจะต่อด้วยระบบเกลียว จะช่วยเพิ่มความรวดเร็ว และความแข็งแรงของการใช้งานดีกว่าการต่อด้วยวิธีการเชื่อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การขุดเจาะภายใต้สารละลายเบนโทไนท์ เมื่อขุดเจาะโดยใช้หัวเจาะแบบ Auger ใกล้ถึงระดับทรายชั้นแรกจะต้องมีการเติมสารละลายเบนโทไนท์ลงไปจนเกือบเต็มรูเจาะ แล้วจึงใช้หัวเจาะดินแบบ Bucket เก็บดินจนถึงระดับที่ต้องการ การเติมสารละลายเบนโทไนท์ต้องเติมเป็นระยะ ๆ ในขณะเจาะดินขึ้น เพราะสารละลายจะยุบตัวลงไปแทนเนื้อดินที่ถูกขุดขึ้นมาอยู่ตลอดเวลา ควรให้ระดับของสารละลายอยู่ต่ำกว่าปากหลุมเจาะประมาณ 2 เมตร เพื่อให้แรงดันของสารละลายสมดุลกับแรงดันของดินด้านข้างรวมทั้งแรงดันของน้ำใต้ดิน หรือมากกว่าเพื่อป้องกันการพังทลายของหลุมเจาะ สารละลายเบนโทไนท์ทำหน้าที่ เป็นตัว Stabilize ผนังรูเจาะ และก่อตัวเป็น Filter cake ทำหน้าที่เคลือบผิวดินไม่ให้สารละลายซึมเข้าไปในดินได้ ผงเบนโทไนท์มีคุณสมบัติดูดน้ำได้ดี แต่ละอนุภาคพองตัวเบียดกันทำให้น้ำไหลผ่านแต่ละอนุภาคได้ยาก ก่อนการใช้งานหลังจากผสมน้ำแล้วหรือหลังจากการใช้ครั้งก่อนจะต้องมีการตรวจสอบคุณสมบัติทุกครั้ง ได้แก่

(1) Density ระหว่าง 1.02-1.10 ตัน/ลบ.ม

(2) Viscosity ระหว่าง 30 - 50 วินาที

(3) P_H ระหว่าง 7.5-12 ซึ่งมีสถานะเป็นเบส

(4) Sand content ไม่เกิน 6% โดยปริมาตร

density ของสารละลาย เป็นตัวป้องกันการไหลของน้ำใต้ดินหรือต้านทานต่อแรงดันของดินด้านข้าง พร้อมทั้งเป็นตัวบอกปริมาณของผงเบนโทไนท์

Viscosity	ทำหน้าที่เป็น Filter cake เคลือบผิวดินไว้
P_H	เพราะกรดทำให้ดินเหนียวอ่อนตัวได้ง่าย ทำให้รูเจาะบีบตัวได้
Sand content	ปริมาณทรายที่มีมากเกินไปทำให้คอนกรีตผสมกับสารละลายได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

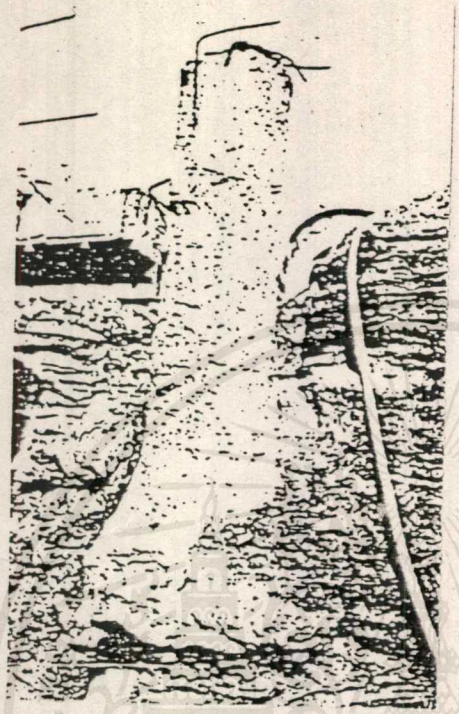
3) คอนกรีตที่ใช้

- มี cement content 375 Kg/m^3
- มี Slump อยู่ระหว่าง 15-23 เซนติเมตร
- ผสมน้ำยาโดยมี retardation time ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
- สามารถทนกำลังอัดได้ไม่น้อยกว่า 240 Kg/cm^2

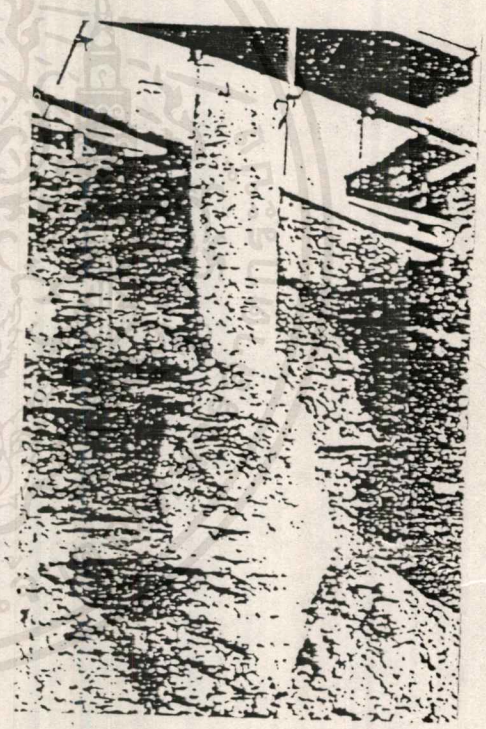
คอนกรีตควรมี Workability ที่สามารถไหลได้อย่างอิสระทั้งภายในและภายนอกเหล็กเสริม คอนกรีตที่มี Slump สูงเกินไปทำให้เกิดการแยกส่วนของคอนกรีตได้ง่าย คือส่วนที่เป็นหินจะอยู่ภายในเหล็กเสริมส่วนที่เป็นของเหลวจะไหลออกไปภายนอกเหล็กเสริม และ Slump ต่ำเกินไปทำให้ท่อเทอุดตันได้ง่ายและอาจจะไหลออกไปห่อหุ้มเหล็กเสริมไม่ได้ ทำให้เกิดเข็มคอด (ความเสียหายในข้อ 2.3) คอนกรีตจะต้องผสมสารหน่วงเวลา Set ตัวไม่ต่ำกว่า 4 ชั่วโมง เพราะเวลาที่ใช้ในการเทคอนกรีตของเข็มแต่ละต้นประมาณ 2 ชั่วโมงขึ้นไป รวมทั้งระยะเวลาในการเดินทางของรถบรรทุกคอนกรีต คอนกรีตส่วนแรกที่เทลงไปจะถูกเทไล่ขึ้นมาข้างบนโดยถือเป็นคอนกรีตส่วนที่เสียเพราะอาจจะผสมกับสารละลายเบนโทไนท์

4) การถอนปลอกเหล็ก หลังจากเทคอนกรีตจนเต็มรูเจาะแล้ว ปลอกเหล็กจะถูกถอนขึ้นอย่างช้า ๆ ความยาว 20 เมตร จะใช้เวลาในการกดและถอนประมาณ 20-30 นาที เมื่อปลายล่างของปลอกเหล็กขึ้นมาถึงส่วนล่างของโพรงอากาศ คอนกรีตจะไหลเข้าไปในโพรงอากาศและไล่อากาศขึ้นมาข้างบนตามปลอกเหล็กที่ถูกถอนขึ้นมาอย่างช้า ๆ พร้อมทั้งคอนกรีตไหลเข้าไปในโพรงอากาศอย่างปกติ ทำให้ได้เข็มดังรูปที่ 19 และ 20 จะเห็นว่าคอนกรีตมีความต่อเนื่องเหนือตำแหน่งที่โป่งออกมา ซึ่งการโป่งของเข็มไม่ได้ทำความเสียหายให้กับเข็มแต่เป็นการสิ้นเปลืองคอนกรีตมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 19 คอนกรีตไปิ่งออกมาเนื่องจากมีโพรงในดินที่อยู่ในสภาพแห้ง (รูปบน)



รูปที่ 20 คอนกรีตที่ต่อเนื่องกันเหนือตำแหน่งที่มีการไปิ่งออก (รูปล่าง)

การดึงปลอกเหล็กขึ้นไปอย่างรวดเร็ว เมื่อปลายล่างของปลอกเหล็กขึ้นมาถึงโพรงอากาศ ผลที่เกิดขึ้นคือสูญเสียคอนกรีตทันทีเข้าไปในโพรงอากาศ ทำให้ดินเหนือโพรงพังยุบลงมาและถูกฝังด้วยคอนกรีตจากส่วนบน ทำให้เกิด Overbreak ขึ้นเหนือตำแหน่งที่เกิดการไปิ่งออก ทำให้ต้องขุดดินออกและสกัดคอนกรีตจากระดับที่เกิด Overbreak ขึ้นมาทิ้งไปแล้วเทคอนกรีตลงไปใหม่ เสียเวลาและค่าใช้จ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้น ตำแหน่งที่เกิด Overbreak ชนิดนี้อยู่ในความลึกประมาณ 2-4 เมตรจากผิวดินข้างบนหรือก่อนจะถึงชั้นดินที่เป็น Soft clay หรือในบางแห่งอาจไม่มีชั้นดินพวกนี้อยู่แต่ Soft clay เป็นดินชั้นแรก

5) การใช้ปลอกเหล็กถาวร หากเกิดความผิดพลาดจากการใช้ปลอกเหล็ก คือปลายล่างของปลอกเหล็กมีความลึกไม่พอดังในข้อ 1 ทำให้เกิดไพรงน้ำขึ้นรอบ ๆ ปลอกเหล็ก สังเกตได้จากปริมาณดินที่ขุดขึ้นมาในตำแหน่งความลึกดังกล่าวมีมากเกินไปก็อาจต้องเปลี่ยนเป็นการใช้ปลอกเหล็กถาวรเพื่อป้องกันการเกิด Overbreak ขึ้นกับเข็ม หรือจะใช้วิธีดึงปลอกเหล็กขึ้นและถมกลบ แล้วขุดเจาะใหม่ โดยทั่วไปแล้วการใช้ปลอกเหล็กถาวรจะใช้ในกรณีที่น้ำใต้ดินไหลแรงเท่านั้น เพราะปลอกเหล็กแต่ละท่อนมีราคาแพง

2.2 การสะสมของสิ่งของวัสดุต่าง ๆ ที่ก้นหลุม

2.2.1 การสะสมของสิ่งของวัสดุต่าง ๆ ที่ก้นหลุม

การสะสมของวัสดุสิ่งของต่าง ๆ ที่ก้นหลุมซึ่งเป็นการลดกำลังในการรับแรงของเข็ม เศษดินหรือเศษหินที่เกิดจากการขุดเจาะ ชิ้นส่วนอะไหล่เครื่องจักร หรือถุงซีเมนต์ก็อาจตกลงไปได้เช่นกัน ก่อนที่จะเทคอนกรีตจะต้องทำความสะอาดก้นหลุมนำสิ่งเหล่านี้ขึ้นมาให้หมด เพราะเป็นตัวลดกำลังในการรับแรงของเข็ม ทำให้เข็มทรุดตัวได้ง่าย

รายละเอียดที่ได้จากโครงการหนึ่งเป็นดังนี้ เข็มเจาะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 เซนติเมตร ความลึกของเข็มจมอยู่ใน Very stiff clay (ความลึก 18 เมตร) การ test load ได้ผลเป็นที่น่าพอใจคือได้ 1.16 เท่าของ

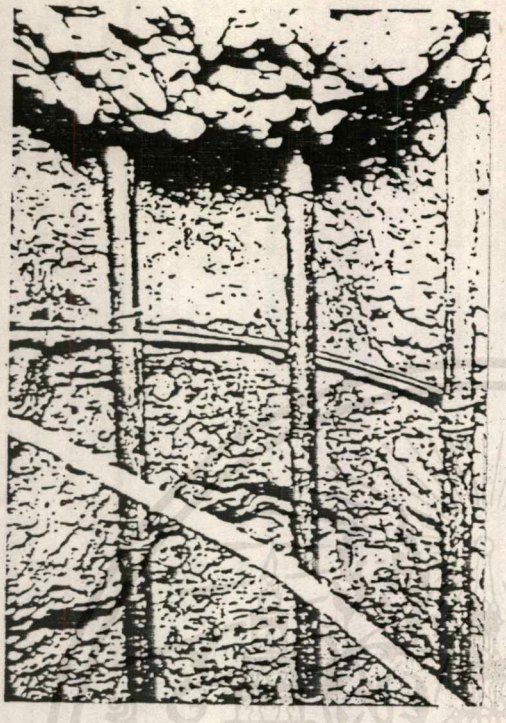
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

load ที่ต้องการใช้งานจริงแต่จะ fail ที่ load ประมาณ 1.5 เท่าของ load ที่ใช้งานจริง โดย load ที่ใช้งานจริงเป็น 125 ตัน จากการตรวจสอบโดยการเจาะเข้าไปตรงจุดที่มีการ fail พบว่าคอนกรีตมีความสมบูรณ์อย่างต่อเนื่องแต่ส่วนฐานของเข็มซึ่งมีประมาณ 60 เซนติเมตรเป็นส่วนที่อ่อนของคอนกรีต ประกอบด้วยดินเหนียวอ่อนสีน้ำตาลแกมเหลืองก้อนเล็ก ๆ ผสมอยู่ ดินดังกล่าวไม่ได้เกิดจากการขุดเจาะ แต่ตกจากข้างบนลงไปคือตกไปจากรถบรรทุกดินที่แล่นผ่านใกล้หลุมเจาะ เหตุการณ์ข้างบนเป็นบทเรียนอย่างดีสำหรับการตรวจสอบก้นหลุมก่อนที่จะเริ่มเทคอนกรีต

หินก้อนเล็ก ๆ หรือฝุ่นหิน ซึ่งเกิดจากการขุดเจาะในชั้นดินที่เป็น Siltstone และตกลงไปสะสมกันที่ก้นหลุม การไหลซึมของน้ำใต้ดินผ่านชั้นบาง ๆ ของ Silt ซึ่งแทรกตัวอยู่ระหว่างชั้นดินที่เป็น Cohesive Soil น้ำใต้ดินเป็นตัวนำพวก Silt มาสะสมกันข้าง ๆ บ่อ ดังรูปที่ 21

การตรวจสอบเข็มเจาะขนาดใหญ่ต้นหนึ่งโดยการเจาะลงไปตรงๆ ตลอดความลึกของเข็ม 34 เมตร พบว่าพวกตะกอน (Silt-like sediment) ซึ่งเกิดจากการแตกของ Keuper Marl สะสมอยู่ใต้ฐานของเข็ม การติดตั้งเหล็กเสริม เหล็กเสริมสามารถที่จะแทงทะลุเข้าไปใน Silt-like sediment ได้ซึ่งมีระยะประมาณ 50 เซนติเมตร เนื่องจากตะกอนมีความเข้มข้นพอที่จะรับน้ำหนักของคอนกรีตได้ การตรวจสอบจึงขึ้นอยู่กับว่าจะยอมให้นำตะกอนเหล่านี้ขึ้นมาหรือไม่ อันจะทำให้เหล็กเสริมไผล่ออกไปจากฐานของเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 21 แสดงให้เห็นถึงการสะสมกันของพวก Silt ข้างบ่อเข็มแล้วทำให้คอนกรีตไม่สามารถไหลออกไปห่อหุ้มเหล็กเสริมได้

2.2.2 วิธีการป้องกันหรือแก้ไข

ก่อนที่จะเทคอนกรีตจะต้องมีการตรวจสอบก้นหลุมก่อน การทำความสะอาดก้นหลุมสามารถทำได้ดังนี้

1) การทำความสะอาด Bucket เพื่อให้สิ่งของหรือวัสดุต่าง ๆ ที่เกาะติดอยู่กับ Bucket หลุดออกไป และสังเกตดินที่ขุดขึ้นมาว่าเป็นลักษณะของดินปลายเสาเข็มที่แท้จริงโดยไม่มีดินชั้นอื่นปนอยู่

2) การกำจัดพวกตะกอนทรายทำได้โดยวิธี Recycle สารละลายเบนไทไนท์ การทำ Recycle ปกติจะใช้วิธี Air lift ซึ่งจะทำในกรณีที่สารละลายเข้มข้นและสกปรกจน density มากกว่า 1.20 ตัน/ลบ.ม โดยการสูบเอาสารละลายข้างล่างขึ้นมาเพื่อให้สารละลายข้างบนที่สะอาดกว่าลงไปจนได้ density ไม่เกิน 1.20 ตัน/ลบ.ม การทำ Recycle นอกจากทำให้ก้นหลุม สะอาดแล้วยังสามารถทำให้คอนกรีตสามารถไหลได้สะดวกขึ้น เพราะ density ที่มากเกินไปอาจทำให้แรงดันของคอนกรีตมีไม่พอที่จะทำให้คอนกรีตไหลออกไปห่อหุ้มเหล็กเสริมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้นของสารละลายประมาณ 1.10 ตัน/ลบ.ม สามารถป้องกันการไหลซึมของน้ำใต้ดินที่จะพาพวก Silt มาเกาะสะสมกันข้าง ๆ บ่อได้

ในกรณีที่จำเป็นต้องทิ้งรูเจาะไว้ค้างคืน ระดับปลายหลุมที่เจาะทิ้งไว้ไม่ควรเป็นชั้นทรายปลายเสาเข็ม เพราะทรายข้างรูเจาะมักจะพัง ทำให้สิ้นเปลืองคอนกรีตมากขึ้น การพิจารณาว่าควรจะยอมให้มีการทิ้งรูเจาะไว้ค้างคืนหรือไม่ก็ต่อเมื่อแน่ใจว่าสามารถขุดเจาะต่อไปจนก้นหลุมสะอาดได้ตามปกติ โดยไม่เกิดการพังทลายของรูเจาะในขณะเจาะดิน และปริมาณคอนกรีตที่ใช้จริงไม่มากไปกว่าปริมาณที่คำนวณไว้ 30%

2.3 ความเสียหายที่เกิดจากการถอนปลอกเหล็กและท่อเทคอนกรีต

2.3.1 การใช้ปลอกเหล็กคู่

ชุดของปลอกเหล็กที่นำมาใช้งานควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางเหมาะต่อการปฏิบัติงาน การติดตั้งปลอกเหล็กจะต้องกดท่อนที่มีขนาดใหญ่กว่าลงไปในก่อน ปลอกเหล็กคู่ที่ใช้กันโดยทั่วไปจะมีระยะห่างระหว่างผิวนอกของปลอกเหล็กท่อนในกับผิวในของท่อนที่อยู่ข้างนอกประมาณ 4-8 เซนติเมตร

การใช้ปลอกเหล็กคู่ก็เพื่อใช้ป้องกันปัญหาที่เกิดจากน้ำใต้ดิน ซึ่งทำความเสียหายให้เกิดกับเข็ม สามารถกดปลอกเหล็กได้ลึกมากขึ้น ทำให้เจาะดินได้เร็วขึ้น ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการถอนปลอกเหล็กคือ หากปลอกเหล็กท่อนนอกถูกถอนขึ้นไปก่อน คอนกรีตที่ได้จะไม่ต่อเนื่องกัน น้ำที่อยู่ในช่องว่างของวงแหวนระหว่างปลอกเหล็กทั้งสองจะเข้าไปแทนที่คอนกรีตเข็มหลังจากถอนปลอกเหล็กท่อนข้างในขึ้นไปแล้ว ทำให้เข็มเกิด Overbreak ขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

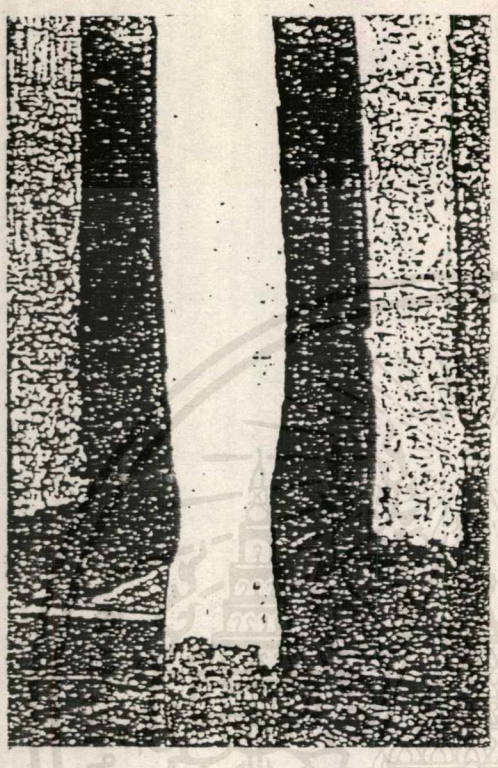
ในกรณีที่ใช้ปลอกเหล็กท่อนข้างในเป็นปลอกเหล็กถาวร การเทคอนกรีตลงไปในปลอกเหล็กถาวร คอนกรีตอาจจะไหลขึ้นมาข้างบนเข้าไปอยู่ในช่องว่างระหว่างปลอกเหล็กทั้งสอง แม้ว่าสารละลายเบนโทไนท์จะถูกนำมาใช้ในช่องว่างดังกล่าวก็ตามคอนกรีตจะประสานตัวกันแน่นทำให้เกิด Friction ขึ้น ดังนั้นการถอนปลอกเหล็กท่อนข้างนอกขึ้นไปจะทำให้ปลอกเหล็กถาวรถูกดึงขึ้นไปด้วย

2.3.2 การใช้ปลอกเหล็กเดี่ยวและท่อเทคอนกรีต

ความเสียหายหลาย ๆ อย่างที่เกิดขึ้นกับเข็มเกิดจากการถอนปลอกเหล็ก และการดึงท่อเทคอนกรีต ความเสียหายดังกล่าวที่เกิดขึ้นเกี่ยวข้องกับ Workability ของคอนกรีต แรงดันของคอนกรีตภายในท่อเทคอนกรีตในระหว่างที่ท่อเทคอนกรีตกำลังถูกถอนขึ้น

การคอดของเข็มสามารถเกิดขึ้นได้เนื่องจากการถอนปลอกเหล็กขึ้น รูปที่ 22 แสดงการลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเข็ม ซึ่งมีสาเหตุมาจากการถอนปลอกเหล็ก การคอดนี้เกิดขึ้นในดินทรายที่ถูกน้ำพัดพามาทับถมกันมีแรงยึดเหนี่ยวกันน้อยมาก ความฝืดระหว่างคอนกรีต กับผิวในของปลอกเหล็กทำให้คอนกรีตถูกดึงขึ้นไปด้วยรวมกับแรงดันของดินอ่อนด้านข้างกระทำร่วมกัน ทำให้เกิดเข็มคอดขึ้นดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 22 การคอดของเข็มเนื่องจากคอนกรีตถูกดึงขึ้นไปด้วยในขณะถอนปลอกเหล็กขึ้นร่วมกับแรงดันของดินด้านข้างดันเข้ามา

ในความลึกที่ต่ำกว่าปลายล่างของปลอกเหล็กก็เกิดเข็มคอดขึ้นได้เช่นกัน คอนกรีตที่มีค่า Slump ต่ำ ๆ ทำให้เกิดปัญหาในการดึงท่อเทคอนกรีตขึ้น ความผิดเนื่องจากคอนกรีตกับผิวของท่อเทคอนกรีตเป็นสาเหตุที่ทำให้คอนกรีตภายนอกท่อเทถูกดึงขึ้นไปด้วยพร้อมกับท่อเท โดยเฉพาะหากปลายล่างของท่อเทจมอยู่ในคอนกรีตมากกว่า 3 เมตร ความลำบากในการดึงท่อเทก็เพิ่มมากขึ้น ค่า Strain ในแนวดิ่งกระทำร่วมกับแรงดันของดินด้านข้าง ซึ่งมีค่าสูงทำให้แรงดันของคอนกรีตภายในท่อเทมีไม่พอเป็นสาเหตุทำให้เกิดการคอดดังกล่าว

ในพวกดินเหนียวอ่อนมาก (Shear strength โดยประมาณน้อยกว่า 15 KN/m^2) ในขณะที่ดึงปลอกเหล็กขึ้นก็ทำให้เกิดการคอดขึ้นได้เช่นกัน คือเมื่อดึงปลอกเหล็กขึ้นไปคอนกรีตจะไหลเข้าไปในดินเหนียว ทำให้ข้างล่างโป่งออกพร้อมกับเกิดการคอดในส่วนที่อยู่เหนือขึ้นไปเนื่องจากดินเหนียวอ่อนแทรกตัวเข้ามา การคอดลักษณะนี้เกิดขึ้นได้แม้ว่าจะไม่มีความผิดระหว่างคอนกรีตกับผิวในของปลอกเหล็กก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเข็มอีกอย่างหนึ่งก็คือ การที่ดึงท่อเทคอนกรีตขึ้นมาจนพ้นผิวของคอนกรีตทำให้แรงดันของคอนกรีตภายในท่อเท ซึ่งมีไม่พอและเป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายขึ้นดังรูปที่ 23

รูปที่ 23 การลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเข็มเนื่องจากการดึงท่อเทคอนกรีตขึ้นไปจนพ้นผิวบนของคอนกรีต

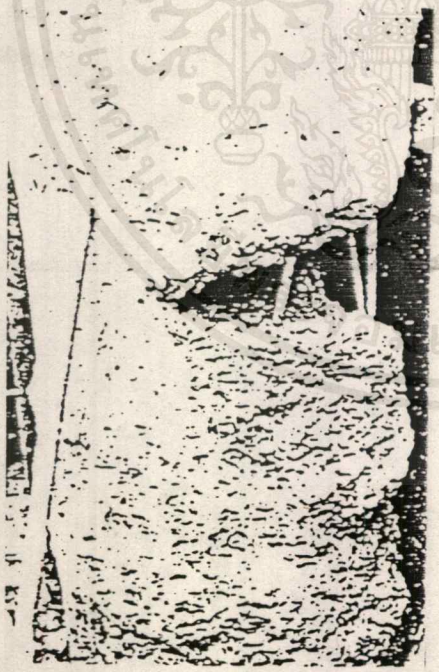
ความเสียหายหลาย ๆ อย่างที่เกิดขึ้นในระหว่างที่ดึงท่อเทคอนกรีตขึ้น การใช้คอนกรีตที่มีค่า Slump ต่ำ หรือระยะเวลาระหว่างการผสมกับการดึงท่อเทคอนกรีตหรือปลอกเหล็กขึ้นอยู่ระหว่างสองชั่วโมงขึ้นไป ปัญหาจะมากขึ้นไปอีกในวันที่อากาศร้อนเมื่อคอนกรีตถูกเร่งให้ Set ตัวเร็วขึ้น

แรงดึงเพื่อเอาชนะความฝืดระหว่างท่อเทคอนกรีตกับคอนกรีตที่มีค่า Slump ต่ำ ในระหว่างที่ดึงท่อเทขึ้นนอกจากคอนกรีตจะถูกดึงขึ้นไปแล้วเหล็กเสริมก็อาจถูกดึงขึ้นไปได้ด้วยเช่นกัน ทำให้เกิดการแยกของคอนกรีตใกล้กับปลายล่างของปลอกเหล็ก และถ้าหากเหล็กเสริมถูกยึดไว้แน่นหรือฝังอยู่ในคอนกรีตส่วนที่อยู่ข้างล่างเพียงพอ คอนกรีตภายนอกเหล็กเสริมก็จะถูกดึงขึ้นไปด้วย ทำให้ดินแทรกเข้าไปในช่องว่างดังกล่าว ดังรูปที่ 24 และ 25 ความเสียหายนี้ขึ้นอยู่กับ Workability

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของคอนกรีต อัตราเร็วในการดึงท่อเทคอนกรีตแรงยึดเหนี่ยวของดิน รวมทั้งพื้นที่ผิวของคอนกรีตที่สัมผัสกับดิน เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่ในรูปที่ 26 คอนกรีตภายนอกเหล็กเสริมถูกดึงขึ้นไปในขณะดึงท่อเทคอนกรีตขึ้นแต่คอนกรีตภายในเหล็กเสริมไม่ได้ถูกรบกวน

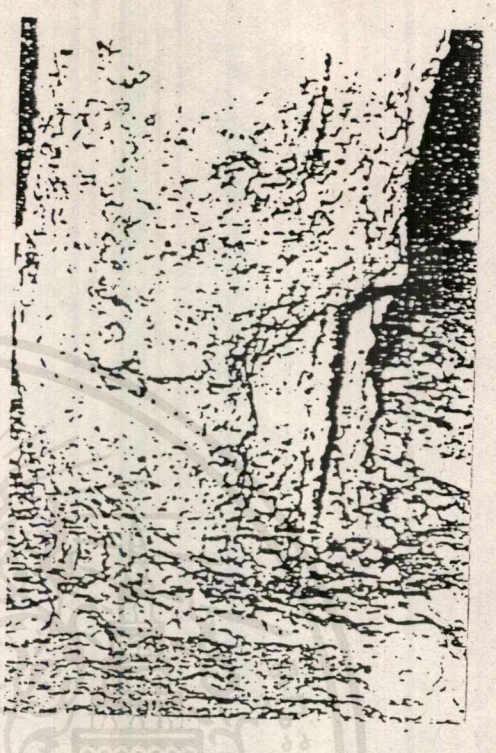
การสูญเสีย Workability ของคอนกรีตจากการที่คอนกรีตถูกทำให้แข็งตัวเร็วเกินไป เช่นน้ำถูกดูดออกไปจากคอนกรีต การใช้ซีเมนต์ที่มีเม็ดละเอียดเกินไป คอนกรีตที่ถูกหน่วงเวลาไว้ระหว่างการผสมและการเทคอนกรีต การใช้ซัลเฟตผสมในซีเมนต์เพื่อใช้เป็นตัวต้านทานซัลเฟตในแหล่งที่น้ำทะเลเข้าถึง และความดันที่สูงขึ้น จากการที่ฐานของเข็มอยู่ลึกล้วนเป็นสาเหตุที่ทำให้คอนกรีตในเข็มไม่สมบูรณ์



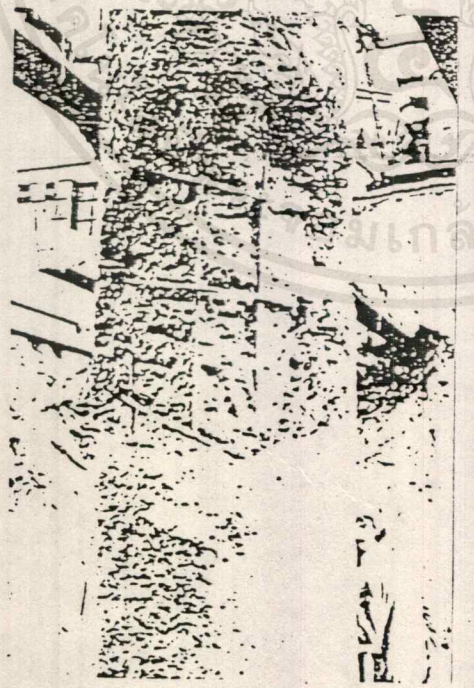
รูปที่ 24 คอนกรีตแยกเนื่องจากเหล็กเสริมถูกยึดไว้แน่นในขณะดึงท่อเทคอนกรีตขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 25 คอนกรีตภายนอกเหล็กเสริมถูกดึงขึ้นไปด้วยในขณะดึงท่อเทคอนกรีตขึ้นไป (รูปบน)



รูปที่ 26 คอนกรีตภายนอกเหล็กเสริมถูกดึงขึ้นไปหมดแต่คอนกรีตภายในเหล็กเสริมไม่ได้ถูกรบกวน (รูปล่าง)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

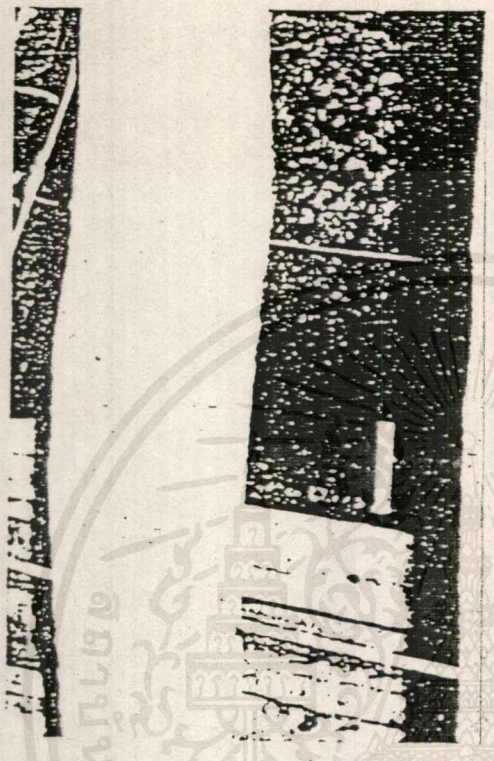
ปัญหาในการถอนปลอกเหล็กจะมากขึ้นไปอีก ถ้าหากปลอกเหล็กมีรอยบุบหรือสกปรก เนื่องจากมีเศษดินเหนียวเกาะติดอยู่กับผิวในของปลอกเหล็ก ทำให้ความฝืดระหว่างคอนกรีตกับผิวในของปลอกเหล็กมีมากขึ้น ปลอกเหล็กจะถูกถอนขึ้นไปด้วยความยากลำบาก

ในโครงการหนึ่งปลอกเหล็กมีความยาว 21.3 เมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 90 ซม. คอนกรีตมีค่า Slump 15 ซม. ใช้ท่อ Tremmie ในการเทคอนกรีต คอนกรีตภายในปลอกเหล็กถูกดึงขึ้นไปด้วยพร้อมกับปลอกเหล็ก แสดงว่าคอนกรีตที่มีค่า Slump 15 ซม. เป็นค่าที่ยังต่ำเกินไป เพราะน้ำในคอนกรีตอาจจะถูกดูดออกไปได้หรือถูกทำให้ Set ตัวเร็วขึ้น

จากรายงานที่ได้จากวิศวกรและผู้รับเหมาบางคน ซึ่งได้ระบุถึงความเสียหายของเข็มเนื่องจากการแยกของ Very soft peat layers โดยคอนกรีตที่มีค่า Slump สูงคือ 25 ซม. ในขณะดึงท่อเทคอนกรีตหรือปลอกเหล็กขึ้น แรงดันดินด้านข้างของชั้นดินดังกล่าวทำให้ดินแทรกตัวเข้าไปในเข็ม ความเสียหายที่เกิดขึ้นมีลักษณะเช่นเดียวกับการเกิด Overbreak นั่นคือการใช้คอนกรีตที่มีค่า Slump สูงก็ทำให้เข็มเสียหายได้

ในการดึงปลอกเหล็กขึ้นไป วิศวกรบางคนไม่ได้พิจารณาถึงความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น การดึงปลอกเหล็กขึ้นไปโดยไม่ได้เช็คดิ่งทำให้เสาเข็มเอียงได้ตามปลอกเหล็กที่เอียงดังรูปที่ 27 ซึ่งเกิดจากการเคลื่อนตัวไปทางข้างของปลอกเหล็กในขณะกำลังดึงขึ้น ซึ่งเกิดได้ง่ายในดินพวก Very soft alluvium หรือพวกดินอ่อนเช่นดินเหนียวอ่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 27 เสาเข็มเอียงเนื่องจากการเคลื่อนที่ไปทางด้านข้างของปลอกเหล็กในระหว่างที่ทำการถอนขึ้นไป

2.3.3 วิธีการป้องกันหรือแก้ไข

ปลอกเหล็กที่กดลงไปจะต้องมีความสูงของปลายบนเหนือระดับดินประมาณ 20-50 ซม. เพื่อป้องกันสิ่งของหรือวัสดุต่าง ๆ ที่จะตกลงไปในหลุมเจาะ ปลอกเหล็กต้องไม่มีรอยบุบ หรือสกปรกเช่นมีรอยเชื่อมหรือคอนกรีตเก่าจับตัวอยู่แน่นกับผิวข้างใน

การติดตั้งปลอกเหล็ก ควรจะดูเอกสารซึ่งให้รายละเอียดของชั้นดินและสภาพของน้ำใต้ดิน สำหรับการใช้ปลอกเหล็กถาวรควรเป็นดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ในดินที่ไม่มั่นคงพอต่อการหล่อคอนกรีตเข็ม แม้ว่าคอนกรีตที่ใช้จะเหมาะสมแล้ว เช่นในดินที่จับตัวกันอย่างหลวม ๆ มีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างกันน้อยทำให้ดินบีบตัวเข้าไปในเข็มได้หลังจากดึงปลอกเหล็กขึ้นไปแล้ว ซึ่งดินพวกนี้จะมี Shear Strength โดยประมาณน้อยกว่า 15 KN/m^2 เป็นสาเหตุทำให้เกิดการคอดของเข็ม

2) ในสภาพที่น้ำใต้ดินไหลแรง ซึ่งน้ำจะไหลเข้าไปชะล้างคอนกรีตในเข็มที่เพิ่งหล่อใหม่ ๆ ทำให้เกิด Overbreak ขึ้น

การใช้ปลอกเหล็กคู่ เป็นเทคนิคของการทำงานเพื่อแก้ปัญหาความล่าช้าในการเจาะดิน เพื่อให้สามารถกดปลอกเหล็กท่อนข้างในได้ลึกมากขึ้น ป้องกันการไหลของน้ำใต้ดินที่ไหลแรงโดยการใส่ทรายลงไปในช่องว่างของปลอกเหล็กทั้งสองเพื่อเป็นทางไหลของน้ำใต้ดินขึ้นมาข้างบน ในการดึงปลอกเหล็กขึ้นควรจะดึงท่อนข้างในขึ้นก่อน เพราะการดึงปลอกเหล็กท่อนนอกขึ้นก่อนความผิด และแรงดึงที่ต้องใช้มากกว่าอาจทำให้ปลอกเหล็กท่อนข้างในถูกดึงขึ้นไปด้วย

2.3.3.1 วิธีการใช้ปลอกเหล็ก

(1) ก่อนที่จะกดปลอกเหล็กลงไป ควรมีการขุดปากหลุมเจาะเพื่อความสะดวกในการกดปลอกเหล็ก เมื่อพบสิ่งกีดขวางที่ทำให้กดปลอกเหล็กไม่ลง หลุมที่ขุดควรจะให้ลึกประมาณ 1-3 เมตร ตามความจำเป็น

ในกรณีที่ต้องใช้ปลอกเหล็กยาวมากกว่า 15 เมตร ก็ต้องต่อปลอกเหล็ก ซึ่งมีอยู่ 2 วิธีคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การต่อด้วยระบบเกลียว ช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการต่อปลอกเหล็กให้ยาวขึ้นตามต้องการ วิธีนี้ประหยัดเวลาได้มากเมื่อเทียบกับการต่อด้วยวิธีการเชื่อม การต่อปลอกเหล็กให้ยาวขึ้นจะช่วยให้สามารถเจาะดินได้เร็วขึ้นโดยใช้หัวเจาะแบบสว่าน (Auger)

- การต่อโดยการเชื่อม จะเสียเวลามากกว่าการต่อโดยระบบเกลียว ความแข็งแรงของการใช้งานจะขึ้นอยู่กับฝีมือเชื่อมซึ่งไม่มีความแน่นอนเหมือนการใช้ระบบเกลียว ดังนั้นถ้าไม่มีความจำเป็นก็ควรใช้ระบบเกลียวจะรวดเร็วและแข็งแรงดีกว่า

(2) ยกปลอกเหล็กขึ้นตั้งโดยใช้ตาขอเหล็กเกี่ยวที่ปากยกขึ้นตั้ง โดยใช้รถเครนปักลงในดินแล้วปลดตาขอออกเพื่อยก Vibro hammer ขึ้นมาจับที่ปากปลอกเหล็กเพื่อกดลงไปในดิน ซึ่งในระหว่างนี้ปลอกเหล็กจะไม่มีอะไรยึดรั้ง อาจจะล้มเกิดอันตรายขึ้นได้จึงควรเพิ่มความระมัดระวังให้มาก ขณะกดปลอกเหล็กควรมีการตรวจดิ่งด้วยกล้องหรือระดับน้ำ เพื่อควบคุมความดิ่งของเสาเข็มให้อยู่ในข้อกำหนด เช่นไม่เกิน 1:100 จะทำให้เสาเข็มรับน้ำหนักได้ตามต้องการไม่เกิดแรงดันในเสาเข็มเนื่องจากเสาเข็มเอียงในการถอนขึ้นก็ทำเช่นเดียวกัน

การควบคุมตำแหน่งของปลอกเหล็ก ทำได้ในขณะที่กำลังกดลงไปในดิน โดยใช้ไม้ซึ่งมีความยาวเท่ากันทาบจากหมุดบนดินไปยังด้านทั้งสองที่ตั้งฉากกัน ของปลอกเหล็ก ควรให้ปากปลอกเหล็กอยู่เหนือระดับดินประมาณ 20-50 ซม. หลังจากนั้นก็ตรวจจุดศูนย์กลางของตำแหน่งเสาเข็ม โดยใช้ไม้พาดบนปากปลอกเหล็กตรวจสอบระยะกับหมุดอ้างอิงที่ทำไว้ว่ามีความคลาดเคลื่อนหรือไม่ หากคลาดเคลื่อนมากให้ถอนขึ้นแล้วกดใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) การถอนปลอกเหล็ก ซึ่งมีความสำคัญต่อการหล่อคอนกรีตมาก หลังจากเทคอนกรีตจนเต็มรูเจาะแล้ว จะต้องทำความสะอาดบริเวณปากปลอกเหล็กจนเห็นปากปลอกเหล็กได้ชัดเจนแล้วจึงนำ Vibro hammer มาจับที่ปากปลอกเหล็กดึงขึ้นไปพร้อมกับตรวจดิ่งไปด้วยจนปากปลอกเหล็กอยู่เหนือระดับดิน 2-4 เมตร ทำการเทคอนกรีตอีกครั้งเผื่อค่ายุบตัวของคอนกรีต และเผื่อคอนกรีตส่วนที่ต้องสกัดทิ้งไปเนื่องจากคอนกรีตส่วนบนเป็นคอนกรีตที่เสีย เพราะผสมกับสารละลายเบนโทไนท์ การดึงปลอกเหล็กขึ้นควรจะดึงขึ้นอย่างช้า ๆ เพื่อป้องกันการถูกดึงขึ้นของคอนกรีต โดยปกติความยาว 20 เมตร จะใช้เวลาในการถอนขึ้น 20-30 นาที

เช่นเดียวกันการขุดเจาะจะต้องทำการตรวจดิ่งของก้านเจาะรูเสาเข็มโดยใช้กล้อง หรือระดับน้ำที่มีความยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร ทาบทั้งสองด้านที่ตั้งฉากกันทุก ๆ ความลึก 5 เมตร

ก่อนที่จะถอนปลอกเหล็กควรคำนึงถึงสิ่งเหล่านี้

- แน่ใจว่าระดับคอนกรีตมีความสูงพอ และท่อเทคอนกรีตถูกถอนขึ้นไปแล้ว
- แน่ใจว่าเหล็กเสริมไม่มีการยึดเกาะติดกับปลอกเหล็ก
- Vibrator ถูกจับยึดอยู่อย่างมั่นคง
- บริเวณนั้นปลอดภัยต่อการที่จะถอนปลอกเหล็กขึ้น

หลังจากดึงปลอกเหล็กขึ้นไปแล้ว จะต้องทำความสะอาดปลอกเหล็กโดยใช้น้ำฉีดทำความสะอาด ตรวจเช็คความสูงของคอนกรีตว่ามีเพียงพอต่อระดับที่ต้องการหลังจากสกัดคอนกรีตส่วนที่เสียออกแล้ว พร้อมทั้งเช็คระดับของเหล็กเสริมว่าถูกดึงขึ้นมาในขณะถอนปลอกเหล็กขึ้นหรือไม่ เพราะเป็นความเสียหายที่เกิดขึ้นดังที่ได้กล่าวไปแล้วทำให้ต้องเจาะลงไปแล้ว grout ด้วย Cement grout เพื่อซ่อมแซม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ดู Grouted Bored Pile by Mr.Manfred Schoepf THAI BAUER Co.,Ltd ในหนังสือการสัมมนาทางวิชาการ เรื่องงานฐานรากและงานก่อสร้างใต้ดินของคณะกรรมการวิชาการสาขาวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์)

2.3.3.2 การใช้ท่อเทคอนกรีต

ในการเทคอนกรีตโดยใช้ท่อเทคอนกรีต จะต้องใช้กรวยสำหรับเทคอนกรีตต่อกับท่อเทคอนกรีต กรวยสำหรับเทคอนกรีตควรจะมีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของปลอกเหล็กเล็กน้อย เพื่อป้องกันท่อเทหล่นลงไปในรูเจาะขณะเทคอนกรีต ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายอย่างมาก อาจจะต้องนำคอนกรีตที่เทไปแล้วขึ้นทั้งหมด สำหรับท่อเทคอนกรีตจะต้องมีความยาวอย่างน้อยเท่ากับความยาวของเสาเข็มเจาะ โดยต่อกันจนถึงก้นรูเจาะให้ปลายท่อเทวางบนดินก้นหลุม จากนั้นจึงยกท่อเทขึ้นจากก้นหลุม 5-10 ซม. เพื่อประกันว่าปลายล่างท่อเทจมอยู่ในคอนกรีตตลอดเวลา ท่อเทคอนกรีตที่นำมาต่อกันเพื่อให้ได้ความลึกถึงก้นหลุมมีน้ำหนักมาก ต้องใช้รถเครนยกท่อเทแต่ละท่อนมาต่อกัน เมื่อยกท่อนแรกหย่อนลงไปในรูเจาะแล้วจะต้องมีอุปกรณ์จับยึดที่ข้อต่อ แล้วจึงนำท่อเทท่อนต่อไปมาขันเกลียวต่อกันโดยต่อกันด้วยเกลียวท่อ ซึ่งทาจารบีและพันเชือกกระสอบไว้ที่เกลียวเพื่อต่อกันได้รวดเร็ว และผนึกแน่นด้วยการขันเชือกให้แน่น ป้องกันน้ำภายนอกไม่ให้ไหลเข้าไปในท่อเทคอนกรีตตามรอยต่อของท่อในระหว่างเทคอนกรีต ท่อเทคอนกรีตจะต้องทำความสะอาดโดยทันทีเมื่อเทคอนกรีตเสร็จแล้ว โดยใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาดเกลียวท่อแล้วทาด้วยจารบี วางไว้ในที่เหมาะสม พร้อมที่จะนำไปใช้งานได้ทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเทคอนกรีต จะต้องรักษาระดับปลายล่างของท่อเทให้จมอยู่ในคอนกรีต 2-3 เมตรตลอดเวลา ท่อเทจะต้องถูกดึงขึ้นแต่ละครั้งประมาณ 20-30 ซม. และจะต้องเทให้มีความต่อเนื่องตลอดเวลา หากท่อเทเกิดอุดตันแสดงว่าปลายล่างจมอยู่ในคอนกรีตเกิน 3 เมตร ทำให้แรงดันภายในท่อเทมีไม่พอให้ดึงท่อเทขึ้น 2-3 เมตร แล้วทำการเทต่อไป คอนกรีตที่มีค่า Slump ประมาณ 20 ซม. และมีสารหน่วงเวลา Set ตัวเกิน 4 ชั่วโมงแล้ว การลดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเข็มหรือการคอดจะไม่เกิดขึ้น

การดึงท่อเทขึ้น ๆ ลง ๆ ทำให้คอนกรีตที่อยู่ข้างล่างซึ่งกำลังเริ่ม Set ตัวเกิดการแยกหรือแทรกตัวเข้าไปในดินรอบ ๆ ถือเป็นการหล่อคอนกรีตใหม่อีกครั้งหลังจากเริ่ม set ตัวไปแล้ว ดังนั้นท่อเทคอนกรีตควรจะถูกดึงขึ้นเพียงอย่างเดียวเพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับคอนกรีตส่วนที่อยู่ข้างล่าง

2.4 การเคลื่อนตัวของดิน

2.4.1 การเคลื่อนตัวของดิน

การกดหรือถอนปลอกเหล็กมีผลต่อการเคลื่อนตัวของดิน เช่น ดินพวก loose granular deposits การกดหรือถอนปลอกเหล็กจะทำให้ดินระหว่างเข็มแน่นขึ้น (เนื่องจากแรงสั่นสะเทือนจากการกดหรือถอนปลอกเหล็ก)

ในชั้นที่เป็น Cohesive soil การถอนปลอกเหล็กขึ้นไปจะทำให้มีการเคลื่อนตัวของดินทางด้านข้างและในแนวดิ่ง พร้อมกับผลกระทบที่มีต่อเข็มต้นอื่นที่เสร็จไปก่อนแล้ว น้ำหนักบรรทุกที่มากเกินไปของดินอาจทำให้เข็มถูกดันขึ้นข้างบนได้ หากเข็มต้นนั้นมีความลึกน้อย ๆ เช่นการเคลื่อนตัวของดินเหนียวจากข้างล่างขึ้นข้างบน ซึ่งความลึกน้อย ๆ ของเข็มอาจจะถูกดันขึ้นไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่เป็น Sensitive Clays การถอนปลอกเหล็กขึ้นไปทำให้ดินเหนียวรอบ ๆ เข็มอ่อนตัวและต้องใช้เวลาพอสมควรกว่าจะกลับคืนสู่สภาพเดิม การดึงปลอกเหล็กขึ้นไป ดินเหล่านี้จะเคลื่อนตัวทางด้านข้างไปดันเข็มต้นอื่นที่อยู่ห่างออกไป

การเคลื่อนตัวของดินดังกล่าวอาจทำให้ระดับหัวเสาเข็มเปลี่ยนไป คือเป็นระดับที่สูงกว่าค่าที่ออกแบบ ทำให้ต้องเจาะเข็มเพิ่มหรือออกแบบ Pile Caps ใหม่ หรือต้องออกแบบฐานรากใหม่

การที่ฐานของเข็มถูกดันขึ้นไปเป็นผลให้เข็มมีการทรุดตัวมากเกินไปหรือมีการเคลื่อนตัวทางแนวดิ่งมากเกินไปในระหว่างทำการ Test load ในกรณีที่เข็มรับน้ำหนักต่าง ๆ จากความฝืดกับดินที่อยู่รอบ ๆ ความเสียหายจากการที่เข็มถูกดันขึ้นจะมีน้อย แม้ว่าจะมีการแตกของเข็มอยู่บ้างซึ่งทำให้ความฝืดที่มีอยู่รอบ ๆ ลดลงไปก็ตาม

ระดับของเข็มที่ถูกดันขึ้นในครั้งสุดท้าย คือค่าสะสมของการถูกดันขึ้นในแต่ละครั้ง ระดับของเข็มที่ถูกดันขึ้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเข็ม ช่องว่างระหว่างเข็ม ความยาวของเข็มและชนิดของดิน

นักวิชาการได้วิเคราะห์และชี้ให้เห็นว่าลำดับของการกดและถอนปลอกเหล็กไม่น่าจะมีผลต่อปริมาณการเคลื่อนตัวของดินในแนวดิ่งและแนวราบเลยทีเดียว แต่เป็นการช่วยเฉลี่ยการถูกดันขึ้นไปของเข็มมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีรายงานถึงความเสียหายที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของดินในแนวดิ่ง แต่มีหลายรายที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของดินทางด้านข้าง การก่อสร้างเข็มใกล้ดินที่มีความลาดเอียง ดินที่แยกจากกัน ดินใกล้แม่น้ำ หรือบริเวณอื่น ๆ ที่ยอมให้ Stress มีค่าน้อยลงเป็นการทำให้ดินมีการเคลื่อนตัวทางด้านข้าง และมีผลต่อเข็มที่ก่อสร้างเสร็จไปก่อนแล้ว

2.4.2 วิธีการป้องกันหรือแก้ไข

ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นสามารถหลีกเลี่ยง หรือลดความเสียหายลงได้โดยการเตรียมและระวังไว้ล่วงหน้า วิธีการก่อสร้างเข็มในดินประเภทนี้ก็คือการขุดเจาะก่อนในทุกต้นของเข็มกลุ่มนั้น โดยหลังจากกดปลอกเหล็กลงไปแล้วจะต้องตรวจสอบตำแหน่งของเข็ม โดยใช้กล้องและเทปวัดระยะโดยเทปวัดระยะควรใช้ชนิดไลหะแทนชนิดผ้าหรือไนล่อน เพราะมีค่าความคลาดเคลื่อนจากการยืดตัวเนื่องจากแรงดึงต่ำ หากมีระยะคลาดเคลื่อนเกินค่าที่ยอมให้ เช่น 1% ของระยะระหว่างเข็มแต่ละต้น ให้ทำการแก้ไขโดยการถอนปลอกเหล็กขึ้นแล้วกดใหม่ ในการเทคอนกรีตก็เช่นเดียวกัน โดยใส่ท่อเทคอนกรีตลงไปในหลุมเจาะทุกต้นแล้วทำการเทคอนกรีตพร้อมกัน หลังจากดึงปลอกเหล็กขึ้นแล้วตรวจสอบตำแหน่งเสาเข็มอีกครั้งบันทึกค่าที่คลาดเคลื่อนไว้ นำค่าที่คลาดเคลื่อนจนเกินค่าที่ยอมให้มาคำนวณเพื่อการปรับแก้ตำแหน่งเสาเข็มในกลุ่มให้อยู่ในตำแหน่งที่มี c.g. อยู่ในจุดเดิมตามแบบ

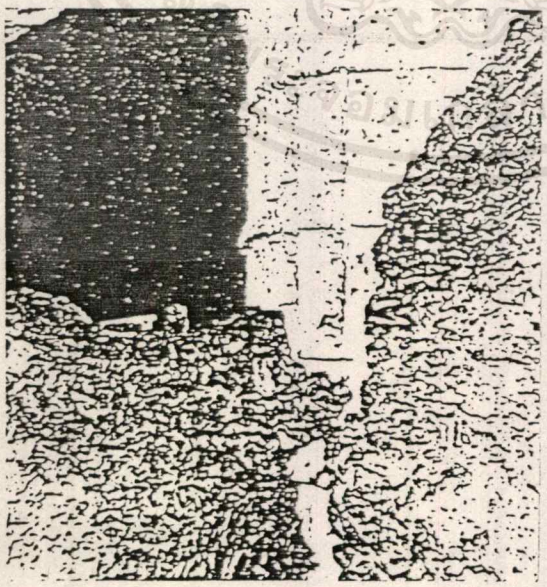
การเทคอนกรีตพร้อมกันนี้ก็เพื่อป้องกัน การเคลื่อนตัวในแนวดิ่งของเข็ม เพราะการเทคอนกรีตให้เสร็จเป็นต้น ๆ ไปอาจทำให้ดินอ่อน ซึ่งอยู่ด้านล่างรับน้ำหนักไม่ไหว และเคลื่อนตัวขึ้นข้างบนดันเข็มต้นที่เสร็จไปก่อนหน้านี้ขึ้นไปด้วย การเทคอนกรีตพร้อม ๆ กันจึงเป็นการกระจายหรือเฉลี่ยการถูกดันขึ้นไปของเข็มให้มีเท่า ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เหล็กเสริมไม่เหมาะสม

เสาเข็มเจาะอาจมีปัญหาขึ้นได้หากปริมาณเหล็กเสริมมีมากเกินไป โดยเฉพาะในกรณีที่ใช้คอนกรีตซึ่งมีค่า Slump ต่ำ

การใช้เหล็กเสริมหลัก (วางในแนวดิ่ง) ชิดกันเกินไปเพื่อป้องกันการเกิดปัญหาเหล็กลอยจากการเทคอนกรีต แต่ผลที่ได้คือคอนกรีตมีแรงดันไม่พอที่จะไหลออกไปห่อหุ้มเหล็กเสริม โดยคอนกรีตถูกเทผ่านท่อ tremie ภายใต้สารละลายเบนโทไนท์ รูปที่ 28 แสดงให้เห็นว่าคอนกรีตมีแรงดันไม่พอที่จะไหลผ่านเหล็กเสริมที่ถี่ได้เพียงพอ ทำให้เหล็กเสริมไผล่ และทำให้ส่วนฐานของเข็มถูกขยายให้ใหญ่ขึ้น คือเข็มมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 150 ซม. ส่วนฐานของเข็มถูกขยายเป็น 3 เมตร เนื่องจากคอนกรีตที่ไหลผ่านเหล็กเสริมได้ตกลงไปสะสมกันข้างล่าง ส่วนฐานของเข็มอยู่ลึกจากผิวดิน 20 เมตร พร้อมกับปลายล่างเหล็กเสริมถูกดึงขึ้นไปหรือเกิดเหล็กลอยขึ้น



รูปที่ 28 คอนกรีตที่ไหลผ่านเหล็กเสริมที่ถี่ออกมาได้ตกลงไปสะสมกันที่ฐานของเข็ม ทำให้ฐานของเข็มถูกขยายให้ใหญ่ขึ้น

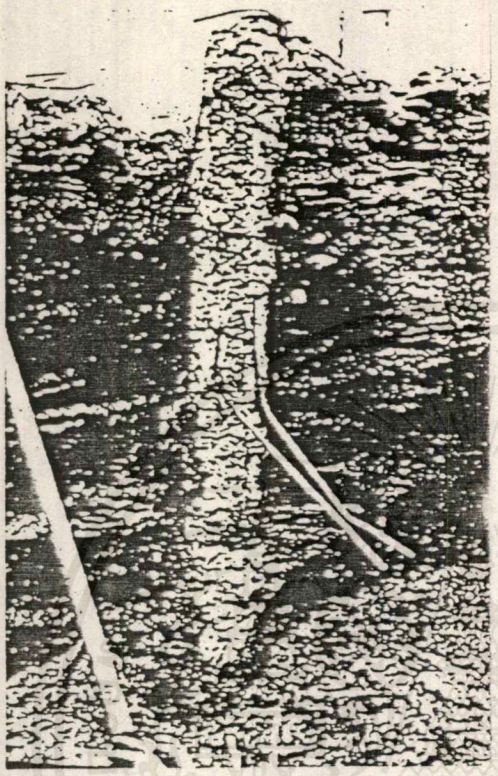
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อให้คอนกรีตสามารถไหลออกไปห่อหุ้มเหล็กเสริมได้เพียงพอ ดังนั้น จึงควรพิจารณาเลือกใช้เหล็กกำลังสูง และมีผิวขรุขระแทนเหล็กกำลังต่ำจำนวนมาก การเลือกใช้เหล็กดังกล่าวทำให้ช่องว่างระหว่างเหล็กมีมากขึ้น คอนกรีตสามารถไหลออกไปได้ง่ายขึ้น ลดการเกิดปัญหาเหล็กลอย เพราะแรงดันขึ้นของคอนกรีตที่มีค่าสูง ๆ การใช้เหล็กเส้นใหญ่กำลังสูงและมีผิวขรุขระจะทำให้คอนกรีตเกาะตัวได้ดี การที่คอนกรีตสามารถไหลอย่างอิสระออกไปภายนอกเหล็กเสริมได้ ทำให้เหล็กเสริมเคลื่อนตัวลงข้างล่างในลักษณะเป็นการหมุน แต่หากคอนกรีตไม่สามารถไหลออกไปภายนอกเหล็กเสริมได้ เหล็กเสริมก็จะถูกดันขึ้นทำให้เกิดเหล็กลอยขึ้น ทำให้ต้องตัดส่วนที่ลอยขึ้นมาทิ้งไปโดยเปล่าประโยชน์

เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาเหล็กลอย จึงป้องกันโดยการเสริมเหล็กในแนวดิ่งเข้าไปดังรูปที่ 29 และ 30 เหล็กเสริมดังกล่าวจะไพล่ออกไปยังดินที่อยู่รอบ ๆ และทำความเสียหายขึ้นกับเข็มดังรูปที่ 30 คือเหล็กเสริมที่ไพล่ยื่นออกไปจะทำให้สูญเสียคอนกรีตออกไปด้วย คือคอนกรีตจะไหลเข้าไปในโพรงดิน และดินแทรกตัวเข้ามาแทนที่คอนกรีต ทำให้เกิด Overbreak ขึ้น

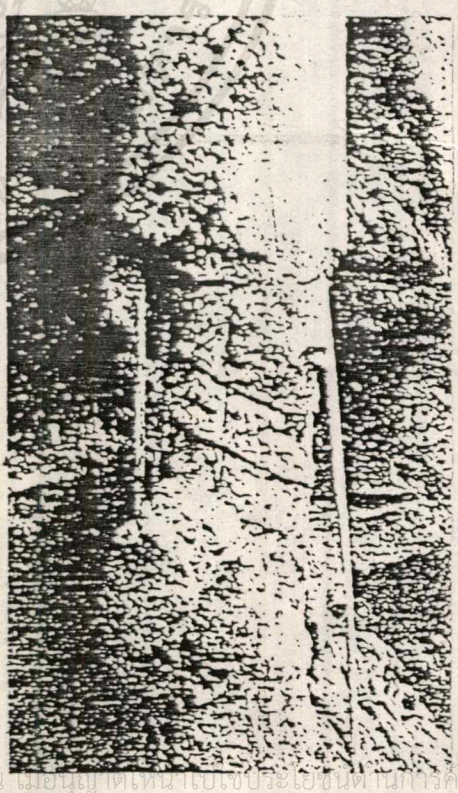
ในปัจจุบันการแก้ปัญหาเหล็กลอยทำได้ โดยใช้ตาขอยึดรั้งเหล็กเสริมกับปลอกเหล็กตรงปากปลอกเหล็ก ทำให้สามารถป้องกันการเกิดเหล็กลอยได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 29 การเพิ่มเหล็กเสริมในแนวดิ่ง เข้าไปให้ปลายเหล็กไผล่เข้าไปในดินรอบๆ เพื่อป้องกันการเกิดปัญหาเหล็กลอย

รูปที่ 30 เหล็กเสริมที่ไผล่ออกไปในดินรอบ ๆ ทำให้ดินเกิดเป็นโพรงและเป็นสาเหตุของการเกิด Overbreak ในเข็ม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับเล็กเสริมที่ใช้จะต้องได้มาตรฐาน โดยผ่านการทดสอบมาแล้ว ตรวจเช็คจำนวนเส้น ขนาดของเหล็กในแต่ละท่อน การนำเหล็กไปยังที่ก่อสร้างต้องป้องกันไม่ให้เกิดการกระแทกขึ้นจนทำให้เหล็กผิดรูปไป และต้องไม่เปื้อนสิ่งสกปรก เช่น มีดินโคลนเกาะอยู่ การต่อเหล็กเสริมแต่ละท่อนทำได้โดยการต่อทาบแล้วเชื่อมแต้มเป็นบางเส้น เพื่อยึดรอยต่อระหว่างท่อนของเหล็กเสริมไม่ให้หลุดจากกันในขณะหย่อนลงไปในรูเจาะ

ลูกปูนหนุนเหล็กเสริมเสาเข็มเจาะใช้ป้องกันเหล็กไม่ให้วางชิดดินในรูเจาะ โดยใช้เหล็กขนาด 2 หุน ร้อยรูตรงกลางลูกปูนเส้นละ 3-4 ลูกแล้วมัดไว้กับเหล็กเสริมเสาเข็มเป็นจุด ๆ ห่างกันตามความเหมาะสมแล้วจึงหย่อนเหล็กเสริมลงไปในรูเจาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 Mix design ของคอนกรีตไม่เหมาะสม

2.6.1 Mix design ของคอนกรีตไม่เหมาะสม

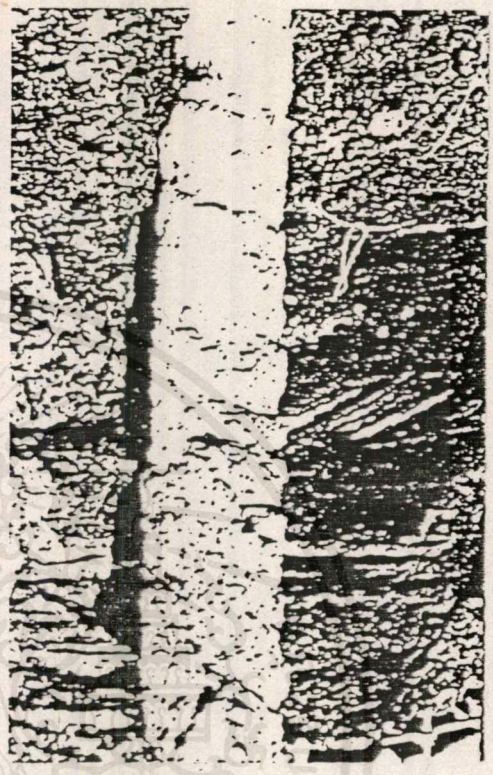
การออกแบบส่วนผสมของคอนกรีตสำหรับเสาเข็มเจาะเป็นการพิจารณาโดยผู้รับเหมาและวิศวกรงานฐานราก และถือเป็น Factor ที่สำคัญที่สุดจะทำให้ได้เข็มออกมาสมบูรณ์

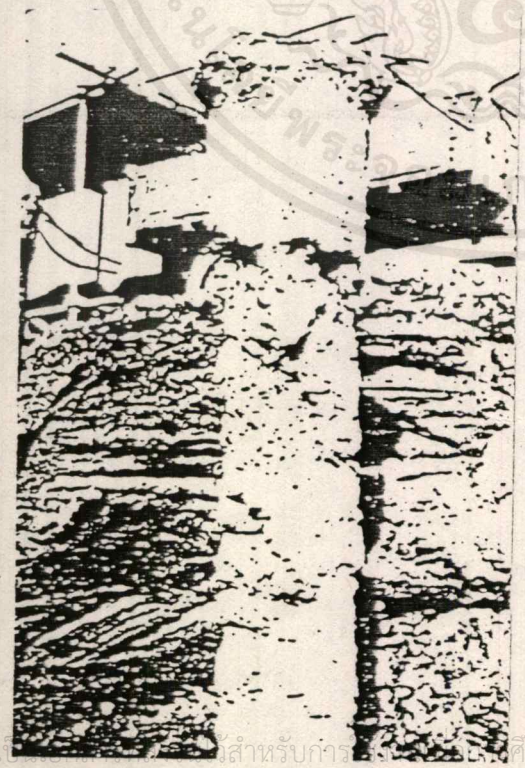
การใช้คอนกรีตที่มีค่า Slump ต่ำเพื่อให้คอนกรีตมีค่า Strength สูงขึ้น หรือการเลือกใช้คอนกรีตที่มีค่า Slump สูงเพื่อให้เข็มมีความต่อเนื่องล้วนเป็นวิธีการที่ไม่ถูกต้องนักหากเทคนิคหรือวิธีการในการก่อสร้างไม่ดีพอ

การใช้คอนกรีตที่มีค่า Slump ต่ำจะเกิดความเสียหายดังรูปที่ 31 และ 32 เมื่อคอนกรีตไม่สามารถไหลออกไปห่อหุ้มเหล็กเสริมได้เพียงพอ หรือบางครั้งก็ไม่มีคอนกรีตอยู่ภายนอกเหล็กเสริมเลย การแยกกันของคอนกรีตภายนอกเหล็กเสริมก็เกิดขึ้นได้เช่นกัน โดยความฝืดระหว่างคอนกรีตกับผิวในของปลอกเหล็กที่กำลังถูกถอนขึ้นไป เช่นเดียวกันก็ทำให้เกิดการดอดเนื่องจากความฝืดของท่อเทคอนกรีตกับคอนกรีตทำให้คอนกรีตถูกดึงขึ้นไปด้วย ในขณะที่ดึงท่อเทขึ้นไปเป็นเหตุให้ดินรอบ ๆ บีบตัวเข้ามา รวมทั้งเป็นเหตุให้คอนกรีตในท่อเทอุดตันได้เช่นกัน บางครั้งการปล่อยให้ท่อเทจมอยู่ในคอนกรีตเกินกว่า 3 เมตร การดึงท่อเทขึ้นเพื่อเอาชนะความฝืดดังกล่าวทำให้ท่อเทขาดได้ (ท่อเทหลุดออกจากกันตรงรอยต่อ) ทำให้ต้องถมกลบทิ้งไป แล้วก่อสร้างและออกแบบฐานรากใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 31 การแยกจากกันของคอนกรีต
เนื่องจากความฝืดของคอนกรีต
Slump ต่ำกับผิวในของปลอก
เหล็กในขณะถูกถอนขึ้น





รูปที่ 32 การไผล่ของเหล็กเสริม
บางส่วนพร้อมกับการแยก
จากกันของคอนกรีตในเข็ม
เนื่องจากการใช้คอนกรีตที่
มีค่า Slump ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้คอนกรีตที่มีค่า Slump สูงเกินไป ทำให้ความหนืดของคอนกรีตน้อยเกินไปทำให้คอนกรีตไหลออกไปได้ง่ายลงไปอัดตัวกันอยู่บริเวณฐานของเข็ม ทำให้ฐานของเข็มถูกขยายใหญ่ขึ้น ซึ่งมักจะเกิดกับเข็มเจาะขนาดใหญ่ อีกอย่างหนึ่งก็คือทำให้เกิดการแยกส่วนของคอนกรีตได้ง่าย ส่วนที่เป็นหินหรือมวลรวมคละขนาดใหญ่จะอยู่ภายในเหล็กเสริม ส่วนที่เป็นของเหลวหรือมวลรวมคละขนาดเล็กจะไหลผ่านเหล็กเสริมออกไป

2.6.2 วิธีการป้องกันหรือแก้ไข

ส่วนผสมของคอนกรีตเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้คอนกรีตที่เทลงไปมีความต่อเนื่องกัน โดยเฉพาะในที่ซึ่งปลอกเหล็กถูกนำมาใช้โดยวิธีการสั่นหรือหมุนใน Cohesive Soil และมีน้ำชั้นบาง ๆ แทรกอยู่ ถ้าส่วนผสมของคอนกรีตถูกออกแบบมาอย่างเหมาะสม ประกอบด้วยหินที่มีขนาดคละเคล้ากัน Water-Cement-Paste พร้อมกับมวลรวมคละทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่ สิ่งที่จำเป็นอีกอย่างคือ ค่า Hydrostatic จะต้องสมดุลกันระหว่างแรงดันของคอนกรีตในบ่อเข็มกับแรงดันของน้ำที่แทรกเป็นชั้นบาง ๆ อยู่ในชั้นดิน ซึ่งถ้าคอนกรีตมีค่า Slump ต่ำ ทำให้เข็มขาดความต่อเนื่อง น้ำใต้ดินอาจจะซึมเข้าไปในเข็มตรงตำแหน่งที่คอนกรีตมีค่า Slump ต่ำ ทำให้ปริมาณของซีเมนต์เจือจางลง ทำให้การยึดเกาะของซีเมนต์อ่อนไป

คุณสมบัติของคอนกรีตที่เหมาะกับงานเข็มเจาะ

- มี Cement Content 375 kg/m^3
- มี Slump อยู่ระหว่าง 15-23 cm
- ผสมน้ำยาโดยมี Retardation time ไม่น้อยกว่า 4 ชั่วโมง
- สามารถทนกำลังอัดได้ไม่น้อยกว่า 240 kg/cm^2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนจะเริ่มทำการเทคอนกรีตควรจะตรวจเช็คคอนกรีต ดังนี้

1) เช็คเวลาที่คอนกรีตมาถึงและเวลาที่เริ่มผสมคอนกรีตจาก plant หากเวลาต่างกันเกินหนึ่งชั่วโมง ควรจะ Rejet เพราะเวลาที่ใช้ในการเทคอนกรีตของเข็มแต่ละต้นประมาณ 2 ชั่วโมงขึ้นไป อาจทำให้คอนกรีตเกิดการ Set ตัวก่อนได้

2) เช็ค Slump ของคอนกรีตในรถคอนกรีตแต่ละคัน หาก Slump ต่ำกว่า 15 cm หรือสูงกว่า 23 cm ควรจะ Rejet ไม่ควรอนุญาตให้มีการเติมน้ำหน้างาน

3) เก็บตัวอย่างคอนกรีตที่ใช้งานทุกต้น ๆ ละไม่น้อยกว่า 9 ก้อน ตัวอย่าง โดยสุ่มเก็บจากรถคอนกรีต 3 คัน ๆ ละ 3 ก้อน ไม่ควรเก็บคันละก้อน เพราะถ้าผลการทดสอบไม่ผ่านอาจถือว่าคอนกรีตในรถคันนั้นต่ำกว่าข้อกำหนด และเป็นปัญหาในการทำงาน เสาเข็มเจาะขนาดใหญ่แต่ละต้นจะใช้คอน-กรีตตั้งแต่ 25 $ม^3$ ถึง 60 $ม^3$ หรือมากกว่าขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางและความลึกของเข็ม ตัวอย่างคอนกรีตที่เก็บแล้วจะต้องจัดเก็บให้ห่างจากการสั่นสะเทือนโดยเฉพาะเครื่อง Vibro hammer เพราะแรงสั่นสะเทือนจะกระทบกระเทือนต่อตัวอย่างคอนกรีตและไม่ผ่านการทดสอบได้

4) เช็คเวลาที่เริ่มทำการเทคอนกรีตและต้องแน่ใจว่ามี Workability ที่เพียงพอ ซึ่งส่วนมากคอนกรีตที่ใช้งานจะมีค่า Slump 18-20 cm ถือเป็นค่าที่เหมาะสมที่สุด คอนกรีตส่วนแรกที่เทลงไปนี้เป็นคอนกรีตส่วนที่เทไล่ขึ้นมาข้างบนและถือเป็นคอนกรีต ส่วนที่เสียเพราะผสมกับสารละลายเบนโทไนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) เช็คส่วนผสมของคอนกรีตด้วยตา เช่น ดูการไหลของคอนกรีต การยึดเหนี่ยวของส่วนผสม การผสมกันของมวลรวมคละต่าง ๆ เป็นต้น บางครั้งการใช้คอนกรีตที่ไม่สะอาดเช่นหินหรือทรายไม่ สะอาดทำให้คอนกรีตแตกได้ง่าย

2.7 การเทคอนกรีตและการทำให้คอนกรีตแน่นไม่ถูกวิธี

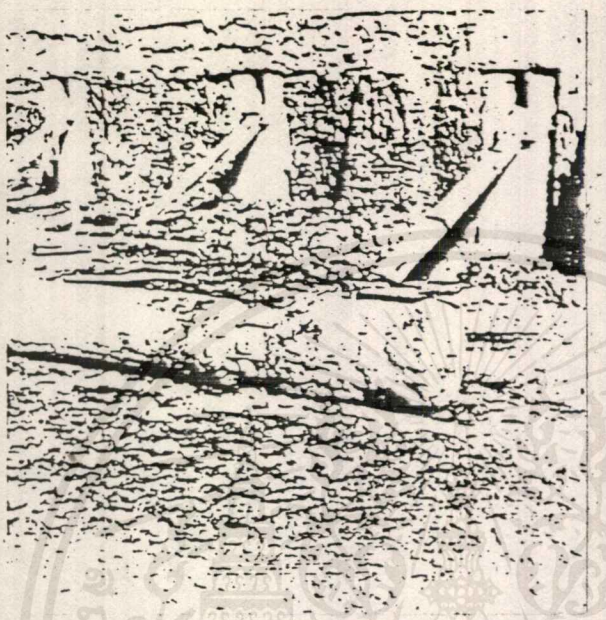
2.7.1 การเทคอนกรีต

ตามความคิดของวิศวกร และผู้รับเหมาจำนวนมากเห็นว่าการเทคอนกรีต ควรจะทำในสภาพที่แห้งให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ อย่างไรก็ตามเป็นสิ่งอันตรายต่อการที่จะพยายามทำให้อยู่ในสภาพแห้งในขณะที่น้ำใต้ดินมีการเคลื่อนที่หรือไหลซึมเข้าไปในส่วนล่างของบ่อเข็มอยู่ตลอดเวลาจนกว่าจะเริ่มเทคอนกรีตลงไป โดยควรจะดูอัตราการไหลซึมของน้ำในบ่อ ความลึกของน้ำในขีด 50 ถึง 150 มม. และอาจจะเพิ่มขึ้นได้อีก ดังนั้นจึงควรติดตั้งเครื่องสูบน้ำออกก่อนที่จะเริ่มทำการเทคอนกรีต และคอนกรีตส่วนแรกที่เทลงไปควรจะอยู่ในสภาพที่มี Slump ต่ำ ๆ เพื่อให้ดูดซับน้ำที่ก้นบ่อ

ถ้าผู้ควบคุมการเทคอนกรีตทำงานผิดพลาด ส่วนที่อ่อนหรือเหลวของคอนกรีตและเพียงส่วนเดียวจะถูกแยกออกไปจากฐานของเข็มได้ ดังรูปที่ 33 ในกรณีนี้คอนกรีตตรงส่วนฐานของเข็มมี Strength พอเพียง ดังนั้นการโยก การขุดหรือการถอน พฤติกรรมภายใต้ load ที่กระทำเหล่านี้เข็มสามารถที่จะคงสภาพเดิมอยู่ได้

น้ำที่ซึมเข้าไปตรงส่วนฐานของเข็มจะทำให้มวลรวมคละชนิดหยาบและละเอียดถูกแยกออกไป และซีเมนต์จะอยู่ในรูปแป้งเปียกก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 33 การแยกส่วนของคอนกรีต บริเวณส่วนฐานของเข็มเนื่องจากมีน้ำซึมเข้ามาทำให้มวลรวมคละชนิดหยาบและละเอียดถูกแยกออกไปและซีเมนต์อยู่ในรูปแป้งเปียกอ่อน

ในกรณีที่ประเมินอัตราการไหลซึมของน้ำใต้ดิน ซึ่งซึมเข้ามาในบ่อเข็มได้ยากเนื่องจากมองไม่เห็น หรือความลึกของน้ำใต้ดินในบ่อเกิน 50 มม. ระหว่างที่เคลื่อนย้ายปั๊มออกไปข้างนอกการเทคอนกรีตก็ควรจะปล่อยให้น้ำอยู่ในระดับสมดุลเสียก่อน และการเทคอนกรีตควรจะใช้ท่อ tremie ซึ่งถือเป็นการเทคอนกรีตใต้น้ำเช่นเดียวกับการเทคอนกรีตภายใต้สารละลายเบนไทไนท์

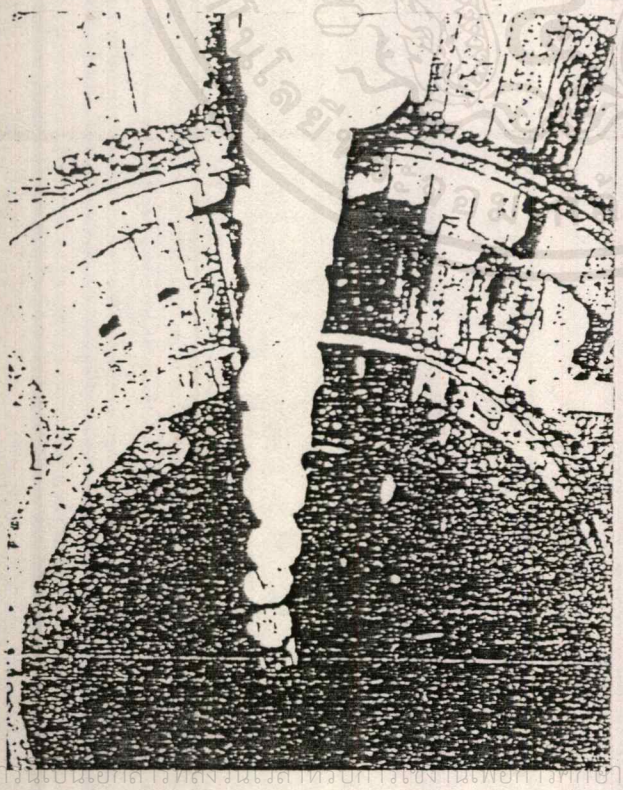
การเทคอนกรีตในขณะบ่อเข็มอยู่ในสภาพแห้งไม่ใช่ว่าจะไม่มีปัญหาเอาเสียเลย หากว่าไม่มีการระวังไว้ล่วงหน้า เพราะจะส่งผลต่อคอนกรีตที่เทลงไป ดังนั้นจึงควรระวังและหาทางแก้ไขเอาไว้ดังสองวิธีข้างล่างนี้

1) ผิวในของปลอกเหล็กต้องไม่มีดินเหนียวเกาะติดอยู่ ซึ่งทำให้ดินเหนียวนี้ไปลดปริมาณของคอนกรีต หรือสอดแทรกเข้าไปในเนื้อเข็ม ทำให้เข็มมีขนาดเล็กลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) คอนกรีตจะต้องถูกเทในบ่อที่อยู่ในสภาพแห้งเพื่อป้องกันการแยกส่วนของคอนกรีต การเทคอนกรีตควรจะใช้วิธี free fall ซึ่งทำให้คอนกรีตไหลลงไปข้างล่างสู่กันหลุม โดยไหลลอดผ่านเหล็กลูกกรงออกไปได้ ปลายของท่อเทควรจะอยู่ตรงตำแหน่งกึ่งกลางบ่อเข็ม คอนกรีตที่ไหลไปตามรางรถคอนกรีตไม่ควรอนุญาติให้ใช้พลั่วตักหรือไกยเพราะทำให้คอนกรีตเกิดการแยกส่วนได้ ในขณะคอนกรีตไหลผ่านเหล็กเสริมออกไปก็ทำให้เกิดการแยกส่วนได้เช่นกัน การเทคอนกรีตผ่านท่อ tremie เพื่อหลีกเลี่ยงการแยกส่วนของคอนกรีต

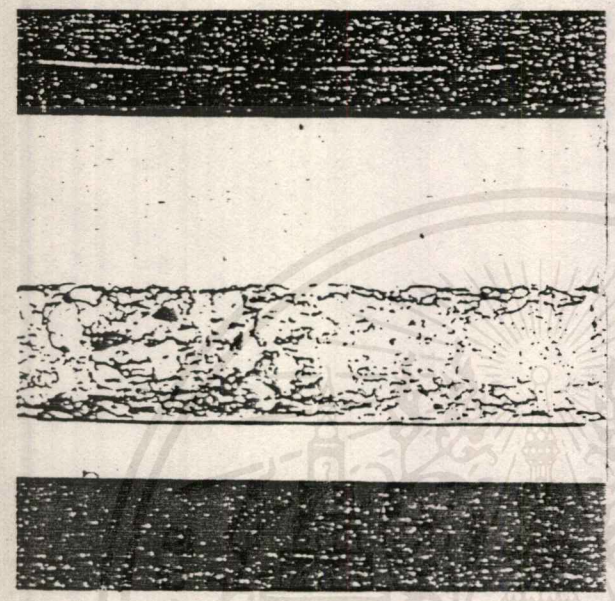
สำหรับการเทคอนกรีตโดยวิธี free fall ใช้กับการเทคอนกรีตที่ท่อเทคอนกรีตมีขนาดสั้น ๆ ดังในรูปที่ 34 เป็นการเทแบบวิธี free fall ตลอดความลึก 28 เมตร ภายในเข็มเจาะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 90 เซนติเมตร ความเค้นอัดที่ยอมให้อยู่ในช่วง 300 kg/cm² ถึง 380 kg/cm² หลังจากเทคอนกรีตลงไปแล้ว 6 สัปดาห์



รูปที่ 34 คอนกรีตถูกเทจากท่อเทที่มีความยาวสั้น ๆ โดยวิธี free fall

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 35 แสดงให้เห็นส่วนที่เป็นแกนกลางของคอนกรีตเข็ม ซึ่งอยู่ในความลึก 27 เมตร เป็นสภาพของคอนกรีตที่อยู่ในเกณฑ์ให้ผลน่าพอใจ



รูปที่ 35 แกนกลางของเข็มซึ่งเกิดจากการเทคอนกรีตโดยวิธี free fall

ที่สำคัญไปกว่านี้คือ ควรจะขยายท่อเทคอนกรีตให้มีขนาดใหญ่ขึ้นติดเข้ากับ Pump คอนกรีต และควรจะเคลื่อนย้ายได้ง่าย การขยายท่อเทคอนกรีตให้ใหญ่ขึ้นควรจะใส่เข้าไปได้ในทุกความลึกของบ่อเข็ม การเทคอนกรีตโดยใช้ pump ควรให้บ่ออยู่ในสภาพแห้ง การขับดันคอนกรีตของ pump ควรจะเข้าไปได้ทุกที่โดยไม่ติดค้างกับเหล็กลูกกรง ในระหว่างที่กำลังเทคอนกรีตท่อเทคอนกรีตควรถูกดึงขึ้นทีละน้อย ๆ แต่ไม่พ้นระดับผิวบนของคอนกรีต

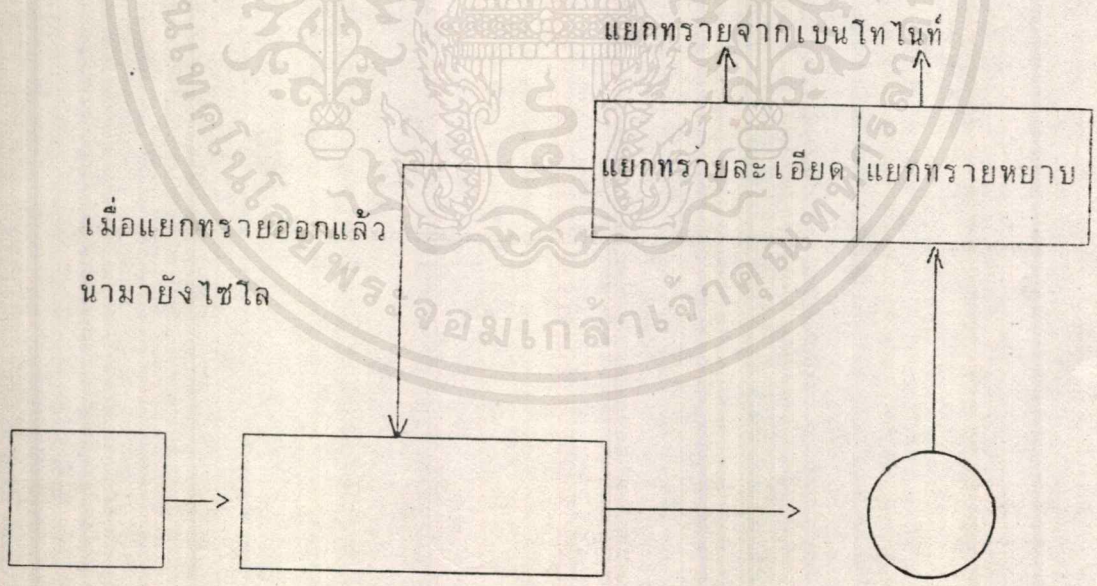
สิ่งที่ต้องดูแลเป็นพิเศษคือ การกระทำจากน้ำใต้ดิน คือต้องปล่อยให้น้ำในบ่อขึ้นมาจนอยู่ในภาวะสมดุลเสียก่อนก่อนที่จะเทคอนกรีต

การเทคอนกรีตในขณะที่มีน้ำเต็มอยู่ในบ่อ การเดินเครื่องเร็วเกินไป รวมทั้งผู้เทคอนกรีตเคลื่อนไหวอยู่เสมอ หากผู้เทคอนกรีตยืนอยู่บนเหล็กเสริมอาจทำให้คอนกรีตที่เทลงไปกระทบกระเทือนทำให้คอนกรีตที่เทลงไปมีค่า Strength ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการเทคอนกรีตโดยใช้ท่อ tremie ภายใต้สารละลายเบนโทไนท์เป็นวิธีที่ดีที่สุด เพราะป้องกันการพังทลายของดินได้แล้วยังป้องกันการไหลซึมของน้ำใต้ดินที่จะนำพาพวกตะกอนมาเกาะอยู่ข้าง ๆ บ่อ ควรจะดูแลให้คอนกรีตไหลได้อย่างอิสระ มีความต่อเนื่องในท่อ tremie อยู่ตลอด การดึงท่อ tremie ขึ้นในขณะเทคอนกรีตควรให้ปลายล่างของท่อเทอยู่ใต้ระดับผิวบนของคอนกรีตที่เทลงไปตลอดเวลา โดยให้อยู่ต่ำกว่าประมาณ 2-3 เมตร เพื่อให้สามารถไล่ตะกอนหรือคอนกรีตส่วนที่เสียขึ้นมาได้หมด

การใช้เม็ดโฟมหรือวัสดุอื่นที่เหมาะสม ซึ่งลอยน้ำได้เป็นตัวแยกคอนกรีตส่วนแรกที่เทลงไปในท่อ tremie กับน้ำที่อยู่ในท่อ หากไม่ใช้วิธีการนี้คอนกรีตส่วนนี้จะเกิดการแยกส่วนหรือมี Water Cement Ratio มากเกินไป เป็นสาเหตุให้เกิดการชะล้างมวลรวมคละในคอนกรีตทำให้ส่วนผสมของคอนกรีตผิดไป



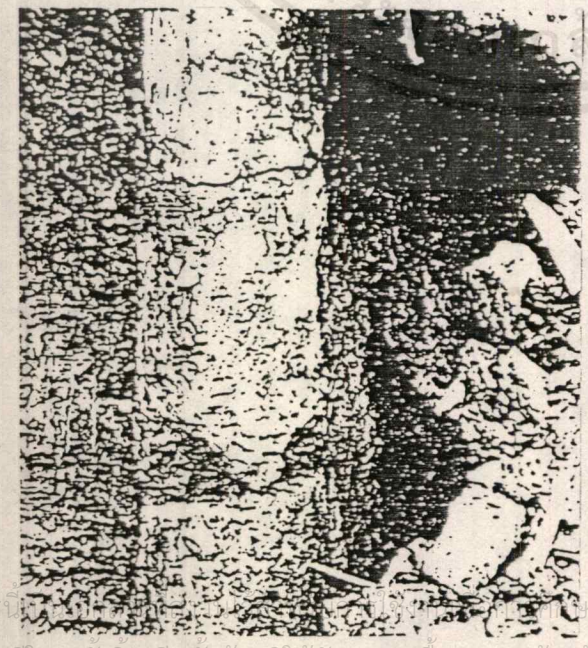
รูปที่ 36 วงจรระบบการทำงานหมุนเวียนการนำเบนโทไนท์มาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท่อ tremie ซึ่งใช้เทคอนกรีตภายใต้สารละลายเบนโทไนท์ มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 20 เซนติเมตร แต่ละท่อนยาว 2-3 เมตร เป็นท่อเหล็ก เป็นขนาดที่เหมาะสมกับเข็มเจาะขนาดใหญ่ ก่อนที่เริ่มเทคอนกรีตต้องแน่ใจว่าปลายของท่อเทอยู่ห่างจากผิวดิน 5-10 cm เพื่อประกันว่าปลายของท่อเทอยู่ในระดับต่ำกว่าผิวบนของคอนกรีตตลอดเวลา และระดับผิวบนของคอนกรีตหลังจากเทเสร็จแล้วหรือระดับปลายเสาเข็มควรอยู่เหนือระดับของน้ำใต้ดิน

ถ้าคอนกรีตในท่อเทหยุดไหลแสดงว่าไม่ยกท่อเทขึ้นไปและไม่มีการแนะนำการเทคอนกรีตโดยใช้ท่อ tremie คอนกรีตในกะบะไม่ควรจะนำไปเทลงท่อ tremie เพื่อให้คอนกรีตมีความต่อเนื่องหลังจากคอนกรีตในรถแต่ละคันหมด เพราะคอนกรีตในกะบะเหนียวเกินไปทำให้ติดค้างอยู่ในท่อเทหรือทำให้ท่อเทอุดตัน

การไม่คำนึงถึงวิธีการเทคอนกรีต การไม่เพิ่มหรือเผื่อคอนกรีตซึ่งจะลดลงหลังจากทำการถอนปลอกเหล็กขึ้น ความเสียหายที่เกิดขึ้นคือดินด้านข้าง ซึ่งไม่มีปลอกเหล็กป้องกันจะพังลงมา การพังของดินจะตกลงไปยังส่วนบนของเข็มเข้าไปแทนที่คอนกรีตในเข็มการเทคอนกรีตเพิ่มลงไปภายหลัง โดยไม่ได้พิจารณาสิ่งเหล่านี้หรือละเลยจะเกิดผลเสียหายดังรูปที่ 37



รูปที่ 37 การไม่ต่อเนื่องของเข็มเนื่องจากการทำ Topping-up หลังคอนกรีตยุบตัวลงไปจนต่ำกว่าระดับ cut-off โดยไม่ได้นำดินที่พังลงไปออก

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขาดการต่อเนื่องในการเทคอนกรีตเนื่องจาก Ready mix มาถึงช้า ซึ่งถ้าหลีกเลี่ยงการมาช้าไม่ได้ก็ควรพิจารณาถึงวิธีการที่จะทำให้คอนกรีตแข็งตัวช้าขึ้น โดยการใช้สารหน่วงเวลาการ Set ตัวของคอนกรีต การสูญเสีย Workability ของคอนกรีตเนื่องจากคอนกรีตมาถึงช้าจะให้ผลเสียหายดังที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.3

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเข็มเจาะเนื่องจากการใช้คอนกรีตที่มี Workability ต่ำในท่อเทและการลดระดับของคอนกรีตลงอย่างช้า ๆ เนื่องจากการถอนท่อเทขึ้นอย่างช้า ๆ การทำอย่างนี้ก็เพื่อให้ปลายล่างของท่อเทจะไม่ถูกถอนขึ้นไปจนพ้นผิวบนของคอนกรีต การเทคอนกรีตจะต้องใช้แรงดันมากในการที่จะฉีดคอนกรีตเข้าไปแทนที่คอนกรีตเก่าที่เทลงไปก่อน

2.7.2 การทำให้คอนกรีตแน่น

ในอุตสาหกรรมการทำเสาเข็มส่วนมากมักใช้เครื่องมือหรือเครื่องจักรช่วยในการทำให้คอนกรีตแน่น เช่น poker vibrators การที่ส่วนผสมคอนกรีตประสานตัวกันแน่นทำให้ถอนปลอกเหล็กขึ้นไปด้วยความลำบาก (ตามที่กล่าวไว้ในข้อ 2.3 ของบทนี้)

ในขณะที่ทำการถอนปลอกเหล็กอาจทำให้เหล็กเสริมกระทบกระเทือนได้ เนื่องจากคอนกรีตถูกทำให้อัดตัวกันแน่นภายในปลอกเหล็ก ดังนั้นการถอนปลอกเหล็กขึ้นไปจึงทำให้คอนกรีตภายในถูกทำขึ้นใหม่ ทำให้กำลังของคอนกรีตเปลี่ยนไป

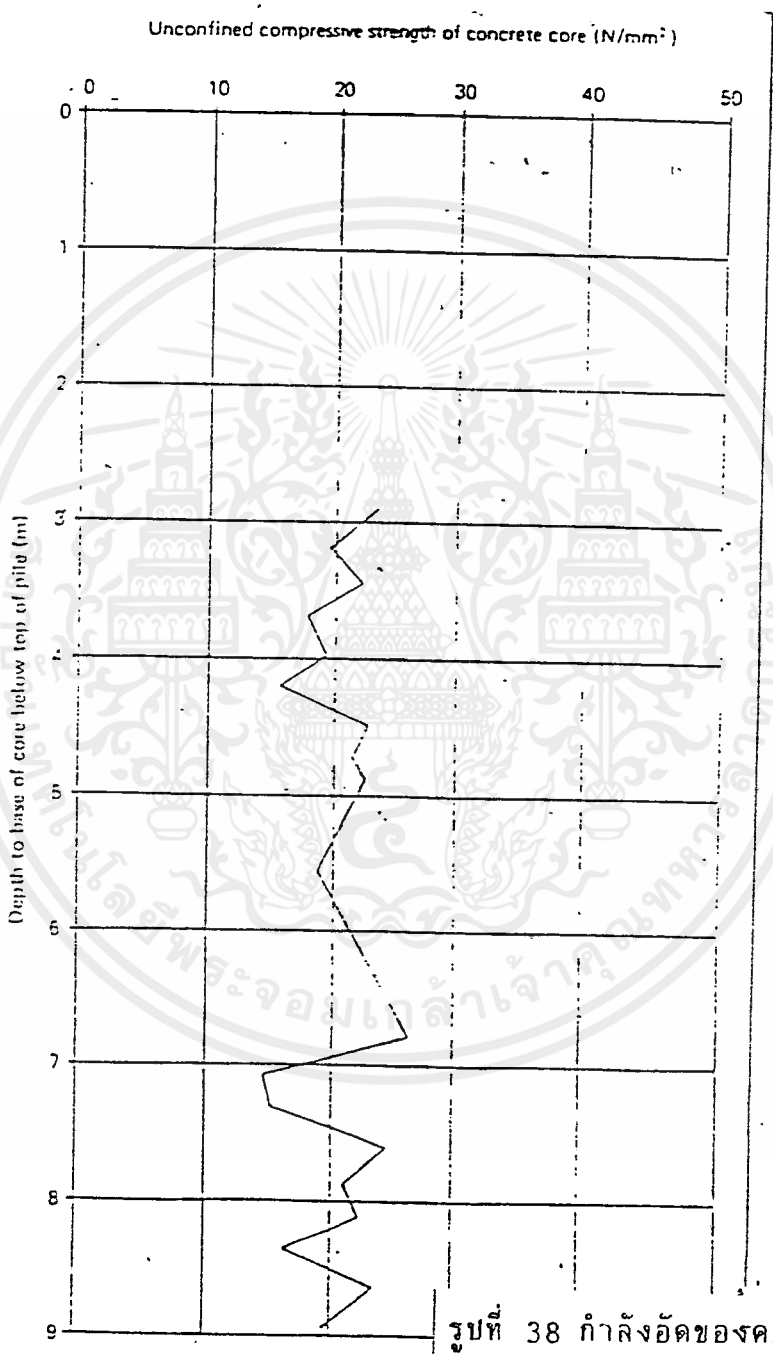
ในความเห็นของวิศวกรบางคน คิดว่าเป็นสิ่งที่ดีที่จะทำคอนกรีตให้แน่นที่ระยะ 1 เมตรถึง 2 เมตร ของคอนกรีตส่วนบนโดยใช้ poker vibrator ภายหลังจากถอนปลอกเหล็กขึ้นไปแล้ว โดยการเตรียมคอนกรีตขึ้นมาเอง แต่การกระทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังกล่าวจะทำให้คอนกรีตส่วนบนซึ่งอยู่ในดินอ่อนเช่นดินเหนียวอ่อน ไหลเข้าไปในดินเหนียวอ่อนและดินเหนียวอ่อนแทรกตัวเข้ามาในเข็มทำให้เกิดเข็มคอดขึ้นได้

จากการค้นคว้าที่ผ่านมา การพิจารณา Strength ของคอนกรีตในเข็มโดยใช้วิธี free fall ในการเทคอนกรีตพร้อมกับปล่อยให้คอนกรีตแน่นด้วยตัวมันเอง ผลการทดลองให้ผลตามในรูปที่ 37 ซึ่งจากเส้นกราฟแสดงให้เห็นว่ากำลังอัดของแกนกลางคอนกรีตในเข็มมีการเปลี่ยนแปลงตามความลึกจากส่วนบนของเข็มลงไป เส้นผ่าศูนย์กลางของเข็ม 90 ซม. ความยาว 10 เมตร ความแตกต่างของเวลาระหว่างการเทคอนกรีตกับการกู้แกนกลางของเข็มให้มีความต่อเนื่องกัน โดยใช้วิธี Diamond drilling ประมาณ 7 1/2 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 38 กำลังอัดของคอนกรีตเปลี่ยนแปลงตามความลึกจากการเทคอนกรีตโดยวิธี free fall และปล่อยให้แน่นด้วยตัวมันเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหากำลังอัดของคอนกรีตในเข็ม โดยใช้วิธีมาตรฐานของการก่อสร้างได้แสดงให้เห็นว่าการปล่อยให้คอนกรีตแน่นด้วยตัวมันเอง ก็เพียงพอตามคุณสมบัติของคอนกรีตที่ได้ออกแบบไว้ กำลังอัดของคอนกรีตแท่งสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ที่ 28 วันเป็น 21 N/mm^2 กำลังอัดของคอนกรีตในเข็มที่น้อยที่สุดเป็น 14 N/mm^2 ซึ่งให้กำลังอัดเท่ากับแท่งคอนกรีตสี่เหลี่ยมลูกบาศก์มากกว่า 18 N/mm^2 ซึ่งเพียงพอกับ factor of safety ซึ่งยอมให้กำลังอัดของคอนกรีตเป็น. 5 N/mm^2 สำหรับกำลังอัดเฉลี่ยของคอนกรีตในเข็มคือ 20 N/mm^2 ซึ่งเท่ากับกำลังอัดของแท่งคอนกรีตสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ประมาณ 25 N/mm^2

ผลการตรวจสอบสภาพของคอนกรีตเข็มที่กู้ขึ้นมาพบว่า มีความมั่นคงพอจากการปล่อยให้คอนกรีตแน่นด้วยตัวมันเอง อย่างไรก็ตามจะต้องเป็นคอนกรีตที่ออกแบบมาอย่างถูกต้องสำหรับเข็มเจาะ ซึ่งจะต้องออกแบบก่อนที่จะทำการก่อสร้าง

2.7.3 วิธีการป้องกัน

เพื่อให้คอนกรีตที่เทลงไปมีความสมบูรณ์มากขึ้น จึงขอแนะนำวิธีการในการเทคอนกรีตเพิ่มเติม

ขั้นตอนการเทคอนกรีต

1) ท่อเทคอนกรีตจะต้องตรงเพื่อให้สามารถบังคับปลายล่างให้อยู่กึ่งกลางบ่อเข็มตลอดเวลาไม่เกิดการกระแทกกับเหล็กเสริม ต้องสะอาดเพื่อลดความฝืดระหว่างคอนกรีตกับผิวท่อเท ไม่มีการรั่วซึมของน้ำ และมีความยาวที่เพียงพอโดยนำแต่ละท่อนซึ่งยาว 2-3 เมตรมาต่อกัน มีความยาวอย่างน้อยเท่ากับความยาวของเข็ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กรวยสำหรับเทคอนกรีตสะอาด ควรมีขนาดใหญ่กว่าเส้นผ่าศูนย์กลางของปลอกเหล็กเล็กน้อย เพื่อป้องกันท่อเทคอนกรีตหล่นลงไปในรูเจาะขณะเทคอนกรีตเนื่องจากคนงานทำหลุดมือลงไป ทำให้อาจต้องนำคอนกรีตที่เทไปแล้วขึ้นทั้งหมดหรือทิ้งเข็มต้นนั้นไป

3) เช็ดมันจาระบีที่ข้อต่อเกลียวและเชือกที่จะใช้รัดบริเวณข้อต่อเพื่อให้แน่นขึ้น เกิดมีเหตุการณ์ขณะเทคอนกรีตและท่อเทคอนกรีตขาดคือหลุดออกจากกันตรงข้อต่อเกลียวการใช้เชือกรัดบริเวณข้อต่อเกลียวให้แน่นสามารถป้องกันท่อเทคอนกรีตขาดได้เนื่องจากต้องใช้แรงมากในการที่จะดึงท่อเทขึ้นมา เพื่อเอาชนะความฝืดระหว่างคอนกรีตกับผิวของท่อเท

4) เช็ดไพมเม็ดที่จะใช้ ไพมเม็ดใช้เป็นวัสดุไล่น้ำออกจากท่อเทในขณะเทคอนกรีต โดยใส่ผ่านกรวยเทคอนกรีตให้เต็มบริเวณปากท่อเทคอนกรีตแล้วเทคอนกรีตทับลงไป คอนกรีตจะดันไพมเม็ดอัดไล่น้ำออกไปจากท่อเทที่ปลายล่างสุด ทำให้คอนกรีตไม่ปะปนผสมกับน้ำสารละลายเบนโทไนท์ในขณะเทคอนกรีต

5) แน่ใจว่าข้อต่อของท่อเทคอนกรีตสะอาด สะดวกต่อการทำให้แน่นและคลายออก และสะดวกต่อการถอดออก

6) เช็ด Support ของท่อเทคอนกรีต จะต้องแข็งแรงและไม่กระเทือนต่อเหล็กเสริมข้างล่าง

7) ใส่ท่อเทคอนกรีตลงไปให้ปลายห่างจากก้นหลุม 5-10 ซม. แล้วใส่ไพมเม็ดลงไปให้เต็มท่อเท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8) ต้องแน่ใจว่าคอนกรีตที่เทลงไปใช้สารหน่วงเวลา Set ตัวไม่ต่ำกว่า 4 ชั่วโมง

9) เทคอนกรีตลงไปในท่อเทจนกระทั่งเต็มกรวยเทคอนกรีต

10) ยกท่อเทคอนกรีตขึ้น 20-30 ซม. ต่อครั้ง และรักษาระดับปลายล่างของท่อเทให้ต่ำกว่าผิวบนของคอนกรีต 2-3 เมตร เพื่อไม่ให้คอนกรีตผสมกับสารละลายและเพื่อให้สามารถไล่ตะกอนขึ้นได้หมด

11) เติมคอนกรีตลงไปในท่อเททันทีหลังจากยกท่อเทขึ้นตามข้อ 10 แล้ว และพยายามให้คอนกรีตเต็มกรวยเทคอนกรีตตลอดเวลา

12) ให้คอนกรีตไหลในท่อเทตลอดเวลาเพื่อไม่ให้ท่อเทเกิดการอุดตัน

13) เช็คความลึกของคอนกรีตหลังจากเทคอนกรีตหมดไปในรถแต่ละคัน พร้อมทั้งเช็คความลึกของท่อเทคอนกรีต

14) เทคอนกรีตลงไปด้วยความรวดเร็ว เพื่อให้คอนกรีตไหลอย่างต่อเนื่องในระหว่างที่หมดคอนกรีตในรถแต่ละคัน

15) เมื่อคอนกรีตไหลช้าเกินไปหรือหยุดไหลในท่อเท ให้ยกท่อเทขึ้นอย่างน้อย 2-3 เมตรทุกครั้ง

16) หยุดท่อเทเอาไว้แล้วทำการเทคอนกรีตให้ต่อเนื่องและรวดเร็ว โดยต้องแน่ใจใน teamwork ว่ามีความพร้อมในทุกด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

17) ล้างหรือทำความสะอาดท่อเทพันทีที่ใช้งานเสร็จ โดยใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาดเกลียวท่อแล้วทาด้วยจาระบี วางไว้ในที่เหมาะสมพร้อมที่จะนำไปใช้งานได้ทันที

18) หลีกเลี่ยงการยกท่อเทขึ้น ๆ ลง ๆ ซึ่งจะทำให้คอนกรีตก้นหลุมไหลแทรกเข้าไปในเนื้อดินและทำให้ดินเข้ามาผสมในเข็มได้

19) Top level ของคอนกรีตต้องเพียงพอโดยเผื่อเอาไว้ ซึ่งคอนกรีตจะลดลงหลังจากถอนปลอกเหล็กขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ความเสียหายของเข็มเจาะขนาดใหญ่ที่เกิดจากน้ำใต้ดินและการป้องกัน

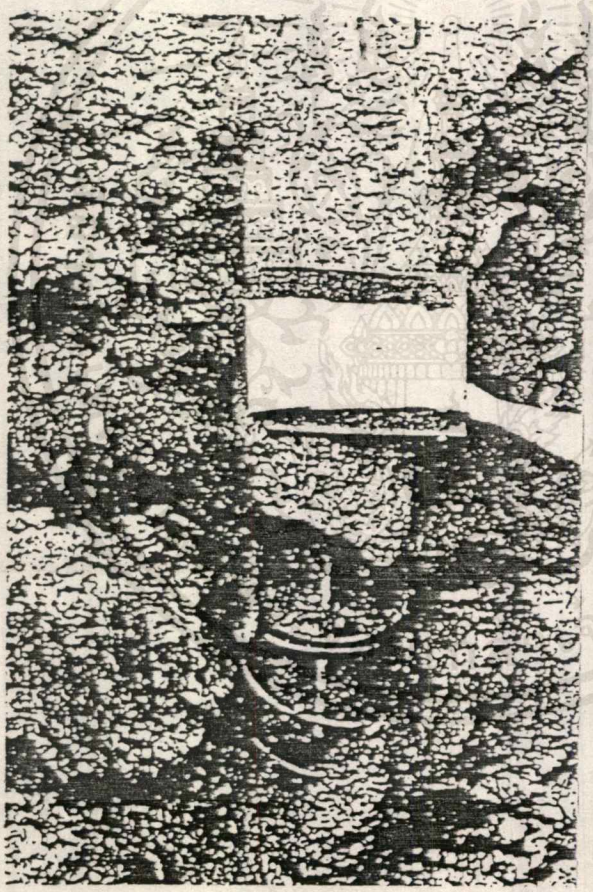
ปัญหาการกัดกร่อนทางด้าน Physical หรือทางด้าน Chemical โดยน้ำใต้ดินที่อยู่รอบ ๆ เข็ม การเพิ่มของน้ำใต้ดินก้นบ่อในระหว่างที่ทำการเทคอนกรีต หรือน้ำในโพรงดินซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิด Overbreak ในเข็ม ล้วนเป็นปัญหาในการก่อสร้างเข็มเจาะ ซึ่งได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 2.1 และ 2.7 ของบทที่ 2 ในบทนี้จะกล่าวถึงการกัดกร่อนทางด้าน Physical หรือ Chemical โดยน้ำใต้ดินที่อยู่รอบ ๆ เข็ม ภายหลังจากเทคอนกรีตแล้วการถอนปลอกเหล็กชั่วคราวขึ้นไปซึ่งเป็นการเปิดให้คอนกรีตสัมผัสกับน้ำใต้ดินอย่างเต็มที่ น้ำใต้ดินที่อยู่รอบ ๆจะทำความเสียหายให้เกิดขึ้นกับเข็มได้

การที่เข็มเจาะจะมีความแข็งแรงได้อย่างเต็มที่นั้นเป็นไปได้ยากเพราะมีโอกาสที่จะเกิดการกัดกร่อนทาง Physical ต่อคอนกรีตที่เพิ่งเทลงไปภายหลังจากถอนปลอกเหล็กขึ้นไปแล้ว อย่างไรก็ตาม นับเป็นความโชคร้ายกับผู้ที่เจอ ปัญหาแบบนี้ น้ำใต้ดินซึ่งมี Hydraulic gradients สูง พบได้ในดินที่มีน้ำซึมได้สูง เช่น ดินใกล้แม่น้ำที่มีน้ำขึ้นน้ำลง เข็มซึ่งถูกสร้างในกรวดหยาบหรือดินที่มีช่องว่าง ระหว่างเม็ดดินผิวหน้าดินที่อยู่ระหว่างชั้นที่น้ำซึมได้กับผิวหน้าดินที่น้ำซึมได้ยาก น้ำใต้ดินจะไหลภายใต้ความกดของน้ำซึ่งสามารถไหลซึมได้ทำให้เกิดการกัดกร่อนทาง Physical บนเข็มที่เพิ่งก่อสร้างใหม่

ในรูปที่ 39 และ 40 แสดงให้เห็นความเสียหายที่เกิดจากน้ำใต้ดินที่ไหลอย่างรวดเร็ว ตามผิวหน้าดินชั้นที่น้ำซึมได้กับผิวหน้าดินที่น้ำซึมได้ยาก แม้ว่าดินจะอยู่ในสภาพแห้งแต่ฝนที่ตกหนักและต่อเนื่องกันก็สามารถทำความเสียหายกับเข็มที่เพิ่งเทคอนกรีตใหม่ ๆ ได้เช่นกัน

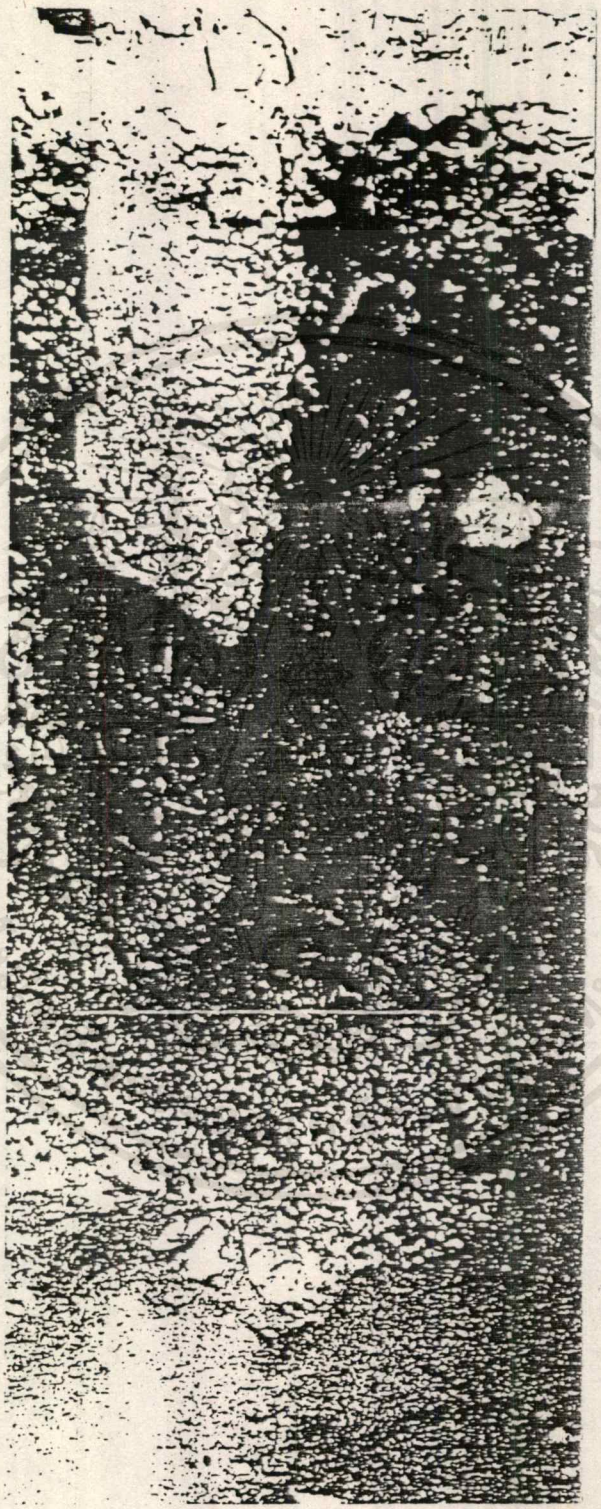
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอนกรีตที่ไผล่ออกไปสัมผัสกับน้ำใต้ดิน เป็นผลให้เกิดการชะล้างซีเมนต์ออกไปและล้างส่วนผสมของคอนกรีต ทำให้เข็มเกิดเป็นโพรงขึ้นและเหล็กเสริมจะไผล่ออกดังแสดงในรูปที่ 38 และ 39 วิธีการป้องกันที่ดีคือการใช้ปลอกเหล็กถาวรหรือการใช้ปลอกเหล็กคู่แล้วใส่ทรายลงไปในช่องว่างระหว่างปลอกเหล็กเพื่อเป็นทางไหลผ่านของน้ำใต้ดินขึ้นมาข้างบน



รูปที่ 38 คอนกรีตในเข็มถูกชะออกไปโดยน้ำใต้ดินที่ไหลแรงภายใต้ความกดของน้ำหลังจากถอนปลอกเหล็กขึ้นไปใหม่ ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 39 ความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเขื่อนโดยน้ำใต้ดินที่ไหลแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

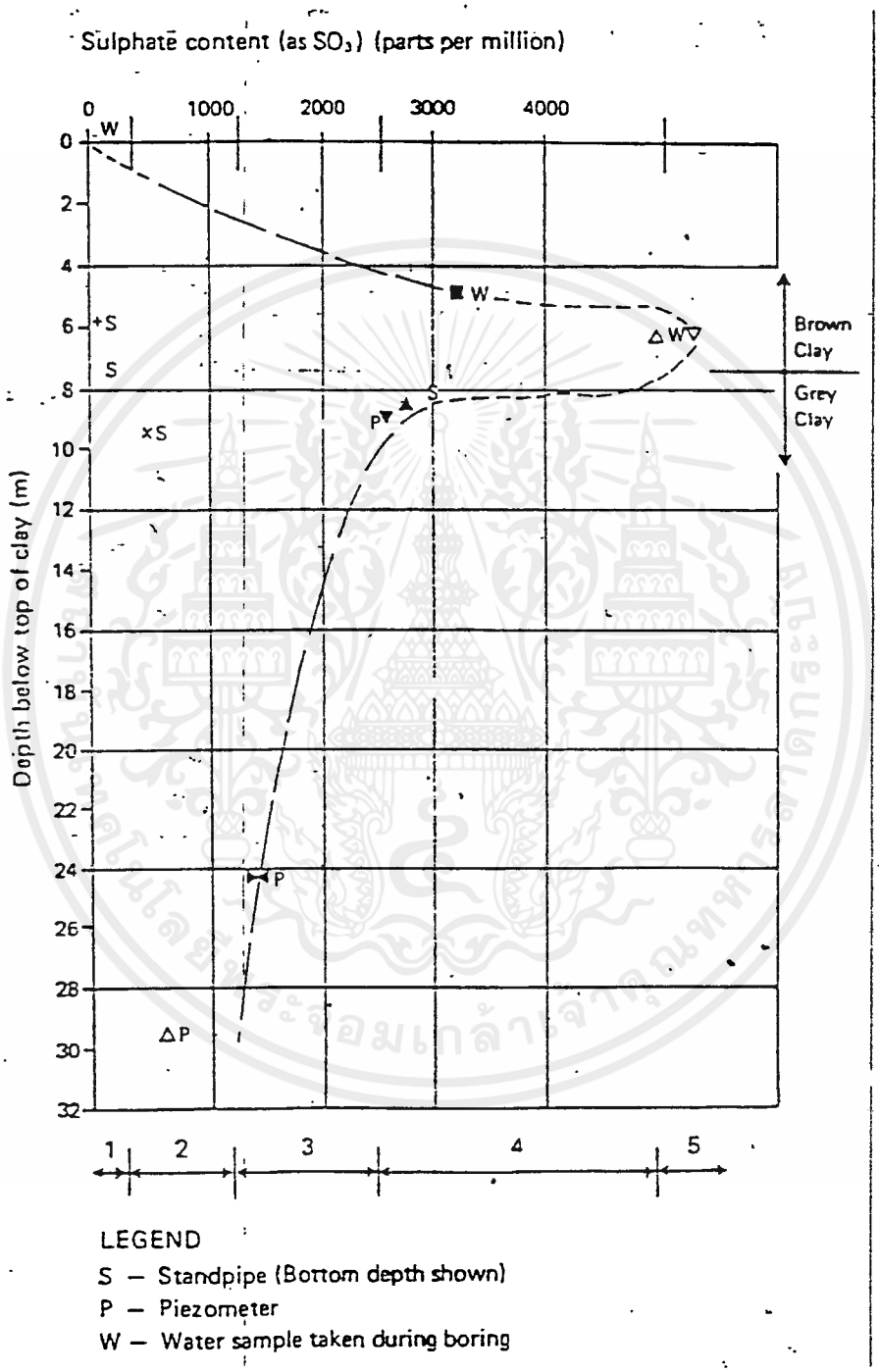
โดยทั่วไปความเสียหายที่เกิดจากการไหลซึมของน้ำใต้ดิน ภายใต้ความกดของน้ำซึ่งมีค่าสูงจะทำความเสียหายให้เกิดกับเข็มยาวประมาณ 1.6 เมตร

ปรากฏเพียงเล็กน้อยที่เข็มเสียหายเนื่องจากถูกสารเคมีกัดกร่อน ซึ่งมีสาเหตุจากสารเคมีที่ละลายอยู่ในน้ำใต้ดิน

ความไม่สมบูรณ์ของคอนกรีตในเข็มเกิดจากการกัดกร่อนของซัลเฟตที่มีอยู่ในธรรมชาติ ซัลเฟตเป็นตัวสำคัญที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีกับเนื้อคอนกรีตโดยจะทำกับปูนขาว (lime) ในเนื้อคอนกรีต ถ้าคอนกรีตมีรอยแตกร้าวก็จะช่วยให้น้ำซึมผ่านเข้าไปในเนื้อคอนกรีตได้ลึกมากขึ้น มันจะทำปฏิกิริยากับเหล็กเสริมในคอนกรีตโดยจะกัดให้เหล็กสึกกร่อนไปเรื่อย ๆ แต่ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนั้นไม่เป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้คอนกรีตเสื่อมกำลังลง รูปที่ 40 แสดงการเปลี่ยนแปลงของปริมาณซัลเฟต ณ ตำแหน่งความลึกต่างๆ จากส่วนบนของดินเหนียวลงไป การใช้ซีเมนต์ต่อต้านซัลเฟตในการก่อสร้างเข็มเจาะเป็นวิธีที่ดีที่สุด

คอนกรีตที่ใช้เพื่อต่อต้านการกัดกร่อนของซัลเฟตในน้ำใต้ดินจะต้องแข็งแรง มีความแข็งและความแน่น และจะต้องให้มีการดูดซึมได้น้อยที่สุด โดยใช้อัตราส่วนระหว่างน้ำและซีเมนต์ 0.56 ไม่เกิน 0.60 และมวลรวมที่ใช้จะต้องไม่มีการดูดซึมจะต้องแข็งแรงและมีขนาดไม่เกิน 1 1/2 นิ้ว อัตราส่วนของซีเมนต์ต่อทรายและหินไม่น้อยกว่า 1:2 1/2:5 ความหนาของคอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริมอย่างน้อยที่สุดต้อง 3 นิ้วขึ้นไป ปูนซีเมนต์ที่ใช้ควรจะเป็นปูนซีเมนต์ portland ประเภทสอง เช่น ปูนซีเมนต์ตราพญานาคเจ็ดเศียร ซึ่งทนซัลเฟตได้ปานกลาง แต่ถ้าเป็นการก่อสร้างในแหล่งที่น้ำทะเลเข้าถึงก็ควรใช้ปูนซีเมนต์ portland ประเภทที่ห้าซึ่งทนซัลเฟตได้สูง เช่น ปูนซีเมนต์ตราปลาฉลาม และในคอนกรีตควรจะผสมสารเพิ่ม Workability ของคอนกรีตให้เหมาะสมกับงานเข็มเจาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 40 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณซัลเฟตในตำแหน่งความลึกต่าง ๆ จากส่วนบนของดินเหนียวลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

สาเหตุทางอ้อมที่ทำให้เสาเข็มเจาะเสียหาย

4.1 งานสำรวจตำแหน่งที่จะก่อสร้างมีไม่เพียงพอ

เมื่อเป็นการก่อสร้างโดยใช้เข็มเจาะเป็นตัวรับน้ำหนักของสิ่งปลูกสร้าง เนื่องจากสภาพของดินอ่อนรับน้ำหนักดังกล่าวไม่ไหวจึงจำเป็นที่จะต้องใช้โครงสร้างที่สร้างขึ้นเป็นตัวช่วยรับน้ำหนัก ก่อนที่จะทำการก่อสร้างควรจะสำรวจทางธรณีวิทยาของดินที่จะทำการก่อสร้างก่อน รวมทั้งการออกแบบโครงสร้างให้ได้ตามความต้องการ นอกจากนั้นยังต้องประกอบด้วยคำแนะนำต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางต่อผู้รับเหมาในการที่จะเลือกใช้เครื่องจักร และเครื่องมือให้เหมาะสมกับการก่อสร้าง การได้รับคำแนะนำที่ผิด ๆ เนื่องจากการสำรวจบริเวณที่จะก่อสร้างมีไม่พออาจทำให้ผู้รับเหมาประสบกับการขาดทุนได้และเป็นได้ที่จะอยู่ในสภาพไม่สามารถทำงานต่อไปได้

ปัญหาที่วิศวกรจะต้องเจอหรือเผชิญแทนนายจ้างของเขา คือให้คำแนะนำต่างๆ ต่อผู้รับเหมาเพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายให้น้อยที่สุด ซึ่งคำแนะนำเหล่านี้จะดีเพียงใดขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ของวิศวกรที่มีอยู่

การตรวจสภาพพื้นที่และสภาพแวดล้อมก่อนจะทำการก่อสร้าง ควรจะสำรวจสภาพของชั้นดิน สภาพของน้ำใต้ดิน สภาพแวดล้อมของพื้นที่ให้ทั่วโดยละเอียดและบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ไว้เพื่อประโยชน์ในการวางแผนในการก่อสร้างและป้องกันปัญหาต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้น เช่นการสำรวจสภาพสิ่งก่อสร้าง อาคารข้างเคียงที่ติดกับพื้นที่ก่อสร้างว่ามีสภาพอย่างไร มีรอยร้าว รอยแตกหรือชำรุดหรือไม่ ควรจะถ่ายภาพสภาพดังกล่าวเอาไว้เพื่อเป็นหลักฐานหากมีการฟ้องร้องขึ้นมาในภายหลัง เป็นต้น ควรสำรวจสิ่งกีดขวางและอุปสรรคต่าง ๆ ไว้เพื่อวางแผนแก้ไขไว้ล่วงหน้า มีหลุมบ่อซึ่งจะต้องถมเพื่อให้เครื่องจักรต่าง ๆ เคลื่อนผ่าน การทำถนนชั่วคราวหรือการต้องซ่อมถนนเดิมหลังจากเสร็จงาน สำรวจสายไฟฟ้าแรงสูง แรงต่ำ ฉนวนสายไฟชั่วคราวต้องหุ้มหรือไม่ การจราจรที่อยู่ข้าง ๆ หากอยู่ใกล้ถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสำรวจชั้นดินซึ่งมีผลต่อคุณภาพของเข็มเจาะควรจะต้องทำการศึกษาสภาพของชั้นดินในบริเวณก่อสร้างก่อน เพื่อพิจารณาจัดหาหัวเจาะ (Drilling tools) ให้เหมาะสมกับสภาพดิน เพราะหากหัวเจาะไม่เหมาะสมกับชั้นดิน การทำงานจะล่าช้ามากและหลุมเจาะจะไม่สมบูรณ์พอ เช่นการเจาะในชั้นดินเหนียวแข็งภายใต้สารละลายเบนไทไนท์ ถ้าการตั้งมุม Digging teeth ไม่ดีพอ การเจาะจะช้ามาก และทำให้สารละลายเสื่อมคุณภาพ และในการเจาะในชั้นทรายหาก Drilling bucket ถูกออกแบบให้มี By pass น้อยเกินไป และอัตราการชักก้านเจาะขึ้นลงไม่เหมาะสมก็จะทำให้หลุมเจาะเกิดการพังหรือบีบตัวได้ นอกจากนี้สารเคมีที่มีอยู่ในน้ำใต้ดินก็ควรจะทำการบันทึกเอาไว้ เพราะสารเคมีอาจจะทำการกัดกร่อน ทำให้เข็มเสื่อมสภาพเร็วขึ้น

สำหรับในดินซึ่งถูกใช้ทำการก่อสร้างเป็นครั้งแรก คุณสมบัติของดินแร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดินเป็นสิ่งจำเป็นต้องค้นคว้าหรือสำรวจ ตำแหน่งของบ่อหรือหลุมที่ถูกสำรวจควรจะทำการก่ออิฐฉาบปูนเป็นกำแพงกั้นไว้ โดยเฉพาะในดินที่อุ้มน้ำได้ การปล่อยบ่อหรือหลุมทิ้งไว้โดยไม่ก่อกำแพงกั้นไว้ หากเกิดน้ำท่วมหรือในบางที่น้ำใต้ดินจะเป็นตัวทำให้สภาพต่าง ๆ ของดินเปลี่ยนแปลงไปได้

4.2 การฉ้อโกงของพนักงาน

การฉ้อโกงของพนักงานก็สามารถทำให้เข็มเจาะเกิดความเสียหายขึ้นได้ เช่นกันเช่นในการก่อสร้างอาคารแห่งหนึ่ง ในขณะทำการขุดเจาะซึ่งต้องการให้ทำการขยายฐานของเข็มออกไป แต่ไพร์แมนได้ฉ้อโกงโดยละเลยต่อคำแนะนำซึ่งต้องการให้ขยายฐานของเข็มออกไป การกระทำดังกล่าวถูกรายงานในภายหลังว่าฐานของเข็มเล็กไป อีกเหตุการณ์หนึ่งเข็มเจาะ 6 ต้น ซึ่งถูกค้นพบในภายหลังโดยการเจาะคอนกรีตลงไปเพื่อตรวจสอบความต่อเนื่องของคอนกรีต พบว่าปลายเข็มข้างล่างอยู่เหนือระดับที่ต้องการอยู่เพียงไม่กี่เมตร โดยเข็ม 6 ต้น ถูกสร้างในตอนเช้าก่อนที่การแข่งขันฟุตบอลนัดสำคัญจะเริ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขาดความรู้และการขาดการอบรมของผู้ปฏิบัติงานเป็นสิ่งที่สามารถทำให้เกิดความเสียหายได้มากกว่าการฉ้อโกงของพนักงาน

4.3 ผู้ดูแลงานมีไม่เพียงพอ

ผู้ดูแลงานเพื่อควบคุมการทำงานของผู้รับเหมาในบางแห่งมีพอเป็นพิธี โดยที่ไม่มีความรู้หรือไม่ผ่านการอบรมเพื่อให้ทำหน้าที่แทนนายจ้าง

ในการเทคอนกรีตเข็มเจาะวิศวกรจะต้องทำการดูแลเป็นพิเศษในงานก่อสร้างทางด่วนสายหนึ่งในกรุงเทพฯ ขณะทำการเทคอนกรีตท่อเทเกิดขาดออกจากกัน ท่อนที่อยู่ข้างล่างไม่สามารถจะดึงกลับขึ้นมาได้ ในขณะนั้นผู้ดูแลงานไม่ได้อยู่บริเวณนั้นเลย ผู้รับเหมาจึงใช้วิธีเทคอนกรีตต่อไปจนเต็มหลุมเจาะ การกระทำดังกล่าวถูกรายงานโดยคนงานระดับล่างของผู้รับเหมาเองในภายหลัง จึงต้องทำการก่อสร้างเข็มต้นใหม่เพิ่มขึ้นมา

ผู้ที่ทำหน้าที่ตรวจสอบงานเข็มเจาะควรจะมีคุณวุฒิโดยผ่านการอบรม มีประสบการณ์และควรจะมีสัญญาผูกมัดต่อการตรวจสอบงานอยู่ด้วย การใจเย็นมีมนุษย์สัมพันธ์ซึ่งเป็นลักษณะนิสัยที่ต้องฝึกหัดให้เป็นนิสัย เป็นสิ่งที่สามารถปรับปรุงได้ด้วยความรู้ซึ่งมีอยู่ในผู้ดูแลงานเอง การดูแลที่เพียงพอเป็นเครื่องรับประกันที่ดีกว่าการใช้พยานเอกสารยืนยัน

4.4 ปัญหาอื่น ๆ

ในการขุดเจาะโดยใช้ Bucket ในบางครั้งสารละลายเบนโทไนท์มีความเข้มข้นไม่พอทำให้ดินข้างบนซึ่งเป็นชั้นดินทรายพังทลายลงไป หากมีจำนวนมากพอจะทำให้ดึง Bucket ขึ้นมาไม่ได้ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการที่จะกู้กลับขึ้นมา หรืออาจจะต้องทิ้งไว้ในหลุมแล้วถมกลบ และทำการ Design ฐานรากใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

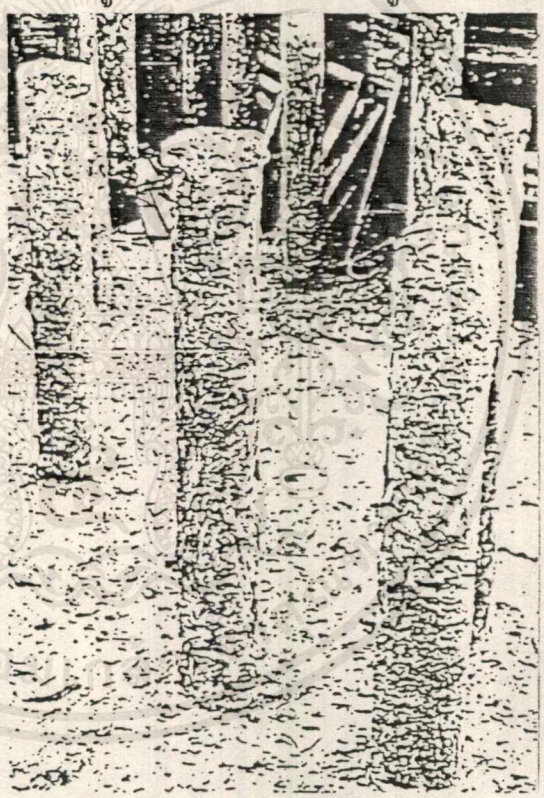
ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น ดังนั้นการระมัดระวังระหว่างที่ทำการขุดเจาะโดยการตรวจสอบสารละลายเบนไทไนท์อยู่เสมอสามารถจะช่วยลดปัญหาดังกล่าวข้างต้นได้

ปัญหาการจราจร ควรจะจัดเตรียมอุปกรณ์ วัสดุต่าง ๆ ให้พร้อมและเป็นระเบียบเรียบร้อยก่อน โดยเฉพาะในกรุงเทพฯ ควรเตรียมให้พร้อมก่อนที่จะถึงเวลาเร่งด่วน ซึ่งจะไม่อนุญาติให้รถบรรทุกแล่นผ่านบนถนน การขุดเจาะก็ควรจะกระทำในเวลากลางวัน หรือหากต้องกระทำในเวลากลางคืนก็ควรจะขออนุญาติจากผู้ที่อยู่ใกล้เคียงก่อน เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นมาในภายหลัง เนื่องจากการขุดเจาะจะทำให้เกิดเสียงดังขึ้น การขนย้ายอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่มีขนาดใหญ่ อาจจะทำให้การจราจรติดขัดดังนั้นจึงควรจะแจ้งให้ทางตำรวจจราจรได้ทราบ เพื่ออำนวยความสะดวกต่าง ๆ

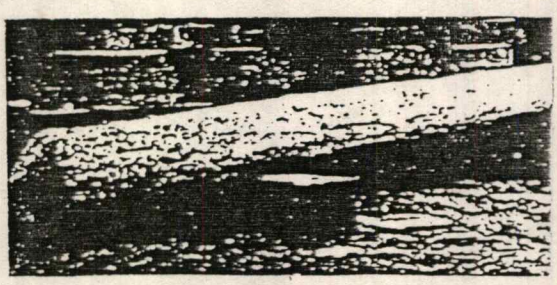
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเสียหายของเข็มเจาะขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นความเสียหายทางด้าน Physical นั้นนาน ๆ จะมีขึ้น และส่วนของเข็มที่เกิดความเสียหายขึ้นนั้นมีปริมาณที่น้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนของเข็มที่ทำการก่อสร้างในแต่ละปี รูปที่ 41 และ 42 แสดงเสาเข็มเจาะที่มีความสมบูรณ์และถือเป็นแบบของเข็มเจาะ

ความเสียหายของเข็มเจาะสามารถแก้ไขได้โดยความรู้ และความเข้าใจ การอบรมที่ดีของผู้ปฏิบัติงานและผู้ตรวจสอบงาน การรู้จักใช้เครื่องจักรและเครื่องมืออุปกรณ์ต่าง ๆ



รูปที่ 41 เข็มที่มีความสมบูรณ์
(ส่วนที่โผล่ขึ้นมา)



รูปที่ 42 เข็มที่มีความสมบูรณ์ (กู้ขึ้นมาให้เห็นทั้งหมด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ข้อแนะนำต่าง ๆ

5.1 หลุมเจาะสำรวจควรมีความลึกพอ

ซึ่งความลึกอย่างน้อยควรจะมากกว่าความลึกของปลายเสาเข็ม เก็บตัวอย่างของดินในแต่ละความลึกอย่างต่อเนื่อง การทดลองในห้องทดลองควรจะศึกษาในสิ่งเหล่านี้

- ข้อกำหนดของโครงสร้างทางธรณีวิทยาของดิน
- การควบคุมคุณสมบัติของน้ำใต้ดิน
- ลักษณะของดินที่สัมพันธ์กัน
- สภาพของตะกอนแข็ง

การศึกษาควรจะเป็นไปในแนวทางดังข้างบน โดยเฉพาะการพิจารณาข้อมูลดินเป็นสิ่งที่จะขาดไม่ได้ ในเรื่องสถานที่ก็มีความสำคัญเช่นกัน โดยเฉพาะที่ซึ่งดินถูกใช้ทำการก่อสร้างเป็นครั้งแรก คุณสมบัติของดิน แร่ธาตุต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดินหรือในน้ำใต้ดินเป็นสิ่งที่ต้องทำการศึกษา เพื่อการวางแผนในการก่อสร้างหรือการออกแบบ

ตำแหน่งของบ่อหรือหลุมที่ถูกสำรวจควรทำการก่ออิฐฉาบปูนเป็นกำแพงกั้นไว้ โดยเฉพาะซึ่งเป็นดินที่อุ้มน้ำได้ การปล่อยบ่อหรือหลุมทิ้งไว้โดยไม่ก่อกำแพงกั้นไว้หากเกิดน้ำท่วมหรือในบางที่น้ำใต้ดิน ซึ่งจะเป็นตัวทำให้สภาพต่าง ๆ ของดินเปลี่ยนแปลงไปได้

5.2 ระดับปากของปลอกเหล็กควรจะสูงกว่าระดับดิน 20-50 เซนติเมตร

เพื่อป้องกันวัสดุและสิ่งปรักหักพังต่าง ๆ ตกลงไปในหลุมเจาะ ปลายล่างของปลอกเหล็กควรจะอยู่ในชั้นดินแข็ง (ในกรุงเทพอยู่ลึกกว่าระดับล่างของทรายชั้นแรก) ไม่น้อยกว่า 1 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารละลายเบนโทไนท์ควรจะมีต่อดความลึกของบ่อ เป็นการไม่ให้เกิดการพังทลายของหลุมเจาะ รวมทั้งป้องกันการสะสมของตะกอนต่างๆ ที่ก้นหลุม ก่อนจะทำการลงเหล็กเสริมควรจะทำการตรวจก้นหลุมเสียก่อน นำตะกอนหรือสิ่งของวัสดุต่าง ๆ ขึ้นให้หมด

5.3 การจัดเตรียมและการติดตั้งปลอกเหล็กถาวรหรือการใช้ปลอกเหล็กคู่

ควรจะดูเอกสารซึ่งให้รายละเอียดของดินและสภาพของน้ำใต้ดินก่อนแม้ว่าจะทำการก่อสร้างด้วยความระมัดระวังก็ตาม

5.4 ในชั้นดินที่จับตัวกันอย่างหลวม ๆ เช่น ดินทราย กรวด ตะกอนหิน

ซึ่งการแตกของดินเหล่านี้จะทำให้มีตะกอนสะสมเพิ่มมากขึ้นที่ก้นหลุม ในชั้นดินเหล่านี้การออกแบบปลอกเหล็กควรจะให้สามารถรับน้ำหนักและสามารถที่จะถ่ายส่งต่อไปยังชั้นดินได้ โดยความฝืดทางด้านข้างของปลอกเหล็ก แต่ก็ไม่สามารถรับประกันได้ว่าจะไม่มีตะกอนเกิดขึ้นที่ก้นหลุม จึงควรจะใช้ Air hose เป่าตะกอนเหล่านี้ให้ฟุ้งกระจายก่อนที่จะเทคอนกรีต โดยใช้ท่อ Tremie เล็กน้อยเพื่อให้คอนกรีตที่เทลงไปเป็นตัวดันตะกอนพวกนี้ขึ้นมา เป็นการทำให้ก้นหลุมสะอาดไม่มีตะกอน

5.5 เหล็กเสริมควรจะออกแบบให้มีระยะห่างพอเพียง

เพื่อให้คอนกรีตสามารถไหลได้อย่างอิสระ มีความแข็งแรงทนต่อการกระทบกระเทือนได้โดยไม่มีการเสียรูป โดยเฉพาะตำแหน่งที่เป็นเหล็กผูกด้วยมือ

5.6 ควรจะปล่อยให้คอนกรีตแน่นด้วยตัวมันเอง

แต่การออกแบบส่วนผสมคอนกรีตควรจะไม่ให้มีฟองอากาศมากเกินไป การป้องกันไม่ให้มีน้ำอยู่ในหลุมเจาะเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นการเทคอนกรีตควรจะใช้ท่อ tremie และรักษาระดับปลายล่างของท่อเทให้อยู่ต่ำกว่าผิวบนของคอนกรีตตลอดเวลาคือให้อยู่ต่ำกว่า 2-3 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bill แสดงปริมาณของคอนกรีตควรจะเก็บรวมไว้เพื่อป้องกันการเข้าใจผิดกันในภายหลังเพราะปริมาณของคอนกรีตเป็นตัวแสดงถึงความลึกของเข็ม

5.7 ข้อพิจารณาที่ควรให้ไว้

เพื่อใช้ทางเลือกอีกทางหนึ่งเป็นมาตรฐานในการเลือกปฏิบัติ เช่น หากคอนกรีตมี Slump ต่ำเกินไปจะอนุญาติให้เติมน้ำหรือไม่ จะยอมให้มีการทิ้งรูเจาะไว้ค้างคืนหรือไม่ เป็นต้น

5.8 การดูแลตรวจสอบควรจะมีอย่างเพียงพอ

Inspector งานเข็มเจาะควรจะมีคุณวุฒิ โดยผ่านการอบรมและประสบการณ์ที่มากพอ งานตรวจสอบไม่ควรพิจารณาจากการฝึกหัดงานของวิศวกร

5.9 งานทางด้านการค้นคว้าควรจะประกอบไปด้วย

1) การพัฒนาในเรื่องของเทคนิคโดยพิจารณาจากตัวอย่างและโดยการทดสอบ
2) พัฒนาในเรื่องของเทคนิคการติดตั้งและการถอนปลอกเหล็ก
3) การออกแบบให้ส่วนผสมคอนกรีตมี Workability สูงมีค่า Strength ที่เพียงพอ สามารถทำให้แน่นด้วยตัวมันเอง น้ำซึมผ่านได้ยาก โดยทำให้คอนกรีตมีความหนืดและแข็งตัวช้า
4) พัฒนาในเรื่องของลักษณะหรือคุณสมบัติของความแข็งแรงทนทาน ความประหยัดของ Rock Sockets
5) ความต้านทานต่อแรงดันด้านข้างของเข็มในสภาพที่แตกต่างกัน พร้อมกับความสามารถในการรับน้ำหนักทางแนวดิ่ง
6) พัฒนาในเรื่องของตัวอย่างที่จะใช้ในงานค้นคว้า ซึ่งจะต้องไม่แพง เป็นโครงสร้างที่มั่นคง ไม่ต้องการเครื่องมือมากมายในการสร้าง มีความไวต่อปฏิกิริยาต่าง ๆ ที่กระทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. คู่มือปฏิบัติงานการทำเสาเข็มเจาะขนาดใหญ่โดย ชนันต์ แดงประไพ และเกรียงศักดิ์ จารุพรพาณิช ของสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
2. การสัมมนาทางวิชาการ เรื่อง งานฐานรากและงานก่อสร้างใต้ดิน โดยคณะกรรมการสาขาวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์
3. คอนกรีตคอนสตรัคชั่น และเขียนแบบอาคารสูง ผศ.ดร.พิภพ สุนทรสมัย ของสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)
4. Review of problems associated with the construction of cast-in-place concrete piles by S.Thorburn, J.O.Thorburn.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้