

ความรู้ งานเสาเข็ม

ชูเลิศ จิตเจือจุน

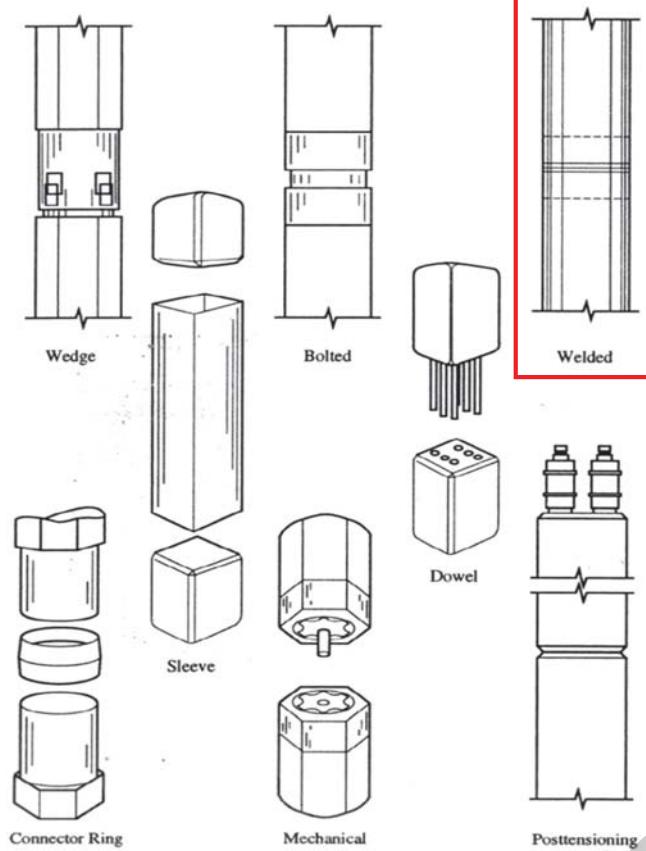
www.tatech2006.com

www.facebook.com/tatech2006

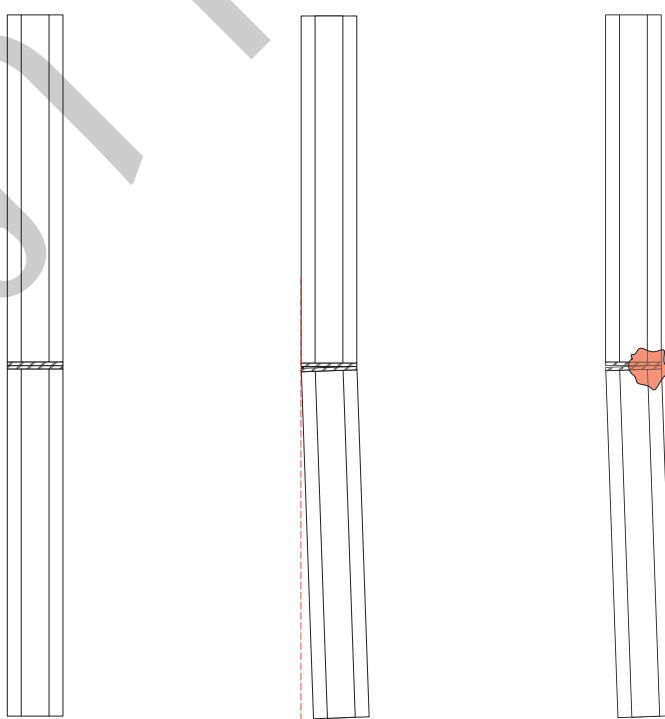
เสาเข็มมีความบกพร่องหรือไม่สมบูรณ์

- การฝืนตอกเสาเข็มลงในชั้นดินแข็ง
- การนำเสาเข็มที่ยังไม่ได้อายุมาใช้งาน
- เสาเข็มแตกร้าวระหว่างการขันส่งหรือขณะยกติดตั้ง
- เสาเข็มเอียง
- การเชื่อมรอยต่อของเสาเข็มไม่ได้มาตรฐาน
- การก่อสร้างเสาเข็มจะที่ไม่ได้มาตรฐาน เสาเข็มขาดกลาง เกิดNecking
- การเคลื่อนตัวด้านข้างของดินระหว่างการตอกไปดันเสาเข็มที่ตอกก่อนหัก

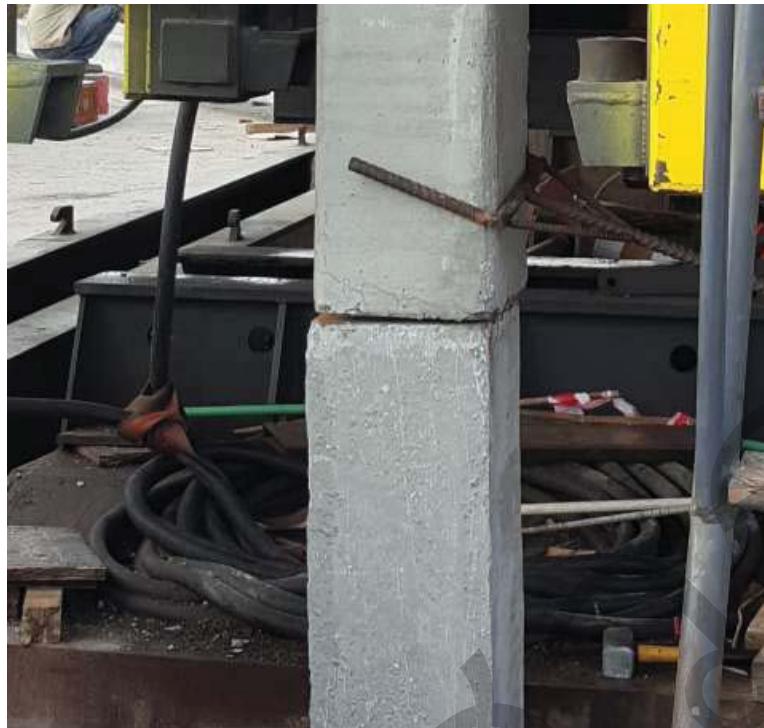
วิธีการ ต่อเสาเข็ม



ปัญหารอยเชื่อมของเสาเข็ม

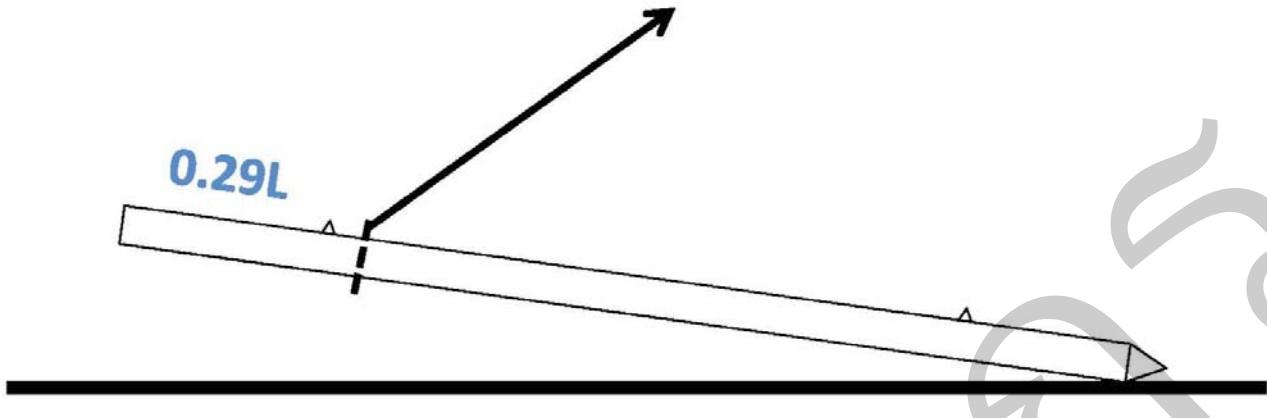


ปั๊หารอยเชื่อมของเสาเข็ม



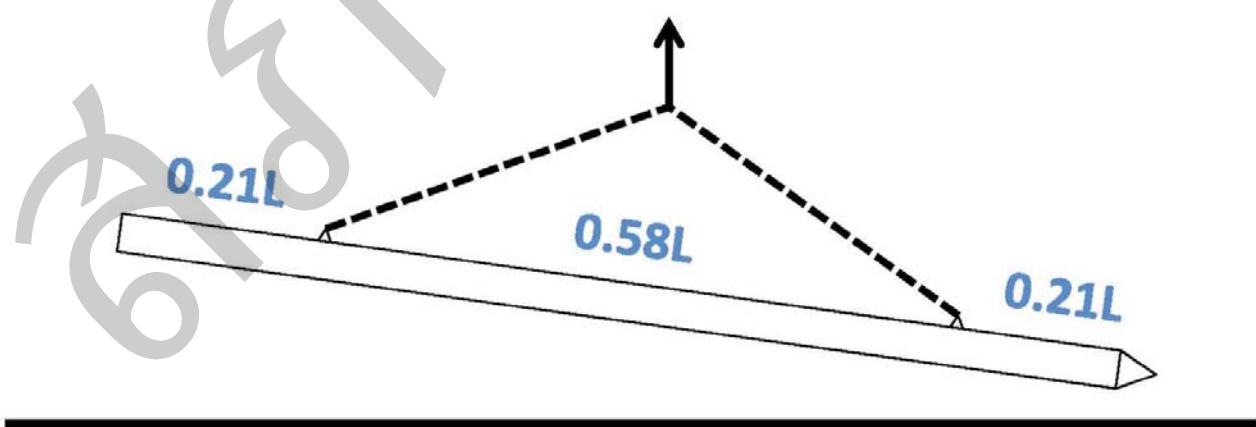
ปั๊หางานฝืนตอกเสาเข็ม





ระยะยกเสาเข็มแบบ 1 จุด เพื่อ
ทำการตอกโดยปั้นจั่น

อ้างอิงรูปภาพ
[Construction knowledge By Thammanoon M](#)



ระยะยกเสาเข็มแบบ 2 จุด เพื่อการขันส่ง

อ้างอิงรูปภาพ
[Construction knowledge By Thammanoon M](#)

0.21L 0.58L 0.21L

ระยะวางเสาเข็มแบบ 2 จุด ด้วยไม้หมอน

อ้างอิงรูปภาพ
[Construction knowledge By Thammanoon M](#)

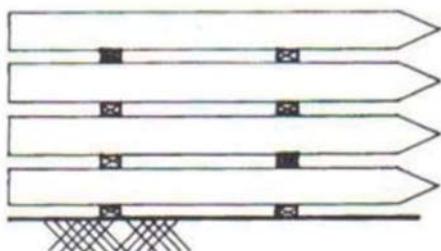
0.145L 0.355L 0.355L 0.145L

ระยะวางเสาเข็มแบบ 3 จุด ด้วยไม้หมอน

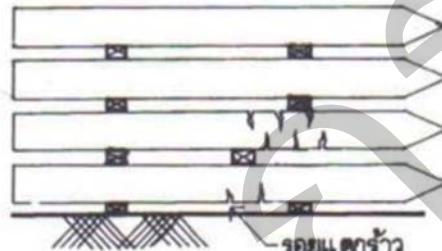
อ้างอิงรูปภาพ
[Construction knowledge By Thammanoon M](#)

การกองเก็บเสาเข็ม

$L = 1.00$
0.21 L 0.58 L 0.21 L



ก. การกองเก็บเสาเข็มที่ถูกต้อง



ข. การกองเก็บเสาเข็มที่ผิด

ลูกตุ้มมีขนาดตั้งแต่ 2.5-7.0 ตัน การเลือกใช้ลูกตุ้มอยู่ระหว่าง 0.70-2.5 เท่าของ หนักเสาเข็ม ระยะยกลูกตุ้มโดยทั่วไปมีระยะ 30-80 ซม. ในการตอกเสาเข็มต้องมี หมวดเสาเข็มเพื่อป้องกันการแตกร้าว และเพิ่มประสิทธิภาพในการส่งถ่ายแรง



ระยะยกเสาเข็ม การตอกเสาเข็มแบบ Drop Hammer ต้องมีหมวดเสาเข็ม
และ การตอกเสาเข็มควรใช้แท่นเหล็กเข็ม

อ้างอิงรูปภาพ

<http://www.civilclub.net>

มาตรฐานเส้าเข็มตอก

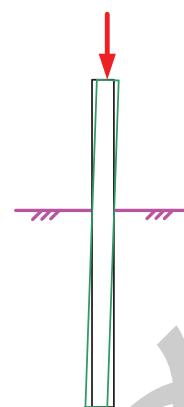
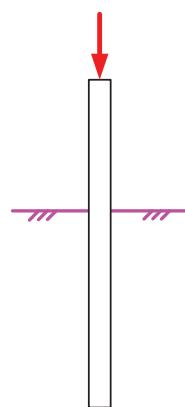
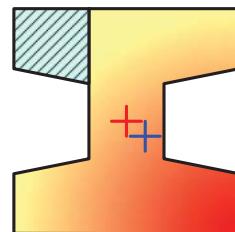
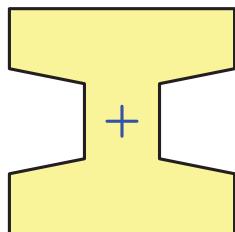
ตุ้มที่ใช้ตอกเส้าเข็มต้องมีน้ำหนักไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของน้ำหนักเส้าเข็ม แต่ต้องหนักไม่น้อยกว่า 3 เมตริกตัน

ขณะตอกเส้าเข็มถ้าปรากฏว่าเส้าเข็มหักหรือเกิดรอยแตกร้าวด้วยเหตุประการใด ๆ ซึ่งสามารถมองเห็นได้ ให้สกัดส่วนที่แตกร้าวหรือหักออกแล้วหล่อคอนกรีตใหม่ เมื่อคอนกรีตได้ กำลังตามที่รายการกำหนดแล้วจึงจะทำการตอกต่อไปได้ หรืออนุญาตให้ถอนเส้าเข็มตันที่ชำรุดขึ้นแล้วใช้เส้าเข็มตันใหม่ที่ต้องลงแทนที่ได้ ในกรณีที่ไม่สามารถปฏิบัติได้ทั้งสองประการ ให้ผู้รับจ้างรายงานให้ผู้ว่าจ้างทราบเพื่อพิจารณาสั่งการต่อไป

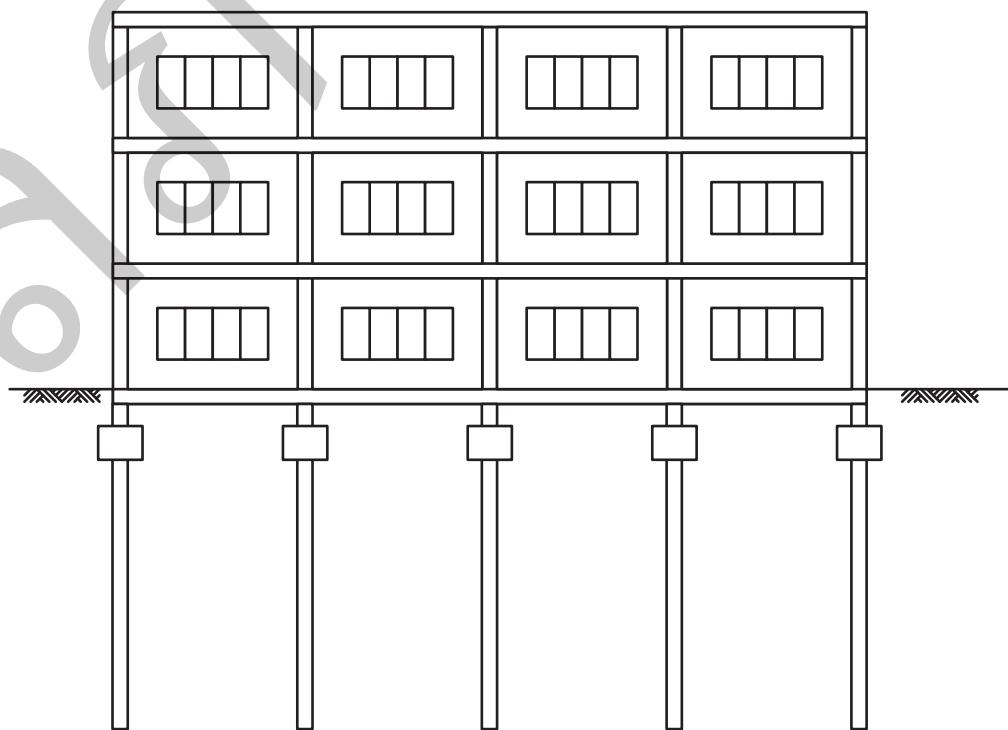
เส้าเข็มคอนกรีตที่หัก ห้ามน้ำมายใช้ เสาเข็มที่มีรอยร้าวต่อเนื่องกันไม่เกินครึ่งของเส้นรอบรูปและทำมุมระหว่าง 80 ถึง 90 องศา กับแนวแกนสะเทิน รอยร้าวแต่ละรอยห่างกันเกิน 1 เมตร และกว้างไม่เกิน 0.2 มิลลิเมตร แล้วยอมให้ใช้ได้แต่ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากผู้ว่าจ้างก่อน

การนับการตอก 10 ครั้งสุดท้าย (Last Ten Blow) เป็นการตรวจสอบระยะจำของเส้าเข็ม 10 ครั้งสุดท้ายว่าจะลงไปไม่มากกว่าหรือเท่ากับค่าที่คำนวณได้ โดยคำนวณจากสูตร การตอกเส้าเข็ม หากได้ตามที่คำนวณก็ให้ยุติการตอก ในกรณีนี้ผู้ควบคุมงานต้องดูการปล่อยลูกตุ้ม ต้องปล่อยอย่างเสรี โดยสังเกตจากเส้นสลิง เวลาลูกตุ้มกระแทบทัวเส้าเข็ม สลิงจะหย่อน ถ้าสลิงตึงแสดงว่าไม่ปล่อยลูกตุ้มอย่างเสรี (มีการโคง Blow Count)

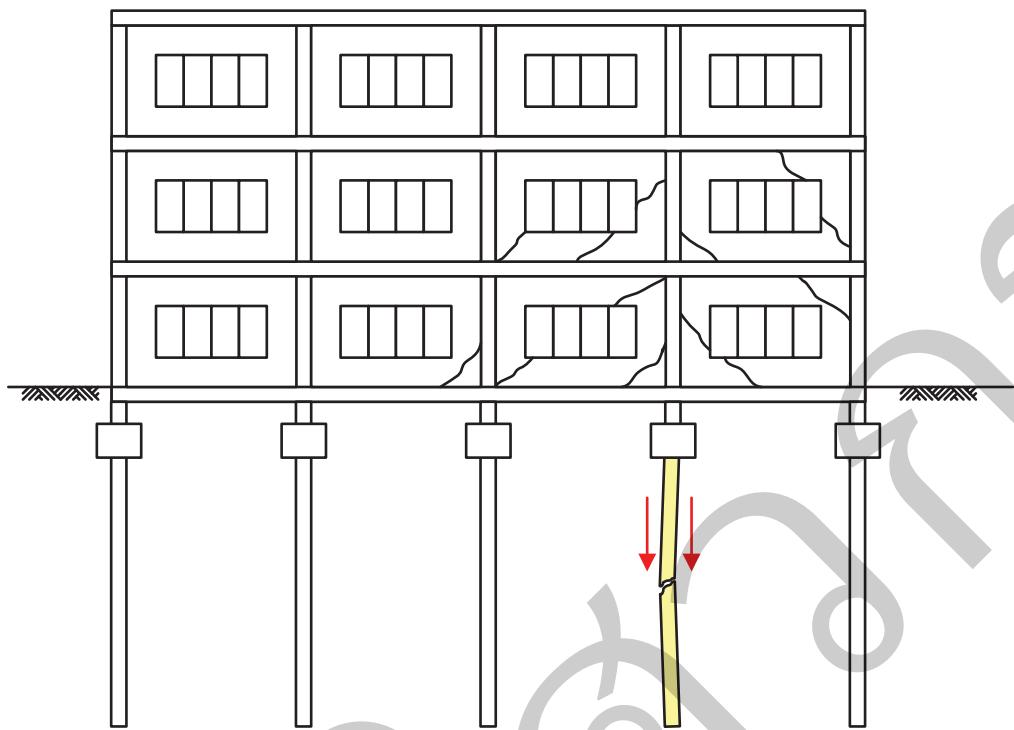
ปัญหาการตอกเสาเข็ม



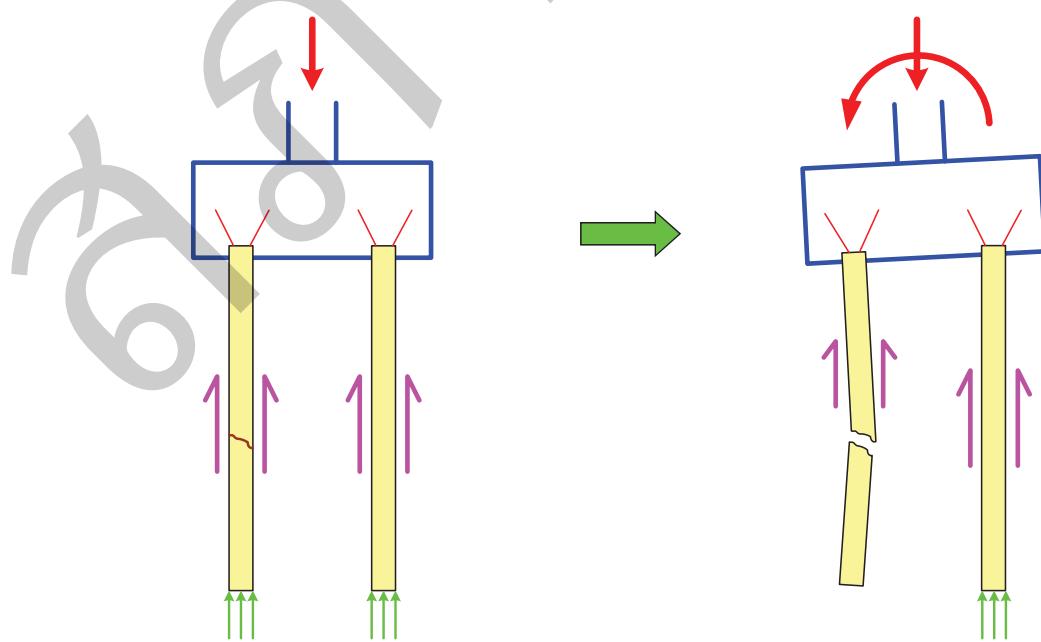
เสาเข็มมีความบกพร่องหรือไม่สมบูรณ์



เสาเข็มมีความบกพร่องหรือไม่สมบูรณ์



ฐานรากเสาเข็มกลุ่มเกิดการทรุดเอียง
เนื่องจากเสาเข็มต้นหนึ่งภายในฐานหัก





ฐานรากเสาเข็มกลุ่มเกิดการทรุดเอียงเนื่องจาก
เสาเข็มตันหนึ้งภายใต้ฐานหัก

เสาเข็มรับน้ำหนักมากเกินไป

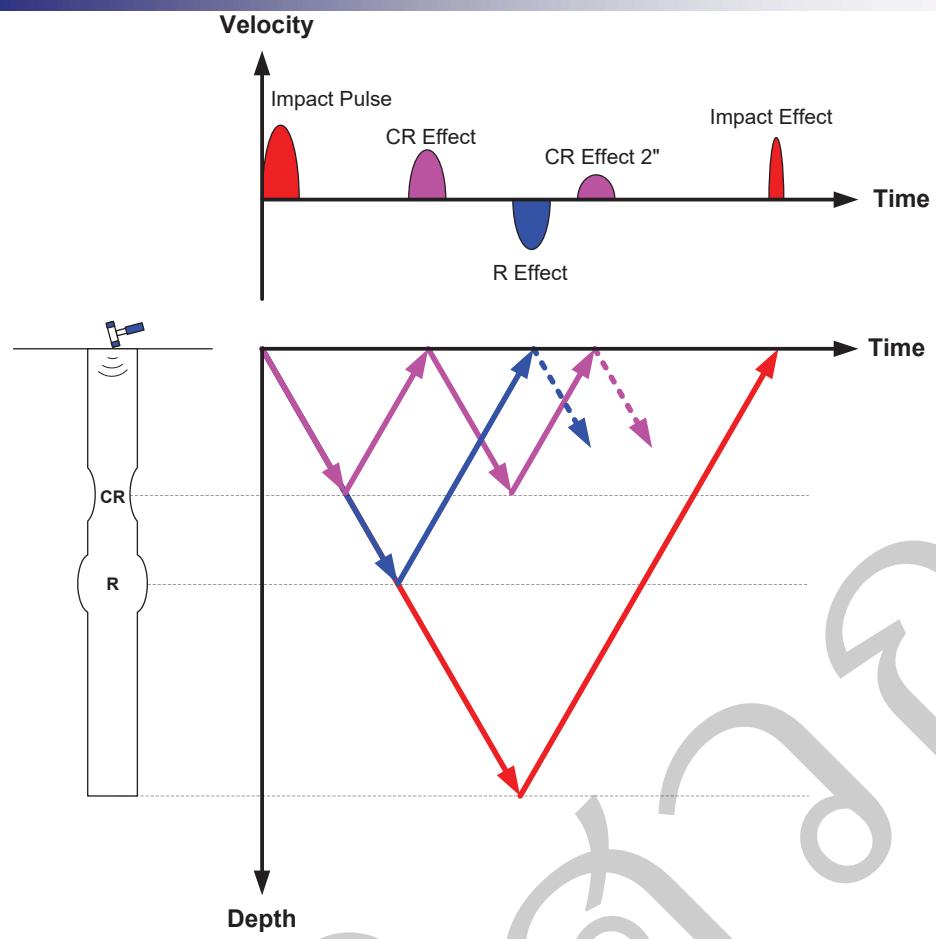
- การใช้งานผิดวัตถุประสงค์จากที่ได้ออกแบบไว้ในตอนแรก
- การคอมดินเพื่อหนีน้ำท่วม
- วิศวกรผู้ออกแบบประเมินกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็มสูงเกินจริง



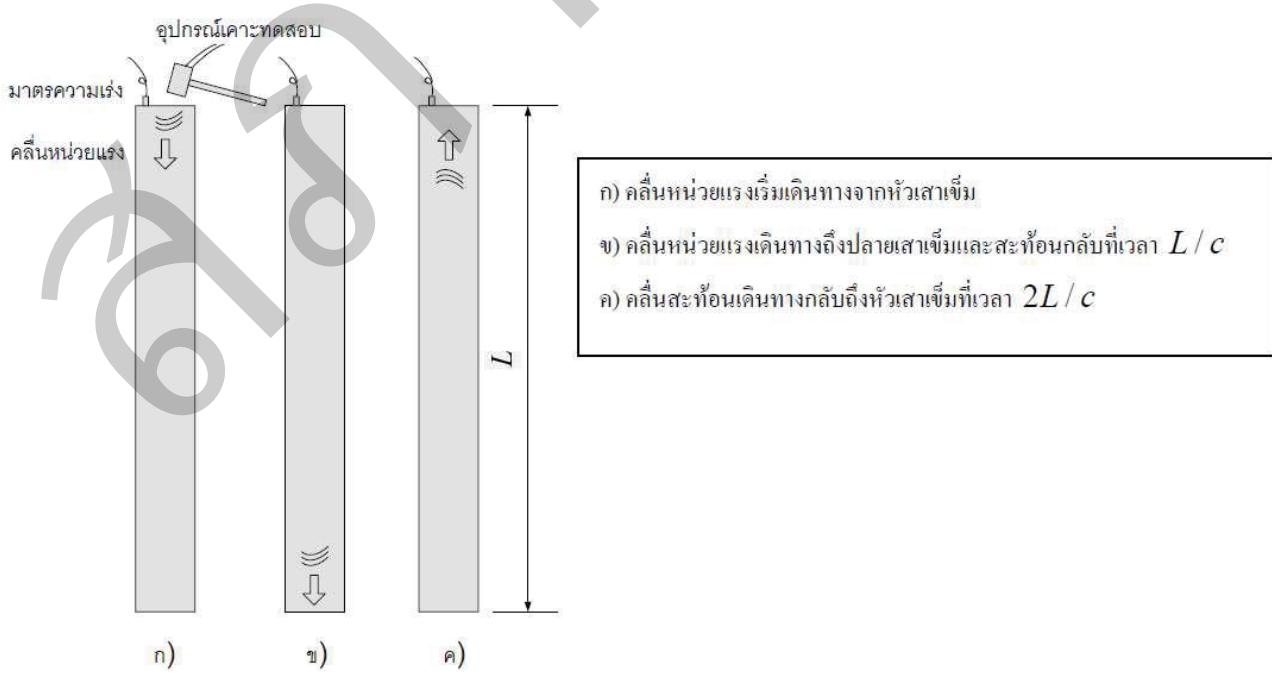
เสาเข็มระเบิดเนื่องจาก
รับน้ำหนักมากเกินไป

งานตรวจสอบ
ความสมบูรณ์ของเสาเข็ม

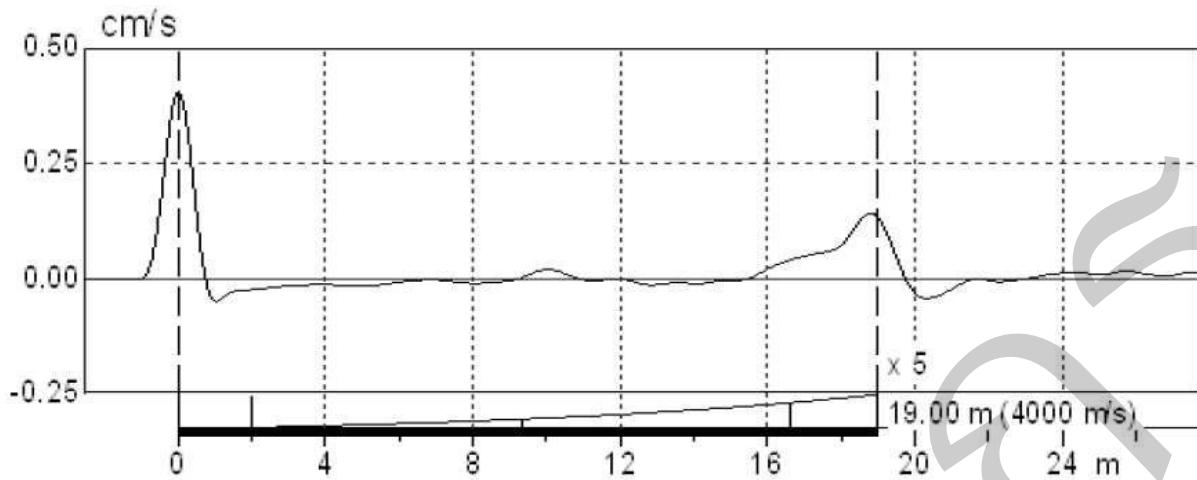
โดยวิธี Seismic test



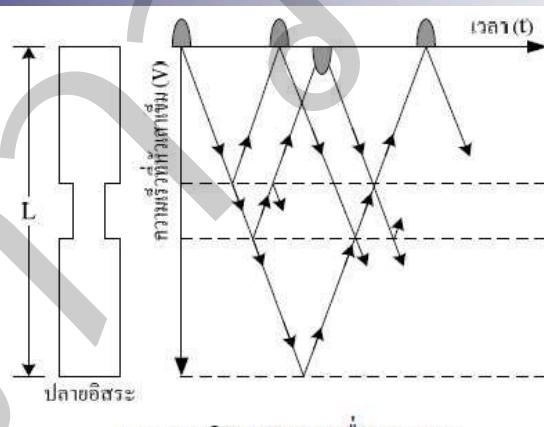
ลักษณะการเดินทางของคลื่นหน่วยแรงในเสาเข็มที่สมบูรณ์



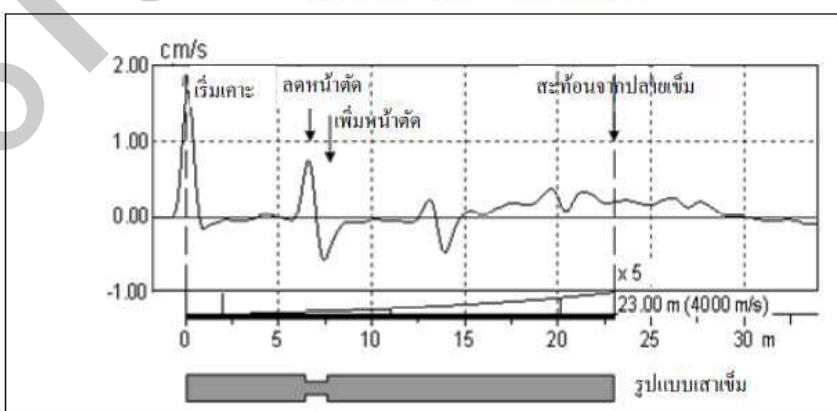
ตัวอย่างของค่าที่วัดได้จากหัวดัชน์สัญญาณการณ์เสาเข็มมีสภาพสมบูรณ์



อ้างอิงจาก มยพ. 1551-51

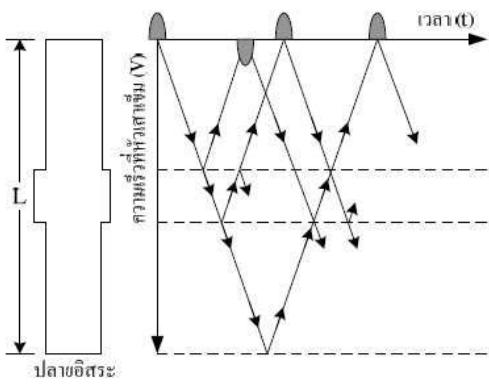


(ก) การเดินทางของคลื่นทดสอบ

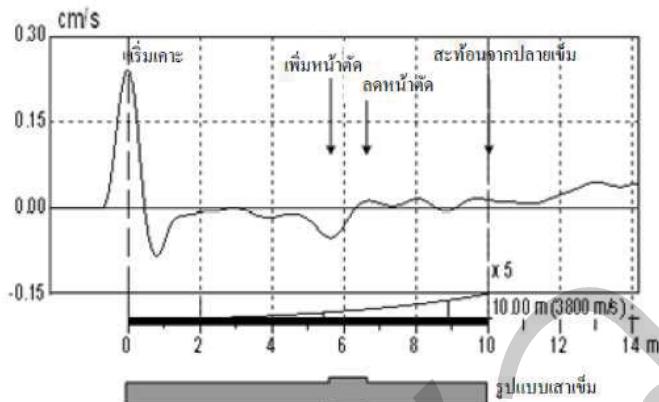


(ข) รูปแบบคลื่นและการแปลงความหมาย

อ้างอิงจาก มยพ. 1551-51

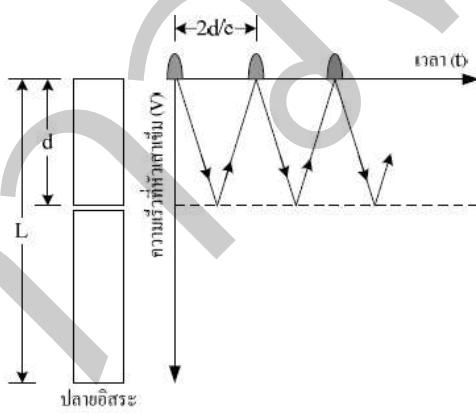


(ก) การเดินทางของคลื่นทดสอบ

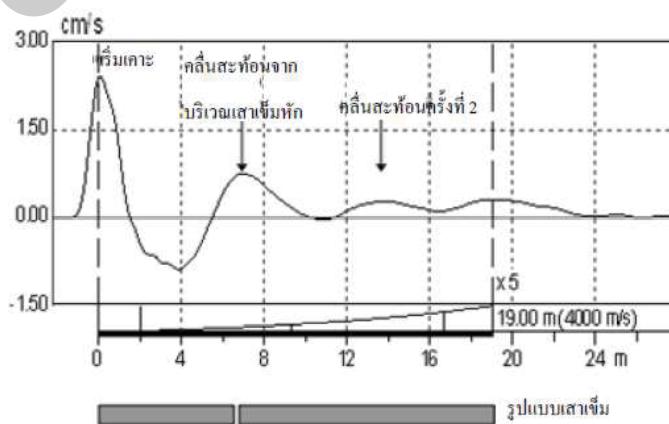


(ข) รูปแบบคลื่นและการแปลงความหมาย

อ้างอิงจาก มยพ. 1551-51



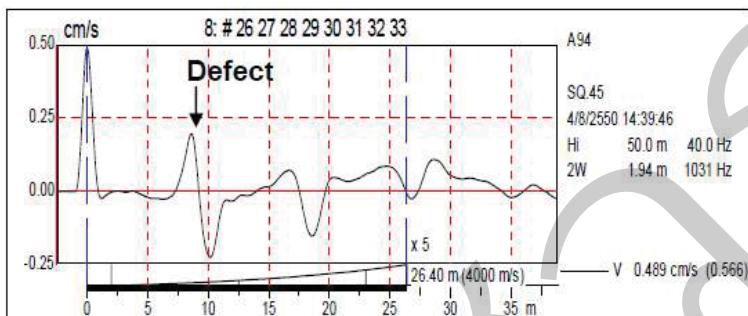
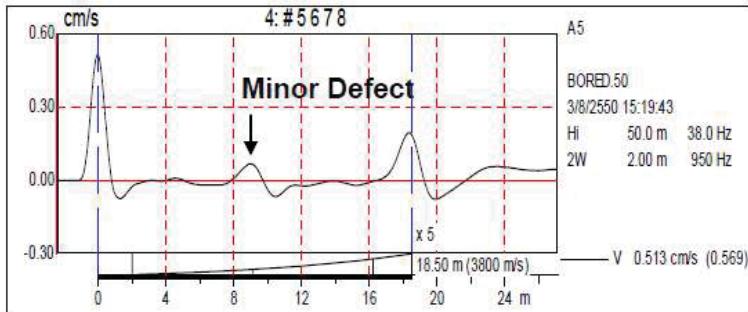
(ก) การเดินทางของคลื่นทดสอบ



(ข) รูปแบบคลื่นและการแปลงความหมาย

อ้างอิงจาก มยพ. 1551-51

ตัวอย่างผลที่ได้จากการทดสอบ Seismic



อ้างอิงจาก บริษัท เอส ที เอส อินสตรูเม้นท์ จำกัด

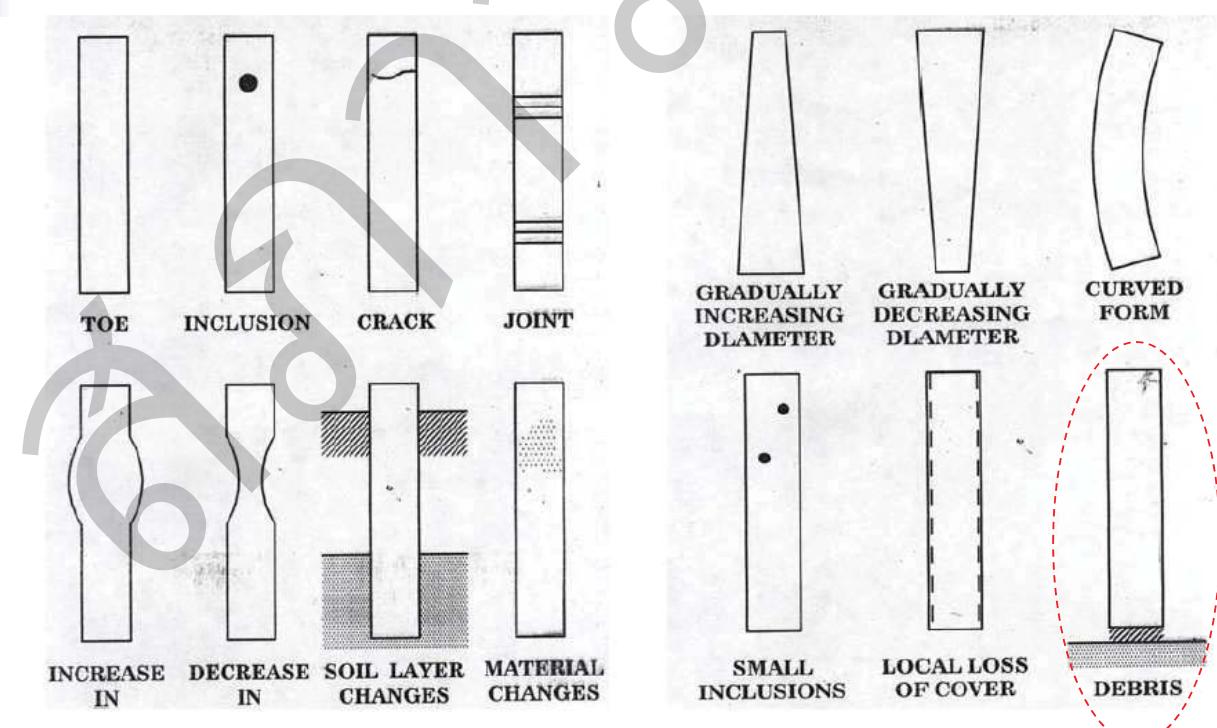
ดัชนีแสดงสภาพความสมบูรณ์ หรือ ค่าเบต้า, β

ค่าเบต้า, β	สภาพของเสาเข็ม
0.90 – 1.0	สมบูรณ์
0.80 – 0.90	เสียหายเล็กน้อย
0.60 – 0.80	เสียหาย
ต่ำกว่า 0.60	เสาเข็มหัก

อ้างอิงจาก บริษัท เอส ที เอส อินสตรูเม้นท์ จำกัด

ข้อจำกัดของการทดสอบ Seismic Test

- ไม่สามารถตรวจสอบเสาเข็มที่มีการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดลดลงหรือเพิ่มขึ้นทีละน้อย หรือตัดขาดช่วงความยาวเข็มได้
- เสาเข็มที่มีความยาวมาก ๆ ค่าแรงเสียดทานผิวของดิน (Skin Friction) อาจทำให้สัญญาณเปลี่ยนแปลงไป
- สัญญาณสะท้อนปลายเสาเข็ม อาจตรวจสอบไม่พบหรือไม่ชัดเจน หากความยาวเสาเข็มมากกว่า 30 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเสาเข็ม
- ไม่เหมาะสมในการตรวจสอบเสาเข็มหลายท่อนต่อ
- ผลการทดสอบไม่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มแต่อย่างใด และไม่สามารถบอกรถึงการเอียงตัวของเสาเข็มทดสอบได้
- เสาเข็มที่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัดอย่างมาก อาจไม่สามารถตรวจสอบเสาเข็มส่วนเหล่านี้ไปได้อีก เนื่องจากสัญญาณส่วนใหญ่เกิดสะท้อนแกลับ



ตรวจสอบด้วย Seismic Test ได้

ตรวจสอบด้วย Seismic Test ไม่ได้

การประเมินค่าความยาวเสาเข็ม

โดยวิธี Seismic test

ค่าความยาวของเสาเข็มที่ได้จากการวิธี Seismic test นั้น เป็น การประมาณค่าในเบื้องต้นอย่างหยาบๆ เนื่องจากค่า ความยาวที่คำนวณโดยวิธินี้จะได้มาจากการ

$$\text{สูตร } s = v \cdot t \text{ โดยที่}$$

s = ระยะทางหรือความยาวเสาเข็ม, เมตร

v = ความเร็วของคลื่นที่วิ่งผ่านเสาเข็ม, เมตร/วินาที

t = ระยะเวลาที่คลื่นวิ่งผ่านเสาเข็ม, วินาที

ชนิดของเสาเข็ม	ค่าความเร็วคลื่น, เมตร/วินาที
เสาเข็มคอนกรีตอัดแรง	4000 – 4400
เสาเข็มเจาะหล่อในที่	3600 – 4000
เสาเข็มเหล็ก	5000

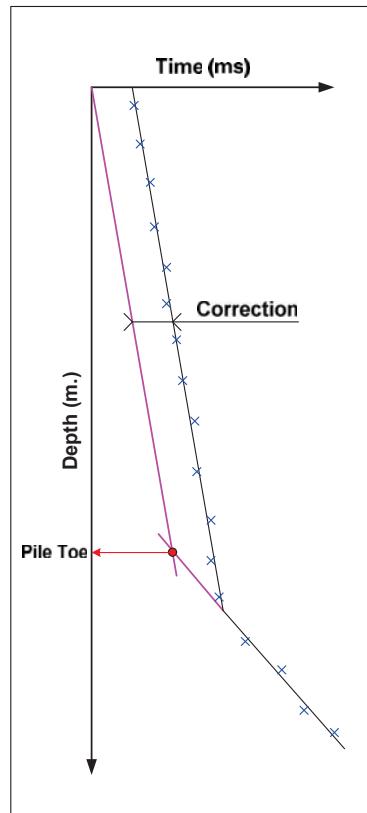
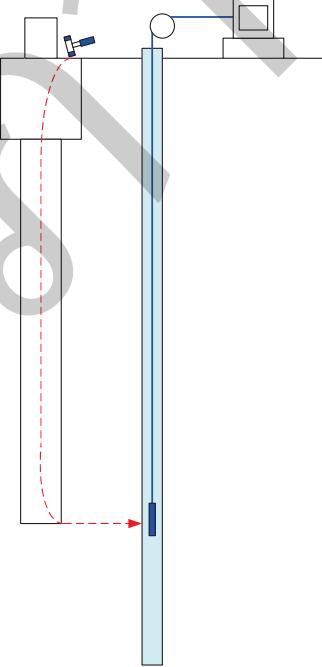
อ้างอิงจาก บริษัท เอส ที เอส อินสตรูเม้นท์ จำกัด

- ผลการวิจัยในต่างประเทศ สรุปไว้ว่าค่าสะท้อนกลับที่ปลายเสาเข็มจะปรากฏให้เห็นชัดเมื่อเสาเข็มมีความยาวน้อยกว่า **30** เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็ม
- ดังนั้นถ้าเสาเข็มมีขนาดหน้าตัด **0.30** เมตร ก็จะสามารถวิเคราะห์ได้แม่นยำเมื่อเสาเข็มยาวไม่เกิน **9** เมตร เท่านั้น

งานตรวจสอบความยาวเสาเข็ม

โดยวิธี Parallel Seismic Test

Parallel Seismic Test

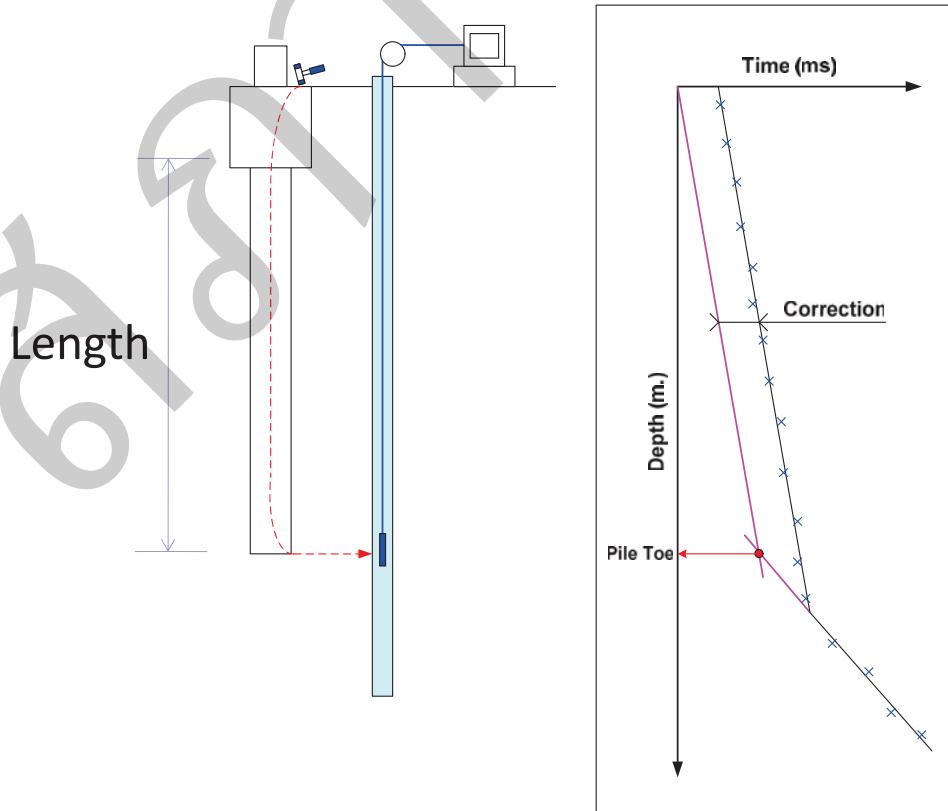




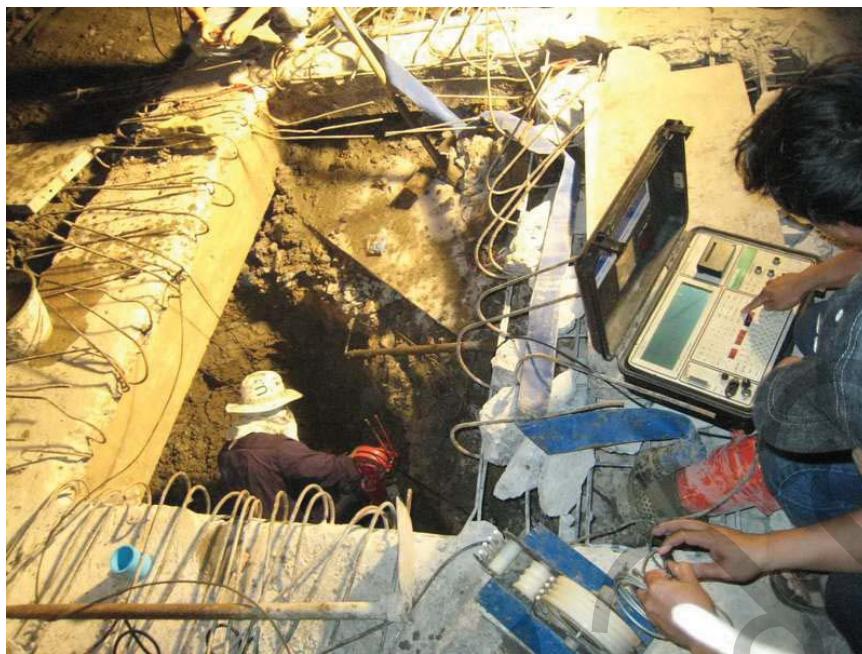
ตรวจสอบความยาวเสาเข็มด้วยวิธี Parallel Seismic Test



หลักการทดสอบเพื่อหาความยาวของเสาเข็มด้วยวิธี Parallel Seismic Test



การทดสอบ Parallel Seismic Test



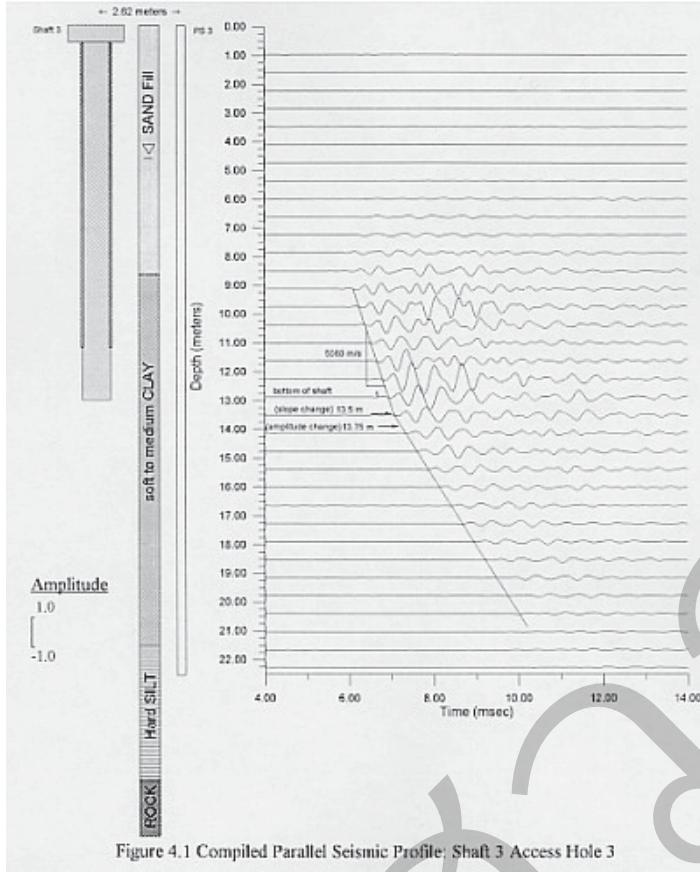


Figure 4.1 Compiled Parallel Seismic Profile: Shaft 3 Access Hole 3

เสาเข็มเยื่องศูนย์ (Eccentricity)

- บัญหาการเกิดเสาเข็มเยื่องศูนย์นั้น มักเกิดกับฐานรากที่เป็นเสาเข็มตันเดี่ยว โดยทั่วไปพบในการสร้างโดยใช้เสาเข็มตอก โดยเฉพาะการตอกเสาเข็มในบริเวณที่เป็นดินอ่อน หรือบริเวณที่ใกล้ช้ายังคง คูลอง ที่ดินสามารถเคลื่อนตัวออกไปทางด้านข้างโดยง่าย เนื่องจากไม่มีสภาพของการจำกัดบริเวณ (Confinement) การตอกเสาเข็มซึ่งเป็นการแทนที่ดิน จึงทำให้เกิดการเคลื่อนตัวทางด้านข้างได้ง่าย
- หากพบว่าเสาเข็มมีการเยื่องศูนย์มาก ก่อนที่จะทำการก่อสร้างต่อไป ควรทำการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม (Seismic Test) ว่าเสาเข็มนี้มีความชำรุดบกพร่องหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อที่จะได้สามารถแก้ไขได้ทันท่วงที

เสาเข็มเยื่องศูนย์ (Eccentricity)

ข้อกำหนดงานเข็มเจาะ ของ ว.ส.ท.

- ระยะเยื่องศูนย์ ไม่เกิน 7.5 ซ.ม.
- เอียงไม่เกิน 1:100

ข้อกำหนดงานเข็มตอก ของ ว.ส.ท.

- ระยะเยื่องศูนย์ ไม่เกิน 5 ซ.ม.
- เอียงไม่เกิน 1:50

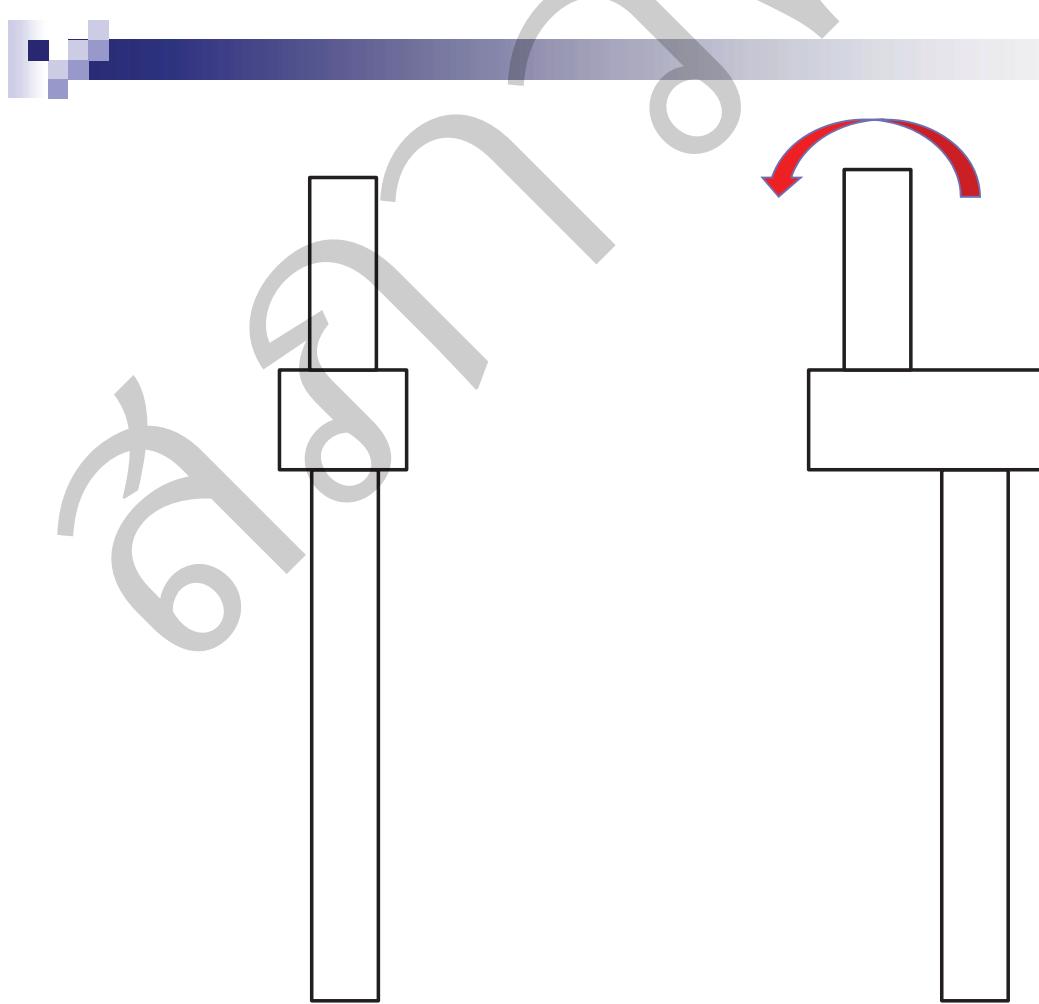
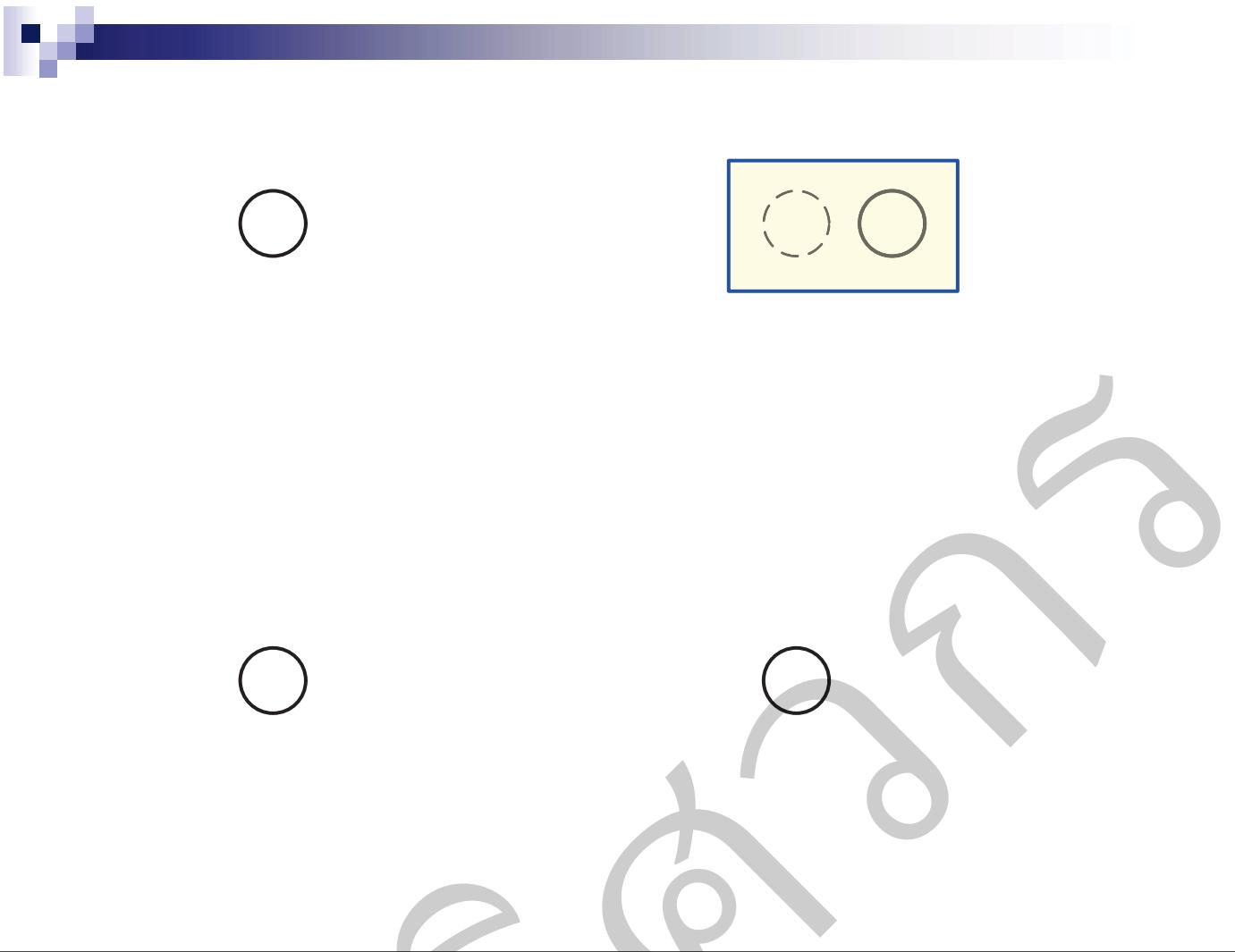


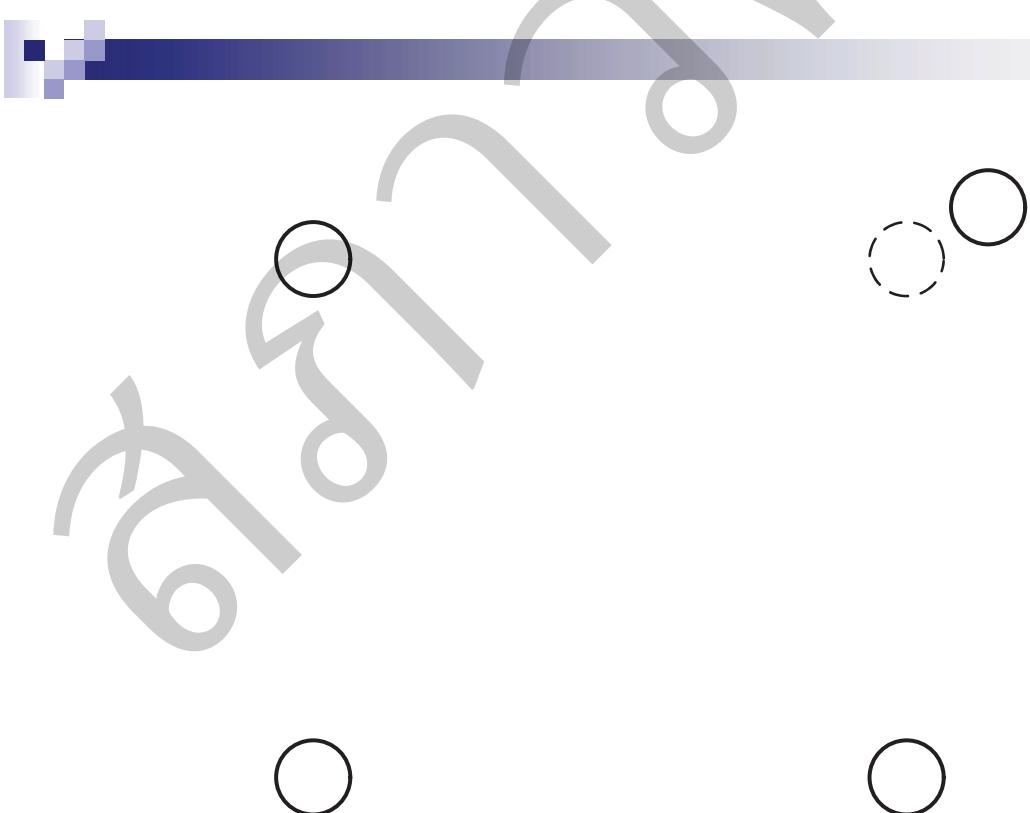
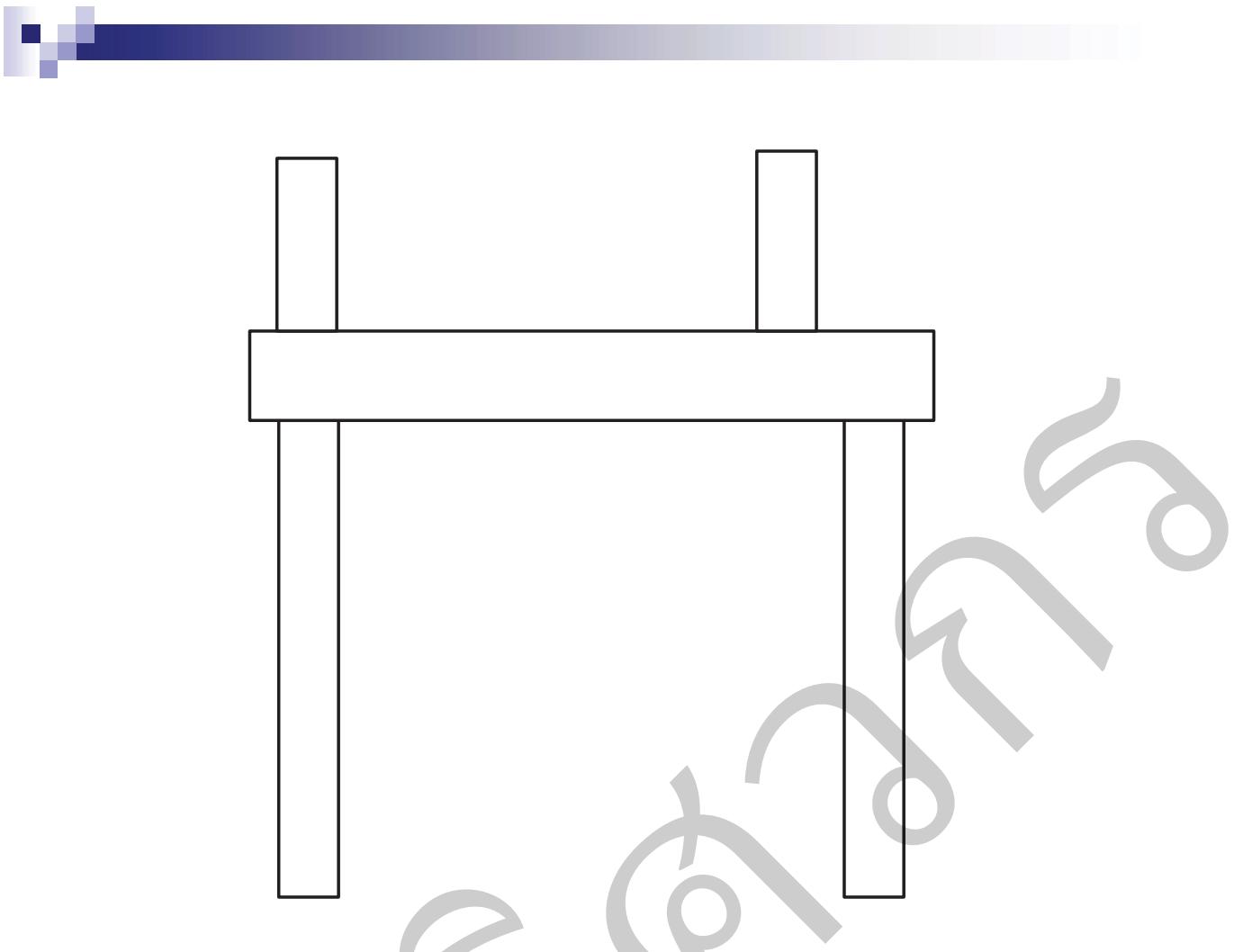
Eccentric of pile

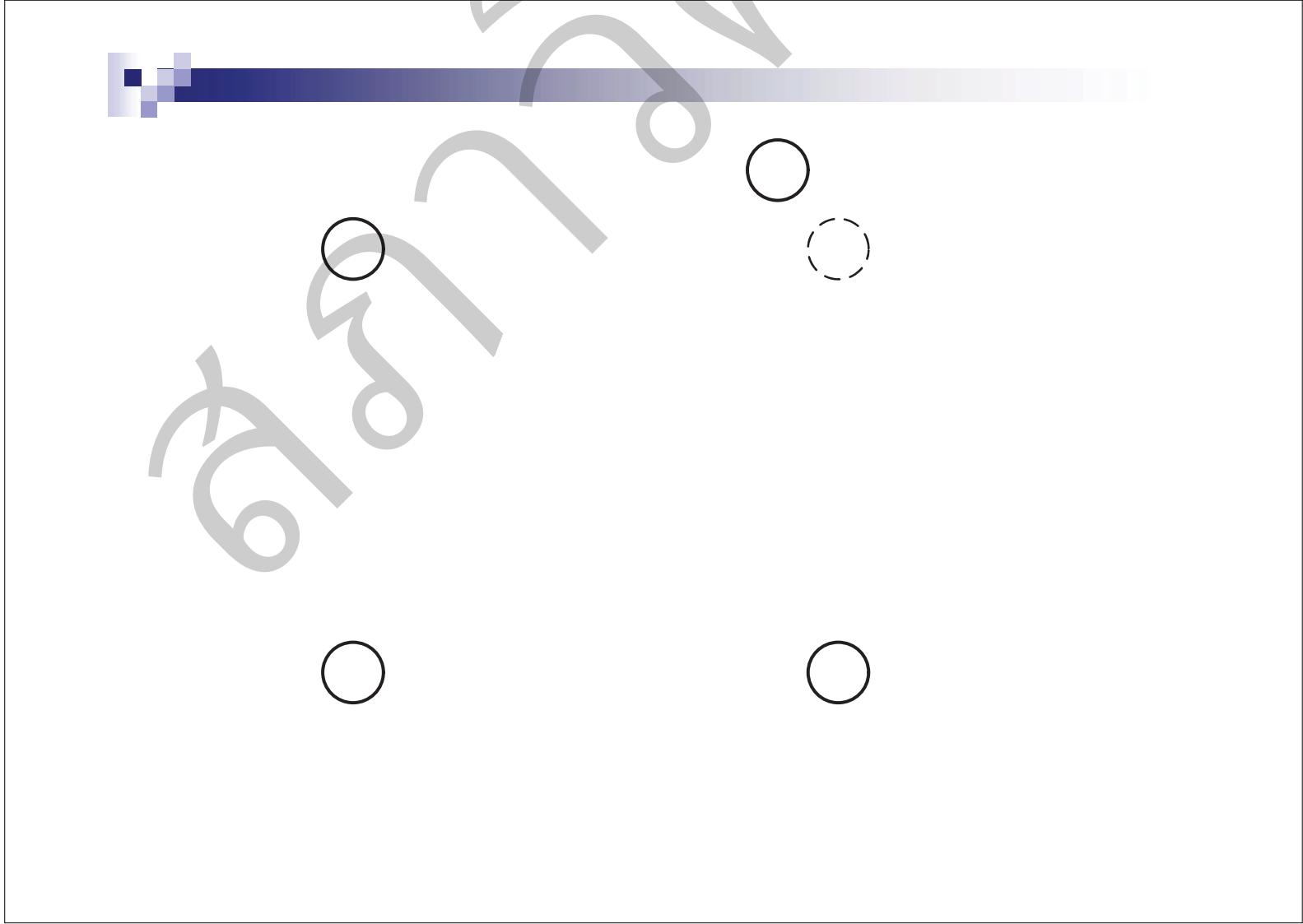
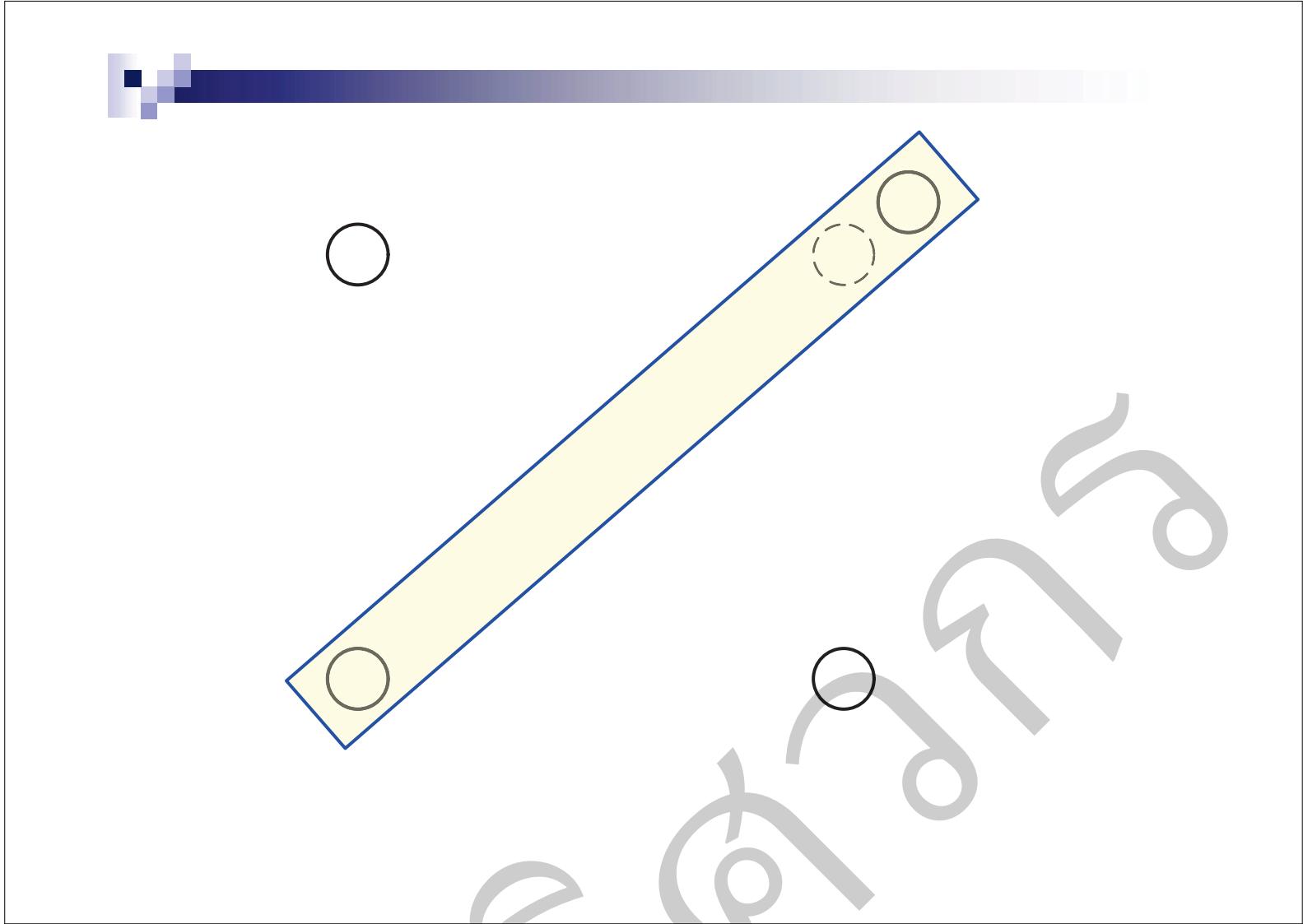


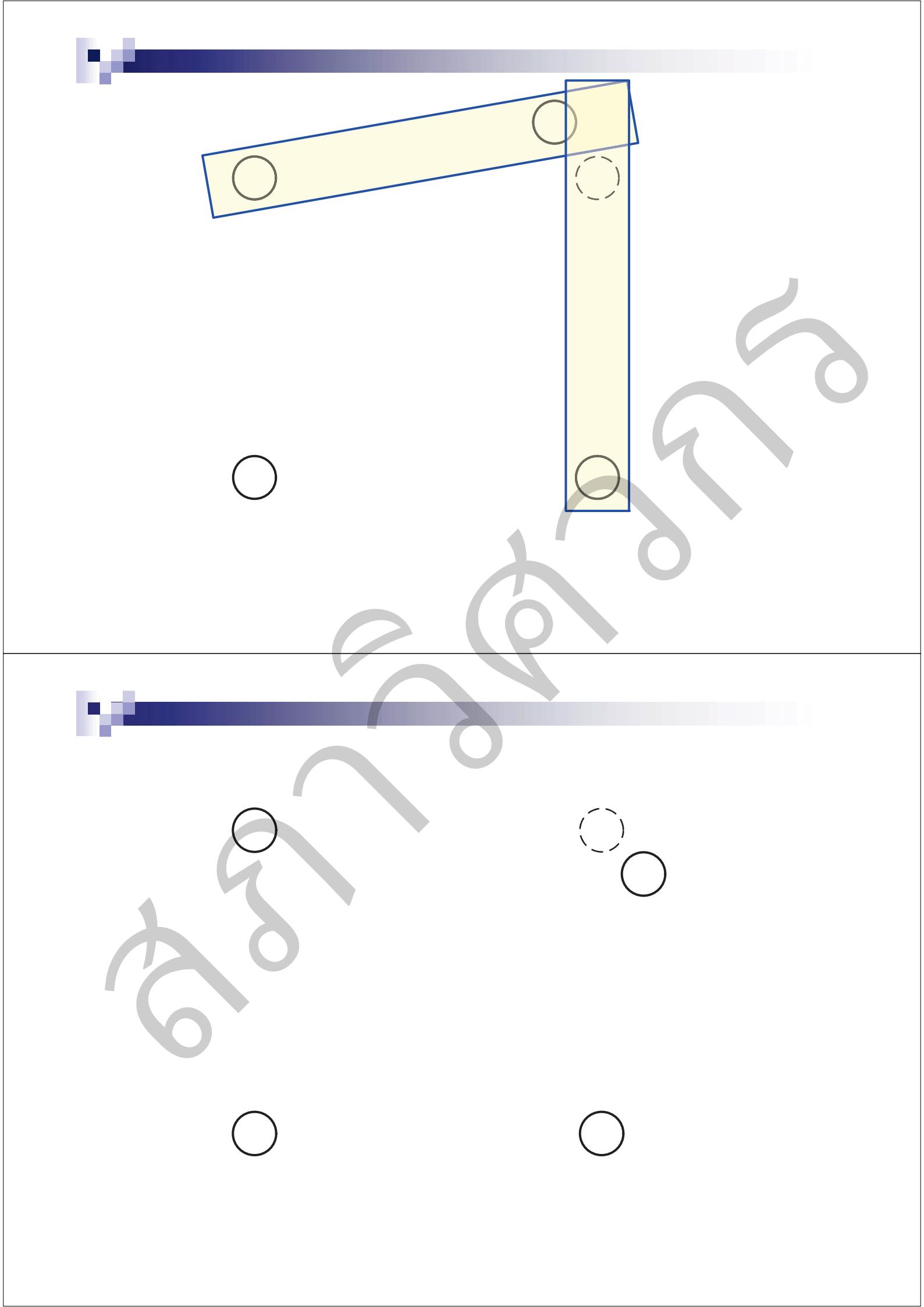
ប័ណ្ណហាសាខោមយើងគុនី

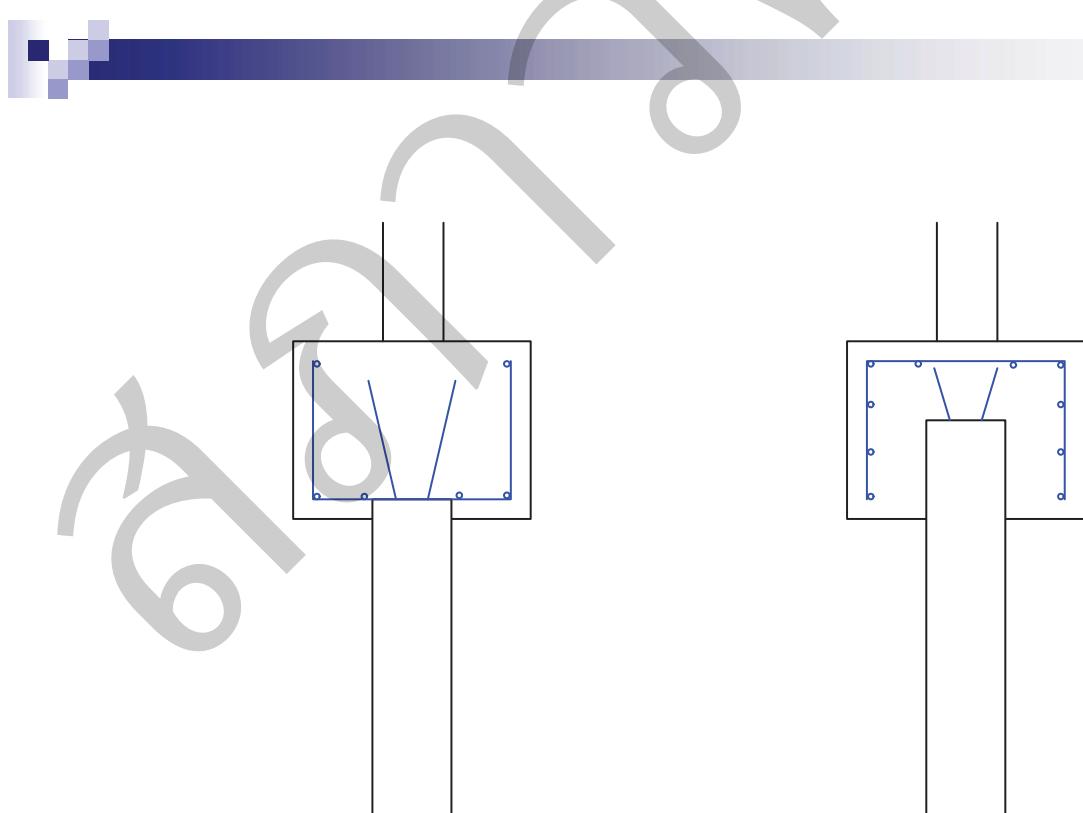
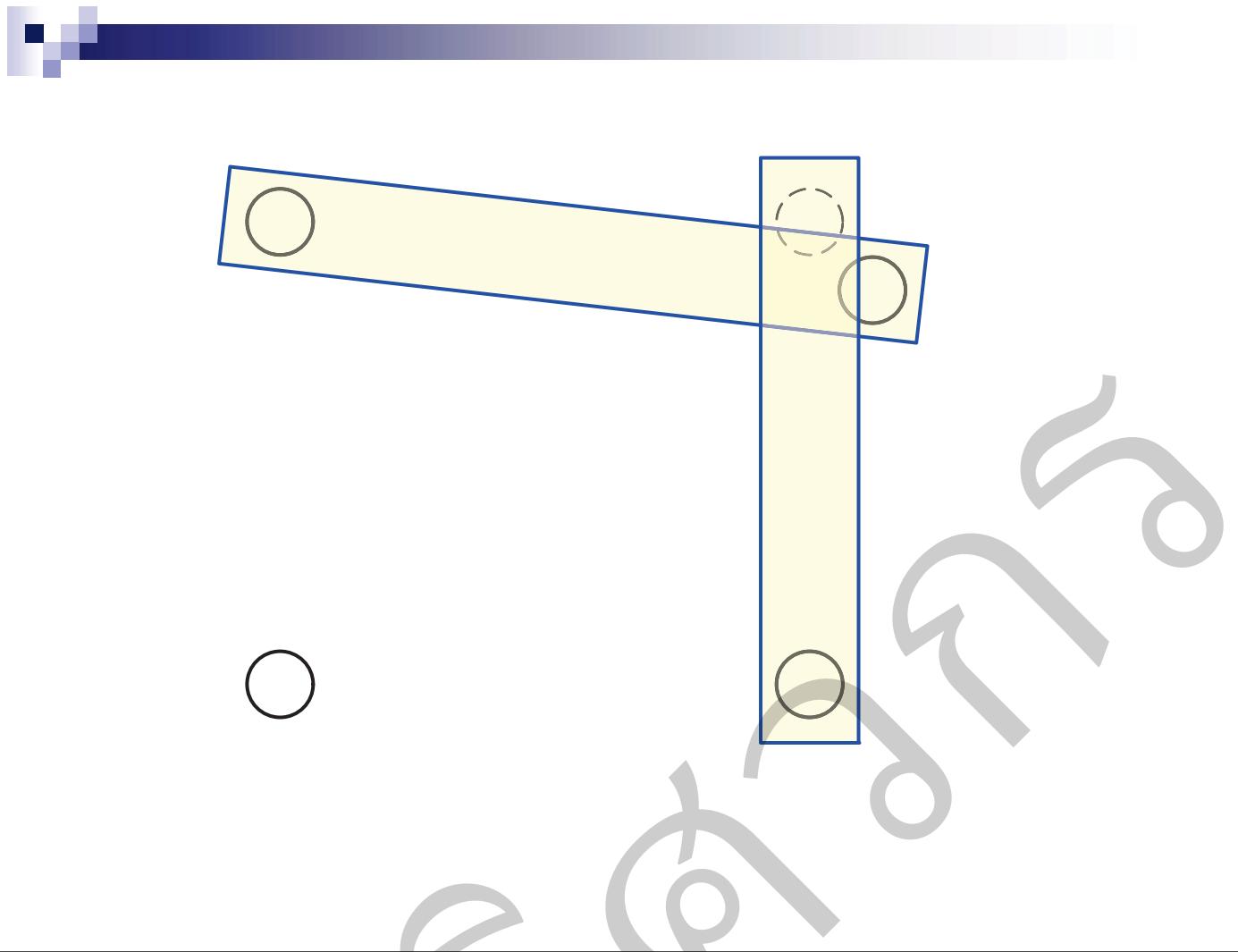


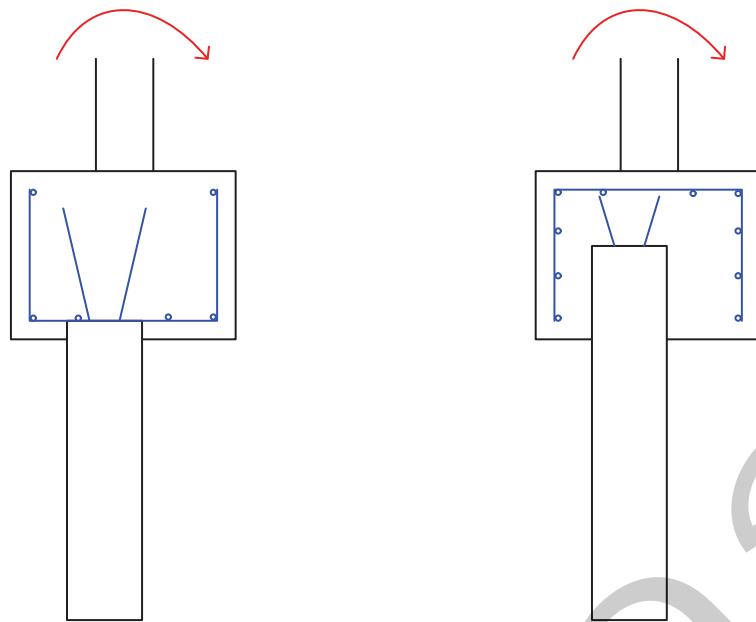


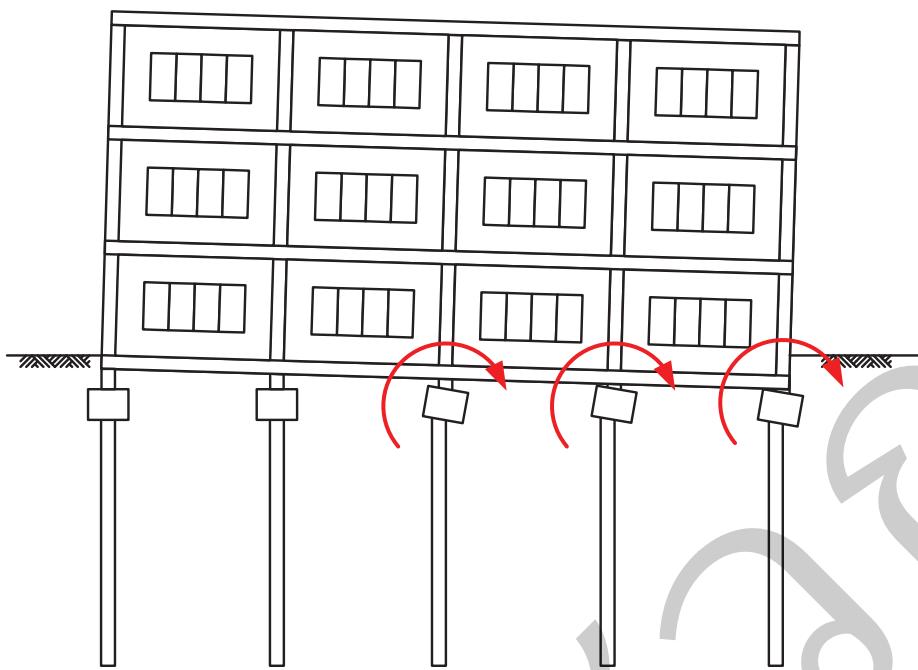












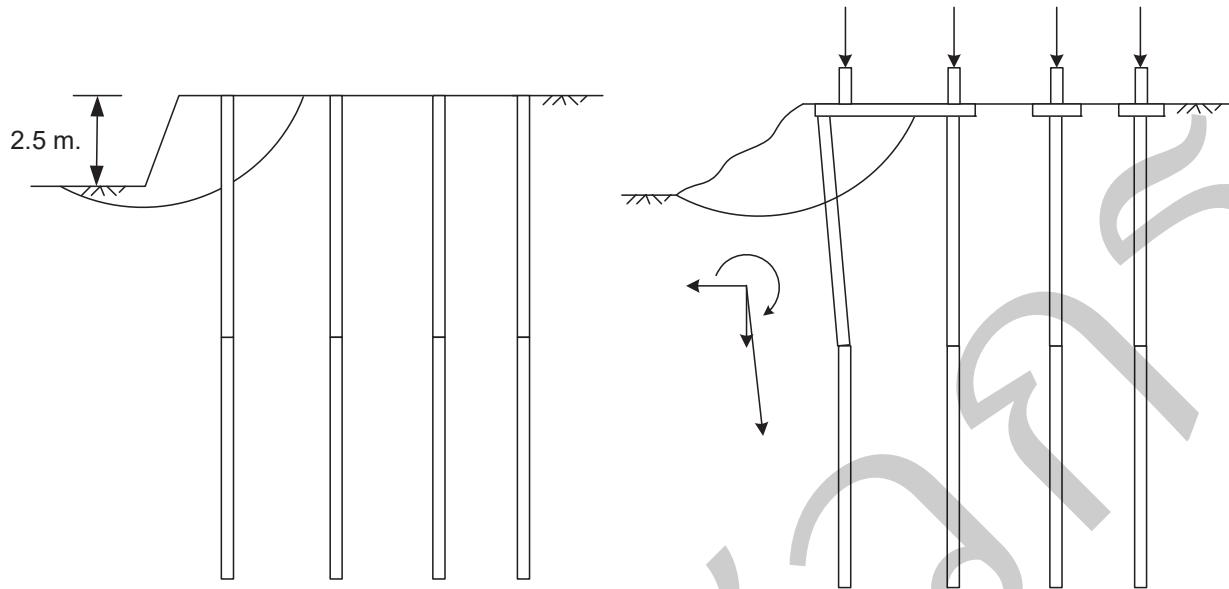




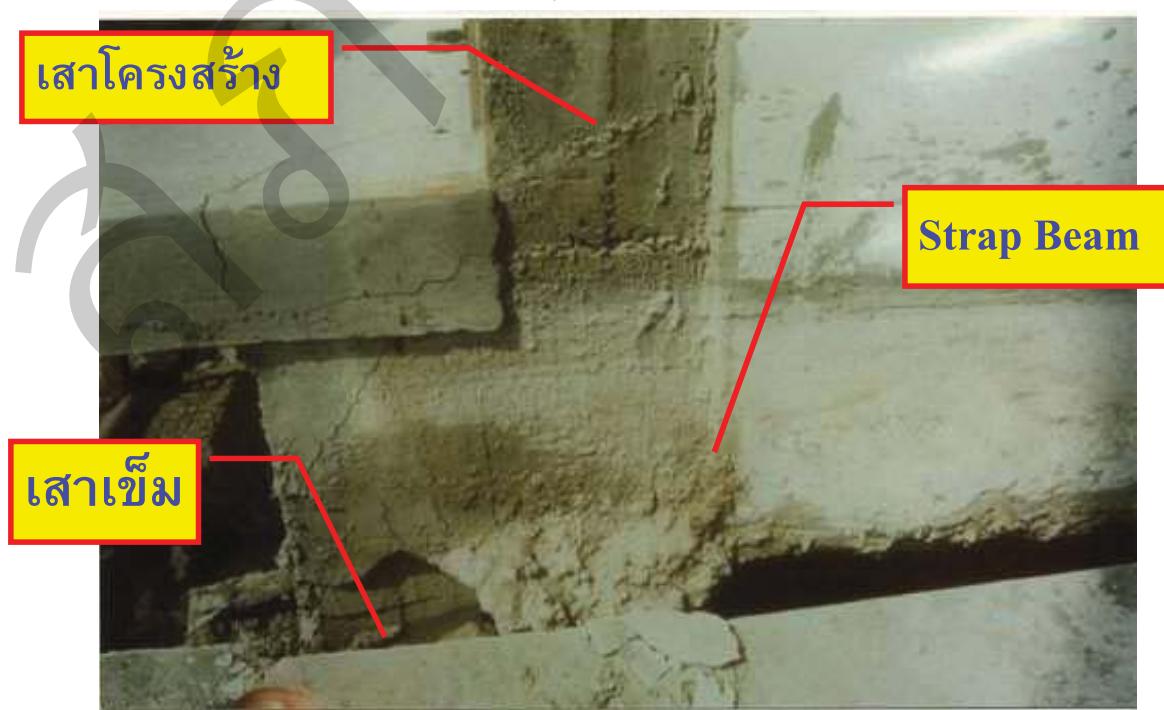
อาคารพาณิชย์ 4 ชั้น บางนา กม. 28



การเคลื่อนตัวของดินทำให้เสาเข็มหัก

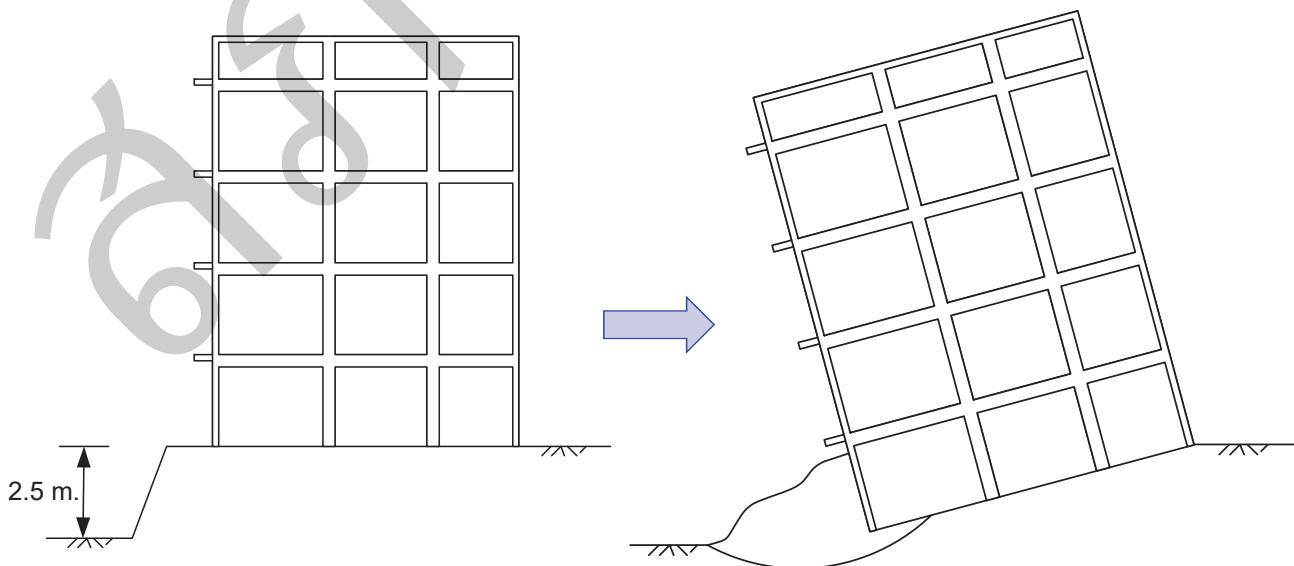


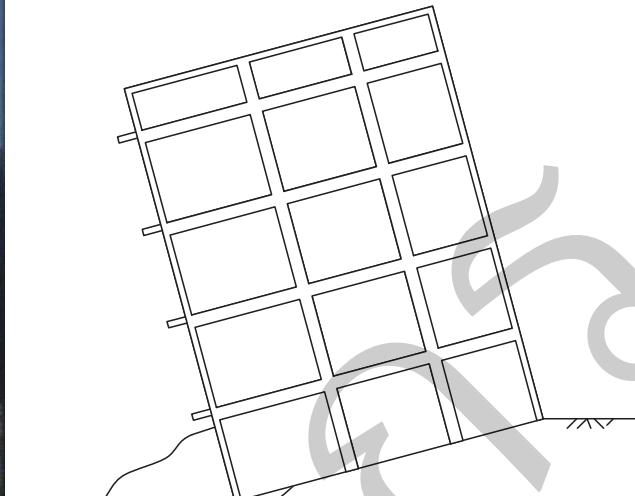
การวิบัติเกิดจากเสาเข็มที่หักเยื่องศูนย์





การวินทีที่เกิดจากเสาเข็มหัก





ปัญหาและแนวทางแก้ไขในงานตอกเสาเข็ม

- 1) กรณีที่ไม่สามารถขันส่งเสาเข็มเข้าหินหัวงานได้เนื่องจากดินแคน อาจแก้ปัญหาโดยการใช้เสาเข็มหลายท่อน หรือเปลี่ยนไปใช้เสาเข็มเจาะแทน หรือใช้เสาเข็มหล่อในที่
- 2) ระบบหางดึงและ/หรือหางรานไม่เพียงพอในการตอกเสาเข็ม อาจต้องหมุนปืนจั่นอาทุ้มเข้ามาส่องกีดขวาง หรือเปลี่ยนไปใช้เสาเข็มเจาะแทน
- 3) ความสั่นสะเทือนจากการตอกเสาเข็ม อาจแก้ปัญหาโดยใช้ปืนจั่นระบบดีเซลหรือไอ้น้ำ (Diesel or Steam Hammer) แทน หรือดูดคูน้ำตามแนวที่จะป้องกันการสั่นสะเทือน หรือใช้เสาเข็มกลมแรงเหวี่ยง (Spun Pile) หรือเปลี่ยนไปใช้เสาเข็มเจาะ นอกจานี้วิศวกรผู้ควบคุมงานต้องสังเกตสภาพอาคารข้างเคียงอย่างสม่ำเสมอ
- 4) ดินเคลื่อนตัวจากการตอกเสาเข็ม แบ่งได้เป็น 2 กรณีคือ
 - ดินเคลื่อนตัวจากการตอกเสาเข็มดันหลังไปดันเสาเข็มที่ตอกก่อนจนเสียหาย อาจแก้ไขโดยวางแผนตอกเสาจากบริเวณดินแข็งไปหาดินอ่อน หรือเปลี่ยนไปใช้เสาเข็มเจาะ
 - อาคารข้างเคียงเสียหายเนื่องจากดินเคลื่อนตัวจากการตอกเสาเข็ม อาจแก้ไขโดยการวางแผนการตอกเสาเข็มให้จำกัดที่อยู่ใกล้อาคารข้างเคียงออกไป หรือเปลี่ยนเสาเข็มเป็นเสาเข็มที่แน่นที่ดินน้อยกว่าเพื่อลดการแทนที่ของเสาเข็มในดิน หรือเปลี่ยนไปใช้เสาเข็มเจาะ

Jack In Pile



Jack In Pile



Jack In Pile



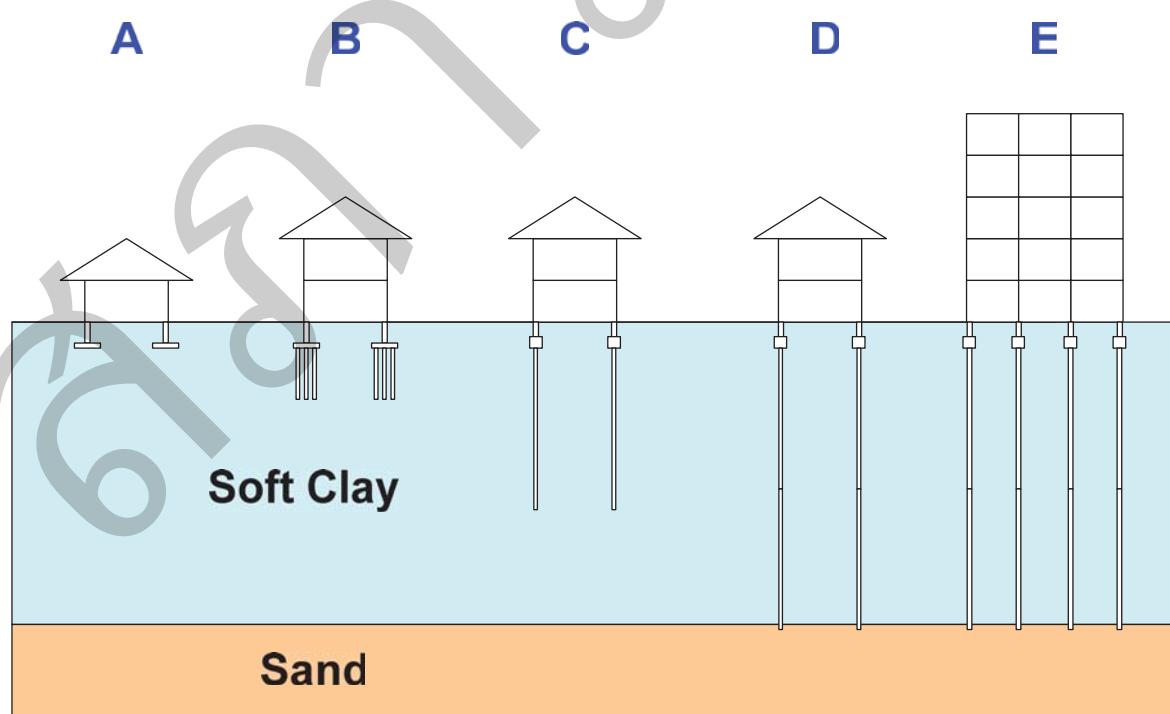
ปัญหาและแนวทางแก้ไขในงานตอกเสาเข็ม

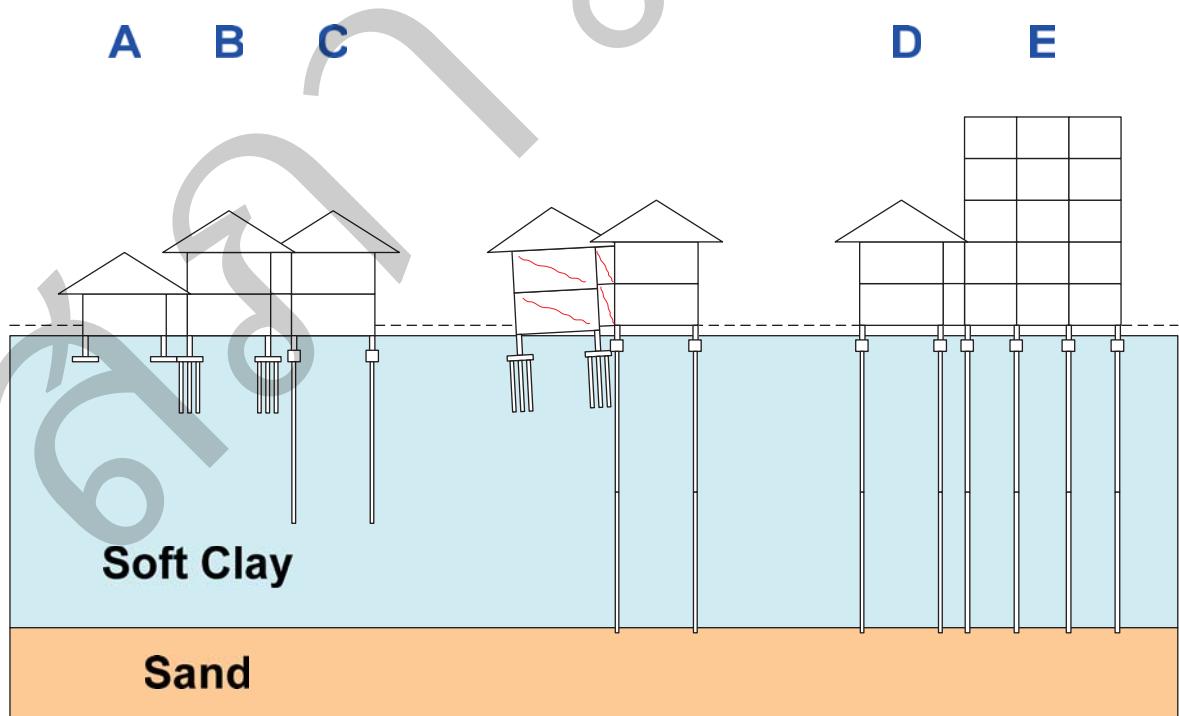
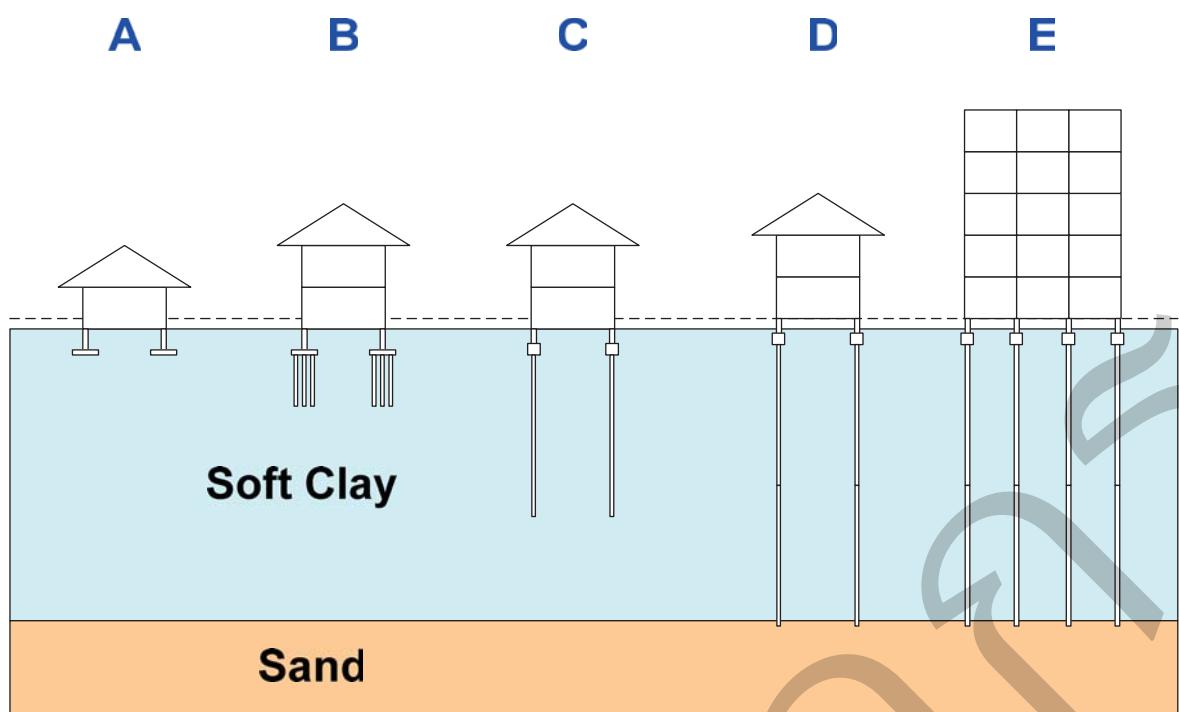
- 5) เสาเข็มหนีศูนย์ ปัญหานี้สามารถป้องกันได้โดยเอาใจใส่ในขั้นตอนของการตรวจสอบแนวคิ่งของเสาเข็มและปืนจี้ก่อนตอก ในกรณีที่พบปัญหานี้หลังจากตอกแล้วอาจทดสอบกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็ม หากเสาเข็มไม่สามารถรับน้ำหนักได้ตามที่ออกแบบ ต้องตอกเสาเข็มใหม่และออกแบบครองหัวเสาเข็ม (Pile Cap) ใหม่
- 6) เสาเข็มหัก ปัญหานี้สามารถป้องกันได้โดยเอาใจใส่ในขั้นตอนของการตรวจสอบแนวคิ่งของเสาเข็มและปืนจี้ก่อนตอก เลือกปลายเสาเข็มให้เหมาะสมกับสภาพดิน ใช้ถูกตุ้มที่ไม่ใหญ่เกิน และไม่เข่นเสาเข็มระหว่างตอก หากพบว่าเสาเข็มหัก ต้องตอกเสาเข็มใหม่และออกแบบครองหัวเสาเข็ม (Pile Cap) ใหม่
- 7) ตอกเสาเข็มจนจมลงในดินจนหมดความพยายามแล้วยังไม่ได้จำนวนนับ (Blow Count) ตามกำหนด ปัญหานี้ป้องกันได้หากมีการเจาะสำรวจชั้นดินที่มีคุณภาพ ในการปฎิบัติ มักพยายามตอกต่อไปโดยใช้เหล็กส่งหัวเสาเข็มให้จมลงไปในดินซึ่งบางครั้งก็ทำให้ได้จำนวนนับที่ต้องการ แต่ไม่ควรส่งลึกเกินไป เพราะจะมีปัญหาในการตอกดินลงไปทำครองหัวเข็ม หากพบปัญหานี้ควรเจาะสำรวจชั้นดินใหม่เพื่อทราบว่าความพยายามตอกเสาเข็มที่แท้จริงเป็นเท่าไร

ความยาวของเสาเข็มที่ใช้ไม่เท่ากัน

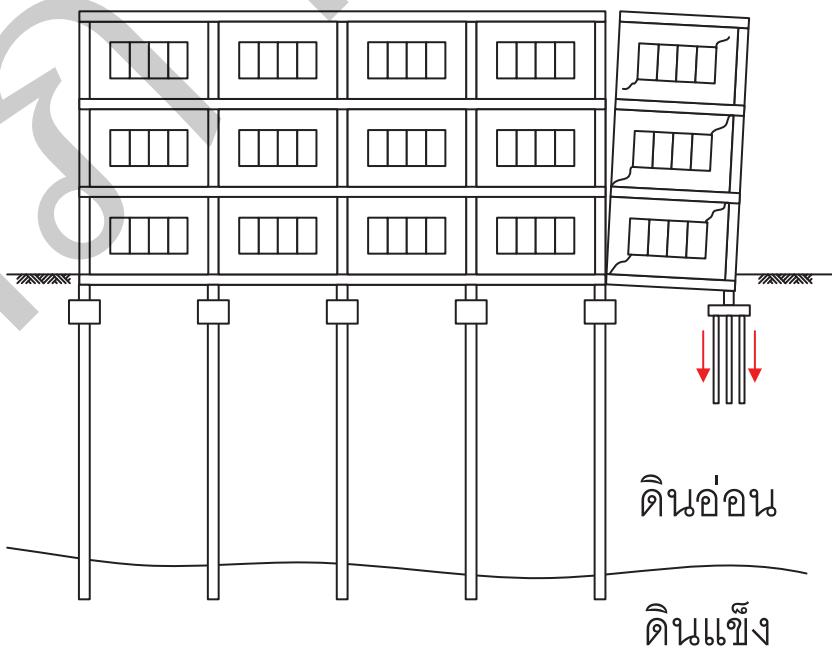
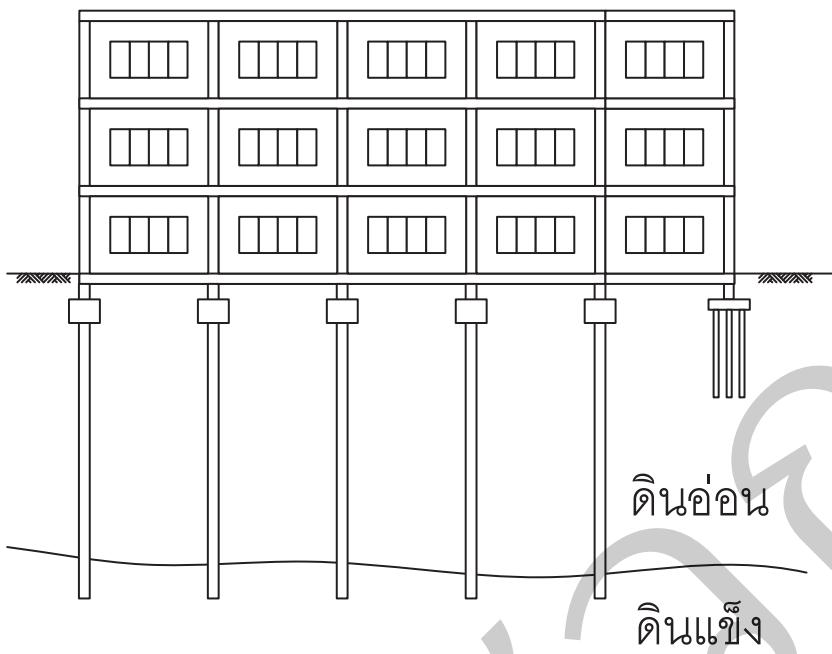
(Differential Settlement)

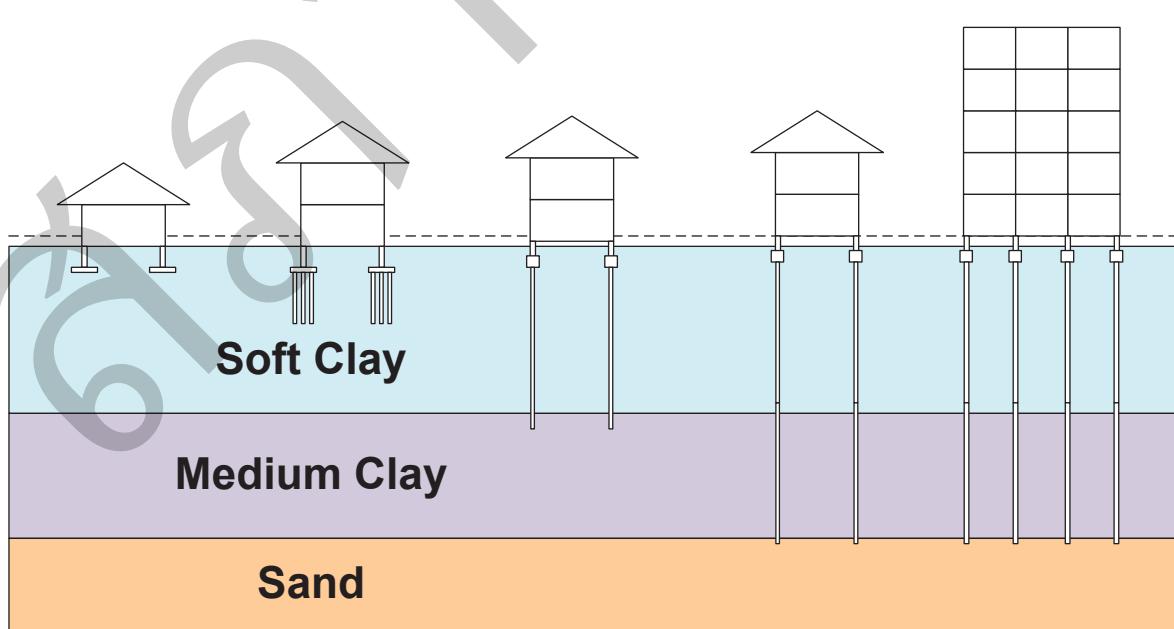
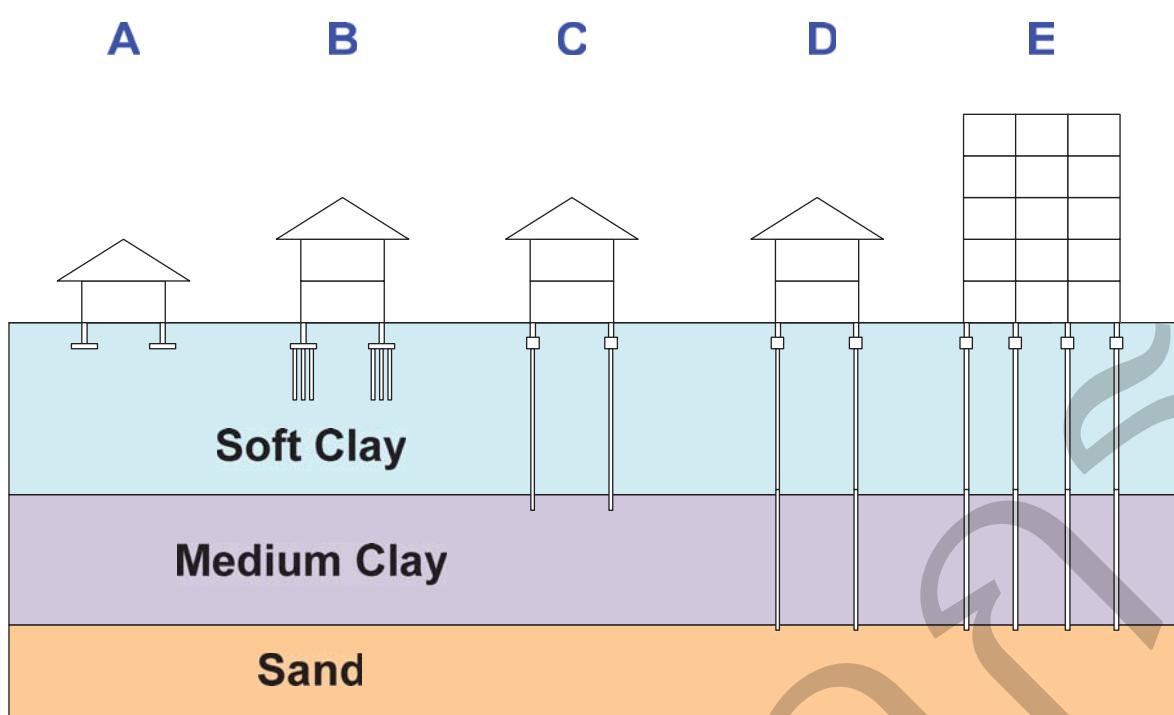
- วิศวกรออกแบบผิดพลาดตั้งแต่ต้น
- การต่อเติมอาคารโดยใช้เสาเข็มยาวกว่าอาคารเดิม
- การต่อเติมอาคารโดยใช้เสาเข็มสั้นกว่าอาคารเดิม
- การก่อสร้างอาคารใหม่ที่ใช้เสาเข็มยาวมาชิดกับอาคารเก่าที่เป็นเสาเข็มสั้น



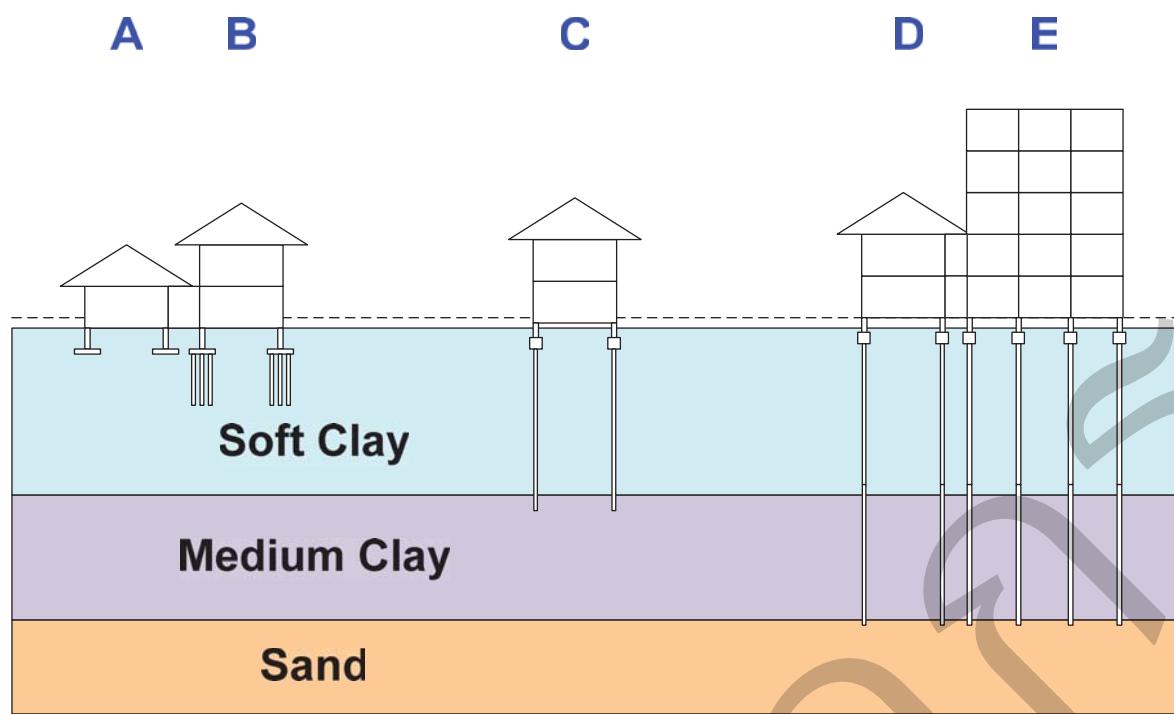








Settlement (A=B) > C > (D=E)



Settlement Record

2530 2532 2534 2536 2538 2540 2542 2544 2546

Settlement (cm.)

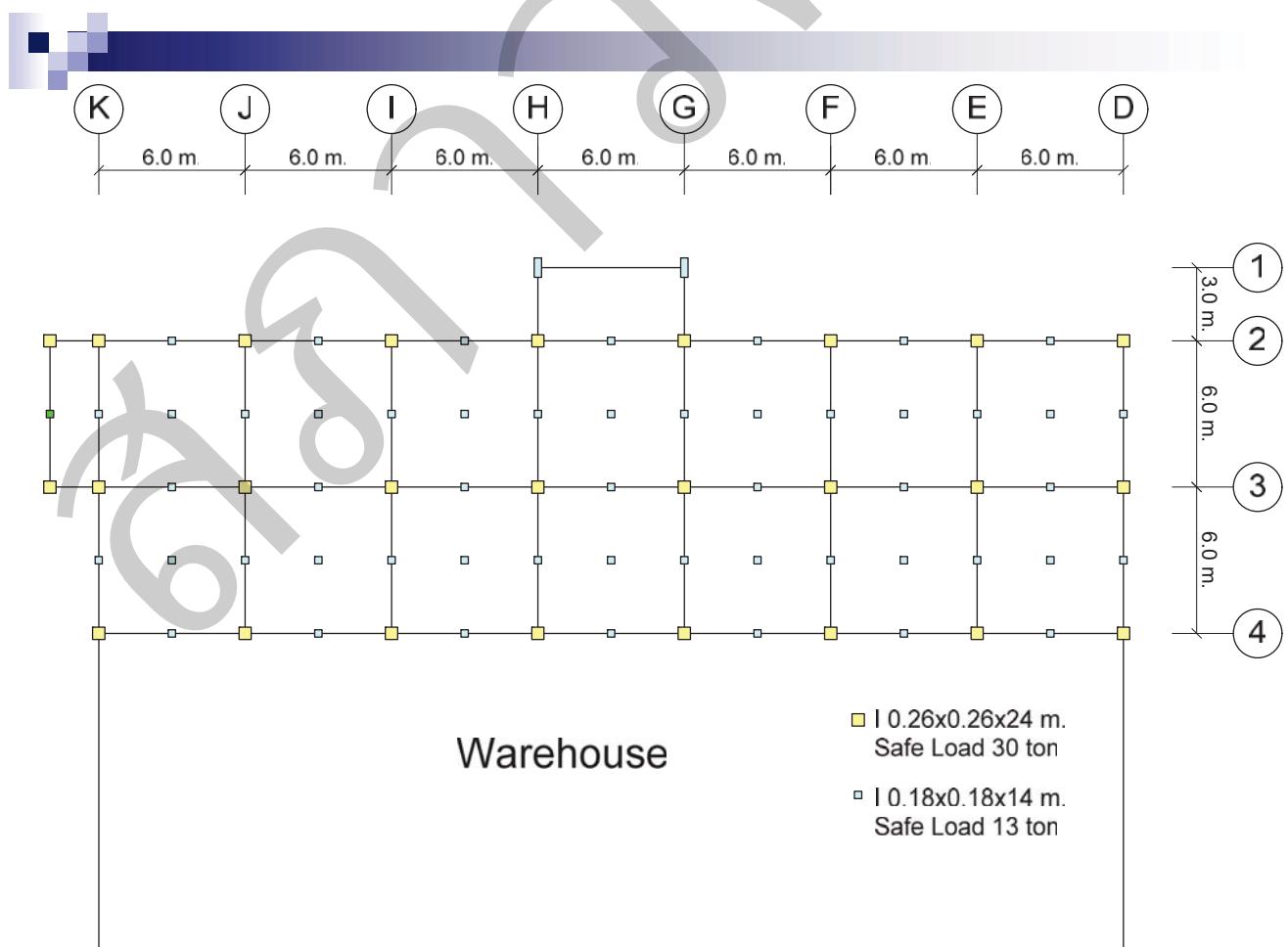
0
-20
-40
-60
-80
-100

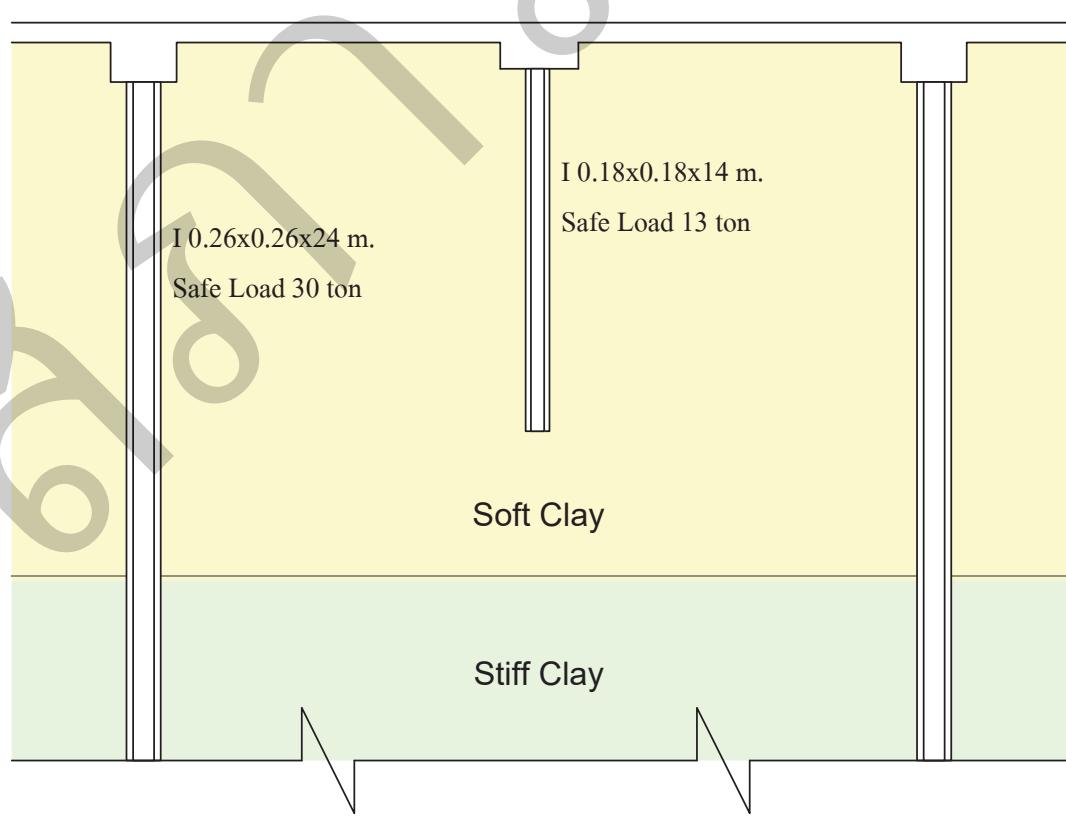
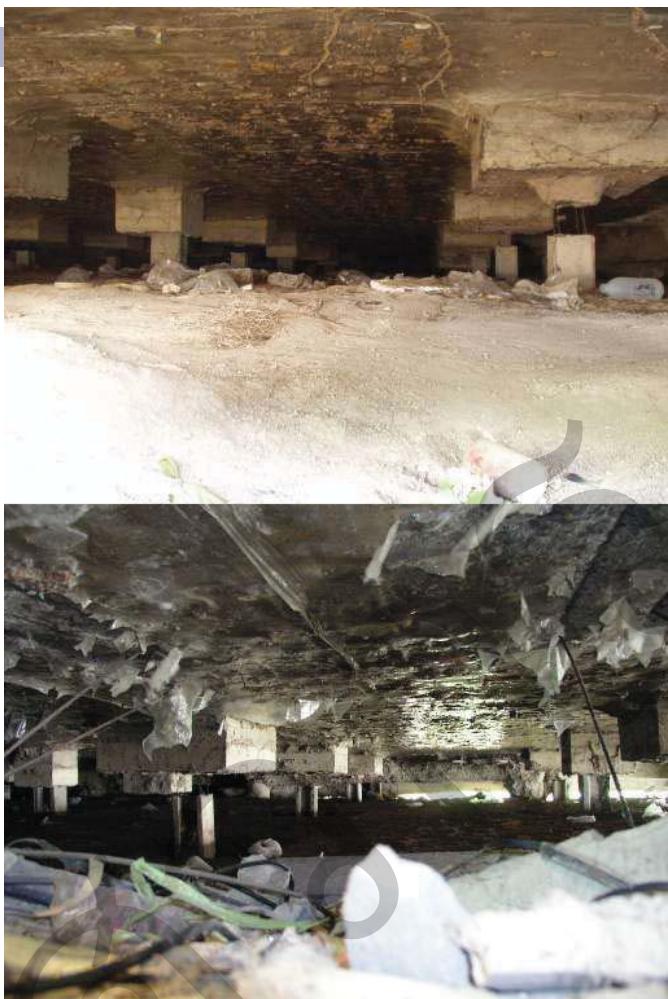
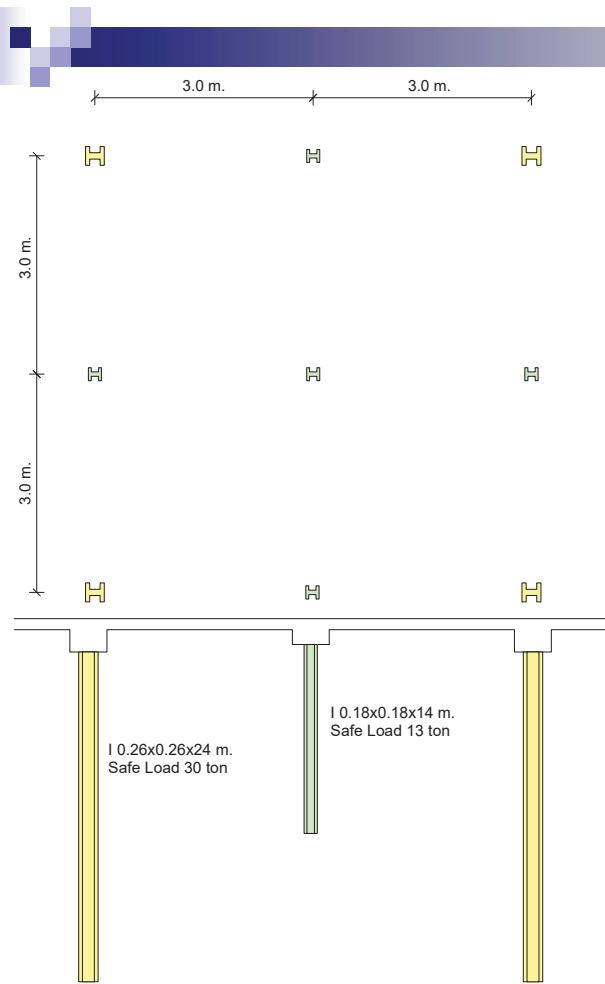
Time (year)

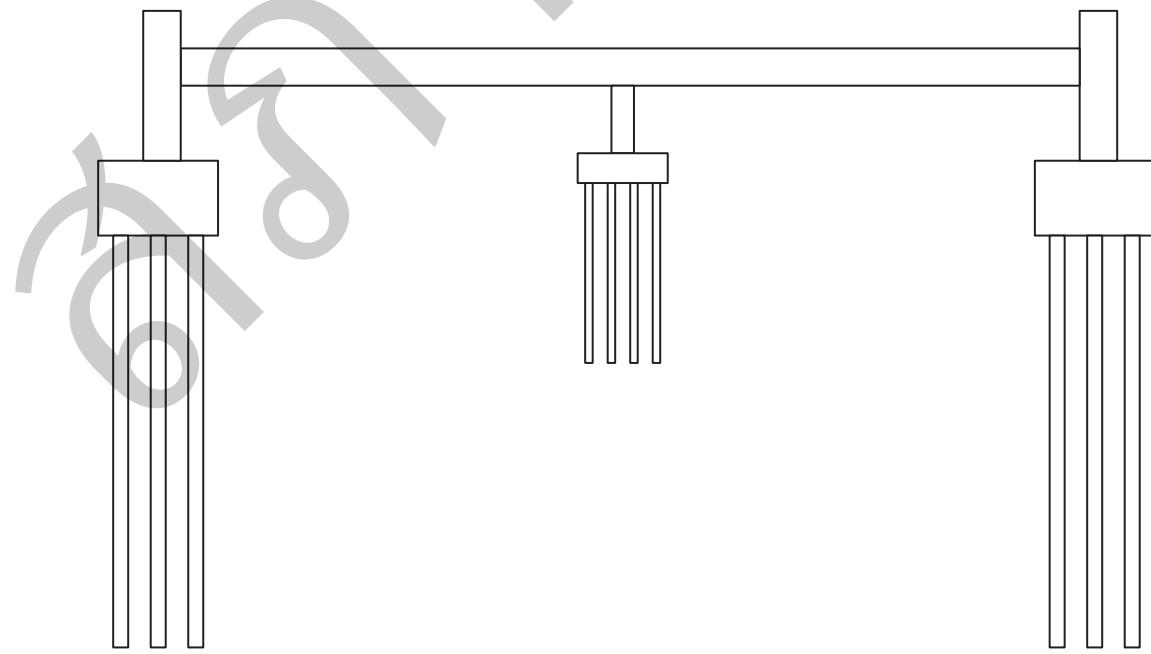
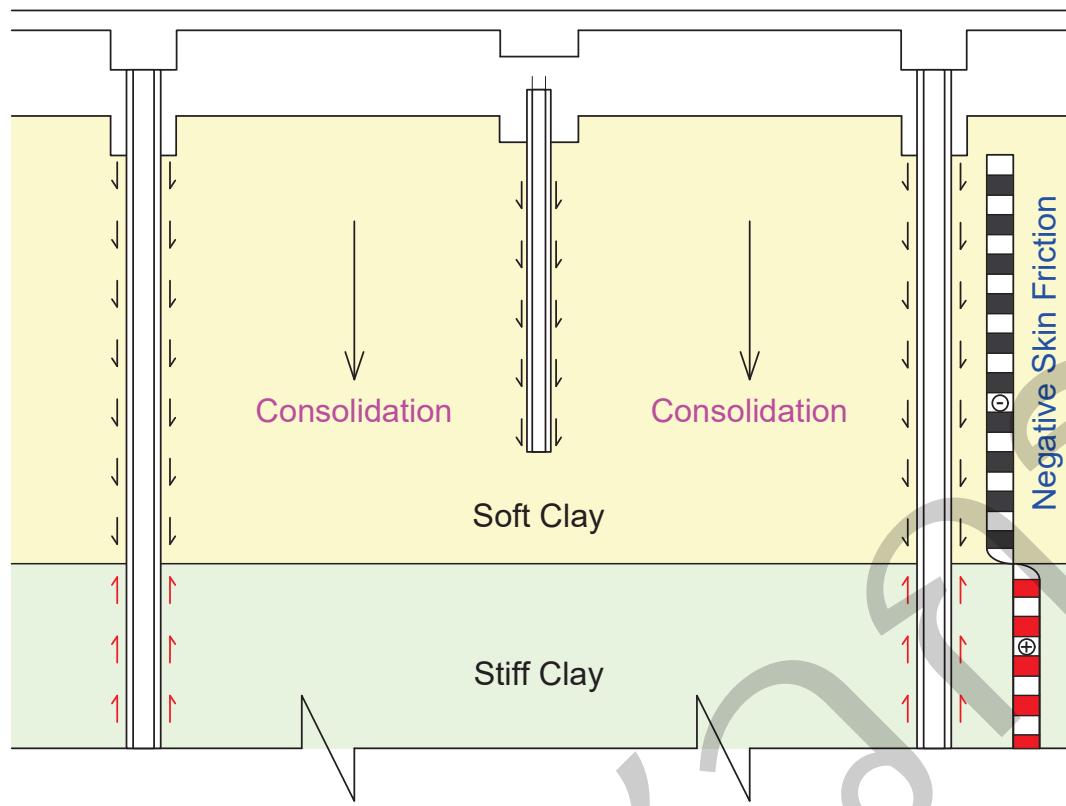


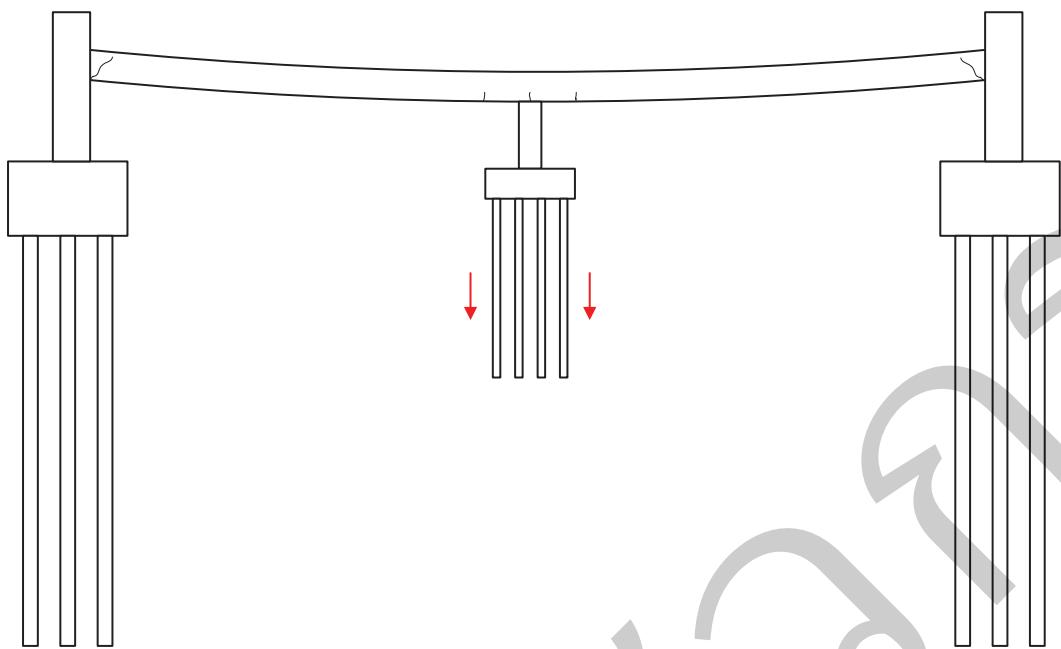






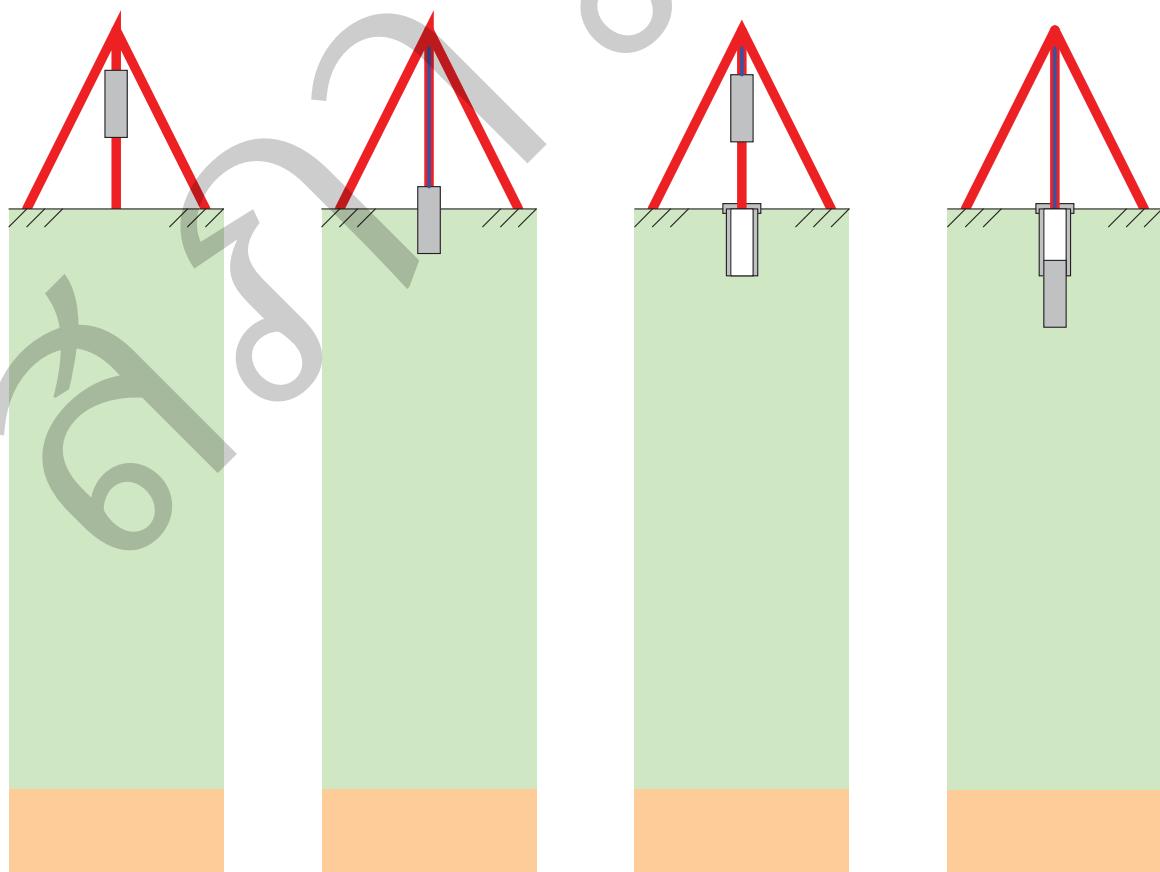


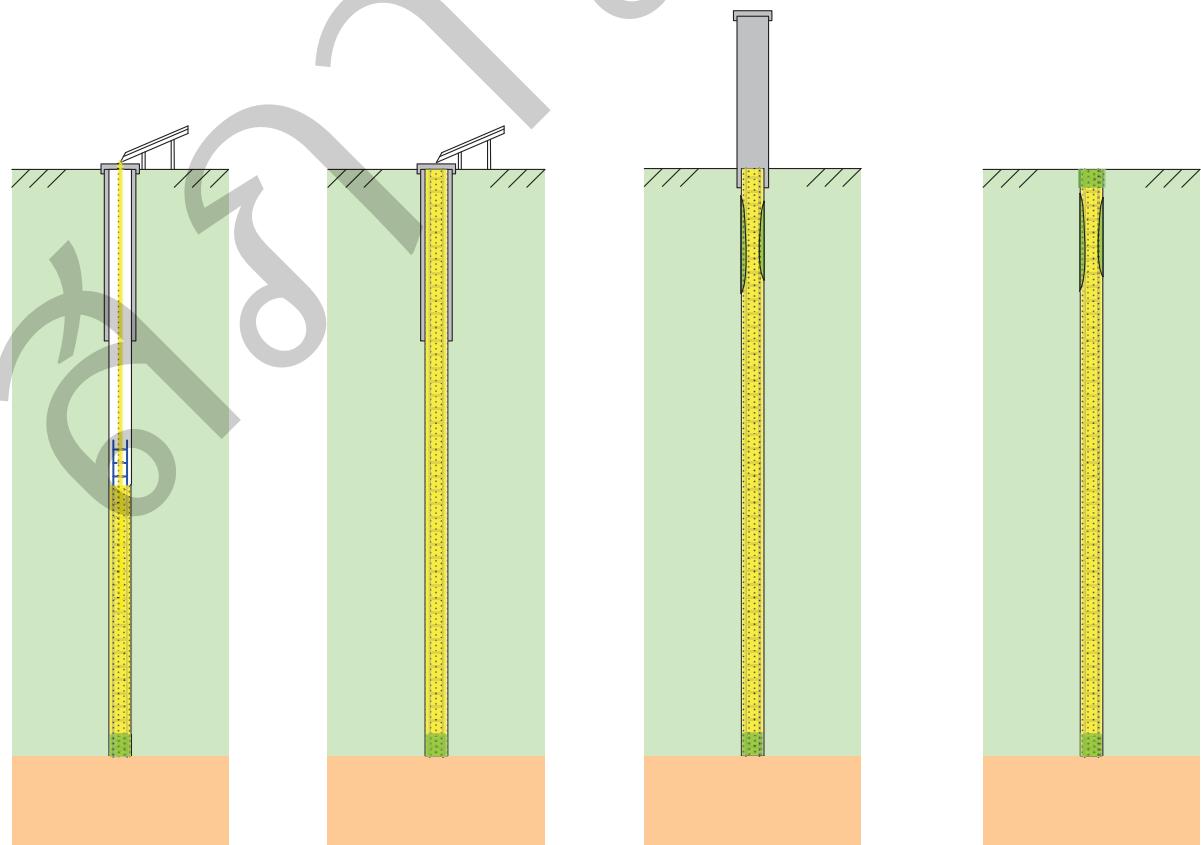
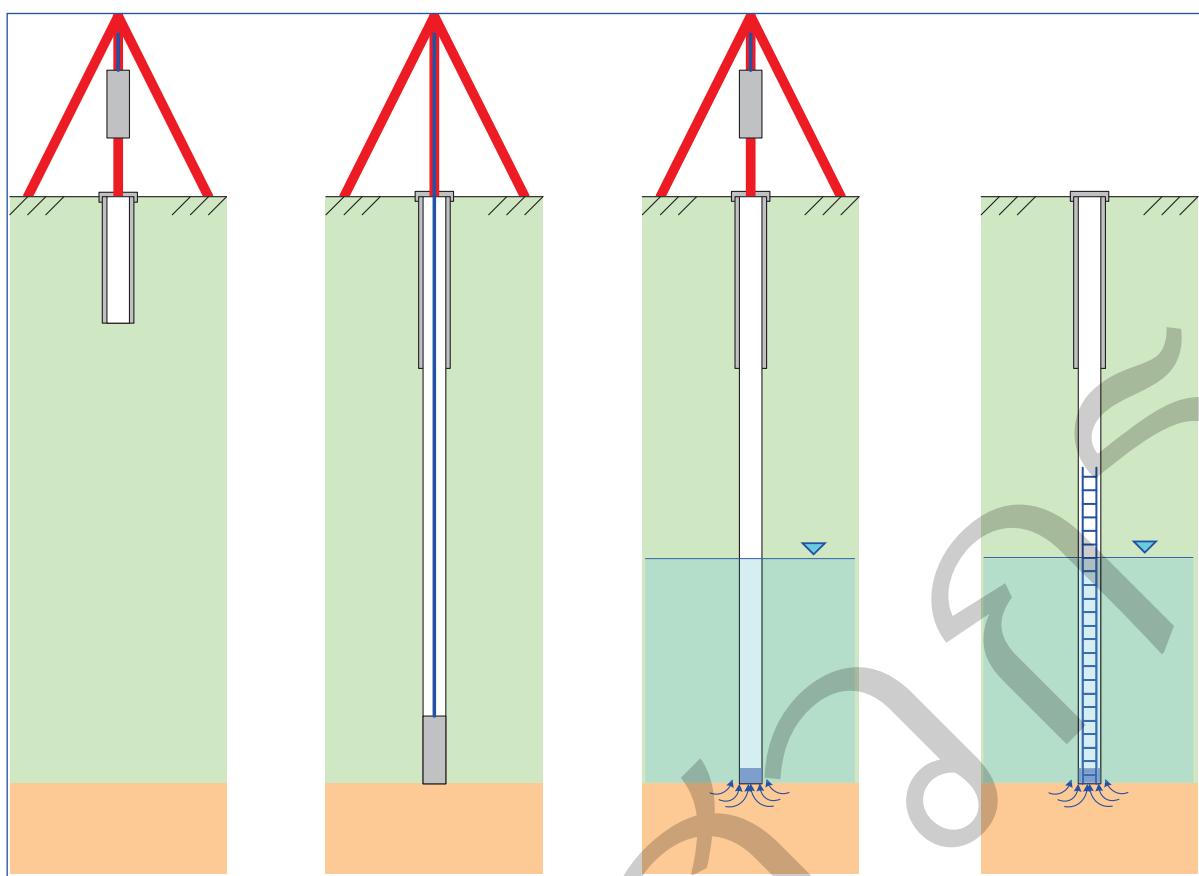


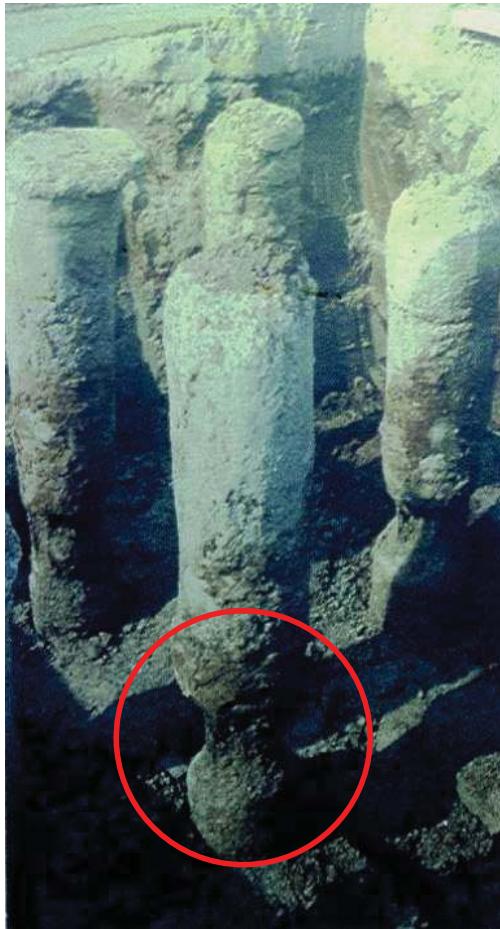


การต่อเติมโครงสร้างโดยใช้เสาเข็มเจาะ

- ขั้นตอนการในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะนั้น แตกต่างกับเสาเข็มตอกอย่างสิ้นเชิง ซึ่งก็มีผลทำให้พฤติกรรมของเสาเข็มเจาะแตกต่างกับเสาเข็มตอกตามไปด้วย โดยเสาเข็มเจาะจะมีการทรุดตัวสูงกว่าเสาเข็มตอกมากพอสมควร เนื่องจากเสาเข็มเจาะจะมีการทรุดตัวเนื่องจากการหดตัวของคอนกรีตที่ใช้หล่อเสาเข็ม และการทรุดตัวที่ปลายเสาเข็ม (Soft Toe) มากกว่าเสาเข็มตอก ด้วยเหตุนี้หากต้องการที่จะต่อเติมโครงสร้างโดยใช้เสาเข็มเจาะ ควรทำการตัดแยกโครงสร้างใหม่และเก่าออกจากกันอย่างเด็ดขาด โดยสร้างโครงสร้างยื่นเข้าไปใกล้กัน แต่ไม่ให้มีการเชื่อมติดกัน โครงสร้างทั้งสองต้องเป็นอิสระต่อกัน ไม่ควรนาบปูนปิดรอยต่อ เนื่องจากแรงยึดเหนี่ยวและแรงเสียดทานของปูนนาบ อาจก่อให้เกิดปัญหาการทรุดเอียงของโครงสร้างใหม่ได้





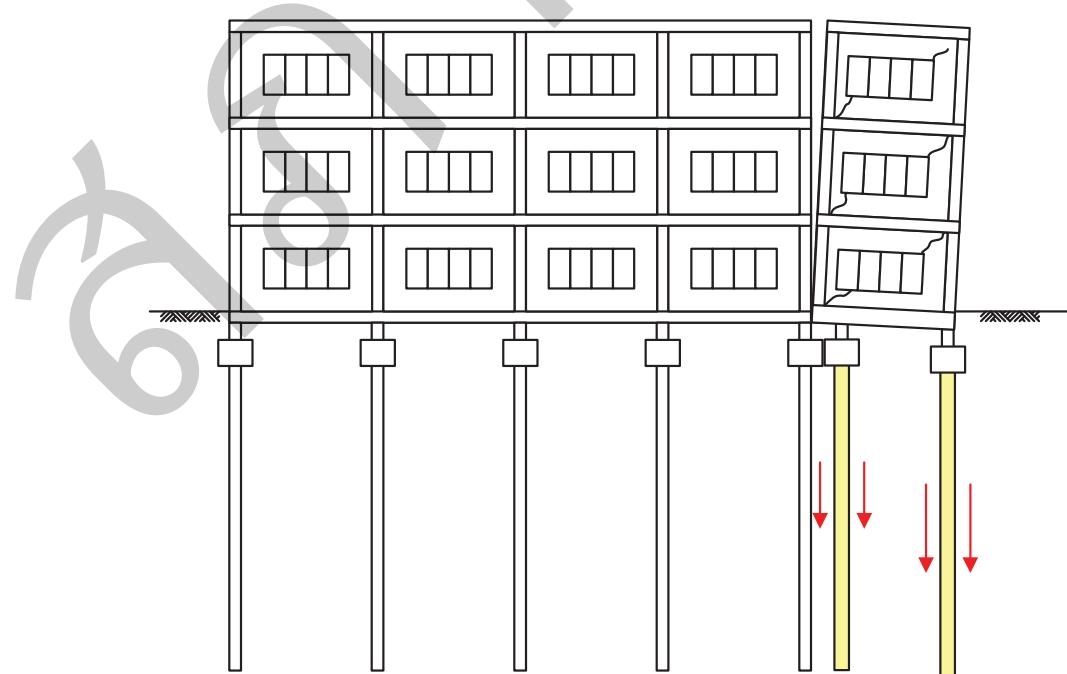
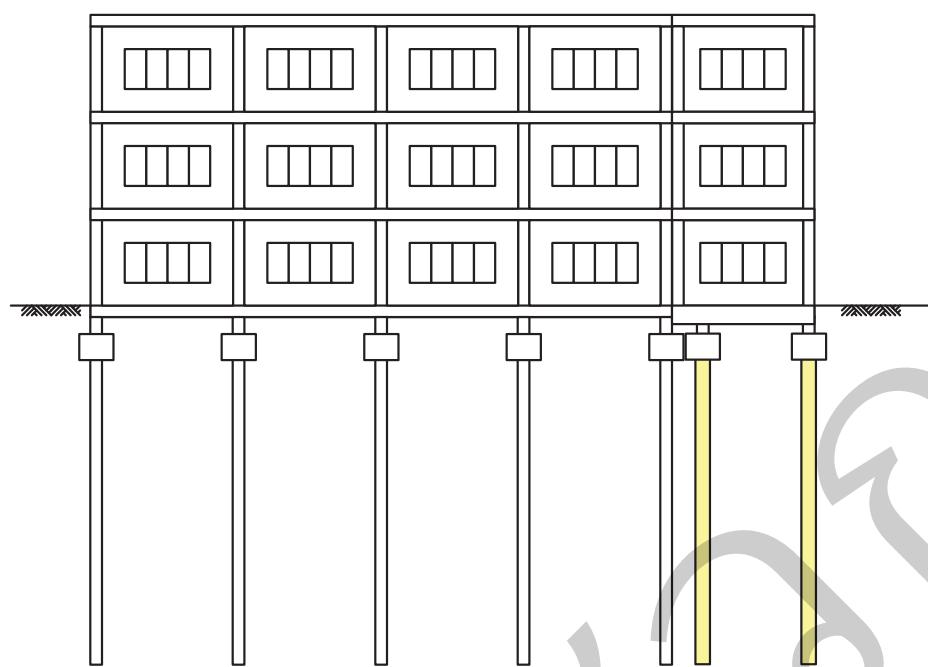


เสาเข็มเจาะที่เกิดปัญหา

Necking

Bad quality concrete.



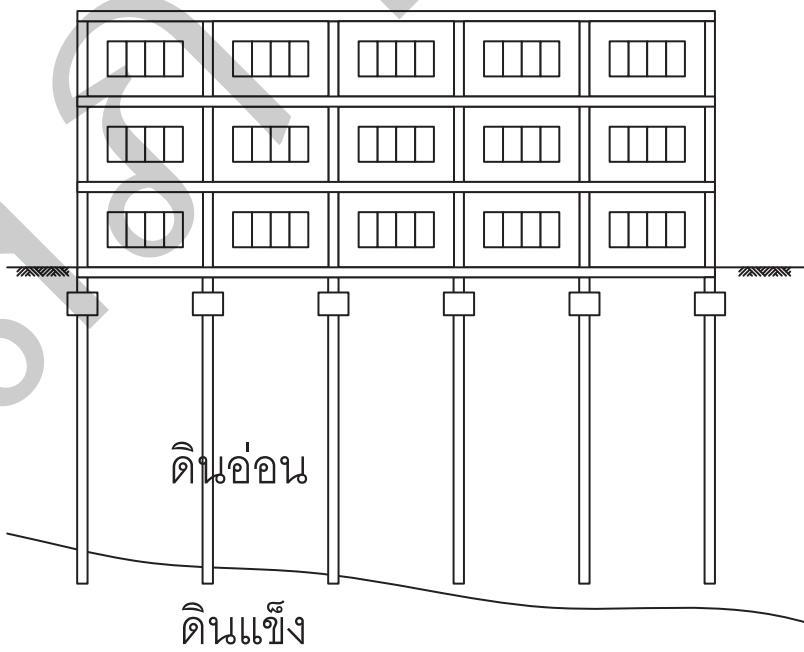


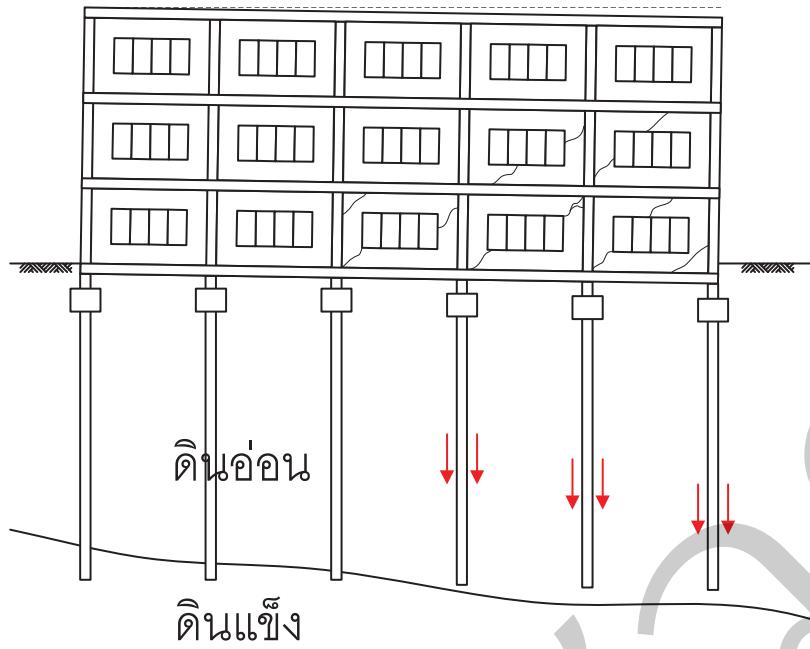




ฐานรากวางแผนอยู่บนชั้นดินต่างชนิดกัน

- ประเด็นของปัญหานี้มักไม่ค่อยเกิดขึ้นบ่อย เนื่องจากในการตอกเสาเข็ม มักจะมีการกำหนดค่า Blow Count ไว้ ซึ่งหากยังไม่ได้ค่า Blow Count ที่กำหนด ก็จะต้องตอกส่งเส้าเข็มลงไปอีก แต่อย่างไรก็ตาม กรณีการวิบัติ เช่นนี้ก็ยังเกิดขึ้น เนื่องจากผู้รับเหมาตอกเสาเข็มต้องการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการตอก โดยจะทำการ “โง Blown Count” เพื่อให้ความลึกของเสาเข็มตามต้องการ ซึ่งถ้าไม่มีวิศวกรรมมาดูอยควบคุมอยู่หน้างาน หรือวิศวกรไม่มีความเชี่ยวชาญพอ ก็จะไม่ทันเลี้ยวเหลี่ยมของผู้รับเหมาตอกเสาเข็ม และถูกโง Blown Count ในที่สุด





THE END.

ขอบคุณที่รับฟังอย่างตั้งใจ

www.facebook.com/tatech2006

www.tatech2006.com

tatech2006@gmail.com