# ปัญหาการใช้ฐานรากเสาเข็ม และการเปลี่ยนไปใช้ฐานรากแผ่

อาคารเรียนรวมและปฏิบัติการ 3 ชั้น

ณ สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติ

มหาวิทยาลัยรามคำแหง จังหวัดนครราชสีมา

# สภาพของปัญหา

- การก่อสร้างอาคารเรียนรวมและปฏิบัติการ 3 ชั้น ณ สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยรามคำแหง จังหวัดนครราชสีมา ได้ศึกษารูปแบบและรายการประกอบแบบพบว่าเป็นอาคาร คสล. กว้าง 24.00 ม.ยาว 48.00 ม. จำนวนพื้นที่ 3,456 ตรม. ราคาค่าก่อสร้าง 18,500,000 บาท งานฐานรากอาคาร กำหนดไว้เป็น 2 แบบ คือแบบที่ 1กำหนดไว้เป็นฐานรากเสาเข็ม และหากมีปัญหาเกี่ยวกับเสาเข็ม ให้ใช้แบบที่ 2 คือฐานแผ่ โดยจะต้องมีเหตุผลในการเปลี่ยนแปลงและขออนุญาตผู้ว่าจ้างก่อน

พิจารณาฐานรากเสาเข็มพบว่า มี 2 แบบคือ F1 และ F2 แบบกำหนดน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเข็มไว้ที่ 40 ton/ต้น โดยเสาตอม่อที่วางอยู่บนฐานราก F1 มีจำนวน 36 ต้น และเสาตอม่อที่วางอยู่บนฐานราก F2 มีจำนวน 10 ต้น ฐานราก F1 วางอยู่บนเสาเข็ม Prestressed Concrete Piles ขนาด □0.35 × 0.35 × 5.00 ม. จำนวน 6 ต้น ฐานราก F2 วางอยู่บนเสาเข็ม Prestressed Concrete Piles ขนาด □0.35 × 0.35 × 5.00 ม. จำนวน 4 ต้น ได้ทำการทดสอบการตอกเสาเข็มบริเวณใกล้เคียงกับพื้นที่ก่อสร้าง จากผลปรากฏว่า เสาเข็ม ตอกจมลงดิน 3.20 ม. ซึ่งจากแบบก่อสร้างระบุว่าต้องขุดดินลึกจากระดับดินเดิม 2.00 ม. เพื่อตัดหัวเสาเข็ม จึงทำให้ความยาวของเข็มที่ใช้งานเหลือเพียง 1.20 ม. โดย Last. 10 Blow ระยะทรุดตัวเพียง 2.50 ซม. ในขณะที่เกณฑ์กำหนดไว้ 7.50 ซม. ทำให้ทีมวิศวกรผู้ควบคุมงานและผู้รับจ้าง เกิดความไม่มั่นใจในการใช้ฐานรากเสาเข็ม ครั้งนี้ จึงได้ทำการศึกษาถึงปัญหาการใช้ฐานรากเสาเข็มและการศึกษาการเปลี่ยนไปใช้ฐานรากแผ่แทน

# วัตถุประสงค์การศึกษา

1. เพื่อศึกษาปัญหาการออกแบบฐานรากเสาเข็ม และตรวจสอบการรับกำลังของเสาเข็ม
2. เพื่อศึกษาเมื่อเปลี่ยนฐานรากเป็นฐานรากแผ่ แล้วสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้โดยปลอดภัย

# ขอบเขตการศึกษา

- งานก่อสร้างฐานรากอาคารเรียนรวมและปฏิบัติการ 3 ชั้น ณ สาขาวิทยบริการเฉลิมพระเกียรติ มหาวิทยาลัยรามคำแหง จังหวัดนครราชสีมา และผลการศึกษาชั้นดินบริเวณก่อสร้างและบริเวณใกล้เคียง
-
-
-

# วิธีการดำเนินการ

- 1. ศึกษา Soil Boring Log
- จากการทดสอบการเจาะสำรวจชั้นดินจำนวน 3 หลุมเจาะ พบว่าหลุมเจาะที่ 1 ที่ระยะความลึก 1.00 - 2.00 ม. ลักษณะชั้นดิน เป็นดินทรายหลวม มีค่า SPT/Blow ประมาณ 14,20 ที่ระยะความลึก 2.50 –3.50 ม.ลักษณะชั้นดิน เป็นดินทราย มีค่า SPT ประมาณ 47,65,79 (Blow/ft) ที่ระยะความลึก 4.00 –6.00 ม.ลักษณะชั้นดิน เป็นดินทรายแน่น มีค่า SPT/Blow ประมาณ 100 และมากกว่า (Blow/ft) ส่วนหลุมที่ 2 และ 3 ก็มีค่าที่ไม่แตกต่างกันมากนัก
-
-

## การพิจารณาการรับน้ำหนักของเสาเข็ม

ทดสอบ Soil Boring Log จะแสดงให้เห็นว่าที่ระดับชั้นดินเกิน 3.50 ม.จะเป็นชั้นดินทรายแน่นก็ตาม แต่ผู้รับจ้างก็ยังอยากจะใช้ฐานรากเสาเข็ม เพราะมีความมั่นใจกว่าความมั่นคงแข็งแรงสูง และสะดวกรวดเร็วในการก่อสร้าง ดังนั้นจึงได้ทำการคำนวณตรวจสอบการรับน้ำหนักของฐานรากเสาเข็มนี้

# คำนวณน้ำหนักของอาคารลงสู่ฐานราก

Total load F1. = 78.594 ton

Say = 80 ton

Total load F2. = 52.94 ton

Say = 55 ton

จากตาราง น้ำหนักบรรทุกของเสาเข็ม (แรง) Use □0.35 × 0.35× 21 – 28 ม. S35 ชนิด □0.35 × 0.35× 21 ม. รับน้ำหนับปลอดภัย

- ตรวจสอบกำลังรับน้ำหนักของเสาเข็ม โดยปลอดภัย = 50 ton / ตัน เป็นน้ำหนักของอาคารที่ลง Footing

ฐานราก F1 ใช้เสาเข็ม 6 ต้น = 300 ton > 80 ton.

ฐานราก F2 ใช้เสาเข็ม 4 ต้น = 200 ton > 55 ton.

$$Q_f = A_S \cdot k_1 \cdot P_{avg} \tan \delta' + A_S \cdot k_2 \cdot P_{avg} \tan \delta' + P_O'(N_q - 1).Ab$$

$$= 96.77 \text{ kN.}$$

ใช้ $Fs = 2\ Q_a = 48.38$ ton / ต้น ( จากข้อกำหนด = 40 ton / ต้น)

จากข้อมูลดิน เสาเข็มรับน้ำหนักได้ใกล้เคียงกับรายการคำนวณ

# การทดสอบเสาเข็ม

โดยใช้เสาเข็มขนาด 0.35 × 0.35 × 5.00 ม. จำนวน 2 ต้น ตอกทดสอบในบริเวณพื้นที่ก่อสร้าง

10 11 2003

10 11 2003

10 11 2003

10 11 2003

10 11 2003

12 11 2003

## สรุปผลการทดสอบการตอกเสาเข็ม

จากผลการคำนวณ Blow Count ใช้จำนวนครั้งที่ตอก 40 ครั้ง โดยยกลูกตุ้มหนัก 4 ตัน สูง 0.50 ม. ปรากฏว่า เสาเข็มต้นที่ 1 ตอกจมลงดิน 3.20 ม. ซึ่งจากแบบก่อสร้างระบุว่าต้องขุดดินลึกจากระดับดินเดิม 2.00 ม. เพื่อตัดหัวเสาเข็ม จึงทำให้ความยาวของเข็มที่ใช้งานเหลือเพียง 1.20 ม. โดย Last. 10 Blow ระยะทรุดตัวเพียง 2.50 ซม. ในขณะที่เกณฑ์กำหนดไว้ 7.50 ซม.

เมื่อมีการตัดเสาเข็มที่ระดับความลึก - 2.00 ม. ทำให้เหลือเสาเข็มเพียง 1.20 ม. จึงทำการคำนวณหาว่าเมื่อเสาเข็มยาวเพียง 1.20 ม. จะสามารถรับน้ำหนักได้โดยปลอดภัยหรือไม่

$$Q_f = AS \cdot k \cdot P_{avg} \tan \delta' + P_O'(N_q - 1).Ab$$

$$Q_f = 36.44$$

$$FS = 2 \quad , \quad \therefore \quad Q_a = 18.22 \text{ ton/ต้น}$$

แต่แบบกำหนดน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเข็มไว้ที่ 40 ton/ต้น ดังนั้นจึงเห็นว่าไม่ปลอดภัยที่จะตัดเสาเข็มให้เหลือเพียง 1.20 ม.

# คำนวณการออกแบบฐานรากแผ่

ออกแบบฐานรากลึก 3.20 m. (ดูจาก Soil Boring Log)

Qallow = 105.8 ton/$m^2$

$Qallow_{25mm.}$ = 82 ton/$m^2$

จากรายการคำนวณพบว่าดินสามารถรับน้ำหนักได้โดยปลอดภัย จึงทำการทดสอบ Plate Bearing Test บริเวณพื้นที่ก่อสร้างจำนวน 2 จุด ดังรูป

200
6 8:27 AM

15 15 15
28 9:31 AM

WYKEHAM - FARRANCE
RING Nº MAX. LOAD
3000KG
28 9:41 AM

ELE
ELE
28 9:41 AM

28 9:43 AM

29 10:33 AM

## ผลการทดสอบ Plate Bearing Test

การทดสอบตำแหน่งที่ 1 ได้ Maximum Load 40 ton/m^2 คิด F.S. = 2 จะได้ Safty Load = 20 ton/m^2 โดยมีระยะการทรุดตัวSettlement 0.81 mm. ที่ระยะความลึก 3.20 m.

การทดสอบตำแหน่งที่ 2 ได้ Maximum Load 40 ton/m^2 คิด F.S. = 2 จะได้ Safty Load = 20 ton/m^2 โดยมีระยะการทรุดตัว Settlement 3.42 mm. ที่ระยะความลึก 3.20 m.

## การเปรียบเทียบระดับชั้นดินกับพื้นที่บริเวณใกล้เคียง

ได้ศึกษาข้อมูลดินบริเวณใกล้เคียง โดยได้ศึกษา Soil Boring Log โครงการก่อสร้างเรือนแถวพักอาศัย บ้านหนองปลิง ต.หนองบัวศาลา อ.เมือง จ.นครราชสีมา ห่างจากพื้นที่บริเวณโครงการก่อสร้าง ประมาณ 15 กม.

การพิจารณาข้อมูลการเจาะสำรวจดิน ของพื้นที่บริเวณก่อสร้าง กับบริเวณใกล้เคียง พบว่าชั้นดินทรายแน่น มีค่า SPT มากกว่า 100 อยู่ที่ระดับความลึก 3.50 – 4.00 ม. ดังนั้นเมื่อตัดสินใจที่จะใช้ฐานรากแผ่วางที่ระดับความลึก 3.20 ม. จึงมีความมั่นใจในผลการตัดสินใจใช้ฐานแผ่ และลักษณะชั้นดินทางธรณีวิทยาเป็นชั้นดินทรายแน่นเป็นบริเวณกว้าง

# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

## 1.ผลการทดสอบการตอกเสาเข็ม

คำนวณหาการรับน้ำหนักบรรทุกโดยปลอดภัยเมื่อเสาเข็มตอกจมดิน 3.20 ม. ผลจากการคำนวณปรากฏว่าสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ 48.38 ton / ต้น ถือว่ารับน้ำหนักได้ปลอดภัย เพราะแบบกำหนดน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยของเข็มไว้ที่ 40 ton/ต้น

เมื่อคำนวณหาการรับน้ำหนักบรรทุกโดยปลอดภัยเมื่อจะตัดเสาเข็มให้เหลือเพียง 1.20 ม. ผลปรากฏว่าสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้เพียง 18.22 ton/ต้น ดังนั้นจึงเห็นว่าไม่ปลอดภัยที่จะใช้เสาเข็มที่มีความยาวเหลือเพียง 1.20 ม.

# ผลการทดสอบ Plate Bearing Test

การทดสอบตำแหน่งที่ 1 ได้ Maximum Load 40 ton/$m^2$ คิด F.S. = 2 จะได้ Safty Load = 20 ton/ $m^2$ โดยมีระยะการทรุดตัว Settlement 0.81 mm. ที่ระยะความลึก 3.20 m.

การทดสอบตำแหน่งที่ 2 ได้ Maximum Load 40 ton/m^2 คิด F.S. = 2 จะได้ Safty Load = 20 ton/ $m^2$ โดยมีระยะการทรุดตัว Settlement 3.42 mm. ที่ระยะความลึก 3.20 m.

คำนวณหาการรับน้ำหนักฐานแผ่ โดยกำหนดฐานรากไว้ที่ระดับ 3.20 m.( จาก Soil Boring Log) จากการคำนวณพบว่าฐานรากแผ่วางบนดินรับน้ำหนักได้ Qallow = 105.8 ton/$m^2$ และเปิดตารางหา

$$Qallow_{25mm.} = 82 \text{ ton/ } m^2$$

# สรุปผล ข้อเสนอแนะ

## สรุปผล

1. เมื่อตัดเสาเข็มที่จะทำให้ฐานรากอยู่ต่ำกว่าระดับดินเดิม 2.00 ม. เหลือเสาเข็มที่อยู่ในดินเพียง 1.20 ม. ซึ่งสั้นเกินไป การเกิด Friction ระหว่างเข็มกับดินจะน้อย เข็มจะ Failure เนื่องจากแรงดันดินด้านข้างโดยดินรอบ ๆ เข็มไม่สามารถต้านแรงได้ เมื่อคำนวณหาการรับน้ำหนักบรรทุกโดยปลอดภัย แต่เมื่อจะตัดเสาเข็มให้เหลือเพียง 1.20 ม. ปรากฏว่าสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้เพียง 18.22 ton/ต้น ซึ่งน้อยกว่าข้อกำหนด 40 ton/ต้น จึงไม่ใช้ฐานรากเสาเข็ม

2. ระดับความความลึกของฐานรากแผ่ตามแบบก่อสร้างมีความลึก 2.00 ม.จากผิวดินแต่เนื่องจากมีข้อกำหนดว่า การรับน้ำหนักโดยปลอดภัยของดินต้องไม่น้อยกว่า 20 ton /$m^2$ จึงให้เปลี่ยนแปลงความลึกเป็น 3.20 ม. โดยการทดสอบ Plate Bearing Test พบว่าสามารถรับน้ำหนักบรรทุกโดยปลอดภัยได้ 20 ton /$m^2$ จึงตัดสินใจให้ใช้ฐานรากแผ่วางที่ระดับความลึก 3.20 ม.

# ข้อเสนอแนะ

1. ผู้ออกแบบได้ออกแบบโครงสร้างอาคารไว้ก่อนแล้ว โดยไม่ได้ศึกษาคุณสมบัติของดินบริเวณที่จะทำการก่อสร้าง ว่ามีคุณสมบัติเป็นอย่างไร ดังนั้นก่อนการก่อสร้างผู้ว่าจ้าง ควรให้ผู้ออกแบบร่วมพิจารณาสถานที่ก่อสร้างด้วย

2. ผลการทดสอบดิน Soil Boring Log ทำขึ้นหลังจากได้มีการประมูลงานแล้ว และผู้รับจ้างเป็นผู้ดำเนินงานการทดสอบดิน แล้วตัดสินใจเลือกฐานราก ดำเนินการก่อสร้าง เมื่อผู้รับจ้างเป็นผู้ดำเนินงานการทดสอบดินแล้วควรให้วิศวกรผู้ออกแบบร่วมพิจารณาในการกำหนดฐานรากด้วย

2 9:53 AM

KOMATSU
5 3:49 PM

10 9:27 AM

10 3:03 PM

13 9:10 AM

14 9:40 AM

16 12:14 PM

23 12:47 PM

7 9:02 AM

14 2:47 PM

16 10:07 AM

20 4:32 PM