

การวิเคราะห์ความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของดินหลายชั้นรองรับฐานราก

Ultimate Bearing Capacity on Layered Soil Analysis

นายณัฐพล สกกุลเรืองนันต์ 51051530

นายประสิทธิ์ รั้งลิยานันต์ 51051688

นายกิตติพล ชุมชอบ 51053023

รศ.ดร.ก่อโชค จันทร์วางกูร

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร. 0-2549-3429, 0-2549-3420 โทรสาร 0-2549-3422 E-mail: fengntk@ku.ac.th

บทคัดย่อ

ในทางวิศวกรรมโยชามีการแบ่งชั้นดินออกเป็นหลายชั้น เช่น Sand , Silt และ Clay ซึ่งดินแต่ละชั้นดินนี้มีคุณสมบัติต่างๆ รวมถึงคุณสมบัติในการรับน้ำหนักบรรทุกแตกต่างกัน โดยการวิเคราะห์หาค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกของฐานรากที่มีอยู่จาก ทฤษฎีมักเหมาะกับฐานรากแผ่ คือในสภาพดินชั้นเดียว

จากการศึกษาข้อมูลพบว่า ปัจจุบันมีผู้เชี่ยวชาญการวิเคราะห์หาค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกของฐานรากขึ้นมาใหม่ให้เหมาะสมกับลักษณะของโครงสร้างฐานรากที่ใช้กันในปัจจุบัน โดยอ้างอิงจากทฤษฎีเดิมอยู่ในหลายตำรา ซึ่งทฤษฎีและสูตรที่ใช้ในการคำนวณของตำราแต่ละเล่มก็แตกต่างกันไปบ้าง หากสามารถเลือกใช้วิธีการวิเคราะห์หาค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกของฐานรากบนดินหลายชั้นที่เหมาะสมที่สุดและสามารถใช้งานได้จริง นอกจกจะทำให้โครงสร้างแข็งแรงและปลอดภัยแล้ว ก็สามารลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างได้อีกด้วย

ABSTRACT

In the sense of the civil engineering. There is many split to layers soil such as Sand ,Silt and Clay. Each layers soil this earth has all property include the property in taking weight loads different. By analysis the value is taking the weight loads of the foundation that exists from the theory often suits the shallow foundation that in single-storied state.

From data education meets, new theory analysis authors seeks the value is taking the weight loads of the foundation upwards that appropriate the character of foundation structure uses now by referable from the theory originally in many textbook. If we can choose the best way for analysing to take the weight loads of the foundation on many earth and can use in construction TRUE work unless that will make strong structure and safe already can reduce the expenses in the construction as well.

1. ที่และความสำคัญของปัญหา

ฐานรากถือว่าเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของโครงสร้าง เนื่องจากการพิบัติของฐานรากอาจนำมาซึ่งความเสียหายทั้งหมดของโครงสร้างได้ มีผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้วิเคราะห์และตั้งทฤษฎีว่าด้วยความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกประลัษย์ของดินรองรับฐานราก โดยแต่ละทฤษฎีจะให้ค่ากำลังรับน้ำหนักบรรทุกประลัษย์ของดินรองรับฐานรากเท่ากันหรือไม่ คณะผู้จัดทำได้มีแนวคิดที่จะศึกษาทฤษฎีความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกประลัษย์ของดินรองรับฐานราก ว่าในแต่ละทฤษฎีที่ศึกษานั้นจะมีความเหมาะสมสำหรับฐานรากลักษณะใด และเหมาะสมกับสภาพดินที่รองรับฐานรากอย่างไร เพื่อให้สามารถนำทฤษฎีความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกประลัษย์ของดินรองรับฐานรากคั้นนี้ไปใช้ได้ถูกต้องตามกรณีในการก่อสร้างจริง นอกจากจะ ทำให้โครงสร้างแข็งแรงและปลอดภัยแล้วยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างได้อีกด้วย

2. วัตถุประสงค์

ศึกษาและวิเคราะห์ทฤษฎีว่าด้วยความสามารถในการรับน้ำหนักรรทุกประลัยของดินรองรับฐานรากในรูปแบบต่างๆ ที่มีอยู่ ให้มีความเหมาะสมกับลักษณะฐานรากและสภาพดินที่รองรับฐานรากอย่างถูกต้องและเกิดปลอดภัยมากที่สุด

3. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการศึกษา

3.1 เริ่มต้นจากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการรับน้ำหนักรรทุกประลัยของดินรองรับฐานราก (q_u) ประกอบด้วย

- ทฤษฎีของ Terzaghi (1943)
- ทฤษฎีของ Meyerhof (1963)

3.2 แยกประเภทของฐานรากเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 8 รูปแบบ รูปแบบละ 2 กรณี

3.3 ค้นหาตัวอย่างโจทย์การวิเคราะห์ค่าความสามารถในการรับน้ำหนักรรทุกประลัยของดินรองรับฐานราก (q_u) แล้วแก้โจทย์ปัญหาเพื่อหาค่าน้ำหนักรรทุกประลัยของดินรองรับฐานราก (q_u) ด้วยวิธีการตามทฤษฎีของ Terzaghi (1943) และ ทฤษฎีของ Meyerhof (1963)

3.4 ใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel ช่วยตรวจสอบความถูกต้องและบันทึกข้อมูลค่าน้ำหนักรรทุกประลัยของดินรองรับฐานราก (q_u)

3.5 นำค่าน้ำหนักรรทุกประลัยของดินรองรับฐานราก (q_u) ที่ได้จากแต่ละทฤษฎี ของโจทย์แต่ละกรณีมาทำการเปรียบเทียบค่า (q_u) เพื่อหาข้อสรุปและหาการทรุดตัวที่จะเกิดขึ้นในชั้นดิน

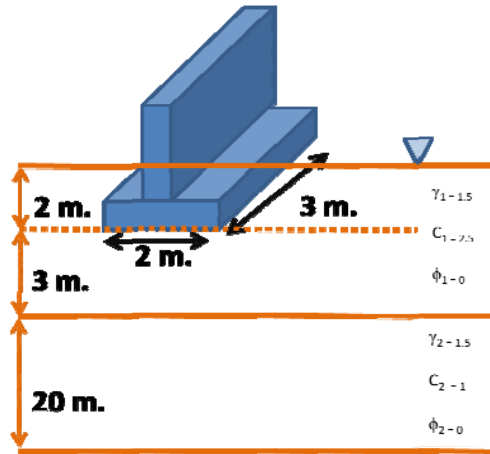
4. ผลการศึกษา

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

| | | | |
|-------|---|---------------------------------|-----|
| H_1 | = | ความสูงของดินถมฐานราก | (m) |
| H_2 | = | ความลึกจากฐานรากถึงดินชั้นที่ 1 | (m) |
| H_3 | = | ความลึกของดินชั้นที่ 2 | (m) |
| B | = | ความกว้างของฐานราก | (m) |
| L | = | ความยาวของฐานราก | (m) |

Example

Case 1 $\gamma_1 = \gamma_2$ $c_1 > c_2$ $H_1 < H_2$



ทฤษฎี Terzaghi

$$q_u = (1+0.3B/L)c N_c + q N_q + 0.5(1-0.3B/L)\gamma_1 B N_\gamma$$

| | |
|----------------|------|
| s_{c1} | 1.2 |
| s_{q1} | 1 |
| s_{γ_1} | 0.87 |

| | |
|----------------|-----|
| N_{c1} | 5.7 |
| N_{q1} | 1 |
| N_{γ_1} | 0 |

| | |
|------------|------|
| q_{ult1} | 18.1 |
|------------|------|

| | |
|----------------|------|
| s_{c2} | 1.2 |
| s_{q2} | 1 |
| s_{γ_2} | 0.87 |

| | |
|----------------|-----|
| N_{c2} | 5.7 |
| N_{q2} | 1 |
| N_{γ_2} | 0 |

| | |
|------------|------|
| q_{ult2} | 9.34 |
|------------|------|

ทฤษฎี Meyerhof

$C_{u(1)}/C_{u(2)}$ มากกว่า 1

| | |
|-------|-------|
| C_a | 2.275 |
| q_u | 20.20 |

| | |
|---------------------|-------|
| $C_{u(1)}/C_{u(2)}$ | 2.50 |
| q_{ult} | 20.20 |

4.2 ผลการเปรียบเทียบ

| case | σ | γ_i | c | H | Terzaghi | | Meyerhof |
|------|-----------------------|-----------------------|-------------|-------------|----------|-----------|-----------|
| | | | | | Fail @ | q_{ult} | q_{ult} |
| 1 | $\sigma_1 = \sigma_2$ | $\gamma_1 = \gamma_2$ | $c_1 > c_2$ | $H_1 < H_2$ | 2 | 9.34 | 20.2 |
| 2 | $\sigma_1 = \sigma_2$ | $\gamma_1 = \gamma_2$ | $c_1 < c_2$ | $H_1 < H_2$ | 1 | 7.84 | 11.01 |
| 3 | $\sigma_1 = \sigma_2$ | $\gamma_1 > \gamma_2$ | $c_1 = c_2$ | $H_1 < H_2$ | 1 | 12.26 | 12.49 |
| 4 | $\sigma_1 = \sigma_2$ | $\gamma_1 < \gamma_2$ | $c_1 = c_2$ | $H_1 < H_2$ | 1 | 11.26 | 11.99 |
| 5 | $\sigma_1 = \sigma_2$ | $\gamma_1 = \gamma_2$ | $c_1 > c_2$ | $H_1 = H_2$ | 2 | 10.84 | 26.99 |
| 6 | $\sigma_1 = \sigma_2$ | $\gamma_1 = \gamma_2$ | $c_1 < c_2$ | $H_1 = H_2$ | 1 | 8.84 | 11.83 |
| 7 | $\sigma_1 = \sigma_2$ | $\gamma_1 > \gamma_2$ | $c_1 = c_2$ | $H_1 = H_2$ | 1 | 14.26 | 16.74 |
| 8 | $\sigma_1 = \sigma_2$ | $\gamma_1 < \gamma_2$ | $c_1 = c_2$ | $H_1 = H_2$ | 2 | 10.84 | 14.74 |
| 9 | $\sigma_1 = \sigma_2$ | $\gamma_1 = \gamma_2$ | $c_1 > c_2$ | $H_1 > H_2$ | 2 | 9.84 | 15.24 |
| 10 | $\sigma_1 = \sigma_2$ | $\gamma_1 = \gamma_2$ | $c_1 < c_2$ | $H_1 > H_2$ | 2 | 20.1 | 15.24 |
| 11 | $\sigma_1 = \sigma_2$ | $\gamma_1 > \gamma_2$ | $c_1 = c_2$ | $H_1 > H_2$ | 1 | 14.26 | 15.24 |
| 12 | $\sigma_1 = \sigma_2$ | $\gamma_1 < \gamma_2$ | $c_1 = c_2$ | $H_1 > H_2$ | 1 | 12.26 | 15.24 |

ค่า Ultimate Bearing Capacity of Soil จะมีค่าน้อย ขึ้นอยู่กับค่า c และ γ

วิธีการเลือกใช้ทฤษฎีที่เหมาะสมนั้น ให้ดูค่า q_u ที่คำนวณได้ค่าน้อยที่สุด เพราะหากนำ q_u ค่ามากมาใช้ จะทำให้โครงสร้างไม่ปลอดภัย โดยเมื่อโครงสร้างรับน้ำหนักบรรทุกประลัย ดินชั้นที่มีค่า q_u น้อยกว่า จะไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกดังกล่าว ดังนั้น

Case 1 จะเห็นว่าค่า q_u จากทฤษฎีของ Terzaghi มีความเหมาะสมกว่า

Case 2 จะเห็นว่าค่า q_u จากทฤษฎีของ Terzaghi มีความเหมาะสมกว่า

Case 3 จะเห็นว่าค่า q_u จากทฤษฎีของ Terzaghi มีความเหมาะสมกว่า

Case 4 จะเห็นว่าค่า q_u จากทฤษฎีของ Terzaghi มีความเหมาะสมกว่า

ตั้งแต่ case 5 – 8 จะปรับค่าให้ $H_1 = H_2$ และเพิ่มค่าให้สูงขึ้น เพื่อให้ฐานรากมีเสถียรภาพมากขึ้น

Case 5 จะเห็นว่าค่า q_u จากทฤษฎีของ Terzaghi มีความเหมาะสมกว่า

Case 6 จะเห็นว่าค่า q_u จากทฤษฎีของ Terzaghi มีความเหมาะสมกว่า

Case 7 จะเห็นว่าค่า q_u จากทฤษฎีของ Terzaghi มีความเหมาะสมกว่า

Case 8 จะเห็นว่าค่า q_u จากทฤษฎีของ Meyerhof มีความเหมาะสมกว่า

Case 9 จะเห็นว่าค่า q_u จากทฤษฎีของ Terzaghi มีความเหมาะสมกว่า

Case 10 จะเห็นว่าค่า q_u จากทฤษฎีของ Meyerhof มีความเหมาะสมกว่า

Case 11 จะเห็นว่าค่า q_u จากทฤษฎีของ Terzaghi มีความเหมาะสมกว่า

Case 12 จะเห็นว่าค่า q_u จากทฤษฎีของ Terzaghi มีความเหมาะสมกว่า

5.สรุปผลการศึกษาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

1. จากผลการเปรียบเทียบค่า q_u ที่ได้จากทฤษฎีของ Terzaghi(1943) และทฤษฎีของ Meyerhof(1963) จะเห็นว่าทฤษฎีของ Terzaghi(1943) มีความเหมาะสมในการใช้คำนวณค่าความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกประลัยของดินรองรับฐานราก(q_u) มากกว่าทฤษฎีของ Meyerhof(1963) เพราะค่า q_u ที่คำนวณได้มีค่าน้อยกว่า หากนำค่ามากไปใช้ในการออกแบบจะทำให้โครงสร้างไม่ปลอดภัย

2. ทฤษฎีของ Terzaghi(1943) และทฤษฎีของ Meyerhof(1963) เหมาะสำหรับฐานรากที่มีความกว้างมากกว่าความลึกของฐานราก

5.2 อภิปรายผลการศึกษา

จากผลการศึกษา พบว่าค่าความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกประลัยของดินรองรับฐานรากที่ได้จากแต่ละทฤษฎีในโจทย์เดียวกันมีค่าไม่เท่ากัน เนื่องจากมีขั้นตอนการวิเคราะห์และสูตรที่ใช้ในการคำนวณแตกต่างกัน จึงมีการวิเคราะห์ โดยใช้ค่าความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกประลัยของดินรองรับฐานราก ที่ได้จากแต่ละทฤษฎี เพื่อหาให้ได้ว่าแต่ละทฤษฎีเหมาะสมกับฐานรากที่มีลักษณะ และสภาพดินรองรับฐานรากดังผลการทดลอง

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. การทำงานไม่ว่าจะเป็นงานใดต้องมีการวางแผนการทำงานล่วงหน้าแล้วลงมือปฏิบัติตามแผนงานเพื่อให้งานที่ออกมา มีคุณภาพดี รวมถึงการมีส่วนร่วมหรือมีที่ปรึกษาที่ติดอกจากจะช่วยให้งานออกมามีคุณภาพดีขึ้นแล้ว ยังช่วยให้สามารถปฏิบัติงานได้สะดวกและรวดเร็วยิ่งขึ้น

2. การเขียนโปรแกรม Microsoft Office Excel นอกจากจะประหยัดเวลาแล้วยังสามารถใช้ตรวจสอบความถูกต้องและบันทึกค่าน้ำหนักบรรทุกประลัยของดินรองรับฐานรากได้ด้วย

3. การคำนวณค่าความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกประลัยของดินรองรับฐานรากด้วยวิธี การที่เหมาะสม นอกจากจะทำให้โครงสร้างแข็งแรงและปลอดภัยแล้วยังสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้างได้อีกด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิศวกรรมโยธาฉบับนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วย ความปรารถนาดี และความกรุณาของบุคคลต่างๆ หลายท่าน ดังมีรายนามต่อไปนี้

รศ.ดร. ก่อโชค จันทรวงกูร

ภาควิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คณะผู้จัดทำใคร่ขอกราบพระคุณคณาจารย์ในภาควิศวกรรมโยธาทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำ ตลอดจน

ให้ความรู้ในด้านวิชาการอันเป็นประโยชน์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการนี้ รศ.ดร. ก่อโชค จันทรวงกูร ผู้ซึ่งได้ทุ่มเทกำลังกาย กำลังสติปัญญาในการให้คำปรึกษา และให้แนวคิดเพื่อการแก้ไขปัญหาต่างๆ ระหว่างทำโครงการด้วยดีมาตลอด

ท้ายสุดนี้ ขอมอบความดีของโครงการวิศวกรรมโยธา

นี้เป็นกตเวทิตาคุณแต่บิดามารดาและคณาจารย์ทุกท่าน พร้อมกันนี้ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการวิศวกรรมโยธาฉบับนี้ จะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อสังคมและประเทศโดยส่วนรวมต่อไป

7. เอกสารอ้างอิง

วรรณิ สุขสาตร. วิศวกรรมฐานราก. พิมพ์ครั้งที่ 5.

กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ โฟร์เฟซ, 2542

