บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

เมื่อดินได้รับแรงจากภายนอก เนื่องจากการกระทำแบบต่าง ๆ เช่น การก่อสร้าง การขุดดิน หรือการลดระดับน้ำใต้ดิน เพื่อเตรียมการก่อสร้างที่อยู่ใต้ดินสภาวะสมดุลต่าง ๆ ที่เคยมีจะถูกทำลายลง จึงทำให้ดินต้องปรับตัว ในที่นี้จะกล่าวถึงหลักการ ดังนี้

2.1 แรงดันดินด้านข้าง (Lateral Earth Pressure)

2.2 รูปแบบของ sheet pile wall

2.3 การออกแบบ Cantilever Sheet Pile Wall

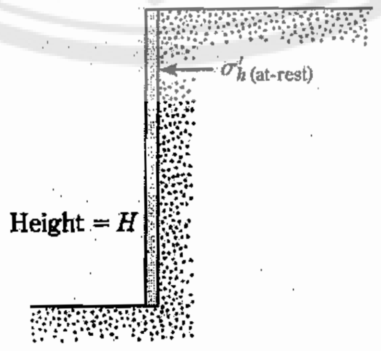
2.4 ขั้นตอนการคำนวณ

2.1 แรงดันดินด้านข้าง (Lateral Earth Pressure)

แรงภายนอกที่กระทำต่อ sheet pile สามารถจำแนกตามสภาวะการใช้งานได้ ดังนี้

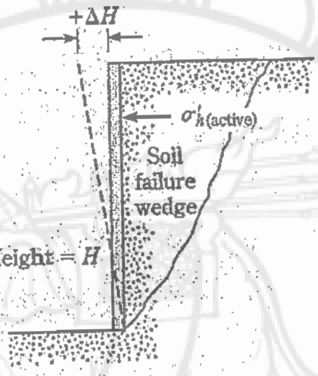
2.1.1. At rest earth pressure เป็นแรงดันดินด้านข้างที่เกิดขึ้นในขณะที่ดินยังไม่ถูกรบกวนจากแรงภายนอก ในกรณีนี้ถือว่าดินจะไม่มีการเคลื่อนตัวทางด้านข้าง การคำนวณค่าแรงดันดินด้านข้างประเภทนี้ จำเป็นต้องทราบค่าสัมประสิทธิ์แรงดันดินด้านข้างแบบ at rest , K_o

$$k_o \approx 1 - \sin\phi'$$



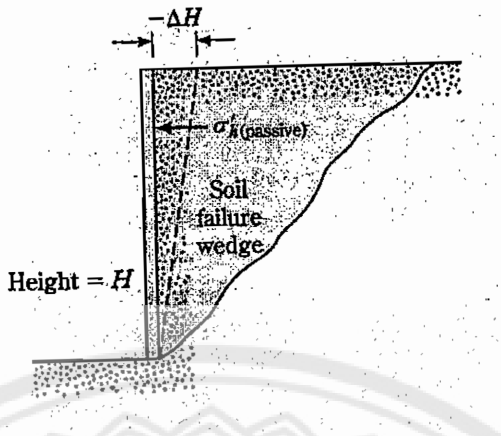
2..1.2 Active earth pressure หากการก่อสร้างทำให้ดินบริเวณนั้นสามารถขยายตัวทางด้านข้างได้ เช่น การขุดินเพื่อก่อสร้างห้องใต้ดิน เป็นต้น แรงดันดินด้านข้างที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการขยายตัวของดินนี้เรียกว่า "active earth pressure" และค่าสัมประสิทธิ์ของแรงดันดินประเภทนี้เรียกว่า Coefficient of active earth pressure , K_a

$$k_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2})$$



2.1.3. Passive earth pressure ในทางตรงกันข้ามกันกับการเกิดแรงดันดินด้านข้างแบบ Active earth pressure ถ้าหากมวลดินถูกดันเนื่องจากการก่อสร้าง เช่น การเคลื่อนตัวของกำแพงทางด้านข้าง มวลดินจะอัดตัวเข้าหากัน การอัดตัวของดินจะก่อให้เกิดแรงประเภท "Passive earth pressure" และค่าสัมประสิทธิ์ของแรงดันดินประเภทนี้ เรียกว่า Coefficient of active earth pressure , K_p

$$k_p = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2})$$



กำแพงกันดินจึงเข้ามามีบทบาทในงานดังกล่าว คือ กำแพงกันดินจะทำหน้าที่ป้องกัน และควบคุมไม่ให้หน่วยแรงด้านข้างลดลงมากเกินไป เพื่อป้องกันการลดลงของแรงทางด้านข้างที่มากเกินไป

กำแพงกันดินชนิด sheet pile wall สามารถติดตั้งได้โดยที่ระหว่างการติดตั้งนั้นดินจะไม่ถูกรบกวนเลย ทั้งนี้เพราะความหนาของ sheet pile นั้นน้อยมาก ทำให้ในระหว่างขั้นตอนการตอกนั้นดินแทบจะไม่เกิดการเลื่อนตัวเลย และมีน้ำหนักเบาทำให้ชั้นดินที่รองรับด้านล่างไม่ต้องมีชั้นดินแข็งรองรับด้านล่าง แต่ว่าความลึกที่ได้นั้นก็จะไม่มากนัก

ชนิดของ sheet pile ที่ใช้ในการทำกำแพงกันดินสามารถแบ่งออกคร่าว ๆ ตามวัสดุที่ใช้ได้ดังนี้

- Heavy-guage steel sheet pile เป็น sheet pile ที่ทำจากเหล็กกำลังสูงตามมาตรฐาน ASTM เป็น sheet pile ที่มีหน้าตัดใหญ่
- Light-guage steel sheet pile เป็น sheet pile ที่มีขนาดความหนาไม่เกิน 7 mm มีขนาดหน้าตัดเล็ก
- Wood sheet pile เป็น sheet pile ที่ทำจากไม้เหมาะสำหรับงานชั่วคราว
- Concrete sheet pile เป็น sheet pile ที่ทำขึ้นจากแผ่นคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จหนาประมาณ 15-30 cm sheet pile ชนิดนี้เหมาะสำหรับงานที่การกัดกร่อนสูง หากมีการนำ sheet pile ชนิดนี้ไปใช้ในบริเวณที่ดินอ่อนจะทำให้ทรุดตัวได้เพราะมีน้ำหนักมาก
- นอกจากที่กล่าวมายังมี sheet pile ที่ทำจากวัสดุชนิดอื่นอีก เช่น Vinyl , Fiberglass เป็นต้น

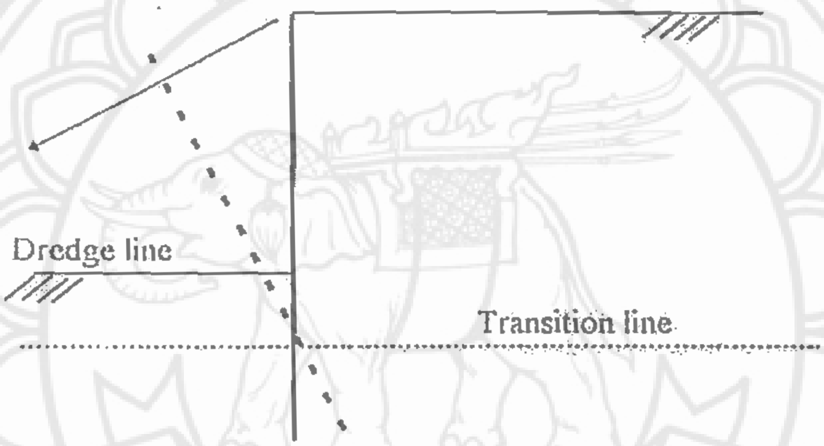
2.2 รูปแบบของ sheet pile wall มีด้วยกันหลายแบบคือ

2.2.1 Cantilever Sheet Pile Walls เป็นการตอกผนังกันดินให้จมลงไปในดินในระยะที่พอให้ปลายล่างของผนังยึดแน่นกับดิน

2.2.2 Anchored Sheet Pile Walls มีลักษณะเหมือน Cantilever Sheet Pile Walls แต่เพิ่มในส่วนของสมอยึดเข้ามา

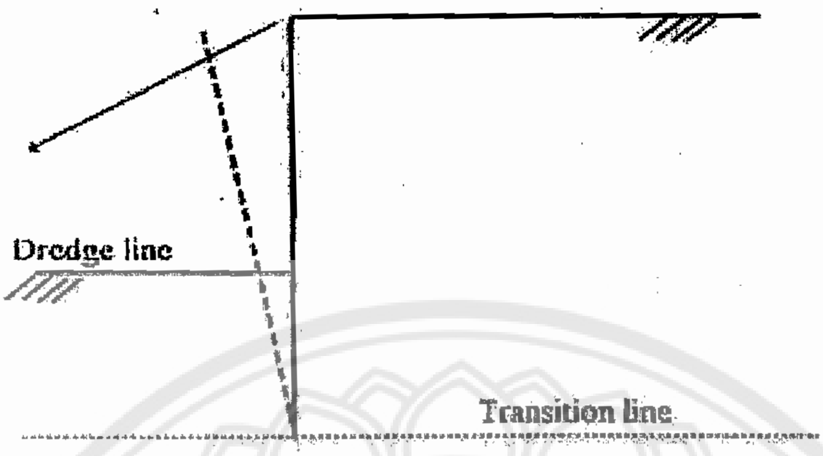
2.3 การออกแบบ Cantilever Sheet Pile Wall

ก่อนที่จะทำการออกแบบได้นั้นจะต้องมีการวิเคราะห์แรงที่เกิดขึ้นเสียก่อน ซึ่งจะทำให้สามารถคำนวณระยะฝังตัวและหน้าตัดของ sheet pile ได้ถูกต้อง แรงดันดินที่กระทำต่อตัว sheet pile นั้นได้มาจากสมมุติฐานที่ว่า sheet pile จะมีพฤติกรรมเป็น rigid body



ซึ่งในการคำนวณนั้นเราจะต้องหาค่าระยะฝังตัวของ sheet pile และตำแหน่งของ Transition line แต่ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดให้ระดับของ Transition line อยู่ที่ปลายของ sheet pile ทำให้เราสามารถตัดตัวแปรออกไปได้หนึ่งตัวเหลือเพียง แต่ระดับที่จะฝัง sheet pile ลงไป

จากการตัดตัวแปร ดังกล่าวออกไปแล้วนั้นทำให้กำแพงกันดินดังกล่าวมีลักษณะเหมือนกับคานยื่น ซึ่งเรากำหนดจุดหมุนให้อยู่ที่ปลาย sheet pile



2.4 ขั้นตอนการคำนวณ

2.4.1. สมมติค่าความยาว sheet pile ที่จะฝังลงไปในดิน

2.4.2. คำนวณค่า

$$k_a = \tan^2(45 - \frac{\phi}{2})$$

$$k_p = \tan^2(45 + \frac{\phi}{2})$$

2.4.3. คำนวณค่า $\sigma_v = \gamma \times h$ at Left hand side(LHS) and Right hand side (RHS)

2.4.4. คำนวณค่า $\sigma'_v = \sigma_v - u$ at Left hand side(LHS) and Right hand side (RHS)

2.4.5. คำนวณค่า $\sigma'_h = (\sigma'_v \times k_a) - (2 \times c \times \sqrt{k_a})$ at LHS and RHS

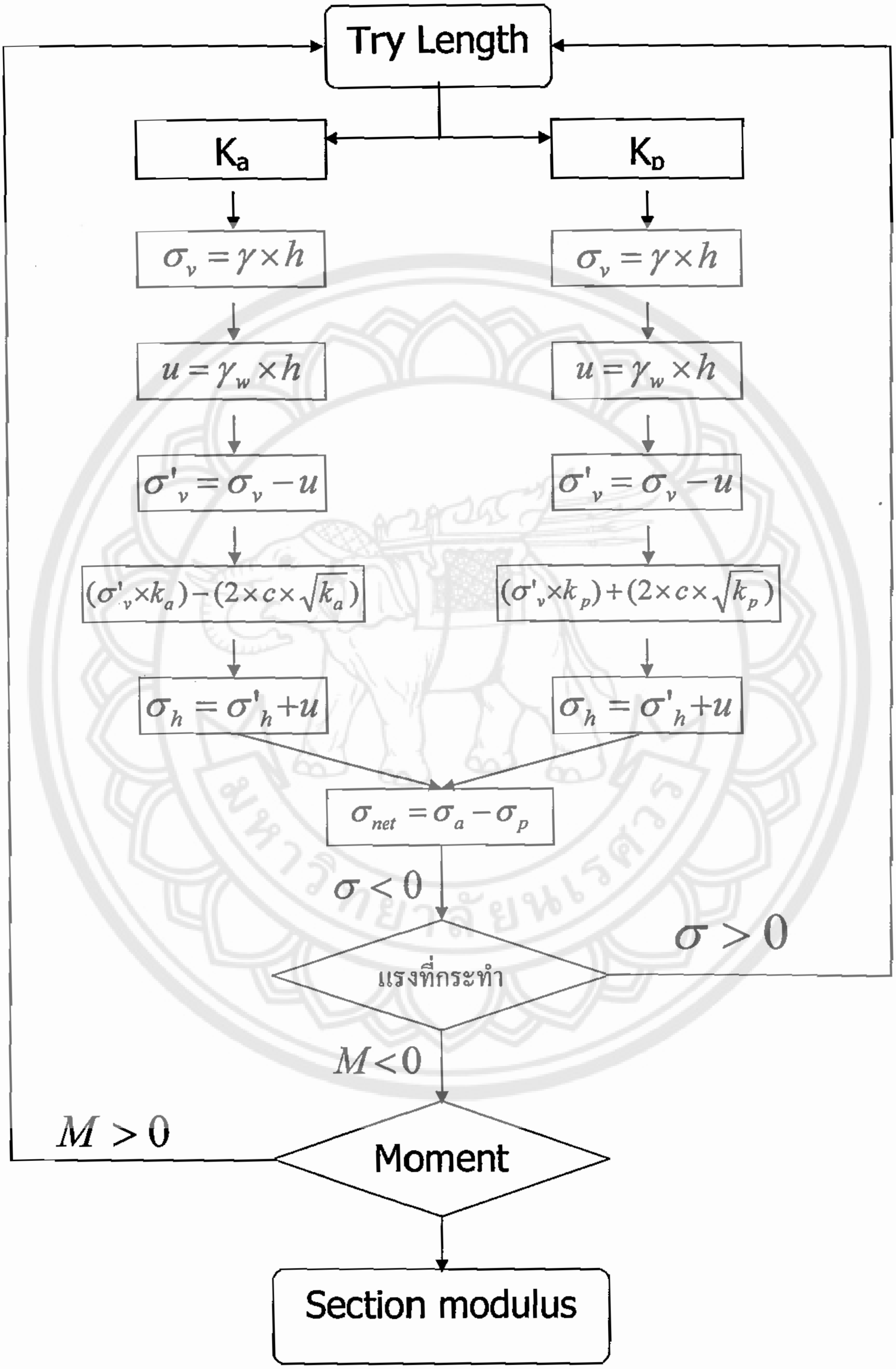
2.4.6. คำนวณค่า $\sigma_h = \sigma'_h + u$ at LHS and RHS

2.4.7. คำนวณค่า $\sigma_{net} = \sigma_a - \sigma_p$

2.4.8. นำค่า σ_{net} ไปเขียนเป็นกราฟ แล้วคำนวณหาพื้นที่ใต้กราฟ

2.4.9. คำนวณหาค่า Net pressure และ Net Moment

2.4.10. นำค่า Net Moment มาหาค่า section modulus


Try Length
Ka
Kp
σv = γ×h
u = γw×h
σ'v = σv − u
(σ'v×ka) − (2×c×√ka)
(σ'v×kp) + (2×c×√kp)
σh = σ'h + u
σnet = σa − σp
σ < 0
σ > 0
แรงที่กระทำ
M<0
M > 0
Moment
Section modulus