

บทที่ 1

บทนำ



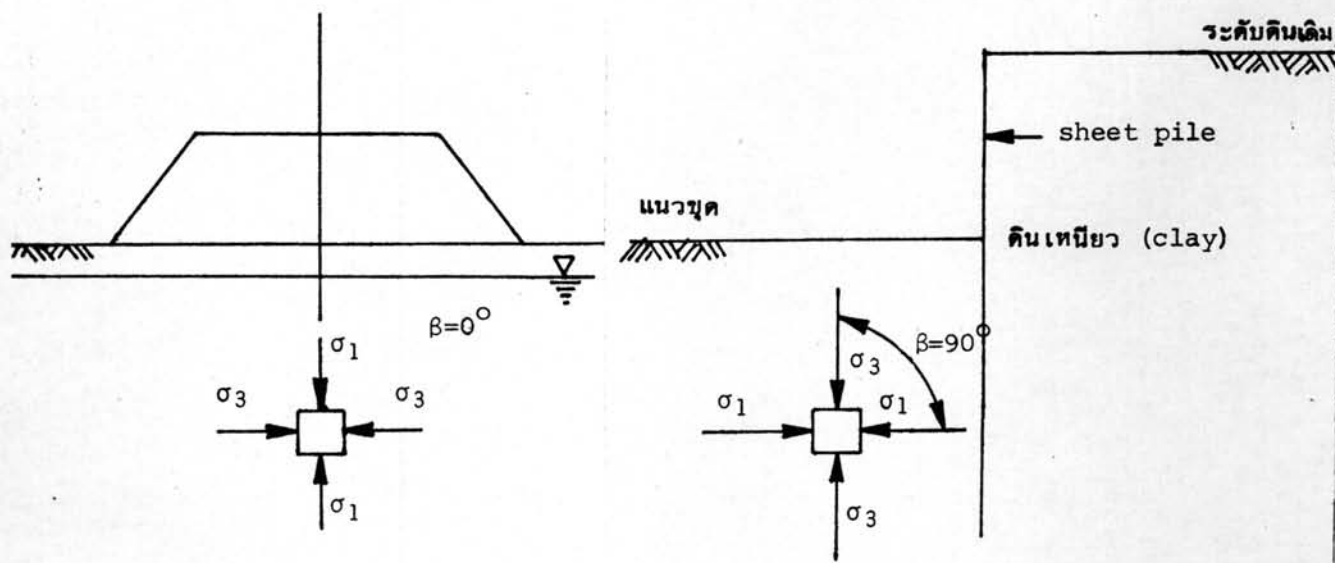
### 1.1 นิยาม

แอนไอโซทรอปีย์ของกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรอนเป็นลักษณะของการเปลี่ยนแปลงของกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรอนต่อทิศทางของหน่วยแรงหลัก (major principal stress) ที่กระทำต่อมวลดิน นั่นคือ ถ้ามีหน่วยแรงหลักมากกระทำต่อจุดใดจุดหนึ่งของมวลดินจนถึงจุดวิบัติในทิศทางตั้งหรือแนวเอียงใด ๆ หรือแนวราบและดินอยู่ในสภาพระบายน้ำไม่ทัน (undrained) มวลดินนั้นจะมีกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรอน ( $S_u$ ) คอบสนองต่อหน่วยแรงหลักเหล่านั้นแตกต่างกัน ขึ้นกับทิศทางที่หน่วยแรงหลักกระทำและกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรอนเมื่อหน่วยแรงหลักอยู่ในแนวตั้ง (ดูรูปที่ 1.1) อาจจะมีมากกว่าหรือน้อยกว่ากำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรอนเมื่อหน่วยแรงหลักอยู่ในแนวราบ ขึ้นกับชนิดและสัดส่วนโอเวอร์คอนโซลิเดชัน (Overconsolidation ratio, OCR) ของดิน

1.2 มูลเหตุของคุณสมบัติแอนไอโซทรอปีย์ของกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรอน (LADD and FOOTT, 1974) ประกอบด้วยองค์ประกอบ 2 ส่วนคือ

1.2.1 แอนไอโซทรอปีย์ประจำตัว (inherent anisotropy) เกิดจากการจัดโครงสร้างของเม็ดดินแบบเป็นระเบียบ มีการจัดเรียงตัวของเม็ดดินขนานกันจำนวนหนึ่งซึ่งเกิดขึ้นระหว่างการตกตะกอนทับถม หรือภายหลังการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม เมื่อถูกหน่วยแรงหลักมากกระทำในทิศทางต่างกัน การหันเหของเม็ดดินดังกล่าวจะทำให้กำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรอนของดินแตกต่างกันออกไป

1.2.2 แอนไอโซทรอปีย์เหนี่ยวนำโดยความเค้น (stress induced anisotropy) เกิดจากการที่ทิศทางและขนาดของหน่วยแรงหลักเปลี่ยนไปจากสภาพเดิมระหว่างที่แรงเฉือนกระทำ



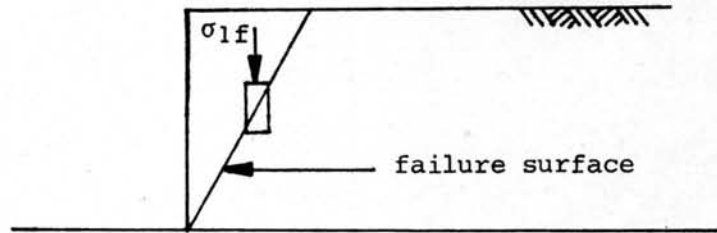
รูปที่ 1.1 ก. ลักษณะของความเค้นที่มากระทำ  
เมื่อดินต้องรับแรงเฉือนแบบอัน  
เดรน เนื่องจากหน่วยแรงหลัก  
(major principal stress)  
อยู่ในแนวตั้ง (เรียกสั้น ๆ ว่า  
แรงเฉือนแบบอันเดรนในแนวตั้ง)

ข. ลักษณะของความเค้นที่มา  
กระทำเมื่อดินต้องรับแรงเฉือน  
แบบอันเดรนอัน เนื่องจากหน่วย  
แรงหลักอยู่ในแนวนอน (เรียก  
สั้น ๆ ว่าแรงเฉือนแบบอันเดรน  
ในแนวนอน)

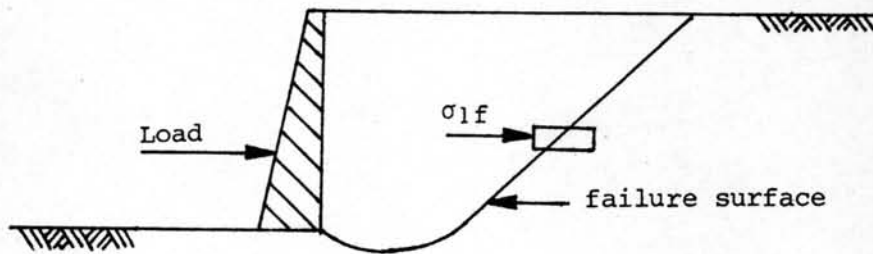
### 1.3 การนำไปใช้ประโยชน์ในทางปฏิบัติ (practical application)

ตัวอย่างรูปแบบของการวิบัติและระบบความเค้นที่แสดงถึงการที่แอนไอโซทรอปปี  
ของกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรนอาจถูกนำเข้ามาคิดในงานออกแบบ พิจารณาได้จากรูป  
ที่ 1.2

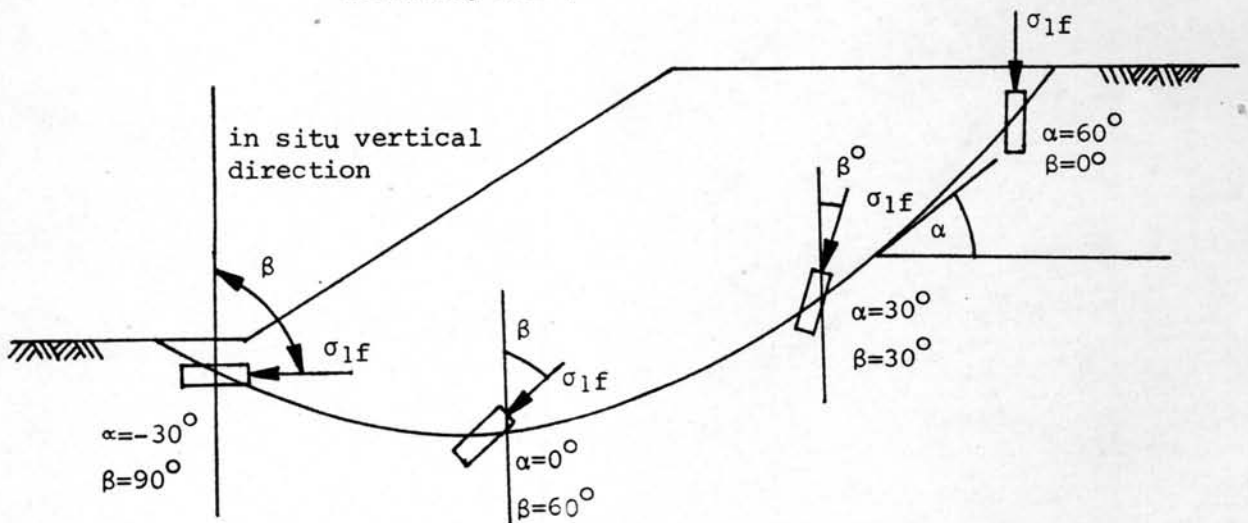
ก. การขุดตัดดินแนวตั้งเป็นระยะทางยาว (long vertical cut) เมื่อเกิด  
การวิบัติจะมีระบบความเค้นเป็นแบบแอคทีฟ (active stress condition) มีหน่วยแรง  
หลักขณะวิบัติ ( $\sigma_{1f}$ ) อยู่ในแนวตั้งเช่นเดิม



รูปที่ 1.2 ก. การขุดตัดดินแนวตั้งเป็นระยะทางยาว (Long vertical cut)



ข. แนวดินยาวรับแรงภายนอกมากกระทำที่กำแพง (Long loaded retaining wall)



ค. หน้าดินชันยาว (long cut slope)

ข. แนวดินยาวรับแรงภายนอกซึ่งกระทำที่กำแพง (long loaded retaining wall) เมื่อเกิดการวิบัติจะมีระบบความเค้นเป็นแบบพาสซีฟ (passive stress condition) มี  $\sigma_{1f}$  อยู่ในแนวราบ กรณีนี้  $\sigma_1$  เปลี่ยนทิศทางไป  $90^\circ$  จากตำแหน่งเดิม (ก่อนถูกแรงกระทำ  $\sigma_1$  อยู่ในแนวตั้ง) ภายหลังจากถูกแรงกระทำ

ค. แสดงระบบความเค้นตามพื้นผิวรอยวิบัติแบบโค้งของคันดิน (stress system along the failure surface of circular arc) ทิศทางของพื้นผิวรอยวิบัติ (failure plane) และหน่วยแรงหลักขณะวิบัติ (major principal stress at failure) จะแตกต่างกันไปในทุก ๆ ตำแหน่งตามแนวโค้งดังกล่าว ดินที่มีคุณสมบัติแอนไอโซทรอปี้ของกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรน จะมีค่า  $S_{u\beta}$  แปรเปลี่ยนไปในทุก ๆ ตำแหน่งบนพื้นผิวรอยวิบัติ

### วัตถุประสงค์

การวัดกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรนของดินอ่อนเมื่อมีความเค้นมากกระทำในทิศทางที่ต่างกัน สามารถกระทำได้หลายวิธี ทำให้จำเป็นต้องศึกษาองค์ประกอบที่มีผลต่อการวัดและศึกษาว่า การทดลองแบบใดจะให้พฤติกรรมของดินใกล้เคียงกับความจริงที่สุดซึ่งจะเป็นประโยชน์มากต่อการออกแบบฐานราก

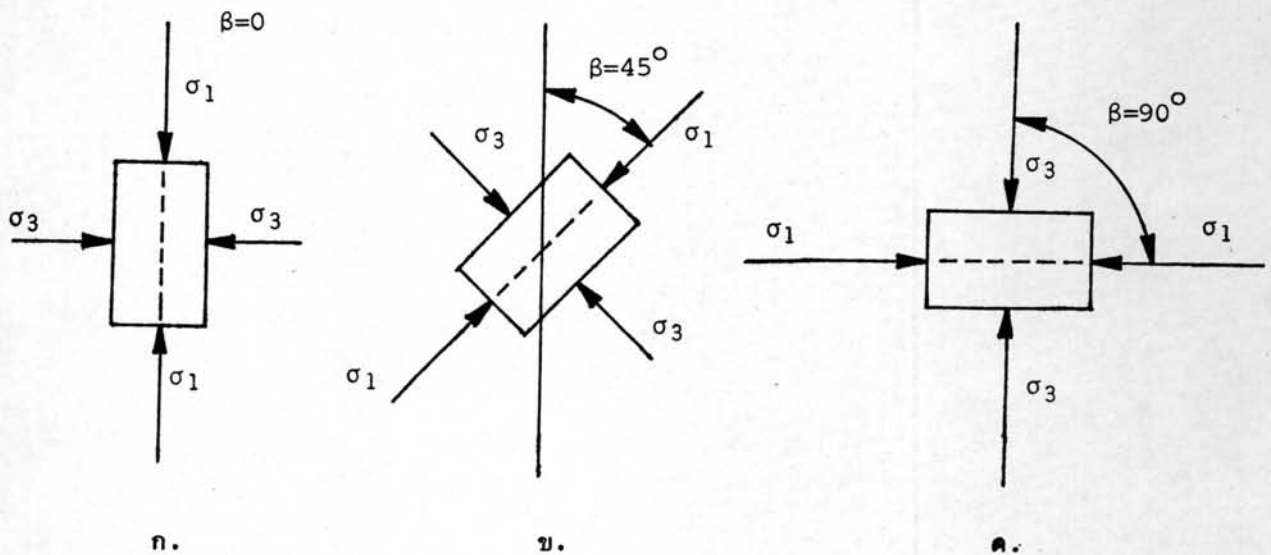
### การวิจัยนี้ได้ตั้งจุดประสงค์ไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลงของกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรนต่อทิศทางของความเค้นที่เข้ามากระทำสำหรับดินอ่อนในกรุงเทพฯ (Anisotropy of Undrained Shear Strength)
2. เพื่อศึกษาความเหมาะสมของวิธีการง่าย ๆ (เช่นวิธีแบบ Unconfined compression หรือ Unconsolidated undrained triaxial compression tests) ที่ใช้ในการทดสอบปัจจุบันในการวัดแอนไอโซทรอปี้ของกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรน

ขอบเขตของงานวิจัย

ทำการทดสอบดินอ่อนกรุงเทพฯ โดยใช้ตัวอย่างแบบถูกรบกวนน้อยที่สุด (Undisturbed samples) เก็บจากระดับความลึก 4.50-5.00 เมตร และ 7.00-7.50 เมตร เก็บตัวอย่างเป็น 3 แบบ คือ ตัวอย่างแบบตั้ง แบบเอียง  $45^{\circ}$  และแบบราบ และทำการทดสอบดังนี้

1. ทดสอบแบบ Unconsolidated undrained triaxial compression test (UU) ใช้ตัวอย่างทั้ง 3 แบบ จะได้กำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรนของดินอ่อนเมื่อหน่วยแรงหลักขณะวิบัติ ( $\sigma_{1f}$ ) กระทำในทิศทางต่าง ๆ กัน เปรียบเทียบกำลังดังกล่าว เพื่อพยายามที่จะวัดแอนไอโซทรอปี้ประจำตัว (inherent anisotropy) จากรูปที่ 1.3 การทดสอบจะทำทั้งในตัวอย่างที่ถูกรบกวนน้อยที่สุด (Undisturbed samples) และตัวอย่างที่ถูกคลุกเคล้าใหม่ (Remolded samples) เพื่อแสดงให้เห็นผลของการรบกวนต่อดินที่มีต่อพฤติกรรมทางด้านแอนไอโซทรอปี้ของแรงเฉือนแบบอันเดรน



รูปที่ 1.3 ระบบความเค้นในตัวอย่างการทดสอบ Unconsolidated Undrained Compression (UU) ของตัวอย่างในแนวตั้ง ในแนวเอียง  $45^{\circ}$  และตัวอย่างในแนวราบ (ก, ข และ ค. ตามลำดับ)



2. ทดสอบแบบ Isotropically consolidated undrained triaxial compression tests (CIUC) วัดความดันน้ำในตัวอย่างระหว่างการทดสอบด้วย ใช้ตัวอย่างทั้ง 3 แบบ ทุกแบบทดสอบที่ค่าความเค้นทัณฑ์ประสิทธิผล (in situ effective stress) และความเค้นคอนโซลิดเคชันต่างกันออกไป การเปรียบเทียบกำลังที่ความเค้นทัณฑ์ประสิทธิผล คาดว่า จะได้เห็นค่าใกล้เคียงกันอีกของแอนไอโซทรอปี่ประจำตัว (เพราะดินมีความเค้นใกล้เคียงกับธรรมชาติ) การเปรียบเทียบที่ความเค้นคอนโซลิดเคชันต่างกัน จะทราบถึงการเปลี่ยนแปลงของแอนไอโซทรอปี่ประจำตัวอื่น เนื่องจากความเค้นคอนโซลิดเคชันแบบไอโซทรอปิก (Isotropic consolidation stress) ระหว่างทำการทดลอง

3. ทดสอบแบบ Anisotropically consolidated undrained triaxial compression tests (กคตามแกน  $\beta=0^\circ$ ) และ Anisotropically consolidated undrained triaxial extension tests (ดึงตามแกน  $\beta=90^\circ$ ) โดยใช้ตัวอย่างแบบตั้ง การคอนโซลิดเคชันตัวอย่างของการทดสอบนี้จะมีระบบความเค้นคอนโซลิดเคชันเหมือนจริงที่สุดเท่าที่เครื่องมือจะมี เมื่อเปรียบเทียบกำลังรับแรงเฉือนแบบอันเดรนของการทดสอบทั้งสอง จะได้ผลลัพธ์รวมของแอนไอโซทรอปี่ประจำตัว แอนไอโซทรอปี่เหนี่ยวนำโดยการเปลี่ยนทิศทางของหน่วยแรงหลักและผลของขนาดของ Intermediate principal stress และเมื่อเปรียบเทียบการทดสอบกับผลจากการทดสอบ UU จะให้เห็นความเหมาะสมของการทดสอบแบบ UU ด้วย

องค์ประกอบอื่นที่ศึกษาพร้อมไปด้วยคือ ความสัมพันธ์ของ Stress & strain พารามิเตอร์ของความดันน้ำระหว่างเม็ดดิน (Pore pressure parameters) ทางเดินของความเค้น (Stress paths) เอนVELOPEของการวิบัติ (failure envelope) ในเทอมของความเค้นรวมและความเค้นประสิทธิผล