

รายละเอียดประกอบการแนะนำ

CE 372 ENGINEERING SOIL TESTS

1. การจัดการเรียนการสอน

การเรียนภาคปฏิบัติ ซึ่งในแต่ละตอนจะแบ่งนักศึกษาออกเป็นกลุ่มย่อย กลุ่มละ 4-6 คน นักศึกษาทุกคนในแต่ละกลุ่มจะช่วยกันทำการทดลองแต่ละเรื่อง จนเสร็จสิ้นการทดลองในเรื่องนั้น การทดลองบางหัวข้อ จำเป็นต้องทำการทดลอง และ/หรือ บันทึกข้อมูลผลการทดลอง ต่อเนื่องนอกเวลาตามตารางสอนปกติ ซึ่งนักศึกษาจะต้องรับผิดชอบจัดเวรผลัดเปลี่ยนมาทำการทดลองหรือบันทึกข้อมูลให้ครบถ้วน ในการทดลองบางหัวข้อ นักศึกษาทุกกลุ่มจะปฏิบัติทดลองในหัวข้อเดียวกันพร้อมๆกัน แต่ในบางหัวข้อ จะมีการแยกปฏิบัติทดลองต่างเรื่องกันตามกำหนดการเรียนที่แจ้งให้ทราบล่วงหน้า ในการเข้าเรียนแต่ละครั้ง ให้นักศึกษาทุกคนเตรียมตัวเข้าเรียน โดยการอ่าน, ศึกษา, หรือค้นคว้าเกี่ยวกับเนื้อหาของเรื่องที่จะทำการปฏิบัติทดลองในแต่ละครั้งมาล่วงหน้า พร้อมทั้งจะปฏิบัติทดลองได้ด้วยตนเอง โดยอาจารย์ผู้ควบคุมจะบรรยายสรุปเรื่องที่จะปฏิบัติทดลองในช่วงเวลานั้น ๆ อย่างสั้น ๆ เพื่อให้ศึกษามีเวลาปฏิบัติทดลองได้อย่างพอเพียง

2. หัวข้อการสอน

2.1 MOISTURE CONTENT DETERMINATION เป็นการทดลองเพื่อประเมินค่าความชื้นของตัวอย่างดิน โดยใช้เตาอบไฟฟ้าอบดินให้แห้ง และ **TOTAL UNIT WEIGHT DETERMINATION** การทดสอบเพื่อประเมินค่าหน่วยน้ำหนักมวลดิน มีความสำคัญอย่างมากสำหรับวิศวกรปฐพีสำหรับการคำนวณต่าง ๆ

2.2 SPECIFIC GRAVITY TEST เป็นการทดลองเพื่อประเมินค่า Specific Gravity ของตัวอย่างดินเม็ดละเอียด โดยใช้ ขวดแก้ว (volumetric flask) ความจุ 500 cc เป็นขวดหา ถ.พ. (Pycnometer)

2.3 GRAIN SIZE ANALYSIS หรือ PARTICLE SIZE ANALYSIS เป็นการทดลองเพื่อประเมินปริมาณของเม็ดดินขนาดต่างๆในตัวอย่างมวลดินละเอียด (particle size distribution) สำหรับตัวอย่างมวลดินละเอียดหยาบ จะทดลองโดยวิธีกล (mechanical method) หรือ **SIEVING TEST** โดยการนำตัวอย่างมวลดินละเอียดทั้งหมดไปล้างน้ำผ่านตะแกรง No.200 (wash sieving) แล้วนำดินส่วนที่ค้างบนตะแกรง No.200 ไปร่อนผ่านชุดตะแกรงหยาบแบบแห้ง (dry sieving) ส่วนตัวอย่างมวลดินละเอียดละเอียด (ร่อนผ่านตะแกรง No.200) จะทดลองด้วยวิธี **HYDROMETER TEST** โดยอาศัยหลักการตกตะกอนของ Stokes' Law ในการประเมินขนาดของเม็ดดิน และใช้ hydrometer ในการประเมินปริมาณของเม็ดดินขนาดต่างๆที่ลอยอยู่ในหลอดทดลอง

2.4 ATTERBERG LIMITS TEST เป็นการทดลองเพื่อประเมินค่า Atterberg Limits หรือ Consistency Limits ของตัวอย่าง ดินเม็ดละเอียด (เม็ดดินที่ร่อนผ่านตะแกรง No.40) ประกอบด้วยการทดลองประเมินค่า Liquid Limit (LL), Plastic Limit (PL), และ Shrinkage Limit (SL) ของตัวอย่างดิน และรวมไปถึงการทดลองเพื่อประเมินค่า Linear Shrinkage (LS) ของตัวอย่างดินด้วย

2.5 PERMEABILITY TEST เป็นการทดลองเพื่อศึกษาประสิทธิภาพการไหลของน้ำผ่านมวลดินโดยการประเมินค่า Coefficient of Permeability (k) ของตัวอย่างดินในห้องปฏิบัติการ โดยวิธี constant head method และวิธี variable head หรือ falling head method

2.6 SOIL COMPACTION TEST เป็นการทดลอง เพื่อศึกษาถึงความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นของมวลดินที่นำมาบดอัด กับ ความหนาแน่นแห้งของมวลดินนั้นเมื่อบดอัดแล้ว โดยใช้พลังงานในการบดอัดเป็นค่าคงที่ค่าหนึ่ง และเพื่อประเมินค่าความชื้นเหมาะสม (Optimum Moisture Content, OMC) ที่จะทำให้สามารถบดอัดมวลดินคละนั้นได้ความหนาแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) ภายใต้ compaction energy ที่กำหนดให้

2.7 FIELD DENSITY TEST เป็นการทดลองเพื่อประเมินค่าความหนาแน่นแห้ง (dry density) ของมวลดินที่บดอัดแล้วในสนามเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความหนาแน่นแห้งสูงสุด (Maximum Dry Density) ของมวลดินนั้นที่บดอัดโดยวิธีมาตรฐานในห้องปฏิบัติการ ทำการทดลองโดยวิธี sand replacement method หรือการแทนที่ด้วยทราย ซึ่งรวมไปถึงการ calibrate อุปกรณ์การทดลอง (sand cone calibration) เพื่อประเมินค่าความหนาแน่นคงที่ของทราย ที่ใช้เป็นตัวกลางในการทดลองนี้

2.8 CONSOLIDATION TEST หรือ OEDOMETER TEST เป็นการทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติการยุบตัวของมวลดินแบบ One Dimensional Consolidation ตามทฤษฎีของ Terzaghi และประเมินค่าสัมประสิทธิ์ต่างๆ ที่เป็นคุณสมบัติการยุบตัวของมวลดิน ตัวอย่างดินที่ใช้ทดลองจะเป็น undisturbed soil sample ซึ่งเป็นตัวอย่างดินที่คงคุณสมบัติเหมือนมวลดินในสภาพธรรมชาติ การเรียนหัวข้อนี้จะใช้เวลา 2 สัปดาห์ โดยสัปดาห์แรก จะเป็นการปฏิบัติการทดลองโดยใช้ Oedometer เรียนรู้การเตรียมตัวอย่างทดลอง การอ่านค่าและบันทึกผลการทดลอง และในสัปดาห์ที่ 2 จะนำตัวอย่างข้อมูลที่ได้จากการทดลองเต็มรูปแบบ มาทำการคำนวณ และวิเคราะห์ สรุปผลการทดลอง

2.9 SHEAR STRENGTH TESTS เป็นการทดลองเพื่อศึกษาคุณสมบัติรับแรงเฉือน (Shear Strength Properties) ของตัวอย่างดิน เป็นการทดลองเพื่อประเมินค่า Shear Strength Parameters ของตัวอย่างดิน ซึ่งประกอบด้วยค่า Cohesion, c และค่า Angle of Internal Friction หรือ Friction Angle, ϕ ในที่นี้จะศึกษาทดลอง 3 วิธีคือ

2.9.1 DIRECT SHEAR TEST เป็นการทดลองโดยใช้อุปกรณ์เรียกว่า shear box ซึ่งได้กำหนดระนาบของ failure plane หรือ shear plane ไว้ล่วงหน้า ให้แรงกระทำต่อตัวอย่างดินจนตัวอย่างดินถึงจุดวิบัติ (failure) ทั้ง normal stress และ shear stress บน failure plane โดยตรง ใช้ทดลองได้กับตัวอย่างดินทุกชนิดทุกประเภทแต่นิยมใช้ทดลองกับทราย หรือกับตัวอย่างดินเหนียวประเภท remolded sample การทดลองวิธีนี้ ไม่สามารถวัดค่าความดันน้ำภายในตัวอย่างดิน (pore water pressure) ในระหว่างทำการทดลองได้ จึงวิเคราะห์ประเมินได้เพียงค่า total stress shear strength parameters

2.9.2 TRIAXIAL COMPRESSION TEST เป็นการทดลองตัวอย่างดินรูปทรงกระบอก ปกติใช้ทดลองตัวอย่างดินเหนียว โดยติดตั้งแท่งตัวอย่างดินใน cell ที่สามารถควบคุมความดันภายใน cell ตามที่ต้องการได้ เพื่อให้มีแรงกระทำต่อตัวอย่างดินได้ในทุกทิศทาง เรียกว่า confining stress หรือ cell pressure หรือ all-round pressure ให้แรงกระทำต่อตัวอย่างดินจนถึง failure ในรูปของ principal stresses โดยไม่มีการกำหนดระนาบของการวิบัติ (failure plane) ไว้ล่วงหน้า สามารถทดลองกับตัวอย่างดินภายใต้วิธีการควบคุมได้ทั้ง drained และ undrained condition รวมทั้งมีอุปกรณ์วัดค่าความดันน้ำ (pore water pressure) ภายในตัวอย่างดินระหว่างการทดลอง จึงสามารถวิเคราะห์ประเมินได้ทั้ง total stress shear strength parameters และ effective stress shear strength parameters

2.9.3 UNCONFINED COMPRESSION TEST เป็นการทดลอง Triaxial Compression Test แบบพิเศษคือ มีแต่แรงกดในแนวตั้งกระทำต่อตัวอย่างดินเพียงระนาบเดียว ส่วนแรงกดบนระนาบราบ (confining stress หรือ all-round pressure) ที่กระทำต่อตัวอย่างดิน จะมีค่าเป็นศูนย์ ใช้ทดลองกับตัวอย่างดินภายใต้สมมุติฐานที่ว่า ตัวอย่างดินที่มีคุณสมบัติเป็น saturated cohesive soil ภายใต้การควบคุมแบบ Undrained loading และวิเคราะห์ประเมินผลด้วยวิธี total stress analysis จะมีค่า total stress, undrained friction angle, $\phi_u=0$

3. การเข้าชั้นเรียนปฏิบัติการ

- 3.1 การเรียนภาคปฏิบัติแต่ละครั้ง จะอยู่ในความรับผิดชอบของอาจารย์ โดยมีผู้ช่วยวิชาการเป็นผู้ควบคุมดูแลและแนะนำวิธีการปฏิบัติทดลอง รวมไปถึงการสั่งการเพื่อรักษาระเบียบต่างๆ ภายในช่วงเวลาการเรียนภาคปฏิบัติตามที่อาจารย์ผู้ควบคุมกำหนดไว้
- 3.2 ผู้ที่ขาดเรียนภาคปฏิบัติมากกว่า 2 คาบเวลา จะมีเวลาเรียนไม่ถึงร้อยละ 80 ตามประกาศมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ผู้สอนจะไม่อนุญาตให้เข้าทำการสอบไล่
- 3.3 นักศึกษาที่ขาดเรียนภาคปฏิบัติหัวข้อใด คะแนนภาคปฏิบัติในหัวข้อนั้น รวมทั้งคะแนนรายงานจะเป็นศูนย์
- 3.4 การเข้าเรียนภาคปฏิบัติ ต้องแต่งกายให้เรียบร้อยรัดกุม เพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งให้ใส่รองเท้าหุ้มส้นที่ปิดมิดชิด ผู้ที่แต่งกายไม่เรียบร้อย อาจารย์หรือผู้ช่วยวิชาการที่ควบคุมอยู่ อาจไม่อนุญาตให้เข้าเรียนหรือทำการปฏิบัติต่อไปได้ และจะถือว่าขาดการเรียนในคาบเวลานั้นๆ
- 3.5 ในกรณีที่มีเหตุจำเป็นต้องขาดการเรียนในหัวข้อใด จะต้องเข้าเรียนทดแทน (make up) หัวข้อนั้น ๆ ในวันอื่น (ในกรณีที่ยังมีการเรียนในหัวข้อนั้นในตอนอื่น ๆ) ทั้งนี้จะต้องได้รับอนุญาตจากอาจารย์ผู้รับผิดชอบการเรียนในหัวข้อนั้นก่อน ถ้าไม่สามารถ make up ได้ จะถือว่าขาดเรียนในหัวข้อนั้น

4. การทำรายงาน

การทำรายงานผลปฏิบัติการในแต่ละหัวข้อการทดลองเพื่อส่งอาจารย์ผู้สอน ให้นักศึกษาแต่ละกลุ่มย่อย ทำรายงานผลปฏิบัติการแต่ละหัวข้อการทดลอง ตามที่อาจารย์ผู้ควบคุมกำหนด นำส่งที่ผู้ช่วยวิชาการในโรงประลองก่อนเข้าชั้นเรียนในสัปดาห์ถัดไป หรือตามที่อาจารย์ผู้ควบคุมกำหนด เนื้อหาหลักในรายงานโดยทั่วไปจะประกอบด้วย

- 4.1 บทนำ (Introduction)
- 4.2 วัตถุประสงค์ของการทดลอง (purposes)
- 4.3 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องกับการทดลอง (related principles and theories)
- 4.4 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ทำการทดลอง (samples, lab. materials and equipment)
- 4.5 วิธีการทดลองตามที่ปฏิบัติจริง (experimental procedures)
- 4.6 ข้อมูลที่ได้จากการทดลอง การคำนวณและการนำเสนอผลการทดลอง (data, calculations, presentation of calculation results, graphical presentations)
- 4.7 สรุปผลการทดลอง (summary of test results)
- 4.8 บทวิเคราะห์วิจารณ์ ผลการทดลองและวิธีทำการทดลอง โดยเปรียบเทียบกับทฤษฎี และ/หรือ วิธีการที่ถูกต้อง รวมทั้งข้อแนะนำเพิ่มเติม (discussion of test results and recommendations)
- 4.9 เอกสารอ้างอิง (references)

รายละเอียดดังกล่าวนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามคำสั่งของอาจารย์ผู้ควบคุมแต่ละหัวข้อการทดลอง ดังนั้น หากมีข้อสงสัยใด ๆ ให้สอบถามจากอาจารย์ผู้ควบคุม

5. การจัดทำและคะแนนรายงานการเรียนภาคปฏิบัติ

ให้จัดทำและส่งรายงาน (ตามที่อาจารย์ผู้สอนแต่ละหัวข้อเป็นผู้กำหนด) จำนวน 12 หัวข้อการทดสอบ ประกอบด้วย

คะแนนรายงาน

1. Moisture Content and Unit weight Determination	10
2. Specific Gravity Test	15
3. Grain Size Analysis: Sieving Test และ	
4. Grain Size Analysis: Hydrometer Test (รวม 2 หัวข้อ)	30
5. Atterberg's Limits Test	15
6. Permeability Test	15
7. Soil Compaction Test และ	
8. Field Density Test (รวม 2 หัวข้อ)	30
9. Consolidation Test (2 คาบเวลา)	30
10. Unconfined Compression Tests	15
11. Direct Shear Test	20
12. Triaxial Compression Test	20
รวมคะแนนรายงาน	<u>200</u>

6. การให้คะแนนรายงาน จะแบ่งการพิจารณาให้คะแนนส่วนต่างๆของรายงาน ดังนี้

- ก. การจัดทำรายงานส่วนที่เกี่ยวกับ ทฤษฎี, วัสดุอุปกรณ์, และวิธีการปฏิบัติตามที่ปฏิบัติจริง
- ข. ผลการปฏิบัติทดลอง ได้แก่ ความถูกต้องและเป็นไปได้ของข้อมูล, ขั้นตอนและวิธีการคำนวณ, ผลการคำนวณ, การแสดงผลการคำนวณและกราฟ เป็นต้น
- ค. การเขียนรายงานสรุปผลการทดลองและวิเคราะห์วิจารณ์ผลการทดลอง
- ง. ภาพรวมของรายงาน, ความตั้งใจในการทำรายงาน

7. การคิดคะแนนพิจารณาผลการศึกษา

คะแนนภาคปฏิบัติ จากการเข้าเรียนและการทำรายงาน	40 % ของคะแนนรวมตัดเกรด
คะแนนสอบข้อเขียน (Mid Term และสอบไล่)	60 % ของคะแนนรวมตัดเกรด

8. การสอบข้อเขียน (กลางภาคและปลายภาค) มีคะแนนเต็ม 200 คะแนน

สอบกลางภาค คะแนนเต็ม 80 คะแนน เวลา 3 ชั่วโมง สอบ 6 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย

1. Moisture Content Unit weight and Determination of Specific Gravity Test	20 คะแนน
2. Grain Size Analysis: Sieving Analysis and Hydrometer Tests	30 คะแนน
3. Permeability Test	15 คะแนน
4. Atterberg's Limits Test	15 คะแนน

สอบไล่ คะแนนเต็ม 100 คะแนน เวลา 3 ชั่วโมง สอบ 6 หัวข้อการทดลอง ประกอบด้วย
(คะแนนโดยประมาณ)

- | | |
|--|----------|
| 1. Consolidation Test | 30 คะแนน |
| 2. Soil Compaction Test and Field Density Test | 30 คะแนน |
| 3. Shear Strength Tests 3 หัวข้อการทดลอง | 60 คะแนน |

9. การพิจารณาผลการศึกษา (เกณฑ์ปกติ)

1. ขาดการเรียนภาคปฏิบัติในระหว่างภาคเรียนมากกว่า 2 คาบเวลา/หัวข้อการทดลอง ไม่มีสิทธิเข้าสอบไล่
2. จะพิจารณาคะแนนเฉพาะส่วนที่เป็นการสอบข้อเขียนก่อน (คะแนนสอบ Mid Term และ คะแนนสอบไล่)
ถ้าได้คะแนนสอบข้อเขียน มากกว่า 30% (54 คะแนน จาก 180 คะแนน) จึงจะนำคะแนนสอบข้อเขียนไปรวม
กับคะแนนรายงาน เป็นคะแนนรวมตัดเกรด เพื่อตัดเกรดขั้นสุดท้ายต่อไป แต่ถ้าได้คะแนนสอบข้อเขียนต่ำกว่า
30% (54 คะแนน) จะถูกพิจารณาให้สอบตก โดยไม่ต้องนำคะแนนรายงานมาพิจารณาร่วมด้วยแต่อย่างใด
3. ได้คะแนนรวมตัดเกรด (คะแนนรายงานภาคปฏิบัติ + คะแนนสอบข้อเขียน) มากกว่า 50% ถือว่าสอบผ่าน

10. เอกสารอ้างอิง

เอกสารจัดทำโดย ผศ.เดชาวุธ จารุตามระ

เอกสารจัดทำโดย ผศ.ดร. ธวัชชัย ต้นชัยสวัสดิ์

ปรับปรุงครั้งที่ 1 โดย ผศ.ดร.สุริยะ ทองมฤณี