วิชา 203352 การออกแบบฐานราก

โดย รศ.ดร วรากร ไม้เรียง

ผศ.ดร ก่อโชค จันทวรางกูร

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์

ภาคปลาย ประจำปีการศึกษา 2550

วัตถุประสงค์ของวิชา

1. เพื่อให้นิสิตเรียนรู้วิธีการประยุกต์ใช้หลักการปฐพีกลศาสตร์ในงานวิศวกรรมในการออกแบบฐานราก
2. เพื่อให้นิสิตเรียนรู้วิธีการออกแบบฐานรากระดับตื้น ฐานรากเสาเข็ม โครงสร้างดิน และโครงสร้างกันดิน
3. เพื่อให้นิสิตเรียนรู้วิธีปฏิบัติในการออกแบบ

เนื้อหาวิชา

1. บทนำและหลักการออกแบบฐานราก
2. โครงสร้างกันดิน
3. การวิเคราะห์และออกแบบความมั่นคงของลาดดิน
   - **Mid term Examination**
4. ฐานรากระดับตื้น
5. ฐานรากระดับลึกและเสาเข็ม
   - **Final Examination**

วิธีปฏิบัติในการออกแบบ

โครงสร้างคะแนน

1.	**สอบย่อย + การบ้าน+ การเข้าชั้นเรียน**	**10%**
2.	**สอบกลางภาค**	**40%**
3.	**สอบปลายภาค**	**40%**
4.	**Design Projects + Portfolio**	**10%**
	รวม	**100%**

นิสิตที่เข้าชั้นเรียนน้อยกว่า 80% ของเวลาเรียนจะไม่อนุญาตให้เข้าสอบ

การจัดการเรียนที่นิสิตมีส่วนร่วม

1. นิสิตทุกคนต้องมีแฟ้มประกอบการเรียนของตัวเอง (Portfolio) ประกอบด้วย ส่วนต่างๆอย่างน้อยคือ ข้อมูลใช้ในการออกแบบ การบ้านหรือ quiz รายงานการออกแบบ เอกสารประกอบการสอนหรือการเรียนอื่นๆ
2. นิสิตทุกคนจะได้รับการแบ่งกลุ่มแบบสุ่มเพื่อในทำงานเป็นทีมในโครงการออกแบบซึ่งจะต้องมีรายงานและนำเสนอผลงาน โดยคะแนนที่ได้จะแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนของอาจารย์ ส่วนของนิสิตในกลุ่ม และส่วนของนิสิตทั้งชั้น
3. โครงสร้างของคะแนนอาจปรับเปลี่ยนได้ตามความเหมาะสมในระหว่างการสอน

ความหมายของ

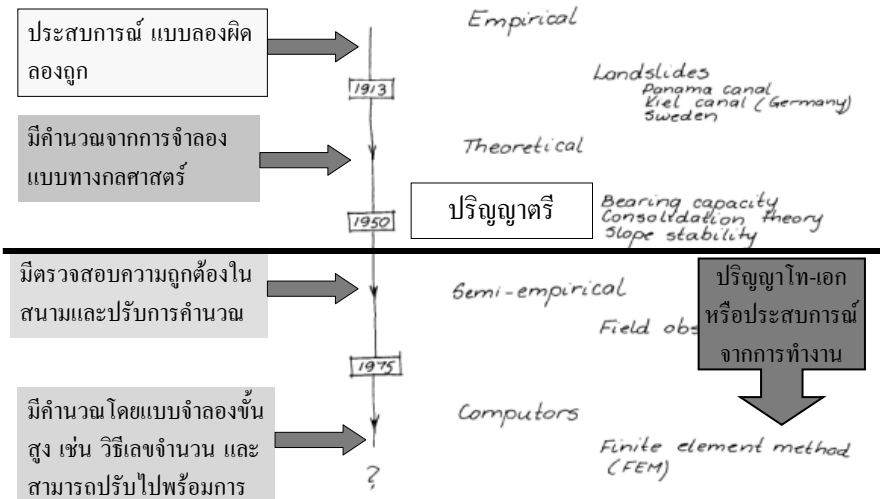
วิศวกรรมฐานราก หรือ การออกแบบฐานราก

คือ การวิเคราะห์ ออกแบบ และปรับปรุงแก้ไข ฐานรากของสิ่งก่อสร้างที่วางอยู่บนดิน หรือ ส่งถ่ายแรงให้ดิน หรือใช้ดินเป็นวัสดุก่อสร้าง เช่น

- ฐานรากอาคาร
- ผนังกันดิน
- ลาดดินขุดและถม
- ฐานรากสะพาน
- ท่าเทียบเรือ
- ท่อและอุโมงค์
- เขื่อน
- คันถนน
- การซ่อมแซมฐานราก

โดยประยุกต์เอาวิชา ปฐพีกลศาสตร์ ร่วมกับ การออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก ออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก และ ชลศาสตร์ของน้ำใต้ดิน

การพัฒนาการวิเคราะห์ออกแบบฐานราก



Solving Geotechnical Problems by Lambe's Model

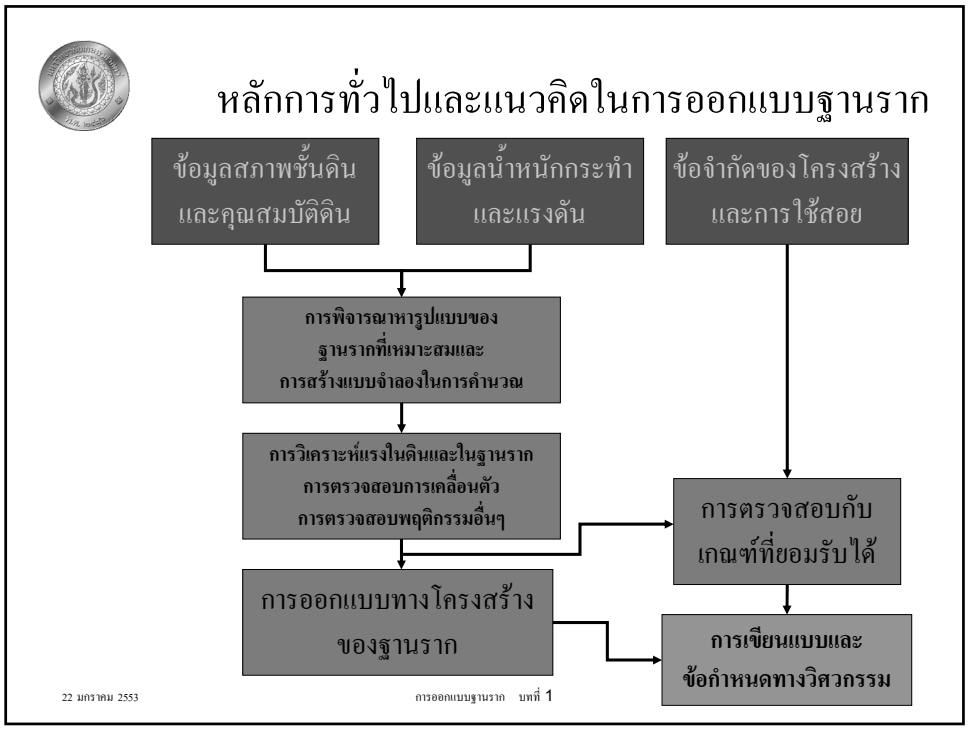
SOIL MECHNICS:
-Stress-strain properties.
-Theoretical analyses for soil mass.

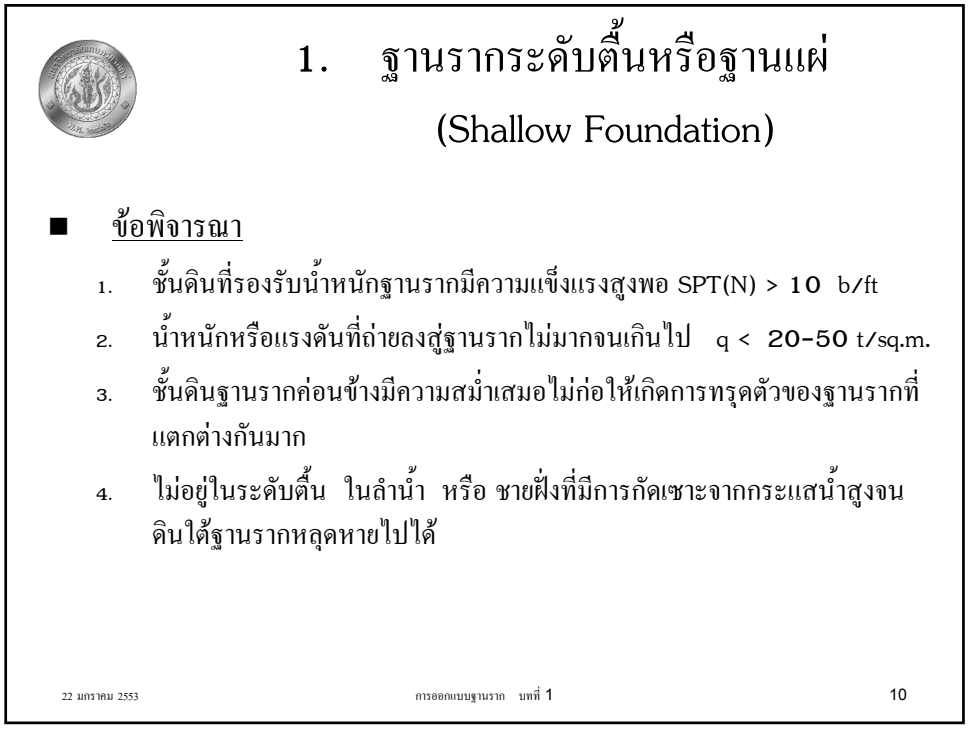
GEOLOGY , EXPLORATION:
-Composition of actual soil mass.

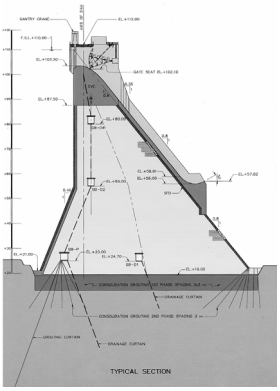
EXPERIENCES:
-Precedents – what designs have worked well under what conditions.

ECONOMICS:

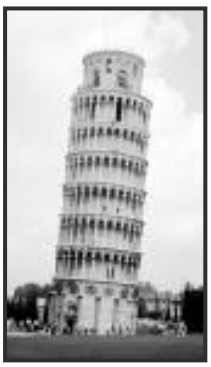
\+ Engineering Judgement. → **SOLUTIONS to Soil Engineering Problems**

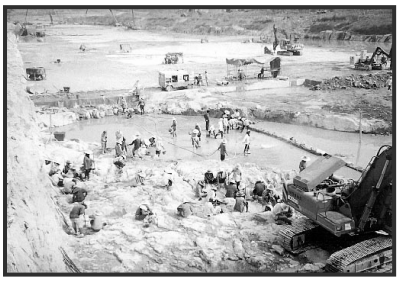

หลักการทั่วไปและแนวคิดในการออกแบบฐานราก
ข้อมูลสภาพชั้นดิน และคุณสมบัติดิน
ข้อมูลน้ำหนักกระทำ และแรงดัน
ข้อจำกัดของโครงสร้าง และการใช้สอย
การพิจารณาหารูปแบบของ ฐานรากที่เหมาะสมและ การสร้างแบบจำลองในการคำนวณ
การวิเคราะห์แรงในดินและในฐานราก การตรวจสอบการเคลื่อนตัว การตรวจสอบพฤติกรรมอื่นๆ
การตรวจสอบกับ เกณฑ์ที่ยอมรับได้
การออกแบบทางโครงสร้าง ของฐานราก
การเขียนแบบและ ข้อกำหนดทางวิศวกรรม
22 มกราคม 2553
การออกแบบฐานราก บทที่ 1


1. ฐานรากระดับตื้นหรือฐานแผ่
(Shallow Foundation)
ข้อพิจารณา
1. ชั้นดินที่รองรับน้ำหนักฐานรากมีความแข็งแรงสูงพอ SPT(N) > 10 b/ft
2. น้ำหนักหรือแรงดันที่ถ่ายลงสู่ฐานรากไม่มากจนเกินไป q < 20-50 t/sq.m.
3. ชั้นดินฐานรากค่อนข้างมีความสม่ำเสมอไม่ก่อให้เกิดการทรุดตัวของฐานรากที่แตกต่างกันมาก
4. ไม่อยู่ในระดับตื้น ในลำน้ำ หรือ ชายฝั่งที่มีการกัดเซาะจากกระแสน้ำสูงจนดินใต้ฐานรากหลุดหายไปได้
22 มกราคม 2553
การออกแบบฐานราก บทที่ 1
10



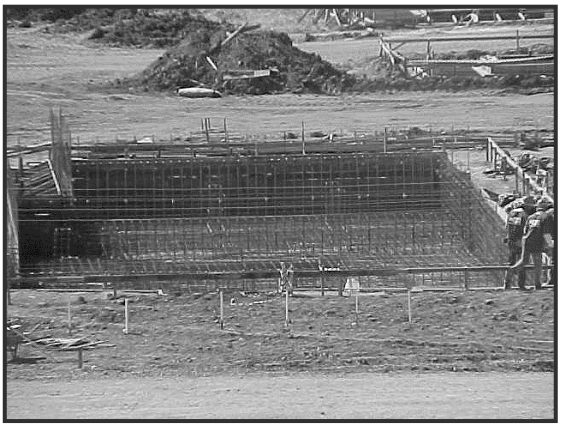
ฐานรากระดับตื้น



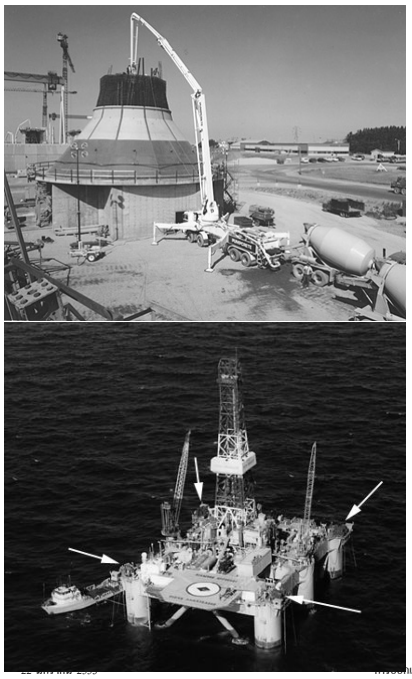


22 มกราคม 2553 การออกแบบฐานราก บทที่ 1 11

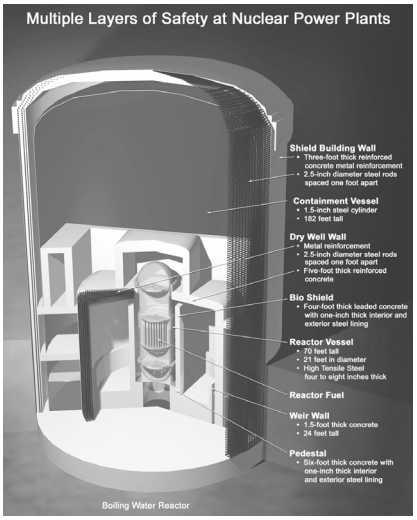
การออกแบบฐานรากระดับตื้น



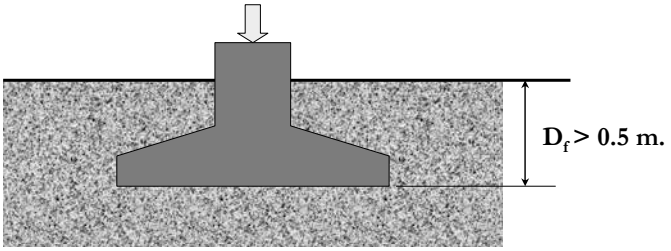
22 มกราคม 2553 การออกแบบฐานราก บทที่ 1 12



ฐานรากระดับตื้นขนาดใหญ่



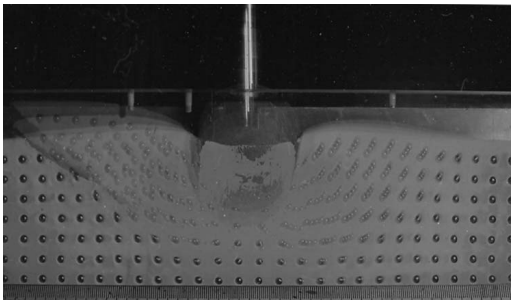
ฐานรากระดับตื้นหรือฐานแผ่



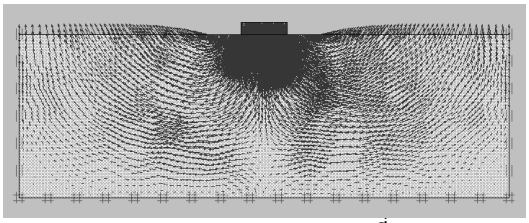
- <u>ปัญหาในการวิเคราะห์ออกแบบ</u>
  1. การหากำลังแบกทานของดินฐานรากที่รับได้สูงสุด
  2. การคำนวณการกระจายของหน่วยแรงใต้ฐานราก
  3. การคำนวณการทรุดตัวและอัตราการทรุดตัว
  4. ความแข็งแรงมั่นคงทางด้านโครงสร้างของฐานราก

การเคลื่อนตัวของดินใต้ฐานราก

Lab. Test

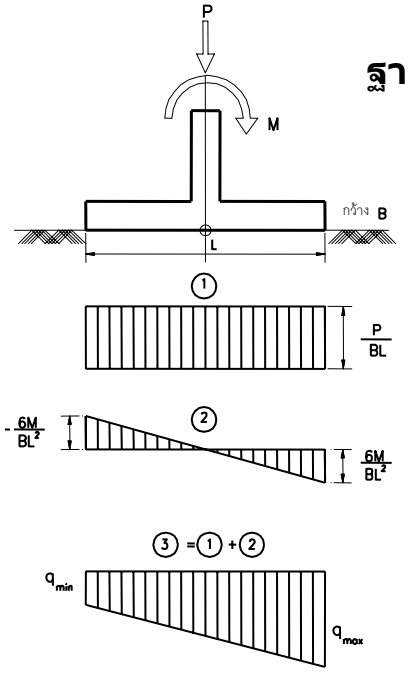


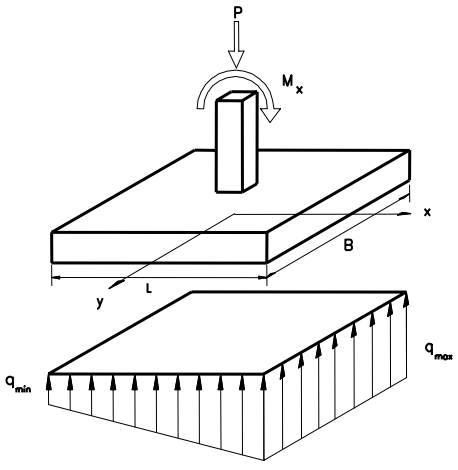
แบบจำลองทาง
คณิตศาสตร์



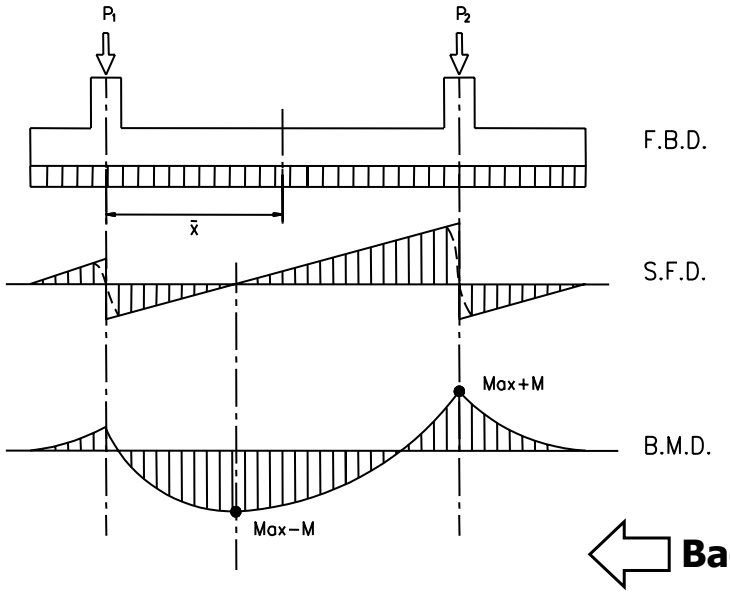
22 มกราคม 2553 การออกแบบฐานราก บทที่ 1 15

ฐานรากรับโมเมนต์แกนเดียว





Free body Diagram



Back

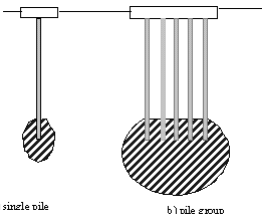
2.ฐานรากระดับลึกหรือฐานรากเสาเข็ม (Deep Foundation/Pile Foundation)

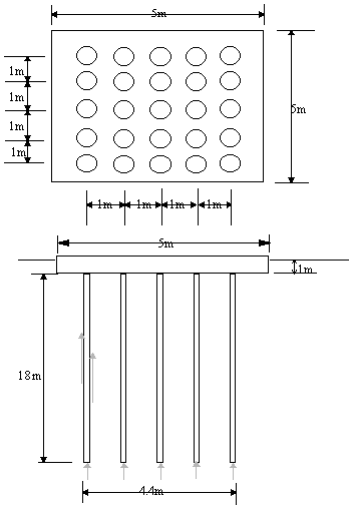
- <u>รูปแบบของฐานรากระดับลึก</u>
  1. เสาเข็ม (เข็มตอกหรือเข็มเจาะ)
  2. กำแพงใต้ดินแบบรับน้ำหนัก(Barrette Wall)
  3. แคซอง (Caison)
  4. Jet Grouting Pile, Deep Cement Mixing Pile
  5. Stone Column , Lime Column
  6. ฐานรากอื่นๆที่ถ่ายแรงลงดินในระดับลึก

2.ฐานรากระดับลึกหรือฐานรากเสาเข็ม

- <u>ความจำเป็นที่ต้องใช้ฐานรากระดับลึก</u>
  1. ดินชั้นบนอ่อนไม่สามารถรับน้ำหนักได้พอ
  2. แรงที่ถ่ายลงฐานรากสูงมาก
  3. มีชั้นดินที่แข็งแรงกว่าอยู่ในระดับลึกที่สามารถรองรับน้ำหนักได้ดี
  4. ฐานรากอยู่ในพื้นที่ที่มีการกัดเซาะสูง
  5. ฐานรากต้องรับแรงดึงหรือแรงดันลอยตัว
  6. ฐานรากต้องรับโมเมนต์สูง

Pile Foundation

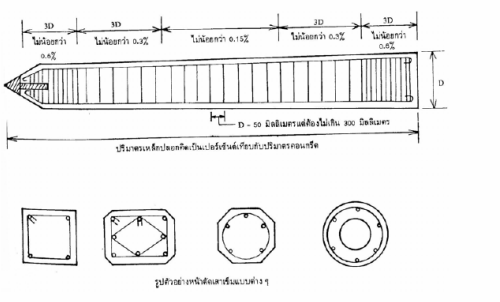




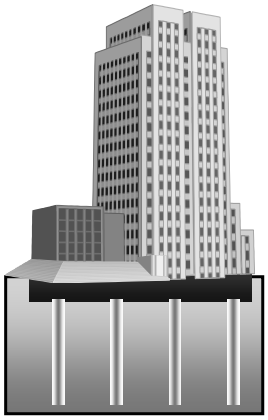
2.ฐานรากระดับลึกหรือฐานรากเสาเข็ม

- <u>ปัญหาในการวิเคราะห์ออกแบบ</u>
  1. แรงต้านทานแนวดิ่งของดินที่ส่งผ่านมากจากฐานราก (Pile Capacity)
  2. แรงต้านทานด้านข้างและแรงดึง
  3. การทรุดตัวของเข็มและการเคลื่อนตัวด้านข้าง
  4. การออกแบบความแข็งแรงของตัวเข็มจากการตอกและการรับน้ำหนัก
  5. การออกแบบฐานรากคลุมหัวเข็ม
  6. พฤติกรรมของเข็มในระหว่างการตอกหรือการติดตั้งเสาเข็ม

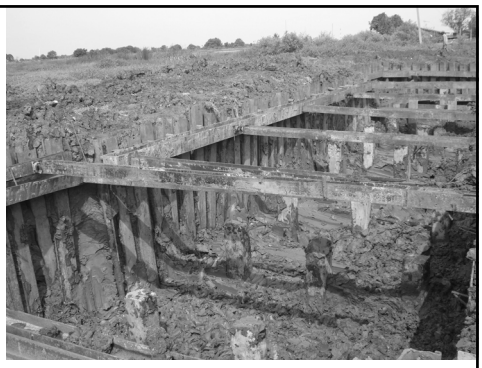
เข็มฐานรากอาคาร



เข็มคอนกรีตเสริมเหล็ก



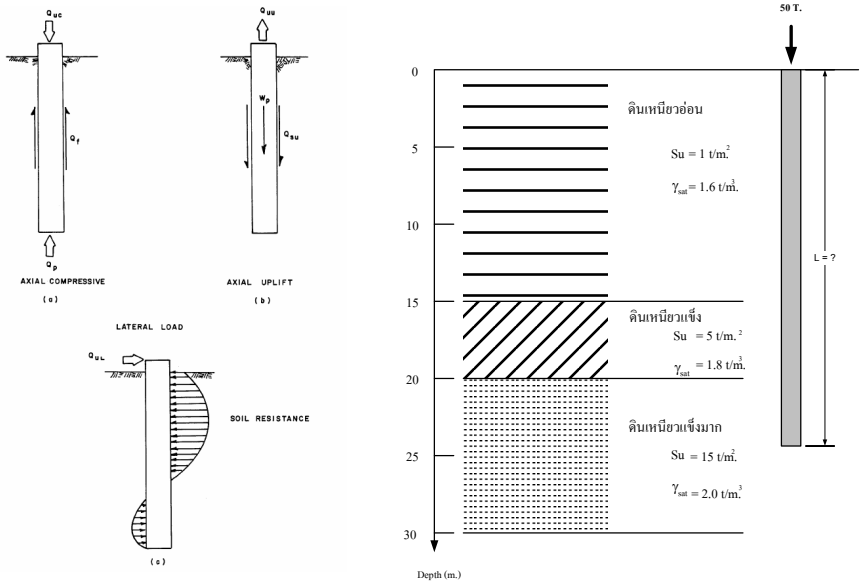
ฐานรากเสาเข็ม



22 มกราคม 2553

25

การใช้งานของเสาเข็มโดยทั่วไป

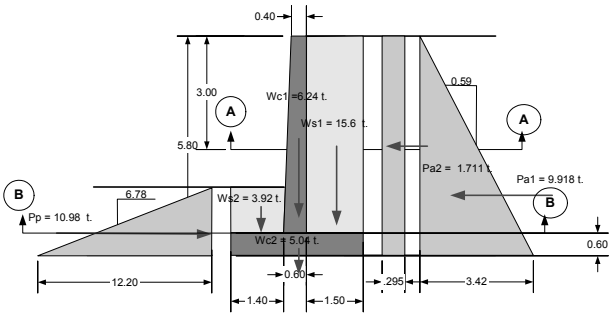


3. โครงสร้างกันดิน

(Earth Retaining Structures)

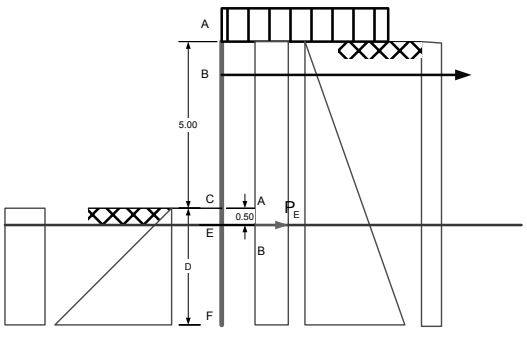
- **<u>รูปแบบของโครงสร้างกันดิน</u>**

1. กำแพงกันดินคอนกรีต
2. กำแพงหินก่อหรือคอนกรีตหลา
3. กำแพงคอนกรีตใต้ดินเป็นผืนต่อเนื่อง (Diaphagm Wall)
4. เข็มพืดกันดิน
5. ผนังค้ำยันหลุมขุด
6. ฐานรากอื่นๆที่รับน้ำหนักหรือแรงดันด้านข้างเป็นหลัก

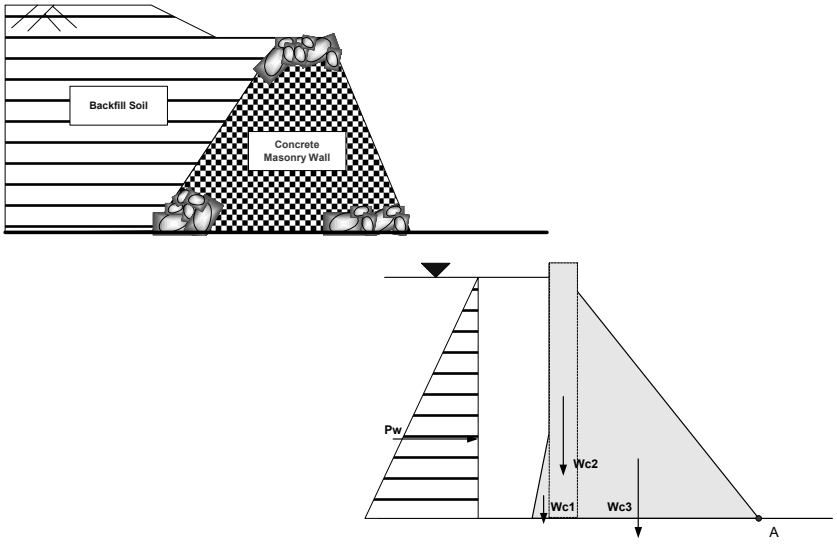


RC. Walls

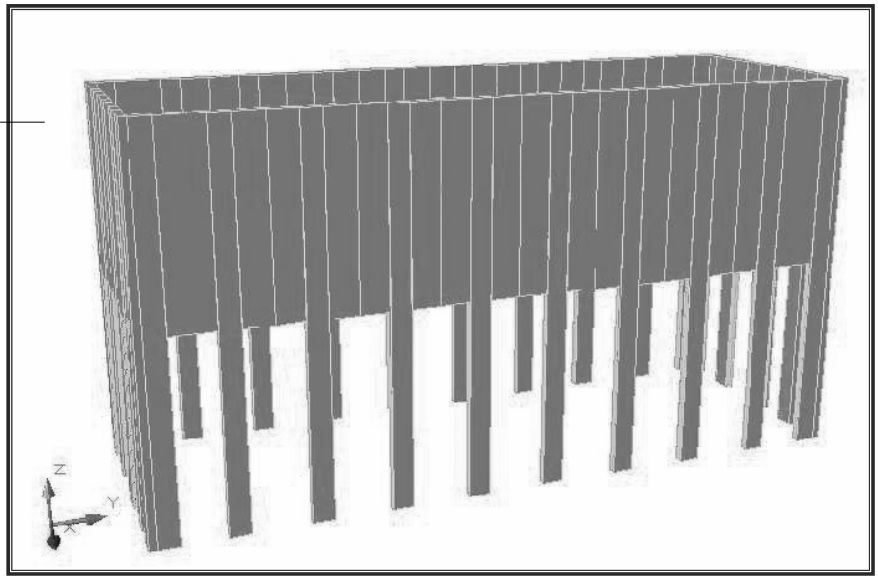
Sheet Pile Walls



Gravity Walls



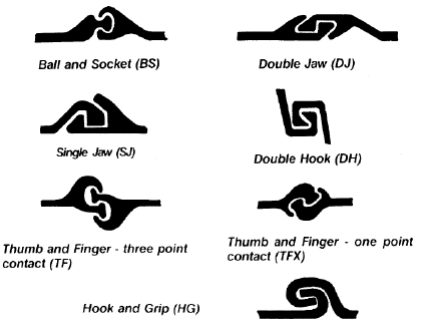
3D Perspective of Diaphragm Wall and Barrettes

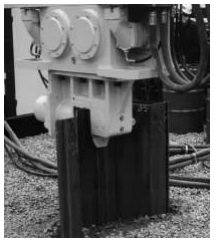


โครงสร้างกันดิน

- <u>ความจำเป็นที่ต้องใช้โครงสร้างกันดิน</u>
  1. ป้องกันการเคลื่อนตัวของดินที่มีระดับต่างกัน
  2. รับแรงดันด้านข้าง
  3. ป้องกันหลุมขุดระหว่างการก่อสร้างฐานรากใต้ดิน
  4. กำแพงท่าเรือหรือป้องกันตลิ่ง
  5. ป้องกันการไหลซึมของน้ำใต้ดิน
  6. ป้องกันการไหลของดินภูเขา

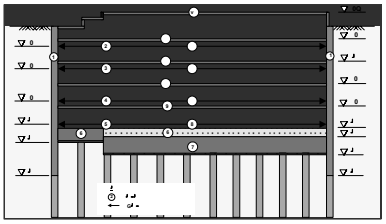
Sheet Pile Installation

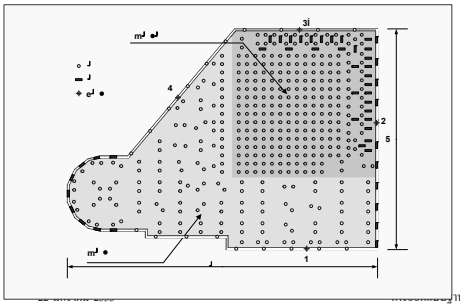




Sathorn Complex

Bored Pile, Barrette and Diaphragm Wall

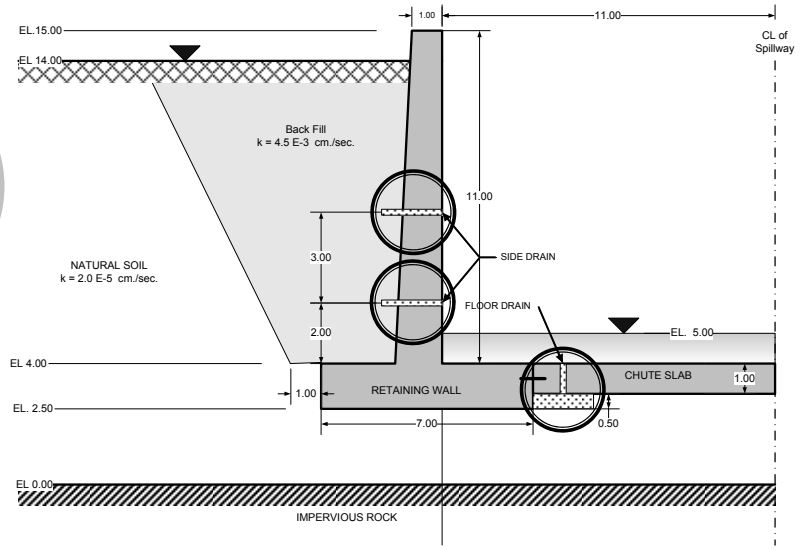




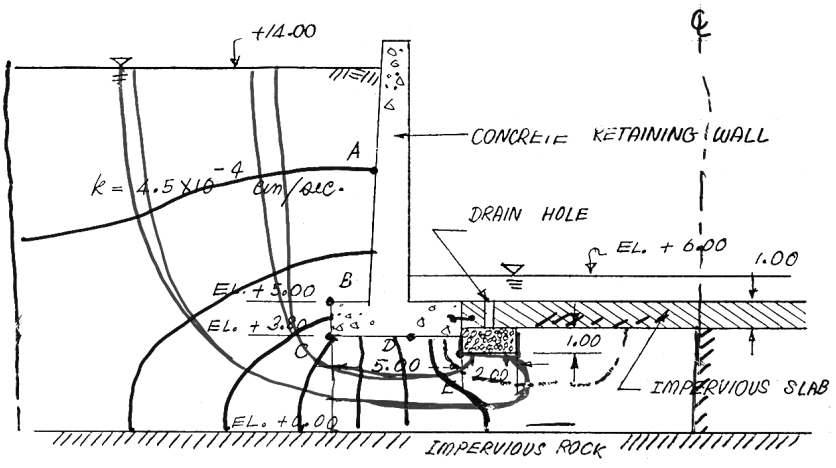
กำแพงท่าเทียบเรือ

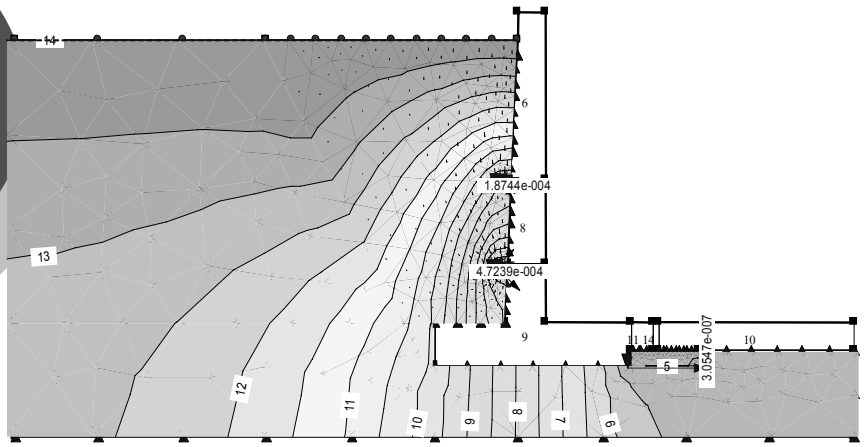
3. โครงสร้างกันดิน

- <u>ปัญหาในการวิเคราะห์ออกแบบ</u>
  1. แรงดันด้านข้างของดิน
  2. แรงดันน้ำหรือการสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว
  3. การออกแบบความแข็งแรงของกำแพงกันดิน
  4. การเคลื่อนตัวของกำแพง
  5. การเคลื่อนตัวของดินในบริเวณกำแพง
  6. พฤติกรรมของกำแพงในระหว่างการก่อสร้างและใช้งานระยะยาว



Spillway : Sketch

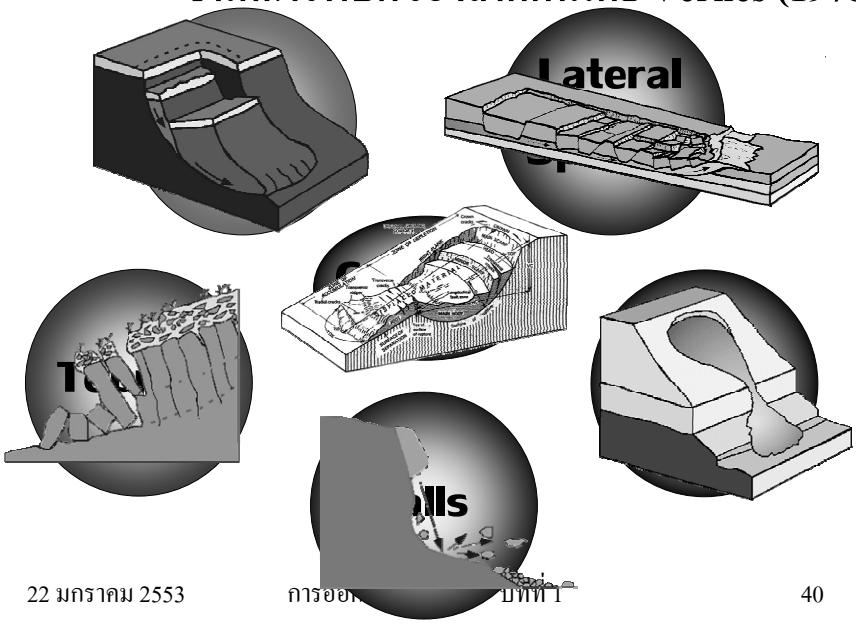




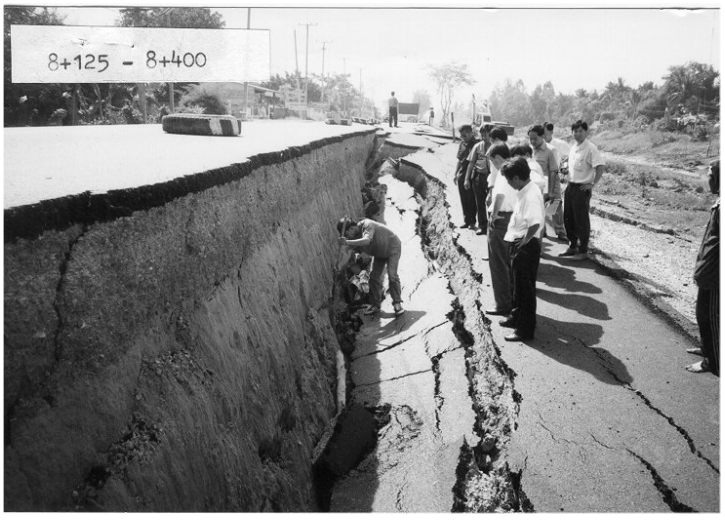
Unit in meter

Spillway : Result in Total Head

ชนิดการพิบัติของลาดดินโดย Vernes (1978)



การเคลื่อนหมุน (Rotational Slides)



การพิบัติของถนนบนคันคลองรังสิต สาเหตุจาก Rapid Drawdraw

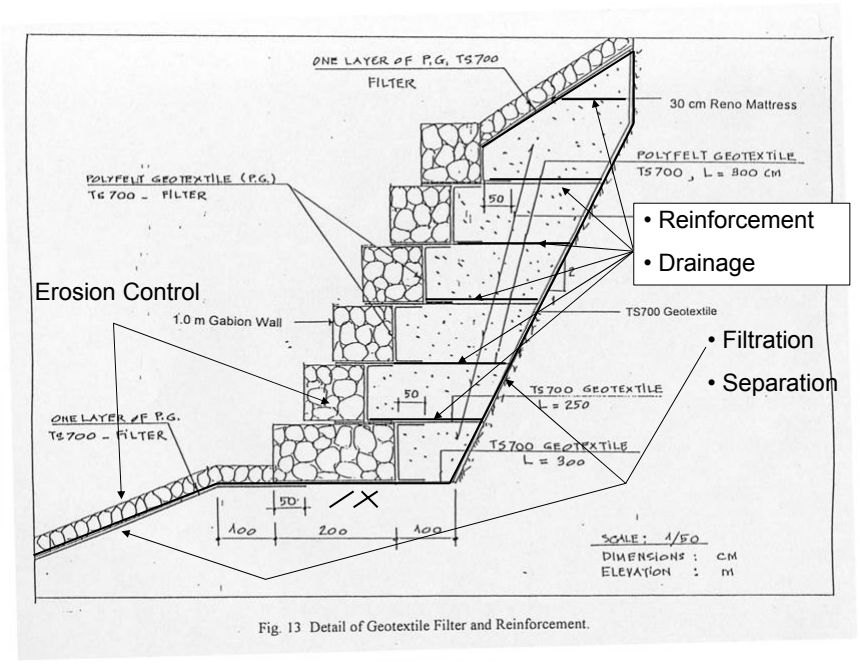
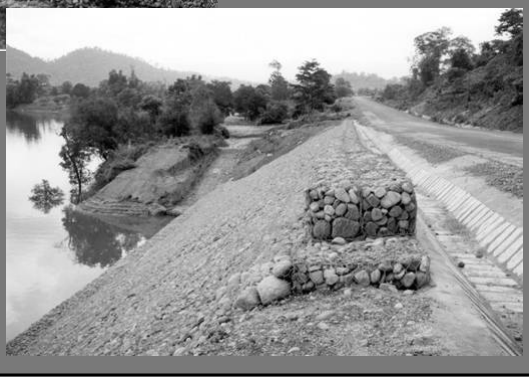
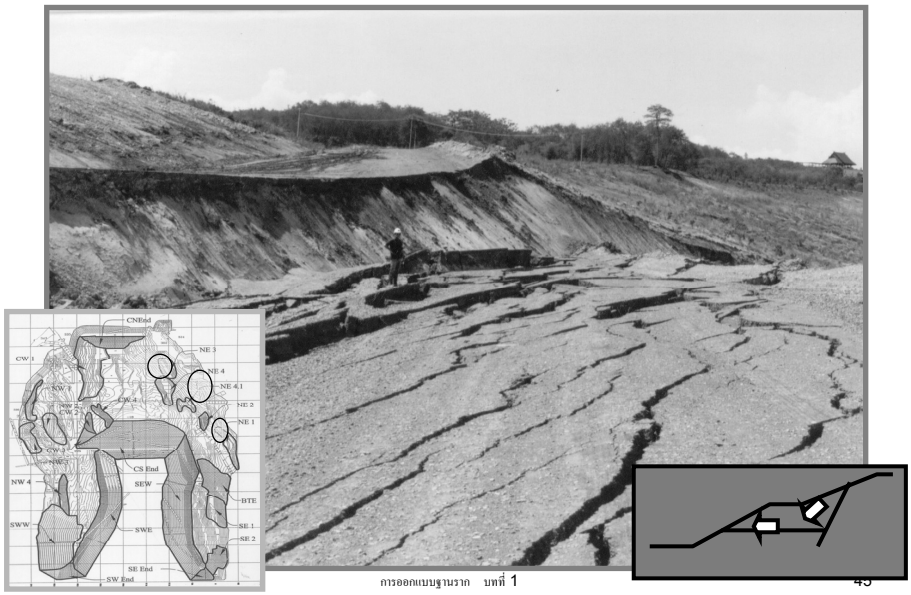


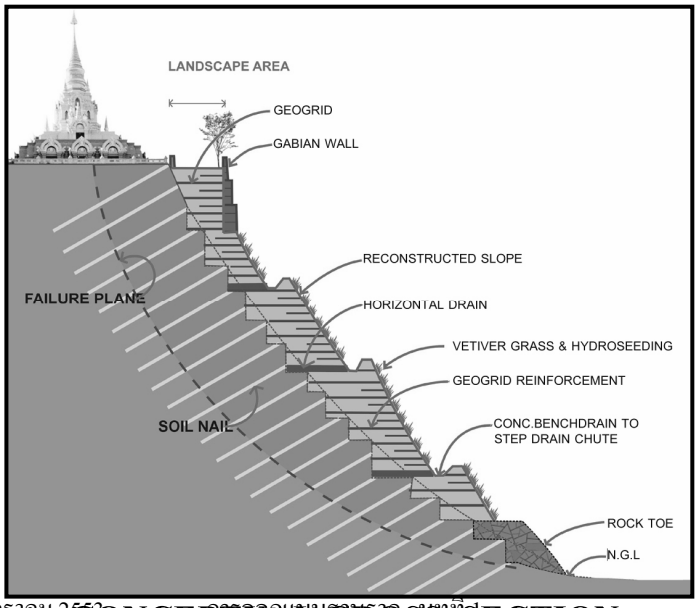
Fig. 13 Detail of Geotextile Filter and Reinforcement.



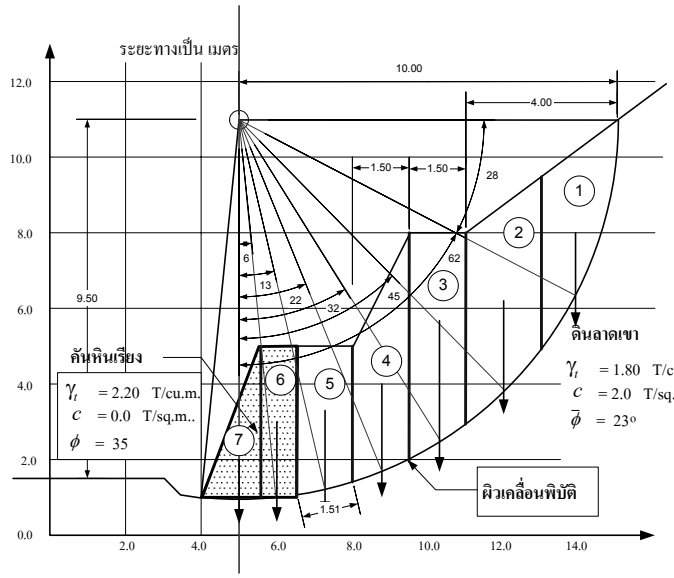
การพังทลายที่ถนน C

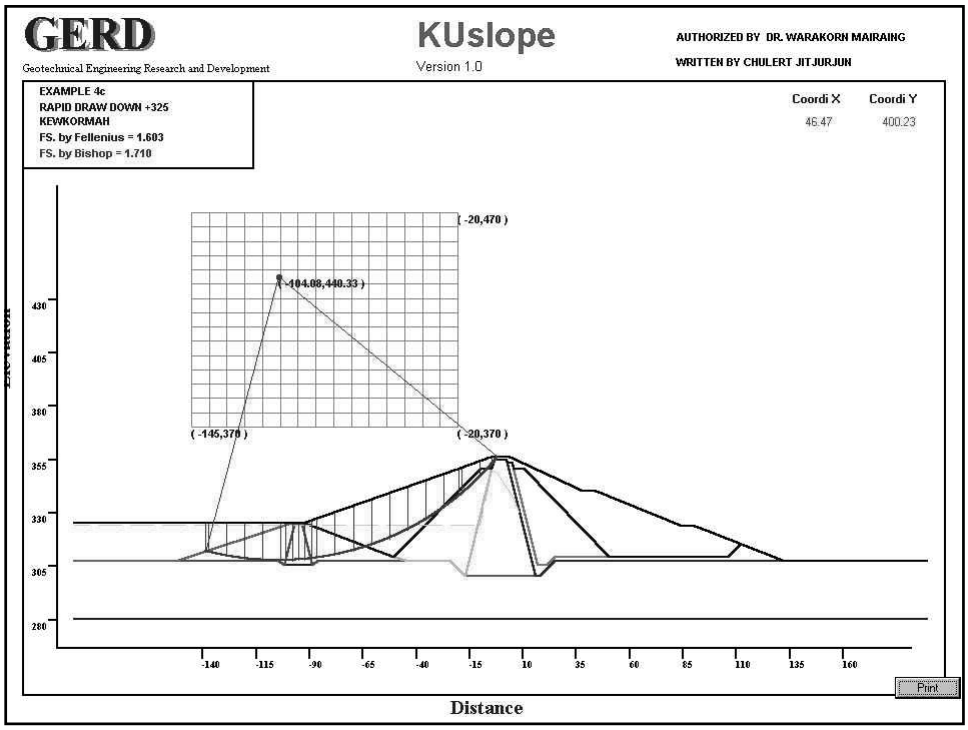


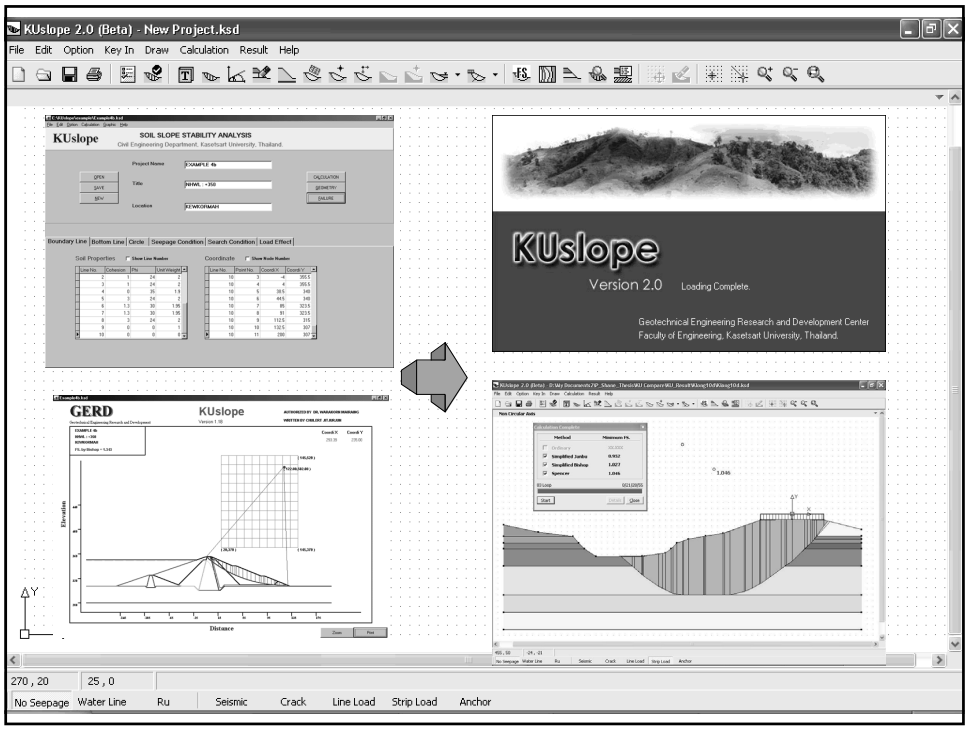
การแก้ไขปัญหาการเคลื่อนตัวของชั้นดิน พระธาตุดอยแม่สลอง

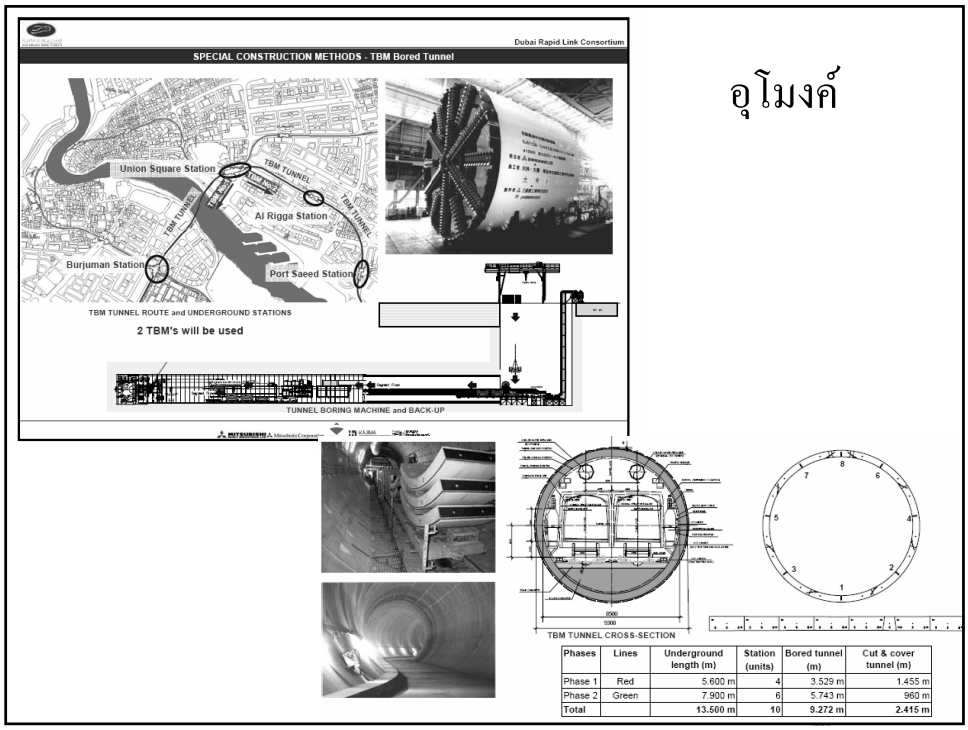


CONCEPTUAL CROSS SECTION

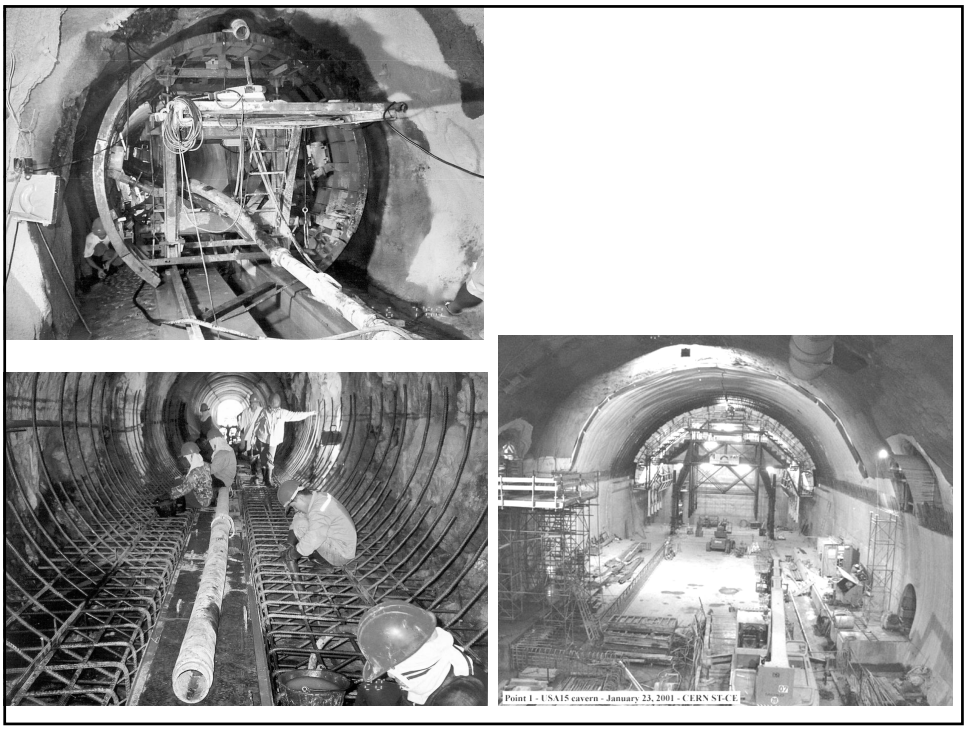

ระยะทางเป็น เมตร
10.00
4.00
1.50
1.50
28
62
45
32
22
13
6
9.50
1
2
3
4
5
6
7
ดินลาดเขา
γ_t = 1.80 T/cu.m.
c = 2.0 T/sq.m..
$\bar{\phi}$ = 23°
ดินหินเรียง
γ_t = 2.20 T/cu.m.
c = 0.0 T/sq.m..
ϕ = 35
ผิวเคลื่อนพิบัติ
1.51
12.0
10.0
8.0
6.0
4.0
2.0
0.0
2.0
4.0
6.0
8.0
10.0
12.0
14.0


GERD
Geotechnical Engineering Research and Development
KUslope
Version 1.0
AUTHORIZED BY DR. WARAKORN MAIRAING
WRITTEN BY CHULERT JITJURJUN
EXAMPLE 4c
RAPID DRAW DOWN +325
KEWKORMAH
FS. by Fellenius = 1.603
FS. by Bishop = 1.710
Coordi X
Coordi Y
46.47
400.23
(-20,470)
(-104.08,440.33)
(-145,370)
(-20,370)
430
405
380
355
330
305
280
-140
-115
-90
-65
-40
-15
10
35
60
85
110
135
160
Print
Distance


KUslope 2.0 (Beta) - New Project.ksd
File Edit Option Key In Draw Calculation Result Help
SOIL SLOPE STABILITY ANALYSIS
KUslope
Civil Engineering Department, Kasetsart University, Thailand.
KUslope
Version 2.0
Loading Complete.
Geotechnical Engineering Research and Development Center
Faculty of Engineering, Kasetsart University, Thailand.
GERD
KUslope
Distance
Elevation
270 , 20
25 , 0
No Seepage
Water Line
Ru
Seismic
Crack
Line Load
Strip Load
Anchor


Dubai Rapid Link Consortium
SPECIAL CONSTRUCTION METHODS - TBM Bored Tunnel
Union Square Station
Al Rigga Station
Burjuman Station
Port Saeed Station
TBM TUNNEL
TBM TUNNEL ROUTE and UNDERGROUND STATIONS
2 TBM's will be used
TUNNEL BORING MACHINE and BACK-UP
TBM TUNNEL CROSS-SECTION
Phases | Lines | Underground length (m) | Station (units) | Bored tunnel (m) | Cut & cover tunnel (m)
Phase 1 | Red | 5.600 m | 4 | 3.529 m | 1.455 m
Phase 2 | Green | 7.900 m | 6 | 5.743 m | 960 m
Total | | 13.500 m | 10 | 9.272 m | 2.415 m

อุโมงค์



การบ้านครั้งที่ 1 (ส่งวันศุกร์ที่ 16 พ.ย. 2550)

1. ให้ทบทวนการสำรวจดินทางวิศวกรรมดังหัวข้อต่อไปนี้
   1. การสำรวจชั้นดินด้วยวิธี Wash Boring
   2. การสำรวจด้วยวิธีการ Rotary Drilling
   3. การเก็บตัวอย่างดินแบบไม่กระทบกระเทือน
   4. การทดสอบในสนามด้วยวิธี Field Vane Shear Test
   5. การจำแนกดินด้วยวิธี USCS
   6. การทดสอบหาค่าความซึมน้ำในสนาม
   7. การเขียน Boring Logs

   โดยแต่ละหัวข้อต้องอธิบามาตรฐานอ้างอิง ลักษณะเครื่องมือ วิธีการสำรวจ ค่าที่ต้องบันทึกในสนาม คุณสมบัติที่ต้องสรุป
- ให้รวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการออกแบบต่อไปนี้
  - ตาราง parameter ในการออกแบบคอนกรีตเสริมเหล็ก
  - ตาราง ขนาดเหล็กเสริมคอนกรีต
  - Catalogs ขนาดและคุณสมบัติเข็มคอนกรีตที่มีขายในท้องตลาด

22 มกราคม 2553 การออกแบบฐานราก บทที่ 1 52

Civil Engineering Department
Kasetsart University

www.eng.ku.ac.th/~ce