# การก่อสร้างงานถมคันดินบนพื้นที่ดินอ่อน

TENCATE
materials that make a difference

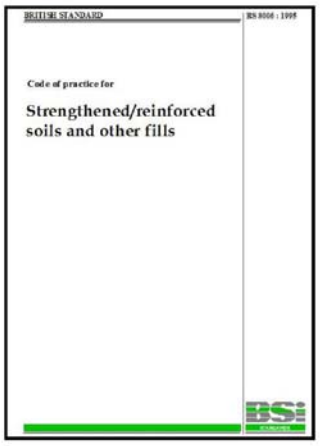
## เนื้อหาการบรรยาย

- สมมติฐานในการพิจารณาวิเคราะห์
- สภาพปัญหาของการเสียหายของคันดิน
- ความมั่นคงของคันดินถม และ การทรุดตัวที่ต้องการ
- วัสดุสังเคราะห์สำหรับเสริมความมั่นคงของคันดินถม



TENCATE
materials that make a difference

## BS 8006:1995 – Major features

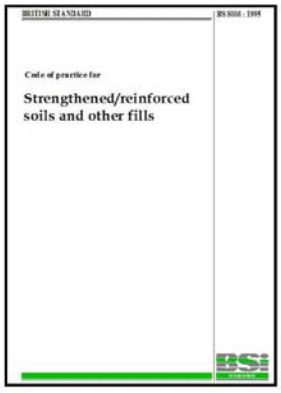



- Limit state code of practice
  - Ultimate limit states - collapse modes
  - Serviceability limit states - deformation modes
- Use of partial factors to generate acceptable factors of safety
- Design equations generated by calibration procedures
- Allows for all suitable reinforcement types
- Extensive use in many countries



TENCATE materials that make a difference

## BS 8006:1995 – Subjects covered

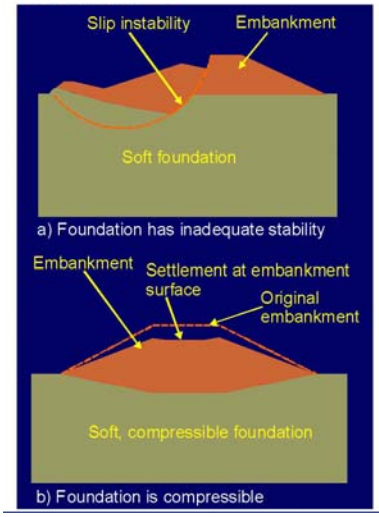



- Concepts and fundamental principles
- Materials
- Design principles
- Design of retaining walls
- Design of slopes
  - Reinforced fill
  - Soil nailing
- Design of embankments
- Construction and maintenance



TENCATE materials that make a difference

## ปัญหาในการก่อสร้างคันดินถมบนพื้นที่ดินอ่อน




- ความสามารถรับน้ำหนักแยกทานที่ไม่เพียงพอต่อน้ำหนักคันดินถม
  - A function of embankment weight and geometry, and rate of application of load
- Settlements occur due to consolidation of the soft, compressible foundation
  - Not just the magnitude of settlements but also the rate
  - A function of embankment weight and foundation soil geometry

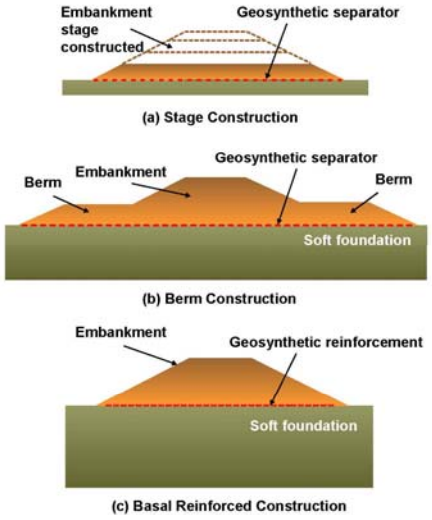


TENCATE materials that make a difference

## 1. Basal reinforced embankments to enhance embankment stability

TENCATE materials that make a difference

## รูปแบบการก่อสร้างคันดินถมบนพื้นที่ดินอ่อน

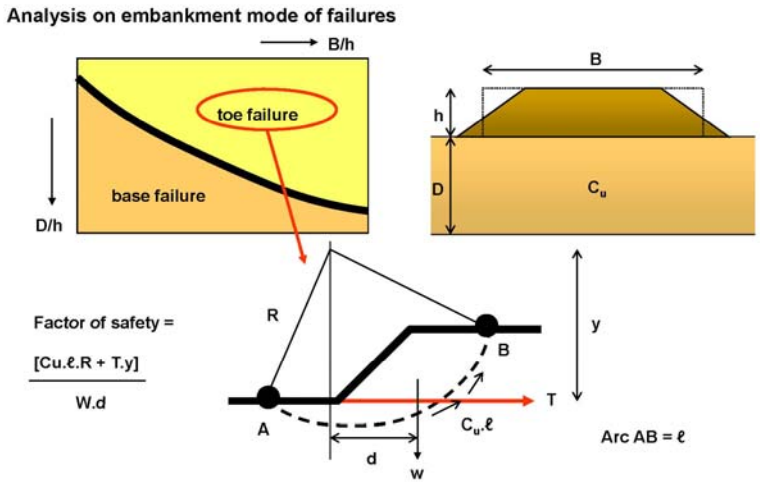



- การก่อสร้างถมดินเป็นแบบ **Stage of construction** เพื่อควบคุมความมั่นคงและการทรุดตัวของชั้นดินอ่อน
- การก่อสร้างคันดินด้านข้างเป็นลักษณะเบิร์มกระจายน้ำหนัก กรณีมีพื้นที่ก่อสร้างเพียงพอ
- การเสริมด้วยวัสดุสังเคราะห์ที่ฐานคันดิน สามารถก่อสร้างคันดินได้สูง และในพื้นที่ที่จำกัด



TENCATE materials that make a difference

## รูปแบบแนวคิดของการเสริมกำลังที่ฐานคันดินถมสูงด้วยแผ่นใยสังเคราะห์






TENCATE materials that make a difference

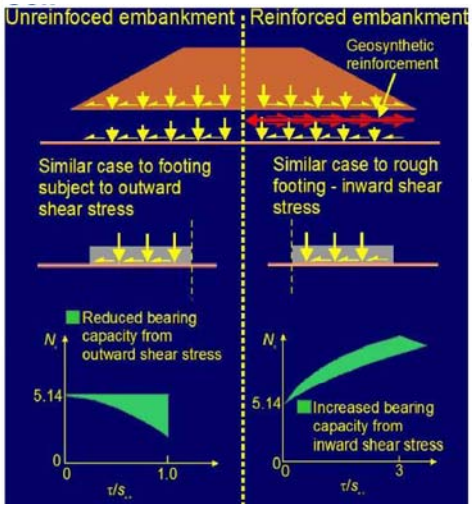
## การเสริมกำลังที่ฐานคันดินเพื่อเพิ่มเสถียรภาพบนพื้นที่ดินอ่อน

- การเสริมกำลังที่ฐานคันดินมีการใช้งานมาตั้งแต่ 1960 และ ก็มีการพัฒนาวัสดุจนเริ่มเป็นที่แพร่หลายยอมรับกันมากขึ้นในปี 1980 เป็นต้นมา
- วัสดุที่นำมาใช้เสริมก็มีหลากหลาย แผ่นใยสังเคราะห์ชนิดถักทอ และ ไม่ถักทอ แผ่นตาข่ายเสริมกำลังดิน
- ผลที่ได้จากการใช้งานวัสดุเสริมกำลังดิน - ช่วยให้การก่อสร้างรวดเร็วขึ้น และ ให้ความมั่นคงของโครงสร้างได้ดี



TENCATE materials that make a difference

## สมมติฐานการเสริมกำลังที่ฐานคันดินด้วยวัสดุสังเคราะห์ บนพื้นที่ดินอ่อน

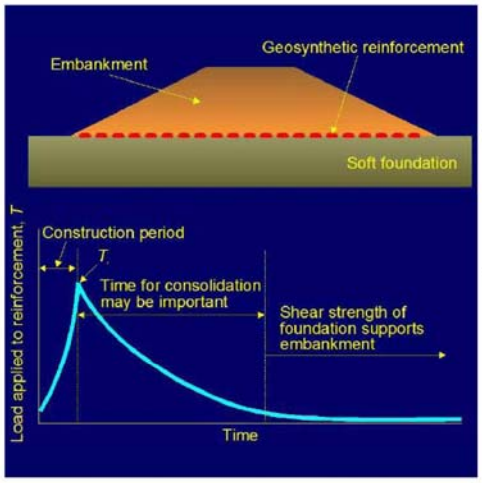



- For unreinforced embankment, combination of vertical and outward shear stresses decrease bearing capacity of foundation
- For reinforced embankment:
  - Reinforcement resists outward shear stresses from embankment
  - Reinforcement may impose inward shear stresses on foundation which increases bearing capacity of foundation



TENCATE materials that make a difference

## การเสริมกำลังที่ฐานคันดินถมสูง กับการรับน้ำหนักโดยแผ่นใยสังเคราะห์

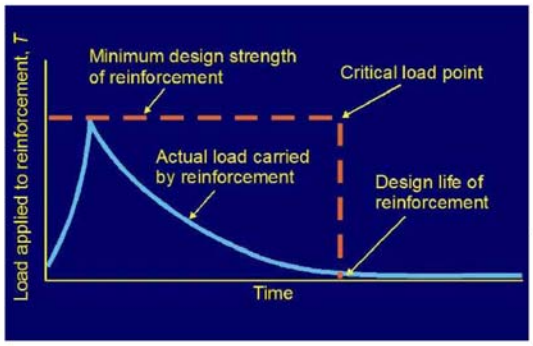



- วัสดุสังเคราะห์จะถูกให้รับกำลังแรงที่เพิ่มขึ้นสูงสุดในช่วงระหว่างการก่อสร้าง
- เมื่อการทรุดตัวในชั้นดินฐานรากเกิดการเรียงตัวใหม่ การรับกำลังของแผ่นวัสดุสังเคราะห์ก็จะลดลง
- เมื่อการทรุดตัวเพื่อเรียงตัวใหม่ต่อการรับน้ำหนักของคันดินถมเริ่มสมบูรณ์ แผ่นวัสดุเสริมกำลังที่ฐานก็ลดการรับกำลังลง
  - Temporary reinforcement application - 1 to 10 years



TENCATE materials that make a difference

## การเสริมกำลังที่ฐานคันดินถมสูง กับการรับน้ำหนักโดยแผ่นใยสังเคราะห์



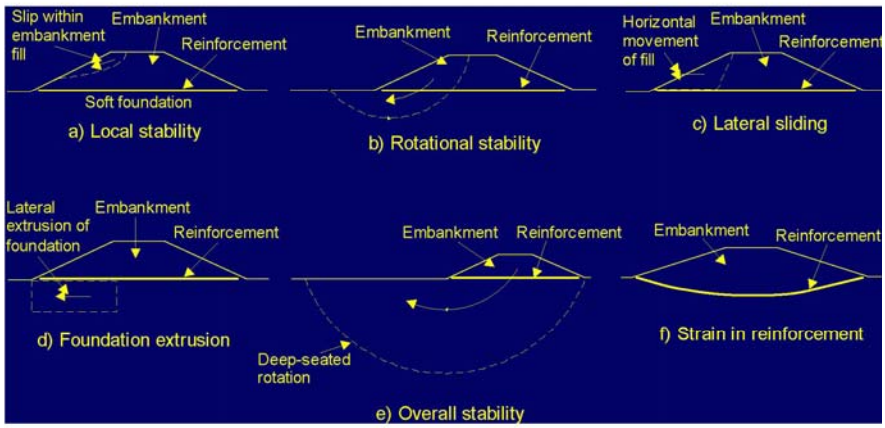

- การรับนำหนักต่อคันดินถมเมื่อเวลาผ่านไปก็จะถูกรับไปโดยชั้นดินเป็นหลัก ในขณะที่แผ่นวัสดุสังเคราะห์ยังคงมีกำลังรับแรงเท่าเดิม
- ที่ระยะเวลาที่วิกฤตของน้ำหนักโครงสร้างคันดินถม คือ ระยะเวลาของการเกิดการทรุดตัวของชั้นดิน



TENCATE materials that make a difference

## รูปแบบการเสียหายของคันดินถมสูงบนพื้นที่ดนอ่อน

**BS 8006:1995**






TENCATE materials that make a difference

## ชนิดรูปแบบของการพังทลายเชิงลาดดิน

**Mode of slope failure**

- การเกิดลักษณะการหมุนตัวเป็นลักษณะเส้นโค้งวงกลม
- การเลื่อนตัวไปตามแนวระนาบที่อ่อนตัว
- การเคลื่อนตัวไปตามแนวรอยแตกที่เกิดขึ้น 1 หรือมากกว่า 2 แนว ที่มีแรงต้านทานแรงเคลื่อนตัวน้อย
- หรือ รูปแบบอื่น ๆ เช่น ในหินที่เกิด ลักษณะ **topping of rockslope,** บล็อกสไลด์, **Lateral spreading,** การไหลตัวของดินอ่อน **mud flow.**

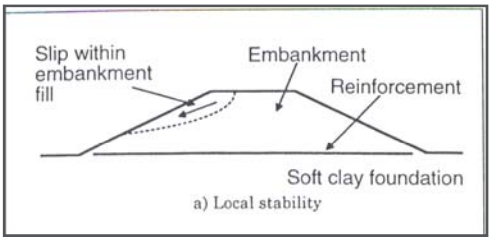
สาเหตุของการเคลื่อนตัวของลาดดิน

- เมื่อแรงที่ทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของดิน นั้นมากกว่า แรงต้านทานการเคลื่อนตัวของดินที่มี

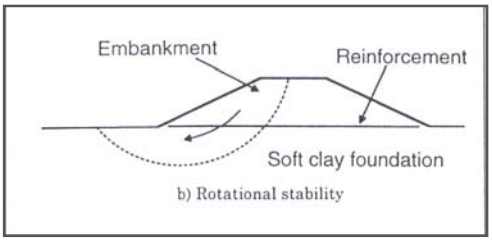


TENCATE materials that make a difference

ชนิดรูปแบบของการพังทลายของคันดิน




ชนิดที่ 1 เกิดการพังทลายที่อยู่ในส่วนของคันดิน

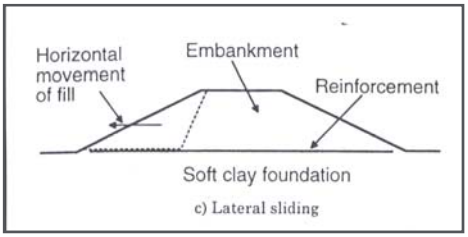



ชนิดที่ 2 การพังทลายเกิดเป็นวงสไลด์เฉือนผ่านคันดิน และ ดินฐานราก

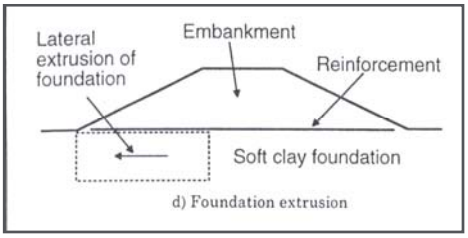
15 | Soft Soil Stabilization

TENCATE materials that make a difference

ชนิดรูปแบบของการพังทลายของคันดิน




ชนิดที่ 3 ดินฐานรากมีความมั่นคง เกิดการเลื่อนตัวเฉพาะคันดินเนื่องจากแรงเสียดทานที่ระนาบส่วนต่อมีแรงต้านไม่เพียงพอ

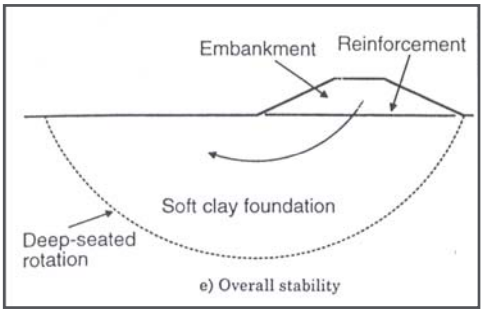



ชนิดที่4 คันดินมีความแข็งแรงเพียงพอ แต่เกิดการเคลื่อนตัวของดินฐานรากออกไปในแนวข้าง

16 | Soft Soil Stabilization

TENCATE materials that make a difference

ชนิดรูปแบบของการพังทลายของคันดิน

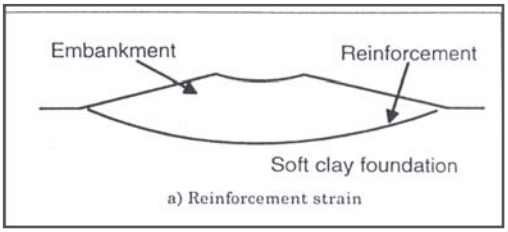



ชนิดที่ 5 เกิดวงสไลด์เป็นวงกว้างเฉือนตลอดความกว้างคัน ซึ่งเป็นแบบที่เกิดในลักษณะที่คันดินแคบและ ดินด้านล่างอ่อนตัวอย่างมาก (overall stability)

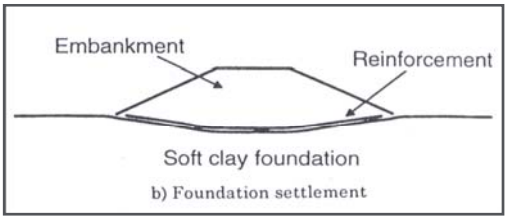


TENCATE materials that make a difference

ชนิดรูปแบบของการเกิดการทรุดตัวในฐานรากดินอ่อน กรณีมีการเสริมกำลังที่ฐาน




รูปแบบการทรุดตัวที่คุณสมบัติคันดินเนื่องจากวัสดุเสริมกำลังที่ฐานคันดินช่วยเพิ่มการกระจาย ช่วยกระจายการทรุดตัว

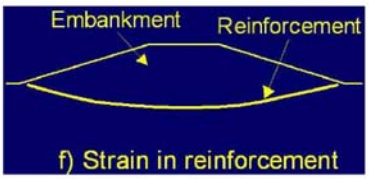



รูปแบบการทรุดตัว ที่ลักษณะของดินฐานรากทรุดตัว แต่ผิวคันดินด้านบนยังคงรูปได้ ซึ่งวัสดุเสริมกำลังคือตัวอิทธิพลในการช่วย



TENCATE materials that make a difference

## การเสริมกำลังที่ฐานคันดินถมสูง กับการจำกัดการทรุดตัวด้วยค่าการยืดตัวของวัสดุที่ฐานคัน

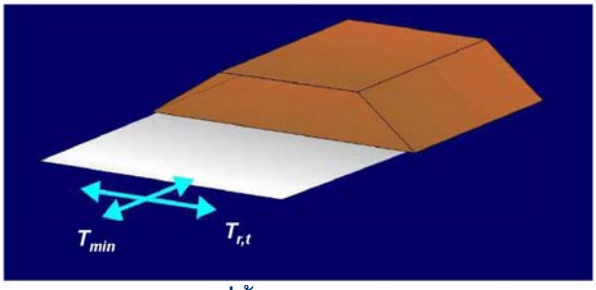



- การคำนวณกำหนดค่าการทรุดตัวที่สูงสุดที่ยอมรับได้ จากนั้นจึงคำนวณชนิดแผ่นใยสังเคราะห์
- ผลของค่าการยืดตัวของวัสดุเสริมกำลังที่ฐานคันดิน
  - เบื้องต้นเพื่อวิเคราะห์ในรูปแบบ **Short term** ค่าการยืดตัวของแผ่นใยสังเคราะห์ถูกกออกแบบคำนวณไม่ควรยืดเกินมากกว่า **6% strain**



TENCATE materials that make a difference

## การถ่ายกำลังของวัสดุสังเคราะห์เมื่อเสริมที่ฐานคันดินถม

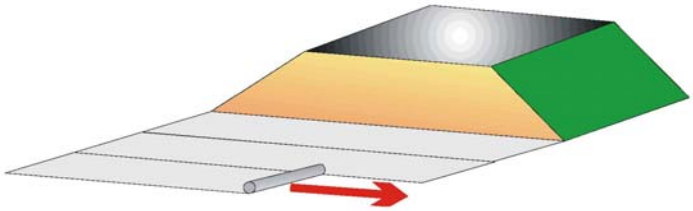



- ในทิศทางของเส้นเสริมกำลังที่ตั้งฉากกับแนวยาวของคันดิน แผ่นใยสังเคราะห์จะช่วยต้านทานการเลื่อนไถล หรือ หมุนสไลด์ตัวออก
- ในขณะที่ทิศทางของเส้นเสริมกำลังที่วางตัวไปตามแนวยาวของคันดิน เป็นตัวช่วยเสริมความมั่นคงของการก่อสร้าง รับแรงเค้นที่เกิดขึ้นระหว่างการก่อสร้างถมบดอัด



TENCATE materials that make a difference

## การติดตั้งวัสดุสังเคราะห์เสริมกำลังที่ฐานคันดิน



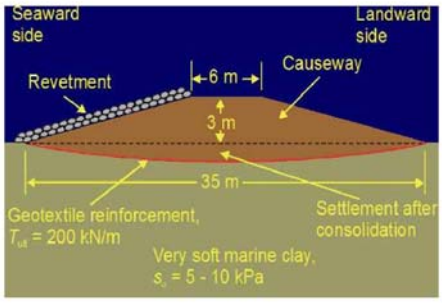
- การติดตั้งจะทำการติดตั้งวัสดุสังเคราะห์ในทิศทางแรงหลัก ตั้งฉากกับแนวยาวของคันดินถม

สำหรับรอยต่อแผ่นวัสดุสังเคราะห์
- สามารถใช้วิธีการซ้อนทับกัน หรือ
- การต่อด้วยการเย็บ



TENCATE materials that make a difference

## รูปแบบการก่อร้างคันดินบนพื้นที่ดินอ่อน แผ่นใยสังเคราะห์สำหรับช่วยเพิ่มเสถียรภาพของคันดิน



TENCATE materials that make a difference

## รูปแบบการแก้ไขปัญหาเชิงลาดตลิ่งคลอง แม่น้ำที่เกิดการสไลด์ด้วยแผ่นใยสังเคราะห์

TENCATE
materials that make a difference

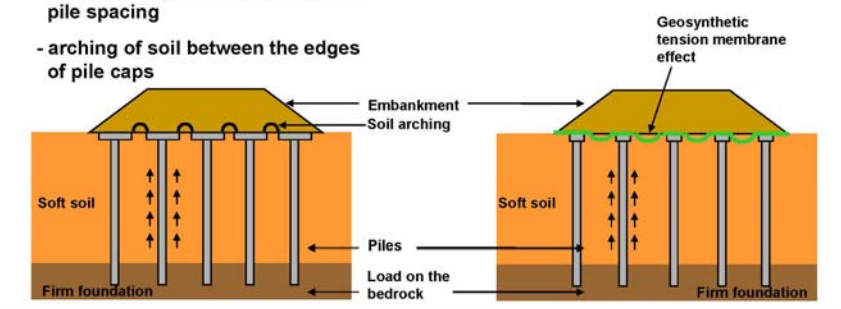
## Load Transfer Mechanism

**Conventional piled embankments**

- Embankment loading transferred through piles down to firm foundation
- Transfer of embankment loading to piles through:
  - large pile caps to enable maximum pile spacing
  - arching of soil between the edges of pile caps

**Geosynthetic reinf. piled embankments**

- Transfer of embankment loading to piles through geosynthetic acting as a tension membrane
- Enables the size of pile caps to be significantly reduced






TENCATE
materials that make a difference

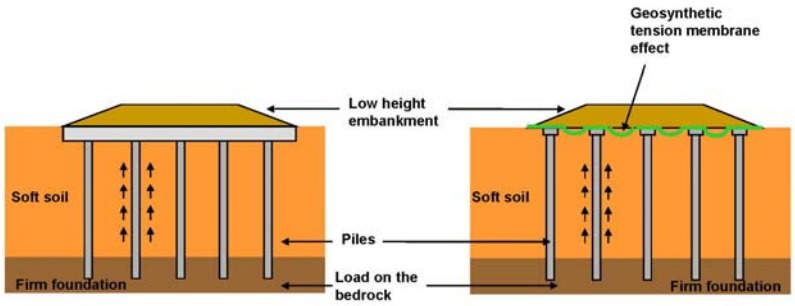
## Load Transfer Mechanism

**Conventional piled embankments**

- For low embankment, minimal arching occurs. A concrete slab is used over whole area at base of embankment

**Geosynthetic reinf. piled embankments**

- For low embankment, it eliminates the use of concrete slab, because load transfer mechanism does not solely depend on arching of soil






TENCATE materials that make a difference

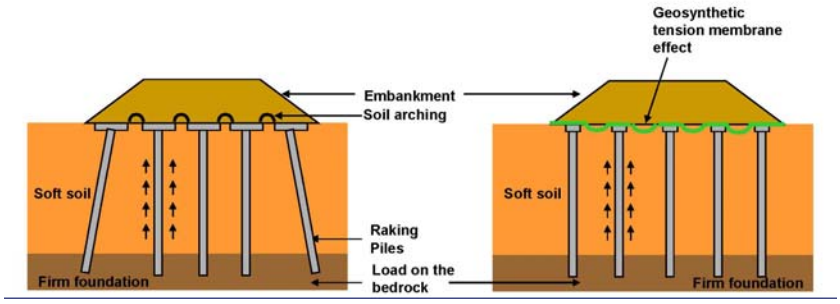
## Load Transfer Mechanism

**Conventional piled embankments**

- Raking piles are required at the edges of embankment to counteract lateral thrust

**Geosynthetic reinf. piled embankments**

- Geosynthetic counteracts the horizontal thrust at the side of embankment through tensile resistance. No raking piles are required

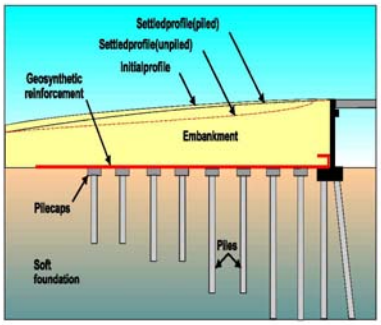





TENCATE materials that make a difference

## Basal reinforced piled embankments – applications (1)

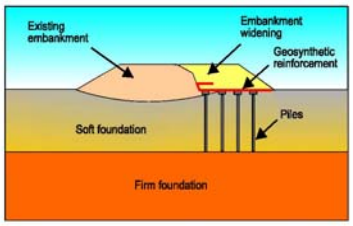
- **Transition between non-piled and piled foundations**



TENCATE materials that make a difference

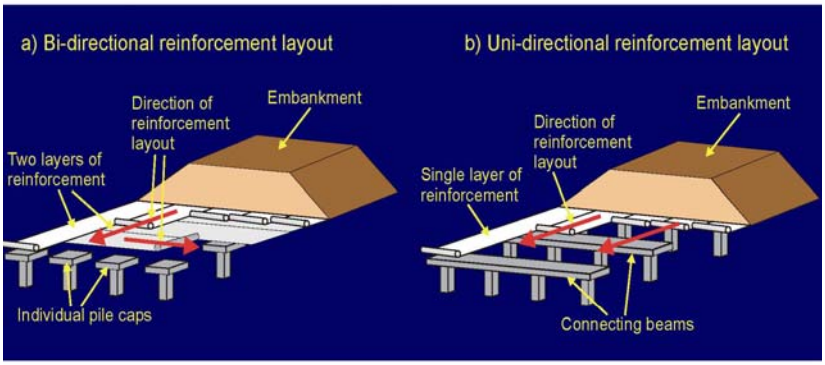
## Basal reinforced piled embankments – applications (2)

- **Stringent post construction settlement criteria**



TENCATE materials that make a difference

## Reinforcement layout to efficiently carry tensile loads

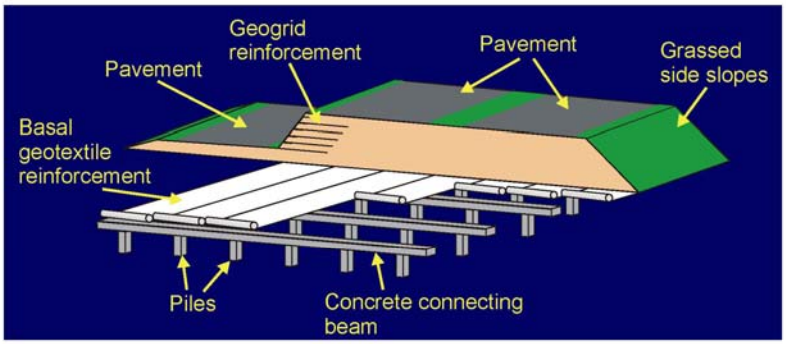





TENCATE materials that make a difference

## Schematic, Wat Nakorn-In piled embankments, Bangkok

**Basal reinforced piled embankments constructed between piled bridge structures and light-weight fill embankments**






TENCATE materials that make a difference

## โครงการก่อสร้างงานถมคันดินบนพื้นที่ดินอ่อน
## และ
## แก้ไขปัญหาการพังทลายของเชิงลาด



TENCATE
materials that make a difference

โครงการ : ก่อสร้างซ่อมแซมถนนเลียบคลอง ปทุมธานีคลอง 8 กรมทางหลวงชนบท
หน้าที่การใช้งานแผ่นใยสังเคราะห์สำหรับเสริมกำลังดินที่ฐานคันถิน ด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ PEC 150

สภาพความเสียหายของคันถนนริมคลอง ๆ ปทุมธานี

แก้ไขโดยการเสริมขุดดินส่วนเสียหายออก แล้วเสริมที่ฐานคันดินด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ชนิดรับแรงดึงสูง ๆ ชั้น โพลีเฟิลท์ Rock PEC 150



TENCATE
materials that make a difference

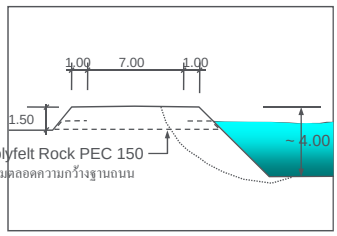
โครงการ : ก่อสร้างซ่อมแซมถนนเลียบคลอง ปทุมธานีคลอง 8 กรมทางหลวงชนบท
หน้าที่การใช้งานแผ่นใยสังเคราะห์สำหรับเสริมกำลังดินที่ฐานคันถิน ด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ PEC 150

ระหว่างการก่อสร้างติดตั้ง แผ่นใยสังเคราะห์ที่ฐาน และ การบดอัดดิน



TENCATE materials that make a difference

โครงการ : ก่อสร้างซ่อมแซมถนนเลียบคลอง ปทุมธานีคลอง 8 กรมทางหลวงชนบท
หน้าที่การใช้งานแผ่นใยสังเคราะห์สำหรับเสริมกำลังดินที่ฐานคันถิน ด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ PEC 150



โครงสร้างหลังจากแล้วเสร็จประมาณ 8 เดือน



TENCATE materials that make a difference

โครงการ : ก่อสร้างซ่อมแซมถนนเลียบคลอง ปทุมธานีคลอง 8 กรมทางหลวงชนบท
หน้าที่การใช้งานแผ่นใยสังเคราะห์สำหรับเสริมกำลังดินที่ฐานคันถิน ด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ PEC 150

สภาพความเสียหายของคันถนนริมคลอง , ปทุมธานี

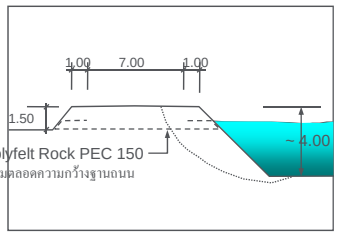
แก้ไขโดยการเสริมขุดดินส่วนเสียหายออก แล้วเสริมที่ฐานคันดินด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ชนิดรับแรงดึงสูง , ชั้น โพลีเฟิลท์ Rock PEC 150



โครงการ : ก่อสร้างซ่อมแซมถนนเลียบคลอง ปทุมธานีคลอง 8 กรมทางหลวงชนบท
หน้าที่การใช้งานแผ่นใยสังเคราะห์สำหรับเสริมกำลังดินที่ฐานคันถิน ด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ PEC 150

ระหว่างการก่อสร้างติดตั้ง แผ่นใยสังเคราะห์ที่ฐาน และ การบดอัดดิน

โครงการ : ก่อสร้างซ่อมแซมถนนเลียบคลอง ปทุมธานีคลอง 8 กรมทางหลวงชนบท
หน้าที่การใช้งานแผ่นใยสังเคราะห์สำหรับเสริมกำลังดินที่ฐานคันถิน ด้วยแผ่นใยสังเคราะห์ PEC 150



โครงสร้างหลังจากแล้วเสร็จประมาณ 8 เดือน



TENCATE materials that make a difference

โครงการ ก่อสร้างบ่อกักเก็บน้ำ การประปาภูมิภาค อ.บ้านฉาง จ.ระยอง
ระบบเสริมกำลังดิน ด้วยวัสดุแผ่นใยสังเคราะห์ชนิดรับแรงดึงสูง โพลีเฟ็ลท์ ร็อก พีอีซี แบบการยืดตัวต่ำ

ระบบการห่อเสริมกำลังดินเป็นชั้น ๆ ด้วยวัสดุแผ่นใยสังเคราะห์ชนิดรับแรงดึงสูง แต่ การยืดตัวที่ต่ำ ของโพลีเฟ็ลท์ ร็อก พี อี ซี

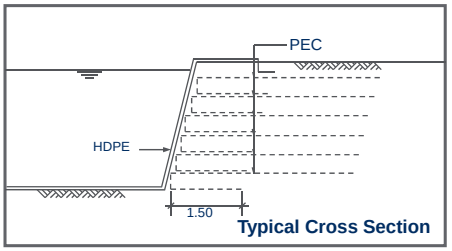


TENCATE materials that make a difference

โครงการ ก่อสร้างบ่อกักเก็บน้ำ การประปาภูมิภาค อ.บ้านฉาง จ.ระยอง
ระบบเสริมกำลังดิน ด้วยวัสดุแผ่นใยสังเคราะห์ชนิดรับแรงดึงสูง โพลีเฟ็ลท์ ร็อก พีอีซี แบบการยืดตัวต่ำ

TENCATE
materials that make a difference

โครงการ ก่อสร้างบ่อกักเก็บน้ำ การประปาภูมิภาค อ.บ้านฉาง จ.ระยอง
ระบบเสริมกำลังดิน ด้วยวัสดุแผ่นใยสังเคราะห์ชนิดรับแรงดึงสูง โพลีเฟ็ลท์ ร็อก พีอีซี แบบการยืดตัวต่ำ

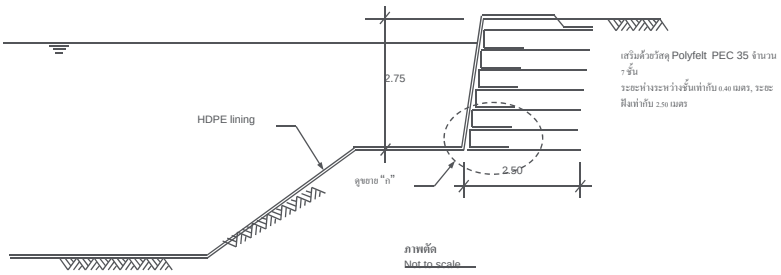



โครงการที่เสร็จสมบูรณ์ และ เปิดการใช้งาน



TENCATE
materials that make a difference

## โครงการเสริมคันบ่อเก็บน้ำ นิคมอุตสาหกรรมภาคตะวันออก






TENCATE
materials that make a difference

## โครงการเสริมคันบ่อเก็บน้ำ นิคมอุตสาหกรรมภาคตะวันออก

TENCATE
materials that make a difference

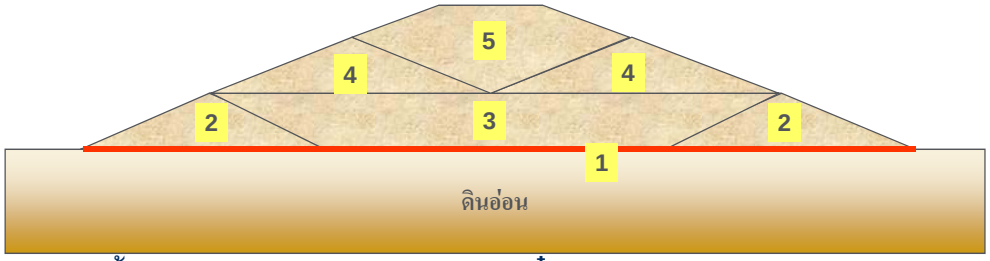
## โครงการเสริมคันบ่อเก็บน้ำ นิคมอุตสาหกรรมภาคตะวันออก

TENCATE
materials that make a difference

## โครงการเสริมคันบ่อเก็บน้ำ นิคมอุตสาหกรรมภาคตะวันออก

TENCATE
materials that make a difference

## ขั้นตอนการก่อสร้างคันดินถมสูงบนพื้นที่ดินอ่อน ร่วมกับแผ่นใยสังเคราะห์



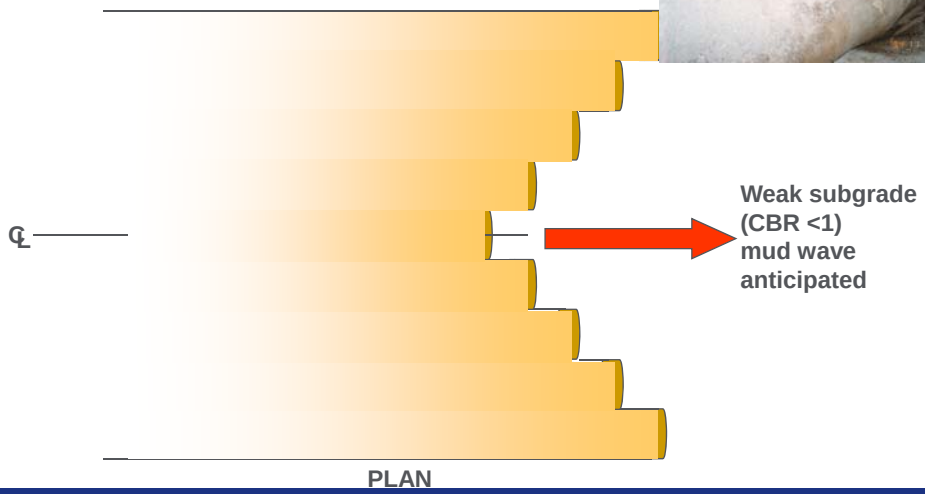

1. ติดตั้งแผ่นใยสังเคราะห์สำหรับเสริมกำลังที่ฐานคันดินถมสูง
2. เริ่มถมดินจากแนวข้างด้านนอกของคันดินเพื่อน้ำหนักกดทับ
3. เริ่มถมดินพื้นที่ภายในเพื่อทำการจัดแนวแผ่นใยสังเคราะห์
4. ก่อสร้างถมดินจากแนวด้านข้างเช่นเดิมเพื่อเป็นการยึดตรึงแผ่นวัสดุสังเคราะห์
5. แล้วก่อสร้างถมดินพื้นที่ส่วนใน



TENCATE materials that make a difference

## รูปแบบการจัดการถมดินบนพื้นที่ดินอ่อน

เพื่อเป็นการจัดการควบคุมการไหลตัวของชั้นดินอ่อนด้านใต้ (Mud flow)






TENCATE materials that make a difference