

ข้อควรรู้งานก่อสร้างเสาเข็มกลมและแบบเหลี่ยม ในกรุงเทพมหานคร

ดร. ณรงค์ ทศนนิพันธ์

ดร. ชยานันท์ บุญรักษย์

25 มีนาคม 2568

สถาปนิก

ตัวอย่างโครงการที่ใช้เสาเข็มลึก



Icon Siam



One Bangkok



Mahanakorn



Dusit Central Park



Foundation cost =
5 – 15% of project cost

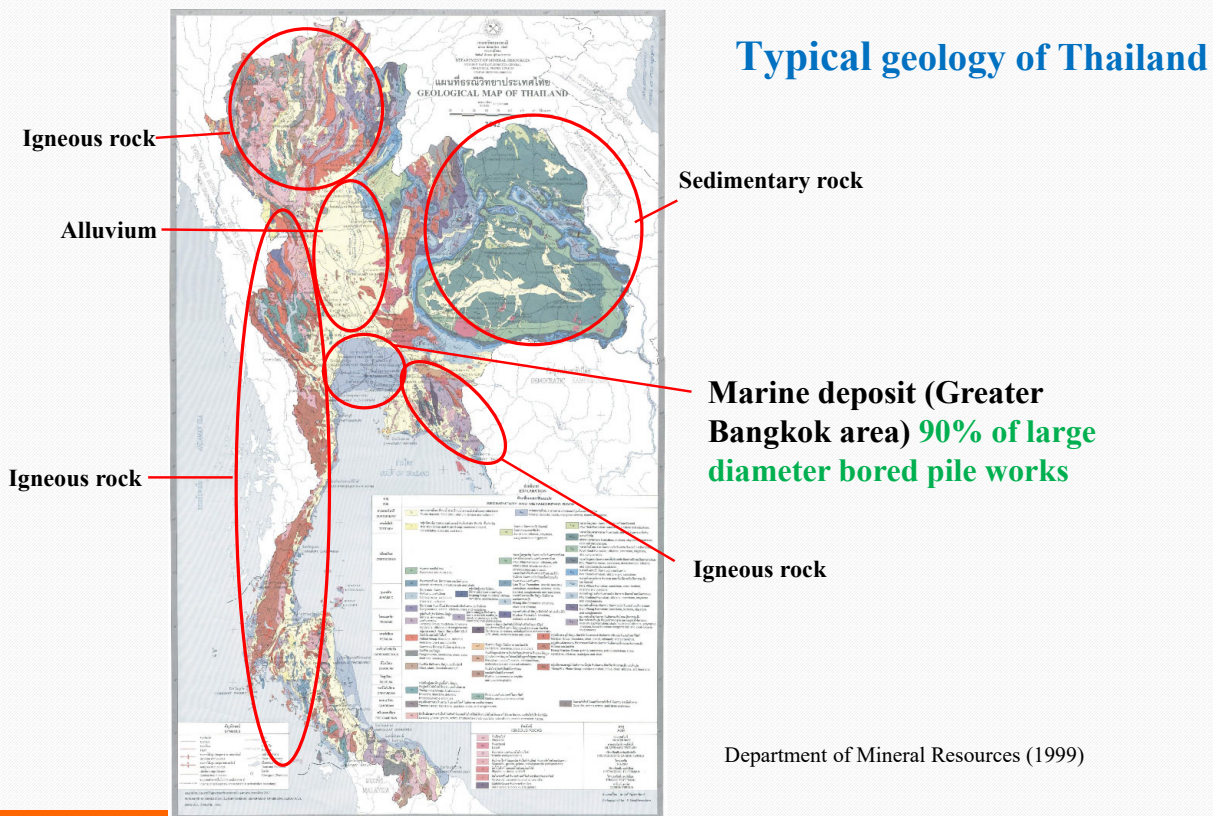
เนื้อหาบรรยาย

- ลักษณะฐานรากลึกลงมากและความเหมาะสมในการใช้งาน
- ปัจจัยด้านสิ่งแวดล้อมที่ควรพิจารณา
- กำลังรับน้ำหนักและการถ่ายแรงของเสาเข็ม
- คอนกรีตที่เหมาะสมสำหรับการเทผ่านท่อเท



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

3



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

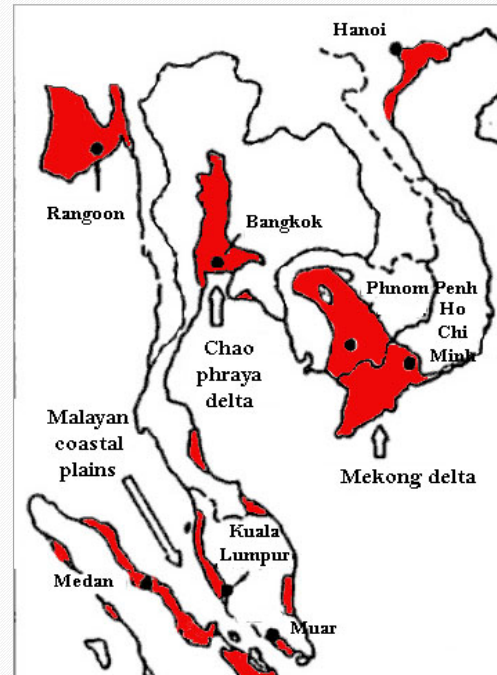
4

Soft Bangkok clay and instability



Photo credit: <http://i-newsmedia.net>

Instability of soft clay



Area of soft clay in Southeast Asia (After Brand & Premchitt, 1989)



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

5

ปัญหาถนนทรุดตัวไม่เท่ากันบริเวณตอม่อ



- ดินในส่วนนอกตอม่อทรุดตัวสูงกว่าบริเวณที่มีตอม่อ ทำให้ถนนเป็นคลื่น



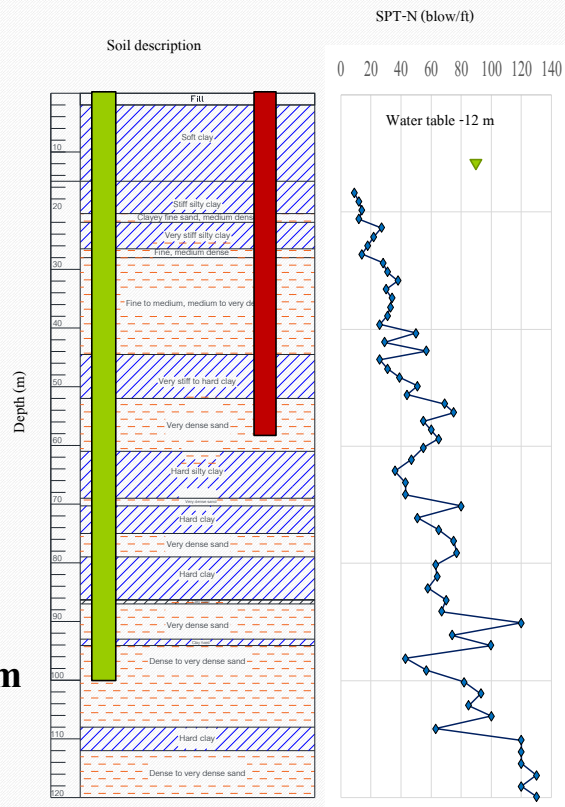
SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

6

Typical Soil profile for 100 m pile in Bangkok

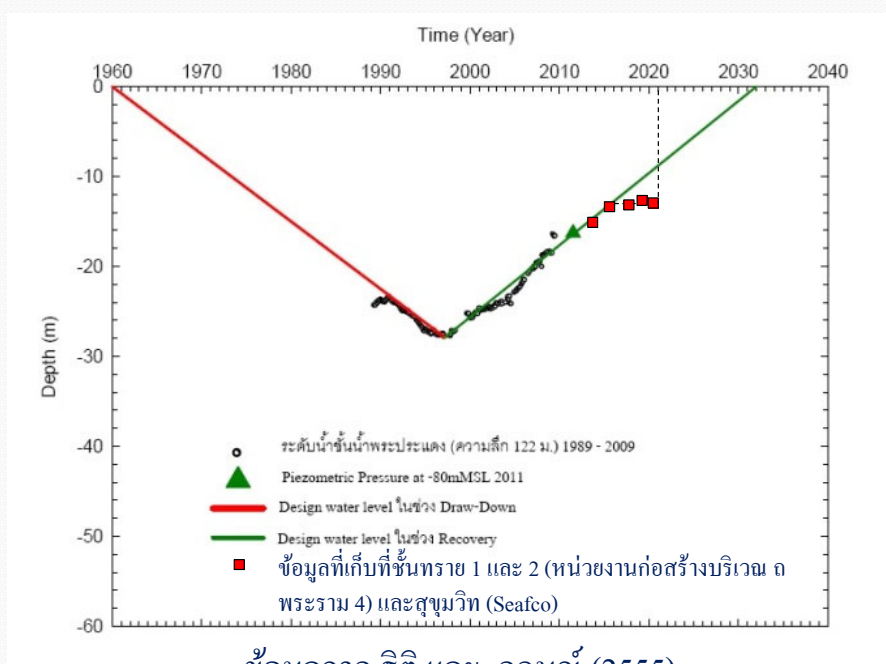
Typical depth of
pile in Bangkok
40-60 m

Depth of pile tip at 100 m
(Deepest bored pile in
Thailand) -100 m



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

Changing in pore water pressure



ข้อมูลจาก ธีติ และ กฤษณ์ (2555)



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

ประเภทของเสาเข็ม

High displacement

- Precast concrete driven pile
- Jacked-in pile

Low displacement

- Steel H-pile
- Hollow concrete auger-pressed pile
- Screw steel pile

Non displacement

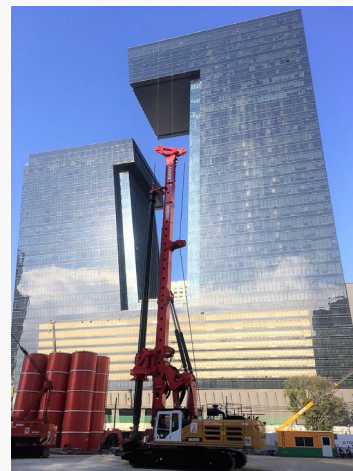
- Tripod pile (percussion)
- Auger and bucket bored pile
 - Dry process
 - Wet process
- Barrette



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

9

Auger and bucket bored pile



Advantages

- Short construction time
- Depth more than 80 m
- Can drill in every soil and rock condition



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

10

Barrette



- Very high capacity per pile
- Can be constructed in different shapes (e.g. L, T and X)
- Applicable for construction in congested area and limited height



SEAFECO PUBLIC COMPANY LIMITED

11

การเลือกใช้เสาเข็มกลมและเหลี่ยม

- ลักษณะ โครงสร้าง
- อาคาร
- สาธารณูปโภค
- พื้นที่ทำงานและพื้นที่รอบข้าง



SEAFECO PUBLIC COMPANY LIMITED

12

งานอาคารสูง เสาเข็มเจาะมีความเหมาะสม



- กำลังรับน้ำหนักต่อต้นสูง
- เจาะได้ลึกถึง 100 ม
- จัดเป็นเสาเข็มกลุ่มได้

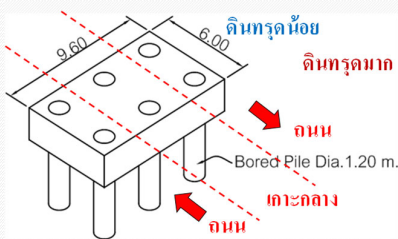


SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

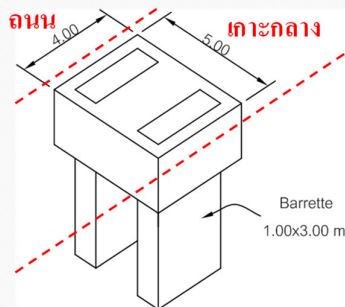
งานสาธารณูปโภค ควรใช้เสาเข็มเหลี่ยม (Barrette)



- จำนวน **Barrette** น้อย
- ไม่เกินเกาะกลางถนน
- ลดปัญหาการใช้ปลอกเหล็ก



องค์กร ทัศนนิพนธ์, ซอร์ โซว เอช, ธยานันท์ บุญชรัญ, ธีรยุทธ ทัศนนิพนธ์ และ เสรีโรท เจริญ (2558). พัฒนาการงานฐานรากและกำแพงกันดินในประเทศไทยและอาเซียนบางประเทศ. การบรรยายพิเศษในงานงานแสดงเทคโนโลยีและการประชุมวิศวกรรมปฐพีแห่งชาติ ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

แต่งงานสาธารณูปโภค มีประเด็นเรื่องความปลอดภัยหากใช้เสาเข็มเจาะ
ตัวอย่างปลอกเหล็กกันดินพัง (Casing) ล้มกลางถนน



Credit: www.ch3thailand.com, 2018



Credit: www.innnews.com



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

**Fill borehole with slurry when excavation reach
base of casing**

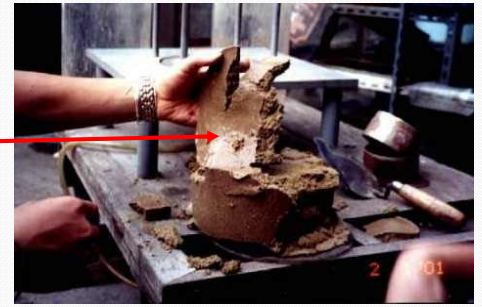
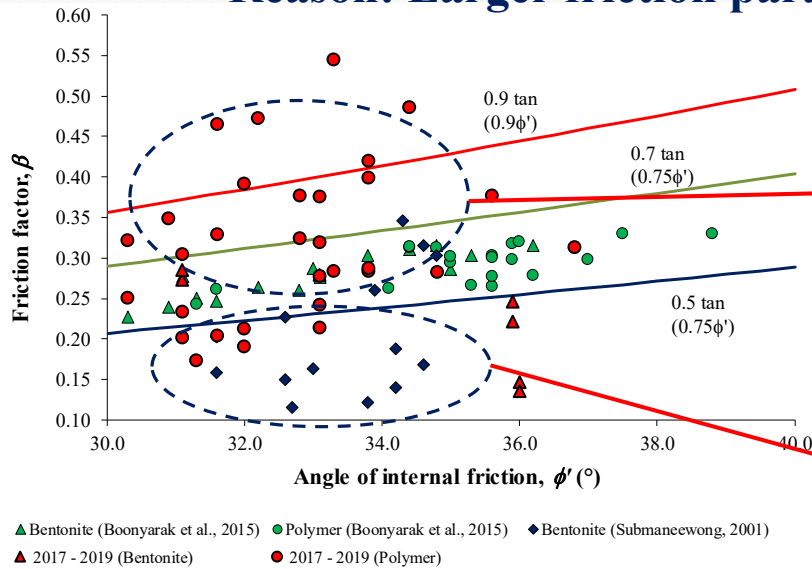


- Drilling slurry:**
1. Polymer slurry [**Higher friction**, **Less stability**]
 2. Bentonite slurry [**Less friction**, **Higher stability**]



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

Reason: Larger friction parameter (β) than in the past



New method, higher friction



New method of construction provide 50% larger in friction than the old method

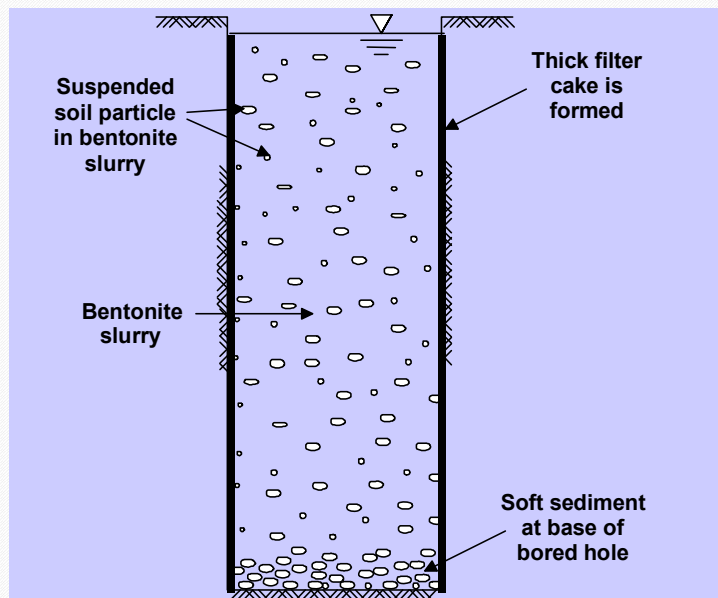
Old method, lower friction



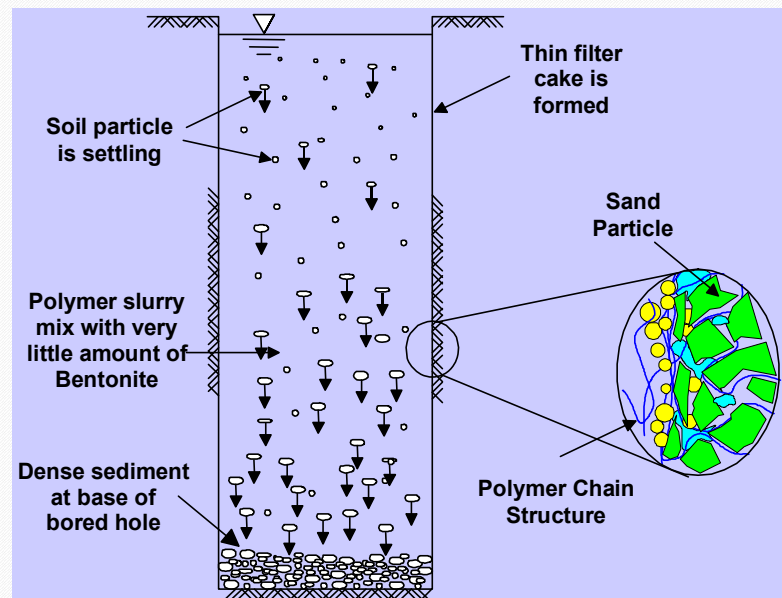
SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED



Bentonite in borehole



Polymer in borehole

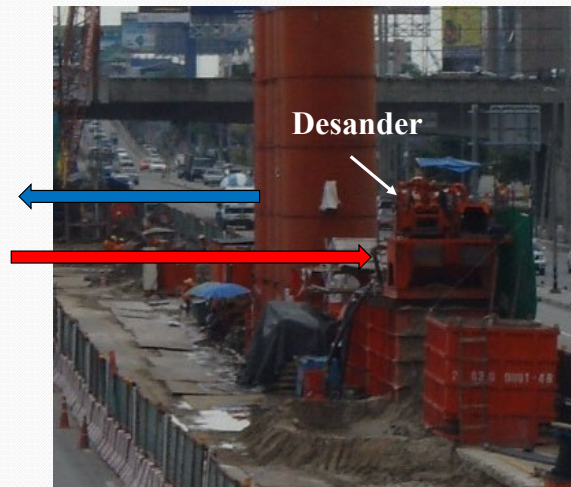


SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

Base cleaning of bentonite drilling fluid by recycling



Recycling of drilling fluid

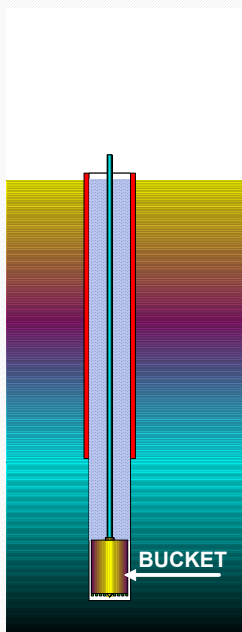


Desanding of slurry



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

Pile base cleaning by cleaning bucket for polymer



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

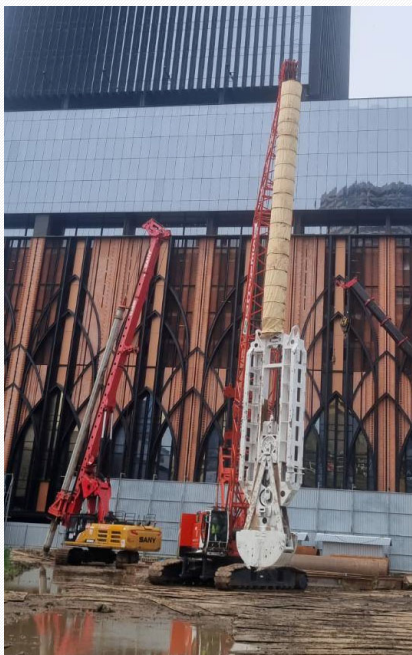
Equipment for bored pile: Rotary type



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

21

Equipment for Diaphragm wall: Mechanical grab with slurry protection



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

22

Development in equipment that adjust the verticality

Hydraulic grab improve verticality and productivity



Panel
thickness:
0.6 – 1.5 m
Panel length:
2.5 – 6.0 m

Verticality
adjustment
tools



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

23

กระบวนการก่อสร้างเสาเข็มเจาะแบบเดิม (Conventional method)



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

24

Set pile location and offset point



Install temporary casing using vibro hammer

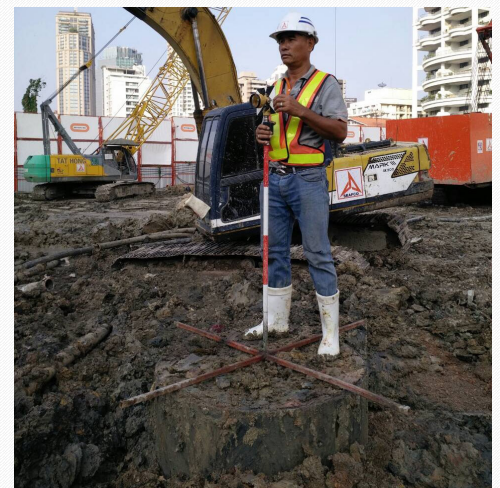
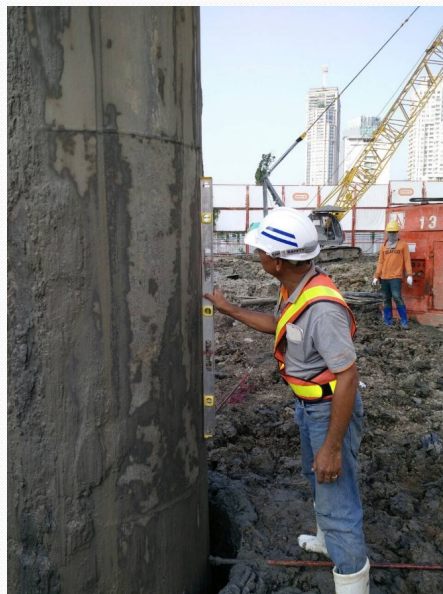


25

Install temporary casing

Checking verticality of casing

Check the location of the casing after installation



Checking deviation and inclination during casing driving

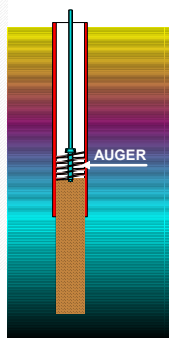
Tolerance of
verticality
1:100 (EIT, 2003)
1:75 (ICE, 1996)

Tolerance of
Location at ground surface
75 mm (EIT, 2003)

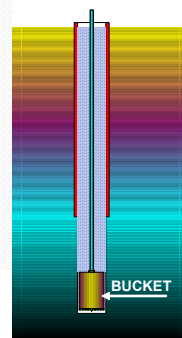


SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

Construction sequence for wet-process bored pile



(2)
Drilling by Auger

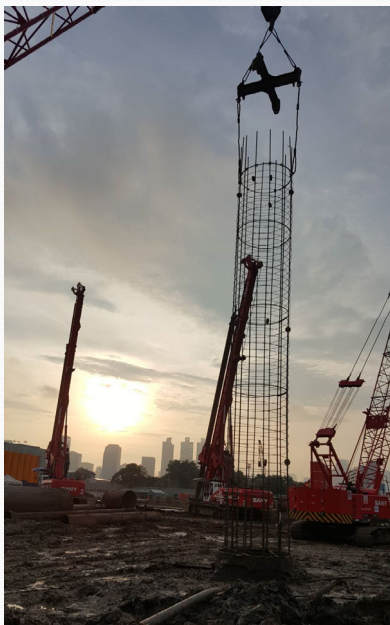


(3)
Drilling by Bucket under slurry



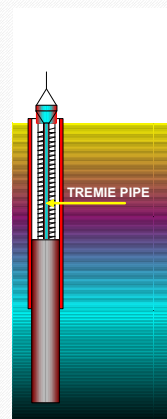
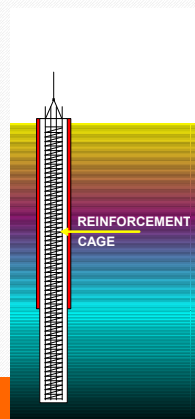
27

Construction sequence for wet-process bored pile



(4)

Rebar Installation



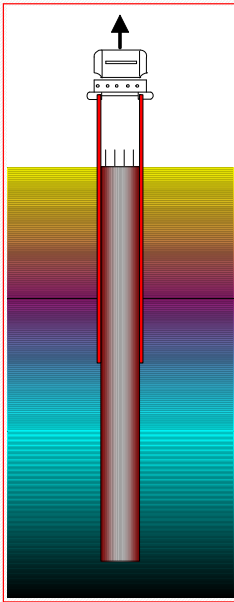
(5)

Concreting by Tremie Method



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

Extraction of casing



**Excavation of
adjacent pile**

**Center-center $\geq 6D$
within 24 hr**



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

29

การก่อสร้างเสาเข็มเจาะในเขตเมือง



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

30

ประกาศคณะกรรมการ
สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่
37 ปี 2553

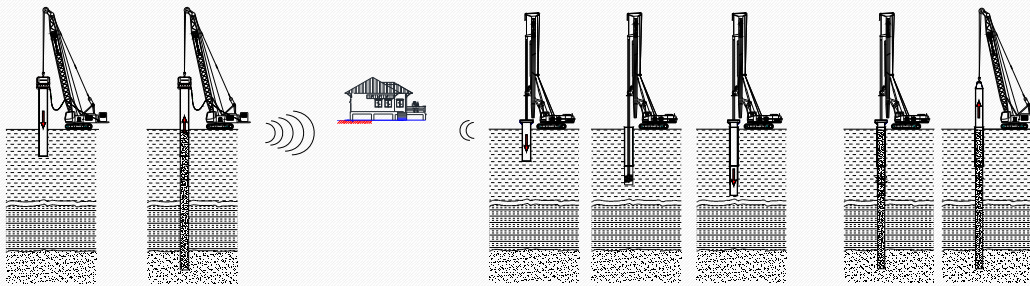
ด้านแรงสั่นสะเทือนที่ยอมให้



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

อาคาร ประเภทที่	จุดตรวจวัด	ความถี่ (เฮิรตซ์)	ความเร็วอนุภาคสูงสุดไม่เกิน (มิลลิเมตรต่อวินาที)	
			ความถี่ที่ ๑	ความถี่ที่ ๒
๑	๑.๑ ฐานรากหรือชั้นล่างของอาคาร	$f \leq ๑๐$	๒๐	-
		$๑๐ < f \leq ๕๐$	$๐.๕ f + ๑๕$	
		$๕๐ < f \leq ๑๐๐$	$๐.๒ f + ๓๐$	
		$f > ๑๐๐$	๕๐	
	๑.๒ ชั้นบนสุดของอาคาร	ทุกความถี่	๕๐*	๑๐*
๒	๒.๑ ฐานรากหรือชั้นล่างของอาคาร	$f \leq ๑๐$	๕	-
		$๑๐ < f \leq ๕๐$	$๐.๒๕ f + ๒.๕$	
		$๕๐ < f \leq ๑๐๐$	$๐.๑ f + ๑๐$	
		$f > ๑๐๐$	๒๐	
	๒.๒ ชั้นบนสุดของอาคาร	ทุกความถี่	๑๕*	๕*
๓	๓.๑ ฐานรากหรือชั้นล่างของอาคาร	$f \leq ๑๐$	๓	-
		$๑๐ < f \leq ๕๐$	$๐.๑๒๕ f + ๑.๖๕$	
		$๕๐ < f \leq ๑๐๐$	$๐.๐๕ f + ๖$	
		$f > ๑๐๐$	๑๐	
	๓.๒ ชั้นบนสุดของอาคาร	ทุกความถี่	๘*	๒.๕*
๓	๓.๓ พื้นอาคารในแต่ละชั้น	ทุกความถี่	๒๐"	๑๐"

Seafco Innovation: To reduce vibration from piling



Conventional method:
High vibration

Innovative method:
Almost zero vibration

บริษัท ซีฟโก้ ได้รับรางวัล องค์กรนวัตกรรมดีเด่น ปี พ.ศ. 2562 จากตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย เรื่อง เสาเข็มเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

Construction sequence for wet-process bored pile

Double casing installation sequences



1. Outer casing installation



2. Pre-boring



3. Inspection of pre-bored hole

4. Inner casing installation



5. Check installed location



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

33

Vibration from vibro hammer for conventional casing installation



■ **Vibration from vibro hammer**

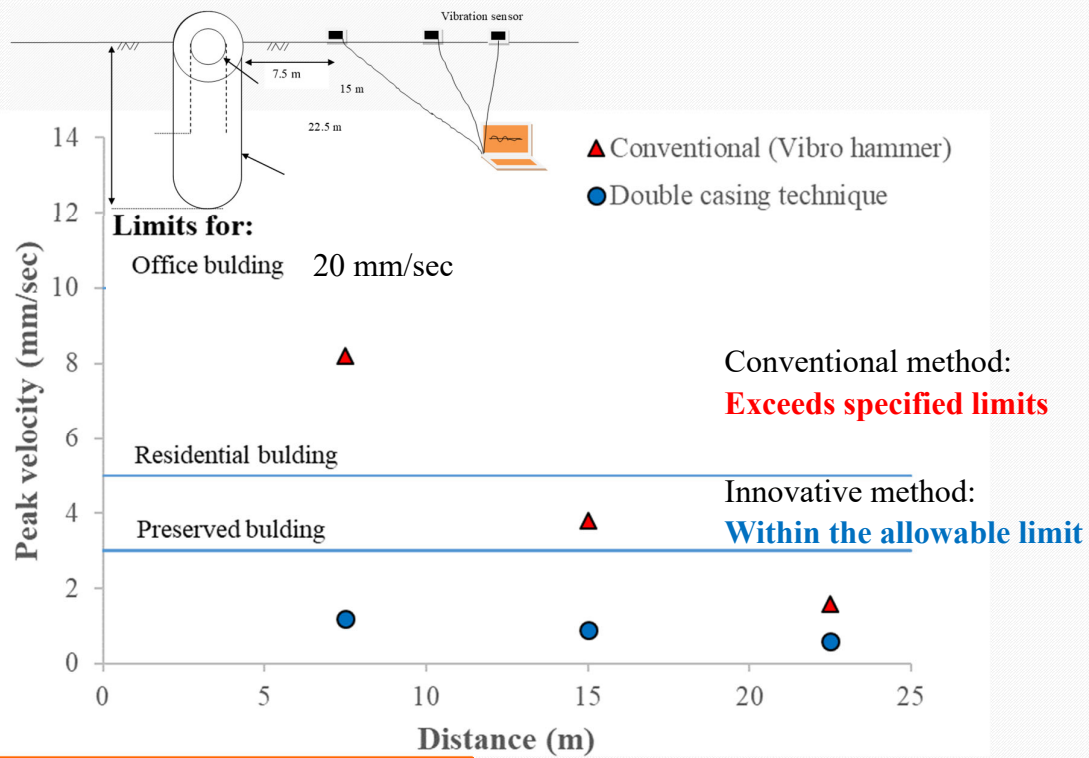
■ **Without vibro hammer**



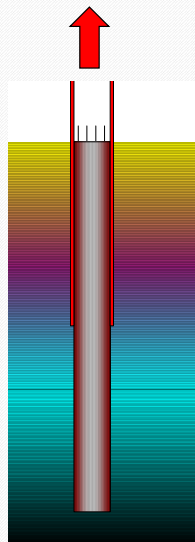
SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

34

Efficiency of this innovation



Construction sequence for wet-process bored pile



(6)

Casing Extraction without vibration

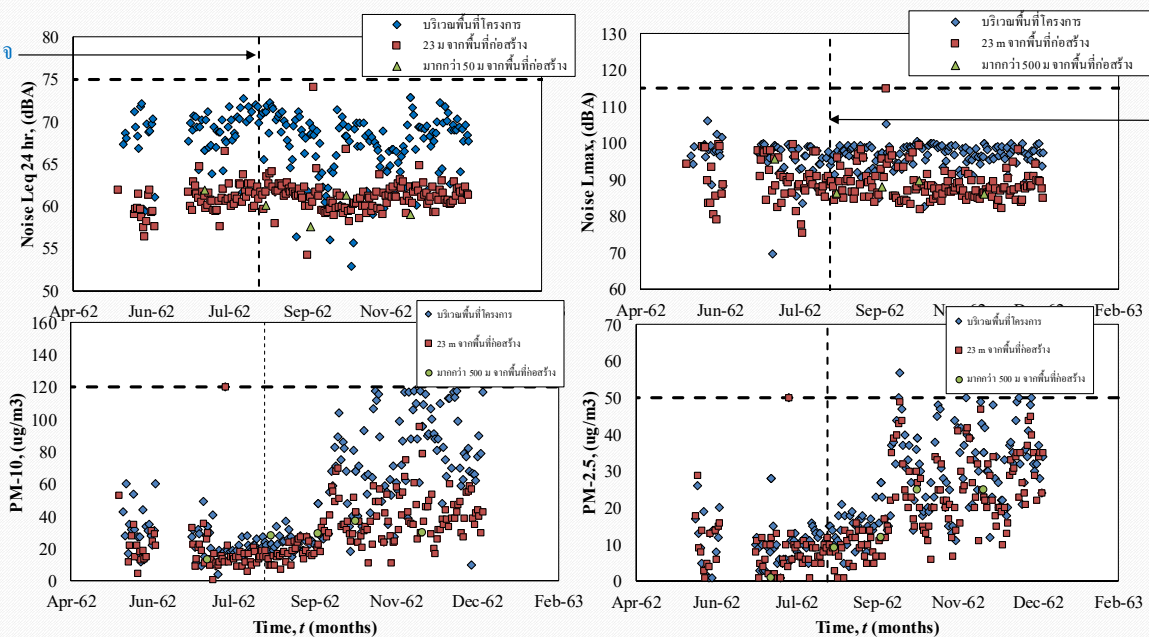
Near zero vibration construction



Noise and dust monitoring and minimizing



งานก่อสร้าง
เสาชิมแล้วเสร็จ



งานก่อสร้าง
เสาชิมแล้วเสร็จ

■ ตรวจวัดเสียงและฝุ่นจากการก่อสร้าง จากตำแหน่ง

SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED พื้นที่ก่อสร้าง; 23 ม จากพื้นที่ก่อสร้าง; และ มากกว่า 500 ม จากพื้นที่ก่อสร้าง

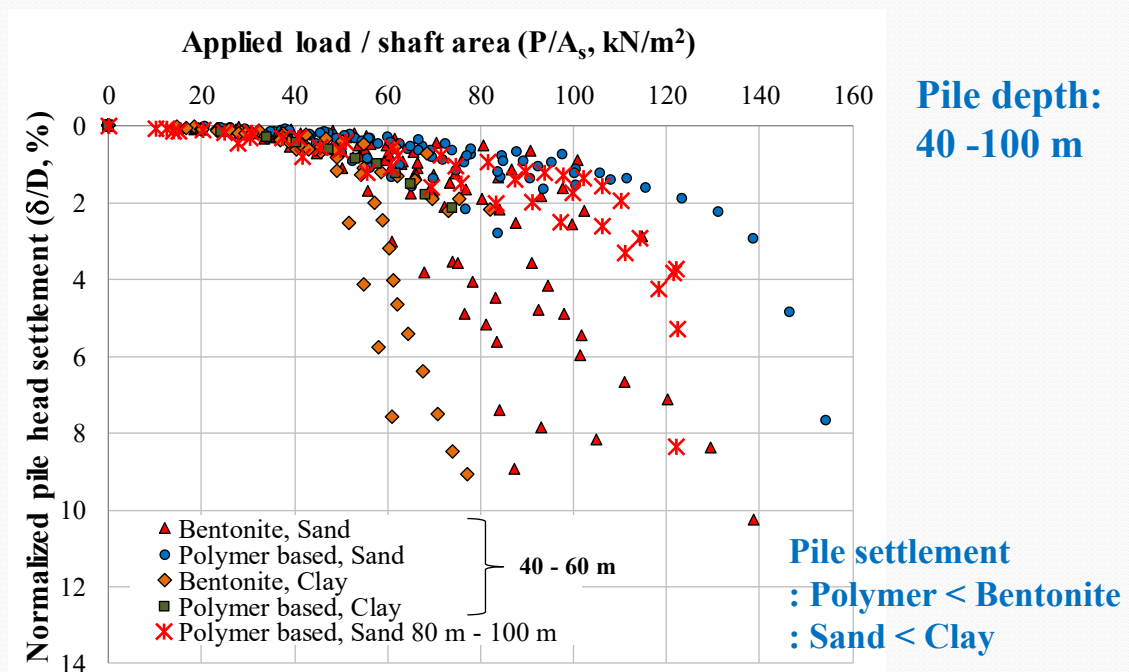
พฤติกรรมการรับน้ำหนักของเสาเข็มในกรุงเทพ



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

39

Pile settlement database in Bangkok

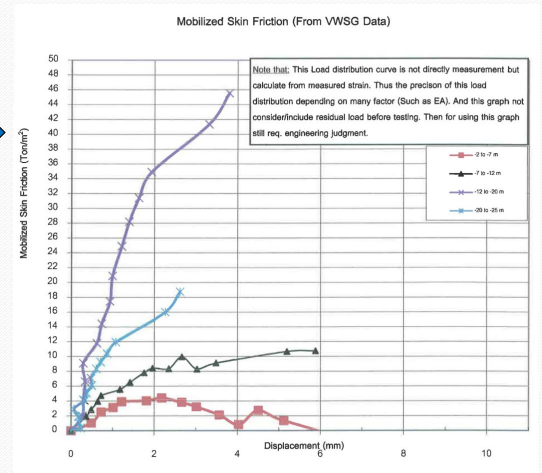
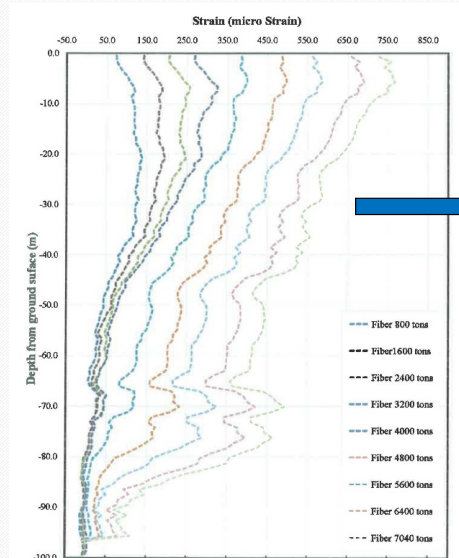
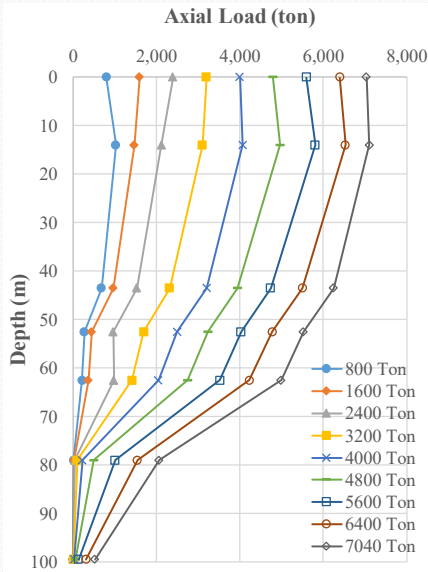


Boonyarak, T., Aye, Z. Z., Thasnanipan, N., Supawo, S. and Chea, S. (2016). Settlement prediction of large-diameter bored pile in Bangkok soils. International Conference of GEOMATE. 14-16 November, Bangkok, Thailand



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

Load transfer curves



■ Strain gage: interval reading

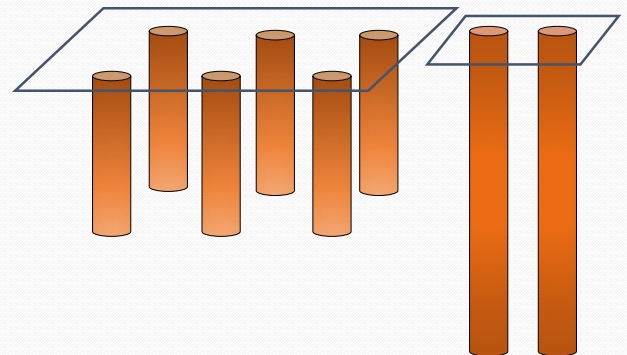
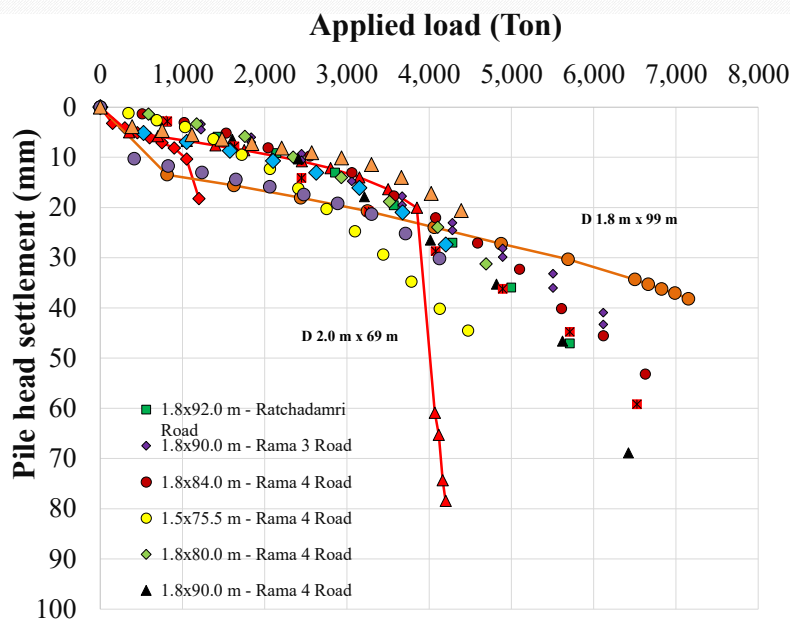
■ Fiber optics: Continuous reading

ณรงค์ ทศนนิพันธ์, ธยานันท์ บุญยรักษ์, ชันลักสมาย โรธ, เสรีโรท เจริญ และ ณัฐพล ทศนนิพันธ์ (2561). พฤติกรรมเสาเข็มเจาะความลึก 100 เมตร: เทคนิคการก่อสร้าง การทดสอบเสาเข็มและประเด็นสำคัญเรื่องคุณสมบัติคอนกรีตสดในงานเสาเข็มเจาะ. บทความวิชาการในงานงานแสดงเทคโนโลยีและการประชุมวิศวกรรมปฐพีแห่งชาติ ครั้งที่ 5, กรุงเทพฯ

SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

41

Very deep bored pile construction leads to less material consumption



- Load capacity / material
 - 99 m deep = 12.7 T/m³
 - 69 m deep = 7.0 T/m³
- Load/concrete volume increase by 50%

SEAFCO



Aye, Z. Z., and Boonyarak, T. (2017). Axial load response of long piles in deep alluvial soil Bangkok Experience. 3rd International Soil-Structure Interaction Symposium, 18-20 October 2017, Izmir, Turkey

42

42

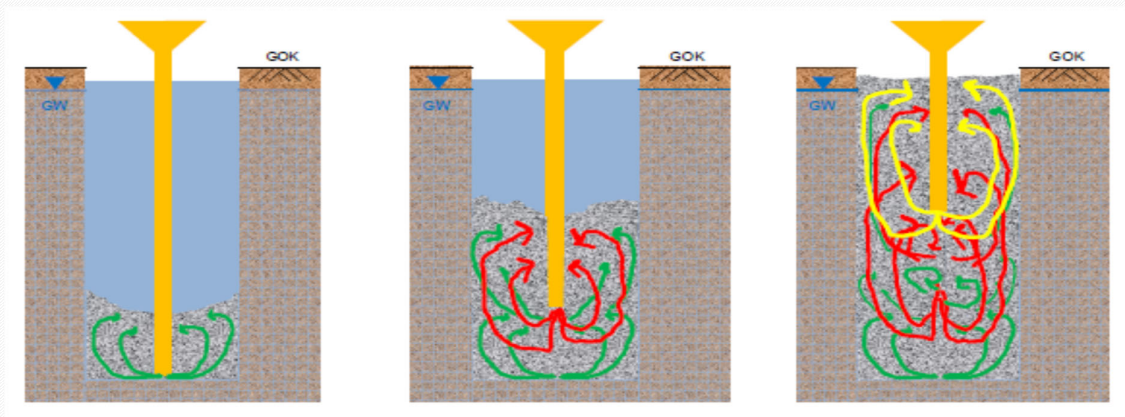
คุณสมบัติของคอนกรีตที่เหมาะสมสำหรับงาน เสาเข็มกลมและเหลี่ยม



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

43

รูปแบบการไหลของคอนกรีตในเสาเข็มเจาะ



ระหว่างเทคอนกรีตผู้ปฏิบัติงานไม่สามารถมองเห็นสภาพ
การไหลของคอนกรีต เนื่องจากการเทได้น้ำ ในหลุมเจาะ



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

After: pilingcontractors.com.au

คุณสมบัติหลักๆ ที่ต้องควบคุมสำหรับคอนกรีตที่เทผ่านท่อ Tremie

Workability

- Flow ability
- Fill ability
- Passing ability

Stability

- Water retention
- Retardation
- Slump retention ability

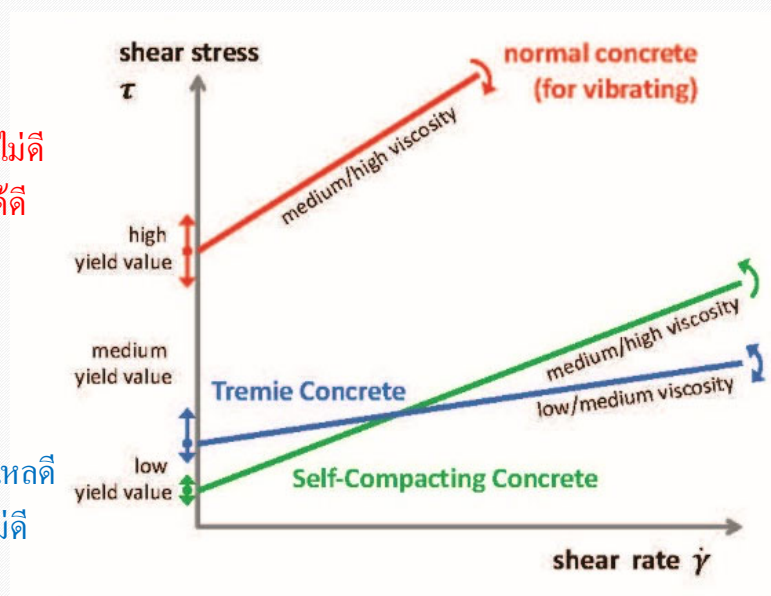


SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

คุณสมบัติด้านการไหลและต้านทานการแยกตัวของคอนกรีต

คอนกรีตปกติ มีการไหลไม่ดี
แต่ต้านทานการแยกตัวได้ดี

คอนกรีต Tremie มีการไหลดี
แต่ต้านทานการแยกตัวไม่ดี
เท่าคอนกรีตปกติ



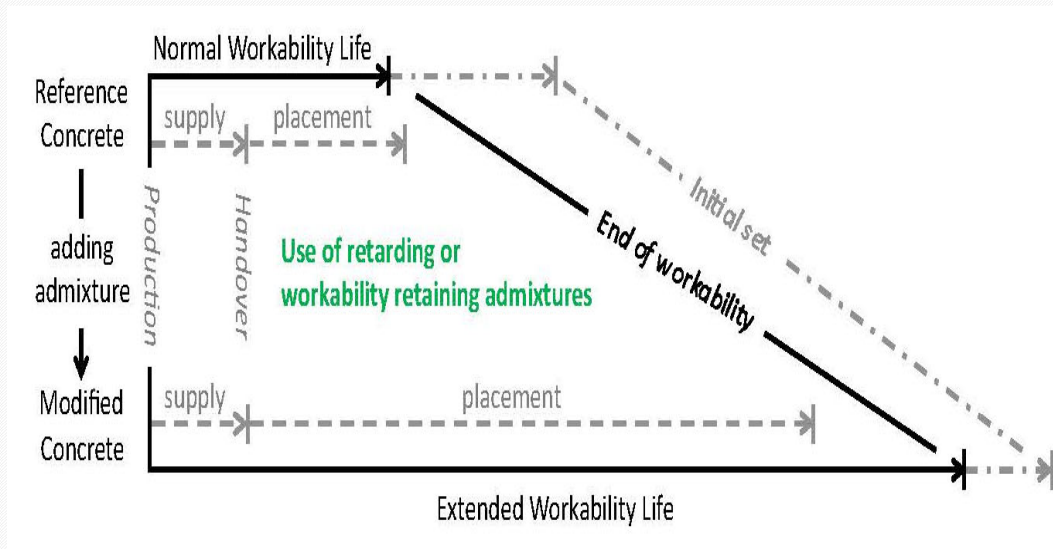
SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

(EFFC/DFI 2018)

คุณสมบัติด้านการก่อตัวของคอนกรีต

คอนกรีตปกติ มีระยะเวลาการ
ก่อตัวที่สั้น

คอนกรีต Tremie ต้องมีระยะเวลาการก่อตัว
ที่ยาวกว่าคอนกรีตปกติ



(EFCC/DFI 2016)

SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

การทดสอบ Slump อย่างเดียว อาจไม่เพียงพอที่จะควบคุมคุณภาพคอนกรีต

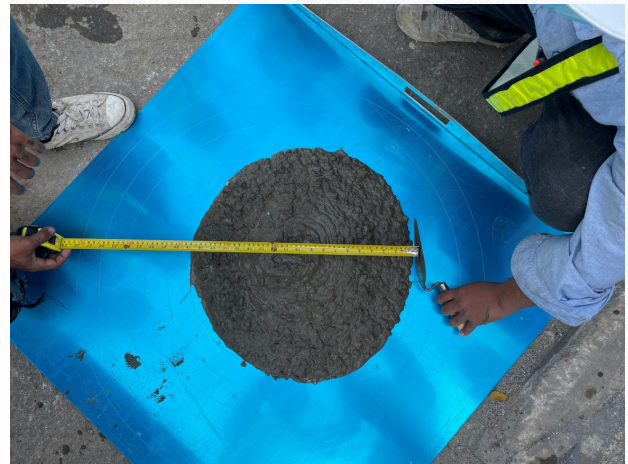
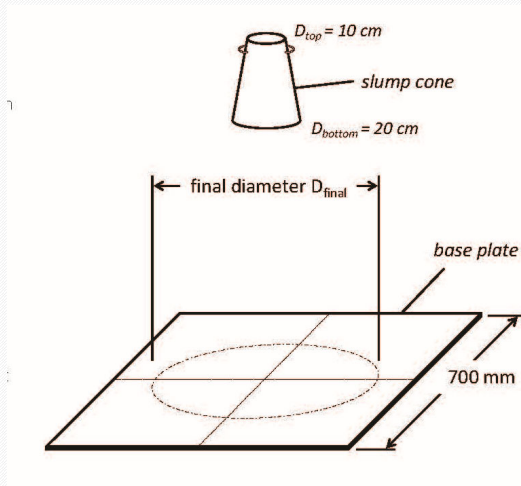


Same slump height but **different behavior and performance**

After: pilingfederation.org.au

SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

Slump flow test ทำได้โดยกลับด้านกรวยทดสอบ Slump test



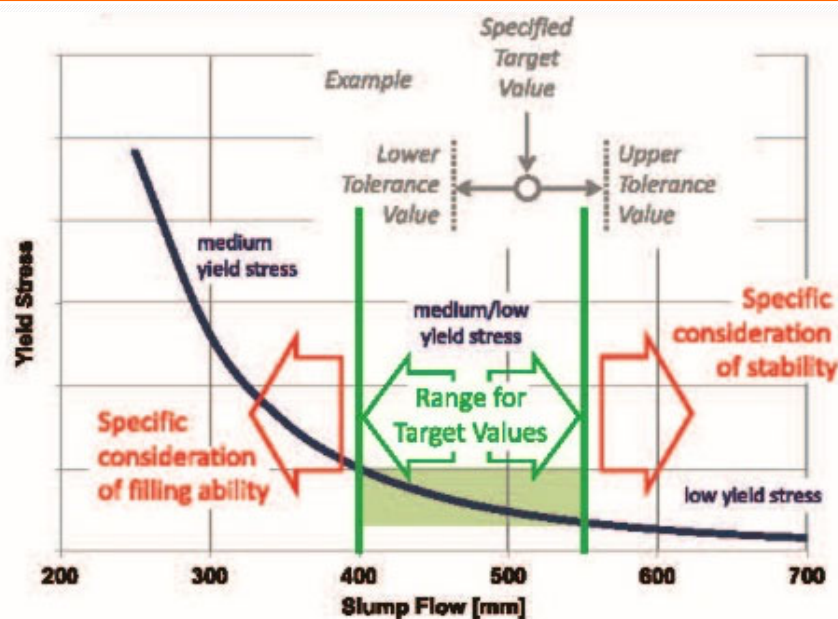
- ใช้ Cone สำหรับ Slump flow หรือ Invert cone ในการทดสอบ Slump height
- Indirect relationship with yield stress



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

After: EFFC/DFI (2018)

Suitable range of flow diameter



400 – 550 mm



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

After: EFFC/DFI (2018)

Visual inspection test (VSI)

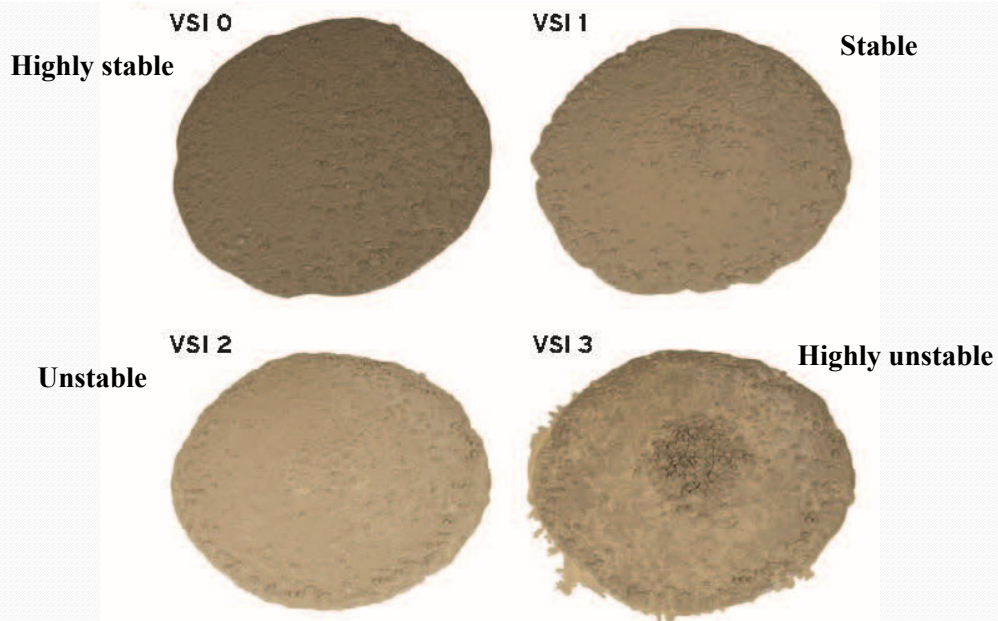


Photo courtesy of BASF Corporation

After: EFFC/DFI (2018)

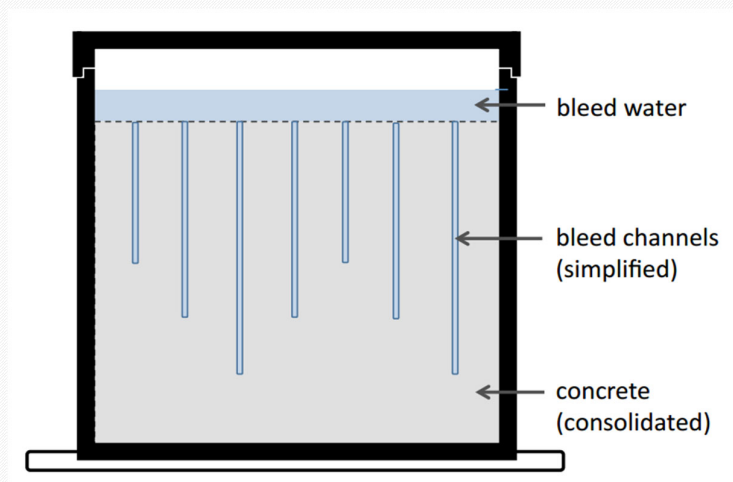
คุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับคอนกรีตที่เทผ่านท่อในประเทศไทย



Slump test in the project

Properties	Range	Testing method
Slump	150 - 200 mm	Slump Cone
Flow diameter	400 – 550 mm	Flow table
Initial setting time	Casting + 2 hours	Timer
Resistance to bleeding or segregation	Specified on project basis	ASTM C232, ASTM C1610, CIA Z17,
Compressive strength	24-45 MPa (cylinder)	Unconfined compression test

Introduction to bleeding in bored pile



Simplified schematic of bleeding and channeling in concrete (EFFC/DFI 2016)

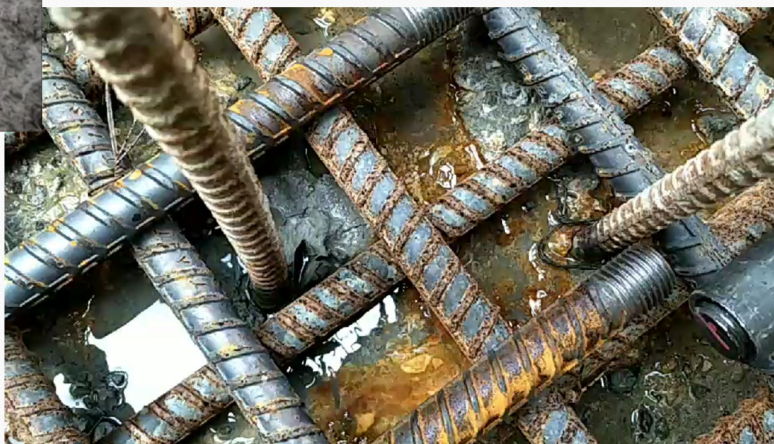


Channels running up the surface of pile (EFFC/DFI 2016)



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

Video of concrete bleeding and channeling

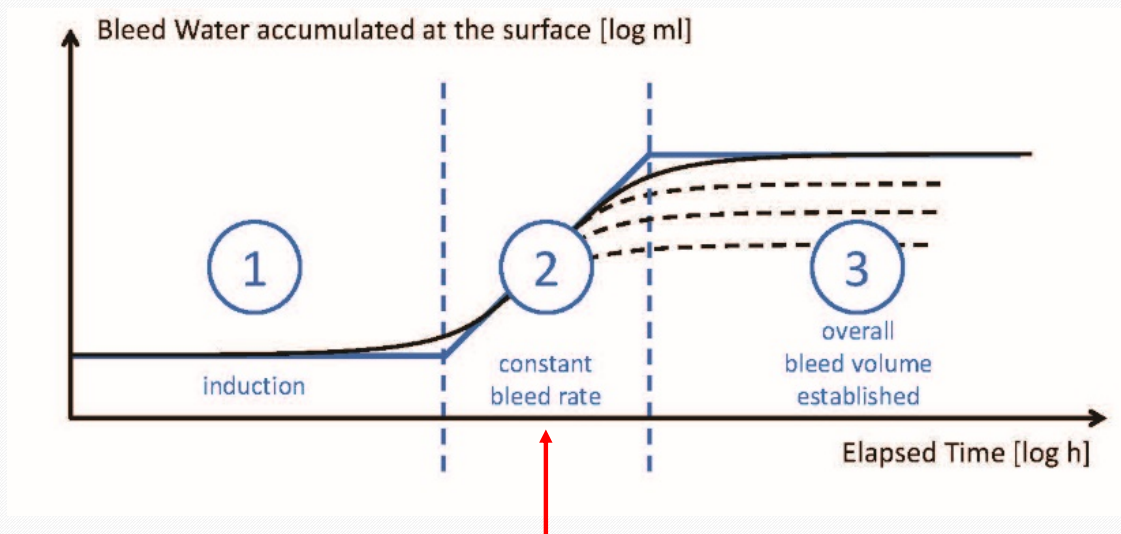


น้ำไหลออกจากเสาเข็มที่
ระดับตัดหัวเสาเข็ม > 20 ม



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

Concrete setting time and bleeding



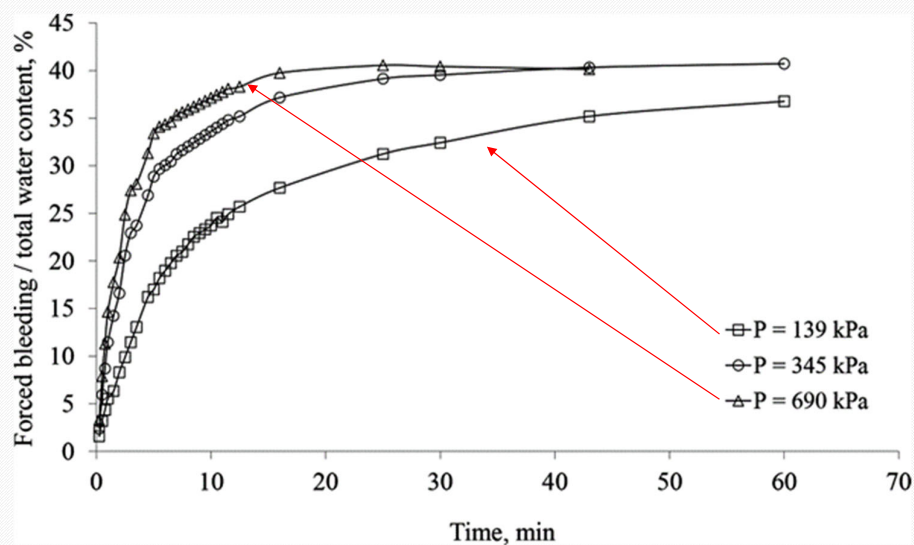
- If high retarder, **more bleeding** occur
- Suitable setting concreting time + 2 hr



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

After: EFFC/DFI (2018)

Concrete bleeding under different pressures



Vanhove and Khayat (2016) found that bleeding significantly increase with increasing of confining pressure.



Reference : Vanhove and Khayat (2016)

Improvement of concrete quality by funding research

(Joint research with Mahidol Uni, SiamCityCement and Elkem)



Concrete bleeding and channeling: **Poor concrete quality**

Filtration apparatus of fresh concrete (DFI/EFCC, 2018)

For testing water retention ability to high water pressure (depth > 80 m)

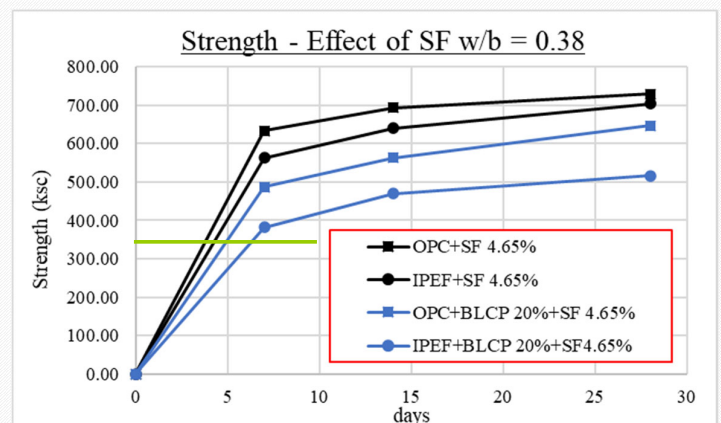
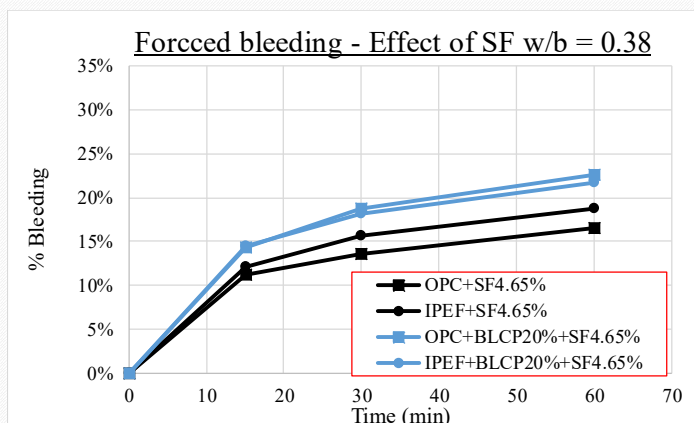


SEAFCC COMPANY LIMITED



57

Replacing Portland cement by hydraulic cement and fly ash



- **Force bleeding:** Hydraulic cement = OPC
- **Compressive strength:** Hydraulic cement < OPC
- **Amount of fly ash:** should be controlled < 20%



SEAFCC PUBLIC COMPANY LIMITED



58

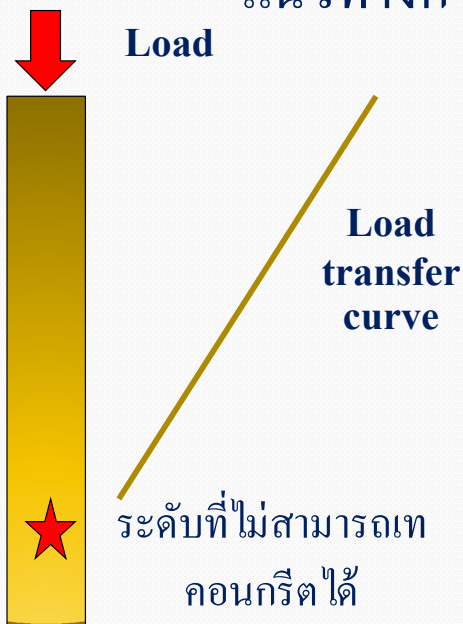
Concrete segregation

▪ Results in blockage in tremie pipe



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

แนวทางการพิจารณาและแก้ปัญหา 1

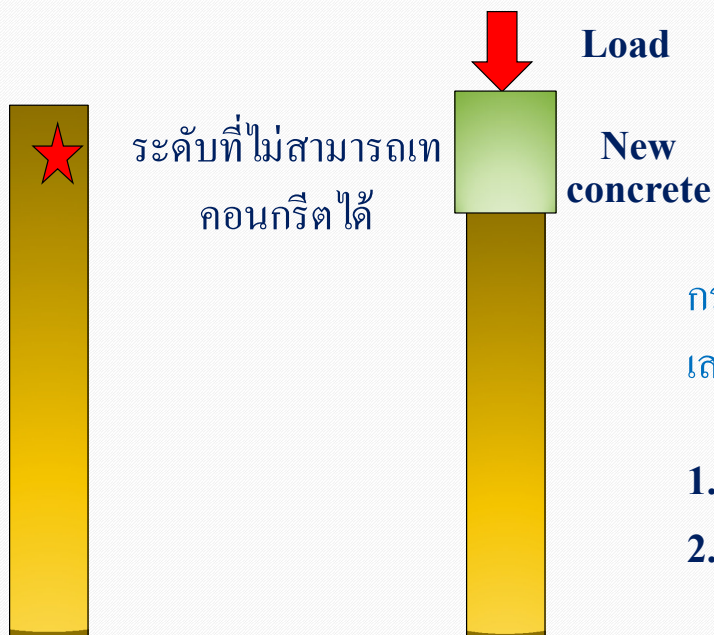


กรณีที่คอนกรีตไม่สามารถเทได้อยู่ที่ระดับใกล้ปลายเสาเข็ม

1. ดึงท่อเทขึ้น ทำความสะอาดท่อ และเทคอนกรีตให้แล้วเสร็จ
2. คำนวณน้ำหนักที่ถ่ายลงมาจากหัวเสาเข็ม
3. หากบริเวณที่เกิดปัญหายู่ลึก และน้ำหนักที่ถ่ายลงไปที่ระดับที่มีปัญหา น้อยกว่ากำลังรับน้ำหนักของคอนกรีต (ที่มีปัญหา) => **เสาเข็มยังคงใช้งานได้**

SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

แนวทางการพิจารณาและแก้ปัญหา 2



กรณีที่คอนกรีตไม่สามารถเทได้อยู่ที่ระดับใกล้หัวเสาเข็ม

1. เทคอนกรีตให้แล้วเสร็จ
2. สกัดคอนกรีตที่ไม่ดีออกแล้วหล่อคอนกรีตใหม่เข้าไป



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

แนวทางการพิจารณาและแก้ปัญหา 3



กรณีที่คอนกรีตไม่สามารถเทได้อยู่ที่ระดับกลางเสาเข็มหรือไม่สามารถลงไปสกัดได้

1. ดึงท่อเทขึ้น ทำความสะอาดท่อ และเทคอนกรีตให้แล้วเสร็จ
2. คำนวณน้ำหนักที่ถ่ายลงมาจากหัวเสาเข็ม
3. หากน้ำหนักที่ถ่ายลงไปที่ระดับที่มีปัญหามากกว่ากำลังรับน้ำหนักของคอนกรีต (ที่มีปัญหา) => เสาเข็มไม่สามารถรับน้ำหนักที่กำหนดได้ ควรทำการเสริมเสาเข็ม



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

แนวทางการเสริมเสาเข็ม

- หากเป็นเสาเข็มกลุ่ม ให้เพิ่มเสาเข็มเข้าไปและขยายฐาน
- หากเป็นเสาเข็มเดี่ยว ให้พิจารณาการเสริมเสาเข็มและทำ

Transfer beam ไปยังฐานรากข้างเคียง

เสาเข็มที่เสริมเพิ่ม



เสาเข็มที่มีปัญหา

ฐานข้างเคียง



SEAFCO PUBLIC COMPANY LIMITED

63

Thank you

Q&A

