

หน่วยที่ 10

การเจาะสำรวจดิน (Boring Test)

1





หน่วยที่ 10

การเจาะสำรวจดิน (Boring Test)

หัวข้อเรื่อง

- 10.1 วิธีการเจาะสำรวจดิน
- 10.2 ขอบข่ายการเจาะสำรวจดิน
- 10.3 ใบบางขึ้นการเจาะสำรวจดิน
- 10.4 การบันทึกข้อมูลจากผลการทดลอง

สาระสำคัญ

เพื่อเป็นการสำรวจตรวจสอบสภาพของชั้นดิน ในการตรวจหาค่าสมบัติทางวิศวกรรมของชั้นดิน ผลการตรวจสอบที่ได้จะทำให้วิศวกรผู้ออกแบบฐานรากของอาคาร สามารถคำนวณออกแบบความสามารถ การรับน้ำหนักบรรทุกทุกของชั้นดินที่จะรองรับองค์อาคารที่จะทำการก่อสร้างได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ วิธีการดังกล่าวเป็นการใช้เครื่องเจาะสำรวจ เจาะทะลุลงไปชั้นดิน จนถึงระดับที่ต้องการ และเก็บตัวอย่างชั้นดินขึ้นมา แล้วนำดินดังกล่าวนี้ไปทดสอบที่ห้องปฏิบัติการทดสอบ และการจำแนกชนิดของดินตามวิธีการทดสอบมาตรฐานเพื่อหาค่าสมบัติต่างๆ ที่ต้องการ

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อศึกษาหน่วยการเรียนรู้แล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายวิธีการเจาะสำรวจดินได้
2. บอกขอบข่ายการเจาะสำรวจดินได้
3. ทดลองการเจาะสำรวจดินได้
4. บอกเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทดลองได้
5. เข้าใจวิธีการบันทึกข้อมูลและคำนวณผลที่ได้จากการเจาะสำรวจดินได้
6. ทดลองตามขั้นตอนและใช้เครื่องมือได้



บทนำ

สภาพชั้นดินในหลายพื้นที่ของประเทศไทยนั้นอาจมีความแปรปรวน ของชั้นดิน ทำให้สภาพพื้นที่แตกต่างไปจากพื้นที่ทั่วไป เช่น มีชั้นทรายหลวมผิปกติ มีชั้นดินเหนียวอ่อน หรือระดับความลึกของชั้นดินที่แข็งแรงมีความผันแปรสูง เป็นต้น จากสภาพของชั้นดินดังกล่าว อาจทำให้ฐานรากเกิดการวิบัติได้ ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายอย่างคาดไม่ถึง ก่อนที่วิศวกรจะทำการออกแบบฐานรากให้ดีและเหมาะสมนั้นจึงต้องจัดให้มีการเจาะสำรวจดินอย่างเพียงพอ เพื่อให้การออกแบบสิ่งก่อสร้างต่าง ๆ เป็นไปอย่างละเอียดรอบครอบ ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม เพื่อการวิเคราะห์ดินจากประสบการณ์และการสังเกต เมื่อทราบข้อมูลเกี่ยวกับดินในส่วนใดแล้ว จะต้องมีการวางแผนการสำรวจดิน เพื่อให้ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย พร้อมกับได้ข้อมูลที่ถูกต้อง เพราะดินมีคุณสมบัติที่ซับซ้อนและเปลี่ยนแปลงไปตามสถานที่ต่างๆ จึงยังไม่มีวิธีใดที่เหมาะสมที่สุดไปกับดินทุกสภาพ

การเจาะสำรวจดินในเบื้องต้น เป็นการเจาะหรือขุดดินเพียงเล็กน้อย เพื่อต้องการทราบชนิดของดิน การเรียงตัวของชั้นดิน ระดับน้ำใต้ดินและอื่นๆ อันจะเป็นประโยชน์ในการเตรียมเครื่องมือและวางแผนงานได้ดี ส่วนการเจาะดินโดยละเอียดนั้น เป็นการวางแผนเจาะดินอย่างละเอียดเกี่ยวกับการเจาะสำรวจชั้นดิน โดยทั่วไปจะระบุ ตำแหน่งเจาะดิน จำนวนหลุมเจาะดิน ความลึกของหลุมเจาะสำรวจชั้นดินมีการทดสอบด้านใดบ้าง โดยปกติแล้วจะต้องการข้อมูลสำหรับทำข้อมูลความแข็งแรงของดินและข้อมูลเพื่อใช้คำนวณหาการทรุดตัวของสิ่งก่อสร้าง

10.1 วิธีการเจาะสำรวจดิน²

เครื่องมือในปัจจุบันแยกได้ 4 ส่วนคือ เครื่องมือเจาะดิน เครื่องมือเก็บตัวอย่างดิน เครื่องมือทดสอบดินในสนามและเครื่องมือทดสอบดินในห้องปฏิบัติการ ในที่นี้จะกล่าวถึงเครื่องมือทดสอบดินในสนามเท่านั้น โดยพิจารณาถึงขอบเขตความสามารถของเครื่องมือเป็นหลัก

- 1) Trial pit test pit เป็นการขุดหลุมโดยใช้แรงคน ซึ่งหาได้ง่ายในท้องถิ่น สามารถขุดได้กับดินที่ไม่แข็งมาก และในความลึกตื้นๆมีการรบกวนดินน้อยสามารถเห็นการเรียงตัวของชั้นดิน ได้ง่าย จะพบปัญหาคือระดับน้ำใต้ดินในการขุดลึกกว่า 2 เมตร โดยเฉพาะดินทรายจะมีการพังที่หลุมได้ง่ายกว่าดินชนิดอื่นๆ

² บุญเทพ นานกรังสรรค์. FOUNDATION ENGINEERING AND TUNNELLING. 2539. หน้า 24.



รูปที่ 10.1 แสดงการขุดดินโดยแรงคน³



รูปที่ 10.2 แสดงการเก็บตัวอย่างดินแบบ Trial pit³

- 2) Hand auger borings เป็นเครื่องมือที่ง่ายและอาศัยแรงหมุน Auger และนิยมใช้อยู่สองชนิด คือ Helical auger กับ Iwan หรือ Post-hole auger ใช้เจาะดินที่มีแรงยึดเหนี่ยวหรือดินเหนียวมากๆ สามารถเจาะได้ความลึก 5 – 7 เมตร โดยต่อก้านเหล็ก ขนาดของหลุมเจาะด้วย Auger นี้จะมีขนาดประมาณ 2.5 ถึง 4 นิ้ว



รูปที่ 10.3 แสดง Helical auger⁴



รูปที่ 10.4 แสดง Iwan or Post-hole auger⁵

- 3) Mechanical auger borings เป็นการใช้อุปกรณ์สำหรับหมุน Auger ทำให้ทำงานได้รวดเร็วและเจาะดินได้ลึกมากขึ้น ระบบการทำงานได้กำลังเจาะมาจากเครื่องยนต์ที่มีกำลัง

³ ภาพโดย : มานิต ช่วยงาน ก.ค. 2552

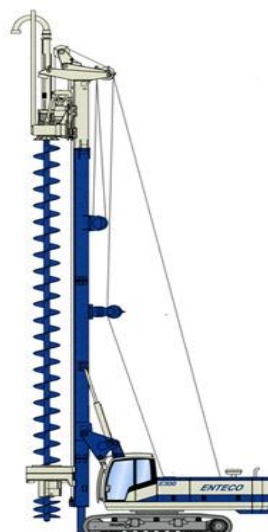
⁴ ภาพโดย : มานิต ช่วยงาน ก.ค. 2552

⁵ www.archway-engineering.com



ไม่น้อยกว่า 25 แรงม้า หัวเจาะดินขึ้นลงได้ด้วยระบบไฮดรอลิกส์ ซึ่งนิยมกันมากในประเทศไทย

- 4) Shell and auger boring เป็นการเจาะดินด้วย Helical auger ร่วมกับการใช้ท่อ Casing สำหรับดินที่ไม่มีความเชื่อมั่นแน่นเพื่อป้องกันการพังทลายด้านข้างของหลุม ใช้ได้กับดินทุกชนิด นิยมสูบน้ำลงไปหลุมเพื่อเก็บเศษกรวดและทราย ที่ไหลล้นออกมากับน้ำ
- 5) Continuous-flight auger boring ใช้สำหรับดินเหนียวหรือทราย หรือกรวดที่มีเม็ดเล็ก มีลักษณะเป็นเกลียวสว่านติดอยู่รอบก้านเจาะ โดยตลอดความยาวของก้านเจาะ นิยมใช้กันโดยทั่วไปเช่นกัน



รูปที่ 10.5 แสดง Continuous-flight auger boring⁶

- 6) Wash boring เป็นการใช้ความดันของน้ำ ที่มีส่วนผสมกับสารแขวนลอย (Bentonite) ทำให้ดินหลวมและหลุดลอยเป็นเม็ดขึ้นมา ในการผสมใช้สัดส่วนความหนาแน่น 1.1 ถึง 1.2 ตันต่อลูกบาศก์เมตร ตัวอย่างดินที่ลอยขึ้นมาจะผสมกับน้ำทำให้การนำส่วนที่ตกตะกอนไปวิเคราะห์ได้ผลไม่ละเอียดเท่าที่ควร แต่ก็นิยมใช้กันมากเพราะสามารถทำงานได้อย่างรวดเร็ว
- 7) Wash probing เป็นการเจาะดินอย่างง่าย ๆ โดยใช้น้ำฉีดลงไปในดิน ใช้ประโยชน์ในการหา

⁶ www.hmc-us.com



ความเปลี่ยนแปลงของดินอ่อน หรือหลวมไปหาดินที่แน่นแข็ง นิยมใช้กันมากในการตอกเสาเข็ม หรือสำรวจหาชั้นหิน สามารถทำงานได้ง่าย ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย

- 8) Rotary boring or Rotary drilling เป็นการใช้ใบมีดหรือหัวเจาะหมุนลงไปในดิน โดยกำลังของเครื่องยนต์ ทำงานได้เร็ว นิยมใช้สำหรับเจาะหินแต่ต้องใช้น้ำเป็นตัวช่วยระบายความร้อนที่หัวเจาะที่ก้นหลุมด้านล่าง
- 9) Percussion boring or Percussion drilling เป็นการเจาะที่ต้องอาศัยแรงกระแทกของ Heavy chisel หรือ Spun หรือ Wash boring ในการนำดินขึ้นมาจากหลุม เนื่องจากมีแรงกระแทกด้วยของที่หนัก จึงทำให้เป็นการรบกวนตัวอย่างดินในชั้นที่อยู่ลึกลงไป ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีประสบการณ์ ความชำนาญในการควบคุมการเจาะในการปล่อยน้ำหนัก เพื่อให้รบกวนดินน้อยที่สุด



รูปที่ 10.6 แสดง Percussion boring or Percussion drilling⁷

การเก็บตัวอย่างดินมี 2 ลักษณะ คือ

- 1) ตัวอย่างดินเปลี่ยนสภาพ (Disturbed Sample) เป็นตัวอย่างดินที่ถูกรบกวน จนทำให้โครงสร้าง หรือการจับตัวของเม็ดดินเปลี่ยนไปหรืออาจจะสูญเสียความชื้นในดิน อาจเกิดจากวิธีการเก็บตัวอย่างดิน การขนส่งและการเก็บรักษาตัวอย่างดิน ซึ่งได้แก่ ตัวอย่างดินที่ได้จากการทดสอบด้วยสว่านมือ และตัวอย่างดินที่ได้จากการตอกวัดค่าด้วยกระบอกผ่า

⁷ www. prd drillingrigs.com



ดินที่ได้ไม่สามารถนำไปทดสอบด้านการรับน้ำหนักของดินได้ เนื่องจากดินได้รับผลกระทบจากการกระแทก การอัด ซึ่งโครงสร้างของดินได้เปลี่ยนไป แต่สามารถนำไปหาคุณสมบัติเพื่อจำแนกประเภทของดินได้

- 2) ตัวอย่างดินคงสภาพ (Undisturbed Sample) เป็นตัวอย่างดินที่เก็บในสนามโดยพยายามให้ทั้งโครงสร้างและองค์ประกอบของดินทุกอย่างเหมือนกับสภาพที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติในสนาม ซึ่งได้แก่ตัวอย่างดินที่เก็บจากกระบอกบางเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 3 นิ้ว ขึ้นไป ถือว่าเป็นตัวอย่างดินที่มีคุณภาพดีที่สุด สามารถนำไปทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ในห้องปฏิบัติการเกือบทุกอย่าง รวมถึงคุณสมบัติในความแข็งแรง และคุณสมบัติในการรับน้ำหนักของดิน

ชนิดของกระบอกเก็บตัวอย่างดิน⁸

- 1) Piston sample นิยมใช้กับตัวอย่างดินประเภทไม่มีความเชื่อมแน่น ชนิดแบบนี้ค่อนข้างดีสำหรับงานวิจัย หรืองานก่อสร้างขนาดใหญ่
- 2) Opencode sample เป็นท่อเหล็กกระบอกเส้นผ่าศูนย์กลาง 38 มม. ถึง 100 มม. ยาว 45 ซม. ถึง 50 ซม. ปลายด้านล่างสวม Cutting shoe ซึ่งถอดออกได้ ปลายด้านบนต่อกับกระบอกเก็บตัวอย่างดินโดยใช้ค้อนกระแทกให้กระบอกจมลงไปในดิน ตัวกระบอกส่วนมากทำจากโลหะไร้สนิม ซึ่งส่วนมากจะใช้เก็บดินอ่อน
- 3) Standard split spoon sample เป็นกระบอกผ่าครึ่งสองซีก ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางด้านนอก 2 นิ้ว ยาว 24 นิ้ว ใช้ในการทดสอบ S.P.T. ด้านปลายกระบอกมี Cutting shoe สวมไว้ใช้กับดินทรายหรือดินที่มีทรายปนอยู่มาก แต่ตัวอย่างดินจะถูกรบกวนมากทำให้ดินแปรสภาพได้
- 4) Foll sample เป็นการพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทั้งด้านตัวกระบอกเก็บตัวอย่างดินและ Piston อาศัยแผ่นเหล็กกว้าง 13 มม. และหนา 0.40 ถึง 1.00 มม. สัมผัสกับดินก่อนเข้ากระบอกเก็บตัวอย่างซึ่งจะช่วยลดแรงเสียดทานหรือแรงอัดที่มีต่อดินได้
- 5) Bishop compressed air sample ออกแบบเพื่อใช้ในการเก็บดินที่ไม่มีความเชื่อมแน่นที่อยู่ใต้ระดับน้ำ ซึ่งเก็บตัวอย่างดินได้ยากและเป็นปัญหาในการสำรวจดิน การทำงานของเครื่องมือค่อนข้างจะยุ่งยากซับซ้อน เพราะต้องอัดอากาศในกระบอกด้วยความดันสูงเพื่อไล่น้ำออกและให้ดินสามารถทรงตัวอยู่ในกระบอกเก็บดินได้ ในอังกฤษนิยมใช้

⁸ บุญเทพ นานกรังสรรค์. FOUNDATION ENGINEERING AND TUNNELLING. 2539. หน้า 31.



กระบอกเก็บดินขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 60 มม. ซึ่งเล็กกว่า Bell ไม่มากนัก จะต้องตอก Casing ไปจนถึงระดับที่ต้องการก่อนดำเนินการเก็บตัวอย่างดิน ควรใช้เก็บตัวอย่างในส่วนที่จำเป็นจริงๆ เท่านั้น เพราะจะพบกับอุปสรรคในการนำดินออกจากกระบอกไปทดสอบในภายหลัง บางครั้งจึงมีข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญเสนอให้เลือกการทดสอบในสนามแทนที่ โดย Serota and Jennings (1957) ได้ประยุกต์เครื่องมือนี้ขึ้นอีกโดยการอัดอากาศเข้ายังกระบอกเก็บดินซึ่งอยู่ด้านในโดยตรงที่ปลายกระบอกด้านล่าง

การกำหนดความลึกและตำแหน่งการสำรวจตัวอย่างดิน⁹

การกำหนดความลึกขึ้นอยู่กับลักษณะความแปรปรวนของชั้นดิน น้ำหนักและความสำคัญของสิ่งก่อสร้าง โดยอาจจะพิจารณาได้ดังนี้

- 1) จะต้องมีความลึกเจาะนำร่อง ที่ตำแหน่งสำคัญที่สุดในฐานรากนั้น เช่นบริเวณที่น้ำหนักลงมากที่สุด อาคารที่สูงสุดในพื้นที่ก่อสร้าง หลุมนำร่องนี้ต้องมีอย่างน้อย 1 จุด
- 2) จะต้องมีความลึกครอบคลุมพื้นที่ ซึ่งมีลักษณะการกระจายออกคลุมพื้นที่บริเวณฐานรากทั้งหมด เพื่อให้ทราบความเปลี่ยนแปลงของชั้นดินในแนวราบ โดยมีระยะตามข้อเสนอแนะในตารางที่ 10.1 และตารางที่ 10.2
- 3) จะต้องมีความลึกเจาะเสริม หรือการทดสอบในสนาม หรือการสำรวจทางธรณีฟิสิกส์ เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่กว้างมาก หรือเป็นแนวยาว

ตารางที่ 10.1 แสดงความลึกของหลุมเจาะที่ใช้เป็นแนวทางสำหรับการเจาะสำรวจชั้นดินในเขต กทม. และปริมณฑล¹⁰

โครงสร้าง	ประมาณการความลึกของปลายเสาเข็มที่จะใช้ (เมตร)	ความลึกของหลุมเจาะ (เมตร)
- อาคารปกติสูงไม่เกิน 5 ชั้นหรือโรงงานขนาดเบา	21 – 23	30
- อาคารปกติสูงไม่เกิน 10 ชั้นหรือโรงงานขนาดหนัก	22 – 25	35 – 40
- อาคารสูงไม่เกิน 15 ชั้น	25 – 30	40 – 45
- อาคารสูงไม่เกิน 20 ชั้น	25 – 45	50 – 60

⁹ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. โครงการอบรมการสำรวจชั้นดิน การออกแบบและการก่อสร้างงานฐานราก. 2550. หน้า 312.

¹⁰ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย. แนวทางการตรวจสอบชั้นดินเพื่องานฐานราก. 2548. หน้า 13-14.



ตารางที่ 10.1 (ต่อ) แสดงความลึกของหลุมเจาะที่ใช้เป็นแนวทางสำหรับการเจาะสำรวจชั้นดินใน
เขต กทม. และปริมณฑล

- อาคารสูงไม่เกิน 24 ชั้น	45 – 55	60 – 70
- อาคารสูงไม่เกิน 28 ชั้น	50 – 60	70 – 80
- อาคารสูง 30 ชั้นขึ้นไป	-	80 – 120

ตารางที่ 10.2 แสดงความลึกของหลุมเจาะที่ใช้เป็นแนวทางสำหรับการเจาะสำรวจชั้นดิน
ในพื้นที่ต่างจังหวัด

โครงสร้าง	ประมาณการความลึก ของปลายเสาเข็มที่จะใช้ (เมตร)	ความลึกของหลุมเจาะ (เมตร)
- อาคารสูง 1-2 ชั้น หรืออาคาร โครงสร้างชั่วคราวขนาดเบา	25	SPT, N-Value > 35 หนาต่อเนื่อง > 3 ม.
- อาคารสูง 3-4 ชั้น หรือโรงงาน หรือโกดังขนาดเบา	25	ค่า N > 35 หนา 4-5 ม. หรือ N > 40 หนา 3 ม.
- อาคารสูง 5-6 ชั้น หรือโรงงาน หรือโกดังขนาดปานกลาง	30	ค่า N > 40 หนา 4-5 ม. หรือ N > 45 หนา 3 ม.
- อาคารสูง 6-9 ชั้น หรือโรงงาน หรือโกดังขนาดหนัก	30	ค่า N > 45 หนา 4-5 ม. หรือ N > 50 หนา 3 ม.
- อาคารสูง 10-15 ชั้น หรืออาคารหนักมาก	35-40	ค่า N > 45 หนา 6 ม. และลึก > 15 เมตรหรือ N > 50 หนา 4-5 เมตร และลึก > 15 เมตร
- อาคารหนักพิเศษ เช่นหอประชุม โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า อาคารที่มีระยะช่วงเสาห่างกัน มาก หรืออาคาร 16-18 ชั้น	40-50	ค่า N > 50 หนา 6-8 ม. และลึก > 20 เมตร



การบันทึกข้อมูล

ในการเจาะสำรวจดินต้องบันทึกการเจาะดินทุกๆ หลุม อันประกอบด้วย ความลึก รายละเอียดของชั้นดิน ระดับน้ำใต้ดิน ผลการทดสอบแรงเฉือน ผลการทดสอบ S.P.T. และตำแหน่งที่เจาะ พร้อมพิกัดทางภูมิศาสตร์ จะทำให้สามารถวิเคราะห์ผลการสำรวจดินได้อย่างถูกต้อง

10.2 ขอบข่ายในการเจาะสำรวจดิน

การเจาะสำรวจโดยใช้การฉีดล้าง เป็นวิธีการเพื่อจุดประสงค์จะเก็บตัวอย่างดิน เพื่อนำมาหาคุณสมบัติของดินทางวิศวกรรม ประกอบด้วย

- 1) ตัวอย่างเปลี่ยนสภาพ ได้แก่ ตัวอย่างดินเก็บจากกระบอกผ่า เพื่อใช้ดินตัวอย่างทดสอบหา Alterberg's Limit การทำ Sieve Analysis
- 2) ตัวอย่างคงสภาพ ได้แก่ ตัวอย่างดินที่เก็บจากกระบอกบางขนาด 3 นิ้วขึ้นไป ซึ่งสามารถนำตัวอย่างดินที่ได้ทดสอบหาค่าคุณสมบัติทางวิศวกรรมของดินได้เกือบทั้งหมด

มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบคือ

- 1) ASTM D 420-69 (Guide to Site Characterization for Engineering, Design, and Construction Purposes), incorporated by reference in 35 Ill. Adm. Code 720.111(a).
- 2) ASTM D 1452-65 (Standard Practice for Soil Investigation and Sampling by Auger Borings), incorporated by reference in 35 Ill. Adm. Code 720.111(a).
- 3) ASTM D 1586 REV A Standard Test Method for Standard Penetration Test (SPT) and Split-Barrel Sampling of Soils
- 4) ASTM D 1587 Standard Practice for Thin-Walled Tube Sampling of Soils for Geotechnical Purposes
- 5) ASTM D 2488 - 69: Description of Soil (Visual-Manual Procedures).
- 6) ASTM D 2573 Standard Test Method for Field Vane Shear Test in Cohesive Soil



10.3 ใบงานขั้นตอนการเจาะสำรวจดิน

รหัส 3106-2010	ใบงานที่ 11	หน่วยที่ 10
วิชา ปฐพีกลศาสตร์		สอนครั้งที่ 12-13
ชื่อหน่วย การเจาะสำรวจดิน	ชื่องาน การเจาะสำรวจดิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
10.3.1 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1) สามารถใช้เครื่องมือในการทดลองเจาะสำรวจดินได้ 2) สามารถนำวิธีการขั้นตอนไปปฏิบัติทดลองเจาะสำรวจดินได้ 3) มีทักษะในการปฏิบัติการทดลองเจาะสำรวจดินได้ 10.3.2 เครื่องมืออุปกรณ์ 1) เครื่องทดลองเจาะสำรวจดินแบบ Wash Boring 2) สามขาเหล็ก 3) เครื่องสำหรับกดเชือกป่านมะนิลา 4) เครื่องสูบน้ำ 5) ก้านเจาะ หัวเจาะชนิดต่างๆ 6) รอกและเชือกป่านมะนิลาขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 นิ้ว 7) สายยางยาว 10 เมตร 8) ลูกตุ้มเหล็กหนัก 63 กก. 9) กระบอกผ่า, กระบอกบางเก็บตัวอย่างดิน 10) ท่อปลอกเหล็กกันดินพัง 11) ท่อปลอกเหล็กสามทางเพื่อระบายน้ำ 12) กระป๋องเก็บตัวอย่างดิน 13) ถังแปลสำหรับการทำน้ำหมุนเวียนเจาะดิน 14) ประแจคอม้าขนาด 24 นิ้ว, 18 นิ้ว อย่างละ 2 ตัว		

¹¹ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, แนวทางการตรวจสอบชั้นดินเพื่องานฐานราก, 2548, หน้า 25.



รหัส 3106-2010	ใบงานที่ 11	หน่วยที่ 10
วิชา ปฐพีกลศาสตร์		สอนครั้งที่ 12-13
ชื่อหน่วย การเจาะสำรวจดิน	ชื่องาน การเจาะสำรวจดิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
10.3.3 วัสดุที่ใช้ในการทดลอง 1) น้ำสำหรับสูบในการเจาะดิน 2) น้ำมันเชื้อเพลิง เป็นชนิดสำหรับการทำงานของเครื่องยนต์ที่ใช้ในทดสอบ 10.3.4 แบบฟอร์ม 1) ตารางที่ 10.3 ตารางจำแนกดินจากการเจาะสำรวจดินด้วย Hand Auger 2) ตารางที่ 10.4 ตารางแสดงผลสรุปคุณสมบัติของดิน 3) ตารางที่ 10.5 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความลึกกับค่า S.P.T. 4) ตารางที่ 10.6 แสดง Boring Log 10.3.5 ขั้นตอนการทดลอง 1) เลือกหลุมเจาะให้อยู่ในบริเวณก่อสร้าง โดยกำหนดค่าระดับหลุมเจาะให้ชัดเจน 2) การเจาะในชั้นดินอ่อนและแข็งปานกลางให้ใช้สว่านหมุน เจาะลึก 1-2 เมตร นำหลุมลงไปก่อน และนำดินขึ้นมากองไว้ทุกๆ 0.50 เมตร บันทึกลักษณะของดิน สี การจำแนกดินทางวิศวกรรมใน Boring Log (ตารางที่ 10.6)		
		
รูปที่ 10.8 แสดงการเก็บกองดินทุกๆ 0.50 เมตร ภาพโดย : มานิต ชั่ววงาน ก.ค. 2552		



รหัส 3106-2010	ใบงานที่ 11	หน่วยที่ 10
วิชา ปฐพีกลศาสตร์		สอนครั้งที่ 12-13
ชื่อหน่วย การเจาะสำรวจดิน	ชื่องาน การเจาะสำรวจดิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
3) ประกอบโครงสามขาให้มั่นคงและยึดให้แน่น ตั้งสามขา โดยให้จุดศูนย์กลางตรงกับบริเวณหลุมเจาะ ติดตั้งเครื่องมือที่ต้องใช้ เช่น เครื่องทรอก รอกแขวน ปัมพ์น้ำ ก้านเจาะ หัวเจาะ ท่อเหล็กสามทาง 4) ติดตั้งรอกที่ตำแหน่งแขวนอยู่ด้านบนของสามขา สอดร้อยเชือกมะนิลากับรอก โดยที่ด้านหนึ่งผูกยึดติดกับหัวที่ห้วงคล้องปลายบนของก้านเจาะ อีกด้านดึงไปที่เครื่องทรอก เพื่อให้เครื่องทรอกหมุนเชือก เพื่อยกก้านเจาะเหล็กขึ้นและลงได้ 5) สวมสายยางท่อน้ำจากปั๊มน้ำ เข้าปลายก้านเจาะตรงข้อต่อแบบหมุนรอบตัวได้ เดินเครื่องสูบน้ำเพื่อปั๊มน้ำผ่านก้านเจาะลงไปที่หัวเจาะ พร้อมๆ กับยกก้านเจาะขึ้นลง เพื่อให้หัวเจาะดินกระแทกดินให้แตกในหลุมเจาะ ซึ่งน้ำที่สูบจากปั๊มลงไปจะนำพาหรือละลายดินในหลุมเจาะขึ้นมาที่ปากหลุม แล้วให้ไหลไปที่บ่อตกตะกอนที่เตรียมไว้ 6) ในขณะที่เจาะควรตอกท่อเหล็กปลอกกันดินพัง เพื่อเจาะกระแทกให้ได้ความลึกตามกำหนดไว้		
		
รูปที่ 10.9 แสดงการเจาะดินด้วย Wash boring ภาพโดย : มานิต ช่วยงาน ก.ค. 2552		



รหัส 3106-2010	ใบงานที่ 11	หน่วยที่ 10
วิชา ปฐพีกลศาสตร์		สอนครั้งที่ 12-13
ชื่อหน่วย การเจาะสำรวจดิน	ชื่องาน การเจาะสำรวจดิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

- 7) นำกระบอกเปลือกบาง ติดข้อต่อเก็บดินและก้านเจาะหย่อนลงไปในหลุม ใช้อุปกรณ์ลูกตุ้มตอกให้กระบอกจมลงไปในดิน ดินจะเข้าไปในกระบอก หมุนก้านเจาะเวียนขวานวนอย่างน้อย 2-3 รอบ เพื่อให้ดินขาดจากกัน แล้วจึงใช้เครื่องทรอกดึงกระบอกเก็บตัวอย่างดินขึ้นมา ดันตัวอย่างดินออกจากกระบอกเก็บตัวอย่างดินออกด้วยพาราฟินกันความชื้นระบายออก ปิดฉลาก ระบุตำแหน่งหลุมเจาะ ความลึกวันที่ เพื่อรวบรวมส่งไปห้องทดลอง



รูปที่ 10.10 แสดงการเก็บตัวอย่างดินด้วยกระบอกเปลือกบาง

ภาพโดย : มานิต ช่วงาน ก.ค. 2552



รหัส 3106-2010	ใบงานที่ 11	หน่วยที่ 10
วิชา ปฐพีกลศาสตร์		สอนครั้งที่ 12-13
ชื่อหน่วย การเจาะสำรวจดิน	ชื่องาน การเจาะสำรวจดิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
8) เก็บตัวอย่างดิน แบบดินคงสภาพ ที่ชั้นดินอ่อนทุกระยะ 1.00-1.50 เมตร กดลงไป ในดินลึก 0.50 เมตร แล้วบิดก้านเจาะเพื่อให้ดินขาดจากกัน ตัวอย่างดินถูกเก็บขึ้น มาแล้วผึ่งให้แห้งของกระบอกด้วยซีฟิ่ง เพื่อรักษาความชื้นให้คงเดิม 9) เก็บตัวอย่างดิน แบบเปลี่ยนสภาพ ในชั้นดินแข็งและหรือในชั้นทรายทุกระยะ 1.00-1.50 เมตร พร้อมทั้งทดสอบ S.P.T. ตามมาตรฐาน ASTM D – 1586 เก็บ ตัวอย่างดินโดยใช้กระบอกผ่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 นิ้ว 10) ทดสอบ S.P.T. ทุกระยะ 1.00-1.50 หรือ 2.00 เมตร ในชั้นดินเหนียวแข็งและในชั้น ทราย โดยตอกกระบอกผ่ามาตรฐาน เส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 34.9 มิลลิเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางภายนอก 2 นิ้ว เพื่อเก็บตัวอย่างดินการตอกใช้ลูกตุ้มเหล็กหนัก 63.5 กิโลกรัม ยกสูง 30 นิ้ว ทำการตอกจนกระบอกผ่าจมลงในดิน 12 นิ้ว สุดท้าย เป็นค่า S.P.T. มีหน่วยเป็น จำนวนครั้งต่อ 12 นิ้ว โดยดินตัวอย่างที่ได้จากการทำ S.P.T. ให้จัดเก็บใส่ถุงพลาสติก 2 ชั้นเพื่อป้องกันการระเหยของน้ำ 11) นำตัวอย่างดินไปทดลอง ในห้องปฏิบัติการทดลอง 10.3.6 การรายงาน 1) ตัวอย่างดินคงสภาพ (จากกระบอกบาง) 1.1) หาค่าปริมาณน้ำในดิน 1.2) หาค่าความหนาแน่น 1.3) ทดลองหาค่าแรงอัดแกนเดียว 1.4) หาค่าขีดความชันเหลวของดิน		



รหัส 3106-2010	ใบงานที่ 11	หน่วยที่ 10
วิชา ปฐพีกลศาสตร์		สอนครั้งที่ 12-13
ชื่อหน่วย การเจาะสำรวจดิน	ชื่องาน การเจาะสำรวจดิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
2) ตัวอย่างดินคงสภาพ (จากกระบอกผ่า) 2.1 หาค่าปริมาณน้ำในดิน 2.2 หาค่า Sieve Analysis ของตัวอย่างดินที่เป็น Non-Plastic 2.3 หาค่าขีดความชื้นเหลวของดิน 3) วันเริ่มต้นเจาะสำรวจและสิ้นสุดการเจาะสำรวจ 4) ผังบริเวณแสดงตำแหน่งของหลุมเจาะสำรวจ 5) วิธีการเจาะสำรวจดิน การเก็บตัวอย่างและขั้นตอนทดลองในสนาม เครื่องมือที่ใช้ 6) ระดับน้ำใต้ดิน 7) ความลึกของหลุมเจาะ 8) รายละเอียดของชั้นดินแต่ละชั้น ด้วยวิธี U.S.C. 9) จำนวนครั้งของการตอก, จำนวนครั้งต่อ 12 นิ้ว 10) ผลการทดสอบในห้องทดลอง 11) ตัวอย่างและกราฟแสดงผลการทดลองต่างๆ 10.3.7 ข้อควรระวัง 1) ประกอบโครงสามขาให้แน่นมั่นคงและแข็งแรง จันสลักเกลียวที่ยึดทุกตัว 2) ตั้งโครงสามขาให้มั่นคง อย่าให้โยกคลอนหรือสั่นลงขณะปฏิบัติงานเจาะสำรวจ 3) สังเกตและตรวจสอบชั้นดินอย่างละเอียดระหว่างเจาะดิน เพื่อให้ทราบและประเมินความลึกของชั้นดินที่เปลี่ยนแปลงในแต่ละครั้งได้ใกล้เคียงและถูกต้อง 4) เมื่อได้ดินจากการเจาะแล้ว ให้ปิดผนึกเฉพาะดินที่เป็นตัวแทนของตัวอย่าง เพื่อป้องกันความชื้นออกจากตัวอย่างดินที่จะนำไปอบได้ 5) หลุมที่ใกล้เคียงกัน อาจจะมีสภาพของชั้นดินแตกต่างกัน ในการวิเคราะห์คุณสมบัติของดินเบื้องต้น ต้องมีการบันทึกไว้อย่างละเอียด 6) ควรวัดระดับน้ำใต้ดินหลังจากการเจาะสำรวจดินแล้ว 24 ชั่วโมง		



รหัส 3106-2010	ใบงานที่ 11	หน่วยที่ 10
วิชา ปฐพีกลศาสตร์		สอนครั้งที่ 12-13
ชื่อหน่วย การเจาะสำรวจดิน	ชื่องาน การเจาะสำรวจดิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
10.3.8 สรุปและข้อเสนอแนะ ลักษณะชั้นดินและคุณสมบัติที่เกี่ยวข้อง ถือได้ว่าเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญในการที่จะทำการออกแบบหรือวิเคราะห์ฐานรากของโครงสร้างอาคาร ถ้าปราศจากข้อมูลชั้นดินที่ดีเพียงพอ ทำให้มีการคาดเดา โดยผู้ออกแบบอาจจะเผื่อไว้มากจนไม่เป็นการประหยัด การเจาะสำรวจดินจะเกิดประโยชน์ในการเลือกใช้ฐานรากอาคารที่เหมาะสมจากข้อมูลดิน ทำให้เกิดความมั่นคงแข็งแรงปลอดภัยแก่โครงสร้าง เมื่อกับอายุของอาคารนั้น พร้อมทั้งช่วยประหยัดเวลาที่ได้จากความพร้อมของวัสดุที่จะเลือกใช้ในห้องดินนั้นๆ ตลอดจนการขนส่งต่างๆ ทั้งยังช่วยให้การก่อสร้างอาคารแล้วเสร็จตามแผนที่วางเอาไว้ วิธีการเจาะสำรวจดินและเครื่องมือที่ใช้ อาจจะขึ้นอยู่กับขนาดของอาคารและงบประมาณในการก่อสร้างอาคารนั้น เพื่อไม่ให้ราคาค่าเจาะสำรวจดินมีค่าใช้จ่ายที่สูงเกินไปเมื่อเทียบกับราคาค่าก่อสร้างของอาคารที่จะก่อสร้าง		



รหัส 3106-2010	ใบงานที่ 11	หน่วยที่ 10
วิชา ปฐพีกลศาสตร์		สอนครั้งที่ 12-13
ชื่อหน่วย การเจาะสำรวจดิน	ชื่องาน การเจาะสำรวจดิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

10.3.9 ตารางการปฏิบัติการเจาะสำรวจดิน

ตารางที่ 10.3 แสดงตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองและคำนวณการทดลองจำแนกดินจากการเจาะสำรวจดินด้วย Hand Auger

ตัวอย่าง	ความลึก (ม.)		ขีดความชื้นเหลวของดิน (%)			ชนิดของดิน
	จาก	ถึง	L.L.	P.L.	P.I.	
1	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	Fill soil
2	1.00	2.00	40.00	31.00	9.00	SM
3	2.00	3.00	45.00	40.00	5.00	SM

ตารางที่ 10.4 แสดงตัวอย่างตารางบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองและคำนวณการทดลองผลสรุปคุณสมบัติของดิน

ตัวอย่าง	ขนาดกะละของดินที่ผ่านตะแกรง (%)					ค่า ถ.พ.	หน่วย น้ำหนัก	แรงขีดเกาะ (ค่า c)
	No. 4	No. 10	No. 40	No. 100	No. 200			
1	-	-	-	-	-	-	1.60	-
2	100.00	93.60	80.20	25.10	15.60	1.55	1.62	-
3	100.00	96.70	83.40	28.90	13.50	1.55	1.73	-



รหัส 3106-2010	ใบงานที่ 11	หน่วยที่ 10
วิชา ปฐพีกลศาสตร์		สอนครั้งที่ 12-13
ชื่อหน่วย การเจาะสำรวจดิน	ชื่องาน การเจาะสำรวจดิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตารางที่ 10.5 แสดงตัวอย่างตารางความสัมพันธ์และการบันทึกข้อมูลที่ได้จากการทดลองและคำนวณระหว่างความลึกกับค่า N

ตัวอย่าง	ความลึก (ม.)		ลักษณะของดิน	จำนวนครั้งการตอก (N)			
	จาก	ถึง		6"	6"	6"	รวมที่ 12 นิ้ว
1	0.00	1.00	ดินถม	6	8	10	18
2	1.00	1.50	ดินปนตะกอนทราย	9	12	16	28
3	2.00	2.50	ดินปนตะกอนทราย	9	14	18	32
4	3.00	3.50	ดินปนตะกอนทราย	11	15	19	34
5	4.00	4.50	ดินปนตะกอนทราย	12	15	20	35
6	5.00	5.50	ดินปนตะกอนทราย	11	16	22	38
7	6.00	6.50	ดินปนตะกอนทราย	13	18	24	42
8	7.00	7.50	ดินปนตะกอนทราย	14	20	29	49
9	8.00	8.50	ดินปนตะกอนทราย	15	20	29	49
10	9.00	9.50	ดินปนตะกอนทราย	14	22	34	56
11	10.00	10.50	ดินปนตะกอนทรายแน่น	20	26	40	66

ตารางที่ 10.6 แสดงตาราง Boring Log

ST = SHELBY TUBE		PA = POWER AUGER		Wn = WATER CONTENT						
SS = SPLIT SPOON		CA = CASING		LL = LIQUID LIMIT						
WO = WASH OUT		VS = VANE SHEAR		PL = PLASIC LIMIT						
เริ่มเจาะ (ม.)	ความลึก (ม.)	วิธีเก็บตัวอย่าง	ลักษณะดิน	N (blow / ft)	P.L Wn. LL.	SPT.(N-Value)				
						Δ				
					20 40 60 -	0 20 40 60 80 100				
0.0	1.0	-	ดินถม	18						
1.0	1.5	SS	ดินปนตะกอนทราย	28						
2.0	2.5	SS	ดินปนตะกอนทราย	32						
3.0	3.5	SS	ดินปนตะกอนทราย	34						
4.0	4.5	SS	ดินปนตะกอนทราย	35						
5.0	5.5	SS	ดินปนตะกอนทราย	38						
6.0	6.5	SS	ดินปนตะกอนทราย	42						
7.0	7.5	SS	ดินปนตะกอนทราย	49						
8.0	8.5	SS	ดินปนตะกอนทราย	49						
9.0	9.5	SS	ดินปนตะกอนทราย	56						
10.0	10.5	SS	ดินปนตะกอนทราย แน่น	66						



แบบทดสอบที่ 10 วิชาปฐพีกลศาสตร์ 3106-2010 ระดับ ปวส.

หน่วยที่ 10 เรื่อง การเจาะสำรวจดิน (Boring Test)

คำชี้แจง. จงกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว

1. เครื่องมือเจาะสำรวจดินสามารถแยกส่วนได้ กี่ส่วน
 - ก. 3 ส่วน
 - ข. 4 ส่วน
 - ค. 5 ส่วน
 - ง. 6 ส่วน
2. การเจาะสำรวจดินโดยวิธี Hand Auger คือข้อใด
 - ก. การเจาะโดยใช้สว่านเจาะ และเจาะแบบแห้ง
 - ข. การเจาะโดยใช้หัวกระแทกน้ำ
 - ค. การเจาะโดยใช้สว่านเจาะ และเจาะแบบน้ำ
 - ง. การเจาะโดยใช้สว่านเจาะ และเจาะด้วยแขนของเครื่องจักรกล
3. สารแขวนลอยที่ใช้ผสมกับน้ำในการเจาะดินคือข้อใด
 - ก. Bentonite
 - ข. Sodium
 - ค. Phosphat
 - ง. Algalho
4. ตัวอย่างดินเปลี่ยนสภาพคือข้อใด
 - ก. ดินที่ถูกรบกวนจนเปลี่ยนโครงสร้าง
 - ข. ดินที่เจาะขึ้นมาแล้วสีเปลี่ยนไปจากเดิม
 - ค. ดินที่เจาะขึ้นมาตัวอย่างเปียกแล้วแห้งแข็งไปก่อนทำการทดลอง
 - ง. ดินที่เปลี่ยนสภาพจากสภาพแข็งเป็นเหลวหรืออ่อนตัว
5. กระบอก Piston เหมาะสำหรับเก็บตัวอย่างดินประเภทใด
 - ก. ดินประเภท Cohesive Soil
 - ข. ดินเหนียวอ่อน
 - ค. ดินทราย
 - ง. ดินกรวด



6. ความลึกของหลุมเจาะในเขต กทม. สำหรับอาคารปกติสูงไม่เกิน 10 ชั้น ควรลึกกี่เมตร
- ก. 30 เมตร
 - ข. 35-40 เมตร
 - ค. 40- 45 เมตร
 - ง. 60-60 เมตร
7. อาคารสูง 3-4 ชั้น ในพื้นที่ต่างจังหวัด ข้อใดถูกต้อง
- ก. S.P.T. , $N > 35$ และดินหนาต่อเนื่อง 3 เมตร
 - ข. S.P.T. , $N > 35$ และดินหนาต่อเนื่อง 4-5 เมตร
 - ค. S.P.T. , $N > 45$ และดินหนาต่อเนื่อง 3 เมตร
 - ง. S.P.T. , $N > 50$ และดินหนาต่อเนื่อง 3 เมตร
8. การทดสอบด้วย SPT. ต้องเก็บตัวอย่างดินขึ้นมา ทุกๆระยะเท่าใด
- ก. ทุกๆ ความลึก 0.50 เมตร
 - ข. ทุกๆ ความลึก 1.00 เมตร
 - ค. ทุกๆ ความลึก 1.50 เมตร
 - ง. ทุกๆ ความลึก 2.00 เมตร
9. ดั้มเหล็กที่ใช้ตอก SPT.หนักกี่กิโลกรัม
- ก. 55.5 กก.
 - ข. 60.0 กก.
 - ค. 63.5 กก.
 - ง. 75.5กก.
10. การนับการตอกของกระบอกผ่า โดยวิธี SPT. จะนับในช่วงใด
- ก. ช่วงที่ 1-2-3 นับการตอกรวมกัน
 - ข. ช่วงที่ 1-2 นับการตอกรวมกัน
 - ค. ช่วงที่ 2-3 นับการตอกรวมกัน
 - ง. ช่วงที่ 3 นับการตอกเพียงช่วงเดียว



- คำชี้แจง 2.** ให้กาเครื่องหมาย (✓) หน้าข้อที่ถูก และกาเครื่องหมายผิด (✗) หน้าข้อที่ผิด
-2.1 ตัวอย่างดินที่เก็บด้วยกระบอกผ่าเป็นตัวอย่างดินแบบเปลี่ยนสภาพ
 -2.2 ตัวอย่างดินที่เก็บด้วยกระบอกบางขนาด 3 นิ้วขึ้นไปเป็นตัวอย่างดินแบบคงสภาพ
 -2.3 การผสมสารแขวนลอยจะใช้สัดส่วนความหนาแน่น 2 ตัน/ม³
 -2.4 Rotary boring เป็นการเจาะด้วยใบมีดหมุนลงในดิน
 -2.5 Standard Split Spoon เป็นกระบอกผ่าครึ่งสองซีก ใช้สำหรับเก็บดิน
 -2.6 หอประชุม ในต่างหวัด ค่า N ของ S.P.T. > 50 และหนา 10 เมตร
 -2.7 ดินที่เก็บขึ้นมาจากหัว Split Spoon สามารถทดลอง Sieve และ C.B.R. ได้
 -2.8 ดินที่เก็บขึ้นมาจากกระบอกบางสามารถทดลองหา แรงอัดแกนเดียวได้
 -2.9 การวัดระดับน้ำใต้ดินควรวัดหลังการเจาะอย่างน้อย 12 ชั่วโมง
 -2.10 ทดลองเจาะดินเหนียว ได้ค่า N เท่ากับ 15 แสดงว่าดินเหนียวแข็งมาก



ตอนที่ 2 แบบฝึกปฏิบัติการเจาะสำรวจดิน

1. ให้นักศึกษาแบ่งกลุ่มๆ ละ 10 คน และให้นักศึกษาทดลองเจาะสำรวจดิน 1 หลุม ความลึก 10 เมตร โดยเก็บตัวอย่างดินทุก 1.00 เมตร ด้วยวิธี Wash Boring โดยปฏิบัติการทดลองดังนี้

- 1) ปฏิบัติการทดลองตามขั้นตอนการทดลอง Wash Boring
- 2) ให้นำตัวอย่างดินที่ได้มาทดลองหาค่า
 - 2.1) ปริมาณน้ำในดิน
 - 2.2) พิกัดความชื้นเหลว
 - 2.3) การวิเคราะห์ขนาดเม็ดดิน
 - 2.4) จำแนกชนิดของดินเหนียวตามวิธี
- 3) บันทึกการทดลองที่ได้ ลงในตารางที่ 10.7, 10.8, 10.9 และตารางที่ 10.10 แสดง Boring Log
- 4) เขียนรายงานการเจาะสำรวจดิน
- 5) เขียนรายงานข้อควรระวังในการปฏิบัติการเจาะสำรวจดิน
- 6) สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะการเจาะสำรวจดิน

[illegible][illegible]

ความลึกกับค่า N

[illegible]

ตารางที่ 10.10 แสดงตาราง Boring Log

ชื่อโครงการ.....วันที่เจาะสำรวจ.....

สถานที่.....

ผู้เจาะสำรวจ.....เวลาเริ่ม.....

[illegible]