

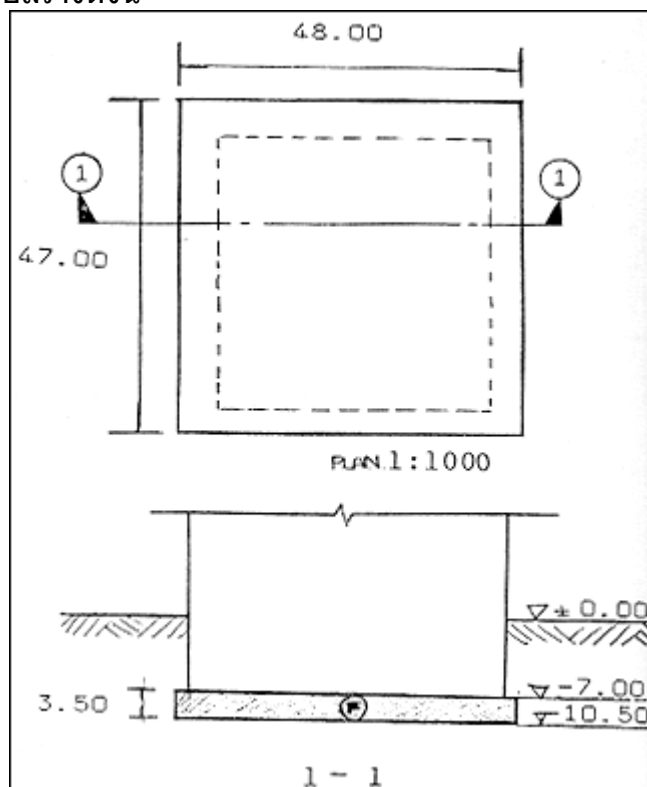
การก่อสร้างระบบโครงสร้างป้องกันดินสำหรับงานฐานรากลึก

สิทธิโชค สุนทรโสภาส scp@kmitnb.ac.th



บทนำ

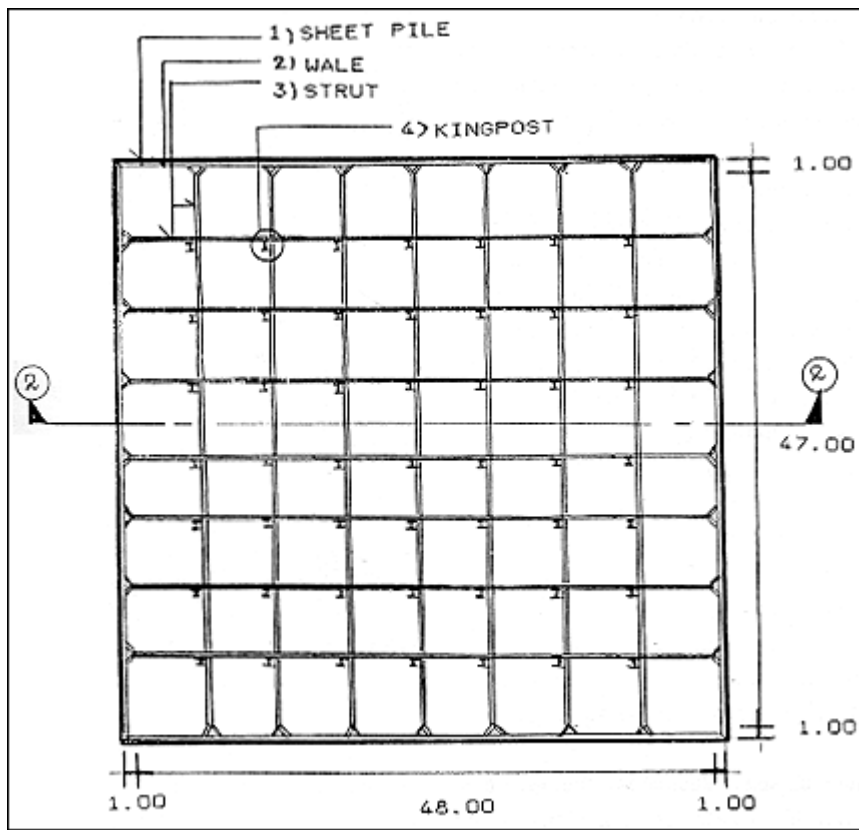
ปัจจุบันเทคโนโลยีการก่อสร้างมีความก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วสำหรับสิ่งก่อสร้างที่มีขนาดใหญ่และมีความสูงมาก มีความจำเป็นต้องใช้ฐานรากที่มารองรับขนาดใหญ่ และมีความลึกมากเพื่อรองรับสิ่งก่อสร้างบนฐานรากนั้นให้มีความมั่นคงแข็งแรง ปลอดภัย ดังนั้นการก่อสร้างงานฐานรากจะต้องมีการขุดดินในระดับความลึกมาก เราจึงต้องมีการออกแบบและก่อสร้างระบบโครงสร้างป้องกันดินสำหรับการก่อสร้างฐานรากดังกล่าวซึ่งในบทความนี้จะไม่กล่าวถึงการคำนวณออกแบบระบบ ป้องกันดินทางวิศวกรรม แต่จะอธิบายถึงเทคนิคการก่อสร้างเท่านั้น โดยผู้เขียน ศึกษา ค้นคว้า และเขียนจากการมีประสบการณ์ในงานก่อสร้างฐานรากอาคารสูง 41 ชั้น ประกอบด้วย ชั้นใต้ดิน 2 ชั้น ขนาดฐานรากมีความกว้าง 47 เมตร ความยาว 48 เมตร และความหนาฐานรากเท่ากับ 3.50 เมตร ฐานรากดังกล่าวนี้ได้รับการ ออกแบบเป็นฐานรากร่วม (Combined Footing) (ดูรูปที่ 1) ระดับความลึกของการขุดดินประมาณ 10.50 เมตร มีรายละเอียดการก่อสร้างดังนี้



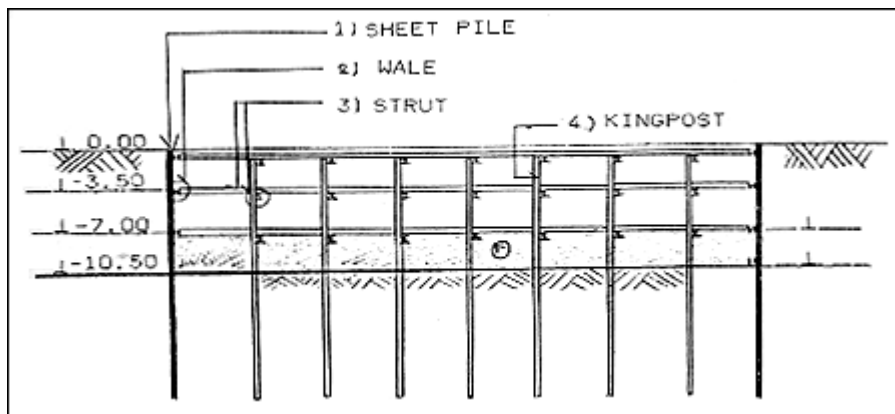
รูปที่ 1 ฐานรากร่วม (combined Footing) 1:1000

ระบบโครงสร้างป้องกันดินสำหรับงานฐานรากลึก

ระบบโครงสร้างป้องกันดินคือ ระบบโครงสร้างที่สามารถป้องกันแรงดันน้ำ แรงดันดิน แรงดันอื่นๆ ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนตัวของสิ่งก่อสร้างโดยต้องมีเสถียรภาพทั้งระบบ โครงสร้างชนิดนี้มีประโยชน์สำหรับงานก่อสร้างที่ต้องป้องกันดินระหว่างการก่อสร้าง โดยส่วนประกอบของโครงสร้างดังกล่าวมีดังนี้ (รูปที่ 2, 3)



รูปที่ 2 แผนระบบโครงสร้างป้องกันดิน 1:1000



รูปที่ 3 รูปตัด 2-2

1) แผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile)

เป็นแผ่นเหล็กลอนรูปต่างๆ มีความยาวตามกำหนดใช้ตอกในแนวตั้ง สำหรับป้องกันแรงดันน้ำ และแรงดันดิน ที่กระทำตามความลึกของการขุด

2) เหล็กค้ำยันรอบ (Wale)

เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างที่ต้านแรงกระทำทางด้านข้างจากแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) ซึ่งจะถ่ายแรงเป็นแรงกระจาย (uniform horizontal force) เข้าสู่เหล็กค้ำยันรอบ (Wale)

3) เหล็กค้ำยัน (Strut)

เป็นส่วนโครงสร้างที่รับแรงแนวแกนที่ถ่ายจากเหล็กค้ำยันรอบ (Wale) และรับแรงแนวตั้งที่ ถ่ายจากแผ่นเหล็กพืด (Platform) ซึ่งนำมาวางบนเหล็กค้ำยัน (Strut) เพื่อใช้ประโยชน์ต่างๆ ในขั้นตอนการก่อสร้างเหล็กค้ำยัน (Strut) โดยทั่วไปจะมี 2 ชนิด คือ เหล็กค้ำยันตามแนวยาว และเหล็กค้ำยันตามแนวขวางและแบ่งเป็นชั้น ๆ ตามระดับความลึก

4) เสาเหล็กหลัก (Kingpost)

เป็นส่วนที่รับแรงจากเหล็กค้ำยัน (Strut) ในแนวตั้งแล้วถ่ายลงสู่ดินทำหน้าที่เหมือนเสาใน อาคารขนาดใหญ่ยังสามารถใช้เป็นฐานรากในการรับน้ำหนักเสาสูง (Tower Crane) ในการ ล่าเสียดูและสิ่งต่าง ๆ ได้อีกด้วย

หมายเหตุ แผ่นเหล็กพืด (Platform) เป็นโครงสร้างที่ประกอบ ด้วยดงเหล็กและแผ่นเหล็กที่นำมาเชื่อมติดกันทำหน้าที่เหมือนพื้นวางอยู่บนเหล็กค้ำยัน (Strut) (ดูรูปที่ 9) เพื่อใช้ประโยชน์ในการขุดดินการขนส่งวัสดุ และอื่นๆ ฯลฯ

การก่อสร้างระบบโครงสร้างป้องกันดินสำหรับงานฐานรากลึก

เมื่อเราได้รู้ถึงความสำคัญและส่วนประกอบต่างๆ ของระบบโครงสร้างป้องกันดินแล้ว ในการก่อสร้างจริง

การก่อสร้างระบบโครงสร้างป้องกันดินสำหรับงานฐานรากลึก

เราจะได้แบบพิมพ์เขียวที่เป็นแบบก่อสร้าง (for construction drawing) เพื่อนำมาก่อสร้างที่หน้างานก่อนลงมือก่อสร้างเราต้องศึกษารายละเอียดในแบบทั้งหมด ให้เข้าใจอย่างชัดเจนก่อนการทำงาน วิธีการก่อสร้างมีขั้นตอนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- 1) ต้องสำรวจหาข้อมูลว่าบริเวณใต้ดินนั้นๆ มีระบบสาธารณูปโภคอยู่หรือไม่ เช่น ท่อไฟฟ้า ท่อประปา ท่อโทรศัพท์ ถ้ามีก็ต้องทำการย้ายออกให้พ้นจากพื้นที่ที่ก่อสร้าง เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้น
- 2) เลือกเครื่องมือให้เหมาะสมกับงาน เช่น เครื่องตอกและถอนแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) เครื่องขุดดิน รถบรรทุก ฯลฯ
- 3) ทำการวางแนวการตอกแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) ตามแนวฐานรากตามแนว กำหนดโดยต้องร่นแบบห่างจากขอบฐานราก 1.00-1.50 เมตร ตามความเหมาะสม
- 4) ปักแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) ตามแนวที่วางไว้และทำการตอกแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) ทีละแผ่นให้ได้แนวระดับที่ต้องการ (รูปที่ 4)



รูปที่ 4 เครื่องจักรกำลังปักแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile)

- 5) ตอกเสาเหล็กหลัก (Kingpost) ตามจำนวนที่กำหนดในแบบตามตำแหน่งและ ระดับกำหนด (รูปที่ 5, 6) โดยอาจจะตอกพร้อมกับแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) ก็ได้ โดยต้องวางแผนในการใช้เครื่องจักรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในการตอก เช่น อาจตอกพร้อมกันในพื้นที่โดยแบ่งเป็นส่วนต่างๆ เช่น พื้นที่ส่วนที่ 1 พื้นที่ส่วนที่ 2 ฯลฯ

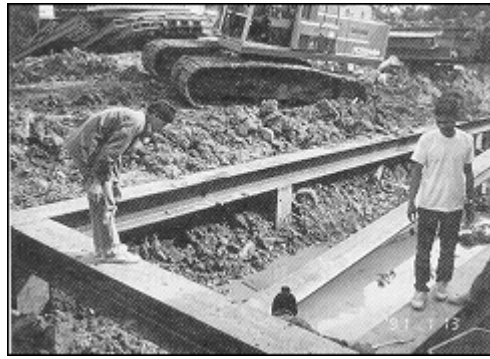


รูปที่ 5 เครื่องตอกแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile)



รูปที่ 6 เครื่องตอกเสาเหล็กหลัก (Kingpost)

6) นำเหล็กค้ำยัน (Strut) และเหล็กค้ำยันรอบ (Wale) วางตามแนวที่กำหนด (รูปที่ 7) และทำการเชื่อมติดกับเสาเหล็กหลัก (Kingpost) และแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile)



รูปที่ 7 วางเหล็กค้ำยัน (Strut) ตามแนวกำหนด

7) นำแผ่นเหล็กพื้น (Platform) มาวางบนเหล็กค้ำยัน (Strut) เพื่อเป็นจุดที่ให้รถขุด ดินสามารถวิ่งบนแผ่นเหล็กพื้น (Platform) เพื่อทำการขุดดินชั้นที่ 1 (รูปที่ 8) และ ขุดดินชั้นที่ 1 ออกให้อยู่ในระดับที่สามารถติดตั้งเหล็กค้ำยัน (Strut) และเหล็กค้ำยัน รอบ (Wale) ชั้นที่ 2 ได้ (รูปที่ 9) และทำการติดตั้งเหล็กค้ำยัน (Strut) และเหล็กค้ำยัน รอบ (Wale) ชั้นที่ 2



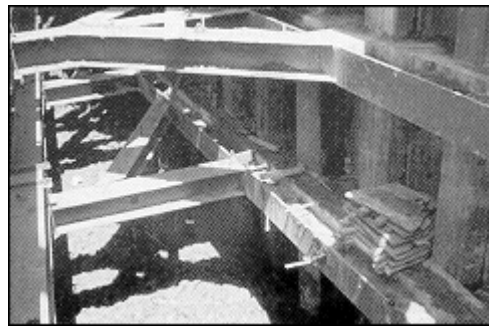
รูปที่ 8 แผ่นเหล็กพื้น (Platform) ที่วางบนเหล็กค้ำยัน (Strut) ชั้นที่ 1



รูปที่ 9 รถขุดบนแผ่นเหล็กพื้น (Platform) กำลังขุดดิน

8) ขุดดินให้ได้ความลึกและติดตั้งเหล็กค้ำยัน (Strut) และเหล็กค้ำยันรอบ (Wale) ชั้นที่ 3

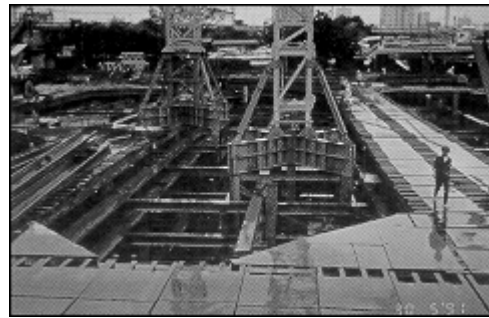
9) นำคอนกรีตเต็ม (fill) ลงในรอยต่อช่องระหว่างเหล็กค้ำยัน (Strut) กับเหล็กค้ำยันรอบ (Wale) และแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) กับเหล็กค้ำยันรอบ (Wale) เพื่อเสริมความแข็งแรง จุดต่อให้มากขึ้น เพื่อป้องกันการโก่งงอของปีกของเหล็กค้ำยัน (Wale) และแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) เพราะถ้าเกิดการโก่งงอขณะก่อสร้างจะทำให้โครงสร้างพังทลายได้



รูปที่ 10 คอนกรีตที่เติม (fill) ในช่องว่างระหว่างค้ำยัน (Strut) กับค้ำยันรอบ (Wale)

10) ได้ระบบโครงสร้างป้องกันดินที่มีเสถียรภาพในการป้องกันดิน (รูปที่ 11)

หมายเหตุ ในการก่อสร้างจริงมีการทำงาน เสริมเจาะเสร็จก่อนการทำระบบป้องกันดิน ดังนั้น ระหว่างการขุดดินเพื่อติดตั้งค้ำยัน (Strut) และค้ำยันรอบ (Wale) แต่ละชั้นจะต้องมีการตัดหัวเสาเข็มตามระดับที่ทำการขุด ด้วยเพราะเสาเข็มทำให้ไม่สามารถขุดดินได้และเป็นการปรับระดับหัวเสาเข็มด้วย



รูปที่ 11 ระบบป้องกันดินในงานก่อสร้าง

ข้อพิจารณาในการก่อสร้างระบบโครงสร้างป้องกันดิน

การก่อสร้างที่ได้ทำตามแบบที่กำหนดแล้วจะต้องมีความละเอียดรอบคอบประกอบในการ ทำงานโดยมีข้อพิจารณาก่อนการก่อสร้างและหลังการก่อสร้างดังนี้

- 1) แนวการตอกเหล็กแผ่นพืด (Sheet Pile) ต้องห่างจากขอบฐานรากโดยมีระยะพอเพียง สำหรับการติดตั้งและรื้อถอนไม้แบบฐานราก
- 2) เสาเหล็กหลัก (King Post) ที่ทำการตอกเพื่อรับน้ำหนักที่ถ่ายจากค้ำยัน (Strut) ต้องมีความยาวตามกำหนดและได้แนวตั้ง
- 3) ค้ำยัน (Strut) และค้ำยันรอบ (Wale) ต้องได้แนวตรงเพื่อให้สามารถถ่ายแรงได้ตามใน แนวแกนตามวัตถุประสงค์
- 4) แนวการเชื่อมของโครงสร้างที่เป็นเหล็กต้องเชื่อมให้ได้ความยาว และขนาดการเชื่อม ตามที่กำหนดอย่างเคร่งครัด เพื่อความแข็งแรงและความปลอดภัยของระบบโครงสร้าง
- 5) ภายหลังจากการติดตั้งระบบโครงสร้างแล้วเสร็จจะต้องมีการตรวจสอบการเคลื่อนตัวของแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) โดยการทำจุดอ้างอิงแล้วใช้กล้องวัดมุมตรวจสอบค่า ระยะการเคลื่อนตัวทุกวันก่อนทำการก่อสร้างจนกว่าการก่อสร้างในส่วนฐานรากแล้ว เสร็จ เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการพิจารณาเสถียรภาพของระบบป้องกันดินว่ามีความ ปลอดภัยหรือไม่

บทสรุป

การก่อสร้างระบบโครงสร้างป้องกันดินสำหรับงานฐานรากลึกนั้นเป็นขั้นตอนที่ใช้เวลา ในการก่อสร้างมากและเสียค่าใช้จ่ายสูงในส่วนของวัสดุโครงสร้าง เช่น แผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) ค้ำยัน (Strut) ค้ำยันรอบ (Wale) เสาเหล็กหลัก (King Post) ต้องใช้เหล็ก รูปพรรณขนาดใหญ่มีน้ำหนักมากซึ่งจะมีราคาสูงตลอดจนต้องใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ ในการขุดดินการตอก ถอนแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile) และเสาเหล็กหลัก (Kingpost) จากประสบการณ์เวลาในการก่อสร้างอาคาร 41 ชั้นนั้น ใช้ระยะเวลาการก่อสร้าง ประมาณ 40 เดือน เวลาที่ใช้ในการก่อสร้างฐานรากใช้เวลาประมาณ 14 เดือน ซึ่งคิด เป็น 35 เปอร์เซ็นต์ของเวลาการก่อสร้างทั้งหมด แต่อย่างไรก็ตามงานก่อสร้างใต้ดิน ก็ยังจำเป็นต้องการป้องกันดินสำหรับการก่อสร้างอาคารสูงและเป็นที่ต้องการของเจ้าของ โครงการเพราะจะได้ประโยชน์ในด้านความสูงของอาคารที่ถูกจำกัดด้วยกฎหมาย ซึ่งการใช้ที่ดินที่มีอยู่อย่างจำกัดให้ได้ประโยชน์มากที่สุดเพื่อเฉลี่ยค่าที่ดินต่อพื้นที่ก่อสร้างให้น้อยที่สุดโดยต้องคำนึงถึงขั้นตอนและวิธีการก่อสร้างระบบโครงสร้างป้องกัน ดินได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

รายการอ้างอิง

การสัมมนาทางวิชาการเรื่อง "การออกแบบและก่อสร้างแผ่นเหล็กพืด (Sheet Pile)" วันที่ 26-27 พฤศจิกายน 2530

การก่อสร้างระบบโครงสร้างป้องกันดินสำหรับงานฐานรากลึก

จัดโดย

คณะกรรมการวิชาการ สาขาวิศวกรรมโยธา วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย.

เอกสารประกอบการอบรม. "การออกแบบโครงสร้างอาคารสูง" คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.



This document was last modified on