

วิศวกรรมมวลดิน

พ.ท.รัฐ ประชาชนานุกิจ

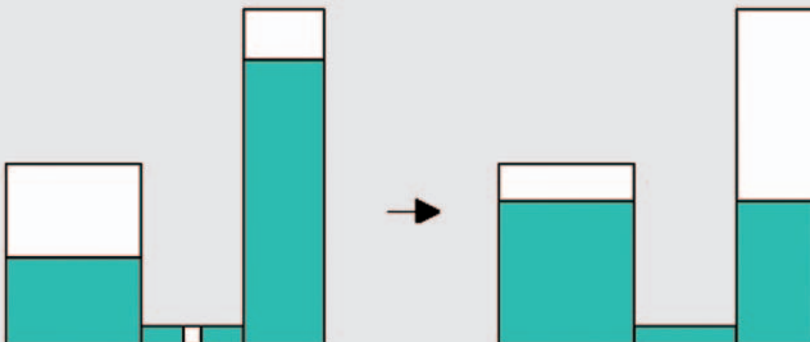
Soil Heave คืออะไร สำคัญอย่างไรและป้องกันอย่างไร ในฉบับนี้ กระผมขอนำมา แลกเปลี่ยนกัน เพื่อเป็นความรู้และข้อควรระวังในการก่อสร้าง มิฉะนั้นผลเสียหายอาจจะเกิดขึ้นอย่างมิคาดคิด ก็เป็นไปได้ ขอเชิญติดตามได้แล้วครับ

ธรรมชาติของดิน เราแบ่งดินเป็นสองประเภทใหญ่ ๆ คือ ดินเหนียวและดินทราย ดินเหนียว เป็นดินที่เม็ดดินยึดติดกันด้วยแรงดึงดูดระหว่างเม็ดดิน ไม่มีแรงเสียดทานระหว่างเม็ดดิน ส่วนดินทราย เป็นดินที่ไม่มีแรงดึงดูดระหว่างเม็ดดิน แต่มีแรงเสียดทานระหว่างเม็ดดิน หากดินที่มีส่วนผสมของ ดินเหนียวและดินทรายก็จะมีคุณสมบัติทั้งสองอย่างผสมกัน คือ มีทั้งแรงดึงดูดระหว่างเม็ดดินและแรงเสียดทานระหว่างเม็ดดิน

ที่น่าสังเกต ในกรณีของทราย มีแรงเสียดทานระหว่างเม็ดทราย แรงเสียดทานจะเพิ่มขึ้นเมื่อ เม็ดทรายถูกกดให้ชิดตัวกันมากขึ้น หากมีแรงบีบอัดมวลทรายให้อยู่ในพื้นที่จำกัด แรงเสียดทานจะมากขึ้น การขยับตัวของเม็ดทรายต้องมีแรงกระทำมากขึ้น พฤติกรรมของทรายขึ้นอยู่กับแรงบีบอัดที่ทำให้เม็ดทราย ชิดตัวกัน

มวลดิน คือ ดินประกอบด้วยเม็ดดินหลายเม็ดรวมกัน และมีช่องว่างที่บรรจุด้วยน้ำและอากาศ ดังนั้น มวลดิน จึงมีองค์ประกอบ ๓ ประการ คือ เม็ดดิน น้ำ และอากาศ ดินแห้ง คือ มวลดินที่มีปริมาณน้ำ อยู่ในมวลดินน้อย ช่องว่างส่วนใหญ่จะไม่มีน้ำบรรจุอยู่ มวลดินเหนียวแห้งมีพฤติกรรมคล้ายของแข็ง คือ คงรูปร่างได้ เนื่องจากดินเหนียวมีแรงดึงดูดระหว่างเม็ดดิน ส่วนมวลทรายแห้ง สามารถเปลี่ยนรูปร่าง ได้ง่าย เนื่องจากเม็ดทรายไม่มีแรงดึงดูดระหว่างกัน ไม่สามารถคงรูปร่างได้

ในกรณีมวลดินเปียก คือ ดินที่มีน้ำแทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดิน อาจจะมีอากาศอยู่บ้าง และถ้าเป็นมวลดินเปียก ที่มีแต่น้ำแทรกอยู่ในช่องว่างระหว่างเม็ดดินไม่มีอากาศเลย เราเรียกมวลดินนั้นว่า อิ่มตัว ดินเปียกนี้มีพฤติกรรมคล้ายของแข็งกึ่งเหลว





อะไรคือของเหลว ของเหลวมีคุณสมบัติที่สำคัญสามารถเปลี่ยนรูปร่างไปตามภาชนะที่รองรับ จากรูป เป็นการไหลของน้ำในภาชนะเปิดสองภาชนะที่มีระดับความสูงต่างกัน มีท่อต่อเชื่อมกัน เมื่อเปิด ท่อน้ำด้านที่สูงกว่าจะไหลไปด้านที่ต่ำกว่า จนกว่าระดับน้ำทั้งสองด้านเท่ากัน เราเรียกว่าการปรับสภาพสมดุล ของแรงดันน้ำ

การไหลของมวลดินเปียกกับการไหลของของเหลวเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร มวลดิน จะมีลักษณะเป็นของเหลวมากหรือน้อย มาดูกรณีของดินเหนียวเปียก เมื่ออยู่ในสภาพของแข็งกึ่งเหลว ไหลได้หรือไม่ คำตอบมีลักษณะเช่นเดียวกับของเหลวที่มีความหนืด แต่ดินเหนียวเปียกมีค่าความหนืด สูงมาก ส่วนในกรณีทรายในที่เกิดโดยธรรมชาติ มีน้ำกดทับตัวเองและอยู่ในพื้นที่จำกัด ไม่อยู่ในสภาพที่ไหลได้

แต่อย่างไรก็ตาม ในกรณีของเหลวที่มีความข้นหรือมีความหนืด การไหลจะเป็นไปได้ช้ามาก อาจจะเห็นการปรับสมดุลเป็นไปอย่างช้าๆ ทั้งนี้เนื่องจากมีแรงต้านการไหลที่เกิดจากความหนืดของ ของไหลนั้น และในกรณีที่ท่อเล็กมากการปรับสมดุลอาจจะไม่เกิด เพราะแรงดันของเหลวด้านที่สูงกว่า มีค่าน้อยกว่าแรงต้านการไหล

สรุปการไหลของของเหลวเกิดจากการปรับแรงดันให้เท่ากัน โดยด้านที่มีแรงดันมากไปด้านที่มี แรงดันน้อย จนกว่าแรงดันสองด้านจะเท่ากัน แต่มีข้อแม้ว่าแรงดันจะต้องมากพอที่จะเอาชนะความหนืดของ ของไหลนั้น

ในการก่อสร้างมีโอกาสใดบ้างที่จะทำให้เกิดการไหลของดิน แนนอนว่าต้องเกิดในดิน เหนียวเปียก ที่มีค่าความหนืดค่อนข้างน้อย ความหนืดของดินเหนียวขึ้นอยู่กับชนิดของดินเหนียวและ ปริมาณน้ำที่มีอยู่ในดิน ดินเหนียวที่เกิดจากเลน การเนาเปียกของวัชพืช หน้าดิน จะอุ้มน้ำได้ดี มีความ หนืดต่ำ ในบริเวณนั้นมีน้ำอยู่มาก เช่น ดินที่ติดคลอง สระน้ำ เป็นต้น มีสองกรณีให้พิจารณา

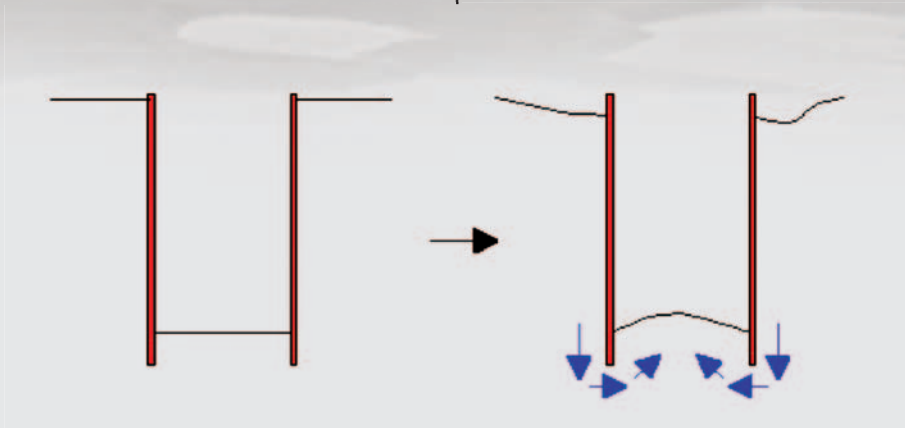
กรณีแรกเป็นการขุดดินเหนียวเพื่อทำการก่อสร้างข้างล่าง ซึ่งการขุดจะใช้ Sheet Pile ปักลงไป ในดินก่อน ป้องกันดินพัง จากนั้นก็ขุดเอาดินที่อยู่ด้านในออก ข้อควรระวังมีสองประการ คือ หนึ่ง Sheet Pile ต้องแข็งแรงเพียงพอ ทั้งนี้ต้องทำเครื่องค้ำยันต่างๆ ประกอบให้แข็งแรง หาก Sheet Pile แข็งแรง ไม่พอ แรงดันดินด้านข้างจะดัน Sheet Pile ให้เคลื่อนตัว ผลที่ตามมาคือดินรอบบริเวณ Sheet Pile หลุดตัว แต่ถ้าเราทำ Sheet Pile ให้แข็งแรงดีแล้ว แรงดันดินไม่สามารถดัน Sheet Pile ให้เคลื่อนตัวได้ จะมีโอกาสที่ดินรอบข้างหลุดตัวอีกหรือไม่ คำตอบ คือ มีโอกาส

ถ้าหากการก่อสร้างทำในพื้นที่ที่เป็นดินเหนียวอ่อนและอิมตัว หรือพื้นที่ที่เป็นดินเหนียวอ่อน และอยู่ใกล้แหล่งน้ำผิวดิน จะมีโอกาสที่ดินเหนียวนั้นจะไหลเหมือนของไหล โดยจะไหลจากด้านที่สูงกว่าไป ด้านที่ต่ำกว่า หรือไหลจากรอบ Sheet Pile ไปด้านใน Sheet Pile ทำให้ดินรอบ Sheet Pile หลุดตัว ดินด้านใน Sheet Pile ปลูกขึ้น ผลที่ตามมาทำให้สิ่งก่อสร้างบริเวณรอบ Sheet Pile เสียหาย

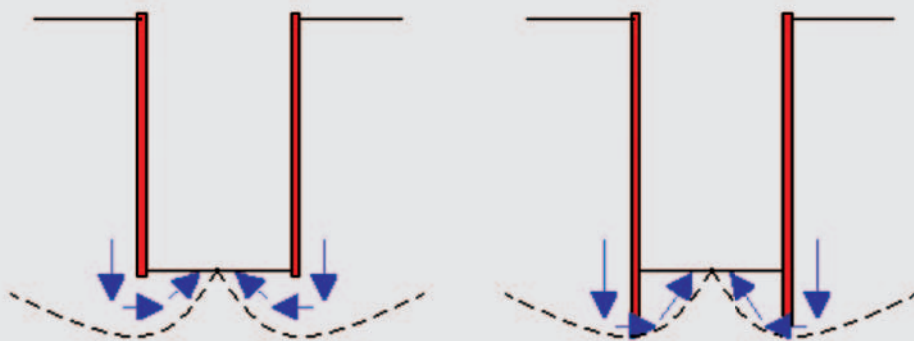
จากภาพ จะเห็นว่าดินรอบ Sheet Pile จะไหลลอดปลาย Sheet Pile การไหลของดินนี้ จะไม่ เหมือนกับการไหลของน้ำ เนื่องจากดินมีความหนืด ความหนืดทำให้เกิดแรงต้านทานการไหล ถ้าเราปัก Sheet Pile ไม่ลึกมาก ดินจะมีโอกาสไหลมาก เนื่องจากช่องในการไหลมีขนาดใหญ่ดินไหลง่าย เหมือนน้ำ



ที่ไหลในท่อใหญ่ย่อมไหลได้ง่ายกว่า แต่ถ้าเราปัก Sheet Pile ให้ลึกลงอีก ทำให้ช่องของการไหลเล็กลง ดินจะไหลได้ยากขึ้น เหมือนน้ำที่ต้องไหลผ่านท่อเล็กๆ



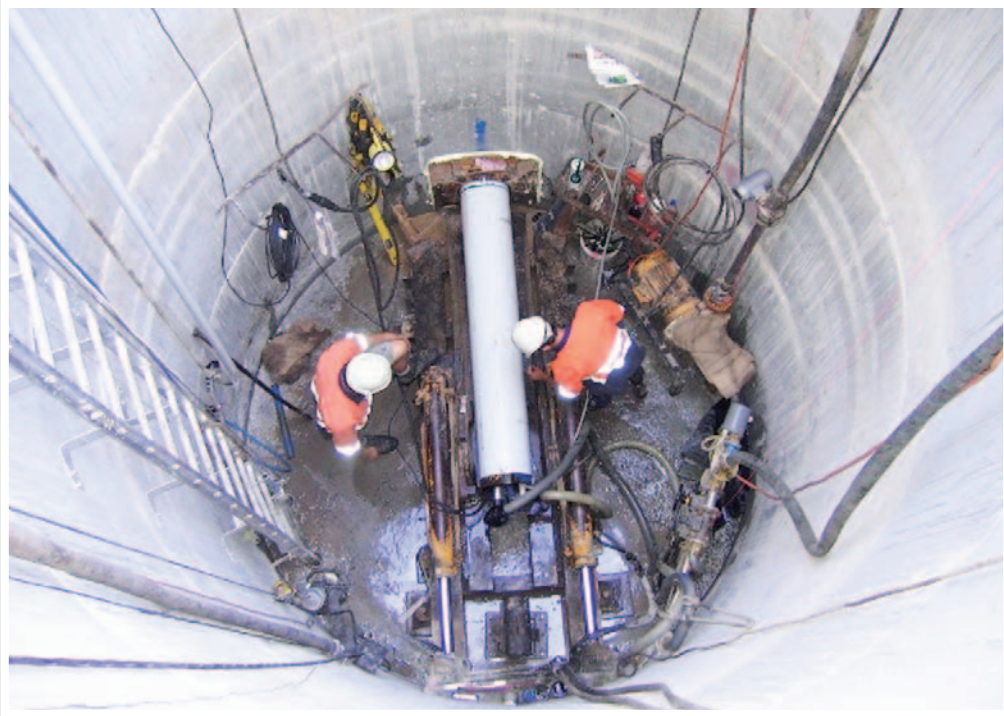
แล้วเราควรปัก Sheet Pile ลึกเท่าไร เพื่อทำให้ช่องของการไหลเล็กพอ พิจารณาจากภาพ ความลึกของ Sheet Pile ที่เหมาะสม ขึ้นอยู่กับความกว้างของการขุดดินใน Sheet Pile ความแตกต่างระดับดินด้านนอกและด้านใน Sheet Pile และคุณสมบัติของดิน ซึ่งมีสูตรการคำนวณ แต่อย่างไรก็ตาม ถ้าเราใช้ความลึกของการปัก Sheet Pile ที่ครึ่งหนึ่งของความกว้างของการขุดดิน จะไม่มีโอกาสเกิดดินไหล (Soil Heave) แน่แน่นอน ดังนั้นจึงไม่ขอแนะนำสูตรให้จำ แต่ให้จำไว้ว่าทุกครั้งที่ทำงานเกี่ยวกับ Sheet Pile ให้เสริมความแข็งแรงของ Sheet Pile ป้องกันแรงดันดิน และปัก Sheet Pile ให้ลึกมากกว่าครึ่งหนึ่งของความกว้างการขุดเพื่อป้องกันการไหลของดิน แต่อย่าลืมว่าการไหลของดินเกิดในดินเหนียวเปียก ถ้าไม่ใช่ดินเหนียวเปียก ก็อาจจะไม่ต้องปักลึกถึงครึ่งหนึ่งของความกว้างของการขุดดินก็ได้



หลายท่านอาจจะคิดว่า Sheet Pile ยิ่งลึกก็ยังไม่ลึกมาก และคงไม่มีใครปักดิน ๆ แน่ แต่ในปัจจุบันนี้ มีการก่อสร้างที่ต้องการขุดดินลึกมาก เช่น การวางท่อใต้ดิน การก่อสร้างอุโมงค์ จำเป็นที่ต้องขุดดินออกลึกมาก บางกรณีอาจจะลึกมากกว่า ๑๐ เมตร ในกรณีที่ก่อสร้างในพื้นที่ที่มีดินเหนียวอ่อน เช่น กรุงเทพมหานครและจังหวัดโดยรอบ ต้องพิจารณาการออกแบบ Sheet Pile สำหรับประเทศไทยแล้ว Sheet Pile ที่มีความยาวมากๆ จะต้องนำเข้ามาจากต่างประเทศมีราคาแพง มีความยุ่งยากในการตอก Sheet Pile และในเวลาที่ก่อสร้างเสร็จแล้วจะต้องทำการถอน Sheet Pile จะทิ้งไว้ในดินเลยก็ได้



เพราะราคาแพง แต่การถอน Sheet Pile มีความยุ่งยากกว่าการตอกหลายเท่าตัว เนื่องจากต้องถมดินกลับก่อน ซึ่งดินในพื้นที่กรุงเทพมหานครคงหายาก หรือ ถ้าเก็บดินเก่าไว้ ก็ไม่มีที่เก็บ ประการต่อมาคือการดึง Sheet Pile ขึ้นต้องใช้แรงดึงมาก ไม่ง่ายเหมือนการตอก เครื่องมือที่ใช้ดึง Sheet Pile ต้องมีความพิเศษ และ ประการสุดท้ายที่สำคัญ คือ ในระหว่างการดึง Sheet Pile ขึ้น สิ่งก่อสร้างโดยรอบอาจจะเสียหายจากการเคลื่อนตัวของดิน

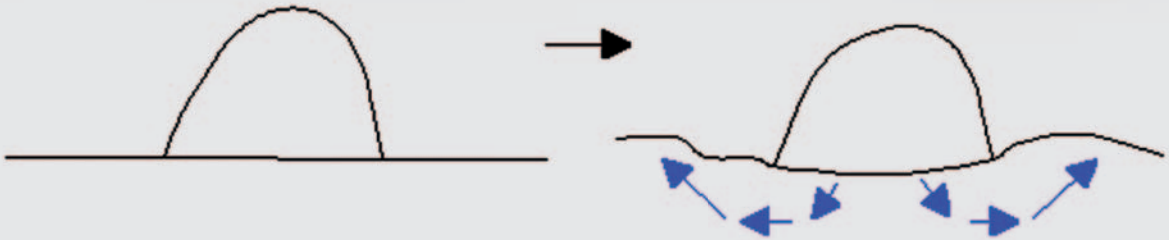


ในปัจจุบัน ได้มีการนำเทคโนโลยี Sinking Caisson มาใช้ วิธีการ คือ การหล่อล่องคอนกรีต ขนาดเท่ากับความกว้างและยาวของการขุดดินที่ต้องการ ส่วนความลึกของการขุดจะอาศัยหลายล่อง คอนกรีตมาเรียงต่อกัน การติดตั้ง เนื่องจากดินในพื้นที่กรุงเทพมหานครเป็นดินอ่อน การหล่อล่อง คอนกรีตจะหล่อให้มีน้ำหนักมากพอสมควร เมื่อนำล่องนี้มาวางบนพื้นดิน น้ำหนักของล่องคอนกรีต จะทำให้ตัวมันเองจมลงไปดิน บางกรณีอาจจะมึ้น้ำหนักกดทับเพิ่มเติม แต่ส่วนใหญ่จมด้วยน้ำหนักตัวเอง เมื่อติดตั้งได้ชั้นหนึ่งก็ขุดดินด้านในออก แล้วนำล่องคอนกรีตชั้นต่อไปมาวาง แล้วขุดดินด้านในออก ทำไปเรื่อย ๆ จนได้ความลึกที่ต้องการ

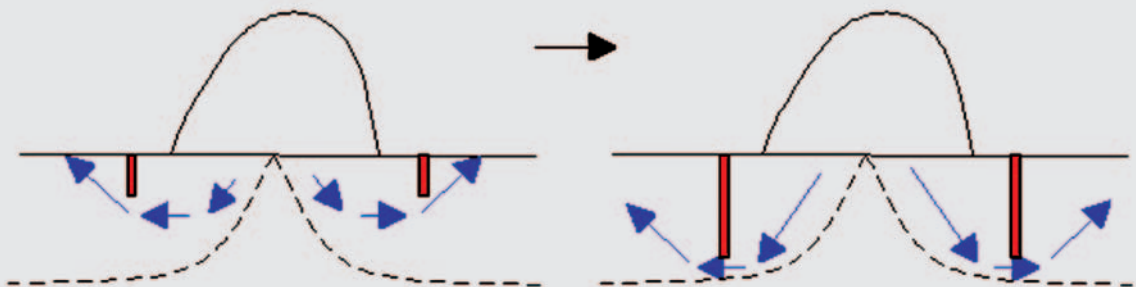
วิธีการนี้ไม่ต้องทำค้ำยัน เมื่อจบงานแล้ว ล่องคอนกรีตถูกทิ้งไว้ใต้ดิน เพิ่มความแข็งแรง วิธีการนี้ ช่วยการทำงานให้เร็วมากขึ้น มีความยุ่งยากน้อย ดังนั้น ราคาในภาพรวมถูกกว่าการใช้ Sheet Pile และมีความเสี่ยงน้อยกว่า Sheet Pile แต่อย่างไรก็ตาม ในช่วงการขุดดินใน Sinking Caisson ก็ต้องระวัง เรื่องการไหลของดินเสมอ เพราะอาจจะไม่มีความลึกของการปักเหมือนใน Sheet Pile



หมายเหตุ ชื่อ Sinking Caisson นั้น คำว่า Caisson หมายถึง ปล่อง ในที่นี้ คือ กล่องคอนกรีตที่มีด้านเปิดสองด้าน ส่วนคำว่า Sinking หมายถึงการจม ดังนั้น Sinking Caisson จึงหมายถึง กล่องคอนกรีตที่จมลงไป (ซึ่งมีสาเหตุการจมเนื่องจากดินรับน้ำหนักกล่องคอนกรีตไม่ไหว)



อีกกรณีที่เกิดการไหลของดินได้ คือ การกองดินที่มีความสูง หากดินด้านล่างเป็นดินเหนียวเปียกที่มีความอ่อน น้ำหนักดินที่กองด้านบนกดทับ ดินด้านล่างจะประพุดตัวเหมือนของเหลวเช่นกัน นั่นคือ การปรับสภาพสมดุลของแรงดัน ดินจะไหลไปด้านข้าง ทำให้เห็นดินรอบข้างปูดขึ้นหรือสูงขึ้น ซึ่งอาจจะทำให้สิ่งก่อสร้างเสียหายได้ ดังนั้นการกองดิน ไม่ว่าจะเป็นการกองดินเพียงชั่วคราว หรือการกองดินเพื่อตกแต่งภูมิทัศน์ขนาดใหญ่ ต้องพิจารณาว่าบริเวณนั้นเป็นดินเหนียวเปียกอ่อน และมีแหล่งน้ำผิวดินใกล้หรือไม่ หากคาดว่ามีโอกาสเกิดดินไหลต้องทำกำแพงกันดินไหล (ลึกลงไปในดิน) หากพิจารณาความลึกของกำแพงกันดินก็มีความยุ่งยากพอสมควร หากนำกรณีของ Sheet Pile ความลึกของการปักต้องไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความกว้าง ซึ่งปกติการกองดินอยู่ในบริเวณกว้างทำให้การทำกำแพงกันดินต้องลึกมาก อาจจะคุ้มค่า ควรหลีกเลี่ยงการกองดินที่มีความสูงมาก หรือในการแต่งภูมิทัศน์ควรใช้วิธีการอื่นแทนการถมดิน



สำหรับฉบับนี้ ผมขอจบการบรรยายเพียงเท่านี้ ผมหวังว่าท่านผู้อ่านคงมีความเข้าใจในธรรมชาติและพฤติกรรมของดิน และสามารถคาดการณ์ผลที่ตามมาได้อย่างถูกต้อง ขอความสุขสวัสดิ์จึงมีแต่ท่านผู้อ่านทุกคนเทอญ