

# ปัญหาทางวิศวกรรมที่วิศวกรมักมองข้าม

ตอน : การประเมินค่าความยาวเสาเข็มด้วยวิธี Seismic test

ชูเลิศ จิตเจ็จจุน

บริษัท ที.เอ.เทค จำกัด

จุดประสงค์ของบทความนี้ ต้องการให้ผู้อ่านที่ไม่มีความรู้ความเข้าใจในการทดสอบ Seismic test ได้มีความเข้าใจมากขึ้น และสามารถนำเอาความรู้นี้ไปประยุกต์ใช้ในการทำงาน ไม่อยากให้เกิดกรณีที่วิศวกรไปกล่าวหาว่าบริษัทเสาเข็มทำเสาเข็มยาวน้อยกว่าที่กำหนด เพราะอ่านจากรายงานผลการทดสอบ Seismic test แล้ว พบว่าความยาวเข็มสั้นกว่าในแบบ ทำให้เกิดเป็นปัญหาขัดแย้ง บางรายถึงกับต้องขึ้นศาลฟ้องร้องกัน ทั้งที่จริงๆ แล้วทางผู้รับเหมา ก็ไม่ได้มีการโกงเสาเข็มแต่อย่างใด ซึ่งประเด็นนี้เคยเกิดขึ้นเป็นปัญหาบ่อยครั้งมาก

โดยปกติแล้วในรายงานผลการทดสอบคุณสมบัติของเสาเข็ม จะมีข้อความเขียนบอกไว้แล้วว่า ความยาวของเสาเข็มที่ได้เป็นค่าโดยประมาณเท่านั้น แต่ไม่รู้ทำไมวิศวกรทั่วไปมักจะไม่ได้อ่านข้อความตรงนี้กัน???

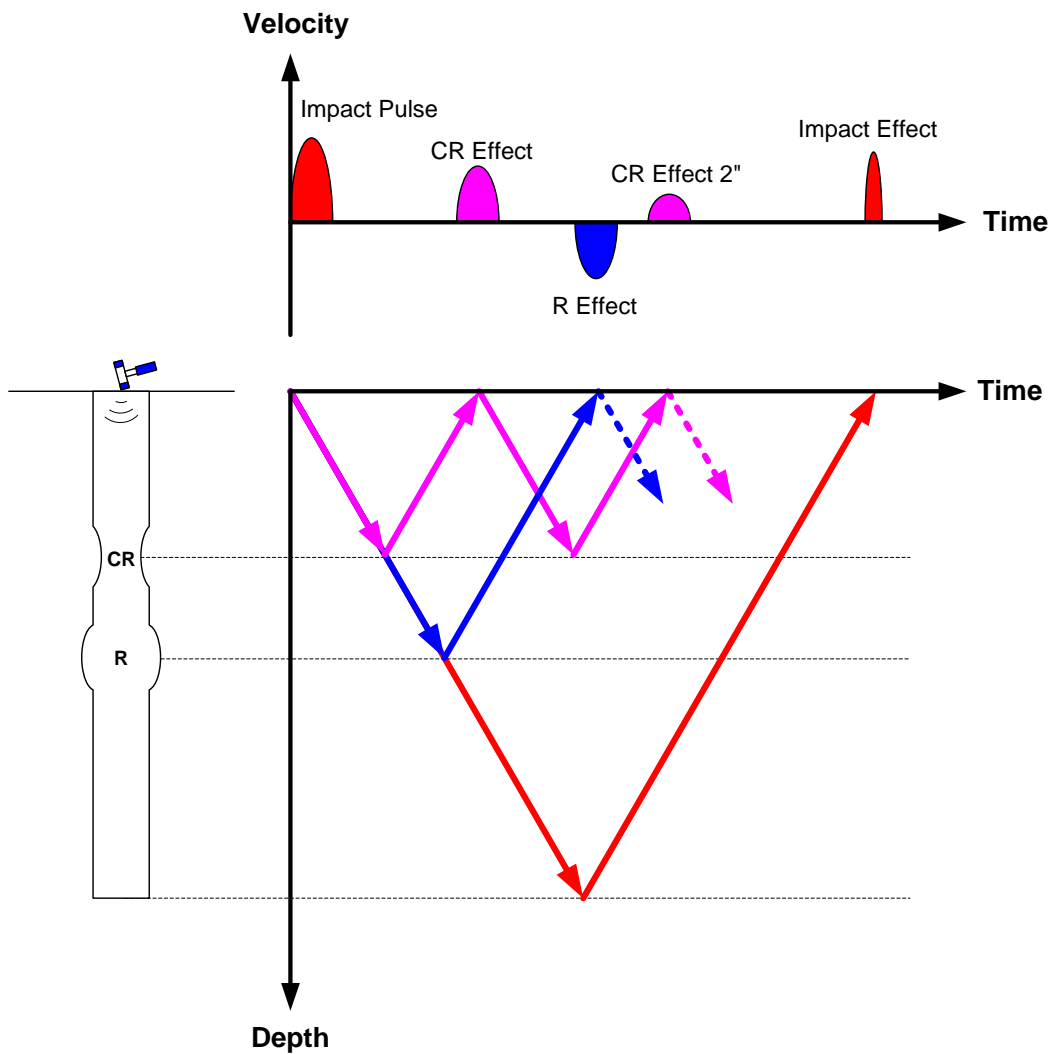
ประเด็นนี้ จริงๆ แล้วก็บังชัดเจนตั้งแต่แรกแล้วว่า ค่าความยาวของเสาเข็มที่ได้จากวิธี Seismic test นั้น เป็นการประมาณค่าในเบื้องต้นอย่างหยาบๆ เนื่องจากค่าความยาวที่คำนวณโดยวิธีนี้จะได้มาจาก สูตร  $s = v \cdot t$

โดยที่  $s$  = ระยะทางหรือความยาวเสาเข็ม, เมตร

$v$  = ความเร็วของคลื่นที่วิ่งผ่านเสาเข็ม, เมตร/วินาที

$t$  = ระยะเวลาที่คลื่นวิ่งผ่านเสาเข็ม, วินาที

จากสูตรข้างต้น หากต้องการทราบค่าความยาวเสาเข็ม จะต้องรู้ค่าความเร็วคลื่นที่วิ่งผ่านเสาเข็มและระยะเวลาที่คลื่นวิ่งผ่านเสาเข็ม ซึ่งเราสามารถทราบค่าระยะเวลาที่คลื่นวิ่งผ่านเสาเข็มได้จากเครื่องทดสอบ Seismic test โดยอาศัยการใช้ค้อนเคาะที่หัวเสาเข็มเพื่อสร้างคลื่นแล้วใช้หัวรับ อ่านค่าเวลาที่คลื่นเริ่มเดินทางจนสะท้อนกลับมา (คลื่นเดินทางไป-กลับ) แล้วนำค่าช่วงเวลาดังกล่าวมาหารด้วยสอง ก็จะได้ระยะเวลาที่คลื่นวิ่งผ่านเสาเข็ม ( $t$ )



รูปแสดงหลักการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มด้วยวิธี Seismic Test

สำหรับค่าความเร็วคลื่นที่วิ่งผ่านเสาเข็มนั้น ก็คือค่าความเร็วที่คลื่นวิ่งผ่านคอนกรีตนั่นเอง (v) โดยจะมีค่าอยู่ในช่วงประมาณ 3,000 – 4,500 m/s ขึ้นกับคุณภาพคอนกรีตของเสาเข็ม ซึ่งโดยปกติแล้วเสาเข็มตอกจะมีค่าความเร็วสูงกว่าเสาเข็มเจาะ เนื่องจากใช้คอนกรีตที่มีกำลังสูงกว่าและควบคุมคุณภาพได้ดีกว่า

ดังนั้นจะเห็นได้ว่า การคำนวณค่าความยาวเสาเข็มนั้น หากผู้ประเมินเลือกใช้ค่าความเร็วคลื่นสูงหรือต่ำเกินไป ก็จะทำให้ได้ค่าความยาวเสาเข็มที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ซึ่งผลที่ได้ อาจทำให้ได้ค่าความยาวของเสาเข็มผิดไปจากความเป็นจริงมากกว่า 5 เมตร ก็เป็นไปได้!!

ในทางทฤษฎีแล้ว เราสามารถลดความผิดพลาดในการเลือกใช้ค่าความเร็วคลื่นตรงนี้ได้ โดยใช้เครื่องมือจำพวก Ultrasonic Pulse Velocity Test (UPV) มาวัดค่าความเร็วของคลื่นในคอนกรีตบริเวณหัวเสาของเสาต้นที่จะทำการทดสอบก่อน ก็จะได้ค่าที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงที่ว่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงก็เพราะอยู่ที่บริเวณหัวเสาเข็ม ซึ่งโดยปกติก็มีความแข็งแรงสูงกว่า

คอนกรีตบริเวณช่วงปลายเสาเข็ม แต่หากเป็นเสาเข็มตอกที่หล่อสำเร็จมาแล้ว ก็สามารถใช้นี้ได้เลย

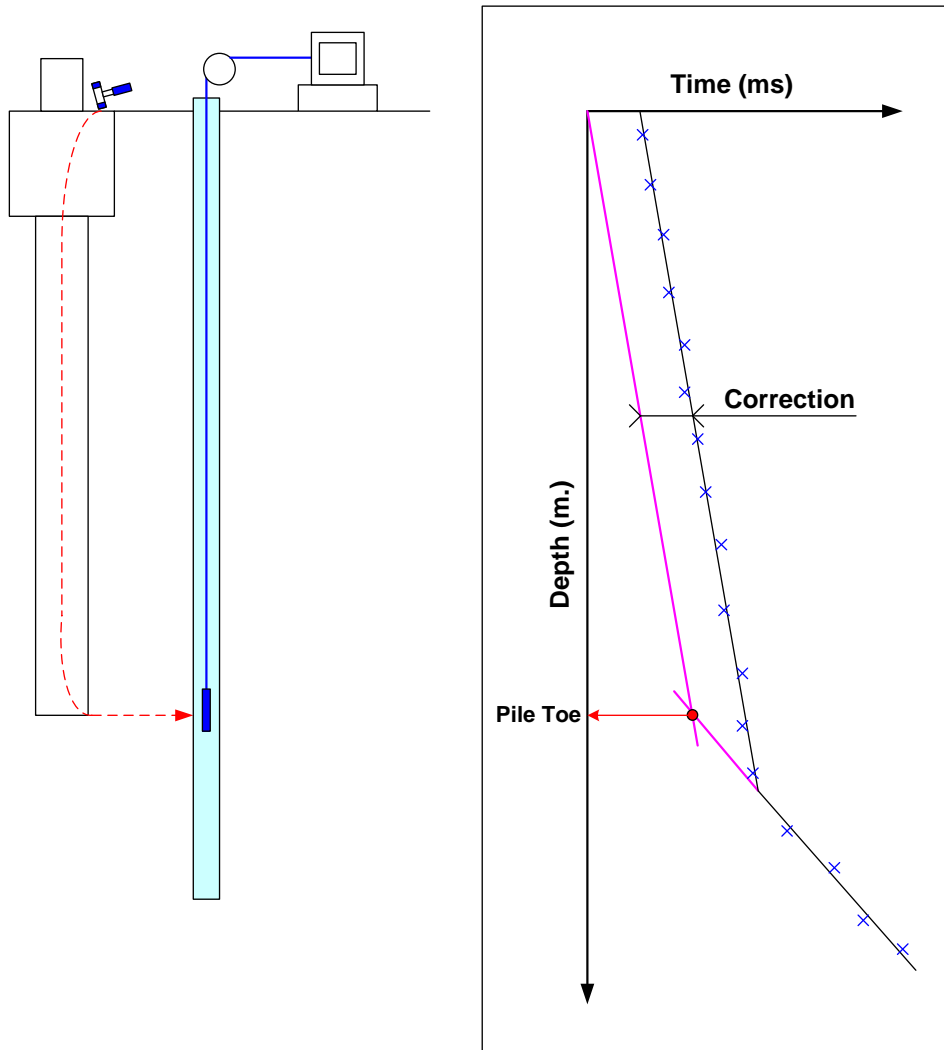
แต่ในทางปฏิบัติ ทำไมถึงไม่มีการใช้เครื่องมือตรวจวัดค่าความเร็วคลื่นก่อนล่ะ? คำตอบก็คือ มันเป็นต้นทุนค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นนั่นเอง ปัจจุบันค่าใช้จ่ายในการทดสอบ Seismic test นั้นเพียงราคาต้นละไม่กี่ร้อยบาทเท่านั้น ดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่จะลงทุนทำอะไรมาขนาดนั้น และที่สำคัญจริงๆ แล้ววิธีการทดสอบ Seismic test นั้น เป็นการทดสอบที่ออกแบบมาสำหรับทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มเป็นหลัก การประเมินความยาวของเสาเข็มนั้นเป็นเพียงผลพลอยได้เท่านั้น ซึ่งก็คือการประมาณอย่างหยาบๆ นั่นเอง ประโยชน์ของการหาค่าความยาวโดยวิธี Seismic Test นั้น สำหรับเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ก่อสร้างไว้ หากการเปรียบเทียบได้ค่าความยาวที่ตรงกัน ก็แสดงว่าการหาตำแหน่งที่คลื่นสะท้อนกลับที่จุดใดจุดหนึ่งมีค่าถูกต้องด้วย ซึ่งจะทำให้เราสามารถระบุตำแหน่งที่เสาเข็มเกิดความบกพร่องได้แม่นยำขึ้น แต่หากการเปรียบเทียบขัดแย้งกันมากจะต้องทำการตรวจสอบหาสาเหตุที่ทำให้เกิดข้อแตกต่างนี้และปรับแก้ใหม่

ประเด็นสำคัญต่อมาก็คือ แม้ได้ค่าความเร็วคลื่นในคอนกรีตเสาเข็มที่แน่นอนแล้ว (v) ค่าเวลา (t) ที่จะนำมาคูณเพื่อหาความยาวของเสาเข็มนั้น อย่างไรก็ตามเสียก็ต้องได้มาจากการประมาณค่าเท่านั้น เพราะในการอ่านค่าสัญญาณนั้น เนื่องจากคลื่นที่ได้จากแรงสั่นสะเทือนด้วยค้อน มีพลังงานน้อย และพลังงานของคลื่นจะถูกดูดซับไปเรื่อยๆ จากแรงเสียดทานของดินที่จับอยู่รอบเสาเข็ม ลักษณะของสัญญาณจึงเหมือนค่อยๆ สลายหายไป ด้วยเหตุนี้จึงส่งผลให้การสะท้อนกลับที่ปลายของเสาเข็มสามารถพบเห็นได้ยาก ซึ่งประเด็นนี้ได้มีผลการวิจัยในต่างประเทศ สรุปไว้ว่าค่าสะท้อนกลับที่ปลายเสาเข็มจะปรากฏให้เห็นชัดเมื่อเสาเข็มมีความยาวน้อยกว่า 30 เท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของเสาเข็ม ดังนั้นถ้าเสาเข็มมีขนาดหน้าตัด 0.30 เมตร ก็จะสามารถวิเคราะห์ได้เมื่อเสาเข็มยาวไม่เกิน 9 เมตร เท่านั้น

แต่ในทางปฏิบัติแล้ว ความยาวเสาเข็มในชั้นดินอ่อนกรุงเทพฯ นั้น อยู่ที่ประมาณ 21 เมตร ซึ่งมากกว่า 30 เท่าของหน้าตัดเสาเข็มมากนัก แล้วทำไมจึงยังมีการคำนวณค่าความยาวเสาเข็มได้ล่ะ? คำตอบก็คือ เราใช้การสังเกตจากการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณแล้วคาดคะเนว่าปลายของเสาเข็มน่าจะอยู่ประมาณตรงนี้หรือตรงนั้น ซึ่งโดยสรุปแล้วก็คือ การเดาอย่างมีหลักการนั่นเอง ซึ่งก็ต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ และมีประสบการณ์ มาเป็นผู้แปลผล หากผู้แปลมีความชำนาญมาก ผลที่ได้ก็อาจมีค่าผิดพลาดอยู่ที่ไม่เกิน 1-2 เมตรจากความเป็นจริง แต่ถ้าหากผู้แปลไม่มีความเชี่ยวชาญพอหรือไม่ให้ความใส่ใจในการแปลผล ก็อาจจะแปลผลผิดพลาดได้หลายเมตรเลยทีเดียว ซึ่งผู้เขียนก็เคยเห็นรายงานที่แปลผลผิดพลาดมากกว่า 5 เมตรมาแล้วเช่นกัน

ดังนั้นหากท่านต้องการทราบค่าความยาวเสาเข็มที่แน่นอน ก็ต้องใช้การทดสอบที่ออกแบบมาสำหรับงานนั้นโดยตรง ซึ่งในปัจจุบันวิธีการทดสอบเพื่อหาค่าความยาวเสาเข็มใน

สนาม ที่ยอมรับกันว่าให้ค่าใกล้เคียงกับความเป็นจริงและยอมรับได้มากที่สุดก็คือ “การทดสอบ Parallel Seismic Test” โดยหลักการของการทดสอบด้วยวิธีนี้ เป็นการทดสอบเพื่อประเมินความยาวและความสมบูรณ์ของเสาเข็ม ด้วยการตรวจวัดค่าเวลาที่คลื่นวิ่งผ่านเสาเข็ม จากตำแหน่งหัวเสาเข็มวิ่งผ่านเข้าไปในโครงสร้างของเสาเข็มและส่งผ่านไปยังหัวรับสัญญาณที่ติดตั้งไว้ในท่อ PVC ที่ทำการเจาะฝังไว้ในบริเวณข้างเคียง โดยที่ท่อ PVC จะต้องอยู่ในแนวขนานและมีความลึกมากกว่าเสาเข็มที่จะทดสอบ



รูปแสดงหลักการทดสอบเพื่อหาความยาวของเสาเข็มด้วยวิธี Parallel Seismic Test

ในการแปลผลนั้น จะใช้หลักการที่ว่า ช่วงเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่อยู่ในเสาเข็มจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความยาวของเสาเข็มที่ทดสอบ เมื่อเรานับที่ค่าเวลาที่คลื่นใช้ในการเคลื่อนที่ในเสาเข็มที่ระดับความลึกต่างๆกัน (โดยทั่วไปจะวัดทุกระยะ 0.50 เมตร) เราจะสามารถประเมินความสมบูรณ์และความต่อเนื่องของเสาเข็มได้ทุกช่วง และเมื่อหย่อนตัวรับสัญญาณลงไป

ที่ตำแหน่งลึกกว่าความยาวของเสาเข็มที่ทดสอบ ค่าระยะเวลาที่คลื่นเคลื่อนที่ไปยังตัวรับสัญญาณจะเพิ่มมากขึ้น โดยจะเปลี่ยนแปลงไปในรูปแบบที่ไม่เป็นสัดส่วนกันกับความยาวของเสาเข็ม ด้วยเหตุนี้จึงทำให้เราสามารถประเมินความยาวของเสาเข็มได้

สุดท้ายนี้ ผู้เขียนหวังว่า เนื้อหาในบทความนี้ จะช่วยให้วิศวกรหลายๆท่านที่ยังไม่เข้าใจในหลักการของการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม (Seismic Test) ได้มีความรู้ความเข้าใจเพิ่มมากขึ้น และตระหนักถึง ข้อดีข้อเสีย จุดเด่นจุดด้อย ของการทดสอบด้วยวิธีนี้ จะได้ไม่ก่อให้เกิดปัญหาความเข้าใจผิดขึ้นอีกหรืออย่างน้อยก็ช่วยให้ปัญหาดังกล่าวลดลงบรรเทาออกไป และช่วยกันยกระดับ วิศวกรโยธาของประเทศไทยขึ้นไปอีก ซึ่งก็จะส่งผลให้เกิดประโยชน์กับสังคมส่วนใหญ่อีกต่อไป