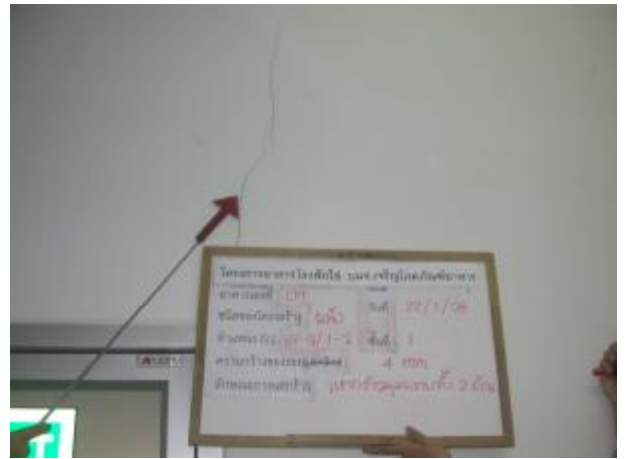


1. การสำรวจด้วยตาเปล่า (Visual Inspection)

การสำรวจด้วยตาเปล่า (Visual Inspection) เป็นการสำรวจทางกายภาพด้วยสายตา เพื่อตรวจสอบสภาพการชำรุดและการประเมินโครงสร้าง ดำเนินการโดยวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ การสำรวจทางกายภาพด้วยสายตานี้ถือเป็นขั้นตอนแรกและเป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากในการตรวจสอบโครงสร้าง เนื่องจากความเสียหายส่วนใหญ่ที่เกิดขึ้นกับโครงสร้างจะสามารถมองเห็นได้ ดังนั้นการสำรวจทางกายภาพด้วยสายตาก็สามารถบอกได้ถึงข้อมูลสำคัญต่าง ๆ เช่น คุณภาพของการก่อสร้าง สภาพการใช้งาน การเสื่อมสภาพของวัสดุ รูปแบบของการแตกร้าว รวมถึงการชำรุดของชิ้นส่วนโครงสร้าง เป็นต้น และบอกได้ถึงระดับความรุนแรงของความเสียหาย นอกจากนี้ยังช่วยในการตั้งสมมุติฐานสาเหตุของความเสียหายได้



2. การทดสอบกำลังอัดประลัยคอนกรีต (Compressive Strength Test)

2.1 การทดสอบกำลังอัดประลัยคอนกรีตโดยการกดแท่งคอนกรีตตัวอย่าง (Determination of Compressive Strength Test from drilled core sampling)



ลักษณะเครื่องมือทดสอบ

หลักการทดสอบ

การทดสอบกำลังอัดประลัยของคอนกรีตจะทำการเจาะเก็บแท่งตัวอย่างคอนกรีต จากส่วนโครงสร้างด้วยเครื่องเจาะระบบ Rotary หัวเจาะ Diamond Core bit แท่งตัวอย่างที่ได้จากการเจาะจะถูกนำมาตัด ให้อัตราส่วนความยาวต่อเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2:1 ก่อนนำไปทดสอบหาค่ากำลังอัดสูงสุด (Max. Compressive Strength) ด้วยเครื่อง Compression Machine ของห้องปฏิบัติการของสถาบันที่เป็นที่ยอมรับเชื่อถือต่อไป

มาตรฐานการทดสอบ

การทดสอบหาค่ากำลังอัดสูงสุดด้วยการเจาะเก็บแท่งตัวอย่างคอนกรีต (Coring) เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM C42/C42M "Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete"



การเก็บตัวอย่างแกนคอนกรีตโดยวิธี Coring



การเก็บตัวอย่างพื้นคอนกรีตโดยวิธี Coring



แท่งตัวอย่างคอนกรีตโดยวิธี Coring



แท่งตัวอย่างคอนกรีตโดยวิธี Coring

2.2 การทดสอบหาค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีตโดยวิธี Rebound Hammer-Schmidt

หลักการทดสอบ

การทดสอบกำลังอัดประลัยของคอนกรีตโดยวิธี Rebound Hammer เป็นการทดสอบแบบไม่ทำลาย สามารถทำการทดสอบแบบในที่ โดยอาศัยหลักการสะท้อนกลับของ Steel Hammer การทดสอบวิธีนี้สามารถนำไปใช้ในกรณีต่างๆ ได้ดังนี้

- § ประเมินหาค่ากำลังอัดประลัยของคอนกรีต ณ สภาพปัจจุบัน
- § นำค่าที่ได้ไปตรวจสอบหาความสามารถในการรับน้ำหนักขององค์อาคารคอนกรีตที่เหลืออยู่

การทดสอบกำลังอัดประลัยของคอนกรีตโดยใช้เครื่องมือ Schmidt Hammer อาศัยแรงต้านทานที่เกิดขึ้นจากการดันของ Steel Hammer ซึ่งมีหน้าตัดที่แน่นอน กดลงบนผิวหน้าคอนกรีตที่ต้องการตรวจสอบแล้วเกิดการสะท้อนกลับ ทำให้ได้ค่าระยะที่คืนลูกตุ้มให้สะท้อนกลับคือค่า Rebound Number ซึ่งค่า Rebound Number นี้จะถูกนำไปแปลงผลเป็นกำลังอัดประลัยของคอนกรีตโดยใช้ดัชนีมาตรฐานในการแปลงผล

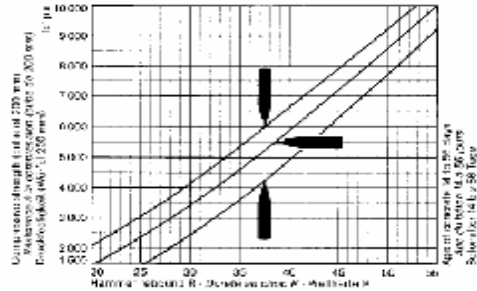
การทดสอบหาค่ากำลังอัดสูงสุดด้วยเครื่องทดสอบกำลังอัด (Schmidt Hammer) เป็นไปตามมาตรฐาน BS 1881: Part 202 "Recommendations for Surface Hardness Testing by Rebound Hammer" และ ASTM C805 "Rebound Number of Hardened Concrete"



เครื่องมือทดสอบแรงสะท้อนของคอนกรีต
(Schmidt Hammer)



การสอบเทียบค่าแรงของอุปกรณ์



การทดสอบกำลังอัดประลัยเสาด้วยเครื่องมือ ค่าความสัมพันธ์ที่ใช้ในการแปลงค่าการอ่านมา
Schmidt Hammer เป็นค่ากำลังอัดประลัยคอนกรีต

3. การทดสอบความต่อเนื่องของคอนกรีตโดยวิธี Ultrasonic Pulse Velocity (Concrete continuity using Ultrasonic Pulse Velocity Test)

การทดสอบความต่อเนื่องของคอนกรีตโครงสร้าง วิธีการหนึ่งคือการทดสอบด้วยคลื่นอัลตราโซนิก (Ultrasonic Pulse) โดยไม่ทำลายโครงสร้างเดิมซึ่งความเร็ว และเวลาที่คลื่นส่งผ่านจากหัวส่งสัญญาณ (Transmitter) ถึงหัวรับสัญญาณ (Receiver) ซึ่งจะเป็นเหตุบอกความต่อเนื่องภายในโครงสร้าง นอกจากนี้คลื่นอัลตราโซนิกในตัวกลางคอนกรีตขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางกายภาพของคอนกรีต และจากการวัดความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกสามารถบอกถึงการรับกำลังอัดของคอนกรีตได้อีกด้วย

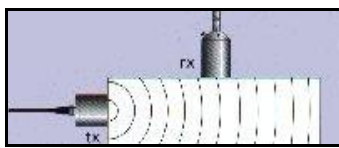
หลักการทดสอบ

วิธีการทดสอบความเร็วคลื่นอัลตราโซนิกนี้ นิยมเรียกย่อ ๆ ว่า "UPV" อาศัยหลักการของการส่งคลื่นความถี่สูง (Ultrasonic Pulse) ผ่านเข้าไปในตัวกลางเนื้อคอนกรีตที่ต้องการทดสอบ แล้ววัดเวลาที่คลื่นความถี่สูงใช้ในการเคลื่อนที่จากหัวส่งสัญญาณไปยังหัวรับสัญญาณ นำมาคำนวณหาค่าความเร็วคลื่น (Pulse Velocity) ในตัวกลางนั้น ๆ โดยมีเครื่องมือทดสอบหลักประกอบด้วย กล้องอุปกรณ์กำเนิดสัญญาณ หัวส่งสัญญาณ (Transmitter) ขนาด 54 kHz สำหรับคอนกรีตทั่วไป และหัวรับสัญญาณ (Receiver) เนื่องจากคลื่นความถี่สูงสามารถทะลุทะลวงคอนกรีตหนา ๆ ได้เป็นอย่างดี ความเร็วคลื่น คำนวณจากสัดส่วนของระยะทางระหว่างตัวส่งคลื่น (Transmitter) และตัวรับคลื่น (Receiver) กับระยะเวลาที่คลื่นใช้เดินทางผ่านตัวกลางโดยที่

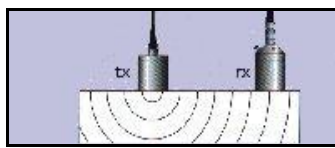
$$\text{ความเร็วคลื่น} = \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลาที่ใช้}}$$



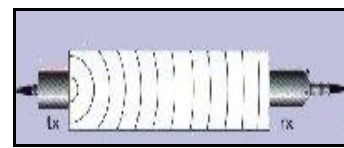
ซึ่งโดยทั่วไปสามารถทำได้ 3 รูปแบบ ดังที่แสดงต่อไปนี้



ทิศทางด้านข้าง
(Semi-direct transmission)



ทิศทางขนาน
(Indirect Transmission)



ทิศทางตรง
(Direct Transmission)

มาตรฐานการทดสอบ

การทดสอบด้วยวิธีส่งผ่านคลื่นความถี่สูง จะใช้วิธีตามมาตรฐานของ BS 1881: Part 203 "Testing Concrete. Recommendations for Measurement of Velocity of Ultrasonic Pulses in Concrete" และ ASTM C597-97: "Standard Test Method for Pulse Velocity Through Concrete"



เครื่องมือทดสอบ UPV



ตำแหน่งการทดสอบเสา



รูปที่ 18 การอ่านค่าจากเครื่องมือ

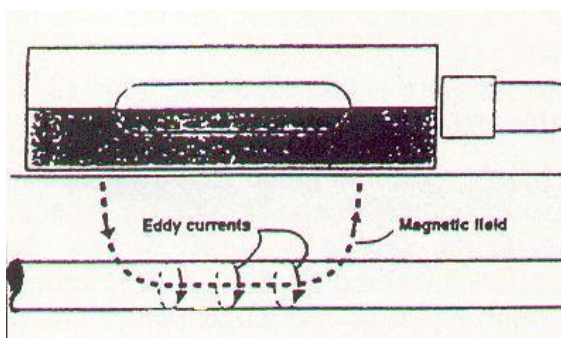
4. การตรวจสอบตำแหน่งเหล็กเสริม (Reinforcing Rebar location Determination)

4.1 การตรวจสอบตำแหน่งเหล็กเสริมโดยเครื่องมือ Profometer

การตรวจสอบหาจำนวนของเหล็กเสริมของ เสา คาน พื้น ด้วยเครื่องวัดเป็นการตรวจสอบแบบไม่ทำลายซึ่งจะใช้บอกตำแหน่งวัตถุที่สามารถเหนี่ยวนำด้วยสนามแม่เหล็กไฟฟ้าได้ เช่น เหล็กเสริมในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก รวมถึงระยะหุ้มเหล็กเสริมของคอนกรีต

หลักการทดสอบ

เครื่องมือตรวจวัดเหล็กเสริมถูกพัฒนาขึ้นโดยอาศัยหลักการของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เครื่องมือจะสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นรอบเหล็กเสริมโดยซึ่งเหนี่ยวนำเป็นช่วง ๆ ให้เกิดการไหลเวียนของกระแสไฟฟ้าขึ้นในเหล็กเสริม ที่จุดสิ้นสุดแต่ละช่วงของกระแสไฟฟ้าจะเกิดสนามแม่เหล็กที่อ่อนแรงลงเช่นเดียวกับเกิดการสะท้อนของแหล่งกำเนิดคลื่น กำลังของสนามแม่เหล็กลดน้อยลงนี้จะถูกตรวจวัดโดยหัวทดสอบโดยที่สัญญาณจากหัวทดสอบจะถูกแปลงความหมายต่อไป



การเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
กับเหล็กเสริม

การตรวจสอบหาตำแหน่งเหล็กเสริม

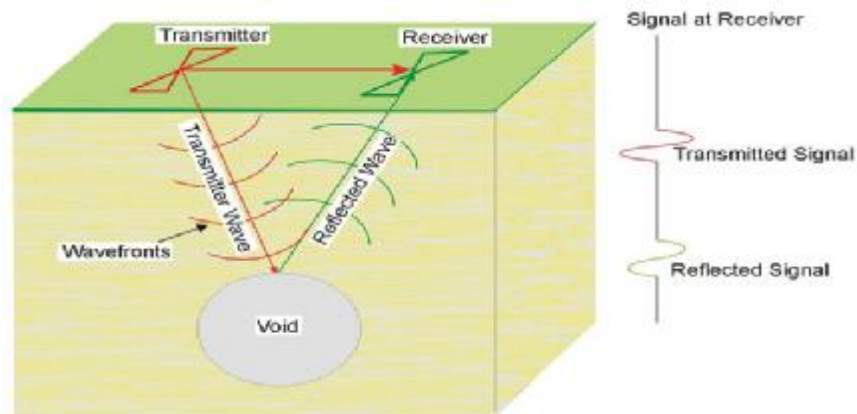


การตรวจสอบหาตำแหน่งเหล็กเสริมเสา

การตรวจสอบหาตำแหน่งเหล็กเสริมท้องคาน

4.2 การตรวจสอบตำแหน่งเหล็กเสริมโดยเครื่องมือ Ground Penetration Radar (GPR)

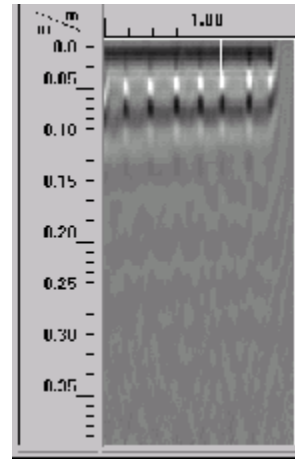
การตรวจสอบด้วยวิธี Ground Penetration Radar (GPR) เป็นการสำรวจสภาพบริเวณใต้ดินที่ระดับความลึกต่างๆ (ขึ้นอยู่กับคลื่นความถี่ของอุปกรณ์ส่งคลื่นสัญญาณ) โดยใช้หลักการวัดคลื่นสะท้อนของแม่เหล็กไฟฟ้าที่ส่งผ่านไปในตัววัสดุที่มีความหนาแน่นของวัสดุต่างกัน เช่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูงเดินทางผ่านอากาศจะใช้เวลาเท่ากับ 3.3333 ns/m แต่เวลาที่ใช้เดินทางผ่านวัสดุ Earth Material จะมีค่าสูงกว่า



ระบบการทำงานของ GPR



การทดสอบด้วยเครื่องมือ GPR



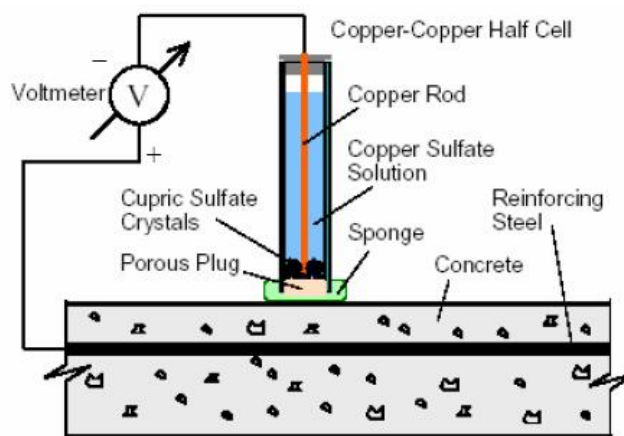
ลักษณะการแสดงผล

5. การทดสอบความเป็นไปได้ของการเกิดสนิมเหล็กโครงสร้างโดยวิธี Half-Cell Potential

การตรวจสอบการเกิดสนิมของเหล็กเสริม โดยใช้เครื่องมือ Corrosion Analyzing Instrument เป็นการทดสอบแบบไม่ทำลายซึ่งจะใช้บอกปริมาณการเกิดสนิมเหล็กที่เกิดจากการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปในเหล็กบริเวณที่ต้องการตรวจสอบได้ เช่น เหล็กเสริมในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กและท่อร้อยสายไฟที่ฝังในคอนกรีต รวมถึงความต้านทานของคอนกรีตเพื่อประเมินโอกาสการเกิดสนิมของเหล็กเสริมในบริเวณที่ทำการตรวจสอบ

หลักการทดสอบ

เครื่องมือตรวจวัดความผูกอ่อนของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก จะวัดความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างเหล็กเสริมและบริเวณผิวคอนกรีตเพื่อประเมินค่าการกัดกร่อนและสภาพของชั้นหุ้มเหล็กเสริมในช่วงที่ทำการทดสอบโดยที่ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้านี้เป็นผลจากขบวนการกัดกร่อนเหล็กเสริม ค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าสูงจะบ่งบอกถึงความเสี่ยงมากในการกัดกร่อนของเหล็กเสริม



ส่วนประกอบของเครื่องมือทดสอบค่าพลังงานศักย์ไฟฟ้าครึ่งเซลล์

มาตรฐานการทดสอบ

การทดสอบความเป็นไปได้ของการเกิดสนิมเหล็กโครงสร้างโดยวิธี Half-Cell Potential เป็นไปตามมาตรฐาน ASTM 876-91 "Standard Test Method for Half-Cell Potentials of Uncoated Reinforcing Steel in concrete"



การระบุตำแหน่งทดสอบ Corrosion



การทดสอบ Corrosion บนเสาคอนกรีต



การทดสอบ Corrosion บนคานคอนกรีต

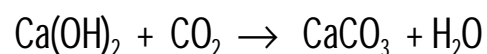


การทดสอบ Corrosion บนผนังคอนกรีต

6. การทดสอบการเกิดปฏิกิริยา Carbonation

คาร์บอนเนชั่น (Carbonation) เป็นการที่ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) เข้าไปทำปฏิกิริยากับซีเมนต์เพสต์ที่แข็งตัวแล้ว โดยทำปฏิกิริยากับแคลเซียมไฮดรอกไซด์เป็นหลักทำให้ได้แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO_3)

ดังสมการ



นอกจากนี้ยังอาจเกิดสารประกอบอื่น ๆ เช่น ไฮดรอกไซด์ของซิลิกา ไฮดรอกไซด์ของอลูมินา การเกิดคาร์บอนเนชันโดยตัวของมันเองไม่ได้ทำให้คอนกรีตเสียหายแต่จะทำให้ความเป็นด่างของซีเมนต์เพสต์ลดลง โดยปกติซีเมนต์เพสต์มีความเป็นด่างสูงโดยมีค่า pH ระหว่าง 12.6 ถึง 13.5 และอาจลดลงเหลือเพียง 8 ถึง 9 ถ้าแคลเซียมไฮดรอกไซด์ที่อยู่ในซีเมนต์เพสต์ทำปฏิกิริยาคาร์บอนเนชันจนหมด ซึ่งหากมีอัตราการเกิดคาร์บอนเนชันมากจะทำให้การเป็นด่างของคอนกรีตลดลง และทำให้ฟิล์มที่เคลือบอยู่ระหว่างเหล็กเสริมกับคอนกรีตถูกทำลายลงจึงอาจส่งผลให้เกิดสนิมของเหล็กเสริมในที่สุด

หลักการทดสอบ

การทดสอบคาร์บอนเนชันเป็นการสามารถทำได้โดยใช้วิธีของ RILEM โดยการใช้น้ำยาฟีนอล์ฟทาเลอิน (Phenolphthalein) ในแอลกอฮอล์ชนิดลงบนผิวคอนกรีตที่ต้องการวัดความลึกของคาร์บอนเนชัน

มาตรฐานการทดสอบ

การตรวจวัดคาร์บอนเนชันของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นไปตามทฤษฎีของ RILEM Committee TC 56, 1998, "Measurement of hardened concrete carbonation depth", Draft RILEM recommendation CPC-18, Material and Structure, Vol. 21 (126), pp. 453.



การทดสอบความลึกการเกิดปฏิกิริยา Carbonation

7. การทดสอบความเข้มข้นของปริมาณคลอไรด์

การกัดกร่อนเนื่องจากคลอไรด์จะทำให้เหล็กเสริมเป็นสนิมและคอนกรีตบริเวณรอบ ๆ เหล็กเสริมเท่านั้นที่เสียหายเนื่องจากการขยายตัวของเหล็กเสริมเป็นสาเหตุหลักที่ทำลายองค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก เมื่อซีเมนต์เพสต์ทำปฏิกิริยาจะเกิดฟิล์มบาง ๆ ของ $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3$ เคลือบผิวเหล็กไว้ และจะทำหน้าที่ป้องกันการเกิดสนิมเหล็กได้ อย่างไรก็ตามอ็อกซิเจนของคลอไรด์สามารถ

ทำลายฟิล์มนี้ได้ เมื่อมีน้ำและก๊าซออกซิเจนตรงบริเวณเหล็กเสริมที่ไม่มีฟิล์มป้องกันอยู่ เหล็กจะเป็นสนิม

การเกิดสนิมในเหล็กเกิดจากความต่างศักย์ทางไฟฟ้าของเหล็กเสริมในคอนกรีตซึ่งจะทำให้เกิดเซลล์ไฟฟ้าเคมีขึ้น การเกิดความต่างศักย์เกิดจากการที่คอนกรีตมีความแตกต่างกัน ซึ่งอาจเกิดขึ้นจากหลายสาเหตุเช่นจากความแตกต่างของความชื้น ความแตกต่างของความเข้มข้นของเกลือของน้ำในโพรง ความแตกต่างของสภาพแวดล้อม และความแตกต่างของความหนาของคอนกรีตหุ้ม เป็นต้น

คอนกรีตอาจมีคลอไรด์เนื่องจากการใช้ส่วนผสมของวัสดุที่มีคลอไรด์ เช่น ใช้น้ำ ทราบ หินปูนซีเมนต์ หรือสารเคมีผสมเพิ่มที่มีคลอไรด์ปนอยู่ ดังนั้นจึงต้องทำการตรวจสอบว่ามีปริมาณคลอไรด์อยู่ในปริมาณที่ไม่ทำให้เกิดอันตรายต่อคอนกรีต

หลักการทดสอบ

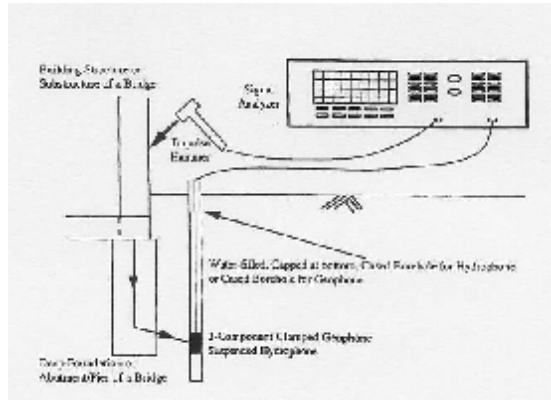
การทดสอบหาปริมาณคลอไรด์ที่ซึมเข้าไปในคอนกรีตในระยะความลึกต่าง ๆ นิยมใช้วิธีการทางเคมี โดยต้องเจาะหรือเอาคอนกรีตบริเวณที่ต้องการหาปริมาณคลอไรด์ไปปดให้ละเอียดและวิเคราะห์ปริมาณคลอไรด์ที่มีอยู่และนำผลการทดสอบที่ได้มาเทียบกับค่ามาตรฐาน โดยคอนกรีตที่มีคลอไรด์สูงนั้นจะมีความเสี่ยงสูงที่จะเกิดการกัดกร่อนของเหล็กเสริม

มาตรฐานการทดสอบ

การตรวจวัดคลอไรด์ของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นไปตามมาตรฐานของ **ASTM C1152/C1152M-97 "Standard Test Method for Acid-Soluble Chloride in Mortar and Concrete"** มาตรฐาน ว.ส.ท. 1014-46 ข้อกำหนดมาตรฐานวัสดุและการก่อสร้างสำหรับโครงสร้างคอนกรีต ว.ส.ท. 1008-38 มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีกำลัง และ ว.ส.ท. 1007-34 มาตรฐานสำหรับอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กโดยวิธีหน่วยแรงใช้งาน

8. การทดสอบหาความยาวเสาเข็มโดยวิธี Parallel Seismic

การทดสอบหาความยาวเสาเข็มโดยวิธี **Parallel Seismic** ใช้การส่งผ่านคลื่นลงไปในฐานะรากและเสาเข็ม โดยใช้ฆ้อนกระทบที่ด้านบนของฐานรากหรือเสาที่ต่อเนื่องกับเสาเข็มเพื่อให้เกิดคลื่น โดยคลื่นจะเคลื่อนที่ผ่านตัวกลางไปยังตัวรับสัญญาณ (**Hydrophone**) ซึ่งหย่อนลงไปภายในท่อหลุมเจาะข้างเสาเข็มที่เติมน้ำไว้ ระดับของปลายท่อหลุมเจาะจะลึกกว่าระดับของเสาเข็มที่คาดการณ์เอาไว้อย่างน้อย 5 เมตร



ภาพแสดงหลักการทดสอบ Parallel Seismic



ภาพแสดงการทดสอบหาความยาวเสาเข็มโดยวิธี Parallel Seismic

9. การตรวจสอบความสั่นสะเทือนของโครงสร้าง (Vibration Monitoring)

การตรวจสอบความสั่นสะเทือนของโครงสร้างทำโดยการตรวจวัดและบันทึกค่าความเร็วสูงสุดของอนุภาค (Peak Particle Velocity) และนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานซึ่งกำหนดตามมาตรฐาน DIN 4150 ว่ามีผลกระทบต่อโครงสร้างหรือการรับรู้มากน้อยอย่างไร เพื่อหาแนวทางแก้ไขหรือลดผลกระทบที่ถูกต้องตามหลักทางวิศวกรรมต่อไป



ลักษณะเครื่องมือตรวจวัดค่า

10. การทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของแผ่นพื้น (Slab Load test)

การทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของแผ่นพื้นมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการแอ่นตัวสูงสุดของโครงสร้างสำคัญ เช่น แผ่นพื้น และคาน ที่มีน้ำหนักบรรทุกมากกระทำจริงตามทีออกแบบไว้เพื่อให้สามารถใช้งานและเกิดความปลอดภัยต่อโครงสร้าง โดยทั่วไปน้ำหนักที่ใช้ในการทดสอบได้มาจากน้ำ หรือการวางน้ำหนักบรรทุกอื่นๆ เช่น ถุงทราย และติดตั้งเครื่องมือวัดการแอ่นตัว (Dial Gauge) ไว้ที่โครงสร้างที่ต้องการตรวจวัด

มาตรฐานการทดสอบ

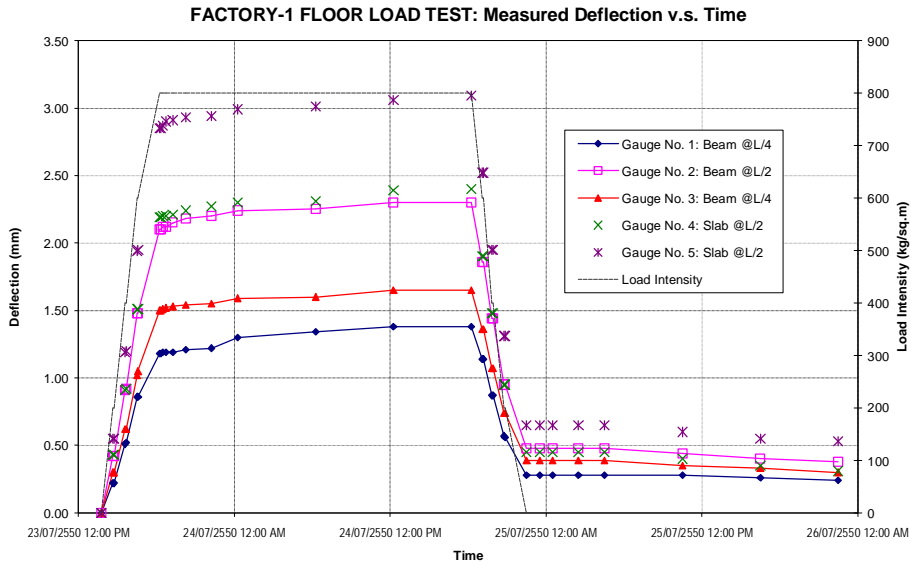
การทดสอบกำลังรับน้ำหนักบรรทุกของแผ่นพื้น (Slab Load test) เป็นไปตามข้อกำหนด ACI 318-08



การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกทุกโครงสร้างโดยใช้น้ำในการทดสอบ



เครื่องมือวัดการแอ่นตัวของโครงสร้าง (Dial Gauge)



การแสดงผลการทดสอบการรับน้ำหนักของโครงสร้างที่ต้องการตรวจวัด

11. การทดสอบการรับน้ำหนักสะพาน (Bridge diagnostics Instruments Test - BDI)

การตรวจสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกทุกของสะพานนั้นจะดำเนินการโดยวิธี Bridge Diagnostics Instruments Test (BDI) ซึ่งเป็นวิธีการทดสอบเพื่อประเมินความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของสะพาน ที่พัฒนาขึ้นมาจากความต้องการทราบถึงพฤติกรรมการรับน้ำหนักของโครงสร้างจริงว่า มีความแตกต่างจากโครงสร้างในขั้นตอนของการวิเคราะห์และออกแบบมากน้อยเพียงใด โดยการประยุกต์หลักการพื้นฐานของความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยแรงเค้นและความเครียดในตัวโครงสร้างเมื่อมีน้ำหนักบรรทุกกระทำ การวิเคราะห์เพื่อหาความสามารถในการรับน้ำหนักอันแท้จริงของสะพาน และการประมาณอายุการใช้งานที่ปลอดภัยของสะพาน จะต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ ซึ่งมีผลต่อการรับแรงของโครงสร้างสะพานอย่างละเอียด วิธีการที่เป็นที่ยอมรับในปัจจุบันก็คือ การใช้ผลการทดสอบน้ำหนักบรรทุกจริง (Load Test) มาประกอบกับการวิเคราะห์ด้วยแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโครงสร้างสะพานด้วยวิธี Finite Element Method (FEM)



ซ้่าน้าหนักบรรทุกให้ได้ตามมาตรฐาน



นำรถบรรทุกมาวิ่งทดสอบจริงและตรวจวัดพฤติกรรมของสะพานขณะทดสอบ

อุปกรณ์ที่ติดตั้ง

1. อุปกรณ์วัดค่าความเครียด (Strain Transducer) พร้อมอุปกรณ์ Extension Bar สำหรับวัดค่าความเครียดเฉลี่ยที่เกิดขึ้นในโครงสร้างคอนกรีต
2. อุปกรณ์วัดค่าการเคลื่อนที่ (Displacement Transducer) สำหรับวัดค่าการแอ่นตัวของโครงสร้างสะพาน
3. อุปกรณ์วัดค่าอัตราเร่งของการสั่นไหว (Accelerometer) สำหรับวัดค่าอัตราเร่งของการสั่นไหวของโครงสร้างสะพาน
4. อุปกรณ์ในการทำ Data Acquisition และ Signal Conditioning สำหรับเก็บข้อมูลความเครียด ค่าการแอ่นตัว และความเร่ง และส่งสัญญาณต่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเก็บข้อมูลต่อไป
5. เครื่องคอมพิวเตอร์ในการเก็บตัวอย่าง บันทึกข้อมูล และประมวลผล
6. อุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่งล้อ Auto-Clicker เพื่อทราบตำแหน่งรถบรรทุก ขณะทำการทดสอบ



การติดตั้งอุปกรณ์วัดความเครียด Strain Transducer



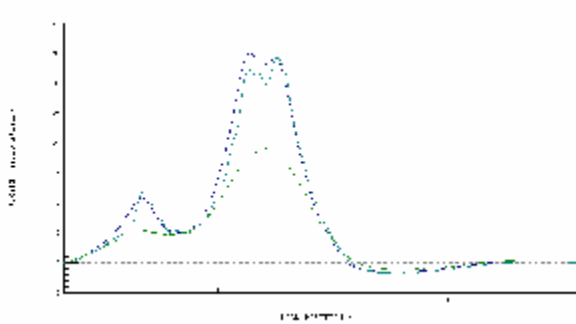
ชุดอุปกรณ์ Wi-Fi



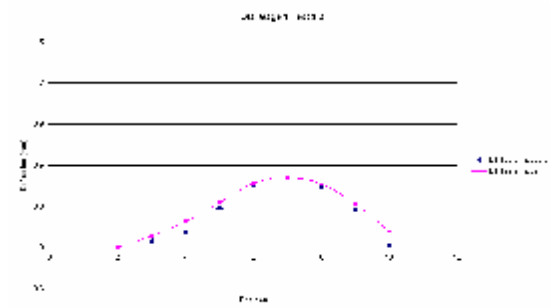
การติดตั้งอุปกรณ์วัดความเร่ง Accelerometer



การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่งล้อ Auto-Clicker



ตัวอย่างกราฟข้อมูลความเครียดที่ได้จากการทดสอบ



การเปรียบเทียบระหว่างค่าการแอ่นตัวเนื่องจากการทดสอบการรับน้ำหนัก และค่าการแอ่นตัวที่ได้จากแบบจำลองโครงสร้างที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว