

การประเมินโครงสร้างและแนวทางการเสริมกำลังของอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กสองชั้น

มณฑิยา นพคุณ¹, ธนเพชร เกตุแก้ว¹, วัชร จันทร์อนันต์¹, อรรถพล ฉวีวรรณ¹

และเอกนรา จันดา^{1*}

¹วิศวกรรมโยธา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

*eknara@webmail.npru.ac.th

บทคัดย่อ

การตรวจสอบอาคารด้วยวิธีแบบไม่ทำลาย (Non-destructive Testing: NDT) เป็นเทคโนโลยีที่มีความสำคัญอย่างยิ่งในการประเมินสภาพโครงสร้างอาคารและสิ่งปลูกสร้าง โดยไม่ก่อให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างเดิม การศึกษานี้มุ่งเน้นการนำเสนอความสำคัญและประโยชน์ของการใช้เทคนิค NDT ในการตรวจสอบคุณภาพและความมั่นคงของอาคาร โดยการตรวจสอบด้วยสายตา รวมถึงการใช้เครื่องมือชนิดตัมเมอร์สำหรับประเมินกำลังอัดคอนกรีต ตามแนวทางของ มยผ. 1501-51 และ 1902-62 การตรวจสอบแบบไม่ทำลายมีข้อได้เปรียบหลายประการ ได้แก่ ความสามารถในการประเมินสภาพโครงสร้างได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ การลดต้นทุนในการตรวจสอบเมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการทดสอบแบบทำลาย การรักษาความสมบูรณ์ของโครงสร้างระหว่างการตรวจสอบ และความสามารถในการตรวจสอบได้ในขณะที่อาคารยังคงใช้งานอยู่ ข้อมูลที่ได้จากการตรวจสอบสามารถนำไปใช้ในการตัดสินใจเกี่ยวกับการซ่อมแซม การเสริมความแข็งแรง หรือการปรับปรุงโครงสร้างได้อย่างเหมาะสม ซึ่งจะช่วยลดความเสี่ยงจากการเกิดอุบัติเหตุและประหยัดค่าใช้จ่ายในระยะยาว

คำสำคัญ: การตรวจสอบแบบไม่ทำลาย ความปลอดภัยโครงสร้าง การประเมินสภาพอาคาร ชนิดตัมเมอร์ คอนกรีตเสริมเหล็ก

Evaluation and guidelines for strengthening the strength of a two-story concrete building

Monthian Noppakhun¹, Thanaphet Ketkaew¹, Watchara Chan-anan¹, Atthaphon Chawiwat¹
and Eknara Junda^{1*}

¹Civil Engineering Program, Faculty of Science and Technology, Nakhon Pathom Rajabhat University

*eknara@webmail.npru.ac.th

Abstract

Non-destructive testing (NDT) is a highly significant technology for assessing the condition of building structures and constructions without causing any damage to the original structure. This study focuses on presenting the importance and benefits of using NDT techniques in evaluating the quality and stability of buildings, including visual inspection and the use of the Schmidt hammer for estimating concrete compressive strength, in accordance with the guidelines of TIS 1902-62. Non-destructive testing offers several advantages, such as the ability to quickly and efficiently assess structural conditions, reduced inspection costs compared to destructive testing, preservation of structural integrity during inspection, and the capability to conduct assessments while the building remains in use. The information obtained from these inspections can be utilized for making informed decisions regarding repairs, structural strengthening, or improvements, thereby reducing the risk of accidents and saving costs in the long term.

Keywords: Non-destructive testing, structural safety, building condition assessment, Schmidt hammer, reinforced concrete

1. บทนำ

ในช่วงหลายทศวรรษที่ผ่านมา อาคารคอนกรีตเสริมเหล็กจำนวนมากในประเทศไทยถูกก่อสร้างโดยขาดการออกแบบทางวิศวกรรมตามหลักมาตรฐานที่เหมาะสม สาเหตุหลักมาจากข้อจำกัดด้านความรู้ทางวิศวกรรม เทคโนโลยีการก่อสร้าง และมาตรฐานการออกแบบในอดีตที่ยังไม่เข้มงวดเท่าปัจจุบัน อาคารหลายแห่งถูกสร้างโดยอาศัยประสบการณ์ของช่างก่อสร้างมากกว่าการคำนวณทางวิศวกรรมที่ถูกต้อง การใช้วัสดุที่อาจไม่ได้มาตรฐาน การผสมคอนกรีตที่ไม่ถูกต้อง และการเสริมเหล็กที่ไม่เพียงพอ ล้วนเป็นปัจจัยที่ทำให้โครงสร้างมีความแข็งแรงต่ำกว่าที่ควรจะเป็น นอกจากนี้ เมื่อเวลาผ่านไป ปัจจัยต่างๆ เช่น การเปลี่ยนแปลงการใช้งานอาคาร การเสื่อมสภาพของวัสดุจากสภาพแวดล้อม การกัดกร่อนของเหล็กเสริม และผลกระทบจากภัยธรรมชาติ ยิ่งทำให้ความมั่นคงและความปลอดภัยของอาคารลดลงอย่างต่อเนื่อง จนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้อาคารได้

ในการพัฒนาเมือง แม้ว่าการรื้อถอนและสร้างอาคารใหม่จะเป็นทางเลือกหนึ่งในการพัฒนา แต่กลับเป็นกระบวนการที่ใช้ทรัพยากรจำนวนมาก ทั้งในด้านวัสดุก่อสร้าง พลังงาน และเวลา อีกทั้งยังสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในรูปแบบของเสียจากการก่อสร้างและคาร์บอนฟุตพริ้นท์ การเสริมกำลังอาคารเก่าจึงกลายเป็นแนวทางที่ได้รับความนิยมมากขึ้น เพื่อ

ยกระดับความปลอดภัยของอาคารให้สอดคล้องกับมาตรฐานวิศวกรรมในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อพิจารณาถึงมาตรฐานการออกแบบต้านทานแผ่นดินไหวที่เข้มงวดขึ้น และการเปลี่ยนแปลงการใช้งานอาคารที่อาจต้องรับน้ำหนักบรรทุกเพิ่มขึ้น การเสริมกำลังไม่เพียงแต่ช่วยยืดอายุการใช้งานของอาคารให้ยาวนานขึ้น แต่ยังช่วยป้องกันความเสียหายร้ายแรงที่อาจเกิดขึ้นจากเหตุการณ์ไม่คาดฝัน การลงทุนในการเสริมกำลังโครงสร้างจึงเป็นการลงทุนที่คุ้มค่า เมื่อเทียบกับความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นทั้งในแง่ของชีวิตและทรัพย์สิน อย่างไรก็ตาม การประเมินและเสริมกำลังโครงสร้างต้องดำเนินการอย่างรอบคอบ เป็นระบบ และอิงตามข้อมูลที่ถูกต้องแม่นยำ เพื่อให้การออกแบบการเสริมกำลังมีประสิทธิภาพสูงสุด

กระบวนการประเมินโครงสร้างเริ่มต้นจากการเก็บข้อมูลสภาพจริงของอาคารอย่างละเอียดและครอบคลุมด้วยสายตา และใช้เครื่องมือและวิธีการที่เหมาะสมหลากหลายประเภท การใช้มิเตอร์แฮมเมอร์ (Schmidt Hammer) เป็นวิธีการทดสอบแบบไม่ทำลายที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการตรวจสอบค่ากำลังอัดของคอนกรีตในเบื้องต้น เครื่องมือนี้ทำงานโดยการวัดค่าการสะท้อนกลับของลูกตุ้มที่กระแทกผิวคอนกรีต ซึ่งสามารถนำมาประเมินค่ากำลังอัดโดยประมาณได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ การเก็บตัวอย่างคอนกรีตจากโครงสร้างเดิมโดยการเจาะคอร์ (Core Drilling) เพื่อนำไปทดสอบในห้องปฏิบัติการ ถือเป็นวิธีการที่ให้ผลแม่นยำที่สุด การเก็บข้อมูลเหล่านี้ต้องดำเนินการตามมาตรฐานที่กำหนด และครอบคลุมจุดต่างๆ ของโครงสร้างอย่างเพียงพอ เพื่อให้สามารถประเมินสภาพและกำลังต้านทานของโครงสร้างได้อย่างถูกต้องและเป็นตัวแทนที่ดีของโครงสร้างทั้งหมด

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อดำเนินการเก็บข้อมูลความแข็งแรงอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ชั้น ในโครงการ ลงสำรวจพื้นที่ และสิ่งก่อสร้างที่มีผู้น้อมเกล้าฯ ถวายที่ดินแด่โครงการสวนพระองค์สมเด็จพระกนิษฐาธิราชเจ้า กรมสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เพื่อใช้ประโยชน์ตามแนวพระราชดำริ เก็บตัวอย่างคอนกรีตจากอาคารเพื่อประเมินสภาพและเสริมกำลัง โดยใช้วิธีการเก็บตัวอย่างที่เป็นมาตรฐาน มยผ. 1902-62 [1] และ 1501-51 [2] ตัวอย่างที่เก็บได้จะถูกนำไปทดสอบในห้องปฏิบัติการที่ได้มาตรฐาน เพื่อหาค่ากำลังต้านทานแรงอัดปัจจุบันของคอนกรีต ค่าโมดูลัสยืดหยุ่น และคุณสมบัติทางกายภาพอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์โครงสร้าง ผลการทดสอบเหล่านี้จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญการคำนวณและวิเคราะห์โครงสร้างเดิม รวมถึงการออกแบบระบบเสริมกำลังที่เหมาะสม เพื่อให้อาคารมีความปลอดภัยและมั่นคงตามมาตรฐานวิศวกรรมในปัจจุบัน และสามารถใช้งานได้อย่างปลอดภัยต่อไปในอนาคต

2. ทบทวนวรรณกรรม

2.1 การตรวจสอบด้วยสายตา

การตรวจสอบด้วยสายตาของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก [3] ตามมาตรฐาน มยผ. 1902-62 [1] เป็นขั้นตอนแรกและสำคัญในการประเมินสภาพอาคาร การตรวจสอบด้วยสายตาเป็นการสำรวจเบื้องต้นเพื่อประเมินสภาพภายนอกของโครงสร้าง โดยไม่ต้องใช้เครื่องมือที่ซับซ้อน อย่างไรก็ตาม ผู้ตรวจสอบต้องมีความรู้และประสบการณ์ในการสังเกตความผิดปกติต่างๆ ที่อาจบ่งชี้ถึงปัญหาของโครงสร้าง การตรวจสอบต้องดำเนินการอย่างเป็นระบบ ครอบคลุมทุกส่วนของโครงสร้าง และบันทึกข้อมูลอย่างละเอียด โดยมีหลักการทั่วไปของการตรวจสอบด้วยสายตา ดังนี้

2.1.1 การตรวจสอบโครงสร้างเสา

การตรวจสอบรอยแตกร้าวในโครงสร้างเสาคอนกรีตเสริมเหล็ก [4] เป็นขั้นตอนสำคัญที่ต้องดำเนินการอย่างละเอียดรอบคอบ โดยรอยแตกร้าวแต่ละประเภทจะบ่งชี้ถึงปัญหาของโครงสร้างที่แตกต่างกัน รอยแตกตามแนวดิ่งมักเกิดจากแรงอัดที่เกินกำลังรับได้ของเสา ซึ่งผู้ตรวจสอบต้องวัดและบันทึกความกว้าง ความยาว และตำแหน่งของรอยแตกอย่างละเอียด ในขณะที่รอยแตกตามแนวนอนอาจเกิดจากแรงเฉือนหรือการขยายตัวของเหล็กเสริมที่เกิดสนิมภายในคอนกรีต ส่วนรอยแตกเฉียงนั้นมีความสำคัญเป็นพิเศษเนื่องจากบ่งชี้ถึงปัญหาแรงเฉือนหรือแรงบิดที่อาจส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของโครงสร้าง

โดยรวม การวัดความกว้างของรอยแตกทุกประเภทต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น ไม้มัดวัดวัดรอยแตกหรือ crack gauge เพื่อให้ได้ค่าที่แม่นยำสำหรับการประเมินความรุนแรงและวางแผนการซ่อมแซมต่อไป

การตรวจสอบการหลุดร่อนของคอนกรีตเป็นขั้นตอนที่ต้องใช้ความละเอียดในการสังเกต โดยผู้ตรวจสอบต้องมองหาบริเวณที่คอนกรีตเกิดการหลุดร่อน แตกเป็นชั้นๆ หรือมีลักษณะเป็นรูปฟอง ซึ่งอาการเหล่านี้มักเกิดจากการเสื่อมสภาพของคอนกรีตเนื่องจากปัจจัยต่างๆ เช่น การกัดกร่อนจากสารเคมี การแช่แข็งและละลาย หรือการขยายตัวของเหล็กเสริมที่เป็นสนิม เมื่อพบบริเวณที่มีการหลุดร่อน จำเป็นต้องตรวจสอบความลึกของการหลุดร่อนและประเมินขนาดพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบ พร้อมทั้งบันทึกภาพถ่ายอย่างละเอียดโดยระบุขนาดและตำแหน่งที่ชัดเจนเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์ต่อไป

การตรวจสอบเหล็กเสริมมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการประเมินความแข็งแรงที่เหลืออยู่ของโครงสร้าง โดยเฉพาะในบริเวณที่เหล็กเสริมเผยออกมาให้เห็นอันเนื่องมาจากคอนกรีตหุ้มหลุดร่อน ผู้ตรวจสอบต้องประเมินสภาพการเป็นสนิมของเหล็กเสริมอย่างละเอียด ตั้งแต่สนิมผิวเบาไปจนถึงการกัดกร่อนอย่างรุนแรง ในกรณีที่เหล็กเสริมถูกกัดกร่อน จำเป็นต้องวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมที่เหลืออยู่เพื่อคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดที่สูญเสียไป ข้อมูลนี้มีความจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับวิศวกรในการประเมินกำลังรับแรงที่ลดลงของโครงสร้าง

การตรวจสอบการเสีรูบของเสาเป็นการประเมินเสถียรภาพโดยรวมของโครงสร้าง ซึ่งต้องใช้เครื่องมือที่เหมาะสม เช่น ดิ่งหรือระดับน้ำ เพื่อตรวจสอบความตั้งและความตรงของเสา การเอียงหรือโก่งของเสาอาจเกิดจากหลายสาเหตุ ทั้งจากการทรุดตัวไม่สม่ำเสมอของฐานราก แรงดันข้างที่เกินกำลังรับได้ หรือความเสียหายสะสมของโครงสร้าง การวัดและบันทึกค่าการเบี่ยงเบนจากแนวตั้งต้องทำอย่างเป็นระบบ โดยวัดที่หลายระดับความสูงของเสาเพื่อให้เห็นภาพรวมของการเสีรูบ ข้อมูลเหล่านี้จะช่วยให้วิศวกรสามารถประเมินความรุนแรงของปัญหาและกำหนดแนวทางการแก้ไขที่เหมาะสมต่อไป

2.1.2 การตรวจสอบโครงสร้างคาน

การตรวจสอบโครงสร้างคานต้องให้ความสำคัญกับการตรวจสอบรอยแตกร้าวที่เกิดขึ้นในลักษณะต่างๆ โดยรอยแตกจากแรงดัดมักพบบริเวณกึ่งกลางคานด้านล่างซึ่งเป็นบริเวณที่มีแรงดัดสูงสุด มีลักษณะเป็นรอยแตกตั้งฉากกับแนวแกนคาน ส่วนรอยแตกจากแรงเฉือนจะเกิดใกล้บริเวณจุดรองรับ มีลักษณะเฉียงทำมุมประมาณ 45 องศากับแนวนอน ซึ่งบ่งชี้ถึงปัญหาการรับแรงเฉือนที่อาจเกินกำลังของคาน นอกจากนี้ ต้องตรวจสอบรอยแตกที่จุดต่อระหว่างคานกับเสาหรือคานกับคานอย่างละเอียด เนื่องจากบริเวณนี้มักเกิดการกระจุกตัวของแรงและอาจเป็นจุดอ่อนของโครงสร้าง

การตรวจสอบการแอ่นตัวของคานเป็นตัวบ่งชี้สำคัญถึงสภาพการรับน้ำหนักและความแข็งแรงของโครงสร้าง โดยใช้ระดับน้ำหรือเครื่องมือวัดที่มีความแม่นยำในการวัดค่าการแอ่นตัว จากนั้นนำค่าที่วัดได้มาเปรียบเทียบกับค่าการแอ่นตัวที่ยอมรับได้ตามมาตรฐานการออกแบบ ซึ่งโดยทั่วไปไม่ควรเกิน $L/250$ สำหรับคานที่รับน้ำหนักบรรทุกจร หรือ $L/360$ สำหรับคานที่ต้องการความเรียบของพื้นผิว การแอ่นตัวที่ผิดปกติหรือมากเกินไปอาจบ่งชี้ถึงปัญหาต่างๆ เช่น การรับน้ำหนักเกิน ความแข็งแรงของคานลดลง หรือการเสื่อมสภาพของวัสดุ

การตรวจสอบน้ำรั่วซึมในโครงสร้างคานมีความสำคัญต่อการประเมินความทนทานระยะยาว โดยต้องสังเกตรอยคราบน้ำที่อาจปรากฏเป็นสีเข้มหรือมีตะไคร่น้ำ รวมถึงรอยขาวจากการชะล้างของปูนซีเมนต์ซึ่งเกิดจากน้ำที่ซึมผ่านรอยแตกพาเอาแคลเซียมไฮดรอกไซด์ออกมา การตรวจสอบต้องครอบคลุมถึงบริเวณที่มีความชื้นสะสม ซึ่งอาจไม่แสดงรอยคราบน้ำชัดเจน แต่สามารถตรวจพบได้ด้วยการสัมผัสหรือใช้เครื่องวัดความชื้น การบันทึกตำแหน่งและขนาดของพื้นที่ที่ได้รับผลกระทบอย่างละเอียดจะช่วยให้วิศวกรวิเคราะห์แหล่งที่มาของน้ำรั่วซึมและวางแผนการซ่อมแซมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.1.3 การตรวจสอบโครงสร้างพื้น

การตรวจสอบโครงสร้างพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กต้องเริ่มจากการสำรวจรอยแตกร้าวที่อาจเกิดขึ้นในรูปแบบต่างๆ โดยรอยแตกเป็นแนวยาวมักเกิดจากการหดตัวของคอนกรีตในระยะแรกหลังเทหรือการเคลื่อนตัวของโครงสร้างอันเนื่องมาจากการทรุดตัวไม่สม่ำเสมอของฐานราก ส่วนรอยแตกเป็นตารางหรือลายงูซึ่งมักพบบนผิวพื้น เกิดจากการหดตัวของ

ผิวหน้าคอนกรีตอย่างรวดเร็วเนื่องจากปัญหาในกระบวนการบ่มคอนกรีต เช่น การสูญเสียน้ำเร็วเกินไปจากแสงแดดหรือลมแรง อย่างไรก็ตาม รอยแตกที่ต้องให้ความสำคัญเป็นพิเศษคือรอยแตกรอบเสา ซึ่งอาจบ่งชี้ถึงปัญหาการถ่ายแรงระหว่างพื้นกับเสาที่ไม่เหมาะสม อาจเกิดจากการออกแบบที่ไม่เพียงพอหรือการก่อสร้างที่ไม่ได้มาตรฐาน

การตรวจสอบการทรุดตัวของพื้นเป็นขั้นตอนสำคัญในการประเมินเสถียรภาพของโครงสร้าง โดยใช้ระดับน้ำหรือเครื่องมือวัดระดับเพื่อตรวจสอบความเรียบและระดับของพื้นอย่างละเอียด การวัดค่าการทรุดตัวต้องดำเนินการที่จุดต่างๆ อย่างเป็นระบบ โดยเฉพาะบริเวณกึ่งกลางแผ่นพื้น บริเวณใกล้เสา และบริเวณที่รับน้ำหนักมาก การสังเกตบริเวณที่มีน้ำขังหรือพื้นไม่เรียบจะช่วยระบุจุดที่มีการทรุดตัวได้ชัดเจน ซึ่งการทรุดตัวที่มากเกินไปหรือไม่สม่ำเสมออาจส่งผลให้เกิดความเค้นเพิ่มเติมในโครงสร้างและนำไปสู่ความเสียหายที่รุนแรงขึ้นได้

การตรวจสอบการหลุดล่อนของผิวพื้นเป็นการประเมินคุณภาพและความทนทานของคอนกรีตผิวหน้า โดยต้องสำรวจบริเวณที่ผิวพื้นเกิดการหลุดล่อน แตกเป็นแผ่น หรือเป็นฝุ่นผง ซึ่งอาจเกิดจากหลายสาเหตุ เช่น คุณภาพของคอนกรีตที่ไม่ดี การผสมที่ไม่ได้สัดส่วน การบ่มที่ไม่เหมาะสม หรือการใช้งานที่หนักเกินไป การแยกชั้นของพื้นคอนกรีตเป็นปัญหาที่ร้ายแรงซึ่งอาจเกิดจากการเทคอนกรีตที่ไม่ถูกวิธี การสั่นที่ไม่ทั่วถึง หรือการใช้น้ำมากเกินไปในส่วนผสม การบันทึกขนาดและความลึกของการหลุดล่อนอย่างละเอียดจะเป็นข้อมูลสำคัญในการวางแผนซ่อมแซม ไม่ว่าจะเป็นการซ่อมผิวหน้าหรืออาจต้องรื้อและเทพื้นใหม่ในกรณีที่ความเสียหายลุกลามลึกเข้าไปในโครงสร้าง

2.1.4 การบันทึกและรายงานผล

การบันทึกและรายงานผลการตรวจสอบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเป็นขั้นตอนสำคัญที่จะทำให้ข้อมูลจากการตรวจสอบถูกนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเริ่มจากการจัดทำแผนผังแสดงตำแหน่งของความเสียหายที่พบอย่างละเอียด ซึ่งแผนผังนี้ควรแสดงตำแหน่งที่ชัดเจนของความเสียหายแต่ละจุดบนโครงสร้าง พร้อมทั้งใช้สัญลักษณ์มาตรฐานในการระบุประเภทของความเสียหาย เช่น สัญลักษณ์แสดงรอยแตกร้าว การหลุดร่อน การเป็นสนิมของเหล็กเสริม หรือการทรุดตัว การใช้สัญลักษณ์มาตรฐานจะช่วยให้วิศวกรและผู้เกี่ยวข้องสามารถเข้าใจข้อมูลได้อย่างรวดเร็วและถูกต้อง นอกจากนี้ต้องระบุขนาดและความรุนแรงของความเสียหายแต่ละจุดอย่างชัดเจน เช่น ความกว้างของรอยแตก ความลึกของการหลุดร่อน หรือระดับการกัดกร่อนของเหล็กเสริม เพื่อให้สามารถประเมินความเร่งด่วนในการซ่อมแซมได้อย่างเหมาะสม

การถ่ายภาพประกอบการตรวจสอบเป็นหลักฐานสำคัญที่จะช่วยยืนยันและอธิบายสภาพความเสียหายได้อย่างชัดเจน โดยต้องถ่ายภาพทั้งภาพรวมเพื่อแสดงบริบทและตำแหน่งของความเสียหายในโครงสร้าง และภาพระยะใกล้เพื่อแสดงรายละเอียดของความเสียหาย การใช้ไม้บรรทัดหรือวัตถุอ้างอิงที่ทราบขนาด เช่น เหรียญ ปากกา หรือสเกลวัดพิเศษ วางไว้ในภาพจะช่วยให้ผู้ดูสามารถประเมินขนาดของความเสียหายได้อย่างถูกต้อง การบันทึกวันที่ เวลา และตำแหน่งของภาพถ่ายแต่ละภาพอย่างเป็นระบบมีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการติดตามความก้าวหน้าของความเสียหายเมื่อเวลาผ่านไป และช่วยในการวางแผนการตรวจสอบซ้ำหรือการซ่อมบำรุงในอนาคต การจัดเก็บภาพถ่ายอย่างเป็นระบบพร้อมคำอธิบายที่ชัดเจนจะทำให้รายงานการตรวจสอบมีความน่าเชื่อถือและสามารถใช้อ้างอิงได้ในระยะยาว

2.1.5 การจัดระดับความรุนแรง

มาตรฐาน มยผ. 1902-62 กำหนดการจัดระดับความรุนแรงของความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอาคารไว้เป็น 4 ระดับ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการตัดสินใจและวางแผนซ่อมแซมหรือดำเนินการอื่น ๆ อย่างเหมาะสม ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การจัดระดับความรุนแรงของความเสียหายตามมาตรฐาน มยผ. 1902-62

ระดับ	ลักษณะ	ผลกระทบ	แนวทางการแก้ไข
1	ความเสียหายเล็กน้อย (Minor Damage) มีรอยร้าวผิว, กระเบื้องหลุด, ฉาบปูนร่อน, สีสลอก หรือองค์ประกอบไม่โครงสร้างได้รับความเสียหายเล็กน้อย	ไม่มีผลต่อความมั่นคง แข็งแรงของอาคาร	อาจไม่จำเป็นต้องซ่อมเร่งด่วน ซ่อมแซมเพื่อความสวยงาม หรือป้องกันความเสียหาย ลุกลาม
2	ความเสียหายปานกลาง (Moderate Damage) โครงสร้างรอง เช่น ผนัง กำแพงมีรอยร้าว, รอยร้าว ไม่ทะลุถึงโครงสร้างหลัก, พื้นหรือเพดานมีรอยร้าว หรือโก่งตัว	ยังสามารถใช้งานได้แต่ ต้องซ่อมแซมเพื่อป้องกัน การเสื่อมสภาพเพิ่ม	ควรมีการซ่อมแซมโดยวิศวกร หรือผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้มั่นใจ ในความปลอดภัย
3	ความเสียหายมาก (Severe Damage) โครงสร้างหลัก เช่น คาน เสา แผ่นพื้น เริ่มมีรอยร้าว ลึก, คอนกรีตแตกร่อน, เหล็กเสริมโผล่	ความมั่นคงของอาคาร เริ่มลดลง อาจไม่ ปลอดภัยหากใช้งานต่อ	ต้องซ่อมแซมโดยเร่งด่วน ภายใต้การควบคุมของวิศวกร
4	ความเสียหายรุนแรง (Critical Damage) โครงสร้างหลักพังทลาย บิดเบี้ยว หรือเอียงจนเห็น ได้ชัด, อาคารทรุดบางส่วน, มีแนวโน้มพังถล่ม	ไม่สามารถใช้งานอาคาร ได้อย่างปลอดภัย	ต้องพิจารณาหรือถอน หรือ เสริมกำลังโครงสร้างอย่าง เร่งด่วน โดยผู้เชี่ยวชาญ เฉพาะทาง

3. ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 การตรวจสอบโครงสร้างแบบไม่ทำลาย

ในการศึกษานี้ ได้ทำการประเมินความแข็งแรงของโครงสร้างอาคารด้วยสายตา จากนั้นดำเนินการตรวจสอบด้วยวิธีแบบไม่ทำลายด้วยซมิดต์แฮมเมอร์ (Schmidt's Hammer) ตามมาตรฐาน มยผ. 1502-51 [2] ดังภาพที่ 1 ซึ่งต้องสกัดพื้นผิวปูนฉาบออกก่อนทำการทดสอบบริเวณพื้นผิว คอนกรีตโครงสร้างเดิม เพื่อให้ได้ค่ากำลังอัดของโครงสร้างจริง

3.1.1 ซมิดต์แฮมเมอร์

การประเมินกำลังอัดของคอนกรีตโดยใช้เครื่องมือซมิดต์แฮมเมอร์ เป็นวิธีการทดสอบแบบไม่ทำลาย (Non-destructive Test: NDT) ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในงานวิศวกรรมโยธา ขั้นตอนการดำเนินการเริ่มจากการคัดเลือกตัวอย่างคอนกรีตที่ต้องการทดสอบ โดยเลือกพื้นที่ผิวคอนกรีตที่เรียบ สะอาด และปราศจากสิ่งปกคลุมหรือความเสียหาย จากนั้นทำความสะอาดผิวหน้าคอนกรีตบริเวณที่จะทดสอบเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีฝุ่น คราบน้ำมัน หรือสิ่งสกปรกที่อาจส่งผลกระทบต่อค่าการสะท้อนกลับของเครื่องมือ

ในการทดสอบแต่ละจุด จะใช้ซมิดต์แฮมเมอร์กดลงบนผิวคอนกรีตในแนวตั้งฉากกับพื้นผิว แล้วบันทึกค่าความแข็งแรงที่อ่านได้ (Rebound Number) โดยทำการทดสอบอย่างน้อย 10 จุดในแต่ละบริเวณเพื่อให้ได้ค่าที่มีความน่าเชื่อถือ จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย ดังสมการที่ (1) เพื่อประเมินความสม่ำเสมอของกำลังอัดคอนกรีตในแต่ละพื้นที่ ค่าความแข็งแรงที่ได้จากซมิดต์แฮมเมอร์จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับกราฟหรือสมการมาตรฐานที่ระบุความสัมพันธ์ระหว่างค่า Rebound Number กับค่ากำลังอัดคอนกรีต (Compressive Strength) ตามที่ระบุในมาตรฐานสากล เช่น ASTM C805 หรือ มยผ. 1902-62 เพื่อประมาณค่ากำลังอัดของคอนกรีตในแต่ละจุด สำหรับการศึกษานี้จะทำการทดสอบหาค่ากำลังอัดคอนกรีตของเสาและคานในอาคารตัวอย่าง

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (1)$$

โดยที่ x_i แทนค่ากำลังอัดคอนกรีตในแต่ละจุดใดๆ และ n แทนจำนวนของข้อมูลจากการทดสอบ



ภาพที่ 1 การทดสอบเพื่อหาค่ากำลังอัดคอนกรีตด้วยชนิดต์แฮมเมอร์

4. ผลการทดลอง

4.1 ผลการประเมินด้วยสายตา

จากการตรวจสอบด้วยสายตาของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กตามมาตรฐาน มยผ. 1902-62 เพื่อประเมินสภาพภายนอกของโครงสร้าง พบว่าคานภายในและภายนอกอาคารบางช่วงมีรอยร้าว ดังแสดงในภาพที่ 2 และ 3



ภาพที่ 2 รอยร้าวของคานภายในตัวอาคาร



ภาพที่ 3 รอยร้าวของคานด้านนอกอาคาร

4.2 ผลของกำลังอัดคอนกรีตจากชนิดแอมเมอร์

จากการทดสอบกำลังอัดของคอนกรีตในโครงสร้างเสา คาน และพื้น ด้วยเครื่องมือชนิดแอมเมอร์ พบว่าค่าความแข็งแรง (Rebound Number) ที่วัดได้ในแต่ละตำแหน่งมีความแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งานและสภาพแวดล้อมของโครงสร้าง โดยเสาและคานที่อยู่ในบริเวณที่รับน้ำหนักมาก จะมีค่ากำลังอัดเฉลี่ยสูงกว่าพื้นที่รับน้ำหนักน้อย ดังแสดงรายละเอียดได้ดังตารางที่ 2 – 4 และสรุปค่าเฉลี่ยกำลังอัดคอนกรีตของโครงสร้างได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบกำลังของเสา

โครงสร้าง	Rebound Number											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
C1	49	42	40	45	38	38	38	40	36	50	50	-
C2	53	43	40	34	49	43	42	42	46	42	42	42
C3	42	42	42	42	52	45	42	42	43	41	43	50
C4	43	40	36	42	44	39	39	43	36	37	39	43
C5	47	41	40	47	39	42	43	43	40	49	39	52

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบกำลังของคาน

โครงสร้าง	Rebound Number											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
B1	47	50	45	40	43	45	44	40	52	48	43	-
B2	35	41	29	33	35	30	38	35	40	34	33	-
B3	33	42	32	32	30	40	33	38	30	42	38	36
B4	35	38	50	26	24	38	46	28	34	42	30	-
B5	58	57	58	62	62	47	62	45	44	45	47	-
B6	39	43	42	43	53	51	50	51	40	39	-	-
B7	39	38	39	35	49	38	35	37	40	40	-	-
B8	64	42	59	54	40	40	39	36	50	54	-	-
B9	30	32	32	44	34	33	32	30	33	36	36	-

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบกำลังของพื้น

โครงสร้าง	Rebound Number											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
F1	18	18	16	36	24	22	22	32	30	20	24	22
F2	22	29	32	41	32	38	24	38	34	25	27	32
F3	26	25	25	36	38	30	31	36	36	18	37	28

ตารางที่ 5 แสดงค่าเฉลี่ย Rebound Number และค่ากำลังอัดคอนกรีต

ส่วนของโครงสร้าง	ค่าเฉลี่ย Rebound Number	กำลังอัดคอนกรีตโดยประมาณ (MPa)
เสา	42.6	45
คาน	41.2	35
พื้น	28.6	26

5. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้ได้ดำเนินการเก็บข้อมูลความแข็งแรงอาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ชั้น ด้วยการประเมินด้วยสายตาและการทดสอบแบบไม่ทำลาย ด้วยชนิดแฮมเมอร์ (Schmidt's Hammer) ตามมาตรฐาน มยผ. 1502-51 [2] จากการประเมินด้วยสายตาพบว่า โครงสร้างเสายังอยู่ในสภาพดี แต่โครงสร้างคานเกิดการแตกร้าวหลายตำแหน่ง สำหรับกำลังคอนกรีตที่ได้จากการประเมินด้วยชนิดแฮมเมอร์ พบว่าค่ากำลังของโครงสร้างเสาและคานมีความใกล้เคียงกัน แต่กำลังของพื้นมีค่าต่ำกว่าเล็กน้อย

ขั้นตอนต่อไป คือการนำตัวอย่างที่เก็บได้ไปทดสอบหาค่ากำลังแรงอัดจริงของโครงสร้างเพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการประเมินด้วยชนิดแฮมเมอร์ จากนั้นนำค่ากำลังของโครงสร้างไปใช้เป็นข้อมูลสำหรับสร้างแบบจำลองโครงสร้างเพื่อหาแนวทางการเสริมกำลัง [5] ต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง (References)

- [1] Department of Public Works and Town & Country Planning. (2019). *Standards for inspection, evaluation, repair, and structural strengthening of old and damaged buildings* (1st ed.). Thammasat University Press.
- [2] Department of Public Works and Town & Country Planning. (2008). *Standards for the inspection of reinforced concrete structures using non-destructive testing methods* (1st ed.).
- [3] Junda, E. (2018). Evaluation of response modification factor for 4-story reinforced concrete commercial buildings. *The Journal of King Mongkut's University of Technology North Bangkok*, 28(2), 325–334.
- [4] Jaiyong, A., & Kwangcharoen, C. (2020). Seismic resistance of non-ductile reinforced concrete buildings. In *Proceedings of the 25th National Convention on Civil Engineering*. Chonburi, Thailand.
- [5] Tadang, C., et al. (2025, May 28–30). Application of engineering techniques for the restoration and strengthening of traditional houses. In *Proceedings of the 30th National Convention on Civil Engineering*. Prachuap Khiri Khan, Thailand.