หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความนำ

ในการกล่าวถึง กำลังของหน้าตัดคอนกรีตเสริมเหล็ก จะประกอบด้วย กำลังดัด, กำลังเฉือน และกำลังกด กำลังเหล่านี้เป็นกำลังที่คงอยู่ในหน้าตัดคาน และหน้าตัดเสา โดยขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่าง คือ กำลังประลัยของคอนกรีต, กำลังของเหล็กเสริม, สภาวะแวดล้อม, น้ำหนักกระทำ และหน้าตัดประสิทธิผลที่เหลืออยู่ของโครงสร้างคอนกรีตนั้น ๆ เมื่อเวลาผ่านไป องค์ประกอบดังที่ได้กล่าวข้างต้นจะมีการเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้กำลังของหน้าตัดมีการเปลี่ยนแปลง ในปัจจุบันบางโครงสร้างได้ปรากฏผลเสียหายเนื่องจากผลกระทบต่อคุณสมบัติของวัสดุในระยะยาวอันเกี่ยวกับการคงทนในการใช้งานในหลายรูปแบบ เช่น การแตกร่อน, รอยแตกร้าว, การเกิดสนิมของเหล็ก เป็นต้น ความเสียหายที่เกิดขึ้นมีผลต่อองค์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งมีผลทำให้กำลังลดลง ทำให้ความปลอดภัยในการใช้งานมีค่าลดลง และถ้ามีการใช้งานต่อไปโดยไม่มีการซ่อมแซม ก็อาจเกิดการวิบัติได้ ซึ่งเป็นอันตรายต่อชีวิต และทรัพย์สิน ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาหากำลังที่เหลืออยู่ของหน้าตัดนั้น ๆ เพื่อหาความปลอดภัยของหน้าตัด และทำให้เราทราบถึงอายุการใช้งานของโครงสร้างคอนกรีตได้ เพื่อที่จะได้ทำการซ่อมแซมเพื่อให้โครงสร้างมีกำลังเท่าเทียม หรือใกล้เคียงของเดิม

จากการศึกษาเกี่ยวกับกำลังของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ผ่านมา ได้ความว่าตัวแปรที่สำคัญต่อกำลังคอนกรีต คือการเกิดคาร์บอเนชั่นของคอนกรีต ซึ่งพบว่าในปัจจุบันเกิดขึ้นได้ง่าย เนื่องจากมลภาวะของกรุงเทพฯ มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์หนาแน่นกว่าในอดีตเป็นจำนวนมาก ขณะที่เกิดฝน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จะทำปฏิกิริยากับน้ำฝนจนเกิดกรดคาร์บอนิค เมื่อกรดมีการชะล้างผ่านผิวคอนกรีต ก็จะทำปฏิกิริยากับ คัลเซียมไฮดรอกไซด์ (สารที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาไฮเดรชั่นระหว่างซีเมนต์กับน้ำ) ซึ่งจะได้เกลือของกรดเป็นผลให้โครงสร้างทางเคมีของคอนกรีตเกิดการเปลี่ยนแปลง มีความพรุนในเนื้อคอนกรีตเพิ่มขึ้น ส่งผลให้กำลังของคอนกรีตมีการเปลี่ยนแปลง และการมีความพรุนเพิ่มขึ้น จะทำให้ความชื้นซึมผ่านไปถึงเหล็กได้เร็วขึ้นก่อให้

เกิดปฏิกิริยาระหว่างประจุของเหล็กเสริม กับน้ำและอากาศ ทำให้เหล็กเสริมเกิดสนิมขึ้นได้ ส่งผลให้หน้าตัดเหล็กที่ใช้งานมีขนาดลดลง แต่ปริมาตรของเหล็กเสริมเพิ่มขึ้น และมีแรงดันทำให้คอนกรีตเกิดรอยร้าว ในการเกิดรอยแตกร้าวนี้ ก็อาจมีผลสืบเนื่องจากแรงดัดซึ่งเกิดจากน้ำหนักที่กระทำ ผลกระทบต่าง ๆ เหล่านี้จะทำให้ค่าโมดูลัสและโมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัดเปลี่ยนแปลงไป ทำให้เราได้ผลสืบเนื่องไปถึงกำลังของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงอัตราการเสื่อมสภาพของคอนกรีต และโครงสร้างเพื่อหากำลังคงเหลือของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

1.2 วัตถุประสงค์

- หาตัวแปรหลักที่มีผลต่อกำลังของคอนกรีต และกำลังของเหล็กเสริม ที่มีผลต่อกำลังทางโครงสร้างขององค์อาคารคอนกรีตเสริมเหล็ก
- ประเมินกำลังของวัสดุหลักของโครงสร้าง คือ เหล็กเสริมและคอนกรีต และประเมินหน้าตัดที่มีผลต่อกำลังของโครงสร้าง รวมทั้งกำลังที่เหลือในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก
- ประเมินค่าความปลอดภัย ในการให้บริการของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กเปรียบเทียบกับอายุการใช้งานของโครงสร้าง

1.3 งานวิจัยที่ผ่านมา

จากการศึกษาที่ผ่านมา องค์ประกอบต่าง ๆ ของกำลังของหน้าตัดคอนกรีตเสริมเหล็ก สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เมื่อได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมและเวลา ในการศึกษาของ George W. Washa (1) ทำการศึกษาเรื่องคุณสมบัติของคอนกรีตเมื่ออายุ 50 ปี ได้ผลการทดลองว่าค่ากำลังแรงอัดประลัยของคอนกรีตในช่วง 10 ปีแรก จะเพิ่มขึ้นในอัตราที่ค่อนข้างสูงถึง 65% ของค่าที่ 28 วัน และเมื่อเลย 10 ปี ปรากฏว่ากำลังประลัยจะมีอัตราเพิ่มที่ลดลง หรือได้ค่าที่ค่อนข้างคงที่ ในการศึกษาเรื่องคาร์บอเนชั่นในคอนกรีตเสริมเหล็กของ L. J. Parrott (2) พบว่าคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศจะทำปฏิกิริยากับน้ำจนเกิดกรดคาร์บอนิค เมื่อกรดมีการซึมผ่านคอนกรีตจะทำปฏิกิริยากับคอนกรีตจนเกิดคาร์บอเนชั่น ทำให้ความเป็นด่างของคอนกรีตมีค่าลดลง จาก pH > 12.6 ลดไปถึงประมาณ 8.3 ทำให้แผ่นฟิล์มบาง ๆ ที่กั้นการผ่านของออกไซด์รอบ ๆ ผิวเหล็กถูกทำลาย ทำให้เหล็กเกิดสนิมได้ และจากการเกิดสนิมเหล็กคือ เฟอรัสออกไซด์ ซึ่งมี

โมเลกุลที่โตกว่าเหล็กธรรมดามาก และเพิ่มปริมาตรของเหล็ก ส่งผลให้ดันคอนกรีตปริออก และเพิ่มความรุนแรงการกัดกร่อนมากขึ้น S. Nagataki (3) ได้ทำการศึกษาเรื่องคาร์บอเนชั่นเช่นกัน พบว่า อัตราการเกิดคาร์บอเนชั่นจะมีค่าสูงถ้าคอนกรีตนั้นมีอัตราส่วนผสมน้ำต่อซีเมนต์มีค่ามาก และวิธีการบ่มด้วยความชื้น จะช่วยลดอัตราการเกิดคาร์บอเนชั่น สำหรับการศึกษาเรื่องรอยร้าวของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กของ G. Gunther (4) ได้ว่าความคงทนของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยหลักใหญ่จะขึ้นอยู่กับความกว้างของรอยร้าวและการแอ่นตัว พบว่า การใช้น้ำหนักกระทำซ้ำ และน้ำหนักที่กระทำเป็นการถาวรโดยให้น้ำหนักสูงสุดคงที่ จะไม่ทำให้เกิดรอยร้าวใหม่ และในการเปรียบเทียบการหาค่าระยะห่างระหว่าง รอยร้าวระหว่างสมการของ CEB/FIP กับผลการทดสอบ ปรากฏว่าให้ผลที่ใช้ได้ สำหรับ C. Andrade (5) ได้ทำการศึกษาถึงการประมาณค่ากำลังคงเหลือของโครงสร้างที่มีการเกิดสนิมเหล็ก โดยที่การศึกษานี้ใช้อัตราการเกิดสนิม, i_{corr} , ที่ได้จากการทดลอง แล้วนำมาหาค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริม เมื่อเวลาผ่านไป t โดยมีสมมติฐานว่า จะเกิดสนิมสม่ำเสมอที่ผิวของเหล็กเสริม หรือ i_{corr} คงที่ , ไม่เกิดปัญหาในเรื่องแรงยึดเหนี่ยว คือไม่เกิดรอยร้าวขนานเหล็ก และคุณสมบัติของเหล็กไม่มีการเปลี่ยนแปลง จากตัวอย่างหน้าตัดที่พิจารณาพบว่า i_{corr} มาก จะทำให้หน้าตัดของเหล็กเสริมลดลง กำลังก็จะมีค่าลดลงอย่างรวดเร็ว

L. Parrott (6) ได้ทำการสำรวจโครงสร้างสำนักงาน 2 ชั้นติดต่อกัน เพื่อศึกษาถึงโครงสร้างที่มีอายุการใช้งานเป็นเวลานาน โดยเปรียบเทียบระหว่าง พื้นชั้นหลังคา กับพื้นภายในอาคาร จากการสำรวจพบว่าแผ่นยางที่ใช้ป้องกันน้ำบนหลังคา ได้เสื่อมสภาพภายในเวลา 7 ปี และเกิดรอยรั่วที่น้ำไหลผ่านได้ เมื่อเวลาผ่านไปอีก 5 ปีพบว่า พื้นชั้นหลังคาเกิดปัญหาสนิมเหล็ก และเกิดคาร์บอเนชั่นลึก 12 มม. ส่วนพื้นภายในจะมีเพียงรอยร้าวเมื่อมีการสำรวจผ่านไป 5 ปี จะเห็นได้ว่าความแตกต่างเกิดจากผลกระทบต่อความชื้น เป็นตัวสำคัญต่อโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก สำหรับการศึกษาของ G. Somerville (7) ทำการศึกษาเรื่องกำลังที่เหลืออยู่ของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก โดยได้แบ่งส่วนที่เกิดความเสียหายในโครงสร้างคานออกเป็น 4 ส่วน ด้วยกันคือ ในเรื่องระยะผังหรือแรงยึดเหนี่ยว, ส่วนรับแรงอัดเนื่องจากการดัด, รอยร้าวหรือส่วนรับแรงดึงเนื่องจากการดัด และส่วนที่รับแรงเฉือน จากการศึกษาพบว่า ความเสียหายของแต่ละส่วนมีอัตราการเสียกำลังที่ต่างกัน ส่วน S. Wu (8) ได้ทำการศึกษาถึงความสามารถในการรับน้ำหนักของสะพานที่ใช้งานแล้ว พบว่า ตัวประกอบหลักที่มีผลกระทบต่อความสามารถในการรับน้ำหนัก คือ รอยแตกร้าว, คอนกรีตที่ปริแตกออกมา, สนิมในเหล็กเสริม และการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัสดุ ในการหากำลังคงเหลือ จะต้องมีการสำรวจโครงสร้างนั้น ๆ ก่อน เพื่อเก็บข้อมูลเกี่ยวกับตัวประกอบ

หลักต่าง ๆ แล้วนำข้อมูลมาทำการประมาณค่าในรูปของตัวประกอบ เช่น น้ำหนักที่กระทำ, หน้าตัด และกำลังของวัสดุ และการศึกษาของ A. Miyamoto (9) ได้ทำการทดสอบสะพานต่าง ๆ เพื่อหาค่าความปลอดภัยของสะพาน หรือหาเวลาที่สะพานสมควรมีการซ่อมแซม ในการทดลองจะมี 2 แบบ คือ แบบไม่ทำลายโครงสร้าง โดยทำการทดสอบให้รถบรรทุกน้ำหนัก 20 tf มาอยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ แล้ววัดค่าความแอ่นตัวออกมาด้วยเครื่องวัดที่มีความละเอียดสูงอีกแบบ คือ แบบที่มีการทำลายโครงสร้าง ด้วยการตัดตัวอย่างคานจากสะพานที่ทำการสำรวจ เพื่อนำไปทำการทดลองน้ำหนักกระทำสูงสุดในห้องทดลอง หรือมีการเจาะคอนกรีต และตัดเหล็กเสริม เพื่อนำไปหาคุณสมบัติในห้องทดลองแล้วนำค่าที่ได้จากการทดสอบมาวิเคราะห์หาความสามารถในการรับน้ำหนักของสะพาน ซึ่งเราจะสามารถหาค่าความปลอดภัยได้ทั้ง 2 ด้านคือ จากแรงดัด และจากแรงเฉือน เพื่อใช้ในการพิจารณาว่าโครงสร้างจะวิบัติแบบใด เพื่อที่จะได้ทำการซ่อมแซมในแบบนั้น ๆ

การศึกษาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะหาอัตราการเกิดคาร์บอเนชั่น และอัตราการเกิดสนิมของเหล็กเสริม ซึ่งจะนำไปสู่การเสื่อมสภาพ และเสียกำลังของโครงสร้างโดยรวม อีกทั้งจะประเมินค่าความปลอดภัยที่เหลือเพื่อให้การให้บริการตามที่กำหนด

1.4 ขั้นตอนและวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

- วัดกำลังของคอนกรีตในที่โดยวิธีการของ Schmidth Hammer ตาม ASTM C850-79
- กำลังของเหล็กเสริมด้วยการตัดเหล็กมาทดสอบแรงดึงตาม ASTM
- หาความหนาของคอนกรีตหุ้มเหล็ก โดยวิธีการของ Rebar Locater Profometer
- วัดขนาดหน้าตัดของคาน, เสา และชิ้นส่วนโครงสร้างที่เกี่ยวข้อง
- วัดขนาด และปริมาณของรอยแตกร้าวในโครงสร้าง
- วัดความลึกของคาร์บอเนต โดยใช้พีนอฟธาลีนวัดความเป็นกรดเป็นด่างของเนื้อคอนกรีต

1.5 ขอบข่ายของการศึกษา

- การศึกษานี้เป็นการวิเคราะห์ถึงโครงสร้างสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กภายใต้การใช้งานในสภาวะแวดล้อมของสะพานกษัตริย์ศึก เท่านั้น

- ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา คือ กำลังของคอนกรีต, กำลังของเหล็กเสริม, รอยแตกร้าว, น้ำหนักบรรทุกที่กระทำ และอัตราการเกิดคาร์บอเนชั่น

- วิเคราะห์กำลังของโครงสร้าง เฉพาะชิ้นส่วนที่รับแรงดัด, แรงเฉือน คือ คาน, ตอม่อ (คานขวาง) และชิ้นส่วนที่รับแรงอัด คือเสา เท่านั้น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย