# บทที่ 1

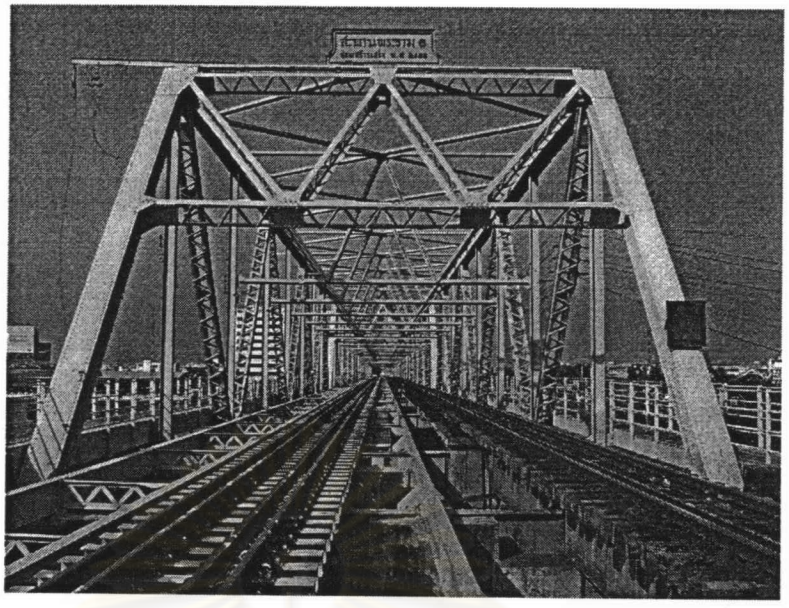
# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและความเป็นมาของปัญหา

โครงสร้างทางวิศวกรรมที่สร้างขึ้นแล้วใช้งานไปเป็นระยะเวลาหนึ่งอาจมีความปลอดภัยไม่เพียงพอ ซึ่งเป็นเหตุผลของการรังวัดตรวจติดตามเพื่อเป็นการยืนยันความปลอดภัยตลอดการใช้งาน (Stenmark J,2002) ในบางประเทศมีข้อกำหนดกฎหมายให้มีการตรวจสอบโครงสร้างทางวิศวกรรมที่เกี่ยวกับความปลอดภัยของประชาชน อาทิเช่น ประเทศอังกฤษ ประเทศออสเตรเลีย (Queensland และ New South Wales) การวัดสอบโครงสร้างทางวิศวกรรมเพื่อให้ทราบการเคลื่อนตัวว่าจะถึงจุดวิกฤตหรือไม่ เพื่อความปลอดภัยในการใช้งานโครงสร้าง โดยอาศัยการรังวัดที่มีความแม่นยำสูงเพื่อเพิ่มความแน่ใจและนำมาคำนวณ โดยวิธีที่น่าเชื่อถือ

สำหรับประเทศไทย โครงสร้างหนึ่งที่ได้รับการวัดสอบและแก้ไขมาตลอดคือสะพานพระรามหก (ภาพสะพานพระรามหก ในปัจจุบันดูรูปที่ 1.1) สาเหตุจากสงครามโลกครั้งที่ 2 ทำให้เกิดการชำรุด เพื่อความปลอดภัยจึงจำเป็นต้องมีการรังวัดเพื่อเฝ้าระวังโครงสร้างสะพานพระรามหก หลังจากทำการรังวัดสะพานพระรามหก นำผลการรังวัดมาคำนวณหาค่าพิกัดในแต่ละครั้งของการรังวัดมาหาค่าต่างกับค่าเฉลี่ยของตัวมันเอง ผลของการเปรียบเทียบผลต่างกันมีค่าเป็นระบบ ดังนั้นการศึกษาการรังวัดสะพานพระรามหก จึงมีความประสงค์จะหาและลดความคลาดเคลื่อนแบบมีระบบ เพื่อจะส่งผลให้ผลการรังวัดในแต่ละครั้งมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

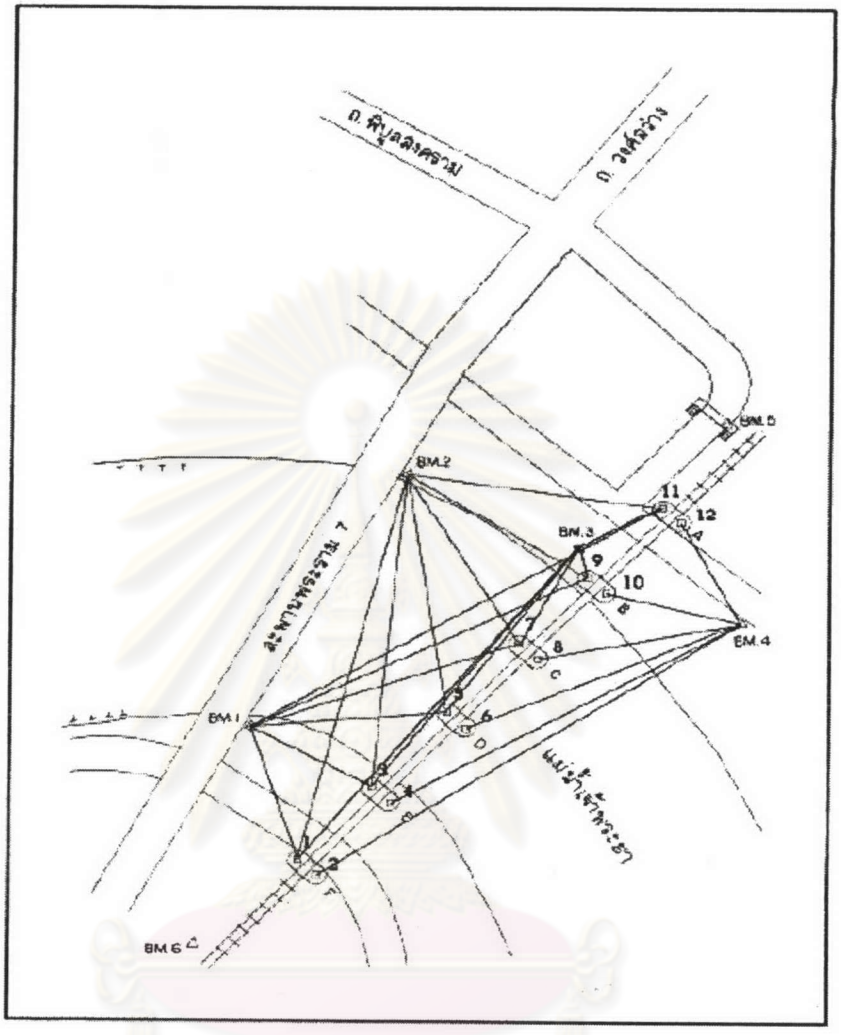


**<u>รูปที่ 1.1</u>** แสดงภาพสะพานพระรามหก ในปัจจุบัน

ประวัติและการซ่อมบำรุงสะพานพระรามหก พอสังเขปดังนี้ เมื่อสะพานสร้างเสร็จสิ้น ในวันที่ 1 มกราคม พ.ศ.2469 ซึ่งสะพานพระรามหก มีความสำคัญมากต่อการขนส่งทางรถไฟภายในประเทศเนื่องจากเป็นสะพานในเส้นทางหลักใช้สำหรับเดินทางจากภาคกลางไปภาคใต้ กระทั่งวันที่ 7 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2488 สะพานถูกทำลายชำรุดถึงใช้การไม่ได้จากภัยทางอากาศระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 วันที่ 15 กันยายน พ.ศ.2493 เริ่มงานรื้อสะพานเหล็กเดิมที่ชำรุด กระทั่งวันที่ 19 มีนาคม พ.ศ. 2494 การรื้อสะพานเหล็กเดิมแล้วเสร็จ ผลจากความเสียหายของตะม่อสะพานทำให้ต้องเริ่มประกอบสะพานเหล็กใหม่ในวันที่ 15 สิงหาคม พ.ศ.2495 เริ่มงานประกอบสะพานเหล็กใหม่เป็นสะพานเหล็ก ขนาด 77+84+120+84+77 เมตร ชนิด ท.ท. มีทางรถยนต์ขนานคู่ไปกับทางรถไฟ พร้อมทางเท้าข้างละ 1.50 เมตร จนเมื่อในวันที่ 12 ธันวาคม พ.ศ. 2496 จึงได้ทำการเปิดเดินรถใหม่

จากนั้นทำการวัดสอบการเคลื่อนตัวของตะม่อสะพานตะม่อ A (ตะม่อแรกจากกรุงเทพฯ ดูรูปที่ 1.2) ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ.2507 โดยฝ่ายการช่างโยธาวัดจากศูนย์กลางลูกกลิ้งเคลื่อนตัวจากศูนย์กลางของแผ่นรองรับ (Base Plate) ฝ่ายการช่างโยธาได้ทำการวัดสอบการเคลื่อนตัวของตะม่อริมฝั่งนี้อยู่ตลอดมา กระทั่งปี พ.ศ.2509 ห้องทดลองวิศวกรรมโยธาได้ทำการเจาะดินที่เชิงลาดคอสะพานพระรามหก นำมาคำนวณหาความสูงวิกฤต (Critical Height) ปรากฏว่ามีค่าความปลอดภัยไม่เป็นที่น่าพอใจ จากนั้นห้องทดลองวิศวกรรมโยธาจึงวินิจฉัยว่าเพื่อความปลอดภัยและ

ประหยัดในการบำรุงรักษาทางรถไฟที่คอสะพานพระรามหกนี้ จึงสนับสนุนการแก้ไขโดยการสร้างสะพานยกระดับแทนคันทางดินถมเดิม




**<u>รูปที่ 1.2</u>** แสดงแผนผังตำแหน่งหมุดควบคุมและจุดที่ใช้ในการวัดสอบสะพานพระรามหก

ในปี พ.ศ. 2525 การรถไฟแห่งประเทศไทยได้รับความช่วยเหลือจากรัฐบาลญี่ปุ่นโดยการจัดส่งเจ้าหน้าที่ของ Japan International Cooperation Agency (JICA) มาศึกษาการชำรุดเสียหายของโครงสร้างสะพานเพื่อออกแบบซ่อมแซม ต่อมาในปี พ.ศ. 2529 จึงได้มีการดำเนินการซ่อมสะพานพระรามหก ตามคำแนะนำของ JICA โดยมีการถอดขยับจานรองสะพาน(Top Saddle) แผ่นเหล็กรองจานรองสะพาน(Base Plot) บนตะม่อต่าง ๆ ของสะพานดังนี้

1) ถอด, ขยับ และติดตั้ง เพียงส่วนบนของจานรองสะพาน (Top Saddle) บนตะม่อ A ไปทางหาดใหญ่ 101 มิลลิเมตร สำหรับโครงสะพานด้านซ้ายและ 103 มิลลิเมตร สำหรับโครงสะพานด้านขวา

2) ถอด, ขยับและติดตั้งเพียงส่วนบนของจานรองสะพานบน ตะม่อ F ไป ทางกรุงเทพ 67 มิลลิเมตร สำหรับโครงสะพานด้านซ้าย 57 มิลลิเมตร สำหรับโครงสร้างด้านขวา

3) เคลื่อนขยับสะพานช่วง Anchor ทั้งช่วงไปทาง หาดใหญ่ 90 มิลลิเมตร โดยการแยกส่วนล่างของจานรองสะพาน จากแผ่นเหล็กรอง จานรองสะพาน (Base Plate) ที่รอยเชื่อมบนตะม่อ C

4) หุ้มตะม่อ C และ ตะม่อ D

ต่อมาในปี พ.ศ. 2537 ได้มีการทุบพื้นถนนส่วนที่ให้รถยนต์วิ่งทิ้งไปภายหลังจากการก่อสร้างสะพานพระรามเจ็ดเรียบร้อยแล้ว จนกระทั่งถึงปี พ.ศ. 2542 การรถไฟฯ ตรวจพบว่าเกิดการขัดตัวของ Locked Link ที่บริเวณเชื่อมต่อของโครงสร้างสะพานจาก 2 ฝั่งแม่น้ำ ทำให้ต้องวางแผนดำเนินการซ่อมสะพานพระรามหกอีกครั้งหนึ่ง การซ่อมโดยการเลื่อนจานรองสะพานและแผ่นเหล็กจานรองสะพานเช่นเดียวกับที่เคยกระทำเมื่อ พ.ศ. 2529 ถูกกำหนดเป็นวันที่ 7 มีนาคม 2543 ในการซ่อมครั้งนี้การรถไฟฯ ได้ริเริ่มให้มีการรังวัดเพื่อเฝ้าระวังการเคลื่อนตัวของตะม่อ เพื่อศึกษาถึงสาเหตุที่ทำให้ต้องมีการซ่อมเป็นระยะ ๆ ตลอดมา การรังวัดกำหนดให้มีขึ้นก่อนการเลื่อน 2 เดือน และภายหลังการเลื่อนไปแล้ว อีก 12 เดือน รวมการรังวัดทั้งหมด 13 ครั้ง

สำหรับการวัดสอบนั้นได้ใช้การรังวัดดาวเทียม GPS สร้างกรอบอ้างอิงเพื่อควบคุมการวัดสอบตะม่อสะพานดังแสดงภาพในภาคผนวก ก ซึ่งวัดโดยกล้องสำรวจแบบประมวลผล (Total Station) จากการรังวัดตะม่อสะพานจำนวน 13 ครั้ง ครั้งที่ 1 เมื่อวันที่ 10 มกราคม 2543 ครั้งที่ 2 เมื่อวันที่ 19 มกราคม 2543 ครั้งที่ 3 เมื่อ 21 มกราคม 2543 ครั้งที่ 4 และ 5 (ก่อนทำการเลื่อนสะพาน ) เมื่อวันที่ 6 และ 7 มีนาคม 2543 ครั้งที่ 6 และ 7 (วัดสอบหลังเลื่อนสะพานทันที 2 ครั้ง) เมื่อวันที่ 9 และ 10 มีนาคม 2543 ครั้งที่ 8 (วัดสอบหลังการเลื่อนสะพานแล้วเสร็จ 1 เดือน ) วันที่ 25 เมษายน 2543 ครั้งที่ 9 (วัดสอบหลังการเลื่อนสะพานแล้วเสร็จ 2 เดือน) วันที่ 30 พฤษภาคม 2543 ) ครั้งที่ 10 วันที่ 28 มิถุนายน 2543 ครั้งที่ 11 วันที่ 27 กันยายน 2543 ครั้งที่ 12 วันที่ 11 มกราคม 2544 ครั้งที่ 13 วันที่ 29 มีนาคม 2544 พบว่าความคลาดเคลื่อนแบบมีระบบเกิดขึ้นในลักษณะต่างๆ กัน การวิจัยนี้จึงเป็นการศึกษาวิเคราะห์เพื่อให้ทราบถึงสาเหตุและขนาดของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นจากข้อมูลการวัดสอบและติดตามการเคลื่อนที่ของโครงสร้างสะพานที่กระทำมาอย่างต่อเนื่องนั้นประกอบด้วย

1. การวัดสอบค่าพิกัดหมุดถาวรบนตะม่อสะพานโดยใช้ Total station จากพิกัดหมุดควบคุม

2. การวัดสอบความเอียงของตะม่อสะพานโดยเครื่องมือ Digital Tilt Meter

3. การวัดสอบระยะห่างระหว่างตะม่อโดย Total station

4. การวัดสอบการเคลื่อนที่จานรองสะพานด้านอิสระ

5. การวัดสอบระยะห่างระหว่างปลายสะพานช่วงที่ประชิดกัน

6. การวัดสอบความเอียงของตะม่อสะพาน

7. การวัดสอบการเคลื่อนตัวของจุดต่อสะพาน

ผลจากการรังวัดเพื่อเฝ้าระวังพบว่า ค่าพิกัดของจุดตรวจสอบที่คำนวณมาได้มีแนวโน้มของความคลาดเคลื่อนมีระบบ(Systematic Error) แฝงอยู่ จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจในการทำการวิจัยเพื่อวิเคราะห์หาสาเหตุของความคลาดเคลื่อนนี้

**1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย**

1. เพื่อศึกษาแหล่งกำเนิดและขนาดความคลาดเคลื่อนแบบมีระบบต่างๆ ที่เกิดขึ้นจากวิธีการรังวัด

2. ศึกษาขนาดและผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อการหาตำแหน่ง

3. วิเคราะห์ผลการรังวัดเพื่อสอบหาสาเหตุที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน

4. เสนอแนะแนวทางในการรังวัดเพื่อเฝ้าระวังที่มีประสิทธิผลในการนำไปใช้ในการปฏิบัติหาการเคลื่อนตัวของสะพานได้ถูกต้อง

5. นำเอาแนวคิดไปใช้กับโครงสร้างทางวิศวกรรมอื่นๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**1.3 ขอบเขตของการวิจัย**

1. จำกัดกรอบการทำการวัดสอบ โดยอาศัยเฉพาะการวัดสอบโดยใช้ GPS และกล้องสำรวจแบบประมวลผล (Total Station) การวัดสอบหมุดควบคุมและจุดวัดสอบที่ได้จัดสร้างไว้

2. วิธีการรังวัดเป็นไปตามเงื่อนไขที่เหมือนเดิม (วัดมุมราบ มุมสูงและวัดระยะจากหมุดควบคุมไปยังแต่ละหมุดถาวรบนตะม่อ) โดยอาจเสนอแนะการทำงานเพิ่มเติมเพื่อให้ผลการรังวัดมีประสิทธิผลดีขึ้น

**1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานวิจัย**

1. ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องศึกษาถึงการวัดสอบกระบวนการทำงานที่อาจมีความใกล้เคียงกันที่เคยมีการทำงานมาแล้ว เช่น การวัดสอบเชื่อนรวมไปถึงการศึกษาโครงข่ายสำรวจแบบต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งโครงข่ายที่ใช้ในการรังวัดในปัจจุบันโดยศึกษาถึงค่าความน่าเชื่อถือ ความถูกต้องของโครงข่าย นั้น ๆ พร้อมกันนี้ในงานสำรวจจะต้องมีการวัดสอบเครื่องมือเพื่อให้ทราบค่าความถูกต้องของเครื่องมือที่จะนำไปใช้งานสำหรับเครื่องวัดระยะอิเล็กทรอนิกส์ (EDM) จะนำไปวัดสอบความถูกต้องของเครื่องมือ

2. ศึกษาขนาดและผลกระทบของความคลาดเคลื่อนต่างๆ ที่เกิดขึ้นในการรังวัดสะพานพระรามหก โดยจะศึกษาจากกระบวนการทำงานในขั้นตอนการวัดมุม การวัดระยะว่าจะส่งผลต่อการหาค่าพิกัดของจุดบนตะม่อโดยใช้หลักการแพร่ของความคลาดเคลื่อน(Error Propagation)

3. นำข้อมูลจากการรังวัดเดิมมาวิเคราะห์ โดยหลังจากทราบถึงความคลาดเคลื่อนต่างๆ ที่สามารถเกิดขึ้นได้ และนำข้อมูลเดิมมาวิเคราะห์หาสาเหตุของความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในการทำงาน เพื่อจะหาวิธีลดความคลาดเคลื่อนที่ส่งผลทำให้เกิดความผิดพลาดในการหาตำแหน่ง

4. เสนอแนวทางในการวัดสอบสะพานพระรามหก ที่ได้ทำการวิเคราะห์ไว้แล้วรวมถึงโครงข่ายที่มีค่าความถูกต้องดีขึ้น พร้อมกันนี้นำวิธีดังกล่าวไปทำการหาค่าพิกัดของจุดบนตะม่อต่อไป

5. สรุปผลการวิจัย และเรียบเรียงวิทยานิพนธ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

6. ตรวจสอบความถูกต้องของวิทยานิพนธ์และดำเนินการสอบวิทยานิพนธ์

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบชนิดของความคลาดเคลื่อนต่างๆ ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ในการรังวัด

2. ทราบผลกระทบของความคลาดเคลื่อนที่มีต่อการหาตำแหน่ง

3. ทราบถึงแหล่งกำเนิดและขนาดความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในการวัดสอบ

4. ทำให้การรังวัดเพื่อเฝ้าระวังมีประสิทธิผลดีขึ้น

5. สามารถนำเอาแนวทางที่วิเคราะห์ไว้มาใช้กับโครงสร้างอื่น ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย