

# บทที่ 1

## บทนำ



### 1.1 ความเป็นมา

การจัดการโครงข่ายถนน (Pavement Management System; PMS) อันได้แก่ การดูแลรักษาสภาพการใช้งาน การปรับปรุงซ่อมแซม หรือเสริมผิวถนน เพื่อรักษาถนนให้มีสภาพการใช้งานที่ดีอยู่เสมอ นั้น จำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับสภาพความแข็งแรงของโครงสร้างถนนเดิม ซึ่งได้แก่ค่า โมดูลัสยืดหยุ่น ของวัสดุในแต่ละชั้น เพื่อที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาอายุการใช้งานที่เหลืออยู่ของถนนตลอดจนเป็นข้อมูลที่ใช้ในการพิจารณาออกแบบความหนาของผิวทางที่ต้องการในการเสริมผิวเพื่อรองรับปริมาณการจราจรที่จะเกิดขึ้นในอนาคต ในอดีตสามารถประเมินสภาพความแข็งแรงของโครงสร้างถนนได้ 2 วิธี วิธีแรกคือการเจาะตัวอย่างของวัสดุจากในสนาม เพื่อนำมาทดลองในห้องปฏิบัติการ วิธีนี้ค่อนข้างจะยุ่งยาก ใช้เวลามาก อีกทั้งส่งผลกระทบต่อจราจร ส่วนวิธีที่สอง จะทำการทดสอบแบบไม่ทำลาย (Nondestructive Test; NDT) ด้วยวิธี Plate Load Test โดยใช้ Benkleman Beam อย่างไรก็ตามการทดสอบโดยวิธีเหล่านี้ยังมีความล่าช้าไม่ทันต่อความต้องการ รวมทั้งยังให้ผลที่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริงอยู่

ปัจจุบันการทดสอบแบบไม่ทำลาย จัดว่าเป็นวิธีการประเมินสภาพความแข็งแรงของโครงสร้างถนนและสนามบินที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวาง โดยเครื่องมือทดสอบที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบัน ได้แก่ Falling Weight Deflectometer (FWD) โดยในการทดสอบจะทำการวัดค่าการทรุดตัวของผิวถนนที่เกิดจากน้ำหนักกระทำจากเครื่องทดสอบ ซึ่งมีลักษณะเป็นแรงดล ที่ใกล้เคียงกับน้ำหนักที่เกิดจากการจราจร ค่าการทรุดตัวที่บันทึกได้มีลักษณะเป็นแบบพลวัต (Dynamic deflection) โดยมีค่าสูงสุดอยู่หนึ่งค่า จากนั้นนำค่าการทรุดตัวมาทำการวิเคราะห์หาความแข็งแรง อันได้แก่ ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของวัสดุในแต่ละชั้น ขั้นตอนในการคำนวณทั้งหมดนี้เรียกว่า การคำนวณย้อนกลับ (Backcalculation)

วิธีการคำนวณย้อนกลับของข้อมูลจาก FWD ส่วนใหญ่จะนิยมใช้วิธีการวิเคราะห์แบบสถิต (Static analysis) โดยใช้เพียงค่าสูงสุดของน้ำหนักที่มากกระทำ และค่าการทรุดตัวที่วัดได้มาทำการคำนวณย้อนกลับ ซึ่งแบบจำลองในการคำนวณดังกล่าวไม่สอดคล้องกับพฤติกรรมที่แท้จริงของโครงสร้างชั้นทางขณะรับแรงดล ที่ค่าการทรุดตัวที่เกิดขึ้นจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลาทำให้ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของโครงสร้างถนนที่คำนวณได้มีความคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง นอก

จากนั้น การวิเคราะห์แบบสถิตยศาสตร์ไม่สามารถจำลองคุณสมบัติบางประการของโครงสร้างถนนได้ เช่น ผลของความเฉื่อย และการเกิดเรโซแนนซ์ เป็นต้น

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จึงได้พัฒนาแบบจำลองของโครงสร้างถนนที่รับน้ำหนักกระทำแบบแรงดลและพัฒนาวิธีการคำนวณย้อนกลับในลักษณะพลวัตเพื่อหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของวัสดุในแต่ละชั้นของโครงสร้างถนนจากการทดสอบด้วย FWD วิธีการคำนวณที่พัฒนาขึ้นจะสามารถนำไปใช้ในการประเมินสภาพความแข็งแรงของถนนรวมไปถึงสนามบินด้วยการทดสอบแบบไม่ทำลายให้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อหน่วยงานในประเทศที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการใช้ถนนตลอดจนสนามบิน ทั้งในด้านการดูแลรักษา ปรับปรุง ซ่อมแซม รวมไปถึงการตรวจรับงานอีกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ได้แก่

1.2.1 พัฒนาแบบจำลองของโครงสร้างถนนยืดหยุ่นหลายชั้นโดยอาจจะวางอยู่บนชั้นหินแข็งหรือชั้นดินยืดหยุ่นก็ได้เพื่อศึกษาพฤติกรรมเชิงพลวัตของโครงสร้างถนนขณะรับแรงกระทำชนิดแรงดล

1.2.2 พัฒนาวิธีการคำนวณย้อนกลับ เพื่อหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของวัสดุในแต่ละชั้นของโครงสร้างถนนจากการทดสอบด้วยเครื่อง FWD ในลักษณะพลวัตโดยเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการวิเคราะห์

## 1.3 สมมติฐานและขอบเขตของการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างถนนหลายชั้นวางตัวอยู่บนชั้นดินยืดหยุ่นหรือชั้นหินแข็งก็ได้โดยวัสดุในแต่ละชั้นจะเป็นวัสดุยืดหยุ่นเนื้อเดียวที่มีสมบัติเท่ากันทุกทิศทาง (Homogeneous and isotropic) โดยที่ผิวชั้นบนสุดมีความเค้นเฉือนเท่ากับศูนย์ ความเค้นในแนวตั้ง (Normal stress) มีค่าเท่ากับหน่วยแรงเนื่องจากน้ำหนักกระทำที่ผิว บริเวณผิวสัมผัสระหว่างชั้นจะมีค่าความเค้นเฉือน ความเค้นในแนวตั้ง การเคลื่อนที่แนวตั้งและแนวราบที่เท่ากัน และสมมุติเกิดแรงเสียดทานระหว่างชั้นเต็มที่ โดยในการวิเคราะห์จะไม่คิดผลของอุณหภูมิ และความชื้น น้ำหนักกระทำมีค่าสม่ำเสมอซึ่งถูกถ่ายผ่านแผ่นวงกลมไปยังตัวกลาง ผลของแรงกระทำร่วมระหว่างแผ่นวงกลมถ่ายน้ำหนักและผิวถนนจะไม่ถูกนำมาคิด

## 1.4 ขั้นตอนในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้จะมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1.4.1 ทบทวนข้อมูลและงานวิจัยที่ผ่านมา

1.4.2 ศึกษาทฤษฎีอิลาสติกของตัวกลางชนิดยืดหยุ่นหลายชั้นที่รับแรงกระทำในลักษณะพลวัต

1.4.3 ศึกษาการหาผลเฉลยโดยวิธีสติเฟเนสแบบแมนตรงสำหรับตัวกลางยืดหยุ่นหลายชั้นกึ่งปริภูมิ (Half space)

1.4.4 พัฒนาแบบจำลองโครงสร้างถนนยืดหยุ่นหลายชั้นเมื่อรับแรงกระทำแบบพลวัตโดยจัดทำเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถคำนวณค่าการทรุดตัวของโครงสร้างถนนซึ่งทราบค่าคุณสมบัติขณะรับแรงกระทำชนิดแรงดล

1.4.5 วิเคราะห์พฤติกรรมของโครงสร้างถนนยืดหยุ่นหลายชั้น ขณะรับน้ำหนักกระทำชนิดแรงดล เมื่อกำหนดลักษณะหรือคุณสมบัติของชั้นวัสดุให้แตกต่างกัน

1.4.6 ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุด (Optimization) ที่ใช้ในงานวิจัย

1.4.7 พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับทำการคำนวณย้อนกลับจากข้อมูลการทดสอบด้วยเครื่อง FWD โดยใช้แบบจำลองที่พัฒนาขึ้น

1.4.8 ตรวจสอบความถูกต้องและความน่าเชื่อถือของโปรแกรมการคำนวณย้อนกลับ โดยการจำลองสภาพการทดสอบด้วยเครื่อง FWD ด้วยแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น

1.4.9 วิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบในสนามด้วยเครื่อง FWD โดยใช้โปรแกรมการคำนวณย้อนกลับที่พัฒนาขึ้น

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 แบบจำลองและวิธีการคำนวณที่พัฒนาขึ้นสามารถอธิบายพฤติกรรมของโครงสร้างถนนยืดหยุ่นหลายชั้นขณะรับน้ำหนักกระทำแบบแรงดล

1.5.2 วิธีการคำนวณย้อนกลับที่พัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้ในการประเมินสภาพความแข็งแรงของถนนรวมไปถึงสนามบินโดยการทดสอบแบบไม่ทำลาย ให้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากขึ้น

1.5.3 สามารถนำผลการศึกษาที่ได้ไปปรับปรุง และพัฒนามาตรฐานการออกแบบ รวมทั้งวิธีการประเมินสภาพความแข็งแรงของโครงสร้างถนนให้เหมาะสมกับประเทศไทยได้