สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

การดูแลรักษาสภาพการใช้งานหรือการปรับปรุงซ่อมแซมเพื่อรักษาผิวถนนให้มีสภาพการใช้งานที่ดีอยู่เสมอนั้น จำเป็นต้องทราบข้อมูลเกี่ยวกับสภาพความแข็งแรงของโครงสร้างถนนเดิม ซึ่งได้แก่ ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของวัสดุในแต่ละชั้น เพื่อที่จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์หาอายุการใช้งานของถนนรวมไปถึงการพิจารณาออกแบบความหนาของผิวทางที่ต้องการในการเสริมผิวเพื่อรองรับปริมาณการจราจรที่จะเกิดขึ้นในอนาคต การประเมินสภาพความแข็งแรงของโครงสร้างถนนทำได้ 2 วิธี วิธีแรกคือ การเจาะตัวอย่างของโครงสร้างถนน เพื่อนำมาทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งค่อนข้างจะยุ่งยาก ใช้เวลามากและส่งผลกระทบต่อการจราจร ส่วนวิธีที่สองคือการทดสอบแบบไม่ทำลาย (Nondestructive Test) ซึ่งจัดว่าเป็นวิธีการประเมินสภาพความแข็งแรงของโครงสร้างถนนและสนามบินที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางในปัจจุบัน โดยเครื่องมือทดสอบที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในปัจจุบัน ได้แก่ Falling Weight Deflectometer (FWD) โดยในการทดสอบจะทำการวัดค่าการทรุดตัวของผิวถนนที่เกิดจากน้ำหนักกระทำจากเครื่องทดสอบ ซึ่งมีลักษณะเป็นแรงดล ที่ใกล้เคียงกับน้ำหนักที่เกิดจากการจราจร ค่าการทรุดตัวที่บันทึกได้จะมีลักษณะเป็นแบบพลวัต (Dynamic deflection) โดยมีค่าสูงสุดอยู่หนึ่งค่า จากนั้นนำค่าการทรุดตัวมาทำการวิเคราะห์หาความแข็งแรง อันได้แก่ ค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของวัสดุในแต่ละชั้น ขั้นตอนในการคำนวณทั้งหมดนี้เรียกว่า การคำนวณย้อนกลับ (Backcalculation)

แบบจำลองโครงสร้างถนนที่นิยมใช้จะมีลักษณะเป็นวัสดุยืดหยุ่นหลายชั้นโดยอาจจะวางอยู่บนชั้นกึ่งปริภูมิ (Half space) หรือชั้นหินแข็ง (Rigid base) ก็ได้ โดยถ้าวางอยู่บนชั้นหินแข็งจะทำให้เกิดการสะท้อนกลับของคลื่นที่เกิดจากน้ำหนักกระทำจากเครื่องทดสอบ ซึ่งแบบจำลองโครงสร้างถนนที่ใช้การแก้ปัญหาในโดเมนของลาปลาซจะไม่สามารถจำลองลักษณะการสะท้อนของคลื่นดังกล่าวได้อย่างถูกต้องนัก

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ จะทำการปรับปรุงแบบจำลองของโครงสร้างถนนที่รับน้ำหนักกระทำแบบแรงดลในโดเมนของความถี่ (Frequency domain) และปรับปรุงวิธีการคำนวณย้อนกลับในลักษณะพลวัตเพื่อหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของวัสดุในแต่ละชั้นของโครงสร้างถนนจากการทดสอบด้วย FWD ซึ่งในการแก้ปัญหาจะจัดรูปสมการให้อยู่ในโดเมนของความถี่และฮันเกล

(Frequency-Hankel domain) และใช้วิธี Fast Fourier Transform (FFT) แปลงค่าการทรุดตัวให้อยู่ในโดเมนของเวลาแทนการใช้วิธีการแปลงลาปลาซ (Laplace Transform) วิธีการคำนวณที่พัฒนาขึ้นจะสามารถนำไปใช้ในการประเมินสภาพความแข็งแรงของโครงสร้างถนนด้วยการทดสอบแบบไม่ทำลายให้มีความถูกต้องและน่าเชื่อถือมากขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์โดยตรงต่อหน่วยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการใช้ถนน ทั้งในด้านการรักษาสภาพการใช้งาน ปรับปรุง ซ่อมแซม รวมไปถึงการตรวจรับงานอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ได้แก่

1.2.1 พัฒนาแบบจำลองของโครงสร้างถนนยืดหยุ่นหลายชั้นโดยอาจจะวางอยู่บนชั้นหินแข็งหรือชั้นดินยืดหยุ่นก็ได้ เพื่อศึกษาพฤติกรรมเชิงพลวัตของโครงสร้างถนนขณะรับแรงกระทำชนิดแรงดลโดยการแก้ปัญหาในโดเมนของความถี่และใช้วิธี Fast Fourier Transform เพื่อแปลงค่าการทรุดตัวให้อยู่ในโดเมนของเวลา

1.2.2 พัฒนาวิธีการคำนวณย้อนกลับ เพื่อหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของวัสดุในแต่ละชั้นของโครงสร้างถนนจากการทดสอบด้วยเครื่อง FWD โดยใช้แบบจำลองในข้อ 1.2.1

1.3 สมมติฐานและขอบเขตของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาโครงสร้างถนนหลายชั้นวางตัวอยู่บนชั้นดินยืดหยุ่นหรือชั้นหินแข็ง โดยวัสดุในแต่ละชั้นจะมีความเป็นเนื้อเดียว (Homogeneous) และมีคุณสมบัติเท่ากันทุกทิศทาง (Isotropic) ผิวชั้นบนสุดจะมีความเค้นเฉือน (Shear stress) เท่ากับศูนย์และมีความเค้นในแนวดิ่ง (Normal stress) เท่ากับหน่วยแรงเนื่องจากน้ำหนักกระทำที่ผิว บริเวณผิวสัมผัสระหว่างชั้นจะมีค่าความเค้นเฉือน ความเค้นในแนวดิ่ง การเคลื่อนที่แนวดิ่งและแนวราบที่เท่ากัน การวิเคราะห์แบบจำลองโครงสร้างถนนยืดหยุ่นหลายชั้นจะกระทำในโดเมนของความถี่ (Frequency domain) โดยจะใช้วิธี Fast Fourier Transform โดยการแปลงค่าการทรุดตัวให้อยู่ในโดเมนของเวลา

1.4 ขั้นตอนในการวิจัย

ในงานวิจัยนี้จะมีวิธีการดำเนินการวิจัยดังต่อไปนี้

1.4.1 ทบทวนข้อมูลและงานวิจัยที่ผ่านมา

1.4.2 ศึกษาทฤษฎีอิลาสติกของตัวกลางชนิดยืดหยุ่นหลายชั้นที่รับแรงกระทำในลักษณะพลวัต

1.4.3 ศึกษาการหาผลเฉลยโดยวิธีสติฟเนสแบบแม่นตรงสำหรับตัวกลางยืดหยุ่นหลายชั้นกึ่งปริภูมิ (Half space)

1.4.4 ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาโดยการใช้ Fast Fourier Transform

1.4.5 ปรับปรุงแบบจำลองโครงสร้างถนนยืดหยุ่นหลายชั้นในโดเมนของความถี่โดยใช้วิธี Fast Fourier Transform

1.4.6 พิจารณาถึงความแตกต่างระหว่างแบบจำลองโครงสร้างถนนยืดหยุ่นหลายชั้นในโดเมนของความถี่กับโดเมนของลาปลาซ

1.4.7 วิเคราะห์พฤติกรรมของโครงสร้างถนนยืดหยุ่นหลายชั้น ขณะรับน้ำหนักกระทำชนิดแรงดล เมื่อกำหนดลักษณะหรือคุณสมบัติของชั้นวัสดุให้แตกต่างกัน

1.4.8 ศึกษาวิธีการแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะที่สุด (Optimization) ที่ใช้ในงานวิจัย

1.5 <u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ</u>

1.5.1 แบบจำลองซึ่งใช้การวิเคราะห์ในลักษณะพลวัตในโดเมนของความถี่ซึ่งสามารถอธิบายพฤติกรรมของโครงสร้างถนนยืดหยุ่นหลายชั้นได้

1.5.2 โปรแกรมการคำนวณย้อนกลับในลักษณะพลวัตในโดเมนของความถี่สำหรับโครงสร้างถนนยืดหยุ่นหลายชั้น