



บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยนี้ประกอบด้วยสองส่วนที่สำคัญคือส่วนแรกเกี่ยวข้องกับการพัฒนาแบบจำลองของโครงสร้างถนน โดยรวมไปถึงการพัฒนาวิธีการคำนวณหาค่าการทรุดตัว ที่เกิดขึ้นบนผิวทางเมื่อน้ำหนักกระทำ ในการวิเคราะห์ปัญหาจะทำในลักษณะพลวัตและกระทำในโดเมนของความถี่โดยใช้วิธีการหาส่วนผกผันฟาสต์ฟูเรียร์ โดยแรงที่มากระทำจะมีลักษณะเป็นแรงดลแบบจำลองที่ได้สามารถนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดสอบแบบไม่ทำลายโดยเครื่อง FWD ด้วยวิธีการที่เรียกว่าการคำนวณย้อนกลับเพื่อหาค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของวัสดุในแต่ละชั้นของถนน ในการพัฒนาส่วนนี้โครงสร้างถนนจะถูกจำลองให้มีลักษณะเป็นตุ๊กกลางยืดหยุ่นหลายชั้น ที่อาจวางตัวอยู่บนชั้นดินยืดหยุ่นหรือชั้นหินแข็งก็ได้ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงที่มากระทำและการทรุดตัวที่เกิดขึ้นในแต่ละชั้นจะถูกจัดให้อยู่ในรูปของสมการเมทริกซ์ จากนั้นจึงใช้วิธีสตีเฟนสมเมทริกซ์ในการคำนวณหาค่าการทรุดตัวที่เกิดขึ้นที่ผิวถนน นอกจากนั้นในส่วนนี้ยังศึกษาถึงลักษณะของการทรุดตัวและได้นำไปเปรียบเทียบกับ การวิเคราะห์ปัญหาในโดเมนของลาปลาซด้วย

สำหรับส่วนที่สองของงานวิจัยจะเกี่ยวข้องกับการพัฒนาวิธีการคำนวณย้อนกลับในลักษณะพลวัตเพื่อหาค่าคุณสมบัติของโครงสร้างถนน จากข้อมูลทดสอบแบบไม่ทำลายด้วยเครื่อง FWD โดยจะนำงานวิจัยในส่วนแรกประกอบกับการนำหลักการของ Nonlinear Least Square Optimization โดยใช้วิธี Modified Levenberg-Marquardt Algorithm เปรียบเทียบค่าการทรุดตัวที่คำนวณได้จากแบบจำลอง

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาถึงพฤติกรรมของโครงสร้างถนนหลายชั้นภายใต้น้ำหนักกระทำชนิดแรงดลและผลจากการคำนวณย้อนกลับด้วยแบบจำลองที่พัฒนาขึ้น ภายใต้ขอบเขตของงานวิจัยนี้ ผลสรุปที่สำคัญมีดังต่อไปนี้

1. ค่าการทรุดตัวที่วิเคราะห์ได้จากแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นจะคล้ายกับลักษณะของน้ำหนักกระทำที่ได้จากการหาส่วนผกผันในโดเมนของความถี่ซึ่งมีลักษณะใกล้เคียงกับน้ำหนักกระทำแบบ half-sinusoidal มากกว่าน้ำหนักกระทำที่ได้จากการหาส่วนผกผันในโดเมนของลาปลาซ

2. ค่าการทรุดตัวจากการคำนวณ โดยวิธีวิเคราะห์ในโดเมนของความถี่ เมื่อนำไปเปรียบเทียบกับกรวิเคราะห์ในโดเมนของลาปลาซพบว่ามีความใกล้เคียงกัน โดยเวลาที่เกิดค่าการทรุดตัวสูงสุดของการวิเคราะห์ในโดเมนของความถี่จะมากกว่าเวลาของการวิเคราะห์ในโดเมนของลาปลาซ และเมื่อพิจารณาดำเนินงานที่ห่างจากน้ำหนักกระทำมากขึ้น เวลาที่เกิดค่าการทรุดตัวสูงสุดในการวิเคราะห์ทั้งสองแบบจะยิ่งต่างกันมากขึ้น

3. ค่าการทรุดตัวจากการคำนวณในกรณีที่โครงสร้างถนนวางอยู่บนชั้นหินแข็งจะมีความแตกต่างจากกรณีที่โครงสร้างถนนวางอยู่บนชั้นดินยืดหยุ่นในช่วงเวลาที่ค่าการทรุดตัวมีค่าเข้าใกล้ศูนย์หลังจากเกิดค่าการทรุดตัวสูงสุดแล้ว โดยเมื่อพิจารณาจากกราฟค่าการทรุดตัวพบว่า กรณีที่มีชั้นหินแข็งจะเกิดการแกว่งมากกว่ากรณีที่เป็นชั้นดินยืดหยุ่น

4. วิธีการคำนวณย้อนกลับในงานวิจัยสามารถทำนายค่าโมดูลัสยืดหยุ่นของชั้นถนนตัวอย่างได้เป็นอย่างดีเมื่อกำหนดค่าเริ่มต้นในช่วงระหว่าง 70 ถึง 130 เปอร์เซ็นต์

5. การกำหนดค่าเริ่มต้นในการคำนวณย้อนกลับ ควรให้มีค่าน้อยกว่าค่าที่เป็นจริง และใกล้เคียงกับค่าที่ถูกต้องมากที่สุด ซึ่งจะทำให้การทำนายผลมีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

6. การวิเคราะห์ค่าการทรุดตัวจากแบบจำลองในโดเมนของความถี่จะใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าการวิเคราะห์ค่าการทรุดตัวจากแบบจำลองในโดเมนของลาปลาซ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 เพื่อให้การวิเคราะห์ใกล้เคียงกับสภาพจริงยิ่งขึ้น ควรมีการศึกษาถึงผลของอุณหภูมิ ความชื้น และผลกระทั่วมระหว่างแผ่นเหล็กวงกลมถ้าย้ำหนักกับโครงสร้างถนน

5.2.2 ควรมีการนำข้อมูลการทดสอบที่มีการบันทึกในลักษณะพลวัตโดยบันทึกเป็นค่าการทรุดตัวที่เวลาต่างๆ มาทำการคำนวณย้อนกลับด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้