บทที่ 8

สรุปผลพฤติกรรมของสะพานชนิดสเตรสริบบอนและข้อเสนอแนะ

8.1 พฤติกรรมของสะพานภายใต้น้ำหนักบรรทุก

จากผลการทดลองการใช้ทฤษฎีเคเบิ้ลตึงใช้ประยุกต์วิเคราะห์พฤติกรรมของสะพานชนิดสเตรสริบบอนได้เป็นอย่างดี โดยที่แผ่นพื้นคิดเป็นส่วนหนึ่งของน้ำหนักบรรทุกกระจายสม่ำเสมอกระทำแก่เคเบิ้ลตึง แผ่นพื้นทำหน้าที่รองรับน้ำหนักบรรทุกจรและช่วยต้านแรงร่วมกับเคเบิ้ลเมื่อเกิดการบิดในโครงสร้าง พฤติกรรมของสะพานชนิดสเตรสริบบอนภายใต้น้ำหนักบรรทุกสามารถสรุปได้ คือ

8.1.1 ความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุกกับการหย่อนตัว

ความสัมพันธ์ของน้ำหนักบรรทุกกระจายสม่ำเสมอเป็นบางช่วงและเต็มช่วงกับการหย่อนตัว แสดงในกราฟรูปที่ 7.1 และ 7.2 ได้ความสัมพันธ์แบบไร้เชิงเส้นและกราฟรูปที่ 7.3 เมื่ออัตราส่วนการหย่อนตัวต่อความยาวช่วง (d/L) น้อยลงยิ่งต้องใช้แรงดึงจำนวนมากขึ้น อัตราส่วนของแรงดึงที่เพิ่มขึ้นเนื่องจากการบรรทุกน้ำหนักจะมีค่าน้อยลงตามด้วย ดังแสดงในรูปที่ 7.2 จะสังเกตเห็นได้ว่า กราฟแสดงความสัมพันธ์เกือบจะเป็นเส้นระดับหรือแรงดึงเพิ่มขึ้นน้อยมากนั่นเอง

ในกรณีของน้ำหนักบรรทุกกระทำเป็นจุด ในเคเบิ้ลแขวนธรรมดา จุดที่น้ำหนักนี้กระทำจะเกิดการหักมุม (sharp curve) ของเคเบิ้ลทำให้ทอนกำลัง (Strength) ของเคเบิ้ลลงซึ่งเป็นข้อเสีย แต่ในกรณีของโครงสร้างสเตรสริบบอน ลักษณะการหย่อนตัวและแรงดึงคล้ายในกรณีของน้ำหนักบรรทุกกระจายสม่ำเสมอ (แสดงในรูปที่ 7.2) จากผลการทดลองการหย่อนตัวที่วัดได้ ณ จุดที่น้ำหนักกระทำส่วนใหญ่จะมีค่าน้อยกว่าการคำนวณ ทั้งนี้เพราะพื้นช่วยกระจายน้ำหนักลงไปยังเคเบิ้ลทำให้น้ำหนักไม่ได้กดลงมาเป็นจุดโดยตรง ดังในกรณีเคเบิ้ลแขวนธรรมดา นอกจากนี้ยังขึ้นกับสัดส่วนของน้ำหนักโครงสร้างเองด้วย กล่าวคือ ถ้าน้ำหนักโครงสร้างมากเมื่อเทียบกับน้ำหนักบรรทุกที่กระทำเป็นจุด เคเบิ้ลจะหย่อนตัวตามสมการพาราโบลา

8.1.2 พฤติกรรมของสะพานภายใต้แรงบิด

เมื่อมีแรงบิดมากระทำกับโครงสร้าง หน้าตัดแผ่นพื้นจะบิดและจะต้านทานแรงบิดในรูปของความเค้นเฉือนบิดโดยอาศัยหลักการในบทที่ 4 ได้ผลความสัมพันธ์ของแรงบิดต้านทานโดยแผ่นพื้นกับมุมของการบิด ดังแสดงในรูปที่ 7.11 ซึ่งเป็นความสัมพันธ์แบบไร้เชิงเส้น ส่วนเคเบิ้ลต้านทานแรงบิดในรูปของแรงดึงโดยที่ด้านกดลงของแผ่นพื้นเคเบิ้ลในบริเวณนี้จะมีความตึงเพิ่มขึ้นขณะที่ด้านยกขึ้นก็จะกลับกัน

8.2 พฤติกรรมทางไดนามิคของโครงสร้างสะพานชนิดสเตรสริบบอน

จากตารางที่ 7.10 และกราฟที่ 7.7 ถึง 7.9 ค่าความถี่เฉพาะตัวของการสั่นที่วัดได้เทียบกับการคำนวณมีค่าใกล้เคียงกันมากโดยที่ค่าความผิดพลาดสูงสุด 19 % แสดงว่าการคาดคะเนความถี่เฉพาะตัวต่ำสุดของการสั่นโดยอาศัยทฤษฎีเคเบิ้ลตึงตามสมการที่ 5.16 ใช้ได้ และโดยอาศัยข้อมูลจากตารางที่ 7.12 การคาดคะเนค่าความถี่ของการสั่นโครงสร้างต้นแบบที่ความยาวช่วง 40 เมตร จากโครงสร้างจำลอง 9.00 เมตร จากสมการที่ 5.16 สามารถหาค่าความถี่เฉพาะตัวของการสั่นได้ 1.077 รอบ/วินาทีหรือคาบเวลาของการสั่น 0.928 วินาที ซึ่งมีค่าใกล้เคียบกับผลการทดสอบสะพาน "Bircherweid foot-way" ที่มีช่วงยาว 40 เมตร โดย Scartazzini[4] ได้ค่าความถี่ต่ำสุดของการสั่นที่เกิด resonance 1.59 รอบ/วินาที หรือ คาบของการสั่น 0.6289 วินาที ซึ่งเป็นช่วงจังหวะการเดินของกลุ่มคนที่เดินด้วยอัตราเร็ว 40 ถึง 170 ก้าวต่อนาที ค่าความถี่ของการสั่นขึ้นอยู่กับแรงดึงและมวลโครงสร้าง ค่าความถี่เฉพาะของการสั่นแปรผันตรงในรากที่สองของแรงดึงในเคเบิ้ล (หรือแปรผกผันกับรากที่สองของการหย่อนตัว คุณสมบัติของหน้าตัดวัสดุและค่าคงที่ของวัสดุรวมกันอยู่ในเทอมของ curvature ซึ่งเป็นเทอมที่มีค่าน้อยในการประเมินอย่างหยาบ สามารถที่จะละทิ้งเทอมนี้ได้ เพราะแรงดึงในเคเบิ้ลเป็นตัวแปรหลักที่ควบคุมพฤติกรรมทางไดนามิคของโครงสร้าง

ส่วนประโยชน์ที่คาดว่าได้รับคือ เป็นโครงสร้างสะพานประยุกต์ชนิดใหม่ ใช้เคเบิ้ลเป็นโครงสร้างหลัก มีวิธีการก่อสร้างที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถใช้เป็นสะพานขนาดเล็กได้ในชั้นต้นนี้

8.3 ข้อเสนอแนะเพื่อการศึกษาเพิ่มเติม

สิ่งที่ต้องศึกษาเพิ่มเติมต่อไปคือ

1. ศึกษาและหาวิธีปรับปรุงสะพานชนิดนี้ให้มีเสถียรภาพสูงขึ้น

2. ศึกษาเพิ่มเติมรายละเอียดของแผ่นพื้นที่เหมาะสม