



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความนำ

ในการวิเคราะห์โครงสร้างสะพานคอนกรีตที่ประกอบด้วย คานทางยาว คานขวาง และแผ่นพื้น โดยทั่ว ๆ ไปจะสมมติให้องค์อาคารแต่ละองค์อาคารมีพฤติกรรมเป็นอิสระต่อกัน คือ ไม่คิดรวมผลของการขยับรั้งบริเวณจุดต่อต่าง ๆ ระหว่างองค์อาคาร แต่พฤติกรรมในโครงสร้างสะพานคอนกรีตที่สร้างขึ้นจริงจะมีการขยับรั้งระหว่างองค์อาคารต่าง ๆ ตามสัดส่วนความแข็งแรงขององค์อาคารนั้น ๆ กล่าวคือโครงสร้างทั้งระบบจะมีพฤติกรรมในลักษณะของโครงสร้างสามมิติ ดังนั้นผลจากการวิเคราะห์ภายใต้สมมติฐานข้างต้นจึงผิดไปจากความเป็นจริงได้ สำหรับในโครงสร้างสะพานคอนกรีตที่มีลักษณะสมมาตรของรูปร่างทางเรขาคณิตและน้ำหนักบรรทุก ความผิดพลาดจากการวิเคราะห์อาจจะมีผลเสียต่อการออกแบบเพียงเล็กน้อย แต่ในโครงสร้างที่ไร้ซึ่งลักษณะการสมมาตรหรือโครงสร้างบางประเภทจะทำให้ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ผิดพลาดไปมากและอาจมีผลต่อพฤติกรรมรวมทั้งระบบได้ ซึ่งทำให้สมมติฐานต่าง ๆ ที่จะนำมาใช้ในการวิเคราะห์มีความสำคัญมากขึ้น ดังนั้นการวิเคราะห์โครงสร้างเพื่อให้ได้ผลที่มีค่าใกล้เคียงความจริงมากที่สุดจึงยังคงเป็นวิธีการที่เหมาะสมและต้องการในการออกแบบ

อย่างไรก็ตามการออกแบบโครงสร้างสะพานคอนกรีตเสริมเหล็กจะกำหนดให้มีการเสริมคานขวางที่ตำแหน่งต่าง ๆ ระหว่างช่วงพาด ซึ่งอย่างน้อยกำหนดให้เสริมที่ระยะ $L/3$ เพื่อเพิ่มเสถียรภาพทางด้านข้างของระบบโครงสร้าง ดังนั้นความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมของคานทางยาวแต่ละตัวในระบบโครงสร้างสะพานคอนกรีตจะไม่เป็นอิสระต่อกัน แต่จะถูกกำหนดโดยความแข็งแรงสัมพันธ์ระหว่างคานทางยาว คานขวางและความหนาแผ่นพื้น โดยที่พฤติกรรมการกระจายน้ำหนักบรรทุกจากคานทางยาวตัวหนึ่งไปยังคานทางยาวอีกตัวหนึ่งจะขึ้นอยู่กับความขุ่นขากและซับซ้อนของระบบโครงสร้างตามที่พบเห็นทั่ว ๆ ไปในโครงสร้างสะพานคอนกรีตที่สร้างขึ้นจริง ดังนั้นการวิเคราะห์โครงสร้างสะพานคอนกรีตโดยพิจารณาให้มีการขยับรั้งกันระหว่างองค์อาคารทางยาวและองค์อาคารขวางจะทำให้คาดหมายพฤติกรรมของโครงสร้างได้ใกล้เคียงความจริงมากขึ้น

1.2 ผลงานวิจัยที่ผ่านมา

ในการวิเคราะห์ระบบโครงสร้างสะพานโดยทั่วไป จะอยู่ภายใต้สมมติฐานของสองแนวทางคือ แนวทางแรกกำหนดให้โครงสร้างจริงเทียบเท่าโครงสร้างแผ่น (Continuum Approach) และแนวทางที่สองกำหนดให้โครงสร้างจริงเทียบเท่าโครงสร้างกริด (Discrete Approach) ซึ่งโครงสร้างจำลองในแต่ละแนวทางอาจถูกวิเคราะห์ด้วยวิธีวิเคราะห์โครงสร้างทั่ว ๆ ไปเช่น วิเคราะห์โครงสร้างจำลองของแนวทางแรกด้วยวิธีแผ่นแบบคลาสสิก (Classic Plate) หรือ ไฟไนต์ดิฟเฟอเรน (Finite Difference) หรือ ไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element) และวิเคราะห์โครงสร้างจำลองของแนวทางที่สองด้วยวิธีการกระจายโมเมนต์ (Moment Distribution) หรือ วิธี Slope Deflection หรือวิธีสติฟเนส (Stiffness Method)

ในปี ค.ศ. 1968 Bares and Massonet (1) ได้วิเคราะห์โครงสร้างสะพานที่ประกอบด้วยแผ่นพื้นโดยการจำลองโครงสร้างจริงเทียบเท่าโครงสร้างแผ่น จากนั้นอาศัยทฤษฎีแผ่นแบบคลาสสิก (Classic Plate) ในการวิเคราะห์โครงสร้างจำลองนั้นๆ ซึ่งทฤษฎีนี้จะทำได้ยากเมื่อระบบโครงสร้างสะพานที่ต้องการวิเคราะห์มีความซับซ้อนมาก West (2), Sawko and Cope (3) ได้ใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ในการวิเคราะห์ระบบโครงสร้างสะพานซึ่งในบางโอกาสการวิเคราะห์ระบบโครงสร้างโดยวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ต้องเสียเวลาในการแก้ระบบสมการขนาดใหญ่มากจนเกินความจำเป็น

ต่อมา Sawko and Morkey (4) ได้ประยุกต์แนวทางโครงสร้างกริด (Grillage Approach) ในการวิเคราะห์โครงสร้างสะพานที่ประกอบด้วยคานรูปกล่อง Brettle (5) ได้พัฒนาวิธีสติฟเนสเพื่อใช้ในการวิเคราะห์โครงสร้างเทียบเท่าตามแนวทางโครงสร้างกริดของระบบโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงซึ่งให้ผลการวิจัยสอดคล้องกับผลที่ได้จากการวิเคราะห์โดยแนวทางของโครงสร้างแผ่น Ho (6) ใช้แนวทางโครงสร้างกริดในการศึกษาพฤติกรรมของระบบโครงสร้างสะพานที่ประกอบด้วยแผ่นพื้นคอนกรีตเสริมเหล็กซึ่งมีฐานรองรับไม่อยู่ในแนวตั้งฉากกับความยาวของสะพาน (Skew Bridge) ในงานวิจัยที่ผ่านมาซึ่งวิเคราะห์โครงสร้างสะพานโดยอาศัยแนวทางของโครงสร้างกริด สรุปว่าแนวทางโครงสร้างกริดให้ผลการวิเคราะห์ที่ละเอียดเพียงพอที่จะใช้ในการออกแบบโครงสร้างสะพานคอนกรีต

1.3 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาพฤติกรรมการกระจายน้ำหนักบรรทุกทางขวางระหว่างคานหลักในโครงสร้างสะพานคอนกรีตช่วงยาว เมื่อคิดรวมผลการยึดรั้งของคานขวางและแผ่นพื้น
2. ศึกษาอิทธิพลขององค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีต่อพฤติกรรมการกระจายน้ำหนักบรรทุกทางขวางในโครงสร้างสะพานคอนกรีตช่วงยาว
3. สร้างสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ที่ทำการศึกษาในข้อ 2 และพฤติกรรมของระบบโครงสร้างสะพานคอนกรีต
4. สรุปนิยามสำคัญขององค์ประกอบต่าง ๆ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการวิเคราะห์ขั้นต้นสำหรับโครงสร้างสะพานคอนกรีตช่วงยาว

1.4 ขอบข่ายของการวิจัย

การวิจัยจะประกอบด้วยการศึกษาพฤติกรรมภายใต้น้ำหนักกระทำแบบจุดของโครงสร้างสะพานคอนกรีตช่วงยาวซึ่งมีหน้าตัดแบบพื้น-คาน และหน้าตัดรูปกล่อง โดยการจำลองโครงสร้างจริงเป็นโครงสร้างจำลองตามแนวทางโครงสร้างกริด แล้ววิเคราะห์โครงสร้างจำลองด้วยวิธีสตีเฟนส์ การศึกษาจะพิจารณาองค์ประกอบหลัก ๆ ที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของโครงสร้างสะพานคอนกรีตช่วงยาว เช่น ความแข็งแรงสัมพัทธ์ขององค์อาคารตามแนวยาวและแนวขวางของสะพาน อัตราส่วนระหว่างความยาวช่วงพาดและความกว้างของสะพาน และจำนวนคานขวางระหว่างช่วงพาดของสะพาน จากนั้นจึงวิเคราะห์และสรุปนิยามสำคัญขององค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมภายใต้น้ำหนักบรรทุกของโครงสร้างสะพานคอนกรีตช่วงยาว