หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บททั่วไปและที่มาของปัญหา

สะพานคอนกรีตอัดแรงเริ่มถูกนำมาใช้ในงานสะพานทางหลวงตั้งแต่ปี ค.ศ.1940 เหมาะสำหรับสะพานที่ต้องการช่วงยาวหรือรับน้ำหนักบรรทุกมาก ปัจจุบันนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีอายุการใช้งานนาน เสียค่าบำรุงรักษาต่ำ สามารถออกแบบให้มีลักษณะโครงสร้างที่สวยงามและมีน้ำหนักเบา โดยมีวิธีการออกแบบแตกต่างกันตามระบบของการอัดแรง ชนิดและรูปแบบของสะพาน ทั้งนี้จะต้องให้เหมาะสมกับวิธีการก่อสร้างและขั้นตอนการสร้าง เพื่อเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย พร้อมทั้งได้ระบบโครงสร้างที่เหมาะสมปลอดภัยเพียงพอต่อการนำไปใช้งาน

สะพานคอนกรีตอัดแรงแบบช่วงต่อเนื่องเป็นรูปแบบหนึ่งของโครงสร้างสะพานซึ่งอาศัยหลักการของคานต่อเนื่อง (Continuous Beam) มาใช้ในการออกแบบเมื่อต้องการลดขนาดของหน่วยแรงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกที่กระทำต่อสะพาน แต่เนื่องจากวิธีการวิเคราะห์หาหน่วยแรงที่เกิดขึ้นนั้น จะต้องกระทำในทุกช่วงของสะพานทุกสภาพเงื่อนไขต่าง ๆ กันของการรับน้ำหนักบรรทุก ซึ่งค่อนข้างยุ่งยากและซ้ำซ้อน และแม้ว่าจะมีการคิดวิธีการคำนวณและมาตรฐานการออกแบบขึ้นเพื่อช่วยลดงานในการคำนวณ ก็ยังคงต้องเสียเวลามากในการศึกษาและทำความเข้าใจ เป็นผลทำให้การออกแบบอาจผิดพลาดได้ง่าย และต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่มสูงขึ้น

จากปัญหาดังกล่าว ประกอบกับเครื่องมินิคอมพิวเตอร์มีความเหมาะสมต่อการนำมาประยุกต์ใช้ทำการออกแบบสะพานคอนกรีตอัดแรง เนื่องจากมีประสิทธิภาพดีเพียงพอ โดยอาศัยโปรแกรมหรือชุดของคำสั่งที่สามารถนำหลักการของคอนกรีตอัดแรงแบบช่วงต่อเนื่องไปใช้ในการทำงานช่วยให้การออกแบบเป็นไปได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องแม่นยำ ทำให้วิศวกรมีโอกาสเปรียบเทียบแบบหลาย ๆ แบบ และเลือกแบบที่ประหยัดที่สุด ดังนั้นจึงควรพัฒนาโปรแกรมมินิคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยในการออกแบบสะพานคอนกรีตอัดแรงแบบช่วงต่อเนื่อง

1.2 ทบทวนผลงานที่ผ่านมา

ในปี ค.ศ.1968 Stubbs(1) ได้กล่าวถึงการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกแบบคอนกรีตอัดแรงและสร้างโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์คานคอนกรีตอัดแรงแบบสภาพรองรับช่วงเดียว ในปีเดียวกัน Freyermuth(2) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ใช้วิเคราะห์และออกแบบสะพานทางหลวงและทางรถไฟโดยอาศัยหลักการของคอนกรีตอัดแรงหล่อสำเร็จ (Precast Prestressed Concrete) แบบสภาพรองรับช่วงเดียว

ในปี ค.ศ. 1973 O'Neil(3) ได้แสดงโปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อใช้ออกแบบองค์อาคารคอนกรีตอัดแรงระบบดึงทีหลังแบบช่วงต่อเนื่อง ได้แก่โครงสร้างแผ่แบน (Flat Plate) แผ่นพื้นไร้คาน (Flat Slab) คานธรรมดาและคานหลัก (Girder) โดยวิเคราะห์ลักษณะการรับแรงในแนวดิ่ง

ในปี ค.ศ.1982 Chaovanalikit(4) ได้พัฒนาโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปเพื่อใช้ออกแบบคานคอนกรีตอัดแรงแบบสภาพรองรับช่วงเดียว ในปีเดียวกัน Rabbat และ Russell(5) ได้กล่าวถึงโปรแกรมชื่อ BRIDGE เพื่อทำการหาขนาดที่เหมาะสมที่สุดของหน้าตัดคานเหล็กของสะพานซึ่งทำด้วยคอนกรีตอัดแรงหล่อสำเร็จ โดยสามารถหาความหนาของแผงพื้นสะพานและการเสริมเหล็ก จำนวนเส้นของเหล็กอัดแรง และดัชนีค่าใช้จ่ายต่อพื้นที่ผิวของแผงพื้นสะพาน

ปี ค.ศ.1983 ทักษิณ เทพชาตรี(6) ได้สร้างโปรแกรมชื่อ SHELL ใช้สำหรับวิเคราะห์โครงสร้างเปลือกบางทั่ว ๆ ไป ภายใต้น้ำหนักบรรทุกกระทำตามส่วนต่าง ๆ ของโครงสร้าง ต่อมาในปีเดียวกัน โกเมน ตันศิมานะธรรม(7) ได้นำโปรแกรมนี้ไปประยุกต์ใช้วิเคราะห์สะพานแบบบ๊อกซเกอร์เดอร์ปลายเฉียง (Skew Box-Girder Bridge)

ในปี ค.ศ.1984 Sriruenthong(8) ได้ปรับปรุงโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์สำเร็จรูปให้ช่วยในการออกแบบองค์อาคารคอนกรีตอัดแรงแบบช่วงต่อเนื่อง ทั้งในระบบดึงก่อนและดึงทีหลัง โดยใช้ข้อกำหนดต่าง ๆ ตามมาตรฐานการออกแบบของ ACI 318-77

1.3 วัตถุประสงค์

(1) ศึกษาลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์และออกแบบคานหลัก (Girder) ของสะพานคอนกรีตอัดแรงแบบช่วงต่อเนื่องให้เหมาะสมที่จะนำไปใช้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์

(2) ศึกษานำเอามินิคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้วิเคราะห์หาหน่วยแรงที่เกิดขึ้นเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกประเภทต่าง ๆ ซึ่งกระทำต่อคานหลักของสะพาน และนำไปใช้ออกแบบหาขนาดของแรงอัดและการจัดวางตำแหน่งของเหล็กอัดแรง

(3) ศึกษาระดับความเหมาะสมของผลการออกแบบที่ได้จากการใช้มินิคอมพิวเตอร์เพื่อสามารถนำไปปรับปรุงใช้ได้ในการออกแบบจริง

1.4 ขอบเขตการศึกษา

การสร้างโปรแกรมเพื่อใช้ออกแบบคานหลักของสะพานนี้ ขั้นตอนการวิเคราะห์อาศัยหลักการของการกระจายโมเมนต์ (Moment Distribution Method) และอินฟลูเอ็นซไลน์ (Influence Line) หาค่าโมเมนต์ดัดและแรงเฉือน ส่วนขั้นตอนการออกแบบหาจำนวนและตำแหน่งศูนย์ถ่วงของเหล็กอัดแรง จะใช้หลักการของคานคอนกรีตอัดแรงแบบช่วงต่อเนื่อง สำหรับขั้นตอนสุดท้ายเป็นการตรวจสอบกำลังดัดและกำลังรับแรงเฉือนที่สภาวะประลัยของหน้าตัดคานหลัก

โปรแกรมสามารถใช้ออกแบบสะพานที่มีจำนวนช่วงตั้งแต่ 2 ช่วงขึ้นไป และกำหนดให้เป็นคอนกรีตอัดแรงต่อเนื่องกันด้วยระบบดึงทีหลัง (Posttensioning) ซึ่งสามารถออกแบบได้ทั้งกรณีความลึกของหน้าตัดคงที่หรือเปลี่ยนแปลงความลึกแบบเส้นตรง (Stright Haunch) และแบบพาราโบล่า (Parabolic Haunch) ส่วนน้ำหนักบรรทุกตลอดจนข้อกำหนดและรายละเอียดต่าง ๆ ที่ใช้ควบคุมการออกแบบเป็นไปตามมาตรฐานการออกแบบสะพานของ AASHTO(9,10)

โปรแกรมเขียนด้วยภาษาฟอร์แทรน 77 ซึ่งเหมาะสำหรับใช้ในการคำนวณออกแบบโครงสร้าง และใช้กับเครื่อง PRIME model 9750 หน่วยความจำ 4 MB มีลักษณะการป้อนข้อมูลแบบถาม - ตอบ โดยเลือกตามเมนู (Menu) ของข้อมูล และมีการตรวจสอบข้อมูลทันทีที่ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ สำหรับการประเมินผลจะแสดงบนจอภาพ ส่วนผลการวิเคราะห์และออกแบบที่ได้จะเก็บไว้ในแฟ้มข้อมูลภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถเรียกมาแสดงบนจอภาพหรือ

สั่งพิมพ์เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง หลังจากสิ้นสุดการทำงานของโปรแกรม

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับ

(1) ทำให้เข้าใจหลักการวิเคราะห์และออกแบบคานหลักของสะพานคอนกรีตอัดแรงแบบช่วงต่อเนื่อง

(2) สามารถนำเอามินิคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบโครงสร้าง

(3) สามารถนำเอาโปรแกรมมินิคอมพิวเตอร์ไปปรับปรุงใช้ในงานออกแบบจริง

(4) สามารถใช้เป็นแนวทางอ้างอิง สำหรับผู้ที่สนใจและทำงานวิจัยเกี่ยวข้องต่อไป