สำนักงานวิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

เป็นที่รู้กันโดยทั่วไปว่างานก่อสร้างโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กที่ประยุกต์ใช้คอนกรีตสำเร็จรูปจะช่วยลดระยะเวลาการก่อสร้างได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังสามารถลดการใช้ไม้แบบและค้ำยันซึ่งจะเป็นอุปสรรคเมื่องานก่อสร้างอยู่ในสถานที่สาธารณะที่ต้องใช้การสัญจรขณะดำเนินการ เช่น งานก่อสร้างสะพานทางยกระดับ

ในงานวิจัยนี้จะศึกษาถึงการนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ในการก่อสร้างสะพานทางยกระดับในส่วนของคานขวาง (cross head) ที่มีหน้าตัดเป็นรูปตัวทีหงาย (inverted T beam) โดยมีบ่าสองข้างรับน้ำหนักที่ถ่ายมาจากคานหลัก คานขวางนี้ถูกรองรับโดยเสาที่ปลายทั้งสองข้างประกอบเป็นโครงข้อแข็ง (portal frame) การศึกษานี้บ่ารองรับ (flange หรือ bracket) ของคานขวางจะถูกพิจารณาให้เป็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป (precast concrete) หลังจากที่นำไปติดตั้งบนเสาแล้วจะทำหน้าที่เป็นท้องแบบด้วยในขณะที่หล่อส่วนเอว (web) ของคานขวางในสถานที่ก่อสร้าง

เนื่องจากการนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาใช้ร่วมกับคอนกรีตหล่อในที่ทำให้พฤติกรรมของของคานขวางเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับการหล่อทับตามขั้นตอนการก่อสร้าง (multistage construction) ดังนั้นหน้าตัดคานขวางนี้จึงมีลักษณะเป็นหน้าตัดเชิงประกอบ (composite section) ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้างคานขวางกึ่งสำเร็จนี้ โดยจะนำเสนอวิธีการออกแบบโครงสร้างให้สอดรับกับพฤติกรรมที่เปลี่ยนไปเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายต่อโครงสร้างในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้าง

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พฤติกรรมของคานรูปตัวทีหงายนั้นจะแบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ๆ คือ พฤติกรรมโดยรวมของคานรูปตัวทีหงาย และ พฤติกรรมเฉพาะที่ในบ่ารองรับ พฤติกรรมโดยรวมของคานรูปตัวทีหงายนั้นจะเหมือนกับพฤติกรรมของคานทั่วไปซึ่งสามารถใช้ทฤษฎีการวิเคราะห์หน้าตัด (sectional analysis) เพื่อหากำลังโมเมนต์ดัด และใช้เหล็กปลอกในการเพิ่มกำลังรับแรงเฉือน ดังนั้นในงานวิจัยที่เกี่ยวกับคานรูปตัวทีหงายนั้นจึงเน้นไปทางพฤติกรรมของบ่ารองรับซึ่งสรุปได้ดังนี้

Mirza และ Furlong (1983) ได้ศึกษาพฤติกรรมของคานขวางรูปตัวทีหงายหล่อในที่ด้วยการทดสอบคานขวางต้นแบบของ Texas Department of Highway and Public Transportation (TDHPT) โดยให้แรงกระทำที่บ่ารองรับทั้งแบบสถิตย์ (แทนน้ำหนักคงที่) และแรงกระทำเป็นวัฏจักร (แทนน้ำหนักจากยานพาหนะ) พร้อมกัน คานขวางที่ศึกษามีทั้งแบบคอนกรีตเสริมเหล็กและคอนกรีตอัดแรง จากการศึกษาพบว่าในคานคอนกรีตเสริมเหล็กจะเกิดรอยร้าวขนาดเล็กที่รอยต่อระหว่างบ่ารองรับและเอวของคานหลังจากคานรับน้ำหนักกระทำคงที่และรอยร้าวนั้นกว้างและยาวขึ้นเมื่อรับแรงกระทำแบบวัฏจักร หน่วยแรงในเหล็กปลอก ณ ตำแหน่งที่รับแรงกระทำคงที่จะมีค่าสูงมาก ในขณะที่คานคอนกรีตอัดแรงจะเกิดรอยแตกที่รอยต่อของเอวกับบ่ารองรับน้อยมาก และหน่วยแรงในเหล็กปลอกจะกระจายตัวได้ดีกว่าในสภาวะใช้งาน

Mirza และ Furlong (1985) ได้สรุปรูปแบบการวิบัติของคานรูปตัวทีหงายไว้ 6 แบบ คือ การวิบัติจากแรงดัดของคาน การวิบัติจากแรงเฉือนของคาน การวิบัติจากแรงบิดของคาน การวิบัติที่เหล็กปลอก ณ จุดที่มีแรงกระทำ การวิบัติแบบแรงเฉือนทะลุที่บ่ารองรับ และการวิบัติแบบแรงเฉือนเสียดทานที่รอยต่อระหว่างเอวและบ่ารองรับ นอกจากนี้ยังได้เสนอวิธีการออกแบบซึ่งแบ่งเป็นหลักการออกแบบใหญ่ๆ อยู่ 3 ขั้นตอน คือ การออกแบบบ่ารองรับ การออกแบบเหล็กปลอก การออกแบบคานรูปตัวทีหงาย

Mirza และคณะ (1988) ได้ทดสอบคานรูปตัวทีหงาย 6 ตัวอย่างโดยให้แรงกระทำที่บ่ารองรับเพื่อเสนอวิธีการเสริมเหล็กในส่วนของบ่ารองรับโดยพิจารณาถึงกำลังของโมเมนต์ในบ่ารองรับและแรงเฉือนเสียดทานที่หน้าตัดระหว่างส่วนเอวและส่วนของบ่ารองรับ

Mirza และคณะ (1994) ได้ทำการทดสอบตัวอย่างคานรูปตัวทีหงายโดยให้แรงกระทำที่บ่ารองรับพบว่าจะเกิดการวิบัติเฉพาะที่เนื่องจากแรงเฉือนเสียดทานและโมเมนต์ดัดในบ่ารองรับ ค่าความยาวประสิทธิผลเพื่อพิจารณากำลังรับแรงเฉือนเสียดทานและโมเมนต์ดัดในบ่ารองรับได้ถูกนำเสนอจากการศึกษา

1.3 วัตถุประสงค์

1. ตรวจสอบกำลังและการเสียรูปขณะก่อสร้างในแต่ละขั้นตอน
2. ศึกษาพฤติกรรมการดัดของโครงสร้างคานขวางคอนกรีตกึ่งสำเร็จที่มีหน้าตัดเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนการก่อสร้าง

3. ประยุกต์ใช้เป็นแนวทางการออกแบบในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้าง รวมทั้งเสนอวิธีการจัดระบบโครงสร้างชั่วคราวเพื่อให้ได้พฤติกรรมเป็นไปตามข้อกำหนด

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1. ศึกษาวิเคราะห์พฤติกรรมของขวางคอนกรีตกึ่งสำเร็จรูปของโครงข้อแข็ง (portal frame) สำหรับทางยกระดับ
2. น้ำหนักบรรทุกอิงตามมาตรฐานของ AASHTO
3. ศึกษาพฤติกรรมของโครงสร้างคานขวางภายใต้ตัวแปรคือ
    - รูปร่างของคานหลัก (รูปตัวไอ ชนิดที่ 4, รูปตัวที, รูปตัวยู, และ รูปกล่อง)
    - ความยาวช่วงของคานหลัก (ในช่วง 30-45 เมตร)
    - จำนวนช่องจราจร 3,4 และ 6

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1. ทราบถึงพฤติกรรมของโครงสร้างคานขวางกึ่งสำเร็จภายใต้ตัวแปรที่ศึกษา
2. ทราบถึงแนวทางการออกแบบคานขวางกึ่งสำเร็จของโครงข้อแข็งสำหรับทางยกระดับที่มีหน้าตัดเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนการก่อสร้าง
3. ทราบถึงแนวทางการจัดระบบโครงสร้างชั่วคราวในระหว่างการก่อสร้าง

1.6 ขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลของโครงการทางยกระดับที่ก่อสร้างในประเทศไทย เช่น หน้าตัดคานหลักและคานขวางที่ใช้ในโครงการทางยกระดับ และขั้นตอนในการก่อสร้าง
2. ค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการวิเคราะห์พฤติกรรมของโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
3. วิเคราะห์หน้าตัดหากำลังของโครงสร้างคอนกรีตอัดแรงและก่อสร้างเป็นหน้าตัดเชิงประกอบโดยจัดทำโปรแกรมคอมพิวเตอร์
4. ศึกษาตัวแปรต่างๆที่มีผลต่อพฤติกรรมของโครงสร้าง เช่น รูปแบบของคานหลักที่รองรับทางยกระดับ, ช่วงความยาว, จำนวนช่องจราจร, ระบบโครงสร้างชั่วคราว
5. ศึกษาและวิเคราะห์

- พฤติกรรมของคานขวางกึ่งสำเร็จ เช่น หน่วยแรงที่เกิดขึ้น เมื่อหน้าตัดของคานขวางเป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก คอนกรีตอัดแรง
- พฤติกรรมของระบบโครงสร้างตามขั้นตอนการก่อสร้างโดยแบ่งเป็นโครงสร้างชั่วคราวจนถึงโครงสร้างที่แล้วเสร็จ

6. นำผลที่รวบรวมได้มาสรุปและแปลผลเป็นแนวทางในการออกแบบโครงสร้างและโครงสร้างชั่วคราวของคานขวางคอนกรีตกึ่งสำเร็จรูปของโครงข้อแข็ง (portal frame) สำหรับทางยกระดับ

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย

จำนวนช่องจราจร		3, 4, และ 6			
หน้าตัดของคานหลัก		I	T	U	Box
ความยาวช่วงของคานหลัก (เมตร)		30	35	32	45
คานคอนกรีตหล่อสำเร็จรูป	กำลัง	ความหนาของชิ้นส่วนสำเร็จรูป			
		กำหนดจุดยก			
		หน่วยแรงขณะยก			
โครงสร้างชั่วคราว	กำลัง	กำหนดตำแหน่งของของค้ำยันชั่วคราว			
		หน่วยแรงในขั้นตอนการก่อสร้าง			
	สภาวะการใช้งาน	การแอ่นตัวชั่วคราว			
โครงสร้างคานขวางแล้วเสร็จ	กำลัง	กำลังรับแรงดัดสูงสุด			
		หน่วยแรงเมื่อแล้วเสร็จ			
	สภาวะการใช้งาน	การแอ่นตัวในระยะสั้นและยาว			