บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

การพัฒนาการออกแบบมีส่วนสำคัญอย่างหนึ่งที่ช่วยพัฒนาเทคนิคการก่อสร้างในปัจจุบัน โดยเฉพาะในโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ เช่น โครงการทางยกระดับ ซึ่งเดิมการก่อสร้างในประเทศไทย ส่วนมากนิยมใช้วิธีหล่อในที่ แต่ในปัจจุบันโครงสร้างส่วนล่าง และนำชิ้นส่วนสำเร็จรูป มาประยุกต์ใช้ในงานโครงสร้างส่วนบน ซึ่งการประยุกต์ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปนี้เป็นปัจจัยหนึ่งที่ช่วยลดเวลาการก่อสร้าง และ รวมถึงเป็นการเพิ่มระดับคุณภาพของงานให้สูงขึ้น ซึ่งนอกจากเหตุผลข้างต้น การประยุกต์ใช้งานของชิ้นส่วนสำเร็จรูป ช่วยลดปัญหาการตั้งแบบหล่อ และ การใช้ค้ำยัน เมื่อมีข้อจำกัดในการใช้พื้นที่ก่อสร้าง อาทิเช่น ในกรณีที่การก่อสร้างทางยกระดับบนเกาะกลางถนนที่เปิดใช้งานแล้ว ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขในการก่อสร้างในเมือง ดังนั้นในการศึกษานี้ จึงมุ่งเน้นความสนใจไปที่การประยุกต์ใช้งานของชิ้นส่วนสำเร็จรูปในโครงสร้างคานขวาง

การวิจัยนี้ ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้ชิ้นส่วนโครงสร้างมาเป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบของคานขวาง หรือ เรียกว่า กึ่งสำเร็จรูป คือ การนำชิ้นส่วนสำเร็จรูปมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับโครงสร้างคอนกรีตที่ทำการหล่อในที่ ทำให้ชิ้นส่วนโครงสร้างเริ่มแรกมีขนาดเพียงพอต่อการรับแรงในแต่ละขั้นตอนการก่อสร้าง ทำให้สะดวกทั้งในขั้นตอนการขนส่งและการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป อย่างไรก็ตาม จะทำให้โครงสร้างมีลักษณะเป็นโครงสร้างเชิงประกอบ ที่มีหน้าตัดเปลี่ยนแปลงตามขั้นตอนการก่อสร้าง ซึ่งส่งผลให้พฤติกรรมทางโครงสร้างเปลี่ยนไป ทั้งในระดับหน้าตัดและพฤติกรรมโครงสร้างทั้งหมด ซึ่งแตกต่างจากโครงสร้างที่ทำการหล่อคอนกรีตในที่ หรือ ชิ้นส่วนสำเร็จรูปที่หล่อเป็นชิ้นเดียว เนื่องจากโครงสร้างเหล่านั้นมีพฤติกรรมเป็นโครงสร้างเนื้อเดียว ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีอิลาสติก อย่างไรก็ตาม โครงสร้างเชิงประกอบอาจพิจารณาใช้การวิเคราะห์ด้วยทฤษฎีอิลาสติก หากโครงสร้างมีความสามารถในการถ่ายเฉือนในแต่ละชิ้นส่วนได้ ภายใต้เงื่อนไขของการเคลื่อนตัวที่สอดคล้องกัน

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษา ของ Mirza และ Furlong (1985) เกี่ยวกับพฤติกรรมของคานขวางคอนกรีตรูปตัวทีหงายใช้เป็นโครงสร้างสะพานต้นแบบจาก Texas Department of Highways and Public Transportation (TDHPT) ซึ่งสามารถออกแบบเป็นโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็กหรือโครงสร้างคอนกรีตอัดแรง ภายใต้แรงกระทำที่ปีกล่างโดยมีน้ำหนักบรรทุกคงที่และน้ำหนักบรรทุกจรแบบกระทำซ้ำ พบว่า การวิบัติของคานขวางสรุปได้เป็น 6 แบบ คือ จากการดัด จากแรงเฉือนตัด จากการบิด จากเหล็กปลอกคราก จากการเฉือนทะลุในปีกคาน และการวิบัติของรอยต่อระหว่างปีกกับเอว

การวิบัติเนื่องจากการดัด จะพิจารณาเมื่อมีการแอ่นตัวจากการดัดเกินค่าที่ยอมให้ นั่นคือหน้าตัดของคานเริ่มสูญเสียความสามารถในการต้านการแอ่นตัว จากการครากของเหล็กเสริมที่รับแรงดึง ความสามารถในการรับแรงอัดของคอนกรีตและการครากของเหล็กเสริมรับแรงอัด

การวิบัติเนื่องจากแรงเฉือนเนื่องจากการดัด จะเกิดขึ้นในกรณีที่คานมีค่าความยาวช่วงแรงเฉือนประสิทธิผลน้อย เหล็กปลอกเกิดการครากและเกิดการแตกร้าวในแนวทะแยง อย่างไรก็ตามผลของกำลังต้านทานที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากค่า ความยาวช่วงแรงเฉือนที่น้อย ไม่แตกต่างกับการที่ให้แรงกระทำที่กลางคานหรือด้านบนของคาน สำหรับคานที่มีการให้แรงกระทำที่ปีกล่าง

การวิบัติเนื่องจากเหล็กปลอกในเอวครากจากการรับน้ำหนักแบบแขวน จะเกิดรอยแตกในแนวราบระหว่างแผ่นเอว และแผ่นปีกด้านบน เนื่องจากเหล็กปลอกเกิดการครากที่บริเวณใกล้แนวแรงที่กระทำ ซึ่งเป็นการวิบัติเฉพาะจุดการวิบัติเนื่องจากการเฉือนทะลุในปีกของคาน จะเกิดขึ้นบริเวณใต้แผ่นรองรับแรง รอยแตกเกิดขึ้นเนื่องจากแรงดึงในแนวทแยง

การวิบัติแบบแป้นหูช้างเป็นการวิบัติแบบเฉพาะจุด เนื่องจากปีกคานมีพฤติกรรมแบบแป้นหูช้าง และ การแตกร้าวเกิดจากแรงเฉือนบริเวณรอยต่อระหว่างปีกกับหน้าของเอว ของคานขวางปีกและเอวจะเคลื่อนที่ออกจากกัน โดยที่รอยต่อระหว่างปีกและคาน มีพฤติกรรมการรับแรงแบบ (Shear friction) และในส่วนของปีกเอง เหล็กเสริมรับแรงดัดและเกิดการคราก

โครงสร้างคอนกรีตเชิงประกอบ หรือโครงสร้างกึ่งสำเร็จรูปยังสามารถใช้สมมติฐานของคานในการวิเคราะห์พฤติกรรมได้ดังเช่นโครงสร้างคอนกรีตที่หล่อเป็นเนื้อเดียวกัน จะต้องมีการพิจารณาการรับแรงเฉือนในแนวนอนให้มีความสามารถในการถ่ายแรงได้เพียงพอระหว่างส่วนของหน้าตัดที่หล่อในที่และส่วนที่เป็นคอนกรีตหล่อในส่วนของการศึกษาพฤติกรรมของการรับแรงเฉือนของคานประกอบ Loov และ Patnaik (1994) ได้ทำการทดสอบกำลังการรับแรงเฉือนของคานเชิงประกอบ ทั้งที่มีผิวสัมผัสขรุขระและผิวสัมผัสเรียบ สรุปได้ว่าโครงสร้างประกอบจะสูญเสียความเป็นหน้าตัดเชิงประกอบ เนื่องจากการขยับตัวของรอยต่อระหว่างผิวสัมผัสเมื่อแรงกระทำมีค่ามากขึ้น ค่าแรงเฉือนในแนวนอนที่พิจารณา เมื่อหน้าตัดมีการขยับตัวสัมพัทธ์ 0.3 มิลลิเมตร การ

พิจารณาค่าหน่วยแรงเฉือนในแนวนอนโดยแบ่งปีน 2 ช่วง คือ โครงสร้างที่มีพฤติกรรมในช่วงเชิงเส้น และ ช่วงที่เกิดการแตกร้าวแล้ว โดยใช้โมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัดแตกร้าวแล้วมาคำนวณ

Tan (1999) ได้ศึกษาพฤติกรรมการรับแรงเฉือนในแนวนอนที่รอยต่อของคานขวางกึ่งสำเร็จรูปตัวทีหงาย ที่มีแรงมากระทำที่ปีกของคาน เมื่อมีการเสริมเหล็กปลอกรับแรงเฉือนในแนวนอนที่มีรูปแบบและปริมาณที่แตกต่างกัน พบว่า ในข้อกำหนดใน ACI318-89 และ BS8110 Part I : 1997 กรณีที่ไม่มีเหล็กเสริมรับแรงเฉือน ใช้ได้กับคานเชิงประกอบกึ่งสำเร็จรูป แต่ค่าหน่วยแรงหนืบอัดที่กำหนดใน ACI318-89 ไว้เท่ากับ 35 กก.ซม.^{2} (3.5 Mpa) ไม่ปลอดภัยสำหรับคานเชิงประกอบกึ่งสำเร็จรูป

1.3 วัตถุประสงค์

1. ศึกษาพฤติกรรมการดัดของคานขวาง (Crosshead) รูปตัวทีหงายแบบปลายยื่น ตามน้ำหนักในขั้นตอนการก่อสร้าง
2. จัดระบบโครงสร้างชั่วคราว และกำหนดโครงสร้างสำเร็จรูปบางส่วน ให้เกิดสมรรถนะด้านกำลัง และการใช้งาน
3. ตรวจสอบกำลัง ความเครียดภายใน การเสียรูปของคานขวาง ระหว่างการก่อสร้างและเมื่อเป็นโครงสร้างแล้วเสร็จ

1.4 การดำเนินงานวิจัย

การวิจัยนี้เพื่อให้ทราบถึงพฤติกรรมการดัดของคานขวางที่มีการประยุกต์ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูป การดำเนินการวิจัยจึงได้มีการแบ่งเป็นขั้นตอนตามการก่อสร้าง คือ เมื่อเป็นชิ้นส่วนสำเร็จรูป, ระบบค้ำยันชั่วคราว และ โครงสร้างแล้วเสร็จ ตามลำดับ โดยจะพิจารณาผลทางด้านกำลังและการสนองตอบของโครงสร้างที่สภาวะต่าง ๆ อาทิเช่น การเปลี่ยนแปลงหน่วยแรงภายในการแอ่นตัว หรือการกิดการแตกร้าว สำหรับคานขวางที่รองรับช่องทางจราจารตั้งแต่ 1- 4 ช่องทางจราจร และคานหลักที่มีหน้าตัดเป็นรูปตัวไอ รูปตัวยู รูปตัวที และรูปกล่องที่มีความยาวช่วง 30-45 เมตร

จำนวนช่องทางจราจร		1,2,3 และ4 ช่องทางจราจร			
หน้าตัดคานหลัก		รูปตัวไอ	รูปตัวที	รูปตัวยู	รูปแบบกล่อง
ความยาวช่วงสูงสุดของคานหลัก(เมตร)		30	35	32	45
ชิ้นส่วนสำเร็จรูป	ด้านกำลัง (Strength)	ขนาดความหนาของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป			
		การยกติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปและจุดยก			
		หน่วยแรงวิกฤตขณะยกติดตั้ง			
ระบบค้ำยันชั่วคราว	ด้านกำลัง (Strength)	ระบบโครงสร้างค้ำยันชั่วคราว			
		หน่วยแรงตามขั้นตอนการก่อสร้าง			
	การตอบสนองทางโครงสร้าง	การแอ่นตัวชั่วคราว			
		ขนาดการแตกร้าว			
คานขวางแล้วเสร็จ	ด้านกำลัง (Strength)	กำลังรับแรงตัดที่สภาวะประลัยของคานขวางกึ่งสำเร็จรูป			
		การกระจายหน่วยแรง			
	การตอบสนองทางโครงสร้าง	การแอ่นตัว			
		ขนาดการแตกร้าว			

1.5 ขอบเขตของงานวิจัย

การศึกษาวิจัยนี้จะมีขอบเขตการศึกษาครอบคลุมคานหลักที่มีหน้าตัดรูปตัวไอ รูปตัวที รูปตัวยู และ รูปกล่อง ตามที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในวงการก่อสร้างปัจจุบัน ซึ่งจะพิจารณาความยาวคานหลักช่วง 20-45 เมตร ทั้งนี้เพื่อให้รองรับช่องทางจราจรจำนวน 1, 2, 3 และ 4 ช่องทางจราจร