

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาการวิจัย

วัสดุคอนกรีตถูกนำมาใช้ในงานก่อสร้างเป็นเวลานานนับพันปี วัสดุคอนกรีตประกอบด้วยวัสดุประสานและมวลรวม ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (Portland cement) นับเป็นวัสดุประสานที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายในการผลิตคอนกรีตยุคใหม่โดยมีใช้งานมานานมากกว่า 100 ปี (ปริญญ และชัย, 2547) ข้อดีของปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตที่มีเหนือวัสดุก่อสร้างอื่น ๆ คือ มีราคาต่ำ หาซื้อง่ายดูแลรักษาง่าย ทำให้เป็นรูปร่างลักษณะและขนาดที่ต้องการได้ง่าย ทนทานต่อเปลวไฟ มีมวลมากและความแข็งแรงสูง แต่อย่างไรก็ตามปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตมีข้อจำกัดในการใช้งานหลายประการเพราะมีระยะเวลาการก่อตัวที่ค่อนข้างช้า สึกกร่อนง่ายเมื่อใช้งานในสภาวะกรดหรือด่าง และมีกำลังต่อน้ำหนักค่อนข้างต่ำ ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตมักมีปัญหาในการนำมาใช้งานหลายประเภท เช่น งานซ่อมที่ต้องการระยะเวลาการก่อตัวที่รวดเร็ว งานโครงสร้างสำเร็จรูป (precast structure) ที่ต้องการความทนทานและกำลังวัสดุที่สูง โครงสร้างที่ต้องการความทนทานพิเศษต่อสภาวะแวดล้อมที่เป็นกรดหรือด่างสูง ด้วยข้อจำกัดของปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตในงานพิเศษดังกล่าวข้างต้นวัสดุพอลิเมอร์จึงเข้ามามีบทบาทเพิ่มมากขึ้นในการนำมาใช้เป็นวัสดุประสานในงานคอนกรีตพิเศษ (Fowler, 1989) พอลิเมอร์ในงานคอนกรีตสามารถแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้ 3 ประเภท (ACI Committee 548, 1997) อันได้แก่ การอัดพอลิเมอร์เรซินเหลวเข้าไปในคอนกรีตที่แข็งตัวแล้วทำให้แข็งตัวด้วยความร้อน หรือพอลิเมอร์อิมเพกเนตคอนกรีต (polymer impregnated concrete, PIC) การใช้พอลิเมอร์เรซินเป็นส่วนผสมในการผลิตปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตหรือพอลิเมอร์โมดิไฟด์คอนกรีต (polymer modified concrete, PMP) และการใช้พอลิเมอร์เรซินแทนปอร์ตแลนด์ซีเมนต์เป็นวัสดุประสานทั้งหมดหรือพอลิเมอร์คอนกรีต (polymer concrete, PC)

พอลิเมอร์คอนกรีตเป็นวัสดุชนิดใหม่ซึ่งเกิดขึ้นครั้งแรกที่ประเทศสหรัฐอเมริกาเมื่อ ค.ศ.1958 และปัจจุบันได้ถูกผลิตขึ้นเพื่อประยุกต์ใช้ในงานพิเศษตามที่กล่าวข้างต้น โดยเริ่มใช้กันอย่างแพร่หลายขึ้นในช่วง 20 ปีที่ผ่านมา (Fowler, 1999) พอลิเมอร์คอนกรีตผลิตจากส่วนผสมระหว่างพอลิเมอร์เรซิน (polymer resin) เช่น พอลิเอสเทอร์ และอีพอกซี เป็นต้น และวัสดุมวลรวม เช่น ทราย หิน และเถ้าลอย เป็นต้น จากผลการทดสอบของนักวิจัยหลายท่านแสดงให้เห็นแล้วว่าวัสดุผสมชนิดนี้มีกำลังรับแรงอัดและกำลังรับแรงดัดที่สูง ทนทานต่อสารเคมี มีน้ำหนักเบา และใช้ระยะเวลาการก่อตัวที่รวดเร็วมากเมื่อเปรียบเทียบกับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตมาก (Krauss and Wyman, 2010) งานวิจัยในอดีตจำนวนมากได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกลของพอลิเมอร์จากการทดสอบในห้องปฏิบัติการ ผลการทดสอบส่วนใหญ่จากการศึกษาที่ผ่านมาพอลิเมอร์คอนกรีตแสดงพฤติกรรมทางกล

ที่ซับซ้อนซึ่งเป็นผลจากปัจจัยหลายประการ ตัวอย่างเช่น ปริมาณเรซิน ขนาดคละมวลรวมที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน ตลอดจนปัจจัยภายนอกที่มีผลต่อพฤติกรรมทางกล (Helal, 1978; Maksimav et al., 1999; Mebarkia, 1993; Ohama and Nishimura, 1979; Vipulanandan et al., 1988; Vipulanandan and Paul, 1990; Vipulanandan and Paul, 1993) อย่างไรก็ตามยังไม่มีเกณฑ์ปฏิบัติในการประเมินกำลังของพอลิเมอร์คอนกรีตที่ชัดเจนเหมือนกับการออกแบบสัดส่วนผสมของปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตซึ่งสามารถทำนายกำลังอัดได้โดยพิจารณาที่อัตราส่วนน้ำต่อซีเมนต์ (Abrams, 1918) ดังนั้นจากความสำคัญและปัญหาการวิจัยข้างต้นงานวิจัยนี้จึงมุ่งศึกษาการหาสัดส่วนที่เหมาะสมของพอลิเมอร์คอนกรีตสำหรับการใช้งานจริง และถูกต้องตามหลักวิศวกรรม โดยศึกษาผลของปริมาณเรซินและสัดส่วนผสมของมวลรวมต่อพฤติกรรมทางกลและคุณสมบัติทางกลของพอลิเมอร์คอนกรีต ลักษณะการวิบัติของพอลิเมอร์คอนกรีต งานวิจัยนี้ทดสอบกำลังรับแรงอัดและกำลังรับแรงดัดของพอลิเมอร์คอนกรีตที่สัดส่วนปริมาณเรซินและสัดส่วนมวลรวมต่าง ๆ เพื่อนำเสนอปัจจัยควบคุมกำลังของพอลิเมอร์คอนกรีตซึ่งสามารถนำไปใช้ในการออกแบบสัดส่วนผสมของพอลิเอสเตอร์พอลิเมอร์คอนกรีต

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1) เพื่อศึกษาหาส่วนผสมของพอลิเอสเตอร์พอลิเมอร์คอนกรีตที่เหมาะสมในการรองรับแรงอัดและแรงดัด โดยพิจารณาจากปริมาณที่น้อยที่สุดของพอลิเอสเตอร์ที่ใช้แล้วให้อัตราส่วนของกำลังรับแรงอัดต่อค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นที่มีค่าสูงสุดโดยยังคงมี workability ที่ดีเป็นเกณฑ์
- 2) เพื่อศึกษาพฤติกรรมทางกลและคุณสมบัติทางกลของพอลิเอสเตอร์พอลิเมอร์คอนกรีตภายใต้แรงอัดและแรงดัด และเปรียบเทียบกับปอร์ตแลนด์ซีเมนต์คอนกรีตปกติ
- 3) เพื่อศึกษาผลกระทบการเสริมเส้นใย ต่อพฤติกรรมทางกลและคุณสมบัติทางกลของพอลิเอสเตอร์พอลิเมอร์คอนกรีตที่มีส่วนผสมที่เหมาะสมภายใต้แรงอัดและแรงดัด

### 1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยนี้มุ่งศึกษาผลของส่วนผสมต่างๆ ต่อพฤติกรรมทางกลของพอลิเอสเตอร์พอลิเมอร์คอนกรีต ดังนั้นจึงทำการปรับเปลี่ยนปริมาณส่วนผสม ได้แก่ ปริมาณเรซิน มวลรวมละเอียด มวลรวมหยาบ และเส้นใย เพื่อให้ได้ตัวอย่างพอลิเมอร์คอนกรีตที่ได้มีส่วนผสมแตกต่างกันโดยใช้เรซิน มวลรวมละเอียด มวลรวมหยาบและเส้นใยชนิดเดียวกัน รายละเอียดขอบเขตการวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้

- 1) พอลิเมอร์เรซินที่ใช้เป็นพอลิเอสเตอร์พอลิเมอร์เรซินสำเร็จรูปชนิด Isophthalic มีชื่อทางการค้า คือ ESTAR R289TPN นำเข้าและจัดจำหน่ายโดยบริษัท เจ เอ็น ทรานสอส (ประเทศไทย) โดยเรซินดังกล่าวผสมตัวเร่งปฏิกิริยาชนิด Cobalt naphthenate ซึ่งส่วนผสมเป็นความลับทางการค้า
- 2) มวลรวมละเอียดที่ใช้ได้แก่ ทรายธรรมชาติ และมวลรวมหยาบที่ใช้ได้แก่ หินปูนบด โดยมวลรวมที่ใช้เป็นมวลรวมที่หาได้ในจังหวัดนครราชสีมา ทรายและหินดังกล่าวถูกล้างทำความสะอาดด้วยน้ำประปา และอบแห้ง
- 3) เส้นใยที่ใช้คือเส้นใยแก้วตัดสั้น (chopped glass fiber) ประเภท E-glass ขนาดยาวระหว่าง 3 ถึง 4 มิลลิเมตร
- 4) ปริมาณเรซินที่ใช้ในการศึกษานี้อยู่ระหว่าง 8 ถึง 22 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของน้ำหนักพอลิเมอร์คอนกรีตรวม และปรับสัดส่วนการแทนที่มวลรวมหยาบในมวลรวมทั้งหมดอยู่ระหว่าง 25 ถึง 75 เปอร์เซ็นต์
- 5) การเตรียมตัวอย่าง การบ่ม และการทดสอบกระทำที่ความดันบรรยากาศและอุณหภูมิห้อง
- 6) การทดสอบทางกลแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ การทดสอบการรับแรงอัดตามมาตรฐาน ASTM C579 (2001) โดยตัวอย่างทดสอบจะใช้ตัวอย่างทรงกระบอกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร สูง 100 มิลลิเมตร และการทดสอบการรับแรงดัดแบบคานตามมาตรฐาน ASTM C580 (2002) โดยตัวอย่างทดสอบจะใช้ตัวอย่างแบบคาน กว้าง 50 มิลลิเมตร สูง 50 มิลลิเมตร ยาว 304 มิลลิเมตร ตัวอย่างทั้งสองแบบจะถูกถอดออกจากแบบหล่อเมื่ออายุ 24 ชั่วโมง การทดสอบทำที่อายุบ่ม 7 วัน
- 7) ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ที่ใช้ในการทำตัวอย่างทดสอบเพื่ออ้างอิง ใช้ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ประเภทที่ 1 ตราช้างของบริษัท ปูนซีเมนต์ไทย จำกัด (มหาชน)