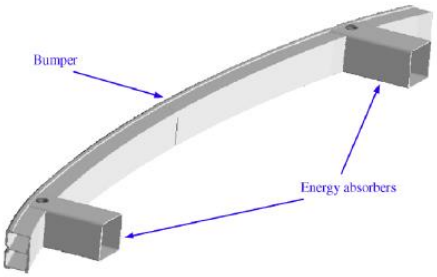
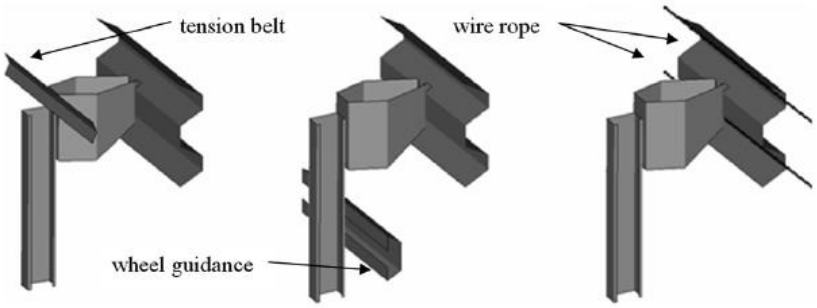
# บทที่ 1
# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ปัจจุบันการพัฒนาวัสดุได้เป็นไปอย่างต่อเนื่องซึ่งวัสดุประกอบเป็นอีกหนึ่งทางเลือกที่สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายทั้งในอุตสาหกรรมการบิน อวกาศ และรถยนต์ เนื่องจากคุณสมบัติทางกลของวัสดุประกอบมีค่าอัตราส่วนความแข็งแรงต่อน้ำหนักสูง (high strength weight ratio ) สามารถปรับความแข็งแรงตามทิศทางที่รับภาระได้ จึงทำให้วัสดุประกอบถูกนำมาประยุกต์เป็นโครงสร้างร่วมส่วนหน้าของรถยนต์ ดังตัวอย่างในภาพที่ 1.1 (ก) ในการป้องกันความเสียหายของโครงสร้างห้องผู้โดยสารภายใต้การชน ซึ่งบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณที่สร้างอันตรายแก่ผู้โดยสารรถยนต์จากแรงกระแทกที่อาจเกิดขึ้น ในกรณีที่เกิดการชนพลังงานที่เกิดจากการชนจะทำให้โครงสร้างเกิดการยุบตัว พลังงานจะถูกถ่ายเทมายังห้องผู้โดยสารตามโครงสร้างที่ยุบตัวเข้ามากระแทก สร้างอันตรายต่อผู้โดยสารมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพลังงานที่เหลืออยู่ การพัฒนาโครงสร้างให้มีความปลอดภัยอย่างสูง เนื่องจากการแรงจากการชนหรือแรงกระแทกของยานพาหนะ และโครงสร้างป้องกันความปลอดภัยตามริมถนน เช่น แผงกั้นบริเวณทางโค้ง ดังภาพที่ 1.1 (ข) แผงกั้นบริเวณขอบสะพาน และป้ายสัญญาณ เป็นสิ่งสำคัญ การทำให้โครงสร้างเหล่านี้แข็งแรงขึ้นเพื่อลดความเสี่ยงของอุบัติเหตุ ซึ่งทำให้เกิดความสูญเสียชีวิตของผู้ขับขี่ ดังนั้นในการออกแบบทางด้านการกระแทกของโครงสร้าง ตัวแปรที่มีความสำคัญ ได้แก่ แรงสูงสุดที่มีค่าน้อยที่สุดและความสามารถการดูดซับพลังงานที่มีค่าสูงสุดของโครงสร้างเป็นสิ่งที่ต้องการ นอกจากนั้นผู้ออกแบบยังต้องพยายามเลือกใช้ขนาด รูปร่าง ชนิดวัสดุ และพฤติกรรมความเสียหายของโครงสร้างให้เป็นตามความต้องการตามเงื่อนไขของตัวแปรดังกล่าวข้างต้น




(ก) ตัวดูดซับพลังงานที่เสริมในกันชนรถยนต์




(ข) ลักษณะการเสริมแรงของแผงกั้นบนริมถนน

**ภาพที่ 1.1** แสดงตัวดูดซับพลังงานทำหน้าที่ดูดซับพลังงานของโครงสร้างจากแรงกระแทก

โดยทั่วไปโครงสร้างยานพาหนะ มักจะทำด้วยโลหะ แต่ข้อเสียของวัสดุเหล่านี้ เมื่อถูกใช้ไประยะหนึ่ง จะเกิดการชำรุดและพังทลายไป อีกทั้งต้นทุนที่ใช้ในการผลิตค่อนข้างสูง ดังนั้น วัสดุประกอบเสริมแรง (Fiber reinforced composite, FRP) จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่ง ซึ่งวัสดุเหล่านี้มีคุณสมบัติที่สำคัญ คือ น้ำหนักเบา ความแข็งสูง ความสามารถในการดูดซับพลังงานสูง ทนต่อแรงกระทำซ้ำๆ ได้ดี ทนต่อการกัดกร่อน ไม่เหนี่ยวนำทางไฟฟ้าและสนามแม่เหล็ก เป็นต้น การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาพฤติกรรมการตอบสนองของท่อไฟเบอร์กลาสภายใต้แรงกระทำแบบกึ่งคงที่และกระแทกในแนวแกน ชิ้นงานที่ใช้ในการทดลองถูกขึ้นรูปด้วยมือ (Hand lay-up) โดยมีลักษณะมุมไขว้ที่แตกต่างกัน โดยการศึกษาแสดงให้เห็นถึงอิทธิพลของเส้นใยแก้วต่อพลังงานดูดซับ ลักษณะการเสียหายของชิ้นงาน และความสามารถในการดูดซับพลังงานจำเพาะ อีกทั้งยังเป็นการสร้างมาตรฐานของการผลิตและออกแบบโครงสร้างยานพาหนะต่อไปในอนาคต

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 เพื่อหาคุณสมบัติวัสดุทางวิศวกรรมของวัสดุประกอบเสริมแรง FRP

1.2.2 เพื่อหาความสามารถการดูดซับพลังงานและกลไกความเสียหายของท่อที่ทำด้วยวัสดุประกอบเสริมแรง ที่มีจำนวนด้านแตกต่างกัน

1.2.3 เพื่อศึกษาตัวแปรที่สำคัญ เช่น ความหนาและ มุมเฉียงของท่อ

1.2.4 เพื่อหาประสิทธิภาพของแรงระหว่างแรงสูงสุดต่อแรงเฉลี่ยและค่าการดูดซับพลังงานจำเพาะ

1.2.5 เพื่อศึกษาผลตอบสนองระหว่างแรงและระยะยุบตัวของท่อ

1.2.6 เพื่อทำการเปรียบเทียบท่อหน้าตัดสี่เหลี่ยมในแต่ละรูปร่างที่มีจำนวนด้านแตกต่างกัน ที่มีค่าประสิทธิภาพของแรงและค่าการดูดซับพลังงานจำเพาะดีที่สุด

**1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย**

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาตัวแปรและการดูดซับพลังงานของท่อหน้าตัดสี่เหลี่ยมทรงเรียวที่ทำด้วยวัสดุประกอบเสริมแรง ภายใต้แรงกดตามแนวแกนแบบสถิตยศาสตร์ ซึ่งขอบเขตของโครงการวิจัยนี้ประกอบด้วย

1.3.1 กรณีแรงที่กระทำแบบกึ่งคงที่

1.3.1.1 ความเร็วในการกด คือ 10 mm/min

1.3.1.2 ระยะยุบของชิ้นงานทรงกรวยคือ 180 mm และทรงกระบอก 60 mm

1.3.1.3 ชิ้นงานถูกวางบนเครื่องทดสอบโดยไม่มีอุปกรณ์จับยึดที่ฐาน

1.3.1.4 เป็นการกดในแนวแกนด้วยแรงที่กระทำแบบกึ่งคงที่

1.3.2 กรณีแรงกระแทก

1.3.2.1 ความเร็วในการกระแทก คือ 7 m/s

1.3.2.2 ระยะห่างของค้อนก่อนปล่อยคือ 2.5 m

1.3.2.3 ชิ้นงานถูกวางบนเครื่องทดสอบโดยไม่มีอุปกรณ์จับยึดที่ฐาน

1.3.2.4 น้ำหนักของหัวค้อนกรณีทรงกรวยคือ 30 kg และกรณีทรงกระบอก 45 kg

1.3.3 ชิ้นงานทดลอง

1.3.3.1 ทรงกรวย

1) ท่อหน้าตัดสี่เหลี่ยม ทำด้วยวัสดุประกอบเสริมแรง FRP ประเภท เส้นใยแก้ว (Fiber glass) ผสมเรซินโพลีเอสเตอร์ ซึ่งเป็นวัสดุประกอบที่นิยมใช้ในทางวิศวกรรม

2) การขึ้นรูปของท่อที่ทำด้วยวัสดุประกอบเสริมแรง จะทำโดยใช้มือ (Hand lay-up technique)

3) ท่อหน้าตัดสี่เหลี่ยมมีขนาดคือ ความกว้างคือ 50 mm. ความยาวคือ 100 mm ความสูงคือ 300 mm ความหนา 1.5, 2.0 และ 2.5 mm มุมเฉียงเท่ากับ 5, 10 และ 15 องศา

1.3.3.2 ทรงกระบอก

1) ชิ้นงานมีเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกคือ 50 mm. ความยาวคือ 100 mm. หนา 2 mm.

2) ชิ้นงานที่ใช้ทดลองมีมุมไขว้แตกต่างกัน 3 แบบ คือ ชิ้นงาน A มีมุมไขว้ [(0/90)/(0/90)/(0/90)] ชิ้นงาน B มีมุมไขว้ [(45/-45)/(45/-45)/(45/-45)] และชิ้นงาน C มีมุมไขว้ [(45/-45)/(0/90)/(45/-45)] ตามลำดับ

1.3.4 ตัวแปรที่สำคัญในการศึกษา ได้แก่ ความหนาและ มุมเฉียงของท่อ

1.3.5 ผลการทดลองที่ได้รับ ประกอบด้วย ผลตอบสนองระหว่างแรงกดกับระยะยุบตัวของท่อและศึกษากลไกความเสียหายเนื่องจากการชนของท่อ

1.3.6 หาประสิทธิภาพของแรงคือแรงสูงสุดต่อแรงเฉลี่ยและค่าการดูดซับพลังงานจำเพาะ

1.3.7 เปรียบเทียบความสามารถการดูดซับพลังงานจำเพาะและประสิทธิภาพของแรงของท่อที่มีด้านแตกต่างกัน

1.3.8 การสร้างแบบจำลองด้วย FEA โดยใช้โปรแกรม ABAQUS ใช้เฉพาะกับท่อทรงกระบอกเท่านั้น

**1.4 ผลสำเร็จและความคุ้มค่าของการวิจัยที่คาดว่าจะได้รับ**

1.4.1 ได้ตัวดูดซับพลังงานที่มีค่าการดูดซับพลังงานและประสิทธิภาพของแรงที่สูง

1.4.2 เป็นแนวทางในการออกแบบของวิศวกร ที่จะใช้ในการออกแบบเกี่ยวกับปัญหาของแรงกระแทก เช่น การชนของยานพาหนะ ที่จะช่วยลดการเสียชีวิตของผู้ขับขี่

1.4.3 ได้ตัวดูดซับพลังงานที่มีน้ำหนักเบาและความแข็งแรงสูง