เนื้อหางานวิจัย

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

ในปัจจุบันวัสดุประเภทพลาสติกมีบทบาทมากขึ้นในการนำมาใช้งานด้านต่างๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น เฟอร์นิเจอร์ อุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ หรือแม้แต่ในงานที่ต้องการความแข็งแรงสูง เช่น ในอากาศยานและรถยนต์ เป็นต้น เนื่องจากพลาสติกสามารถขึ้นรูปได้ง่าย มีน้ำหนักเบาและไม่เป็นสนิม แต่พลาสติกมีข้อเสีย คือ มีความแข็งแรงน้อยเมื่อเทียบกับวัสดุประเภทโลหะ เช่น เหล็ก จึงยังไม่สามารถนำมาใช้เป็นชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแรงสูงมากๆ ได้ ในการแก้ปัญหานี้ได้มีการพัฒนาวัสดุผสมขึ้นมาชนิดหนึ่ง เรียกว่า วัสดุผสมประเภทไฟเบอร์กลาส (Fiber Glass)[1] วัสดุชนิดนี้เตรียมโดยการนำเส้นใยไฟเบอร์ที่มีความแข็งแรงสูงผสมเข้าไปในพลาสติกเป็นการเสริมแรงให้สามารถรับแรงได้มากขึ้น ทำให้ได้วัสดุที่มีความแข็งแรงสูงและไม่เป็นสนิม ดูเหมือนว่าไฟเบอร์กลาสจะเป็นทางออกที่ดีในการพัฒนาไปใช้เป็นชิ้นส่วนยานยนต์ แต่ปัญหาที่ยังมีอยู่คือ วัสดุชนิดนี้ยังมีความแข็งแกร่งและความคงทนไม่พอที่จะนำไปใช้เป็นชิ้นส่วนที่ต้องการความแข็งแกร่งสูงมากๆ เช่นในตัวถังส่วนล่างของรถยนต์ดังแสดงในรูปที่ 1 ได้ นอกจากนี้ ยังพบว่าวัสดุชนิดนี้ไม่สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงและการขีดข่วนได้มากนัก แต่ในปัจจุบันนี้ได้มีการค้นพบวัสดุเส้นใยชนิดใหม่ที่มีความแข็งแกร่งสูงมากคือ คาร์บอนนาโนทิวบ์ (Carbon nanotube) ซึ่งน่าจะเป็นคำตอบที่ดีได้

ด้วยเหตุนี้จึงมีแนวคิดในการวิจัยเพื่อพัฒนาวัสดุผสมให้มีความแข็งแรงมากขึ้น และทนต่อการขีดข่วนได้มากขึ้น โดยใช้เส้นใยที่มีความแข็งแรงสูง คือ คาร์บอนนาโนทิวบ์ผสมกับเมตริกซ์อีพ็อกซีเรซิน (epoxy resin) และนอกจากนี้ยังผสมเซรามิกซิลิคอนคาร์ไบด์ (Silicon carbide) ลงไปอีก เป็นเซรามิกเฟสที่มีความแข็งสูงมาก เพื่อให้สามารถทนต่อการขีดข่วนได้มากขึ้น และยังมีแนวโน้มที่จะทำให้วัสดุชนิดนี้สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดีขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

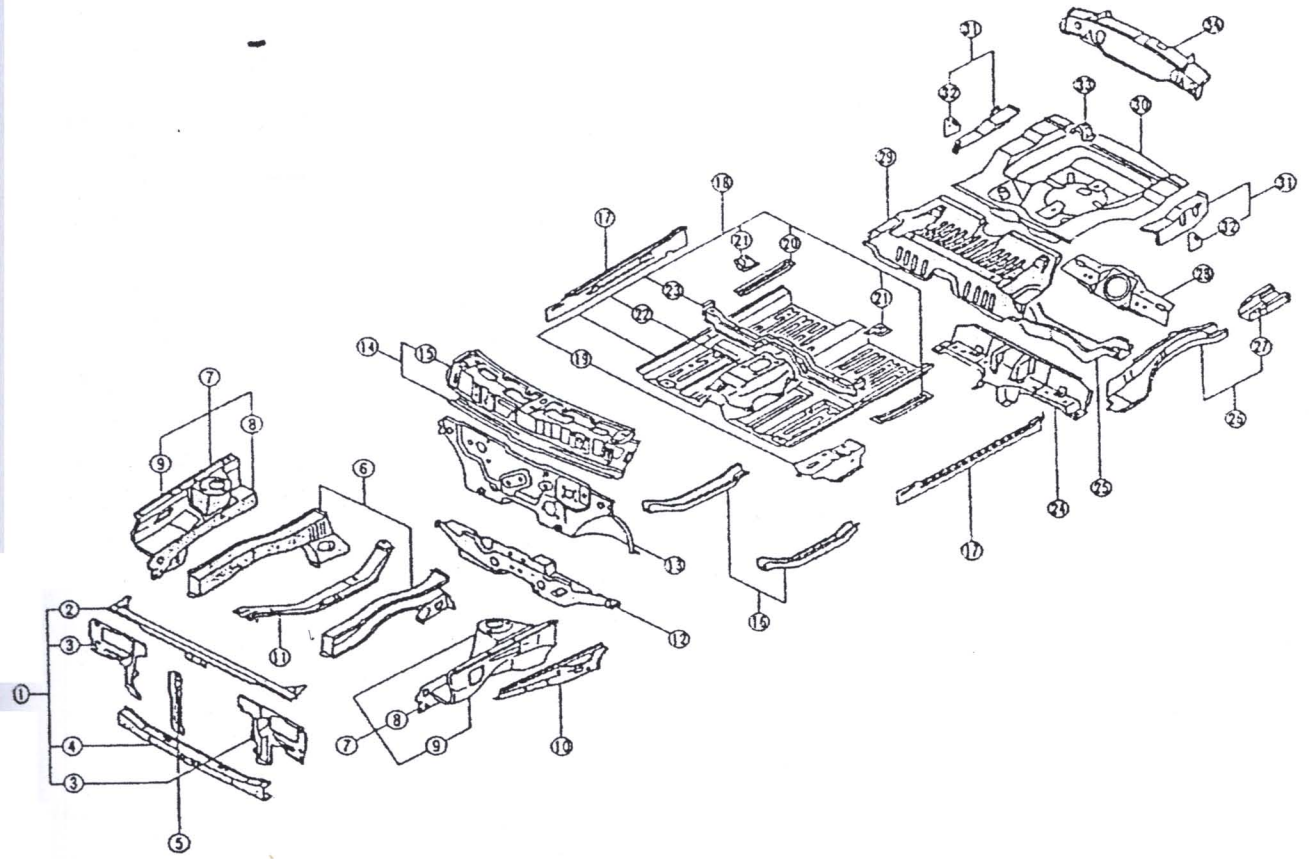
1. เพื่อศึกษาเตรียมวัสดุผสมระดับนาโนระหว่างคาร์บอนนาโนทิวบ์ ซิลิคอนคาร์ไบด์ และอีพ็อกซีเรซิน ให้ได้วัสดุที่มีความแข็งแรง และทนต่อการขีดข่วนได้สูง เพื่อเป็นชิ้นส่วนยานยนต์
2. เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการเตรียมคาร์บอนนาโนทิวบ์ให้ได้ปริมาณมากขึ้นและใช้เวลาน้อยลง

1.3 ข้อมูลและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปัจจุบันมีผู้ผลิตชิ้นส่วนที่ใช้ประกอบรถยนต์และจักรยานยนต์ประมาณ 600-700 ราย ชิ้นส่วนที่ผลิตได้ในประเทศ ได้แก่ ชิ้นส่วนเครื่องยนต์ ชิ้นส่วนระบบกันสะเทือน ชิ้นส่วนระบบเบรก-คลัทช์ ชิ้นส่วนพวงมาลัย ชิ้นส่วนตัวถัง อุปกรณ์ไฟฟ้า และแสงสว่าง ชิ้นส่วนตกแต่งภายในรถ อุปกรณ์อำนวยความสะดวก ชิ้นส่วนยาง พลาสติก และกระจก เป็นต้น ในระยะเวลาที่ผ่านมาอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ได้ขยายตัวตามการเติบโตของอุตสาหกรรมรถยนต์และจักรยานยนต์ โดยการนำเข้าอุปกรณ์และส่วนประกอบมีแนวโน้มลดลง[2]

จะเห็นว่าชิ้นส่วนต่างๆ ของรถยนต์ โดยรวมๆ แล้วต้องการวัสดุที่มีน้ำหนักเบา ป้องกันสนิม รับแรงได้ดี และขึ้นรูปได้ง่าย สำหรับในส่วนของตัวถัง ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนประกอบมากกว่า 80 ชิ้น โดยชิ้นหลักๆ ประกอบไปด้วย หลังคา กระโปรงหน้า-หลัง ประตูหน้า-หลัง บังโคลนหน้า-หลัง และพื้นรถ เป็นต้น ควรจะคำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้ คือ ความแข็งแรงของวัสดุ ความเหนียวของวัสดุ ความต้านทานต่อความล้าหรอของวัสดุ ความสามารถในการตกแต่งวัสดุ และความแข็งแกร่งต่อแรงดึงของวัสดุ

ในปัจจุบันพบว่าวัสดุที่มีคุณสมบัติเหล่านี้ที่นำมาใช้ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์โดยมากจะใช้วัสดุที่เป็นโลหะจำพวกเหล็กเป็นหลัก โดยข้อเสียของเหล็กคือมีน้ำหนักมาก ทำให้รถมีน้ำหนักมากและสิ้นเปลืองพลังงานสูง ในการลดน้ำหนักลงจะต้องหาวัสดุที่มีน้ำหนักเบามาใช้งาน แต่วัสดุที่มีน้ำหนักเบามักจะขาดคุณสมบัติดังกล่าวข้างต้น เช่น พลาสติก และอะลูมิเนียม เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาวัสดุชนิดใหม่ขึ้นมา คือวัสดุผสมไฟเบอร์/อีพ็อกซี หรือไฟเบอร์กลาส วัสดุชนิดนี้มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับเหล็ก แต่มีน้ำหนักที่เบากว่าและไม่เป็นสนิม จึงเป็นวัสดุที่น่าสนใจ ที่จะนำมาใช้งานผลิตเป็นชิ้นส่วนของยานยนต์เป็นอย่างยิ่ง[3] สิ่งที่มีผลต่อความแข็งแรงและความเหนียวของวัสดุผสมมากที่สุด คือ ความสามารถในการเกาะยึดกันระหว่างไฟเบอร์และเมตริกซ์ ได้มีรายงานวิจัยเกี่ยวกับเรื่องนี้ และพบว่ามีความสัมพันธ์โดยตรงต่อกันเป็นอย่างยิ่ง[4-12] จึงได้มีการศึกษาเพื่อเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวระหว่างไฟเบอร์และเมตริกซ์นี้ โดยการปรับปรุงพื้นผิวของไฟเบอร์เพื่อให้เกาะยึดได้ดีขึ้น และลดการแตกได้ดีขึ้น การปรับปรุงพื้นผิวมีหลายวิธี เช่น plasma treatment[13-14] ชนิดต่างๆ และ chemical treatment[15] เป็นต้น การใช้งานวัสดุผสมนี้ส่วนมากมักจะต้องสัมผัสกับของเหลวหรือไอน้ำ ได้มีผลการวิจัยยืนยันว่าความชื้นรวมทั้งสารเคมีต่างๆ มีผลต่อความคงทนของวัสดุ[16] ความชื้นสามารถเกิดขึ้นจากขั้นตอนระหว่างการผลิต หรือจากการซึมผ่านรอยต่อของผิวสัมผัสระหว่างไฟเบอร์และอีพ็อกซีระหว่างการใช้งาน จะทำให้การเกาะยึดระหว่างไฟเบอร์และอีพ็อกซีลดลงความแข็งแรงจะลดลงและเสื่อมสภาพในที่สุด



1 Radiator core support assembly
2 Upper radiator core support
3 Side radiator core support
4 Lower radiator core support
5 Hood lock stay
6 Front side member
7 Hoodledge assembly
8 Front side member closing plate
9 Hoodledge panel
10 Hoodledge reinforcement
11 Center front member
12 Lower dash crossmember
13 Lower dash
14 Air box assembly
15 Cowl top
16 Front floor side extension
17 Inner sill
18 Front floor
19 Hand brake & seat belt reinforcement
20 Center side member
21 Front seat mounting bracket
22 Transmission control reinforcement
23 2nd crossmember
24 Rear seat crossmember
25 Fuel tank mounting member
26 Rear side member
27 Rear side member extension
28 Rear floor belt anchor reinforcement
29 Rear floor front
30 Rear floor rear
31 Trunk floor side
32 Rear floor side extension
33 Spare tire clamp bracket
34 Rear crossmember (WAGON)

รูปที่ 1 ส่วนประกอบของตัวถัง (Body) ด้านล่างรถยนต์นั่งขับเคลื่อน 2 ล้อ[2]

การเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่างโลหะผสมชนิดต่างๆ และวัสดุผสมระหว่างไฟเบอร์กับอีพ็อกซี (Gr/Ep) แสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คุณสมบัติของโลหะผสมชนิดต่างๆ และวัสดุผสมไฟเบอร์กลาส[3]

Material Designation	Tensile Ultimate, (MPa)	Comp Yield, (MPa)	Modulus (GPa)	Specific Gravity	Specific Tensile Ultimate	Specific Comp Yield	Specific Modulus
2024-T3 Al	462	290	74	2.77	167	105	27
7075-T6 Al	586	531	72	2.80	209	190	26
7175-T73 Al	504	436	70	2.80	180	156	25
Ti6Al-4V	923	909	110	4.43	208	205	25
300N Steel	1931	1703	200	7.84	246	217	25
Gr/Ep	1661	1698	130	1.61	1031	1054	81

วัสดุผสมประเภทไฟเบอร์กลาสโดยทั่วไปแล้วจะประกอบไปด้วยสองส่วนคือ ส่วนที่เป็นเมตริกซ์ (matrix) และส่วนที่เป็นเส้นใยไฟเบอร์ (fiber) ชนิดและคุณสมบัติของสารที่นิยมใช้ทั้งสองส่วน แสดงดังตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 2 ชนิดและคุณสมบัติของสารที่ใช้เป็นเมตริกซ์[3]

Matirx	Properties
Polyesters	low cost, noncritical use
Epoxies	good adhesion, strength, corrosion properties
Polymides	high temperature (600 F)
BMI'S	gap between epoxies and polyimides
Phenolics	ablative applications, thermal insulation
Carbon	highest temperature capability
Thermoplastics	processing considerations
Ceramics	high temperature performance and less strength
Metals	advanced metal, unique applications

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบสมบัติทางกลของเส้นใยชนิดต่างๆ

ชนิดของเส้นใย	Young's Modulus (GPa)	Tensile Strength (GPa)	Density (g/cm^3)
300 N steel[3]	200	1.93	7.84
PAN-Based Carbon[17]	250	2.7	1.75
Kavlar 49[17]	125	3.5	1.45
E-Glasses[17]	70	2.5	2.55
Sic[17]	430	3.5	3.3
Al_2O_3[17]	379	1.4	3.95
Boron (W)[17]	385	3.8	2.6
Carbon nanotube[18,19]	1,250	30.0	1.33-1.4

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าคาร์บอนนาโนทิวบ์ เป็นวัสดุเส้นใยที่มีความแข็งแรงมากที่สุด สามารถทนแรงดึงได้ถึง 30 GPa มากกว่าเคฟลาเกือบ 10 เท่า โครงสร้างของคาร์บอนนาโนทิวบ์เป็นโครงสร้างอีกแบบหนึ่งของธาตุคาร์บอน โดยอะตอมของคาร์บอนจะเกาะกันเป็นโครงตาข่ายลักษณะเป็นท่อขนาดเล็กระดับนาโนเมตร ซึ่งถูกนำเสนอเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1991 โดย S. Iijima [20] ต่อมาได้มีการวิจัยต่อเนื่องกันมา และพบว่าคาร์บอนนาโนทิวบ์มีคุณสมบัติคือ มีการนำไฟฟ้าซึ่งขึ้นอยู่กับการบิดตัวของโครงสร้างตาข่ายของท่อ[21-23] มีความเป็นกลางทางเคมี น้ำหนักเบา และมีความแข็งแกร่งสูง จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าคาร์บอนนาโนทิวบ์มีค่าการทนต่อแรงดึง (Tensile strength) และค่ามอดูลัสของยัง (Young's modulus) ที่สูงมากเมื่อเทียบกับเส้นใยสังเคราะห์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

จากคุณสมบัติที่ยอดเยี่ยมนี้ในงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าได้มีการนำคาร์บอนนาโนทิวบ์ไปใช้งานหลายประเภทเช่น เป็นตัวกลางในการกักเก็บก๊าซไฮโดรเจนในเซลเชื้อเพลิง (Fuel cell)[24] นำไปใช้ในการแยกก๊าซ[25] นำไปใช้เป็นส่วนปลาย (Tip) ของเครื่อง AFM[26,27] หรือ นำไปใช้เป็นวัสดุเสริมแรงสำหรับโครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรง และน้ำหนักเบา[28]

จากคุณสมบัติที่ต้องการของวัสดุสำหรับชิ้นส่วนรถยนต์ และงานวิจัยที่ผ่านมา ผู้วิจัยเห็นว่ามีแนวทางที่จะปรับปรุงคุณสมบัติบางอย่างของวัสดุผสมเพื่อให้เป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงมากขึ้น สามารถประยุกต์ไปใช้เป็นชิ้นส่วนของรถยนต์ต่อไปได้ โดยใช้ไฟเบอร์ที่มีความแข็งแรงสูงสุดคือเส้นใยคาร์บอนนาโนทิวบ์ผสมกับแมตตริกที่แข็งแรงมากที่สุดคืออีพ็อกซีเรซิน นอกจากนี้ยังผสมซิลิกอนคาร์ไบด์ที่มีความแข็งสูง จึงสามารถต้านทานต่อการขีดข่วนได้เป็นอย่างดี และยังมีแนวโน้มที่จะทำให้วัสดุผสมชนิดนี้สามารถทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดีขึ้น