

ได้ผ่านการตรวจประเมินคุณภาพหนังสือเรียนอาชีวศึกษา หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ
พุทธศักราช 2562 ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2563 ครั้งที่ 1 ประกาศลำดับที่ 365

รหัสวิชา 20101-2003

หนังสือเล่มนี้เรียบเรียงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชาและคำอธิบายรายวิชา
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2562 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

งานเครื่องล่างรถยนต์

(Automotive Suspension Job)



ผู้แต่ง ประสานพงษ์ หาเรือนชัย

139.-

๙๙ ซีเอ็ด

งานเครื่องล่างรถยนต์ (Automotive Suspension Job)

โดย ประสานพงษ์ หาเรือนชัย

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย โดย ประสานพงษ์ หาเรือนชัย © พ.ศ. 2563

ห้ามคัดลอก ลอกเลียน ดัดแปลง ทำซ้ำ จัดพิมพ์ หรือกระทำการอื่นใด โดยวิธีการใดๆ ในรูปแบบใดๆ ไม่ว่าส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้ เพื่อเผยแพร่ในสื่อทุกประเภท หรือเพื่อวัตถุประสงค์ใดๆ นอกจากจะได้รับอนุญาต

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของหอสมุดแห่งชาติ

ประสานพงษ์ หาเรือนชัย.

งานเครื่องล่างรถยนต์.-- กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2563.

444 หน้า.

1. รถยนต์--เครื่องยนต์. 2. รถยนต์-- ชุดส่งกำลัง.

I. ชื่อเรื่อง.

629.24

Barcode (e-book) 9786160841295

ผลิตและจัดจำหน่ายโดย



บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED

เลขที่ 1858/87-90 ถนนเทพรัตน แขวงบางนาใต้ เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260 โทรศัพท์ 0-2826-8000

หากมีคำแนะนำหรือติชม สามารถติดต่อได้ที่ comment@se-ed.com

20101-2003

งานเครื่องล่างรถยนต์ (Automotive Suspension Job)

1-6-3

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของระบบเครื่องล่างรถยนต์
2. สามารถถอด ประกอบ ตรวจสอบ ปรับตั้ง บริการและบำรุงรักษาระบบเครื่องล่างรถยนต์
3. มีกิจนิสัยที่ดีในการทำงานรับผิดชอบ ประณีตรอบคอบ ตรงต่อเวลา สะอาด ปลอดภัยและรักษา สภาพแวดล้อม

สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของระบบเครื่องล่างรถยนต์
2. ถอด ประกอบ ตรวจสอบสภาพชิ้นส่วนของระบบเครื่องล่างรถยนต์ตามคู่มือ
3. บริการล้อและยาง ปรับตั้งมุมล้อรถยนต์ตามคู่มือ
4. บำรุงรักษาระบบเครื่องล่างรถยนต์ตามคู่มือ

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับโครงสร้างและหลักการทำงานของระบบเครื่องล่างรถยนต์ การใช้เครื่องมือ และอุปกรณ์ยกรถ การถอด ประกอบ ตรวจสอบสภาพ ระบบรองรับน้ำหนัก ระบบบังคับเลี้ยว ระบบเบรก อุปกรณ์ลดการสั่นสะเทือนและกันโคลง การบริการล้อและยาง การปรับตั้งมุมล้อ การบำรุงรักษาระบบ เครื่องล่างรถยนต์ และประมาณราคาค่าบริการ

คำนำ

งานเครื่องล่างรถยนต์ เป็นวิชาชีพเฉพาะอีกวิชาหนึ่งสำหรับนักเรียนสาขาช่างยนต์ เนื้อหาในหนังสือได้รวบรวมเนื้อหาทางด้านเครื่องล่างรถยนต์ไว้ทั้งหมด เช่น โครงสร้างตัวถัง ระบบรองรับน้ำหนัก ระบบบังคับเลี้ยว ระบบเบรก ศูนย์ล้อ และยาง เป็นต้น โดยรวบรวมเนื้อหาทั้งภาคทฤษฎีและใบปฏิบัติงานเอาไว้ภายในบทเดียวกัน เพื่อสะดวกในการค้นคว้า เนื้อหาครอบคลุมตามหลักสูตรวิชา **งานเครื่องล่างรถยนต์ รหัสวิชา 20101-2003** หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ผู้เขียนขอขอบคุณบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ Mazda, Honda Cars, Nissan, Mitsubishi และ Toyota (โครงการถ่ายทอดเทคโนโลยี T-TEP) ว่าเป็นอย่างยิ่งที่ได้อนุญาตให้นำข้อมูลและรูปภาพบางส่วนของบริษัทมาลงพิมพ์ สุดท้ายผู้เขียนขอขอบคุณ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ที่ได้จัดทำหนังสือออกมาเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์

หากหนังสือเล่มนี้มีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย และพร้อมขอน้อมรับคำติชมเพื่อนำมาแก้ไขและปรับปรุงในการจัดทำให้ดีขึ้นในครั้งต่อไป

ประธานพงษ์ หาเรือนชัย

สารบัญ

บทที่ 1 โครงสร้างตัวถังรถยนต์	1
1.1 รูปแบบของโครงสร้างตัวถัง.....	2
1.2 โครงสร้างพื้นฐานของตัวถังรถยนต์	4
1.3 โครงสร้างของตัวถังรถยนต์แบบโครงอิสระ	6
1.4 โครงสร้างของตัวถังรถยนต์แบบโครงในตัว	10
1.5 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวถังรถยนต์	13
1.6 วัสดุอะไหล่ที่ใช้ผลิตตัวถังรถยนต์	16
แบบฝึกหัดท้ายบท	20
บทที่ 2 ระบบรองรับน้ำหนัก	23
2.1 อาการสั่นสะเทือนของตัวถังรถยนต์	24
2.2 สปริง	27
2.3 ชนิดของสปริง	29
2.4 แบบของระบบรองรับน้ำหนัก	38
2.5 แบบของระบบรองรับน้ำหนักหน้า	41
2.6 แบบของระบบรองรับน้ำหนักหลัง	48
แบบฝึกหัดท้ายบท	54
ใบงาน	58

บทที่ 3 โช้กอัปซอร์บเบอร์ 87

3.1 หลักการทำงานของโช้กอัปซอร์บเบอร์	88
3.2 ชนิดของโช้กอัปซอร์บเบอร์	90
แบบฝึกหัดท้ายบท	98
ใบงาน	102

บทที่ 4 ระบบบังคับเลี้ยว 109

4.1 ความจำเป็นที่ต้องมีระบบบังคับเลี้ยว	110
4.2 วิธีการบังคับเลี้ยว	111
4.3 ก้านต่อบังคับเลี้ยว	113
4.4 ส่วนประกอบของก้านต่อบังคับเลี้ยว	114
4.5 กระปุกเกียร์พวงมาลัย	120
4.6 โครงสร้างของกระปุกเกียร์พวงมาลัย	121
4.7 แบบของกระปุกเกียร์พวงมาลัย	122
4.8 กระปุกเกียร์พวงมาลัยแบบอัตราทดเปลี่ยนแปลง	127
4.9 ชุดแกนบังคับเลี้ยวพวงมาลัย	128
4.10 กลไกยุบตัวของแกนพวงมาลัย	129
4.11 อันเดอร์สตีร์และโอเวอร์สตีร์	133
แบบฝึกหัดท้ายบท	137
ใบงาน	140

บทที่ 5 ศูนย์ล้อรถยนต์ 161

5.1 มุมแคมเบอร์	163
5.2 มุมแคสเตอร์ (Caster Angle) และระยะแคสเตอร์ตาม	167
5.3 มุมเอียงของแกนบังคับเลี้ยว	170
5.4 มุมโท	172
5.5 มุมโทเอادت้ออนเทิร์น	174

5.6 การบริการศูนย์ล้อ	175
5.7 วิธีการปรับแก้ไขศูนย์ล้อ	176
แบบฝึกหัดท้ายบท	184
ใบงาน	187

บทที่ 6 ระบบเบรก 203

6.1 องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้รถหยุด	204
6.2 ระยะทางที่ทำให้รถหยุด	206
6.3 สมรรถนะของการเบรก	207
6.4 แบบของเบรก	210
6.5 หลักการทำงานของเบรกไฮดรอลิก	212
6.6 แม่ปั๊มเบรก	213
6.7 ดรัมเบรก	229
6.8 การออกแบบดรัมเบรก	234
6.9 ระยะห่างของปีกเบรก	237
6.10 ดิสก์เบรก	240
6.11 โครงสร้างของดิสก์เบรก	242
6.12 แบบของคาลิเปอร์	244
6.13 การปรับตั้งระยะห่างระหว่างจานโรเตอร์กับแผ่นผ้าเบรกได้โดยอัตโนมัติ	247
6.14 เครื่องชี้เตือนระยะการสึกของแผ่นผ้าดิสก์เบรก	248
6.15 น้ำมันเบรก	249
6.16 ท่อน้ำมันเบรก	250
6.17 สวิตช์ไฟเบรก	250
6.18 เบรกมือ	251
แบบฝึกหัดท้ายบท	254
ใบงาน	259

บทที่ 7 หม้อลมเบรก 295

7.1 หม้อลมเบรก	296
7.2 หลักการทำงานของหม้อลมเบรก	297
7.3 แบบของหม้อลมเบรก	298
แบบฝึกหัดท้ายบท	307
ใบงาน	310

บทที่ 8 ล้อและยาง 319

8.1 กระทะล้อ	320
8.2 แบบของกระทะล้อ	321
8.3 รหัสค่าที่กำหนดของกระทะล้อ	321
8.4 สัญลักษณ์รหัสที่แสดงความสูงส่วนที่ยื่นของขอบกระทะล้อ	322
8.5 นอตยึดล้อ	323
8.6 ยางรถยนต์	324
8.7 แบบของยางรถยนต์	326
8.8 การออกแบบดอกยาง	329
8.9 ขนาดของยาง	332
8.10 การลี้กของยาง	334
8.11 กำลัดันลมยาง	336
8.12 การสลัยาง	337
8.13 การสมดุล้อ	338
8.14 การบิดเบี้ยวของล้อ	343
8.15 การถ่วงล้อ	344
แบบฝึกหัดท้ายบท	346
ใบงาน	350

บทที่ 9 การวิเคราะห์ปัญหาและแก้ไขข้อขัดข้อง	363
9.1 ปัญหาข้อขัดข้องในระบบรองรับ	364
9.2 ปัญหาข้อขัดข้องในระบบบังคับลิ้ว	366
9.3 ปัญหาข้อขัดข้องในระบบเบรก	370
9.4 ปัญหาการสึกหรอของยาง	373
แบบฝึกหัดท้ายบท	379
บทที่ 10 การบำรุงรักษาระบบเครื่องล่างรถยนต์	385
ใบงาน	387
บทที่ 11 การประมาณราคาค่าบริการเครื่องล่างรถยนต์	421
11.1 การประมาณราคาค่าบริการเครื่องล่างรถยนต์	422
11.2 หลักการสำคัญในการประมาณการซ่อมเครื่องล่างรถยนต์	422
11.3 มาตรฐานชั่วโมงงานคิดเวลาค่าบริการ	424
11.4 การคำนวณหาเวลาค่าบริการกับค่าแรงในการบริการ	426
แบบฝึกหัดท้ายบท	429
บรรณานุกรม	432

1

โครงสร้างตัวถังรถยนต์

สาระสำคัญ

ปัจจุบันโครงสร้างและตัวถังรถยนต์ได้มีจุดประสงค์ส่วนใหญ่ของการออกแบบ โดยเน้นในด้านความปลอดภัยเป็นหลัก ดังนั้นตัวถังรถจึงต้องมีความแข็งแรง สามารถป้องกันห้องโดยสารให้ได้มากที่สุด อย่างไรก็ตาม การออกแบบจึงต้องคำนึงถึงน้ำหนักที่รถที่ต้องเพิ่มมากขึ้น เพราะจะมีผลโดยตรงต่อสมรรถนะของรถยนต์ ดังนั้นรถยนต์ในปัจจุบันจึงได้พัฒนาเทคโนโลยีวัสดุผสมผสานของตัวถังด้วยวัสดุชนิดต่างๆ เช่น เหล็ก และอะลูมิเนียม เป็นต้น

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เข้าใจรูปแบบโครงสร้างตัวถังแบบต่างๆ
2. เข้าใจรูปแบบโครงสร้างพื้นฐานของตัวถังรถยนต์
3. เข้าใจถึงวัสดุชนิดต่างๆ ที่นำมาใช้ผลิตตัวถังรถ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกถึงโครงสร้างตัวถังรถยนต์แบบต่างๆ ได้
2. บอกถึงโครงสร้างพื้นฐานของตัวถังรถยนต์ได้
3. บอกถึงชนิดของวัสดุที่ทำมาเพื่อผลิตตัวถังรถยนต์ได้

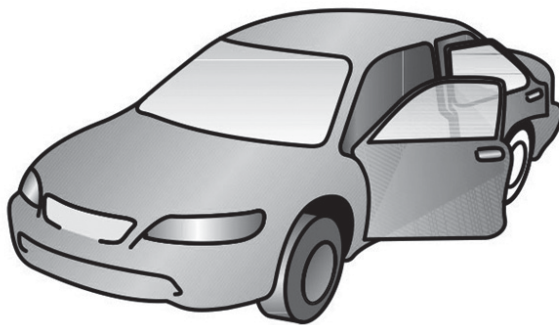


แนวความคิดในการออกแบบโครงสร้างรถยนต์ของบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ต่างๆ นั้น มักมีจุดมุ่งหมายที่เน้นในด้านพลศาสตร์และความแข็งแรงสูง ซึ่งความแข็งแรงนั้นจะเพียงพอที่จะรองรับกลไกต่างๆ ที่มีความสำคัญต่อการเคลื่อนที่ของรถ เช่น ระบบรองรับน้ำหนัก ระบบบังคับเลี้ยว ระบบส่งกำลัง และเครื่องยนต์ โดยที่ระบบต่างๆ ดังที่กล่าวมาจะยึดติดอยู่กับโครงรถและตัวถังรถยนต์ นอกจากนี้ โครงสร้างของตัวถังรถยนต์ยังต้องทำหน้าที่ช่วยรับและดูดกลืนแรงที่เกิดจากการชน การลื่นสะเทือน และเสียงดังจากพื้นถนนที่แทรกเข้าไปในห้องโดยสารได้ อีกทั้งยังช่วยป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นกับผู้โดยสารและผู้ขับขี่อีกทางหนึ่งด้วย

1.1 รูปแบบของโครงสร้างตัวถัง

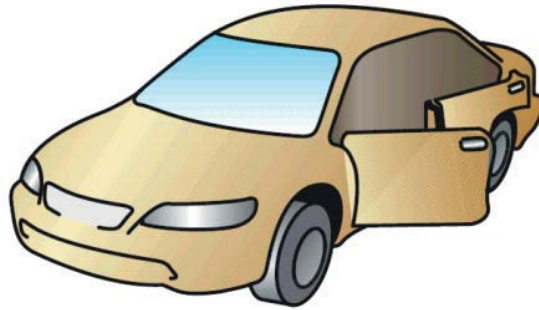
รถยนต์นั่งที่ผลิตออกมาใช้จะมีลักษณะของการออกแบบรูปร่างที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของส่วนประกอบ เช่น ลักษณะของห้องผู้โดยสาร ประตูรถ และห้องเก็บสัมภาระ ซึ่งสามารถแยกออกได้ดังนี้

1. แบบซีดาน (Sedan) ลักษณะการออกแบบของตัวถัง ห้องโดยสาร เบาะนั่งทั้งด้านหน้าและด้านหลังให้พอเหมาะกับจำนวนของผู้โดยสารตั้งแต่ 2-4 คน มีทั้ง 2 ประตูและ 4 ประตู ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 รูปแบบของโครงสร้างตัวถังรถยนต์แบบซีดาน

2. แบบฮาร์ดท็อป (Hardtop) รูปแบบของโครงสร้างและตัวถังมีลักษณะที่แตกต่างจากแบบซีดานก็คือ จะไม่มีเสาประตูกกลาง แต่ห้องผู้โดยสารและเบาะนั่งจะถูกจัดไว้ในตำแหน่งเดียวกับแบบซีดาน ดังแสดงในรูปที่ 1.2



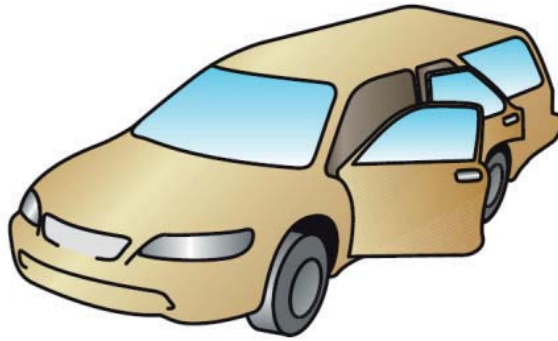
รูปที่ 1.2 รูปแบบของโครงสร้างและตัวถังรถยนต์แบบฮาร์ดท็อป

3. แบบลิฟต์แบ็ค (Liftback) มีลักษณะของโครงสร้างและตัวถังที่แตกต่างจากแบบซีดานและแบบฮาร์ดท็อปคือ ฝาท้ายถูกออกแบบให้ต่อโดยตรงจากส่วนบนของห้องโดยสาร ซึ่งมีทั้งแบบ 3 ประตูและ 5 ประตู ดังแสดงในรูปที่ 1.3



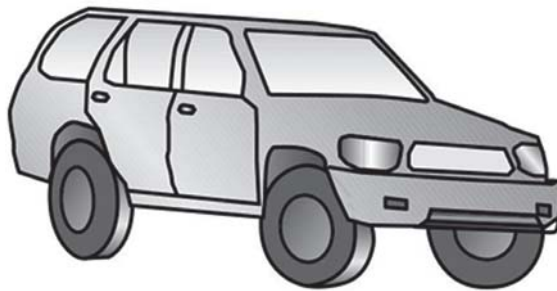
รูปที่ 1.3 รูปแบบของโครงสร้างและตัวถังรถยนต์แบบลิฟต์แบ็ค

4. แบบสเตชันแวกอน (Station Wagon) รูปแบบของโครงสร้างและตัวถังรถยนต์มีลักษณะที่ถูออกแบบให้มีหลังคาที่ยาวตรงไปถึงด้านหลัง ทำให้ห้องเก็บสัมภาระที่อยู่หลังเบาะที่นั่งผู้โดยสารด้านหลังมีพื้นที่กว้างขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 1.4



รูปที่ 1.4 รูปแบบของโครงสร้างและตัวถังรถยนต์แบบสเตชันแวกอน

5. แบบสปอร์ตอเนกประสงค์ หรือ SUV (Sport Utility Vehicle) รูปแบบและโครงสร้างถูกออกแบบให้เป็นรถตรวจการณ์ผสมกับรถยนต์นั่ง ตัวถังถูกออกแบบให้มีหลังคาที่ยาวไปถึงตอนหลัง ห้องเก็บสัมภาระอยู่ตอนท้ายหลังเบาะผู้โดยสาร จึงทำให้พื้นที่ที่กว้างขึ้นมากกว่ารถยนต์นั่งธรรมดา ดังแสดงในรูปที่ 1.5

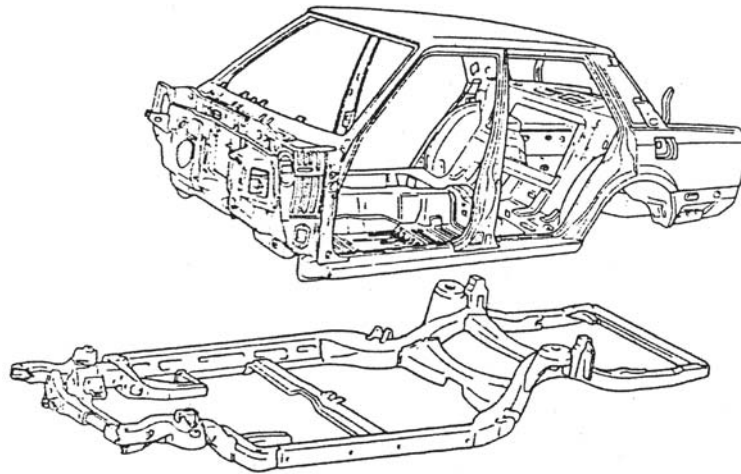


รูปที่ 1.5 รูปแบบของโครงสร้างและตัวถังรถยนต์แบบ SUV

1.2 โครงสร้างพื้นฐานของตัวถังรถยนต์

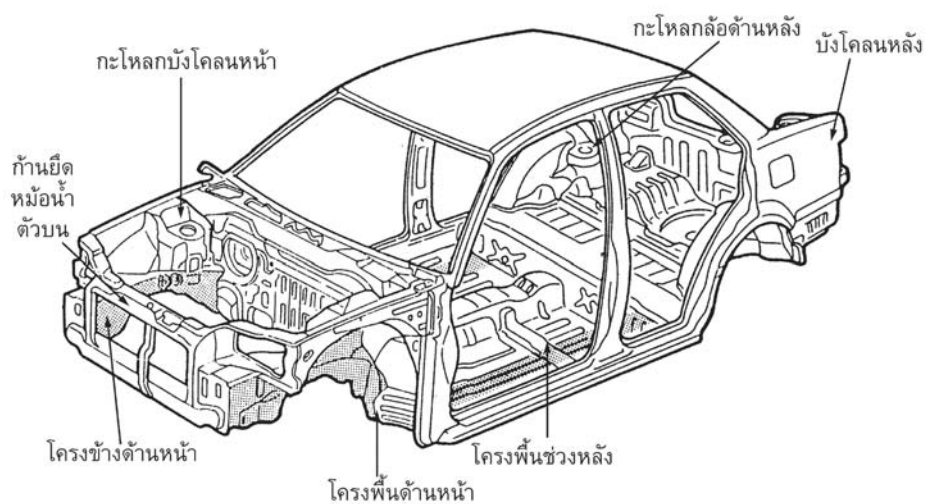
โครงสร้างพื้นฐานของตัวถังรถยนต์ สามารถแบ่งโครงสร้างและตัวถังออกเป็น 2 แบบคือ

1. โครงสร้างของตัวถังรถยนต์แบบโครงอิสระ (Independent Frame Type) ดังแสดงในรูปที่ 1.6 มีลักษณะของโครงรถกับตัวถังถูกแยกออกจากกัน ทำให้โครงรถต้องทำหน้าที่ดูดกลืนแรงที่เกิดจากการชนจากภายนอก และที่สำคัญมันเป็นส่วนที่ใช้สำหรับยึดกลไกการเคลื่อนที่ เช่น เครื่องยนต์ ระบบรองรับน้ำหนัก และระบบบังคับเลี้ยว เป็นต้น



รูปที่ 1.6 โครงสร้างของตัวถังแบบโครงอิสระ

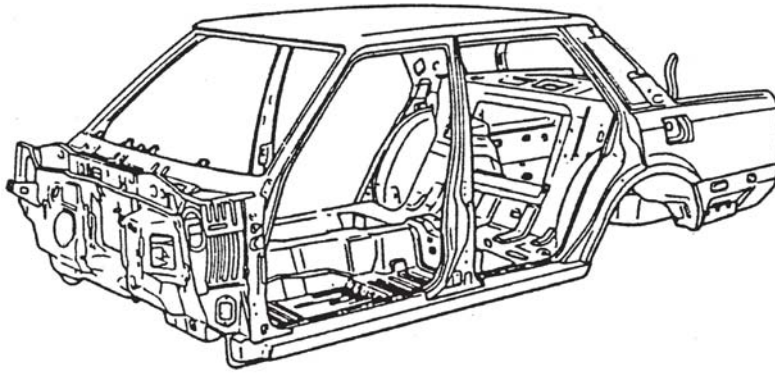
2. โครงสร้างของตัวถังรถยนต์แบบโครงในตัว (Unibody) ดังแสดงในรูปที่ 1.7 มีลักษณะโครงรถและตัวถังรวมเข้าเป็นหน่วยเดียวกัน การออกแบบในการรับแรงจากการชนภายนอกจึงต้องทำให้โครงสร้างเกิดความแข็งแรงเป็นช่วงๆ ในการประกอบของเครื่องยนต์ ระบบรองรับน้ำหนัก ระบบบังคับเลี้ยว ถูกประกอบเข้ากับโครงสร้างของตัวถังโดยตรง ซึ่งมันจะไม่มีโครงสร้างอิสระช่วยรองรับเช่นเดียวกับแบบโครงสร้างอิสระ



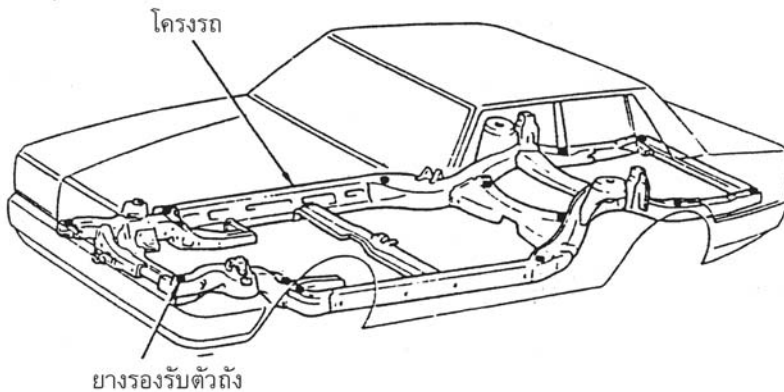
รูปที่ 1.7 โครงสร้างตัวถังแบบโครงในตัว

1.3 โครงสร้างของตัวถังรถยนต์แบบโครงอิสระ

โครงสร้างของตัวถังรถยนต์แบบอิสระ (Independent Frame Type) ตัวถังรถจะถูกแยกออกเป็น 2 ส่วนคือ โครงรถกับตัวถัง ตัวโครงสร้างทำหน้าที่เป็นตัวรองรับน้ำหนักของตัวถัง ระบบรองรับน้ำหนัก ระบบบังคับเลี้ยว และเครื่องยนต์ ช่วยดูดกลืนแรงที่เกิดจากการชนและอาการสั่นสะเทือนจากพื้นถนน ทำให้มีความนุ่มนวล ขับขี่สบาย ห้องผู้โดยสารเรียบ เนื่องจากมียางรองรับอยู่ระหว่างโครงรถกับตัวถัง แต่โครงสร้างของตัวถังรถแบบนี้จะมีน้ำหนักที่มาก เป็นเพราะทำจากเหล็กแผ่นที่หนาประมาณ 1.3-3.2 มิลลิเมตร ด้วยเหตุนี้จึงต้องลดน้ำหนักของโครงรถด้วยการออกแบบคานให้เป็นรูปตัวซี (C-shape) หรือรูปกล่องสี่เหลี่ยม (Box-shape) ซึ่งทำให้มีความแข็งแรงสูง ดังแสดงในรูปที่ 1.8



(ก) ตัวถัง



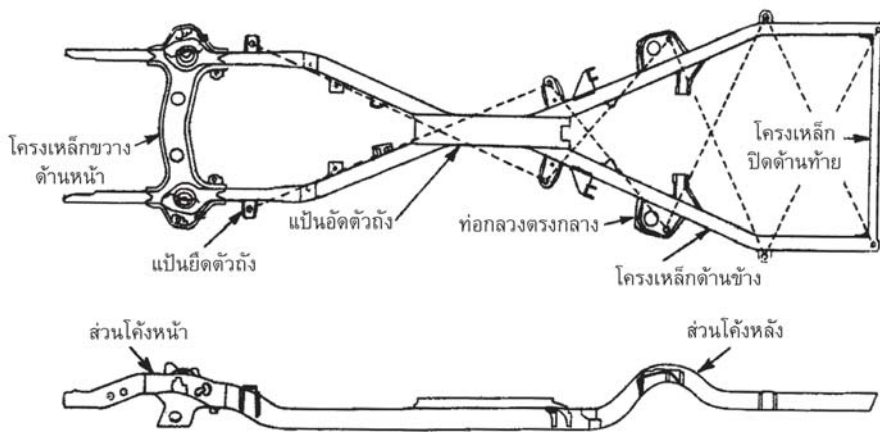
(ข) โครงรถ

รูปที่ 1.8 โครงสร้างของตัวถังแบบโครงอิสระ

1.3.1 แบบของโครงรถ

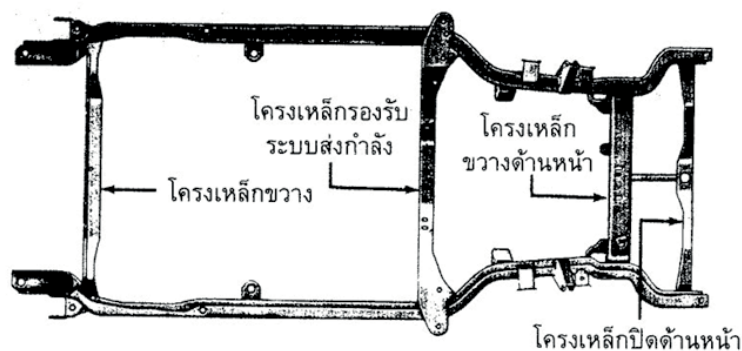
โครงรถที่ใช้กับโครงสร้างตัวถังรถยนต์แบบโครงอิสระมีอยู่หลายแบบด้วยกัน ซึ่งแต่ละแบบก็มีขนาด รูปร่าง และการนำไปใช้ให้เหมาะกับตัวถังรถยนต์ที่มีลักษณะแตกต่างกันดังนี้

1. โครงรถแบบตัวเอ็กซ์ (X-frame Type) โครงรถแบบนี้มีรูปร่างลักษณะที่คล้ายตัวเอ็กซ์ (X-shape) บริเวณตอนกลางของโครงมีท่อกกลางไว้สอดเพลากลาง โครงสร้างด้านข้างทำด้วยเหล็กสี่เหลี่ยม (Box) เหล็กขวางขนาดใหญ่ด้านหน้าทำหน้าที่รองรับปีกนกตัวบนและล่าง สำหรับส่วนโค้งของโครงเหล็กด้านข้างและด้านท้ายทำเป็นช่องไว้เพื่อให้หนบและชุดเพลาท้ายเคลื่อนที่ขึ้น และมีส่วนช่วยให้ตัวถังรถมีจุดศูนย์ถ่วงที่ต่ำ ดังแสดงในรูปที่ 1.9



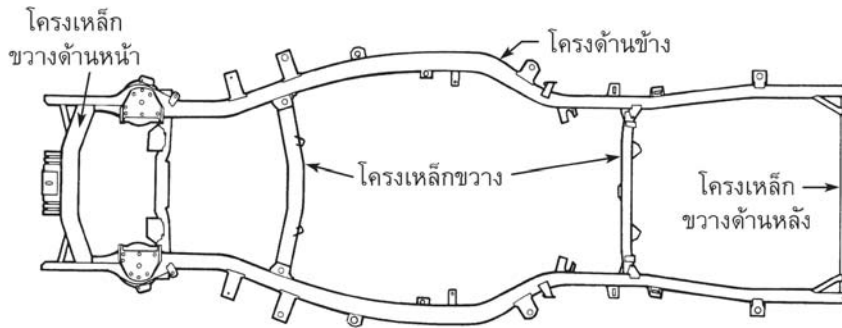
รูปที่ 1.9 โครงรถแบบตัวเอ็กซ์

2. โครงรถแบบช่วงหน้าแข็ง (Stub Frame) ดังแสดงในรูปที่ 1.10 เป็นโครงรถที่ถูกออกแบบให้ตัวโครงช่วงหน้าเพียงบางส่วนที่แข็งแรง มักนิยมใช้กับตัวถังแบบสเตชันแวกอน



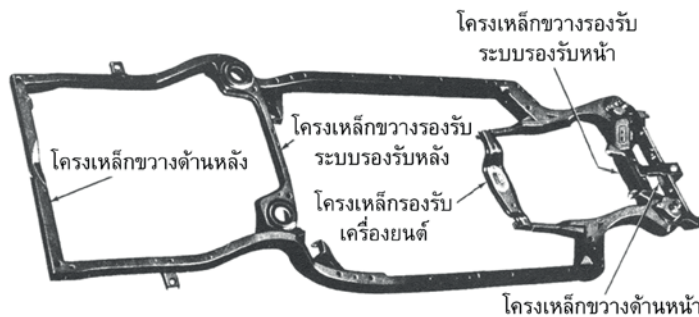
รูปที่ 1.10 โครงรถแบบช่วงหน้าแข็ง

3. โครงรถแบบขั้นบันได (Ladder Frame Type) ดังแสดงในรูปที่ 1.11 โครงรถแบบนี้ไม่มีโครงยึดตรงกลาง แต่จะเพิ่มโครงเหล็กขวางมีลักษณะคล้ายขั้นบันได ทั้งนี้เพื่อทำให้เกิดความแข็งแรงมากขึ้นส่วนโครงสร้างด้านข้างทำด้วยเหล็กกล่องสี่เหลี่ยม



รูปที่ 1.11 โครงรถแบบขั้นบันได

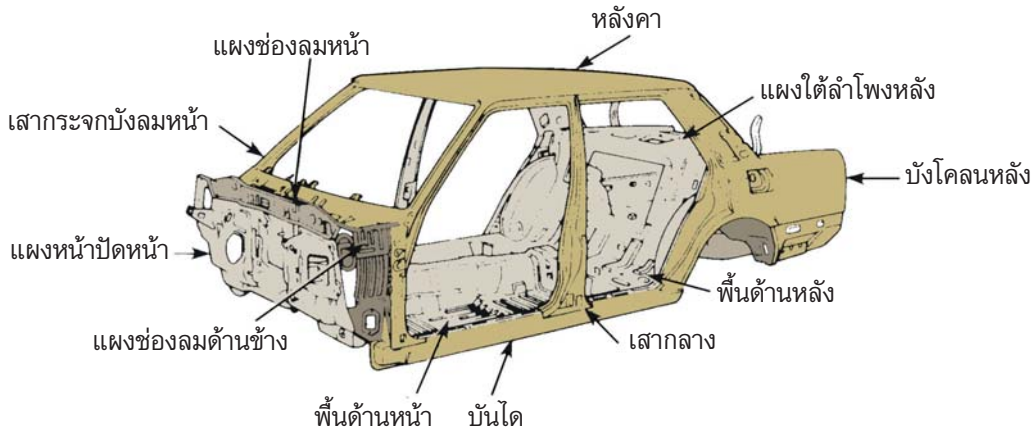
4. โครงรถแบบปิดท้าย (Perimeter Frame Type) เป็นโครงรถที่มีลักษณะของโครงรถส่วนกลางเชื่อมต่อขวางค่อนมาทางโครงส่วนหน้า ดังแสดงในรูปที่ 1.12 ด้านท้ายของโครงรถมีเหล็กขวางเชื่อมปิดไว้ ซึ่งมีผลทำให้ระดับของพื้นห้องโดยสารถูกลดระดับให้ต่ำลง จึงสามารถที่จะเพิ่มความกว้างให้ได้มากขึ้นและมีจุดศูนย์ถ่วงอยู่ในตำแหน่งที่ต่ำกว่าตัวถังรถ เมื่อเกิดการชนขึ้น ด้านหน้าก็สามารถดูดกลืนช่วยลดการชนได้ ทั้งนี้เนื่องจากโครงส่วนกลางติดตั้งใกล้เคียงบริเวณพื้นตัวถังด้านหน้า ในทำนองเดียวกัน ถ้าเกิดถูกชนทางด้านซ้ายและด้านข้าง โครงรถที่เชื่อมปิดด้านท้าย เบ้าโช้กอัพ และห้องโดยสารจะช่วยแก้ปัญหาลดแรงที่ทำให้ตัวถังบิดตัวได้



รูปที่ 1.12 โครงรถแบบปิดท้าย

1.3.2 ตัวถังรถยนต์

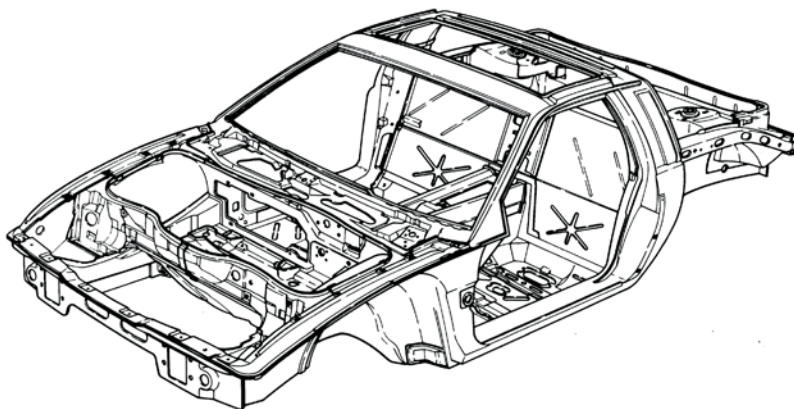
ตัวถังของโครงสร้างรถยนต์แบบโครงอิสระสามารถที่จะแยกส่วนประกอบได้เป็น 2 ส่วนคือ



รูปที่ 1.14 ส่วนประกอบของตัวถังหลักของโครงสร้างตัวถังแบบโครงสร้างอิสระ

1.4 โครงสร้างของตัวถังรถยนต์แบบโครงในตัว

แนวความคิดในการออกแบบโครงสร้างของตัวถังรถยนต์แบบโครงในตัว ได้มาจากการออกแบบโครงสร้างเครื่องบินหรือที่เรียกว่า แบบโมโนค็อก (Monocoque) เป็นการรวมเอาชิ้นส่วนจากโลหะแผ่นที่อัดขึ้นรูปนำมาเชื่อมสปอต (Spot) ให้ติดกัน จึงทำให้โครงสร้างของตัวถังนั้นมีน้ำหนักที่เบาและมีความแข็งแรงสูง ต้านทานแรงบิดได้ดี และมีความเรียบสวยงาม อย่างไรก็ตามตัวถังที่ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กแผ่น หากได้รับอุบัติเหตุก็จะทำให้เสียรูปในการซ่อมให้เข้ารูปดั้งเดิมได้ยาก ดังนั้นโครงสร้างของพื้นตัวถังด้านล่างจึงต้องมียูนิคอร์นเพื่อป้องกันความแข็งแรงที่สูญเสียไป ซึ่งเป็นผลมาจากการกัดกร่อนที่ทำให้ชิ้นส่วนใต้ท้องรถนั้นลดความแข็งแรงลง ดังแสดงในรูปที่ 1.15



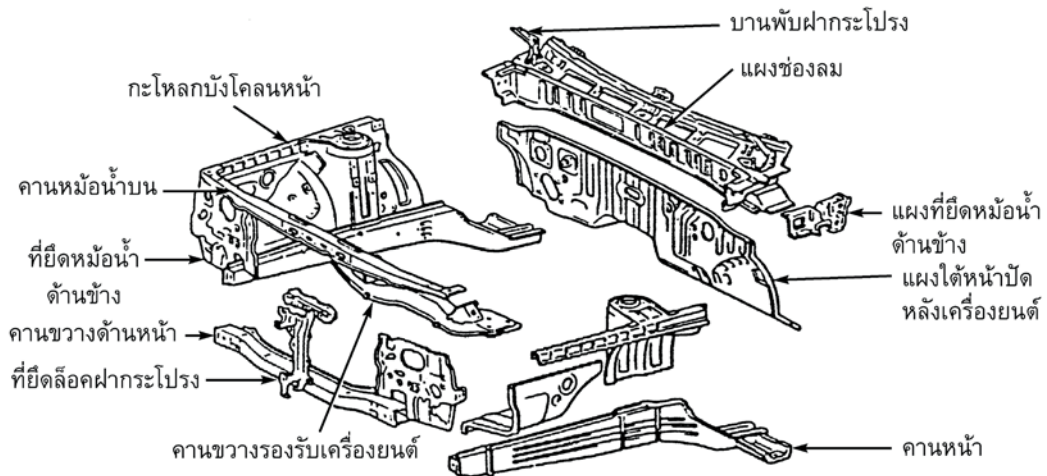
รูปที่ 1.15 โครงสร้างของตัวถังรถยนต์แบบโครงในตัว

ส่วนประกอบของโครงสร้างตัวถังรถยนต์แบบโครงในตัวยังประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วนคือ

1. ตัวถังด้านหน้า ออกแบบให้เบ้ากะโหลกหน้าและบังโคลนหน้ามีความแข็งแรงสูง เพื่อเป็นที่รองรับเครื่องยนต์ ระบบรองรับน้ำหนัก และระบบบังคับเลี้ยว โดยจะไม่ทำให้เกิดการสั่นสะเทือน และเสียงดังที่จะส่งผ่านเข้าไปภายในห้องโดยสารได้

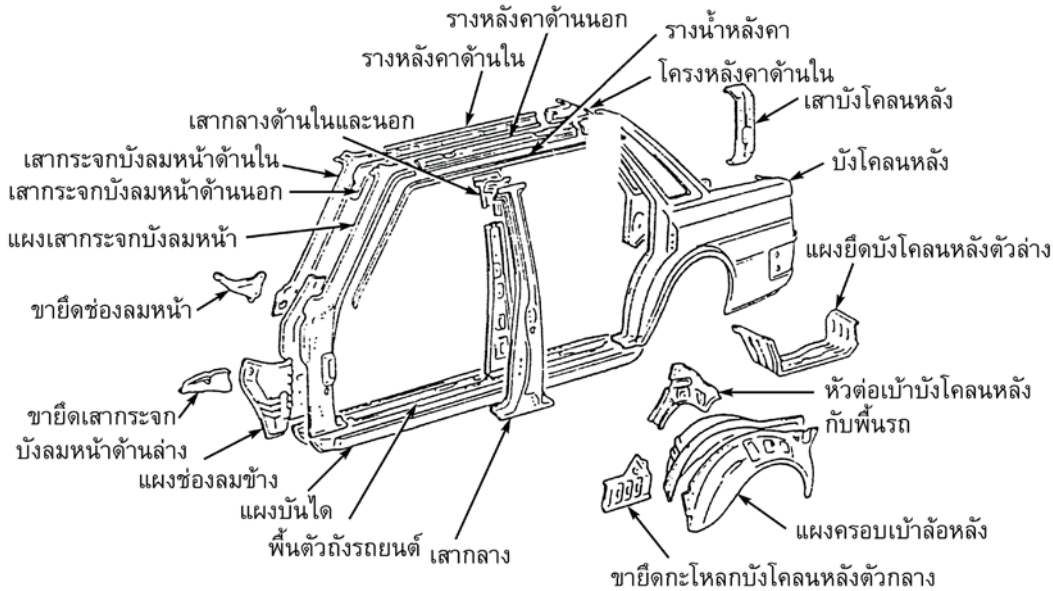
ฝากระโปรง บังโคลนหน้า และกันชนหน้า ใช้วิธียึดติดกันด้วยสกรู โดยไม่ใช้วิธีการเชื่อม นอกจากชิ้นส่วนประกอบอื่นๆ ที่อยู่ภายนอก ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดน้ำหนักและเพิ่มความแข็งแรงให้กับตัวถัง

ส่วนประกอบของตัวถังรถด้านหน้าของโครงสร้างตัวถังรถยนต์แบบโครงในตัวยังแสดงในรูปที่ 1.16



รูปที่ 1.16 ส่วนประกอบของตัวถังรถด้านหน้าของโครงสร้างตัวถังรถยนต์แบบโครงในตัวยัง

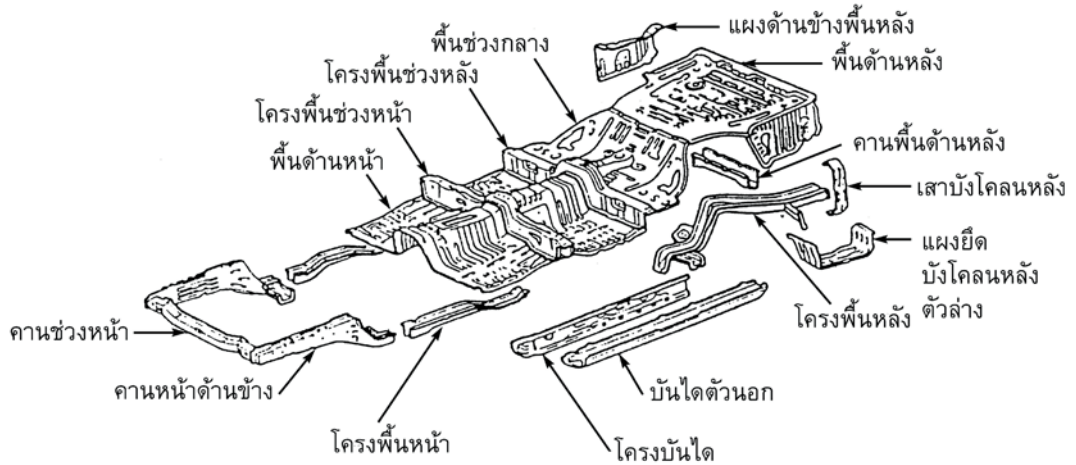
2. ตัวถังด้านข้าง ประกอบด้วยโครงเสาตัวกลาง แผงบันได และรางหลังคาด้านหลัง เป็นต้น ซึ่งส่วนประกอบด้านข้างทั้งหมดจะเชื่อมต่อกันอยู่ระหว่างตัวถังด้านหน้ากับหลังคา ทำให้เกิดเป็นบริเวณส่วนประกอบของตัวถังด้านบน นอกจากนี้ ยังทำหน้าที่กระจายโหลดที่ได้รับจากตัวถังด้านล่างไปยังส่วนประกอบของตัวถังด้านบน แต่ความแข็งแรงบริเวณส่วนนี้จะลดลงก็เมื่อประตูด้านข้างนั้นได้ถูกเปิดออก จากสาเหตุนี้ตัวถังด้านข้างจึงจำเป็นต้องเสริมความแข็งแรงทั้งด้านในและด้านนอก ด้วยโครงสร้างเหล็กแบบกล่องสี่เหลี่ยมที่มีความแข็งแรงสูง ดังแสดงในรูปที่ 1.17



รูปที่ 1.17 ส่วนประกอบของตัวถังด้านข้างของตัวถังแบบโครงในตัว

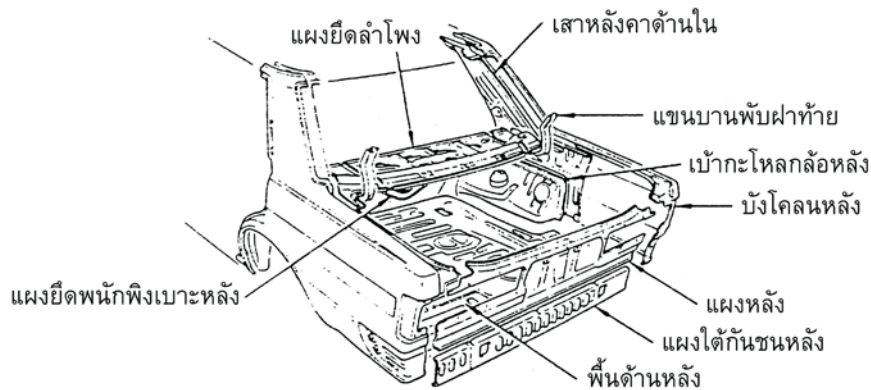
3. ตัวถังด้านล่าง ถูกออกแบบให้มีโครงสร้างที่แข็งแรง เช่น คานหน้า คานขวาง และโครงบันได ซึ่งมีลักษณะที่คล้ายคลึงกับแบบโครงรถแบบอิสระ แต่การประกอบเข้ากับตัวถังย่อมมีความซับซ้อนและยุ่งยากมากขึ้น ทั้งนี้ก็ต้องขึ้นอยู่กับการออกแบบให้โครงสร้างของตัวถังด้านล่างในแต่ละจุดมีความแข็งแรงที่แตกต่างกันตามจุดมุ่งหมาย ดังนี้

- การเพิ่มความแข็งแรงของตัวถังบริเวณส่วนหน้า เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับผู้โดยสารเมื่อถูกชนด้านหน้า คานหน้าจะช่วยดูดซับแรงและหยุดยั้งความเสียหาย อาการที่เกิดขึ้นก็เพียงเกิดการคดงอเท่านั้น
- การเพิ่มความแข็งแรงของคานรองรับด้านข้าง เพื่อช่วยป้องกันการบิดตัวและเสียรูปของพื้นตัวถังรถตรงบริเวณจุดยึดเบาะทั้งด้านหน้าและด้านหลังขณะเมื่อถูกรถชนที่ด้านข้าง
- การเพิ่มความแข็งแรงที่คานด้านหลังของตัวถัง โดยออกแบบให้มีลักษณะที่โค้งขึ้น เพื่อช่วยดูดซับแรงที่เกิดการชนขึ้นที่ด้านหลัง และจะหยุดยั้งการเสียหายนั้นไว้ ดังแสดงในรูปที่ 1.18



รูปที่ 1.18 ส่วนประกอบของโครงตัวถังด้านล่างและบริเวณจุดที่ต้องการเพิ่มความแข็งแรงให้กับตัวถัง

4. ตัวถังด้านหลัง เริ่มต้นตั้งแต่แผงติดตั้งลำโพงหลัง ห้องเก็บสัมภาระ ห้องโดยสาร ส่วนท้าย และฝาท้าย เป็นต้น โดยที่ส่วนประกอบทั้งหมดที่กล่าวมานี้จะยึดเข้าด้วยกันกับพื้นตัวถัง ที่อัดขึ้นรูปของโครงสร้างที่เป็นรอยนูน เป็นการเสริมความแข็งแรงของบริเวณส่วนท้าย ทำให้ โครงหลังคาต้านในและคานขวางด้านบนหลังคาแข็งแรงขึ้นด้วย แต่ทั้งนี้การเพิ่มโครงสร้างให้เกิด ความแข็งแรงก็ต้องขึ้นกับการออกแบบในการวางเครื่องยนต์ของรถแต่ละแบบ ดังแสดงในรูปที่ 1.19



รูปที่ 1.19 ส่วนประกอบของตัวถังด้านหลัง

1.5 วัสดุที่ใช้ผลิตตัวถังรถยนต์

วัสดุที่ใช้ผลิตตัวถังรถยนต์ประกอบด้วย โลหะและอโลหะ เช่น แผ่นโลหะ เรซิน พลาสติก และยาง เป็นต้น

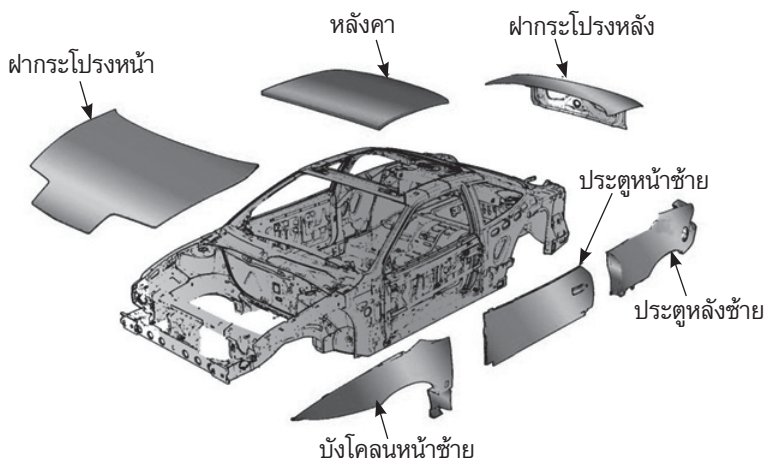
1.5.1 โลหะที่ใช้ผลิตตัวถังรถยนต์

ตัวถังรถยนต์ผลิตจากแผ่นโลหะ มีการผลิตหลายชนิดด้วยกันคือ โลหะแผ่นชนิดรีดร้อน โลหะแผ่นความแข็งแรงสูง โลหะแผ่นป้องกันสนิม และโลหะแผ่นชนิดพิเศษ

1. โลหะแผ่นรีดร้อน (Hot Rolled) ผลิตด้วยกรรมวิธีรีดร้อนโดยการรีดแท่งโลหะผ่านอุณหภูมิความร้อนที่สูงกว่า 800 องศาเซลเซียส จึงทำให้ผิวหน้าของโลหะเป็นสีดำ มีขนาดหนาตามมาตรฐานประมาณ 1.6-6.1 มิลลิเมตร โลหะแผ่นชนิดนี้ใช้ผลิตเป็นเฟรม ชิ้นส่วนของระบบรองรับและคันของตัวถังรถยนต์

2. โลหะแผ่นรีดเย็น (Cold Rolled) กรรมวิธีการผลิตด้วยความร้อนผ่านกรดเพื่อให้เย็นตัวลง ซึ่งทำให้โครงสร้างภายในเหล็กมีความแข็งแรง โดยทั่วไปจะรีดให้มีความหนาตามมาตรฐานประมาณ 0.4-1.4 มิลลิเมตร ใช้ทำชิ้นส่วนตัวถังรถยนต์ทั้งหมด

3. เหล็กแผ่นชนิดมีความแข็งแรงสูง (High Steel Plates หรือ High Strength Steel; HSS) เป็นโลหะที่ผลิตจากธาตุหลายๆ ชนิดผสมอยู่ในเนื้อเหล็ก เพื่อเพิ่มความแข็งแรงที่สูงกว่าโลหะแผ่นธรรมดา ซึ่งจะมีความแข็งแรงอย่างน้อย 30 kgf/mm^2 (343 PiPa) หรือ 490 นิวตัน/ตารางมิลลิเมตร) ดังนั้นในการซ่อมตัวถังรถยนต์ที่ใช้โลหะแผ่นชนิดมีความแข็งแรงสูง HSS จึงมีข้อปฏิบัติคือ เมื่อเคาะตัวถังจึงควรพยายามหลีกเลี่ยงที่จะทำให้แผ่นโลหะโค้งงอหรือยัดตัว เนื่องจากโลหะแผ่นชนิดนี้มีขนาดที่บางกว่าโลหะแผ่นชนิดธรรมดา ส่วนการเชื่อมตัวถังควรเชื่อมด้วยเครื่องเชื่อมแบบ MIG (แก๊สเฉื่อย) และไม่ควรเชื่อมด้วยการเชื่อมแก๊สธรรมดา หรือเชื่อมทองเหลือง ดังแสดงในรูปที่ 1.20



รูปที่ 1.20 โครงสร้างตัวถังรถยนต์ในส่วนที่ใช้เหล็กแผ่นชนิดมีความแข็งแรงสูง (HSS)

4. เหล็กแผ่นป้องกันสนิม เป็นแผ่นเหล็กที่เคลือบด้วยสังกะสี ดีบุก หรืออะลูมิเนียม เพื่อป้องกันการกัดกร่อน เหล็กแผ่นที่ใช้ผลิตตัวถังรถยนต์มี 3 ชนิดคือ (1) เหล็กแผ่นเคลือบด้วยสังกะสี ใช้ทำชิ้นส่วนตัวถังรถยนต์ (2) เหล็กแผ่นเคลือบด้วยอะลูมิเนียม ใช้ทำอุปกรณ์ทนความร้อน (3) เหล็กแผ่นเคลือบด้วยดีบุก ใช้ทำถังน้ำมัน

ในการซ่อมตัวถังที่เป็นเหล็กป้องกันสนิม จึงควรปฏิบัติดังนี้

- การเชื่อมตัวถังควรจัดสังกะสีที่เคลือบที่ผิวหน้าออก เพื่อให้แนวเชื่อมมีประสิทธิภาพในการยึดดีขึ้น
- ป้องกันสนิม ผลจากการเชื่อมทำให้สังกะสีที่เคลือบไว้บนผิวเหล็กถูกทำลาย ด้วยเหตุนี้ ภายหลังจากการเชื่อมแล้วจึงต้องใช้น้ำยากันสนิมทาบริเวณรอยเชื่อมทุกรอย (Spot Seales)



รูปที่ 1.21 ทาน้ำยาป้องกันสนิมตามแนวเชื่อมสำหรับการเชื่อมเหล็กป้องกันสนิม

5. เหล็กแผ่นชนิดพิเศษ ที่นำมาใช้ผลิตรถยนต์ประกอบด้วย สแตนเลส และเหล็กแผ่นดูดซับแรงสั่นสะเทือน

1. สแตนเลส (Stainless Steel) เป็นโลหะที่ผสมด้วยคาร์บอน อะลูมิเนียม และนิกเกิล ใช้ทำท่อไอเสีย

2. เหล็กแผ่นดูดซับแรงสั่นสะเทือน (Vibration Inseiating Steel Plates) เป็นแผ่นเหล็กดูดซับแรงสั่นสะเทือน ที่ผิวบริเวณกึ่งกลางเคลือบด้วยพลาสติกหนาประมาณ 0.6 มิลลิเมตร ทำให้มีความแข็งแรงกว่าเหล็กธรรมดา และสามารถดูดซับแรงสั่นสะเทือนในรูปของพลังงานให้เปลี่ยนเป็นอุณหภูมิความร้อน เหล็กแผ่นชนิดนี้ใช้ทำชิ้นส่วนของแผงหลังเครื่อง และชิ้นส่วนของห้องโดยสาร

1.6 วัสดุอะโลหะที่ใช้ผลิตตัวถังรถยนต์

นอกจากเหล็กแผ่นที่ใช้ทำตัวถังรถยนต์ ส่วนประกอบอื่นๆ ของรถยนต์ยังประกอบด้วยวัสดุที่ไม่ใช่เหล็กหรืออะโลหะ เช่น พลาสติก และยาง เป็นต้น

1.6.1 พลาสติก

พลาสติกเป็นเรซินสังเคราะห์ที่ได้มาจากปิโตรเลียม มีลักษณะพิเศษเฉพาะที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัสดุที่นำมาผสม

พลาสติกที่ใช้กับรถยนต์มีหลายชนิดด้วยกันคือ เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) เป็นพลาสติกที่สามารถทำให้อ่อนตัวได้โดยการให้ความร้อน และจะสามารถคืนสู่สภาพเดิมได้เมื่อได้รับความเย็น มีลักษณะคล้ายซีฟิ่งที่ใช้ในเทียนไข ได้แก่ อะครีโลไนไตรล บูทาดีน สไตรีน โคโพลิเมอร์ (ABS) โพลีโพรพิลีน (PP) เป็นต้น

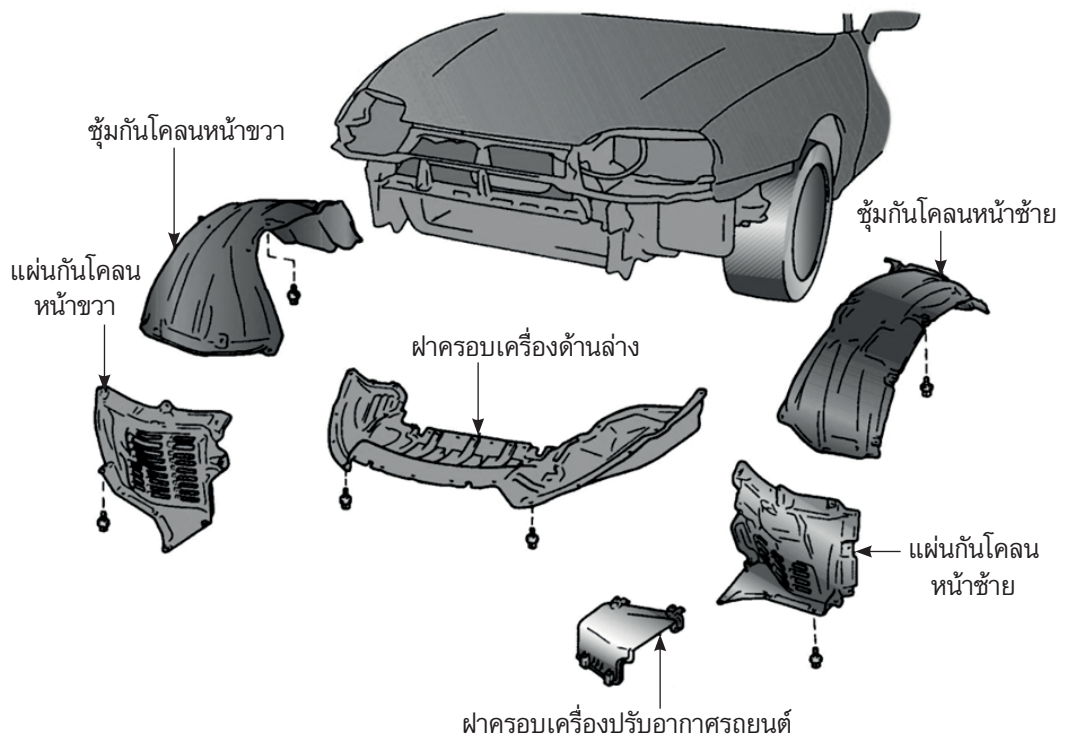
เทอร์โมเซตติง (Thermosetting) เป็นพลาสติกที่ผลิตขึ้นทางเคมี จึงไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิมและสลายตัวเมื่อได้รับความร้อน เช่น โพลียูรีเทน (PUR) อีพ็อกซี และโพลีเอสเตอร์ ดังแสดงในตารางที่ 1.1 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของรถยนต์ที่ใช้พลาสติกชนิดต่างๆ

ตารางที่ 1.1 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของรถยนต์ที่ใช้พลาสติกชนิดต่างๆ

โค้ด	ชื่อวัสดุ	ความต้านทาน ความร้อน ณ อุณหภูมิที่กำหนด	ตัวอย่างชิ้นส่วน
AAS	อะครีโลไนไตรล อะครีลิก สไตรีน โคโพลิเมอร์	80	– กระงะมองหลัง
ABS	อะครีโลไนไตรล บูทาดีน สไตรีน โคโพลิเมอร์	80	– แผงกระจังหน้า
AES	อะครีโลไนไตรล เอทิลีน สไตรีน โคโพลิเมอร์	80	– กระงะหูช้าง
BMC	บัล โมลด์ดิ้ง คอมปาวด์	150	– สปอยเลอร์หลัง
PC	โพลีคาร์บอเนต	160	– ไฟหน้า
PE	โพลีเอทิลีน	80	– พลาสติกบังฝุ่นขั้วล้อ
PMMA	เมทาครีเลต	80	– ไฟท้าย



โค้ด	ชื่อวัสดุ	ความต้านทาน ความร้อน อุณหภูมิที่กำหนด	ตัวอย่างชิ้นส่วน
PP	โพลีโพรพิลีน	80	- กันชน
PU	เทอร์โมเซตติ้ง โพลียูรีเทน	80	- กันชน
PVC	โพลีไวนิลคลอไรด์ (ไวนิล)	80	- คิ้วยางกันกระแทก
SMC	ซีตโมลดิงคอมปาวด์	180	- ยางกันโคลน
TSOP (TPO)	โตโยต้า ซูเปอร์ โอเลฟินส์ โพลีเมอร์	80	- ยางกันโคลน - ยางกันโคลน - กันชน
TPU	เทอร์โมพลาสติกโพลียูรีเทน	80	- คิ้วยางกันกระแทก - บังโคลนหน้า - ยางกันโคลน

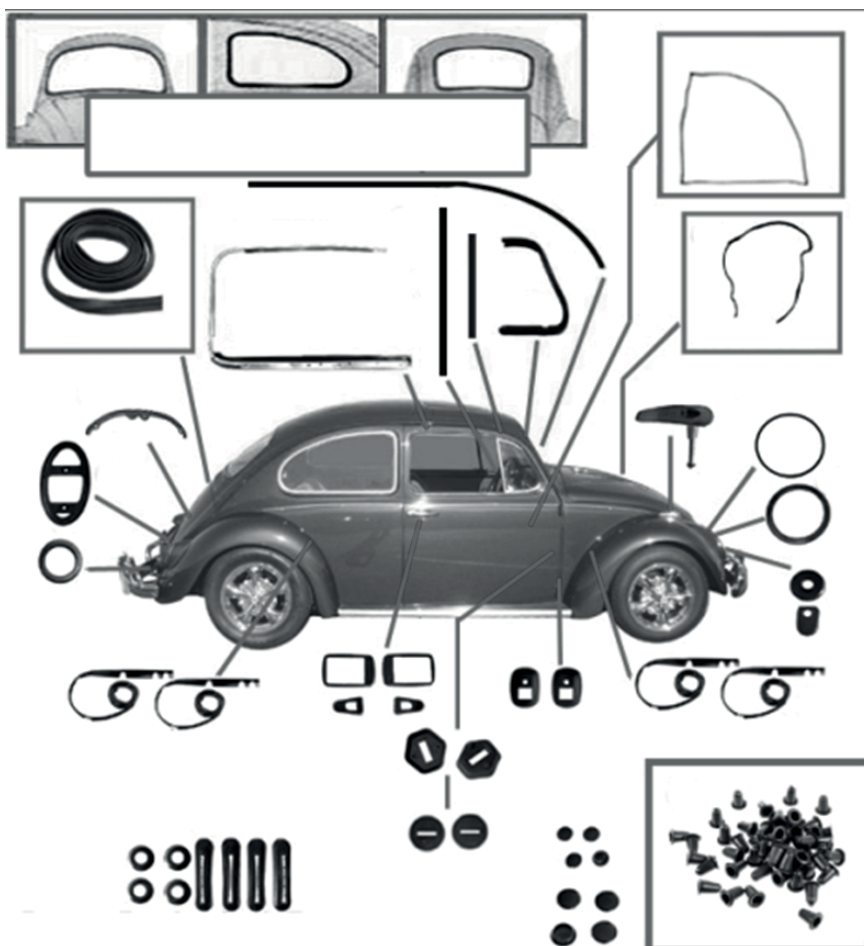


รูปที่ 1.22 ส่วนประกอบของรถยนต์ที่ใช้พลาสติกชนิดต่างๆ

1.6.2 ยาง (Rubber)

ยางเป็นวัสดุที่สำคัญของส่วนประกอบรถยนต์ ยางที่นำมาใช้กับรถยนต์เป็นยางที่ได้จากการสกัดของพืชโดยธรรมชาติ และยางที่ได้จากการสังเคราะห์จากปิโตรเลียมมีคุณสมบัติยืดหยุ่น ทนน้ำมัน ทนความร้อน และทนต่อการสึกหรอได้ดี ซึ่งยางที่นำมาใช้งานกับรถยนต์ ได้แก่ ยางรถยนต์ ยางรีดน้ำกระฉก สายเข็มขัดนิรภัย ท่อยางน้ำ ซีลน้ำมัน และยางขอบกระฉก ส่วนมากทำมาจากยางที่ผ่านกรรมวิธีสังเคราะห์

นอกจากที่กล่าวมาข้างต้น คิวยางต่างๆ ก็เป็นส่วนสำคัญเช่นกัน ซึ่งทำมาจากยางชนิดเอทิลีนโพรพิลีน ซึ่งเป็นวัสดุที่มีความยืดหยุ่น ทนต่อสภาพภูมิอากาศได้ดี ป้องกันรอยขีดข่วนและการสึกหรอ



รูปที่ 1.23 ตำแหน่งต่างๆ ของรถยนต์ที่ใช้ยางเป็นส่วนประกอบ



1. โครงสร้างตัวถังแบบซีดานมีลักษณะอย่างไร
 - ก. ลักษณะตัวถังห้องโดยสารด้านหน้าและด้านหลังเหมาะกับจำนวนผู้โดยสารตั้งแต่ 2-4 คน
 - ข. มีลักษณะไม่มีเสาประตู
 - ค. ฝาท้ายต่อโดยตรงจากส่วนบนของห้องโดยสาร
 - ง. หลังคาที่ยาวตรงไปถึงหลัง
2. โครงสร้างตัวถังแบบฮาร์ดท็อปมีลักษณะอย่างไร
 - ก. ลักษณะตัวถังห้องโดยสารด้านหน้าและด้านหลังเหมาะกับจำนวนผู้โดยสารตั้งแต่ 2-4 คน
 - ข. มีลักษณะไม่มีเสาประตู แต่ห้องโดยสารเบาะนั่งจะถูกจำกัดไว้
 - ค. ฝาท้ายต่อโดยตรงจากส่วนบนของห้องโดยสาร
 - ง. หลังคาที่ยาวตรงไปถึงหลัง
3. โครงสร้างตัวถังแบบลิฟต์แบ็คมีลักษณะอย่างไร
 - ก. ฝาท้ายต่อโดยตรงจากส่วนบนของห้องโดยสาร
 - ข. หลังคาที่ยาวตรงไปถึงหลัง
 - ค. ลักษณะตัวถังห้องโดยสารด้านหน้าและด้านหลังเหมาะกับจำนวนผู้โดยสาร
 - ง. มีลักษณะไม่มีเสาประตู
4. โครงสร้างตัวถังแบบสเตชันแวกอนมีลักษณะอย่างไร
 - ก. มีหลังคาที่ยาวตรงไปถึงด้านหลัง
 - ข. ฝาท้ายต่อโดยตรงจากส่วนบนของห้องโดยสาร
 - ค. ลักษณะตัวถังห้องโดยสารด้านหน้าและด้านหลังเหมาะกับจำนวนผู้โดยสาร
 - ง. มีลักษณะไม่มีเสาประตู

5. โครงสร้างของตัวถังรถแบบอิสระถูกแยกได้กี่ส่วน

ก. 2 ส่วน	ข. 3 ส่วน
ค. 4 ส่วน	ง. 5 ส่วน
6. โครงสร้างตัวถังรถทำหน้าที่อะไร

ก. เป็นตัวรองรับน้ำหนักของตัวถัง	ข. ขยายตัวของแรง
ค. เพิ่มน้ำหนักขึ้นส่วน	ง. ลดน้ำหนักของล้อ
7. โครงสร้างที่มีลักษณะคล้ายตัวเอ็กซ์เป็นโครงสร้างแบบใด

ก. แบบตัวเอ็กซ์	ข. แบบตัววาย
ค. แบบตัวยู	ง. แบบตัว Z
8. โครงสร้างชนิดใดที่นิยมใช้ตัวถังสเตชันแวกอน

ก. แบบชั้นบันได	ข. แบบช่วงหน้าแข็ง
ค. แบบปิดท้าย	ง. แบบตัวเอ็กซ์
9. โครงสร้างที่มีรูปร่างเหมือนชั้นบันไดเป็นโครงสร้างแบบใด

ก. แบบตัวเอ็กซ์	ข. แบบช่วงหน้าแข็ง
ค. แบบปิดท้าย	ง. แบบชั้นบันได
10. โครงสร้างแบบปิดท้ายมีลักษณะอย่างไร

ก. ไม่มีโครงยึดตรงกลาง
ข. โครงช่วงหน้าบางส่วนแข็งแรง
ค. โครงส่วนกลางเชื่อมต่อขวางค่อนมาโครงส่วนหน้า
ง. มีท่อกวางไว้สอดเพลากลาง
11. โครงสร้างตัวถังแบบอิสระสามารถแยกส่วนประกอบใหญ่ๆ ได้กี่ส่วน

ก. 2 ส่วน	ข. 3 ส่วน
ค. 4 ส่วน	ง. 5 ส่วน
12. ตัวถังด้านหน้าของโครงสร้างรถยนต์แบบโครงสร้างอิสระถูกออกแบบไว้เพื่ออะไร

ก. รองรับหม้อน้ำ บังโคลนหน้า และกะโหลก	ข. หลังคาบันได
ค. เสากลาง	ง. บังโคลนหลัง

13. แนวคิดโครงสร้างของตัวถังรถยนต์แบบโครงสร้างในตัวได้แนวคิดมาจากอะไร

- ก. โครงสร้างเครื่องบิน
- ข. โครงสร้างอาคาร
- ค. โครงสร้างรถถัง
- ง. โครงสร้างของเรือ

14. Monocoque คือโครงสร้างแบบใด

- ก. เป็นการรวมเอาชิ้นส่วนจากแผ่นโลหะที่อัดขึ้นรูปมาเชื่อม
- ข. แผงช่องลมหน้า
- ค. บังโคลนหน้า
- ง. พื้นด้านหลัง

15. การออกแบบให้เบ้ากะโหลกหน้าและบังโคลนหน้ามีความแข็งแรงสูงเพื่ออะไร

- ก. เพื่อยึดติดกัน
- ข. เพื่อเป็นที่รองรับเครื่อง
- ค. เพื่อความคงทน
- ง. เพื่อความสมดุล

16. Hot Rolled คือโลหะประเภทใด

- ก. โลหะแผ่นรีดร้อน
- ข. โลหะแผ่นรีดเย็น
- ค. เหล็กแผ่นชนิดมีความแข็งแรงสูง
- ง. เหล็กแผ่นกันสนิม

17. Cold Rolled คือโลหะประเภทใด

- ก. โลหะแผ่นรีดร้อน
- ข. โลหะแผ่นรีดเย็น
- ค. เหล็กแผ่นชนิดมีความร้อนสูง
- ง. เหล็กแผ่นกันสนิม

18. High Steel Plates คือโลหะประเภทใด

- ก. โลหะแผ่นรีดร้อน
- ข. โลหะแผ่นรีดเย็น
- ค. เหล็กแผ่นชนิดมีความร้อนสูง
- ง. เหล็กแผ่นกันสนิม

19. เหล็กแผ่นใช้ผลิตตัวถังรถยนต์มีกี่ชนิด

- ก. 2 ชนิด
- ข. 3 ชนิด
- ค. 4 ชนิด
- ง. 5 ชนิด

20. Vibration Inseiating Steel Plate คือโลหะประเภทใด

- ก. สแตนเลส
- ข. เหล็กแผ่นดูดซับแรงสั่นสะเทือน
- ค. พลาสติก
- ง. เหล็กแผ่นชนิดพิเศษ

หนังสือวิชา **งานเครื่องล่างรถยนต์ รหัสวิชา 20101-2003** เล่มนี้ มีเนื้อหาครอบคลุมระบบการทำงานของเครื่องล่างรถยนต์ เช่น โครงสร้างตัวถังรถยนต์ ระบบรองรับน้ำหนัก โช้กอัปซอร์เบอร์ ระบบบังคับเลี้ยว ศูนย์ล้อรถยนต์ ระบบเบรก ล้อ และยาง มีเนื้อหาทางภาคทฤษฎีและใบงานตามลำดับขั้นตอนการถอด ตรวจสอบ และประกอบตามคู่มือทุกขั้นตอน ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจการทำงานและสามารถปฏิบัติได้ด้วยตนเอง เนื้อหาตรงตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) พุทธศักราช 2562 ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ ทุกประการ

ประวัติผู้เขียน

ประสานพงษ์ หาเรือนชีพ



- เคยดำรงตำแหน่งอาจารย์ 3 ระดับ 8 ประจำแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา เป็นอาจารย์ผู้สอนวิชาไฟฟ้ารถยนต์ และวิชาไฟฟ้ายานยนต์
- จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องระบบเทคโนโลยีขั้นสูงของรถยนต์ NISSAN ที่บริษัท สยามนิสสัน จำกัด
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องระบบไฟฟ้าตัวถังรถยนต์และถุงลมนิรภัยของรถยนต์ TOYOTA ที่บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องอิเล็กทรอนิกส์ยานยนต์ขั้นสูงของรถยนต์ TOYOTA ที่บริษัท โตโยต้า มอเตอร์ ประเทศไทย จำกัด
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องเทคโนโลยีใหม่ของรถยนต์ TOYOTA (เครื่องยนต์ดีเซล EFI ระบบคอมมอนเรล) ที่วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องการใช้ TECH2 และ TIS 2000 ในการตรวจสอบรถยนต์เซฟโรเลต ที่บริษัท เซฟโรเลต (ประเทศไทย) จำกัด
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องการออกแบบซอฟต์แวร์สมองกลฝังตัว ที่สถาบันพัฒนาครูอาชีวศึกษา
- เข้ารับการฝึกอบรมเรื่องเทคโนโลยีรถยนต์ไฮบริด ที่วิทยาลัยเทคนิคนครราชสีมา
- เข้ารับการฝึกอบรมผู้ตรวจสอบและทดสอบรถยนต์ติดตั้งแก๊ส NGV/CNG ที่กรมธุรกิจพลังงาน กระทรวงพลังงาน
- อบรมช่างซ่อมสปีดยนต์ ระดับ 1 (สปีดลิต) ศูนย์ฝึกอบรม บริษัท โตโยต้า (ประเทศไทย) จำกัด
- อบรมช่างซ่อมสปีดยนต์ ระดับ 2 (สปีดลิต) ณ ศูนย์ฝึกอบรม บริษัท โตโยต้า (ประเทศไทย) จำกัด

หนังสือ	๑ สี	จำนวน	432	หน้า
	๒ สี	จำนวน		หน้า
	๔ สี	จำนวน		หน้า
กระดาษ	ปอนด์			
ความหนา	กระดาษปก	230	แกรม	
	กระดาษเนื้อใน	70	แกรม	



www.se-ed.com



sbc.fans

พร้อมจำหน่ายในรูปแบบ

- ☒ e-book (PDF) ☐ audiobooks
☐ e-book (EPUB) ☐ audio CD / MP3

- ☒ ปกอ่อน ☐ LARGE PRINT (ตัวอักษรขนาดใหญ่)

ISBN 978-616-08-4129-5



9 786160 841295

139 บาท

คู่มือเรียน - สอบ / อาชีวศึกษา -
สาขาวิชาช่างยนต์