

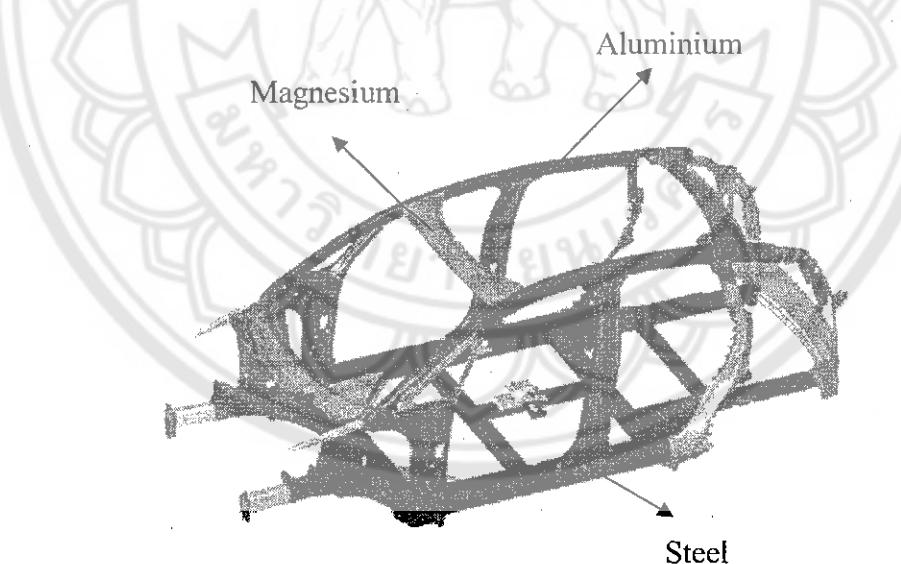
## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎี

#### 2.1 เทคโนโลยีตัวถังรถยนต์ (Body-in-White technology)

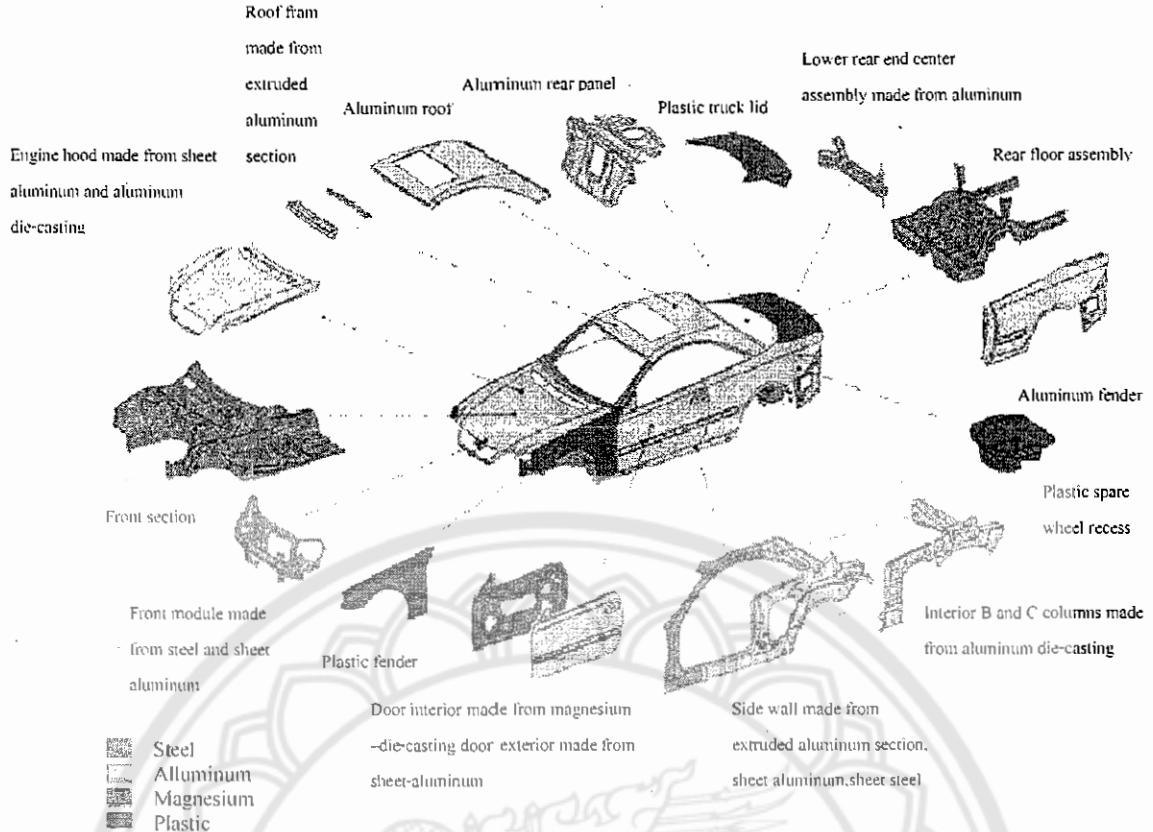
##### 2.1.1 ความหมายของเทคโนโลยีตัวถังรถยนต์

เทคโนโลยีตัวถังรถยนต์ หมายถึง เทคโนโลยีการออกแบบและการประกอบตัวถังรถยนต์ให้มีน้ำหนักเบา ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ความคิดเกี่ยวกับสัดส่วนของในตัวถังรถยนต์ (Body in White: BIW) ได้กล่าวมาเป็นจุดที่น่าสนใจสำหรับผู้ผลิตรถยนต์ มีแนวโน้มที่จะพัฒนารถยนต์ด้วยการออกแบบให้มีการลดน้ำหนักของตัวรถ ได้ทั้งคันหรือย่างน้อยสามารถลดน้ำหนักของอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เพิ่มเข้ามาในรถยนต์ได้ ซึ่งน้ำหนักของอุปกรณ์อื่น ๆ ที่เพิ่มเข้ามานั้นเป็นผลมาจากการพยายามของผู้ผลิตในการสนองความต้องการของผู้บริโภคอันได้แก่ เครื่องยนต์ที่มีสมรรถนะสูง ความสะดวกสบายของผู้โดยสาร และความปลอดภัยของผู้ขับ ซึ่งสิ่งเหล่านี้มีผลกระทบโดยตรงต่ออัตราการใช้เชื้อเพลิงที่เพิ่มมากขึ้น และทำให้มีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ( $\text{CO}_2$ ) ถูกปล่อยออกมานากรถเครื่องยนต์เพิ่มมากขึ้นด้วยดังนั้นจึงมีการพยายามที่จะรักษาสิ่งแวดล้อมและลดมลพิษทางอากาศควบคู่ไปกับแนวคิดในการตอบสนองความต้องการและความพึงพอใจของผู้บริโภค [1]



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างของตัวถังรถยนต์แบบ Space frame ของรถยนต์ Audi A2 [2]

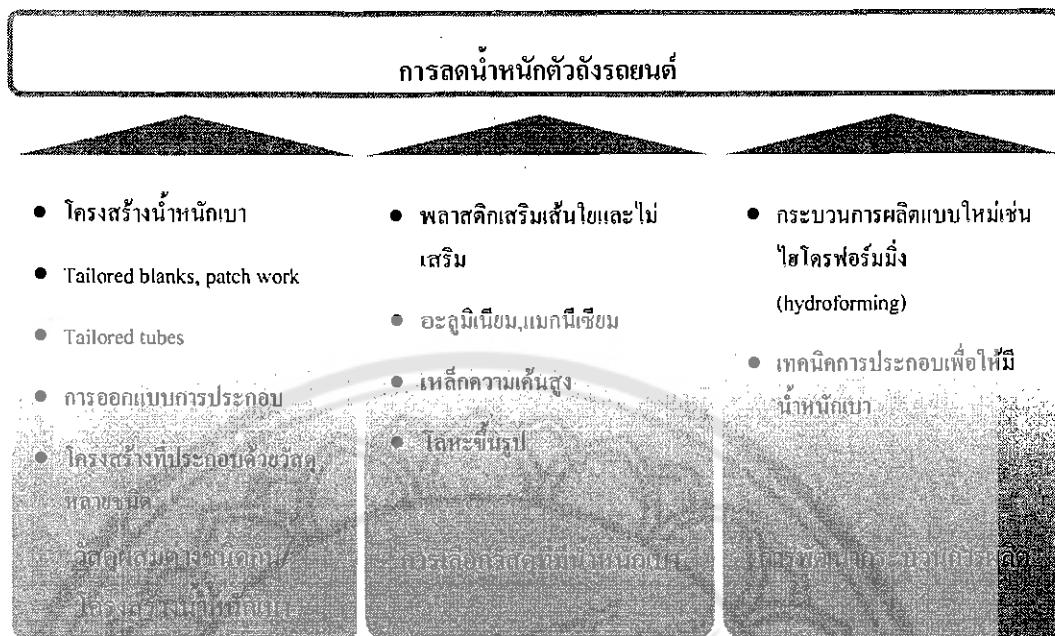
จากรูปที่ 2.1 เป็นตัวอย่างของตัวถังรถยนต์แบบโครงถักหรือ Space frame ที่นำวัสดุหลายชนิดมาประกอบร่วมกัน เช่น เหล็ก, อะลูминิเนียมและแมกนีเซียม



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างวัสดุที่ใช้ในตัวถังรถยนต์น้ำหนักเบา (Mercedes CL) [3]

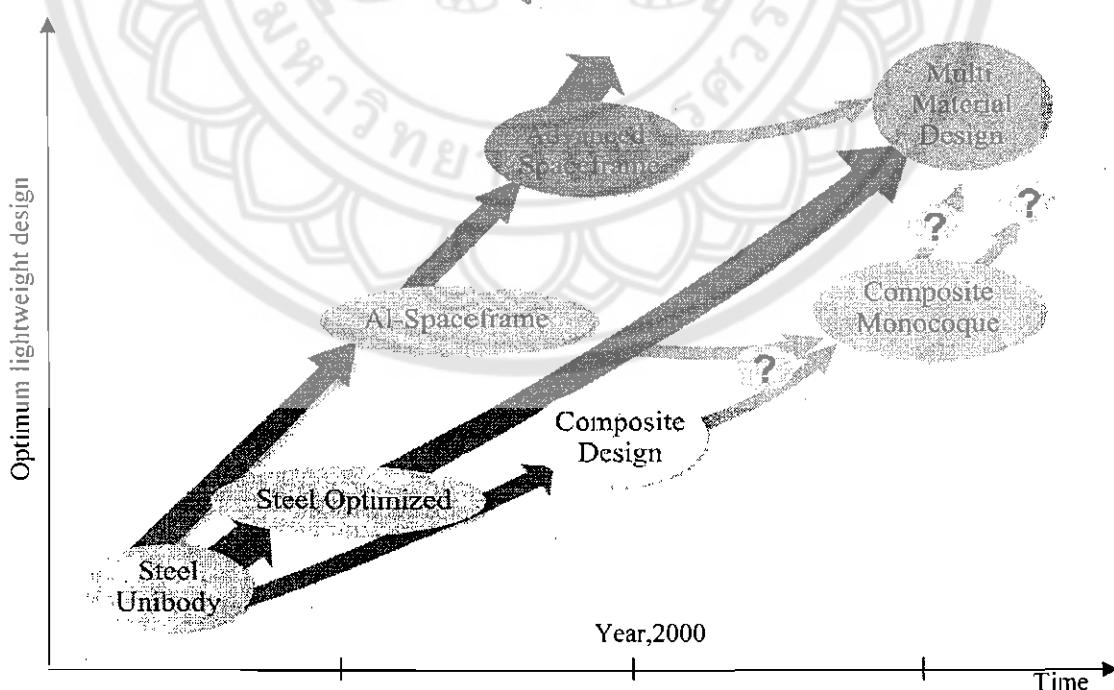
จากรูปที่ 2.2 เป็นตัวอย่างของวัสดุที่ใช้ในตัวถังรถยนต์น้ำหนักเบา โดยแสดงชิ้นส่วนและตำแหน่งในตัวถัง พร้อมทั้งบอกกรรมวิธีการผลิต

นอกจากส่วนประกอบหลัก ๆ ของรถยนต์ อาทิ เช่น โครงช่วงล่าง (Chassis) เครื่องยนต์ (Engine) เป็นต้น ตัวโครงรถนั้นหรือตัวถังรถยนต์นั้นมีความเป็นไปได้ที่จะถูกทำให้มีน้ำหนักเบาลง ผู้ออกแบบรถยนต์และวิศวกร ได้ทำการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่ ๆ ในการผลิต ที่จะทำการรักษาและปรับปรุงความแข็งแรงของตัวถังรถยนต์โดยที่สามารถลดน้ำหนักของตัวถังรถยนต์ได้ การลดน้ำหนักของตัวถังรถยนต์สามารถทำได้หลายวิธี และวิธีที่คุ้มค่าที่สุดคือ การนำวัสดุคุณภาพมาใช้ร่วมกัน อีกวิธีหนึ่งคือการใช้ Hydroforming แทนการเชื่อม ทำให้ลดจำนวนการเชื่อมในตัวถังรถยนต์ ผลก็คือตัวถังรถยนต์มีน้ำหนักเบา得多 ไม่มีรอยเชื่อมและทำให้ชิ้นส่วนที่ใช้มีราคาถูกลงเนื่องจากไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเชื่อม หรืออีกวิธีคืออาจจะทำการลดจำนวนวัสดุในชิ้นส่วนต่าง ๆ ของรถยนต์โดยการทำให้วัสดุน้ำหนักเบาลงหรือทำให้บางลงก็ได้ ซึ่งวิธีนี้จะช่วยลดน้ำหนักของชิ้นส่วน โครงสร้างรถยนต์อย่างเห็นชัดเจน แต่อย่างไรก็ตามการออกแบบการลดน้ำหนักของชิ้นส่วนนั้นต้องมีความถูกต้อง เหมาะสม และต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นสำคัญ [1]



รูปที่ 2.3 วิธีการต่างๆ ในการลดน้ำหนักตัวถังรถยนต์ [1]

จากรูปที่ 2.3 แสดงให้เห็นวิธีการต่างๆ ในการลดน้ำหนักตัวถังรถยนต์ โดยแบ่งออกเป็น 3 หัวข้อ คือ การใช้วัสดุสมตั้งชนิดกัน การเลือกวัสดุที่มีน้ำหนักเบา และการพัฒนากระบวนการผลิต การเลือกใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบาเพื่อที่จะช่วยลดน้ำหนักของตัวถังรถยนต์ โดยวัสดุที่จะนำมาใช้แทนที่เหล็กนั้นจะมีน้ำหนักเบาแต่มีความแข็งแรงสูง



รูปที่ 2.4 แสดงวิวัฒนาการของตัวถังรถยนต์น้ำหนักเบา [1]

รูปที่ 2.4 แสดงวิวัฒนาการของตัวถังรถยนต์น้ำหนักเบา จะเห็นได้ว่าในอดีตนั้นตัวถังรถยนต์มีน้ำหนักมากเพราะทำมาจากเหล็กความหนาแน่นสูงที่ถูกหล่อออกมารีบูนเดียวกัน (Unibody) ต่อมาก็ได้มีการพัฒนาโดยแบ่งออกเป็น 3 สาย สายด้านบนได้ออกแบบตัวถังเป็นแบบโครงรถ (ตัวอย่างดังรูปที่ 2.1) โดยการใช้อะลูมิเนียมเป็นองค์ประกอบหลักในตัวถังรถยนต์และได้มีการพัฒนาในต่อมา ในสายตรงกลางได้มีการพัฒนาตัวถังโดยการปรับปรุงคุณสมบัติของเหล็ก และในสายล่างได้มีการนำอะลูมิเนียมและวัสดุผสม (Composite material) มาใช้ในโครงสร้างตัวถังรถยนต์ซึ่งมีวิธีการหรือกรรมวิธีในการประกอบที่ขึ้นอยู่ในขั้นการศึกษาหรือทดลองในอนาคต โดยในทั้ง 3 สายมีจุดประสงค์เพื่อการออกแบบโครงสร้างตัวถังรถยนต์ที่ประกอบขึ้นจากวัสดุหลายชนิด (Multi- Material Design) [1]

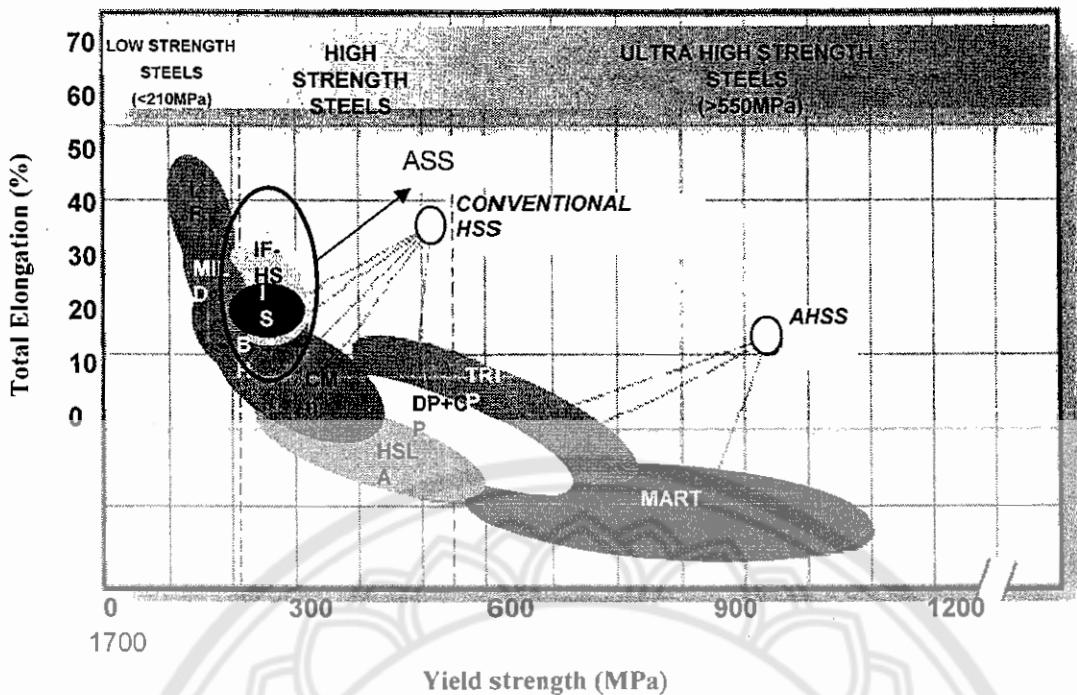
### 2.1.2 วัสดุที่ใช้ในการผลิตตัวถังรถยนต์

จุดประสงค์หลักของการนำวัสดุหลายชนิดมาประกอบกันคือ การทำให้โครงสร้างของตัวถังรถยนต์มีน้ำหนักลดลงโดยการปรับปรุงคุณสมบัติของวัสดุอย่างเหมาะสมและถูกต้องกับตำแหน่งที่ใช้งาน เหล็ก, อะลูมิเนียม, แมกนีเซียม, พลาสติกและวัสดุผสม ได้ถูกนำมาใช้ด้วยกันมากขึ้นในงานผลิตตัวถังรถยนต์ ในปัจจุบันมี การปรับปรุงโครงสร้างของเหล็กที่จะผลิตให้เหล็กที่มีความแข็งแรงสูง (high-strength steel: HSS) ซึ่งมีอัตราส่วนของความแข็งแรงต่อน้ำหนักสูง (High strength-to-weight ratio) ขึ้นรูปได้ดีและมีความทนทาน [1]

#### 2.1.2.1 เหล็ก (Steels)

แม้ว่าวัสดุชนิดอื่น ๆ จำนวนมากที่มีน้ำหนักเบาถูกนำมาใช้แทนที่การใช้เหล็ก แต่เหล็กยังคงเป็นวัสดุที่นิยมนำมาใช้อย่างมาก ทั้งนี้ เพราะเหล็กสามารถใช้ในงานได้กว้างกว่าและหลากหลาย เช่นงานเกี่ยวกับความร้อน สารเคมี การต้านทานเชิงกล ความต้านทานในการผลิตด้วยเครื่องจักรและความคงทน ซึ่งกระบวนการพัฒนาเหล็กยังดำเนินต่อไปและมีการออกแบบเหล็กชนิดใหม่เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์พร้อมกับการปรับปรุงด้วย nanoparticle

เหล็กที่ใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์สามารถจำแนกออกได้หลายวิธี วิธีแรกโดยการตั้งชื่อทางโลหะ เช่น เหล็กความแข็งแรงต่ำ (low-strength steels): interstitial-free (IF) และเหล็กความแข็งแรงปานกลาง (mild steels); เหล็กความแข็งแรงสูง (conventional high-strength steels) : carbon-manganese, bake hardenable (BH), ไอโซotropic (isotropic: IS), high-strength IF, high-strength, low-alloy steels (HSLA); เหล็กความเด่นสูงที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่: dual phase (DP), transformation induced plasticity (TRIP), complex phase (CP), and เหล็กมาร์เทนไซต์ (martensitic steels: Mart) [1]



รูปที่ 2.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของค่าความแข็งแรงต่อค่าการยืดด้วยเหล็ก low strength, conventional high-strength steels และ advanced high-strength steels [1]

วิธีที่ 2 การจัดแบ่งประเภทโดยดูจากคุณสมบัติความแข็งแรงเชิงกล ซึ่งเหล็กความแข็งแรงสูง (HSS) ถูกจำกัดค่าความแข็งแรงจากแรงดึงไว้ที่ 270-700 MPa Ultra high – strength (UHSS) ถูกจำกัดค่าความแข็งแรงจากแรงดึงไว้ที่ค่าที่มากกว่า 700 MPa ขึ้นไป

วิธีที่ 3 การจัดแบ่งประเภทโดยดูจากคุณสมบัติการยืดด้วยเหล็ก (Elongation) ตัวอย่างดังรูปที่ 2.5 แสดงการเปรียบเทียบการยืดด้วยเหล็กหรือ คุณสมบัติของเหล็กที่มีความสัมพันธ์กับรูปแบบสำหรับเหล็กต่างชนิดกัน สังเกตค่า ความแข็งแรง ณ จุดคราก (Yield strength) ซึ่งค่า ความแข็งแรง (Strength) ของ Advanced high-strength steels (AHSS) ซ่อนทับทั้ง HSS และ UHSS และเหล็กที่มีความเก็บสูง (Advance Strength Steel:ASS) ได้แก่ IF, BH และ IS (ดังแสดงในรูปที่ 2.5) จะมีค่า Total elongation ที่สูงกว่า Conventional HSS

#### 2.1.2.2 อะลูมิเนียม (Aluminium)

อะลูมิเนียมมีความสำคัญมากในการทำตัวถังรถยนต์น้ำหนักเบา เนื่องจากคุณสมบัติที่มีความหนาแน่นต่ำ มีความแข็งแรง ทนต่อการกัดกร่อนและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ แต่อย่างไรก็ตาม อะลูมิเนียมมีค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่น (Modulus of elasticity) ที่ต่ำ จึงไม่สามารถแทนที่ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็กได้หมด

บริเวณที่อะลูมิเนียมถูกใช้ในตัวถังรถยนต์ เช่น บริเวณเฟรมปีดด้านนอกด้วยรอยน์ (closures) ประตูและกระโปรงรถ อะลูมิเนียมบริสุทธิ์ถูกพัฒนาและนำไปใช้งานซึ่งส่วนใหญ่ถูกใช้ในรถยนต์

ที่มีราคาแพง เช่น รถยนต์ Audi A8 เป็นต้น และใช้ในบางชิ้นส่วนของรถยนต์ BMW Z8 เป็นต้น อย่างไรก็ตามอะลูминียมถูกพัฒนาและเป็นวัสดุใหม่ที่จะมีความสำคัญเพิ่มมากขึ้นในอุตสาหกรรมรถยนต์ ในปัจจุบัน และอะลูминียมได้ถูกออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ได้กว้างขวางมากขึ้น โดยอะลูминียมที่ถูกหล่อ และ อัตตรีดขึ้นรูป (Extrusion) ยังสามารถที่จะพัฒนาให้ดียิ่งขึ้น ได้อีก [1]

#### 2.1.2.3 แมกนีเซียม (Magnesium)

แมกนีเซียมเป็นอีกหนึ่งธาตุที่มีน้ำหนักเบา จึงเป็นเรื่องปกติที่มีการนำแมกนีเซียมมาใช้ใน อุตสาหกรรมยานยนต์ แมกนีเซียมไม่เพียงแต่เบากว่าอะลูминียม ยังสามารถใช้ในส่วนประกอบในตัว รถยนต์ เช่น โครงสร้างของที่นั่ง อุปกรณ์โครงเหล็กบนหลังคารถยนต์ ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ประดูและ กระโปรงรถยนต์ที่เป็นโครงสร้างน้ำหนักเบา โครงสร้างที่เป็นแมกนีเซียมถูกใช้เป็นองค์ประกอบในเพื่อ ความแข็งแรงที่พอเพียงและเพื่อให้แน่ใจว่าชิ้นส่วนส่วนใหญ่มีความเบากว่าอะลูминียม อย่างไรก็ตาม แมกนีเซียมเป็นวัสดุที่ขึ้นรูปได้ยากในกระบวนการผลิต โดยการอัดขึ้นรูป (Stamping) และขึ้นรูป (Forming) ส่วนใหญ่ชิ้นส่วนที่ทำจากแมกนีเซียมจะใช้กระบวนการ Pressure die-casting ในการผลิต [1]

#### 2.1.2.4 พลาสติกและวัสดุผสม (Plastics and composites)

วัสดุผสม (Composites) คือวัสดุที่ประกอบด้วยวัสดุที่แตกต่างกันจำนวน 2 ชนิดหรือมากกว่านั้น ซึ่งไปรวมกันด้วยวิธีทางเคมีหรือทางกายภาพ

คุณสมบัติของวัสดุ 2 ชนิดก่อนที่จะนำมารวมกันจะมีคุณสมบัติแตกต่างจากที่ผสมกันแล้วคือ วัสดุที่ผสมแล้วจะมีคุณสมบัติบางอย่างเพิ่มขึ้นและบางอย่างอาจลดลง ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้ของผู้ผลิต

วัสดุผสมแบ่งออกเป็น 3 หมวดหมู่ ได้แก่ วัสดุเนื้อพื้นโลหะผสม (Metal matrix composites: MMCs) วัสดุเนื้อพื้นโพลิเมอร์ผสม (Polymer matrix composites: PMCs) และวัสดุเนื้อพื้นเซรามิกผสม (Ceramic matrix composite: CMCs)

PMCs ประกอบไปด้วยพลาสติกเสริมเส้นใย (Fibre reinforced plastics: FRPs) ซึ่ง FRPs มี ความสำคัญมากในอุตสาหกรรมการผลิตตัวถังรถยนต์เพื่อให้ตัวถังรถยนต์น้ำหนักเบา มีความแข็งแรงสูง มีค่าโมดูลัสสูง และมีความหนาแน่นต่ำ [1]

ตารางที่ 2.1 วัสดุชนิดต่าง ๆ ที่ถูกนำมาใช้ในโครงสร้างรถยนต์น้ำหนักเบา [1]

Steels	Aluminiums	Magnesiums	Plastics and Composites
DC 06-Z	A 5052	Mg AZ31	CRFP RTM
DP1000	A 5182 (CARP 843)	Mg AZ50	EPDM
DP1180	A 5182 (innerlite)		LFT PP/GF30
DP980	A 5182 (with clad)		LFT PA6,6/GF30
DP590/DP980	A 5552 (CARP 521)		PA
DP590/Polyamide	A 5754 (CARP 832)		PP
DP780	A 5754 (CARP 832/835)		PUR
DX52 D	A 6016		Thermoplastic sheet laminate
DX53 D+Z	A 6082 T6		Triax1120
HX220 PD+Z	A5018 (CARP 839)		Twintex PP60
HX260 LAD+Z	Al XXX		
HX300 LAD+Z	Al 6XXX T4		
HX420 LAD+Z	Al 6016 T4		
MP800	HS 6016		
PHS	Superlite IV		
S355J2G3C+C	Al A61/54		
TRIP800	Al A61/83		
TWIP1001	AlSi9		
USIBOR1500	AlSi9 T6		
X-IP1000	AlSi9Mg		
ZStE 220	Silafont 36		
ZStE 220 BH			
ZStE 260			
ZStE340			

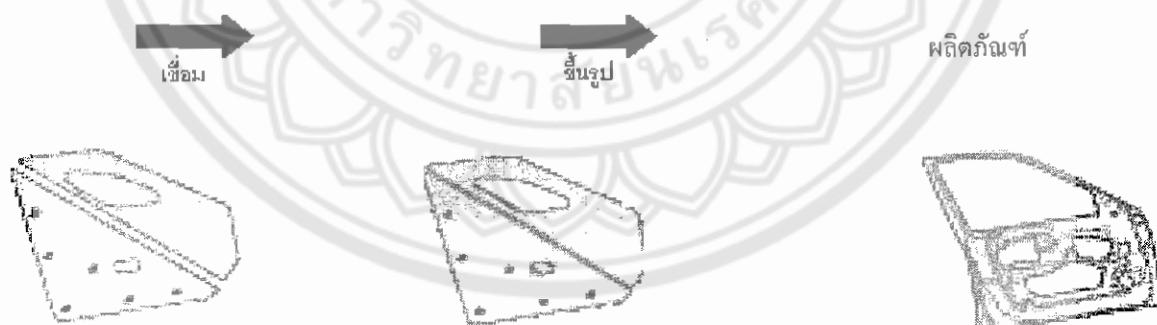
ตารางที่ 2.1 แสดงวัสดุชนิดต่าง ๆ ที่ถูกนำมาใช้ในโครงสร้างรถยนต์น้ำหนักเบา โดยจะนอกให้ทราบถึงชนิดของวัสดุที่ใช้ในโครงสร้างรถยนต์น้ำหนักเบา ทั้งที่เป็นรหัสเฉพาะของชิ้นส่วน เช่น DP1000, A 5052, A 6 016, EPDM เป็นต้น และเป็นชื่อทางการค้า เช่น Silafont 36, PHS, Triax1120 เป็นต้น

## 2.2 เทคโนโลยีการประกอบ (Assembly Technology)

ในปัจจุบันนี้ได้มีเทคโนโลยีการประกอบตัวถังรถชนิดน้ำหนักเบา เพื่อจะให้มีประสิทธิภาพที่สูงขึ้น ทั้งในเรื่องน้ำหนักที่เบาและเรื่องของความแข็งแรงในตัวถังรถชนิด โดยการนำวัสดุที่ชนิดต่างกัน หรือคุณสมบัติแตกต่างกันมาประกอบกันด้วยวิธีแบบต่างๆ ซึ่งกระบวนการ Tailor Welded Blank คือเป็นอีกหนึ่งกระบวนการที่สามารถลดน้ำหนัก และเสริมความแข็งแรงให้กับตัวถังรถชนิดได้เช่นกัน

Tailor Welded Blank (TWB) คือ กระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์โดยนำเหล็กแผ่นที่มีความหนาแตกต่างกัน รวมไปถึงเหล็กที่มีคุณสมบัติ หรือชั้นเคลือบที่ต่างกัน มาเชื่อมต่อให้เป็นเหล็กแผ่นชิ้นเดียวกันก่อนที่จะนำไปทำการขึ้นรูป แนวคิดในการรวมเหล็กประเภทต่างๆ เข้ามาเป็นแผ่นเดียวกันด้วยการเชื่อมถูกพัฒนาเพื่อผลิตผลิตภัณฑ์ทางวิศวกรรมโดยนำเหล็กที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันมาต่อให้เข้าด้วยกันในบริเวณที่เหมาะสมที่สุดเพื่อผลิตให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติที่สุด วิธีนี้ไม่เพียงแต่จะช่วยลดน้ำหนักของชิ้นส่วนให้ลดลง แต่ยังช่วยเพิ่มความแข็งแรงให้กับแนวเชื่อม และช่วยช่วยให้สามารถผลิตชิ้นส่วนได้โดยลดการใช้อุปกรณ์เบ็ดต่างๆ ด้วย

กระบวนการนี้ถูกนำมาใช้และพัฒนาอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมยานยนต์ โดยมีแรงผลักดันมาจากข้อบังคับทางด้านสิ่งแวดล้อม ความปลอดภัย และการอนุรักษ์พลังงาน ซึ่งต้องการให้ออกแบบรถชนิดที่มีน้ำหนักเบา เพื่อประหยัดพลังงาน และก่อให้เกิดมลภาวะน้อยลง พร้อมกับการปรับปรุงโครงสร้างของตัวรถให้มีความปลอดภัยยิ่งขึ้น ยกตัวอย่าง การทำประตุรถชนิด ที่นำเอาวัสดุ 2 ชนิดมาประกอบกัน แล้วนำมารีจิ้นรูป ดังแสดงในรูป 2.6 และวิธีการเชื่อมในการผลิต TWB มีอยู่ 4 วิธี ได้แก่ Laser beam butt welding, Resistance mesh seam welding, High-frequency induction และ Electron beam welding



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างการใช้งาน TWB ในการผลิตประตุรถชนิด [4]

เทคนิคการประกอบมืออยู่หลายวิธี ทั้งใช้ในการซ่อมแซมวัสดุต่างๆ ที่สึกหรอและใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ แต่เทคนิคการประกอบที่จะทำการศึกษานี้จะเป็นการรวมเทคนิคการประกอบในตัวถังรถยนต์ 4 ประตู ซึ่งนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมยานยนต์ทั่วไปที่เน้นต่อการนำมาประยุกต์ใช้ในการผลิตแบบปริมาณมาก (Mass Product) โดยเทคนิคการประกอบนี้จะแบ่งได้ 2 วิธี ได้แก่ การประกอบแบบถาวร (Permanent Joining) และ การประกอบแบบไม่ถาวร (Non-Permanent Joining)

โดยการประกอบถาวรแบ่งย่อยได้อีก 2 ประเภท คือ การเชื่อม (Welding) กับ การประกอบโดยวัสดุประสาน (Adhesive Joining) ดังที่แสดงในตารางที่ 2.2 โดยแต่ละวิธีก็จะมีลักษณะการเชื่อม ลักษณะของรอยเชื่อม ความแข็งแรงของรอยเชื่อม และกรรมวิธีต่างๆ ที่แตกต่างกันออกไป

ตารางที่ 2.2 กรรมวิธีการประกอบในตัวถังรถยนต์

Assembly		
Permanent Joining		Non-Permanent Joining
welding	Adhesive Joining	
Oxyacetyline Welding ; OAW	epoxy	Rivet
Oxyhydrogen Welding : OHW		Threaded Fastener
Air-Acetyline Welding : AAW		Screw
Shielded Metal-Arc-Welding : SMAW		
Carbon-Arc Welding		
Atomic-Hydrogen Arc Welding		
Gas Tungsten-Arc Welding		
Laser Beam Butt Welding		
Resistance Mash Seam Welding		
High-Frequency Induction		
Electron Beam Welding		
Heated Tool Welding		
Gas Metal Arc Welding Process:GMAW		
Submerged Arc Welding Process : SAW		
Plasma Arc Welding : PAW		
Seam Welding		
Flast Welding		
Ultrasonic Welding		

สำหรับการประกอบแบบถาวรนั้น ถ้าเชื่อมกันแล้ว การที่จะแยกวัสดุทั้ง 2 ชิ้นออกจากกันนั้นจะทำได้ยาก แต่ถ้าแยกออกจากกันได้ก็เป็นไปได้ที่วัสดุทั้ง 2 ชิ้น จะเกิดความเสียหายขึ้น แต่จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับความแข็งแรงของรอยเชื่อม และวิธีการแยกของวัสดุทั้ง 2 ชิ้น แต่โดยทั่วไปแล้วไม่นิยมที่จะแยกวัสดุเดิมมาเชื่อมใหม่ และหลักการส่วนใหญ่จะอาศัยการให้ความร้อนแก้วัสดุที่จะเชื่อมก่อนการคำนึงการงานเกิดการหลอมละลายบนชิ้นงานก่อนเสมอแต่ในขณะที่ชิ้นงานเกิดการหลอมละลายก็จะมีวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่งที่จะทำให้ชิ้นงานทั้งสองเชื่อมติดกันได้ ยกตัวอย่าง เช่น Arc-Welding จะให้ฐานเชื่อมเป็นแบบหลอมละลายระหว่างรอยต่อของชิ้นงาน หรือ Resistance Welding ที่จะปล่อยกระแสไฟฟ้าเป็นตัวให้ความร้อนแทนแล้วอัดเข้าด้วยกัน เป็นต้น

ในส่วนของการประกอบแบบไม่ถาวร เป็นการเชื่อมแบบชั่วคราว ซึ่งสามารถถอดออกกันได้อย่างอิสระ และเมื่อเบร์ยนเทียนกับแบบถาวรแล้ว เรื่องความแข็งแรง กับอายุการใช้งานนั้นแบบถาวรดีกว่ามาก แต่แบบไม่ถาวรมีข้อดีกว่าตรงความสะดวกสบายในการเชื่อม และราคาถูกกว่ามาก การจะเลือกใช้แบบไหนก็ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน และสภาพแวดล้อมในการเชื่อม

สุดท้ายคือ การประกอบโดยใช้วัสดุประสาน (Adhesive Joining) หรือเรียกอีกอย่างว่าการประกอบโดยใช้กาว ซึ่งวัสดุประสานชนิดที่ใช้ในงานเชื่อมตัวถังรถยนต์นี้ จะมีความแข็งแรงเป็นพิเศษ เมื่อทำการประกอบหรือเชื่อมกันเสร็จแล้วชิ้นงานจะทำการแยกออกจากกันได้ยากมาก การใช้วิธีนี้ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษในเรื่องการสูดคุม และโคนผิวนั้น เนื่องจากเป็นกรรมวิธีที่ต้องใช้สารเคมีเข้ามาเกี่ยวข้อง

หากที่ได้กล่าวมาข้างต้น การประกอบแต่ละวิธีจะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป จึงได้มีแนวคิดที่จะนำมาประยุกต์ใช้ร่วมกัน เช่น วัสดุประสาน ใช้รวมกับการเชื่อมหรือวัสดุประสาน ใช้รวมกับวัสดุอะกีด ต่างๆ เป็นต้น เพื่อเป็นการ弥补ดีด้วย และเพิ่มความแข็งแรงของรอยเชื่อมนั้น แต่จะเพิ่มความยุ่งยากในการเชื่อมมากขึ้นด้วย แต่จะเลือกใช้แบบไหนก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม

รายละเอียดของการเชื่อมในแต่ละชนิดจะอยู่ในภาคผนวก ก

### 2.3 ระบบฐานข้อมูล (Database System)

ระบบฐานข้อมูล (Database System) คือ เป็นที่รวบรวมของฐานข้อมูลต่าง ๆ หรือเป็นที่รวบรวมของข้อมูลทั้งหมด ซึ่งอาจจะได้จากการคำนวณ ประมวลผลต่าง ๆ หรืออาจจะได้จากการบันทึกข้อมูลโดยผู้ใช้ ซึ่งเป็นแนวคิดที่ได้รับความนิยมมากที่สุด และใช้งานกันแพร่หลาย โดยจะศึกษาจากโปรแกรม Microsoft Access ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้จัดการข้อมูลได้อย่างสะดวกและง่ายดาย

ฐานข้อมูล (Database) เป็นชุดของข้อมูลที่รวมเอาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกันเป็นเรื่องราวเดียวกันหรือเป็นชุดข้อมูล เชน ฐานข้อมูลวัสดุ ฐานข้อมูลการเชื่อม ฐานข้อมูลการประกอบและฐานข้อมูลตัวถังรถยนต์น้ำหนักเบา เป็นต้น

#### 2.3.1 จุดประสงค์ในการออกแบบฐานข้อมูล

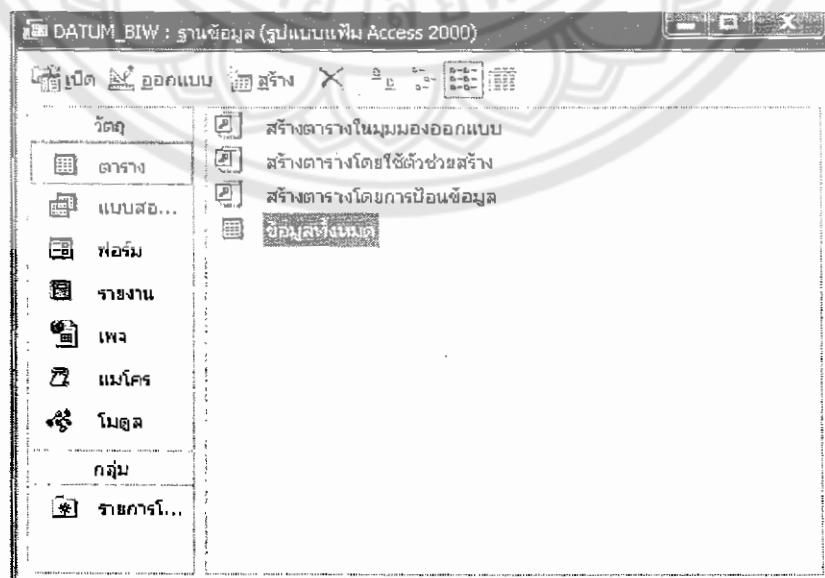
ลดความซ้ำซ้อนข้อมูลในฐานข้อมูล เนื่องจากถ้ามีการเก็บข้อมูลซ้ำซ้อนกัน จะทำให้การแก้ไขเบิกบานข้อมูลในตารางทำได้ไม่สะดวก

ตอบสนองความจำเป็นในการเรียกใช้ข้อมูลในเวลาที่สั้นที่สุด โดยหลังจากออกแบบฐานข้อมูลเสร็จแล้ว เราสามารถเรียกข้อมูลที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว เพราะว่าข้อมูลในตารางที่ออกแบบอย่างถูกต้องจะไม่มีการซ้ำซ้อน ทำให้ไม่เสียเวลาค้นหาข้อมูล เนื่องจากข้อมูลที่ต้องการจะอยู่ในตารางที่เกี่ยวข้องเท่านั้น

#### 2.3.2 ส่วนประกอบต่างๆ ของไฟล์ฐานข้อมูลใน Microsoft Access

ในโปรแกรม Microsoft Access จะมี MODULE ที่สำคัญดังรูปที่ 2.7 ซึ่ง MODULE จะใช้ในการสร้างฐานข้อมูล Access

จากรูปที่ 2.7 จะใช้อยู่ 2 ส่วน คือ Tables และ Form ซึ่ง 2 ส่วนจะใช้ทำหน้าที่จัดเก็บและเรียกใช้ข้อมูลที่จัดเก็บ



รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบต่างๆ ที่สำคัญของโปรแกรม Microsoft Access

### 2.3.2.1 ตาราง (Tables)

Tables หรือ ตาราง เป็นส่วนที่เก็บโครงสร้างของฐานข้อมูล และข้อมูลต่างๆ ที่เราบี เก็บ ข้อมูล การเชื่อม ข้อมูลวัสดุ เป็นต้น และตารางนี้จะ จัดเก็บข้อมูลในรูปแบบ และ colum โดยข้อมูลแต่ละแถวจะ เรียกว่า rekord (Record) ซึ่งจะเป็นข้อมูลของการเชื่อมแต่ละวิชี และข้อมูลในแต่ละ colum จะเรียกว่า ฟิลด์ (Fields) เช่น ในตารางการเชื่อมจะมีฟิลด์ประเภทการเชื่อม ชื่อการเชื่อม เป็นต้น ตารางมีลักษณะดัง รูปที่ 2.8 [5]

ในส่วนตารางที่สร้างขึ้นมาจำเป็นต้องมีการกำหนดคุณสมบัติพื้นฐานของฟิลด์เข้าไปด้วย และ การกำหนดคุณสมบัติต่างๆ เพื่อจุดประสงค์ ต่อไปนี้

1. เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงานมากที่สุด ทั้งด้านเนื้อที่ในการจัดเก็บข้อมูล และความเร็ว ในการทำงานกับข้อมูล

2. เพื่อให้ตรงกับจุดประสงค์ในการใช้ข้อมูล

และในโปรแกรม Microsoft Access มีข้อมูลชนิดต่างๆ ให้เราเลือกใช้ได้ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 รายละเอียดของชนิดข้อมูล (Data Type) ที่มีใน Microsoft Access [5]

ชนิดของข้อมูล	รายละเอียด
Text	เป็นข้อความที่เก็บอักขระได้ไม่เกิน 255 ตัว
Memo	เป็นข้อความที่เก็บตัวอักขระได้สูงสุด 65535 ตัว
Number	เป็นข้อมูลชนิดที่ใช้เก็บตัวเลขที่สามารถกำหนดให้เป็นเลขจำนวนเต็ม หรือเลข ทศนิยมก็ได้
AutoNumber	เป็นข้อมูลชนิดตัวเลขที่จะกำหนดค่าให้อัตโนมัติ
Yes/No	เป็นข้อมูลชนิดบูลีน ที่มีเพียงค่าใดค่าหนึ่งเท่านั้น ในค่า 2 ค่า เราสามารถ กำหนดรูปแบบในการแสดงผลเป็น True/False , Yes/No หรือ On/Off ก็ได้
Currency	เป็นชนิดข้อมูลทศนิยมที่มีตำแหน่งหลังจุดทศนิยม 4 ตำแหน่ง เช่น 0.0000
Date/Time	เป็นชนิดข้อมูลที่ใช้เก็บเวลา และวันที่
OLE Object	เป็นชนิดข้อมูลที่ใช้เก็บ物件เจกต์ เช่น รูปภาพ เสียง หรือออบเจกต์ที่สร้างจาก โปรแกรมที่สนับสนุน OLE ก็ได้ เป็นต้น
Hyperlink	เป็นชนิดของข้อมูลที่เก็บที่อยู่ของไฟล์ในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ประเภทการเชื่อม	ชื่อการเชื่อม	หลักการ	ข้อดี	ข้อเสีย	รูปภาพประกอบ	ชื่อชิ้นส่วนตัวที่
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Gas Metal Ar.	การเชื่อมอาร์โคลาห์กิ	การเชื่อมแบบ MIG ไม่มีหมากัน			Bitmap Image A-pillar	
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Gas Tungster	ขบวนการเชื่อมแบบที่ 1. ความร้อนจาก 1. กระบวนการ	Bitmap Image A-pillar reinforce				
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Shielded Met.	เป็นการเชื่อมที่ได้คาว ก/a	n/a	Bitmap Image Body side inner			
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Atomic-Hydro	การเชื่อมแบบไฟฟ้า การเชื่อมแบบนี้ เชื่อมที่ได้ดี				Bitmap Image Bonnet	
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Air-Acetyline	สานในห้องจะคลายกัน ก/o	ก/o	B-pillar		B-pillar reinforce	
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Oxyacetyline	สานในห้องจะคลายกัน ก/o	n/a	Bitmap Image Bumper		Bumper	
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Oxyhydrogen	จะคลายกันในการเชื่อม รอบเชื้อมที่ได้ดี 1. มีความหนึ่งใน ฉุกเฉินมีภัย				Bitmap Image C - pillar	
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Laser beam	เป็นการเชื่อมแบบที่ 1. มีความแม่นยำใน ฉุกเฉินมีภัย				Bitmap Image C-pillar reinforce	
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Resistance	เป็นกระบวนการเชื่อม “ได้แนวเชื่อมที่กรา				Bitmap Image Crash box	
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ High-frequenc	เป็นการเชื่อมแบบต่อ วิถีความกว้างของแนว หลังจากที่กรา				Bitmap Image Cross member	
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Electron bear	เป็นการเชื่อมแบบหล่อ วิถีความแม่นยำใน วิถีความแม่นยำใน				Door beam	
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Heated tool / Heated tool welding	ใช้เวลาอันน้อย, ตั้งแต่ ไม่มีสามารถเชื่อม				Bitmap Image Door inner	
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Submerged A	เป็นกระบวนการเชื่อม ก/a	n/a	Bitmap Image Fender			
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Plasma Arc	เป็นกระบวนการเชื่อม ก/a	n/a	Firewall			
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Ultrasonic W	การเชื่อมพลาสติกได้ ก/a	n/a	Floor			
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Seam Weldin	Seam Welding มีการ ก/a	n/a	Floor cross mi			
การประกลบแบบการ (P) การเชื่อมแบบ Flash Weldin	การเชื่อมแบบ Flash ก/a	n/a	Floor front			

รูปที่ 2.8 ลักษณะของตารางที่รวมรวมข้อมูลทั้งหมด

### 2.3.2.2 ฟอร์ม (Forms)

Form หรือ ฟอร์ม เป็นการสร้างหน้าจอเพื่อใช้กรอกข้อมูลลงตาราง หรือเรียกคุณูปแบบจากตาราง ซึ่งอาจจะเสียเวลาไปบ้างในการสร้างฟอร์ม แต่เวลาที่เสียไปนั้นถือว่าคุ้มค่า เพราะ ฟอร์มจะช่วยให้การกรอกข้อมูลลงตารางทำได้ง่ายและแม่นยำ หรือเรียกคุณูปแบบในตารางได้อย่างสะดวกและรวดเร็วขึ้น เช่น การเรียกคุณูปแบบการเชื่อม ข้อมูลวัสดุต่างๆ ได้อย่างง่ายดาย โดยสามารถกำหนดรายละเอียดต่างๆ ของฟอร์ม ให้เหมาะสมกับวัสดุที่ใช้งานได้ ทำให้การใช้งานฟอร์มทำงานกับข้อมูลในฐานข้อมูล ทำได้ดีกว่ามุมมอง Table Datasheet และจัดระเบียบในการแสดงผลพิเศษต่างๆ ได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งผู้ใช้ทำจะให้แสดงฟิลด์ที่ไม่คำนึงไปบนฟอร์มที่ได้อย่างอิสระ

โดยการสร้างฟอร์มใน Microsoft Access นั้นสามารถสร้างฟอร์มได้ 2 วิธี คือ

การสร้างฟอร์มด้วยวิชาชีร์ค เป็นการสร้างฟอร์มโดยวิชาชีร์คจะสอนตามข้อมูลที่จำเป็นของฟอร์มที่จะสร้าง โดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องทำความเข้าใจรายละเอียดในการสร้างฟอร์มเลย และผู้ใช้จะได้ฟอร์มในรูปแบบที่ต้องการอย่างรวดเร็ว แต่ข้อเสียคือไม่สามารถตัดต่อ หรือออกแบบฟอร์มการนำเสนอได้

การสร้างฟอร์มจากในมุมมอง Form Design การสร้างฟอร์มในมุมมองนี้ ผู้ใช้ต้องออกแบบฟอร์มด้วยเครื่องมือต่างๆ โดยนำเครื่องมือที่เหมาะสมมาวางบนฟอร์มเพื่อกำหนดตำแหน่ง และการสร้างฟอร์มด้วยวิชีร์ค ผู้ใช้จะสามารถกำหนดรายละเอียดต่างๆ ของฟอร์มที่สร้างได้มากกว่าการสร้างฟอร์มด้วยวิชาชีร์ค

การนำเสนอข้อมูลในฐานข้อมูลของการประกอบด้วยรถนำหน้าเก่า ในโครงการนี้จะใช้การสร้างฟอร์มจากมุมมอง Form Design หรือเป็นการคิดหน้าดำเนินการของ [5]

ส่วนประกอบต่างๆ ในมุมมอง Form Design นี้จะมีหน้าที่ และความสำคัญทั้งหมด ซึ่งจำเป็นต้องทำความเข้าใจส่วนประกอบต่างๆ ของหน้าต่างนี้ ดังรูป 2.9

ฟอร์มว่าง ที่ให้ผู้ใช้ออกแบบ ซึ่งประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ Form Header, Form Detail และ Form Footer ซึ่งส่วนใหญ่จะแสดงผลพิล็อตต่างๆ กันในส่วน Form Detail ส่วน Form Header และ Form Footer จะใช้ในการแสดงผลบางอย่าง

**ทูลบ็อกซ์ (Toolbox)** เป็นทูลบ็อกซ์ที่เก็บคอนโทรลต่างๆ ที่ใช้ในการออกแบบฟอร์ม โดยผู้ใช้จะทำ ขั้นตอนใช้มาส์ลากคอนโทรลที่จะใช้มาวางบนฟอร์ม กำหนดตำแหน่ง ขนาด และคุณสมบัติของ คอนโทรลให้เหมาะสม

**Field List** เป็นหน้าต่างที่ใช้แสดงรายการในฟิล์ด ที่เราเลือกเป็นแหล่งข้อมูลสำหรับฟอร์ม สามารถใช้มาส์ลากฟิล์ดที่ต้องการให้แสดงบนฟอร์มได้ทันที

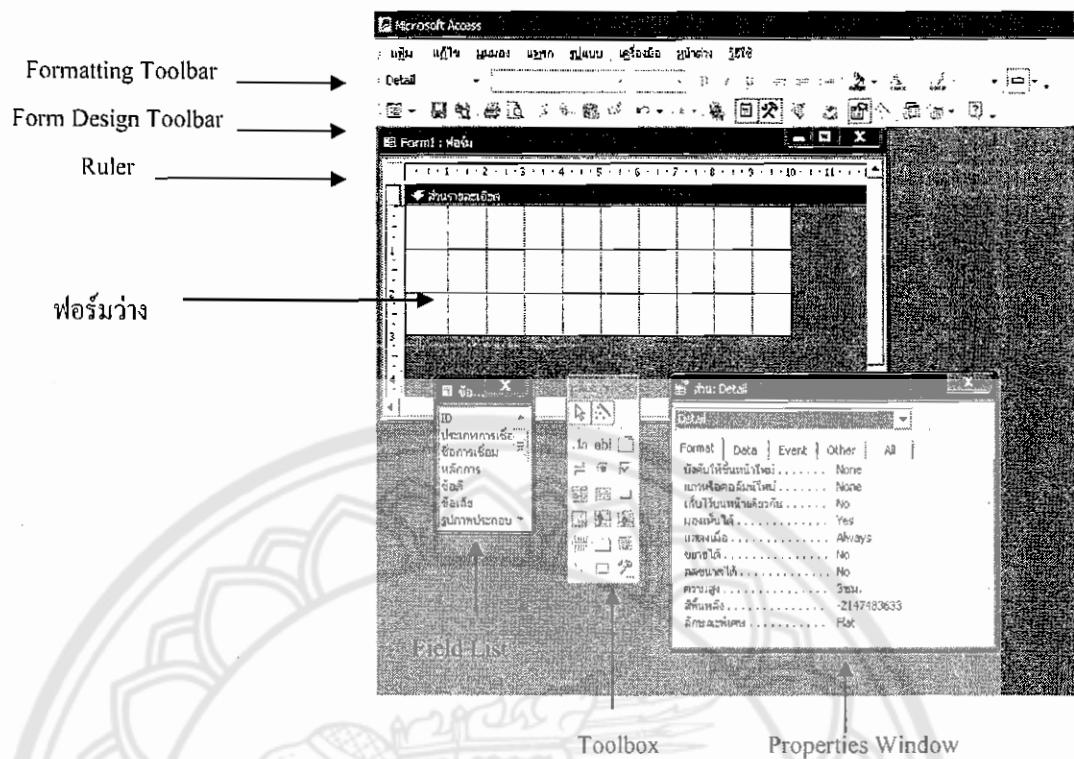
**Properties Windows** เป็นหน้าต่างที่ใช้ในการแสดงคุณสมบัติต่างๆ ของฟอร์ม และคอนโทรล

**Form Design Toolbar** เป็นทูลบาร์ที่ใช้ในการทำงานต่างๆ ในขณะที่เราออกแบบฟอร์ม

**Formatting Toolbar** เป็นทูลบาร์ที่ใช้กำหนดลักษณะรูปแบบ และคุณสมบัติต่างๆ ของคอนโทรล ซึ่งช่วยเพิ่มความสวยงามให้กับฟอร์มน่าสนใจ

**Vertical และ Horizontal rulers** เป็นเครื่องมือช่วยในการกำหนดตำแหน่ง และขนาดของ ขอบเขตบนฟอร์ม

**Vertical และ Horizontal scroll bars** เป็นเครื่องมือช่วยในการแสดงผลฟอร์มที่ใหญ่เกินกว่า หน้าต่าง Form Design [5]



รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบต่างๆ ในมุมมอง Form Design ของโปรแกรม Microsoft Access