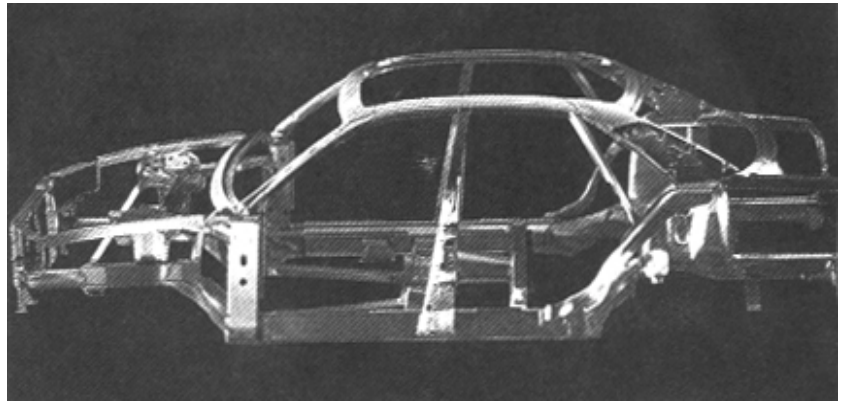


บทความทั่วไป



หนทางแห่ง

รถยนต์น้ำหนักเบา

■ ดร.เอกสิทธิ์ นิสารัตนพร

ผู้ผลิตต้องขบเจตย์
ในการทำเครื่องยนต์
มีน้ำหนักน้อยลง
โดยยังคงมีระดับ
ความปลอดภัยสูงอยู่
ปัญหาใหญ่ก็คือ
เรื่องของวัสดุ
สำหรับออดี้
ทางออกคือ
อะลูมิเนียม

ในสภาวะการแข่งขันที่เกิดขึ้นอย่างสูงในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ ผู้ผลิตยังประสบกับปัญหาในเรื่องความต้องการของลูกค้าโดยเฉพาะอย่างยิ่งในแง่การประหยัดน้ำมัน ปัจจัยที่ผู้ผลิตมองว่าสามารถช่วยลดการใช้ น้ำมัน คือ การลดน้ำหนักของตัวรถยนต์ (โครงรถ) โดยใช้วัสดุที่มีน้ำหนักเบา อะลูมิเนียมได้รับการพิจารณาว่าเป็นวัสดุที่เหมาะสมและสามารถนำมาใช้แทนเหล็กกล้า เนื่องจากมีความหนาแน่นต่ำกว่าเหล็กมาก ดังนั้น บริษัท ออดี้ (Audi) ได้ผลิตรถยนต์ที่มีโครงสร้างแบบโครงสามมิติ (space frame) ขึ้นมาโครงรถแบบนี้ได้รับการออกแบบโดยใช้ หลักการของโครงสร้างแบบโครงกระดูก (skeleton-like structure) ควบคู่ไปกับกรรมวิธีการผลิตอื่นที่ออกแบบขึ้นเป็นพิเศษ ทำให้สามารถลดน้ำหนักของรถยนต์ไปได้ 35 ถึง 40 เปอร์เซ็นต์ทีเดียว

ในการพัฒนาและปรับปรุงโครงสามมิติ บริษัท ออดี้ ยังได้ร่วมมือกับบริษัท Alcoa (Aluminum Company of America) ซึ่งเป็นบริษัทของสหรัฐอเมริกาที่มีชื่อเสียงอย่างมากในเรื่องของการผลิตอะลูมิเนียม แต่เนื่องจากอะลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีราคาแพงมากเมื่อเทียบกับเหล็ก ทำให้ต้นทุนการผลิตของชิ้นส่วนอะลูมิเนียมที่จะนำมาแทนชิ้นส่วนเหล็กกล้ามีราคาสูง ดังนั้น ออดี้ และ Alcoa จึงเกิดความคิดที่จะผลิตโครงสร้างแบบโครงสามมิติขึ้น โครงสามมิตินี้จะมีความแตกต่างจากกรรมวิธีการผลิตแบบเก่าตรงที่ผิวของชิ้นส่วนประกอบต่าง ๆ จะได้รับการออกแบบให้เป็นชิ้นเดียวกันกับโครงรถ ดังนั้นจึงทำให้จำนวนของชิ้นส่วนที่จะมาประกอบเข้ากับโครงรถมีจำนวนลดลงไปจำนวนมาก จะเห็นได้จาก จำนวนชิ้นส่วนลดลงเหลือเพียง 100 ชิ้นเท่านั้นเมื่อเทียบกับในโครงรถที่ทำมาจากเหล็กกล้าซึ่งมีชิ้นส่วนจำนวนมากถึง 300 ชิ้น อย่างไรก็ตามอุปสรรคที่สำคัญในการผลิตโดยใช้อะลูมิเนียมก็คือ ต้นทุนเริ่มแรกในเรื่องของการพัฒนาและการออกแบบที่ค่อนข้างสูงรวมทั้งขีดจำกัดของอัตราการผลิต ซึ่งในปัจจุบันการผลิตจะทำได้ อย่างคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ก็ต่อเมื่อสามารถการผลิตได้ 100,000 คันต่อปี

ก่อนที่จะเลือกอะลูมิเนียมเป็นวัสดุที่นำมาใช้ทำโครงรถยนต์แบบนี้อะลูมิเนียมและวัสดุที่มีน้ำหนักเบาอื่น ๆ ได้ถูกนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบ และศึกษาถึงความเป็นไปได้ โดยมีเกณฑ์ในการพิจารณาดังนี้

- ข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับลักษณะของวัสดุ และอิทธิพลของขนาดและรูปร่าง
- ศักยภาพในการลดน้ำหนัก
- วัตถุดิบที่เหลือจากการผลิต
- พลังงานที่ใช้ในการผลิต
- ความสามารถที่จะนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก
- ความปลอดภัย

ถึงแม้ว่าอะลูมิเนียมจะเป็นวัสดุที่มีราคาแพงก็ตามแต่บริษัท ออดี ก็ตัดสินใจว่าอะลูมิเนียมเป็นวัสดุที่ดี และเหมาะสมที่สุดเนื่องจากอะลูมิเนียมมีปัจจัยหลายอย่างที่มีอิทธิพลต่อน้ำหนักเช่น อะลูมิเนียมแผ่นหรืออะลูมิเนียมแท่ง (ที่ผ่านการอัดรีดขึ้นรูปแบบ extrusion) มีค่าความแข็งแรงที่จุดคราก (yield strength) สูงกว่าหรือเทียบเท่ากับค่าความแข็งแรงของแผ่นเหล็ก ที่ใช้ทำตัวถังรถยนต์ในปัจจุบันและถึงแม้ว่าค่าโมดูลัสของความยืดหยุ่นจะต่ำเพียง 70,000 เมกะนิวตันต่อตารางเมตรก็ตาม แต่ก็สามารถแก้ไขได้โดยการเพิ่มความหนาในส่วนที่ต้องการความแข็งแรงสูง และเนื่องจาก

ความหนาแน่นของอะลูมิเนียมต่ำเพียง 2.7 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งก็หมายความว่าในปริมาตรที่เท่ากันน้ำหนักของอะลูมิเนียมจะน้อยกว่าของเหล็กกล้า นอกจากนี้อะลูมิเนียมยังสามารถนำไปทำชิ้นส่วนที่ขึ้นรูปโดยการอัดขึ้นส่วนที่ผ่านการหล่อ และขึ้นงานแผ่นที่ผ่านการรีดมาซึ่งในทางปฏิบัติแล้วทำให้การนำอะลูมิเนียมมาใช้ในรูปแบบต่าง ๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ตัวอย่างเช่น

■ ชิ้นส่วนที่ผ่านการหล่อหรือการอัดขึ้นรูปมา จะใช้ในตำแหน่งหรือส่วนที่มีการออกแบบที่สลับซับซ้อน

■ ความอิสระในการออกแบบชิ้นส่วนโดยเฉพาะในชิ้นส่วนที่หล่อมา ซึ่งทำให้ชิ้นส่วนมีความแข็งแรงที่เหมาะสมโดยสามารถเพิ่มความทนทานต่อแรงบิดขึ้นได้อีก 20 เปอร์เซ็นต์

■ กล่องที่ผ่านการอัดขึ้นรูป (extruded box) จะกำจัดการสูญเสียความแข็งแรงตรงรอยเชื่อมที่เกิดขึ้นในกรรมวิธีแบบ conventional spot welding

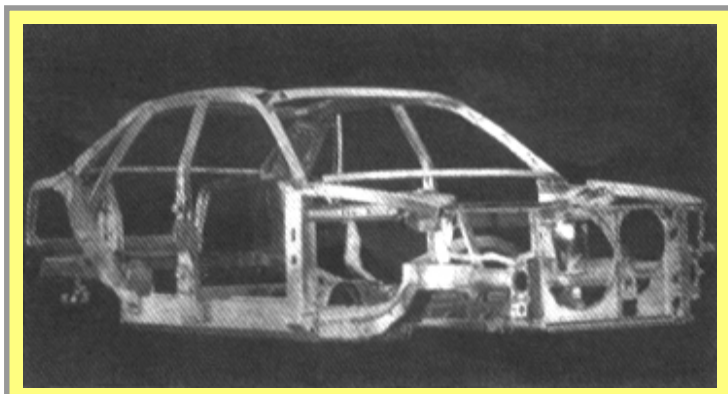
■ การเปลี่ยนแปลงความหนาของชิ้นงานทำให้มีการใช้วัสดุอย่างมีประสิทธิภาพ

อะลูมิเนียมที่นำมาทำโครงสร้างรถยนต์แบบนี้เป็นอะลูมิเนียมผสมหรือเรียกว่าอะลูมิเนียมอัลลอยที่อยู่ในกลุ่ม 6000

(อะลูมิเนียม - แมกนีเซียม - ซิลิกอน) และกรรมวิธีการผลิตโครงสร้างรถยนต์โดยใช้อะลูมิเนียมอัลลอยนี้พัฒนาโดยบริษัท Audi และ Alcoa มาเป็นเวลากว่าสิบปีแล้วด้วยอะลูมิเนียมแผ่นเกรด 6000 นี้ เป็นวัสดุที่สามารถทำการอบด้วยความร้อนได้ แผ่นอะลูมิเนียมจะผ่านการขึ้นรูปได้อย่างง่ายดายในสภาพที่นุ่มซึ่งตามมาตรฐานก็คือ T4 (อบละลายแล้วตามด้วยการบ่ม ณ อุณหภูมิห้อง) ต่อมาสามารถเพิ่มความแข็งแรงให้กับแผ่นอะลูมิเนียมตามที่ได้รับการออกแบบไว้ตอนแรกได้โดยนำแผ่นอะลูมิเนียมนั้นไปอบด้วยความร้อน ซึ่งเรียกกรรมวิธีนี้ว่า การบ่ม (aging)

ชิ้นส่วนที่ผ่านการอัดขึ้นรูปที่ใช้กันจะมีคุณภาพสูงกว่าชิ้นส่วนที่อัดขึ้นรูปทั่วไปตามมาตรฐานการค้า ดังนั้นชิ้นส่วนเหล่านี้สามารถนำไปใช้ในตำแหน่งที่มักจะได้รับความเสี่ยงจากการกระทบ โดยเฉพาะในโซนที่มีการชนเกิดขึ้น (กันชน) ดังนั้นวัสดุที่นำมาใช้จะต้องมีความเป็นเนื้อเดียวกันและมีความแข็งแรงสูงมาก ในกรณีนี้เราใช้อะลูมิเนียม-ซิลิกอน อัลลอยที่ได้รับการพัฒนาควบคู่ไปกับกรรมวิธีการผลิตแบบใหม่

ในด้านชิ้นส่วนงานหล่อ บริษัท ออดี ใช้ความพยายามอย่างสูงทั้งในการพัฒนาและนำเทคโนโลยีการหล่อแบบ vacuum pressure มาใช้ในการผลิต นอกจากนี้ยังมีการปรับปรุงและพัฒนาโลหะผสมที่นำมาใช้ในงานหล่ออีกด้วย ดังนั้นชิ้นส่วนจึงมี



การใช้โครงสร้างสามมิติจากอะลูมิเนียมในรถออดีทำให้น้ำหนักรถได้ส่งผลให้ประหยัดเชื้อเพลิงโดยที่ความแข็งแรงความปลอดภัยยังคงเดิม



รถออดี้ใช้โครงสร้างอะลูมิเนียมจากการอัดรีดขึ้นรูปหล่อ และใช้อะลูมิเนียมแผ่นสำหรับผิวรถภายนอก

คุณสมบัติที่ดีหลาย อย่างเช่น เชื่อมได้ง่าย มีความเหนียวสูง และขึ้นรูปได้ง่าย ซึ่งเป็นคุณลักษณะที่สำคัญในด้านความปลอดภัยเมื่อมีการชน

บริษัทออดี้ ยังใช้เทคนิคการจำลองโดยใช้คอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการออกแบบโครงสร้างสามมิตินี้ด้วยซึ่งรวมทั้ง

■ การวิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงรถแบบสถิตและพลวัต

■ การปรับปรุงน้ำหนักของโครงรถให้เหมาะสมโดยใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์

■ การจำลองการชนและการยับเยินด้วยการจำลองต่าง ๆ ทำให้สามารถทำนายพฤติกรรมทางกลของโครงสร้างสามมิตินี้ได้ก่อนการผลิตขึ้น ส่วนจริงขึ้นและยังมีประโยชน์ในแง่ของการศึกษาความเป็นไปได้ของโครงการต่าง ๆ ซึ่งเป็นการลดการสูญเสียเงินและเวลา

ในกรณีที่มีการชนเกิดขึ้น โครงสร้างสามมิตินี้จะเป็นเสมือนกรงนิรภัยเพราะพื้นที่ที่คาดว่าจะมีการเปลี่ยนรูปเกิดขึ้นจะถูกออกแบบให้มีความแข็งแรงเป็นขั้นระดับ ตัวอย่างเช่น ความต้านทานต่อการเปลี่ยนรูปของชิ้นส่วนดูดซับความกระเทือน

มีค่าต่ำกว่าชิ้นส่วนด้านหน้าของโครงชดช้ ชิ้นส่วนหน้านี้จะมีค่าความต้านทานต่ำกว่าส่วนท้ายของชดช้ และโครงรถจะมีความต้านทานสูงที่สุด การออกแบบในลักษณะนี้ทำให้เมื่อมีการชนเกิดขึ้นทำให้โครงสร้างยังคงรูปอยู่ได้ และมีการเสียหายจากอุบัติเหตุ น้อยที่สุด

อะลูมิเนียม สามารถดูดซับพลังงานได้สูงกว่าเหล็กกล้า ความสามารถในการดูดซับพลังงาน คือ อะลูมิเนียมรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส หนา 1.8 มม. เทียบเท่ากับเหล็กกล้าขนาดเดียวกันแต่มีความหนา 1.2 มม. อย่างไรก็ตาม อะลูมิเนียมมีน้ำหนักเบากว่าเหล็กถึง 50 เปอร์เซ็นต์

ชิ้นงานที่ผ่านการอัดขึ้นรูปส่วนใหญ่ที่ใช้เป็นโครงสร้าง เป็นชิ้นงานกลวง (hollow section) นอกจากนี้บริษัท Alcoa ได้ผลิตขึ้นส่วนตามที่ต้องการเพื่อส่งให้แก่บริษัท ออดี้ ใช้ในการประกอบตัวถังรถ ชิ้นส่วนต่าง ๆ เหล่านี้เรียกว่า node และเป็นชิ้นส่วนที่ผ่านการหล่อแบบ diecasting โดยใช้กรรมวิธี Vacural บริษัทออดี้ ยังได้ประดิษฐ์คิดค้นมาตรฐานการทดสอบ เพื่อที่จะกำหนดส่วนประกอบ

ทางเคมีของโลหะผสมและการอบด้วยความร้อน

เทคนิคในการประกอบโครงสร้างแบบโครงสามมิติ มีทั้ง

- การเชื่อมโดยใช้ Shielded arc
- การตอกยึดด้วยหมุด
- การเชื่อมโดยใช้ความต้านทาน
- การพับติดกัน
- การประสานโดยใช้กาวหรือวัสดุประสาน

การตอกยึดด้วยหมุดไม่เคยนำมาใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์มาก่อน แต่วิธีการนี้เพิ่มความแข็งแรงสูงขึ้นอีก 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับการเชื่อมแบบจุด (spot welding) และยังใช้พลังงานน้อยกว่าอีกด้วย ในกรณีที่มีการประกอบแบบเดี่ยวจะใช้การประกอบแบบตอกยึดด้วยหมุด 68 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็นการเชื่อมแบบจุด หรือการพับติดกัน

ถึงแม้ว่าผู้ผลิตรถยนต์อาจจะพบว่า การผลิตรถยนต์ทั้งคันโดยใช้อะลูมิเนียมจะมีราคาแพงมากเกินไป แต่สิ่งที่สามารถเห็นได้ชัดคือ การใช้อะลูมิเนียมในรถยนต์อาจจะมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นต่อไปในอนาคต

