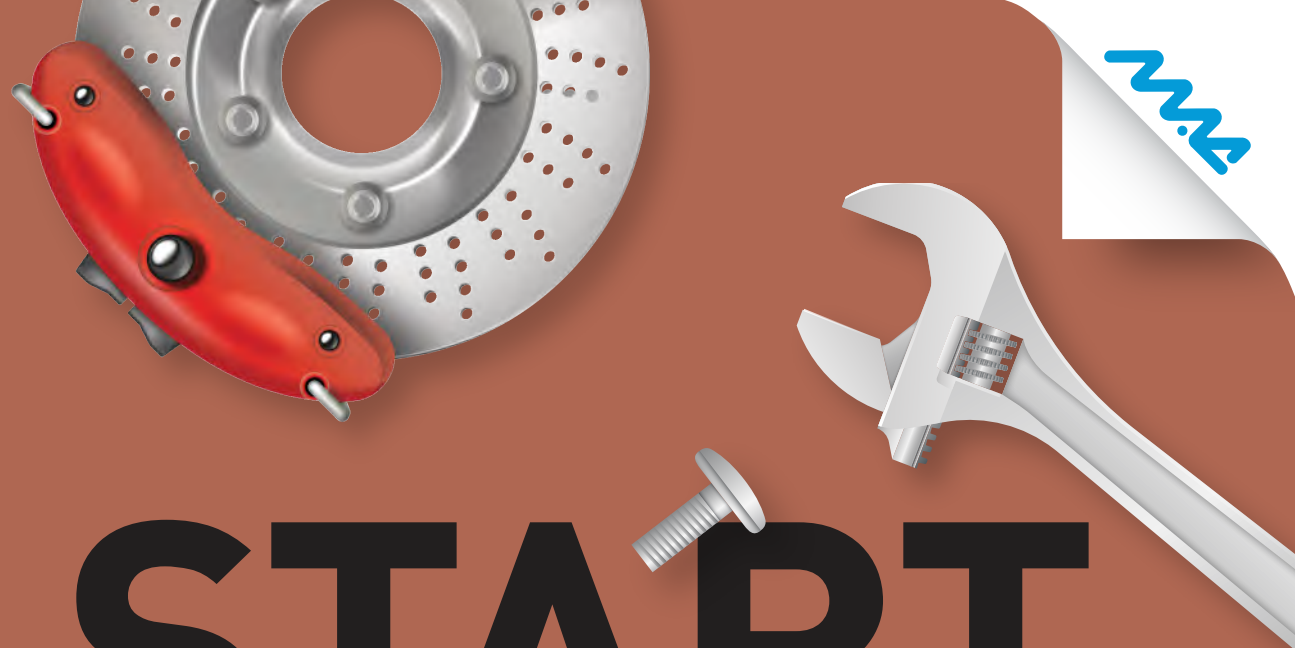
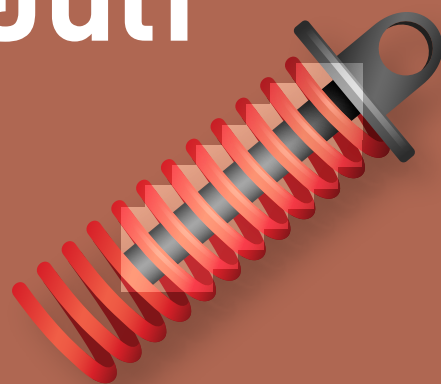
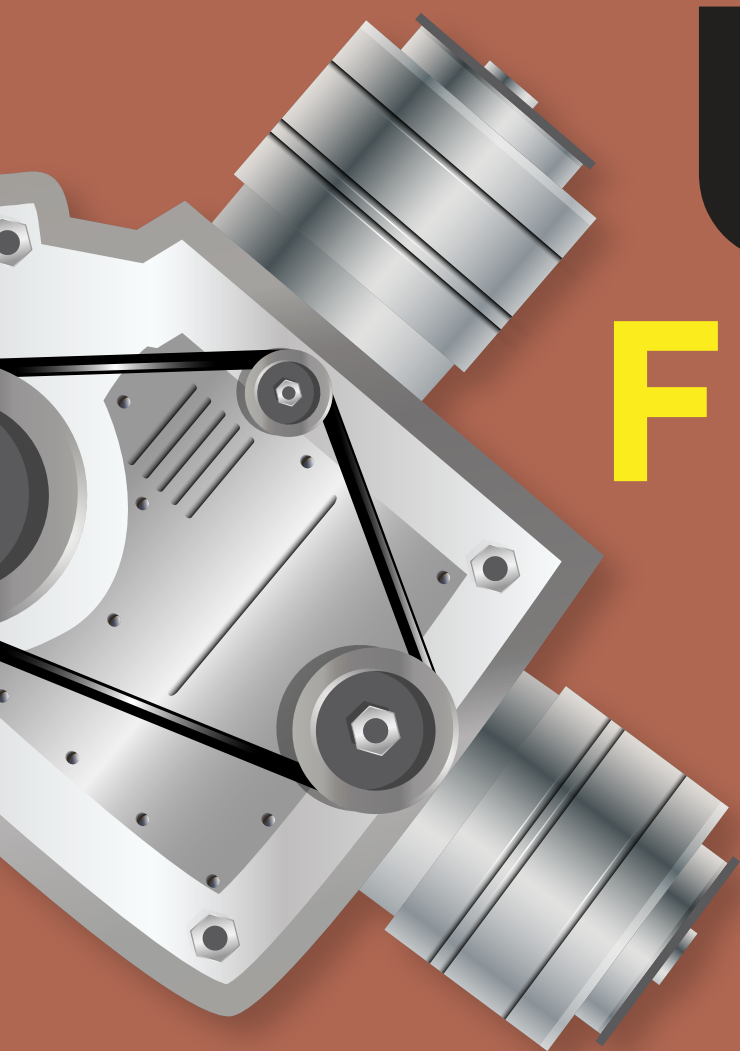




START UP

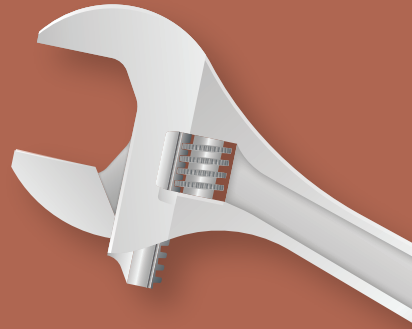
FIX-IT

รถยนต์

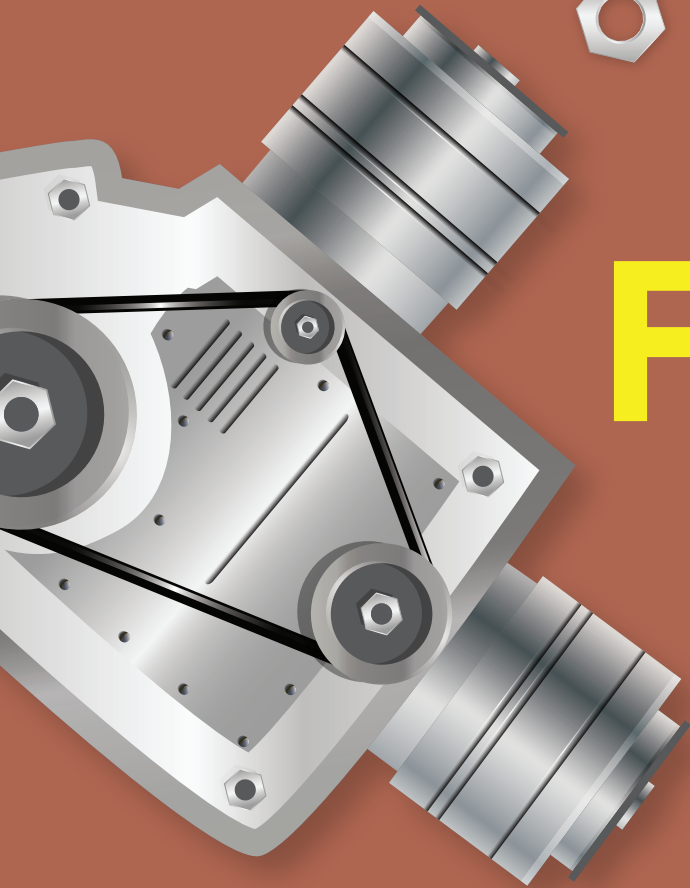


ทีมจวนแม็คเอ็ดดูเคชั่น

300.-

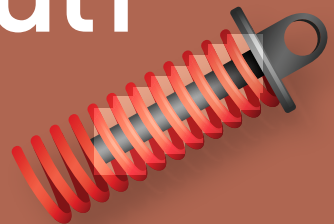


START UP.

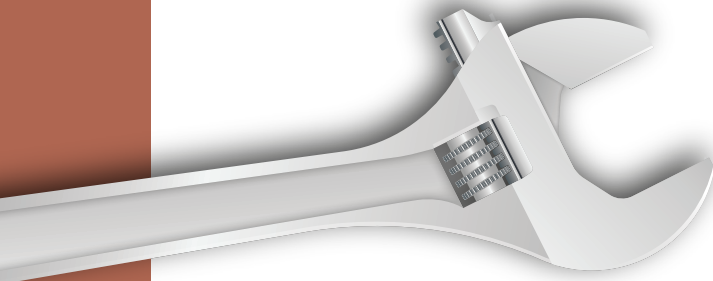


FIX-IT

รถยนต์



START UP FIX-IT รถยนต์



จัดทำโดย

MACIMACEDUCATION

ผู้เขียน : ทีมงานแม็คเอดดูเคชั่น

สงวนสิทธิ์ : สิงหาคม 2567

ราคาจำหน่าย : 300 บาท

ISSN 885-870-072-484-7

www.MACeducation.com

สงวนลิขสิทธิ์ตามกฎหมาย ห้ามลอกเลียน ไม่ว่าจะเป็นส่วนหนึ่งส่วนใดของหนังสือเล่มนี้
นอกจากจะได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษร

คำนำ

“อยากทำ START UP แต่ไม่รู้จะเริ่มต้นอย่างไร
ลองไปค้นหาไอเดียในการประกอบธุรกิจกัน”

หนังสือ ชุด START UP เป็นหนังสือที่จัดทำขึ้นเพื่อให้คนรุ่นใหม่ ๆ ที่ใฝ่ฝันอยากเป็น
เจ้าของธุรกิจ เพราะนอกจากจะได้เป็นเจ้านายของตนเองแล้ว ยังมีอิสระทางความคิดสร้างสรรค์ มีกลยุทธ์
ในการสร้างธุรกิจ มีความเป็นผู้นำ กล้าเสี่ยงและตัดสินใจในธุรกิจเพื่อสร้างรายได้ให้กับตนเอง

START UP FIX-IT รถยนต์ เป็นหนังสือที่นำเสนอความรู้และทักษะในการปฏิบัติงานส่งกำลัง
รถยนต์ งานไฟฟ้ารถยนต์ งานเครื่องยนต์ดีเซล เพื่อให้ผู้อ่านสามารถนำทฤษฎีและทักษะไปปฏิบัติการ
ซ่อมบำรุงรถยนต์ได้ด้วยตนเองจนสามารถสร้างรายได้และต่อยอดเกิดเป็นธุรกิจของตนเอง นอกจากนี้
ยังนำเสนอความรู้เกี่ยวกับการดำเนินธุรกิจขนาดย่อมเพื่อเป็นไอเดียให้ผู้อ่านวางแผนสร้างธุรกิจให้
ประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้

บริษัท แม็คเอดูเคชั่น จำกัด มีความมุ่งมั่นในการผลิตหนังสือชุดนี้เพื่อเป็นทางเลือกหนึ่ง
ในการเพิ่มทักษะความรู้และลงมือปฏิบัติจนสามารถต่อยอดในการสร้างรายได้ให้กับตนเอง และมุ่งหวัง
ว่าผู้อ่านจะสามารถเป็นผู้นำในการสร้างธุรกิจ START UP ที่ตนเองใฝ่ฝัน

ทีมงานแม็คเอดูเคชั่น

สารบัญ

1

งานส่วนกำลังรถยนต์

1

ระบบส่งกำลัง

2

คลัตช์

6

กระปุกเกียร์

32

เพลากลางและข้อต่ออ่อน

108

เพลาขับล้อหน้าและล้อหลัง

124

เฟืองท้าย

135

ระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ

158

การบำรุงรักษาระบบส่งกำลัง

163

2

งานไฟฟ้ารถยนต์

171

ระบบไฟฟ้ารถยนต์

172

แบตเตอรี่

179

ระบบไฟสัญญาณ

187

ระบบไฟแสงสว่าง

198

ระบบอำนวยความสะดวก

211

แผงหน้าปัดรถยนต์

222

ระบบจุดระเบิดแบบธรรมดา

229

ระบบจุดระเบิดควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์

247

ระบบสตาร์ท

259

ระบบประจุไฟ

278

3

งานเครื่องยนต์ดีเซล

293

โครงสร้างและหลักการทำงานของเครื่องยนต์ดีเซล	294
งานระบบน้ำมันเชื้อเพลิง	355
งานระบบหล่อลื่น	412
งานระบบระบายความร้อน	423
ระบบประจุอากาศและระบบไอเสียเครื่องยนต์ดีเซล	441
ระบบไฟฟ้าเครื่องยนต์ดีเซล	455
การติดเครื่องยนต์ดีเซลและการปรับแต่ง	468
การบำรุงรักษาเครื่องยนต์ดีเซล	486

4

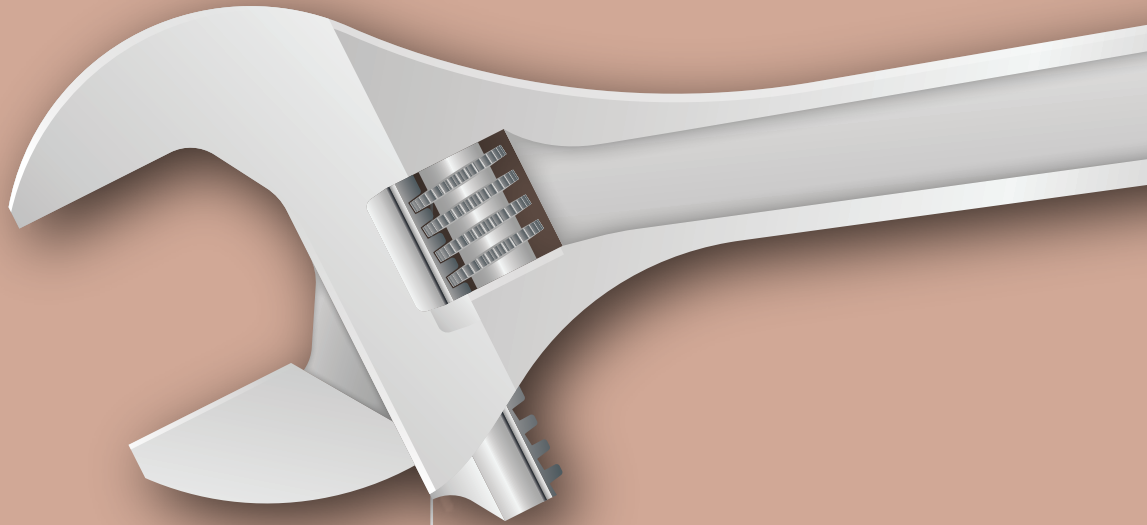
การดำเนินธุรกิจขนาดย่อม

501

การเริ่มต้นดำเนินธุรกิจขนาดย่อม	502
แหล่งเงินทุนสำหรับธุรกิจขนาดย่อม	510
การจดทะเบียนจัดตั้งธุรกิจขนาดย่อม	517
กฎหมายและองค์การที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินธุรกิจขนาดย่อม	534
ทำเลที่ตั้งธุรกิจขนาดย่อม	556
การตลาดสำหรับธุรกิจขนาดย่อม	559

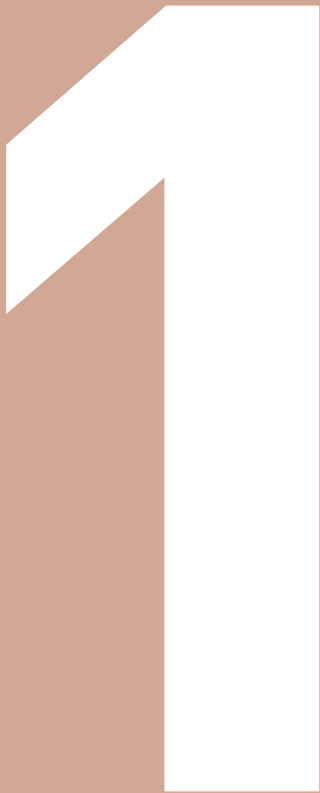
บรรณานุกรม

563



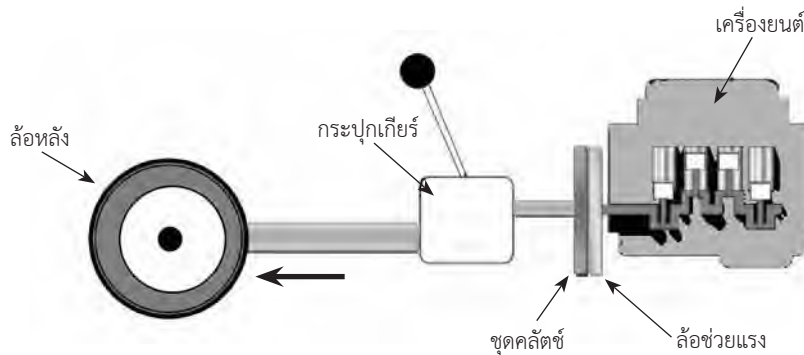
งานส่งกำลัง รถยนต์

ระบบส่งกำลังเป็นหนึ่งในองค์ประกอบหลักของรถยนต์ ซึ่งการส่งกำลังรถยนต์จะเริ่มจากเครื่องยนต์ไปยังเพลาเฟือง หรือข้อต่อต่างๆ และอื่น ๆ ที่ทำให้รถแล่นได้



ระบบส่งกำลัง

ระบบส่งกำลัง คือ กลไกการถ่ายทอดกำลังงานจากเครื่องยนต์ส่งไปยังล้อด้วยอัตราทดที่ต่างกัน ซึ่งสามารถทำให้รถเคลื่อนที่ได้ การส่งถ่ายกำลังงานประกอบไปด้วยเครื่องยนต์ คลัตช์ เกียร์ เพลากลาง เพลาขับ และเฟืองท้าย

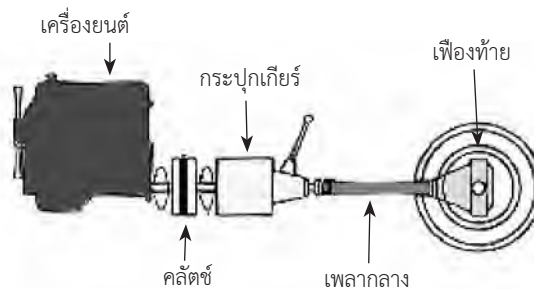


รูปแสดงการส่งกำลังรถยนต์

ส่วนประกอบของระบบส่งกำลัง

ส่วนประกอบของระบบส่งกำลัง มีดังนี้

1. **เครื่องยนต์ (Engine)** ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานความร้อนให้เป็นพลังงานกล
 2. **โครงรถ (Frame)** เป็นที่ติดตั้งและรองรับเครื่องยนต์
 3. **คลัตช์ (Clutch)** ทำหน้าที่ตัด-ต่อกำลังงานจากเครื่องยนต์ไปยังกล่องเกียร์
 4. **กล่องเกียร์ (Transmission Gear)** ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานและอัตราทดให้เหมาะสมกับสภาพการขับขี่
- ยานยนต์ สามารถเปลี่ยนทิศทางการหมุนของเพลาได้ในขณะเข้าเกียร์ถอยหลัง
5. **เพลากลาง (Propeller Shaft)** ทำหน้าที่รับกำลังงานจากกล่องเกียร์ส่งไปที่เฟืองท้าย
 6. **เฟืองท้าย (Differential Gear)** ทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการส่งกำลังงานจากเพลากลางส่งไปยังเพลาข้าง



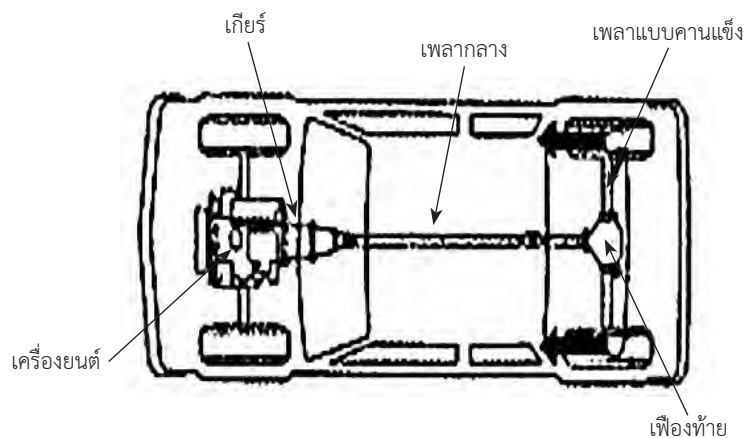
รูปแสดงส่วนประกอบของระบบส่งกำลัง

ประเภทของการขับเคลื่อน

รถยนต์นั่งและรถบรรทุกมีการวางระบบส่งกำลังที่ต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับกรอบออกแบบโครงสร้างตัวถังของรถให้เหมาะกับวัตถุประสงค์ของการออกแบบ

ปัจจุบันการขับเคลื่อนแบ่งออกเป็น 3 แบบ ดังนี้

1. การขับเคลื่อนล้อหลัง (Rear Wheel Driver) เครื่องยนต์จะติดตั้งไว้ด้านหน้าและขับเคลื่อนด้วยล้อหลัง ระบบส่งกำลังประกอบด้วยกระปุกเกียร์ เฟลากลาง เฟืองท้าย และเฟลาขับหลัง ข้อดีคือ เครื่องยนต์ระบายความร้อนได้ดี ปัจจุบันมีในรถบรรทุกขนาดเล็กและขนาดใหญ่



รูปแสดงส่วนประกอบของระบบส่งกำลังแบบขับเคลื่อนล้อหลัง

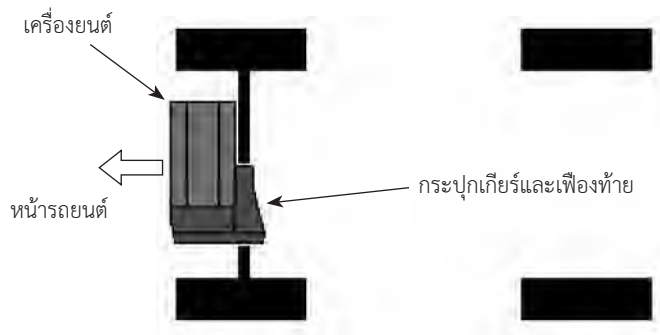
ข้อดี

- 1) ชิ้นส่วนของระบบส่งกำลังมีความทนทานกว่าแบบขับเคลื่อนล้อหน้า
- 2) จุดยึดแท่นเครื่องยนต์มีน้อยกว่า ยางแท่นเครื่องเสียหายยากเพราะการบิดตัวตามแนวยาวรถยนต์บิดตัวน้อยกว่า จึงฉีกขาดยากกว่า
- 3) การกระจายน้ำหนักของรถยนต์ดีกว่าแบบขับเคลื่อนล้อหน้า ทำให้การทรงตัวดีกว่าในช่วงความเร็วสูง และมีการควบคุมรถยนต์ได้ง่ายกว่า
- 4) การเบรกจะทรงตัวดีเพราะมีการกระจายน้ำหนักดี
- 5) เฟลาขับเคลื่อนน้อยกว่าแบบขับเคลื่อนล้อหน้า
- 6) มีการระบายความร้อนได้ดี

ข้อเสีย

- 1) การออกแบบที่มีชิ้นส่วนมากทำให้ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูง
- 2) การถอดประกอบเกียร์มีความยุ่งยากกว่าเพราะมีหลายจุด
- 3) ขณะที่ออกตัวหรือเร่งเครื่องทันทีในสภาพถนนลื่น รถยนต์จะมีการทำส่ายง่าย
- 4) ยางล้อหลังจะสึกหรอเร็วเพราะล้อหลังเป็นล้อขับเคลื่อนให้รถยนต์เคลื่อนที่
- 5) การบำรุงรักษาระบบส่งกำลังมีมากกว่าแบบขับเคลื่อนล้อหน้า

2. การขับเคลื่อนล้อหน้า (Front Wheel Driver) เครื่องยนต์ติดตั้งไว้ด้านหน้า ขับเคลื่อนด้วยล้อหน้า มีล้อหลังเป็นล้อหมุนตาม กระจุกเกียร์และชุดขับเคลื่อนเพื่องท้ายติดตั้งอยู่เป็นหน่วยเดียวกันซึ่งวางอยู่ตอนหน้าของรถยนต์ ไม่มีเพลากลาง การส่งกำลังจะส่งโดยตรงไปขับเคลื่อนล้อหน้า ทำให้สมรรถนะเครื่องยนต์สูงขึ้น



รูปแสดงส่วนประกอบของระบบส่งกำลังแบบขับเคลื่อนล้อหน้า

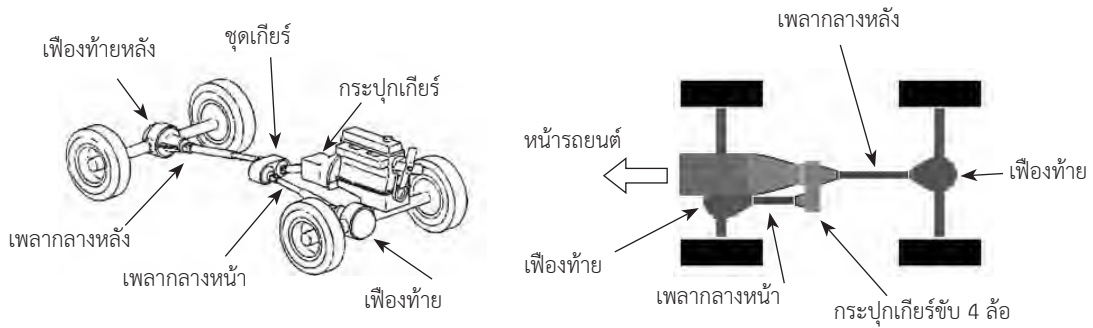
ข้อดี

- 1) การส่งถ่ายกำลังของเครื่องยนต์ไปยังกระจุกเกียร์ เพื่องท้าย และส่งผ่านไปยังล้อหน้านั้น จะมีการสูญเสียแรงบิดน้อยกว่าแบบขับเคลื่อนล้อหลัง
- 2) การเข้าโค้งในช่วงความเร็วสูงจะควบคุมรถยนต์ได้ง่ายกว่า แต่จะมีอาการท้ายปัดออกหรือลื่นเล็กน้อย
- 3) มีชิ้นส่วนที่น้อยกว่า คือ ชุดเพื่องท้ายจะอยู่รวมเป็นหน่วยเดียวกับกระจุกเกียร์ ไม่แยกออกมาเหมือนแบบขับเคลื่อนล้อหลัง ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาในระยะยาว
- 4) การซ่อมบำรุงกระจุกเกียร์จะมีการถอดง่ายกว่าแบบขับเคลื่อนล้อหลัง และใช้เวลาน้อยกว่า
- 5) น้ำหนักของรถยนต์ขับเคลื่อนล้อหน้าจะน้อยกว่ารถยนต์ขับเคลื่อนล้อหลัง เพราะมีชิ้นส่วนน้อยกว่า

ข้อเสีย

- 1) การกระจายน้ำหนักในล้อหน้าไม่ค่อยสมดุล เนื่องจากการกระจายน้ำหนักที่ล้อไม่เท่ากัน
- 2) อายุการใช้งานของเพลาขับจะสั้นกว่า เนื่องจากต้องรับกำลังจากเกียร์ที่ได้รับจากเครื่องยนต์มาถ่ายทอดออกที่หัวเพลาขับ และขณะเลี้ยว หัวเพลาจะสึกหรอสูงและมีการขาดของลูกยางกันฝุ่นมาก
- 3) มีอายุการใช้งานของแท่นเครื่อง ลูกยาง และจุดยึดแท่นกระจุกเกียร์สั้นกว่าแบบขับเคลื่อนล้อหลัง เนื่องมาจากการบิดตัว
- 4) จุดยึดแท่นกระจุกเกียร์มีจำนวนมาก
- 5) การกระจายน้ำหนักไม่ดี จึงควบคุมรถยนต์ขณะเบรกได้ไม่ดี
- 6) ยางล้อหน้าจะมีการสึกหรอเร็วกว่า เพราะต้องรับน้ำหนักตัวรถยนต์และเครื่องยนต์ขณะออกตัว

3. การขับเคลื่อน 4 ล้อ (Four Wheel Driver) เป็นระบบขับเคลื่อนที่ใช้ทุกล้อขับเคลื่อน ขณะที่ขับเคลื่อนตามปกติจะขับเคลื่อนด้วยล้อหลัง แต่เมื่อต้องการขับเคลื่อนทั้ง 4 ล้อจะทำการเปลี่ยนเกียร์เป็นระบบขับเคลื่อน 4 ล้อ กำลังก็จะส่งไปยังล้อหน้าทั้งสองด้วย



รูปแสดงส่วนประกอบของระบบสํากําลังแบบขับเคลื่อน 4 ล้อ

ข้อดี

- 1) ขับเคลื่อนบนถนนที่ขรุขระและมีหิมะปกคลุมได้ดี
- 2) สมรรถนะในการไต่เขาทำได้ดี
- 3) รถยนต์มีการทรงตัวได้ดีขณะเลี้ยว
- 4) สมรรถนะในการออกตัวและเพิ่มอัตราเร่งทำได้ดี เพราะยังไม่มีกลิ้งไถลกับถนน
- 5) รักษาการทรงตัวได้ดีในขณะวิ่งทางตรง

ข้อเสีย

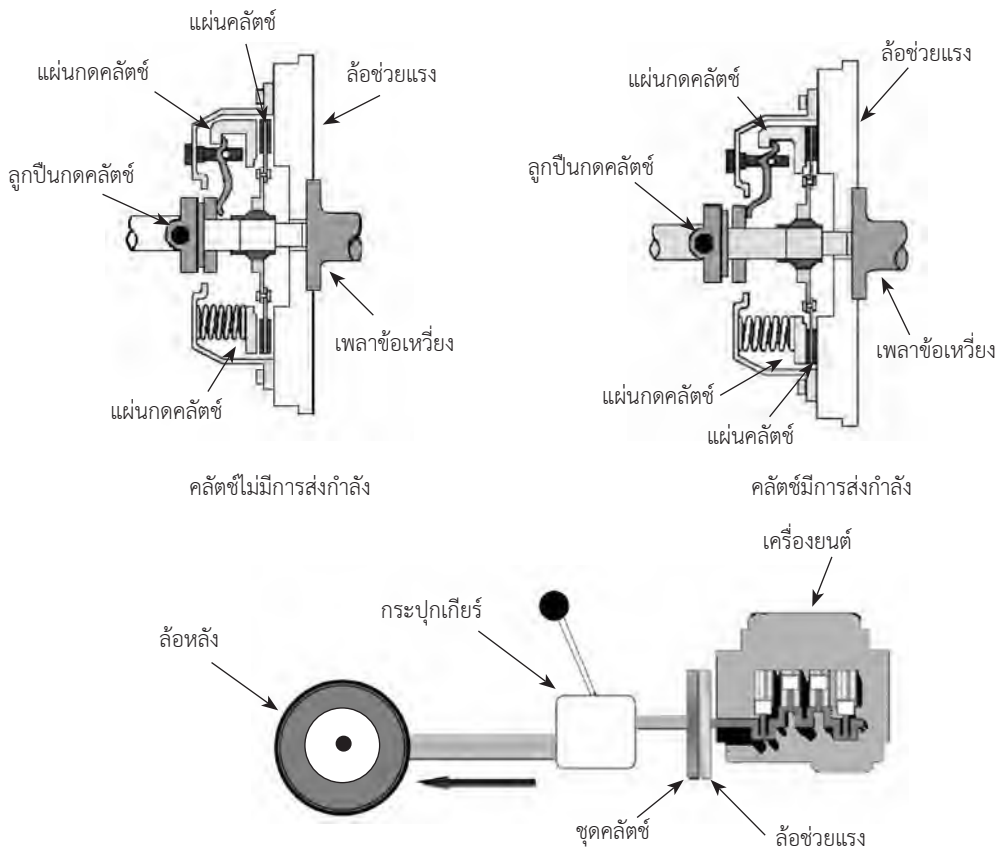
- 1) มีโครงสร้างซับซ้อน
- 2) มีน้ำหนักมากเพราะจำนวนชิ้นส่วนมากขึ้น
- 3) มีชิ้นส่วนที่หมุนเพิ่มขึ้น เช่น ชุดทรานสเฟอร์ เฟลากลาง ทำให้มีการสั่นสะเทือนและมีเสียงเพิ่มขึ้น
- 4) ราคารถยนต์แพงกว่าแบบขับเคลื่อนทั้งล้อหน้าและล้อหลัง

คลัตช์

คลัตช์ เป็นอุปกรณ์สำคัญที่ทำให้เปลี่ยนเกียร์รถยนต์ได้ โดยทำหน้าที่ตัด-ต่อกำลังระหว่างเครื่องยนต์กับกระปุกเกียร์ เมื่อจะเปลี่ยนเกียร์ โดยคลัตช์จะตัดการส่งกำลังจากเครื่องยนต์จึงจะสามารถเปลี่ยนเกียร์ได้ หากไม่มีการตัดการส่งกำลังจากเครื่องยนต์จะไม่สามารถเปลี่ยนเกียร์ได้ และระบบเกียร์จะชำรุด

หน้าที่ของคลัตช์

คลัตช์มีหน้าที่ตัดและส่งกำลังงานจากเครื่องยนต์ไปยังกระปุกเกียร์ เช่น การเปลี่ยนเกียร์หรือปลดเกียร์ในขณะที่รถยนต์เคลื่อนที่ และสามารถจอดเดินเบาได้ในขณะที่ยังเข้าเกียร์ไว้ ลักษณะการตัด-ต่อกำลังของคลัตช์ คือ ในขณะที่ยังไม่เหยียบคลัตช์ แผ่นคลัตช์จะติดแน่นกับล้อช่วยแรง ทำให้เกิดการส่งกำลังงานจากเครื่องยนต์ไปยังกระปุกเกียร์ หากเปลี่ยนเกียร์ในขณะนี้จะทำให้เฟืองเกียร์เกิดการเสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องตัดการส่งกำลังโดยเหยียบคลัตช์ซึ่งทำให้แผ่นคลัตช์ถอยห่างออกจากล้อช่วยแรง เมื่อทำการเปลี่ยนเกียร์จะทำให้สามารถเข้าเกียร์ได้อย่างนิ่มนวล



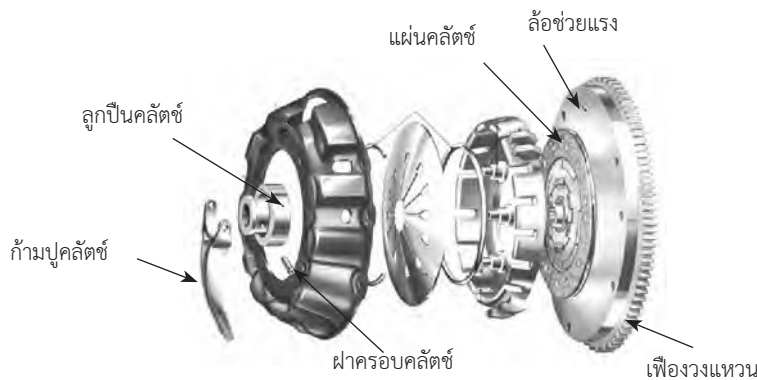
รูปแสดงการส่งกำลังของคลัตช์

ประเภทของคลัตช์

คลัตช์ที่นิยมใช้กันทั่วไปแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ คลัตช์แบบแผ่นความฝืดและคลัตช์แบบอัตโนมัติ

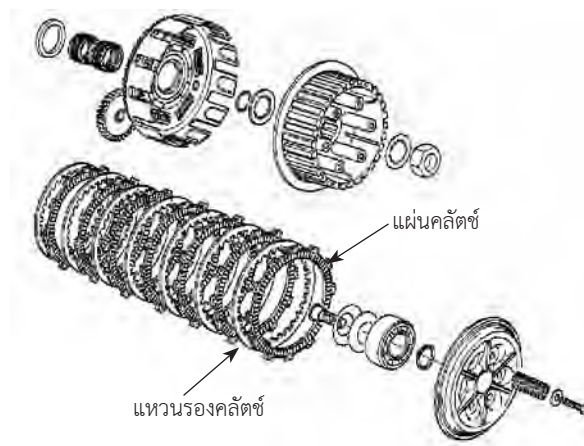
1. **คลัตช์แบบแผ่นความฝืด (Friction Clutch)** ทำงานโดยอาศัยความเสียดทานของผ้าคลัตช์ยึดติดกับชุดยึดผ้าคลัตช์ ทำให้คลัตช์หมุนไปพร้อมกับล้อช่วยแรง คลัตช์แบบนี้มีใช้ทั่วไป 2 แบบ คือ

1.1 **คลัตช์แห้ง (Dry Clutch)** ประกอบด้วยแผ่นจานคลัตช์ซึ่งมีผ้าคลัตช์ยึดติดทั้งสองด้านของแผ่นจานคลัตช์ ดุมของจานคลัตช์จะทำเป็นร่องสไปนสำหรับให้เพลาลับสวมอยู่ เมื่อเครื่องยนต์หมุน แผ่นคลัตช์จะหมุนไปพร้อมกับเครื่องยนต์ เพราะแผ่นคลัตช์ถูกกดให้ติดกับล้อช่วยแรงด้วยแผ่นกดคลัตช์ เมื่ออยู่ที่ตำแหน่งเกียร์ว่าง แผ่นคลัตช์จะหมุนเป็นอิสระจากล้อช่วยแรง ทำให้เพลาลับคลัตช์ไม่มีการส่งถ่ายกำลังงาน



รูปแสดงส่วนประกอบของคลัตช์แห้ง

1.2 **คลัตช์เปียก (Clutch Running Oil)** เป็นคลัตช์ที่มีแผ่นคลัตช์หลายแผ่นทำงานอยู่ภายในตัวเรือนคลัตช์ที่แช่ในน้ำมันตลอดเวลา คลัตช์ชนิดนี้มีใช้ในรถจักรยานยนต์



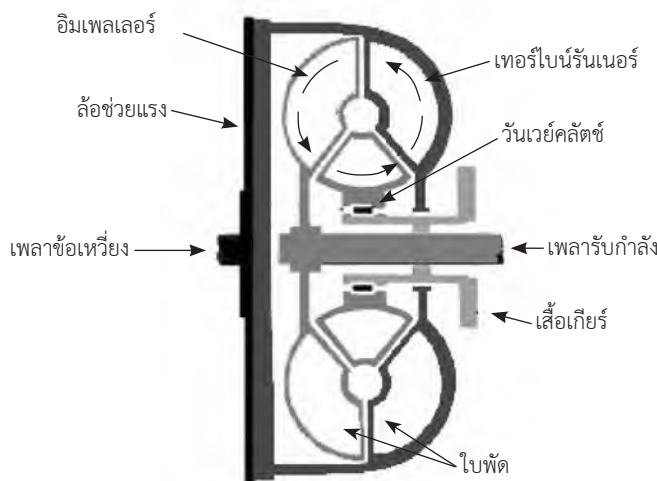
รูปแสดงส่วนประกอบของคลัตช์เปียก

2. คลัตช์แบบอัตโนมัติ (Automatic Clutch) เมื่อเครื่องยนต์เดินเบา แรงกดแผ่นคลัตช์จะน้อย ทำให้คลัตช์เลื่อนออกเองทันที เมื่อรอบเครื่องเพิ่มขึ้น แรงกดแผ่นคลัตช์จะเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ คลัตช์แบบอัตโนมัติปัจจุบันมีใช้ 2 แบบ คือ

2.1 คลัตช์แบบไฮดรอลิกคัปปลิง (Hydrodynamic Coupling or Fluid Coupling) ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญ คือ

2.1.1 ตัวปั๊มหรืออิมเพลเลอร์ ทำหน้าที่เป็นตัวขับ ตัวปั๊มยึดติดกับเพลาข้อเหวี่ยงของเครื่องยนต์ ทำให้หมุนไปพร้อมกับเครื่องยนต์ตลอดเวลา

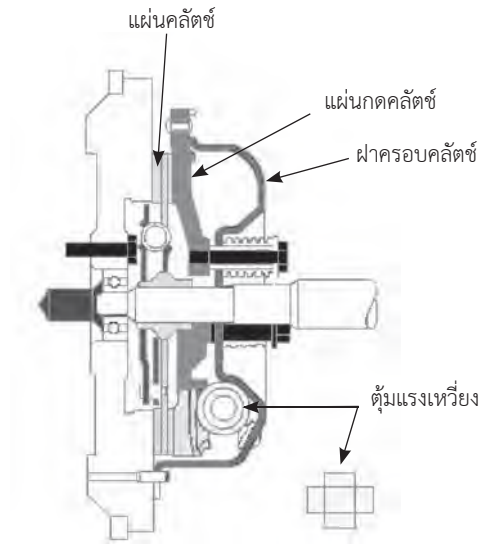
2.1.2 ตัวตามหรือเทอร์ไบน์รันเนอร์ หมุนเคลื่อนไปพร้อมกับอิมเพลเลอร์ มีเพลาหมุนขับส่งกำลังไปยังกระปุกเกียร์



รูปแสดงส่วนประกอบของคลัตช์แบบอัตโนมัติ

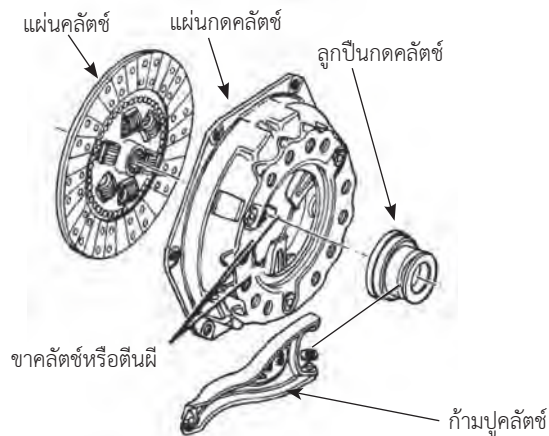
หลักการทำงาน น้ำมันไฮดรอลิกที่บรรจุในอิมเพลเลอร์และเทอร์ไบน์รันเนอร์ เมื่อเครื่องยนต์หมุน อิมเพลเลอร์ก็จะหมุนไปพร้อมกับเครื่องยนต์ ทำให้น้ำมันภายในอิมเพลเลอร์เกิดแรงเหวี่ยงและมีรอบเครื่องสูงขึ้น น้ำมันไฮดรอลิกก็จะเกิดแรงเหวี่ยงมากขึ้นและไหลผ่านใบพัดของอิมเพลเลอร์ ทำให้มีแรงผลักดันมากพอที่จะทำให้เทอร์ไบน์รันเนอร์เคลื่อนที่ ทำให้มีการส่งถ่ายกำลังผ่านเพลาคลัตช์ไปยังกระปุกเกียร์และใบพัดของเทอร์ไบน์รันเนอร์ ทำให้น้ำมันไหลเข้าสู่ศูนย์กลางของตุมคลัตช์ จากนั้นน้ำมันจะถูกเหวี่ยงให้ไหลกลับสู่อิมเพลเลอร์อีกครั้ง

2.2 คลัตช์แบบแรงเหวี่ยง (Centrifugal Clutch) เป็นคลัตช์ที่อาศัยแรงเหวี่ยงของลูกตุ้มเหล็กไปกดแผ่นคลัตช์ตามรางตุ้มเหวี่ยง ขณะเครื่องยนต์เดินเบา แรงเหวี่ยงของลูกตุ้มเหล็กจะมีแรงกดตุ้มเหวี่ยงน้อยจึงไม่มีการส่งถ่ายกำลังตามไปด้วย ทำให้แผ่นคลัตช์ไม่จับกับล้อช่วยแรง เมื่อความเร็วเครื่องยนต์สูงขึ้น แรงเหวี่ยงของลูกตุ้มเหล็กไปกดแผ่นคลัตช์มากขึ้น ทำให้มีการส่งถ่ายได้ อย่างไรก็ตามลูกตุ้มเหล็กจะถูกดันกลับด้วยแรงสปริงขณะที่เครื่องยนต์เดินเบา



รูปแสดงส่วนประกอบของคลัตช์แบบแรงเหวี่ยง

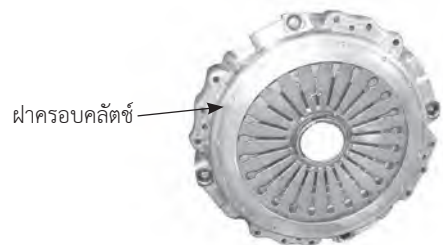
โครงสร้างและส่วนประกอบของคลัตช์



รูปแสดงโครงสร้างและส่วนประกอบของคลัตช์

คลัตช์มีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ

1. **ฝาครอบคลัตช์ (Clutch Disc)** ทำหน้าที่เป็นที่ยึดของจานกดคลัตช์และยึดติดด้วยโบลต์เข้ากับล้อช่วยแรงซึ่งหมุนพร้อมเครื่องยนต์ตลอดเวลา ฝาครอบคลัตช์ผลิตด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กกล้า มีน้ำหนักสมดุลดีในขณะหมุน และสามารถระบายความร้อนได้ดี

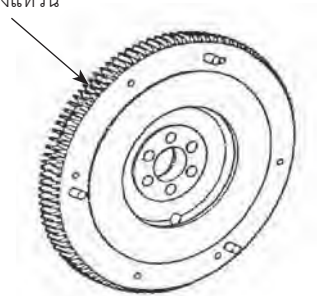


รูปแสดงฝาครอบคลัตช์

2. ล้อช่วยแรง (Fly Wheel) จะยึดติดกับเพลาข้อเหวี่ยง

เมื่อเครื่องยนต์หมุน ล้อช่วยแรงก็หมุนตามไปด้วย ขอบของล้อช่วยแรงจะทำเป็นเฟืองเพื่อใช้สตาร์ทเครื่องยนต์

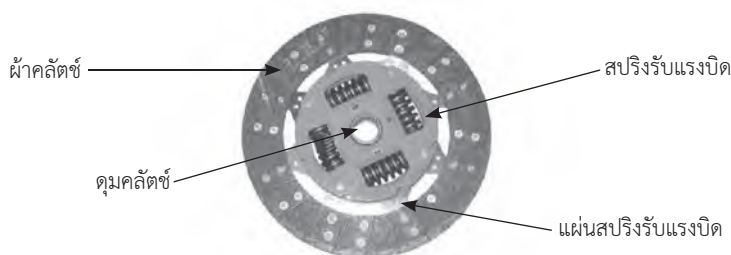
เฟืองวงแหวน



รูปแสดงล้อช่วยแรง

3. แผ่นคลัตช์ (Clutch Disc) ทำหน้าที่ส่งถ่ายกำลังงานจากเครื่องยนต์ไปยังกระปุกเกียร์ให้เป็นไปอย่าง

ราบเรียบและต่อเนื่อง แผ่นคลัตช์มีลักษณะเป็นจานกลม ผลิตจากเหล็กกล้า เป็นแผ่นบางๆ มีผ้าคลัตช์ยึดติดอยู่ทั้งสองด้าน ด้วยหมุดของดุมคลัตช์ซึ่งอยู่กึ่งกลางของแผ่นคลัตช์ โดยจะถูกเจาะร่องเพื่อให้สวมได้กับเพลาคลัตช์ สปริงที่อยู่ระหว่างชุดแผ่นยึดผ้าคลัตช์และโครงผ้าคลัตช์จะช่วยลดการสั่นสะเทือนขณะคลัตช์หมุนเร็ว



รูปแสดงแผ่นคลัตช์

4. ลูกปืนคลัตช์ (Release Bearing) จะอัดติดกับถ้วยลูกปืนคลัตช์ซึ่งยึดติดกันด้วยสปริง ลูกปืนคลัตช์

จะเลื่อนไปกดขาคลัตช์ ทำให้แผ่นกดคลัตช์ถอยห่างออกจากแผ่นคลัตช์ เป็นการตัดการส่งถ่ายกำลังงานจากเครื่องยนต์มายังกระปุกเกียร์



ก้ามปูคลัตช์

ลูกปืนคลัตช์



รูปแสดงก้ามปูคลัตช์และลูกปืนคลัตช์

5. แผ่นกดคลัตช์ (Pressure Plate) ทำจากเหล็กหล่อชนิดพิเศษและระบายความร้อนได้ดี ด้านที่กดแผ่นคลัตช์ผิวหน้าจะเรียบ ทำให้แผ่นคลัตช์แนบสนิทกับล้อช่วยแรง โดยจะทำหน้าที่กดแผ่นคลัตช์ให้หมุนไปกับล้อช่วยแรง แผ่นกดคลัตช์โดยทั่วไปมีอยู่ 2 แบบ คือ

5.1 แผ่นกดคลัตช์แบบหวี (Diaphragm Spring Pressure) ทำจากเหล็กกล้าสปริง ผลิตโดยการอัดขึ้นรูปและชุบแร่ด้วยความร้อน มีรูปทรง เช่น ไดอะแฟรมสปริง เพื่อให้เกิดความแข็งแรงและทนแรงบิดสูงได้ เมื่อเหยียบแป้นคลัตช์ ก้ามปูกดคลัตช์จะดันให้ลูกปืนคลัตช์ไปกดไดอะแฟรม ทำให้ไดอะแฟรมยุบตัวลง ดึงให้แผ่นคลัตช์ถอยออกจากการกดแผ่นคลัตช์ ทำให้ไม่มีการส่งถ่ายกำลังจากเครื่องยนต์ไปกระปุกเกียร์



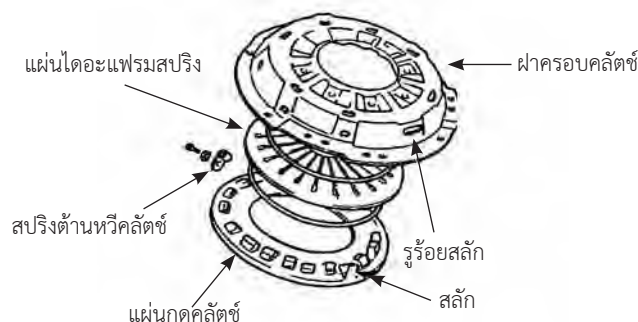
รูปแสดงแผ่นกดคลัตช์แบบหวี

ข้อดีของแผ่นกดคลัตช์แบบหวี มีดังนี้

- 1) แรงกดของแผ่นคลัตช์ไม่เปลี่ยนแปลงตามความเร็วรอบของเครื่องยนต์ แต่แผ่นกดคลัตช์แบบขดลวดสปริงจะมีแรงกดแผ่นคลัตช์น้อยลง
- 2) แรงกดของแผ่นกดคลัตช์จะกดได้เท่าๆ กันทุกจุด
- 3) แรงกดของแผ่นกดคลัตช์แบบหวีจะมากกว่าแบบขดลวดสปริง เมื่อแผ่นคลัตช์มีขนาดบางลง
- 4) ความสมดุลขณะที่เครื่องยนต์หมุน แผ่นกดคลัตช์แบบหวีจะดีกว่าแบบขดลวดสปริง

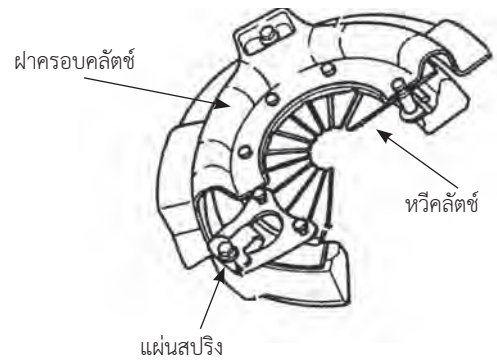
แผ่นกดคลัตช์แบบหวีมีวิธีการส่งถ่ายกำลังงานจากเครื่องยนต์ไปแผ่นกดคลัตช์ ดังนี้

(1) **แบบส่งกำลังด้วยสลักเดียว (Boss Drive Type)** เป็นวิธีการส่งถ่ายกำลังงานจากเครื่องยนต์โดยผ่านสลักเดียวที่อยู่บนแผ่นกดคลัตช์ไปยังฝาดรอปคลัตช์ ขณะที่คลัตช์ทำงานจะเกิดการไถลเมื่อมีแรงกระทำด้านข้าง เป็นสาเหตุทำให้หน้าสัมผัสสึกหรอและมีเสียงดังเมื่อคลัตช์จาก



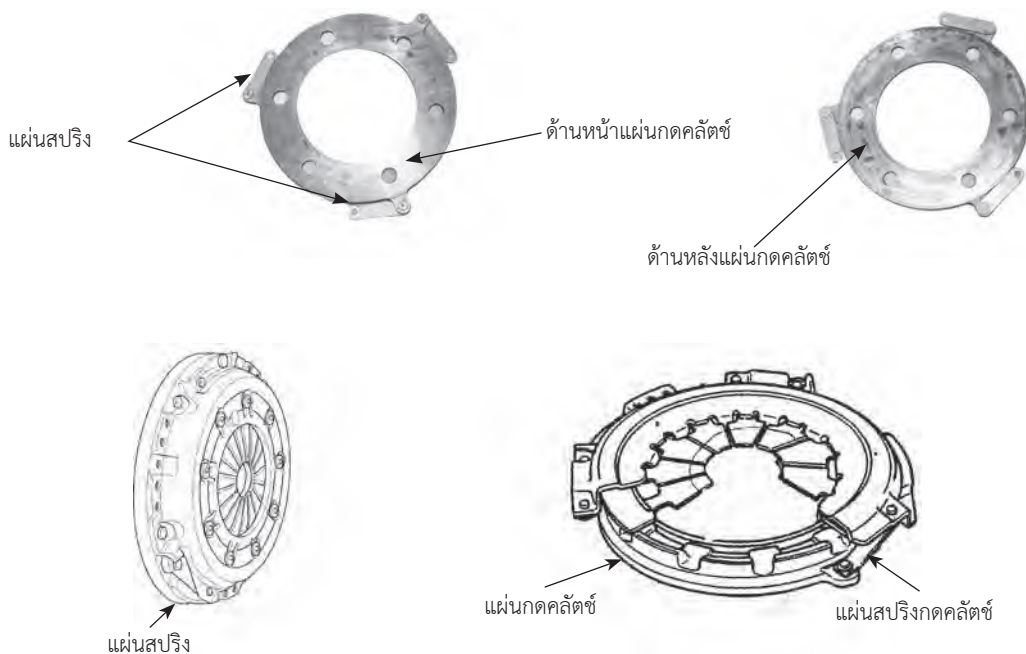
รูปแสดงส่วนประกอบของแผ่นกดคลัตช์แบบส่งกำลังด้วยสลักเดียว

(2) แบบส่งกำลังผ่านแผ่นสปริงที่ยึดตามแนวรัศมี (Radial Strap Type) เป็นวิธีการส่งกำลังโดยใช้แผ่นสปริงแทนการใช้สลักเดือย แผ่นสปริงจะยึดฝาครอบคลัตช์กับแผ่นกตคลัตช์ตามแนวรัศมี ซึ่งการยึดแบบนี้จะทำให้มีการสึกหรอที่จุดที่มีการส่งถ่ายกำลังขณะที่คลัตช์จาก



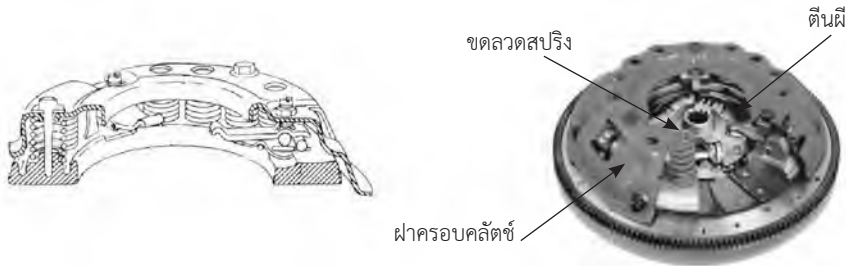
รูปแสดงส่วนประกอบของแผ่นกตคลัตช์แบบส่งกำลังผ่านแผ่นสปริงที่ยึดตามแนวรัศมี

(3) แบบส่งกำลังผ่านแผ่นสปริงที่ยึดตามแนวเส้นสัมผัสรอบวง (Chordal Strap Type) เป็นวิธีการส่งถ่ายกำลังผ่านแผ่นสปริงที่มีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยแผ่นสปริงจะยึดตามแนวขอบเส้นสัมผัสผิววงกลมของแผ่นกตคลัตช์กับฝาครอบคลัตช์



รูปแสดงส่วนประกอบของแผ่นกตคลัตช์แบบส่งกำลังผ่านแผ่นสปริงที่ยึดตามแนวเส้นสัมผัสรอบวง

5.2 แผ่นกดคลัตช์แบบขดลวดสปริง (Coil Spring Clutch) จะมีขาคลัตช์จำนวน 3 ขา ซึ่งแต่ละขาจะยึดติดกับแผ่นกดคลัตช์ด้วยสลักเกลียวปรับขาคลัตช์ แผ่นกดคลัตช์แบบนี้จะกดแผ่นคลัตช์ให้ติดกับล้อช่วยแรงได้ด้วยแรงของขดลวดสปริงจำนวน 6-12 ตัวที่อยู่โดยรอบแผ่นกดคลัตช์ เมื่อต้องการตัดการส่งถ่ายกำลังงานโดยการเหยียบแป้นคลัตช์ ลูกปืนคลัตช์จะกดดันผิวทำให้ขดลวดสปริงยุบตัวติดแผ่นคลัตช์ แผ่นกดคลัตช์ก็จะเลื่อนถอยกลับ ทำให้แผ่นคลัตช์หมุนอิสระ



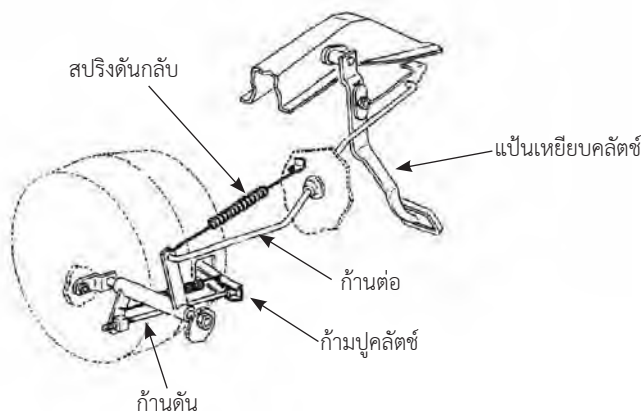
รูปแสดงส่วนประกอบของแผ่นกดคลัตช์แบบขดลวดสปริง

อุปกรณ์กลไกควบคุมการทำงานของคลัตช์

อุปกรณ์การทำงานของคลัตช์ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของคลัตช์ โดยให้แผ่นคลัตช์หมุนเป็นอิสระเมื่อต้องการจะลดและต้องการเปลี่ยนตำแหน่งเกียร์ แบ่งตามลักษณะการทำงานเป็น 2 แบบ คือ แบบกลไกและแบบไฮดรอลิก

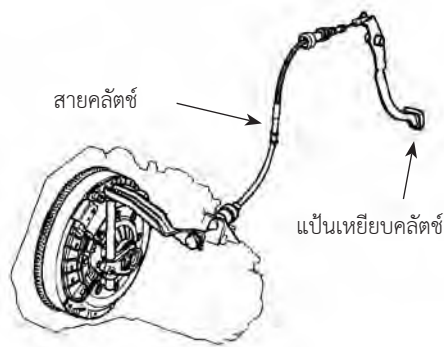
1. แบบกลไก (Mechanical Linkage) การควบคุมการทำงานแบบกลไกมีอยู่ 2 แบบ คือ

1.1 แบบก้านต่อ (Linkage) การควบคุมการทำงานของคลัตช์จะประกอบไปด้วยแป้นเหยียบคลัตช์ ก้านต่อ เฟลาขวาง ลูกปืนกดคลัตช์ ก้ามปูคลัตช์ สปริงดึงกลับ เมื่อเหยียบคลัตช์ ก้านต่อจะดันให้ด้านที่เหยียบหมุนไปด้านหนึ่งมีก้านยันขาคลัตช์ ทำให้ก้ามปูคลัตช์ดันให้แผ่นกดคลัตช์ออกจากแผ่นคลัตช์ ทำให้แผ่นคลัตช์ไม่หมุนไปกับล้อช่วยแรง เป็นการตัดการส่งถ่ายกำลัง เมื่อปล่อยแป้นเหยียบคลัตช์ ก้านต่อจะถอยกลับพร้อมดึงให้ก้านกลับด้วย ทำให้ก้านยันขาคลัตช์ถอยกลับมาด้วย ลูกปืนกดคลัตช์จึงไม่มีการกดคลัตช์ ทำให้แผ่นคลัตช์ยึดติดแน่นกับล้อช่วยแรงหมุนไปกับเครื่องยนต์ ทำให้มีการส่งถ่ายกำลังไปยังกระปุกเกียร์ด้านเดียวกับก้ามปูคลัตช์



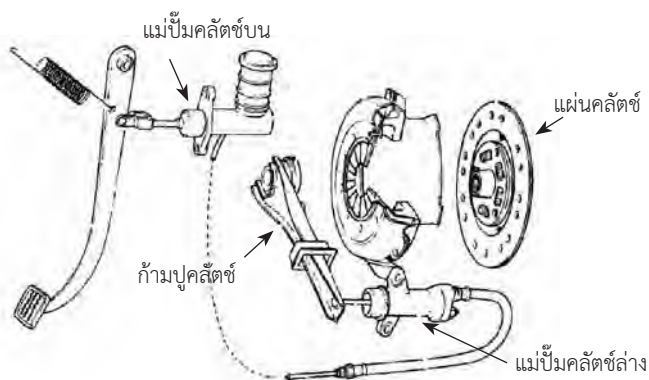
รูปแสดงลักษณะการควบคุมกลไกแบบก้านต่อ

1.2 แบบคลัตช์สาย (Cable Clutch Linkage) สายคลัตช์แทนสายต่อภายนอกมีปลอกหุ้มและมีลวดสลักปลายด้านหนึ่งเกี่ยวกับแป้นเหยียบคลัตช์ ซึ่งเป็นตัวทำให้ก้ามปูกดคลัตช์ทำงาน ปลอกหุ้มที่ติดกับโครงรถจะติดกับแหวนตัวที่ล็อก ทำให้สายคลัตช์ดึงก้ามปูกดคลัตช์ทำงาน ทำให้แผ่นคลัตช์ไม่หมุนไปกับเครื่องยนต์จึงไม่มีการส่งถ่ายกำลัง เมื่อปล่อยแป้นคลัตช์จะถอยกลับมามีแรงดึงสปริง และที่ก้ามปูกดคลัตช์ก็จะถอยกลับด้วยแรงสปริงที่เกี่ยวข้องหาก้ามปูกดคลัตช์ ทำให้แผ่นคลัตช์ที่ยึดติดแน่นกับล้อช่วยแรงมีการส่งถ่ายกำลังงานจากเครื่องยนต์ไปยังกระปุกเกียร์ได้



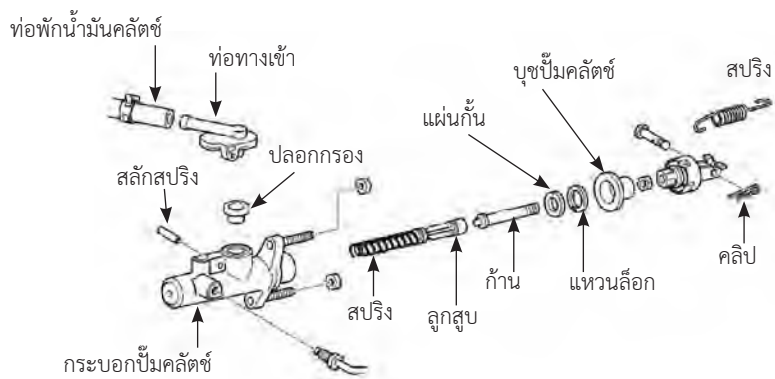
รูปแสดงลักษณะการควบคุมกลไกแบบคลัตช์สาย

2. แบบไฮดรอลิก (Hydraulic) ส่วนประกอบที่สำคัญของคลัตช์แบบไฮดรอลิก คือ ปัมคลัตช์บน ปัมคลัตช์ล่าง ท่อน้ำมันเป็นท่อทองแดง ท่ออ่อน น้ำมันคลัตช์ ในการทำงานต้องอาศัยแรงดันของน้ำมันคลัตช์ส่งถ่ายกำลังไปทำให้ระบบคลัตช์ทำงาน คลัตช์แบบนี้นิยมใช้กับรถยนต์ขนาดเล็กและขนาดใหญ่



รูปแสดงลักษณะการควบคุมกลไกแบบไฮดรอลิก

2.1 ปัมคลัตช์บน (Clutch Master) ส่วนประกอบของปัมคลัตช์บนแบ่งออกได้ดังนี้



รูปแสดงส่วนประกอบของปัมคลัตช์บน

2.1.1 กระจบอปปี้มคลัดซ์ ผลิตจากเหล็กหล่อโลหะผสมเป็นทรงกระจบอปปี้ ภายในกลวงเรียบ มีช่องทางไหลเข้า-ออกของน้ำมันคลัดซ์



รูปแสดงกระจบอปปี้มคลัดซ์

2.1.2 ชุดลูกสูบ ลูกสูบจะมีลูกยางปี้มคลัดซ์สวมอยู่ ทำหน้าที่สร้างแรงดันให้กับน้ำมันคลัดซ์ เพื่อส่งแรงดันไปดันให้คลัดซ์ทำงาน



รูปแสดงชุดลูกสูบปี้มคลัดซ์บน

2.1.3 กระจบูกน้ำมันคลัดซ์ เป็นที่บรรจุน้ำมันคลัดซ์ เพื่อใช้ในระบบของปี้มคลัดซ์บน



รูปแสดงกระจบูกน้ำมันคลัดซ์

2.1.4 ยางกันฝุ่น ทำหน้าที่ป้องกันฝุ่นละอองเข้าไปในกระจบอปปี้มคลัดซ์ ซึ่งอาจทำให้กระจบอปปี้มคลัดซ์สึกหรอ



รูปแสดงยางกันฝุ่น

2.1.5 เฟลาคลัดซ์ ทำหน้าที่ถ่ายเทกำลังงานจากแผ่นคลัดซ์ไปยังกระจบูกเกียร์ มีลักษณะเป็นร่องซึ่งสวมกับแผ่นคลัดซ์ได้พอดี

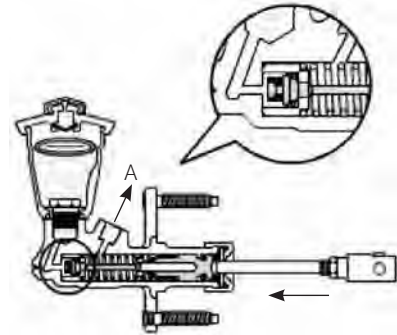


รูปแสดงเฟลาคลัดซ์

หลักการทำงาน มีดังนี้

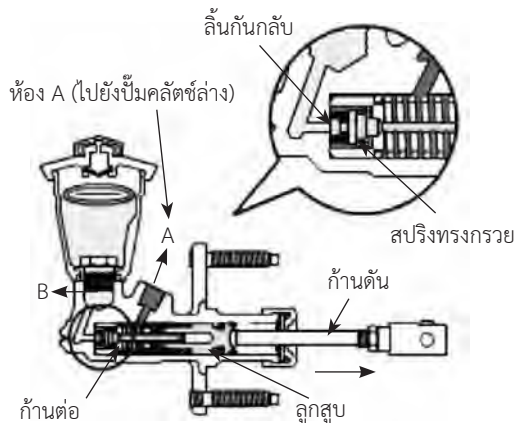
1) ขณะไม่เหยียบแป้นคลัตช์ น้ำมันจากกระปุกน้ำมันคลัตช์จะไหลเข้าในกระบอกแม่ปั้มคลัตช์

2) เมื่อเหยียบแป้นคลัตช์ ก้านดันเลื่อนไปทางซ้ายมือจะดันให้ลูกสูบปั้มเคลื่อนที่ ลูกยางปั้มคลัตช์ก็ดันน้ำมันที่อยู่ในปั้มคลัตช์ผ่านลิ้นทางเข้าไปยังห้องใต้กระปุกน้ำมันคลัตช์ ขณะนี้น้ำมันคลัตช์ยังไม่เกิดแรงดันสูง เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ต่อไป สปริงดันกลับยุบตัวจนกระทั่งทำให้ไม่มีแรงดันที่ก้านลิ้นเข้าปิดทางน้ำมันคลัตช์เข้ากระบอกคลัตช์ ทำให้เกิดแรงดันสูงดันให้น้ำมันคลัตช์ไหลตามท่อไปยังปั้มคลัตช์ ลูกปั้มกดคลัตช์จะดันก้ามปูคลัตช์ให้เคลื่อนที่หาลูกปั้มกดคลัตช์ ทำให้แผ่นคลัตช์หมุนเป็นอิสระจากล้อช่วยแรง



รูปแสดงการทำงานเมื่อเหยียบแป้นคลัตช์

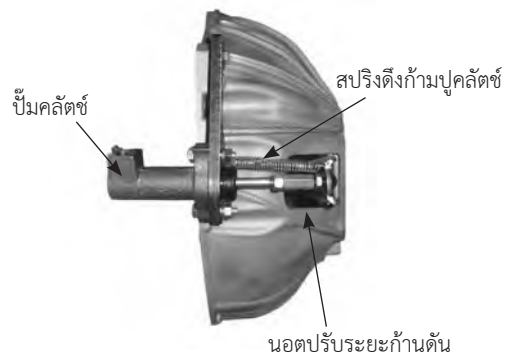
3) เมื่อปล่อยแป้นเหยียบแผ่นคลัตช์ แรงดันของน้ำมันคลัตช์จะหมดไป สปริงที่อยู่ในปั้มคลัตช์ดันให้ลูกสูบปั้มคลัตช์เคลื่อนที่กลับสุด ก้านสูบจะถูกดันไปทางด้านขวามือด้วยตัวรองสปริง วาล์วน้ำมันเข้าจะเปิดทางให้น้ำมันคลัตช์ไหลไปยังกระปุกน้ำมันคลัตช์ โดยที่ห้อง A และห้อง B จะต่อถึงกัน



รูปแสดงการทำงานเมื่อปล่อยแป้นเหยียบแผ่นคลัตช์

2.2 ปั้มคลัตช์ล่าง (Clutch Slave) ติดตั้ง

อยู่ใกล้ชุดคลัตช์และมีสกรูสำหรับล้อลม เมื่อเหยียบแป้นคลัตช์ น้ำมันแรงดันสูงจากปั้มคลัตช์จะถูกส่งไปยังปั้มคลัตช์ล่างเพื่อไปดันลูกยางปั้มคลัตช์ล่าง ทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไปดันก้านดันขา ก้ามปูคลัตช์ ลูกปั้มกดคลัตช์ก็จะเลื่อนไปกดคลัตช์ ทำให้แผ่นคลัตช์หมุนเป็นอิสระ เป็นการตัดการส่งถ่ายกำลังงาน

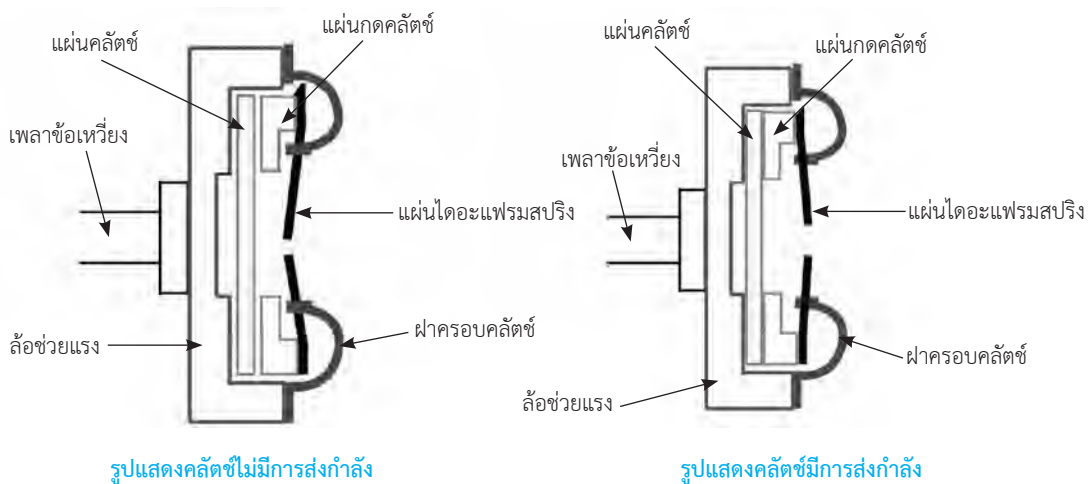


รูปแสดงปั้มคลัตช์ล่าง

หลักการทำงานของระบบคลัตช์

แป้นคลัตช์อยู่ตำแหน่งปกติ แผ่นคลัตช์จะถูกแผ่นกดคลัตช์กดให้แน่นกับล้อช่วยแรงด้วยแรงสปริงหรือไดอะแฟรมแล้วแต่ชนิดของคลัตช์ ทำให้แผ่นคลัตช์หมุนไปพร้อมกับล้อช่วยแรง ถ้ามีการเปลี่ยนตำแหน่งเกียร์ก็จะทำให้สามารถส่งถ่ายกำลังงานจากเครื่องยนต์ไปยังกระปุกเกียร์ได้

เมื่อเหยียบปั้มคลัตช์ กรณีที่เป็นคลัตช์แบบสายจะมีสปริงดันให้ก้ามปูคลัตช์กดลูกปืนคลัตช์ ทำให้แผ่นคลัตช์เป็นอิสระจากล้อช่วยแรง กรณีที่ใช้กลไกควบคุมการทำงานแบบไฮดรอลิก ปั้มคลัตช์บนจะสร้างน้ำมันแรงดันสูงส่งไปยังปั้มคลัตช์ล่าง ดันให้ลูกสูบปั้มคลัตช์ล่างเคลื่อนที่ไปดันก้ามปูคลัตช์พาให้ลูกปืนคลัตช์ไปกดขาคลัตช์ ทำให้แผ่นคลัตช์เป็นอิสระ ซึ่งทำให้ไม่มีการส่งกำลังจากเครื่องยนต์ไปยังกระปุกเกียร์



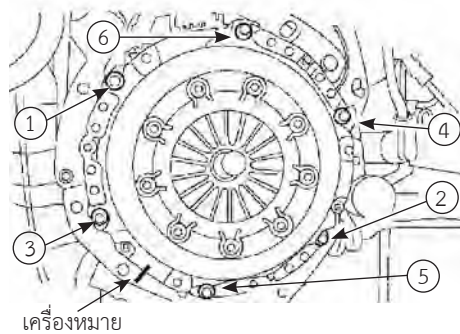
การถอดประกอบชุดคลัตช์และการตรวจสอบชิ้นส่วนของคลัตช์

การถอดประกอบชุดคลัตช์มีขั้นตอนดังนี้

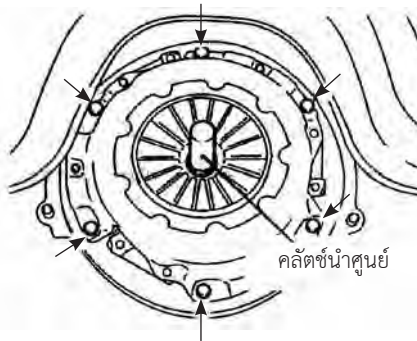
1. การถอดชุดคลัตช์

1.1 ก่อนอื่นต้องถอดเฟลาและกระปุกเกียร์ออกเสียก่อน

1.2 ทำเครื่องหมายที่ล้อช่วยแรงกับฝาครอบคลัตช์เพื่อเป็นจุดสังเกตเวลาประกอบชุดคลัตช์ออก



1.3 ใส่ตัวนำศูนย์คลัตช์เข้าไปในร่องฟันแผ่นคลัตช์ก่อนทำการคลายโบลต์ยึดแผ่นกดคลัตช์เพื่อป้องกันแผ่นคลัตช์ตกเสียหาย การคลายโบลต์ควรคลายแบบตรงกันข้ามอย่างน้อย 3 ขั้นตอน

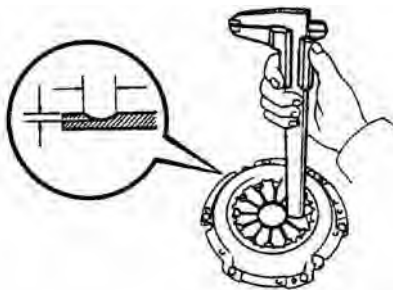


1.4 ยกชุดคลัตช์ออกมา

1.5 ตรวจสอบชิ้นส่วนคลัตช์ มีดังนี้

1) แผ่นกดคลัตช์แบบหวี

(1) เช็คการสึกหรอของหวี



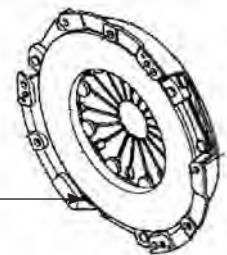
(2) ผิวหน้าสัมผัสของแผ่นกดคลัตช์

ต้องเรียบ ไม่โก่ง

(3) เช็คการหลวมของหมุดยึดแผ่นกด

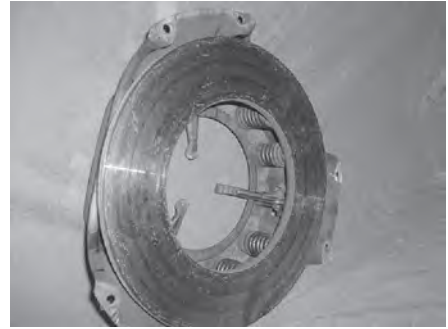
คลัตช์กับฝาครอบคลัตช์

ผิวหน้าสัมผัสต้องเรียบ



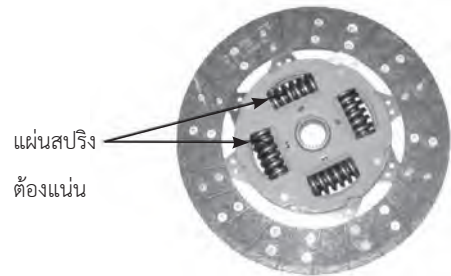
2) แผ่นกดคลัตช์แบบขดลวดสปริง เช็กผิว

สัมผัสของแผ่นกดคลัตช์ต้องเรียบ ไม่มีรอยขีดข่วน ไม่มีรอยไหม้

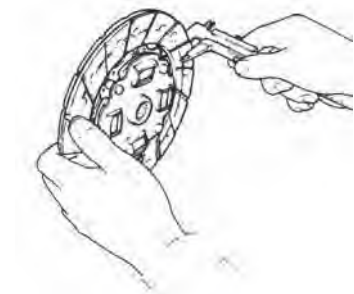


3) ตรวจสอบแผ่นคลัตช์

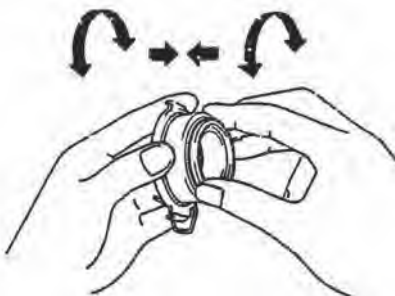
(1) เช็กสปริงแผ่นคลัตช์จะต้องไม่หลวม



(2) เช็กความหนาของแผ่นคลัตช์ต้องไม่ต่ำกว่า 7.5 มม. ถ้าต่ำกว่าให้เปลี่ยนแผ่นคลัตช์ใหม่



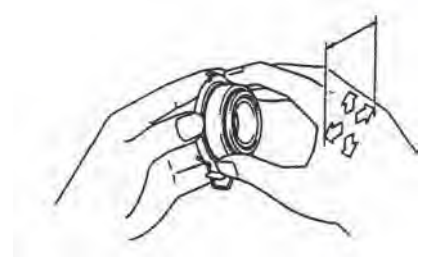
(3) เช็กความลึกของผ้าคลัตช์ถึงหมุดย้ำ ถ้าค่าน้อยกว่า 0.3 มม. ให้เปลี่ยนใหม่



4) ตรวจสอบลูกปืนกดคลัตช์ หมุนลูกปืนกด

คลัตช์ตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาด้วยมือ ถ้ามีเสียงดังของลูกปืนหรือลูกปืนหลวมให้เปลี่ยนใหม่

5) ตรวจสอบลูกปืนเพลาคัลต์ซ์ โดยใช้มือหมุนลูกปืนเพลาคัลต์ซ์ จะต้องหมุนอย่างเรียบไม่มีเสียงดัง ถ้ามีเสียงดังให้เปลี่ยนใหม่

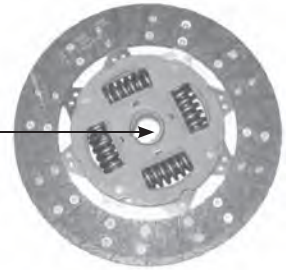


2. การประกอบชุดคลัตซ์

2.1 ทาจาระบีบางๆ ที่รอยฟันของแผ่นคลัตซ์

ทาจาระบี

ที่ร่องสไปลัน



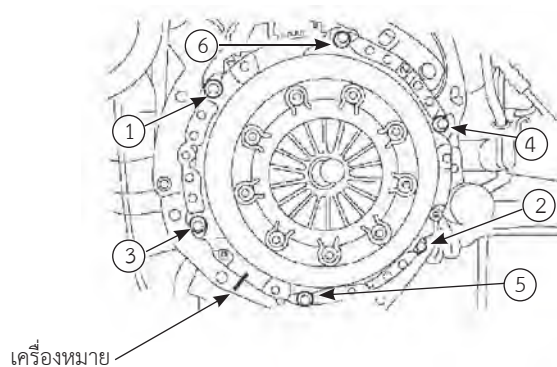
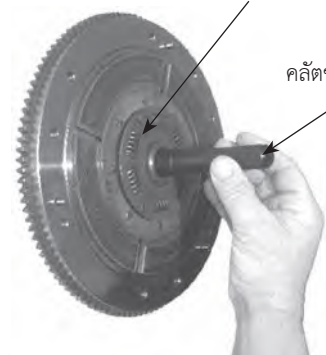
2.2 ใช้คลัตซ์นำศูนย์สอดเข้ากับแผ่นคลัตซ์เพื่อจับแผ่นคลัตซ์ให้ได้ศูนย์กลางพอดี

2.3 หันแผ่นคลัตซ์ด้านที่มีเครื่องหมายหรือชื่อผู้ผลิตออกด้านนอก โดยหันไปด้านฝาครอบคลัตซ์

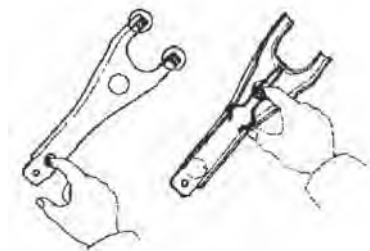
2.4 ประกอบชุดคลัตซ์เข้า โดยให้เครื่องหมายที่ทำไว้ก่อนถอดออกมา หรือให้สลักล้อช่วยแรงให้ตรงกับรูในแผ่นกดคลัตซ์ ชันโบลต์ยึดฝาครอบแผ่นกดคลัตซ์ตรงข้ามอย่างน้อย 3 ขั้นตอน

แผ่นคลัตซ์

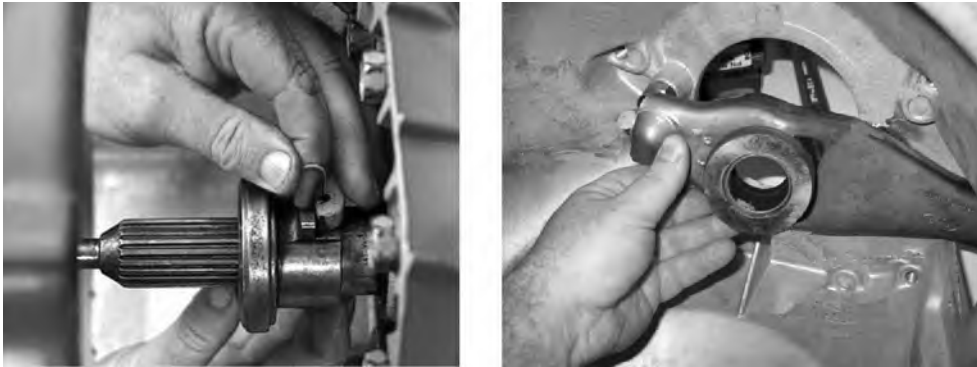
คลัตซ์นำศูนย์



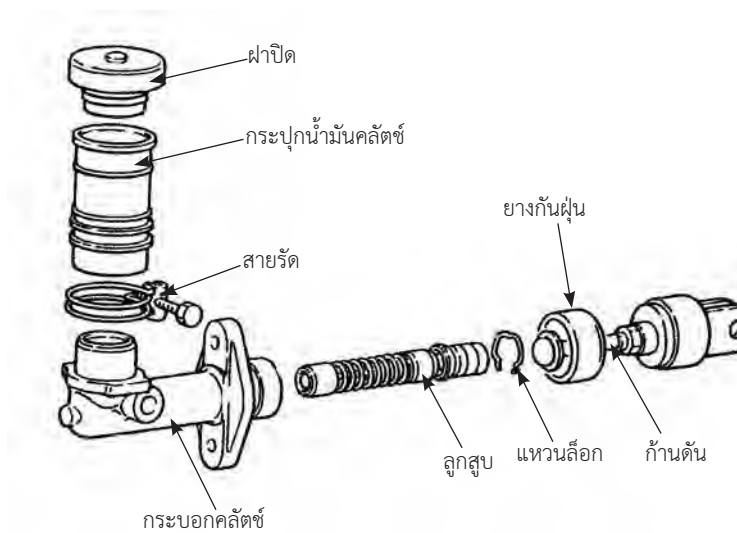
2.5 ประกอบก้ามปูกดคลัตซ์ ทาจาระบีที่จุดสัมผัสของคลัตซ์



2.6 ประกอบยางกันฝุ่น ก้ามปูคลัตช์ และลูกปืนกดคลัตช์



การถอดประกอบและการตรวจสอบปั๊มคลัตช์บนและปั๊มคลัตช์ล่าง



การถอดประกอบปั๊มคลัตช์บนและปั๊มคลัตช์ล่างมีขั้นตอนดังนี้

1. การถอดประกอบปั๊มคลัตช์บน

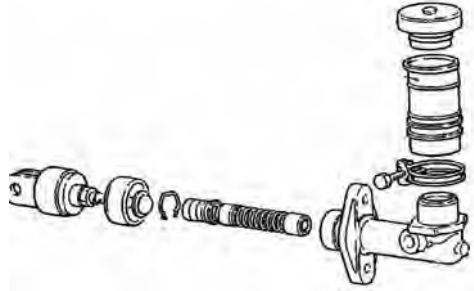
1.1 ถอดปั๊มคลัตช์บนออกจากรถยนต์

- 1) ดูดน้ำมันคลัตช์ออกจากกระปุกน้ำมันคลัตช์
- 2) ถอดแป้นน้ำมันคลัตช์ออกจากปั๊มคลัตช์บน

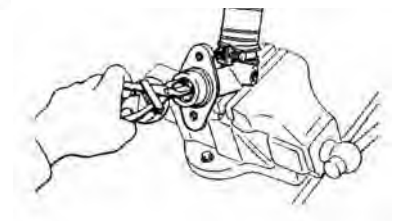


3) ถอดโบลต์ที่ยึดปั๊มคลัตช์บนออก ระวังอย่าให้น้ำมันคลัตช์เปื้อนสีรถยนต์ ถ้าเปื้อนให้ราดด้วยน้ำเปล่า เพราะถ้าปล่อยทิ้งไว้ น้ำมันคลัตช์จะกัดกร่อนทำลายสี

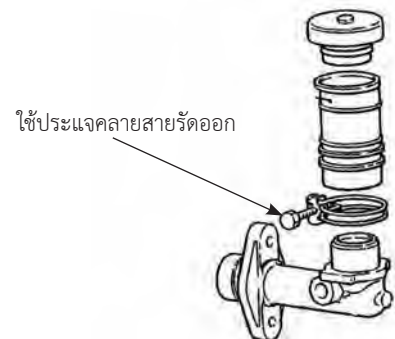
1.2 ถอดชิ้นส่วนของปั๊มคลัตช์บน



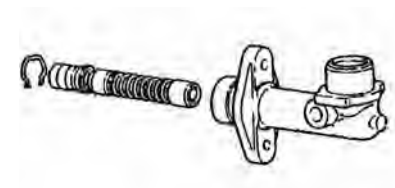
1) ใช้ไขควงดันลูกสูบแล้วใช้คีมหุ้มปลายแหลมบีบแหวนล็อกออก



2) ถอดกระปุกน้ำมันคลัตช์ออกโดยใช้ประแจคลายสายรัดออก ดึงกระปุกน้ำมันคลัตช์ออก



3) ดึงลูกสูบปั๊มคลัตช์ออกมา ระวังอย่าให้ลูกสูบและกระบอกสูบปั๊มคลัตช์เป็นรอย



1.3 ตรวจสอบ

1) ตรวจสอบรอยสนิมและรอยสนิมกัดหรือรอยขีดข่วนในกระบอกสูบปั๊มคลัตช์ว่ามีหรือไม่

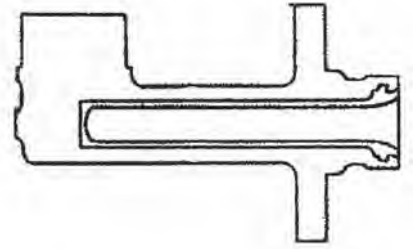
2) ตรวจสอบลูกสูบว่าเป็นรอยขีดขูดหรือไม่

3) วัดระยะห่างของลูกสูบกับกระบอกสูบไม่ให้ต่ำกว่า 0.15 มม. ไม่เช่นนั้นให้เปลี่ยนกระบอกสูบปั๊มคลัตช์

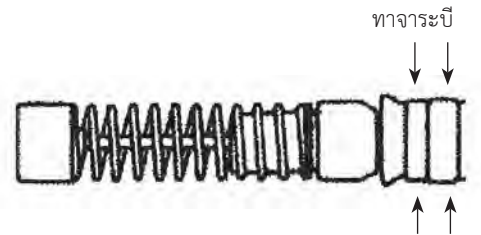


1.4 ประกอบปั้มคลัตช์บน

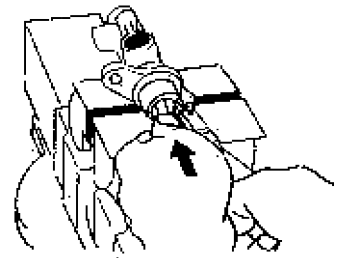
1) ใช้น้ำมันคลัตช์ทาภายในกระบอกปั้มคลัตช์



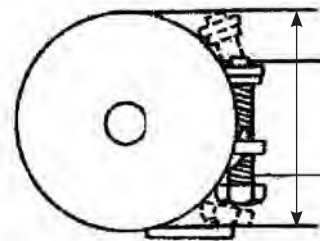
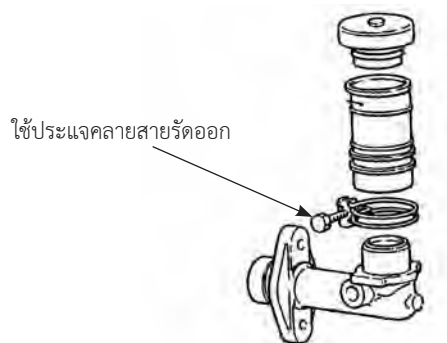
2) ทาจาระบีลูกยางคลัตช์



3) ใช้ปากกาจับกระบอกปั้มคลัตช์ตามแนวนอน ประกอบชุดลูกสูบเข้ากับกระบอกปั้มคลัตช์โดยค่อยๆ ดันเข้าไปจนสุดระยะ แล้วสอดก้านดันให้ลูกสูบบุบตัว โดยปล่อยให้ลูกสูบดันกลับด้วยแรงสปริง ประกอบก้านดันแล้วใช้แหวนล็อก



4) ประกอบกระปุกน้ำมันคลัตช์เข้าไป ชันเหล็กยึดให้แน่น

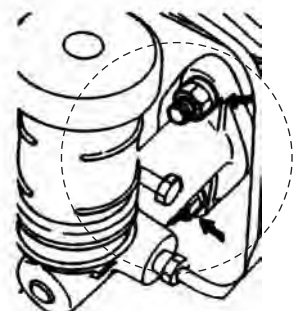


1.5 ประกอบปั้มคลัตช์บนเข้ากับตัวถังรถยนต์

1.6 ปรับตั้งระยะฟรี ปรับที่สลักยึดก้านดันปั้มคลัตช์บน

กับแป้นเหยียบคลัตช์

1.7 ไล่ลมระบบคลัตช์

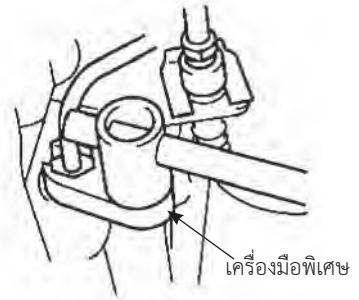


2. การถอดประกอบปั๊มคลัตช์ล่าง

2.1 ถอดปั๊มคลัตช์ล่างออกจากเครื่องยนต์

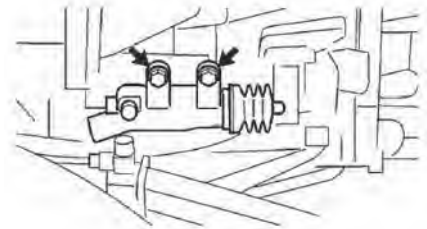
- 1) ถอดข้อต่ออ่อนน้ำมันคลัตช์โดยใช้ประแจขัน

โบลต์ยึดข้อต่ออ่อนนอก

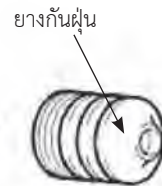
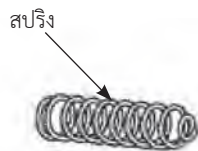


- 2) ถอดสกรูยึดเสื่อปั๊มคลัตช์ออก ถอดปั๊มคลัตช์

ล่างออก



2.2 ถอดชิ้นส่วนปั๊มคลัตช์ล่าง



- 1) ถอดลูกยางกันฝุ่นและก้านดันออก
- 2) ถอดลูกสูบออกโดยใช้ลมเป่าที่ทางน้ำมัน

คลัตช์เข้ากระบอกสูบคลัตช์



2.3 ตรวจสอบ

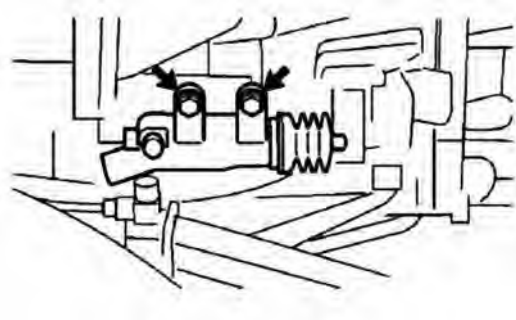
- 1) ตรวจสอบกระบอกปั๊มคลัตช์ล่างว่ามีรอยขีดหรือสนิมกัดหรือไม่
- 2) การสึกหรอของลูกสูบคลัตช์
- 3) การฉีกขาดของยางกันฝุ่น

2.4 ประกอบปั๊มคลัตช์ล่าง

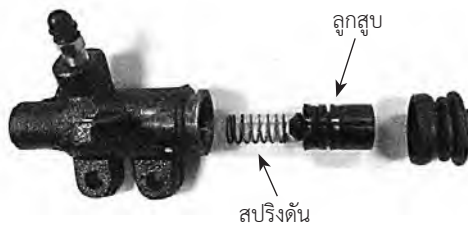
- 1) ซิลิมชิ้นส่วนและกระบอกคลัตช์ด้วยน้ำมันคลัตช์หรือจาระบีสำหรับทาโดยเฉพาะ
- 2) ใช้ปากกาจับกระบอกปั๊มคลัตช์ล่างตามแนวนอน ประกอบชุดลูกสูบเข้ากับกระบอกปั๊มคลัตช์

โดยค่อยๆ ดันเข้าไปจนสุดระยะ แล้วสอดก้านดันให้ลูกสูบยุบตัว โดยปล่อยให้ลูกสูบดันกลับด้วยแรงสปริง โดยจะต้องมีความคล่องตัว

- 3) ประกอบปั๊มคลัตช์ล่างเข้ากับรถยนต์



- 4) ปั๊มคลัตช์ล่างแบบนี้เป็นแบบที่ปรับตั้งระยะฟรีลูกปืนกดคลัตช์ได้เองเพราะมีสปริงอยู่ภายใน



การไล่ลมคลัตช์

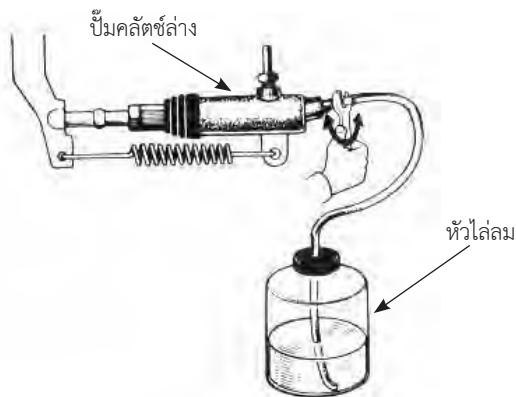
การไล่ลมคลัตช์มีขั้นตอนดังนี้

1. การไล่ลมในระบบคลัตช์

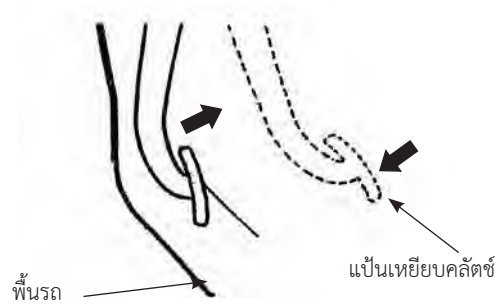
1.1 เตรียมน้ำเปล่า ท่อพลาสติกที่สวมหัวไล่ลมได้พอดี และกระปุกแก้วสำหรับรองรับน้ำมันคลัตช์ที่ปล่อยออกมา

1.2 เติมน้ำมันคลัตช์ที่กระปุกน้ำมันคลัตช์ให้เต็ม

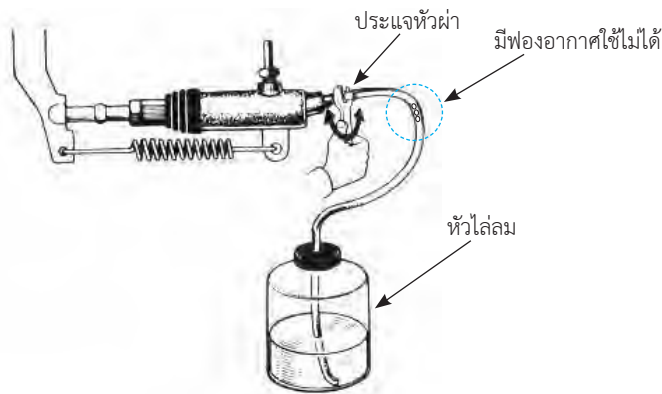
1.3 ถอดฝาอุดสกรูไล่ลมออก สวมท่อพลาสติกเข้ากับสกรูไล่ลม ปล่อยอีกด้านหนึ่งแล้วสอดเข้าไปในกระปุก



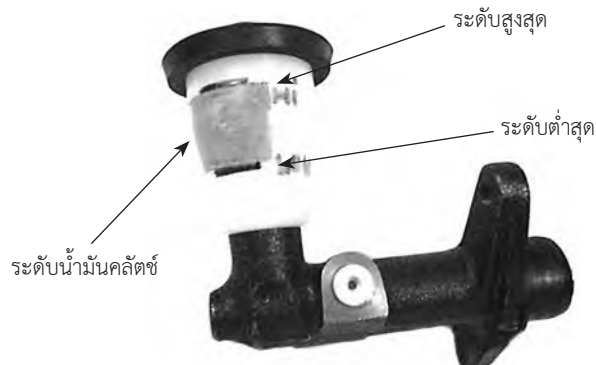
1.4 ให้ผู้ช่วย 1 คนไปย่ำคลัตช์ 3-4 ครั้งก่อนแล้วแซ่ไว้ (การเหยียบแป้นคลัตช์ควรเหยียบลงให้สุดก่อนปล่อยแป้นเหยียบคลัตช์ขึ้น และปล่อยให้สุดก่อนเหยียบแป้นคลัตช์ลงอีกครั้ง)



1.5 ไส้ลมออกโดยการคลายสกรูไส้ลมออกประมาณ $\frac{1}{4}$ รอบ น้ำมันคลัตช์จะไหลออกมา เมื่อน้ำมันหยุดไหลให้ขันสกรูไส้ลมเข้าให้แน่นพอประมาณ ขณะที่น้ำมันไหลออกมาตามท่อพลาสติกจะต้องไม่มีฟองอากาศปนมากับน้ำมันคลัตช์ ถ้ามีให้ทำตามขั้นตอนข้อ 8.1.4 และ 8.1.5 จนกว่าน้ำมันคลัตช์ที่ไหลออกมาไม่มีฟองอากาศปนออกมา



1.6 เติมน้ำมันคลัตช์ให้ได้ระดับสูงสุด



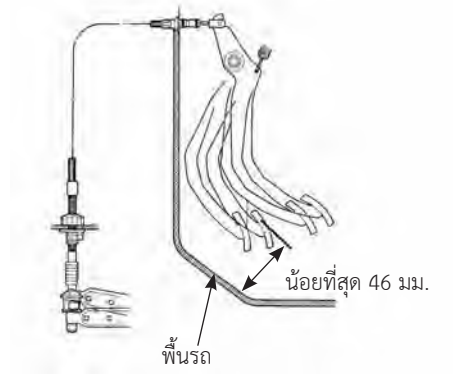
ข้อควรจำ

- 1) อย่าให้นํ้ามันคลัตช์ที่กระปุกนํ้ามันคลัตช์ต่ำกว่าระดับขีดต่ำสุดที่กระปุกนํ้ามันคลัตช์
- 2) ถ้านํ้ามันคลัตช์เปื้อนตัวรถให้นํ้าเปล่าล้างทำความสะอาด

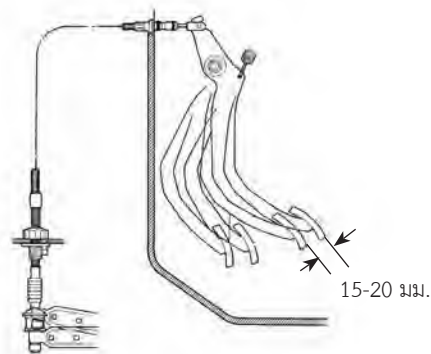
1.7 ตรวจสอบการทำงานของคลัตช์โดยติดเครื่องยนต์และเหยียบคลัตช์ แล้วทดสอบการเข้าเกียร์แต่ละตำแหน่งให้คล่องตัว

2. การปรับระยะความสูงแบบคลัตช์สายแป้นเหยียบคลัตช์

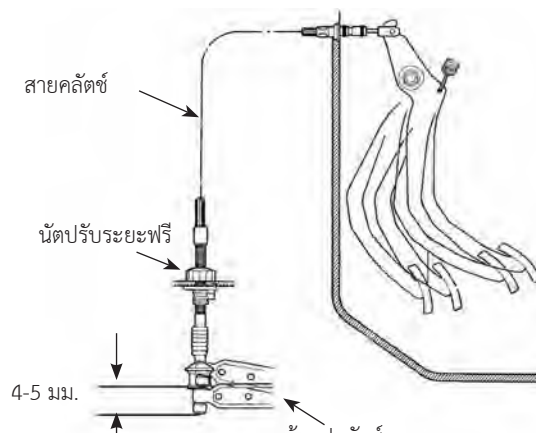
2.1 ปรับระยะความสูงของแป้นเหยียบคลัตช์ ขณะปลดคลัตช์



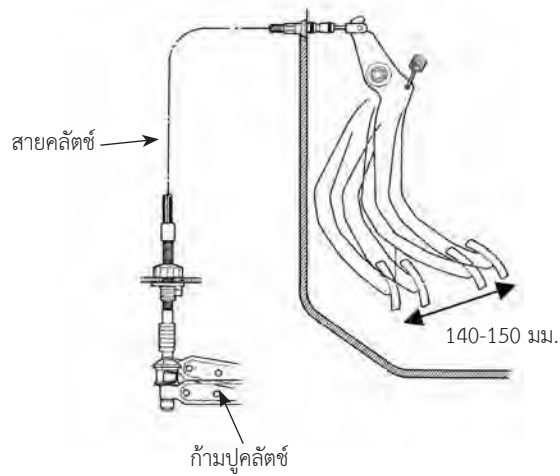
2.2 วัดระยะฟรีแป้นคลัตช์



2.3 ปรับระยะฟรีที่ก้ามปูคลัตช์



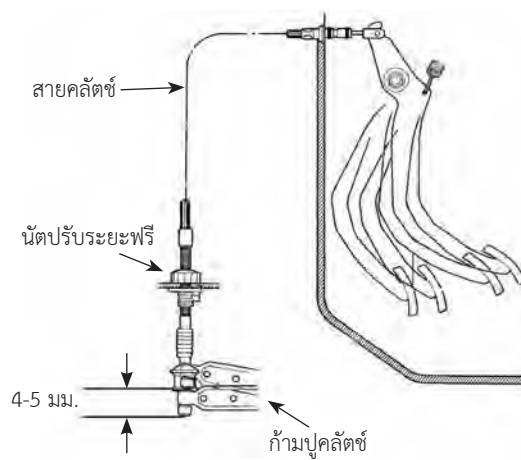
2.4 วัดระยะชักที่แป้นคลัตช์



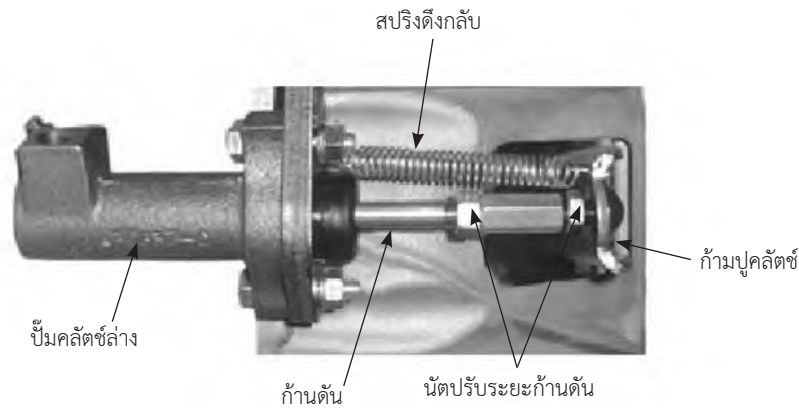
การปรับแต่งระยะฟรีคลัตช์

การปรับระยะฟรีลูกปืนกดคลัตช์ เป็นการปรับระยะห่างของลูกปืนกดคลัตช์กับขาคลัตช์หรือหวีคลัตช์ ระยะฟรีลูกปืนกดคลัตช์ซึ่งรถยนต์นั่งทั่วไปมีค่าประมาณ 6.35 มม. มีขั้นตอนดังนี้

1. ปรับระยะฟรีลูกปืนกดคลัตช์แบบใช้สาย



2. ปรับระยะฟรีลูกปืนกดคลัตช์แบบไฮดรอลิก ต้องคลายนอตล็อกให้หลวม ใช้ผ้ารองที่ตัวยึดก้านดันก่อนใช้ คีมล็อกจับแล้วหมุนก้านดัน ถ้าหมุนทวนเข็มนาฬิกา ระยะฟรีจะน้อยลง หมุนตามเข็มนาฬิกา ระยะฟรีมากขึ้น เมื่อได้ตามที่กำหนดให้ขันนอตล็อกให้แน่น โดยทั่วไปมีค่าประมาณ 3.5-5 มม.



การบำรุงรักษาคลัตช์

คลัตช์โดยเฉลี่ยทั่วไปจะใช้งานอยู่ประมาณ 80,000 - 100,000 กม. ขึ้นอยู่กับผู้ใช้และการดูแลรักษา เช่น น้ำมันคลัตช์จะมีอายุเปลี่ยนถ่ายอยู่ประมาณ 40,000 กม. หรือตามที่บริษัทกำหนด

1. **น้ำมันคลัตช์** คลัตช์ในปัจจุบันจะเป็นแบบไฮดรอลิกทั้งหมด แต่น้ำมันที่ใช้กับระบบคลัตช์รถยนต์จะแตกต่างจากน้ำมันไฮดรอลิกทั่วไป น้ำมันไฮดรอลิกคลัตช์ของรถยนต์นั้นเป็นประเภทเดียวกันกับน้ำมันเบรกเพราะเบรกหรือคลัตช์นั้นย่อมมีความไวต่อการสัมผัสกับความชื้นโดยตรง เช่น การขับลุยน้ำ ดังนั้นน้ำมันที่จะใช้กับระบบเบรกหรือคลัตช์นั้นจะต้องมีคุณสมบัติขจัดความชื้นได้ 3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะแตกต่างกับน้ำมันไฮดรอลิกทั่วไปที่มีคุณสมบัติเป็นน้ำมัน (Oil) ซึ่งจะไม่รวมตัวกับน้ำเมื่ออยู่ในระบบคลัตช์หรือเบรกของรถยนต์ ถ้ามีน้ำเข้าไปปะปนน้ำมัน เมื่อถูกความร้อนจะเกิดการระเหิดตัวทำให้เกิดช่องว่างขึ้น เมื่อเราเหยียบคลัตช์จะทำให้คลัตช์มีอาการจมเข้าเกียร์ไม่ได้ ส่งผลทำให้เกิดอุบัติเหตุตามมาในที่สุด



รูปแสดงน้ำมันคลัตช์



รูปแสดงน้ำมันคลัตช์ที่หมดอายุจะเป็นสีดำ

บริษัทผู้ผลิตน้ำมันเบรกหรือคลัตช์กำหนดจุดเดือดของน้ำมันไว้ ดังนี้

- SAE J 1703 กำหนดให้น้ำมันเบรกและคลัตช์มีจุดเดือดสูงกว่า 205 องศาเซลเซียส
- US FMVSS DOT 3 กำหนดให้น้ำมันเบรกและคลัตช์มีจุดเดือดสูงกว่า 205 องศาเซลเซียส
- US FMVSS DOT 4 กำหนดให้น้ำมันเบรกและคลัตช์มีจุดเดือดสูงกว่า 230 องศาเซลเซียส



รูปแสดงตัวอย่างน้ำมันเบรกและคลัตช์ DOT 4

ข้อแนะนำ : น้ำมัน DOT 4 ควรใช้กับระบบเบรกและรถยนต์ที่มีความเร็วสูง

● การตรวจระดับของน้ำมันคลัตช์

ถึงแม้จะดูจากสีของน้ำมันแล้ว สิ่งหนึ่งที่ขาดไม่ได้คือ ระดับของน้ำมันคลัตช์ที่ต้องให้ความสนใจและตรวจสอบอยู่เสมอ จะต้องให้ระดับของน้ำมันอยู่ที่ตำแหน่ง Max



รูปแสดงระดับของน้ำมันคลัตช์

เมื่อเราตรวจสอบระดับน้ำมันอยู่สม่ำเสมอนอกจากจะทำให้รถยนต์เกิดความพร้อมแล้ว ยังเป็นเครื่องเตือนให้รู้ว่าระบบคลัตช์เกิดปัญหาแล้วให้สังเกตจากระดับน้ำมันที่ต่ำลง ถ้าระดับของน้ำมันคลัตช์ต่ำลงมาจากขีด Max จนมาถึง Min กรณีนี้ไม่ควรเติมทันทีให้รีบตรวจสอบและทำการแก้ไข หรือหากต่ำจนเกินไปให้เติมและรีบนำรถยนต์เข้าตรวจเช็ค

2. ปัญหาและการแก้ไขคลัตช์ ปัญหาที่เกิดขึ้นกับคลัตช์นั้นนอกจากจะเกิดจากการหมดอายุของสภาพลูกยางแล้ว ผู้ขับขี่ที่สำคัญที่สุดที่จะทำให้คลัตช์เกิดการเสื่อมสภาพเร็วกว่าปกติ ปัญหาที่จะเกิดขึ้นกับคลัตช์มีดังต่อไปนี้

2.1 เริ่มจากคลัตช์รั่ว ปัญหานี้พบบ่อยเมื่อถึงระยะเวลาที่เสื่อมสภาพของลูกยาง ลูกยางฉีกขาด หรือสายอ่อนที่ต่อไปยังกระบอกคลัตช์ล่างแตก ทำให้น้ำมันรั่วซึมออกมา เหตุนี้ถ้าน้ำมันในระบบหมดก็จะมีแรงดันไปกดชุดคลัตช์เมื่อเหยียบคลัตช์ก็เกิดการว่างเปล่าหรือที่เรียกว่า คลัตช์จมนั่นเอง ให้รีบทำการแก้ไขที่ต้นเหตุ เช่น การเปลี่ยนลูกยางใหม่ หรือสายอ่อนใหม่ (ถ้ากระบอกคลัตช์เกิดรอยภายในควรเปลี่ยนกระบอกใหม่) เพื่อไม่ให้เกิดการรั่วซึมภายหลัง

2.2 คลัตช์ลื่น ปัญหานี้เกิดจากผ้าคลัตช์ใกล้หมดหรือเกิดจากผู้ขับขี่คลัตช์ไม่สุด ซึ่งเรียกว่า เลียคลัตช์ คลัตช์อาจเกิดอาการลื่นตลอดนั้นหมายถึงออกตัวแล้วรถยนต์ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปได้ หรือมักเกิดจากผู้ขับขี่ขับขึ้นเนิน เครื่องยนต์รับภาระหนัก เช่น ขับขึ้นทางชัน การติดหล่ม ทำให้แผ่นคลัตช์รับภาระหนัก เหตุนี้ต้องทำการเปลี่ยนผ้าคลัตช์ หวีคลัตช์ ลูกปืนกดคลัตช์ และเจียร์ล้อยช่วยแรงใหม่ เลือกใช้อะไหล่ที่มีคุณภาพดีก็จะทำให้มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น การตั้งคลัตช์ขึ้นส่งผลให้คลัตช์ลื่น ปัญหาที่ตามมาทำให้แผ่นคลัตช์ใหม่ จะมีกลิ่นไหม้เข้าไปในห้องโดยสาร หวีคลัตช์และปลายวิลก็จะมีไหม้

2.3 คลัตช์ลั่น อาการนี้จะเกิดขึ้นตอนช่วงออกตัว ปัญหานี้เกิดจากความไม่เรียบ ไม่สม่ำเสมอของผ้าคลัตช์ หวีคลัตช์ และล้อยช่วยแรง หรือผ้าคลัตช์แต่ง จะทำให้รถยนต์เกิดการสั่นกระตุกขณะออกตัว หรือบางทีอาจมีสารหล่อลื่นโดนหน้าสัมผัสของผ้าคลัตช์ วิธีแก้ไขถ้าถูกสารหล่อลื่นให้ล้างให้หมดสารหล่อลื่นหรือเปลี่ยนใหม่ ผ้าคลัตช์ หวีคลัตช์ และเจียร์หน้าสัมผัสของล้อยช่วยแรง

2.4 คลัตช์แตก เกิดจากการออกตัวรถยนต์รุนแรง ขนาดของผ้าคลัตช์และโครงสร้างผ้าคลัตช์ไม่เหมาะสมกับกำลังของเครื่องยนต์ สปริงของจานคลัตช์หักหรือแตกออก หน้าสัมผัสของผ้าคลัตช์ที่ย่ำด้วยหมุดแตกออกจากกัน เรียกว่า คลัตช์แตก ทำให้ไม่สามารถเข้าเกียร์ได้ต้องทำการเปลี่ยนผ้าคลัตช์ใหม่ให้เหมาะสมตามกำลังของเครื่องยนต์และการทำงาน

ปัญหาเสียงดังในห้องคลัตช์เกิดจากสิ่งต่อไปนี้

- 1) จานคลัตช์แตก
- 2) สปริงของแผ่นคลัตช์หัก
- 3) ลูกปืนล้อยช่วยแรงชำรุด
- 4) ลูกปืนกดหวีคลัตช์ชำรุด
- 5) เฟืองในห้องเกียร์แตกหัก

กระปุกเกียร์

กระปุกเกียร์รับกำลังงานจากเครื่องยนต์ที่ถ่ายทอดกำลังผ่านคลัตช์ส่งไปยังเพลากลางหรือเพลาคลัตช์ ทำให้รถยนต์เคลื่อนที่ได้ โดยกระปุกเกียร์เพิ่มแรงบิดให้กับเครื่องยนต์ในขณะออกตัว ปรับอัตราทดของเกียร์ให้เหมาะสมตามความเร็วรอบของรถยนต์ที่ใช้อยู่

หน้าที่ของกระปุกเกียร์

กระปุกเกียร์มีหน้าที่ดังนี้

1. เพิ่มแรงบิดให้กับรถยนต์ขณะที่รถยนต์เริ่มเคลื่อนที่ด้วยเกียร์หนึ่ง
2. เปลี่ยนอัตราทด เมื่อรถยนต์มีความเร็วสูงขึ้นต้องมีการลดอัตราทดของเกียร์ลงเพื่อให้สัมพันธ์กับความเร็ว ทำให้ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง รถยนต์จึงมีเกียร์อย่างน้อยสี่เกียร์ซึ่งมีอัตราทดที่ต่างกัน
3. ขับถอยหลัง เพื่อให้เครื่องยนต์ที่หมุนในทิศทางเดียวตลอดไปสามารถหมุนกลับทิศทางได้ จึงต้องมีเกียร์ถอยหลังเป็นตัวเปลี่ยนทิศทางให้รถยนต์ถอยหลังได้
4. ตัดการส่งถ่ายกำลังงานของเครื่องยนต์ ในการเปลี่ยนเกียร์จะใช้การเหยียบคลัตช์เพื่อตัดการส่งถ่ายกำลังงาน ซึ่งทำให้เข้าเกียร์ได้สะดวก ถ้าเปลี่ยนจากเกียร์หนึ่งไปเป็นเกียร์สองทันทีจะทำให้เกิดการขัดตัวที่ฟันเฟืองเครื่องยนต์ก็จะไม่หมุน เป็นผลให้ฟันเฟืองสึกหรอ

ส่วนประกอบของกระปุกเกียร์

กระปุกเกียร์ประกอบด้วยส่วนสำคัญดังนี้

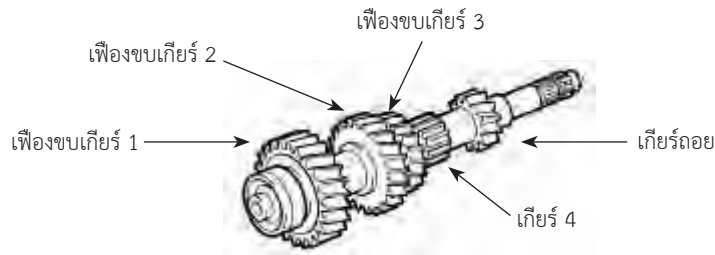
1. เพลา (Shaft) ประกอบด้วย

1.1 เพลาคลัตช์ (Clutch Shaft) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า เพลากำลัง มีหน้าที่รับกำลังงานจากเครื่องยนต์โดยผ่านล้อช่วยแรงและแผ่นคลัตช์ถ่ายทอดให้กระปุกเกียร์ซึ่งเพลาคลัตช์สวมอยู่กับร่องสไปนของแผ่นคลัตช์ ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งจะเป็นเฟืองซึ่งเป็นเนื้อเดียวกับเพลาคลัตช์อยู่ในเสื้อเกียร์และขบกับเฟืองเพลาตรงตลอดเวลา



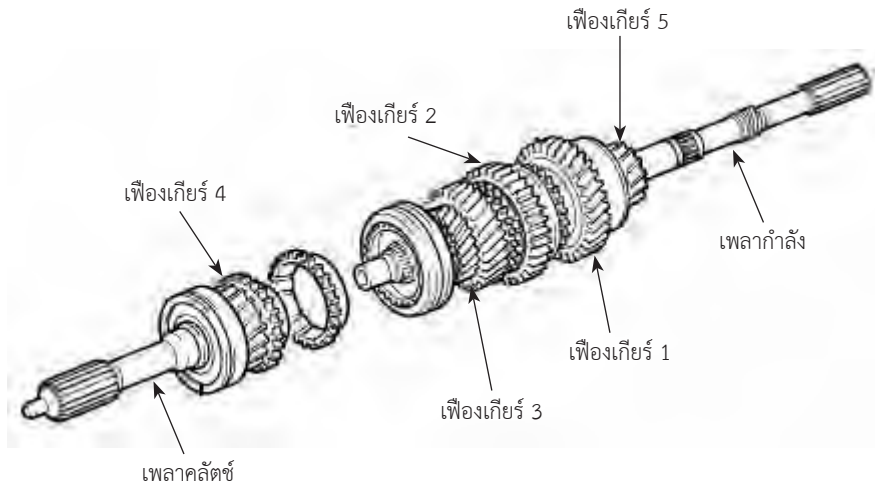
รูปแสดงเพลาคลัตช์

1.2 เพลารอง (Counter Shaft) อยู่ใต้เพลาลัดซ์และมีเฟืองอยู่หลายขนาด ยึดเป็นเนื้อเดียวกับเพลารอง เฟืองขนาดใหญ่ที่สุดจะขบกับเฟืองเพลาลัดซ์ ขนาดรองลงมาคือเฟืองเกียร์หนึ่ง ขนาดถัดมาคือเฟืองเกียร์สอง ขนาดเล็กสุดเป็นเฟืองเกียร์ถอย สำหรับรถยนต์ที่มีสี่เกียร์ เฟืองเพลารองยังทำหน้าที่ปรับเปลี่ยนอัตราทดให้ผู้ขับขี่รถยนต์ต้องการใช้เกียร์ให้เหมาะสมกับความเร็ว และยังมีหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการหมุนให้เป็นเกียร์ถอย



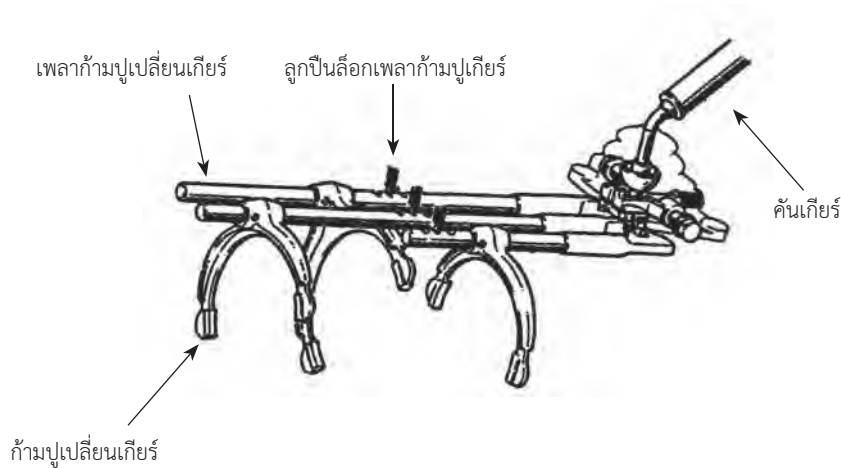
รูปแสดงเพลารอง

1.3 เพลากำลัง (Main Shaft) อยู่ในระดับเดียวกับเพลาลัดซ์ ซึ่งเฟืองทุกตัวที่อยู่บนเพลากำลังจะขบกับเฟืองเพลารองตลอดเวลา ก้านเฟืองที่ไม่ขบคือเฟืองเกียร์ถอยหลังกับเฟืองเกียร์หนึ่ง เฟืองทุกตัวบนเพลากำลังจะขบกับเฟืองเพลารองตลอดเวลา แต่ไม่มีการส่งกำลังเพราะเฟืองไม่ได้ยึดต่อกับเพลาส่งกำลัง จะมีบุชรองอยู่ทำให้เป็นอิสระจากเพลาลัดซ์ ถ้าจะเปลี่ยนเกียร์ต้องเลื่อนชุดเข้าเกียร์เข้าขบกับฟันหน้าเฟืองบนเพลากำลังหรือคลัตซ์



รูปแสดงเพลากำลัง

1.4 กลไกเปลี่ยนเกียร์ (Shift Mechanism) ประกอบด้วยคันเกียร์ เพลาก้ามปู และก้ามปูเปลี่ยนเกียร์



รูปแสดงกลไกเปลี่ยนเกียร์

2. เฟือง (Gear) ทำหน้าที่ส่งถ่ายกำลังและเพิ่มหรือลดอัตราทดของเกียร์ แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด ดังนี้

2.1 เฟืองฟันตรง (Spur Gear) เป็นฟันเฟืองที่สามารถขบกันด้วยแรงมากได้แต่จะมีเสียงดังเมื่อมีการขบกัน เหมาะสำหรับใช้กับงานหนักและอัตราทดที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง



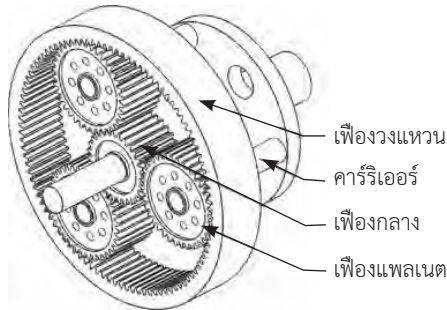
รูปแสดงเฟืองฟันตรง

2.2 เฟืองฟันเฉียง (Helical Gear) เหมาะสำหรับใช้ในงานที่ใช้ความเร็วสูง ฟันเฟืองขณะขบกันจะเลื่อนสัมผัสกันได้ง่ายและเงียบ ปัจจุบันนิยมใช้กระปุกเกียร์ในรถยนต์ทั่วไป



รูปแสดงเฟืองฟันเฉียง

2.3 ชุดเฟืองบริวาร (Planetary Gear) ประกอบด้วยเฟืองกลาง (Sun Gear) เฟืองแพลเนต (Planet Gear) และแคริเออร์ (Carrier) ที่ยึดพิเนียนเกียร์กับเฟืองกลางและเฟืองวงแหวน (Ring Gear) เฟืองเหล่านี้จะหมุนรอบเฟืองกลาง ซึ่งการขบกันของฟันเฟืองจะเจียบ มีใช้ในเกียร์อัตโนมัติ



รูปแสดงเฟืองบริวาร

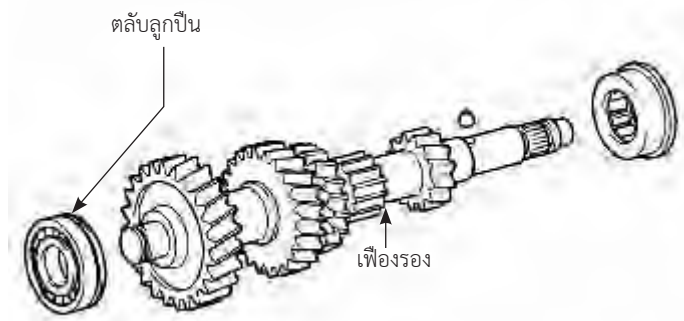
3. ลูกปืน (Bearing) เป็นตัวรองรับเพลาคณะที่เพลามีการหมุน การนำตลับลูกปืนมาใช้รองรับเพลาละเฟืองในกระปุกเกียร์มีลักษณะดังนี้

3.1 ลูกปืนสำหรับเฟือง ส่วนใหญ่จะใช้กับเฟืองที่สวมอยู่กับเพลากําลัง ซึ่งลูกปืนจะรองอยู่ระหว่างเฟืองกับเพลากําลัง ทำให้เฟืองหมุนเป็นอิสระจากเพลาล ส่วนมากจะใช้เป็นลูกปืนเข็ม



รูปแสดงลูกปืนสำหรับเฟือง

3.2 ลูกปืนสำหรับเพลาล โดยทั่วไปจะใช้เป็นลูกปืนตลับ

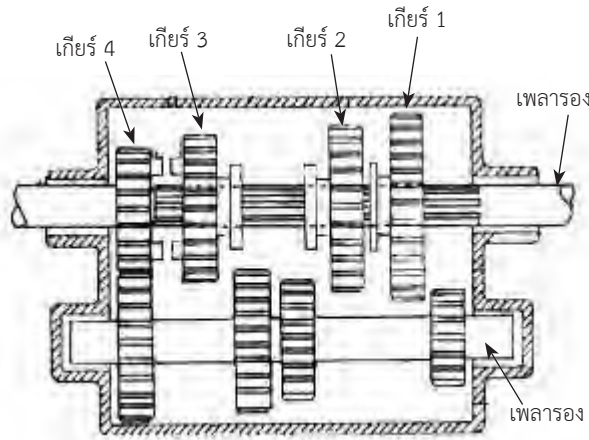


รูปแสดงลูกปืนสำหรับเพลาล

■ แบบของกระปุกเกียร์

กระปุกเกียร์ที่ใช้ในรถยนต์โดยทั่วไปมีดังนี้

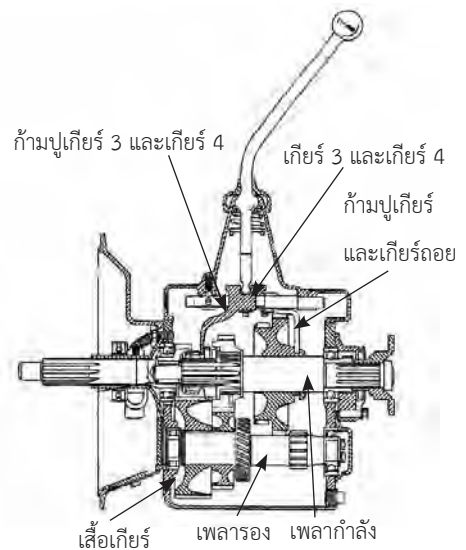
1. เฟืองเลื่อนขบ (Sliding Mesh) การเข้าเกียร์จะอาศัยการเลื่อนเฟืองที่อยู่บนเพลากำลัง (Main Shaft) มาขบกับเฟืองของเพลารอง ซึ่งการทำงานลักษณะนี้จะทำให้เกิดเสียงขบกันของฟันเฟืองและเข้าเกียร์ยาก เพราะความเร็วของเพลากำลังกับเพลารองหมุนไม่เท่ากัน ส่วนใหญ่ใช้ในเครื่องจักรกลหนัก ไม่นิยมใช้กับรถยนต์นั่ง มีข้อดีคือมีความแข็งแรง แต่ข้อเสียคือเข้าเกียร์ยากและมีเสียงดังขณะเข้าเกียร์



รูปแสดงกระปุกเกียร์เฟืองเลื่อนขบ

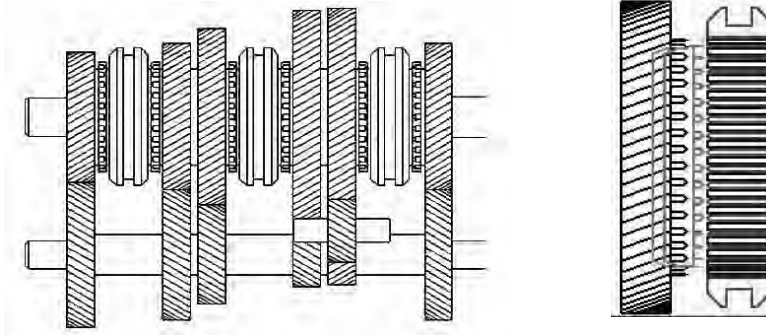
2. เฟืองขบแบบคงตัว (Constant Mesh)

การขบกันของฟันเฟืองเกียร์จะไม่มีเสียงดังเหมือนกับกระปุกเกียร์แบบเฟืองเลื่อนขบ เพลาส่งกำลังจะมีเฟืองเกียร์ยึดติดหมุนไปด้วยกันกับเฟืองเกียร์ขบและเฟืองเพลารองตลอดเวลา เมื่อคลัตช์ส่งกำลังให้กระปุกเกียร์ เฟืองเกียร์จะหมุนตลอดเวลาทุกตัวโดยไม่มีการส่งกำลังไปยังล้อ เมื่อมีการเข้าเกียร์ จะเป็นการล็อกให้เฟืองเกียร์นั้นส่งกำลังผ่านปลอกเลื่อนไปยังเพลากำลัง



รูปแสดงกระปุกเกียร์เฟืองขบแบบคงตัว

3. เฟืองซิงโครเมช (Sychromesh) เฟืองบนเพลากำลึงกับเฟืองบนเพลารองจะขบกันอยู่ตลอดเวลา ส่วนเกียร์ถอยหลังจะไม่ขบตลอดเวลา และการเข้าเกียร์คลัตช์จะตัดการส่งถ่ายกำลังงาน จึงทำให้ความเร็วชุดเข้าเกียร์มีความเร็วเท่ากับเฟืองของเพลากำลึง จึงทำให้ไม่เกิดเสียงดัง



รูปแสดงกระปุกเกียร์เฟืองซิงโครเมช

4. โอเวอร์ไดรฟ์ (Overdrive) ติดตั้งบริเวณท้ายของกระปุกเกียร์เพื่อช่วยให้เพลากลางหมุนด้วยความเร็วที่มากกว่าเพลากำลึงของกระปุกเกียร์ มีข้อดีดังนี้

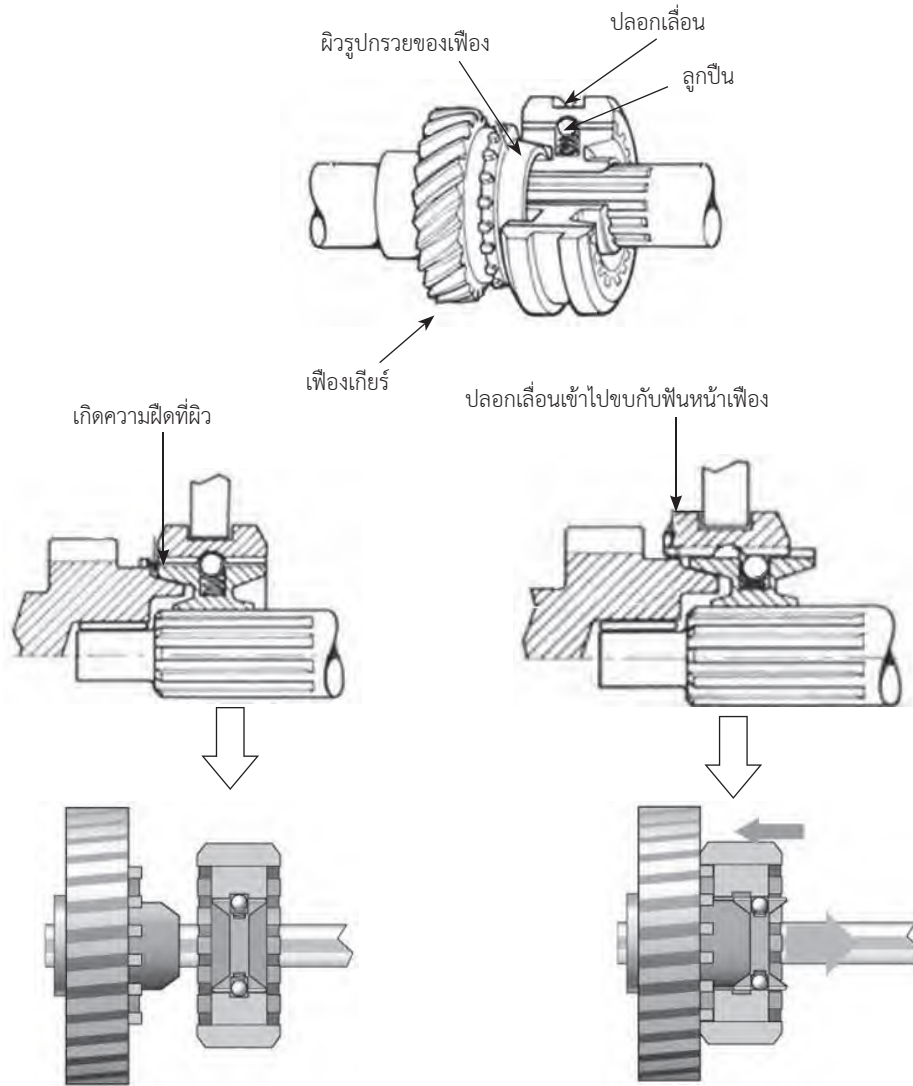
- 4.1 ช่วยลดเสียงดังของไอเสีย
- 4.2 ลดการสึกหรอของเครื่องยนต์
- 4.3 ประหยัดน้ำมันเชื้อเพลิง

5. เกียร์อัตโนมัติ (Automatic Transmission) เป็นเกียร์ที่ไม่มีการเลื่อนเฟืองเข้าขบกัน เวลาเข้าเกียร์เกียร์จะเปลี่ยนให้เองโดยอัตโนมัติ เพียงแต่โยกคันเกียร์เลือกตำแหน่งเท่านั้น

■ ประเภทของซิงโครเมช

เฟืองซิงโครเมชแบ่งออกเป็น 2 ประเภทดังนี้

1. แบบธรรมดา (Plain Type Synchronizer) หลักการทำงาน เมื่อโยกคันเกียร์ ปลอกเลื่อนและตุ้มคลัตช์จะเคลื่อนที่ไปพร้อมกัน เพราะสปริงจะดันลูกปืนให้ล็อกติดกับปลอกเลื่อน เมื่อผิวรูปกรวยของตุ้มคลัตช์สัมผัสกับผิวรูปกรวยของเฟืองรับกำลังหมุนไปด้วยกัน เป็นผลให้ความเร็วรอบของตุ้มคลัตช์มีความเร็วรอบเท่ากับ จากนั้นปลอกเลื่อนก็จะไปขบกับฟันหน้าเฟืองของเฟืองเกียร์ ขณะเดียวกันลูกปืนจะถูกกดลงไปยังข้างล่างด้วยแรงจากคันเกียร์ที่มีมากกว่าแรงของสปริง



รูปแสดงหลักการทำงานของเฟืองซิงโครเมซแบบธรรมดา

2. แบบทองเหลือง (Block Type Synchronizer)

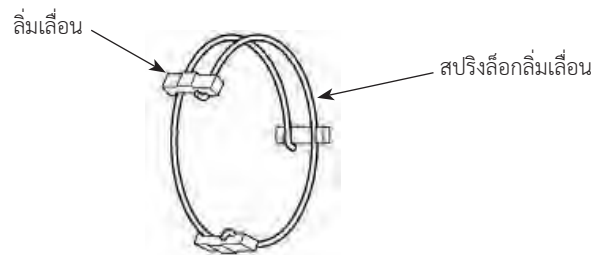
มีส่วนประกอบดังนี้

2.1 **ตุ้มคลัตช์ (Clutch Hub)** จะยึดติดกับเพลากำลังและไม่สามารถเลื่อนไป-มาได้ รอบนอกจะเป็นร่องสไปลน์



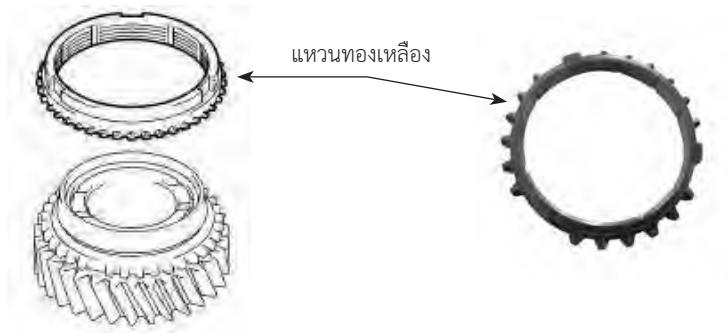
รูปแสดงตุ้มคลัตช์

2.2 ลิ้มเลื่อน (Shifting Ring) จะสอดอยู่ที่ร่องของเฟืองทองเหลืองและร่องของดุมคลัตช์ ซึ่งจะมีสปริงดันให้ลิ้มเลื่อนไปอัดกับปลอกเลื่อน



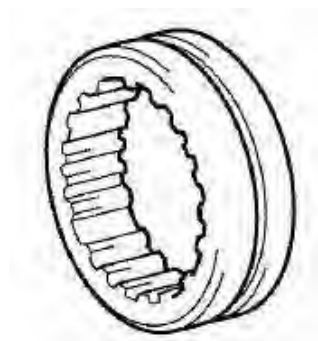
รูปแสดงลิ้มเลื่อน

2.3 เฟืองทองเหลือง (Synchronizer Ring) ทำหน้าที่ทำให้ความเร็วของเฟืองเกียร์กับเพลากําลังเท่ากัน



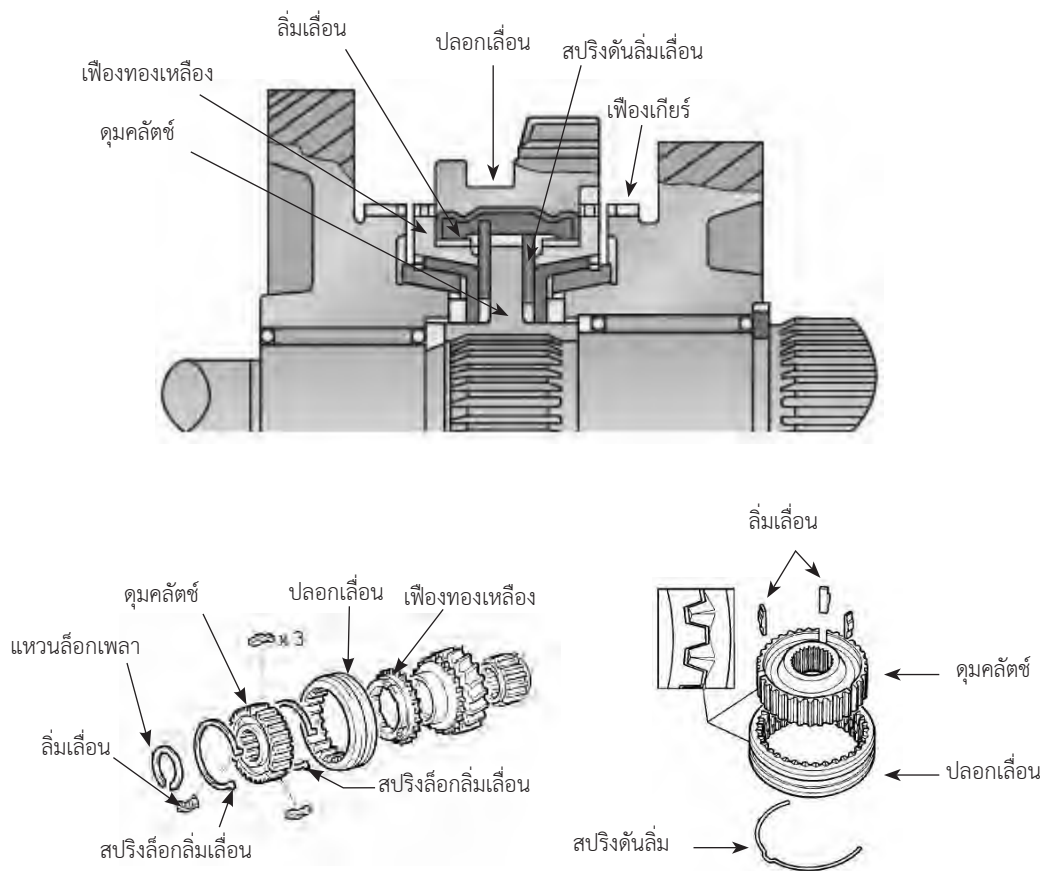
รูปแสดงเฟืองทองเหลือง

2.4 ปลอกเลื่อน (Coupling Sleeve) ด้านในจะเป็นร่องสไปลน์และสวมอยู่กับดุมคลัตช์ สามารถเลื่อนไป-มาตามแนวเพลာได้



รูปแสดงปลอกเลื่อน

โครงสร้างของชุดปรับความเร็วแบบเฟืองทองเหลือง

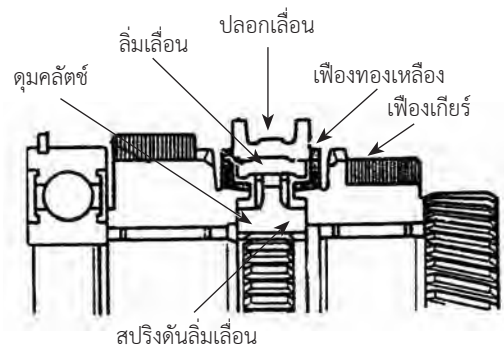


รูปแสดงโครงสร้างของชุดปรับความเร็วแบบเฟืองทองเหลือง

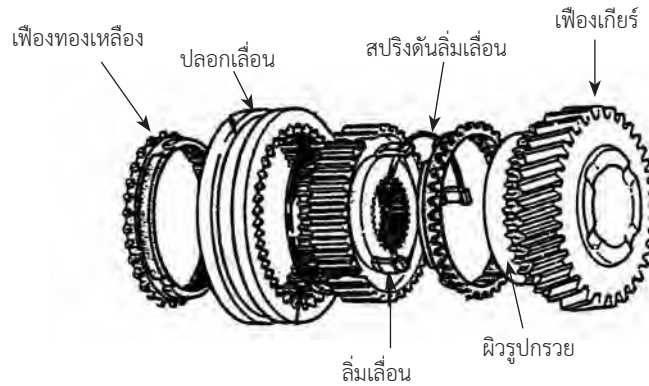
หลักการทำงาน

1) ตำแหน่งเกียร์ว่าง

จะขบอยู่กับเฟืองขับของแต่ละเกียร์และหมุนเป็นอิสระบนเพลลา ส่วนดุมคลัตช์จะสวมอยู่ในปลอกเลื้อนด้วยร่องสไปลน์ ทำให้เฟืองทองเหลืองเป็นอิสระ

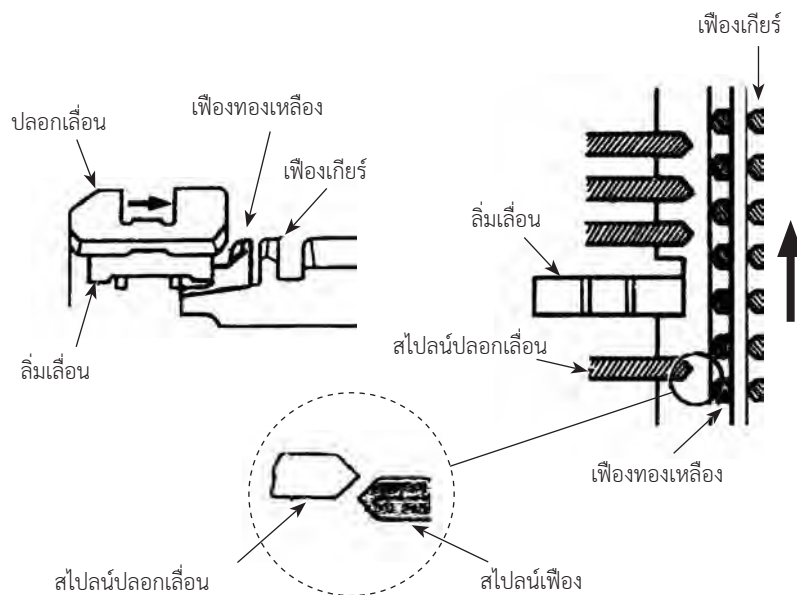


รูปแสดงตำแหน่งเกียร์ว่าง



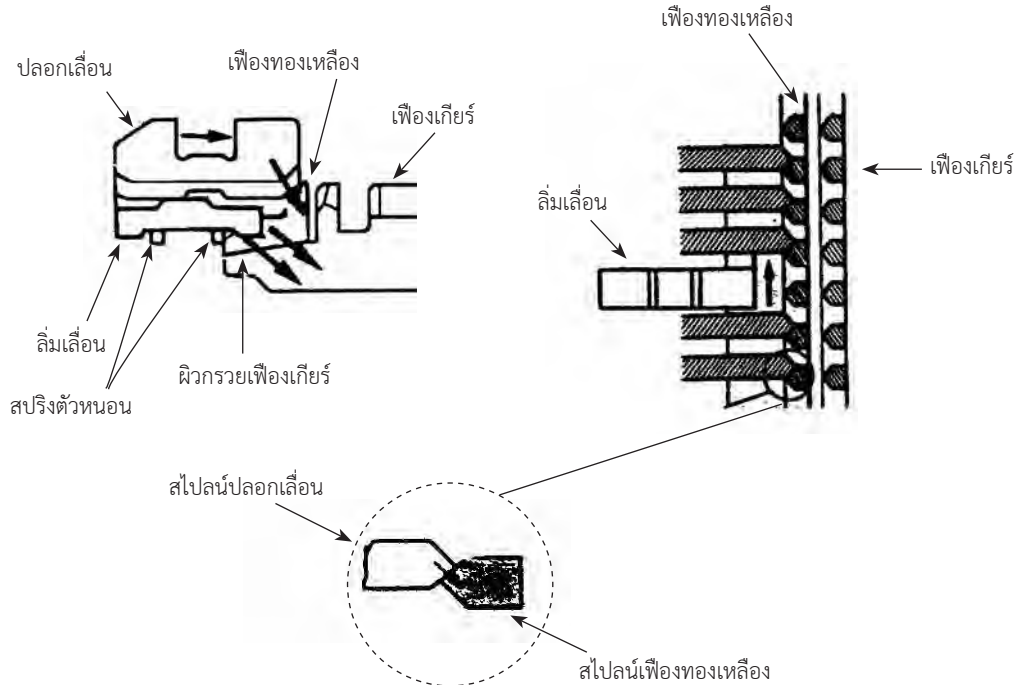
รูปแสดงโครงสร้างของชุดปรับความเร็วแบบเฟืองทองเหลือง

2) ตำแหน่งเริ่มปรับความเร็ว เมื่อเริ่มโยกเข้าเกียร์ ปลอกเลื่อนจะเลื่อนไปในทิศทางของเฟืองเกียร์ ปลอกเลื่อนจะกดลิมเลื่อนลงโดยชนะแรงดันสปริงลิมเลื่อน ดังนั้น จึงมีการส่งแรงดันจากปลอกเลื่อนผ่านลิมเลื่อนไปดันเฟืองทองเหลืองให้ติดกับผิวกรวยของเฟืองทองเหลือง เป็นการเริ่มปรับความเร็วรอบของเฟืองเกียร์ให้เท่ากัน ทำให้เฟืองทองเหลืองและเฟืองเกียร์หมุนไปด้วยกันและในทิศทางเดียวกัน ขณะนี้สไปลันด้านในของปลอกเลื่อนและสไปลันของเฟืองทองเหลืองแต่ละฟันยังไม่มี การขบกัน



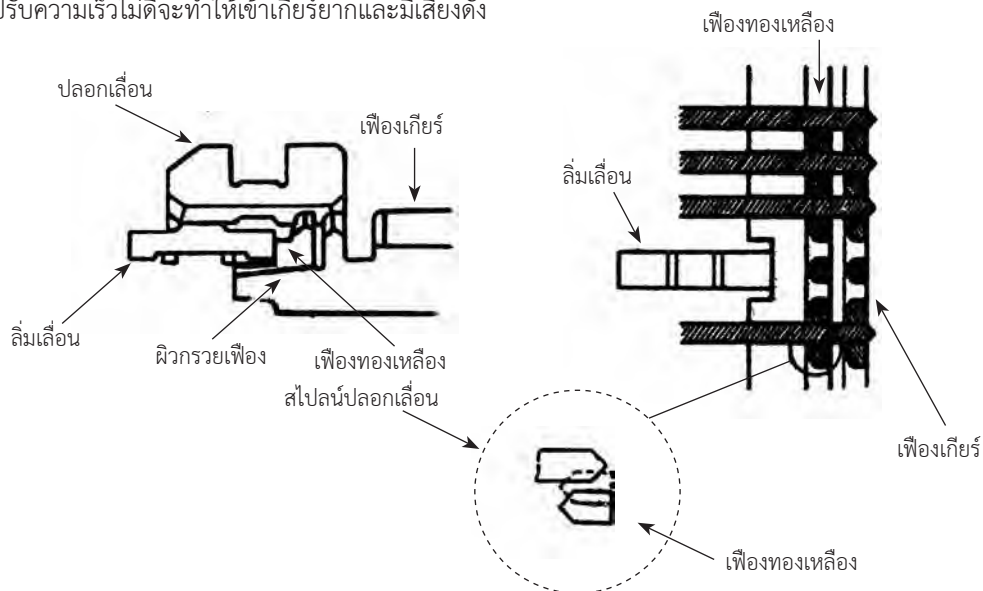
รูปแสดงตำแหน่งเริ่มปรับความเร็วของเฟืองทองเหลือง

3) ตำแหน่งเข้าเกียร์ เมื่อปล็อกเลื่อนต่อไปจะมีแรงดันมาก ทำให้ปล็อกเลื่อนเลยขึ้นมาอยู่บนยอดลิ้มเลื่อน แต่สไปล์นของปล็อกเลื่อนและเฟืองทองเหลืองยังเยื้องกันอยู่ แรงดันจากปล็อกเลื่อนไปดันเฟืองทองเหลืองให้ติดกับผิวกรวยของเฟืองเกียร์มากขึ้น จึงทำให้ความเร็วของเฟืองเกียร์เท่ากับความเร็วของปล็อกเลื่อน



รูปแสดงตำแหน่งเข้าเกียร์

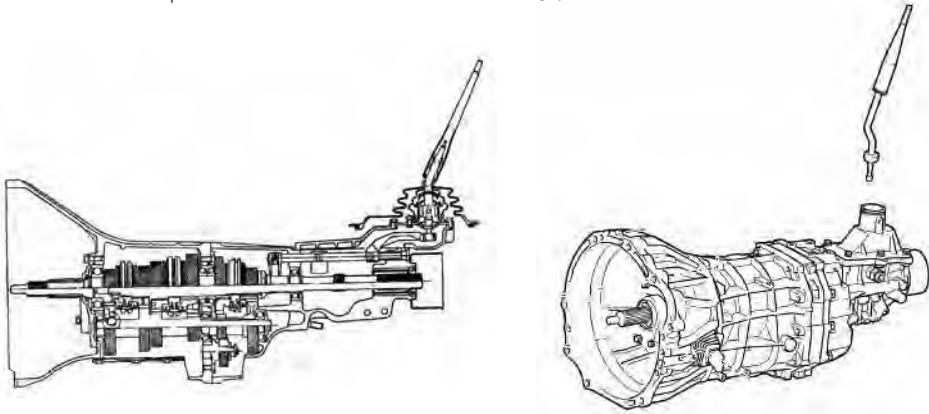
4) ตำแหน่งเข้าเกียร์เสร็จสมบูรณ์ เมื่อความเร็วของเฟืองเกียร์เท่ากับความเร็วของปล็อกเลื่อน เฟืองทองเหลืองจะหมุนอิสระตามทิศทางการหมุน สไปล์นของปล็อกเลื่อนจะขบกับสไปล์นเฟืองทองเหลือง หากการปรับความเร็วของชุดปรับความเร็วไม่ติดจะทำให้เข้าเกียร์ยากและมีเสียงดัง



รูปแสดงตำแหน่งเข้าเกียร์เสร็จสมบูรณ์

■ โครงสร้างของกระปุกเกียร์แบบซิงโครเมช

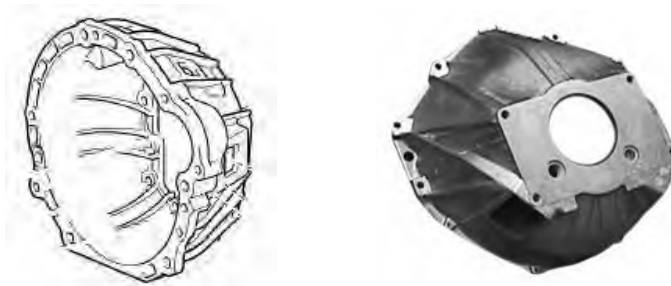
โครงสร้างของกระปุกเกียร์แบบซิงโครเมชแบ่งเป็นส่วนใหญ่ๆ ดังนี้



รูปแสดงโครงสร้างของกระปุกเกียร์แบบซิงโครเมช

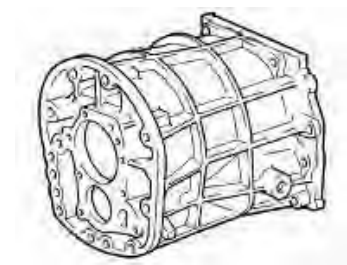
1. **เสื้อเกียร์ (Transmission Case Housing)** เป็นที่เก็บน้ำมันเครื่องและให้ชิ้นส่วนต่างๆ จับยึด แบ่งออกเป็นดังนี้

1.1 **เสื้อคลัตช์ (Clutch Housing)** เป็นส่วนที่ใช้ยึดกระปุกเกียร์ให้เข้ากับเสื้อสูบของเครื่องยนต์



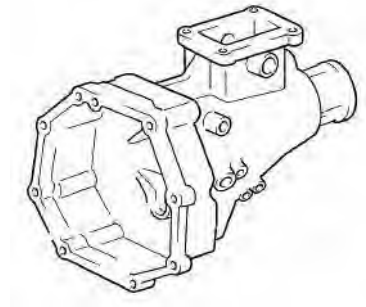
รูปแสดงเสื้อคลัตช์

1.2 **เสื้อเกียร์ (Transmission Case)** เป็นส่วนที่ใช้ยึดเพลาคลัตช์ เพลารอง และเพลาส่งกำลัง นอกจากนี้ยังใช้เป็นที่ยกน้ำมันหล่อลื่นด้วย



รูปแสดงเสื้อเกียร์

1.3 **เสื้อเพลลา (Axle Casing)** เป็นที่รับเพลลาคำล้งขณะที่มีการส่งถ่ายกำลังไปยังเพลลากลาง



รูปแสดงเสื้อเพลลา

2. **เพลลา (Shaft)** เป็นเพลลาที่รับกำลังจากเครื่องยนต์ที่ส่งถ่ายกำลังผ่านแผ่นคลัตช์ถ่ายทอดให้กระปุกเกียร์ ซึ่งเพลลาคลัตช์จะสวมอยู่กับคัมของแผ่นคลัตช์

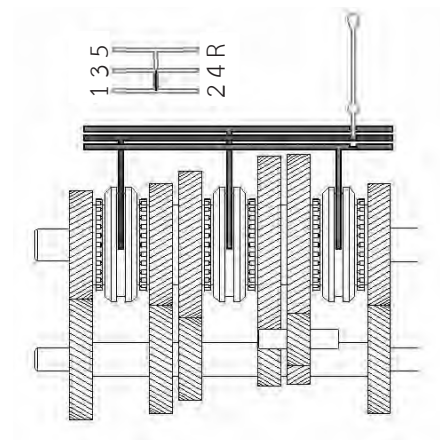
2.1 **เพลลารอง (Counter Shaft)** เป็นเพลลาที่อยู่ด้านล่างของเพลลาคลัตช์และมีเฟืองขนาดต่างๆ กัน ยึดติดเป็นเนื้อเดียวกันกับเพลลารอง

2.2 **เพลลาคำล้ง (Main Shaft)** เป็นเพลลาที่มีเฟืองสำหรับรับการถ่ายทอดกำลังงานจากเพลลารอง

3. **ชุดปรับความเร็ว (Synchronizer)** ทำหน้าที่ปรับความเร็วของเฟืองเกียร์และปลดกลไกให้มีความเร็วเท่ากันก่อนที่ร็องฟันจะขบกัน

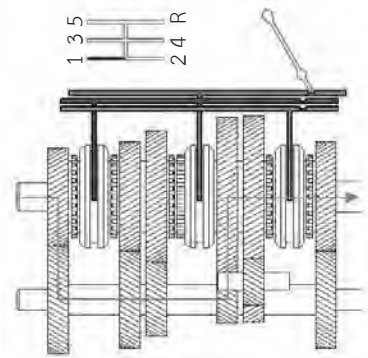
■ การส่งถ่ายกำลังของกระปุกเกียร์แบบซิงโครเมซ

ตำแหน่งเกียร์ว่าง (Neutral) ปลอกเลื่อนของเฟืองเกียร์ที่อยู่บนเพลลาคำล้งจะขบอยู่กับเพลลารองแล้วหมุนไปพร้อมกันซึ่งจะไม่มีกำลังส่งถ่าย เพราะเฟืองเกียร์หมุนเป็นอิสระจากเพลลาคำล้ง



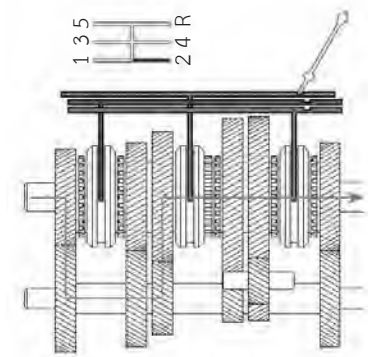
รูปแสดงการทำงานของตำแหน่งเกียร์ว่าง

ตำแหน่งเกียร์หนึ่ง เมื่อเริ่มโยกคันเกียร์เข้าเกียร์หนึ่ง ปลอกเลื่อนของเกียร์หนึ่งเคลื่อนที่ไปขบกับพื้นหน้าเฟืองของเฟืองเกียร์หนึ่ง



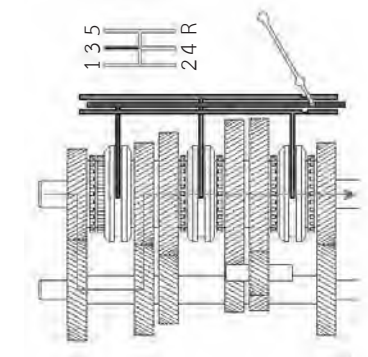
รูปแสดงการทำงานของตำแหน่งเกียร์หนึ่ง

ตำแหน่งเกียร์สอง เมื่อเลื่อนปลอกเลื่อนของเกียร์สองไปทางด้านเฟืองเกียร์สอง พื้นเฟืองของปลอกเลื่อนจะเปลี่ยนเข้าไปขบกับพื้นหน้าของเฟืองเกียร์สองบนเพลากำลัง ก็จะมีการส่งกำลังจากเฟืองบนเพลาคลัตช์ไปยังเฟืองเกียร์บนเพลารอง และเฟืองเกียร์บนเพลารองก็ส่งกำลังให้เฟืองเกียร์สองบนเพลากำลัง การที่เฟืองเกียร์สองบนเพลารองมีขนาดใหญ่กว่าเฟืองเกียร์สองบนเพลาส่งกำลังทำให้อัตราทดลดลง มีผลทำให้ความเร็วของเพลาส่งกำลังมากขึ้นจากเกียร์หนึ่ง



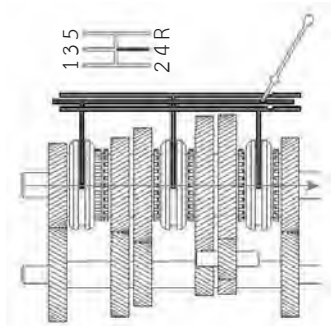
รูปแสดงการทำงานของตำแหน่งเกียร์สอง

ตำแหน่งเกียร์สาม เมื่อเลื่อนปลอกเลื่อนเกียร์สาม พื้นเฟืองของปลอกเลื่อนจะเข้าไปขบกับพื้นหน้าเฟืองของเฟืองเกียร์สามบนเพลากำลัง เฟืองบนเพลาคลัตช์ก็ส่งกำลังไปยังเฟืองเกียร์สามบนเพลารอง จากเฟืองเกียร์สามบนเพลารองก็ส่งกำลังไปขับเฟืองเกียร์สามบนเพลากำลัง อัตราทดก็จะน้อยลง ความเร็วของเพลาส่งกำลังก็จะมากขึ้นกว่าเกียร์สอง



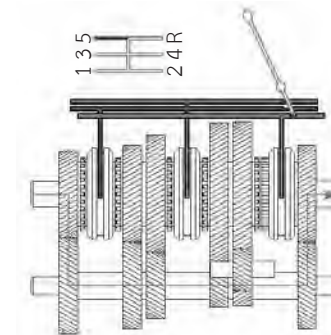
รูปแสดงการทำงานของตำแหน่งเกียร์สาม

ตำแหน่งเกียร์สี่ เมื่อเลื่อนบล็อกเลื่อนเกียร์สี่ ฟันเฟืองของบล็อกเลื่อนจะเข้าไปขบกับฟันหน้าเฟืองของเฟืองเกียร์สี่บนเพลากำลึง ทำให้เพลาคัลต์ซ์มีการส่งกำลังโดยตรง อัตราทดของเกียร์จึงมีอัตรา 1 : 1 ความเร็วของเพลาคัลต์ซ์กับเพลาส่งกำลังเท่ากัน



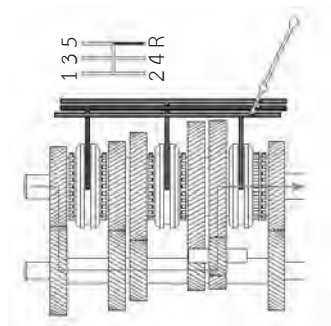
รูปแสดงการทำงานของตำแหน่งเกียร์สี่

ตำแหน่งเกียร์ห้า หรือโอเวอร์ไดรฟ์ เมื่อเลื่อนบล็อกเลื่อนเกียร์ห้า ฟันเฟืองของบล็อกเลื่อนจะขบกับฟันหน้าเฟืองของเฟืองเกียร์ห้าบนเพลารอง ทำให้มีการส่งกำลังจากเพลาคัลต์ซ์ไปยังเฟืองเกียร์ห้าบนเพลารอง และส่งต่อไปยังเฟืองเกียร์ห้าบนเพลาส่งกำลัง ความเร็วของเพลาส่งกำลังจะมากกว่าความเร็วของเพลาคัลต์ซ์ เพราะเฟืองเกียร์ห้าบนเพลารองมีขนาดโตกว่า



รูปแสดงการทำงานของตำแหน่งเกียร์ห้า

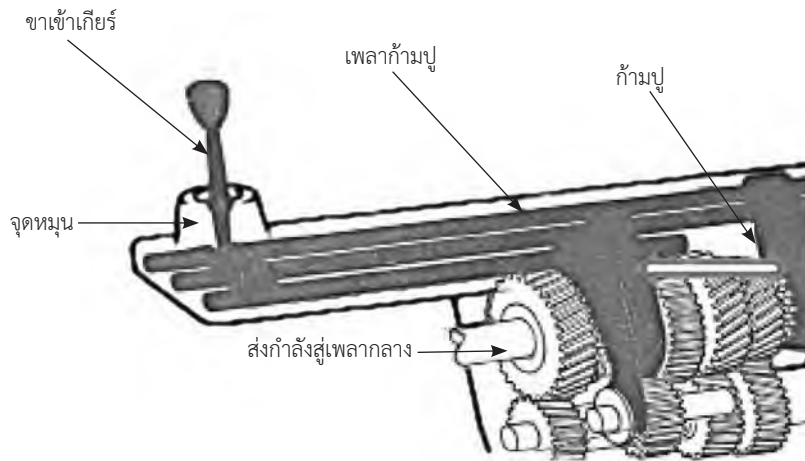
ตำแหน่งเกียร์ถอยหลัง เมื่อโยกเข้าเกียร์ถอยหลัง เฟืองสะพานเกียร์ถอยหลังจะเข้าไปขบกับเฟืองบนเพลารอง ทำให้ทิศทางการหมุนของกำลังเปลี่ยนทิศทาง ทำให้รถยนต์สามารถเคลื่อนที่ถอยหลังได้



รูปแสดงการทำงานของตำแหน่งเกียร์ถอยหลัง

■ กลไกการเข้าเกียร์

กลไกการเข้าเกียร์ คือ การเลื่อนเข้าล็อกเกียร์เพื่อที่จะทำให้รถยนต์วิ่งได้ตามความเร็วที่ต้องการ ทำได้โดยการโยกเกียร์ไปตามตำแหน่งของการเข้าเกียร์ กลไกของขาคันเกียร์จะผลักดันเพลาก้ามปูที่อยู่ภายในกระปุกเกียร์ เพลาก้ามปูนี้จะล็อกติดกับชุดก้ามปูด้วยสลักล็อก เพื่อให้ก้ามปูเลื่อนไปในทิศทางที่เข้าเกียร์หรือปลดเกียร์



รูปแสดงกลไกการเข้าเกียร์

เฟืองหรือชิ้นส่วนต่างๆ เมื่อใช้งานไปในระยะเวลาหนึ่งนั้นย่อมมีการสึกหรอ อาจจะทำให้เกียร์เกิดการหลุดตำแหน่ง การสึกหรอนั้นมาจากหลายสาเหตุ เช่น

- 1) ไม่เปลี่ยนน้ำมันเกียร์จะทำให้เฟืองสึกหรอโดยตรง
- 2) เข้าเกียร์ในขณะความเร็วไม่สัมพันธ์กัน (ความเร็วของเฟืองทองเหลืองกับเฟืองเกียร์)
- 3) บาล็อกคันเลื่อนเกียร์สึกหรอ (มาจากการใช้งาน)
- 4) น้ำมันเกียร์แห้งมาจากการรั่วซึมของซีล (อาจทำให้เกียร์พัง)
- 5) ใช้น้ำมันเกียร์ไม่ตรงตามผู้ผลิตกำหนด หนืดเกินไปหรือใสเกินไป

การป้องกัน ให้ยึดถือตามคู่มือการใช้งานจากสถานประกอบการแต่ละบริษัทผู้ผลิตเท่านั้น

น้ำมันเกียร์แบ่งตามมาตรฐานของ API มีดังนี้

- GL-1 ใช้กับสภาพงานเบาไม่เต็มสารคุณภาพ
- GL-2 ใช้กับงานประเภทเฟืองตัวหนอน เพลาล้อ ลักษณะงานจะหนักกว่า GL-1 ควรเต็มสารป้องกันการสึกหรอ
- GL-3 ใช้กับงานประเภทเฟืองเดี่ยวหมุน กระปุกเกียร์ที่ใช้ความเร็วและรับแรงกดปานกลาง เต็มสาร

เพิ่มคุณภาพรับแรงกดขนาดสูงปานกลาง

- GL-4 ใช้กับงานประเภทเกียร์เฟืองไฮพอยด์ เช่น งานหนัก
ปานกลาง ขึ้น MIL- L-2105

- GL-5 ใช้กับงานประเภทเกียร์เฟืองไฮพอยด์ เช่น งานหนักมาก
ขึ้น MIL- L-2105B, C

- GL-6 ใช้กับงานประเภทเกียร์เฟืองไฮพอยด์ที่มีแนวเอียง
ศูนย์กลาง ลักษณะเฟืองตัวใหญ่มีความเร็วสูง

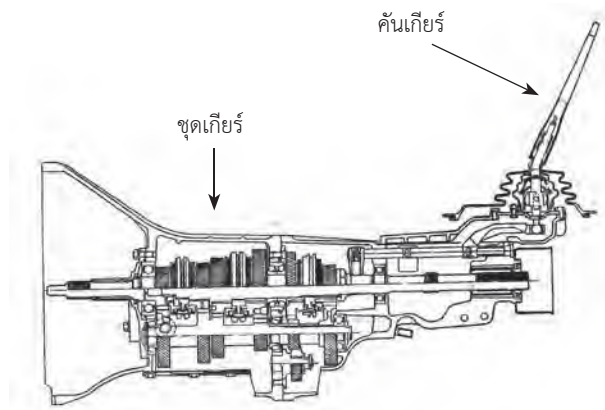


รูปแสดงตัวอย่างน้ำมันเกียร์ธรรมดา
ประเภท GL-1

กลไกการเข้าเกียร์โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

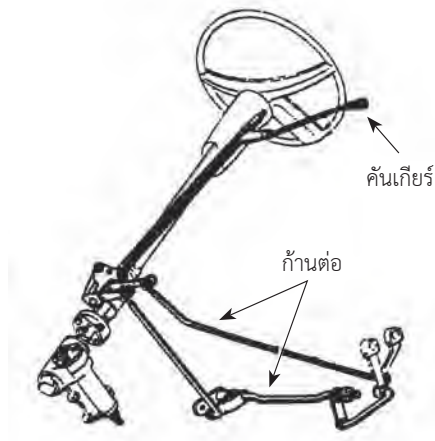
1. เกียร์กระปุก (Floor Shift) แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1.1 แบบคันเกียร์โดยตรง (Stick Shift) ติดตั้งอยู่บนฝาครอบเกียร์ มีคันเกียร์สำหรับเลื่อนปลอกเลื่อน (Shift Fork) โดยตรง และมีจุดหมุนเป็นลูกหมากอยู่บนฝากระปุกเกียร์ ทำให้เข้าเกียร์ได้โดยตรง



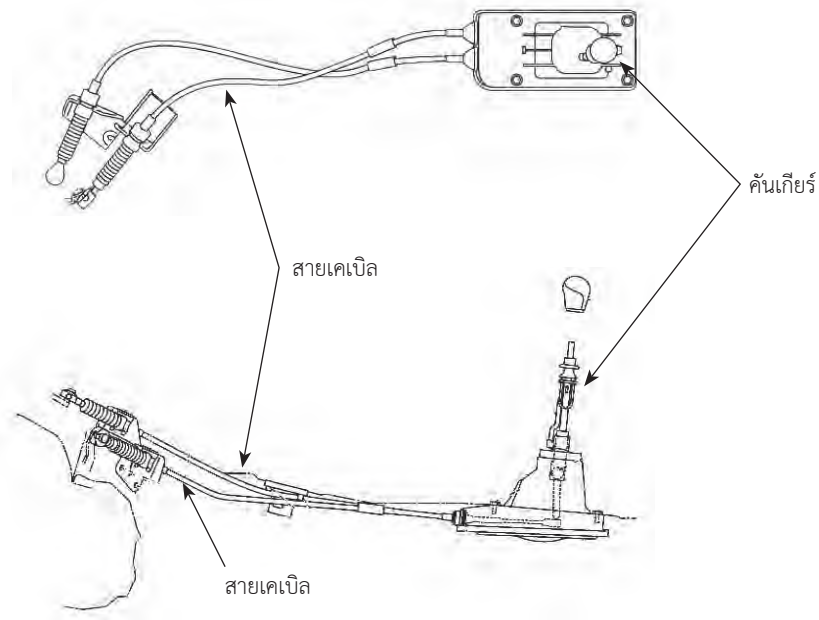
รูปแสดงเกียร์กระปุกแบบคันเกียร์โดยตรง

1.2 แบบก้านต่อ (Remote Control Gear Shift Type) คันเข้าเกียร์ติดตั้งอยู่บนพื้นรถยนต์ จึงต้องมีก้านต่อไปยังฝาครอบเกียร์ ก้านที่มีก้านต่อมากขึ้นทำให้มีปัญหาเกียร์กับข้อต่อมากขึ้นด้วย



รูปแสดงเกียร์กระปุกแบบก้านต่อ

2. **แบบสายเคเบิล** เป็นการควบคุมระยะไกลโดยสายเคเบิลจะเชื่อมต่อคันเกียร์กับกระปุกเกียร์ โดยถูกนำมาใช้กับรถยนต์ประเภทขับเคลื่อนล้อหน้า



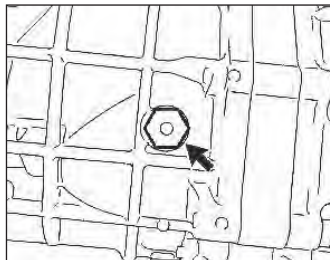
รูปแสดงกลไกการเข้าเกียร์แบบสายเคเบิล

การถอดประกอบกระปุกเกียร์รถยนต์ขับเคลื่อนล้อหลัง

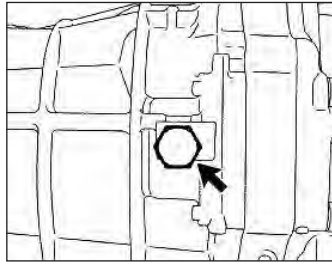
การถอดประกอบกระปุกเกียร์รถขับเคลื่อนล้อหลัง มีขั้นตอนดังนี้

1. การถอดกระปุกเกียร์

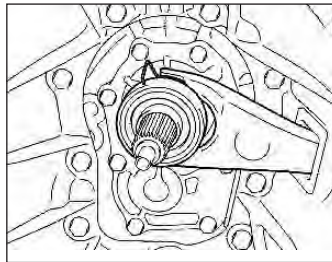
1.1 ถอดปลั๊กเติมและปะเก็นออกจากเสื้อเกียร์



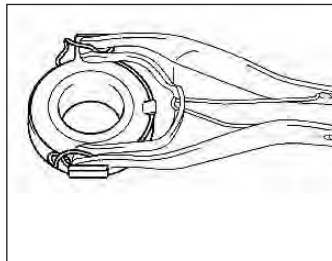
1.2 ถอดปลั๊กถ่ายและปะเก็นออกจากเสื้อเกียร์



1.3 ถอดก้ามปูทดคลัตช์และลูกปืนทดคลัตช์ออกจากเสื้อคลัตช์



1.4 ถอดชุดลูกปืนทดคลัตช์โดยถอดคลิปและลูกปืนทดคลัตช์ออกจากก้ามปูทดคลัตช์



1.5 ถอดขวยึดก้ามปูทดคลัตช์ออกจากเสื้อคลัตช์

