บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 ท่อ

ท่อที่นำมาใช้กับงานดัดและประกอบท่อ จะมีทั้งชนิดท่อแข็ง (Pipes) และท่ออ่อน (Tubes) เพราะงานวิศวกรรมจะต้องใช้ท่อทั้งสองประเภท เมื่อเลือกใช้งานต้องพิจารณาความกดดัน อุณหภูมิวัสดุลำเลียงผ่านท่อ สภาพความเป็นกรด-ด่าง ความคงทนสวยงาม ติดตั้งง่าย และงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ท่อที่ติดตั้งส่วนมากแบ่งออกได้ 3 ชนิด คือ

1. ท่อเหล็กกล้า (Steel pipes)
2. ท่อเหล็กหล่อและเหล็กหล่อเหนียว (Cast iron and Ductile iron pipes)
3. ท่อเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic tubes)

2.1.1 คุณสมบัติและวัสดุที่ใช้ทำท่อ

ท่อโลหะแบ่งออกเป็นท่อเหล็ก ได้แก่ เหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กกล้าไม่เป็นสนิม เหล็กกล้าโครม เหล็กหล่อ เหล็กเหนียว และท่อที่ไม่ใช่เหล็ก ได้แก่ ทองแดง ตะกั่ว อะลูมิเนียม ทองเหลือง ท่อชนิดต่าง ๆ มีคุณสมบัติและทำจากวัสดุต่าง ๆ ดังนี้

1) ท่อเหล็กเหนียวและเหล็กกล้า

เป็นท่อที่ผลิตจากเหล็กกล้าคาร์บอน และส่วนผสมของธาตุอื่น ๆ ท่อเหล็กที่ใช้กับงานอุตสาหกรรมแบ่งออกเป็น 3 เกรด คือ A, B และ C ท่อเกรด B และ C จะมีกำลังดึงสูงกว่าเกรด A แต่มีความเหนียวน้อยกว่า เปราะกว่า ท่อเกรด A จะถูกนำมาใช้งานมากกว่าเกรดอื่น ๆ มาตรฐานท่อจะกำหนดโดย ASTM, ASA และ ANSI ส่วนท่อที่ใช้ในงานปิโตรเคมี จะถูกกำหนดมาตรฐานโดย API ท่อนี้เหมาะสมกับการใช้เป็นท่อน้ำมัน ก๊าซและอุตสาหกรรมเคมี ท่อเหล็กเหนียวจะมีความต้านทานต่อการกัดกร่อนสูงกว่าท่อเหล็กกล้าธรรมดา แต่มีความแข็งแรงน้อยกว่า เหมาะเป็นท่อไอน้ำและท่อก๊าซ ท่อจะมีเกรดความหนา 3 เกรด คือ Standard, Extra Strong และ Double Extra strong

ท่อเหล็กจะมีการเคลือบผิวดำและสังกะสี ความยาวท่อเป็นท่อตรง 6.00 เมตร ท่อเหล็กที่เคลือบสังกะสีจะป้องกันสนิมได้ดีเหมาะกับเป็นท่อน้ำดื่ม น้ำใช้ ท่อเหล็กถูกนำมาใช้กับงานอุตสาหกรรมมาก เพราะทนต่อความกดดันและอุณหภูมิสูง หากต้องการความแข็งแรงเพิ่มขึ้นอีกอาจเลือกใช้ท่อที่มีส่วนผสมโครเมียมกับนิกเกิล

2) ท่อเหล็กหล่อ

นำมาใช้กับการลำเลียงน้ำ ระบายน้ำที่มีอุณหภูมิและความกดดันต่ำ มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนสูงกว่าท่อเหล็กกล้าคาร์บอน เหมาะกับการติดตั้งใต้ดิน หากมีสภาพการกัดกร่อนสูงมาก ๆ อาจใช้ซีเมนต์เคลือบผนังท่อ ท่อเหล็กหล่อทนต่ออุณหภูมิไอน้ำได้ไม่เกิน 250°C และน้ำมันไม่เกิน 150 °C แม้การติดตั้งครั้งแรกจะมีการกัดกร่อนมากเพราะเกิดสนิม แต่เมื่อใช้ไปอัตราการสึกกร่อนจะลดลง ขนาดท่อจะวัดที่เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2-15 นิ้ว ความยาว 5 ฟุต มีความหนา 2 เกรด คือ Strong และ Extra strong วิธีต่อใช้แบบสวมปากระฆัง (Bell and Spigot)

3) ท่อทองเหลืองและทองแดง

เป็นท่อแข็งที่มีความคงทนต่อการกัดกร่อนสูงมาก การผลิตท่อทองเหลืองและทองแดงมีอยู่ 2 เกรด คือ Regular และ Extra strong ขนาด 1/8-12 นิ้ว ความยาวผนังท่อ และเส้นผ่านศูนย์กลางภายในท่อเหมือนกับกรณีท่อเหล็กเกรด Standard และ Extra Strong เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของท่อทั้งสองชนิดก็ตรงกับขนาดระบุของท่อเหล็กเช่นเดียวกัน อายุใช้งานของท่อจะยาวนาน จึงมีราคาแพงกว่า

ท่อที่มีส่วนผสมทางเคมี ดังต่อไปนี้จะถูกนำมาใช้กับอุตสาหกรรมผลิตเยื่อกระดาษ กระดาษและเคมี เช่น ท่อ Red Brass จะมีส่วนผสม 85 % ทองแดง และ 15 % Zinc alloy ซึ่งมีความเค้นที่อนุญาติให้สูงกว่าความเค้นของท่อทองแดงธรรมดาที่อุณหภูมิไม่เกิน 150 °C และอุณหภูมิ 204°C ความเค้นจะมีค่าถึง 3,000 psi ตามมาตรฐานกำหนด จะไม่ยอมให้ใช่ท่อทองเหลืองหรือทองแดงที่อุณหภูมิเกินกว่า 204°C ความยาวท่อเป็นท่อตรง 6.00 เมตร การต่อใช้ข้อต่อมาตรฐาน ท่อทองแดงจัดอยู่ในมาตรฐาน ASTM B42 และท่อทองเหลือง ASTM B43 ซึ่งจะมีสองเกรดเท่านั้น คือ Regular และ Extra Strong

4) ท่อทองแดงอ่อน

ท่อทองแดงชนิดท่ออ่อนส่วนใหญ่จะใช้เป็นท่อระบายน้ำ อากาศ การทำความอุ่นหรืองานท่อสุขภัณฑ์ทั่วไป มีอยู่ 3 เกรด คือ ชนิด K ชนิด L และชนิด M ท่อชนิด K หนาที่สุด L หนาปานกลาง และ M บาง ท่อชนิด K และ L จะมีท่อแข็งและท่ออ่อน ส่วน M เป็นท่อแข็งเท่านั้น ท่อทองแดงชนิดท่อตรงยาว 6.00 เมตร ชนิดม้วนยาว 18 เมตรต้อม้วน ท่ออ่อนนี้จะถูกกำหนดมาตรฐานโดย ASTM B88 และ B251 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจริงของท่อจะโตกว่าขนาดท่อทองแดง 3.195 mm และมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 3.18-304.8 mm (1/8-12 นิ้ว) ท่ออ่อนชนิดม้วนเหมาะกับเครื่องหรืออุปกรณ์ที่สั่นสะเทือน ความหนาของท่อจะเท่ากับท่อเหล็กเกรด Standard หากเป็นท่อแข็งไม่ควรต่อกับระบบที่มีความสั่นสะเทือน อุณหภูมิ และมีความเค้นสูงเกินไป

5) ท่ออัลลอยล์

เป็นท่อเหล็กกล้าคาร์บอนที่มีการปรับปรุงส่วนผสมทางเคมี ด้วยธาตุอื่นที่มีความคงทนต่อการกัดกร่อน อุณหภูมิและความกดดันสูง

6) ท่อเหล็กกล้าไม่เป็นสนิม

ใช้เป็นท่อในโรงพลังงานนิวเคลียร์ หรืออุตสาหกรรมอื่น ท่อชนิดนี้จะมีส่วนผสมของโครเมียมประมาณ 10 % และนิกเกิลจำนวนหนึ่ง ใช้กับงานที่มีการกัดกร่อนสูง มาตรฐานอเมริกันแบ่งท่อเหล็กกล้าไม่เป็นสนิมออกเป็น 2 ชนิด คือ Chromium Nickel type (AISI 300 Series) และ Straight Chromium type (AISI 400 Series)

7) ท่อไททาเนียม

ใช้กับงานเฉพาะพิเศษ ส่วนมากพบในอุตสาหกรรมเคมีและเยื่อกระดาษ จำนวนโลหะเจือประกอบด้วย อะลูมิเนียม โครเมียม แมกนีเซียม เป็นต้น

2.1.2 ขนาดและนัมเบอร์ท่อ

ความหนาผนังท่อจะเปลี่ยนไปตามเบอร์ท่อ (Schedule Number) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกท่อจะโตกว่าขนาดจริง และปรับเส้นผ่านศูนย์กลางภายในตามเบอร์ท่อ ท่อขนาด 3.18-304.8 mm (1/8-12 นิ้ว) การวัดจะวัดที่เส้นผ่านศูนย์กลางใน แต่เมื่อปรับเส้นผ่าศูนย์กลางภายในตามชั้น หรือเบอร์แล้ว ขนาดจริงที่วัดได้จึงไม่ตรงกับที่ระบุไว้ ดังนั้นขนาดจริงของท่อจะเป็นเพียงค่าบอกขนาดระบุหรือชื่อเรียกท่อเท่านั้น (Name Size, Nominal Size or Nominal Diameter) ส่วนท่อตั้งแต่ 355.6 mm (14 นิ้ว) ขึ้นไปจะวัดขนาดที่เส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกท่อ มาตรฐานท่อที่ผลิตจำหน่ายดูได้จากตาราง ก.1 ภาคผนวก

2.1.3 กรรมวิธีการผลิตท่อเหล็กกล้า

1. ท่อเชื่อมต่อชน (Butt welded pipe) เป็นวิธีผลิตท่อจากเหล็กแผ่นนำมาม้วนให้ขอบชนกัน แล้วเชื่อมตะเข็บแบบใช้ความต้านทาน
2. ท่อเชื่อมต่อเกย (Lab welded pipe) คล้ายกับการเชื่อมท่อต่อชน เพียงแต่ขอบชนจะตัดเอียงมากว่า เพื่อให้มีพื้นที่ผิวส่วนที่จะเชื่อมมากขึ้น ท่อจึงมีความแข็งแรงมากกว่าต่อชน
3. ท่อไร้ตะเข็บ (Seamless pipe) เป็นท่อที่ไม่มีตะเข็บเชื่อมใช้การแทงขึ้นรูป จึงมีความแข็งแรงมากกว่าท่อเชื่อมตะเข็บ เหมาะกับงานที่มีความดันและอุณหภูมิสูง

2.1.4 การเจียรปากท่อให้เป็นมุมเฉียง เพื่อสำหรับการเชื่อมต่อ พบในงานต่อไปนี้

- การเลเอาท์ท่อสำหรับการเชื่อมต่อ
- การเลเอาท์เส้นตัดท่อสองชิ้นประกอบมุมงอ 90°
- การเลเอาท์เส้นตัดท่อสองชิ้นประกอบมุมงอ 45°
- การเลเอาท์เส้นตัดท่อสี่ชิ้นประกอบมุมงอ 90°
- การตัดบากท่อสามชิ้นประกอบหลบมุม 90°
- การตัดบากประกอบท่อเป็นวงกลม
- การเลเอาท์เส้นตัดบากประกอบท่อขนาดใหญ่ด้วยวิธีแบ่ง 16 ส่วน
- การเลเอาท์ท่อตรง
- การเลเอาท์ท่อแยก
- การต่อปลายท่อกับหน้าแปลน (flanges)
- การต่อปลายท่อกับหน้าแปลน เพื่อที่จะนำมาใช้ต่อระบบท่อและวาล์ว ซึ่งหน้าแปลนทำจากเหล็กหล่อ ต่อเข้ากับท่อด้วยเกลียวหรือเชื่อมซึ่งประหยัดค่าใช้จ่ายในการต่อประกอบระบบท่อ การต่อแบบเชื่อมก็มีหลายแบบเช่น หน้าแปลนปลายต่อเชื่อม (Welding neck flange) หน้าแปลนสวมเชื่อม (Slip-on weld flange) หน้าแปลนมีบ่าสวมเชื่อม (Socket-weld flange) การต่อหน้าแปลนแบบนี้จะเจียรปากท่อ เป็นมุมต่าง ๆ แล้วแต่ชนิดของหน้าแปลน

เมื่อใช้หัวตัดแก๊สตัดต้องบากมุมให้เฉียง 37°-45° ตลอดแนวเส้นตัดของท่อ ทั้งนี้มุมเฉียงขึ้นอยู่กับความต้องการของแต่ละงาน ซึ่งในงานส่วนใหญ่เช่น การต่อท่อเข้ากับหน้าแปลนจะต้องบากปากท่อให้เป็นมุม 45° เพราะที่หน้าแปลนมีมุม 45° อยู่แล้ว ทำให้การต่อท่อเป็นมุมฉากพอดี ถ้าปากท่อมีมุมไม่เท่ากับ 45° การทำให้หน้าแปลนตั้งฉากกับท่อนั้นยากยิ่งขึ้น

2.2 การเจียระไน

การเจียระไน หรือ Abrasive คือ การขัดหรือถูผิวของวัตถุให้เกิดเป็นรูปร่างตามที่ต้องการ ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ที่เรียกว่า อุปกรณ์เจียระไน หรือ Abrasive Tool โดยทั่วไปอุปกรณ์เจียระไนจะใช้พร้อมกับเครื่องมือทำความสะอาดบ้านเรือนหรือใช้ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม อุปกรณ์เจียระไนส่วนใหญ่จะเป็นวัสดุที่แข็ง แต่ก็มีบางชนิดที่อ่อนและนิ่ม หรือเป็นผงฝุ่น อีกทั้งสิ่งของหลายอย่างก็ถือว่าเป็นอุปกรณ์เจียระไน เช่น กระดาษทราย สก็อตไปรท์ เป็นต้น

ปัจจุบันอุปกรณ์เจียระไนสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภทใหญ่ ๆ คือ

1) Bonded Abrasives ได้แก่ หินเจียรชนิดต่างๆ ใช้ในตัด ลับคม

2) Coated Abrasives ได้แก่ ผ้าทราย กระดาษทรายต่างๆ ใช้ในงานขัดละเอียด ขัดหยาบ

3) Superabrasives ได้แก่ หินเพชร ใช้ในงานที่ชิ้นงานมีความแข็งมาก ๆ อุปกรณ์เจียระไนอื่น ๆ ไม่สามารถเจียรได้

4) Grains ได้แก่ สารขัด ผงขัด ต่าง ๆ ใช้ในงาน ขัดเงา

2.2.1 รูปแบบต่างๆของการใช้หินเจียร

การเจียรชิ้นงานให้เกิดประสิทธิภาพ ขึ้นอยู่กับลักษณะผิวของวัตถุ ซึ่งทำให้เกิดการเจียรที่มีรูปแบบต่างๆ ได้แก่

1) เจียรผิวของทรงกระบอก

2) เจียร Centerless

3) เจียรผิวหน้าวัตถุ แบ่งเป็น 2 วิธี

3.1) ตั้งเจียร เป็นแบบเพลาอยู่ในแนวตั้ง

3.2) นอนเจียร เป็นแบบเพลาอยู่ในแนวนอน

4) เจียรผิวใน

5) เจียรผิวลักษณะเฉพาะ เช่น ฟันเฟือง ร่อง

2.2.2 การพิจารณาเลือกใช้หินเจียร

หินเจียรเป็นอุปกรณ์เจียระไนประเภท Bonded Abrasives ซึ่งถูกใช้อย่างกว้างขวางในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม โดยการเลือกใช้หินเจียรนั้น ผู้ใช้จะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับงานของตน เนื่องจากความต้องการใช้งานมีลักษณะที่แตกต่างและหลากหลาย การเลือกใช้หินเจียรยังต้องพิจารณาปัจจัยอื่นๆ ประกอบ อีกทั้งผู้ใช้ยังจำเป็นต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติของวัตถุที่ถูกเจียร หินเจียร ตลอดจน สภาพการทำงานต่างๆ นอกจากการเลือกใช้ที่เหมาะสม การใช้หินเจียรให้เกิดความความปลอดภัยเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุด ทั้งนี้มีความจำเป็นที่ผู้ใช้จะต้องรู้และเข้าใจการใช้อย่างถูกต้อง ประเด็นนี้มักจะถูกละเลยเสมอ ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเกิดจากความไม่ระมัดระวัง และความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ของผู้ใช้ ข้อพิจารณาดูได้จากตารางที่ 2.1, 2.2, และ 2.3

ตารางที่ 2.1 ข้อควรพิจารณาจากวัตถุที่ถูกเจียร

	ขนาดเม็ดทราย	
	เม็ดหยาบ	เม็ดละเอียด
ลักษณะวัตถุ	ยืดหยุ่น/นิ่ม	เปราะ/แข็ง
พื้นที่ผิวที่ต้องเจียร	กว้าง	แคบ
ปริมาตรที่ต้องเจียรออก	มาก	น้อย
ผิววัตถุเมื่อเจียรเสร็จ	หยาบ	ละเอียด
	ความแข็ง	
	นิ่ม	แข็ง
เนื้อของวัตถุที่ต้องเจียร	ยืดหยุ่น/นิ่ม	เปราะ/แข็ง
พื้นที่ผิวที่ต้องเจียร	กว้าง	แคบ
ความไวของงานที่ได้	เร็ว	ช้า
	โครงสร้าง	
	ช่องว่างห่าง	ช่องว่างชิด
สภาพผิวที่ต้องเจียร	หยาบ	ละเอียด
พื้นที่ผิวที่ต้องเจียร	กว้าง	แคบ
เนื้อของวัตถุที่ต้องเจียร	นิ่ม	แข็ง

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

ตารางที่ 2.2 ข้อควรพิจารณาจากคุณสมบัติของหินเจียร

	ขนาดเม็ดทราย	
	เม็ดหยาบ	เม็ดละเอียด
ลักษณะการเกาะตัว	เหนียว	เปราะ
ขนาดหินเจียร	ใหญ่	เล็ก
	ความแข็ง	
	นิ่ม	แข็ง
ความสิ้นเปลือง	มาก	น้อย

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

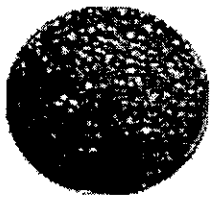
ตารางที่ 2.3 ข้อควรพิจารณาจากสภาพการทำงาน

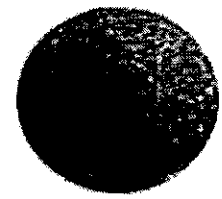
	ความแข็ง	
	นิ่ม	แข็ง
ความคม	มาก	น้อย
สภาพเครื่องที่ใส่หินเจียร	ดี	แล้วแต่
พนักงานผู้ใช้	ชำนาญ	แล้วแต่
รอบของหินเจียร	สูง	ต่ำ

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

ผู้ที่ผลิตหินเจียรออกมาจำหน่ายได้กำหนดขนาดเม็ดทราย ความแข็ง และโครงสร้าง ที่เหมาะสมกับการใช้งาน โดยนำไปเป็นข้อมูลบ่งบอกถึงคุณสมบัติของหินเจียร (Nameplate) ที่ติดอยู่กับหินเจียร ดังนี้

เบอร์หิน





หยาบ ← 12 14 16 24 30 36 46 60 80 100 120 150 240 280 320 400 600 800 → ละเอียด

ความแข็งของเนื้อหิน

ความแข็งของเนื้อหินเจียรไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า แต่มีผลกับการใช้งาน

นิ่ม ← CDEFGHIJKLMNOPRST → แข็ง

โครงสร้างของหินเจียร

รูอากาศภายในเนื้อหิน

แคบ ← 4 5 6 7 8 9 10 11 12 → กว้าง

การเลือกใช้หินเจียระไนจะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบ 6 ประการ ดังต่อไปนี้

1) ชนิดของวัสดุและความแข็งของวัสดุที่นำมาเจียระไน

- Abrasive (สารหรือสิ่งที่ใช้ในการขัดถูหรือกัดกร่อน) อลูมิเนียมออกไซ สำหรับเหล็กกล้าซิลิกอน คาร์ไบด์ สำหรับเหล็กหล่อโลหะที่ไม่ใช่เหล็กและอโลหะ
- ขนาดเกรน (กำหนดจากขนาดเม็ดทรายคือ ความหยาบและความละเอียด) เกรนละเอียด สำหรับวัสดุแข็งเปราะ เกรนหยาบ สำหรับวัสดุอ่อนและเหนียว
- เกรด เกรดแข็ง สำหรับวัสดุที่ตัดเจาะง่าย เกรดอ่อน สำหรับวัสดุแข็ง

2) ปริมาณที่จะต้องเจียระไนออกและความเรียบของผิวที่ต้องการ

- ขนาดเกรน เกรนหยาบ สำหรับงานที่ต้องการเจียระไนตัดอย่างรวดเร็ว เช่น การ เจียระไนหยาบ เกรนละเอียด สำหรับงานที่ต้องการความเรียบของผิวสูง
- ตัวประสานวิติไฟด์ (สารสำหรับยึดเม็ดทรายเข้าไว้ด้วยกัน) สำหรับการค้าและงานที่ต้องการความรวดเร็ว ตัวประสานซินอย รับเบอร์และเชลแลด สำหรับงานที่ต้องการความเรียบทางผิงสูง

3) ชนิดของการเจียระไน

- ขนาดเกรน สำหรับงานที่มีผิวขรุขระ เกรนหยาบใช้เบอร์ 12-24 เกรนละเอียดใช้เบอร์ 30-36 สำหรับงานที่ต้องการความเที่ยงตรงทางขนาด เกรนหยาบใช้เบอร์ 30-46 เกรนละเอียดใช้เบอร์ 60 และที่ละเอียดกว่า
- เกรด เกรดแข็งมาก สำหรับงานเจียระไนหยาบและงานที่มีผิวขรุขระ เกรดปานกลางและอ่อน สำหรับงานเจียระไนที่ต้องการความเที่ยงตรงทางขนาด

4) ความเร็วของล้อหินเจียรและชิ้นงาน

- ตัวประสาน วิติไฟด์ สำหรับความเร็วรอบไม่เกิน 6500 รอบ/นาที (ยกเว้นสำหรับงานที่ต้องการความเร็วสูงจำเพาะเช่น เกลียว Cam-Shaft Crank Shaft) ข้อควรจำ ไม่ควรใช้ความเร็วเกินความเร็วปลอดภัยที่กำหนดไว้ที่ด้านข้างของหินเจียระไน

- เกรด ความเร็วของล้อหินเจียระไนจะสัมพันธ์กับความเร็วของงานถ้าความเร็วสูงเกินไปจะทำให้หินทื่อ ควรใช้หินเกรดอ่อนถ้าความเร็วของล้อหินต่ำล้อหินจะสึกหลออย่างเร็วควรใช้หินเจียระไนที่มีเกรดแข็ง

5) บริเวณพื้นผิวสัมผัสในการเจียระไน

- ขนาดเกรน เกรนหยาบ สำหรับพื้นผิวสัมผัสกว้าง เกรนละเอียด สำหรับงานที่มีพื้นผิวสัมผัสน้อย
- เกรน พื้นผิวสัมผัสน้อย ควรใช้เกรดที่มีความแข็งมากกว่าโครงสร้าง พื้นผิวสัมผัสกว้าง ควรใช้โครงสร้างโปร่ง

6) ความหนักเบาในการปฏิบัติงานเจียระไน (Severity of grinding operation)

- Abrasive ชนิด A (Fused Alumina (A)) สำหรับงานเจียระไนเหล็กกล้าและเหล็กกล้าผสมภายใต้ภาวะการเจียระไนหนัก ชนิด 32 A หรือ 38 A สำหรับงานเจียระไนเบาบนเหล็กกล้าแข็ง ชนิด 57 A หรือ 23 A สำหรับงานหนักปานกลาง เกรด สำหรับงานที่มีอัตราการป้อนสูงหรืองานที่ใช้แรงกดสูง (งานเจียระไนตัด) ควรใช้เกรดแข็ง

หมายเหตุ : สำหรับคำแนะนำในการใช้สามารถดูได้จากตาราง ก.2 ภาคผนวก

2.2.3 ความปลอดภัยการใช้หินเจียรในงานต่าง ๆ

1) ระวังและตรวจสอบเป็นพิเศษสำหรับหินเจียรที่บรรจุในกล่องที่มีร่องรอย แสดงถึงการกระทบหรือตกมาก่อน

2) ก่อนนำหินเจียรขึ้นเครื่องทุกครั้งต้องตรวจสอบอย่างละเอียดว่าไม่มีรอยแตกหรือร้าว

3) หินเจียรชนิด V ต้องตรวจโดยการเคาะว่าได้เสียงดังกังวารหรือไม่ ถ้าเป็นเสียงถือห้ามนำไปใช้เด็ดขาด

4) แผ่นประกบทั้งสองข้างจะต้องไขแน่น โดยเส้นผ่าศูนย์กลางของแผ่นทั้งสองจะต้องเท่ากัน

5) ระหว่างแผ่นประกบกับหน้าหินเจียรที่อยู่ทั้ง 2 ด้าน จะต้องมีแผ่นเสริมที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้คั้นอยู่ตรงกลาง เช่น กระดาษหรือพลาสติก โดยมีความหนาอย่างน้อย 1-1.5 mm.

6) ก่อนการใช้งานจริง จะต้องตรวจสอบและปรับความแกว่งของหินเจียรทุกครั้ง

7) การไขน๊อต (ตัวเมีย) เพื่อยึดแน่น จะต้องไขด้วยมือหรือคันมือเท่านั้น ห้ามไขด้วยเครื่องกลทุกประการ

8) กรณีการไขน๊อตจากทั้ง 2 ด้านของหน้าหินเจียร จะต้องแบ่งการไขเป็นช่วงๆทั้ง 2 ด้าน

9) ก่อนการใช้งานจริง จะต้องหมุนทดสอบดังนี้

9.1) เส้นผ่าศูนย์กลาง น้อยกว่า400 มม. จะต้องหมุนทดสอบอย่างน้อย 2 นาที

9.2) เส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่น้อยกว่า 400มม.จะต้องหมุน ทดสอบอย่างน้อย 5 นาที

การทดสอบดังกล่าวเพื่อตรวจดูว่าถ้าหมุนภายในระยะเวลาที่กำหนดแล้วหินเจียรไม่เกิดการเสียหายหรือแตกหัก สามารถที่จะนำไปใช้งานได้

10) ความเร็วสูงสุดของรอบการหมุนของเครื่อง ห้ามเกินกว่าค่า Rotation Per Minute (RPM) ที่กำกับไว้บนสลากหินเจียร

11) ระหว่างการใช้งาน ห้ามกระทำการใดๆ อันเป็นเหตุให้เกิดแรงกดดันเพิ่มขึ้นที่หินเจียร

12) สำหรับหินประเภท Resinoid ห้ามใช้สารละลายลดความร้อนที่มีส่วนผสมของ Alkali เกินกว่า 1.5%

13) เครื่องที่ไม่มีการใช้สารละลายลดความร้อน จะต้องมีเครื่องป้องกันฝุ่นละออง

14) หินเจียรที่มีการใช้งานอยู่ที่ขอบหิน ห้ามนำหน้าหินไปใช้งานเด็ดขาด

15) การดัดแปลงเครื่องจักรให้ใช้งานหินเจียรที่ต่างออกไป ควรมีผู้เชี่ยวชาญดูแลใกล้ชิด

16) สถานที่ใช้งานของหินเจียรควรมีคู่มืออธิบายวิธีการติดตั้งการใช้ อัตราการหมุนของหินเจียรเอาไว้

17) ขณะใช้งาน ผู้ใช้ควรสวมถุงมือ แว่นกันฝุ่น หน้ากากกันฝุ่น และเครื่องกันเสียงเอาไว้

2.2.4 วิธีเก็บรักษา

1) ควรเก็บหินเจียรไว้ในที่ ๆ ความชื้นต่ำหรืออากาศแห้ง
2) เมื่อต้องวางหินเจียรบนชั้นวางของ ขนาดที่เล็กกว่าควรจะถูกวางอยู่บนชั้นที่สูงกว่า และขนาดที่ใหญ่ ควรวางให้ใกล้พื้นมากที่สุด
3) หลีกเลี่ยงการเก็บหินเจียรในที่ๆ อาจได้รับอันตรายจากเครื่องยนต์ เช่น การสั่นสะเทือน การกระแทก เป็นต้น
4) ควรใช้หินเจียรที่เหลืออยู่ให้หมดก่อนที่จะใช้ของใหม่
5) หินเจียรที่ค่อนข้างบาง ควรหลีกเลี่ยงที่จะให้ถูกทับด้วยสิ่งของอื่น

2.2.5 ข้อควรจำ

ก่อนการใช้งานทุกครั้ง มีความสำคัญยิ่งที่ผู้ใช้ต้องระลึกไว้อย่างลึกซึ้งถึงหลักเกณฑ์ว่า หินเจียรเป็นวัสดุที่เปราะและแตกง่าย ดังนั้น การใช้หินเจียรที่เกิดความเสียหายมาก่อนหรือใช้อย่างไม่เหมาะสมจะทำให้เกิดอันตรายร้ายแรงต่อชีวิตและทรัพย์สิน

2.2.6 รูปร่างมาตราฐานล้อหินเจียระไน

สมาคมผู้ประกอบการผลิตล้อหินเจียระไนและบริษัทสร้างเครื่องเจียระไนได้ร่วมมือกันในการกำหนดขนาดและรูปร่างของหินเจียระไนให้เป็นมาตราฐาน โดยกำหนดออกเป็นนัมเบอร์ เพื่อสะดวกในการเลือกใช้และการสั่งซื้อ รูปร่างมาตราฐานของล้อหินเจียระไนมีด้วยกัน 9 แบบ คือ

แบบที่ 1 Straight ใช้กับงานเจียระไนทรงกระบอก เจียระไนไร้ศูนย์ เจียระไนภายใน เจียระไน Cutter เจียระไนผิวราบ เจียระไนตัด

แบบที่ 2 Cylinderใช้กับงานเจียระไนผิวราบที่มีแกนเพลาในแนวนอนและแนวตั้ง

แบบที่ 3 Tapered (ทั้งสองข้าง) สำหรับงานที่มีผิวขรุขระ

แบบที่ 4 Recesser (ข้างเดียว) ใช้กับงานเจียระไนทรงกระบอก เจียระไนภายในและผิวราบ

แบบที่ 5 Straight Cupใช้กับงานเจียระไนเครื่องมือตัดและ Cutter งานเจียระไนผิวราบ บนเครื่องมือที่มีแกนแบบแนวตั้ง

แบบที่ 6 Recessed (สองข้าง) ใช้กับงานเจียระไนทรงกระบอก งานเจียระไนไร้ศูนย์และเจียระไน ผิวราบ

แบบที่ 7 Flaring Cup ใช้กับงานเจียระไนเครื่องมือตัดและ Cutter ใช้กับงานการลับคมของ Cutter และ Reamer

แบบที่ 8 Dish ใช้กับงานเจียระไนเครื่องมือตัดและ Cutter หินเจียระไนแบบนี้มีขอบบางเหมาะกับเจียระไนช่องแคบๆ

แบบที่ 9 Saucer ใช้สำหรับเจียระไนฟันเลื่อย เจียระไนร่องฟัน Cutter

2.2.7 เครื่องเจียระไนมือ

เครื่องเจียระไนมือที่มีใช้กันมีหลายขนาดเช่น เครื่องเจียระไนมือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 101.6 mm (4 นิ้ว) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 152.4 mm (6 นิ้ว) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 254 mm (10 นิ้ว) เป็นต้น ซึ่งแต่ละขนาดจะมีคุณสมบัติต่างกัน เช่น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 101.6 mm (4 นิ้ว) เป็นเครื่องเจียรที่ใช้หินเจียรขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 101.6 mm (4 นิ้ว) มีความเร็วรอบ 12000 rpm. 570 w.50/60 Hz 220V/240V~ ขนาด รูปร่างลักษณะ คุณสมบัติต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับผู้ที่ผลิตออกมาจำหน่าย แต่มีสิ่งที่เหมือนกันก็คือ หินเจียรสามารถถอดเปลี่ยนได้ตามลักษณะการใช้งาน

2.3 มอเตอร์

2.3.1 ประเภทหลัก ๆ ของมอเตอร์.

ประเภทของมอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) และมอเตอร์กระแสสลับ (AC Motor) มอเตอร์โดยทั่วไปจะมีกำลังม้ามาตรฐานตั้งแต่ ½ ถึง 2500 HP

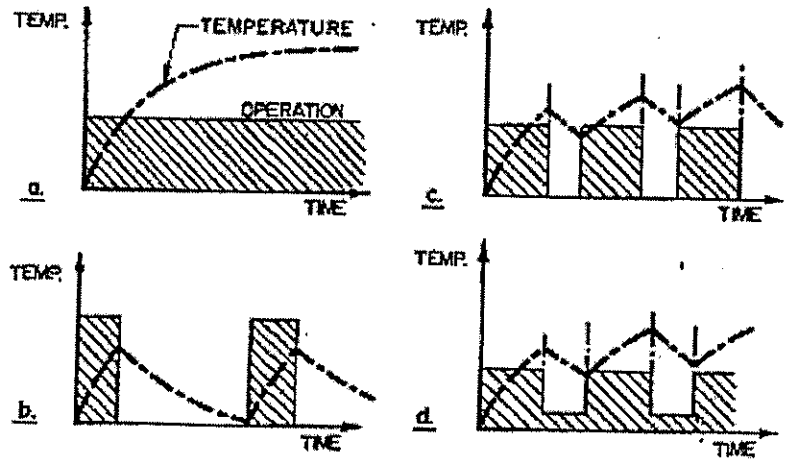
2.3.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงถูกใช้งานอย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรม เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับแรงบิด สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงไปตามการใช้งาน เปลี่ยนแปลงไปตามการใช้งานได้เกือบทุกรูปแบบ สำหรับการใช้งานของทั้งมอเตอร์และการสร้างใหม่ (Regeneration) ในทิศทางและการหมุน การทำงานอย่างต่อเนื่องของ DC Motors โดยทั่วไปจะอยู่ในช่วงความเร็ว 8 ต่อ 1 รวมทั้ง การลดภาระหรือการลดความเร็วในระยะเวลาสั้น ๆ จะอยู่ในช่วงไร้ขอบเขต (ควบคุมการลดความเร็วลงถึงศูนย์รอบต่อนาทีได้อย่างราบเรียบนุ่มนวล) มักจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเมื่อต้องจ่ายแรงบิดที่จะทำให้มอเตอร์หมุนมากกว่าแรงบิดขณะใช้งานปกติ 3 เท่าหรือมากกว่า และในสถานการณ์ฉุกเฉิน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงสามารถที่จะจ่ายแรงบิดได้มากกว่า 5 เท่าของแรงบิดใช้งานปกติ โดยปราศจากการหยุดกลางคัน (Stalling) (ต้นกำลังสามารถจ่ายกำลังให้ได้)

2.3.3 แฟคเตอร์การใช้งาน

แฟคเตอร์การใช้งานเป็นปริมาณที่ชี้ให้เห็นว่ามอเตอร์สามารถที่จะขับด้วยระดับที่สูงกว่าที่ระบุไว้ในแผ่นป้ายชื่อ (Nameplate) โดยไม่ร้อนเกินพิกัด ขนาดของมอเตอร์จะมีผลต่อ

ประเภทการใช้งานที่ต้องการและมีผลให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเช่น ภายใต้สภาพการเดินเครื่องที่ภาระเต็มพิกัดอย่างต่อเนื่อง ควรแบ่งขนาดมอเตอร์โดยระดับกำลังม้าทางด้านความร้อน ดังรูปที่ 2.1 เป็นผลของมอเตอร์เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น สำหรับสภาพการใช้งานต่าง ๆ หรือการรับภาระเป็นวัฏจักร



รูปที่ 2.1 วัฏจักรการทำงานที่แตกต่างกันเมื่อมอเตอร์มีอุณหภูมิสูงขึ้น

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

ปกติจะกำหนดค่าแฟคเตอร์การใช้งานเพื่อ

1) รองรับภาระเกินกำหนดที่รู้ค่า ซึ่งอาจเป็นช่วงเวลาสั้น ๆ หรือพบกับภาวะที่ถูกบังคับ บางอย่างในการออกแบบ เช่น ขอบเขตของพื้นที่ซึ่งมอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่กว่าขนาดต่อไปไม่สามารถใช้ได้

2) ยอมให้มีการเกินพิกัดได้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการ หรือมีการเพิ่มอัตราการผลิต ยอมให้การพยากรณ์ ความต้องการกำลังม้าจริงผิดพลาดได้

4) ทำให้การทำงานของมอเตอร์ที่ภาระกำหนดมีอุณหภูมิต่ำกว่าการทำงานของมอเตอร์ธรรมดา ทำให้อายุของฉนวนยาวนานขึ้น

เมื่อมีการกำหนดค่าแฟคเตอร์ใช้งานสำหรับภาระที่เกินพิกัด อาจต้องแก้ไขให้ประหยัดพลังงาน โดยการพิจารณา ความแตกต่างของสมรรถนะระหว่าง การใช้มอเตอร์ขนาดเล็กกว่ากับการให้มีแฟคเตอร์ใช้งานเพื่อรับภาระ เกินพิกัด และใช้มอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ถัดขึ้นไป ค่าแฟคเตอร์ใช้งานมาตรฐานสำหรับมอเตอร์ใช้งานทั่วไป และมอเตอร์ที่ใช้งานอย่างต่อเนื่องจะมีอุณหภูมิ ที่ระบุไว้สูงขึ้นถึง 40 C แสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.4 ค่าแฟคเตอร์ใช้งานของมอเตอร์ใช้งานทั่วไปและมอเตอร์ที่มีอุณหภูมิ 40° C

กำลังม้า (H.P.)	ค่าแฟคเตอร์ใช้งาน	
	มอเตอร์กระแสสลับ	มอเตอร์กระแสตรง
1/20	1.4	-
1/12	1.4	-
1/8	1.4	-
1/6	1.35	-
¼	1.35	-
1/3	1.35	-
1/2	1.25	-
3/4	1.25	-
1	1.25	1.15
1 1/2	1.20	1.15
2	1.20	1.15
3 และใหญ่กว่า	1.15	1.15

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

มอเตอร์ทั้งหลายจะถูกเปรียบเทียบกับการเพิ่มอุณหภูมิในสภาพแวดล้อมมาตรฐานอุณหภูมิ 40° C สำหรับฉนวนประเภท A ซึ่งการใช้งานในสภาพแวดล้อมอุณหภูมิไม่ค่อยจะเกินค่านี้ สำหรับอุณหภูมิรอบ ๆ ที่เกิน 40° C มอเตอร์มาตรฐานสามารถใช้งานได้ แต่อายุและภาระจะลดลงหรืออาจใช้ฉนวนประเภทที่ทนต่ออุณหภูมิสูงกว่า หรือใช้มอเตอร์ที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นไม่สูงนัก ในทางกลับกันอาจประยุกต์ใช้สำหรับอุณหภูมิล้อมรอบซึ่งปกติจะต่ำกว่า 40 C

2.4 โซ่

2.4.1 ประเภทของโซ่

ในการกล่าวถึงประเภทต่าง ๆ ของโซ่ ความเจริญทำให้โซ่ชนิดใหม่ก้าวหน้าต่อไปเรื่อย ๆ อย่างแท้จริง หรือได้มีการปรับปรุงหรือทำให้โซ่ในสมัยก่อนมีความประณีตขึ้น

ประเภทของโซ่ที่ใช้กันอยู่โดยทั่วไปมีดังนี้

1) โซ่แบบถอดได้ (Detachable Link Chain)

2) โซ่แบบ 400 Class Pintle (สลักหางเสือ)

3) โซ่แบบ "H" Mill

4) "H" Drag Chain

5) "C" Drag Chains

6) SD Drag Chains

7) Class Pintle Chain

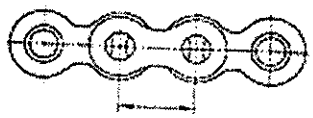
8) Class Bushed Chain

9) โซ่แบบผสม (Combination Chains)

10) โซ่ปลอกเหล็กกล้า (Engineering Steel Bushed Chain)

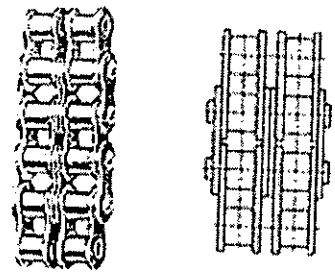
2.4.2 โซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูช

โซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูชจะประกอบด้วยแผ่นปิดข้างโซ่ด้านนอกและด้านในที่ยึดด้วยบูชและโบลต์เข้าด้วยกัน (ดูรูปที่ 2.2) โซ่ลูกกลิ้งที่มีใช้ งานส่วนใหญ่จะมีลูกกลิ้งที่ชุบแข็งร้อย (หมุนได้) อยู่ในบูช ลูกกลิ้งนี้จะช่วยลดความเสียดทานและการสึกหรอของด้านข้างของเฟืองโซ่ในขณะที่ล้อเฟืองขับโซ่ และมีเสียงดังน้อยเมื่อความเร็วโซ่สูง ในการใช้งานให้รับโมเมนต์หมุนมาก ๆ จะใช้โซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูชแบบชุดหลายเส้น (ดูรูปที่ 2.3) โซ่ลูกกลิ้งตามมาตรฐานจะนำมาใช้งานได้ถึงความเร็ว 30 m/s ในการส่งกำลังในรถยนต์ในเครื่องมือกลและโซ่ลำเลียง โดยปกติโซ่บูชจะทนการสึกหรอมากกว่าโซ่โบลต์ บูชจะหมุนได้ ส่วนโบลต์จะยึดแน่นกับแผ่นปิดนอก แผ่นปิดส่วนใหญ่จะทำจาก St60 ส่วนโบลต์จะทำจากเหล็กกล้าอาบคาร์บอน C15



ระยะพิตช์

รูปที่ 2.2 การยึดบูชและโบลต์เข้าด้วยกัน



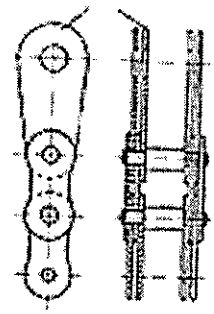
โซ่ลูกกลิ้งแบบ 2 เส้น

รูปที่ 2.3 โซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูช

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

2.4.3 โซ่โบลต์

โซ่โบลต์จะมีรูปร่างของแผ่นปิดข้างทั้งโซ่ด้านในและด้านนอกเหมือนกัน โดยร้อยเข้ากับโบลต์ การใช้แผ่นปิดข้างโซ่หลายแผ่นติดกัน (ดูรูปที่ 2.4) จะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับขนาดของแรงดึงที่โซ่ต้องรับ เมื่อเปรียบเทียบกับโซ่ลูกกลิ้งและโซ่บูชแล้ว โซ่โบลต์จะมีแรงเสียดทานระหว่างโบลต์และแผ่นปิดข้างโซ่มากกว่า ด้วยเหตุนี้จึงนิยมนำโซ่โบลต์มาใช้กับงานที่มีความเร็วต่ำ



รูปที่ 2.4 โซ่โบลต์

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

2.4.4 ภาระแรงดึง (Tension Loads)

แรงดึงสำหรับการเคลื่อนที่ของภาระ (Load) หรือ การส่งถ่ายกำลังเป็นแรงชนิดแรกที่จะต้อง พิจารณาในการออกแบบโซ่ส่วนของโซ่ที่เกิดการหมุนไปกับล้อฟันเฟือง (Sprocket) จะทำให้เกิดแรงดึงเพิ่มขึ้นอีก เนื่องมาจากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal Force) ผลจากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางนี้อาจจะถูกกระทำเป็นอนุกรมของแรงรวมที่ข้อต่อโซ่ แรงรวมเหล่านี้จะถูกทำให้สมดุลย์ด้วยแรงที่เท่ากันซึ่งกระทำตามเส้นศูนย์กลางในแนวยาวของข้อต่อใกล้เคียงทั้ง 2 อัน แรงนี้จะทำให้แรงดึงรวมในโซ่เพิ่มขึ้น แต่จะไม่มีผลกระทบต่อการรับภาระของล้อฟันเฟือง หรือแบริ่ง เพลาขนาดของแรงเหวี่ยงหนีศูนย์นี้จะเป็นสัดส่วนกับน้ำหนักของโซ่ และเป็นกำลังสองของความเร็วโซ่ในแนวตรง (Linear Velocity) โซ่จะถูกสร้างขึ้นให้เพียงพอต่อการดึงโดยปลอดภัยในการรองรับ แรงดึงที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากผลของแรงเหวี่ยง ที่ความเร็วสูงมาก ๆ นอกขอบเขตการเดินเครื่องที่แนะนำไว้จะทำให้แรงดึงหนีศูนย์นี้กลายมาเป็นแฟคเตอร์ที่สำคัญยิ่ง และจะต้องพิจารณาถึงด้วยผลของเส้นโค้งแขวน (Catenary) จะเกิดขึ้นในการเดินเครื่องระหว่างโซ่ด้านหย่อนทำให้อยู่ใน

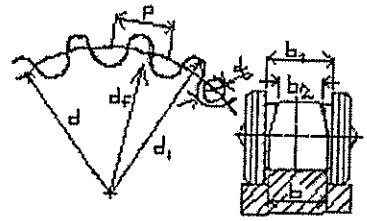
รูปคล้าย ๆ กับเส้นโค้งแขวน(Catenary) น้ำหนักของโซ่จะทำให้เกิดแรงดึงอย่างสม่ำเสมอตลอดความยาว ดังนั้นจึงทำให้เกิดภาระเพิ่มขึ้นบนโซ่ และล้อฟันเฟืองของชุดขับอีก

2.4.5 ภาระแบบกระแทก (Shock Loads)

ตามที่ได้กำหนดให้ข้อต่อเคลื่อนไปบนชุดขับที่คับแน่น จะรับภาระแรงดึงสูงสุด และแรงดึงนี้จะลดลงเมื่อข้อต่อไปถึงด้านหย่อนโดยทั่วไปแล้วการเปลี่ยนแปลงความเค้นนี้ จะมีขนาดไม่มากพอที่จะนำมาพิจารณาออกแบบ อย่างไรก็ตามเมื่อใดที่โซ่ถูกใช้งานสูงกว่าสมรรถนะที่กำหนดของมันหรือรับภาระน้ำหนักในจำนวนรอบที่สูง ๆ แล้วความล้าก็จะกลายเป็นแฟคเตอร์ที่สำคัญมากอีกอย่างหนึ่ง

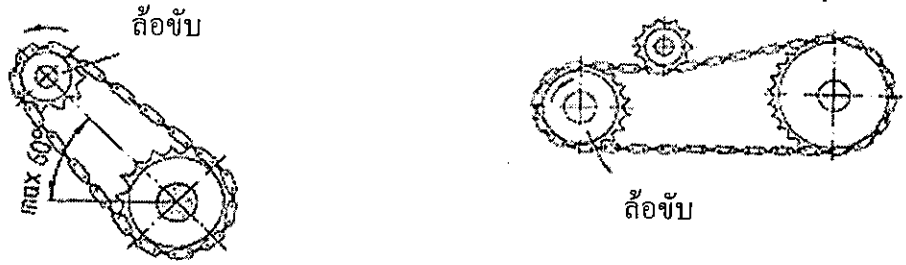
2.4.6 ล้อโซ่ (Sprockets)

ตามปกติล้อโซ่จะทำจากเหล็กหล่อ เหล็กกล้าหล่อ หรือเหล็กกล้า ส่วนการจัดให้ขับส่งกำลังด้วยโซ่ที่ถูกต้อง (ดูรูปที่ 2.5 และ 2.6)



รูปที่ 2.5 ขนาดรูปร่างของล้อโซ่และขนาดโซ่

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)



ก.เฟืองขับและเฟืองตรงโซ่ทำมุมเอียงไม่ควรมากกว่า 60 องศา จากแนวนอน

ข.หากต้องการให้โซ่จับกับฟันของล้อโซ่ มากขึ้นก็ให้มีเฟือง(โซ่)สะพานอยู่ใกล้เฟืองขับเสมอ

รูปที่ 2.6 การจัดโซ่ให้ส่งกำลังได้ถูกต้อง

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

2.4.7 ลักษณะรูปร่างของล้อโซ่

ล้อโซ่จะมีขนาดเล็กและโตแตกต่างกันโดยจะสัมพันธ์กับภาระที่ใช้งาน ดังนั้น ล้อโซ่จึงสามารถผลิตจากวัสดุและวิธีการต่างกัน เช่น ล้อโซ่ขนาดเล็กจะผลิตโดยการกลึงเหล็กกล้ารีดขึ้นรูป ส่วนล้อโซ่ขนาดโต ๆ จะนิยมทำการยึดระหว่างดุมล้อ (Hub) กับแผ่นล้อด้วยสกรูหรือการเชื่อมประสาน สำหรับล้อโซ่ขนาดโตมาก ๆ จะขึ้นรูปด้วยการหล่อขึ้นรูป

2.4.8 จำนวนฟันโซ่และความเร็วโซ่ที่ใช้งาน

โดยปกติฟันล้อโซ่จะเป็นจำนวนเลขคี่ สำหรับงานส่งกำลังด้วยโซ่จะมีเกณฑ์กำหนดสำหรับล้อโซ่ดังนี้

ล้อโซ่ตัวเล็ก :

z_1 = 9-11 ใช้กับความเร็วโซ่ (v) ต่ำกว่า 4 m/s

z_1 = 11-13 ใช้กับความเร็วโซ่ (v) ถึง 4 m/s, เป็นโซ่ที่มีระยะพิตช์ p ถึง 20 mm และมีความยาวโซ่เกินกว่า 40 ข้อ ใช้งานในที่ไม่รับภาระมากนักและอายุการใช้งานน้อยกว่า 10000 ชั่วโมง

z_1 = 14-16 ใช้กับความเร็วโซ่ (v) ถึง 7 m/s และรับภาระปานกลาง

z_1 = 17-25 ใช้กับความเร็วโซ่ (v) ถึง 24 m/s และรับภาระมาก

ล้อโซ่ตัวใหญ่ :

z = 30-80 มีใช้งานทั่วไป

z = 120 เป็นล้อโซ่ที่มีจำนวนฟันมากสูงสุด

z = 150 ใช้งานในกรณีพิเศษ แต่ถ้าเป็นไปได้ให้หลีกเลี่ยง มิฉะนั้นจะเกิดการสึกหรอมาก เมื่อมีอัตราทดมากขึ้น โดยทั่วไปจะกำหนดให้อัตราทดของระบบโซ่ส่งกำลัง i น้อยกว่า 7 หรือ i = 10 แต่ต้องใช้งานที่ความเร็วโซ่ต่ำ

โซ่มาตรฐานที่นิยมใช้งานมีดังต่อไปนี้

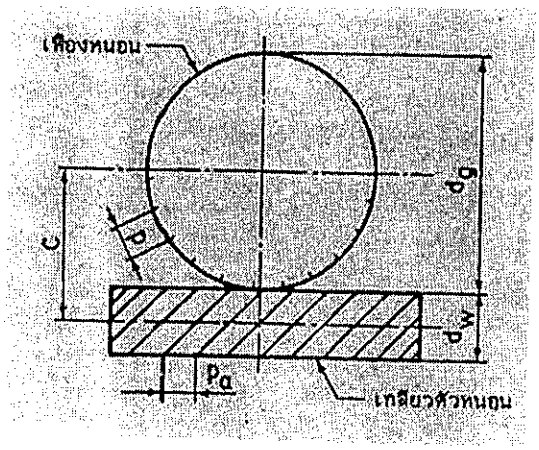
สำหรับล้อโซ่ขนาดเล็ก (13) (15) 17 19 21 23 25

สำหรับล้อโซ่ขนาดโต 38 57 76 95 114

ข้อควรระวัง : การทดรอบส่งกำลังด้วยโซ่ให้เร็วขึ้นไม่เป็นการเหมาะสม ด้วยเหตุนี้ควรหลีกเลี่ยง

2.5 ชุดเฟืองหนอน

ชุดเฟืองหนอน (worm gear set) ใช้สำหรับส่งกำลังระหว่างเพลาที่ไม่ขนานกันและไม่ติดกัน ซึ่งต้องการให้มีอัตราทดสูง ชุดเฟืองหนอนประกอบด้วยเกลียวตัวหนอน (worm) และเฟืองหนอน (worm gear) โดยปกติแล้วมักจะใช้ชุดเฟืองหนอนส่งกำลังระหว่างเพลาที่ทำมุมกัน 90° ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 ชุดเฟืองหนอน
(ที่มา: การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม2,วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์)

2.5.1 ลักษณะทั่วไปของชุดเฟืองหนอน

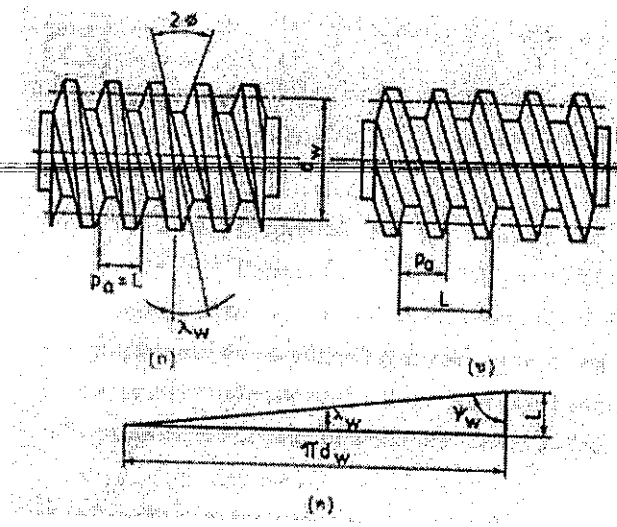
เกลียวตัวหนอนมีลักษณะคล้ายคลึงกับสกรูส่งกำลัง ประกอบด้วยเกลียว (หรือฟัน) ซึ่งมีจำนวนปากตั้งแต่หนึ่งปากถึงหกปาก หรืออาจอาจมากกว่านี้ก็ได้หรืออีกนัยหนึ่งก็คือสกรูหลายปาก (multiple threaded screw) นั่นเอง ลักษณะทั่วไปของเกลียวตัวหนอนแบบหนึ่งปากและสองปากดูได้จากรูปที่ 2.17 (ก) และ (ข) การเรียกชื่อต่าง ๆ ก็ยังคงเหมือนกับสกรูส่งกำลังคือ

พิตช์หรือแอ็คเซียลพิตช์ (axial pitch) p_a เป็นระยะระหว่างเกลียว ในกรณีที่เพลาทำมุมกัน 90° จะมีค่าเท่ากับเซอคิวลาพิตช์ p ของเฟืองหนอน

หลีด (lead) L คือระยะที่แกนเหลียวตัวหนอนสามารถเคลื่อนที่ไปได้ต่อการหมุนหนึ่งรอบ ถ้าเกลียวตัวหนอนมี N_w ปาก $L = N_w p_a$

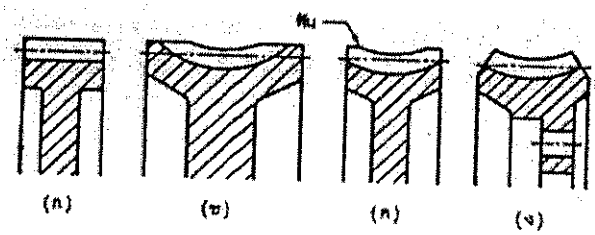
มุดหลีด (lead anlge) λ_w มีค่าเช่นเดียวกับสกรูส่งกำลัง โดยพิจารณาจากรูปที่ 2.8 (ค)

$$\tan \lambda_w = L/\pi d_w$$



รูปที่ 2.8 เกลียวตัวหนอนแบบตรง (ก) หนึ่งปาก
(ข) สองปาก (ค) การคลี่เกลียวออก
(ที่มา: การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม2,วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์)

สำหรับเฟืองหนอนจะมีลักษณะทั่วไปคล้ายกับเฟืองเฉียง แต่ขอบของเฟืองอาจจะมีลักษณะต่าง ๆ กัน ดังรูปที่ 2.9 ถ้าฟันมีลักษณะสูงสม่ำเสมอ ดังรูปที่ 2.9 (ก) เฟืองหนอนก็คือเฟืองเฉียงนั่นเอง ในการใช้งานส่วนมากมักจะใช้เฟืองหนอนที่มีฟันโค้งเว้าเข้าดังรูปที่ 2.9 (ข) และ 2.9 (ค) ส่วนโค้งของฟันนี้จะเข้ากับความโค้งของเกลียวตัวหนอนทั้งนี้ก็เพื่อที่จะให้มีเนื้อที่สัมผัสระหว่างการขบกันเพิ่มมากขึ้น โดยทั่วไปแล้วชุดเฟืองหนอนอาจจะแบ่งออกตามลักษณะพื้นที่สัมผัสได้เป็นสองชนิดคือ ชนิดฟันโอบหนึ่งด้าน (single enveloping) และชนิดฟันโอบสองด้าน (double enveloping)



รูปที่ 2.9 ขอบเฟืองหนอนชนิดต่าง ๆ
(ที่มา: การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม2,วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์)

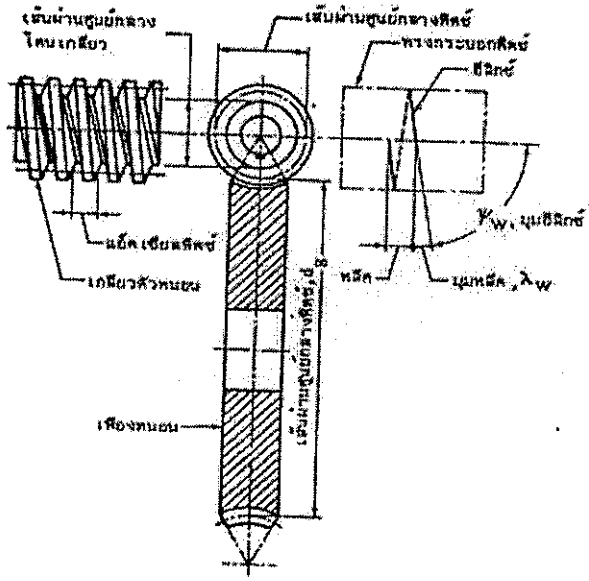
ฝ
TJ
230
ก๙๗๐
๒๕๔๖

4740026

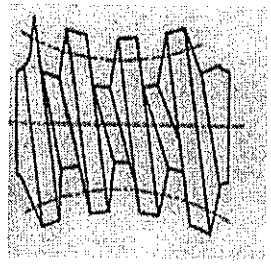
2 6 พ.ย. 2546

สำนักหอสมุด

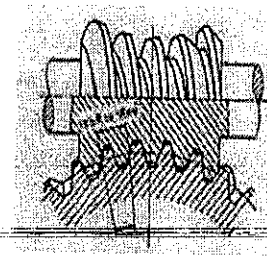
ลักษณะของชุดเฟืองหนอนชนิดฟันโอบหนึ่งด้านดูได้จากรูปที่ 2.10 ซึ่งประกอบด้วยเฟืองหนอนที่มีฟันโค้งเว้าเข้าโอบเกลียวตัวหนอนที่มีลักษณะตรงดังรูปที่ 2.8 ส่วนชุดเฟืองหนอนชนิดฟันโอบสองด้านนั้น นอกจากจะมีฟันของเฟืองหนอนโค้งเว้าเข้ากับความโค้งของวงกลมพิตช์ของเฟืองหนอนด้วย ดังรูปที่ 2.11 เกลียวตัวหนอนชนิดนี้มีชื่อเรียกว่า เกลียวตัวหนอนฮินลี (Hindley worm) ซึ่งเมื่อนำมาประกอบกันเข้าแล้วจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.12 ดังนั้นทั้งเฟืองหนอนและเกลียวตัวหนอนจะโอบซึ่งกันและกันในขณะทำงาน เป็นผลให้เฟืองมีพื้นที่ซึ่งขบกันเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถส่งกำลังได้สูงขึ้น แต่ต้องใช้ความระมัดระวังในการติดตั้งให้ได้ศูนย์มากขึ้น



รูปที่ 2.10 ชุดเฟืองหนอนโอบหนึ่งด้าน
(ที่มา: การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม2,วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์)



รูปที่ 2.11 เกลียวตัวหนอนแบบลำตัวโค้ง
(ที่มา: การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม2,วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์)



รูปที่ 2.12 ชุดเฟืองหนอนโอบสองด้าน
(ที่มา: การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม2,วริทธิ์ อึ้งภากรณ์)

2.5.2 ความสัมพันธ์อื่น ๆ

เมื่อพิจารณารูปที่ 2.7 ประกอบ และกำหนดให้

λ_w = มุมหลีดของเกลียวตัวหนอน

λ_g = มุมหลีดของเฟืองหนอน

ψ_w = มุมฮีลิกซ์ของเกลียวตัวหนอน

ψ_g = มุมฮีลิกซ์ของเฟืองหนอน

C = ระยะระหว่างศูนย์กลาง

ความสัมพันธ์ระหว่างของเกลียวตัวหนอนและเฟืองหนอน คือ

$$\lambda_w + \psi_w = 90°$$

$$\lambda_g + \psi_g = 90°$$

ถ้าเพลาทำมุมกัน 90° แล้ว

$$\lambda_w = \psi_g \text{ และ } \lambda_g = \psi_w$$

ระยะระหว่างศูนย์กลางของชุดเฟืองหนอนคือ

$$C = d_w + d_g / 2$$

ถ้าเกลียวตัวหนอนเป็นตัวขับแล้ว จากเรื่องเฟืองเฉียงเมื่อเพลาทำมุมกัน 90° อัตราทดก็คือ

$$m_\omega = N_g / N_w = d_g / d_w \tan \lambda_w = d_g \tan \lambda_g / d_w$$

ความสัมพันธ์อื่น ๆ ที่มีประโยชน์ คือ

$$P_n p_n = \pi$$

และ

$$P_n = p \cos \lambda_w$$

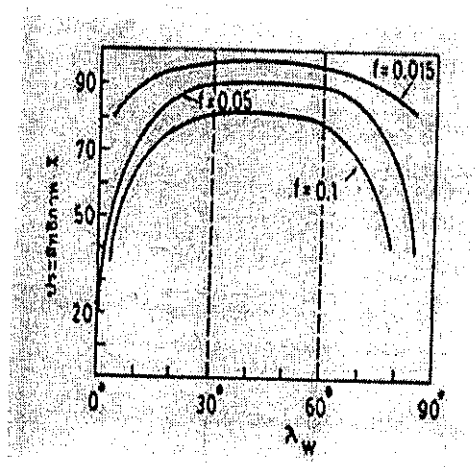
2.5.3 ประสิทธิภาพของชุดเฟืองหนอน

เนื่องจากเกลียวตัวหนอนมีลักษณะเช่น เดียวกับสกรูส่งกำลัง ดังนั้นจะพิสูจน์ได้ว่า สมการของประสิทธิภาพเป็นสมการเดียวกับของสกรูส่งกำลังคือ

$$\eta = \cos \phi_n - f \tan \lambda_w / \cos \phi_n + f \cot \lambda_w$$

จะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของชุดเฟืองหนอนจะแปรผันตามมุมหลีดของเหลียวตัวหนอน และถ้ากำหนดค่าของมุมกดนอมัล ϕ_n ก็สามารถเขียนกราฟได้ดังรูปที่ 2.13 ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ว่า ถ้าต้องการให้ประสิทธิภาพสูง มุมหลีดควรอยู่ระหว่าง 30 –60 องศา

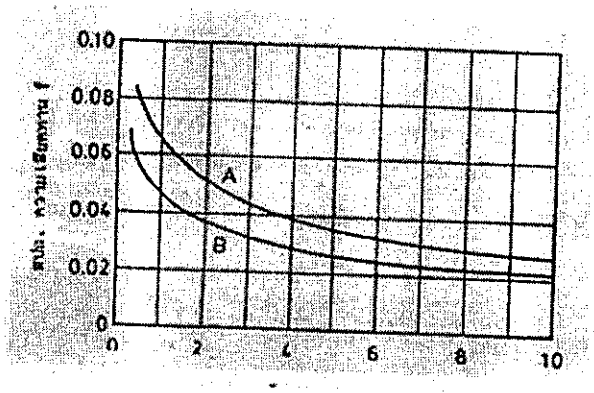
จากการทดลองพบว่า ค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานขึ้นอยู่กับความเร็วเสียดสี (sliding velocity) การหล่อลื่นวัสดุ และผิวสำเร็จ อย่างไรก็ตามถ้าทราบค่า V_s ก็อาจจะใช้กราฟรูปที่ 2.14 ในการหาค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานโดยประมาณได้



รูปที่ 2.13 กราฟประสิทธิภาพ – มุมหลีด
(ที่มา: การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม2,วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์)

ชุดเฟืองหนอนมีคุณสมบัติการล็อคตัวเองได้เช่นเดียวกับสกรูส่งกำลังนั่นคือการล็อคตัวเองจะเกิดขึ้นเมื่อ

$$\lambda_w \leq \tan^{-1} f = \beta$$



รูปที่ 2.14 สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของชุดเฟืองหนอนที่มีการหล่อลื่นอย่างดี กราฟ A ใช้กับวัสดุที่มีความเสียดทานเช่น เหล็กหล่อ กราฟ B ใช้กับวัสดุที่มีคุณภาพดี เช่น เกลียวตัวหนอนชุบแข็งกับเฟืองหนอนที่ทำจากฟอสเฟอร์บรอนซ์
(ที่มา: การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม2,วริทธิ์ อึ๊งภากรณ์)

2.6 เพลา

เพลาอาจจะมีชื่อเรียกแตกต่างกันไปตามลักษณะการใช้งานดังต่อไปนี้

เพลา (shaft) เป็นชิ้นส่วนที่หมุนและใช้ในการส่งกำลัง

แกน (axle) เป็นชิ้นส่วนลักษณะเดียวกันกับเพลาแต่ไม่หมุน ส่วนมากเป็นตัวรองรับชิ้นส่วนที่หมุน เช่น ล้อ ล้อสายพานเป็นต้น อย่างไรก็ตามทั้งเพลาและแกนก็นิยมเรียกรวมกันว่าเพลาไม่ว่าชิ้นส่วนนั้นจะหมุนหรืออยู่นิ่งก็ตาม

สพินเดิล (spindle) เป็นเพลาขนาดสั้นที่ไม่หมุน เช่น เพลาที่หัวแท่นกลึง (Head-stock spindle) เป็นต้น

สตับชาฟต์ (stub shaft) หรือบางครั้งเรียกเฮดชาฟต์ (head shaft) เป็นเพลาที่ติดเป็นชิ้นส่วนต่อเนื่องกับเครื่องยนต์ มอเตอร์ หรือเครื่องต้นกำลังอื่น ๆ มีขนาด รูปร่าง และส่วนยื่นออกมาสำหรับใช้ต่อกับเพลาอื่น ๆ

เพลาแนว (line shaft) หรือเพลาส่งกำลัง (power transmission shaft) หรือเพลาเมน (main shaft) เป็นเพลาซึ่งต่อตรงจากเครื่องยนต์ต้นกำลัง และใช้ในการส่งกำลังไปยังเครื่องจักรกลอื่น ๆ โดยเฉพาะ

แจ็คชาฟต์ (jackshaft) หรือเคาร์เตอร์ชาฟต์ (counter shaft) เป็นเพลาขนาดสั้นที่ต่อระหว่างเครื่องต้นกำลังกับเพลาเมนหรือเครื่องจักรกล

เพลาอ่อน (flexible shaft) เป็นเพลาที่สามารถอ่อนตัวหรืองอโค้งได้ เพลาประเภทนี้ทำด้วยสายลวดใหญ่ (cable) ลวดสปริงหรือลวดเกลียว (wire rope) ใช้ในการส่งกำลังในลักษณะที่แกนหมุนทำมุมกันได้ แต่ส่งกำลังได้น้อย

เพลาอาจจะรับแรงดึง แรงกด แรงบิด หรือแรงดัด หรือแรงหลายอย่างรวมกันก็ได้ ดังนั้นการคำนวณจึงต้องใช้ความเค้นผสมเข้าช่วย แรงเหล่านี้ยังอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงขนาดตลอดเวลา ทำให้เพลาเสียหายเพราะความล้าได้ ฉะนั้นจึงต้องออกแบบเพลาให้มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งานในลักษณะนี้ นอกจากนั้นเพลายังจะต้องมีความแข็งเกร็ง (rigidity) เพียงพอเพื่อลดมุมบิดภายในเพลาให้อยู่ในขีดจำกัดที่พอเหมาะ ระยะโก่ง (deflection) ของเพลาก็เป็นสิ่งสำคัญในการกำหนดขนาดเพลาเช่นเดียวกัน เพราะถ้าเพลามีระยะโก่งมากก็จะเกิดการแกว่งขณะหมุน ทำให้ความเร็ววิกฤต (critical speed) ของเพลาลดลง ซึ่งอาจทำให้มีการสั่นอย่างรุนแรงในขณะที่ความเร็วของเพลาเข้าใกล้ความเร็ววิกฤตนี้ได้ ระยะโก่งนี้ยังมีผลต่อการเลือกชนิดของที่รองรับเพลา เช่น บอลแบริ่ง (ball bearing) ก็ต้องมีการเยื้องแนว (misalignment) ในการใช้งานที่พอเหมาะกับเพลาด้วย

2.6.1 วัสดุเพลา

วัสดุที่ใช้ทำเพลาทั่วไปคือเหล็กล้าละมุน (mild steel) แต่ถ้าต้องการให้มีความเหนียวและความทนทานต่อแรงกระตุกเป็นพิเศษแล้วมักจะใช้เหล็กล้าผสมโลหะอื่นทำเพลา เช่น AISI1347 3140 4150 4340 เป็นต้น เพลาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตกว่า 90 mm มักจะกลึงมาจากเหล็กกล้าคาร์บอนซึ่งผ่านการรีดร้อน อย่างไรก็ตามเพื่อให้เพลามีราคาถูกที่สุด ผู้ออกแบบควรพยายามเลือกใช้เหล็กกล้าคาร์บอนธรรมดาก่อนที่จะเลือกใช้เหล็กกล้าชนิดอื่น

2.6.2 ขนาดของเพลา

เพื่อให้เพลามีมาตรฐานเหมือนกัน องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศจึงได้กำหนดมาตรฐานของเพลาซึ่งเป็นขนาดระบุ (nominal size) ใน ISO/R 775-1969 เอาไว้สำหรับให้ผู้ออกแบบเลือกใช้ ทั้งนี้เพื่อให้สามารถเลือกซื้อได้ทั่วไป นอกจากนี้ยังเป็นขนาดที่สอดคล้องกับขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลาด้วยขนาดระบุเพลาดูได้จากตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.5 ขนาดระบุของเพลาตามมาตรฐาน ISO/R 775-1969

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)				
6	25	70	130	240
7	30	75	140	260
8	35	80	150	280
9	40	85	160	300
10	45	90	170	320
12	50	95	180	340
14	55	100	190	360
18	60	110	200	380
20	65	120	220	

ที่มา: การออกแบบเครื่องจักรกล เล่ม 1,ดร.วริทธิ์ อึ้งภากรณ์

2.6.3 การพิจารณาในการออกแบบ

การคำนวณหาขนาดของเพลาที่พอเหมาะขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน บางครั้งการหาขนาดเพลาเพื่อให้เพลาทนต่อแรงที่มากระทำอย่างเดียวไม่เป็นการเพียงพอ เช่น ในกรณีของเพลาลูกเบี้ยว (cam shaft) ในเครื่องยนต์สันดาปภายในต้องการให้มีตำแหน่งเที่ยงตรง ดังนั้นมุมบิดของเพลาที่เกิดขึ้นในขณะใช้งานจะต้องมีค่าไม่มากกว่าที่กำหนดไว้ เป็นต้น นั่นคือเพลาจะต้องมีความแข็งเกร็งอยู่ภายในพิกัดที่ต้องการ ถ้ามุมบิดมากไปนอกจากจะเสียความเที่ยงตรงด้านตำแหน่งแล้วยังอาจจะก่อให้เกิดความสั่นสะเทือนซึ่งมีผลทำให้เฟืองและแบริ่งที่รองรับเพลาอยู่เกิดความเสียหายได้ง่ายขึ้น

ถึงแม้ว่าจะไม่มีมาตรฐานสำหรับพิกัดมุมบิดเพลาไว้ก็ตาม ในทางปฏิบัติแล้วมักจะให้มุมบิดของเพลาในเครื่องจักรกลทั่วไปไม่เกิน 0.3° ต่อความยาวเพลา 1 m สำหรับเพลาส่งกำลังทั่วไปอาจจะให้มีมุมบิดได้ถึง 1° ต่อความยาว 20 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลา ในกรณีของเพลาลูกเบี้ยวสำหรับเครื่องยนต์สันดาปภายในแล้วจะให้มีมุมบิดได้ไม่เกิน 0.5° ตลอดความยาวของเพลา

ความแข็งเกร็งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งก็คือ ความแข็งเกร็งทางด้านระยะโก่ง เพราะจะต้องใช้ระยะโก่งของเพลาที่อยู่ภายใต้แรงภายนอกเป็นตัวสำคัญในการกำหนดระยะเบียด (clearance) ระหว่างล้อสายพาน เฟือง โครงของเครื่องจักร ตลอดจนการเลือกชนิดของแบริ่งสำหรับรองรับเพลาให้เหมาะสม ถ้าเพลามีระยะโก่งมากเกินไปจะทำให้ความยาวของฟันเฟืองส่วนที่สัมผัสหรือขบกันลดลงเป็นผลทำให้อัตราการขบ (contact ratio) ทำให้การส่งกำลังไม่ราบเรียบเท่าที่ควรการ

เลือกแบริ่งมารองรับเพลาก็เช่นกันจำเป็นจะต้องเลือกแบริ่งที่อนุญาตให้มีการเยื้องแนวสำหรับการใช้งานได้พอเหมาะกับระยะโก่งของเพลาที่จะเกิดขึ้น ซึ่งอาจจะเป็นแบริ่งแบบธรรมดาหรือแบริ่งแบบปรับแนวได้เอง (self-aligning bearing) ทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับค่าระยะโก่งเป็นสำคัญ

2.7 รองเพลา (Bearing)

2.7.1 หน้าที่ของรองเพลา

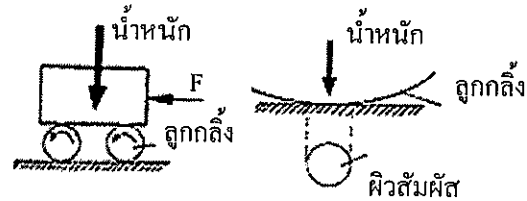
รองเพลามีหน้าที่รองรับเพลา แอกเซิล และแกนเพลา ด้วยแรงเสียดทานต่ำ รองเพลาที่รับแรงขวางกับแนวแกนของเพลาจะเรียกว่า รองเพลาแนวรัศมี รองเพลาที่รับแรงตามแนวแกนของเพลาจะเรียกว่า รองเพลาแนวแกน

รองเพลาแบ่งตามประเภทได้ 2 กลุ่มใหญ่คือ รองเพลาธรรมดา (Plain Bearing) และรองเพลาลูกกลิ้ง (Roll Bearing) แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงแต่รองเพลาลูกกลิ้งเท่านั้น

2.7.2 รองเพลาลูกกลิ้ง (Rolling Bearing)

พื้นฐาน

ความเสียดทานกลิ้ง (Rolling Friction) เมื่อนำวัตถุที่มีแรงกดมาเคลื่อนที่บนลูกกลิ้ง ดังรูปที่ 2.15 จะทำให้เกิดความเสียดทาน โดยจะต้องใช้แรงให้ชนะแรงเสียดทานน้อยมาก ตามหลักทฤษฎีลูกกลิ้งจะสัมผัสผิวด้านล่างเป็นรูปร่างจุด แต่ในทางปฏิบัติแล้ว แรงที่กดลงบนลูกกลิ้งนั้นจะกดให้ลูกกลิ้งส่วนหนึ่งสัมผัสแนบเป็นพื้นที่วงกลม ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียดทานมากขึ้น

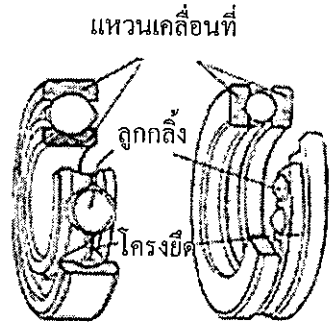


รูปที่ 2.15 รอยสัมผัสของลูกกลิ้งทรงกลม.
(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

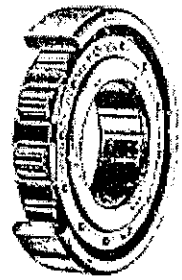
โครงสร้างของเพลาลูกกลิ้ง

รองเพลาลูกกลิ้งจะประกอบไปด้วยแหวนนอก แหวนใน ลูกกลิ้ง และโครงยึดลูกกลิ้ง แหวนนอกจะเป็นส่วนที่แนบกับเรือนรองเพลา และขณะ เดียวกันก็ทำหน้าที่เป็นรางกลิ้งสำหรับลูก

กลิ้ง ส่วนแหวนในจะสวมอัดแน่นติดกับแกนเพลาและทำหน้าที่เป็นรางกลิ้งภายใน สำหรับลูกจะมีรูปร่างเป็น ทรงกลม ทรงกระบอกกลม ทรงผิวโค้ง หรือทรงเรียวปลายตัด โดยจะมีโครงยึดลูกกลิ้งให้มีระยะห่างเท่ากัน แหวนนอก แหวนใน และลูกกลิ้งจะทำจากเหล็กกล้าโครเมี่ยมอบชุบ เช่น เหล็กกล้าลูกกลิ้งรองเพลา 100 Cr 6 หรือทำจากเหล็กโครเมี่ยม-นิเกิลแล้วชุบแข็ง-เจียระไน จากนั้นจะนำลูกกลิ้งและร่องรางกลิ้งมาทำการขัดผิดมัน โดยปกติรองเพลาลูกกลิ้งขนาดเล็กจะมีโครงยึดลูกกลิ้ง (ดูรูปที่ 2.16) ส่วนมากจะทำจากแผ่นเหล็กกล้าและส่วนน้อยที่ทำจากทองเหลืองหรือพลาสติก สำหรับรองเพลาลูกกลิ้งขนาดโต ๆ จะมีโครงยึดลูกกลิ้งที่แข็งแรง (ดูรูปที่ 2.17) ที่ทำจากทองเหลือง เหล็กกล้า โลหะเบา หรือพลาสติก



รูปที่ 2.16 โครงสร้างของรองเพลาลูกกลิ้ง
(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)



รูปที่ 2.17 รองเพลาลูกกลิ้งทรงกระบอกที่มีโครงยึดลูกกลิ้งที่แข็งแรง
(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

ประเภทของรองเพลาลูกกลิ้ง

เมื่อจำแนกตามรูปร่างพื้นฐานของตัวลูกกลิ้ง จะแบ่งเป็นรองเพลาลูกกลิ้งทรงกลม และรองเพลาลูกกลิ้ง

รองเพลาลูกกลิ้งกลม (Grooved Ball Bearing) มีแบบแถวเดียวและสองแถว เหมาะสำหรับรับภาระปานกลางตามแนวรัศมีและภาระต่ำตามแนวแกน และสำหรับความเร็วรอบสูง

รองเพลาลูกกลิ้งกลมแบบมีบ่ากับฐาน (Shoulder Ball) และรองเพลาลูกกลิ้งกลมแบบเอียง (Angular Contact Ball Bearing) สามารถใช้รับแรงตามแนวรัศมีและแนวแกนในหนึ่งทิศทางได้ รองเพลาแบบนี้ส่วนใหญ่จะนิยมนำมาประกอบเป็นคู่ให้เกิดการต้านกันเอาไว้

รองเพลาลูกกลิ้งรับแรงตามแนวแกน (Axial Ball Thrust Bearing)จะนำมาใช้งานให้รับแรงตามแนวแกนเพียงอย่างเดียว ส่วนมากจะนิยมนำมาประกอบร่วมกับรองเพลาที่รับแรงตามแนวรัศมี

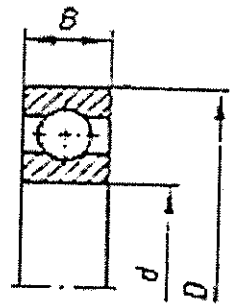
รองเพลาลูกกลิ้งทรงกระบอก (Cylindrical Ball Bearing) จะนำมาใช้รับภาระสูงตามแนวรัศมีและใช้กับเพลาที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโต ๆ

รองเพลาลูกกลิ้งเรียว (Tapered Roller Bearing) รองเพลาแบบนี้สามารถแยกชิ้นได้ สามารถรับแรงตามแนวรัศมีและแนวแกนได้ รองเพลาแบบนี้นิยมนำมาประกอบเป็นคู่ให้ย้อนทิศทางกัน

การกำหนดสัญลักษณ์ของรองเพลาลูกกลิ้ง

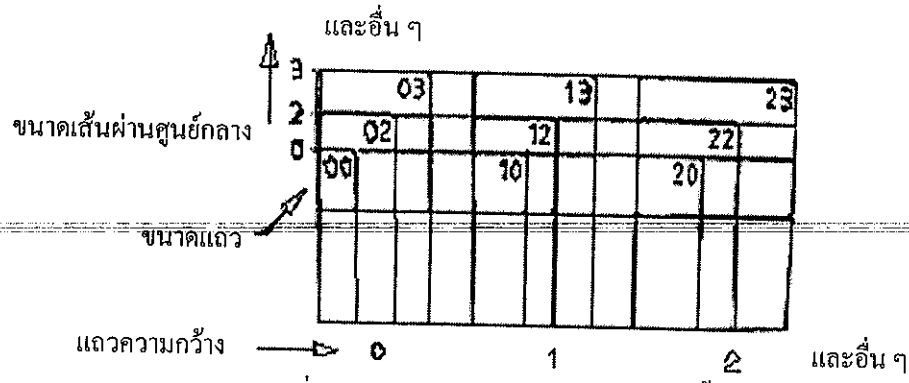
ขนาดที่สำคัญของรองเพลาลูกกลิ้งได้แก่ :

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรู (d)
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูโตนอก (D)
- ขนาดความกว้างของรองเพลา (B)



รูปที่ 2.18 ขนาดที่สำคัญๆของรองเพลาลูกกลิ้ง

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)



รูปที่ 2.19 ขนาดแถวของรองเพลาลูกกลิ้ง

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

เนื่องจากสภาพทางเศรษฐกิจจึงได้มีการกำหนดขนาดความโตรูรองเพลาแต่ละรูตามมาตรฐาน ISO ให้มีขนาดความกว้างรองเพลาและขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอกสุด ในการให้สัญลักษณ์ของรองเพลาลูกกลิ้งจะใช้ตัวเลขและตัวอักษรโดยมีการกำหนดสัญลักษณ์ย่อไว้ดังนี้

- ประเภทรองเพลา
- แถวความกว้าง
- แถวเส้นผ่านศูนย์กลาง
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางรูของรองเพลาลูกกลิ้ง

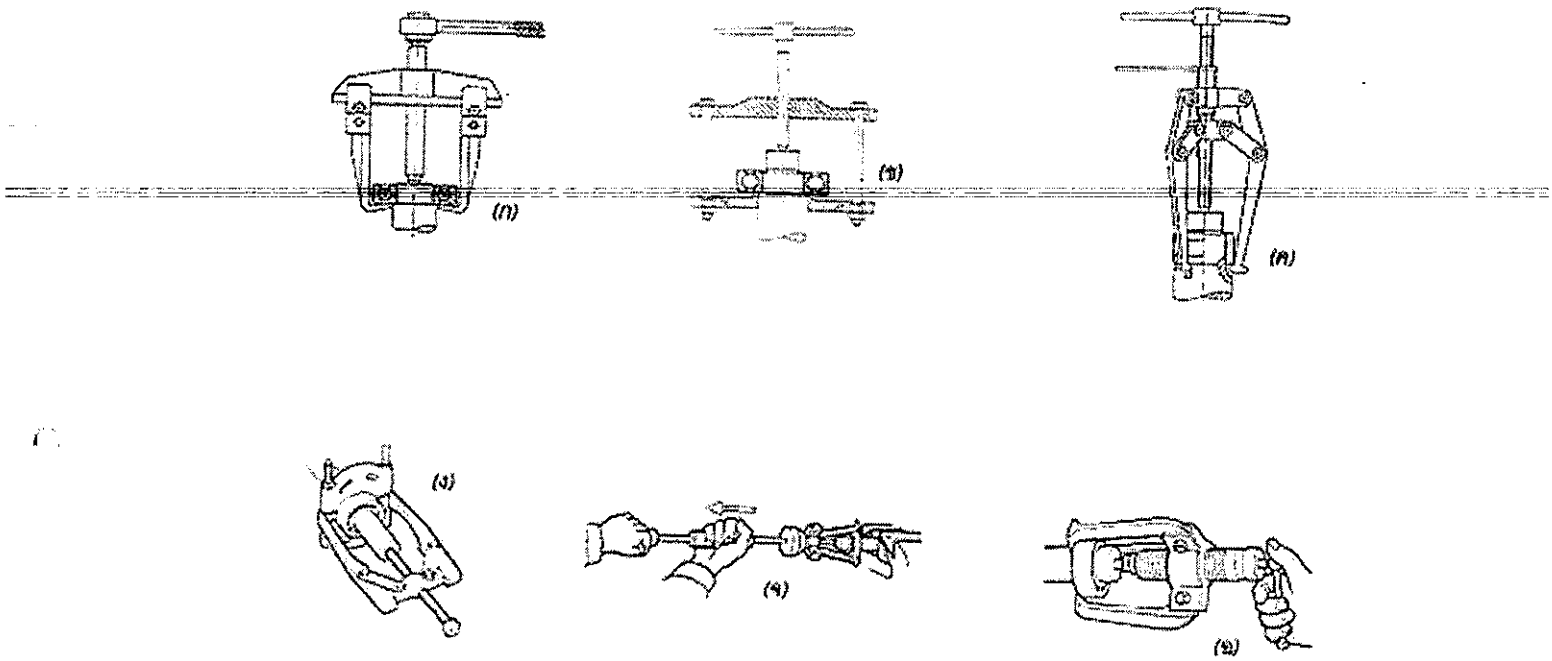
สัญลักษณ์ที่สมบูรณ์ของรองเพลาลูกกลิ้งจะประกอบไปด้วยข้อมูลดังต่อไปนี้ ตัวอย่าง เช่น

ประเภทรองเพลา	DIN - เลขที่	สัญลักษณ์ย่อ
รองเพลาลูกกลิ้งกลม	DIN625	6205

การถอดรองเพลาลูกกลิ้ง

การถอดรองเพลาลูกกลิ้งขนาดเล็ก

รองเพลาลูกกลิ้งที่สวมอัด จะมีการใช้อุปกรณ์ทางกลทำการถอด โดยที่ไม่ทำให้ผิวตัวเรือนรองเพลาและเพลาเสียหาย โดยจะต้องให้ขาของอุปกรณ์เกาะที่แหวนของรองเพลาลูกกลิ้งอยู่ในลักษณะที่มิให้แรงดึงนั้นถ่ายเทผ่านไปยังตัวลูกกลิ้งเด็ดขาด ในการถอดรองเพลาลูกกลิ้งมีวิธีต่าง ๆ อยู่หลายวิธี ดูรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 อุปกรณ์ที่ใช้ถอดรองเพลาลูกกลิ้งออกจากเพลา

(ก) เหล็กดึงแบบใช้สกรู

(ข) อุปกรณ์ดึงแบบแผ่นแยก

(ค) อุปกรณ์ดึงแบบสวมขาปรับได้

(ง) อุปกรณ์ดึงแบบแผ่น (Puller Plates) จะนำมาใช้ในกรณีที่ต้องนำรองเพลาลูกกลิ้งมาประกอบอีก

(จ) อุปกรณ์ถอดรองเพลาลูกกลิ้งขนาดเล็กแบบใช้น้ำหนักกระแทก (Impact Puller)

(ฉ) อุปกรณ์ดึงแบบไฮดรอลิกส์ (Hydraulic Puller) นำมาใช้เมื่อต้องการแรงดึงมาก ๆ

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

การประกอบรองเพลาลูกกลิ้ง

ชิ้นส่วนของรองเพลาลูกกลิ้งจะมีผิวละเอียดสูงมาก ด้วยเหตุนี้ รองเพลาลูกกลิ้งจึงไวต่อการกระทบกระแทกต่อของแข็ง รวมทั้งสิ่งสกปรกอย่างมาก

คำแนะนำการประกอบรองเพลาลูกกลิ้ง

1. รองเพลาลูกกลิ้งควรจะแกะห่อเฉพาะก่อนทำการประกอบเท่านั้น
2. รองเพลาลูกกลิ้งควรจะวางในที่ทำงานที่สะอาด ป้องกันผิวไม่ให้เกิดการเสียหาย

3. ในขณะประกอบให้รักษาความสะอาดให้ดีที่สุด ตรวจสอบว่าพิกัดงานสวมถูกต้อง

4. ระวังมิให้รองเพลาเกิดการงัดในขณะทำการประกอบ

5. ให้ใช้สิ่งปกปิดรองเพลาที่ประกอบยังไม่เสร็จในระหว่างการพัก

6. ให้ใช้สารหล่อลื่นตามที่กำหนด

การบำรุงรักษารองเพลาลูกกลิ้ง

หลังจากการประกอบและมีการให้การหล่อลื่นรองเพลาลูกกลิ้ง จะต้องระมัดระวังในการหล่อลื่นด้วยจาระบีเพราะรองเพลาจะเติมจาระบีได้เพียง 30 ถึง 50 % ของช่องว่างทั้งหมดในรองเพลา หากเติมจาระบีมากเกินไปแล้วจะมีผลให้เกิดความเสียดทานของจารบีสูงขึ้นและร้อน ที่อุณหภูมิสูงจะทำให้จาระบีอ่อนตัวและไหลออกจากตำแหน่งรองเพลา สารหล่อลื่นรองเพลาจะต้องมีการเปลี่ยนถ่ายตามกำหนดเวลาที่ผู้ผลิตเครื่องจักรได้กำหนดมาให้เสมอ ในการตรวจสอบด้วยการฟังเสียงดังของรองเพลาและวัดอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นจะต้องกระทำด้วยการใช้ไม้ฟังเสียง หรือใช้มือจับสัมผัส เสียงที่ดังคล้ายนกหวีดจะบอกให้ทราบว่ารองเพลาขาดสารหล่อลื่นและถ้ารองเพลาหมุนไม่เรียบ มีเสียงดัง และกระแทกแล้ว สาเหตุส่วนใหญ่จะเกิดจากมีสิ่งสกปรกในรองเพลาหรือรองเพลาเกิดการเสียหาย

2.8 สปริง

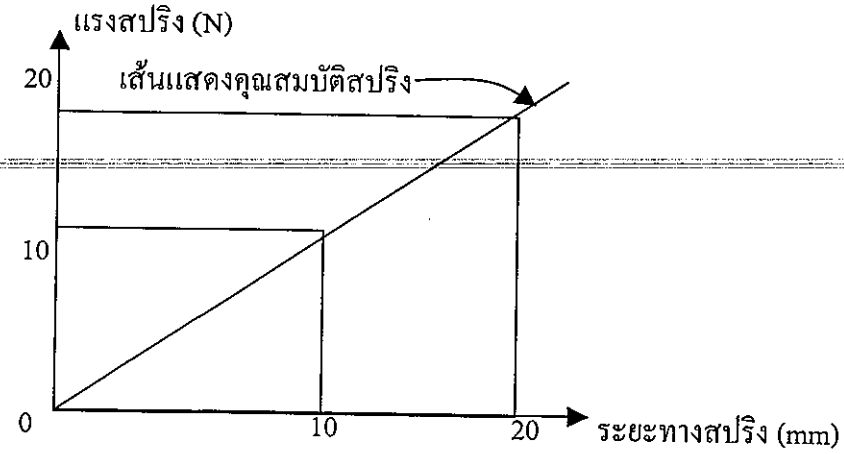
สปริงเป็นชิ้นส่วนเครื่องจักรกลที่รับภาระแล้วจะเกิดการเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่น งานที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปนี้จะเป็นพลังงานศักย์ที่สะสมในสปริง เมื่อคลายภาระที่กระทำต่อสปริงออก พลังงานนี้ก็จะสูญหายไป

2.8.1 บทบาทหน้าที่ของสปริง

ตัวอย่างหน้าที่การทำงานของสปริงก็คือ การรับแรงกระแทก แรงสั่นสะเทือน (ระบบกันสะเทือนของยานยนต์ ยางสปริงในคลัตช์ สปริงคลัตช์) ในกระบอกสูบนิวแมติกส์จะมีสปริงช่วยดันให้ลูกสูบกลับสู่ตำแหน่งเดิม เป็นพลังงานกดอัดสะสมช่วยในการพาชิ้นส่วนเครื่องจักรกลให้หมุนตาม

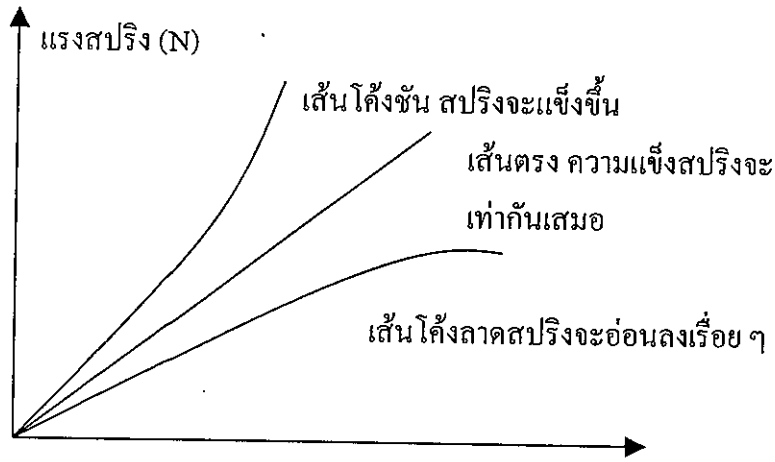
2.8.2 คุณสมบัติของสปริง

ในการทำให้สปริงเปลี่ยนรูปแบบยืดหยุ่นได้ จะต้องใช้แรงมากระทำ แรงกระทำยิ่งมากก็ยิ่งทำให้ระยะทางเคลื่อนที่ของสปริงมากขึ้น ไปด้วย ความสัมพันธ์ของแรงและระยะทางเคลื่อนที่ของสปริง จะสามารถแสดงให้เห็นด้วยเส้นโค้ง ดังรูปที่ 2.21 เส้นโค้งแสดงคุณสมบัติ สามารถเป็นเส้นตรง เส้นโค้ง (ชัน) (Progressive) หรือเส้นโค้ง (ลาดลง) (Degressive) ได้ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.21 ความสัมพันธ์ของแรงสปริงและระยะทางเคลื่อนที่สปริง

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

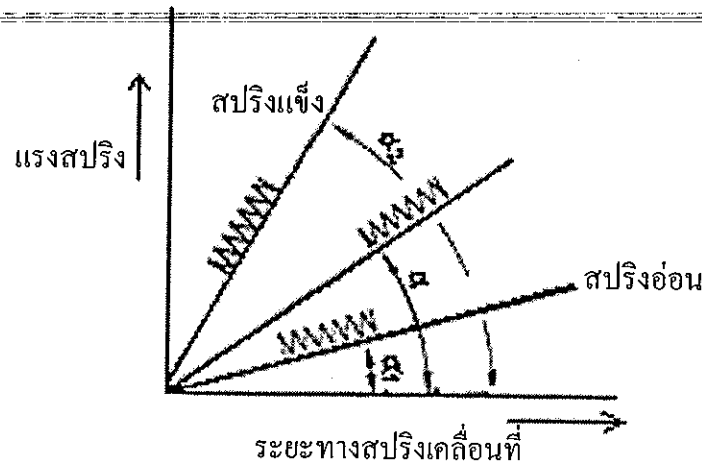


รูปที่ 2.22 แผนภาพแสดงแนวเส้นโค้งของสปริงต่าง ๆ

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

เส้นแสดงคุณสมบัติที่เป็นเส้นตรงแสดงว่า แรงกระทำและระยะทางเคลื่อนที่สปริงเป็นสัดส่วนต่อกัน นั่นแสดงว่า ถ้าแรงกระทำเป็น สองเท่า ระยะทางเคลื่อนที่สปริงก็จะเป็นสองเท่าเช่นกัน (ดูรูปที่ 2.21)

เส้นแสดงคุณสมบัติยิ่งชันก็จะต้องใช้แรงกระทำมากขึ้น ในการทำให้สปริงเปลี่ยนรูป สปริงที่มีมุมเส้นแสดงคุณสมบัติน้อย จะบอกให้รู้ว่าเป็น สปริงอ่อน ส่วนสปริงที่มีมุมเส้นแสดงคุณสมบัติมาก แสดงว่าเป็น สปริงแข็ง (ดูรูปที่ 2.23)



รูปที่ 2.23 ความแข็งสปริงและเส้นโค้งแสดงคุณสมบัติสปริง
(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

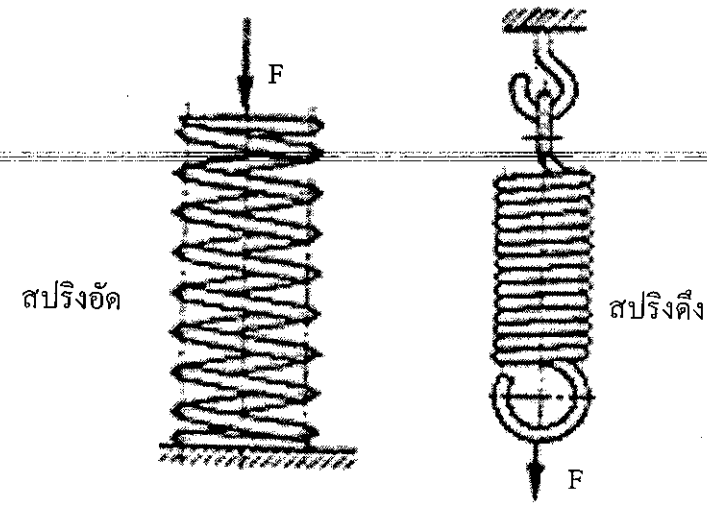
สัดส่วนของแรงสปริง (F) ต่อระยะทางเคลื่อนที่สปริง (S) จะเรียกว่าค่าคงที่สปริง ค่าคงที่สปริงจะบอกให้ทราบว่า จะต้องใช้แรงเท่าใดจึงจะได้ระยะทางเคลื่อนที่สปริงเป็น mm ตามที่ต้องการ เช่น เมื่อทำการกดสปริงด้วยค่าคงที่สปริง (R) = 60 N/mm ให้สปริงยุบลงไป 3 mm จะต้องใช้แรงกดสปริง (F) = 3 mm x 60 N/mm = 180 N

2.8.3 ประเภทของสปริง

สปริงหากแบ่งตามชนิดของภาระ จะแบ่งได้เป็น สปริงอัด สปริงดึง สปริงดัด และสปริงหมุนบิด แต่หากพิจารณาถึงรูปร่างภายนอกของสปริง จะแบ่งได้เป็นสปริงขด สปริงขดก้นหอย สปริงแผ่น สปริงแบบเพลาบิด(Torsion Bar) สปริงจาน สปริงวงแหวน และสปริงนิวแมติกส์ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงสปริงขดแบบดึงและสปริงขดแบบอัดเท่านั้น

2.8.4 สปริงขด

ส่วนใหญ่จะมีรูปร่างทรงกระบอก จะนำมาใช้งานเป็นสปริงดึงและสปริงกด (ดูรูปที่ 2.24) สปริงขดส่วนมากจะได้จากการม้วนขึ้นรูปลวดเหล็กกล้าสปริง



รูปที่ 2.24 สปริงขด

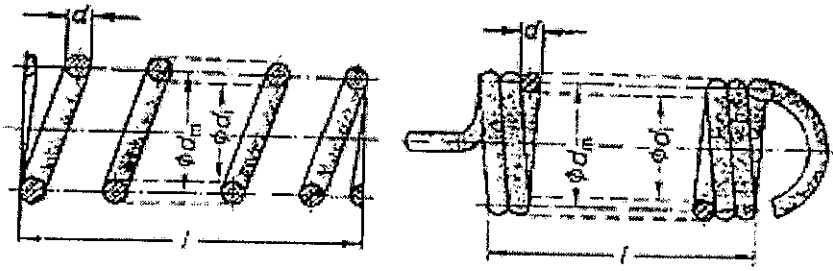
(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

2.8.5 การคำนวณความยาวลวดเพื่อม้วนลวดสปริงอัด

ขนาดความยาวของลวดสปริงที่จะต้องใช้ในการม้วนสปริงดึงและสปริงอัดจะใช้สูตรสม การคำนวณเหมือนกันสำหรับสปริงอัดจะ กำหนดให้มีขดตายเพิ่ม 1 ขด เพื่อจะได้เจียระไนปลายขด สปริงให้เรียบ ส่วนสปริงดึงจะต้องเพิ่มขดสปริงอีก 2 ขด เพื่อที่จะทำการดัดปลายห่วงทั้ง 2 ข้าง สูตรที่ใช้คำนวณความยาวลวดสำหรับสปริงอัดและสปริงดึงมีดังนี้

$$L = d_m * ¶ * (n + 2\ *)$$ หน่วย mm

* ขดสปริงม้วนเพิ่มเติมสำหรับขดตาย 2 ขด หรือสำหรับห่วงดึง 2 ห่วง



การกำหนดขนาดของสปริงอัด การกำหนดขนาดของสปริงดึง

รูปที่ 2.25 การกำหนดขนาดของสปริง

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

โดยที่

L = ความยาวของลวดสปริงที่ยังไม่รับภาระ,mm

d_i = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของขดสปริง,mm

d_m = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยของขดสปริง,mm

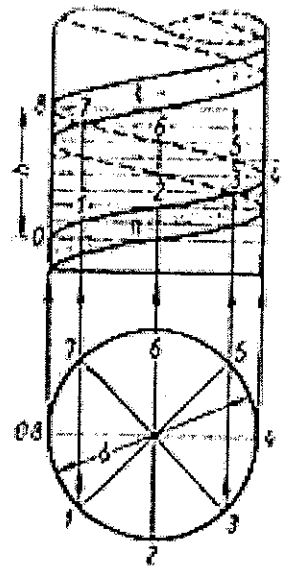
n = จำนวนขดสปริง

L = ความยาวลวดสปริงที่ใช้,mm

2.9 สลักเกลียว

2.9.1 เกลียว

รูปร่างพื้นฐานของเกลียวแต่ละเกลียวจะเป็นรูปร่างที่เป็นแนวเส้นรอบทรงกระบอก เมื่อมาครบหนึ่งรอบจะเกิดจุดเยื้องกันเป็นระยะห่าง เรียกว่า ระยะพิชต์ (Pitch) สัญลักณ์ใช้แทนด้วย P เมื่อทำการคลี่เส้นแนวเกลียวออกมาก็จะกลายเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก ตามรูปที่ 2.26



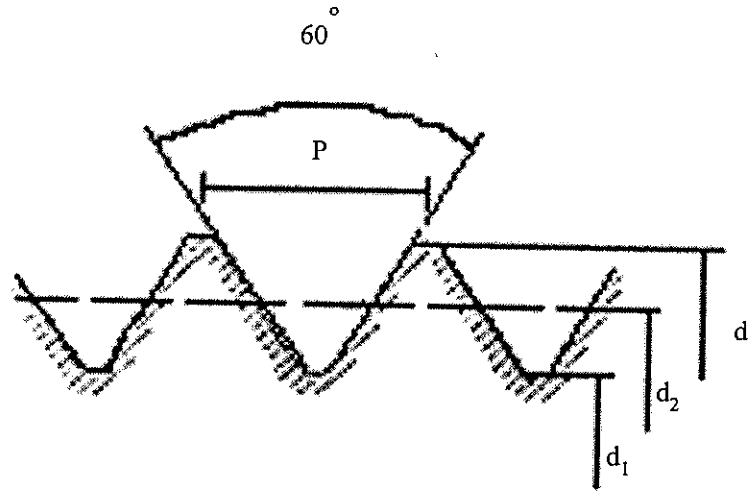
รูปที่ 2.26 การเกิดเส้นสกรู

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

2.9.2 การกำหนดขนาดของเกลียว

ปกติเกลียวจะกำหนดขนาดไว้ 5 ขนาด

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอกสุด d เป็นขนาดที่ใช้เรียกของเกลียวหรือเรียกว่า ขนาดเรียกของเกลียว
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนเกลียว d_1
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ยตามแนววงกลมพิชต์ เป็นขนาดที่ใช้วัดเกลียวที่สำคัญ d_2
- มุมยอดเกลียว จะบอกมุมเอียงของผิวเกลียวทั้งสอง



รูปที่ 2.27 รูปร่างภาคตัดเกลียวยอดแหลม

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

2.9.3 ชนิดของเกลียว

แบ่งได้ตามรูปร่างของเกลียวได้ดังนี้

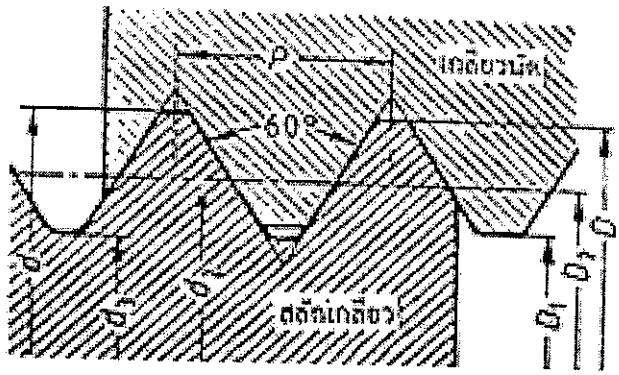
เกลียวยอดแหลม เป็นเกลียวที่มีใช้งานบ่อยที่สุดทั่วโลก

เกลียวเมตริก ISO เป็นเกลียวยอดแหลมที่มุมยอดเกลียว 60 องศา เกลียวชนิดนี้แบ่งออกเป็นเกลียวปกติ (เกลียวหยาบ) และเกลียวสะอาด

เกลียวปกติที่ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตนอกสุด d จะมีขนาดระยะพิตช์เพียงขนาดเดียว ในการใช้สัญลักษณ์เกลียวจะเรียกตามขนาด เช่น M16 เกลียวละเอียด มีขนาดระยะพิตช์เล็กกว่าเกลียวปกติและมีหลายขนาด เกลียวนี้ป้องกันการคลายตัวของเกลียวได้ดีกว่าเกลียวหยาบ ในการใช้สัญลักษณ์เกลียวจะเรียกตามขนาดเรียกเกลียวและขนาดระยะพิตช์ เช่น M16x1.5 หากทราบชนิด

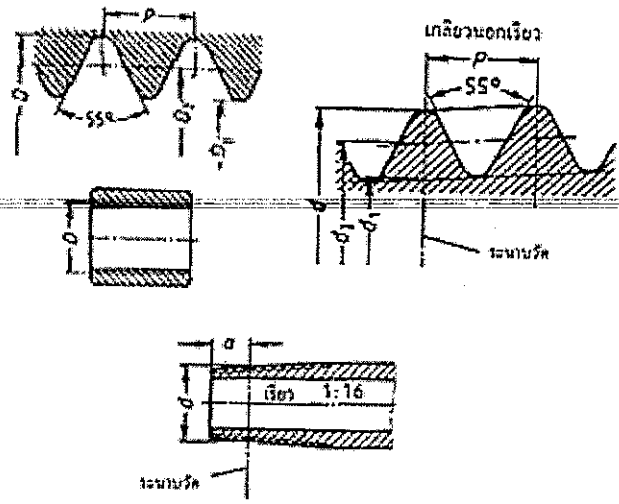
เกลียว ขนาดเรียกเกลียว และระยะพิชต์ก็จะสามารถคำนวณหรือเปิดดูตารางขนาดอื่น ๆ ของเกลียวได้

เกลียวท่อวิตเวอต์และเกลียววิตเวอต์ละเอียด จะมีมุมยอดเกลียว 55 องศา นิยมใช้ในงานติดตั้งประปาและสุขภัณฑ์ เกลียวท่อวิตเวอต จะอ้างอิงถึงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุท่อ สำหรับเกลียวท่อมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ DN 20 (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 19.05 mm (3/4 นิ้ว)) ใช้สัญลักษณ์ย่อคือ R 3/4 ท่อน้ำประปาจะมีเกลียวในขนานทรงกระบอกส่วนเกลียวนอกจะเรียว ดูรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 เกลียวเมตริก ISO

ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ	d=D
ระยะพิตช์	P
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนเกลียว	d_3= d - 1.2269P
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางยอดฟันเกลียวนัต	D_1= d - 1.0825P
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางพิตช์	d_2= D_2= d - 0.6495P
มุมเกลียว	60°



รูปที่ 2.29 เกลียวท่อวิตเวอต์

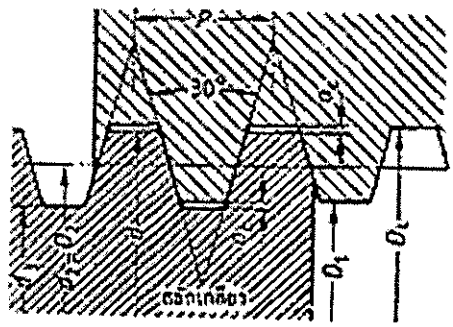
(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู

จะมีมุมยอดเกลียว 30 องศา (ดูรูปที่ 2.30) เกลียวนี้จะมีแรงเสียดทานผิดด้านข้างน้อยกว่าเกลียวเมตริก จึงนิยมนำมาใช้เป็นเกลียวขับเคลื่อน เช่น เกลียวสปินเดิลเครื่องอัดหรือเพลาสปินเดิลป้อนในเครื่องมือกล เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูสัญลักษณ์ Tr24x6 หมายถึงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 24 mm มีระยะพิชต์ 6 mm

เกลียวฟันเลื่อย

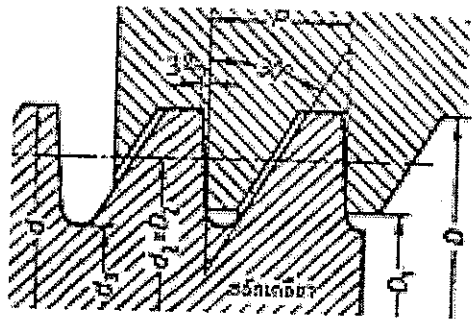
จะเป็นมุมยอดเกลียว 33 องศา (ดูรูปที่ 2.31) เกลียวนี้มีรูปทรงไม่สมมาตร จึงนิยมนำมาใช้ให้ด้านข้างเกลียวด้านหนึ่งรับภาระสูงกว่าเกลียวที่ขับเคลื่อน เช่น ปลอกบีบที่ใช้บนเครื่องกลึง เกลียว อุปกรณ์ยกเกลียวฟันเลื่อย สัญลักษณ์ S24x5 หมายถึงมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 22 mm มีระยะพิชต์ 5 mm



รูปที่ 2.30 เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมู

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

ขนาดเส้นผ่านย์กลางระบุ	D
ระยะพิตช์	P
ขนาดเส้นผ่านย์กลางโคนเกลียว	$d_3 = d - (P+2a_c)$
ขนาดเส้นผ่านย์กลางยอดฟันเกลียวนัต	$D_1 = d - P$
ขนาดเส้นผ่านย์กลางพิตช์	$d_2 = d - 0.5P$
ขนาดเส้นผ่านย์กลางโคนเกลียวนัต	$D_4 = d+2a_c$
มุมเกลียว	30°



รูปที่ 2.31 เกลียวฟันเลื่อย

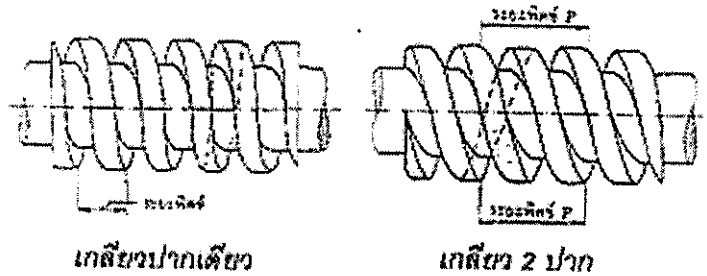
(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

ขนาดเส้นผ่านนย์กลางระบุ	d=D
ระยะพิตช์	P
ขนาดเส้นผ่านนย์กลางโคนเกลียว	$d_1 = d - 1.736P$
ขนาดเส้นผ่านนย์กลางยอดฟันเกลียวนัต	$D_1 = d - 1.5P$
ขนาดเส้นผ่านนย์กลางพิตช์	$d_2 = d - 0.682\ P$
มุมเกลียว	30° + 3°

เกลียวกลม

จะมียอดเกลียวมนโค้งมีมุมยอดเกลียว 30 องศา เหมาะสำหรับงานขันยึดในที่ที่มีความสกปรกรับความร้อนสูง รับแรงกระแทกหรืองานหยาบ เกลียวกลมสัญลักษณ์ Rd30x1/8 จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางนอกสุด 30 mm และระยะพิชต์ 3.18 mm (1/8 นิ้ว)

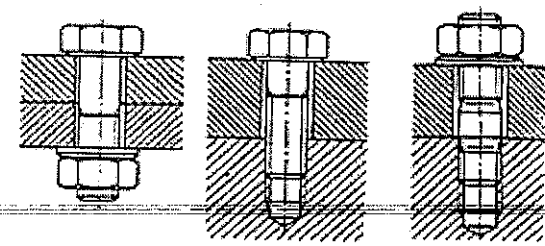
การแบ่งเกลียวตามทิศทางการหมุนและจำนวนปากเกลียว ตามทิศทางการเหมุนของเกลียวจะแบ่งเป็นเกลียวขวาและเกลียวซ้าย เมื่อจับสกรูให้อยู่ในแนวดิ่ง แนวเกลียวเอียงชันไปทางขวามือแสดง ว่าเป็นเกลียวขวา แต่ถ้าเกลียวเอียงชันไปทางซ้าย แสดงว่าเป็นเกลียวซ้ายเกลียวจะมีการนำมาใช้ในกรณีที่เกลียวขวาสามารถคลายหลวมออกได้เอง เช่น สกรูยึดแผ่นหินเจียระไน แป้นขับรถจักรยาน หรือในกรณีที่ต้องการให้เคลื่อนที่ตามแนวยาวตามทิศทางการหมุนที่กำหนดให้เกลียวซ้ายจะใช้สัญลักษณ์ย่อว่า LH (Left Hand) ต่อท้ายสัญลักษณ์เกลียว เช่น M20x1-LH เกลียวสามารถแบ่งเป็นเกลียวปากเดียว และเกลียวหลายปากได้ ดังรูปที่ 2.32 เกลียวหลายปากจะใช้งานก็ต่อเมื่อต้องการให้มีการหมุนเคลื่อนที่ตามแนวยาวได้ระยะทางมาก ๆ เช่น เกลียวเพลาสปินเดิลอัดหรือเกลียวตัวหนอน ในการเขียนสัญลักษณ์ของเกลียวหลายปากจะบอกระยะพิชต์ P ต่อท้ายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุเกลียว และตัวเลขสำหรับหารต่อท้ายอีก เช่น Tr32 x 18 P6 (18:6 เกลียว 3 ปาก) เกลียวสี่เหลี่ยมคางหมูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุ 32 mm มีระยะพิชต์ 18 mm และระยะแย่ง 6 mm)



รูปที่ 2.32 เกลียวปากเดียว และเกลียว 2 ปาก.
(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

2.9.4 การยึดด้วยสกรู

ในการยึดสิ้นส่วนในเครื่องจักรกลส่วนใหญ่จะนิยมใช้สกรูที่สามารถถอดได้ง่าย สกรูที่ใช้จะแบ่งได้ 3 ลักษณะ คือ สกรูยึดแบบร้อย สกรูยึดแบบฝังในชิ้นงาน สกรูยึดแบบสลักฝัง (Stud) แสดงดังรูปที่ 2.33



รูปที่ 2.33 ลักษณะการยึดด้วยสกรู
(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

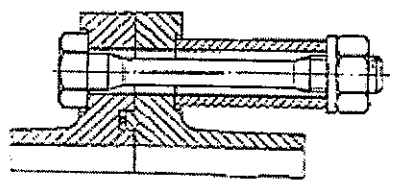
สกรูยึดแบบร้อย จะมีการยึดกดชิ้นงานให้แนบแน่นเข้าด้วยกัน จากการขันหัวสกรูและนัต

สกรูยึดแบบฝังในชิ้นงาน จะการขันสกรูเข้าไปในชิ้นงานชิ้นหนึ่งให้เกิดการยึดชิ้นงานอื่น ๆ ได้

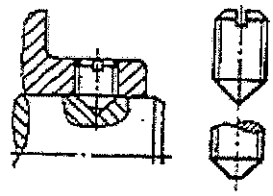
สกรูยึดแบบสลักฝัง จะมีนัตอยู่ที่ปลายสลักเกลียว

สกรูแบบยึดตัว (แสดงดังรูปที่ 2.34) ใช้สำหรับชิ้นส่วนที่มีการรับภาระสูง และมีการเคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาสกรูนี้จะมีทั้งขนาดสั้นและยาว ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำตัวจะมีขนาดประมาณ 90 % ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโคนเกลียวสกรูนี้จะมีความยืดหยุ่นตัวเมื่อมีการขันยึดด้วยเหตุนี้จึงไม่ต้องใช้ตัวล๊อสกรูแต่อย่างใด ตัวอย่างการใช้งานได้แก่ สกรูยึดของก้านสูบ หน้าแปลนที่ใช้แรงอัดสูง

สกรูแบบสลักฝัง (ดูรูปที่ 2.35) เป็นสกรูที่ไม่มีหัว แต่จะมีเกลียวยาวตลอดลำตัว ส่วนใหญ่จะนำมาใช้ทำหน้าที่ล๊อกตำแหน่งของชิ้นงานเข้ากับเพลา ปลายสกรูชนิดนี้ส่วนมากจะนิยมชุบแข็ง รูปร่างปลายสกรูนี้จะมีลักษณะตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการยึดเข้ากับเพลา



รูปที่ 2.34 สกรูแบบยึดตัว
(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

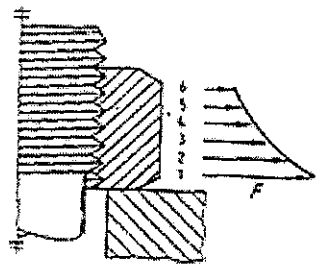


รูปที่ 2.35 สกรูแบบสลักฝัง

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

2.9.5 นัต (Nut)

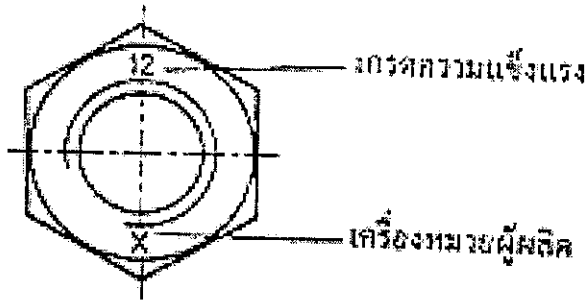
ในการยึดชิ้นงานด้วยสกรูและนัตจะเกิดมีแรงดึงในหัวสกรูและนัต แล้วถ่ายทอดเป็นแรงกดบนชิ้นงานจากแรงขันยึดสกรูจะทำให้สกรูเกิดการยืดตัวออก ที่นัตจะเกิดแรงกระทำที่ฟันเกลียวที่ 1 มากที่สุดและลดน้อยลงไปเรื่อย ๆ บนฟันเกลียวที่ 2,3,...,6 แสดงดังรูปที่ 2.36



รูปที่ 2.36 การกระจายแรงที่กระทำต่อเกลียวของนัต

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

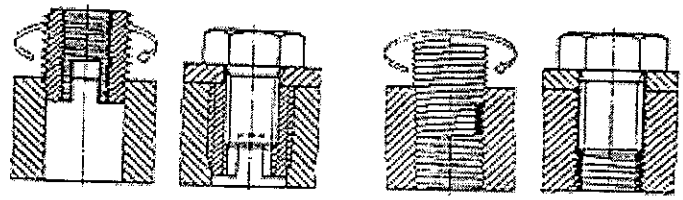
สัญลักษณ์ค่าความแข็งแรงของนัตจะคูณด้วย 100 จึงจะเป็นค่าความต้านแรงดึงต่ำสุดของวัสดุทำนัต มีหน่วยเป็น N/mm^2 เช่น นัต 12 = 12×100 = 1200 N/mm^2 ดังรูปที่ 2.37



รูปที่ 2.37 การบอกค่าความแข็งของนัต.

(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

เกลียวชนิดสวม (รูปที่ 2.38) วัสดุชิ้นงานที่มีความต้านแรงเฉือนต่ำ เช่น โลหะเบา พลาสติก และไม้ที่มีการทำเกลียวไว้ ส่วนมากเกลียวในนี้จะเสียหายได้ง่าย แต่ถ้ามีการใช้เกลียวชนิดสวมก็จะสามารถป้องกันการเสียหายนี้ได้ เมื่อมีการซ่อนเกลียวในของชิ้นงานก็สามารถกระทำโดยการสวมเข้าไป (ตัวเกลียวรูในของชิ้นงานไปด้วย) หรือวิธีการกดเข้าไปในรูชิ้นงาน หรือการขันเกลียวชนิดสวมเข้าไปในเกลียวชิ้นงานที่เตรียมไว้แล้วก็ได้

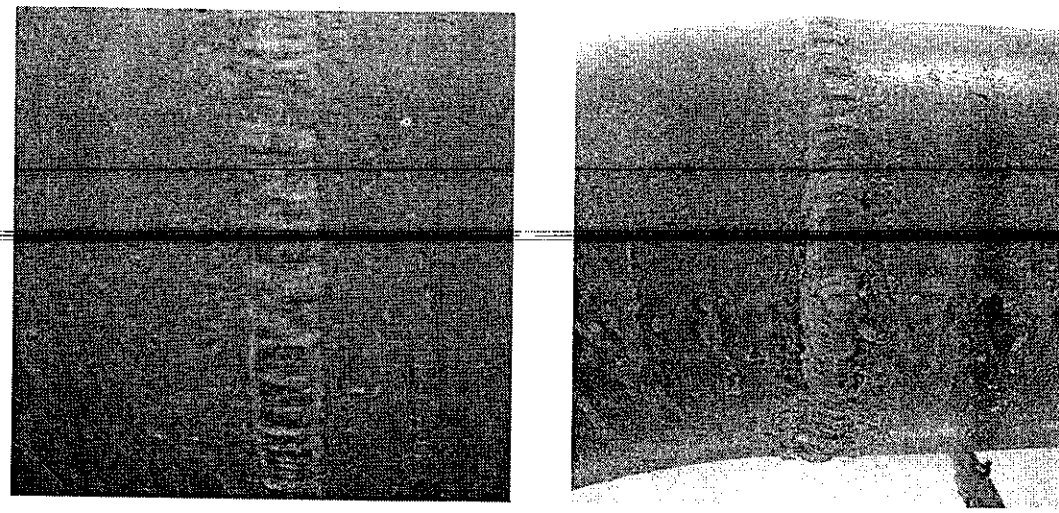


รูปที่ 2.38 เกลียวชนิดสวม
(ที่มา : www.jj-engineer.u41.com)

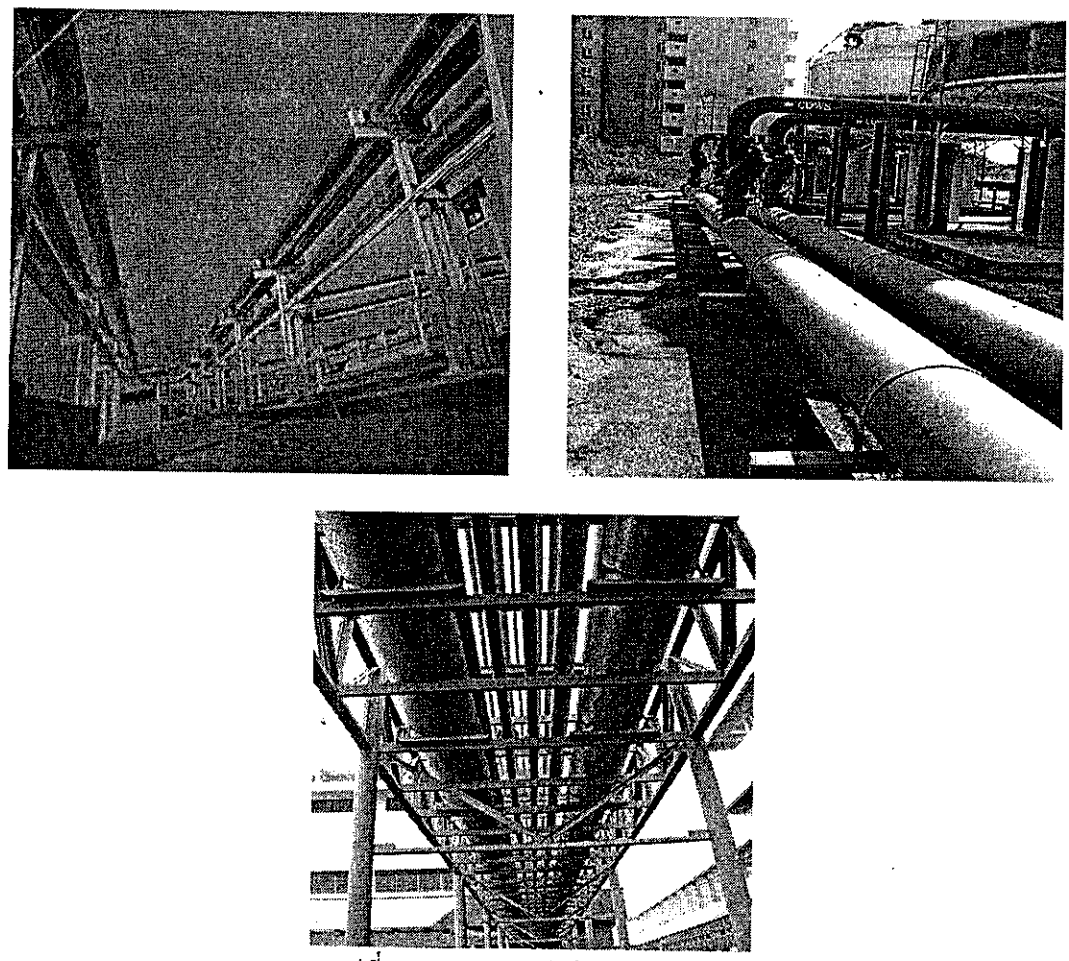
2.10 การเชื่อมต่อ

การเชื่อมต่อ (welded joints) เป็นวิธีการต่อชิ้นงานเข้าด้วยกัน ซึ่งนิยมใช้กันมากในอุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ สำหรับรอยเชื่อมซึ่งรับแรงสูง นิยมใช้วิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้า (arc welding) การเชื่อมด้วยแกส (gas welding) และการเชื่อมด้วยความต้านทานไฟฟ้า (resistant welding)

ปัญหาซึ่งวิศวกรออกแบบรอยเชื่อมต่อต้องพบอยู่เสมอก็คือ การที่ไม่สามารถที่จะคำนวณหาความแข็งแรงของรอยเชื่อมได้อย่างใกล้เคียงเหมือนเช่นการคำนวณเกี่ยวกับความแข็งแรงของชิ้นส่วนเครื่องจักรกลอย่างอื่น ๆ ทั้งนี้เพราะยังไม่มีใครที่สามารถจะหาคำตอบของความเค้นที่เกิดขึ้นในรอยเชื่อมได้ดีพอ ดังนั้นในการคำนวณเกี่ยวกับรอยเชื่อมทั้งหมดจึงเป็นวิธีการประมาณค่าความเค้นอย่างหยาบ ๆ เท่านั้น อย่างไรก็ตามผลงานที่ได้จากการประมาณเหล่านี้ก็ได้ผ่านการใช้งานอย่างได้ผลดีมาแล้วในอดีต จนเป็นที่น่าเชื่อถือ ตัวอย่างรอยเชื่อมและลักษณะการติดตั้งท่อในline ต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 2.39



รูปที่ 2.39 การเชื่อมต่อท่อ



รูปที่ 2.40 การวางท่อใน line ต่าง ๆ