

บทที่ 12

สร้าง Part งานแผ่นพับ (Creating a Sheet Metal Part)

ในบทนี้จะสร้าง part งานแผ่นพับตามที่แสดง โดยอธิบายถึง:





- ❑ การยืดเป็นแผ่นบาง (Extruding a *thin feature*)
- ❑ ใส่การพับ (Inserting *bends*)
- ❑ คลี่งานกลับ (*Rolling back* a design)
- ❑ ใช้ Feature Palette (Using the *Feature Palette* window)
- ❑ ใช้ Forming Tool (Applying a *forming tool*)
- ❑ สร้าง, วาง และจัดแบบของ Form Feature (Creating, positioning and patterning a *form feature*)

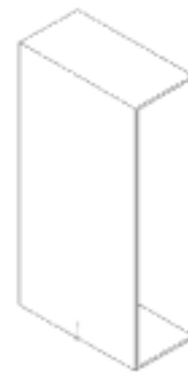
สำหรับข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับการใช้ฟังก์ชันงานแผ่นพับของ SolidWorks (SolidWorks sheet metal functions) ดูในบทที่ 12 ของ *SolidWorks 99 User's Guide* หรือใน Online help



สั่งยึดเป็นแผ่นบาง (Extruding a Thin Feature)

ในการทำ part ที่เป็นงานแผ่นพับควรเริ่มออกแบบ part ในลักษณะที่อยู่ในขั้นตอนพับเรียบร้อยแล้ว (*bent-up* state) อันนี้จะช่วยจับจุดมุ่งหมายของการออกแบบและได้ขนาดงานตามที่เสร็จแล้วจริง งานแผ่นพับจะต้องมีความหนาเท่ากันทั้งแผ่น และวิธีการทำอย่างนั้นก็คือใช้การยึดรูปเปิดของ profile เป็นแผ่นบาง - *thin feature*


1. เปิดไฟล์ part ใหม่แล้วเปิด sketch บน Plane3, คลิก Normal to 
2. คลิก Grid  บน Sketch ทูลบาร์ เลือกเอาช่อง Display grid และ Snap to points ออกแล้วคลิก OK
3. เริ่มจากจุด 0,0 ให้ sketch เส้นตั้งขึ้นไปแล้วให้ขนาดเท่ากับ 200mm
4. Sketch เส้นนอน 2 เส้นตามรูปให้ขนาดเส้นบนเป็น 50mm
5. คลิก Add Relation  หรือ Tools, Relations, Add แล้วให้ความสัมพันธ์แบบ Equal ระหว่างเส้นนอน 2 เส้น
6. คลิก Extruded Boss/Base  หรือ Insert, Base, Extrude กดช่องข้อความ Extrude Thin Feature ขึ้นมา
7. บนแถบ End Condition:
 - ให้ Type เป็น Mid Plane
 - ค่า Depth เป็น 100mm
8. บนแถบ Thin Feature
 - ให้ Type เป็น One-Direction
 - ให้ค่า Wall Thickness เป็น 2mm (ความหนาของ part)
 - ถ้าจำเป็นให้เลือก Reverse เพื่อให้ยึดความหนาเข้าด้านใน
9. คลิก OK

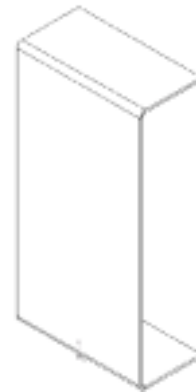


ใส่การพับ (Inserting Sheet Metal Bends)

ตอนนี้จะเป็นการแปลง part ที่เป็น thin feature ให้เป็นงานแผ่นพับ ในการสร้างรอยพับจะต้องกำหนด:

- ❑ Fixed face – คือหน้า ที่อยู่กึ่งที่ เวลาโปรแกรมทำการคลี่ (วางให้เรียบ) ตัวงานแผ่นพับ
- ❑ Default bend radius – คือค่าเริ่มต้นของรัศมีด้านในของการพับที่ใช้เวลาสร้างรอยพับหรือใส่ขอบผนัง
- ❑ Bend allowance – คือการกำหนดระยะเผื่อของรอยพับโดยใช้วิธี:
 - **Bend table** คือตารางกำหนดวัสดุที่สร้างขึ้นโดยมีค่า bend allowance ที่ได้จากการคำนวณค่าของความหนาและ bend radius
 - **K-factor** คืออัตราส่วนที่บอกตำแหน่งของแผ่นงานปกติต่อความหนาของตัวงานแผ่นพับ
 - ค่า **Bend allowance** คือค่าที่ใส่ลงไปตรงๆ ซึ่งค่านี้ได้มาจากประสบการณ์ของพนักงานและการปฏิบัติจริงในโรงฝึก

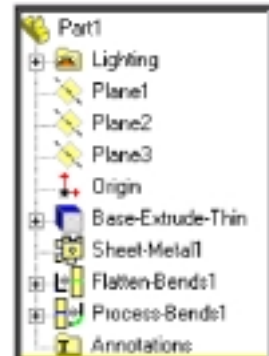
1. คลิก Insert Bends  บน Feature ทูลบาร์หรือคลิก Insert, Features, Bends
กล่องข้อความ Flatten-Bends ขึ้นมา
2. เลือกหน้าด้านหน้าของตัว thin feature ให้เป็น fixed face
3. ให้ค่า Default bend radius เป็น 2mm
4. ได้ส่วน Bend allowance ให้ดูว่าเลือก Use k-factor ซึ่งในตัวอย่างนี้จะใช้ค่าตามค่าเริ่มต้นคือ 0.5
5. ดูว่าเลือก Use auto relief นั่นคือจะปล่อยให้โปรแกรมใส่รอยตัดเปิดให้ในกรณีที่ต้องใช้เวลาพับงาน
ในตัวอย่างจะใช้ relief type เป็น Rectangular ตามเดิมและใช้ค่า Relief ratio เป็น 0.5 ตามค่าเริ่มต้น โดย
ค่า relief ratio จะเป็นระยะที่รอยตัดเปิดยึดผ่านไปในส่วนของการพับ
6. คลิก OK
7. บันทึกไฟล์ในชื่อ Cover.sldprt



ย้อนการออกแบบ (Rolling Back the Design)

ตรวจดูใน FeatureManager design tree มี feature 3 อันที่เป็นขั้นตอนในการสร้างชิ้นงานแผ่นพับ


- ❑ Sheet-Metal1, ส่วนของ Sheet-Metal feature นี้เป็นจุดเริ่มต้นของขั้นตอนซึ่งจะมีข้อมูลค่าเริ่มต้นของการพับงาน (default bend parameters)
- ❑ Flatten-Bends1, ส่วนของ Flatten-Bends feature นี้ใส่รอยพับที่จำเป็นต้องมีด้วยระยะเผื่อของการพับ (bend allowance) และคลื่นงานกลับเป็นแผ่นเรียบโดยมีเส้นรอยพับอยู่ในที่ที่ต้องการ
- ❑ Process-Bends1, ส่วนของ Process-Bends feature นี้จะพับ (ขั้นตอนการทำงาน) งานที่เป็นแผ่นเรียบกลับมาเป็นตัวพับ (bent-up state)

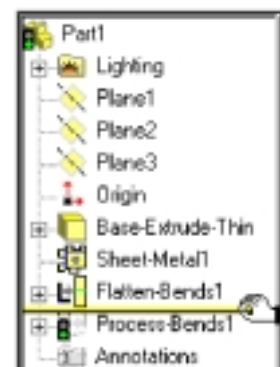


ตอนนี้มาคลี่งานออกเป็นแผ่นเพื่อที่จะใส่รูลงบนส่วนปีกที่พับ ตรงนี้สามารถที่จะใส่รูก่อนที่จะพับงานก็ได้ แต่ในตัวอย่างนี้จะใส่รูลงในลำดับเดียวกับขั้นตอนการผลิตคือ: แผ่นเรียบของ part ถูกตัดแล้วจะรูลงไปจากนั้นงานจะถูกพับ

การคลี่งานพับ ให้ใช้การย้อนกลับไปในสภาพที่เป็นแผ่นเรียบอยู่ (flattened state) แล้วเพิ่ม feature ใหม่ลงไปก่อน Process-Bends feature สำหรับการเพิ่ม feature ใหม่ลงไปก่อน Process-Bends feature จะทำให้เห็น feature นี้ในขณะที่ part เป็นแผ่นเรียบ

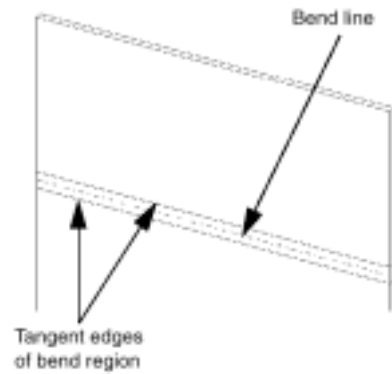
1. คลิก Hidden Lines Removed 
2. ย้อนการออกแบบกลับไปสภาพที่เป็นแผ่นเรียบโดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่งจากข้างล่าง:

- คลิก Flattened  บน Features ทูลบาร์
- คลิก Process-Bends1 ใน FeatureManager design tree แล้วคลิก Edit, Rollback
- คลิกที่ Rollback bar ตรงส่วนล่างของ FeatureManager design tree แล้วลากกลับไปไว้ก่อน Process-Bends1 ตัวชี้จะเปลี่ยนเป็นรูปมือและตัว bar จะเปลี่ยนจากสีเหลืองเป็นสีน้ำเงินตอนที่ถูกเลือก







ไม่ว่าจะใช้วิธีใด part จะถูกทำให้เรียบซึ่งจะเห็นเส้นขอบที่สัมผัสกับบริเวณรอยพับต่างๆ ความยาวทั้งหมดของแผ่นเรียบจะถูกคำนวณด้วยการชดเชยค่ารัศมีการพับและค่า bend allowance

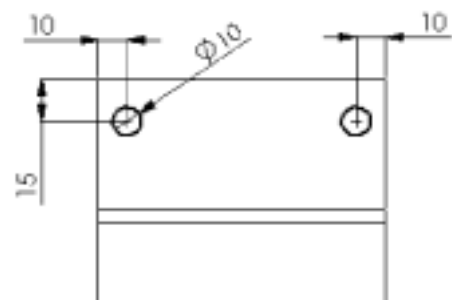
- ในการดูเส้นรอยพับจริงๆ ให้คลิกขวาที่ Sharp-Sketch feature ได้ Flatten-Bends แล้วเลือก Show
- การซ่อนเส้นรอยพับให้คลิกขวาที่ Sharp-Sketch feature อีกครั้งแล้วคลิก Hide





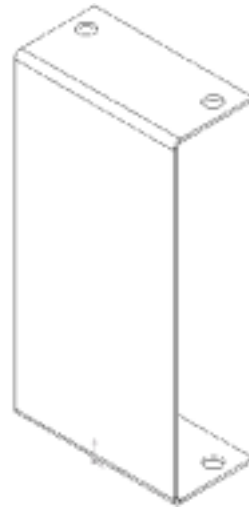
ใส่รู (Inserting the Holes)

ตอนนี้ part เป็นแผ่นเรียบแล้ว ให้เจาะรูลงไป

- เปิด sketch บนหน้าด้านหน้าหรือบนหน้าของปีกพับอันใดอันหนึ่ง
- คลิก Centerline  แล้ว sketch เส้น centerline ในแนวนอนข้ามจุดกึ่งกลาง  ของหน้าด้านหน้าตามที่แสดง
- ในขณะที่เส้น centerline ยังถูกเลือกอยู่ให้คลิก Mirror  หรือคลิก Tools, Sketch Tools, Mirror
- Sketch วงกลม 2 วงบนปีกพับบน วงกลมทั้ง 2 จะถูก mirror ไปไว้ที่ปีกพับอันล่างด้วย
- ให้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงกลมซ้าย-บนเป็น 10mm
- คลิก Add Relation  หรือ Tools, Relations, Add
 - เพิ่มความสัมพันธ์แบบ Equal ระหว่างวงกลมอันบน 2 อัน
 - เพิ่มความสัมพันธ์แบบ Horizontal ระหว่างจุดศูนย์กลางของวงกลมอันบน 2 อัน
 - ปิดกล่องข้อความ Add Geometric Relations
- ให้ขนาดวงกลมด้านบนให้เรียบร้อยตามที่แสดง ตอนนี้วงกลมทั้ง 4 จะเป็น fully defined หมดแล้ว



8. คลิก Extruded Cut  หรือ Insert, Cut, Extrude โดยให้ Type เป็น Through All แล้วคลิก OK
9. เพื่อกลับไปในสภาพงานที่พับเรียบร้อยแล้วให้คลิก Flattened  หรือลาก rollback bar กลับไปที่ด้านล่างสุดของ FeatureManager design tree ตรวจสอบดูใน FeatureManager design tree จะเห็น Cut-Extrude feature อยู่ระหว่าง feature ของ Flatten-Bends และ Process-Bends
10. บันทึกไฟล์



ใช้ Forming Tool และ Feature Palette Window



(Using Forming Tools and the Feature Palette Window)

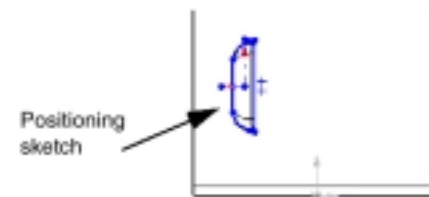
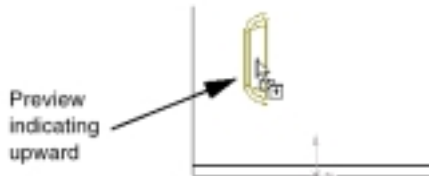
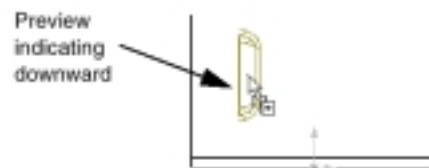
Forming tool สำหรับงานแผ่นพับเป็น part พิเศษของ SolidWorks ที่เป็นเหมือนตัว die ไว้เซ็งอ, ไข่ยัด หรือใช้ขึ้นรูปงานแผ่นพับ สำหรับการจะใช้ Forming tool บนงานแผ่นพับทำได้ผ่านหน้าต่าง Feature Palette เพื่อใช้สร้างเกล็ด (louvers), หอก (lances), คีว (ribs) หรืออื่นๆ

SolidWorks มีตัวอย่างของ forming tool หลายๆ แบบให้เริ่มใช้ ซึ่งในตัวอย่างนี้จะเอารูปแบบหนึ่งของ forming tool เหล่านี้มาใช้

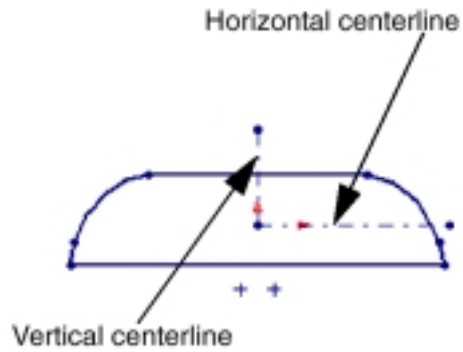
ข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับ forming tool และ Feature Palette ให้ดูในบทที่ 11 ของ *SolidWorks 99 User's Guide* หรือใน Online help

ใช้ Forming Tool (Applying the Forming Tool)

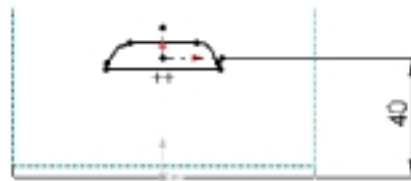
1. คลิก **Tools, Feature Palette** เพื่อแสดงหน้าต่าง Feature Palette
ตามค่าเริ่มต้นแล้วหน้าต่าง Feature Palette จะเปิดขึ้นมาที่โฟลเดอร์ระดับบน หรือที่ **Palette Home** โดย
หน้าต่าง Feature Palette นี้จะเปิดอยู่บนหน้าต่างของ SolidWorks ขณะที่ใช้ทำงานอยู่
2. คลิก-คลิกเพื่อเปิดที่ forming tools โฟลเดอร์  แล้วคลิก-คลิกโฟลเดอร์ **Louvers**
Palette ต่างๆ จะแสดงขึ้นมาเป็นรูปเล็กๆ (thumbnail graphics) เพื่อให้ง่ายต่อการหา, เลือกและใส่ลงใน
part ของ SolidWorks หรือในไฟล์ assembly
3. การจะใช้ louver ใน part งานแผ่นพับ ให้ลาก louver
จากหน้าต่าง Feature Palette ไปไว้ที่หน้าด้านหน้า
ของ part งานแผ่นพับ ตรงนี้ยังไม่ต้องปล่อยตัว
forming tool
ตามค่าเริ่มต้นแล้ว forming tool จะวิ่งลงทะลุหน้าที่
เลือกไว้
4. ในกรกลับทิศทางให้วิ่งขึ้น ให้กดคีย์ **Tab**
รูปตัวอย่างเปลี่ยนแปลงตามโดยอัตโนมัติ
5. ปล่อย forming tool
กล่องข้อความ **Position form feature** ขึ้นมา
เปิดกล่องข้อความ **Position form feature** ที่ไว้แล้ว
วางตำแหน่งของ louver บนหน้านั้นโดยใช้ตัว
positioning sketch
6. หมุน positioning sketch ไป 90° ให้คลิก **Modify Sketch**  บน Sketch ทูลบาร์หรือคลิก **Tools,**
Sketch Tools, Modify
7. ใส่ค่า 90 ลงในช่อง **Rotate** บนกล่องข้อความ **Modify Sketch** แล้วกด **Enter**
8. คลิก **Close**



9. คลิก Dimension  แล้วคลิก Plane2 ใน FeatureManager design tree จากนั้นคลิกเส้น centerline แนวนอนของตัว positioning sketch ให้ขนาดเป็น 40mm

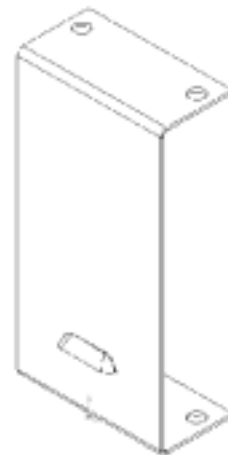


10. ในการวาง louver ให้ตรงกลางหน้าและกำหนดให้ position sketch เป็น fully define ให้ใส่ความสัมพันธ์แบบ Collinear ระหว่าง Plane3 กับเส้น centerline ในแนวตั้ง (vertical centerline) ของตัว positioning sketch




11. คลิก Finish เพื่อออกจากกล่องข้อความ Position form feature

12. คลิกที่ปุ่ม  เพื่อปิดหน้าต่าง Feature Palette ตรวจสอบใน FeatureManager design tree สังเกตดู form feature ชื่อ louver1 ที่ขึ้นอยู่หลัง feature ของ Process-Bends1



ทำ Pattern ของ Form Feature (Patterning the Form Feature)

ตอนนี้มาสร้าง linear pattern ของตัว louver

1. คลิก Linear Pattern  หรือ Insert, Pattern/Mirror, Linear Pattern
2. คลิกในช่อง Direction selected แล้วคลิกที่เส้นขอบในแนวตั้งของหน้า ด้านหน้า ลูกศรขึ้นมาแสดงรูปตัวอย่างทิศทางของ pattern
3. เลือก Reverse direction ถ้าจำเป็นต้องเปลี่ยนให้ลูกศรชี้ขึ้น
4. ให้ค่า Spacing เป็น 40 และ Total instances เป็น 4
5. ดูว่า louver1 อยู่ในรายการของช่อง Items to copy
6. เลือก Geometry pattern

ตัวเลือก Geometry pattern จะช่วยเพิ่มความเร็วในการสร้างและการ rebuild ตัว pattern เนื่องจาก feature แต่ละชิ้นจะถูก copy แต่ไม่ถูก solve

7. คลิก OK
8. บันทึกไฟล์



