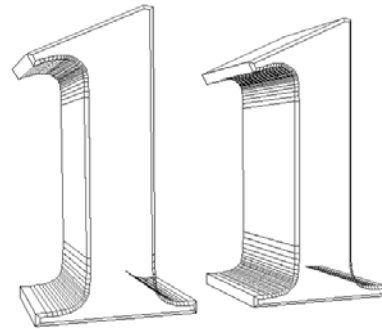
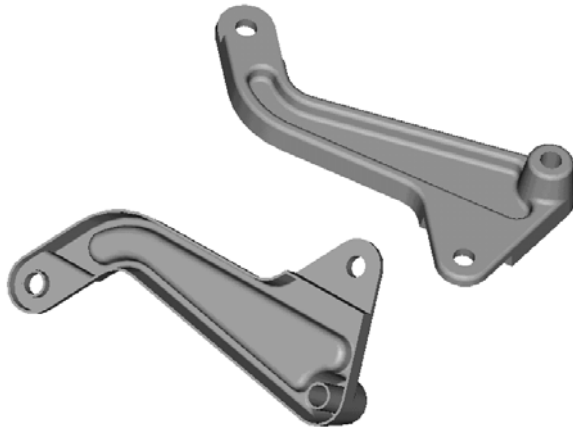
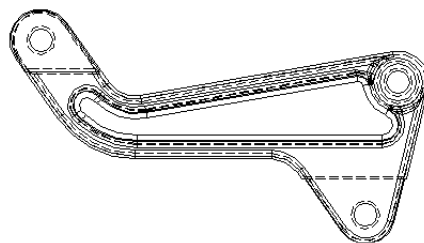




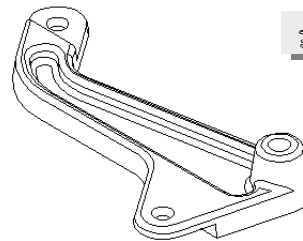
บทที่ 11

แบบฝึกหัดการขึ้นรูปชิ้นส่วนพารามетริกโซลิด IV

ในบทนี้เราจะลงมือขึ้นรูปชิ้นส่วนพารามетริกโซลิด 3 มิติดังปรากฏในภาพฉายออร์โธกราฟิก(Orthographic) แบบมุมที่ 3 (ISO-Method A) ดังรูปที่ 11.1 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

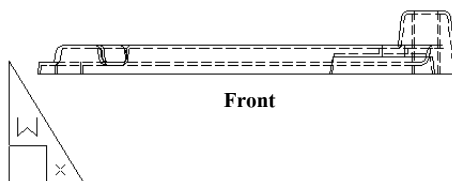


Top

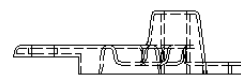


Iso

รูปที่ 11.1



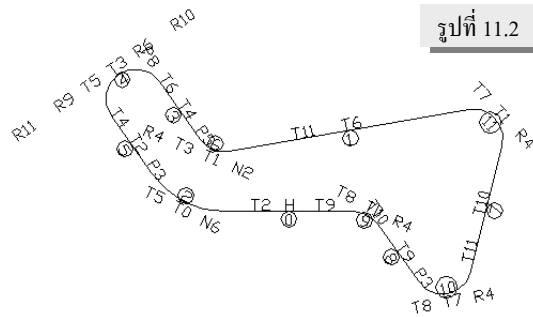
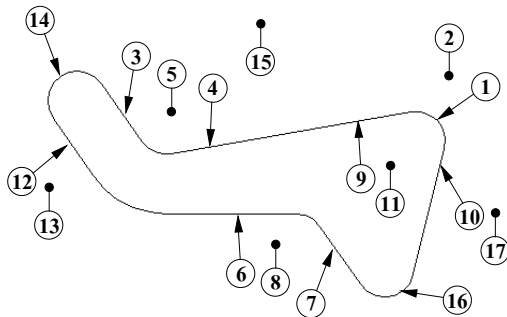
Front



Right

ขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นส่วนพารามетริกโซลิด

1. ใช้คำสั่ง File ► Open เปิดไฟล์ 11-02.dwg จากไดเรกตอรี \Exercise บนแผ่น CD-ROM แบนท้ายหนังสือคู่มือเล่มนี้ จะปรากฏดังรูปที่ 11.2 (ซ้าย)



รูปที่ 11.2

Note

เนื่องจากเนื้อหาในหนังสือมีจำกัด ผู้เขียนจึงได้ใช้คำสั่ง LINE และคำสั่ง ARC เขียนเส้นตรงและเส้นโค้งด้วยขนาดจริงเป็นโครงร่างของชิ้นส่วนโซลิดในเลเยอร์ Sketch1 ดังรูปที่ 11.2 (ซ้าย) มาให้เรียบร้อยแล้ว ดังนั้นเราก็พร้อมที่จะแปลงเส้นตรงและเส้นโค้งดังกล่าวให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์

Note

ในการเขียนโปรไฟล์สเกทช์ที่มีส่วนโค้งส่วนเว้าจำนวนมาก เราควรที่จะเขียนสเกทช์ด้วยขนาดจริง ไม่ควรเขียนสเกทช์แบบคร่าวๆ เพราะว่าหากเราเขียนด้วยขนาดและได้สัดส่วนจริงๆ โปรแกรมจะสร้างโหมดการบังคับรูปทรงเกือบจะสมบูรณ์ทั้งหมดหรือในบางกรณีอาจจะสมบูรณ์เลยก็ได้ หากเราเขียนสเกทช์แบบคร่าวๆ โอกาสที่สเกทช์จะบิดเบือนไปจากที่เราต้องการมีค่อนข้างมาก ถ้าเป็นผู้เริ่มต้นใช้โปรแกรม ควรที่จะเขียนสเกทช์ด้วยขนาดที่ปรากฏจริงๆ

- กำหนดมาตรฐานในการเขียนแบบ โดยใช้คำสั่ง Drawing ► Preferences... จะปรากฏไดอะล็อก Desktop Preferences แสดงแถบคำสั่ง Drawings ให้แน่ใจว่าปุ่มเรดิโอในฟิลด์ Projection Type อยู่ที่ Third Angle (การฉายภาพแบบมุมที่ 3) จากนั้นคลิกบนปุ่ม Drafting Standard... จะปรากฏไดอะล็อก Drafting Standards แล้วเปลี่ยนมาตรฐานของ Tapped Holes(รูเจาะ), Detail Views(แบบขยาย)และ Section Views(แบบภาพตัด)จาก ANSI ให้เป็น ISO ทั้งหมด
- จากรูปที่ 11.2 (ซ้าย) แปลงเส้นตรงเส้นโค้งทั้งหมดให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Profile หรือคลิกขวาบนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Solve ► Profile จากนั้นจึงเลือกเส้นตรงและเส้นโค้งทั้งหมด จะปรากฏโปรไฟล์สเกทช์ Profile1 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์

Note

ในกรณีนี้ เราไม่สามารถใช้คำสั่ง Solve ► Single Profile หรือ Part ► Sketch ► Single Profile ได้ เพราะว่าเส้นตรงและเส้นโค้งทั้งหมดไม่ได้เป็นวัตถุชิ้นเดียวกัน

- แสดงโหมดการบังคับรูปทรง(Geometric constraints)ที่โปรแกรมได้สร้างมาให้ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Show Constraints จะปรากฏสัญลักษณ์การบังคับรูปทรงอย่างสมบูรณ์บนโปรไฟล์สเกทช์ดังรูปที่ 11.2 (ขวา) โดยที่เราไม่ต้องเพิ่มโหมดการบังคับแต่อย่างใด

5. จากรูปที่ 10.2 (ซ้าย) เนื่องจากโปรไฟล์สเกทช์ถูกโปรแกรมบังคับมาอย่างสมบูรณ์แล้ว ดังนั้นเริ่มบังคับสเกทช์ด้วยขนาด โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Add Dimension** จะปรากฏข้อความดังนี้

Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 1}
Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 2 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}
Undo/Diameter/Ordinate/Placement point/Enter dimension value <5.5>: 5.5
Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 3}
Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 4}
Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 5 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <5.4587>: N
 {พิมพ์ N เพื่อเลือกเส้นบอกขนาดแบบเชิงมุม}
Undo/Placement point/Enter dimension value <115>: 115 {พิมพ์ค่ามุม 115 องศา}
Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 6}
Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 7}
Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 8 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <4.5077>: N
 {พิมพ์ N เพื่อเลือกเส้นบอกขนาดแบบเชิงมุม}
Undo/Placement point/Enter dimension value <125>: 124 {พิมพ์ค่ามุม 124 องศา}
Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 9}
Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 10}
Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 11 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <6.7846>: N
 {พิมพ์ N เพื่อเลือกเส้นบอกขนาดแบบเชิงมุม}
Undo/Placement point/Enter dimension value <67>: 67 {พิมพ์ค่ามุม 67 องศา}
Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 12}
Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 13 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <10.7775>: A
 {พิมพ์ A เพื่อเลือกเส้นบอกขนาดแบบเอียงตาม(Align)}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <13>: 15
 {พิมพ์ค่าความยาว 15 หน่วย}
Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 14}
Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 1}
Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 15 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <63.571>: 64
 {พิมพ์ค่าความยาว 64 หน่วย}

Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 16}

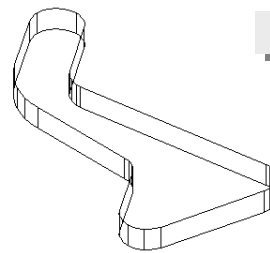
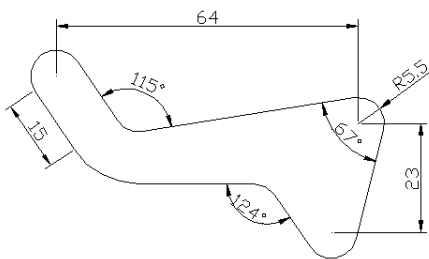
Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 1}

Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 17 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <23.299>: 23

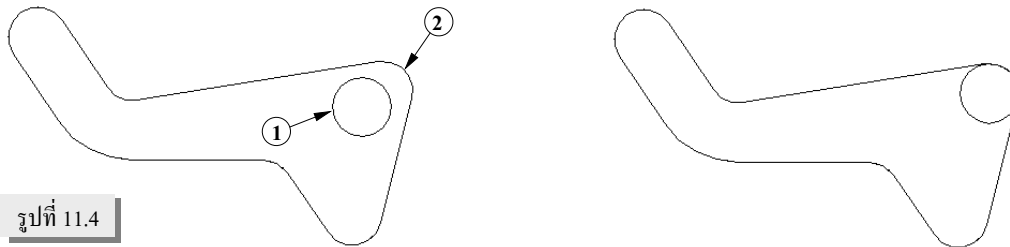
{พิมพ์ค่าความยาว 23 หน่วย}

Solved fully constrained sketch. {โปรไฟล์สเกทช์ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้ว ดังรูปที่ 11.3}



รูปที่ 11.3

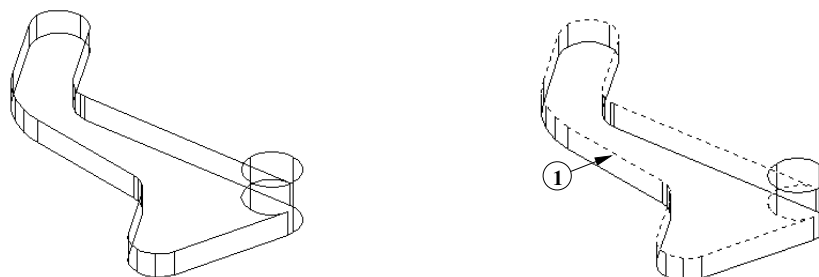
6. เมื่อบังคับสเกทช์เสร็จสมบูรณ์แล้ว ใช้คำสั่งเปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทโดยคลิกบนปุ่มไอคอน หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว
7. สร้างเลเยอร์ Solid สีที่โปรแกรมกำหนดมาให้ แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน โดยใช้คำสั่ง Assist ► Format ► Layer... แถบรายการเลเยอร์จะปรากฏ Solid
8. เพิ่มความหนาให้กับสเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch Features ► Extrude... จะปรากฏไดอะล็อก Extrusion Feature ขึ้นมาบนจอภาพ แล้วให้แน่ใจว่า Blind เป็นปุ่มเรดิโอใช้งาน แล้วพิมพ์ค่า 5 หน่วยเข้าไปในอิดิตบ็อกซ์ Distance แล้วคลิก OK จะปรากฏข้อความ Direction Flip/<Accept> พร้อมทั้งปรากฏเวกเตอร์สีน้ำเงินแสดงทิศทางการเพิ่มความหนา ให้คลิกขวาหรือ สเกทช์จะมีความหนาเพิ่มขึ้นเป็น 5 หน่วยตามทิศทางของเวกเตอร์จะปรากฏ ExtrusionBlind1 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์และจะปรากฏขึ้นส่วนพารามิเตอร์โซลิดในวิวพอร์ท Isometric ดังรูปที่ 11.3 (ขวา)
9. เปิด(On)เลเยอร์ Sketch2 โดยคลิกบนปุ่ม บนแถบรายการเลเยอร์ ของเลเยอร์ Sketch2 Sketch2 จะปรากฏวงกลมขึ้นมาจากพื้นที่วาดภาพ
10. แปลงรูปวงกลมให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Profile หรือคลิกขวามบนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Solve ► Profile แล้วจึงคลิกบนวงกลม บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์จะปรากฏโปรไฟล์สเกทช์ Profile2
11. ขยายวิวพอร์ท Top ให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยให้แน่ใจว่าวิวพอร์ท Top เป็นวิวพอร์ทใช้งาน แล้วคลิกบนปุ่มไอคอน จะปรากฏดังรูปที่ 11.4 (ซ้าย)



รูปที่ 11.4

12. จากรูปที่ 11.4 (ซ้าย) เริ่มบังคับโปรไฟล์สเกทช์ Profile2 เข้ากับชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้โหมดการบังคับรูปทรงแบบรัศมีเท่ากัน ด้วยคำสั่ง **Part** ▶ **Sketch** ▶ **Add Constraints** ▶ **Radius** แล้วคลิกบนส่วนโค้งของวงกลมตรงจุดที่ 1 และคลิกบนส่วนโค้งของชิ้นส่วนโซลิดตรงจุดที่ 2 โปรไฟล์สเกทช์รูปวงกลมและส่วนโค้งของโซลิดจะมีรัศมีเท่ากัน
13. จากรูปที่ 11.4 (ซ้าย) บังคับโปรไฟล์สเกทช์ Profile2 เข้ากับชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้โหมดการบังคับรูปทรงแบบศูนย์กลางเดียวกัน(Concentric) ด้วยคำสั่ง **Part** ▶ **Sketch** ▶ **Add Constraints** ▶ **Concentric** แล้วคลิกบนส่วนโค้งของวงกลมตรงจุดที่ 1 และคลิกบนส่วนโค้งของชิ้นส่วนโซลิดตรงจุดที่ 2 วงกลมจะถูกบังคับให้เคลื่อนย้ายไปอยู่ตำแหน่งใหม่โดยมีจุดศูนย์กลางตรงกันกับจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งของโซลิดที่ถูกเลือกดังรูปที่ 11.4 (ขวา)
14. เปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทโดยคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว **ENTER**
15. เพิ่มความหนาให้กับสเกทช์ โดยใช้คำสั่ง **Part** ▶ **Sketch Features** ▶ **Extrude...** จะปรากฏไดอะล็อก Extrusion Feature ขึ้นมาบนจอภาพ แล้วเลือกปุ่มเรดิโอ Join และ Blind แล้วพิมพ์ค่า 11 หน่วยเข้าไปในอิตีทบอกร์ Distance จะปรากฏข้อความ Direction Flip/ <Accept>: พร้อมทั้งปรากฏเวคเตอร์สีน้ำเงินแสดงทิศทางในการเพิ่มความหนาให้คลิกขวา หรือ **ENTER** สเกทช์จะมีความหนาเพิ่มขึ้นเป็น 11 หน่วยตามทิศทางของเวคเตอร์จะปรากฏ ExtrusionBlind2 บนเดสทอปบราวเซอร์และจะปรากฏชิ้นส่วนพารามетริกโซลิดในวิวพอร์ท Isometric ดังรูปที่ 11.5 (ซ้าย)

รูปที่ 11.5

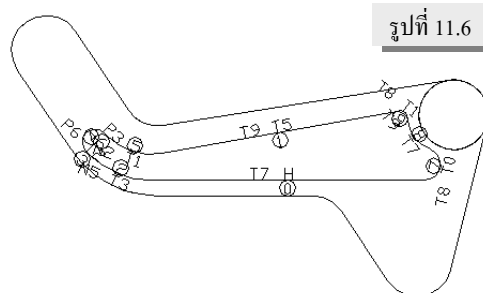
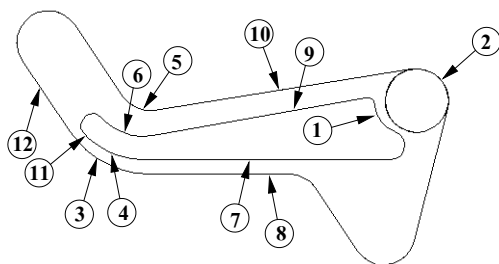


16. จากรูปที่ 11.5 (ขวา) สร้างระนาบทำงานให้อยู่บนผิวหน้าด้านบนของซิลินด์ โดยใช้คำสั่ง Part ► Work Features ► Work Plane... จะปรากฏไดอะล็อก Work Plane Feature ขึ้นมาบนจอภาพให้ เลือกปุ่ม Planar Parallel ในฟิลด์ 1st Modifier แล้วเลือกปุ่ม Offset ในฟิลด์ 2nd Modifier แล้วพิมพ์ค่า 0 (ศูนย์) เข้าไปในอีติทบอกซ์ Offset ให้แน่ใจว่าปรากฏเครื่องหมาย ✓ บนเช็คบ็อกซ์ Create Sketch Plane แล้วคลิก OK จะปรากฏข้อความดังนี้

worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกบนเส้นขอบของซิลินด์ตรงจุดที่ 1}
 Next/<Accept>: N {หากผิวหน้าด้านบนของชิ้นส่วนซิลินด์ไม่เป็นเส้นประให้พิมพ์ N แล้ว **ENTER** }
 Flip/<Accept>: {คลิกขวาหรือ **ENTER** เพื่อยอมรับระนาบสแน้เงินมีเวกเตอร์ชี้ขึ้นด้านบน}
 (Plane = Parametric, ENTER to Accept)
 Z-flip/Rotate/<Select edge to align X axis>: {ในวิวพอร์ตไอโซเมตริก หากแกน X พุ่งไปทางขวาล่าง แกน Y พุ่งไปทางขวบน คลิกขวาหรือ **ENTER** เพื่อยอมรับการหันเหของแกน XY}

17. เปิด(On)เลเยอร์ Sketch3 โดยคลิกบนปุ่ม  บนแถบรายการเลเยอร์ Sketch3

 Sketch3  จะปรากฏเส้นตรงและเส้นโค้งดังรูปที่ 11.6 (ซ้าย)



รูปที่ 11.6

Note

ในเลเยอร์ Sketch3 ผู้เขียนได้ใช้คำสั่ง LINE และ ARC เขียนเส้นตรงและเส้นโค้งเพื่อที่จะใช้ในการสร้างหน้าตัดโปรไฟล์สเกทซ์มาให้แล้ว หากผู้อ่านต้องการเขียนหน้าตัดโปรไฟล์สเกทซ์ด้วยตนเองให้ลบเส้นตรงและเส้นโค้งที่ผู้เขียนสร้างมาให้ทิ้งไป แล้วจะใช้คำสั่ง PLINE หรือ LINE และ ARC เขียนเส้นขึ้นมาใหม่ก็ได้ แต่จะต้องแน่ใจว่าเส้นที่เขียนขึ้นอยู่บนระนาบสเกทซ์หรือระนาบทำงานที่อยู่บนผิวหน้าของชิ้นส่วนซิลินด์

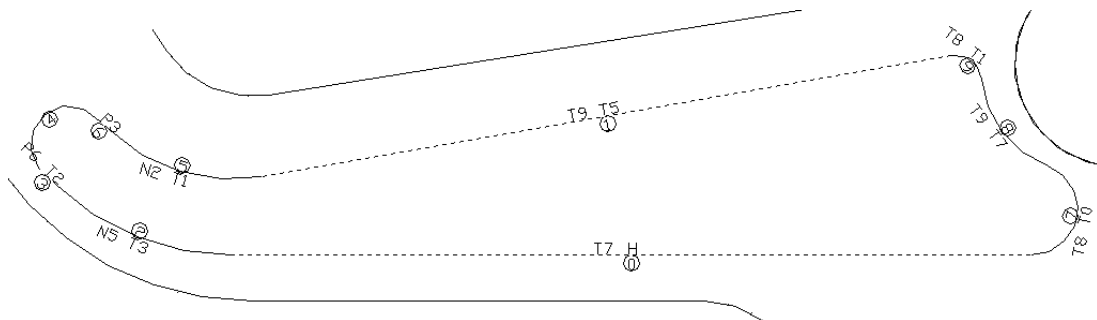
18. ขยายวิวพอร์ต Top ให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยให้แน่ใจว่าวิวพอร์ต Top เป็นวิวพอร์ตใช้งาน แล้วคลิกบนปุ่มไอคอน 
19. จากรูปที่ 11.6 (ซ้าย) แปลงเส้นตรงเส้นโค้งทั้งหมดให้เป็นโปรไฟล์สเกทซ์โดยใช้คำสั่ง Part ►

Sketch ► Profile หรือคลิกขวาบนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Solve ► Profile จากนั้น
จึงเลือกเส้นตรงและเส้นโค้งทั้งหมด จะปรากฏโปรไฟล์สเกทช์ Profile3 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์

20. แสดงโหมดการบังคับรูปทรงที่โปรแกรมได้สร้างมาให้ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Show Constraints จะปรากฏสัญลักษณ์การบังคับรูปทรงบนโปรไฟล์สเกทช์ดังรูปที่ 11.6 (ขวา) และขยายภาพให้ปรากฏโหมดบังคับรูปทรงอย่างชัดเจนดังรูปที่ 11.7

Note

หากสัญลักษณ์แสดงโหมดการบังคับรูปทรงที่ปรากฏบนโปรไฟล์สเกทช์ติดกันจนแน่นเกินไปจนทำให้
เราไม่สามารถอ่านออกได้ ให้ใช้คำสั่ง ZOOM เพื่อขยายภาพ แล้วใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Show
Constraints อีกครั้งหนึ่ง สัญลักษณ์แสดงโหมดการบังคับจะมีขนาดเล็กจนสามารถอ่านออกได้

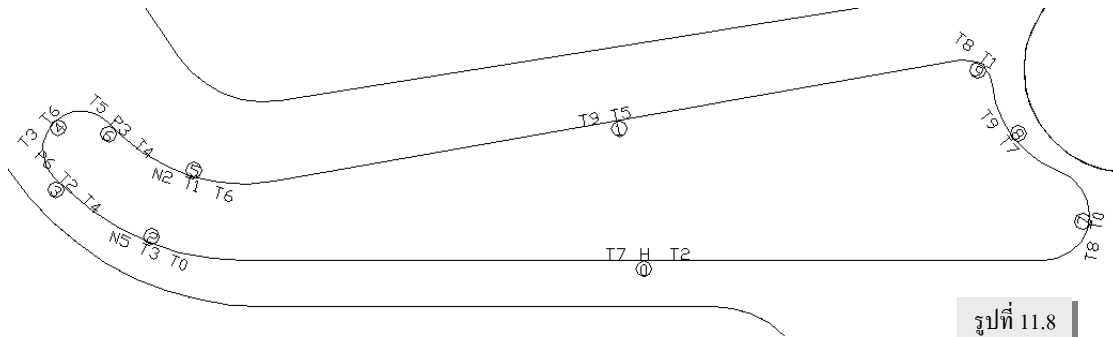


รูปที่ 11.7

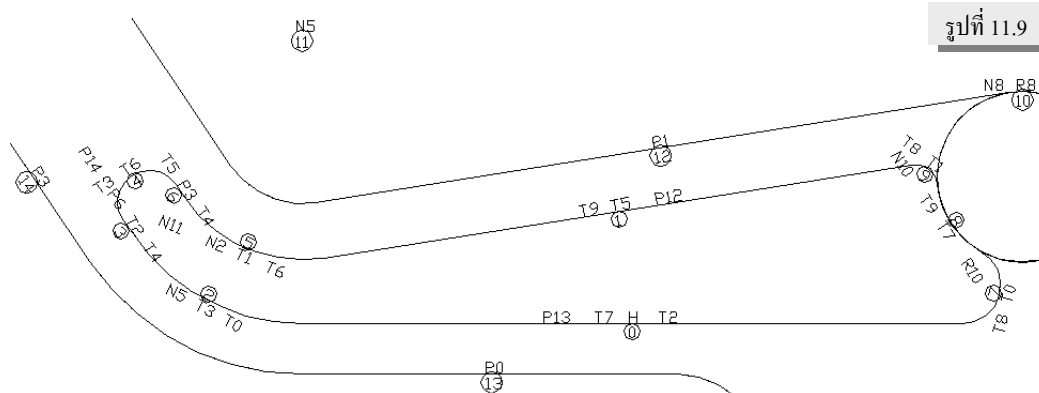
Note

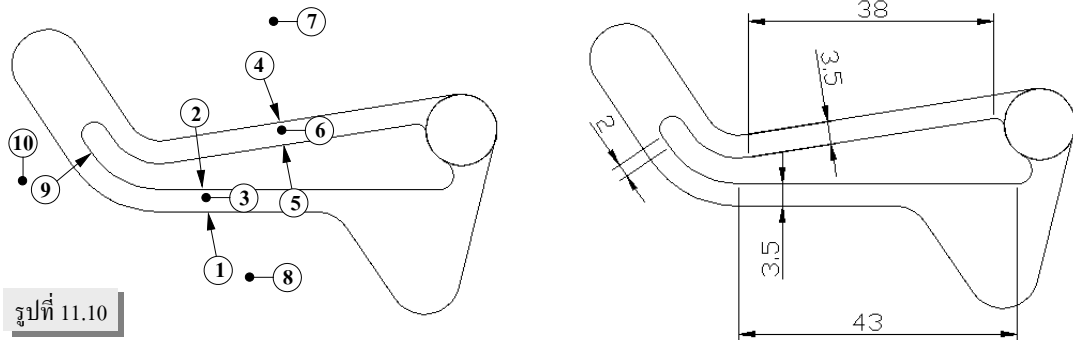
จากรูปที่ 11.7 เมื่อพิจารณาโหมดการบังคับที่โปรแกรมกำหนดมาให้แล้ว ปรากฏว่ายังมีเส้นที่ยังไม่ได้ถูก
บังคับให้สัมผัส (Tangent) สังเกตุง่ายๆ คือเส้นที่สัมผัสกับเส้นที่อยู่ติดกันจะมีสัญลักษณ์ T อยู่ 2 ตัว
เส้นใดมี T ครบ 2 ตัวแสดงว่าเส้นดังกล่าวสัมผัสกับเส้นที่อยู่ติดกันทั้งสองด้านอย่างสมบูรณ์แล้ว อาทิ เช่น
เส้น (1) มีสัญลักษณ์ T9 และ T5 แสดงว่าเส้น (1) สัมผัสกับเส้น (9) ซึ่งอยู่ด้านขวาและเส้น (5) ซึ่งอยู่ด้าน
ซ้าย คราวนี้ลองดูที่เส้น (5) ซึ่งมีเส้น (1) อยู่ทางด้านขวาและเส้น (6) อยู่ทางด้านซ้าย สังเกตว่ามี T1 เพียง
ตัวเดียว แสดงว่าเส้น (5) สัมผัสกับเส้น (1) แต่ยังไม่ได้ถูกบังคับให้สัมผัสกับเส้น (6) นอกจากเส้น (5) แล้วยังมี
เส้นอื่นๆ อีกหลายเส้นที่ยังขาดโหมดการบังคับแบบสัมผัส (Tangent) ซึ่งเราจะต้องทำการบังคับเส้นเหล่านั้น
ด้วยตนเอง

21. จากรูปที่ 11.7 เพิ่มโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add
Constraints ► Tangent แล้วเพิ่มโหมดสัมผัสให้กับเส้นที่ยังขาดอยู่ เมื่อกำหนดโหมดการ
บังคับแบบสัมผัสนี้เรียบร้อยแล้ว เส้นตรงและเส้นโค้งของสเกทช์ Profile3 จะปรากฏ
สัญลักษณ์ T เส้นละ 2 ตัว ดังรูปที่ 11.8



22. จากรูปที่ 11.6 (ซ้าย) เมื่อโปรไฟล์สเกทช์ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้ว เริ่มบังคับสเกทช์เข้ากับชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Radius แล้วคลิกบนส่วนโค้งตรงจุดที่ 1 และส่วนโค้งตรงจุดที่ 2 ส่วนโค้งทั้งสองจะถูกบังคับให้มีรัศมีเท่ากัน
23. จากรูปที่ 11.6 (ซ้าย) เริ่มบังคับสเกทช์เข้ากับชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Radius แล้วคลิกบนส่วนโค้งตรงจุดที่ 1 และส่วนโค้งตรงจุดที่ 2 ส่วนโค้งทั้งสองจะถูกบังคับให้มีรัศมีเท่ากัน
24. จากรูปที่ 11.6 (ซ้าย) บังคับสเกทช์เข้ากับชิ้นส่วนโซลิดโดยใช้จุดศูนย์กลางเดียวกัน ด้วยคำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Concentric แล้วบังคับส่วนโค้งที่ 1 เข้ากับส่วนโค้งที่ 2 บังคับส่วนโค้งที่ 3 เข้ากับส่วนโค้งที่ 4 และบังคับส่วนโค้งที่ 5 เข้ากับส่วนโค้งที่ 6 โดยคลิกเรียงลำดับ 1,2,3,4,5,6
25. จากรูปที่ 11.6 (ซ้าย) บังคับสเกทช์เข้ากับชิ้นส่วนโซลิดโดยใช้โหมดการบังคับแบบขนาน ด้วยคำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Parallel แล้วบังคับเส้นตรงที่ 7 เข้ากับเส้นขอบที่ 8 บังคับเส้นตรงที่ 9 เข้ากับเส้นขอบที่ 10 บังคับเส้นตรงที่ 11 เข้ากับเส้นขอบที่ 12 โดยคลิกเรียงลำดับ 7,8,9,10,11,12 ดังรูปที่ 11.9





รูปที่ 11.10

26. จากรูปที่ 11.10 (ซ้าย) เริ่มบังคับโปรไฟล์สเกทช์ Profile3 ด้วยขนาด โดยใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension จะปรากฏข้อความดังนี้

Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 1}

Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 2}

Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 3 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <3.2625>: P {พิมพ์ P เพื่อเลือกเส้นบอกขนาดแบบขนาน}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <3.2625>: 3.5
{พิมพ์ค่า 3.5 หน่วย}

Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 4}

Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 5}

Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 6 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <3.5712>: P {พิมพ์ P เพื่อเลือกเส้นบอกขนาดแบบขนาน}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <3.6157>: 3.5
{พิมพ์ค่า 3.5 หน่วย}

Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 5}

Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 7}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <42.2292>: 38
{พิมพ์ค่า 38 หน่วย}

Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 2}

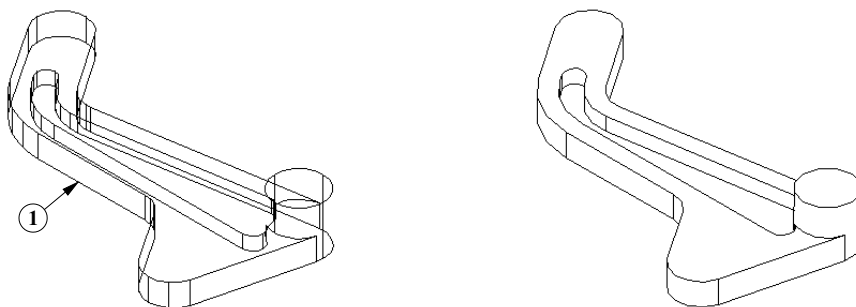
Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 8 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <37.9341>: 43
{พิมพ์ค่า 43 หน่วย}

Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 9}
Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 10 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <0.841>: A {พิมพ์ A เพื่อเลือกเส้นบอกขนาดแบบเฉียงตามเส้น}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <1.0145>: 2 {พิมพ์ค่า 2 หน่วย}
Solved fully constrained sketch. {โปรไฟล์สเกทช์ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้วดังรูปที่ 11.10 (ขวา)}

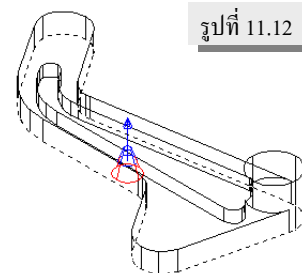
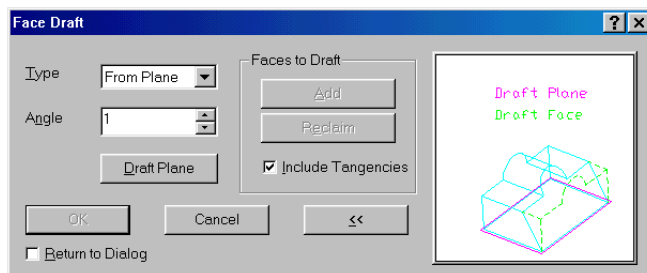
27. เมื่อบังคับสเกทช์เสร็จสมบูรณ์แล้ว ใช้คำสั่งเปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ตโดยคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว 
28. เพิ่มความหนาให้กับสเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch Features ► Extrude... จะปรากฏไดอะล็อก Extrusion Feature ขึ้นมาบนจอภาพ แล้วเลือกปุ่มเรดิโอ Cut และ Blind เป็นปุ่มเรดิโอใช้งาน แล้วพิมพ์ค่า 3 หน่วยเข้าไปในอิตีทบออกซ์ Distance จะปรากฏข้อความ Direction Flip/<Accept>: พร้อมทั้งปรากฏเวคเตอร์สีน้ำเงินแสดงทิศทางในการเพิ่มความหนา หากเวคเตอร์ชี้ขึ้นด้านบน ให้พิมพ์ F เพื่อพลิกกลับเวคเตอร์ให้คลิกขวาหรือ  สเกทช์จะมีความหนาเพิ่มขึ้นเป็น 3 หน่วยตามทิศทางของเวคเตอร์จะปรากฏ ExtrusionBlind3 บนเดสทอปบราวเซอร์และจะปรากฏขึ้นส่วนพารามิเตอร์กิลด์ในวิวพอร์ต Isometric ดังรูปที่ 11.11 (ซ้าย)

รูปที่ 11.11



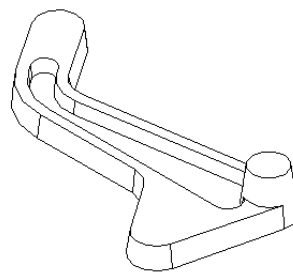
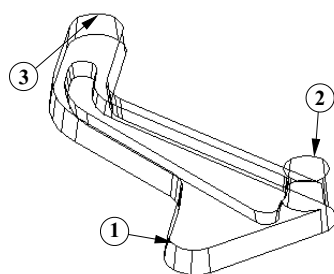
29. ตรวจสอบความถูกต้องของรูปทรง โดยคลิกบนปุ่มไอคอน  Display Hidden Lines เพื่อซ่อนเส้นที่ถูกบังดังรูปที่ 10.11 (ขวา) แล้วคลิกบนปุ่ม  Display Wireframe เพื่อกลับสู่โหมดโครงลวด
30. ขยายวิวพอร์ต Isometric ให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยให้แน่ใจว่าวิวพอร์ต Isometric เป็นวิวพอร์ตใช้งาน แล้วคลิกบนปุ่มไอคอน 

31. จากรูปที่ 10.11 (ซ้าย) เริ่มสร้างมุมถอดแบบ(Draft angle) 7 องศาให้กับชิ้นส่วนโซลิต โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Placed Features ▶ Face Draft...** จะปรากฏไดอะล็อกดังรูปที่ 10.12 (ซ้าย)



รูปที่ 11.12

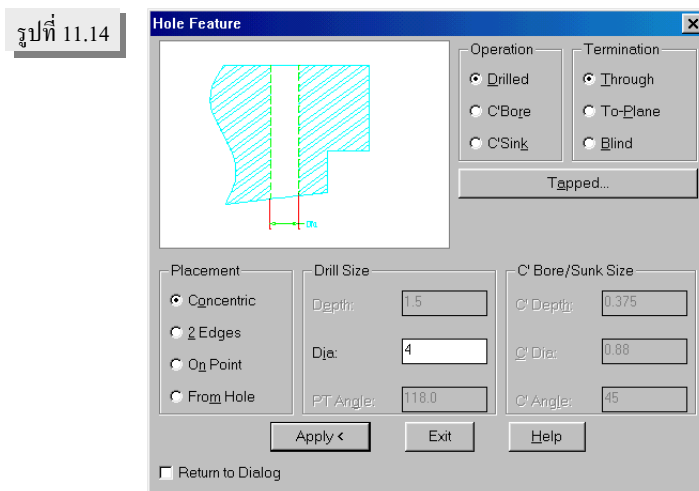
ให้คลิกบนปุ่ม **Draft Plane** เพื่อเลือกระนาบอ้างอิงในการสร้างมุมถอดแบบ จะปรากฏข้อความ **Select draft plane (planar face or work plane):** ให้คลิกลงบนเส้นขอบ 1 หากผิวหน้าด้านล่างไม่ปรากฏเป็นเส้นประดังรูปที่ 11.12 (ขวา) ในขณะที่ปรากฏข้อความ **Next/ <Accept>:** และเคอร์เซอร์กลายเป็นรูปเมาส์ ให้คลิกซ้าย ผิวหน้าด้านล่างจะกลายเป็นเส้นประ เมื่อผิวหน้าด้านล่างเป็นเส้นประแล้ว ให้คลิกขวาเพื่อใช้ผิวนั้นเป็นระนาบมุมถอดแบบ(Draft Plane) จะปรากฏไอคอนสีน้ำเงิน-แดงแสดงมุมเอียงและเคอร์เซอร์จะเปลี่ยนเป็นรูปเมาส์ คลิกซ้ายจนกระทั่งไอคอนที่ขึ้นด้านบนดังรูปที่ 11.12 (ขวา) แล้วคลิกขวาเพื่อยอมรับทิศทางของไอคอน จะปรากฏไดอะล็อกดังรูปที่ 11.12 (ซ้าย) ขึ้นมาอีกครั้ง ให้คลิกบนปุ่ม **Add** เพื่อเลือกผิวหน้า(Face)ที่ต้องการ จะปรากฏข้อความ **Select faces to draft (ruled faces only):** ให้เลื่อนเคอร์เซอร์ไปบนชิ้นส่วนโซลิต ผิวหน้าทั้งหมดจะกลายเป็นเส้นประ ให้คลิกเมาส์ซ้าย เพื่อยอมรับผิวหน้าเหล่านั้น แล้วคลิกขวา จะปรากฏไดอะล็อกดังรูปที่ 11.12 (ซ้าย) ขึ้นมาอีกครั้ง ให้แน่ใจว่า **From Plane** ปรากฏในแถบรายการ **Type** และปรากฏเครื่องหมาย ☒ หน้าเช็คบ็อกซ์ **Include Tangencies** ป้อนค่ามุม 7 องศาในอีดีทบ็อกซ์ **Angle** แล้วคลิกบนปุ่ม **OK** ชิ้นส่วนโซลิตจะถูกปรับให้มีมุมเอียง 7 องศาดังรูปที่ 11.13 (ซ้าย)



รูปที่ 11.13

32. ตรวจสอบรูปทรงของชิ้นส่วนโซลิต โดยคลิกบนปุ่มไอคอน  จะปรากฏดังรูปที่ 11.13 (ขวา) แล้วคลิกบนปุ่ม  เพื่อกลับสู่โหมดโครงร่าง จะปรากฏดังรูปที่ 11.13 (ซ้าย)

33. จากรูปที่ 11.13 (ซ้าย) เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 หน่วย จำนวน 3 รูลงบนชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ► Placed Features ► Hole... จะปรากฏไดอะล็อก Hole Feature ขึ้นมาบนจอภาพ ให้เลือกปุ่มเรดิโอ Concentric, Drilled และ Through แล้วป้อนค่าเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 หน่วยเข้าไปในอีดิททอกร์ Dia แล้วคลิกบนปุ่ม Apply จะปรากฏข้อความดังนี้



worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกส่วนโค้ง 1}

Select concentric edge: {คลิกส่วนโค้ง 1}

worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกส่วนโค้ง 2}

Select concentric edge: {คลิกส่วนโค้ง 2}

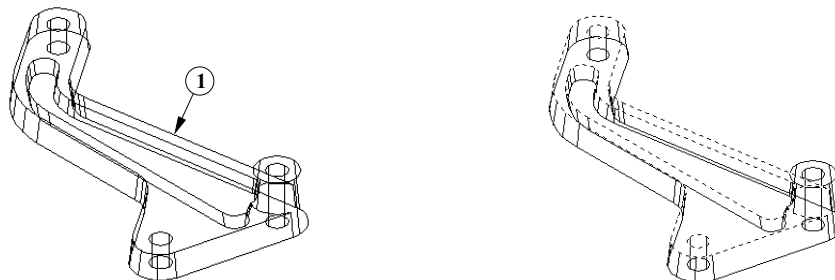
worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกส่วนโค้ง 3}

Select concentric edge: {คลิกส่วนโค้ง 3}

worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกหรือ 

จะปรากฏ Hole1, Hole2, Hole3 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์และปรากฏดังรูปที่ 10.15 (ซ้าย)}

รูปที่ 11.15



34. เริ่มเขียนหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์เพื่อตัดเฉือนบางส่วนของชิ้นส่วนโซลิดบริเวณรูเจาะ โดยก่อนอื่นเปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ตโดยคลิกบนปุ่มไอคอน 

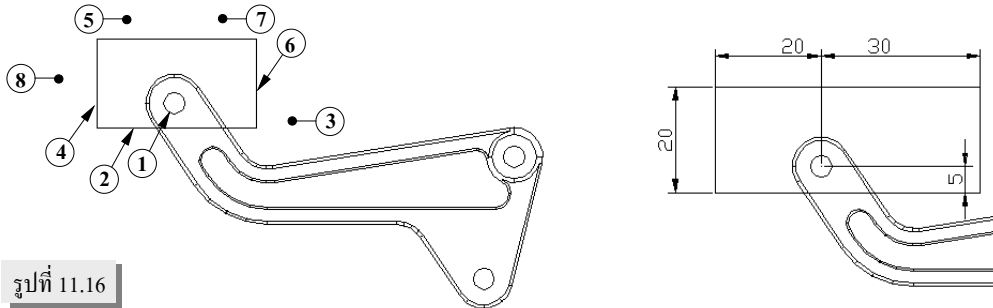
Note

ระนาบสเกทช์ที่เราสร้างในข้อที่ 16 เป็นระนาบสุดท้ายที่เราสร้างขึ้นยังอยู่บนผิวหน้าด้านบนของชิ้นส่วนโซลิด เราสามารถใช้ระนาบสเกทช์เดิมในการสร้างโปรไฟล์สเกทช์ใหม่ที่ใช้เป็นส่วนตัดเฉือนโซลิดได้ แต่ถ้าเราจำไม่ได้ว่าระนาบสเกทช์เดิมอยู่ที่ใด เราก็สามารถใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► New Sketch Plane หรือคำสั่ง Part ► Work Features ► Work Plane... สร้างระนาบสเกทช์ใหม่ได้ ในที่นี้จะสมมุติว่าเราจำไม่ได้ว่าระนาบสเกทช์เดิมอยู่ในระนาบใด

35. จากรูปที่ 11.15 (ซ้าย) เริ่มสร้างระนาบสเกทช์ผ่านคำสั่งที่สร้างระนาบทำงาน โดยใช้คำสั่ง Part ► Work Features ► Work Plane... จะปรากฏไดอะล็อก Work Plane Feature ขึ้นมาบนจอภาพ ให้เลือกปุ่ม Planar Parallel ในฟิลด์ 1st Modifier แล้วเลือกปุ่ม Offset ในฟิลด์ 2nd Modifier แล้วพิมพ์ค่า 0 (ศูนย์) เข้าไปในอิตีทบออกซ์ Offset ให้แน่ใจว่าปรากฏเครื่องหมาย $\sqrt{}$ บนเช็คบออกซ์ Create Sketch Plane แล้วคลิก OK จะปรากฏข้อความดังนี้

worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกบนเส้นขอบของโซลิดตรงจุดที่ 1}
Next/<Accept>: N {หากผิวหน้าด้านบนของชิ้นส่วนโซลิดไม่เป็นเส้นประให้พิมพ์ N แล้ว  }
Flip/<Accept>: {คลิกขวาหรือ  เพื่อยอมรับระนาบสีน้ำเงินมีเวกเตอร์ชี้ขึ้นด้านบน}
(Plane = Parametric, ENTER to Accept)
Z-flip/Rotate/<Select edge to align X axis>: {ในวิวพอร์ตไอโซเมตริก หากแกน X พุ่งไปทางขวา แกน Y พุ่งไปทางขวาบน คลิกขวาหรือ  เพื่อยอมรับการหันเหของแกน XY จะปรากฏ WorkPlane2 บนเดสก์ท็อปราวเซอร์ ระนาบทำงานและระนาบสเกทช์จะอยู่บนผิวหน้าด้านบนของชิ้นส่วนโซลิดพอดี}

36. ซ่อนระนาบทำงาน WorkPlane2 โดยคลิกขวาบน WorkPlane2 บนเดสก์ท็อปราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Visible (ระนาบสเกทช์ยังคงอยู่บนผิวหน้าด้านบนของชิ้นส่วนโซลิดเช่นเดิม)
37. ขยายวิวพอร์ต Top ให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยให้แน่ใจว่าวิวพอร์ต Top เป็นวิวพอร์ตใช้งาน แล้วคลิกบนปุ่มไอคอน 
38. สร้างเลเยอร์ Sketch4 กำหนดให้เป็นสีม่วง(Magenta)หรือสีอื่นๆ แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน จะปรากฏแถบรายการควบคุมเลเยอร์ 
39. เริ่มเขียนหน้าตัดของโปรไฟล์สเกทช์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยใช้คำสั่ง Design ► Rectangle เขียนสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดโดยประมาณในตำแหน่งที่ปรากฏดังรูปที่ 11.16 (ซ้าย)



รูปที่ 11.16

40. แปลงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์ โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketch ▶ Single Profile** หรือคลิกขวานบนเดสท็อปปราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง **Solve ▶ Single Profile** สี่เหลี่ยมผืนผ้าจะกลายเป็นโปรไฟล์สเกทช์และบนเดสท็อปปราวเซอร์จะปรากฏ Profile4

Note

เส้นในแนวนอนของสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะถูกบังคับด้วยโหมด H ส่วนเส้นในแนวตั้งจะถูกบังคับด้วยโหมด V แสดงว่าสเกทช์ถูกบังคับด้วยรูปทรงอย่างสมบูรณ์แล้ว

41. จากรูปที่ 11.16 (ซ้าย) เริ่มบังคับสเกทช์ด้วยขนาด โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Add Dimension** จะปรากฏข้อความดังนี้

Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 1}

Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 2}

Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 3 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <4.6909>: 5

Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 1}

Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 4}

Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 5 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <14.5191>: 20

Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 1}

Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 6}

Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 7 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <15.4633>: 30

Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 4}

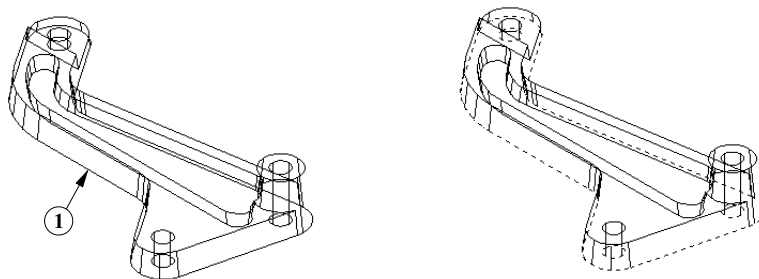
Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 8 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <16.6949>: 20

Solved fully constrained sketch. (โปรไฟล์สเกทช์ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้ว ดังรูปที่ 11.16 (ขวา))

42. เริ่มตัดเฉือนบางส่วนของชิ้นส่วนโซลิตบริเวณรูเจาะ โดยก่อนอื่นเปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทโดยคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว 
43. ตัดเฉือนชิ้นส่วนโซลิต โดยเพิ่มความหนาให้กับสเกทช์ ด้วยคำสั่ง **Part ▶ Sketch Features ▶ Extrude...** จะปรากฏไดอะล็อก Extrusion Feature ขึ้นมาบนจอภาพ แล้วให้เลือกปุ่มเรดิโอ Cut และ Blind แล้วพิมพ์ค่า 3 หน่วยเข้าไปในอิตีทบอช Distance แล้วคลิก OK จะปรากฏข้อความ Direction Flip/<Accept>: พร้อมทั้งปรากฏเวกเตอร์สีน้ำเงินแสดงทิศทางในการเพิ่มความหนา หากเวกเตอร์ชี้ขึ้นด้านบน ให้พิมพ์ F เพื่อพลิกกลับทิศทางของเวกเตอร์ จากนั้นคลิกขวาหรือ  ชิ้นส่วนโซลิตจะถูกตัดเฉือนลึกลงด้านล่างตามทิศทางของเวกเตอร์ 3 หน่วย และจะปรากฏ ExtrusionBlind4 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์และจะปรากฏชิ้นส่วนพารามетริกโซลิตในวิวพอร์ท Isometric ดังรูปที่ 11.17 (ซ้าย)

รูปที่ 11.17



Note

สังเกตว่าโปรไฟล์สเกทช์ที่เราสร้างขึ้นมาตัดเฉือนชิ้นส่วนโซลิตเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า เราจะสร้างให้มีขนาดใหญ่เท่าใดก็ได้แต่อย่างน้อยจะต้องครอบคลุมพื้นที่ที่ต้องการตัดเฉือนได้ทั้งหมด วิธีนี้เป็นวิธีที่รวดเร็ว แต่ถ้าหากมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงขนาดของชิ้นส่วนโซลิต เราก็อาจจะต้องกลับไปแก้ไขขนาดของโปรไฟล์สเกทช์ Profile4 ด้วย เพราะไม่ได้มีการใช้สูตรบนเส้นบอกขนาด เพื่อให้ Profile4 เกิดการเปลี่ยนแปลงโดยอัตโนมัติ

44. จากรูปที่ 11.17 (ซ้าย) เริ่มสร้างโปรไฟล์สเกทช์ตัดเฉือนชิ้นส่วนโซลิตบริเวณรูเจาะอีกรูหนึ่ง ด้วยวิธีเดียวกัน โดยก่อนอื่น สร้างระนาบสเกทช์ผ่านคำสั่งที่สร้างระนาบทำงาน โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Work Features ▶ Work Plane...** จะปรากฏไดอะล็อก Work Plane Feature ขึ้นมาบนจอภาพ ให้เลือกปุ่ม Planar Parallel ในฟิลด์ 1st Modifier แล้วเลือกปุ่ม Offset ในฟิลด์ 2nd Modifier แล้วพิมพ์ค่า 0 (ศูนย์) เข้าไปในอิตีทบอช Offset ให้แน่ใจว่าปรากฏเครื่องหมาย ✓ บนเช็คบอช Create Sketch Plane แล้วคลิก OK จะปรากฏข้อความดังนี้

worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกบนเส้นขอบของโซลิตตรงจุดที่ 1}

Next/<Accept>: N {หากมีหน้าต่างด้านล่างของชิ้นส่วนโซลิตไม่เป็นเส้นประดังรูปที่ 11.17 (ขวา)}

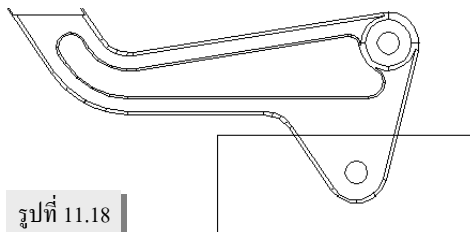
ให้พิมพ์ N แล้ว  }

Flip/<Accept>: {ระนาบสีน้ำเงินมีเวกเตอร์ชี้ลงด้านล่าง ให้พิมพ์ F แล้ว  เพื่อพลิกกลับระนาบ แล้วคลิกขวาหรือ  เพื่อยอมรับระนาบสีน้ำเงิน}

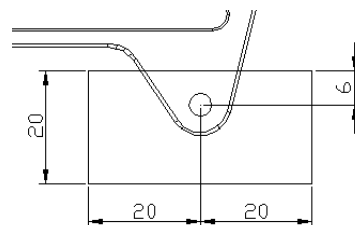
(Plane = Parametric, ENTER to Accept)

Z-flip/Rotate/<Select edge to align X axis>: {ในวิวพอร์ตไอโซเมตริก หากแกน X พุ่งไปทางขวาล่าง แกน Y พุ่งไปทางขวบน คลิกขวาหรือ  เพื่อยอมรับการหันเหของแกน XY จะปรากฏ WorkPlane3 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ ระนาบทำงานและระนาบสเกทช์จะอยู่บนผิวหน้าด้านบนของชิ้นส่วนโซลิดพอดี้}

45. ซ่อนระนาบทำงาน WorkPlane3 โดยคลิกขวบน WorkPlane3 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Visible (ระนาบสเกทช์ยังคงอยู่บนผิวหน้าด้านล่างของชิ้นส่วนโซลิดเช่นเดิม)
46. ขยายวิวพอร์ต Top ให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยให้แน่ใจว่าวิวพอร์ต Top เป็นวิวพอร์ตใช้งาน แล้วคลิกบนปุ่มไอคอน 
47. สร้างเลเยอร์ Sketch5 กำหนดให้เป็นสีแดง(Red)หรือสีอื่น ๆ แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน จะปรากฏแถบรายการควบคุมเลเยอร์  Sketch5 
48. เริ่มเขียนหน้าตัดของโปรไฟล์สเกทช์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยใช้คำสั่ง Design ► Rectangle เขียนสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดโดยประมาณในตำแหน่งที่ปรากฏดังรูปที่ 11.18 (ซ้าย)

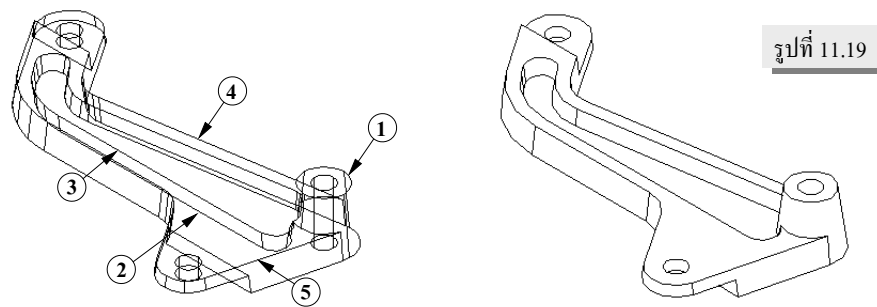


รูปที่ 11.18



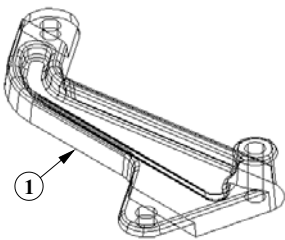
49. แปลงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Single Profile หรือคลิกขวบนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Solve ► Single Profile สี่เหลี่ยมผืนผ้าจะกลายเป็นโปรไฟล์สเกทช์และบนเดสก์ท็อปบราวเซอร์จะปรากฏ Profile5
50. จากรูปที่ 11.18 (ซ้าย) เริ่มบังคับสเกทช์ด้วยขนาดตามวิธีในข้อที่ 41 โดยใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension ให้ปรากฏเส้นบอกขนาดควบคุมโปรไฟล์สเกทช์ Profile5 เข้ากับชิ้นส่วนโซลิดดังรูปที่ 11.18 (ขวา)

51. เริ่มตัดเฉือนบางส่วนของชิ้นส่วนโซลิตบริเวณรูเจาะ โดยก่อนอื่นเปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทโดยคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว 
52. ตัดเฉือนชิ้นส่วนโซลิต โดยเพิ่มความหนาให้กับสเกทช์ ด้วยคำสั่ง Part ► Sketch Features ► Extrude... จะปรากฏไดอะล็อก Extrusion Feature ขึ้นมาบนจอภาพ แล้วให้เลือกปุ่มเรดิโอ Cut และ Blind แล้วพิมพ์ค่า 3 หน่วยเข้าไปในอิตีทบอช Distance แล้วคลิก OK จะปรากฏข้อความ Direction Flip/<Accept>: พร้อมทั้งปรากฏเวกเตอร์สีน้ำเงินแสดงทิศทางในการเพิ่มความหนา หากเวกเตอร์ชี้ลงด้านล่าง ให้พิมพ์ F เพื่อพลิกกลับทิศทางของเวกเตอร์ เพื่อพลิกเวกเตอร์ชี้ขึ้นด้านบน จากนั้นคลิกขวาหรือ  ชิ้นส่วนโซลิตจะถูกตัดเฉือนขึ้นด้านบนตามทิศทางของเวกเตอร์ 3 หน่วย และจะปรากฏ ExtrusionBlind5 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ และจะปรากฏชิ้นส่วนพารามетริกโซลิตในวิวพอร์ท Isometric ดังรูปที่ 11.19 (ซ้าย)



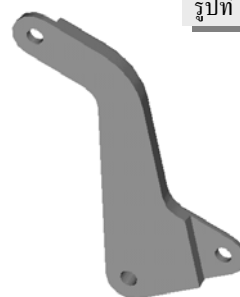
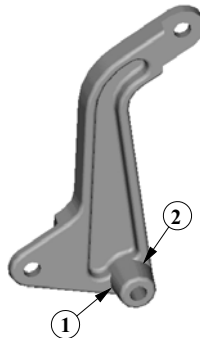
53. ตรวจสอบรูปทรงของชิ้นส่วนโซลิต โดยคลิกบนปุ่มไอคอน  จะปรากฏดังรูปที่ 11.19 (ขวา) แล้วคลิกบนปุ่ม  เพื่อกลับสู่โหมดโครงสร้าง จะปรากฏดังรูปที่ 11.13 (ซ้าย)
54. ขยายวิวพอร์ท Isometric ให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยให้แน่ใจว่าวิวพอร์ท Isometric เป็นวิวพอร์ทใช้งาน แล้วคลิกบนปุ่มไอคอน 
55. จากรูปที่ 11.19 (ซ้าย) เริ่มสร้างส่วนโค้งมุมมน(Fillets)ลงบนชิ้นส่วนโซลิต โดยใช้คำสั่ง Part ► Placed Features ► Fillet... จะปรากฏไดอะล็อก Fillet ขึ้นมาบนจอภาพ ให้เลือกปุ่มเรดิโอ Constant แล้วพิมพ์รัศมี 1 หน่วยเข้าไปในอิตีทบอช Radius แล้วคลิกบนปุ่ม Apply เมื่อปรากฏข้อความ Select edges: ให้คลิกตรงส่วนโค้งจุดที่ 1 แล้วคลิกขวาหรือ  เพื่อออกจากคำสั่ง ส่วนโค้งมุมมนจะถูกสร้างขึ้นและบนเดสก์ท็อปบราวเซอร์จะปรากฏ Fillet1
56. ทำซ้ำข้อ 55 โดยใช้รัศมี 1 หน่วย โดยคลิกตรงจุดที่ 2 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์จะปรากฏ Fillet2
57. ทำซ้ำข้อ 55 โดยใช้รัศมี 1 หน่วย โดยคลิกตรงจุดที่ 3 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์จะปรากฏ Fillet3
58. ทำซ้ำข้อ 55 โดยใช้รัศมี 1 หน่วย โดยคลิกตรงจุดที่ 4 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์จะปรากฏ Fillet4

59. ทำซ้ำข้อ 55 โดยใช้รัศมี 1 หน่วย โดยคลิกตรงจุดที่ 5 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์จะปรากฏ Fillet5 จะปรากฏดังรูปที่ 11.20 (ซ้าย)



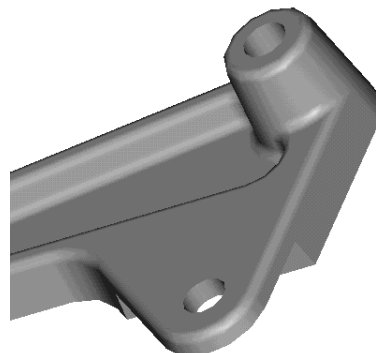
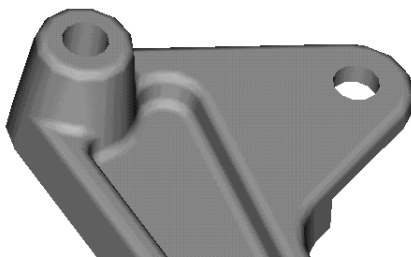
รูปที่ 11.20

60. ตรวจสอบรูปทรงของชิ้นส่วนโซลิด โดยคลิกบนปุ่มไอคอน  Toggle Shading เพื่อแรเงาชิ้นส่วนโซลิด จะปรากฏดังรูปที่ 11.20 (ขวา) จากนั้นคลิกบนปุ่ม  Dynamic Rotation แล้วคลิกและลาก เพื่อหมุนชิ้นส่วนโซลิดไปรอบๆ เพื่อตรวจสอบชิ้นส่วนโซลิดทุกมุมมอง ดังรูปที่ 11.21



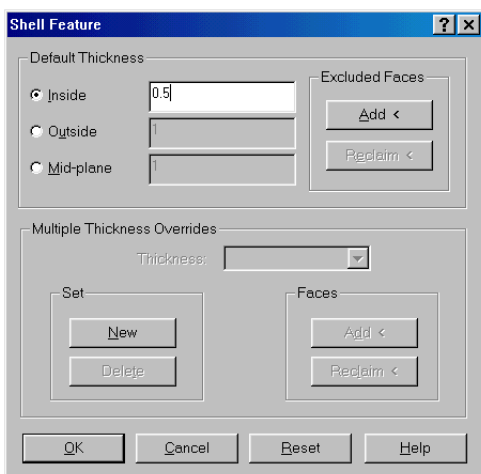
รูปที่ 11.21

61. จากรูปที่ 11.21 (กลาง) ทำซ้ำข้อ 55 โดยใช้รัศมี 1 หน่วย โดยคลิกบนเส้นขอบของส่วนโค้งตรงจุดที่ 1 และจุด 2 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์จะปรากฏ Fillet6 จะปรากฏดังรูปที่ 11.22

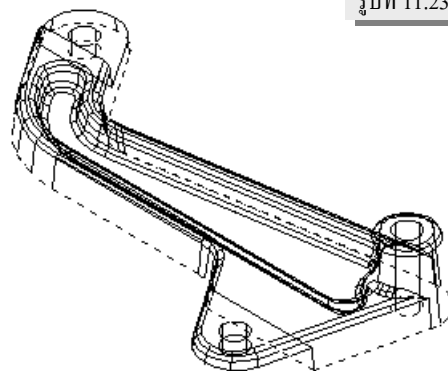


รูปที่ 11.22

62. คลิกบนปุ่มไอคอน  Toggle Shading เพื่อยกเลิกโหมดการแรเงา ชิ้นส่วนโซลิตจะปรากฏเป็นโครงลวดเช่นเดิม
63. จากรูปที่ 11.20 (ซ้าย) เริ่มสร้างเปลือกนอกของชิ้นส่วนโซลิต โดยคว้าวัดด้านใน ด้วยใช้คำสั่ง Part ► Placed Features ► Shell... จะปรากฏไดอะล็อกดังรูปที่ 11.23 (ซ้าย) ให้พิมพ์ค่าความหนาของเปลือกนอก 0.5 เข้าไปในอีดีทบ็อกซ์ Inside แล้วคลิกบนปุ่ม Add ในฟิลด์ Excluded Faces เพื่อแยกผิวหน้าด้านล่างออกไปจากการสร้างเปลือกนอก จะปรากฏข้อความ Select faces to exclude: ให้คลิกบนเส้นขอบของโซลิตตรงจุดที่ 1 ในขณะที่เคอร์เซอร์กลายเป็นรูปเมาส์ หากผิวหน้าด้านล่างไม่ปรากฏเส้นประ ให้คลิกซ้ายจนกระทั่งผิวหน้าด้านล่างของโซลิตปรากฏเป็นเส้นประดังรูปที่ 11.23 (ขวา) แล้วคลิกขวาจนกระทั่งกลับมายังไดอะล็อกดังรูปที่ 11.23 (ซ้าย) แล้วคลิกบนปุ่ม OK บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์จะปรากฏ Shell1 ดังรูปที่ 11.24 (ซ้าย) และเนื้อวัสดุด้านในของชิ้นส่วนโซลิตจะถูกคว้านออกไปโดยเหลือเป็นผนังหนา 0.5 หน่วยตลอดพื้นผิวทุกๆ จุดของชิ้นส่วนโซลิต



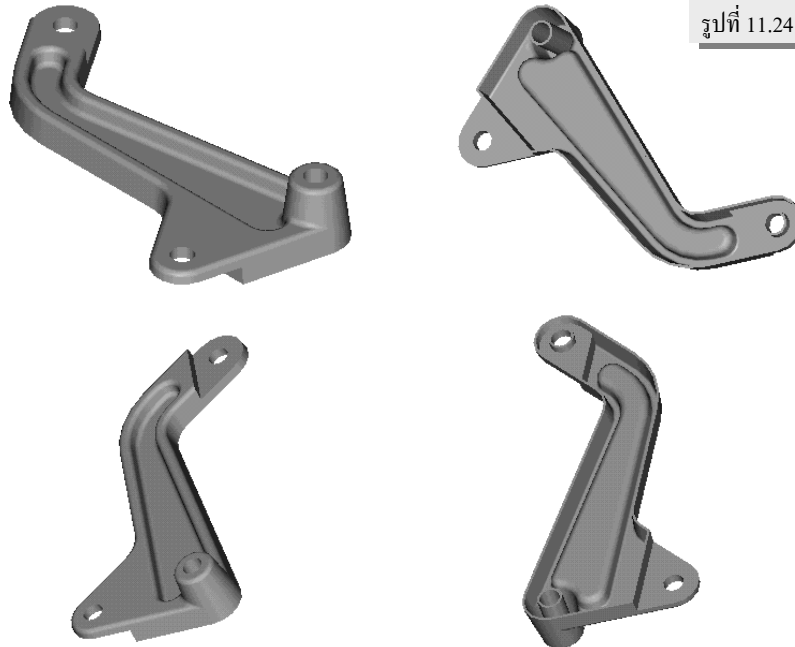
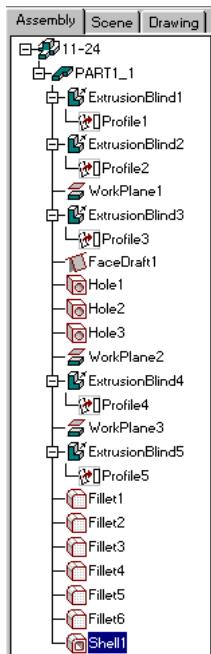
รูปที่ 11.23



Note

หากในข้อ 63 เราอาจจะลืมคลิกบนปุ่ม Add ในฟิลด์ Excluded Faces จะทำให้ชิ้นส่วนโซลิตกลายเป็นชิ้นส่วนแบบปิดแต่ไม่มีที่บิดน ภายในจะกลวง ไม่มีเนื้อวัสดุ เหลือเพียงผนังหนา 0.5 หน่วยในทุกๆ ด้านเท่านั้น เราสามารถคลิกขวาบน Shell1 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ จะปรากฏไดอะล็อกดังรูปที่ 11.23 (ซ้าย) ขึ้นมา เราก็สามารถที่จะลบผนังด้านที่ไม่ต้องการออกไป ทำให้การเป็นชิ้นส่วนโซลิตแบบเปิดดังรูปที่ 11.24

64. ตรวจสอบรูปทรงของชิ้นส่วนโซลิต โดยคลิกบนปุ่มไอคอน  Toggle Shading เพื่อแรเงา ชิ้นส่วนโซลิต จากนั้นคลิกบนปุ่ม  Dynamic Rotation แล้วคลิกและลาก เพื่อหมุนชิ้นส่วนโซลิตไปรอบๆ เพื่อตรวจสอบชิ้นส่วนโซลิตในทุกมุมมองดังรูปที่ 11.24



รูปที่ 11.24

Note

ในการแก้ไขขนาดต่างๆ อาทิ เช่น มุมต่างๆ บนชิ้นส่วนโซลิด เราสามารถเปลี่ยนค่ามุมได้ไม่มากนัก หากเปลี่ยนค่ามุมมากๆ อาจทำให้เกิดการบิดเบือนของชิ้นส่วนโซลิดจนไม่สามารถทำนายได้ เพราะว่าการบังคับด้วยโหมดสัมผัส (Tangent) อย่างต่อเนื่องบนเส้นทุกๆ ของโปรไฟล์สเกทช์ ดังนั้น หากต้องการแก้ไขค่ามุมต่างๆ บนชิ้นส่วนมากๆ ควรจะเข้าสู่โหมด Edit Sketch แล้วแก้ไขค่ามุมให้ได้เสียก่อน ในบางกรณีเราอาจจำเป็นต้องลบเส้นบอกขนาดบางเส้นออกไป แล้วบังคับสเกทช์ใหม่ให้สมบูรณ์ก่อนที่จะทำการปรับปรุง (Update) ชิ้นส่วนพารามेटริกโซลิด

เป็นอันว่าในบทนี้เราได้เรียนรู้วิธีการขึ้นรูปชิ้นส่วนพารามेटริกโซลิด 3 มิติอีกวิธีหนึ่งมาพอสมควรแล้ว ในบทต่อไปจะศึกษาวิธีการขึ้นรูปชิ้นส่วนพารามेटริกโซลิดโดยนำเอาเนิร์บ์เซอร์เฟส (NURBS Surface) เข้ามาช่วยในการขึ้นรูป ซึ่งจะช่วยให้เราสามารถขึ้นรูปชิ้นส่วนโซลิดให้มีพื้นผิวที่มีส่วนโค้งและส่วนเว้าได้ตามต้องการ