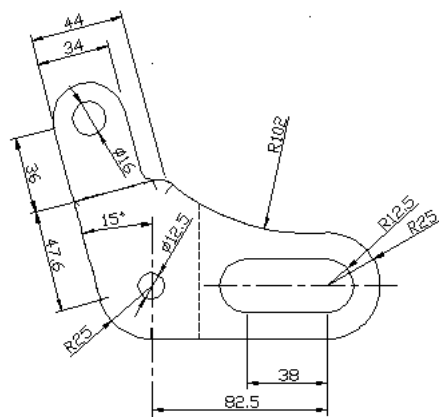


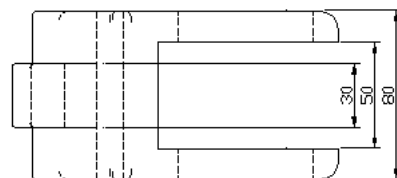
บทที่ 8

แบบฝึกหัดการขึ้นรูปชิ้นส่วนพารามตริกโซลิต I

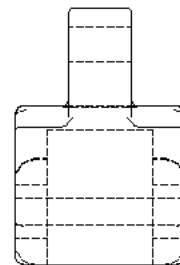
ในบทนี้เราจะมาลงขึ้นรูปชิ้นส่วนพารามตริกโซลิต 3 มิติดังปรากฏในภาพฉายออร์โทกราฟิก(Orthographic) แบบมุมที่ 1 (ISO-Method E) ดังรูปที่ 8.1 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้



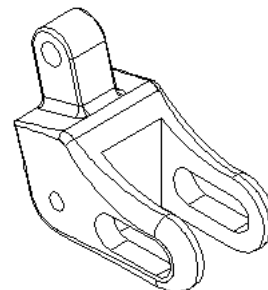
Front



Top



Left



Iso

รูปที่ 8.1

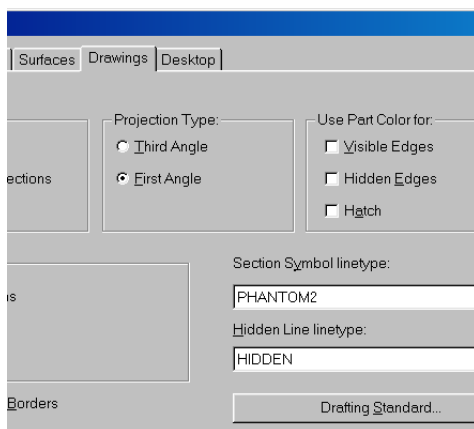
ขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นส่วนพารามетริกโซลิด

1. เริ่มต้นสร้างไฟล์ใหม่ในสภาพแวดล้อม Assembly โดยใช้คำสั่ง **File ► New ⇒ Start from Scratch ⇒ Metric ⇒ OK**

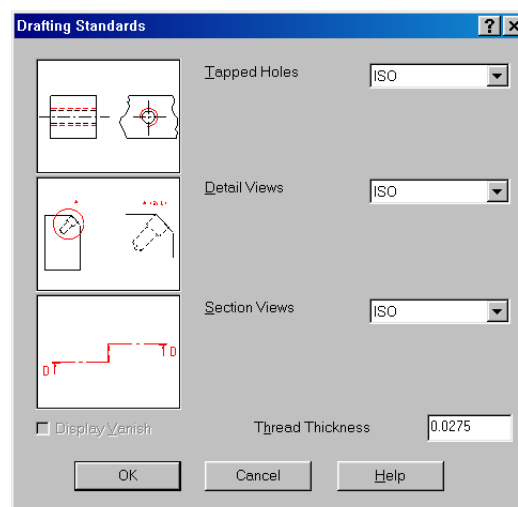
Note

หากเรามีแผนการที่จะนำชิ้นส่วนที่กำลังจะสร้างนี้ไปสอดแทรกเข้าไปในสภาพแวดล้อม Assembly ของไฟล์อื่นๆ เราควรที่จะใช้คำสั่ง **File ► New Part File** ในการเริ่มระบบไฟล์ใหม่ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าเราในเริ่มระบบไฟล์ใหม่โดยใช้คำสั่ง **File ► New** เราก็สามารถที่จะนำชิ้นส่วนออก(Externalize)ไปใช้กับไฟล์ Assembly อื่นๆ ได้เช่นเดียวกัน

2. กำหนดมาตรฐานในการเขียนแบบ โดยใช้คำสั่ง **Drawing ► Preferences...** จะปรากฏไดอะล็อก Desktop Preferences ดังรูปที่ 8.2 (ซ้าย) แสดงแถบคำสั่ง Drawings ให้เลือกปุ่มเรดิโอ First Angle ในฟิลด์ Projection Type เพื่อกำหนดการฉายภาพแบบมุมที่ 1 จากนั้นคลิกบนปุ่ม Drafting Standard... จะปรากฏไดอะล็อก Drafting Standards แล้วเปลี่ยนมาตรฐานของ Tapped Holes(รูเจาะ), Detail Views(แบบขยาย)และ Section Views(แบบภาพตัด) จาก ANSI ให้ เป็น ISO ทั้งหมดดังรูปที่ 8.2 (ขวา)



รูปที่ 8.2



3. เปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทโดยคลิกบนปุ่มไอคอน หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว วิวพอร์ทจะถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน โดยมีรูปด้าน Front อยู่ในตำแหน่งมุมซ้ายบน รูปด้าน Top อยู่มุมซ้ายล่าง รูปด้าน Left อยู่มุมขวาบน รูป Isometric อยู่มุมขวาล่าง
4. พิจารณาชิ้นส่วนในรูปที่ 8.1 จะเห็นว่าเราจะต้องเขียนสเกทช์เป็นเค้าโครงร่างของชิ้นส่วนให้

10. จากรูปที่ 8.3 (ซ้าย) แปลงเส้นโพลีไลน์ให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์ โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketch ▶ Profile** หรือคลิกขวามบนเดสก์ท็อปบราวเซอร์แล้วเลือกคำสั่ง **Solve ▶ Single Profile** หรือ **Solve ▶ Profile** ในกรณี que เลือกคำสั่ง **Solve ▶ Single Profile** เส้นโพลีไลน์ซึ่งเป็นวัตถุขึ้นเดียวจะกลายเป็นโปรไฟล์สเกทช์โดยอัตโนมัติ ในกรณีใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketch ▶ Profile** หรือ **Solve ▶ Profile** จะปรากฏข้อความดังนี้

Command: AMPROFILE

Select objects for sketch:

Select objects: Other corner: 1 found {คลิกบนเส้นโพลีไลน์}

Select objects: {คลิกขวาหรือ  เส้นโพลีไลน์จะถูกแปลงเป็นโปรไฟล์สเกทช์}

Solved underconstrained sketch requiring 8 dimensions or constraints.

{โปรแกรมรายงานว่าได้บังคับสเกทช์ไปแล้วบางส่วน ยังเหลือการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงหรือด้วยขนาดอีก 8 จุด}

Note

สังเกตว่าหลังจากที่เส้นโพลีไลน์ถูกแปลงให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์แล้ว บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์จะปรากฏชื่อโปรไฟล์สเกทช์ Profile1 ภายใต้ชื่อชิ้นส่วน PART1_1

11. แสดงโหมดการบังคับรูปทรง(Geometric constraints)ที่โปรแกรมได้สร้างมาให้โดยอัตโนมัติ โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketch ▶ Show Constraints** จะปรากฏสัญลักษณ์การบังคับรูปทรงบนโปรไฟล์สเกทช์ดังรูปที่ 8.3 (ขวา)

Note

ตัวเลขภายในวงกลมคือหมายเลขประจำเส้น ตัวอักษร L หมายถึงเส้นถูกบังคับตั้งฉากกับอีกเส้นหนึ่ง ตัวอักษร H หมายถึงเส้นถูกบังคับให้อยู่ในแนวอน ตัวอักษร T หมายถึงเส้นถูกบังคับให้สัมผัสกับอีกเส้นหนึ่ง ดังนั้นเส้น (0) จึงตั้งฉากกับเส้น (5) สังเกตว่าสัญลักษณ์ L0 อยู่บนเส้น (5) และสัญลักษณ์ L5 อยู่บนเส้น (0) จึงบอกได้ว่าเส้นทั้งสองตั้งฉากกัน ส่วนเส้น (0) สัมผัสเส้น (1) เส้น (2) สัมผัสเส้น (3) เส้น (3) สัมผัสเส้น (4) แต่ว่าเส้น (1) ไม่ได้ถูกบังคับให้สัมผัสเส้น (2) เนื่องจากไม่มีสัญลักษณ์ T1 บนเส้น (2) และไม่มี T2 บนเส้น (1) ดังนั้นเราจึงจะต้องบังคับเส้น (1) ให้สัมผัสกับเส้น (2) ด้วยตนเอง โปรไฟล์สเกทช์จึงจะถูกบังคับด้วยรูปทรงอย่างสมบูรณ์

12. จากรูปที่ 8.3 (ขวา) เริ่มบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง โดยบังคับให้เส้น (1) สัมผัสกับเส้น (2) ด้วยคำสั่ง **Part ▶ Sketch ▶ Add Constraints ▶ Tangent** จะปรากฏข้อความดังนี้

Select line, circle, arc, or ellipse: {คลิกบนเส้น (1)}

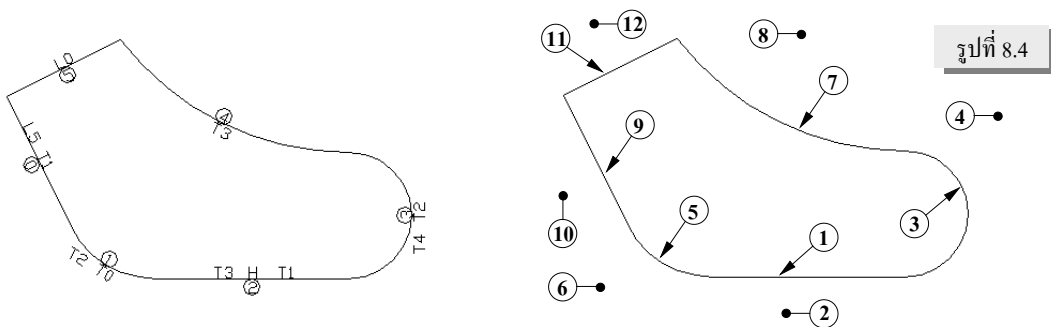
Select line, circle, arc, or ellipse: {คลิกบนเส้น (2)}

Solved underconstrained sketch requiring 7 dimensions or constraints.

{โปรแกรมรายงานว่าเหลือการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงหรือด้วยขนาดอีก 7 จุด}

Select line, circle, arc, or ellipse: {คลิกขวาหรือ  จะปรากฏดังรูปที่ 8.4 (ซ้าย)}

Hor/Ver/PErp/PAr/Tan/CL/CN/PRoj/Join/XValue/YValue/Radius/Length<eXit>:



13. จากรูปที่ 8.4 (ขวา) เริ่มบังคับสเกทช์ด้วยขนาด(Dimension constraints) โดยใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension หรือพิมพ์คำสั่งดังต่อไปนี้

Command: AMPARDIM

Select first object: {คลิกบนเส้นจุดที่ 1}

Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 2}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <98.2734>: 82.5

Solved underconstrained sketch requiring 6 dimensions or constraints.

Select first object: {คลิกบนเส้นจุดที่ 3}

Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 4}

Undo/Diameter/Ordinate/Placement point/Enter dim. value <32.4449>: 25

Solved underconstrained sketch requiring 5 dimensions or constraints.

Select first object: {คลิกบนเส้นจุดที่ 5}

Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 6}

Undo/Diameter/Ordinate/Placement point/Enter dim. value <48.4416>: 25

Solved underconstrained sketch requiring 4 dimensions or constraints.

Select first object: {คลิกบนเส้นจุดที่ 7}

Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 8}

Undo/Diameter/Ordinate/Placement point/Enter dim. value <146.1895>: 102

Solved underconstrained sketch requiring 3 dimensions or constraints.

Select first object: {คลิกบนเส้นจุดที่ 9}

Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 10}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <66.4198>: Δ
{พิมพ์ A เพื่อเลือกเส้นบอกขนาดแบบเอียงตามเส้นที่ถูกเลือก}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <74.1919>: 47.6

Solved underconstrained sketch requiring 2 dimensions or constraints.

Select first object: {คลิกบนเส้นจุดที่ 11}

Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 12}

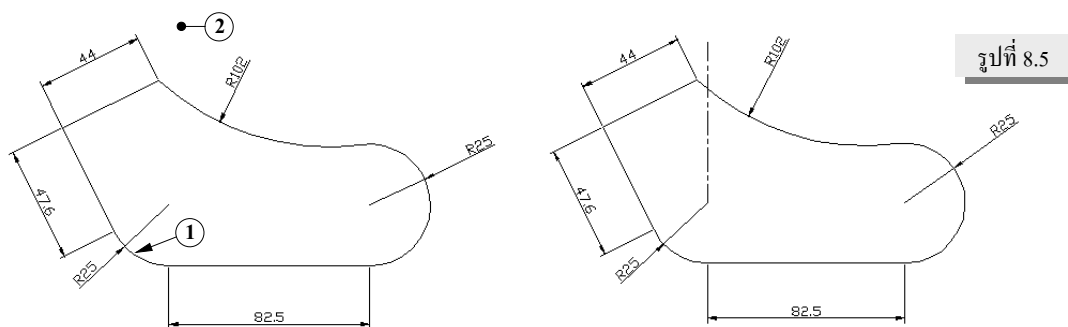
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <51.7053>: Δ
{พิมพ์ A เพื่อเลือกเส้นบอกขนาดแบบเอียงตามเส้นที่ถูกเลือก}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <57.7556>: 44

Solved underconstrained sketch requiring 1 dimensions or constraints. {โปรแกรม
รายงานว่าการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงหรือด้วยขนาดอีกเพียงจุดเดียว}

Select first object: {คลิกขวาหรือ  เพื่อออกจากคำสั่ง}

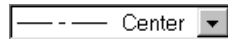
14. ขนาดของเส้นบอกขนาดที่ปรากฏมีขนาดเล็กไป ให้ใช้คำสั่ง Assist ► Format ► Dimension Style... ⇒ Geometry ⇒ พิมพ์ค่า 1.5 เข้าไปใน Overall Scale ⇒ OK ⇒ Save ⇒ OK
เส้นบอกขนาดทั้งหมดจะมีขนาดใหญ่ขึ้นและเหมาะสมกับขนาดของสเกทช์ดังรูปที่ 8.5 (ซ้าย)



Note

สังเกตว่าโปรไฟล์สเกทช์นี้ยังขาดการบังคับด้วยขนาดอีก 1 จุด ซึ่งถ้าพิจารณาให้ดีแล้วเราจะเห็นว่ายังมีเส้นบางเส้นยังสามารถเคลื่อนตัวได้อย่างอิสระ อาทิ เช่น เส้นที่ยาว 47.6 หน่วยหรือเส้นที่ยาว 44 หน่วย มุมเอียงของเส้นทั้งสองสามารถเปลี่ยนไปตามความยาวของเส้นโค้งรัศมี 102 หน่วยและเส้นโค้งรัศมี 25 หน่วย หากต้องการบังคับสเกทช์นี้ให้สมบูรณ์ เราสามารถให้ขนาดมุมระหว่างเส้น 47.6 หน่วยกับเส้น 82.5 หน่วย สเกทช์ก็จะถูกบังคับอย่างสมบูรณ์(Fully constrained) แต่ถ้าย้อนกลับไปดูรูปที่ 8.1 มีการบังคับมุมเส้น 47.6 หน่วยเข้ากับเส้นเส้นเตอร์ในแนวตั้งเป็นมุม 15 องศาซึ่งเส้นเส้นเตอร์ไลน์มีจุดกำเนิดจากจุดศูนย์กลางของเส้นโค้งรัศมี 25 หน่วย ดังนั้นเราจึงต้องการเส้นเส้นเตอร์ไลน์ แล้วเพิ่ม(Append)เข้าไปเป็นส่วนประกอบของโปรไฟล์สเกทช์

15. เปลี่ยนรูปแบบเส้นใช้งานเป็น Center Line โดยใช้แถบรายการ Linetype Control ให้ปรากฏ



16. จากรูปที่ 8.5 (ซ้าย) เขียนเส้นเซ็นเตอร์ไลน์ โดยใช้คำสั่ง **Design** ▶ **Line**

Command: LINE

From point: _cen of {คลิกบนปุ่ม ออฟเจกต์สแน็ปโหมด Center แล้วเลื่อนเคอร์เซอร์ไปบนส่วนโค้ง เมื่อปรากฏมาร์คเกอร์ ตรงจุดศูนย์กลางให้คลิกเมาส์ซ้าย}

To point: <Ortho on> {เปิดโหมดออโร(Ortho)เพื่อเขียนเส้นในแนวดิ่ง แล้วคลิกจุดที่ 2}

To point: {คลิกขวาหรือ เพื่อออกจากคำสั่ง}

17. กำหนดสเกลรวมของเส้นประ(Global Linetype Scale)เท่ากับ 0.3 โดยพิมพ์คำสั่งดังนี้

Command: LTSCALE

New scale factor <1.0000>: 0.3 {กำหนดสเกลรวมเท่ากับ 0.3 จะปรากฏดังรูปที่ 8.5 (ขวา)}

18. เปลี่ยนรูปแบบเส้นใช้งานเป็น ByLayer เช่นเดิม โดยใช้แถบรายการ Linetype Control ให้ปรากฏ ByLayer

19. เพิ่มเส้นประดังกล่าวให้เป็นส่วนประกอบของโปรไฟล์สเกทช์โดยใช้คำสั่ง **Part** ▶ **Append** หรือคลิกขวานบน Profile1 บนเดสก์ทอปราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง **Append Profile** จะปรากฏ **Select geometry to append to sketch:** ให้คลิกบนเส้นประดังกล่าว แล้วออกจากคำสั่ง

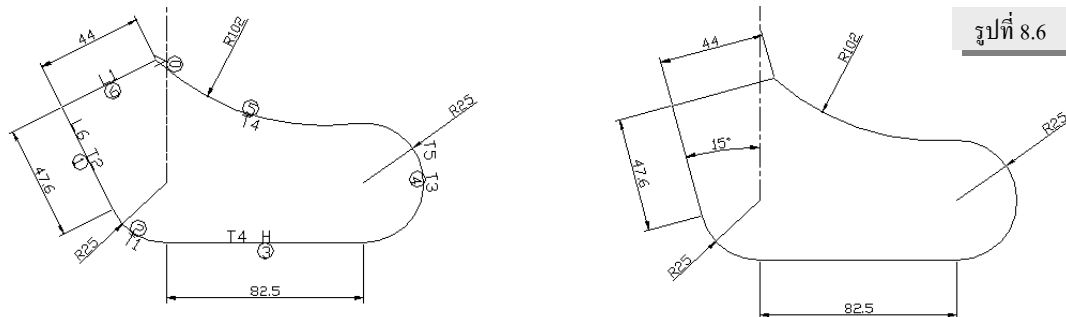
Note

สังเกตว่าหลังจากที่เส้นประถูกรวมเข้ากับโปรไฟล์สเกทช์แล้วจะปรากฏข้อความ Solved underconstrained sketch requiring 2 dimensions or constraints. ซึ่งบอกว่าเหลือการบังคับเพิ่มขึ้นเป็น 2 จุดซึ่งแต่เดิมเหลือเพียง 1 จุด แสดงว่าในการเพิ่มเส้นประดังกล่าวเข้าไปในสเกทช์ทำให้การบังคับรูปทรงที่โปรแกรมได้สร้างมาให้หรือเราได้สร้างขึ้นเองได้หายไปจุดหนึ่ง ดังนั้นเราจึงต้องตรวจสอบโหมดการบังคับรูปทรงใหม่ เพื่อบังคับสเกทช์ให้สมบูรณ์

20. แสดงโหมดการบังคับรูปทรง(Geometric constraints) โดยใช้คำสั่ง **Part** ▶ **Sketch** ▶ **Show Constraints** จะปรากฏสัญลักษณ์การบังคับรูปทรงบนโปรไฟล์สเกทช์ดังรูปที่ 8.6 (ซ้าย)

Note

สังเกตว่าหมายเลขประจำเส้นได้เปลี่ยนไปซึ่งเกิดจากเส้นประที่ถูกเพิ่มใหม่มีหมายเลข (0) หมายเลขประจำเส้นอื่นๆ จึงเปลี่ยนไปทั้งหมดและโหมดการบังคับรูปทรง Tangent ที่เราได้บังคับเส้น (2) และ (3) หรือเส้น (1) และ (2) เดิมในข้อ 12 ได้ถูกลบทิ้งไปแล้ว ดังนั้นเราจึงต้องบังคับเส้น (2) และ (3) ใหม่อีกครั้ง



21. จากรูปที่ 8.6 (ซ้าย) ทำซ้ำในข้อ 12 เพื่อเพิ่มโหมดการบังคับรูปทรง Tangent ให้กับเส้น (2) และเส้น (3) โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Tangent จะปรากฏสัญลักษณ์ T2 บนเส้น (3) และปรากฏ T3 บนเส้นโค้ง (2) โปรแกรมจะรายงานว่ายังเหลือจุดที่ยังไม่ได้ถูกบังคับอีก 1 จุด
22. จากรูปที่ 8.6 (ซ้าย) บังคับเส้น (1) เข้ากับเส้นประเซ็นเตอร์โดยใช้มุม 15 องศาระหว่างเส้นทั้งสอง โดยใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension จะปรากฏข้อความดังนี้

Select first object: {คลิกบนเส้น (1)}

Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นประ (0)}

Specify dimension placement: {คลิกตรงพื้นที่ว่างตรงกลางระหว่างเส้น (1) และ (2)}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <53.7658>: N

{พิมพ์ N เพื่อเลือก aNgle เส้นบอกขนาดเชิงมุม}

Undo/Placement point/Enter dimension value <26>: 15 {พิมพ์ค่ามุม 15 องศา}

Solved fully constrained sketch. {โปรแกรมรายงานว่าสเกทช์ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้ว}

Note

เมื่อสเกทช์ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้ว เราสามารถใช้คำสั่ง Part ► Change Dimension เพื่อแก้ไขขนาดต่างๆ บนสเกทช์ ซึ่งการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นจะถูกบังคับให้อยู่ในกรอบของโหมดการบังคับรูปทรงที่โปรแกรมหรือเราได้กำหนดไว้ข้างต้น จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นเป็นไปอย่างมีรูปแบบ ไม่ทำให้สเกทช์ของเราบิดเบือนไปจากรูปทรงที่ต้องการ

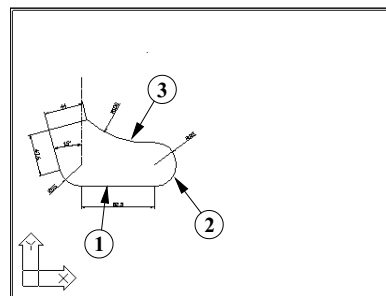
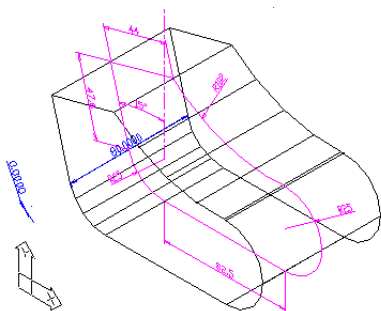
23. สร้างเลเยอร์ Solid สีที่โปรแกรมกำหนดมาให้ แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน โดยใช้คำสั่ง Assist ► Format ► Layer... แถบรายการเลเยอร์จะปรากฏ Solid
24. เริ่มแปลงโปรไฟล์สเกทช์ให้เป็น 3 มิติเข้าไปเก็บไว้ในเลเยอร์ Solid โดยวิธีการเพิ่มความหนา ด้วยคำสั่ง Part ► Sketched Features ► Extrude... จะปรากฏไดอะล็อก Extrusion Feature ขึ้นมาบนจอภาพ ให้เลือกปุ่มเรดิโอ Mid Plane แล้วพิมพ์ค่า 80 หน่วยเข้าไปในมิติทบออกซ์

Distance แล้วคลิก OK สเกทช์จะถูกแปลง เป็นชิ้นส่วน 3 มิติโดยมีความหนาเพิ่มขึ้นในแกน +Z 40 หน่วยและมีความหนาเพิ่มขึ้นในแกน -Z อีก 40 หน่วยและจะปรากฏ ExtrusionMidplane1 เหนือ Profile1 บนเดสก์ท็อปราวเซอร์

25. เปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทโดยคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว 

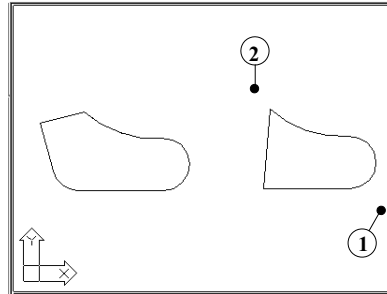
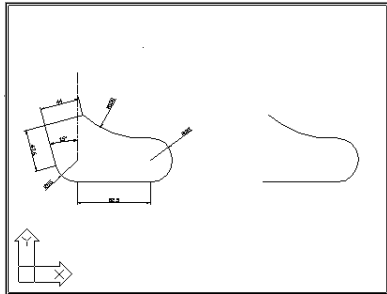
Note

ทดลองคลิกขวาบน ExtrusionMidplane1 จะปรากฏเคอร์เซอร์เมนู แล้วลองเลือกคำสั่ง Edit จะปรากฏโปรไฟล์สเกทช์แสดงเส้นบอกขนาดต่างๆ ซ้อนขึ้นมาบนชิ้นส่วน 3 มิติและบนชิ้นส่วน 3 มิติจะปรากฏเส้นบอกขนาดสีน้ำเงิน 2 เส้น เส้นหนึ่งแทนความหนา อีกเส้นหนึ่งแทนมุมเอียง(Draft angle)ดังรูปที่ 8.7 (ซ้าย) และบนบรรทัดแสดงข้อความจะปรากฏ Select objects: ซึ่งเราสามารถคลิกบนเส้นบอกขนาดใดๆ แล้วแก้ไขค่าของเส้นบอก ขนาดได้ตามต้องการ เมื่อแก้ไขค่าของเส้นบอกขนาดแล้ว จะต้องใช้คำสั่ง Part ► Update  เพื่อให้เกิดการแปลงเปลี่ยนบนชิ้นส่วน 3 มิติด้วย เมื่อทดลองเสร็จเรียบร้อยแล้ว อย่าลืมแก้ไขขนาดกลับไปเช่นเดิม



รูปที่ 8.7

26. เริ่มเขียนสเกทช์ที่จะใช้เป็นตัวตัดเฉือนส่วนที่ไม่ต้องการออกไป โดยก่อนอื่นๆ ขยายวิวพอร์ท Front ให้ใหญ่เต็มจอภาพ โดยคลิกบนวิวพอร์ทมุมซ้ายบน แล้วคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์เลข 1 แล้ว 
27. เริ่มทำการคัดลอกบางส่วนของโปรไฟล์สเกทช์เดิม เพื่อใช้เป็นโปรไฟล์ของส่วนที่นำมาตัดเฉือนชิ้นส่วน โดยคลิกขวาบน ExtrusionMidplane1 บนเดสก์ท็อปราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Edit Sketch จะปรากฏโปรไฟล์สเกทช์พร้อมเส้นบอกขนาดขึ้นมาบนจอภาพ
28. ใช้คำสั่ง ZOOM  หรือ  เพื่อย่อภาพให้ปรากฏขนาดประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ของพื้นที่วาดภาพ แล้วใช้คำสั่ง PAN  เพื่อเลื่อนภาพไปด้านซ้ายให้เหลือพื้นที่ว่างๆ ด้านขวามือให้ปรากฏดังรูปที่ 8.7 (ขวา)
29. จากรูปที่ 8.7 (ขวา) ใช้คำสั่ง Construct ► Copy คัดลอกเส้น 1, 2, และ 3 จากโปรไฟล์สเกทช์เดิม ออกไปวางไว้ตรงตำแหน่งใดๆ บนพื้นที่ว่างที่เผื่อไว้ทางด้านขวามือดังรูปที่ 8.8 (ซ้าย)



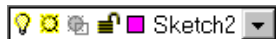
รูปที่ 8.8

30. เขียนเส้นตรงปิดหัวท้ายเส้นที่ถูกคัดลอกในข้อที่แล้วเพื่อสร้างรูปแบบปิด โดยใช้คำสั่ง LINE หรือ PLINE

Note

อันที่จริงเราไม่ต้องคัดลอกส่วนของสเกทช์เดิมก็ได้ แล้วเขียนเส้นตรงปิดหัวท้ายเลยก็ได้ เราสามารถใช้คำสั่ง LINE และ ARC หรือคำสั่ง PLINE เขียนเส้นขึ้นมาใหม่ซึ่งจะมีขนาดเท่ากันหรือไม่เท่ากับสเกทช์เดิมก็ได้ แต่การเขียนเส้นใหม่จะต้องมีเส้นตรง 2 เส้นและเส้นโค้ง 2 เส้นวางอยู่ในตำแหน่ง ใกล้เคียงกันและจะมีขนาดเท่ากันได้

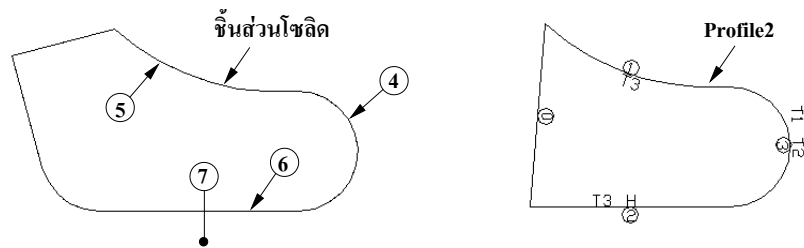
31. สร้างเลเยอร์ใหม่สำหรับเก็บโปรไฟล์สเกทช์ขึ้นที่ 2 ที่กำลังจะสร้างขึ้น โดยใช้ชื่อ Sketch2 มีสีแดง Red หรือสีอื่นที่ไม่ซ้ำกับสเกทช์เดิม (ไม่ควรใช้สีน้ำเงิน เพราะจะซ้ำกับเส้นบอกขนาดที่โปรแกรมแสดงออกมา ทำให้เราแยกแยะได้ยาก) แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน



32. เปลี่ยนเลเยอร์ของเส้นใหม่ทั้งหมดให้เข้าไปอยู่ในเลเยอร์ Sketch2 โดยใช้คำสั่ง **Edit** ▶ **Properties...** แล้วเลือกเส้นตรงและเส้นโค้งใหม่ทั้งหมด เมื่อปรากฏไดอะล็อก **Change Properties** ให้คลิกบนปุ่ม **Layer...** แล้ว เลือกเลเยอร์ Sketch2 แล้วออกจากไดอะล็อกทั้งหมด
33. แปลงเส้นตรงและเส้นโค้งใหม่ทั้งหมดให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์ โดยใช้คำสั่ง **Part** ▶ **Sketch** ▶ **Profile** จะปรากฏข้อความ **AMPROFILE not allowed in sketch edited state** ซึ่งหมายความว่าโปรแกรมจะไม่ยอมให้เราแปลงเส้นเส้นตรงและเส้นโค้งใหม่ให้เป็นสเกทช์ในขณะที่เรายังอยู่ในสถานะการแก้ไขสเกทช์เดิมอยู่
34. ออกจากสถานะการแก้ไขสเกทช์เดิม โดยใช้คำสั่ง **Part** ▶ **Update** โปรไฟล์สเกทช์เดิมจะหายไปแต่จะปรากฏขึ้นส่วนโวลูมิ์ขึ้นมาแทนดังรูปที่ 8.8 (ขวา)
35. จากรูปที่ 8.8 (ขวา) แปลงเส้นตรงและเส้นโค้งใหม่ทั้งหมดให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์โดยใช้คำสั่ง **Part** ▶ **Sketch** ▶ **Profile** อีกครั้ง แล้วคลิกตรงจุดที่ 1 และ 2 เพื่อเลือกเส้นทั้งหมดแบบ **Crossing** จะปรากฏ **Profile2** ขึ้นมาบนเดสก์ท็อปบราวเซอร์

36. เปลี่ยนเป็น 4 วิวพอร์ท โดยคลิกบนปุ่ม  เพื่อตรวจสอบเพื่อให้ทราบตำแหน่งของชิ้นส่วนและสเกทช์ แล้วเปลี่ยนกลับไปเป็น 1 วิวพอร์ท (วิวพอร์ท Front เช่นเดิม) โดยคลิกบนปุ่ม 
37. แสดงโหมดการบังคับรูปทรง(Geometric constraints)ที่โปรแกรมได้สร้างมาให้โดยอัตโนมัติ โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketch ▶ Show Constraints** จะปรากฏสัญลักษณ์การบังคับรูปทรงบนโปรไฟล์สเกทช์ Profile2 ดังรูปที่ 8.9 (ขวา)

รูปที่ 8.9



Note

จากรูปที่ 8.9 (ขวา) เส้นตรง (2) สัมผัสกับเส้นโค้ง (3) เส้นโค้ง (3) สัมผัสกับเส้นโค้ง (1) ซึ่งก็ตรงตามที่เราต้องการ แต่เส้น (0) เอียงทำมุมเล็กน้อย เนื่องจากเส้น (0) ยังไม่ได้ถูกบังคับให้อยู่ในแนวตั้ง

38. จากรูปที่ 8.9 เริ่มบังคับเส้น (0) ของสเกทช์ Profile2 ด้วยรูปทรงให้อยู่ในแนวตั้ง โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketch ▶ Add Constraints ▶ Vertical** แล้วคลิกบนเส้น (0) จะทำให้เส้น (0) ปรับไปอยู่ในแนวตั้ง
39. จากรูปที่ 8.9 เริ่มบังคับส่วนโค้ง (3) ของ Profile2 ให้มีรัศมีเท่ากับส่วนโค้ง 4 ของชิ้นส่วนโซลิต และบังคับส่วนโค้ง (1) ของ Profile2 ให้มีรัศมีเท่ากับส่วนโค้ง 5 ของชิ้นส่วนโซลิต โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketch ▶ Add Constraints ▶ Radius** จะปรากฏดังนี้

Select first arc or circle: {คลิกบนเส้นโค้ง (3) บนสเกทช์ Profile2}

Select second arc or circle: {คลิกบนเส้นโค้ง (4) บนชิ้นส่วนโซลิต เส้นโค้งทั้งสองจะมีรัศมีเท่ากัน}

Solved underconstrained sketch requiring 5 dimensions or constraints.

Select first arc or circle: {คลิกบนเส้นโค้ง (1) บนสเกทช์ Profile2}

Select second arc or circle: {คลิกบนเส้นโค้ง (5) บนชิ้นส่วนโซลิต เส้นโค้งทั้งสองจะมีรัศมีเท่ากัน}

Solved underconstrained sketch requiring 4 dimensions or constraints.

40. จากรูปที่ 8.9 เริ่มบังคับส่วนโค้ง (3) ของ Profile2 ให้มีรัศมีเท่ากับส่วนโค้ง 4 ของชิ้นส่วนโซลิต และบังคับส่วนโค้ง (1) ของ Profile2 ให้มีรัศมีเท่ากับส่วนโค้ง 5 โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketch**

► Add Constraints ► Concentric จะปรากฏดังนี้

Select first arc, circle, ellipse, or work point: {คลิกบนเส้นโค้ง (3) บนสเกทช์ Profile2}

Select second arc, circle, ellipse, or work point: {คลิกบนเส้นโค้ง 4 บนชิ้นส่วนโซลิด
เส้นโค้งทั้งสองจะมีจุดศูนย์กลางเดียวกันและสเกทช์ Profile2 จะเคลื่อนย้ายไปทับชิ้นส่วน
โซลิด โดยส่วนโค้ง (3) จะทับเส้นโค้ง 4 พอดี}

Solved underconstrained sketch requiring 2 dimensions or constraints.

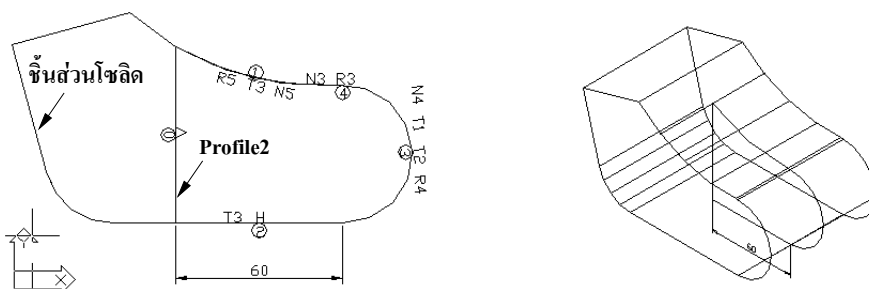
Select first arc, circle, ellipse, or work point: {คลิกบนเส้นโค้ง (1) บนสเกทช์ Profile2}

Select second arc, circle, ellipse, or work point: {คลิกบนเส้นโค้ง (5) บนชิ้นส่วนโซลิด
เส้นโค้งทั้งสองจะมีจุดศูนย์กลางเดียวกันและส่วนโค้ง (1) จะทับเส้นโค้ง 5 พอดี}

Solved underconstrained sketch requiring 1 dimensions or constraints.

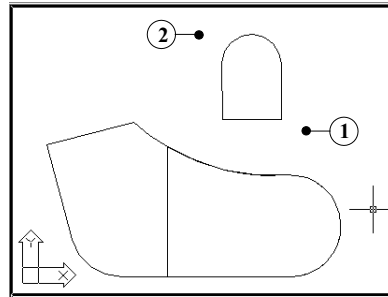
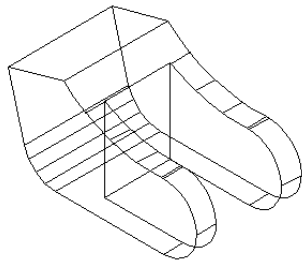
41. จากรูปที่ 8.9 บังคับสเกทช์ด้วยเส้นบอกขนาดในแนวนอน โดยใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension แล้วคลิกบนเส้นตรงจุดที่ 6 บนสเกทช์ Profile2 ซึ่งซ้อนอยู่กับชิ้นส่วนโซลิดพอดี แล้วคลิกตรงจุดที่ 7 เพื่อกำหนดตำแหน่งของเส้นบอกขนาด แล้วป้อนค่าความยาวเส้นเท่ากับ 60 หน่วย จะปรากฏข้อความบอกว่าสเกทช์ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้ว(Solved fully constrained sketch.)
42. แสดงโหมดการบังคับรูปทรง(Geometric constraints) โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Show Constraints จะปรากฏสัญลักษณ์การบังคับรูปทรงบนโปรไฟล์สเกทช์ Profile2 ดังรูปที่ 8.10 (ซ้าย)

รูปที่ 8.10



43. เปลี่ยนเป็น 4 วิวพอร์ท โดยคลิกบนปุ่ม  เพื่อตรวจสอบเพื่อให้ทราบตำแหน่งของชิ้นส่วนและสเกทช์ วิวพอร์ท Isometric จะปรากฏดังรูปที่ 8.10 (ขวา)
44. เริ่มเขียนชิ้นส่วนออกจากตรงกลางระนาบสเกทช์เดิม 50 หน่วย (ข้างละ 25 หน่วย) โดยใช้ระนาบสเกทช์เดิม โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketched Features ► Extrude... จะปรากฏไดอะล็อก

Extrusion Feature ขึ้นมาบนจอภาพ ให้แน่ใจว่าปุ่มเรดิโอ Cut ในฟิลด์ Operation เป็นปุ่มใช้งาน เลือกปุ่มเรดิโอ Mid Plane พิมพ์ค่า 50 หน่วยเข้าไปในมิติทบออกซ์ Distance คลิก OK ชิ้นส่วนจะถูกตัดเฉือน จะปรากฏดังรูปที่ 8.11 (ซ้าย)



รูปที่ 8.11

45. เริ่มเขียนหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์ของส่วนบนของชิ้นส่วน โดยก่อนอื่นขยายวิวพอร์ท Front ให้มีขนาดใหญ่เต็มจอภาพโดยคลิกบนวิวพอร์ท Front แล้วคลิกบนปุ่ม 
46. สร้างเลเยอร์ใหม่สำหรับเก็บโปรไฟล์สเกทช์ขึ้นที่ 3 ที่กำลังจะสร้างขึ้น โดยใช้ชื่อ Sketch3 มีสีเขียว Green หรือสีอื่นที่ไม่ซ้ำกับสีสเกทช์เดิม แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน
47. ใช้พื้นที่ว่างบนวิวพอร์ท Front ใช้คำสั่ง PLINE หรือ LINE และ ARC เขียนเส้นตรงและเส้นโค้งคร่าวๆ ให้ปรากฏดังรูปที่ 8.11 (ขวา)
48. จากรูปที่ 8.11 (ขวา) แปลงเส้นตรงและเส้นโค้งใหม่ที่สร้างในข้อที่แล้วทั้งหมดให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Profile อีกครั้ง แล้วคลิกตรงจุดที่ 1 และ 2 เพื่อเลือกเส้นทั้งหมดแบบ Crossing จะปรากฏ Profile3 ขึ้นมาบนเดสทอปบราวเซอร์

Note

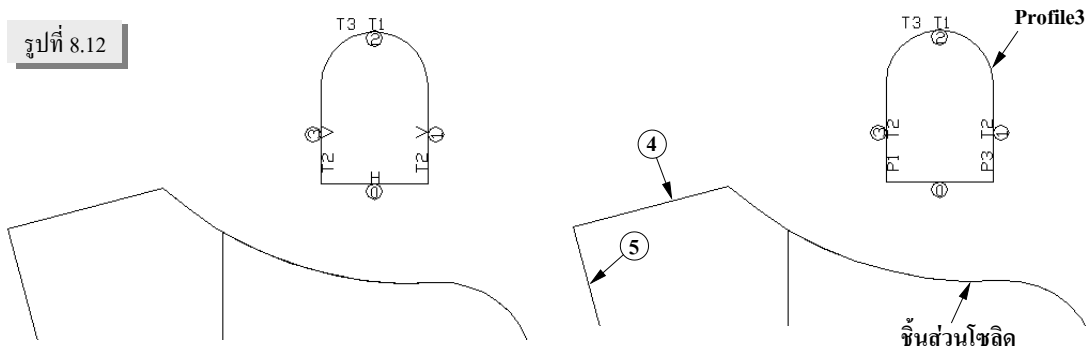
โดยปกติ ก่อนที่จะสร้างโปรไฟล์สเกทช์ใหม่ขึ้นมา หากโปรไฟล์สเกทช์ที่จะสร้างใหม่ไม่ได้อยู่บนระนาบเดียวกันกับโปรไฟล์สเกทช์เดิม เราจะต้องสร้างระนาบสเกทช์ขึ้นมาใหม่เสียก่อน แต่ในแบบฝึกหัดนี้เราสามารถใช้อะนาบสเกทช์แรกที่เราสร้างโปรไฟล์สเกทช์ Profile1 เป็นระนาบสเกทช์ในการสร้างโปรไฟล์สเกทช์ Profile2 และ Profile3 ได้ทันที

49. แสดงโหมดการบังคับรูปทรง โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Show Constraints จะปรากฏสัญลักษณ์การบังคับรูปทรงบนโปรไฟล์สเกทช์ Profile3 ดังรูปที่ 8.12 (ซ้าย)
50. เนื่องจากสเกทช์นั้นจะต้องเอียงตามพื้นผิวด้านบนของชิ้นส่วนโซลิต แต่เราไม่สามารถที่จะปรับมุมของ Profile3 ให้เอียงตามโซลิตได้ เนื่องจากมีเส้นตรง 3 ถูกบังคับให้อยู่ในแนวนอนและแนวตั้ง ดังนั้นเราจะต้องลบโหมดการบังคับดังกล่าวออกไปเสียก่อน โดยใช้คำสั่ง

Part ► Sketch ► Delete Constraints แล้วคลิกบนสัญลักษณ์ V บนเส้นตรงแนวตั้งทั้งสอง และคลิกสัญลักษณ์ H บนเส้นตรงแนวนอน สัญลักษณ์ทั้งหมดจะหายไป

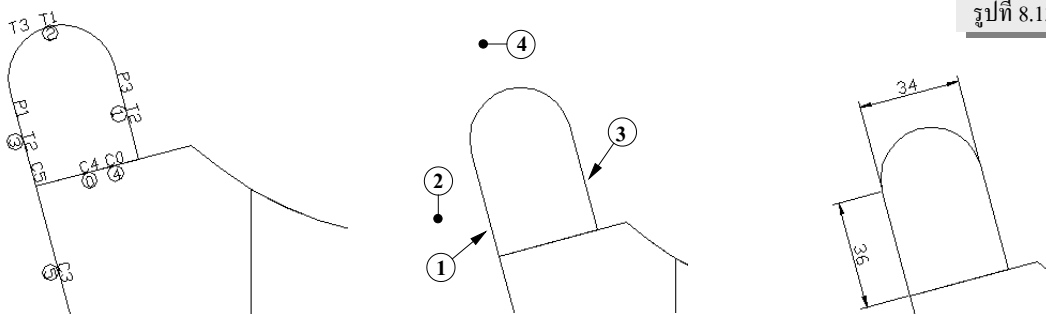
51. จากรูปที่ 8.12 (ซ้าย) เนื่องจากเส้นตรงในแนวตั้ง (3) และเส้นตรงในแนวตั้ง (1) จะต้องขนานกันเสมอ ดังนั้นเราจึงควรที่จะบังคับเส้นตรงทั้งสองให้ขนานกัน โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Parallel แล้วคลิกบนเส้นตรงในแนวตั้งทั้งสองบนสเกทช์ Profile3 จะปรากฏสัญลักษณ์ P3 บนเส้น (1) และสัญลักษณ์ P1 บนเส้น (3) ดังรูปที่ 8.12 (ขวา)

รูปที่ 8.12



52. จากรูปที่ 8.12 (ขวา) บังคับให้เส้น (0) บนสเกทช์ Profile3 ให้อยู่ในแนวเดียวกันกับเส้น 4 บนชิ้นส่วนโซลิดและบังคับให้เส้น (3) บนสเกทช์ Profile3 อยู่ในแนวเดียวกันกับเส้น 5 บนชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Collinear แล้วคลิกบนเส้น (0) และ 4 โปรไฟล์สเกทช์ Profile3 จะเอียงทำมุมตามผิวด้านบนของชิ้นส่วนโซลิด โดยเส้น (0) และ 4 จะอยู่ในแนวเดียวกัน แล้วคลิกบนเส้น (3) และ 5 จะทำให้เส้น (3) และ 5 อยู่ในแนวเดียวกันและจะทำให้ Profile3 เลื่อนไปชิดมุมซ้ายดังรูปที่ 8.13 (ซ้าย)

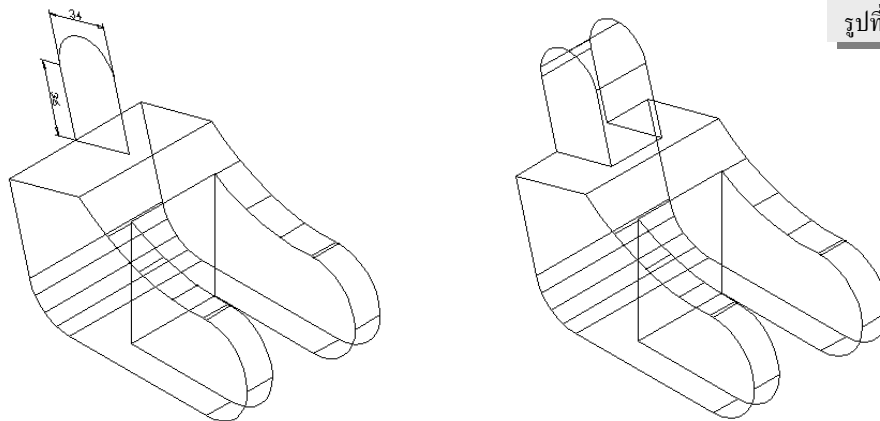
รูปที่ 8.13



53. จากรูปที่ 8.13 (กลาง) เมื่อบังคับรูปทรงของสเกทช์ Profile3 เรียบร้อยแล้ว เริ่มบังคับสเกทช์ ด้วยขนาด โดยใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension จะปรากฏข้อความดังนี้

Select first object: {คลิกบนเส้นจุดที่ 1}
Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 2 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <25.8207>: A
 {พิมพ์ A เพื่อเลือก Align เพื่อปรับเส้นบอกขนาดให้เอียงตามมุมตาม}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <26.7316>: 36
 {ป้อนค่าความยาวเส้น 36 หน่วย}
Select first object: {คลิกบนเส้นจุดที่ 1}
Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นจุดที่ 3}
Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 4 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <28.2943>: A
 {พิมพ์ A เพื่อเลือก Align เพื่อปรับเส้นบอกขนาดให้เอียงตามมุมตาม}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <29.2924>: 34
 {ป้อนค่าความยาวเส้น 34 หน่วย จะปรากฏดังรูปที่ 8.13 (ขวา)}
Solved fully constrained sketch. {โปรไฟล์สเกทช์ Profile 3 ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้ว}

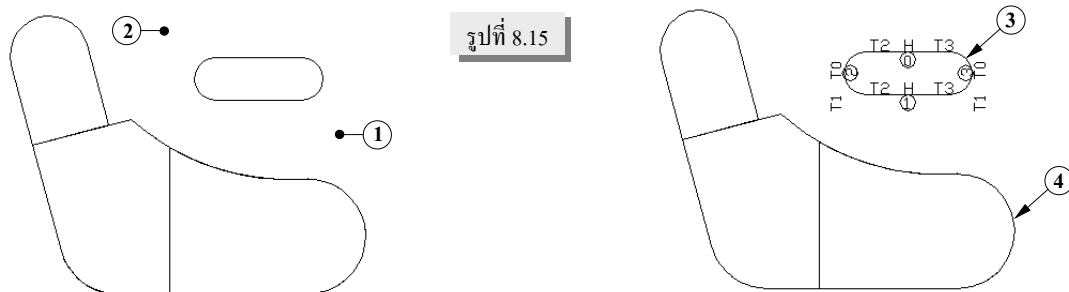
54. เปลี่ยนเป็น 4 วิวพอร์ท โดยคลิกบนปุ่ม  เพื่อตรวจสอบเพื่อให้ทราบตำแหน่งของชิ้นส่วน และสเกทช์ Profile3 วิวพอร์ท Isometric จะปรากฏดังรูปที่ 8.14 (ซ้าย)



รูปที่ 8.14

55. เริ่มเพิ่มความหนาให้กับ Profile3 ออกจากตรงกลางระนาบสเกทช์เดิม 30 หน่วย โดยรวม (Join)โปรไฟล์สเกทช์ Profile3 เข้าเป็นชิ้นเดียวกันกับชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketched Features ► Extrude... จะปรากฏไดอะล็อก Extrusion Feature คลิกปุ่มเรดิโอ Join ในฟิลด์ Operation แล้วคลิกปุ่มเรดิโอ Mid Plane พิมพ์ค่า 30 หน่วยเข้าไปในฟิลด์ Distance คลิก OK ชิ้นส่วนจะปรากฏดังรูปที่ 8.14 (ขวา)

56. เริ่มเขียนหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์ของส่วนบนของชิ้นส่วน โดยก่อนอื่นขยายวิวพอร์ท Front ให้มีขนาดใหญ่เต็มจอภาพโดยคลิกบนวิวพอร์ท Front แล้วคลิกบนปุ่ม 
57. สร้างเลเยอร์ใหม่สำหรับเก็บโปรไฟล์สเกทช์ชิ้นที่ 3 ที่กำลังจะสร้างขึ้น โดยใช้ชื่อ Sketch3 มีสีม่วง Magenta หรือสีอื่นที่ซ้ำกับสเกทช์เดิมได้ แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน
58. ใช้พื้นที่ว่างบนวิวพอร์ท Front แล้วเขียนเส้นตรงและเส้นโค้งคร่าวๆ ด้วยคำสั่ง CIRCLE และ LINE แล้วตัดด้วยคำสั่ง TRIM (หรือจะใช้คำสั่ง PLINE ก็ได้) ให้ปรากฏดังรูปที่ 8.15 (ซ้าย)

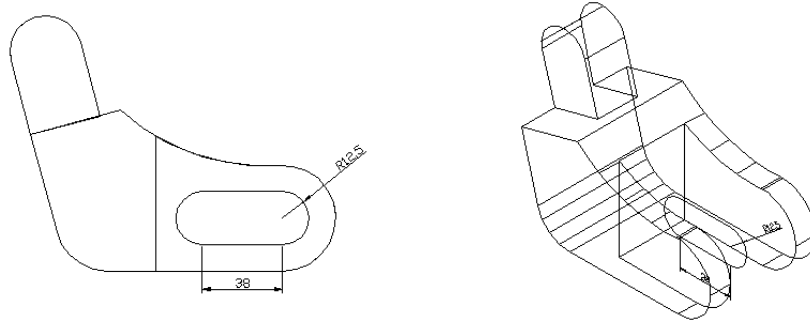


รูปที่ 8.15

59. จากรูปที่ 8.15 (ซ้าย) แปลงเส้นตรงและเส้นโค้งใหม่ที่สร้างในข้อที่แล้วทั้งหมดให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์โดยใช้คำสั่ง Part ▶ Sketch ▶ Profile อีกครั้ง แล้วคลิกตรงจุดที่ 1 และ 2 เพื่อเลือกเส้นทั้งหมดแบบ Crossing จะปรากฏ Profile4 ขึ้นมาบนเดสก์ท็อปจาวเซอร์
60. แสดงโหมดการบังคับรูปทรง โดยใช้คำสั่ง Part ▶ Sketch ▶ Show Constraints จะปรากฏสัญลักษณ์การบังคับรูปทรงบนโปรไฟล์สเกทช์ Profile4 ดังรูปที่ 8.15 (ขวา) แสดงให้เห็นโหมดการบังคับที่โปรแกรมสร้างมาให้
61. จากรูปที่ 8.15 (ขวา) บังคับรูปทรง Profile4 เข้ากับชิ้นส่วนโซลิด โดยกำหนดให้จุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง (3) ของ Profile4 ตรงกับจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง 4 ของชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ▶ Sketch ▶ Add Constraints Concentric แล้วคลิกจุดที่ 3 และ 4 ตามลำดับ โปรไฟล์สเกทช์ Profile4 จะเคลื่อนย้ายเข้าไปอยู่ภายในชิ้นส่วนโซลิด โดยจุดศูนย์กลางของส่วนโค้ง 3 และ 4 จะถูกบังคับให้ตรงกันพอดี
62. เมื่อบังคับรูปทรงของสเกทช์ Profile4 เรียบร้อยแล้ว เริ่มบังคับสเกทช์ Profile4 ด้วยขนาด โดยใช้คำสั่ง Part ▶ Add Dimension แล้วให้ขนาดเชิงเส้นกับเส้นตรงในแนวนอนด้านล่างเท่ากับ 38 หน่วยและให้ขนาดส่วนโค้งรัศมี 12.5 หน่วย ให้ปรากฏดังรูปที่ 8.16 (ซ้าย)

Note

เนื่องจากส่วนโค้งทั้งสองของ Profile4 ถูกบังคับเข้ากับเส้นตรงในแนวนอนในโหมด Tangent ทั้งหมด เมื่อรัศมีของส่วนโค้งหนึ่งเปลี่ยนแปลง รัศมีของส่วนโค้งอีกอันหนึ่งจะเปลี่ยนตามไปด้วย



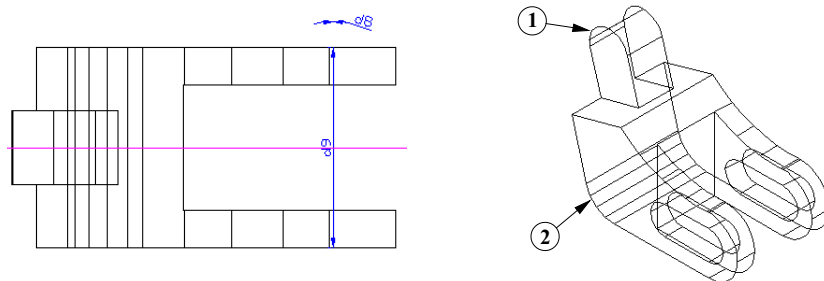
รูปที่ 8.16

63. เมื่อ Profile4 ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้ว(Fully constrained) ให้เปลี่ยนเป็น 4 วิวพอร์ท โดยคลิกบนปุ่ม  เพื่อตรวจสอบเพื่อให้ทราบตำแหน่งของชิ้นส่วนและสเกทช์ Profile4 วิวพอร์ท Isometric จะปรากฏดังรูปที่ 8.16 (ขวา) สังเกตว่า Profile4 อยู่ตรงกลางระหว่างชิ้นส่วนพอดี

Note

ก่อนที่จะเริ่มตัดเฉือนชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้สเกทช์ Profile4 เราพิจารณาว่า เราจะใช้คำสั่ง Part ► Sketched Features ► Extrude... ในโหมดใด ถ้าดูจากรูป 8.16 แล้วสามารถบอกได้ทันทีว่าควรใช้โหมด Mid Plane แต่จะกำหนด Distance เท่าใดนั้น เราสามารถย้อนกลับไปดูค่าความหนาของ ExtrusionMidplane1 ว่าใช้ค่าเท่าใด แล้วจึงนำค่านั้นมากำหนดใน Distance หากมีการแก้ไขความหนาของ ExtrusionMidplane1 จะทำให้การตัดเฉือนด้วย Profile4 ไม่เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย ดังนั้น เราจึงควรที่จะใช้ตัวแปรซึ่งเก็บค่าความหนาของ ExtrusionMidplane1 แทน ด้วยวิธีนี้หาก ExtrusionMidplane1 เปลี่ยนแปลง Profile4 ก็จะไม่เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

64. ใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Dimension As Parameters เส้นบอกขนาดจะแสดงตัวแปรแทนค่าของเส้นบอกขนาด
65. คลิกบนวิวพอร์ท Top (มุมมองข้างล่าง) แล้วคลิกขวาบน ExtrusionMidplane1 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Edit บนชิ้นส่วนโซลิดจะปรากฏเส้นบอกขนาดแสดงตัวแปรของความกว้างของชิ้นส่วนโซลิดดังรูปที่ 8.17 (ซ้าย) ในที่นี้คือ d9 จำชื่อตัวแปร d9 นี้ไว้

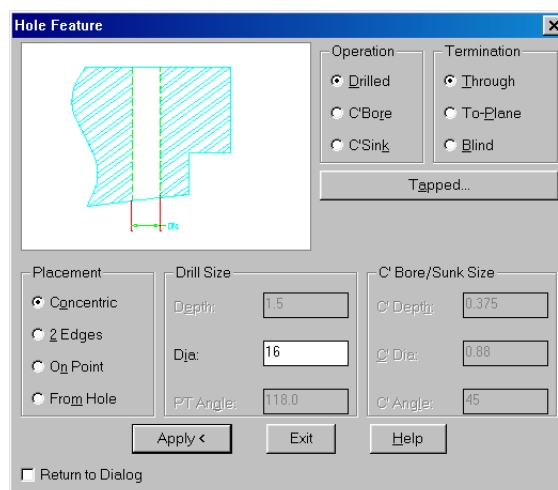


รูปที่ 8.17

Note

ชื่อตัวแปร d9 หมายถึงตัวแปรลำดับที่ 9 ที่โปรแกรมได้สร้างขึ้น บางครั้งอาจจะไม่ตรงกันกับตัวแปรที่ปรากฏในรูปที่ 8.17 (ซ้าย) ถ้าหากตัวแปรปรากฏเป็นอย่างอื่น อาทิ เช่น d10 ให้จำตัวแปร d10 ไปใช้งานแทน

66. เริ่มเขียนชิ้นส่วนออกจากตรงกลางระนาบสเกทซ์ที่จะลุดออกตลอดแนว โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketched Features ► Extrude... จะปรากฏไดอะล็อก Extrusion Feature ขึ้นมาบนจอภาพ ให้แน่ใจว่าปุ่มเรดิโอ Cut ในฟิลด์ Operation เป็นปุ่มใช้งาน เลือกปุ่มเรดิโอ Mid Plane พิมพ์ตัวแปร d9 หน่วยเข้าไปในอิตีทบอกร์ Distance คลิก OK ชิ้นส่วนจะถูกตัดเขียน จะปรากฏดังรูปที่ 8.17 (ขวา)
67. ใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Dimension As Numbers เส้นบอกขนาดจะแสดงค่าตัวเลขของเส้นบอกขนาดเช่นเดิม
68. จากรูปที่ 8.17 (ขวา) จะรูชิ้นส่วนโดยใช้คำสั่ง Part ► Placed Features ► Hole... จะปรากฏไดอะล็อก Hole Feature ดังรูปที่ 8.18 ให้เลือกจุดศูนย์กลางเดียวกัน Concentric ในฟิลด์ Placement เลือกเจาะแบบสว่านธรรมดา Drilled ในฟิลด์ Operation เลือกความลึกแบบเจาะทะลุ Through ในฟิลด์ Termination พิมพ์เส้นผ่าศูนย์กลางรูเจาะ 16 ในอิตีทบอกร์ Dia แล้วคลิกบนปุ่ม Apply จะปรากฏข้อความดังนี้



รูปที่ 8.18

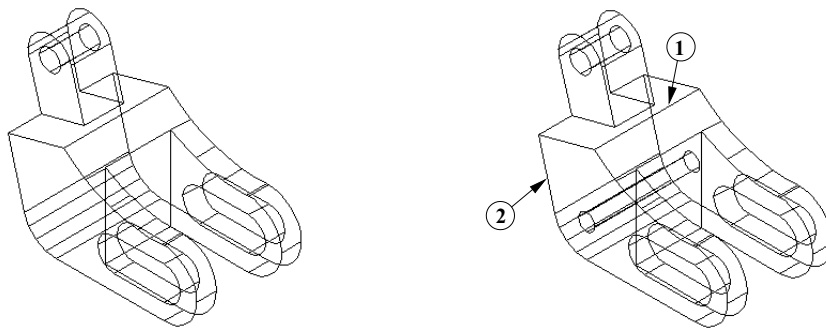
worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกบนเส้นโค้งบนชิ้นส่วนโซลิดตรงจุดที่ 1 เพื่อเลือกระนาบในการเจาะรู}

Select concentric edge: {คลิกบนเส้นโค้งบนชิ้นส่วนโซลิดตรงจุดที่ 1}

worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกขวาหรือ  จะปรากฏดังรูปที่ 8.19 (ซ้าย) และบนเดสท็อปปราเซอรส์จะปรากฏชื่อ Hole1}

69. ทำซ้ำในข้อ 68 เพื่อเจาะรูอีกหนึ่งขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 12.5 หน่วย โดยใช้คำสั่งและตัวเลือกต่างๆ เหมือนข้อที่แล้ว แต่กำหนด Dia เท่ากับ 12.5 แล้วคลิกตรงส่วนโค้งของ

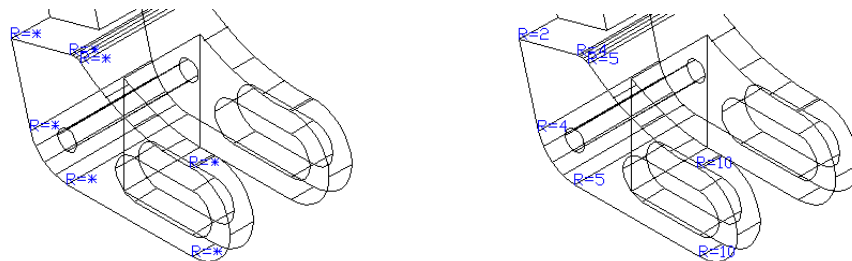
โซลิดตรงจุดที่ 2 ในรูปที่ 8.17 (ขวา) จะปรากฏรูเจาะตลอดความหนาของชิ้นส่วนดังรูปที่ 8.19 (ขวา) บนเดสก์ท็อปราเซอร์จะปรากฏชื่อ Hole2

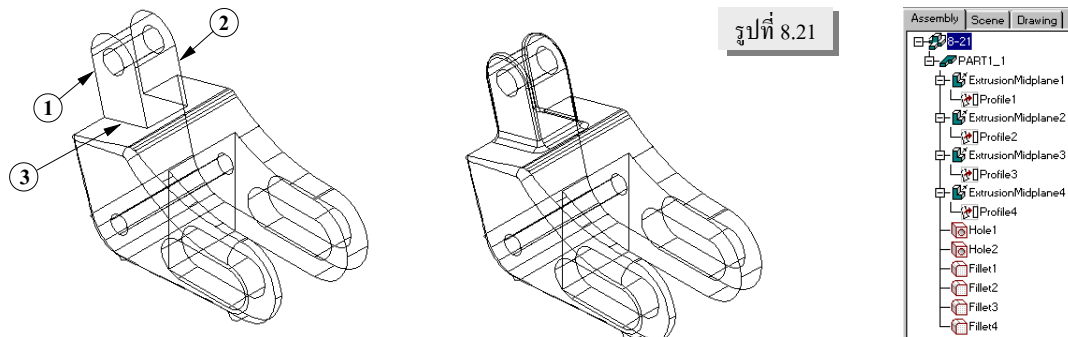


รูปที่ 8.19

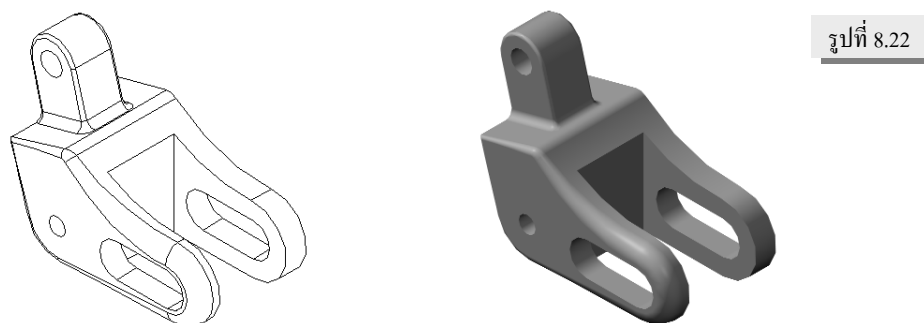
70. ขยายวิวพอร์ท Isometric ให้มีขนาดใหญ่เต็มจอภาพโดยคลิกบนวิวพอร์ท Isometric แล้วคลิกบนปุ่ม
71. คลิกบนปุ่มไอคอน Display Hidden Lines เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นส่วนโซลิดโดยซ่อนเส้นที่ถูกบัง แล้วคลิกบนปุ่ม Display Wireframe เพื่อแสดงเส้นโครงลวดของชิ้นส่วนโซลิดเช่นเดิม
72. จากรูปที่ 8.19 (ขวา) เริ่มสร้างส่วนโค้งมุมมน(Fillet)รัศมีคงที่ โดยใช้คำสั่ง Part ► Placed Features ► Fillet... จะปรากฏไดอะล็อก Fillet ขึ้นมาบนจอภาพ เลือก Constant แล้วพิมพ์รัศมีเท่ากับ 8 หน่วย ในอิตีทบออกซ์ Radius แล้วคลิกปุ่ม Apply จะปรากฏข้อความ Select edges: ให้คลิกบนเส้นขอบตรงจุดที่ 1 เมื่อปรากฏข้อความ Select edges: อีกครั้ง ให้คลิกขวา หรือ **ENTER** ส่วนโค้งมุมมนจะถูกสร้างขึ้นและบนเดสก์ท็อปราเซอร์จะปรากฏชื่อฟีเจอร Fillet1
73. จากรูปที่ 8.19 (ขวา) สร้างส่วนโค้งมุมมน(Fillet)แบบรัศมีแปรผัน โดยใช้คำสั่ง Part ► Placed Features ► Fillet... แล้วเลือก Cubic แล้วคลิกบนปุ่ม Apply จะปรากฏข้อความ Select edges: ให้คลิกบนเส้นขอบตรงจุดที่ 2 จะปรากฏ R=* บนจุดเวอร์เทกซ์ทุกจุดของเส้นขอบดังรูปที่ 8.20 (ซ้าย) ให้คลิกบน R=* แล้วเปลี่ยนค่า R=* เป็น 2,4,5,10,10,5,4 ตามลำดับหมุนตามเข็มนาฬิกาดังรูปที่ 8.20 (ขวา) เสร็จเรียบร้อยแล้วคลิกขวา จะปรากฏดังรูปที่ 8.21 (ซ้าย)

รูปที่ 8.20





74. จากรูปที่ 8.21 (ซ้าย) สร้างส่วนโค้งมุมมนรัศมีคงที่ โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Placed Features ▶ Fillet...** เลือก **Constant** แล้วพิมพ์รัศมีเท่ากับ 2 หน่วยในมิติทบทอรัศมี Radius แล้วคลิกปุ่ม **Apply** จะปรากฏข้อความ **Select edges:** ให้คลิกบนเส้นขอบตรงจุดที่ 1 และจุดที่ 2 แล้วคลิกขวาหรือ **ENTER** ส่วนโค้งมุมมนจะถูกสร้างขึ้นและบนเดสทอปบราวเซอร์จะปรากฏชื่อ **Fillet3**
75. จากรูปที่ 8.21 (ซ้าย) สร้างส่วนโค้งมุมมนรัศมีคงที่ โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Placed Features ▶ Fillet...** เลือก **Constant** แล้วพิมพ์รัศมีเท่ากับ 5 หน่วยในมิติทบทอรัศมี Radius แล้วคลิกปุ่ม **Apply** จะปรากฏข้อความ **Select edges:** ให้คลิกบนเส้นขอบตรงจุดที่ 3 แล้วคลิกขวาหรือ **ENTER** ส่วนโค้งมุมมนจะถูกสร้างขึ้นดังรูปที่ 8.21 (กลาง) และบนเดสทอปบราวเซอร์จะปรากฏชื่อฟีเจอร์ **Fillet4** ดังรูปที่ 8.21 (ขวา)
76. คลิกปุ่มไอคอน  **DisplayHiddenLines** เพื่อตรวจสอบความถูกต้องครั้งสุดท้ายของชิ้นส่วนโซลิด แล้วคลิกปุ่ม  **Toggle Shading** เพื่อแรเงาชิ้นส่วนโซลิดจะปรากฏดังรูปที่ 8.22



เป็นอันว่าเราได้สร้างชิ้นส่วนพารามตริกโซลิดแบบง่าย ๆ ขึ้นมาสำเร็จเรียบร้อยแล้ว หากต้องการแก้ไขปรับแต่งฟีเจอร์ใดๆ ของชิ้นส่วนโซลิด เราก็สามารถคลิกขวาบนชื่อฟีเจอร์บนเดสทอปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง **Edit** หรือ **Edit Sketch** จะปรากฏเส้นบอกขนาดขึ้นมาบนส่วนต่างๆ ของโซลิดหรือจะปรากฏไดอะล็อกของฟีเจอร์นั้น ซึ่งเราสามารถแก้ไขได้ตามต้องการ (ใช้คำสั่ง **Part ▶ Change Dimension** เพื่อแก้ไขค่าของเส้นบอกขนาด)