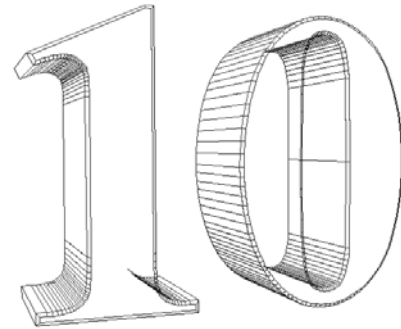
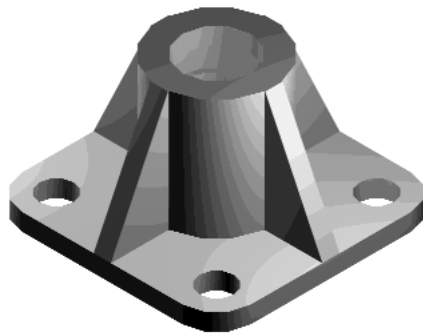
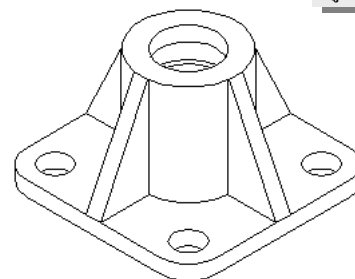
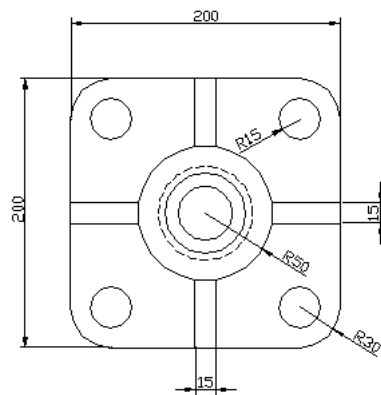




บทที่ 10

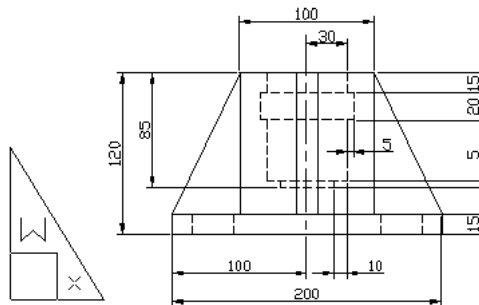
แบบฝึกหัดการขึ้นรูปชิ้นส่วนพารามेटริกโซลิด III

ในบทนี้เราจะมาลองขึ้นรูปชิ้นส่วนพารามेटริกโซลิด 3 มิติดังปรากฏในภาพฉายออร์โธกราฟิก(Orthographic) แบบมุมที่ 3 (ISO-Method A) ดังรูปที่ 10.1 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

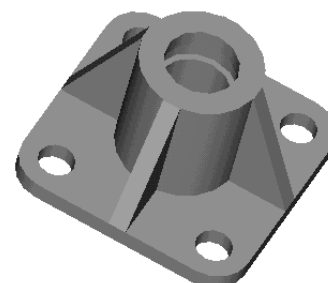


รูปที่ 10.1

Iso



Front



ขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นส่วนพารามетริกโซลิด

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

Note

เมื่อเข้าสู่สภาพแวดล้อม Part จะไม่ปรากฏแถบคำสั่ง Scene และคอลัมน์คำสั่ง Assembly ซึ่งเกี่ยวข้องกับ การประกอบชิ้นส่วนโซลิดหลายๆ ชิ้นเข้าด้วยกัน ในสภาพแวดล้อม Part เราสามารถสร้างชิ้นส่วนได้เพียง ชิ้นเดียว อย่างไรก็ตาม เราสามารถนำชิ้นส่วนที่สร้างขึ้นในพาร์ทไฟล์นี้อ้างอิงเข้าไปใช้งานในไฟล์แอสเซมบลี ได้ แต่ไม่สามารถนำชิ้นส่วนในไฟล์แอสเซมบลีอ้างอิงเข้ามาในพาร์ทไฟล์ได้

2. กำหนดมาตรฐานในการเขียนแบบ โดยใช้คำสั่ง Drawing ► Preferences... จะปรากฏ ไดอะล็อก 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 ให้ เป็น ISO ทั้งหมด
3. พิจารณาชิ้นส่วนในรูปที่ 10.1 จะเห็นว่าสเกทช์แรกที่ใช้เป็นเบสพีเจอร์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ขนาด 200x200 หน่วย มีส่วนโค้งมุมมน(Fillet)รัศมี 30 หน่วยทั้ง 4 มุม สเกทช์นี้ขนานกับ วิวพอร์ท Top (มุมซ้ายบน)

Note

ไม่ต้องกำหนดขอบเขต Limits ในการเขียนภาพ เนื่องจากชิ้นส่วนด้าน Top ดังรูปที่ 10.1 มีขนาด 200x200 หน่วย ซึ่งพอที่จะใช้ขอบเขตลิมิตที่โปรแกรมกำหนดมาให้ 420,297 หน่วยได้โดยที่ไม่ทำให้ชิ้นส่วนโซลิด ปรากฏมีขนาดเล็กจนเกินไป

4. สร้างเลเยอร์ชื่อ Sketch1 สีม่วง(Magenta) แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน โดยใช้คำสั่ง Assist ► Format ► Layer...  แถบรายการเลเยอร์จะปรากฏ  Sketch1 ▼
5. เริ่มเขียนหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์โดยใช้คำสั่ง Design ► Rectangle เขียนเส้นรูปสี่เหลี่ยม ผืนผ้าขนาดเท่าใดก็ได้ของชิ้นส่วนด้าน Top ให้ปรากฏดังรูปที่ 10.2 (ซ้าย)

รูปที่ 10.2



6. ใช้คำสั่ง Modify ► Fillet เพื่อสร้างส่วนโค้งมุมมนรัศมีเท่าใดก็ได้ให้กับสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่สร้างในข้อที่แล้ว (ควรใช้รัศมีที่เท่าๆ กันกับมุมทั้ง 4 ของสี่เหลี่ยมผืนผ้า โดยใช้ตัวเลือก Polyline ในบรรทัดตัวเลือกของคำสั่ง Fillet)

Note

หากไม่แน่ใจ จะทดลองเปิดไฟล์ 10-02.dwg จากไดเรกตอรี \Exercise บน แผ่น CD-ROM แบนท้ายหนังสือคู่มือเล่มนี้ จะปรากฏดังรูปที่ 10.2 (ขวา)

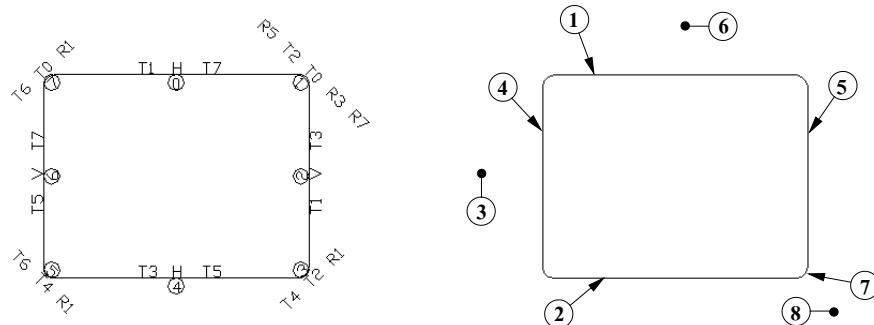
7. จากรูปที่ 10.2 (ขวา) แปลงรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Profile หรือคลิกขวาบนเบสที่ขอบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Solve ► Single Profile หรือ Solve ► Profile ในกรณีที่เลือกคำสั่ง Solve ► Single Profile เส้นโพลีไลน์ซึ่งเป็นวัตถุขึ้นเดียวจะกลายเป็นโปรไฟล์สเกทช์โดยอัตโนมัติ ในกรณีใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Profile หรือ Solve ► Profile ให้คลิกบนเส้นโพลีไลน์ที่ต้องการแปลงให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์

Note

สังเกตว่าหลังจากที่เส้นโพลีไลน์ถูกแปลงให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์แล้ว เบสที่ขอบราวเซอร์จะปรากฏชื่อโปรไฟล์สเกทช์ Profile1 ภายใต้ชื่อชิ้นส่วน 10-02 ตามชื่อไฟล์ 10-02.dwg

8. แสดงโหมดการบังคับรูปทรง(Geometric constraints)ที่โปรแกรมได้สร้างมาให้โดยอัตโนมัติ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Show Constraints จะปรากฏสัญลักษณ์การบังคับรูปทรงบนโปรไฟล์สเกทช์ดังรูปที่ 10.3 (ซ้าย)

รูปที่ 10.3



Note

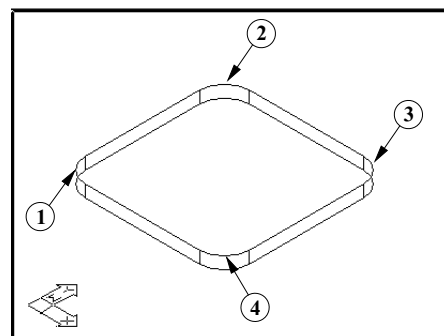
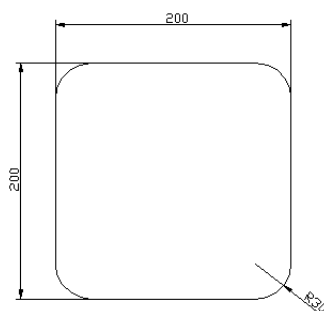
จากรูปที่ 10.3 (ซ้าย) ตัวเลขภายในวงกลมคือหมายเลขประจำเส้น ตัวอักษร H หมายถึงเส้นถูกบังคับให้อยู่ในแนวอน ตัวอักษร V หมายถึงเส้นถูกบังคับให้อยู่ในแนวตั้ง สังเกตว่ามีสัญลักษณ์ R5, R3, R7 อยู่บนส่วนโค้ง (1) ซึ่งหมายถึงส่วนโค้ง (1) ถูกบังคับให้มีรัศมีเท่ากับส่วนโค้ง (5), (3) และ (7) ส่วนสัญลักษณ์ T2 และ T0 บนส่วนโค้ง (1) หมายถึงเส้นโค้ง (1) ถูกบังคับให้สัมผัสกับเส้นตรง (0) และเส้นตรง (2) เป็นต้น

9. จากรูปที่ 10.3 (ขวา) เริ่มบังคับสเกทช์ด้วยขนาดแบบเชิงเส้น โดยใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension จะปรากฏข้อความดังต่อไปนี้

Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 1}
Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 2}
Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 3 เพื่อกำหนดตำแหน่งของเส้นบอกขนาด}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <172.3295>: 200
 {กำหนดค่า 200 หน่วยให้กับเส้นบอกขนาดในแนวตั้ง}
Solved underconstrained sketch requiring 2 dimensions or constraints.
Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 4}
Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 5}
Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 6 เพื่อกำหนดตำแหน่งของเส้นบอกขนาด}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <224.5798>: 200
 {กำหนดค่า 200 หน่วยให้กับเส้นบอกขนาดในแนวนอน}
Solved underconstrained sketch requiring 1 dimensions or constraints.
Select first object: {คลิกบนส่วนโค้งตรงจุดที่ 7}
Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 8 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}
Undo/Diameter/Ordinate/Placement point/Enter dim. value <10>: 30
Solved fully constrained sketch. {โปรไฟล์สเกทช์ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้ว}

10. กำหนดสเกลแฟคเตอร์ของเส้นบอกขนาดให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและกำหนดจำนวนตัวเลขหลังจุดทศนิยมของตัวเลขบอกขนาดให้เหลือ 0 ตำแหน่ง โดยใช้คำสั่ง Assist ► Format ► Dimension Style... จะปรากฏไดอะล็อก Dimension Style ขึ้นมาบนจอภาพ คลิกบนปุ่ม Geometry แล้วพิมพ์ค่า 3 เข้าใน Overall Scale แล้วคลิก OK ⇒ เพื่อกลับไปยังไดอะล็อก Dimension Style แล้วคลิกบนปุ่ม Annotation ⇒ Units ในฟิลด์ Primary ⇒ Demical ใน Units ⇒ 0 ใน Precision ⇒ OK ⇒ OK ⇒ Save ⇒ OK จะปรากฏ ดังรูปที่ 10.4 (ซ้าย)

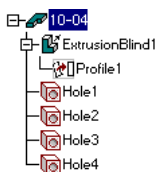
รูปที่ 10.4



11. เมื่อบังคับสเกทช์เสร็จสมบูรณ์แล้ว ใช้คำสั่งเปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทโดยคลิกบน

ปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว 

12. สร้างเลเยอร์ Solid สีที่โปรแกรมกำหนดมาให้ แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน โดยใช้คำสั่ง Assist ► Format ► Layer...  แถบรายการเลเยอร์จะปรากฏ 
13. เพิ่มความหนาให้กับสเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch Features ► Extrude... จะปรากฏไดอะล็อก Extrusion Feature ขึ้นมาบนจอภาพ แล้วให้แน่ใจว่า Blind เป็นปุ่มเรดิโอใช้งาน แล้วพิมพ์ค่า 15 หน่วยเข้าไปในอิตีทบอกร์ Distance จะปรากฏข้อความ Direction Flip/ <Accept>: พร้อมทั้งปรากฏเวกเตอร์สีน้ำเงินแสดงทิศทางในการเพิ่มความหนาให้คลิกขวา หรือ  สเกทช์จะมีความหนาเพิ่มขึ้นเป็น 15 หน่วยตามทิศทางของเวกเตอร์จะปรากฏ ExtrusionBlind1 บนเดสก์ท็อปราวเซอร์และจะปรากฏชิ้นส่วนพารามетริกโซลิดในวิวพอร์ต Isometric ดังรูปที่ 10.4 (ขวา)
14. จากรูปที่ 10.4 (ขวา) เจาะรูจำนวน 4 รูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 หน่วยลงบนชิ้นส่วน โดยรูเจาะแต่ละรูมีจุดศูนย์กลางเดียวกันกับส่วนโค้งมุมมน Fillet บนชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ► Placed Features ► Hole... จะปรากฏไดอะล็อก Hole ขึ้นมาบนจอภาพ เลือกปุ่มเรดิโอ Concentric ⇒ Drilled ⇒ Through แล้วกำหนดค่าเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 หน่วย เข้าไปในอิตีทบอกร์ Dia แล้วคลิกบนปุ่ม Apply จะปรากฏข้อความดังนี้



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

Select concentric edge: {คลิกจุดที่ 1 จะปรากฏรูเจาะ Hole1 บนเดสก์ท็อปราวเซอร์}

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

Select concentric edge: {คลิกจุดที่ 2 จะปรากฏรูเจาะ Hole2 บนเดสก์ท็อปราวเซอร์}

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

Select concentric edge: {คลิกจุดที่ 3 จะปรากฏรูเจาะ Hole3 บนเดสก์ท็อปราวเซอร์}

worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกจุดที่ 4
เพื่อกำหนดระนาบเจาะ}

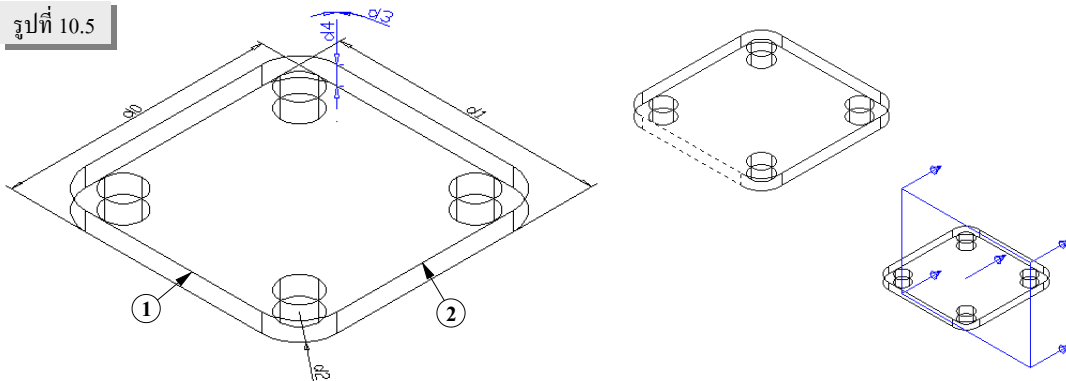
Select concentric edge: {คลิกจุดที่ 4 จะปรากฏรูเจาะ Hole4 บนเดสก์ท็อปราวเซอร์}

Note

เริ่มสร้างระนาบทำงานเพื่อใช้เป็นระนาบอ้างอิงในการสร้างโปรไฟล์สเกทช์ Profile2 ซึ่งมีรูปหน้าตัดเป็นวงกลม ในการสร้างระนาบทำงาน จะต้องกำหนดให้อยู่กึ่งกลางของชิ้นส่วนโซลิด เราจะต้องใช้สูตรในการคำนวณหาตำแหน่งของระนาบทำงาน ดังนั้น เราจึงต้องแสดงตัวเลขบอกขนาดให้เป็นตัวแปรดังนี้

15. ใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Dimension As Parameters เพื่อแสดงชื่อตัวแปรบนเส้นบอกขนาด
16. ขยายวิวพอร์ท Isometric ให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยให้แน่ใจว่าวิวพอร์ท Isometric เป็นวิวพอร์ทใช้งาน แล้วคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์เลข 1 แล้ว 
17. คลิกขวานปีเจอร์ ExtrusionBlind1 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Edit จะปรากฏเส้นบอกขนาดแสดงชื่อตัวแปรขึ้นมาบนชิ้นส่วนโซลิดดังรูปที่ 10.5 (ซ้าย) ให้จำชื่อตัวแปรเส้นบอกขนาดแสดงความกว้างของชิ้นส่วนโซลิดรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ในที่นี้คือ d0 และ d1 เราจะใช้ตัวแปร d0 และ d1 ในการคำนวณหาจุดกึ่งกลางของด้านที่เส้นบอกขนาดทั้งสองกำกับอยู่

รูปที่ 10.5



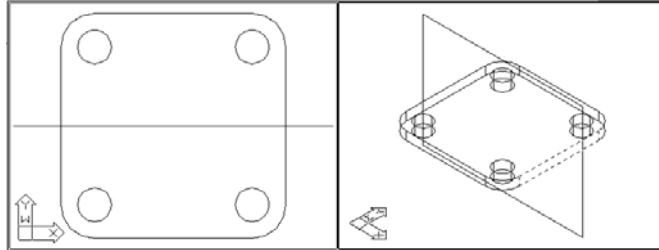
18. เมื่อจำได้ว่าตัวแปร d0 อยู่ทางด้านซ้ายและตัวแปร d1 อยู่ทางด้านขวา ในวิวพอร์ท Isometric ได้แล้ว ใช้คำสั่งเปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทโดยคลิกบนปุ่มไอคอน 
19. จากรูปที่ 10.5 (ซ้าย) สร้างระนาบทำงานให้อยู่กึ่งกลางของโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ► Work Features ► Work Plane... จะปรากฏไดอะล็อก Work Plane Feature ขึ้นมาบนจอภาพ ให้เลือกปุ่ม Planar Parallel ในฟิลด์ 1st Modifier แล้วเลือกปุ่ม Offset ในฟิลด์ 2nd Modifier แล้วพิมพ์สูตร d0/2 เข้าไปในอีดิทบ็อกซ์ Offset ให้ปลดเครื่องหมาย ✓ ออกจากเช็คบ็อกซ์ Create Sketch Plane เพราะไม่ต้องการสร้างระนาบสเกทช์ใหม่ เนื่องจากเราจะต้องใช้ระนาบสเกทช์เดิม ในการเขียนสเกทช์ต่อไป แล้วคลิก OK จะปรากฏข้อความดังต่อไปนี้

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

Next/<Accept>: {หากผิวหน้าของชิ้นส่วนโซลิดปรากฏเป็นเส้นประดังรูปที่ 10.5 (กลาง) ให้คลิกขวาหรือ  เพื่อยอมรับผิวหน้าที่ถูกเลือก}

Flip/<Accept>: E {พิมพ์ F แล้ว  เพื่อพลิกกลับระนาบชั่วคราวสีน้ำเงิน เพื่อให้อยู่ตรงกึ่งกลางของชิ้นส่วนโซลิด จะปรากฏระนาบทำงานดังรูปที่ 10.6 }

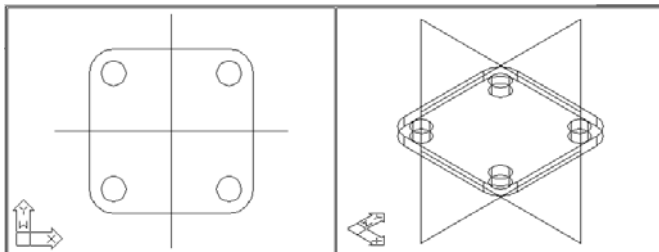
รูปที่ 10.6



20. จากรูปที่ 10.5 (ซ้าย) สร้างระนาบทำงานอีกระนาบหนึ่งซึ่งตั้งฉากกับระนาบเดิมและอยู่ในตำแหน่งกึ่งกลางของโซลิดพอดี โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Work Features ▶ Work Plane...** จะปรากฏไดอะล็อก Work Plane Feature ขึ้นมาบนจอภาพ ให้เลือกปุ่มเรดิโอ Planar Parallel ในฟิลด์ 1st Modifier แล้วเลือกปุ่มเรดิโอ Offset ในฟิลด์ 2nd Modifier แล้วพิมพ์สูตร $d1/2$ เข้าไปในอีดิทบ็อกซ์ Offset ให้แน่ใจว่าไม่ปรากฏเครื่องหมาย $\sqrt{}$ บนเช็คบ็อกซ์ Create Sketch Plane เพราะเราไม่ต้องการสร้างระนาบสเกทช์ใหม่ แล้วคลิก OK จะปรากฏข้อความดังนี้

worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกบนเส้นขอบตรงจุดที่ 2 เพื่อกำหนดทิศทางการหันของระนาบให้ขนานกับผิวหน้าที่ถูกเลือก}
Next/<Accept>: {หากผิวหน้าของชิ้นส่วนโซลิดปรากฏเป็นเส้นประดังรูปที่ 10.6 (ขวา) ให้คลิกขวาหรือ **ENTER** เพื่อยอมรับผิวหน้าที่ถูกเลือก}
Flip/<Accept>: E {พิมพ์ F แล้ว **ENTER** เพื่อพลิกกลับระนาบชั่วคราวสีน้ำเงิน เพื่อให้อยู่ตรงกึ่งกลางของชิ้นส่วนโซลิด จะปรากฏระนาบทำงานดังรูปที่ 10.7 }

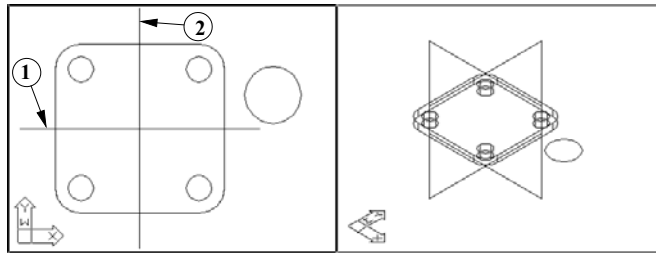
รูปที่ 10.7



21. เริ่มกลับไปเขียนสเกทช์รูปวงกลมในวิวพอร์ท Top โดยขยายวิวพอร์ท Top ให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยให้แน่ใจว่าวิวพอร์ท Top เป็นวิวพอร์ทใช้งาน แล้วคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์เลข 1 แล้ว **ENTER**
22. สร้างเลเยอร์ชื่อ Sketch2 สีแดง(Red) แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน โดยใช้คำสั่ง **Assist ▶ Format ▶ Layer...**  แถบรายการเลเยอร์จะปรากฏ  Sketch2 

23. ใช้คำสั่ง Design ► Circle ► Center, Radius เขียนวงกลม ณ ตำแหน่งใดๆ และมีรัศมีเท่าใดก็ได้ในวิวพอร์ต Top ดังรูปที่ 10.8

รูปที่ 10.8



24. จากรูปที่ 10.8 แปลงรูปวงกลมให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Single Profile หรือคลิกขวาบนเดสก์ท็อปแล้วเลือกคำสั่ง Solve ► Single Profile วงกลมซึ่งเป็นวัตถุขึ้นเดียว จะกลายเป็นโปรไฟล์สเกทช์โดยอัตโนมัติและจะปรากฏ Profile2 บนเดสก์ท็อปแล้ว
25. จากรูปที่ 10.8 เริ่มบังคับโปรไฟล์สเกทช์ Profile2 เข้ากับชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้โหมดการบังคับรูปทรงแบบฉายจุด(Project) ด้วยคำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Project จะปรากฏข้อความดังนี้

Specify point to project (use a snap mode): _cen of {คลิกบนปุ่ม  เพื่อใช้ออฟเซทที่
สแน็ปโหมด Center เลื่อนเคอร์เซอร์ไปบนวงกลม แล้วคลิกซ้าย}

Select line, circle, arc, ellipse, or spline: {คลิกบนระนาบทำงานตรงจุดที่ 1 จุดศูนย์กลาง
ของโปรไฟล์สเกทช์รูปวงกลม จะเลื่อนมาอยู่แนวเดียวกันกับระนาบทำงานที่ถูกเลือก
ดังรูปที่ 10.9 (ซ้าย)}

Solved underconstrained sketch requiring 2 dimensions or constraints.

Specify point to project (use a snap mode): _cen of {คลิกบนปุ่ม  เพื่อใช้ออฟเซทที่
สแน็ปโหมด Center เลื่อนเคอร์เซอร์ไปบนวงกลม แล้วคลิกซ้าย}

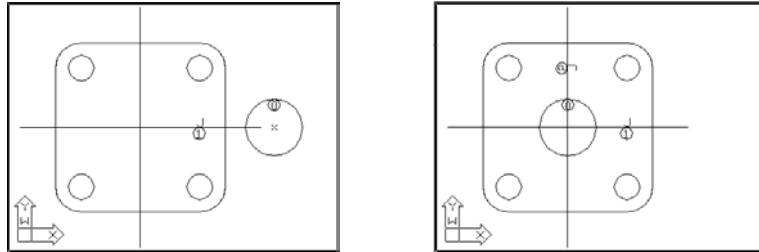
Select line, circle, arc, ellipse, or spline: {คลิกบนระนาบทำงานตรงจุดที่ 2 จุดศูนย์กลาง
ของโปรไฟล์สเกทช์รูปวงกลม จะเลื่อนมาอยู่แนวเดียวกันกับระนาบทำงานที่ถูกเลือก
ดังรูปที่ 10.9 (ขวา)}

Solved underconstrained sketch requiring 1 dimensions or constraints.

Specify point to project (use a snap mode): {คลิกขวาหรือ  }

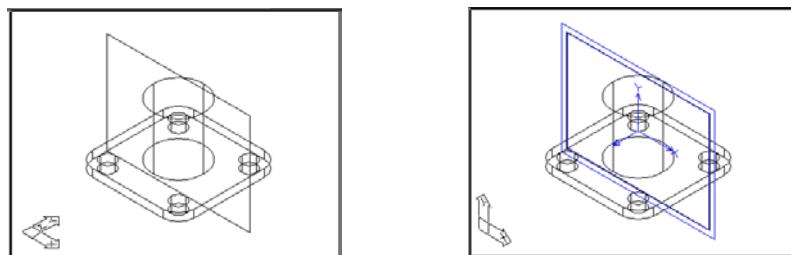
Hor/Ver/PErp/PAr/Tan/CL/CN/PROj/Join/XValue/YValue/Radius/Length<eXit>:
{คลิกขวาหรือ  เพื่อออกจากคำสั่ง}

รูปที่ 10.9



26. จากรูปที่ 10.9 (ขวา) เริ่มบังคับสเกทช์ Profile2 ด้วยขนาด โดยกำหนดเส้นผ่าศูนย์กลาง 100 หน่วยให้กับสเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension แล้วคลิกบนเส้นขอบของส่วนโค้งของสเกทช์รูปวงกลม Profile2 แล้วคลิกเพื่อกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับเส้นบอกขนาด พิมพ์ค่า 100 หน่วย เมื่อปรากฏข้อความ Enter dimension value
27. ใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Dimension As Equations เพื่อแสดงสูตรซึ่งประกอบด้วยตัวแปรและค่าของตัวแปรบนเส้นบอกขนาด
28. เพิ่มความหนาให้กับสเกทช์วงกลม Profile2 โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch Features ► Extrude... จะปรากฏไดอะล็อก Extrusion Feature ขึ้นมาบนจอภาพ เลือกปุ่มเรดิโอ Join และปุ่มเรดิโอ Blind เป็นปุ่มเรดิโอใช้งาน แล้วพิมพ์ค่า 120 หน่วยเข้าไปในมิติบอก Distance จะปรากฏข้อความ Direction Flip/⟨Accept⟩: พร้อมทั้งปรากฏเวคเตอร์สีน้ำเงินแสดงทิศทางในการเพิ่มความหนา ให้คลิกขวาหรือ **ENTER** สเกทช์จะมีความหนาเพิ่มขึ้นเป็น 120 หน่วยตามทิศทางของเวคเตอร์ จะปรากฏ ExtrusionBlind2 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์
29. ซ่อนระนาบทำงาน WorkPlane2 โดยคลิกขวาบนพีเจอร์ WorkPlane2 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Visible จะปรากฏดังรูปที่ 10.10 (ซ้าย)

รูปที่ 10.10



30. สร้างระนาบสเกทช์ใหม่(ระนาบสเกทช์เดิมขณะนี้ยังขนานกับวิวพอร์ท Top) โดยอาศัยระนาบทำงาน WorkPlane1 ช่วยในการสร้าง โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► New Sketch Plane จะปรากฏข้อความดังนี้

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

ระนาบทำงาน WorkPlane1

(Plane = Parametric, ENTER to Accept)

Z-flip/Rotate/<Select edge to align X axis>: {ในวิวพอร์ตไอโซเมตริกหากแกน X พุ่งไป

ทางขวา แกน Y พุ่งขึ้นด้านบนดังรูปที่ 10.10 (ขวา) ให้คลิกขวาหรือ  ระนาบ

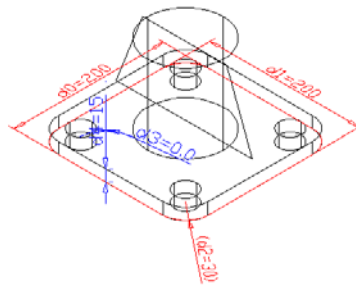
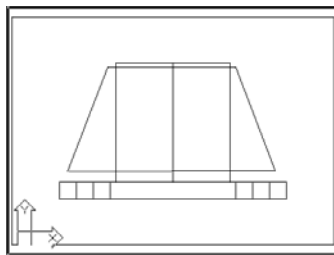
สเกทช์จะถูกสร้างขึ้นในระนาบเดียวกันพอดีกับระนาบทำงาน}

31. สร้างเลเยอร์ชื่อ Sketch3 สีเขียว(Green) แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน โดยใช้คำสั่ง Assist

► Format ► Layer...  แถบรายการเลเยอร์จะปรากฏ  Sketch2 ▼

32. ขยายวิวพอร์ต Front (มุมซ้ายล่าง) ให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยให้แน่ใจว่าวิวพอร์ต Front เป็นวิวพอร์ตใช้งาน แล้วคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์เลข 1 แล้ว 

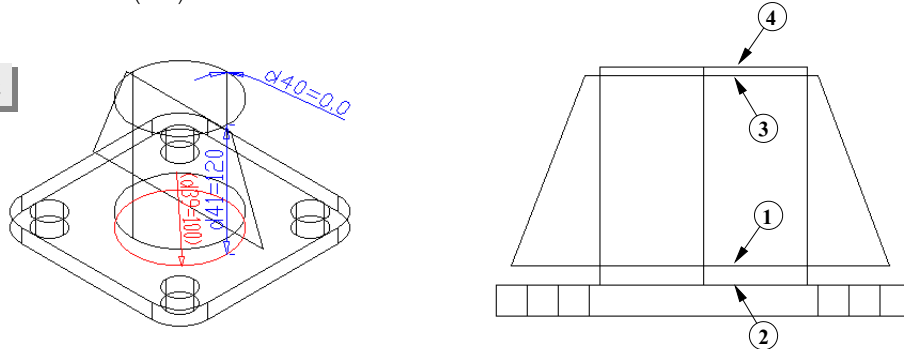
รูปที่ 10.11



33. ใช้คำสั่ง Design ► Polyline เขียนหน้าตัดส่วนครีป(Rib)คร่าวๆ ให้ปรากฏดังรูปที่ 10.11 (ซ้าย)
34. จากรูปที่ 10.11 (ซ้าย) แปลงเส้นโพลีไลน์ให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Single Profile หรือคลิกขวบนเดสท็อปปราวเซอร์แล้วเลือกคำสั่ง Solve ► Single Profile เส้นโพลีไลน์ซึ่งเป็นวัตถุขึ้นเดียว จะกลายเป็นโปรไฟล์สเกทช์โดยอัตโนมัติและจะปรากฏ Profile3 บนเดสท็อปปราวเซอร์
35. เปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ตโดยคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว 
36. ขยายวิวพอร์ต Isometric ให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยคลิกบนปุ่มไอคอน 
37. ซ่อนระนาบทำงาน WorkPlane1 โดยคลิกขวบนพีเจอร์ WorkPlane1 บนเดสท็อปปราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Visible
38. คลิกขวบนพีเจอร์ ExtrusionBlind1 จะปรากฏเส้นบอกขนาดต่างๆ ขึ้นมาบนชิ้นส่วนโซลิด ดังรูปที่ 10.11 (ขวา) ให้จำชื่อตัวแปรของเส้นบอกขนาดซึ่งเป็นความกว้างของฐานชิ้นส่วน ซึ่งขนานกับสเกทช์ Profile3 ในที่นี้คือ d1 เมื่อจำได้แล้ว ให้คลิกขวบนพีเจอร์ ExtrusionBlind2

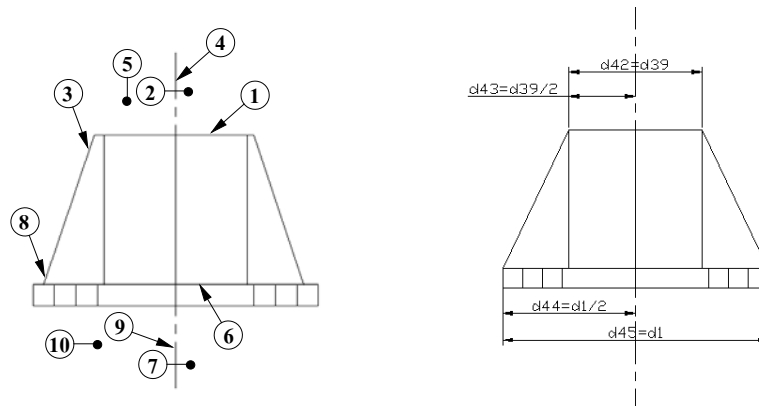
จะปรากฏเส้นบอกขนาดต่างๆ ขึ้นมาบนชิ้นส่วนโซลิด ดังรูปที่ 10.12 (ซ้าย) ให้จำชื่อตัวแปรของเส้นบอกขนาดซึ่งเป็นเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลมโปรไฟล์สเกทช์ Profile2 ในที่นี้คือ d39 เราจะใช้ตัวแปร d1 และตัวแปร d39 ในการกำหนดความกว้างด้านบนและด้านล่างของครีป(Rib)

รูปที่ 10.12



39. กลับไปยังมุมมองของระนาบสเกทช์ โดยคลิกบนปุ่มไอคอน  ซึ่งจะปรากฏโปรไฟล์สเกทช์ Profile3 ที่เราได้สร้างไว้ข้างต้นดังรูปที่ 10.12 (ขวา)
40. จากรูปที่ 10.12 (ขวา) เริ่มบังคับสเกทช์เข้ากับชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Collinear แล้วคลิกตรงจุดที่ 1,2,3 และ 4 ตามลำดับ จะทำให้เส้น 1 ของสเกทช์ถูกบังคับให้เลื่อนลงมาทับเส้นขอบ 2 ของชิ้นส่วนโซลิดพอดีและทำให้เส้น 3 ของสเกทช์ถูกบังคับให้เลื่อนขึ้นไปทับเส้นขอบ 4 ของชิ้นส่วนโซลิดพอดี

รูปที่ 10.13



41. จากรูปที่ 10.13 (ซ้าย) เริ่มบังคับสเกทช์ด้วยขนาด แต่ก่อนอื่นๆ สร้างแกนทำงาน(Work Axis) ของทรงกระบอก ExtrusionBlind2 ขึ้นมาเพื่อใช้ในการอ้างอิงในการให้ขนาด โดยใช้คำสั่ง Part ► Work Features ► Work Axis แล้วเลื่อนเคอร์เซอร์ไปบนทรงกระบอกของชิ้นส่วนโซลิด เมื่อปรากฏเส้นประบนทรงกระบอกให้คลิกซ้าย จะปรากฏแกนทำงานดังรูปที่ 10.13 (ซ้าย)

42. จากรูปที่ 10.13 (ซ้าย) บังคับสเกทช์ Profile3 ด้วยขนาดแบบเชิงเส้นในแนวนอน โดยใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension จะปรากฏข้อความดังต่อไปนี้

Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 1}
Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 2 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <112.1392>: d39
 {พิมพ์ตัวแปร d39 เข้าไปแทนที่ค่าที่โปรแกรมกำหนดมาให้}
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 <109.6822>: H
 {พิมพ์ H เพื่อบังคับให้เป็นเส้นบอกขนาดแนวนอน}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <57.1397>: d39/2
 {พิมพ์สูตร d39/2 เข้าไปแทนที่ค่าที่โปรแกรมกำหนดมาให้}
Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 6}
Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 7 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <181.9631>: d1
 {พิมพ์ตัวแปร d1 เข้าไปแทนที่ค่าที่โปรแกรมกำหนดมาให้}
Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 8}
Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 9}
Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 10 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <142.6091>: H
 {พิมพ์ H เพื่อบังคับให้เป็นเส้นบอกขนาดแนวนอน}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <92.4036>: d1/2
 {พิมพ์สูตร d1/2 เข้าไปแทนที่ค่าที่โปรแกรมกำหนดมาให้}
Solved fully constrained sketch. {สเกทช์ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้วจะปรากฏดังรูปที่ 10.13(ขวา)}

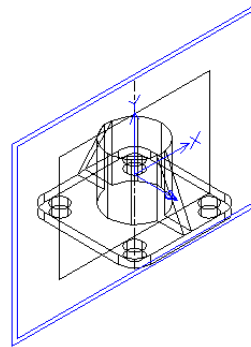
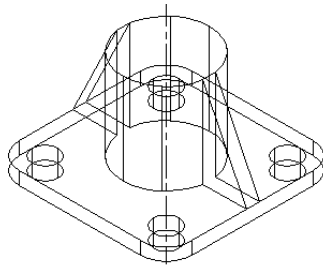
Note

ในการใช้สูตรเข้าไปแทนที่ค่าของตัวแปรในลักษณะดังกล่าวนี้มีจุดประสงค์เพื่อที่จะให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบนครีป(Rib)โดยอัตโนมัติ หากมีการแก้ไขเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกระบอก d39 หรือแก้ไขความกว้างของด้าน d1 ก็จะทำให้ครีปถูกแก้ไขตามไปด้วย

43. เปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทโดยคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว 
44. เพิ่มความหนาให้กับสเกทช์ Profile3 โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch Features ► Extrude... จะปรากฏไดอะล็อก Extrusion Feature ขึ้นมาบนจอภาพ แล้วคลิกปุ่มเรดิโอ Join และ Mid

Plane แล้วพิมพ์ค่า 15 หน่วยเข้าไปในมิติทบออก Distance แล้วคลิกปุ่ม OK สเกทช์จะมีความหนาเพิ่มขึ้นเป็น 15 หน่วย จะปรากฏ ExtrusionMidPlane1 บนเดสทอปบราวเซอร์และจะปรากฏชิ้นส่วนพารามตริกโซลิตดังรูปที่ 10.14 (ซ้าย)

รูปที่ 10.14



45. เริ่มสร้างระนาบสเกทช์ใหม่ ให้ตั้งฉากกับระนาบสเกทช์ที่แล้ว โดยก่อนหน้านี้เรียก WorkPlane2 ที่ซ่อนไว้ให้กลับมาปรากฏบนพื้นที่วาดภาพ เพื่อช่วยในการสร้างระนาบสเกทช์ โดยคลิกขวาบนพีเจอร์ WorkPlane2 แล้วเลือกคำสั่ง Visible
46. ขยายวิวพอร์ท Isometric ให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยคลิกบนปุ่มไอคอน
47. สร้างระนาบสเกทช์ใหม่(ระนาบสเกทช์เดิมขณะนี้ยังขนานกับวิวพอร์ท Front)โดยอาศัยระนาบทำงาน WorkPlane2 ช่วยในการสร้าง โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► New Sketch Plane จะปรากฏข้อความดังนี้

worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: (คลิกบน

ระนาบทำงาน WorkPlane2

(Plane = Parametric, ENTER to Accept)

Z-flip/Rotate/<Select edge to align X axis>: {ในวิวพอร์ทไอโซเมตริกหากแกน X พุ่งไป

ทางขวา แกน Y พุ่งขึ้นด้านบนดังรูปที่ 10.14 (ขวา) ให้คลิกขวาหรือ ระนาบ

สเกทช์จะถูกสร้างขึ้นในระนาบเดียวกันพอดีกับระนาบทำงาน}

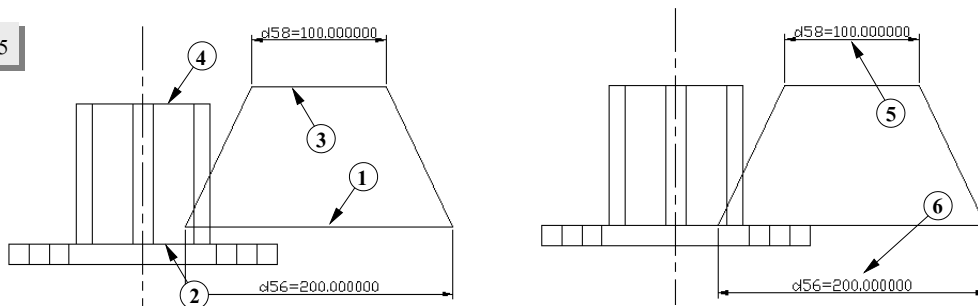
48. สร้างเลเยอร์ชื่อ Sketch4 สีม่วง(Magenta) แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน โดยใช้คำสั่ง Assist ► Format ► Layer... แถบรายการเลเยอร์จะปรากฏ Sketch4
49. กลับไปยังมุมมองของระนาบสเกทช์ โดยคลิกบนปุ่มไอคอน ซึ่งจะปรากฏระนาบ XY ของระนาบสเกทช์ที่เราได้สร้างไว้ข้างต้นดังรูปที่ 10.15 (ซ้าย)
50. ซ่อนระนาบทำงาน WorkPlane2 โดยคลิกขวาบนพีเจอร์ WorkPlane2 บนเดสทอปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Visible

Note

ขณะนี้พร้อมที่จะเขียนสเกทช์ใหม่ของครีบอกอีกด้านหนึ่งแล้ว แต่เมื่อลองพิจารณารูปร่างและขนาดของครีบอกแล้วมีรูปร่างและขนาดเดียวกันกับสเกทช์ Profile3 ดังนั้นเราจึงไม่จำเป็นต้องเขียนสเกทช์ขึ้นมาใหม่ให้เสียเวลา เราสามารถที่จะคัดลอกโปรไฟล์สเกทช์ Profile3 มาใช้งานได้ทันทีดังนี้

51. เริ่มคัดลอกโปรไฟล์สเกทช์ Profile3 โดยคลิกขวานบนสเกทช์ Profile3 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Copy จะปรากฏข้อความ Sketch center: ให้คลิกบนตำแหน่งใดๆ เพื่อกำหนดจุดศูนย์กลางของสเกทช์ จะปรากฏสเกทช์ Profile4 ขึ้นบนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ดังรูปที่ 10.15 (ซ้าย)

รูปที่ 10.15

**Note**

สังเกตว่าสเกทช์ Profile4 ยังมีสีเขียวซึ่งเป็นสีเดียวกับเลเยอร์ Sketch3 แสดงว่า Profile4 ยังอยู่ในเลเยอร์ Sketch3

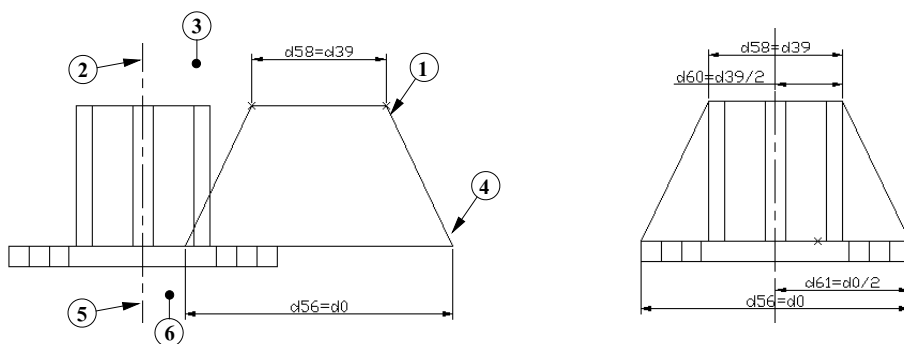
52. เปลี่ยนเลเยอร์ให้กับสเกทช์ Profile4 โดยใช้คำสั่ง Edit ► Properties... แล้วเลือกเส้นส่วนประกอบของสเกทช์ทั้งหมดรวมทั้งเส้นบอกขนาดทั้งหมด แล้วคลิกปุ่ม Layer... เลือก Sketch4 แล้วออกจากไดอะล็อกทั้งหมด สเกทช์ Profile4 จะมีสีม่วงตามเลเยอร์ Sketch4
53. จากรูปที่ 10.15 (ขวา) เริ่มบังคับสเกทช์เข้ากับชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Collinear แล้วคลิกตรงจุดที่ 1 และ 2 จะทำให้เส้น 1 ของสเกทช์ถูกบังคับให้เลื่อนไปทับเส้นขอบ 2 ของชิ้นส่วนโซลิดพอดีและคลิกตรงจุดที่ 3 และ 4 จะทำให้เส้น 3 ของสเกทช์ถูกบังคับให้อยู่ในแนวเดียวกันกับเส้นขอบ 4 ของชิ้นส่วนโซลิดพอดี
54. จากรูปที่ 10.15 (ขวา) เปลี่ยนค่าของตัวเลขวบอกขนาดของสเกทช์ Profile4 โดยการใช้การแทนที่ตัวแปรเข้ามาช่วยบังคับสเกทช์เข้ากับชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ► Change Dimension

Select dimension to change: {คลิกบนเส้นบอกขนาดตรงจุดที่ 5}

New value for dimension <100.000000>: d39 {พิมพ์ตัวแปร d39 ซึ่งเป็นตัวแปรของเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกระบอก ดูตำแหน่งตัวแปรในรูปที่ 10.12 (ซ้าย)}

Select dimension to change: {คลิกบนเส้นบอกขนาดตรงจุดที่ 6}

New value for dimension <200.000000>: $d0$ {พิมพ์ตัวแปร $d0$ ซึ่งเป็นตัวแปรของความกว้างของชิ้นส่วนโซลิดด้านที่ขนานกับ Profile 4 ดูตำแหน่งตัวแปรในรูปที่ 10.11 (ขวา) จะปรากฏดังรูปที่ 10.16 (ซ้าย)}



รูปที่ 10.16

55. จากรูปที่ 10.16 (ซ้าย) บังคับสเกทช์ Profile4 ด้วยขนาดเข้ากับชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension

Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 1}

Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 2}

Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 3 เพื่อกำหนดตำแหน่งของเส้นบอกขนาด}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <204.2411>: H

{พิมพ์ H เพื่อบังคับให้เป็นเส้นบอกขนาดแนวนอน}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <181.5191>: $d39/2$

{พิมพ์สูตร $d39/2$ เข้าไปแทนที่ค่าที่โปรแกรมกำหนดมาให้}

Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 4}

Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 5}

Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 6 เพื่อกำหนดตำแหน่งของเส้นบอกขนาด}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <255.7343>: H

{พิมพ์ H เพื่อบังคับให้เป็นเส้นบอกขนาดแนวนอน}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <231.5191>: $d0/2$

{พิมพ์สูตร $d0/2$ เข้าไปแทนที่ค่าที่โปรแกรมกำหนดมาให้}

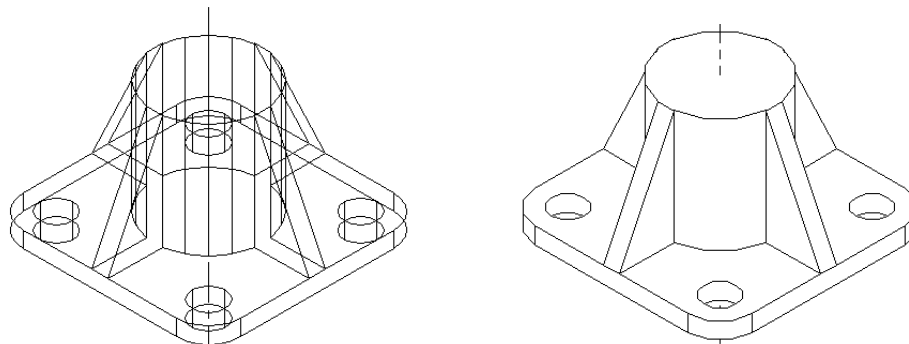
Solved fully constrained sketch {สเกทช์ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้ว จะปรากฏดังรูปที่ 10.16(ขวา)}

Note

หลังจากที่บังคับสเกทช์ด้วยเส้นบอกขนาดเส้นแรกเสร็จแล้ว จะทำให้สเกทช์บีบด้วยเงื่อนไขจนเสียรูปได้ แต่หลังจากที่เขียนเส้นบอกขนาดเส้นต่อไปแล้ว สเกทช์จะปรับรูปทรงเข้าที่ดังรูปที่ 10.16 (ขวา)

56. เปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทโดยคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว 
57. ขยายวิวพอร์ท Isometric ให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยคลิกบนปุ่มไอคอน 
58. ตรวจสอบข้อผิดพลาดของครีป(Rib)เดิม เพื่อที่จะกำหนดในความหนาของครีปใหม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงไปตามครีปเดิมโดยอัตโนมัติ โดยคลิกขวามุมพีเจอร์ ExtrusionMidplane1 จะปรากฏเส้นบอกขนาดสีน้ำเงินขึ้นมาบนพื้นที่วาดภาพ ให้จำข้อผิดพลาดของเส้นบอกขนาดที่ควบคุมความหนาของครีปไว้ ในที่นี้คือ d47
59. เปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทโดยคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว 
60. เพิ่มความหนาให้กับสเกทช์ Profile4 โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch Features ► Extrude... จะปรากฏไดอะล็อก Extrusion Feature ขึ้นมาบนจอภาพ แล้วคลิกปุ่มเรดิโอ Join และ Mid Plane ให้พิมพ์ข้อผิดพลาด d47 เข้าไปในอิตีทบอช Distance แล้วคลิกปุ่ม OK สเกทช์จะมีความหนาเพิ่มขึ้นเท่ากับ d47 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 15 หน่วยเท่ากับครีป(Rib)เดิม จะปรากฏพีเจอร์ ExtrusionMidPlane2 บนเดสก์ท็อปราวเซอร์และจะปรากฏขึ้นส่วนพาราเมตริกโซลิดดังรูปที่ 10.17 (ซ้าย)

รูปที่ 10.17



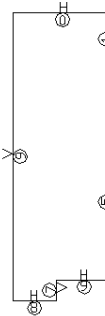
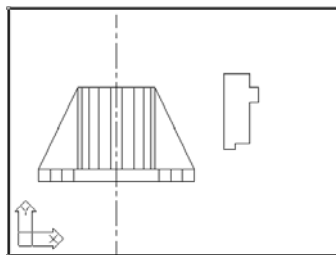
61. ตรวจสอบความถูกต้องของรูปทรง โดยคลิกบนวิวพอร์ท Isometric แล้วคลิกบนปุ่มไอคอน  Display Hidden Lines เพื่อซ่อนเส้นที่ถูกบังดังรูปที่ 10.17 (ขวา) แล้วคลิกบนปุ่ม  Display Wireframe เพื่อกลับสู่โหมดโครงลวด
62. คำว่ารูบนส่วนที่เป็นทรงกระบอกของชิ้นส่วนโซลิด โดยเขียนหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์ของส่วนที่ต้องการคว้าน โดยเราสามารถใส่ระนาบสเกทช์ที่แล้วซึ่งตรงระนาบทำงาน WorkPlane2 ได้ทันทีโดยไม่ต้องสร้างระนาบสเกทช์ใหม่

Note

เราไม่สามารถใช้คำสั่ง Part ► Placed Features ► Holes... เพื่อคว้านรูเจาะแบบนี้ได้เพราะว่ามีการเจาะรูภายในรูเจาะต่างระดับกันด้วย

63. สร้างเลเยอร์ชื่อ Sketch5 สีแดง(Red) แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน โดยใช้คำสั่ง Assist ► Format ► Layer...  แถบรายการเลเยอร์จะปรากฏ 
64. คลิกบนวิวพอร์ตใดๆ แล้วขยายวิวพอร์ตนั้นให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยคลิกบนปุ่มไอคอน 
65. กลับไปยังมุมมองของระนาบสเกทช์ โดยคลิกบนปุ่มไอคอน  จะปรากฏระนาบ XY ของระนาบสเกทช์ซึ่งตรงกับระนาบด้าน Right ของชิ้นส่วนโซลิตพอดี้
66. ใช้คำสั่ง View ► Pan เลื่อนชิ้นส่วนโซลิตไปทางซ้ายให้มีพื้นที่ว่างทางด้านขวา เพื่อที่จะเขียนโปรไฟล์สเกทช์ของส่วนที่ต้องการคว้านรู แล้วใช้คำสั่ง Design ► Polyline เขียนเส้นให้ปรากฏในวิวพอร์ตดังรูปที่ 10.18 (ซ้าย)

รูปที่ 10.18



67. จากรูปที่ 10.18 (ซ้าย) แปลงเส้นโพลีไลน์ให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Single Profile หรือคลิกขวาบนเดสท็อปปราวเซอร์แล้วเลือกคำสั่ง Solve ► Single Profile เส้นโพลีไลน์ซึ่งเป็นวัตถุขึ้นเดียว จะกลายเป็นโปรไฟล์สเกทช์โดยอัตโนมัติและจะปรากฏ Profile5 บนเดสท็อปปราวเซอร์
68. แสดงโหมดการบังคับรูปทรง(Geometric constraints)ที่โปรแกรมได้สร้างมาให้โดยอัตโนมัติ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Show Constraints จะปรากฏสัญลักษณ์การบังคับรูปทรงบนโปรไฟล์สเกทช์ ให้ตรวจสอบว่าเส้นในแนวนอนทุกเส้นมีสัญลักษณ์ H และเส้นในแนวตั้งทุกเส้นมีสัญลักษณ์ V หรือไม่ หากเส้นใดไม่มีสัญลักษณ์ปรากฏให้ใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Horizontal หรือ Part ► Sketch ► Add Constraints ► Vertical เพื่อเพิ่มโหมดการบังคับตามความเหมาะสมให้กับเส้นดังกล่าวดังรูปที่ 10.18 (ขวา)

Note

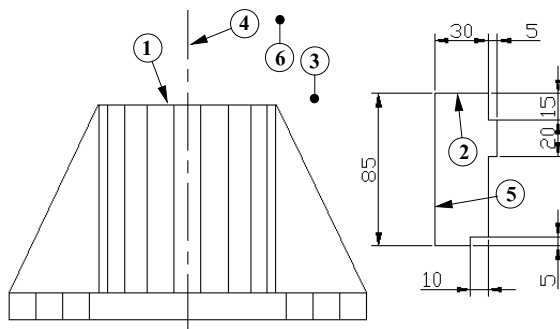
ถ้าหากเราเขียนเส้นโพลีไลน์ไม่เอียงจนเกินค่ามุม 4 องศาที่ระบุใน Angular Tolerance ของคำสั่ง Part ► Preferences... โหมดการบังคับรูปทรงในแนวนอนหรือแนวตั้งจะถูกกำหนดให้กับสเกทช์โดยอัตโนมัติ หากเชกเมนต์ใดของเส้นโพลีไลน์มีมุมเอียงเกินกว่าองศาที่ระบุนี้ โหมดการบังคับรูปทรงจะไม่ถูกกำหนดให้แก่อะไร ซึ่งเราจะต้องเพิ่มเติมโหมดการบังคับรูปทรงด้วยตนเอง

Note

จากรูปที่ 10.18 (ขวา) สังเกตว่าเส้นในแนวนอนทั้งหมดมีสัญลักษณ์ H ส่วนเส้นในแนวตั้งทั้งหมดมีสัญลักษณ์ V นอกจากนั้นเส้น (1) ปรากฏสัญลักษณ์ C5 และบนเส้น (5) ปรากฏสัญลักษณ์ C1 นั้นหมายถึง โปรแกรมได้กำหนดโหมดการบังคับให้เส้นทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกัน(Collinear)มาให้โดยอัตโนมัติด้วย เนื่องจากก่อนสร้างสเกทช์เส้นทั้งสองอยู่ในแนวเดียวกันหรืออยู่ภายในขอบเขตในระนาบใน Tolerance / Pickbox Size... ของคำสั่ง Part ► Preferences... หากบนเส้น (1) ไม่ปรากฏสัญลักษณ์ C5 และบนเส้น (5) ไม่ปรากฏสัญลักษณ์ C1 ให้ใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Collinear กับเส้นทั้งสอง

69. ใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Dimension As Numbers เพื่อแสดงค่าตัวเลขบนเส้นบอกขนาด
70. เริ่มบังคับสเกทช์ Profile5 ด้วยขนาด โดยใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension แล้วบังคับเส้นต่างๆ ให้ปรากฏดังรูปที่ 10.19

รูปที่ 10.19

**Note**

หากเส้นบอกขนาดปรากฏออกมาในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม เราสามารถใช้กริปส์(Grips)เพื่อปรับแต่งเส้นบอกขนาดให้เหมาะสมได้ แล้วอาจจะใช้คำสั่ง Drawing ► Edit Dimensions ► Align เพื่อจัดให้อยู่ในระดับเดียวกันดูเป็นระเบียบได้

Note

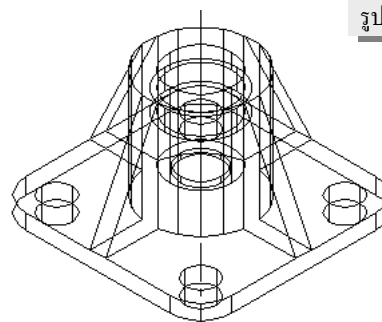
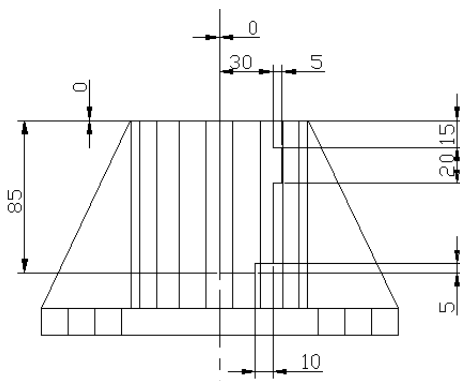
ต่อไปเริ่มบังคับสเกทช์เข้ากับชิ้นส่วนโซลิด โดยเราสามารถเลือกการบังคับได้ 2 วิธีคือการบังคับด้วยรูปทรงหรือการบังคับด้วยขนาด หากเลือกวิธีการบังคับด้วยรูปทรง เราจะใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Collinear หากเลือกวิธีการบังคับด้วยขนาด เราจะใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension ตามปกติ เราควรบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงก่อนการบังคับสเกทช์ด้วยขนาดเสมอ แต่มีข้อยกเว้นในกรณีที่เราบังคับสเกทช์เข้ากับชิ้นส่วนโซลิด เราสามารถใช้โหมดการบังคับรูปทรงหลังการบังคับด้วยขนาดในกรณีเช่นนี้ได้

Note

หากเลือกบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Collinear จะต้องคลิกบนเชกเมนต์ที่มีความยาว 85 หน่วยและคลิกบนแกนทำงาน(Work Axis)เพื่อบังคับเชกเมนต์ในแนวตั้งเข้ากับแกนทำงาน และจะต้องคลิกบนเชกเมนต์ที่มีความยาว 30 หน่วยและเส้นขอบของโซลิดในแนวนอนเส้นบนสุดซึ่งเป็นเส้นขอบของทรงกระบอกเพื่อบังคับเชกเมนต์ในแนวนอนเข้ากับพื้นผิวด้านบนของโซลิด

71. จากรูปที่ 10.19 เริ่มบังคับสเกทช์เข้ากับชิ้นส่วนโซลิดด้วยขนาด โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Add Dimension** จะปรากฏข้อความดังต่อไปนี้

Select first object: {คลิกบนเส้นขอบของโซลิดตรงจุดที่ 1}
Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 2}
Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 3 เพื่อกำหนดตำแหน่งของเส้นบอกขนาด}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <138.3194>: V
 {พิมพ์ V เพื่อบังคับให้เป็นเส้นบอกขนาดแนวตั้ง}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <6.3214>: 0
 {พิมพ์ค่า 0 (ศูนย์) เข้าไปแทนที่ค่าที่โปรแกรมกำหนดมาให้}
Select first object: {คลิกบนแกนทำงาน(Work Axis)ตรงจุดที่ 1}
Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 5}
Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 6 เพื่อกำหนดตำแหน่งของเส้นบอกขนาด}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <167.0254>: H
 {พิมพ์ H เพื่อบังคับให้เป็นเส้นบอกขนาดแนวนอน}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <138.3194>: 0
 {พิมพ์ค่า 0 (ศูนย์) เข้าไปแทนที่ค่าที่โปรแกรมกำหนดมาให้}
Solved fully constrained sketch{สเกทช์ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้ว จะปรากฏดังรูปที่ 10.20(ซ้าย)}

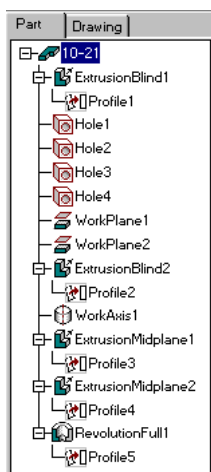


รูปที่ 10.20

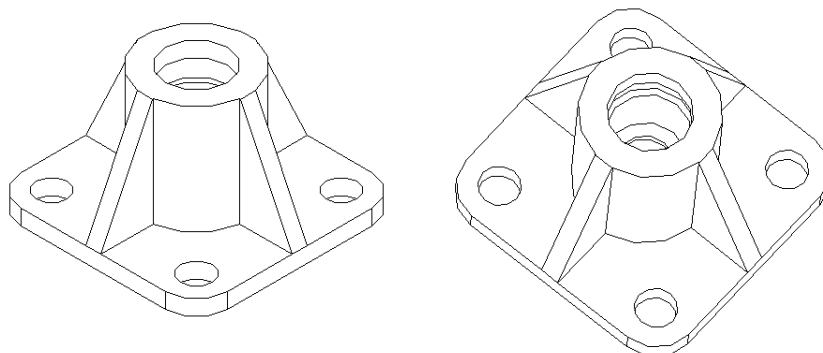
72. เปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ตโดยคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว 
73. เริ่มใช้โปรไฟล์สเกทช์ Profile5 เป็นตัวตัดเฉือนชิ้นส่วนโซลิดโดยหมุนสเกทช์ หมุนรอบแกนทำงาน โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketch Features ▶ Revolve...** จะปรากฏไดอะล็อก Revolution Feature ขึ้นมาบนจอภาพ แล้วเลือกปุ่มเรดิโอ Cut และ Full แล้วคลิกปุ่ม OK จะปรากฏ

ข้อความ Select revolution axis: ให้คลิกลงบนแกนทำงานที่ปรากฏให้เห็นเป็นเส้นเส้นเตอร์ไลน์ในวิวพอร์ตใดๆ ชิ้นส่วนโซลิดจะถูกคว้านออกตามการหมุนของหน้าตัดของโปรไฟล์สเกทช์รอบแกนทำงานและจะปรากฏฟีเจอร์ RevolutionFull1 บนเดสก์ท็อปจาวเซอร์และจะปรากฏชิ้นส่วนพารามेटริกโซลิดดังรูปที่ 10.20 (ขวา)

74. ขยายวิวพอร์ต Isometric ให้มีขนาดใหญ่มากขึ้นที่วาดภาพ โดยคลิกบนปุ่มไอคอน 
75. ซ่อนแกนทำงาน(Work Axis) โดยคลิกขวานบน WorkAxis1 บนเดสก์ท็อปจาวเซอร์ แล้วคลิกคำสั่ง Visible
76. ตรวจสอบความถูกต้องของรูปทรง โดยคลิกบนปุ่มไอคอน  Display Hidden Lines เพื่อซ่อนเส้นที่ถูกบังดังรูปที่ 10.21 (ซ้าย) แล้วคลิกบนปุ่ม  Display Wireframe เพื่อกลับสู่โหมดโครงลวด



รูปที่ 10.21



เป็นอันว่าเราได้สร้างชิ้นส่วนพารามेटริกโซลิดเสร็จสมบูรณ์อีกชิ้นหนึ่งแล้ว หากต้องการย้อนกลับไปแก้ไขปรับปรุงฟีเจอร์ใดๆ ของชิ้นส่วนโซลิด เราก็สามารถที่จะคลิกขวานชื่อฟีเจอร์นั้น แล้วเลือกคำสั่ง Edit หากจำไม่ได้ว่าฟีเจอร์ที่เราต้องการแก้ไขนั้นชื่ออะไร เราสามารถใช้คำสั่ง Part ► Edit Feature แล้วคลิกลงบนเส้นขอบของฟีเจอร์บนโซลิดที่ต้องการแก้ไข หลังจากที่เราแก้ไขปรับปรุงขนาดของฟีเจอร์ต่างๆ แล้ว เราจะต้องใช้คำสั่ง Part ► Update  เพื่อให้ผลของการแก้ไขปรากฏบนชิ้นส่วนโซลิด