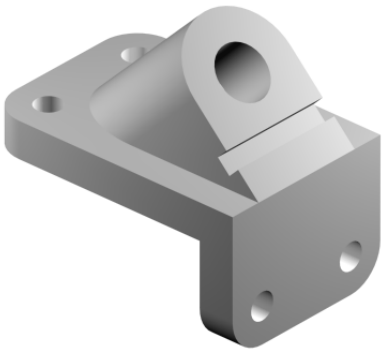
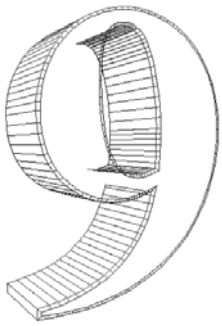
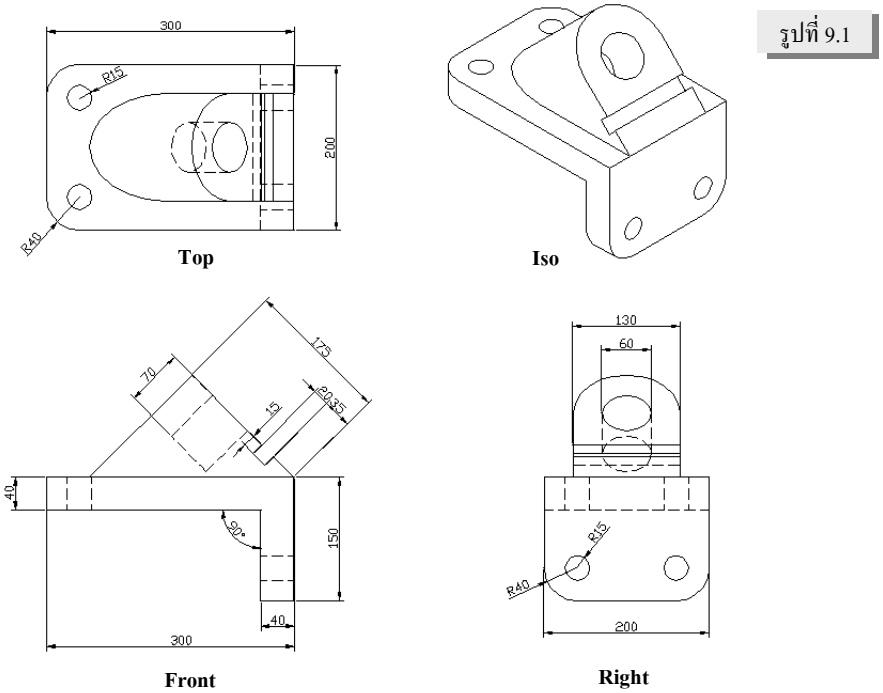




บทที่ 9 แบบฝึกหัดการขึ้นรูปชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิด II

ในบทนี้เราจะมาลองขึ้นรูปชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิด 3 มิติดังปรากฏในภาพฉายออร์โธกราฟิก(Orthographic) แบบมุมที่ 3 (ISO-Method A)ดังรูปที่ 9.1 โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

รูปที่ 9.1



 สงวนสิทธ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

ขั้นตอนการขึ้นรูปชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิด

1. เริ่มต้นสร้างไฟล์ใหม่ในสภาพแวดล้อม Assembly โดยใช้คำสั่ง File ▸ New ⟹ Start from Scratch ⟹ Metric ⟹ OK

Note หากเรามีแผนการที่จะนำชิ้นส่วนที่กำลังจะสร้างนี้ไปสอดแทรกเข้าไปในสภาพแวดล้อม Assembly ของไฟล์อื่นๆ เราควรที่จะใช้คำสั่ง File ▸ New Part File ในการเริ่มระบบไฟล์ใหม่ อย่างไรก็ตาม ถึงแม้เราในเริ่มระบบไฟล์ใหม่โดยใช้คำสั่ง File ▸ New เราก็สามารถที่จะนำชิ้นส่วนออก(Externalize)ไปใช้กับไฟล์ Assembly อื่นๆ ได้เช่นเดียวกัน

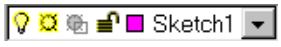
2. กำหนดมาตรฐานในการเขียนแบบ โดยใช้คำสั่ง Drawing ▸ Preferences... จะปรากฏไดอะล็อค Desktop Preferences แสดงแถบคำสั่ง Drawings ให้แน่ใจว่าปุ่มเรดิโอในฟิลด์ Projection Type อยู่ที่ Third Angle (การฉายภาพแบบมุมที่ 3) จากนั้นคลิกบนปุ่ม Drafting Standard... จะปรากฏไดอะล็อค Drafting Standards แล้วเปลี่ยนมาตรฐานของ Tapped Holes(รูเจาะ), Detail Views(แบบขยาย)และ Section Views(แบบภาพตัด)จาก ANSI ให้เป็น ISO ทั้งหมด

3. เปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทโดยคลิกบนปุ่มไอคอน หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว ENTER วิวพอร์ทจะถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน โดยมีรูปด้าน Top อยู่ในตำแหน่งมุมซ้ายบน รูปด้าน Front อยู่มุมซ้ายล่าง รูปด้าน Right อยู่มุมขวาล่าง รูป Isometric อยู่มุมขวาบน

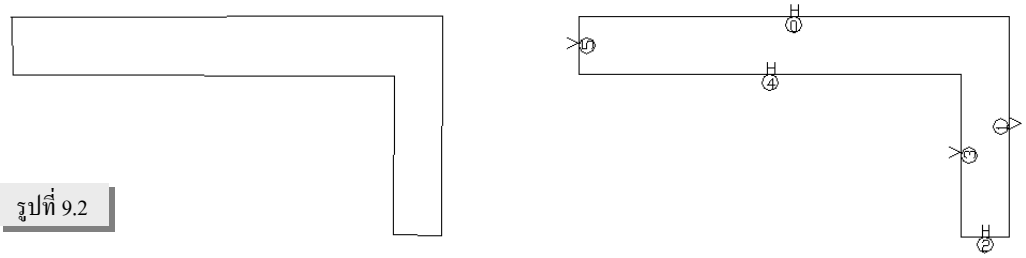
4. พิจารณาชิ้นส่วนในรูปที่ 9.1 จะเห็นว่าเราจะต้องเขียนสเกทช์เป็นเค้าโครงร่างของชิ้นส่วนให้ขนานกับวิวพอร์ท Front แต่สังเกตุว่าขณะนี้ UCS ไอคอนในวิวพอร์ท Front (มุมซ้ายล่าง)เป็นรูปดินสอหัก เราจึงจะเขียนสเกทช์ลงไปในวิวพอร์ทนี้ไม่ได้ ให้คลิกบนวิวพอร์ท Front (มุมล่างซ้าย) แล้วใช้คำสั่ง UCS V หรือคลิกปุ่มไอคอน จะปรากฏ UCS ไอคอนบนวิวพอร์ท Front

5. ขยายวิวพอร์ท Front (มุมซ้ายล่าง)ให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยให้แน่ใจว่าวิวพอร์ท Front เป็นวิวพอร์ทใช้งาน (หรือคลิกวิวพอร์ท Front ให้แน่ใจอีกครั้ง) แล้วคลิกบนปุ่มไอคอน หรือพิมพ์เลข 1 แล้ว ENTER

Note ไม่ต้องกำหนดขอบเขต Limits ในการเขียนภาพ เนื่องจากชิ้นส่วนด้าน Front ดังรูปที่ 9.1 มีขนาด 300x150 หน่วย ซึ่งใกล้เคียงกับขอบเขตลิมิตที่โปรแกรมกำหนดมาให้ นั่นคือ 420,297 ซึ่งเหมาะสมกับสเกทช์ของด้าน Front ที่เราจะเขียนพอดี

6. สร้างเลเยอร์ชื่อ Sketch1 สีม่วง(Magenta) แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน โดยใช้คำสั่ง Assist ▸ Format ▸ Layer... แถบรายการเลเยอร์จะปรากฏ 

7. ใช้คำสั่ง Design ▸ Polyline หรือ PLINE เขียนเส้นโครงรูปคร่าวๆ ของชิ้นส่วนด้าน Front ให้ปรากฏดังรูปที่ 9.2 (ซ้าย)



รูปที่ 9.2

Note หากไม่แน่ใจว่าทำตามขั้นตอนตั้งแต่ต้นถูกต้องหรือไม่ ให้เปิดไฟล์ 9-02.dwg จากไดเร็คตอรี่ \Exercise บนแผ่น CD-ROM แนบท้ายหนังสือคู่มือเล่มนี้ จะปรากฏดังรูปที่ 9.2 (ซ้าย)

8. จากรูปที่ 9.2 (ซ้าย) แปลงเส้นโพลีไลน์ให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Profile หรือคลิกขวาบนเดสท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Solve ▸ Single Profile หรือ Solve ▸ Profile ในกรณีที่เลือกคำสั่ง Solve ▸ Single Profile เส้นโพลีไลน์ซึ่งเป็นวัตถุชิ้นเดียวจะกลายเป็นโปรไฟล์สเกทช์โดยอัตโนมัติ ในกรณีใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Profile หรือ Solve ▸ Profile ให้คลิกบนเส้นโพลีไลน์ที่ต้องการแปลงให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์

Note สังเกตุว่าหลังจากที่เส้นโพลีไลน์ถูกแปลงให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์แล้ว บนเดสท็อปบราวเซอร์จะปรากฏชื่อโปรไฟล์สเกทช์ Profile1 ภายใต้ชื่อชิ้นส่วน PART1_1

9. แสดงโหมดการบังคับรูปทรง(Geometric constraints)ที่โปรแกรมได้สร้างมาให้โดยอัตโนมัติ โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Show Constraints จะปรากฏสัญญลักษณ์การบังคับรูปทรงบนโปรไฟล์สเกทช์ดังรูปที่ 9.2 (ขวา)

Note จากรูปที่ 9.2 (ขวา) ตัวเลขภายในวงกลมคือหมายเลขประจำเส้น ตัวอักษร H หมายถึงเส้นถูกบังคับให้อยู่ในแนวนอน ตัวอักษร V หมายถึงเส้นถูกบังคับให้อยู่ในแนวตั้ง ดังนั้นการบังคับรูปทรงที่โปรแกรมกำหนดมาให้จึงถือว่าสมบูรณ์แล้ว แต่ถ้าเราต้องการที่จะควบคุมมุมของเส้น (1),(2),(3) ให้สามารถเปลี่ยนแปลงไปตามมุมที่ต้องการ เราจะต้องลบ H และ V ออกจากเส้น (1),(2),(3) แล้วบังคับด้วยโหมด Parallel (P) และโหมด Perperdicular (L) แทน ซึ่งให้ผลการบังคับเท่าเทียมกัน แต่สามารถควบคุมมุมเอียงได้

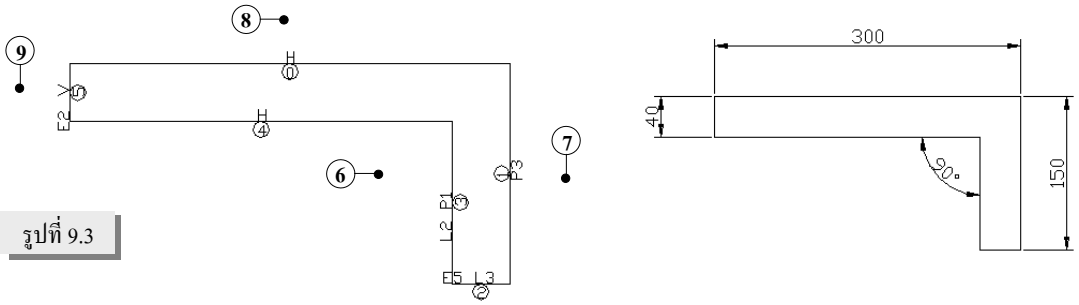
10. จากรูปที่ 9.2 (ขวา) ลบโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง ด้วยคำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Delete Constraints แล้วคลิกบนสัญญลักษณ์ V บนเส้น (1) และ (3) และคลิกบนสัญญลักษณ์ H บนเส้น (2) ดังรูปที่ 9.3 (ซ้าย)

 สงวนสิทธิ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

11. จากรูปที่ 9.2 (ขวา) บังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง โดยใช้โหมดขนาน ด้วยคำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Add Constraints ▸ Parallel แล้วคลิกบนเส้น (1) และ (3) จะปรากฏสัญญลักษณ์ P1 บนเส้น (3) และปรากฏสัญญลักษณ์ P3 บนเส้น (1) ดังรูปที่ 9.3 (ซ้าย)

12. จากรูปที่ 9.2 (ขวา) บังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง โดยใช้โหมดตั้งฉาก ด้วยคำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Add Constraints ▸ Perpendicular แล้วคลิกบนเส้น (2) และ (3) จะปรากฏสัญญลักษณ์ L2 บนเส้น (3) และปรากฏสัญญลักษณ์ L3 บนเส้น (2) ดังรูปที่ 9.3 (ซ้าย)

13. จากรูปที่ 9.2 (ขวา) บังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง โดยใช้โหมดความยาวเส้นเท่ากัน ด้วยคำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Add Constraints ▸ Equal Length แล้วคลิกบนเส้น (2) และ (5) จะปรากฏสัญญลักษณ์ E2 บนเส้น (5) และปรากฏสัญญลักษณ์ E5 บนเส้น (2) ดังรูปที่ 9.3 (ซ้าย)



รูปที่ 9.3

14. จากรูปที่ 9.3 (ซ้าย) เริ่มบังคับสเกทช์ด้วยขนาดแบบเชิงมุม โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Add Dimension จะปรากฏข้อความดังต่อไปนี้

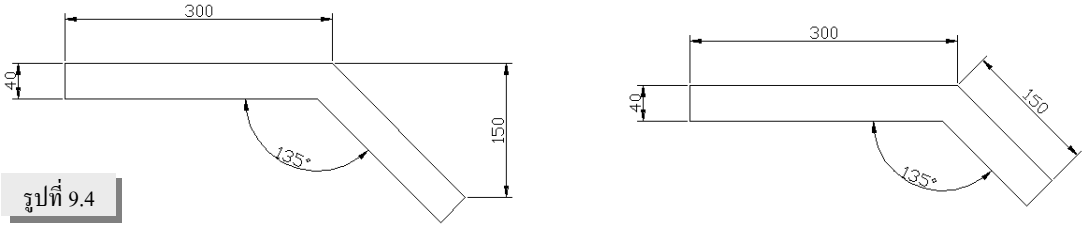
> **Select first object:** {คลิกบนเส้น (3)}
>
> **Select second object or place dimension:** {คลิกบนเส้น (4)}
>
> **Specify dimension placement:** {คลิกตรงจุดที่ 6}
>
> **Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <351.969>:** N
> {หากปรากฏเส้นบอกขนาดแบบเชิงเส้น แทนที่จะปรากฏเส้นบอกขนาดแบบเชิงมุมจะปรากฏตัวเลือกบรรทัดนี้ ให้พิมพ์ N เพื่อเลือกเส้นบอกขนาดแบบเชิงมุม aNgle}
>
> **Undo/Placement point/Enter dimension value <90>:** {คลิกขวาเพื่อใช้ค่ามุมที่โปรแกรมกำหนดให้หรือพิมพ์ค่ามุมใหม่ที่ต้องการ}

15. กำหนดสเกลแฟคเตอร์ของเส้นบอกขนาดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น โดยใช้คำสั่ง Assist ▸ Format ▸ Dimension Style... จะปรากฏไดอะล็อค Dimension Style ขึ้นมาบนจอภาพ คลิกบนปุ่ม Geometry แล้วพิมพ์ค่า 5 เข้าใน Overall Scale แล้วคลิก OK ⇒ Save ⇒ OK

16. จากรูปที่ 9.3 (ซ้าย) เริ่มบังคับสเกทช์ด้วยขนาดแบบเชิงเส้น โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Add Dimension แล้วเขียนเส้นบอกขนาดแบบเชิงเส้น โดยคลิกบนเส้น (1) และจุดที่ 7 แล้วกำหนดค่า 150 หน่วย คลิกบนเส้น (0) และจุดที่ 8 แล้วกำหนดค่า 300 หน่วยและคลิกบนเส้น (5) และจุดที่ 9 แล้วกำหนดค่า 40 หน่วยให้ปรากฏดังรูปที่ 9.3 (ขวา) โปรแกรมจะรายงานว่าสเกทช์ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้ว(Solved fully constrained sketch)

Note

เมื่อโปรไฟล์สเกทช์ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้ว ทดลองใช้คำสั่ง Part ▸ Change Dimension แล้วคลิกบนเส้นบอกขนาดแบบเชิงมุม แล้วเปลี่ยนค่าของเส้นบอกขนาดให้เป็น 135 องศา ส่วนขาของสเกทช์จะเปลี่ยนมุมไปพร้อมทั้งมีความยาวเพิ่มขึ้นดังรูปที่ 9.4 (ซ้าย) ซึ่งผิดไปจากความเป็นจริงที่เราต้องการดังรูปที่ 9.4 (ขวา) เนื่องจากเส้นบอกขนาดเชิงเส้นนั้นควบคุมขนาดในแนวนอนและแนวตั้งเท่านั้น ส่วนขาของสเกทช์จึงมีความยาวเกิน 150 หน่วย หากเราต้องการให้ส่วนขาของสเกทช์มีความยาว 150 หน่วย ไม่ว่าจะใช้ค่ามุมเท่าใดก็ตาม เราจะต้องใช้เส้นบอกขนาดแบบ Align เมื่อทดลองเสร็จแล้ว ให้ใช้คำสั่ง Part ▸ Change Dimension อีกครั้งเพื่อเปลี่ยนค่ามุมของเส้นบอกขนาดเชิงมุมให้กลับไปเป็น 90 องศาเช่นเดิม



รูปที่ 9.4

17. จากรูปที่ 9.3 (ขวา) ใช้คำสั่ง Modify ▸ Erase แล้วลบเส้นบอกขนาดที่มีความยาว 150 หน่วยทิ้งไป

18. จากรูปที่ 9.3 (ซ้าย) บังคับสเกทช์ด้วยขนาดแบบเอียงทำมุม(Align) โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Add Dimension จะปรากฏข้อความดังนี้

Select first object: {คลิกบนเส้น (1)}

Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 7}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <150>: A

{พิมพ์ A เพื่อเลือกเส้นบอกขนาดแบบทำมุมเอียงตามเส้นที่ถูกเลือก}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <150>: {คลิกขวา เพื่อใช้ค่าความยาวเท่ากับ 150 หน่วยที่ต้องการ จะปรากฏเส้นบอกขนาดทำมุมเอียงซึ่งเหมือนกับเส้นบอกขนาดเชิงเส้นในแนวตั้งเดิม}

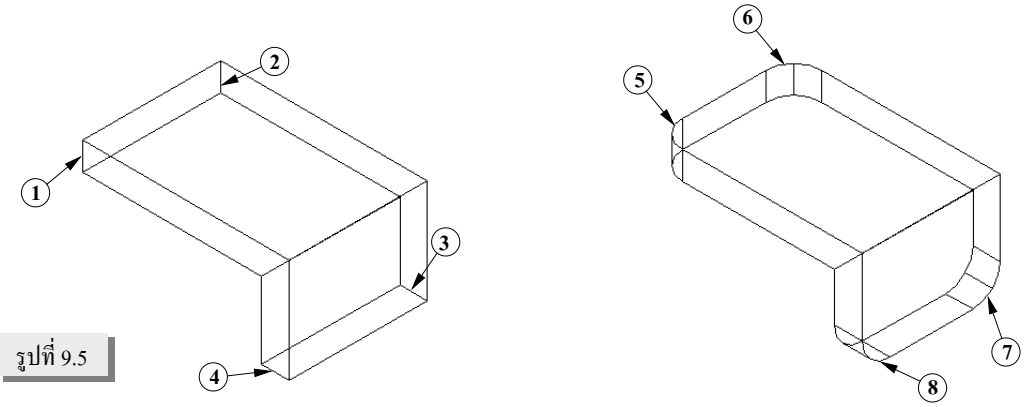
Note

ทดลองอีกครั้ง โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Change Dimension แล้วคลิกบนเส้นบอกขนาดแบบเชิงมุม แล้วเปลี่ยนค่าของเส้นบอกขนาดให้เป็น 135 องศา คราวนี้ส่วนขาของสเกทช์จะเปลี่ยนมุมไปแต่มีความยาว 150 หน่วยเท่าเดิมดังรูปที่ 9.4 (ขวา) เมื่อทดลองเสร็จแล้ว ให้ใช้คำสั่ง Part ▸ Change Dimension อีกครั้งเพื่อเปลี่ยนค่ามุมของเส้นบอกขนาดเชิงมุมให้กลับไปเป็น 90 องศาเช่นเดิม เป็นอันว่าเราสามารถควบคุมส่วนขาของสเกทช์ให้ทำมุมเอียงใดๆ ตามต้องการแล้ว แต่ในขณะนี้เราจะใช้ค่ามุม 90 องศาไปก่อน ซึ่งต่อไปหากเราต้องการเปลี่ยนค่ามุมให้กับส่วนขาของสเกทช์นี้ก็สามารถทำได้ทันที

19. เมื่อบังคับสเกทช์เสร็จสมบูรณ์แล้ว ใช้คำสั่ง เปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทโดยคลิกบนปุ่มไอคอน หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว ENTER

20. สร้างเลเยอร์ Solid สีที่โปรแกรมกำหนดมาให้ แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน โดยใช้คำสั่ง Assist ▸ Format ▸ Layer... แถบรายการเลเยอร์จะปรากฏ Solid

21. เพิ่มความหนาให้กับสเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch Features ▸ Extrude... จะปรากฏไดอะล็อค Extrusion Feature ขึ้นมาบนจอภาพ แล้วให้แน่ใจว่า Blind เป็นปุ่มเรดิโอใช้งาน แล้วพิมพ์ค่า 200 หน่วยเข้าไปในอิดิทบอกซ์ Distance จะปรากฏข้อความ Direction Flip/ <Accept>: พร้อมทั้งปรากฏเวคเตอร์สีน้ำเงินแสดงทิศทางในการเพิ่มความหนา ให้คลิกขวาหรือ ENTER สเกทช์จะมีความหนาเพิ่มขึ้นเป็น 200 หน่วยตามทิศทางของเวคเตอร์ ในวิวพอร์ท Isometric จะปรากฏ ExtrusionBlind1 บนเดสท็อปบราวเซอร์และจะปรากฏชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิดดังรูปที่ 9.5 (ซ้าย)



รูปที่ 9.5

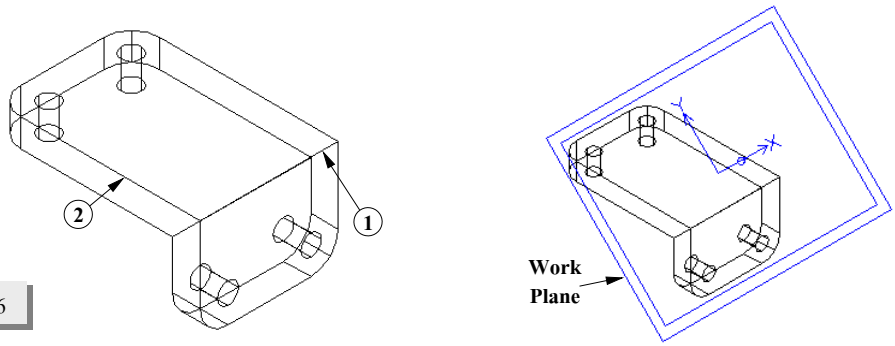
22. จากรูปที่ 9.5 (ซ้าย) สร้างส่วนโค้งมุมมน(Fillet) โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Placed Features ▸ Fillet... แล้วให้แน่ใจว่า ปุ่มเรดิโออยู่ที่ Constant แล้วกำหนดรัศมี 40 หน่วยเข้าไปในอิดิทบอกซ์ Radius แล้วคลิกบนปุ่ม Apply แล้วคลิกบนเส้นขอบ 1,2,3 และ 4 จะปรากฏ Fillet1 บนเดสท็อปบราวเซอร์และจะปรากฏชิ้นส่วนโซลิดดังรูปที่ 9.5 (ขวา)

Note ในการใช้คำสั่งนี้สร้างส่วนโค้งหลายๆ ส่วนโค้งในคราวเดียว หากมีการแก้ไขส่วนโค้ง Fillet อันใดอันหนึ่ง ส่วนโค้ง Fillet อื่นๆ จะเปลี่ยนตามไปด้วย หากต้องการให้ส่วนโค้ง Fillet มีความเป็นอิสระต่อกัน เราจะต้องใช้คำสั่ง Fillet คราวละส่วนโค้ง โดยออกจากคำสั่งก่อน แล้วจึงกลับเข้าไปใช้คำสั่งใหม่ ส่วนโค้ง Fillet ที่สร้างในคำสั่งแต่ละครั้ง จะเป็นอิสระต่อกัน

23. จากรูปที่ 9.6 (ขวา) เจาะรูจำนวน 4 รูขนาดรัศมี 15 หน่วยลงบนชิ้นส่วน โดยรูเจาะแต่ละรูมีจุดศูนย์กลางเดียวกันกับส่วนโค้งมุมมน Fillet ที่สร้างในข้อที่แล้ว โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Placed Features ▸ Hole... จะปรากฏไดอะล็อค Hole ขึ้นมาบนจอภาพ เลือกปุ่มเรดิโอ Concentric ⟹ Drilled ⟹ Through แล้วกำหนดค่าเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 หน่วย (รัศมี 15x2)เข้าไปในอิดิทบอกซ์ Dia แล้วคลิกบนปุ่ม Apply จะปรากฏข้อความดังนี้

worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกจุดที่ 5}
Select concentric edge: {คลิกจุดที่ 5 จะปรากฏรูเจาะ Hole1 บนเดสท็อปบราวเซอร์}
worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกจุดที่ 6}
Select concentric edge: {คลิกจุดที่ 6 จะปรากฏรูเจาะ Hole2 บนเดสท็อปบราวเซอร์}
worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกจุดที่ 7}
Select concentric edge: {คลิกจุดที่ 7 จะปรากฏรูเจาะ Hole3 บนเดสท็อปบราวเซอร์}
worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกจุดที่ 8}
Select concentric edge: {คลิกจุดที่ 8 จะปรากฏรูเจาะ Hole4 บนเดสท็อปบราวเซอร์}

Note รูเจาะแต่ละรูจะมีความเป็นอิสระต่อกัน ถึงแม้ว่าจะใช้คำสั่งเพียงครั้งเดียว สังเกตุว่าฟีเจอร์ Hole ที่ปรากฏบนเดสท็อปบราวเซอร์แยกอิสระต่อกัน Hole1, Hole2, Hole3, Hole4



รูปที่ 9.6

24. จากรูปที่ 9.6 (ซ้าย) เริ่มสร้างสเกทช์ใหม่ โดยก่อนอื่นเราจะต้องสร้างระนาบทำงานให้เอียงทำมุม 45 องศา เพื่อที่จะใช้เป็นระนาบอ้างอิงในการเขียนโปรไฟล์สเกทช์ให้เอียงตามระนาบ

 สงวนสิทธ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

ทำงานได้ โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Work Features ▸ Work Plane... จะปรากฏไดอะล็อค Work Plane Feature ขึ้นมาบนจอภาพ ให้เลือกปุ่มเรดิโอ On Edge/Axis ในฟิลด์ 1st Modifier แล้วเลือกปุ่มเรดิโอ Planar Angle ในฟิลด์ 2nd Modifier แล้วพิมพ์ค่ามุม 45 องศาเข้าไปในอิดิทบอกซ์ Angle ให้แน่ใจว่า ปรากฏเครื่องหมาย √ หน้าเช็คบอกซ์ Create Sketch Plane แล้วคลิก OK จะปรากฏข้อความดังต่อไปนี้

worldX/worldY/worldZ/<Select work axis or straight edge>: {คลิกบนเส้นขอบจุดที่ 1 เพื่อกำหนดขอบที่ระนาบทำงานจะสัมผัส}

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

Next/<Accept>: {หากระนาบด้านบนของชิ้นส่วนโซลิดไม่เป็นเส้นประให้พิมพ์ N แล้ว ENTER}

Flip/<Accept>: F {พิมพ์ F เพื่อพลิกกลับระนาบไปอีกด้านหนึ่งให้หันไปทิศทางเดียวกันกับในรูปที่ 9.7 (ซ้าย)}

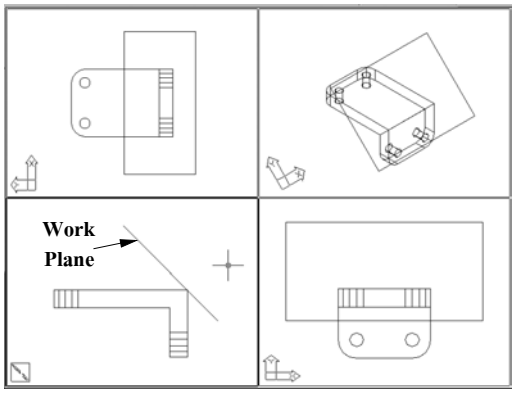
Flip/<Accept>: {คลิกขวาหรือ ENTER เพื่อยอมรับการหันเหของระนาบทำงาน}

(Plane = Parametric, ENTER to Accept)

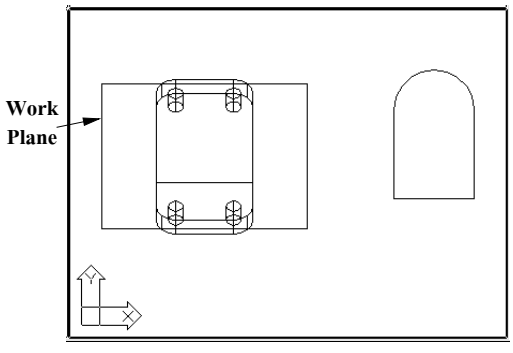
Z-flip/Rotate/<Select edge to align X axis>: {เมื่อเคอร์เซอร์กลายเป็นรูปเมาส์ ให้คลิกซ้ายจนกระทั่ง แกน X,Y,Z ปรากฏดังรูปที่ 9.6 (ขวา)}

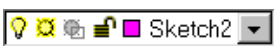
(Plane = Parametric, ENTER to Accept)

Z-flip/Rotate/<Select edge to align X axis>: {คลิกขวาหรือ ENTER จะปรากฏระนาบทำงานดังรูปที่ 9.7 (ซ้าย)และจะปรากฏ WorkPlane1 บนเดสท็อปบราวเซอร์}



รูปที่ 9.7



25. สร้างเลเยอร์ชื่อ Sketch2 สีแดง(Red) แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน โดยใช้คำสั่ง Assist ▸ Format ▸ Layer... แถบรายการเลเยอร์จะปรากฏ 

26. เปลี่ยนมุมมองไปยังระนาบ XY ของระนาบทำงานหรือระนาบสเกทช์ โดยใช้วิวพอร์ท Right (มุมขวาล่าง) โดยคลิกบนวิวพอร์ท Right แล้วคลิกบนปุ่มไอคอน หรือพิมพ์คำสั่งดังนี้

> **Command:** AMVIEW
> **(Angle = 15)**
> **Angle/Down/eXit/Left/Right/Sketch/Up/<Fit>:** S {พิมพ์ตัวเลือก S เพื่อแสดงมุมมองของระนาบสเกทช์}

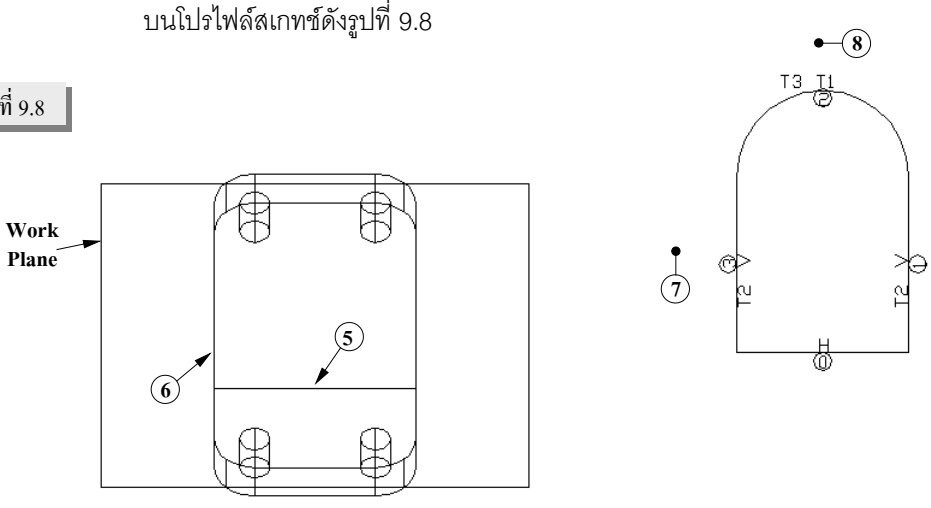
27. ขยายวิวพอร์ท Right ให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยให้แน่ใจว่าวิวพอร์ท Right เป็นวิวพอร์ทใช้งาน(หรือคลิกวิวพอร์ท Right ให้แน่ใจอีกครั้ง) แล้วคลิกบนปุ่มไอคอน

28. เริ่มเขียนโปรไฟล์สเกทช์คร่าวๆ โดยก่อนอื่นใช้คำสั่ง ZOOM และ PAN ให้มีพื้นที่ว่างด้านขวา แล้วใช้คำสั่ง LINE และ ARC หรือ PLINE เขียนเส้นตรงเส้นโค้งแบบปิดขนาดเท่าใดก็ได้ให้ปรากฏดังรูปที่ 9.7 (ขวา)

29. จากรูปที่ 9.7 (ขวา) แปลงเส้นตรงเส้นโค้งที่สร้างในข้อที่แล้วให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Profile แล้วเลือกเส้นเส้นตรงเส้นโค้งทั้งหมด บนเดสท็อปบราวเซอร์จะปรากฏ Profile2

30. แสดงโหมดการบังคับรูปทรง(Geometric constraints)ที่โปรแกรมได้สร้างมาให้โดยอัตโนมัติ โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Show Constraints จะปรากฏสัญญลักษณ์การบังคับรูปทรงบนโปรไฟล์สเกทช์ดังรูปที่ 9.8

รูปที่ 9.8

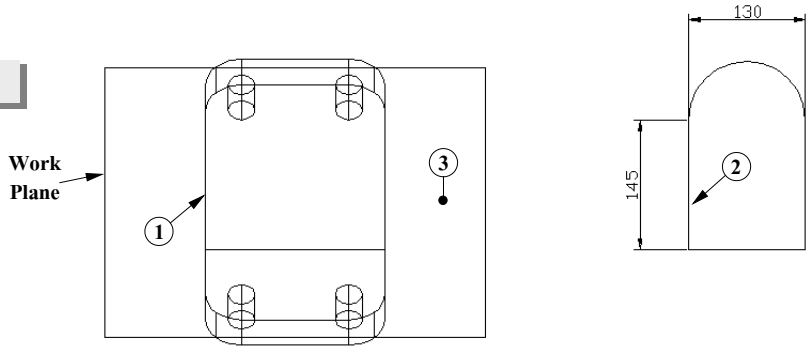


31. จากรูปที่ 9.8 เริ่มบังคับสเกทช์ Profile2 ด้วยรูปทรงเข้ากับชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Add Constraints ▸ Collinear แล้วคลิกบนเส้น (0) ของโปรไฟล์สเกทช์ Profile2

 สงวนสิทธ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

และคลิกบนเส้นขอบ 5 ของชิ้นส่วนโซลิด จะทำให้โปรไฟล์สเกทช์ Profile2 เคลื่อนที่ โดยเส้น (0) จะเลื่อนไปอยู่ในแนวเดียวกันกับเส้นขอบ 5 จะปรากฏสัญญลักษณ์ C.. ขึ้นบนทั้งโปรไฟล์สเกทช์และบนชิ้นส่วนโซลิด

รูปที่ 9.9



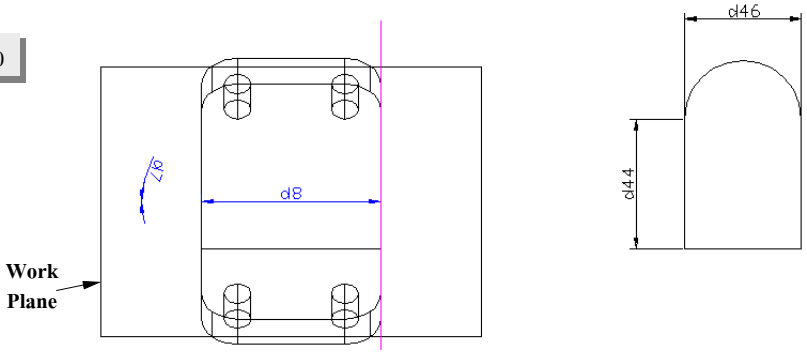
32. จากรูปที่ 9.8 เริ่มบังคับสเกทช์ด้วยขนาด โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Add Dimension แล้วคลิกบนเส้น (3) และกำหนดตำแหน่งของเส้นบอกขนาดตรงจุดที่ 7 แล้วกำหนดความยาวเท่ากับ 145 หน่วย เขียนเส้นบอกขนาดต่อไป โดยคลิกบนเส้น (3) และบนเส้น (1) แล้วกำหนดตำแหน่งของเส้นบอกขนาดตรงจุดที่ 8 โดยใช้ความยาว 130 หน่วยให้ปรากฏดังรูปที่ 9.9 (ขวา)

Note

ต่อไปเราจะเริ่มเคลื่อนย้ายโปรไฟล์สเกทช์ Profile2 เข้าไปยังกึ่งกลางของโซลิด ในการเคลื่อนย้ายดังกล่าวเราสามารถใช้คำสั่ง MOVE ธรรมดาแล้วใช้ออฟเจกท์สแน๊ป Mid Point บนโปรไฟล์สเกทช์และ Mid Point บนเส้นขอบของโซลิดก็ได้ แต่ก็ไม่ใช่วิธีที่ถูกต้อง 100 เปอร์เซนต์ (ถ้าเราแน่ใจว่าต่อไปจะไม่มีการแก้ไขตำแหน่งของโปรไฟล์สเกทช์ Profile2 วิธีที่ใช้คำสั่ง MOVE ธรรมดาก็ถือว่าถูกต้องได้เช่นกัน) แต่ถ้าต่อไปอาจจะมีการแก้ไขตำแหน่งของโปรไฟล์สเกทช์ เราควรที่จะเคลื่อนย้าย Profile2 เข้าไปตรงกลางของโซลิด โดยใช้สูตรคำนวณหาจุดกึ่งกลางระหว่างโปรไฟล์สเกทช์กับชิ้นส่วนโซลิด ด้วยวิธีนี้เราจะต้องทราบตัวแปรที่แทนความกว้างของโซลิด

33. ใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Dimension As Parameters เพื่อแสดงชื่อตัวแปรบนเส้นบอกขนาด

รูปที่ 9.10



34. จากรูปที่ 9.9 แสดงเส้นบอกขนาดของชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Edit Feature แล้วคลิกตรงจุดที่ 1 จะปรากฏดังรูปที่ 9.10

Note จากรูปที่ 9.10 สังเกตุว่าความกว้างของชิ้นส่วนโซลิดเก็บไว้ในตัวแปร d8 ส่วนความกว้างของโปรไฟล์สเกทช์ Profile2 เก็บไว้ในตัวแปร d46 หากเราต้องการเคลื่อนย้ายโปรไฟล์สเกทช์ Profile2 เข้าไปอยู่กึ่งกลางชิ้นส่วนโซลิด เราสามารถหาความยาวขอบของสเกทช์และชิ้นส่วน โดยใช้สูตร (d8-d46)/2 เมื่อกำหนดสูตรของระยะห่างของขอบชิ้นส่วนและขอบของสเกทช์ เมื่อทั้งสองอยู่ตรงกลางซึ่งกันและกันแล้ว

Note หมายเลขลำดับของตัวแปร อาทิ เช่น d8, d44, d46 เกิดขึ้นจากลำดับในการสร้างเส้นบอกขนาด อาจจะปรากฏตรงกันกับในตัวอย่างหรือไม่ตรงกันก็ได้ ขึ้นอยู่กับว่าเราได้สร้างและลบเส้นบอกขนาดออก แล้วสร้างใหม่หรือไม่ ซึ่งจะทำให้ลำดับตัวเลขของตัวแปรไม่ตรงกับในตัวอย่าง แต่นั่นไม่ใช่สิ่งที่สำคัญ สิ่งที่เราจะต้องคำนึงคือใช้เส้นบอกขนาดที่เราต้องการหรือไม่ ถ้าใช่ เราก็จำชื่อตัวแปรนั้นไว้ เท่านั้นก็เพียงพอ

35. จากรูปที่ 9.9 บังคับสเกทช์เข้ากับชิ้นส่วนด้วยขนาด โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Add Dimension จะปรากฏข้อความดังนี้

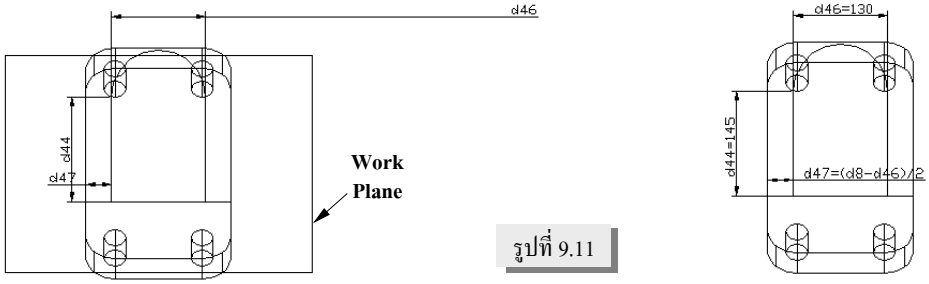
Select first object: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 1}

Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงจุดที่ 2}

Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 3}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <38>: (d8-d46)/2

{หากไม่ปรากฏเส้นบอกขนาดในแนวนอน ให้พิมพ์ H แล้ว ENTER หากปรากฏเส้นบอกขนาดในแนวนอนแล้ว ให้พิมพ์สูตร (d8-d46/2) แล้ว ENTER โปรไฟล์สเกทช์ Profile2 จะเคลื่อนย้ายเข้าไปอยู่ตรงกลางของชิ้นส่วนโซลิดดังรูปที่ 9.11 (ซ้าย)}



รูปที่ 9.11

36. ซ่อนระนาบทำงาน โดยคลิกขวาบน WorkPlane1 บนเดสท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Visible ระนาบทำงาน WorkPlane1 จะหายไปจากจอภาพ

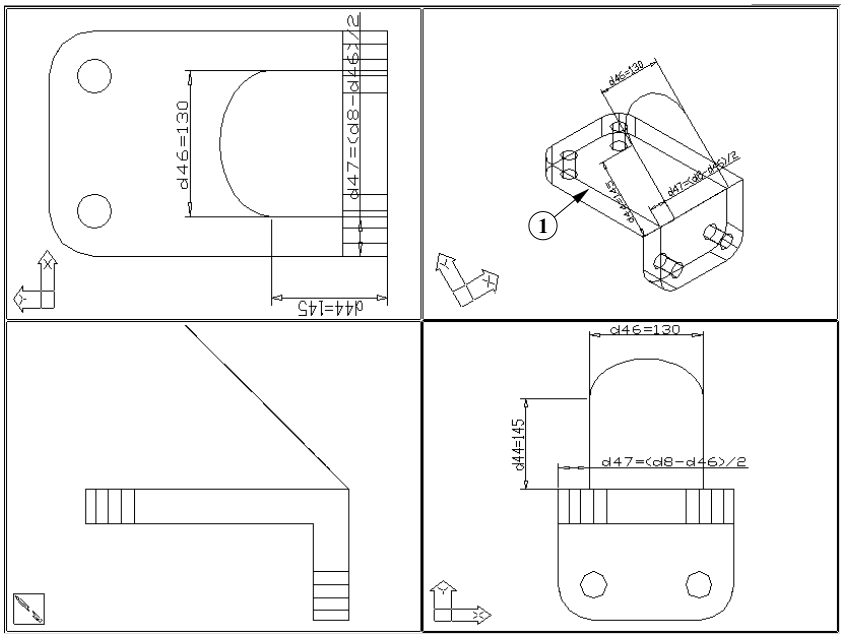
 สงวนสิทธิ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

37. ใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Dimensions As Equations เพื่อแสดงชื่อตัวแปรและค่าของตัวแปรบนเส้นบอกขนาด

38. ในขณะที่บนบรรทัด Command: ไม่ปรากฏคำสั่งใดๆ ให้คลิกบนเส้นบอกขนาด d46 จะปรากฏจุดกริ๊ปส์(Grips)สีน้ำเงินขึ้นมา ให้คลิกและลากจุดกริ๊ปส์บนตัวเลขบอกขนาด แล้วเลื่อนไปยังตำแหน่งที่เหมาะสม ทำเช่นเดียวกันกับเส้นบอกขนาดเส้นอื่นๆ เพื่อจัดให้เส้นบอกขนาดทั้งหมดมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยดังรูปที่ 9.11 (ขวา)

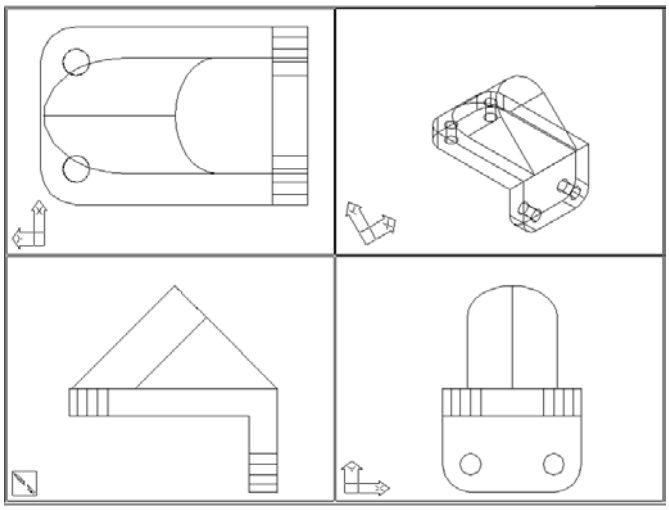
39. เปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทโดยคลิกบนปุ่มไอคอน หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว ENTER จะปรากฏดังรูปที่ 9.12

รูปที่ 9.12



40. จากรูปที่ 9.12 เริ่มเพิ่มความหนาให้กับ Profile2 ไปยังระนาบด้านบนสุดของชิ้นส่วนโซลิด โดยรวม(Join) โปรไฟล์สเกทช์ Profile2 เข้าเป็นเนื้อเดียวกันกับชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketched Features ▸ Extrude... จะปรากฏไดอะล็อค Extrusion Feature คลิกปุ่มเรดิโอ Join ในฟิลด์ Operation แล้วเลือกปุ่มเรดิโอ To Plane ในฟิลด์ Termination แล้วคลิก OK จะปรากฏ ข้อความ worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: ให้คลิกบนเส้นขอบตรงจุดที่ 1 ในวิวพอร์ท Isometric เพื่อให้ผิวหน้าด้านบนของชิ้นส่วนโซลิดกลายเป็นเส้นประ จะปรากฏข้อความ Next/<Accept>: หากผิวหน้าด้านบนปรากฏเป็นเส้นประแล้ว ให้คลิกขวาหรือ ENTER จะปรากฏ ExtrusionToPlane1 บนเดสท็อปบราวเซอร์และปรากฏชิ้นส่วนโซลิดดังรูปที่ 9.13

รูปที่ 9.13



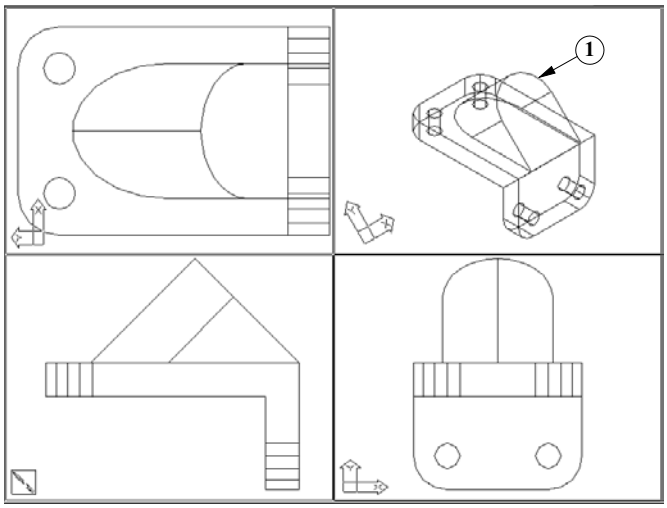
Note

จากรูปที่ 9.13 สังเกตุว่าเราได้ให้ขนาดสเกทช์ของเส้นบอกขนาดตัวแปร d44 ผิดไป จึงทำให้ความหนาของสเกทช์พุ่งลงไปยังผิวหน้าของชิ้นส่วนโซลิด ปิดรูเจาะไปบางส่วนและเกือบจะยื่นออกไปจากชิ้นส่วนโซลิด ขนาดที่ถูกต้องคือ 110 หน่วยไม่ใช่ 145 หน่วยที่เราได้ให้ขนาดในข้อ 32 ดังนั้นเราสามารถแก้ไขได้ดังนี้

41. คลิกขวาบนชื่อฟีเจอร์ ExtrusionToPlane1 บนเดสท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Edit จะปรากฏเส้นบอกขนาดต่างๆ บนชิ้นส่วนโซลิดและจะปรากฏข้อความ Select object: ให้คลิกบนเส้นบอกขนาด d44 = 145 จะปรากฏข้อความ Enter new value for dimension <145>: ให้พิมพ์ 110 แล้ว ENTER จนกระทั่งกลับไปที่บรรทัดคำสั่ง

42. ใช้คำสั่ง Part ▸ Update ชิ้นส่วนโซลิดจะถูกปรับปรุงให้มีขนาดที่ถูกต้องดังรูปที่ 9.14

รูปที่ 9.14

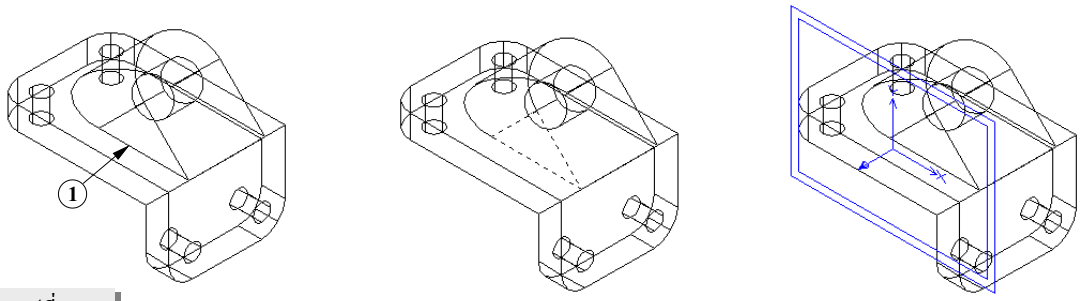


43. จากรูปที่ 9.14 เจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 หน่วยลึก 70 หน่วย โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Placed Features ▸ Hole... จะปรากฏไดอะล็อค Hole ขึ้นมาบนจอภาพ เลือกปุ่มเรดิโอ Concentric ⟹ Drilled ⟹ Blind แล้วพิมพ์ค่าความลึก 70 หน่วยในอิดิทบอกซ์ Depth พิมพ์ค่าเส้นผ่าศูนย์กลาง 60 หน่วยในอิดิทบอกซ์ Dia แล้วพิมพ์ค่ามุมปลายรูเจาะ 180 องศา ในอิดิทบอกซ์ PT Angle แล้ว คลิกบนปุ่ม Apply จะปรากฏข้อความดังนี้

worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกบนส่วนโค้งตรงจุดที่ 1 หรือบนเส้นขอบโค้งของเส้นที่ 1 ตรงจุดใดๆ เพื่อกำหนดระนาบในการเจาะรู}

Select concentric edge: {คลิกบนส่วนโค้งตรงจุดที่ 1 เพื่อใช้จุดศูนย์กลางของส่วนโค้งเป็นจุดศูนย์กลางของรูเจาะ}

worldXy/worldYz/worldZx/Ucs/<Select work plane or planar face>: {คลิกขวาหรือ ENTER เพื่อออกจากคำสั่ง ในวิวพอร์ท Isometric จะปรากฏดังรูปที่ 9.15 และบนเดสท็อปบราวเซอร์ จะปรากฏ Hole5}



รูปที่ 9.15

44. จากรูปที่ 9.15 (ซ้าย) เริ่มเขียนหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์สี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 15 หน่วย ยาว 20 หน่วย แต่ก่อนที่จะเขียนหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์ดังกล่าวนี้ เราจะต้องสร้างระนาบทำงาน โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Work Features ▸ Work Plane... จะปรากฏไดอะล็อค Work Plane Feature ขึ้นมาบนจอภาพ ให้เลือกปุ่มเรดิโอ Planar Parallel ในฟิลด์ 1st Modifier แล้วเลือกปุ่มเรดิโอ On Edge/Axis ในฟิลด์ 2nd Modifier ให้แน่ใจว่าปรากฏเครื่องหมาย √ หน้าเช็คบอกซ์ Create Sketch Plane แล้วคลิก OK จะปรากฏข้อความดังต่อไปนี้

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

Next/<Accept>: N {หากผิวหน้าของชิ้นส่วนโซลิดไม่ปรากฏเป็นเส้นประดังรูปที่ 9.15 (กลาง) ให้พิมพ์ N แล้ว ENTER }

Next/<Accept>: {คลิกขวาหรือ ENTER เพื่อยอมรับผิวหน้าที่ถูกเลือก}

worldX/worldY/worldZ/<Select work axis or straight edge>: {คลิกบนเส้นขอบตรงจุดที่ 1 เพื่อกำหนดแกนของระนาบทำงาน}

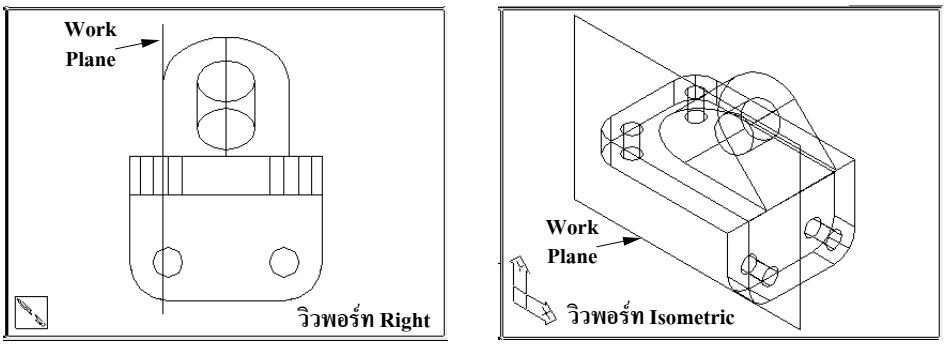
(Plane = Parametric, ENTER to Accept)

Z-flip/Rotate/<Select edge to align X axis>: {เมื่อเคอร์เซอร์กลายเป็นรูปเมาส์ ให้คลิกซ้ายจนกระทั่ง แกน X,Y,Z ปรากฏดังรูปที่ 9.15 (ขวา) แกน X พุ่งไปทางขวา แกน Y พุ่งขึ้นบน}

(Plane = Parametric, ENTER to Accept)

Z-flip/Rotate/<Select edge to align X axis>: {คลิกขวาหรือ ENTER จะปรากฏระนาบทำงานดังรูปที่ 9.16 และจะปรากฏ WorkPlane2 บนเดสท็อปบราวเซอร์}

รูปที่ 9.16



Note เมื่อระนาบทำงานถูกสร้างขึ้นมาแล้ว เราอาจจะซ่อนระนาบทำงานไม่ให้ปรากฏในวิวพอร์ทได้ โดยคลิกขวาบนชื่อระนาบทำงานที่ต้องการซ่อน แล้วเลือกคำสั่ง Visible ถึงแม้ว่าระนาบทำงานจะถูกซ่อนไปแล้ว แต่เราก็ยังคงสามารถเขียนระนาบโปรไฟล์สเกทช์ลงบนระนาบทำงานที่ถูกซ่อนได้

Note เมื่อระนาบทำงานถูกสร้างขึ้นมาแล้ว สังเกตุว่า UCS ไอคอนจะอยู่บนระนาบเดียวกันกับระนาบทำงาน ดังนั้น เราจึงสามารถเขียนหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าได้ทันที

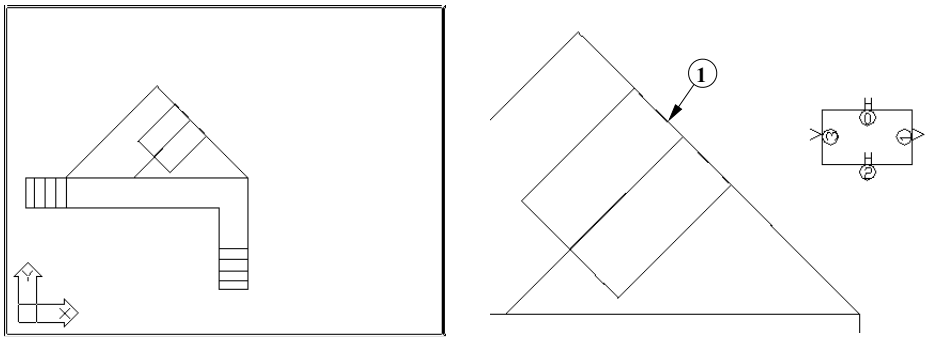
45. คลิกขวาบนฟีเจอร์ WorkPlane2 บนเดสท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Visible เพื่อซ่อนระนาบทำงาน

46. สร้างเลเยอร์ชื่อ Sketch3 สีเขียว(Green) แล้วกำหนดให้เป็นเลเยอร์ใช้งาน โดยใช้คำสั่ง Assist ▸ Format ▸ Layer... แถบรายการเลเยอร์จะปรากฏ Sketch3

47. ขยายวิวพอร์ท Front (มุมซ้ายล่าง)ให้มีขนาดใหญ่เต็มพื้นที่วาดภาพ โดยให้แน่ใจว่าวิวพอร์ท Front เป็นวิวพอร์ทใช้งาน แล้วคลิกปุ่มไอคอน หรือพิมพ์ 1 แล้ว ENTER แล้วใช้คำสั่ง ZOOM และ PAN ให้มีพื้นที่ว่างด้านขวาสำหรับโปรไฟล์สเกทช์ใหม่ดังรูปที่ 9.17 (ซ้าย)

 สงวนสิทธ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

รูปที่ 9.17



48. จากรูปที่ 9.17 (ซ้าย) เขียนสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเท่าใดก็ได้ลงบนพื้นที่ว่างด้านขวามือ โดยใช้คำสั่ง Design ▸ Rectangle

49. แปลงสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่สร้างในข้อที่แล้วให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Single Profile สี่เหลี่ยมผืนผ้าจะถูกแปลงเป็นโปรไฟล์สเกทช์โดยอัตโนมัติและจะปรากฏ Profile3 บนเดสท็อปบราวเซอร์

50. แสดงโหมดการบังคับรูปทรง(Geometric constraints)ที่โปรแกรมได้สร้างมาให้โดยอัตโนมัติ โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Show Constraints จะปรากฏสัญญลักษณ์การบังคับรูปทรงบนโปรไฟล์สเกทช์สี่เหลี่ยมผืนผ้าดังรูปที่ 9.17 (ขวา)

Note

เนื่องจากเส้นในแนวนอนและแนวตั้งทั้งหมดของสี่เหลี่ยมผืนผ้าถูกบังคับให้อยู่ในแนวนอนและแนวตั้ง แต่เราต้องการให้สี่เหลี่ยมผืนผ้าทำมุมตามระนาบเอียงของชิ้นส่วนโซลิด ดังนั้นเราจะต้องลบโหมดการบังคับทั้งหมดที่โปรแกรมสร้างมาให้ แล้วเพิ่มโหมดการบังคับแบบขนานและตั้งฉากเข้าไปแทน เพื่อที่จะให้โปรไฟล์สเกทช์ Profile3 คงสภาพของสี่เหลี่ยมผืนผ้าไว้ในทุกสถานะและสามารถที่จะเอียงทำมุมได้ด้วย

51. จากรูปที่ 9.17 (ขวา) ลบโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง ด้วยคำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Delete Constraints แล้วคลิกบนสัญญลักษณ์ V บนเส้น (1) และ (3) และคลิกบนสัญญลักษณ์ H บนเส้น (0) และ (2) โหมดการบังคับรูปทรงทั้งหมดจะถูกลบทิ้งไป

52. จากรูปที่ 9.17 (ขวา) บังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง โดยใช้โหมดขนาน ด้วยคำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Add Constraints ▸ Parallel แล้วคลิกบนเส้น (1) และ (3) จะปรากฏสัญญลักษณ์ P1 บนเส้น (3) และปรากฏสัญญลักษณ์ P3 บนเส้น (1) แล้วคลิกบนเส้น (0) และ (2) จะปรากฏสัญญลักษณ์ P0 บนเส้น (2) และปรากฏสัญญลักษณ์ P2 บนเส้น (0) ดังรูปที่ 9.18 (ซ้าย)

รูปที่ 9.18

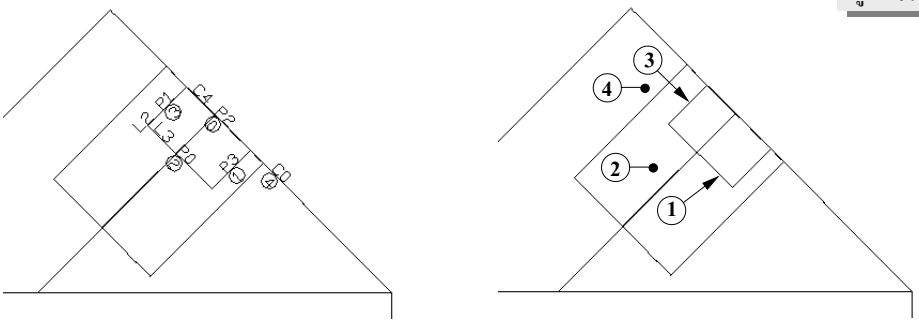
53. จากรูปที่ 9.18 (ซ้าย) บังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงโดยใช้โหมดตั้งฉาก โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Add Constraints ▸ Perpendicular แล้วคลิกบนเส้น (2) และ (3) จะปรากฏสัญญลักษณ์ L2 บนเส้น (3) และปรากฏสัญญลักษณ์ L3 บนเส้น (2) ดังรูปที่ 9.18 (กลาง)

Note ถึงแม้ว่าเราจะบังคับเส้น (2) และเส้น (3) ด้วยโหมดตั้งฉากเพียงเส้นคู่เดียว สเกทช์ Profile3 จะถูกบังคับให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าอย่างสมบูรณ์แล้วและจะไม่มีทางที่จะถูกทำให้บิดเบือนจนเสียรูปทรงไปได้ เพราะมีโหมดการบังคับแบบขนานบังคับเส้นแต่ละคู่อยู่ด้วย

Note ในการบังคับโปรไฟล์สเกทช์ Profile3 ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่ทำมุมเอียง เราสามารถใช้โหมดการบังคับความยาวเส้นเท่ากัน(Equal Length)และโหมดตั้งฉาก(Perpendicular) แทนโหมดการบังคับแบบขนานและแบบตั้งฉากได้เช่นเดียวกัน

54. จากรูปที่ 9.17 (ขวา) เริ่มบังคับสเกทช์ Profile3 ด้วยรูปทรงเข้ากับชิ้นส่วนโซลิด โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Add Constraints ▸ Collinear แล้วคลิกบนเส้น (0) บน Profile3 และคลิกบนเส้นขอบของชิ้นส่วนโซลิดจุดที่ 1 จะทำให้สี่เหลี่ยมผืนผ้าเคลื่อนย้ายไปอยู่บนชิ้นส่วนโซลิด โดยที่เส้น (0) ของ Profile3 จะทับกับเส้นขอบของชิ้นส่วนโซลิดที่ถูกเลือกพอดีดังรูปที่ 9.19 (ซ้าย)

รูปที่ 9.19

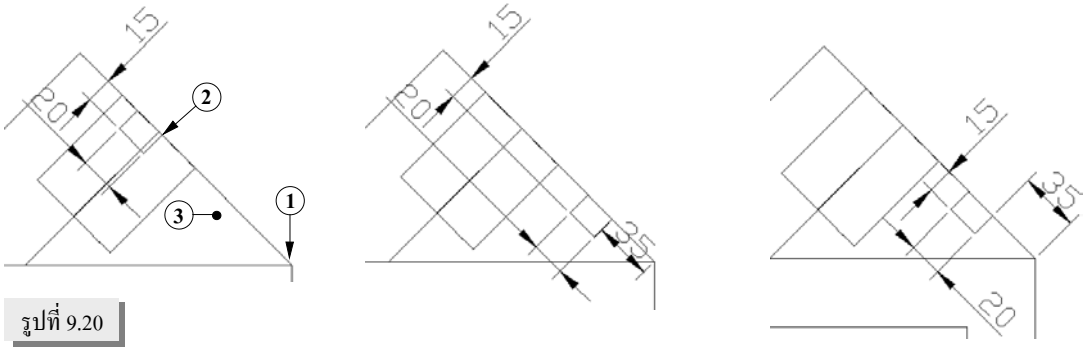


55. ใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch ▸ Dimension As Numbers เพื่อแสดงเฉพาะตัวเลขบอกขนาดบนเส้นบอกขนาด

56. จากรูปที่ 9.19 (ขวา) เริ่มบังคับสเกทช์ด้วยขนาดแบบเอียงทำมุม(Align) โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Dimension จะปรากฏข้อความดังต่อไปนี้

Select first object: {คลิกบนสเกทช์ตรงจุดที่ 1}
Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 2 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <39.5318>: A
{หากเส้นบอกขนาดไม่เอียงตามเส้นที่ 1 ให้พิมพ์ A แล้ว ENTER }
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <39.5318>: 20
{พิมพ์ค่า 20 หน่วยให้แก่เส้นบอกขนาด}
Select first object: {คลิกบนสเกทช์ตรงจุดที่ 3}
Select second object or place dimension: {คลิกตรงจุดที่ 4 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <23.9917>: A
{หากเส้นบอกขนาดไม่เอียงตามเส้นที่ 3 ให้พิมพ์ A แล้ว ENTER }
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <23.9917>: 15
{พิมพ์ค่า 15 หน่วยให้แก่เส้นบอกขนาด จะปรากฏดังรูปที่ 9.20 (ซ้าย)}



รูปที่ 9.20

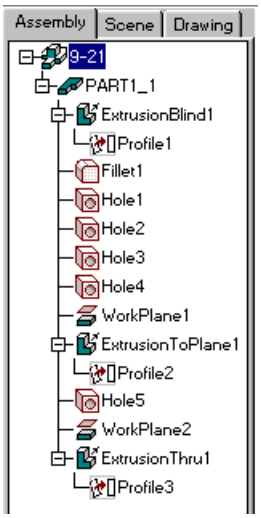
57. จากรูปที่ 9.20 (ซ้าย) เริ่มบังคับสเกทช์ด้วยขนาดแบบเอียงทำมุม(Align) โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Add Dimension จะปรากฏข้อความดังต่อไปนี้

Select first object: {คลิกที่มุมของชิ้นส่วนโซลิดตรงจุดที่ 1}
Select second object or place dimension: {คลิกบนจุดตัดระหว่างสเกทช์กับโซลิดตรงจุดที่ 2 หรือคลิกบนเส้นสเกทช์ส่วนที่ใกล้กับจุดตัดระหว่างสเกทช์กับโซลิด}
Specify dimension placement: {คลิกบนสเกทช์ตรงจุดที่ 3 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}
Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <107.4039>: 35
{หากเส้นบอกขนาดทำมุมเอียงตามสเกทช์ ให้พิมพ์ค่า 35 หน่วย หากไม่เอียงทำมุมตามให้พิมพ์ A แล้ว ENTER โปรไฟล์สเกทช์จะเคลื่อนย้ายห่างจากมุม 35 หน่วย ดังรูปที่ 9.20 (กลาง)}
Solved fully constrained sketch. {โปรแกรมรายงานว่าโปรไฟล์สเกทช์ถูกบังคับอย่างสมบูรณ์แล้ว}

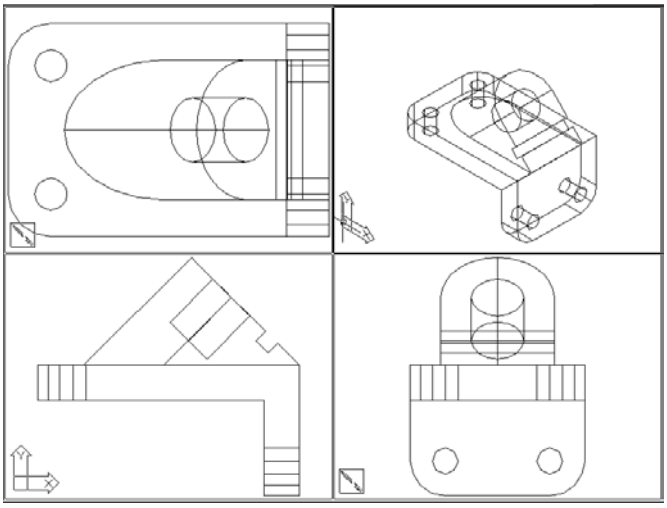
58. ใช้กริ๊ปส์ปรับตำแหน่งของเส้นบอกขนาดให้ปรากฏดังรูปที่ 9.20 (ขวา)

59. เมื่อบังคับสเกทช์เสร็จสมบูรณ์แล้ว ใช้คำสั่งเปลี่ยนพื้นที่วาดภาพเป็น 4 วิวพอร์ทโดยคลิกบนปุ่มไอคอน หรือพิมพ์เลข 4 แล้ว ENTER

60. เพิ่มความหนาให้กับสเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ▸ Sketch Features ▸ Extrude... จะปรากฏไดอะล็อค Extrusion Feature ขึ้นมาบนจอภาพ แล้วเลือกปุ่มเรดิโอ Cut และปุ่มเรดิโอ Through แล้วคลิกปุ่ม OK จะปรากฏข้อความ Direction Flip/<Accept>: พร้อมทั้งปรากฏเวคเตอร์สีน้ำเงินแสดงทิศทางในการเพิ่มความหนา ให้พิมพ์ F แล้ว ENTER ในกรณีที่เวคเตอร์ไม่ได้ชี้ไปในทิศทางที่ต้องการตัดเฉือน ชิ้นส่วนโซลิดจะถูกตัดเฉือนตามทิศทางของเวคเตอร์ และจะปรากฏ ExtrusionThru1 บนเดสท็อปบราวเซอร์และจะปรากฏชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิดดังรูปที่ 9.21

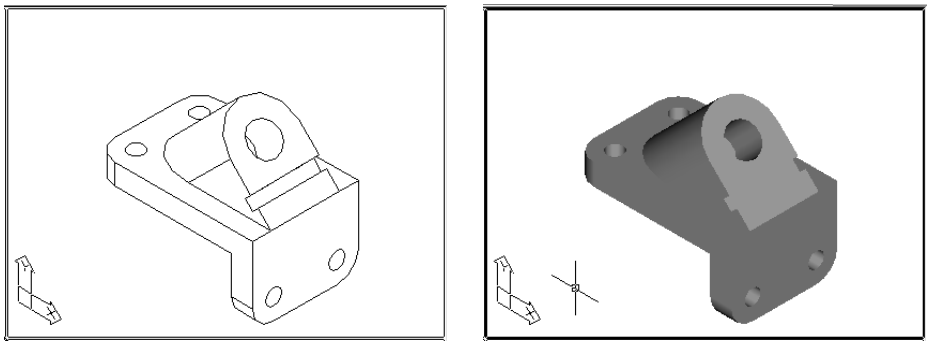


รูปที่ 9.21



61. คลิกปุ่มไอคอน Display Hidden Lines เพื่อตรวจสอบความถูกต้องครั้งสุดท้ายของชิ้นส่วนโซลิด แล้วคลิกปุ่ม Toggle Shading เพื่อแรเงาชิ้นส่วนโซลิดจะปรากฏดังรูปที่ 9.22

รูปที่ 9.22



สงวนสิทธิ์ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2537 โดยภาณุพงษ์ ปัตติสิงห์

Note

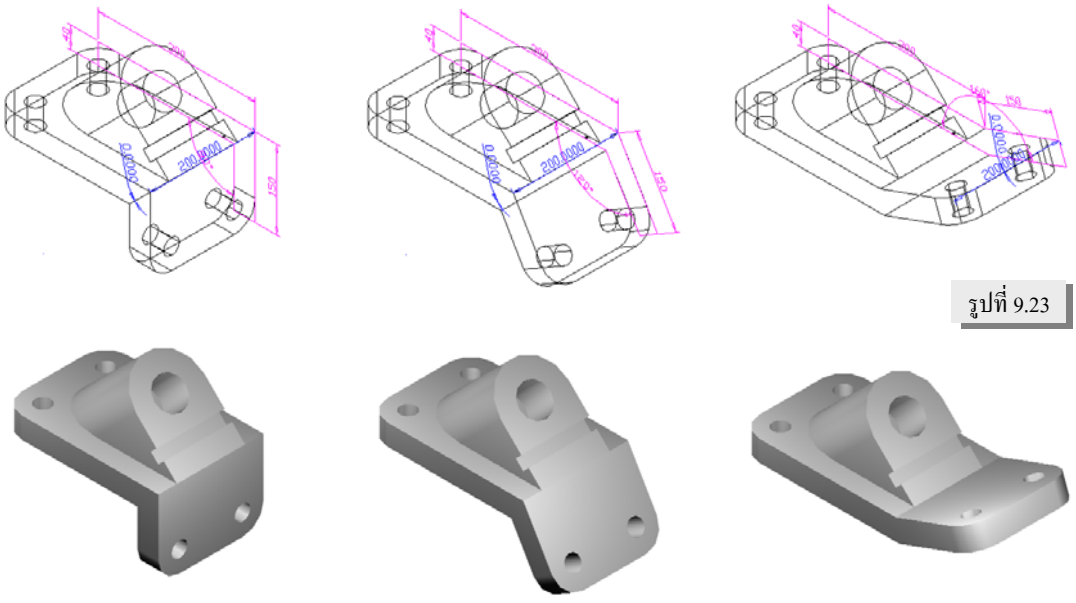
สังเกตุว่าการใช้ปุ่มไอคอน Toggle Shading เพื่อแรเงาชิ้นส่วนโซลิดนั้นยังไม่สามารถที่จะแสดงส่วนประกอบของโซลิดได้อย่างชัดเจนดังรูปที่ 9.21 (ขวา) ในกรณีนี้ เราจึงควรที่จะใช้คำสั่ง View ▸ Visualization ▸ Render... แทน แต่จะต้องมีการสร้างดวงไฟแบบ Point Light 2-3 ดวง ด้วยคำสั่ง View ▸ Visualization ▸ Light... เสียก่อน (ดูรายละเอียดในบทที่ 11 การเรนเดอร์(Render)วัตถุแบบเหมือนจริง ในหนังสือคู่มือ AutoCAD R14 : 3D Modeling ISBN 974-604-123-1) แล้วจึงเรนเดอร์ชิ้นส่วนจะมีคุณภาพดีขึ้นดังปรากฏในรูปที่ 9.23 (แถวล่าง)

Note

หลังจากที่เราได้สร้างชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิดเสร็จเรียบร้อยแล้ว หากต้องการนำชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิดไปใช้กับโปรแกรมคอมพิวเตอร์อื่นๆ อาทิ เช่น 3D Studio MAX จะต้องแปลงให้เป็นโซลิดธรรมดาของ AutoCAD เสียก่อน โดยใช้คำสั่ง Modify ▸ Explode เพื่อระเบิดพาราเมตริกโซลิดให้เป็นโซลิดธรรมดา แล้วจึงใช้คำสั่ง File ▸ Export ▸ Export Data... เพื่อนำโซลิดออกไปใช้ในโปรแกรมอื่นๆ

Note

หลังจากที่เราได้สร้างชิ้นส่วนพาราเมตริกโซลิดเสร็จเรียบร้อยแล้ว หากต้องการแก้ไขฟีเจอร์ใดๆ ให้คลิกขวาบนฟีเจอร์นั้นบนเดสท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Edit หรือ Edit Sketch จะปรากฏเส้นบอกขนาดขึ้นมาบนชิ้นส่วนโซลิด เราสามารถใช้คำสั่ง Part ▸ Change Dimension เพื่อเปลี่ยนค่าของเส้นบอกขนาดใดๆ ได้ทันที แล้วจึงใช้คำสั่ง Part ▸ Update เพื่อปรับปรุงชิ้นส่วนโซลิด ดังตัวอย่างในรูปที่ 9.23 (แถวบน) หากคลิกขวาบน ExtrusionBlind1 บนเดสท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Edit จะปรากฏเส้นบอกขนาดซ้อนชิ้นส่วนโซลิดขึ้นมา หากคลิกบนเส้นบอกขนาดเชิงมุม 90 องศา เราสามารถป้อนค่ามุมใหม่ให้กับเส้นบอกขนาด ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างของชิ้นส่วนโซลิดให้เป็นไปตามที่เราได้บังคับไว้ในเบื้องต้น โดยไม่ทำให้เกิดการบิดเบือนขึ้นจนเสียรูปทรงดังรูปที่ 9.23 (แถวล่าง)



รูปที่ 9.23