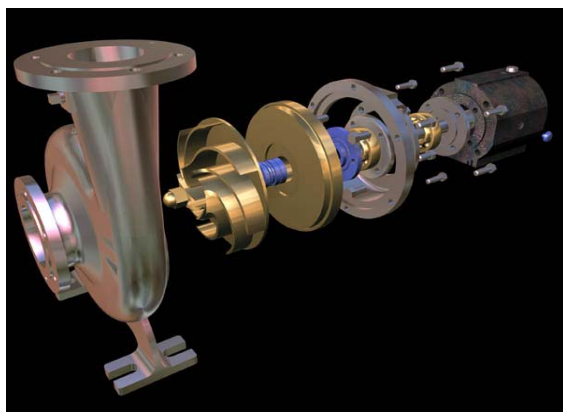


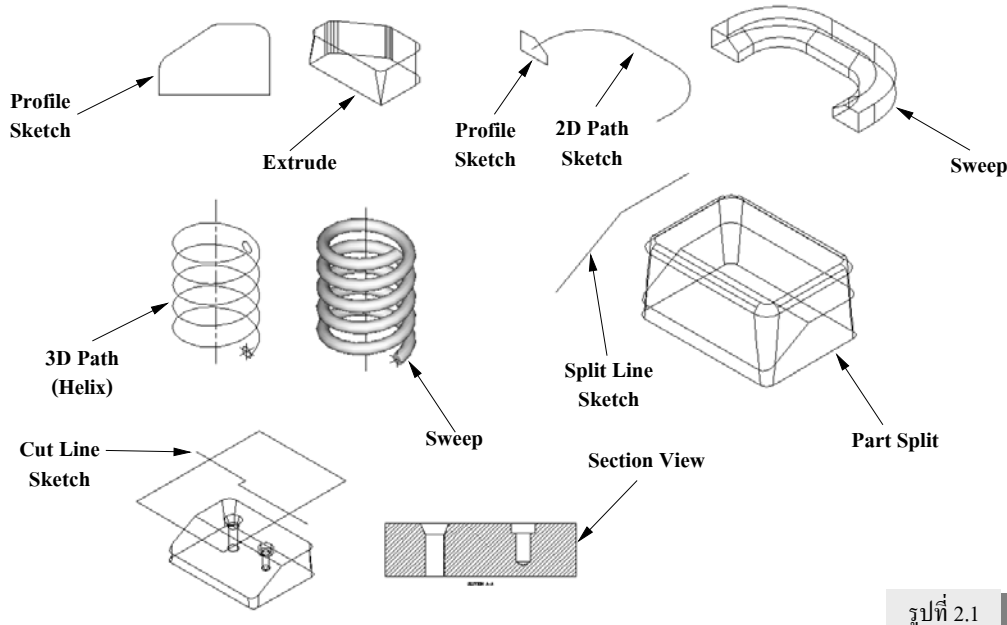


บทที่ 2

พารามตริกสเกทช์(Parametric Sketches)

ก่อนที่จะเริ่มต้นสร้างชิ้นส่วน(Part)พารามตริกโซลิด(Parmetric Solid) 3 มิติ ไม่ว่าจะอยู่ในโหมด Part หรือโหมด Assembly สิ่งแรกที่เราต้องทำก็คือการสร้างสเกทช์ (Parametric Sketch) สเกทช์คือส่วนประกอบพื้นฐานในการออกแบบซึ่งกำหนดรูปร่างและขนาดของชิ้นส่วน(Part) 3 มิติ สเกทช์ประกอบด้วยวัตถุ 2 มิติซึ่งสร้างจากคำสั่งพื้นฐาน LINE, PLINE, ARC, CIRCLE, ELLIPSE, RECTANG, หรือ POLYGON เมื่อสร้างสเกทช์เรียบร้อยแล้ว จึงทำให้สเกทช์มีลักษณะเป็นพารามตริกซึ่งหมายถึงการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง(Geometric Constraints)และการบังคับสเกทช์ด้วยขนาด (Dimensions) ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้เมื่อมีความต้องการ สเกทช์(Sketch)แบ่งออกตามการใช้งานมีอยู่ 5 แบบคือ

1. โปรไฟล์สเกทช์(Profile Sketch)คือสเกทช์ที่ใช้เป็นเส้นรอบรูปหรือหน้าตัดของชิ้นส่วน(Part) พารามตริกโซลิด 3 มิติ
2. พาสสเกทช์ 2 มิติ(2D Path Sketch)คือสเกทช์ที่ใช้เป็นทางเดิน(Path) 2 มิติของหน้าตัดของโปรไฟล์สเกทช์
3. พาสสเกทช์แบบเกลียว 3 มิติ(3D Path (Helix) Sketch)คือสเกทช์ที่ใช้เป็นทางเดิน 3 มิติของหน้าตัดของโปรไฟล์สเกทช์
4. เส้นแบ่งสปลิตไลน์(Split Line Sketch)คือสเกทช์ที่ใช้สำหรับตัดผิวหน้า(Face)หรือใช้ตัดชิ้นส่วน(Part) 3 มิติออกเป็น 2 ส่วนแยกอิสระต่อกัน
5. สเกทช์แนวตัด(Cut Line Sketch)คือสเกทช์ที่ใช้เป็นแนวตัดของชิ้นส่วน(Part) 3 มิติ เพื่อที่จะใช้แสดงลายตัด(Pattern)ของชิ้นส่วนดังกล่าวลงในแบบแปลน 2 มิติ



รูปที่ 2.1

โปรไฟล์สเกทช์(Profile Sketches)

โปรไฟล์สเกทช์(Profile Sketch)คือเส้นรอบรูป 2 มิติ ที่ร่างคร่าวๆ ซึ่งสร้างจากคำสั่ง LINE, PLINE, ARC, CIRCLE, ELLIPSE, RECTANG หรือ POLYGON โดยจะเป็นเส้นที่ต่อเนื่องจริงๆ หรือไม่ได้และเป็นแบบปิด ในการสร้างโปรไฟล์สเกทช์ซึ่งใช้เป็นหน้าตัดของชิ้นส่วน 3 มิติมีหลักการสร้างดังนี้

หลักการสร้างโปรไฟล์สเกทช์

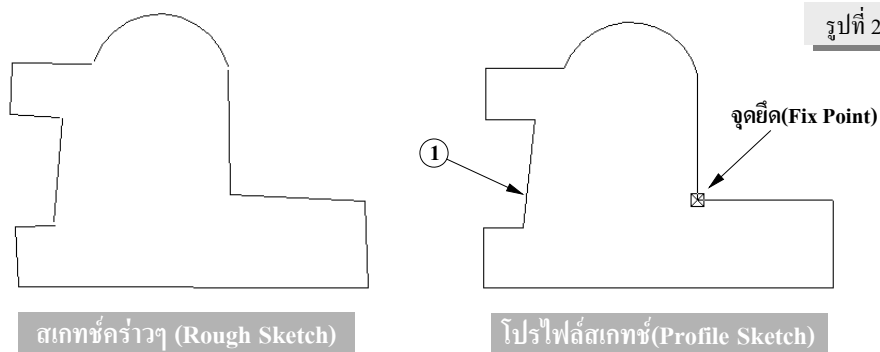
1. ก่อนใช้คำสั่ง LINE, PLINE, ARC, CIRCLE, ELLIPSE, RECTANG, หรือ POLYGON ในการเขียนสเกทช์ ต้องแน่ใจว่าเรากำลังอยู่บนระนาบสเกทช์(Sketch Plane) ซึ่งโดยที่โปรแกรมกำหนดมาให้ ระนาบสเกทช์เริ่มต้นจะอยู่บนระนาบ XY ของ UCS ใช้งาน
2. หาก UCS ไอคอนกับระนาบสเกทช์(Sketch Plane)ไม่ตรงกันจะต้องปรับระนาบสเกทช์หรือ UCS ให้อยู่ในระนาบเดียวกันเสียก่อน จึงจะเขียนโปรไฟล์สเกทช์ได้
3. ในการเขียนสเกทช์ พยายามใช้ PLINE แทน LINE ไว้ก่อนในทุกกรณี เพราะ PLINE สามารถสร้างเส้นตรงหรือส่วนโค้งที่ต่อเนื่องได้ โหมดการบังคับสเกทช์จะถูกสร้างมาให้มากกว่า
4. พยายามสร้างสเกทช์คร่าวๆ ให้ง่ายไม่ซับซ้อนและควรมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดจริง
5. ควรสร้างเลเยอร์(Layer)สำหรับสเกทช์ที่มีสีที่แตกต่างไปจากสีของชิ้นส่วน 3 มิติ เพื่อเราจะได้มองเห็นสเกทช์ได้ชัดเจนเมื่อสเกทช์ปรากฏพร้อมกับชิ้นส่วน 3 มิติ

6. บังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง(Geometric Constraints)ก่อนบังคับสเกทช์ด้วยขนาดเสมอ

Note

สำหรับผู้เริ่มต้นใช้ Mechanical Desktop ควรใช้วิธีเขียนแบบธรรมดาใน AutoCAD มาช่วยในการเขียนสเกทช์ให้มีรูปร่างและขนาดที่ต้องการจริงๆ เสียก่อน แล้วจึงแปลงให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์ในคราวเดียว การทำเช่นนี้ถึงแม้จะไม่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการใช้สเกทช์นัก แต่จะช่วยให้ผู้เริ่มต้นสามารถเรียนรู้การใช้โปรแกรมได้เร็วขึ้น หลังจากที่เราเริ่มคุ้นเคยกับโปรแกรมแล้ว จึงลองเขียนสเกทช์โดยใช้วิธีที่จะกล่าวต่อไปนี้

วิธีการสร้างสเกทช์ที่ถูกต้องก็คือการใช้คำสั่งง่ายๆ เขียนเส้นตรงและเส้นโค้งต่างๆ ให้แสดงรูปร่างของหน้าตัดของชิ้นส่วน 3 มิติอย่างคร่าวๆ ไม่จำเป็นต้องมีขนาดที่ถูกต้อง แต่ควรใกล้เคียงกับขนาดจริงและไม่จำเป็นต้องใช้ Object Snap ช่วยในการต่อปลายเส้นดังรูปที่ 2.2 (ซ้าย) (สังเกตว่าปลายเส้นบางเซกเมนต์ไม่ได้ต่อกันจริง) จากนั้นจึงแปลงให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์ดังรูปที่ 2.2 (ขวา)



เมื่อเส้นตรงและเส้นโค้งถูกแปลงให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์แล้ว ปลายเส้นที่ไม่ได้ต่อกันจริง แต่อยู่ห่างกันภายในเกณฑ์ที่โปรแกรมกำหนด จะถูกปรับให้ต่อกันโดยอัตโนมัติ ส่วนเส้นตรงที่เอียงทำมุมภายในค่ามุมที่โปรแกรมกำหนด ก็จะถูกปรับให้อยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้งโดยอัตโนมัติเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตาม เส้นตรงหมายเลข 1 ซึ่งทำมุมเอียงเกินกว่าค่ามุมที่โปรแกรมกำหนด จึงไม่ถูกปรับให้อยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้ง จะทำมุมเอียงเช่นเดิม

หลังจากที่เส้นต่างๆ กลายเป็นโปรไฟล์สเกทช์แล้ว เราสามารถใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Fix Point เพื่อกำหนดจุดยึด(Fix Point)ซึ่งเป็นจุดสี่เหลี่ยมจัตุรัสเล็กๆ มีเส้นกากบาทบนโปรไฟล์สเกทช์ ซึ่งถ้ามีการเปลี่ยนรูปร่างหรือให้ขนาดเส้นต่างๆ การเปลี่ยนแปลงของรูปร่างและขนาดจะอ้างอิงเข้าหาหรือออกจากจุด Fix point นี้

ขั้นตอนในการสร้างโปรไฟล์สเกทช์

1. ใช้คำสั่ง File ► New เพื่อเริ่มไฟล์ใหม่ในโหมด Assembly เมื่อปรากฏไดอะล็อก Start Up เลือก Start from Scratch และระบบ Metric

Note

บนไดอะล็อก Create New Drawing ควรใช้ Start from Scratch ตามที่โปรแกรมกำหนดมาให้ แล้วจะเลือกหน่วยวัด English หรือ Metric นั้น ขึ้นอยู่กับขนาดของสเกทช์ที่เราต้องการเขียน ถ้าเลือก English โปรแกรมจะกำหนดขอบเขต Limits มุมซ้ายล่างเท่ากับ 0,0 และมุมขวาบนเท่ากับ 12,9 ถ้าเลือก Metric โปรแกรมจะกำหนดขอบเขต Limits มุมซ้ายล่างเท่ากับ 0,0 และมุมขวาบนเท่ากับ 420,297 เราควรเลือกหน่วยวัดที่มีขนาดใกล้เคียงกับสเกทช์ที่ต้องการเขียน

Note

สังเกตว่าบนเดสทอปบราวเซอร์จะปรากฏแอสเซมบลีชื่อ Drawing ซึ่งเป็นชื่อเดียวกับไฟล์แบบแปลนใช้งาน

2. ใช้คำสั่ง PLINE และ ARC เขียนเส้นตรงและเส้นโค้งบนระนาบ XY ใช้งานของ World Coordinate System(WCS) ให้ปรากฏดังรูปที่ 2.2 (ซ้าย)

Note

หากไม่ต้องการเขียนเส้นด้วยตนเอง ให้ใช้คำสั่ง File ► Open เปิดไฟล์ 2-02.dwg จากไดเรกตอรี Exercise จากแผ่น CD-ROM แบนทำหนังสือคู่มือออกมาใช้งานได้เช่นกัน

3. ใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Profile จากเมนูบาร์หรือคลิกปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์คำสั่ง AMPROFILE ผ่านคีย์บอร์ดดังนี้

Command: AMPROFILE

Select objects for sketch:

Select objects: 11 found {เลือกเส้นตรงและเส้นโค้งทั้งหมด โดยล้อมกรอบแบบวินโดว์}

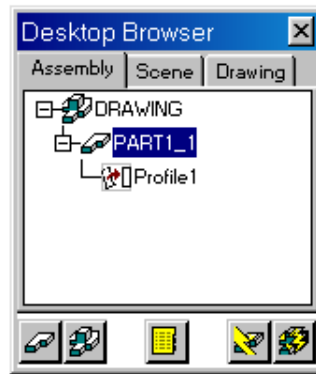
Select objects: {คลิกขวาหรือ  }

Solved under constrained sketch requiring 12 dimensions or constraints.

{โปรแกรมรายงานว่สเกทช์ถูกบังคับรูปทรงแล้ว แต่ยังเหลือการบังคับรูปทรงหรือการบังคับด้วยขนาดอีก 12 จุด ซึ่งจะปรากฏโปรไฟล์สเกทช์ดังรูปที่ 2.2 (ขวา)}

ก่อนเริ่มสร้างโปรไฟล์สเกทช์ โปรดสังเกตว่า บนเดสทอปบราวเซอร์มีไอคอน  (Assembly) ปรากฏอยู่และชื่อแอสเซมบลีนี้คือ DRAWING ซึ่งเป็นชื่อเดียวกับชื่อไฟล์ .dwg ที่โปรแกรมตั้งมาให้ หากเราบันทึกไฟล์ .dwg แล้วตั้งชื่อใหม่ ชื่อแอสเซมบลีนี้จะเปลี่ยนไปตามชื่อไฟล์ด้วย

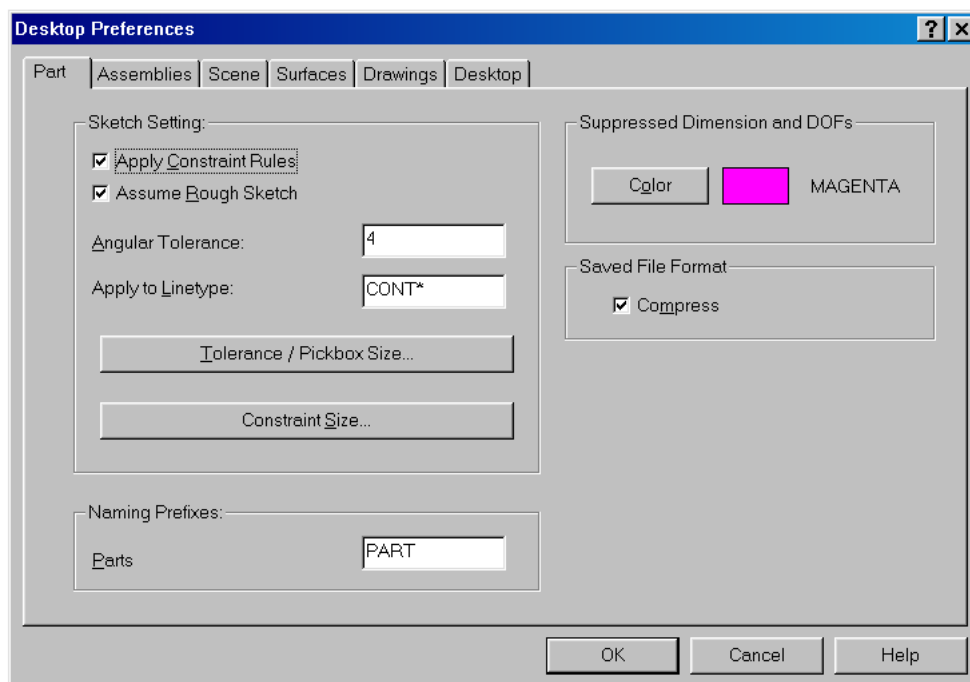
หลังจากที่โปรไฟล์สเกทช์ได้ถูกสร้างขึ้นมาแล้ว บนเดสทอปบราวเซอร์จะปรากฏพีเจอร์แสดงระดับชั้นดังรูปที่ 2.3 (ซ้าย) ซึ่งไอคอน  (Part) จะ ปรากฏนำหน้าชิ้นส่วนพารามิเตอร์ 3 มิติ PART1_1 จะถูกตั้งชื่อให้โดยอัตโนมัติ หากคลิกบนเครื่องหมาย + ของชิ้นส่วน PART1_1 จะปรากฏระดับชั้น Profile1 ที่เราได้เขียนขึ้นมาโดยใช้คำสั่ง PLINE และ ARC ในข้อ 2 ข้างบนนี้ ดังนั้น Profile1 จึงเป็นส่วนประกอบหรือพีเจอร์ของชิ้นส่วน PART1_1 และชิ้นส่วน PART1_1 ก็เป็นส่วนประกอบของแอสเซมบลี DRAWING เช่นเดียวกัน



รูปที่ 2.3

ในการสร้างสเกทช์ โปรแกรมได้กำหนดค่าต่างๆ ซึ่งควบคุมการสร้างสเกทช์ไว้ล่วงหน้าแล้ว อาทิ เช่น การกำหนดค่ามุมของเส้นตรง หากเส้นตรงทำมุมเกินกว่าที่กำหนดจะไม่ถูกปรับให้เส้นอยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้งหรือสำหรับกำหนดระยะห่างระหว่างปลายเส้น ถ้าปลายเส้นอยู่ภายในระยะที่กำหนด โปรแกรมจะเชื่อมต่อปลายเส้นโดยอัตโนมัติ เราสามารถปรับค่า ควบคุมการสร้างสเกทช์ที่โปรแกรมกำหนดมาให้โดยใช้คำสั่ง **Part ► Preferences...** จะปรากฏไดอะล็อกดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4



ภายใต้แถบคำสั่ง Part มีตัวเลือกต่างๆ ควบคุมการสร้างสเกทช์ที่เราควรทราบดังต่อไปนี้

Sketch Setting ใช้ตัวเลือกในกลุ่มนี้สำหรับกำหนดค่าพารามิเตอร์ควบคุมการสร้างสเกทช์

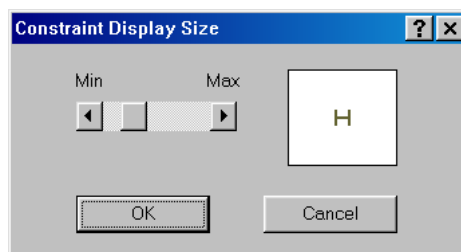
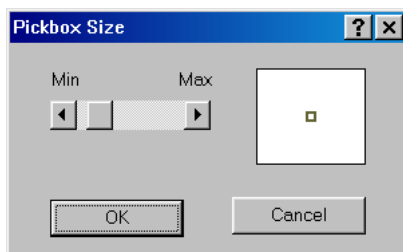
Apply Constraint Rules หากมีเครื่องหมาย ✓ หน้าเช็คบ็อกซ์นี้ โปรแกรมจะกำหนดให้มีการบังคับเส้นตรงให้อยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้ง บังคับส่วนโค้งให้สัมผัส (Tangent) กับเส้นตรง บังคับให้เส้นตรงให้อยู่ในแนวเดียวกัน (Collinear) และเพิ่มโหมดการบังคับในโหมดอื่นๆ ให้กับสเกทช์โดยอัตโนมัติ

Assume Rough Sketch หากมีเครื่องหมาย ✓ หน้าเช็คบ็อกซ์นี้ โปรแกรมจะยอมให้เขียนสเกทช์ด้วยการลากเส้นคร่าวๆ โดยที่ปลายเส้นแต่ละเส้นไม่จำเป็นต้องจะต่อกันจริงๆ หรือไม่จำเป็นต้องใช้ออฟเจกต์สแนปในการลากเส้นเชื่อมต่อกัน

Angular Tolerance กำหนดค่ามุมเป็นองศา เพื่อบังคับให้เส้นตรงให้อยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้ง หากเส้นตรงที่เราลากเส้นคร่าวๆ ทำมุมไม่เกินองศาที่กำหนดในตัวเลือกนี้ เส้นตรงจะถูกบังคับให้อยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้งโดยอัตโนมัติ ค่ามุมที่โปรแกรมกำหนดมาให้เป็น 4 องศา

Apply to Linetype กำหนดให้การใช้คำสั่งในการสร้างสเกทช์มีผลกับวัตถุ 2 มิติที่มีรูปแบบเส้น (Linetype) ตามที่กำหนด ในที่นี้จะมีผลกับวัตถุ 2 มิติทั้งหมดที่มีรูปแบบเส้นเป็นเส้นเต็ม (Continuous)

Tolerance/Pick Box Size... ขนาดของเคอร์เซอร์จตุรัส (Pick Box) บนไดอะล็อกของปุ่มนี้ จะมีผลโดยตรงกับระยะห่างระหว่างปลายเส้นที่ไม่ได้ต่อกันจริงๆ ที่ปรากฏบนพื้นที่วาดภาพ หากปลายเส้นสองเส้นที่ลากคร่าวๆ มีระยะห่างกันเกินกว่าขนาดของ Pick Box นี้ โปรแกรมจะไม่สามารถต่อปลายเส้นให้เราโดยอัตโนมัติ ถ้าเราปรับขนาดของ Pick Box ให้ใหญ่ขึ้น ปลายเส้นสองเส้นที่ลากคร่าวๆ ที่มีระยะห่างกันเพิ่มขึ้น ก็สามารถต่อกันได้โดยอัตโนมัติ



รูปที่ 2.5

Constraint Size... กำหนดขนาดของตัวอักษรซึ่งแสดงโหมดของการบังคับ (Constraint) สเกทช์ด้วยรูปทรงให้มีขนาดที่ต้องการบนพื้นที่วาดภาพ เราควรปรับ

ขนาดของตัวอักษร H ให้มีขนาดที่ต้องการให้ปรากฏบนพื้นที่วาดภาพ

Naming Prefix ใช้ตัวเลือกนี้ในการกำหนดค่านำหน้าชื่อของชิ้นส่วนพารามетริก 3 มิติ

Parts กำหนดชื่อของชิ้นส่วนที่ต้องการสร้างให้ปรากฏบนเดสก์ท็อปราบเซอร์

Suppress Dimension and DOFs กำหนดสีให้กับเส้นบอกขนาดและเครื่องหมาย DOFs

Color กำหนดสีให้กับเส้นบอกขนาดและเครื่องหมายแสดงความอิสระของวัตถุ (Degree of Freedom) ที่ถูกระงับการใช้งานไว้ชั่วคราว ให้เป็นสีที่ต้องการ โดยที่โปรแกรมกำหนดมาให้เป็นสีม่วง

Saved File Format ใช้สำหรับเลือกรูปแบบการบันทึกไฟล์ลงดิสก์

Compress หากมีเครื่องหมาย ✓ หน้าเช็คบ็อกซ์นี้ โปรแกรมจะกำหนดให้มีการบันทึกไฟล์ .dwg โดยบีบอัดข้อมูลของ Mechanical Desktop

ตัวอย่างการปรับค่าพารามิเตอร์ควบคุมการสร้างโปรไฟล์สเกทช์

จากรูปที่ 2.2 (ขวา) สังเกตว่าหลังจากที่เราแปลงวัตถุ 2 มิติทั้งหมดในรูปดังกล่าวให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์แล้วยังคงมีเส้นหมายเลข 1 ซึ่งไม่ได้ถูกบังคับให้อยู่ในแนวตั้งเพียงเส้นเดียวเท่านั้น เนื่องจากเส้นตรงดังกล่าวทำมุมเอียงจากแนวตั้งเกินกว่า 4 องศาตามที่โปรแกรมกำหนดมาให้ หากเราต้องการให้โปรแกรมกำหนดให้มุมการบังคับเส้นให้อยู่ในแนวตั้งโดยอัตโนมัติ เราจะต้องเพิ่มค่ามุมของ Angular Tolerance ดังต่อไปนี้

1. ใช้คำสั่ง **File** ► **Open** เปิดไฟล์ 2-02.dwg จากไดเรกตอรี \Exercise บนแผ่น CD-ROM แบบท้ายหนังสือคู่มือฯ
2. ใช้คำสั่ง **Part** ► **Preferences...** จะปรากฏไดอะล็อกดังรูปที่ 2.4
3. ในอิตีทบ็อกซ์ Angular Tolerance พิมพ์ค่ามุม 10 องศา แล้วคลิกปุ่ม OK
4. ใช้คำสั่ง **Part** ► **Sketch** ► **Profile** จากเมนูบาร์หรือคลิกปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์คำสั่ง AMPROFILE ผ่านคีย์บอร์ดดังนี้

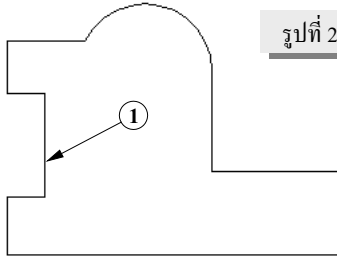
Command: AMPROFILE

Select objects for sketch:

Select objects: 11 found {เลือกเส้นตรงและเส้นโค้งทั้งหมด โดยล้อมกรอบแบบวินโดว์}

Select objects: {คลิกขวาหรือ  จะปรากฏโปรไฟล์สเกทช์ดังรูปที่ 2.6}

Solved under constrained sketch requiring 9 dimensions or constraints.



รูปที่ 2.6

ลองเปรียบเทียบสเกทช์รูปที่ 2.6 กับสเกทช์รูปที่ 2.2 (ขวา) เส้นหมายเลข 1 ของรูปที่ 2.2 (ขวา) ทำมุมเกิน 4 องศากับแนวตั้ง จึงไม่ถูกบังคับให้อยู่ในแนวตั้งโดยอัตโนมัติ แต่หลังจากที่เราได้เพิ่มค่ามุมใน Angular Tolerance เป็น 10 องศาแล้ว เส้นตรงดังกล่าวซึ่งทำมุมน้อยกว่า 10 องศากับแนวตั้ง จึงถูกบังคับให้อยู่ในแนวตั้งโดยอัตโนมัติดังรูปที่ 2.6

การบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง(Geometric Constraints)

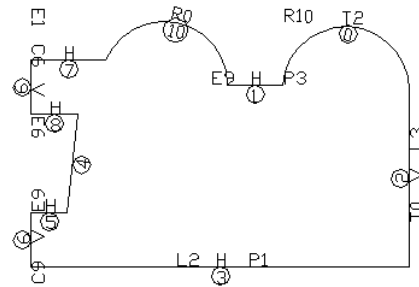
การบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง(Geometric Constraints)เป็นวิธีการที่จะช่วยให้เราสามารถควบคุมรูปร่างของสเกทช์ให้เปลี่ยนแปลงไปตามต้องการ เมื่อใดก็ตามที่มีการแก้ไขสเกทช์นั้น จุดประสงค์ของการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงก็คือเพื่อลดระดับความเป็นอิสระ(Degree of freedom)ของเส้นต่างๆ ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสเกทช์ หากเส้นต่างๆ ที่ประกอบขึ้นเป็นสเกทช์ถูกจำกัดหรือบังคับให้เปลี่ยนแปลงได้ภายในขอบเขตที่กำหนด เมื่อมีการปรับปรุงแก้ไข จะทำให้การเปลี่ยนแปลงรูปทรงของสเกทช์อยู่ภายในกรอบที่เราได้กำหนดไว้ แต่ถ้าหากเราไม่ได้บังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงไว้ล่วงหน้าก่อน ถ้าหากมีการแก้ไขขนาดของเส้นใดเส้นหนึ่งประกอบขึ้นเป็นสเกทช์ จะมีผลทำให้สเกทช์นั้นเปลี่ยนรูปทรงไปจนเสียรูปร่างได้ ตัวอย่าง เช่น สมมุติว่ามีเส้นที่เป็นส่วนประกอบของสเกทช์อยู่เส้นหนึ่ง ซึ่งเส้นนี้จะต้องอยู่ในแนวนอนเสมอ ถึงแม้ว่าจะมีการแก้ไขใดๆ เกิดขึ้น เส้นดังกล่าวนี้ก็ยังคงจะต้องอยู่ในแนวนอน ถ้าเราทราบเช่นนี้แล้ว เราก็ควรที่จะกำหนดโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงในแนวนอน (Horizontal) ให้กับเส้นนี้ เพื่อที่จะบังคับให้เส้นดังกล่าวนี้อยู่ในแนวนอนเสมอ แต่ถ้าหากเราไม่มีการบังคับเส้นนี้ไว้ล่วงหน้า เส้นดังกล่าวนี้ก็ยังคงมีระดับความเป็นอิสระอยู่ ซึ่งถ้าหากมีการเปลี่ยนแปลงเส้นนี้หรือเส้นอื่นๆ ก็จะมีผลกระทบทำให้เส้นดังกล่าวนี้เปลี่ยนแปลงจนหนีออกไปจากแนวนอนก็ได้ อีกตัวอย่างหนึ่ง สมมุติว่ามีเส้นโค้งอยู่สองเส้นจะต้องมีรัศมีเท่ากันเสมอ ซึ่งถ้าหากเราเปลี่ยนค่ารัศมีของเส้นโค้งเส้นหนึ่ง รัศมีของเส้นโค้งอีกเส้นหนึ่งจะต้องเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยโดยอัตโนมัติ ลักษณะนี้เราควรที่จะกำหนดโหมดการบังคับรัศมี(Radius) เพื่อบังคับให้กับเส้นโค้งทั้งสองมีรัศมีเท่ากัน ไม่ว่าจะมีการแก้ไขรัศมีของเส้นโค้งเส้นใดเส้นหนึ่งในสองเส้นนี้ รัศมีของเส้นโค้งอีกเส้นหนึ่งก็จะเปลี่ยนแปลงไปด้วย อีกกรณีหนึ่ง หากเราทราบว่าเส้นตรงสองเส้นจะต้องมีความยาวเท่ากันเสมอไม่ว่าในกรณีใดๆ เราก็ควรที่จะกำหนดโหมดการบังคับความยาวให้เท่ากัน(Equal Length) ให้กับเส้นตรงทั้งสอง หากมีการเปลี่ยนความยาวเส้นหนึ่ง อีกเส้นหนึ่งจะได้เปลี่ยนแปลงด้วยโดยอัตโนมัติ

จะเห็นได้ว่าการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง นอกจากจะจำกัดระดับความเป็นอิสระของส่วนประกอบสเกทช์แล้ว ยังสามารถช่วยในการแก้ไขปรับแต่งโปรไฟล์สเกทช์ซึ่งเป็นหน้าตัดของชิ้นส่วน 3 มิติได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น ดังนั้น เราจึงควรที่จะพิจารณารูปทรงของสเกทช์อย่างรอบคอบ เพื่อที่จะได้บังคับสเกทช์โดยใช้โหมดการบังคับที่เหมาะสมสามารถรองรับการเปลี่ยนแปลงใดๆ ในอนาคตที่จะไม่มีผลทำให้สเกทช์นั้นบิดเบือนจนเสียรูปร่างได้

เครื่องหมายการบังคับรูปทรง(Constraint Symbols)

รูปที่ 2.7

Mechanical Desktop ใช้ตัวอักษรย่อเป็นเครื่องหมายแทนโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง เราสามารถแสดงตัวอักษรย่อตามจุดต่างๆ ของสเกทช์เพื่อที่จะได้ทราบว่าสเกทช์ดังกล่าวมีการบังคับรูปทรงในส่วนใดบ้าง เมื่อเราได้สร้างสเกทช์หรือเมื่อใดที่มีการแก้ไขสเกทช์ เราสามารถที่จะแสดงตัวอักษรย่อแสดงโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Show Constraints จะปรากฏดังรูปที่ 2.7



จากรูปที่ 2.7 ตัวเลขที่ถูกวงกลมล้อมรอบแสดงหมายเลขประจำเส้นหรือเชกเมนต์ที่ประกอบกันขึ้นเป็นสเกทช์ โดยจะเริ่มต้นตั้งแต่ ①, ②, ③,... ส่วนสัญลักษณ์ที่ใช้ในการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง ใช้ตัวอักษรแสดงความหมายการบังคับรูปทรง ซึ่งแต่ละตัวอักษรมีความหมายดังต่อไปนี้

- H** แทนโหมด Horizontal ใช้บังคับเส้นตรงให้อยู่ในแนวนอน (ไม่มีตัวเลขต่อท้าย)
- V** แทนโหมด Vertical ใช้บังคับเส้นตรงให้อยู่ในแนวตั้ง (ไม่มีตัวเลขต่อท้าย)
- L** แทนโหมด Perpendicular ใช้บังคับเส้นสองเส้นให้ตั้งฉากซึ่งกันและกัน
- P** แทนโหมด Parallel ใช้บังคับเส้นตรงสองเส้นให้ขนานกัน
- T** แทนโหมด Tangent ใช้บังคับให้เส้นตรงสัมผัสกับเส้นโค้งหรือเส้นโค้งสัมผัสกับเส้นโค้ง
- C** แทนโหมด Collinear ใช้บังคับเส้นตรงสองเส้นให้อยู่ในแนวเดียวกัน
- N** แทนโหมด Concentric ใช้บังคับเส้นโค้งหรือวงกลมสองเส้นให้มีจุดศูนย์กลางเดียวกัน
- J** แทนโหมด Project ใช้บังคับให้จุดใดๆ บนเส้นเคลื่อนย้ายเข้าไปหาเส้นตรง เส้นโค้ง วงกลม วงรีหรือเส้นโค้งสไปรล์
- X** แทนโหมด X Value ใช้บังคับให้จุดปลายของเส้นที่ถูกเลือก ใช้ค่า X ของปลายเส้นที่ถูกเลือกอีกเส้นหนึ่ง
- Y** แทนโหมด Y Value ใช้บังคับให้จุดปลายของเส้นที่ถูกเลือก ใช้ค่า Y ของปลายเส้นที่ถูกเลือกอีกเส้นหนึ่ง
- R** แทนโหมด Radius ใช้บังคับให้เส้นโค้งหรือวงกลมสองเส้นมีรัศมีเท่ากัน
- E** แทนโหมด Equal Length ใช้บังคับให้เส้นตรงสองเส้นมีความยาวเท่าๆ กัน

Note

โหมดการบังคับรูปทรง Join ซึ่งใช้ในการเชื่อมจุดไม่มีตัวอักษรกำกับปรากฏให้เห็นบนสเกทช์

จากรูปที่ 2.7 ตัวอักษรย่อที่มีตัวเลขต่อท้าย อาทิ เช่น C6, C9, T2, T0 และอื่นๆ มีความหมายดังนี้

- C6 ปรากฏอยู่บนเส้นหมายเลข (9) ส่วน C9 ปรากฏอยู่บนเส้นหมายเลข (6) แสดงว่าเส้นหมายเลข (6) และ (9) ถูกบังคับให้อยู่ในแนวเดียวกัน
- T2 อยู่บนเส้นโค้งหมายเลข (0) และ T0 อยู่บนเส้นตรงหมายเลข (2) แสดงว่าเส้นโค้งหมายเลข (0) และเส้นตรงหมายเลข (2) ถูกบังคับให้ทำมุมสัมผัส(Tangent)กัน
- R0 อยู่บนเส้นโค้งหมายเลข (10) และ R10 อยู่บนเส้นโค้งหมายเลข (0) แสดงว่าเส้นโค้งหมายเลข (0) และเส้นโค้งหมายเลข (10) ถูกบังคับให้มีรัศมีเท่ากัน
- E9 อยู่บนเส้นตรงหมายเลข (6) ส่วน E1 อยู่บนเส้นตรงหมายเลข (9) และ E9 อยู่บนเส้นตรงหมายเลข (1) แสดงว่าเส้นตรงทั้งสามถูกบังคับให้มีความยาวเท่ากัน
- L2 อยู่บนเส้นตรงหมายเลข (3) ส่วน L3 อยู่บนเส้นตรงหมายเลข (2) แสดงว่าเส้นตรงหมายเลข (2) และเส้นตรงหมายเลข (3) ถูกบังคับให้ตั้งฉากกัน

Note

โปรดสังเกตว่า เราสามารถกำหนดเส้นตรงหรือเส้นโค้งเพียงเส้นเดียวให้ถูกบังคับรูปทรงไว้หลายๆ โหมด อาทิ เช่น เส้นหมายเลข (9) มีโหมดการบังคับรูปทรง E1, C6, V, E6 ส่วนเส้นหมายเลข (1) มีโหมดการบังคับรูปทรง E9, H, P3 ส่วนเส้นหมายเลข (3) มีโหมดการบังคับรูปทรง L2, H, P1 เป็นต้น

Note

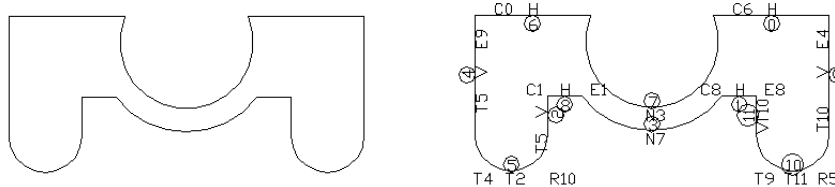
โดยปกติ เมื่อได้สร้างสเกทช์ใหม่ โหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงจะเกิดขึ้นบางส่วนโดยอัตโนมัติแล้ว เช่น การบังคับเส้นตรงที่เอียงทำมุมให้อยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้งและอื่นๆ เป็นต้น

การแก้ไขเพิ่มเติมโหมดการบังคับรูปทรง(Editing & Adding Constraints)

ตามที่เราได้ทราบมาเบื้องต้นแล้วว่า หลังจากที่เราได้ใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Profile เพื่อแปลงเส้นตรงและเส้นโค้งต่างๆ ซึ่งเป็นแบบปิดให้เป็นสเกทช์เรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะกำหนดโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงโดยอัตโนมัติ โดยมีเงื่อนไขอยู่ว่าเส้นตรงและเส้นโค้งต่างๆ ที่นำมาแปลงเป็นโปรไฟล์สเกทช์ทำมุมและมีตำแหน่งอยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดไว้ใน Sketch Setting ของคำสั่ง Part ► Preferences... อย่างไรก็ตาม โหมดการบังคับรูปทรงที่โปรแกรมกำหนดให้กับสเกทช์นั้น อาจจะยังไม่สามารถบังคับรูปทรงของสเกทช์ได้เต็มรูปแบบ(Fully Constrained Sketch) ซึ่งเราจะสามารถทราบได้จากข้อความ “Solved underconstrained sketch requiring 7 dimensions or constraints.” ทำยคำสั่ง Part ► Sketch ► Profile มีหมายความว่าโปรแกรมยังต้องการให้เรา กำหนดโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงหรือบังคับสเกทช์ด้วยขนาดอีก 7 จุด เมื่อได้รับรายงานว่าสเกทช์ยังมีความเป็นอิสระ(Degree of Freedom)อยู่อีก หากเราไม่แก้ไขเพิ่มเติมโหมดการบังคับสเกทช์ เพื่อขจัดความเป็น

อิสระของสเกทช์ให้หมดไป เมื่อมีการแก้ไขสเกทช์ในอนาคต อาจทำให้สเกทช์บิดเบือนไปจนเสียรูปทรงได้

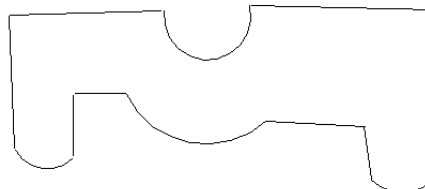
รูปที่ 2.8



จากรูปที่ 2.8 (ซ้าย) เป็นโปรไฟล์สเกทช์ที่ได้รับการบังคับรูปทรง(Geometric Constraints)สมบูรณ์แล้ว พร้อมทั้งจะนำไปบังคับด้วยการให้ขนาดต่อไป ส่วนรูปที่ 2.8 (ขวา) สเกทช์รูปเดียวกันแต่แสดงโหมดบังคับรูปทรงของโปรไฟล์สเกทช์ทั้งหมดที่โปรแกรมกำหนดมาให้และเราแก้ไขเพิ่มเติมเข้าไปอีกด้วย เพื่อให้โปรไฟล์สเกทช์มีความสมบูรณ์ในการแก้ไขเพิ่มเติมโหมดการบังคับสเกทช์ดังกล่าวมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนในการแก้ไขเพิ่มเติมโหมดการบังคับโปรไฟล์สเกทช์

1. ใช้คำสั่ง File ► Open เพื่อเปิดไฟล์ 2-08.dwg จากไดเรกตอรี \Exercise บนแผ่น CD-ROM แบนท้ายหนังสือคู่มือออกมาใช้งาน จะปรากฏเส้นตรงและเส้นโค้งที่ลากคร่าวๆ ประกอบกันเป็นรูปร่างใกล้เคียงกับโปรไฟล์สเกทช์ที่ต้องการดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9

2. แปลงเส้นตรงและเส้นโค้งทั้งหมดให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Profile จากเมนูบาร์หรือคลิกปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์คำสั่ง AMPROFILE ผ่านคีย์บอร์ดดังนี้

Command: AMPROFILE

Select objects for sketch:

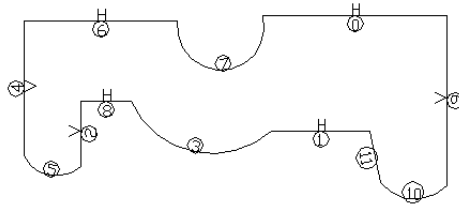
Select objects: 12 found {เลือกเส้นตรงและเส้นโค้งทั้งหมด โดยล้อมกรอบแบบวินโดว์}

Select objects: {คลิกขวาหรือ  }

Solved under constrained sketch requiring 19 dimensions or constraints.

{โปรแกรมรายงานว่าสเกทช์ถูกบังคับรูปทรงแล้ว แต่ยังเหลือการบังคับรูปทรงหรือการบังคับด้วยขนาดอีก 19 จุด}

3. แสดงโหมดการบังคับรูปทรง(Geometric Constraints)ที่โปรแกรมกำหนดมาให้ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Show Constraints จะปรากฏโปรไฟล์สเกทช์ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10

Note

โปรดสังเกตว่า โปรแกรมได้กำหนดโหมดการบังคับรูปทรงในแนวนอน H ให้กับเส้นที่อยู่ในแนวนอนทุกเส้น และกำหนดโหมดการบังคับรูปทรงในแนวตั้ง V ให้กับเส้นในแนวตั้งทั้งหมด ยกเว้นเส้นตรงหมายเลข (11) เพียงเส้นเดียว เนื่องจากเส้นดังกล่าวทำมุมเกินกับแนวตั้งเกิน 4 องศา จึงไม่ถูกปรับให้อยู่ในแนวตั้งโดยอัตโนมัติ

4. จากรูปที่ 2.10 เพิ่มโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงแนวตั้ง V ให้กับเส้นหมายเลข (11) โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Vertical

Command: MNU_ADDCON_VERTICAL

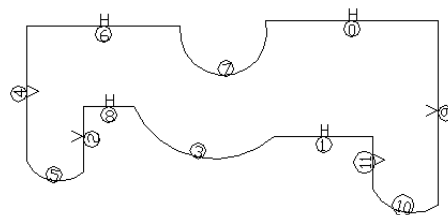
Select line: {คลิกบนเส้นหมายเลข (11)}

Solved underconstrained sketch requiring 18 dimensions or constraints.

Select line: {คลิกขวาหรือ **ENTER**} จะปรากฏด้วยย่อ V บนเส้นหมายเลข (11)}

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

{คลิกขวาหรือ **ENTER**} เส้นตรง (11) จะถูกบังคับให้อยู่ในแนวตั้ง ดังรูปที่ 2.11}



รูปที่ 2.11

5. จากรูปที่ 2.11 เพิ่มโหมดการบังคับรูปทรงในแนวเดียวกัน(Collinear) C ให้กับเส้นหมายเลข (6) กับ (0) และ (8) กับ (1) โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Collinear

Command: MNU_ADDCON_COLLINEAR

Select first line: {คลิกบนเส้นหมายเลข (6) ซึ่งเป็นเส้นแรกของแนวเส้นเดียวกัน}

Select second line: {คลิกบนเส้นหมายเลข (0) ซึ่งเป็นเส้นที่สองของแนวเส้นเดียวกัน}

Solved underconstrained sketch requiring 17 dimensions or constraints.

Select first line: {คลิกบนเส้นหมายเลข (8) ซึ่งเป็นเส้นแรกของแนวเส้นเดียวกัน}

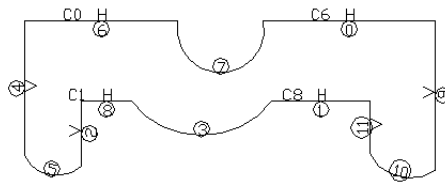
Select second line: {คลิกบนเส้นหมายเลข (1) ซึ่งเป็นเส้นแรกของแนวเส้นเดียวกัน}

Solved underconstrained sketch requiring 16 dimensions or constraints.

Select first line: {คลิกขวาหรือ  จะปรากฏตัวย่อ C6 บนเส้นหมายเลข (0) และ C0 บนเส้นหมายเลข (6) และ C8 บนเส้น (1) และ C1 บนเส้น (8)}

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

{คลิกขวาหรือ  เส้น (6) กับ (0) และเส้น (8) กับ (1) จะอยู่ในแนวเดียวกัน}



รูปที่ 2.12

Note

หากบังเอิญเรากำหนดโหมดการบังคับสเกทช์ผิดพลาด เราสามารถที่จะลบสัญลักษณ์แทนโหมดการบังคับรูปทรงออกไปได้ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Delete Constraints แล้วคลิกบนตัวอักษรแทนโหมดการบังคับรูปทรงของเส้นหมายเลขใดๆ ที่ต้องการขจัดออกไป แล้วทำการแก้ไขเพิ่มเติม โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ►

- จากรูปที่ 2.12 เพิ่มโหมดการบังคับรูปทรงโดยกำหนดรัศมีเท่ากัน R ให้เส้นโค้งหมายเลข (5) และเส้นโค้งหมายเลข (10) โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Radius

Select first arc or circle: {คลิกบนเส้นโค้งหมายเลข (5)}

Select second arc or circle: {คลิกบนเส้นโค้งหมายเลข (10)}

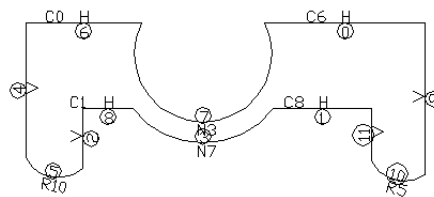
Solved underconstrained sketch requiring 15 dimensions or constraints.

Note

ตั้งแต่ข้อนี้เป็นต้นไป แต่ผู้เขียนจะขอข้ามบรรทัดแสดงข้อความที่รอรับการคลิกขวาหรือการกดปุ่ม  ไป เพื่อเป็นการประหยัดหน้ากระดาษ เพราะฉะนั้นถ้าผู้เขียนไม่ได้กล่าวไว้เป็นอย่างอื่น ขอให้ผู้อ่านกดปุ่ม  บนบรรทัดแสดงข้อความใดๆ เพียงกรณีเดียวเท่านั้น

- จากรูปที่ 2.12 เพิ่มโหมดการบังคับรูปทรงโดยกำหนดให้เส้นโค้งหมายเลข (7) มีจุดศูนย์กลางเดียวกับเส้นโค้งหมายเลข (3) โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Concentric

Select first arc, circle, ellipse, or work point: {คลิกบนเส้นโค้งหมายเลข (7)}
 Select second arc, circle, ellipse, or work point: {คลิกบนเส้นโค้งหมายเลข (3)}
 Solved underconstrained sketch requiring 13 dimensions or constraints.



รูปที่ 2.13

8. จากรูปที่ 2.13 เพิ่มโหมดการบังคับรูปทรง โดยกำหนดให้เส้นโค้งหมายเลข (5) สัมผัส (Tangent) กับเส้นตรงหมายเลข (4) และ (2) และให้เส้นโค้งหมายเลข (10) สัมผัส (Tangent) กับเส้นตรง (11) และ (9) โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketch ▶ Add Constraints ▶ Tangent**

Select line, circle, arc, or ellipse: {คลิกบนเส้นโค้งหมายเลข (5)}
 Select line, circle, arc, or ellipse: {คลิกบนเส้นตรงหมายเลข (4)}
 Solved underconstrained sketch requiring 12 dimensions or constraints.
 Select line, circle, arc, or ellipse: {คลิกบนเส้นโค้งหมายเลข (5)}
 Select line, circle, arc, or ellipse: {คลิกบนเส้นตรงหมายเลข (2)}
 Solved underconstrained sketch requiring 11 dimensions or constraints.
 Select line, circle, arc, or ellipse: {คลิกบนเส้นโค้งหมายเลข (10)}
 Select line, circle, arc, or ellipse: {คลิกบนเส้นตรงหมายเลข (11)}
 Solved underconstrained sketch requiring 10 dimensions or constraints.
 Select line, circle, arc, or ellipse: {คลิกบนเส้นโค้งหมายเลข (10)}
 Select line, circle, arc, or ellipse: {คลิกบนเส้นตรงหมายเลข (9)}
 Solved underconstrained sketch requiring 9 dimensions or constraints.

9. จากรูปที่ 2.12 เพิ่มโหมดการบังคับรูปทรงโดยกำหนดความยาวเท่ากัน E ให้เส้นหมายเลข (8) ยาวเท่ากับเส้นหมายเลข (1) และเส้นหมายเลข (4) ยาวเท่ากับเส้นหมายเลข (9) โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketch ▶ Add Constraints ▶ Equal Length**

Select first line: {คลิกบนเส้นโค้งหมายเลข (8)}
 Select second line: {คลิกบนเส้นโค้งหมายเลข (1)}
 Solved underconstrained sketch requiring 8 dimensions or constraints.

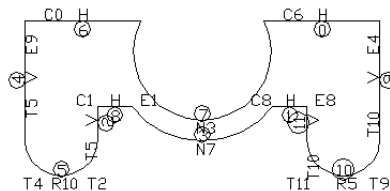
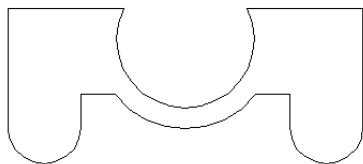
Select first line: {คลิกบนเส้นโค้งหมายเลข (4)}

Select second line: {คลิกบนเส้นโค้งหมายเลข (9) จะปรากฏดังรูปที่ 2.14 (ซ้าย)}

Solved underconstrained sketch requiring 7 dimensions or constraints.

Note

สังเกตว่าความเป็นอิสระของรูปทรง(Degree of freedom)ลดลงอย่างต่อเนื่องจาก 18 จุดลงเหลือ 7 จุด และจะลดลงต่อไป จนกระทั่งสเกทช์จะถูกบังคับรูปทรงอย่างสมบูรณ์(Fully Constrained) ซึ่งรวมถึงการบังคับสเกทช์ด้วยขนาด(Dimension)ด้วย



รูปที่ 2.14

Note

ใช้คำสั่ง File ► Save As... แล้วตั้งชื่อไฟล์ใหม่ 2-14.dwg บันทึกไฟล์ลงในฮาร์ดดิสก์ เพื่อเก็บไว้ใช้ในแบบฝึกหัดในหัวข้อต่อไป

จากรูปที่ 2.14 (ขวา) ถ้าเราลองพิจารณาอย่างละเอียด เริ่มต้นจากด้านบนลงล่าง เราจะเห็นว่าเส้นหมายเลข (6) มีตัวย่อ C0 และ H ซึ่งหมายถึงเส้นหมายเลข (6) ถูกบังคับให้อยู่ในแนวเดียวกันกับเส้นหมายเลข (0) และยังคงบังคับให้อยู่ในแนวนอนอีกด้วย ส่วนเส้นหมายเลข (0) มีตัวย่อ C6 และ H ซึ่งหมายถึงเส้นหมายเลข (0) ถูกบังคับให้อยู่ในแนวเดียวกันกับเส้นหมายเลข (6) และยังคงบังคับให้อยู่ในแนวนอนด้วยเหมือนกัน เส้นโค้งหมายเลข (7) มีตัวย่อ N3 หมายถึงเส้นโค้งหมายเลข (7) ถูกบังคับให้มีจุดศูนย์กลางเดียวกันกับเส้นโค้งหมายเลข (3) ส่วนเส้นโค้งหมายเลข (3) มีตัวย่อ N7 หมายถึงเส้นโค้งหมายเลข (3) ถูกบังคับให้มีจุดศูนย์กลางเดียวกันกับเส้นโค้งหมายเลข (7) ส่วนเส้นตรงหมายเลข (4) มีตัวย่อ T5, V, และ E9 หมายถึงเส้นตรงหมายเลข (4) ถูกบังคับให้สัมผัสกับเส้นโค้งหมายเลข (5) ถูกบังคับให้อยู่ในแนวตั้งและถูกบังคับให้มีความยาวเท่ากับเส้นตรงหมายเลข (9) ส่วนเส้นตรงหมายเลข (9) มีตัวย่อ T10, V, และ E4 หมายถึงเส้นตรงหมายเลข (9) ถูกบังคับให้สัมผัสกับเส้นโค้งหมายเลข (10) ถูกบังคับให้อยู่ในแนวตั้งและถูกบังคับให้มีความยาวเท่ากับเส้นตรงหมายเลข (4) ส่วนเส้นตรงหมายเลข (8) มีตัวย่อ C1, H, และ E1 หมายถึงเส้นตรงหมายเลข (8) ถูกบังคับให้อยู่ในแนวเดียวกันกับเส้นโค้งหมายเลข (1) ถูกบังคับให้อยู่ในแนวนอนและถูกบังคับให้มีความยาวเท่ากับเส้นตรงหมายเลข (1) ส่วนเส้นตรงหมายเลข (1) มีตัวย่อ C8, H, และ E8 หมายถึงเส้นตรงหมายเลข (1) ถูกบังคับให้อยู่ในแนวเดียวกันกับเส้นโค้งหมายเลข (8) ถูกบังคับให้อยู่ในแนวนอนและถูกบังคับให้มีความยาวเท่ากับเส้นตรงหมายเลข (8) ส่วนเส้นโค้งหมายเลข (5) มีตัวย่อ T4, R10, และ T2 หมายถึงเส้นโค้งหมายเลข (5) ถูกบังคับให้สัมผัสกับเส้นตรงหมายเลข (4) ถูกบังคับให้มีรัศมีเท่ากับเส้นโค้งหมายเลข (10) และถูกบังคับให้สัมผัสกับเส้นตรงหมายเลข (2) ส่วนเส้นโค้ง

หมายเลข (10) มีตัวย่อ T11, R5, และ T9 หมายถึง เส้นโค้งหมายเลข (10) ถูกบังคับให้สัมผัสกับเส้นตรงหมายเลข (11) ถูกบังคับให้มีรัศมีเท่ากับเส้นโค้งหมายเลข (5) และถูกบังคับให้สัมผัสกับเส้นตรงหมายเลข (9) เป็นต้น

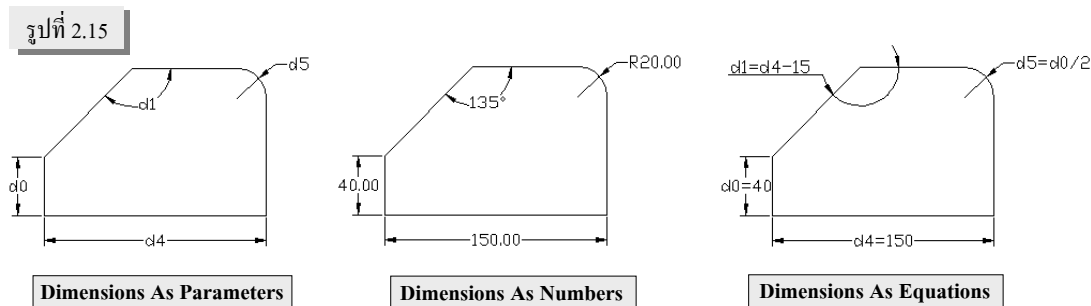
โปรดจำไว้เสมอว่า ถึงแม้ว่าเราได้กำหนดโหมดการบังคับรูปทรงให้กับสเกทช์ไปแล้ว หากเราต้องการเปลี่ยนแปลงการบังคับรูปทรงของเส้นใดๆ เราสามารถทำได้โดยการลบตัวอักษรย่อแสดงโหมดการบังคับรูปทรงออกไปจากสเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Delete Constraints แล้วเลือกคลิกลงบนตัวอักษรย่อแสดงโหมดการบังคับรูปทรงที่ต้องการ แล้วจึงใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ในโหมดที่เหมาะสมต่อไปได้

เป็นอันว่าเราได้บังคับรูปทรงโปรไฟล์สเกทช์มาจนสมบูรณ์แล้ว เนื่องจากไม่มีเส้นใดๆ ที่ควรจะถูกบังคับรูปทรงต่อไปอีกแล้ว ถึงแม้ว่าจะเหลือความเป็นอิสระอีก 7 จุดก็ตาม ดังนั้น จุดบังคับที่เหลืออยู่จึงเป็นหน้าที่ของการบังคับสเกทช์ด้วยขนาด(Dimension Constraints) ซึ่งถ้ามีการบังคับด้วยขนาดแล้ว หากมีความต้องการที่จะเปลี่ยนแปลงขนาดจะสามารถทำได้โดยง่าย โดยที่จะไม่ทำให้โปรไฟล์สเกทช์ของเราบิดเบือนจนเสียรูปทรง เพราะเราได้บังคับหรือจำกัดความเป็นอิสระของสเกทช์เรียบร้อยแล้ว

การบังคับสเกทช์ด้วยขนาด(Dimension Constraints)

โดยปกติ เราจะต้องบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงให้เรียบร้อยก่อนที่จะบังคับสเกทช์ด้วยขนาด หากเราบังคับสเกทช์ด้วยขนาดก่อนการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง จะมีผลทำให้สเกทช์บิดเบือนจนเสียรูปทรงไปจนไม่อาจคาดคะเนได้ การบังคับสเกทช์ด้วยขนาดนั้นสามารถระบุความยาว(Length) รัศมี(Radius)และมุม(Angle)ให้กับเส้นที่เป็นส่วนประกอบของโปรไฟล์สเกทช์ การบังคับสเกทช์ด้วยขนาด(Dimension Constraints)แตกต่างจากการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง(Geometric Constraints) เนื่องจากการบังคับสเกทช์ด้วยขนาดเป็นพารามิเตอร์ นั่นหมายถึงหากเปลี่ยนแปลงตัวเลขของขนาด จะทำให้สเกทช์นั้นเปลี่ยนแปลงรูปทรงไปด้วย

เราสามารถเลือกที่จะแสดงการบังคับสเกทช์ด้วยขนาดเป็นพารามิเตอร์(Parameters)หรือตัวเลข(Numbers)หรือสมการ(Equations)ได้ดังรูปที่ 2.15 โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Dimensions As Parameters หรือ Part ► Sketch ► Dimensions As Numbers หรือ Part ► Sketch ► Dimensions As Equations



- Dimensions As Parameters แสดงพารามิเตอร์แทนตัวเลขบอกขนาด โดยใช้ตัวอักษร d นำหน้าเป็นชื่อตัวแปร ซึ่งบอกให้เราทราบว่า เป็นตัวแปรของเส้นบอกขนาด โดย Mechanical Desktop จะสร้างตัวแปรซึ่งเริ่มจาก d0,d1,d2,... เพิ่มขึ้นตามจำนวนของบอกเส้นขนาด ซึ่งเราสามารถที่จะใช้ค่าของตัวแปรเส้นบอกขนาดในการอ้างอิงเส้นบอกขนาดเส้นอื่นๆ ได้ดังรูปที่ 2.15 (ซ้าย)
- Dimensions As Numbers แสดงค่าตัวเลขของเส้นบอกขนาดที่วัดได้จริง ใช้ในกรณีที่ค่าของเส้นบอกขนาดแต่ละเส้นไม่มีความสัมพันธ์กับค่าของเส้นบอกขนาดเส้นอื่นๆ ดังรูปที่ 2.15 (กลาง)
- Dimensions As Equations แสดงพารามิเตอร์กำกับเส้นบอกขนาดพร้อมทั้งแสดงค่าของพารามิเตอร์หรือสมการของพารามิเตอร์ตัวนั้น ใช้ในกรณีที่ค่าของเส้นบอกขนาดเส้นหนึ่งแปรผันโดยตรงกับค่าของเส้นบอกขนาดอีกเส้นหนึ่ง จากรูปที่ 2.15 (ขวา) ค่ารัศมีของส่วนโค้ง d5 มีค่าเท่ากับ ความสูงของเส้นตรง d0 หารด้วย 2 ซึ่ง d0 มีค่าเท่ากับ 40 ดังนั้นค่าของส่วนโค้ง d5 จึงมีค่าเท่ากับ $40/2$ ซึ่งเท่ากับ 20 หากมีการเปลี่ยนแปลงค่าเส้นตรง d0 เป็น 100 ค่าของ d5 จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะมีค่า $100/2$ เท่ากับ 50 ส่วนค่ามุมของ d1 ก็มีความสัมพันธ์กับเส้นตรง d4 เช่นเดียวกัน โดยที่ d4 มีค่าเท่ากับ d5-15 ซึ่งถ้าหาก d5 เท่ากับ 150 ค่าของ d4 ก็คือ $150-15$ ซึ่งเท่ากับ 135 องศา

Note

ในการบังคับสเกทช์ด้วยขนาด เราจะไม่สามารถใช้คำสั่งในการให้ขนาดธรรมดาของ AutoCAD ได้ เราจะต้องใช้คำสั่งในการให้ขนาดโดยเฉพาะของ Mechanical Desktop เท่านั้น ยกเว้นคำสั่งในการกำหนดรูปแบบของเส้นบอกขนาด เราสามารถใช้คำสั่งเดิม นั่นคือคำสั่ง DDIM หรือ Assist ► Format ► Dimension Style...

การให้ขนาดสเกทช์(Adding Dimensions)

หลังจากที่ได้สร้างโปรไฟล์สเกทช์และกำหนดโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง เพื่อลดระดับความเป็นอิสระของสเกทช์เรียบร้อยแล้ว ต่อไปเราจะต้องบังคับสเกทช์ด้วยขนาด เพื่อทำให้ความเป็นอิสระของสเกทช์หมดไปอย่างสมบูรณ์(Fully Constrained Sketch)โดยการให้ขนาดลงไปบนโปรไฟล์สเกทช์

ใน Mechanical Desktop ไม่ว่าจะเป็นการให้ขนาดรูปแบบใด อาทิ เช่น เชิงเส้น รัศมี เส้นผ่าศูนย์กลาง เชิงมุม เส้นขนานและออร์ติเนท เราจะใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension ในการบังคับสเกทช์ด้วยขนาดเพียงคำสั่งเดียวเท่านั้นและถ้าหากต้องการแก้ไขค่าของเส้นบอกขนาดที่สร้างจากคำสั่ง Part ► Add Dimension เราจะใช้คำสั่ง Part ► Change Dimension เพื่อเปลี่ยนแปลงค่าของเส้นบอกขนาด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงค่าของเส้นบอกขนาดด้วยคำสั่งทั้งสองจะมีผลทำให้โปรไฟล์สเกทช์มีการเปลี่ยนแปลงขนาดและรูปทรงตามไปด้วยโดยอัตโนมัติ

ในการบังคับสเกทช์ด้วยขนาด โดยใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension มีข้อควรทราบดังต่อไปนี้

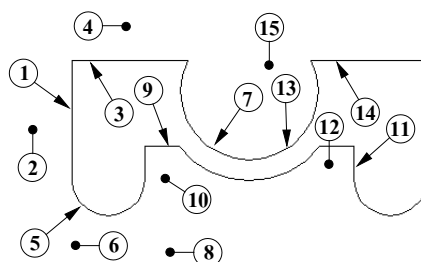
- เลือกเส้นซึ่งเป็นส่วนประกอบของโปรไฟล์สเกทช์ที่ต้องการให้ขนาด
- กำหนดตำแหน่งที่ตั้งของเส้นบอกขนาด
- รูปแบบของเส้นบอกขนาดจะขึ้นอยู่กับเส้นซึ่งเป็นส่วนประกอบของสเกทช์ที่เราเลือกและตำแหน่งของเส้นบอกขนาดที่เราเลือก อาทิ เช่น ถ้าเลือกเส้นตรง รูปแบบเส้นบอกขนาดจะเป็นเชิงเส้น ถ้าเลือกเส้นโค้ง รูปแบบของเส้นบอกขนาดจะเป็นรัศมี ถ้าเลือกเส้นสองเส้นที่ทำมุมซึ่งกันและกัน รูปแบบของเส้นบอกขนาดจะเป็นเชิงมุม เป็นต้น
- รับค่าตัวเลขบอกขนาดที่โปรแกรมคำนวณมาให้หรืออาจจะป้อนค่าใหม่ หากระบุค่าใหม่เส้นที่ถูกเลือกจะปรับขนาดใหม่ด้วย
- ในขณะที่ปรากฏบรรทัดตัวเลขและแสดงตัวเลขบอกขนาดที่โปรแกรมคำนวณมาให้ เราสามารถใช้ตัวเลือกเพื่อเปลี่ยนรูปแบบของเส้นบอกขนาดได้

ขั้นตอนการให้ขนาดสเกทช์

ก่อนที่จะให้ขนาดสเกทช์ เราจะต้องแน่ใจว่าเราได้บังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง(Geometric Constraints)มาก่อนเรียบร้อยแล้ว ไม่ว่าจะเป็นการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงที่โปรแกรมกำหนดให้ในขณะสร้างสเกทช์หรือการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงเพิ่มเติม จะต้องทำให้เสร็จก่อนที่จะบังคับสเกทช์ด้วยการให้ขนาด เพราะอาจจะทำให้สเกทช์บิดเบือนจนเสียรูปทรงได้ เมื่อแน่ใจว่าเราได้ปฏิบัติตามเงื่อนไขอันนี้อย่างดีแล้วจึงจะเริ่มลงมือให้ขนาดสเกทช์เพื่อจำกัดความเป็นอิสระของสเกทช์ให้หมดไป

ในการบังคับสเกทช์ด้วยการให้ขนาด ไม่เหมือนกับการให้ขนาดธรรมดาใน AutoCAD เนื่องจากการบังคับสเกทช์ด้วยการให้ขนาด เป็นการลดความเป็นอิสระ(Degree of Freedom)ของสเกทช์ ดังนั้นจึงควรหลีกเลี่ยงการให้ขนาดที่ซ้ำซ้อนลงบนสเกทช์ ถ้าเราให้ขนาดซ้ำซ้อนลงไปบนเส้นส่วนประกอบของสเกทช์ จะปรากฏข้อความ "Adding this dimension would overconstrain the sketch." เตือนให้เราทราบว่า การให้ขนาดดังกล่าวบังคับสเกทช์จนเกินจำนวนจุดที่จะบังคับได้ ซึ่งเราสามารถแน่ใจได้ว่าเส้นส่วนประกอบของสเกทช์ดังกล่าวถูกบังคับด้วยรูปทรงมาแล้ว จึงไม่สามารถบังคับด้วยขนาดได้อีก ในการบังคับสเกทช์ด้วยการให้ขนาดมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ใช้คำสั่ง File ► Open เพื่อเปิดไฟล์ 2-14.dwg ที่บันทึกลงในฮาร์ดดิสก์ในหัวข้อที่แล้ว ซึ่งเราได้สร้างโปรไฟล์สเกทช์และบังคับรูปทรง(Constrained)ไว้เรียบร้อยแล้ว ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16

Note

หากไม่ได้บันทึกไฟล์ 2-14.dwg ไว้ เราสามารถเปิดไฟล์ 2-14.dwg จากไดเรกตอรี \Exercise จากแผ่น CD-ROM แบนท้ายหนังสือคู่มือออกมาใช้งานได้เช่นเดียวกัน

2. จากรูปที่ 2.16 บังคับโปรไฟล์สเกทช์ด้วยการให้ขนาด โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Add Dimension**

Command: AMPARDIM

Select first object: {คลิกบนเส้นที่ 1 เพื่อเลือกเส้นที่ต้องการให้ขนาด}

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

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dimension value

<59.3912>: {กำหนดค่าตัวเลขบอกขนาดหรือเลือกตัวเลือกเพื่อเปลี่ยนรูปแบบของเส้นบอกขนาดหรือคลิกขวาหรือ  เพื่อรับค่าที่โปรแกรมกำหนดมาให้}

Solved underconstrained sketch requiring 6 dimensions or constraints.

{โปรแกรมรายงานความเป็นอิสระของสเกทช์เหลือเพียง 6 จุด}

{เมื่อปรากฏบรรทัดข้อความ **Select first object:** อีกครั้งให้ทำซ้ำในทำนองเดียวกันกับตัวอย่างข้างบนนี้ โดยใช้จุดที่ 3-4,5-6,7-8,9-10 และ 11-12}

Select first object: {คลิกบนเส้นโค้งที่ 13 เพื่อเลือกเส้นที่ต้องการให้ขนาด}

Select second object or place dimension: {คลิกบนเส้นตรงที่ 14 เพื่อเลือกเส้นที่ต้องการให้ขนาดอีกเส้นหนึ่ง}

Specify dimension placement: {คลิกตรงจุดที่ 15 เพื่อกำหนดตำแหน่ง}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <34.311>:

V_{พิมพ์ V แล้วกดปุ่ม  (ห้ามกด Space bar) เพื่อเลือกเส้นบอกขนาดแบบแนวตั้ง}

Undo/Hor/Ver/Align/Par/aNgle/Ord/Diameter/pLace/Enter dim. value <20.8557>:

{คลิกขวาหรือ  เพื่อรับค่าที่โปรแกรมกำหนดมาให้}

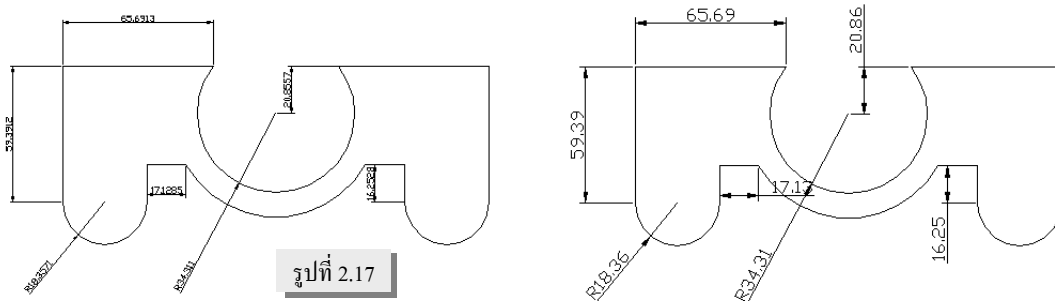
Solved fully constrained sketch. {หลังจากทำจุดที่ 13-14-15 แล้วโปรแกรมรายงานว่างสเกทช์ได้รับการบังคับอย่างสมบูรณ์แล้ว จะปรากฏดังรูปที่ 2.17 (ซ้าย)}

Note

สังเกตว่าหากมีการกำหนดค่าของตัวเลขบอกขนาดนอกเหนือจากที่โปรแกรมกำหนดมาให้ จะมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นบนเส้นส่วนประกอบของสเกทช์นั้นด้วย ซึ่งจะทำให้รูปทรงของสเกทช์เปลี่ยนแปลงไปตามที่เราได้บังคับรูปทรงไว้ก่อนแล้ว

Note

หากเราได้กำหนดตำแหน่งของเส้นบอกขนาดไปแล้ว แต่อยุ่บนบรรทัดแสดงตัวเลือกและตัวเลขบอกขนาดเรายังสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของเส้นบอกขนาดนั้นได้ โดยพิมพ์ L แล้ว  เพื่อเลือกตัวเลือก pLace แล้วจึงคลิกตำแหน่งใหม่ที่ต้องการให้เส้นบอกขนาดปรากฏ

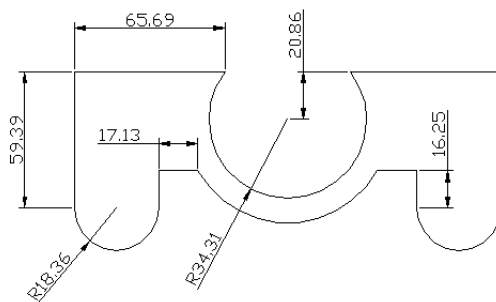
**Note**

จากรูปที่ 2.17 (ซ้าย) สังเกตว่าเส้นบอกขนาดมีขนาดเล็กจนเกินไป จนเราไม่สามารถอ่านค่าได้อย่างชัดเจน เส้นบอกขนาดที่เราสร้างขึ้นเหล่านี้จะอาศัยรูปแบบของเส้นบอกขนาดใช้งาน (Dimension Style) ที่กำหนดไว้ในคำสั่ง DDIM หรือ Assist ► Format ► Dimension Style... ซึ่งเป็นคำสั่งธรรมชาติในการปรับแต่งรูปแบบของเส้นบอกขนาดของ AutoCAD

3. ปรับขนาดของเส้นบอกขนาดให้ใหญ่ขึ้น โดยใช้คำสั่ง Assist ► Format ► Dimension Style... แล้วเลือกคลิกปุ่ม Geometry... จากนั้นกำหนดค่า 2 ให้กับ Overall Scale คลิกปุ่ม OK คลิกปุ่ม Save เพื่อให้โปรแกรมปรับปรุงเส้นบอกขนาดโดยอัตโนมัติ แล้วคลิก OK
4. ปรับจำนวนจุดทศนิยมให้เหลือ 2 ตำแหน่ง โดยใช้คำสั่ง Assist ► Format ► Dimension Style... แล้วเลือกคลิกปุ่ม Annotation... คลิกปุ่ม Units... กำหนดหน่วยวัดเป็น Decimal กำหนด Precision เท่ากับ 0.00 ปลดเครื่องหมาย หน้าเช็คบ็อกซ์ Trailing เพื่อยกเลิกการระงับเลขศูนย์ฟุ้งท้าย คลิกปุ่ม OK คลิกปุ่ม OK คลิกปุ่ม Save เพื่อให้โปรแกรมปรับปรุงเส้นบอกขนาดโดยอัตโนมัติ แล้วคลิก OK จะปรากฏดังรูปที่ 2.17 (ขวา)

Note

จากรูปที่ 2.17 (ขวา) สังเกตว่าเส้นบอกขนาดบางเส้นอยู่ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมซึ่งทับกับเส้นบอกขนาดเส้นอื่นๆ เราสามารถใช้กริปส์ (Grips) (ดูวิธีการใช้งานใน AutoCAD) โดยคลิกบนเส้นบอกขนาดให้ปรากฏจุดกริปส์ฟ้าเข้ม แล้วคลิกและลากจุดกริปส์ซึ่งอยู่บนตัวเลขบอกขนาดไปยังตำแหน่งที่เหมาะสม เพื่อปรับให้เส้นบอกขนาดไม่ทับกัน ดังรูปที่ 2.18



ขั้นตอนการแก้ไขการบังคับสเกทช์ด้วยขนาด

อันที่จริงเราสามารถที่จะแก้ไขค่าของตัวเลขบอกขนาดได้ตั้งแต่ตอนเริ่มต้นให้ขนาดด้วยคำสั่ง Part ► Add Dimension แล้ว แต่ถ้าเราไม่ได้ทำเช่นนั้น เราก็สามารถใช้คำสั่ง Part ► Change Dimension เพื่อแก้ไขค่าของเส้นบอกขนาดได้ตามต้องการเช่นเดียวกัน

ในการแก้ไขการบังคับสเกทช์ด้วยขนาดนี้ เราสามารถป้อนค่าตัวเลข ป้อนตัวแปร หรือป้อนสูตรเข้าไปแทนที่ตัวเลขบอกขนาดใดๆ ได้ การเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นบนสเกทช์ทันทีที่ค่าของเส้นบอกขนาดมีการเปลี่ยนแปลง ในการแก้ไขการบังคับขนาดของสเกทช์มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. จากรูปที่ 2.18 จากการให้ขนาดในหัวข้อที่แล้ว แก้ไขค่าของตัวเลขบอกขนาด โดยใช้คำสั่ง Part ► Change Dimension

Command: AMMODDIM

Select dimension to change: {คลิกบนตัวเลขบอกขนาด 59.39}

New value for dimension <59.3912>: {พิมพ์ตัวเลข 60 เข้าไปแทนที่}

Select dimension to change: {คลิกบนตัวเลขบอกขนาด 65.69}

New value for dimension <65.6913>: {พิมพ์ตัวเลข 80 เข้าไปแทนที่}

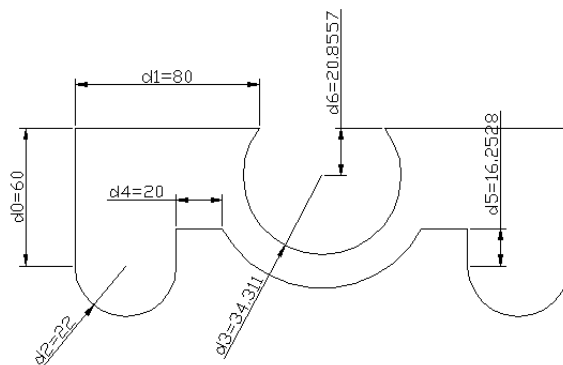
Select dimension to change: {คลิกบนตัวเลขบอกขนาด 17.13}

New value for dimension <17.1285>: {พิมพ์ตัวเลข 20 เข้าไปแทนที่}

Select dimension to change: {คลิกบนตัวเลขบอกขนาด 18.36}

New value for dimension <18.3571>: {พิมพ์ตัวเลข 22 เข้าไปแทนที่}

2. กำหนดสูตรแทนที่ตัวเลขบอกขนาด เพื่อสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกัน แต่ก่อนอื่นต้องใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Dimensions As Equations เพื่อแสดงตัวแปรและค่าของตัวแปร เพื่อที่จะได้ทราบว่าเส้นบอกขนาดใดมีตัวแปรอะไรกำกับอยู่ จะปรากฏดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19

3. ต่อไปเราจะสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเส้นบอกขนาด d4 และ d5 โดยกำหนดให้ d5 จะต้องมีความขนาด 1/2 เท่าของเส้นบอกขนาด d4 เสมอ เราสามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทั้งสอง โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Change Dimension** ดังนี้

Command: AMMODDIM

Select dimension to change: {คลิกบนตัวเลขบอกขนาด d5=16.2528}

New value for dimension <16.2528>: d4/2 {พิมพ์สูตร d4/2 แล้ว  }

4. ต่อไปเราจะสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเส้นบอกขนาด d3 และ d2 โดยกำหนดให้ $d3 = d2 * 2 - 5$ (d3 เท่ากับ d2 คูณ 2 ลบ 5) โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Change Dimension** ดังนี้

Command: AMMODDIM

Select dimension to change: {คลิกบนตัวเลขบอกขนาด d3=34.311}

New value for dimension <16.2528>: d2*2-5 {พิมพ์สูตร d2*2-5 แล้ว  }

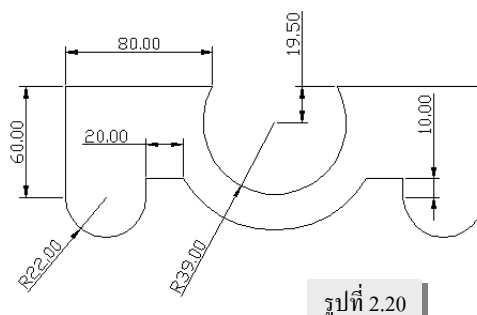
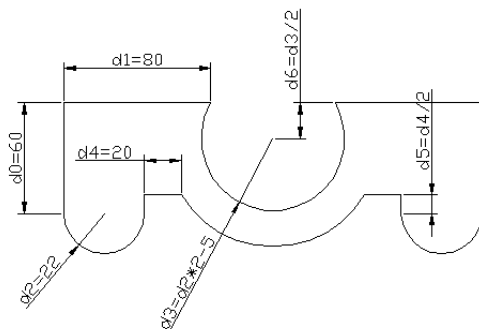
5. ต่อไปสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเส้นบอกขนาด d6 และ d3 โดยกำหนดให้ $d6 = d3/2$ (d6 เท่ากับ d3 หาร 2) โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Change Dimension** ดังนี้

Command: AMMODDIM

Select dimension to change: {คลิกบนตัวเลขบอกขนาด d6=20.8557}

New value for dimension <16.2528>: d3/2 {พิมพ์สูตร d3/2 แล้ว  จะปรากฏดังรูปที่ 2.20 (ซ้าย)}

6. แสดงเส้นบอกขนาดแบบตัวเลข โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketch ▶ Dimensions As Numbers** จะปรากฏดังรูปที่ 2.20 (ขวา)



รูปที่ 2.20

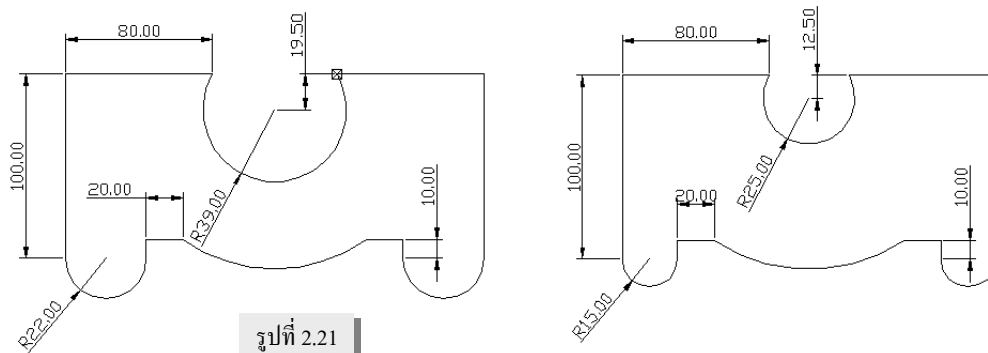
7. ต่อไปทดลองเปลี่ยนค่า d0 จาก 60 เป็น 100 และเปลี่ยนค่า d2 โดยเปลี่ยนค่าจาก 22 เป็น 15 โดยใช้คำสั่ง Part ► Change Dimension ดังนี้

Select dimension to change: {คลิกบนตัวเลขบอกขนาด 60.00}

New value for dimension <60>: 100 {พิมพ์ 100 แล้ว  จะปรากฏดังรูปที่ 2.21 (ซ้าย)}

Select dimension to change: {คลิกบนตัวเลขบอกขนาด 22.00}

New value for dimension <22>: 15 {พิมพ์ 15 แล้ว  จะปรากฏดังรูปที่ 2.21 (ขวา)}



รูปที่ 2.21

Note

สังเกตว่าเมื่อเราแก้ไขเส้นบอกขนาด d0 ความสูงของสเกทช์จะเพิ่มขึ้นเท่าๆ กันทั้งสองด้าน เพราะมีการบังคับรูปทรงโดยใช้ Equal Length ให้แก่ด้านทั้งสองไว้ จึงเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านซ้ายและด้านขวาไปพร้อมๆ กัน

Note

การเปลี่ยนแปลงค่าของเส้นบอกขนาด d2 จาก 22 เป็น 15 มีผลทำให้ค่าของเส้นบอกขนาด d3 เปลี่ยนแปลงจาก 39 เป็น 25 และค่าของเส้นบอกขนาด d6 เปลี่ยนแปลงจาก 19.5 เป็น 12.5 เนื่องจากความสัมพันธ์ $d3=d2*2-5$ และ $d6=d3/2$

หากไม่มีการกำหนดโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง(Geometric Constraints)ไว้ก่อนล่วงหน้า เมื่อมีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงเส้นบอกขนาดใดๆ จะทำให้สเกทช์อาจบิดเบือนจนเสียรูปทรงได้

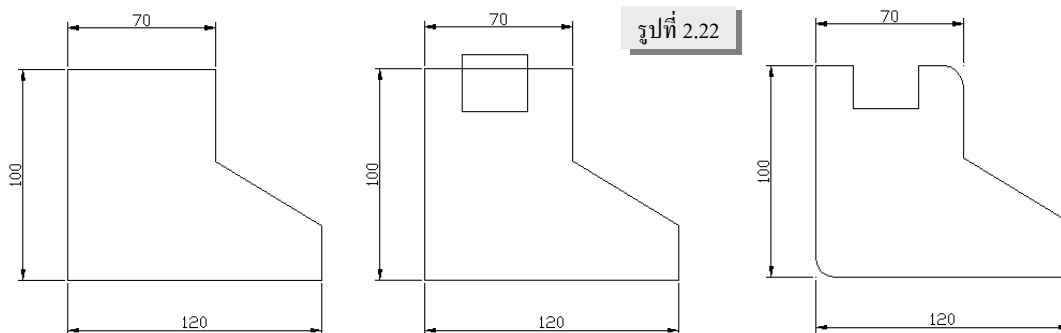
เมื่อเราพอที่จะทราบวิธีการสร้างสเกทช์ บังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงและบังคับสเกทช์ด้วยขนาดมาพอสมควรแล้ว ต่อไปเราจะศึกษาวิธีการแก้ไขเพิ่มเติมส่วนประกอบให้กับสเกทช์ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

การแก้ไขเพิ่มเติมโปรไฟล์สเกทช์(Editing & Adding Profile Sketches)

หลังที่เราสร้างโปรไฟล์สเกทช์ขึ้นมาแล้ว ซึ่งโปรไฟล์สเกทช์นั้นจะได้รับการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงหรือบังคับสเกทช์ด้วยขนาดแล้วหรือไม่ นั่นไม่เป็นอุปสรรคต่อการแก้ไขเพิ่มเติมโปรไฟล์สเกทช์นั้นแต่อย่างใด หากเราต้อง

การแก้ไขเพิ่มเติมโปรไฟล์สเกทช์ อาทิ เช่น การตัด(Trim) สร้างมุมมน(Fillet)หรือสร้างมุมตัด(Chamfer)หรือการกระทำอื่นๆ ที่ทำให้เซกเมนต์หรือเส้นส่วนของโปรไฟล์สเกทช์เพิ่มขึ้น เราจะต้องใช้คำสั่ง Part ► Append เพื่อเพิ่มเติมเซกเมนต์ที่เกิดขึ้นใหม่เข้ากับโปรไฟล์สเกทช์เดิมเสียก่อน โปรไฟล์สเกทช์นั้นจึงจะสามารถนำไปสร้างเป็น 3 มิติได้ ส่วนในกรณีที่มีการแก้ไขปรับแต่งโปรไฟล์สเกทช์ทำให้เซกเมนต์หรือเส้นส่วนของโปรไฟล์สเกทช์นั้นลดลงน้อยกว่าเดิม เราจะต้องใช้คำสั่ง Part ► Re-Solve กับโปรไฟล์สเกทช์นั้นเสียก่อนจึงจะนำโปรไฟล์สเกทช์นั้นไปสร้างเป็น 3 มิติได้

1. ใช้คำสั่ง File ► Open เพื่อเปิดไฟล์ 2-22.dwg จากไดเรกตอรี \Exercise จากแผ่น CD-ROM แบนท้ายหนังสือคู่มือออกมาใช้งาน จะปรากฏโปรไฟล์สเกทช์ที่ถูกบังคับรูปร่างและขนาดมาเรียบร้อยแล้วดังรูปที่ 2.22 (ซ้าย)



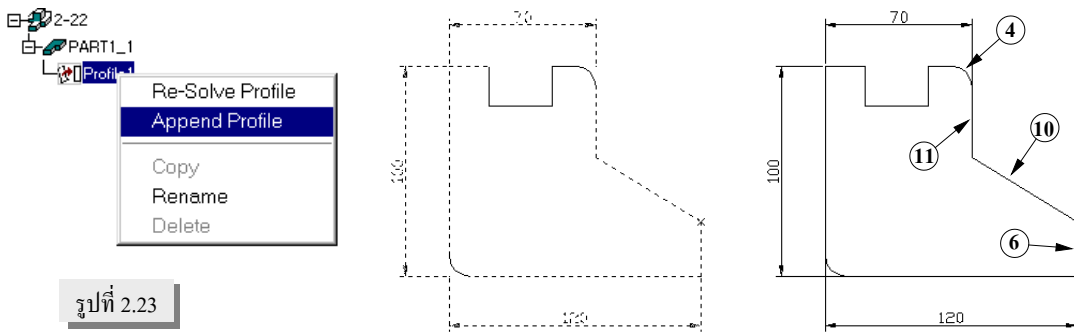
2. ใช้คำสั่ง Design ► Rectangle เขียนสี่เหลี่ยมผืนผ้าขึ้นมาดังรูปที่ 2.22 (กลาง)
3. ใช้คำสั่ง Modify ► Trim ตัดสี่เหลี่ยมผืนผ้าและโปรไฟล์สเกทช์ แล้วใช้คำสั่ง Modify ► Fillet รัศมี 10 หน่วยกับโปรไฟล์สเกทช์ให้ปรากฏดังรูปที่ 2.22 (ขวา)

Note

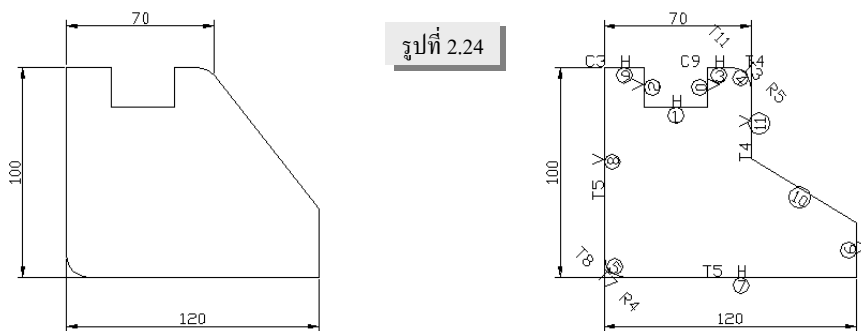
ณ จุดนี้ โปรไฟล์สเกทช์ได้สูญเสียคุณสมบัติที่จะนำไปใช้งานต่อไปได้ เนื่องจากบางส่วนของโปรไฟล์สเกทช์ถูกตัดออกไป จึงกลายเป็นโปรไฟล์สเกทช์แบบเปิด แต่ก็ยังดูเหมือนเป็นแบบปิด เนื่องจากมีเส้นตรงและเส้นโค้งที่เกิดขึ้นใหม่ซึ่งอยู่ในตำแหน่งปิดโปรไฟล์สเกทช์พอดี แต่เส้นที่เกิดขึ้นใหม่เหล่านั้น ยังมิได้เป็นส่วนประกอบของโปรไฟล์สเกทช์

4. คลิกบน Profile1 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ เพื่อเลือก Profile1 โปรไฟล์สเกทช์จะกลายเป็นเส้นประ (ถ้า Profile1 ถูกเลือกไว้ก่อนแล้ว เพียงแต่เลื่อนเคอร์เซอร์ไปบนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ โปรไฟล์สเกทช์ก็จะกลายเป็นเส้นประ) แสดงให้เห็นส่วนที่ขาดหายไปซึ่งปรากฏเป็นเส้นเต็มดังรูปที่ 2.23 (กลาง) เราจะต้องเพิ่มเส้นเต็มทั้งหมดเข้าเป็นส่วนประกอบของโปรไฟล์สเกทช์เพื่อทำให้เป็นแบบปิด โดยใช้คำสั่ง Part ► Append จากเมนูบาร์หรือคลิกขวาบน Profile1 บนเดสก์ท็อปบราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Append Profile ดังรูปที่ 2.23 (ซ้าย) จากนั้นจะปรากฏข้อความ Select geometry to append to sketch: ให้คลิกเฉพาะบนเส้นเต็ม เพื่อให้กลายเป็น

เส้นประทั้งหมด แล้วคลิกขวาหรือ  จะปรากฏดังรูปที่ 2.23 (ขวา) เป็นอันเสร็จสิ้นการแก้ไขเพิ่มเติมโปรแกรมโฟลด์สเกทท์

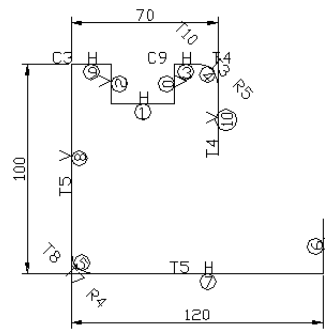
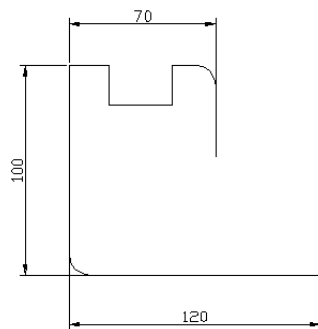


การแก้ไขเพิ่มเติมโปรไฟล์สเกทช์นี้ใช้กับโปรไฟล์สเกทช์ที่มีจำนวนเส้นส่วนประกอบหรือเซกเมนต์เพิ่มเติมขึ้นมาใหม่ แต่ถ้าหากการแก้ไขโปรไฟล์สเกทช์ทำให้จำนวนเส้นส่วนประกอบหรือเซกเมนต์ลดน้อยลงลงไปได้ สมมุติว่าเราต้องการแก้ไขโปรไฟล์สเกทช์ดังรูปที่ 2.23 (ขวา) ให้ปรากฏดังรูปที่ 2.24 (ซ้าย)



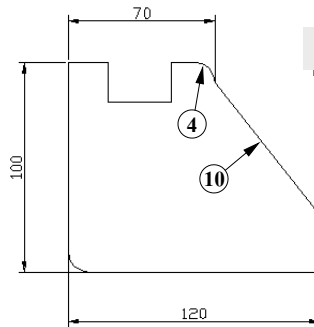
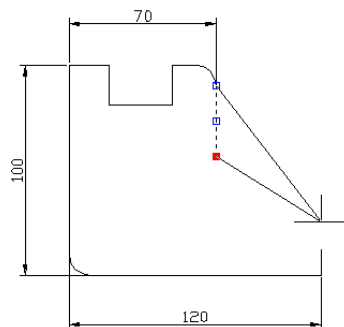
หากเราต้องการแก้ไขรูปที่ 2.23 (ขวา) ให้กลายเป็นรูปที่ 2.24 (ซ้าย) สิ่งที่เราต้องทำก็คือลบเส้นส่วนประกอบ
หมายเลข (10) หรือ (11) ออกไป แล้วใช้กริป์ช่วยย้ายปลายเส้นที่เหลือออกไปเดิมช่วงที่ขาดหายไป ถ้าเลือกลบเส้น
หมายเลข (11) (ดูรูปที่ 2.23 (ขวา) และรูปที่ 2.24 (ขวา) ประกอบการอธิบาย) เราก็เพียงแค่ยึดปลายเส้น หมายเลข
(10) ด้านบนไปต่อปลายส่วนโค้งหมายเลข (4) ได้ทันที (เนื่องจากเส้นหมายเลข (10) ไม่ได้ถูกบังคับรูปทรงไว้
จึงมีความเป็นอิสระ) แล้วใช้คำสั่ง Part ► Re-Solve ก็เป็นอันเสร็จสิ้นการแก้ไขสเกทช์ ในกรณีที่เลือกลบเส้น
หมายเลข (10) เราจะต้องยึดปลายด้านล่างของเส้นหมายเลข (11) ไปต่อปลายบนของเส้นหมายเลข (6) แต่เราไม่
สามารถยึดปลายด้านล่างของเส้นหมายเลข (11) ไปต่อปลายบนของเส้นหมายเลข (6) ได้ทันที เนื่องจากเส้น
หมายเลข (11) ถูกบังคับรูปทรงไว้ในโหมด V (แนวนอน) และ T4 (สัมผัสเส้นหมายเลข (4)) ดังนั้นก่อนที่จะยึดปลาย
เส้นหมายเลข (11) ไปต่อปลายเส้นหมายเลข (6) ได้ จะต้องลบโหมดการบังคับ V และ T4 ออกไปเสียก่อน โดยใช้
คำสั่ง Part ► Sketch ► Delete Constraints จึงจะยึดเส้นหมายเลข (11) ไปต่อเส้นหมายเลข (6) ได้ แล้วใช้คำสั่ง
Part ► Re-Solve ก็เป็นอันเสร็จสิ้น โดยมีรายละเอียดและขั้นตอนการแก้ไขสเกทช์ดังต่อไปนี้

1. ใช้คำสั่ง File ► Open เพื่อเปิดไฟล์ 2-23.dwg จากไดเรกตอรี \Exercise บนแผ่น CD-ROM แบนท้ายหนังสือคู่มือออกมาใช้งาน จะปรากฏโปรไฟล์สเกทช์ที่ถูกบังคับรูปร่างและขนาดมาเรียบร้อยแล้วดังรูปที่ 2.23 (ขวา)
2. จากรูปที่ 2.23 (ขวา) ลบเส้นหมายเลข (10) ใช้คำสั่ง Modify ► Erase จะปรากฏดังรูปที่ 2.25 (ซ้าย) เส้นหมายเลข (11) จะเปลี่ยนเป็นหมายเลข (10) ดังรูปที่ 2.25 (ขวา)



รูปที่ 2.25

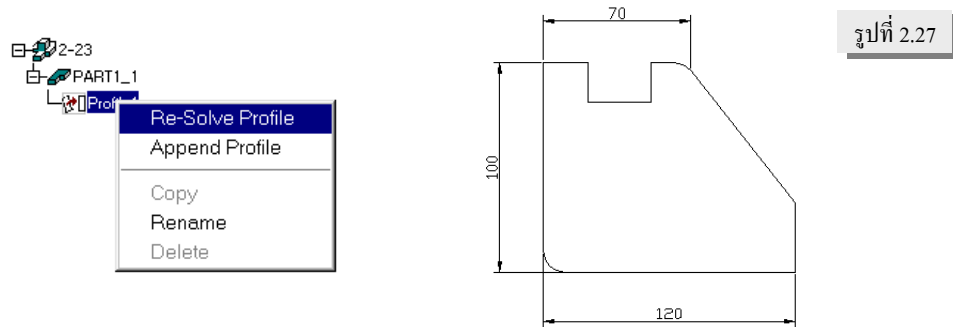
3. จากรูปที่ 2.25 (ขวา) ลบโหมดการบังคับรูปทรง โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Delete Constraints แล้วคลิกบนโหมดการบังคับรูปทรง V และ T4 ของเส้นหมายเลข (10) ด้วยเมาส์ V และ T4 จะหายไปจากเส้นหมายเลข (10)
4. คลิกบนเส้นหมายเลข (10) ให้ปรากฏจุดกริปส์ จากนั้นคลิกและลากจุดกริปส์ด้านล่างไปต่อปลายเส้นหมายเลข (6) ดังรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26

5. ใช้คำสั่ง Part ► Re-Solve จากเมนูบาร์หรือคลิกขวาบน Profile1 บนเดสก์ท็อปราวเซอร์ แล้วเลือกคำสั่ง Re-Solve Profile ดังรูปที่ 2.27 (ซ้าย)
6. จากรูปที่ 2.26 (ขวา) เส้นตรงหมายเลข (10) และ (4) ไม่สัมผัสกัน เราสามารถกำหนดโหมดการบังคับรูปทรงแบบสัมผัส (Tangent) โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints

► Tangent แล้วคลิกบนเส้นหมายเลข (10) และเส้นหมายเลข (4) ตัวอักษรโหมดการบังคับรูปทรง T4 จะปรากฏบนเส้นหมายเลข (10) และปรากฏ T10 บนเส้นหมายเลข (4) พร้อมทั้งส่วนโค้งและเส้นตรงจะสัมผัสอย่างต่อเนื่องดังรูปที่ 2.27 (ขวา) เป็นอันเสร็จสิ้นการแก้ไขโปรไฟล์สเกทช์



การใช้เส้นร่างช่วยในการสร้างสเกทช์(Using Construction Lines)

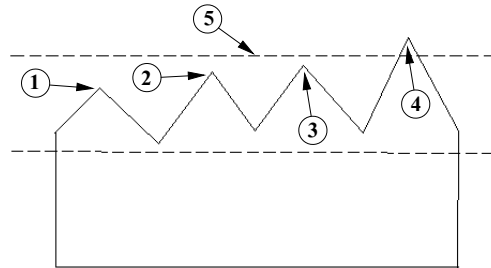
ในการสร้างสเกทช์ เส้นร่างจะช่วยให้เราลดจำนวนการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงและจำนวนการบังคับสเกทช์ด้วยขนาดลงได้อย่างมาก ทั้งนี้สเกทช์ที่ใช้เส้นร่างช่วยในการสร้างก็จะต้องมีรูปทรงที่มีสัดส่วนรับกัน(Symmetrical) หรือมีสัดส่วนที่ตรงกันหรืออยู่ในแนวเดียวกัน จึงจะเหมาะสมที่จะนำเส้นร่างเข้ามาช่วยในการสร้างสเกทช์ ตัวอย่างเช่น สเกทช์ที่มีส่วนประกอบหลายๆ ส่วนอยู่ในตำแหน่งของเส้นตรงหรือเส้นโค้ง

เราสามารถใส่คำสั่ง LINE, ARC, CIRCLE หรือ ELLIPSE สำหรับเขียนเส้นร่าง โดยมีเงื่อนไขอยู่ว่าเส้นร่างที่เขียนขึ้นมาจะต้องมีรูปแบบเส้นต่างจากรูปแบบเส้นของสเกทช์ โดยปกติ สเกทช์จะใช้เส้นเต็ม(Continuous) ตามที่โปรแกรมกำหนดมาให้ ดังนั้น เราจึงใช้เส้นประรูปแบบอื่นๆ เป็นรูปแบบเส้นสำหรับเส้นร่างได้ อาทิ เช่น Hidden หรือ Center เป็นต้น การใช้เส้นร่างช่วยในการสร้างสเกทช์มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ใช้คำสั่ง File ► New เพื่อเริ่มไฟล์ใหม่ในโหมด Assembly เมื่อปรากฏไดอะล็อก Start Up เลือก Start from Scratch และระบบ Metric
2. ใช้คำสั่ง PLINE เขียนเส้นต่างๆ ให้ปรากฏดังรูปที่ 2.28 (ซ้าย) ในการเขียนเส้นร่างซึ่งเป็นเส้นประ เราใช้เส้นประแบบ Hidden ช่วยในการเขียนเส้นร่าง อาจกำหนดสีของเส้นประให้แตกต่างจากสีของเส้นเต็มก็ได้ เพื่อที่จะได้ช่วยให้เราแยกแยะสเกทช์กับเส้นร่างได้ง่ายขึ้น

Note

หากไม่ต้องการเขียนเส้นด้วยตนเอง ให้ใช้คำสั่ง File ► Open เปิดไฟล์ 2-28.dwg จากไดเรกตอรี \Exercise จากแผ่น CD-ROM แบนท้ายหนังสือคู่มือออกมาใช้งานได้เช่นกัน



รูปที่ 2.28

3. แปลงเส้นที่เขียนขึ้นมาในข้อที่แล้วทั้งหมดให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Profile หรือคลิกปุ่ม  หรือพิมพ์ AMPROFILE แล้วเลือกเส้นทั้งหมด โดยล้อมกรอบเส้นเต็มและเส้นประทั้งหมดแบบ Window หรือ Crossing
4. จากรูปที่ 2.28 กำหนดโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงแบบ Project ให้กับส่วนยอดด้านบนของสเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Project

Specify point to project (use a snap mode): {ใช้ออฟเจกต์สแน็ป(OSnap)โหมด End โดยกดปุ่ม Shift ค้างไว้ แล้วคลิกขวา แล้วเลือก Endpoint จากเคอร์เซอร์เมนู แล้วคลิกตรงจุดที่ 1}

Select line, circle, arc, ellipse, or spline: {คลิกบนเส้นร่างที่ 5}

Specify point to project (use a snap mode): {ใช้ OSnap โหมด End แล้วคลิกตรงจุดที่ 2}

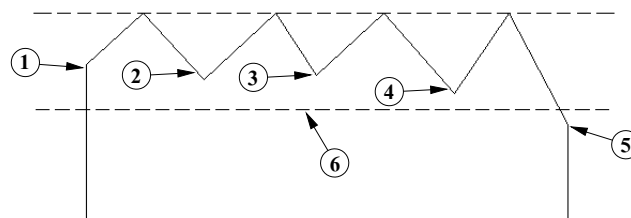
Select line, circle, arc, ellipse, or spline: {คลิกบนเส้นร่างที่ 5}

Specify point to project (use a snap mode): {ใช้ OSnap โหมด End แล้วคลิกตรงจุดที่ 3}

Select line, circle, arc, ellipse, or spline: {คลิกบนเส้นร่างที่ 5}

Specify point to project (use a snap mode): {ใช้ OSnap โหมด End แล้วคลิกตรงจุดที่ 4}

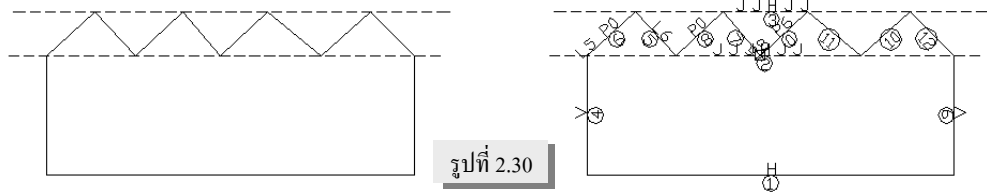
Select line, circle, arc, ellipse, or spline: {คลิกบนเส้นร่างที่ 5 จะปรากฏดังรูปที่ 2.29}



รูปที่ 2.29

5. จากรูปที่ 2.29 กำหนดโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงแบบ Project ให้กับมุมแหลมด้านล่างของสเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Project โดยใช้วิธีเดียวกับ

ข้อ 4 คือใช้ OSnap โหมด END แล้วคลิกจุดที่ 1 แล้วคลิกบนเส้นประหมายเลข 6 แล้วใช้ OSnap โหมด END แล้วคลิกจุดที่ 2 แล้วคลิกบนเส้นประหมายเลข 6 เหมือนเดิมอีก แล้วทำต่อไปจนครบทุกจุด จะปรากฏดังรูปที่ 2.30 (ซ้าย)

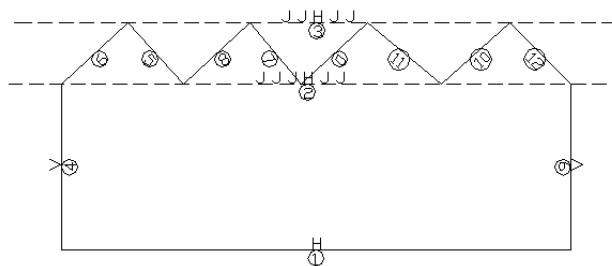


รูปที่ 2.30

Note

สังเกตว่ายอดแหลมแต่ละช่วงมีระยะห่างไม่เท่ากัน เนื่องจากความยาวของเส้นของยอดแหลมแต่ละช่วงยาวไม่เท่ากัน ดังนั้น เราจึงต้องกำหนดให้ยอดแหลมมีระยะห่างเท่าๆ กันดังนี้

- จากรูปที่ 2.30 (ขวา) ลบโหมดการบังคับรูปทรงของยอดแหลมที่โปรแกรมสร้างมาให้ทั้งหมด โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Delete Constraints ให้ปรากฏดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31

- จากรูปที่ 2.31 เพิ่มโหมดการบังคับรูปทรง โดยกำหนดให้เส้นยอดแหลมทุกเส้นมีความยาวเท่าๆ กัน โดยใช้เส้นแรกของยอดแหลมทางด้านซ้ายเป็นหลัก โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Equal Length

Select first line: {คลิกบนเส้นหมายเลข (6)}

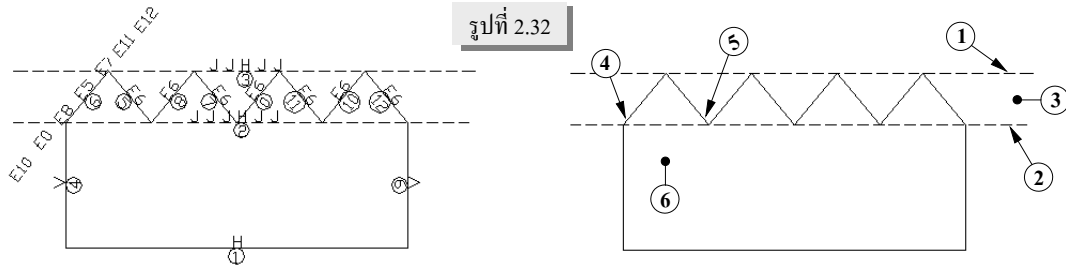
Select second line: {คลิกบนเส้นหมายเลข (5)}

Select first line: {คลิกบนเส้นหมายเลข (6)}

Select second line: {คลิกบนเส้นหมายเลข (8)}

{ต่อไปทุกครั้งที่ปรากฏบรรทัดข้อความ **Select first line:** ให้คลิกบนเส้นหมายเลข (6)}

และต่อไปทุกครั้งที่ปรากฏบรรทัดข้อความ **Select second line:** ให้คลิกบนเส้นหมายเลข (7),(9),(11),(10),(12) เรียงกันไปตามลำดับ จะปรากฏดังรูปที่ 2.32}

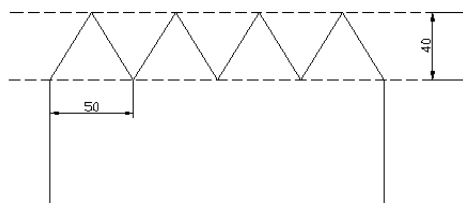


รูปที่ 2.32

Note

เป็นอันเสร็จสิ้นการใช้เส้นร่างช่วยในการบังคับสเกลต์ด้วยรูปร่าง เราสามารถใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension เพื่อบังคับระยะห่างระหว่างเส้นร่างทั้งสองได้ และบังคับระยะห่างของโคนของยอดแหลมได้

8. จากรูปที่ 2.32 (ขวา) ใช้คำสั่ง Part ► Add Dimension แล้วคลิกตรงจุดที่ 1, 2 และ 3 แล้วป้อนระยะห่างตามต้องการ แล้วคลิกตรงจุดที่ 4, 5 และ 6 แล้วป้อนระยะห่างตามต้องการ



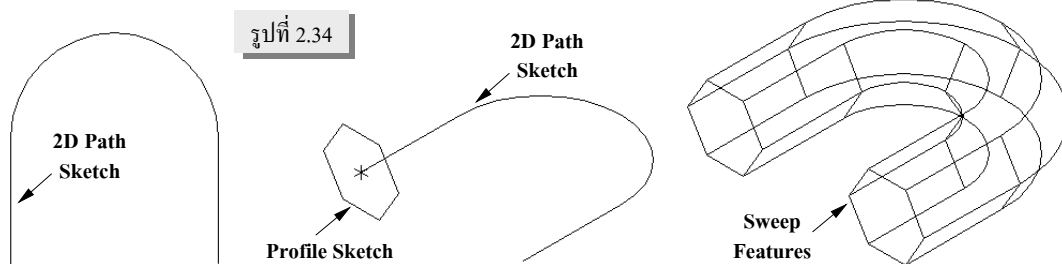
รูปที่ 2.33

Note

ในการคลิกเพื่อเลือกจุดที่ 4 และ 5 ของเส้นบอกขนาด หากคลิกบนเส้นตรงจุดที่ค่อนข้างขึ้นไปด้านบนมากเกินไป การให้ขนาดจะกลายเป็นเชิงมุม ดังนั้น การเลือกใช้เส้นบอกขนาดแบบใดนั้น ขึ้นอยู่กับตำแหน่งที่เรากำหนดบนเส้นและตำแหน่งที่จะวางเส้นบอกขนาด

พาสสเกทซ์ 2 มิติ(2D Path Sketches)

พาสสเกทซ์(2D Path Sketch)ใช้เป็นส่วนประกอบในการสร้างพาราเมตริกโซลิด 3 มิติ โดยใช้เป็นทางเดินในการกวาดหน้าตัดโปรไฟล์สเกทซ์ไปตามความยาวของพาสสเกทซ์ ในคำสั่ง Part ► Sketched Features ► Sweep... ซึ่งจะได้ชิ้นส่วน 3 มิติยาวไปตามแนวพาสสเกทซ์ดังรูปที่ 2.34



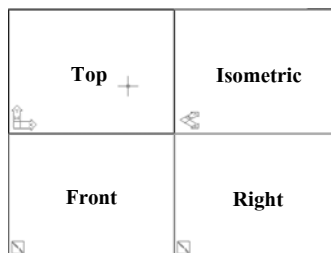
รูปที่ 2.34

วิธีการสร้างพารสเกทช์(Path Sketch)ก็มีวิธีการเช่นเดียวกันโปรไฟล์สเกทช์(Profile Sketch)คือจะต้องสร้างพารสเกทช์ลงบนระนาบสเกทช์(Sketch Plane) สามารถใช้วิธีการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง(Geometric Constraints) และวิธีการบังคับสเกทช์ด้วยการให้ขนาด(Dimension Constraints) ซึ่งใช้กับโปรไฟล์สเกทช์ได้ แต่มีข้อแตกต่างคือโปรไฟล์สเกทช์ต้องเป็นแบบปิดเท่านั้น ส่วนพารสเกทช์เป็นแบบปิดหรือแบบเปิดก็ได้

ก่อนที่จะสร้างพารสเกทช์ เราควรที่จะกำหนดทิศทางทวนหัวของพารสเกทช์เสียก่อน โดยปกติ เราจะสร้างพารสเกทช์ขนานกับระนาบ XY, XZ หรือ YZ โดยที่โปรแกรมกำหนดมาให้ ระนาบสเกทช์ที่ใช้งานจะอยู่บนระนาบเดียวกันกับพารสเกทช์ชิ้นแรกที่เราเขียน ดังนั้นหากเราต้องการเขียนพารสเกทช์บนระนาบใดๆ ก็เพียงแต่ปรับระนาบ XY ของ UCS ไอคอนให้ขนานกับระนาบที่ต้องการเขียนเท่านั้น แล้วสามารถสร้างพารสเกทช์ลงบนระนาบนั้นได้ทันที ระนาบสเกทช์จะถูกสร้างขึ้นมาให้ขนานกับระนาบ UCS โดยอัตโนมัติ แต่ถ้าต้องการสร้างพารสเกทช์ชิ้นต่อไป ซึ่งมีทิศทางทวนหัวไม่ตรงกับพารสเกทช์ชิ้นแรก เราจะต้องสร้างระนาบสเกทช์(Sketch Plane)ขึ้นมาใหม่เสียก่อน (ซึ่งครั้งนี้โปรแกรมไม่ได้สร้างระนาบสเกทช์ให้เรา) จึงจะสามารถสร้างพารสเกทช์ชิ้นที่สองหรือชิ้นต่อไปได้

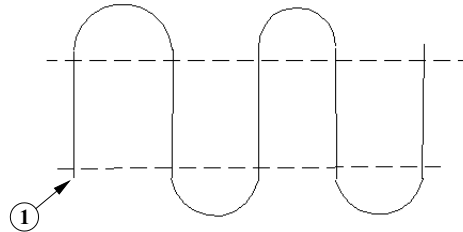
ในการสร้างพารสเกทช์เราสามารถใส่คำสั่ง LINE, PLINE, ARC, CIRCLE, ELLIPSE, RECTANGLE หรือ POLYGON ได้ โดยมีวิธีการสร้างดังต่อไปนี้

1. ใช้คำสั่ง File ► New เพื่อเริ่มไฟล์ใหม่ในโหมด Assembly เมื่อปรากฏไดอะล็อก Start Up เลือก Start from Scratch และระบบ Metric
2. แบ่งจอภาพออกเป็น 4 วิวพอร์ต แสดงด้าน Top, Front, Right, Isometric โดยใช้คำสั่ง View ► Model ViewPorts ► 4 Viewports หรือคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์ 4 แล้ว 



รูปที่ 2.35

3. เลือกระนาบที่ต้องการเขียนพารสเกทช์ XY (Top), XZ (Front) หรือ YZ (Right Side) ในที่นี้เราต้องการใช้ระนาบ Front ให้คลิกบนวิวพอร์ต Front แล้วใช้คำสั่ง Assist ► UCS ► View  เพื่อปรับ UCS ไอคอนให้หันเหขนานกับวิวพอร์ต Front
4. ขยายวิวพอร์ต Front โดยคลิกบนวิวพอร์ต Front แล้วใช้คำสั่ง View ► Model ViewPorts ► 1 Viewports หรือคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์ 1 แล้ว 
5. ใช้คำสั่ง LINE และ ARC หรือคำสั่ง PLINE เขียนเส้นเต็มและเส้นร่าง Hidden คร่าวๆ ให้ปรากฏดังรูปที่ 2.36



รูปที่ 2.36

Note

หากไม่ต้องการเขียนเส้นด้วยตนเอง ให้ใช้คำสั่ง File ► Open เปิดไฟล์ 2-36.dwg จากไดเรกตอรี \Exercise บนแผ่น CD-ROM แบนถ่ายหนังสือคู่มือออกมาใช้งานได้เช่นกัน

6. เปลี่ยนเป็น 4 วิวพอร์ท โดยใช้คำสั่ง View ► Model ViewPorts ► 4 Viewports หรือพิมพ์ 4 แล้ว
7. ให้แน่ใจว่ารูปแบบเส้น(Linetype)ใช้งานเป็นเส้นเต็ม(Continuous) แล้วแปลงเส้นทั้งหมดให้เป็นพารสเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► 2D Path

Command: AMPATH

Select objects: Other corner: 11 found {เลือกเส้นเต็มและเส้นประทั้งหมด}

Select objects: {คลิกขวาหรือ }

Specify start point of path: {คลิกปลายเส้นตรงจุดที่ 1 เพื่อกำหนดจุดเริ่มต้นของพารสเกทช์}

Do you want to create a workplane perpendicular to path? Yes/<No>: Y

{เราสามารถเลือกที่จะสร้างระนาบทำงาน(Work Plane)ตั้งฉากกับพารสเกทช์ เพื่อใช้สำหรับสร้างหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์ ในที่นี้เราเลือกที่จะสร้างระนาบทำงาน}

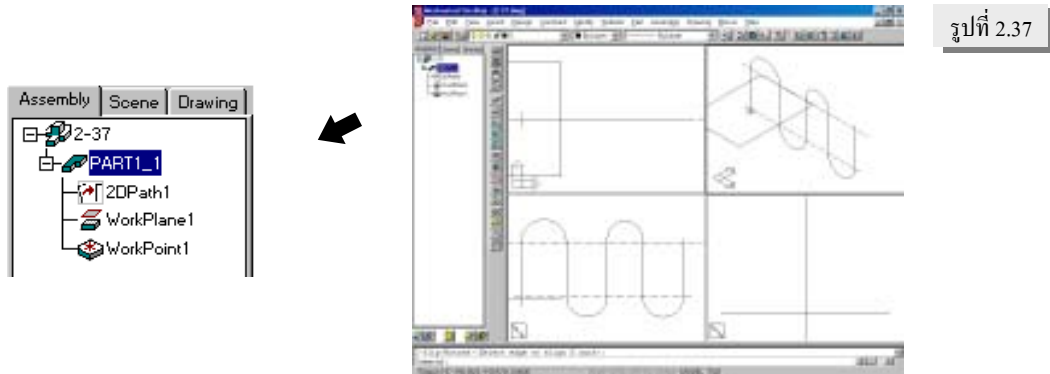
Solved underconstrained sketch requiring 12 dimensions or constraints.

(Plane = Parametric, ENTER to Accept)

Z-flip/Rotate/<Select edge to align X axis>: {เมื่อปรากฏบรรทัดข้อความนี้ เคอร์เซอร์จะเปลี่ยนเป็นรูปเมาส์ ซึ่งบอกให้เราทราบว่ากำลังอยู่ในโหมดเลือกทิศทางของระนาบ XY คลิกเมาส์ซ้ายจะเป็นการหมุนระนาบ XY เหมือนกับการใช้ตัวเลือก Rotate หากคลิกเพื่อหมุนระนาบ XY ต่อไปจนครบรอบแล้ว ยังไม่ได้ทิศทางที่ต้องการ ให้เลือกตัวเลือก Z-flip เพื่อพลิกกลับแกน Z ไปอีกด้านหนึ่ง แล้วหมุนระนาบ XY ต่อไป เมื่อระนาบ XY หันเหไปโนทิศทางที่ต้องการแล้ว ให้คลิกขวาหรือ }

Note

เราสามารถเลือกที่จะไม่สร้างระนาบทำงาน(Work Plane)ซึ่งใช้ในการเขียนโปรไฟล์สเกทช์ในคำสั่งก็ได้ ซึ่งเราสามารถสร้างระนาบในการเขียนหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์ด้วยตนเอง โดยใช้คำสั่ง Part ► Work Features ► Work Plane

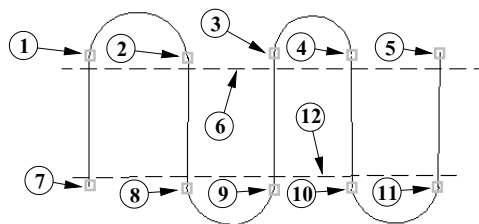


รูปที่ 2.37

Note

เมื่อพารสเกทช์ถูกสร้างขึ้นมาแล้ว บนเดสทอปบราวเซอร์จะปรากฏพารสเกทช์ชื่อ 2DPath1 และระนาบทำงานซึ่งใช้สำหรับสร้างโปรไฟล์สเกทช์ชื่อ WorkPlane1 และจุดทำงานชื่อ WorkPoint1

8. ซ่อนระนาบทำงาน โดยคลิกขวาบน WorkPlane1 จะปรากฏเคอร์เซอร์เมนู ให้คลิกบนคำสั่ง Visible ซ่อนจุดทำงาน โดยคลิกขวาบน WorkPoint1 แล้วคลิกบนคำสั่ง Visible
9. ขยายวิวพอร์ต Front โดยคลิกบนวิวพอร์ต Front แล้วใช้คำสั่ง View ► Model ViewPorts ► 1 Viewports หรือคลิกบนปุ่มไอคอน  หรือพิมพ์ 1 แล้ว 
10. จากรูปที่ 2.38 กำหนดโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงแบบ Project ให้กับส่วนบนของพารสเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Add Constraints ► Project



รูปที่ 2.38

Specify point to project (use a snap mode): {ใช้ออฟเจกต์สแน็ป(OSnap)โหมด End โดยกดปุ่ม Shift ค้างไว้ แล้วคลิกขวา แล้วเลือก Endpoint จากเคอร์เซอร์เมนู แล้วคลิกตรงจุดที่ 1}

Select line, circle, arc, ellipse, or spline: {คลิกบนเส้นร่างที่ 6}

Specify point to project (use a snap mode): {ใช้ OSnap โหมด End แล้วคลิกตรงจุดที่ 2}

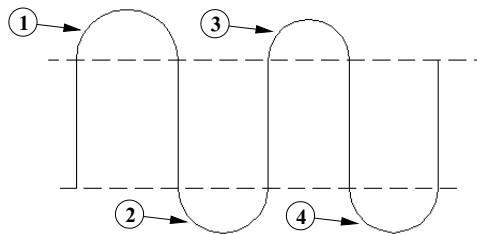
Select line, circle, arc, ellipse, or spline: {คลิกบนเส้นร่างที่ 6}

Specify point to project (use a snap mode): {ใช้ OSnap โหมด End แล้วคลิกตรงจุดที่ 3}

Select line, circle, arc, ellipse, or spline: {คลิกบนเส้นร่างที่ 6}

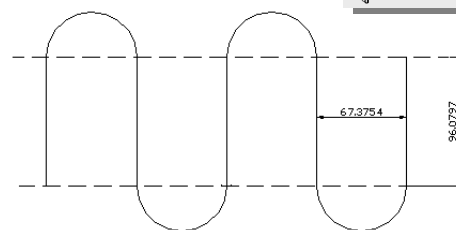
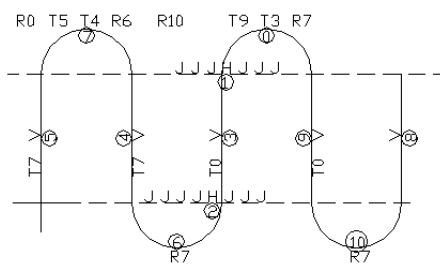
Specify point to project (use a snap mode): {ใช้ OSnap โหมด End แล้วคลิกตรงจุดที่ 4}
Select line, circle, arc, ellipse, or spline: {คลิกบนเส้นร่างที่ 6}
Specify point to project (use a snap mode): {ใช้ OSnap โหมด End แล้วคลิกตรงจุดที่ 5}
Select line, circle, arc, ellipse, or spline: {คลิกบนเส้นร่างที่ 6}

11. จากรูปที่ 2.38 กำหนดโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงแบบ Project ให้กับส่วนล่างของพาราสเกทช์ โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketch ▶ Add Constraints ▶ Project** โดยใช้วิธีเดียวกับข้อ 10 คือใช้ OSnap โหมด END แล้วคลิกจุดที่ 7 แล้วคลิกบนเส้นประหมายเลข 12 แล้วใช้ OSnap โหมด END แล้วคลิกจุดที่ 8 แล้วคลิกบนเส้นประหมายเลข 12 เหมือนเดิมอีก แล้วทำต่อไปจนครบทุกจุด จะปรากฏดังรูปที่ 2.39



รูปที่ 2.39

12. จากรูปที่ 2.38 กำหนดโหมดการบังคับรูปทรงแบบรัศมีให้กับส่วนโค้งทุกส่วน โดยกำหนดให้ส่วนโค้งที่ 2,3,4 มีรัศมีเท่ากับส่วนโค้งที่ 1 โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketch ▶ Add Constraints ▶ Radius** แล้วคลิกบนส่วนโค้งที่ 1-2,1-3,1-4 จะปรากฏดังรูปที่ 2.40



รูปที่ 2.40

13. ต่อไปเราเพียงแต่บังคับพาราสเกทช์ด้วยขนาดเพียง 2 จุด โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Add Dimension** พาราสเกทช์ก็จะถูกบังคับอย่างสมบูรณ์ (Fully Constrained) ดังรูปที่ 2.40 (ขวา)

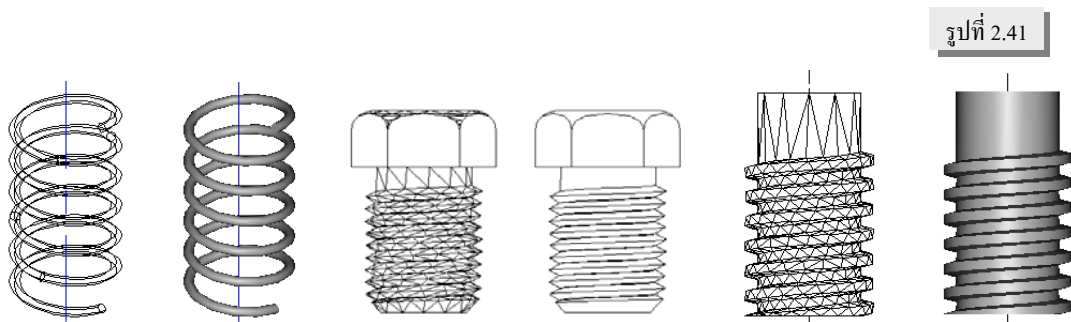
Note

ถึงแม้ว่าในวิวพอร์ต Front จะปรากฏไอคอนดินสอหักอยู่ เมื่อใช้คำสั่ง **Part ▶ Add Dimension** ระนาบ XY ของ UCS ไอคอนจะขนานกับวิวพอร์ต Front โดยอัตโนมัติ เราจึงสามารถให้ขนาดในวิวพอร์ตนี้ได้

เป็นอันเสร็จสิ้นการสร้างพารสเกทช์ ซึ่งเราสามารถเขียนหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์บนระนาบทำงาน(Work Plane) ของพารสเกทช์นี้ แล้วจึงใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketched Features ▶ Sweep...** เพื่อแปลงพารสเกทช์และโปรไฟล์สเกทช์ให้เป็นชิ้นส่วน 3 มิติ จะกล่าวอย่างละเอียดในบทต่อไป

พารสเกทช์ 3 มิติแบบเกลียว(3D Path (Helix) Sketches)

พารสเกทช์แบบเกลียว(3D Path Sketch)เป็นทางเดินของหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์ ใช้สำหรับชิ้นส่วน 3 มิติที่มีลักษณะเป็นรูปเกลียว(Helix) อาทิ เช่น สปริง น็อต เฟืองและอื่นๆ เป็นต้น

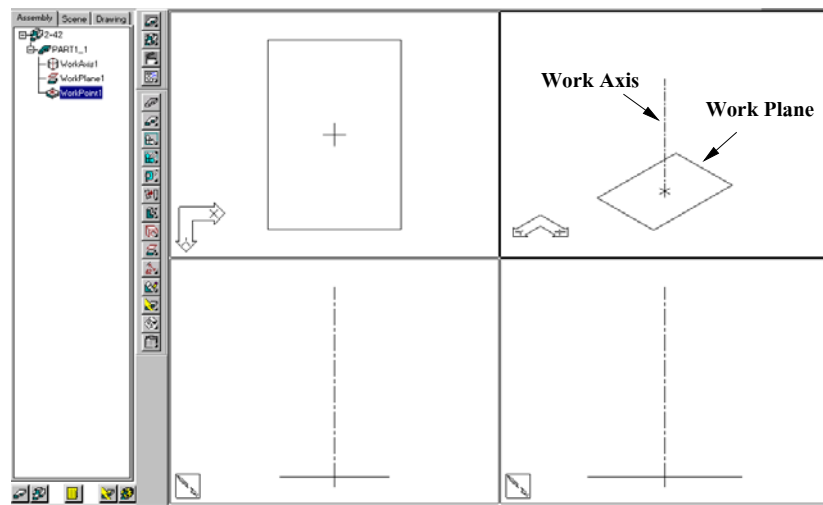


ก่อนที่จะสร้างพารสเกทช์แบบเกลียวได้ สิ่งที่เราต้องสร้างไว้ก่อนก็คือระนาบสเกทช์(Sketch Plane)กับแกนทำงาน(Work Axis) หรืออาจจะใช้ขอบของชิ้นส่วน 3 มิติที่เป็นส่วนโค้งของทรงกระบอก(Circular Edge)หรือใช้ผิวหน้าเป็นส่วนโค้งของทรงกระบอก(Circular Face) เป็นหลักในการกำหนดทิศทางของหันเหของพารสเกทช์แบบเกลียวได้ ถ้าใช้ Sketch Plane ร่วมกับ Work Axis เราจะต้องปรับให้ Sketch Plane ตั้งฉากกับ Work Axis ด้วยการสร้างพารสเกทช์แบบเกลียวมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ใช้คำสั่ง **File ▶ New** เพื่อเริ่มไฟล์ใหม่ในโหมด Assembly เมื่อปรากฏไดอะล็อก Start Up เลือก Start from Scratch และระบบ Metric
2. ใช้คำสั่ง **View ▶ Model ViewPorts ▶ 4 Viewports** หรือพิมพ์ 4 แล้ว **ENTER**
3. เลือกระนาบที่ต้องการเขียนแกนทำงาน(Work Axis) ในที่นี้เราต้องการใช้ระนาบ Front เพราะจะทำให้เราสามารถเขียน Work Axis ให้พุ่งขึ้นในแนวแกน Z ได้ โดยคลิกบนวิวพอร์ต Front แล้วใช้คำสั่ง **Assist ▶ UCS ▶ View** เพื่อปรับ UCS ไอคอนให้หันเหขนานกับวิวพอร์ต Front
4. ใช้คำสั่ง **Part ▶ Work Features ▶ Work Axis** แล้วคลิก ณ ตำแหน่งเริ่มต้นและตำแหน่งปลายของ Work Axis จะปรากฏ Work Axis เป็นเส้นประ
5. สร้าง Sketch Plane และ Work Plane ให้ตั้งฉากกับ Work Axis ที่สร้างในข้อที่แล้ว โดยใช้

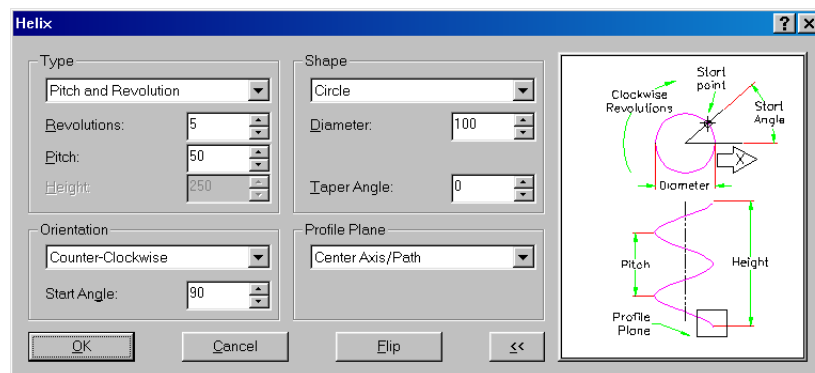
คำสั่ง **Part** ► **Work Features** ► **Work Plane** จะปรากฏไดอะล็อก **Work Plane Feature** ให้คลิกบนปุ่มเรดิโอของตัวเลือก **Normal to Start** ให้แน่ใจว่าปรากฏเครื่องหมาย ✓ หน้าตัวเลือก **Create Sketch Plane** แล้วคลิก **OK** จากนั้นจะปรากฏข้อความ **Select End Point:** ให้คลิกลงบนปลายด้านล่างของ **Work Axis** แล้วกดปุ่ม **ENTER** จนกระทั่งกลับมาที่บรรทัด **Command:** จะปรากฏดังรูปที่ 2.42

รูปที่ 2.42

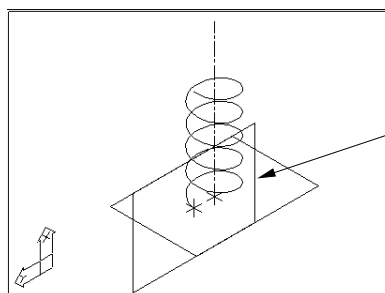


- สร้างพารเกลียว(Helix)โดยใช้คำสั่ง **Part** ► **Sketch** ► **3D Path (Helix)...** แล้วคลิกบน **Work Axis** จะปรากฏไดอะล็อก **Helix** ดังรูปที่ 2.43 ให้กำหนดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 100 จำนวนรอบเท่ากับ 5 ระยะห่างระหว่างเกลียว(Pitch)เท่ากับ 50 เกลียวหมุนทวนเข็มนาฬิกา มุมเริ่มต้นของเกลียว 90 องศา สร้างระนาบสำหรับโปรไฟล์สเกทช์ซึ่งใช้เป็นหน้าตัด โดยเลือก **Center Axis/Path** แล้วคลิกบนปุ่ม **Flip** เพื่อพลิกกลับเกลียวให้พุ่งออกไปในทิศทางตรงกันข้าม สุดท้ายกดปุ่ม **ENTER** เพื่อใช้ระนาบ **XY** ของ **UCS** ไอคอนที่โปรแกรมกำหนดมาให้

รูปที่ 2.43



Type	ใช้ตัวเลือกในกลุ่มนี้ ในการเลือกรูปแบบของเกลียว โดยเราสามารถเลือกรูปแบบในการกำหนดขนาดแบบต่างๆ
Pitch and Revolution	กำหนดระยะพิทช์(ระยะห่างระหว่างเกลียว)และจำนวนรอบ
Revolution and Height	กำหนดจำนวนรอบและความสูง
Height and Pitch	กำหนดความสูงและระยะพิทช์
Spiral	สร้างเกลียวแบบก้นหอย
Shape	ใช้ตัวเลือกในกลุ่มนี้ในการกำหนดรูปร่างของเกลียวซึ่งมี 2 แบบคือเกลียวแบบวงกลม(Circle)และเกลียวแบบวงรี(Ellipse)
Diameter	กำหนดเส้นผ่าศูนย์กลางให้เกลียว
Taper	กำหนดมุมเรียวให้เกลียว
Orientation	ใช้ตัวเลือกในกลุ่มนี้สำหรับกำหนดทิศทางการหันของเกลียว
Clockwise	กำหนดทิศทางของเกลียวให้หมุนตามเข็มนาฬิกา
Counter-Clockwise	กำหนดทิศทางของเกลียวให้หมุนทวนเข็มนาฬิกา
Start Angle	กำหนดมุมเริ่มต้นของเกลียว
Profile Plane	ใช้ตัวเลือกนี้สำหรับสร้างระนาบทำงานสำหรับเขียนหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์
None	ไม่มีการสร้างระนาบทำงานสำหรับหน้าตัดโปรไฟล์สเกทช์
Center Axis/Path	สร้างระนาบทำงาน(Work Plane)ให้ตั้งฉากกับระนาบทำงานเดิม
Normal to Start	สร้างระนาบทำงาน(Work Plane)ให้ตั้งฉากกับจุดเริ่มต้นของเส้นเกลียว
Flip	ใช้ปุ่มนี้ในการพลิกกลับทิศทางเกลียวโดยเทียบกับแกนทำงาน(Work Axis)



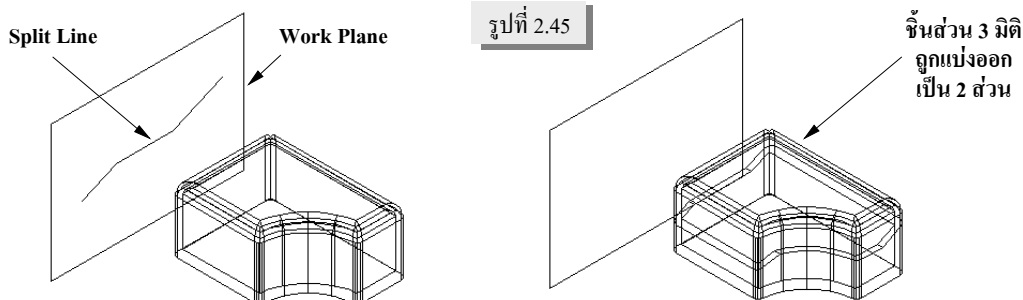
รูปที่ 2.44

Work Plane ใหม่
สำหรับเขียนหน้าตัด
โปรไฟล์สเกทช์

เมื่อสร้างพารเกิลียว(Helix)เสร็จเรียบร้อยแล้ว ต่อไปเราก็สามารถเขียนโปรไฟล์สเกทช์ลงบนระนาบทำงานใหม่ เมื่อสร้างโปรไฟล์สเกทช์เรียบร้อยแล้ว จึงใช้คำสั่ง **Part ▶ Sketched Features ▶ Sweep...** เพื่อแปลงพารเกิลียว และโปรไฟล์สเกทช์ให้เป็นชิ้นส่วน 3 มิติ

เส้นแบ่งสปลิตไลน์สเกทช์(Split Line Sketches)

เส้นแบ่งสปลิตไลน์ใช้สำหรับตัดหรือแยกผิวหน้า(Face)ของชิ้นส่วน(Part) 3 มิติออกเป็นผิวหน้าหรือชิ้นส่วนใหม่ เพื่อที่เราจะสามารถกำหนดมุม Draft Angle ให้กับ Face หรือ Part นั้นได้ มุม Draft Angle คือมุมที่ทำให้ผิวหน้า (Face)ของชิ้นส่วน(Part)เอียงทำมุมเรียว(Taper)เล็กน้อย โดยปกติประมาณ 7 องศา เพื่อช่วยให้เราสามารถถอดชิ้นส่วนออกจากโมลด์หรือแบบหล่อได้ง่าย



ในการสร้างสปลิตไลน์เพื่อแบ่งชิ้นส่วน 3 มิติออกเป็น 2 ส่วน เราจะต้องสร้างระนาบสเกทช์สำหรับเขียนเส้นสปลิตไลน์ เพื่อที่จะฉายเส้นดังกล่าวเข้าไปตัดผิวหน้าหรือชิ้นส่วน โดยการฉายสปลิตไลน์ตั้งฉากกับระนาบสเกทช์หรือระนาบ Work Plane ในการสร้างสปลิตไลน์สเกทช์มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

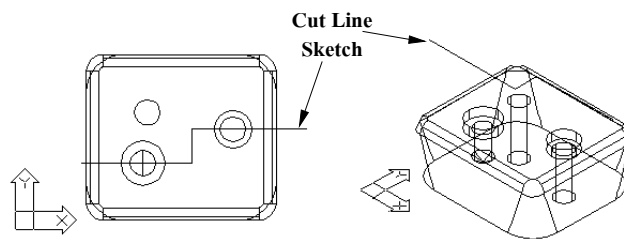
1. ใช้คำสั่ง **File ▶ Open** เปิดไฟล์ 2-45.dwg จากแผ่น CD-ROM แบนท้ายหนังสือคู่มือ จะปรากฏชิ้นส่วนดังรูปที่ 2.45
2. เลือกระนาบที่ต้องการเขียนสปลิตไลน์ ในที่นี่เราต้องการใช้วิวพอร์ท Right โดยคลิกบนวิวพอร์ท Right (มุมขวาล่าง) แล้วใช้คำสั่ง **Assist ▶ UCS ▶ View**  เพื่อปรับ UCS ไคคอนให้หันเหขนานกับวิวพอร์ท Right
3. สร้างระนาบ Work Plane โดยใช้คำสั่ง **Part ▶ Work Features ▶ Work Plane** แล้วเลือกปุ่มเรดิโอ UCS บนไดอะล็อก Work Plane Feature ให้แน่ใจว่าปรากฏเครื่องหมาย ✓ หน้าตัวเลือก Create Sketch Plane แล้วคลิก OK แล้วกดปุ่ม **ENTER** เมื่อปรากฏบรรทัดแสดงตัวเลือก Z-flip/Rotate/<Select edge to align X axis>:
4. ในวิวพอร์ท Right ใช้คำสั่ง LINE, PLINE หรือ ARC เขียนเส้นสปลิตไลน์ พาดผ่านชิ้นส่วนตาม

ต้องการ แต่มีข้อแม้ยู่ว่เส้นต่งๆ ที่เขียนขึ้นมจะต้องยื่นเลยออกไปด้านนอกควมกว้างของชิ้นส่วนต่งสองข้าง

5. แปลงเส้นต่งๆ ที่สร้างจากข้อที่แล้วให้เป็นสปลิทไลน์สเกทช์ โดยใช้คำสั่ง Part ▶ Sketch ▶ Split Line แล้วเลือกเส้นที่ต้องการใช้เป็นสปลิทไลน์ต่งหมด จากนั้นกดปุ่ม  จนกระทั่งกลับไปทีบรทัด Command: สปลิทไลน์สเกทช์ได้ถูกสร้างขึ้นแล้ว
6. ใช้คำสั่ง Part ▶ Placed Features ▶ Part Split เพื่อแยกชิ้นส่วน 3 มิติออกเป็น 2 ส่วน โดยคลิกบนเส้นสปลิทไลน์ แล้วกดปุ่ม  จนกระทั่งกลับไปทีบรทัด Command: ชิ้นส่วน 3 มิติจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน เป็นอันเสร็จสิ้นการใช้สปลิทไลน์แยกชิ้นส่วนออกเป็น 2 ส่วน

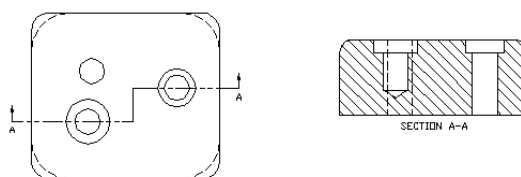
สเกทช์แนวตัด(Cut Line Sketches)

สเกทช์แนวตัด(Cut Line Sketch)ใช้เป็นเส้นแนวตัดลากผ่านชิ้นส่วน 3 มิติ เพื่อที่จะได้แสดงลายตัด(Pattern)ของชิ้นส่วน 3 มิติในการจัดแบบแปลน 2 มิติ



รูปที่ 2.46

ชิ้นส่วน 3 มิติและสเกทช์แนวตัด



แบบแปลน 2 มิติซึ่งเกิดจากสเกทช์แนวตัด

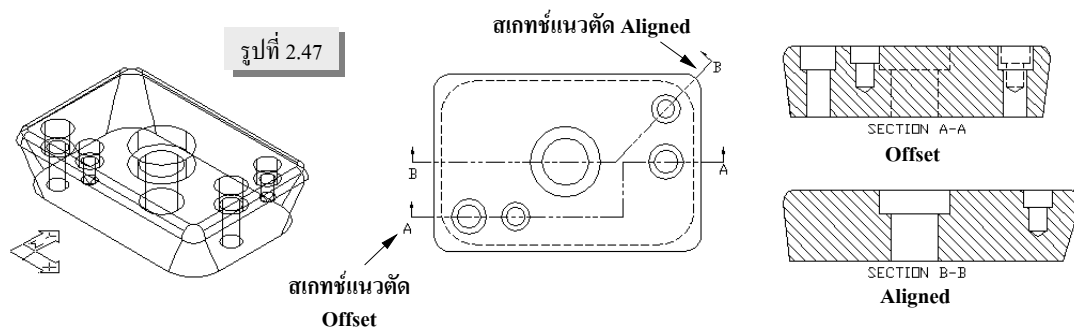
ในโหมด Drawing เราสามารถที่จะแปลงชิ้นส่วน 3 มิติให้เป็น 2 มิติ แสดงมุมมองต่งๆ อาทิ เช่น ภาพด้านบน ภาพด้านหน้า ภาพด้านข้าง ภาพช่วย ภาพแสดงลายตัด(Section View) ภาพไอโซเมตริก ภาพขยาย เป็นต้น และในการเขียนภาพลายตัดใน 2 มิติ เราเพียงแต่สร้างสเกทช์แนวตัดขึ้นมา ให้นายลงไปบนชิ้นส่วน 3 มิติ ก็จะสามารสร้างภาพแสดงลายตัดจากชิ้นส่วน 3 มิตินั้นโดยอัตโนมัติ

สเกทช์ลายตัดมีอยู่ 2 แบบคือแบบออฟเซท(Offset)และแบบเอียง(Aligned) สเกทช์แบบ Offset นั้นจะต้องสร้าง

จากเส้นตรง 2 มิติซึ่งเป็นเส้นที่อยู่ในแนวนอนและแนวตั้งเท่านั้น ส่วนแบบ Aligned นั้นจะต้องสร้างจากเส้นตรง 2 มิติซึ่งเป็นเส้นที่ไม่ได้อยู่ในแนวนอนหรือแนวตั้ง

ในการสร้างสเกทช์แนวตัดมีเงื่อนไขที่จะต้องปฏิบัติตามดังต่อไปนี้

- สเกทช์แนวตัดจะต้องสร้างจากคำสั่ง LINE หรือ PLINE เท่านั้น
- จุดเริ่มต้นและสิ้นสุดของสเกทช์แนวตัดจะต้องยื่นออกไปนอกชิ้นส่วน 3 มิติ
- เส้นเชกเมนต์เริ่มต้นและเส้นเชกเมนต์สิ้นสุดของสเกทช์แนวตัดแบบ Offset จะต้องขนานกัน
- เส้นเชกเมนต์เริ่มต้นและเส้นเชกเมนต์สิ้นสุดของสเกทช์แนวตัดแบบ Offset จะต้องตั้งฉากกับมุมมอง View ในโหมด Drawing
- เส้นเชกเมนต์ของสเกทช์แนวตัดแบบ Offset สามารถหักมุมครั้งละ 90 องศาเท่านั้น
- สเกทช์แนวตัดแบบเอียง(Aligned) สามารถใช้เส้นตรงได้ไม่มากกว่า 2 เชกเมนต์
- เส้นเชกเมนต์ของสเกทช์แนวตัดแบบ Aligned สามารถหักมุมเป็นมุมเท่าใดก็ได้



สำหรับขั้นตอนในการสร้างสเกทช์แนวตัดนั้น มีขั้นตอนการสร้างเหมือนกับสเกทช์เส้นแบ่งสเปคไลน์ทุกประการ โดยมีขั้นตอนตั้งแต่ข้อ 1 ถึงข้อ 4 เหมือนกัน ส่วนในข้อ 5 เปลี่ยนไปใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Cut Line Sketch แทน ส่วนข้อ 6 ให้ตัดทิ้งไป หลังจากสร้างสเกทช์แนวตัดในข้อ 5 เสร็จเรียบร้อยแล้ว เราจะต้องเปลี่ยนโหมด Assembly หรือโหมด Part ไปเป็นโหมด Drawing แสดงพื้นที่วาดภาพในเปเปอร์สเปส จากนั้นจึงใช้คำสั่ง Drawing ► New View สร้าง Base View แสดงมุมมองด้านบนขึ้นมาเสียก่อน จึงใช้คำสั่งเดิมสร้างมุมมอง Ortho แล้วเลือก Section Views... แล้วเลือกโหมด Offset หรือ Align ขึ้นอยู่กับสเกทช์แนวตัดที่เราสร้างขึ้น จากนั้นพิมพ์ตัวอักษรย่อ เข้าไปใน Section Symbol แล้วกำหนดลายตัด Pattern ที่ต้องการ เราก็จะได้มุมมองภาพตัดดังรูปที่ 2.47 (ขวา) ในบทนี้เกี่ยวข้องการสร้างสเกทช์เท่านั้น ส่วนรายละเอียดขั้นตอนในการสร้างแบบแปลนภาพตัดจากชิ้นส่วน 3 มิติ ผู้เขียนจึงขอกล่าวอย่างละเอียดในบทต่อไป

เป็นอันว่าเราได้รู้จักวิธีการสร้างสเกทช์และบังคับ(Constrain)สเกทช์ให้อยู่ในกรอบที่เราต้องการได้แล้ว อย่างไรก็ตาม สิ่งสำคัญที่เราควรจำไว้เสมอคือเราจะต้องบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรง(Geometric Constraints)ก่อนการบังคับสเกทช์ด้วยขนาด(Dimension Constraints)เสมอ มิฉะนั้นเมื่อมีการแก้ไขขนาดอาจจะทำให้การเปลี่ยนแปลงบิดเบือนรูปทรงไปอย่างมีอาจที่จะคาดคะเนได้อีกสิ่งหนึ่งที่ควรทราบก็คือไม่ว่าจะเป็นโปรไฟล์สเกทช์ พารสเกทช์ 2 มิติ เส้นแบ่งสปลิตไลน์สเกทช์หรือสเกทช์แนวตัด เราสามารถใช้วิธีการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงและการบังคับสเกทช์ด้วยขนาดได้เช่นเดียวกัน ยกเว้นพารสเกทช์แบบเกลียวเพียงอย่างเดียวที่ไม่สามารถใช้โหมดการบังคับสเกทช์ได้ เพราะพารสเกทช์แบบเกลียวถูกบังคับด้วยระยะพิทช์ จำนวนรอบ เส้นผ่าศูนย์กลางและอื่นๆ แล้วจึงไม่สามารถใช้โหมดการบังคับดังกล่าวได้อีก

ท้ายบทนี้ผู้เขียนขอแนะนำให้ผู้เริ่มต้นที่ยังไม่คุ้นเคยกับการสร้างสเกทช์ แต่ต้องการเรียนรู้วิธีการสร้างชิ้นส่วน 3 มิติไปก่อนก็สามารถทำได้ ตัวอย่าง เช่น ถ้าหากเราต้องการเขียนหน้าตัด(Profile)ของชิ้นส่วน 3 มิติใดๆ ก็ตาม เราสามารถใช้คำสั่งพื้นฐานต่างๆ ของ AutoCAD R14 เขียนหน้าตัดของชิ้นส่วนโดยกำหนดให้มีขนาดและมีรูปร่างตามที่ปรากฏจริงๆ เสียก่อนซึ่งก็เหมือนกับการเขียนแบบ 2 มิติธรรมดา(ไม่ต้องให้ขนาดใดๆ ทั้งสิ้น) เมื่อได้รูปทรงและขนาดที่แน่นอนแล้ว จึงใช้คำสั่ง Part ► Sketch ► Profile แปลงเส้นทั้งหมดให้เป็นโปรไฟล์สเกทช์ การบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงจะถูกกำหนดให้กับสเกทช์ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดโดยอัตโนมัติ แต่ก็อาจจะขาดบางส่วน ซึ่งเราสามารถที่จะเพิ่มเติมโหมดการบังคับสเกทช์ด้วยรูปทรงและด้วยขนาดได้ง่ายและสะดวกกว่าวิธีการสร้างสเกทช์คร่าวๆ ที่ผู้เขียนกล่าวมาในบทนี้ แต่โปรดอย่าลืมว่าวิธีการเขียนสเกทช์คร่าวๆ นั้นเป็นวิธีที่เร็วกว่าการเขียนหน้าตัดของชิ้นส่วนให้มีขนาดและรูปร่างจริงๆ และเป็นวิธีที่โปรแกรมกำหนดมาให้ ดังนั้นจึงขึ้นอยู่กับผู้อ่านว่าจะตัดสินใจเลือกใช้วิธีใดจึงจะเหมาะสมกับตนเอง อย่างไรก็ตาม ผู้อ่านอาจจะใช้วิธีดังกล่าวนี้ไปก่อนในขณะที่ยังไม่ค่อยคุ้นเคยกับ Mechanical Desktop เท่าใดนัก หลังจากที่พอมีประสบการณ์บ้างแล้ว จึงหันมาใช้วิธีที่ได้กล่าวมาในบทนี้เพิ่มเติมรูปแบบ ซึ่งจะส่งผลให้การสร้างชิ้นส่วน 3 มิติมีประสิทธิภาพและรวดเร็วยิ่งขึ้น

