



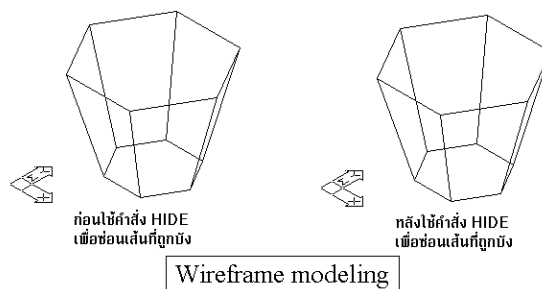
การขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติด้วยวิธี Wireframe modeling

ก่อนที่จะเรียนวิธีการเขียนวัตถุ 3 มิติแบบใดๆ นั้นเราควรจะทำความรู้จักกับวิธีการเขียนวัตถุ 3 มิติทั้งหมดที่มีอยู่ใน AutoCAD ให้เป็นที่เข้าใจเสียก่อน เพื่อที่เราจะได้เลือกใช้วิธีขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ซึ่งจะทำให้เราประหยัดเวลาในการเขียนวัตถุ 3 มิติได้อย่างมาก

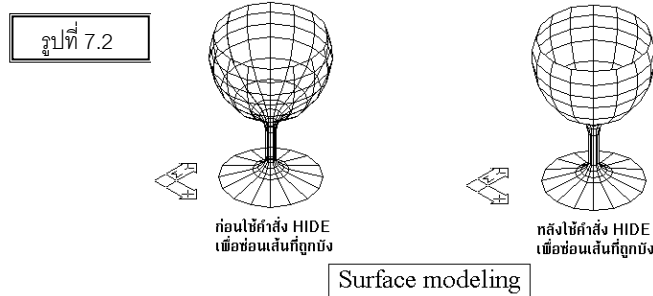
วัตถุ 3 มิติขึ้นเดียวกัน อาจถูกขึ้นรูปได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีเทคนิคและความยากง่ายแตกต่างกัน ดังนั้นการเลือกวิธีการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติได้อย่างเหมาะสม จะทำให้การขึ้นรูปเป็นไปด้วยความรวดเร็ว หากเราเลือกวิธีการขึ้นรูปวัตถุที่ไม่เหมาะสมกับงานแล้ว เราอาจจะต้องเสียเวลาเพิ่มขึ้นอีกหลายเท่าในการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติขึ้นเดียวกันก็เป็นได้ วัตถุ 3 มิติใน AutoCAD มีการแบ่งออกตามวิธีการขึ้นรูปเป็น 3 วิธีดังต่อไปนี้

1. **Wireframe modeling** คือการใช้เส้นโครงลวดกำหนดรูปร่างลักษณะของวัตถุ 3 มิติ รูปโครงลวด(Wireframe)ไม่มีพื้นผิวหน้า(Face) แต่มีเพียงเส้นขอบของโครงลวด ประกอบขึ้นเป็นวัตถุ 3 มิตินั้น เมื่อใช้คำสั่ง HIDE เพื่อซ่อนเส้นที่ถูกบังอยู่ด้านหลัง จะไม่ปรากฏความแตกต่างจากไปจากเดิมดังรูปที่ 7.1 ใน AutoCAD เราจะใช้คำสั่ง LINE, ARC, 2D POLYLINE, 3D POLYLINE, SPLINE และอื่นๆ เพื่อเขียนรูปโครงลวดซึ่งบอกรูปร่างลักษณะของวัตถุ ณ ตำแหน่งใดใน 3 มิติ การเขียนวัตถุ 3 มิติด้วยวิธีนี้เสียเวลามาก เนื่องจากเราจะต้องเขียนเส้นทุกเส้นและกำหนดตำแหน่งใน 3 มิติที่ต้องการด้วยตนเอง การขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติด้วยวิธีนี้ ใช้เป็นโครงร่างของ Surface และ Solid modeling ที่ซับซ้อน

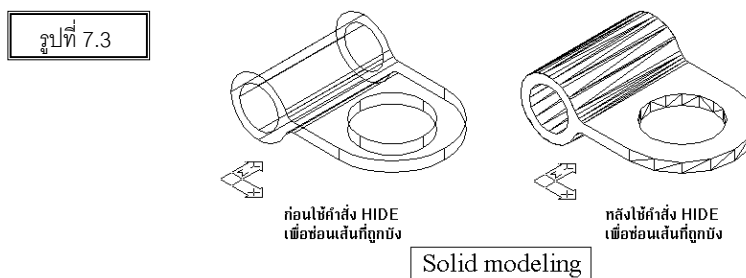
รูปที่ 7.1



2. **Surface modeling** มีวิธีการที่ซับซ้อนกว่า Wireframe modeling เนื่องจากมีการกำหนดขอบ(Edges)และพื้นผิว(Surface)ของวัตถุ 3 มิติ Surface modeling มีการกำหนดพื้นผิวโดยใช้โพลีกอนเมช(Polygon mesh)ซึ่งเป็นพื้นผิว(Face)รูปสามเหลี่ยมแบนราบ(Planar)หลายๆ ชิ้นเชื่อมต่อกัน หากพื้นผิว(Face)อยู่ในระนาบเดียวกันจะไม่ปรากฏขอบ(Edge)ให้เห็น หากพื้นผิว(Face)ทำมุมในระนาบต่างกันจะทำให้ปรากฏขอบของวัตถุ 3 มิติให้เรามองเห็น เมื่อเราใช้คำสั่ง HIDE กับวัตถุ 3 มิติที่ขึ้นรูปด้วยวิธี Surface จะปรากฏดังรูปที่ 7.2 Surface modeling เป็นวิธีที่เหมาะสมกับการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติที่มีพื้นผิวเป็นส่วนโค้งส่วนเว้าหรือพื้นผิวที่ไม่ราบเรียบผิดปกติ(Irregular surface) อาทิ เช่น ภูเขา ต้นไม้ ใบไม้ แก้วอิฐฟารณยนต์ เรือ เครื่องบินและอื่นๆ เป็นต้น นอกจากนี้ AutoCAD ยังได้บรรจุคำสั่งที่ใช้ในการสร้างวัตถุ 3 มิติเรขาคณิตพื้นฐาน อาทิ เช่น AI_BOX, AI_SPHERE, AI_PYRAMID, AI_CONE, AI_WEDGE, AI_DOME, AI_DISH, AI_TORUS เป็นต้น



3. **Solid modeling** เป็นวิธีขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติที่ง่ายและสะดวกที่สุด ด้วยวิธีนี้เราสามารถที่จะเขียนวัตถุ 3 มิติเรขาคณิตพื้นฐาน อาทิ เช่น BOX, SPHERE, CYLINDER, CONE, WEDGE, TORUS แล้วรวมวัตถุเหล่านั้นเข้าด้วยกันเพื่อสร้างวัตถุ 3 มิติรูปใหม่ที่มีความซับซ้อนกว่า โดยการรวมวัตถุ 3 มิติเข้าด้วยกัน(Union) หักลบวัตถุ 3 มิติออกจากกัน(Subtract)และหาส่วนของวัตถุ 3 มิติที่ตัดกัน(Intersection) โดยใช้ส่วนของวัตถุที่ทับกันหรือตัดกันโดยปริมาตร เราสามารถสร้าง Solid จากวัตถุ 2 มิติแบบปิดโดยยืดหรือหมุนวัตถุ 2 มิติไปตามแนว Path วิธีนี้เหมาะสำหรับงานทางด้านสถาปัตยกรรม อาทิ เช่น การขึ้นรูปบ้าน อาคาร โครงสร้างสะพานและอื่นๆ เป็นต้น นอกจากนี้ เรายังสามารถที่จะทราบปริมาตร(Volume) มวล(Mass) ศูนย์กลางของปริมาตร(Centroid) โมเมนต์แรงเฉื่อย(Moments of inertia) และอื่นๆ ซึ่งใช้เป็นพื้นฐานการคำนวณทางด้านวิศวกรรมได้อีกด้วย





วัตถุที่สร้างด้วยวิธี Wireframe เปรียบเหมือนโครงกระดูก ไม่มีผิวหนังไม่มีเนื้อ ส่วนวัตถุที่สร้างด้วยวิธี Surface จะเปรียบเหมือนมีแต่เฉพาะพื้นผิวข้างในกลวงไม่มีสิ่งใดอยู่เลย ส่วนวัตถุที่สร้างด้วยวิธี Solid เปรียบเสมือนวัตถุที่ทึบตันและมีปริมาตรที่วัดค่าได้

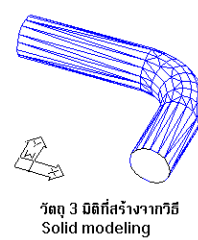
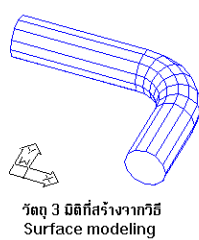
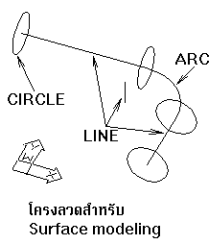
เมื่อเราได้ทราบถึงคุณลักษณะของวัตถุ 3 มิติที่สร้างจากวิธีทั้งสามแล้ว ต่อไปเราจะศึกษาการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติแบบ Wireframe modeling โดยมีรายละเอียดดังนี้

คุณสมบัติของวัตถุที่นำไปสร้างโครงลวด

โครงลวด(Wireframe)เป็นพื้นฐานของการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติแบบต่างๆ ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นตรงหรือเส้นโค้งหลายๆ เส้นเชื่อมต่อซึ่งกันและกัน ซึ่งผลแห่งการเชื่อมต่อเส้นตรงหรือเส้นโค้งเหล่านั้น ทำให้เกิดเป็นโครงร่างของวัตถุขึ้นใน 3 มิติ อย่างไรก็ตาม โครงลวดที่ถูกสร้างขึ้นเป็นรูปร่างของวัตถุ 3 มิติ จะไม่มีประโยชน์ใดๆ เลย หากเราไม่นำโครงลวดดังกล่าวไปสร้างพื้นผิว(Surface)หรือนำไปสร้างเป็นวัตถุทึบตัน(Solid)ด้วยวิธี Surface modeling หรือวิธี Solid modeling เพื่อช่วยให้เรามองเห็น(Visualize)วัตถุ 3 มิติในมุมมองต่างๆ ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

โครงลวด(Wireframe)นั้นเป็นเพียงโครงร่างของวัตถุ 2 มิติที่สร้างจากคำสั่ง อาทิ เช่น LINE, ARC, CIRCLE, ELLIPSE, 2D POLYLINE, 3D POLYLINE, SPLINE หรือคำสั่ง RECTANG ซึ่งใช้เป็นพื้นฐานในการสร้างวัตถุ 3 มิติที่มีความซับซ้อน อย่างไรก็ตามโครงลวดไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง เนื่องจากไม่สามารถซ่อนเส้นที่ถูกบังด้วยคำสั่ง HIDE และไม่สามารถแสดงสีของพื้นผิวด้วยคำสั่ง RENDER ได้ เพราะเหตุว่าโครงลวดไม่มีผิวหน้า(Face)

โครงลวดนั้นมีประโยชน์ต่อการสร้างโครงร่างของวัตถุ 3 มิติที่ซับซ้อนและมีส่วนเกี่ยวข้องต่อการสร้างโดยใช้คำสั่งพื้นฐานด้วยวิธี Surface modeling และวิธี Solid modeling โดยตรง โดยทั่วไปแล้วการสร้างโครงลวดนั้นอาศัยเทคนิคการใช้คำสั่งในการเขียนแบบ 2 มิติ ร่วมกับการใช้คำสั่ง UCS ช่วยในการกำหนดระนาบสร้างวัตถุ XY ให้หันเหไปในทิศทางที่ต้องการเขียนโครงลวดนั้น



รูปที่ 7.4

อย่างที่กล่าวมาแล้วว่าเราใช้โครงลวดเป็นพื้นฐานในการขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติที่ซับซ้อน อย่างไรก็ตาม โครงลวดซึ่งจะนำไปใช้ขึ้นรูปวัตถุ 3 มิติด้วยวิธี Surface modeling หรือวิธี Solid modeling นั้นมีความแตกต่างกันในรูปแบบและตำแหน่งการจัดวาง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีขึ้นรูปและคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับวิธีขึ้นรูปวัตถุ 3 มิตินั้น จากรูปที่ 7.4 (ซ้าย) เป็นโครงลวดที่สร้างจากคำสั่ง LINE, CIRCLE และคำสั่ง ARC ซึ่งใช้สำหรับขึ้นรูปท่อด้วยวิธี Surface modeling ด้วยวิธีนี้ตำแหน่งของวงกลมที่ใช้เป็นหน้าตัดของท่อจะวางอยู่ในตำแหน่งจุดเริ่มต้นของเส้นตรง

และเส้นโค้ง เราสามารถใช้คำสั่ง TABSURF ในการสร้างท่อตรงและใช้คำสั่ง REVSURF สร้างท่อโค้งโดยใช้เส้นตรง LINE เป็นแกนหมุนของส่วนโค้ง จากรูปที่ 7.4 (ขวา) เป็นโครงลวดที่สร้างจากคำสั่ง 2D POLYLINE และคำสั่ง CIRCLE ซึ่งใช้สำหรับขึ้นรูปท่อด้วยวิธี Solid modeling ด้วยวิธีนี้ เราเพียงแต่งใช้คำสั่ง POLYLINE เขียนเส้นตรงและเส้นโค้งให้เป็นวัตถุเดียวกันและใช้คำสั่ง CIRCLE เขียนวงกลมหนึ่งวงอยู่บนปลายด้านใดด้านหนึ่งของเส้นโพลีไลน์ แล้วจึงใช้คำสั่ง EXTRUDE เพื่อขยายหน้าตัดของวงกลมให้ยืดไปตามแนวทางเดิน(Path) ของโพลีไลน์ซึ่งจะได้รูปท่อตามต้องการ

สรุปได้ว่าการขึ้นรูปโครงลวดของวัตถุ 3 มิติ เราจึงควรที่จะต้องเลือกวิธีขึ้นรูปวัตถุที่เหมาะสมเสียก่อน เช่นวิธี Surface modeling หรือวิธี Solid modeling แล้วจึงศึกษาการใช้คำสั่งต่างๆ ในวิธีนั้นๆ ให้เป็นที่เข้าใจเป็นอย่างดีเสียก่อน เพื่อเราจะได้เขียนโครงลวดให้เป็นไปตามข้อกำหนดของการใช้คำสั่งนั้นๆ ได้อย่างถูกต้องเพื่อให้วัตถุ 3 มิติมีรูปร่างตามที่เรากำหนดต้องการ

ก่อนที่เราจะสามารถสร้างโครงลวดได้อย่างถูกต้องตรงตามวิธีการขึ้นรูปและคำสั่งที่เลือกใช้ เราควรที่จะรู้จักคุณสมบัติของคำสั่งต่างๆ ที่ใช้ในการขึ้นรูปโครงลวด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

LINE

เป็นคำสั่งซึ่งสามารถใช้ได้ใน 2 มิติและ 3 มิติ เส้นตรงที่เกิดจากคำสั่ง LINE ในแต่ละช่วงที่มีการกำหนดตำแหน่งคอร์อร์ดิเนต จะกลายเป็นวัตถุแยกชิ้นมีอิสระต่อกัน แต่ละช่วงของเส้นตรงสามารถกำหนดให้อยู่ในตำแหน่งใดๆ ใน 3 มิติได้ เหมาะสำหรับนำไปเขียนโครงลวดสำหรับ Surface modeling ซึ่งไม่ต้องการความต่อเนื่องของแต่ละช่วงของพื้นผิว หากกำหนดให้ LINE มีความหนา(Thickness)ในแนวแกน Z เส้นตรง LINE จะกลายเป็น Surface ทันทที เส้นตรง LINE ไม่สามารถกำหนดให้มีความกว้าง(Width)ของเส้นได้

3DPOLY

3D POLYLINE นั้นเหมือนกับคำสั่ง LINE สามารถใช้ได้ทั้ง 2 มิติและ 3 มิติ ในแต่ละช่วงของ 3DPOLY สามารถกำหนดให้อยู่ในตำแหน่งใดๆ ใน 3 มิติและทุกๆ ช่วงที่มีการกำหนดตำแหน่งคอร์อร์ดิเนต จะกลายเป็นวัตถุชิ้นเดียวกัน ไม่สามารถกำหนดความหนา(Thickness)และความกว้าง(Width)ของเส้น คำสั่งนี้เหมาะสำหรับใช้ทั้ง Surface และ Solid modeling ที่ต้องการความต่อเนื่องของพื้นผิวในแต่ละช่วง

POLYLINE

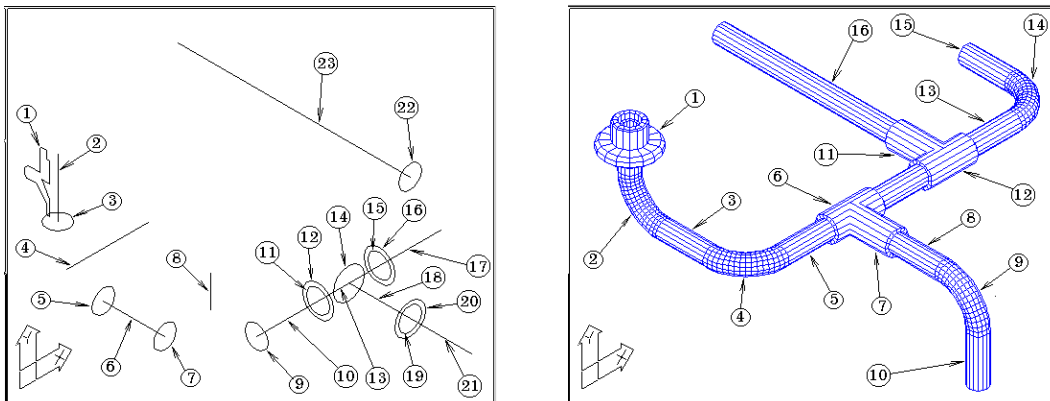
2D POLYLINE หรือ PLINE เป็นคำสั่งใน 2 มิติ แต่เรานิยมใช้คำสั่งนี้สร้างโครงลวด 3 มิติ เนื่องจากเส้นที่เกิดจากคำสั่งนี้ ในทุกๆ ช่วงที่มีการกำหนดตำแหน่งคอร์อร์ดิเนต จะกลายเป็นวัตถุชิ้นเดียวกันและทุกๆ ตำแหน่งคอร์อร์ดิเนตที่ถูกกำหนดจะอยู่ในระนาบ UCS ใช้งานเดียวกัน ไม่สามารถกำหนดตำแหน่งคอร์อร์ดิเนตให้อยู่ในตำแหน่งที่ต่างกันทั้ง 3 มิติได้ คำสั่งนี้เหมาะสำหรับใช้เขียนโครงลวดในส่วนที่เป็นพื้นทีหน้าตัดในทั้ง Surface และ Solid modeling และใช้ในกรณีที่ต้องการบังคับให้ทุกๆ จุดของเส้นที่กำหนดอยู่ในระนาบเดียวกัน

ARC	เป็นคำสั่งใน 2 มิติ แต่เรามักใช้คำสั่งนี้สร้างโครงลวดในส่วนที่เป็นเส้นโค้งใน 3 มิติ เส้นโค้ง ARC จะอยู่ขนานไปกับระนาบ UCS ใช้งาน ซึ่งหมายถึงจุดทั้งสามของเส้นโค้งจะอยู่บนระนาบเดียวกันเสมอ คำสั่งนี้สามารถใช้ได้ในทั้ง Surface และ Solid modeling
CIRCLE	คำสั่งนี้นิยมใช้ขึ้นรูปโครงลวดของวัตถุรูปทรงกระบอกกลม ซึ่งจะขนานไปกับระนาบ XY ของ UCS ใช้งาน เราสามารถใช้คำสั่งนี้สำหรับเขียนโครงลวดสำหรับ Surface และ Solid modeling
ELLIPSE	คำสั่งนี้นิยมใช้ขึ้นรูปโครงลวดของวัตถุ 3 มิติที่มีหน้าตัดเป็นรูปวงรี ซึ่งจะขนานไปกับระนาบ XY ของ UCS ใช้งาน เราสามารถใช้คำสั่งนี้สำหรับเขียนโครงลวดสำหรับ Surface และ Solid modeling
RECTANG	ใช้สำหรับเขียนหน้าตัดของกล่องสี่เหลี่ยม ซึ่งจะขนานไปกับระนาบ XY ของ UCS ใช้งาน เราสามารถใช้คำสั่งนี้สำหรับเขียนโครงลวดสำหรับ Surface และ Solid modeling
POLYGON	ใช้สำหรับเขียนหน้าตัดของวัตถุ 3 มิติที่มีหน้าตัดเป็นรูปหลายเหลี่ยม ซึ่งจะขนานไปกับระนาบ XY ของ UCS ใช้งาน เราสามารถใช้คำสั่งนี้สำหรับเขียนโครงลวดสำหรับ Surface และ Solid modeling

การขึ้นรูปโครงลวดสำหรับ Surface Modeling

คำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการขึ้นรูปโครงลวดสำหรับ Surface modeling มีอยู่หลายคำสั่งคือ 3DFACE, AL_MESH, REVSURF, TABSURF, RULESURF และคำสั่ง EDGESURF แต่ละคำสั่งมีความต้องการวัตถุที่จะนำมาใช้และรูปแบบการจัดวางวัตถุแตกต่างกันไป ดังนั้นเพื่อให้เราสามารถเขียนโครงลวดได้ตรงตามข้อกำหนดของคำสั่งที่จะนำมาใช้งาน เราจึงควรศึกษาหลักการสร้างโครงลวด โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

รูปที่ 7.5



ในการขึ้นรูปโครงลวด(Wireframe)และพื้นผิว(Surface)ของระบบท่อดังรูปที่ 7.5 เราจะต้องสร้างเลเยอร์(Layer) ขึ้นมาเพื่อแยกเก็บโครงลวดและพื้นผิวไว้ต่างเลเยอร์กัน แล้วจึงเขียนโครงลวดของวัตถุคราวละชิ้น เมื่อเขียนโครงลวดของวัตถุหนึ่งเสร็จแล้ว จึงสร้างพื้นผิว(Surface)ของวัตถุนั้นในทันที แล้วจึงปิด(Off)เลเยอร์เพื่อซ่อนพื้นผิว (Surface)ที่ได้สร้างขึ้นมา (เนื่องจากพื้นผิวมีโครงตาข่ายบดบังโครงลวดและเป็นอุปสรรคต่อการสร้างโครงลวดและพื้นผิวของวัตถุชิ้นที่อยู่ถัดไป) แล้วจึงขึ้นรูปโครงลวดและสร้างพื้นผิวของวัตถุที่อยู่ถัดไป และทำเช่นเดิมต่อไปจนกระทั่ง เราได้สังเกตว่ามีการทำงานที่ซ้ำซากเกิดขึ้น นั่นหมายถึง มีวัตถุที่มีขนาดเดียวกัน แต่อาจหันเหไปในทิศทางที่แตกต่างกัน ในกรณีนี้เราอาจจะขึ้นรูปโครงลวดใหม่หรือไม่ก็ได้ แต่ถ้าหากเราไม่ขึ้นรูปโครงลวดใหม่ เราสามารถใช้คำสั่ง COPY, MOVE, ROTATE หรือคำสั่ง MIRROR ในการคัดลอกพื้นผิวที่สร้างขึ้นไปยังตำแหน่งใหม่ แล้วหมุนพื้นผิวนั้นให้หันไปยังทิศทางที่ต้องการ สังเกตว่าเรามีได้สร้างโครงลวดขึ้นในทุกๆ จุดที่มีการเปลี่ยนแปลงหน้าตัดของระบบท่อ วิธีนี้จะช่วยให้เราประหยัดเวลาในการเขียนโครงลวดของรูปทรงที่มีรูปร่างและขนาดเดียวกันได้อย่างมาก เมื่อเราได้ทราบหลักการกว้างๆ ในการเขียนโครงลวดและพื้นผิวมาพอสมควรแล้ว เราจะศึกษารายละเอียดของวัตถุแต่ละชิ้นดังนี้

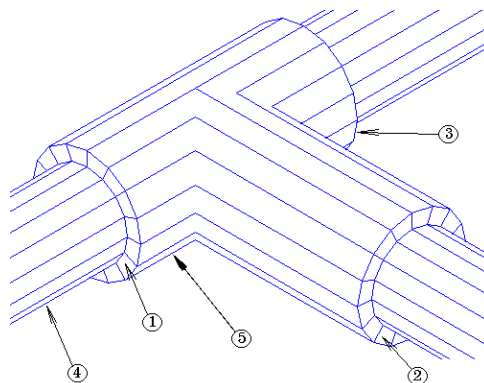
ชิ้นส่วน(1)จากรูปที่ 7.5 (ขวา) เป็นข้อต่อท่อที่สร้างจากคำสั่ง REVSURF โดยใช้เส้น POLYLINE ต่อเนื่องแบบปิด(1)รูปที่ 7.5 (ซ้าย) เป็นทางเดินของส่วนโค้ง(Path curve)และใช้เส้นตรง LINE(2)รูปที่ 7.5 (ซ้าย) เป็นแกนของการหมุน(Axis of revolution)

ชิ้นส่วน(2)จากรูปที่ 7.5 (ขวา) เป็นข้องอ 90 องศาที่สร้างจากคำสั่ง REVSURF โดยใช้วงกลม CIRCLE(3)รูปที่ 7.5 (ซ้าย) เป็นทางเดินของส่วนโค้ง(Path curve)และใช้เส้นตรง LINE(4)รูปที่ 7.5 (ซ้าย) เป็นแกนของการหมุน(Axis of revolution)

ชิ้นส่วน(3)จากรูปที่ 7.5 (ขวา) เป็นท่อตรงที่สร้างจากคำสั่ง TABSURF โดยใช้วงกลม CIRCLE(5)รูปที่ 7.5 (ซ้าย) เป็นทางเดินของส่วนโค้ง(Path curve)หรือเส้นผ่านศูนย์กลางนอกของท่อและใช้เส้นตรง LINE(6)รูปที่ 7.5 (ซ้าย) เป็นเวกเตอร์กำหนดทิศทาง(Direction vector)หรือความยาวท่อ

ชิ้นส่วน(4)จากรูปที่ 7.5 (ขวา) เป็นข้องอ 90 องศาที่สร้างจากคำสั่ง REVSURF โดยใช้วงกลม CIRCLE(7)รูปที่ 7.5 (ซ้าย) เป็นทางเดินของส่วนโค้ง(Path curve)และใช้เส้นตรง LINE(8)รูปที่ 7.5 (ซ้าย) เป็นแกนของการหมุน(Axis of revolution)

รูปที่ 7.6



ขึ้นส่วน(5)จากรูปที่ 7.5 (ขวา) เป็นท่อดตรงที่สร้างจากคำสั่ง TABSURF โดยใช้วงกลม CIRCLE(9)รูปที่ 7.5 (ซ้าย) เป็นทางเดินของส่วนโค้ง(Path curve)หรือเส้นผ่าศูนย์กลางนอกของท่อและใช้เส้นตรง LINE(10)รูปที่ 7.5 (ซ้าย) เป็นเวกเตอร์กำหนดทิศทาง(Direction vector)หรือความยาวท่อ

ขึ้นส่วน(1)จากรูปที่ 7.6 เป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างท่อดตรง(4)และข้อต่อตัวที่(5) โดยสร้างจากคำสั่ง RULESURF โดยใช้วงกลม CIRCLE(11)รูปที่ 7.5 (ซ้าย) เป็น First defining curve และใช้วงกลม CIRCLE(12)รูปที่ 7.5 (ซ้าย) เป็น Second defining curve

ส่วนข้อต่อตัวที่(ขึ้นส่วนที่ 6 และ 7 จากรูปที่ 7.5 (ขวา))เป็นท่อดตรง 2 อันทำมุมตั้งฉากกัน โดยที่ขึ้นส่วน(6)สร้างจากคำสั่ง TABSURF โดยใช้วงกลม(12)รูปที่ 7.5 (ซ้าย)เป็น Path curve และใช้เส้นตรง(13)รูปที่ 7.5 (ซ้าย)เป็น Direction vector ส่วนขึ้นส่วน(7)รูปที่ 7.5 (ซ้าย)สร้างจากคำสั่ง TABSURF โดยใช้วงกลม(14)รูปที่ 7.5 (ซ้าย)เป็น Path curve และใช้เส้นตรง(18)เป็น Direction vector

ขึ้นส่วน(8), (9), (10), (11), (12), (13), (14) และ (15) จากรูปที่ 7.5 (ขวา) เราจะขึ้นรูปโครงลวดและเขียนพื้นผิวใหม่ก็ได้ แต่ในทางปฏิบัติแล้ว เราจะคัดลอกวัตถุเฉพาะพื้นผิวที่มีรูปร่างและขนาดเดียวกัน แล้วปรับทิศทาง การหันเหไปยังทิศทางตามต้องการ เพื่อความรวดเร็วในการทำงานและหลีกเลี่ยงการทำงานที่ซ้ำซ้อน

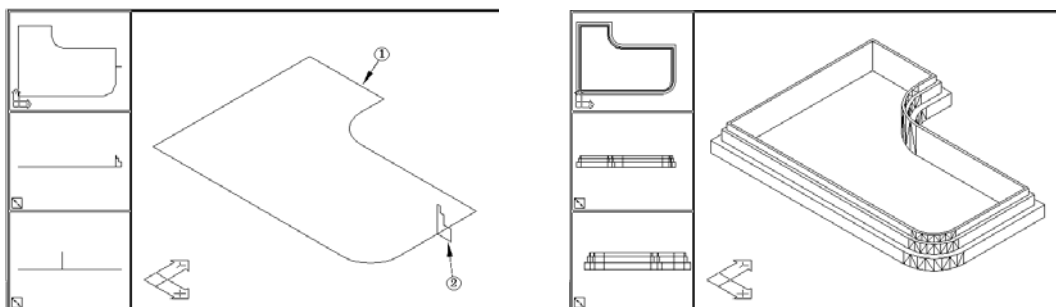
ขึ้นส่วน(16)จากรูปที่ 7.5 (ขวา) เป็นท่อดตรงซึ่งมีความยาวต่างจากท่อดตรงที่มีอยู่เดิม จึงต้องสร้างใหม่โดยใช้ คำสั่ง TABSURF โดยใช้วงกลม CIRCLE(22)รูปที่ 7.5 (ซ้าย) เป็นทางเดินของส่วนโค้ง(Path curve)หรือเส้นผ่า ศูนย์กลางนอกของท่อและใช้เส้นตรง LINE(23)รูปที่ 7.5 (ซ้าย) เป็นเวกเตอร์กำหนดทิศทาง(Direction vector) หรือความยาวท่อ

สังเกตว่าหัวใจของการเขียนโครงลวดนั้นอยู่ที่การมองภาพ 3 มิติในแต่ละวิวพอร์ทให้เป็นที่น่าสนใจ การปรับ ระบายวาดภาพ UCS ให้อยู่ในทิศทางที่ต้องการเขียนโครงลวดได้อย่างถูกต้อง การเลือกใช้คำสั่งในการสร้าง พื้นผิว(Surface)อย่างถูกต้อง

การขึ้นรูปโครงลวดสำหรับ Solid Modeling

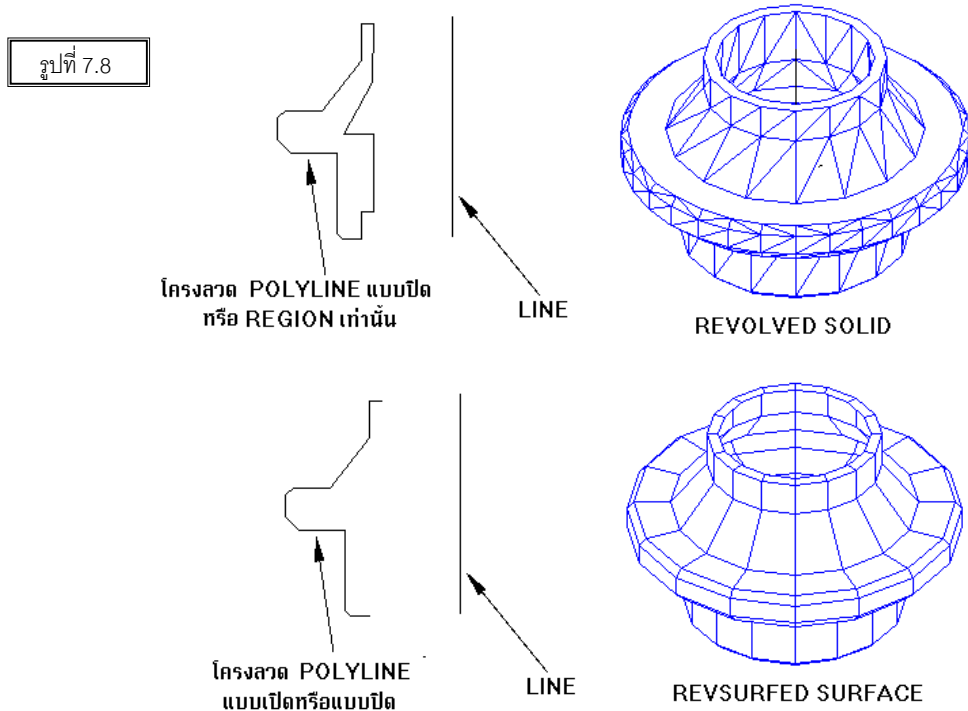
การขึ้นรูปโครงลวดสำหรับใช้กับวิธี Solid modeling ค่อนข้างซับซ้อนน้อยกว่าวิธี Surface modeling หลายเท่า เนื่องจากคำสั่งที่ใช้ในการขึ้นรูปโครงลวดสำหรับ Solid มีเพียง 2 คำสั่งคือ EXTRUDE และ REVOLVE ดังนั้นการ ขึ้นรูปโครงลวดจึงขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของคำสั่งทั้งสองนี้เท่านั้น

รูปที่ 7.7



ในการสร้าง Solid ด้วยคำสั่ง EXTRUDE ดังรูปที่ 7.7 (ขวา) เราเพียงแต่เขียนโครงลวดซึ่งประกอบไปด้วยเส้นโพลีไลน์ 2 เส้นขึ้นมอดังรูปที่ 7.7 (ซ้าย) โพลีไลน์หมายเลข 1 ใช้เป็นทางเดินของการขยายหน้าตัด(Path) ส่วนโพลีไลน์หมายเลข 2 ให้เป็นหน้าตัดของวัตถุดังรูปที่ 7.7 (ขวา)

ในการสร้าง Solid ด้วยคำสั่ง REVOLVE ดังรูปที่ 7.8 (บน) มีลักษณะคล้ายกับการเขียนโครงลวดในคำสั่ง REVSURF ใน Surface modeling ดังรูปที่ 7.8 (ล่าง) แต่จะแตกต่างกันตรงที่หน้าตัดของ Surface สามารถใช้ POLYLINE ได้ทั้งแบบเปิดและแบบปิด ส่วนหน้าตัดของ Solid จะต้องเป็น POLYLINE แบบปิดหรือเป็น REGION เท่านั้น



ในการสร้าง Solid ด้วยคำสั่ง EXTRUDE หรือคำสั่ง REVOLVE นั้น โครงลวดที่นำมาใช้เป็นหน้าตัดของ Solid จะต้องเป็น POLYLINE แบบปิดเท่านั้น หากเป็นเส้น LINE ที่เป็นเซกเมนต์ย่อยๆ เชื่อมต่อกัน จะต้องแปลงให้เป็นเส้น POLYLINE หรือ REGION ก่อน จึงนำมาใช้เป็นหน้าตัดได้ และต้องเป็นแบบปิดเท่านั้น

เนื่องจากการเขียนโครงลวด(Wireframe modeling)นั้นเกี่ยวข้องกับ Surface modeling และ Solid modeling เป็นอย่างมากและในทางปฏิบัติเราจะต้องสร้างโครงลวดควบคู่กันไปกับ Surface หรือ Solid ของวัตถุแต่ละชิ้น ดังนั้นจึงขออธิบายขั้นตอนการขึ้นรูปโครงลวดในบท Surface modeling และ Solid modeling ในบทต่อไป