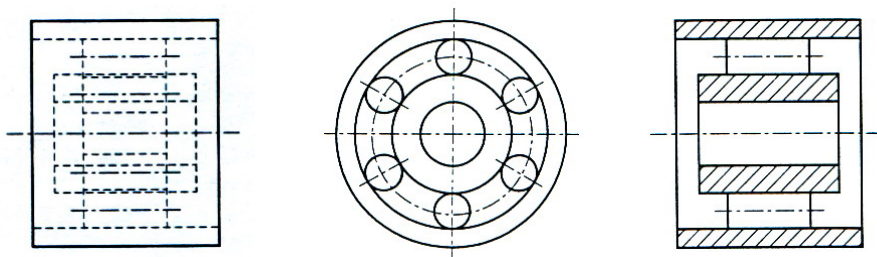


บทที่ 9

การเขียนภาพตัด

วัตถุในงานวิศวกรรมโดยส่วนใหญ่นั้นจะมีความซับซ้อนอยู่ภายในค่อนข้างมาก ยกตัวอย่าง เช่น เครื่องยนต์ของรถยนต์ ซึ่งภายในนั้นจะประกอบไปด้วยช่องสำหรับกระบอกลูกสูบ หรือโพรงสำหรับน้ำหล่อเย็น เป็นต้น ช่องหรือโพรงภายในเหล่านี้ทำให้การเขียนภาพออร์โทกราฟิกของเครื่องยนต์ประกอบไปด้วยเส้นประเป็นจำนวนมากซ้อนทับกัน การทำความเข้าใจกับภาพที่ประกอบไปด้วยเส้นประจำนวนมากเช่นนี้จึงไม่ใช่เรื่องง่าย ดังนั้นการนำเสนอภาพออร์โทกราฟิกของวัตถุที่มีเส้นประมาก ๆ จึงนิยมใช้เทคนิคการแสดงผลภาพตัดของวัตถุเข้ามาช่วย ซึ่งเทคนิคนี้จะทำให้ภาพออร์โทกราฟิกที่ได้สามารถแสดงข้อมูลเกี่ยวกับช่องหรือโพรงที่มีอยู่ภายในวัตถุโดยไม่ต้องเขียนเส้นประอีก ด้วยสาเหตุนี้เองทำให้การอ่านภาพออร์โทกราฟิกหรือการทำความเข้าใจกับโครงสร้างภายในของวัตถุนั้นสามารถทำได้ง่ายขึ้นด้วย ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 9.1

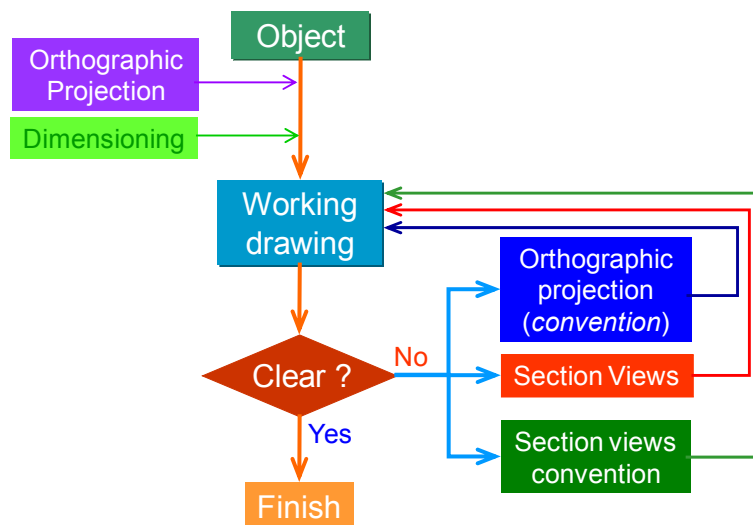


รูปที่ 9.1 แสดงตัวอย่างของภาพที่ใช้และไม่ได้ใช้เทคนิคการแสดงผลภาพตัด

หัวข้อถัดไปในบทนี้ที่จะกล่าวถึงจะเป็นภาพรวมของการเขียนแบบวิศวกรรม จากนั้นจะเป็นหัวข้อที่เกี่ยวกับเทคนิคต่าง ๆ ในการสร้างภาพตัดของวัตถุซึ่งมีอยู่ด้วยกันหลายเทคนิค ซึ่งเทคนิคต่าง ๆ เหล่านี้จะช่วยทำให้การเขียนภาพออร์โทกราฟิกทำได้ง่ายขึ้นและเข้าใจได้ง่ายขึ้นด้วย

9.1 ภาพรวมของการเขียนแบบวิศวกรรม

ดังที่ได้เคยกล่าวไปแล้วว่างานเขียนแบบวิศวกรรมนั้นมีวัตถุประสงค์เพื่อสื่อสารข้อมูลเกี่ยวกับขนาดและรูปร่างของวัตถุ โดยแปลงข้อมูลเหล่านี้ที่จากเดิมเป็นข้อมูลในสามมิติลงมาเป็นสองมิติเช่นกระดาษ เป็นต้น การแปลงข้อมูลจากสามมิติมาเป็นสองมิตินั้น เราจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่าการฉายภาพแบบอโรกราฟิกเข้ามาช่วย แต่ในบางครั้งการฉายภาพอโรกราฟิกแบบธรรมดาที่ไม่สามารถสื่อสารข้อมูลของวัตถุให้ผู้อ่านแบบเข้าใจได้ง่าย จึงจำเป็นต้องนำเอาเทคนิคอื่น ๆ มาใช้เสริมเพื่อให้ภาพอโรกราฟิกที่เขียนขึ้นมานั้น สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น เช่น การใช้สัญลักษณ์ที่ได้เรียนไปแล้วในบทที่ 8 รวมถึงเทคนิคการเขียนภาพตัดที่จะได้เรียนในบทนี้หรือหัวข้อที่จะได้กล่าวถึงในบทที่ 10 ซึ่งเกี่ยวกับสัญลักษณ์ของการเขียนภาพตัด หัวข้อเหล่านี้ถือว่าเป็นเทคนิครูปแบบหนึ่งที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับการเขียนภาพอโรกราฟิกเพื่อให้ภาพที่ได้สามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้น เพื่อให้เห็นถึงภาพรวมของการเขียนแบบวิศวกรรมที่กล่าวมานี้ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ขอให้ดูความเกี่ยวเนื่องของหัวข้อในบทต่าง ๆ ที่ได้เรียนมา ว่ามีความสัมพันธ์อย่างไรกับการเขียนแบบวิศวกรรมดังแผนภูมิที่แสดงในรูปที่ 9.2

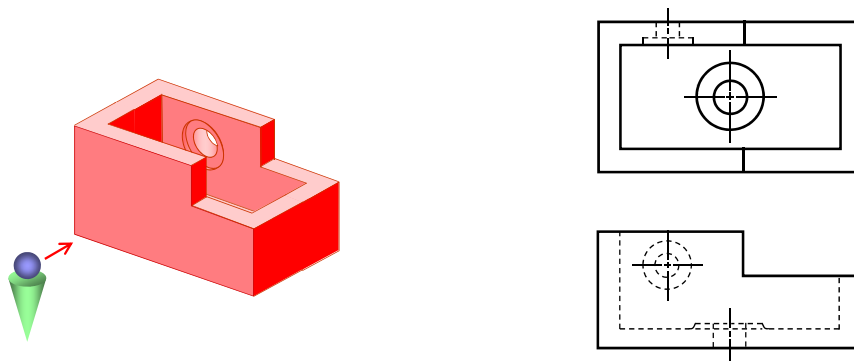


รูปที่ 9.2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหัวข้อในบทต่าง ๆ กับการเขียนแบบวิศวกรรม

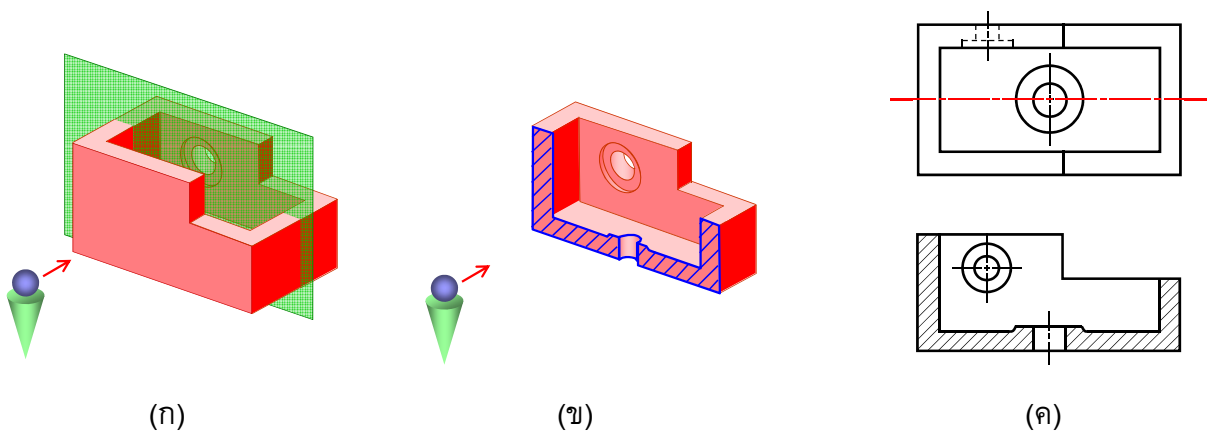
9.2 แนวคิดในการสร้างภาพตัด

ก่อนที่จะกล่าวถึงคำศัพท์ที่ใช้ในการเขียนภาพตัดนั้น จะขอแสดงแนวคิดในการสร้างภาพตัดและภาพอโรกราฟิกของภาพตัดเสียก่อน พิจารณารูปที่ 9.3 จากรูปแสดงวัตถุและภาพอโรกราฟิกของวัตถุชิ้นนั้นซึ่งประกอบด้วยภาพด้านหน้าและภาพด้านบน จากรูปจะเห็นว่าภาพด้านหน้าที่ได้มีเส้นประเป็นจำนวนมาก การทำความเข้าใจหรือต้องการบอกขนาดกับภาพที่มีเส้นประมาก ๆ เช่นนี้จึงไม่

เหมาะสม แต่ถ้าใช้หลักการสร้างภาพตัดเข้ามาช่วยแล้ว ก็จะทำให้ปัญหาดังกล่าวหมดไป โดยหลักการของการสร้างภาพตัดก็คือการสมมติระนาบตรงขึ้นมาหนึ่งระนาบ แล้วใช้ระนาบนั้นเป็นเสมือนใบมีด ตัดผ่าวัตถุออกดังแสดงในรูปที่ 9.4ก จากนั้นให้ก็ทำการยกชิ้นส่วนที่ถูกตัดแล้วออกไปดังรูปที่ 9.4ข โดยเลือกยกชิ้นส่วนที่บดบังทิศทางการมองวัตถุของผู้สังเกต คราวนี้เมื่อผู้สังเกตมองวัตถุใหม่อีกครั้งหนึ่งจะพบว่า บริเวณเดิมที่เคยถูกซ่อนและต้องเขียนเป็นเส้นประนั้น กลับกลายมาเป็นพื้นผิวที่ไม่ถูกซ่อนอีกต่อไปแล้ว ทำให้ภาพออโรกราฟิกที่เขียนออกมาไม่มีเส้นประปรากฏอยู่ดังแสดงในรูปที่ 9.4ค แต่อย่างไรก็ดีเพื่อให้ภาพที่เขียนนั้นเข้าใจได้ง่ายขึ้นจึงมีการเขียนเส้นแรงเงาเพื่อแสดงว่าบริเวณใดเป็นเนื้อของวัตถุที่ถูกใบมีดตัด และบริเวณใดเป็นช่องว่างบ้าง การใช้ระนาบแทนใบมีดในการตัดวัตถุเป็นส่วน ๆ ดังที่กล่าวไปแล้วข้างต้นนั้นเป็นเพียงการสมมติเท่านั้น ไม่ใช้การตัดวัตถุจริง ๆ ดังนั้นภาพด้านบนของวัตถุที่เขียนก็ยังคงต้องมีลักษณะเหมือนเดิม (ไม่ใช่เขียนเพียงครึ่งเดียว) ดังแสดงในรูปด้านบนของรูปที่ 9.4ค จากรูปจะเห็นว่าการเขียนเส้นเพิ่มขึ้นมาอีกเส้น (คล้ายเส้น center line ที่มีเส้นหนาที่ปลายทั้งสองด้าน) ในภาพด้านบน ซึ่งเส้นดังกล่าวใช้เพื่อแสดงแนวที่ระนาบสมมตินั้นตัดผ่านวัตถุ



รูปที่ 9.3 วัตถุตัวอย่างและภาพออโรกราฟิก

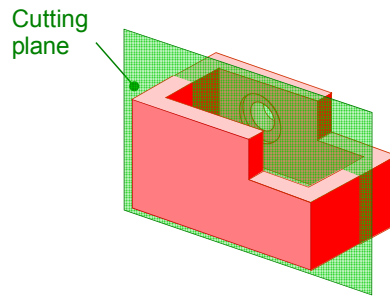


รูปที่ 9.4 แนวคิดของการสร้างภาพตัดโดยใช้ระนาบสมมติแทนใบมีด

9.3 คำศัพท์ที่เกี่ยวกับการเขียนภาพตัดและการใช้งาน

9.3.1 Cutting Plane

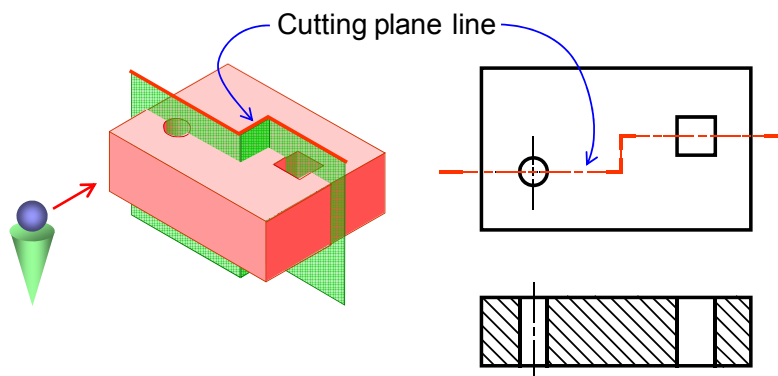
Cutting plane เป็นระนาบที่สมมติขึ้นเพื่อใช้ตัดวัตถุ เพื่อเปิดให้เห็นรายละเอียดด้านในที่ต้องการ (รูปที่ 9.5)



รูปที่ 9.5 ตัวอย่างของ cutting plane

9.3.2 Cutting Plane Line

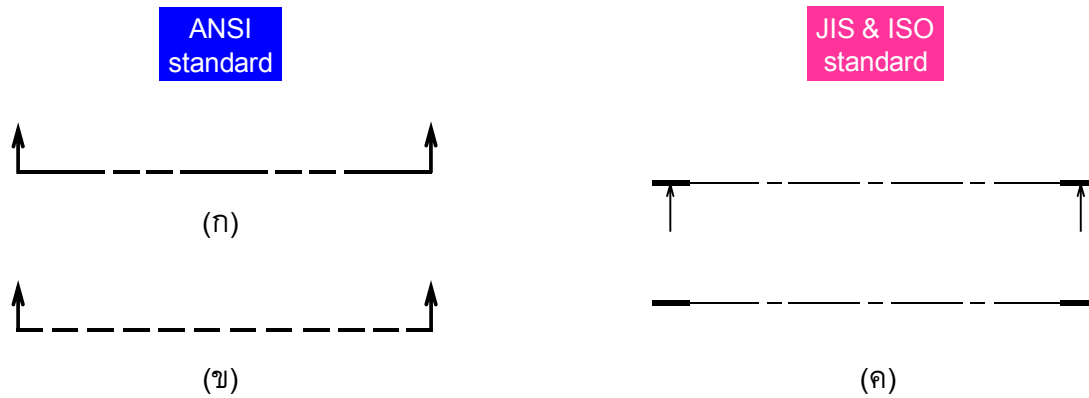
Cutting plane line เป็นเส้นแสดงขอบของระนาบที่ใช้ตัดวัตถุ ซึ่งเส้นดังกล่าวจะไปปรากฏอยู่ในภาพออโรกราฟิกดังแสดงในรูปที่ 9.6 โดยเราจะแสดงเส้น cutting plane line นี้ด้วยเส้นรูปแบบต่าง ๆ กันดังที่จะได้อธิบายต่อไป



รูปที่ 9.6 ตัวอย่างของ cutting plane line

รูปแบบของเส้น cutting plane line แบบแรกที่จะแนะนำให้รู้จักนั้น จะเขียนด้วยเส้นเข้ม มีลักษณะเป็นเส้น ยาว-สั้น-สั้น สลับกันไป โดยต้องเริ่มต้นและจบท้ายด้วยเส้นยาว ที่ปลายทั้งสองด้านของเส้นจะมีหัวลูกศรกำกับอยู่ดังแสดงในรูปที่ 9.7ก โดยทิศทางของหัวลูกศรจะชี้ไปในทิศทางที่ผู้สังเกตจะมองวัตถุเมื่อตัดบางส่วน of วัตถุออกไปแล้ว เส้น cutting plane line รูปแบบที่สองจะเป็นเส้นประเข้มที่มีปลายทั้งสองเป็นหัวลูกศรดังแสดงในรูปที่ 9.7ข ซึ่งทิศทางของหัวลูกศรนั้นจะมีความหมายเช่นเดียวกับที่ใช้ใน

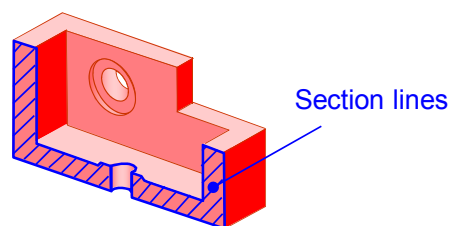
เส้น cutting plane line รูปแบบแรกนั่นเอง รูปแบบของเส้นทั้งสองแบบนี้เป็นไปตามมาตรฐาน ANSI ส่วนเส้น cutting plane line รูปแบบที่สามจะใช้เส้น center line ซึ่งเป็นเส้น ยาว-สั้น สลับกันไป โดยที่ปลายทั้งสองด้านจะมีลักษณะเป็นเส้นขีดมหาดังแสดงในรูปที่ 9.7ค และจะมีหัวลูกศรที่ปลายหรือไม่มีก็ได้ สำหรับเส้นรูปแบบสุดท้ายนี้เป็นเส้นตามมาตรฐาน JIS และจะเป็นรูปแบบที่ใช้ในหนังสือเล่มนี้ด้วย



รูปที่ 9.7 Cutting plane line รูปแบบต่าง ๆ

9.3.3 Section Lines (Cross-hatch lines)

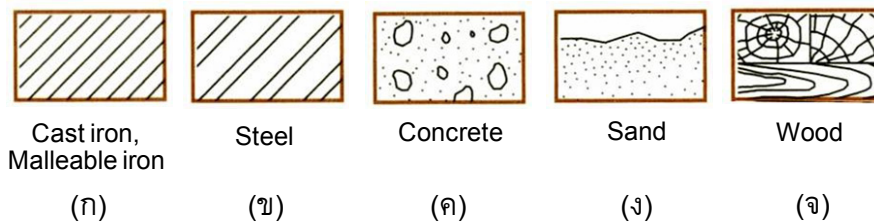
Section lines เป็นเส้นแรงที่ใช้แสดงพื้นผิวของวัตถุที่ถูกตัดด้วย cutting plane ดังแสดงในรูปที่ 9.8 ลักษณะของเส้นที่ใช้เขียน section lines นั้นจะเป็นเส้นอ่อนและมีรูปแบบที่แตกต่างกันไปโดยขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุที่เขียนด้วย ซึ่งตัวอย่างของเส้น section lines สำหรับวัตถุแต่ละชนิดนั้นได้แสดงไว้ในรูปที่ 9.9ก-จ แต่อย่างไรก็ดีเพื่อให้การเขียนเส้น section lines ในการเรียนนี้เป็นไปได้โดยสะดวก ก็จะขอใช้เส้น section lines ที่มีลักษณะเป็นเส้นเอียงที่ขนานกันและมีระยะห่างระหว่างเส้นเท่า ๆ กันดังแสดงในรูปที่ 9.9ก



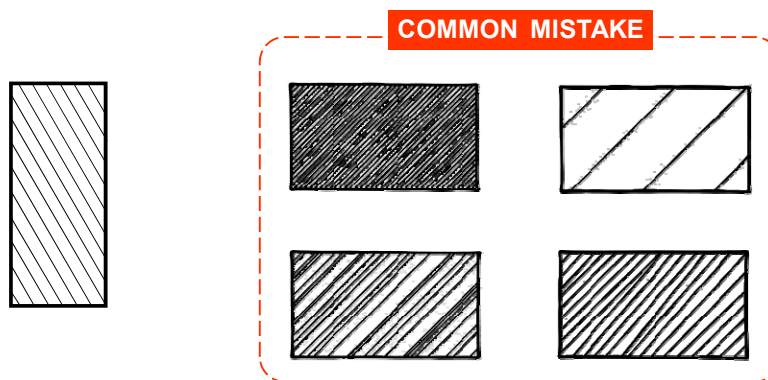
รูปที่ 9.8 เส้น section lines

การเขียนเส้น section lines ให้สวยงามนั้นจะต้องควบคุมระยะห่างระหว่างเส้นให้สม่ำเสมอ ส่วนขนาดของระยะห่างนั้นก็ขึ้นอยู่กับพื้นที่ ๆ จะแรเงา นั่นคือถ้าพื้นที่มีขนาดเล็ก ระยะห่างระหว่างเส้นก็ควรเขียนให้เล็ก แต่ถ้าพื้นที่ ๆ จะแรเงานั้นมีขนาดใหญ่ ระยะห่างระหว่างเส้นก็ควรจะมากขึ้นตามไปด้วย โดยระยะห่างระหว่างเส้นที่แนะนำนั้นควรมีระยะประมาณ 1.5 – 3 มิลลิเมตร ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม

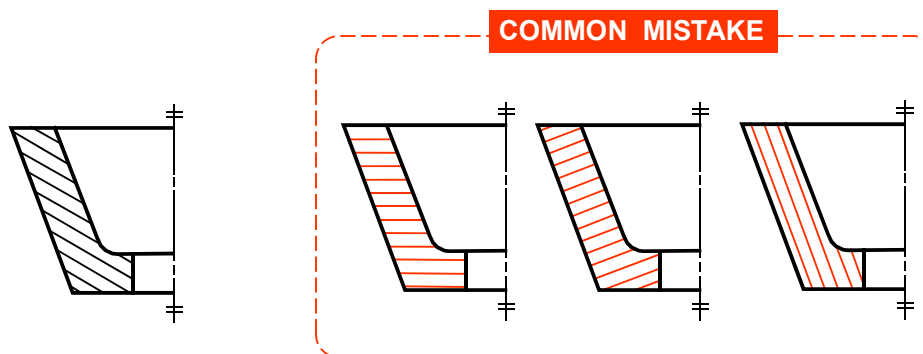
ของพื้นที่ ๆ จะแรเงานั้นเอง สำหรับการควบคุมระยะห่างระหว่างเส้น section lines ที่ดีและไม่ดีนั้นมีตัวอย่างแสดงไว้ในรูปที่ 9.10 ส่วนข้อแนะนำประการสุดท้ายสำหรับการเขียนเส้น section lines ให้สวยงามก็คือ แนวของเส้น section lines ที่เขียนนั้นไม่ควรวางตัวขนานหรือตั้งฉากกับเส้นรูปดังที่แสดงในรูปที่ 9.11



รูปที่ 9.9 Section lines รูปแบบต่าง ๆ



รูปที่ 9.10 รูปแบบของเส้น section lines ที่ดีและไม่ดี



รูปที่ 9.11 แนวการเขียนเส้น section lines ที่ดีและไม่ดี

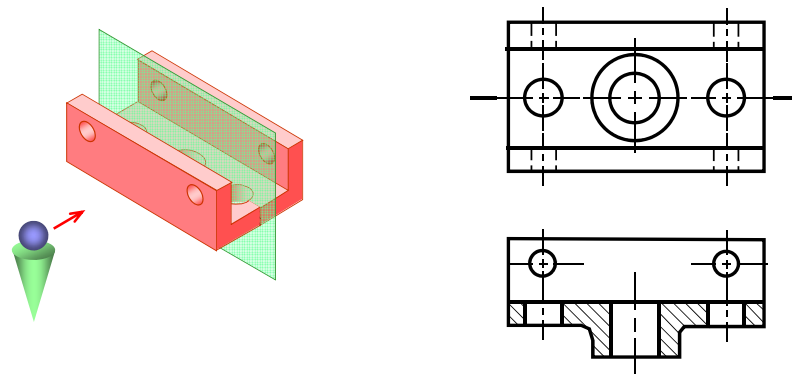
9.4 ชนิดของภาพตัด

ชนิดของการเขียนภาพตัดนั้นมียู่หลายชนิดด้วยกัน ซึ่งแต่ละชนิดก็เหมาะสมกับลักษณะของวัตถุที่ต่างกันไป สำหรับชนิดของภาพตัดที่จะกล่าวถึงในหัวข้อนี้ประกอบไปด้วย

1. Full section
2. Offset section
3. Half section
4. Broken-out section
5. Revolved section
6. Removed section

9.4.1 Full Section

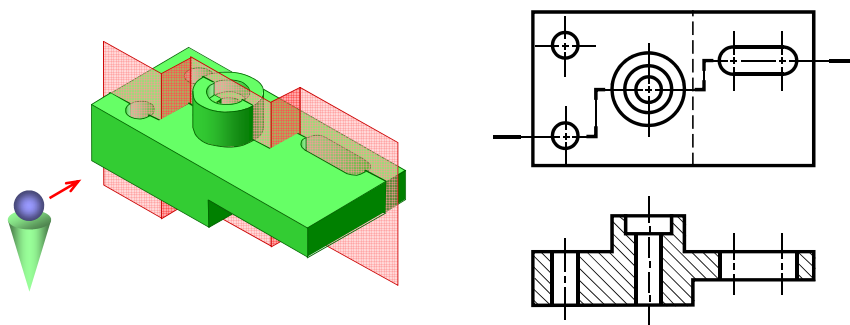
ภาพตัดชนิดแรกนี้เรียกว่า full section การสร้างภาพตัดชนิดนี้เราจะใช้ cutting plane ที่เป็นระนาบตรงตัดผ่านตลอดแนวของวัตถุดังตัวอย่างในรูปที่ 9.12



รูปที่ 9.12 ภาพตัดแบบ full section

9.4.2 Offset Section

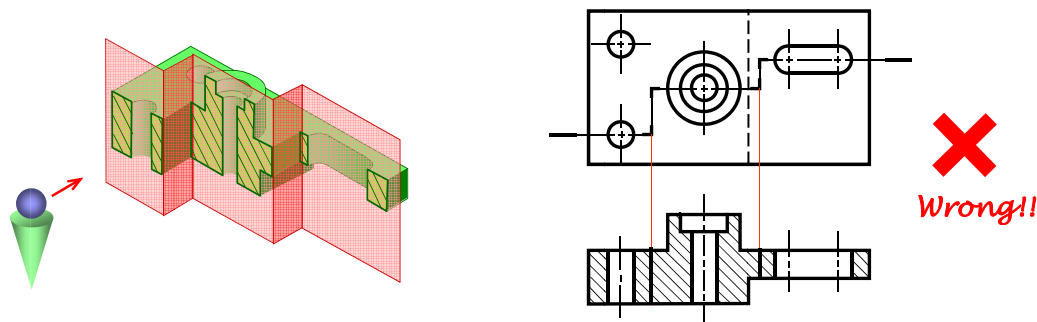
ภาพตัดชนิดนี้จะใช้ cutting plane ที่หักงอไปมา เพื่อให้สามารถตัดผ่านรายละเอียดภายในตลอดแนวความยาวของวัตถุได้ ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 9.13 และจากรูปจะเห็นว่าเมื่อเส้น cutting plane line มีการเปลี่ยนทิศทาง เราจะเขียนเส้นบริเวณนั้นด้วยเส้นเข้มหนา เหมือนกับที่เขียนบริเวณปลายทั้งสองของเส้นด้วย



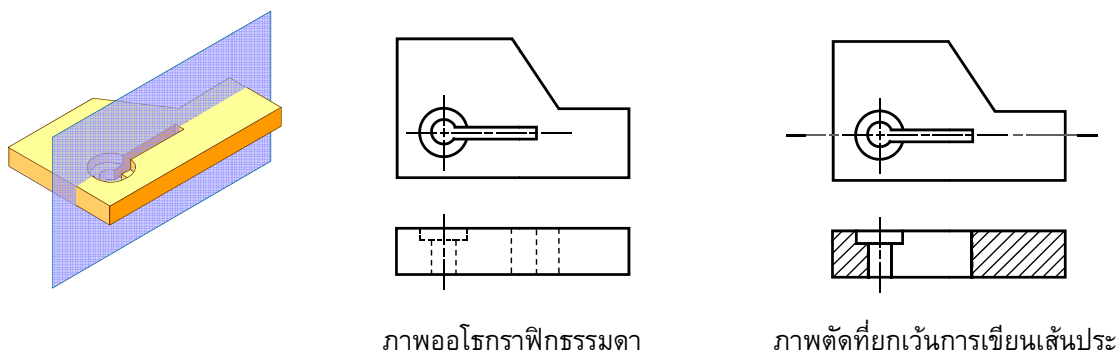
รูปที่ 9.13 ภาพตัดแบบ offset section

ในกรณีของภาพตัดแบบ offset section จะเห็นว่าวัตถุที่ถูกตัดนั้นจะเกิดขอบของพื้นผิวหักไปตามแนวตัดของ cutting plane ซึ่งถ้าใช้หลักการฉายภาพออร์โทกราฟิกแล้ว ขอบที่เกิดขึ้นมาก็ควรที่จะต้องไปปรากฏเป็นเส้นในภาพออร์โทกราฟิกดังแสดงในรูปที่ 9.14 แต่สำหรับการเขียนภาพตัดแล้วเราจะยกเว้นการเขียนเส้นขอบดังกล่าว ทำให้ภาพออร์โทกราฟิกที่ได้เป็นดังที่แสดงในรูปที่ 9.13

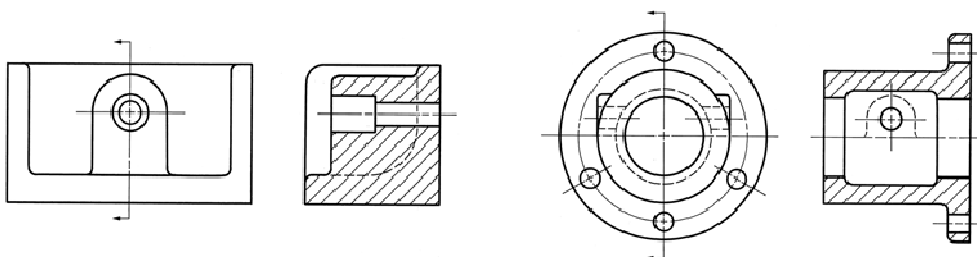
ส่วนเส้นประในภาพตัดนั้นโดยปกติแล้วเราจะละเว้นไว้นั้นคือไม่ต้องเขียนเส้นประลงไปในภาพตัดดังตัวอย่างในรูปที่ 9.15 ยกเว้นว่าการเขียนเส้นประเหล่านั้นจะทำให้ผู้อ่านแบบสามารถเข้าใจลักษณะของวัตถุได้ดียิ่งขึ้น หรือถ้าไม่เขียนเส้นประลงไปแล้วจะทำให้เข้าใจรูปร่างของวัตถุผิดไป ดังตัวอย่างของวัตถุที่แสดงในรูปที่ 9.16 จากรูปจะเห็นว่าภาพตัดที่เขียนควรแสดงเส้นประของพื้นผิวที่ถูกซ่อนอยู่ด้วย เพื่อให้ผู้อ่านแบบสามารถเข้าใจรูปร่างของวัตถุได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 9.14 ตัวอย่างการเขียนภาพตัดแบบ offset ที่ไม่ถูกต้อง



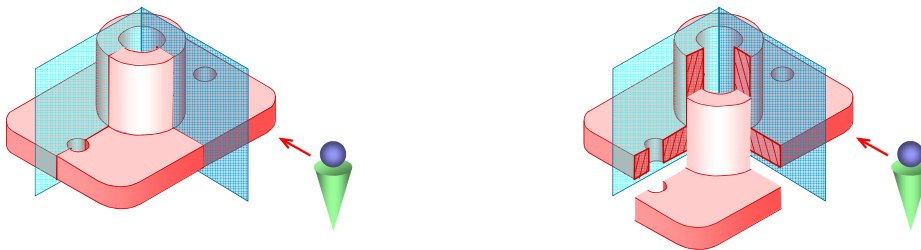
รูปที่ 9.15 การยกเว้นการเขียนเส้นประลงในภาพตัด



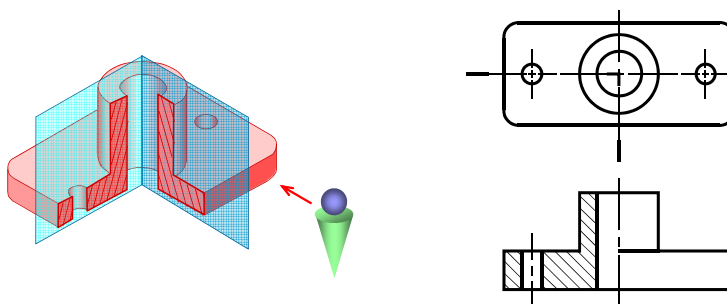
รูปที่ 9.16 ตัวอย่างภาพตัดที่ควรเขียนเส้นประด้วยเพื่อให้ภาพมีข้อมูลที่สมบูรณ์

9.4.3 Half Section

ถ้าวัตถุที่จะนำมาสร้างภาพตัดนั้นมีความสมมาตร การใช้ cutting plane ตัดผ่านตลอดแนวความยาวของวัตถุเพื่อสร้างภาพตัดแบบ full section นั้นไม่มีความจำเป็น เพราะนอกจากต้องแรเงาพื้นผิวที่เหมือนกันทั้งสองฝั่ง (เนื่องจากความสมมาตร) ซึ่งเป็นการเสียเวลาแล้ว เรายังต้องวาดรายละเอียดด้านในซ้ำถึงสองครั้ง ซึ่งถ้ารายละเอียดด้านในมีความซับซ้อนมากก็ทำให้ผู้เขียนแบบเสียเวลาในการวาดภาพมากขึ้นตามไปด้วย การสร้างภาพตัดในกรณีเช่นนี้ให้ใช้ cutting plane ที่มีลักษณะเป็นมุมฉากตัดวัตถุเพียงหนึ่งในสี่ส่วนดังแสดงในรูปที่ 9.17 ถึงตรงนี้ผู้อ่านคงเกิดความสงสัยว่าถ้าตัดวัตถุเพียงหนึ่งในสี่แล้วทำไมถึงยังเรียกว่าภาพตัดแบบ half section อยู่ ซึ่งคำตอบก็คือ ถึงแม้ว่าจะตัดหนึ่งในสี่ของวัตถุออกไป แต่ภาพออโรกราฟิกที่ได้จะแสดงส่วนที่ถูกตัดเพียงครึ่งเดียวเท่านั้น ส่วนอีกครั้งหนึ่งที่ไม่ถูกตัดก็จะแสดงเพียงพื้นผิวที่เห็นได้จากภายนอกวัตถุโดยไม่ต้องลงเส้นประของพื้นผิวที่ถูกซ่อนอยู่ภายใน ซึ่งตัวอย่างของวัตถุที่ถูกตัดแบบ half section และภาพออโรกราฟิกที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 9.18



รูปที่ 9.17 การสร้างภาพตัดแบบ half section

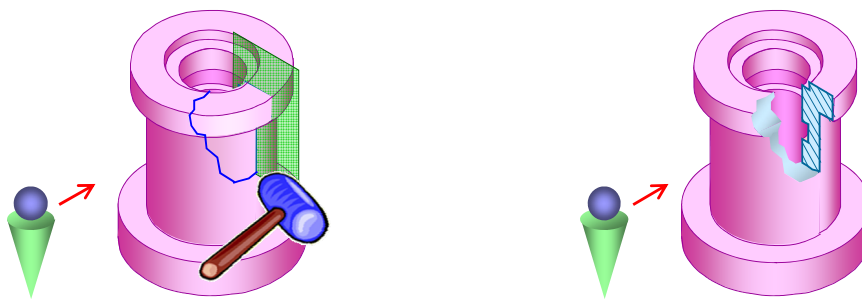


รูปที่ 9.18 ภาพออโรกราฟิกของภาพตัดแบบ half section

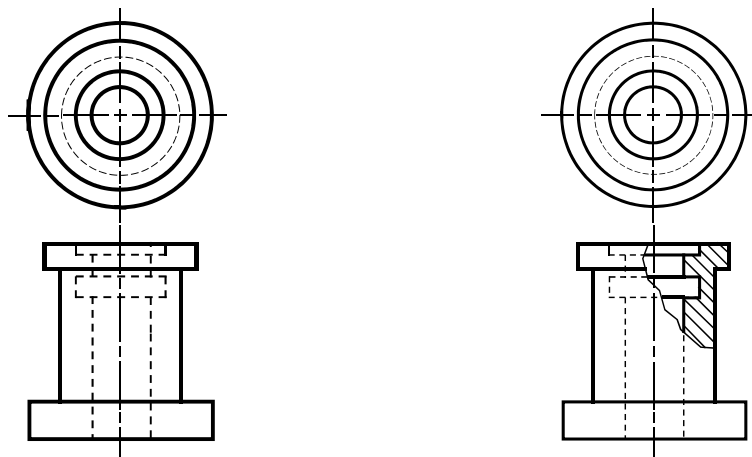
9.4.4 Broken-out Section

ภาพตัดชนิดนี้จะเป็นการเปิดให้เห็นรายละเอียดภายในวัตถุเฉพาะบริเวณที่มีความซับซ้อนเท่านั้น ซึ่งมักจะเป็นบริเวณเล็ก ๆ ของวัตถุ แนวคิดในการสร้างภาพตัดชนิดนี้จะเริ่มจากการใช้ cutting plane ตัดผ่านวัตถุในแนวตั้งฉากกับทิศทางการมอง จากนั้นก็จินตนาการว่าทำการกระแทะ

บางส่วนของวัตถุที่อยู่ด้านหน้า cutting plane นั้นออก ซึ่งจะทำให้เราสามารถเห็นรายละเอียดภายในที่ซับซ้อนตามที่ต้องการได้ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 9.19 ส่วนรูปที่ 9.20 นั้นเป็นตัวอย่างภาพออโรกราฟิกของวัตถุในรูปที่ 9.19 โดยแสดงทั้งแบบธรรมดาและแบบที่ใช้เทคนิค broken-out section จากรูปเราจะเรียกเส้นที่แสดงรอยแตกจากการกระแทกของภาพตัดแบบ broken-out ว่าเส้น break line เส้นนี้จะทำหน้าที่แบ่งขอบเขตระหว่างส่วนที่ต้องแรเงากับพื้นผิวภายนอกวัตถุที่ไม่ต้องแรเงา การลากเส้น break line นี้จะใช้เส้นเบาซึ่งมีน้ำหนักเส้นเท่ากับเส้น center line และจากรูปจะเห็นว่าการเขียนภาพตัดชนิดนี้ จะยังคงเขียนเส้นประในส่วนที่ไม่ถูกแรงด้วย เพื่อให้ข้อมูลของภาพนั้นครบถ้วน และไม่ต้องเขียนเส้น cutting plane line ในภาพด้านบน

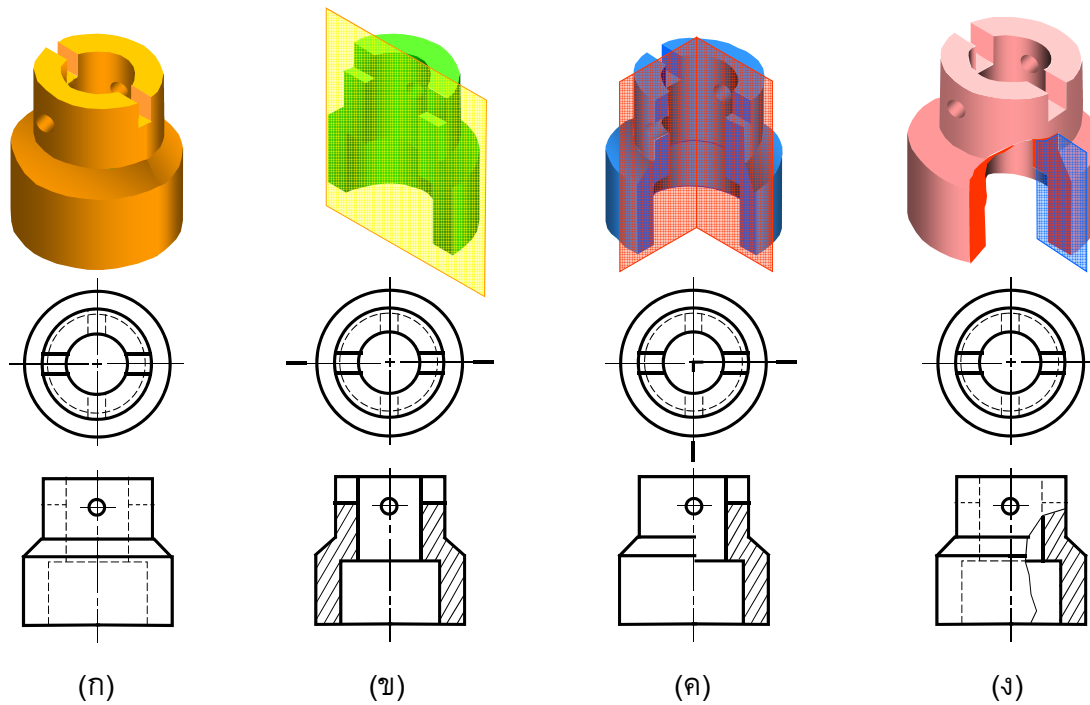


รูปที่ 9.19 แนวคิดในการสร้างภาพตัดแบบ broken-out section



รูปที่ 9.20 ภาพออโรกราฟิกแบบธรรมดาและแบบ broken-out section ของวัตถุตัวอย่าง

เพื่อให้เข้าใจภาพตัดชนิดต่าง ๆ ที่เรียนมาแล้วได้ดียิ่งขึ้น ขอให้ดูภาพเปรียบเทียบการใช้เทคนิคการแสดงภาพตัดกับวัตถุตัวอย่างดังที่แสดงในรูปที่ 9.21ก-ง โดยรูปที่ 9.21ก จะเป็นภาพออโรกราฟิกแบบธรรมดา รูปที่ 9.21ข แสดงภาพออโรกราฟิกที่ใช้เทคนิค full section สำหรับภาพออโรกราฟิกของวัตถุที่ใช้เทคนิค half section ก็ได้แสดงไว้ในรูปที่ 9.21ค และสุดท้ายในรูปที่ 9.21ง เป็นภาพที่ใช้เทคนิค broken-out section

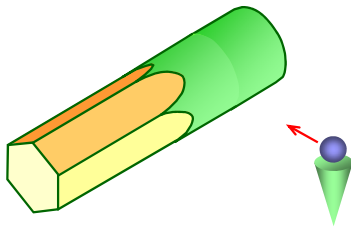


รูปที่ 9.21 การเปรียบเทียบภาพตัดชนิดต่าง ๆ

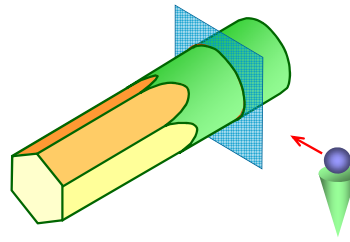
ภาพตัดอีกสองชนิดสุดท้ายที่จะกล่าวถึงก็คือภาพตัดแบบ revolved section และ removed section ภาพตัดทั้งสองชนิดนี้มีลักษณะที่ใกล้เคียงกันมาก ซึ่งในหัวข้อถัดไปจะขอกล่าวถึงภาพตัดแบบ revolved section ก่อน

9.4.5 Revolved Section

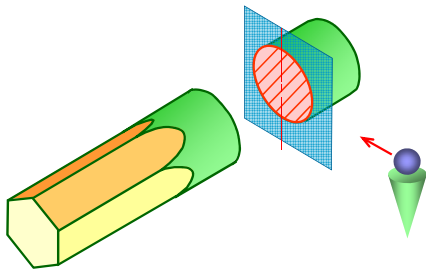
ภาพตัดชนิดนี้จะใช้เพื่อแสดงพื้นผิวหน้าตัดของวัตถุที่พิจารณา ซึ่งหลักการในการสร้างภาพตัดชนิดนี้จะเริ่มจากการใช้ cutting plane ตัดผ่านวัตถุในบริเวณที่ต้องการแสดงพื้นผิวหน้าตัด จากนั้นให้จินตนาการว่าภาพพื้นผิวหน้าตัดที่บริเวณนั้นถูกวาดไปบน cutting plane ต่อไปก็ให้ดึง cutting plane ออกจากวัตถุแล้วหมุนจนกระทั่งภาพพื้นผิวหน้าตัดที่อยู่บน cutting plane นั้นตั้งฉากกับทิศทางการมองของผู้สังเกต สุดท้ายผู้สังเกตก็วาดภาพตามที่ได้เห็น ซึ่งก็จะได้ภาพออโรกราฟิกของวัตถุที่ใช้เทคนิค revolved section ตามที่ต้องการ เพื่อให้เข้าใจหลักการที่ได้อธิบายมานี้ได้ดียิ่งขึ้น ขอให้ดูลำดับการสร้างภาพตัดชนิดนี้ในรูปที่ 9.22ก-จ ซึ่งจากรูปที่ 9.22จ จะเห็นว่าพื้นผิวหน้าตัดที่ได้จะถูกวาดทับลงไปบนภาพออโรกราฟิก ณ ตำแหน่งที่ใช้ cutting plane ตัดวัตถุชิ้นเลย อีกตัวอย่างของวัตถุที่จะแสดงการใช้เทคนิคภาพตัดชนิดนี้แสดงไว้ในรูปที่ 9.23 จากรูปเป็นวัตถุตัวอย่างพร้อมภาพออโรกราฟิกก่อนการใช้เทคนิคภาพตัดแบบ revolved section ส่วนรูปที่ 9.24 เป็นภาพออโรกราฟิกของวัตถุในรูปที่ 9.23 ที่นำเทคนิคภาพตัดมาประยุกต์ใช้แล้ว



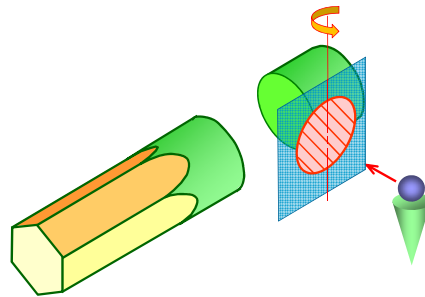
(ก) วัตถุตัวอย่างที่ต้องการสร้างภาพตัด



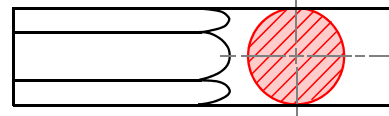
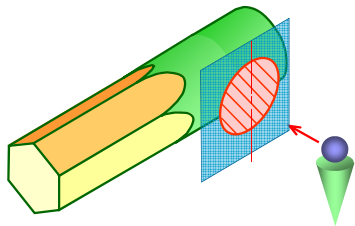
(ข) ใช้ cutting plane ตัดบริเวณที่ต้องการแสดงพื้นผิวหน้าตัด



(ค) ภาพพื้นผิวหน้าตัดที่เกิดขึ้นบน cutting plane

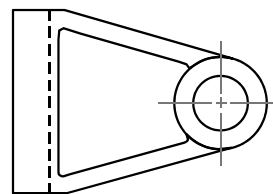
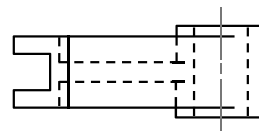
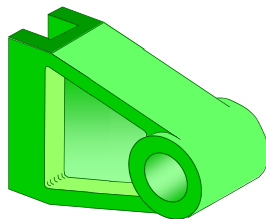


(ง) หมุน cutting plane จนตั้งฉากกับทิศทางการมอง

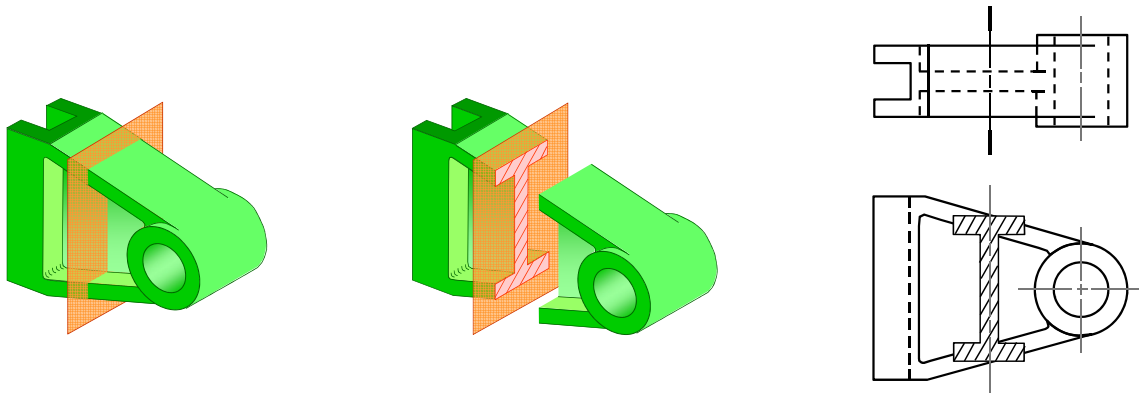


(จ) สร้างภาพออโรกราฟิกของวัตถุพร้อมพื้นผิวหน้าตัด ณ บริเวณที่ต้องการ

รูปที่ 9.22 แนวคิดในการสร้างภาพตัดแบบ revolved section

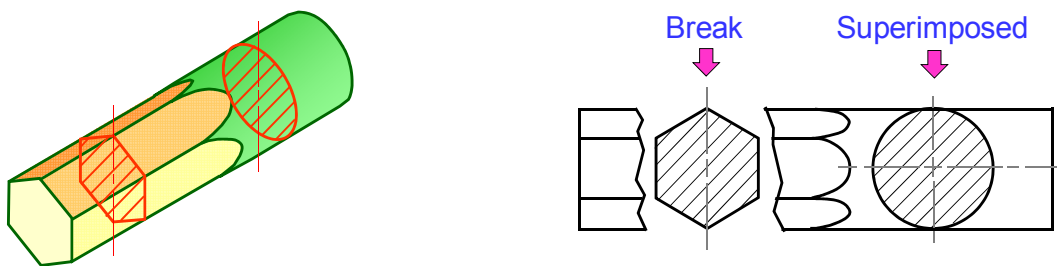


รูปที่ 9.23 วัตถุตัวอย่างพร้อมภาพออโรกราฟิกก่อนประยุกต์ใช้เทคนิคภาพตัด



รูปที่ 9.24 ภาพออโรกราฟิกของวัตถุตัวอย่างเมื่อใช้ภาพตัดแบบ revolved section

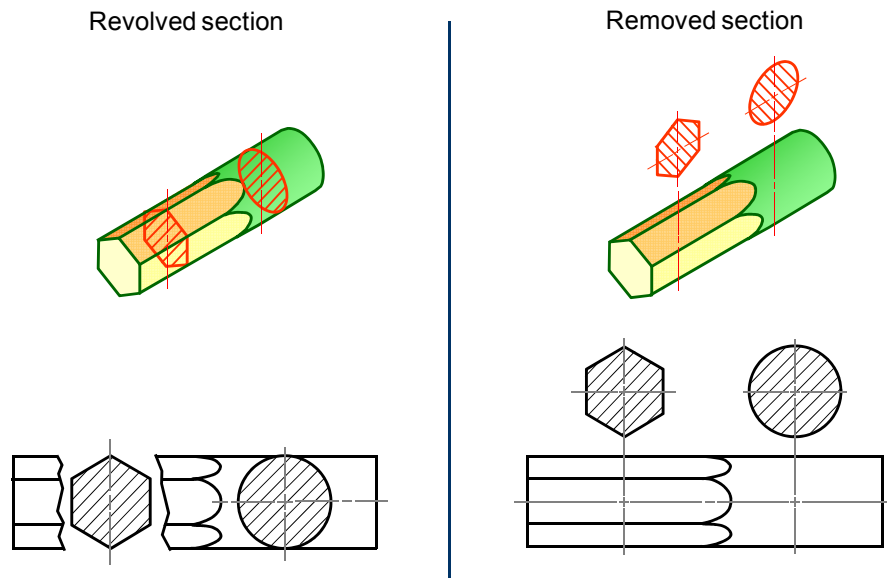
ตำแหน่งในการเขียนพื้นผิวหน้าตัดลงไปในภาพออโรกราฟิกนั้นสามารถทำได้สองรูปแบบ รูปแบบแรกก็คือเขียนทับลงไปในภาพออโรกราฟิกได้เลยตามตัวอย่างที่แสดงข้างต้น ส่วนรูปแบบที่สองก็คือการเขียนรูปพื้นผิวหน้าตัดทับลงไปในรูปเส้นเดียวกันเพียงแต่เปิดบริเวณที่ต้องการเขียนภาพนั้นด้วยเส้น break line ดังที่แสดงในรูปที่ 9.25



รูปที่ 9.25 การเขียนภาพพื้นผิวหน้าตัดลงไปในภาพออโรกราฟิก

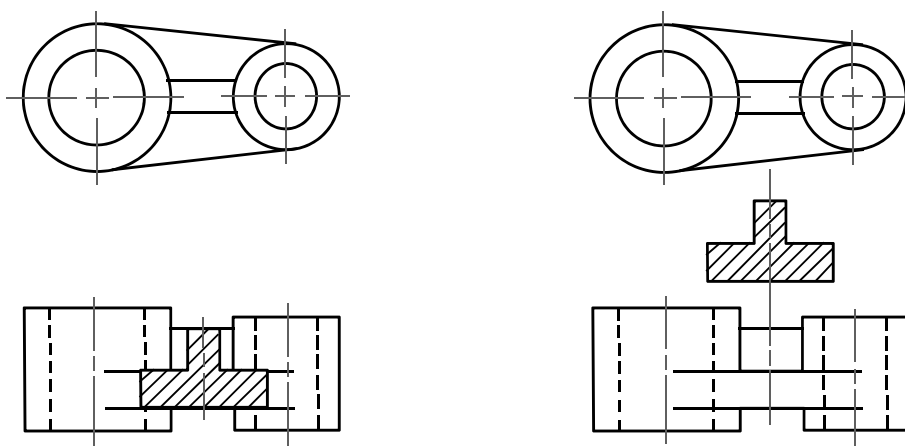
9.4.6 Removed Section

ภาพตัดชนิดนี้ถือได้ว่าเป็นส่วนหนึ่งของภาพตัดแบบ revolved section เพียงแต่พื้นผิวหน้าตัดที่ต้องการแสดงนั้นจะถูกนำออกไปเขียนไว้นอกรูป ไม่เขียนทับลงไปในภาพ ออโรกราฟิก เหมือนกับที่ทำการเขียนภาพตัดแบบ revolved section โดยปกติแล้วเราจะใช้ภาพตัดชนิดนี้แทนการเขียนภาพตัดแบบ revolved section เมื่อพื้นที่สำหรับวาดภาพพื้นผิวหน้าตัดนั้นมีไม่เพียงพอ และเพื่อให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างภาพตัดทั้งสองชนิดนี้ได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ขอให้ศึกษาจากตัวอย่างที่แสดงไว้ในรูปที่ 9.26 จากรูปจะเห็นว่าทั้งสองวิธีนั้นให้ภาพของพื้นผิวหน้าตัดที่เหมือนกัน เพียงแต่ตำแหน่งการเขียนภาพนั้นแตกต่างกัน โดยที่ภาพตัดแบบ removed section นั้นจะนำภาพของพื้นผิวหน้าตัดไปเขียนไว้นอกรูป แต่ยังคงอยู่ในแนวที่ใช้ cutting plane ตัดวัตถุ



รูปที่ 9.26 เปรียบเทียบภาพตัดแบบ revolved และ removed section

รูปที่ 9.27ก-ข เป็นอีกตัวอย่างหนึ่งที่จะทำให้เห็นได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้นว่าเมื่อใดควรใช้เทคนิคการสร้างภาพตัดแบบ removed section และเมื่อใดควรใช้ภาพตัดแบบ revolved section จากรูปจะเห็นว่าถ้าพยายามใช้ภาพตัดแบบ revolved section แล้ว ภาพพื้นผิวหน้าตัดจะถูกวาดทับลงไปบนภาพออโรกราฟิกและทำให้ภาพดูยุ่งเหยิงมากยิ่งขึ้นเนื่องจากบริเวณดังกล่าวมีพื้นที่ไม่มากนักดังแสดงในรูปที่ 9.27ก แต่ถ้าใช้เทคนิค removed section ดังแสดงในรูปที่ 9.27ข ภาพพื้นผิวหน้าตัดจะถูกนำไปเขียนไว้นอกภาพออโรกราฟิก ซึ่งจะทำให้การอ่านแบบง่ายมากยิ่งขึ้น

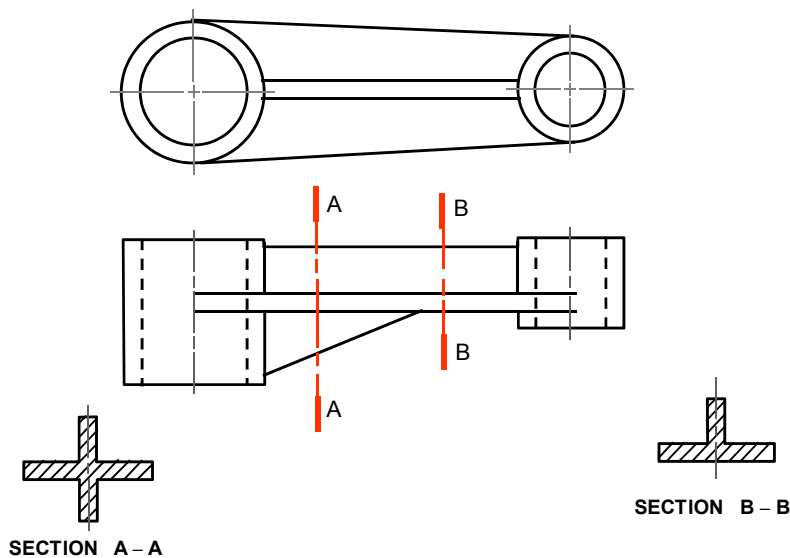


(ก) ภาพตัดแบบ revolved section

(ข) ภาพตัดแบบ removed section

รูปที่ 9.27 เปรียบเทียบภาพตัดแบบ revolved และ removed section

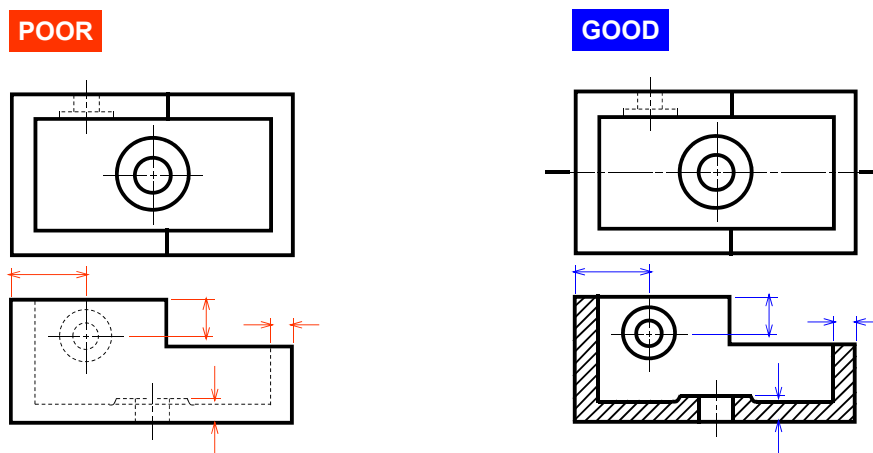
โดยปกติแล้วตำแหน่งในการวางภาพพื้นผิวหน้าตัดนั้น จะวางอยู่ในแนวที่ใช้ cutting plane ตัดวัตถุ นั้นเอง แต่เราสามารถที่วางภาพพื้นผิวหน้าตัด ณ ตำแหน่งใดในกระดาษเขียนแบบก็ได้ เพียงแต่จะต้อง เขียน cutting plane line บนภาพออโรกราฟิกให้ชัดเจน และเขียนชื่อของ cutting plane นั้นกำกับไว้ ส่วนภาพพื้นผิวหน้าตัดก็ต้องเขียนชื่อกำกับไว้ด้านล่างด้วยว่าเป็นภาพหน้าตัดที่ได้มาจากการใช้ cutting plane ชื่ออะไร โดยตัวอย่างของภาพที่ใช้เทคนิคที่ได้กล่าวมานี้ได้แสดงในรูปที่ 9.28



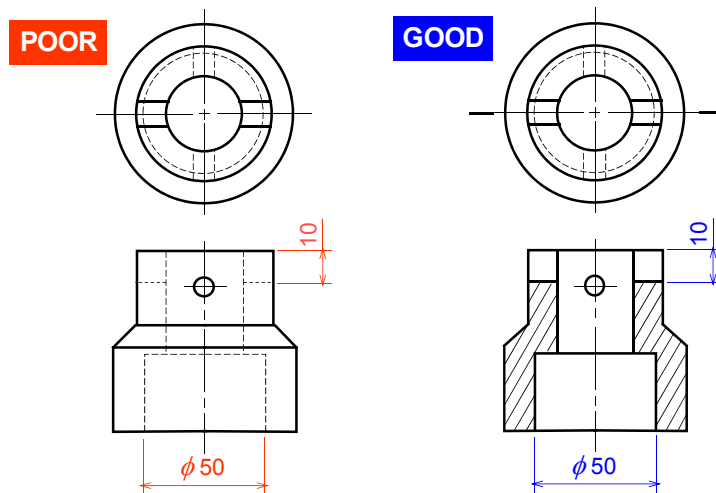
รูปที่ 9.28 การเขียนภาพพื้นผิวหน้าตัด ณ ตำแหน่งใด ๆ โดยเขียนชื่อ cutting plane กำกับไว้

9.5 การบอกขนาดในภาพตัด

การบอกขนาดในภาพตัดนั้นจะใช้หลักเกณฑ์เช่นเดียวกับที่ได้อธิบายไปแล้วในบทที่ 7 เพียงแต่ในบางครั้งนั้นการสร้างภาพตัดแล้วบอกขนาดจะช่วยให้ผู้เขียนแบบไม่ต้องบอกขนาดกับเส้นประในรูปได้ ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 9.29 และ 9.30

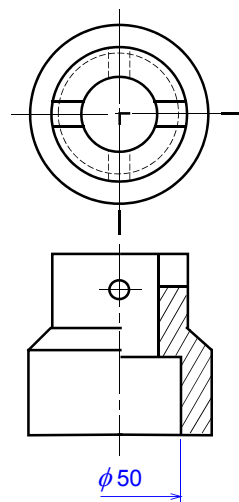


รูปที่ 9.29 ตัวอย่างการบอกขนาดในภาพออโรกราฟิกเมื่อใช้เทคนิคภาพตัดมาช่วย



รูปที่ 9.30 การบอกขนาดในภาพตัด

ในกรณีภาพตัดแบบ half section เราสามารถบอกขนาดด้วยการใช้เส้น dimension line ที่มีหัวลูกศร ด้านเดียว ที่ชี้บอกขนาดไปยังตำแหน่งภายในวัตถุได้ ดังตัวอย่างที่แสดงในรูปที่ 9.31



รูปที่ 9.31 การบอกขนาดในภาพตัดแบบ half section

9.6 บทสรุป

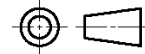
ในบทนี้เป็นการแนะนำวิธีในการเขียนภาพตัด ซึ่งเป็นวิธีที่ช่วยให้ภาพออโรกราฟิกที่เขียนนั้นมีเส้นประน้อยลง และทำให้สามารถเข้าใจรายละเอียดด้านในวัตถุได้ง่ายขึ้น เนื้อหาในบทนี้ก็ประกอบไปด้วยการแนะนำคำศัพท์ที่ใช้ในการเขียนภาพตัด เช่น cutting plane ซึ่งเป็นระนาบสมมติที่ใช้ในการตัดวัตถุ cutting plane line เป็นเส้นที่ใช้แสดงขอบของ cutting plane และ section lines ซึ่งเป็นเส้นแรเงาที่ใช้แสดงส่วนที่เป็นพื้นผิวของวัตถุที่ถูก cutting plane ตัด จากนั้นได้แนะนำชนิดของการเขียนภาพ

ตัด ซึ่งประกอบไปด้วยการเขียนภาพตัดแบบ full section, offset section, half section, broken-out section, revolved section และ removed section ภาพตัดแต่ละชนิดก็มีความเหมาะสมกับลักษณะของวัตถุที่แตกต่างกันไป สุดท้ายก็เป็นตัวอย่างของการบอกขนาดให้กับภาพตัด ซึ่งก็สามารถใช้หลักการเดียวกับการบอกขนาดของภาพออโรกราฟิกนั่นเอง

การเขียนภาพตัดนั้นไม่ใช่เรื่องใหม่ แต่เป็นเพียงเทคนิคหนึ่งที่น่ามาใช้ในการประกอบการเขียนภาพออโรกราฟิกของวัตถุเท่านั้น ดังนั้นหัวใจของการเขียนแบบวิศวกรรมยังคงเป็นการเขียนภาพออโรกราฟิกนั่นเอง ส่วนเรื่องของสัญลักษณ์ในการเขียนภาพออโรกราฟิกที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 8 การเขียนภาพตัดที่อธิบายไว้ในบทนี้ หรือเรื่องสัญลักษณ์ของการเขียนภาพตัดที่จะได้กล่าวในบทถัดไป ล้วนแล้วแต่เป็นส่วนเสริมให้การเขียนภาพออโรกราฟิกหรือแม้แต่การอ่านภาพออโรกราฟิกนั้นสามารถทำได้ง่ายขึ้นเท่านั้น

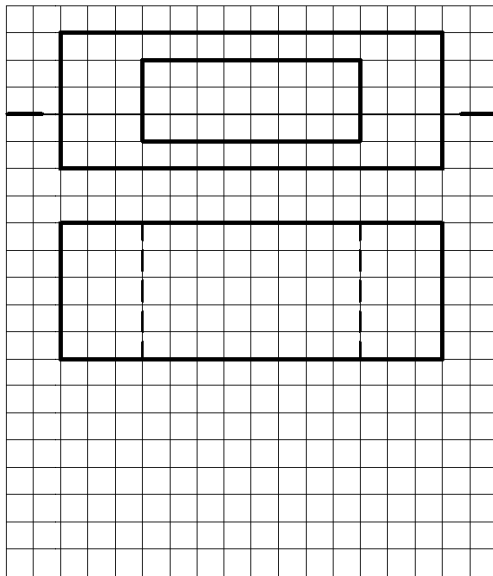
แบบฝึกหัด

- จากภาพออร์โทกราฟิกที่ให้ จงสกัดภาพด้านหน้าใหม่ให้อยู่ในรูปแบบภาพตัด ตาม cutting plane line ที่กำหนดให้

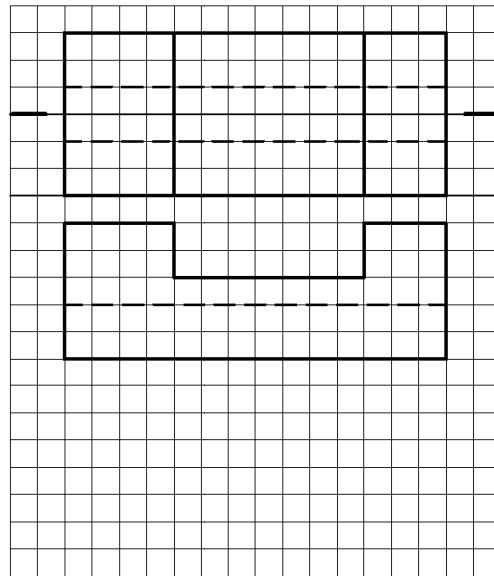


(Problems are taken from "Graphics for engineers" by Earle.)

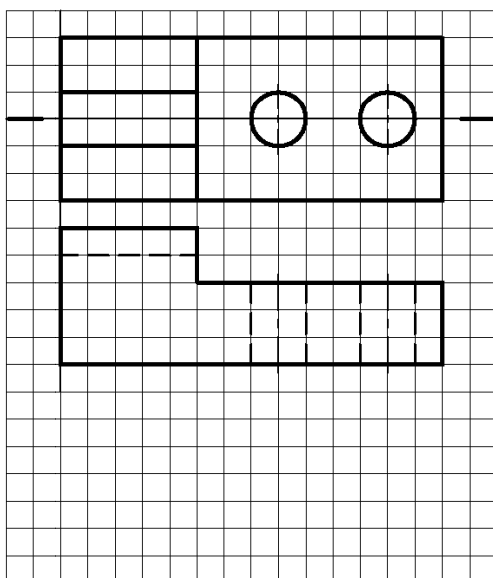
a)



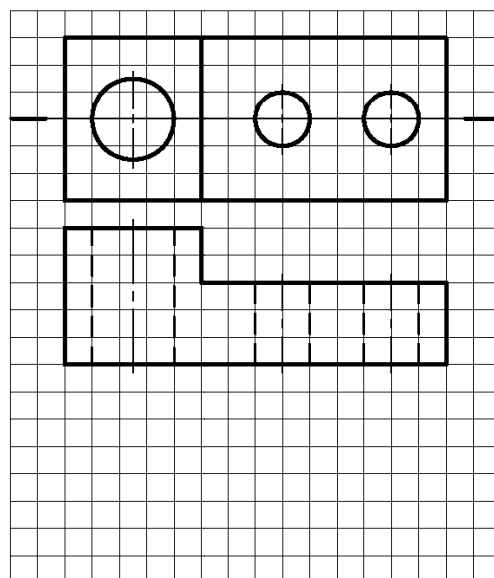
b)



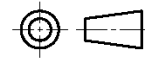
c)



d)

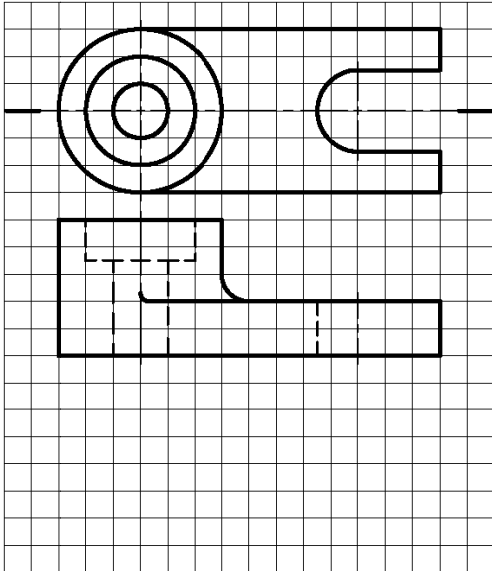


2. จากภาพออร์โทกราฟิกที่ให้ จงสเก็ตช์ภาพด้านหน้าใหม่ให้อยู่ในรูปแบบภาพตัด ตาม cutting plane line ที่กำหนดให้

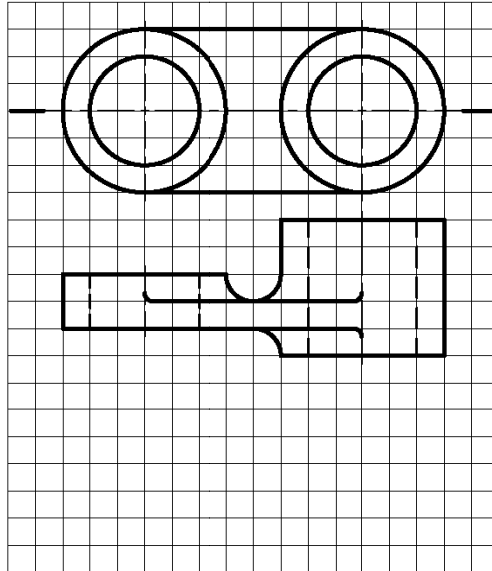


(Problems are taken from 'Graphics for engineers' by Earle.)

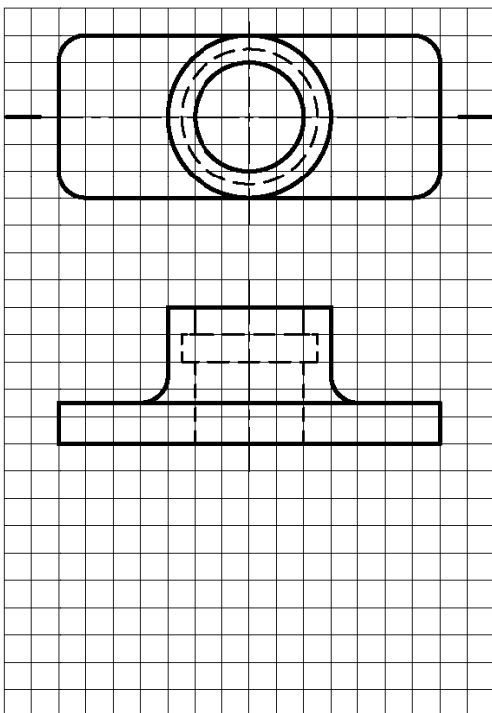
a)



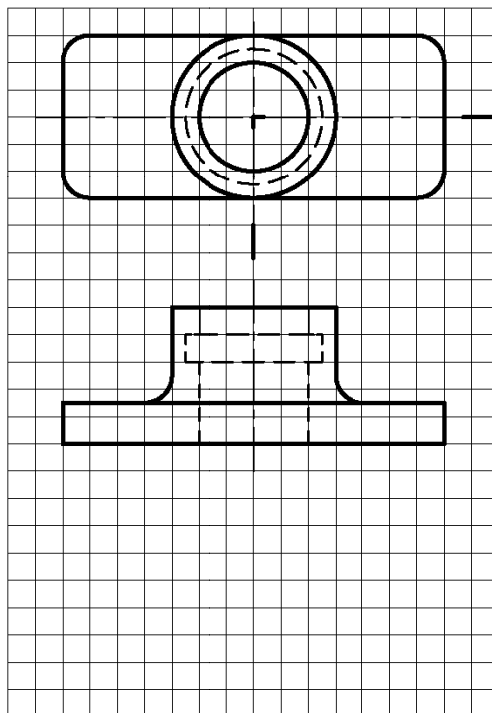
b)



c)

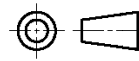


d)

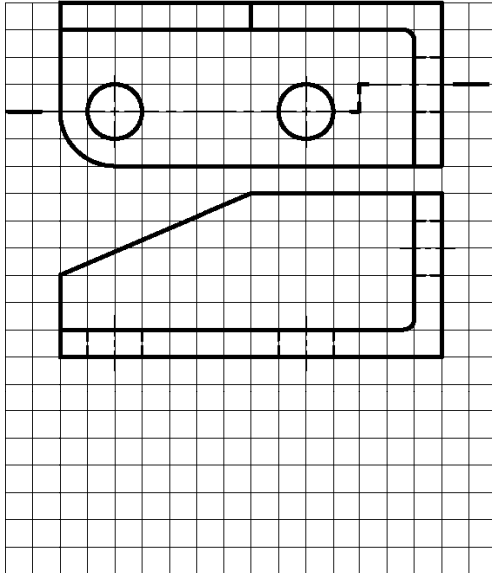


3. จากภาพออร์โทกราฟิกที่ให้ จงสเก็ตช์ภาพด้านหน้าใหม่ให้อยู่ในรูปแบบภาพตัด ตาม cutting plane line ที่กำหนดให้

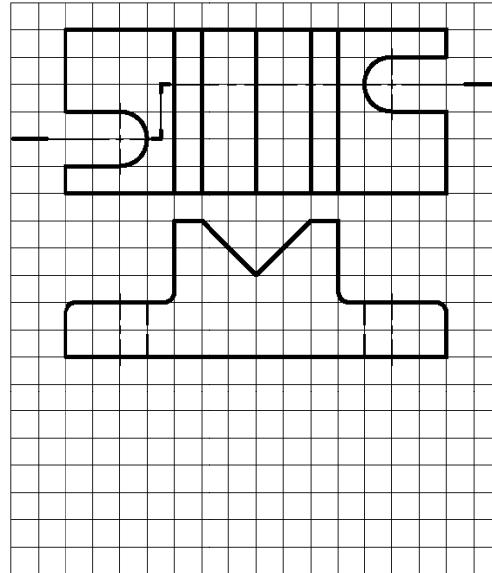
(Problems are taken from "Graphics for engineers" by Earle.)



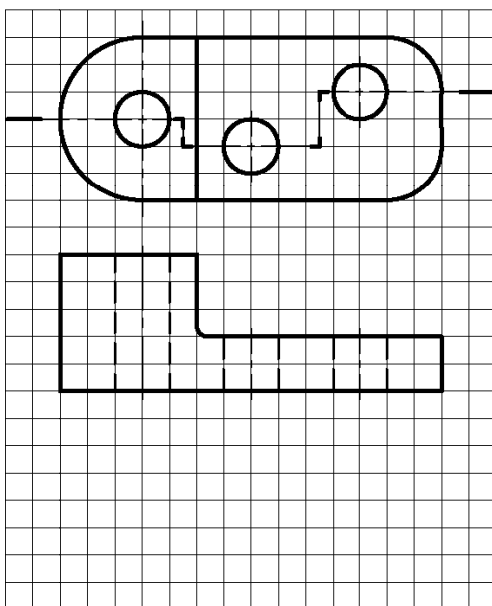
a)



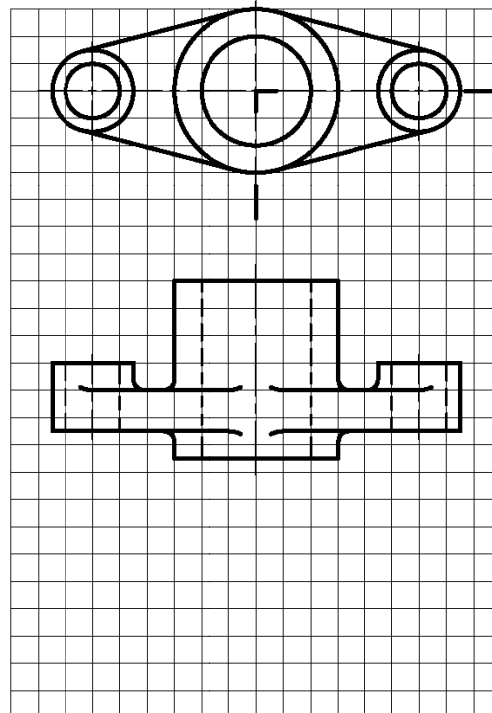
b)



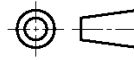
c)



d)

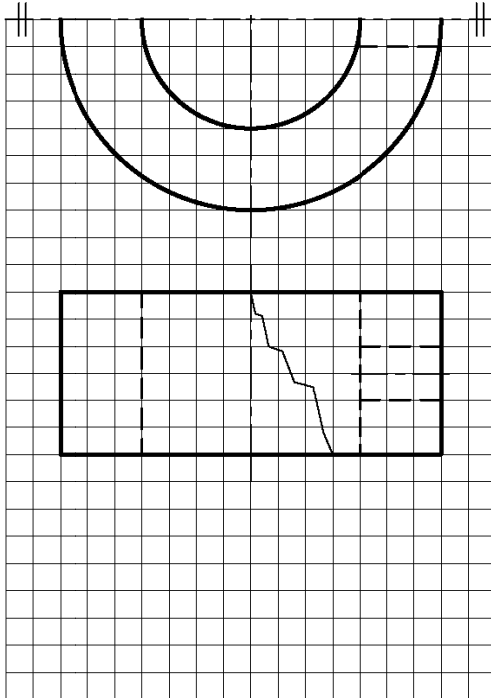


4. จากภาพออโรกราฟิกที่ให้ จงสเก็ตช์ภาพด้านหน้าใหม่ให้อยู่ในรูปแบบภาพตัด ตาม cutting plane line ที่กำหนดให้

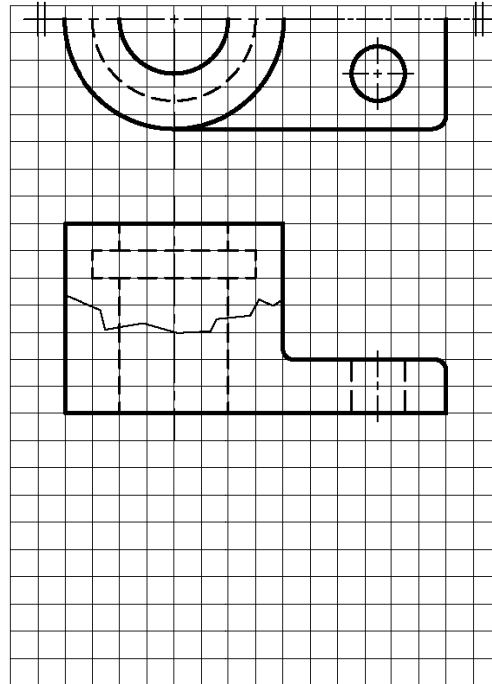


(Problems are taken from "Graphics for engineers" by Earle.)

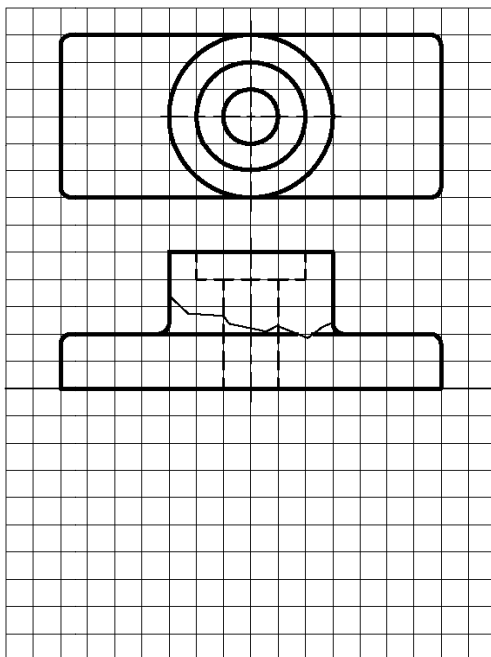
a)



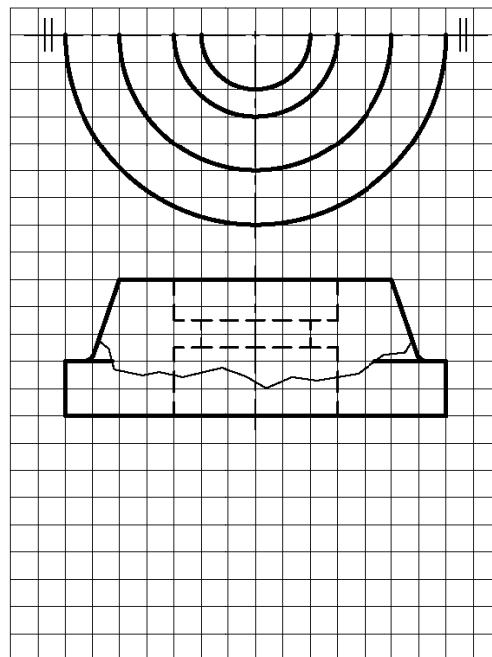
b)



c)

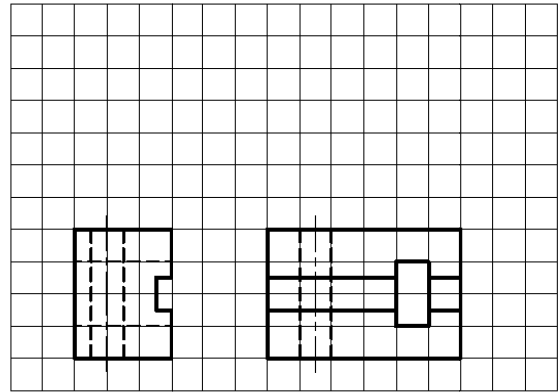
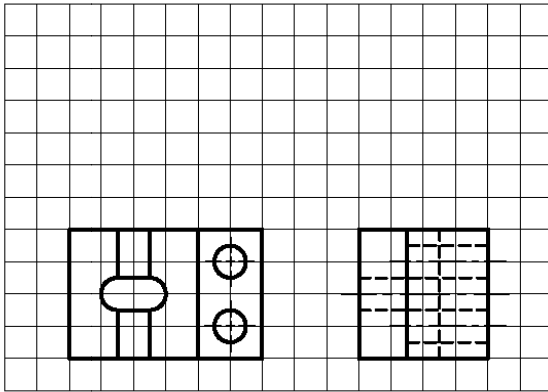


d)



5. จากภาพออร์โทกราฟิกที่ให้ จงสร้างภาพด้านบนให้เป็นภาพตัด พร้อมเขียน cutting plane line ที่เหมาะสมด้วย

(Problems are taken from 'Fundamentals of Graphics Communication' by Bertoline.)



6. จากภาพออร์โทกราฟิกที่ให้ จงสร้างภาพด้านบนให้เป็นภาพตัด ตาม cutting plane line ที่กำหนดให้

(Problems are taken from 'Fundamentals of Graphics Communication' by Bertoline.)

