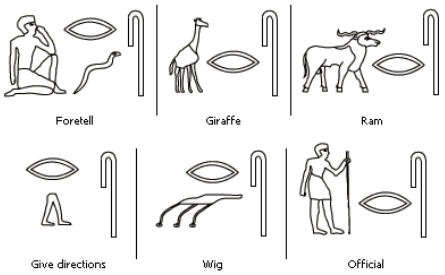
บทที่ 1
บทนำ

วิชาเขียนแบบวิศวกรรมนั้นอาจกล่าวได้ว่าเป็นรายวิชาแรก ๆ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับงานทางด้านวิศวกรรม ที่ผู้เข้าศึกษาในคณะวิศวกรรมศาสตร์ชั้นปีที่ 1 จะต้องเรียน เป็นวิชาที่ถือได้ว่ามีความสำคัญต่อวิชาชีพวิศวกรรมเป็นอย่างมาก เนื่องจากวิศวกรคือผู้นำความรู้ความเข้าใจที่มีต่อวิชาวิทยาศาสตร์ เช่น ฟิสิกส์ เคมี คณิตศาสตร์ ฯลฯ มาประยุกต์ใช้เพื่อให้เกิดประโยชน์ เช่น สร้างอุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกสบายในการใช้ชีวิตประจำวัน หรือประดิษฐ์เครื่องมือที่คอยตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ซึ่งก่อนที่จะลงมือสร้างสิ่งเหล่านี้ขึ้นมาได้ วิศกรในฐานะเป็นผู้ออกแบบจำเป็นจะต้องนำสิ่งที่ตนเองคิดอยู่ในสมองสร้างออกมาเป็นภาพเพื่อสื่อสารกับผู้อื่น เช่น ผู้ผลิตหรือวิศวกรที่มีประสบการณ์มากกว่า เพื่อให้เขาเหล่านั้น (รวมทั้งผู้ออกแบบด้วย) ช่วยกันพิจารณาว่าสิ่งของที่จะผลิตนั้นสามารถผลิตได้จริงหรือไม่ (โดยใช้ความรู้เกี่ยวกับเครื่องมือในการผลิต (machine tools) ซึ่งจะได้เรียนในชั้นปีที่ 1) มีความแข็งแรงทางวิศวกรรมเพียงพอหรือยัง (ใช้ความรู้ทางด้านกลศาสตร์วัสดุ (mechanics of material) ซึ่งจะได้เรียนในชั้นปีที่ 2 หรือ 3) ผลิตออกมาแล้วคุ้มทุนกับที่ลงทุนไปหรือไม่ (ใช้ความรู้ทางด้านการบริหารวิศวกรรม (engineering management) ซึ่งจะได้เรียนประมาณชั้นปีที่ 3) ฯลฯ ซึ่งโดยปกติภาพที่สร้างออกมาครั้งแรกจากความคิดที่เกิดขึ้นในสมองนั้นจะเป็นภาพสเก็ตช์ก่อนเพราะสามารถสร้างขึ้นมาได้อย่างรวดเร็วและสามารถแก้ไขแบบที่คิดไว้ได้ง่าย จากนั้นเมื่อเกิดความมั่นใจในแบบที่คิดไว้แล้วจึงค่อยนำความรู้จาก **วิชาเขียนแบบวิศวกรรม**มาใช้ เพื่อเขียนภาพของสิ่งของนั้น ๆ ให้ถูกต้องตามหลักมาตราฐานสากล พร้อมที่จะส่งเข้าสู่กระบวนการผลิตต่อไป จะเห็นได้ว่าวิศวกรจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในวิชาเขียนแบบวิศวกรรม เนื่องจากเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการออกแบบและกระบวนการผลิตซึ่งวิศวกรทุกคนจะหลีกเลี่ยงไม่ได้

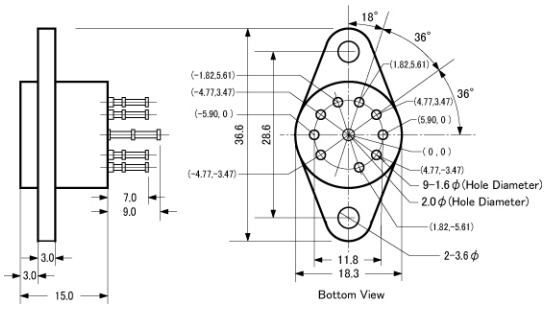
1.1 การเขียนแบบวิศวกรรมกับภาษารูปภาพ (graphics language)

มนุษย์รู้จักการใช้รูปภาพในการสื่อสารกันมาตั้งแต่สมัยก่อนประวัติศาสตร์แล้ว ยกตัวอย่างเช่นในสมัยอียิปต์โบราณ ก็รู้จักใช้รูปสัญลักษณ์หรือที่รู้จักกันดีว่า “Hieroglyphs” ในการสื่อความหมายดังแสดงในรูปที่ 1.1 หรือในภาษาจีนโบราณเองก็มีรากฐานมาจากการใช้รูปภาพแทนสิ่งที่ต้องการกล่าวถึงเช่นเดียวกัน (รูปที่ 1.2) สำหรับภาพจากการเขียนแบบวิศวกรรมนั้นก็ถือว่าเป็นภาษารูปภาพแบบหนึ่งเช่นเดียวกัน วิศวกรจะใช้รูปภาพจากการเขียนแบบในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน ซึ่งไม่ว่าวิศวกรนั้นจะมากจากที่ใดในโลกนี้ก็ตามก็จะสามารถเข้าใจความหมายในแบบวิศวกรรมแบบนั้น ๆ เหมือนกัน (รูปที่ 1.3)



รูปที่ 1.1 สัญลักษณ์ภาพ Hieroglyphs ในภาษาอียิปต์โบราณ

รูปที่ 1.2 การใช้รูปภาพแสดงความหมายในภาษาจีน

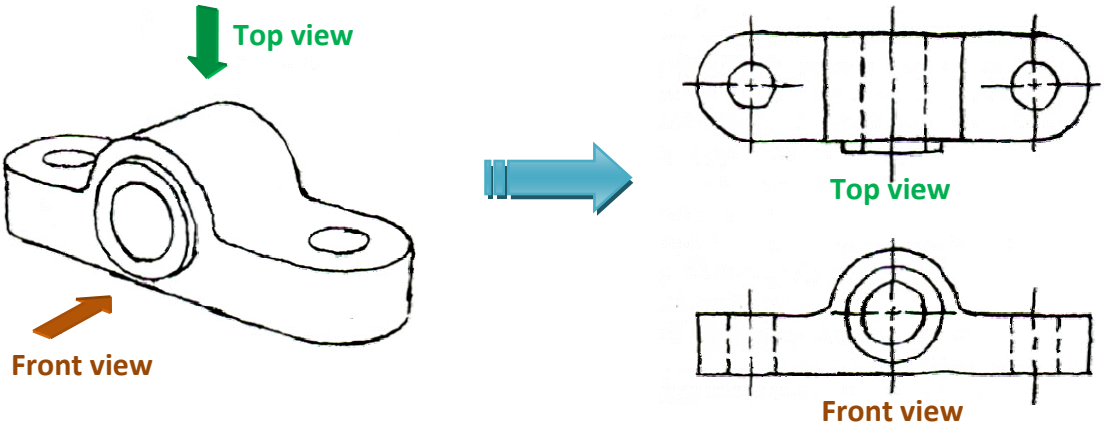


รูปที่ 1.3 ตัวอย่างงานเขียนแบบทางด้านวิศวกรรม

การเขียนแบบในทางวิศวกรรมนั้นมีประสิทธิภาพอย่างมากในการสื่อสารถึงรูปร่างลักษณะของวัตถุที่วิศวกรต้องการกล่าวถึงให้สามารถเข้าใจได้ง่าย และเพื่อแสดงถึงประสิทธิภาพในการสื่อสารดังกล่าวได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ให้ลองจินตนาการดูว่าผู้อ่านได้เห็นรูปวัตถุตัวอย่างดังแสดงในรูปที่ 1.4 และผู้อ่านต้องการสื่อสารให้เพื่อนซึ่งไม่เคยเห็นวัตถุดังกล่าวมาก่อนได้เข้าใจว่าวัตถุ

ดังกล่าวมีรูปร่างหน้าตาเป็นอย่างไร โดยใช้การเขียนคำอธิบายเพียงอย่างเดียวเท่านั้น ซึ่งจะพบว่าต้องใช้ความพยายามในการเขียนอธิบายและใช้ข้อความเป็นจำนวนมาก แต่ถึงกระนั้นก็ยังไม่สามารถอธิบายถึงรูปร่างหน้าตาของวัตถุรวมถึงองค์ประกอบสำคัญ ๆ (feature) ของวัตถุได้อย่างมีประสิทธิภาพอยู่ดี แต่ถ้าเราใช้เทคนิคการเขียนแบบทางวิศวกรรมมาอธิบายถึงรูปร่างลักษณะของวัตถุดังกล่าวนั้น เราสามารถใช้ “เส้น” เพื่อแสดงถึงพื้นผิวหรือขอบของวัตถุดังแสดงในรูปที่ 1.5 โดยรูปดังกล่าวเป็นการแสดงรูปร่างลักษณะของวัตถุแบบอย่างด้วยวิธีการเขียนแบบทางวิศวกรรมแบบสเก็ตช์

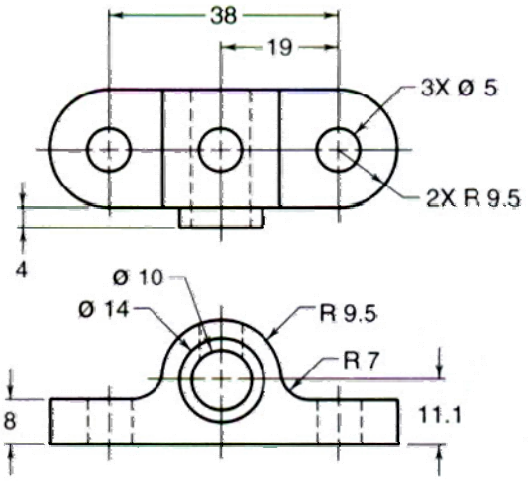
รูปที่ 1.4 วัตถุแบบอย่างสามมิติ



รูปที่ 1.5 ภาพสเก็ตช์ของวัตถุตัวอย่าง

การเขียนแบบวิศวกรรมสามารถทำได้หลายแบบด้วยกัน แบบแรกคือการสเก็ตช์ (freehand sketch) ตามที่แสดงในรูปที่ 1.5 ซึ่งการสเก็ตช์นี้ผู้เรียนจะต้องลากเส้นด้วยมือเปล่าเท่านั้นห้ามใช้อุปกรณ์วาดรูป เช่น ไม้บรรทัด วงเวียน ฯลฯ มาช่วยในการวาดรูป (สาเหตุที่ไม่ให้ใช้อุปกรณ์ช่วยวาดรูปก็เพื่อให้ผู้เรียนฝึกการลากเส้นด้วยมือเปล่า เพราะในทางปฏิบัติแล้วเมื่อเราคิดหรือออกแบบสิ่งใดขึ้นมานั้น เราควรที่จะร่างแบบที่เราคิดได้ออกมาด้วยความรวดเร็ว ซึ่งในขณะนั้นอาจไม่มีอุปกรณ์หรือเครื่องมือเขียนแบบอยู่ใกล้ตัว ดังนั้นการการสเก็ตช์จึงเป็นทางเลือกที่ดีที่สุดและเป็นทักษะที่ผู้เรียนควรฝึกฝนให้เกิดความชำนาญ) การเขียนแบบในรูปแบบที่ 2 คือการเขียน

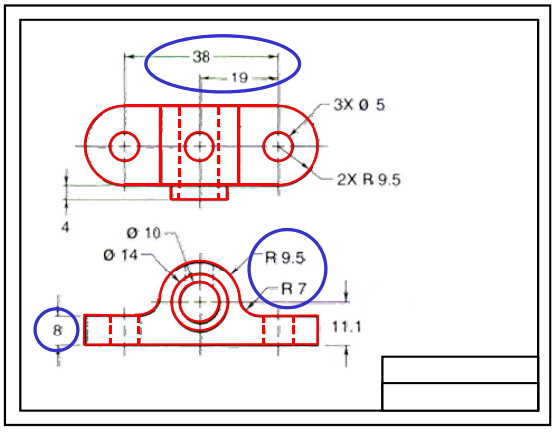
แบบโดยใช้เครื่องมือเขียนแบบ ซึ่งขั้นตอนนี้จะใช้เมื่อแบบที่ร่างขึ้นจากการสเก็ตช์นั้นได้ถูกปรับแก้จนเกิดความมั่นใจที่จะนำไปผลิตแล้วนั่นเอง โดยจะลงมือเขียนแบบตามหลักมาตราฐานสากล และการใช้เครื่องมือมาช่วยเขียนแบบนั้นทำให้รูปที่ได้มีขนาดและรูปร่างที่ถูกต้องตามความเป็นจริงดังแสดงในรูปที่ 1.6 และรูปแบบสุดท้ายของการเขียนแบบคือการเขียนแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ การเขียนแบบด้วยวิธีนี้คล้ายกับแบบที่ 2 เพียงแต่ใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยเขียนเส้นเท่านั้นเอง ซึ่งมีข้อดีอยู่ที่สามารถแก้ไขเปลี่ยนแปลงแบบได้โดยง่าย แต่อย่างไรก็ตามผู้เขียนจำเป็นต้องเข้าใจหลักการเขียนแบบถึงจะเขียนแบบได้ถูกต้อง เพราะคอมพิวเตอร์ไม่สามารถลากเส้นให้ได้โดยอัตโนมัตินั่นเอง



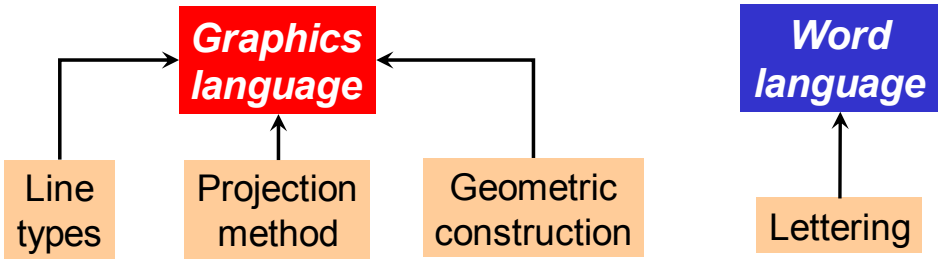
รูปที่ 1.6 ภาพแบบวิศวกรรมที่เขียนด้วยเครื่องมือเขียนแบบ

1.2 องค์ประกอบของการเขียนแบบวิศวกรรม (elements of engineering drawing)

ส่วนประกอบของแบบทางวิศวกรรมประกอบด้วยภาษาภาพ (graphics language) และภาษาข้อความ (word language) ดังแสดงในรูปที่ 1.7 จากรูปที่แสดงนั้นเส้นสีแดงแสดงภาษาภาพ ซึ่งช่วยให้ผู้อ่านแบบเข้าใจถึงรูปร่างลักษณะของวัตถุนั้น ส่วนกลุ่มตัวอักษรที่เส้นอยู่ในเส้นสีน้ำเงินแสดงภาษาข้อความ ซึ่งช่วยอธิบายขนาด ตำแหน่งของรู ฯลฯ เป็นต้น



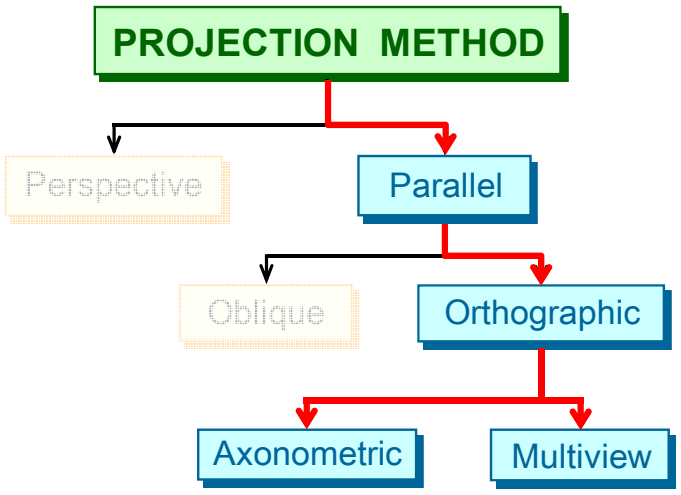
รูปที่ 1.7 องค์ประกอบของแบบทางวิศวกรรม



รูปที่ 1.8 ความรู้ที่ต้องใช้ในแต่ละองค์ประกอบของการเขียนแบบ

รูปที่ 1.8 แสดงสิ่งที่ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจเพื่อที่จะสามารถเขียนองค์ประกอบแต่ละส่วนของการเขียนแบบได้ถูกต้อง จากรูปที่แสดงนั้นองค์ประกอบที่ผู้เรียนต้องทำความเข้าใจให้ดีเพื่อที่จะสร้างภาษาภาพได้ถูกต้องก็คือ ชนิดของเส้น (line types) หลักการฉายภาพ (projection method) และสุดท้ายเป็นการสร้างรูปเรขาคณิต (geometric construction) ส่วนการสร้างภาษาข้อความที่เหมาะสมนั้น ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ถึงหลักการเขียนตัวอักษร (lettering) เพื่อให้ข้อความที่ได้นั้นมีรูปแบบที่สม่ำเสมอ และอ่านง่าย

1.3 วิธีการฉายภาพ (projection method)

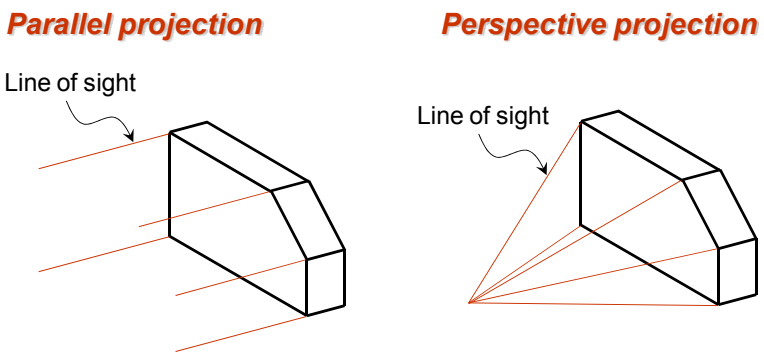


รูปที่ 1.9 แผนภาพแสดงวิธีการฉายภาพแบบต่าง ๆ

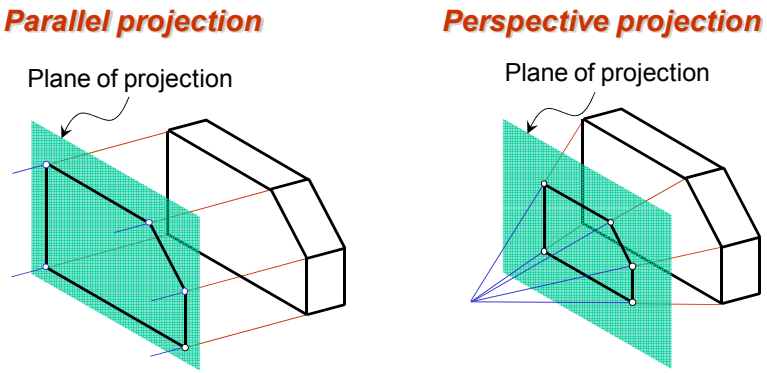
วิธีการฉายภาพนั้นเป็นหลักการในการแสดงรูปร่างและขนาดของวัตถุ 3 มิติให้สามารถแสดงออกมาในรูป 2 มิติได้ เช่นรูปที่อยู่บนกระดาษในแบบทางวิศวกรรมที่เราเห็นในตัวอย่าง

ข้างต้นนั่นเอง วิธีการฉายภาพนั้นมีอยู่หลายวิธีด้วยกันดังแสดงในรูปที่ 1.9 ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธีหลัก ๆ คือวิธีการฉายภาพแบบ perspective และวิธีการฉายภาพแบบ parallel จากนั้นวิธีการฉายภาพแบบ parallel ยังสามารถแบ่งออกได้เป็นการฉายภาพแบบ oblique และการฉายภาพแบบ orthographic ส่วนการฉายภาพแบบ orthographic นั้นแบ่งออกเป็นการฉายภาพแบบ axonometric และแบบ multiview ตามลำดับ ในวิชานี้เราจะสนใจเฉพาะการฉายภาพที่แสดงในกรอบสีฟ้าเท่านั้น

องค์ประกอบของการฉายภาพนั้นประกอบไปด้วยแนวการมอง (line of sight) และฉากรับภาพ (plane of projection) รูปที่ 1.10 แสดงแนวการมองสองแบบด้วยกันคือแนวการมองภาพแบบ parallel และแบบ perspective ตามลำดับ ส่วนรูปที่ 1.11 แสดงฉากรับภาพ โดยฉากรับภาพนั้นก็คือฉากที่เราสมมติขึ้นโดยภาพที่เกิดบนฉากรับภาพที่เราสมมติขึ้นมานั้นเกิดจากการลากเส้นต่อจุดที่แนวการมองวัตถุทะลุผ่านฉากรับภาพดังแสดงในรูปนั่นเอง



รูปที่ 1.10 แนวการมองภาพแบบ parallel และแบบ perspective



รูปที่ 1.11 ฉากรับภาพและการเกิดภาพด้วยวิธีต่าง ๆ กัน

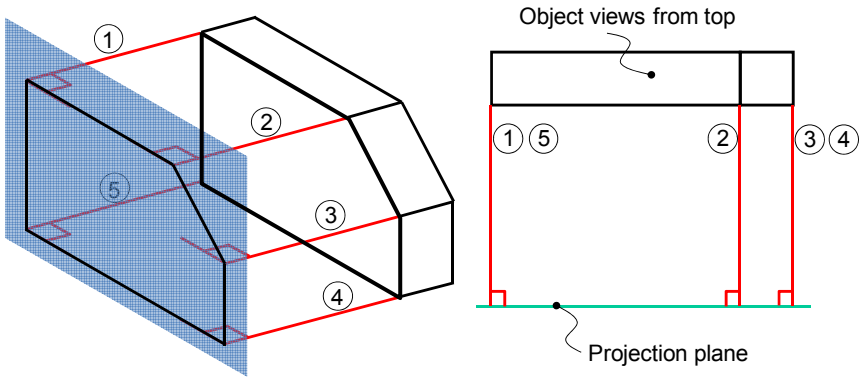
ภาพที่ได้จากการฉายภาพแบบ perspective นั้นจะให้รูปที่เสมือนจริง (เหมือนที่ตามนุษย์มองเห็น) ซึ่งมักจะเห็นอยู่บ่อยครั้งในงานเขียนแบบของสถาปัตย์ ดังแสดงในรูปที่ 1.12 แต่การฉาย

ภาพที่ใช้ในการเขียนแบบวิศวกรรมนั้น เราใช้การฉายภาพแบบ parallel ส่วนสาเหตุที่เราใช้การฉายภาพแบบ parallel ในการสร้างภาพในงานเขียนแบบก็คือ การฉายภาพด้วยวิธี perspective นั้นมีขั้นตอนในการสร้างภาพที่ยุ่งยาก อีกทั้งรูปที่ได้นั้นมีขนาดที่บิดเบี้ยวไปจากขนาดจริง โดยในรูปที่ 1.12 นั้นจะเห็นได้ว่าความสูงของอาคารนั้นสูงไม่เท่ากัน

รูปที่ 1.12 ภาพจากการฉายภาพแบบ perspective

1.4 การฉายภาพแบบออโธกราฟิก (orthographic projection)

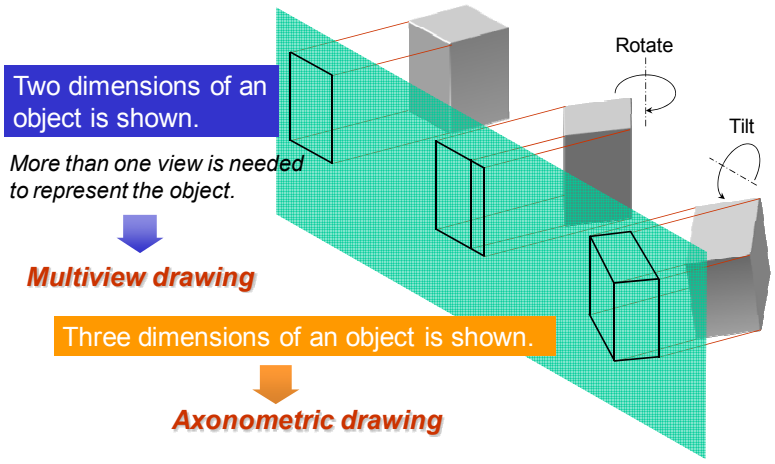
การฉายภาพแบบออโธกราฟิกนั้นก็คือการฉายภาพแบบ parallel แบบหนึ่งนั่นเอง โดยที่แนวการมองนั้นจะตั้งฉากกับฉากรับภาพดังแสดงในรูปที่ 1.13



รูปที่ 1.13 หลักการฉายภาพแบบออโธกราฟิก

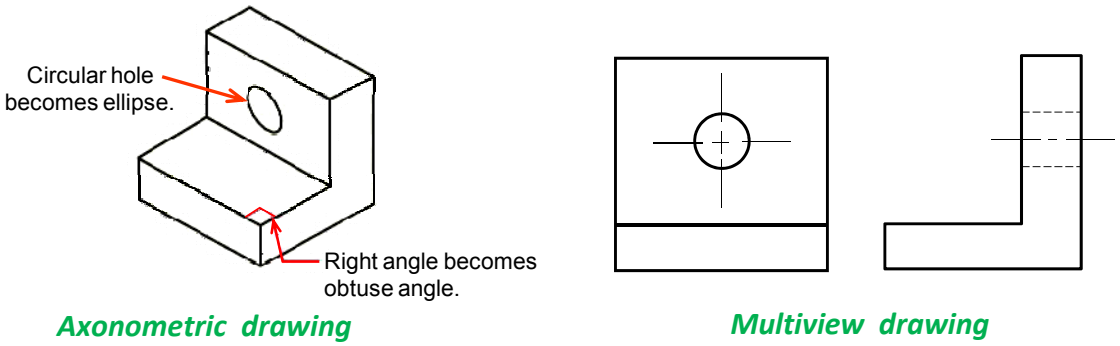
การฉายภาพแบบออโธกราฟิกยังสามารถแบ่งย่อยออกได้อีก 2 แบบคือแบบ multiview และแบบ axonometric ดังแสดงในรูปที่ 1.14 จากรูปดังกล่าวถ้าวางวัตถุในลักษณะแบบแรก (รูปวัตถุซ้ายมือสุด) เมื่อฉายภาพตามหลักออโธกราฟิกแล้วจะเห็นได้ว่าภาพที่ปรากฏบนฉากรับภาพนั้นให้ข้อมูลกับผู้อ่านเพียง 2 มิติเท่านั้น คือความกว้างและความสูงของวัตถุ ไม่สามารถให้ข้อมูลของวัตถุ 3 มิติ

ได้ครบถ้วน ซึ่งต้องมีทั้งความกว้าง สูง และลึก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องวาดภาพเพิ่มอีกเพื่อให้ได้ข้อมูลในความลึกอีกข้อมูลหนึ่ง สาเหตุดังกล่าวจึงเป็นสาเหตุว่าทำไมเราเรียกการแสดงภาพของวัตถุชนิดแรกนี้ว่า multiview drawing (เพราะต้องวาดภาพหลายภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลของวัตถุ 3 มิติที่ครบถ้วน)



รูปที่ 1.14 การฉายภาพแบบออโธกราฟิกแบบต่าง ๆ

ส่วนการฉายภาพแบบ axonometric สามารถสร้างได้โดยการหมุนวัตถุจากรูปแบบซ้ายมือสุด ในแนวดิ่งและหมุนต่อในแนวแกนนอนตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 1.14 ซึ่งการทำดังกล่าวจะทำให้ภาพที่ได้บนฉากรับภาพตามหลักออโธกราฟิกมีลักษณะเหมือนภาพ 3 มิติ ซึ่งการฉายภาพในแบบ axonometric นี้มีข้อดีคือภาพที่เห็นนั้นสามารถเข้าใจได้ง่ายเพราะมีลักษณะเป็นภาพแบบ 3 มิติดังแสดงในรูปที่ 1.15 แต่ก็มีข้อเสียเช่นเดียวกัน นั่นคือขนาดและรูปร่างที่เห็นนั้นไม่สามารถวัดค่าได้โดยตรงจากรูป ขอยกตัวอย่างจากรูปที่ 1.15 อีกครั้งหนึ่ง จะเห็นได้ว่ารูที่อยู่บนผนังดิ่งของวัตถุนั้นตามความเป็นจริงแล้วต้องเป็นรูวงกลมแต่จากในภาพที่เห็นรูดังกล่าวมีลักษณะเป็นวงรี หรือแม้แต่มุมของวัตถุซึ่งเป็นมุมฉาก (90°) แต่ถ้าวัดขนาดมุมโดยตรงจากรูปจะพบว่าได้เป็นมุมป้าน เป็นต้น ส่วนการฉายภาพแบบ multiview นั้นมีข้อดีอยู่ที่สามารถแสดงขนาดและรูปร่างของวัตถุได้โดยตรง นั่นคือสามารถวัดขนาดหรือแม้แต่มุมในวัตถุได้โดยตรงจากรูปที่เห็นแต่มีข้อเสียอยู่บ้างคือผู้เขียนต้องการการฝึกฝนในการเขียนและอ่านภาพแบบ multiview นี้



รูปที่ 1.15 ข้อดีและข้อเสียของการฉายภาพแบบออโธกราฟิกแบบต่าง ๆ

1.5 มาตราฐานการเขียนแบบ (drawing standard)

มาตราฐานสำหรับการเขียนแบบก็คือข้อกำหนดที่รวบรวมไว้ให้วิศวกรทุกคนปฏิบัติร่วมกัน เพื่อให้งานเขียนแบบนั้นมีความเหมาะสมและสามารถทำความเข้าใจได้ตรงกัน ดังนั้นประเทศต่าง ๆ จึงได้มีการกำหนดมาตราฐานสำหรับการเขียนแบบขึ้นเพื่อใช้ในประเทศของตนเอง ดังแสดงในตารางที่ 1.1 ถึงแม้ว่าแต่ละประเทศจะกำหนดมาตราฐานของประเทศตัวเองขึ้นมาแต่โดยรวมไม่มีความแตกต่างกันมากนัก ดังนั้นวิศวกรในประเทศหนึ่งก็ยังสามารถอ่านแบบที่เขียนโดยวิศวกรที่ใช้มาตราฐานที่ต่างกันของอีกประเทศหนึ่งได้

Country	Code	Full name
USA	ANSI	**A**merican **N**ational **S**tandard **I**nstitute
Japan	JIS	**J**apanese **I**ndustrial **S**tandard
UK	BS	**B**ritish **S**tandard
Australia	AS	**A**ustralian **S**tandard
Germany	DIN	**D**eutsches **I**nstitut für **N**ormung
	ISO	**I**nternational **S**tandards **O**rganization

ตารางที่ 1.1 รหัสของมาตราฐานการเขียนแบบสำหรับประเทศต่าง ๆ

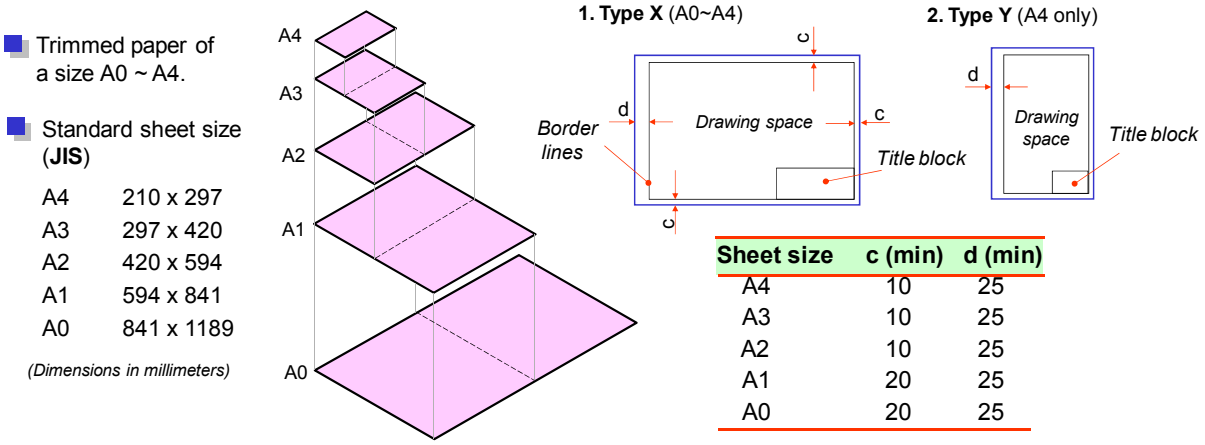
Code number	**Contents**
JIS Z 8311	***Sizes and Format of Drawings***
JIS Z 8312	***Line Conventions***
JIS Z 8313	***Lettering***
JIS Z 8314	***Scales***
JIS Z 8315	Projection methods
JIS Z 8316	Presentation of Views and Sections
JIS Z 8317	Dimensioning

ตารางที่ 1.2 ตัวอย่างรหัสมาตราฐานการเขียนแบบของประเทศญี่ปุ่น

ตารางที่ 1.2 แสดงรหัสสำหรับมาตราฐานการเขียนแบบของประเทศญี่ปุ่น ซึ่งในบทนี้จะได้แสดงเนื้อหาบางส่วนของมาตราฐานดังกล่าวเฉพาะหัวข้อที่แรเงาไว้ก่อนเท่านั้น ส่วนรายละเอียดของหัวข้ออื่นจะได้กล่าวถึงในบทถัด ๆ ไป โดยเราจะใช้มาตราฐานเหล่านี้สำหรับการเขียนแบบในวิชาเขียนแบบวิศวกรรมที่เรากำลังเรียนอยู่

มาตราฐานของกระดาษเขียนแบบ (drawing sheet)

รูปที่ 1.16 แสดงตัวอย่างมาตราฐานของกระดาษสำหรับการเขียนแบบ และขนาดของกรอบที่ใช้ในกระดาษเขียนแบบนั้น ๆ โดยอ้างอิงจากมาตราฐานของประเทศญี่ปุ่น (JIS) ซึ่งหมายเลขมาตราฐานสำหรับเรื่องของกระดาษเขียนแบบนั้นคือ JIS Z 8311

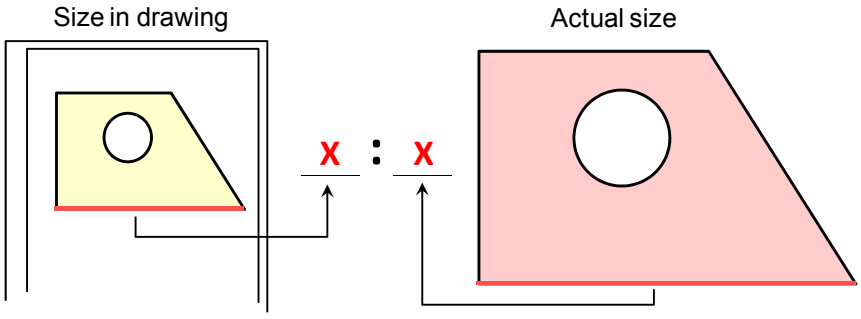


Sheet size	c (min)	d (min)
A4	10	25
A3	10	25
A2	10	25
A1	20	25
A0	20	25

รูปที่ 1.16 มาตราฐานเกี่ยวกับกระดาษเขียนแบบ

มาตราฐานเกี่ยวกับสเกลสำหรับการวาดรูป (drawing scale)

สเกลของการวาดรูป คือสัดส่วนของขนาดวัตถุที่วาดลงบนกระดาษ กับขนาดของวัตถุจริง โดยการเขียนข้อความเพื่อแสดงสเกลของการวาดรูปนั้นจะเริ่มจากการเขียนข้อความ “SCALE” จากนั้นตามด้วยตัวเลขเพื่อแสดงขนาดของวัตถุที่วาดบนกระดาษต่อด้วยเครื่องหมาย : แล้วตามด้วยตัวเลขเพื่อแสดงขนาดของวัตถุจริงดังแสดงในรูปที่ 1.17



SCALE 1:1 for full size
SCALE X:1 for ***enlargement*** scales ***(สเกลขยาย)***
SCALE 1:X for ***reduction*** scales ***(สเกลย่อ)***

รูปที่ 1.17 การเขียนข้อความเพื่อแสดงสเกลของการวาดรูป

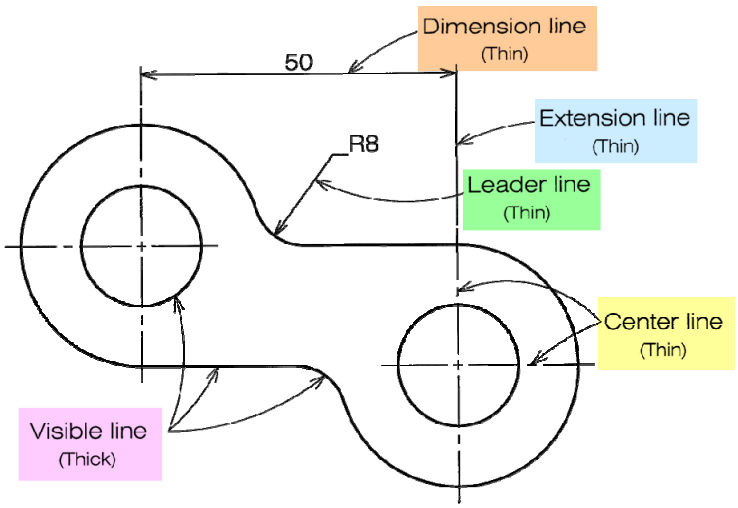
มาตราฐานเกี่ยวกับชนิดของเส้น (line type)

ภาษาที่เราใช้กันอยู่ไม่ว่าจะเป็นภาษาใดที่ตามจะประกอบไปด้วยตัวอักษร เมื่อเรานำเอาตัวอักษรมาประกอบกันก็ย่อมเกิดเป็นคำที่มีความหมายขึ้นมา ถ้าเราเปรียบการเขียนแบบวิศวกรรมว่าเป็นภาษาชนิดหนึ่ง ภาษานี้ก็ต้องประกอบไปด้วยตัวอักษรเช่นเดียวกัน ซึ่งตัวอักษรสำหรับภาษาการเขียนแบบนี้ก็คือ “เส้น” นั่นเอง ดังนั้นเราจำเป็นจะต้องเรียนรู้และทำความเข้าใจเกี่ยวกับชนิดของเส้นที่ใช้ในการเขียนแบบ เพราะเราต้องใช้เส้นเหล่านี้ในการสร้างเป็นรูปภาพเพื่อสื่อความหมาย เช่นเดียวกับที่เราเรียนตัวอักษรแต่ละตัวเพื่อสร้างเป็นคำนั่นเอง โดยชนิดของเส้นที่ต้องใช้บ่อย ๆ ในการเขียนแบบวิศวกรรมนั้นได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.18 สำหรับเส้นชนิดอื่น ๆ จะได้แนะนำให้รู้จักในบทต่อ ๆ ไป

Types of Lines	Appearance	Name according to application
Continuous thick line	———	Visible line
Continuous thin line	———	Dimension line Extension line Leader line
Dash thick line	— — — —	Hidden line
Chain thin line	—— - —— - ——	Center line

รูปที่ 1.18 ชนิดของเส้นที่ใช้ในงานเขียนแบบวิศวกรรม

เส้นชนิดแรกที่จะกล่าวถึงคือเส้น “visible line” เส้นดังกล่าวเขียนโดยใช้เส้นชนิดต่อเนื่องและเป็นเส้นเข้ม เส้นชนิดนี้จะใช้แสดงขอบของวัตถุที่เรามองเห็น เส้นชนิดที่สองคือเส้น “dimension line”, “extension line” และ “leader line” เส้นเหล่านี้เขียนโดยใช้เส้นชนิดต่อเนื่องแบบเดียวกับเส้น “visible line” แต่เป็นเส้นอ่อน เราใช้เส้นเหล่านี้ในการบอกขนาดของวัตถุ เส้นชนิดที่สามคือเส้น “hidden line” เส้นนี้เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเส้นประนั่นเอง ซึ่งเขียนโดยเส้นเข้มและใช้สำหรับแสดงขอบของวัตถุที่ถูกบังอยู่ สุดท้ายคือเส้น “center line” เส้นนี้มีลักษณะเป็นเส้นยาวและสั้นสลับกันโดยเส้นยาวควรยาวมากกว่าเส้นสั้นประมาณ 10-15 เท่า ยกตัวอย่างเช่นถ้าเราลากเส้นสั้นประมาณ 2 มม. เส้นยาวก็ควรยาวประมาณ 20-30 มม. เป็นต้น เส้นนี้ต้องลากด้วยเส้นเบา และใช้เพื่อแสดงความสมมาตร หรือแสดงจุดศูนย์กลางของวงกลม หรือแสดงแกนของทรงกระบอกก็ได้ โดยตัวอย่างการใช้เส้นเหล่านี้ในการสร้างภาพในงานเขียนแบบวิศวกรรมได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.19



รูปที่ 1.19 ตัวอย่างการใช้เส้นชนิดต่าง ๆ ในงานเขียนแบบวิศวกรรม

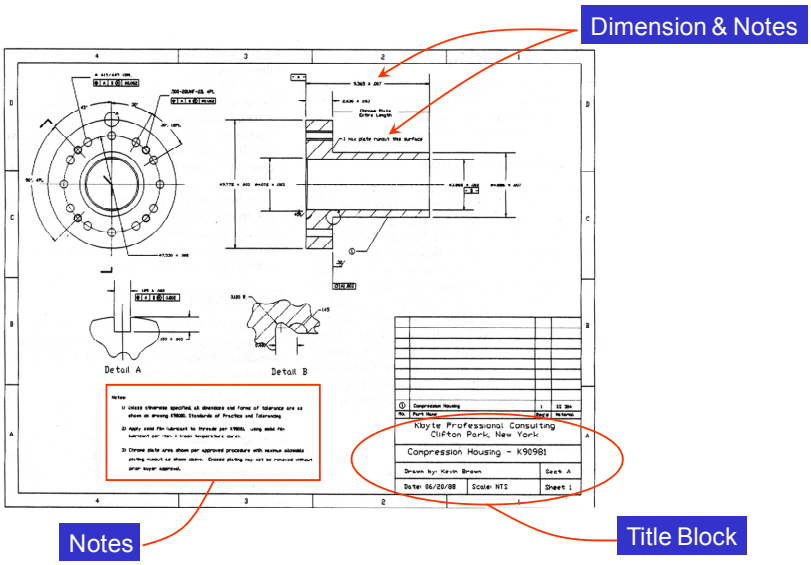
1.6 อุปกรณ์การเขียนแบบ (engineering drawing tools)

อุปกรณ์สำหรับการเขียนแบบประกอบไปด้วย

1. โต๊ะเขียนแบบ
2. ไม้ทีสไลด์
3. ไม้ฉากสามเหลี่ยม (ควรเลือกขนาดที่ใหญ่เพียงพอสำหรับกระดาษเขียนแบบ)
4. เทปติดกระดาษ
5. ดินสอ (ดินสอไม้หรือดินสอกดก็ได้ และควรเตรียมไว้ 2 ระดับความเข้ม)
6. กระดาษทราย (ใช้เพื่อเหลาดินสอ)
7. วงเวียน (ควรเลือกชนิดที่มีตัวปรับขนาด เพื่อการตั้งขนาดวงเวียนที่แม่นยำ)
8. ยางลบดินสอ
9. แผ่นกันลบ
10. เทมเพลตสำหรับเขียนวงกลม (ใช้ในกรณีที่ต้องการเขียนวงกลมรัศมีเล็ก ๆ)
11. กระดาษทิชชู (ใช้เช็ดปลายดินสอเมื่อเหลาดินสอเสร็จ และทำความสะอาดอุปกรณ์)
12. กบเหลาดินสอ
13. กระดาษเปล่า (ใช้รองข้อมือในขณะเขียนรูปเพื่อป้องกันความสกปรก และใช้สำหรับทดลองเขียนรูปก่อนลงมือวาดภาพจริง)

1.7 การคัดตัวอักษร (lettering)

เราใช้ตัวอักษรในงานเขียนแบบเมื่อต้องการสื่อความหมายในกรณีที่ภาษาภาพไม่สามารถทำได้ เช่น เมื่อเราต้องการบอกขนาดความยาวของวัตถุ ขนาดรัศมีของวงกลม หรือข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตที่ต้องใช้ข้อความอธิบาย หรือแม้แต่ชื่อของผู้ที่ทำการเขียนแบบและตรวจทานแบบนั้น เป็นต้น ดังนั้นตัวอักษรที่เขียนในงานเขียนแบบควรที่จะต้องอ่านได้ง่าย ซึ่งตัวแปรที่จะทำให้ตัวอักษรหรือข้อความนั้นอ่านได้ง่ายก็คือ รูปร่างของตัวอักษรและช่องไฟระหว่างตัวอักษรและคำต้องมีความเหมาะสมไม่ชิดหรือว่าห่างจนเกินไป สุดท้ายตัวอักษรที่เขียนต้องมีรูปแบบที่สม่ำเสมอทั้งขนาดและความหนาของเส้นที่ใช้เขียนตัวอักษร

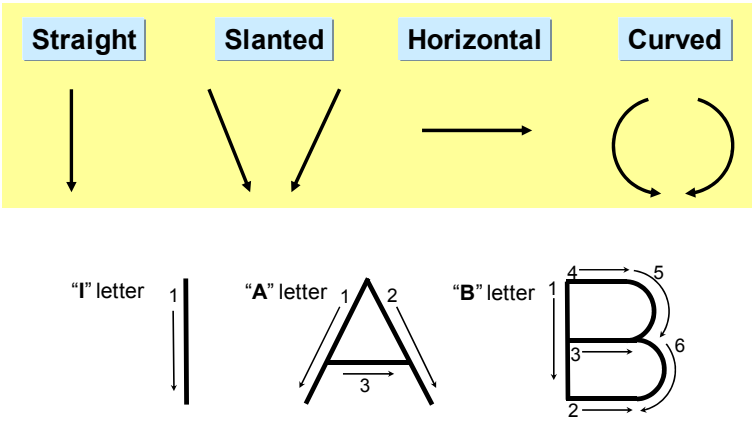


รูปที่ 1.20 แสดงการใช้ตัวอักษรในงานเขียนแบบวิศวกรรม

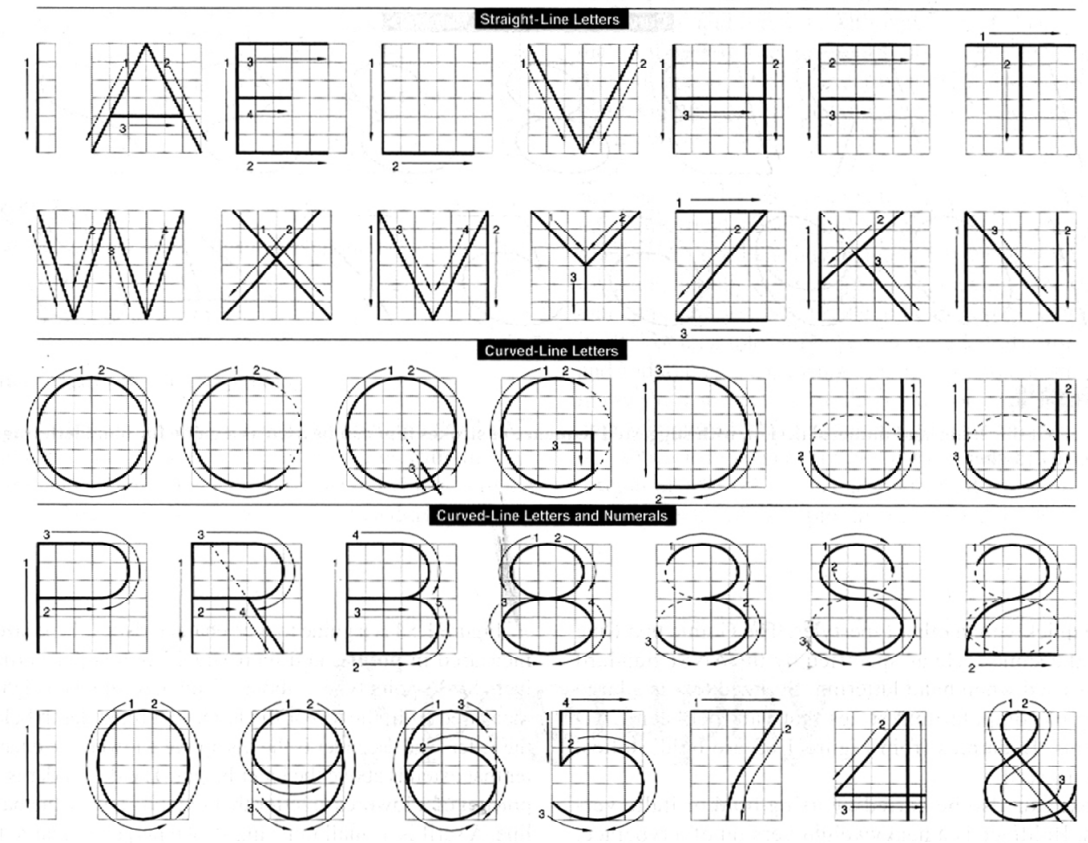
มาตราฐานสำหรับการเขียนตัวอักษรในงานเขียนแบบที่เราจะเรียนนี้อ้างอิงมาจากมาตราฐาน ANSI นั่นคือ

- ใช้ตัวอักษรตรงตามรูปแบบโกธิค (vertical Gothic style)
- สามารถใช้ตัวอักษรแบบตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็กก็ได้
- ขนาดความสูงของตัวอักษรควรมีขนาดประมาณ 3 มม. (ไม่ต้องวัดขนาดในขณะที่เขียน แต่ควรใช้การประมาณเอา) ส่วนตัวอักษรใน title block ควรจะใหญ่กว่าสักเล็กน้อยคือมีขนาดประมาณ 5-8 มม.
- สำหรับระยะห่างระหว่างบรรทัดไม่ควรต่ำกว่า 1/3 ของความสูงตัวอักษรที่เขียน

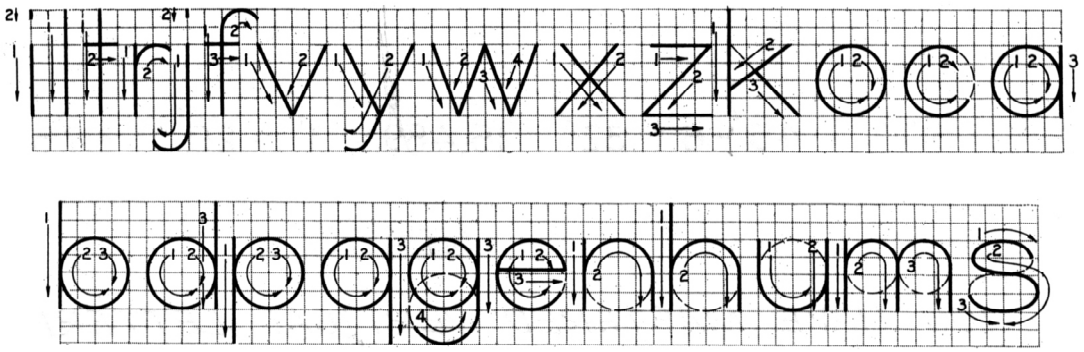
การเขียนตัวอักษรที่ใช้ในงานเขียนแบบนั้นจะประกอบไปด้วยเส้นพื้นฐานดังแสดงในรูปที่ 1.21 ซึ่งประกอบไปด้วยเส้นดิ่ง เส้นเอียง เส้นนอน และเส้นโค้ง ซึ่งผู้เรียนควรจะฝึกฝนให้เกิดความชำนาญ เพราะไม่เพียงแต่ใช้สำหรับการเขียนตัวอักษรเท่านั้น แต่ยังสามารถใช้เส้นพื้นฐานเหล่านี้ในขั้นตอนของการสเก็ตช์ภาพด้วยมือเปล่าเช่นเดียวกัน



รูปที่ 1.21 ชนิดของเส้นแบบต่าง ๆ สำหรับการเขียนตัวอักษร



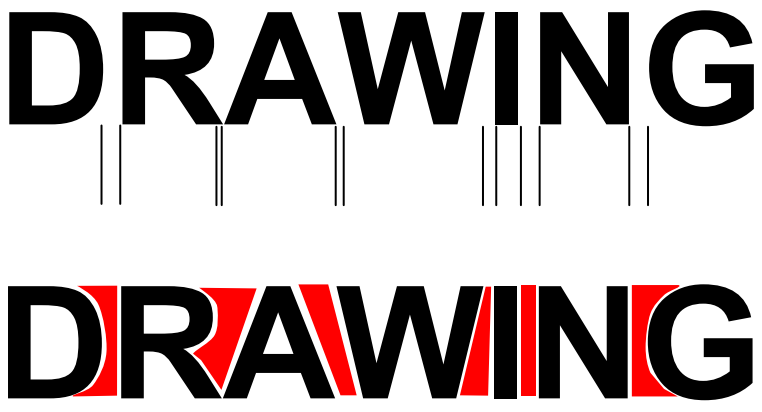
รูปที่ 1.22 ตัวอย่างการเขียนตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่



รูปที่ 1.23 ตัวอย่างการเขียนตัวอักษรตัวพิมพ์เล็ก

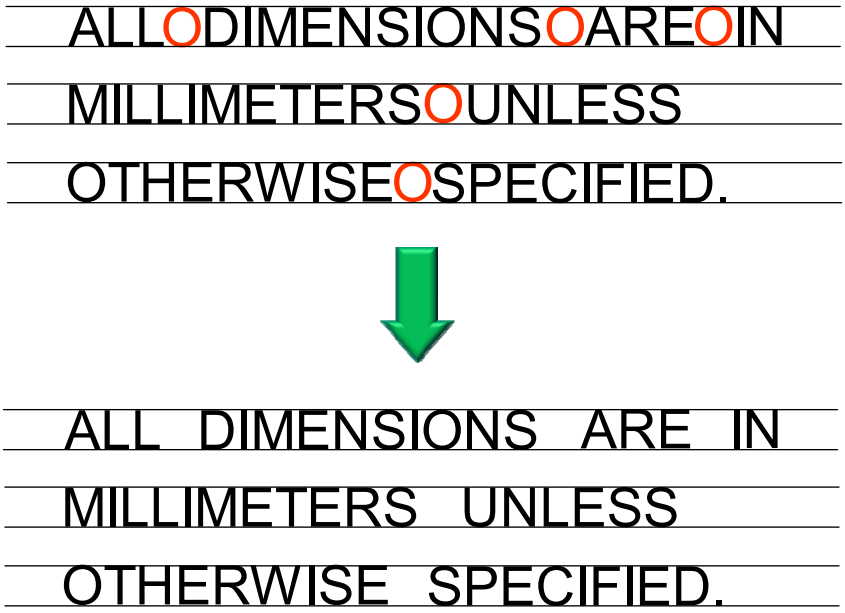
รูปที่ 1.22 และ 1.23 แสดงรูปแบบของตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่และตัวพิมพ์เล็ก โดยในรูปยังแสดงลำดับการลากเส้นเพื่อสร้างตัวอักษรนั้น ๆ ด้วย แต่ถ้าผู้เรียนรู้สึกว่าการลากเส้นตามลำดับที่ให้ไว้ในรูปนั้นไม่ถนัด ก็สามารถใช้ลำดับการเขียนแบบอื่นที่ตนเองถนัดก็ได้ เพียงแต่ต้องรักษารูปร่างลักษณะของตัวอักษรให้เหมือนตามแบบที่ให้ไว้

สำหรับการเขียนคำนั้นก็คือการนำเอาตัวอักษรมาเรียงต่อกันนั่นเอง และเพื่อให้การอ่านคำนั้นเป็นไปได้โดยง่าย เราจำเป็นที่จะต้องควบคุมระยะห่างหรือช่องไฟระหว่างตัวอักษรให้เหมาะสมไม่ชิดหรือห่างจนเกินไป จากตัวอย่างในรูปที่ 1.24 ถ้าเราพิจารณาระยะห่างระหว่างตัวอักษรในคำจะเห็นได้ว่ามีระยะห่างไม่เท่ากันโดยขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวอักษรที่อยู่ติดกัน ทำให้เราควบคุมระยะห่างระหว่างตัวอักษรได้ลำบาก แต่ถ้าเราพิจารณาเป็นพื้นที่ของช่องว่างระหว่างตัวอักษรดังที่แสดงเป็นพื้นที่สีแดงในรูป จะพบว่าถ้าเราควบคุมให้พื้นที่ดังกล่าวนั้นมีพื้นที่ที่เท่า ๆ กัน เราก็จะได้ระยะห่างระหว่างตัวอักษรที่เหมาะสม



รูปที่ 1.24 ช่องว่างระหว่างตัวอักษรที่เหมาะสม

ส่วนการเขียนเป็นประโยคนั้นก็คือการนำเอาคำหลาย ๆ คำมาประกอบกันนั่นเอง ดังนั้นระยะห่างระหว่างคำหรือช่องไฟนั้นจะต้องมีความเหมาะสมด้วย โดยระยะห่างที่เหมาะสมนั้นให้จินตนาการว่าก่อนที่จะเขียนคำต่อไปของประโยคนั้นให้เผื่อที่ไว้สำหรับตัวอักษร “O” ก่อนดังแสดงในรูปที่ 1.25 และสุดท้ายในรูปที่ 1.26 ได้รวบรวมตัวอย่างของการเขียนตัวอักษรที่เหมาะสมและไม่เหมาะสมให้ลองพิจารณาแล้วจำเอาไว้ใช้



รูปที่ 1.25 ระยะห่างระหว่างคำที่เหมาะสมในการเขียนประโยค

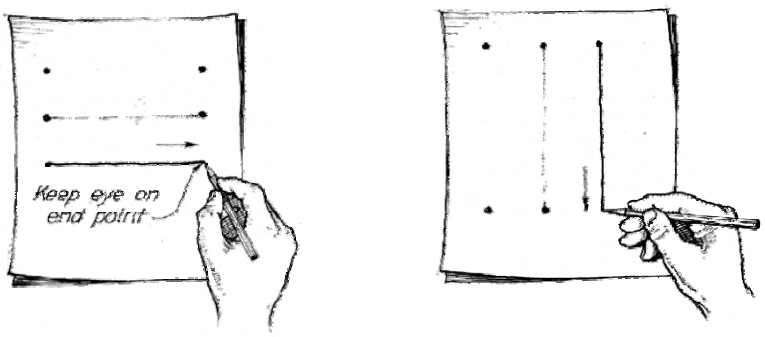
รูปที่ 1.26 ตัวอย่างการเขียนตัวอักษรที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม

1.8 การสเก็ตช์ภาพด้วยมือเปล่า (freehand sketching)

การสเก็ตช์ภาพด้วยมือเปล่าถือเป็นทักษะที่สำคัญอย่างหนึ่งที่วิศวกรควรจะต้องทำการฝึกฝนไว้ เนื่องจากเป็นวิธีพื้นฐานในการนำเอาภาพในความคิดที่เราคิดไว้แสดงออกมาให้ผู้อื่นได้เห็นได้เข้าใจรวมถึงตัวเราเองด้วย ยกตัวอย่างเช่นเมื่อเราต้องทำการวิเคราะห์ปัญหาทางวิศวกรรมอย่างหนึ่ง การเสก็ตช์ภาพปัญหาออกมาแล้วค่อยทำการวิเคราะห์จะช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์ปัญหาดังกล่าวได้อย่างมีระบบมากยิ่งขึ้น การสเก็ตช์ภาพทางวิศวกรรมนั้นมีหลักสำคัญประการหนึ่งคือเราจะไม่ลากเส้นย้ำ ๆ เส้นเดิมเพื่อให้ได้แนวเส้นที่ต้องการ แต่ต้องลากเพียงครั้งเดียวเท่านั้น (single stroke) เพราะจะทำให้รูปที่ได้นั้นสะอาดตา และทำให้การใช้รูปดังกล่าวมาทำการวิเคราะห์สามารถทำได้ง่ายโดยไม่สับสนกับเส้นยุ่ง ๆ ที่เกิดขึ้น การที่ผู้เรียนจะสามารถสเก็ตช์ภาพได้อย่างเรียบร้อยนั้นต้องอาศัยการฝึกฝนพอสมควร ดังนั้นในหัวข้อนี้จะแนะนำวิธีในการสเก็ตช์เส้นตรงทั้งเส้นนอนและเส้นดิ่ง รวมถึงการสเก็ตช์เส้นโค้ง (arc) และการสเก็ตช์วงกลม (circle) สุดท้ายจะเป็นขั้นตอนในการสเก็ตช์รูปวัตถุ

การสเก็ตช์เส้นตรง (เส้นนอนและเส้นดิ่ง)

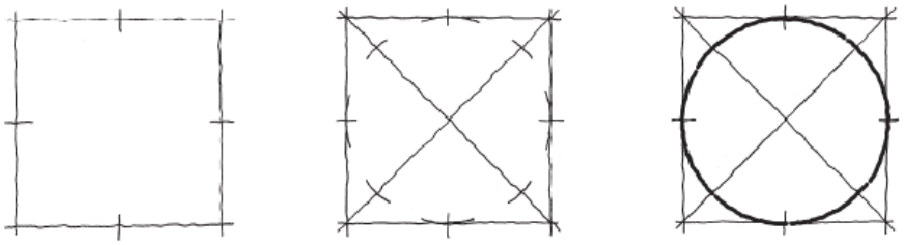
การฝึกสเก็ตช์เส้นตรงนั้นอาจเริ่มโดยการทำเครื่องหมายจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายของเส้นที่ต้องการลากก่อน (ควรทำเครื่องหมายของจุดด้วยน้ำหนักเส้นที่เบามาก ๆ) จากนั้นเริ่มเขียนเส้นโดยจับดินสอแล้วลากแขนไปมาจากจุดเริ่มต้นไปยังจุดสุดท้ายโดยที่ยังไม่เขียนเส้นนั้นจริง ๆ เมื่อเกิดความมั่นใจในแนวการลากเส้นแล้วให้เริ่มลากเส้นได้ โดยขั้นตอนดังกล่าวได้แสดงในรูปที่ 1.27 และถ้าฝึกตามขั้นตอนดังกล่าวจนเกิดความมั่นใจแล้วก็ไม่จำเป็นต้องทำเครื่องหมายจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้ายก่อน สำหรับเส้นตรงในทิศทางอื่น ๆ ก็สามารถฝึกฝนในรูปแบบเดียวกันนี้ได้



รูปที่ 1.27 ขั้นตอนการสเก็ตช์เส้นตรงโดยอาศัยจุดเริ่มต้นและจุดสุดท้าย

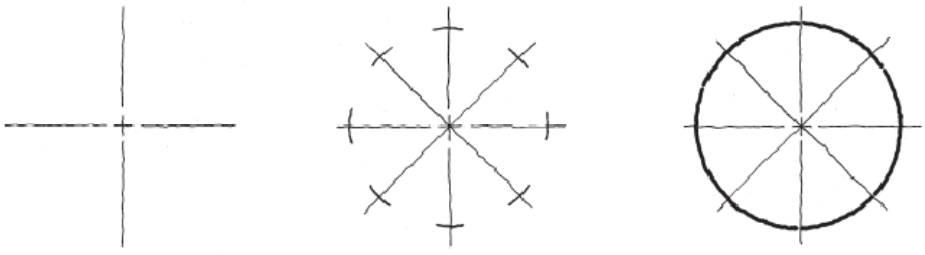
การสเก็ตช์วงกลมขนาดเล็ก

ขั้นตอนในการสเก็ตช์วงกลมขนาดเล็กเริ่มต้นจากการสเก็ตช์กล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัสดังแสดงในรูปที่ 1.28 ขึ้นมาก่อน จากนั้นทำเครื่องหมายเล็ก ๆ แบ่งครึ่งแต่ละด้านของสี่เหลี่ยมจัตุรัสนั้น ต่อไปให้ลากเส้นทแยงมุมซึ่งจุดตัดของเส้นทแยงมุมนี้ก็คือจุดศูนย์กลางของวงกลมที่เราต้องการวาดนั่นเอง ขั้นตอนต่อไปให้ทำการลากเครื่องหมายเล็ก ๆ บนเส้นทแยงมุมโดยให้มีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางประมาณเท่ากับรัศมีของวงกลม (ยาวเท่ากับครึ่งหนึ่งของด้านสี่เหลี่ยมจัตุรัส) โดยขั้นตอนทั้งหมดในการลากเส้นนี้ให้ลากเส้นด้วยน้ำหนักเส้นที่เบา ๆ สุดท้ายเขียนส่วนโค้งเล็ก ๆ เชื่อมต่อจุดที่เราทำเครื่องหมายไว้โดยใช้เส้นเข้ม ซึ่งจะได้วงกลมตามที่ต้องการ



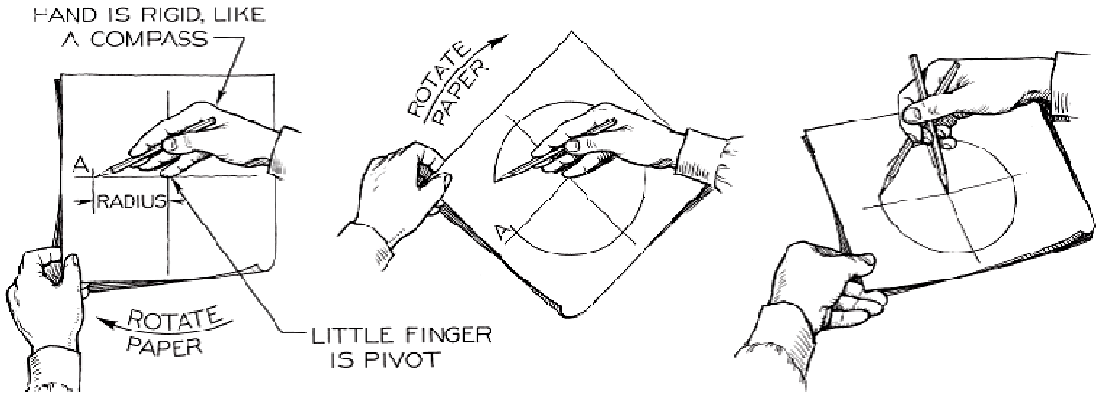
รูปที่ 1.28 ขั้นตอนการสเก็ตช์วงกลมขนาดเล็กแบบที่ 1

วิธีที่ 2 สำหรับการสเก็ตช์วงกลมขนาดเล็กได้แสดงในรูปที่ 1.29 ขั้นตอนสำหรับวิธีนี้เริ่มจากการเขียนเส้น center line ก่อนดังแสดงในขั้นตอนที่ 1 จากนั้นลากเส้นรัศมีออกจากจุดศูนย์กลางของวงกลม เสร็จแล้วให้ทำเครื่องหมายบนเส้นรัศมีที่ลากนั้นให้มีระยะห่างจากจุดศูนย์กลางเท่ากับรัศมีของวงกลมที่ต้องการวาด สุดท้ายลากเส้นโค้งเล็ก ๆ เชื่อมต่อจุดที่เราทำเครื่องหมายไว้เพื่อให้ได้วงกลมตามที่ต้องการ



รูปที่ 1.29 ขั้นตอนการสเก็ตช์วงกลมขนาดเล็กแบบที่ 2

การสเก็ตช์วงกลมขนาดใหญ่

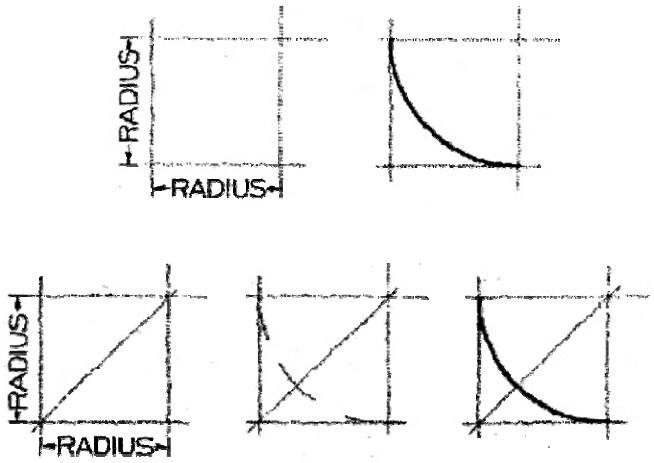


รูปที่ 1.30 ขั้นตอนการสเก็ตช์วงกลมขนาดใหญ่

การสเก็ตช์วงกลมขนาดใหญ่นั้นสามารถทำได้ดังนี้ เริ่มจากการใช้มือขวาจับดินสอในลักษณะดังรูปซ้ายของรูปที่ 1.30 จากนั้นวางนิ้วก้อยของมือที่จับดินสอนั้นลงในตำแหน่งของจุดศูนย์กลางของวงกลมที่ต้องการวาดเพื่อใช้เป็นจุดหมุนคล้ายกับปลายแหลมของวงเวียน ต่อไปให้จับดินสอแน่น ๆ โดยรักษาระยะห่างระหว่างปลายดินสอกับปลายนิ้วก้อยให้เท่ากับขนาดของรัศมีที่ต้องการ สุดท้ายใช้อีกมืออีกข้างจับกระดาษแล้วหมุนกระดาษจนกระทั่งวาดรูปวงกลมเสร็จสิ้น หรือจะใช้ดินสอ 2 ด้ามทำเป็นวงเวียนดังที่แสดงในรูปขวามือก็ได้เหมือนกัน

การสเก็ตช์ส่วนโค้ง

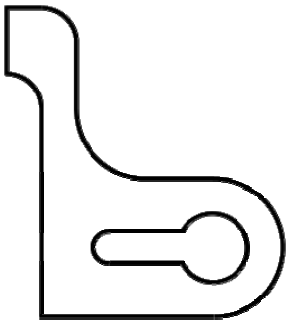
การสเก็ตช์ส่วนโค้งสามารถทำได้ในลักษณะที่คล้ายกับการสเก็ตช์วงกลมนั่นเอง เพียงแต่สี่เหลี่ยมจัตุรัสที่สเก็ตช์ขึ้นมาครั้งแรกนั้นใช้สำหรับการลากส่วนโค้งเพียง 1/4 ของวงกลมเท่านั้น ซึ่งขั้นตอนในการสเก็ตช์ส่วนโค้งได้แสดงไว้ในรูปที่ 1.31 ซึ่งแสดงไว้ 2 วิธีด้วยกัน ซึ่งผู้เรียนจะต้องฝึกฝนและหาวิธีที่เหมาะกับตนเอง



รูปที่ 1.31 ขั้นตอนการสเก็ตช์ส่วนโค้ง

การสเก็ตช์รูปวัตถุ

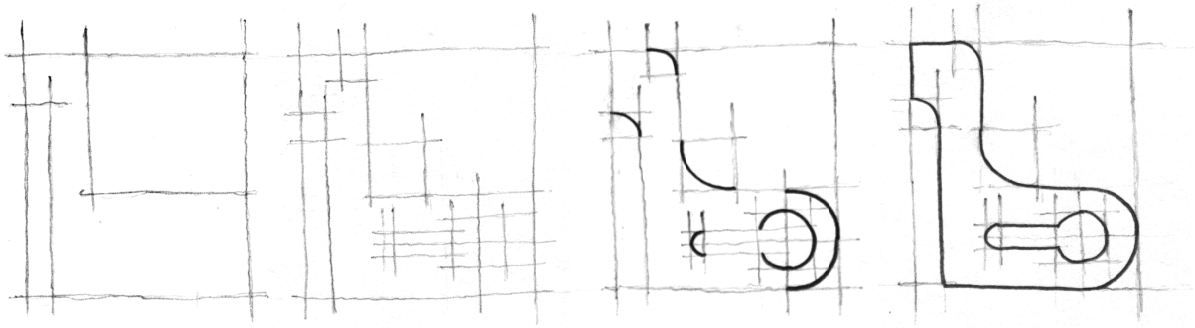
หัวข้อนี้จะแสดงขั้นตอนการสเก็ตช์รูปที่เป็นวัตถุ โดยจะยกตัวอย่างการสเก็ตช์รูปวัตถุดังแสดงในรูปที่ 1.32



รูปที่ 1.32 รูปวัตถุตัวอย่างสำหรับฝึกสเก็ตช์

ขั้นตอนในการสเก็ตช์รูปมีดังนี้

1. เริ่มต้นโดยการลากเส้นร่างแสดงขอบเขตโดยรวมของวัตถุก่อนดังแสดงในรูปซ้ายมือของรูปที่ 1.33
2. ลากเส้นร่างเพื่อกำหนดตำแหน่งองค์ประกอบสำคัญ ๆ ของวัตถุ เช่น ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของวงกลม หรือส่วนโค้ง ฯลฯ
3. จากนั้นนสเก็ตช์ส่วนโค้งก่อน
4. สุดท้ายสเก็ตช์ส่วนที่เป็นเส้นตรง

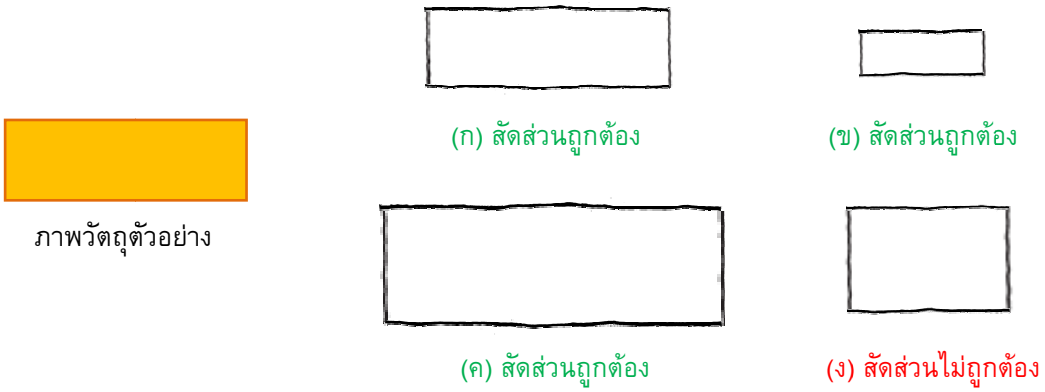


รูปที่ 1.33 ขั้นตอนการสเก็ตช์รูปวัตถุ

การลากเส้นร่างในขั้นตอนที่ 1 และ 2 นั้นต้องใช้เส้นที่มีน้ำหนักเบา (ให้ประมาณว่าถ้านำรูปดังกล่าวไปทำการถ่ายสำเนาแล้ว จะต้องไม่เห็นเส้นร่างที่ลากไว้) ซึ่งผู้เรียนควรทดลองสเก็ตช์รูปวัตถุนี้โดยทำตามขั้นตอนที่ให้ไว้ในรูปที่ 1.33 ซึ่งจะได้ฝึกทั้งการลากเส้นตรง เส้นโค้ง วงกลม และสุดท้ายรู้จักการควบคุมน้ำหนักเส้น

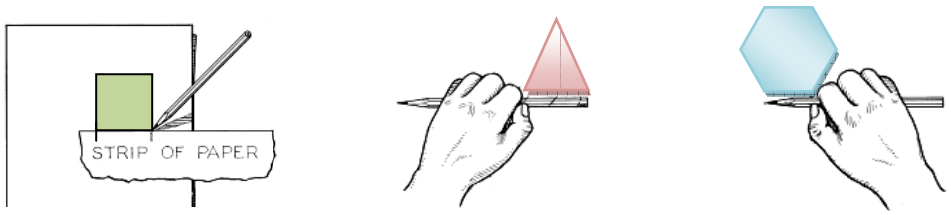
สัดส่วนของภาพสเก็ตช์

หลักการสเก็ตช์ที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือรูปที่สเก็ตช์ต้องมีสัดส่วนที่ถูกต้องตามวัตถุตัวอย่างที่ต้องการสเก็ตช์ ซึ่งคำว่า “สัดส่วน” นี้มีความหมายต่างจากคำว่า “ขนาด” ซึ่งผู้เรียนจะต้องไม่สับสนระหว่างสองคำนี้ และเพื่อให้เข้าใจคำว่า “สัดส่วน” ได้ดียิ่งขึ้น ขอให้ผู้เรียนศึกษาจากตัวอย่างในรูปที่ 1.34 โดยสมมติว่าถ้าต้องการสเก็ตช์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีความกว้างมากกว่าความสูงประมาณ 3 เท่า ดังนั้นรูปสเก็ตช์ที่ดีจะต้องได้สัดส่วนความกว้างต่อความสูงประมาณ 3:1 ด้วยเช่นเดียวกัน ซึ่งรูปสเก็ตช์ (ก-ค) ในรูปที่ 1.34 ถือได้ว่าเป็นภาพสเก็ตช์ที่มีสัดส่วนถูกต้อง ถึงแม้จะมีขนาดไม่เท่ากับวัตถุตัวอย่างก็ตาม ส่วนรูปสเก็ตช์ (ง) นั้นถือว่าเป็นภาพสเก็ตช์ที่ไม่ถูกต้อง

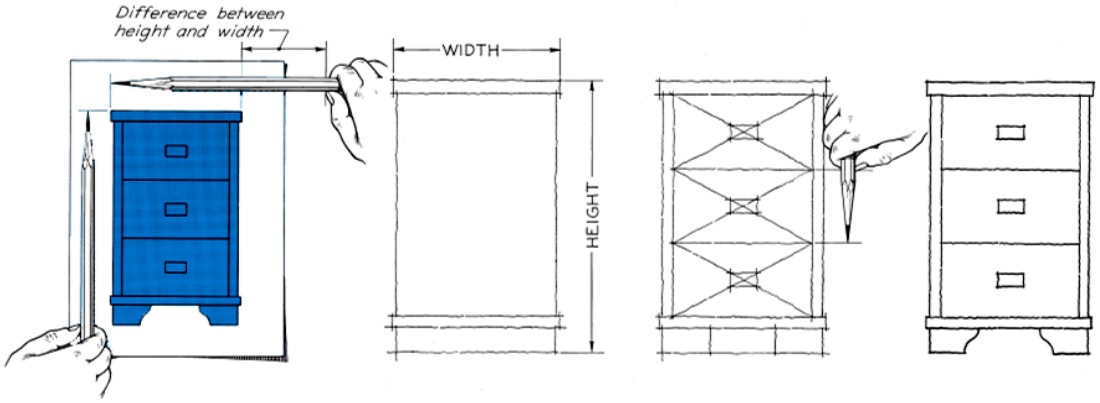


รูปที่ 1.34 การสเก็ตช์รูปให้ได้สัดส่วนที่ถูกต้องโดยอาจมีขนาดที่ใหญ่หรือเล็กก็ได้

การสเก็ตช์ภาพให้ได้สัดส่วนที่ถูกต้องนั้นสามารถใช้สิ่งของใกล้ตัวดังแสดงในรูปที่ 1.35 มาช่วยในการประมาณสัดส่วนของรูปที่ต้องการสเก็ตช์ สิ่งใกล้ตัวสิ่งแรกก็คือแถบกระดาษนั่นเอง โดยสามารถนำแถบกระดาษมาวางทาบกับรูปที่ต้องการสเก็ตช์แล้วทำเครื่องหมายบนแถบกระดาษนั้นเพื่อช่วยในการวัดขนาด เมื่ออ่านถึงตอนนี้ผู้เรียนอาจเกิดความรู้สึกว่าทำไมไม่ใช้ไม้บรรทัดในการวัดขนาดเสียเลยเพราะได้ขนาดที่ถูกต้องกว่าด้วย ซึ่งคำตอบสำหรับคำถามนี้ก็คือ ผู้เรียนจำเป็นต้องฝึกการสเก็ตช์ภาพให้ได้สัดส่วนที่ถูกต้องและรวดเร็ว ถึงแม้ว่าจะไม่มีอุปกรณ์การเขียนแบบใด ๆ อยู่ใกล้ตัวเลยก็ตาม เพราะถ้าต้องคอยหาไม้บรรทัดก่อนที่จะลงมือเขียนภาพได้นั้นอาจต้องใช้เวลามากเกินไป และในบางครั้งเราก็ไม่ต้องการภาพที่สวยงามถูกต้องตามขนาด 100% แต่เราต้องการภาพที่มีสัดส่วนที่ถูกต้องมากกว่า สำหรับสิ่งของใกล้ตัวอีกชิ้นก็คือดินสอที่ผู้วาดใช้อยู่นั่นเองซึ่งสามารถนำมาช่วยในการวัดขนาดได้ด้วย จะเห็นได้ว่าการสเก็ตช์ภาพจะสามารถทำได้ด้วยความรวดเร็วโดยไม่เสียเวลาในการหาอุปกรณ์ใด ๆ เพื่อให้เห็นตัวอย่างการใช้สิ่งของใกล้ตัวในการสเก็ตช์ภาพให้ได้สัดส่วนที่ถูกต้องจึงได้แสดงขั้นตอนการสเก็ตช์ภาพวัตถุอีกครั้งโดยใช้ดินสอช่วยในการวัดขนาดดังแสดงในรูปที่ 1.36



รูปที่ 1.35 การใช้สิ่งของใกล้ตัวในการวัดขนาดของรูปเพื่อใช้สเก็ตช์ต่อไป



รูปที่ 1.36 การสเก็ตช์รูปให้ได้สัดส่วนที่ถูกต้องโดยใช้สิ่งของใกล้ตัวในการวัดขนาด

1.9 บทสรุป

ในบทนี้ได้อธิบายถึงความสำคัญของวิชาเขียนแบบวิศวกรรมในฐานะที่เป็นภาษาสำหรับการสื่อสารของวิศวกร เพราะการสื่อสารด้วยภาพทำให้ผู้อ่านแบบสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายโดยเฉพาะในเรื่องของรูปร่าง รูปทรง และขนาด เป็นต้น จากนั้นได้แนะนำให้ผู้เรียนได้รู้จักกับองค์ประกอบของการเขียนแบบซึ่งประกอบไปด้วยภาษาภาพและภาษาข้อความ ซึ่งการสร้างภาษาภาพให้มีความถูกต้องนั้นจำเป็นต้องมีความเข้าใจในเรื่องของทฤษฎีการฉายภาพและการฉายภาพที่นิยมใช้ในงานเขียนแบบวิศวกรรมนั้นก็คือการฉายภาพแบบออโธกราฟิก

มาตราฐานการเขียนแบบก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน ในบทนี้จึงได้นำเอาตัวอย่างบางส่วนของมาตราฐานที่เกี่ยวกับขนาดของกระดาษ การให้สเกลกับรูปที่วาด และโดยเฉพาะอย่างยิ่งความหมายของเส้นที่ใช้ในการเขียนแบบวิศวกรรม เช่นเส้น visible line, hidden line, center line เป็นต้น ซึ่งมีความสำคัญอย่างมากเพราะผู้เรียนต้องเข้าใจความหมายของเส้นแต่ละเส้นและสามารถเขียนเส้นนั้น ๆ ด้วยน้ำหนักที่ถูกต้อง หัวข้อสำคัญถัดมาในบทนี้คือการคัดตัวอักษร โดยได้แสดงรูปแบบของตัวอักษรที่เหมาะสมสำหรับใช้ในการเขียนแบบ ซึ่งผู้เรียนทุกคนไม่ว่าจะมีลายมือสวยหรือไม่สวยก็ตาม ถ้าใช้ความพยายามและมีสมาธิในการคัดตัวอักษรแล้วย่อมทำได้ดีทุกคน การ

คัดตัวอักษรเพื่อให้ได้ข้อความที่อ่านง่ายนั้นต้องฝึกฝนในเรื่องของการควบคุมช่องว่างระหว่างตัวอักษร และช่องว่างระหว่างคำ สุดท้ายคือการแนะนำเทคนิคการสเก็ตช์ภาพ ซึ่งถือว่าเป็นทักษะสำคัญสำหรับวิศวกร โดยเริ่มจากการสเก็ตช์เส้นตรงทั้งเส้นดิ่งและเส้นนอน การสเก็ตช์วงกลมขนาดเล็กและขนาดใหญ่ การสเก็ตช์ส่วนโค้ง ขั้นตอนการสเก็ตช์ภาพวัตถุซึ่งควรเริ่มต้นจากเส้นร่างก่อน (ใช้เส้นน้ำหนักเบา) เมื่อกำหนดตำแหน่งขององค์ประกอบสำคัญของรูปเสร็จแล้วก็จะลงเส้นรูป (ใช้เส้นเข้ม) โดยลากเส้นที่เป็นส่วนโค้งก่อนแล้วต่อด้วยเส้นตรง และสุดท้ายคือการควบคุมภาพสเก็ตช์ให้มีสัดส่วนที่ถูกต้องตามวัตถุตัวอย่าง โดยสามารถใช้ของใกล้ ๆ ตัวเพื่อช่วยผู้วาดในการควบคุมขนาดและสัดส่วนให้มีความถูกต้อง

แบบฝึกหัด

1. คัดอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ให้ได้สัดส่วนตามแบบ โดยห้ามใช้ไม้บรรทัดช่วยลากเส้น

A	N
B	O
C	P
D	Q
E	R
F	S
G	T
H	U
I	V
J	W
K	X
L	Y
M	Z

2. คัดอักษรตัวพิมพ์เล็กและตัวเลขให้ได้สัดส่วนตามแบบ (ห้ามใช้ไม้บรรทัด)

a n

b o

c p

d q

e r

f s

g t

h u

i v

j w

k x

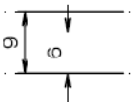
l y

m z

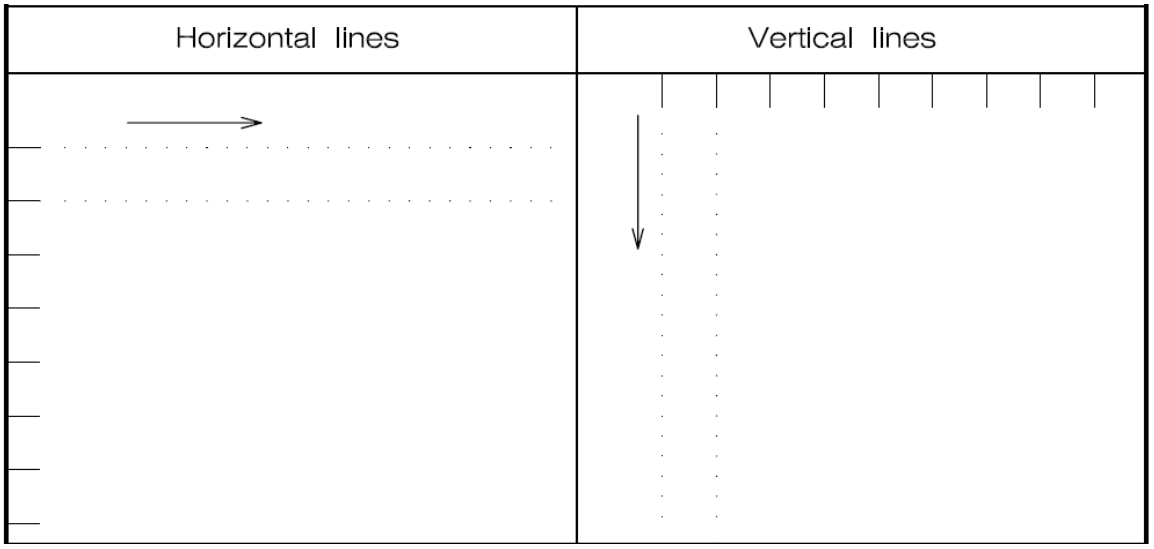
1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

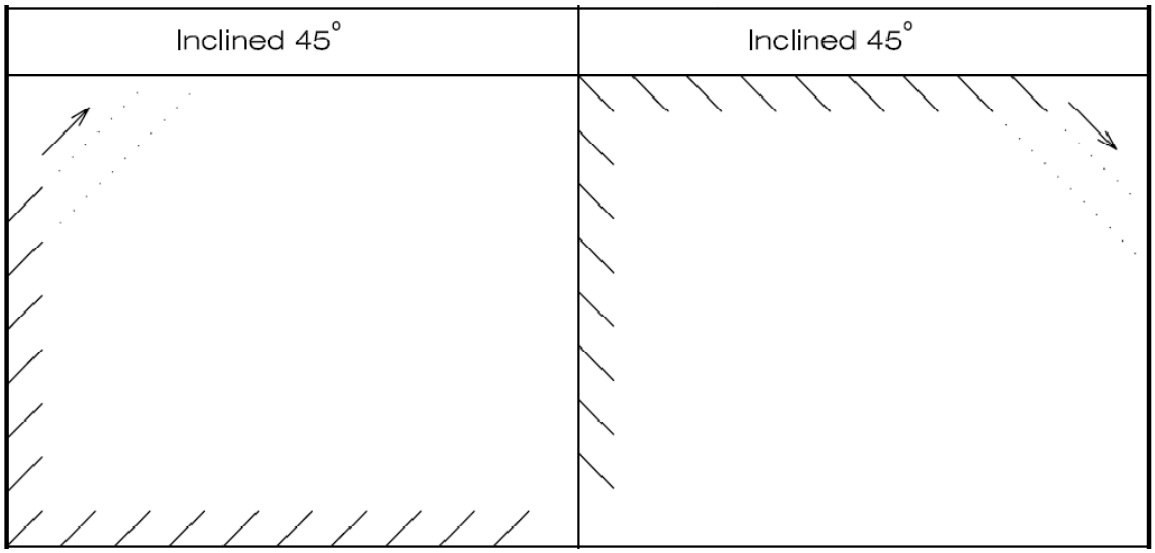
3. คัดข้อความตามตัวอย่างที่ให้
   - เขียนเส้นบรรทัดเองด้วยเส้นเบา (4H) ตามขนาดที่กำหนด
   - คัดตัวอักษรด้วยเส้นเข้ม (2H, HB)

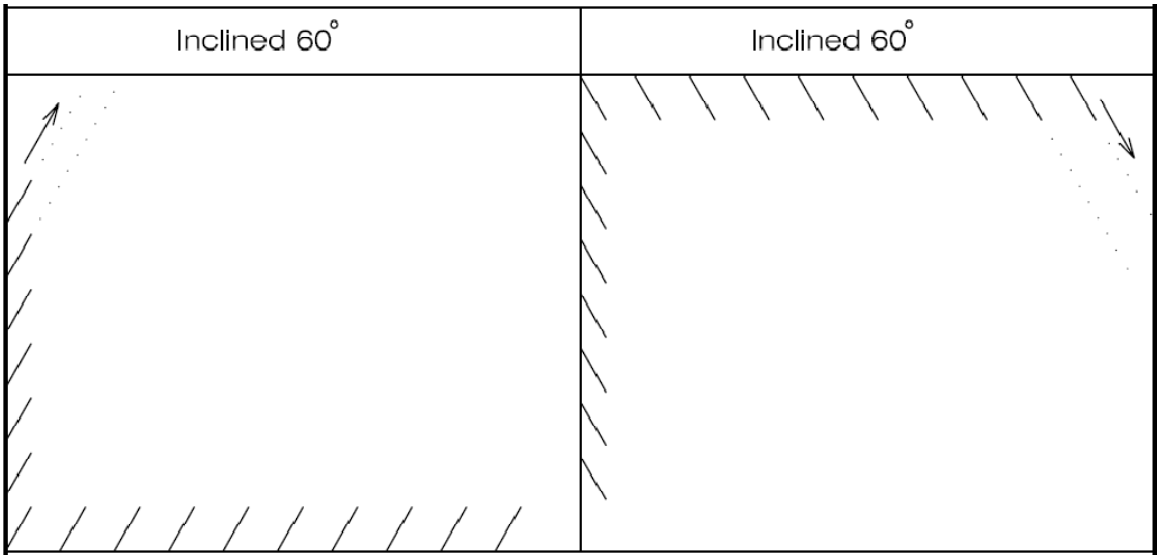
Design is the process of creating a product or system to satisfy a set of requirements that has multiple solutions by using any available resources.



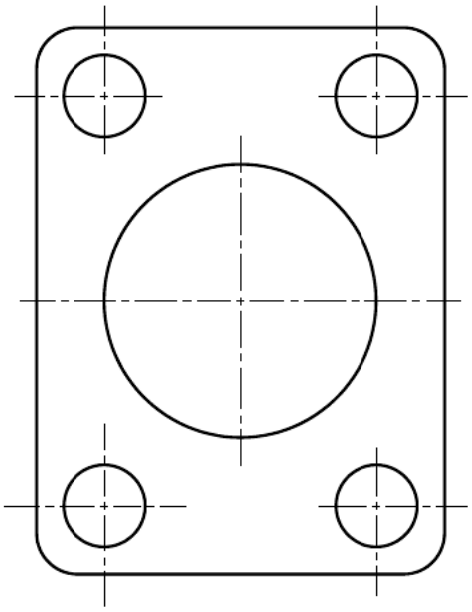
4. สเก็ตช์เส้นตรงในแนวต่าง ๆ กัน



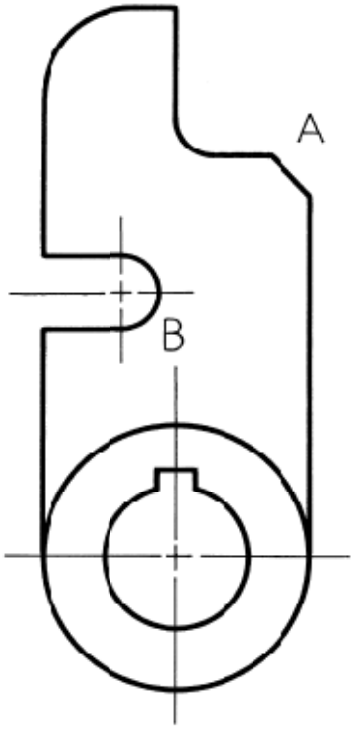




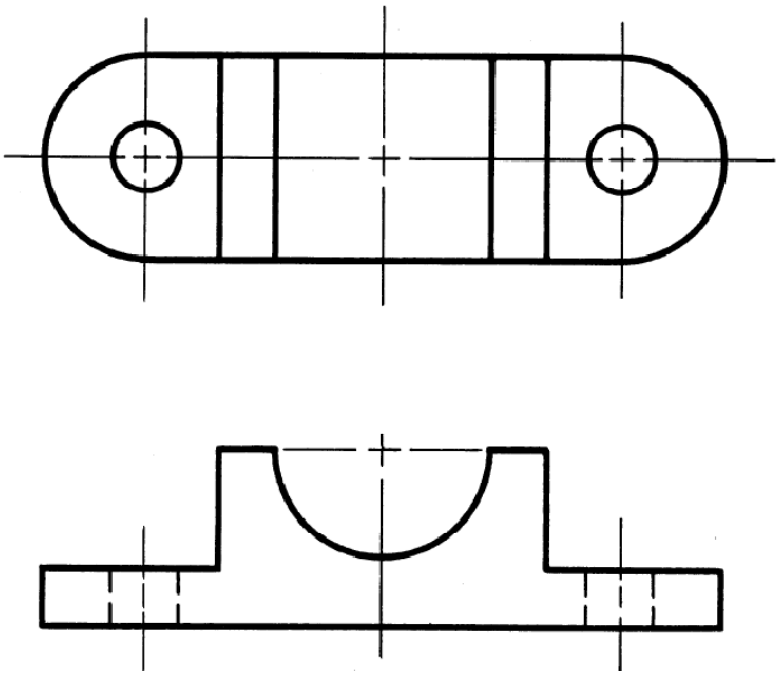
5. จงสเก็ตช์ภาพวัตถุต่อไปนี้



6. จงสเก็ตช์ภาพวัตถุต่อไปนี้



7. จงสเก็ตซ์ภาพวัตถุต่อไปนี้



8. จงสเก็ตช์ภาพกล่องด้านล่างให้มี**<u>สัดส่วนที่ถูกต้อง</u>** แต่มีขนาดต่าง ๆ กัน 5 ขนาด