

บทที่ 2

การเตรียมอุปกรณ์ และ เรขาคณิตประยุกต์

ในบทนี้จะเป็นการแนะนำขั้นตอนที่ควรปฏิบัติก่อนเริ่มลงมือเขียนแบบ ซึ่งประกอบไปด้วยการติดตั้งกระดาษบนโต๊ะเขียนแบบ การเตรียมดินสอ วาลีน ตลอดจนการใช้อุปกรณ์เขียนแบบเบื้องต้น จากนั้นจะเป็นการทบทวนเรื่องเรขาคณิต โดยจะนำความรู้ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการวาดรูปที่มีความซับซ้อนในงานเขียนแบบวิศวกรรม

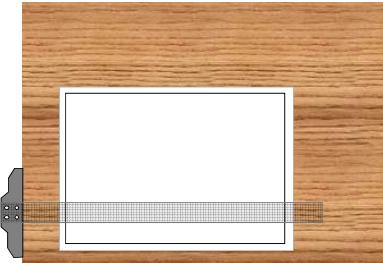
2.1 การเตรียมอุปกรณ์

ก่อนเริ่มต้นการเขียนแบบนั้นเราจำเป็นที่จะต้องเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้พร้อมเสียก่อน ซึ่งขั้นตอนทั้งหมดมีดังนี้

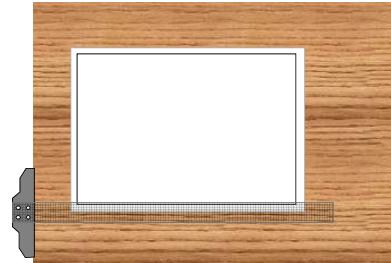
- การติดตั้งกระดาษบนโต๊ะเขียนแบบ

การติดตั้งกระดาษบนโต๊ะเขียนแบบจะเริ่มจากการวางกระดาษให้ชิดขอบทางด้านล่างซ้ายของโต๊ะเขียนแบบก่อน จากนั้นวางไม้ทีลงบนกระดาษโดยให้หัวของไม้ทีวางล็อกกับขอบโต๊ะทางด้านซ้าย และอย่าให้ส่วนหัวของไม้ทีเกินออกจากขอบโต๊ะดังแสดงในรูปที่ 2.1ก ขั้นตอนที่ 2.1ก ให้ขยับกระดาษจนกระดาษทั้งกรอบด้านล่างของกระดาษเขียนแบบอยู่เหนือขอบของไม้ที (รูปที่ 2.1ข) จากนั้นจับกระดาษไว้แล้วเลื่อนไม้ทีขึ้นด้านบนเพื่อจัดกรอบด้านบนของกระดาษเขียนแบบให้ได้ตำแหน่งที่พอดีกับขอบด้านบนของไม้ที (รูปที่ 2.1ค) เมื่อจัดเรียบร้อยแล้วให้ติดกระดาษกาวยึดกระดาษเขียนแบบให้ติดอยู่กับโต๊ะโดยเริ่มติดที่ขอบบนซ้าย-ขวาของกระดาษก่อน (รูปที่ 2.1ง)

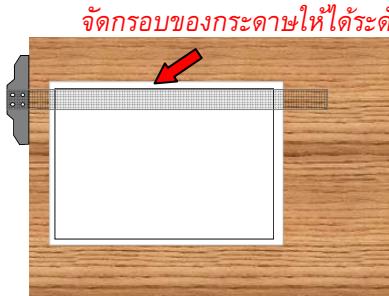
ต่อไปก็เลื่อนไม้ที่ลงด้านล่างโดยขณะที่เลื่อนไม้ก็นำให้ทำการรีดกระดาษให้เรียบด้วย สุดท้ายให้ทำการติดกระดาษกาวบริเวณมุมที่เหลือเพื่อยึดกระดาษเข้ากับโต๊ะ (รูปที่ 2.1จ)



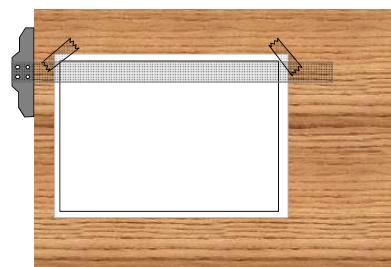
- (ก) วางกระดาษซิดขอบซ้ายล่าง แล้ววางไม้ที่ลงบนกระดาษแต่อย่าให้หัวไม้ที่เลยพื้นขอบโต๊ะด้านล่าง



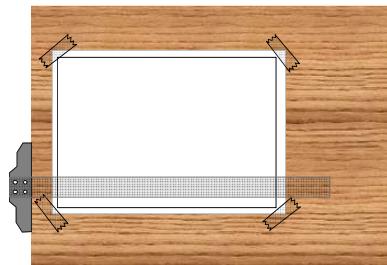
- (ข) เลื่อนกระดาษจนกระหั้งกรอบด้านล่างของกระดาษอยู่เหนือหน้าจอขอบด้านบนของไม้ที่



- (ค) จับกระดาษไว้แล้วเลื่อนไม้ที่ขึ้นด้านบนจากนั้นจัดกรอบด้านบนของกระดาษให้ได้ระดับกับขอบบนของไม้ที่



- (ง) ติดกระดาษกาวเพื่อยึดมุมด้านบนหั้งสองของกระดาษเขียนแบบ

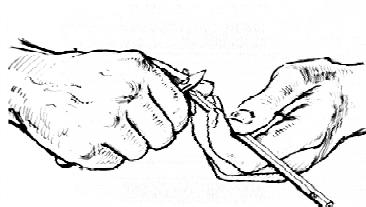


- (จ) เลื่อนไม้ที่ลงด้านล่างพร้อมกับรีดกระดาษให้เรียบติดโต๊ะ จากนั้นติดกระดาษกาวเพื่อยึดมุมกระดาษที่เหลือ

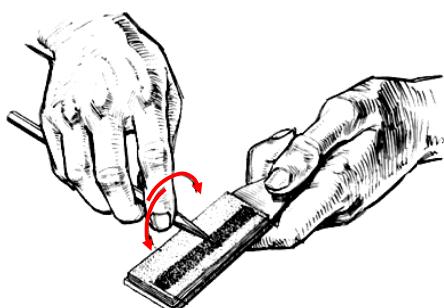
รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการติดตั้งกระดาษบนโต๊ะเขียนแบบ

- เหลาดินสอและวงเวียน

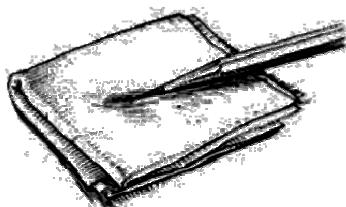
ผู้วัดจำเป็นต้องเหลาดินสอให้แหลมอยู่เสมอเพื่อเส้นที่วัดจะได้มีความคมชัดและสวยงาม การเหลาดินสอมีหลายวิธีด้วยกัน โดยจะขอยกตัวอย่างกรณีที่ใช้มีดเหลาส่วนที่เป็นไม้ของดินสอออกจนกระหง่านี้แล้วดินสอจะมีหัวดินสอไปด้วยเพื่อที่ปลายดินสอจะได้มีลักษณะเป็นรายแหลมดังแสดงรูปที่ 2.2x แต่ถ้าผู้วัดใช้เครื่องเหลาดินสอ หรือดินสอกด (แนะนำให้ใช้สีขานาด 0.5 มม.) อาจจะไม่มีปัญหารื่องการเหลาดินสอมากเท่าใดนัก เพราะจะได้ปลายที่ค่อนข้างแหลมอยู่แล้ว แต่อาจจะต้องมีการฝนปลายดินสอกับกระดาษเบล้อกเล็กน้อยเพื่อปรับปลายให้คมตามความต้องการ และขั้นตอนสุดท้ายไม่ว่าจะใช้ดินสอแบบใดก็ตามคือต้องทำความสะอาดปลายดินสอด้วยกระดาษทิชชูก่อนเสมอ (รูปที่ 2.2c)



(ก) ใช้มีดเหลาไม้ออกให้ได้สีดินสอประมาณ 8-10 มม.



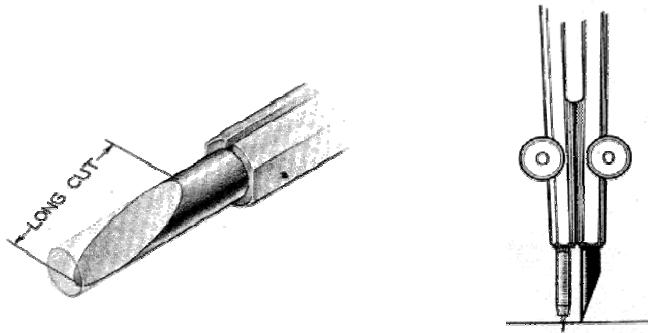
(ข) ฝนปลายดินสอบนกระดาษทิชชูเพื่อให้ได้ดินสอปลายแหลม



(ค) ทำความสะอาดปลายดินสอด้วยกระดาษทิชชู

รูปที่ 2.2 ขั้นตอนการเหลาดินสอและทำความสะอาดปลายดินสอ

ส่วนวงเวียนนั้นถ้าใช้แบบไส้ดินสองกีให้เหลาดินสองของวงเวียนตามวิธีข้างต้น และดินสองสำหรับวงเวียนนี้ก็ควรเลือกให้มีความเข้มกับที่ใช้ในการวาดรูปเพื่อให้เส้นของรูปที่ได้มีความสม่ำเสมอ แต่ถ้าใช้วงเวียนที่ใช้เฉพาะไส้ดินสองเท่านั้น ก็ให้เหลาปลายไส้ดินสองโดยการฝนกับกระดาษทรายจะได้รูปร่างดังแสดงในรูปที่ 2.3 และควรปรับให้ด้านปลายแหลมยาวกว่าส่วนของไส้ดินสองเล็กน้อย (ขันตอนนี้ไม่จำเป็นต้องปฏิบัติก็ได้)



รูปที่ 2.3 การเหลาไส้ดินสองที่ใช้สำหรับวงเวียน

- ทำความสะอาดอุปกรณ์ (ไม้ที่ ไม้สามเหลี่ยม และเทมเพลตวงกลม)

สุดท้ายเป็นการทำความสะอาดอุปกรณ์ที่ใช้ เช่น ไม้ที่ ไม้สามเหลี่ยม และเทมเพลตวงกลม เป็นต้น ขันตอนนี้เป็นขันตอนที่ควรปฏิบัติทุก ๆ ครั้งก่อนการวาดรูป เพราะในขณะที่วาดรูป อุปกรณ์เหล่านี้จะถูกกลากไปมาบนแผ่นกระดาษ ซึ่งถ้าไม่สะอาดแล้วก็จะทำให้รูปที่วาดสกปรกได้ การทำความสะอาดอุปกรณ์ก็ให้ใช้กระดาษทิชชูที่เตรียมมาเช็ดถูให้เรียบร้อย

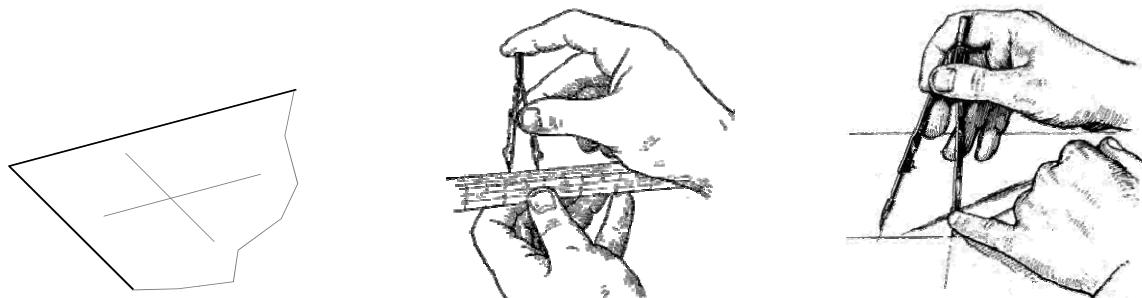
2.2 การใช้อุปกรณ์เบื้องต้น

อุปกรณ์หลัก ๆ สำหรับงานเขียนแบบประกอบไปด้วย ไม้ที่ ไม้สามเหลี่ยม ซึ่งทั้งสองชนิดใช้สำหรับการเขียนเส้นตรง ส่วนวงเวียนและเทมเพลตวงกลมก็จะใช้สำหรับวาดส่วนโค้งและวงกลมนั้นเอง ดังนั้นในหัวข้อนี้จะเป็นการแนะนำวิธีการใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ เหล่านี้อย่างเหมาะสม

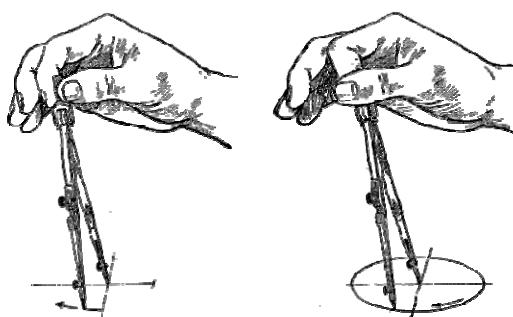
- การใช้วงเวียน

ขันตอนการวาดวงกลมด้วยวงเวียนจะเริ่มจากการทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งของจุดศูนย์กลางก่อนดังแสดงในรูปที่ 2.4ก จากนั้นให้ทำการปรับระยะระหว่างขาของวงเวียนให้เท่ากับขนาดของรัศมีที่ต้องการโดยเทียบกับไม้บรรทัด (รูปที่ 2.4ข) และลองลากเส้นโค้งบนกระดาษเปล่าก่อนเพื่อตรวจสอบว่าวงกลมที่วาดนั้นได้ขนาดรัศมีที่ถูกต้องหรือไม่ ขั้นต่อไปwang ขาด้านแหลมของ

วงเวียนให้ได้ต่ำแหน่งจุดศูนย์กลางของวงกลมตามที่ได้ทำเครื่องหมายไว้ (รูปที่ 2.4ค) โดยอาจใช้นิ้วมืออีกข้างช่วยประคองปลายเหล็มเพื่อควบคุมได้แม่นยำยิ่งขึ้น จากนั้นให้รีบmv วงกลมโดยใช้นิ้วซีและนิ้วโป้งจับที่ด้านจับแล้วหมุนด้านจับจนกระหง้าวได้วงกลมตามต้องการ (รูปที่ 2.4ง)



(ก) ทำเครื่องหมายแสดงตัวแห่ง ศูนย์กลางวงกลม (ข) ปรับขวางเวียนให้ได้ระยตาม รัศมีวงกลมที่ต้องการ (ค) วางแผนของวงเวียนให้ได้ ตัวแห่งที่ทำเครื่องหมายไว้



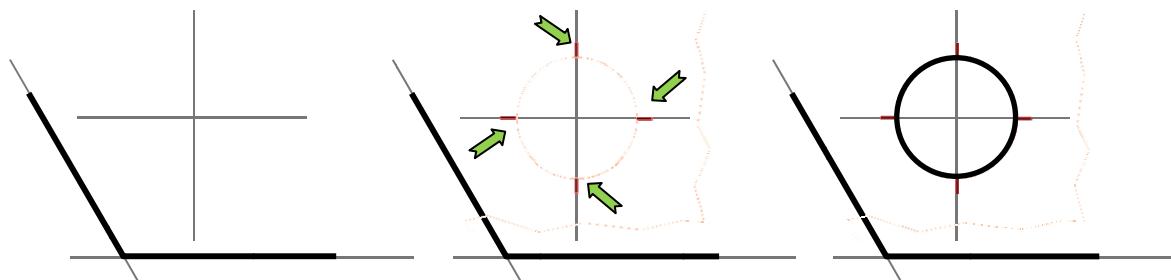
(จ) จับวงเวียนที่ด้ามจับแล้วหมุนเพื่อสร้างวงกลมตามต้องการ

รูปที่ 2.4 การวาดวงกลมโดยใช้ช่วงเวียน

- การใช้เกมเพลต่างกลม

เกมเพลตเป็นอุปกรณ์เพื่อช่วยความจำหรือส่วนโค้ง โดยเฉพาะเมื่อวงกลมและส่วนโค้งนั้นมีขนาดรัศมีที่เล็ก ๆ การใช้เกมเพลตช่วยความจำนั้นไม่ง่ายอย่างที่คิด เพราะต้องการความแม่นยำและการฝึกฝนพอสมควร มิใช่นั้นแล้ววงกลมที่ได้จะมีลักษณะที่เยื่องศูนย์จากตำแหน่งที่ต้องการวาง สำหรับขั้นตอนในการใช้เกมเพลตนั้นได้แสดงในรูปที่ 2.5 โดยเริ่มจากการวางเส้นร่าง (เส้นเบามาก ๆ) สองเส้นให้ตั้งฉากและตัดกันที่จุดศูนย์กลางของวงกลมที่ต้องการวาง ต่อไปให้วางเกมเพลตลงบริเวณดังกล่าวแล้วเลื่อนเกมเพลตไปตามกระหั้นเครื่องหมายที่อยู่บน

เทมเพลตทับกับเส้นร่างที่ทำไว้ในขั้นตอนก่อน สุดท้ายให้ใช้ดินสอวาดวงกลมได้โดยพยา烝จับดินสอให้ตั้งฉากกับกระดาษ ขั้นตอนเหล่านี้ผู้วาดต้องฝึกฝนหลาย ๆ ครั้งจนเกิดความชำนาญ เพื่อให้วงกลมที่ได้ไม่เยื่องคุนย์



(ก) ลากเส้นร่างให้ตั้งฉากและตัดกันที่จุดศูนย์กลางของวงกลม

(ข) เลื่อนเทมเพลตจนกระทิ่งเครื่องหมายบนเทมเพลตทับกับเส้นร่างพอดี

(ค) วาดวงกลมโดยพยา烝จับดินสอให้ตั้งฉากกับกระดาษ

รูปที่ 2.5 การวาดวงกลมโดยใช้เทมเพลต

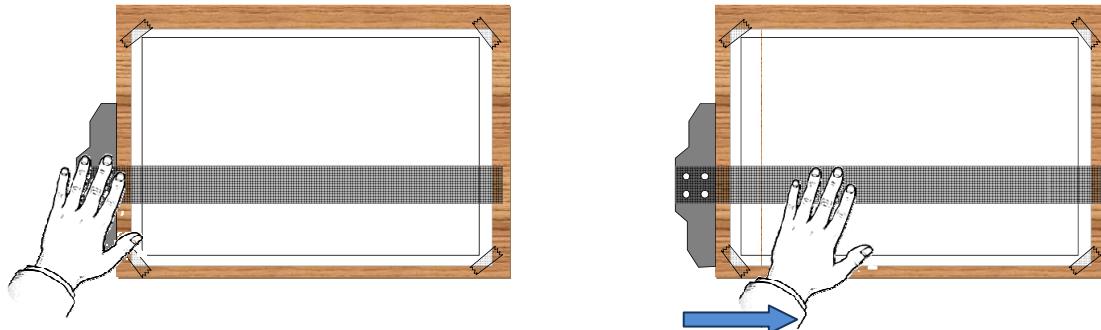
- การใช้ไม้ที่ลากเส้นตรงในแนวอน

การใช้ไม้ที่ให้เริ่มจากการใช้มือช้ำยจับหัวไม้ที่ชนเข้ากับขอบโต๊ะด้านซ้าย (รูปที่ 2.6ก)

จากนั้นเลื่อนมือไปทางด้านขวาโดยกดไม้ที่ให้เรียบติดกับกระดาษไว้จนถึงบริเวณที่ต้องการลากเส้น (รูปที่ 2.6ข) ต่อไปก็ใช้มือขวาจับดินสอเพื่อเตรียมลากเส้นโดยจุดปลายนิ้วจับดินสอเข้ากับขอบด้านบนของไม้ที่และเอียงปลายดินสอเข้าดังแสดงในรูปที่ 2.6ค สุดท้ายค่อย ๆ ลากเส้นจากซ้ายไปขวาโดยขณะที่ลากเส้นให้หมุนดินสอไปด้วย (รูปที่ 2.6ง) เพื่อให้ปลายดินสอคมอยู่ตลอดเวลา

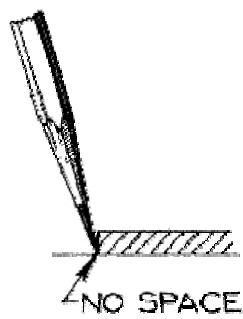
- การใช้ไม้ที่ลากเส้นตรงในแนวดิ่ง

ให้ดำเนินการตามขั้นตอนในรูปที่ 2.6ก จากนั้นวางไม้สามเหลี่ยมจัดขอบด้านบนของไม้ที่แล้วใช้มือช้ำยกดไม้ทั้งสองไว้ (รูปที่ 2.7ก) ต่อไปก็ใช้มือขวาจับดินสอแล้วจุดปลายนิ้วจับดินสอเข้ากับขอบด้านตั้งของไม้สามเหลี่ยมโดยเอียงปลายดินสอตามรูปที่ 2.6ค สุดท้ายก็ทำการลากเส้นดิ่งจากล่างขึ้นบนพร้อม ๆ กับหมุนดินสอไปด้วย (รูปที่ 2.7ข)

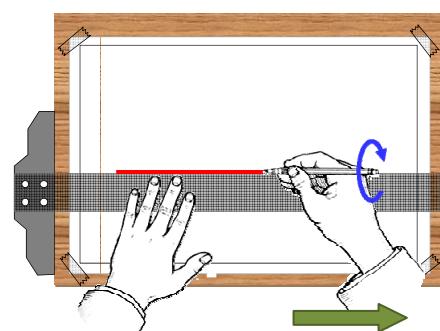


(ก) จับหัวไม้ทีให้ชนกับขอบโต๊ะด้านซ้าย

(ข) เลื่อนมือไปด้านขวาโดยกดไม้ทีให้แนบ กับกระดาษ

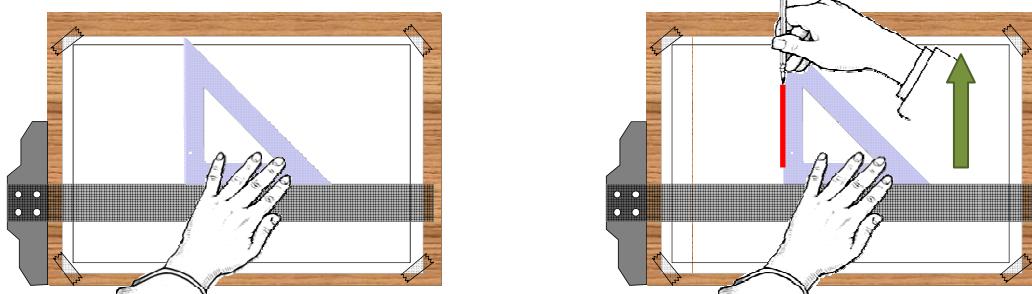


(ค) จัดปลายดินสอ กับขอบไม้ทีโดยเอียง ปลายดินสอเข้า



(ง) ลากเส้นจากซ้ายไปขวาโดยหมุนดินสอไปด้วย

รูปที่ 2.6 การลากเส้นตรงในแนวอนด้วยไม้ที



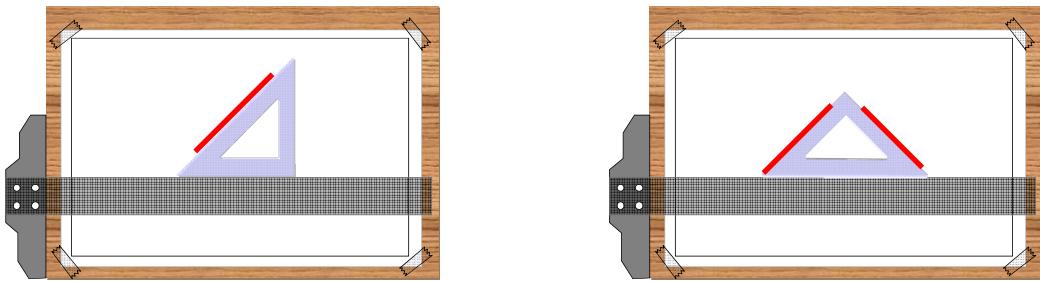
(ก) ใช้มือซ้ายกดไม้ทีและไม้สามเหลี่ยม ให้แน่น

(ข) ลากเส้นดิ่งจากล่างขึ้นบนโดยหมุน ดินสอไปด้วย

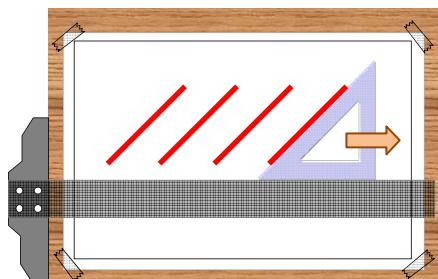
รูปที่ 2.7 การลากเส้นตรงในแนวตั้งด้วยไม้ทีและไม้สามเหลี่ยม

- การลากเส้นเอียง 45° กับแนวระดับ

การลากเส้นเอียง 45° สามารถทำได้โดยใช้ไม้สามเหลี่ยม 45-45 วางไว้เหนือไม้ที่ (ใช้ไม้ที่เป็นระดับอ้างอิงที่ 0° โดยวางไม้ที่ตามขั้นตอนในรูปที่ 2.6ก) จากนั้nlากเส้นไปตามขอบไม้สามเหลี่ยมก็จะได้เส้นเอียงตามมุมที่ต้องการ โดยการวางไม้สามเหลี่ยม 45-45 นี้สามารถวางได้หลายรูปแบบด้วยกันดังแสดงในรูปที่ 2.8 และถ้าต้องการลากเส้น 45° นานกันหลาย ๆ เส้นก็สามารถทำได้โดยเลื่อนไม้สามเหลี่ยมไปบนไม้ที่แล้วลากเส้นต่อไปเรื่อย ๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.9



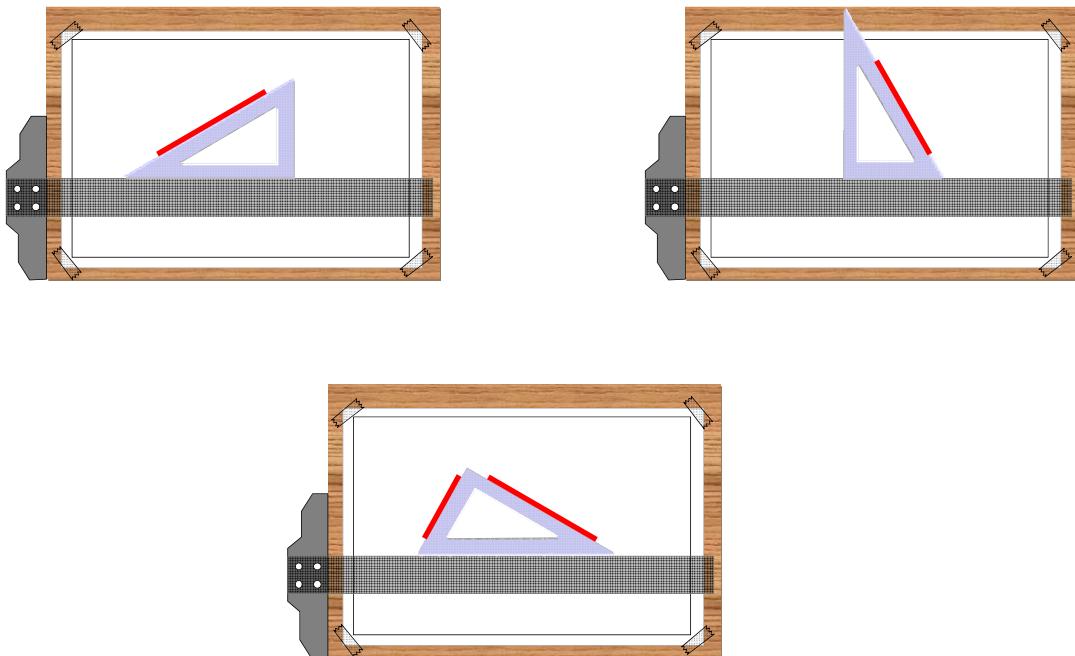
รูปที่ 2.8 การลากเส้นเอียง 45° ด้วยไม้ที่และไม้สามเหลี่ยม 45-45



รูปที่ 2.9 การลากเส้นเอียง 45° นานกันหลาย ๆ เส้นโดยเลื่อนไม้สามเหลี่ยมไปบนไม้ที่

- การลากเส้นเอียง 30° กับ 60° กับแนวระดับ

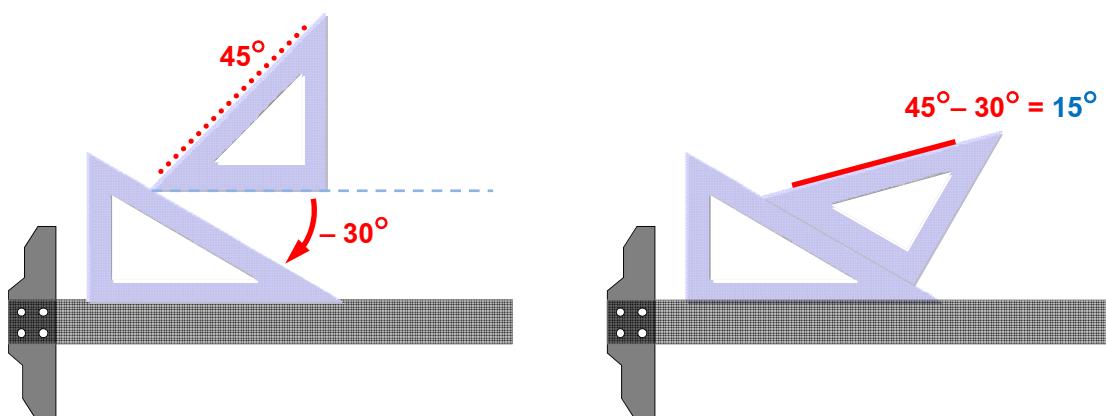
การลากเส้นเอียง 30° หรือ 60° กับแนวระดับก็สามารถทำได้เช่นเดียวกับการลากเส้นเอียง 45° เพียงแต่ใช้ไม้สามเหลี่ยม 30-60 เท่านั้น และก็สามารถวางไม้สามเหลี่ยมได้หลากหลายรูปแบบเพื่อลากเส้นเอียงในแนวต่าง ๆ กันดังแสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การลากเส้นเอียง 30° และ 60° โดยไม้ทีและไม้สามเหลี่ยม 30-60

- การลากเส้นเอียง 15° กับ 75° กับแหนระดับ

การลากเส้นเอียง 15° และ 75° จะใช้ไม้สามเหลี่ยม 45-45 กับไม้สามเหลี่ยม 30-60 ร่วมกัน การใช้ไม้สามเหลี่ยมทั้งสองในการสร้างมุม 15° จะเริ่มจากการวางไม้สามเหลี่ยม 30-60 บนไม้ทีดังแสดงในรูป 2.11ก จากนั้นวางด้านประกอบมุมจากของไม้สามเหลี่ยม 45-45 ให้平行กับด้านตรงข้ามมุมจากของไม้สามเหลี่ยม 30-60 ดังแสดงในรูปที่ 2.11خ สุดท้ายก็จะได้เส้นเอียง 15° ที่ขอบไม้สามเหลี่ยม 45-45 ดังแสดงในรูป

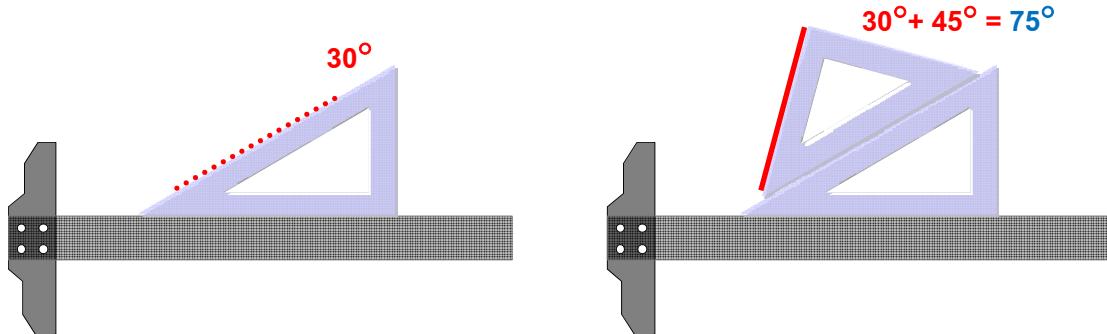


(ก) วางไม้สามเหลี่ยม 30-60 บนไม้ที

(ข) วางไม้สามเหลี่ยม 45-45 บนไม้สามเหลี่ยม 30-60 เพื่อสร้างเส้นเอียง 15°

รูปที่ 2.11 การลากเส้นเอียง 15° โดยใช้ไม้สามเหลี่ยมทั้งสอง

ส่วนเส้นเอียง 75° ก็จะเริ่มจากวางแผนไม้สามเหลี่ยม 30-60 ดังแสดงในรูปที่ 2.12 ก ซึ่งขอบของไม้สามเหลี่ยมนี้จะทำมุม 30° กับแนวระดับ จากนั้นวางไม้สามเหลี่ยม 45-45 บนไม้สามเหลี่ยม 30-60 อีกครั้งทำให้มุ่งรวมที่เกิดขึ้นคือ 75° ตามต้องการ



(ก) วางไม้สามเหลี่ยม 30-60 บนไม้ที่

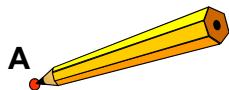
(ข) วางไม้สามเหลี่ยม 45-45 บนไม้สามเหลี่ยม 30-60 เพื่อสร้างเส้นเอียง 75° รูปที่ 2.12 การลากเส้นเอียง 75° โดยใช้ไม้สามเหลี่ยมทั้งสอง

สำหรับการสร้างมุมอื่น ๆ ที่เป็นลำดับขั้นของมุม 15° เช่นมุม 105° 120° 135° 150° ฯลฯ ก็สามารถใช้ขั้นตอนดังที่แสดงมาทั้งหมดนี้มาประยุกต์ใช้ร่วมกันได้ ซึ่งจะไม่แสดงรายละเอียด ณ ที่นี่โดยจะเก็บไว้ให้ผู้เรียนได้ทดลองฝึกฝนในแบบฝึกหัด

- การลากเส้นตรงระหว่างจุดสองจุด

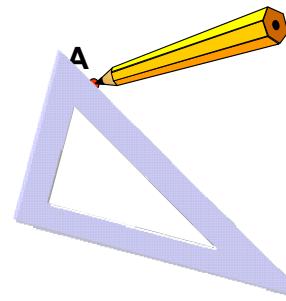
วิธีการที่จะแสดงต่อไปนี้เป็นข้อแนะนำเวลาต้องการลากเส้นตรงเชื่อมระหว่างจุดสองจุด ซึ่งถ้าผู้เรียนพบว่าการปฏิบัติตามข้อแนะนำนี้ไม่สามารถทำได้ก็ต้องไม่จำเป็นต้องปฏิบัติตาม โดยผู้เรียนสามารถใช้วิธีใด ๆ ก็ได้ที่คุ้นเคย ซึ่งสามารถลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดสองจุดได้เรียบร้อยก็ขอให้ใช้วิธีนั้น ๆ ในการลากเส้น

การลากเส้นตรงเชื่อมระหว่างจุดสองจุดที่จะแนะนำนี้เริ่มจากการวางปลายดินสอจุด กับจุดเริ่มต้นของเส้น (สมมติว่าเป็นจุด A) จากนั้นเลื่อนไม้บรรทัดเข้าชิดกับปลายดินสอแล้วใช้ปลายดินสอดังกล่าวเป็นจุดหมุน โดยหมุนไม้บรรทัดให้ด้านที่จะลากเส้นผ่านจุดที่สอง (จุด B) สุดท้ายให้กดไม้บรรทัดให้นิ่งแล้วลากเส้นจากจุด A ไปยังจุด B ก็จะได้เส้นตรงตามต้องการ ขั้นตอนต่าง ๆ เหล่านี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.13



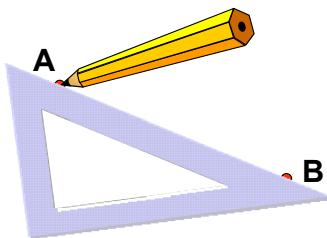
• B

(ก) จุดปลายดินสอเข้ากับจุดเริ่มต้น



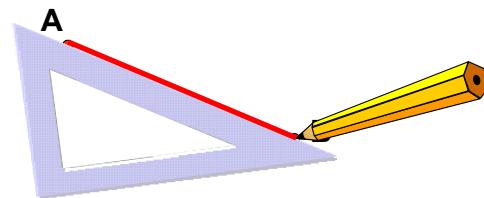
• B

(ข) เลื่อนไม้บรรทัดเข้าจัดกับปลายดินสอ



• B

(ค) ใช้ปลายดินสอเป็นจุดหมุนแล้วหมุนไม้บรรทัดจนด้านที่ต้องการผ่านจุดที่สอง



A

• B

(จ) กดไม้บรรทัดให้แน่นแล้วลากเส้นเชื่อมต่อระหว่างจุดทั้งสอง

รูปที่ 2.13 การลากเส้นตรงเชื่อมระหว่างจุดสองจุด

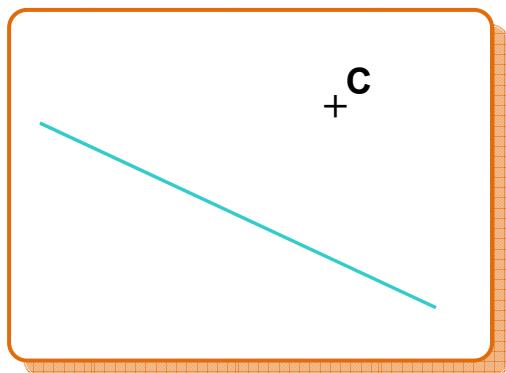
2.3 เรขาคณิตประยุกต์

หัวข้อสุดท้ายจะเป็นการทบทวนความรู้เรื่องเรขาคณิต เพราะจำเป็นต้องนำความรู้ดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ในการวัดรูปร่างที่มีความซับซ้อนของชิ้นงานวิศวกรรม โดยหัวข้อที่จะกล่าวถึงมีดังต่อไปนี้

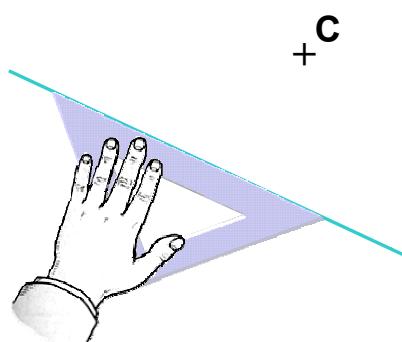
- สร้างเส้นขนาดกับเส้นที่ให้โดยผ่านจุดที่กำหนด
- สร้างเส้นขนาดกับเส้นที่ให้โดยมีระยะห่างตามที่กำหนด
- สร้างเส้นตั้งจากกับเส้นที่ให้โดยผ่านจุดที่กำหนด (จุดอยู่บนเส้น)
 - Revolve method
 - Adjacent-side method
- สร้างเส้นตั้งจากกับเส้นที่ให้โดยผ่านจุดที่กำหนด (จุดอยู่นอกเส้น)
- สร้างเส้นทำมุม 15 องศากับเส้นที่ให้โดยผ่านจุดที่กำหนด
- สร้างเส้นตรงสัมผัสถ่วงกลมโดยผ่านจุดที่อยู่บนวงกลม
- สร้างเส้นตรงสัมผัสถ่วงกลมโดยผ่านจุดที่อยู่นอกวงกลม
- สร้างส่วนโค้งสัมผัสถ่วงกลมสองส่วนที่ตั้งฉากกัน (สร้าง fillet & round)

- สร้างส่วนโค้งสัมผัสกับเส้นตรงสองเส้นที่ไม่ตั้งฉากกัน
- สร้างส่วนโค้งสัมผัสด้านนอกกับวงกลมสองวง
- สร้างส่วนโค้งสัมผัสด้านในกับวงกลมสองวง
- สร้างส่วนโค้งสัมผัสด้านในกับวงกลมหนึ่งและสัมผัสนอกกับอีกวงกลมหนึ่ง

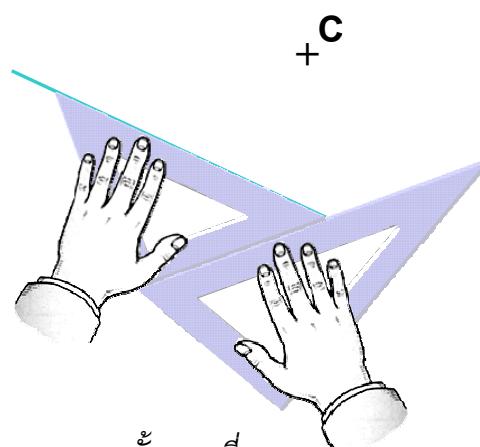
สร้างเส้นข้างหนา กับเส้นที่ให้โดยผ่านจุดที่กำหนด



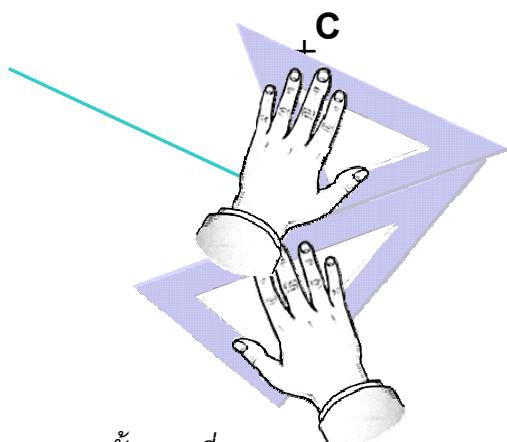
1. วางไม้จากโดยจัดให้ด้านหนึ่งได้ระดับกับเส้นที่ให้
2. นำไม้จากอีกอันวางรองเป็นฐานของไม้จากอันแรก
3. เลื่อนไม้จากอันแรกไปบนอันที่สองจนกระทั่งด้านที่ใช้จัดระดับผ่านจุดที่กำหนด
4. กดไม้จากอันแรกให้แน่นแล้วลากเส้นข้างหนาผ่านจุดที่กำหนด



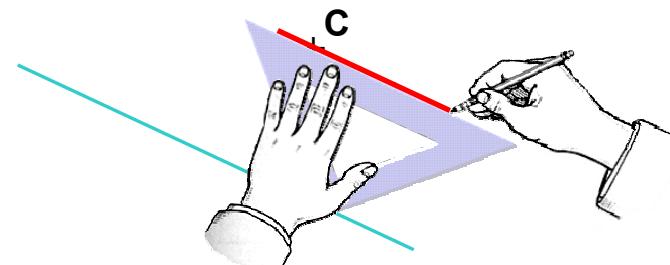
ขั้นตอนที่ 1



ขั้นตอนที่ 2

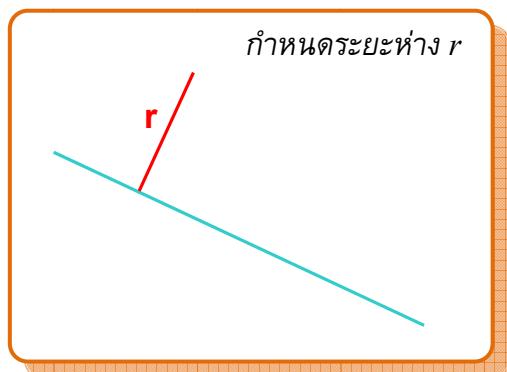


ขั้นตอนที่ 3

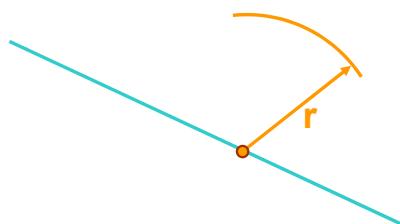


ขั้นตอนที่ 4

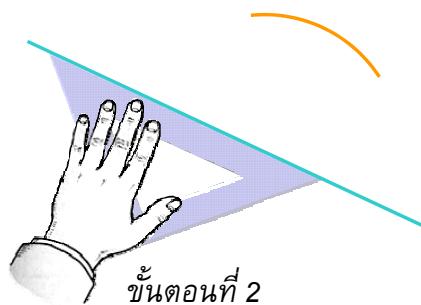
สร้างเส้นขนานกับเส้นที่ให้โดยมีระยะห่างตามที่กำหนด



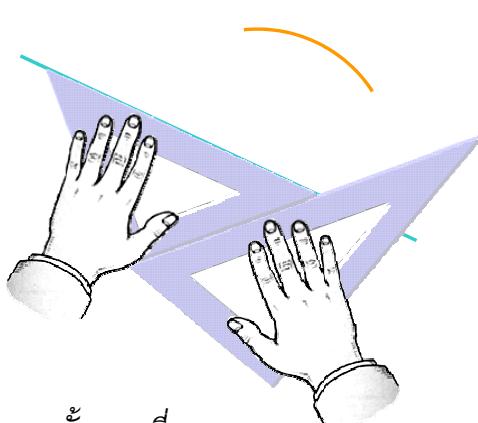
1. ใช้วงเวียนลากส่วนโค้งที่มีรัศมีเท่ากับ r โดยมีศูนย์กลางอยู่บนเส้นที่ให้ (ตำแหน่งใดก็ได้)
2. วางไม้จากโดยจัดให้ด้านหนึ่งได้ระดับกับเส้นที่ให้
3. นำไม้จากอีกอันวางรองเป็นฐานของไม้จากอันแรก
4. เลื่อนไม้จากอันแรกไปบนอันที่สองจนกระทั่งด้านที่ใช้จัดระดับผ่านขอบส่วนโค้งที่สร้างไว้
5. กดไม้จากอันแรกให้แน่นแล้วลากเส้นขนานตามต้องการ



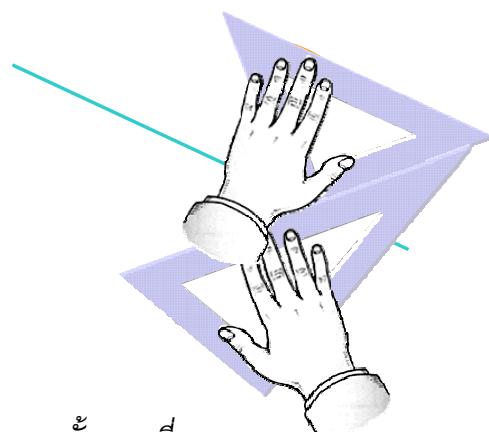
ขั้นตอนที่ 1



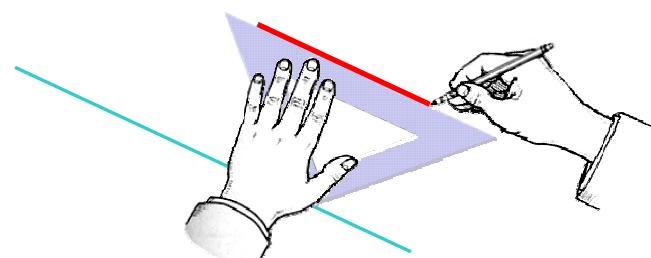
ขั้นตอนที่ 2



ขั้นตอนที่ 3

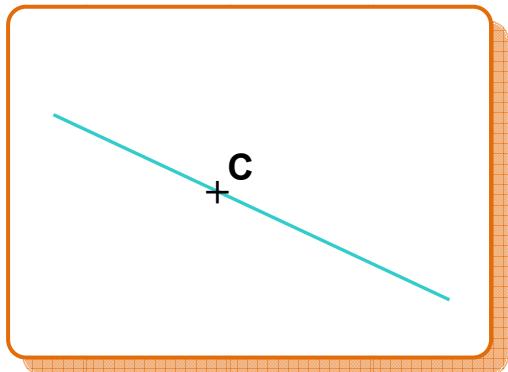


ขั้นตอนที่ 4

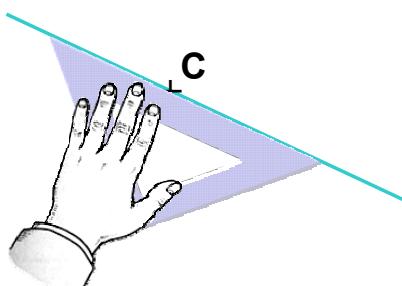


ขั้นตอนที่ 5

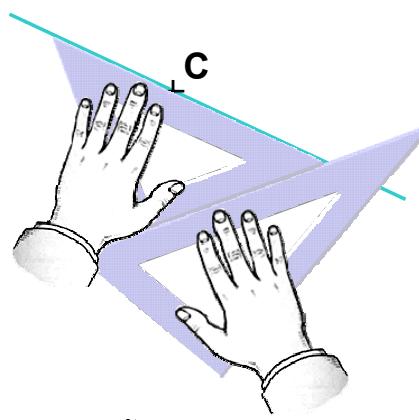
สร้างเส้นตั้งจากกับเส้นที่ให้โดยผ่านจุดที่กำหนด (จุดอยู่บนเส้น) Revolve Method



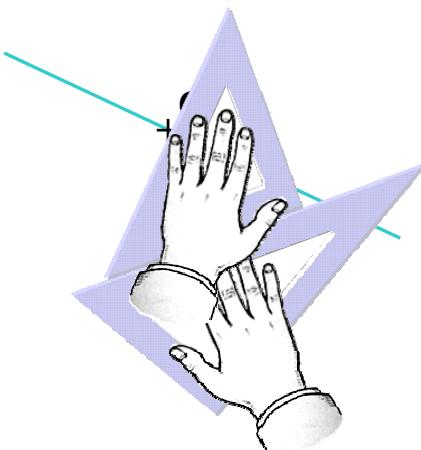
1. วางไม้จาก 45-45 โดยจัดด้านตรงข้ามมุมฉากให้ได้ระดับกับเส้นที่ให้
2. นำไม้จากอีกอันวางรองเป็นฐานของไม้จากอันแรก
3. พลิกไม้จากอันแรกกลับอีกด้าน แล้ววางกลับไปบนไม้จากอันที่สอง จากนั้นจัดให้ด้านตรงข้ามมุมฉากของไม้จากอันแรกผ่านจุดที่กำหนดให้
4. กดไม้จากอันแรกให้แน่นแล้วลากเส้นตั้งจากตามต้องการ



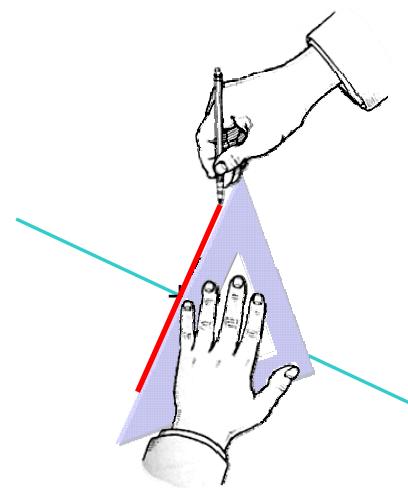
ขั้นตอนที่ 1



ขั้นตอนที่ 2

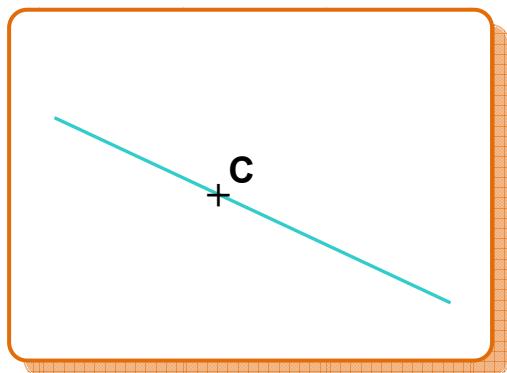


ขั้นตอนที่ 3

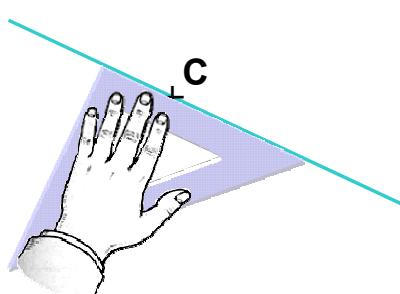


ขั้นตอนที่ 4

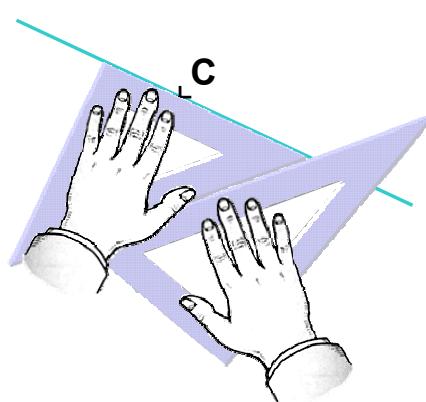
สร้างเส้นตั้งฉากกับเส้นที่ให้โดยผ่านจุดที่กำหนด (จุดอยู่บนเส้น) *Adjacent-side Method*



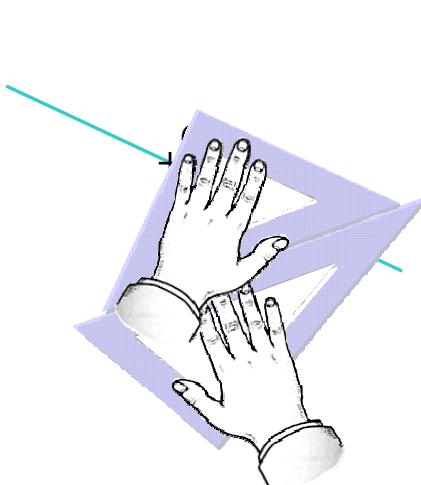
1. วางไม้จากไดกีได้ โดยจัดด้านประกอบมุ่งจากให้ได้ระดับกับเส้นที่ให้
2. นำไม้จากอีกอันวางรองเป็นฐานของไม้จากอันแรก
3. เลื่อนไม้จากอันแรกไปบนไม้จากที่เป็นฐานจนกระทิ้งด้านประกอบมุ่งจากอีกด้านหนึ่งผ่านจุดที่กำหนด
4. กดไม้จากอันแรกให้แน่นแล้วลากเส้นตั้งฉากตามต้องการ



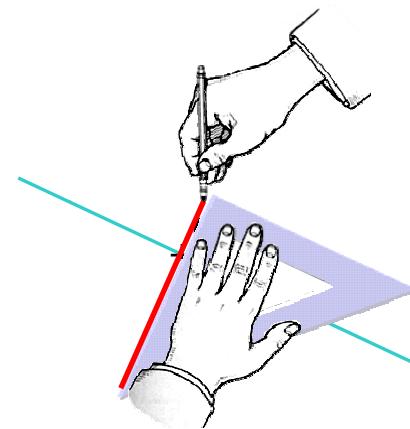
ขั้นตอนที่ 1



ขั้นตอนที่ 2

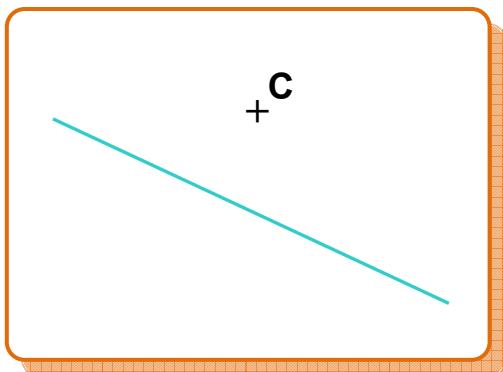


ขั้นตอนที่ 3

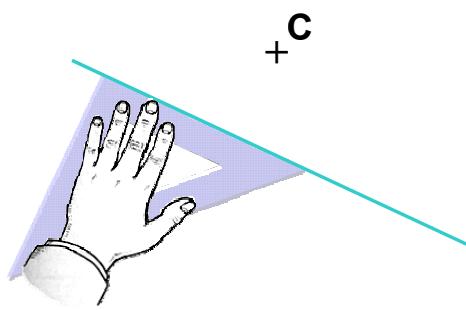


ขั้นตอนที่ 4

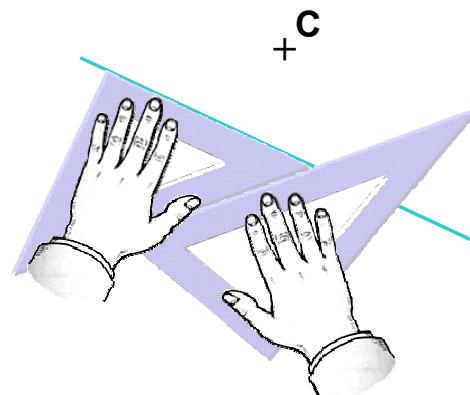
สร้างเส้นตั้งจากกับเส้นที่ให้โดยผ่านจุดที่กำหนด (จุดอยู่นอกเส้น) *Adjacent-side Method*



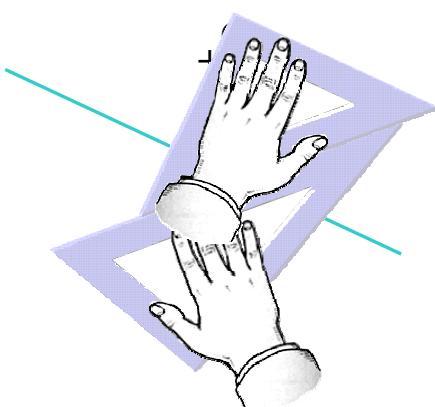
1. วางไม้จากไดกีได้ โดยจัดด้านประกอบมุ่งจากให้ได้ระดับกับเส้นที่ให้
2. นำไม้จากอีกอันวางรองเป็นฐานของไม้จากอันแรก
3. เลื่อนไม้จากอันแรกไปบนไม้จากที่เป็นฐานจนกระทั้งด้านประกอบมุ่งจากอีกด้านหนึ่งผ่านจุดที่กำหนด
4. กดไม้จากอันแรกให้แน่นแล้วลากเส้นตั้งจากตามต้องการ



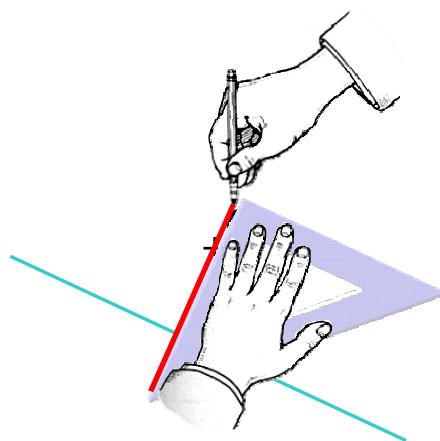
ขั้นตอนที่ 1



ขั้นตอนที่ 2

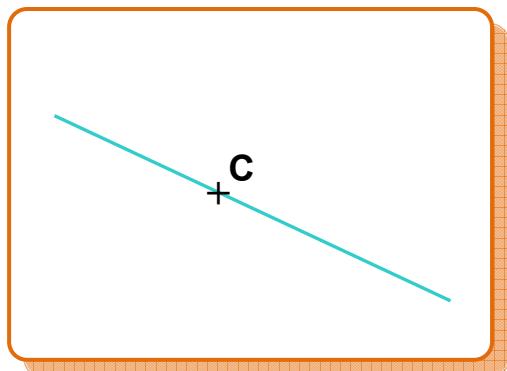


ขั้นตอนที่ 3

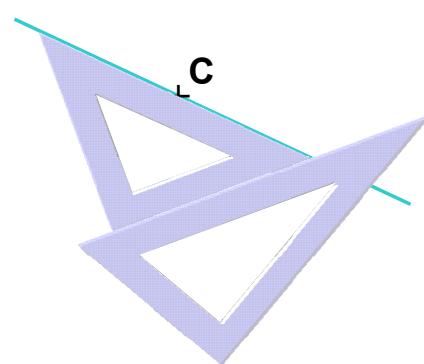


ขั้นตอนที่ 4

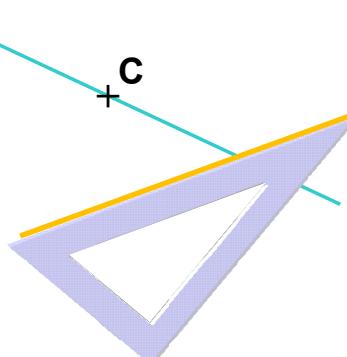
สร้างเส้นทำมุม 15 องศา กับเส้นที่ให้โดยผ่านจุดที่กำหนด



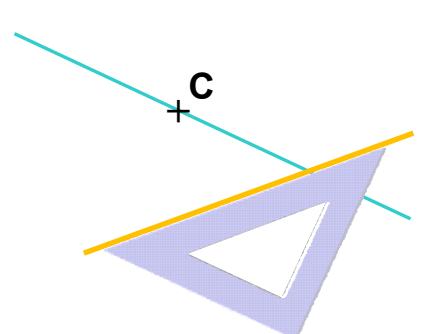
1. วาง ด้านตรงข้ามมุมจากของไม้ จาก 45 ให้ได้ระดับ กับเส้นที่ให้
2. นำ ไม้ ออกจากอันวางรองเป็นฐานของ ไม้ จากอันแรก จากนั้นเอามา ไม้ จากอันแรกออกแล้วลากเส้นสีส้ม
3. นำ ไม้ จาก 45 จัดให้ได้ระดับกับเส้นสีส้ม
4. วาง ไม้ จาก 30-60 บน ไม้ 45 ตามลักษณะดังรูป
5. ลากเส้นสีแดง ซึ่งทำมุม 15 องศา กับเส้นที่ให้ตาม ต้องการ



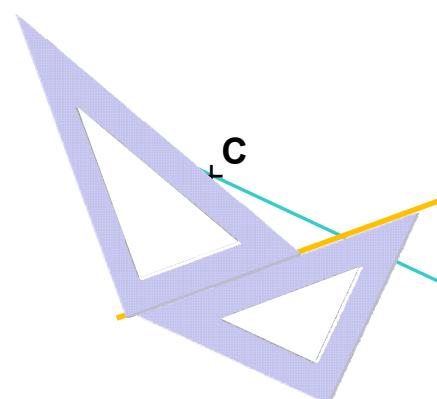
ขั้นตอนที่ 1



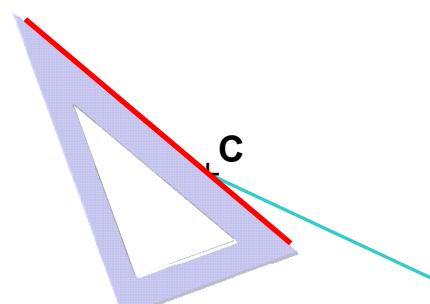
ขั้นตอนที่ 2



ขั้นตอนที่ 3

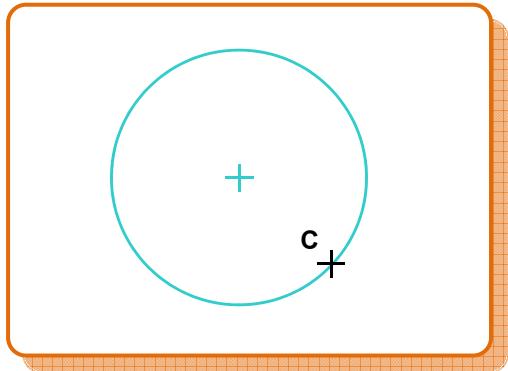


ขั้นตอนที่ 4

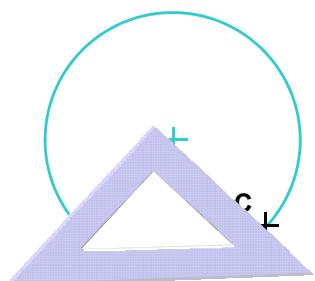


ขั้นตอนที่ 5

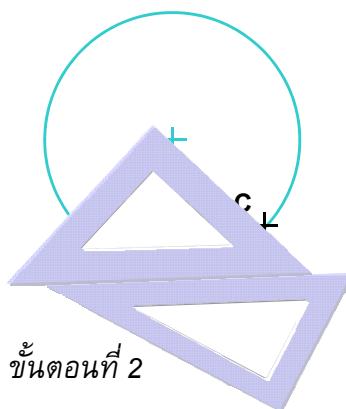
สร้างเส้นตรงสัมผัสน้ำงกลมโดยผ่านจุดที่อยู่บนวงกลม



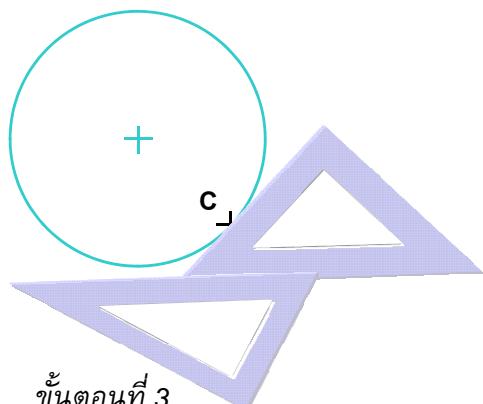
1. วางด้านประกอบมุมจากของไม้สามเหลี่ยม 45 ให้ได้ระดับกับเส้นที่ให้
2. นำไม้จากอีกอันวางรองเป็นฐานของไม้จากอันแรก
3. เลื่อนไม้จาก 45 จนกระทิ่งด้านประกอบมุมจากอีกด้านผ่านจุดศูนย์กลางและจุดบนวงกลม
4. ลากเส้นสัมผัสน้ำงกลมตามต้องการ



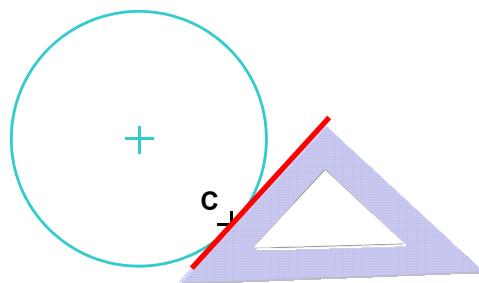
ขั้นตอนที่ 1



ขั้นตอนที่ 2

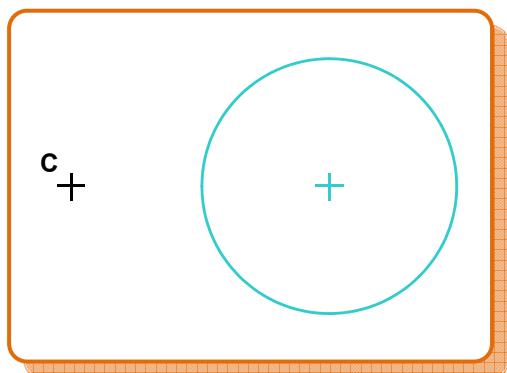


ขั้นตอนที่ 3

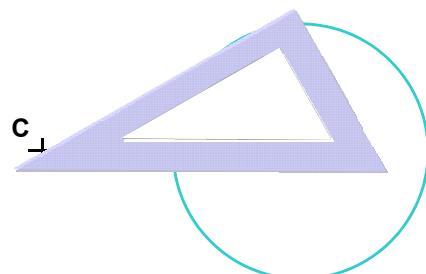


ขั้นตอนที่ 4

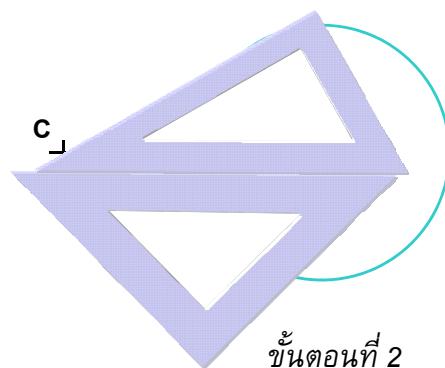
สร้างเส้นตรงสัมผัสกับวงกลมโดยผ่านจุดที่อยู่นอกวงกลม



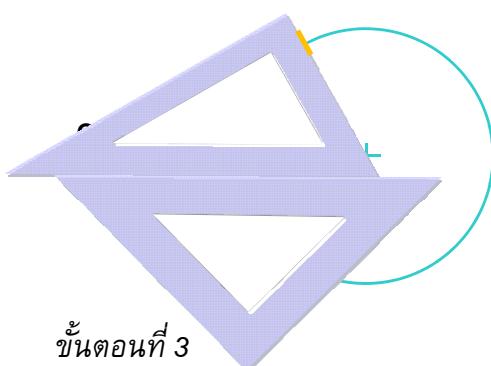
1. วางด้านประกอบมุ่งจากของไม้สามเหลี่ยมไดกีได โดยจัดให้ด้านนั้นผ่านจุดที่กำหนดและสัมผัสกับวงกลม
2. นำไม้จากอีกอันวางรองเป็นฐานของไม้จากอันแรก
3. เลื่อนไม้จากอันแรกจนกระทั่งด้านประกอบมุ่งจากอีกด้านผ่านจุดศูนย์กลางของวงกลม จากนั้นทำเครื่องหมายแสดงจุดสัมผัส (เส้นสีส้ม)
4. ลากเส้นสัมผัสจากจุดที่กำหนดไปยังจุดสัมผัสที่ได้ในขั้นตอนที่ 3



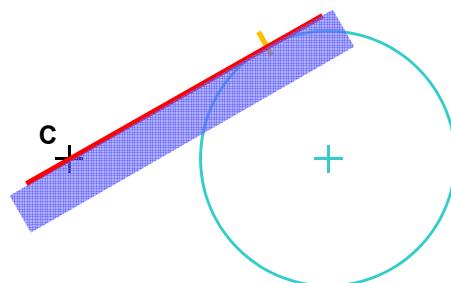
ขั้นตอนที่ 1



ขั้นตอนที่ 2



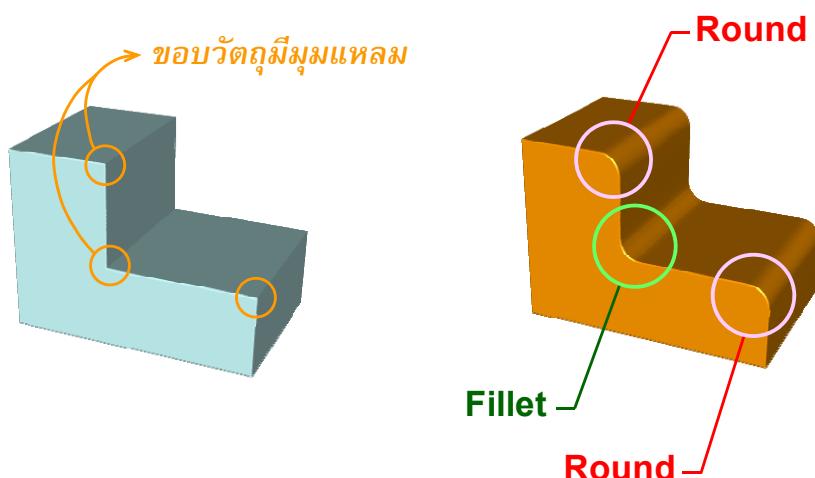
ขั้นตอนที่ 3



ขั้นตอนที่ 4

สร้างส่วนโค้งสัมผัสนับเส้นตรงสองเส้นที่ตั้งฉากกัน (สร้าง fillet & round)

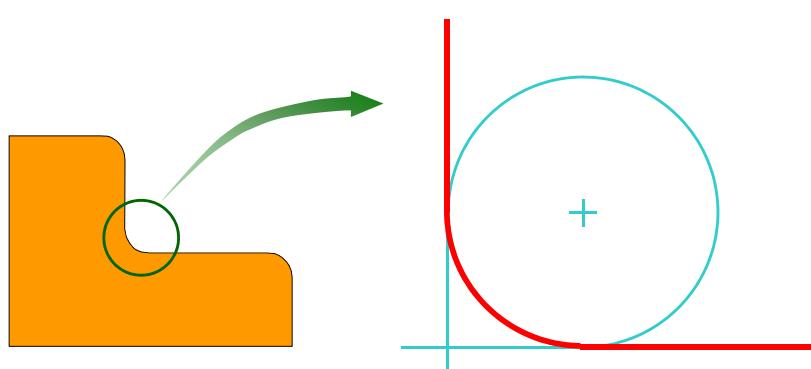
ก่อนแสดงวิธีการสร้างส่วนโค้งในหัวข้อนี้ จะขออธิบายความหมายของ fillet และ round ก่อน พิจารณารูปที่ 2.14 รูปด้านซ้ายแสดงวัตถุที่มีขอบเป็นมุ่มแหลม ซึ่งโดยปกติแล้ววัตถุในงานวิศวกรรมจะพยายามหลีกเลี่ยงมุ่มแหลมแบบนี้ เพราะทำการผลิตได้ยาก อีกทั้งการมีมุ่มแหลมอาจก่อให้เกิดอันตรายในขณะใช้งาน และถ้าวัตถุนั้นต้องรับภาระแรงจากภายนอก ความเค็น (stress) และความเครียด (strain) ที่เกิดขึ้นในวัตถุจะมีค่ามากในบริเวณที่มีมุ่มแหลม เช่นนี้ก่อให้เกิดการแตกหักเสียหายได้ ดังนั้นการผลิตในงานวิศวกรรมจะสร้างวัตถุที่มีขอบมนโค้งมนดังแสดงในรูปด้านขวาของรูปที่ 2.14 ซึ่งถ้าเป็นขอบมนที่โค้งเหมือนขอบโต๊ะจะเรียกว่า round และถ้าเป็นขอบมนที่โค้งมนบริเวณที่มีลักษณะเป็นข้อพับจะเรียกว่า fillet



รูปที่ 2.14 ลักษณะขอบมนที่โค้งมนซึ่งเรียกว่า fillet และ round

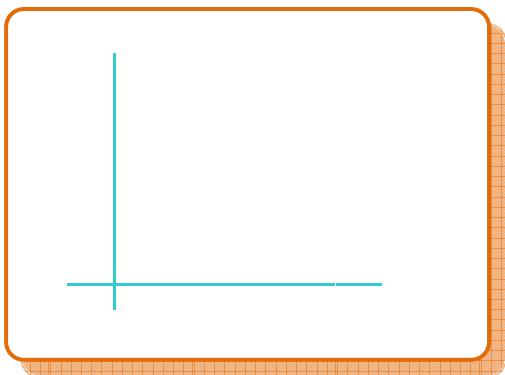
การวาดส่วนโค้งที่เรียกว่า fillet และ round ดังที่แสดงในรูปที่ 2.14 ก็คือการวาดส่วนโค้ง (1 ใน 4)

ให้สัมผัสนับเส้นตรงสองเส้นที่ตั้งฉากกันดังแสดงในรูปที่ 2.15

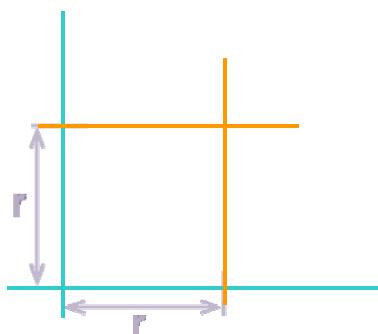


รูปที่ 2.15 การวาดส่วนโค้งสัมผัสนับเส้นตรงเพื่อสร้าง fillet หรือ round

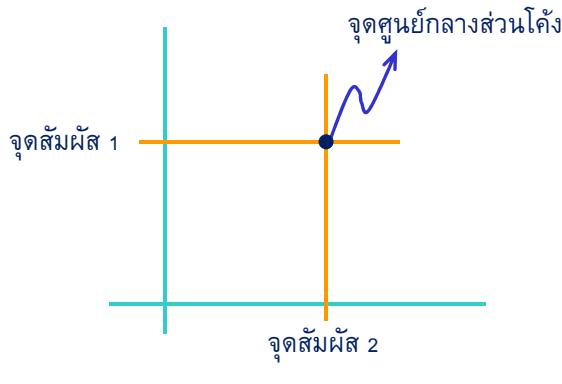
วิธีการสร้างส่วนโค้ง (1 ใน 4) ที่มีรัศมีเท่ากับ r สัมผัสนับเส้นตรงสองเส้นที่ตั้งฉากกัน



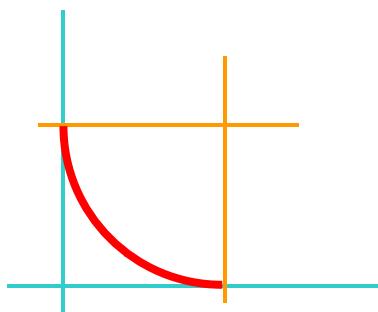
1. ลากเส้นขนานกับเส้นตั้งจากที่กำหนดให้ โดยมีระยะห่างจากเส้นเดิมเท่ากับ r (เส้นสีส้ม)
2. จุดตัดที่ได้คือจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งที่ต้องการ และจุดที่เส้นสีส้มตัดกับเส้นตั้งจากนั้นคือจุดสัมผัสของส่วนโค้ง
3. กางวงเวียนรัศมี r แล้วใช้จุดตัดของเส้นสีส้มเป็นจุดศูนย์กลาง ลากส่วนโค้งจากจุดสัมผัสนึงไปสิ้นสุดที่จุดสัมผ้อก้อนหนึ่ง
4. สุดท้ายลากเส้นตรงต่อออกจากส่วนโค้งทั้งสองด้านก็จะได้ fillet หรือ round ตามต้องการ



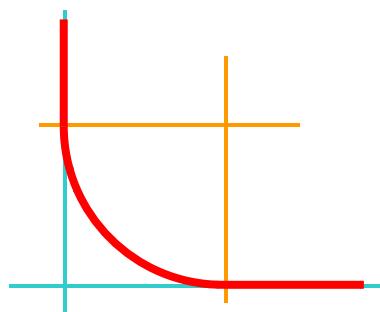
ขั้นตอนที่ 1



ขั้นตอนที่ 2

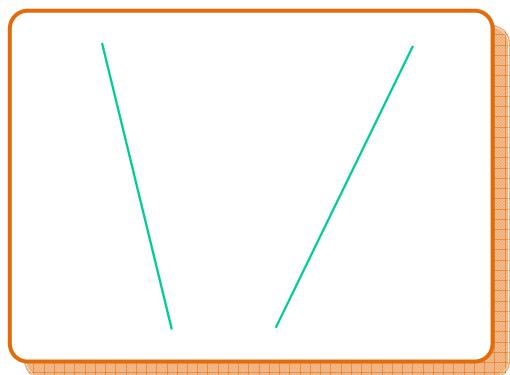


ขั้นตอนที่ 3

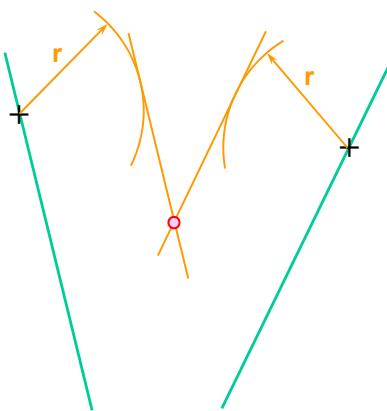


ขั้นตอนที่ 4

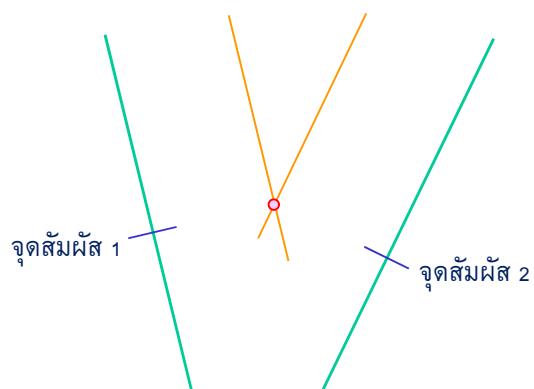
สร้างส่วนโค้งสัมผัสกับเส้นตรงสองเส้นที่ไม่ตั้งฉากกัน



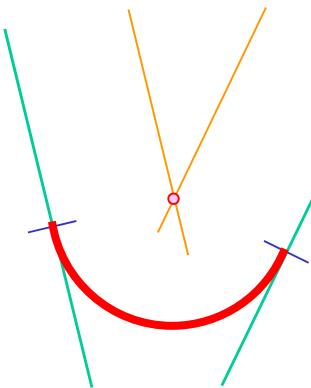
1. ลากเส้นขนานกับเส้นตรงทั้งสอง ให้มีระยะห่างจากเส้นเดิมเท่ากับ r (เส้นสีส้ม) จุดตัดที่ได้คือจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งที่ต้องการ
2. ลากเส้นตรงเส้นเล็ก ๆ ตัดกับเส้นที่กำหนดให้ โดยเส้นดังกล่าวต้องมีแนวผ่านจุดศูนย์กลางส่วนโค้งและตั้งฉากกับเส้นที่ต้องการตัด
3. วางวงเวียนรัศมี r และใช้จุดตัดของเส้นสีส้มเป็นจุดศูนย์กลาง ลากส่วนโค้งจากจุดสัมผัสหนึ่งไปสิ้นสุดที่จุดสัมผัสอีกอันหนึ่ง
4. สุดท้ายลากเส้นตรงต่อจากส่วนโค้งทั้งสองด้านก็จะได้ fillet หรือ round ในอีกรูปแบบหนึ่ง



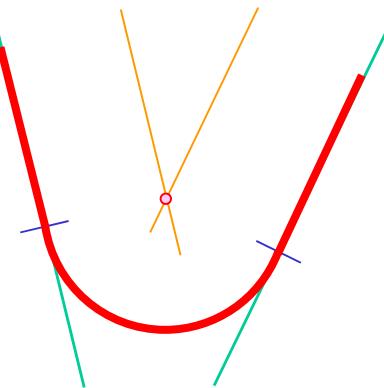
ขั้นตอนที่ 1



ขั้นตอนที่ 2



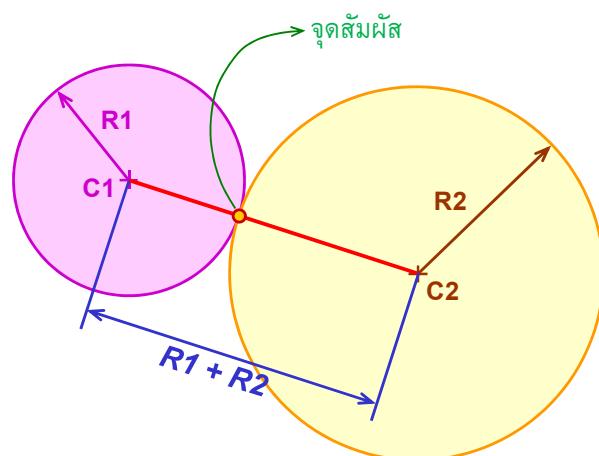
ขั้นตอนที่ 3



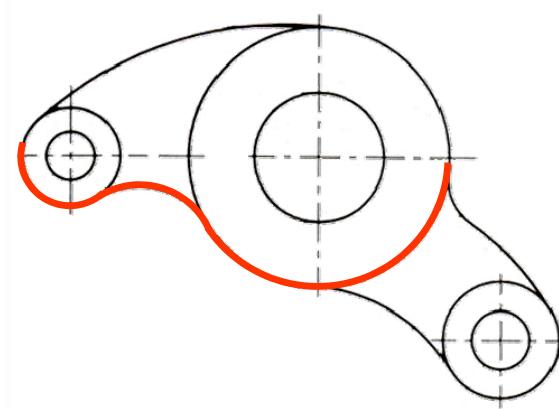
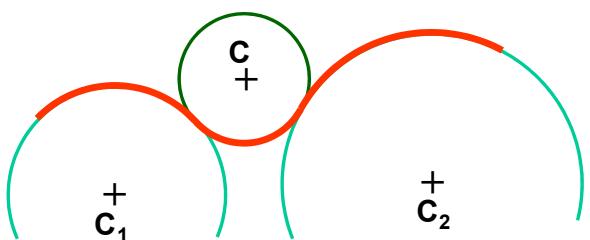
ขั้นตอนที่ 4

เรขาคณิตของวงกลมสัมผัสน์

ก่อนจะอธิบายการหาดเส้นแบบต่อไป ขอทบทวนความรู้เรื่องเรขาคณิตเมื่อวงกลมสองวงสัมผัสน์ โดยกรณีแรกคือวงกลมสัมผัสน์ด้านนอกต้องแสดงในรูปที่ 2.16 จากรูปจะเห็นว่าถ้าวงกลมสองวงสัมผัสน์ด้านนอก ระยะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของวงกลมทั้งสองจะเท่ากับรัศมีของทั้งสองวงรวมกัน และจุดสัมผัสของวงกลมก็จะอยู่บนเส้นที่ลากเชื่อมจุดศูนย์กลางของวงกลมทั้งสองนั้นเอง สำหรับรูปที่ 2.17 แสดงตัวอย่างของรูปร่างวัตถุที่เกิดจากวงกลมสัมผัสน์แบบภายนอก

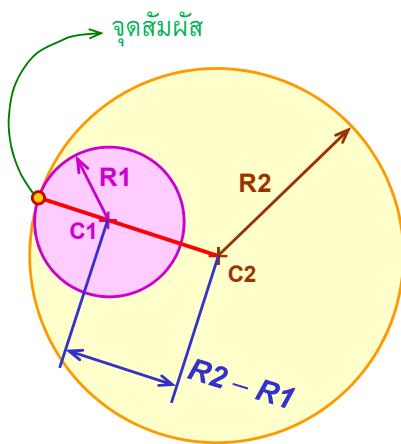


รูปที่ 2.16 คุณสมบัติของวงกลมสองวงที่สัมผัสน์ด้านนอก

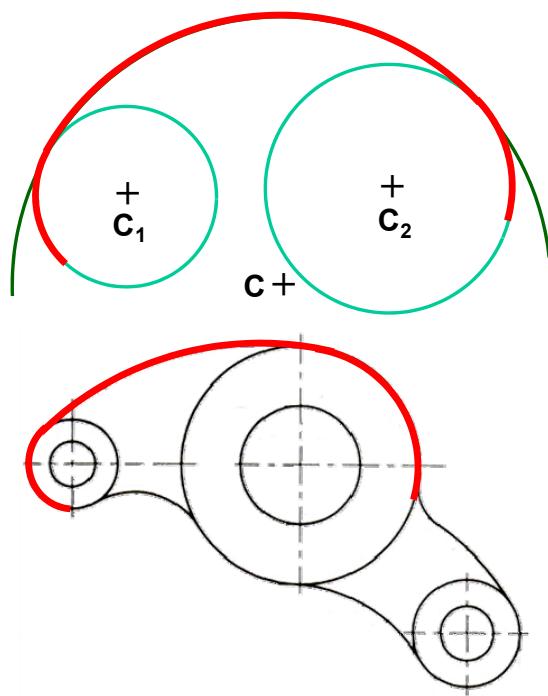


รูปที่ 2.17 ตัวอย่างของเส้นโค้งบนวัตถุที่เกิดจากเส้นໂโค้งสัมผัสน์ด้านนอก

อีกรูปนี้ของการสัมผัสนั้นของวงกลมคือการณ์ที่วงกลมสัมผัสนั้นเด้านในดังแสดงในรูปที่ 2.18 จากที่จะเห็นว่าในกรณีนี้จะห่างระหว่างจุดศูนย์กลางของวงกลมทั้งสองจะเท่ากับผลต่างของรัศมี และจุดสัมผัสนี้ยังคงอยู่บนเส้นที่ลากเขื่อมจุดศูนย์กลางของทั้งสองวงกลมอีกด้วย ซึ่งตัวอย่างของรูปร่างวัตถุที่เกิดจากการสัมผัสนี้ในของวงกลมนี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.19

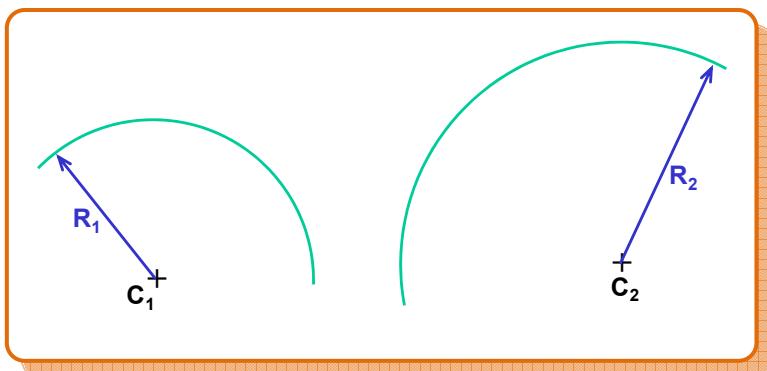


รูปที่ 2.18 คุณสมบัติของวงกลมสองวงที่สัมผัสนั้นด้านใน

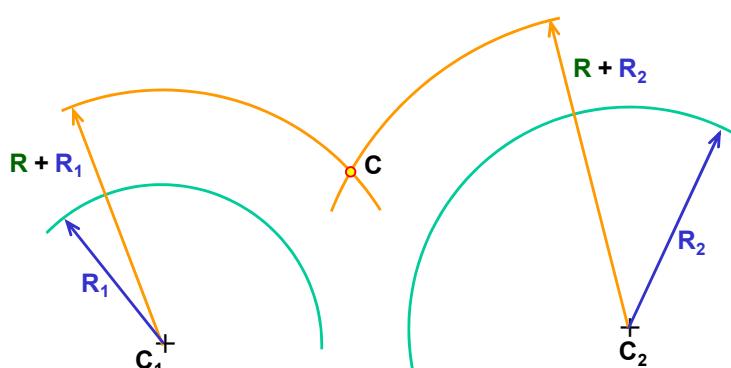


รูปที่ 2.19 ตัวอย่างของเส้นโค้งบนวัตถุที่เกิดจากเส้นโค้งสัมผัสนั้นด้านใน

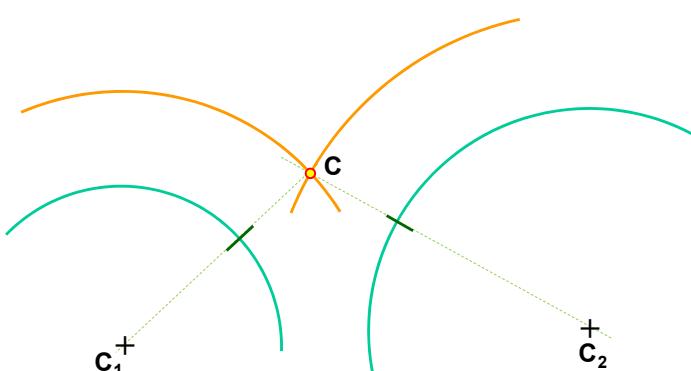
สร้างส่วนโค้งสัมผัสด้านนอกกับวงกลมสองวง



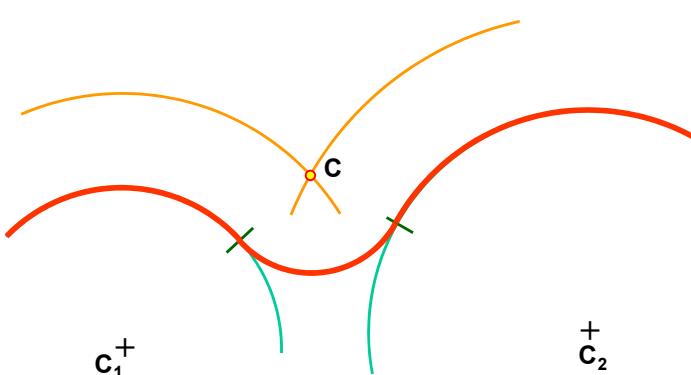
กำหนดให้สร้างส่วนโค้งรัศมี R สัมผัส
ด้านนอกกับวงกลมสองวงที่มีรัศมี R_1
และ R_2 ตามลำดับ



ขั้นตอนที่ 1
สร้างส่วนโค้งรัศมี $R+R_1$ และ
 $R+R_2$ โดยใช้จุด C_1 และ C_2 เป็น
จุดศูนย์กลางตามลำดับ ซึ่งจุดตัดที่
ได้คือจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งที่
ต้องการ (จุด C)

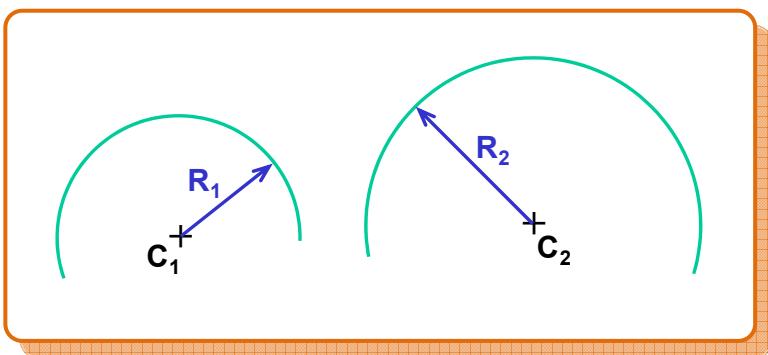


ขั้นตอนที่ 2
ลากเส้นตรงเล็ก ๆ แสดงจุดสัมผัส
ระหว่างส่วนโค้ง ซึ่งจุดดังกล่าวจะ
อยู่บนเส้นตรงที่ลากเชื่อมจุด
ศูนย์กลางทั้งสอง

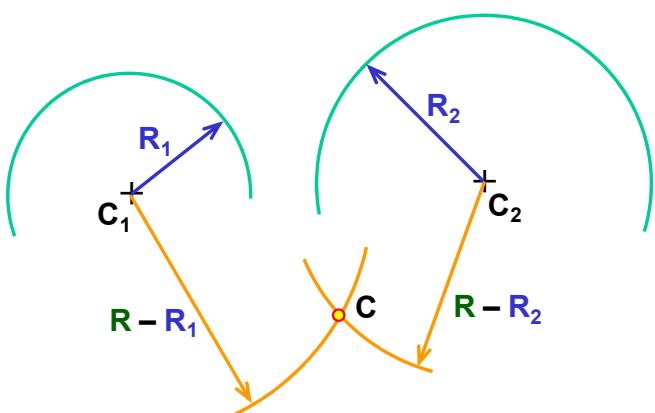


ขั้นตอนที่ 3
ใช้จุด C เป็นจุดศูนย์กลางลาก
ส่วนโค้งรัศมี R จากจุดสัมผัสหนึ่ง¹
ไปยังอีกจุดสัมผัสหนึ่ง จากนั้nlาก
ส่วนโค้งที่ต่อออกทั้งสองข้าง ก็จะ²
ได้รูปแบบส่วนโค้งตามที่ต้องการ

สร้างส่วนโค้งสัมผัสด้านในกับวงกลมสองวง

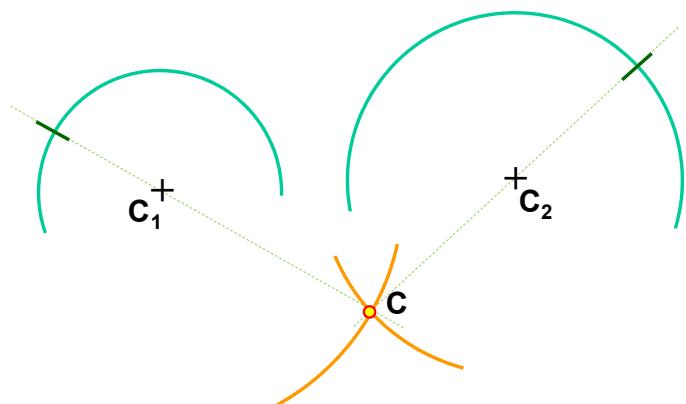


กำหนดให้สร้างส่วนโค้งรัศมี R สัมผัส
ด้านในกับวงกลมสองวงที่มีรัศมี R_1
และ R_2 ตามลำดับ



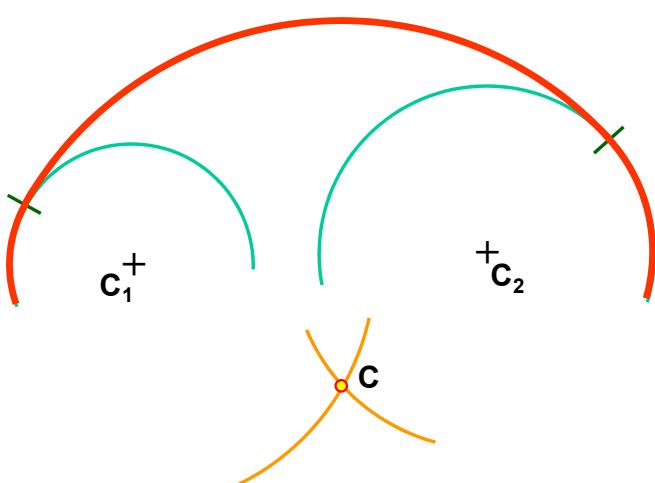
ขั้นตอนที่ 1

สร้างส่วนโค้งรัศมี $R - R_1$ และ $R - R_2$
โดยใช้จุด C_1 และ C_2 เป็นจุด
ศูนย์กลางตามลำดับ ซึ่งจุดตัดที่ได้
คือจุดศูนย์กลางของส่วนโค้งที่
ต้องการ (จุด C)



ขั้นตอนที่ 2

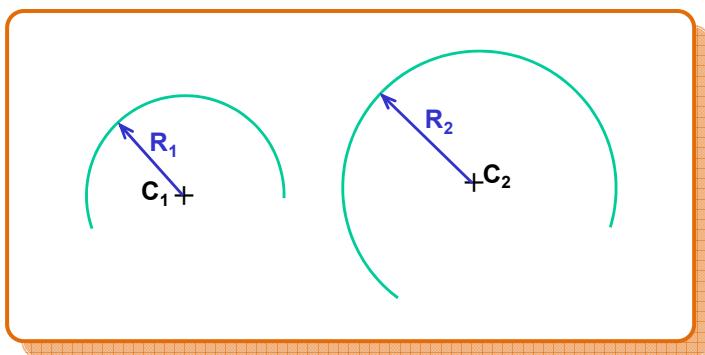
ลากเส้นตรงเล็ก ๆ แสดงจุดสัมผัส
ระหว่างส่วนโค้ง ซึ่งจุดดังกล่าวจะ
อยู่บนเส้นตรงที่ลากเชื่อมจุด
ศูนย์กลางทั้งสอง



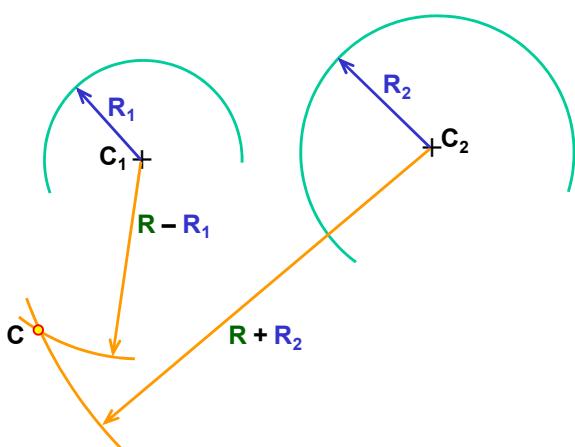
ขั้นตอนที่ 3

ใช้จุด C เป็นจุดศูนย์กลางลาก
ส่วนโค้งรัศมี R จากจุดสัมผัสนึง¹
ไปยังอีกจุดสัมผัสนึง จากนั้nlาก
ส่วนโค้งที่ต่อออกทั้งสองข้าง ก็จะ²
ได้รูปแบบส่วนโค้งตามที่ต้องการ

สร้างส่วนโค้งสัมผัสด้านในกับวงกลมหนึ่งและสัมผัสนอกกับอีกวงกลมหนึ่ง

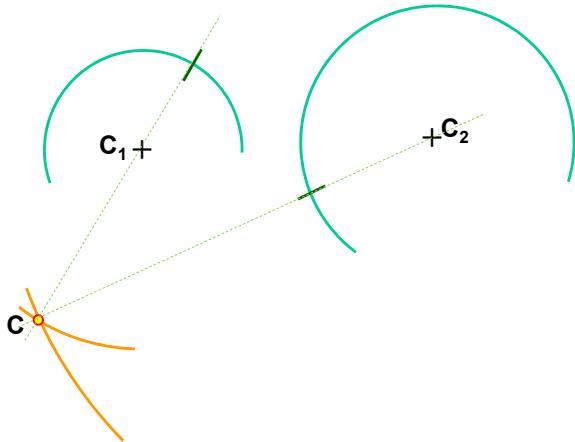


กำหนดให้สร้างส่วนโค้งรัศมี R สัมผัส
ด้านในกับวงกลมรัศมี R_1 และสัมผัส
นอกกับวงกลมรัศมี R_2 ตามลำดับ



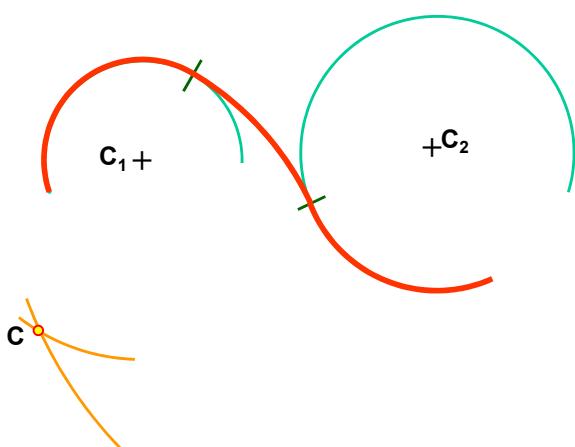
ขั้นตอนที่ 1

สร้างส่วนโค้งรัศมี $R-R_1$ และ $R+R_2$
โดยใช้จุด C_1 และ C_2 เป็นจุด
ศูนย์กลางตามลำดับ ซึ่งจุดตัดที่ได้คือ
จุดศูนย์กลางของส่วนโค้งที่ต้องการ
(จุด C)



ขั้นตอนที่ 2

ลากเส้นตรงเล็ก ๆ แสดงจุดสัมผัส
ระหว่างส่วนโค้ง ซึ่งจุดดังกล่าวจะอยู่
บนเส้นตรงที่ลากเชื่อมจุดศูนย์กลาง
ทั้งสอง



ขั้นตอนที่ 3

ใช้จุด C เป็นจุดศูนย์กลางลากส่วน
โค้งรัศมี R จากจุดสัมผัสหนึ่งไปยัง
อีกจุดสัมผัสหนึ่ง จากนั้nlากส่วน
โค้งที่ต่อออกหั้งสองข้าง ก็จะได้
รูปแบบส่วนโค้งตามที่ต้องการ

2.4 บทสรุป

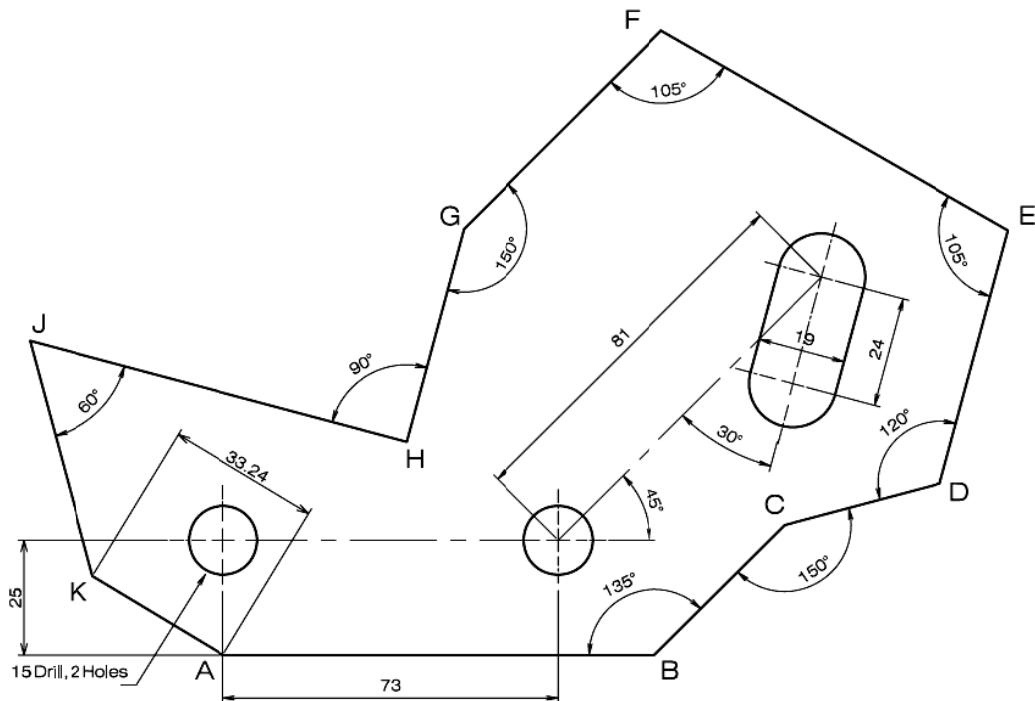
บทนี้อธิบายขั้นตอนต่าง ๆ ที่ต้องปฏิบัติตั้งแต่การติดกระดาษลงบนโต๊ะเขียนแบบซึ่งต้องจัดให้ได้ระดับกับไม้ที่ เพื่อที่จะได้ใช้ไม้ที่เป็นแนวระดับอ้างอิง จากนั้นเป็นการเตรียมดินสองและวางเวียนซึ่งต้องเหลาให้ปลายแหลมอยู่ตลอดเวลาที่ใช้เขียนแบบ เพื่อเส้นที่ออกแบบนั้นจะได้สวยงามและมีความสม่ำเสมอ รวมถึงการใช้อุปกรณ์เขียนแบบเบื้องต้น เช่น การเขียนวงกลมด้วยวงเวียน การเขียนวงกลมด้วยเทมเพลต การใช้ไม้ที่ในการลากเส้นแนวนอน การใช้ไม้ที่และไม้สามเหลี่ยมในการลากเส้นดิ่ง การใช้ไม้สามเหลี่ยมหั้งสองในการสร้างมุมที่เป็นลำดับขั้นของมุม 15 องศา เป็นต้น สุดท้ายคือหัวข้อที่เกี่ยวกับเรขาคณิตประยุกต์ โดยนำเสนอหัวข้อหลัก ๆ ที่ใช้บ่อยเท่านั้น ผู้เรียนควรกลับไปทบทวนเรื่องของเรขาคณิตอื่น ๆ ด้วยตนเอง เช่น การแบ่งครึ่งมุม การแบ่งครึ่งเส้นตรง การสร้างรูปหลายเหลี่ยมด้านเท่า เป็นต้น

ผู้เรียนควรฝึกฝนหัวข้อต่าง ๆ ในบทนี้ให้เกิดความชำนาญ เพราะสามารถช่วยผู้เรียนได้เป็นอย่างมากเวลาทำงานในห้องฝึกฝนหรือทำข้อสอบเนื่องจากเวลาที่มีจำกัด การฝึกฝนบ่อย ๆ จะทำให้เกิดความมั่นใจในการเขียนแบบและสามารถทำได้รวดเร็ว แบบฝึกหัดที่ให้ในตอนท้ายของบทนี้ก็เป็นส่วนหนึ่งที่สามารถช่วยผู้เรียนได้มีโอกาสฝึกฝนมากยิ่งขึ้น

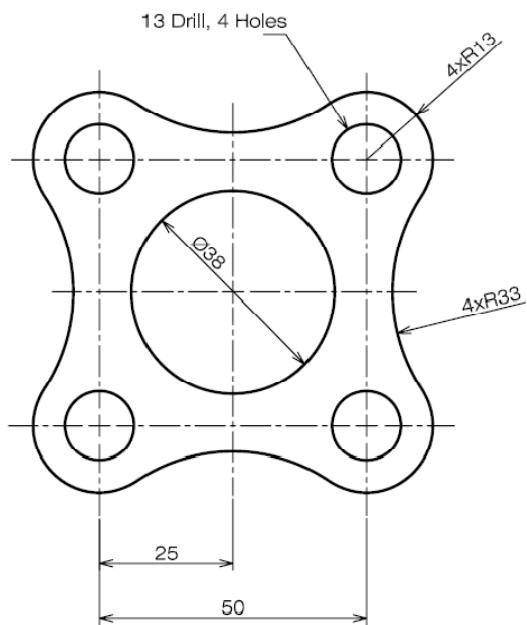
แบบฝึกหัด

1. จงวาดรูปด้านล่างตามขนาดที่กำหนด (ขนาดมีหน่วยมิลลิเมตร) และจงหาความยาว KA

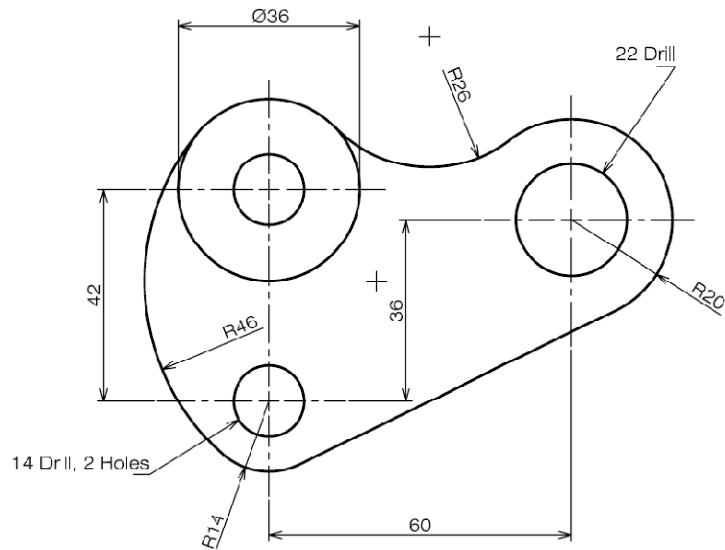
AB	= 94
BC	= 40
CD	= 35
DE	= 57
EF	= 87
FG	= 61
GH	= 48
HJ	= 85
JK	= 53
KA	= ?



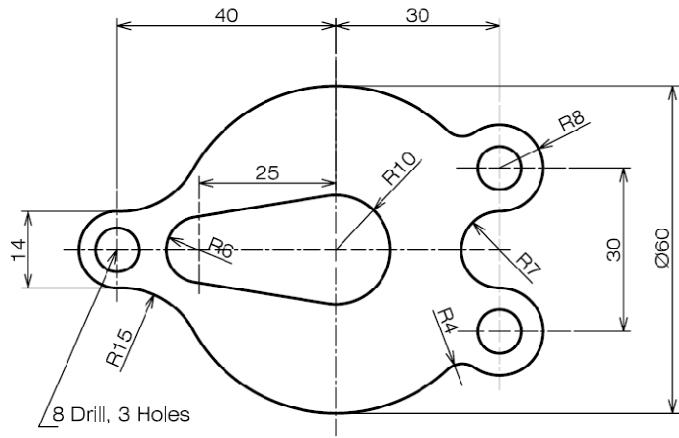
2. จงวาดรูปด้านล่างตามขนาดที่กำหนด



3. จงวิเคราะห์รูปด้านล่างตามขนาดที่กำหนด



4. จงวาดรูปด้านล่างตามขนาดที่กำหนด



5. จงวิเคราะห์รูปด้านล่างตามขนาดที่กำหนด

