

สื่อประกอบการสอนในวิชา เขียนแบบวิศวกรรม

จิรพงศ์ กสิวิทย์อำนวย

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรุงเทพฯ ประเทศไทย

E-mail : Jirapong.K@Chula.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนำเสนอตัวอย่างสื่อประกอบการสอน และวิธีสาธิตสื่อเหล่านี้ประกอบการบรรยาย วัตถุประสงค์หลักของสื่อคือ เพื่อช่วยให้นิสิตสามารถเชื่อมโยงหลักการและรายละเอียดที่อธิบายในสไลด์ประกอบการบรรยายกับสถานการณ์จริง เมื่อสังเกตบรรยากาศในห้องเรียนพบว่า การสาธิตทำให้นิสิตสนใจเนื้อหามากขึ้น และทำให้นิสิตมีส่วนร่วมมากขึ้นในการตอบคำถามที่ผู้สอนถาม เมื่อเปรียบเทียบผลการประเมินการสอนในเทอมนี้กับเทอมก่อนหน้าพบว่า แนวทางการสอนดังกล่าวสามารถทำให้การเรียนรู้ของนิสิตดีขึ้น

คำสืบค้น

เขียนแบบวิศวกรรม, สื่อประกอบการสอน

TEACHING MATERIALS FOR ENGINEERING DRAWING COURSE

Jirapong Kasivitamnuay

Department of Mechanical Engineering,
Faculty of Engineering, Chulalongkorn University
Bangkok, Thailand
E-mail : Jirapong.K@Chula.ac.th

ABSTRACT

The article presents some teaching materials and shows how to use them in lectures. The main purpose of these materials is to help students relate the principles and details described in the presentation slides to real life situations. From an observation, demonstrations increased the students' interest in lessons and increased their interactions. Comparison the assessment results in this semester with those in the previous semester found that this approach improved the students' learning capability.

KEYWORDS

Engineering drawing, Teaching material

I. บทนำ

คณาจารย์ผู้สอนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมเบื้องต้นคงทราบดีอยู่แล้วว่า การสอนนิสิตกลุ่มใหญ่ (100 คน ขึ้นไป) จำเป็นต้องมีวิธีดึงดูดความสนใจของนิสิต และวิธีช่วยนิสิตซึ่งเรียนรู้ได้ช้ากว่าสามารถติดตามเนื้อหาได้ทัน ผู้เขียนพยายามแก้ปัญหา (หรือปรับปรุงการสอน) โดยอาศัยความเชื่อว่า ถ้าทำให้นิสิตทราบว่ามีสิ่งที่น่าสนใจกำลังเรียนอยู่นั้นเป็นส่วนหนึ่งของความรู้ที่เขาต้องใช้ในการประกอบอาชีพวิศวกรรม หรืออย่างน้อยที่สุดถ้าทำให้นิสิตมองเห็นความเชื่อมโยงระหว่างความรู้ที่กำลังเรียนกับสิ่งของหรือเหตุการณ์ที่อยู่รอบตัวเขาได้แล้ว นิสิต (ที่ต้องการประกอบวิชาชีพวิศวกรรมในอนาคต) จะเกิดความสนใจเนื้อหาวิชามากขึ้น ซึ่งอาจจะต่อเนื่องไปสู่ความสนใจศึกษาด้วยตัวเอง

ผู้เขียนและอาจารย์ ดร. นิพนธ์ วรรณโสภาคย์ ได้ร่วมกันพัฒนาสื่อประกอบการสอนในรูปแบบสไลด์ powerpoint¹ และเริ่มนำมาใช้งานตั้งแต่ภาคปลายของปีการศึกษา 2547 ถัดจากนั้นราวภาคต้นของปีการศึกษา 2550 อาจารย์นิพนธ์ก็เขียนเอกสารคำสอนที่สอดคล้องกับแผนการเรียนรู้ของวิชานี้ [1] เสร็จ การประเมินผลการสอนเมื่อสิ้นเทอมพบว่า สื่อประกอบการสอนดังกล่าวสามารถทำให้นิสิตเกิดความสนใจเนื้อหาเพิ่มขึ้น และเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้กระดานดำและแผ่นใสเป็นหลัก [1] อย่างไรก็ตาม รูปภาพและการเคลื่อนไหวในสไลด์โดยเฉพาะอย่างยิ่งรูปภาพที่วาดแทนวัตถุสามมิติ (หรือวาดให้รับรู้เป็นสามมิติ) นั้นแท้ที่จริงก็ยังเป็นเพียงรูปสองมิติ ดังนั้นเพื่อให้นิสิตเข้าใจความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งรอบตัว (หรือสามารถพัฒนาทักษะการคิดและเรียนรู้) ได้ดีขึ้น ผู้เขียนคิดว่าถ้านำวัตถุจริงมาประกอบการสอนน่าจะช่วยให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าวได้ อีกทั้งตอนนี้ห้องเรียนก็มี visualizer ทำให้ผู้เขียนสามารถจำลองเหตุการณ์การมองวัตถุสามมิติได้สะดวกขึ้นอย่างมาก และทำให้ไม่ต้องสร้างวัตถุที่มีขนาดใหญ่ (เพื่อให้มองเห็นทั้งห้อง) ด้วย

บทความนี้สรุปกิจกรรมการเรียนการสอนในห้องบรรยาย ของภาคการศึกษาต้น ปีการศึกษา 2551 บทความจะเน้นเกี่ยวกับสื่อประกอบการสอนแบบต่าง ๆ ที่ผู้เขียนและผู้ร่วมสอนสร้างขึ้น วิธื่อนำสื่อเหล่านี้มาใช้เพื่อให้นิสิตเห็น

- 1) ความเชื่อมโยงระหว่างเนื้อหาเกี่ยวกับสิ่งรอบตัว
- 2) ความต่างและความเหมือนของเนื้อหาที่เรียนกับสิ่งที่พบในแบบวิศวกรรมจริง และ
- 3) เพื่อเพิ่มปฏิสัมพันธ์กับนิสิตผ่านการถาม-ตอบในห้องเรียน หรือช่วยเปลี่ยนบรรยากาศ

อย่างไรก็ดี สื่อการสอนที่จะกล่าวถึงก็ไม่ได้ครอบคลุมเนื้อหาทุกบท จึงยังไม่สามารถแก้ปัญหาการเรียนรู้นของนิสิตได้อย่างบริบูรณ์

¹ ดาวน์โหลดไฟล์ได้ที่ <http://pioneer.netser.chula.ac.th/~kijrapon/>

II. การจัดการเรียนการสอน

2.1 เนื้อหาวิชา

เนื้อหาวิชาแบ่งเป็น 12 บท คือ

- 1) บทนำ (หลักการฉายภาพ² เครื่องมือเขียนแบบและการเลือกซื้อ มาตรฐานการเขียนแบบ การคัดตัวอักษร³ การสเก็ตช์ภาพมือเปล่า)
- 2) วิธีใช้เครื่องมือเขียนแบบ และเรขาคณิตประยุกต์
- 3) หลักการฉายภาพออร์โทกราฟิก
- 4) การเขียนแบบภาพออร์โทกราฟิก
- 5) การสเก็ตช์ภาพฟิกทอ-เรียล
- 6) การอ่านแบบภาพออร์โทกราฟิก
- 7) การบอกมิติและหมายเหตุ
- 8) สัญนิยมในการเขียนภาพออร์โท-กราฟิก
- 9) การเขียนแบบภาพตัด
- 10) สัญนิยมของการเขียนภาพตัด
- 11) การเขียนแบบสลักเกลียว
- 12) การเขียนแบบภาพประกอบ

2.2 สื่อประกอบการสอนและการนำไปใช้งาน

2.2.1 กล้องกระดาษ

กล้องกระดาษรูปทรงต่าง ๆ ซึ่งพับจากแผ่นคลี่ ในรูปที่ 1 สามารถใช้ประกอบการสอนได้หลายแบบ รายละเอียดจะกล่าวในหัวข้อต่อไป

2.2.1.1 ความจำเป็นของแบบ (หรือการเขียนแบบ)

ผู้เขียนเข้าใจเรื่องโดยยกสถานการณ์ว่านิสิตต้องการชิ้นส่วน ซึ่งมีรูปร่างและขนาดเหมือนกล่องกระดาษที่เห็น จากนั้นจึงอธิบายว่าปัญหาแรกที่พบก็คือเราจะใช้วิธีใดที่จะสื่อสารกับผู้สร้างชิ้นส่วนนี้ แน่นอนเราอาจจะทำแบบจำลองเหมือนจริง (แต่ใช้วัสดุชนิดอื่น) แล้วให้ผู้สร้างวัดขนาดจากแบบจำลองที่เราเอาไปให้ได้ แต่แน่นอนวิธีนี้ไม่สะดวก จากนั้นจึงบรรยายว่าแบบทางวิศวกรรมเป็นทางเลือกหลักในการสื่อสาร ซึ่งเกี่ยวข้องกับวิธีการจัดการข้อมูลสามมิติ (พิภคต่าง ๆ บนวัตถุ) ให้กลายเป็นข้อมูลบนแผ่นกระดาษสองมิติ

2.2.1.2 ภาพฉายออร์โทกราฟิก

ในบทที่ 3 ผู้เขียนเกริ่นว่า บทเรียนวันนี้คือหัวใจของวิชาเขียนแบบ เพราะเป็นหลักการถ่ายทอดข้อมูลสามมิติไปสู่สื่อสองมิติไม่ว่าจะเป็นแผ่นกระดาษหรือจอคอมพิวเตอร์ หลังจากอธิบายหลักการฉายภาพและการเกิดภาพฉายออร์โทกราฟิกของจุด เส้น ระนาบ ในสไลด์แล้ว ก่อนจะอธิบายการเขียนภาพฉายของวัตถุในสไลด์ต่อไป ผู้เขียนจะค้นจังหวะด้วยการนำกล้องกระดาษไปวางบน visualizer แล้วนำ

² เนื้อหานี้อธิบายอีกครั้งในบทที่ 3 “หลักการฉายภาพออร์โทกราฟิก”

³ ปัจจุบันความสำคัญของการคัดตัวอักษรเหลือเพียงสามารถอ่านได้ง่าย ไม่เข้มงวดเรื่องสัดส่วนของตัวอักษร และน้ำหนักตัวอักษรเหมือนสมัยก่อน

แผ่นอะคริลิกใส (ตัวแทนของฉากรับภาพ) มาคั่นระหว่างกล้องกับกล้องกระดาศ โดยให้ระนาบของแผ่นอะคริลิกตั้งฉากกับทิศการส่องของกล้อง (ซึ่งเทียบเท่ากับทิศการมองวัตถุ) จากนั้นก็นำปากกาเขียนแผ่นใสมาลากเส้นบนแผ่นอะคริลิกตามขอบของระนาบที่มองเห็น (ในทิศการมองนั้น) พร้อมกับอธิบายว่านี่ก็คือหลักการฉายภาพอโธ-กราฟิก ซึ่งนำไปสู่การเกิดภาพฉายอโธกราฟิก

นอกจากนี้ผู้เขียนยังเปลี่ยนลักษณะการวางตัวของกล้องกระดาศ (สัมพันธ์กับกล้อง) เพื่อให้เห็นว่าลักษณะของภาพฉายอโธกราฟิกขึ้นกับการวางตัวสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกับฉากรับภาพ และภาพฉายดังกล่าวอาจแสดงขนาดจริงและรูปร่างจริงของระนาบบางระนาบของวัตถุ หรืออาจปรากฏเป็นภาพสามมิติ ก่อนจะสรุปว่าภาพทั้งสองชนิดนี้ใช้ในการสื่อสารกับผู้ผลิตชิ้นส่วน แต่ภาพชนิดแรกนิยมมากกว่าเพราะให้ข้อมูลที่ชัดเจน อย่างไรก็ตาม ข้อมูลของวัตถุไม่สามารถบรรจุได้อย่างสมบูรณ์ในภาพฉายวิวนั้นๆ ทีเดียว และนี่ก็คือที่มาของภาพฉายอโธกราฟิกหลายวิว

ผู้เขียนใช้รูปที่ 2 ซึ่งแสดงภาพฉายอโธกราฟิกบนกล่องแก้ว (ตอนนั้นใช้กระดาศทึบ) เพื่อแสดงให้เห็นว่าได้ภาพฉายแล้วยังไม่จบกระบวนการ ต้องคลี่กล่องแก้วออกให้แบนราบ เพื่อจะได้นำไปแสดงบนสื่อสองมิติได้ นอกจากนี้ยังเน้นเรื่องตำแหน่งสัมพันธ์ของวิวด้วย

2.2.1.3 ส่วนประกอบของวัตถุ และการเกิดเส้นในภาพฉายอโธกราฟิก

หลังจากบรรยายโดยใช้สไลด์ว่าส่วนประกอบของวัตถุมีอะไรบ้าง (มุม ขอบ ระนาบ ฯลฯ) แล้ว ผู้เขียนก็นำกล้องกระดาศไปแสดงบน visualizer แล้วถามนิสิตว่าส่วนนี้คืออะไร เนื่องจากคำถามนี้ไม่ค่อยยาก นิสิตก็ตอบได้อย่างมั่นใจ และช่วยกระตุ้นความสนใจได้

นอกจากจะถามส่วนประกอบของวัตถุแล้ว ผู้เขียนยังเน้นให้นิสิตพิจารณาว่าขอบ (ที่ผู้เขียนชี้ และนิสิตเห็นจากจอภาพ) เกิดจากอะไร เช่น เกิดจากระนาบ ก ตัดกับระนาบ ข เป็นต้น เพราะว่าความเข้าใจส่วนนี้เกี่ยวข้องกับการมีหรือการไม่มีเส้นในภาพฉายอโธกราฟิก

2.2.1.4 ชนิดของระนาบ

หลังจากบรรยายชนิดของระนาบและหลักการพิจารณาชนิดของระนาบด้วยสไลด์แล้ว ผู้เขียนจะเลือกกล้องกระดาศมา 1 กล้อง (สมมุติว่าเป็นรูป 1(ง)) และกำหนดให้นิสิตพิจารณาระนาบที่กำหนดลักษณะหนึ่ง (สมมุติว่าเป็นระนาบสีฟ้า) จากนั้นผู้เขียนจะจัดวางวัตถุให้มองเห็นภาพวิวด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน พร้อมกับถามว่าระนาบที่เราสนใจปรากฏเป็นอะไรในการมอง 3 วิวนี้ ก่อนจะถามว่าตกลงระนาบนั้นเป็นระนาบชนิดอะไร อย่างไรก็ดี ผู้เขียนก็นำโจทย์ในตำราเรียน (ที่เป็นภาพพิททอเรียล) ไปถามเพิ่มเติมด้วย เพราะว่ากล้องกระดาศมีรูปร่างไม่ซับซ้อน

2.2.1.5 เส้นประ

หลังจากนิสิตเข้าใจแล้วว่าระนาบตัดกันทำให้เกิดขอบ และขอบจะถูกแสดงด้วยเส้น (หรือจุดขึ้นกับการวางตัวของขอบเทียบกับทิศการมอง) ในภาพอโธกราฟิก ผู้เขียนแสดงวัตถุรูปที่ 1(ค) แล้วชี้ที่ขอบซึ่งอยู่ตรงที่เป็นขั้นบันได ก่อนจะถามว่าขอบนี้มีอยู่จริงหรือไม่ นิสิตจะตอบว่ามี จากนั้นก็จัดวางวัตถุในลักษณะที่มองไม่เห็นขอบดังกล่าว ก่อนจะสรุปว่าขอบนั้นมีอยู่จริงแต่มองไม่เห็น จึงต้องมีการกำหนดสัญลักษณ์ (หรือลักษณะของเส้น) ด้วยเส้นประเพื่อแทนสิ่งที่มีอยู่จริงแต่มองไม่เห็น เพราะถ้าแสดงเฉพาะสิ่งที่มองเห็นแล้วข้อมูลในภาพอโธกราฟิกก็จะไม่สมบูรณ์ (หรือดีความเป็นวัตถุรูปทรงอื่นไปได้)

2.2.1.6 ภาพฉายในวิเศษ

ผู้เขียนใช้กล่องกระดาษรูปที่ 1(ข) ร่วมกับแผ่นใสเพื่ออธิบายการเขียนภาพฉายออโรกราฟิกในวิเศษ ดังแสดงในรูปที่ 3 เริ่มแรกผู้เขียนยกสถานการณ์ว่า วัตถุชิ้นนี้มีการปัดโลโก้ (เป็นรอยบุ๋ม) บนระนาบสีเหลือง หากใช้กล่องแก้วแบบเดิมมาครอบวัตถุไว้ เราจะไม่เห็นขนาดและรูปร่างจริงของโลโก้ได้ จากนั้นจึงอธิบายวิธีการแก้ปัญหา ซึ่งเริ่มจากการมองตั้งฉากกับระนาบสีเหลือง และการบันทึกสิ่งที่มองเห็นบนระนาบใส (รูปที่ 3(ก)) จากนั้นจึงค่อย ๆ คลี่กล่องแก้วให้แบน (รูปที่ 3(ข) และ (ค))

2.2.1.7 การสเก็ตช์ภาพพิกทอเรียล

ในบทที่ 5 ผู้เขียนอธิบายว่า ถ้าเห็นเส้นตรง (หรือเส้นโค้ง) คู่ใด ๆ ในภาพออโรกราฟิกที่ขนานกันหรือซ้อนกันแล้ว เส้นเหล่านั้นจะยังขนานกันเสมอแม้จะมองวัตถุจากทิศทางอื่น ๆ ดังนั้นในกรณีเฉพาะที่เราสนใจคือ การสเก็ตช์ภาพไอโซเมตริก ก็จะได้ว่าเส้นเหล่านั้นต้องขนานกัน จากนั้นผู้เขียนก็ยกตัวอย่างภาพออโรกราฟิกของกล่องกระดาษในรูปที่ 4(ก) โดยชี้ให้เห็นว่าเส้น A, B เป็นเส้นขนานกันเมื่อมองจากด้านบน เส้น C, D เป็นเส้นขนานกันเมื่อมองจากด้านหน้า ดังนั้นเมื่อจัดวางวัตถุให้มองเห็นเป็นภาพพิกทอเรียล ไม่ว่าวัตถุจะวางตัวอย่างใดเส้นเหล่านี้ก็ยังขนานกันอยู่เช่นเดิม ดังรูป 4(ข) ความจริงนี้จะช่วยเตือนนิสิตระหว่างที่สเก็ตช์ภาพพิกทอเรียล เพื่อให้ได้รูปร่างของภาพถูกต้อง

2.2.1.8 การเขียนภาพตัด

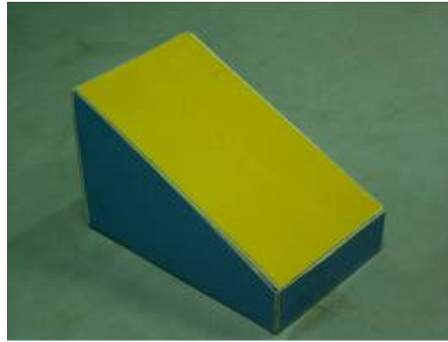
ในบทที่ 9 อาจารย์สุวิทย์ บุญยวนิชกุล ได้กรุณาทำกล่องกระดาษที่แยกส่วนได้ (รูปที่ 5) ให้ผู้เขียนใช้สอนเรื่องการเขียนภาพตัด รายละเอียดของกล่องเหมือนกับภาพออโรกราฟิกในสไลด์ หลังจากผู้เขียนบรรยายสไลด์ดังกล่าวแล้วก็แสดงขั้นตอนในสไลด์ซ้ำ แต่คราวนี้อธิบายโดยใช้กล่องกระดาษเริ่มต้นให้นิสิตมองกล่องกระดาษจากมุมมองที่เห็นด้านหน้าและด้านบน และบอกให้นิสิตเทียบสิ่งที่เห็นกับภาพออโรกราฟิกที่ฉายอยู่บนจอ จากนั้นอธิบายว่า cutting plane line จะอยู่คนละวิเศษกับภาพตัด (section view) อย่างในกรณีนี้ cutting plane line อยู่ด้านบน แต่ภาพตัดจะอยู่ด้านหน้า (ที่ต้องเน้นก็เพราะมีนิสิตจำนวนหนึ่งเขียน cutting plane line ที่วิวภาพตัด!!!) กล่องกระดาษนี้ยังช่วยย้ำว่าแม้จะมีขอบ A และ B เนื่องจากการเปลี่ยนทิศทางของ cutting plane แต่เราจะไม่แสดงขอบเหล่านี้ในวิเศษภาพตัด

2.2.2 ท่อพีวีซี

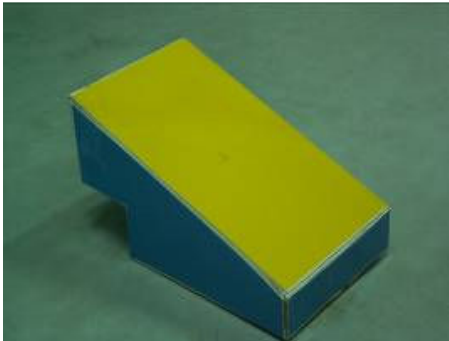
ในบทที่ 8 จะมีสไลด์รูปทรงกระบอกเจาะรู 2 กรณี คือ 1) รูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใกล้กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกระบอก และ 2) รูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางน้อยเมื่อเทียบกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของทรงกระบอก ก่อนจะอธิบายสไลด์ซึ่งเป็นภาพเคลื่อนไหวแสดงการวาดภาพออโรกราฟิกด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน ผู้เขียนจะให้นิสิตดูท่อพีวีซีเจาะรูทั้งสองกรณีในรูปที่ 6 เพื่อให้เห็นว่าด้านหน้าเห็นรูเป็นวงกลม (แม้ว่าจะเจาะบนผิวโค้ง) ด้านบนเห็นเป็นวงแหวนและเห็นขอบรูเป็นเส้นประฉากจากวงกลมวงนอกไปยังวงใน ส่วนด้านข้างถ้ารูใหญ่จะเห็นขอบข้างเว้าตรงตำแหน่งรู แต่ถ้ารูเล็กจะเห็นว่าขอบข้าง(แทบ)ไม่เปลี่ยนแปลง จากนั้นผู้เขียนจะสรุปว่า convention ที่จะกล่าวถึงใช้ได้กับกรณีหลัง ส่วนรายละเอียดจะเป็นอย่างไรให้ดูภาพออโรกราฟิกของกรณีรูใหญ่ก่อน หลังจากอธิบายภาพเคลื่อนไหวในสไลด์กรณีรูใหญ่แล้ว ผู้เขียนก็อธิบาย convention ของกรณีรูเล็ก และย้ำอีกครั้งว่ามันใกล้เคียงกับสิ่งที่ปรากฏจริง



(ก)



(ข)



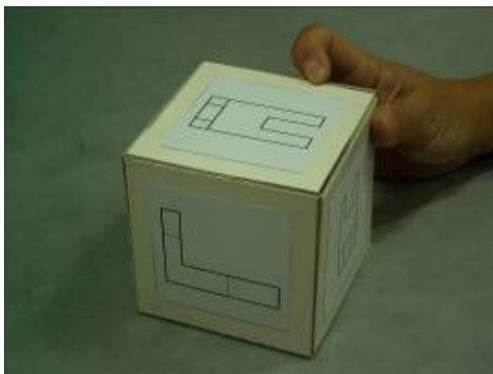
(ค)



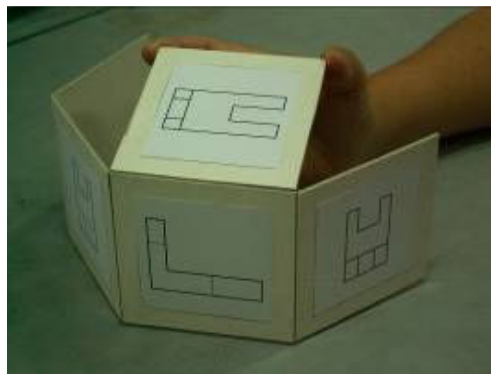
(ง)

รูปที่ 1

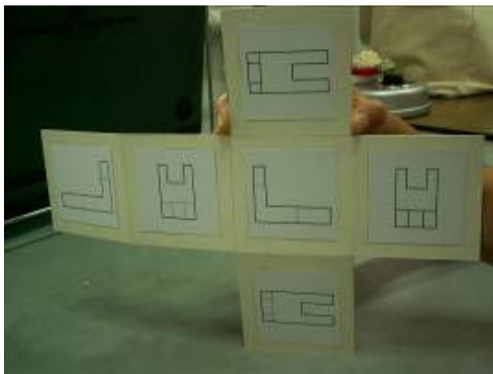
กล่องกระดาษ



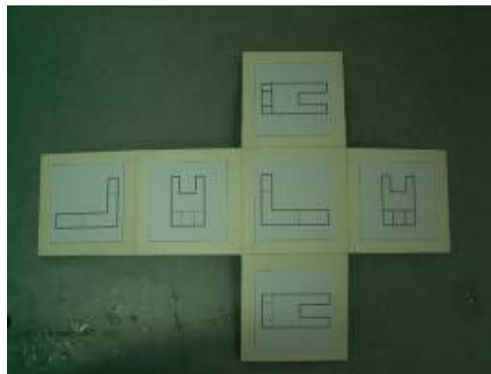
(ก)



(ข)



(ค)



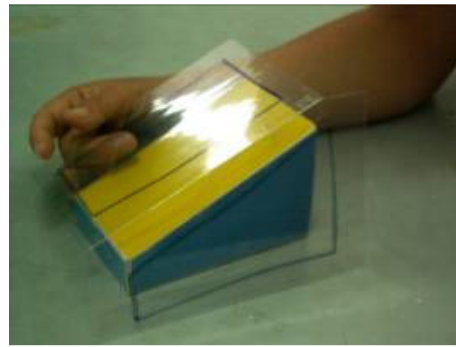
(ง)

รูปที่ 2

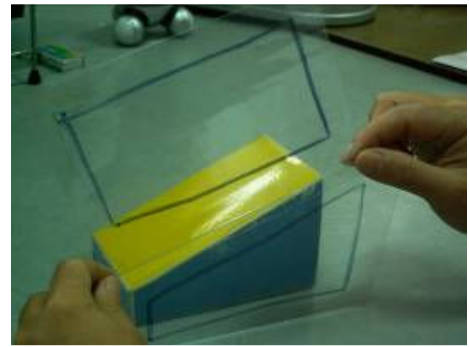
การฉายภาพบนกล่อง
แก้ว และการคลี่กล่อง
แก้วเพื่อให้ได้ภาพ
ออโรกราฟฟิกหลาย
วิว

รูปที่ 3

การสอนเรื่องภาพฉาย
ออร์โทกราฟฟิกหลายวิว
ในวิศวกรรม



(ก)



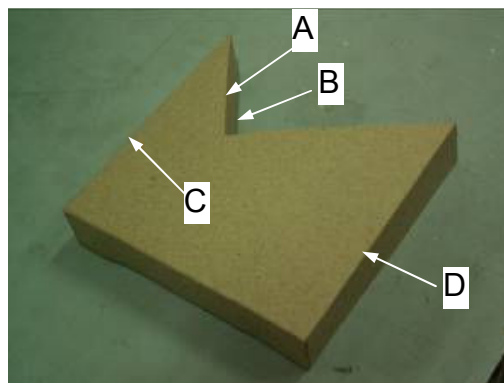
(ข)



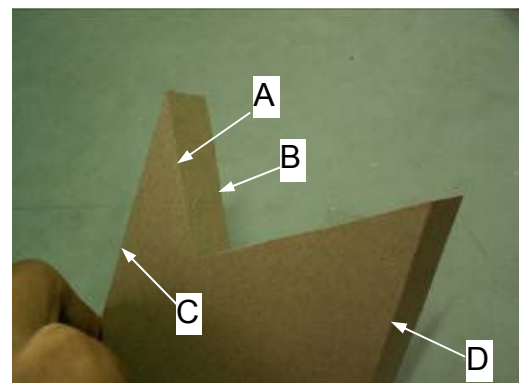
(ค)

รูปที่ 4

กล่องกระดาษสำหรับ
แสดงให้เห็นว่าเส้นที่
ขนานกันในภาพออร์
โทกราฟฟิกจะขนานกัน
เสมอไม่ว่าจะมองใน
ทิศทางใด



(ก)



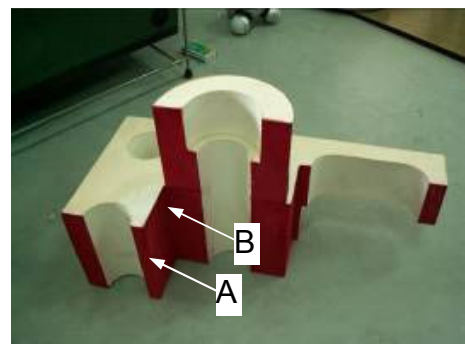
(ข)

รูปที่ 5

กล่องกระดาษแยกส่วน
ได้ สำหรับสอนเรื่อง
ภาพตัด



(ก)



(ข)

2.2.3 วัตถุที่มี fillet, round และ runout

ในบทที่ 8 จะมีสไลด์เรื่อง runout ผู้เขียนจะอธิบายเพียงแค่ว่า runout เกิดจากอะไร และความพยายามที่จะแทน runout ด้วยเส้นในแบบ จากนั้นจึงแสดงวัตถุที่มี fillet, round และ runout (รูปที่ 7) แล้วตั้งคำถามขณะที่ชี้ตรง round (หรือ fillet) ว่าตรงนี้เรียกว่าอะไร ต่อมาจึงพยายามชี้ให้เห็นว่า round กับ fillet ค่อย ๆ กลืนกันจนหายไปทั้งคู่ ส่วนที่ค่อย ๆ กลืนกันก็คือ runout กรณีนี้ round มีรัศมีโค้งมากกว่า fillet ดังนั้น runout จึงเป็นเส้นโค้งที่หุบเข้าหากัน ซึ่งเหมือนกับตัวอย่างในสไลด์ ผู้เขียนยังอธิบายเพิ่มเติมว่า fillet, round และ runout นั้นพบมากในชิ้นงานหล่อ

2.2.4 เครื่องมือเจาะรู

ในบทที่ 11 มีเนื้อหาการเขียนแบบรูชนิดต่าง ๆ ผู้เขียนจะนำเครื่องมือเจาะรู ได้แก่ ดอกสว่าน ดอก countersink (รูปที่ 8) เป็นต้น มาแสดงร่วมกับภาพของรูที่ปรากฏในแบบ แล้วเน้นว่าภาพของรูในแบบมีรูปร่างเหมือนเครื่องมือที่ใช้ทำรู อย่างไรก็ดี รูที่เจาะด้วยดอกสว่านในแบบจะมีมุมยอดกรวยเท่ากับ 120 องศา ซึ่งต่างจากมุมจริงคือ 119 องศา



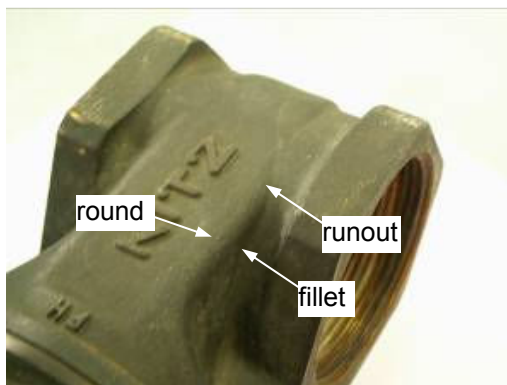
(ก) ภาพด้านหน้า



(ข) ภาพด้านข้าง

รูปที่ 6

ทอพีวีซีเจาะรูสำหรับ
สอนเรื่อง convention
ของการเขียนรูเจาะบน
ทอทรงกระบอก



รูปที่ 7

วัตถุที่มี fillet, round
และ runout

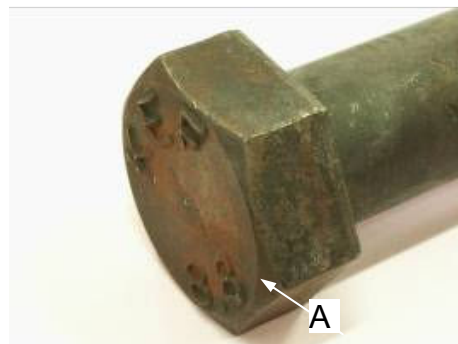


รูปที่ 8

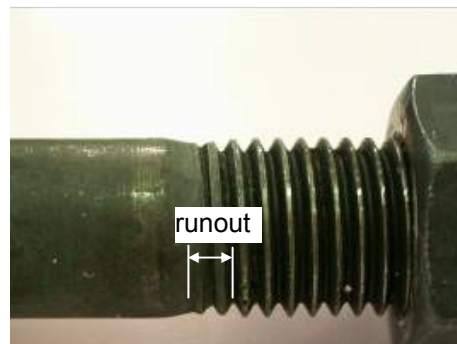
ดอก countersink

รูปที่ 9

โบลท์หัวหกเหลี่ยม



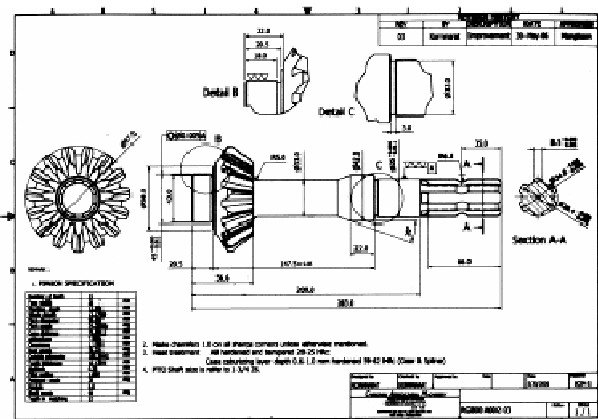
(ก)



(ข)

รูปที่ 10

แบบรายละเอียด
สำหรับผลิตชิ้นส่วน
และชิ้นส่วนจริงที่ผลิต
จากแบบ



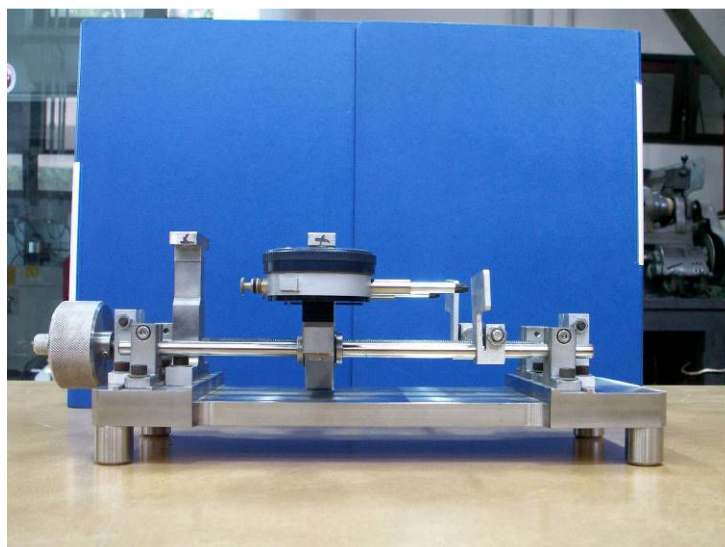
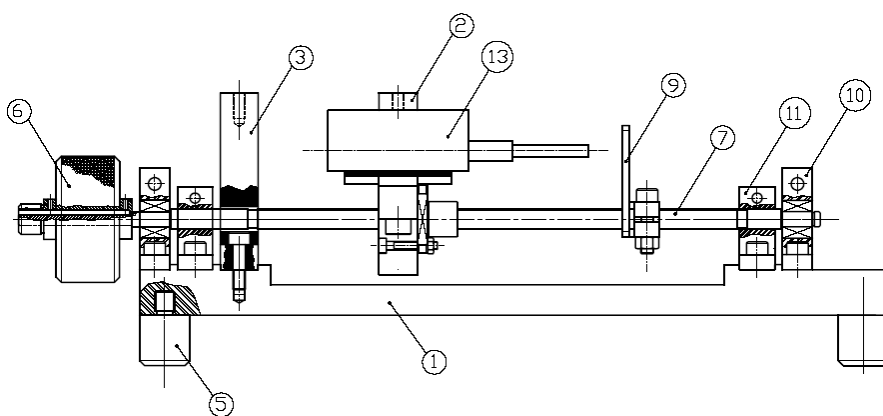
(ก)



(ข)

รูปที่ 11

แบบภาพประกอบ และ
อุปกรณ์จริง



2.2.5 สลักเกลียว

ในบทที่ 11 มีเนื้อหาการเขียนแบบส่วนหัวของโบลท์ และการใช้สัญลักษณ์แทนเกลียว สิ่งที่น่าสนใจมักจะนึกภาพไม่ออกคือ การทำ chamfer ที่หัวของโบลท์ซึ่งทำให้เกิดพื้นผิว A ในรูปที่ 9(ก) ผู้เขียนจะแสดงขั้นตอนการวาดด้วยสไลด์ก่อน แล้วสลับมาแสดงวัตถุจริง พร้อมกับเน้นว่าเรากำลังวาดแบบที่คล้ายคลึงกับสิ่งที่ปรากฏจริง อีกปัญหาหนึ่งคือ thread runout (รูปที่ 9(ข)) หลังจากอธิบายวิธีวาด runout ในแบบ และความหมายของ runout ว่าแสดงความลึกของเกลียวที่ค่อย ๆ น้อยลงจนกระทั่งหายไป (กลืนไปกับลำตัวที่ไม่มีเกลียวของโบลท์) แล้วผู้เขียนก็แสดงวัตถุจริงและชี้ตำแหน่ง runout

2.2.6 แบบรายละเอียดและชิ้นส่วนจริง

ในบทที่ 12 ผู้เขียนนำแบบรายละเอียดและชิ้นส่วนจริงในรูปที่ 10⁴ มาให้นิสิตดู เพื่อแสดงว่าข้อมูลที่ผู้วาดแบบระบุในแบบต้องครบถ้วนและถูกต้องเพื่อให้ผู้ผลิตสามารถสร้างชิ้นส่วนได้ จากนั้นจึงค่อย ๆ อธิบายว่าสิ่งที่เรียนถูกนำไปใช้อย่างไร เช่น ข้อมูลใน title block แสดงสเกล ชื่อชิ้นส่วน วัสดุ ฯลฯ การบอกขนาด การแสดงภาพตัด (ผู้เขียนถามนิสิตว่าภาพตัดในแบบเป็นชนิดอะไร) การเขียน enlarge view และการเขียน partial side view เป็นต้น

ในเรื่องการเขียนแบบภาพประกอบ ผู้เขียนนำตัวอย่างอุปกรณ์และแสดงแบบภาพประกอบ (รูปที่ 11) มาให้นิสิตดู จากนั้นก็อธิบายว่าแบบภาพประกอบนั้นเหมือนกับอุปกรณ์ทุกประการ ดังนั้นการวาดแบบภาพประกอบก็คือการประกอบชิ้นส่วนทีละชิ้นบนกระดาษวาดแบบนั่นเอง อย่างไรก็ตามการวาดแบบจำเป็นต้องประยุกต์เทคนิคภาพตัดเพื่อให้ทราบว่าชิ้นส่วนสวมหรือยึดกันอย่างไรได้ชัดเจน ผู้เขียนอธิบายเพิ่มอีกว่าแบบภาพประกอบสามารถใช้ตรวจสอบว่ามิติของชิ้นส่วนย่อย ๆ ถูกต้องหรือไม่ และเมื่อประกอบเสร็จแล้วอุปกรณ์จะมีขนาด และขอบเขตใช้งานเท่าใด

2.2.7 แบบจริง และแบบในแคตาล็อก

ในบทสัณนิมการเขียนแบบภาพตัด ผู้เขียนนำแบบในรูปที่ 12⁵ ไปให้นิสิตดู แล้วตั้งคำถามอย่างเช่น ภาพวิวนั้นในแบบเป็น aligned view หรือไม่ เป็นภาพตัดหรือไม่ ถ้าเป็นภาพตัดทำไมไม่แสดง section line หลังจากนั้นผู้เขียนจะบรรยายว่าสิ่งที่นิสิตเรียนกับสิ่งที่ใช้งานนั้นมีเป้าหมายทางการสื่อสารเหมือนกัน แต่อาจใช้สัญลักษณ์หรือข้อความต่างกัน สิ่งที่เหมือนกันในภาพรวมก็คือ แบบจะมีรูปและข้อความ มี title block ผู้เขียนชี้ที่การบอกมิติ C0.5 แล้วถามนิสิตว่าคืออะไร มองเห็นชัดไหม ก่อนจะสรุปว่าข้อความที่เขียนในแบบนั้นมีความสำคัญ เพราะว่าเมื่อรูปภาพไม่ชัดเจนหรือคลาดเคลื่อนไปบ้าง (เช่น มุมยอดกรวยของดอกสว่าน) ก็ไม่เป็นไร เพราะผู้อ่านแบบจะยึดข้อความเป็นหลัก ผู้เขียนยังชี้ที่การบอกมิติ 3-R9 แล้วถามนิสิตว่า 3 น่าจะหมายถึงอะไร (คำตอบคือ จำนวน round) ก่อนจะเทียบกับสิ่งที่สอนคือ R9, 3 places แม้จะเขียนต่างกันแต่เป้าหมายเหมือนกัน ผู้เขียนลองถามนิสิตว่า R2~3 คือขนาดของอะไร (คำตอบคือ round) เขียนอย่างนี้ต้องการขนาดรัศมีเท่าใด (คำตอบคือ 2 ถึง 3 มม) ก่อนจะสรุปว่าการไม่เจาะจงตัวเลขเช่นนี้แสดงว่า round นี้เกี่ยวข้องกับน้อยกับการใช้งานจึงไม่ต้องสร้างให้แม่นยำ (ซึ่งจะไปเพิ่มต้นทุนการผลิต)

ในบทการเขียนแบบใช้งาน ผู้เขียนแสดงแบบในแคตาล็อก (รูปที่ 13) [2] ให้นิสิตเห็น แล้วตั้งคำถามว่าภาพที่เห็นประยุกต์เทคนิคการตัด section หรือไม่ ถ้าประยุกต์แล้วใช้เทคนิคการแสดงภาพตัดแบบใด ภาพตัดที่

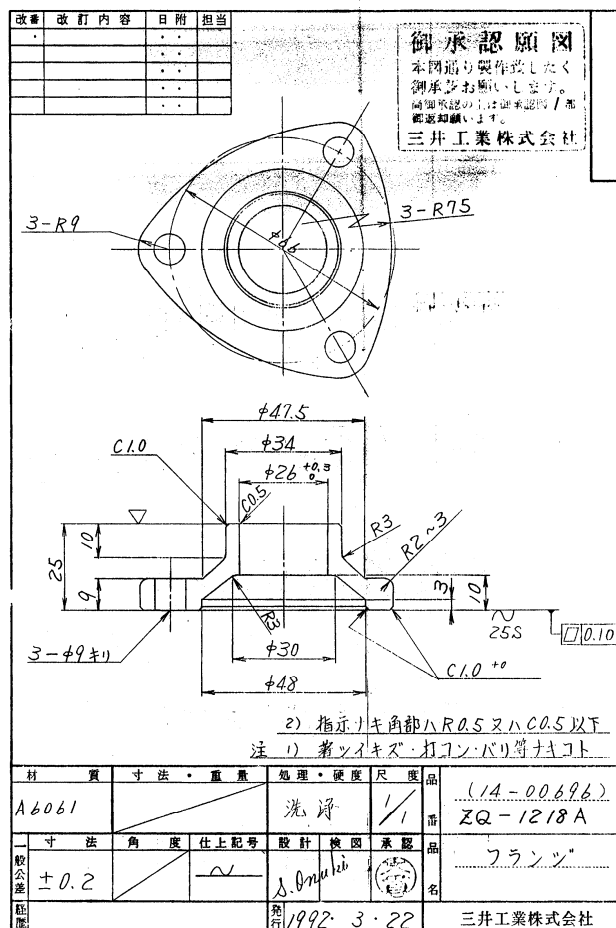
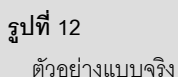
⁴ ได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.สุวิทย์ บุญยวนิชกุล

⁵ ได้รับความอนุเคราะห์ไฟล์จากคุณปริษา พันสุทธิรางกูร บริษัท พี.ซี. ดีไซน์เทค จำกัด

แสดงมี section line หรือไม่ ถ้าไม่มีพิจารณาจากอะไรจึงแน่ใจว่าเป็นภาพตัด จากนั้นก็ถามนิสิตว่าภาพที่เห็นประกอบขึ้นจากชิ้นส่วนชิ้นเดียวหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ สิ่งนี้น่าจะเป็นแบบภาพประกอบไข่มุม สังเกตไหมว่าชิ้นส่วนแต่ละชิ้นอยู่ ณ ตำแหน่งใช้งาน มีการใช้สัญลักษณ์และการเขียนสลักเกลียว (ขวามือของภาพตัด) มีการบอกขนาดเป็นสัญลักษณ์ร่วมกับตารางบอกตัวเลข การบอกขนาดในแบบภาพประกอบไม่ได้บอกละเอียดจนผลิตได้ แต่จะบอกเฉพาะขนาดที่เกี่ยวข้องกับการใช้งานอุปกรณ์นี้

2.2.8 มาตรฐานการเขียนแบบ

ในบทนำ ผู้เขียนนำมาตรฐานการเขียนแบบ เช่น มอก, JIS, ISO เป็นต้น ไปให้สังเกตเห็น เพื่อยกตัวอย่างว่าแต่ละประเทศจะมีมาตรฐานของตนเอง จุดมุ่งหมายที่เกี่ยวกับการสื่อสารนั้นเหมือนกันทุกมาตรฐาน แต่รายละเอียดอาจแตกต่างกัน เช่น มาตรฐาน ANSI กำหนดว่า ขีดเส้นของเส้นผ่านศูนย์กลางต้องตัดกันที่จุดศูนย์กลางของวงกลม แต่ในมาตรฐาน JIS กำหนดว่าขีดยาวต้องตัดกัน เป็นต้น แม้ว่ารายละเอียดดังกล่าวจะต่างกัน แต่จุดมุ่งหมายเหมือนกันคือแสดงจุดศูนย์กลางของวงกลมหรือส่วนโค้ง นอกจากนี้ยังยกตัวอย่างเอกสารขององค์กรขนาดใหญ่ที่มีมาตรฐานการเขียนแบบของตัวเอง ในรูปที่ 14⁶



⁶ ดาวนิวเคลดใต้ [http://www.everyspec.com/NASA/NASA+-+GSFC/GSFC+\(General\)/NASA_Dwg_Std_Manual_GSFC_X_673_64_1F_32/](http://www.everyspec.com/NASA/NASA+-+GSFC/GSFC+(General)/NASA_Dwg_Std_Manual_GSFC_X_673_64_1F_32/)

300 lb. Globe Valve

SERIES "C" Stainless steel Class 300, Outside screw and yoke, Rising stem and handwheel, Swivel plug, Renewable gland packing under pressure when valve is in the full open position.

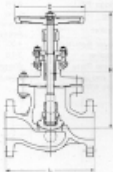
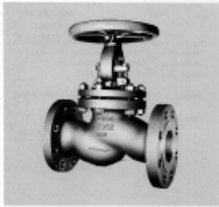


Fig.	300 UPCM
Shell Material	CF-8M (316)

Face to Face Dimensions: ANSI B16.10
End Flange Dimensions: ANSI B16.5
Shell Wall Thickness: API 600

Pressure-Temperature Ratings: ANSI B16.5

Description of Parts

Fig.	300 UPCM
Parts Name	Materials
#1 Body	CF-8M
Bonnet	CF-8M
Stem	316
#2 Disc	CF-8M
Disc Nut	CF-8M
Gland	316
Gland Packing	Teflon-impregnated Asbestos
Gland Flange	403
Handwheel	Mild. Iron
Gasket	Spiral Wound Asbestos
Bonnet Bolt/Nut	403/304
Gland Bolt/Nut	304
Gland Bolt Pin	403
Yoke Bush	Ductile Ni-Resist
Yoke	316
Collar	316
Flange Plate	Aluminum

#1 2" and larger seat with stable faced.
2. Disc with stable faced

Dimensions

Valve Size	in	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8
	mm	40	50	65	80	100	150	200
L Face to face RF	in	8	10 1/2	11 1/2	12 1/2	14	17 1/2	22
	mm	229	267	292	318	356	444	559
H Valve open height	in	11 1/2	14 1/2	15 1/2	16 1/2	20 1/2	26 1/2	29 1/2
	mm	300	360	400	430	520	670	760
D Diam. handwheel	in	7 1/2	7 1/2	9 1/2	9 1/2	13 1/2	17 1/2	22 1/2
	mm	200	200	250	250	350	450	560

(ก)

300 lb. Gate Valve

SERIES "C" Stainless steel Class 300, Outside screw and yoke, Rising stem, Stationary handwheel, Wedge disc, Renewable gland packing under pressure when valve is in the full open position.

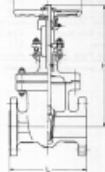


Fig.	300 UCMY
Shell Material	CF-8M (316)

Face to Face Dimensions: ANSI B16.10
End Flange Dimensions: ANSI B16.5
Shell Wall Thickness: API 600

Pressure-Temperature Ratings: ANSI B16.5

Description of Parts

Fig.	300 UCMY
Parts Name	Materials
#1 Body	CF-8M
Bonnet	CF-8M
Stem	316
#2 Disc	CF-8M
Gland	316
Gland Packing	Asbestos-Mica finished
Gland Flange	403
Handwheel	Mild. Iron
Gasket	Spiral Wound Asbestos
Bonnet Bolt/Nut	403/304
Gland Bolt/Nut	304
Gland Bolt Pin	403
#3 Yoke	CF-8M
Yoke Stems	Ductile Ni-Resist
Yoke Stems Nut	Steel
Gland Nipple	Steel
#4 Thrust Bearing	Steel
Collar	316
Flange Plate	Aluminum

#1 2" and larger seat with stable faced
2. Disc with stable faced
3. 8" and larger
4. 10" and larger

Disc Design: Solid Wedge Type 1 1/2" to 4"
Flexible Type 6" to 18"

Dimensions

Valve Size	in	1 1/2	2	2 1/2	3	4	6	8	10	12
	mm	40	50	65	80	100	150	200	250	300
L Face to face RF	in	3 1/2	4 1/2	5 1/2	6 1/2	8 1/2	12 1/2	16 1/2	18 1/2	20 1/2
	mm	90	115	140	165	215	315	415	465	515
H Valve open height	in	14 1/2	16 1/2	18 1/2	20 1/2	24 1/2	30 1/2	36 1/2	42 1/2	48 1/2
	mm	370	420	470	520	620	770	920	1070	1220
D Diam. handwheel	in	7 1/2	7 1/2	9 1/2	9 1/2	13 1/2	17 1/2	19 1/2	23 1/2	27 1/2
	mm	200	200	250	250	350	450	500	600	700

(ข)

รูปที่ 13

แบบในแคตตาล็อก

X-673-64-1F

Supersedes GSFC X-673-64-1E/July 1991

ENGINEERING DRAWING STANDARDS MANUAL

Mechanical Engineering Branch
Goddard Space Flight Center
Greenbelt, Maryland

August 1994



National Aeronautics and
Space Administration

Goddard Space Flight Center
Greenbelt, Maryland 20771
1994

รูปที่ 14

ภาพปกของมาตรฐาน
การเขียนแบบของ
องค์กรขนาดใหญ่

III. เรื่องอื่น ๆ

ผู้เขียนใช้เวลา 2-3 นาทีแรก เล่าว่าบทเรียนวันนี้เรื่องอะไร เกี่ยวข้องกับบทก่อนหน้าอย่างไรโดยใช้แผนที่การเรียนรู้ของรายวิชา เฉลยการบ้านและชี้ประเด็นที่นิสิตทำผิดพลาด บางครั้งจะเพิ่มการเล่าเรื่องหรือการถามคำถามที่ไม่เกี่ยวกับวิชานี้ หรือนำข้อความที่น่าสนใจมาให้นิสิตอ่านอีกสักเล็กน้อย เพื่อให้ให้นิสิตได้เห็นมุมมองอื่น ๆ ด้วย และบ่อยครั้งที่สามารถดึงความสนใจของนิสิตได้

ข้อความที่น่าสนใจ ได้แก่ พระราชดำรัสของในหลวง คำกล่าวของนักปรัชญา คำเทศนาของพระ ข้อคิดของผู้ใหญ่ในสังคมที่ได้รับการนับถือ คำแนะนำการเรียน เป็นต้น ส่วนคำถามที่ผู้เขียนชอบถามให้นิสิตเก็บไปคิด ได้แก่ คุณรู้ไหมการศึกษาคืออะไร คุณคิดว่าการศึกษาคือการลงทุนใช่หรือไม่ เพราะอะไร คุณเห็นด้วยไหมว่าถ้าทุกคนทำดีที่สุดเพื่อตัวเองแล้วสังคมก็จะดีที่สุด เพราะอะไร ถ้าพวกรุ่นเรามีเทคโนโลยีดีกว่านี้อีก 100 เท่าของวันนี้ คุณคิดว่าเราจะแก้ปัญหาที่ประสบอยู่ได้หรือไม่ คุณคิดว่าการใช้เหตุผลช่วยแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้เสมอหรือไม่ เพราะอะไร คนญี่ปุ่นน้อยคนมากที่กินข้าวไม่หมดจาน แต่คนไทยส่วนมากกินข้าวไม่หมดจาน คุณคิดว่าเรื่องนี้เกี่ยวข้องกับการพัฒนาประเทศหรือไม่ เป็นต้น

ผู้เขียนจะย้ำเสมอว่า วิชาเขียนแบบทางวิศวกรรมไม่ใช่วิชาวาดรูป (ทัศนศิลป์) แต่มันคือการสื่อสารข้อมูล (ส่วนใหญ่) ในเชิงกราฟิก เส้นต่าง ๆ ในแบบเกิดจากความพยายามถ่ายทอดรายละเอียดของวัตถุ

IV. ผลการประเมิน

รูปแบบการสอนของปีการศึกษา 2551 ภาคต้น ที่กล่าวไปนั้นถือว่าประสบความสำเร็จ เพราะเมื่อเปรียบเทียบกับผลการประเมินของปีการศึกษา 2550 ภาคต้น ดังแสดงในตารางที่ 1 จะเห็นว่าทุกรายการได้รับคะแนนเฉลี่ยสูงขึ้น ส่วนรายการที่ผู้เขียนคิดว่าประสบความสำเร็จอย่างมากคือ รายการที่ 4, 5, 9 และ 15

ตารางที่ 1

คะแนนประเมินผลการ
เรียนการสอน

รายการประเมิน	2550 ต้น ⁽¹⁾	2551 ต้น
1. ความเหมาะสมของหนังสือหรือตำรา	3.79 ~ 0.16	4.57 ~ 0.12
2. ความเหมาะสมของเอกสารประกอบการสอน	4.62 ~ 0.11	4.82 ~ 0.08
3. ความเหมาะสมของการบ้าน การทดสอบย่อย และข้อสอบ	3.90 ~ 0.14	4.26 ~ 0.15
4. ความเข้าใจเกี่ยวกับความเชื่อมโยงระหว่างภาคทฤษฎีกับการประยุกต์ใช้ความรู้	3.83 ~ 0.14	4.21 ~ 0.13
5. ความสำคัญ และความน่าสนใจของเนื้อหา	4.03 ~ 0.13	4.46 ~ 0.13
6. ความชัดเจนในการตอบคำถามของอาจารย์	4.08 ~ 0.14	4.47 ~ 0.13
7. ความสามารถในการสร้างแนวคิดประยุกต์จากการบรรยาย และ/หรือการตอบคำถามของอาจารย์	3.57 ~ 0.16	4.22 ~ 0.15
8. ความสามารถทำเข้าใจความคิดหลักของเนื้อหา	3.80 ~ 0.16	4.06 ~ 0.16
9. การเรียนในห้องเรียนช่วยให้เข้าใจเนื้อหารวดเร็ว กว้างขวาง และลึกซึ้งเพียงใด	4.01 ~ 0.15	4.33 ~ 0.14
10. ความครบถ้วนของเนื้อหาที่สอนเทียบกับที่เขียนในประมวลรายวิชา	4.15 ~ 0.13	4.55 ~ 0.12
11. ความเหมาะสมของระยะเวลาในการส่งงานคืน	4.05 ~ 0.16	4.27 ~ 0.16
12. ประโยชน์ที่ได้รับจากคำแนะนำที่ปรากฏในงานที่ส่งคืน	3.93 ~ 0.17	4.15 ~ 0.17
13. ความสบายใจที่จะถามอาจารย์ผู้สอนเมื่อมีข้อสงสัย	3.97 ~ 0.15	4.28 ~ 0.17
14. ความเอาใจใส่ให้เข้าใจเนื้อหาของผู้สอน	4.47 ~ 0.13	4.78 ~ 0.08
15. ความรู้สึกอยากติดตามและแสวงหาความรู้ต่อไป	3.68 ~ 0.19	4.07 ~ 0.18

⁽¹⁾ ตัวเลขหลังเครื่องหมาย “~” คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ย ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

V. สรุป

บทความนำเสนอตัวอย่างสื่อประกอบการสอนและวิธีสาธิตสื่อเหล่านี้ร่วมกับการบรรยาย จากการสังเกต
 บรรยายภาศในห้องเรียนพบว่า นิสิตให้ความสนใจและติดตามเนื้อหามากขึ้น และมีส่วนร่วมมากขึ้นในการตอบ
 คำถาม ผลการประเมินการสอนพบว่าวิธีการที่กล่าวไปช่วยปรับปรุงการสอนให้ดีขึ้น

บรรณานุกรม

- [1] จีรพงศ์ กสิวิทย์อำนวย, “ประสบการณ์การปรับปรุงการเรียนการสอนวิชาเขียนแบบวิศวกรรมเบื้องต้น,” สัมมนาทางวิชาการ วิศวกรรมศาสตร์ ครั้งที่ 5 โรงแรมแอมบาสเดอร์ฮิลล์จอยทียูน พัทยา จังหวัดชลบุรี, วันที่ 3-5 พฤษภาคม 2550, หน้า 1-6. 2550.
- [2] KITZ Stainless Steel Valves Catalog NO 406-E, หน้า 16-17.