

เทคโนโลยีเครื่องตัดเลเซอร์และการนำไปใช้สำหรับการออกแบบเฟอร์นิเจอร์:
กรณีศึกษา ชั้นหนังสือ “ลำดับชั้น”

Laser Cut Technology and The Use for Furniture Design, Case Study :
“Mapping Shelf” Book Shelf

ผู้ช่วยศาสตราจารย์มานพ ศิริภิญโญกิจ
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

บทคัดย่อ

เทคโนโลยีการก่อสร้างในปัจจุบันได้มีเทคนิคการสร้างงานในหลายรูปแบบและเทคโนโลยีการใช้แสงเลเซอร์ในการผลิตและก่อสร้างในวงการอุตสาหกรรมก็ถือเป็นเทคโนโลยีที่มีความเที่ยงตรงและแม่นยำและได้มีการพัฒนามาหลายสิบปี ปัจจุบันในกระบวนการสร้างงานแสงเลเซอร์ได้เข้ามามีบทบาทในการสร้างสรรค์ทั้งในรูปแบบเป็นตัวกำหนดจุด สร้างวัตถุด้วยการตัด เจาะ และยิงแสงเพื่อให้เกิดการสร้างวัตถุทั้งแบบระนาบ 2 มิติ และแบบ 3 มิติ

กรณีศึกษาของบทความนี้คือการสร้างชั้นวางของชื่อ Mapping Shelf หรือ “ลำดับชั้น” ตามแนวความคิดหลักของนักออกแบบเพื่อสร้างผลงานออกแบบแนวทดลอง (Experiment) เพื่อนำเสนอผลงานการออกแบบเครื่องเรือนด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ที่เป็นการนำเสนอตัวอย่างการใช้เทคโนโลยี CAD เพื่อช่วยในการสร้างรูปทรงของชั้นจากภาพ 2 มิติ ของแผนที่กรุงเทพตามแนวคิด และนำเส้น CAD ที่สร้างขึ้นมาจากแผนที่ส่งไปผลิตขึ้นด้วยกระบวนการ Laser Cut ที่แม่นยำ ผลลัพธ์ที่ได้คือการทำงานที่ลดขั้นตอนความซับซ้อนตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบไปจนถึงการสร้าง ได้การก่อสร้างที่แม่นยำ และลดการสูญเสียวัสดุจากขั้นตอนการทำงานทั้งหมดได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : ลำดับชั้น เครื่องตัดเลเซอร์ ชั้นแผนที่

Abstract

Construction technologies in present day have adopted new various techniques in their process to help create what considered difficult in the past and laser technology in production and construction is considered accurate tool and has been developed and used for many decades. In the present day production process using laser technology has taken part in creative role from measuring tool in construction to creating parts in 2 dimensions (sheet) and 3 dimensions (in layer manufacturing).

Case study in this paper is the design and construction of the shelf named "Mapping Shelf" which according to the design concept is to create an experimental design with complex pattern that considered difficult with traditional way. With the used of CAD technology to design the shelf from the pattern of Bangkok road map and transferred this CAD graphic to construct the shelf using laser cutting machine, the shelf was made with paper less process. The result is the working process that minimized the process from design to construction with accuracy in construction and minimized the cost of materials used efficiency.

Keywords : Laser Cutting Machine Mapping Shelf Bangkok Map CAD technology

1. บทนำ

ในกระบวนการก่อสร้างตั้งแต่อดีตกาล ปัญหาที่พบบ่อยในการทำงานคือเรื่องของความเที่ยงตรงแม่นยำในการทำงาน การก่อสร้าง และการใช้วัสดุในการทำงานที่สิ้นเปลืองจากความผิดพลาดของผู้ดำเนินการ หลังจากที่จะทำการออกแบบและก่อสร้างเข้าสู่ยุคที่คอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในกระบวนการทำงานความผิดพลาดในแต่ละขั้นตอนก็ลดน้อยลง อย่างไรก็ตาม การใช้ความแม่นยำของเครื่องคอมพิวเตอร์ยังมีความผิดพลาดของผู้ใช้งานและช่างก่อสร้างที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดอยู่เสมอ

ปัจจุบันเพื่อลดความผิดพลาดจากการทำงานของมนุษย์ (Human error) ได้มีเทคโนโลยีต่างๆ ที่เข้ามาช่วยลดความผิดพลาดเหล่านี้ตั้งแต่กระบวนการออกแบบขั้นต้นไปจนถึงขั้นตอนการผลิต เช่น การใช้เทคโนโลยีการสร้างวัตถุ 3 มิติ ในคอมพิวเตอร์เพื่อดูงานออกแบบก่อนที่จะมีการสร้างจริง การแปลงวัตถุ 3 มิติเหล่านั้นให้เป็นแบบก่อสร้าง หรือการพิมพ์วัตถุเหล่านั้นให้เป็นวัตถุที่จับต้องได้ด้วยเทคนิคของการสร้างต้นแบบรวดเร็ว (Rapid Prototype) เช่น 3D Printer เป็นต้น หรือการใช้เครื่องตัดวัตถุ (Material Subtraction) ชนิดต่างๆ เช่น เครื่อง CNC หรือ Laser Cut เป็นต้น (มานพ, 2553)

ในกรณีศึกษาของบทความนี้คือการสร้างชั้น Mapping Shelf หรือ “ลำดับชั้น” เป็นตัวอย่างการใช้เทคโนโลยี CAD เพื่อช่วยในการสร้างรูปทรงของชั้นจากแผนที่ของกรุงเทพ และนำเส้น CAD ที่สร้างขึ้นมาจากแผนที่ส่งไปผลิตชั้นด้วยกระบวนการ Laser Cut ที่แม่นยำ ผลลัพธ์ที่ได้คือการทำงานที่ลดขั้นตอนความซ้ำซ้อนตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบไปจนถึงการสร้าง ได้การประกอบก่อสร้างที่แม่นยำ และสูญเสียวัสดุจากขั้นตอนการทำงานทั้งหมดน้อยมาก

โดยเนื้อหาของบทความจะครอบคลุมถึง

1. แนวความคิดในการออกแบบชั้น Mapping Shelf
2. เทคโนโลยี Laser Cut และข้อจำกัดต่างๆ
3. กระบวนการทำงานและการประกอบติดตั้ง
4. บทสรุป

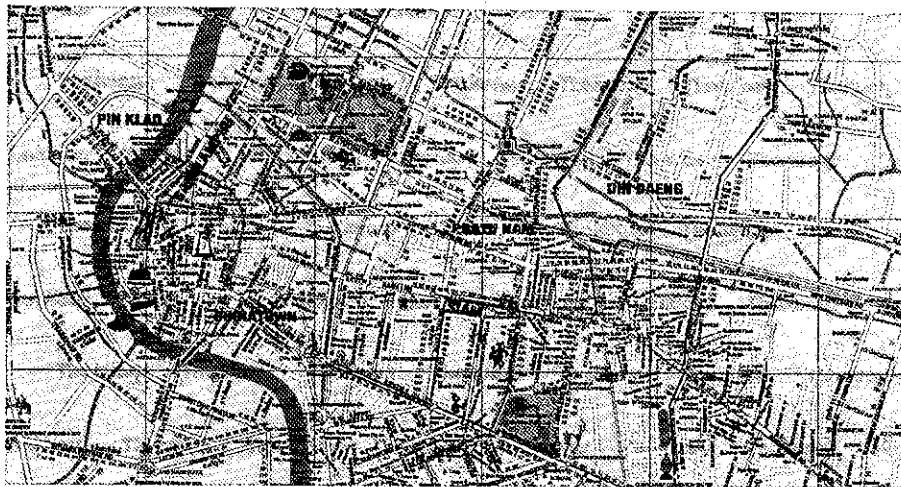
2. แนวความคิดในการออกแบบชั้น Mapping Shelf “ลำดับชั้น”

ผลงานชั้นวางหนังสือนี้เป็นผลงานแนวทดลอง (Experiment) เพื่อใช้จัดแสดงในงาน Faculty Show ซึ่งจัดระหว่างวันที่ 29 พ.ย. ถึง 26 ธ.ค. 2553 ที่หอศิลป์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ซึ่งมีลักษณะของการแสดงงานศิลปะผสมผสานกับการออกแบบเครื่องเรือน และนำเสนอแนวความคิดของผู้ออกแบบซึ่งต้องการนำแนวคิดของรูปแบบลวดลาย (Pattern) ของแผนที่ที่มีสร้างเป็นชั้นวางหนังสือที่แปลกใหม่

แนวความคิดหลักเริ่มต้นจากการตีความหมายของคำว่า “ชั้น” โดยความหมายจากราชบัณฑิตยสถานคือ ที่สำหรับวางของอย่างหนึ่ง มีพื้นซ้อนกันคล้ายตู้แต่ไม่มีบานปิด สิ่งที่ซ้อนลดหลั่นกันเป็นชั้นๆ เช่น จัตุร ๕ ชั้น ชั้นที่ลดหลั่นกัน เช่น ชาติชั้นวรรณะ ชั้น ตอน เช่น ชั้นนี้ ลำดับ เช่น มือคนละชั้น ว. ที่ซ้อนทับกันเป็นแผ่นๆ เช่น ขนมชั้น หินชั้น (พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิต, 2542) โดยคำว่า ชั้น (Shelf) กับชนชั้น (Class) แสดงถึงลำดับและสามารถสื่อไปถึงเรื่องราวของชนชั้นในสังคมที่มีความหลากหลายและนำไปสู่บริบทของเรื่องความขัดแย้งของชนชั้นในสังคมไทย

ที่มาของแนวคิดในส่วนของลวดลายที่ถูกนำมาใช้สร้างงานในส่วนของแผนที่กรุงเทพที่นักออกแบบนำมาใช้เป็นต้นแบบของลวดลายนั้นเกิดจากแนวคิดจากคำว่า “ชั้น” ซึ่งแปลได้ถึงชั้นวางของและลำดับชนชั้น จึงดึงเอาแผนที่ของเมืองหลวงของประเทศไทยซึ่งมีนัยยะเรื่องของเมืองที่ผสมผสานคนต่างชนชั้นและความขัดแย้งเข้าด้วยกัน รวมไปถึงมีแผนผังมีความซับซ้อนในการวางผัง ซึ่งเกิดจากการไม่ได้มีการวางแผนอย่างเป็นระบบตั้งแต่แรก ทำให้เกิดปัญหาซับซ้อนซึ่งยากแก่การแก้ไข และเป็นปัญหาที่มีมานาน

ในส่วนของถนนซึ่งเป็นช่องทางในการเดินทางจากที่หนึ่งสู่อีกที่หนึ่งนั้นก็ถือเป็นพื้นที่ซึ่งทุกชนชั้นในสังคมจะใช้ร่วมกันได้โดยไม่มีการแบ่งแยกชั้นวรรณะ ในอีกบริบทหนึ่งถนนก็ยังถูกใช้เป็นที่แสดงออกของแนวคิดทางการเมือง ซึ่งจะเห็นได้จากการเดินขบวนเพื่อเรียกร้องสิทธิของชนชั้นล่างในสังคมแต่อดีตที่ผ่านมา และในช่วง 4 ปีหลังนี้การยึดพื้นที่บนท้องถนนเพื่อเรียกร้องสิทธิและแสดงออกถึงแนวทางความเชื่อก็ทวีความรุนแรงมากขึ้นตามลำดับจนทำให้การสัญจรเกิดการติดขัดเป็นอัมพาตอย่างหนัก และระบบเศรษฐกิจของชาติเกิดปัญหาอย่างมากมาย



รูปที่ 1 แผนที่ถนนกรุงเทพชั้นในย่านกลางเมือง

แนวคิดในคำว่า “ชั้น” ยังถูกตีความออกมาสู่การออกแบบชั้นโดยผู้ออกแบบต้องการใช้วัสดุที่มีความโปร่งใสเพื่อสามารถแสดงให้เห็นถึงความทับซ้อนกับของชั้น (Layer) ต่างๆ ของวัสดุและออกแบบให้ตัวชั้นนี้สร้างเป็นแผนที่วางทับซ้อนกันเพื่อสื่อถึงการทับถมกันของชั้นดิน ชั้นยางมะตอยที่มีการเททับกันเพิ่มขึ้นทุกปีอันเกิดจากการทรุดตัวของเมืองหลวงแห่งนี้อย่างยิ่งยวดไปถึงชั้นต่างๆ ของระบบถนน ทางเดินลอยฟ้า (sky walk) และระบบขนส่งภายในเมือง

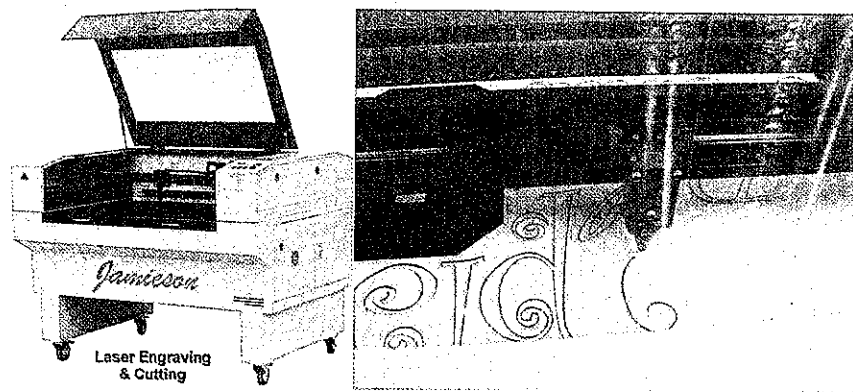
ผลงานที่นักออกแบบตั้งใจสร้างสรรค์คือเฟอร์นิเจอร์ประเภทชั้นหนังสือที่มีการนำวัสดุหลายที่ซับซ้อนที่ตีความจากแนวความคิดหลักเรื่อง “ชั้น” ที่กล่าวในข้างต้นมาสร้างเป็นชั้นด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ เฟอร์นิเจอร์หรือชิ้นงานสร้างสรรค์ดังกล่าวใช้ความหนาของแผ่นอะคริลิกมายึดต่อกันเป็นชั้นที่ซ้อนทับกันและมีความหนาพอสำหรับให้ตัวชั้นตั้งอยู่ได้ด้วยตัวเองและรองรับหนังสือที่จะมาวางบนสันของชั้นได้โดยให้เกิดทั้งประโยชน์ใช้สอย ความสวยงาม และแสดงออกถึงการใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่มาถ่ายทอดรูปแบบที่ซับซ้อนออกมาเป็นผลงาน

ในส่วนของการทำงานด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ตั้งแต่กระบวนการออกแบบไปจนถึงขั้นตอนการก่อสร้างนั้นเพื่อลดขั้นตอนการทำซ้ำและสร้างความแม่นยำในการผลิต จะเห็นได้จากงานตัวอย่างงานของสถาปนิก Frank O. Gehry โดยในตัวอย่างกระบวนการทำงานของ Frank Gehry กับการทำวิศวกรรมผกผัน (Reverse engineering) นั้นเริ่มต้นจากการสร้างโมเดลกระดาษด้วยมือ โดยศึกษาจากการตัดกระดาษและปรับเปลี่ยนรูปทรงโดยมิได้สนใจถึงความจริงว่าจะสร้างมันด้วยวิธีอะไรหรือใช้วัสดุอะไรในการสร้าง ซึ่งหลังจากนั้นเมื่อมีการพัฒนาแบบจากโมเดลแล้ว ทีมงานของสถาปนิก Gehry ก็ได้แปลงรูปทรงของโมเดลนั้นๆ ให้เป็นข้อมูลดิจิทัลโดยกระบวนการ Reverse engineering โดยการใช้เครื่อง CMMs (Coordinate Measuring Machine) ในการวัดระยะในแบบ 3 มิติ ซึ่งเป็นการทำ 3D scan แบบสัมผัส (Contact) (Pollack, 2005) หลังจากนั้นจึงใช้วัตถุ 3D Model ในคอมพิวเตอร์ในการทำงานในขั้นตอนอื่นๆ ต่อไปตั้งแต่การสร้างแบบจำลองด้วยเครื่อง RP (Rapid Prototype) และการกำหนดรูปแบบภายในของอาคารรวมไปถึงการใช้ 3D Model เหล่านี้ในการทำงานก่อสร้างต่อไป

3. เทคโนโลยี Laser Cut และข้อจำกัดต่าง ๆ

ในส่วนของเทคโนโลยีเครื่องตัดเลเซอร์ Laser Cutting Machine ถือเป็นเทคโนโลยีการตัดวัตถุที่จัดอยู่ในกลุ่ม Material Subtraction รวมกับเครื่องตัด/เจาะ CNC (Computer Numeric Control), (มานพ, 2553) สามารถสร้างหลุม เจาะและตัดวัตถุเส้นตรงและเส้นโค้งด้วยแสงเลเซอร์ โดยขนาดของเลเซอร์จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 0.2 มม. (Laser Cutting, 2011)

โดยทั่วไปเครื่องตัดเลเซอร์จะมีรูปแบบแสงเลเซอร์อยู่ 3 รูปแบบคือ CO₂, Nd (neodymium) และ Nd-YAG (neodymium yttrium-aluminum garnet) ซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไปเช่น เจาะ ตัด และแกะสลัก และรูปแบบของวัสดุที่จะใช้ตัด โดยส่วนใหญ่จะใช้เลเซอร์แบบ CO₂ ซึ่งสามารถตัดเหล็ก ไม้ และพลาสติก ซึ่งก็จะมีข้อแตกต่างระหว่างเครื่องที่ใช้พลังงานมากน้อยต่างกันออกไป (Wikipedia, 2011)



รูปที่ 2 เครื่องตัดเลเซอร์แบบ CO₂ ที่นิยมใช้ในปัจจุบัน (Laser Cutting, 2011)

เครื่องตัดเลเซอร์ควบคุมการตัดแผ่นวัสดุจากข้อมูลในไฟล์ CAD และ Vector ผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ควบคุมและอ่านไฟล์ประเภทเส้นเหล่านี้ โดยควบคุมการตัดที่แกนทั้ง 3 เครื่องตัดเลเซอร์สามารถตัดเหล็ก พลาสติก ไม้อัด และวัสดุที่ไม่สะท้อนแสง ไม่ดูดและสร้างความร้อนซึ่งจะต้องใช้แสงเลเซอร์ที่มีพลังที่สูงกว่าปกติ กระบวนการตัดทำงานโดยใช้ลำแสงยิงไปที่วัตถุ โดยการออกแบบลวดลายควรคำนึงถึงระยะรัศมีที่น้อยที่สุด (ประมาณ 0.75 มม.) (Laser Cutting, 2011)

ในส่วนของคุณภาพความกว้างของวัสดุที่สามารถตัดได้ถูกกำหนดจากขนาดของความกว้างของเครื่องตัดเลเซอร์ซึ่งอยู่ที่ความกว้าง 1.20 เมตรและการอ่านไฟล์ vector ที่จะอ่านไฟล์ยาว 90 ซม. ทำให้การทำงานที่มีขนาดยาวกว่า 90 ซม. อาจทำให้เส้นไม่ต่อเนื่องกันได้เรียบร้อย โดยที่ขนาดความหนาของแผ่น Acrylic ที่สามารถตัดด้วยเครื่องตัดเลเซอร์จะสามารถหนาได้ถึง 20 มม. ซึ่งในที่นี้ผู้ออกแบบกำหนดขนาดความหนาของแผ่นอะคริลิกอยู่ที่ขนาด 6 มม. ซึ่งจะสามารถรองรับวัตถุ (หนังสือ) ที่จะตั้งวางบนขอบชั้นและแข็งแรงพอที่จะตั้งอยู่ด้วยตัวเองได้

ตัวอย่างการใช้เทคโนโลยีเครื่องตัดเลเซอร์ในการออกแบบงานสร้างสรรค์มีใช้กันอย่างแพร่หลายในหลายรูปแบบ ในกรณีของการสร้างงานออกแบบรูปทรง free form ตัวอย่างผลงานแบบทดลองของสถาบันการออกแบบ เช่นที่ IAAC (Institute for Advanced Architecture of Catalonia) และในส่วนของ Fab Lab ที่เน้นการสร้างงานด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ ตั้งแต่เครื่องตัดเลเซอร์ไปจนถึงเครื่องสร้างแบบจำลอง 3 มิติ (3D Modeling) โดยมีการใช้เครื่องตัดเลเซอร์เข้ามาช่วยสร้างงาน เช่น การประกวดแบบ 4X8 Design Competition ของ Fab Lab ที่ใช้เครื่องเลเซอร์ตัดไม้อัดเพื่อสร้างเฟอร์นิเจอร์โดยมีการออกแบบและคำนวณในคอมพิวเตอร์ก่อนส่งข้อมูลไปยังเครื่องตัดเลเซอร์เพื่อสร้างรูปทรงสำหรับประกอบกันจนเป็นเก้าอี้

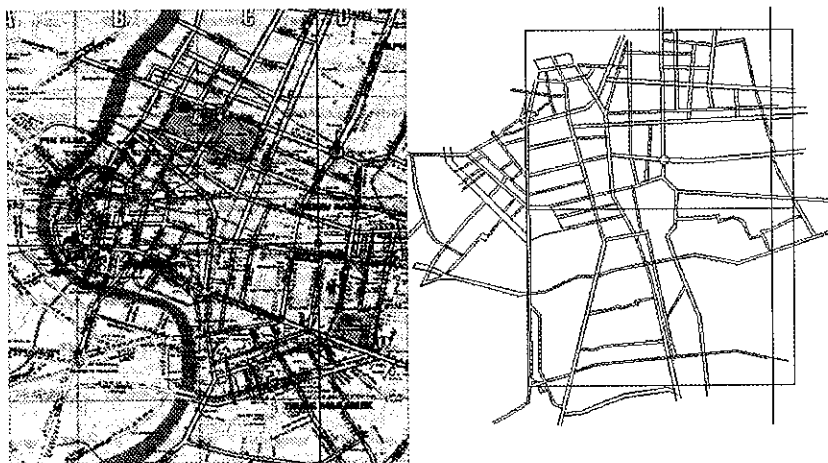


รูปที่ 3 ตัวอย่างการใช้เครื่องตัดเลเซอร์เพื่อสร้างงานจากแผ่นไม้อัดที่สถาบัน (IAAC, 2011)

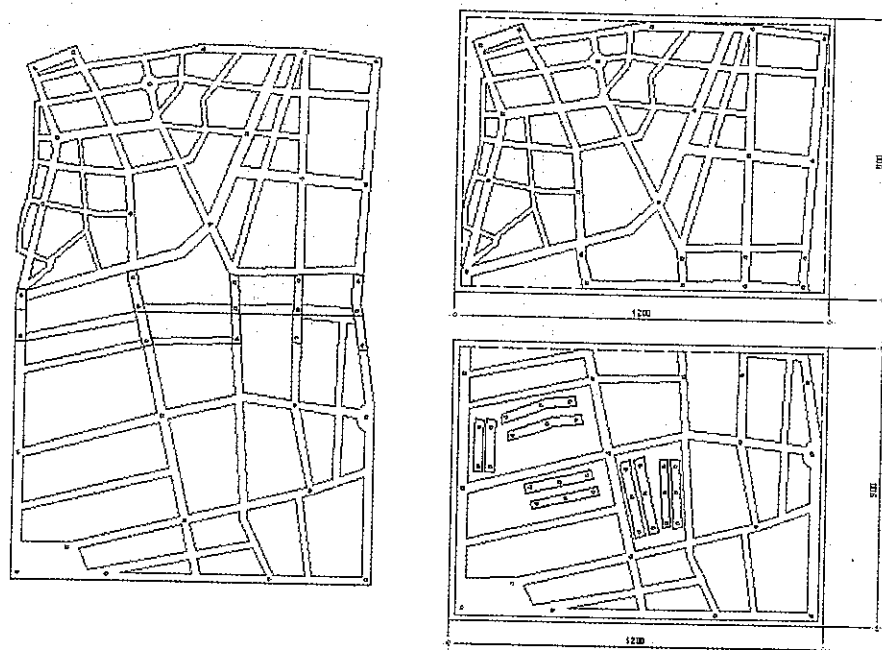
4. กระบวนการทำงานและการประกอบติดตั้ง

4.1 หลังจากที้นักออกแบบได้วางแนวความคิด เรื่อง “ลำดับชั้น” และได้วางแนวทางในการใช้แผนที่ของถนนในเมืองกรุงเทพเพื่อสร้างเป็นขอบชั้นของตัวงานแล้ว จึงได้นำแผนที่เมืองกรุงเทพที่เป็นไฟล์ภาพมาทำการวางลงในโปรแกรมเขียนแบบประเภทเส้น Vector (AutoCAD หรือ Adobe Illustrator เป็นต้น) เพื่อทำการร่างเส้นทับลงบนตัวภาพให้เกิดลวดลายของถนน โดยการใช้การเขียนเส้นแบบพื้นฐานโดยเส้นต้องเชื่อมต่อกันเพื่อให้สามารถตัดด้วยเครื่องได้อย่างสมบูรณ์แบบ

4.2 เมื่อเขียนเส้นตามแนวขอบถนนจนเกิดเป็นลวดลาย (pattern) แล้วจึงกำหนดขอบเขตของตัวงานบนภาพแผนที่ โดยก่อนที่จะทำการปรับลวดลายทั้งหมดที่เขียนขึ้นมาจากภาพแผนที่นั้น นักออกแบบได้ทำการปรับขนาดของเส้นลวดลายและความหนาของระยะถนนให้มีความหนาที่ใช้งานได้จริง คือสามารถรองรับน้ำหนักและขนาดช่องว่างที่สามารถรองรับขนาดความสูงมาตรฐานของหนังสือที่จะวางได้ และกำหนดขอบเขตจากข้อจำกัดของเครื่อง Laser Cut ที่กำหนดให้ ความกว้างของงานไม่เกิน 1.20 x 0.90 เมตร ในการวางแผนสร้างชั้นวางนี้นักออกแบบต้องการสร้างชั้นที่มีความสูงประมาณ 1.80 ม. ดังนั้น เมื่อวาดลวดลายเส้นทางถนนได้ในระดับหนึ่งแล้วจึงเริ่มกำหนดขอบเขตโดยแบ่งกรอบของงานที่จะส่งไปยังโรงงานเพื่อตัดเลเซอร์ตามลายที่กำหนดให้เป็นแผ่นงาน 2 ส่วนคือขนาด 1.20x0.90 ม. เพื่อจะได้ทำการต่อทั้งสองชิ้นงานนี้ให้เป็นชั้นที่มีขนาดความกว้าง 1.20 และสูง 1.80 ม.(0.90+0.90)โดยออกแบบตัวต่อเชื่อมเป็นส่วนหนึ่งของชิ้นงานและกำหนดรูช่องเพื่อใช้ร้อยน็อตและยึดแผ่น Acrylic ขนาดความหนา 6 มม.เข้าด้วยกัน

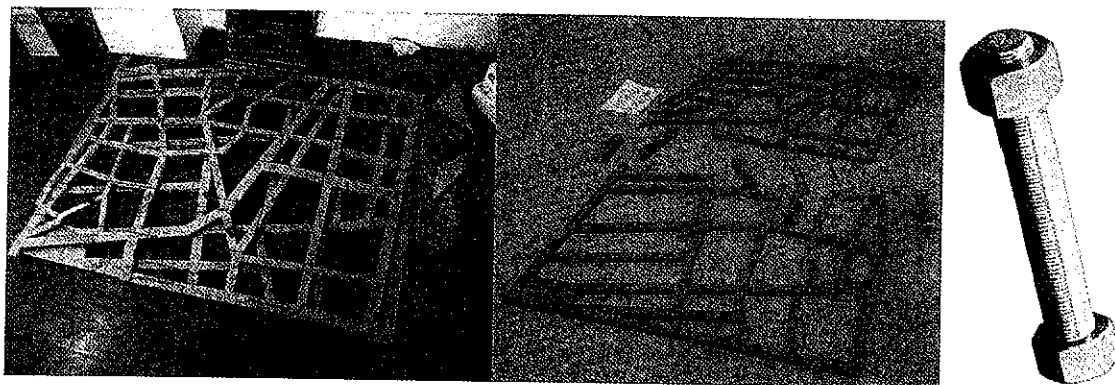


รูปที่ 4 การเขียนเส้นจากแผนที่กรุงเทพด้วยโปรแกรมเขียนแบบและการกำหนดกรอบให้เหมาะสมกับข้อจำกัดเรื่องขนาดของเครื่องตัดเลเซอร์



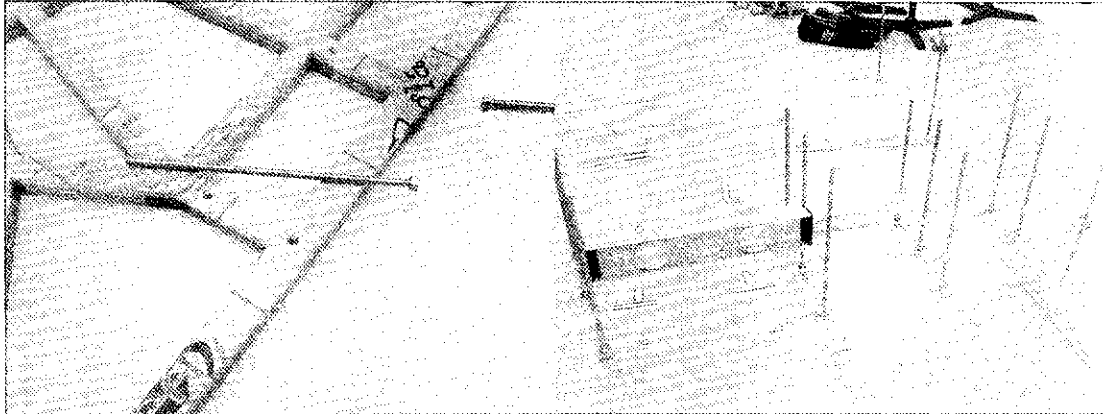
รูปที่ 5 รูปแบบการจัดแบบลวดลายให้ได้ขนาดสำหรับการเตรียมส่งไฟลงงานไปตัดด้วยเครื่องตัดเลเซอร์และการกำหนดตัวต่อเชื่อมชิ้นงานทั้งสองชั้นเข้าด้วยกัน

4.3 แนวความคิดหลักในการสร้างชิ้นนี้เพื่อให้เกิดความรู้สึกถึงชั้นของ Layer และสื่อถึงแนวความคิดของชั้นรวมไปถึงเพื่อให้ชั้นสามารถตั้งวางได้ด้วยตัวมันเองและสามารถรองรับสิ่งของที่จะใช้วางลงบนชั้น นักออกแบบจึงต้องการจะสร้างแผนงานนี้ให้เป็นลำดับชั้นจำนวน 4 ชั้นวางซ้อนกัน โดยแต่ละชั้นมีระยะห่างที่เท่าๆ กันโดยยึดแต่ละแผ่นเข้าด้วยกันด้วยน็อตสตัดโบลท์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว ความยาวประมาณ 25 ซม. โดยตัดจากสตัดโบลท์ที่มีความยาวขนาด 1 เมตรเป็นท่อน 4 เส้นเท่าๆ กัน ให้เป็นเส้นที่ยาว 25 ซม. ดังนั้น จึงสร้างแผ่น Acrylic หน้า 6 มม.ที่มีขนาด 1.20x0.90 ม. 2 แบบ (บน+ล่าง) เพื่อต่อกันให้เป็นแผ่นที่ขนาด 1.20x1.80 ม.และทำซ้ำจำนวน 4 ชั้นก็จะได้แผ่น Acrylic หน้า 6 มม.ทั้งหมด 8 แผ่น

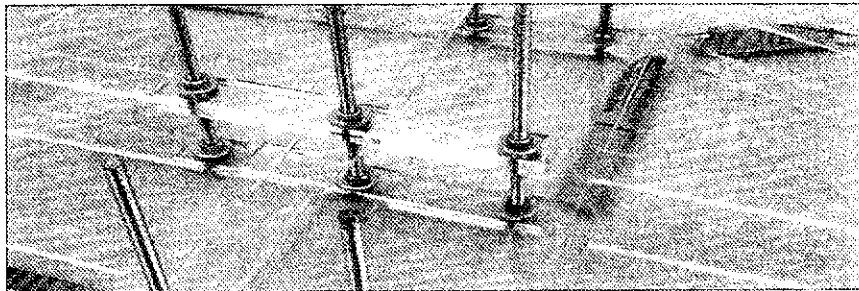


รูปที่ 6 แผ่น Acrylic ที่ได้รับการตัดด้วยเครื่องตัดเลเซอร์ จำนวน 8 แผ่น ตามแบบแผนที่และขนาดที่กำหนดและสตัดโบลท์

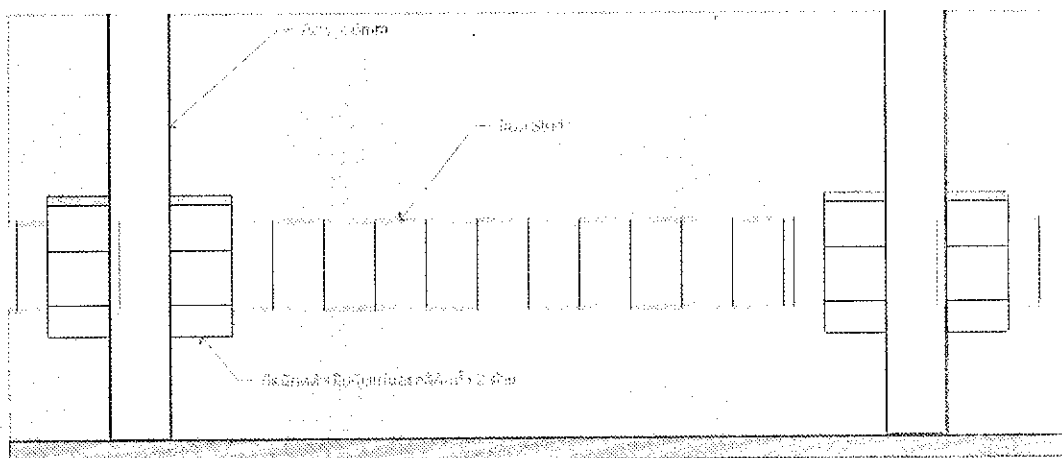
4.4 ประกอบยึดแต่ละแผ่นด้วยการร้อยนอตตามช่องรูที่กำหนด โดยเริ่มต่อแผ่นบนและล่างให้เกิดแผ่นที่
ที่เชื่อมต่อกันและกำหนดระยะห่างระหว่างชั้นที่จะซ้อนทับกันให้มีระยะห่างเท่าๆ กัน (ประมาณ 7 ซม.) โดยซ้อนทับกัน
ที่ละชั้นจนได้ความกว้างตามที่กำหนด (ความยาวของนอตสตัดโบลท์ที่ 25 ซม.) ในกระบวนการต้องวัดระดับของชั้นแต่ละชั้น
ให้ขนานกันเพื่อให้ระยะห่างของแผ่นด้านบนและล่างมีระยะห่างที่เท่ากัน



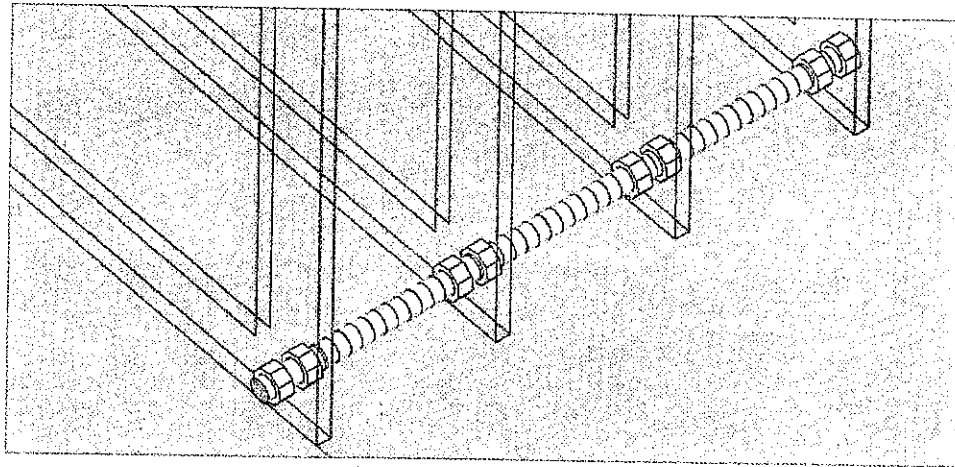
รูปที่ 7 การร้อยนอตสตัดโบลท์และการเชื่อมต่อแผ่นงานแต่ละแผ่นเข้าด้วยกันโดยมีระยะห่างเท่าๆ กัน



รูปที่ 8 การยึดแผ่นบนและแผ่นล่างเข้าด้วยแผ่นอะคลิลิกที่ตัดเป็นตัวยึดเชื่อมประกอบบนล่างและยึดด้วยนอต



รูปที่ 9 ลักษณะการยึดนอตสตัดโบลท์กับแผ่นอะคลิลิกเข้าด้วยกันโดยมีระยะห่างเท่าๆ กัน



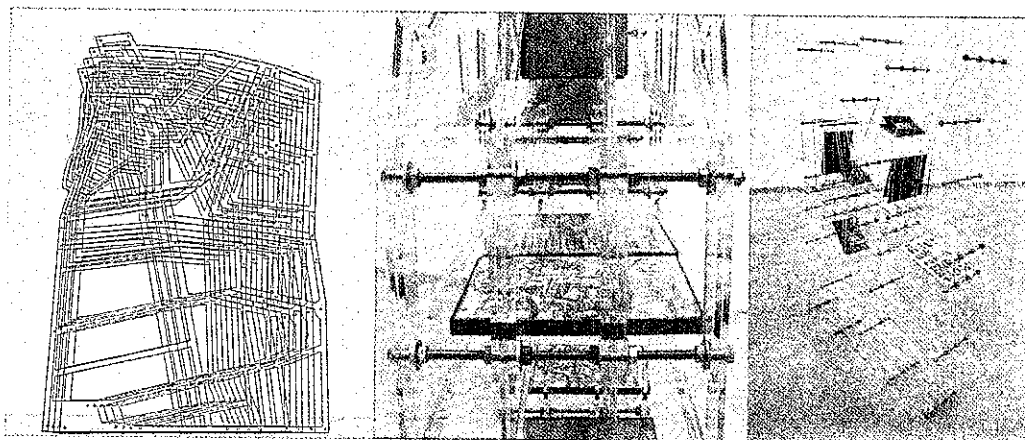
รูปที่ 10 รูปแบบการยึดนอตสตัดโบลท์กับแผ่นอะคลิลิกทั้ง 4 แผ่นเข้าด้วยกัน

5. บทสรุป

เทคโนโลยีที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบและก่อสร้าง (CAD/CAM) ได้เข้ามามีบทบาทในแทบทุกสาขาอาชีพในปัจจุบัน ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ การสร้างและผลิตวัตถุในประเทศไทยนั้นได้มีการนำเทคโนโลยีเหล่านี้มาใช้เพื่อประโยชน์ในด้านต่างๆ มากมายตั้งแต่การแพทย์ที่ใช้สร้างวัตถุ 3 มิติเพื่อทดแทนส่วนที่สึกหรอของกระดูก งานสถาปัตยกรรม การสร้างแบบจำลองเพื่อศึกษา งานออกแบบผลิตภัณฑ์ หรือในส่วนของงานภาพยนตร์ อย่างไรก็ตามก็ยังคงถือว่ายังไม่ได้เป็นที่แพร่หลายในวงกว้างและเป็นที่รู้จักของคนทั่วไปนัก

5.1 ผลลัพธ์และข้อดี/ข้อเสียจากการสร้างงานด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่

ในการตีความของแนวความคิดนามธรรมสู่ผลงานชิ้นวางของที่น่าเอาแผนที่มาแปลงเป็นเส้นลวดลายโดยใช้เทคโนโลยี CAD/CAM และเทคนิคการตัดเลเซอร์เพื่อสร้างชิ้นให้ได้รูปแบบตามที่กำหนดในกรณีศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงการนำเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันมาช่วยลดข้อจำกัดในด้านความแม่นยำและความสิ้นเปลืองในการใช้ทรัพยากรและวัสดุในระหว่างการทำงานตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบไปจนถึงการก่อสร้าง ผลลัพธ์ที่ได้คือชิ้นแผนที่ๆ ที่ถ่ายทอดจากลายเส้นในคอมพิวเตอร์สู่การตัดด้วยเครื่องตัดเลเซอร์ที่มีความแม่นยำเที่ยงตรง ในกระบวนการประกอบชิ้นงานไม่มีการคลาดเคลื่อนและไม่จำเป็นต้องมีการแก้ไขตัวงานเหมือนการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่พนักงานในการทำงานในแบบเก่าๆ



รูปที่ 11 ลักษณะการประกอบชิ้นด้วยนอตและตัวขัน Mapping Shelf ที่ประกอบสำเร็จ

ข้อดีของการใช้เทคโนโลยีดังกล่าวช่วยลดการทำซ้ำ (Repetition) เช่น การใช้การเขียนแบบด้วยกระดาษและลดความผิดพลาดของมนุษย์ (Human error) เช่น การกำหนดจุดต่างๆ ที่มีความละเอียดระดับมิลลิเมตร และได้ความถูกต้องแม่นยำของผลงานตามที่ได้ออกแบบไว้ในคอมพิวเตอร์ ในส่วนของการเลือกใช้วัสดุของงานออกแบบที่ต้องการใช้วัสดุโปร่งใสอย่างอะคริลิกทำให้ง่ายต่อการจัดการในแง่ของการผลิตและการประกอบเนื่องจากไม่ต้องมีการปรับแต่งพื้นผิววัสดุแต่อย่างใด และรอยตัดมีความเรียบร้อยทำให้ประกอบได้อย่างง่ายดาย ซึ่งในกรณีที่วัสดุประเภทอื่น เช่น ไม้อัดอาจมีความไม่เรียบร้อยระหว่างการตัดเลเซอร์ซึ่งจะเกิดรอยไหม้ตามรอยตัดและต้องใช้แรงงานในการตกแต่งพื้นผิวอีกครั้ง

5.2 ขนาดของเทคโนโลยีการผลิตอัตโนมัติ

นอกเหนือจากเทคโนโลยีการตัดด้วยเลเซอร์แล้วนั้น ยังมีเทคโนโลยีอื่นๆ อีกมากมาย เช่น การสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ด้วยเครื่องสร้างแบบจำลองที่เรียกว่า Rapid Prototype และการสแกนวัตถุให้แปลงเป็นไฟล์งาน 3 มิติ ด้วยกระบวนการวิศวกรรมย้อนกลับ (Reverse Engineering) ที่ได้เริ่มเข้ามามีบทบาทในกระบวนการทำงานของนักออกแบบและก่อสร้างและเริ่มมีใช้กันอย่างกว้างขวางในต่างประเทศรวมถึงการก่อสร้างที่มีการกำหนดขนาดของแบบพิมพ์ด้วยคอมพิวเตอร์ในอาคารที่มีความซับซ้อน มีการใช้เทคโนโลยีเลเซอร์เพื่อคำนวณจุดเชื่อมต่อต่างๆ ซึ่งทั้งผู้ออกแบบและผู้ผลิตควรศึกษาและเรียนรู้การใช้เทคโนโลยีเพื่อช่วยในการออกแบบให้ก้าวไกลพ้นขีดจำกัดในอดีต

สิ่งที่เป็นอุปสรรค ในการใช้เทคโนโลยีเหล่านี้คือ ความซับซ้อนของเทคโนโลยีซึ่งไม่ได้รับการเผยแพร่อย่างกว้างขวาง คำดำเนินการที่ในบางเทคโนโลยียังถือว่าสูงและอาจไม่คุ้มกับค่าออกแบบในประเทศ รวมไปถึงข้อจำกัดด้วยขนาดของการผลิตและวัสดุที่สามารถใช้ได้เฉพาะบางชนิด อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่าเทคโนโลยีต่างๆ จะมีความที่ถูกลงและใช้งานได้ง่ายยิ่งขึ้น รวมไปถึงการให้ความรู้แก่นักออกแบบรุ่นใหม่ที่ทำให้การเข้าถึงเทคโนโลยีมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

Pollack. 2005, **Sketches of Frank Gehry**. Dir. Pollack, Sydney. DVD. 2005.

มานพ ศิริภิญโญกิจ. 2553 บทบาทของเทคโนโลยีการสร้างแบบจำลอง 3 มิติ ต่อกระบวนการสร้างสรรค์งานออกแบบยุคปัจจุบันในประเทศไทย กรุงเทพฯ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

Laser Cutting. 2011,[Online] [Cite 15 January 2011] Available from: http://www.efunda.com/processes/metal_processing/laser_cutting.cfm

Wikipedia. 2011, Laser Cutting. [Online] [Cite 10 January 2011] Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Laser_cut

IAAC. 2011,[Online] [Cite 20 February 2011] Available from: <http://www.iaac.net/>

พจนานุกรม ฉบับราชบัณฑิต. 2542 [ออนไลน์] [อ้างเมื่อ 15 มกราคม 2554] เข้าถึงได้จาก: <http://rirs3.royin.go.th/dictionary.asp>