

การศึกษาการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในงานก่อสร้าง A Study of 3D Printing Application in Construction Work

นางสาวฉัตรพร วัฒนศิริ นางสาวจิตภา จิรสรพคุณากร และ รศ.ดร.ธนิต ธงทอง

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย จ.กรุงเทพฯ

บทคัดย่อ

การก่อสร้างในปัจจุบันยังประสบกับปัญหาทำให้มีการนำเทคโนโลยีมาใช้ในการแก้ไขปัญหางานก่อสร้าง เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ หรือกระบวนการสร้างวัตถุสามมิติจากแหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ เป็นหนึ่งในเทคโนโลยีที่ได้รับความนิยมอย่างมากเนื่องจากสามารถสร้างโมเดลตามที่ต้องการ และสามารถใช้เป็นสื่อให้ผู้คนเข้าถึงได้ง่าย จึงถูกนำไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์หลายด้าน และทำให้เห็นศักยภาพในการนำมาใช้ในงานก่อสร้าง โครงการนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหางานก่อสร้าง จากการศึกษาการนำไปใช้ในแต่ละศาสตร์ และทดลองสร้างแบบจำลองสามมิติเพื่อพิสูจน์แนวคิด พบว่าสามารถประยุกต์กับงานก่อสร้างได้ 3 ส่วนแรกคือนำข้อดีการแสดงผลลักษณะทางกายภาพชัดเจนเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาคำถามแบบก่อสร้าง จึงจำลองโมเดลบ้านสองชั้นโดยแบ่งเป็นโมเดลงานโครงสร้างเป็นสื่อการเรียนรู้ของคณาจารย์ก่อสร้าง, โมเดลงานสถาปัตยกรรมเพื่อความเข้าใจแบบระหว่างเจ้าของโครงการและผู้ซื้อ และโมเดลแบ่งตามงวดงานเพื่อใช้ในการตรวจรับงานและการจ่ายเงิน ส่วนที่สองคือสามารถผลิตโมเดลรูปทรงอิสระ เป็นแนวทางแก้ไขปัญหาคณะกรรมการสร้างชิ้นส่วนรูปทรงอิสระ จึงจำลองโมเดลชิ้นส่วนก่อสร้างรูปทรงอิสระ ใช้เป็นแนวทางในการจำลองกระบวนการก่อสร้าง ด้วยวิธีการพิมพ์ชิ้นส่วนสำเร็จรูป หรือสร้างด้วยแบบหล่อจากการพิมพ์สามมิติ ในส่วนสุดท้ายคือความสามารถลดระยะเวลาการผลิต และอุปกรณ์ที่คงเหลือในคลัง จึงสร้างโมเดลอุปกรณ์ก่อสร้างเป็นแนวทางผลิตอุปกรณ์ก่อสร้างหน้าไซต์งานจากการพิมพ์สามมิติ แต่การนำไปประยุกต์ใช้ดังกล่าวยังมีข้อจำกัดในเรื่องของขนาดเครื่องพิมพ์และวัสดุในการพิมพ์จึงต้องมีการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อใช้ในงานก่อสร้างต่อไป

คำสำคัญ: การพิมพ์สามมิติ, เทคโนโลยีการก่อสร้าง, ปัญหาการก่อสร้าง

Abstract

Construction industry has various problems, technology become a significant in the industry. 3D printing or transforming a digital file into the 3D object is one of the widely used technologies as it can create various types of model and easy to understand so it has potential to use in construction. The objectives of this project are analyzing the possibilities of 3D Printing applications in construction by surveying others fields and creating a 3D model to prove the concepts. The study results show that 3D Printing technology can be used in three parts. Firstly, as it can create the clearly physical appearance it could help worker to understand the drawing, then create the house model. The model can be divided into structural model as a mediator for workers, architectural model for understanding between project owner and buyer and model that divided for progress payment in order to inform owner for inspection and payment. The second is the ability to construct free-form model to be a guideline for construction of free-form parts, therefore create the freeform model to simulating the way to construct freeform part by prefabrication or use 3Dprinting mold. The last one is the reduction of manufacturing time and inventory. Therefore, creating the construction equipment model to be a guideline for manufacturing equipment at construction site. However, the application that mention before were still have limitation in size of printer and printing material. Accordingly, technology need to improve for applying in construction.

Keywords: 3D printing, technology in construction, problem in construction

1. บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ มาใช้งานอย่างแพร่หลายและเข้ามามีบทบาทอย่างยิ่งในด้านต่าง ๆ เช่น อุตสาหกรรมการขนานยนต์เช่นแบบจำลองชิ้นส่วนรถก่อนการนำไปใช้จริง การแพทย์และทันตกรรมเช่นการพิมพ์ฟันผู้ป่วยเพื่อใช้ในการรักษา การออกแบบแฟชั่นและเครื่องประดับ การบินและอวกาศ อาหาร และงานด้านสถาปัตยกรรม (Architecture)

กระบวนการสร้างวัตถุสามมิติ ประกอบด้วยความกว้าง ความยาวและความสูง (x, y, z) จากแหล่งข้อมูลอิเล็กทรอนิกส์ เป็นกระบวนการเพิ่มขึ้นของชั้นวัสดุเป็นชั้นบางๆ ตัดขวาง (Layer) แบบต่อเนื่องจากล่างขึ้นบนจนเป็นวัตถุสามมิติที่สมบูรณ์ ในปัจจุบันมีโปรแกรมที่รองรับการพิมพ์สามมิติอยู่จำนวนมาก เช่น โปรแกรม Solidworks และเทคโนโลยี BIM

อุตสาหกรรมการก่อสร้างปัจจุบัน ประสบกับปัญหาในหลายๆด้าน เช่น การขาดแคลนแรงงานที่มีฝีมือและคุณภาพ ปัญหาด้านความเข้าใจในแบบก่อสร้างระหว่างกลุ่มทำงาน ปัญหาในด้านการบริหารจัดการในเรื่องความเข้าใจการแบ่งงวดงาน และปัญหาในการจัดหาววัสดุอุปกรณ์ที่มีรูปร่างเฉพาะหรือต้องการใช้หลายขนาด ซึ่งอาจทำให้ต้องเสียเวลาในการให้โรงงานผลิตขึ้นมาใหม่ และเสียต้นทุนในการขนส่งมาก โดยปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดทั้งในช่วงขั้นตอนการออกแบบก่อนการก่อสร้างและขั้นตอนระหว่างการผลิตด้วยเหตุนี้จึงทำให้เทคโนโลยีและนวัตกรรมเข้ามามีบทบาทในงานก่อสร้างไทยมากขึ้น และเนื่องจากอุตสาหกรรมด้านการก่อสร้างในปัจจุบันยังมีความต้องการพัฒนากระบวนการก่อสร้าง เพื่อแก้ไขปัญหา และข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น ดังนั้นโครงการนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาการนำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์ต่าง ๆ 2) วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้การพิมพ์สามมิติในงานก่อสร้าง 3) ทดลองสร้างแบบจำลองเพื่อพิสูจน์แนวคิดการประยุกต์ใช้ โดยการนำจุดเด่นหรือข้อดีของเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติในศาสตร์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้าง จากนั้นทำการสร้างแบบจำลองสามมิติ และทำการพิมพ์สามมิติ (3D Printing) เพื่อเป็นต้นแบบในการศึกษาการแก้ไขปัญหาในงานก่อสร้าง

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ (3D Printing)

การพิมพ์ 3 มิติ คือ กระบวนการสร้างวัตถุสามมิติ วัตถุสามมิตินี้สร้างขึ้นจากข้อมูลดิจิทัลของแบบจำลองคอมพิวเตอร์ โดยไฟล์ดิจิทัลที่สามารถนำไปใช้งานกับเครื่องพิมพ์ 3 มิติโดยทั่วไป คือ ไฟล์ STL หรือ ไฟล์ OBJ^[1] ประเภทของการพิมพ์สามมิติแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ระบบฉีดเส้นพลาสติก (FDM หรือ FFF) เป็นระบบที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายในการพิมพ์ต่ำ สามารถใช้งานได้กับงานทุกประเภท ระบบเรซิน เหมาะกับงานชิ้นเล็กที่ต้องการความละเอียดสูง เครื่องโดยทั่วไปจะพิมพ์ชิ้นงานได้ชิ้นไม่ใหญ่มาก และระบบผงวัสดุ จุดเด่นคือสามารถพิมพ์สีได้สมจริง จึงเหมาะในกับงานศิลปะ แต่มีข้อเสียคืองานที่ได้มีความเปราะทำให้แตกง่ายและเกิดฝุ่นผงมากระหว่างการพิมพ์

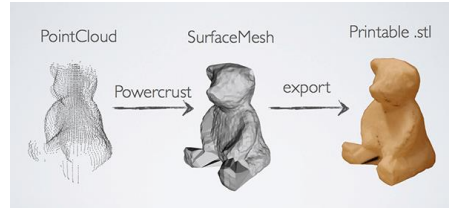
2.2 โปรแกรมการสร้างโมเดลสามมิติ

BIM (Building Information Modeling)

เป็นกระบวนการสร้างแบบจำลองเสมือนของอาคาร มีเป้าหมายเพื่อการแสดงข้อมูลการมองภาพอาคารก่อสร้าง ช่วยในการวิเคราะห์โครงสร้าง ตรวจสอบขัดแย้งกันของแบบ และการตรวจสอบความถูกต้องของการออกแบบ BIM มีหลากหลายซอฟต์แวร์เช่น Autodesk Revit,Archi Cad และ Tekla Structure เป็นต้น^[2]

สแกนเนอร์ 3 มิติ (3D scanner)

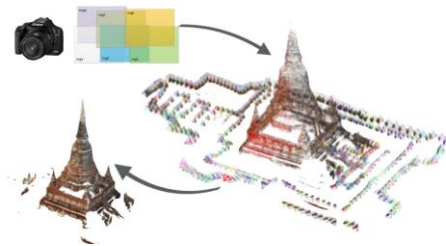
เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บภาพหรือรายละเอียดจากวัตถุ โดยทำการสแกนและเก็บข้อมูล จากนั้นข้อมูลจะถูกส่งจากเครื่องสแกนเนอร์เข้าสู่คอมพิวเตอร์ในลักษณะจุดใน พิกัด 3 มิติ หรือ พอยต์คลาวด์ (Point Cloud) และสามารถนำโมเดลที่มีลักษณะเป็นจุด ไปดัดแปลงให้เป็นโมเดลสามมิติ ตัวอย่างการนำไปใช้เช่น ปรับปรุงโครงสร้างที่มีอยู่เดิม แต่ไม่มีข้อมูลแบบของโครงสร้างที่ต้องการปรับปรุง โดยสามารถแบ่งสแกนภายนอกโครงสร้างและภายในโครงสร้างเพื่อข้อมูลที่ครบถ้วน^[3]



รูปที่ 1 กระบวนการนำข้อมูลจากสแกนเนอร์ 3 มิติให้เกิดโมเดล

เทคโนโลยีการประมวลผลภาพ (Image Processing)

เป็นขั้นตอนการประมวลผลภาพโดยใช้ภาพถ่ายดิจิทัลคือ เริ่มจากการรังวัดด้วยภาพ (Photogrammetry) คือการเก็บค่าพิกัดตำแหน่งวัตถุ ขนาด และรูปร่างสามมิติ เพื่อทำการสร้างแบบจำลองสามมิติแบบจุดเมฆห่าง (Point Cloud) โปรแกรมที่นิยมใช้ในการจำลองเมฆห่างเช่น Agisoft และ Photoscan เป็นต้น จากนั้นจะนำแบบจำลองสามมิติแบบจุดเมฆห่างมาทำการประมวลผล เพื่อเชื่อมต่อระหว่างจุดให้เป็นแบบจำลองสามมิติแบบจุดเมฆห่างหนาแน่น (Dense Point Cloud) และแบบจำลองสามมิติ (3D model) ตามลำดับ^[4]

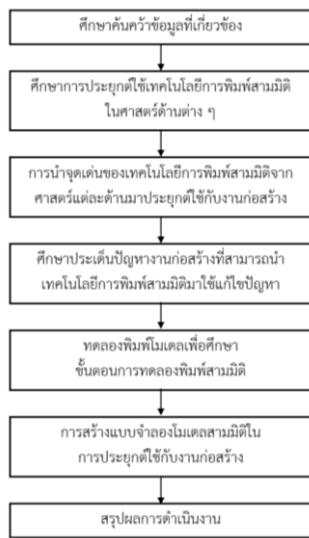


รูปที่ 2 กระบวนการสร้างแบบจำลองสามมิติโดย Image processing

ความรู้การบริหารโครงการก่อสร้าง (Construction Management)

คือการบริหารจัดการงานก่อสร้างจะมุ่งเน้นในการประยุกต์ใช้แนวคิด ทฤษฎี เทคนิค รวมถึงเครื่องมือและวิธีการวิเคราะห์ต่าง ๆ เพื่อวางแผนการใช้ทรัพยากรงานก่อสร้าง (Construction resources) ที่มีอยู่อย่างจำกัดอย่างเหมาะสมที่สุด (optimal)^[5] ปัจจุบันในโครงการก่อสร้างอาคารมีความหลากหลายทั้งความซับซ้อนด้านการใช้สอยและเทคนิควิธีการก่อสร้าง จึงมีความจำเป็นที่ผู้เกี่ยวข้องกับโครงการก่อสร้างอาคารนั้นต้องเจรจา จัดทำแผนงานโดยแบ่งออกเป็นโครงการภาครัฐและภาคเอกชน ในหน่วยงานภาครัฐพบว่ายังไม่มีเกณฑ์การแบ่งงวดงานที่แน่ชัดในแต่ละหน่วยงาน การแบ่งงวดงานโครงการก่อสร้างอาคารภาครัฐที่ใช้ในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ได้แก่ การแบ่งงวดงานแบบ Milestone การแบ่งงวดงานแบบ Milestone และการแบ่งงวดงานแบบวิธีผสม สำหรับการแบ่งงวดงานของเอกชน ผู้รับเหมาจะเป็นคนแบ่งงวดงานเอง ^[6]

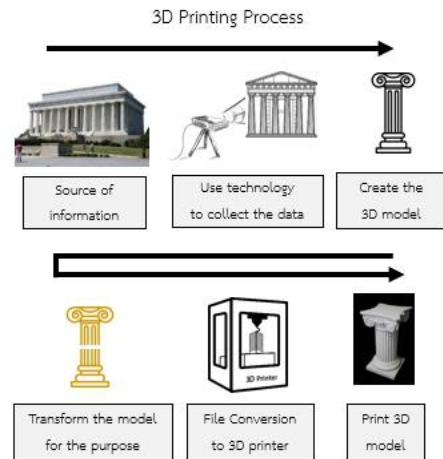
3. วิธีการดำเนินงาน



แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในการดำเนินงานนั้น เริ่มจากศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติหรือ 3D Printing และศึกษาโปรแกรมในการสร้างโมเดลสามมิติ จากนั้นทำการศึกษานำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์ด้านต่าง ๆ ทำการสรุปข้อดีและจุดเด่น เพื่อทำการวิเคราะห์การนำมาประยุกต์ใช้กับศาสตร์ด้านงานก่อสร้าง โดยใช้วิธีการวิเคราะห์ที่ประยุกต์มาจากทฤษฎี Benchmarking จากนั้นทำการศึกษาปัญหาการก่อสร้างในปัจจุบันที่มีความเหมาะสมในการนำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมาประยุกต์ใช้ และวิเคราะห์หาวิธีการแก้ไขปัญหางานก่อสร้างโดยนำเอาเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมาประยุกต์ใช้ โดยเริ่มจากการทดลองพิมพ์โมเดลสามมิติที่มีอยู่แล้วเพื่อศึกษากระบวนการพิมพ์สามมิติ จากนั้นจึงทำการสร้างแบบจำลองโมเดลสามมิติที่จะนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ไขปัญหางานก่อสร้าง โดยเริ่มจากการหาแหล่งข้อมูลและศึกษาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการเก็บข้อมูล จากนั้นทำการสร้างโมเดลจากโปรแกรมการสร้างโมเดลสามมิติที่เหมาะสม และดัดแปลงโมเดลเพื่อนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ ทำการแปลงไฟล์เพื่อนำเข้าโปรแกรมการพิมพ์สามมิติ โดยกระบวนการสร้างแบบจำลองโมเดลสามมิติในการประยุกต์ใช้งาน

ก่อสร้างดังรูปที่ 3 เพื่อนำไปใช้ประโยชน์เป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาทางก่อสร้าง



รูปที่ 3 กระบวนการสร้างแบบจำลองโมเดลสามมิติในการประยุกต์ใช้งานก่อสร้าง

4. ผลการดำเนินงาน

จากการรวบรวมข้อมูลการนำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติไปประยุกต์ใช้ในศาสตร์ด้านต่าง ๆ และทำการวิเคราะห์ข้อดีที่มีความเป็นไปได้และเหมาะสมในการประยุกต์ใช้แก้ไขปัญหาทางโครงสร้างในปัจจุบัน นำไปสู่การทดลองสร้างแบบจำลองโมเดลในการพิมพ์สามมิติเพื่อพิสูจน์แนวคิดการประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้าง

4.1 การนำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติไปใช้ในศาสตร์ต่าง ๆ

เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมีการนำไปประยุกต์ใช้ในหลายศาสตร์ ด้านยานยนต์ ได้นำข้อดีในด้านน้ำหนักเบาและความสามารถในการผลิตรูปร่างที่ความซับซ้อนของการพิมพ์สามมิติมาใช้ในการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ นอกจากนั้นการพิมพ์ชิ้นส่วนยานยนต์ตามความต้องการยังช่วยลดชิ้นส่วนที่ตกค้างในคลังสินค้าจากการสั่งซื้อหรือการผลิตที่มากเกินไปจนสามารถนำไปประยุกต์กับการสร้างชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์งานก่อสร้างเพื่อลดผลกระทบต่อต้นทุนการรับน้ำหนักของโครงสร้าง และลดปัญหาการคงเหลือวัสดุก่อสร้างในคลัง ด้านการแพทย์และทันตกรรมประยุกต์ใช้ในการสร้างแบบจำลองอวัยวะผู้ป่วยเพื่อทำการรักษา และใช้ในการสอนนักศึกษาแพทย์ เนื่องจากโมเดลสามมิติสามารถแสดงลักษณะทางกายภาพได้ชัดเจนซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้สร้างแบบจำลองสิ่งก่อสร้างเพื่อให้ผู้ที่เกี่ยวข้องในงานก่อสร้างเกิดความเข้าใจตรงกันและใช้เป็นสื่อเรียนรู้ของนักศึกษาหรือบุคลากรในไซต์งาน ด้านอุตสาหกรรมอาหาร สามารถใช้ในการผลิตอาหารตามความต้องการของมนุษย์ ซึ่งประยุกต์กับงานก่อสร้างในการพิมพ์อาหารให้แก่คนงานที่ทำงานที่ทำงานที่สูงหรือสถานที่เข้าถึงยาก ด้านการบินและอวกาศได้พิมพ์ชิ้นส่วนประกอบเครื่องบินที่มีลักษณะซับซ้อนเพื่อดูความเหมาะสมก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตจริง สามารถประยุกต์ใช้กับงานก่อสร้างในการสร้างชิ้นส่วนก่อสร้างเพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้ง่ายด้านการออกแบบแพชชั่นและเครื่องประดับโดยนำการพิมพ์สามมิติมาช่วยลดระยะเวลาในการผลิตชิ้นงานจำนวนมากและมีมาตรฐานคงที่ สามารถประยุกต์ใช้ในการพิมพ์อุปกรณ์งานก่อสร้างเพื่อลดระยะเวลาก่อสร้าง

รวมไปถึงด้านสถาปัตยกรรมและการก่อสร้างในการผลิตบ้านด้วย
วิธีการพิมพ์สามมิติทำให้ทราบถึงข้อดีในการนำไปประยุกต์ใช้ในงาน
ก่อสร้างด้านการใช้ต้นทุนต่ำการลดระยะเวลาในการก่อสร้างและ
ความสามารถในการสร้างชิ้นส่วนที่ลักษณะซับซ้อน



แผนภูมิที่ 2 ข้อดีการนำไปใช้งานที่สามารถการประยุกต์ใช้กับงานก่อสร้าง

4.2 ประเด็นปัญหาของงานก่อสร้างในปัจจุบันที่สามารถนำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมาใช้ในการแก้ไขปัญหา

ปัญหาด้านความเข้าใจแบบก่อสร้าง ซึ่งแบ่งออกเป็นปัญหาด้านแบบงานโครงสร้าง จากการที่คนงานไม่มีความรู้ทางวิศวกรรมจึงไม่เข้าใจในแบบก่อสร้างทำให้เกิดการก่อสร้างผิดพลาดในการก่อสร้าง และอาจส่งผลให้เสียค่าใช้จ่ายเกินความจำเป็น ปัญหาด้านการผลิตโมเดลสถาปัตยกรรมและด้านความเข้าใจแบบงานสถาปัตยกรรม และปัญหาด้านความเข้าใจการแบ่งงวดงานเพื่อติดตามตามผลงานในการตรวจรับและจ่ายเงิน

ปัญหาด้านกระบวนการก่อสร้างชิ้นส่วนก่อสร้างที่มีรูปทรงอิสระ เช่น การก่อสร้างหัวเสารูปทรงโรมัน การก่อสร้างเสาที่มีรูปทรงกลม และการก่อสร้างบัวโดยวิธีการโฟม โดยต้องใช้แรงงานที่มีฝีมือ และประสบการณ์ซึ่งยังขาดแคลนในปัจจุบัน และงานที่ได้ยังขาดความละเอียดและรอบคอบทำให้ไม่ได้รูปทรงตามที่ต้องการ นอกจากนี้ยังพบปัญหาการไม่มีแบบก่อสร้างในการสร้างเพื่อการบูรณะซ่อมแซมชิ้นส่วนรูปทรงอิสระ

ปัญหาด้านการบริหารวัสดุอุปกรณ์ของโครงการ จากการขาดแคลนตลาดและการจัดส่งล่าช้าทำให้ไม่ทันต่อการใช้งาน โดยเฉพาะอุปกรณ์ที่มีการใช้หลายขนาด จึงใช้กรณีศึกษาคืออุปกรณ์ Barchair ในงานก่อสร้าง Post tension

4.3 กระบวนการสร้างแบบจำลองสามมิติ

ศึกษากระบวนการพิมพ์สามมิติจากแบบจำลองต้นแบบที่ได้จากการสืบค้นคือโมเดลบ้านขนาด 8.4 x 5.4 x 6.6 เซนติเมตรซึ่งเป็นไฟล์สกุล .stl จากนั้นนำเข้าสู่โปรแกรม Createware เพื่อเข้าเครื่องพิมพ์สามมิติ โดยกำหนดข้อมูลพื้นฐานก่อนการพิมพ์ คือประเภทวัสดุที่ใช้พิมพ์คือพลาสติก

PLA ขนาดของโมเดลที่ใช้พิมพ์ ความละเอียดของการพิมพ์ และการตั้งค่าการสร้าง support เพื่อลดความผิดพลาดในการพิมพ์ชิ้นส่วนที่มีความเอียงซึ่งไม่สามารถพิมพ์ได้ จากนั้นทำการพิมพ์โมเดลสามมิติ



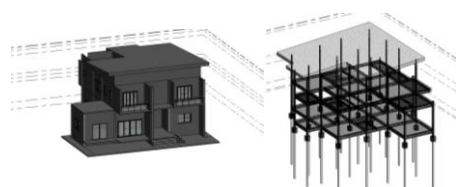
รูปที่ 4 แบบจำลองต้นแบบบ้านสามมิติ

4.4 กระบวนการสร้างแบบจำลองสามมิติ

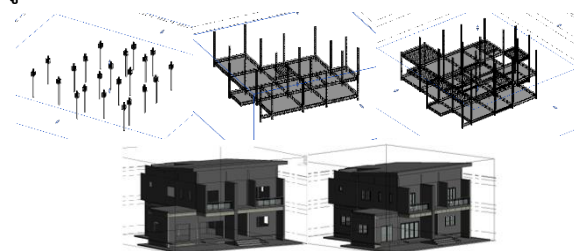
โครงการนี้ทำการสร้างโมเดลที่สามารถนำไปพิมพ์สามมิติ เพื่อใช้เป็นแนวทางแก้ไขปัญหางานก่อสร้างแบ่งได้ทั้งสิ้น 3 แบบ ได้แก่ แบบจำลองบ้านสองชั้น แบบจำลองชิ้นส่วนก่อสร้างรูปทรงอิสระ และแบบจำลองอุปกรณ์ก่อสร้าง

แบบจำลองโมเดลบ้านสองชั้น

ทำการหาแบบบ้านเพื่อสร้างโมเดลแบบจำลองบ้านสองชั้นโดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit เพื่อนำข้อดีด้านการแสดงลักษณะทางกายภาพที่ชัดเจนมาเป็นแนวทางแก้ไขปัญหาความเข้าใจแบบก่อสร้าง โดยแบ่งโมเดลเป็น โมเดลงานโครงสร้างเพื่อเป็นสื่อการเรียนรู้ของคนงานก่อสร้าง, โมเดลงานสถาปัตยกรรมเพื่อให้เกิดความเข้าใจแบบก่อสร้างระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้าง และโมเดลแบ่งตามงวดงานเพื่อให้ผู้ว่าจ้างเข้าใจการแบ่งงวดงานเพื่อรับงานและทำการจ่ายเงิน



รูปที่ 5 โมเดลสถาปัตยกรรมและโมเดลโครงสร้างจากโปรแกรม Revit

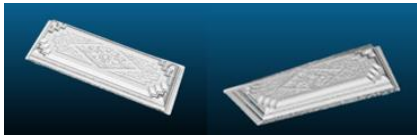


รูปที่ 6 โมเดลแบ่งตามงวดงาน 5 งวดงาน

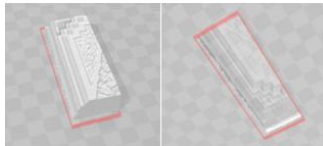
แบบจำลองโมเดลชิ้นส่วนรูปทรงอิสระ

กรณีศึกษาชิ้นส่วนที่มีรูปทรงอิสระคือฝารูปทรงลายไทยบริเวณตึกเทวาลัย คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งไม่มีแบบการก่อสร้างจึงทำการเก็บข้อมูลจากกล้อง 3D Scanner เป็นไฟล์ Point cloud และสร้างโมเดลจากโปรแกรม Cloud compare โดยนำความสามารถในการผลิตโมเดลที่มีรูปทรงอิสระของการพิมพ์สามมิติมาเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาคะบวนการก่อสร้างชิ้นส่วนรูปทรงอิสระ โดยสามารถจำลอง

โมเดลเป็นแนวทางการสร้างฝ้ายลายไทยได้สองแนวทางคือจำลองการพิมพ์ฝ้ายลายไทยสำเร็จรูปขนาดย่อส่วน และจำลองแบบหล่อฝ้ายลายไทยขนาดย่อส่วนจากการพิมพ์สามมิติ



รูปที่ 7 โมเดลจำลองการสร้างฝ้ายลายไทยสำเร็จรูปขนาดย่อส่วน



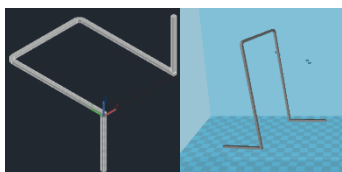
รูปที่ 8 โมเดลจำลองชิ้นส่วนแบบหล่อฝ้ายลายไทยขนาดย่อส่วน

แบบจำลองโมเดลอุปกรณ์ก่อสร้าง Bar chair

นำอุปกรณ์ Bar chair เป็นกรณีศึกษาอุปกรณ์ก่อสร้างที่มีการใช้หลายขนาด เพื่อนำข้อดีด้านการลดระยะเวลาการผลิต และลดจำนวนอุปกรณ์ที่คงเหลือในคลังมาใช้ เพื่อเป็นการจำลองการเก็บข้อมูลงานจึงใช้วิธี Image processing หรือการถ่ายภาพจากมือถือในการเก็บข้อมูลและใช้โปรแกรม Agisoft Metashape ในการสร้างโมเดล เนื่องจากไม่สามารถหาอุปกรณ์ Bar chair ในงาน Post tension ได้ในท้องตลาดจึงทำการจำลองการสร้างโมเดล Bar chair ในงานก่อสร้างทั่วไป และทำการสร้างโมเดล Bar chair ในงาน Post tension โดยการสร้างโมเดลตามขนาดที่ต้องการผ่านโปรแกรม Autodesk Plant3D เพื่อใช้พิมพ์สามมิติเป็นแนวทางผลิตอุปกรณ์ก่อสร้างหน้าไซต์งานจากการพิมพ์สามมิติ



รูปที่ 7 โมเดล Bar chair งานก่อสร้างทั่วไป



รูปที่ 8 โมเดล Bar chair งาน Post tension

เพื่อจำลองการพิมพ์สามมิติ นำโมเดลสามมิติทั้งสามส่วนดังกล่าวมาแปลงไฟล์เป็นไฟล์สกุล STL เพื่อเข้าโปรแกรม Creatware และดำเนินการพิมพ์วัสดุสามมิติ

5. วิเคราะห์การนำไปใช้ของโมเดลจากการพิมพ์สามมิติ และข้อเสนอแนะการประยุกต์ในกระบวนการก่อสร้าง

การวิเคราะห์โมเดลสามมิติจากเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ แบ่งออกเป็น 3 โมเดล คือโมเดลบ้านสองชั้น โมเดลฝ้ายลายไทย และโมเดลอุปกรณ์ Bar chair สามารถแบ่งตามวัตถุประสงค์การนำไปใช้เพื่อแก้ไขปัญหาด้านการก่อสร้างได้ 5 วัตถุประสงค์

5.1 ประโยชน์โมเดลสามมิติไปประยุกต์ใช้ในงานก่อสร้าง

5.1.1 โมเดลบ้านสองชั้น

ทำการศึกษาและทดลองสร้างโมเดลสามมิติของบ้านสองชั้น โดยใช้โปรแกรม Autodesk Revit เพื่อเป็นเครื่องมือในการสร้างความเข้าใจระหว่างผู้ที่เกี่ยวข้องในงานก่อสร้าง แบ่งออกเป็น 3 โมเดลดังนี้

โมเดลงานโครงสร้าง

ประโยชน์ของโมเดลสามมิติที่จะช่วยแก้ปัญหาในงานโครงสร้าง ได้แก่ ช่วยให้ผู้รับเหมาเห็นภาพรวมของงานที่ต้องดำเนินการและอีกปัญหาหนึ่งที่สำคัญคือ ผู้ดำเนินงานไม่มีความรู้ทางวิศวกรรม จะเป็นประโยชน์อย่างมาก ถ้าหากมีการนำโมเดลสามมิตินี้มาช่วยประกอบการอธิบายรายละเอียดของงาน เข้าใจ โมเดลสามมิติจะช่วยทำให้เห็นลักษณะทางกายภาพและเข้าใจได้ง่ายมากยิ่งขึ้น

โมเดลงานสถาปัตยกรรม

แบบจำลองสามมิติงานสถาปัตยกรรม จะช่วยแก้ไขปัญหาในช่วงหลังโครงการก่อสร้าง ประโยชน์ของโมเดลสามมิติที่จะช่วยแก้ปัญหาในงานสถาปัตยกรรม ได้แก่ การทำโมเดลสามมิติจะช่วยลดระยะเวลา และเป็นประโยชน์ในกรณีที่ต้องทำการขายหรือเปิดจอง บ้านจัดสรรหรือคอนโด สามารถนำโมเดลงานสถาปัตยกรรมให้ผู้ซื้อดู เพื่อให้ผู้ซื้อได้เห็นภาพและรายละเอียดต่าง ๆ รวมถึงการแบ่งสัดส่วนของแต่ละส่วน แต่ละชั้น และขนาดของพื้นที่ใช้สอยจริง

โมเดลแบ่งตามงวดงาน

ประโยชน์ในการนำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมาใช้ในการแสดงงวดงานจริงจะสามารถเป็นสื่อในการแสดงแบบการก่อสร้างระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้รับจ้างให้เกิดความเข้าใจที่ตรงกันก่อนการก่อสร้างจริง และระหว่างการก่อสร้างเพื่อตรวจสอบงวดงานที่แล้วเสร็จ

5.1.2 โมเดลฝ้ายลายไทย

การสร้างโมเดลฝ้ายลายไทยจากการพิมพ์สามมิติโดยเก็บข้อมูลชิ้นส่วนในสถานที่ก่อสร้างที่มีอยู่เดิม โดยสถานที่ที่ทำการศึกษาได้แก่ บริเวณตึกเทวาลัย คณะอักษรศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยวิธีการถ่ายภาพสามมิติจาก 3D scanner แบ่งออกเป็น 2 โมเดลดังนี้

โมเดลฝ้ายลายไทยสำเร็จรูป

การพิมพ์ชิ้นส่วนรูปทรงอิสระด้วยเทคโนโลยีสามมิติ สามารถช่วยแก้ไขปัญหาด้านการก่อสร้างในเรื่องของการคลาดเคลื่อนแรงงานก่อสร้าง ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกระบวนการก่อสร้างเนื่องจากชิ้นส่วนรูปทรงอิสระ

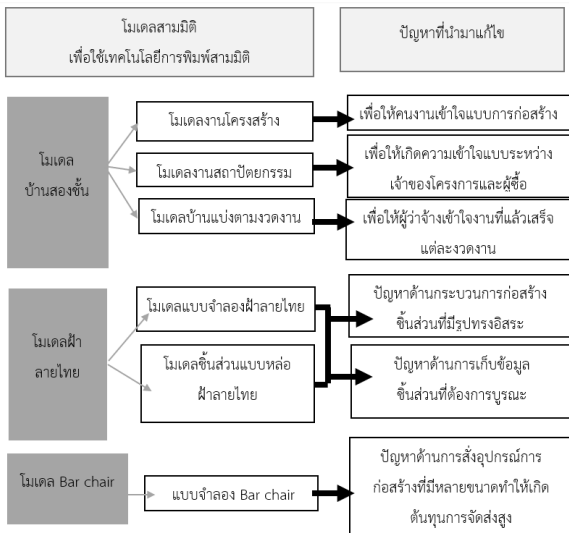
ที่ได้จากการพิมพ์สามมิติจะมีความละเอียดตรงตามลักษณะความต้องการ และสามารถลดข้อผิดพลาดของตัวชิ้นงาน

โมเดลชิ้นส่วนแบบหล่อฝ้ายไทย

โมเดลที่ได้จากการพิมพ์สามมิติสามารถนำมาใช้สร้างชิ้นส่วนรูปทรงอิสระ จะทำให้สามารถสร้างชิ้นส่วนรูปทรงอิสระได้โดยมีความละเอียดตรงตามรูปทรงที่ออกแบบ และแก้ไขปัญหาด้านการคลาดเคลื่อนแรงงานที่มีฝีมือ ช่วยให้กระบวนการสร้างง่ายขึ้นและลดข้อผิดพลาด

5.1.3 โมเดลอุปกรณ์ Bar chair

การนำเครื่องพิมพ์สามมิติมาช่วยผลิตชิ้นส่วนวัสดุในโครงการก่อสร้าง ก็จะเป็นประโยชน์อย่างมากในเรื่องของการลดระยะเวลาในการรอวัสดุ ลดปัญหาวัสดุขาดตลาด ทำให้มีวัสดุพอใช้ตลอดระยะเวลาของโครงการ อีกทั้งยังประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บ ป้องกันความเสียหายของและแก้ไขปัญหาการจัดส่งวัสดุมายังโครงการก่อสร้างล่าช้า



รูปที่ 9 แผนภูมิสรุปการนำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติมาใช้ในการแก้ไขปัญหาการก่อสร้าง

5.2 ข้อจำกัด

โมเดลบ้านสองชั้น

การนำเทคโนโลยีสามมิติไปใช้ในการพิมพ์อาคารก่อสร้างที่มีความละเอียดสูงนั้นต้องใช้ระยะเวลาในการพิมพ์นาน และอาจเกิดข้อผิดพลาดในการพิมพ์ได้ ทำให้ต้องมีการวิเคราะห์ถึงความเหมาะสมของการนำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติไปใช้ในการจำลองการก่อสร้างอาคาร

โมเดลฝ้ายไทย

การสร้างโมเดลฝ้ายไทยในโครงการนี้ยังเป็นแบบจำลอง เนื่องจากข้อจำกัดของเครื่องพิมพ์ในเรื่องของขนาดและวัสดุที่ใช้พิมพ์

โมเดลอุปกรณ์ Bar chair

เนื่องจากโมเดลอุปกรณ์ Bar chair นั้นทางผู้จัดทำได้ทำการขึ้นโมเดลโดยใช้กระบวนการ Image Processing เพราะฉะนั้นจึงมีข้อจำกัดด้านการเก็บข้อมูล คือ ข้อมูลซึ่งเป็นภาพที่ทำการเก็บข้อมูลมานั้นต้องถ่ายด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความละเอียดตั้งแต่ 5 ล้านพิกเซลขึ้นไป

และภาพที่ถ่ายทั้งหมดต้องถ่ายในระยะเวลาที่ใกล้เคียงกัน อีกทั้งยังห้ามเคลื่อนย้ายวัตถุขณะทำการถ่ายภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการทำโครงการนี้ได้แก่ การนำปัจจัยด้านเวลาและต้นทุนมาวิเคราะห์ในการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติ เพื่อดูปัจจัยความเหมาะสมในการใช้เทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติเพิ่มเติม และสามารถนำเทคโนโลยีการพิมพ์สามมิติไปใช้ในโมเดลงานทาง และงานสาธารณะ ซึ่งในปัจจุบันมีการเก็บข้อมูลโดยโดรนหรือ UAV ซึ่งช่วยให้การเก็บภาพถ่ายทางอากาศง่ายกว่าในอดีต ตัวอย่างกรณีศึกษาที่น่าสนใจ คือการเก็บข้อมูลระดับเส้นชั้นความสูงของภูมิประเทศ (Topographic Contour) ในพื้นที่ห่างไกล เช่น ภูเขา โดยทำการเก็บข้อมูลภาพถ่ายทางอากาศด้วยโดรน จากนั้นนำภาพมาประมวลผลเพื่อสร้างแบบจำลองสามมิติเส้นชั้นความสูง และทำการพิมพ์สามมิติ เพื่อเป็นตัวอย่างให้เห็นถึงลักษณะทางกายภาพ รวมถึงระดับความสูง ตำแหน่งพื้นที่ในบริเวณนั้น โดยการแยกโมเดลของโปรไฟล์ดินเป็นชั้นๆ เพื่อนำค่าที่ได้มาใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแผนที่ภูมิประเทศ หรือใช้เป็นข้อมูลในโครงการก่อสร้างทาง เพื่อคำนวณปริมาณดินตัด ดินถมของเส้นทางที่ต้องการตัดถนนผ่าน

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Sunyata. (2561). ประเภทการพิมพ์สามมิติ[ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2563 จากเว็บไซต์ https://th.wikipedia.org/wiki/การพิมพ์_3 มิติ

[2] VR Digital. 2560. Laser Scanner กับงานด้าน BIM (Building Information Modeling) [online]. สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2563 จากเว็บไซต์ <https://www.vrdigital.co.th/2017th/archives/3650>

[3] Synergyssoft. (2562). 3D Scan กับการใช้งานกับเครื่อง 3D Printer [online]. สืบค้นเมื่อ 1 เมษายน 2563 จากเว็บไซต์ <https://www.sync-innovation.com/3d-scanner-technology/what-is-3d-scan/>

[4] ดร.ไพศาล สันติธรรม. (2560). การรังวัดด้วยภาพดิจิทัล Digital Photogrammetry [ออนไลน์]. สืบค้นเมื่อ 20 เมษายน 2563 จากเว็บไซต์ <https://www.yotathai.com/yotanews/digital-photogrammetry>

[5] รศ.ดร.วิระศักดิ์ ลิขิตเรืองศิลป์. การบริหารงานก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.2561

[6] แววิเชียร เหล่าเขตการณ์. การศึกษาหลักเกณฑ์การแบ่งงวดงานก่อสร้างอาคารภาครัฐ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.2556