SWU Engineering Journal (2017) 12(1), 137-153
วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีที่ 12 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน พ.ศ.2560

การประยุกต์ใช้แบบจำลองสารสนเทศในงานเหล็กเสริม ของระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

Applications of Building Information Modeling (BIM) in Reinforcement of Precast Concrete System

ณรงค์ศักดิ์ นิ่มนวล อิทธิพร ศิริสวัสดิ์*
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
63 หมู่ 7 ต.องครักษ์ อ.องครักษ์ จ.นครนายก 26120
*Corresponding author: E-mail: ittiporn@swu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการนำแบบจำลองสารสนเทศ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit มาใช้ในงานก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กในส่วนงานเหล็กเสริมของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเทียบกับผลที่ได้จากการทำงานในรูปแบบทั่วไป โดยรูปแบบทั่วไปนั้นนิยมใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD มาประยุกต์ใช้ร่วมกับโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel ในการแสดงรายละเอียดของงานเหล็กเสริมในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยทำการศึกษาในโครงการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยสูง 8 ชั้น จำนวน 2 หลัง ที่ใช้ระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป ผลจากการวิจัยพบว่าในส่วนของการนำแบบจำลองสารสนเทศ มาใช้ในงานเหล็กเสริม ช่วยอำนวยความสะดวก รวดเร็ว และลดปัญหาความไม่ชัดเจนของแบบก่อสร้าง ทั้งในขั้นตอนของการถอดปริมาณเหล็กเสริม การผลิต การติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยยังสามารถนำฐานข้อมูลจากแบบจำลองสารสนเทศไปประยุกต์ใช้ในงานส่วนอื่นๆ ของอาคารได้อีก

คำสำคัญ: แบบจำลองสารสนเทศ ชิ้นส่วนสำเร็จรูป โปรแกรมเขียนแบบ

ABSTRACT

This research used Autodesk Revit BIM system to monitor the amount of reinforcing steel in the prefabricated reinforce concrete elements. Comparison is then made with results obtained from Auto CAD and Microsoft Excel conventional method normally used in the Reinforcing Steel Work for Precast Concrete System. The concrete elements are part of a construction project to built two 8-storey condominium buildings. It is found that the application of Autodesk Revit BIM system offers superior performance in material and cost estimations, construction and installation in the following aspects; faster, more design clarity, and convenient. Additional benefits include uses of database in other buildings' applications.

Keyword: Building Information Modeling (BIM), Precast Concrete, Drawing Software Program

1. บทนำ

ในสถานการณ์งานอุตสาหกรรมก่อสร้างปัจจุบันมีอัตราการแข่งขันกันสูงอีกทั้งยังมีปัจจัยในด้านแรงงานที่มีจำนวนลดน้อยลงทำให้มีความจำเป็นต้องพัฒนาระบบเทคโนโลยีที่ใช้ในการก่อสร้างต่างๆ เข้ามาช่วยเพื่อลดเวลาและต้นทุนการก่อสร้างโดยที่คุณภาพงานไม่ได้ลดน้อยลง ซึ่งระบบโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูป (Precast) ถือเป็นระบบหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว

โครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปเป็นโครงสร้างของอาคารที่มีชิ้นส่วนต่างๆ เช่น เสา คาน พื้น ผนัง ที่ผลิตจากโรงงานแล้วขนส่งชิ้นส่วนเหล่านั้นมาประกอบติดตั้งในสถานที่ก่อสร้าง [1] โดยวัสดุที่นำมาผลิตชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปมีหลายประเภท เช่น เหล็ก คอนกรีตเสริมเหล็ก หรือคอนกรีตอัดแรง เป็นต้น โครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีข้อดีในด้านต่างๆ เช่น [2]
1.การควบคุมคุณภาพในการก่อสร้าง ระบบโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปสามารถควบคุมคุณภาพของชิ้นส่วนโครงสร้างแต่ละชิ้นได้ดีกว่าการหล่อโครงสร้างในที่ เนื่องจากการทำงานส่วนใหญ่เป็นการผลิตในโรงงาน การเทคอนกรีตกระทำบนพื้นราบ ปฏิบัติงานได้ง่าย ทำให้ข้อผิดพลาดน้อยลง มีการตรวจสอบคุณภาพในทุกขั้นตอนระหว่างการทำงาน และเมื่อนำชิ้นส่วนไปประกอบติดตั้ง ความละเอียดถูกต้องในงานติดตั้งจะถูกบังคับด้วยมิติ ระยะและขนาดของชิ้นส่วน การผลิตและการติดตั้งที่ผิดพลาดจะส่งผลให้โครงสร้างมีลักษณะผิดปกติ สังเกตง่าย และมีผลให้การทำงานยุ่งยากจนต้องแก้ไขชิ้นงานให้ถูกต้องเสียก่อน
2.ลดระยะเวลาในการก่อสร้าง ในการติดตั้งชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปใช้ระยะเวลาน้อยกว่าเวลาก่อสร้างของโครงสร้างที่หล่อในที่ การทำงานไม่ต้องรอระยะเวลาการพัฒนากำลังของคอนกรีต ไม่ต้องมีการเข้าแบบหล่อและสภาพภูมิอากาศระหว่างการทำงานเป็นอุปสรรคต่อการทำงานน้อย
3.ลดต้นทุนในการก่อสร้าง แม้ราคาต้นทุนของชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูปมีราคาสูงกว่าโครงสร้างหล่อในที่ เนื่องมาจากต้นทุนการขนส่ง และการใช้เครื่องจักรขนาดใหญ่ในการทำการติดตั้ง แต่ด้วยจำนวนการผลิตที่ซ้ำกันมากๆ สามารถหมุนเวียนแบบหล่อสำหรับการผลิตได้หลายรอบ ทำให้ต้นทุนไม้แบบสำหรับหล่อคอนกรีต จำนวนแรงงานที่ใช้ในการทำงานและเศษวัสดุที่เหลือในการก่อสร้างลดลง และด้วยงานที่มีคุณภาพสูงขึ้น มีระยะเวลาในการก่อสร้างที่รวดเร็ว ส่งผลทำให้ต้นทุนการก่อสร้างโดยรวมลดลง มีโอกาสในการขยายงานเพิ่มมากขึ้น สิ่งเหล่านี้เมื่อเปรียบเทียบกันแล้วระบบโครงสร้างสำเร็จรูปจึงมีความคุ้มค่ามากกว่าการหล่อโครงสร้างในที่และอาจยิ่งมีความคุ้มค่ามากขึ้น หากแรงงานยังคงมีปัญหาขาดแคลนและมีอัตราค่าจ้างที่สูงตามการเจริญเติบโตของประเทศ

ส่วนการออกแบบและการเขียนแบบในงานก่อสร้างนั้นในต่างประเทศได้มีการนำระบบคอมพิวเตอร์มาใช้ในกระบวนการดังกล่าวมาหลายสิบปี [3] และมีการพัฒนามาเรื่อยๆ ซึ่งในยุคแรกเป็นการออกแบบระบบ 2 มิติ จนประมาณปี พ.ศ.2540 [4] เริ่มมีการพัฒนากระบวนการเขียนแบบ การออกแบบและการก่อสร้าง จากระบบ 2 มิติ มาเป็น 3 มิติ และพัฒนาต่อๆ มาจนถึงปัจจุบันมีการนำข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณสมบัติและมูลค่าของวัสดุนั้นลงรวมไปกับรายละเอียดของแบบก่อสร้าง ทำให้สามารถตรวจสอบข้อมูลหรือปริมาณได้ และยังสามารถออกแบบคำนวณโครงสร้างร่วมกับงานส่วนอื่นๆ เช่น งานสถาปัตยกรรม งานระบบไฟฟ้าและเครื่องกล ทำให้ผู้ปฏิบัติตั้งแต่กระบวนการเขียนแบบ การออกแบบและการก่อสร้างสามารถดำเนินการได้เต็มประสิทธิภาพมากกว่าเดิม ซึ่งเรียกระบบที่ใช้นี้ว่า ระบบแบบจำลองสารสนเทศ (Building Information Modeling : BIM) [5] การทำงานของแบบจำลองสารสนเทศเป็นการสร้างแบบจำลองอาคารในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยประกอบขึ้นจากองค์ประกอบต่างๆ ของอาคาร เช่น เสา ผนัง พื้น หลังคา ประตู และหน้าต่าง เป็นต้น ซึ่งองค์ประกอบต่างๆ จะมีข้อมูลกราฟิก (Graphics) ทั้งระบบ 2 มิติและ 3 มิติ เช่น ขนาด ระยะ สี วัตถุ และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก (Non-Graphics) เช่น ข้อมูลผู้ผลิต รุ่น ราคา เป็นต้น [6] ซึ่งระบบแบบจำลองสารสนเทศ (BIM) จะทำการเก็บแบบจำลองอาคาร

พร้อมข้อมูลสารสนเทศทั้งหมด รวมไว้ที่ฐานข้อมูลกลางของระบบ แบบจำลองสารสนเทศ สามารถแสดงการจำลองอาคารให้อยู่ในรูปของมุมมอง (View) ลักษณะต่างๆ ที่เหมาะสมกับการใช้งานได้ เช่น มุมมองรูป 2 มิติ ได้แก่ รูปด้าน รูปตัด ผังพื้น หรือมุมมองรูป 3 มิติ ได้แก่ รูปไอโซเมตริก รูปหมุน [7] นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลในรูปของตารางรายการข้อมูลต่างๆ เช่น ปริมาตรวัสดุ พื้นที่ใช้สอยได้จากแบบจำลองสารสนเทศอีกด้วย และเนื่องจากระบบแบบจำลองสารสนเทศสามารถจัดเก็บข้อมูลแบบจำลองอาคารทั้งหมดรวมอยู่ในฐานข้อมูลกลาง ดังนั้นเมื่อผู้ใช้งานทำการเปลี่ยนแปลงแก้ไขส่วนใดในแบบจำลองอาคารจะส่งผลไปยังฐานข้อมูลกลาง ทำให้การแสดงผลแบบจำลองอาคารในทุกมุมมองที่เกี่ยวข้องมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย [8]

อย่างไรก็ตามจากการศึกษาและการทำงานที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปมานั้น พบว่ายังมีปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำงาน ส่วนมากเกิดจากความไม่เข้าใจและความไม่ชัดเจนของแบบก่อสร้างในส่วนต่างๆ ของโครงการ โดยแบบก่อสร้างที่ใช้กันอยู่เป็นการทำงานและประสานงานกันนิยมสื่อออกมาเป็นรูปแบบของระบบการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป AutoCAD ในระบบ 2 มิติ ของแต่ละส่วนประกอบทำให้การก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างชิ้นส่วนสำเร็จรูปมีขีดจำกัด ไม่ได้ประสิทธิภาพสูงสุดตามที่มุ่งหวังไว้ และในบางครั้งการทำงานด้วยความเข้าใจที่ผิดพลาด อาจก่อให้เกิดผลกระทบในด้านเวลา ต้นทุน คุณภาพของกระบวนการออกแบบ การผลิต การขนส่ง และการติดตั้ง ดังนั้นการเลือกใช้แบบจำลองสารสนเทศ จะมีส่วนเข้ามาช่วยลดปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน [9] ซึ่งในปัจจุบันมีโปรแกรมสำเร็จรูปหลายโปรแกรมที่เป็นที่นิยมได้แก่ Allplan ArchiCAD และ Autodesk Revit [10] เป็นต้น

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

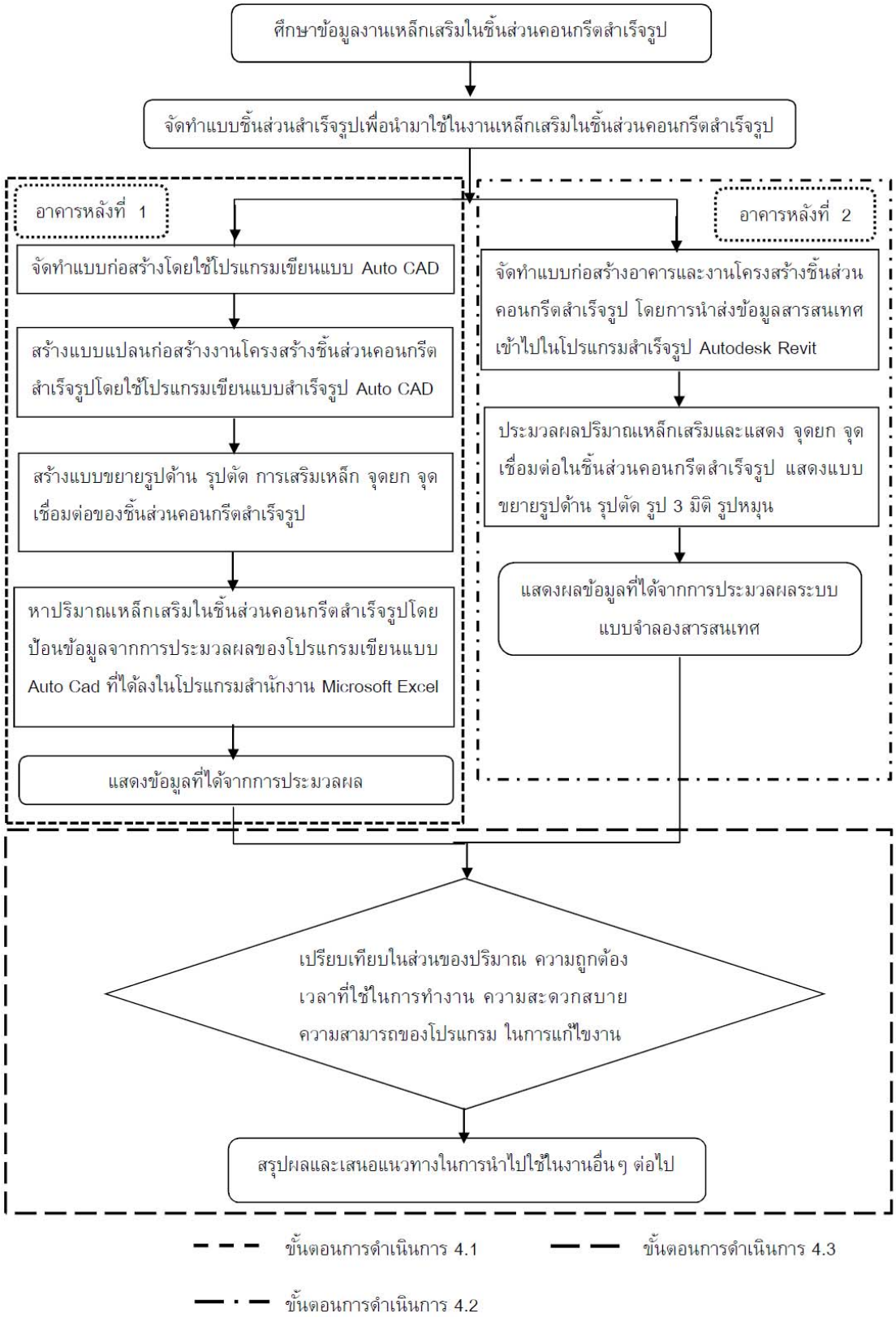
เพื่อศึกษางานเหล็กเสริมของระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยมีกระบวนการวิจัยดังรูปที่ 1 ประกอบด้วย

2.1 ศึกษาระบบแบบจำลองสารสนเทศ (BIM) ในส่วนของโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit

2.2 ศึกษาเปรียบเทียบผลที่ได้จากการศึกษาโดใช้แบบจำลองสารสนเทศ (BIM) โดยผ่านการใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit (Free Student Version) ใช้ในงานก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กในส่วนของงานเหล็กเสริมของชิ้นส่วนสำเร็จรูปเทียบกับผลที่ได้จากการทำงานในรูปแบบทั่วไปที่ใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD (Free Student Version ประยุกต์ทำงานกับโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel

3. วิธีการและเครื่องมือ

จัดทำแบบก่อสร้าง แบบขยายองค์ประกอบอาคารในส่วนต่างๆ จัดทำชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและใส่รายละเอียดในชิ้นส่วนเช่น เหล็กเสริม จุดยึด จุดยก เพื่อนำมาอ้างอิงตรวจสอบหาในขั้นตอนกระบวนการหาปริมาณงานเหล็กเสริมในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป โดยการนำโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit (Free Student Version) โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป Auto CAD (Free Student Version) และโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel มาประกอบการทำวิจัยดังผังแสดงขั้นตอนการวิจัยดังรูปที่ 1 โดยศึกษาโครงการก่อสร้างอาคารที่พักอาศัยสูง 8 ชั้น จำนวน 2 หลัง ก่อสร้างในเขตพื้นที่กรุงเทพมหานคร มีพื้นที่ใช้สอยต่ออาคาร 6,500 ตารางเมตร จำนวนห้องพัก 135 ห้อง ระบบที่ใช้ในการก่อสร้างในส่วนของฐานรากและระบบพื้นโครงสร้างชั้น 1 เป็นระบบคอนกรีตหล่อในที่ ส่วนโครงสร้างอาคารอื่นๆทั้งหมดตั้งแต่พื้นชั้น 2 ถึงชั้นหลังคาเป็นระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปทั้งหมด ศึกษาในขั้นตอนการทำแบบสำหรับก่อสร้างและรายละเอียดโครงสร้างของแบบชิ้นส่วนสำเร็จรูป เพื่อประกอบการถอดปริมาณเหล็กเสริมในการผลิตและการติดตั้งชิ้นส่วนสำเร็จรูป โดยอาคารหลังที่ 1 ใช้รูปแบบทั่วไปในการทำแบบก่อสร้างอาคารโดยใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD และโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel ส่วนอาคารหลังที่ 2 ใช้โปรแกรมสารสนเทศโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit



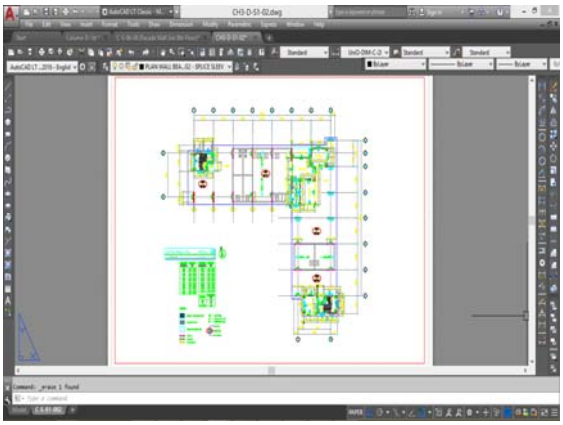
รูปที่1 ผังแสดงขั้นตอนการวิจัย

ก่อนนำข้อมูลที่ได้ทั้ง 2 ระบบ มาเปรียบเทียบวิเคราะห์ผลที่ได้ในงานเหล็กเสริมในชิ้นส่วนสำเร็จรูปในเชิงปริมาณและคุณภาพรวมทั้งศึกษาข้อมูลการผลิตและติดตั้งจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปเพื่อเสนอแนวทางการนำผลจากการศึกษาไปประกอบการพิจารณาเลือกใช้ในงานต่อไป

4. ผลการวิจัย

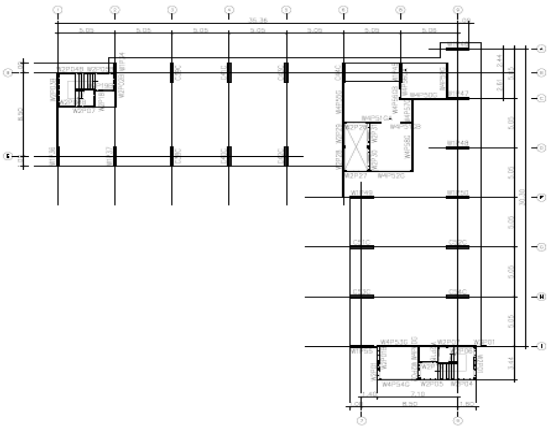
จากการศึกษาจัดทำรูปแบบก่อสร้างและแบบขยายรายละเอียดขององค์ประกอบของอาคารในส่วนต่างๆ โดยใช้มาตรฐาน [3] ในการทำแบบก่อสร้างและจัดทำแบบขยายชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปและใส่รายละเอียดในชิ้นส่วนเช่น เหล็กเสริม จุดยึด จุดยก เพื่อนำมาอ้างอิงตรวจสอบหาในขั้นตอนกระบวนการหาปริมาณงานเหล็กเสริมในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของทั้งสองอาคารมีผลการศึกษาดังนี้

4.1 ในส่วนของอาคารหลังที่ 1 ศึกษาวิธีการทำแบบก่อสร้างอาคารที่เป็นระบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปด้วยโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป Auto CAD

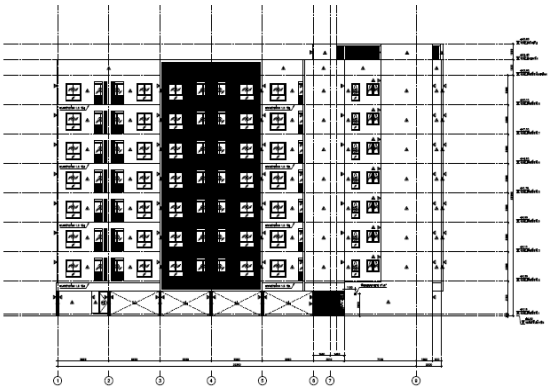


รูปที่ 2 หน้าจอแสดงผลจากโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป Auto CAD

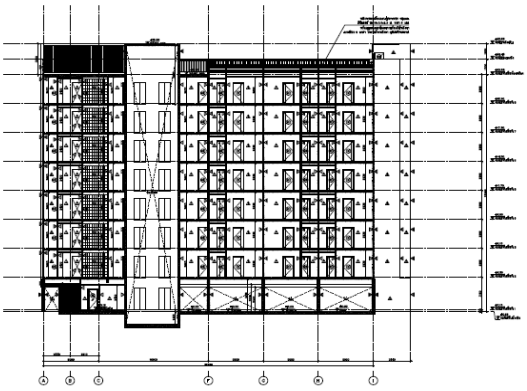
ดำเนินการทำแบบแปลนโครงสร้างอาคารชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปดังรูปที่ 2 และ 3 โดยกำหนดมิติความกว้าง ความยาวตามความต้องการของผู้ออกแบบและมาตรฐานงานเขียนแบบ ทำแบบแสดงรูปด้านอาคารดังรูปที่ 4 และรูปตัดอาคารดังรูปที่ 5



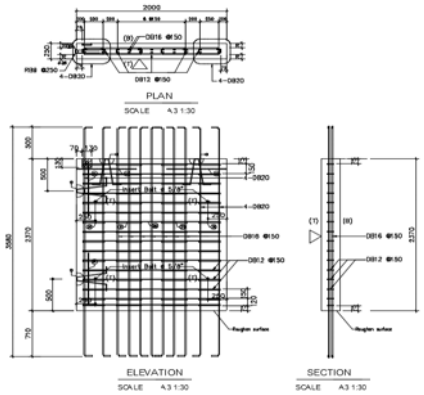
รูปที่ 3 แบบแปลนอาคารหลังที่ 1 ด้วยโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป Auto CAD



รูปที่ 4 แบบรูปด้านอาคารหลังที่ 1 ด้วยโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป Auto CAD

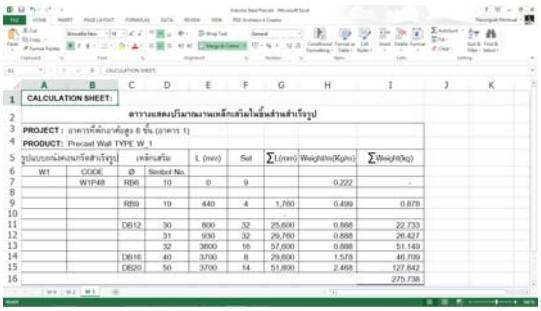


รูปที่ 5 แบบรูปตัดอาคารหลังที่ 1 ด้วยโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป Auto CAD



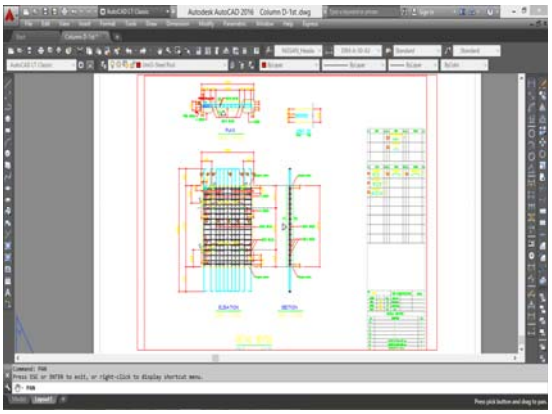
รูปที่ 6 แบบขยายของชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปของอาคารหลังที่ 1

เพื่อแสดงมิติ ความลึก ความสูง และรายละเอียดต่างๆ ทำแบบขยายของชิ้นส่วนสำเร็จรูปในส่วนต่าง ๆของอาคารที่จำเป็น เช่น การเสริมเหล็ก จุดยกชิ้นงาน จุดเชื่อมต่อ ดังรูปที่ 6 ก่อนทำการตรวจสอบความสมบูรณ์ของแบบชิ้นส่วนโครงสร้าง โดยอาศัยประสบการณ์ของผู้ออกแบบและตรวจสอบปริมาณของเหล็กเสริมในแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยใช้โปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel มาช่วยในการทำงานดังรูปที่ 7 โดยใส่ข้อมูลรายละเอียดที่เกี่ยวข้องจากการประมวลผลของโปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD ซึ่งผลข้อมูลที่ได้ในส่วนของแบบขยายหล็กเสริมในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปแสดงดังรูปที่ 8 เพื่อใช้ในงานตัด ดัด ประกอบเหล็กเสริม (Bar Cut List) และงานประมาณราคาจากจำนวนน้ำหนักของเหล็กเสริม



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	CALCULATION SHEET:										
2					ตารางแสดงปริมาณงานเหล็กเสริมในชิ้นส่วนสำเร็จรูป						
3	PROJECT : อาคารที่พักอาศัยสูง 8 ชั้น (อาคาร 1)										
4	PRODUCT: Precast Wall TYPE W_1										
5	รูปแบบแม่พิมพ์คอนกรีตสำเร็จรูป		เหล็กเสริม		L (mm)	Set	∑L(mm)	Weight/m(Kg/m)	∑Weight(Kg)		
6	W1	CODE	Ø	Simbol No.							
7		W1P48	RB6	10	0	9		0.222	-		
8											
9			RB9	19	440	4	1,760	0.499	0.878		
10											
11			DB12	30	800	32	25,600	0.888	22.733		
12				31	930	32	29,760	0.888	26.427		
13				32	3600	16	57,600	0.888	51.149		
14			DB16	40	3700	8	29,600	1.578	46.709		
15			DB20	50	3700	14	51,800	2.468	127.842		
16									275.738		

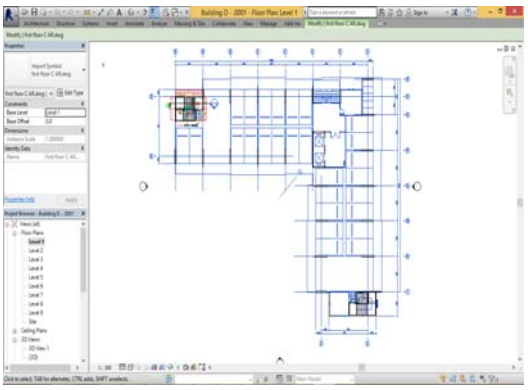
รูปที่ 7 ตารางแสดงผลการตรวจสอบปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป



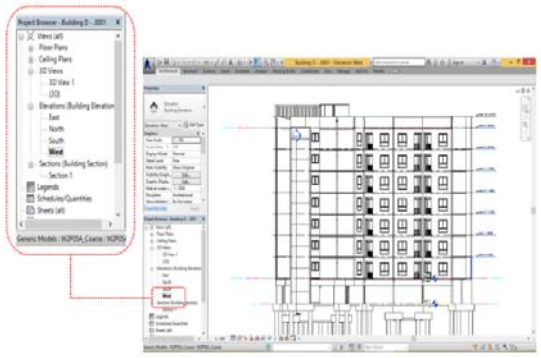
รูปที่ 8 ผลในส่วนของแบบขยายปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนผนังคอนกรีตสำเร็จรูป

4.2 ศึกษาการทำแบบก่อสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยใช้โปรแกรมแบบจำลองสารสนเทศในอาคารหลังที่ 2 เป็นวิธีการทำแบบก่อสร้างโดยใช้โปรแกรมสารสนเทศโดยการนำส่งข้อมูลสารสนเทศต่างๆ เข้าโปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit ทำการสร้างแบบจำลองตัวอาคารที่เป็นระบบชิ้นส่วนสำเร็จรูปขึ้นมา โดยเริ่มจากการทำแบบแปลนของตัวอาคารนำส่งข้อมูลสารสนเทศเข้าสู่โปรแกรมสำเร็จรูปประกอบไปด้วยข้อมูลกราฟิกทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติ เช่น ระยะ ขนาด วัตถุ สี เป็นต้น และข้อมูลที่ไม่ใช่กราฟิก เช่น ข้อมูลผู้ผลิต ราคา รุ่น เป็นต้น ประสานงานในส่วนแบบที่เกี่ยวข้องแสดงผลในรูปที่ 9 และ 10 และแสดงข้อมูลเป็นแบบ 3 มิติได้ ดังในรูปที่ 11 ในส่วนของการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปยังสามารถตัด ขยายแบบก่อสร้างอาคาร (รูปที่ 12) ให้เห็นชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปได้ทุกมุมมองโดยชิ้นส่วนโครงสร้างผนังคอนกรีตสำเร็จรูปของตัวอาคารหลังที่ 2 ที่นำมาแยกพิจารณาเป็นกรณีศึกษาแสดงในรูปที่ 13 หลังจากโปรแกรมทำการวิเคราะห์ข้อมูลจะแสดงผลออกมาเป็นตาราง แสดงแบบขยายรูปด้าน รูปตัดและรูป 3 มิติ ได้ทุกมุมมองและเมื่อเลือกชิ้นส่วนใดที่จะนำมาศึกษาแบบจำลองจะแสดงชื่อรหัสชิ้นส่วนนั้นประกอบด้วย หลังทำการเลือกชิ้นส่วนโครงสร้างผนังสำเร็จรูปของอาคาร ตามที่แสดงไว้ในแปลนแบบจำลองโครงสร้างเพื่อนำมาทำการตรวจสอบงานเหล็กเสริมในชิ้นส่วน

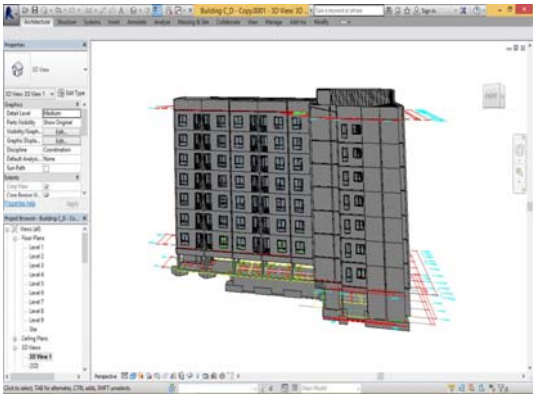
ดังกล่าวของโครงสร้างผนังสำเร็จรูปโปรแกรมประมวลผลและแสดงผลดังรูปที่ 14 และ 15 ในรายละเอียดรูปตัด ขยาย แบบ 2 มิติ และ 3 มิติของชิ้นส่วนโครงสร้างผนังสำเร็จรูปพร้อมผล ขนาด ชนิด และปริมาณเหล็กเสริม



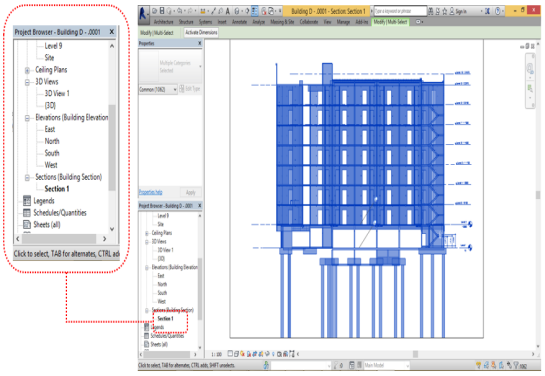
รูปที่ 9 แบบแปลนอาคารที่ใช้โปรแกรมสารสนเทศ



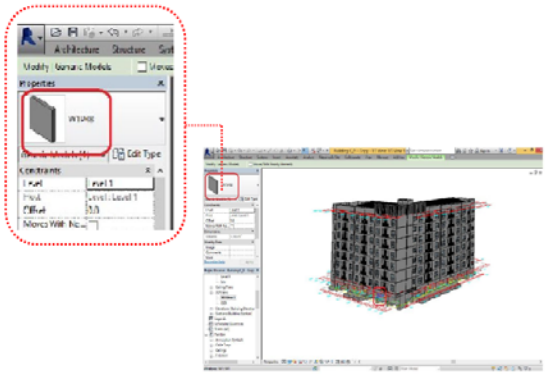
รูปที่ 10 แบบรูปด้านอาคารที่ใช้โปรแกรมสารสนเทศ



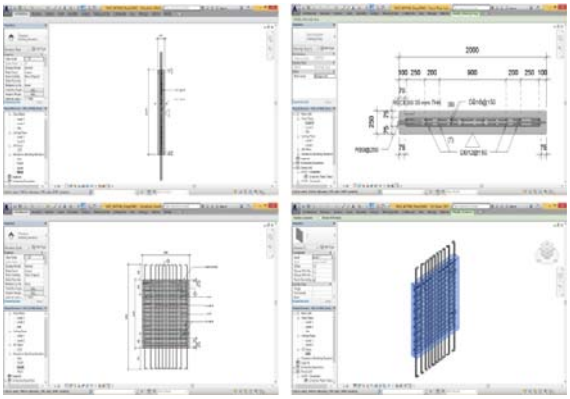
รูปที่ 11 แบบรูปด้านอาคารแสดงเป็นแบบ 3 มิติ



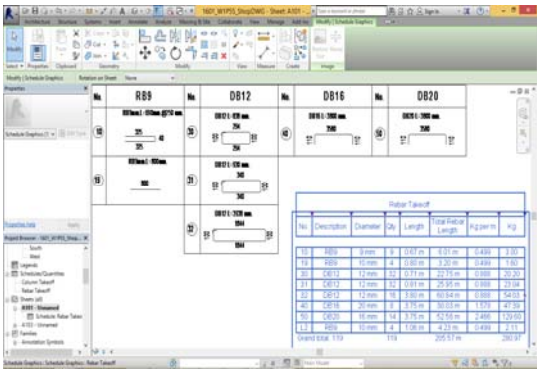
รูปที่ 12 แบบรูปตัดที่ใช้โปรแกรมสารสนเทศอาคาร



รูปที่ 13 ชิ้นส่วนโครงสร้างผนังสำเร็จรูปของตัวอาคารที่ทำการศึกษา



รูปที่ 14 โปรแกรมประมวลผลแสดงรูปตัด แบบขยายจุดต่อของโครงสร้างแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ



รูปที่ 15 โปรแกรมประมวลผลแสดงชนิด ขนาดและปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนผนังสำเร็จรูป

5. วิเคราะห์ผลการวิจัย

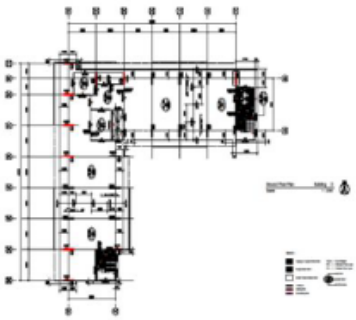
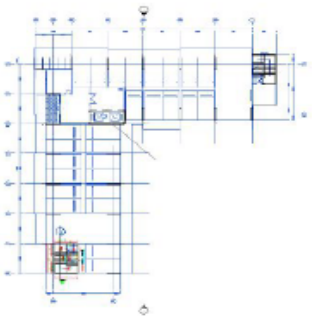
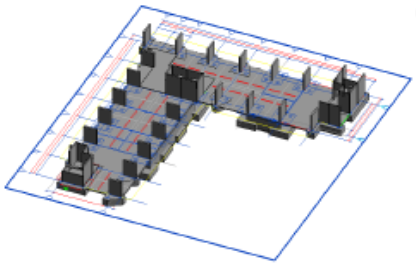
จากการวิเคราะห์งานวิจัยในส่วนของระบบรูปแบบการทำแบบก่อสร้างของอาคารหลังที่ 1 และ 2 พิจารณาดังรายการที่ทำการเปรียบเทียบตามหัวข้อจากตารางที่ 1 ในส่วนของการทำแบบการทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดตัวอาคารและชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปนั้นจะพบว่าในส่วนของระยะเวลาในการทำงานระบบอาคารหลังที่ 2 ใช้เวลานานกว่าเนื่องจากเป็นการสร้างทั้งรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ มาประกอบเป็นตัวอาคารและมีการเพิ่มเติมข้อมูลสารสนเทศองค์ประกอบของอาคารลงไปในฐานข้อมูลกลางทำให้การแก้ไขในส่วนต่างๆ จะเชื่อมโยงกันและแก้ไขไปโดยอัตโนมัติ และสามารถดึงโครงสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปออกมาเป็นแบบขยายชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปได้รวดเร็วกว่า ซึ่งสามารถลดขั้นตอนกระบวนการในการทำแบบก่อสร้างให้อยู่ในส่วนของผู้ออกแบบให้เป็นระบบแบบจำลองสารสนเทศตั้งแต่แรกจะช่วยทำให้การทำงานในกระบวนก่อสร้างนั้นรวดเร็วขึ้น ในกระบวนการหาปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้น อาคารที่ใช้ระบบสารสนเทศสามารถทำงานได้รวดเร็วและไม่ต้องใช้โปรแกรมอื่นๆ มาช่วยในกระบวนการคำนวณ เพราะโปรแกรมวิเคราะห์และแสดงผลได้อัตโนมัติ ในขั้นตอนต่อมาซึ่งเป็นการเตรียมแบบเพื่อการผลิต ติดตั้งและการวางแผนงานในอาคารที่ใช้ชิ้นส่วนสำเร็จรูปนั้นเนื่องจากแบบที่ได้จากระบบแบบจำลองสารสนเทศเป็นแบบที่แสดงขนาด รูปร่าง ปริมาณคอนกรีตเหล็กเสริม และตาราง Bar cut list ไว้แล้วในแบบที่แสดงและคำนวณผลอัตโนมัติตามที่ผู้ออกแบบได้กำหนดไว้ตั้งแต่กระบวนการออกแบบ จึงลดระยะเวลาในการเตรียมแบบเพื่อผลิต และการจัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์เช่น เหล็กเสริมในชิ้นส่วนสำเร็จรูป การวางแผนงาน การกำหนดวันเริ่มงานและวันแล้วเสร็จของงาน เมื่อประกอบเข้ากับข้อมูลปริมาณวัสดุและค่าใช้จ่ายของโครงการที่ได้จากฐานข้อมูลส่วนกลางของอาคารในโปรแกรมก็จะสามารถนำไปใช้ในการวางแผนบริหารการก่อสร้างได้รวดเร็ว และสามารถแสดงการติดตามโครงการผ่านโปรแกรมระบบแบบจำลองสารสนเทศ แสดงเป็นระบบภาพ แบบจำลองอาคาร 3 มิติตามช่วงเวลานั้นๆ ได้ว่าโครงการเกิดความล่าช้าในส่วนใดทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายกว่าระบบทั่วไปที่ซับซ้อนมองไม่เห็นภาพแบบจำลอง ซึ่งจากการวิเคราะห์ดังกล่าวข้างต้นนั้นสามารถแสดงรายละเอียดได้ตามตารางที่ 2 และ 3

ตารางที่ 1 สรุปผลการวิจัยรูปแบบในการจัดทำแบบก่อสร้างชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป

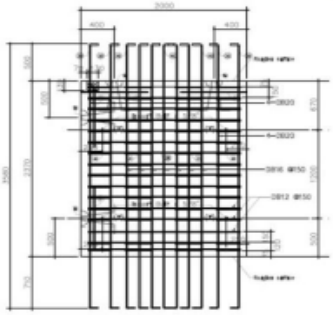
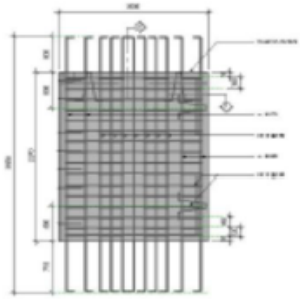
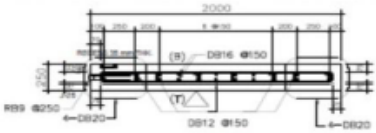
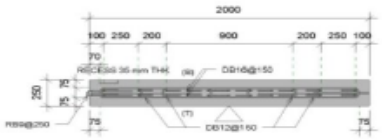
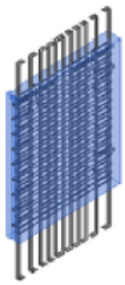
รายการ	หัวข้อการเปรียบเทียบ	การทำแบบก่อสร้าง	
		ระบบทั่วไป	ระบบBIM
1. การทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดตัวอาคารและชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป	ระยะเวลาในการทำงาน	●	○
	ความสะดวกสบาย	○	●
	การแก้ไข	○	●
2. การหาปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนสำเร็จรูป	ระยะเวลาในการทำงาน	Δ	●
	ความสะดวกสบาย	Δ	●
	การแก้ไข	Δ	●
3. การผลิต ติดตั้งและการวางแผนงานในส่วนของอาคารที่เป็นชิ้นส่วนโครงสร้างสำเร็จรูป	ระยะเวลาในการทำงาน	Δ	●
	ความสะดวกสบาย	Δ	●
	การแก้ไข	Δ	●

○ สามารถทำได้ ● สามารถทำได้ดีกว่า
Δ สามารถทำได้+ร่วมกับโปรแกรมอื่นๆ

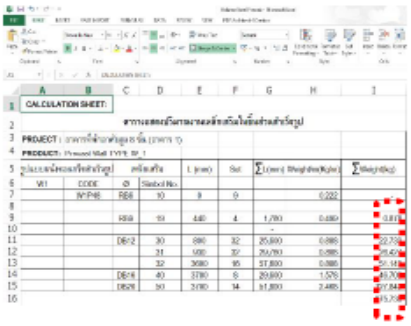
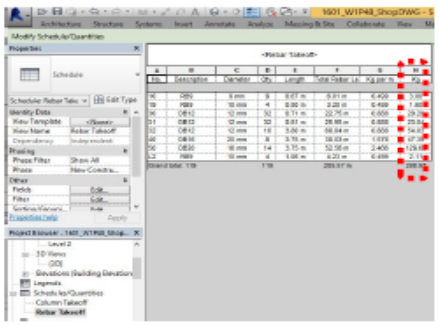
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบในส่วนของรูปแบบการจัดทำแบบของทั้ง 2 ระบบ

รายการ	เปรียบเทียบ	ระบบทั่วไป	ระบบ BIM
การทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดของตัวอาคาร	รูปแบบ	 แบบแปลนอาคารแบบ 2 มิติ	  แบบแปลนอาคารแบบ 3 มิติ
	ระยะเวลา	ใช้เวลาประมาณ 90 วัน เป็นการสร้างรูปกราฟิกแบบเรขาคณิต จึงใช้เวลาเร็วกว่า	ใช้เวลาประมาณ 150 วัน เป็นการสร้างทั้งรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ มาประกอบเป็นตัวอาคารและเพิ่มเติมข้อมูลสารสนเทศองค์ประกอบของอาคารลงไปในฐานข้อมูลกลาง
	ความสะดวกสบาย	แสดงรูปกราฟิกแบบเรขาคณิตแทนการเขียนแบบด้วยมือ ในส่วนของภาพตัดหรือหมุนมุมมองต่างๆ ต้องเขียนแบบขึ้นใหม่ทุกครั้ง	แสดงผลได้ในมุมมองหลากหลายแบบ เช่น 2 มิติ หรือ 3 มิติ และการดูภาพตัดหรือหมุนของตัวอาคารได้ทุกระนาบ
	ความถูกต้อง	ส่วนของรูปกราฟิกแบบเรขาคณิตต่างๆ เขียนขึ้นมาจากประสบการณ์ของผู้ออกแบบและผู้ตรวจสอบเป็นหลักตามมาตรฐานการเขียนแบบ	มีกระบวนการในการทำแบบจำลองอาคารขึ้นมาก่อนเริ่มงานก่อสร้างและสามารถตรวจสอบแบบที่ไม่ชัดเจนโดยใช้มุมมอง 3 มิติ เข้าช่วยทำให้ทราบปัญหาข้อผิดพลาดจากแบบได้ง่าย

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบในส่วนของรูปแบบการจัดทำแบบของทั้ง 2 ระบบ (ต่อ)

รายการ	เปรียบเทียบ	ระบบทั่วไป	ระบบ BIM
การทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดของตัวอาคาร	การแก้ไข	กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขต้องไปแก้ไขส่วนต่าง ๆ ที่มีผลกระทบกับแบบก่อสร้าง ซึ่งอาจเกิดความล่าช้าหรือความผิดพลาดต่อเนื่องได้	การเก็บฐานข้อมูลที่เป็นแบบก่อสร้างและข้อมูลและสารสนเทศนั้นอยู่ในฐานข้อมูลกลางของระบบ ทำให้การแก้ไขในส่วนต่าง ๆ จะเชื่อมโยงกันและแก้ไขไปโดยอัตโนมัติ
การทำแบบขยายแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดของชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป	รูปแบบ	  แบบขยายรูปด้านชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป   แบบขยายรูปตัดชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป –  แบบขยายแบบ 3 มิติของชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป	

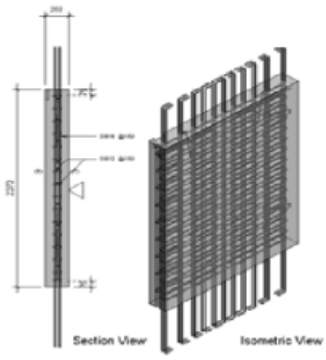
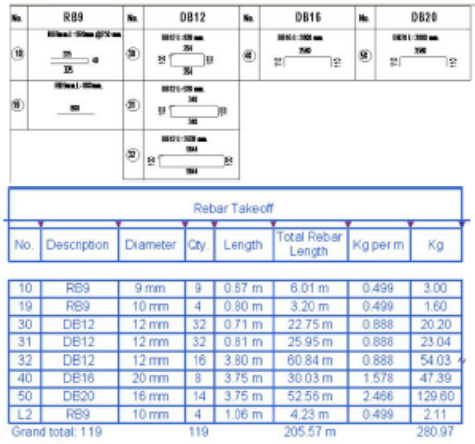
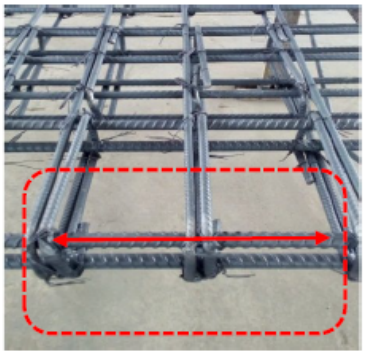
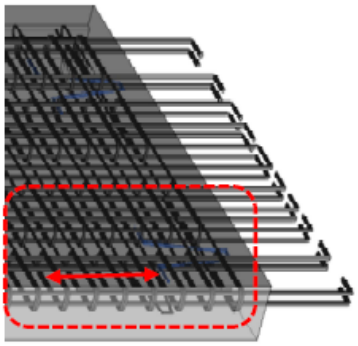
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบในส่วนของรูปแบบการจัดทำแบบของทั้ง 2 ระบบ (ต่อ)

รายการ	เปรียบเทียบ	ระบบทั่วไป	ระบบ BIM
การทำแบบขยายแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดของชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป	ระยะเวลา	-ใช้เวลาประมาณ 1 วัน ต้องสร้างแบบขึ้นมาใหม่โดยต้องใช้การประสานงานกันของแบบก่อสร้างส่วนอื่นๆ ของอาคารมาประกอบเพื่อจัดทำเป็นแบบขยายชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป	-ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง แบบได้จากการทำแบบจำลองและประสานงานกันของโครงสร้างอาคารทั้งหมดในฐานข้อมูลกลางของอาคาร ทำให้สามารถดึงโครงสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปออกมาเป็นแบบขยายชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปได้ทันที
	ความสะดวกสบาย	แสดงรูปกราฟิกแบบเรขาคณิตแทนการเขียนแบบด้วยมือ ในส่วนของภาพตัดหรือหมุนมุมมองต่างๆ ต้องเขียนแบบขึ้นใหม่ทุกครั้ง	สามารถแสดงผลให้อยู่ในมุมมองได้หลากหลายแบบ เช่น 2 มิติ หรือ 3 มิติ และการดูภาพตัดหรือหมุนของโครงสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปอาคารได้ทุกระนาบ
	ความถูกต้อง	ส่วนของรูปกราฟิกแบบเรขาคณิตต่างๆ เขียนขึ้นมาจากประสบการณ์ของผู้ออกแบบและผู้ตรวจสอบเป็นหลักตามมาตรฐานการเขียนแบบ	มีกระบวนการในการทำแบบจำลองอาคารขึ้นมาก่อนเริ่มทำการก่อสร้างและสามารถตรวจสอบแบบที่ไม่ชัดเจนโดยใช้มุมมอง 3 มิติเข้าช่วยทำให้ทราบปัญหาข้อผิดพลาดจากแบบก่อนทำงาน
	การแก้ไข	การที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขต้องไปแก้ไขส่วนต่างๆ ที่มีผลกระทบกับแบบก่อสร้าง ซึ่งอาจเกิดความล่าช้าหรือความผิดพลาดต่อเนื่องได้	การเก็บฐานข้อมูลแบบก่อสร้างและข้อมูลสารสนเทศนั้นอยู่ในฐานข้อมูลกลางของระบบ ทำให้การแก้ไขในส่วนต่างๆ จะเชื่อมโยงกันและแก้ไขไปโดยอัตโนมัติ
การหาปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	รูปแบบ	 = 275.73 kg/Set	 = 280.97 kg/Set ความต่าง =1.86%

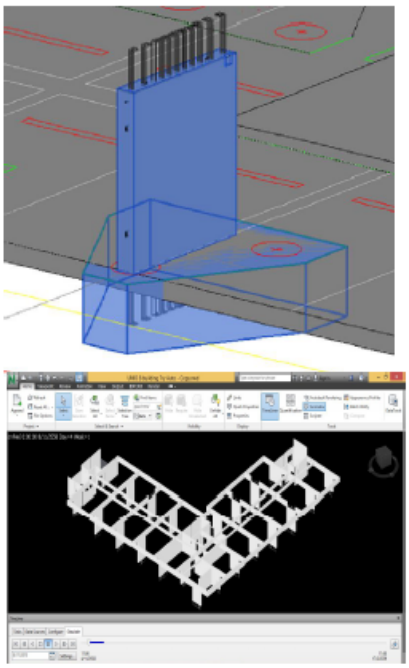
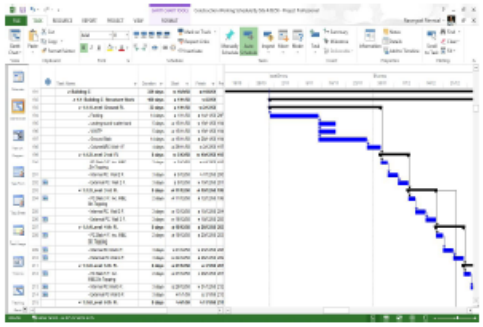
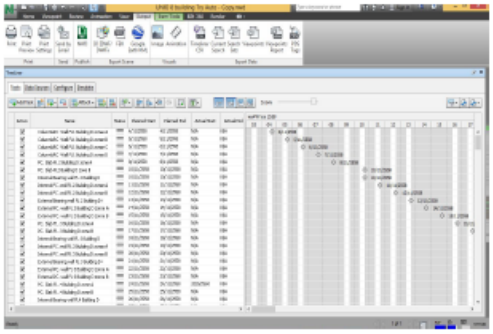
ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบในส่วนของรูปแบบการจัดทำแบบของทั้ง 2 ระบบ (ต่อ)

รายการ	เปรียบเทียบ	ระบบทั่วไป	ระบบ BIM
การหาปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	ระยะเวลา	-ใช้เวลาประมาณ 1 วัน คำนวณปริมาณของเหล็กเสริมจากแบบชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปโดยใช้โปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel มาช่วยในการทำงานและตรวจสอบ ซึ่งต้องบันทึกข้อมูลที่จำเป็นลงไปก่อนประมวลผล	-ใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ได้จากการทำแบบจำลองและประสานงานกันของโครงสร้างอาคารทั้งหมดในฐานข้อมูลกลางของอาคาร ทำให้สามารถประมวลผลปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปได้ทันทีโดยมีการคำนวณที่ละเอียดกว่าคำนวณถึงระยะต่อทาบและระยะงอขอของเหล็กเสริม
	ความสะดวกสบาย	มีรูปแบบตารางในการแสดงผลและใช้สูตรการคำนวณของโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel ช่วยในการคิดปริมาณเหล็กเสริม แต่กระบวนการหาปริมาณเหล็กเสริมนั้นจะต้องรอแบบจากการเขียนแบบและบันทึกข้อมูลที่จำเป็นก่อนเริ่มกระบวนการทำงาน	มีรูปแบบตารางในการแสดงผล โดยเป็นการดึงฐานข้อมูลกลางของอาคารออกมา ทำให้ได้ปริมาณที่รวดเร็วพร้อมกับแบบจำลองชิ้นส่วนอาคารก่อสร้างนั้น
	ความถูกต้อง	ส่วนของรูปกราฟิกแบบเรขาคณิตต่างๆ เขียนขึ้นมาจากประสบการณ์ของผู้ออกแบบและผู้ตรวจสอบ ในการนำมาถอดปริมาณเหล็กเสริม จึงอาจเกิดความผิดพลาดได้จากแบบที่มีความไม่ชัดเจน	มีกระบวนการในการทำแบบจำลองชิ้นส่วนอาคารขึ้นมาก่อนเริ่มทำการก่อสร้างทำให้ทราบปริมาณงานเหล็กเสริมมีเวลาในการปรับแก้ไขแบบในการก่อสร้างเพื่อลดต้นทุนและข้อผิดพลาดได้ง่าย
	การแก้ไข	การแก้ไขแบบและองค์ประกอบในชิ้นส่วนต้องตามไปแก้ไขส่วนที่แสดงในโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel ไปด้วยจึงต้องใช้เวลาพอสมควร	การเก็บฐานข้อมูลที่เป็นแบบก่อสร้างและข้อมูลและสารสนเทศนั้นอยู่ในฐานข้อมูลกลางของระบบ ทำให้การแก้ไขในส่วนต่างๆ จะเชื่อมโยงกันและแก้ไขไปโดยอัตโนมัติ

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบในส่วนของรูปแบบการจัดทำแบบของระบบ BIM กับการดำเนินงานจริง

รายการ	การผลิต ณ โรงงานผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	ระบบ BIM
รูปแบบ		
		
		
การวิเคราะห์	การเตรียมแบบหล่อชิ้นงานรวมวัสดุอุปกรณ์ที่อยู่ในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น จุดยกคอนกรีต เหล็กเสริม การตัดหล็กเสริม (Cut Length)มีความแม่นยำถูกต้องตามรูปแบบ สามารถทำงานได้รวดเร็ว เนื่องจากแบบที่แสดงเป็นระบบ 2 มิติและ 3 มิติ สามารถแสดงเป็นแบบขยายให้ครบถ้วนเข้าใจได้ง่าย ลดเวลาในการทำแบบขยาย รวมถึงปริมาณวัสดุที่ต้องทำการคำนวณใหม่จากระบบทั่วไป	

ตารางที่ 3 การเปรียบเทียบในส่วนของรูปแบบการจัดทำแบบของระบบ BIM กับการดำเนินงานจริง(ต่อ)

รายการ	การติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป	ระบบ BIM
รูปแบบ		
การวิเคราะห์	การเตรียมการติดตั้งชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป เช่น จุดต่อของชิ้นงาน ดำเนินนการติดตั้งได้ง่าย เนื่องจากสามารถหมุนหรือตัดรูปแบบต้องการให้เห็นเป็นระบบ 2 มิติและ 3 มิติ เช่น จุดต่อของชิ้นงาน กับโครงสร้างอื่นๆ ของอาคาร ช่วยลดระยะเวลาในการติดตั้งและอุปกรณ์ที่เสียหายเนื่องจากการความไม่เข้าใจรูปแบบการติดตั้ง		
รูปแบบ		
การวิเคราะห์	การวางแผนงานงานก่อสร้างโดยกำหนดวันเริ่มงานและวันแล้วเสร็จของงาน เมื่อประกอบเข้ากับข้อมูลปริมาณวัสดุและค่าใช้จ่ายของโครงการที่ได้จากฐานข้อมูลส่วนกลางของอาคารในโปรแกรม จะสามารถนำไปใช้ในการวางแผนบริหารการก่อสร้างได้ และสามารถแสดงการติดตามความคืบหน้าของโครงการเป็นภาพ 3 มิติของอาคาร และองค์ประกอบต่างๆ ของอาคารเสมือนจริงได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย และเป็นไปตามช่วงเวลาของแผนงานการก่อสร้างเมื่อเปรียบเทียบกับการก่อสร้างจริง		

6. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยในการศึกษาการทำแบบก่อสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปใช้โปรแกรมระบบแบบจำลองสารสนเทศสามารถสรุปผลได้ดังนี้

6.1. การทำแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดของอาคาร

- การแสดงแบบก่อสร้างระบบแบบจำลองสารสนเทศสามารถแสดงผลให้อยู่ในมุมมองได้หลากหลายแบบ เช่น 2 มิติ 3 มิติ ภาพหมุนและการดูภาพตัดของตัวอาคารได้ทุกระนาบ
- ความถูกต้องของกระบวนการ การทำแบบจำลองอาคารขึ้นมาก่อนเริ่มงานการก่อสร้างทำให้ทราบปัญหาความไม่ชัดเจนของแบบก่อน จึงลดข้อขัดแย้งของแบบให้ลดลงกว่าเดิม
- การแก้ไขแบบ เนื่องจากการเก็บฐานข้อมูลที่เป็นที่เป็นกราฟิกและสารสนเทศให้อยู่ในฐานข้อมูลกลางของระบบ ทำให้การแก้ไขในส่วนต่างๆ จะเชื่อมโยงกันและแก้ไขไปในตัว ซึ่งในการแก้ไขแบบก่อสร้างจากระบบทั่วไปจะต้องไปแก้ไขทีละส่วนที่เกี่ยวข้องที่มีผลกระทบ โดยที่ระบบยังมีการบันทึกในส่วนงานก่อนการแก้ไขให้อัตโนมัติพร้อมบันทึกข้อมูลย้อนหลัง (Back Up) และสามารถแสดงตำแหน่งของจุดที่ได้แก้ไข
- ระยะเวลาในการทำงานของโปรแกรมระบบแบบจำลองสารสนเทศต้องสร้างทั้งรูปแบบ 2 มิติ และ 3 มิติ มาประกอบและเพิ่มข้อมูลสารสนเทศในองค์ประกอบต่างๆ ของอาคารลงไปในฐานข้อมูลกลาง เพื่อสร้างเป็นแบบจำลองอาคารจึงใช้ระยะเวลาในการทำงานมากกว่าระบบทั่วไป ซึ่งเวลาที่ใช้ในการทำแบบจำลองข้อมูลของอาคารสามารถตัดแยกออกจากกระบวนการทำแบบจำลองในขั้นตอนการก่อสร้างได้ โดยจัดอยู่ในกระบวนการออกแบบของผู้ออกแบบก่อนการก่อสร้างล่วงหน้า เช่น กรณีการกำหนดการออกแบบอาคารของหน่วยงานราชการโดยให้กำหนดใช้ระบบสารสนเทศไว้ในเงื่อนไขการออกแบบ รวมไปถึงการจัดเตรียมบุคลากรในการนำระบบแบบจำลองสารสนเทศมาใช้งานควรต้องมีการอบรมฝึกฝนให้เกิดความชำนาญซึ่งจะทำให้ลดระยะเวลาในขั้นตอนต่างๆ ได้มากเช่นกัน

6.2 การทำแบบขยายแบบแปลน รูปด้าน รูปตัดของชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป

- จากการทำแบบจำลองเชื่อมต่อกันของโครงสร้างอาคารทั้งหมดในฐานข้อมูลกลางของอาคาร ทำให้สามารถดึงโครงสร้างชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปที่ต้องการออกมาเป็นแบบขยายชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปได้ทันที ซึ่งถ้าเป็นระบบทั่วไปจะต้องสร้างแบบขยายขึ้นมาใหม่

6.3 การหาปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

- สามารถหาได้จากการทำแบบจำลองเชื่อมต่อกันของโครงสร้างอาคารทั้งหมดในฐานข้อมูลกลางของอาคาร ทำให้สามารถดึงข้อมูลปริมาณเหล็กเสริมในชิ้นส่วนโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูปแสดงออกมาได้ทันที พร้อมกับการทำแบบจำลองอาคาร กระบวนการในการทำแบบจำลองอาคารขึ้นมาก่อนเริ่มทำการก่อสร้างทำให้ทราบปริมาณงานเหล็กเสริมก่อน ทำให้มีเวลาในการปรับแก้ไขแบบในการก่อสร้างเพื่อลดต้นทุนและข้อผิดพลาดได้ดี ในส่วนของการแก้ไขนั้นเนื่องจากการเก็บฐานข้อมูลที่เป็นที่เป็นกราฟิกและสารสนเทศนั้นอยู่ในฐานข้อมูลกลางของระบบ ทำให้การแก้ไขในส่วนต่างๆ จะเชื่อมโยงกันและแก้ไขไปในตัว ส่วนในการหาปริมาณเหล็กเสริมจากการทำแบบระบบทั่วไปนั้นจะใช้โปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel มาช่วยในการทำงานและตรวจสอบกรณีมีการแก้ไขแบบและองค์ประกอบในชิ้นส่วนต้องไปแก้ไขส่วนที่แสดงในโปรแกรมสำนักงาน Microsoft Excel ซึ่งต้องใช้เวลาและอาจเกิดการผิดพลาดขึ้นได้

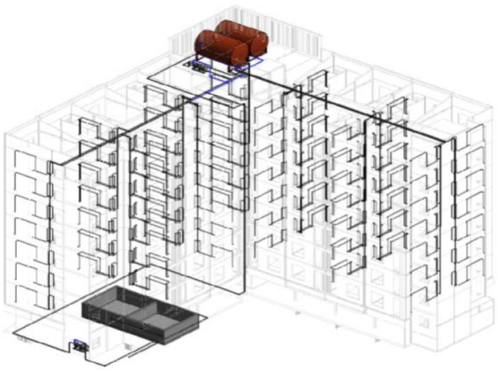
งานวิจัยยังแสดงให้เห็นว่าการนำระบบการทำแบบจำลองสารสนเทศมาช่วยในการตรวจสอบปริมาณเหล็กเสริมนั้นสามารถช่วยในการตรวจสอบได้ดีกว่าระบบทั่วไป และสามารถนำไปใช้ในงานส่วนอื่นๆของอาคารได้อีก เช่น ขั้นตอนในการวางแผนงานงานก่อสร้างโดยกำหนดวันเริ่มงานและวันแล้วเสร็จของงาน เมื่อประกอบเข้ากับข้อมูลปริมาณวัสดุและค่าใช้จ่ายของโครงการที่ได้จากฐานข้อมูลส่วนกลางของอาคารในโปรแกรม จะสามารถนำไปใช้ในการ

วางแผนบริหารการก่อสร้างได้ และสามารถแสดงการติดตามความคืบหน้าของโครงเป็นภาพ 3 มิติของอาคาร และองค์ประกอบต่างๆ ของอาคารเสมือนจริงได้อย่างชัดเจน เข้าใจง่าย และเป็นไปตามช่วงเวลาของแผนงานเปรียบเทียบกับการก่อสร้างจริง และสามารถคำนวณปริมาณวัสดุที่จะใช้ในช่วงเวลานั้นๆ ได้ก่อนดังในตารางที่ 1

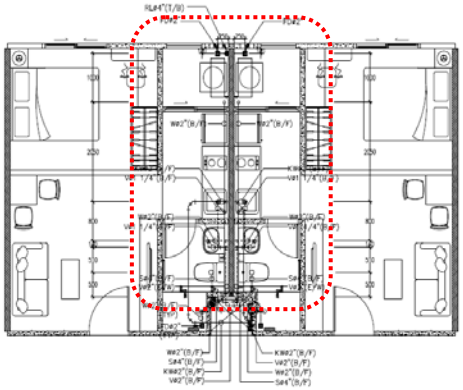
6.4 ความแตกต่างของการทำแบบโดยระบบทั่วไป ซึ่งใช้โปรแกรมเขียนแบบสำเร็จรูป AutoCAD กับระบบแบบจำลองสารสนเทศซึ่งใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Autodesk Revit นั้นที่ระบบทั่วไปเป็นการสร้างจำลองรูปกราฟิกแบบ 2 มิติ ประกอบขึ้นเป็นตัวงานออกแบบในการสร้างรูปกราฟิกเพียงอย่างเดียว ส่วนของระบบแบบจำลองสารสนเทศจะใช้การขึ้นรูปกราฟิกและระบบจะทำการประมวลผลการจำลององค์ประกอบต่างๆ ของอาคารตามแบบในรูป 2 มิติ และ 3 มิติ มาประกอบกันเป็นตัวอาคารจำลอง ซึ่งต้องเพิ่มเติมในส่วนของข้อมูลสารสนเทศของทุกส่วนองค์ประกอบในอาคาร เพิ่มเติมเข้าไปด้วย จึงทำให้เกิดประโยชน์ในการใช้งานได้มากกว่าระบบทั่วไป

7. ข้อเสนอแนะ

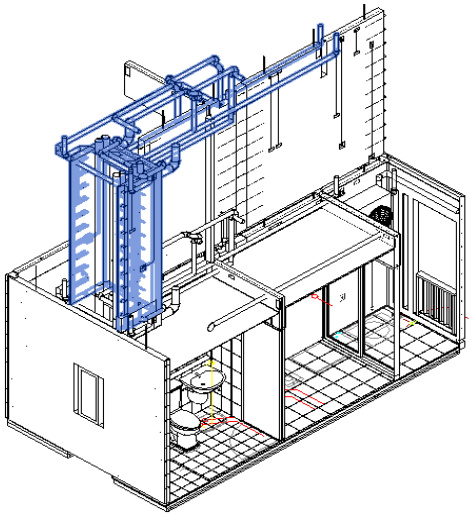
เพื่อให้เกิดผลประสิทธิภาพสูงสุดของการจัดการของโครงการ จึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมในการนำระบบแบบจำลองสารสนเทศในอาคารมาใช้ในส่วนของการออกแบบและการตรวจสอบการประสานของงานของชิ้นส่วนสำเร็จรูปกับงานสถาปัตยกรรม และงานระบบต่างๆ ดังรูปที่ 16 และ 17เพื่อลดปัญหาความไม่ชัดเจนของแบบของงานในแต่ละส่วนดังรูปที่ 18 รวมถึงลดค่าใช้จ่ายและประหยัดเวลาจากการขัดแย้งกันในส่วนของงานต่างๆ ซึ่งจะส่งผลดีต่อโครงการในภาพรวม



รูปที่ 16 การใช้ระบบแบบจำลองสารสนเทศในงานระบบประปาสุขาภิบาลอาคาร



รูปที่ 17 แปลนงานระบบกับงานโครงสร้างที่ไม่ชัดเจนในระบบ 2 มิติ



รูปที่ 18 ขยายงานการใช้ระบบและแบบจำลองสารสนเทศในระบบ 3 มิติงานโครงสร้างที่ไม่ชัดเจน

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบริษัทเฮลิกซ์ จำกัด ที่อนุญาตให้ใช้ข้อมูลชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูปในส่วนของอาคารในโครงการและขอขอบบริษัทผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป บริษัทพรอสเพอริตี้ จำกัด และบริษัทจีอีแอล จำกัด (มหาชน) ที่ให้ข้อมูลการผลิตชิ้นส่วนคอนกรีตสำเร็จรูป

9. เอกสารอ้างอิง

[1] S.Y.L. Yin and H. Ping, " Developing a precast production management system using RFID technology," Automation in Construction, vol.18, pp. 677–691, 2009.

[2] ท. ยอดพฤติการณ์. การก่อสร้างโดยใช้ระบบโครงสร้างคอนกรีตสำเร็จรูป. ครั้งที่ 1. สุนทรฟิล์ม : กรุงเทพฯ, (2555).

[3] สมาคมสถาปนิกแห่งสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์. มาตรฐานการเขียนแบบก่อสร้าง ฉบับปี พ.ศ. 2554. ครั้งที่ 1. พลัสเพรส จำกัด : กรุงเทพฯ, (2554).

[4] สมาคมสถาปนิกแห่งสยาม ในพระบรมราชูปถัมภ์. แนวทางการใช้งานแบบจำลองสารสนเทศอาคาร สำหรับประเทศไทย. ครั้งที่ 1. พลัสเพรส จำกัด : กรุงเทพฯ, (2558).

[5] J. Nissila, " BIM-based Schedule Control for Precast Concrete Supply Chain," International Symposium on Automation and Robotics in Construction and Mining, vol. 31, pp. 1–5, 2014.

[6] ท. ยมนาค." Building Information Modeling สำหรับงานออกแบบก่อสร้าง". บทความวิชาการในโครงการประชุมวิชาการระดับบัณฑิตศึกษา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์. 25/8/2553, (2553).

[7] Autodesk, "Building Information Modeling". Autodesk building industry solution : USA, (2002).

[8] Autodesk, "Construction Research and Analytics (MCRA). The business value of BIM Getting building information modeling to the bottom line," McGraw-Hill Construction : USA, (2009).

[9] R. Takim , M. Harris, and A. H. Nawawi, "Building Information Modeling (BIM): A New paradigm for quality of life within Architectural,"Holiday Villa Beach Resort & Spa, Langkawi, Malaysia, 8/4/2013, April , (2013)

[10] Autodesk, "User 's guide Revit Structure," Autodesk building industry solution:USA, 2010