Book Review:

Beyond Bending: Reimaging Compression Shells

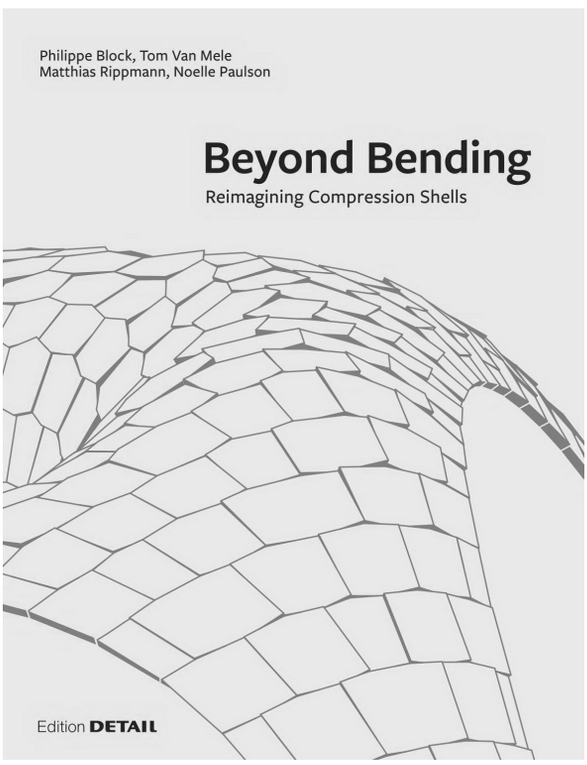
Block, P., Van Mele, T., Rippmann, M. and Paulson, N. (2017).
Detail Business Information GmbH, Germany
168 p.

Received 5/6/2019 Revised 13/6/2019 Accepted 14/6/2019

สาระในหนังสือเล่มนี้คือสัมฤทธิ์ผลที่เกิดจากการศึกษาภายใต้กรอบแนวคิดการวิจัย (Research framework) 5 ประเด็น คือ 1) การวิเคราะห์โครงสร้างที่เกิดจากการก่อ (Analysis of masonry structure) 2) การศึกษาการออกแบบและพัฒนาโครงสร้างด้วยแผนภาพแรง(Graphical analysis and design methods) 3) การใช้ระเบียบวิธีเชิงคอมพิวเทชั่นในการค้นหารูปทรงของโครงสร้างที่เหมาะสม (Computational form finding and optimization) 4) การออกแบบเพื่อการประกอบแบบไร้วัสดุประสาน (Design of discrete assemblies) และ 5) ระบบการผลิตและก่อสร้างด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลแฟบริคเคชั่น (Digital fabrication) โดยกลุ่มวิจัยบล็อก (The Block Research Group : BRG) สถาบันเทคโนโลยีแห่งสหพันธ์สวิสในซูริก ภายใต้การนำของศาสตราจารย์ ด็อกเตอร์ ฟิลิป บล็อก และ ด็อกเตอร์ ทอม เวน เมล หนังสือเล่มนี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 2 ส่วนตามสาระที่ถูกจัดแสดงในนิทรรศการสถาปัตยกรรมนานาชาติ เวนิสเบียนาเล่ พ.ศ. 2559 (La Biennale di Venezia, the 15th International Architecture Exhibition in 2016) ซึ่งประกอบด้วย 1) Beyond Bending และ 2) The Making of the Armadillo Vault เนื้อหาทั้ง 2 ส่วนนี้ไม่เพียงนำเสนอฐานความรู้เชิงทฤษฎีและกรณีศึกษา ต่าง ๆ ของกลุ่มวิจัยบล็อกเท่านั้นแต่ยังนำเสนอความรู้เชิงเทคนิค ระเบียบขั้นตอนการออกแบบ การผลิต การประกอบ และก่อสร้างทุกขั้นตอนตลอดจนไปถึงการรื้อถอนโดยละเอียด

1. Beyond Bending

เนื้อหาสาระในส่วนนี้จะเป็นการศึกษาเชิงทดลอง แบ่งออกเป็น 4 บทย่อย อธิบายถึงรูปแบบโครงสร้างชนิดที่เกิดจากการถ่ายแรงเฉพาะแรงอัดโดยปราศจากแรงดึงในรูปแบบต่าง ๆ ประกอบด้วย



1.1 Beyond the Slab I

ในบทนี้อธิบายถึงหลักการพื้นฐานของระบบโครงสร้างแบบรับแรงอัดอย่างเดียว ผ่านกรณีศึกษาโครงสร้างแบบเปลือกบาง (Shell Structure) ที่มีลักษณะโค้งรูปทรงอิสระ ผลิตและก่อสร้างจากวัสดุเท่าที่จำเป็นตามหลักการของการรับแรง ผู้เขียนเจาะจงเลือกนำเสนอโครงสร้างเปลือกบางที่ถูกก่อขึ้นจากวัสดุประเภทกระเบื้องและก้อนอิฐ วัสดุประเภทก้อนอิฐเป็นวัสดุที่มีข้อจำกัดในเชิงการรับแรงอย่างมาก แตกหักได้ง่าย แทบไม่สามารถรับแรงเฉือนและแรงดึงแต่กลับสามารถรับแรงอัดได้เป็นอย่างดี ในขณะที่ก้อนอิฐมีข้อจำกัดในการรับแรงแต่ก้อนอิฐมีจุดแข็งในเชิงเศรษฐศาสตร์เป็นวัสดุก่อสร้าง

ราคาถูก ผลิตจากดินดิบซึ่งสามารถหาได้ง่ายในแทบทุกภูมิภาคของโลก ผลิตได้ง่ายสามารถทำได้โดยผู้คนทั่วไปโดยไม่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง การใช้ก้อนอิฐในงานสถาปัตยกรรมที่ปรากฏให้เห็นจึงเป็นการใช้ในรูปแบบที่เรียบง่ายตรงไปตรงมาอย่างการใช้อิฐก่อขึ้นเป็นผนังหรือใช้อิฐเป็นวัสดุโครงสร้างอาคารในลักษณะของผนังรับน้ำหนัก ซึ่งต่างจากกรณีศึกษาที่ผู้เขียนได้ยกขึ้นมาในบทนี้ ผู้เขียนหยิบโครงสร้างเปลือกบางซึ่งสร้างจากกระเบื้องหรือก้อนอิฐ ที่มีความหน้าสนใจ 3 ประเภทด้วยกันคือ 1) โครงสร้างโค้งรูปทรงอิสระรับเฉพาะแรงอัดก่อสร้างจากแผ่นกระเบื้องเซรามิก (Ceramic Tile Vault) เป็นโครงสร้างเปลือกบางที่เกิดจากการประกอบแผ่นกระเบื้องเซรามิกพบในภูมิภาคเมดิเตอร์เรเนียน การก่อสร้างโครงสร้างลักษณะนี้ใช้โครงนั่งร้านน้อยมากเมื่อเทียบกับการสร้างโครงสร้างโค้งจากก้อนอิฐประเภทอื่นทำให้โครงสร้างลักษณะนี้มีต้นทุนในการก่อสร้างที่ต่ำการถ่ายแรงประเภทแรงอัดทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ 2) โครงสร้างโค้งรับเฉพาะแรงอัดก่อสร้างจากก้อนอิฐ (Earthen Vault) เป็นงานโครงสร้างโค้งประเภทรับแรงอัดอย่างเดียวที่ออกแบบมาเพื่อตอบโจทย์ของพื้นที่ที่มีทรัพยากรจำกัด ใช้วัสดุตั้งต้นในการผลิตก้อนอิฐจากดินที่หาได้จากพื้นถิ่น โครงสร้างมีความมั่นคงแข็งแรงมีคุณลักษณะกันไฟ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 3) โครงสร้างแบบช่องโค้ง (Arch) เป็นโครงสร้างที่ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในอดีตในลักษณะของการเชื่อมต่อบริเวณช่องของส่วนโครงสร้าง ทำหน้าที่รับแรงอัดในแนวดิ่ง โดยการเปลี่ยนแรงอัดในแนวดิ่งเป็นแรงอัดในแนวระนาบและจึงถ่ายแรงสู่ฐานทั้ง 2 ข้าง ซึ่งเป็นเทคนิคที่ถูกต่อยอดเป็นโครงสร้างรับแรงอัดแบบอื่น ๆ เช่น โดม (dome) โครงสร้างทรงโค้งประทุน (Barrel Vaults) โครงสร้างทรงโค้งสันทแยงมุม (Groin Vault หรือ Cross Vault) เป็นต้น โครงสร้างโค้งรับเฉพาะแรงอัดถึงแม้ว่าจะมีข้อดีมากทั้งในแง่ของการรับแรง วัสดุ รูปร่างรูปทรงและความงาม หากแต่ยังมีข้อจำกัดหนึ่งที่ต้องพิจารณาคือการก่อสร้างยังต้องการแรงงานจำนวนมาก ภูมิภาคที่เหมาะจะทำโครงสร้างนี้จึงไม่พ้นประเทศที่กำลังพัฒนาหรือประเทศโลกที่ 3 ซึ่งค่าแรงยังมีราคาถูกและสามารถหาวัสดุได้ง่าย ผู้เขียนนำเสนอผ่านโครงการที่อยู่อาศัยขนาดเล็กเพื่อความยั่งยืน (The Sustainable Urban Dwelling Unit :SUDU) ในประเทศเอธิโอเปีย โครงการนี้เป็นโครงการบ้านพักอาศัยขนาดเล็ก 2 ชั้น ก่อสร้างด้วยแรงงานและวัสดุท้องถิ่น ดังที่ปรากฏในรูปที่ 1

ที่มา: Block, P. (et.al.), 2017, p.28

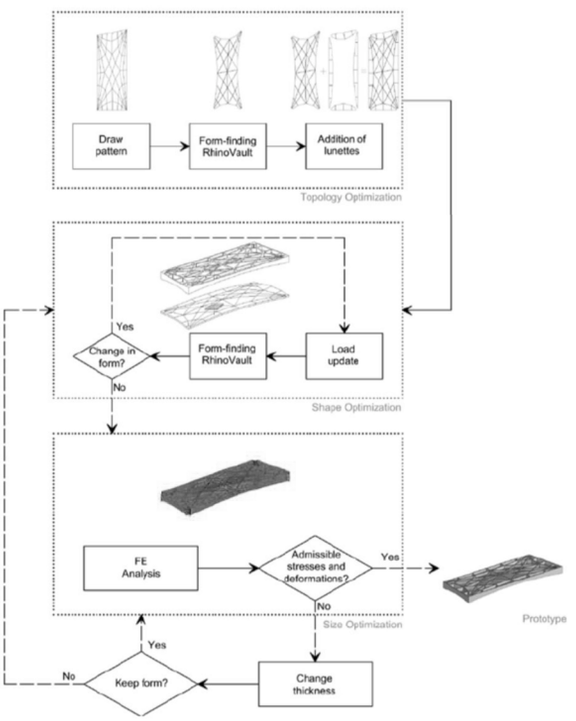
รูปที่ 1 การก่อสร้างโครงสร้างโค้งเปลือกบางซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของโครงการที่อยู่อาศัยขนาดเล็กเพื่อความยั้งยืน (The Sustainable Urban Dwelling Unit : SUDU)

1.2 Beyond the Slab II

ในบทนี้ผู้เขียนอธิบายถึงการบูรณาการเทคโนโลยีดิจิทัลแฟบริคเคชั่น ร่วมกับการใช้ระเบียบขั้นตอนแบบคอมพิวเทชั่นมาช่วยในการออกแบบพัฒนาและผลิตชิ้นแผ่นพื้นสแลปแบบรับเฉพาะแรงอัด โดยมีวัตถุประสงค์ในการศึกษาคือ ต้องการสร้างระบบพื้นสแลปรับแรงอัดอย่างเดียว (López, David et al., 2014) โดยที่สามารถรับแรงได้สูงสุดในขณะที่ใช้เนื้อวัสดุน้อยที่สุด (Design optimization) ผู้เขียนชี้ให้เห็นถึงระบบการผลิตโครงสร้างเสาและคานเสริมแรงในปัจจุบัน เพื่อให้ได้ชิ้นโครงสร้างที่มีราคาถูกและสามารถผลิตได้เร็ว การผลิตส่วนใหญ่จึงใช้วิธีหล่อจากแม่พิมพ์มาตรฐาน แผ่นพื้นสแลปถูกผลิตในแม่พิมพ์เสริมแรงด้วยเหล็กเส้นเพื่อทำหน้าที่รับแรงดึงและเพื่อป้องกันการโก่งตัวของชิ้นโครงสร้าง เมื่อมีเหล็กอยู่ด้านในเพื่อให้พื้นสามารถทนไฟได้จึงต้องมีการเทคอนกรีตทับลงไปอีกส่งผลให้ตัวโครงสร้างอาคารต้องรับภาระจากวัสดุมากขึ้น โดยวัสดุที่เพิ่มขึ้นนั้นไม่ได้ช่วยรับแรง ทำให้แผ่นพื้นสแลปรูปแบบนี้ใช้วัสดุปริมาณมากแต่รับน้ำหนักได้น้อย เพื่อให้ได้ชิ้นพื้นสแลปที่มีลักษณะรับแรงอัดอย่างเดียวโดยไม่ต้องเสริมแรงและใช้วัสดุน้อยที่สุด จึงต้องมองพฤติกรรมการรับแรงของพื้นสแลปต่างออกไปจากเดิม คือ มองเป็นโครงข่ายแรงเพื่อแปลงแรงในแนวดิ่งให้กระจายออกในแนวระนาบ โดยใช้ซอฟต์แวร์ไรโนวอล์ท (RhinoVault)[1] ซึ่งถูกเขียนขึ้นและพัฒนาโดยกลุ่มวิจัยบล็อกเพื่อใช้ในการพัฒนารูปทรงของโครงสร้างที่เหมาะสม โดยมีลำดับขั้นตอนการทำงานตามที่แสดงใน รูปที่ 2 แผ่นพื้นสแลปที่ได้จากกระบวนเชิงคอมพิวเทชั่นมีความซับซ้อนต่างจากรูปแบบแผ่นสแลปสำเร็จรูปทั่วไป ผู้เขียนได้นำเสนอวิธีการผลิตชิ้นสแลป 2 วิธีคือ

1) การใช้วิธีหล่อชิ้นสแลปด้วยคอนกรีตบนแม่พิมพ์โลหะที่กัดขึ้นรูปเฉพาะด้วยเครื่องจักรซีเอ็นซีในระบบดิจิทัล เพื่อให้ได้แม่พิมพ์ที่สามารถใช้งานในระดับอุตสาหกรรมใช้ซ้ำได้หลายครั้ง ตอบโจทย์ความคุมค่าเชิงเศรษฐศาสตร์ในระยะยาว

2) ขึ้นรูปชิ้นงานโดยตรงด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ (Rippmann M., et al., 2017) จากเทคนิคนี้ผู้เขียนไม่เพียงชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการผลิตชิ้นงานที่มีความซับซ้อนได้โดยที่ไม่ต้องทำแม่พิมพ์เท่านั้น แต่ยังชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการออกแบบและความสามารถผลิตโครงสร้างที่มีรูปแบบเฉพาะโดยไม่มีข้อจำกัดอีกด้วย

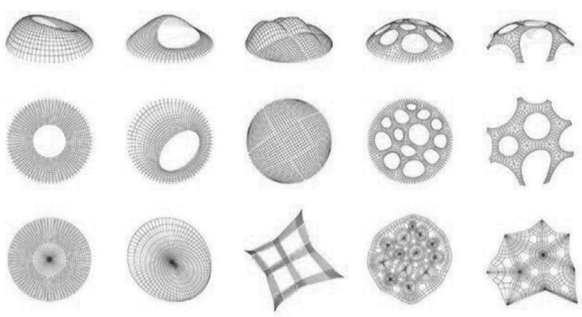


Source: Block et al., 2017

รูปที่ 2 ระเบียบขั้นตอนการพัฒนาระบบพื้นสแลปรับแรงอัดอย่างเดียว Flowchart for the three optimization steps of funicular floor system"

1.3 Beyond the Dome

อธิบายถึงหลักการของแผนภาพแรง (Force Diagrams) ซึ่งมีความสัมพันธ์ต่อรูปทรงของโครงสร้าง แผนภาพแรงเป็นเครื่องมือหนึ่งที่มีความสำคัญอย่างมากในงานออกแบบโครงสร้างเพื่อศึกษาพฤฒิกรรมของโครงสร้าง แนวโน้มของการเสียรูป รวมถึงเพื่อใช้ในการประเมินศักยภาพของโครงสร้าง ในบทนี้ผู้เขียนนำเสนอการมองและทำความเข้าใจโครงสร้างทรงโค้งแบบโดมผ่านแผนภาพแรง ระบบแผนภาพโครงข่ายแรง ผลลัพธ์คือโครงสร้างรูปทรงโดมที่ถูกสร้างขึ้นมาหลากหลายรูปแบบจากกระบวนการเชิงคอมพิวเทชั่นผ่านซอฟแวร์ไรโนวอล์ท (RhinoVault) ซึ่งทำให้เห็นถึงความเป็นไปได้ของการพัฒนาโครงสร้างที่มีความซับซ้อนจากแผนภาพแรงที่สามารถเห็นรูปแบบและผลลัพธ์ที่เกิดจากการคำนวนที่ซับซ้อนแบบทันทีทันใด (real time) (Rippmann M., et al., 2017) ส่งผลให้ได้รูปแบบโครงสร้างที่หลากหลาย มีความซับซ้อน ในขณะที่ใช้เวลาในการทำงานลดลง ดังที่แสดงในรูปที่ 3



ที่มา: Block, P. (et.al.), 2017, p.59-62

รูปที่ 3 ความหลากหลายของโครงสร้างรูปทรงโดมที่ถูกพัฒนาขึ้นจากซอฟแวร์ไรโนวอล์ท (RhinoVault)

1.4 Beyond Freeform

อธิบายถึงที่มาความสำคัญ และแนวคิดในการผลิตของโครงการอาร์มาดิลโลเป็นโครงการออกแบบ ผลิต และก่อสร้างโครงสร้างเปลือกบางผิวโค้งรูปทรงอิสระรับเฉพาะแรงอัดช่วงพาดกว้าง 16 เมตรโดยมีส่วนที่บางที่สุดอยู่ที่ไม่เกิน 5 เซนติเมตร ซึ่งประกอบจากหินที่มีรูปแบบที่ไม่ซ้ำกันเลยจำนวน 399 ชิ้น หินแต่ละก้อนถูกออกแบบมาให้สามารถอยู่ได้ด้วยตัวเอง (Self-support structure) ส่งผ่านน้ำหนักเชื่อมโยงถึงกันอย่างสมดุลโดยปราศจากการเสริมแรงและไม่มีการเชื่อมต่อกันด้วยวัสดุประสาน อันเป็นผลลัพธ์ที่เกิดจากการนำหลักการทางโครงสร้างในอดีตผสมผสานเข้ากับระเบียบวิธีการออกแบบสมัยใหม่เพื่อที่จะสร้างรูปแบบโครงสร้างผิวบางรูปทรงโค้งอิสระรับเฉพาะแรงอัดจากการก่อหินในลักษณะที่ต่างออกไปจากอดีตและไม่มีปรากฏให้เห็นในปัจจุบัน ดังที่แสดงในรูปที่ 4

ที่มา: Block, P. (et.al.), 2017, p.80

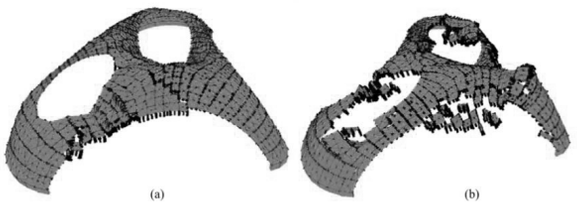
รูปที่ 4 โครงการอาร์มาดิลโลในงานนิทรรศการสถาปัตยกรรมนานาชาติ เวนิสเบียนาเล่ ปี พ.ศ. 2559 (La Biennale di Venezia, the 15th International Architecture)

2. The Making of the Armadillo

การออกแบบและก่อสร้างโครงการอาร์มาดิลโล เนื้อหาสาระในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายการถึงออกแบบ ผลิต และก่อสร้างอย่างละเอียดซึ่งประกอบด้วยสาระ 3 ส่วนคือ

2.1 การออกแบบรูปทรงและโครงสร้าง (Form and Structure)

การออกแบบโครงการอาร์มาดิลโลเริ่มจากการสเก็ตภาพโครงสร้างลงบนกระดาษ พัฒนารูปทรงให้ตรงความต้องการของผู้ออกแบบมากที่สุด จากนั้นจึงแปลงภาพสเก็ตเป็นแบบจำลองดิจิทัล 3 มิติ แล้วจึงส่งต่อไปยังซอฟต์แวร์ไรโนวอล์ท (RhinoVault) เพื่อศึกษาและพัฒนาความเป็นไปได้ในประเด็นต่าง ๆ การรับแรง การส่งผ่านแนวแรง และการเสียรูปของโครง เป็นต้น ข้อมูลที่ได้จากการออกแบบขั้นต้นทั้งหมดจะถูกนำไปใช้ในการออกแบบชิ้นหินที่ประกอบขึ้นมาเป็นโครงสร้างและข้อมูลชุดนี้ถูกนำไปทดสอบด้วยวิธีการเชิงคอมพิวเทชั่นจนแน่นอนแล้วว่าโครงสร้างที่ถูกออกแบบนั้นสามารถอยู่ได้แล้วขั้นตอนถัดไป คือ การจำลองการรับแรงของโครงสร้างจากแรงกระทำภายนอกอย่างในรูปที่ 5 เป็นการศึกษาลักษณะของโครงสร้างเมื่ออยู่สถานการณ์แผ่นดินไหวทำให้ชิ้นหินบางส่วนจะหลุดเพราะการถ่ายแรงไม่สมบูรณ์ การออกแบบด้วยวิธีการแบบนี้ไม่เพียงจะช่วยลดข้อผิดพลาดต่าง ๆ ลงได้อย่างมากยังสามารถช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถเตรียมการรับมือกับเหตุการณ์ที่อาจจะเกิดขึ้นในอนาคตได้ด้วย



ที่มา: Block, P. (et.al.), 2017, p.9

รูปที่ 5 แผนภาพการจำลองการถ่ายแรงของโครงสร้าง (ภาพ a โครงสร้างวิบัติการถ่ายแรงของโครงสร้างไม่สมบูรณ์) (ภาพ b โครงสร้างวิบัติจากแรงกระทำจากเหตุการณ์แผ่นดินไหว) ((a) Line load local failure mechanism. (b) Lateral earthquake load, global failure mechanism)

2.2 การผลิตชิ้นงานด้วยวิธีการตัดหิน (Stereotomy and Fabrication)

ผู้เขียนนำเสนอวิธีการตัดหินแบบสเตอริโอโทมี่ (Stereotomy) ซึ่งเป็นเทคนิคในการตัดชิ้นวัตถุในระนาบซึ่งมีลักษณะ 3 มิติในรูปแบบดั้งเดิม ส่วนใหญ่จะใช้ตัดวัสดุประเภทหินหรือไม้เพื่อให้ได้รูปทรงซึ่งสามารถนำมาประกอบขึ้นเป็นรูปร่างตามที่ต้องการในงานสถาปัตยกรรม การผลิตชิ้นหินหรือชิ้นไม้ด้วยวิธีนี้ในเป็นงานฝีมือขั้นสูงซึ่งต้องใช้ช่างฝีมือที่ฝึกฝนมานานจึงจะสามารถผลิตชิ้นงานที่มีความประณีต ตรงตามแบบ หากชิ้นงานที่ถูกผลิตออกมาคลาดเคลื่อนไปจากแบบไปเพียงเล็กน้อย จะไม่สามารถประกอบขึ้นเป็นรูปร่างหรือรูปแบบตามแบบได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานที่ผลิตจากวัสดุประเภทหิน การแก้ไขหน้างานทำได้ยาก การปรับแก้ใช้เวลาในการทำงานนานและต้นทุนที่สูง ในการก่อสร้างโครงการอาร์มาดิลโล ผู้ออกแบบเลือกนำเสนอวิธีการผลิตในรูปแบบใหม่ด้วยการใช้เทคโนโลยีโรโบติกส์และเข้ากับวิธีการตัดหินแบบสเตอริโอโทมี่ในแบบประเพณี คือการใช้แขนกลทำงานแทนแรงงานของช่างฝีมือแต่ยังคงใช้วิธีแบบดั้งเดิม ทำให้การผลิตชิ้นหินมีความประณีตและเที่ยงตรงสูงและสามารถลดต้นทุนจากการใช้แรงงาน

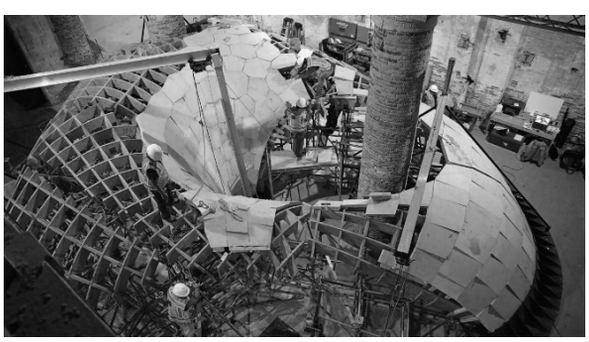
2.3 การประกอบและติดตั้ง (Construction and Assembly)

ผู้เขียนเปรียบโครงการอาร์มาดิลโลเหมือนชิ้นส่วนของจิ๊กซอว์จำนวน 399 ชิ้นที่มีรูปร่างไม่เหมือนกัน แต่ต้องถูกประกอบจัดวางให้เกิดขึ้นเป็นรูปเป็นร่างโดยที่ชิ้นหินแต่ละก้อนไม่เพียงจะต้องประกอบเข้าด้วยได้พอดีเท่านั้น แต่ยังสามารถส่งผ่านแนวแรงที่เกิดจากชิ้นหินแต่ละก้อนที่มีน้ำหนักมหาศาลถึงกันอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดอีกด้วย แนวคิดการประกอบชิ้นงานที่ซับซ้อนและมีขนาดใหญ่

อย่างโครงการอาร์มาดิลโล่ จะต้องถูกคิดคู่ขนานไปกับทุก ๆ ขั้นตอนนับตั้งแต่การออกแบบ การพัฒนาโครงสร้าง จนถึงกระบวนการผลิต ในรูปที่ 6 คือชิ้นหินที่ผลิตแล้วเสร็จแล้วถูกจัดวางตามหมวดหมู่เพื่อให้ง่ายต่อการบริหารจัดการในขั้นตอนการประกอบต่อไป

ที่มา: Block, P. (et.al.), 2017, p.136

รูปที่ 6 ชิ้นหินบางส่วนซึ่งถูกผลิตด้วยเทคโนโลยีดิจิทัลแฟบริคเคชั่นเพื่อทดลองประกอบ (Some of the cut voussoirs waiting for the test assembly)



ที่มา: Block, P. (et.al.), 2017, p.161-162

รูปที่ 7 ไม้อัดสานกันแบบวอฟเฟิล 2 ทาง (2 way waffle)

การติดตั้งโครงการอาร์มาดิลโล่เริ่มจากการสร้างโครงนั่งร้านซึ่งผลิตขึ้นมาโดยเฉพาะจากไม้อัดสานกันแบบวอฟเฟิล 2 ทาง (2 way waffle) จากชุดข้อมูลดิจิทัลชุดเดียวกันกับโครงการอาร์มาดิลโล่จึงทำให้โครงนั่งร้านนี้ไม่เพียงทำหน้าที่ช่วยรับชิ้นหินชั่วคราวขณะก่อสร้างแต่ยังทำหน้าที่เป็นระบบพิกัดใช้สำหรับอ้างอิงช่วยให้การวางชิ้นหินในระนาบ 3 มิติได้อย่างสมบูรณ์ เมื่อชิ้นหินจะถูกนำมาจัดวางเรียงตามลำดับ ซึ่งถูกออกแบบและวางแผนไว้อย่างเป็นระบบซึ่งสัมพันธ์กับการถ่ายแรงของโครงสร้าง ในรูปที่ 7 โครงสร้างจะถูกประกอบขึ้นในโรงงานจนแล้วเสร็จเพื่อศึกษาข้อผิดพลาดต่าง ๆ ที่อาจเกิดขึ้นและสามารถแก้ไข จากนั้นจะถูกรื้อออกทั้งหมดแล้วขนส่งไปประกอบอีกครั้งที่เมืองเวนิส ประเทศอิตาลี การทำงานในลักษณะนี้แตกต่างจากกระบวนการก่อสร้างแบบตั้งเดิมโดยสิ้นเชิง การก่อสร้างแบบเดิมคือการนำวัสดุต่าง ๆ ไปผลิตและก่อสร้างที่หน้างาน หากเกิดข้อผิดพลาดก็จะทำการแก้ไขเฉพาะหน้าแล้วแต่กรณี ทำให้การก่อสร้างลักษณะนี้ยากที่จะทำการควบคุมคุณภาพของงานก่อสร้าง

Beyond Bending : Reimaging Compression Shells คือการนำเสนอกระบวนการการสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมโดยการผสมผสานเทคนิคดิจิทัลและเทคนิคแบบดั้งเดิมเข้าด้วยกัน เนื้อหาครอบคลุมทั้งกระบวนการตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มต้นการออกแบบ การพัฒนาแบบทั้งในเชิงสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมโครงสร้าง เทคนิคการผลิตชิ้นส่วนและองค์ประกอบของโครงสร้าง เทคนิคการประกอบ ก่อสร้าง จนถึงขั้นตอนของการรื้อถอน ตลอดทุกขั้นตอนทำงานต่อเนื่องเชื่อมโยงเป็นเนื้อเดียวกันด้วยระบบดิจิทัล จึงกล่าวได้ว่าหนังสือ Beyond Bending: Reimaging Compression Shells นำเสนอระเบียบขั้นตอนการทำงานสถาปัตยกรรมแบบดิจิทัล (Digital process) ที่สมบูรณ์สุดเล่มหนึ่ง องค์ความรู้จากหนังสือเล่มนี้จึงไม่เพียงมีประโยชน์ต่อสถาปนิกหรือวิศวกรที่ทำงานในระบบดิจิทัลเท่านั้น แต่เป็นองค์ความรู้ที่สำคัญอย่างยิ่งต่อสถาปนิก นักวิชาการ นักศึกษา และ บุคคลทั่วไป ที่มีความสนใจต่องานออกแบบและก่อสร้างใช้สำหรับทำความเข้าใจต่อรูปแบบและกระบวนการการทำงานสถาปัตยกรรมที่กำลังจะเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิงใน

Reviewed by:
Samustapon Tanapant
Faculty of Architecture and Planning,
Thammasat University

Notes

[1] ซอฟต์แวร์ไรโนวอล์ท (RhinoVault) กลุ่มวิจัยบล็อกเปิดให้สามารถนำไปใช้งานโดยไม่เสียค่าใช้จ่าย สามารถเข้าถึงได้จาก http://www.block.arch.ethz.ch/brg/tools/rhinovault

References

Block P., Van Mele T., Liew A., DeJong M., Escobedo D. and Ochsendorf J. (2018). Structural design, fabrication and construction of the Armadillo Vault. *The Structural Engineer. 96*(5), 10-20.

López D., Veenendaal D., Akbarzadeh M. and Block P. (2014). Prototype of an ultra-thin, concrete vaulted floor system, *Proceedings of the IASS-SLTE 2014 Symposium*, Brazil: Brasilia.

Rippmann M., Lachauer L. and Block P. (2012). RhinoVAULT - Interactive Vault Design. *International Journal of Space Structures, 27*(4), 219 - 230.

Rippmann M., Liew A. & Block P. (2017). A Structural 3D-printed floor, In P. F. Yuan, Menges & N., Leach (Eds.), *Digital Fabrication*. Shanghai: Tongji University Press.

Van Mele, T. et al. (2016, September). In K. Kawaguchi, M. Ohsaki, T. Takeuchi (Eds.), Form finding and structural analysis of a freeform stone vault. *Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium*, Tokyo, Japan.