

วัสดุก่อสร้างในกระบวนการสร้างสรรค์สถาปัตยกรรม
ในรัชกาลพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (พ.ศ. 2394 - 2411)¹
Construction Materials in Architectural Process during
the Reign of King Mongkut (1851 - 1868)

พีรศรี โปวาทอง, Pirasri Povatong *

วันรับบทความ 24 เมษายน 2565 / วันแก้ไขบทความ 20 พฤศจิกายน 2565 / วันตอบรับบทความ 16 พฤษภาคม 2565

บทคัดย่อ

บทความนี้มุ่งศึกษากระบวนการจัดหาวัสดุก่อสร้างสถาปัตยกรรม อันเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการสร้างสรรค์งานสถาปัตยกรรมในรัชกาลพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (พ.ศ. 2394 - 2411) รวบรวมข้อมูลจากเอกสารชั้นต้นประเภทเอกสารลายลักษณ์ วิเคราะห์ข้อมูลจากตัวบทเอกสาร ผลการศึกษา พบว่า (1) วัสดุก่อสร้างส่วนใหญ่ที่ใช้ในงานสถาปัตยกรรมแบ่งเป็น 6 กลุ่มคือ ไม้ อิฐ ปูน ศิลา กระเบื้องดินเผา และโลหะ (2) วัสดุก่อสร้างส่วนใหญ่ยังคงมาจากการเกณฑ์ในระบบส่วยสาอากรแบบจารีตควบคู่ไปกับการจัดซื้อวัสดุ การจัดหาวัสดุก่อสร้างเหล่านี้อาศัยการทำบัญชีทางว่า เช่นเดียวกับการควบคุมแลกไพร่ (3) การผลิตวัสดุก่อสร้างในประเทศมีลักษณะเป็นงานหัตถกรรมมากกว่าอุตสาหกรรม ใช้แรงงานมนุษย์เป็นหลักในทุกขั้นตอน ขณะที่วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต เช่น ไม้พิน ดินเหนียว หินปูน ก็เป็นของในพื้นที่ กระบวนการผลิตจึงถูกควบคุมด้วยวิถีจารีตของธรรมชาติ (4) ปัจจัยสำคัญของการผลิตวัสดุก่อสร้าง คือแหล่งวัตถุดิบ และการขนส่งไปยังพื้นที่ที่มีโครงการก่อสร้างมาก เช่น กรุงเทพฯ เพชรบุรี นครไชยศรี สระบุรี ลพบุรี และสงขลา (5) เส้นทางการขนส่งวัสดุก่อสร้างและการขยายแหล่งวัสดุก่อสร้างใหม่ ๆ ยึดโยงอยู่กับเส้นทางคมนาคมทางน้ำ ทั้งแม่น้ำ คลอง และทะเล

คำสำคัญ วัสดุก่อสร้าง สถาปัตยกรรม รัชกาลที่ 4

¹ บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยเรื่อง กระบวนการสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมในรัชกาลพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (พ.ศ. 2394 - 2411)

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประจักษ์ภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, povatong@gmail.com

Abstract

This research article aimed to examine the process of producing and procuring construction materials during the reign of King Mongkut (1851-1868) through the collection and analysis of primary archival materials. The findings were: (1) there were 6 types of construction materials: wood, brick, lime, stone, tiles, and metals; (2) most of the materials were still procured through the traditional corvee system, while some needed to be purchased. The procurement process relied upon a detailed tally system, the similar system used in the control of corvee labor; (3) the local production of construction materials was craft-based rather than industry, using manual labor in major steps. Raw materials such as firewood, clay, or limestone, were obtained locally, so the production process was controlled by the natural cycle; (4) a major factor was the locations of raw materials and the transport from those places to the construction sites, many of which were provincial cities such as Ayutthaya, Phetchaburi, Nakhon Chaisi, Saraburi, Lopburi, and Songkhla; and (5) transportation routes and the new sources of materials remained attached to waterways such as rivers, canals, or even the sea.

Keywords construction materials, architecture, King Mongkut

บทนำ

รัชกาลพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (พ.ศ. 2394 - 2411) เป็นช่วงเวลาที่มีความเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอย่างสำคัญในสังคมสยาม ทั้งจากปัจจัยจากต่างประเทศและปัจจัยที่เกิดในประเทศต่อเนื่องจากในช่วงรัชกาลที่ 3 (พ.ศ. 2367 - 2394) ช่วงรัชกาลพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวจึงเป็นช่วงเปลี่ยนผ่านที่สำคัญ และมีความสลับซับซ้อนอย่างยิ่งในหลายมิติ ทั้งสังคม เศรษฐกิจ การเมืองการปกครอง และวัฒนธรรม สำหรับความเปลี่ยนแปลงในสถาปัตยกรรมและเมืองในช่วงรัชกาลที่ 4 ปรากฏในการก่อสร้างพระราชวังและวัง วัด และถาวรวัตถุสถานต่าง ๆ จำนวนมาก ที่มีรูปแบบสถาปัตยกรรมเฉพาะตัว ผสมรูปแบบสถาปัตยกรรมหลายหลาก ทั้งสยามโบราณ ขอม จีน และฝรั่ง นอกจากนี้ยังมีการขุดคลอง ตัดถนน และสร้างสะพาน ทั้งในพระนครและนอกพระนคร ตอบรับกับการขยายตัวของเมือง และการขยายตัวของเศรษฐกิจสยามอันเป็นผลสืบเนื่องจากการทำสนธิสัญญาเบาว์ริงใน พ.ศ. 2399

ในช่วงเวลาดังกล่าวมีการก่อสร้างตลอดเวลา โดยเฉพาะการก่อสร้างพระราชวัง วัง และวัด ทั้งในพระนครและตามหัวเมืองสำคัญรอบพระนคร ในสมัยรัชกาลที่ 4 เมืองกรุงเทพฯ ขยายตัวขึ้นตามลำดับ เฉพาะในพระบรมมหาราชวังเองมีการสร้างพระที่นั่งอาภรณ์ภิโมกข์ปราสาท พระอภิเนาวนิเวศน์ พระพุทธรินเวศน์ พระพุทธปรังก์ปราสาท พระศรีรัตนมหาเจดีย์ โรงกระษాปณ์สิทธิการ ทำราชวรดิฐ และปราสาทนครวัดจำลอง ขณะที่ในพระนครมีการสร้างวัดพุทธมณาราม วัดราชประดิษฐ์สถิตมหาสีมาราม วัดมกุฏกษัตริยาราม วัดโสมนัส

วิหาร การสร้างพระมหาเจดีย์ที่วัดพระเชตุพนวิมลมังคลาราม ตลอดจนการปรับปรุงพระราชวังบวรสถานมงคล การสร้างพระราชวังสราญรมย์ สวนนันทอุทยาน และการก่อสร้างวังเจ้านายจำนวนมาก ส่วนนอกพระนครนั้น มีการสร้างพระสมุทรเจดีย์ที่ปากน้ำ การสร้างพระปฐมเจดีย์และพระราชวังปฐมนครที่แขวงเมืองนครไชยศรี การสร้างพระนครคีรี พระเจดีย์ที่เขapunมขวิด ถ้าเขาหลวง แขวงเมืองเพชรบุรี การบูรณะมณฑปพระพุทธบาท การสร้างมกุฎพันธเจดีย์ และพระธรรมยุตต์กัลเลนเจดีย์ แขวงเมืองสระบุรี การสร้างพระราชวังจันทร์เกษม วัดเสนาสนาราม และพระเจดีย์ที่วัดชุมพลนิกายาราม แขวงกรุงเก่า การบูรณะพระนารายณ์ราชนิเวศน์และวัดกวิศราราม แขวงเมืองลพบุรี ตลอดจนการสร้างพระเจดีย์ที่เขาตังกวน เมืองสงขลา และการสร้างกำแพงเมืองโคราช

กระบวนการสำคัญในการสร้างงานสถาปัตยกรรมทั้งหลายเหล่านี้ คือ การผลิตและจัดหาวัสดุ ก่อสร้างอันหลากหลาย นายช่างต้องคำนวณปริมาณวัสดุก่อสร้างที่ต้องการ เพื่อที่แม่กอง ผู้กำกับก่อสร้าง จะได้กะประมาณราคาในกรณีที่เป็นวัสดุที่ต้องจัดซื้อ ทั้งยังต้องคำนึงถึงการผลิต ไม่ว่าจะผลิตได้ในพื้นที่ หรือเป็นวัสดุจากที่อื่น ต้องคำนึงถึงการจัดหา การขนส่งมายังพื้นที่ก่อสร้างให้ครบตามจำนวน ในกำหนดเวลาที่สอดคล้องกับขั้นตอนและเงื่อนไขเวลาในการก่อสร้าง ดังนั้น กระบวนการจัดหาวัสดุก่อสร้าง จึงถือเป็นหัวใจสำคัญประการหนึ่งในการสร้างงานสถาปัตยกรรมซึ่งในรัชกาลที่ 4 มีการก่อสร้างหลากหลายรูปแบบและมีการก่อสร้างตลอดช่วงรัชสมัย

งานวิจัยนี้มุ่งศึกษากระบวนการจัดหาวัสดุก่อสร้างในงานสถาปัตยกรรมศาสตร์ในสมัยรัชกาลที่ 4 โดยอาศัยข้อมูลสำคัญ คือ เอกสารจดหมายเหตุ เป็นข้อมูลหลักในการศึกษาวิเคราะห์ ด้วยเหตุว่าเอกสารจดหมายเหตุเป็นเอกสารปฐมภูมิ ที่ให้ข้อมูลร่วมสมัยของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นระหว่างการสร้างสรรคงานสถาปัตยกรรมต่าง ๆ ในรัชกาลที่ 4 เป็นเอกสารชั้นต้นที่ไม่ผ่านการเรียบเรียง ชำระ หรือแต่งเติมโดยผู้ปฏิบัติงานประวัติศาสตร์ในสมัยหลัง สำหรับประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับคือ เป็นฐานข้อมูลเอกสารจดหมายเหตุเพื่อให้สามารถเข้าถึงและสืบค้นได้ง่ายขึ้น และสร้างความรู้ความเข้าใจในมิติกระบวนการก่อสร้างโดยเฉพาะการใช้วัสดุก่อสร้างในรัชกาลที่ 4 ซึ่งเป็นยุคเปลี่ยนผ่านที่สำคัญยิ่งในประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมไทย

วัตถุประสงค์ในการวิจัย

โครงการวิจัยนี้มุ่งศึกษาการจัดหาวัสดุก่อสร้างซึ่งเป็นหนึ่งในองค์ประกอบสำคัญของการสร้างงานสถาปัตยกรรมที่ในสมัยรัชกาลที่ 4 มีวัตถุประสงค์สามประการ คือ (1) ศึกษาลักษณะและประเภทของวัสดุในการออกแบบและก่อสร้างสถาปัตยกรรม (2) ศึกษากระบวนการจัดหาวัสดุก่อสร้างสถาปัตยกรรมซึ่งมีการก่อสร้างทั้งในพระนครและในหัวเมืองท่าไกล และ (3) วิเคราะห์และสรุปความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะวัสดุ ก่อสร้างกับลักษณะงานก่อสร้างสถาปัตยกรรม

การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

งานศึกษาเกี่ยวกับสถาปัตยกรรมในรัชกาลที่ 4 แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1) งานประเภทตำานและพระราชพงศาวดาร เป็นงานประวัติศาสตร์นิพนธ์อย่างจารีต มุ่งรวบรวมและนำเสนอข้อมูลเป็นหลัก โดยมากเรียบเรียงขึ้นในรัชกาลพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว และรัชกาลพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว อาทิ

พระราชพงศาวดารกรุงรัตนโกสินทร์ รัชกาลที่ 4 เจ้าพระยาทิพากรวงศ์ (ข้า บุนนาค) แต่งถวาย พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวใน พ.ศ. 2412 มุ่งนำเสนอเหตุการณ์สำคัญในช่วงรัชสมัยตามลำดับ เวลา ตั้งแต่ขึ้นครองราชย์จนเสด็จสวรรคต ให้อรรถาธิบายเกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารสถานที่ต่าง ๆ ไว้อย่างย่อ ๆ ตามลำดับเวลา แล้วกล่าวสรุปพระราชกรณียกิจในการสร้างและบูรณะปฏิสังขรณ์พระอาราม พระราชวัง หัวเมือง ตลอดจนป้อมปราการและงานโยธาต่าง ๆ ไว้ตอนท้ายเรื่องโดยมิได้ให้อรรถาธิบายเท่าใดนัก เว้นแต่โครงการสำคัญ ๆ เช่น พระปฐมเจดีย์ พระสมุทรเจดีย์ และพระนครคีรี ทั้งนี้ พึงเข้าใจว่าเจ้าพระยาทิพากรวงศ์ แต่งพระราชพงศาวดารถวาย เพื่อให้รัชกาลที่ 5 ทรงศึกษาเป็นการจำเพาะ ล่วงมาถึงปลายรัชกาลที่ 5 ใน พ.ศ. 2443 โปรดเกล้าฯ ให้สมเด็จพระเจ้าน้องยาเธอ กรมหลวงดำรงราชานุภาพทรงตรวจสอบชำระครั้งหนึ่ง แต่การล่วงมาถึง พ.ศ. 2477 *พระราชพงศาวดารกรุงรัตนโกสินทร์ รัชกาลที่ 4* จึงตีพิมพ์เผยแพร่ขึ้นเป็นครั้งแรก

เรื่องตำนานสถานที่แล้วตฤต่าง ๆ ซึ่งพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงสร้าง นับเป็นประชุมพงศาวดารภาคที่ 25 โดยสมเด็จพระเจ้าบรมวงศ์เธอ กรมพระยาดำรงราชานุภาพ ทรงนิพนธ์ขึ้นเมื่อ พ.ศ. 2464 โดยประมวลข้อมูลจากพระราชพงศาวดารฉบับเจ้าพระยาทิพากรวงศ์ประกอบกับเอกสารชั้นต้น บางฉบับ อธิบายประวัติย่อ ๆ ของอาคารและวัตถุสถานต่าง ๆ ที่รัชกาลที่ 4 โปรดเกล้าฯ ให้สร้างขึ้น แยกหมวดหมู่เป็นสถานที่ในพระนคร สถานที่ในหัวเมือง พระอาราม พระพุทธรูปสำคัญ เรือพระที่นั่ง ตลอดจนเครื่องราชอิสริยาภรณ์ โดยมุ่งเฉลิมพระเกียรติยศในรัชกาลที่ 4 เป็นสำคัญ

ทั้งนี้ *เรื่องตำนานสถานที่แล้วตฤต่าง ๆ* ต่างไปจาก *พระราชพงศาวดารกรุงรัตนโกสินทร์ รัชกาลที่ 4* โดยพยายามวิเคราะห์บริบททางประวัติศาสตร์ให้เห็นเหตุปัจจัยในการก่อสร้าง ประวัติของอาคารสถานที่แต่ละแห่งก่อนสมัยรัชกาลที่ 4 ตลอดจนสภาพปัจจุบัน อันหมายถึงสมัยที่สมเด็จพระเจ้าบรมวงศ์เธอ กรมพระยาดำรงราชานุภาพ ทรงเรียบเรียงหนังสือเล่มนี้ อย่างไรก็ตาม หนังสือทั้งสองเล่มเป็นเอกสารสำคัญ ที่ช่วยฉายให้เห็นภาพรวมของงานสถาปัตยกรรมในสมัยรัชกาลที่ 4 ดังปรากฏว่าได้มีการตีพิมพ์ซ้ำครั้งแล้วครั้งเล่าสืบมาจนปัจจุบัน แม้ว่าข้อจำกัดสำคัญของหนังสือสองเล่มนี้คือ การให้ความสำคัญสิ่งก่อสร้างมากกว่ากระบวนการในการออกแบบ และก่อสร้าง ตลอดจนการใช้ข้อมูลเอกสารจดหมายเหตุอย่างจำกัด ตามลักษณะประวัติศาสตร์นิพนธ์แบบจารีต อย่างไรก็ตาม หนังสือทั้งสองเล่มนี้นับว่าเป็นงานมาตรฐานที่ผู้ศึกษาในสมัยต่อมาใช้อ้างอิงอยู่เสมอในการศึกษาประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรมสมัยรัชกาลที่ 4 จึงมีผลอย่างมากต่อการศึกษาและวิเคราะห์ในหนังสือ

2) หนังสือ งานวิจัย และวิทยานิพนธ์ ที่เกี่ยวเนื่องกับสถาปัตยกรรมสมัยรัชกาลที่ 4 ได้แก่ *การออกแบบพระนครคีรี จังหวัดเพชรบุรี* (Thatsanaleelaporn, 2000) *รูปแบบพระอุโบสถและพระวิหาร ในสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว* (Jirathutsanakul, 2004) *พระอภิเนาว์นิเวศน์ : พระราชานิเวศน์ในพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว* (Saksri, 2006) *ศิลปกรรมแบบพระราชนิยมพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว* (Chandavij, 2006) *สถาปัตยกรรมแบบตะวันตกในสยามสมัยรัชกาลที่ 4 - พ.ศ. 2480* (Chungsirarak, 2010) *วัด-วัง ในพระราชประสงค์พระจอมเกล้าฯ* (Preamkulanan, 2017)

งานกลุ่มนี้เป็นการศึกษาเชิงลึกลงในอาคารเฉพาะประเภท โดยเฉพาะพระราชวังและพระอารามที่รัชกาลที่ 4 ทรงสถาปนา โดยมีจุดร่วมสำคัญคือการอ้างอิง *เรื่องตำนานสถานที่แล้ววัตถุต่าง ๆ* และ *พระราชพงศาวดารกรุงรัตนโกสินทร์ รัชกาลที่ 4* เป็นหลัก ประกอบกับการวิเคราะห์ข้อมูลประเภทต่าง ๆ เช่น อาคารที่ยังคงเหลืออยู่ให้ศึกษา เอกสารชั้นต้น ภาพถ่าย แผนที่ แบบสถาปัตยกรรม บันทึกของชาวต่างชาติ ฯลฯ ที่มีได้มีการใช้อย่างเป็นระบบในงานศึกษากลุ่มแรก งานกลุ่มนี้ส่วนหนึ่งเป็นงานวิเคราะห์กรณีศึกษา เช่น พระนครคีรี พระอภิเนาวนิเวศน์ วัดพระสมุทรเจดีย์ วัดราชประดิษฐ์สถิตมหาสีมาราม ขณะที่หลาย ๆ งานมุ่งศึกษาตีความเชิงสัญลักษณ์ คติความเชื่อทางศาสนาที่แฝงอยู่ในงานสถาปัตยกรรมและศิลปกรรม โดยอาศัยการอนุมานและการตีความมากกว่าหลักฐานเชิงประจักษ์ สถาปัตยกรรมจึงเป็นผลลัพธ์ของปัจจัยภายนอก เช่น อิทธิพลมหาอำนาจตะวันตก แนวความคิดทางการเมืองของรัชกาลที่ 4 พระราชประสงค์และพระอัจฉริยภาพในรัชกาลที่ 4 เป็นต้น

เมื่อทบทวนวรรณกรรมทั้งสองกลุ่มที่กล่าวมาแล้ว เห็นได้ว่ายังมีช่องว่างที่สำคัญสำหรับการศึกษาวิจัยทางประวัติศาสตร์สถาปัตยกรรม คือการมุ่งศึกษาการสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมในสมัยรัชกาลที่ 4 ว่ามีกระบวนการอย่างไร ทั้งในด้านบุคลากร วัสดุก่อสร้าง และขั้นตอนในการออกแบบและก่อสร้าง จากนั้นจึงวิเคราะห์ว่ากระบวนการดังกล่าวสัมพันธ์กับบริบททางสังคม เศรษฐกิจ และการเมืองการปกครองในสมัยนั้นอย่างไร สำหรับบทความวิจัยนี้มุ่งอธิบายข้อค้นพบเรื่องกระบวนการผลิตและจัดหาวัสดุก่อสร้าง เท่านั้น

ระเบียบวิธีวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเอกสารจดหมายเหตุ (archival research) ใช้วิธีการวิเคราะห์ด้วยบทเอกสาร (textual analysis) ร่วมกับการพรรณนาวิเคราะห์ (descriptive analysis) มุ่งศึกษาการจัดหาวัสดุการก่อสร้างสถาปัตยกรรมในช่วงรัชกาลที่ 4 มีขั้นตอนศึกษา ดังนี้

1) **รวบรวมข้อมูลจากแหล่งข้อมูลหลัก** ผู้วิจัยรวบรวมข้อมูลเอกสารจดหมายเหตุจากห้องเอกสารโบราณ หอสมุดแห่งชาติ และหอจดหมายเหตุแห่งชาติ ท่าวาสุกรี โดยคัดเลือกเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการสร้างสรรค์งานสถาปัตยกรรมในมิติต่าง ๆ ทั้งพระราชดำริ พระราชปรารภในการก่อสร้าง หมายรับสั่ง ใบบอกหมายเกณฑ์ไม้และวัสดุก่อสร้างต่าง ๆ หมายเกณฑ์แรงงาน ประกาศ ประกาศแม่พระราชกุศล ฯลฯ ผู้วิจัยได้รวบรวมเป็นฐานข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ ประกอบด้วยเอกสารจากกลุ่มหนังสือตัวเขียนและจารึก สำนักหอสมุดแห่งชาติ 65 รายการ และเอกสารจากหอจดหมายเหตุแห่งชาติ 61 รายการ ประกอบกับเอกสารคัดจากประชุมประกาศรัชกาลที่ 4 อีก 21 รายการ

2) **การปริวรรตจากตัวเขียนเป็นตัวพิมพ์** เนื่องจากงานวิจัยนี้ศึกษาข้อมูลจากเอกสารจดหมายเหตุสมัยรัชกาลที่ 4 เป็นจำนวนมาก ที่มีอักษรวิธีต่างจากสมัยปัจจุบัน ผู้วิจัยจึงดำเนินการปริวรรตเอกสารตัวเขียนที่ยังมิได้มีการตีพิมพ์เป็นตัวพิมพ์ ส่วนเอกสารตัวเขียนที่มีการตีพิมพ์แล้วจะใช้อักษรวิธีตามที่ปรากฏในการจัดพิมพ์ สำหรับการยกข้อความมาประกอบบทวิเคราะห์ ผู้วิจัยปรับอักษรวิธีให้เป็นอย่างปัจจุบัน เพื่อความสะดวกในการสื่อความหมายและทำความเข้าใจ

3) **การจำแนกข้อมูลพื้นฐาน** จากข้อมูลที่ปริวรรตแล้วนำมาจำแนกข้อมูล เช่น จำแนกตาม ชื่ออาคาร ที่ตั้ง ปีที่เริ่มก่อสร้าง ปีที่สร้างแล้วเสร็จ งบประมาณ วัสดุ ทั้งการผลิตและการจัดหา เพื่อการวิเคราะห์ในขั้นต่อไป

4) **รวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ** ผู้วิจัยรวบรวมและศึกษาข้อมูลทุติยภูมิจากแหล่งต่าง ๆ เพื่อประกอบการวิเคราะห์ข้อมูล ศึกษาบริบททางสังคม เศรษฐกิจ การเมืองการปกครอง ของช่วงรัชกาลที่ 4 กับทั้งช่วงรัชกาลก่อนและหลังจากนั้น ดำเนินการทบทวนวรรณกรรมจนเห็นโอกาสที่จะดำเนินการศึกษาในขั้นต่อไป

5) **วิเคราะห์ข้อมูล** ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลตามกรอบทฤษฎีที่วางไว้ โดยจำแนกให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่างบริบททางสังคม เศรษฐกิจ การเมืองการปกครอง กับกระบวนการสร้างสรรค์สถาปัตยกรรมในสมัยรัชกาลที่ 4 โดยเฉพะมิติของความสัมพันธ์ระหว่างการจัดหาวัสดุก่อสร้างก่อสร้างกับการก่อสร้างสถาปัตยกรรม เพื่อสังเคราะห์ให้เห็นสถาปัตยกรรมไทยในสมัยรัชกาลที่ 4 ที่เป็นผลิตผลของบริบททางสังคมและวัฒนธรรมร่วมสมัย

ผลการศึกษา

ผู้วิจัยสรุปผลการศึกษาวัสดุก่อสร้างในสถาปัตยกรรมในรัชกาลที่ 4 ผ่านวัสดุที่ใช้งานก่อสร้าง 6 ประเภท ประกอบด้วย ไม้ อิฐ ปูน ศิลา กระเบื้องดินเผา และโลหะ ทั้งนี้ ในการเสนอผลจะได้อธิบายประเภทวัสดุร่วมกับการผลิต การจัดหา และการขนส่ง สรุปได้ดังนี้

1) **ไม้** เป็นวัสดุก่อสร้างที่ใช้ในแทบทุกส่วนของสถาปัตยกรรมไทยในสมัยรัชกาลที่ 4 ทั้งเป็นโครงสร้าง เปลือกอาคาร หรือเครื่องตกแต่ง ไม้เป็นโครงสร้างสำคัญ ทั้งในอาคารเครื่องสับ อาคารเครื่องก่อตลอดจนอาคารชั่วคราวอย่างพระเมรุมาศ พระเมรุ และเขาไกรลาศ

ในส่วนฐานราก อาคารเครื่องก่อในสมัยรัชกาลที่ 4 ทำฐานรากระบบคลองราก โดยการขุดดินเป็นแนวตามแนวเสาหรือผนังที่รับน้ำหนักตัวอาคารลงไปที่ลึกลงไป ปรับหน้าดินให้ได้ระดับ แล้วเอาท่อนไม้เรียงเป็นแนว เมื่อไม้ซ้อนทับกันเป็นมุมฉาก จึงเรียกว่า ไม้แครงแครง สำหรับสิ่งก่อสร้างที่มีน้ำหนักมากอาจทำฐานรากอีกแบบหนึ่ง คือตอกเข็มไม้ลึกลงไปในดิน แล้ววางไม้แครงแครงเป็นตาข่ายราบทับด้านบนเพื่อกระจายแรงอย่างฐานรากแผ่ เรียกว่า ตาราง โดยมีต้องทำคลองรากอย่างแบบแรก (Tangcharoensab, 2004: 51-66) งานฐานรากอีกอย่างหนึ่ง คือการทำเชื่อมด้วยไม้ซุงจำพวกไม้เนื้อแก่นทั้งต้น เสียมปลายด้านหนึ่งให้แหลม แล้วตอกลงไปในดิน เรียงชิดกันเป็นแนวยาว นิยมทำเป็นกำแพงกันดินรอบสระน้ำ หรือที่ชายตลิ่ง เรียกว่า เชื่อม โดยอาจก่ออิฐเป็นแนวและทำขอบด้านบนเพื่อความเรียบร้อย ดังตัวอย่างการสร้างสระน้ำในพระราชอุทยานสวนขวาเมื่อครั้งรัชกาลที่ 2 ที่โปรดเกล้าฯ ให้ “ขุดสระใหญ่ ข้างสระนั้นลงเชื่อมแล้วก่ออิฐบังน้ำเชื่อม พื้นสระนั้นให้ปูอิฐถือปูนทั่วไปทำเหมือนอ่างแก้ว” (Damrong Rajanubhap, 2003: 104)

ส่วนตัวอาคาร ซึ่งแบ่งออกได้เป็นตัวเรือนกับเครื่องบนนั้น ย่อมใช้ไม้เป็นวัสดุทั้งสองส่วน ในส่วนตัวเรือนนั้น จากเอกสารจดหมายเหตุสมัยรัชกาลที่ 4 อาจสรุปได้โดยสังเขปว่าการเกณฑ์ไม้จากหัวเมืองจะระบุความยาว ขนาด และจำนวนของตัวไม้ที่ต้องการ ตัวอย่างเช่นสารตราที่ราชสำนักที่กรุงเทพฯ ส่งไปเร่งเกณฑ์ไม้

จากหัวเมืองราชบุรีและกาญจนบุรี ในช่วง พ.ศ. 2395 - 2410 รวมจำนวน 11 ฉบับ เห็นได้ว่าไม้ที่ต้องเกณฑ์มาใช้ในการก่อสร้างแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ไม้เสา และไม้หน้า ไม้เสามีหน้าตัดกลม มีขนาดเป็นก่า (เส้นรอบวง 1 ก่า = 20 เซนติเมตร) ส่วนไม้หน้า หน้าตัดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้าหรือสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีขนาดเป็นนิ้ว (นิ้วอย่างไทย 4 กระเปียด = 1 นิ้ว 12 นิ้ว = 1 คืบ) (Wiraprachak, 1993: 258-259) สำหรับชนิดไม้ นั้น เอกสารบางฉบับระบุว่า เป็นไม้เต็งรังซึ่งเป็นไม้เนื้อแข็งที่มีความทนทานสูง นิยมใช้ทำเสา รอด ตง ช่อ กระดานพื้น กระดุกงเรือ ฯลฯ

อาคารประเภทหนึ่งที่ใช้โครงสร้างไม้เฉพาะตัว คือ พระเมรุ ซึ่งเป็นโครงสร้างชั่วคราวขนาดใหญ่ มีกำหนดวันที่จะต้องใช้งานที่แน่นอน และเมื่อสิ้นงานแล้วก็ต้องรื้อไป โครงสร้างไม้พระเมรุจึงมีองค์ประกอบและขนาดเฉพาะ ดังตัวอย่างรายการตัวไม้ที่ใช้ในการสร้างพระเมรุมาศ รัชกาลที่ 3 เมื่อ พ.ศ. 2346 สารตราระบุว่า บัญชีเครื่องไม้พระเมรุทั้งหมดนี้คือบัญชีที่ใช้เกณฑ์ไม้คร่าวพระเมรุมาศพระบาทสมเด็จพระพุทธเลิศหล้านภาลัย จึงเห็นได้ว่าสถาปัตยกรรมพระเมรุ โดยเฉพาะพระเมรุมาศนั้น มีระบบโครงสร้างที่เป็นแบบแผน ตัวไม้ที่ต้องการจึงมีความยาวและขนาดที่กำหนดไว้แล้วเป็นแบบแผน พึงสังเกตด้วยว่าตัวไม้บางอย่าง เช่น ช่อ และ ตพานไขว้ ของพระเมรุใหญ่ บัญชีระบุให้ใช้ไม้ยางและไม้ตะเคียน ซึ่งมีความแข็งแรง แต่ไม่นิยมใช้ในการก่อสร้างอาคารทั่วไป (NAT, 1851) บัญชีเดียวกันนี้ยังระบุรายละเอียดของไม้และวัสดุปลูกย่อยชนิดอื่น ๆ ที่ต้องเกณฑ์มาใช้ในการก่อสร้าง ส่วนหนึ่งเป็นวัสดุก่อสร้างอาคารประกอบ เช่น ระทาก สามส้าง โรงรำ ซึ่งมีการระบุชนิดไม้ไว้ด้วยว่าต้องการไม้เหียง ไม้ขานาง ไม้ยาง ไม้เขว้า ไม้เสลา ไม้พลวง หรือไม้ตะแบก ด้วยเป็นไม้ที่ใช้ในการเบ็ดเตล็ด ความยาว 3 วาบ้าง 6 วาบ้าง 7 วาบ้าง ตามแต่จะหาได้ อีกส่วนเป็นไม้ใช้เฉพาะในขั้นตอนการก่อสร้าง เช่น ไม้ทำเสานั่งร้าน ไม้พลอง ซึ่งสันนิษฐานว่าน่าจะใช้กระทุ้งดินเพื่อปรับฐานราก หวายชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ผูกมัดโครงสร้าง ตลอดจนแผงไม้ไผ่สาน และไม้เบ็ดเตล็ดที่ใช้ในการทั่วไป (NAT, 1851) (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 องค์ประกอบ ขนาด และจำนวนไม้ในการสร้างพระเมรุมาศ รัชกาลที่ 3 เฉพาะส่วนพระเมรุใหญ่ เมรุทิศ และเมรุทอง.

ส่วนประกอบ	ไม้	ยาว	ขนาด	จำนวน (ท่อน)
พระเมรุใหญ่	เสา	21 วา	ต้น 16 ปลาย 10 ก่า	4
	ช่อ ไม้ตะเคียน ไม้ยาง	6 วา 2 คอก	24 - 26 นิ้ว	4
	ตพานไขว้ ไม้ยาง	5 วา 2 คอก	22 - 24 นิ้ว	4
	เสารายใน	11 วา 2 คอก	ต้น 11 ปลาย 8 ก่า	20
	เสารายนอก	14 วา	ต้น 10 ก่า ปลาย 7 ก่า	32
	เสามุขใน	12 วา 2 คอก	ต้น 11 ก่า ปลาย 6 ก่า	16
	เสามุขหน้า	11 วา 2 คอก	ต้น 8 ก่า ปลาย 5 ก่า	16
	เสามุขกลางใน	11 วา	ต้น 8 ก่า ปลาย 5 ก่า	24
	เสามุขกลางนอก	10 วา 2 คอก	ต้น 8 ก่า ปลาย 5 ก่า	8
เมรุทิศ	เสาใหญ่	9 วา 2 คอก	ต้น 9 ก่า ปลาย 6 ก่า	32

	เสาราย	7 วา 2 ศอก	ต้น 6 กำ ปลาย 4 กำ	96
	เสามุขใน	5 วา 3 ศอก	ต้น 5 กำ ปลาย 4 กำ	64
	เสามุขหน้า	5 วา 2 ศอก	ต้น 5 กำ ปลาย 4 กำ	64
เมรุทอง	เสา	11 วา 2 ศอก	ต้น 9 กำ ปลาย 6 กำ	12

ที่มา : สรุปรูปจาก หอจดหมายเหตุแห่งชาติ, รัชกาลที่ 4 รล.-กท.จ.ศ. 1213 เล่ม 1 เลขที่ 28

เห็นได้ว่าไม้เป็นวัสดุก่อสร้างสำคัญ ใช้เป็นทั้งวัสดุโครงสร้างในส่วนต่าง ๆ ของอาคาร ตั้งแต่ฐานราก ไปจนถึงเครื่องยอด ทั้งยังมีบทบาทสำคัญในกระบวนการก่อสร้าง เช่น กระทุ้งพื้นดินให้แน่นเพื่อทำฐานราก ทำ นั้งร้าน ฯลฯ นอกจากนี้ยังมีวัสดุเกี่ยวเนื่อง ได้แก่ ไม้ไผ่ หวาย พวน แฉง ฯลฯ ที่จำเป็นต้องใช้ในการก่อสร้างอีก จำนวนมาก ที่นายช่างจะต้องศึกษาให้เข้าใจคุณสมบัติเชิงโครงสร้าง การผลิตและขนส่งมายังสถานที่ก่อสร้าง การแปรรูป ตลอดจนการคำนวณปริมาณให้พอเพียงแก่การใช้งาน

2) อิฐ เป็นวัสดุก่อสร้างพื้นฐาน เป็นวัสดุก่อสร้างในสถาปัตยกรรมทั่วโลกมาช้านาน มีคุณสมบัติรับแรงอัดได้ดี ใช้เทคโนโลยีในการผลิตต่ำ โดยมีวัตถุดิบคือดินเลนซึ่งหาได้ทั่วไป สถาปัตยกรรมในประเทศไทยใช้อิฐในหลายลักษณะ เช่น เป็นคลองรากอาคาร ก่อเสาก่อผนังอาคาร ทำกำแพง กำแพงกันดิน เขื่อน และ กำแพงเมือง ทั้งนี้ในเอกสารจดหมายเหตุสมัยรัชกาลที่ 4 ระบุถึงการทำต่อมอิฐ รัชสะพานไม้ตามแนวถนน เจริญกรุง (NLT, 1864) การก่อสร้างพระที่นั่งจักรพรรดิพิมล พระนารายณ์ราชนิเวศน์ (พ.ศ. 2403) (NLT, 1859) การสร้างพระตำหนัก สนวนันทอุทยาน (พ.ศ. 2406) (NLT, 1862) การก่อสร้างพระปฐมเจดีย์และอาคารบริวาร (NAT, 1868) เป็นต้น

ในสมัยรัชกาลที่ 4 การจัดหาอิฐเพื่อใช้ในการก่อสร้างของราชการมี 5 วิธี ดังนี้

(1) การเกณฑ์อิฐจากชุมชนมอญแขวงเมืองปทุมธานี ในบริเวณภาคกลางนิยมทำอิฐจากดินเลนในแม่น้ำ ผสมแกลบแล้วเทใส่ในพิมพ์รูปสี่เหลี่ยม มีขนาดเล็กใหญ่ตามต้องการ ตากแดดให้แห้งและนำไปเผา ชุมชนชาวมอญที่ริมแม่น้ำเจ้าพระยา แขวงเมืองปทุมธานีมีฝีมือในการทำอิฐมาตั้งแต่สมัยกรุงศรีอยุธยา สืบเนื่องมาตลอดจนสมัยกรุงรัตนโกสินทร์ (Bunphuk, 2010: 69-70)

(2) การเกณฑ์กองมอญช่างทำอิฐ ไปตั้งเตาเผา ณ สถานที่ก่อสร้าง ซึ่งจะประหยัดค่าใช้จ่ายในการขนส่งอิฐลงไปมาก ดังปรากฏหลักฐานการสร้างพระนารายณ์ราชนิเวศน์ที่เมืองลพบุรีใน พ.ศ. 2399 (NAT, 1856)

(3) การว่าจ้างให้คนมาเผาอิฐ ณ สถานที่ก่อสร้าง อาทิ มีหลักฐานหนึ่งคือร่างพระราชหัตถเลขา รัชกาลที่ 4 มีพระราชทานพระเจ้าบรมวงศ์เธอ เจ้าฟ้าอิศราพงศ์ ลงวันที่ 23 ธันวาคม พ.ศ. 2402 มีใจความว่าที่ได้โปรดเกล้าฯ ให้เจ้าฟ้าอิศราพงศ์กำกับการเผาปูนที่แขวงเมืองสระบุรี และมีความจำเป็นต้องใช้อิฐก่อเตาเผาปูนนั้น (NLT, 1859a)

(4) การซื้ออิฐจากที่มีผู้เผาขาย โดยเฉพาะแขวงเมืองปทุมธานี ที่ย่านปากเกร็ดมีตำบลทำอิฐเป็นแหล่งผลิตอิฐขนาดใหญ่ มีชุมชนชาวมอญบรรทุกอิฐต่าง ๆ ลงเรือไปขายในพระนครเพื่อใช้ในการก่อสร้างต่าง ๆ

โดยเฉพาะโครงการที่ไม่มีอิฐหลวงให้ใช้สอย เช่น การสร้างวังสมเด็จพระเจ้าลูกยาเธอ เจ้าฟ้าจุฬาลงกรณ์ที่สวนนันทอุทยาน เมื่อ พ.ศ. 2406 มีหนังสือรายการเจ้าพนักงานขอเบิกเงินค่าซื้ออิฐขนาดกลาง ราคาพื้นละ 3 บาท 2 สลึง (NLT, 1862a)

(5) การไปซื้ออิฐเก่าจากซากอาคารหรือสิ่งก่อสร้างเก่ามาใช้ก่อสร้างอาคารใหม่ เช่น ในสมัยรัชกาลที่ 4 พบหลักฐานว่าได้มีการจ้างเรือราษฎรขึ้นไปขนอิฐเมืองลพบุรีมาก่อกำแพงพระราชวังจันทร์เกษมที่กรุงเก่า รวมจำนวน 170,550 แผ่น ในเวลาสองปี คิดเป็นเงินค่าจ้างขนอิฐ 6 ชั่ง 7 ตำลึง 3 บาท 2 สลึง 1 เพื่ออง (NLT, 1862b)

อิฐอีกประเภทหนึ่งที่ใช้ในการก่อสร้าง คือ อิฐหัก ซึ่งนิยมใช้ถมที่ ถมช่องว่างในฐานรากมาช้านาน ตัวอย่างเช่นการใช้อิฐหักกับทรายถมในช่องแคงแคง ฐานรากพระมหาเจดีย์วัดพระเชตุพนวิมลมังคลารามเมื่อครั้งรัชกาลที่ 1 (Thiphakorawongsamahakosathibodi, 2009) อาทิ ในสมัยรัชกาลที่ 4 พบประกาศแม่พระราชกุศลซ่อมแซมถนนในพระนคร ลงวันที่ 4 พฤศจิกายน พ.ศ. 2500 ให้พระบรมวงศานุวงศ์ข้าราชการผู้ใหญ่ผู้น้อย ฝ่ายทหารพลเรือนข้างหน้าข้างใน ในพระบรมมหาราชวัง พระบวรราชวัง ที่ได้รับพระราชทานเบี้ยหวัด “เอาอิฐดีบ้างอิฐหักบ้างมากแลน้อย ตามแต่จะยินดีช่วยมากและน้อยไม่ว่าไม่เกณฑ์” มาส่งกับเจ้าพระยามรราช แม่กองในการซ่อมแซมถนน (Mongkut, 2005) เป็นต้น

3) ปูน เป็นวัสดุที่เป็นผง เมื่อถูกน้ำจะมีลักษณะเหนียว ใช้เป็นวัสดุประสานในการก่ออิฐ หรือ ฉาบพื้นผิว หรือปั้นเป็นลวดลายและรูปทรง ในสยามโดยทั่วไปมีปูนที่ใช้ในการก่อสร้างหลายชนิด เช่น ปูนผง ปูนทราย ปูนกรวด ปูนขาว ปูนน้ำมัน ฯลฯ มีคุณสมบัติและวิธีใช้งานต่าง ๆ กันไป ในแง่วัสดุ ปูนในสยามมีสองประเภท คือปูนหอย และปูนหิน ปูนหอยทำมาจากเปลือกหอยทะเล นำมาเผาในเตา โดยมีฟางข้าวและถ่านไม้ต่าง ๆ สุมซ้อนเป็นชั้น ๆ มีคนงานสูบลมด้วยสูบบแบบเหยียบเร่งให้ไฟแรง เผาเปลือกหอยให้กลายเป็นผงปูน ส่วนปูนหินทำจากหินปูน ย่อยและเผาในเตาแบบเดียวกัน มีเตापูนกระจายอยู่ทั่วไปในสยาม ผลิตปูนที่มีคุณภาพดี (Smith, 1870: 30) ในการก่อสร้างอาคารเครื่องก่อจำเป็นต้องใช้ปูนในหลายรูปแบบ เช่น ปูนสอดระหว่างก้อนอิฐ การถือปูนฉาบปูน การตาดปูน เป็นต้น

ในสมัยรัชกาลที่ 4 ปูนที่ใช้ในการก่อสร้างโครงการต่าง ๆ ของหลวง โดยมากเป็นปูนหิน ซึ่งผลิตที่แขวงเมืองสระบุรี ลพบุรี และราชบุรี ซึ่งมีเขาหินปูนมาก ตั้งอยู่ไม่ไกลจากพระนคร หรือเมืองอื่น ๆ ที่มีการก่อสร้าง เช่น เพชรบุรี ลพบุรี กรุงเก่า หรือนครไชยศรี ทั้งยังมีเส้นทางคมนาคมทางน้ำ คือแม่น้ำแม่กลอง และแม่น้ำป่าสักไหลผ่าน สะดวกแก่การขนส่งปูนผงที่ผลิตได้ไปยังสถานที่ก่อสร้าง

นอกจากนี้ ยังมีเตาเผาปูนในสถานที่ก่อสร้าง อาทิ เตาเผาปูนที่เมืองลพบุรี ที่พระนารายณ์ราชนิเวศน์ ซึ่งมีการก่อสร้างทั้งอาคารต่าง ๆ ในพระราชวัง และวัดกวีศารามที่อยู่ใกล้กัน ดังปรากฏหลักฐานใบบอกพระยาพิไชยสงคราม เจ้าเมืองลพบุรี ว่าพระปลัดคุมไพร่ไปตัดหินสำหรับสุมนิลาในการเผาปูน ได้หิน 20,000 ดุ้น รวมกับพื้นที่พระยาสิงหจักรเพชร สมิงสุรสงครามได้ตัดมา ส่งให้หลวงยกกระบัตรเมืองลพบุรีเผาปูน ได้ปูนจ่ายให้นายด้านนายงาน 260 เกวียน ยังคงปูนผงในยุ้งปูนอีก 50 เกวียน (NLT, 1859d) เป็นต้น

4) ติลา เป็นวัสดุก่อสร้างที่มีใช้มาช้านาน เป็นวัสดุก่อสร้างที่คงทนถาวร แต่ก็มีน้ำหนักมากมหาศาล ทั้งยังมีวัสดุที่มีมากตามธรรมชาติในพื้นที่ราบลุ่มปากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยเฉพาะที่เมืองกรุงเทพฯ การใช้ติลา

(พ.ศ. 2394 - 2411)

จึงมีจำกัดเฉพาะในพระราชวัง วัง และวัดวาอารามต่าง ๆ เสียเป็นส่วนมาก ชาวสยามรู้จักวิธีใช้ศิลาชนิดต่าง ๆ เช่น ศิลาลาย ศิลาแลง ศิลาอ่อน ฯลฯ ตามคุณสมบัติของเนื้อศิลามาช้านาน เช่น การใช้ศิลาแลงทำโครงสร้างอาคาร ใช้ศิลาเนื้อแข็งทำเสา ใช้ศิลาลายปูพื้น และใช้ศิลาอ่อนเป็นส่วนประกอบอาคารอันประณีต เช่น พนักบันได เสาหัวเม็ด ตึกตรารูปสัตว์ เป็นต้น เอกสารจดหมายเหตุสมัยรัชกาลที่ 4 สะท้อนถึงการจัดหาศิลาจากแหล่งต่าง ๆ และส่งมาที่กรุงเทพฯ เพื่อการต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง ได้แก่ เสาพระที่นั่งมุลมณเฑียร ในพระบรมมหาราชวัง (NLT, 1859c) ศิลาตาดท่าราชวรดิฐ (NAT, 1853a) เขาก่อที่สวนนันทอุทยาน (NAT, 1860b) ศิลากรุสระในพระบรมมหาราชวังและสระใหญ่ในวัดบวรนิเวศ (NAT, 1863c) พระพุทธรูปศิลาขาว (NAT, 1856c) และรูปราสาทฝรั่ง ตั้งประดับพระที่นั่งอนันตสมาคม (NAT, 1865) เป็นต้น

การจัดหาศิลาในหัวเมืองแล้วจัดส่งมายังกรุงเทพฯ เมื่อร้อยกว่าปีแล้วย่อมมีใช้เรื่องง่าย ตัวอย่างเช่น รายละเอียดการขุดตัดศิลาที่เขาชะง็อก แขวงเมืองนครนายก โดยใน พ.ศ. 2392 รัชกาลที่ 4 พระราชประสงค์ศิลาเขาชะง็อกอย่างที่เป็นก้อนใหญ่ ๆ มาแกะกลึงเป็นรูปสัตว์ต่าง ๆ แต่งพระอารามหลวง จึงโปรดเกล้าฯ ให้พระยามหาอำมาตย์ เจ้าเมืองปราจีนบุรี เป็นแม่กองคุม เลกเมืองปราจีนบุรี ไปตัดศิลาที่เขาชะง็อก ให้พระนครนายก หลวงปลัดกรมการ จัดเครื่องมือของหลวง ได้แก่ พลั่ว ชะแลง ขอน จอบ และเลื่อย ไปส่งให้แก่พระยามหาอำมาตย์ และให้พระนครนายกจัดเกวียนเทียมกระบือขนส่งศิลาที่ตัดแล้วมาส่งที่ท่า ลงเรือไปบรรทุกทุกไปส่งให้ถึงกรุงเทพฯ โดยประสงค์จะได้ศิลาลัก 200 - 300 ก้อน แต่ปรากฏว่ามีศิลาส่งเข้ามาน้อยไม่พอการ และมีศิลาค้างอยู่ที่เมืองนครนายกมาก ในเดือนกุมภาพันธ์ พ.ศ. 2394 รัชกาลที่ 4 จึงโปรดเกล้าฯ ให้หลวงวาสุเทพ เจ้ากรมตำรวจภูธร เป็นข้าหลวงเชิญท้องตราออกมา ให้พระปลัด กรมการเมืองปราจีนบุรีคุมไพร่เมืองปราจีนบุรี กบินทร์บุรี และประจันตคามรวม 100 คน นายอีก 100 คน รวม 200 คน มาเข้ากองหลวงวาสุเทพไปเร่งตัดศิลาที่เขาชะง็อกให้ได้สัก 200 - 300 ก้อน ในช่วงเวลาสองเดือนเศษ คือเดือนเมษายนและพฤษภาคม พ.ศ. 2395 เมื่อถึงเดือนมิถุนายนเข้าฤดูฝน ให้เลิกกองตัดหินและให้ไพร่พลกลับไปทำไร่ไถนาต่อไป และให้เมืองนครนายกทยอยส่งศิลาเขาชะง็อกเข้ามายังกรุงเทพฯ อย่างสม่ำเสมอ (NLT, 1852)

นอกจากนี้ ยังมีหัวเมืองต่าง ๆ ที่เป็นแหล่งหิน อาทิ หัวเมืองทางทิศตะวันออกอื่น ๆ ที่เป็นแหล่งหินตามเอกสารจดหมายเหตุสมัยรัชกาลที่ 4 ได้แก่ เมืองปราจีนบุรี โพนธิด์ และเกาะสีชัง โดยพบใบบอกเมืองปราจีนบุรี ลงวันที่ 10 พฤศจิกายน พ.ศ. 2404 ว่าเจ้าพระยามุขมนตรีส่งศิลาอ่อนสีต่าง ๆ 26 ท่อนเข้ามาถวาย (NLT, 1861) ส่วนหัวเมืองทางทิศตะวันตกซึ่งมีภูเขาอยู่มาก ก็เป็นแหล่งศิลาที่สำคัญเช่นกัน โดยเฉพาะเมืองราชบุรีและกาญจนบุรี สำหรับเมืองกาญจนบุรีนั้นเป็นแหล่งศิลาอ่อนสีขาวและสีดำ ดังปรากฏว่าใน พ.ศ. 2399 รัชกาลที่ 4 ได้โปรดเกล้าฯ ให้พระศิลาการวิจารณ์ออกไปเสาะหาศิลาขาวเนื้อละเอียดอ่อนดี ซึ่งทรงทราบว่ามีมากที่เมืองกาญจนบุรี จัดส่งเข้ามากรุงเทพฯ เพื่อ “ทำพระพุทธรูปพระปติมากรแลใช้การเบ็จเสีจเปนอันมาก” (NLT, 1856c) เป็นต้น

ส่วนที่เมืองราชบุรีนั้นพบเอกสารที่ระบุว่าแหล่งศิลาแดง เช่น ในวันที่ 13 สิงหาคม พ.ศ. 2406 พระยาศรีสุรราชภักดีมีหนังสือถึงพระยาราชบุรีและกรมการ กล่าวว่าด้วยรัชกาลที่ 4 โปรดเกล้าฯ ให้ฯฯฯ สมุหพระกลาโหมเป็นแม่กอง ขุดสระใหญ่ในวัดบวรนิเวศวิหารเสร็จแล้ว จะให้กรุสระด้วยศิลาแดงเมืองราชบุรี จึงโปรดเกล้าฯ ให้นายช่างทำตัวอย่างศิลากรุสระที่ต้องการ “หน้าใหญ่ศอก 1 หน้าน้อย 10 นิ้ว” ส่งออกมาให้

พระยาราชนฤบดีซื้อศิลาตามตัวอย่างดังกล่าวให้ได้ 500 แผ่น ตามราคาที่เคยจัดซื้อมาแต่ก่อน เป็นต้น นอกจากศิลาแดงแล้วเมืองราชบุรียังมีศิลาเนื้อดีพอที่จะใช้ทำหลักรูปสัตว์ได้ด้วย (NAT, 1865) รวมถึงยังมีศิลาไม่ทราบชนิด ซึ่งส่งไปใช้ในการก่อสร้างที่พระปฐมเจดีย์ 600 แผ่น ตามรายงานพระยาสุธรรมมนตรี ลงวันที่ 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2411 อีกด้วย (NAT, 1868)

หัวเมืองในภาคกลางที่มีแหล่งศิลา ได้แก่ เมืองนครชัยศรี ลพบุรี และกำแพงเพชร โดยที่เมืองกำแพงเพชรนั้น ใน พ.ศ. 2398 รัชกาลที่ 4 มีพระราชประสงค์เสาศิลา และศิลาก่อนใหญ่สำหรับทำรูปตุ๊กตาตั้งประดับวัดพระศรีรัตนศาสดารามเป็นจำนวนมาก จึงมีสารตราให้พระยากำแพงเพชรเกณฑ์ไพร่ชุดขัดศิลาทำเสา ยาว 4 - 6 คอก ใหญ่ 4 - 5 กำ เนื้อหยาบละเอียดอย่างไรก็ได้ให้ได้จำนวนมาก และศิลาก่อนใหญ่ สูง 2 คอกคืบหรือ 3 คอก สำหรับทำตุ๊กตา ให้หาศิลาที่เขาคอยหรือเขาสถาส่งเข้ามา กับทั้งเสาศิลาจารึก ศิลารูปยักษ์ ฯลฯ สันนิษฐานว่าที่เป็นของโบราณร่วงหล่นอยู่ ให้รวบรวมเร่งชักลากให้ถึงท่า บรรทุกเรือส่งไปที่กรุงเทพฯ เมือง ๆ (NLT, 1855)

สำหรับหัวเมืองปักษ์ใต้ ก็ปรากฏหลักฐานว่ามีแหล่งผลิตหินใช้ในราชการเช่นกัน เช่นที่เมืองสงขลามีศิลาแดง ศิลาอ่อน ที่เจ้าพระยาสงขลาได้ทูลเกล้าฯ ถวายเมื่อคราวรัชกาลที่ 4 เสด็จประพาสเมืองสงขลา ต่อมาในวันที่ 16 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2405 ๗พันฯ สมุหพระกระลาโหมจึงมีพระประสงค์สั่งว่า ให้เจ้าพระยาสงขลาจัดศิลาแดง ศิลาอ่อน เป็นก้อนเป็นแผ่นอย่างที่เคยถวายให้ได้ 70 ก้อน ส่งเข้าไปให้ถึงกรุงเทพฯ ภายในเวลาราว 1 เดือน (NAT, 1862) นอกจากนี้ยังมีแหล่งศิลาที่แขวงเมืองนครศรีธรรมราชต่อเมืองไชยา ที่เกาะมลิกันท่าข้าม และลำพูน เป็นต้น

การเกณฑ์ศิลาจากหัวเมืองในภูมิภาคต่าง ๆ จึงสะท้อนถึงศักยภาพของระบบราชการแบบจารีตในสมัยรัชกาลที่ 4 ที่สามารถขนย้ายวัสดุก่อสร้างที่มีน้ำหนักมากอย่างศิลา จากแหล่งหินธรรมชาติไปยังสถานที่ก่อสร้างต่าง ๆ ได้ ในสมัยที่ยังไม่มีเครื่องกลหรือเครื่องจักรเครื่องยนต์ช่วยทุ่นแรง ตัวอย่างได้แก่พระสุทธเสลเจดีย์ที่พระนครคีรี เมืองเพชรบุรี ซึ่งสร้างขึ้นด้วยศิลาที่เกาะสีชัง แขวงเมืองชลบุรี (Damrong Rajanubhap, 1925) เป็นต้น

5) กระเบื้องดินเผา ในงานก่อสร้างหมายถึงดินเหนียวที่รีดเป็นแผ่นบาง แล้วนำไปเผาในเตาเผาจนมีเนื้อแกร่ง อาจเคลือบผิวหรือไม่เคลือบก็ได้ อย่างหนึ่งใช้เป็นวัสดุผนังหลังคา อย่างหนึ่งใช้ปูพื้นหรือกรุผนัง กระเบื้องหลังคาเป็นวัสดุที่มีน้ำหนักมากกว่าตลับจาก ต้องการเครื่องบนที่เป็นไม้จริง แต่ก็มีความคงทนถาวร และป้องกันความร้อนได้ดีกว่าตลับจาก จึงนิยมใช้หลังคาพระราชวัง วัง พระอารามต่าง ๆ ตลอดจนบ้านเรือนมาตั้งแต่สมัยโบราณ กระเบื้องหลังคาในสยามจึงมีหลายชนิด ทั้งกระเบื้องเกล็ด (หรือเกล็ดเต่า) เป็นกระเบื้องของไทยที่แผ่นเล็กปลายมน คล้ายเกล็ดเต่าหรือเกล็ดตัวลัน (Bradley, 1873) กระเบื้องแผ่น มีลักษณะเป็นแผ่นยาว ปลายแหลมหรือปลายมน มีนมกระเบื้องช่วยยึดกับระแนง และกระเบื้องจีน มีทั้งแบบปลายแหลม ปลายมน ปลายตัดเรียบ และแบบกาบกล้วย คือมีกระเบื้องตัวผู้ กระเบื้องตัวเมีย วางสลับกันแล้วปั้นปูนครอบที่รอยต่อหน้า สำหรับผิวกระเบื้องมีสองประเภท คือผิวไม่เคลือบ ปล่อยให้ดินเผาตามธรรมชาติ และกระเบื้องเคลือบ คือการทำสีเคลือบด้วยส่วนผสมของดีบุก ดินประสิว และทองเหลือง เคลือบฉาบผิวหน้าของกระเบื้องแล้วนำไปเผาอีกครั้งหนึ่ง ทำให้ได้กระเบื้องสีเนื้อดินแต่ผิวมันวาว หรือสีเหลือง เขียว ขาว แดง น้ำ

เงิน ฯลฯ ดังปรากฏหลักฐานในพระราชพงศาวดารว่าเมื่อแรกสถาปนาวัดพระเชตุพนวิมลมังคลารามใน พ.ศ. 2332 หลังคาพระอุโบสถ พระวิหาร พระระเบียง มุงกระเบื้องเคลือบสีเหลืองสีเขียว ส่วนกุฏิสงฆ์มุงกระเบื้องสันนิษฐานว่าไม่เคลือบสี (Thiphakorawongsamahakosathibodi, 2009)

ในเอกสารจดหมายเหตุสมัยรัชกาลที่ 4 มีตัวอย่างการใช้กระเบื้องมุงหลังคาอาคารที่เป็นถาวรวัตถุ เช่น การสร้างพระราชวังท้ายพิบูล แขวงเมืองสระบุรีใน พ.ศ. 2401 มีพระบรมราชโองการให้กรมหมื่นราชสีหวิกรมและพระยามหาอำมาตย์ปลุกพระตำหนักที่ประทับ “ทำเป็นเครื่องบนไม้จริงหลังคามุงกระเบื้อง การจะได้ถาวรยืนยาวสืบไป” (NLT, 1858) ส่วนการใช้กระเบื้องมุงหลังคาในการก่อสร้างจริง ๆ นั้นพบหลักฐานในหนังสือพระยาสุธรรมไตรี รายงานการก่อสร้างที่พระปฐมเจดีย์ ลงวันที่ 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2411 ว่าเจ้ากรมเสื่อได้ทำการมุงหลังคาวิหารหลังใต้ “มุขข้างเหนือมุงได้แถบหนึ่ง กะเบื้องสีขาบ สีเหลืองหมดหาพอไม่ ขอรับประทานกะเบื้องสีขาบ สีเหลือง สีขาบ 2000 แผ่น สีเหลือง 3000 แผ่น กะเบื้องหลบ 1000 แผ่น ส่งออกไปด้วย จะได้มุงมุขหลังที่วิหารหลังใต้ข้าง มุงเฉลียงวิหารพระพุทธไสยาสน์ข้าง” (NAT, 1868)

การทำกระเบื้องเคลือบมีขั้นตอนการเคลือบด้วยส่วนผสมของดีบุก ดินประสิว และทองเหลือง แล้วนำไปเผาอีกครั้งหนึ่ง ในกรุงเทพฯ สมัยรัชกาลที่ 4 จึงมีเตาเผากระเบื้อง เคลือบกระเบื้องของหลวง ดังมีเอกสารระบุว่าได้โปรดเกล้าฯ ให้พระเจ้าน้อยยาเธอ กรมหมื่นวรจักรธรานุภาพ ทรงกำกับราชการในกรมช่างเคลือบและกรมช่างหุงกระจก ดังปรากฏเอกสารหนังสือกรมหมื่นวรจักรธรานุภาพกราบบังคมทูลเรื่องการจัดการเตาเผากระเบื้อง เตาเคลือบกระเบื้องของหลวง ลงวันที่ 4 สิงหาคม พ.ศ. 2407 ว่าการเผากระเบื้องเคลือบกระเบื้องต้องใช้ฟืนไม้ตะบูน เดิมให้หลวงอินทรโกษา เจ้าภาษี ส่งฟืนให้ ภายหลังฟืนขาดตลาด ราคาแพงซึ่งกว่าสองเท่า เจ้าภาษีส่งฟืนไม่ทัน พระองค์ได้ทรงพยายามจัดซื้อฟืนเองตามท้องตลาด ไปจนถึงเมืองสมุทรสงคราม แต่ก็ยังได้ฟืนไม่ทันแก่การ รัชกาลที่ 4 จึงโปรดเกล้าฯ ให้พระยาบุรุษรัตนราชพัลลภและหลวงรามโยธินมาช่วยเร่งรัดการในโรงกระเบื้องเคลือบและโรงกระจก กรมหมื่นวรจักรธรานุภาพทรงเห็นว่าน่าจะเป็นการดี (NLT, 1864b) กระบวนการจัดทำกระเบื้องเริ่มต้นที่การทำตัวอย่างกระเบื้องในรูปแบบและขนาดที่นายช่างต้องการ ส่งให้เจ้าพระยาอรรคมหาเสนา ที่สมุหพระกลาโหม ส่งต่อให้แก่เจ้าพระยาสงขลา โดยระบุจำนวนกระเบื้องที่ต้องการไปด้วย และให้เจ้าพระยาสงขลาจัดจ้างช่างจีน “ทำกระเบื้องให้เหมือนตัวอย่างไม้ซึ่งส่งออกมาเก่าใหม่ให้งามดี” โดยให้เอาเงินส่วนอากรเมืองสงขลาจ่ายเป็นค่าจ้างให้แก่ช่าง เมื่อได้จำนวนกระเบื้องตามต้องการแล้วจึงให้กรมการเมืองสงขลาคุมเรือบรรทุกกระเบื้องเดินทางขึ้นมาส่งที่กรุงเทพฯ ต่อไป (NAT, 1853b)

6) โลหะ: เหล็ก ดีบุก ทองเหลือง ทั้งที่เป็นโลหะบริสุทธิ์อย่างเหล็ก ดีบุก ทองแดง และโลหะผสมอย่างทองเหลือง โลหะเหล่านี้มีหน้าที่ในการก่อสร้างหลายอย่าง เช่น เป็นโครงสร้าง (เสา คาน สะพาน) เป็นส่วนประกอบ (ปลียอดเจดีย์) และเป็นอุปกรณ์ปลีกย่อย เช่น ตะปู ห่วงรัด เป็นต้น

(1) เหล็ก เป็นแร่ธาตุที่มีอยู่เฉพาะในบางท้องที่ ในสมัยอยุธยา ชิมง เดอลาลูแบร์ (Simon de la Loubère, 1693: 14-15) บันทึกว่ามีเมืองแร่เหล็กที่เมืองกำแพงเพชร ชาวสยามใช้เหล็กในการตีดาบ แต่เทคนิควิทยาการถลุงเหล็กและตีเหล็กไม่มีคุณภาพ ไม่มีสีว ี่เสียว หรือตะปูเหล็กใช้กัน การสร้างบ้านเรือนใช้ตะปูไม้หรือไม้ไผ่ทั้งสิ้น ส่วนจอห์น ครอว์ฟอร์ด (Crawford, 1830: 418) ซึ่งเดินทางเข้ามาสยามใน พ.ศ. 2365

กล่าวว่ามีแหล่งแร่เหล็กอยู่ทั่วไป แต่พบการถลุงเหล็กมากที่เมืองพิษณุโลก นครสวรรค์ ระแหง และตาก สำหรับช่วงรัชกาลที่ 4 เซอร์จอห์น เบาว์ริง (Bowring, 1857: 235) ระบุว่ามียุทธสาหรณมถลุงเหล็กที่บ้านท่าซุง แขวงเมืองอุทัยธานี มีคนจีนประมาณ 600 คนทำการถลุงเหล็กทั้งกลางวันกลางคืน ผลิตเหล็กแผ่นส่งเข้าไปขายที่กรุงเทพฯ

สำหรับเอกสารสมัยรัชกาลที่ 4 นั้น พบหลักฐานการผลิตตะปูเหล็กในสยาม ในสารตราจากพระราชเสนา ถึงพระพนมสารนรินทร์ เจ้าเมืองพนมสารคาม ลงวันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2404 ส่วนการใช้เหล็กในการก่อสร้างที่ปรากฏในเอกสารสมัยรัชกาลที่ 4 นั้น พบหนังสือพระยาสุธรรมมนตรี ลงวันที่ 3 กรกฎาคม พ.ศ. 2411 รายงานการก่อสร้างต่าง ๆ ที่พระปฐมเจดีย์ ขอเบิก “ตะปูสองตัวติดกันสำหรับกรึงบันลายนข้างประตูไป” จำนวน 10 ห่อ และแจ้งว่าได้รับตะปู 5 นิ้ว 500 ตัว ที่ส่งมาแล้ว นอกจากนี้ยังรับทราบคำสั่งให้ซื้อ “เหล็กข้างกระทะเก่า ๆ ขำรุด” มาหล่อยอดพระเจดีย์ อีกด้วย (NAT, 1868)

เหล็กอีกรูปแบบหนึ่งที่มีขึ้นในช่วงรัชกาลที่ 4 คือเหล็กรูปพรรณอันประกอบเป็นชิ้นส่วนโครงสร้างสะพานที่นำเข้ามาจากประเทศอังกฤษ โดยมีเอกสารจดหมายเหตุ พ.ศ. 2407 ระบุว่ามีสะพานเหล็กที่เจ้าพระยาศรีสุริยวงศ์ (ช่วง บุนนาค) สมุหพระกลาโหม ให้จัดซื้อมาจากประเทศอังกฤษ คิดราคา 80 ชั่ง ค่าไม้ค้ำอิฐค้ำปูนค้ำจางอีก 50 ชั่ง รวม 130 ชั่ง (10,400 บาท) (NLT, 1864a) สันนิษฐานว่าเป็นสะพานเหล็กกลางที่ถนนเจริญกรุงข้ามคลองผดุงกรุงเกษม ทั้งนี้ในสมัยรัชกาลที่ 4 ยังมีสะพานเหล็กอีกอย่างน้อย 2 แห่ง คือสะพานหัน และสะพานเหล็กบน ที่ถนนเจริญกรุงข้ามคลองรอบกรุง สะพานเหล็กกลางนี้เจ้าพระยาศรีสุริยวงศ์สั่งซื้อจากประเทศอังกฤษเช่นกัน เป็นราคารวม 160 ชั่ง (12,800 บาท) (Damrong Rajanubhap, 1925)

(2) **ตึก** เป็นแร่ธาตุที่มีในทุกภูมิภาคของสยาม โดยเฉพาะทางภาคใต้ จึงมีการใช้ตึกในการก่อสร้างสถาปัตยกรรมมานาน ตึกมีสองประเภท คือตึกบริสุทธิ เรียกว่า ตึกขาว เพราะเนื้อไม้สีขาว ส่วนตึกที่ผสมกับโลหะอื่น มีเนื้อสีเข้ม เรียกว่าตึกดำ เซอร์จอห์น เบาว์ริง (Bowring, 1857: 235) ระบุว่าตึกเป็นสินค้าสำคัญของสยาม มีผลิตมากที่เมืองกลาง ไชยา ชุมพร ราชบุรี และปากแพรก (กาญจนบุรี) แต่โบราณมักใช้ตึกร่วมกับโลหะเนื้อแข็ง เช่น เหล็ก ทำเหล็กหุ้มยอดพระเจดีย์ ผสมกับทองแดงทำสำริดในงานหล่อ หรือใช้เป็นวัสดุตึกในการทำระจกเกรียบและกระเบื้องเคลือบ เป็นต้น ในสมัยรัชกาลที่ 4 งานช่างตึกจัดเป็นงานพิเศษ ดังปรากฏราชทินนาม ขุนพิไลตึกการ หมื่นหาญตึกกิจ สำหรับตำแหน่งเงินช่างตึกฝ่ายวังหลวง (Thiphakorawongsamahakosathibodi, 2005) ส่วนทำเนียบตำแหน่งข้าราชการฝ่ายพระราชวังบวรฯ ก็มีตำแหน่ง เงินช่างตึก เป็นการเฉพาะเช่นกัน ในสมัยนั้นตึกมีมากทางภาคใต้ จึงปรากฏหลักฐานสารตราจากกรุงเทพฯ ไปยังเจ้าเมืองปักษ์ใต้ ได้แก่ เจ้าพระยานครศรีธรรมราช พระยาไชยา และพระหลังสวน เรงัดส่วยตึกจากหัวเมืองเหล่านี้เพื่อมาใช้ในการก่อสร้างต่าง ๆ เช่น ในวันที่ 21 สิงหาคม พ.ศ. 2399 เจ้าพระยาอรรคมหาเสนาฯ มีท้องตราแจ้งว่าด้วยนายช่างต้องการตึกเพื่อจะแผ่ปูพื้นพระที่นั่งดุสิตาภิรมย์ ในหมู่พระมหามณเฑียร ตึกในท้องพระคลังมีไม่พอแก่การ เพราะเมืองนครศรีธรรมราช ไชยา และหลังสวน ล้วนค้างส่งส่วยตึกรายปี เจ้าพระยาอรรคมหาเสนาฯ จึงสั่งให้เมืองนครศรีธรรมราช ส่งส่วยตึกหนัก 10 ชั่ง เมืองไชยาหนัก 10 ชั่ง และเมืองหลังสวนหนัก 7 ชั่ง มาภายในเวลาที่กำหนด (NAT, 1856b) สารตราอีกฉบับหนึ่ง ลงวันที่ 6 พฤษภาคม พ.ศ. 2403 สั่งให้ขุนนางทั้งสามเร่งส่งตึกส่วยเข้าไปเมืองละ 9 - 10 ภารา (1,800 -

2,000 ชั่ง) โดยเร็ว เพื่อจะได้จ่ายดิบๆ ให้เจ้าพนักงานเบิกไปทำกระเบื้องเคลือบ ฯลฯ สำหรับการก่อสร้างพระที่นั่ง ทั้งในพระบรมมหาราชวังและที่พระนครคีรี (NAT, 1860a)

(3) **ทองเหลือง** เป็นโลหะผสมจากทองแดงและสังกะสี ซึ่งเป็นโลหะที่หาได้ง่าย สามารถหล่อขึ้นรูปได้หลายรูปแบบ นิยมใช้หล่อพระพุทธรูป ระฆัง หรือยอดสถูปเจดีย์ ในเอกสารสมัยรัชกาลที่ 4 พบการหล่อพระพุทธรูป หล่อเจดีย์ขนาดเล็กสำหรับบรรจุพระบรมสารีริกธาตุ เช่นพระเจดีย์ในถ้ำประทุน แขวงเมืองสระบุรี ที่รัชกาลที่ 4 ได้โปรดเกล้าฯ ให้สร้างขึ้น หล่อด้วยทองเหลืองแล้วปิดทอง (NLT, 1860a) นอกจากนี้ยังใช้เป็นสายล่อฟ้าที่เสาชิงช้าหน้าวัดมหาธาตุ พระนครคีรี ดังความในพระราชหัตถเลขารัชกาลที่ 4 มีพระราชทานเจ้าพระยาศรีสุริยวงศ์ ลงวันที่ 1 เมษายน พ.ศ. 2404 ว่า “เสาชิงช้าหน้าวัดมหาธาตุ นั้นฉันเห็นยังเลกต่ำอยู่ ถ้าจะคิดทำเสียใหม่ให้สูงขึ้น ให้มีสายระยงค้ำคอดไว้ให้มั่นคง ถ้าวางเกยจลัวฟ้าอยู่ ก็ทำสายเหล็กปนระยงค้ำไว้สายหนึ่งชักสายฟ้า ฤจะทำแถบทองเหลืองติดเสาลงมากก็ได้ จะให้หลวงวิสุทธโธธามาตย์ออกไปคิดของอย่างนี้ทำไว้หลาย ๆ แห่งก็ได้อยู่ จะได้ดูฤทธิธรรมดาไฟฟ้า ไว้คิดรักษาของใหญ่ ๆ แลตึกดินต่อไป” (NAT, 1860b)

การหล่อทองเหลืองขึ้นสำคัญครั้งหนึ่งที่ปรากฏหลักฐานในเอกสารจดหมายเหตุ คือการหล่อยอดนภศูลพระปฐมเจดีย์ เป็นทองเหลืองกะไหล่ทอง ซึ่งมีเอกสารระบุว่า การหล่อที่โรงหล่อในพระบรมมหาราชวังนั้นมีพระเจ้าน้องยาเธอ กรมหมื่นนครศักดิ์พิศาล ทรงเป็นแม่กองช่างโลหะกรรม พระเจ้าราชวรรังษ์เธอ กรมหมื่นอดุลยลักษณสมบัติเป็นแม่กองช่างแสง หม่อมเจ้าดิศ ในกรมหมื่นนครศักดิ์พิทักษ์ เป็นนายช่าง (หม่อมเจ้าดิศนี้ในรัชกาลที่ 5 โปรดเกล้าฯ สถาปนาเป็น พระเจ้าวรรังษ์เธอ พระองค์เจ้าประดิษฐวรการ ทรงกำกับช่างต่าง ๆ ในช่วงต้นรัชกาลที่ 5) เห็นได้ว่าการหล่อยอดนภศูลที่มีขนาดใหญ่ เพื่อติดตั้งที่ยอดพระปฐมเจดีย์ ต้องใช้เจ้านายถึงสามพระองค์ร่วมกันกำกับการหล่องานทองเหลืองขนาดใหญ่นี้ให้ลุล่วงไปได้ (NLT, N.D.) การหล่อยอดนภศูลในครั้งนั้นกำหนดเททองในวันที่ 20 ธันวาคม พ.ศ. 2409 (NAT, 1866)

สรุปผลการศึกษา

ข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุก่อสร้าง ทั้งการผลิต การจัดหา การขนส่ง และการใช้งานในการก่อสร้าง ที่พบในเอกสารจดหมายเหตุสมัยรัชกาลที่ 4 สะท้อนถึงสังคมสยามในช่วงของการเปลี่ยนผ่าน สรุปได้ดังนี้

1) โครงการก่อสร้างของรัฐ วัสดุก่อสร้างส่วนใหญ่ยังคงมาจากการเกณฑ์ในระบบส่วยสาอากรแบบจารีต ควบคู่ไปกับการจัดซื้อวัสดุ ในกรณีที่ไม่สามารถจัดหาในระบบดังกล่าวได้ทันแก่การใช้งาน เช่น อิฐ ที่ต้องจ้างชาวมอญเผา หรือเป็นวัสดุก่อสร้างที่ไม่สามารถผลิตได้ในสยาม เช่น โครงสร้างเหล็กสะพานจากประเทศอังกฤษ เป็นต้น การเกณฑ์ในระบบส่วยสาอากรนั้นเป็นระบบอุปถัมภ์ มีห่วงโซ่ของการสั่งการเป็นชั้น ๆ ตั้งแต่องค์พระมหากษัตริย์ลงไปตามโครงสร้างสังคมที่สลับซับซ้อน ในสถานะที่แรงคนในอำนาจรัฐมีจำกัด ส่งผลต่อห่วงโซ่อุปทานของการจัดหาวัสดุก่อสร้าง

2) การก่อสร้างของหลวง วัสดุก่อสร้างที่สำคัญมีพระคลังเป็นหน่วยงานกลางที่กำกับดูแล แยกเป็นพระคลังในซ้าย พระคลังในขวา พระคลังราชการ พระคลังพิมาณอากาศ และพระคลังสินค้า รวบรวมวัสดุต่าง ๆ ไว้สำหรับการก่อสร้าง หรือการผลิตวัสดุก่อสร้างในพระนครเป็นหลัก พระคลังเหล่านี้ตั้งอยู่ในบริเวณเขต

พระราชฐานชั้นนอกในพระบรมมหาราชวังหรือพื้นที่ใกล้เคียง ทั้งหมดตั้งอยู่ริมแม่น้ำเจ้าพระยาอันเป็นเส้นทางคมนาคมขนส่งวัสดุก่อสร้างเหล่านี้

3) การผลิตวัสดุก่อสร้างในประเทศมีลักษณะเป็นงานหัตถกรรมมากกว่าอุตสาหกรรม ใช้แรงงานมนุษย์เป็นหลักในทุกขั้นตอน ขณะที่วัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตก็เป็นของในพื้นที่ เช่น ไม้พื้น ดินเหนียว หินปูน เป็นต้น กระบวนการผลิตจึงถูกควบคุมด้วยวิถีจักรของธรรมชาติอย่างมาก ดังเห็นได้ว่าเตาเผาอิฐและกระเบื้องจะผลิตได้เฉพาะในช่วงฤดูแล้งและฤดูหนาว การเกณฑ์ขุดศิลาเขาชะงอกต้องหยุดลงเมื่อเข้าหน้าฝน เพื่อให้ไพรพลไปทำนา เป็นต้น ในการก่อสร้างสถาปัตยกรรม โดยเฉพาะโครงการขนาดใหญ่ ย่อมต้องใช้วัสดุก่อสร้างหลายประเภท หลายแหล่งผลิต ตัวอย่างเช่นการก่อสร้างบรมบรรพตในรัชกาลที่ 3 นั้น พระยาศรีพิพัฒน์รัตนราชโกษา (แพ บุณนาค) แม่กองในการก่อสร้าง คุณไพรพล นายช่าง นายงาน แรงงาน ในการสร้างพระปรางค์ใหญ่ ใช้ไม้หลักแพเป็นเสาเข็ม ไม้ซุงปูเป็นตารางทับหน้า ศิลาแลงก่อเป็นฐาน แล้วก่อองค์พระปรางค์ด้วยอิฐ ภายในถมด้วยศิลาก้อน (Thiphakorawongsamahakosathibodi, 2004) จึงเป็นหน้าที่ของแม่กองและนายช่างที่จะร่วมกันจัดหาและเตรียมวัสดุต่าง ๆ ไว้ให้พร้อมใช้งาน

4) การจัดหาวัสดุก่อสร้างสำคัญอย่างไม้ที่ต้องใช้เป็นปริมาณมาก ๆ ย่อมเกิดขึ้นได้ด้วยการควบคุมกำลังคนหรือเลิกไพร่ตามระบบโครงสร้างสังคมแบบจารีต มีระบบบัญชีระบุและตรวจสอบจำนวนไพร่พลได้ ดังปรากฏในเอกสารร่างสารตราเจ้าพระยาจักรีมิไปยังเจ้าเมืองกรมการในแขวงเมืองสระบุรี กรุงเก่า ลพบุรี พรหมบุรี อ่างทอง สุพรรณบุรี นครไชยศรี นครนายก ฉะเชิงเทรา อินทร์บุรี และสิงห์บุรี เกณฑ์ไม้เนื้อแข็งชนิดต่าง ๆ มาใช้ก่อสร้างพระพุทธรูปรางค์ปราสาทที่วัดพระศรีรัตนศาสดารามใน พ.ศ. 2396 เป็นต้น

5) ปัจจัยสำคัญประการหนึ่งของการผลิตวัสดุก่อสร้าง คือแหล่งวัตถุดิบ จากเอกสารจดหมายเหตุในสมัยรัชกาลที่ 4 พบว่ามีโครงการก่อสร้างเกิดขึ้นจำนวนมากในพื้นที่ที่ห่างไกลจากพระนคร เช่น กรุงเก่า เพชรบุรี นครไชยศรี สระบุรี ลพบุรี หรือแม้แต่เมืองสงขลา พร้อม ๆ กันนั้นก็มีการแสวงหาแหล่งวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตวัสดุก่อสร้างในพื้นที่ห่างไกลพระนครควบคู่กันไป เช่น การส่งเงินเข้าแก่ไปขันสูตรศิลาที่เมืองลพบุรี (NLT, 1856) การส่งเจ้าฟ้าอิศราพงศ์ไปกำกับการตั้งโรงเผาปูนที่เขานางตะโงน แขวงเมืองสระบุรี (NLT, 1859a) การสั่งพระยาราชวราวุฒให้ส่งตัวอย่างศิลาสีต่าง ๆ และศิลาก้อนจากเมืองโพธิ์สัตว์ เมืองเขมร เข้ามาถวายเพื่อใช้ในราชการ (NLT, 1862) เป็นต้น

6) การขยายแหล่งวัสดุก่อสร้างใหม่ ๆ ยังคงยึดโยงอยู่กับเส้นทางคมนาคมทางน้ำ ทั้งแม่น้ำ คลอง และทะเล ที่ใช้เป็นเส้นทางขนส่งวัสดุก่อสร้างจากแหล่งที่ผลิตไปยังสถานที่ก่อสร้าง ในสมัยที่บ้านเมืองยังเชื่อมโยงกันด้วยการคมนาคมขนส่งทางน้ำเป็นหลัก การจัดหาวัสดุก่อสร้างอย่างไม้ ศิลา หรือปูน จากพื้นที่ป่าเขานห่างไกลจากพระนคร จึงย่อมมีข้อจำกัดถึงระดับน้ำขึ้นน้ำลง ลมตะเภา และระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางอยู่เสมอ นอกจากนี้ พัฒนาการคมนาคมประการหนึ่งในสมัยรัชกาลที่ 4 ที่มีสืบเนื่องมาตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 3 คือการใช้เรือกลไฟ ที่ชาวสยามเรียนรู้จากชาวตะวันตกจนกระทั่งพระบาทสมเด็จพระปิ่นเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงสามารถต่อเรือกลไฟได้เองใน พ.ศ. 2390 เรือกลไฟจึงมีบทบาททวีมากขึ้น ทั้งเรือพระที่นั่งที่รัชกาลที่ 4 ทรงใช้ในการเสด็จประพาสหัวเมือง หรือเรือกลไฟที่ใช้ในราชการต่าง ๆ รวมทั้งการขนส่งวัสดุก่อสร้างด้วย

รายการอ้างอิง

Primary Sources

- National Archives of Thailand. (1851). *R.4 RL-KH Cho So 1213 Vol.1 No.28 Correspondence on the Acquisition of Materials for the Construction of the Golden Meru for King Rama 3rd*. (In Thai).
- NAT. (1853a). *R.4 RL-KH Cho So 1213 Vol.5 No.40 Correspondence on the Acquisition of Stones from Nakhon Si Thammarat and Chaiya*. (In Thai).
- NAT. (1853b). *R.4 RL-KH Cho So 1213 Vol.5 No.41 Correspondence on the Acquisition of Floor Tiles from Songkhla to Pave an Uposatha Hall*. (In Thai).
- NAT. (1854). *R.4 RL-KH Cho So 1216 Vol.7 No.78 Correspondence on Ordering Songkhla Governor to Use Tax Money to Buy Floor Tiles for Bangkok Temples*. (In Thai).
- NAT. (1855a). *R.4 RL-KH Cho So 1218 Vol.11 No.35 Correspondence on Getting Wooden Logs from Ratchaburi for the Construction of Royal Palace at Lopburi*. (In Thai).
- NAT. (1855b). *R.4 RL-KH Cho So 1218 Vol.11 No.72 Letter Requesting Tin for the Construction of Dusidaphirom Throne Hall*. (In Thai).
- NAT. (1855c). *R.4 RL-KH Cho So 1218 Vol.11 No.109 Correspondence on Sending Phra Silakanwichan to Kanchanaburi, to Get White Stones*. (In Thai).
- NAT. (1860a). *R.4 RL-KH Cho So 1222 Vol.19 No.29 Correspondence on Getting Tin for the Construction of Palace Buildings*. (In Thai).
- NAT. (1860b). *R.4 RL-KH Cho So 1222 Vol.21 No.60 Correspondence on Getting Stones from Nakhon Si Thammarat and Chaiya for Suan Nantha Utthayan*. (In Thai).
- NAT. (1862). *R.4 RL-KH Cho So 1224 Vol.23 No.46 Correspondence on Getting Red Stones and Marbles from Songkhla*. (In Thai).
- NAT. (1863a). *R.4 RL-KH Cho So 1225 Vol.25 No.42 Reply to Songkhla on the Delivery of Floor Tiles*. (In Thai).
- NAT. (1863b). *R.4 RL-KH Cho So 1225 Vol.25 No.45* (In Thai).
- NAT. (1863c). *R.4 RL-KH Cho So 1225 Vol.25 No.73* (In Thai).
- NAT. (1863a). *Rama IV RL-KH Cho So 1225 Vol.25 No.45 Correspondence on Getting Chaophraya Songkhla Hiring Chinese to Make Floor Tiles for Khao Luang Cave and Chan Palace*. (In Thai).
- NAT. (1863b). *Rama IV RL-KH Cho So 1225 Vol.25 No.73 Correspondence on Getting Phraya Ratchaburi to Purchase Stones for the Construction on Palace Ponds*. (In Thai).

- NAT. (1865). *Rama IV RL-KH Cho So 1227 Vol.29 No.61 Correspondence on Ordering Ratchaburi to Make Western-Style Stone Lions after the Model.* (In Thai).
- NAT. (1866). *MRS Rama IV Cho So 1228 No.15 On the Casting of the Finial of Phra Pathom Chedi.* (In Thai).
- NAT. (1868). *R.4 Ph.1 Cho So 1230 Phraya Suthammaitri's Report.* (In Thai).
- National Library of Thailand. (1852). *CMH Rama IV Cho So 1214 No.30 A Draft of a Correspondence to Prachinburi, on the Sending of Luang Wasuthep as a Commissioner, to Quarry Stones at Khao Cha-Ngok.* (In Thai).
- NLT. (1855). *CMH Rama IV Cho So 1217 No.36 A Draft of a Correspondence to Kamphaengphet, to Look for Important Elephants, and to Get Stone Columns as well as Large Rocks for Creating Decorative Statues for Royal Monasteries.* (In Thai).
- NLT. (1856). *CMH Rama IV Cho So 1218 No.3 Correspondence to Phraya Sucharitaksa, Governor of Lopburi, on Phra Silakanwichan's Journey with Chinese Towkay, to Inspect Stones in Lopburi Mountains for Governmental Use.* (In Thai).
- NLT. (1858). *CMH Rama IV Cho So 1220 No.145 Notice from Lopburi, on the Construction of Temples and Palace Buildings.* (In Thai).
- NLT. (1859a). *CMH Rama IV Cho So 1221 No.44 Draft of a Royal Autograph on the Construction of Lime Kilns and Silos.* (In Thai).
- NLT. (1859b). *CMH Rama IV Cho So 1221 No.102 Correspondence.* (In Thai).
- NLT. (1859c). *CMH Rama IV Cho So 1221 No.125 Draft of Chaophraya Chakri's Order, Asking for Bullocks and Carts to Carry Stones.* (In Thai).
- NLT. (1859d). *CMH Rama IV Cho So 1221 No.130 Notice from Lopburi, on the Construction of Chantharaphisan Throne Hall.* (In Thai).
- NLT. (1860a). *CMH Rama IV Cho So 1222 No.89 Proclamation on the Stone Stupa Constrcuted at Tham Prathun by the King.* (In Thai).
- NLT. (1860b). *CMH Rama IV Cho So 1222 No.113 Letter to Krommamun Ratchasi and Chaophraya Si Suriyawong, on Construction.* (In Thai).
- NLT. (1861). *CMH Rama IV Cho So 1223 No.297 Notice from Prachin, on the Delivery of Marbles from Chaophraya Mukkhamontri.* (In Thai).
- NLT. (1862a). *CMH Rama IV Cho So 1224 No.140 Correspondence.* (In Thai).
- NLT. (1862b). *CMH Rama IV Cho So 1224 No.189 Invoice for Palace Construction.* (In Thai).
- NLT. (1864a). *CMH Rama IV Cho So 1226 No.154 Chinese Labors.* (In Thai).

- NLT. (1864b). *CMH Rama IV Cho So 1226 No.201 Draft of Krommakhun Worachak's Letter on Glassmaking and Enameled Porcelain*. (In Thai).
- NLT. (N.D.). *CMH Rama IV No Cho So No.66 Draft of a Proclamation on the Casting of the Finial of Phra Pathom Chedi*. (In Thai).

Books, Research Papers, Articles

- Bowring, John. (1857). *The Kingdom and People of Siam : With Narrative of the Mission to That Country in 1855*. London : John W. Parker.
- Bradley, Dan Beach. (1873). *Dictionary of the Siamese Language*. Bangkok: Rongphik Rim Pom Pakkhlung Bangkok Yai.
- Bunphuk, Phisan. (2010). *Pakkret Local*. Nonthaburi: Sukhothai Thammathirat University. (In Thai).
- Chandavij, Natthapatra. (2006). *The Royal Preferred Style of King Mongkut*. Bangkok: Amarin Printing. (In Thai).
- Chungsiriarak, Somchat. (2010). *Western-Style Architecture in Siam, from the Fourth Reign to B.E. 2480*. Bangkok: Silpakorn University. (In Thai).
- Crawford, John. (1830). *Journal of an Embassy from the Governor-General of India to the Courts of Siam and Cochin China; Exhibiting a View of the Actual State of Those Kingdoms*. London: Henry Colburn and Richard Bentley.
- Damrong Rajanubhap, Prince. (1925). *Collected Chronicles Volume 25: Historical Accounts of Buildings and Objects Created by King Mongkut*. Bangkok: Sophophiphatthanakon. (In Thai).
- (2003). *The Royal Chronicles of the Rattanakosin Era, the Second Reign*. Bangkok: Amarin Printing. (In Thai).
- Jirathutsanakul, Somkid. (2000). *The Ubosatha and Vihara in the Reign of King Rama IV*. Bangkok: Muang Boran. (In Thai).
- Mongkut, King. (2005). *A Compilation of King Mongkut's Writings: The Royal Edicts of the Fourth Reign*. Bangkok: Amarin Printing. (In Thai.)
- Preamkulanon, Patsaweesiri. (2017). *Temples and Palaces Built after King Mongkut's Wishes*. Bangkok: Matichon. (In Thai).
- Saksri, Naengnoi MR. (2006) *Phra Aphinaowaniset, King Mongkut's Residence*. Bangkok: Matichon.

- Simon de la Loubère. (1693). *A New Historical Relation of the Kingdom of Siam*. London: Tho. Horne.
- Smith, Samuel J. (1870). "Lime". *Siam Repository* 2 (1): 30.
- Tangcharoensab, Pornthip. (2004). *Development of Thai archaeological Building Construction*. Master's Degree Thesis in Civil Engineering, Faculty of Engineering, Chulalongkorn University. (In Thai).
- Thatsanaleelaporn, Benjawan. (2000). *An Architectural Design Study of Pranakorn Kiri City of Phetchaburi*. Master's Degree Thesis in Architectural History, Faculty of Architecture, Silpakorn University. (In Thai).
- Thiphakorawongsamahakosathibodi, Chaophraya. (2004). *The Royal Chronicles of the Rattanakosin Era, the Third Reign*. Bangkok: Amarin Printing. (In Thai).
- Thiphakorawongsamahakosathibodi, Chaophraya. (2005). *The Royal Chronicles of the Rattanakosin Era, the Fourth Reign*. Bangkok: Amarin Printing. (In Thai).
- Thiphakorawongsamahakosathibodi, Chaophraya. (2009). *The Royal Chronicles of the Rattanakosin Era, the Second Reign*. Bangkok: Amarin Printing. (In Thai).
- Thiphakorawongsamahakosathibodi, Chaophraya. (2009). *The Royal Chronicles of the Rattanakosin Era, the First Reign*. Bangkok: Amarin Printing. (In Thai).
- Wiraprachak, Kongkaew. (1993). "The Transliteration from Manuscripts," in *A Compilation of Royal Orders of the Rattanakosi Era, Part 4, Section 2, the Reign of King Nangklao, Cho So 1203 – 1205*. Bangkok: The Prime Minister's Secretariat Office. (In Thai.)