บทที่ 4
แนวทางการคืนสภาพอาคาร

4.1. การประเมินคุณค่าอาคาร

อาคารในวัดตองปุจัดว่ามีคุณค่าในด้านต่างๆโดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณค่าทางวิทยาการการก่อสร้างและสถาปัตยกรรม ดังนี้

4.1.1. คุณค่าทางสถาปัตยกรรม

อาคารสมัยสมเด็จพระนารายณ์ฯทั้ง 4 หลังในวัดตองปุมีคุณค่าและความหลากหลายในด้านสถาปัตยกรรมค่อนข้างสูง สะท้อนได้ถึงความหลากหลายของกลุ่มช่าง โดยรูปแบบทางสถาปัตยกรรมที่พบมีความเป็นเอกลักษณ์ บางรูปแบบพบได้ยากเช่นการทำนาค 5 เศียรปูนปั้นลำยอง ที่วิหารน้อย หรือ ช่อฟ้าที่เป็นลักษณะเฉพาะของสมัยรัชกาลสมเด็จพระนารายณ์ฯ ที่วิหาร-คลัง นอกจากนี้ลักษณะอาคารส่วนใหญ่ยังอยู่ในสภาพที่ค่อนข้างสมบูรณ์โดยเฉพาะลักษณะอาคารที่แสดงถึงอิทธิพลภายนอกที่ชัดเจนและบางลักษณะยังมีฐานะเป็นหลักฐานความสัมพันธ์ทางศิลปกรรมระหว่างกลุ่มช่างได้ดี

4.1.2. คุณค่าทางด้านวิทยาการการก่อสร้าง

รายละเอียดการก่อสร้างอาคารในวัดตองปุ มีความเป็นเอกลักษณ์และแตกต่างกันไปในทั้ง 4 หลัง บางลักษณะแสดงออกถึงพัฒนาการการก่อสร้างในยุคแรกเริ่มที่สามารถพบได้น้อยมากในสภาพสมบูรณ์ เช่นวิธีการการติดตั้งบานประตู หน้าต่างวิหารน้อย หรือประตูวิหารมหาอุด เป็นต้น

4.1.3. คุณค่าทางด้านสังคมวัฒนธรรม

วัดตองปุจัดว่าเป็นวัดประจำเมืองที่มีความสำคัญ ทั้งในด้านการเมือง การพระราชสงคราม และการศาสนาซึ่งวัดตองปุเป็นวัดที่สันนิษฐานว่ามีฐานะเป็นศูนย์กลางของพระฝ่ายรามัญนิกายซึ่งมีบทบาทสำคัญอย่างสูงต่อการประกอบพระราชพิธีสำคัญต่างๆ ทั้งในส่วนของพระมหากษัตริย์ และศาสนิกชน ทั่วไป ทั้งยังเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นถึงความเชื่อมโยงของกลุ่มชาติพันธุ์มอญ-พม่าและไทยที่เป็นรูปธรรมอีกด้วย

4.2. แนวความคิดในการการคืนสภาพอาคาร

ก. จากการศึกษารูปแบบอาคารทำให้ทราบว่าอาคารสมัยสมเด็จพระนารายณ์ฯทั้ง 4 หลังแต่ละหลัง

1. มีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกันทั้งในแง่รูปแบบทางสถาปัตยกรรมและรายละเอียดวิธีการก่อสร้างอาคารที่สามารถสะท้อน ถึงความหลากหลายของลักษณะอาคารในสมัยสมเด็จพระนารายณ์ฯได้เป็นอย่างดี
2. บางรายละเอียดที่พบเป็นลักษณะที่พบตัวอย่างเป็นรูปธรรมได้น้อยมากในปัจจุบัน
3. ความหลากหลายเหล่านี้อยู่รวมกันในบริเวณเดียวกันคือวัดตองปุ

ข. จากการศึกษาสภาพอาคารทั้ง 4 หลังในปัจจุบันทำให้ทราบว่า รายละเอียดในการออกแบบทั้งในเชิงสถาปัตยกรรมและวิศวกรรมมีคุณลักษณะที่

1. เสี่ยงต่อการเสื่อมสภาพและทำให้เกิดความเสียหายต่อตัวอาคาร
2. มีอายุการใช้งานที่สั้นและไม่คงทนต่อการใช้งาน
3. ไม่สามารถทนทานต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปในปัจจุบันได้

จากข้อมูลข้างต้น แนวความคิดการคืนสภาพอาคารทั้ง 4 หลังที่เหมาะสมจึงเป็นการประณีประนอมตัวแปรต่างๆโดยให้น้ำหนักที่

1. ลักษณะที่มีความเฉพาะตัวอย่างมากและพบได้น้อย
2. ลักษณะที่สามารถมองเห็น สัมผัสและเข้าใจได้จากภายนอก

สรุปแนวความคิดในการคืนสภาพอาคาร

1. ในกรณีที่ลักษณะที่จะทำการคืนสภาพสามารถคงทนต่อไปได้ในระยะเวลาที่ยาวนานและไม่มีผลเสียหายร้ายแรงต่อเสถียรภาพอาคารจะทำการคืนสภาพดังเดิมให้ใกล้เคียงเมื่อแรกสร้างทั้งหมด

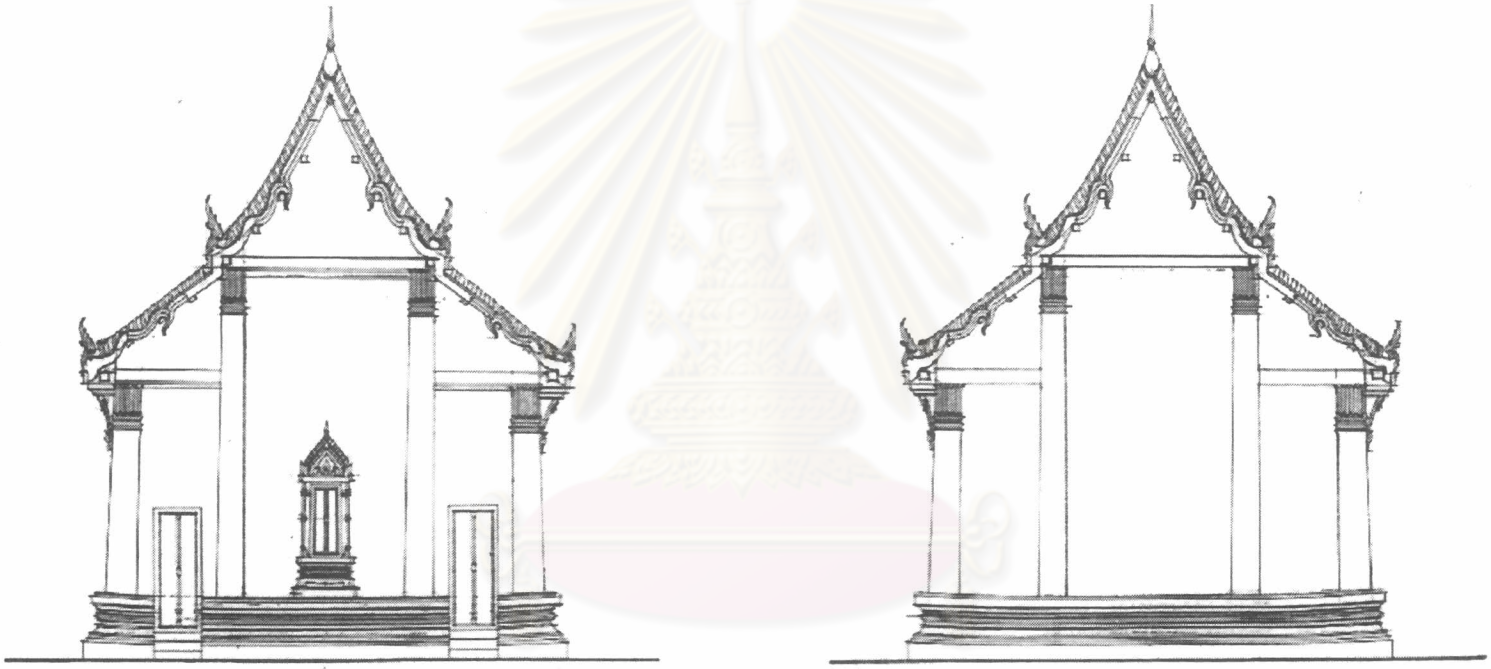
2. ในกรณีที่ลักษณะนั้นไม่อาจคงทนต่อสภาวะแวดล้อมในปัจจุบันได้ดีและ/หรือมีอายุการใช้งานสั้นแต่มีความพิเศษยิ่งยวด หรืออยู่ในตำแหน่งที่รับรู้ได้อย่างชัดเจนมาก จะทำการซ่อมแซมให้สามารถรับรู้จากภายนอกได้น้อยที่สุดโดยอาจใช้วิทยาการในปัจจุบันเข้าช่วย แต่หากเป็นลักษณะที่ไม่มีความพิเศษจะทำการออกแบบรายละเอียดขึ้นใหม่โดยใช้วิทยาการและวัสดุก่อสร้างในปัจจุบัน เพื่อแก้ปัญหาให้ได้ผลที่ดีที่สุด

3. ในกรณีที่ลักษณะดังกล่าวเป็นอันตรายต่อความมั่นคงของอาคารหรือผู้ใช้อย่างรุนแรงจะทำการซ่อมแซมโดยให้ความสำคัญและคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้และตัวอาคารเป็นอันดับแรก แต่ทั้งนี้ควรมีการพิจารณาปัจจัยด้านคุณค่าและความสอดคล้องกับส่วนอื่นๆของอาคารประกอบด้วยเช่นกัน

นอกเหนือจากนี้ให้อยู่ในดุลยพินิจของผู้มีหน้าที่รับผิดชอบในการดำเนินงานจริง และพิจารณาเป็นกรณีไปโดยใช้ข้อมูลการสำรวจในขั้นละเอียดประกอบการตัดสินใจ การตัดสินใจรูปแบบในการคืนสภาพให้ยึดตามรูปแบบสันนิษฐานที่มีการค้นคว้าในขั้นละเอียดโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วเท่านั้น

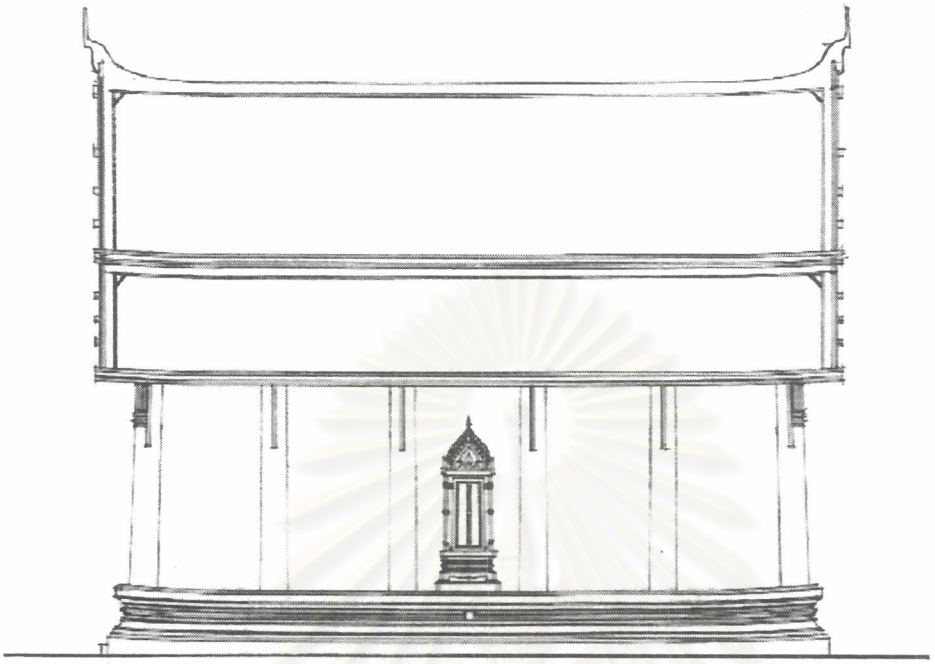
4.3. แนวทางการซ่อมแซมและคืนสภาพอาคาร

การคืนสภาพอาคารสามารถกระทำได้ตามข้อมูลสันนิษฐานรูปแบบทางสถาปัตยกรรมที่ได้ให้ไว้ต่อไปนี้

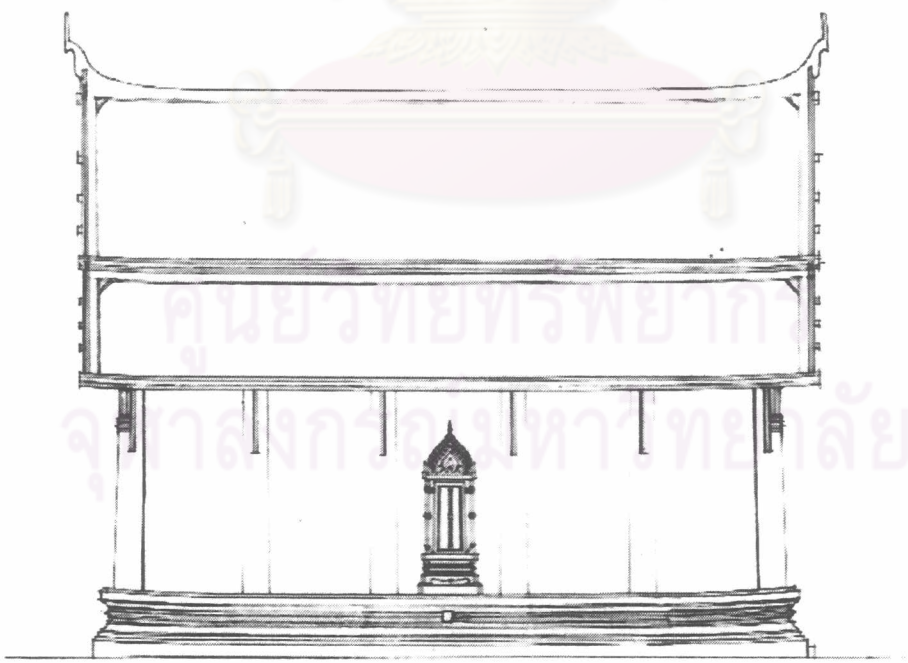


ภาพ 4-1 รูปด้านสกัดตะวันออกและตะวันตก โบสถ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพ 4-2 รูปด้านยาวทิศเหนือ โบสถ์

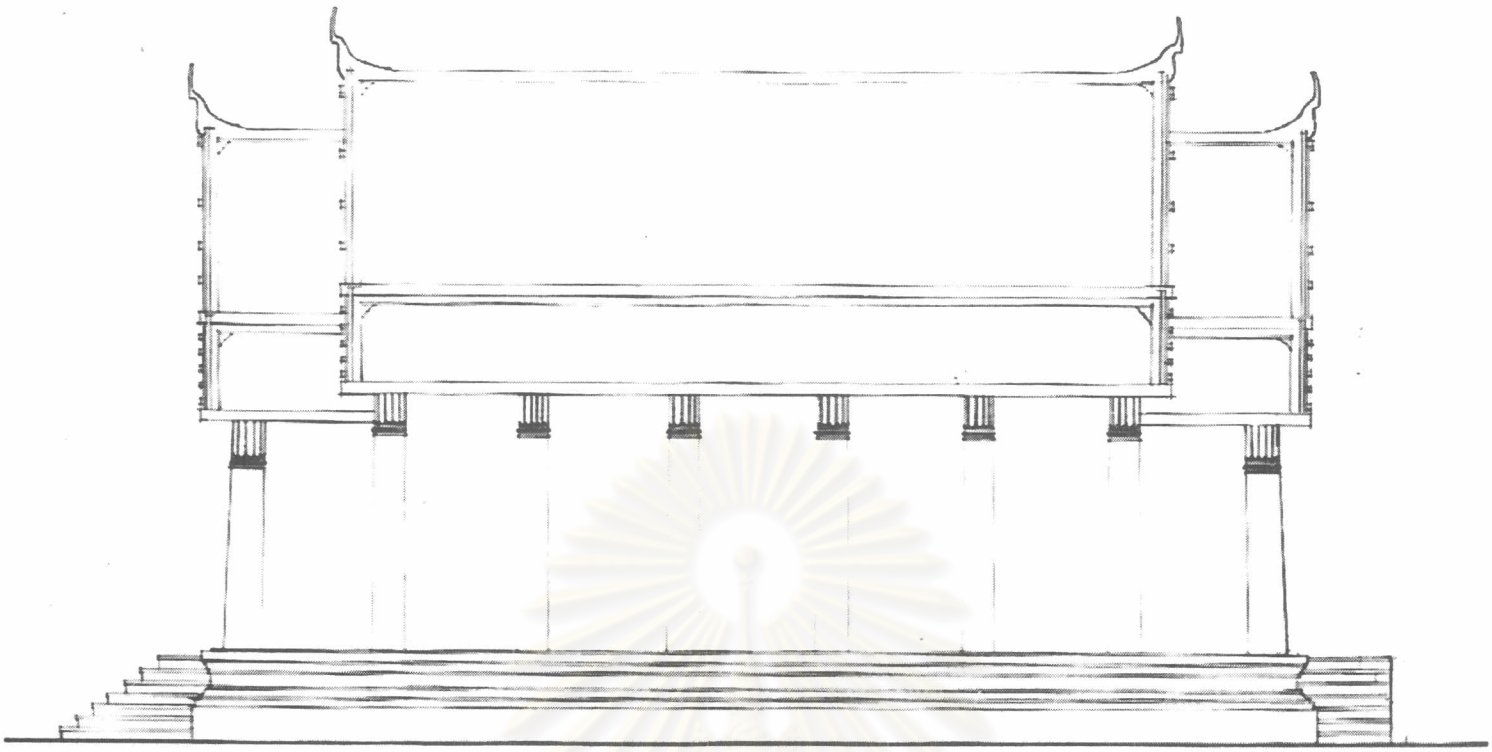


ภาพ 4-3 รูปด้านยาวทิศใต้ โบสถ์

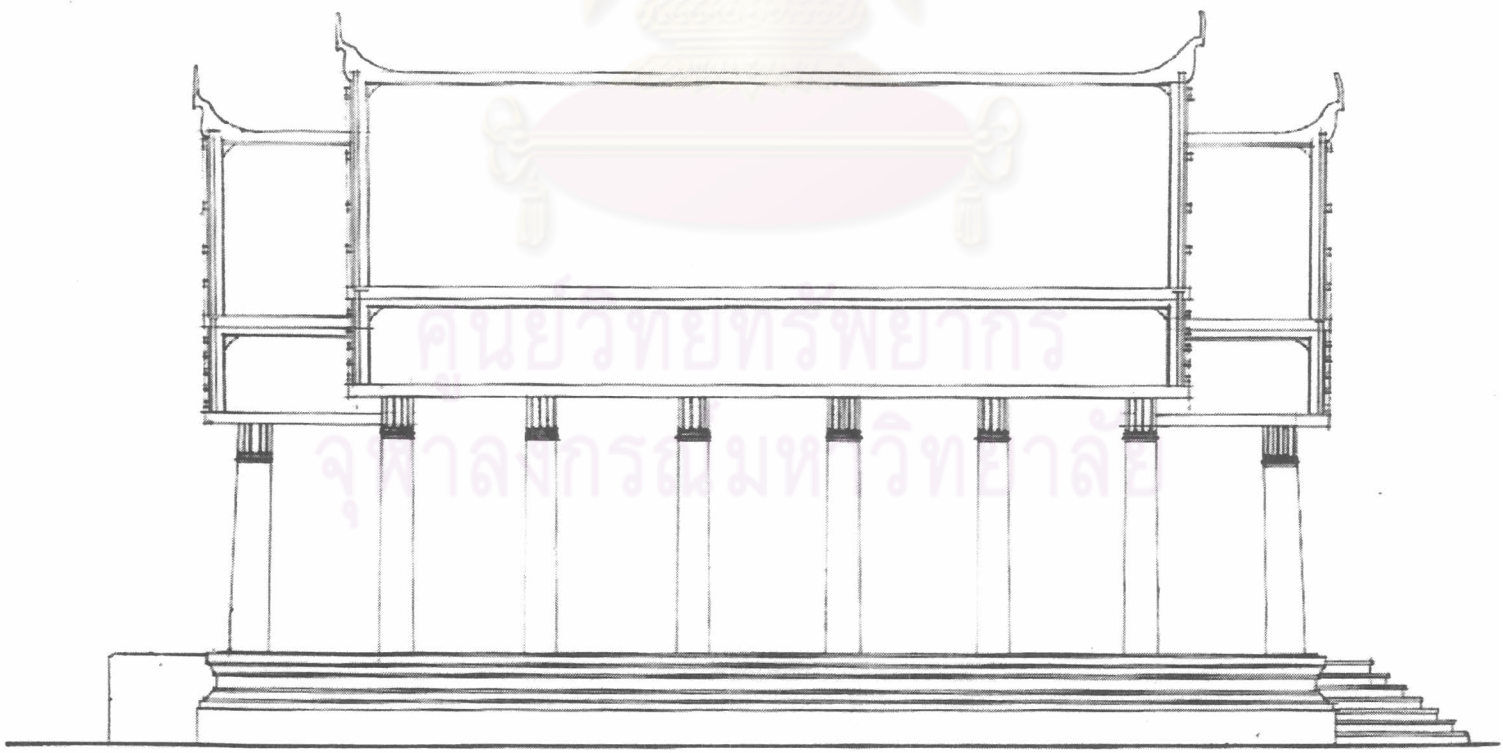
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพ 4-4 รูปด้านสกัดตะวันออกและตะวันตก วิหารมหาอุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

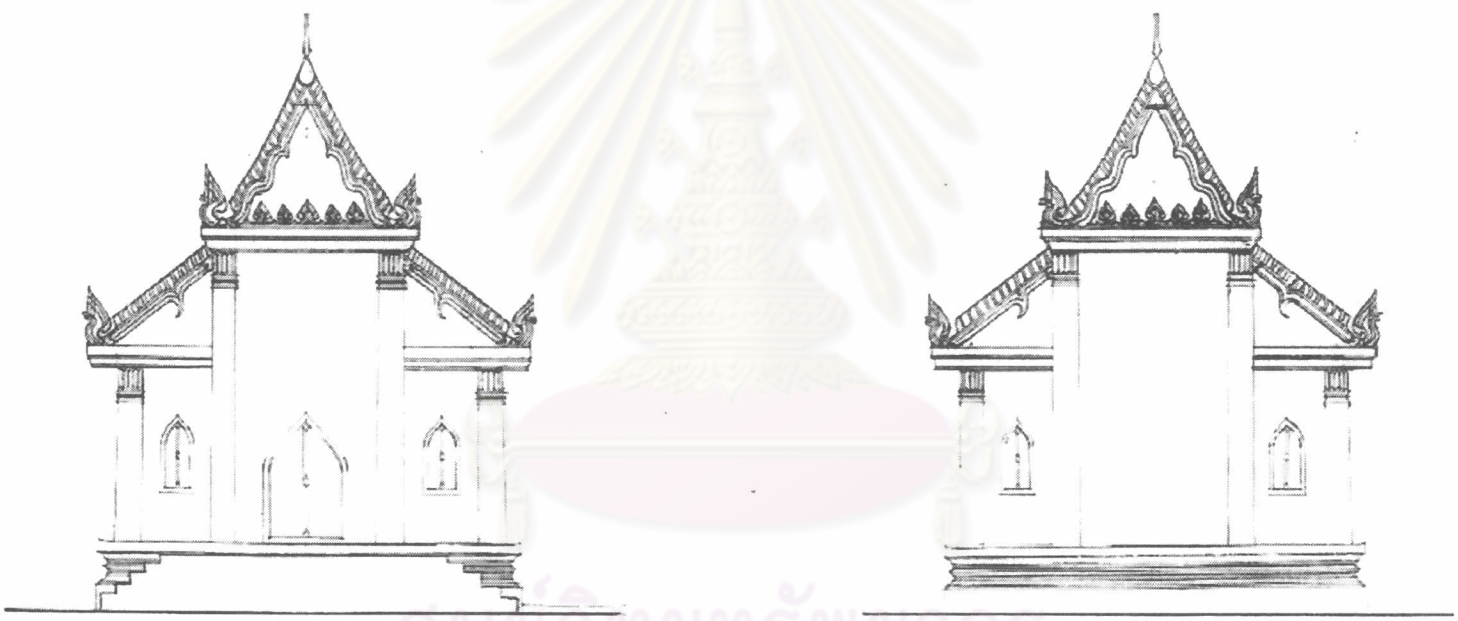


ภาพ 4-5 รูปด้านยาวทิศเหนือ วิหารมหาอุด



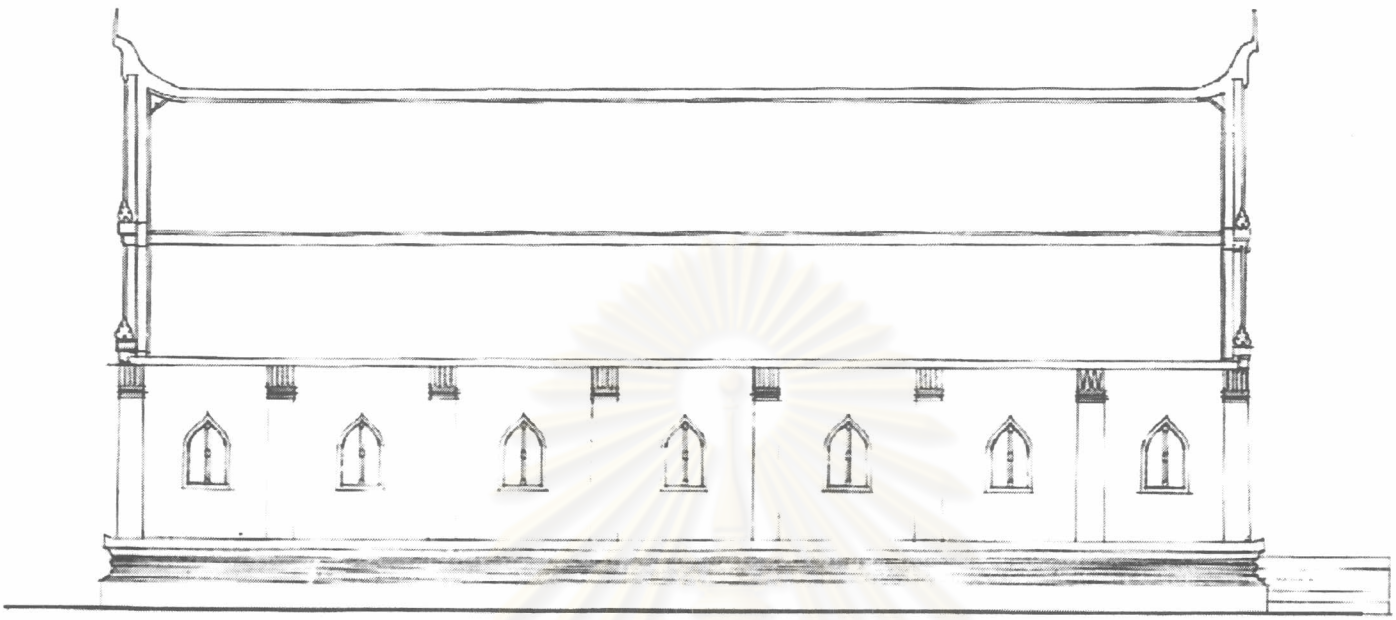
ภาพ 4-6 รูปด้านยาวทิศใต้ วิหารมหาอุด

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพ 4-7 รูปด้านสกัดตะวันตกและตะวันออก วิหาร-คลัง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



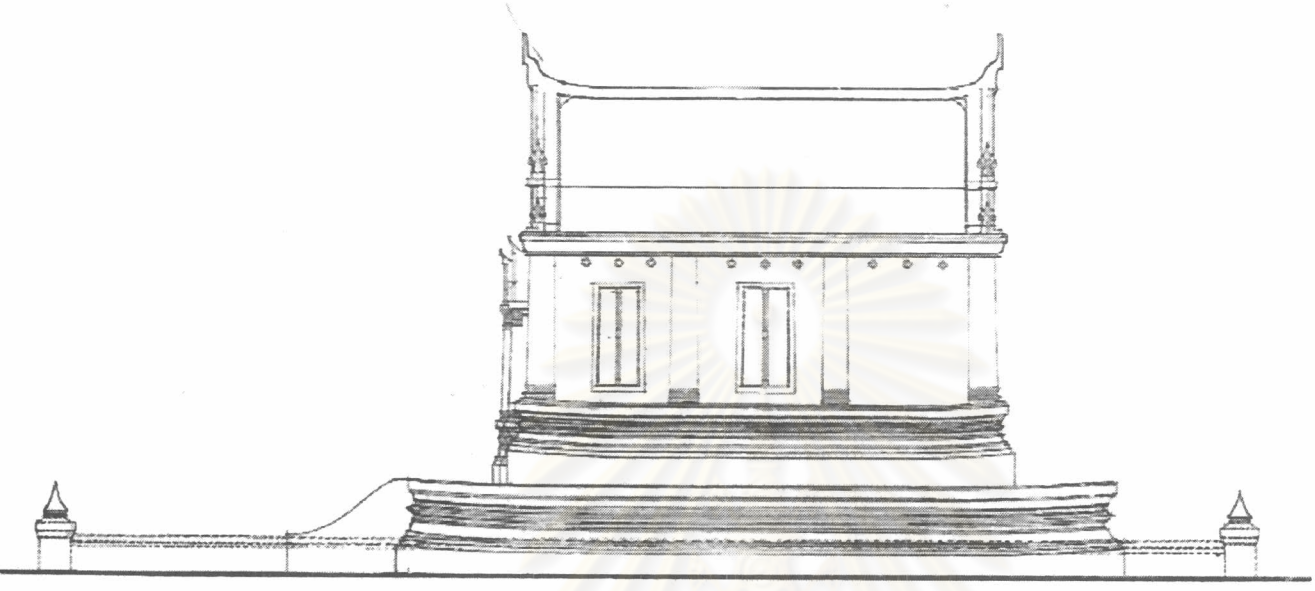
ภาพ 4-8 รูปด้านยาวทิศเหนือ วิหาร-คลัง

ภาพ 4-9 รูปด้านยาวทิศใต้ วิหาร-คลัง

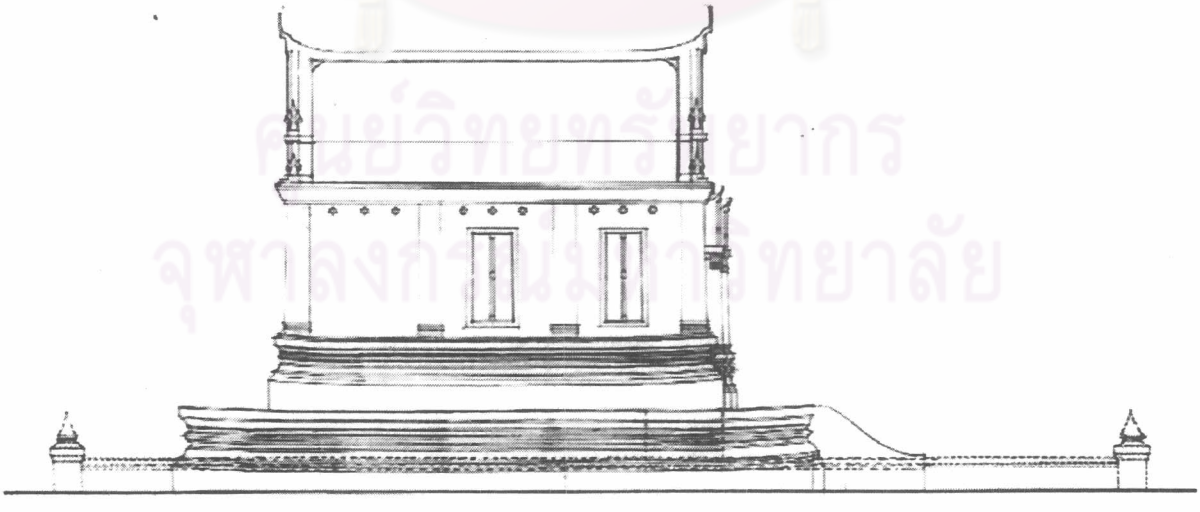
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาพ 4-10 รูปด้านสกัดตะวันออกและตะวันตก วิหารน้อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพ 4-11 รูปด้านยาวทิศเหนือ วิหารน้อย



ภาพ 4-12 รูปด้านยาวทิศใต้ วิหารน้อย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในส่วนความเสียหายที่ตัวอาคารให้ทำการซ่อมแซมตามลักษณะความเสียหายดังต่อไปนี้

1. การแก้ไขปัญหาตัวอาคาร

1.1. การแก้ปัญหาฐานราก

อาคารทั้ง 4 หลังในวัดตองปุไม่ปรากฏการทรุดตัวของฐานรากที่ยังคงดำเนินอยู่ ปัญหาฐานรากที่ที่พบความเสียหายเป็นการทรุดตัวที่ไม่เท่ากันซึ่งเชื่อว่าได้หยุดการเคลื่อนตัวมาเป็นระยะเวลายาวนานแล้ว ยกเว้นการทรุดตัวตามสมมติฐานที่ 1 ของรอยร้าวที่วิหารมหาอุดซึ่งเป็นการทรุดตัวของโครงสร้างอาคารทั้งระบบ การแก้ไขปัญหาอาจสามารถปล่อยไว้ได้เนื่องจากความเสียหายเบาบางมาก อย่างไรก็ดี ควรมีการติดตามการเปลี่ยนแปลงรวมทั้ง ตรวจสอบฐานรากที่ระดับใต้ดินด้วยเพื่อให้ทราบถึงสาเหตุการเกิดความเสียหายที่แท้จริงต่อไปด้วย หากพบว่าฐานรากมีการทรุดตัวให้ทำการแก้ไขตามวิธีการที่ให้ไว้ตามลักษณะของการเคลื่อนตัวที่มี

แนวทางการตรวจสอบสภาพฐานราก

มีอยู่หลายวิธีเช่น การใช้แผนที่ทางธรณีวิทยาเข้าช่วย การขุดหลุมตรวจสอบบริเวณประชิดฐานรากโดยทั่วไปขนาดจะประมาณ 1.5-5 ตร.ม. การใช้อุปกรณ์เก็บตัวอย่างดินด้วยมือ การใช้เครื่องมือเจาะตรวจสภาพดิน ใช้ในกรณีที่ต้อการตรวจสอบความลึกมาก และการส่งเข้าห้องทดลองเพื่อวิเคราะห์สภาพที่แม่นยำขึ้นขั้นตอนในการทำมีดังนี้

1. การตรวจสอบรอยแตกบนกำแพงของอาคารดั้งเดิม

2. การตรวจสอบระดับใต้ดิน โดยการเจาะและนำดินมาพิสูจน์หาความชื้นและความต้านทาน ตามหลักการทางวิศวกรรมศาสตร์

3. การตรวจระดับความแข็งของดิน โดยการนำแท่งดินมาอัดให้หดตัวลง 150 ม.ม. แล้วกระแทกด้วยน้ำหนักต้ม 63.5 ก.ก. ยกสูง 76 ม.ม. กระแทกให้ดินหดตัวลงอีก 30 ซ.ม. จำนวนครั้งของการกระแทก จะทำให้ทราบค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์และความแข็งแรงของดิน

แนวทางการแก้ไขปัญหาสภาพฐานราก

วิธีการแก้ไขปัญหาโดยทั่วไปมีดังนี้

1. การเสริมฐานราก(Underpinning)

การทำ underpinning เป็นการอธิบายอย่างกว้างๆสำหรับการทำให้น้ำหนักของอาคารถ่ายลงในชั้นดินที่ลึกลงกว่าเดิม หรืออาจเรียกว่าเป็น การเสริมฐานราก ก็ได้ ขั้นตอนการทำการเสริมฐานรากต่อเนื่องมีดังนี้

วิธีการทำ

1. ขุดหลุมแคบๆขนาดประมาณ 1.2 ม. ตามแนวประชิดฐานรากที่จะทำการเสริมลึกจนถึงชั้นดินที่ต้องการต่ำกว่าระดับฐานรากเดิม

2. ทำการขุดต่อไปใต้ฐานรากเดิมตลอดความกว้างของฐานรากจนถึงระดับความลึกที่ต้องการทีละช่วงห่างกันประมาณ 1-2 ช่วง

3. ติดตั้งไม้แบบที่ช่วงที่กำลังทำงานโดยอาจมีค้ำยันในกรณีที่ฐานรากเดิมมีการเสื่อมสภาพมาก

4. เทคอนกรีตหรือวัสดุที่ต้องการใช้เป็นฐานรากใหม่ลงไปหลังโครงแบบโดยเว้นระยะห่าง 7.5-10 ซม.ใต้ฐานรากเดิมเพื่อเสริมปูนเข้าไปอุดเพื่อให้ฐานรากใหม่ยึดติดกับฐานรากเดิมได้ดีขึ้น หรือเทคอนกรีตต่อขึ้นมาหุ้มฐานรากเดิมไว้ สูงขึ้นมาประมาณ 25-30 ซม.เหนือฐานรากใหม่

ข้อดีของการเสริมฐานราก คือ

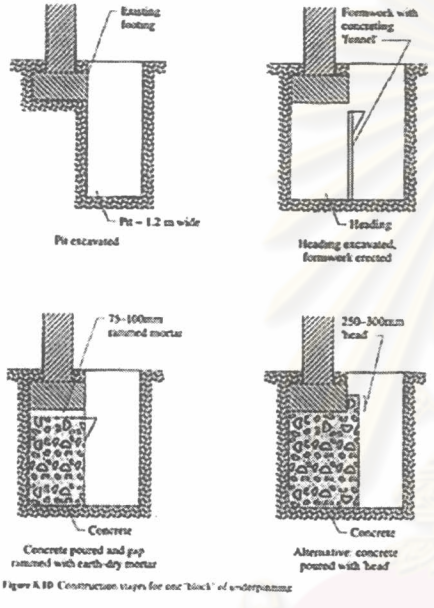
1. สามารถทำได้จากด้านเดียวของผนังในการนี้สามารถทำกับผนังภายนอกได้โดยไม่รบกวนภายในอาคาร

2. สามารถรักษาฐานรากเดิมไว้ได้

3. ไม่มีความจำเป็นต้องใช้เครื่องมือพิเศษเฉพาะ

ข้อเสียของการเสริมฐานราก คือ

1. โดยทั่วไปการเสริม จะไม่เป็นการเพิ่มพื้นที่รับแรงให้กับฐานรากและมิได้เป็นการลดแรงกดจากน้ำหนักอาคารต่อดิน ในทางกลับกันเป็นการเพิ่มน้ำหนักกดด้วยน้ำหนักของฐานรากที่เสริมเข้าไปใหม่



ภาพ 4-13 อธิบายการเสริมฐานราก (ภาพจากหนังสือ Structural Aspects of Building Conservation โดย Poul Beckmann)

2. การเสริมฐานรากเข้าไปเป็นการถ่ายทอดน้ำหนักกดใต้ฐานรากลงไปที่ระดับชั้นดินลึกกว่าเดิม ซึ่งแรงกดที่กระทำต่อดินในชั้นนี้เดิมมีน้อยเนื่องจากถูกกระจายออกไปโดยดินในชั้นบน เมื่อมีการเสริมฐานรากใหม่ ฐานรากนี้จะนำแรงกดถ่ายสู่ชั้นดินดังกล่าวทำให้ดินที่ได้รับแรงกดเพิ่มขึ้นเกิดการยุบทำให้อาคารทรุดตัวเพิ่มได้อันเป็นผลพวงที่เกิดขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงได้ยาก

3. ข้อเสียอีกประการหนึ่งคือเป็นการขุดโพรงในดินเป็นปริมาณที่มากอัน อาจส่งผลกระทบต่อสภาพดินบริเวณนั้นได้

อย่างไรก็ดีวิธีการนี้เป็นวิธีการที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางสามารถลดการทรุดตัวของฐานรากได้ดี แต่กระนั้นการเสริมฐานรากควรกระทำต่อเนื่องกันทั้งอาคารเพื่อให้ได้ผลดีและป้องกันการเกิดปัญหาด้านการรับแรงของดินที่ไม่เท่ากัน

2.การเสริมความมั่นคงของดินโดยการอัดน้ำปูนเข้มข้นลงใต้ฐานราก(Grouting)

ใช้ในกรณีที่ฐานรากหรือดินไม่สามารถรับน้ำหนักได้เนื่องจากความไม่มั่นคงของอณุภาคต่างๆในดินหรือเกิดโพรงจากการไหลออกของชั้นทราย น้ำยาหรือน้ำปูนที่ใช้เกร๊าท์อาจเป็นสารเคมีหรือปูนได้ แต่ไม่ควรใช้ปูนที่มีส่วนผสมของซัลเฟตเช่น พอร์ตแลนด์ซีเมนต์หรือมีสภาพที่อาจก่อให้เกิดเกลือขึ้นได้

วิธีการทำ

นำท่อเจาะลึกลงไปในดินตามแนวดิ่งโดยรอบอาคาร ระดับปลายของท่ออาจมีได้ 1-2 ระดับเพื่อให้เกิดชั้นของปูนรับแรงที่หนาเพียงพอ ฉีดอัดปูนเหลวความเข้มข้นสูงลงไปด้วยแรงดัน หลังจากน้ำปูนเข้าไปอุดรอยรั่วต่างๆในชั้นดินหรือหินและยึดเหนี่ยวอณุภาคต่างๆเข้าด้วยกันแล้วจะได้ชั้นดินใต้ฐานรากที่มีความสามารถในการรับน้ำหนักสูงขึ้น

ข้อควรระวังสำหรับวิธีการนี้คือ การใช้แรงดันสูงอัดน้ำปูนลงไปไม่ควรใช้ที่บริเวณผิวหน้าดินเพราะจะทำให้น้ำปูนทะลุขึ้นมาที่ผิวดินก่อนที่จะแทรกเข้าไปอุดรูรั่วในชั้นดินเบื้องล่าง และปัญหาประการหนึ่งของวิธีการคือ ไม่สามารถทราบได้ว่าน้ำปูนที่อัดลงไปจะแทรกตัวไปทั่วถึงหรือไม่หรือไปถึงบริเวณใดบ้าง อันอาจทำให้ไม่ได้ผลที่มีประสิทธิภาพตามต้องการ ทั่วถึง หรือแรงดันอาจทำความเสียหายกับท่อน้ำและฐานรากอาคารข้างเคียงได้

3. การตอกเสริมเสาเข็ม

ใช้ในกรณีที่สภาพทางธรณีวิทยาใต้ฐานรากไม่เอื้ออำนวยต่อการซ่อมแซมด้วยวิธีทั้ง 2 ข้างต้น อาจเนื่องมาจากชั้นดินรับน้ำหนักอยู่ลึกเกินไปหรือดินไม่ปลอดภัยสำหรับการขุดหลุมขนาดใหญ่

วิธีการทำ

เป็นการใช้เสาเข็มคู่รับแรงจากฐานราก โดยเสาจะอยู่ทั้งสองด้านของฐานรากเชื่อมต่อกันด้วยคานคอนกรีตที่ก่อสร้างในช่องอุโมงค์ใต้ฐานราก ในกรณีที่ไม่สามารถเข้าถึงหรือตอกเสาเข็มได้จากทั้งสองด้านของฐานรากอาจใช้ลักษณะฐานรากตีนเป็ดได้แต่อาจเป็นการทำให้เสาทั้งสองรับน้ำหนักไม่เท่ากันซึ่งไม่เป็นการประหยัด

ข้อควรระวังสำหรับการตอบเข็มคือ ควรเลือกตอกทั้งหมดรอบอาคารหรือไม่ตอกเลยเนื่องจากการเสริมเข็มเพียงบางส่วนอาจทำให้อาคารทรุดตัวไม่เท่ากันก่อความเสียหายตามมาได้ และการใช้วิธีนี้ผนังจะต้องพาดช่วงระหว่างคานหัวเสาเข็ม ซึ่งการดำเนินงานมีอันตรายอย่างมากต่ออาคารจึงควรทำด้วยความระมัดระวังและโดยผู้เชี่ยวชาญเท่านั้น

4. การตอบเสาเข็มขนาดเล็ก[1] (Minipiling)

ใช้แก้ปัญหาที่วิธีการตอกเข็มปรกติไม่อาจทำได้

วิธีการทำ

จะใช้หัวเจาะรูในลักษณะเฉียงเข้าไปในผนังเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 17-25 ซม. เข้าทางผนังก่อจากระดับเหนือพื้นดินผ่านฐานรากและชั้นดินอ่อนจนถึงระดับชั้นดินที่รับน้ำหนักได้ จากนั้นทำการเสริมความแข็งแรงด้วยการอัดน้ำปูน (Grouting) หรือเทคอนกรีตแล้วถอนท่อนำที่เจาะเข้าไปออก วิธีการนี้ทำให้เสาเข็มที่ได้มีการยึดเหนี่ยวอยู่ในผนังและฐานราก

ภาพ 4-14 อธิบายการตอกเข็มขนาดเล็ก (ภาพจากหนังสือ Structural Aspects of Building Conservation โดย Poul Beckmann)

ข้อดีของวิธีการนี้คือ

1. ขนาดของเสาที่ใช้เล็กกว่าวิธีการทั่วไป สามารถตอกในระยะใกล้กันได้ทำให้ผนังไม่ต้องพาดช่วงกว้างนัก และที่สำคัญคือไม่จำเป็นต้องมีการขุดดินเพื่อทำคานหัวเสาเข็ม

2. ไม่จำเป็นต้องมีการขุดช่องใต้ฐานรากเช่นที่จำเป็นสำหรับการเสริมฐานราก

3. เครื่องมือที่ใช้ในการปฏิบัติงานมีขนาดกะทัดรัด

---

[1] พัฒนาขึ้นโดยบริษัท Fondedile S.A.ของอิตาลี

ข้อเสียของวิธีการคือ

1. เนื่องจากการเจาะเสาเข็มแบบเฉียงทำให้เข็มที่ได้อยู่ในสภาพที่เอียงทำมุมกับระนาบ แรงแนวราบที่เกิดขึ้นทำให้จำเป็นต้องมีการตอกทั้งสองทิศทางตามภาพ เพื่อชดเชยกัน และดินใต้ฐานรากจะต้องสามารถรับแรงแนวราบนี้ได้

2. การเจาะรูที่ระดับเหนือดินทำให้ต้องมีการเก็บงานที่ลำบากเช่นการอุดรูที่เกิดขึ้น

3. ในกรณีที่อาคารก่ออิฐไม่มีความแข็งแรงเพียงพออาจทำให้เกิดรอยแตกร้าวขึ้นได้ ซึ่งทำให้อาจต้องมีการเย็บซ่อมและเกร๊าท์ปูน

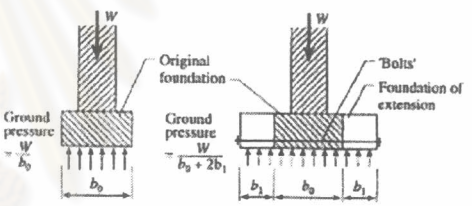
5. การเพิ่มขนาดฐานราก (Lateral Extension of foundation)

หากปัญหาที่เกิดเป็นความไม่เพียงพอของฐานรากหรือการทรุดตัวที่ไม่เท่ากันมีสาเหตุมาจากน้ำหนักกดที่มากเกินไปภายใต้ฐานรากหรือส่วนของฐานราก อาจจำต้องมีการเพิ่มพื้นที่หน้าดินที่กระจายแรงจากฐานรากไปในแนวนอนซึ่งก็คือการขยายขนาดฐานรากออกด้านข้างนั่นเอง

วิธีการ

โดยหลักการจะเป็นการหล่อชิ้นคอนกรีตประกบทั้งสองข้างของฐานราก โดยมีพื้นที่รับน้ำหนักในระดับเดียวกับฐานรากเดิม แล้วทำการยึดต่อเข้าด้วยกันเพื่อให้คอนกรีตที่เพิ่มเข้าไปช่วยแบ่งรับน้ำหนักกดจากฐานรากอาคารที่มีอยู่เดิม การต่อเชื่อมทั้งสองส่วนเข้าด้วยกันกระทำโดยใช้โบลต์เหล็กยึดไว้โดยวางอยู่ในระดับล่างของฐาน

ข้อควรระวังคือเหล็กที่ใช้ยึดฐานรากเข้าด้วยกันควรมิให้เกิดการกร่อนหรือเป็นสนิมหรืออาจใช้หัวน็อตขันยึดเหล็กแทนการเกร๊าท์เพื่อประโยชน์ในการดึงออกมาเช็คสภาพได้นอกจากนี้การเพิ่มขนาดฐานรากอาจทำให้เกิดการทรุดตัวเพิ่มขึ้นจึงควรทำ pre-load ดินเสียก่อนซึ่งจะไม่ขอกล่าวรายละเอียดในที่นี้



ภาพ 4-15 การเพิ่มขนาดฐานราก(ภาพจากหนังสือ Structural Aspects of Building Conservation โดย Poul Beckmann)

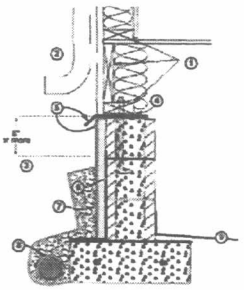
1.2. การแก้ไขปัญหาความชื้น

ก.การแก้ปัญหาความชื้นในผนัง

ความเสียหายประเภทนี้ เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของน้ำซึ่งมีสารประกอบเกลือละลายอยู่โดยทั่วไปคือจากดิน จากในเนื้อวัสดุเอง หรือจากภายนอกผนัง วิ่งขึ้นตามความสูงของผนังด้วยแรงกระทำเช่น capillary action จนกระทั่งถึงจุดสมดุลย์ของแรง เกิดการระเหยออกไปทิ้งคราบเกลือเอาไว้ พร้อมกับความเสียหายของวัสดุก่อและปูนฉาบจากการเกิดการตกผลึก (crystallization) ทั้งการตกผลึกภายในผนัง cryptoflorescence และที่ผิวพื้นผนัง efflorescence ของเกลือซึ่งสร้างแรงดันทำให้เกิดการหลุดร่วง แตกร่วนขึ้นตลอดแนวการเดินทางของน้ำ โดยเฉพาะในระดับที่เกิดการระเหยที่มักมีการเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงเวลาในรอบปี องค์ประกอบที่สำคัญในการเกิดความเสียหายได้คือ น้ำ เกลือ และ คุณสมบัติของเนื้อวัสดุ การแก้ไขปัญหาเป็นการลดความเสี่ยง ขจัดสาเหตุและปัจจัยชักนำ ส่งเสริมให้เกิดปัญหา การแก้ไขปัญหาในภาพรวมสามารถกระทำได้เช่น

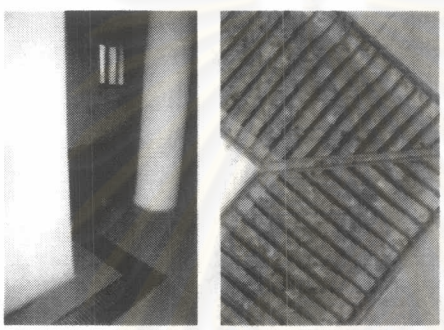
การแก้ไขปัญหาแบบ passive

1. การควบคุมน้ำบริเวณฐานรากอาคารภายนอก เป็นการลดโอกาสของน้ำที่จะเข้าสู่ฐานอาคารและซึมขึ้นไปทำความเสียหายต่อผนัง โดยพยายามนำเศษวัสดุบางประเภทเช่นไม้ที่เน่าเปื่อยออกจากดินบริเวณฐานอาคาร ติดตั้งรางน้ำฝนเพื่อนำน้ำออกไปจากบริเวณอาคาร ทำพื้นบริเวณรอบฐานอาคารให้ลาดเอียงประมาณ 5% ติดตั้งระบบระบายน้ำที่ฐานรากใต้ดินของอาคาร ทำแนวระบายน้ำด้วย drainage plane หรือใช้กรวด ประชิดฐานรากเพื่อลดโอกาสเกิดแรงดัน Hydrostatic และเพื่อใช้นำเอาน้ำที่ฐานอาคารลงไปสู่ระบบการระบายน้ำที่ฐานรากใต้ดินของอาคาร



ภาพ 4-16 การควบคุมน้ำที่ฐานรากภายนอกอาคาร (ภาพจาก US. Department of Energy)

2. การระบายความชื้นออกจากฐานผนังภายในอาคาร



ภาพ 4- 17 การทำแนวระบายความชื้นจากฐานผนังภายในอาคาร

3. แก้ไขข้อบกพร่องของอาคารเพื่อหยุดการขังของน้ำบริเวณอาคารและพื้นที่โดยรอบโดยเฉพาะพื้นที่ใกล้เคียงผนังอาคาร

4. พยายามทำให้เกิดการระบายอากาศที่ดีในตัวอาคาร

5. มีการบำรุงรักษาอาคารที่ดีสม่ำเสมอโดยเฉพาะการรั่ว ในจุดต่างๆ และการแตกของท่อน้ำ

6. พยายามทำให้ผนังสามารถระบายความชื้นที่ผิวหน้าได้สะดวก

การขจัดต้นเหตุต่างๆของปัญหาด้วยวิธี active

โดยทั่วไปวิธีการแก้ไขปัญหาที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดคือการพยายามทำให้เกลือในผนังเคลื่อนตัวออกจากเนื้อผนังมากกว่าจะปิดกั้นกักขังเกลือเหล่านั้นไว้ภายในเนื่องจากการที่เกลือไม่สามารถเคลื่อนที่ออกไปได้มันจะเคลื่อนตัวเข้าไปในจุดที่ไม่มีการปิดกั้น มีการระบายออกที่ดีกว่า หรือมีรอยแยก อื่นๆแทน ซึ่งจะทำให้เกิดความยุ่งยากขึ้นไปอีกทั้งการตรวจหาและซ่อมแซม

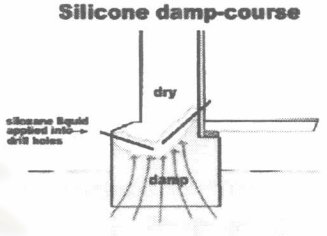
การไล่เกลือออกมาที่ผนังแม้ว่าอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อผนังปูนฉาบจากการตกผลึกที่ผิวหน้าแต่เป็นสิ่งที่สามารถแก้ไขปัญหาด้วยวัสดุที่ยอมให้ผ่านได้ หรือการซ่อมแซมอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งการยอมให้เกลือเคลื่อนตัวออกมามีผลให้ไม่เกิดการสะสมภายในผนัง ในทำนองเดียวกันการกร่อนของปูนก่อที่ต่อเนื่องมาแสดงให้เห็นว่าปูนก่อกำลังดูดซึมและกร่อนไปแทนวัสดุก่อหรืออิฐ

ก.การป้องกันน้ำจากด้านล่างของผนัง

การสกัดกั้นน้ำจากดิน

1. การทำแนวซิลิโคนเพื่อหยุดการซึมขึ้นมาของความชื้น

เป็นการฉีดสารละลายบางชนิดเช่น จำพวกไซโลเฟนเข้าไปเพื่อสร้างชั้นป้องกันความชื้นภายในเนื้อผนัง สารชนิดนี้มีราคาไม่สูงนักคุณสมบัติ มีความเฉื่อยต่อปฏิกิริยาเคมี สามารถป้องกันเกลือและสารประกอบประเภทอัลคาไลน์ได้ดี ไม่มีกลิ่นฉุน ไม่มีสี หรือมีฤทธิ์รุนแรง สามารถใช้กับผนังที่มีความชื้นได้ผิวหน้าผนังยังคงคุณสมบัติในการหายใจอยู่ภายหลังการซ่อมแซม และเป็นวิธีการที่รบกวนโครงสร้างอาคารค่อนข้างน้อย



ภาพ 4-18 การใช้ซิลิโคน (ภาพจาก http://www.saltdamp.com.au/abouts1.html 05/11/2545)

วิธีการที่ 1 ฉีดสารโดยใช้แรงโน้มถ่วงตามธรรมชาติ

1. ทำการเจาะรูขนาด 12mm หรือใหญ่กว่าเพื่อความรวดเร็วในการซึมซับของผนังไปตามแนวฐานผนังที่ได้รับความเสียหายที่ระดับประมาณ 10-15cm เหนือพื้นดินสำหรับผนังภายนอกและที่ระดับพื้นโดยตรงสำหรับผนังภายในอาคาร ด้วยองศาประมาณ 45-70 จนถึงฐานผนัง ความลึกราวครึ่งหนึ่งของความหนาผนังทั้งหมด แต่ควรระวังมิให้ทะลุเนื่องจากจะทำให้น้ำยาไหลออกไปได้ ระยะห่างระหว่างรูที่เจาะประมาณ 10cm ตามแนวระดับ การเจาะเพื่อให้ได้ผลดีอาจเจาะรูทั้งผนังภายนอกและภายในได้

2. ใช้อุปกรณ์ดูดเศษวัสดุที่อยู่ภายในรูออกมาเพื่อป้องกันการอุดตันระหว่างทำการใส่สารสร้างชั้นกันความชื้น

3. ใส่สารละลายไซโลเฟนเข้าไปตามรูที่เจาะไว้โดยไม่ใช้แรงดัน ใช้อุปกรณ์ช่วยเช่น ขวดพลาสติก หรือใช้เครื่องสูบน้ำยาก็ได้ สารละลายจะไหลไปตามรูพรุนในเนื้อผนังด้วย capillary action และสร้างชั้นกันความชื้นต่อเนื่องตลอดหน้าตัดผนังขึ้นมา การใส่น้ำยาควรทำการใส่จนเต็มรู เมื่อปริมาณที่ใส่ถูกดูดซึมหมดแล้ว ทำการเติมน้ำยาลงไปอีกจนกระทั่งถึงระดับปริมาณน้ำยาที่คำนวณไว้

ในกรณีที่น้ำยาที่เติมในรูที่เจาะไหลออกไปจนหมดโดยมิได้มีการดูดซึมไว้ ไม่ควรเติมน้ำยาลงไปอีก หากควรทำการเจาะรูใหม่จนได้รูที่น้ำยาสามารถดูดซึมได้ดี หรือเพิ่มปริมาณน้ำยาลงไปในรูข้างเคียงแทน นอกจากนี้ยังอาจใช้วิธีใส่ จุกปูน ลำลี ขนสัตว์ หรือฟองน้ำเข้าไปในรูที่มีปัญหา เพื่อให้ซึมเก็บน้ำยาและค่อยๆปล่อยสู่ผนังต่อไปก็ได้

4. หลังการใส่น้ำยาซิลิโคนเสร็จสิ้นแล้วให้ทำการปิดรูที่เกิดขึ้นด้วยปูนหรือวัสดุเดิมตามความเหมาะสม

วิธีการที่ 2 ฉีดสารละลายโดยใช้แรงดัน

มีความคล้ายคลึงกับวิธีการแรก แต่การฉีดโดยใช้แรงดันจะได้ผลดีกับผนังที่มีความพรุนสม่ำเสมอ ซึ่งโดยทั่วไปจะพบได้ยากเนื่องจากมักมีความเสียหายทางโครงสร้างอื่นๆเช่น รอยแตก แยกเปิดอยู่จึงอาจทำให้สารที่ฉีดเข้าไปมีกี่รั่วหรือกระจายตัวไม่สม่ำเสมอได้

ระยะเวลาของการดำเนินการอาจอยู่ตั้งแต่ ไม่กี่ชั่วโมงจนถึงหลายวันขึ้นอยู่กับระดับความพรุนของวัสดุเนื้อผนัง อย่างไรก็ดีการใช้วิธีการให้สารละลายซึมผ่านผนังตามธรรมชาติเป็นวิธีการที่ใช้ระยะเวลาค่อนข้างนานและยังไม่มีความแน่ชัดในความปลอดภัยของสารเมื่อได้รับความร้อนสูงเช่นในกรณีเกิดอัคคีภัย เนื่องจากน้ำยาชนิดนี้จัดเป็น น้ำยาปิโตรเลียมที่ติดสามารถติดไฟได้ การเก็บรักษาและเคลื่อนย้ายน้ำยาไม่ควรให้สัมผัสกับน้ำหรืออากาศที่ชื้นโดยตรงเพื่อหลีกเลี่ยงการเสียสภาพของตัวน้ำยา

แม้ว่าได้มีการใส่แนวกันความชื้นไว้ในผนังซึ่งจะหยุดการซึมผ่านขึ้นมาของความชื้นและเกลือจากใต้ดินที่ต้นเหตุแล้วก็ตาม แต่ตัวผนังเองก็ยังคงมีความชื้นอยู่ภายในจึงจำเป็นจะต้องมีการไล่ความชื้นและขจัดเกลือส่วนเกินเหล่านั้นออกไป

การตัดความชื้นด้วยการวางแผ่นตัดความชื้นที่ฐานผนังเมื่อดำเนินการแทนที่วัสดุใหม่เข้าไปแล้วจะสามารถฉาบเก็บงานได้ทันทีซึ่งงานจะดำเนินเสร็จในคราวเดียวทั้งหมด แต่สำหรับวิธีการใส่ชั้นซิลิโคน หลังการใส่แนวกันความชื้นแล้ว ก่อนจะมีการฉาบปูนใหม่ ผนังควรได้รับการระบายความชื้นออกอย่างน้อย 5-6 เดือน

ขณะที่ผนังได้รับการระบายอยู่นี้เกลือส่วนเกินจะเคลื่อนออกมาและถูกดูดซึมไว้ด้วยปูนฉาบเก่า ซึ่งแนะนำให้เหลือไว้เพื่อประโยชน์ในการดูดซึมเกลือส่วนนี้ ซึ่งสามารถกำจัดออกได้เมื่อมีการสกัดปูนฉาบเก่าออกเพื่อนำปูนใหม่ฉาบเข้าไป ในการนี้ควรอย่างยิ่งที่จะทำความสะอาดให้หมด มิฉะนั้นคราบเกลือ (Efflorescence) จะเริ่มดูดความชื้นจากอากาศและก่อความเสียหายอีกครั้งหนึ่ง

ในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง บางครั้งเกลือบริเวณพื้นผิวผนังจะดูดความชื้นจากอากาศและเกิดการควบแน่นที่มีความเข้มข้นของเกลือสูงมากขึ้น ทำให้มีความจำเป็นต้องทำความสะอาดออกโดยใช้ฟองน้ำเปียกหมาดๆ หากผิวปูนฉาบหรือวัสดุพื้นผิวผนังเกิดการบวม หรือหลุดล่อนออกในระยะเวลาไม่นานนักหลังจากการใส่ชั้นตัดความชื้น นั่นเป็นสิ่งที่แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของเกลือในผนังที่เหลืออยู่มีระดับสูงมากจำเป็นต้องทำการฉาบปูนใหม่

อนึ่ง เมื่อจะมีการการฉาบปูนใหม่ ควรมีการสกัดปูนฉาบที่ได้รับความเสียหายออกไปก่อนอย่างน้อยจนถึงระดับความสูง 300mm เหนือระดับ ยอดความชื้น (tide mark) ด้วย ในกรณีที่ผนังที่ทำการซ่อมแซมเดิมเป็นการฉาบปูนที่แข็งมากผนังไม่สามารถหายใจได้สะดวก ภายหลังจากการใส่ชั้นตัดความชื้นแล้วควรทำการฉาบปูนที่มีความยืดหยุ่นและพรุนสูงไว้เป็นการชั่วคราวเพื่อให้ดูดซึมเกลือและความชื้นส่วนเกินออกจากผนังในช่วงที่ทำการผึ่งผนังให้แห้งซึ่งหลังจากผนังอยู่ในสภาพปรกติแล้วจึงทำการสกัดออกและนำปูนฉาบที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงเดิมฉาบลงไปได้

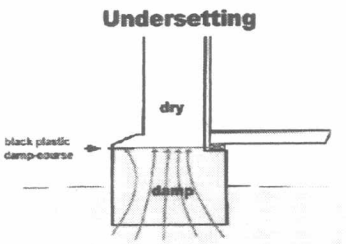
สำหรับ ปูนที่ใช้ฉาบในขั้นสุดท้ายควรเป็นปูนที่มีความยืดหยุ่นและพรุนสูงเช่นปูนตำ แต่อย่างไรก็ดีในบางครั้งอาจมีความจำเป็นต้องใช้ปูนที่ปิดกั้นเกลือและมีความพรุนต่ำเพื่อเก็บเกลือส่วนเกินไว้ภายในผนังเช่นกันทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพการณ์เป็นกรณีไป

2. **การใส่แผ่นพลาสติกหรือวัสดุกันความชื้นภายใต้ผนัง** (under setting)

เป็นการนำเอาวัสดุก่อผนังที่ได้รับความเสียหายจาก salt damp แล้วแทนที่ด้วยวัสดุใหม่โดยมีแผ่นพลาสติกกันความชื้นวางอยู่ที่ฐานผนังตลอดช่วง การดำเนินการจะกระทำทีละช่วงย่อยๆเพื่อลดความเสียหายเพิ่มเติมและความเสียหายต่อตัวโครงสร้างอาคารที่อาจเกิดขึ้น วิธีการนี้เป็นวิธีการที่ยุ่งยาก รบกวนตัวอาคาร มีความเสี่ยงต่อความเสียหายเชิงโครงสร้างของอาคาร และมีค่าใช้จ่ายที่สูงมาก

ข้อดีของวิธีการนี้คือสามารถเปลี่ยนแทนที่วัสดุที่เสื่อมสภาพหรือได้รับความเสียหายด้วยวัสดุใหม่ได้ทั้งหมด

ปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับการใช้แผ่นพลาสติกกันความชื้นมีอยู่เช่น การทำลายจากแมลงต่างๆ และการเสียสภาพจากน้ำซึ่งมีฤทธิ์กัดกร่อน การเคลื่อนตัวของดิน หรือการฉีกขาดจากการปรับแต่งพื้นที่รอบอาคารเป็นต้น



ภาพ 4-19 การใส่แผ่นกันความชื้น (ภาพจาก http://www.saltdamp.com.au/abouts1.html 05/11/2545)

3. **การใช้** Electro-Osmosis

เป็นการใช้ไฟฟ้ากระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนที่ของของเหลวภายในวัสดุพรุน นิยมใช้ในกรณีที่ความชื้นทำความเสียหายอย่างรุนแรงต่ออาคาร พัฒนามาจากระบบ hard-wired ซึ่งเป็นการสอดขั้วไฟฟ้าจำนวนมากเข้าไปในฐานของผนังอาคารแล้วต่อเชื่อมเข้ากับระบบควบคุมต่างๆ ขณะที่ขั้วไฟฟ้าอีกส่วนจะถูกเสียบต่อลงดิน

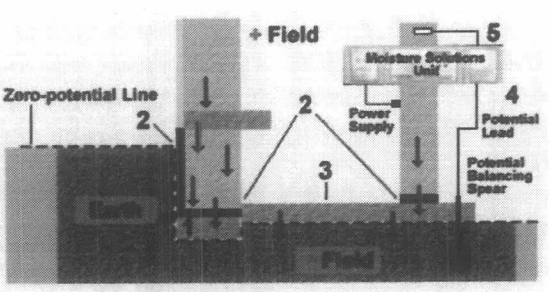
วิธีการนี้เป็นการรบกวนโครงอาคารและต้องใช้ผู้เชี่ยวชาญมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งการติดตั้งขั้วไฟฟ้าในจุดที่เข้าถึงได้ยาก ส่งผลให้เกิดความเสียหายที่พื้นผิวตบแต่งซึ่งต้องย้อนมาทำการซ่อมแซมอีกครั้ง

4. การทำให้เกิดการ osmosis**โดยใช้คลื่นวิทยุ**[2]

เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า active electro-osmosis เป็นวิธีการที่ใช้หลักการเดียวกับ electro-osmosis โดยจะใช้คลื่นวิทยุความถี่ต่ำมากเข้าไปสลับขั้วและลดสภาพแรงดึงดูดต่อสารอื่น (adhesion) ของไอออนในโมเลกุลน้ำเพื่อหยุด capillary action ทำให้ความชื้นที่ไต่ขึ้นไปเคลื่อนกลับสู่ดินและอากาศ คล้ายคลึงกับการบีบไล่น้ำออกจากฟองน้ำ วิธีการนี้มีประสิทธิภาพสูงและรบกวนโครงสร้างอาคารน้อยกว่าใช้การกระตุ้นด้วยไฟฟ้า

<u>การติดตั้งระบบ radio-osmosis</u>

อุปกรณ์ควบคุมการทำงานจะถูกติดตั้งบนฐานอาคาร ณ จุดกึ่งกลางอาคารโดยมีสายอากาศฝังเข้าไปในเนื้อผนังและต่อเข้ากับเครื่องควบคุม อีกด้านหนึ่งขั้วเหล็กไร้สนิม (cathode) จะถูกฝังลงดินผ่านรูที่เจาะไว้ หรืออีกทางเลือกหนึ่งคือลงพื้นดินภายนอกอาคาร ในกรณีแรกจะต้องมีฉนวนหุ้มปลายขั้วเหล็กไว้ และในทั้งสองกรณี ขั้วที่ต่อลงดินนี้จะถูกเสียบต่อเข้ากับอุปกรณ์ควบคุมซึ่งมีการให้กระแสไฟฟ้าด้วยดังภาพ การติดตั้งทั้งหมดสามารถกระทำเสร็จสิ้นลงได้ภายใน 4 ชม.



ภาพ 4-20 การใช้คลื่นวิทยุไล่น้ำ (ภาพจาก http://www.moisture-solutions.com/ 05/11/2545)

[2] เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัท Hamasol ของสหพันธรัฐเยอรมัน

การลดการดูดซึมน้ำจากด้านข้างอาคาร

การดูดซึมน้ำของผนังด้านข้างมีผลอย่างมากต่อการเกิดความเสียหายทั้งจากตัวน้ำเองและเป็นปัจจัยต่อการเกิดการตกผลึกของเกลือซึ่งนำความเสียหายต่อมา การแก้ไขปัญหาโดยทั่วไปคือ

1. การแก้ปัญหาการแทรกผ่านของน้ำผ่านด้านข้างผนังนิยมใช้ น้ำยาป้องกันการซึมเข้าของน้ำจากสภาวะอากาศทาทับพื้นผิวซึ่งมีคุณลักษณะที่ยอมให้ความชื้นสามารถระบายออกจากผนังหรือให้ผนังยังคงหายใจได้ ไม่ควรใช้สารที่ผนึกปิดกั้นการถ่ายเทความชื้นเนื่องจากจะทำให้ความชื้นในผนังถูกขังไม่สามารถระเหยออกมาได้และก่อให้เกิดปัญหาตามมา

2. การอุดรอยรั่วต่างต่างตามรอยต่อระหว่างผนังและช่องเปิดมีความจำเป็นอย่างมากเนื่องจากบริเวณนี้มีโอกาสเสี่ยงต่อการที่น้ำจะแทรกซึมเข้าส่ผนังจนก่อความเสียหายได้

ค. การแก้ไขปัญหาการตกผลึกที่ผิวผนัง

การตกผลึกที่ผิวหน้าคือการเกิดผลึกเกลือโดยทั่วไปเป็นสีขาวขึ้นบนผิวหน้าผนัง มักเป็นผลพวงมาจากปัญหาความชื้นในผนังจากสาเหตุต่างๆ

การตรวจสอบปัญหาการตกผลึกที่ผิวหน้า

การตรวจสอบโครงสร้างของปัญหาสามารถใช้ Checklist ดังต่อไปนี้เพื่อตั้งข้อสันนิษฐานสาเหตุและผลพวงของปัญหาการตกผลึกที่ผิวหน้าได้ดี

1. ตำแหน่งที่เกิดการตกผลึกที่ผิวหน้า ทั้งบนตัวโครงสร้าง หน่วยย่อยของโครงสร้าง และ ที่วัสดุประสานข้อต่อต่างๆของอาคาร ซึ่งจะบอกให้ทราบได้ถึงช่องทางที่น้ำเข้าสู่โครงอาคาร สำหรับตำแหน่งของผลึกเกลือบนข้อต่อประสานต่างๆอาจบอกได้ถึงแหล่งที่มาของเกลือนั้น นอกจากนี้ การใช้ประโยชน์อาคารทั้งในปัจจุบันและอดีตควรมีการจดบันทึกด้วยเช่นกัน

2. สภาพของผนังก่อ ปูนฉาบ ฝีมือช่างก่อสร้าง และการผนึกปิดรอยรั่วรอยต่อต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางให้ทราบถึงเส้นทางการเข้ามาของความชื้นในโครงสร้าง

3. ภาพตัดของผนัง รายละเอียดโครงสร้างผนัง หลังคา รอยต่อผนังต่างๆ เพื่อประเมินความน่าจะเป็นของการเข้ามาของความชื้นและที่มาของเกลือ

4. การนำตัวอย่างวัสดุที่เกิดปัญหาส่งให้ห้องทดลองเพื่อวิเคราะห์ที่มาของเกลืออย่างละเอียด โดยอาจใช้การวิเคราะห์ X-Ray Defection หรือ Petrographic ได้ตามความเหมาะสม ซึ่งในบางครั้งการการทราบแหล่งที่มาและปริมาณของเกลือจะมีประโยชน์ต่อการแก้ไขปัญหามาก

5. แหล่งที่มาเบ็ดเตล็ดของน้ำก็เป็นสิ่งจำเป็นเมื่อการขจัดสาเหตุอื่นๆได้ถูกดำเนินการไปแล้ว แหล่งที่มาที่พบบ่อยคือ การควบแน่นภายในเนื้อผนัง การแตกรั่วของท่อน้ำ หรือ การระบายน้ำที่ไม่ถูกต้อง

การซ่อมแซมและแก้ไขต้นเหตุของปัญหา

เมื่อทราบกระบวนการหรือแหล่งที่มาของเกลือและความชื้นแล้ว การแก้ไขปัญหาจึงจะสามารถดำเนินการได้ โดยส่วนใหญ่การแก้ไขปัญหาจะเป็นการป้องกันการเข้าสู่ผนังก่อของน้ำ และการนำผลึกเกลือออกจากผนัง

1. **การเคลือบ**

วิธีการที่นิยมคือการใช้ silicone หรือ acrylic ในการการป้องกัน การเคลือบสารเหล่านี้จะช่วยป้องกันการเกิดขึ้นมาใหม่ของผลึกเกลือ อย่างไรก็ดีการเคลือบปิดผนังโดยมิได้มีการหยุดยั้งขบวนการการเกิดการตกผลึกอย่างมีประสิทธิภาพ อาจนำมาซึ่งความเสื่อมสภาพที่รุนแรงของผนังก่อในภายหลัง ข้อเสียประการสำคัญของการเคลือบคือการที่เมื่อยังคงมีน้ำที่มีสารละลายเกลืออยู่เคลื่อนตัวขึ้นมาตามผนัง น้ำปริมาณนี้จะเริ่มระเหยผ่านสารที่เคลือบไว้โดยไม่เป็นอันตรายแต่ขณะที่น้ำระเหยจะทิ้งผลึกเกลือไว้ที่ใต้ผนังที่ความลึกประมาณ 3-6 มม.ซึ่งขณะที่เกลือตกผลึกขยายตัวสร้างแรงดันจะทำให้อิฐปูนยุ่ย

2. **การนำผลึกเกลืออกจากผนัง**

โดยทั่วไปการกำจัดผลึกเกลือจากหน้าผนังเป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยาก แต่อย่างไรก็ดีไม่ควรใช้น้ำล้างผลึกเกลือออกจากผิวหน้าผนังในสถานที่ที่อับชื้นและไม่มีอากาศถ่ายเทเนื่องจากน้ำจะทำให้มีเกลือขึ้นมาที่ผิวหน้าผนังเพิ่มเติมขึ้นมาอีก การทำความสะอาดอาจใช้การปัดหรือเช็ดด้วยแปรงหรือผ้าแห้งก็เพียงพอ

. การใช้วัสดุซ่อมแซมอาคารเป็นสิ่งที่ควรให้ความสำคัญมากเนื่องจากอาจเป็นแหล่งที่มาของเกลือ ดังนั้นปูนที่ใช้ซ่อมแซมอาคารไม่ควรเลือกใช้ประเภทที่มีสารประกอบ Alkaline สูงเกินไป

3. **การแก้ไขปัญหาผนัง**

3.1. **การแก้ปัญหาทับหลัง**

ในกรณีของวัดตองปุ ปัญหาที่เกิดขึ้นยังอยู่ในขั้นน้อยมาก อาจใช้การเฝ้าระวังหมั่นตรวจสอบสภาพไว้ แต่อย่างไรก็ดี หากความเสียหายมีทีท่าจะลุกลามไป อาจมีวิธีการแก้ไขปัญหาคร่าวๆคือ การลดน้ำหนักที่ถ่ายลงบนคาน อาจทำได้หลายลักษณะเช่น

<u>1. การเสริมโครงสร้างคอนกรีตเข้าไปรับแรงแทน</u>

เป็นการใส่คานคอนกรีตขึ้นเหนือไม้ทับหลังเดิม มีข้อดีคือสามารถรักษาวัสดุเดิมคือไม้ทับหลังไว้ได้ทั้งหมดแต่อาจเป็นการยุ่งยากกว่าและควรระวังมิให้น้ำหนักที่ลงคอนกรีต ถ่ายลงทับหลังไม้

<u>2. เปลี่ยนวัสดุก่อสร้างทับหลังจากไม้เป็นปูน</u>

แต่วิธีการนี้ทำให้รูปลักษณ์ของหน้าต่างเปลี่ยนแปลงไปโดยจะสามารถมองได้ว่าทับหลังเป็นปูนมิใช่ไม้

<u>3. เปลี่ยนไม้ทับหลังใหม่แทนที่ของเดิม</u>

วิธีการนี้เป็นการเปลี่ยนชิ้นวัสดุดั้งเดิมใหม่ด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน มีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้กับวัดตองปุเนื่องจาก ทับหลังมิได้มีลักษณะพิเศษใดๆ ข้อควรระวังคือปัญหาอาจเกิดขึ้นซ้ำเดิมเมื่อใช้งานเป็นระยะเวลายาวนาน

<u>4. ใช้วิธีการเรียงอิฐผ่อนน้ำหนัก</u> (relieve arch)

โดยใช้การเรียงอิฐรับน้ำหนักช่วยเช่นการก่อวงโค้ง หรือสันเหลื่อม แล้วก่ออุฐผนังส่วนที่อยู่ใต้โค้งลงมาทำให้ลดน้ำหนักที่ถ่ายลงสู่ทับหลังได้ในระดับหนึ่ง เป็นวิธีที่ไม่ใส่วัสดุใดๆเข้าไปแทนเลย ข้อเสียอาจก่อให้เกิดปัญหาความเสื่อมสภาพจากรอยแยกตามมา

3.2. การซ่อมแซมความเสียหายบนผนัง

หลังจากแก้ไขปัญหาการเคลื่อนตัวหรือขจัดต้นเหตุต่างๆของปัญหาได้แล้วจึงจะทำการซ่อมแซมรอยแตกร้าวต่างๆที่เป็นผลมาจากการเคลื่อนตัวโดยพิจารณาเลือกใช้วิธีการซ่อมแซมตามคำแนะนำที่ให้ดังต่อไปนี้

<u>การตรวจสอบความเสียหายบนผนัง</u>

เป็นการตรวจสอบให้ทราบถึงระดับความรุนแรงของความเสียหายเพื่อจะสามารถเลือกวิธีการซ่อมที่เหมาะสมได้ การวัดรอยแตกร้าว โดยการใช้เครื่องมือแบบง่ายๆ 3 วิธี กระทำได้ดังนี้

1. Glass Tell-Tale
2. Calibrated Tell-Tale
3. Triangulated Markers

<u>การประเมินความเสียหายจากรอยแตก</u>

1. เบาบางมาก สังเกตุได้จากรอยแตกร้าวนั้นมีขนาดไม่เกิด 1 ม.ม. ซึ่งมีวิธีการแก้ไขได้โดยการตกแต่ง

2. เบาบาง สังเกตุได้จากรอยแตกร้าวมีขนาดไม่เกิน 5 ม.ม. มีวิธีการแก้ไขโดยการอุดด้วยซีเมนต์หรือซ่อมแนวปูนก่อ

3. ปานกลาง สังเกตุได้จากรอยแตกร้าวมีขนาดกว้างระหว่าง 5 – 15 ม.ม. หรือมีรอยแตกขนาดกว้าง 3 ม.ม. จำนวนมาก มีวิธีแก้ไขโดยการซ่อมแนวปูนก่อหรืออุดด้วยซีเมนต์และอาจใช้การตรึงด้วยเหล็กหลังจากการซ่อม

4. รุนแรง สังเกตุได้จากรอยแตกร้าวที่มีขนาดกว้างระหว่าง 15 – 25 ม.ม. แก้ไขปัญหาฐานราก รวมทั้งซ่อมระดับเหนือดิน

5. รุนแรงมาก สังเกตุได้จากรอยแตกร้าวที่มีขนาดกว้างกว่า 25 ม.ม. แก้ไขปัญหาฐานราก รวมทั้งซ่อมระดับเหนือดิน

<u>การซ่อมแซมรอยแตกร้าวบนผนัง</u>

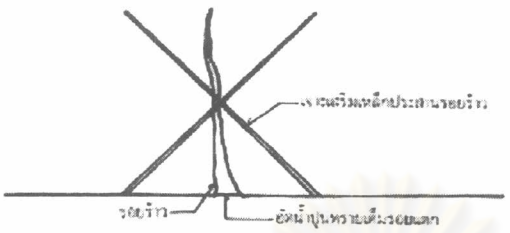
ร่องรอยความเสียหายที่เกิดขึ้นบนผนังก่ออาจซ่อมแซมได้ดังนี้

1. ปล่อยไว้โดยไม่ต้องซ่อมแซม จะใช้ในกรณีที่ รอยแตกร้าวไม่เคลื่อนไหวอีก ไม่มีผลต่อความมั่นคง ไม่มีปัญหาความชื้นเข้าไป หรือไม่มีวิธีการใดเหมาะสมในการซ่อมแซม

2. การตัดออกและอุดด้วยปูน ใช้ในกรณีที่รอยแตกหยุดเคลื่อนแล้วแต่รอยร้าวนั้นทำให้น้ำเข้าและเป็นสาเหตุของปัญหาความชื้น หรือทำให้โครงสร้างอ่อนแอ รอยแตกที่เกิดไม่ทะลุ วิธีการทำทำได้โดยการใช้เลื่อยบากขอบแผลให้เรียบแล้วพรมด้วยน้ำอุดด้วยปูนก่อ หากรอยแยกทะลุก้อนอิฐให้ตัดอิฐออกทั้งก้อนเปลี่ยนเป็นอิฐใหม่

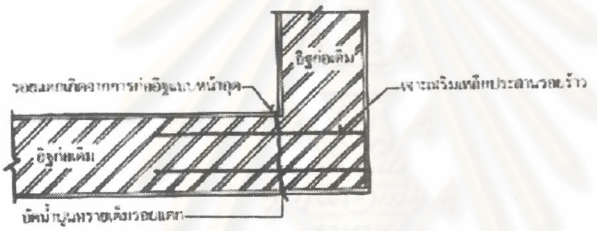
3.การเย็บ ใช้เมื่อรอยแตกทะลุและมีการเคลื่อนที่ของโครงสร้าง ทำได้ 2 ลักษณะคือ การเย็บด้วยคอนกรีต เป็นการตัดอิฐออกแล้วฝังคอนกรีตรูปตัวยู ยึดกำแพงเป็นระยะ ความหนา 3 แถวนอนอิฐ กว้างประมาณ 45 ซม. เมื่อฝังคานเสร็จแล้วให้เอาอิฐปะหน้าไว้

อีกวิธีหนึ่งคือการเย็บด้วยสแตนเลส โดยใช้แท่งเหล็กไม่เป็นสนิมเชื่อม 2 ปลายด้วยน็อตเกลียวหัวระเบิดฝังในกำแพง รอยร้าวทั่วไปอาจทำการเย็บประสานโดยเจาะรู ขนาด 15 มม.ลึก ¾ ของความหนา อัดฉีดน้ำปูนทรายแล้วฝังเหล็ก เพื่อยึดรอยแตกร้าว จากนั้นอัดThixotropic resin หรือน้ำปูนเข้าไป



ภาพ 4-21 การเย็บรอยร้าวด้วยเหล็กไร้สนิม (ภาพจากหนังสือวัดเฉลิมพระเกียรติวรวิหารโดยกรมศิลปากร)

สำหรับรอยแยกขนาดใหญ่ที่มุมอาคารอาจใช้วิธีการเย็บด้วยเหล็กไร้สนิมโดยการเจาะรูขนาดประมาณ 19 มม.เข้าที่ผนังด้านตรงข้ามรอยแยก ในที่นี้คือผนังด้านยาว ให้ทะลุเลยผ่านรอยแยกนั้นไป แล้วใช้น้ำปูนทรายอัดใส่เหล็กไร้สนิมขนาดประมาณ 12 มม.ยึดรอยร้าวไว้



ภาพ 4-22 การเย็บรอยแยกที่มุมอาคาร (ภาพจากหนังสือวัดเฉลิมพระเกียรติวรวิหารโดยกรมศิลปากร)

4. การรื้อสร้างใหม่ ใช้ในกรณีที่ผนังเสียรูปมากทั้งมีการเคลื่อนตัวอยู่ หาวิธีการอื่นซ่อมไม่ได้ ก่อนลงมือต้องทำการบันทึกลอกลายทั้งหมดไว้ แล้วค่อยๆรื้ออิฐออกมา วิธีการนี้มีข้อเสียคือเป็นการทำลายตัวอาคารเดิมมากที่สุด

3.3. การซ่อมแซมปูนก่อ

ทำในกรณีที่ปูนก่อมีปัญหา จนร่วนเป็นผง สึกเข้าไปมาก มีความชื้นสูง น้ำซึมขัง หรือแนวปูนก่อถูกซ่อมด้วยซีเมนต์ที่มีความแข็งจนอิฐหน้ากร่อน เช่นที่พบที่ส่วนผนังด้านสกัดของวิหารมหาอุด วิธีการที่ทำคือการผสมปูนก่อให้มีสูตร ความยืดหยุ่น ความแข็ง ใกล้เคียงกับปูนและอิฐ เดิม อัตราส่วนโดยทั่วไปคือ ปูนขาว / ทราย เท่ากับ 1/3 หากอยู่กลางแจ้งอาจผสมซีเมนต์ช่วย 1 ใน 10 ส่วน ห้ามใช้ซีเมนต์ล้วน ฉาบซ่อม

3.4. การซ่อมแซมปูนฉาบ

อาจทำได้โดยสกัดปูนเก่าออกแล้วฉาบใหม่ ปูนที่ใช้ควรมีคุณสมบัติและความแข็ง พรุน ใกล้เคียงเดิม ปูนที่ควรนำมาใช้คือปูนหมัก เนื่องจากเป็นปูนที่มีการใช้ฉาบมาเดิม

ในกรณีที่ปูนแยกตัวจากผนัง ผิวปูนโก่ง เคาะมีเสียงโพรงภายใน จะต้องมีการการเสริมความมั่นคงในชั้นปูนเสียก่อนแล้วจึงฉาบ การเสริมความมั่นคงทำได้โดยเจาะผิวปูนโดยเลือกบริเวณที่ชำรุดหรือไม่มีลวดลาย ใช้ลูกบีบดูดฝุ่นผงต่างๆภายในช่องให้สะอาด นำกาว พีวีเอ 3 ส่วน ผสมปูน และน้ำ

เหลวบรรจุไซริงจ์ฉีดผ่านช่องที่เจาะเข้าไป ถ้าปูนหกล้นให้รีบทำความสะอาดทันที สำหรับบริเวณที่เป็นปูนปั้น หากปูนปั้นหลุดแยกตัวออกมามากเป็นชิ้นใหญ่ให้ทำการตรวจดูขนาดความชำรุดถ้าชิ้นปูนปั้นใหญ่มากให้ใช้ดอกสว่านขนาดย่อม เส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 3-4 หุน แล้วใช้แกนเหล็กไร้สนิมขนาดเดียวกัน ใส่เข้าไปเพื่อให้ยึดตรึงปูนปั้นไว้กับผนัง การเจาะให้เจาะลึกลงไปในชั้นอิฐ ประมาณ 25-30 ซม. ทะแยงต่ำประมาณ 20-30 องศา ทำความสะอาดรูที่เจาะด้วยลูกบีบ ตัดเหล็กไร้สนิมให้สั้นกว่ารูประมาณ 1-2 ซม. นำปลายด้านที่สอดรูจุ่มกาวราไดรท์ สอดลงไปอย่างระมัดระวัง ถ้ากาวไหลออกให้ใช้สำลีจุ่มลาซิโตน บีบพอหมาดแล้วซับทำความสะอาดทันที

การฉาบ

ก่อนจะทำการฉาบปูนลงบนผนังให้นำปูนหมักมาผสม น้ำกาวพอให้เหนียวดี น้ำกาวดังกล่าวมักเคี่ยวจากหนังสัตว์ ผสมน้ำตาลแดงหรือน้ำอ้อยพอควรจะช่วยให้ปูนฉาบแข็งตัวไวขึ้น แต่ไม่ควรใช้มากเกินไปเพราะอาจเกิดคราบขึ้นบนผนังได้หลังปูนเซตตัว การฉาบให้ฉาบอย่างน้อย 3 ชั้น ปูนชั้นกลางและใน ใช้ ปูน/ทราย เท่ากับ 2/5 โดยปริมาตร ชั้นนอกสุดใช้ความแข็งปูนลดลงเป็น 1/3 ความหนาแต่ละชั้นประมาณ 9-20 มม. ควรปาดผิวแต่ละชั้นให้หยาบเพื่อช่วยในการเกาะตัว เมื่อปูนฉาบหดตัวช่วงแรกควรพรมน้ำช่วยเพื่อหน่วงไม่ให้ปูนแข็งตัวไวไป เมื่อฉาบครบ 3 ชั้นแล้วจึงฉาบผิวนอกสุดด้วยปูนตำ โดยผสมน้ำกาวลงเล็กน้อย การฉาบทำโดยป้ายปูนลงทีละน้อย ขัดด้วยเกรียงขนาดเล็ก กดปูนให้แน่นแล้วขัดจนทั่วความหนาของปูนตำที่ฉาบประมาณ 2-3 มม.

อนึ่งเพื่อให้เกิดความกลมกลืนและมีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวของผืนวัสดุฉาบ ควรทำการฉาบปูนใหม่หมดทั่วทั้งอาคาร หากเป็นไปได้

การซ่อมแซมปูนฉาบทับหลังหลุดร่วง

ภายในวิหาร-คลัง พบว่ามีหน้าต่างบางส่วนที่มีการหลุดร่วงของปูนฉาบส่วนทับหลัง เนื่องจากไม่มี / มีการสกัดไม้เพื่อเพิ่มลักษณะยึดเกาะปูน หรือ ไม่มีการใช้วัสดุยึด ดึงไว้ การซ่อมแซมอาจกระทำได้ด้วย กาวติดปูน เช่น อาราไดรท์ หรือกาววิทยาศาสตร์แห้งเร็วต่างๆ ยึดติดได้หลังการฉาบใหม่ หรืออาจทำรอยสกัด เสริมตะปู อย่างไรก็ได้ตามสะดวก

3.5. การซ่อมแซมปูนปั้น

การเสื่อมสภาพจากอายุการใช้งาน และปัจจัยกระทบต่างๆ เช่นความเสียหายของอาคารอาจทำการซ่อมแซมได้ โดยการผสมปูนใหม่ขึ้นไปซ่อมแซม โดยการซ่อมแซมจะต้องมีการหาข้อสรุปรูปแบบของปูนปั้นที่หลุดร่วงไปให้ดีเสียก่อน และหากต้องมีการนำปูนปั้นที่ยังไม่หลุดร่วงออกก็ต้องทำการจดบันทึก ลอกลายอย่างละเอียดเพื่อเป็นหลักฐานการซ่อมแซมและเป็นแบบให้การปั้นซ่อม

ขั้นตอนในการซ่อมแซมปูนปั้นโดยคร่าวคือ

1. ทำการบันทึกรูปแบบและสภาพปูนปั้นต่างๆก่อนการซ่อมแซม
2. เสริมความมั่นคงของปูนก่อนการทำความสะอาด

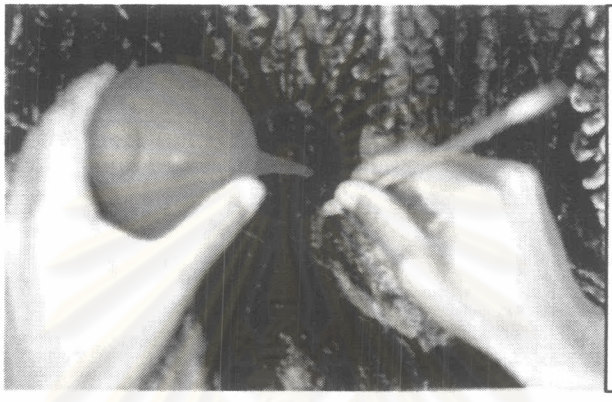
2.1. ปูนปั้นชำรุดเล็กน้อย เช่นโยกคลอนสามารถแกะออกมาได้ให้นำออกมาทำความสะอาดก่อน ด้วยแปรงสีฟันขนอ่อนหรือฟู่กัน ชิ้นส่วนขนาดเล็กใช้กาวแห้งไวทาแล้วกดติดกลับที่เดิมหากเป็นชิ้นใหญ่ ใช้กาว อาราไดรท์ แทน

2.2. หากชำรุดเล็กน้อยแต่ไม่สามารถแกะออกมาได้ รอยแผลไม่ลึกนัก ใช้กาวอาราไดรท์ละลายใน ทูลูอีน เจือจางแล้วใส่ไซริงจ์ฉีดเข้ารอยแยกกดปูนปั้นให้สนิท

2.3. ปูนปั้นที่แตกร้าวใช้กาว พีวีเอ ผสมน้ำ และปูนขาว บรรจุไซริงจ์ฉีดเข้าไป

2.4. ปูนปั้นที่แยกตัวเป็นชิ้นใหญ่ใช้การฝังแกนเหล็กไร้สนิมไว้ภายใน

2.5. หากพบชิ้นส่วนที่หลุดตกอยู่และมั่นใจว่ามาจากตำแหน่งนั้นๆ ให้นำกลับมาติดกลับได้ หากไม่แน่ใจแต่ต้องมีการเคลื่อนย้ายควรทำการบันทึกตำแหน่งที่ตกอยู่เพื่อสะดวกในการแก้ไขการซ่อมแซมใหม่



ภาพ 4-23 ภาพการทำความสะอาดและซ่อมแซมปูนปั้น ลูกสีแดงที่เห็นคือลูกบีบ

3.6. การทำความสะอาดผนังอาคาร

<u>การทำความสะอาดคราบสกปรกต่างๆ</u>

ควรทำหลังจากการเสริมความมั่นคงแล้วเท่านั้น การทำความสะอาดเริ่มจาก

1. การล้างด้วยน้ำสะอาดโดยเริ่มจากบริเวณที่อยู่สูงลงมา อุปกรณ์ที่ใช้เช่น แปรงทองเหลือง แปรงใยมะพร้าว แปรงสีฟันขนอ่อน ตามความเหมาะสมต่อสภาพพื้นผิว เป็นการทำความสะอาดโดยรวมก่อน

2. การทำความสะอาดด้วยเคมีภัณฑ์ หลังการทำความสะอาดด้วยน้ำแล้วพบว่าบริเวณใดมีคราบสกปรกติดแน่น อาจใช้การทำความสะอาดซ้ำด้วยการใช้เคมีภัณฑ์เช่น น้ำสบู่เหลว แอมโมเนียม ไดออกไซด์ ทาทิ้งไว้ราว 1 ชม. ใช้น้ำสะอาดหรือน้ำอุ่นชุบสำลีหรือกระดาษ ปิดทับประมาณ 5 นาที แล้วล้างทำความสะอาดโดยใช้แปรงช่วย

<u>การทำความสะอาดคราบเชื้อรา ตะไคร่และวัชพืชต่างๆ</u>

หลังจากทำความสะอาดจนทั่วแล้วให้อาบผิวปูนด้วย Benzalkonium Chloride 1 ส่วนผสมน้ำสะอาด 100 ส่วน บรรจุไซริงจ์ ฉีดพ่นให้ทั่ว อนึ่งเคมีภัณฑ์ที่ใช้ป้องกันวัชพืชเหล่านี้มีขายตามร้านเคมีทั่วไป ควรเลือกชนิดไม่ผสมสี และเลือกชนิดที่ป้องกันทั้งชนิดสำหรับ พืชใบแคบเช่นหญ้าและใบกว้าง เช่นไม้ยืนต้น หลังจากการใช้เคมีภัณฑ์ควรหยุดงาน 1 วัน เนื่องจากสารมีพิษมาก หลังจากนั้นอีก 1 สัปดาห์ ให้ใช้เคมีภัณฑ์สำหรับพืชใบกว้างอีกครั้งหนึ่ง

หลังการทำความสะอาดทั้งคราบสกปรกและวัชพืชหมดเป็นครั้งแรกแล้วให้ทำการทำความสะอาดซ้ำอีกครั้งหนึ่งโดยใช้ สารเคมีต่างๆผสมกัน คือ Benzalchchromium เพื่อกำจัดวัชพืช ซีลีคอลเพื่อป้องกันการซึมของน้ำ และ ผสมพาราลอยด์สำหรับบริเวณปูนปั้นเพื่อให้ผิวปูนปั้นมีความแข็งแรง อนึ่งการฉีดน้ำยาป้องกันการซึมอาจมีผลกระทบต่อการระบายความชื้นของผนังได้ จึงควรระมัดระวังเป็นพิเศษ

<u>การกำจัดรอยคราบสีเคมี (Graffiti) ที่ไม่พึงประสงค์</u>

หลักการในการขจัดคือการทำลายพันธะระหว่างสีกับผนังโดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อผิวพื้น การจะดำเนินการขจัดรอยคราบเหล่านี้ออกจำเป็นต้องทราบถึงชนิดของสีที่ใช้เขียนหรือพ่น ทาลงไป โดยทั่วไปการกำจัดคราบสีจะกระทำได้หลายวิธีดังนี้

การพอกสารทำความสะอาดสี

เป็นวิธีการที่นิยมใช้ สารพอกสำหรับการทำความสะอาดประกอบด้วย สารดูดซับและสารจำพวก Kaolin, Sepiolite, Diatomaceous earth หรือวัสดุประเภทเส้นใยต่างๆเช่น เส้นใยกระดาษผสมกับสารละลายสำหรับทำความสะอาด (น้ำ สารละลายอินทรีย์ สารฟอกสี ฯลฯ) จุดมุ่งหมายในการใช้สารพอกคือการ ทำให้สารทำความสะอาดสามารถสัมผัสกับผิวผนังที่เปื้อนสีได้ยาวนานที่สุด ขณะที่ดึงคราบสีที่ติดอยู่ออกมา

อนึ่งสำหรับผิวผนังที่มีความพรุนสูงมากอาจกระทำการขจัดคราบสีออกได้ยากเนื่องจากสีจะซึมเข้าไปได้ลึกมากเกินกว่าจะขจัดได้โดยง่าย

น้ำและสารซักฟอก

การขจัดคราบสีควรเริ่มจากวิธีการที่อ่อนโยนที่สุดก่อน เช่นการใช้การล้างโดยไม่ให้เกิดแรงดันด้วยน้ำผสมผงซักฟอกที่มีฤทธิ์เป็นกลางหรือไม่เป็น ionic แต่อย่างไรก็ดี วิธีการเหล่านี้จะได้ผลกับสีที่มีคุณสมบัติละลายน้ำได้

การใช้ตัวละลายอินทรีย์ และ สารขจัดคราบสี

คราบสีเกือบทั้งหมดจะสามารถกำขัดออกได้ด้วยสารที่ใช้สำหรับขจัดคราบสีโดยเฉพาะตามท้องตลาดแต่อย่างไรก็ดี ควรใช้ร่วมกับตัวทำละลายอินทรีย์ในรูปการพอก (Poulticing) และควรใช้ชนิดที่แห้งช้า ข้อดีของการใช้ตัวทำละลายอินทรีย์คือจะระเหยออกไปอย่างหมดจดไม่ทิ้งคราบไว้ แต่ข้อเสียของตัวทำละลายชนิดนี้คืออาจเป็นอันตรายอย่างรุนแรงต่อสุขภาพ นอกจากนี้ในสีบางชนิดการใช้วิธีนี้อาจทำให้เมื่อสารละลายที่ทำความสะอาดไหลลงสู่พื้นหรือขณะทำการล้างจะทิ้งคราบรอยสีที่ละลายอยู่เอาไว้บนผนัง

สารประกอบอัลคาไลน์

ใช้กับคราบสารพวกน้ำมันหรือขี้ผึ้งบนผนังที่ไม่มีปฏิกิริยาต่ออัลคาไลน์ และเช่นกันการใช้ควรใช้ในลักษณะการพอก การใช้สารประกอบอัลคาไลน์ควรตามด้วยการล้างด้วยกรดอ่อนและใช้น้ำลูบทำความสะอาดเพื่อปรับสภาพความเป็นกรด-ด่างให้เป็นกลางและเพื่อขจัดอัลคาไลน์ที่เหลือออกไป ทั้งอัลคาไลน์บางชนิดที่มีฤทธิ์รุนแรงก็ไม่แนะนำให้ใช้ด้วยเช่นกัน

การฟอก

สารฟอกที่มีส่วนผสมของอัลคาไลน์เช่น Calcium Hypochlorite บางครั้งอาจใช้ได้ผลดีมากเมื่อใช้ในรูปการพอก โดยเฉพาะกับคราบสีทาและคราบหมึกที่ไม่สามารถใช้วิธีการอื่นล้างออกได้

การขัดด้วยแรง

การขัดด้วยวิธีการใช้แรงกลต่างๆเช่นใช้ทรายหรือน้ำความดันสูง มักจะทำให้เกิดความเสียหายต่อพื้นผิวไม่ควรนำมาใช้กับอาคารประเภทโบราณสถาน อย่างไรก็ดีในกรณีจำเป็นอาจใช้การขัดอย่างอ่อนเบา (micro-abrasive) ที่ความดัน 35-40 psi โดยใช้สารขัดที่มีความละเอียดได้

การทำความสะอาดด้วยเลเซอร์

แม้ไม่ได้มีการใช้ทั่วไปแต่เป็นวิธีการที่ให้ผลดีและไม่ทำลายพื้นผิวผนัง

อนึ่งไม่ว่าจะใช้การแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการใด จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการทดสอบผลที่ได้ก่อนการใช้งานจริงโดยผู้เชี่ยวชาญเสมอ

2. การแก้ปัญหาหลังคา

2.1. การซ่อมแซมโครงหลังคาและหน้าบัน (วิหาร-คลัง)[3]

ก่อนจะมีการคืนสภาพโครงหลังคาทั้งหมดของวิหาร-คลัง จำเป็นจะต้องมีการซ่อมแซมส่วนของผนังรับน้ำหนักและหน้าบันที่จะรองรับโครงเสียก่อ

2.1.1. การซ่อมแซมหน้าบัน

เนื่องจากเป็นหน้าบันมีการก่ออิฐฉาบปูนหุ้มโครงสร้างหลังคาไม้ประดุ-จันทันไว้ภายใน ซึ่งเชื่อว่า ไม้เหล่านี้มีการผุพังเกิดเป็นโพรงอยู่ภายใน ดังนั้นจึงควรมีการตรวจสอบตำแหน่งของโครงไม้ที่แน่นอนก่อนเพื่อจะสามารถซ่อมแซมช่องว่างในผนังเหล่านั้นได้ถูกต้อง

การตรวจสอบโพรงในหน้าบัน

โพรงที่เกิดขึ้นจากโครงเสริมในหน้าบัน สันนิษฐานในเบื้องต้นจากการเปรียบเทียบว่าน่าจะมีตำแหน่งดังภาพ 4-24

---

[3] จากการสัมภาษณ์ คุณ สุดชาย พานสุวรรณ วิศวกรประจำกรมศิลปากร

ภาพ 4-24 แบบสันนิษฐาน การเสริมโครงไม้ภายในผนังด้านสกัด (ตามเส้นประ)และรายละเอียดการวางชิ้นส่วนโครงหลังคาลงบนผนังหน้าบัน

การผุพังของไม้โครงหลังคาในหน้าบันที่เกิดขึ้นในระยะแรกเมื่อมีการสูญเสียสภาพรับแรงไป ไม้เกิดการหย่อนตัว หดตัว หรือขยายตัว ซึ่งอาจทำให้เกิดรอยร้าวแสดงออกมาภายนอก ในกรณีที่ความเสียหายไม่แสดงออกมาจะมีปัญหาในการตรวจสอบสภาพมาก แต่อย่างไรก็ดีอาจใช้เครื่องมือวัดความชื้น ณ ตำแหน่งที่คาดว่าจะมีการเสริมแรงเปรียบเทียบกับบริเวณรอบเคียงหรืออาจสังเกตจากตำแหน่งและแนวคราบความชื้นบนผนังที่เกิดขึ้นช่วยได้เช่นกัน

<u>การแก้ไขปัญหา</u>

เนื่องจากคุณสมบัติของวัสดุเดิมที่ใช้ไม่มีความคงทนต่อการเสื่อมสภาพและโดยเฉพาะรูปแบบของอาคารที่มีความเสี่ยงต่อความเสียหายคืออาคารที่ไม่มีไขรา ทำให้การซ่อมแซมในที่นี้ ควรทำการแก้ไขที่ต้นเหตุคือวัสดุ ทางเลือกที่เหมาะสมต่อการซ่อมแซมคือการเปลี่ยนวัสดุโครงสร้างเป็นวัสดุที่คงทนต่อความชื้นมากกว่า แต่อย่างไรก็ดี เพื่อเป็นการรักษารูปแบบการก่อสร้างที่สามารถรับรู้ได้ ในส่วนโครงสร้างที่เปิดเผยภายนอกควรใช้วิธีการก่อสร้างด้วยวัสดุเดิมคือไม้ที่มีการป้องกันการเสื่อมสลายแล้ว ซึ่งจากการศึกษาพบว่าอาจกระทำได้เนื่องจากโครงหลังคาที่เสริมอยู่ภายในน่าจะมีการแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือส่วนโครงจั่วกลางที่ปิดซ่อนอยู่ภายในทั้งหมดและขื่อประธานซึ่งยื่นพ้นออกมาภายนอก

ก. การซ่อมแซมส่วนที่อยู่ภายใน

จากสภาพพบว่า บริเวณที่เกิดความเสียหายมีอยู่ 2 ลักษณะคือ ด้านตะวันตก มีความสมบูรณ์ขององค์ประกอบต่างๆ และด้านตะวันออกซึ่งมีการพังทลายของจั่วกลางไปมากจนไม้เสริมภายในโผล่ออกมา การซ่อมแซมที่เหมาะสมคือการฉีดน้ำปูนเข้มข้นเข้าไปอุดโพรงที่เกิดจากการเสื่อมสภาพทั้งหมด ตามรูปของโครงที่มีอยู่เดิม วิธีการใส่คอนกรีตทำได้โดยการเจาะรูตามความหนาของผนังหน้าบันแล้วอัดน้ำปูนเข้มข้นลงไป

ข้อควรระวังคือ

1. การใช้วัสดุก่อสร้างต่างชนิดกันอาจทำให้เกิดความยุ่งยากในการซ่อมแซมต่อไปได้ ดังนั้นทั้งสภาพก่อนและหลังการทำการซ่อมแซม ควรมีการบันทึกเป็นหลักฐานไว้ให้ชัดเจนเพื่อง่ายต่อการแก้ไข เปลี่ยนแปลงหรือวิเคราะห์ปัญหาที่อาจเป็นผลพวงจากการซ่อมแซมในครั้งนี้ต่อเนื่องมาในอนาคต

2. การใช้คอนกรีตควรระมัดระวังในเรื่องของชนิด ไม่ควรใช้ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์หรือวัสดุซึ่งมีองค์ประกอบของเกลือ หรือ สารใดๆที่อาจทำปฏิกิริยาสร้างความเสียหายต่ออาคาร

3. ควรเลือกใช้ปูนและสูตรที่มีความแข็ง และคุณสมบัติการหด-ขยายตัว ใกล้เคียงกับวัสดุข้างเคียง และวัสดุเดิมคืออิฐ เพื่อป้องกันปัญหาการแตกร้าวที่อาจเกิดขึ้นตามบริเวณรอยต่อของวัสดุต่างชนิด

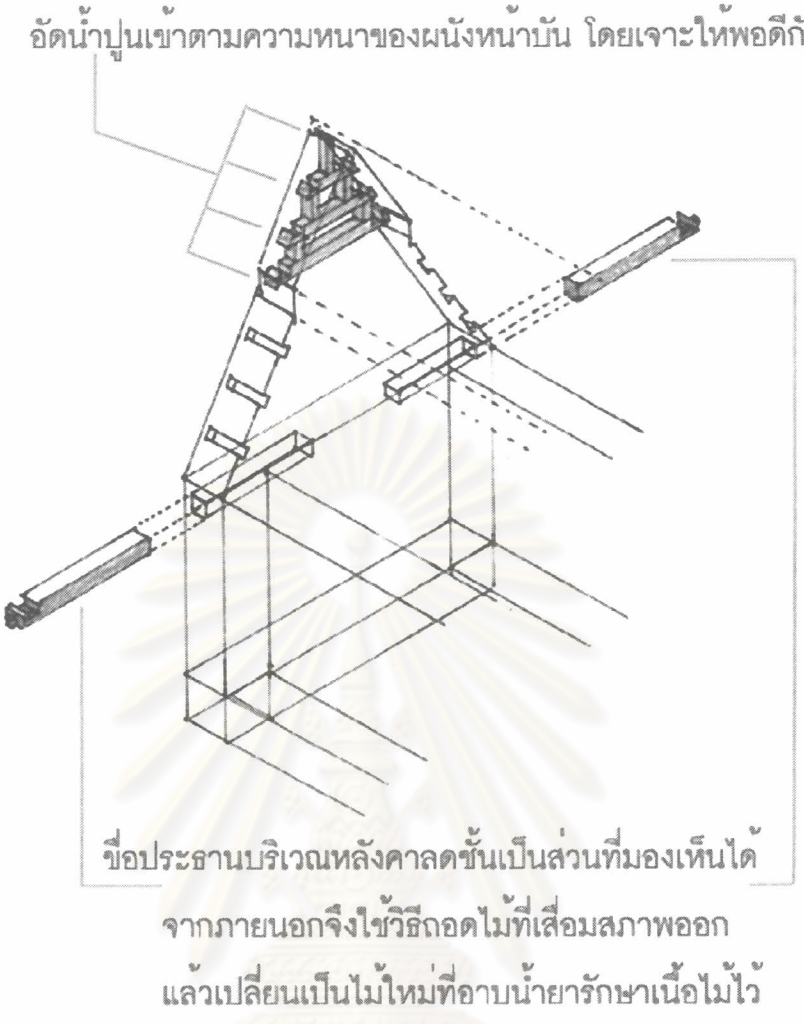
4. ในขั้นตอนการก่อสร้างควรระมัดระวังในผลกระทบด้านความชื้นจากการเท บ่มปูน ต่อผนังอาคารเดิม

5. การใช้วัสดุก่อสร้างที่เปลี่ยนไปอาจมีผลต่อน้ำหนักบรรทุกอาคารด้วย ดังนั้นควรเฝ้าติดตามว่าอาคารจะมีการทรุดตัวที่เปลี่ยนไปหรือไม่อย่างไร แม้ว่าโยทั่วไปจะไม่เกิดปัญหาเนื่องจากน้ำหนักบรรทุกระหว่างไม้และน้ำปูนแตกต่างกันไม่มากนัก (ประมาณ 600 กก/ลบ.ม.)

ข. การซ่อมแซมส่วนที่เปิดเผย

เนื่องจากอาคารในวัดตองปุมีคุณค่าในด้านวิธีการก่อสร้างด้วย ดังนั้นการซ่อมแซมในส่วนที่สามารถมองเห็นได้จากภายนอกจึงเลือกใช้การแทนที่ด้วยวัสดุเดิม ในที่นี้คือไม้ขื่อประธาน ตัวล่างบริเวณหลังคาชั้นลด และด้วยวิธีการก่อสร้างแบบเดิม ในกรณีที่ไม่สามารถหาไม้ที่มีขนาดเท่าขื่อเดิมมาใส่แทนได้ อาจใช้การประกบของไม้ขนาดย่อมกว่าประกับด้วยเหล็กไร้สนิม ขันด้วยน็อตแล้วทำรูปลักษณ์ภายนอกให้กลมกลืนกัน การนำไม้ใหม่ขึ้นไปติดตั้งควรใช้ความระมัดระวังอย่างมากเนื่องจากอาจทำความเสียหายต่อปูนปั้นลวดลายต่างๆที่อยู่ตามแนวขื่อได้ หากต้องมีการสกัดบัวปูนปั้นนั้นออก ควรทำการบันทึก รูปแบบ ขนาดต่างๆให้ละเอียดแล้วเมื่อการซ่อมแซมโครงสร้างเรียบร้อยแล้วให้ทำการปั้นคืนตามเดิม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาพ 4-25 อธิบายวิธีการซ่อมแซมส่วนหน้าบันวิหาร-คลัง โดยสีเขียวเป็นการสันนิษฐานการเสริมโครงประดุไม้ในหน้าบันซึ่งมีการเสื่อมสภาพ เกิดเป็นโพรงตามแนวการเสริมขึ้นซึ่งจะทำการซ่อมแซมโดยฉีดน้ำปูนเข้าไปอุดช่องว่างเหล่านี้ ส่วนสีแดงคือการซ่อมแซมขื่อตัวล่างสุดซึ่งมีส่วนที่มองเห็นจากภายนอกใช้วิธีการถอดเปลี่ยนเป็นไม้ท่อนใหม่ซึ่งได้รับการอาบน้ำยารักษาเนื้อไม้แล้ว

จากลักษณะการวางไม้ขื่อประชิดด้านนอกโดยมีปูนก่อหรืออิฐวางแนบไว้เพียงบางๆ ทำให้หลีกเลี่ยงการสกัดลวดบัวได้ยาก เนื่องจากการเจาะจากด้านในจะมีผลต่อความมั่นคงรุนแรง แต่ก็ทำให้สามารถทำให้การทำงานง่ายขึ้น มากข้อควรระวังคือ ไม้ที่นำมาใช้ควรได้รับการสงวนรักษา อาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ทั้งจากแมลง เชื้อรา และความชื้นก่อน ให้มีประสิทธิภาพที่สุด และการนำไม้ขื่อที่ชำรุดออกควรมีการทำค้ำยันโครงสร้างที่ดีเสียก่อนเนื่องจาก บริเวณนี้บนผนังด้านสกัดตะวันตกของวิหารคลัง มีการเสียรูปของผนังอยู่

อนึ่งความเสียหายจากการเสื่อมสภาพของไม้โครงหลังคาที่ฝังตัวภายในหน้าบัน นี้เป็นปัญหาที่ก่อให้เกิดการพังทลายของอาคารในสมัยอยุธยาจำนวนมาก โดยเฉพาะในกรณีที่ไม้ขื่อเสริมยาวตลอดหน้าตัดอาคาร เช่นที่พบในวัดตองปุ หรือ อาคารร่วมสมัย เช่น พระที่

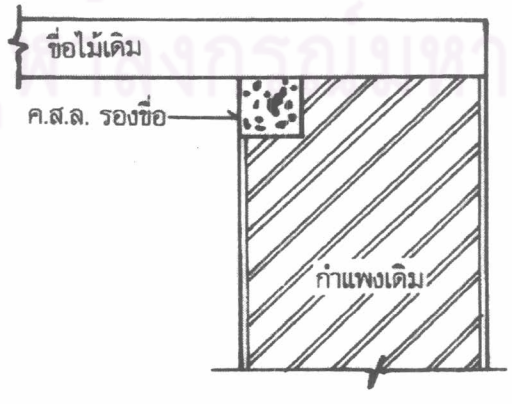
นั่งดุสิตสวรรย์ธัญมหาปราสาท และพระที่นั่งเย็น ลพบุรี ซึ่งมีการหักของ สามเหลี่ยมหน้าบัน ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากการผุพังของไม้ขื่อ โดยรอยหักจะมีความเรียบได้ระดับตามแนวขื่อที่หายไป ในส่วนทำลวดลาย ตามแบบอย่างที่เหลืออยู่ของด้านตะวันออก

2.1.2. การซ่อมแซมโครงหลังคาวิหาร-คลัง

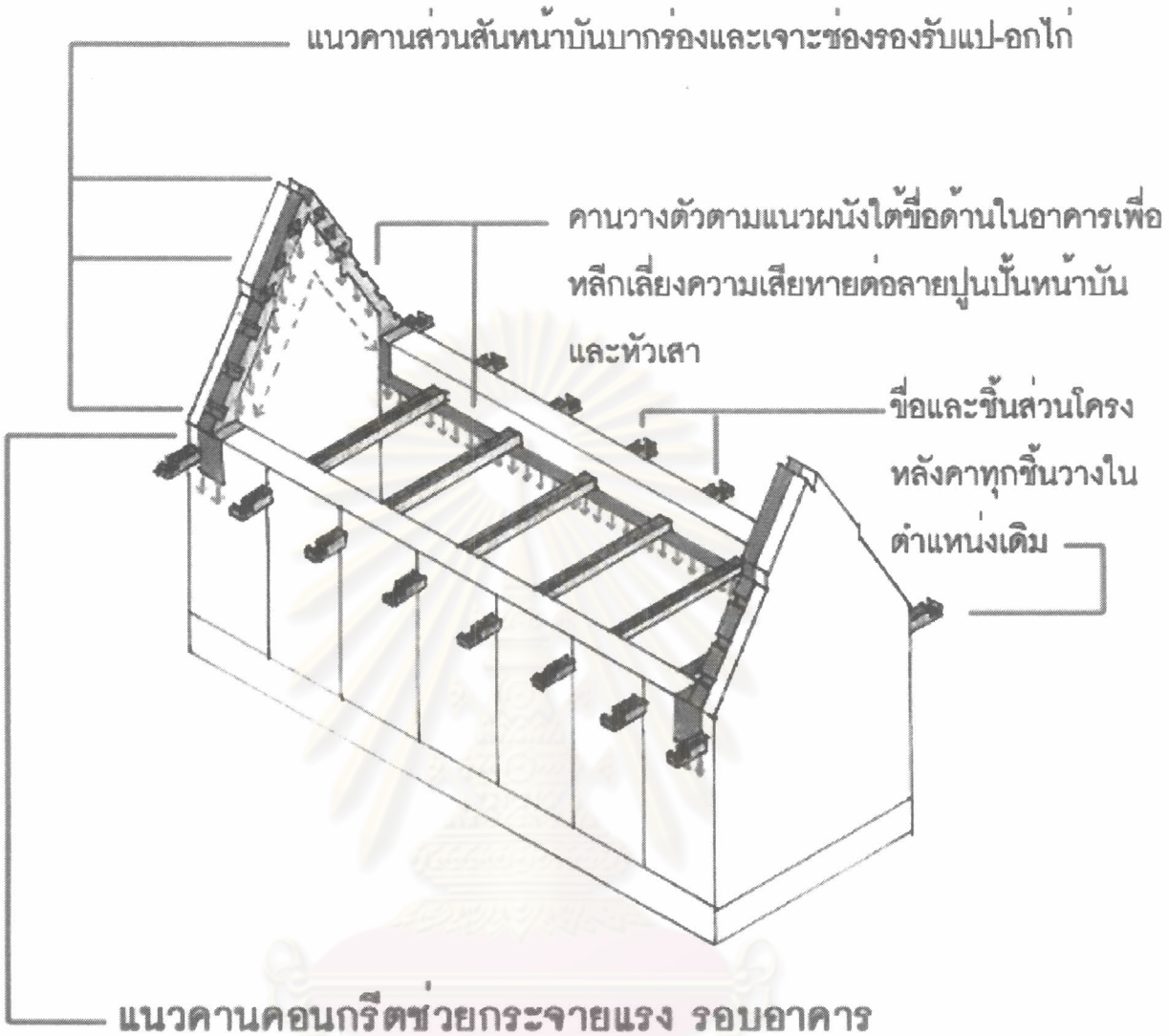
การซ่อมแซมโครงหลังคาทำได้โดยการคืนสภาพโครงสร้างทั้งหมดตามรูปแบบสันนิษฐาน แต่อย่างไรก็ดี โดยลักษณะของการออกแบบโครงหลังคาเดิม การกระจายแรงจากชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคาซึ่งเป็นแรงกดเป็นจุดลงบนผนังรับน้ำหนักที่เหมาะสมกับการรับแรงที่มีการกระจายไปในเนื้อวัสดุอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นก่อนจะมีการคืนสภาพใหม่ควรจะได้มีการปรับเปลี่ยนรูปแบบการถ่ายน้ำหนักเพื่อป้องกันความเสียหายต่อความมั่นคงอาคารที่อาจเกิดขึ้นได้ในอนาคต โดยวิธีการที่ใช้จะไม่สามารถรับรู้ได้จากภายนอก วิธีการที่เหมาะสมคือการสร้างแนวคานคอนกรีตคล้ายอะเส รัดรอบอาคาร

วิธีการนี้สามารถกระทำได้โดยเทคานคอนกรีตเสริมเหล็กบริเวณผนังใต้ขื่อและชิ้นส่วนโครงหลังคาอื่นๆ ที่จะถ่ายแรงลงผนัง จะเทคานคอนกรีตวิ่งตลอดผนังด้ายยาวและ เลาะขึ้นตามแนวสันหน้าบันที่มีการฝากน้ำหนักลงเชื่อมต่อกันทั้ง 4 ด้าน เป็นคานชุดเดียวรัดรอบอาคาร คานนี้จะทำหน้าที่รองรับน้ำหนักจากชิ้นส่วนโครงสร้างหลังคาทั้งหมด แล้วกระจายลงผนังอาคารในรูปของน้ำหนักเฉลี่ย วิธีการนี้สามารถเพิ่มพื้นที่ที่แรงกระทำต่อหน่วยแรงได้มากขึ้น ทั้งในส่วนด้านสกัดยังสามารถช่วยลดน้ำหนักกดลงบนหน้าบันซึ่งจากการออกแบบเป็นส่วนของผนังที่มีน้ำหนักมากกว่าบริเวณอื่นทำให้เกิดการทรุดตัวไม่เท่ากัน โดยคานที่เทดังกล่าวจะถ่ายแรงจากหลังคาลงมุมอาคารแทนซึ่งในบริเวณนี้จะต้องมีการทำรายละเอียดการก่อสร้างพิเศษแต่จะไม่ขอกล่าวลงในรายละเอียด นอกจากนี้คานรัดรอบจะช่วยป้องกันการเคลื่อนตัวหรือรอยแตกร้าวได้ในระดับหนึ่ง แต่ทั้งนี้การออกแบบการต่อเชื่อมต่างๆควรมีความยืดหยุ่นเพียงพอด้วย

อนึ่งก่อนจะมีการเทคานคอนกรีตบนผนังจำเป็นจะต้องมีการฝังวัสดุเสริมแรงเพื่อเพิ่มแรงยึดเหนี่ยวกับเนื้ออิฐเดิมด้วย ซึ่งอาจเป็นการผูกเหล็กต่อเนื่องกันหรือใช้เพลตเหล็กช่วย หรือวิธีการอื่นๆได้ตามความเหมาะสม แต่ทั้งนี้ ก่อนดำเนินงานควรมีการตรวจสอบความสามารถในการรับน้ำหนักและสภาพของผนังอาคารก่อนด้วยเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้ รวมทั้งติดตามดูผลการดำเนินงานหากอาคารมีการเคลื่อนตัวต้องรีบแก้ไขทันที



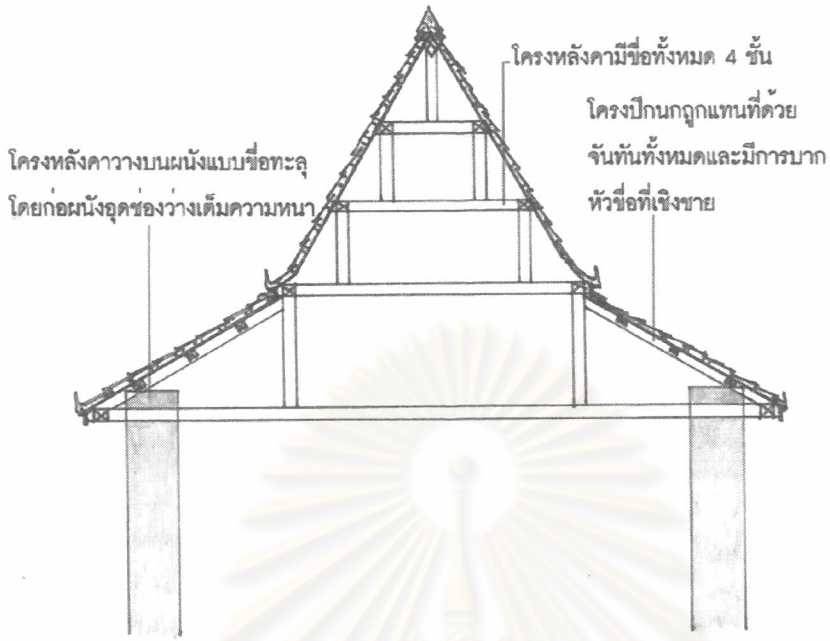
ภาพ 4-26 การเสริมคานช่วยกระจายแรงจากขื่อและชิ้นส่วนโครงหลังคาอื่นๆ (ภาพจากหนังสือวัดเฉลิมพระเกียรติวรวิหารโดยกรมศิลปากร)



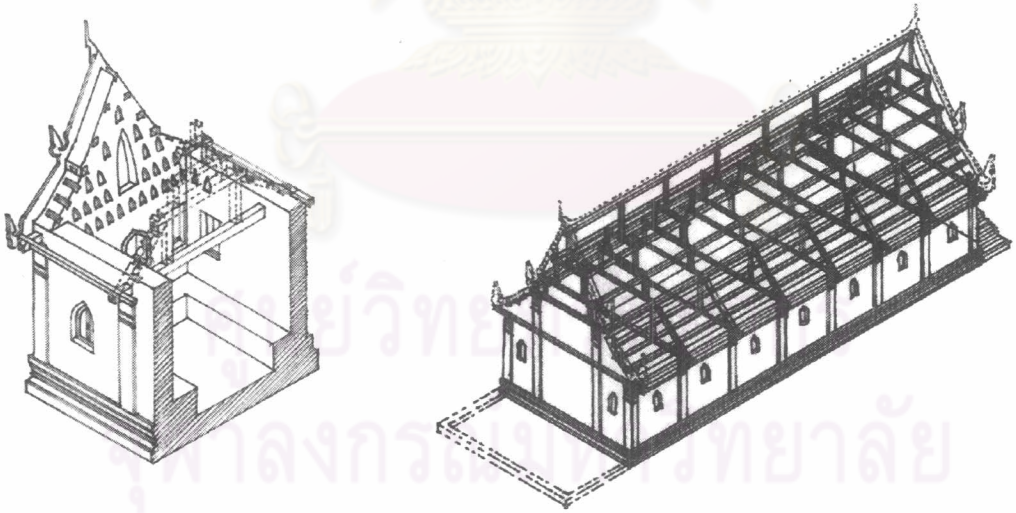
ภาพ 4-27 ภาพอธิบายแนวการเทคานรัดรอบอาคารเพื่อช่วยในการกระจายน้ำหนักจากหลังคาลงผนัง

2.1.3. การคืนสภาพหลังคา

หลังจากได้มีการซ่อมแซมอุดช่องว่างหรือโพรงต่างๆเพื่อเพิ่มความมั่นคงกับผนังหน้าบันและเสริมคานรัดรอบอาคารเรียบร้อยแล้ว ในส่วนของการคืนสภาพหลังคา สามารถกระทำได้โดยอาศัยแนวทางจากแบบสันนิษฐานโครงสร้างที่ได้ให้ไว้ตามภาพอธิบาย



ภาพ 4-28 แบบสันนิษฐานโครงหลังคาวิหาร-คลัง และรายละเอียดการวางขื่อลงบนผนังด้านยาว



ภาพ 4-29 ภาพอธิบายการวางโครงหลังคา วิหาร-คลัง โดยภาพขวา แสดงโครงหลังคาทั้งหมดรวมทั้งโครงที่เสริมในหน้าบันด้วย

2.2. การแก้ปัญหาการรั่วซึมของหลังคา

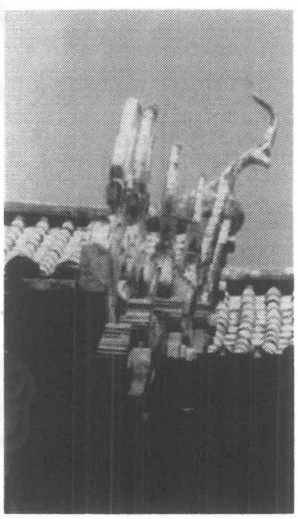
วิธีการแก้ไขให้แก้ตามลักษณะความเสียหาย โดยทั่วไปอาจใช้การยาปูนผสมกาว พ่นน้ำยากันซึมทับแล้ว ยาแนวรอยต่อต่างๆที่น้ำอาจรั่วเข้าได้ หรือหากเกิดจากกระเบื้องก็ให้ทำการเปลี่ยน มุงใหม่ให้ดี และซ่อมแซมชิ้นไม้ต่างๆที่ได้รับความเสียหาย อย่างไรก็ดี ในการทำงานจริง จะต้องมีการสำรวจความเสียหายที่เกิดขึ้นอย่างละเอียดอีกทีเพื่อระบุตำแหน่งและลักษณะปัญหาที่เกิดขึ้น

อนึ่งในบางกรณีอาจใช้การนำเครื่องมุงออกแล้วปูรองด้วยแผ่นพลาสติคหรือสังกะสีเพื่อป้องกันการรั่วซึมได้อีกทางแต่ปัญหาที่ตามมามักเป็นการขัดขวางการระบายอากาศของอาคาร

2.3. การซ่อมแซมการผุเปื่อยขององค์ประกอบเสริมของหลังคา

ลักษณะที่พบเป็นการผุเปื่อยของปลายวัสดุก่อสร้างต่างๆที่ยื่นออกไปเป็นไขรา พบที่อาคารวิหารมหาอุด ปัญหานี้เกิดจากตำแหน่งที่กรำแดดฝนอยู่ตลอดเวลา เป็นปัญหาเรื้อรังของอาคารโครงหลังคาไม้ที่มีการยื่นไขรา ชิ้นไม้ที่เกิดปัญหาเช่นส่วนหัวของ แป เชิงชาย-เชิงกลอน เชิงแป อกไก่ หรือในอีกกรณีหนึ่งคือการผุกร่อนโดยตรงทั้งชิ้นไม้ เช่น กลอน ระแนง วิธีการแก้ไขควรทำการขจัดสาเหตุของความเสื่อมสภาพก่อนถ้าเป็นไปได้เช่นการรั่วของหลังคา โดยทั่วไปวิธีการแก้ไขปัญหาที่ไม่ยุ่งยากกระทำได้โดย

<u>1. การใส่วัสดุครอบหัวแป</u> พบว่าตั้งแต่สมัยอดีตมีความพยายามใช้วัสดุชนิดอื่นที่ทนทานต่อสภาวะอากาศมากกว่ามาสวมครอบหัววัสดุเหล่านี้ไว้ เช่น การใช้กระเบื้องเคลือบในสมัยสุโขทัย หรือการใช้แผ่นโลหะชนิดต่างๆเช่น สังกะสีหรือทองแดงหุ้มเสีย ข้อควรระวังของวิธีการเช่นนี้คือ ผลกระทบต่อรูปแบบอาคารที่เปลี่ยนแปลงไป และการป้องกันความชื้นดังกล่าวสามารถป้องกันสภาวะอากาศที่มาโดยตรงได้แต่ในทางกลับกันหากความชื้นสามารถเข้าสู่ภายในได้ทางใดทางหนึ่ง อันอาจเกิดขึ้นได้เช่นการกลั่นตัวของอากาศ หรือในเนื้อไม้ การนำวัสดุที่มีความพรุนต่ำมาครอบกลับทำให้ความชื้นที่อยู่ภายในไม่สามารถระเหยออกมาได้ทำให้เกิดการผุกร่อนอยู่ภายในการสวมปลอกครอบจึงจำต้องทำด้วยความระมัดระวังรอยต่อไม่ควรอยู่ในด้านที่เผชิญกับดินฟ้าอากาศและควรครอบลึกเข้าไปให้มากที่สุดเนื่องจากการครอบเพียงหัวไม้จะทำให้น้ำสามารถเข้าได้ทางรอยต่อวัสดุในทำนองเดียวกับความพยายามในการป้องกันการซึมในผนัง หรือหากในกรณีที่มีมลภาวะการใช้โลหะครอบเมื่อถูกฝนซึ่งมีฤทธิ์เป็นกรดอาจทำให้เกิดการกร่อนอันจะเป็นทางให้น้ำเข้าสู่ภายในไม้ได้



ภาพ 4-30 การใช้วัสดุประเภทโลหะหุ้มหัวแป หลังจากทำการตัดส่วนที่ผุออกต่อใหม่แล้ว

2. การตัดแล้วต่อไม้ใหม่เมื่อมีการผุพังซึ่งการก่อสร้างแต่เดิมมักใช้ไม้ให้มีความยาวเกินเผื่อการผุพังไว้ การยึดต่ออาจกระทำได้หลายแบบเช่นการเข้าเดือยไม้ การใช้แผ่นไม้ โลหะ หรือ ไฟเบอร์กล๊าซ ประกับ โดยใช้โบ๊ลต์ยึด ข้อควรระวังคือการหดตัวของไม้อาจทำให้รอยต่อเกิดความอ่อนแอลง และการใช้โลหะในบริเวณที่มีความชื้นสูงอาจทำให้เกิดการระเบิดจากการขยายตัวที่ไม่เท่ากันหรือการเกิดสนิมได้ สำหรับกรณีของวัดตองปุ การซ่อมแซมด้วยวิธีใดๆ ควรมีการเก็บงานให้มีความกลมกลืนกันมากที่สุด

3. การใช้สารจำพวก resin สังเคราะห์ หรือวัสดุทดแทนเนื้อไม้ชนิดต่างๆ แทนที่เนื้อไม้ในส่วนที่เกิดปัญหา ปัญหาที่ควรระวังคือการเสียสภาพหากได้รับความร้อนสูงของสารที่นำมาทดแทน อันอาจทำให้เกิดการแยกตัวบริเวณรอยต่อหรือเสียรูปได้ รวมทั้งปัญหาการติดไฟหากเกิดอัคคีภัยด้วย

2.4. การซ่อมแซมการเสื่อมสภาพของกระเบื้อง

การซ่อมแซมกระเบื้องทั่วไปหรือกาบูซึ่งใช้อยู่บนอาคารในวัดตองปุ สามารถกระทำได้โดยการทำกระเบื้องใหม่เลียนแบบของเดิมซึ่งมีการผลิตอยู่แล้วเป็นจำนวนมากโดยกรมศิลปากร ในส่วนกระเบื้องเชิงชายรูปแบบที่พบ อาจสั่งทำเฉพาะได้ไม่ยุ่งยากนัก เมื่อได้วัสดุแล้วก็ทำการมุงตามปกติ หรือดูรายละเอียดการมุงได้ในบทที่ 2 ข้อควรระวังคือควรทำการสำรวจรูปแบบที่ใช้สำหรับแต่ละอาคาร เนื้อวัสดุ และสีให้ระเอียดก่อนและนำตัวอย่างไปเป็นแบบด้วยเพื่อความกลมกลืนเมื่อเรียงบนหลังคา

3. การแก้ปัญหาประตู-หน้าต่าง

3.1. การรั่วของน้ำฝนเข้าภายในอาคารผ่านทางหน้าต่าง

อาคารในวัดตองปุทุกหลังโดยเฉพาะวิหาร-คลัง และวิหารน้อย มีวิธีการติดตั้งประตู-หน้าต่างที่มีบานอยู่ด้านใน ไม่มีบังใบ ผลที่ตามมา คือการรั่วซึมของน้ำฝนผ่านช่องระหว่างบานกับบานกรอบ ผลที่ตามมาคือ ความเสียหายของปูนและอิฐจากความชื้นและการผุเปื่อยของโครงหน้าต่างโดยเฉพาะช่วงล่างของบาน ไม้ธรณี และบานกรอบ แนวความคิดในการแก้ไขปัญหาอาจทำได้หลายลักษณะเช่น

3.1.1. การทำหน้าต่างซ้อน

เป็นการติดตั้งหน้าต่างบานเปิดออกซ้อนขึ้นมาข้างหน้าหน้าต่างเดิมอีกชั้น โดยใช้ระบบกันการรั่วซึมสมัยใหม่ มักใช้ลูกฟักกระจกเพื่อสามารถมองเห็นการประดับหน้าต่างไม้ภายในได้ และเป็นการทำให้อาคารสามารถมองเห็นภายนอกได้ขณะมีพายุฝน นิยมทำมากเนื่องจากเป็นการป้องกันการรั่วซึมและการเสื่อมสภาพของประตู-หน้าต่างได้ทั้งบาน ข้อเสียของวิธีการนี้ที่ชัดเจนคือเป็นการเปลี่ยนแปลงรูปแบบตัวอาคาร แต่อย่างไรก็ดีอาจบรรเทาลงได้ด้วยการทำให้หน้าต่างที่เสริมเข้ามามีความแตกต่างอย่างชัดเจนสามารถแยกแยะออกจากกันได้ไม่สับสน วัสดุที่นิยมคืออลูมิเนี่ยม สำหรับวัดตองปุ การติดตั้งอาจกระทำได้สะดวกมากในอาคารวิหารน้อยเนื่องจากวิธีการก่อสร้างโครงหน้าต่างที่ติดตั้งอยู่ด้านในเอื้ออำนวย แต่สำหรับวิหารคลังอาจมีปัญหาเนื่องจากมีพื้นที่ว่างระหว่างขอบผนังกับหน้าต่างเดิมน้อยมาก

3.1.2. การแก้ปัญหารายละเอียดการก่อสร้าง

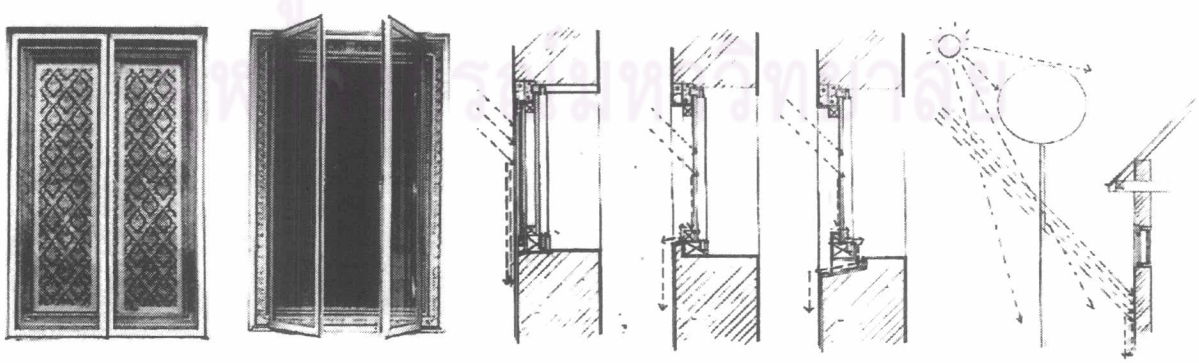
อาจกระทำได้ในหลายวิธีเช่น การนำวัสดุป้องกันการรั่วซึมเช่น แถบยางสำเร็จรูปหรือแผ่นโลหะมาติดบริเวณส่วนบนของช่องว่างระหว่างบานกรอบและบานโดยควรติดอยู่บนบานกรอบมากกว่าบาน

วิธีการนี้ไม่ยุ่งยากเสียค่าใช้จ่ายน้อยแต่อาจไม่คงทน ยางหรือวัสดุที่ใส่อาจมีการเสื่อมสภาพได้ จากการใช้งานหรืออาจป้องกันไม่ได้ 100 เปอร์เซนต์ทั้งยังไม่ได้ช่วยป้องกันการเสื่อมสภาพของบานกรอบหรือบาน อีกด้วย

อีกวิธีการคือการยอมให้น้ำฝนไหลผ่านตัวบานเข้ามา แต่ต้องมีการป้องกันการเสื่อมสภาพของไม้ด้วยน้ำยารักษาเนื้อไม้หรือวิธีการอื่นๆ เช่นใช้แผ่นโลหะหุ้มชิ้นไม้ไว้แล้วทำทางระบายน้ำกลับออกไปโดยอาจใช้วิธีแยกให้โครงหน้าต่างมีช่องเว้นจากผนังส่วนล่างช่องหน้าต่างทำการติดตั้งโลหะคล้ายรางน้ำไว้นำน้ำออกไปด้านนอกบานหรือ จากรางน้ำภายในเจาะท่อเอียงลาดมีตาข่ายกันอุดตันและสัตว์เข้าคล้ายท่อระบายความชื้นนำน้ำออกไปได้เช่นกัน วิธีการนี้ดูยุ่งยาก การปฏิบัติงานลำบาก แต่การเปลี่ยนแปลงมีผลต่อรูปแบบอาคารภายนอกค่อนข้างน้อยกว่า วิธีการนี้อาจใช้ได้กับวิหาร-คลัง แต่อาจติดตั้งยากมากสำหรับวิหารน้อยเนื่องจากวิธีการก่อสร้างโครงหน้าต่างไม่เอื้ออำนวย อย่างไรก็ดียังอาจมีหนทางทำได้ โดยการปล่อยให้น้ำไหลต่อจากโครงหน้าต่างลงสู่พื้นแล้วทำรางน้ำนำน้ำออกไปแทน

3.1.3. การแก้ปัญหาที่สภาพแวดล้อม

การเกิดปัญหาโดยเฉพาะที่อาคาร 2 หลังคือ วิหาร-คลัง วิหารน้อย มีลักษณะของอาคารที่ไม่มีส่วนกำบังหน้าต่าง ประตูจากสภาวะอากาศ หรือมีน้อยมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งประตู-หน้าต่างบนผนังด้านสกัด วิธีการแก้ปัญหาอีกแนวทางหนึ่งคือเป็นการลดโอกาสที่ แสงแดด และฝนจะปะทะเข้าสู่บานประตู-หน้าต่างโดยตรง โดยการใช้ไม้พุ่มสูงปลูกในระยะห่างจากตัวอาคารเล็กน้อยพอที่จะไม่ทำให้ความชื้นบนต้นมีผลต่ออาคารมากนัก การมีไม้พุ่มสูงอยู่ใกล้เคียง อาจช่วยลดความรุนแรงของกระแสลมพายุ และการส่องกระทบของแดดลงได้ แต่ข้อเสียคือ ต้นไม้อาจเป็นแหล่งความชื้นก่อความเสียหายต่อตัวอาคารแทนเช่นเดียวกับวิหารน้อยทิศเหนือ และการปลูกไม้สูงรอบอาคารอาจทำให้บดบังทัศนียภาพการมองเห็นทั้งจากภายในและภายนอก รวมทั้งวิธีการนี้อาจไม่สามารถทำได้กับวิหารน้อยเนื่องจากระยะพ้นเขตกำแพงแก้วอยู่ไกลมาก ต้นไม้ที่ใช้อาจต้องมีขนาดใหญ่เกินไป หรือสำหรับด้านสกัดตะวันตกของวิหารคลังซึ่งติดอาคารข้างเคียงอยู่ก็ไม่สามารถทำการปลูกต้นไม้ใดๆได้เลย แต่อย่างไรก็ดีวิธีการนี้เป็นความพยายามแก้ปัญหาอย่างธรรมชาติที่สุด และไม่มีการแก้ไขเปลี่ยนแปลงที่เกี่ยวข้องกับตัวอาคารใดๆเลย



ภาพ 4-31 แนวทางที่นำเสนอการแก้ไขปัญหาแบบต่างๆ 3 ภาพแรกทางจากซ้าย การทำหน้าต่างซ้อน ถัดมาอีก 2 ภาพเป็นการแก้ไขรายละเอียดการก่อสร้าง และขวาสุด เป็นการแก้ไขที่สภาพแวดล้อม

3.2. **รอยแตกจากการเปิดปิดบาน**

ในปัจจุบันร่องรอยความเสียหายยังไม่ชัดเจนนัก แต่ลักษณะการใส่บานหน้าต่าง ประตูวิหาร คลัง มีความเสี่ยงต่อความเสียหายอยู่พอสมควร โดยการใส่บานวิหาร เป็นการเสียบเดือยบานเข้าไปในทับหลังโดยตรงการเปิด – ปิดบานบ่อยๆและเป็นระยะเวลานานอาจทำให้เนื้อไม้บริเวณ เบ้าบนทับหลังเกิดความล้า เกิดเป็นรอยแตกตามแนวเสี้ยนได้ ซึ่งหากปัญหาเกิดขึ้นอาจใช้การเสริมความมั่นคงไม้ในลักษณะต่างๆช่วยได้

3.3. **การแก้ปัญหาการเสื่อมสภาพของไม้**

การเสื่อมสภาพของไม้ที่พบบ่อยคือการผุ การแก้ปัญหาอาจทำได้โดยการใช้น้ำยาสงวนเนื้อไม้ มีอยู่หลายวิธีเช่น ทารัก หรือน้ำยารักษาเนื้อไม้อื่นๆ ซึ่งมีการเสื่อมสลายตามเวลาจึงต้องมีการลงซ้ำเป็นประจำ การใช้สารระงับการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์นิยมอยู่ 2 ปะเภทคือ

1. น้ำยาจำพวกน้ำมันละลายกับน้ำมันเช่น ครีโอโสท ข้อดีคือไม่มีผลต่อความแข็งแรงของไม้ ข้อเสียคืออาจทำให้สีไม้เปลี่ยน ทาสีทับไม่ได้และมีกลิ่นฉุน และแนพทา ซึ่งมีข้อดีคือไม่ทำให้เกิดรอยด่างบนไม้ ไม่มีการขยายตัวจากความชื้น และไม้ที่ทำการสงวนรักษาแล้วสามารถทาสีได้ ไม่มีกลิ่นฉุน

2. น้ำยาพวกใช้น้ำเป็นตัวทำละลาย เช่น สังกะสีคลอไรด์ ซึ่งมีข้อควรระวังคือละลายน้ำได้ จึงมักใช้ภายในอาคาร และน้ำยาชนิดนี้อาจมีผลให้ไม้มีความแข็งแรงลดลงได้ แต่มีข้อดีคือไม่มีกลิ่นรบกวน

ในส่วนการเสริมความมั่นคงของไม้อาจทำได้โดยใช้สารจำพวก ขี้ผึ้งผสมยางสน หรือ เรซินสังเคราะห์ ข้อดีของน้ำยาชนิดนี้คือ ไม่ไวไฟ กันน้ำได้ดี และลดการเกิดการ หด-ขยายตัวของเนื้อไม้ได้ด้วยแต่มีข้อเสียคือ หลังการรักษาไม้แล้วจะมีขี้ผึ้งฉาบอยู่ที่ผิวหน้าบางๆอาจทำให้มีฝุ่นมาเกาะ จึงควรมีการทำความสะอาดอย่างสม่ำเสมอ วิธีใช้อาจทำการถอดชิ้นไม้ออกมาแช่หากทำได้หรือการใช้กระบอกฉีด

นอกจากนี้ยังอาจใช้สารอื่นๆที่ให้ผลในการเสริมความมั่นคงเช่นเดียวกันอีกโดยมีข้อควรคำนึงคือ สารที่ใช้ต้องไม่หดตัวขณะเซตตัว ยึดติดกับไม้อย่างดีแต่สามารถนำออกได้โดยไม่ก่อความเสียหาย ไม่ทำปฏิกิริยาเคมีกับไม้ คงสภาพอยู่ได้นานและคุณสมบัติไม่เปลี่ยน ยืดหยุ่นดี ไม่ละลายไปกับความชื้นหรือน้ำ และไม่ก่อให้เกิดความไม่น่าดู สารจำพวก epoxy resin มีข้อเสียที่ไม่สามารถนำออกจากเนื้อไม้ได้

3.4. **การแก้ปัญหาการหด-ขยายตัวของวัสดุไม้จนเกิดรอยแตกหรือเปื่อย**

หากรอยแตกมีมากให้เปลี่ยนไม้ชิ้นนั้นใหม่ ด้วยการถอด เนื่องจากตำแหน่งที่พบ เช่น บานกรอบ หรือธรณี มิใช่โครงสร้างรับน้ำหนัก หากไม่รุนแรงนักอาจใช้น้ำยารักษาเนื้อไม้ช่วยได้ ในส่วนของวัสดุเสริมแรงที่ยึดจำพวกโลหะเช่น เหล็กที่ตอกยึดมุมวงกบ หรือ เหล็กยึดบานกรอบกับผนังปูนให้ทำการถอนเปลี่ยนเป็นวัสดุใหม่ซึ่งไร้สนิมแทน

อนึ่งหากการหดตัวทำให้เกิดรอยแยกจากผนังแต่ความเสียหายของชิ้นไม้ไม่รุนแรงมากอาจใช้วัสดุประสานเช่น น้ำปูน หรือ หากแคบมากอาจใช้น้ำยากันซึมชนิดต่างๆ เช่น ซิลิโคน อุดได้

การลดการหด-ขยายตัวของไม้อาจทำได้โดยทาน้ำยารักษาเนื้อไม้ประเภทต่างๆ เช่น ขี้ผึ้งผสมยางสนทาหรือถอดชิ้นไม้มาแช่ทั้งชิ้น

3.5. การแก้ปัญหาการมีจุดอ่อนบนชิ้นส่วนไม้

จุดอ่อนเหล่านี้ที่พบ จะทำให้ไม้มีคุณสมบัติที่แตกต่างจากเนื้อไม้บริเวณข้างเคียง ที่พบบ่อยคือตาไม้ ซึ่งจะมีการหดและขยายตัวรุนแรงกว่าส่วนอื่น และมีผลต่อความมั่นคงหากอยู่ในส่วนโครงสร้าง หากตรวจพบความเสียหายรุนแรงควรทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนนั้นเสียแล้วติดตั้งวัสดุใหม่ที่มีลักษณะใกล้เคียงเดิมมากที่สุดด้วยวิธีการดั้งเดิม

3.6. การซ่อมแซมการเสื่อมสภาพของโลหะยึดบนอกรอบ

เนื่องจากเป็นวัสดุเสริมแรงซึ่งมีขนาดเล็กและสามรถเคลื่อนย้ายได้โดยไม่มีผลกระทบต่อโครงสร้าง การแก้ไขปัญหาจึงเป็นการถอนออกแล้วเปลี่ยนวัสดุใหม่ ซึ่งควรไม่เป็นสนิมเข้าไปแทน

4. การแก้ไขปัญหาที่เกิดจากวัชพืชและจุลินทรีย์

การแก้ไขปัญหาวัชพืช ควรแก้ไขที่สภาพที่ทำให้พืชเจริญเติบโตเป็นอันดับแรกหากทำได้ ซึ่งส่วนใหญ่ก็คือการแก้ไขปัญหาความชื้นอาคารนั่นเอง อย่างไรก็ดี การหมั่นดูแลรักษาอาคารอย่างสม่ำเสมอก็ช่วยป้องกันปัญหาเป็นการตัดไฟแต่ต้นลมที่ดีที่สุด หากมีรอยร้าว แตกแยก กะเทาะหรือ มีความชื้นสูงบริเวณอาคารควรรีบทำการแก้ไข เนื่องจากเหล่านี้จะเป็นปัจจัยให้เกิดปัญหาจากพืชตามมาและโดยลักษณะของพืชเองที่พยายามรักษาความชื้นไว้รอบๆตัว ก็ยิ่งเป็นการซ้ำเติมที่ปัญหาความชื้นเหนือดินที่มีอยู่เดิมให้รุนแรงยิ่งขึ้น และความชื้นที่มากขึ้นก็เป็นผลให้เกิดปัญหาวัชพืชย้อนกลับมาอีกเป็นวัฏจักรของความเสียหายต่อไป

4.1. พืชยืนต้นและล้มลุก

พืชล้มลุกมักหายไปตามฤดูกาล พืชยืนต้นอาจใช้วิธี ถอนออกได้โดยควรระวังความเสียหายที่เกิดจากแขนงราก การนำออกอาจเริ่มด้วยการตัดแล้วทิ้งไว้จนรากคลายความยึดเหนี่ยวกับวัสดุแล้วทาน้ำยาสกัดการเจริญเติบโต พืชบางชนิดเช่นเถาวัลย์ หากรากมีการขอนไชเข้าสู่เนื้อวัสดุมากหรือยึดเหนี่ยวในลักษณะที่รั้งโครงสร้างไว้การนำออกไปจะมีผลเสียมากกว่า อาจสามารถปล่อยทิ้งไว้ได้

4.2. พืชชั้นต่ำ เห็ดรา และจุลชีพ

การทำความสะอาดควรให้ความระมัดระวังมีการศึกษาสภาพของวัสดุเฉพาะส่วนของอาคารเป็นแห่งๆ ก่อนการแก้ไขปัญหาควรทำการตรวจสอบก่อนเพื่อให้ทราบว่าวัชพืชหรือ จุลชีพเหล่านั้นเป็นชนิดใด และ พื้นผิวที่มันเกาะอยู่คืออะไรอยู่ในสภาพเช่นไร จึงจะสามารถเลือกวิธีการได้อย่างถูกต้องซึ่งจะมีผลให้การทำความสะอาดมีวิธีการที่แตกต่างไม่เหมือนกันในอาคารเดียว

การทำความสะอาดควรทำเท่าที่จำเป็นด้วยวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับวัสดุหรือเกิดเกลือ หรืออาจใช้น้ำเปล่าและอุปกรณ์ช่วยขัดที่อ่อนนุ่มหรือฟองน้ำก็อาจเพียงพอ เพราะย่อมหลีกเลี่ยงไม่ได้ในการดำเนินการที่จะต้องทำให้ลวดลายมีความคมชัดลดลง รูที่ผิวเปิดกว้างขึ้น หากคราบเหล่านั้นไม่เป็นปัญหาร้ายแรงต่ออาคารก็อาจไม่จำเป็นต้องกำจัดออกเนื่องจากยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัดว่าสิ่งมีชีวิตเหล่านี้มีผลเสียหรือดีต่ออาคารมากกว่า วิธีการใช้ยาฆ่าจุลินทรีย์มักไม่ได้ผลเพราะจะกลับมาอีกไม่ช้าเช่นเดียวกับความพยายามใช้สารต่อต้านการเกิดจุลินทรีย์ทา อีกกรณีหนึ่งคือการใช้สารป้องกันการซึมของน้ำเข้าเนื้อวัสดุ วิธีการนี้เกิดมาจากความคิดที่ว่าน้ำฝนเป็นตัวต้นเหตุของการเกิดปัญหา สารที่ใช้เช่น Silicone Silane แต่การใช้ควรระวัง เนื่องจากสารที่ผลิตมักมีจุดประสงค์เพื่อใช้กับหิน และ ต้อง

ไม่มีทางที่น้ำจะซึมออกทางผิวหน้าได้อีก มิฉะนั้นเมื่อน้ำไม่สามารถระเหยออกได้จะก่อผลเสียสะสมอยู่ใต้ผิวเคลือบแทน และไม่นานมานี้มีการค้นพบว่า การใช้สารป้องกันน้ำจะเพิ่มการเกิดของจุลินทรีย์มากขึ้น

อนึ่งการดูแลรักษาอาคารที่ดีและการกำจัดคราบจากสิ่งมีชีวิตเหล่านี้เสียแต่เริ่มแรก ดูจะเป็นวิธีการจัดการกับปัญหาได้ดีที่สุด แต่หากปล่อยทิ้งไว้จนลุกลามแล้วคงเป็นการยากที่จะแก้ไขปัญหาทั้งหมด

5. การแก้ไขปัญหาที่เกิดจากสัตว์

การแก้ไขปัญหาที่มีสาเหตุมาจากสัตว์ไม่ควรใช้วิธีการรุนแรงหรือการฆ่าเนื่องจากเป็นการไม่เหมาะสมสำหรับการกระทำกับอาคารในวัดซึ่งเป็นเขตอภัยทานยกเว้นจะไม่สามารถหลีกเลี่ยงได้จริงๆ

5.1. การแก้ไขปัญหาการเจาะทำลายของแมลงปีกแข็ง

ในสภาพปัจจุบันปัญหาการทำลายของแมลงปีกแข็งในวัดตองปุ ยังไม่อยู่ในภาวะรุนแรงจึงแนะนำให้ทำการเฝ้าติดตามและพยายามนับจำนวนแมลงเมื่อเข้าฤดูผสมพันธุ์ต่อไปอีกระยะ หากตรวจพบว่าความเสียหายกำลังลุกลามจนอาจก่ออันตรายถึงโครงสร้างจนไม่อาจหลีกเลี่ยงได้ ก็สามารถใช้สารเคมีกำจัดแมลงหรือการรมความร้อนแล้วซ่อมแซม ทาน้ำยาป้องกันมิให้เกิดการเจาะทำลายอีก

วิธีการแก้ไขปัญหาเมื่อมีความจำเป็น

1. การอัดน้ำยารักษาเนื้อไม้ หรือสาร Paradichlorobenzene ในน้ำมัน Kerosene ในอัตราส่วน 0.2-0.3 กก./แกลอน โดยการเจาะรูระยะห่างประมาณ 25 ซม. วิธีการนี้อาจได้ผลไม่น่าพอใจเนื่องจากการไหลในแนวราบที่ไม่ค่อยดีของน้ำยา

2. อีกวิธีการคือการใช้การรมควันอาคารด้วยยากำจัดแมลง วิธีการนี้กระทำในช่วงฤดูผสมพันธุ์ของแมลงนั้นๆ น้ำยาที่ใช้มากคือ Dieldrin Lithane ซึ่งได้ผลดีแลราคาถูกกว่า อย่างไรก็ดีวิธีการรมควันใช้กับเฉพาะเมื่อตรวจพบว่ามีการทำลายเข้าไปถึงส่วนของท่อนไม้ภายในอาคารเท่านั้น ไม่สามารถใช้กับอาคารภายนอกได้ หากเป็นส่วนต่อเนื่องภายนอกอาจใช้ร่วมกับวิธีการแรกจะได้ผลดีกว่า

การซ่อมแซมรูที่เกิดขึ้นหลังการกำจัดตัวแมลงแล้วอาจทำได้ตามความเหมาะสม เช่นอุดด้วยสารจำพวก epoxy resin ขี้ผึ้งผสมน้ำยารักษาเนื้อไม้ หรือทำจุกไม้ชนิดเดียวกันมาอุดไว้แล้วใช้น้ำยารักษาเนื้อไม้ทาเช่น Creosote ซึ่งต้องกระทำทุกปี หรืออาจใช้ Limewash 2 ครั้งต่อปีก็ได้

5.2. การแก้ปัญหาการกัดทำลายของปลวก

ลักษณะการทำลายที่พบบนไม้กรอบโค้งในวิหาร-คลังและวิหารพระศรีอาริย์ คล้ายคลึงกับของปลวกดิน การกินเนื้อไม้ของปลวกชนิดนี้จะกัดกินเป็นบริเวณมิได้มีการเจาะเป็นท่อภายในเนื้อไม้ทำให้เกิดเศษดินอยู่ในพื้นที่ที่ถูกทำลาย ปลวกเหล่านี้จำเป็นต้องมีทางเดินใต้ดินต่อเชื่อมไปถึงรัง มิฉะนั้นมันจะตาย การแก้ไขปัญหาแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ การป้องกันการเข้าถึงไม้ของปลวกและการทำให้เนื้อไม้เป็นพิษ เมื่อพบการทำลายของปลวก ในขั้นแรกต้องตรวจหาทางเดินเหล่านั้นให้พบแล้วทำลายและทำความสะอาดร่องรอยทางเดินเหล่านั้นเสียก่อนแล้วจึงดำเนินการต่อไป

5.2.1. การทำฉนวนป้องกันปลวก

ทำการขุดหลุมฐานรากแล้วราดน้ำยากำจัดปลวกก่อนกลบ เจาะดินรอบอาคารทุก 30 ซม. ราดน้ำยาอีกครั้ง ควรทำทุกๆ 1-2ปี รอยแตก ร้าวต่างๆหรือช่องทางใดๆที่ปลวกจะใช้เป็นทางเดินขึ้นมาได้ควรอุดซ่อมเสียให้หมด รวมทั้งเศษไม้ ใบไม้ต่างๆที่อาจเป็นอาหารล่อปลวกมาด้วย

5.2.2. การทำเนื้อไม้ให้เป็นพิษ

น้ำยาที่ใช้ส่วนใหญ่เป็นสารละลายอินทรีย์แบ่งได้เป็น3 ประเภทใหญ่ๆคือ น้ำมันดิน พวกผสมสารละลายอินทรีย์และชนิดผสมน้ำ การใช้มีหลายวิธีเช่น

ก. การทา

การทาไม้ควรมีความชื้นไม่เกิน 25 % ทาให้ทั่วทั้งผิวและปลายเสี้ยน เพราะเป็นจุดที่ปลวกเริ่มกัดกินไม่น้อยกว่า 2 ชั้นและทาก่อนที่ชั้นแรกจะแห้งสนิท เมื่อทาแล้วห้ามเจาะหรือตัดเนื้อไม้เว้นจะมีการทาทับ การทาต้องทาซ้ำทุก 6-12 เดือนจึงจะได้ผล

ข. การพ่น

ลักษณะเดียวกับวิธีแรกแต่ทำงานได้รวดเร็วกว่าโดยเฉพาะซอกมุมต่างๆ ความดันที่ใช้ประมาณ 1 ปอนด์ต่อ 3-4 ตร.ม.

ค. การซึม

ใช้วิธีเจาะรูแนวสลับฟันปลาแล้วปล่อยน้ำยาให้ซึมไปตามเสี้ยนในเนื้อไม้ ใช้ได้ผลกับไม้เนื้ออ่อนข้อควรระวังคือการเจาะจะเป็นการทำให้เกิดแผลเพิ่มขึ้นบนเนื้อไม้

ง. การฉีด

เป็นการเจาะรูเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 มม.ใช้ปืนหัวฉีดแรงอัดสูงติดวาล์วกันไหลย้อนกลับ วิธีการนี้ใช้ได้ผลดีกว่า 3 วิธีแรกแต่ข้อเสียจะเป็นลักษณะเดียวกับข้อค.คือเป็นการทำให้เกิดแผลบนเนื้อไม้เพิ่มขึ้น

ข้อควรระวังสำหรับ 4 วิธีการข้างต้นคือน้ำยาชนิดนี้ติดไฟง่าย อาจมีผลเสียหายอย่างรุนแรงหากเกิดอัคคีภัย

จ. การรมควัน

ใช้วิธีกางเต้นท์คลุมอาคารเดินท่อน้ำยาและหัวฉีดไว้หลายๆจุด เพื่อให้แก๊ซกระจายทั่วอาคารแก๊ซที่นิยมใช้คือ Sulfuric fluoride จำนวน 0.5 กก.ต่อปริมาตรห้อง 28 ลบ.ม. เมื่อปล่อยแก๊ซแล้วให้อบต่อไม่น้อยกว่า 24 ชม.จากนั้นล้างให้สะอาดทั่วทั้งอาคาร ข้อควรระวังคือการตกค้างและการทำปฏิกิริยากับวัสดุพื้นผิวบางชนิดที่มีความอ่อนไหวเช่นหากใช้ในวิหารซึ่งมี องค์พระ ฐานชุกชี ฐานพระที่ก่อสร้างจากวัสดุที่อาจมีความเสี่ยงหรือมีอายุมาก และเครื่องเรือนประดับกระจกสี เป็นต้น อันอาจนำมาซึ่งการเสื่อมสภาพ และการใช้น้ำล้างอาจเป็นการเพิ่ม

ความชื้นอย่างมโหฬารแก่ตัวอาคารซึ่งน้ำอาจละลายสารเคมีซึมเข้าไปตกค้างสร้างความเสียหายแก่ตัวอาคารโดยเฉพาะผนังที่มีการเสื่อมสภาพอยู่แล้วจากความชื้น

5.3. การแก้ปัญหานกพิราบ

การแก้ปัญหาโดยทั่วไปจะเป็นการใช้วิธีการต่างๆมากกว่า1วิธีขึ้นไปร่วมกันเนื่องจากพิราบเป็นสิ่งมีชีวิตจึงมีการปรับตัวเพื่อหลบหลีกหรือตอบโต้มาตรการป้องกันต่างๆที่ใส่เข้าไปได้ตลอดเวลา สำหรับการแก้ปัญหาส่วนใหญ่กระทำได้ดังตัวอย่าง โดยจะคัดเลือกเฉพาะวิธีการที่ไม่มีการทำร้ายนกอย่างรุนแรงเท่านั้น

1. การควบคุมอาหารเป็นวิธีการซึ่งได้ผลค่อนข้างดี แต่กระทำได้ค่อนข้างลำบากเนื่องจากนกมีขอบเขตการหากินที่กว้างมาก การควบคุมในทางปฏิบัติแทบไม่สามารถกระทำได้เลยยกเว้นการควบคุมภายในบริเวณอาคารที่อาจช่วยลดปัจจัยดึงดูดนกหรือการทำรังของนกได้ตัวอย่าง เช่นจัดการขยะเศษอาหาร ให้เป็นที่ทาง และการใช้พาชนะรองขยะที่ปิดมิดชิดเป็นต้น

2. การทำให้นกตกใจกลัว อาจใช้ทั้ง รูป เสียง หรือเครื่องกล ร่วมกัน แต่อย่างไรก็ตาม วิธีการนี้เกือบทั้งหมดไม่ได้ผลเนื่องจาก นกจะเรียนรู้และไม่ให้ความสนใจกับสิ่งเร้าเหล่านั้นอีกเมื่อผ่านไปในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

3. การใช้ตาข่ายป้องกันนก เช่นบริเวณใต้ชายคา เป็นวิธีการป้องกันโดยตรงมิให้นกเข้าสู่บริเวณขอกหลืบหรือภายในอาคารที่นกอาจเข้าไปก่อความเสียหายได้ มีประสิทธิภาพดีและค่าใช้จ่ายต่ำ แต่อาจก่อปัญหาด้านสุนทรียภาพต่อตัวอาคารได้หากมีการวางตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม สีตาข่ายที่ใช้ควรมีสีเข้มหรือดำเพื่อลดอัตราการสลายตัวจากลำแสงอุลตร้าไวโอเลต ตัวตาข่ายอายุการใช้งานราว 5-10 ปี

4. การใช้ลวดป้องกันการเกาะของนก ได้ผลดี ราคาถูก เปลี่ยนแปลงหรือถอดออกได้ง่าย และไม่รบกวนสายตา โดยทำการติดตั้งยึดกับแขนเหล็กในระยะความสูงพอประมาณเหนือบริเวณส่วนยื่นที่นกอาจเกาะได้ของอาคารเช่นเหนือสันหลังคา เหนือชุ้มประตู อายุการใช้งานของลวดประมาณ 10 ปี

5. การใช้เหล็กหรือพลาสติกแหลมทำนองรั้ว ลักษณะเดียวกับการใช้ บราลีหรือใบระกา แตกต่างกันที่เป็นการใช้เหล็กแหลมขนาดเล็ก เป็นการป้องกันการเกาะที่ได้ผลดีและดั้งเดิม แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ เป็นอันตรายมากต่อช่างที่ซ่อมแซมหลังคา เศษวัตถุปลิวอาจเสียบติดได้ การสะสมของมูลนกอาจทำให้วิธีการไม่ได้ผล มีการตอกยึดหลายตำแหน่งก่อความเสียหายต่ออาคาร และยังเป็นการเพิ่มองค์ประกอบที่มีผลต่อภาพลักษณ์อาคารอย่างมาก สำหรับวัดตองปุอาจใช้วิธีการทำให้ส่วนของอาคารที่มีรูปลักษณ์ใกล้เคียงอยู่แล้วมีความแหลมคมขึ้นโดยการเสริมวัสดุเข้าไปเช่น ใบระกา ช่อฟ้า หรือแม้แต่บริเวณชายคาเพื่อป้องกันให้ยอดกระเบื้องเชิงชาย เป็นต้น

6. การใช้เจลทาพื้นผิวทำให้มีสภาพไม่น่าเกาะ วิธีการนี้จะได้ผลในช่วงแรกที่เจลยังมีสภาพดี แต่วิธีการนี้มีราคาแพงมากและเสื่อมสภาพเร็วนอกจากนี้เจลยังทำให้ผิวพื้นมีสภาพไม่น่าดู ทำความสะอาดยาก และอันตรายต่อมนุษย์ สัตว์ด้วย