

### กำแพงแก้ว

เมืองไทยเป็นเมืองพุทธศาสนา จึงมีวัดวาอารามอยู่ทั่วไป ลักษณะของวัดที่สมบูรณ์แบบนั้นจะต้องมีโบสถ์ เพื่อเป็นที่ประกอบศาสนกิจและมีกำแพงล้อมรอบโบสถ์ กำแพงล้อมรอบโบสถ์นี้เรียกว่ากำแพงแก้ว

วัดบวรนิเวศวิหาร ซึ่งเป็นพระอารามหลวงชั้นเอกชนิดราชวรวิหาร ตั้งอยู่ที่ถนนพระสุเมรุในกำแพงพระนคร ได้รับการสถาปนาขึ้นใหม่โดยสมเด็จพระนารายณ์มหาราชในรัชกาลที่ ๓ เมื่อประมาณ พ.ศ. ๒๓๖๗ ถึง ๒๓๗๕ และเรียกกันในสมัยนั้นว่า “วัดใหม่” มาได้ชื่อว่า “วัดบวรนิเวศวิหาร” ในสมัยที่พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๔ ทรงผนวชและได้เสด็จมาครองวัดนี้เมื่อ

พ.ศ. ๒๓๗๙ วัดบวรนิเวศวิหารเป็นที่ประทับของพระมหากษัตริย์ทุกพระองค์ที่ทรงผนวช และเจ้านายสำคัญอีกหลายพระองค์ ปัจจุบันเป็นที่ตั้งสำนักฝึกอบรมพระธรรมทูตไปต่างประเทศ สภาการศึกษา

สุขุขชา โลกุตตมา  
วิทยาดิ เป็นเหตุทำโลกให้เจริญ  
สมเด็จพระพุทธโฆษาจารย์

มหามกุฏราชวิทยาลัย มหาวิทยาลัยพระพุทธศาสนาแห่งประเทศไทยและสำนักงานคณะกรรมการกฤษฎีกา นอกจากนี้ยังมีปูชนียวัตถุต่าง ๆ ที่สำคัญอยู่มาก

ตามทีกล่าวก่อนแล้วจะเห็นได้ว่าวัดบวรนิเวศวิหารเป็นวัดที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง และเนื่องจากเป็นวัดที่มีความเก่าแก่ประมาณ ๑๕๐ ปี โบราณวัตถุบางอย่างในวัดนี้จึงย่อมมีการเสื่อมสภาพและชำรุดทรุดโทรมทางวัดจึงต้องทำการบูรณะเพื่อให้คงสภาพความงามดุจเดิม

ในปี พ.ศ. ๒๕๑๒ ทางวัดต้องการกระเบื้องมุงหลังคาที่มีคุณภาพดี มีเนื้อแข็งแกร่งเป็นพิเศษและมี

แบบพิเศษแตกต่างจากที่มีขายอยู่ทั่วไป โรงงานต่าง ๆ ไม่สามารถผลิตให้ได้ กรมวิทยาศาสตร์บริการมีโครงการศึกษาวิจัยงานทางด้านนี้อยู่แล้ว จึงได้ให้ความร่วมมือทำการศึกษา วิจัย และทดลองผลิตจนได้ผลสำเร็จเป็นที่พอใจของคณะกรรมการวัด แม้ว่าจะต้องเสียเวลามาก เพราะต้องใช้ความประณีตระมัดระวังเป็นพิเศษในทุกขั้นตอนในการผลิต และกรมวิทยาศาสตร์บริการก็ได้ผลิตแบบโรงงานอุตสาหกรรม แต่ก็ได้ผลิตกระเบื้องมุงหลังคาพระอุโบสถทั้งหมดให้แก่วัดจนแล้วเสร็จ

ในปี พ.ศ. ๒๕๒๑ วัดบวรนิเวศวิหารได้ทำการซ่อมแซมลูกกรงกำแพงแก้ว ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เครื่อง

ปั้นดินเผาที่มีอายุกว่า ๑๐๐ ปี มีขนาดกว้าง x ยาว ประมาณ ๔๑ x ๔๑ ซม. ความหนาภายนอกประมาณ ๔.๗ ซม. ความหนาของเนื้อดิน ๐.๗ ซม. ภายในกลวง มีลวดลายในเนื้อภายในกรอบสี่เหลี่ยมเป็นลักษณะ

ลายฉลุยากแก่การผลิต และต้องใช้เทคนิคสูง เจ้าอาวาสวัดบวร ฯ จึงได้ขอความร่วมมือจากกรมวิทยาศาสตร์บริการ ให้ทำการศึกษา วิจัย และทดลองผลิตลูกกรงกำแพงแก้วให้มีแบบ ลวดลาย สี และขนาดคล้ายของเดิมที่มีอายุประมาณ ๑๐๐ ปีเศษ ซึ่งเข้าใจว่าผลิตจากประเทศจีน เพื่อใช้ซ่อมแซมของเดิมบางส่วนที่ชำรุด

กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดี โดยมอบให้ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา ดำเนินการศึกษา วิจัยและทดลองผลิต จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ เรื่องนี้สมควรจะได้รายงานให้ทราบถึงเทคนิคการผลิต เพื่อประโยชน์ต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา ดังนี้

## วัตถุดิบและเนื้อดิน

เนื่องจากลูกกรงกำแพงแก้วตามแบบของเดิมของ  
วัดบวรนิเวศวิหาร เป็นแบบที่มีขนาดใหญ่ มีลาย  
เหมือนลายฉลุ ภายในกลวง เทคนิคการผลิตจึงยุ่งยาก  
ซับซ้อน การคัดเลือกจัดเตรียมวัตถุดิบ เนื้อดิน และ  
ส่วนผสมที่เหมาะสมที่สุด คือ

### เนื้อดินบน

ดินดำปากฟลิ (ชนิดไม่ล้าง)	ร้อยละ	๔๕
ดินขาวระนอง (ชนิดล้างแล้ว)	„	๓๐
อะลูมินา	„	๒๐
ทัลคัม	„	๕
เดมิโซเดียมซิลิเกต	„	๐.๑-๐.๕ เพื่อป้องกันการรุดตะกอน
ปริมาณของน้ำที่ใช้ผสมประมาณ	„	๔๐-๕๐
น้ำยาเคลือบ (อุณหภูมิ ๑๒๓๐ องศาเซลเซียส)		
หินฟันม้า	ร้อยละ	๒๒.๔
หินปูนสระบุรี	„	๒๕.๑
ทัลคัม	„	๙.๙
ดินขาวระนอง	„	๑๙.๐
หินควอตซ์	„	๒๓.๖
เดมิคอปเปอร์ออกไซด์	„	๐.๗ เพื่อให้เกิดสีเหลืองอ่อนอมเขียว

การเตรียมน้ำดิน เริ่มด้วยการบดดินดำปากฟลิ  
โดยวิธีบดเปียก (wet process) ด้วยหม้อบดบอลมิล  
(ball mill) ผสมน้ำร้อยละ ๔๐ ของส่วนผสมของเนื้อ  
ดินตามที่กำหนดไว้ และเดมิโซเดียมซิลิเกตร้อยละ ๐.๕  
ใช้เวลาบด ๖ ชั่วโมง เพื่อย่อยดินดำให้ละเอียดแล้ว  
เติมส่วนผสมที่เหลือได้แก่ดินขาว ระนอง อะลูมินา

น้ำยาเคลือบ จึงต้องพิจารณาให้เหมาะสมด้วย อัตรา  
ส่วนผสมระหว่าง ball clay กับ kaolin มีความสำคัญ  
มาก ถ้า ball clay มากเกินไป อัตราการเหนียวดิน  
(slip) ลงในแบบพิมพ์จะช้ามาก แต่ถ้า kaolin สูง  
เนื้อดินปั้นจะไม่แข็งแกร่ง น้ำดินไม่มีการไหลตัวที่ดี

และทัลคัม ซึ่งมีความละเอียดขนาดผ่านร่อน ๒๐๐ เมช  
มาแล้ว เติมน้ำอีกร้อยละ ๖.๗ รวมปริมาณน้ำทั้งหมด  
ร้อยละ ๔๖.๗ บดต่ออีก ๖ ชั่วโมง รวมเวลาบดทั้ง  
สิ้น ๑๓ ชั่วโมง นำมากรองผ่านตะแกรงขนาด ๘๐ เมช  
จะได้น้ำดินสำหรับใช้หล่อในแบบพิมพ์ น้ำดินนี้ต้อง  
มีความถ่วงจำเพาะ (specific gravity) สำหรับ

drain casting (หล่อในแบบแล้วเทน้ำดินที่เหลือออก) ๑.๖๘ - ๑.๘๐

solid casting (หล่อเต็มแบบพิมพ์) ๑.๗๕ - ๑.๘๕

(อ่านต่อหน้า ๒๖)

ออกมาเกินกว่าระดับที่กำหนดไว้แล้วก็ย่อมจะเกิดโทษแก่ผู้ที่ดื่มน้ำเข้าไป ส่วนท่อพีวีซีที่ใช้สำหรับร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์นั้น ความสำคัญของคุณสมบัติของท่อย่อมแตกต่างกันไป ในประการสำคัญก็ได้แก่ไม่พิจารณาด้านตะกั่ว ดีบุก หรือบารีอัมเลย เพราะไม่เกี่ยวกับเรื่องของการบริโภค ความสำคัญของท่อที่ใช้สำหรับร้อยสายโทรศัพท์อยู่ที่การต้านทานแรงกระแทก ซึ่งกำหนดไว้ว่าเมื่อได้ทดสอบตามวิธีการที่กำหนดไว้แล้วต้องไม่มีรอยร้าวหรือรอยแตก ส่วนความสำคัญของการใช้สำหรับร้อยสายไฟฟ้าอยู่ที่ความทนทานต่อน้ำมัน ในด้านการเพิ่มขึ้นของเส้นผ่านศูนย์กลางท่อและการเปลี่ยนแปลงของท่อที่จะต้องไม่มีรอยทะเลาะ แตกร้าว หรือกะเทาะ ในขณะนี้สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมยังรวมมาตรฐานสำหรับท่อร้อยสายไฟฟ้าและท่อร้อยสายโทรศัพท์ เอาไว้เป็นมาตรฐานเดียวกันอยู่

### กำแพงแก้ว (ต่อจากหน้า ๓)

การบดน้ำยาเคลือบ ใช้ส่วนผสมตามที่กล่าวไว้ข้างต้น บดเปียกด้วย ball mill ใช้น้ำในปริมาณ ๑.๔ เท่าของน้ำหนักส่วนผสม บด ๑๐ ชั่วโมง แล้วผ่านตะแกรงขนาดความละเอียด ๑๐๐ เมช. มีความถ่วงจำเพาะ ๑.๔๐

### กรรมวิธีการผลิต

ผลิตโดยวิธีหล่อในแบบพิมพ์ปูนพลาสเตอร์ ก่อนใช้แบบพิมพ์ต้องทาด้วยทอล์คัมบาง ๆ เพื่อให้หลุดแบบได้ง่าย แล้วเทน้ำดินลงในแบบพิมพ์ เมื่อได้ความหนาตามต้องการแล้ว เทน้ำดินที่เหลือออก ทิ้งไว้ประมาณ ๓-๔ ชั่วโมง เพื่อให้ดินหมาดลง หดตัว จึงถอดออกจากแบบพิมพ์ ผึ่งให้หมาดประมาณ ๒-๓ ชั่วโมง เพื่อให้แข็งตัวขึ้น จึงแต่งตะเข็บรอยต่อต่าง ๆ แล้วนำไปเก็บไว้โดยไม่ให้อุณหภูมิโกรก เพื่อป้องกันการแตกร้าวเนื่องจากแห้งเร็วเกินไป เก็บไว้ประมาณ ๑-๒

กรมวิทยาศาสตร์บริการได้เคยวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างท่อพีวีซีจากโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้เป็นท่อสำหรับน้ำดื่มและท่อสำหรับร้อยสายไฟฟ้าและสายโทรศัพท์ ปรากฏว่ามีหลายตัวอย่างที่เข้าตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ดังรายละเอียดที่ปรากฏในผลการวิเคราะห์ทดสอบดังแสดงไว้ข้างต้น อันเป็นการแสดงว่าโรงงานสามารถผลิตท่อพีวีซีที่มีคุณภาพต้องตามมาตรฐานได้ แต่ในสภาพการค้าทั่วไป ไม่ค่อยได้พบท่อพีวีซีที่มีสีต่าง ๆ กันมากนัก คงพบแต่ท่อพีวีซีที่มีสีเทาแทบทั้งนั้น ผู้ที่นำเอาท่อพีวีซีไปใช้ไม่ว่าในกรณีใด ก็คงใช้แต่ท่อพีวีซีสีเทา แม้แต่นำไปใช้เป็นที่สำหรับน้ำดื่มก็ตาม ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าวิตกอย่างยิ่ง จึงเป็นหน้าที่ของผู้ผลิตเองที่ควรผลิตท่อพีวีซีให้มีสีตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน และผู้ใช้ก็ควรเลือกใช้แต่ท่อพีวีซีที่มีสีและเครื่องหมายมาตรฐานติดอยู่ อันเป็นการรับรองคุณสมบัติของท่อว่าเหมาะสมแก่งานที่จะนำไปใช้

วัน จึงนำออกมาแต่งเซ็ดน้ำ แต่งเน้นลายและรอยต่ออีกครั้งหนึ่ง จึงนำเข้าอบที่อุณหภูมิ ๑๐๕ องศาเซลเซียส ประมาณ ๑ สัปดาห์ ต่อจากนั้นจึงเผาดิบด้วยเตาน้ำมันที่อุณหภูมิ ๘๕๐ องศาเซลเซียส ใช้เวลานาน ๘ ชั่วโมง ตรวจตกแต่งความเรียบรอยอีกครั้งหนึ่งก่อนนำไปชุบน้ำยาเคลือบ (dipping) ตรวจแต่งเคลือบให้เรียบร้อย จึงนำเข้าเผาเคลือบในบรรยากาศของการเติมออกซิเจน (oxidising firing) อุณหภูมิ ๑๒๓๐ องศาเซลเซียส เป็นเวลาประมาณ ๑๒ ชั่วโมง การจัดเรียงผลิตภัณฑ์เข้าเตาเผาต้องเรียงในแนวตั้ง

ถึงแม้กรรมวิธีการผลิตลูกกรงกำแพงแก้วของวัดบวรนิเวศวิหารจะยุ่งยากซับซ้อนมากเพียงใด แต่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา กรมวิทยาศาสตร์บริการก็สามารถผลิตได้เป็นผลสำเร็จชนิดที่มีคุณภาพดี รูปแบบและขนาดเหมือนของเดิม สีใกล้เคียงของเก่า และยินดีให้ความรู้ ความร่วมมือแก่ผู้สนใจจะนำไปผลิตเป็นอุตสาหกรรมอีกด้วย. □