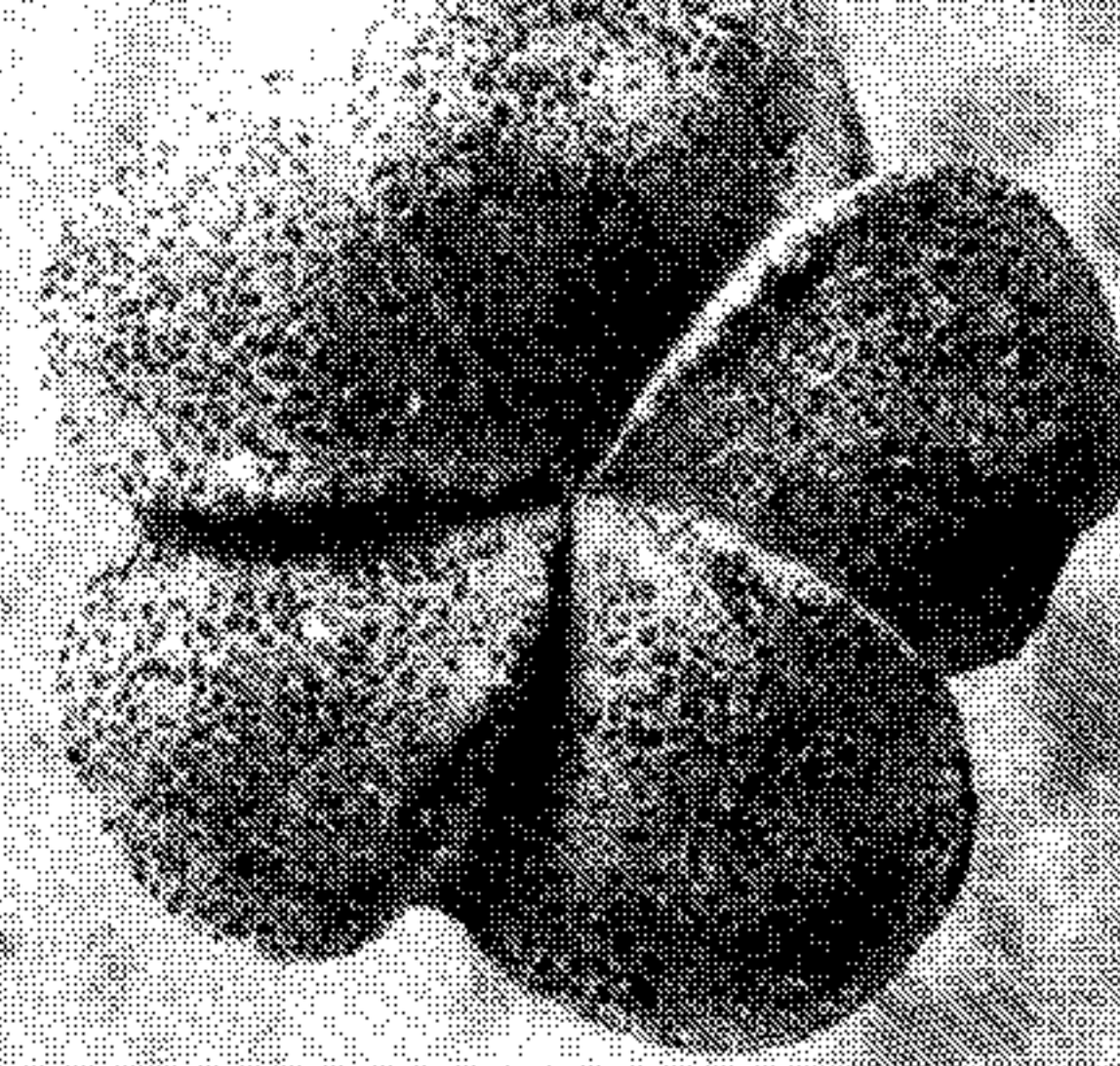


การใช้เม็ดลูกรังอีสานทำผลิตภัณฑ์ตกแต่งอาคาร

The Use of Isan Laterite for Building Decoration Products



อาคม เสงี่ยมวิบูล สามารถ จัปโจร และ ว่าที่ ร.ต. ศักดิ์ชาย ลิกษา
คณะศิลปประยุกต์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี เลขที่ 85 ถนนสถลมารค อำเภอวารินชำราบ
จังหวัดอุบลราชธานี 34190 email: arkomsa@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการใช้เม็ดลูกรัง (Laterite) ที่พบมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (อีสาน) ทำผลิตภัณฑ์ตกแต่งอาคาร โดยเน้นการนำเม็ดลูกรัง (หินแห่) ที่มีมากในท้องถิ่นอีสานและแหล่งดินลูกรังที่ใช้เพื่อเป็นวัสดุก่อสร้างเส้นทางจราจรในอีสานเข้าสู่กระบวนการผลิตและพัฒนาผลิตภัณฑ์ จากการสำรวจและการทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมพบว่า เม็ดลูกรังที่พบส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นเม็ดมวลสารพอก (Concretion) ขนาด 1 มิลลิเมตรขึ้นไป อัตราส่วนผสมเม็ดลูกรัง : ดินลูกรัง : โพลี-เอสเตอร์เรซิน (60:10:30) มีค่ากำลังรับแรงอัดสูงสุด 950 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร และค่าการสูญเสียมวลเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลันน้อยที่สุด 6.55 % และอัตราส่วนผสมเม็ดลูกรัง : ดินลูกรัง : ปูนซีเมนต์ขาว (70:20:10) มีค่าการดูดซึมน้ำสูงสุด 6.77% ผลการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เพื่อการตกแต่งอาคารโดยการหล่อประติมากรรมปูนต่ำเพื่อตกแต่งอาคารได้ผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะสีของเม็ดลูกรังที่สวยงาม คงทน แข็งแรง ซึ่งจากผลการวิจัยเพื่อพัฒนาการนำเม็ดลูกรังในภาคอีสานใช้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ทำให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อการตกแต่งอาคารให้แก่ชุมชนอีสาน สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้เองเป็นอาชีพเสริมในครอบครัว

คำสำคัญ ลูกรัง, อีสาน, ผลิตภัณฑ์ตกแต่งอาคาร

Abstract

This paper presented an investigation of the use of laterite widely found in the northeast of Thailand, or Isan, for building decoration product development for the Isan people. Laterite, previously

used for road construction, was newly introduced to building decoration product production and development. Based on the test of engineering property, laterite contained concretion, each of which is bigger than one millimeter. The ratio of laterite stone: laterite soil: polyester resin which was 60:10: 30 has the maximum compression of 950 kilograms per square centimeter (KSC). The loss of contents due to the sudden change of temperature was at least 6.55 %. The ratio of laterite stone: laterite soil: white cement which was 70: 20: 10 has the maximum water absorption of 6.77 %. The formation of sample product of bas relief for building decoration in this study yielded the laterite stone effect. The result of this study therefore would greatly contribute to the knowledge of building decoration product development for Isan people who could produce their own products to increase their income.

Keywords Laterite, Isan, Product

1. บทนำ

ลูกรัง(Laterite) เป็นวัสดุธรรมชาติที่ผ่านกระบวนการพองในสภาพภูมิอากาศแบบร้อนชื้นฝนตกชุกไม่มีน้ำขังเป็นระยะเวลายาวนาน ในประเทศไทยพบลูกรังจำนวนมากและเป็นบริเวณกว้างตลอดทั้งภาคตะวันออกเฉียงเหนือ หรือ ภาคอีสาน (กลสมบัติดินลูกรังในประเทศไทย กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม 2528) ในภาษาอีสานเรียกลูกรังว่า "หินแห่" หรือ "หินแ่"

ซึ่งมีความสัมพันธ์กับคนอีสานเป็นเวลายาวนานจากตัวอย่างการตั้งชื่อหมู่บ้านในหลายจังหวัด เช่น หมู่บ้านหินแห่ อำเภอสำโรง จังหวัดอุบลราชธานี, หมู่บ้านหินแห่ อำเภอสิดา จังหวัดนครราชสีมา และหมู่บ้านหินแห่ อำเภอโกสุม จังหวัดมหาสารคาม ซึ่งสะท้อนวิถีชีวิตและสังคมของคนอีสานที่มีความเกี่ยวข้องกับหินแห่ที่มีอยู่ทั่วไป

ในอดีตมนุษย์ก่อนประวัติศาสตร์รู้จักการใช้ประโยชน์จากสีสนิมเหล็กของลูกรังที่เกิดจากออกไซด์ของแร่เหล็กและอลูมิเนียมผสมกับยางไม้ใช้เป็นสีวาดภาพตามผนังถ้ำและหน้าผาหิน ในปัจจุบันมนุษย์รู้จักใช้ประโยชน์จากกำลังรับน้ำหนัก (Strength) ที่ดีของลูกรังเพื่อเป็นวัสดุรองพื้น เช่น การก่อสร้างเส้นทางสัญจรชั่วคราวในท้องถิ่นเนื่องจากเมื่อลูกรังได้รับการบดอัดและทำให้เกิดความชื้นขึ้นจะจับตัวกันแน่นดีกว่าดินและทรายซึ่งสามารถรับน้ำหนักได้ดี และการประดิษฐ์ก้อนศิลาแรงเทียมทรงลูกบาศก์ (Artificial Laterite) (นท แสงเทียน และคณะ 2548) ที่ให้สีและลักษณะผิวการดูดซึมน้ำและกำลังรับแรงอัดใกล้เคียงกับก้อนศิลาธรรมชาติ อย่างไรก็ตามการนำลูกรังเพื่อมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั้งทางด้านความคิด จินตนาการ และความสวยงามตรงตามความต้องการของผู้บริโภคยังไม่มีการศึกษาอย่างชัดเจน อีกทั้งการศึกษาลักษณะและโครงสร้างองค์ประกอบของลูกรังจากแหล่งลูกรังในอีสานที่เหมาะสมเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ยังไม่มีการศึกษาอย่างชัดเจนและปัจจุบันความต้องการผลิตภัณฑ์จากวัสดุธรรมชาติแบบใหม่ของผู้บริโภคมีความต้องการมากขึ้น การนำลูกรังในท้องถิ่นที่มีสีเฉพาะตัวและการจับตัวแน่นสามารถรับน้ำหนักได้ดีมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จึงเป็นการมองเห็นถึงคุณค่าของวัสดุธรรมชาติ

บทความนี้นำเสนอการประยุกต์เม็ดลูกรังในภาคอีสานเพื่อการผลิตผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยการพัฒนาล้วนผสมดินลูกรังที่มีคุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับเป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ ซึ่งเน้นการนำเม็ดลูกรังจากแหล่งต่างๆที่มีทั่วไปในท้องถิ่นอีสานและแหล่งลูกรังที่มีการขุดเพื่อเป็นวัสดุรองพื้นงานก่อสร้างเข้าสู่กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากลูกรังทั้งทางด้านความคิด และจินตนาการ ให้เกิดความ

สวยงามตรงตามความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน อีกทั้งยังก่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์ แก่วิถีความเป็นอยู่ของผู้คนในอีสานและช่วยให้เห็นถึงคุณค่าของวัสดุทางธรรมชาติที่เป็นทรัพยากรของท้องถิ่น อีสานสามารถประยุกต์พัฒนาผลิตได้เองและเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้แก่วัสดุจากธรรมชาติ

2. วัตถุประสงค์และขอบเขตการศึกษา

1. เพื่อศึกษาแหล่งลูกรังในภาคอีสาน
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติ การรับแรงอัดสูงสุด (Compressive strength) การดูดซึมน้ำ (Water absorption) และความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน (Resistance to aging by thermal shock) ของเม็ดลูกรังกับวัสดุผสม
3. เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจากเม็ดลูกรังที่ใช้กระบวนการผลิตที่เหมาะสมและสามารถผลิตได้เองในท้องถิ่น

3. วิธีการศึกษา

1. ขั้นตอนการสำรวจแหล่งลูกรังในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (อีสาน) เพื่อเก็บข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับสีและขนาดของเม็ดลูกรัง
2. ขั้นตอนการศึกษาตัวอย่างอัตราส่วนผสมที่เหมาะสม โดยใช้วิธีตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial Diagram) ของเม็ดลูกรัง ดินลูกรัง และวัสดุผสมที่นิยมใช้โดยทั่วไป ประกอบด้วย โพลีเอสเตอร์เรซิน ปูนซีเมนต์ผสม ปูนซีเมนต์ขาว ปูนพลาสติก ปูนยิปซัมและซีเมนต์ขาว เพื่อให้ได้ตัวอย่างของอัตราส่วนผสมที่เหมาะสมและสอดคล้องกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ประกอบด้วยคุณสมบัติการรับแรงอัดสูงสุด (Compressive strength) การดูดซึมน้ำ (Water absorption) และความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน (Resistance to aging by thermal shock)
3. ขั้นตอนการกระบวนการออกแบบและพัฒนาตัวอย่างผลิตภัณฑ์จากเม็ดลูกรังทั้งทางด้านความคิด และจินตนาการ ให้เกิดความสวยงามตรงตามความต้องการของผู้บริโภคในปัจจุบัน เพื่อเป็นประโยชน์แก่วิถีความเป็นอยู่ของผู้คนในอีสานและเพิ่มมูลค่าของวัสดุทาง

ธรรมชาติที่เป็นทรัพยากรของคนในท้องถิ่นอีสาน

4. ผลการศึกษา

4.1 การสำรวจแหล่งลูกรังในภาคอีสาน

จากการสำรวจแหล่งลูกรังในอีสานเพื่อเป็นวัสดุก่อสร้างทางจราจรได้มีการสำรวจครั้งสุดท้ายเมื่อ พ.ศ. 2528 โดยกรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม พบว่าแหล่งลูกรังมีทั้งหมด 65 แห่ง ซึ่งส่วนใหญ่กระจายอยู่บริเวณแอ่งอุดร-สกลนคร หรือจังหวัดที่ตั้งอยู่ในภูมิภาคอีสานตอนบน ประกอบด้วย สกลนคร 22 แห่ง กาฬสินธุ์ 9 แห่ง อุบลราชธานี 9 แห่ง หนองคาย 6 แห่ง อุดรธานี 6 แห่ง เลย 5 แห่ง ขอนแก่น 2 แห่ง ศรีสะเกษ 2 แห่ง ร้อยเอ็ด 2 แห่ง และมุกดาหาร 2 แห่ง บริเวณที่พบลูกรังมักจะล้อมรอบด้วยต้นสาปเสือ และพบในพื้นที่สูงมากกว่าพื้นที่ต่ำ เช่น จังหวัดสกลนครที่ตั้งอยู่บนเทือกเขาภูพาน ลูกรังที่พบจะมีรูปร่างแตกต่างกันส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นเม็ดมวลสารพอก (Concretion) เกิดจากการเชื่อมผสานเป็นชั้นแข็งด้วยสารละลายเหล็กและอลูมิเนียมตั้งแต่ขนาด 1 มิลลิเมตรขึ้นไป ซึ่งสามารถแบ่งโครงสร้างของเม็ดลูกรังตามลักษณะการจับตัวของเม็ดลูกรังได้ 2 โครงสร้าง คือ โครงสร้างที่เป็นเนื้อเดียวกันจับตัวกันแน่นผิวเรียบ ดังภาพที่ 1(ก) และโครงสร้างที่จับตัวกันไม่แน่น มีคมและเป็นรูพรุนทั้งก้อน ดังภาพที่ 1(ข) ส่วนสีของเม็ดลูกรังแตกต่างกันไปตามอายุและปริมาณของแร่เหล็กและอลูมิเนียมซึ่งสามารถจำแนกสีของดินลูกรังในภาคอีสาน ออกได้เป็น 7 สี ดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 พบว่าจังหวัดในเขตที่สูงหรือบริเวณแอ่งอุดร-สกลนคร สีของเม็ดลูกรังมีสีเข้มเนื่องจากปริมาณของแร่เหล็กที่ทำปฏิกิริยาการออกซิเจนในอากาศมีปริมาณมาก

4.2 อัตราส่วนผสมเม็ดลูกรังกับวัสดุผสม

จากการทดลองนำตัวอย่างเม็ดลูกรังและดินลูกรังจากแหล่งลูกรังในเขตจังหวัดสกลนครซึ่งมีแหล่งลูกรังที่มากที่สุด (22 แห่ง) ผสมกับวัสดุผสมทั่วไป ประกอบด้วย โพลีเอสเตอร์เรซิน ปูนซีเมนต์ผสม ปูนซีเมนต์ขาว ปูนปลาสเตอร์ ปูนยิปซัมและซีเมนต์กาบเพื่อหาอัตราส่วนที่เหมาะสมในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่มี

ความคงทนแข็งแรงและสวยงาม โดยวิธีตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial Diagram) ดังภาพที่ 2 ซึ่งแสดงการหาอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบหลัก 3 ชนิด คือ เม็ดลูกรัง (X) ดินลูกรัง (Y) และวัสดุผสม (Z) จากภาพที่ 2 มีอัตราส่วนผสมทั้งหมด 36 โหนด (จุดตัด) หรือ 36 สูตร ซึ่งผลรวมอัตราส่วนผสมแต่ละสูตรจะเท่ากับ 100 และสามารถสังเกตได้จากเส้นที่ลากผ่านโหนดนั้น เช่น โหนดที่ 2 ประกอบด้วย (1) เส้นตรงในแนวระดับที่ลากจากด้าน $X=70$, (2) เส้นตรงที่ลากจากด้าน $Y=20$ และ (3) เส้นตรงที่ลากจากด้าน $Z=10$ ดังนั้นอัตราส่วนผสมที่โหนด 2 คือ $X:Y:Z = 70:20:10$

จากภาพที่ 2 ประกอบด้วยจุดตัดทั้งหมด 36 โหนด หรืออัตราส่วนผสมทั้งหมด 36 ส่วนผสม เลือกแบบเจาะจงอัตราส่วนผสมที่มีเม็ดลูกรัง (X) มากกว่าร้อยละ 50 (หรือ จุดที่ 1 ถึง 10) แล้วทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อใช้เป็นตัวอย่างอัตราส่วนผสมในการทดสอบคุณสมบัติเม็ดลูกรังกับวัสดุผสมได้ผลการสุ่มตัวอย่างดังตารางที่ 2

4.3 การทดสอบคุณสมบัติเม็ดลูกรังกับวัสดุผสม

จากตารางที่ 2 นำอัตราส่วนผสมตัวอย่างทดสอบคุณสมบัติทางวิศวกรรมที่สำคัญ ประกอบด้วย การรับแรงอัดสูงสุด (Compressive strength) การดูดซึมน้ำ (Water absorption) และความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างฉับพลัน (Resistance to aging by thermal shock) โดยมีผลการทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ดังนี้

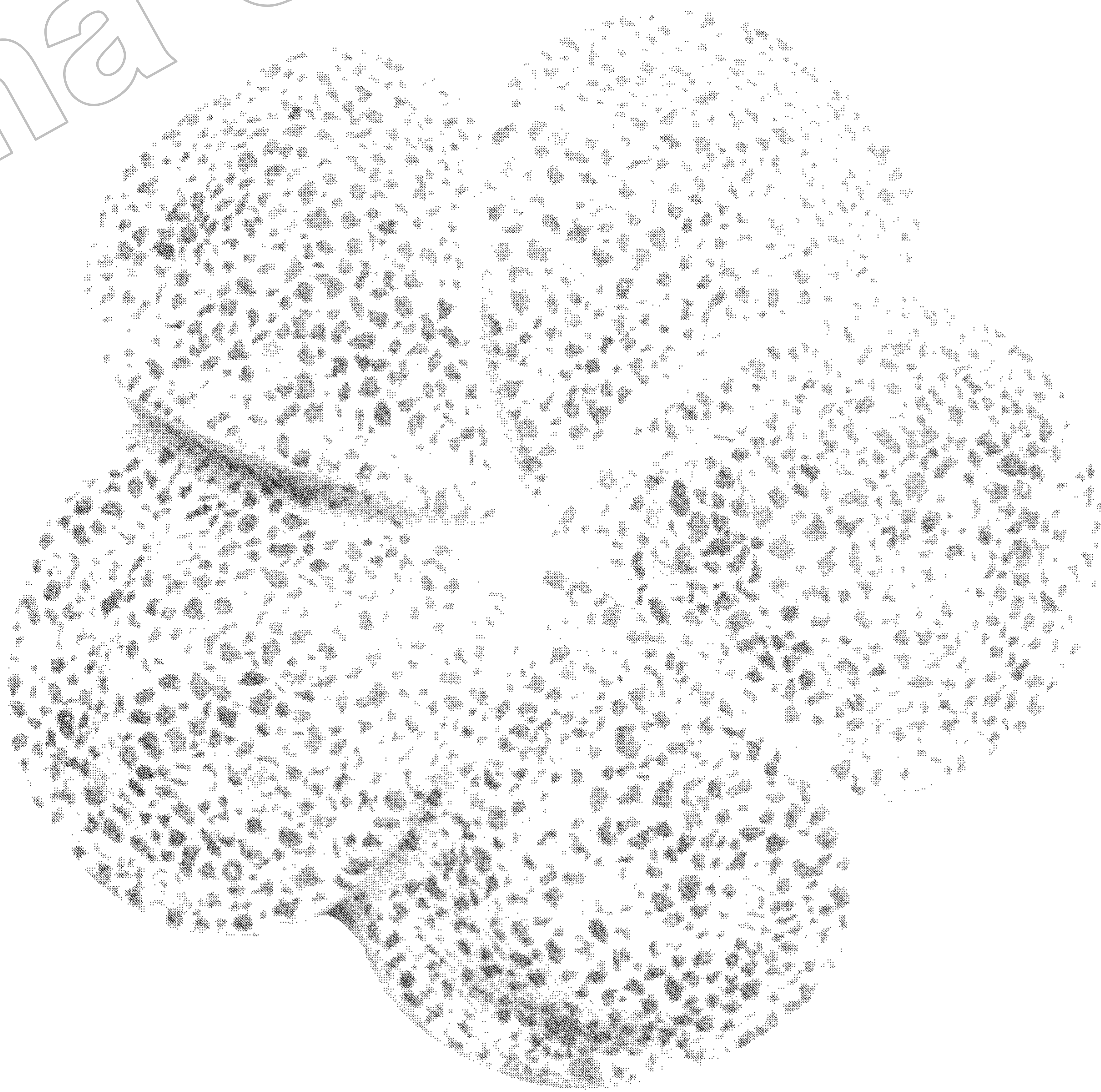
4.3.1 กำลังรับแรงอัดสูงสุด (Compressive strength)

การทดสอบกำลังรับแรงอัดสูงสุดโดยเครื่องทดสอบแรงกด (Compression machine) วางชิ้นตัวอย่างของส่วนผสมขนาด $5 \times 5 \times 5$ ลูกบาศก์เซนติเมตรผ่านการบ่ม 28 วัน ส่วนผสมละ 5 ตัวอย่าง ในแนวราบและรองด้วยกระดาษแข็งหนาและแผ่นเหล็กหนาประมาณ 10 มิลลิเมตร เพื่อให้หน่วยแรงกระจายอย่างสม่ำเสมอตลอดพื้นผิวด้านบนและด้านล่าง ขณะทำการกดค่าของแรงจะถูกบันทึกทุกกระยะการยุบตัว 0.2 มิลลิเมตร ผลการทดสอบค่าเฉลี่ยกำลังรับแรงอัดสูงสุดดังตารางที่ 3

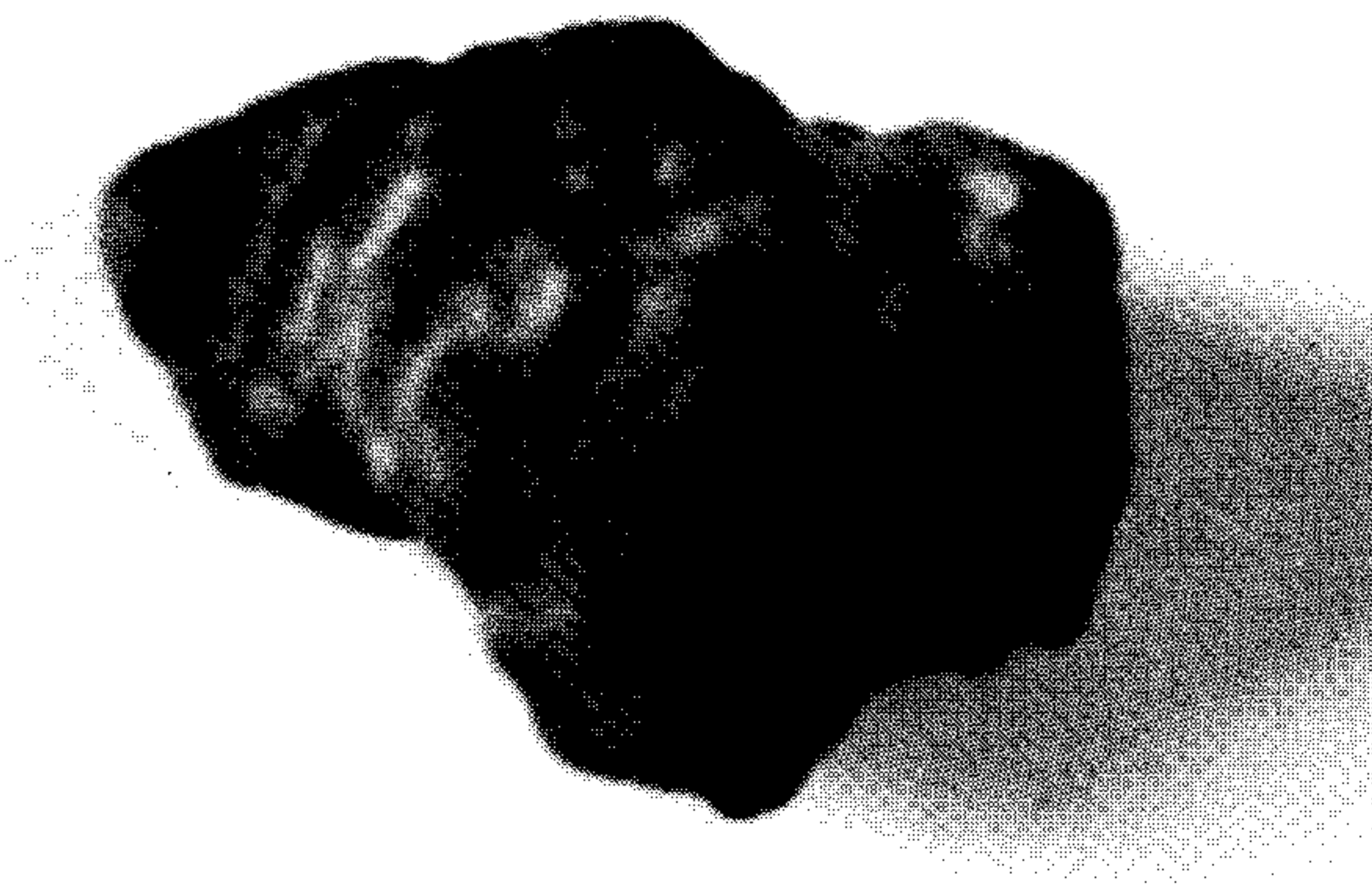
ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มพช.) ดังตารางที่ 3 ดังนั้นเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของวัสดุจากธรรมชาติและสามารถผลิตได้ในชุมชนภาคอีสานจึงนำตัวอย่างส่วนผสมที่ผ่านกระบวนการทดสอบทางวิศวกรรมขึ้นรูปผลิตภัณฑ์งานศิลปะโดยการหล่อผลิตภัณฑ์ตัวอย่างประเภทประติมากรรมปูนดำเพื่อตกแต่งอาคารทั้งภายนอกและภายใน สร้างเสน่ห์ตามรูปแบบของงานศิลปะลดพื้นที่ว่างซึ่งไม่ใช่ประโยชน์ออกไปและช่วยสร้างให้บ้านดูมีมิติ มีชีวิตมากขึ้น ดังภาพที่ 4 ถึง 10 ซึ่งแสดงตัวอย่างผลิตภัณฑ์ประดับผนังประติมากรรมลายปูนดำรูปดอกลีลาวดีจากเม็ดลูกธัญขนาด 21 ซม. x 21 ซม. x 3 ซม. มีสีส้มสวยงาม แข็งแรง ปรากฏเม็ดลูกธัญเด่นชัดเจน เหมาะสำหรับการตกแต่งอาคารทั้งภายนอกและภายในตามวัสดุส่วนผสมที่เลือกใช้ ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์พัฒนาผลิตได้เองเป็นการสร้างคุณค่าและมูลค่าเพิ่มให้แก่วัสดุจากธรรมชาติที่มีมากในภาคอีสาน

5. สรุป

ลูกธัญหรือ "หินแห่" เป็นวัสดุธรรมชาติที่พบจำนวนมากเป็นบริเวณกว้างในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (อีสาน) ของประเทศไทย จากการทดสอบทางวิศวกรรมที่สำคัญและการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ของเม็ดลูกธัญกับวัสดุผสมทั่วไปสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ประติมากรรมตกแต่งอาคารบ้านเรือนให้เกิดความสวยงามตรงตามความต้องการของผู้บริโภค มีความคงทนแข็งแรง มีสีส้มและลวดลายเฉพาะตัวคล้ายศิลาแรง ก่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้ที่เป็นประโยชน์แก่วิถีความเป็นอยู่ของคนในอีสานและช่วยให้เห็นถึงคุณค่าของวัสดุทางธรรมชาติที่เป็นทรัพยากรของคนในท้องถิ่นอีสานเพื่อประยุกต์พัฒนาผลิตได้เองซึ่งจะเป็นการสร้างคุณค่าและมูลค่าเพิ่มให้แก่วัสดุธรรมชาติ



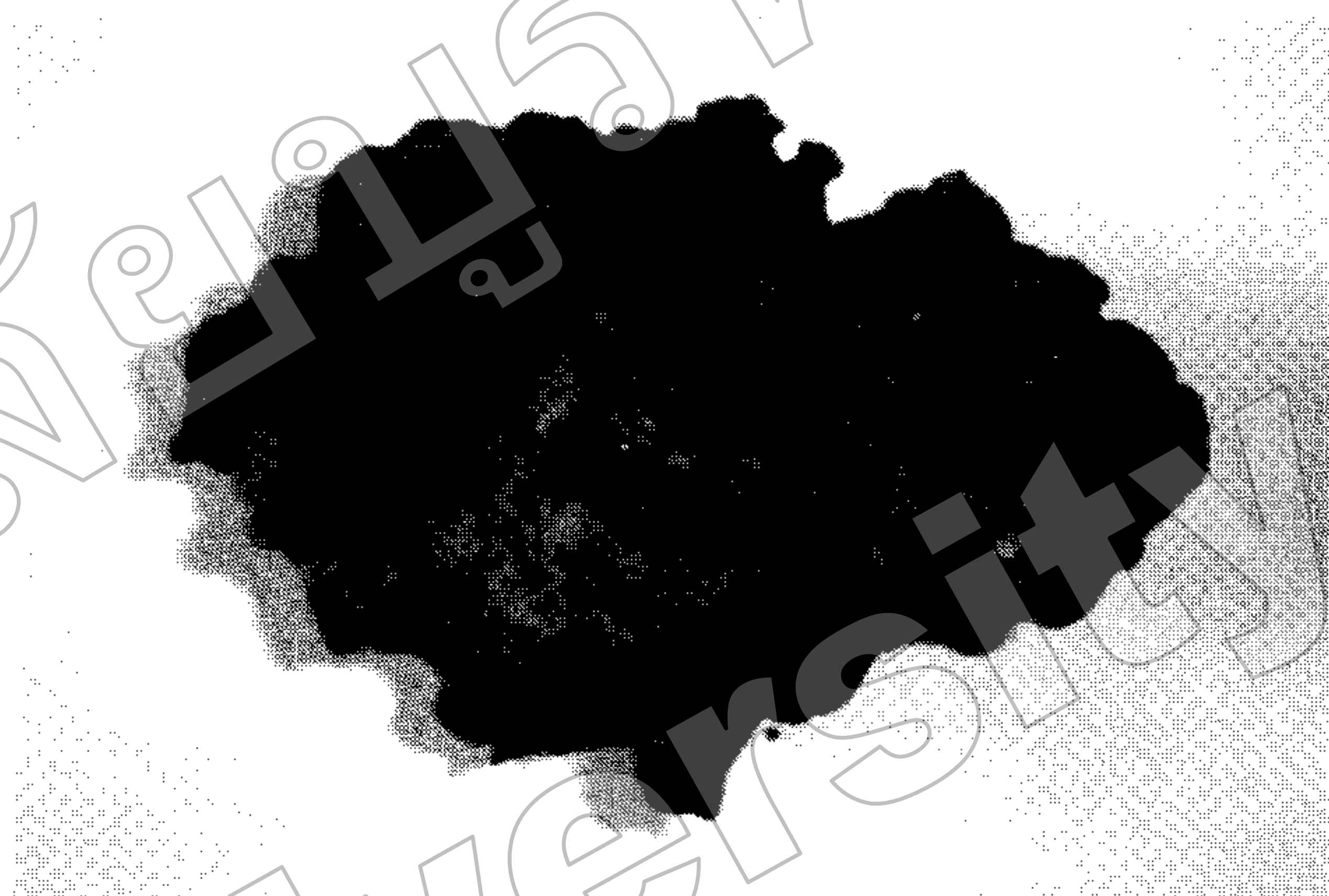
(ก)



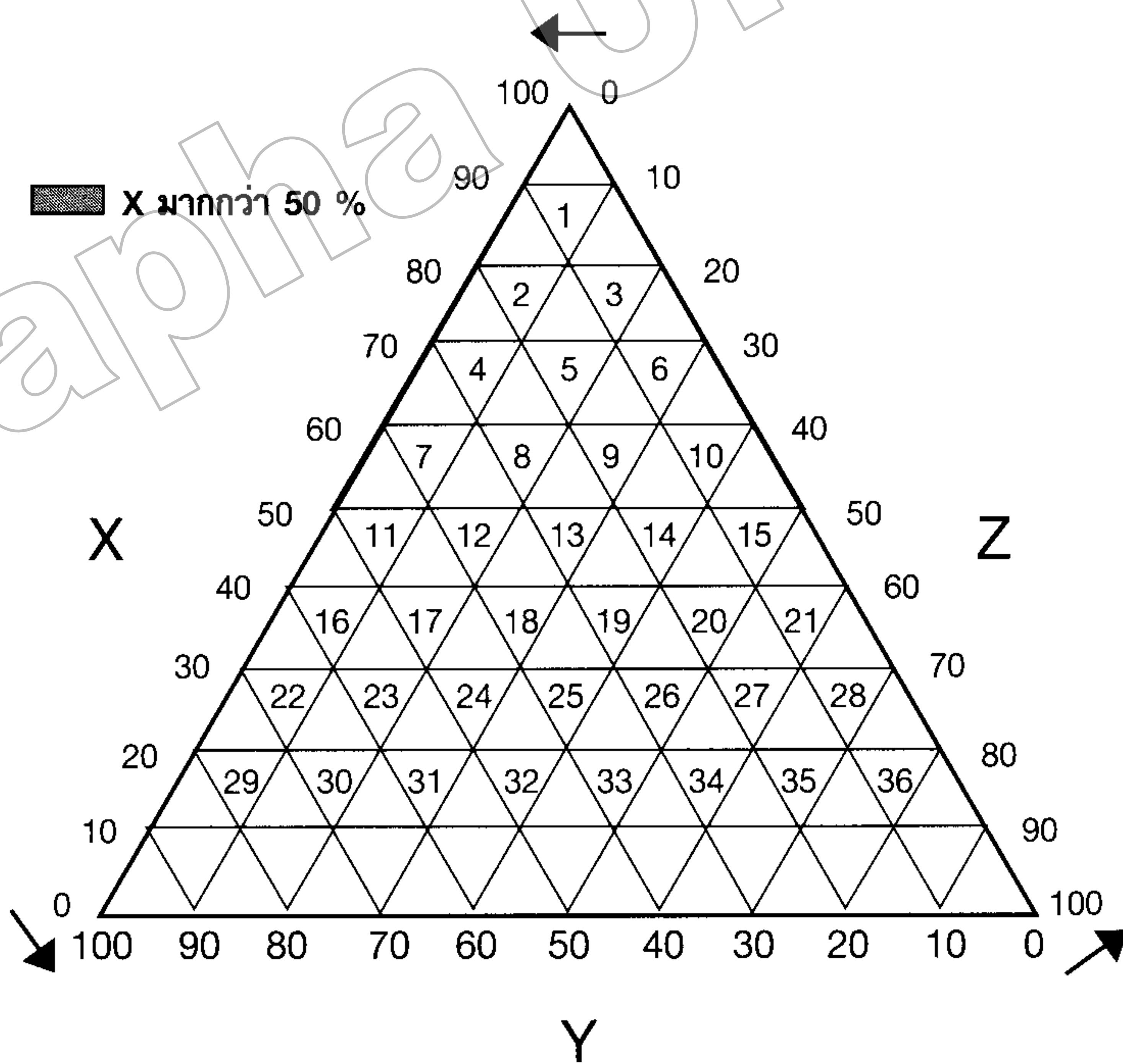
ภาพที่ 1 (ก)

โครงสร้างที่เป็นเนื้อเดียวกันจับตัวกันแน่น ผิวเรียบ

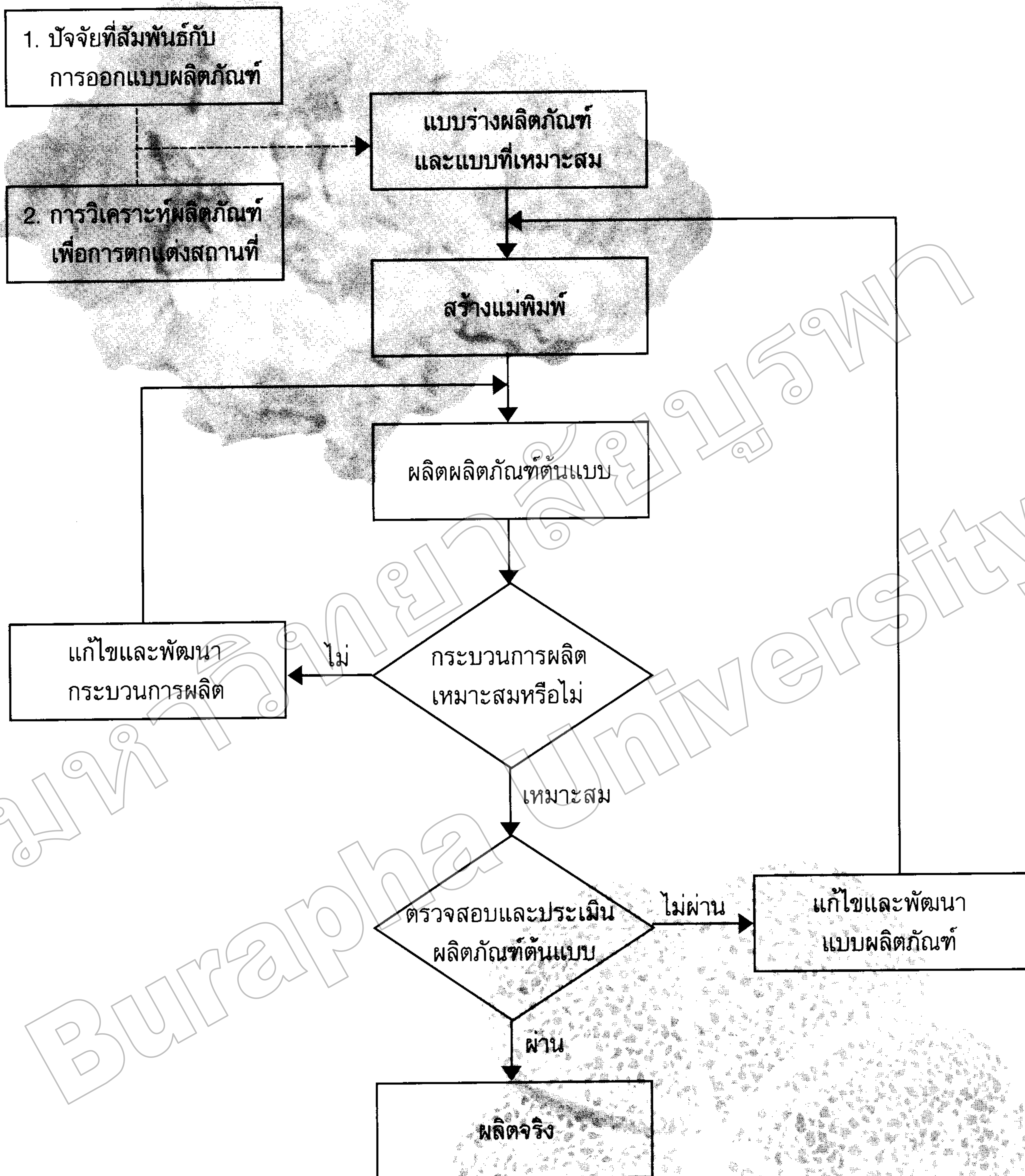
(ข)



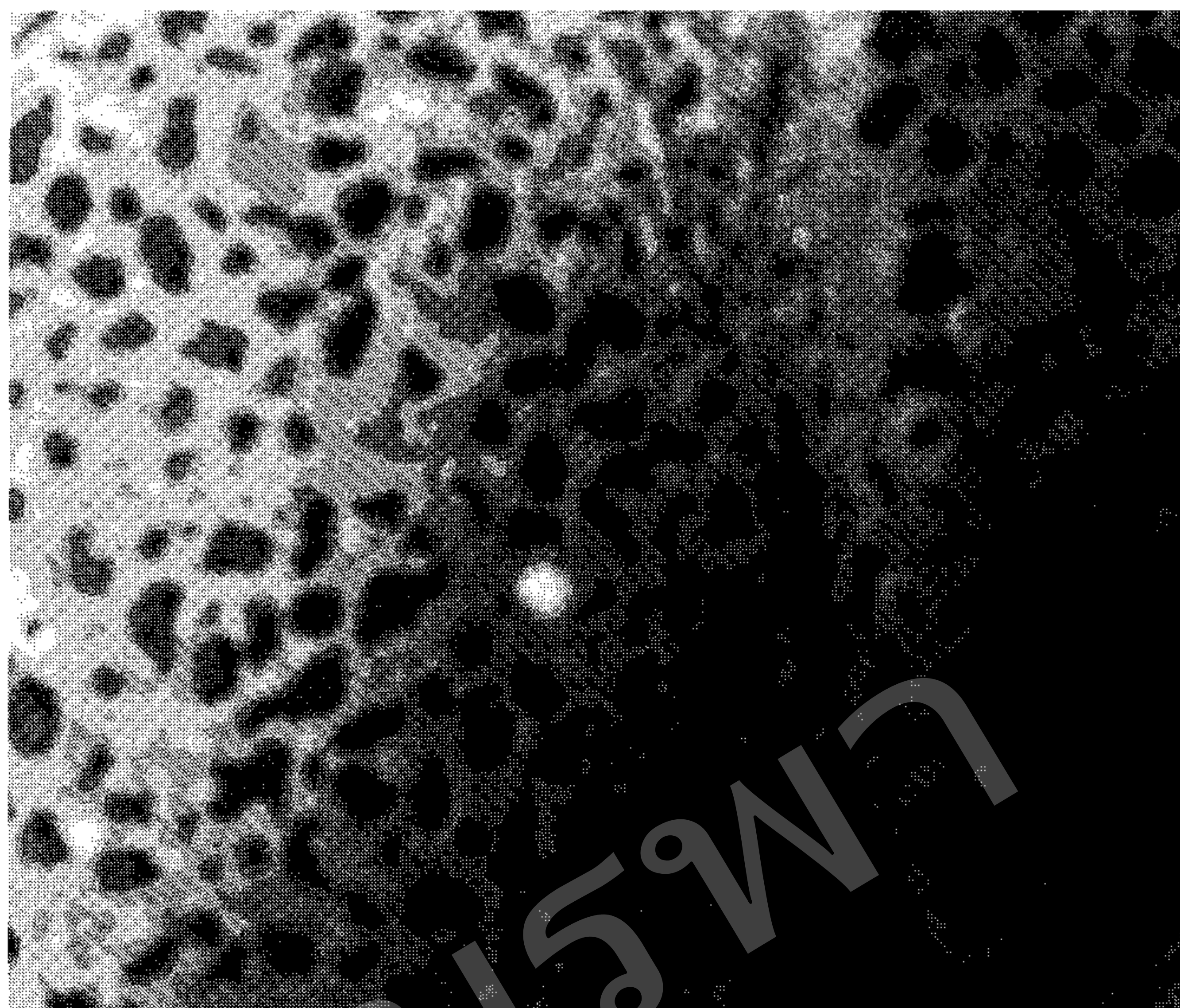
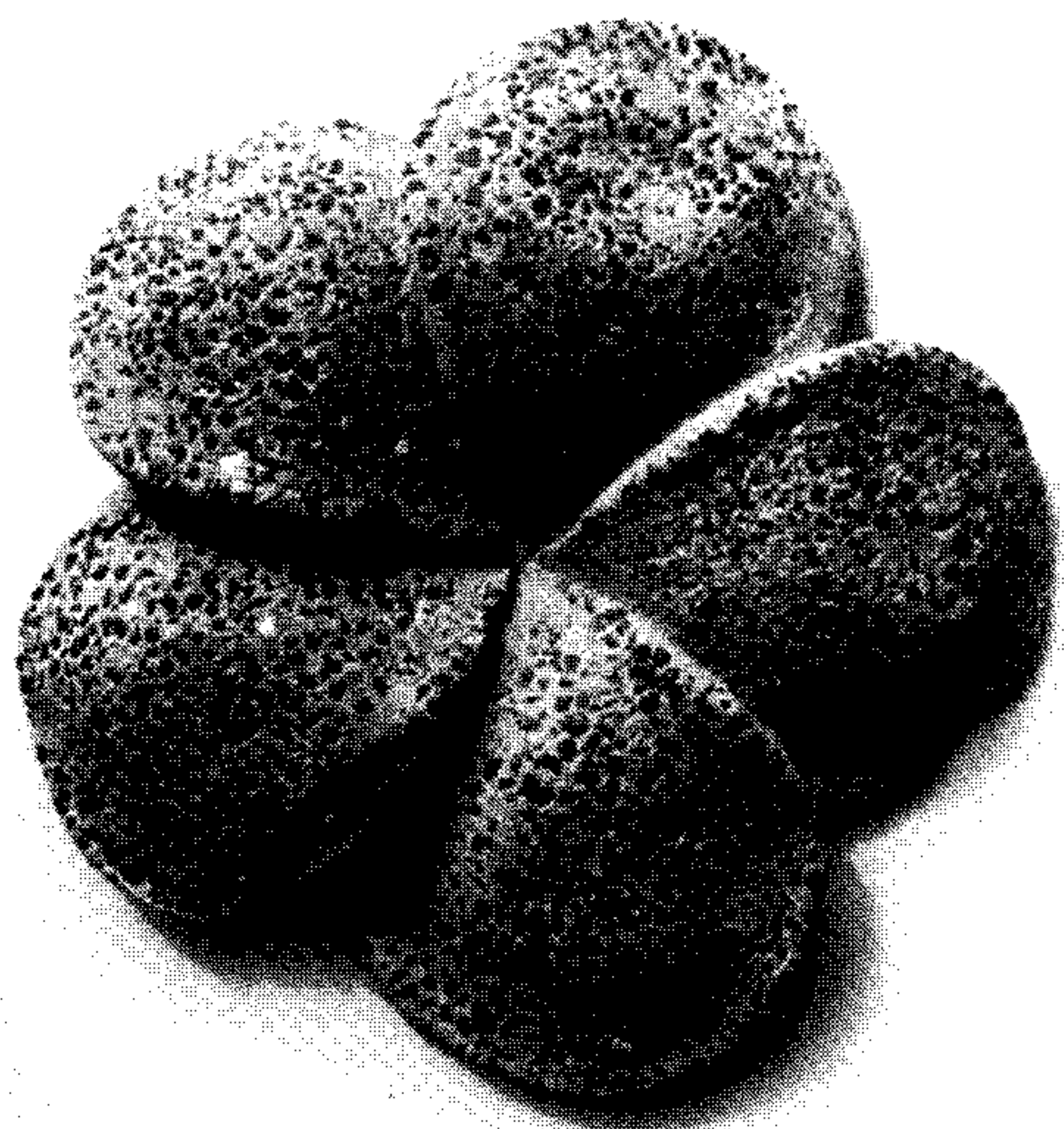
และ (ข) โครงสร้างที่จับตัวกันไม่แน่น มีคมและรูพรุน
ทั้งก่อน



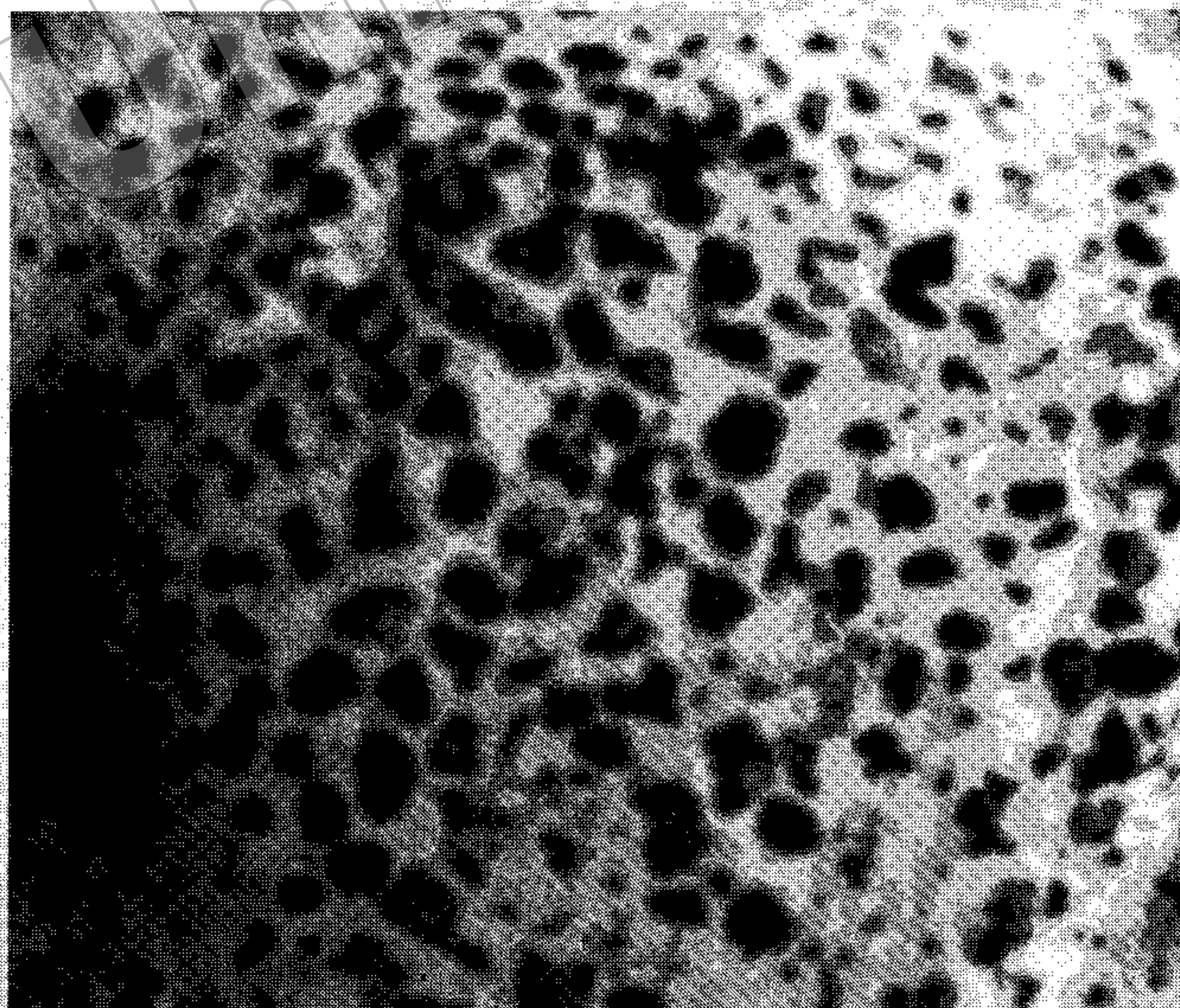
ภาพที่ 2 แสดงตารางสามเหลี่ยมด้านเท่า (Triaxial Diagram หรือ Triaxial Blend)
เพื่อหาอัตราส่วนผสมของเม็ดลูกรัง (X) ดินลูกรัง (Y) และวัสดุประสาน (Z)



ภาพที่ 3 แสดงกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเมล็ดลูกรังเพื่อการตกแต่งอาคาร

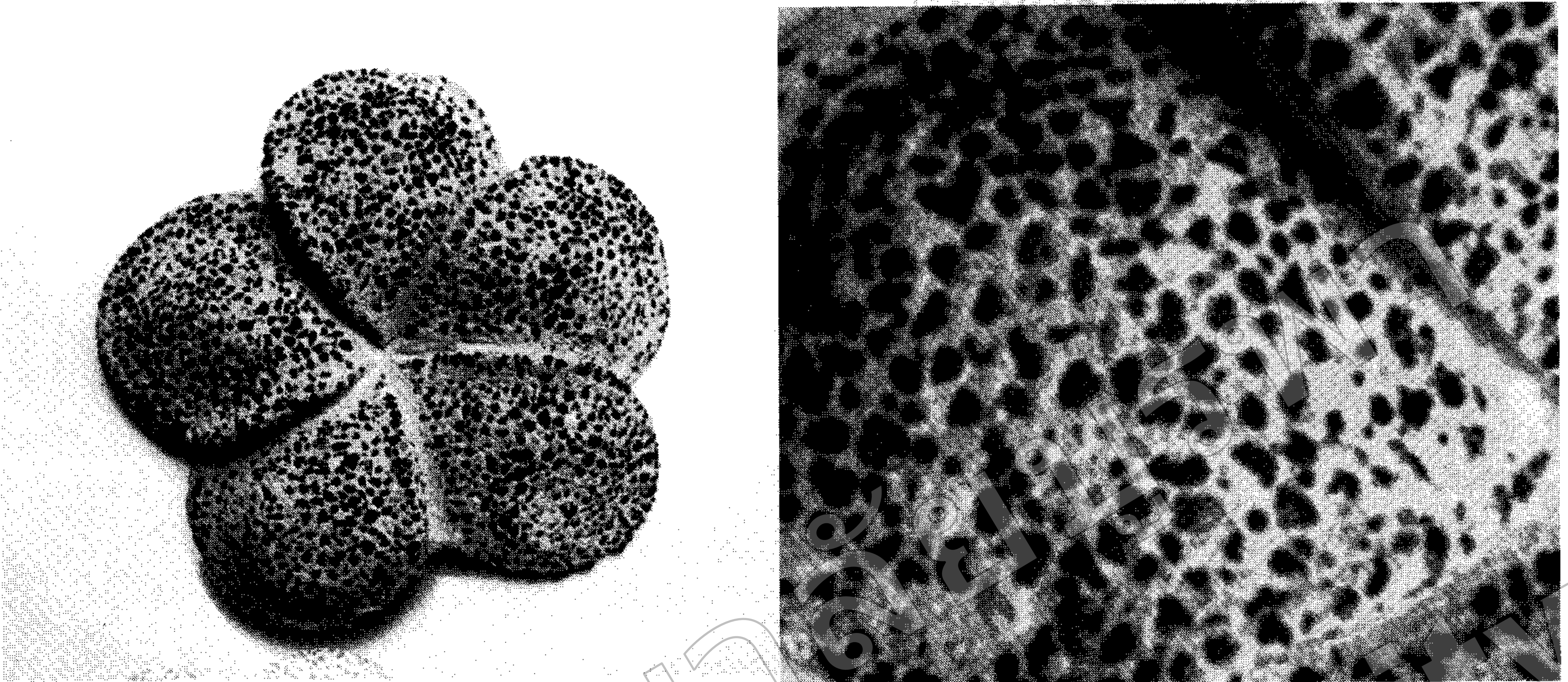


▲ ภาพที่ 4 ผลิตภัณฑ์ประดับผนังประติมากรรมลายนูนจากอัตราส่วนผสม
เม็ดลูกรัง (70) : ดินลูกรัง (20) : ปูนซีเมนต์ผสม (10)
ลักษณะพื้นผิวเรียบเป็นมัน เม็ดลูกรังปรากฏชัดเจน ช่องว่างระหว่างเม็ดลูกรังมีสีเทา

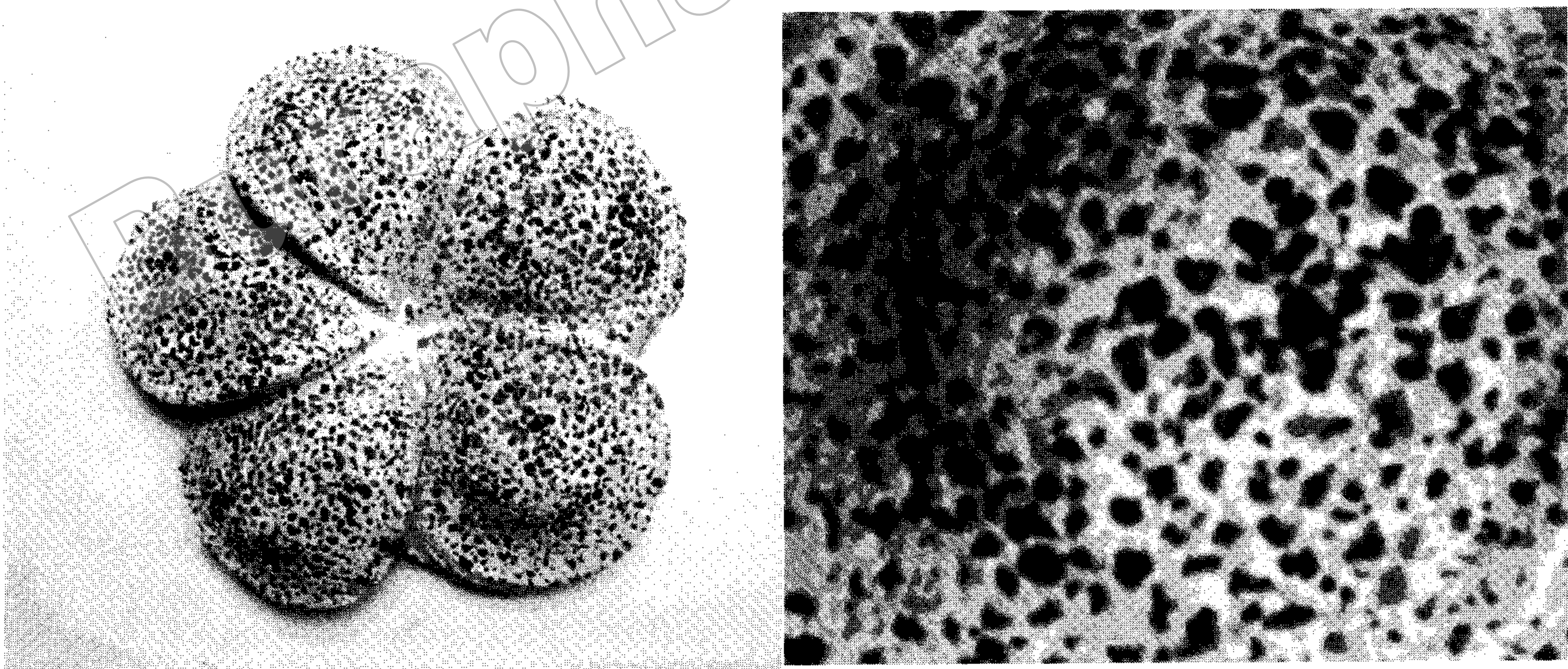


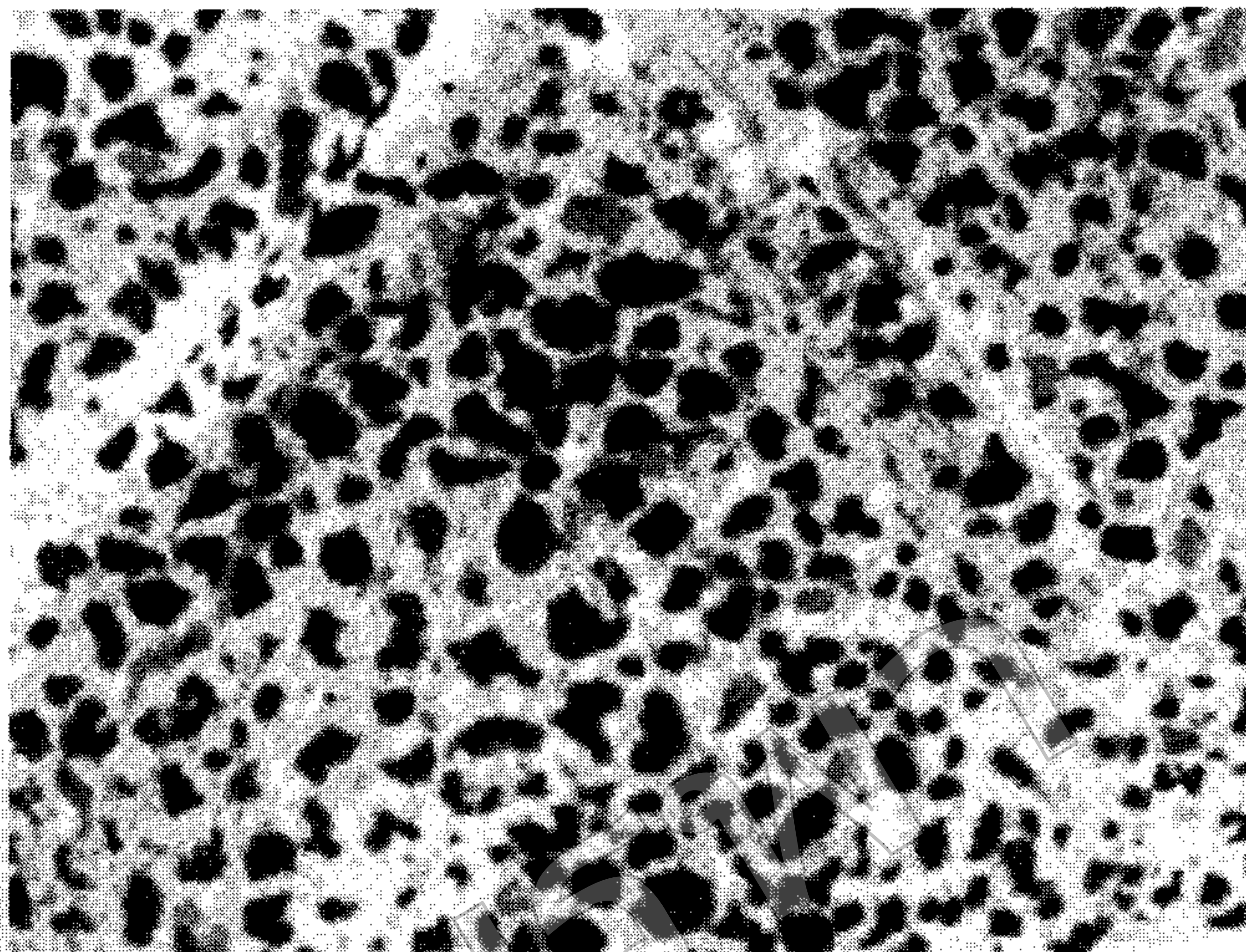
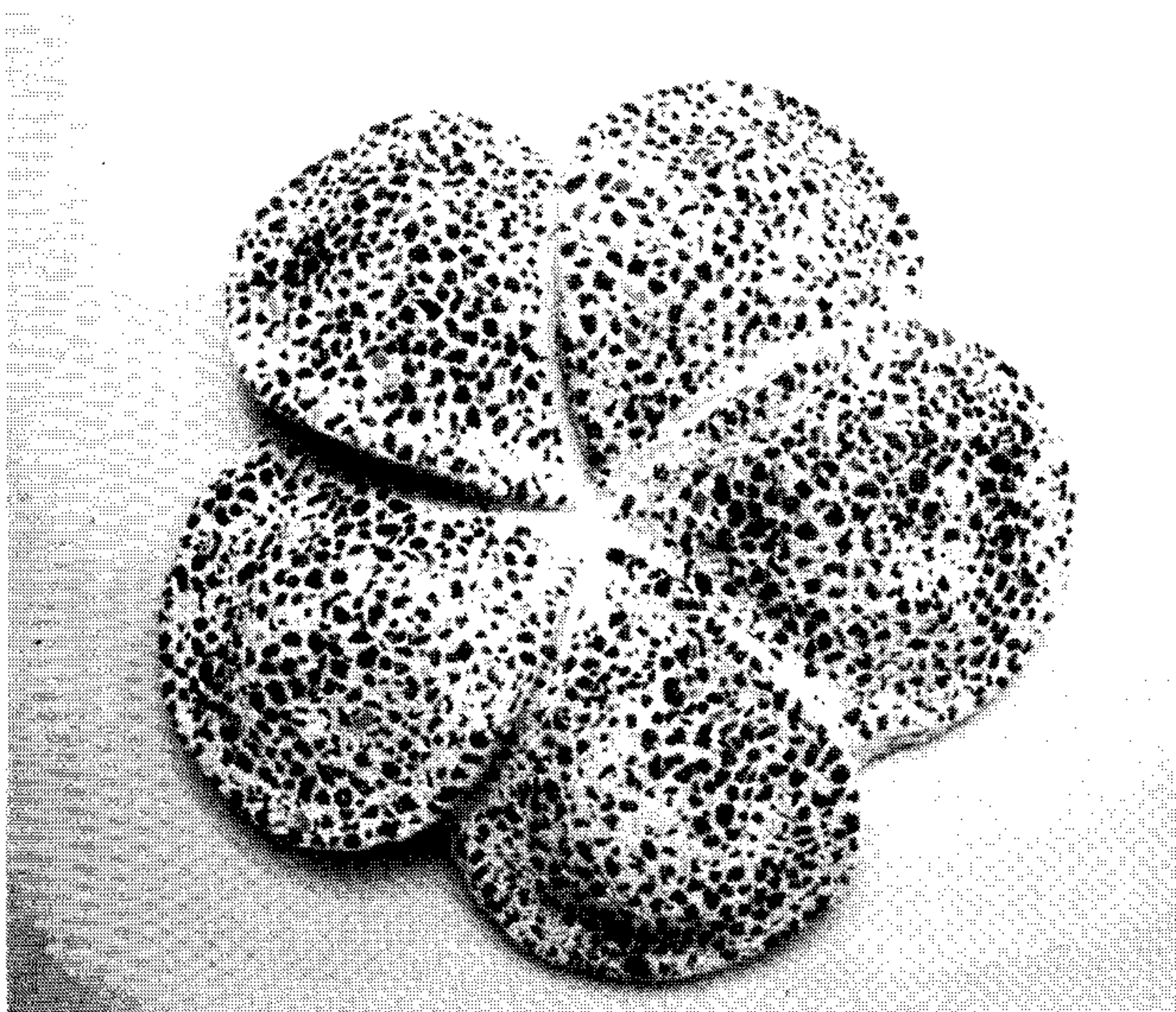
▲ ภาพที่ 5 ผลิตภัณฑ์ประดับผนังประติมากรรมลายนูนจากอัตราส่วนผสม ▲
เม็ดลูกรัง (70) : ดินลูกรัง (20) : ปูนซีเมนต์ขาว (10)
ลักษณะพื้นผิวเรียบ เม็ดลูกรังปรากฏชัดเจน ช่องว่างระหว่างเม็ดลูกรังมีสีขาว

ภาพที่ 6 ผลิตภัณฑ์ประดับผนังประติมากรรมลายปูนจากอัตราส่วนผสม
เม็ดลูกกรง (70) : ดินลูกกรง (10) : ซีเมนต์ขาว (20) ลักษณะพื้นผิวเรียบ เม็ดลูกกรงปรากฏชัดเจน

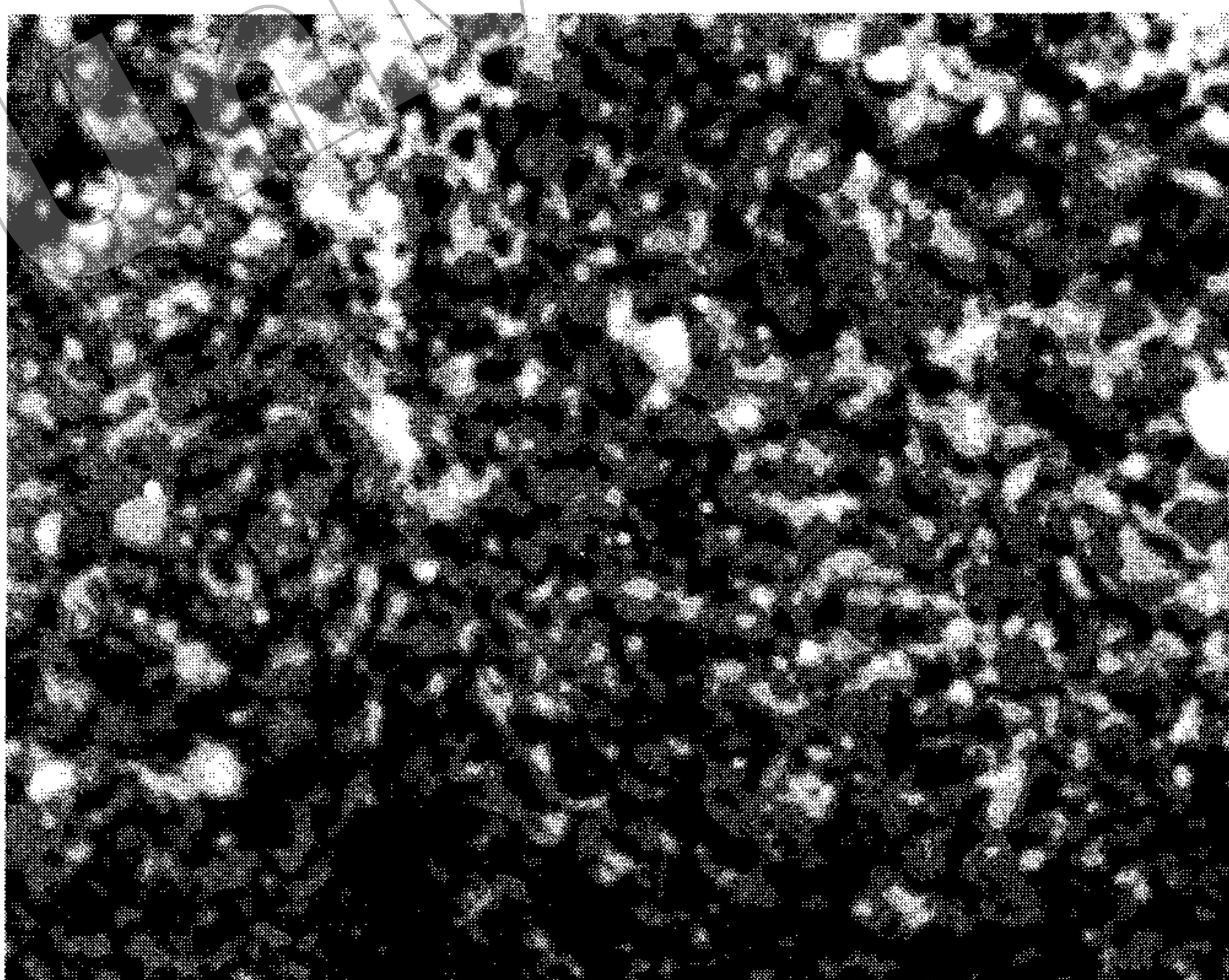


ภาพที่ 7 ผลิตภัณฑ์ประดับผนังประติมากรรมลายปูนจากอัตราส่วนผสม
เม็ดลูกกรง (60) : ดินลูกกรง (10) : ยิปซัม (30)
ลักษณะพื้นผิวไม่เรียบ เม็ดลูกกรงปรากฏชัดเจน ช่องว่างระหว่างเม็ดลูกกรงมีสีขาว





ภาพที่ 8 ผลิตภัณฑ์ประดับผนังประติมากรรมลายนูนจากอัตราส่วนผสม
เม็ดลูกรัง (60) : ดินลูกรัง (20) : ปูนปลาสเตอร์ (20)
ลักษณะพื้นผิวไม่เรียบ เม็ดลูกรังปรากฏชัดเจน ช่องว่างระหว่างเม็ดลูกรังมีสีขาว



ภาพที่ 9 ผลิตภัณฑ์ประดับผนังประติมากรรมลายนูนจากอัตราส่วนผสม
เม็ดลูกรัง (60) : ดินลูกรัง (10) : โพลีเอสเตอร์เรซิน (10) ลักษณะพื้นผิวหยาบมาก ไม่เรียบ เม็ดลูกรังปรากฏ
ชัดเจนอยู่ชิดกันมาก ช่องว่างระหว่างเม็ดลูกรังมีสีสนิมเหล็กเด่นชัดให้ความรู้สึกแข็งแกร่ง

ภาพที่ 10 ผลิตรภัณฑ์ประดับผนังประติมากรรมลายนูนจากอัตราส่วนผสม
 เม็ดลูกรัง (60) : ทัลคลัม (10): โพลีเอสเตอร์เรซิน (10) ลักษณะพื้นผิวหยาบ ไม่เรียบ
 เม็ดลูกรังปรากฏชัดเจนและชิดกัน ช่องว่างระหว่างเม็ดลูกรังมีสีขาวขุ่นให้ความรู้สึกมั่นคงแข็งแรง



ตารางที่ 1 แสดงสีเม็ดลูกรังที่พบในจังหวัดที่เป็นแหล่งเม็ดลูกรัง

ลำดับ	สีของเม็ดลูกรัง	จังหวัด
1	สีน้ำตาลเข้ม	กาฬสินธุ์ อุดรธานี ศรีสะเกษ อุบลราชธานี สกลนคร เลย
2	สีน้ำตาล	กาฬสินธุ์ ขอนแก่น อุบลราชธานี สกลนคร อุดรธานี
3	สีน้ำตาลอมแดง	อุดรธานี หนองคาย สกลนคร
4	สีน้ำตาลอมส้ม	สกลนคร ร้อยเอ็ด
5	สีน้ำตาลอมชมพู	ขอนแก่น อุดรธานี อุบลราชธานี
6	สีน้ำตาลอ่อนอมชมพู	กาฬสินธุ์ ร้อยเอ็ด เลย
7	สีน้ำตาลอ่อนอมเหลือง	กาฬสินธุ์ มุกดาหาร เลย

ตารางที่ 2 แสดงผลการสุ่มเลือกตัวอย่างอัตราส่วนผสมระหว่างเม็ดลูกรัง ดินลูกรังและวัสดุผสม

ส่วนผสม	จุดที่	X : Y : Z
เม็ดลูกรัง : ดินลูกรัง : ปูนซีเมนต์ผสม	2	70 : 20 : 10
เม็ดลูกรัง : ดินลูกรัง : ปูนซีเมนต์ขาว	2	70 : 20 : 10
เม็ดลูกรัง : ดินลูกรัง : ปูนปลาสเตอร์	5	60 : 20 : 20
เม็ดลูกรัง : ดินลูกรัง : ซีเมนต์ขาว	3	70 : 10 : 20
เม็ดลูกรัง : ดินลูกรัง : ยิปซัม	4	60 : 10 : 30
เม็ดลูกรัง : ดินลูกรัง : โพลีเอสเตอร์เรซิน	6	60 : 10 : 30
เม็ดลูกรัง : ทลคลัม : ปูนซีเมนต์ผสม	6	60 : 10 : 30

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบคุณสมบัติ น้ำหนักต่อลูกบาศก์เซนติเมตร การกำลังรับแรงสูงสุด การดูดซึมน้ำ การสูญเสียมวล และผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่สอดคล้อง

ส่วนผสม	น้ำหนัก เฉลี่ยต่อ ลบ.ซม. (g/cm)	กำลังรับ แรงสูงสุด เฉลี่ย (KSC)	ค่าเฉลี่ย ของการ ดูดซึมน้ำ (%)	ค่าเฉลี่ย การ สูญเสีย มวล (%)	มอก. หรือ มพช. ที่สอดคล้อง
เม็ดลูกรัง : ดินลูกรัง : ปูนซีเมนต์ผสม 70 : 20 : 10	2.50	571.12	6.33	8.05	มพช.602/2547 มอก.167-2519
เม็ดลูกรัง : ดินลูกรัง : ปูนซีเมนต์ขาว 70 : 20 : 10	2.24	263.75	6.77	15.98	มอก.168-2519 มอก.169-2519
เม็ดลูกรัง : ดินลูกรัง : ปูนปลาสเตอร์ 60 : 20 : 20	2.88	129.01	3.45	30.08	
เม็ดลูกรัง : ดินลูกรัง : ซีเมนต์ขาว 70 : 10 : 20	1.90	51.46	3.39	41.70	มพช.602/2547 มอก.169-2519
เม็ดลูกรัง : ดินลูกรัง : ยิปซัม 60 : 10 : 30	2.19	90.84	6.23	31.85	(คุณภาพ ข.)
เม็ดลูกรัง : ดินลูกรัง : โพลีเอสเตอร์เรซิน 60 : 10 : 30	2.84	977.48	1.96	7.29	มพช.602/2547 (ไม่รับน้ำหนัก)
เม็ดลูกรัง : ทลคลัม : ปูนซีเมนต์ผสม 60 : 10 : 30	2.27	950.87	1.08	6.55	

เอกสารอ้างอิง

- กระทรวงคมนาคม. 2528. กลสมบัติดินลูกรังในประเทศไทย. กรมทางหลวง กระทรวงคมนาคม
นท. แสงเทียน และคณะ. 2548. ศิลาลงเทียม. วิศวกรรมสาร มข. 32(4): 577-584
- ปริญญา นาดาลย์. 2528. ดินลูกรังแม่รังและดินลมหอบ.ขอนแก่น: ภาควิชาเทคโนโลยีธรณีคณะเทคโนโลยี,
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เพิ่มพูน กิริติกสิกร.2530. ดินภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย.ขอนแก่น: คณะเกษตรศาสตร์,
มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- สามารถ จัปโจร. 2549. การศึกษาเครื่องปั้นดินเผาของอีสานเพื่อประยุกต์ใช้กับการออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิก.
วารสารมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ 25(1) :76-84
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2519. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอิฐระดับคัลเซียมซิลิเกต
หรืออิฐปูนขาวทราย มอก.167-2519. กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระราม 6 กรุงเทพฯ
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2519. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอิฐระดับ มอก.168-2519.
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระราม 6 กรุงเทพฯ
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2519. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอิฐกลวง มอก.169-2519.
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระราม 6 กรุงเทพฯ.
- สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนอุตสาหกรรม. 2547. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมอิฐกลวง มผช.602-2547.
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระราม 6 กรุงเทพฯ.