นายฮานนี่ ชานดร้า ปราทามา: เทคนิคการก่อสร้างหลังคาเขียวแบบใหม่โดยใช้วัสดุคอนกรีตมวลเบา (NEW CONSTRUCTION TECHNIQUES OF GREEN ROOFS BY USING LIGHTWEIGHT CELLULAR CONCRETE MATERIAL)
อาจารย์ที่ปรึกษา: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรวัฒน์ สินศิริ, 212 หน้า.

คำสำคัญ : หลังคาเขียว คอนกรีตมวลเบา ความยั่งยืน วัสดุก่อสร้าง

หลังคาเขียว (Green Roofs: GR) ยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศไทย เนื่องจากขั้นตอนการก่อสร้างที่ซับซ้อน และส่วนใหญ่ชั้นฐานรองรับวัสดุหลังคาเขียว ใช้คอนกรีตทั่วไป (Normal Concrete: NC) เป็น โครงสร้างรับน้ำหนัก ส่งผลให้โครงสร้างหลังคาเขียวมี น้ำหนักและค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน ที่สูง จากผลงานวิจัยนี้ได้นำเสนอเทคนิคการก่อสร้างหลังคาเขียวแบบใหม่ โดยใช้ คอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ (Lightweight Cellular Concrete: LCC) เป็นฐานรองรับวัสดุหลังคาเขียว คอนกรีตมวลเบานี้เป็นชนิดแบบไม่รับน้ำหนัก

ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติทางกล คอนกรีตมวลเบาแบบเติมฟองอากาศ ความหนาแน่น 1200 (LCC 12) และ LCC 1400 (LCC 14) กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร มีผลการทดสอบสอดคล้องตามมาตรฐาน ACI และค่าสัมประสิทธิ์ในการนำความร้อน (Thermal Conductivity: k) เท่ากับ 0.40 และ 0.65 วัตต์ต่อเมตร เคลวิน ตามลำดับ และมีค่าต่ำกว่า NC จากผลการทดสอบ LCC มาใช้เป็นฐานรองรับวัสดุหลังคาเขียว (Green Roof Lightweight Cellular Concrete: GR-LCC) ของ GR-LCC 12 มีประสิทธิภาพที่ช่วยลดอุณหภูมิภายนอกและภายในแตกต่างกันในช่วง 4.62 - 11.34 °C และการถ่ายเทความร้อน (Thermal Transfer Value: Q) ต่ำที่สุด เท่ากับ 0.69 วัตต์ต่อตารางเมตร เมื่อเปรียบเทียบกับหลังคาเขียวที่ใช้ฐานรองรับ LCC 14 และ NC

ค่าสัมประสิทธิ์ในการนำความร้อน LCC 12 ได้รับอิทธิพลจากปริมาตรฟองอากาศ LCC ทำให้เกิด รูพรุนอากาศภายในเนื้อวัสดุ ได้ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี Synchrotron Radiation X-ray Tomography Microscopy (SRXTM) พบว่าปริมาตรฟองอากาศ LCC 12 เท่ากับ ร้อยละ 39.74 ของปริมาตร สูงกว่า LCC 14 คุณลักษณะ รูพรุนอากาศ มีรูปร่างค่อนข้างกลม ไม่ต่อเนื่องกัน (Close Cell) และกระจายตัว รูพรุนอากาศ ทำให้มีความเป็นฉนวนภายใน LCC ช่วยขัดขวางการแผ่ความร้อน จากการออกแบบสัดส่วนผสม (Mix Design) LCC 12 กำหนดปริมาตรฟองอากาศ ไว้ที่ ร้อยละ 45 ของปริมาตร จากการวิเคราะห์ด้วยวิธี SRXTM และโปรแกรม OCTOPUS พบว่า ปริมาณรูพรุนอากาศมีค่าเท่ากับ ร้อยละ 39.74 และมีฟองอากาศ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 147 – 264 μm (ช่วง D50 ถึง D90) สอดคล้องกับมาตรฐาน ACI ที่กำหนดไว้ จากงานวิจัยดังกล่าวได้นำ LCC 12 ไปทดสอบในสถานที่ก่อสร้างจริง พบว่าสามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นเทคนิคในหลังคาเขียวได้ ช่วยลดขั้นตอน น้ำหนัก และมีคุณสมบัติสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ มีความแข็งแรง ดูดซึมน้ำต่ำ แต่การนำ LCC มาใช้ ต้องพิจารณา ความหนาแน่นแห้ง , ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางฟองอากาศ , ปริมาตร

ฟองอากาศ และลักษณะฟองอากาศ ให้สอดคล้องกับงานวิจัยนี้ เพื่อเป็นแนวทางในการนำเทคนิคก่อสร้างดังกล่าวไปใช้งานต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา
ปีการศึกษา 2566

ลายมือชื่อนักศึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

HANNY CHANDRA PRATAMA: NEW CONSTRUCTION TECHNIQUES OF GREEN ROOFS BY USING LIGHTWEIGHT CELLULAR CONCRETE MATERIAL.
THESIS ADVISOR: ASST. PROF. THEERAWAT SINSIRI, Ph.D., 212 PP.

Keywords: Green roofs, Lightweight Cellular Concrete, Sustainability, Construction Materials

Green Roofs (GR) are still not widely known in Thailand due to their complex construction process. Typically, the base layer supporting green roof materials uses normal concrete (NC) as the load-bearing structure, resulting in green roofs having heavy weight and high thermal conductivity. This research presents a new construction technique for green roofs using Lightweight Cellular Concrete (LCC) as the base support for green roof materials. LCC is a type of non-load-bearing concrete.

The study examined the physical properties of Lightweight Cellular Concrete with densities of 1200 kg/m³ (LCC 12) and 1400 kg/m³ (LCC 14). The test results confirmed to ACI standards, with thermal conductivity (k) values of 0.40 and 0.65 W/mK, respectively, lower than NC's. The use of LCC as a base support for green roof materials (GR-LCC) in GR-LCC 12 effectively reduced the temperature difference between the outside and inside by 4.62 - 11.34 °C and had the lowest thermal transfer value (Q) of 0.69 W/m² when compared to LCC 14 and NC.

The thermal conductivity of LCC 12 is influenced by the volume of air voids, creating air pores within the material. Analysis using Synchrotron Radiation X-ray Tomography Microscopy (SRXTM) revealed that the air void volume of LCC 12 was 39.74% of the total volume, higher than that of LCC 14. The air pores were relatively spherical, non-continuous (closed cell), and well-distributed, enhancing the insulating properties of LCC by hindering heat radiation. The mix design of LCC 12 set the air void volume at 45% of the total volume. Analysis using SRXTM and the OCTOPUS program found that the air pore volume was 39.74%, with pore diameters ranging from 147 to 264 μm (from D50 to D90), in accordance with ACI standards.

Field experiments using LCC 12 in actual construction sites confirmed its applicability as a green roof technique. It helps reduce construction steps, weight, low thermal conductivity, strong, and has low water absorption. However, the use of LCC 12 in green roofs requires consideration of dry density, pore diameter, air void volume,

and pore characteristics to align with this research, providing guidance for the future application of this construction technique.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Civil Engineering
Academic Year 2023

Student's Signature .....
Advisor's Signature .....
Co-advisor's Signature .....