

บทคัดย่อ

กระเบื้องมุงหลังคาเป็นวัสดุสำคัญในการก่อสร้างอาคารพักอาศัย โดยปัจจุบันกระเบื้องมุงหลังคาของประเทศไทยมีหลายประเภทตามวัสดุที่ใช้ผลิตขึ้น ในประเทศไทยยังนิยมใช้กระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์ใยหินซึ่งมีปริมาณสารพิษซึ่งก่อให้เกิดโรคทางระบบหายใจ งานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนากระเบื้องมุงหลังคาซีเมนต์ที่ผสมเส้นใยธรรมชาติ ได้แก่ เส้นใยกาบมะพร้าวและกากเยื่อไผ่ปาล์ม ซึ่งเป็นวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมเกษตร และมีคุณสมบัติและลักษณะของเส้นใยที่ส่งเสริมความเป็นฉนวนกันความร้อนให้กับผลิตภัณฑ์ซีเมนต์เพื่อใช้ในเขตร้อนชื้น เช่น ประเทศไทย โดยทำการศึกษาสัดส่วนของปริมาณเส้นใยที่เหมาะสมในช่วงร้อยละ 0-15 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์ เพื่อผลิตตัวอย่างของกระเบื้องมุงหลังคาแผ่นเรียบที่สามารถใช้งานได้ตามมาตรฐาน ASTM C1185 และศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางความร้อนของวัสดุ ปริมาณความร้อนที่เข้าสู่อาคารพักอาศัย และการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศได้ โดยการจำลองการใช้พลังงานของระบบปรับอากาศของอาคารอ้างอิง

ผลการทดสอบพบว่า เมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยทั้งสองประเภทในวัสดุตัวอย่างคุณสมบัติทางกายภาพ เช่น ค่าความหนาแน่น ปริมาตรรูพรุน ค่าความพรุน ค่าความสามารถในการดูดซึมน้ำ ปริมาณความชื้น การเปลี่ยนรูปเนื่องจากความชื้น และการไม่รั่วซึม น้ำ และคุณสมบัติเชิงกล เช่น ค่ากำลังต้านทานแรงอัด และค่าความต้านทานแรงดัด มีค่าลดลง เนื่องจากปริมาณเส้นใยเข้าไปแทนที่ปริมาณปูนซีเมนต์ แต่คุณสมบัติทางความร้อน ได้แก่ ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน และค่าความต้านทานความร้อนให้ผลในทางที่ดีขึ้น โดยเมื่อเพิ่มปริมาณเส้นใยวัสดุตัวอย่างจะสามารถต้านทานความร้อนได้ดีขึ้น เนื่องจากปริมาณเส้นใยที่เพิ่มขึ้น ช่วยในการเพิ่มรูพรุนให้กับวัสดุ ซึ่งส่งเสริมคุณสมบัติการเป็นฉนวนกันความร้อน

ในการนำไปใช้งาน การผสมเส้นใยกาบมะพร้าวและกากเยื่อไผ่ปาล์มที่มีความยาวของเส้นใยประมาณ 5-10 มิลลิเมตร ในสัดส่วนร้อยละ 5 ของน้ำหนักปูนซีเมนต์สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของกระเบื้องมุงหลังคาแผ่นเรียบได้ โดยมีค่ากำลังต้านทานแรงอัดสำหรับวัสดุซีเมนต์ผสมเส้นใยกาบมะพร้าวและกากเยื่อไผ่ปาล์มเท่ากับ 183.40 กิโลกรัมต่อตร.ซม. และ 178.41 กิโลกรัมต่อตร.ซม. ตามลำดับ และค่าความต้านทานแรงดัดที่ 4 เมกะปาสคาล ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ASTM ค่าความต้านทานความร้อน (R) เท่ากับ 0.06 ตร.ม. เคลวินต่อวัตต์ สำหรับวัสดุซีเมนต์ผสมเส้นใยกาบมะพร้าว และวัสดุซีเมนต์ผสมกากเยื่อไผ่ปาล์มซึ่งดีกว่ากระเบื้องที่ใช้ทั่วไปในท้องตลาด เช่น กระเบื้องคอนกรีต และจากการจำลองการใช้งานของแผ่น

กระเบื้องมุงหลังคาที่ศึกษากับอาคารพักอาศัยประเภทต่างๆ ในเขตกรุงเทพมหานครและ
ปริมณฑล พบว่า กระเบื้องมุงหลังคาที่ศึกษาเหมาะสมกับการใช้งานกับอาคารพักอาศัยทั้ง
ประเภทบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮ้าส์ เมื่อใช้งานคู่กับฉนวนบริเวณใต้ฝ้าและใต้กระเบื้องหลังคา
สามารถลดการใช้พลังงานได้ ผลลัพธ์นี้จึงเหมาะสมกับบ้านเดี่ยวและทาวน์เฮ้าส์สำหรับผู้ที่มี
รายได้น้อยถึงระดับปานกลาง และเป็นทางเลือกในการเลือกใช้วัสดุกระเบื้องมุงหลังคาราคาถูกที่
ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

Abstract

Roof tiles are important construction materials for residential buildings. Nowadays, there are various types of roof tiles depending on raw materials used. In addition, rock wool cement roof sheets containing toxic materials that caused breath disease are still in the market in Thailand. This research investigates the properties of fiber cement products containing coconut coir fibers and oil palm residue fibers, which are wastes from agricultural manufacturing. Incorporation of these fibers can enhance the properties of cement products such as thermal insulations applicable to hot-humid climate in Thailand. The mix proportions of fiber cement products containing cellulose fibers between 0-15% by cement weight were studied in accordance with ASTM standards, and also focused on the parameters related to the thermal properties, heat transfer through residential buildings and energy consumption for air-conditioning using computer simulation modeling the buildings with the roof sheets installed.

The results indicated that the increased replacement percentages of both fibers in cement roof sheet mixtures yielded the decreased physical properties such as density, volumes of open pores, apparent porosity, water absorption, moisture content, shrinkage due to moisture, water leakage, and mechanical properties such as compressive strength and flexural strength. On the other hand, thermal properties such as thermal conductivity and thermal resistance were better than the control specimens. This is due to the increased the amount of fibers in cement pastes resulting in the enhanced heat insulation performance.

Utilization of cellulose fibers with 5-10 mm. length at the replacement level of 5% by cement weight in the mixture can increase the performance of fiber cement products. The compressive strengths of coconut coir fiber and oil palm residue cement products are 183.40 kg/sq.cm. and 178.41 kg/sq.cm. respectively, and the flexural strength of both fiber cement products are higher than 4 MPa, which is acceptable to ASTM standard. The thermal resistance (R) of coconut coir fiber cement product and oil palm residue cement product are 0.06 sq.m. K/watts, which are higher than that of the typical concrete roof tiles. Furthermore, from the eQUEST computer simulation of residential

buildings in Bangkok metropolitan areas with installation of the fiber cement roof sheets studied, it was found that heat transfer and energy consumption for air conditioning can be reduced in the typical detached houses and semi-detached houses (townhouses), when used with installation of thermal insulation products installed in ceiling and under roof tiles. These products are not only applicable to low and middle income houses, but also an alternative building material with less environmental impacts.