

การศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของอิฐดินดิบที่ใช้ในการสร้างบ้านดิน
The Study of Engineering Properties of Adobe Brick for Earth Structures

ณภัทร ศรีวัฒนประยูร นฤมล แสนเสนา พิมพ์ณภัท จันท์ศรี
Napat Sriwattanaprayoon Narumol Sansena Pimnapat Junsri

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาคุณสมบัติเบื้องต้นทางวิศวกรรมของดินและวัสดุผสมที่นำมาใช้ในการทำอิฐดินดิบ และคุณสมบัติทางวิศวกรรมของอิฐดินดิบ โดยจะมีการศึกษากลุ่มของชุมชนที่ก่อสร้างบ้านดิน และนำมาคัดเลือกเพื่อหาสถานที่ที่เหมาะสม ซึ่งกำหนดกลุ่มตัวอย่างในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ซึ่งเป็นภูมิภาคที่มีการสร้างบ้านด้วยเทคนิคนี้้อย่างแพร่หลาย และเก็บตัวอย่างของวัสดุที่ใช้ทำอิฐดินดิบ พร้อมทั้งตัวอย่างอิฐดินดิบที่ทำเสร็จแล้ว เพื่อนำมาทดสอบ โดยกำหนดจำนวนตัวอย่างตามหลักการในการทดสอบทางวัสดุวิศวกรรม และกำหนดวิธีทดสอบตามชนิดของดินที่นำมาใช้ตามเกณฑ์มาตรฐานของASTM (American Standard for Testing Material) และทดสอบคุณสมบัติในทางกายภาพและทางกล ของอิฐดินดิบ และทำการทดสอบคุณสมบัติในการรับกำลังสำหรับโครงสร้างผนัง

ในการศึกษาคุณสมบัติทางวิศวกรรมของอิฐดินดิบนั้น กำหนดตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ โดยสุ่มจากกลุ่มที่ทำการสร้างบ้านดิน 3 กลุ่ม ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่

1) บ้านสิขงาไท(บ้านปั้นดิน) อ.ราชสีมา-โชคชัย ต.หนองบัวศาลา อำเภอเมือง จังหวัดนครราชสีมา

2) บ้านสายรุ้ง บ้านท่ามะไฟหวาน ต.ท่ามะไฟ อ.แก้งคร้อ จ.ชัยภูมิ

3) บ้านเทพนา ม.10 ต.บ้านไร่ อ.เทพสถิต จ.ชัยภูมิ

จากผลการวิจัยพบว่า ชนิดของดินที่ใช้ทำอิฐดินดิบจาก ดินตัวอย่างทั้ง 3 แหล่ง จัดอยู่ในกลุ่มของดินทราย ที่มีขนาดละเอียดไม่ดี(Sand-Poorly Graded,SP) โดยพิจารณาจากค่าสัมประสิทธิ์ความสม่ำเสมอของเส้นกราฟ (Coefficient of Uniformity , C_u) และสัมประสิทธิ์ความโค้งของเส้นกราฟ (Coefficient of Concavity , C_c) และ ค่าความชื้นในสถานภาพพลาสติกของดิน(Plasticity Index,PI)

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทรายและกำลังรับแรงอัดแวนอน สอดคล้องกับงานวิจัยที่ผ่านมา ซึ่งตัวอย่างจากบ้านสิขาท มีปริมาณทราย 56.09% มีค่ากำลังรับแรงอัดแวนอนสูงสุด 21.76 กก./ตร.ซม. บ้านสายรุ้ง มีปริมาณทราย 51.44% มีค่ากำลังรับแรงอัดแวนอนสูงสุด 15.76 กก./ตร.ซม. และบ้านเทพพนา มีปริมาณทราย 26.30% มีค่ากำลังรับแรงอัดแวนอนสูงสุด 13.48 กก./ตร.ซม. ตามลำดับ

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความชื้นในสถานภาพพลาสติกของดิน (Plasticity Index, PI) กับกำลังรับแรงอัด เมื่อนำตัวอย่างของอิฐดินดิบ มาทำการทดสอบหาลำดับรับแรงอัดและกำลังรับแรงอัด ความสัมพันธ์ระหว่างค่ากำลังรับแรง กับ ค่า PI ให้ผลที่สอดคล้องกันคือ ดิน+ ทราย ของบ้านสิขาท ที่มีค่า PI = 7.93% สูงกว่า จะให้กำลังมากกว่า ดินของบ้านสายรุ้ง ที่มีค่า PI = 6.02% และบ้านเทพพนา ที่มีค่า PI = 2.88% ในลำดับถัดมา แสดงให้เห็นว่าค่ากำลังนั้นขึ้นอยู่กับค่า PI อีกด้วย

การเปรียบเทียบค่ากำลังรับแรงกับค่ามาตรฐานตามตาราง 21-1-B ของ UBC Standard 21-1 จากผลการเปรียบเทียบ พบว่าค่ากำลังรับแรงอัดแวนอนของอิฐดินดิบจากบ้านสิขาทมีค่าดีที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐาน คิดเป็น 123.65% ของค่ามาตรฐาน ,บ้านสายรุ้ง 89.57% ของค่ามาตรฐาน และบ้านเทพพนา 76.57% ตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามผลการทดสอบกำลังรับแรงอัดแวนอนเปรียบเทียบกับค่าดัชนีพลาสติก (Plasticity Index ,PI)

ค่ากำลังรับแรงอัดตามแวนอน มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 2 แห่ง คือ บ้านปั้นดิน 300.81% ,บ้านเทพพนา 136.47% และบ้านสายรุ้ง 173.58% ซึ่งอิฐดินดิบมีคุณสมบัติในการรับแรงอัดได้ดีแต่รับแรงอัดได้น้อย เพราะการทดสอบแรงอัดจะทำให้เกิดการดึงที่ด้านล่างของคาน หรือก้อนอิฐ ซึ่งคุณสมบัติของดินที่ไม่มีการเติมสารเพิ่มประสิทธิภาพนั้นไม่สามารถรับแรงดึงได้มาก จึงทำให้รับแรงอัดได้ต่ำ

ความสัมพันธ์ของค่าความหนาแน่นเปรียบเทียบกับค่ากำลังรับแรงอัด ให้ผลการทดสอบที่มีแนวโน้มในทางเดียวกัน คือ อิฐดินดิบจากบ้านสิขาท มีความหนาแน่นสูงสุด 1,714.31 กก./ลบ.ม. บ้านสายรุ้ง 1,555.13 กก./ลบ.ม. และบ้านเทพพนา 1,494.95 กก./ลบ.ม.

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ สามารถสรุปได้ว่า อิฐดินดิบที่มีค่ากำลังรับแรงอัดแวนอนสูงนั้น ขึ้นอยู่กับ ความหนาแน่นของอิฐดินดิบ ซึ่งสัมพันธ์กับสัดส่วนละเอียดของดินและความหนาแน่นของดิน ปริมาณแกลบที่ใส่ ปริมาณทรายที่ใส่ การอัดดินให้เข้ากัน รวมถึงกระบวนการในการขึ้นรูปก้อนอิฐอีกด้วย

ผลการเปรียบเทียบค่ากำลังรับแรงอัดแวนอน กับทดสอบกำลังรับแรงแบบ PRISM ให้ผลการทดสอบที่มีแนวโน้มในทางเดียวกัน คือ อิฐดินดิบจากบ้านสิขงาไท มีค่ากำลังรับแรงอัดแวนอน สูงที่สุด และให้กำลังรับแรงแบบ PRISM ได้มากที่สุด 9.44 กก./ตร.ซม.บ้านเทพพนา 6.39 กก./ตร.ซม. และบ้านสายรุ้ง 3.63 กก./ตร.ซม.

ผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของตัวแปรทั้งหมด เป็นไปในทิศทางเดียวกัน สามารถสรุปได้ว่า ค่ากำลังรับแรงแบบPRISM ของกำแพงอิฐดินดิบนั้น ขึ้นอยู่กับ กำลังรับแรงอัดแวนอนของอิฐดินดิบ ซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณของแกลบที่ไม่มากเกินไป ที่จะทำให้อิฐดินดิบไม่หดตัวมากเกินไป ปริมาณทรายที่เพียงพอ ที่จะทำให้อิฐรับกำลังได้ดี และดินผสมที่มีค่า PI สูงพอ หรือมีความเหนียวเพียงพอนั่นเอง

คำสำคัญ : บ้านดิน, อิฐดินดิบ , คุณสมบัติทางวิศวกรรม

Abstract

The purpose of project was to study the basic engineering properties of soil and mixture material and engineering properties of adobe brick for earth structures. By studied about the earth structures communities and selected the suitable places for collected the sample in north-eastern part of Thailand , the part had widespread adobe brick's technic.

When we selected the suitable places, collected soil and mixture materials and adobe brick for testing. The number of sample specified by the principle for testing engineering materials, and specified the method for soil testing followed the rules of "American Standard for testing materials :ASTM". We tested the physical and mechanical properties of adobe brick ,and tested the strength for wall bearing.

In the engineering properties educated of adobe brick of sample case, had fix the amount sample from 3 places. By chose at random the earth structures communities in north-eastern part of Thailand. E.g.

- 1) Baan Sikhathai Rachsrima-Chokchai Rd., Nhongbuasala district, county seat of Nakornrachsrma, Nakornrachsrma Province
- 2) Baan Sairung ,Baan Thamafai-whan village ,Thamafai district ,Kangkroa county, Chaiyaphum Province

3) Baan Theppana , Baanrai district ,Thesathit county , Chaiyaphum Province

From the research result, the classification of soil from 3 places classed with Sand-Poorly Graded,SP. By Considered the coefficient of uniformity (C_u) and coefficient of concavity (C_c) and plasticity index(PI).

The relative proportions of percent of rice hush ash by weight and horizontal compression was when reduce percent of rice hush ash in adobe brick. It made the higher horizontal compressive strength . However the result from past reserch discovered that if you reduce percent of rice hush ash will made adobe brick had high shrinkage. It must had the proportions amount rice hush ash to made the higher horizontal compressive strength and reduce shrinkage. The sample from Baan Sikhathai had percent of rice hush ash by weight 6.346% and had highest horizontal compressive strength is 21.76 ksc. The second ,Baan Sairung's sample had percent of rice hush ash by weight 9.595% and had horizontal compressive strength is 15.76 ksc. And the latest was Baan Theppana' sample had 11.053% and had horizontal compressive strength is 13.48 ksc.

The relative proportions of percent of sand by weight and horizontal compression was when increase volume of sand in adobe brick. It gave the higher horizontal compressive strength. Consistent with the past result. The sample from Baan Sikhathai had percent of sand by weight 56.09% and had highest horizontal compressive strength is 21.76 ksc. The second was Baan Sairung's sample had percent of sand by weight 51.44% and had horizontal compressive strength is 15.76 ksc. And the latest was the sample from Baan Theppana had 26.30% and had horizontal compressive strength is 13.48 ksc.

The relative of plasticity index (PI) and horizontal compression. When we tested compressive strength and flexural strength from adobe brick. The result consorted between strength and PI. The sample from Baan Sikhathai(soil and sand) had $PI = 7.93\%$. It gave higher strength than Baan Sairung's sample, $PI = 6.02\%$. And the lowest was Baan Theppana had $PI = 2.88\%$. These showed the strength dependent on value of PI as well.

The comparisons between strength and standard score from the table 21-1-B of UBC Standard 21-1.It founded that the horizontal compressive strength from Baan Sikhathai's sample was the best, equivalent to 123.65% of standard score. The second was Baan Sairung's sample,

89.57% of standard score. And the latest was Baan Theppana 76.57%. Which was best on result of the relative of plasticity index (PI) and horizontal compression.

The horizontal flexural strength from sample of every place had higher than standard score. There were 300.81% ,136.47% and 173.58% by sequent. The adobe brick was in the compressive strength better than flexural strength, because the flexural strength test gave tension at the bottom of beam or adobe brick. It was properties of soil without performance additives. They couldn't get much tension and had low bending strength.

The relative of density and compressive strength gave result trend in the same way. The sample from Baan Sikhathai had highest density ,was 1,714.31 kg/cu.m . Baan Sairung's sample was 1,555.13 kg/cu.m . And Baan Theppana's sample was 1,494.95 kg/cu.m.

When we analyzed of correlation,could conclude that the horizontal compressive strength depended on density of adobe brick. It related with grain size and density of soil, percent of rice hush ash by weight, percent of sand by weight stomped soil and mixture well. And the last was the process of forming adobe brick.

The result of comparisons between horizontal compressive strength and adobe brick wall bearing strength(PRISM Test) gave trend in the same way. Baan Sikhathai's sample had highest strength ,was 9.44 ksc . And Baan Theppana's sample was 6.39 ksc. Baan Sairung's sample was 3.63 ksc.

The most correlation analyzed of all variables. Was in the same direction. We can concluded that adobe brick wall bearing strength(PRISM Test) depended on horizontal compressive strength. It was in relation to the amount of rice hush ash by weight was not too much to made a little shrinkage of adobe brick. And the amount of sand by weight to made best strength. And high enough percent of PI of soil mixture or had enough viscosity .

Keyword : Earth Structure, Adobe brick , The Engineering Properties.