การพัฒนาโครงหลังคาปรับระดับ

Development of Adjustable roof structure

พรรณี พุทธเจริญทอง[1] ภาณุเดช ขัดเงางาม[2] ฐิติชญา ศรีสุข[3] พิชิต เด็ดดวง[4]
Phannee Phutcharoentong[1] Phanudej Kudngaongarm[2] Thitichaya Srisuk[3] Pichit Deddoung[4]
[1,2,3] อาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร
E-mail: sur25pannee@gamil.com
[4]นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคมีนบุรี สถาบันการอาชีวศึกษากรุงเทพมหานคร
E-mail: pichitdeddoung1234@gmail.com
Received : 2020-05-08 Revised : 2020-05-20 Accepted : 2020-05-22

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อออกแบบและสร้างโครงหลังคาปรับระดับ 2) ศึกษาการทรุดตัวของโครงหลังคาปรับระดับ โดยการวิจัยนี้ได้ออกแบบและก่อสร้างโครงหลังคาปรับระดับ และหาค่าการทรุดตัวของอาคารตัวอย่างจำนวน 5 หลัง ในพื้นที่เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร ประชากรและกลุ่มตัวอย่างเพื่อประเมินประสิทธิภาพเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีใบประกอบวิชาชีพควบคุมและผู้เชี่ยวชาญที่มีใบประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรม เลือกอย่างเจาะจง จำนวน 3 คน ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลการทรุดตัวทุก ๆ 15 วัน ตลอดระยะเวลา 4 เดือน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D)

ผลวิจัยพบว่า ผู้เชี่ยวชาญเห็นว่าการออกแบบโครงหลังคาปรับระดับมีประสิทธิภาพสอดคล้องและถูกต้องเหมาะสมตามหลักวิศวกรรมมีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.66-1.00 ผลการทดสอบหาค่าการทรุดตัวของโครงหลังคาเฉลี่ยของการเก็บข้อมูล 8 ครั้ง ได้ค่าการทรุดตัวมากที่สุด เท่ากับ 0.5 มิลลิเมตร ค่าทรุดตัวรวมตลอดช่วงเวลาทดสอบ เท่ากับ 4.00 มิลลิเมตร ค่าการทรุดตัวเฉลี่ยรวมทุกหลังเท่ากับ 0.39 มิลลิเมตร และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.02

คำสำคัญ: โครงหลังคาปรับระดับ

Abstract

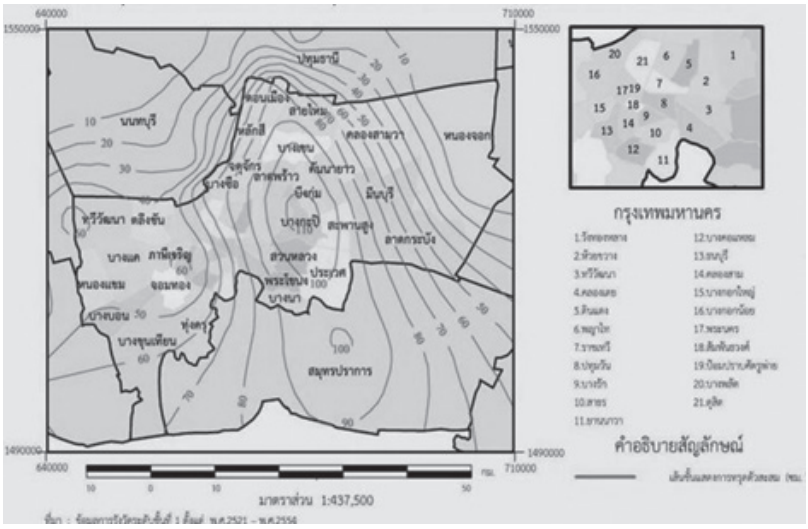
The objective of this researce is 1) to design the adjustable roof structure; and, 2) to study the settlement of the adjustable roof structure. In this research, the design and construction of adjustable roof structure and determine the subsidence of 5 sample building in Nong Chok area Bangkok. Population and sample groups to evaluate the effectiveness were 3 experts with controlled vocational certificates and architects with specific vocational certificates. Settlement data was collected every 15 days over a period of 4 months. The statistics used for data analysis were the Consistency Index (IOC), Average ($\bar{X}$) and Standard Deviation (S.D).

The results of the research showed that the experts agreed that the adjustable roof structure design was effective, consistent, and suitable according to engineering principles, with a corresponding index of 0.66-1.00. The test results for the roof, roof collapsing average of 8 times of data were obtained for settlement. The maximum amount was 0.5 millimeters. The total settlement value throughout the test period was 4.00 mm. The average total settlement value of all houses was 039 mm and the standard deviation of 0.02.

Keyword: Adjustable roof structure

1. บทนำ

อาคารที่พักอาศัยทั่วไปนอกจากจะมีอาคารเดิมแล้ว ยังมีการก่อสร้างต่อเติมเพิ่มพื้นที่ใช้สอยตามความต้องการของเจ้าของอาคาร ซึ่งการต่อเติมส่วนมากกระทำนอกอาคารเดิมเพื่อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างหลักของอาคารเดิม ไม่เพิ่มน้ำหนักบรรทุกในแนวต่าง ๆ ให้กับเสาเข็มเดิม ซึ่งการออกแบบส่วนที่ต่อเติมเป็นหลังคารูปทรงต่าง ๆ เช่น รูปทรงจั่ว รูปทรงปั้นหยา รูปปีกผีเสื้อ รูปเพิงยกหน้า รูปทรงเรือนไทย รูปทรงมนิลา รูปทรงโค้ง ฯลฯ เพื่อรับน้ำหนักของวัสดุมุงหลังคาเพื่อป้องกันแดด ฝน โครงหลังคาจึงนับว่ามีความสำคัญมาก เพื่อรับน้ำหนักวัสดุมุงหลังคาและอุปกรณ์ประกอบต่าง ๆ ซึ่งหากโครงหลังคาไม่แข็งแรงเพียงพอ มีขนาดที่ไม่เหมาะสม รวมถึงการเชื่อมต่อยึดติดไม่แน่นหนาจะส่งผลต่อหลังคาทั้งปัญหาการรั่วซึม แตกร้าวจนถึงพังทลายลงมา โครงหลังคาที่ใช้กันมากในปัจจุบัน เป็นโครงหลังคาเหล็กและโครงหลังคาโครงถักสำเร็จรูปที่กำลังเริ่มเป็นที่นิยมมากขึ้นเรื่อย ๆ ซึ่งมีความแตกต่างด้านคุณสมบัติมาตรฐานและการใช้งานในลักษณะต่าง ๆ การเลือกใช้จึงควรพิจารณาตามความเหมาะสมของหลังคาบ้านแต่ละรูปแบบการติดตั้งโครงหลังคาเหล็กจะเป็นการติดตั้งหน้างานทั้งหมดและต้องอาศัยความชำนาญของช่างที่มีประสบการณ์ จึงจะได้งานเชื่อมติดตั้งเหล็กที่แข็งแรง [1] พื้นดินและชั้นดินเป็นจุดรับน้ำหนักตัวอาคารที่ส่งถ่ายต่อจากเสาเข็มมีการทรุดตัวในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลไม่เท่ากัน [2]



ภาพที่ 1 การแสดงเส้นชั้นการทรุดตัวสะสมของผิวดินในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ปี 2521-2554 (ที่มา:กรมแผนที่ทหาร)

การทรุดตัวของพื้นดินที่เกิดขึ้นส่งผลให้โครงหลังคาและองค์อาคารอื่นทรุดตัวและเคลื่อนตัวตามไปด้วย [3,4] จากปัญหาดังกล่าวผู้วิจัย ซึ่งมีอาชีพรับเหมาก่อสร้างและต่อเติมอาคารมามากกว่า 30 ปี จึงคิดทำงานวิจัยนี้ เพื่อพัฒนาโครงหลังคาให้สามารถปรับระดับได้ และศึกษาค่าการทรุดตัวของโครงหลังคาจากปัญหาที่เกิดจากการทรุดตัวของดิน โดยเจ้าของบ้านสามารถตรวจสอบและแก้ไขได้ด้วยตนเอง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างโครงหลังคาปรับระดับ

2.2 เพื่อศึกษาการทรุดตัวของโครงหลังคาปรับระดับ

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ด้านพื้นที่ศึกษาเฉพาะในเขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร

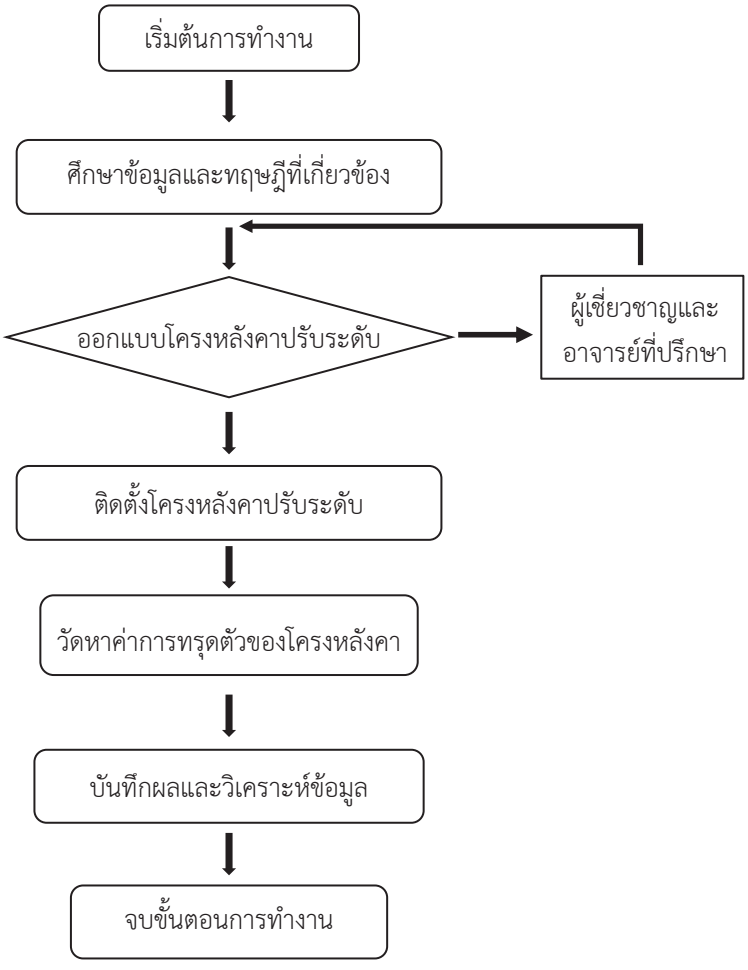
3.2 ศึกษาเฉพาะการทรุดตัวในแนวดิ่งเทียบกับอาคารตัวอย่างเอง อาคารตัวอย่างก่อสร้างแยกจากอาคารเดิม ไม่มีส่วนใดต่อเนื่องกัน

3.3 โครงหลังคาเป็นโครงเหล็ก วัสดุมุงเป็นวัสดุแผ่นน้ำหนักเบา เกลียวปรับระดับเป็นเกลียวเหล็กตันขนาด M16 หรือ M20 ยาว 600 มิลลิเมตรที่สามารถรับน้ำหนักได้ 2-3 ตัน

3.4 ระยะเวลาในการศึกษาระหว่างเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 ถึง เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 ผังขั้นตอนวิธีการดำเนินการวิจัย



4.2 การศึกษาข้อมูลและกำหนดอาคารตัวอย่าง

โดยการศึกษาจากการสำรวจภาคสนาม การสังเกตการณ์ ถ่ายภาพ และการจดบันทึกระหว่างทำการติดตั้ง ทำการศึกษาเก็บข้อมูลและทดลองกับอาคารตัวอย่างของเจ้าของบ้าน ผู้ที่ประสงค์จะต่อเติมพื้นที่ใช้สอยโดยทำการติดตั้งโครงหลังคาปรับระดับ จำนวน 5 ราย ใช้ชื่ออาคารตัวอย่างเป็นรายที่ 1-5 ตามลำดับ บนพื้นที่ตัวอย่าง 3 แขวง เขตหนองจอก ดังนี้ แขวงหนองจอก จำนวน 2 ราย (รายที่ 1 และ 5) แขวงกระทุ่มราย จำนวน 1 ราย (รายที่ 2) แขวงลำต้อยติ่ง จำนวน 2 ราย (รายที่ 3 และ 4) เขตหนองจอก กรุงเทพมหานคร

4.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรมโยธา และผู้เชี่ยวชาญที่มีใบประกอบวิชาชีพสถาปัตยกรรม

กลุ่มตัวอย่างเป็นผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ที่เลือกอย่างเจาะจง ด้านวิศวกรรมโยธาจำนวน 2 คน สถาปัตยกรรมจำนวน 1 คน

4.4 ออกแบบโครงหลังคาปรับระดับ

การออกแบบนำปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อระยะเวลา ค่าใช้จ่าย เทคนิคการก่อสร้าง และประสิทธิภาพด้านการใช้งานมาพิจารณา ประกอบด้วย

(1) ศึกษาความต้องการ พร้อมสำรวจพื้นที่ใช้สอย

(2) ออกแบบเขียนภาพร่าง (Shop Drawing) นำเสนอเจ้าของบ้าน (ผู้ใช้สอย) พร้อมปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา

(3) นำเสนอแบบร่าง รายการวัสดุส่วนปรับระดับได้ รายการคำนวณออกแบบชิ้นส่วนโครงหลังคาตามหลักวิศวกรรมต่อผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านวิศวกรรมที่มีใบประกอบวิชาชีพวิศวกรรม จำนวน 2 ท่านและผู้เชี่ยวชาญทางด้านสถาปัตยกรรมที่มีใบประกอบวิชาชีพจำนวน 1 ท่าน เพื่อพิจารณาความสอดคล้องความถูกต้องตามหลักวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม ปรับแก้ไขแบบร่างตามคำแนะนำ

(4) เขียนแบบโครงสร้าง โดยเฉพาะแบบขยายส่วนโครงหลังคาปรับระดับพร้อมรายการประกอบแบบ

(5) นำเสนอแบบโครงสร้างที่เขียนแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อขอคำแนะนำเพิ่มเติม ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ได้แบบฉบับสมบูรณ์ ประมาณราคา วางแผนการก่อสร้าง และคัดเลือกวัสดุอุปกรณ์

4.5 การประกอบและติดตั้งโครงหลังคา

ภาพที่ 2 นำเสามาตั้งตามแนวที่กำหนด

ภาพที่ 3 ยึดด้วยน็อตกับพื้นและตรวจเช็คระยะ

ภาพที่ 4 นำเกลียวปรับระดับมาติดตั้งที่หัวเสา

ภาพที่ 5 ประกอบเข้ากับเสาและคานรับหลังคา

ภาพที่ 6 ประกอบโครงถักหลังคาเข้าด้วยกัน

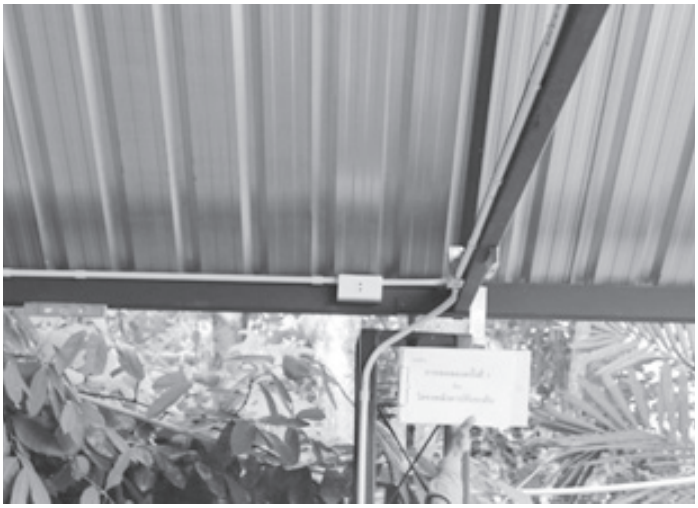
4.6 ทดสอบหาค่าการทรุดตัวของโครงหลังคาปรับระดับ (อาคารตัวอย่าง) ดังนี้

(1) วัดค่าระดับจากระดับน้ำที่ทำการติดตั้งไว้กับโครงหลังคาปรับระดับ

(2) เก็บค่าการทรุดตัวของโครงหลังคาปรับระดับเฉลี่ย ของอาคารตัวอย่าง จำนวน 5 ราย แต่ละรายทุก ๆ 15 วัน จำนวน 8 ครั้ง ตลอดระยะเวลา 4 เดือน ตั้งแต่เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2562 – เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2562

(3) นำค่าเฉลี่ยที่ได้ในแต่ละครั้งมาสรุปหาค่าเฉลี่ยการทรุดตัวของโครงหลังคาปรับระดับรวมของอาคารตัวอย่างแต่ละหลัง

ภาพที่ 7 ผลการทดลองรายที่ 1 ครั้งที่ 1 วันที่ 1 - 15 สิงหาคม 2562



ภาพที่ 8 ผลการทดลองรายที่ 2 ครั้งที่ 1 วันที่ 1 - 15 สิงหาคม 2562

ภาพที่ 9 ผลการทดลองรายที่ 3 ครั้งที่ 1 วันที่ 1 - 15 สิงหาคม 2562

ภาพที่ 10 ผลการทดลองรายที่ 4 ครั้งที่ 1 วันที่ 1 - 15 สิงหาคม 2562

ภาพที่ 11 ผลการทดลองรายที่ 5 ครั้งที่ 1 วันที่ 1 - 15 สิงหาคม 2562

4.7 การเก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากระดับน้ำที่ติดตั้งไว้บริเวณคานอเสและส่วนประกอบของโครงหลังคาปรับระดับ ของอาคารตัวอย่างทุกรายทุก 15 วัน หาค่าการทรุดตัวด้วยเวอร์เนียร์ จดบันทึกค่าการทรุดตัวตลอดระยะเวลา 4 เดือน

4.8 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล มีดังต่อไปนี้ [6]

4.8.1 ค่าดัชนีความสอดคล้อง คำนวณหาได้จากสูตร

$$IOC = \frac{\Sigma r}{n}$$

เมื่อ IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างวัตถุประสงค์กับความเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

Σr แทน ผลบวกของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

4.8.2 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\Sigma x}{n}$$

เมื่อ $\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

Σx แทน ผลบวกของข้อมูลทุกค่า

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

4.8.3 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) เป็นการวัดการกระจายที่นิยมใช้กันมาก เขียนแทนด้วย S.D

$$S.D = \sqrt{\frac{\Sigma(X-\bar{X})^2}{n-1}}$$

เมื่อ S.D แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

X แทน ข้อมูลแต่ละจำนวน

$\bar{X}$ แทน ค่าเฉลี่ยเลขคณิต

n แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

Σ แทน จำนวนผลรวม

5. ผลการวิจัย

การวิจัยการพัฒนาโครงหลังคาปรับระดับสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 ผลการออกแบบและสร้างโครงหลังคาปรับระดับ มีประสิทธิภาพของการออกแบบโครงหลังคาปรับระดับ โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความ

สอดคล้องได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.66-1.00 ในด้านความถูกต้องตามหลักการออกแบบด้านวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม ชนิดและขนาดของเกลียวปรับระดับสามารถรับน้ำหนักได้ สามารถก่อสร้างเป็นอาคารตัวอย่างได้ตามวัตถุประสงค์

5.2 ผลการศึกษาการทรุดตัวของโครงหลังคาปรับระดับ มีค่าเฉลี่ยรวมของอาคารตัวอย่าง หน่วยเป็นมิลลิเมตร แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าการทรุดตัวของโครงหลังคาปรับระดับ (มิลลิเมตร)

ค่าการทรุดตัวของโครงหลังคาปรับระดับ (มิลลิเมตร)											
รายที่	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 4	ครั้งที่ 5	ครั้งที่ 6	ครั้งที่ 7	ครั้งที่ 8	ค่าทรุดตัวรวม	ค่าทรุดตัวเฉลี่ย ($\bar{X}$)	S.D
1	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	4.00	0.50	0.00
2	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	2.00	0.25	0.00
3	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	4.00	0.50	0.00
4	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	4.00	0.50	0.00
5	0.00	0.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	1.50	0.19	0.14
รวม									**3.1**	**0.39**	**0.02**

จากตารางที่ 1 พบว่า ค่าการทรุดตัวของโครงหลังคาปรับระดับ ของอาคารตัวอย่าง 5 ราย จำนวน 8 ครั้ง มีค่าการทรุดตัวของโครงหลังคาปรับระดับ ในภาพรวมมีค่าเฉลี่ย 0.39 เมื่อพิจารณาเป็นรายอาคารตัวอย่าง พบว่า อาคารตัวอย่างรายที่ 1,3 และ 4 มีค่าการทรุดของโครงหลังคาปรับระดับ เท่ากับ 0.50 มิลลิเมตร รายที่ 2 มีค่าการทรุดตัวของโครงหลังคาปรับระดับ เท่ากับ 0.25 มิลลิเมตร และรายที่ 5 มีค่าการทรุดตัวของโครงหลังคาปรับระดับ เท่ากับ 0.19 มิลลิเมตร

6. สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผล

6.1.1 ผลการออกแบบและสร้างโครงหลังคาปรับระดับ มีประสิทธิภาพของการออกแบบโครงหลังคาปรับระดับ โดยผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความสอดคล้อง ได้ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่าง 0.66-1.00 ในด้านความถูกต้องตามหลักการออกแบบด้านวิศวกรรมและสถาปัตยกรรม ชนิดและขนาดของเกลียวปรับระดับสามารถรับน้ำหนักได้ สามารถนำไปก่อสร้างได้

6.1.2 ผลการศึกษาการทรุดตัวของโครงหลังคาปรับระดับ ของอาคารตัวอย่าง สรุปได้ดังนี้

(1) รายที่ 1 มีค่าการทรุดตัวตลอดระยะเวลาการทดลอง เท่ากับ 4.00 มิลลิเมตร แก้ปัญหาโครงหลังคาทรุดตัวด้วยการปรับเกลียวขึ้น 4.00 มิลลิเมตร

(2) รายที่ 2 มีค่าการทรุดตัวตลอดระยะเวลาการทดลอง เท่ากับ 2.00 มิลลิเมตร แก้ปัญหาโครงหลังคาทรุดตัวด้วยการปรับเกลียวขึ้น

2.00 มิลลิเมตร

(3) รายที่ 3 มีค่าการทรุดตัวตลอดระยะเวลาการทดลอง เท่ากับ 4.00 มิลลิเมตร แก้ปัญหาโครงหลังคาทรุดตัวด้วยการปรับเกลียวขึ้น 4.00 มิลลิเมตร

(4) รายที่ 4 มีค่าการทรุดตัวตลอดระยะเวลาการทดลอง เท่ากับ 4.00 มิลลิเมตร แก้ปัญหาโครงหลังคาทรุดตัวด้วยการปรับเกลียวขึ้น 4.00 มิลลิเมตร

(5) รายที่ 5 มีค่าการทรุดตัวตลอดระยะเวลาการทดลอง เท่ากับ 1.50 มิลลิเมตร แก้ปัญหาโครงหลังคาทรุดตัวด้วยการปรับเกลียวขึ้น 1.50 มิลลิเมตร

6.2 อภิปรายผล

จากผลการศึกษาค่าการทรุดตัวของโครงหลังคาปรับระดับ ของอาคารตัวอย่าง ทั้ง 5 ราย พบว่ามีค่าการทรุดตัวรวมตลอดระยะเวลาการทดสอบ 4 เดือน เท่ากับ 0.31 มิลลิเมตร ถ้า 12 เดือนหรือ 1 ปี จะมีค่าการทรุดตัวรวมเท่ากับ 9.3 มิลลิเมตร ซึ่งสอดคล้องกับผลการหาค่าการทรุดตัวของพื้นดินบริเวณเขตหนองจอก ของกรมแผนที่ทหาร [2] ว่าการทรุดตัวของพื้นดินในเขตหนองจอกมีค่าการทรุดเฉลี่ยปีละ 1 เซนติเมตร

6.3 ข้อเสนอแนะ

6.3.1 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้

(1) สามารถนำโครงหลังคาปรับระดับที่พัฒนาขึ้นนี้ ไปใช้ในการต่อเติมอาคารในพื้นที่เขตหนองจอกได้ โดยเจ้าของอาคารสามารถปรับระดับโครงหลังคาทุก ๆ 4 เดือน ได้โดยไม่ทำให้อาคารเสียหาย

(2) สำหรับการนำโครงหลังคาปรับระดับที่พัฒนาขึ้นนี้ ไปใช้เขตอื่น ๆ ควรมีการศึกษาการทรุดตัวของพื้นดินในเขตนั้น ๆ ก่อนร่วมด้วย

6.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

ควรศึกษาและพัฒนาโครงหลังปรับระดับที่ใช้วัสดุอื่น ๆ เพื่อเปรียบเทียบการทรุดตัวของโครงหลังคาปรับระดับในพื้นที่ในแต่ละเขตอื่น ๆ ของกรุงเทพมหานคร

เอกสารอ้างอิง

[1] กฤษณ์ อินทรนนท์. (2559). โครงสร้างหลังคาเหล็กและงานอะลูมิเนียม. พิมพ์ครั้งที่1. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์คอร์ฟังก์ชั่น

[2] สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร ปฏิบัติหน้าที่สำนักงานเลขาธิการสภาปฏิรูปแห่งชาติ. (2558) วาระปฏิรูปที่ 27 : การปฏิรูปเพื่อรับมือวิกฤตการณ์น้ำทะเล ขึ้นสูงและแผ่นดินทรุดพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล. กรุงเทพมหานคร : สำนักการพิมพ์ สำนักงานเลขาธิการสภาผู้แทนราษฎร.

[3] กรมโยธาธิการและผังเมือง. (2551). มาตรฐานการวัดตรวจวัดการเคลื่อนที่ตัวของอาคาร. พิมพ์ครั้งที่ 1.(200 เล่ม). กรุงเทพมหานคร : สำนักวิศวกรรมโครงสร้างและงานระบบ.

[4] Tencata Geosynthetics. (2562). [ออนไลน์]. การทรุดตัวของฐานราก (Foundation Consolidation). [สืบค้นเมื่อวันที่ 10 ธันวาคม 2562]. จาก https://www.tencategeo.asia

[5] กรมทรัพยากรธรณี. (2551). รายงานผลการสำรวจระดับการทรุดตัวของพื้นดินในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. กรุงเทพมหานคร : กองยีออเดซี่และยีออฟิสิกส์ กรมแผนที่ทหาร.

[6] กัลยา วานิชย์บัญชา. (2545). การวิเคราะห์สถิติ : สถิติสำหรับการบริหารและวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพมหานคร : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.