การใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่าในการเลือกใช้ฐานรากแบบปรับปรุงแทนที่ฐานรากแผ่แบบดั้งเดิม สำหรับบ้านพักอาศัย 1 ชั้นในพื้นที่ชุมชน

Application of value engineering techniques to choose improved foundations instead of traditional spreader foundations for the residential house in a community area.

วีระพันธ์ หมอกมุงเมือง[1,*] เดชดำรงค์ สุปินะ[2] และ มานพ แก้วโมราเจริญ[3]

[1,2] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จ.เชียงใหม่
**Corresponding author; E-mail address: Viraphunt_mo@cmu.ac.th*

บทคัดย่อ

ในการก่อสร้างบ้านพักอาศัยในปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบการก่อสร้าง เพื่อพัฒนาให้การก่อสร้างนั้นใช้ต้นทุนลดลง ระยะเวลาในการก่อสร้างลดลง แต่ยังคงคุณภาพและคุณสมบัติทางวิศวกรรมเหมือนเดิม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้ทำการเปรียบเทียบการใช้ฐานรากแผ่แบบดั้งเดิมกับฐานรากที่ปรับปรุง ในโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้นซึ่งจะสามารถลดขั้นตอนการก่อสร้างได้ และยังสามารถทำงานในพื้นที่ชุมชนที่มีความแออัดและพื้นที่ในการทำงานน้อย โดยงานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการสำรวจข้อมูลที่จำเป็นในการออกแบบฐานรากของบ้าน จากนั้นจึงทำแบบสอบถามจากวิศวกรและผู้รับเหมาเพื่อหาปัจจัยที่สำคัญของการก่อสร้างฐานราก แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้มานั้นมาวิเคราะห์ตามกระบวนวิเคราะห์วิศวกรรมคุณค่าทั้ง 6 ขั้นตอน ซึ่งจากการเปรียบเทียบด้านราคาและระยะเวลาในการก่อสร้างสำหรับบ้านพักอาศัย 1 ชั้น พบว่าการใช้ฐานรากแบบปรับปรุงมีต้นทุนการก่อสร้างน้อยกว่าและใช้เวลาในการก่อสร้างน้อยกว่าการก่อสร้างฐานรากแผ่

คำสำคัญ: การก่อสร้างฐานราก, บ้านพักอาศัย 1 ชั้น, เทคนิควิศวกรรมคุณค่า

Abstract

In the current housing construction, the construction style has changed. construction process or materials used In order to develop the construction of a residential house that costs less. Faster construction time but still maintain the same quality and engineering features. Therefore, this research compares the traditional spreading foundation with the modified foundation using bored piles without foundation. In the construction of a single-story residential house, which can reduce the construction process. and can also work in crowded community areas and less work space because they use machinery that can be moved easily and does not affect the community area This research started from the survey of information needed to design the foundation of the house. Then a questionnaire was taken from engineers and contractors to determine the key factors of foundation construction. Then, the obtained data was analyzed according to the 6-step value engineering analysis process. From the comparison of price and construction time for a one-storey house, it was found that the use of renovated foundations had less construction costs and It takes less time to construct than the construction of a flat foundation.

Keywords : Value Engineering, Footing, Foundation Improvement

1. บทนำ

การก่อสร้างบ้านพักอาศัยในปัจจุบันนั้น มีการเปลี่ยนแปลงพัฒนารูปแบบการก่อสร้างหลากหลายมาก เพื่อที่จะทำให้ต้นทุนหรือระยะเวลาในการก่อสร้างลดลง แต่ยังคุณภาพของงานได้ตรงตามหลักวิศวกรรม รวมไปถึงการก่อสร้างในพื้นที่ทำงานที่จำกัด เช่น ในเขตของพื้นที่ชุมชม ที่มีผู้คนอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น ซึ่งการก่อสร้างนั้นอาจจะไปรบกวนสิ่งแวดล้อมที่อยู่บริเวณใกล้เคียง ไม่ว่าจะเป็นเรื่องของเสียง ฝุ่นละออง การสั่นสะเทือกที่อาจจะทำลายหน้าดินหรือฐานรากอาคารใกล้เคียง ที่จะตามมาด้วยปัญหาในภายหลัง ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะต้องการปรับปรุง พัฒนา งานก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้นในพื้นที่ชุมชน โดยเลือกเป็นการปรับปรุงฐานรากโดยการเปลี่ยนจากฐานรากแผ่แบบดั้งเดิมเป็นฐานรากแบบปรับปรุง โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า เพื่อหาฐานรากแบบใหม่ที่สามารถใช้ต้นทุนลดลงและระยะเวลาในการก่อสร้างลดลง แต่ยังคงคุณภาพและคุณสมบัติทางวิศวกรรมเหมือนเดิม โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า ในโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้นในพื้นที่ชุมชน

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ฐานรากอาคาร

ฐานรากแผ่ คือฐานรากที่เราใช้กันทั่วไปสามารถรับน้ำหนักบ้านหรืออาคาร เหมาะสำหรับดินที่สามารถรับน้ำหนักได้มาก บริเวณพื้นที่ภาคเหนือภาคอีสาน

ฐานเสาเข็มตอก คือฐานรากเสาเข็มที่มีความทนทาน เนื่องจากใช้การตอกลงไปในดิน โดยอาศัยความเสียดทานของดินและการแบกรับน้ำหนักที่ปลายเสาเข็มรับน้ำหนักของตัวอาคาร นิยมใช้ในพื้นที่ชั้นดินอ่อน

ฐานรากเสาเข็มเจาะ คือฐานรากเสาเข็มชนิดหนึ่งที่จะใช้วิธีการขุดลงไปในดิน แล้วทำการหย่อนเสาเข็มลงไปเป็นแบบ แล้วจึงเทคอนกรีตตามลงไป ซึ่งจะสามารถคำนวณการใช้เสาเข็มตามการรับน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม

ฐานรากนั้นถือเป็นโครงสร้างสำคัญของอาคารที่ทำหน้าที่แบกรับน้ำหนักของอาคารลงสู่ดิน และเป็นโครงสร้างแรกซึ่งมีผลต่อการก่อสร้างในขั้นตอนถัดไป ดังนั้นจึงคำนึงถึงระยะเวลาในการก่อสร้างหากใช้เวลาน้อย

จะทำให้สามารถทำการก่อสร้างในขั้นตอนถัดไปได้รวดเร็วทำให้โครงการก่อสร้างใช้ระยะเวลาเร็วยิ่งขึ้น และคำนึงถึงต้นทุนการก่อสร้างฐานราก แต่ต้องคงคุณภาพของฐานรากและถูกต้องตามหลักวิศวกรรม

ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเข็มเหล็กฐานรากสำเร็จรูปมาใช้ในงานก่อสร้างฐานราก [1] โดยทำการศึกษาข้อมูลผลิตภัณฑ์ของบริษัท เข็มเหล็ก จำกัด และสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาที่เกี่ยวข้อง เพื่อหาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกใช้เข็มเหล็กฐานรากสำเร็จรูปมาใช้ในงานก่อสร้างฐานราก จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อจำกัดในการใช้งานและสรุปผล พบว่าเสาเข็มเหล็กสำเร็จรูป สามารถติดตั้งได้สะดวกและรวดเร็ว ลดขั้นตอนของการก่อสร้าง แต่มีราคาค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับฐานรากทั่วไป ซึ่งปัจจัยที่ผลต่อการเลือกฐานรากคือ 1) ปัจจัยระยะเวลาการก่อสร้าง 2) ปัจจัยด้านต้นทุน 3) ปัจจัยด้านคุณภาพ และประเด็นหลักที่ผู้เชี่ยวชาญให้ความสำคัญมากที่สุดคือ การติดตั้งฐานรากเข็มเหล็กสำเร็จรูปสามารถใช้ระยะเวลาที่น้อยกว่าฐานรากทั่วไป

2.2 วิศวกรรมคุณค่า

วิศวกรรมคุณค่า คือ การประยุกต์ใช้เทคนิคที่เป็นระบบ โดยเน้นหน้าที่การทำงาน(Function) ของผลิตภัณฑ์หรือบริการเป็นหลัก โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดต้นทุนการผลิต แต่ยังคงคุณภาพและความน่าเชื่อถืออยู่ โดยมีกระบวนการทำงาน 6 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. Information Phase คือขั้นตอนรวบรวมข้อมูล ทบทวนสภาพปัจจุบันของโครงการ ระบุความต้องการในการปรับปรุงคุณค่า

2. Function Analysis Phase คือขั้นตอนการวิเคราะห์หน้าที่การทำงาน(function) ของส่วนที่ต้องการปรับปรุง ส่วนใดจำเป็น ไม่จำเป็น เพื่อให้สอดคล้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

3. Creative Phase คือขั้นตอนการเสนอแนวคิด ทางเลือกอื่น ๆ ในส่วนที่ต้องการปรับปรุงเพื่อให้สอดคล้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้

4. Evolution Phase คือขั้นตอนประเมินทางเลือกต่าง ๆ จากขั้นตอนที่เสนอมา เพื่อคัดทางเลือกที่ดีที่สุด

5. Development Phase คือขั้นตอนการวิเคราะห์ทางเลือกที่ได้จากขั้นตอนประเมิน เพื่อพัฒนา ก่อนที่จะทำการนำเสนอ

6. Reporting Phase คือขั้นตอนการนำเสนอทางเลือก ให้ผู้อำนาจตัดสินพิจารณา

ศึกษาโครงสร้างปัจจัยที่ส่งเสริมการใช้วิศวกรรมคุณค่าในการออกแบบอาคารโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ [2] โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโครงสร้างปัจจัยที่ส่งเสริมการนำวิศวกรรมคุณค่ามาใช้ในการออกแบบอาคารเพื่อช่วยลดต้นทุนการก่อสร้าง แบ่งออกเป็น 4 กลุ่ม คือ (1) การออกแบบโครงสร้าง (2) การออกแบบสถาปัตยกรรมและตกแต่งภายใน (3) การออกแบบระบบ (4) การออกแบบภายนอกอาคาร ซึ่งทำการสำรวจโดยใช้แบบสอบถามกับกลุ่มตัวอย่าง ประกอบไปด้วย วิศวกรโยธา วิศวกรงานระบบ และสถาปนิก โดยในแบบสอบถามจะกำหนดระดับความสำคัญของปัจจัยส่งเสริมการใช้วิศวกรรมคุณค่า 1-5 ระดับ 1 คือความสำคัญต่ำที่สุด และ 5 คือความสำคัญมากที่สุด และผลการศึกษาพบว่า การออกแบบสถาปัตยกรรมและตกแต่งภายใน และการออกแบบระบบ มีความสำคัญมากที่สุดคือ ร้อยละ 35 และ 33 ตามลำดับ ซึ่งจะส่งผลต่อมูลค่าการก่อสร้างของโครงการ ดังนั้นหากลดราคางานส่วนนี้จะส่งผลให้มูลค่าการก่อสร้างโครงการลดลงด้วย

3. ระเบียบและวิธีการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยเชิงวิเคราะห์ที่ใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า ในการลดต้นทุนการก่อสร้าง และระยะเวลาในการก่อสร้างฐานรากของอาคารบ้านพักอาศัย 1 ชั้นในพื้นที่ชุมชน

ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้ คือ

3.1 เริ่มทำการศึกษาฐานรากสำหรับการก่อสร้างบ้าน 1 ชั้น

3.2. วิเคราะห์หน้าที่การทำงานของฐานรากบ้าน 1 ชั้น

3.3 เสนอทางเลือกฐานรากอื่นๆ แล้วนำมาวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของฐานรากแต่ละชนิด และทำการออกแบบฐานรากแบบปรับปรุงเพื่อใช้ในการก่อสร้างบ้าน 1 ชั้น

3.4 สัมภาษณ์วิศวกรและผู้รับเหมา เพื่อหาปัจจัยที่สำคัญในการก่อสร้างฐานราก และทำการประเมินฐานรากประเภทต่างๆ โดยใช้ปัจจัยที่มาจากการสัมภาษณ์เป็นเกณฑ์ การให้คะแนน

3.5 เปรียบเทียบต้นทุนและระยะเวลาการก่อสร้างของฐานรากที่ทำการประเมินกับฐานรากแผ่แบบดั้งเดิม

3.6 วิเคราะห์ตามหลักวิศวกรรมคุณค่า

4. ผลการวิจัย

4.1 การก่อสร้างฐานรากสำหรับบ้าน 1 ชั้น

การก่อสร้างบ้าน 1 ชั้น จำเป็นต้องมีโครงสร้างฐานรากที่เหมาะสมเพียงพอต่อการรับน้ำหนักของโครงสร้างบ้าน โดยในการก่อสร้างฐานรากสำหรับบ้านนั้น ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้ฐานรากแบบแผ่ที่มีขั้นตอนในการก่อสร้างที่มากและใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างมาก อีกทั้งการก่อสร้างบ้านภายในพื้นชุมชน ที่มีพื้นที่แคบ การจราจรที่หนาแน่นหรือเส้นทางเข้าออกที่จำกัด และผลกระทบต่อพื้นที่ข้างเคียง จึงเป็นอีกหนึ่งสิ่งที่ต้องคำนึงถึง ดังนั้นวิศวกรผู้ออกแบบจึงต้องการข้อมูลของผลการวิเคราะห์ชั้นดิน เพื่อทำการออกแบบฐานรากบ้าน แล้วจึงทำการก่อสร้างตามแบบและหลักวิศวกรรมที่รับรองโดยวิศวกรที่รับผิดชอบ

4.2 วิเคราะห์หน้าที่การทำงานของฐานรากสำหรับบ้าน 1 ชั้น

หน้าที่การทำงานของฐานราก คือเป็นโครงสร้างใต้ดิน ที่รองรับการส่งถ่ายน้ำหนักบรรทุกทั้งหมดของโครงสร้างบ้าน แล้วกระจายแรงหรือน้ำหนักบรรทุกเข้าสู่ดิน และเป็นโครงสร้างลำดับแรกที่จะส่งผลต่อคุณภาพของโครงสร้างและระยะทั้งหมดของการก่อสร้าง รวมไปถึงต้องงสามารถทำงานตามข้อจำกัดของพื้นที่ก่อสร้าง

4.3 วิเคราะห์หน้าที่การทำงานของฐานรากแต่ละชนิด และการออกแบบฐานรากแบบปรับปรุง

ฐานรากแผ่แบบดั้งเดิม มีข้อดีคือ สามารถออกแบบและก่อสร้างได้ง่าย ไม่มีความซับซ้อนจึงทำให้ช่างสามารถเข้าใจได้ง่าย ใช้เครื่องจักรและเครื่องมือน้อย สามารถขยายฐานรากเพิ่มเพื่อกำลังแบกรับน้ำหนักได้แต่มีข้อเสีย คือ ใช้เวลาในการก่อสร้างนาน ต้องแรงงานเยอะ ต้องการพื้นที่ทำงานกว้าง มีจำนวนดินที่ไม่ต้องการจำนวนมากจึงต้องหาวิธีแก้ รวมไปถึงระดับน้ำใต้ดิน และการสไลด์ของดินที่อาจเกิดปัญหากับพื้นที่ใกล้เคียง

ฐานรากเสาเข็มสปัน มีข้อดีคือ ใช้ระยะเวลาก่อสร้างน้อย สามารถทำงานในพื้นที่ชุมชนได้ ใช้งานได้ง่าย ใช้กับบ้านที่มีขนาดเล็กได้ดี ข้อเสียคือ น้ำหนักบรรทุกและความยาวค่อนข้างจำกัด การเชื่อมต่อระหว่างเสาเข็มกับตอม่อค่อนข้างยาก

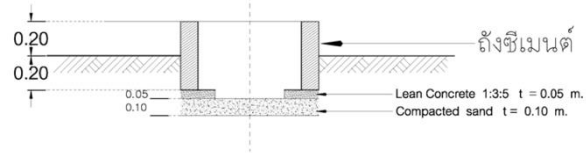
ฐานรากเสาเข็มตอก มีข้อดีคือ สามารถคำนวณการรับน้ำหนักได้ง่ายและตรงตามความต้องการของผู้ออกแบบ ช่างสามารถเข้าใจง่ายเนื่องจากเป็นที่นิยม รวดเร็ว ข้อเสียคือ การขนย้ายเสาเข็มค่อนข้างลำบากในพื้นที่ชุมชน การตอกเสาสร้างแรงสั่นสะเทือนกระทบต่อพื้นที่รอบข้าง การเชื่อมต่อระหว่างเสาเข็มกับตอม่อค่อนข้างยาก ใช้เครื่องจักรเฉพาะ

ฐานรากเสาเข็มเจาะ มีข้อดีคือ สามารถคำนวณการรับน้ำหนักได้ง่ายและตรงตามความต้องการของผู้ออกแบบ หากต้องการเพิ่มน้ำหนักบรรทุกสามารถขยายเส้นผ่านศูนย์กลางได้ มีความคล่องตัวในการทำงาน ในพื้นที่ชุมชน ข้อเสียคือ การเชื่อมต่อระหว่างเสาเข็มกับตอม่อค่อนข้างยาก ใช้เครื่องจักรเฉพาะ

ฐานรากแบบปรับปรุงเป็นฐานรากคล้ายกับฐานรากเสาเข็มเจาะ แต่จะไม่มีส่วนของฐานรากแผ่ด้านบน แต่จะสามารถเชื่อมต่อกับตอม่อและเสาได้โดยตรง โดยการออกแบบต้องอาศัยผลวิเคราะห์ชั้นดิน จากนั้นให้วิศวกรออกแบบเส้นผ่าศูนย์กลางและความลึกของเสาเข็ม โดยใช้มาตรา วสท. เพื่อสามารถรับน้ำหนักของตัวบ้านได้ และได้รับการรับรองจากวิศวกรผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งฐานรากแบบปรับปรุง มีข้อดีคือ ใช้ระยะเวลาก่อสร้างเร็ว ส่วนเชื่อมต่อระหว่างเสาเข็มและตอม่อไม่ยุ่งยาก เพิ่มน้ำหนักบรรทุกสามารถขยายเส้นผ่านศูนย์กลางได้ ทำงานในพื้นที่ชุมชนได้เนื่องจากใช้พื้นที่น้อยและไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อพื้นที่รอบๆ ข้อเสียคือ ต้องอาศัยความชำนาญของช่าง ยังไม่ค่อยเป็นที่นิยมทำให้คนมีความเข้าใจน้อย เจ้าของบ้านอาจจะยังไม่มั่นใจการรับน้ำหนัก ใช้เครื่องจักรเฉพาะ

โดยจะมีขั้นตอนการก่อสร้างดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 คือ วางถังซีเมนต์ ปรับระดับ และเทคอนกรีต ดังรูปที่ 1



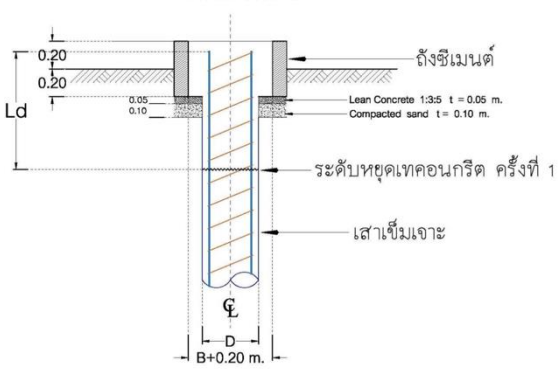
รูปที่ 1 การปรับดินและวางถังซีเมนต์

ขั้นตอนที่ 2 คือ เจาะหลุมให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง และความลึกที่ต้องการ ดังรูปที่ 2



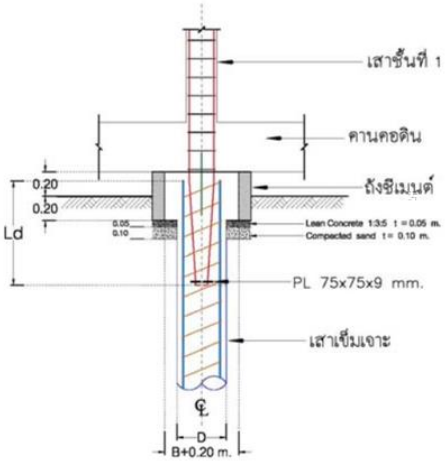
รูปที่ 2 การเจาะหลุมฐานราก

ขั้นตอนที่ 3 คือ นำเหล็กเสริมลงไปในหลุม จากนั้นเทคอนกรีตผ่านท่อ Timmy Pipe ให้ถึงระดับจุดต่อ ที่ระดับ Ld ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การทำเสาเข็มเจาะ

ขั้นตอนที่ 4 คือ นำเหล็กเสริมของโครงสร้างเสา ต่อกับเหล็กเสริมของเสาเข็ม จากนั้นเทคอนกรีตให้ถึงระดับของถังซีเมนต์ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 ฐานรากแบบปรับปรุง

4.4 ผลการสัมภาษณ์ผู้รับเหมาและวิศวกรเพื่อหาปัจจัยที่สำคัญในการก่อสร้างบ้าน 1 ชั้นในพื้นที่ชุมชน

จากการสัมภาษณ์ผู้รับเหมาก่อสร้างจำนวน 5 คนซึ่งเป็นผู้รับเหมาที่ทำโครงการบ้านพักอาศัยเป็นประจำ และวิศวกรจำนวน 2 คนที่ประกอบไปด้วยวิศวกรออกแบบและวิศวกรควบคุมหน้างาน เพื่อหาปัจจัยที่สำคัญที่ผลต่อการออกแบบฐานรากสำหรับบ้าน 1 ชั้นที่ก่อสร้างในพื้นที่ชุมชน พบว่า

ผู้รับเหมาคำนึงถึงการปฏิบัติงานในพื้นที่หน้างานจริงเป็นหลัก โดยเฉพาะเรื่องของผลกระทบที่ส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบเนื่องจากเป็นพื้นที่ชุมชน เช่น เสียง ฝุ่น ดินสไลด์ที่อาจจะส่งผลต่อโครงสร้างรั่ว หรือ ตัวอาคารบริเวณใกล้เคียง เวลาในการทำงานที่ไม่สามารถทำงานได้ตลอดวันตลอดเวลา รวมเป็นถึงเรื่องของต้นทุนในการก่อสร้าง และระยะเวลาในการก่อสร้าง การรับน้ำหนักซึ่งต้องได้รับการรับรองจากวิศวกรผู้ออกแบบ เครื่องมือและแรงงานที่สามารถจัดสรรได้ง่าย ความสะอาดของหน้างานที่ส่งผลถึงการก่อสร้างในขั้นตอนอื่นๆ เนื่องจากมีพื้นที่การทำงานที่จำกัด

ในด้านของวิศวกรนั้นคำนึงถึงเรื่องการรับน้ำหนักและการบริหารการก่อสร้างภายในโครงการเป็นหลัก ซึ่งต้องอาศัยผลการวิเคราะห์ชั้นดินเพื่อออกแบบน้ำหนักบรรทุก รายการคำนวณของฐานราก ระดับของน้ำใต้ดิน บริเวณพื้นที่การทำงาน และการบริหารโครงการก่อสร้างที่ต้องคำนึงถึง

ต้นทุน ระยะเวลา และคุณภาพของฐานรากที่ต้องก่อสร้างให้ถูกต้องตามหลักวิศวกรรม

จากการสัมภาษณ์ ผู้วิจัยได้เลือกปัจจัยที่ส่งผลต่อกาก่อสร้างฐานราก และได้ทำการประเมินเพื่อให้คะแนน ซึ่งจะประกอบไปด้วย

1. ต้นทุนของการก่อสร้าง
2. ระยะเวลาในการก่อสร้าง
3. ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียง
4. ความยากง่ายในการออกแบบ
5. ความชำนาญของช่าง
6. เครื่องมือและอุปกรณ์
7. ความสะอาดของหน้างาน

ตารางการให้คะแนนฐานรากแต่ละประเภท โดยการประเมินความสามารถของแต่ละทางเลือกโดยการให้คะแนน (1 คือ ยอมรับได้, 2 คือ ดี, 3 คือ ดีมาก)

ตารางที่ 1 การให้คะแนนฐานรากแต่ละประเภท

Description / Option	เข็มสปัน	เข็มตอก	เข็มเจาะ	แบบปรับปรุง
ต้นทุนในการก่อสร้าง	2	1	1	2
ระยะเวลาในการก่อสร้าง	2	2	2	3
ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมบริเวณใกล้เคียง	3	1	2	3
ความยากง่ายในการออกแบบ	2	2	2	2
ความชำนาญช่าง	2	3	2	2
เครื่องมือและอุปกรณ์	2	2	2	2
คววามสะอาดของหน้างาน	3	2	1	3
ผลรวม	16	13	12	17

4.5 ผลวิเคราะห์ตารางประเมินและการเปรียบต้นทุนการก่อสร้าง และระยะเวลาการก่อสร้างระหว่างฐานรากแผ่แบบดั้งเดิมกับฐานรากแบบปรับปรุง

จากการประเมิณทางเลือกและให้คะแนนแต่ละทางเลือก พบว่าการใช้ฐานรากแบบปรับปรุงได้คะแนนสูงที่สุด แล้วจึงเป็นฐานรากเสาเข็มสปัน ฐานรากเสาเข็มตอกและฐานรากเสาเข็มเจาะตามลำดับ

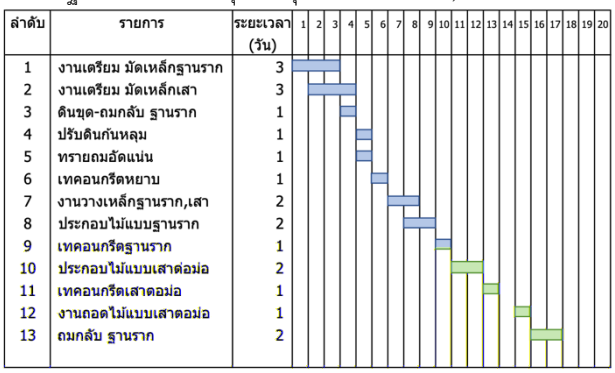
ฐานรากแผ่ เหล็กยืนเสาตอม่อ สูง 1.00 ม.								
ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ	รวมวัสดุ	ค่าแรง	รวมค่าแรง	รวม
1	ดินขุด-ถมกลับ ฐานราก	2.70	ลบ.ม.	-	-	600.00	1,620.00	1,620.00
2	ทรายถมอัดแน่น	0.23	ลบ.ม.	500.00	115.00	250.00	57.50	172.50
3	คอนกรีตหยาบ	0.12	ลบ.ม.	2,000.00	240.00	350.00	42.00	282.00
4	คอนกรีต st 280 ksc.	0.44	ลบ.ม.	2,400.00	1,056.00	500.00	220.00	1,276.00
5	ไม้แบบฐานราก	1.50	ตร.ม.	300.00	450.00	350.00	525.00	975.00
6	DB-12 mm.	33.00	kg.	28.00	924.00	8.00	264.00	1,188.00
7	RB-6 mm.	1.80	kg.	28.00	50.40	8.00	14.40	64.80
8	ลวดผูกเหล็ก	0.25	kg.	50.00	12.50	-	-	12.50
9	ตะปู	0.25	kg.	50.00	12.50	-	-	12.50
	รวมราคาฐานแผ่							5,603.30

รูปที่ 5 การประมาณราคาฐานรากแผ่

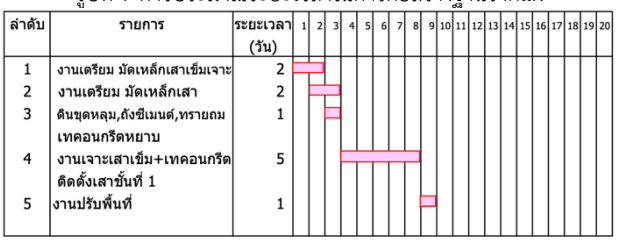
ฐานรากเสาเข็มเจาะแบบแห้ง ต่อเสาตอม่อโดยตรง เหล็กยืนเสาตอม่อ สูง 1.00 ม.								
ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ค่าวัสดุ	รวมวัสดุ	ค่าแรง	รวมค่าแรง	รวม
1	ดินขุด-ถมกลับ ฐานราก	0.51	ลบ.ม.	-	-	350.00	178.50	178.50
2	ทรายถมอัดแน่น	0.12	ลบ.ม.	500.00	60.00	250.00	30.00	90.00
3	คอนกรีตหยาบ	0.04	ลบ.ม.	2,000.00	80.00	350.00	14.00	94.00
4	คอนกรีต st 280 ksc.	0.75	ลบ.ม.	2,400.00	1,800.00	500.00	375.00	2,175.00
5	ไม้แบบฐานราก	-	ตร.ม.	300.00	-	350.00	-	-
6	ถังซีเมนต์ Ø 0.60 ม.	1.00	ถัง	80.00	80.00	40.00	40.00	120.00
7	เหล็กเสริมเสาเข็มเจาะ							
	DB-16 mm.	51.00	kg.	28.00	1,428.00	8.00	408.00	1,836.00
	RB-6 mm.	10.00	kg.	28.00	280.00	8.00	80.00	360.00
8	เหล็กเสริมเสาอาคาร (Ld = 0.74 ม. + เสาตอม่อ 1.00 ม.)							
	DB-12 mm.	7.00	kg.	28.00	196.00	8.00	56.00	252.00
	RB-6 mm.	1.80	kg.	28.00	50.40	8.00	14.40	64.80
9	ลวดผูกเหล็ก	0.25	kg.	50.00	12.50	-	-	12.50
10	ตะปู	0.10	kg.	50.00	5.00	-	-	5.00
	รวมราคาฐานรากเสาเข็มเจาะแบบแห้ง ต่อเสาตอม่อโดยตรง เหล็กยืนเสาตอม่อ							5,187.80

รูปที่ 6 การประมาณราคาฐานรากแบบปรับปรุง

การเปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้าง โดยคำนวณจากราคาวัสดุ ค่าแรงและเครื่องจักร ของฐานรากแผ่และฐานรากแบบปรับปรุงที่รับน้ำหนัก 10 ตัน/ต่อ พบว่าฐานรากแผ่มีต้นทุนในการก่อสร้าง 5,603 บาท/ต้น และฐานรากแบบปรับปรุงมีต้นทุนในการก่อสร้าง 5,187 บาท/ต้น



รูปที่ 7 การประมาณระยะเวลาในการก่อสร้างฐานรากแผ่



รูปที่ 8 การประมาณระยะเวลาในการก่อสร้างฐานรากแบบปรับปรุง

การเปรียบเทียบระยะเวลาการก่อสร้าง โดยคำนวณจากระยะเวลาการทำงานแต่ละขั้นตอน ทั้งหมด 15 ต้น พบว่าฐานรากแผ่ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้าง 17 วัน และฐานรากแบบปรับปรุงใช้ระยะเวลาในการก่อสร้าง 9 วัน

4.6 การวิเคราะห์ตามหลักวิศวกรรมคุณค่า

จากการหาฐานรากแบบใหม่เพื่อใช้เป็นฐานรากทางเลือกตามหลักวิศวกรรมคุณค่า โดยต้องการให้คุณภาพแล้วการใช้งานของฐานรากยังอยู่เหมือนเดิม แต่ต้องการลดต้นทุนและลดระยะเวลาในการก่อสร้าง ที่สำคัญคือสอดคล้องกับพื้นที่ทำงาน ซึ่งพบว่าการใช้ฐานรากแบบปรับปรุงจะช่วยลดต้นทุนในการก่อสร้าง ลดระยะเวลาในการก่อสร้างและเหมาะสมกับพื้นที่ทำงาน

5. สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาเพื่อหาฐานรากแบบใหม่ที่สามารถใช้ต้นทุนลดลงและระยะเวลาในการก่อสร้างลดลง แต่ยังคงคุณภาพและคุณสมบัติทางวิศวกรรมเหมือนเดิม โดยใช้เทคนิควิศวกรรมคุณค่า ในโครงการก่อสร้างบ้านพักอาศัย 1 ชั้นในพื้นที่ชุมชน พบว่าเมื่อวิเคราะห์การทำงานของฐานราก จากนั้นได้เสนอทางฐานรากชนิดอื่น ๆ และวิเคราะห์ข้อดี ข้อเสียของฐานรากแต่ละชนิด แล้วจึงทำการสัมภาษณ์ผู้รับเหมาและวิศวกรเพื่อหาปัจจัยที่สำคัญในการก่อสร้างฐานราก จากนั้นทำการประเมินแต่ละทางเลือก จะได้ว่าฐานรากแบบปรับปรุงได้รับคะแนนมากที่สุดคือ 17 คะแนน ฐานรากเสาเข็มสปันได้คะแนน 16 คะแนน ฐานรากเสาเข็มตอกได้คะแนน 13 คะแนนและฐานรากเสาเข็มเจาะได้คะแนน 12 คะแนน ดังนั้นจึงเลือกฐานรากแบบปรับปรุงมาเปรียบเทียบกับฐานรากแผ่ โดยทำการเปรียบเทียบต้นทุนการก่อสร้างและระยะเวลาการก่อสร้าง ซึ่งฐานรากแผ่ใช้ต้นทุนการก่อสร้าง 5,603 บาท/ต้น ส่วนฐานรากแบบปรับปรุงมีต้นทุนในการก่อสร้าง 5,187 บาท/ต้น ซึ่งฐานรากแบบปรับปรุงมีราคาถูกกว่า 416 บาท/ต้น ในด้านระยะเวลาในการก่อสร้างฐานรากบ้าน 15 ต้น จะได้ว่าฐานรากแผ่ใช้ระยะเวลาในการก่อสร้าง 17 วัน และฐานรากแบบปรับปรุงใช้ระยะเวลาในการก่อสร้าง 9 วัน ซึ่งฐานรากแบบปรับปรุงจะใช้ระยะเวลาในการก่อสร้างน้อยกว่าคือ 8 วัน

6. การอ้างอิง

[1] ชัพวิทย์ รื่นนารีนารถ (). การประยุกต์ใช้วิศวกรรมคุณค่าและบิมเป็นแนวทางในการเลือกรูปแบบโดยวิเคราะห์อุณหภูมิในอาคารที่พักอาศัย. *วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต วิศวกรรมและการบริหารการก่อสร้าง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*.

[2] ภัทรวรรณ ธราพร, จักรพงษ์ พงษ์เพ็ง (2013). โครงสร้างปัจจัยที่ส่งเสริมการใช้วิศวกรรมคุณค่าในการออกแบบอาคารโดยการวิเคราะห์องค์ประกอบ. *สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง*.

[3] ณัทเดชาธร สุทธิวารีพงษ์ (2556). การศึกษาเปรียบเทียบผนังก่ออิฐมอญ กับ ผนังก่ออิฐบล็อกประสาน. *วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม*.

[4] ศิรวิชญ์ ชัยชนะ (2562). ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเลือกเข็มเหล็กฐานรากสำเร็จรูปมาใช้ในงานก่อสร้างฐานราก. *วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารงานก่อสร้าง คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่*.