

แนวทางในการแก้ไขปัญหาความมั่นคงของบ้านที่มีเสายาวมากเนื่องจากการตีดบ้าน

ธนกฤต จันทน์บรรจง^{1*} และ เศรษฐพงศ์ เศรษฐบุปผา²

A Guideline for Solving Stability of Lifted Houses with very Long Columns

Thanakrit Chanbanchong^{1*} And Sethapong Sethabouppha²

^{1*} นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

² อาจารย์ประจำคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

^{1*} Graduate students, Department of Architecture, Faculty of Architecture, Chiangmai University

² Lecturer, Faculty of Architecture, Chiangmai University

*Corresponding author E-mail address : mumfin_volkswagen@hotmail.com

บทคัดย่อ

หลังจากเหตุการณ์น้ำท่วมใหญ่ในภาคกลางของประเทศไทยเมื่อ พ.ศ.2554 บ้านเรือนทั่วไปที่มีลักษณะเป็นชั้นเดียวได้ถูกสูงจำนวนมากในภาคกลางได้ถูกยกระดับตัวบ้านขึ้นเพื่อหนีน้ำท่วม ส่งผลให้เกิดบ้านที่มี “เสายาว” ขึ้นเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะบ้านที่อยู่ริมแม่น้ำสายต่าง ๆ การที่เสามีความสูงเพิ่มขึ้นนั้นส่งผลให้กำลังรับน้ำหนักของเสาลดลงเนื่องจากเกิดอัตราส่วนความละเอียดที่มากขึ้น รวมทั้งตัวบ้านมีการโยกไปมาได้มากขึ้น ช่างรับเหมาติดบ้านแต่ละรายซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นช่างชาวบ้านที่ไม่ได้ผ่านการเรียนวิชาช่างหรือวิศวกรรมในระบบการศึกษาอย่างเป็นทางการ ต่างก็มีแนวทางแก้ปัญหาเป็นของตนเอง ซึ่งมีทั้งที่ได้ผลหรืออาจไม่ได้ผลดีจริง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้มีวัตถุประสงค์ที่จะสร้างคำแนะนำที่ถูกต้องสำหรับแก้ปัญหาดังกล่าว โดยอาศัยหลักการขั้นพื้นฐานทางวิศวกรรมมาวิเคราะห์และเลือกแนวทางแก้ปัญหาที่สมเหตุสมผลของช่างรับเหมาที่พบตามบ้านที่ถูกตีดขึ้นจนสูงมากจำนวนหนึ่งใน 3 ชุมชนริมฝั่งแม่น้ำยมใน อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก ผลการศึกษาพบว่าหลายวิธีการที่สมเหตุสมผลน่าจะจะสามารถช่วยลดปัญหาดังกล่าวได้จริง ได้แก่ การเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ทำเสาจากไม้เป็นคอนกรีต การขยายหน้าตัดเสา การถมและบดอัดดินใต้ฐานบ้านให้แน่น การขยายฐานรากเสา การใช้คานคอดิน และการใช้ระบบโครงยึดทแยง

คำสำคัญ : การตีดบ้าน บ้านยกได้สูง เสายาว เรือนไทยภาคกลาง ชุมชนริมฝั่งแม่น้ำยม

ABSTRACT

After the great 2011 flood in central Thailand, many typical single-story houses have been re-elevated to much higher elevations. As a result, they became “long-column houses”, especially, those settle along riversides. The longer columns are generally known for their lower load carrier capacity as well as easier swaying. Each house-lifting contractor, mostly without official technical or engineering education, had their own solutions for this problem. Some of those seems to work well while some are unlikely. This research, therefore, aims to build a guideline for solving this problem by employing engineering fundamental to analyze and select reasonable approaches done by some contractors found in 3 communities along Yom River in Amphur Bang rakam, Pitsanuloke Province. The study reveals that there are some reasonable and capable approaches such as filling and compacting soil over existing layer around column footing, enlarging column bases by using round concrete septic rings, constructing ground tie beams, and constructing diagonal bracing systems.

Keywords: House Re-elevations Highly Elevated Single-story Houses Long Column Central Thailand Houses Communities along Yom River

บทนำ

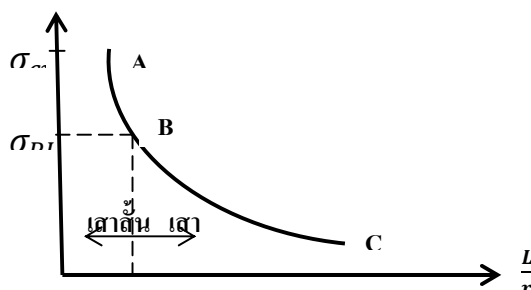
พื้นที่ 3 ชุมชนริมฝั่งแม่น้ำยม ได้แก่ ชุมชนปากคลอง ชุมชนศรีสุนทร และชุมชนบ้านเหนือในเขตอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก เป็นพื้นที่ที่ถูกน้ำท่วมซ้ำซากเกือบทุกปี เจ้าของบ้านหลายหลังในพื้นที่ดังกล่าว (ส่วนใหญ่เป็นบ้านชั้นเดียวใต้ถุนสูง) ได้แก้ปัญหาน้ำท่วมบ้านด้วยการติดบ้าน จนกระทั่งเหตุการณ์ น้ำท่วมใหญ่ในปี พ.ศ. 2554 ระดับน้ำท่วมขึ้นสูงจนบ้านบางหลังที่เคยผ่านการติดมาก่อนแล้ว ยังถูกน้ำท่วมอีก เจ้าของบ้านจึงได้ติดบ้านซ้ำอีกจนเรียกได้ว่า “ สูงมาก ” เนื่องจากหลังจากการติดบ้านแล้ว เสาที่รองรับตัวบ้านบางหลังมีความสูงจากพื้นดินถึง 5 เมตร บางหลังสูงถึงราว 7 เมตร ดังแสดงในภาพที่ 1 จึงเป็นที่น่าสงสัยว่าในการติดบ้านให้สูงขึ้นมากขนาดนั้น ช่างรับเหมา ซึ่งปกติเป็นชาวบ้านไม่ได้มีความรู้ทางวิศวกรรมโครงสร้าง ได้มีการแก้ปัญหาอย่างไร เพื่อให้เสาบ้านที่สูงมาก ๆ สามารถรับน้ำหนักของตัวบ้านได้ และมีความมั่นคง ไม่โยกไหว



ภาพ 1 ลักษณะเสาขาวในพื้นที่ศึกษา
ที่มา : ธนกฤต จันทน์บรรจง

ทฤษฎีโครงสร้างเสา: เสาสั้น เสายาว

เสาสั้น (Short Column) หมายถึง เสาที่มีอัตราส่วนความสูงต่อความกว้างของหน้าตัดด้านที่แคบกว่าของเสานั้น (เรียกว่า อัตราส่วนความชะลูด) ไม่เกิน 10 ในขณะที่เสายาว (Long Column) คือเสาที่มีอัตราส่วนความชะลูดสูงกว่า 10 เสาที่ยาวนั้นจะมีความสามารถในการรับความเค้นอัดได้ประมาณไม่เกินร้อยละ 70 ของเสาสั้น และจะยิ่งต่ำลงเมื่ออัตราส่วนความชะลูดมากขึ้นดังแสดงในภาพที่ 1 ดังนั้นเสาเรือนทั่วไปที่มีหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสกว้าง 20 ซม. x 20 ซม. สูง 2.40 ม. ซึ่งมีอัตราส่วนความชะลูดเท่ากับ 12 ยังถือว่ามีความยาวปานกลางค่อนข้างสั้นเมื่อถูกต่อให้มีความยาวเพิ่มขึ้นถึง 5-6 เมตร ก็จะมีกำลังรับน้ำหนักต่ำลงเป็นอันมาก



ภาพ 1 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นอัดสูงสุดกับอัตราส่วนความชะลูด ที่มา : อุดมวิทย์ กาญจนวงศ์, 2547

โดยปกติ เสาสั้นจะสามารถรับน้ำหนักบรรทุก (แรงกด) ได้จนกระทั่งความเค้นอัด (Compressive Stress) ที่เกิดขึ้นภายในเสานั้นมีค่าถึงความเค้นแตกหัก (Failure Stress) หรือความเค้นวิกฤต (Critical Stress: σ_{cr}) แต่หากเป็นเสายาวความเค้นอัดที่เกิดขึ้นจะไม่ถึงความเค้นวิกฤต เสาจะเกิดการโก่งเดาะ (Buckling) ก่อน ที่ความเค้นอัดจะถึงจุดที่เป็น Proportional Limit (σ_{PL}) เป็นเหตุให้ความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาลดลง ซึ่งการโก่งเดาะนั้น ขึ้นอยู่กับตัวแปรหลัก ๆ ตามสมการต่อไปนี้

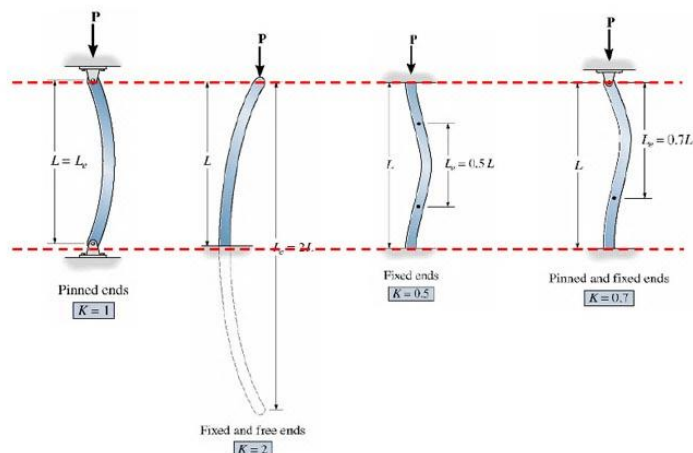
$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI_{min}}{L^2} \dots \dots \dots (1)$$

- เมื่อ P_{cr} = น้ำหนักบรรทุกสูงสุดที่ทำให้เสาส่งเกิดการโก่งหัก
 L = ความยาวของเสา
 I_{min} = โมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of Inertia) ของหน้าตัดด้านที่มีค่าน้อยกว่าของเสา
 E = โมดูลัสยืดหยุ่น (Modulus of Elasticity)

จะเห็นว่าน้ำหนักบรรทุกสูงสุดจะมีค่ามากขึ้นหากโมดูลัสยืดหยุ่นของวัสดุที่ใช้ทำเสามีค่ามาก และหน้าตัดเสามีค่าโมเมนต์ความเฉื่อยมากหรือแสดงว่าหน้าตัดเสามีขนาดใหญ่ขึ้นเอง ในทางตรงกันข้าม หากเสามีความยาวมาก น้ำหนักบรรทุกสูงสุดจะมีค่าต่ำลงอย่างมาก เนื่องจากกำลังรับน้ำหนักสูงสุดเป็นค่าแปรผกผันของกำลังสองของความยาวเสาช่วงที่เกิดการโก่งเดาะนั่นเอง

การโก่งเดาะของเสานั้น มิได้เกิดขึ้นตลอดความยาวของเสาทั้งหมด แต่ขึ้นอยู่กับลักษณะการยึดที่ปลายเสาดังแสดงในภาพที่ 2 โดยช่วงระยะที่เสาส่งเกิดการโก่งนั้นเรียกว่า ความยาวประสิทธิผล (Effective Length) ซึ่งโดยทั่วไปมีอยู่ด้วยกัน 4 ลักษณะ คือ

1. เสาที่ปลายยึดแบบจุดหมุนทั้งปลายล่างและปลายบน (Pinned Ends) เสาชนิดนี้จะมีช่วงของเสาที่เกิดการโก่งเท่ากับ ความยาวจริงของเสา ทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์ของความยาวประสิทธิผล (K) = 1.0 โดยทั่วไปจะไม่พบว่าเสาเรือนมีการยึดปลายเช่นนี้ เนื่องจากไม่มีเสถียรภาพหากไม่มีการเสริมชิ้นส่วนทแยงมุมระหว่างเสา
2. เสาที่ปลายล่างเป็นแบบยึดแน่น แต่ปลายบนปล่อยอิสระ (Fixed and Free Ends) เสาชนิดนี้จะมีช่วงความยาวที่เกิดการโก่งเป็นสองเท่าของความยาวจริงของเสา ทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์ของความยาวประสิทธิผล (K) = 2.0
3. เสาที่มีทั้งปลายล่างและปลายบนเป็นแบบยึดแน่น (Fixed Ends) เสาชนิดนี้จะมีช่วงความยาวที่เกิดการโก่งเป็นครึ่งหนึ่งของ ความยาวจริงของเสา ทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์ของความยาวประสิทธิผล (K) = 0.5
4. เสาที่ปลายล่างเป็นแบบยึดแน่น แต่ปลายบนเป็นแบบจุดหมุน (Fixed and Pinned Ends) เสาชนิดนี้จะมีช่วงความยาวที่เกิดการโก่งเป็นระยะประมาณร้อยละ 70 ของความยาวจริงของเสา ทำให้มีค่าสัมประสิทธิ์ของความยาวประสิทธิผล (K) = 0.7



ภาพ 2 ลักษณะการยึดที่ปลายและสัมประสิทธิ์ K ของเสาประเภทต่างๆ
 ที่มา: สิทธิชัย แสงอาทิตย์, 2550

ทั้งนี้ ลักษณะการยึดของเสาเรือนไม้ยกพื้นใต้ถุนสูงในภาคกลางมักจะมีลักษณะเป็นแบบที่ 4 โดยมักจะเป็นเสาไม้หรือเสาคอนกรีตสำเร็จรูปซึ่งมีฐานเล็ก ๆ และถูกฝังไว้ในดินลึกประมาณ 1 เมตร หากดินรอบ ๆ เสาอยู่ในสภาพแน่นมากพอ ก็จะทำให้โคนเสาเป็นแบบยึดแน่น ส่วนปลายบนของเสาจะถูกยึดเข้ากับคานไม้ด้วย น็อตและสลักเกลียว (Nut and Bolt) เพียง 1 หรือ 2 ตัว จึงมีสภาพใกล้เคียงกับการเป็นจุดหมุนมากกว่า แต่หากบ้านอยู่ในสถานการณ์ที่แย่งจริง ๆ คือดินรอบ ๆ เสาทรุดสภาพเป็นดินเลน อาจมีสาเหตุจากน้ำท่วมขังนาน ๆ โคนเสาจะไม่ถูกยึดแน่น กลายเป็นเสาลักษณะที่ 1 ได้ นั่นหมายถึงระยะโก่งจะเพิ่มขึ้น ความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกก็จะลดลงได้ด้วย

นอกจากเรื่องของ การรับน้ำหนักของเสายาวแล้วการต่อหรือเปลี่ยนเสาให้ยาวขึ้นยังเป็นผลทำให้ตัวเรือนสั่นไหวหรือโยกได้ง่าย เนื่องจากความยาวของเสาทำให้ความแข็งแรง (Stiffness) ของเสาลดลง ซึ่งการโยกของบ้านจะมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับความแข็งแรง (Stiffness) ของเสา ตามสมการต่อไปนี้ [ไพฑูรย์ ปัญญาคะโป, 2545]

$$\Delta_i = \frac{V_i}{k_i} \dots \dots \dots (2)$$

โดยที่ Δ_i คือค่าระยะโยกไหวระหว่างชั้น (Interstory Drift) ของบ้านเทียบกับชั้นที่ต่ำกว่า

V_i คือ แรงในแนวนอน (แรงลม, แรงจากกระแสน้ำ, แรงจากการเดินของคนบนบ้าน เป็นต้น)

k_i คือ ค่าสติฟเนสของเสาชั้นที่มีค่าเท่ากับ $12 E I_i / h_i$

เมื่อ E คือ ค่าโมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of Inertia) ของเสาชั้นที่ i

h_i คือ ค่าความสูงของเสาสำหรับของเสาชั้นที่ i

เห็นได้ว่าค่า k (Stiffness) จะลดลงเมื่อความยาวของเสาหรือความสูงของเสาเพิ่มขึ้น เนื่องจากเป็นอินเวอร์สฟังก์ชันยกกำลังสาม ในทางกลับกันโมดูลัสยืดหยุ่นที่สูงกว่าของวัสดุที่ใช้ทำเสาบานก็จะทำให้ตัวบ้านโยกไหวได้น้อยกว่า

วัตถุประสงค์ของการศึกษา

จากการศึกษาเรื่องการโก่งเดาะและการโยกหรือสั่นไหวจึงสามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มหรือลดกำลังรับน้ำหนักของเสาและการโยกมีสาเหตุจากตัวแปรที่คล้ายคลึงกันดังนั้นในการป้องกันไม่ให้กำลังรับน้ำหนักของเสาบานที่ถูกติดตั้งสูงมาก ๆ และการป้องกันหรือลดการโยกของตัวบ้าน อาจสามารถทำได้โดยอาศัยแนวทางดังต่อไปนี้

- 1) เพิ่มความแข็งแรงหรือเพิ่มโมดูลัสยืดหยุ่นของวัสดุ
- 2) เพิ่มหน้าตัดของเสาให้มีขนาดใหญ่ขึ้น
- 3) ทำให้โคนเสาอยู่ในสภาพยึดแน่นตลอดเวลาแม้กระทั่งขณะถูกน้ำท่วมขังเป็นเวลานาน ๆ
- 4) เสริมจุดยึดหรือค้ำยันเพื่อลดระยะการโก่งตัวของเสา

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ของการศึกษาว่าช่างติดบ้านได้ทำอย่างไรบ้างตามแนวทาง 4 ข้อดังกล่าว เพื่อให้เสาบานที่ถูกติดตั้งสูงมาก ๆ ยังมีความแข็งแรงและไม่สั่นไหวมากเกินไป

วิธีการศึกษา

1) สํารวจกายภาพเบื้องต้นของอำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก และบ้านยกใต้ถุนสูงมากในชุมชนที่ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำยม อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก สัมภาษณ์ผู้อยู่อาศัยในบ้านยกใต้ถุนสูงมากเบื้องต้นแบบกึ่งมีโครงสร้าง (Semi-Structured Interview)

2) กำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) โดยพิจารณาจากบ้านที่มีการยกใต้ถุนสูงมากในชุมชนที่แตกต่างกัน ที่ตั้งอยู่ริมฝั่งแม่น้ำยม อำเภอบางระกำ จังหวัดพิษณุโลก วัสดุในการก่อสร้าง ลักษณะของการเสริมความแข็งแรง วิธีการติดบ้านยกใต้ถุนสูงมาก

- 3) แกะไขเครื่องมือในการเก็บข้อมูลเพื่อสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth Interviews) ในประเด็นหลักๆดังนี้
- เทคนิคและวิธีการติดบ้าน
 - ความมั่นคงแข็งแรงของบ้านหลังจากการติดบ้าน
 - งบประมาณที่ใช้ในการติดบ้าน
 - ระยะเวลาที่ใช้ในการติดบ้าน
 - ความสะดวกสบายต่อการอยู่อาศัยหลังการติดบ้าน



ภาพ 3 แผนที่บ้านที่ทำการศึกษ จำนวน 15 หลัง 3 ชุมชน
ที่มา : ธนฤต จันทรบรรจง

ผลการศึกษา

จากการเก็บข้อมูลในพื้นที่ที่ได้ทำการศึกษาใน 2 ประเด็นหลัก คือ การแก้ปัญหาเรื่องการเพิ่มกำลังรับน้ำหนักที่น้ำจะลดลงของเสาบ้าน และการแก้ปัญหาเรื่องการโยกของตัวบ้าน ดังตารางที่ 1 และสามารถสรุปรวมทั้งวิเคราะห์สิ่งที่พบได้ดังต่อไปนี้

ตาราง 1 แสดงการเก็บข้อมูลด้านเทคนิคและวิธีการติดบ้านยกใต้ถุนสูงมาก

บ้าน หลังที่	ชุมชน	เทคนิคและวิธีการติดบ้าน		วิธีการที่ใช้เพื่อเพิ่ม ความสูงของการติด บ้าน		การตัดต่อเสา		
		เทคนิคครั้งที่ 1	เทคนิคครั้งที่ 2	วิธีการครั้งที่ 1	วิธีการครั้งที่ 2	ตัดต่อกี่ ตำแหน่ง	ตำแหน่งที่ ตัดต่อ	ระยะที่ ตัดต่อ (เมตร)
1	บ้านปากคลอง	รอกสามขา	-	เปลี่ยนเสา	-	-	-	-
2	บ้านปากคลอง	แม่แรง/ไม้หมอนรถไฟ	รอกสามขา	เปลี่ยนเสา	ตัดต่อ เสา	1	ปลายเสา	2
3	บ้านปากคลอง	แม่แรง/ไม้หมอนรถไฟ	รอกสามขา	เปลี่ยนเสา	ตัดต่อ เสา	1	ปลายเสา	1
4	บ้านปากคลอง	แม่แรง/ไม้หมอนรถไฟ	รอกสามขา	เปลี่ยนเสา	ตัดต่อ เสา	1	ปลายเสา	2
5	บ้านปากคลอง	แม่แรง/ไม้หมอนรถไฟ	รอกสามขา	เปลี่ยนเสา	ตัดต่อ เสา	1	ปลายเสา	2
6	บ้านปากคลอง	แม่แรง/ไม้หมอนรถไฟ	-	เปลี่ยนเสา	-	-	-	-
7	บ้านปากคลอง	แม่แรง/ไม้หมอนรถไฟ	-	เปลี่ยนเสา	-	-	-	-
8	บ้านปากคลอง	แม่แรง/ไม้หมอนรถไฟ	-	เปลี่ยนเสา	-	-	-	-
9	บ้านปากคลอง	แม่แรงแบบมือหมุน	-	เปลี่ยนเสา	-	-	-	-
10	บ้านปากคลอง	แม่แรง/ไม้หมอนรถไฟ	รอกสามขา	เปลี่ยนเสา	ตัดต่อ เสา	1	โคนเสา	1
11	ศรีสุนทร	แม่แรงแบบมือหมุน	-	เปลี่ยนเสา เฉพาะที่ผู้	-	-	-	-
12	ศรีสุนทร	แม่แรงแบบมือหมุน	-	เปลี่ยนเสา เฉพาะที่ผู้	-	-	-	-
13	บ้านเหนือ	รอกสามขา/แม่แรงแบบมือ หมุน	-	เปลี่ยนเสา	-	-	-	-
14	บ้านเหนือ	รอกสามขา/แม่แรงแบบมือ หมุน	-	เปลี่ยนเสา	-	-	-	-
15	บ้านเหนือ	รอกสามขา	-	ตัดต่อเสา	-	1	โคนเสา	1

1) การเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ทำเสาให้มีความแข็งแรงหรือมีโมดูลัสยืดหยุ่นสูงขึ้น การเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ทำเสาให้มีความแข็งแรงหรือมีโมดูลัสยืดหยุ่นสูงขึ้น ช่างรับเหมาติดบ้านได้มีวิธีการจัดการกับเสาบาน 2 แนวทาง ได้แก่ (1) การเปลี่ยนเสาจากเสาไม้สูง 2.5 เมตร เป็นเสาคอนกรีตสำเร็จรูปสูง 3.5 เมตร ขนาดหน้าตัดสี่เหลี่ยมจัตุรัสกว้าง 7-8 นิ้ว และ (2) การตัดต่อเสาจากเดิมซึ่งมีความสูงประมาณ 3.5 เมตรจนกลายเป็นเสาที่สูง 4.5-5.5 เมตร แต่ขนาดหน้าตัดไม่เปลี่ยนแปลง จากความสูงของเสาและขนาดหน้าตัดของเสาหลังจากการติดบ้านดังกล่าว ทำให้เสาที่ยาวขึ้นของบ้านนั้นมีอัตราส่วนความแข็งแรงตึงเพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 10-15 เท่า เพิ่มขึ้น 20-30 เท่า และเสายังมีกำลังรับน้ำหนักได้น้อยลงตามทฤษฎีการรับน้ำหนักของเสาที่กล่าวมาแล้ว การเปลี่ยนวัสดุจากเสาไม้เป็นเสาคอนกรีตยังสามารถทำให้โมดูลัสยืดหยุ่น (E) เพิ่มขึ้นด้วย เนื่องจากโมดูลัสยืดหยุ่นของไม้มีค่าประมาณ 78,900 – 189,000 kg/cm²

[มนัส อนุศิริ, 2549] ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ ในขณะที่โมดูลัสยืดหยุ่นของคอนกรีตมีค่า ประมาณ $230,000 \text{ kg/cm}^2$ [ไพบูลย์ ปัญญาอะโป, 2545]

อย่างไรก็ตามจากการสัมภาษณ์เจ้าของบ้านทำให้ทราบว่า เหตุผลที่แท้จริงในการเปลี่ยนเสาจากไม้เป็นคอนกรีตนั้น มาจากการผุของไม้มากกว่าการรับน้ำหนัก ทำให้สามารถสรุปได้ว่า ช่วงรับเหมาติดบ้านไม่ได้คำนึงหรืออาจไม่ทราบว่าการทำให้เสายาวขึ้น จะทำให้ความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาลดลง

2) การเพิ่มขนาดหน้าตัดของเสาและการถมดินเพื่อลดความชะลุดของเสา

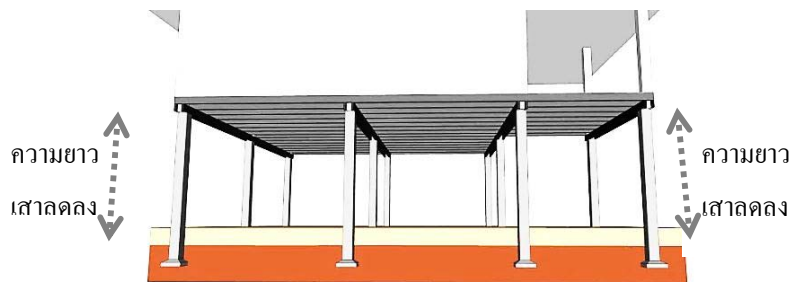
จากการเก็บข้อมูลพบว่า ช่วงรับเหมาติดบ้านมีวิธีการลดความชะลุดของเสา ดังนี้

2.1) การเพิ่มขนาดหน้าตัดของเสา

การเพิ่มขนาดหน้าตัดของเสาช่วงทำการเพิ่มขนาดในขั้นตอนการเปลี่ยนเสาจากเสาไม้เป็นคอนกรีต มีการเพิ่มขนาดหน้าตัดให้ใหญ่ขึ้น ส่วนมากจากเดิม 5-7 นิ้ว เป็น 7-8 นิ้ว ซึ่งการเพิ่มขนาดหน้าตัดของเสานี้สอดคล้องกับทฤษฎีที่กล่าวไว้จะทำให้กำลังรับน้ำหนักของ เสาเพิ่มขึ้นเพราะว่าโมเมนต์ความเฉื่อยของหน้าตัดเพิ่มขึ้น และลดความชะลุดของเสา

2.2) การถมดิน

การถมดินเพื่อลดความชะลุด พบว่า บ้านทุกหลังมีการถมดินอัดบริเวณโคนเสา สอดคล้องกับทฤษฎีเรื่องความยาวประสิทธิผลของเสา ยาว คือ การอัดดินบริเวณโคนเสาเป็นการทำให้เสามีความยาวลดลงด้านหนึ่งใกล้เคียงกับลักษณะการยึดแน่น (Fixed) เมื่อความยาว ประสิทธิภาพลดลงจะทำให้เสามีกำลังรับน้ำหนักมากขึ้นและการโยกตัวมีน้อยลง ดังภาพตัวอย่างที่ 2



ภาพ 4 ตัวอย่างการถมดินเพื่อลดความยาวของเสา

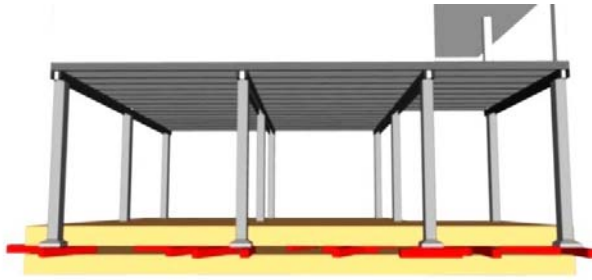
ที่มา : ธนกฤต จันทรบรรจง

3) ปรับสภาพโคนเสาให้มีมากขึ้นการยึดแน่น

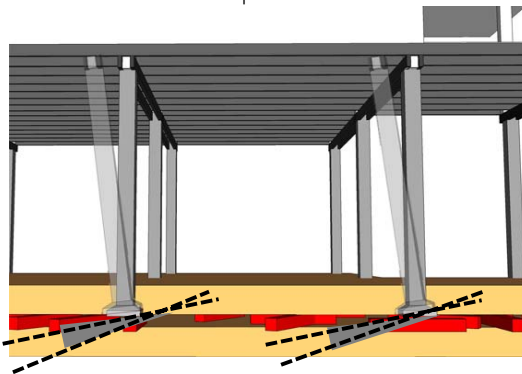
การปรับเงื่อนไขการยึดแน่นบริเวณโคนเสา พบว่า มีการปรับเงื่อนไขในการยึดแน่นบริเวณโคนเสา 3 ลักษณะ ดังนี้

3.1) ใช้เสาคอนกรีตรองรับฐานราก

การใช้เสาคอนกรีตรองรับฐานรากเป็นการนำเสาคอนกรีตเข้ามาช่วยต้านทานในการรับแรงกดและแรงที่กระทำในแนวราบบริเวณฐานรากของเสา ซึ่งคุณสมบัติของเสาคอนกรีตสามารถรับแรงได้ดีกว่าการถมดินเพียงอย่างเดียว อย่างไรก็ตามผู้วิจัย เห็นว่าวิธีนี้ไม่ได้ช่วยลดการโยกตัวของบ้านได้มากนัก เนื่องจากเสาคอนกรีตที่รองรับฐานเสาอยู่นั้นวางอยู่บนดินเช่นกันซึ่งเมื่อมีแรง กระทำเสาคอนกรีต อาจจมลงในดิน ทำให้เสาทรุดตัวหรือเอียงดังตัวอย่างภาพที่ 3 และ 4 การที่ฐานเสาคอนกรีตสำเร็จรูปมักจะมี ขนาดไม่กว้างนัก จะทำให้ฐานเสาที่วางบนดินมีลักษณะการรองรับเสานั้นเป็นแบบจุดหมุน (Pinned) ดังนั้น ช่วงจึงมักจะใช้วิธีการอื่น ช่วย เช่นถมดินและบดอัดดินให้แน่น เพื่อให้มีสภาพเป็นจุดรองรับเสาแบบยึดแน่นดังกล่าวไว้แล้วใน 2.1)



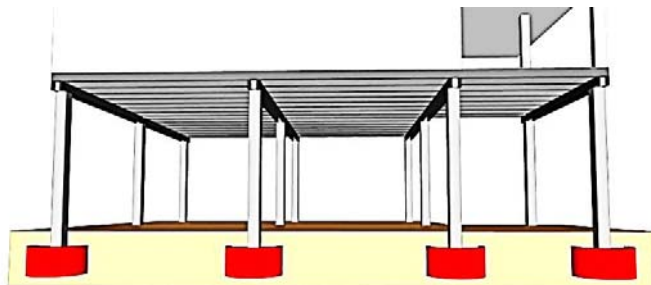
ภาพ 5 ตัวอย่างการใช้เสาคอนกรีตรองรับฐานราก
ที่มา : ธนฤต จันทร์บรรจง



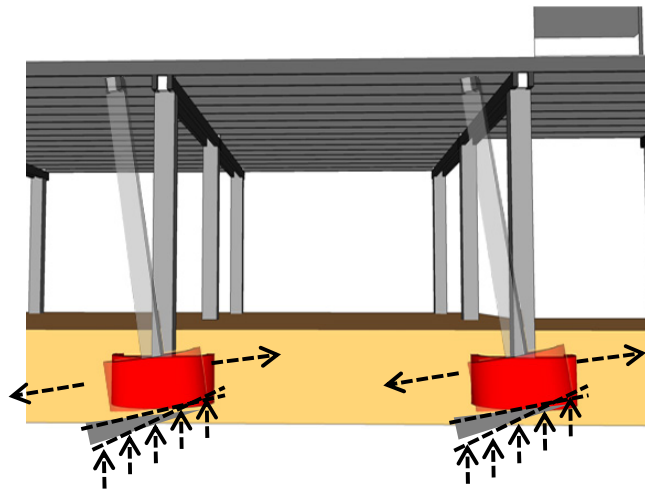
ภาพ 6 ตัวอย่างการรับแรงในขณะเสาโยกของวิธีใช้เสาคอนกรีตรองรับฐานราก
ที่มา : ธนฤต จันทร์บรรจง

3.2) ใช้วงบ่อคอนกรีตสำเร็จรูปเสริมฐานราก

ใช้วงบ่อคอนกรีตสำเร็จรูปขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 เมตร เสริมฐานรากเป็นการขยายฐานรากให้กว้างขึ้น สามารถรับแรงกดและแรงที่กระทำในแนวราบได้มากขึ้น เนื่องจากวงบ่อคอนกรีตสำเร็จมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 เมตร ทำให้ลักษณะของฐานรากมีความกว้างขึ้น ส่งผลให้มีแรงปฏิกิริยาจากดินใต้ฐานรากมากขึ้น โดยมีการเทคอนกรีตให้เต็มในวงบ่อเพื่อรัดโคนเสา ดังนั้นวิธีนี้จะให้ลักษณะการรองรับเสาใกล้เคียงกับลักษณะการยึดแน่น (fixed) ในทฤษฎีเรื่องความยาวประสิทธิผลของเสา ที่ส่งผลให้ค่าของความยาวประสิทธิผลเท่ากับหรือใกล้เคียงกับ 0.7 ($K = 0.7$) ที่มีความสมบูรณ์กว่าการใช้ฐานรากเดิม เมื่อมีแรงโยกในแนวราบมากระทำต่อบ้านจะมีแรงต้านจากดินกระทำกับฐานที่กว้างขึ้นช่วยให้ลดการโยกได้ ดังตัวอย่างภาพที่ 5 และ 6



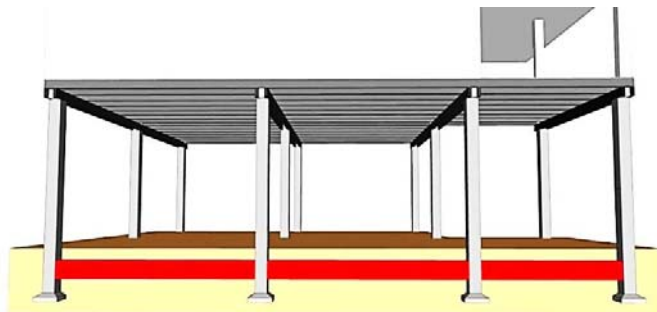
ภาพ 7 ตัวอย่างวิธีการใช้วงบ่อคอนกรีตสำเร็จรูปเสริมฐานราก
ที่มา : ธนฤต จันทร์บรรจง



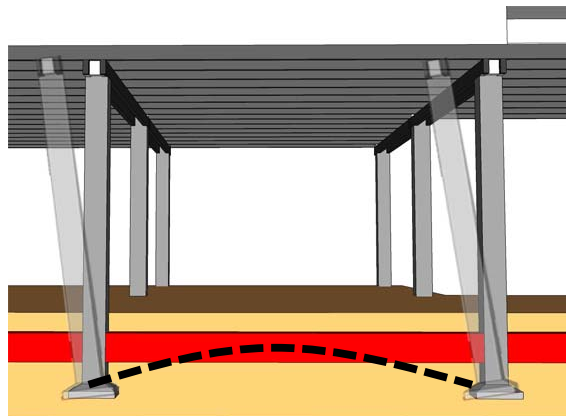
ภาพ 8 ตัวอย่างการรับแรงในขณะเสายึดของวิธีการใช้วงบ่อคอนกรีตสำเร็จรูปเสริมฐานราก
ที่มา : ธนกฤต จันท์บรรจง

3.3) เสริมคานคอดิน

การเสริมคานคอดิน เป็นการใช้คานคอดินช่วยพยุงหรือเหนี่ยวรั้งระหว่างเสาแต่ละต้นของบ้านไว้เมื่อมีแรงในแนวราบมากระทำกับเสา คานคอดินที่มีขนาดลึกกว่าเสาจะสามารถช่วยเสารับโมเมนต์ดัดจากเสาไว้ในกรณีที่เสายึดตัวบ้านจึงมีการขยับหรือโยกได้น้อยมาก ดังตัวอย่างภาพ 7 และ 8



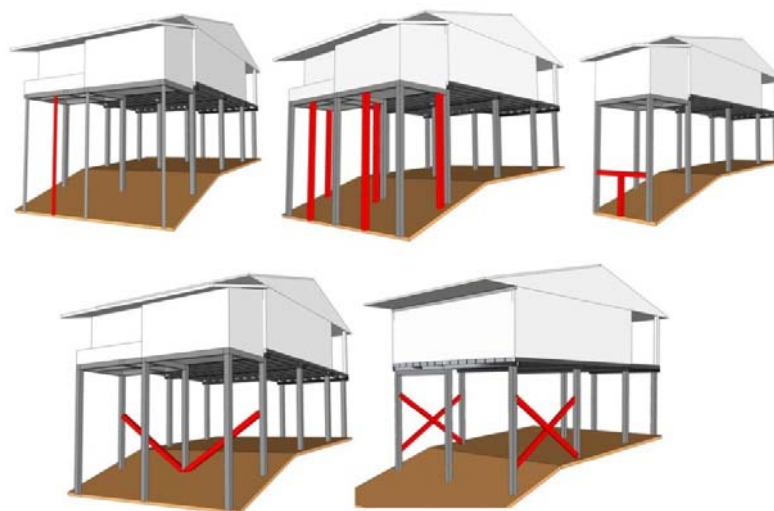
ภาพ 9 ตัวอย่างการเสริมคานคอดิน
ที่มา : ธนกฤต จันท์บรรจง



ภาพ 10 ตัวอย่างการรับแรงในขณะเสาโยกของวิธีการเสริมคานคอดิน
ที่มา : ธนกฤต จันทร์บรรจง

4) เสริมจุดยึดรั้งหรือค้ำยันเพื่อลดระยะการโก่งตัวของเสา

การเสริมจุดยึดรั้งหรือค้ำยันเพื่อลดความสูงนั้นพบว่า ทำการค้ำยันบริเวณช่วงเสาที่มีความสูงมากเพื่อเสริมความแข็งแรงและลดความสูงของเสา ซึ่งวิธีการค้ำยันนี้สอดคล้องกับทฤษฎีเรื่องการเพิ่มความแข็งแรง (Stiffness) ของเสาในทิศทางการ ค้ำยัน (Bracing) เพื่อที่จะลดความยาวของเสา และเมื่อความยาวประสิทธิผลของเสาลดลงทำให้เสามีความสามารถในการรับน้ำหนักเพิ่มขึ้นด้วย อย่างไรก็ตามในการค้ำยันจำเป็นต้องค้ำยันในตำแหน่งที่เหมาะสมจึงจะเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ทิศทางการค้ำยันที่พบมี 6 ทิศทาง ดังตัวอย่างภาพที่ 9



ภาพ 11 ตัวอย่างการค้ำยัน (Bracing)
ที่มา : ธนกฤต จันทร์บรรจง

ข้อเสนอแนะในการเสริมความแข็งแรงของเสา

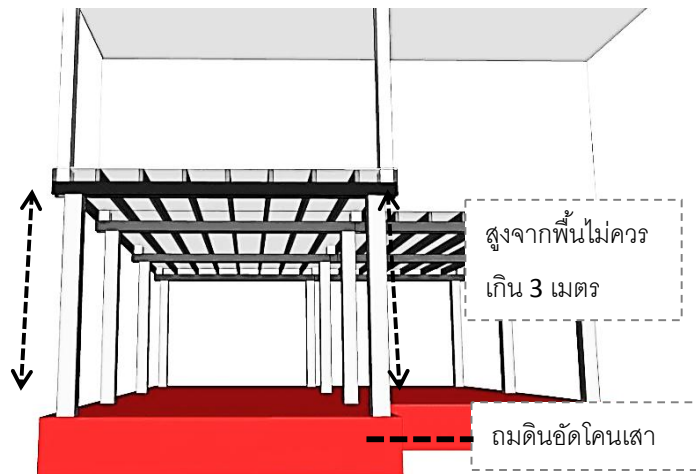
จากการศึกษาวิธีการของช่างตีบ้านดังกล่าวข้างต้น เมื่อผนวกกับการศึกษาทฤษฎีทางวัสดุและโครงสร้างอาคาร สามารถสรุปเป็นคำแนะนำในการปฏิบัติเพื่อให้ได้ผลดีที่สุด โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงเทคนิควิธีการปฏิบัติของช่างชาวบ้าน ได้ดังต่อไปนี้

1) ใช้เสาคอนกรีตสำเร็จรูปแทนที่เสาไม้ ใช้เสาคอนกรีตสำเร็จรูปแทนที่เสาไม้โดยเปลี่ยนจากเสาไม้ขนาดหน้าตัด 6-7 นิ้ว เป็นเสาคอนกรีตสำเร็จรูปและเพิ่มขนาดหน้าตัดเป็นขนาดหน้าตัด 7-8 นิ้ว เหมาะสมกับบ้านทุกหลังที่จะทำการตีบ้านนอกจากจะทำให้ได้เสาที่มีความแข็ง (Stiffness) สูงขึ้นแล้ว ยังช่วยแก้ปัญหาเสาไม้ผุเนื่องจากน้ำขึ้น-ลง ได้อีกด้วย

2) ลดความขรุขระหรือลดระยะโก่งของเสา ในการลดการโก่งของเสา ควรทำผสมผสานกันทั้ง 2 วิธี ดังต่อไปนี้

2.1) การถมดิน

การถมดินเพื่อลดความสูงนั้นเหมาะกับบ้านทุกหลัง เนื่องจากสอดคล้องกับทฤษฎีเรื่องความยาวประสิทธิผลของเสายาว คือ การอัดดินบริเวณโคนเสาเป็นการทำให้เสามีความยาวลดลงเมื่อความยาวประสิทธิผลลดลงจะทำให้เสามีกำลังรับน้ำหนักมากขึ้นและการโยกตัวมีน้อยลง ในกรณีที่เสามีหน้าตัด 8 นิ้ว หรือ 20x20 เซนติเมตร ให้ความขรุขระเป็น 15 เท่าของหน้าตัดเสา โดยให้ระยะความสูงจากพื้นดินที่ถมแล้วถึงพื้นตัวบ้านไม่ควรเกิน 3 เมตร โดยที่การถมดินนั้นไม่ควรจะถมจนหนาเกิน 1 เมตร เนื่องจากเปลืองค่าดินถมและบดอัด

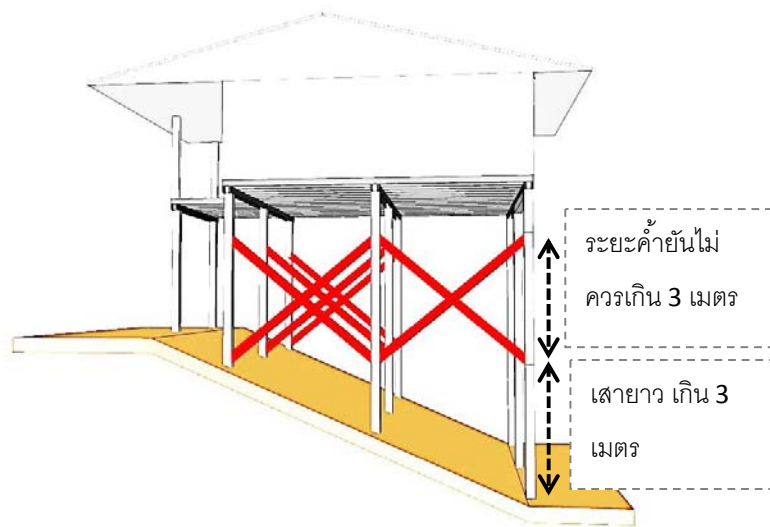


ภาพ 12 ตัวอย่างการถมดินลดความยาวเสา

ที่มา : ชนกฤต จันทรบรรจง

2.2) การค้ำยัน

การค้ำยันเพื่อลดความสูงนั้นเหมาะกับเสายาวมาก ๆ เกิน 4 เมตร เนื่องจากหากใช้ดินถมจะสิ้นเปลืองดินมาก การค้ำยันจะช่วยให้ความยาวที่เสาจะเกิดการโก่งลดลง โดยจุดที่ค้ำยันไม่ควรห่างกันเกิน 3.00 เมตร เพื่อให้ความขรุขระของเสายังคงต่ำดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 11



ภาพ 13 ตัวอย่างการค้ำยัน
ที่มา : ชนกฤต จันทบรรจง

3) ยึดฐานเสาให้แน่น

การยึดฐานเสาให้แน่นมี 2 แนวทางได้แก่

3.1) ใช้วงบ่อซีเมนต์สำเร็จรูปเสริมฐานราก (ภาพที่ 12)

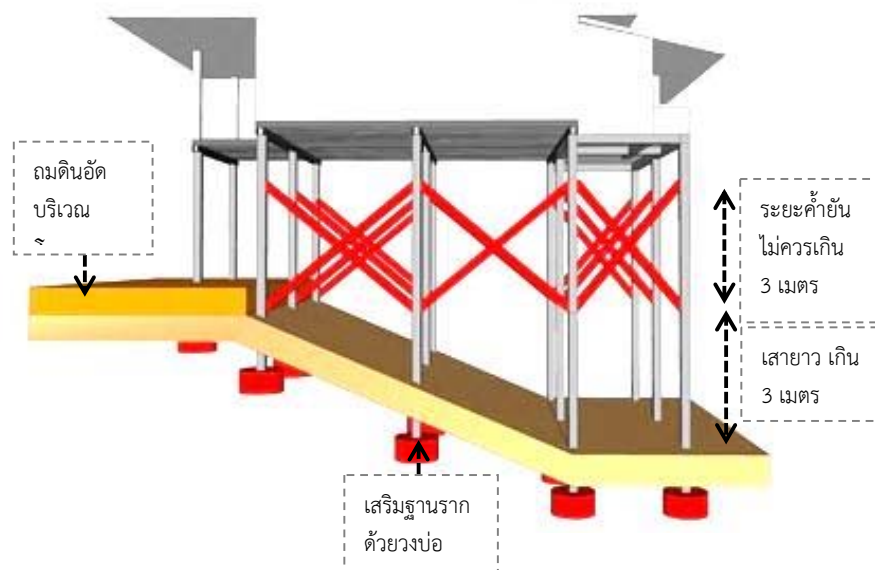
ใช้วงบ่อซีเมนต์สำเร็จรูป เหมาะสมกับบ้านที่มีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก และมีดินอ่อน เนื่องจากการใช้วงบ่อซีเมนต์สำเร็จรูปเสริมฐานรากเป็นการขยายฐานรากให้กว้างขึ้นและทำให้ฐานรากยึดแน่นสามารถรับแรงกดและแรงที่กระทำในแนวราบได้มากขึ้นอีกด้วย

3.2) เสริมคานคอดิน

การเสริมคานคอดิน เหมาะสมกับบ้านที่มีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก และมีดินอ่อน เนื่องจากการใช้คานคอดินช่วยพยุงหรือเหนี่ยวรั้งระหว่างเสาแต่ละต้นของบ้านไว้เมื่อมีแรงในแนวราบมากกระทำกับเสา คานคอดินที่มีขนาดเล็กกว่าเสาจะสามารถรับแรงดัดในแต่ละช่วงเสาไว้ ทำให้มีการรับแรงในแนวราบได้มากตัวบ้านจึงมีการขยับหรือโยกได้น้อยมาก

บทสรุปและข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไป

จากการศึกษาเทคนิคและวิธีการลดความขรุขระและเสริมความแข็งแรงของเสา สามารถสรุปได้ว่า เสาควรเปลี่ยนวัสดุเป็นเสาคอนกรีตสำเร็จรูป ขนาดหน้าตัด 8 นิ้ว หรือ 20x20 เซนติเมตร เป็นอย่างน้อย ฐานรากควรเสริมด้วยวงบ่อคอนกรีตสำเร็จรูป ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.8 เมตร ขึ้นไป ควรมีการถมดินบริเวณโคนเสาในพื้นที่ที่มีความชันไม่มากเพื่อลดความยาวของเสาให้มีความสูงจากพื้นดินถึงพื้นตัวบ้านไม่เกิน 3 เมตร สำหรับเสาอื่นๆที่มีความยาวเกิน 3 เมตร ควรมีการค้ำยันและระยะของการค้ำยันไม่ควรเกิน 3 เมตร (ดังภาพที่ 12) นอกจากคำแนะนำดังกล่าวข้างต้นแล้ว เจ้าของบ้านควรขอคำปรึกษาจากวิศวกรโครงสร้าง หรือทางราชการหรือองค์การปกครองส่วนท้องถิ่นจะให้ความช่วยเหลือด้วยการให้วิศวกรโครงสร้างเข้าไปช่วยตรวจสอบหรือให้คำแนะนำข้างต้นด้วย ก็จะเป็นการสร้างความมั่นคงของตัวบ้านได้ดียิ่งขึ้น และข้อเสนอแนะในการศึกษาครั้งต่อไปผู้ที่สนใจควรศึกษาความแข็งแรงของเสาเรือนที่ถูกต่อเพื่อให้สูงขึ้นในเชิงของวิศวกรรมต่อไป



ภาพ 14 ตัวอย่างการวิธีการลดความขรุขระและเสริมความแข็งแรงของบ้านยกใต้ถุนสูงมาก
ที่มา : ธนกฤต จันทร์บรรจง

เอกสารอ้างอิง

ชาญชัย จารุจินดา.(2542). การออกแบบโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก: โรงพิมพ์บุญเลิศการพิมพ์.

ชลธิ์ อัมมอดม.(2554).ระบบโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม:โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พิมพ์ครั้งที่ 4 .

ไพบุลย์ ปัญญาอะโป.(2545).การออกแบบอาคาร:สำนักพิมพ์ไลบรารี.

มนัส อนุศิริ.(2549).การออกแบบโครงสร้างไม้และเหล็ก:สำนักพิมพ์ ซีเอ็ดดูเคชั่น.

อุดมวิทย์ กาญจนวงศ์.(2547). กำลังวัสดุ:สำนักพิมพ์สกายบุ๊กส์.สื่ออิเล็กทรอนิกส์

เทพนาวิ สิทธิไกรพงษ์ และเทพนาวิ สิทธิไกรพงษ์.บริษัทช่างเทพรับตีดบ้าน.สืบค้นเมื่อ วันที่ 6 มีนาคม พ.ศ.2556.จาก : ข

<http://www.deedban.com>

สิทธิชัย แสงอาทิตย์.วิชาออนไลน์วิศวกรรมโครงสร้าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.สืบค้นเมื่อวันที่ 25 เมษายน พ.ศ.2557

จาก : http://eng.sut.ac.th/ce/index.php?option=com_content&view=article&id=140&Itemid=214&lang=th