KU
KASETSART
UNIVERSITY

คู่มือแนะนำ

การก่อสร้างบ้าน
บนพื้นที่ลาดชัน



ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ข้อแนะนำการก่อสร้างบ้านบนพื้นที่ลาดชัน

ที่มา

การก่อสร้างอาคารบนพื้นที่สูงหรือพื้นที่ลาดชัน ต้องตระหนักถึงความปลอดภัยให้มาก เนื่องจากพื้นที่ดังกล่าวมีลักษณะภูมิประเทศที่เอื้อต่อการเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติได้ง่ายไม่ว่าจะเป็น ภัยดินถล่ม น้ำป่าไหลหลาก แผ่นดินไหว หรือภัยอื่นๆ ซึ่งการก่อสร้างอาคารและการขุดดินหรือถมดินเพื่อการก่อสร้างบริเวณพื้นที่ลาดชันที่ไม่ถูกต้องหรือไม่เหมาะสมเมื่อเกิดภัยพิบัติขึ้น ณ เวลานั้นจะส่งผลกระทบต่อชีวิตและทรัพย์สินได้ไม่มากก็น้อย จึงควรต้องมีวิศวกรในการออกแบบและควบคุมงานให้ได้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานการก่อสร้างอาคาร แต่เนื่องจากประชาชนที่อาศัยอยู่บนพื้นที่สูงหรือพื้นที่ลาดชันอาจจะไม่มีงบประมาณในการจ้างวิศวกรหรืออาจจะหาวิศวกรในพื้นที่ลำบาก ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ จึงได้จัดทำคู่มือแนะนำการก่อสร้างอาคารบนพื้นที่ลาดชัน แบบง่ายๆ โดยกำหนดว่าสิ่งใดควรทำสิ่งใดไม่ควรทำ เพื่อเป็นข้อแนะนำให้ช่างชาวบ้านในท้องถิ่นสามารถนำไปปฏิบัติใช้ได้ในพื้นที่จริง

บทนำ

อาคารที่อยู่บนพื้นที่สูงหรือพื้นที่ลาดชัน มีโอกาสพิบัติได้ง่ายเพราะสภาพภูมิประเทศเอื้อต่อการเกิดภัยธรรมชาติ ซึ่งเมื่อเกิดการพิบัติขึ้นแล้วส่งผลกระทบก่อให้เกิดความเสียหายได้หลายระดับ ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เป็นตัวกระตุ้น รวมถึงมาตรการการป้องกันและลดผลกระทบ อย่างไรก็ตาม เมื่อมีข้อจำกัดในเรื่องพื้นที่อยู่อาศัยและพื้นที่ทำกิน ทำให้คนบางกลุ่มต้องเข้าไปอยู่ในพื้นที่ที่เสี่ยงต่อการเกิดดินถล่ม ทั้งที่ทราบว่าไม่ปลอดภัยและมีอันตรายอาจถึงชีวิต

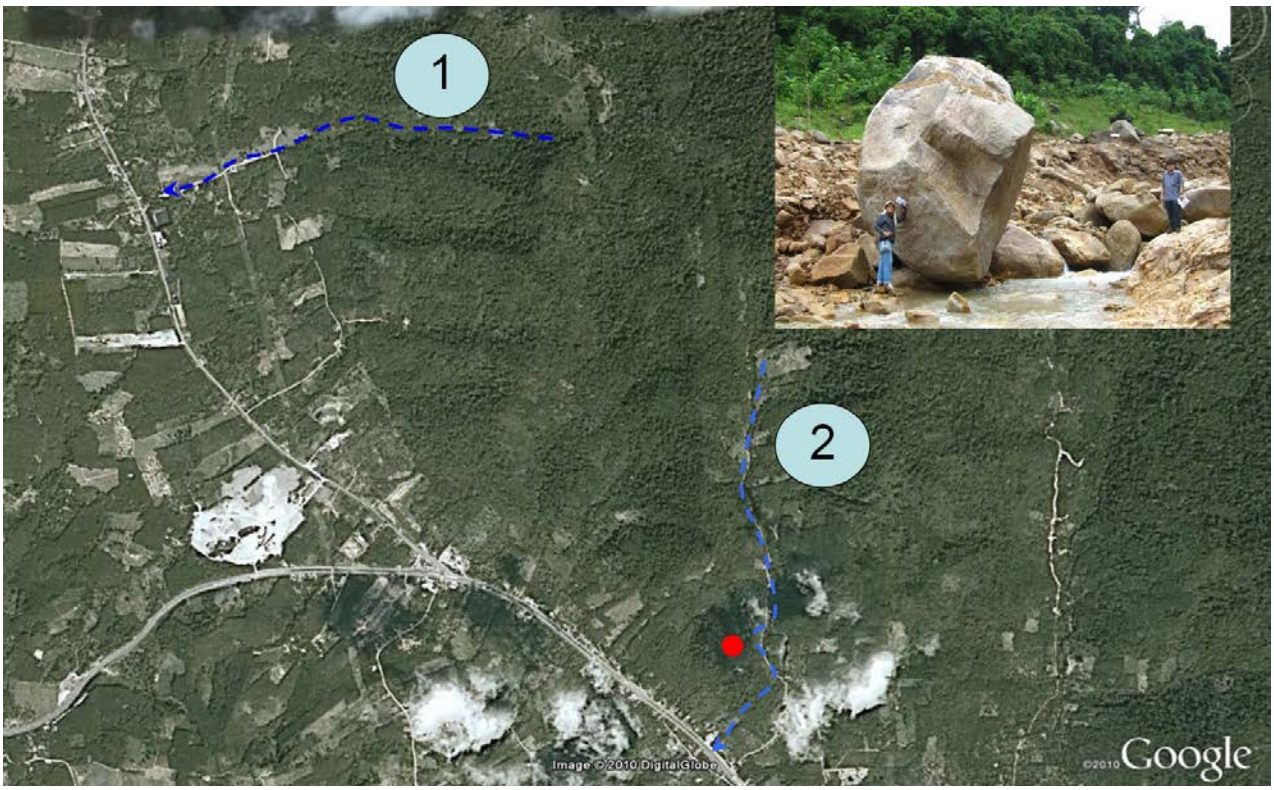
ตัวอย่างเหตุการณ์ที่เกิดการพิบัติที่เกิดขึ้นทั้งจากธรรมชาติและจากกิจกรรมที่มนุษย์ไปปรับเปลี่ยนสภาพภูมิประเทศส่งผลต่ออาคารบ้านเรือนและสาธารณูปโภคเกิดความเสียหาย

1. กรณีการพิบัติตามธรรมชาติ เช่น กรณีพื้นที่ลาดเขาที่เกิดฝนตกหนักหรือแผ่นดินไหวที่รุนแรง ซึ่งทำให้เกิดดินถล่มได้เป็นบริเวณกว้าง ส่งผลได้ทั้งในระดับจำกัด เช่น การเกิดดินถล่มไหลทับเส้นทางในพื้นที่ อ.ขนอม จ.นครศรีธรรมราช (รูปที่ 1) การเกิดดินถล่มบริเวณบ้านห้วยขาบ ม.7 ต.บ่อเกลือเหนือ อ.บ่อเกลือ จ.น่าน (28 ก.ค. 2561) (รูปที่ 2) ตัวอย่างอาคารเคลื่อนตัวต่อหลังจากเกิดแผ่นดินไหว ดินที่มีพฤติกรรมการคืบของดิน (Creep) และถนนมีรอยแตกแยก กรณีบริเวณพื้นที่บ้านดอยช้าง ต.วาวี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย (รูปที่ 3 และ 4) หรืออาจจะส่งผลกว้างขวางและรุนแรงมาก เช่น กรณีการเกิดดินถล่มที่ในหลายอำเภอของ จ.อุตรดิตถ์ (รูปที่ 5)

2. กรณีการพิบัติที่เกิดจากมนุษย์ไปทำการปรับเปลี่ยนสภาพพื้นที่ เช่น การตัดไหล่เขาเพื่อก่อสร้างถนนหรือก่อสร้างอาคาร การตัดไหล่เขาเพื่อนำดินและหินไปใช้ในการถมที่ หรือเป็นวัสดุก่อสร้าง หรือการปรับลาดชันโดยการถมดินบนพื้นที่ภูเขาหรือพื้นที่ลาดชัน ซึ่งกิจกรรมเหล่านี้ล้วนส่งผลให้ความปลอดภัยของลาดชันเปลี่ยนแปลงไปอย่างมาก ดังรูปที่ 6 ถึง 9

นอกจากนี้ในบางครั้งสามารถสังเกตพฤติกรรมบางอย่างของสภาพพื้นที่ทำให้ประเมินได้ว่าพื้นที่ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะเกิดภัยพิบัติได้ เช่น ต้นไม้เอียง แสดงว่าดินบริเวณนั้นอาจมีการเคลื่อนตัว (รูปที่ 10) หากจำเป็นต้องก่อสร้างอาคารบ้านเรือนใกล้บริเวณดังกล่าวต้องพิจารณาถึงการเคลื่อนตัวด้วย เป็นต้น





รูปที่ 1 ดินถล่มไหลปิดทับเส้นทางที่ อ.ขนอม จ.นครศรีธรรมราช
เนื่องจากฝนตกหนักเกินปกติ วันที่ 4 พ.ย. 2553



รูปที่ 2 ความเสียหายที่บ้านห้วยขาบ ม.7 ต.บ่อเกลือเหนือ อ.บ่อเกลือ จ.น่าน (ก.ค. 2561)

ตัวอย่าง อาคารเคลื่อนตัวต่อหลังจากเกิดแผ่นดินไหว/ อาคารเคลื่อนบนดินที่มีพฤติกรรมการคืบของดิน (Creep) : ID 26-2



อาคารมีการปรับปรุงซ่อมแซมทุกปี (ช่วงตรุษจีน) หลังจากเกิดเหตุการณ์แผ่นดินไหว

พื้นข้างในและนอกบ้านมีรอยแตกร้าว และทรุดตัว





ประตูเปิด-ปิดลำบากเนื่องจากพื้นทรุด

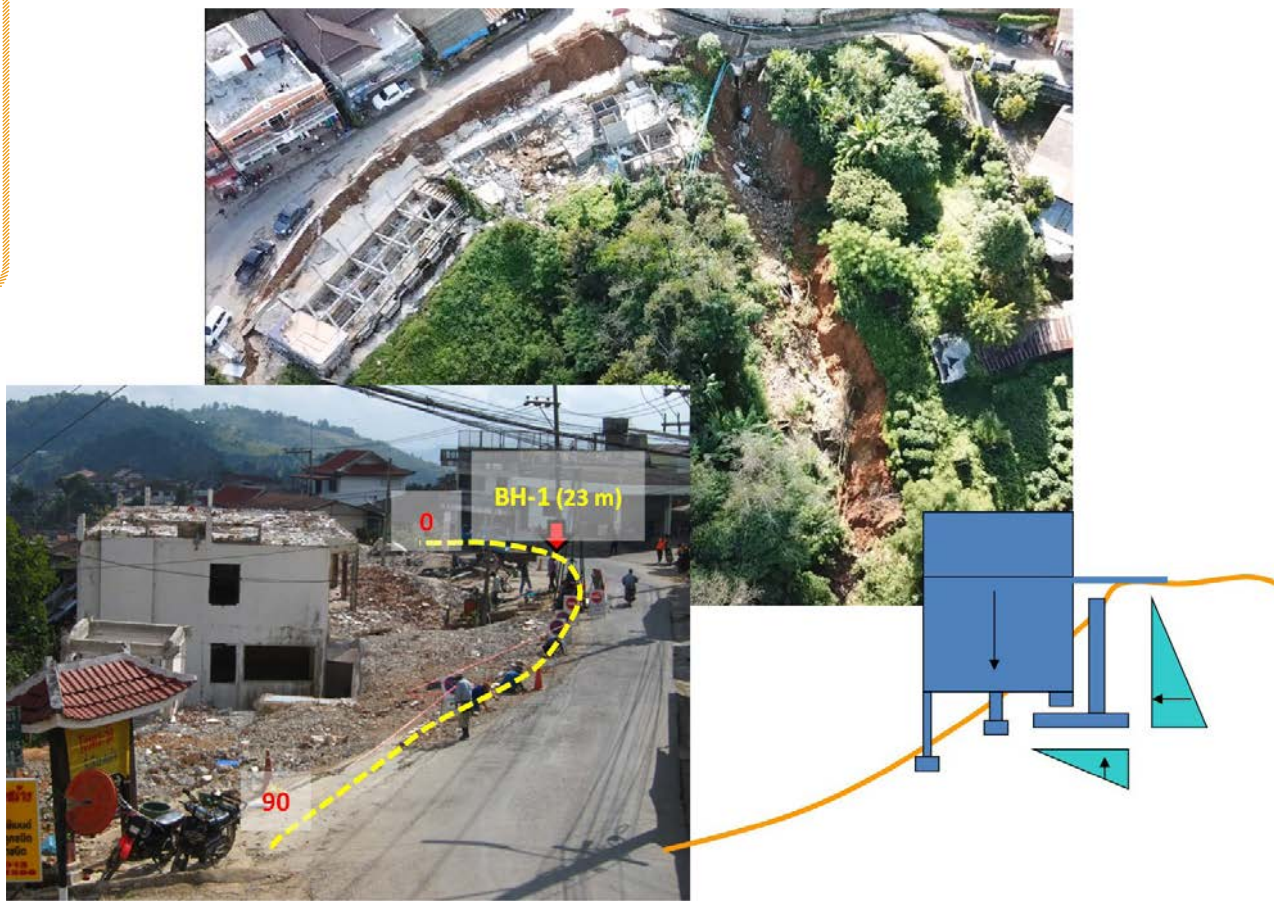
รูปที่ 3 อาคารพิบัติเนื่องจากเคลื่อนตัวของดินต่อเนื่องและเกิดแผ่นดินไหว กรณีบริเวณพื้นที่บ้านดอยช้าง ต.วาวี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย



รูปที่ 4 การเคลื่อนตัวของดินส่งผลให้ถนนมีรอยแยกและแตกร้าว กรณีบริเวณพื้นที่บ้านดอยช้าง ต.วาวี อ.แม่สรวย จ.เชียงราย



รูปที่ 5 ความเสียหายที่บ้านพามูบ อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์
จากเหตุการณ์ดินโคลนถล่ม พ.ศ. 2549
ที่มา: สุทธิศักดิ์ และคณะ (2555)



รูปที่ 6 การพิบัติของอาคารที่ก่อสร้างริมไหล่เขา ดอยแม่สลองนอก จ.เชียงราย
ที่มา: สุทธิศักดิ์และคณะ (2554), www.youtube.com/geotechnow



รูปที่ 7 การพิบัติของลาดดินตัดไหล่เขา รร.ตชด.บ้านเขาวัง ม.12
ต.หินตก อ.ร่อนพิบูลย์ จ.นครศรีธรรมราช



รูปที่ 8 การตัดไหล่เขาเพื่อก่อสร้างอาคารโรงเรียน ที่ อ.นบพิตำ จ.นครศรีธรรมราช
ที่มีการตัดไหล่เขาสูงชันเป็นอันตรายต่ออาคารเรียน



รูปที่ 9 ตัวอย่างอาคารที่ได้รับความเสียหายจากการตัดภูเขา



รูปที่ 10 การคืบของดินส่งผลให้ต้นไม้มีลักษณะการเอียงตัว
กรณีศึกษาการเคลื่อนตัวในพื้นที่ดอยตุง จ.เชียงราย

ที่มา : สุทธิศักดิ์และคณะ (2550)

รูปแบบการก่อสร้างบ้าน ที่เหมาะกับความลาดชันของพื้นที่

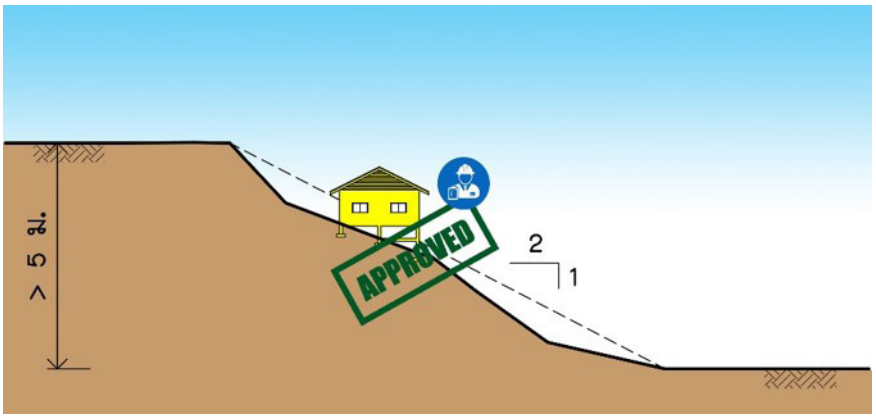
การก่อสร้างอาคารสำหรับพื้นที่ที่มีความชันมากกว่า 1:2 (ร้อยละ 50) และ มีความสูงลาดเขามากกว่า 5 เมตร

การก่อสร้างบริเวณลาดเชิงเขา

การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารทุกชนิดบริเวณลาดเชิงเขาที่มีความลาดชันมากกว่า 1:2 (ร้อยละ 50) และมีความสูงลาดชันมากกว่า 5 เมตร ต้องมีการจัดทำรายงานวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดชัน แล้วได้ผลวิเคราะห์เป็นไปตามเกณฑ์กำหนด รายละเอียดการจัดทำรายงานวิเคราะห์ความมั่นคง ให้ใช้ตาม*มาตรฐานประกอบการวิเคราะห์ความมั่นคงในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม (มยผ. 1916-62)* (รูปที่ 11)

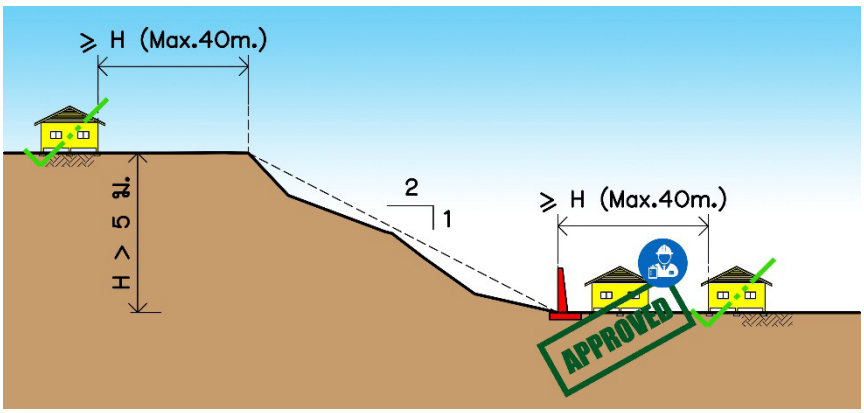
ระยะเว้นของการก่อสร้างบริเวณตีนลาดชัน หรือ ยอดลาดชัน

บริเวณลาดเชิงเขาที่มีความชันมากกว่า 1:2 (ร้อยละ 50) และมีความสูงลาดชันมากกว่า 5 เมตร การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารทุกชนิดบริเวณตีนลาดชันหรือยอดลาดชัน ต้องเว้นระยะห่างจากตีนลาดชันหรือยอดลาดชันมากกว่าความสูงของลาดชันนั้น แต่ไม่จำเป็นต้องมากกว่า 40 เมตร เว้นแต่จะได้มีการจัดการป้องกันการพังทลายของลาดชันหรือสิ่งปลูกสร้าง และจัดทำรายงานวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดชันแล้วได้ผลวิเคราะห์เป็นไปตามเกณฑ์ รายละเอียดการจัดทำรายงานวิเคราะห์ความมั่นคง ให้ใช้ตาม*มาตรฐานประกอบการวิเคราะห์ความมั่นคงในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม (มยผ. 1916-62)* (รูปที่ 12)



รูปที่ 11 การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารทุกชนิดบริเวณลาดเชิงเขาที่มีความลาดชันมากกว่า 1:2 (ร้อยละ 50) และมีความสูงลาดชันมากกว่า 5 เมตร

ที่มา: กรมโยธาธิการและผังเมือง (2562)

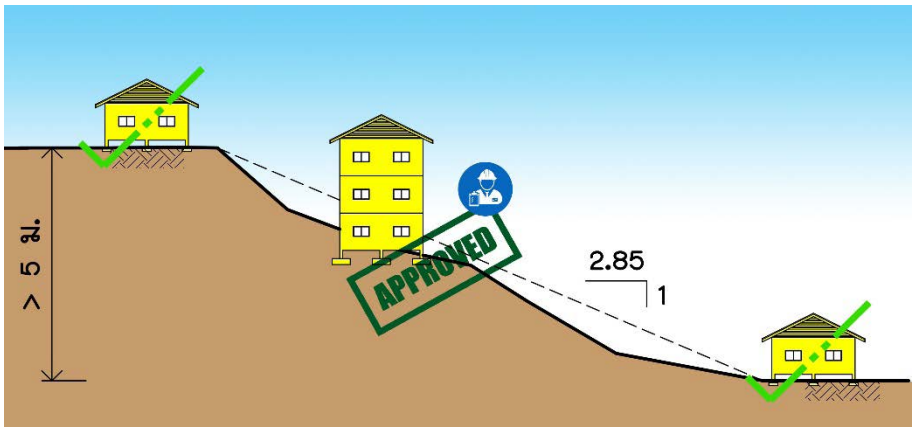


รูปที่ 12 ระยะเว้นของการก่อสร้างบริเวณตีนลาดชัน หรือ ยอดลาดชัน

ที่มา: กรมโยธาธิการและผังเมือง (2562)

การก่อสร้างอาคารสำหรับพื้นที่ที่มีความชันมากกว่า 1:2.85 (ร้อยละ 35) และมีความสูงลาดชันมากกว่า 5 เมตร

การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารทุกชนิดที่มีความสูงมากกว่า 2 ชั้น บริเวณลาดเชิงเขาที่มีความชันมากกว่า 1:2.85 (ร้อยละ 35) และมีความสูงลาดชันมากกว่า 5 เมตร ต้องมีการจัดทำรายงานวิเคราะห์ความมั่นคงของลาดชันแล้วได้ผลวิเคราะห์เป็นไปตามเกณฑ์กำหนด รายละเอียดการจัดทำรายงานวิเคราะห์ความมั่นคง ให้ใช้ตาม*มาตรฐานประกอบการวิเคราะห์ความมั่นคงในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม (มยผ. 1916-62)* (รูปที่ 13)



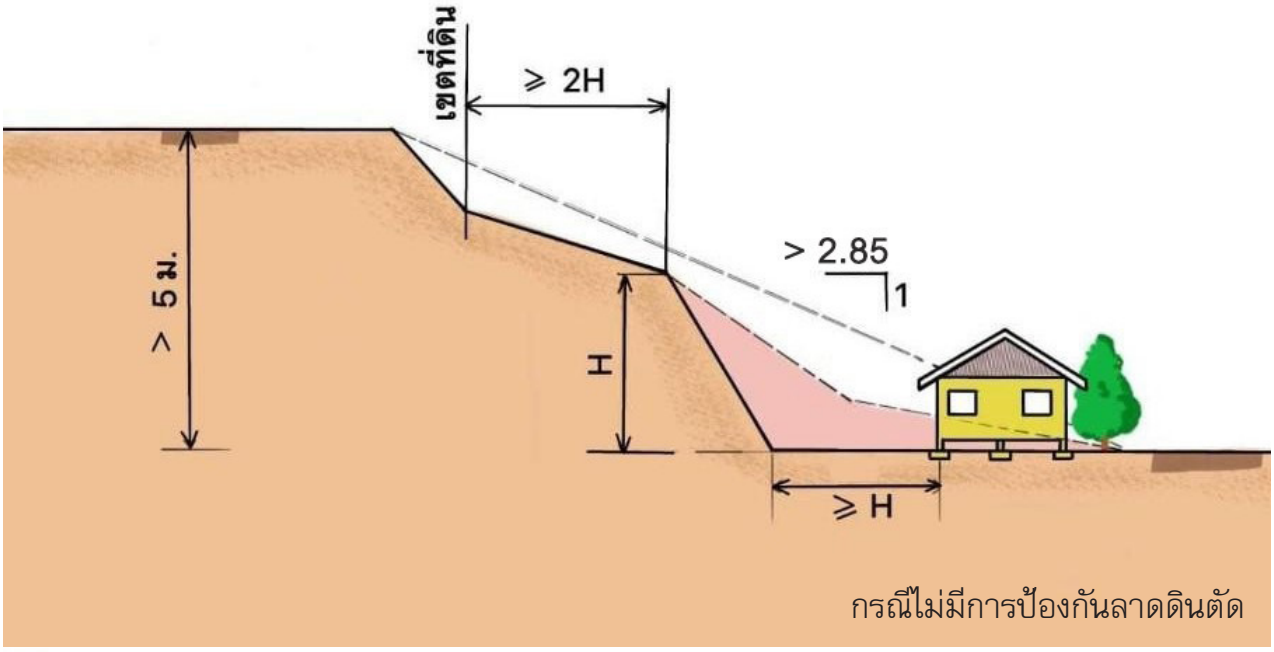
รูปที่ 13 การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารทุกชนิดที่มีความสูงมากกว่า 2 ชั้น บริเวณลาดเชิงเขาที่มีความชันมากกว่า 1:2.85 (ร้อยละ 35) และมีความสูงลาดชันมากกว่า 5 เมตร

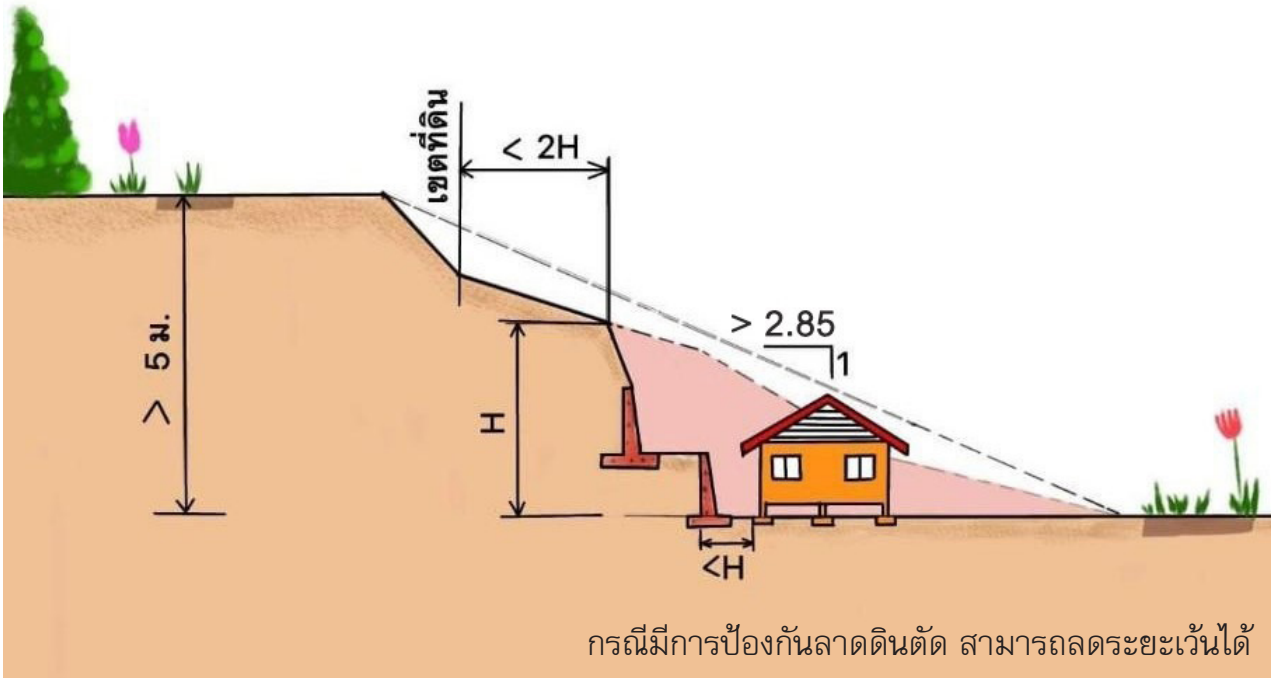
ที่มา: กรมโยธาธิการและผังเมือง (2562)

การขุดตัดดินและถมดินบริเวณพื้นที่ลาดชัน

พื้นที่ที่มีความชันมากกว่า 1:2.85 (ร้อยละ 35) หรือมีความสูงลาดเขามากกว่า 5 เมตร

สำหรับพื้นที่ที่มีความชันมากกว่า 1:2.85 (ร้อยละ 35) หรือมีความสูงลาดเขามากกว่า 5 เมตร ไม่ควรขุดตัดดิน แต่หากจำเป็น จะต้องมีการเว้นระยะเว้นที่เหมาะสม (อย่างน้อย 1 เท่าของความสูงลาดดินตัด) หรือมีโครงสร้างป้องกันการพังทลาย เช่น กำแพงกันดิน เป็นต้น (รูปที่ 14)

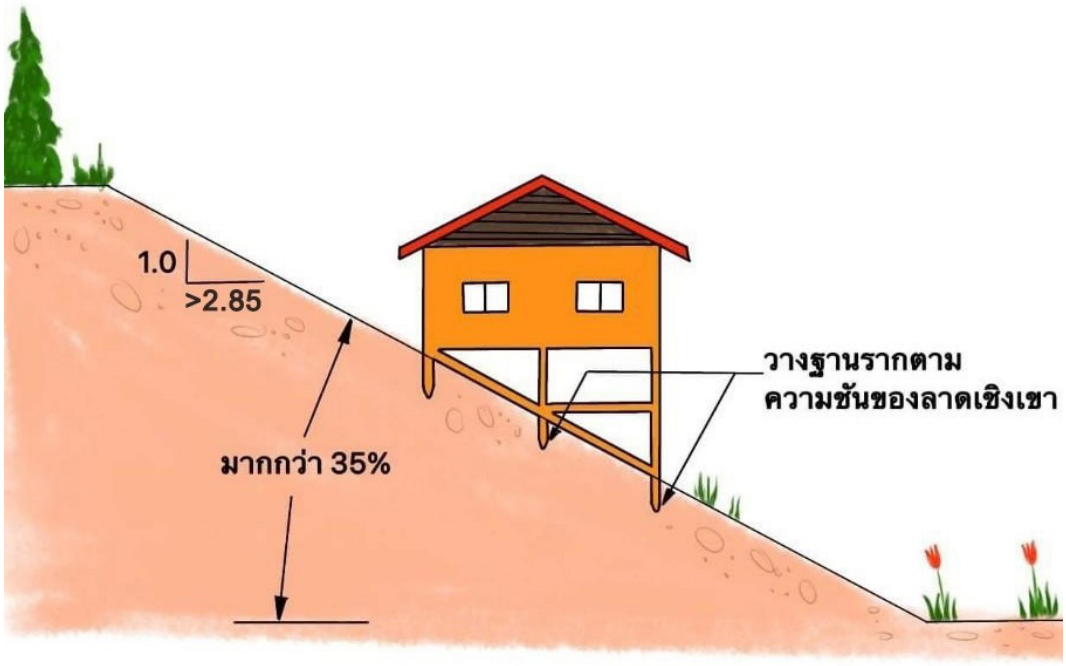




รูปที่ 14 การก่อสร้างบ้านบริเวณที่มีการขุดตัดดินเมื่อพื้นที่ลาดชันมากกว่า 1:2.85

ที่มา: กรมโยธาธิการและผังเมือง (2562)

เมื่อพื้นที่ลาดชันมากกว่า 1:2.85 (ร้อยละ 35) ควรวางฐานรากบ้านไปตามความชันของลาดเชิงเขา ไม่ควรปรับพื้นที่โดยการขุดดินหรือถมดิน (รูปที่ 15)

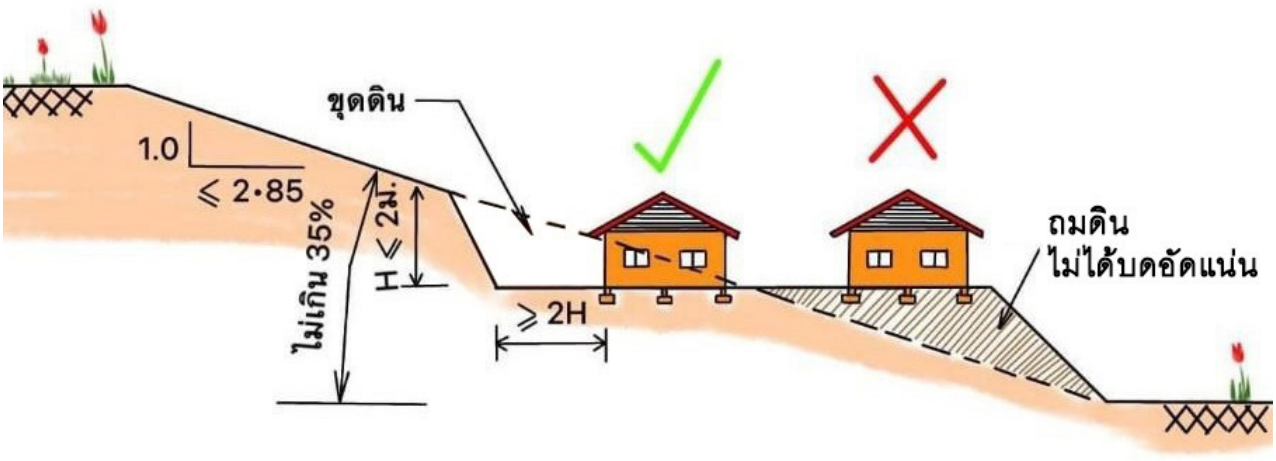


รูปที่ 15 การก่อสร้างบ้านเมื่อพื้นที่ลาดชันมากกว่า 1:2.85

ที่มา: มยผ.1918-62

พื้นที่ที่มีความชันไม่เกิน 1:2.85 (ร้อยละ 35)

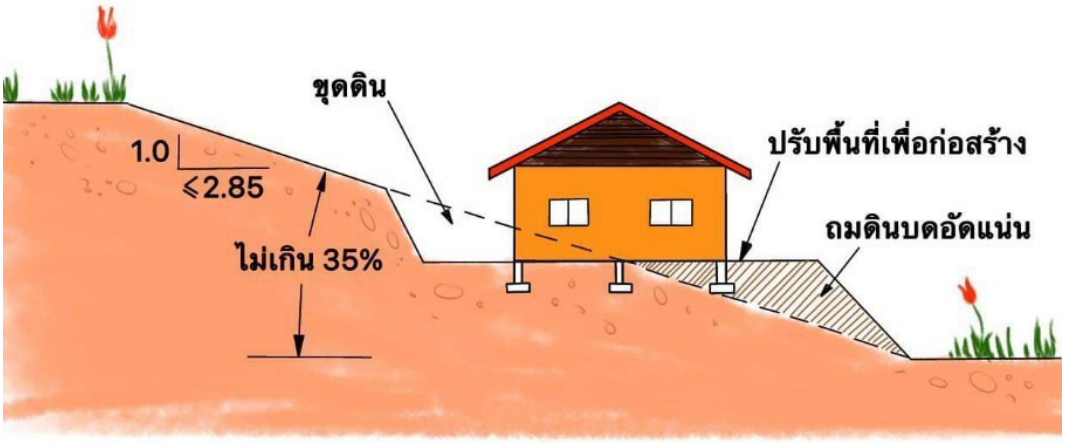
พื้นที่มีความชันไม่เกิน 1:2.85 (ร้อยละ 35) สามารถขุดหรือตัดดินที่ความสูงไม่เกิน 2 เมตร หากมีพื้นที่มากพอ ควรก่อสร้างอาคารบนพื้นที่ดินเดิมที่มั่นคง ไม่ควรก่อสร้างในพื้นที่ดินถมที่ไม่ได้บดอัด และควรเว้นระยะห่างจากลาดดินตัดอย่างน้อย 2 เท่าของความสูงที่ตัดดิน (รูปที่ 16)



รูปที่ 16 การก่อสร้างบ้านบริเวณที่มีการขุดตัดดินเมื่อพื้นที่ลาดชันไม่เกิน 1:2.85

ที่มา: มยผ.1918-62

พื้นที่ลาดชันไม่เกิน 1:2.85 (ร้อยละ 35) สามารถปรับพื้นที่เพื่อก่อสร้างบ้านบนลาดเชิงเขาโดยการขุดดินหรือถมดินได้ (รูปที่ 17)



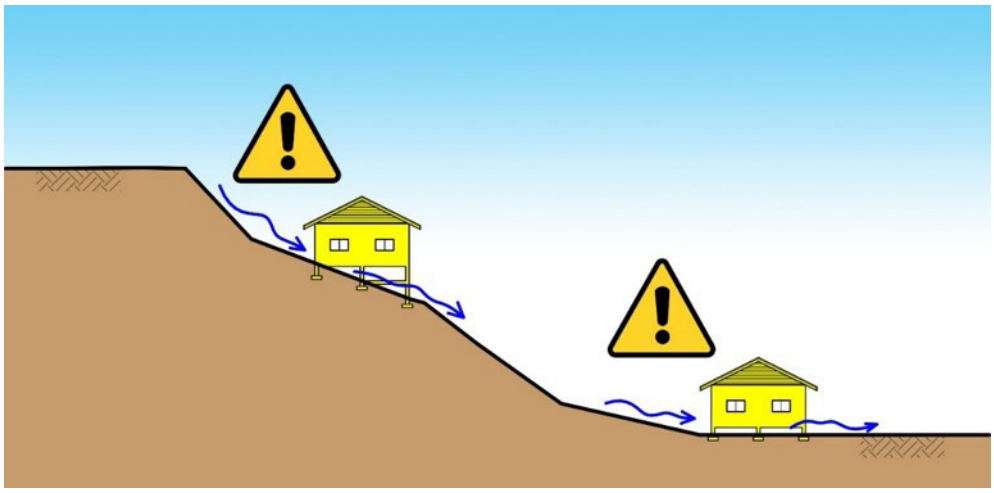
รูปที่ 17 การปรับพื้นที่ก่อสร้างบ้านเมื่อพื้นที่ลาดชันไม่เกิน 1:2.85

ที่มา: มยผ.1918-62



การก่อสร้างอาคารบริเวณพื้นที่ชุ่มน้ำ

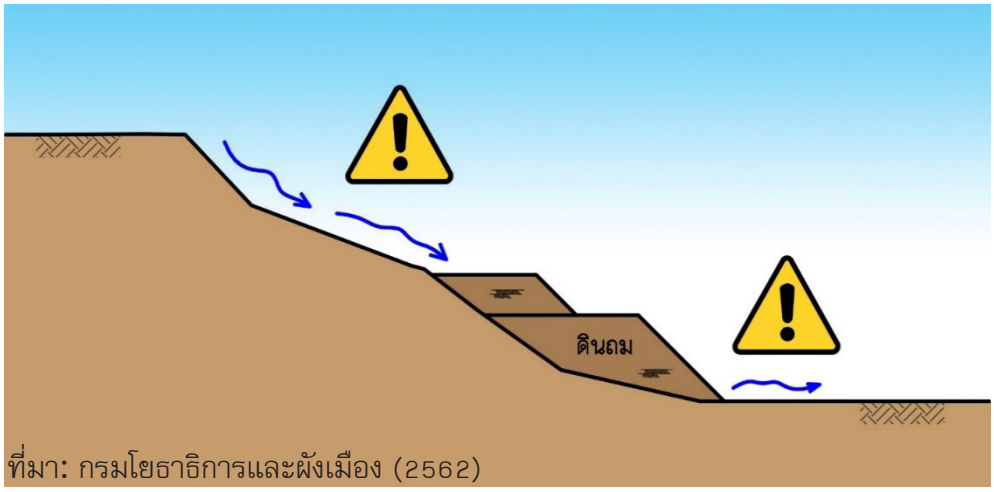
การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารทุกชนิดบริเวณลาดเชิงเขา ไม่ควรก่อสร้างอาคารทับพื้นที่ชุ่มน้ำหรือร่องระบายน้ำเดิม ต้องมีการตรวจสอบเส้นทางการไหลของน้ำ และต้องมีพื้นที่ว่างให้น้ำไหลผ่านได้อย่างเพียงพอ หรือต้องเตรียมระบบระบายน้ำให้เพียงพอที่จะไม่ก่อให้เกิดการพังทลายของลาดชันหรือสิ่งปลูกสร้างโดยรอบ *ตามมาตรฐานการระบายน้ำสำหรับงานถมดิน (มยผ. 1914-52)* (รูปที่ 18)



รูปที่ 18 การก่อสร้างหรือดัดแปลงอาคารทุกชนิดบริเวณลาดเชิงเขา ไม่ควรก่อสร้างอาคารทับพื้นที่ชุ่มน้ำหรือร่องระบายน้ำเดิม

ที่มา: กรมโยธาธิการและผังเมือง (2562)

การถมดินบริเวณลาดเชิงเขา ต้องตรวจสอบเส้นทางการไหลของแหล่งน้ำสาธารณะในบริเวณพื้นที่การถมดิน และต้องมีพื้นที่ว่างให้น้ำไหลผ่านได้อย่างเพียงพอ หรือต้องเตรียมระบบระบายน้ำให้เพียงพอที่จะไม่ก่อให้เกิดน้ำท่วมในพื้นที่ข้างเคียง รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดการกัดเซาะถนน ท่อระบายน้ำ บ่อน้ำ หรือโครงสร้างในบริเวณข้างเคียง *ตามมาตรฐานการระบายน้ำสำหรับงานถมดิน (มยผ. 1914-52)* (รูปที่ 19)

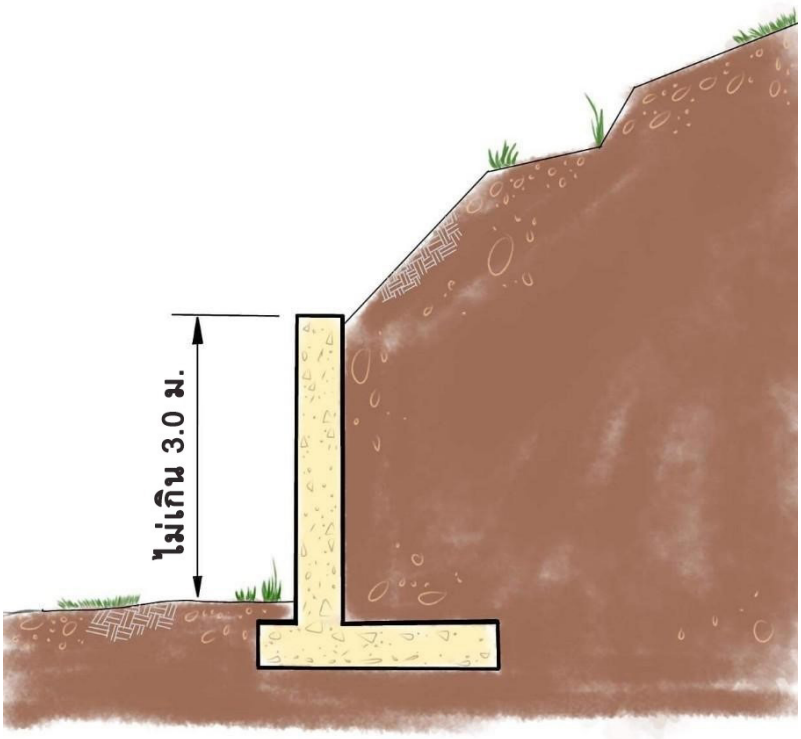


ที่มา: กรมโยธาธิการและผังเมือง (2562)

รูปที่ 19 การถมดินบริเวณลาดเชิงเขา

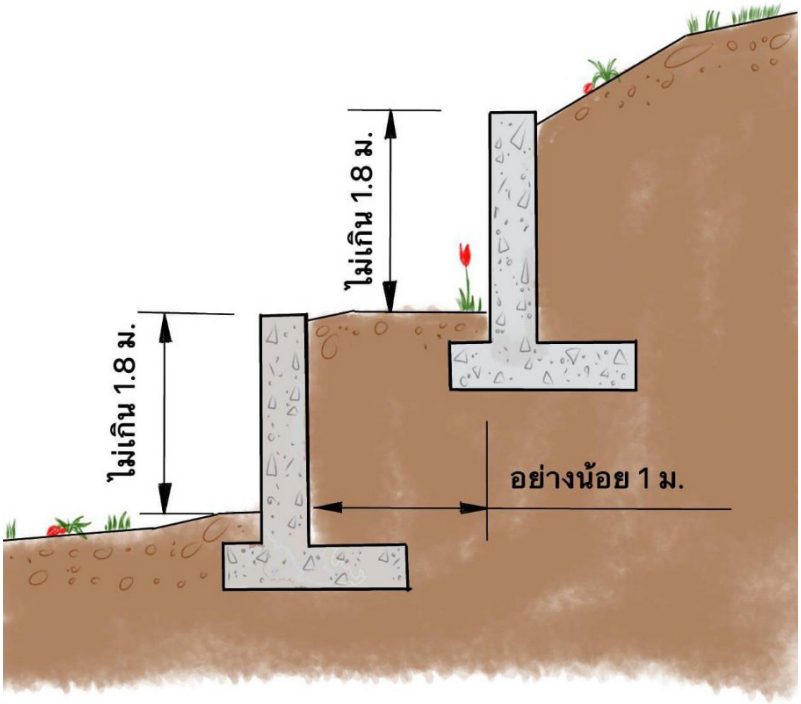
การก่อสร้างกำแพงกันดิน

กำแพงกันดินถูกสร้างเพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวของดิน การขุดดินหรือถมดินสูงมากกว่า 2 เมตร และไม่สามารถปรับพื้นที่แบบลาดเอียงได้ จำเป็นต้องใช้กำแพงกันดินเพื่อป้องกันการพังทลาย



เมื่อระยะป้องกันดินสูงไม่เกิน 3 เมตร ให้ใช้กำแพงกันดินแบบเดี่ยว (รูปที่ 20) หากมีข้อจำกัดด้านพื้นที่และต้องการก่อสร้างกำแพงสูงมากกว่า 3 เมตร ต้องมีการคำนวณออกแบบที่เหมาะสม

รูปที่ 20 กำแพงกันดินแบบเดี่ยว



เมื่อระยะป้องกันดินสูงมากกว่า 3 เมตร ให้ใช้กำแพงกันดินแบบขั้น โดยมีความสูงไม่เกิน 1.8 เมตร/กำแพง (รูปที่ 21)

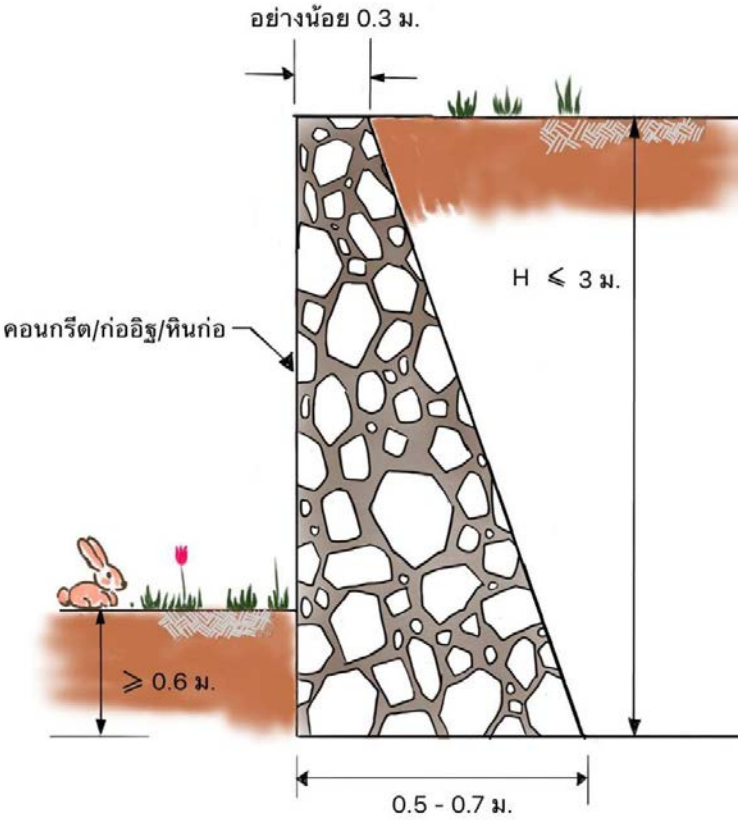
รูปที่ 21 กำแพงกันดินแบบขั้น



ประเภทกำแพงกันดิน

(1) กำแพงกันดินแบบโน้มถ่วง (Gravity retaining wall) เป็นโครงสร้างที่ประกอบด้วยคอนกรีตล้วนหรือใช้หิน/อิฐบล็อก/อิฐมอญ ก่อทำกำแพงกันดิน ซึ่งจะใช้น้ำหนักของตัวเองต้านทานแรงดันด้านข้าง กำแพงกันดินประเภทนี้ ถ้าหากมีความสูงมากจะไม่ประหยัด เนื่องจากต้องใช้วัสดุทำกำแพงกันดินจำนวนมาก ซึ่งรูปที่ 22 แสดงสัดส่วนกำแพงกันดินแบบโน้มถ่วง

- จำกัดความสูงไม่เกิน 3 เมตร
- ความกว้างของฐานประมาณ 0.5-0.7 เท่าของความสูงกำแพง
- กรณีดินฐานรากเป็นดินอ่อนหรือทรายหลวมต้องใช้เสาเข็มรองรับใต้กำแพงกันดิน



รูป 22 สัดส่วนของกำแพงแบบหินก่อ/ก่ออิฐ

(1.1) กำแพงกันดินที่สร้างจากหินขนาดใหญ่ สร้างขึ้นโดยการนำหินขนาดใหญ่ นำมาเรียงเป็นชั้นๆ ให้ลาดเอียงทำมุม 10-20 องศาจากแนวดิ่ง ผสานด้วยปูนซีเมนต์ กำแพงกันดินชนิดนี้ส่วนใหญ่ไม่มีการสอดท่อ PVC เพื่อการระบายน้ำแต่จะใช้การระบายน้ำตามช่องระหว่างก้อนหินดังที่แสดงในรูปที่ 23

(1.2) กำแพงกันดินที่สร้างจากอิฐบล็อก สร้างขึ้นโดยการนำอิฐบล็อกมาเรียงเป็นชั้นๆ ให้ลาดเอียง สอดเหล็กเส้นเข้าไปตามรูของอิฐบล็อกแล้วจึงผสานด้วยปูนซีเมนต์ กำแพงกันดินประเภทนี้ชาวบ้านได้นำท่อ PVC มาสอดเพื่อให้กำแพงเกิดการระบายน้ำป้องกันการพิบัติดังที่แสดงในรูปที่ 24

(1.3) กำแพงกันดินที่สร้างจากอิฐมอญ สร้างขึ้นโดยการนำอิฐมอญมาเรียงเป็นชั้นๆ สอดเหล็กเส้นเข้าไปตามรูของอิฐมอญแล้วจึงผสานด้วยปูนซีเมนต์ มีการระบายน้ำโดยผ่านรูของอิฐมอญดังที่แสดงในรูปที่ 25

[1.4] กำแพงกันดินที่สร้างจากอิฐบล๊อกประสาน หรือ TOR Block

สุทธิศักดิ์และคณะ (2558,2559,2560) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับ อิฐบล๊อกประสาน หรือ TOR Block เพื่อสร้างเป็นกำแพงกันดิน ด้วยวิธีป้องกันที่ง่ายต่อการออกแบบและก่อสร้างเหมาะสำหรับพื้นที่ทุรกันดารที่ประสบปัญหาในการจัดหาผู้ที่มีความรู้และความชำนาญในการออกแบบ รวมถึงการขาดแคลนวัสดุที่ต้องใช้ในการก่อสร้าง ซึ่งอิฐบล็อกประสาน สามารถก่อได้ทุกแนวตามความลาดชันของดิน และมีความยืดหยุ่นในการก่อสร้าง ประชาชนในพื้นที่สามารถก่อสร้างเองได้ ซึ่งปกติก่อสร้างได้ที่ความสูง 1.50-2.0 เมตร ตัวอย่างแสดงดังรูปที่ 26

(1.4.1) วัสดุและวิธีการก่อสร้าง

- อิฐบล็อกประสาน มีส่วนผสม ได้แก่ ปูนซีเมนต์ มอต้า หรือ ดินจากพื้นที่ และน้ำ
- อิฐบล็อกประสาน มี shear key ทำเป็นลักษณะขั้นบันไดยาวตลอดความลึกของตัวก้อน
- อิฐบล็อกประสานมีลักษณะเป็นพีระมิดหัวตัด ด้านบนมีลักษณะเป็นขั้นบันได ในการเรียงซ้อนกันจะใช้อิฐบล็อกประสานอีกก้อนวางบนด้านที่เป็นขั้นบันได
- อิฐบล็อกประสานสามารถก่อได้ทุกแนวตามความลาดชันของดิน มีความยืดหยุ่น
- ใช้หมุดยึดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 35 มิลลิเมตร ความยาว 700 มิลลิเมตร จำนวน 4 หมุดต่อพื้นที่กำแพงกันดินอิฐบล็อกประสาน 1 ตารางเมตร ตัวหมุดยึดเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้เรื่อง soil nail มีลักษณะเป็นแท่งเหล็กยาว เจาะนำด้วยสว่าน แล้วแทงยึดผ่านก้อนอิฐบล็อกประสานเข้าไปในลาดดินด้านหลัง ระยะฝังยาว 0.70 เมตร ลักษณะหมุดยึดก้อนอิฐบล็อกประสานทำให้อิฐบล็อกประสาน มีเสถียรภาพ และมีความแข็งแรงมากขึ้น (ดังรูปที่ 27)
- การก่อสร้างเริ่มจากการปรับหน้าดินให้มีความเหมาะสม นำอิฐบล็อกไปติดตั้งตามลาดชันที่ทำการปรับแล้ว โดยวางสลับฟันปลาและมีการเสริมหมุดยึด (soil nail) ให้ได้ตามแนวที่กำหนดไว้
- สามารถใช้วัสดุดินในพื้นที่ผลิตบล็อกขึ้นได้เพื่อช่วยลดค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง

(1.4.2) ข้อควรคำนึงถึง

- อัตราส่วนผสม (mix design) ในแต่ละพื้นที่อาจไม่เหมือนกัน เนื่องจากวัสดุดินแต่ละพื้นที่มีคุณสมบัติความแตกต่างกันจึงอาจต้องมีการทดสอบกำลังรับแรงในห้องปฏิบัติการ ก่อนดำเนินการก่อสร้างจริง



รูปที่ 23 กำแพงกันดินแบบหินก่อ



รูปที่ 24 กำแพงกันดินแบบอิฐบล๊อก

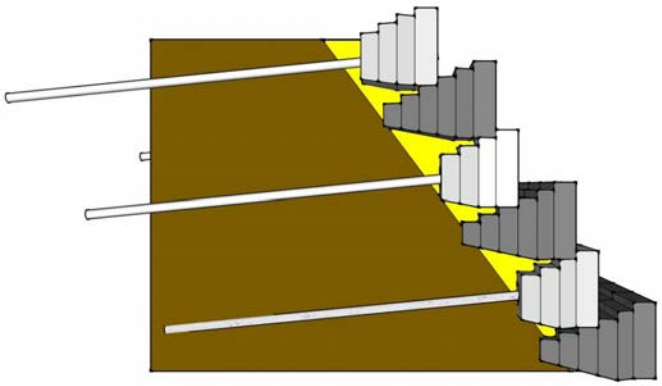


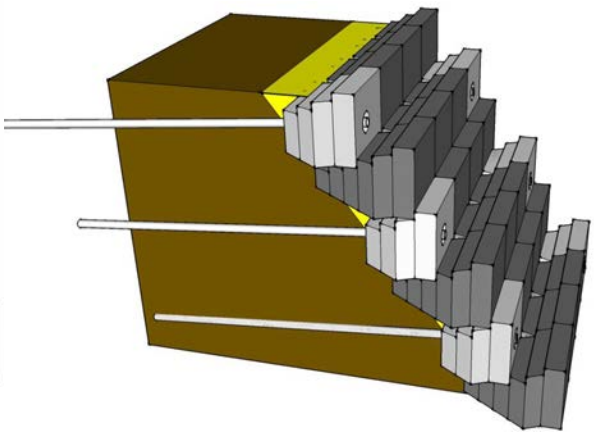
รูปที่ 25 กำแพงกันดินแบบก่ออิฐมอญ

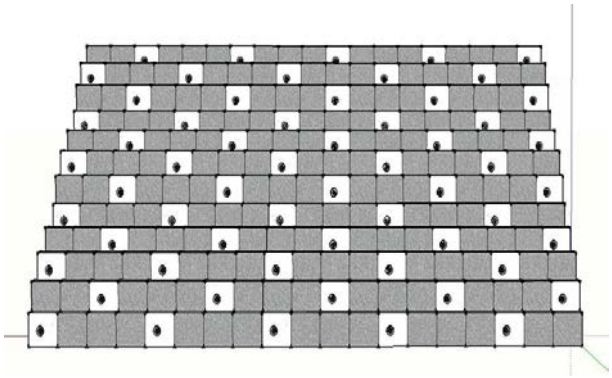


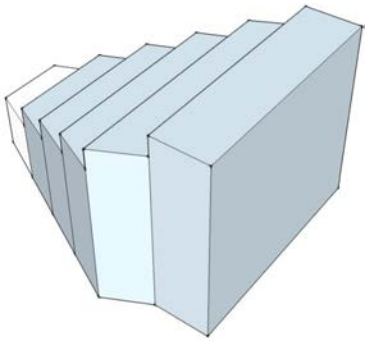


รูปที่ 26 ตัวอย่างการก่อสร้างอิฐบล็อกประสาน









รูปที่ 27 ตัวอย่างลักษณะรูปแบบอิฐบล็อกประสาน

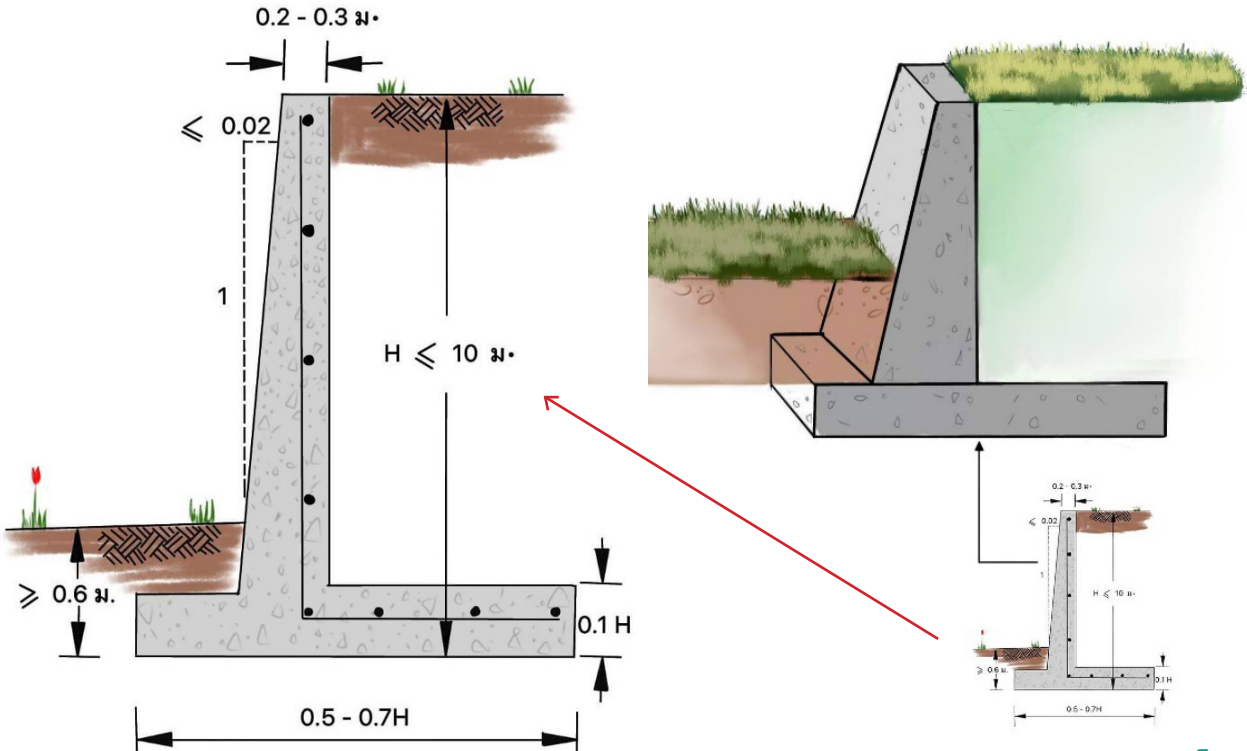
ที่มา: สุทธิศักดิ์ และคณะ (2558,2559,2560)

(2) กำแพงกันดินคอนกรีตเสริมเหล็ก (Reinforce concrete retaining wall) เป็นโครงสร้างที่เป็นคอนกรีตเสริมเหล็ก ทำให้โครงสร้างบางลง และประหยัดเมื่อความสูงเพิ่มขึ้น (รูปที่ 28 และ 29)

- จำกัดความสูงไม่เกิน 10 เมตร
- ต้องการความกว้างของฐานประมาณ 0.5–0.7 เท่าของความสูงกำแพง



รูปที่ 28 กำแพงกันดินคอนกรีตเสริมเหล็ก

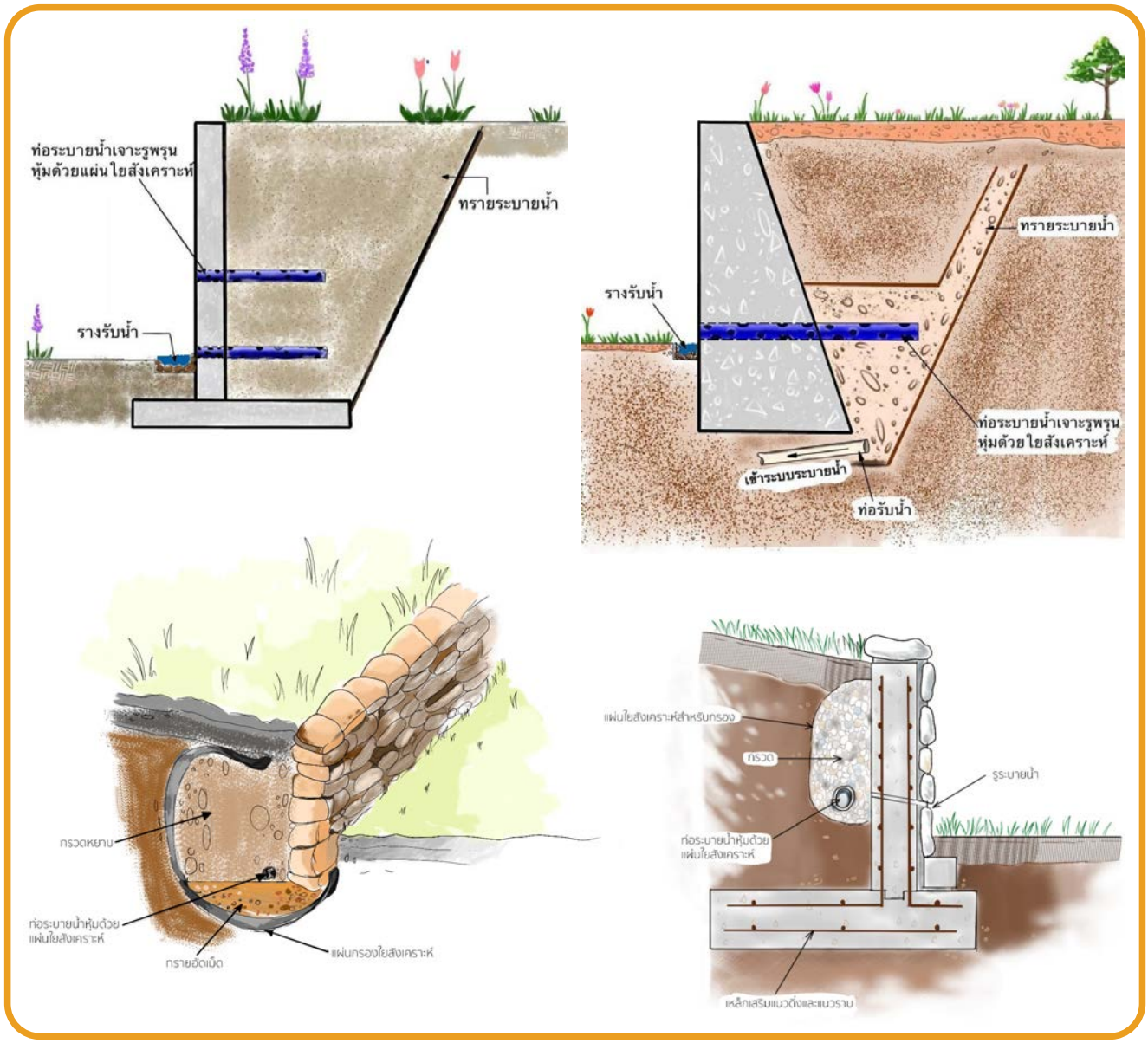


รูป 29 สัดส่วนของกำแพงคอนกรีตเสริมเหล็ก



การระบายน้ำหลังกำแพงกันดิน

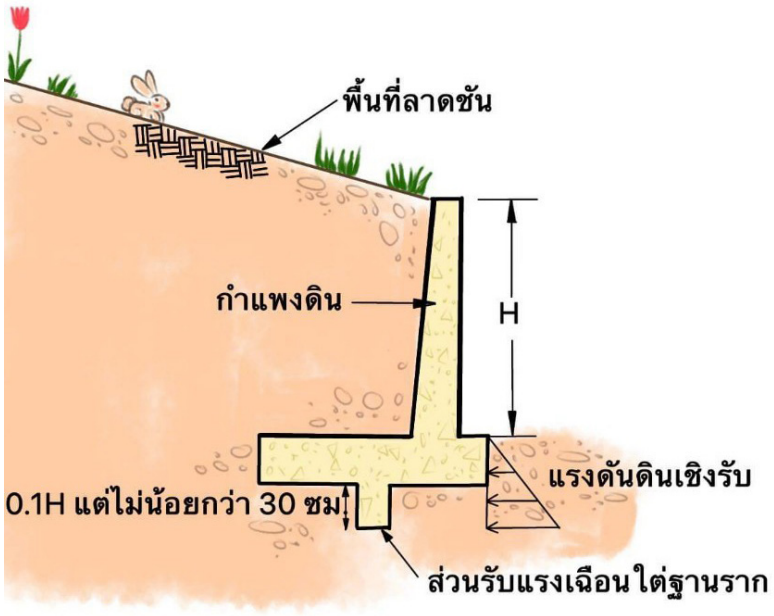
เมื่อมีการถมดินด้านหลังกำแพงกันดิน กำแพงกันดินจะเกิดการเคลื่อนตัว เพื่อป้องกันการพลิกคว่ำของกำแพงกันดิน กำแพงกันดินจะถูกสร้างให้มีความชันเอียงด้านหน้า ความชันนี้เรียกว่า Batterวัสดุที่ใช้ถมด้านหลังกำแพงกันดินเรียกว่า Backfill จะต้องเป็นวัสดุเม็ดหยาบที่มีความซึมผ่านสูง เช่น ทราย กรวด หรือหินบด (Broken stone) ถ้าเป็นไปได้ควรหลีกเลี่ยงการใช้ดินเม็ดละเอียดพวกดินเหนียวเป็น Backfill เนื่องจากดินประเภทนี้ก่อให้เกิดความดันด้านข้างอย่างมากต่อกำแพงกันดิน และจะต้องคำนึงถึงการเพิ่มขึ้นของระดับน้ำใต้ดิน ซึ่งจะเป็นตัวเพิ่มความดันด้านข้างต่อกำแพงกันดิน อาจจะใส่ท่อระบายน้ำร่วมด้วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพมากขึ้น (รูปที่ 30)



รูปที่ 30 ระบบระบายน้ำหลังกำแพงกันดิน

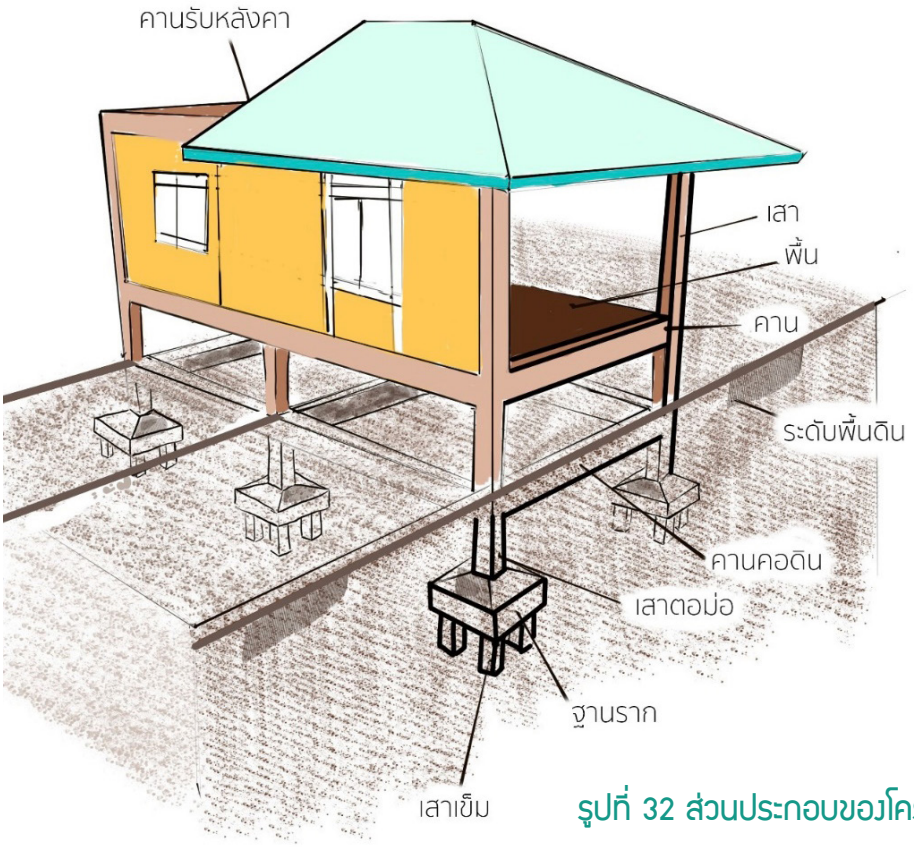
การเพิ่มแรงต้านการไถลให้กับกำแพงกันดิน

กรณีที่กำแพงกันดินมีข้อจำกัดเกี่ยวกับความกว้างฐานกำแพง สามารถแก้ไขได้โดยเพิ่มส่วนรับแรงเฉือน (Shear key) ใต้ฐานราก ขนาด Shear key ที่ฝังลงไป 0.1 เท่าความสูงของกำแพงกันดิน (0.1H) แต่ไม่น้อยกว่า 30 เซนติเมตร (รูปที่ 31)



รูปที่ 31 Shear key ใต้ฐานราก

การก่อสร้างบ้านบริเวณพื้นที่ลาดชัน



รูปที่ 32 ส่วนประกอบของโครงสร้างบ้าน

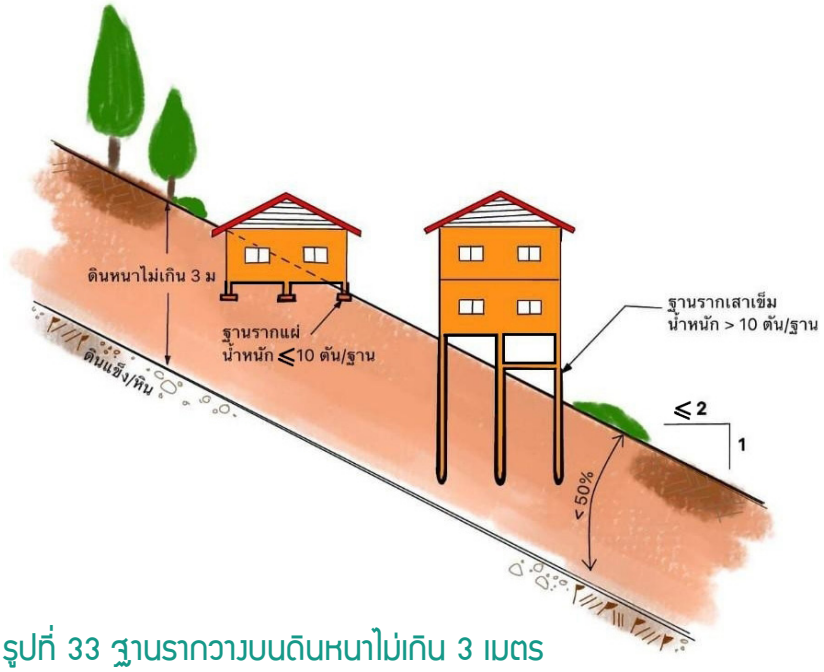
ส่วนประกอบของบ้าน

- ฐานราก
- เสาตอม่อ
- เสาบ้าน
- เสาคอนกรีตสำเร็จรูป
- คาน
- คานรัดเสา
- ข้อต่อระหว่างเสาและคาน
- พื้นบ้าน
- ระยะทาบเหล็ก
- การก่ออิฐผนัง/ เสาเอ็น-ทับหลัง
- การยึดโครงหลังคา

การเลือกประเภทฐานราก

(1) การพิจารณาเลือกใช้ฐานรากสำหรับพื้นที่ลาดเชิงเขาต้องพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ ดังนี้

- ความหนาชั้นดินไม่เกิน 3 เมตร สามารถเลือกใช้ได้ทั้งฐานรากแผ่หรือฐานรากเสาเข็ม (รูปที่ 33)
- ความหนาชั้นดินมากกว่า 3 เมตร และเป็นดินอ่อนหรือทรายหลวม ควรใช้ฐานรากเสาเข็ม (รูปที่ 34)



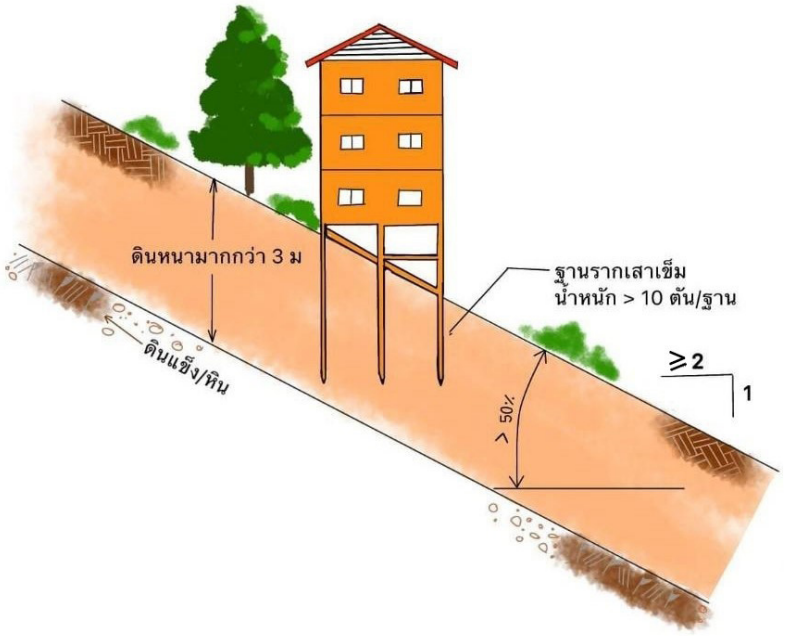
รูปที่ 33 ฐานรากวางบนดินหนาไม่เกิน 3 เมตร

(2) น้ำหนักลงฐานราก

- น้ำหนักไม่เกิน 10 ตันต่อฐาน (บ้านชั้นเดียว) สามารถเลือกใช้ได้ทั้งฐานรากแผ่ หรือฐานรากเสาเข็ม
- น้ำหนักมากกว่า 10 ตันต่อฐาน (บ้านมากกว่า 2 ชั้น) ควรใช้ฐานรากเสาเข็ม

(3) ความชันของลาดเชิงเขาที่ก่อสร้างบ้าน

- ความชันไม่เกิน 1:2 (ร้อยละ 50) สามารถเลือกใช้ได้ทั้งฐานรากแผ่หรือฐานรากเสาเข็ม
- ความชันมากกว่า 1:2 (ร้อยละ 50) ควรใช้ฐานรากเสาเข็ม

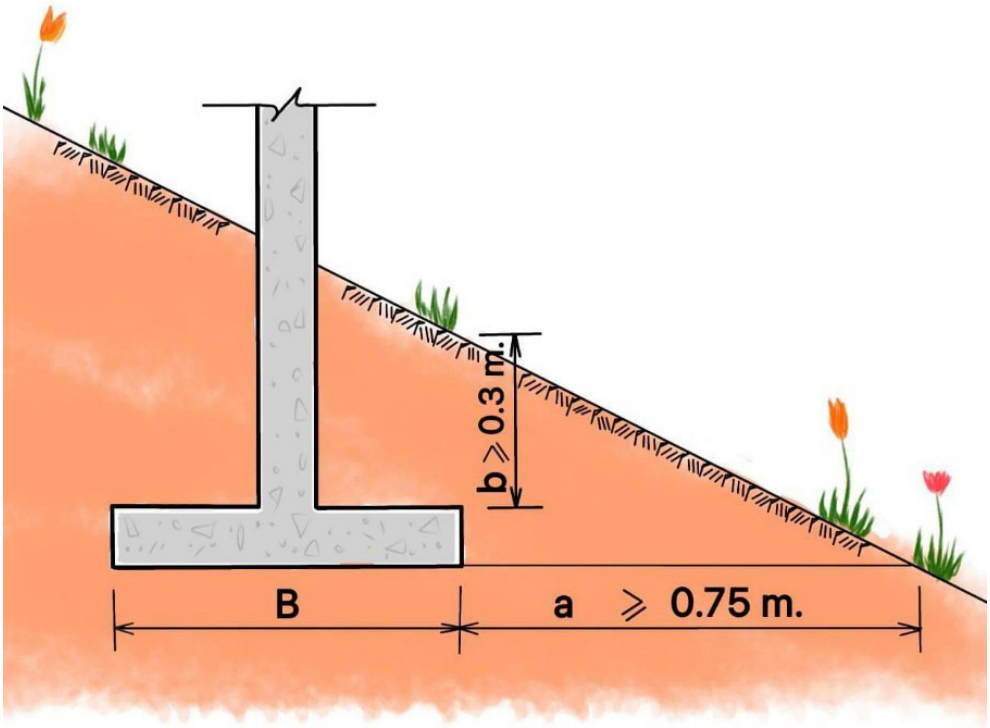


รูปที่ 34 ฐานรากวางบนดินหนามากกว่า 3 เมตร

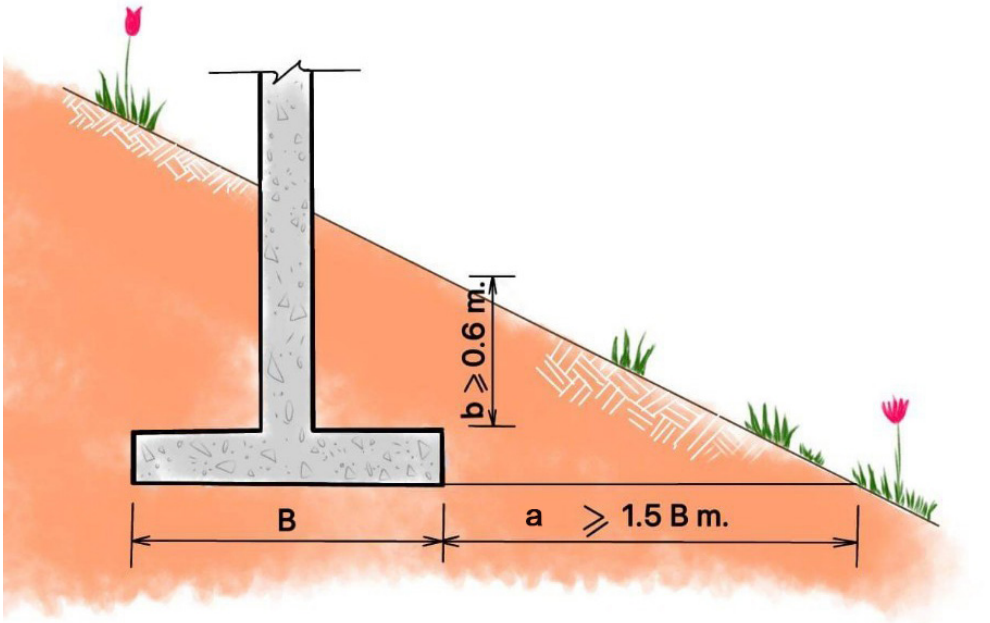


ฐานรากแผ่บนพื้นที่ลาดชัน

(1) ในการก่อสร้างฐานรากบนพื้นที่ลาดเอียง ฐานรากตัวริมที่ติดกับพื้นที่ลาดเอียงต้องมีระยะจากขอบนอกสุดถึงพื้นที่ลาดเอียง เป็นไปตามข้อกำหนดในรูปที่ 35 ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันการสึกกร่อนของผิวดินอันจะเป็นอันตรายแก่ฐานรากภายหลัง



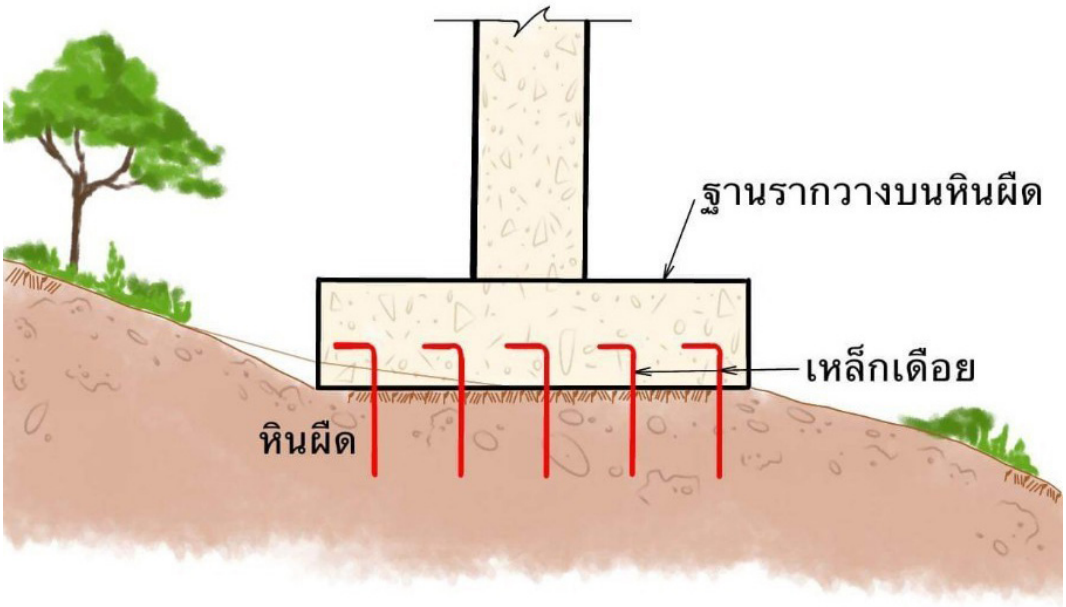
วางบนชั้นดิน



วางบนหิน

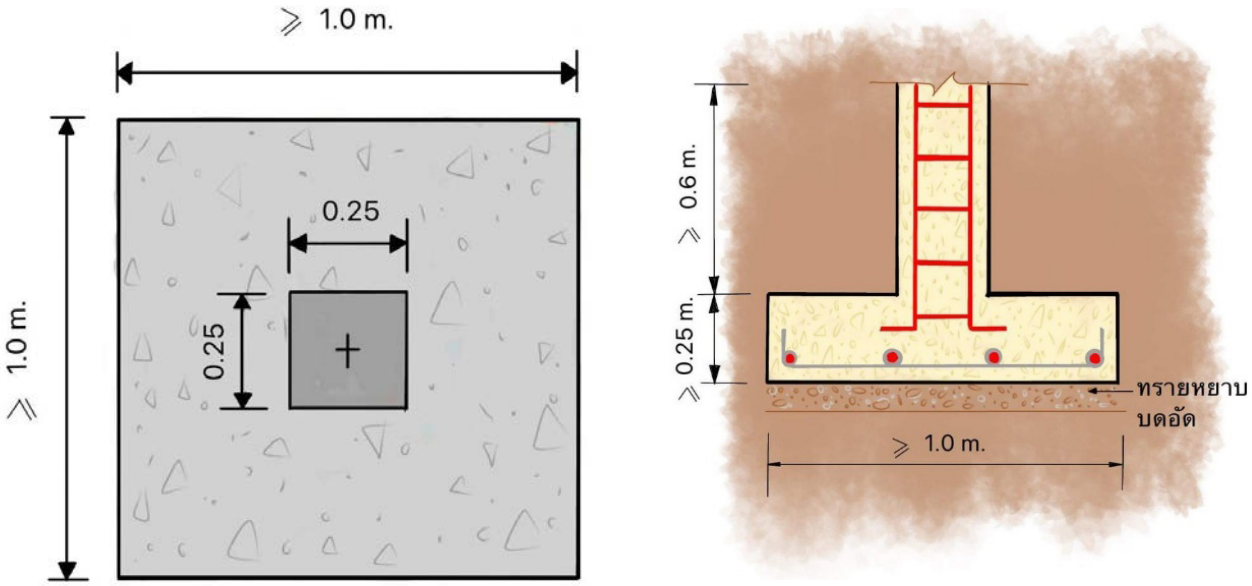
รูปที่ 35 ข้อกำหนดสำหรับการก่อสร้างฐานรากบนพื้นที่ลาดเอียง

(2) ฐานรากแผ่ที่วางบนหินพืด (รูปที่ 36) ฐานรากต้องวางบนชั้นหินที่มีคุณภาพดี ไม่ผุกร่อน และมีการยึดฐานเข้ากับหินพืดด้วยเหล็กเดือย (dowel bars) ซึ่งต้องมีขนาด จำนวน และระยะฝังของเหล็กเดือยเพียงพอที่สามารถต้านการเลื่อนไถล (sliding) การพลิกคว่ำ (overturning) และการถอน (pullout) ได้



รูปที่ 36 ฐานรากวางบนหินพืด

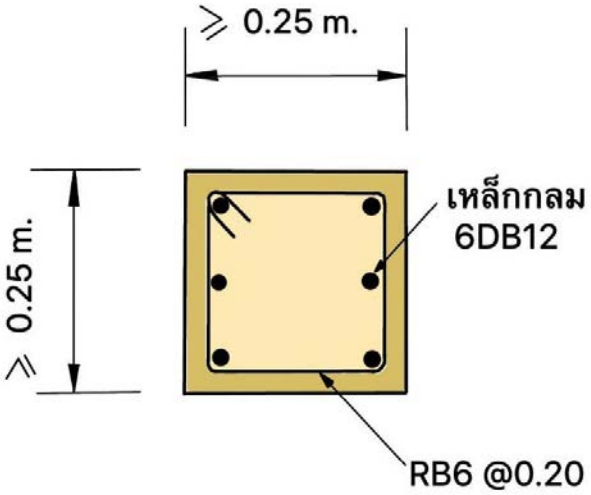
(3) ขนาดฐานรากและความลึกในการขุดดินเพื่อวางฐานราก (รูปที่ 37)



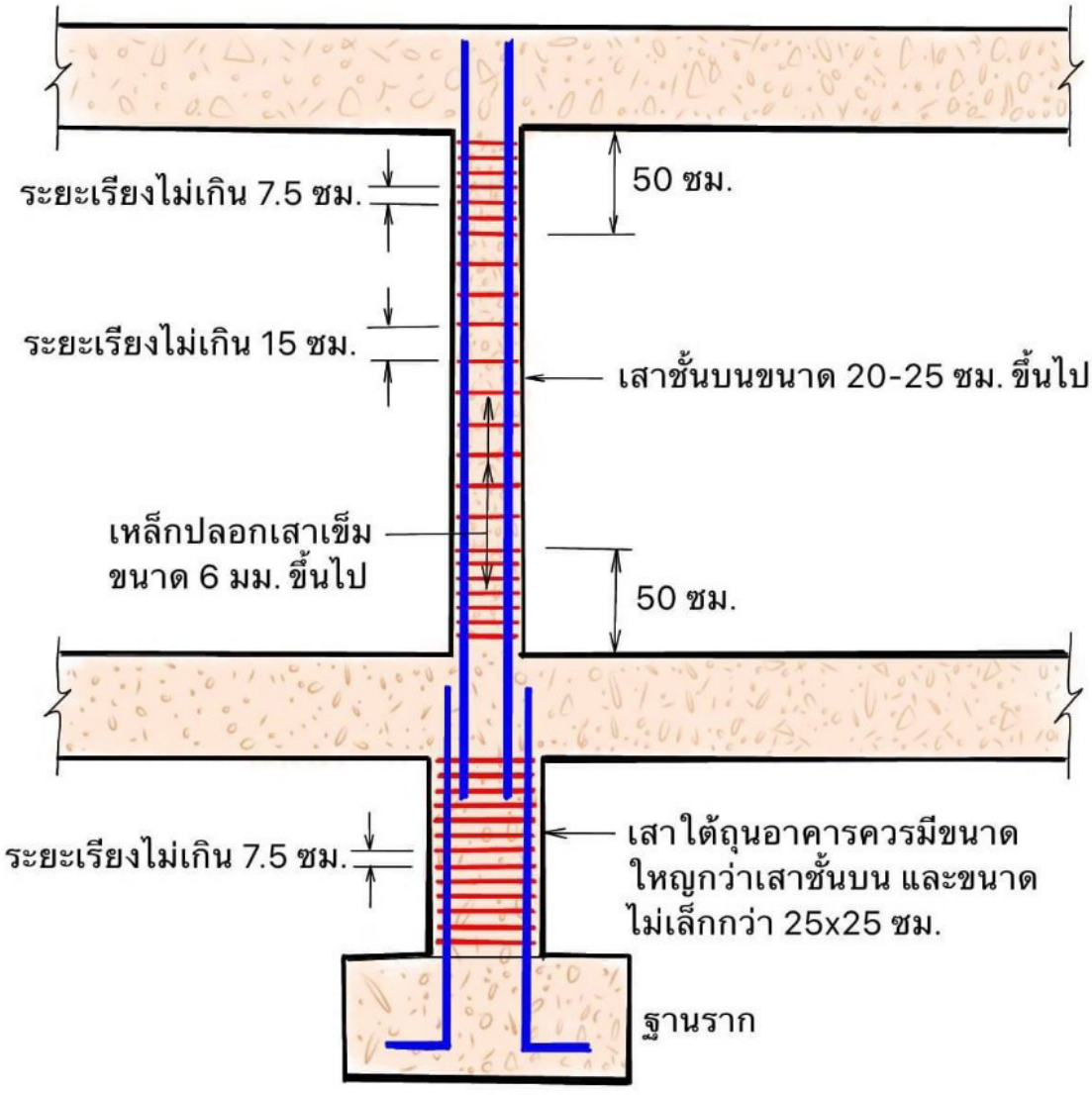
รูปที่ 37 ขนาดฐานรากและความลึกในการขุดดินเพื่อวางฐานราก

เสาตอม่อ

เสาตอม่อ หรือเสาใต้ฐานอาคารควรมีขนาดใหญ่กว่าเสาชั้นบน และมีขนาดไม่เล็กกว่า 25x25 เซนติเมตร (กว้างxยาว) เหล็กแกนในเสาตอม่อต้องไม่น้อยกว่า 6 เส้น ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กแกนต้องไม่เล็กกว่า 12 มิลลิเมตร (รูปที่ 38) เหล็กปลอกในเสาตอม่อสำหรับอาคารไม่เกิน 2 ชั้น ต้องมีระยะเรียงไม่เกิน 7.5 เซนติเมตร รูปที่ 394



รูปที่ 38 เสาตอม่อ

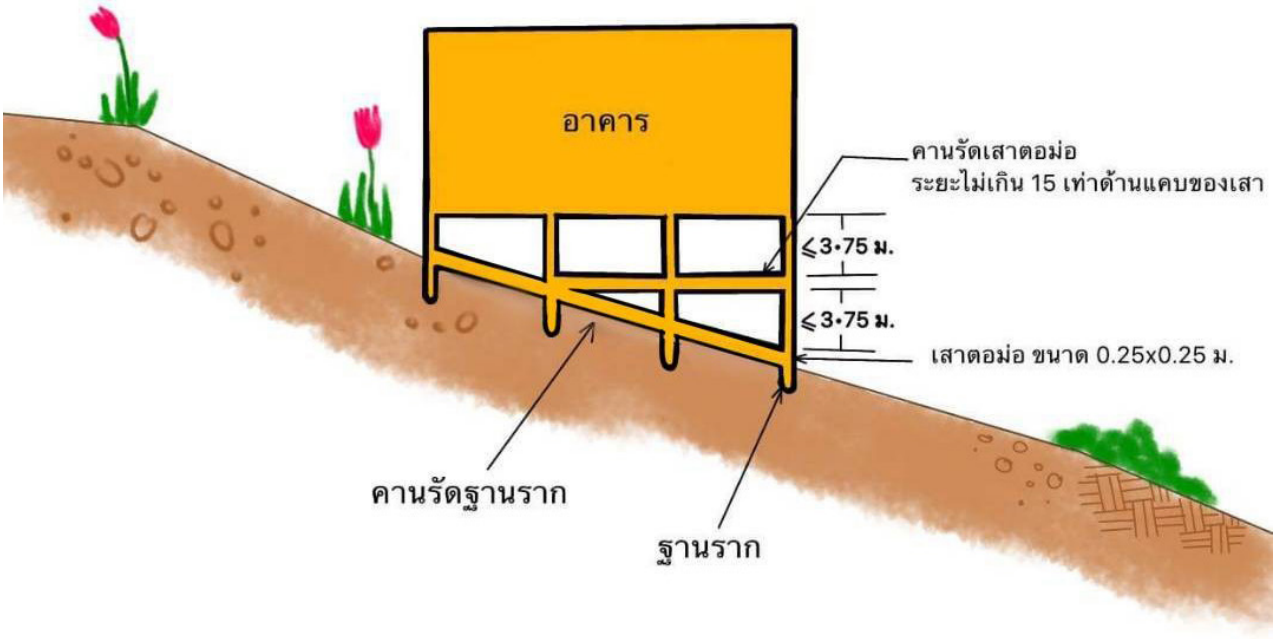


รูปที่ 39 ตัวอย่างการใส่เหล็กปลอกในเสาตอม่อ



คานรัดเสา

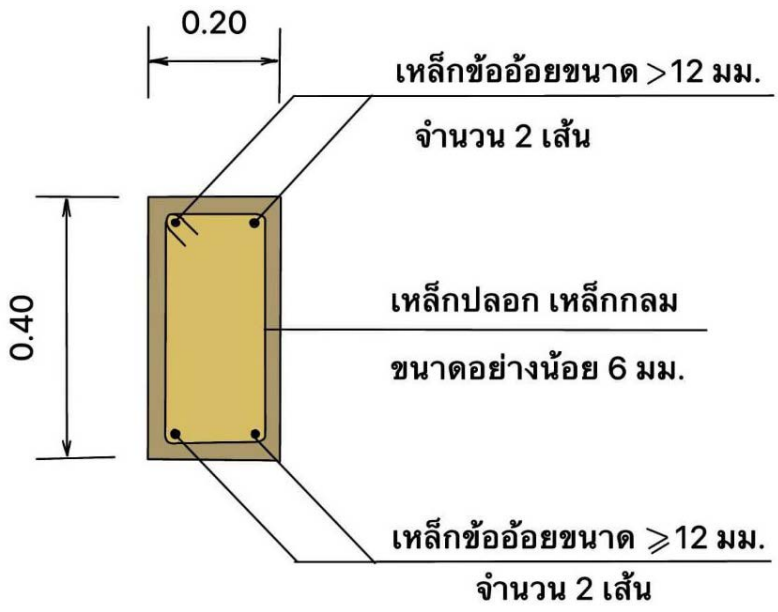
ต้องมีการยึดเสาและฐานรากเข้าด้วยกันโดยใช้คานรัดเสา เพื่อให้เสาไม่ยาวเกินไป ทำให้สามารถรับน้ำหนักได้ดี โดยวางคานทุกระยะไม่เกิน 15 เท่าของด้านแคบสุดของเสา เช่น เสาขนาด 25x25 เซนติเมตร ต้องมีคานรัดเสาที่ระยะความสูงของเสาไม่เกิน 15 x 0.25 = 3.75 เมตร เป็นต้น (รูปที่ 40)



รูปที่ 40 ตัวอย่างการยึดเสาและฐานรากโดยใช้คานรัดเสา

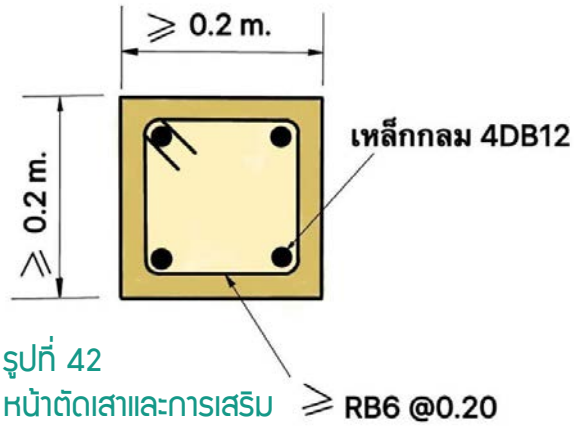
ขนาดคานรัดเสา

สำหรับระยะห่างเสาไม่เกิน 4 เมตร ต้องใช้คานรัดเสาขนาดอย่างน้อย 20x40 เซนติเมตร เสริมเหล็กขนาด 12 มิลลิเมตร (4 หุน) (รูปที่ 41)



รูปที่ 41 หน้าตัดคานรัดเสาและการเสริมเหล็ก

เสาบ้าน (ไม่รวมเสาตอม่อ)



รูปที่ 42
หน้าตัดเสาและการเสริม

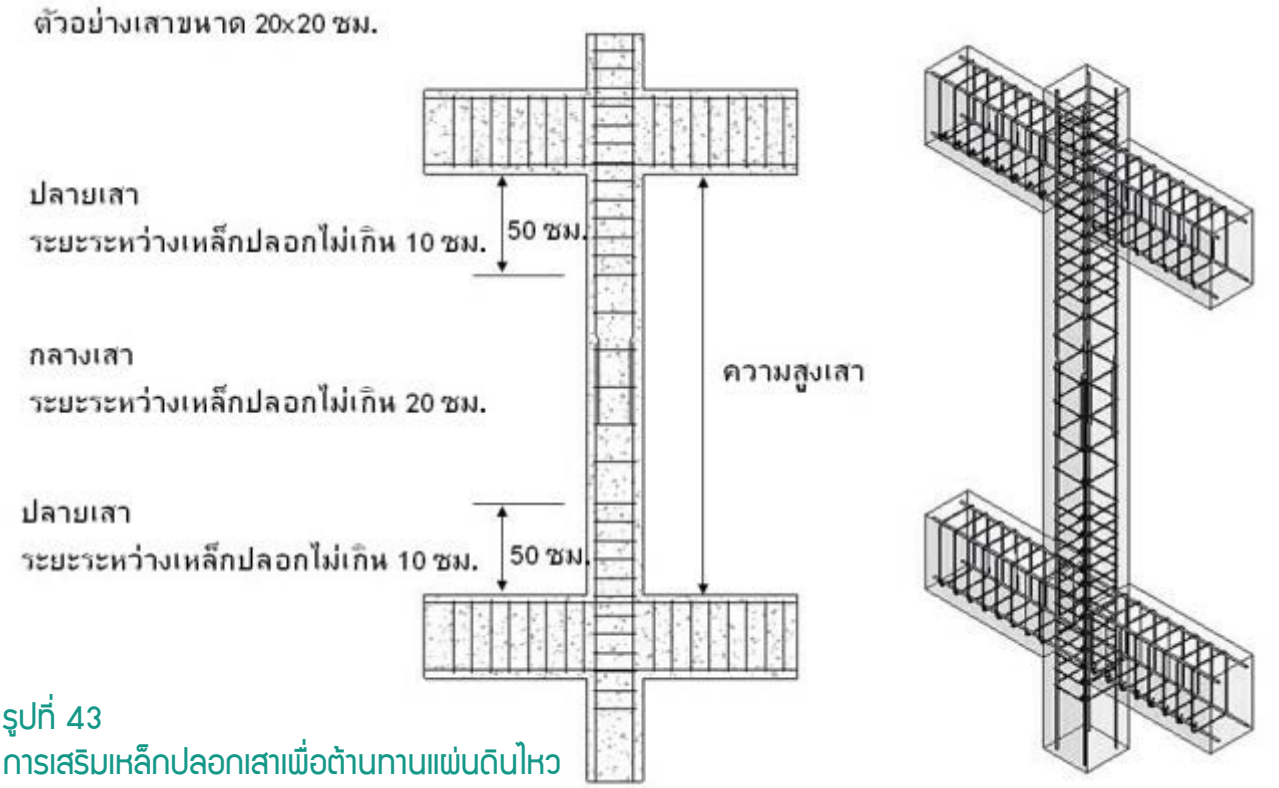
บ้านพักอาศัยขนาดเล็กหรือสูงไม่เกิน 2 ชั้น ต้องใช้เสาขนาดตั้งแต่ 20 เซนติเมตร ขึ้นไป โดยเหล็กเส้นในเสาต้องมีจำนวนไม่น้อยกว่า 4 เส้น และมีขนาดไม่ต่ำกว่า 12 มม. (4 หุน) ส่วนเหล็กปลอกใช้เหล็กขนาดไม่ต่ำกว่า 6 มม. มีส่วนปลายยื่นไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กปลอก แต่ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่า 5 ซม. (รูปที่ 42)

บริเวณที่สำคัญ คือ ปลายเสาทั้งด้านบนและล่าง การเสริมเหล็กปลอกในเสาจึงแบ่งเป็น 2 บริเวณ คือ

(1) บริเวณปลายเสาวัดออกมาเป็นระยะ 50 ซม. ให้เสริมเหล็กปลอกมีระยะเรียงไม่เกินครึ่งหนึ่งของขนาดเสา

(2) บริเวณกลางเสาให้เสริมเหล็กปลอกมีระยะเรียงไม่เกินขนาดเสา

ตัวอย่าง ดังรูปที่ 43 เช่น เสาขนาด 20x20 ซม. ต้องเสริมเหล็กปลอกขนาดไม่เล็กกว่า 6 มม. ในระยะ 50 ซม. ที่ปลายบนและล่าง ให้มีระยะเรียงไม่เกิน 10 ซม. (หรือครึ่งหนึ่งของขนาดเสา) แต่แนะนำให้ใช้เพียง 7.5 ซม. ส่วนบริเวณกลางเสาให้เสริมเหล็กปลอกขนาดไม่เล็กกว่า 6 มม. วางเรียงกันไม่เกิน 20 ซม. (ขนาดเสา) แต่แนะนำให้ใช้เพียง 15 ซม.

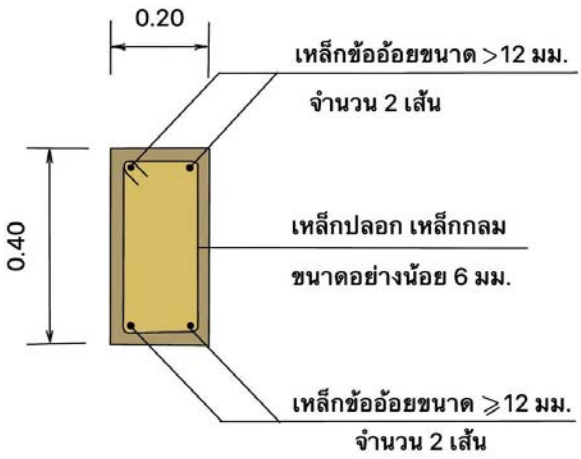


รูปที่ 43
การเสริมเหล็กปลอกเสาเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว



คาน

บ้านพักอาศัยที่มีระยะห่างเสาไม่เกิน 4 เมตร ควรใช้คานที่มีขนาดตั้งแต่ 20x40 ซม. ขึ้นไป โดยการเสริมเหล็กในคานต้องมีจำนวนอย่างน้อย 4 เส้น และมีขนาดไม่ต่ำกว่า 12 มม. (4 หุน) ส่วนเหล็กปลอกใช้เหล็กขนาดไม่ต่ำกว่า 6 มม. (รูปที่ 44)



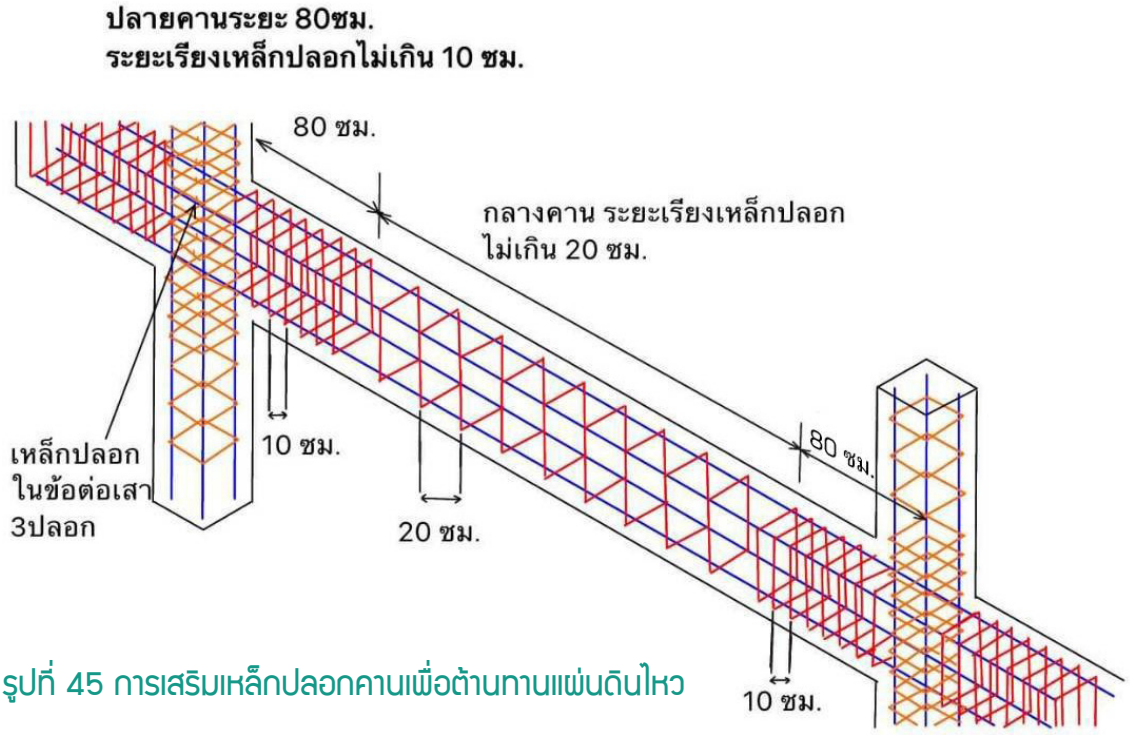
รูปที่ 44 หน้าตัดคานและการเสริมเหล็ก

ส่วนสำคัญของคาน คือ ปลายคานทั้งสองด้าน ดังนั้นการเสริมเหล็กปลอกในคานจะแบ่งเป็น 2 บริเวณ คือ

(1) ปลายคานวัดออกมาจากเสาสองเท่าของความลึกคาน ให้เสริมเหล็กปลอกมีระยะเรียงไม่เกินหนึ่งในสี่ของความลึกคาน

(2) กลางคานให้เสริมเหล็กปลอกมีระยะเรียงไม่เกินครึ่งหนึ่งของความลึกคาน

ตัวอย่างเช่น คานลึก 40 ซม. ต้องเสริมเหล็กปลอกขนาดไม่เล็กกว่า 6 มม. มีระยะเรียงไม่เกิน 10 ซม. (หรือหนึ่งในสี่ของความลึกคาน) ในระยะ 80 ซม. จากปลายคานทั้งสองด้าน ส่วนบริเวณตรงกลางใช้เหล็กปลอกขนาดไม่เล็กกว่า 6 มม. วางเรียงกันไม่เกิน 20 ซม. (หรือครึ่งหนึ่งของความลึกคาน) (รูปที่ 45)



รูปที่ 45 การเสริมเหล็กปลอกคานเพื่อต้านทานแผ่นดินไหว



ข้อต่อระหว่างเสาและคาน

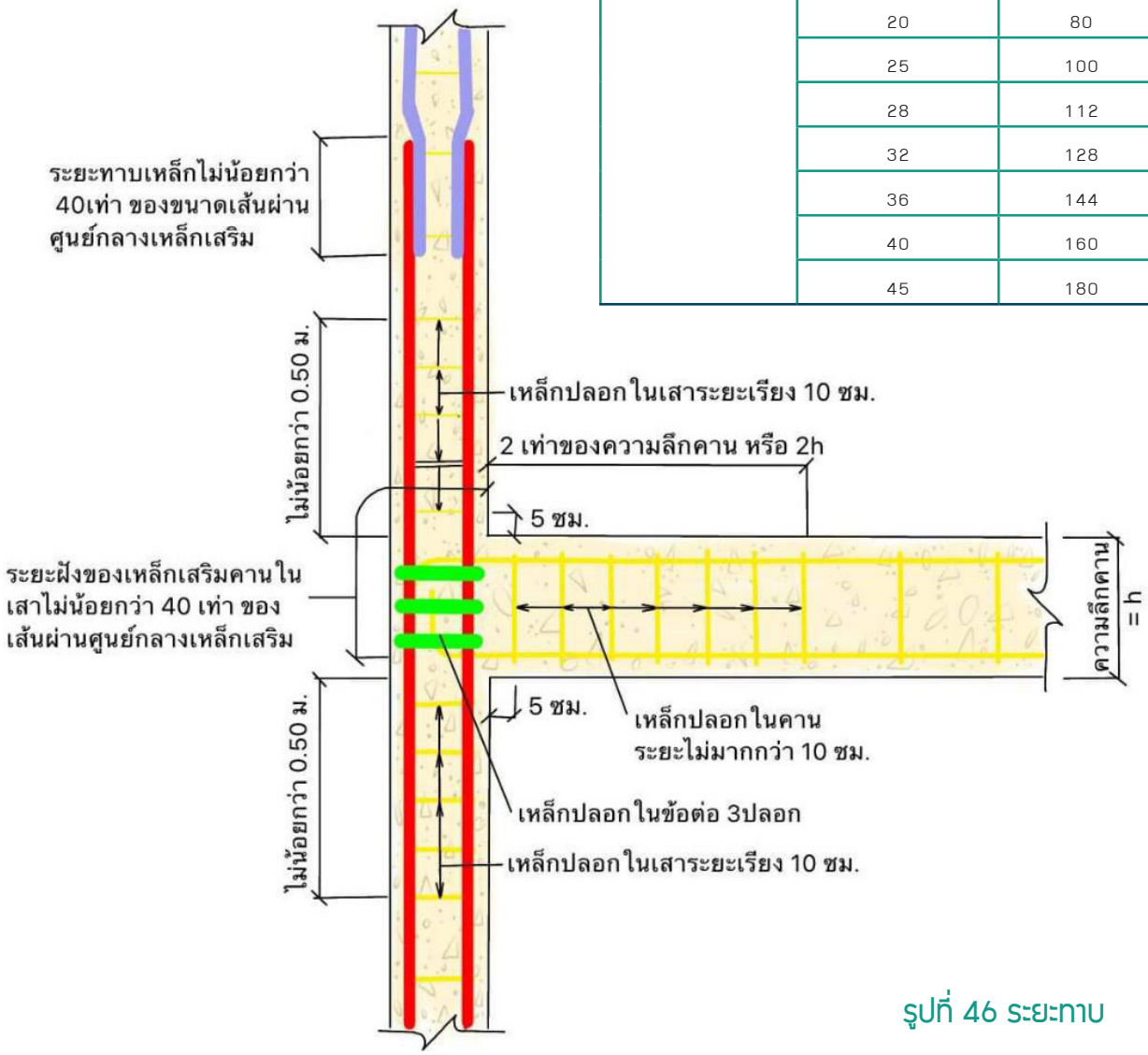
เหล็กปลอกของเสาและคาน จะต้องมีปริมาณเพียงพอเพื่อให้สามารถต้านทานแรงจากการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว หรือแรงที่เกิดจากการเคลื่อนตัวของดิน ควรเพิ่มเหล็กปลอกในข้อต่ออีก 3 ปลอก

ระยะทาบเหล็ก

ระยะของการทาบซ้อนกันของเหล็กทั้งสองเส้นไม่ควรน้อยกว่า 40 เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลางของเหล็ก (ดังรูปที่ 46) เช่น เหล็กขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 16 มิลลิเมตร ระยะทาบคือ 16X40=640 มิลลิเมตร (64 เซนติเมตร) ตารางที่ 1 แสดงระยะทาบเหล็กขนาดต่างๆ

ตารางที่ 1 ระยะทาบเหล็ก

ประเภทเหล็ก	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง (มม.)	ระยะต่อทาบอย่างน้อย (ซม.)
เหล็กกลม (RB)	6	24
	9	36
	12	48
เหล็กข้ออ้อย (DB)	10	40
	12	48
	16	64
	20	80
	25	100
	28	112
	32	128
	36	144
	40	160
	45	180



รูปที่ 46 ระยะทาบ

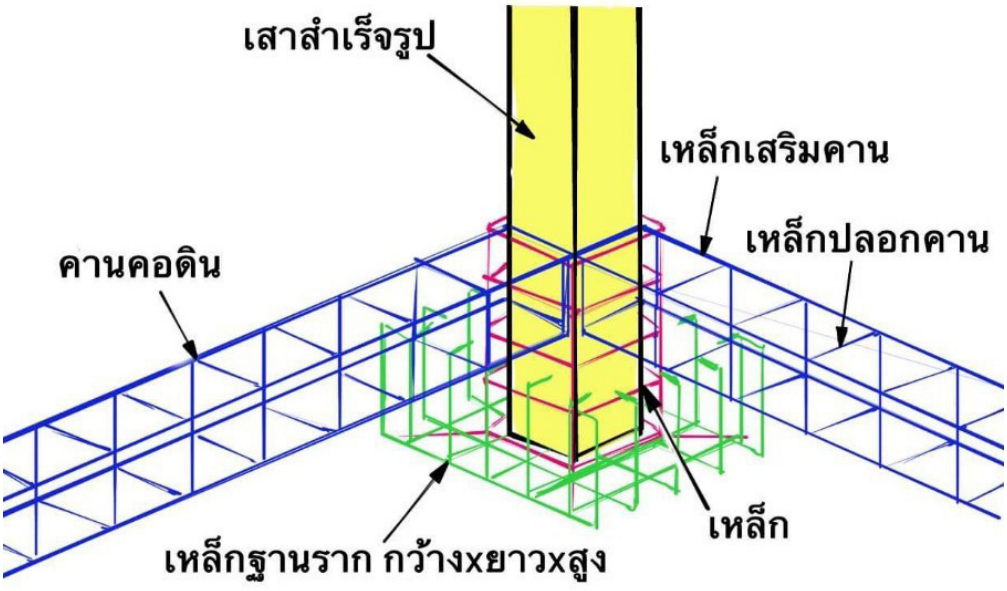
เสาคอนกรีตสำเร็จรูป

เสาคอนกรีตสำเร็จรูป (รูปที่ 47) มีข้อดีตรงที่ช่วยประหยัดเวลาในการก่อสร้าง ราคาถูก แต่มีความแข็งแรงทนทานน้อยกว่าเสาหล่อในที่ โดยเฉพาะการต่อเชื่อมระหว่างเสาและคาน

ข้อจำกัดของเสาคอนกรีตสำเร็จรูป คือใช้ได้กับงานบ้านชั้นเดียว หรือใช้เป็นเสาชั้นใต้ถุนบ้านด้านบนเป็นโครงสร้างไม้หรือเหล็กที่มีน้ำหนักเบา หรืออาคารเก็บของ เป็นต้น **โดยพื้นที่ก่อสร้างต้องไม่มีแรงกระทำจากแผ่นดินไหวหรือการเคลื่อนตัวของดิน**



รูปที่ 47 เสาคอนกรีตสำเร็จรูป

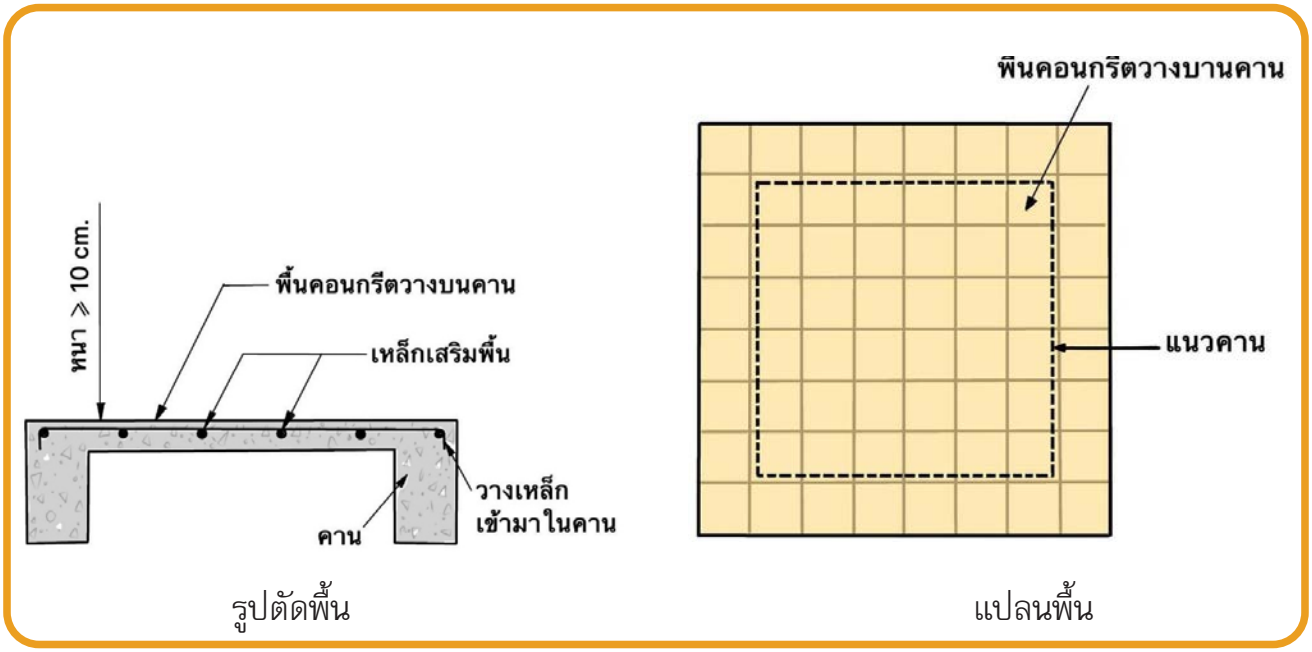


รูปที่ 48 แนวทางการใช้วางเหล็กฐานราก และเหล็กคาน เมื่อใช้เสาสำเร็จรูป

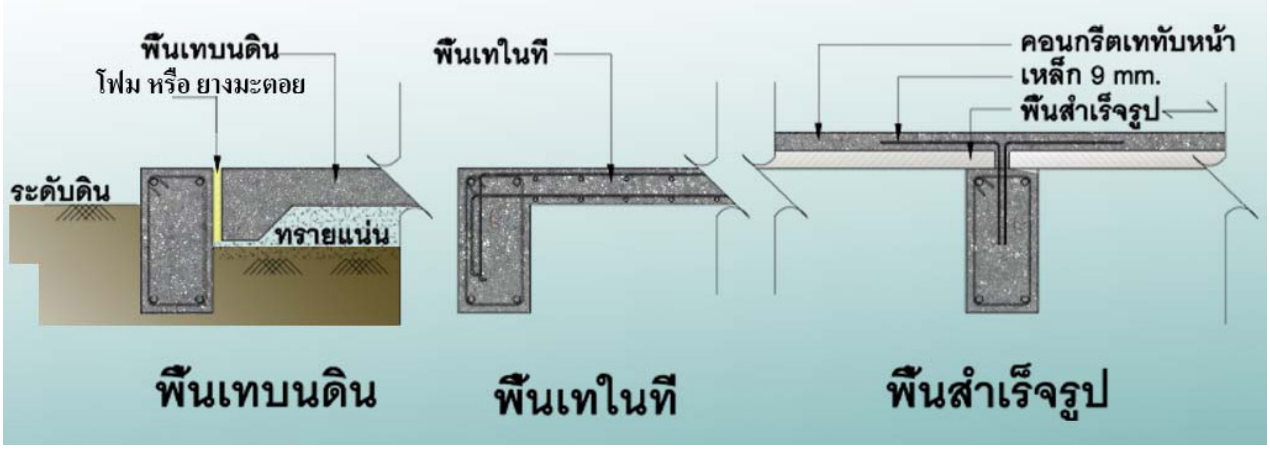


พื้นบ้าน

พื้นเป็นส่วนของโครงสร้างที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักโดยตรงแล้วถ่ายน้ำหนักลงสู่คาน เสา หรือพื้นดิน การก่อสร้างบ้านบนพื้นที่ลาดชัน บริเวณที่เป็นดินถมหรือบริเวณที่ดินมีโอกาสเคลื่อนตัวควรเลือกใช้พื้นบ้านแบบวางบนคาน หรือพื้นคอนกรีตสำเร็จรูป หรือพื้นคอนกรีตวางบนดินที่มีความหนาเพียงพอ (มากกว่า 25 ซม.) รูปแบบพื้นบ้านแสดงดังรูปที่ 49 ซึ่งลักษณะพื้นบ้าน (รูปที่ 50) ประกอบไปด้วย **3** แบบ คือ



รูปที่ 49 รูปแบบของพื้น



รูปที่ 50 ลักษณะพื้นบ้าน

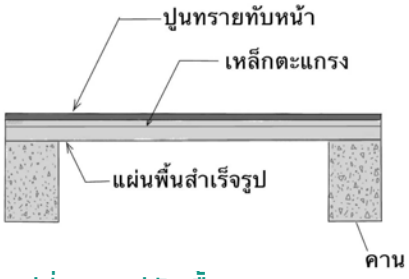
(1) พื้นคอนกรีตวางบนคาน เป็นพื้นที่ถูกรองรับด้วยคานโดยการก่อสร้างจะต้องวางเหล็กเข้าไปอยู่ในคาน เพื่อถ่ายน้ำหนักจากพื้นลงคาน ดังนั้นหากดินด้านล่างทรุดตัวพื้นจะไม่ทรุดตามไปด้วย (รูปที่ 51)

(2) พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป เป็นพื้นที่ต้องวางบนคานสองด้านแล้วเทปูนทรายทับหน้า พื้นสำเร็จรูปไม่ควรใช้เป็นพื้นห้องน้ำเพราะน้ำสามารถรั่วซึมผ่านรอยต่อแผ่นพื้นได้

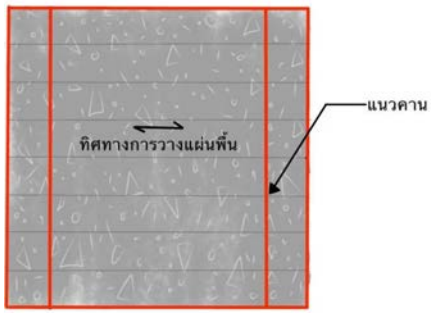


รูปที่ 51 พื้นคอนกรีตสำเร็จรูป

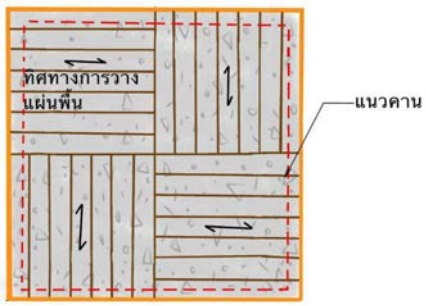
การวางแผ่นพื้นสำเร็จรูปควรวางเต็มหน้าตัดคาน โดยใช้การสลับแนววางแผ่นพื้น (ดังรูปที่ 52 ถึง 54)



รูปที่ 52 รูปตัดพื้น



รูปที่ 53 แปลนพื้น

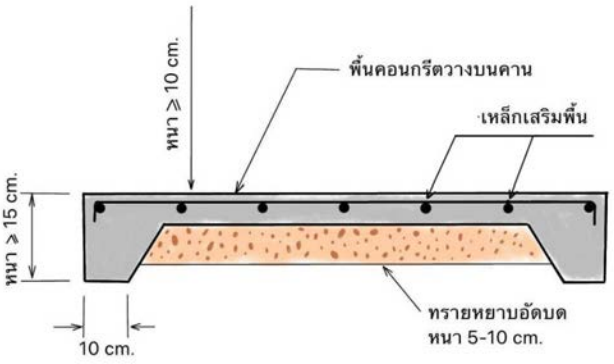


รูปที่ 54 แปลนการวางแผ่นพื้นแบบสลับ

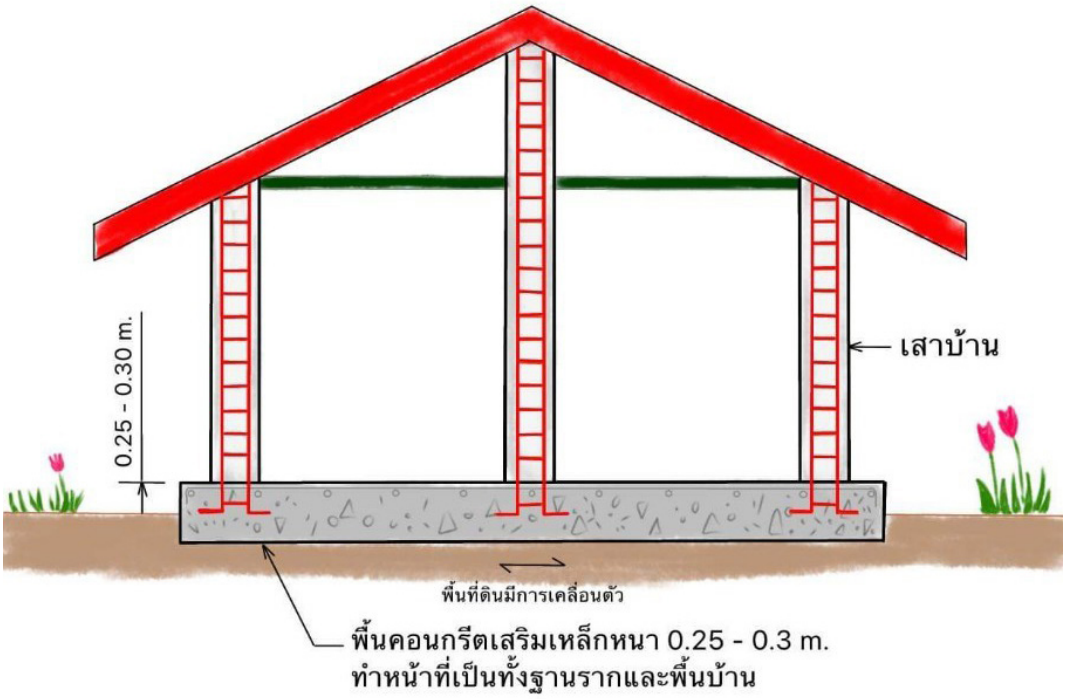
(3) พื้นคอนกรีตวางบนดิน น้ำหนักทั้งหมดถูกถ่ายลงดินโดยตรง การก่อสร้างจะไม่วางเหล็กผ่านคาน พื้นแบบนี้เหมาะกับพื้นดินแข็ง ไม่ทรุดตัว (รูปที่ 55)

ตัวอย่างการสร้างบ้านโดยใช้พื้นคอนกรีตวางบนดินที่มีความหนาประมาณ 25-30 ซม. โดยพื้นจะทำหน้าที่แทนฐานรากและเสาทั้งหมดวางอยู่บนพื้น หน้าที่ของพื้นที่มีความหนาจะทำให้การเคลื่อนตัวของบ้านเป็นไปในทิศทางเดียวกัน แม้ว่าพื้นดินจะมีการเคลื่อนตัวแต่โครงสร้างบ้านจะไม่เคลื่อนตัวแตกต่างกัน ทำให้บ้านเสียหายน้อยลง (รูปที่ 56)





รูปที่ 55 พื้นคอนกรีตวางบนดิน



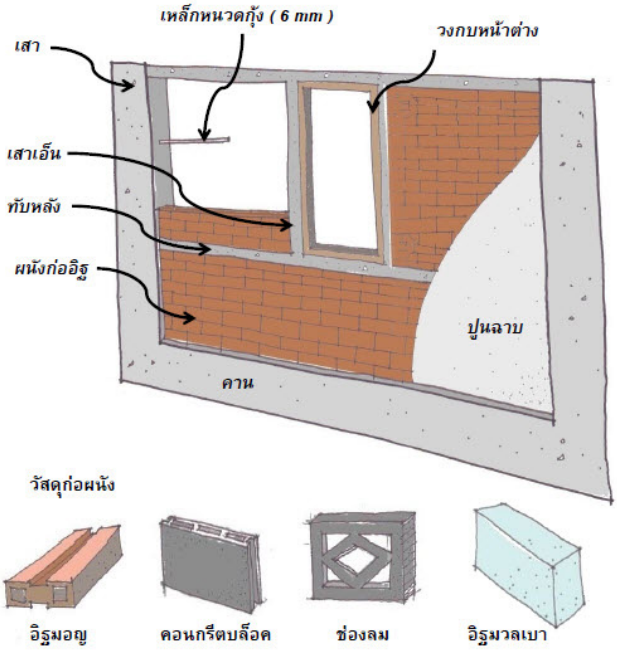
รูปที่ 56 รูปตัดการก่อสร้างบ้านโดยใช้พื้นที่มีความหนาพิเศษ

การก่ออิฐผนัง / เสาเอ็น-ทับหลัง

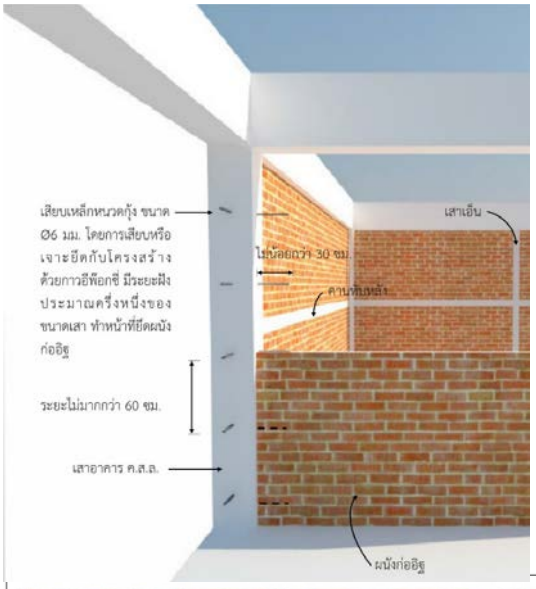
ผนังก่ออิฐสามารถก่อสร้างได้จากวัสดุต่างๆ เช่น อิฐมอญ อิฐบล็อก อิฐมวลเบา เป็นต้น (รูปที่ 57)

ผนังที่ก่อชนเสาจะต้องมีการยึดผนังก่ออิฐเข้ากับเสา โดยจัดเตรียมให้มีการฝังเหล็กเสริมขนาดไม่น้อยกว่า 6 มม. (2 หุน) ไว้ในเสาทุกระยะห่างไม่เกิน 60 ซม. ยาวจากขอบเสาไม่น้อยกว่า 30 ซม.

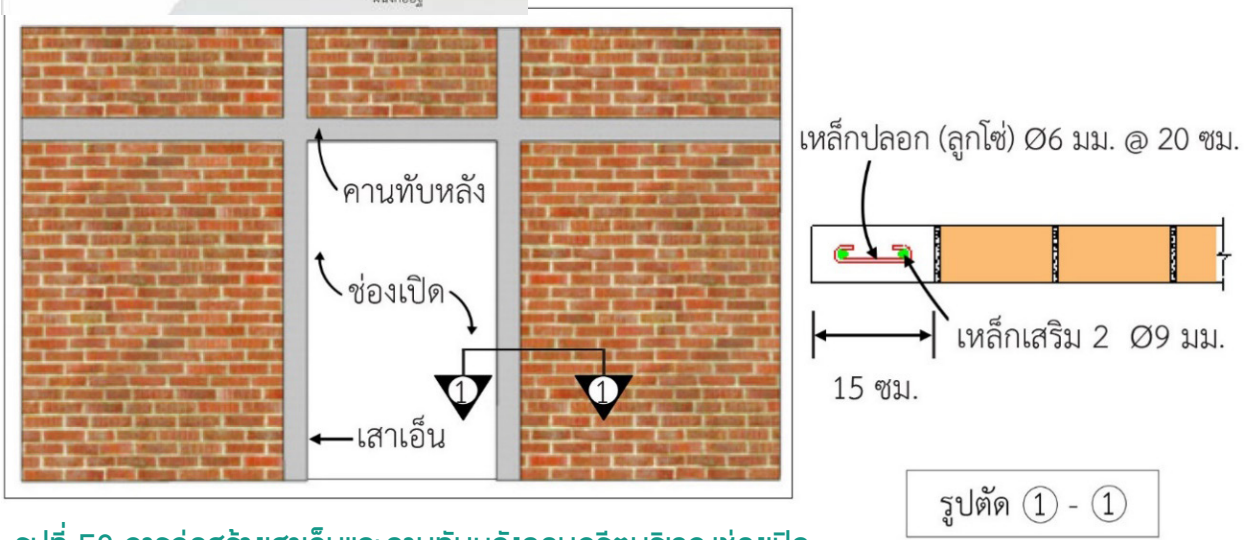
ผนังก่ออิฐที่ยาวเกินกว่า 3 เมตร จะต้องมีเสาเอ็น และผนังก่ออิฐที่มีความสูงเกินกว่า 2.50 เมตร จะต้องมีคานทับหลัง โดยเสาเอ็นและ



รูปที่ 57 ผนังก่ออิฐรูปแบบต่างๆ



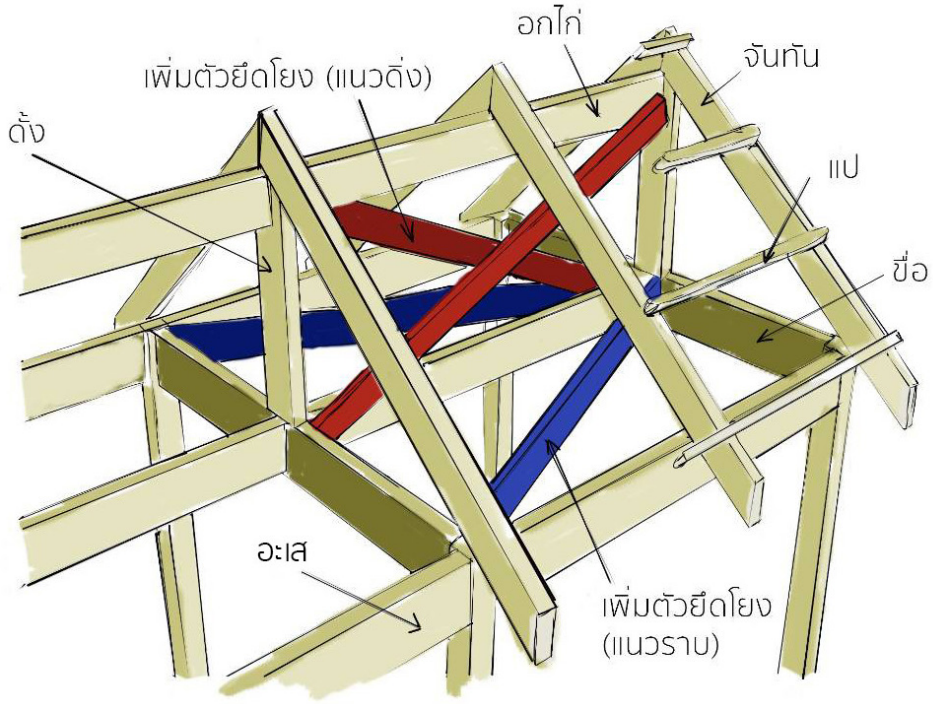
คานทับหลังต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 15 ซม. มีความหนาเท่ากับความหนาของผนังที่ก่อ และเสริมเหล็กตามยาวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 มม. (3 หุน) จำนวนไม่น้อยกว่า 2 เส้น และเหล็กปลอก (ลูกโซ่) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 6 มม. (2 หุน) ทุกระยะห่างไม่เกินกว่า 20 ซม. เหล็กเสริมตามยาวของเสาเอ็นหรือคานทับหลังให้ฝังลึกในโครงสร้างพื้นคาน หรือเสา (รูปที่ 58)



รูปที่ 58 การก่อสร้างเสาเอ็นและคานทับหลังคอนกรีตบริเวณช่องเปิด

การยึดโครงสร้างหลังคา

การยึดส่วนต่างๆ ของโครงหลังคาจะต้องมีการยึดอย่างมั่นคง เพื่อช่วยต้านทานการเสียรูปของโครงสร้าง อันเกิดจากการเคลื่อนตัวของดิน หรือจากแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว (รูปที่ 59)



รูปที่ 59 การยึดโครงสร้างหลังคา





บ้านโครงสร้างเหล็ก

ทางเลือกของการก่อสร้างบ้านบริเวณพื้นที่ลาดชัน คือโครงสร้างเหล็กในการก่อสร้างบ้าน โดยมีข้อดี คือ การก่อสร้างรวดเร็ว มีน้ำหนักเบากว่าโครงสร้างคอนกรีต โครงสร้างเหล็กมีความยืดหยุ่นดีกว่าโครงสร้างคอนกรีต จึงเหมาะกับการก่อสร้างบริเวณพื้นที่ลาดชัน หรือบริเวณที่มีแรงสั่นสะเทือนจากแผ่นดินไหว ข้อด้อยคือในส่วนของราคาที่อาจจะแพงกว่า และความคงทนในระยะยาว โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีความชื้นสูง เหล็กมีโอกาสจะเป็นสนิมได้ง่าย จึงต้องมีการทาสีป้องกันสนิมที่ดีเพียงพอ ตัวอย่างบ้านโครงสร้างเหล็กแสดงดังรูปที่ 60 ถึง 62 และแบบโครงสร้างบ้านเหล็ก 1 ชั้น แสดงในภาคผนวก



รูปที่ 60 แบบบ้านโครงสร้างเหล็กจากแบบจำลอง



รูปที่ 61 การก่อสร้างบ้านโครงสร้างเหล็ก







รูปที่ 62 บ้านโครงสร้างเหล็กภายหลังก่อสร้างเสร็จ

ลักษณะบ้านพักอาศัยของประชาชนในพื้นที่สูงหรือพื้นที่ลาดชัน

สุทธิศักดิ์และคณะ (2555) ได้ทำการศึกษาลักษณะการก่อสร้างบ้านพักอาศัยของชาวเขาบนพื้นที่ดอยตุง ไว้ได้เป็น 4 ประเภท คือ บ้านไม้ 1 ชั้น, บ้านคอนกรีตเสริมเหล็กชั้นเดียว, บ้านปูนครึ่งไม้ และบ้านคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ชั้น นอกจากนี้ยังได้สำรวจความต้องการว่าในอนาคตชาวเขาจะทำการต่อเติมบ้านให้มีขนาดใหญ่ขึ้น และสร้างบ้านคอนกรีตเหล็ก 3 ชั้น ซึ่งจากการศึกษาสามารถนำมาคำนวณเป็นค่าหน่วยน้ำหนักของบ้านพักอาศัยโดยพิจารณาขนาดพื้นที่บ้าน 40 ตารางเมตร ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 หน่วยน้ำหนักบรรทุกและน้ำหนักจรของบ้านประเภทต่างๆ

ประเภทบ้าน	น้ำหนัก (t/m^2)
บ้านไม้	0.30
บ้านคอนกรีตเสริมเหล็กชั้นเดียว	0.88
บ้านปูนครึ่งไม้	1.18
บ้านคอนกรีตเสริมเหล็ก 2 ชั้น	1.64
บ้านคอนกรีตเสริมเหล็ก 3 ชั้น	1.95



พื้นที่ราบ กับ พื้นที่ลาดชัน

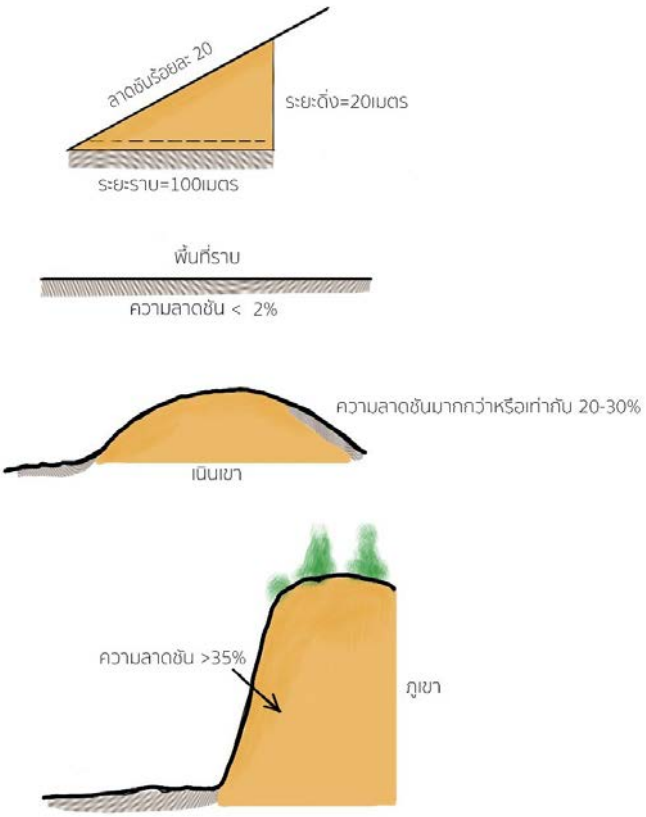
"ความลาดชัน" คือ สัดส่วนของระยะดิ่งกับระยะราบ ตัวอย่างเช่น ค่าความลาดชันร้อยละ 20 หมายถึง ความลาดชันที่มีระยะดิ่ง 20 เมตร ต่อระยะราบ 100 เมตร เป็นต้น

พื้นที่ความลาดชันน้อยกว่า 2% เรียกว่าเป็นพื้นที่ราบเรียบหรือค่อนข้างราบเรียบ

พื้นที่ความลาดชันตั้งแต่ 20–35% เรียกว่าเป็นพื้นที่เนินเขา

พื้นที่ความลาดชันมากกว่า 35% เรียกว่าเป็นพื้นที่ภูเขา

ดังแสดงในรูปที่ 63 และตารางที่ 3



รูปที่ 63 พื้นที่ความลาดชัน

ตารางที่ 3 แปลงค่าความลาดชัน

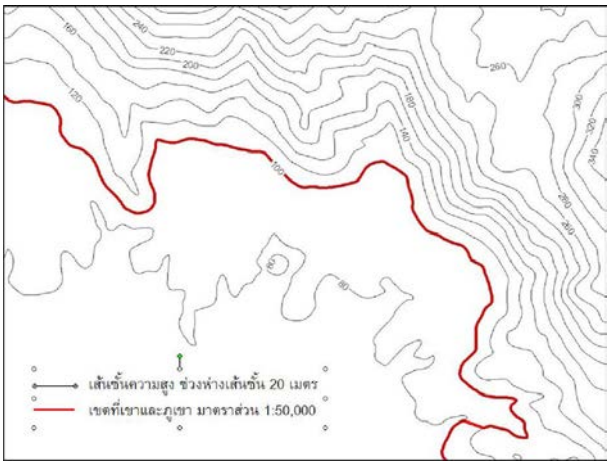
ความลาดชัน (ร้อยละ)	ความลาดชัน (องศา)	ความลาดชัน (ดิ่ง : ราบ)	ลักษณะพื้นที่
2	1.1	1:50	พื้นที่ราบ
5	2.9	1 : 20	พื้นที่เนิน
7	4.0	1 : 14.3	
10	5.7	1 : 10	
20	11.3	1 : 5	พื้นที่เนินเขา
25	14.0	1 : 4	
30	16.7	1 : 3.3	
33.3	18.4	1 : 3	
35	19.3	1 : 2.85	
40	21.8	1 : 2.5	พื้นที่ภูเขา
50	26.6	1 : 2	
100	45.0	1 : 1	



วิธีการวัดความลาดชัน

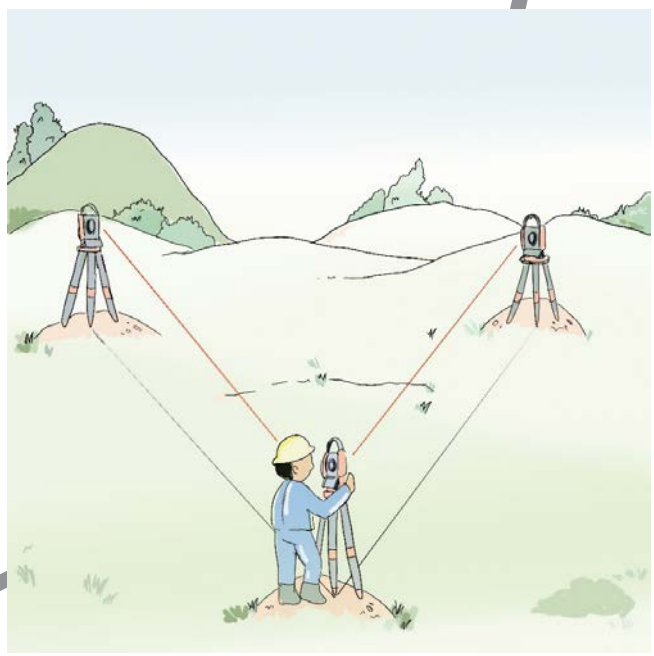
วิธีการวัดมีหลายวิธีในที่นี้แสดงเพียง 4 วิธีดังนี้ แสดงดังรูปที่ 64 ถึง 67

1 คำนวณจากเส้นชั้นความสูง



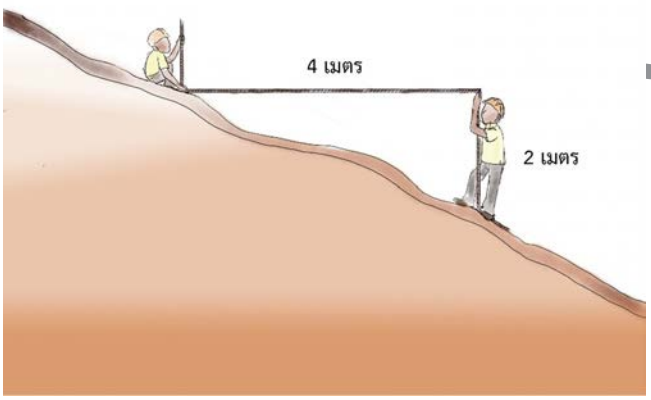
รูปที่ 64 คำนวณจากเส้นชั้นความสูง

2 การรังวัดระดับโดยใช้กล้องสำรวจ



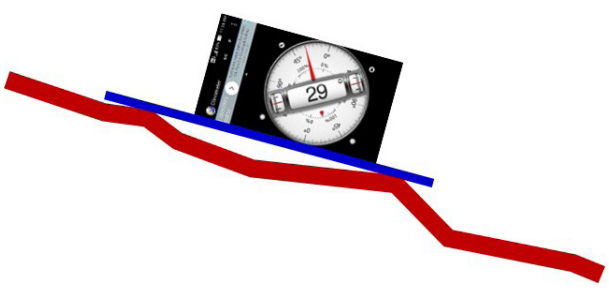
รูปที่ 65 รังวัดระดับโดยใช้กล้องสำรวจ

3 เชือกวัดแนวระดับ



รูปที่ 66 เชือกวัดแนวระดับ

4 *Application* ในมือถือ (โดยประมาณ)



รูปที่ 67 Application ในมือถือ

เอกสารอ้างอิง

กรมที่ดิน. 2558. แนวทางการตรวจสอบที่เขา ที่ภูเขาและที่ลาดชันเฉลี่ยเกิน 35% ขึ้นไป เพื่อการออกหนังสือแสดงสิทธิในที่ดิน.

กรมโยธาธิการและผังเมือง. 2552. คู่มือการใช้มาตรฐานประกอบการปฏิบัติตามกฎหมายว่าด้วยการขุดดินและถมดิน.

กรมโยธาธิการและผังเมือง. 2555. คู่มือปฏิบัติเกี่ยวกับการก่อสร้างอาคารในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวสำหรับเจ้าพนักงานท้องถิ่น.

กรมโยธาธิการและผังเมือง. 2562. โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคารและกฎหมายว่าด้วยการขุดดินและถมดินในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่ม (Landslide) และบริเวณลาดเชิงเขา.

กรมโยธาธิการและผังเมือง. 25xx. มาตรฐานการก่อสร้างบริเวณลาดเชิงเขา (Standard of Construction on Slope) มยผ. 1915-62.

กรมโยธาธิการและผังเมือง. 25xx. มาตรฐานการป้องกันการพังทลายสำหรับลาดเชิงเขา (Standard of Slope Protection on Slope) มยผ.1917-62.

กรมโยธาธิการและผังเมือง. 25xx. มาตรฐานงานฐานราก, มยผ.1105-52.

สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ และคณะ. 2550. รายงานฉบับสมบูรณ์ "โครงการศึกษาความเสถียรของลาดชันในพื้นที่โครงการพัฒนาดอยตุง". กรมทรัพยากรธรณี, เสนอโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์ และคณะ. 2555. รายงานฉบับสมบูรณ์โครงการ "งานศึกษาพัฒนาระบบแบบจำลองเพื่อเพิ่มขีดความสามารถในการเฝ้าระวังและแจ้งเตือนภัยพื้นที่ภาคใต้และภาคเหนือ". กรมทรัพยากรธรณี, เสนอโดยศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์, กนิษฐา วงศ์แก้วโพธิ์ทอง, ณัฐพงศ์ เกียรติบำรุงขจร และณัฐวุฒิ อนันต์ธนวัฒน์. 2555. "การพัฒนาระบบกำแพงกันดินขนาดเล็กโดยการศึกษาย้อนกลับจากชาวเขา".มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์, จักรวรินทร์ วัชรเลิศวาณิช, นรวรรธน์ ถวิลนพนันท์ และวิษณุพร พรรษา. 2559. การพัฒนากำแพงกันดิน TOR-BLOCK สำหรับการผลิตเชิงอุตสาหกรรม. วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์, จักรวรินทร์ วัชรเลิศวาณิช, นรวรรธน์ ถวิลนพนันท์ และวิษณุพร พรรษา. 2560. บล็อกเชื่อมต่อป้องกันการพังทลายของหน้าดิน. คำขอรับอนุสิทธิบัตร เลขที่ 1703001823, คำขอรับสิทธิบัตรการออกแบบผลิตภัณฑ์ เลขที่ 1702003703 และ 1702003704: เป็นกำแพงป้องกันดินพังทลายที่ชุมชนสามารถผลิตและก่อสร้างได้เอง โดยใช้ต้นทุนต่ำ.

สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์, มนตรี จินากุลวิพัฒน์ และสิริศาสตร์ ยังแสนภู. 2554. รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการ "จ้างเหมาสำรวจเสถียรภาพของลาดดิน ในพื้นที่บ้านสันติคีรี หมู่ที่ 1 ต.แม่สลองนอก อ.แม่ฟ้าหลวง จ.เชียงราย". กรมทรัพยากรธรณี, เสนอโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก

สุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์, วิทวัส ศรีเรือง, ฐปกรณ์ ผลมานะ และยุทธพล จิรัฐติกร. 2558. การพัฒนากำแพงกันดิน TOR-BLOCK เพื่อป้องกันดินถล่มและแผ่นดินไหว. วิศวกรรมศาสตร์,มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อมร พิมานมาศ. 2557., กรมโยธาธิการและผังเมือง. 2557. งานก่อสร้างและประมาณราคาที่ควรรู้ในโครงการบ้านมั่นคง, สำนักงานปฏิบัติการกรุงเทพฯ ปริมณฑล และตะวันออก, สถาบันพัฒนาองค์กรชุมชน (องค์การมหาชน).

ภาคผนวก

แบบบ้านโครงสร้างเหล็ก

สารบัญแบบ และสัญลักษณ์ประกอบแบบ

สารบัญแบบสถาปัตยกรรม

แผ่นที่	แบบเลขที่	รายการ	มาตราส่วน
1	A–00	สารบัญแบบ และสัญลักษณ์ประกอบแบบ	–
2	A–01	แปลนบ้าน และแปลนหลังคา	1 : 75
3	A–02	รูปด้าน 1, 2, 3, 4	1 : 75
4	A–03	รูปตัด A	1 : 50
5	A–04	รูปตัด B	1 : 50
6	A–05	แบบขยายประตู หน้าต่าง	1 : 50
7	A–06	รูปด้าน (3 มิติ)	
8	A–07	ลักษณะพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน	
9	A–08	แบบบ้านจำลองหลังสร้างเสร็จ	

สารบัญแบบวิศวกรรมโครงสร้าง

แผ่นที่	แบบเลขที่	รายการ	มาตราส่วน
10	S–01	แปลนฐาน คาน และพื้นชั้น 1 แปลนคานรับหลังคา	1 : 75
11	S–02	แปลนโครงสร้างหลังคา แบบขยายโครงหลังคา และพื้น	1 : 75

รายการประกอบแบบวัสดุ

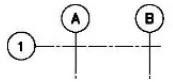
รายการวัสดุ	รายการ
พื้น	
F1	พื้นคอนกรีตเสริมเหล็ก ผิวขัดมัน
ผนัง	
W1	ผนังไฟเบอร์ซีเมนต์ (สมาร์ทบอร์ด) หนา 12 มม.
	โครงเคร่าเหล็กกล่องชนิดวาไนซ์ ขนาด 3"x 1.5" x 1.2 มม.
ฝ้าเพดาน	
C1	ไม่มีฝ้าเพดาน

สัญลักษณ์ประกอบแบบ



แสดงทิศทางรูปด้าน 1, 2, 3, 4

ดูรายละเอียด แผ่นที่ A–0X

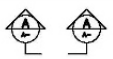


แสดงแนวเสาตามแนวตั้ง A, B

แสดงแนวเสาตามแนวนอน 1



แสดงแนวทิศเหนือ



แสดงแนวรูปตัด A–A

ดูรายละเอียดแผ่นที่ A–X



ระยะจาก ศูนย์กลาง ถึง ศูนย์กลาง



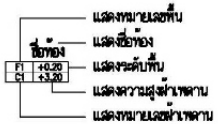
ระยะจาก ศูนย์กลาง ถึง ริม



ระยะจาก ริม ถึง ริม



แสดงระดับพื้นในรูปตัด



แสดงรายละเอียดพื้นและฝ้าเพดานของแต่ละห้อง

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

PROJECT :
โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
และกฎหมายว่าด้วยการขุดดินและถมดินในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มและบริเวณลาดเชิงเขา

DRAWING TITLE :
สารบัญแบบ และสัญลักษณ์ประกอบแบบ

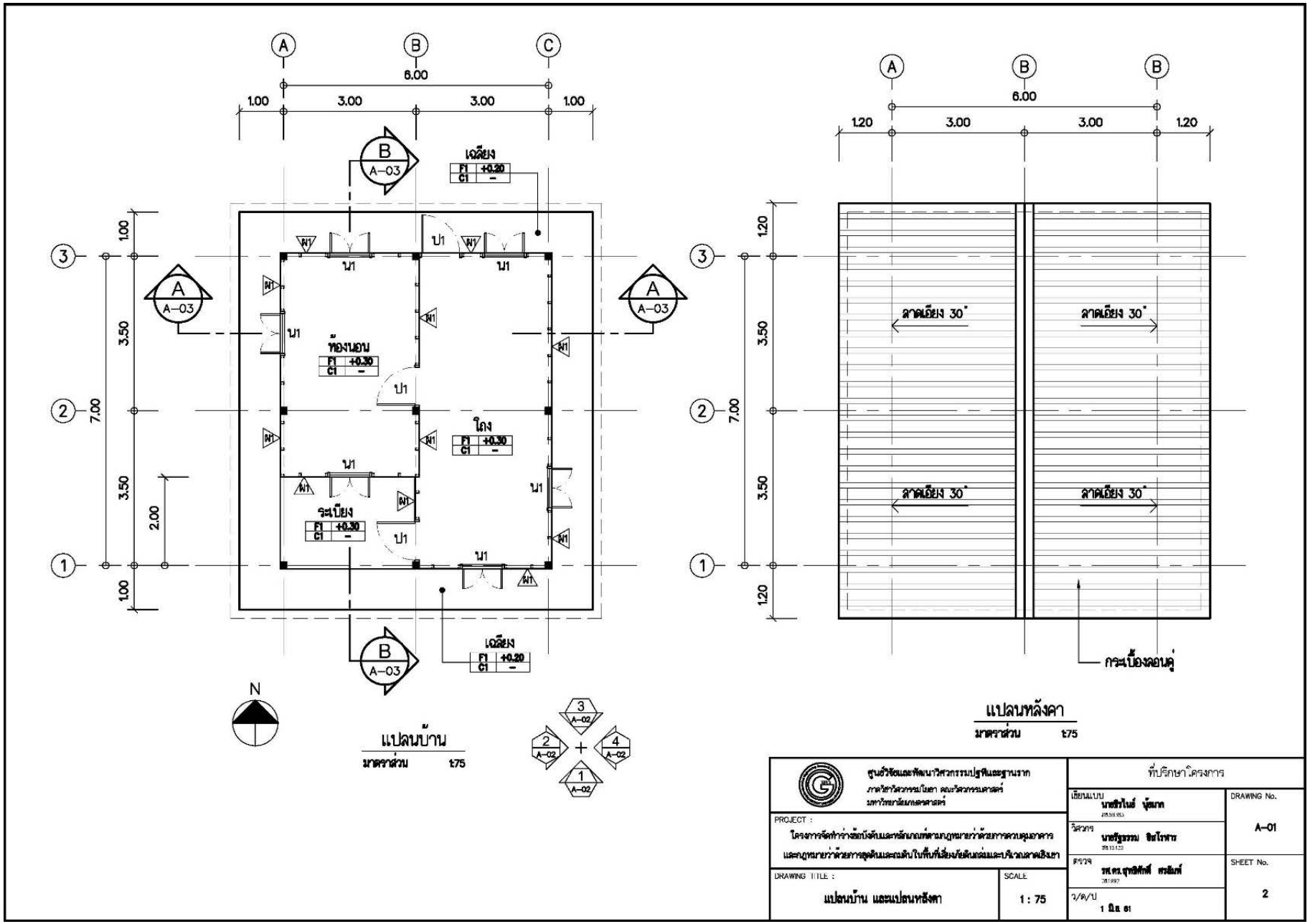
SCALE
–

ที่ปรึกษาโครงการ

เขียนแบบ นายชัชไนย์ บุ้ยเกก
วิศวกร นายปฐมรรม ชิตโรหาส
ตรวจ รศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ศรสิงห์
ว/ด/ป 1 มิ.ย. 61

DRAWING No.
A–00

SHEET No.
1



ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิสาวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิสวกรรมโยธา คณะวิสวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

PROJECT :
โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
และกฎหมายว่าด้วยการสูดดินและถมดินในที่ลุ่มลึกและบริเวณลาดเชิงเขา

DRAWING TITLE :
แปลนบ้าน และแปลนหลังคา

SCALE
1 : 75

ที่ปรึกษา/โครงการ

เขียนแบบ นายชัชไนย์ บุ้ยมาก

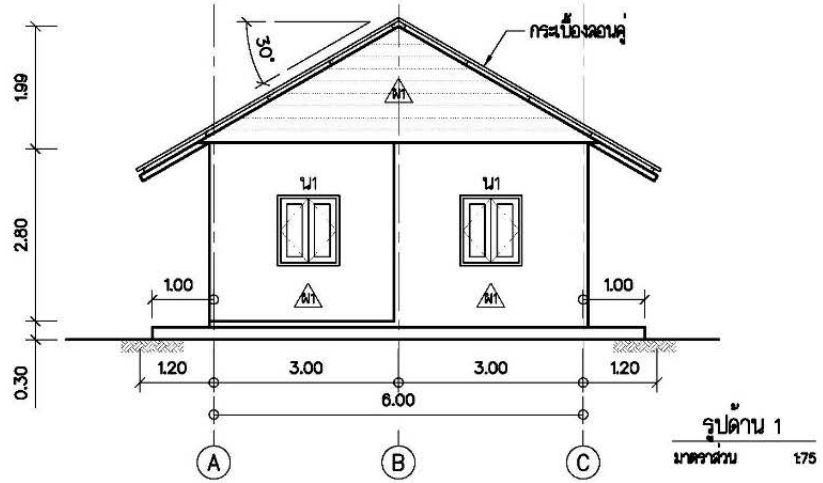
วิศวกร นายรัฐธรรม ชิตโภชาค

ตรวจ รศ.ดร.ชุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์

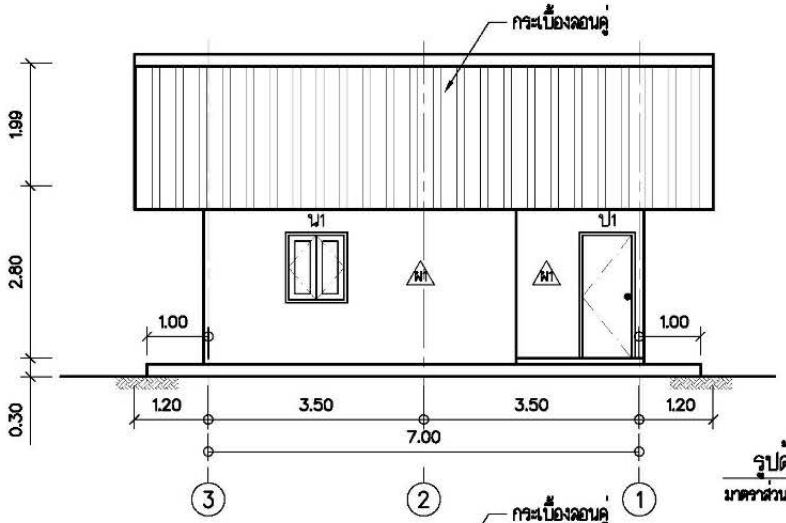
ว/ด/ป 1 มิ.ย. 61

DRAWING No.
A-01

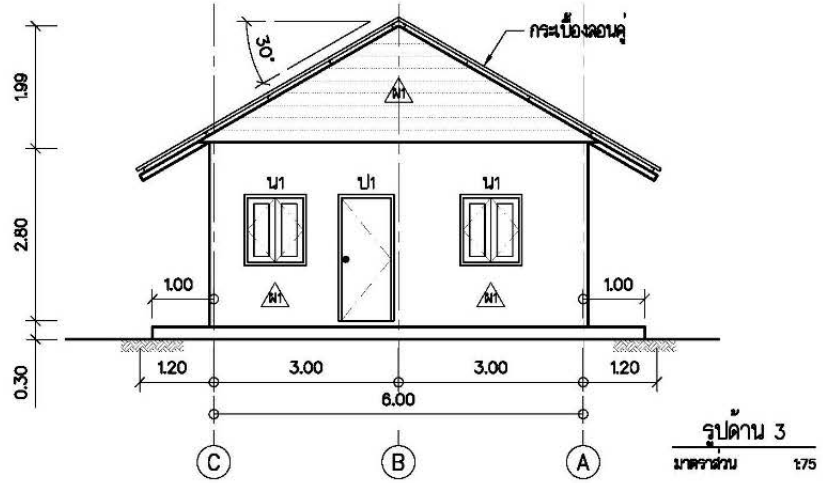
SHEET No.
2



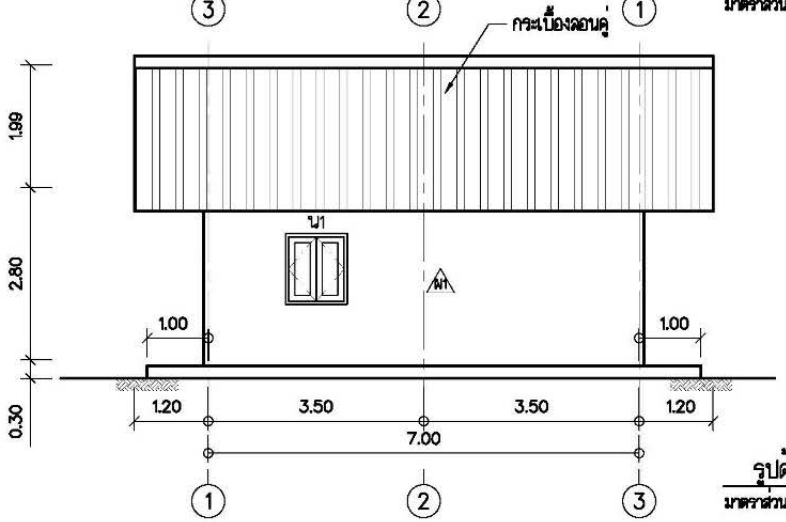
รูปด้าน 1
มาตราส่วน 1:75



รูปด้าน 2
มาตราส่วน 1:75



รูปด้าน 3
มาตราส่วน 1:75



รูปด้าน 4
มาตราส่วน 1:75

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิสวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิสวกรรมโยธา คณะวิสวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

PROJECT :
โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
และกฎหมายว่าด้วยการสูดดินและถมดินในที่ลุ่มลึกดินอ่อนและบริเวณลาดเชิงเขา

DRAWING TITLE :
รูปด้าน 1, 2, 3, 4

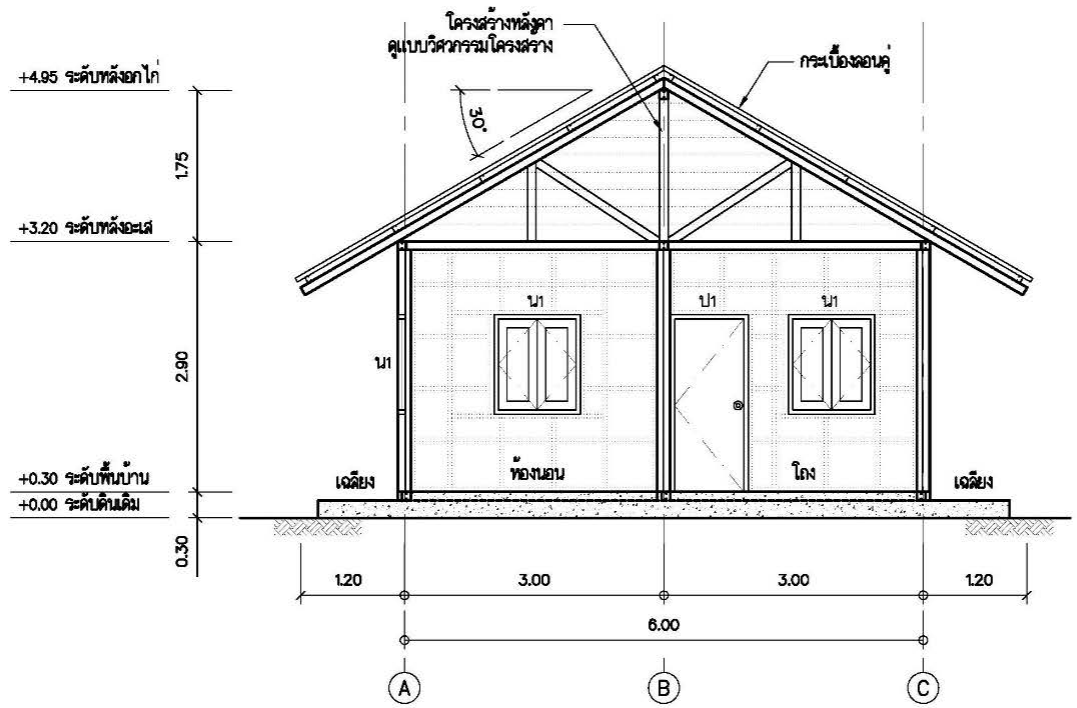
SCALE
1 : 75

ที่ปรึกษาโครงการ

เขียนแบบ นายชัชไนย์ บุ้ยเกต
วิสวกร นายรัฐธรรม ชิตโรหาส
ตรวจ รศ.ดร.ชุทธิศักดิ์ ศรลัมพ์
ว/ด/ป 1 มิ.ย. 61

DRAWING No.
A-02

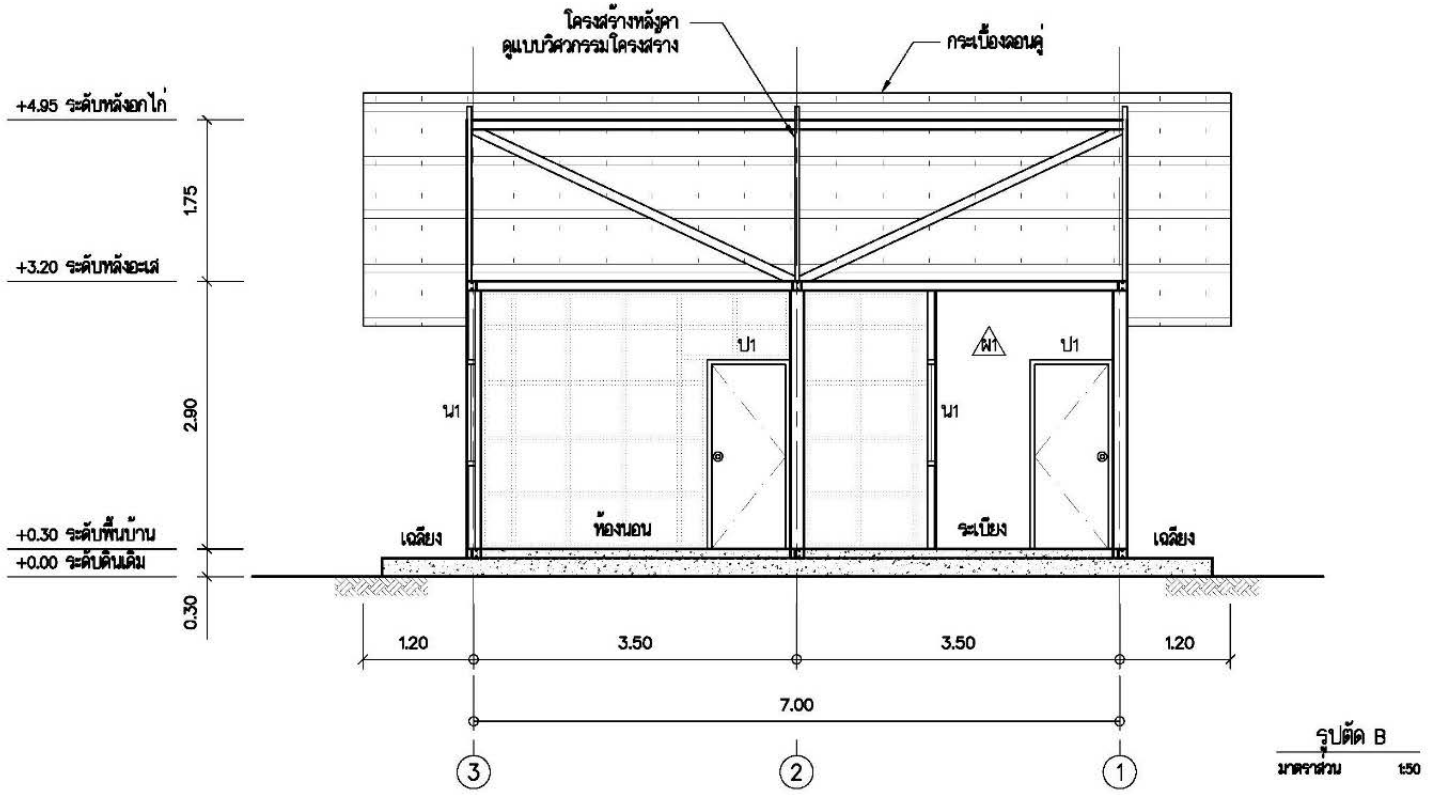
SHEET No.
3



รูปตัด A

มาตราส่วน 1:50

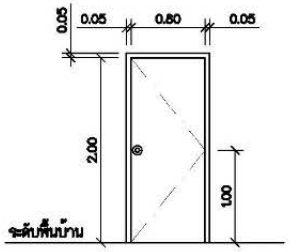
ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ที่ปรึกษาโครงการ	
PROJECT : โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร และกฎหมายว่าด้วยการขุดดินและถมดินในที่ที่เสี่ยงภัยดินถล่มและบริเวณลาดชันชะ	เขียนแบบ นายชัยโยธี บุ้สมาก วิศวกร นายรัฐธรรม ชิตโรหาร ตรวจ รศ.ดร.ชุทธิพิทักษ์ ศรสัมพ์	DRAWING No. A-03 SHEET No. 4
DRAWING TITLE : รูปตัด A	SCALE 1 : 50	วัน/เดือน/ปี 1 มิ.ย. 61



รูปตัด B

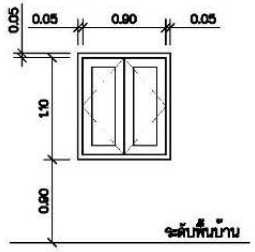
มาตราส่วน 1:50

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ที่ปรึกษาโครงการ
PROJECT : โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร และกฎหมายว่าด้วยการขุดดินและถมดินในที่ที่เสี่ยงภัยดินถล่มและบริเวณลาดเชิงเขา	เขียนแบบ นายชัชไนย์ บุ้งมาก วิศวกร นายวัฒนรรม ชิตโรหาร ตรวจ รศ.ดร.ชุทธิพันธ์ ศรสัมพ์ ว/ด/ป 1 มิ.ย. 61
DRAWING TITLE : รูปตัด B	SCALE 1 : 50
DRAWING No. A-04	SHEET No. 5



ป1

ชนิดประตู	บานเปิดเลี่ยว
วงกบ	วงกบไม้เนื้อแข็ง 2"x4"
บาน	บานไม้อัดยาง (ชนิดกันน้ำ) ทาสีน้ำมัน
บานพับ	บานพับ ขนาด 3"x4" จำนวน 4 ชุด
ลูกบิด	ลูกบิดสแตนเลสด้าน
ตำแหน่ง	ประตูหน้าบ้าน หลังบ้าน ห้องนอน



น1

ชนิดประตู	หน้าต่างบานเปิดคู่
วงกบ	วงกบไม้เนื้อแข็ง 2"x4"
บาน	บานไม้อัดยาง (ชนิดกันน้ำ) ทาสีน้ำมัน
ลูกฟัก	บานไม้อัดยาง (ชนิดกันน้ำ) ทาสีน้ำมัน
บานพับ	บานพับ ขนาด 3"x4" จำนวน 2 ชุด
ตำแหน่ง	หน้าต่างรอบบ้าน

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิสาวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิสวกรรมโยธา คณะวิสวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ที่ปรึกษา/โครงการ

PROJECT :
โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
และกฎหมายว่าด้วยการขุดดินและถมดินในที่ที่เสี่ยงภัยดินถล่มและบริเวณลาดเชิงเขา

DRAWING TITLE :
แบบขยายประตู หน้าต่าง

SCALE
1 : 50

เขียนแบบ นายชัชไนย์ บุ้งมาก
วิศวกร นายรัฐธรรม ชิตโรหาร
ตรวจ รศ.ดร.ชุทธิพันธ์ ศรลัมพ์
วัน/เดือน/ปี 1 มิ.ย. 61

DRAWING No.
A-05

SHEET No.
6



รูปด้านหน้า
มาตราส่วน -



รูปด้านหลัง
มาตราส่วน -



รูปด้านซ้าย
มาตราส่วน -



รูปด้านขวา
มาตราส่วน -

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิสวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิสวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

PROJECT :
โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
และกฎหมายว่าด้วยการถมดินและดินใบที่เกี่ยวข้องกับการแบ่งแยกที่ดินและบริเวณพื้นที่ใกล้เคียง

DRAWING TITLE : รูปด้าน (3 มิติ)

SCALE : -

ที่ปรึกษาโครงการ

เขียนแบบ นายชัชไชย์ บุ้ยเกต 3659383

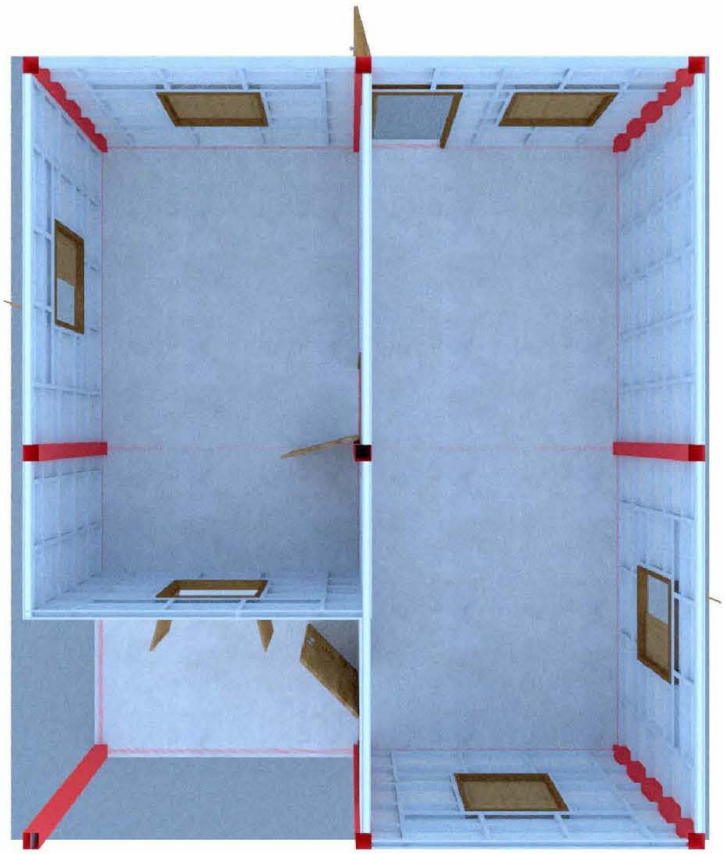
วิศวกร นายวัฒธรรม ชัยโรจน์ 101432

ตรวจ รศ.ดร.สุทธิศักดิ์ ตรณิชย์ 201992

วัน/เดือน/ปี 1 มิ.ย. 61

DRAWING No. A-06

SHEET No. 7



ลักษณะพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน

มาตราส่วน –



ลักษณะโครงสร้างบ้าน

มาตราส่วน –

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์		ที่ปรึกษาโครงการ
PROJECT : โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร และกฎหมายว่าด้วยการขุดดินและถมดินในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มและบริเวณลาดเชิงเขา		เขียนแบบ นายชิรไนย์ บุ้ยมาก วิศวกร นายรัฐธรรม ชิตโรหัส ตรวจ รศ.ดร.ชุมพิทักษ์ ศรสิมพ์ ว/ด/ป 1 มิ.ย. 61
DRAWING TITLE : ลักษณะพื้นที่ใช้สอยภายในบ้าน	SCALE –	DRAWING No. A–07 SHEET No. 8



(ด้านหน้าบ้าน)

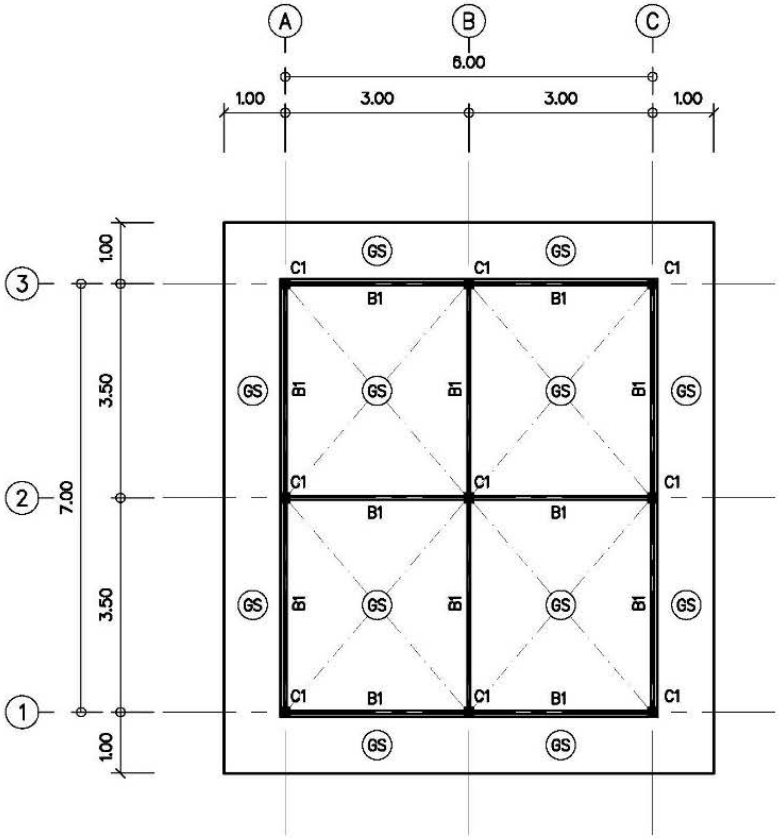


(ด้านหลังบ้าน)

แบบบ้านจำลองหลังสร้างเสร็จ

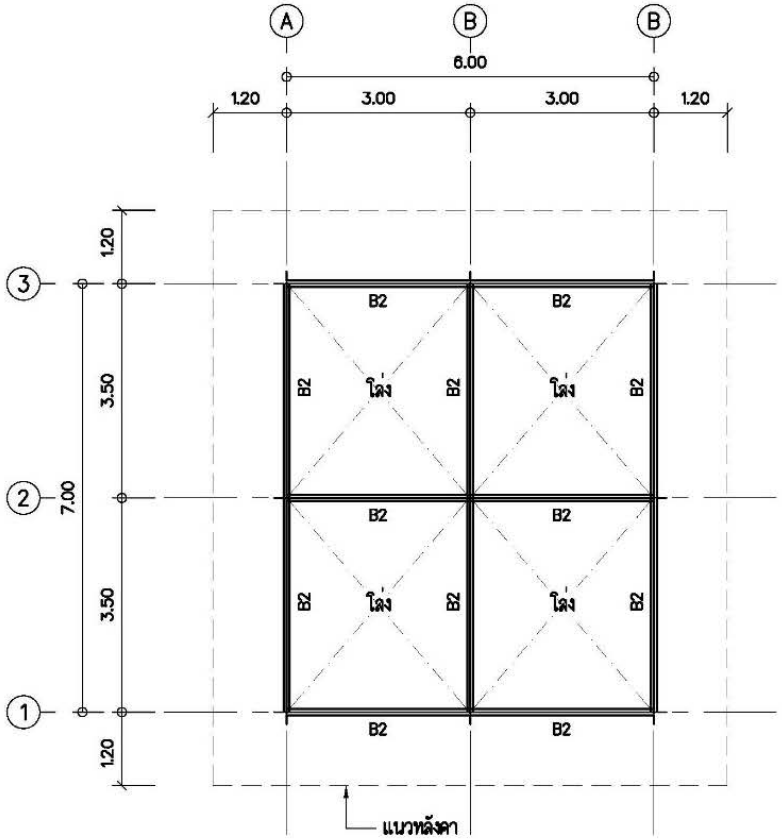
มาตราส่วน –

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	ที่ปรึกษาโครงการ
PROJECT : โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร และกฎหมายว่าด้วยการขุดดินและถมดินในพื้นที่เสี่ยงภัยดินถล่มและบริเวณลาดเชิงเขา	เรียบเรียบ นายชิรโชย์ บุ้ยเกต วิศวกร นายวิรุธรรม จิตโรหาส ตรวจ รศ.ดร.ชูชาติศักดิ์ ตรีมิตร ว/ด/ป 1 มิย 61
DRAWING TITLE : แบบบ้านจำลองหลังสร้างเสร็จ SCALE –	DRAWING No. A-06 SHEET No. 9



แปลนเสา คาน และพื้นชั้น 1

มาตราส่วน 1:75



แปลนคานรับหลังคา

มาตราส่วน 1:75

C1 = เสาเหล็กกล่อง 150x150x3.2 mm. (14.54 kg/m)

B1 = คานรัดเสา C-100x50x2.3 mm. (4.06 kg/m)

B2 = คานรัดหัวเสา 2C-100x50x2.3 mm. (4.06 kg/m)

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

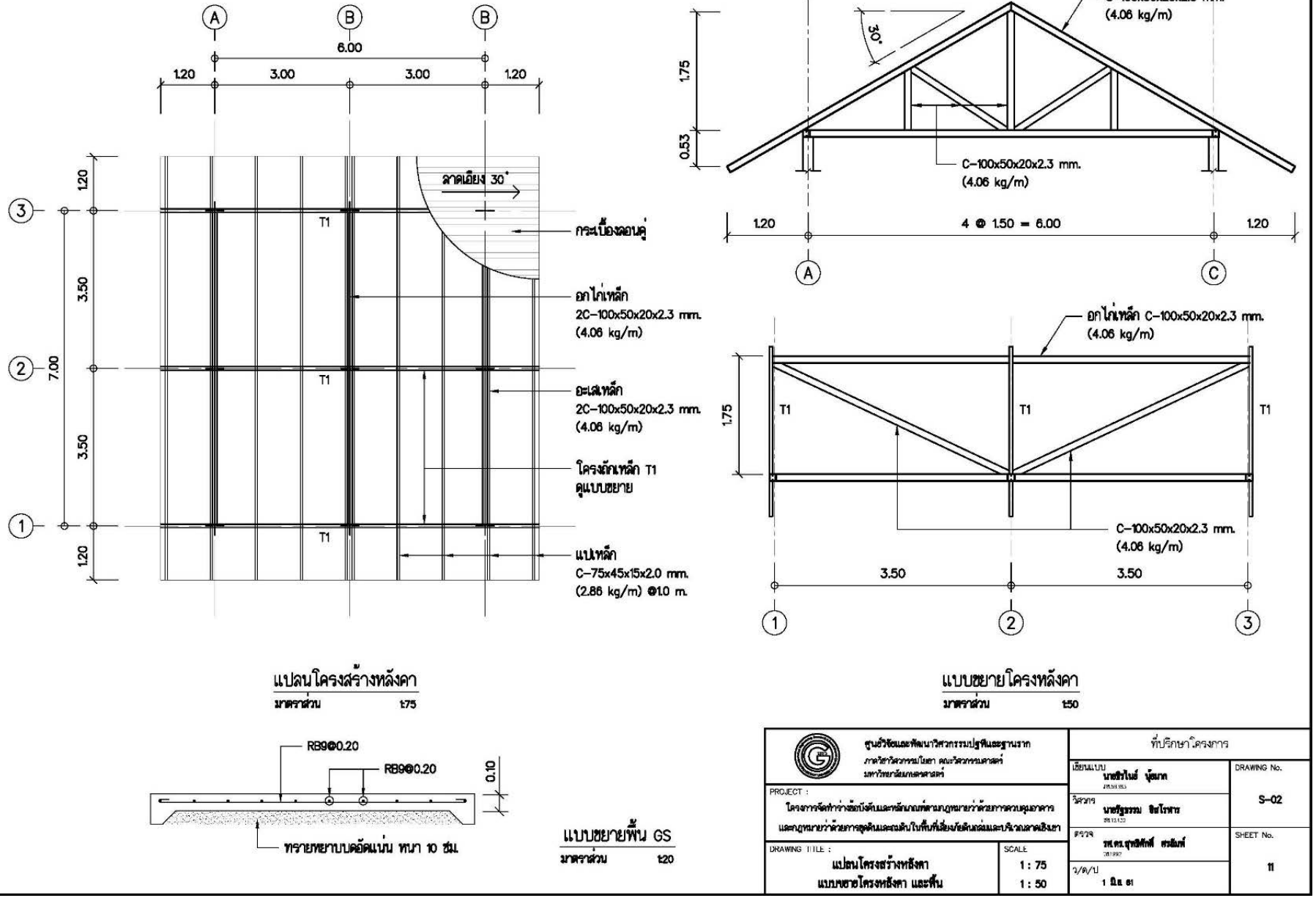
ที่ปรึกษาโครงการ

PROJECT :
โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
และกฎหมายว่าด้วยการขุดดินและถมดินในที่ที่เสี่ยงภัยดินถล่มและบริเวณลาดชันเขา

เขียนแบบ นายชิโนรส พุ่มเกต	DRAWING No. S-01
วิศวกร นายรัฐธรรม ชิตโรหาร	
ตรวจ รศ.ดร.ฐานิศักดิ์ ศรสัมพ์	SHEET No. 10
ว/ด/ป 1 มิ.ย. 61	

DRAWING TITLE :
แปลนเสา คาน และพื้นชั้น 1
แปลนคานรับหลังคา

SCALE
1 : 75



แปลนโครงสร้างหลังคา
มาตราส่วน 1:75

แบบขยายโครงหลังคา
มาตราส่วน 1:50

แบบขยายพื้น GS
มาตราส่วน 1:20

ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก
ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

PROJECT :
โครงการจัดทำร่างข้อบังคับและหลักเกณฑ์ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร
และกฎหมายว่าด้วยการขุดดินและถมดินในที่ที่เสี่ยงภัยดินถล่มและบริเวณลาดเชิงเขา

DRAWING TITLE :
แปลนโครงสร้างหลังคา
แบบขยายโครงหลังคา และพื้น

SCALE
1 : 75
1 : 50

ที่ปรึกษาโครงการ

เขียนแบบ นายชัชไนย์ บุ้สมาก
วิศวกร นายปัฐพรรณ ชิตโพทาย
ตรวจ รศ.ดร.ชุตินิภาพ์ ทรัพย์
วัน/เดือน/ปี 1 มิ.ย. 61

DRAWING No.
S-02

SHEET No.
11



ศูนย์วิจัยและพัฒนาวิศวกรรมปฐพีและฐานราก

ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

50 ถนนงามวงศ์วาน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

โทรศัพท์ / โทรสาร : 0-2579-2265 www.gerd.eng.ku.ac.th