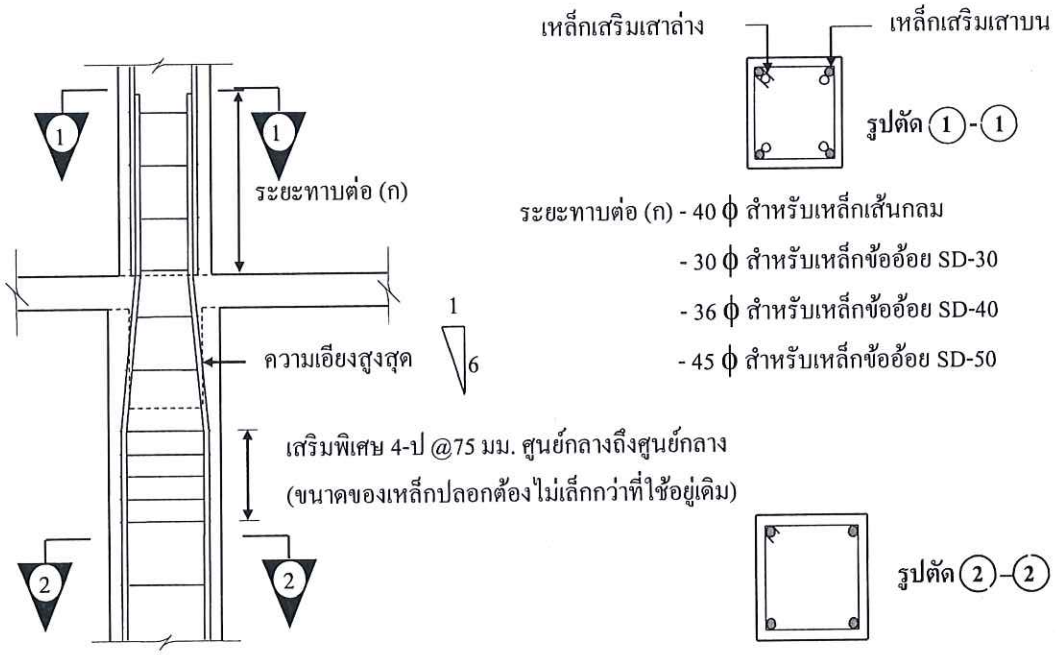
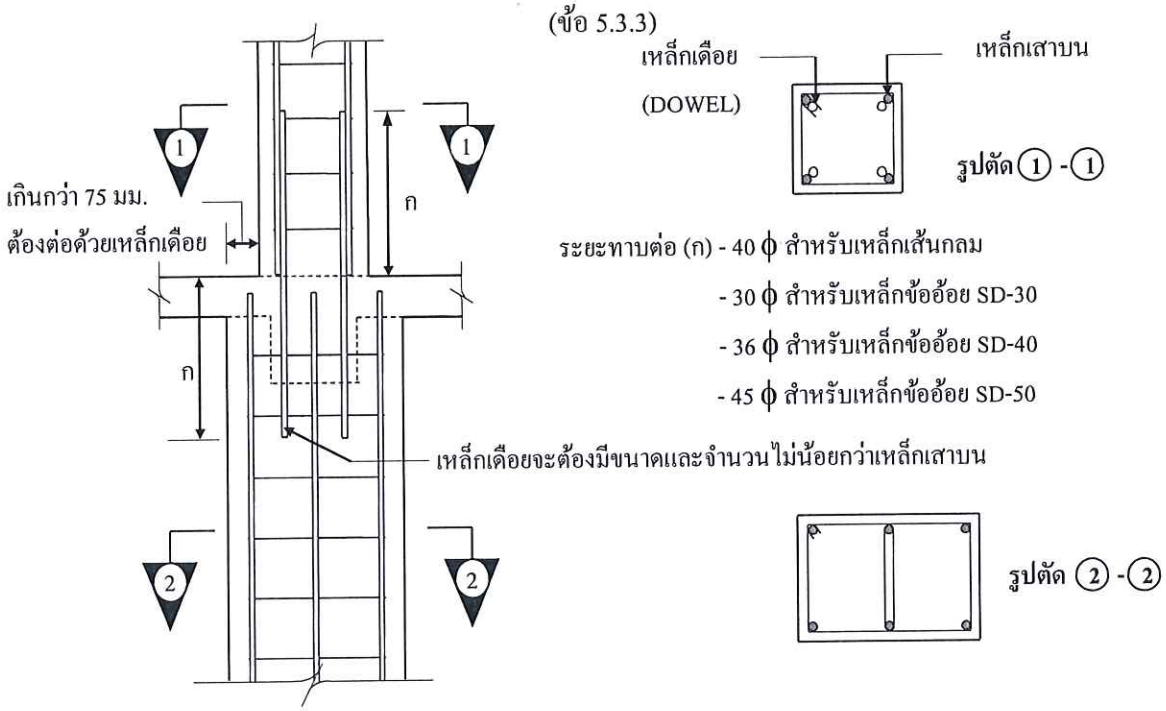


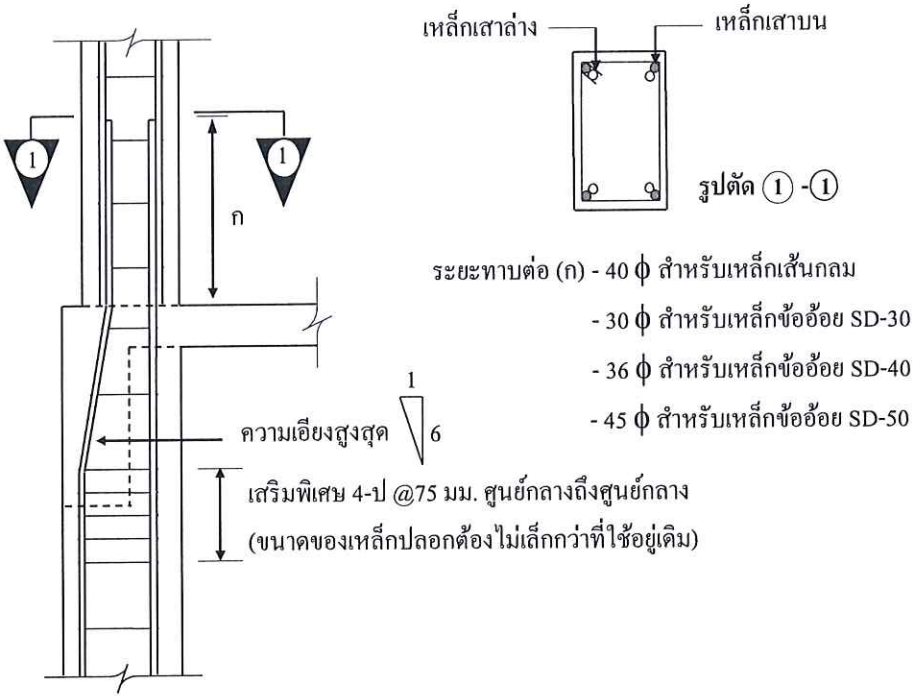
รูปที่ 4 การต่อเหล็กเสาในกรณีเสามีหน้าตัดไม่เท่ากัน

(ข้อ 5.3.3)



รูปที่ 5 กรณีเสามีหน้าตัดไม่เท่ากันศูนย์ตรงกัน

(ข้อ 5.3.3)



รูปที่ 6 กรณีเสามีหน้าตัดไม่เท่ากันศูนย์เยื้องกัน

(ข้อ 5.3.3)

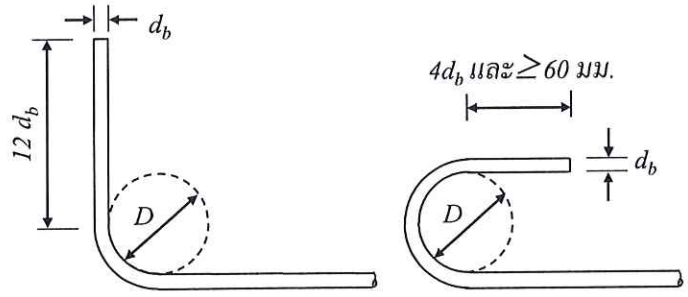
5.3.4 การงอขอปลายเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

หากแบบรายละเอียดและรายการประกอบแบบเฉพาะงานไม่ได้ระบุการงอขอปลายเหล็กเสริมให้งอขอโดยวิธีดัดเย็น และมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

5.3.4.1 ของอของเหล็กเสริมตามยาวให้ปฏิบัติดังนี้

(1) ของอเป็นมุมฉากหรือของอ 90 องศา ให้ใช้กับเหล็กข้ออ้อยทุกขนาดและเหล็กเส้นกลมขนาดตั้งแต่ 15 มิลลิเมตรขึ้นไป การงอขอให้ปลายยื่นจะต้องต่อออกไปอีกไม่น้อยกว่า 12 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น

(2) ของอเป็นครึ่งวงกลมหรือของอ 180 องศา ให้ใช้กับเหล็กเส้นกลมที่มีขนาดเล็กกว่า 15 มิลลิเมตร การงอขอให้ปลายยื่นจะต้องต่อออกไปอีกไม่น้อยกว่า 4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น แต่ทั้งนี้ระยะดังกล่าวจะต้องไม่น้อยกว่า 60 มิลลิเมตร



รูปที่ 7 ของอสำหรับเหล็กเสริมตามยาว

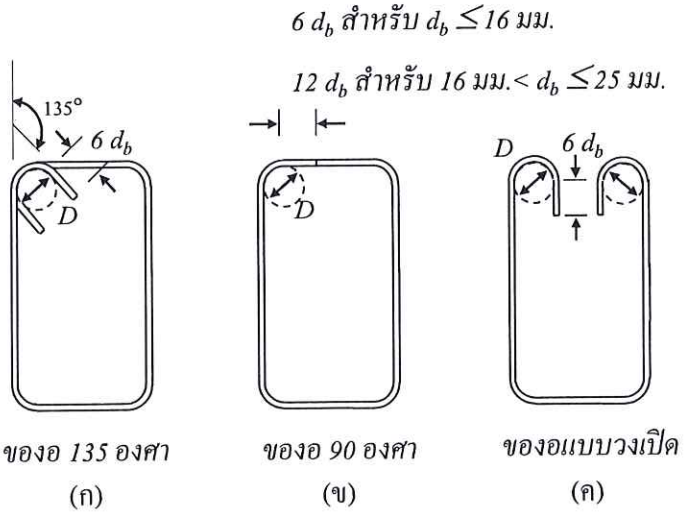
(ข้อ 5.3.4.1)

5.3.4.2 ของอของเหล็กลูกตั้ง (Stirrup) และเหล็กปลอกเดี่ยว (Tie) ให้ปฏิบัติดังนี้

(1) เหล็กเสริมที่มีขนาดตั้งแต่ 25 มิลลิเมตร ลงมาให้ใช้ของอ 135 องศาหรือของอแบบวงเปิด โดยส่วนปลายยื่นจะต้องต่อออกไปอีกไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น (รูปที่ 8 (ก) และ (ค))

(2) เหล็กเสริมที่มีขนาดไม่มากกว่า 16 มิลลิเมตร หากไม่ใช้ของอตาม (1) สามารถใช้ของอเป็นมุมฉากหรือของอ 90 องศาได้ โดยส่วนปลายยื่นจะต้องต่อออกไปอีกไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น (รูปที่ 8 (ข))

(3) เหล็กเสริมที่มีขนาดตั้งแต่ 19 มิลลิเมตร ถึง 25 มิลลิเมตร หากไม่ใช้ของอตาม (1) สามารถใช้ของอเป็นมุมฉากหรือของอ 90 องศาได้ โดยส่วนปลายยื่นจะต้องต่อออกไปอีกไม่น้อยกว่า 12 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น (รูปที่ 8 (ข))



รูปที่ 8 ของอสำหรับเหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอกเดี่ยว

(ข้อ 5.3.4.2)

(4) ของอของเหล็กลูกตั้ง (Stirrup) และเหล็กปลอกเดี่ยว (Tie) สำหรับการก่อสร้างอาคารคอนกรีตเสริมเหล็กในพื้นที่เสี่ยงภัยแผ่นดินไหวตามกฎกระทรวงว่าด้วยการรับน้ำหนัก ความต้านทาน ความคงทนของอาคารและพื้นดินที่รองรับอาคารในการต้านทานแรงสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว พ.ศ. 2550 ออกตามความในพระราชบัญญัติควบคุมอาคาร พ.ศ. 2522 ให้เป็นไปตามมาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1301/1302-61: มาตรฐานการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

5.3.4.3 เส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กสุดของโค้งการดัดของอ (D) ให้วัดด้านในของเหล็กเส้นที่ดัด และจะต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 11 ทั้งนี้ยกเว้นเหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่มากกว่า 16 มิลลิเมตร ให้ใช้เส้นผ่านศูนย์กลางของการดัดของอไม่น้อยกว่า 4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น

ตารางที่ 11 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของโค้งการดัดของอตามขนาดของเหล็กเสริม

(ข้อ 5.3.4.3)

ขนาดของเหล็กเสริม	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กสุดของโค้งการดัดของอ (D)
6 มม. ถึง 25 มม.	6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริม
28 มม. ถึง 36 มม.	8 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริม
40 มม.	10 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริม

5.4 การจัดเรียงเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

5.4.1 ก่อนเทคอนกรีต จะต้องจัดวางเหล็กเสริมให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้องตามที่กำหนดในแบบรายละเอียด โดยมีที่รองรับที่แข็งแรงและยึดไว้แน่นหนาเพียงพอที่จะไม่ทำให้เหล็กเสริมเคลื่อนตัวหรือแอ่นตัวจากตำแหน่งเดิมเกินกว่าที่กำหนดดังนี้

5.4.1.1 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความลึกประสิทธิผลและระยะหุ้มเหล็กเสริมขององค์อาคารรับแรงดัด ผนัง และองค์อาคารรับแรงอัดให้เป็นไปตามตารางที่ 12

ตารางที่ 12 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความลึกประสิทธิผล และระยะหุ้มเหล็กเสริมในโครงสร้างคอนกรีตเสริมเหล็ก

(ข้อ 5.4.1.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร

ความลึกประสิทธิผล (d)	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของความลึกประสิทธิผล	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของระยะหุ้มเหล็กเสริม
$d \leq 200$	± 10	-10
$d > 200$	± 15	-15

หมายเหตุ (1) ระยะจากผิวของเหล็กเสริมล่างถึงผิวล่างของชิ้นส่วนโครงสร้าง ยอมให้คลาดเคลื่อนได้ไม่เกิน −5 มม.

(2) ระยะหุ้มเหล็กเสริมยอมให้คลาดเคลื่อนได้ตามตารางที่ 12 แต่ทั้งนี้ต้องไม่เกิน −1/3 ของระยะหุ้มเหล็กเสริมที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียด

5.4.1.2 ตำแหน่งของอและปลายของเหล็กเสริมให้คลาดเคลื่อนตามยาวได้ไม่เกิน ± 50 มิลลิเมตร ยกเว้นของอและปลายเหล็กเสริมที่อยู่บริเวณปลายชิ้นส่วนโครงสร้างที่ไม่ต่อเนื่อง ให้คลาดเคลื่อนตามยาวได้ไม่เกิน ±15 มิลลิเมตร

5.4.2 ไม่ยินยอมให้เชื่อมเหล็กเสริมที่ตัดกัน ยกเว้นได้รับความเห็นชอบจากวิศวกร

5.5 การต่อเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต

5.5.1 ห้ามต่อเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางมากกว่า 36 มิลลิเมตร

5.5.2 เหล็กเสริมในคาน-แผ่นพื้น นอกจากที่เป็นคานยื่นหรือแผ่นพื้นยื่นหรือที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดต้องต่อในตำแหน่งต่อไปนี้

(1) เหล็กเสริมล่างของคาน-แผ่นพื้น: ให้ต่อตรงบริเวณหัวเสาหรือคานจนถึงระยะ 1/5 ของความยาวช่วงคานหรือช่วงพื้นโดยวัดจากศูนย์กลางจุดรองรับ

(2) เหล็กเสริมบนของคาน-แผ่นพื้น: ให้ต่อตรงบริเวณกลางคาน-แผ่นพื้น

สำหรับเหล็กเสริมในเสา หากไม่ระบุในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้ต่อตรงจุดหลังพื้น โดยมีรายละเอียดดังรูปที่ 3 ถึงรูปที่ 6 ในกรณีเหล็กเสริมของอาคารที่รับแรงแผ่นดินไหวให้เป็นไปตามมาตรฐานมยผ.1301/1302: มาตรฐานประกอบการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว

5.5.3 รอยต่อของเหล็กเสริมแต่ละเส้นที่อยู่ข้างเคียง ต้องไม่อยู่ในแนวเดียวกัน และควรเหลื่อมกันประมาณ 1.00 เมตร หากไม่จำเป็นจริงๆ แล้วไม่ควรต่อเหล็กเสริม

5.5.4 การต่อเหล็กเสริมอาจทำได้หลายวิธี คือ

5.5.4.1 ในการต่อเหล็กเสริมแบบวางทาบเหลื่อมกัน สำหรับเหล็กเส้นกลมให้วางทาบโดยให้เหลื่อมกันมีระยะยาวไม่น้อยกว่า 40 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้นและปลายของเหล็กที่ต่อต้องดัดงอขอได้ตามข้อ 5.3.4 ส่วนเหล็กข้ออ้อยให้วางทาบกันโดยมิต้องงอขอและมีระยะยาวไม่น้อยกว่า 30 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 30 ไม่น้อยกว่า 36 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 40 และไม่น้อยกว่า 45 เท่าสำหรับเหล็กข้ออ้อย SD 50

5.5.4.2 การต่อโดยวิธีการเชื่อมด้วยไฟฟ้าให้เป็นไปตามข้อ 5.6

5.5.4.3 ในการต่อเหล็กเสริมโดยอุปกรณ์ทางกล กำลังของรอยต่อจะต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกำลังครากของเหล็กเสริมที่ได้รับการต่อนั้น

5.6 การเชื่อมต่อเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตด้วยไฟฟ้า

5.6.1 ลวดเชื่อมและกระแสไฟฟ้าที่ใช้

5.6.1.1 ไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมต้องมีกำลังเพียงพอ การต่อให้เชื่อมแบบต่อชน (Butt Weld) และต้องเป็นไปตามมาตรฐานของการเชื่อมต่อ รอยต่อต้องมีแรงต้านแรงดึงได้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 125 ของกำลังครากของเหล็กเส้นที่คำนวณได้ตามตารางที่ 1 สำหรับเหล็กเส้นกลม และตารางที่ 3 สำหรับเหล็กข้ออ้อย

5.6.1.2 ลวดเชื่อมที่นำมาใช้เชื่อมให้ใช้ลวดเชื่อมที่มีสมบัติเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 49: มาตรฐานลวดเชื่อมมีสารพอกหุ้มใช้เชื่อมเหล็กกล้าละมุนด้วยอาร์ก

5.6.1.3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลวดเชื่อม และกระแสไฟฟ้าที่ใช้เชื่อมจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตลวดเชื่อมนั้น ๆ กำหนดไว้

5.6.2 การต่อเหล็กเส้นกลมและเหล็กข้ออ้อย

5.6.2.1 การเชื่อมต่อจะต้องเป็นไปตามรูปแบบของการต่อในรูปที่ 9 แบบใดแบบหนึ่ง

(ก) Single – V – Groove Weld (ข) Double – V – Groove Weld

Full Penetration Welds

รูปที่ 9 รูปแบบของการต่อเหล็กเสริม

(ข้อ 5.6.2.1)

5.6.2.2 ตำแหน่งการต่อเหล็กจะต้องไม่ต่อ ณ จุดที่เหล็กงอ รอยต่อจะอยู่ห่างจากจุดที่เหล็กงออย่างน้อย 50 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางเหล็กเส้นนั้น

5.6.2.3 การต่อเหล็กให้ต่อ ณ ตำแหน่งที่เหล็กรับแรงน้อยที่สุด ในกรณีที่ไม่สามารถต่อเหล็ก ณ จุดที่กำหนดดังกล่าวได้ ให้เสริมเหล็กปลอกมากขึ้นจากเดิมเป็นสองเท่า ในระยะห่างจากปลายของเหล็กที่เชื่อมแต่ละปลายออกไปอย่างน้อย 15 เท่า ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

5.6.3 รายละเอียดการปฏิบัติ

การเชื่อมต่อเหล็กให้ปฏิบัติ ดังนี้

5.6.3.1 เหล็กที่จะนำมาเชื่อมจะต้องตัดปลายให้เอียงลาดตามรูปแบบการต่อในรูปที่ 9

5.6.3.2 บริเวณปลายเหล็กที่ตัดก่อนที่จะนำมาเชื่อมจะต้องขัดให้เรียบและสะอาดปราศจากฝุ่น สี น้ำมัน

5.6.3.3 เหล็กเส้นที่จะนำมาเชื่อมต่อกันจะต้องวางให้ได้แนวเส้นผ่านศูนย์กลางของกันและกัน ขณะที่ทำการเชื่อมควรวางอยู่บนที่รองรับยาวประมาณข้างละ 1 เมตร ห่างจากจุดที่จะเชื่อมต่อ

5.6.3.4 การเชื่อมจะต้องเชื่อมเป็นชั้นๆ หรือเป็นแนวๆ ตามลำดับดังตัวอย่างที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 10 เมื่อเชื่อมเสร็จแต่ละชั้นหรือแต่ละแนว การเชื่อมชั้นต่อไปจะต้องเคาะขี้เหล็กออกให้หมดทุกครั้ง แล้วแปรงให้สะอาดเสียก่อน

รูปที่ 10 ลำดับการเชื่อม

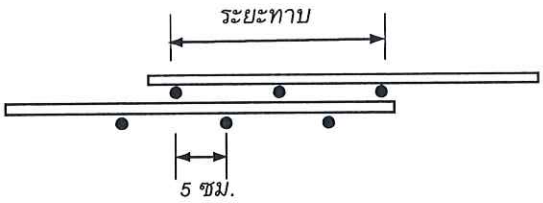
(ข้อ 5.6.3.4)

5.6.3.5 ระหว่างการเชื่อมแต่ละชั้นให้ปล่อยทิ้งไว้ในอากาศจนอุณหภูมิลดลงต่ำกว่า 250 องศาเซลเซียส โดยการวัดที่ผิวตรงจุดกึ่งกลางความยาวของแนวเชื่อม ห้ามกระทำการใด ๆ เพื่อที่จะเร่งให้อุณหภูมิลดลง

5.7 การต่อทาบตะแกรงเหล็ก

ตะแกรงเหล็กที่ใช้เป็นเหล็กเสริมในแผ่นพื้น จะต้องมีการต่อทาบ ดังนี้

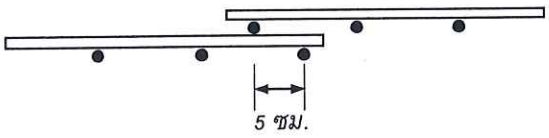
5.7.1 ควรหลีกเลี่ยงการต่อลวดโดยใช้วิธีทาบ ณ บริเวณที่มีหน่วยแรงสูงสุด (ตำแหน่งที่ลวดพื้นรับแรงเกินกว่าครึ่งของหน่วยแรงที่ยอมให้) แต่ถ้าจำเป็นจะต้องใช้การต่อวิธีนี้ ต้องมีระยะทาบของตะแกรงไม่น้อยกว่าระยะเรียงของเส้นลวดบวกเพิ่มอีก 5 เซนติเมตร



รูปที่ 11 ระยะต่อทาบตะแกรงเหล็ก

(ข้อ 5.7.1)

5.7.2 การต่อลวดตะแกรงที่รับแรงไม่เกินครึ่งหนึ่งของหน่วยแรงที่ยอมให้จะต้องมีระยะทาบไม่น้อยกว่า 5 เซนติเมตร



รูปที่ 12 ระยะต่อทาบตะแกรงเหล็ก

(ข้อ 5.7.2)

5.8 การเก็บตัวอย่างเหล็กเส้นเพื่อการทดสอบ

5.8.1 การเก็บตัวอย่างให้ตัดเหล็กเส้นทุก ๆ ขนาด แต่ละขนาดให้ตัดตัวอย่างยาวไม่น้อยกว่า 1,000 มิลลิเมตร จากเหล็กเส้น 1 เส้น เพื่อทำการทดสอบสมบัติทางกลตามข้อ 4.1.1 ข้อ 4.2.1 หรือ ข้อ 4.3.1 แล้วแต่กรณี

5.8.2 การเก็บตัวอย่าง หากเหล็กเส้นในกองเหล็กเส้นมีจำนวนน้อยกว่า 300 เส้น ให้เก็บอย่างน้อย 3 ตัวอย่าง โดย 1 ตัวอย่าง เก็บจากเหล็กเส้น 1 เส้นเท่านั้น หากจำนวนเหล็กเส้นในกองเหล็กเส้นเกินกว่า 300 เส้น ให้เก็บเพิ่มเติม 1 ตัวอย่างต่อจำนวนเหล็กเส้นทุกๆ 100 เส้น หรือเศษของ 100 เส้น ที่เกิน 300 เส้นขึ้นไป

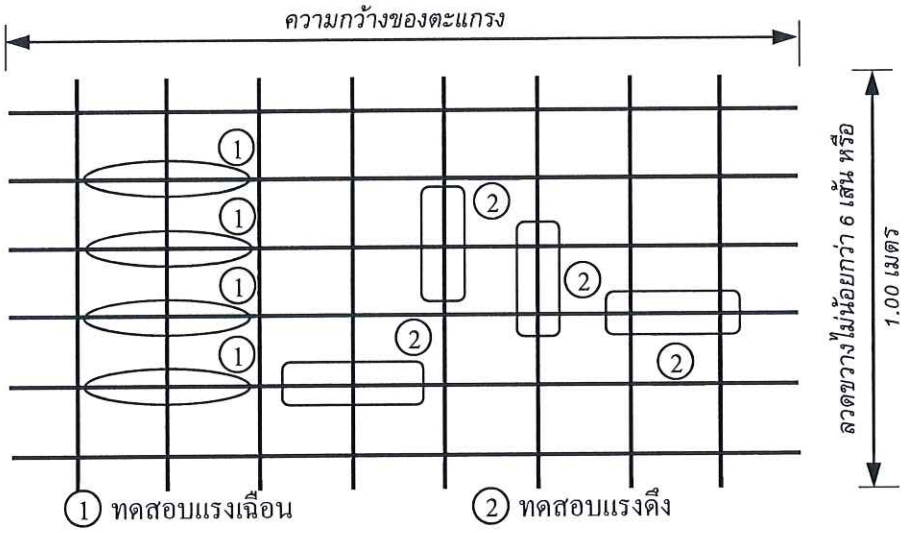
5.8.3 การเก็บตัวอย่างต้องเก็บจากกองเหล็กเส้นแต่ละผู้ผลิตที่นำเข้ามาใหม่ในสถานที่ก่อสร้าง

5.9 การเก็บตัวอย่างตะแกรงเหล็กกล้าเพื่อการทดสอบ

5.9.1 เก็บตัวอย่างตะแกรง 1 ผืน ต่อตะแกรง 25,000 ตารางเมตรหรือเศษของ 25,000 ตารางเมตร แล้วตัดตัวอย่างตามแนวความกว้างของตะแกรง ลึกเข้าไป 1 เมตร หรือมีลวดขวางไม่น้อยกว่า 6 เส้น จากนั้นนำไปตัดเป็นชิ้นทดสอบ (ตามรูปที่ 13) สำหรับทดสอบแรงเฉือนของจุดเชื่อม และทดสอบแรงดึง

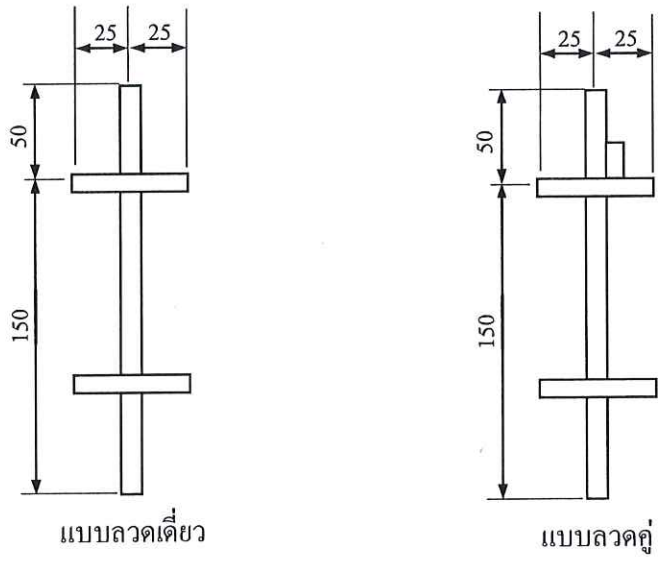
5.9.2 สำหรับการทดสอบแรงเฉือนของจุดเชื่อม ให้สุ่มจุดเชื่อมมา 4 จุด ดังตัวอย่างในรูปที่ 13 แต่ละจุดตัดให้ลวดขวางยื่นออกจากลวดยืนทั้งสองข้างประมาณ 25 มิลลิเมตร ส่วนลวดยืนต้องยาวพอที่หัวจับจะยึดไว้ได้โดยสะดวก และกรณีเป็นตะแกรงลวดคู่จะทดสอบโดยการดึงลวดยืนเพียงเส้นเดียว ส่วนอีกเส้นให้ตัดออกจากลวดขวางโดยไม่ให้มีผลต่อการทดสอบแรงเฉือนที่จุดเชื่อม ดังแสดงในรูปที่ 14

5.9.3 สำหรับการทดสอบแรงดึง ให้ตัดลวดเส้นที่จะทดสอบทั้งลวดยืนและลวดขวาง ให้มีจุดเชื่อมและอยู่ระหว่างจุดเชื่อม อย่างละ 1 ชิ้น รวม 4 ชิ้น ให้มีความยาวเพียงพอที่จะนำไปทดสอบ ดังตัวอย่างในรูป 13 กรณีชิ้นทดสอบที่มีจุดเชื่อม ให้จุดเชื่อมอยู่ประมาณกึ่งกลางของชิ้นทดสอบ และตัดลวดอีกทางหนึ่งให้ยื่นออกไปจากลวดเส้นทดสอบทั้งสองข้างประมาณ 25 มิลลิเมตร



รูปที่ 13 ตำแหน่งในการตัดชิ้นส่วนทดสอบ

(ข้อ 5.8)



หน่วยเป็นมิลลิเมตร

รูปที่ 14 การเก็บตัวอย่างตะแกรงเหล็กกล้าเพื่อการทดสอบแรงเฉือนของจุดเชื่อม

(ข้อ 5.9.2)

5.10 การเก็บตัวอย่างลวดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำเพื่อการทดสอบ

5.10.1 เก็บตัวอย่างลวดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ 3 มัด กรณีไม่เกิน 500 มัด และ 5 มัด กรณีเกิน 500 มัด โดย 1 มัดจะทดสอบ 3 ตัวอย่าง โดยแต่ละมัดจะนำมาตัดเป็นชิ้นทดสอบความต้านแรงดึง 3 ชิ้น เพื่อใช้ทดสอบ 1 ชิ้น และสำรองไว้ 2 ชิ้น

5.11 การพิจารณาผลการทดสอบ

ถ้าปรากฏว่าเหล็กเส้นตัวอย่างที่นำมาทดสอบนั้นไม่เป็นไปตามข้อกำหนดให้ถือว่าเหล็กเส้นเสริมคอนกรีตครั้งและขนาดที่จะนำไปใช้งานนั้นใช้ไม่ได้

6. เอกสารอ้างอิง

(1) มาตรฐาน มยธ. 103-2533 มาตรฐานงานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2533

(2) มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1301/1302-61 มาตรฐานประกอบการออกแบบอาคารเพื่อต้านทานการสั่นสะเทือนของแผ่นดินไหว กรมโยธาธิการและผังเมือง พ.ศ. 2561

(3) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 20-2559 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (เหล็กเส้นกลม) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2559

(4) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 24-2559 เหล็กเส้นเสริมคอนกรีต (เหล็กข้ออ้อย) สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2559

(5) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 194-2535 ลวดเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2535

(6) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 737-2549 ตะแกรงเหล็กกล้าเชื่อมติดเสริมคอนกรีต สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2549

(7) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 747-2531 ลวดเหล็กกล้าดึงเย็นเสริมคอนกรีต สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2531

(8) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 943-2533 ลวดเหล็กกล้าข้ออ้อยดึงเย็นเสริมคอนกรีต สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2533

มยผ. 1104-64
มาตรฐานงานไม้

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานนี้ครอบคลุมเฉพาะไม้แปรรูปสำหรับงานก่อสร้างโครงสร้างหลัก ได้แก่ เสา คาน ตง จันทัน แป อเส และอื่นๆ ที่นำไปใช้ในลักษณะเดียวกัน โดยยกเว้น ไม้แบบ ไม้บานประตู ไม้ประสานทากาว (Glue-Laminated Timber) และไม้อัดประเภทต่างๆ

1.2 มาตรฐานนี้ระบุไว้เพื่อให้การก่อสร้างอาคารและส่วนต่างๆ ของอาคารไม้เป็นไปตามหลักวิชาการ เกิดความประหยัด ปลอดภัย และคงทน

1.3 มาตรฐานนี้ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก และใช้ค่าการแปลงหน่วยของแรง 1 กิโลกรัมแรงเท่ากับ 10 นิวตัน

2. นิยาม

"กระพี้ (Sapwood)" หมายถึง ส่วนของเนื้อไม้ซึ่งอยู่ระหว่างเปลือกชั้นในกับแกน ปกติมีสีจางกว่าแก่นซึ่งลึกเข้าไป และมักมีขอบเขตแบ่งกันเห็นได้ชัด แต่ไม้บางชนิดอาจมีกระพี้กับแก่นแบ่งขอบเขตกันเห็นไม่ชัดเจนก็ได้

"ความต้านแรงดัดโค้งสูงสุด (Modulus of Rupture)" หมายถึง กำลังต้านทานการดัดที่ได้จากการคำนวณสูตรแรงดัดของคานภายใต้น้ำหนักบรรทุกที่ทำให้คานเกิดการวิบัติในลักษณะการดัด

"ความต้านแรงอัดขนานเสี้ยนสูงสุด" หมายถึง กำลังต้านทานของไม้ต่อแรงอัดที่ขนานกับแนวแกน หรือความยาวของไม้

"ความทนทานตามธรรมชาติ" หมายถึง ความทนทานของไม้ที่มีต่อสภาวะธรรมชาติของดินฟ้าอากาศ ซึ่งได้มาจากการทดสอบตามกรรมวิธีของกรมป่าไม้

"ตา (Knot)" หมายถึง ส่วนของกิ่งที่ติดอยู่ในไม้แปรรูป

"ตาหนาม (Spike Knot)" หมายถึง ตาซึ่งซึ่งมีลักษณะปลายแหลมเสียบเข้าไปสู่ใจของไม้ มักพบในไม้ที่ซอยตามแนวรัศมี ทำให้กิ่งถูกผ่าไปตามแนวยาว

"ป่า (Wane)" หมายถึง พื้นผิวส่วนกลมเดิมของต้นไม้ที่ยังคงอยู่บนชิ้นไม้แปรรูป ปรากฏว่าอยู่ตรงส่วนที่ควรเป็นเหลี่ยมของไม้

"ปริมาณความชื้น" หมายถึง ปริมาณความชื้นที่มีในไม้ คิดเป็นร้อยละของน้ำหนักไม้ที่อบแห้งจนน้ำหนักคงที่

"ไม้เนื้อแข็ง" หมายถึง ไม้ที่มีความต้านแรงดัดโค้งสูงสุดมากกว่า 100 เมกาปาสกาล (1,000 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) ในสภาพที่เป็นไม้แห้ง และมีความทนทานตามธรรมชาติมากกว่า 6 ปี

"ไม้เนื้อแข็งปานกลาง" หมายถึง ไม้ที่มีความต้านแรงดัดโค้งสูงสุดระหว่าง 60 ถึง 100 เมกาปาสกาล (600 ถึง 1,000 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) ในสภาพที่เป็นไม้แห้ง และมีความทนทานตามธรรมชาติมากกว่า 2 ปี

"ไม้เนื้ออ่อน" หมายถึง ไม้ที่มีความต้านแรงดัดโค้งสูงสุดต่ำกว่า 60 เมกาปาสกาล (600 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) ในสภาพที่เป็นไม้แห้ง และมีความทนทานตามธรรมชาติต่ำกว่า 2 ปี

"รอยปริ (Check)" หมายถึง รอยแยกเล็กๆ ตามแนวเสี้ยนและตามแนวรัศมีของไม้แปรรูป แต่ไม่ลึกจนถึงด้านตรงกันข้ามหรือด้านข้างเคียง

"เสี้ยนลาด (Sloping Grain)" หมายถึง เสี้ยนที่ไม่ทอดไปตามแนวยาวของไม้แปรรูป

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานที่ใช้อ้างถึงประกอบด้วย

3.1.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1221 ถึง มยผ. 1227 มาตรฐานการทดสอบงานไม้ของกรมโยธาธิการและผังเมือง

3.1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมอก. 421: ไม้แปรรูป-ข้อกำหนดทั่วไป

3.1.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมอก. 424: ไม้แปรรูปสำหรับงานก่อสร้างทั่วไป

3.1.4 มาตรฐานการอาบน้ำยาของกรมป่าไม้

3.1.5 มาตรฐานสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ วสท. 1002: มาตรฐานสำหรับอาคารไม้

3.2 หากจะนำมาตรฐานอื่นมาใช้นอกเหนือจากที่ระบุในข้อ 3.1 มาตรฐานดังกล่าวต้องได้รับการรับรองจากคณะกรรมการควบคุมอาคารหรือสภาวิศวกร

3.3 หากข้อกำหนดในมาตรฐานนี้มีความขัดแย้งกับมาตรฐานที่อ้างถึงในแต่ละส่วน ให้ถือข้อกำหนดในมาตรฐานนี้เป็นสำคัญ

4. ข้อกำหนดสำหรับวัสดุก่อสร้าง

4.1 ชนิดและชั้นคุณภาพของไม้

4.1.1 ไม้ที่ใช้เป็นโครงสร้างหลักของอาคารต้องเป็นไม้เนื้อแข็งที่มีความต้านแรงดัดสูงสุดไม่น้อยกว่า 100 เมกาปาสกาล (1,000 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) ความต้านแรงอัดขนานเสี้ยนสูงสุดไม่น้อยกว่า 52 เมกาปาสกาล (520 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) ปริมาณความชื้นร้อยละ 10 ถึง 14 และมีความทนทานตามธรรมชาติมากกว่า 6 ปี ตามผนวก ก

4.1.2 หากจำเป็นต้องใช้ไม้นอกเหนือจากที่ระบุไว้ในผนวก ก ไม้ที่ใช้ต้องมีกลสมบัติและความทนทานตามที่ระบุในข้อ 4.1.1 โดยจะต้องทำการทดสอบตัวอย่างไม้ตามขนาดและจำนวนที่ระบุในข้อ 5 ก่อนดำเนินการก่อสร้าง

4.1.3 ไม้ที่มีกลสมบัติตามข้อ 4.1.1 แต่มีความทนทานตามธรรมชาติระหว่าง 3 ถึง 6 ปี สามารถให้นำมาใช้เป็นโครงสร้างหลักของอาคารได้ แต่ทั้งนี้ต้องได้รับการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้ตามมาตรฐานอาบน้ำยาของกรมป่าไม้ ดังแสดงในตารางที่ 1 ก่อนนำไปใช้ ตัวอย่างของไม้ที่เลื่อนขั้นเป็นไม้เนื้อแข็งได้โดยการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้แสดงไว้ในผนวก ข.

ตารางที่ 1 ปริมาณของน้ำยาแห้งที่เข้าไปในเนื้อไม้

(ข้อ 4.1.3)

หน่วยเป็นกิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

การก่อสร้าง	ยาประเภทน้ำมัน	ยาประเภทเกลือละลายน้ำมัน	ยาประเภทเกลือละลายน้ำ
1) ใช้ในร่ม	—	—	5.6
2) ใช้กลางแจ้ง	96.0	4.8	8.0
3) ใช้ที่แฉะชื้น	128.0	6.4	12.0
4) ใช้ในน้ำจืด	192.0	10.0	16.0
5) ใช้ในน้ำทะเล	320.0	—	24.0

ที่มา: ฝ่ายวิจัยไม้ชั้นพื้นฐาน กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ "ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย"

4.1.4 ไม้ที่ใช้เป็นส่วนประกอบอื่นที่มิใช่โครงสร้างหลัก เช่น ไม้สำหรับทำ คร่าวฝา คร่าวเพดาน เป็นต้น ให้ใช้ไม้เนื้อแข็งปานกลาง หรือไม้เนื้ออ่อนได้

4.2 ขนาดของไม้

4.2.1 ขนาดของโครงสร้างไม้ที่กำหนดในแบบรายละเอียดหรือในรายการเป็นขนาดระบุที่ยังมิได้แต่งไส ให้เรียบตามที่ใช้เรียกกันอยู่ในท้องตลาด

4.2.2 ไม้ต่างๆ ที่นำมาใช้ทั้งโดยไสเรียบหรือไม่ไสเรียบ จะต้องมีความหนาหรือความลึกน้อยกว่าขนาดระบุได้ไม่เกินค่าในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ความแคบหรือความกว้างที่ยอมให้น้อยกว่าขนาดระบุ

(ข้อ 4.2.2)

ความแคบหรือความกว้างของขนาดระบุ	ไม้ที่ไสเรียบก่อนนำไปใช้ มิลลิเมตร	ไม้ที่ไม่ไสเรียบก่อนนำไปใช้ มิลลิเมตร
ตั้งแต่ 152 มม. (6 นิ้ว) ขึ้นไป	12.0	6.0
ตั้งแต่ 76 มม. (3 นิ้ว) แต่ไม่เกิน 152 มม. (6 นิ้ว)	9.0	6.0
ตั้งแต่ 25 มม. (1 นิ้ว) แต่ไม่เกิน 76 มม. (3 นิ้ว)	7.5	4.0
น้อยกว่า 25 มม. (1 นิ้ว)	6.0	—

4.3 ชั้นคุณภาพของไม้ ชั้นคุณภาพของไม้สำหรับงานโครงสร้าง ประกอบด้วย

4.3.1 ไม้แปรรูปชั้นหนึ่ง คือ ไม้ที่มีความต้านแรงอัดหรือต้านแรงดึงไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ของไม้ชนิดเดียวกันที่ปราศจากตำหนิ

4.3.2 ไม้แปรรูปชั้นสอง คือ ไม้ที่มีความต้านแรงอัดหรือต้านแรงดึงไม่น้อยกว่าร้อยละ 75 ของไม้ชนิดเดียวกันที่ปราศจากตำหนิ

4.3.3 ไม้แปรรูปชั้นสาม คือ ไม้ที่มีความต้านแรงอัดหรือต้านแรงดึงไม่น้อยกว่าร้อยละ 65 ของไม้ชนิดเดียวกันที่ปราศจากตำหนิ

หากแบบและรายการประกอบแบบเฉพาะงานไม่ได้กำหนด ให้ถือว่าเป็นไม้แปรรูปชั้นสอง

4.4 เกณฑ์จำกัดข้อบกพร่องในเนื้อไม้

ไม้ต่างๆ ที่นำมาใช้งาน นอกจากจะมีคุณภาพและได้มาตรฐานตามข้อกำหนดต่างๆ ดังกล่าวมาแล้ว จะต้องมีคุณภาพเป็นไปตามเกณฑ์กำหนด ดังต่อไปนี้

4.4.1 ตา ขนาดสูงสุดของตาที่ยอมให้เป็นไปตามตารางที่ 3

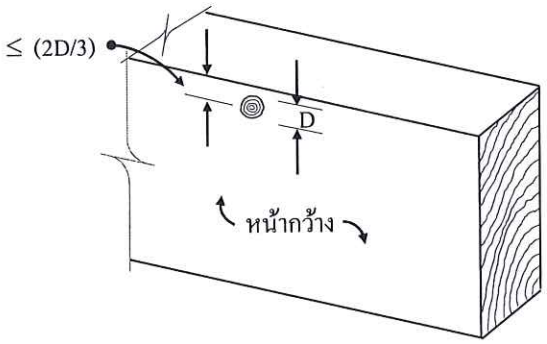
ตารางที่ 3 ขนาดสูงสุดของตาที่ยอมให้

(ข้อ 4.4.1)

หน่วยเป็นมิลลิเมตร (นิ้ว)

หน้าไม้	องค์อาคารรับแรงดัด									องค์อาคารรับแรงอัด		
	หน้าแคบ			ขอบของหน้ากว้าง			ช่วงกลางของหน้ากว้าง					
	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3	ชั้น 1	ชั้น 2	ชั้น 3
76 (3)	9 (3/8)	22 (7/8)	32 (1 1/4)	6 (1/4)	13 (1/2)	18 (5/8)	9 (3/8)	22 (7/8)	32 (1 1/4)	9 (3/8)	22 (7/8)	32 (1 1/4)
102 (4)	13 (1/2)	28 (1 1/8)	41 (1 5/8)	6 (1/4)	16 (5/8)	22 (7/8)	13 (1/2)	28 (1 1/8)	41 (1 5/8)	13 (1/2)	28 (1 1/8)	41 (1 5/8)
127 (5)	16 (5/8)	35 (1 3/8)	50 (2)	9 (3/8)	19 (3/4)	28 (1 1/8)	13 (1/2)	35 (1 3/8)	50 (2)	13 (1/2)	35 (1 3/8)	50 (2)
152 (6)	19 (3/4)	41 (1 5/8)	57 (2 1/4)	9 (3/8)	22 (7/8)	32 (1 1/4)	19 (3/4)	44 (1 3/4)	57 (2 1/4)	19 (3/4)	44 (1 3/4)	57 (2 1/4)
203 (8)	19 (3/4)	48 (1 7/8)	64 (2 1/2)	13 (1/2)	32 (1 1/4)	44 (1 3/4)	25 (1)	54 (2 1/8)	76 (3)	25 (1)	54 (2 1/8)	76 (3)
254 (10)	22 (7/8)	51 (2)	73 (2 7/8)	13 (1/2)	38 (1 1/2)	50 (2)	28 (1 1/8)	70 (2 3/4)	95 (3 3/4)	28 (1 1/8)	70 (2 3/4)	95 (3 3/4)
305 (12)	25 (1)	57 (2 1/4)	76 (3)	19 (3/4)	44 (1 3/4)	64 (2 1/2)	32 (1 1/4)	79 (3 1/8)	111 (4 3/8)	32 (1 1/4)	79 (3 1/8)	111 (4 3/8)
356 (14)	25 (1)	60 (2 3/8)	83 (3 1/4)	19 (3/4)	44 (1 3/4)	66 (2 5/8)	34 (1 3/8)	86 (3 3/8)	117 (4 5/8)	34 (1 3/8)	86 (3 3/8)	117 (4 5/8)
406 (16)	25 (1)	64 (2 1/2)	89 (3 1/2)	19 (3/4)	50 (2)	70 (2 3/4)	38 (1 1/2)	89 (3 1/2)	127 (5)	38 (1 1/2)	89 (3 1/2)	127 (5)

หมายเหตุ ตาไม้ที่อยู่บนหน้ากว้างขององค์อาคารรับแรงดัดจะถือว่าเป็นตาไม้ที่ขอบของหน้ากว้าง ต่อเมื่อจุดศูนย์กลางของตาดังกล่าวอยู่ภายในสองในสามของเส้นผ่านศูนย์กลางตาไม้เมื่อวัดจากขอบ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 เกณฑ์การจำแนกตาไม้ที่ขอบของหน้ากว้างขององค์อาคารรับแรงดัด

(ข้อ 4.4.1)

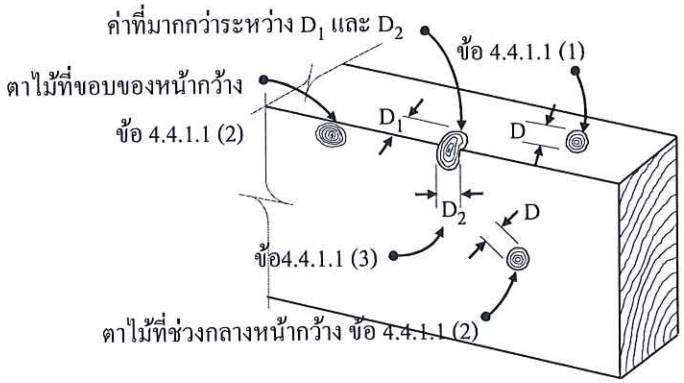
4.4.1.1 ขนาดของตาสำหรับองค์อาคารรับแรงดัด

(1) ขนาดของตาบนหน้าแคบในแต่ละแห่งให้วัดจากความกว้างระหว่างเส้นตรงที่สัมผัสกับตาและขนานกับขอบของชิ้นไม้นั้น (รูปที่ 2)

(2) ขนาดของตาบนหน้ากว้างในแต่ละแห่งให้วัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดของตานั้น สำหรับขนาดของตาที่ขอบของหน้ากว้างให้ใช้การกำหนดขนาดเหมือนกับตาบนหน้าแคบ (รูปที่ 2)

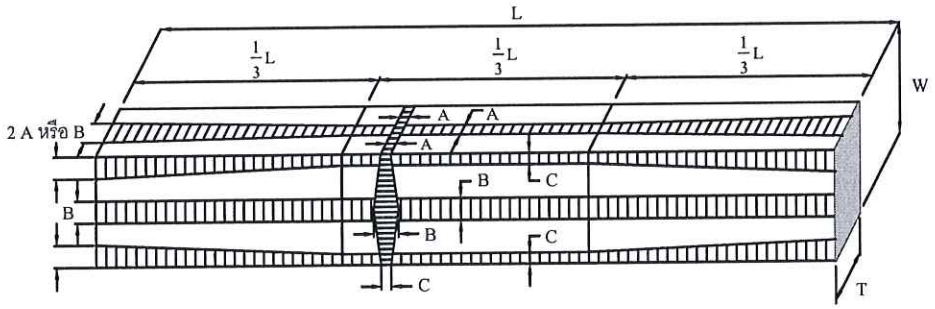
(3) ขนาดของตาไม้ที่มุมตัด (Corner Knot) ให้วัดจากความกว้างบนหน้าแคบระหว่างเส้นตรงที่สัมผัสกับตาและขนานกับขอบของชิ้นไม้นั้น หรือวัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดของตาบนหน้ากว้าง แล้วแต่ว่าค่าใดจะให้ค่าที่สูงกว่า (รูปที่ 2)

(4) เมื่อแบ่งคานช่วงเดี่ยวออกเป็นสามส่วนเท่าๆ กัน ขนาดสูงสุดของตาไม้ที่ยอมให้มีสำหรับช่วงกลางคานนั้นให้เป็นไปตามค่าที่ระบุไว้ในตารางที่ 3 ส่วนช่วงหัวท้ายของคานที่เหลืออีกสองส่วนนั้น ขนาดสูงสุดของตาไม้ที่ยอมให้มีบนหน้าแคบและที่ขอบของหน้ากว้างจะแปรผันเป็นเชิงเส้นกับระยะห่างจากปลายคาน โดยขนาดที่ยอมให้ดังกล่าวเมื่อวัดระยะจากปลายคานทั้งส่วนหัวและส่วนท้ายเป็นระยะหนึ่งในสามของความยาวช่วงคานให้ใช้ค่าที่ระบุไว้ในตารางที่ 3 และจะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าที่ปลายคานตามรายละเอียดแสดงในรูปที่ 3 แต่ทั้งนี้ขนาดสูงสุดที่เพิ่มขึ้นที่ตำแหน่งใดๆ ในบริเวณดังกล่าวจะต้องมีค่าไม่มากกว่าขนาดสูงสุดที่ยอมให้ของตาที่กึ่งกลางบนหน้ากว้าง



รูปที่ 2 การวัดขนาดตาในองค์อาคารรับแรงดัด

[ข้อ 4.4.1.1 (1) ถึง (3)]



หมายเหตุ A = ขนาดสูงสุดของตาที่ยอมให้ของหน้าแคบตามตารางที่ 3

B = ขนาดสูงสุดของตาที่ยอมให้ที่ช่วงกลางของหน้ากว้างตามตารางที่ 3

C = ขนาดสูงสุดของตาที่ยอมให้ที่ขอบของหน้ากว้างตามตารางที่ 3

L = ความยาวช่วงของคาน

T = ความแคบของหน้าตัด

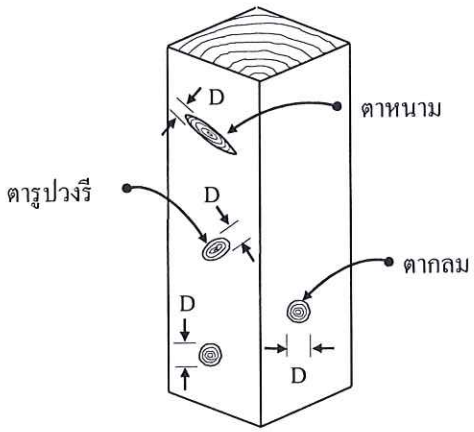
W = ความกว้างของหน้าตัด

รูปที่ 3 ขนาดสูงสุดของตาที่ยอมให้ในองค์อาคารรับแรงดัด

[ข้อ 4.4.1.1 (4)]

4.4.1.2 ขนาดของตาสำหรับองค์อาคารรับแรงอัด

ขนาดของตาบนหน้าไม้ใดๆ ขององค์อาคารรับแรงอัด ในกรณีเป็นตากลม (Round Knot) ให้วัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางของตา ในกรณีเป็นตารูปวงรี (Oval Knot) ให้วัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางที่น้อยกว่า หรือในกรณีเป็นตาหนาม (Spike Knot) ให้วัดจากเส้นผ่านศูนย์กลางที่มากที่สุดและตั้งฉากกับความยาวตา ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 การวัดขนาดตาในองค์อาคารรับแรงอัด

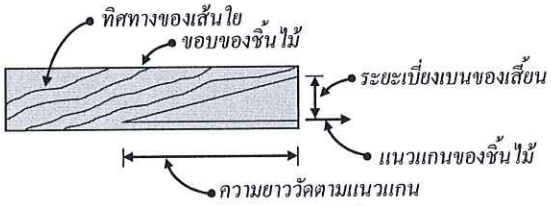
(ข้อ 4.4.1.2)

4.4.2 เสี้ยนลาด ความลาดของเสี้ยนต้องไม่เกินกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ความลาดของเสี้ยนที่ยอมให้

(ข้อ 4.4.2)

ชั้นคุณภาพของไม้	รับแรงดัดหรือแรงดึงขนานเสี้ยน	รับแรงอัดขนานเสี้ยน
ชั้นหนึ่ง	1 ต่อ 20	1 ต่อ 15
ชั้นสอง	1 ต่อ 15	1 ต่อ 11
ชั้นสาม	1 ต่อ 11	1 ต่อ 8



การวัดความลาดของเสี้ยน

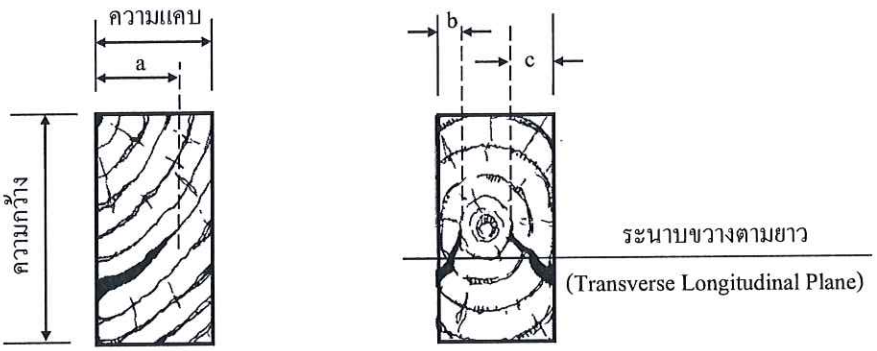
4.4.3 รอยปริหรือรอยร้าว รอยปริหรือรอยร้าวที่ปลายไม้จะลึกได้ไม่เกินกว่าค่าดังนี้

(1) 1 ใน 5 ของความแคบไม้ สำหรับไม้แปรรูปชั้นหนึ่ง

(2) 1 ใน 3 ของความแคบไม้ สำหรับไม้แปรรูปชั้นสอง

(3) 1 ใน 2 ของความแคบไม้ สำหรับไม้แปรรูปชั้นสาม

หากต้องการใช้ไม้ที่มีรอยปริหรือรอยร้าวเกินกว่าค่าที่กำหนด จะต้องดำเนินการทดสอบหรือประเมินทางวิศวกรรมที่สามารถแสดงได้ว่า รอยร้าวดังกล่าวไม่มีผลต่อกำลังของโครงสร้าง



ความลึกของรอยปริหรือรอยร้าวเท่ากับ a ความลึกของรอยปริหรือรอยร้าวเท่ากับ b + c

รูปที่ 5 การวัดความลึกของรอยปริหรือรอยร้าว

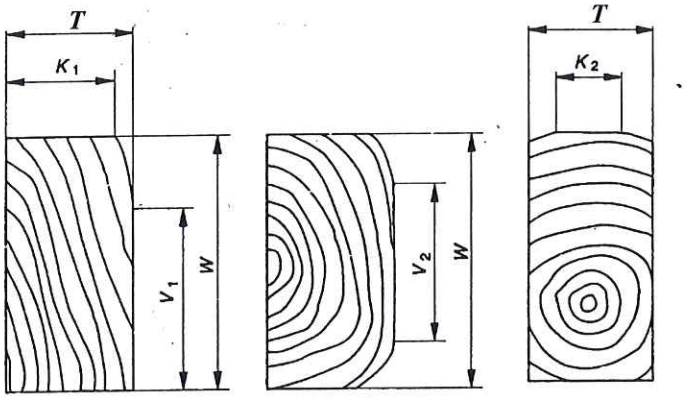
(ข้อ 4.4.3)

4.4.4 บ่า ต้องมีขนาดกว้างไม่เกินกว่าค่าดังต่อไปนี้

(1) 1 ใน 8 ของความแคบหรือความกว้างไม้ สำหรับไม้แปรรูปชั้นหนึ่ง

(2) 1 ใน 5 ของความแคบหรือความกว้างไม้ สำหรับไม้แปรรูปชั้นสอง

(3) 1 ใน 4 ของความแคบหรือความกว้างไม้ สำหรับไม้แปรรูปชั้นสาม



K_1 และ K_2 ≥ 7/8 ของความแคบ T สำหรับไม้แปรรูปชั้นหนึ่ง

≥ 4/5 ของความแคบ T สำหรับไม้แปรรูปชั้นสอง

≥ 3/4 ของความแคบ T สำหรับไม้แปรรูปชั้นสาม

V_1 และ V2 ≥ 7/8 ของความกว้าง W สำหรับไม้แปรรูปชั้นหนึ่ง

≥ 4/5 ของความกว้าง W สำหรับไม้แปรรูปชั้นสอง

≥ 3/4 ของความกว้าง W สำหรับไม้แปรรูปชั้นสาม

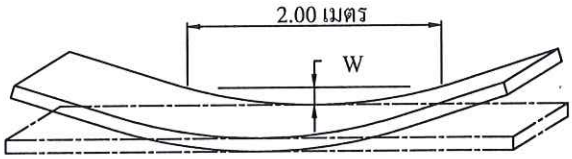
รูปที่ 6 การวัดบ่า

(ข้อ 4.4.4)

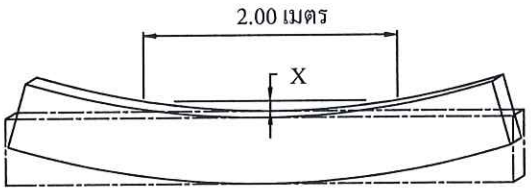
4.4.5 กระพี้ กระพี้ยอมให้มีได้สำหรับงานก่อสร้างชั่วคราว ถ้าเป็นงานก่อสร้างถาวร หน้าทั้งสี่ของไม้แต่ละหน้าต้องมีส่วนที่เป็นแก่นให้เห็นได้อย่างน้อยร้อยละ 85 และต้องทำการอาบน้ำยารักษาเนื้อไม้เสียก่อน

4.4.6 การเสียรูป ข้อจำกัดของการเสียรูปให้เป็นไปตามรูปที่ 7

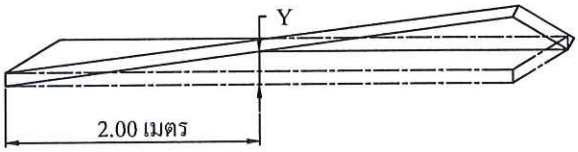
ชนิด	ความเสียรูปสูงสุดที่ยอมให้
แอ่น (แนวนอน)	10 มิลลิเมตร
แอ่น (แนวตั้ง)	8 มิลลิเมตร
บิด	1 มิลลิเมตรต่อความกว้าง 25 มิลลิเมตร



W = ระยะแอ่นแนวนอน ≤ 10 มิลลิเมตร



X = ระยะแอ่นแนวตั้ง ≤ 8 มิลลิเมตร



Y = ระยะบิด ≤ 1 มิลลิเมตรต่อความกว้าง 25 มิลลิเมตร

รูปที่ 7 การเสียรูปสูงสุดที่ยอมให้ในช่วงความยาว 2 เมตร

(ข้อ 4.4.6)

5. การเก็บและส่งตัวอย่างไม้เพื่อทดสอบ

ในการเก็บตัวอย่างไม้เพื่อการทดสอบ จะต้องเก็บอย่างน้อยชนิดละ 3 ท่อน แต่ละท่อนยาวไม่น้อยกว่า 1 เมตร โดยการทดสอบให้เป็นไปตาม มยผ. 1221 ถึง มยผ. 1227 มาตรฐานการทดสอบงานไม้ของกรมโยธาธิการและผังเมือง

6. ข้อกำหนดในการก่อสร้าง

6.1 ไม้ที่นำมาใช้จะต้องมีขนาดและประเภทเป็นไปตามที่กำหนดในแบบและรายการประกอบแบบเฉพาะงาน

6.2 ไม้ท่อนใดที่มีน้ำหนักเบาผิดปกติ มีรูมอด หรือมีเนื้อผุด้วยเหตุใดก็ตามให้คัดออก ห้ามนำมาใช้

6.3 รอยต่อของโครงสร้างไม้สามารถใช้ได้ทั้ง ตะปู สลักเกลียว แหวนยึดหรืออุปกรณ์ยึดอื่นใด โดยที่รอยต่อของโครงสร้างหลักจะต้องมีความแข็งแรงสามารถส่งผ่านแรงได้อย่างปลอดภัย

6.4 จุดต่อที่ใช้สลักเกลียว รูเจาะนำในไม้จะต้องให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่เพียงพอที่จะสามารถสอดสลักเกลียวเข้าไปในรูได้โดยง่าย ขนาดของรูเจาะนำจะต้องใหญ่กว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของสลักเกลียวตั้งแต่ 0.8 มิลลิเมตร ถึง 1.6 มิลลิเมตร โดยขึ้นอยู่กับขนาดของเส้นผ่านศูนย์กลางของสลักเกลียวที่ใช้

6.5 สำหรับรอยต่อของโครงสร้างที่ใช้สลักเกลียว ระยะเรียง ระยะเคียง และระยะปลายให้เป็นไปตามมาตรฐานสำหรับอาคารไม้ของสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ว่าด้วยการต่อองค์อาคารโดยตัวยึดตรึงแบบสลักเกลียว

6.6 ตงและคานที่มีอัตราส่วนความลึกต่อความหนาเท่ากับหรือเกินกว่า 6 จะต้องค้ำยันด้านข้างเป็นระยะๆ ไม่เกินกว่า 2.50 เมตร

6.7 การก่อสร้างในที่กลางแจ้ง ที่แฉะชื้น ในน้ำจืด หรือน้ำทะเล ให้ทาน้ำยารักษาเนื้อไม้

7. เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน

ไม้แปรรูปต้องมีขนาดสม่ำเสมอ ความแตกต่างของขนาดในมิติที่ลดลงของไม้แปรรูปแผ่นเดียวกันต้องไม่เกินร้อยละ 5 ของขนาดที่กำหนด ทั้งนี้โดยวัดหาความแตกต่างจากส่วนที่หนาที่สุดและบางที่สุดหรือส่วนที่กว้างที่สุดและแคบที่สุด

8. เอกสารอ้างอิง

(1) ASTM D 245-00 Standard Practice for Establishing Structural Grades and Related Allowable Properties for Visually Graded Lumber, ASTM International, 2002.

(2) BS EN 518:1995 Structural timber. Grading. Requirements for Visual Strength Grading Standards, British Standards Institution, London, 1995.

(3) คุณลักษณะของไม้ไทย ส่วนพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์พ.ศ. 2547

(4) มาตรฐาน มยธ. 104-2533 งานเหล็กเส้นเสริมคอนกรีต กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2533

(5) มาตรฐาน วสท. 1002-16: มาตรฐานสำหรับอาคารไม้ สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ พ.ศ. 2517

(6) ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย ฝ่ายวิจัยไม้ชั้นพื้นฐาน กองวิจัยผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ พ.ศ. 2528

ผนวก ก: บัญชีรายชื่อไม้เนื้อแข็งมาตรฐาน

ลำดับ	ชนิดไม้	ชื่อพฤกษศาสตร์	ความแข็งแรงในการดัด (MPa)	ความแข็งแรงอัดสูงสุด ขนานเสี้ยน (MPa)	ความทนทานตามธรรมชาติ (ปี)
1	กะโดน	Careya arborea Roxb.	108	51	7
2	กะพี้เขาควาย	Dalbergia cultrata Graham	175	60	6.8
3	กระทังหัน	Calophyllum floribundum Hk.f.	118	64	7.1
4	กันเกรา	Fagraea fragrans Roxb.	142	64	7.6
5	ขานาง	Homalium tomentosum Benth.	134	66	6.2
6	เขลง	Dialium cochinchinense Pierre	166	90	13.5
7	เคี่ยม	Cotylelobium lanceolatum Craib	146	69	15
8	เคี่ยมคะนอง	Shorea sericeiflora Fisch. & Hutch.	141	59	14.4
9	แคทราย	Stereospermum neuranthum Kurz	128	64	22.9
10	ชัน หรือ เต็งตานี	Shorea thorelii Pierre ex Laness.	131	61	15
11	ชิงชัน	Dalbergia oliveri Gamble	174	126	15
12	ซาก	Erythrophleum teysmannii Craib	189	73	8.8
13	แดง	Xylia kerrii Craib & Hutch.	128	68	15.9
14	ตะเคียนชันตาแมว	Balanocarpus heimii King	172	74	26.1
15	ตะเคียนทอง	Hopea odorata Roxb.	115	51	16
16	ตะเคียนราก	Hopea avellanea F. Heim	114	57	6.1
17	ตะเคียนหิน	Hopea ferrea Pierre	157	66	10.5
18	ตะแบกเลือด	Terminalia mucronata Craib & Hutch.	176	70	8.8
19	ตะแบกใหญ่	Lagerstroemia calyculata Kurz	119	52	9.4
20	ตีนนก	Vitex spp.	159	69	10.6

ลำดับ	ชนิดไม้	ชื่อพฤกษศาสตร์	ความแข็งแรงในการดัด (MPa)	ความแข็งแรงอัดสูงสุด ขนานเสี้ยน (MPa)	ความทนทานตามธรรมชาติ (ปี)
21	เต็ง	Shorea obtusa Wall.	169	71	17.7
22	บุนนาค	Mesue ferred Linn.	224	62	12.4
23	ประดู่	Pterocarpus spp.	130	70	19.1
24	พลวง	Dipterocarpus tuberculatus Roxb.	127	54	7.1
25	พะยอม	Shorea talura Roxb.	114	66	11.7
26	พะยูง	Dalbergia cochinchinaensis Pierre	171	117	15
27	พะวา	Garcinia cornea Linn.	121	80	7.7
28	พันจำ	Vatica cinerea King	192	85	9.9
29	มะเกลือ	Diospyros mollis Griff.	175	95	15
30	มะค่าแต้	Sindora spp.	119	74	10.5
31	มะค่าโมง	Afzelia xylocarpa Craib	120	63	10.7
32	มะซาง	Madhuca pierrei H.J. Lam.	111	62	7.6
33	มะฮ้าแดง	Amoora cucullata Roxb.	74 [1)]	32	8.5
34	มังคะ	Cynometra spp.	136	67	11.1
35	ยมหิน	Chukrasia velutina Wight & Arn.	109	51	11.9
36	รกฟ้า	Terminalia alata Heyne	120	56	10.8
37	รัง	Shorea siamensis Miq.	132	61	17.3
38	เลียงมัน	Berrya mollis Wall.	143	62	25.4
39	สะเดา	Azadirachta indica A. Juss.	147	81	6.0
40	สะทิต	Phoebe spp.	116	56	6
41	สัก	Tectona grandis Linn.f	100	49	19.4
42	สาธร หรือ ขะเจ๊าะ	Millettia leucantha Kurz	148	76	23.4
43	เสลา	Lagerstroemia tomentosa Presl	132	56	14.4

ผนวก ก: บัญชีรายชื่อไม้เนื้อแข็งมาตรฐาน *(ต่อ)*

ลำดับ	ชนิดไม้	ชื่อพฤกษศาสตร์	ความแข็งแรงในการดัด (MPa)	ความแข็งแรงอัดสูงสุด ขนานเสี้ยน (MPa)	ความทนทานตามธรรมชาติ (ปี)
44	หลุมพอ	Intsia bakeri Prain	159	70	17.8
45	ยางเหียง หรือ เหียง	Dipterocarpus obtusifolius Tejsm. Ex Miq.	117	56	8.8
46	แอ๊ก	Shorea glauca King	146	52	7

หมายเหตุ [1)] เป็นค่าของไม้ในสภาพสด ไม้แห้งจะมีความแข็งแรงในการดัดประมาณ 1.5 เท่าของไม้เปียก

ที่มา : ส่วนพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ "คุณลักษณะของไม้ไทย"

ผนวก ข: บัญชีรายชื่อไม้ที่เลื่อนขั้นเป็นไม้เนื้อแข็งได้โดยการอาบน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้

ลำดับ	ชนิดไม้	ชื่อพฤกษศาสตร์	ความต้านแรงดัดสูงสุด (MPa)	ความต้านแรงอัดขนานเสี้ยนสูงสุด (MPa)	ความทนทานตามธรรมชาติ (ปี)
1	กระถินณรงค์	Acacia auriculaeformis Cunn.. exBenth.	109	67	ยังไม่แล้วเสร็จ [1)]
2	กระถินเทพา	Acacia mangium Willd.	107	57	ยังไม่แล้วเสร็จ [1)]
3	กระบกกรัง	Hopea helferi (Dyer) Brandis	114	51	ยังไม่แล้วเสร็จ [1)]
4	กระบก	(Irvingia malayana Oliver)	147	58	4
5	กะเจียน	Polyalthia spp.	145	67	4.4
6	ตะคร้อ	Schleichera oleosa	163	56	3.8
7	ตะเคียนทราย	Shorea gratissima (Wall. Ex Kurz) Dyer	121	55	3.2
8	ตะบูนดำ	Xylocarpus moluccensis (Lam.) M. Roem.	128	56	5.5
9	ตังหน	Calophyllum pulcherrimum Wall.	144	67	3
10	ตานดำ หรือดำดง	Diospyros transitoria Bakh.	158	69	ยังไม่แล้วเสร็จ [1)]
11	ทองบึ้ง	Koompassia malaccensis Maingay ex Benth.	189	99	ยังไม่แล้วเสร็จ [1)]
12	พฤกษ์	Albizzia lebbek (Linn.) Benth.	113	54	5
13	พิกุลป่า	Mimusops elengi Linn.	162	69	3.9
14	มะแฟน	Protium serratum Engl.	123	55	4.7
15	มะหาด	Artocarpus lakoocha Roxb.	110	58	ยังไม่แล้วเสร็จ [1)]
16	ยูง	Dipterocarpus grandifloru Blanco	112	48	3.9
17	สนประดิพัทธ์	Casuarina junghuhnina Miq.	149	63	4.6
18	สมอไทย	Terminalia chebula Retz.	113	53	3
19	สมอพิเภก	Terminalia bellerica (Gaertn.) Roxb.	113	53	4.9
20	โอบ	Homalium grandiflorum Benth.	167	66	5.6
21	ฮากเหลือง	Kokoona reflexa Ding Hou	196	103	ยังไม่แล้วเสร็จ [1)]

หมายเหตุ [1)] อยู่ในขั้นตอนการดำเนินการของกรมป่าไม้ หากกรมป่าไม้ระบุว่า ไม้มีความทนทานตามธรรมชาติมากกว่า 6 ปีให้จัดไม้ดังกล่าวอยู่ในผนวก ก

ที่มา: ส่วนพัฒนาผลิตผลป่าไม้ สำนักวิจัยการจัดการป่าไม้และผลิตผลป่าไม้ กรมป่าไม้ "คุณลักษณะของไม้ไทย"

มยผ. 1105-64
มาตรฐานงานฐานราก

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานนี้ใช้กับงานก่อสร้างฐานรากสำหรับการก่อสร้างอาคารหรือสิ่งก่อสร้างทั่วไป เช่น บ้าน โรง เรือน คลังสินค้า กำแพงกันดิน และอาคารชลประทาน เป็นต้น นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะงานที่ระบุเป็นอย่างอื่นให้ถือในส่วนที่ได้ระบุไว้ในรายการประกอบแบบเฉพาะงานนั้นเป็นหลัก ส่วนข้อความอื่นใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานฉบับนี้

2. นิยาม

"ดินฐานราก" หมายความว่า วัสดุธรรมชาติที่ประกอบเป็นเปลือกโลก เช่น หิน กรวด ทราย ดินเหนียว เป็นต้น ซึ่งใช้รองรับฐานรากของอาคาร

"ฐานราก" หมายถึง ส่วนของอาคารที่ใช้ถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากโครงสร้างอาคารส่วนบนลงสู่ดินฐานราก

"ฐานรากแผ่" หมายความว่า ฐานรากที่ถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากโครงสร้างอาคารส่วนบนสู่ดินฐานรากโดยตรง

"ฐานรากเสาเข็ม" หมายความว่า ฐานรากที่ถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากโครงสร้างอาคารส่วนบนผ่านเสาเข็มลงสู่ดินฐานราก

"เสาเข็ม" หมายถึง เสาที่ฝังอยู่ในดินฐานรากเพื่อใช้ถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากอาคารสู่ดินฐานราก

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานที่ใช้อ้างถึงประกอบด้วย

3.1.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1106: มาตรฐานงานเสาเข็ม

3.1.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1251: มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนของเสาเข็มด้วยวิธีสถิตยศาสตร์

3.1.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1252: มาตรฐานการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์

3.1.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1253: มาตรฐานการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของพื้นดิน

3.2 มาตรฐานอื่นใดที่จะนำมาใช้นอกเหนือจากมาตรฐานที่ระบุในข้อ **3.1** จะต้องได้รับการรับรองจากคณะกรรมการควบคุมอาคารหรือสภาวิศวกร หรือจัดทำโดยส่วนราชการ หรือจัดทำโดยสมาคมวิชาชีพที่ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการควบคุมอาคาร

3.3 หากข้อกำหนดในมาตรฐานนี้มีความขัดแย้งกับมาตรฐานที่อ้างถึงในแต่ละส่วน ให้ถือข้อกำหนดในมาตรฐานนี้เป็นสำคัญ

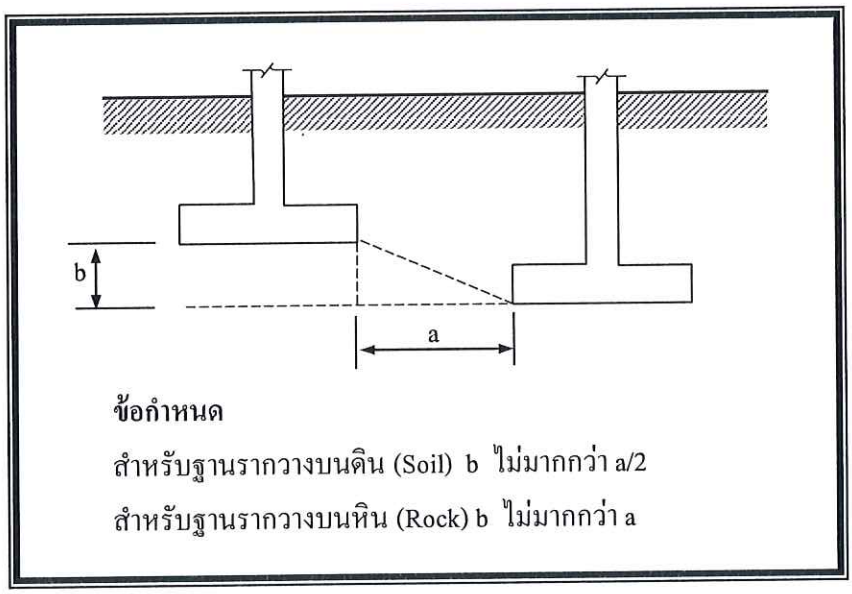
4. ข้อกำหนดในการก่อสร้าง

4.1 ฐานรากแผ่ที่ไม่ต้องใช้เสาเข็ม

4.1.1 ฐานรากต้องวางอยู่บนดินเดิมเสมอ นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะงานที่ระบุเป็นอย่างอื่น ความลึกของฐานราก ขนาดและรายละเอียดการเสริมเหล็กต้องเป็นไปตามแบบรายละเอียดที่ได้กำหนดไว้

4.1.2 การก่อสร้างฐานรากที่มีระดับลึกต่างกัน ต้องทำการก่อสร้างฐานรากที่มีระดับลึกมากที่สุดก่อนเสมอไป ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันฐานรากที่มีระดับตื้นกว่าพัง ขณะทำฐานรากตัวที่อยู่ลึกกว่า

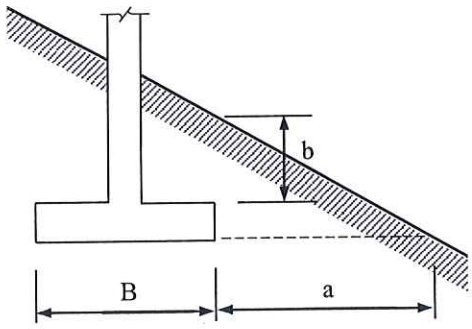
4.1.3 ฐานรากที่ระดับลึกต่างกันนั้นต้องมีระดับลึกต่างกันไม่เกินข้อกำหนดในรูปที่ 1 หากแบบรายละเอียดกำหนดระดับต่างกันของฐานรากเกินข้อกำหนดแล้ว ต้องสอบถามวิศวกรผู้ออกแบบและคำนวณเพื่อวินิจฉัยความถูกต้องอีกครั้งหนึ่งเสียก่อน จึงจะดำเนินการต่อไปได้



รูปที่ 1 ข้อกำหนดสำหรับการก่อสร้างฐานรากที่ความลึกต่างกัน

(ข้อ 4.1.3)

4.1.4 ในการก่อสร้างฐานรากบนพื้นที่ลาดเอียงนั้น ฐานรากตัวริมที่ติดกับพื้นที่ลาดเอียงนั้น ต้องมีระยะจากขอบนอกสุดส่วนบนของฐานถึงพื้นที่ลาดเอียงนั้น (Edge Distance) เป็นไปตามข้อกำหนดในรูปที่ 2 ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันการสึกกร่อนของผิวดินอันจะเป็นอันตรายแก่ฐานรากภายหลัง



ข้อกำหนด

สำหรับฐานรากวางบนดิน (Soil)	ระยะ a	ไม่น้อยกว่า 1.5B เมตร แต่ทั้งนี้จะต้องไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร
	ระยะ b	ไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร
สำหรับฐานรากวางบนหิน (Rock)	ระยะ a	ไม่น้อยกว่า 0.75 เมตร
	ระยะ b	ไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

รูปที่ 2 ข้อกำหนดสำหรับการก่อสร้างฐานรากบนพื้นที่ลาดเอียง

(ข้อ 4.1.4)

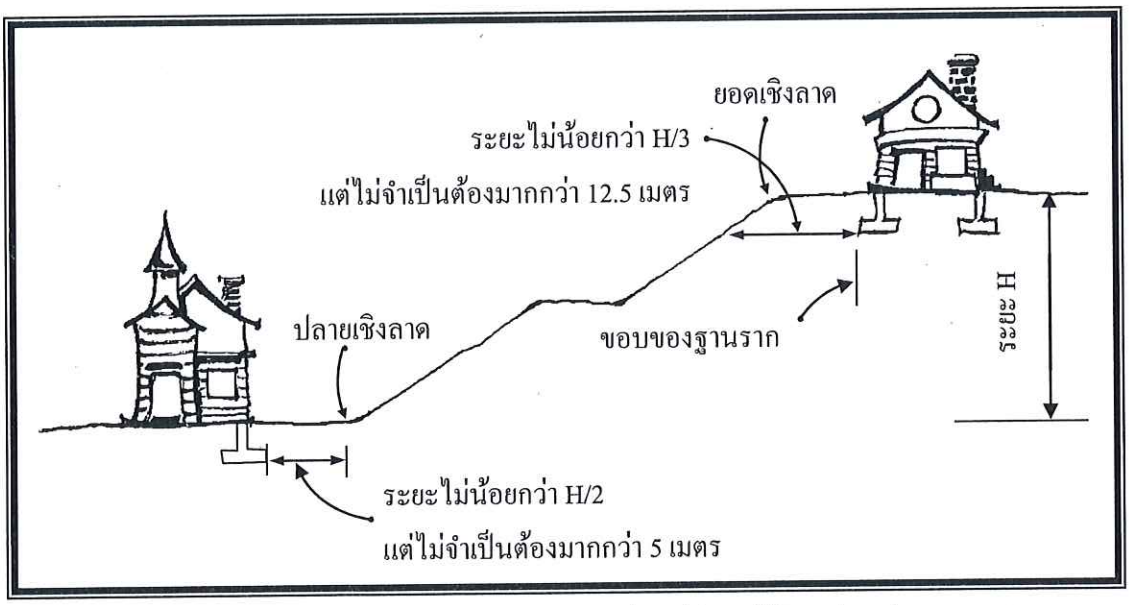
หากแบบและรายการละเอียดได้กำหนดระยะของขอบฐานรากดังกล่าวไว้เป็นอื่นแล้วให้ถือปฏิบัติตามแบบและรายการละเอียดที่ได้กำหนดไว้ แต่ต้องมีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่ได้กำหนดไว้ในรูปที่ 2

4.1.5 ฐานรากของอาคารที่ก่อสร้างใกล้เชิงลาดทั้งที่อยู่บริเวณส่วนฐานและส่วนบนของเชิงลาดที่มีความลาดเอียง (ระยะในแนวดิ่งต่อระยะในแนวราบ) มากกว่า 1 ต่อ 3 ให้เป็นไปตามรายละเอียดดังต่อไปนี้

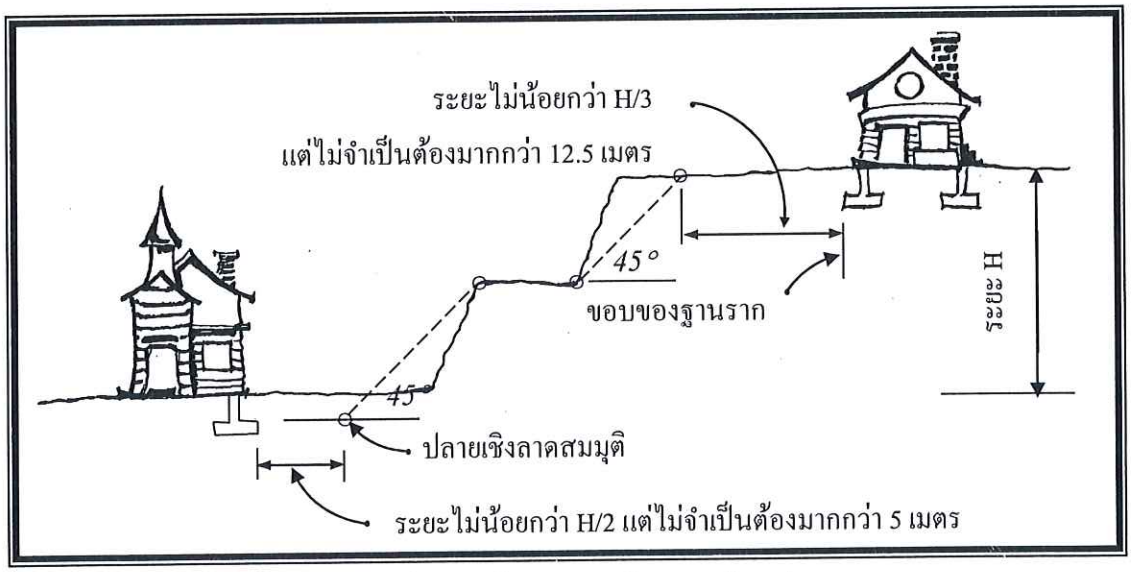
4.1.5.1 อาคารที่ก่อสร้างบริเวณส่วนฐานของเชิงลาดจะต้องมีระยะห่างจากปลายเชิงลาดที่เพียงพอสำหรับการป้องกันอาคารจากปัญหาการระบายน้ำจากเชิงลาด การกัดเซาะ และการวิบัติบริเวณผิวลาด (Shallow Failure) หากไม่ได้มีการกำหนดระยะห่างของอาคารในแบบรายละเอียดหรือไม่มีวิศวกรรับรองความปลอดภัยตามข้อ 4.1.5.3 แล้ว ระยะห่างจากปลายเชิงลาดให้เป็นไปตามรูปที่ 3 (ก) สำหรับกรณีเชิงลาดมีความลาดเอียงมากกว่า 1 ต่อ 1 ตำแหน่งของปลายเชิงลาดให้สมมุติว่าเป็นจุดตัดระหว่างระนาบในแนวราบที่ระดับหลังฐานรากและระนาบที่ลากสัมผัสกับเชิงลาดทำมุม 45 องศากับแนวราบ ตามรูปที่ 3 (ข) และสำหรับกรณีที่มีการก่อสร้างกำแพงกันดินที่ปลายเชิงลาด ความสูงของเชิงลาดให้วัดจากส่วนบนของกำแพงกันดินถึงยอดเชิงลาด

4.1.5.2 ฐานรากของอาคารที่ก่อสร้างอยู่บริเวณส่วนบนของเชิงลาดจะต้องวางอยู่บนชั้นดินที่มีความมั่นคงแข็งแรง โดยมีระยะฝังลึกและระยะห่างจากยอดเชิงลาดที่มากเพียงพอที่จะรองรับฐานรากทั้งในแนวดิ่งและด้านข้างโดยไม่เกิดการทรุดตัวที่เป็นอันตรายได้ หากไม่ได้มีการกำหนดระยะห่างของฐานรากในแบบรายละเอียดหรือไม่มีวิศวกรรับรองความปลอดภัยตาม

ข้อ 4.1.5.3 แล้ว ระยะห่างจากยอดเชิงลาดให้เป็นไปตามรูปที่ 3 สำหรับกรณีที่เชิงลาดมีความลาดเอียงมากกว่า 1 ต่อ 1 ระยะห่างให้วัดจากระนาบเชิงลาดสมมุติที่เอียงเป็นมุม 45 องศากับแนวราบโดยฉายจากปลายเชิงลาดขึ้นมา ตามรูปที่ 3 (ข) โดยในทุกกรณีระยะห่างจากเชิงลาดของฐานรากต้องเพียงพอที่จะไม่ทำให้เส้นการกระจายแรงตามรูปที่ 4 ตัดกับผิวเชิงลาดและฐานรากที่มีอยู่แล้ว



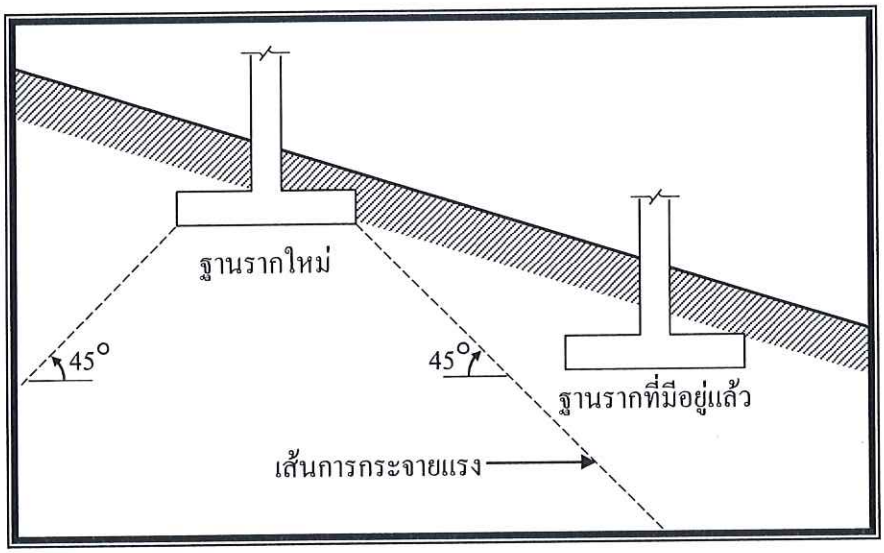
(ก) กรณีเชิงลาดมีความลาดเอียงมากกว่า-1 ต่อ 3 แต่น้อยกว่า 1 ต่อ 1



(ข) กรณีเชิงลาดมีความลาดเอียงมากกว่า 1 ต่อ 1

รูปที่ 3 ข้อกำหนดสำหรับการก่อสร้างฐานรากใกล้เชิงลาด

(ข้อ 4.1.5)



รูปที่ 4 เส้นการกระจายแรงของการก่อสร้างฐานรากบนเชิงลาด

4.1.5.3 กรณีที่การก่อสร้างอาคารที่มีระยะห่างจากเชิงลาดต่างไปจากที่กำหนดในข้อ 4.1.5.1 และ 4.1.5.2 จะต้องมีวิศวกรรับรองความปลอดภัยของการก่อสร้างอาคารใกล้เชิงลาดดังกล่าว โดยการรับรองจะต้องพิจารณาถึงเสถียรภาพของความลาดที่อาจส่งผลกระทบต่อฐานราก อาคาร เสถียรภาพของความลาดภายใต้แรงกระทำจากฐานราก การระบายน้ำ และการกัดเซาะของวัสดุเชิงลาด

4.1.6 ในกรณีเมื่อขุดดินเพื่อทำฐานรากลึกไม่ได้ระดับตามรายการหรือแบบรายละเอียด เนื่องจากขุดถึงชั้นหินพืดหรือชั้นลูกรังแล้ว ให้ปฏิบัติดังนี้

(1) หากเป็นชั้นหินพืด ฐานรากต้องฝังอยู่ในหินพืดลึกไม่น้อยกว่า 0.50 เมตร (วัดตรงที่ตื้นสุด) หรือต้องวางอยู่บนชั้นหินที่มีคุณภาพดี ไม่ผุกร่อนและมีการยึดฐานรากเข้ากับชั้นหินพืดด้วยเหล็กเดือย (Dowel Bars) โดยทั้งสองกรณีดังกล่าวข้างต้น ฐานรากจะต้องวางได้เต็มพื้นที่ฐานรากบนหินพืด และต้องปรับหรือสกัดหินที่รองรับให้เรียบเพื่อไม่ให้เกิด แรงกระทำเป็นจุด (Concentrated Load) กระทำต่อฐานราก รวมทั้งพื้นที่รองรับฐานรากจะต้องอยู่ในระนาบราบเพื่อไม่ให้เกิดโมเมนต์ดัดกระทำต่อเสาตอม่อ และให้ตรวจสอบว่าพื้นที่รองรับเป็นชั้นหินพืดจริงหรือไม่ ซึ่งอาจตรวจสอบได้โดยการเจาะสำรวจชั้นหินหรือการเจาะรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร ลึกไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร ฐานรากหนึ่งไม่น้อยกว่า 2 รู สำหรับกรณีที่ฐานรากมีความกว้างเกินกว่า 2.00 เมตร การเจาะสำรวจชั้นหินหรือการเจาะรูดังกล่าวจะต้องมีความลึกที่ครอบคลุมถึงระนาบการวิบัติ (Failure Surface) ของฐานรากที่อาจจะเกิดขึ้นได้

(2) หากเป็นชั้นลูกรัง ให้ถือปฏิบัติเหมือนชั้นหินพืดในข้อ (1) ทุกประการ แต่ทั้งนี้ก่อนดำเนินการก่อสร้างฐานรากให้ทดสอบสมบัติของดินลูกรัง หรือแจ้งวิศวกรผู้คำนวณออกแบบเพื่อพิจารณาแก้ไขปัญหาต่อไป

ในกรณีเมื่อทำการเจาะชั้นหินพืดหรือชั้นลูกรังแล้ว ปรากฏว่ามีความหนาไม่เพียงพอตามข้อ (1) และ (2) ให้แจ้งวิศวกรผู้คำนวณออกแบบเพื่อพิจารณาแก้ไขปัญหาต่อไป

4.1.7 ในกรณีที่ทำการขุดดินจนถึงระดับท้องฐานรากตามที่รายการหรือแบบละเอียดได้กำหนดไว้ให้แล้ว ปรากฏว่าดินใต้ฐานรากนั้นเป็นดินถมหรือดินธรรมชาติที่มีคุณภาพไม่ดีพอ จะต้องขุดดินให้ลึกลงไปอีกจนถึงชั้นดินที่มีสมบัติในการรับน้ำหนักได้ตามที่แบบหรือรายละเอียดกำหนด และเพื่อให้ทราบแน่นอนว่าพื้นดินชั้นดังกล่าวจะมีความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามที่รายการหรือแบบรายละเอียดกำหนดหรือไม่ จะต้องทำการทดสอบหาค่าความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของพื้นดินทุกประการ

4.1.8 การทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของพื้นดิน ให้เป็นไปตาม มยผ. 1253: มาตรฐานการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักของพื้นดิน

4.2 ฐานรากที่ต้องใช้เสาเข็ม

4.2.1 ความลึกและขนาดของฐานราก และรายละเอียดการเสริมเหล็ก ต้องเป็นไปตามแบบรายละเอียดที่ได้กำหนดให้

4.2.2 การดำเนินการก่อสร้างฐานรากให้ปฏิบัติตามข้อ 4.1.2 และข้อ 4.1.4 โดยระยะ a ในข้อ 4.1.4 ให้ใช้ได้ไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร

4.2.3 เสาเข็มที่ใช้ต้องมีคุณภาพและสมบัติเป็นไปตาม มยผ. 1106 : มาตรฐานงานเสาเข็ม

4.2.4 การยก การตอก ให้เป็นไปตาม มยผ. 1106: มาตรฐานงานเสาเข็ม และการทดสอบความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกของเสาเข็มให้เป็นไปตาม มยผ. 1251: มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนของเสาเข็มด้วยวิธีสถิตยศาสตร์ หรือ มยผ.1252: มาตรฐานการรับน้ำหนักของเสาเข็ม ด้วยวิธีพลศาสตร์

4.2.5 เสาเข็มไม้และเสาเข็มเหล็กโครงสร้างรูปพรรณ จะเป็นเสาเข็มสั้นหรือยาวก็ตาม หัวเสาเข็มต้องจมอยู่ใต้ระดับน้ำใต้ดินตลอดเวลา ดังนั้น หากปรากฏว่าเมื่อขุดดินถึงระดับก้นฐานรากได้ตามแบบ และรายการละเอียดที่กำหนดแล้วยังไม่ถึงระดับน้ำใต้ดิน จะต้องตอกลงไปอีกหรือตัด เพื่อให้หัวเสาเข็มอยู่ใต้ระดับน้ำใต้ดินตลอดเวลา

4.2.6 ฐานรากที่ใช้เสาเข็มยาว การตอกเสาเข็มต้องตอกด้วยความระมัดระวังมิให้เกิดความเสียหายแก่อาคารข้างเคียง การตอกเสาเข็มต้องตอกให้เป็นระเบียบ โดยตอกเสาเข็มเป็นแนวๆ หรือเสร็จเป็นฐานๆ ไป ห้ามตอกสลับไปสลับมา หรือให้ตอกตามลำดับที่กำหนดใน มยผ. 1106: มาตรฐานงานเสาเข็ม

4.2.7 ในกรณีที่เสาเข็มจมลงเร็วผิดปกติในขณะตอกสำหรับอาคารเดียวกัน จะต้องรายงานให้วิศวกรผู้คำนวณออกแบบหรือวิศวกรผู้ควบคุมงานทราบเพื่อพิจารณาแก้ไขปัญหาต่อไป

4.2.8 หากมีความจำเป็นต้องถมดินหรือทรายภายในบริเวณที่ได้ตอกเสาเข็มไว้แล้ว การถมต้องถมด้วยความระมัดระวังมิให้เสาเข็มชำรุด เอน เอียง หรือหนีศูนย์กลาง และเพื่อมิให้เกิดปัญหาดังกล่าว ผู้รับจ้างต้องถมดินหรือทรายรอบเสาเข็มแต่ละต้นให้สูงกว่าระดับอื่นๆ เสียก่อน จากนั้นจึงถมบริเวณอื่นๆ ต่อไป ห้ามถมไปทางด้านเดียว

4.3 การขุดดินเพื่อก่อสร้างฐานราก

4.3.1 ในการขุดดินเพื่อก่อสร้างฐานราก ผู้รับจ้างต้องขุดให้ได้ขนาด และระดับตามแบบและรายละเอียด พร้อมทั้งป้องกันมิให้ดินพังทลายหรือเกิดความเสียหายใดๆ ซึ่งอาจจะทำได้ด้วยการสร้างโครงสร้างรับแรงด้านข้างหรือขุดดินลดเป็นชั้นๆ ลงไป ดินที่ขุดต้องนำไปกองไว้ให้เรียบร้อย

4.3.2 ให้สูบน้ำก้นบ่อออกให้หมด ก่อนที่จะเทคอนกรีตฐานราก และตลอดเวลาดำเนินการเทคอนกรีตฐานราก

4.3.3 การกลบดินต้องถมดินเป็นชั้น ๆ ชั้นหนึ่งๆ หนาไม่เกิน 30 เซนติเมตร โดยกระทุ้งให้แน่นทุกๆ ชั้น

5. เอกสารอ้างอิง

(1) International Code Council. "International Building Code," Fall Church, VA, 2003.

(2) มาตรฐาน มยธ. 105-2533 มาตรฐานงานฐานราก กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2533

มยผ. 1106-64
มาตรฐานงานเสาเข็ม

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานนี้ใช้กับงานเสาเข็มคอนกรีตและเสาเข็มไม้ทุกประเภท สำหรับการก่อสร้างอาคารหรือสิ่งก่อสร้างทั่วไป เช่น บ้าน โรง เรือน คลังสินค้า กำแพงกันดิน และอาคารชลประทาน เป็นต้น นอกจากรายการประกอบแบบเฉพาะงานที่ระบุเป็นอย่างอื่นให้ถือในส่วนที่ได้ระบุไว้ในรายการประกอบแบบเฉพาะงานนั้นเป็นหลัก ส่วนข้อความอื่นใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้ถือปฏิบัติตามมาตรฐานฉบับนี้

1.2 มาตรฐานนี้ระบุไว้เพื่อให้การก่อสร้างงานเสาเข็มเป็นไปตามหลักวิชาการ เกิดความประหยัดและปลอดภัย

1.3 มาตรฐานนี้ใช้หน่วย SI (International System Units) เป็นหลัก และใช้ค่าการแปลงหน่วยของแรง 1 กิโลกรัมแรงเท่ากับ 10 นิวตัน

2. นิยาม

"การสูญเสียของการอัดแรง (Losses)" หมายถึง การที่ลวดเหล็กหรือเหล็กเสริมที่ใช้อัดแรงชนิดอื่นๆ สูญเสียหน่วยแรงดึงตามขั้นตอนต่าง ๆ อันเนื่องมาจาก การหดตัวอีลาสติก การคืบและหดตัวของคอนกรีต และการคลายแรงดึงของเหล็กเสริมอัดแรง

"ฐานราก" หมายถึง ส่วนของอาคารที่ใช้ถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากโครงสร้างอาคารส่วนบนลงสู่ดินฐานราก

"เสาเข็ม" หมายถึง เสาที่ฝังอยู่ในดินฐานรากเพื่อใช้ถ่ายน้ำหนักบรรทุกจากอาคารสู่ดินฐานราก

"เสาเข็มเจาะ (Bored Pile)" หมายถึง เสาเข็มที่ก่อสร้างโดยการขุดหรือเจาะลงไปในชั้นดินโดยอาจใช้ปลอกเหล็กกันดินพังหรือไม่ก็ตาม แล้วหล่อคอนกรีตในหลุมที่เจาะแล้วเสร็จ

"เสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จ" หมายถึง เสาเข็มคอนกรีตที่หล่อหรือผลิตในโรงงาน หรือที่สถานที่ก่อสร้างก่อนที่จะนำมาติดตั้งโดยการตอกหรือฝัง

"แรงแบกทานที่ยอมให้ของเสาเข็ม" หมายถึง แรงต้านทานการรับน้ำหนักบรรทุกได้อย่างปลอดภัยของเสาเข็ม

"หน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต" หมายถึง หน่วยแรงอัดสูงสุดตามแกนยาวที่แท่งคอนกรีตทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 150 มิลลิเมตร สูง 300 มิลลิเมตร สามารถรับได้ หากไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นหน่วยแรงอัดดังกล่าวในมาตรฐานนี้ ให้ใช้หน่วยแรงอัดประลัยที่อายุ 28 วันเป็นเกณฑ์

3. มาตรฐานอ้างถึง

3.1 มาตรฐานที่ใช้อ้างถึงประกอบด้วย

3.1.1 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1101: มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

3.1.2 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1102: มาตรฐานงานคอนกรีตอัดแรง

3.1.3 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ. 1103: มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต

3.1.4 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ 1251: มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนของเสาเข็มด้วยวิธีสถิตยศาสตร์

3.1.5 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ 1252: มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์

3.1.6 มาตรฐานกรมโยธาธิการและผังเมือง มยผ 1551: มาตรฐานการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มด้วยวิธี Seismic Integrity Test

3.1.7 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 395: เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ

3.1.8 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 396: เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

3.1.9 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 397: เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กแบบแรงเหวี่ยง

3.1.10 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 398: เสาเข็มคอนกรีตอัดแรงแบบแรงเหวี่ยง

3.1.11 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 399: เสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จขนาดสั้น

3.1.12 มาตรฐานสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ วสท. 1019: ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับงานก่อสร้างเสาเข็มเจาะ

3.2 หากจะนำมาตรฐานอื่นมาใช้นอกเหนือจากที่ระบุในข้อ 3.1 มาตรฐานดังกล่าวต้องได้รับการรับรองจากคณะกรรมการควบคุมอาคารหรือสภาวิศวกร

3.3 หากข้อกำหนดในมาตรฐานนี้มีความขัดแย้งกับมาตรฐานที่อ้างถึงในแต่ละส่วน ให้ถือข้อกำหนดในมาตรฐานนี้เป็นสำคัญ

4. ข้อกำหนดสำหรับวัสดุก่อสร้าง

4.1 เสาเข็มไม้

4.1.1 ไม้ที่นำมาใช้เป็นเสาเข็ม ต้องเป็นไม้เบญจพรรณหรือไม้สนที่ได้มาจากต้นที่แข็งแรง และยังสดอยู่ขณะที่นำมาใช้ต้องไม่ผุหรือมีราขึ้น ไม้ที่ผุง่าย เช่นไม้ยางพารา ไม้ยูคาลิปตัส เป็นต้น ห้ามนำมาใช้

4.1.2 เสาเข็มต้องทุบหรือถากเปลือกออกอย่างน้อยร้อยละ 80 ของพื้นที่ผิวโดยรอบเสาเข็ม ตาไม้ต่าง ๆ ต้องตัดให้เรียบเสมอผิวของต้นเสาเข็ม ปลายเสาเข็มต้องใช้เลื่อยตัดเรียบได้ฉากกับลำต้น ตาไม้ในเสาเข็มต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกินกว่า 1 ใน 3 ของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มตรงตำแหน่งที่มีตานั้น แต่ทั้งนี้ต้องไม่เกิน 100 มิลลิเมตร

4.1.3 เสาเข็มต้องตรงมากที่สุด เสาเข็มที่คดจะใช้ได้ก็ต่อเมื่อขึงเชือกจากแนวศูนย์กลางปลายทั้งสองข้างของเสาเข็มแล้วเชือกไม่ล้ำออกจากลำต้น

4.1.4 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มตามที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียดนั้น ให้ถือเป็นขนาดเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางของเสาเข็มที่วัดตรงจุดกลางความยาวของเสาเข็ม โดยใช้เทปพันรอบให้ตึง ความยาวที่ได้ถือเป็นเส้นรอบวง ซึ่งเท่ากับ 3.14 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเฉลี่ย

4.2 เสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จ

4.2.1 คุณลักษณะทั่วไปของเสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จ

4.2.1.1 วัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการหล่อเสาเข็ม และส่วนผสมของคอนกรีต ตลอดจนการปฏิบัติต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

(1) คุณลักษณะของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีตและขั้นตอนการปฏิบัติในการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 1101: มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

(2) คุณลักษณะของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีตอัดแรงและขั้นตอนการปฏิบัติในการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 1102: มาตรฐานงานคอนกรีตอัดแรง

(3) คุณลักษณะของเหล็กเสริมและขั้นตอนการปฏิบัติในการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 1103: มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต

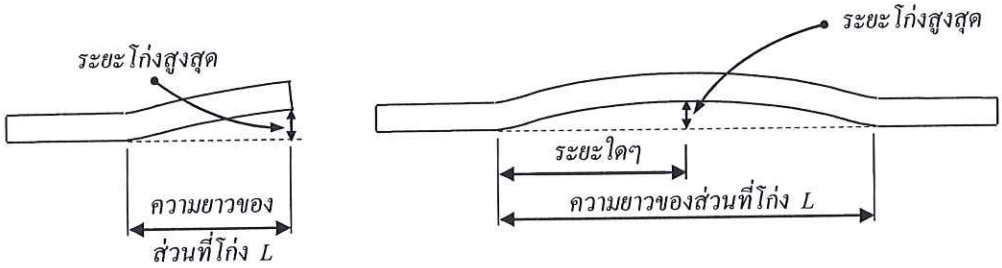
ค่าหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีตต้องเป็นไปตามที่ระบุไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบ แต่ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ว่าด้วยเสาเข็มคอนกรีตประเภทนั้นๆ ตามข้อ 3.1.7 ถึง 3.1.11

4.2.1.2 เสาเข็มที่นำมาใช้ต้องมีความยาว พื้นที่หน้าตัดที่กดบนดิน (Projected Area) และความสามารถรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ตามที่ระบุไว้ในแบบหรือในรายการประกอบแบบ

4.2.1.3 รูปลักษณ์ภายนอกของเสาเข็มต้องเหมือนกันตลอดความยาวของเสาเข็ม ยกเว้นส่วนหัวเสาเข็มที่รับตุ้มตอกเสาเข็ม สำหรับส่วนปลายเสาเข็มในระยะซึ่งยาวไม่เกิน 1.5 เท่าของความกว้างของเสาเข็มยอมให้สอบปลายได้

4.2.1.4 เสาเข็มที่จะนำมาตอกใช้งานจะต้องมีหน่วยแรงอัดประลัยตามที่กำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน หากต้องการนำเสาเข็มมาใช้ก่อนกำหนดให้ทดสอบกำลังของคอนกรีต ซึ่งกำลังของคอนกรีตที่เวลานำมาใช้นั้นจะต้องมีค่าไม่น้อยกว่าหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต

4.2.1.5 เสาเข็มต้องมีลำต้นตรง ระยะโก่งที่ส่วนใดๆ ของเสาเข็ม ถ้าวัดระหว่างเส้นตรงที่ต่อปลายทั้งสองของส่วนโก่งกับผิวด้านใดๆ ก็ตาม ต้องไม่เกินความยาวส่วนที่โก่งหารด้วยค่าที่กำหนดในรูปที่ 1



ระยะโก่งสูงสุด $\leq L/180$ ระยะโก่งสูงสุด $\leq L/360$

รูปที่1 การวัดระยะโก่งของเสาเข็ม

(ข้อ 4.2.1.5)

4.2.1.6 หากเป็นเสาเข็มกลวงหรือเว้าข้าง รูกลวงหรือส่วนเว้าข้าง ต้องไม่ทำให้จุดศูนย์ถ่วงของหน้าตัดเบี่ยงเบนไปจากศูนย์กลางของหน้าตัดเสาเข็ม

4.2.1.7 เสาเข็มต้องแข็งแรงทนทานต่อการตอกของตุ้มตอกเสาเข็ม และการกระทบกระแทกระหว่างการขนส่งได้ และต้องมีรูปร่างหน้าตัดภายนอกเป็นสี่เหลี่ยม ห้าเหลี่ยม หกเหลี่ยม หรือมากกว่า หรือกลม หรือ I หรือที่คล้ายตัว I ซึ่งมีความหนาของส่วนที่บางที่สุดไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร หรือ 2 เท่าของระยะหุ้มเหล็กเสริมบวกด้วยเส้นผ่านศูนย์กลางหรือความหนาของเหล็กเสริมโดยใช้ค่าที่มากกว่าเป็นเกณฑ์ ยกเว้นเสาเข็มขนาดเล็กที่มีขนาดตั้งแต่ 150 มิลลิเมตรลงมา

4.2.1.8 เสาเข็มจะต้องแสดงตำแหน่งจุดยกที่ชัดเจน หากไม่มีการกำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบให้กำหนดจุดยก โดยอาจทำเป็นเครื่องหมายหรือฝังหูร้อยหรือที่จับยึดสำหรับการยก และตำแหน่งของจุดยกให้เป็นไปตามรูปที่ 2 แต่ทั้งนี้หน่วยแรงที่เกิดขึ้นระหว่างการยกเสาเข็มจะต้องเป็นไปตามข้อ 4.2.2.2 หรือ 4.2.3.2

4.2.1.9 เสาเข็มยอมให้มีรอยร้าวต่อเนื่องกันได้ไม่เกินครึ่งหนึ่งของเส้นรอบรูป และต้องทำมุมระหว่าง 80 ถึง 90 องศากับแนวสะเทิน รอยร้าวที่เกิดขึ้นแต่ละรอยต้องห่างกันเกินกว่า 1 เมตร และความกว้างของรอยร้าวต้องไม่มากกว่า 0.2 มิลลิเมตร แต่ทั้งนี้ต้องได้รับความเห็นชอบจากวิศวกรผู้ควบคุมงานก่อน สำหรับโครงการก่อสร้างที่อยู่ในพื้นที่หรือเงื่อนไขที่ต้องพิจารณาความคงทนไม่ยินยอมให้ใช้เสาเข็มที่มีรอยร้าว

4.2.2 คุณลักษณะเฉพาะของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ

4.2.2.1 คุณลักษณะทั่วไปของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จต้องเป็นไปตามข้อ 4.2.1

4.2.2.2 แรงดัดที่เกิดจากการยกเสาเข็มต้องไม่ก่อให้เกิดหน่วยแรงดึงในเหล็กเสริมเกินกว่า 120 เมกาปาสกาล (1,200 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) เมื่อใช้เหล็กเส้นกลมผิวเรียบ หรือเกินกว่า 150 เมกาปาสกาล (1,500 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) เมื่อใช้เหล็กข้ออ้อยที่มีกำลังครากน้อยกว่า 400 เมกาปาสกาล (4,000 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) หรือเกิน

กว่า 170 เมกาปาสกาล (1,700 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) เมื่อใช้เหล็กข้ออ้อยที่มีกำลังครากตั้งแต่ 400 เมกาปาสกาล (4,000 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร) ขึ้นไป และหน่วยแรงอัดในคอนกรีตที่ขณะใช้งานจะต้องไม่เกินร้อยละ 37.5 ของหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต

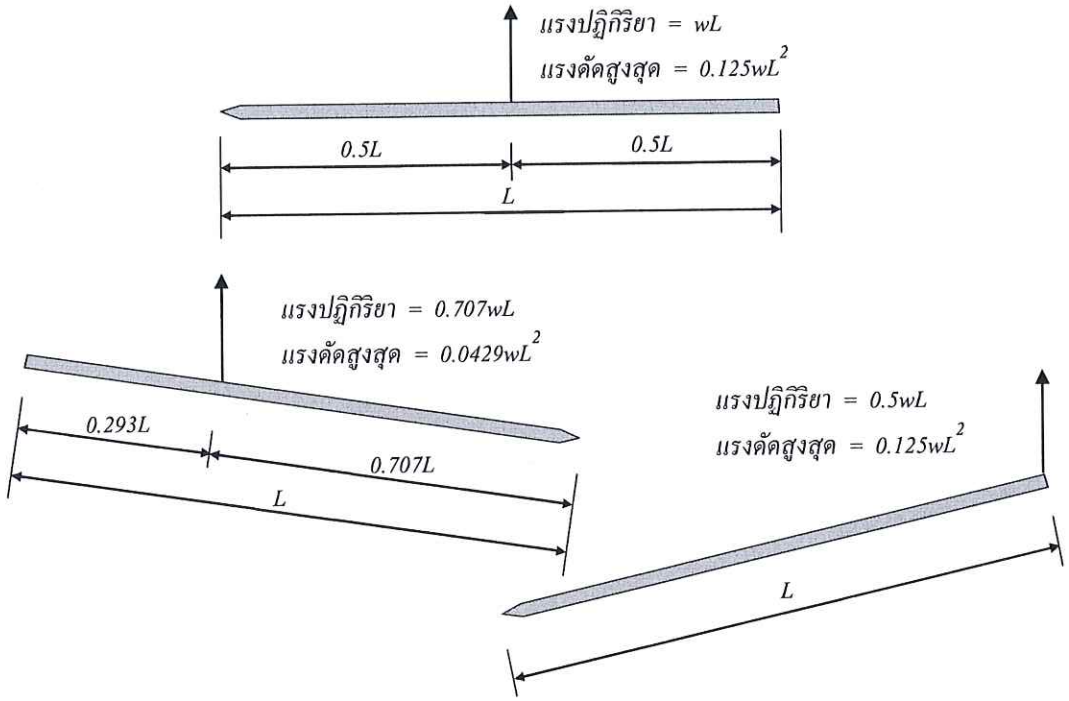
4.2.2.3 เหล็กปลอกจะต้องยึดติดกับเหล็กเสริมตามยาวให้มั่นคง และต้องมีปริมาณเป็นร้อยละของปริมาตรคอนกรีตของเสาเข็มในช่วงนั้นๆ ไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ในรูปที่ 3

4.2.3 คุณลักษณะเฉพาะของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

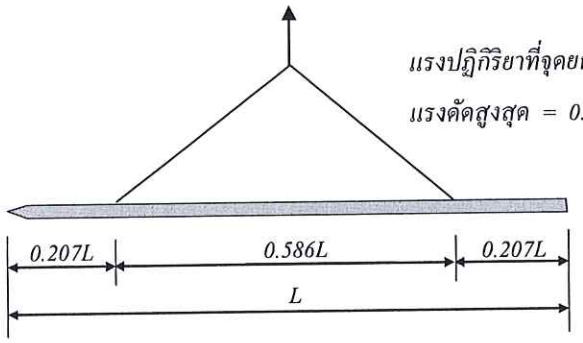
4.2.3.1 คุณลักษณะทั่วไปของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จต้องเป็นไปตามข้อ 4.2.1 ส่วนคุณลักษณะเฉพาะของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงประเภทต่างๆ ที่ไม่ได้ระบุในมาตรฐานนี้ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ว่าด้วย เสาเข็มคอนกรีตประเภทนั้นๆ ตามข้อ 3.1.7 ถึง 3.1.11 แล้วแต่กรณี

4.2.3.2 แรงดัดที่เกิดจากการยกเสาเข็มต้องไม่ก่อให้เกิดหน่วยแรงดึงในคอนกรีตเกินกว่า 0.5 คูณด้วยรากที่สองของหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต เมื่อหน่วยแรงมีหน่วยเป็นเมกาปาสกาล (หรือไม่เกินกว่า 1.59 คูณด้วยรากที่สองของหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต เมื่อหน่วยแรงมีหน่วยเป็นกิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร)

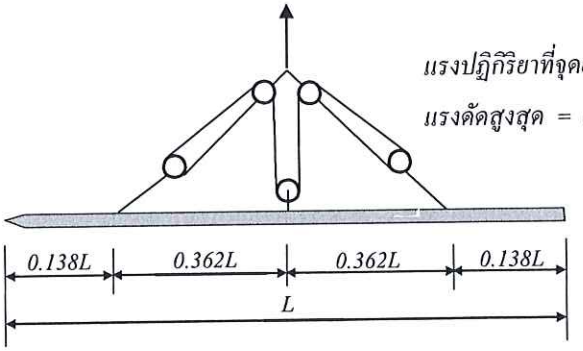
ในกรณีที่หน่วยแรงดึงมีค่าสูงเกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ จะต้องขยายพื้นที่หน้าตัดหรือเสริมเหล็กยึดหน่วงหรือยึดเหนี่ยวเพิ่มเติมในส่วนของคอนกรีตที่เกิดหน่วยแรงดึง (Tensile Zone) เพื่อสามารถรับแรงดึงที่เกิดขึ้นในคอนกรีตดังกล่าวได้ทั้งหมด (อาจจะเป็นเหล็กเสริมปกติหรือเหล็กเสริมอัดแรง) โดยที่แรงดึงให้คำนวณจากสมมุติฐานของหน้าตัดไม่แตกร้าว



(ก) จุดยกเสาเข็มจำนวน 1 จุด



(ข) จุดยกเสาเข็มจำนวน 2 จุด

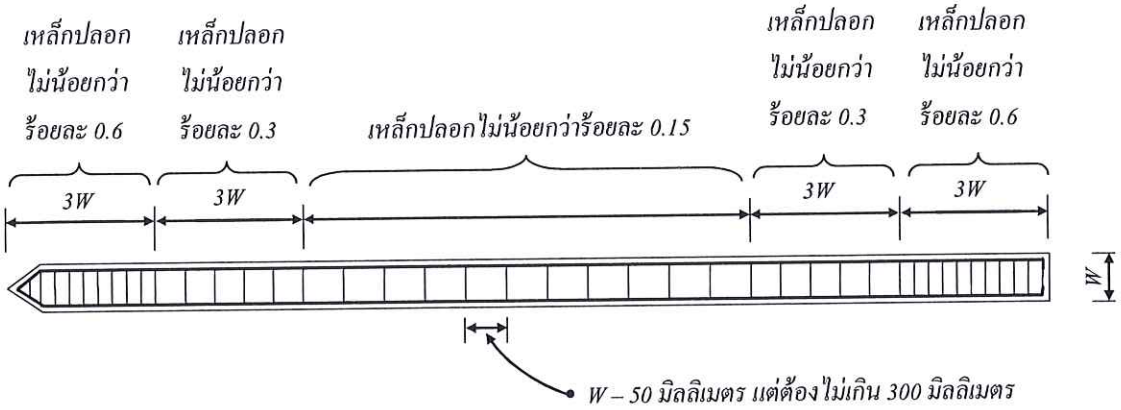


(ค) จุดยกเสาเข็มจำนวน 3 จุด

<u>หมายเหตุ</u> w = น้ำหนักของเสาเข็มรวมผลของแรงกระแทกจากการขนส่ง

รูปที่ 2 ตำแหน่งจุดยกเสาเข็ม

(ข้อ 4.2.1.8)



หมายเหตุ W = ส่วนที่แคบที่สุดของรูปตัดขวางทั้งหมดของเสาเข็ม

รูปที่ 3 ปริมาณเหล็กปลอกต่ำสุดของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กหล่อสำเร็จ

(ข้อ 4.2.2.3)

4.2.3.3 หน่วยแรงอัดที่ยอมให้จากน้ำหนักบรรทุกใช้งานของเสาเข็มจะต้องไม่เกินกว่าผลต่างระหว่างร้อยละ 33 ของหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีตและร้อยละ 27 ของหน่วยแรงอัดประสิทธิผลที่กระทำกับคอนกรีตเนื่องจากการอัดแรง หรือ

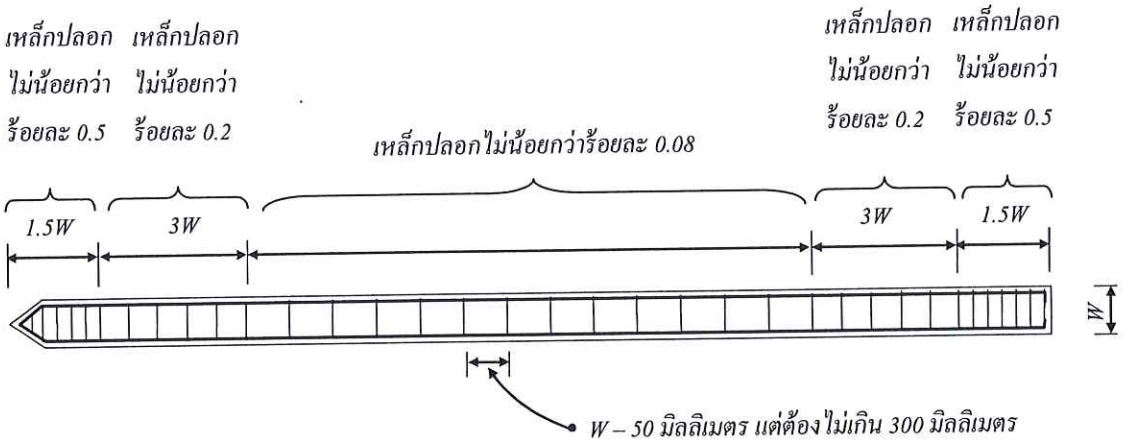
$$\sigma_a \leq 0.33 f_c' - 0.27 f_{pc} \qquad (1)$$

เมื่อ σ_a เป็น หน่วยแรงอัดที่ยอมให้จากน้ำหนักบรรทุกใช้งานของเสาเข็ม มีหน่วยเป็นเมกาปาสกาล (กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร)

f_c' เป็นหน่วยแรงอัดประลัยของคอนกรีต มีหน่วยเป็นเมกาปาสกาล (กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร)

f_{pc} เป็นหน่วยแรงอัดประสิทธิผลที่กระทำกับคอนกรีตเนื่องจากการอัดแรง มีหน่วยเป็นเมกาปาสกาล (กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร)

4.2.3.4 เหล็กปลอกจะต้องยึดติดกับเหล็กเสริมตามยาวให้มั่นคง และต้องมีปริมาณเป็นร้อยละของปริมาตรคอนกรีตของเสาเข็มในช่วงนั้นๆ ไม่น้อยกว่าตามที่กำหนดไว้ในรูปที่ 4



หมายเหตุ W = ส่วนที่แคบที่สุดของรูปตัดขวางทั้งหมดของเสาเข็ม

รูปที่ 4 ปริมาณเหล็กปลอกต่ำสุดของเสาเข็มคอนกรีตเสริมเหล็กอัดแรงหล่อสำเร็จ

(ข้อ 4.2.3.4)

4.3 เสาเข็มเจาะ

4.3.1 คุณลักษณะเฉพาะของเสาเข็มเจาะแบบแห้ง

4.3.1.1 วัสดุต่างๆ ที่ใช้ในการหล่อเสาเข็ม และส่วนผสมของคอนกรีต ตลอดจนการปฏิบัติต้องเป็นไปตามมาตรฐานดังต่อไปนี้

(1) คุณลักษณะของวัสดุที่ใช้เป็นส่วนผสมคอนกรีตและขั้นตอนการปฏิบัติในการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 1101: มาตรฐานงานคอนกรีตและคอนกรีตเสริมเหล็ก

(2) คุณลักษณะของเหล็กเสริมและขั้นตอนการปฏิบัติในการก่อสร้างให้เป็นไปตาม มยผ. 1103: มาตรฐานงานเหล็กเสริมคอนกรีต

4.3.1.2 เสาเข็มต้องมีความยาว เส้นผ่านศูนย์กลาง และความสามารถรับน้ำหนักบรรทุกปลอดภัยได้ตามที่ระบุไว้ในแบบหรือในรายการประกอบแบบ

4.3.2 คุณลักษณะเฉพาะของเสาเข็มเจาะแบบเปียกให้เป็นไปตามมาตรฐานสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ วสท. 1019: ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับงานก่อสร้างเสาเข็มเจาะ ว่าด้วย คุณลักษณะของเสาเข็มเจาะแบบเปียก

5. ข้อกำหนดในการก่อสร้าง

5.1 เสาเข็มไม้

5.1.1 เสาเข็มต้องตอกโดยให้ปลายแหลมลง และหัวเสาเข็มจมอยู่ใต้ระดับน้ำใต้ดินถาวรทุกต้น

5.1.2 เสาเข็มเมื่อนำไปใช้ในน้ำทะเลต้องอาบน้ำยารักษาเนื้อไม้ (Creosote Oil) ประมาณ 320 กิโลกรัมต่อเนื้อไม้หนึ่งลูกบาศก์เมตร (20 ปอนด์ต่อเนื้อไม้หนึ่งลูกบาศก์ฟุต) ทั้งนี้เพื่อป้องกันแมลงเจาะไช

5.2 เสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จ

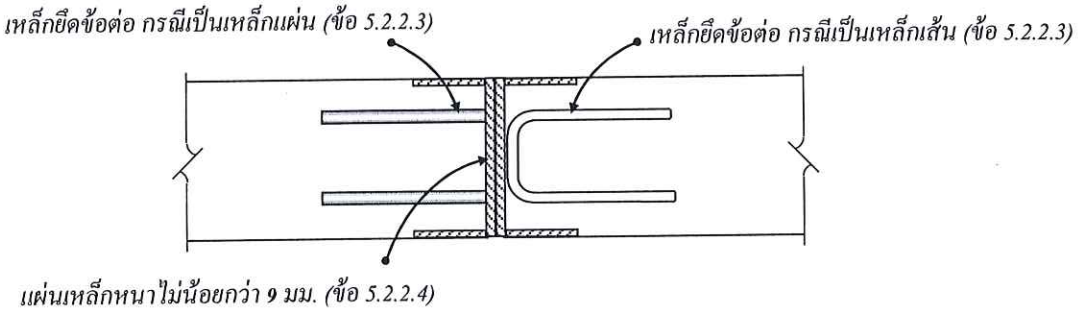
5.2.1 เสาเข็มคอนกรีตหล่อสำเร็จดังต่อไปนี้ไม่อนุญาตให้ใช้เสาเข็มต่อได้

(1) เสาเข็มที่ระบุให้ต้องรับแรงด้านข้าง

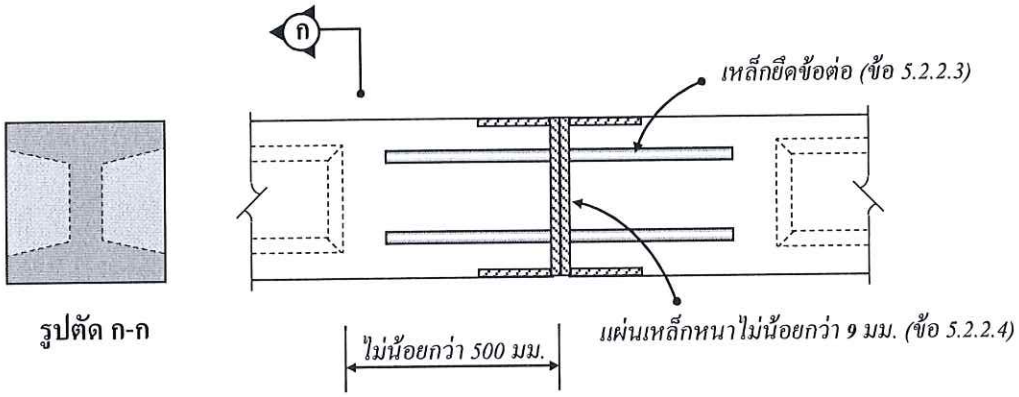
(2) เสาเข็มที่อยู่ในดินฐานรากที่มีความเสี่ยงต่อการเลื่อนไถลของดิน (Soil Sliding)

(3) เสาเข็มที่ปลายวางอยู่บนหินที่มีความลาดเอียงที่มีความเสี่ยงต่อการไถลของเข็มได้

5.2.2 เสาเข็มที่นอกเหนือจากข้อ 5.2.1 อนุญาตให้ต่อได้ แต่รวมแล้วต้องไม่เกิน 2 ท่อน โดยวิธีเชื่อมด้วยไฟฟ้า และทั้งสองท่อนเมื่อต่อกันแล้วต้องเป็นเส้นตรงเดียวกัน โดยที่ข้อต่อของเสาเข็มทั้งสองท่อนต้องมีลักษณะดังต่อไปนี้ (รูปที่ 5)



(ก) ข้อต่อของเสาเข็มหน้าตัดสี่เหลี่ยมตัน



(ข) ข้อต่อของเสาเข็มรูปตัว I หรือคล้ายตัว I

รูปที่ 5 รายละเอียดข้อต่อของเสาเข็ม

(ข้อ 5.2.2)

5.2.2.1 ข้อต่อต้องเป็นเหล็กเหนียวและหล่อเป็นส่วนเดียวกันกับเสาเข็มแต่ละท่อน

5.2.2.2 ข้อต่อต้องมีลักษณะเป็นหมวกครอบปลายหัวเสาเข็มในส่วนที่จะต่อกันนั้น หรือมีลักษณะคล้ายคลึงกัน และสามารถกันมิให้คอนกรีตเนื้อเสาเข็มที่รองรับข้อต่อนั้นแตกในขณะรับแรงกระแทกจากการตอกเสาเข็ม รวมทั้งต้องมีขนาดและความหนาเพียงพอที่สามารถส่งถ่ายแรงดัดระหว่างเสาเข็มที่ต่อได้ไม่น้อยกว่าส่วนอื่นของเสาเข็ม ข้อต่อนี้ให้หล่อยึดติดกับ

ตัวเสาเข็ม และต้องมีเนื้อที่หน้าตัดไม่น้อยกว่าเนื้อที่หน้าตัดของเสาเข็มที่จุดนั้น แต่จะโตเกินขนาดภายนอกของเสาเข็มมิได้

5.2.2.3 ต้องมีเหล็กยึดข้อต่อดังกล่าวให้ติดแน่นกับท่อนคอนกรีตเสาเข็ม จนสามารถรับแรงดัดได้ดีไม่น้อยกว่าส่วนอื่นของเสาเข็ม

5.2.2.4 ความหนาของแผ่นเหล็กข้อต่อของแต่ละแผ่น เฉพาะส่วนที่วางประกบกันต้องไม่น้อยกว่า 6 มิลลิเมตร

5.2.2.5 พื้นที่ผิวของข้อต่อส่วนที่ประกบกันต้องไส กลึง หรือ ฝาน ให้เรียบทั้งสองขึ้นเพื่อให้ประกอบกันแนบสนิท

5.2.2.6 เสาเข็มในส่วนที่ชิดกับข้อต่อ ต้องได้รับการป้องกันการแตกด้วยการเสริมเหล็กปลอกเป็นพิเศษ

5.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตอกเสาเข็มคอนกรีตและวิธีการตอกเสาเข็มคอนกรีต

5.3.1 ปั้นจั่นที่นำมาใช้ในการตอกเสาเข็มต้องมีความมั่นคงแข็งแรง และมีความกว้างของฐานปั้นจั่นพอที่จะมีการทรงตัวได้ดีเมื่อยกเสาเข็มขึ้นตั้ง ชิ้นส่วนที่ประกอบกันขึ้นเป็นตัวปั้นจั่นต้องไม่คดงอหรือแตกร้าว ตะเกียบคู่หน้าของปั้นจั่นต้องเป็นเส้นตรงและไม่หลวมคลอน

5.3.2 เครื่องยนต์ที่ใช้กับปั้นจั่นต้องมีสภาพสมบูรณ์ สามารถให้กำลังได้อย่างสม่ำเสมอ อุปกรณ์ที่ห้ามล้อครัทช์และที่ห้ามการคลายตัวของเชือกลวดต้องอยู่ในสภาพที่ใช้การได้โดยปลอดภัย เชือกลวดต้องมีขนาดพอเหมาะกับขนาดของน้ำหนักเสาเข็มและตุ้มที่ยกและไม่สึกหรอจนส่อให้เห็นว่าจะเกิดอันตรายได้โดยง่าย

5.3.3 พื้นที่ที่รองรับปั้นจั่นต้องเสริมให้แข็งแรงพอที่จะรับน้ำหนักปั้นจั่นและอุปกรณ์ต่างๆ ได้ โดยขณะที่ตอกเสาเข็มปั้นจั่นต้องไม่โยกคลอนหรือทรุดตัวลงจนทำให้เสียแนวดิ่งของตะเกียบบังคับเสาเข็มหรือเกิดแรงเบียดเสาเข็ม

5.3.4 ถ้าใช้หมวกเหล็กครอบหัวเสาเข็มในการตอกเสาเข็มหมวกดังกล่าวต้องมีขนาดพอเหมาะกับหัวเสาเข็ม คือไม่โตกว่าหัวเสาเข็มเกิน 10 มิลลิเมตร และภายในหมวกให้ใช้ไม้เนื้ออ่อนรองหัวเสาเข็มได้หนาไม่เกิน 30 มิลลิเมตร และเมื่อไม้รองในหมวกแตกยุ่ยจนทำให้ประสิทธิภาพของการตอกลดลงต้องเปลี่ยนไม้รองใหม่ หมวกเหล็กจะต้องมีที่บังคับกับตะเกียบด้วย

5.3.5 ตุ้มที่ใช้ตอกเสาเข็มต้องมีน้ำหนักไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของน้ำหนักเสาเข็ม แต่ต้องหนักไม่น้อยกว่า 3 เมตริกตัน

5.3.6 ก่อนตอกเสาเข็มต้องปักหมุดแสดงตำแหน่งของเสาเข็มที่จะตอกแต่ละต้นให้ชัดเจน และต้องมีเครื่องบังคับเสาเข็มที่แข็งแรงพอ เพื่อว่าเมื่อยกเสาเข็มขึ้นตั้งในที่บังคับเสาเข็ม ปลายเสาเข็มต้องอยู่ตรงศูนย์เสาเข็มที่ทำเครื่องหมายไว้ โดยเครื่องบังคับเสาเข็มต้องไม่เคลื่อนที่หรือหักพังไปจนกว่าปลายเสาเข็มจะจมลงไปในดินแล้วไม่น้อยกว่า 6 เมตร

5.3.7 การตอกเสาเข็มต้องพยายามจัดให้แรงกระทบของตุ้มที่มีต่อหัวเสาเข็ม ถ่ายกำลังไปตามแนวแกนของเสาเข็ม หากอุปกรณ์ในการตอกเสาเข็มหลวมคลอนก่อให้เกิดแรงกระทบเสาเข็มเบนออกนอกแนวแกนจนเสาเข็มสะบัดคลอนไปในทางราบแล้วต้องหนุนการตอกเสาเข็มทันที จนกว่าจะมีการแก้ไขสาเหตุที่ทำให้เสาเข็มสะบัดเสียก่อน หากแก้ไขไม่ได้ต้องเปลี่ยนปั้นจั่นทั้งชุด

5.3.8 เมื่อเสาเข็มจมเสมอระดับดินแล้วแต่ยังไม่ได้ระดับให้ใช้เสาส่งวางบนหัวเสาเข็มได้ โดยที่เสาส่งต้องยาวไม่เกินกว่าระยะที่หัวเสาเข็มจมดินบวกด้วย 600 มิลลิเมตร ในการใช้เสาส่งปลายเสาส่วนที่วางอยู่บนหัวเสาเข็มต้องมีที่บังคับไม่ให้เคลื่อนหลุดออกนอกแนวหัวเสาเข็ม ในขณะตอกให้ใช้วัสดุรองหัวเสาเข็มด้วยไม้เนื้ออ่อนหนาไม่เกิน 30 มิลลิเมตร ที่บังคับเสาส่งต้องมั่นคงจนไม่โยกคลอนในขณะตอก ในกรณีที่ความลึกในการส่งต่ำกว่าระดับหัวเสาเข็มสามารถต่อเสาเข็มด้วยการหล่อคอนกรีตเสริมเหล็กในที่ แต่ทั้งนี้รายละเอียดรอยต่อระหว่างเสาเข็มหล่อสำเร็จและหล่อในที่จะต้องได้รับการรับรองจากวิศวกร

5.3.9 การตอกเสาเข็มต้องตอกด้วยความระมัดระวัง รวมทั้งต้องจัดทำหาวิธีป้องกันมิให้เกิดอันตรายใด ๆ ต่อบุคคลอื่นหรือทรัพย์สินของอาคารข้างเคียงอันเป็นผลกระทบจากการตอกเสาเข็ม เช่น ความสั่นสะเทือน การพังทลายและการเคลื่อนตัวของดิน เป็นต้น

5.3.10 ในการตอกเสาเข็มถ้าขณะหนึ่งขณะใดปรากฏว่า จำนวนเสาเข็มที่ตอกมีการแตกหักเสียหายถึงจำนวนร้อยละ 10 ของจำนวนเสาเข็มที่ตอกไปได้ในขณะนั้นแล้วให้ตอกเข็มต่อไปอีก 10 ต้น หากปรากฏว่าใน 10 ต้นนั้น มีเข็มหักเพิ่มขึ้นอีกให้ถือว่าเข็มนั้นขาดสมบัติตามมาตรฐานนี้และให้ดำเนินการตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของเสาเข็ม โดยการวิเคราะห์ทางวิศวกรรมหรือการทดสอบ แล้วแต่กรณี ทั้งนี้ให้ยกเว้นกรณีที่มีเสาเข็มเหลือจะต้องตอกอีกไม่เกิน 10 ต้น ในงานนั้นให้คงใช้เสาเข็มนั้นต่อไป

5.3.11 ขณะตอกเสาเข็มถ้าปรากฏว่าเสาเข็มเกิดรอยแตกร้าวด้วยเหตุประการใดๆ ซึ่งสามารถมองเห็นได้ ให้สกัดส่วนที่แตกร้าวออกแล้วหล่อคอนกรีตใหม่ เมื่อคอนกรีตได้กำลังตามที่รายการกำหนดแล้วจึงจะทำการตอกต่อไปได้ หรืออนุญาตให้ถอนเสาเข็มต้นที่ชำรุดขึ้นแล้วใช้เสาเข็มต้นใหม่ที่ดีตอกลงแทนที่ได้ หรือทำการตอกแซมโดยให้จุดศูนย์กลางของฐานรากไม่เปลี่ยน สำหรับกรณีซ่อมแซมเสาเข็มที่ปรากฏรอยแตกร้าวดังกล่าวข้างต้น เมื่อซ่อมเสร็จและตอกเสร็จแล้วต้องทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม (Pile Integrity Test)

5.3.12 ในขณะตอกเสาเข็มให้ทำรายงานผลการตอกเสาเข็มแต่ละต้นพร้อมทั้งแบบแปลนแสดงตำแหน่งเสาเข็มต้นที่ทำการตอก เพื่อพิจารณาว่าเสาเข็มต้นนั้นๆ จะสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามที่กำหนดหรือไม่ โดยการบันทึกรายงานผลมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

5.3.12.1 สำหรับการตอกเสาเข็มที่จมถึงระดับได้โดยไม่ต้องใช้เสาส่ง ให้ปฏิบัติดังนี้

(1) ให้ขีดเครื่องหมายทุกระยะ 300 มิลลิเมตร ในช่วงจากโคนเสาเข็มเป็นระยะไม่น้อยกว่าครึ่งหนึ่งของความยาวเสาเข็ม แต่ทั้งนี้จะต้องไม่น้อยกว่า 3 เมตร

(2) เมื่อยกเสาเข็มตั้งเข้าที่เรียบร้อยแล้ว ให้บันทึกระยะที่เสาเข็มจมลงไปในดินด้วยน้ำหนักของตัวเอง

(3) ให้บันทึกระยะที่เสาเข็มจมลงไปในดินเมื่อวางตุ้มน้ำหนักลงบนเสาเข็ม

(4) เมื่อตอกเสาเข็มจม ถึงระดับที่ทำเครื่องหมายไว้ ให้เริ่มบันทึกจำนวนครั้งที่ตอกต่อการจมตัวของเสาเข็มทุกระยะ 300 มิลลิเมตร โดยให้ระยะยกตุ้มน้ำหนักเป็นไปตามที่วิศวกรควบคุมงานกำหนด

5.3.12.2 สำหรับการตอกเสาเข็มที่จมถึงระดับโดยต้องใช้เสาส่ง ให้ปฏิบัติดังนี้

(1) ให้ขีดเครื่องหมายทุกระยะ 300 มิลลิเมตร ในช่วง 1.5 เมตรสุดท้ายของโคนเสาเข็มหรือสุดแท้แต่ระยะที่ต้องใช้เสาส่ง

(2) ให้ขีดเครื่องหมายทุกระยะ 300 มิลลิเมตร ที่เสาส่งเป็นระยะเท่ากับระยะที่ต้องส่งเสาเข็มลงไปในชั้นดินจนถึงระดับที่กำหนด

(3) ให้บันทึกการจมตัวของเสาเข็มเช่นเดียวกับที่ปฏิบัติในข้อ 5.3.12.1 (2) (3) และ (4)

5.3.12.3 การบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม ให้ใช้แบบฟอร์ม บฟ. มยผ. 1106-1

5.3.13 ในกรณีเมื่อตอกเสาเข็มไปจนสุดความยาวของเสาเข็มตามที่ได้ระบุไว้ในแบบรายละเอียดแล้ว แต่เสาเข็มนั้นคาดว่าไม่สามารถรับน้ำหนักบรรทุกโดยปลอดภัยตามที่ได้กำหนด ต้องดำเนินการแก้ไขเพื่อให้ฐานรากมีความมั่นคงแข็งแรงตามที่กำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน

5.3.14 ถ้าปรากฏว่าเสาเข็มตอกจมลงไม่ถึงระดับที่ระบุไว้ในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน จะเนื่องจากชั้นดินแข็งหรือ เหตุอื่นใด ๆ ก็ตาม ให้รีบแจ้งวิศวกรเพื่อดำเนินการตามความเหมาะสมต่อไป

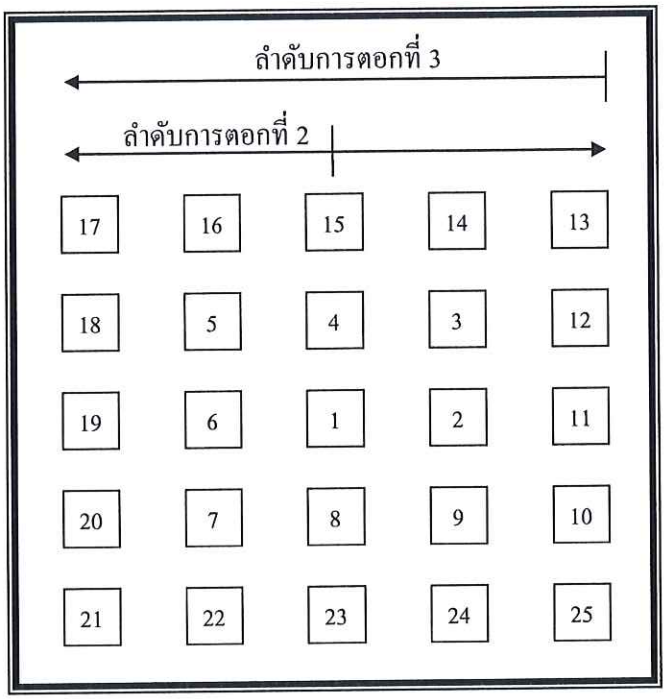
5.3.15 ลำดับการตอกกลุ่มเสาเข็มประเภทมีการแทนที่ดิน (Displacement Piles) ควรเริ่มจากศูนย์กลางกลุ่มไปด้านนอก หรือเริ่มจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง สำหรับกลุ่มเสาเข็มที่อยู่ใกล้พื้นที่ที่มีช่องหรือทางเปิด เช่น คลอง หรือลำน้ำ ควรตอกเสาเข็มในพื้นที่ดังกล่าวเป็นลำดับสุดท้าย

สำหรับกลุ่มเสาเข็มที่แสดงในรูปที่ 6 สามารถใช้ลำดับการตอกได้ดังต่อไปนี้

(1) ตอกตามหมายเลขที่ระบุในรูป (ลำดับการตอกที่ 1) หรือ

(2) ตอกเป็นแถวโดยเริ่มจากศูนย์กลางกลุ่มไปด้านนอก (ลำดับการตอกที่ 2) หรือ

(3) ตอกเป็นแถวโดยเริ่มจากด้านหนึ่งของกลุ่มไปอีกด้านหนึ่ง (ลำดับการตอกที่ 3)



รูปที่ 6 ตัวอย่างลำดับการตอกกลุ่มเสาเข็ม

(ข้อ 5.3.15)

5.4 เสาเข็มเจาะ

5.4.1 เสาเข็มเจาะแบบแห้ง

5.4.1.1 การเจาะเสาเข็มจะต้องทำตามลำดับที่ถูกต้อง และไม่เกิดผลกระทบต่อเสาเข็มต้นข้างเคียงที่ทำการก่อสร้างเสร็จ หากไม่มีการกำหนดในแบบรายละเอียด ระยะห่างระหว่างเสาเข็มต้นใหม่กับเสาเข็มต้นที่เพิ่งหล่อคอนกรีตแล้วเสร็จภายในเวลาไม่เกิน 24 ชั่วโมง จะต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางเสาเข็มต้นที่ใหญ่กว่า โดยวัดจากศูนย์กลางเสาเข็มเป็นเกณฑ์ ยกเว้นกรณีที่เป็นชั้นดินเหนียวอ่อนที่อาจจำเป็นต้องใช้ระยะห่างมากกว่าค่าดังกล่าว

5.4.1.2 ปลอกเหล็กกันดินพัง (Casing) จะต้องทำด้วยวัสดุที่มีคุณภาพ ไม่บิดเบี้ยว มีรูปทรงหน้าตัดที่สม่ำเสมอตลอดความยาว ความยาวและความหนาของปลอกเหล็กจะต้องเพียงพอในการป้องกันดินพังเข้าสู่หลุมเจาะ หรือตามที่ระบุในแบบรายละเอียด และในบางกรณีจำเป็นต้องใช้ปลอกเหล็กกันดินพังตลอดความยาวเสาเข็ม เพื่อให้เสาเข็มสามารถรับน้ำหนักบรรทุกได้ตามที่ระบุไว้ในแบบรายละเอียด

5.4.1.3 การใช้เครื่องเขย่าเพื่อถอดหรือถอนปลอกเหล็กกันดินพังจะต้องไม่ทำให้ชั้นดินเสียกำลังจนทำให้ความสามารถในการรับน้ำหนักของเสาเข็มลดลง

5.4.1.4 ห้ามมิให้มีการใช้เครื่องสูบน้ำในหลุมเจาะ นอกเสียจากหลุมเจาะได้มีการป้องกันการซึมผ่านของน้ำใต้ดินโดยการใช้ปลอกเหล็กกันดินพัง หรือหลุมเจาะดังกล่าวมีเสถียรภาพมั่นคง ในการใช้เครื่องสูบน้ำจะต้องไม่ทำให้เกิดการรบกวนชั้นดินที่อยู่ใต้หรือบริเวณหลุมเจาะ

5.4.1.5 หลังจากการเจาะแล้วเสร็จจะต้องมีการทำสะอาดก้นหลุมด้วยวิธีที่เหมาะสม เพื่อให้ก้นหลุมมีความสะอาดและแห้ง

5.4.1.6 การเทคอนกรีตเสาเข็มแต่ละต้นให้เทรวดเดียวให้เสร็จ เพื่อไม่ให้เนื้อคอนกรีตของเสาเข็มเกิดความไม่ต่อเนื่อง

5.4.1.7 ในการถอนปลอกเหล็กกันดินพังจะต้องกระทำในขณะที่คอนกรีตยังไม่ก่อตัว เพื่อให้มั่นใจได้ว่าคอนกรีตภายในปลอกเหล็กจะไม่ถูกยกตามขึ้นมากับการถอนปลอกเหล็ก และในการถอนปลอกเหล็กนี้จะต้องถอนให้อยู่ในแนวดิ่งตามแนวของเสาเข็ม

5.4.1.8 ในกรณีที่เสาเข็มเจาะมีรูปทรงหรือขนาดคลาดเคลื่อนไปจากที่กำหนดในแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงาน ให้ทำการทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มโดยวิธี Seismic Integrity Test หรือวิธีอื่นที่วิศวกรผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

5.4.1.9 ให้ทำรายงานผลการก่อสร้างเสาเข็มแต่ละต้นพร้อมทั้งแบบแปลนแสดงตำแหน่งเสาเข็มต้นที่ทำการเจาะ โดยการบันทึกรายงานการตอกเสาเข็ม ให้ใช้แบบฟอร์ม บฟ. มยผ. 1106-2

5.4.2 เสาเข็มเจาะแบบเปียก ข้อกำหนดในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะระบบเปียกให้เป็นไปตามมาตรฐานสมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ วสท. 1019: ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับงานก่อสร้างเสาเข็มเจาะ ว่าด้วย ข้อกำหนดในการก่อสร้างเสาเข็มเจาะแบบเปียก

5.5. ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้

5.5.1 หากไม่ได้มีการระบุในแบบรายละเอียด ตำแหน่งเสาเข็มแต่ละต้นที่ระดับตัดหัวเสาเข็มจะยอมให้มีค่าเบี่ยงเบนสูงสุดจากศูนย์กลางที่กำหนดไว้ในแบบรายละเอียดได้ไม่เกินกว่า 50 มิลลิเมตรสำหรับฐานรากที่ใช้เข็มหนึ่งต้นและสองต้น และไม่เกินกว่า 75 มิลลิเมตรสำหรับฐานรากที่ใช้เข็มตั้งแต่สามต้นขึ้นไป แต่ทั้งนี้ค่าเบี่ยงเบนของกลุ่มเสาเข็มในฐานรากจะต้องไม่เกินกว่า 50 มิลลิเมตร หากค่าเบี่ยงเบนมีค่าสูงกว่าค่าดังกล่าวจะต้องมีวิศวกรตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของฐานรากและเสาเข็มที่เป็นผลจากการเบี่ยงเบนดังกล่าว และถ้าเสาเข็มมีขนาดเกินกว่า 600 มิลลิเมตร ค่าเบี่ยงเบนสูงสุดให้เป็นดุลยพินิจของวิศวกรผู้คำนวณออกแบบ

5.5.2 ความผิดพลาดในแนวดิ่งต้องไม่เกินร้อยละ 1 ของความยาวเสาเข็ม หากค่าความผิดพลาดมีค่าสูงกว่าค่าดังกล่าวจะต้องมีวิศวกรตรวจสอบความมั่นคงแข็งแรงของฐานรากและเสาเข็มที่เป็นผลจากความผิดพลาดดังกล่าว

6. การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกและความสมบูรณ์ของเสาเข็ม

6.1 การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนของเสาเข็มด้วยวิธีสถิตศาสตร์ (Static Axial Pile Load Test) ให้เป็นไปตาม มยผ 1251: มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนของเสาเข็มด้วยวิธีสถิตศาสตร์

6.2 การทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกตามแนวแกนของเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์ (Dynamic Axial Pile Load Test) ให้เป็นไปตาม มยผ 1252: มาตรฐานการทดสอบการรับน้ำหนักของเสาเข็มด้วยวิธีพลศาสตร์

6.3 หากแบบหรือรายการประกอบแบบเฉพาะงานไม่ได้ระบุรายละเอียดวิธีการทดสอบการรับน้ำหนักบรรทุกไว้ ให้ดำเนินการทดสอบด้วยวิธีสถิตยศาสตร์ตามข้อ 6.1

6.4 การทดสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็ม ให้เป็นไปตาม มยผ 1551: มาตรฐานการตรวจสอบความสมบูรณ์ของเสาเข็มด้วยวิธี Seismic Integrity Test

7. เอกสารอ้างอิง

(1) มาตรฐาน มยธ. 106-2533 มาตรฐานงานเสาเข็ม กรมโยธาธิการ กระทรวงมหาดไทย พ.ศ. 2533

(2) มาตรฐาน วสท. 1019 ข้อกำหนดมาตรฐานสำหรับงานก่อสร้างเสาเข็มเจาะ สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2546

บฟ. มยผ. 1106-1 รายงานการตอกเสาเข็ม

โครงการ		แผ่นที่...../.....
สถานที่ก่อสร้าง		ตำแหน่ง Grid Line .....
เจ้าของโครงการ	ผู้ออกแบบ	
ผู้รับจ้าง	ผู้ควบคุมงาน	วัน.....เดือน.....ปี.....

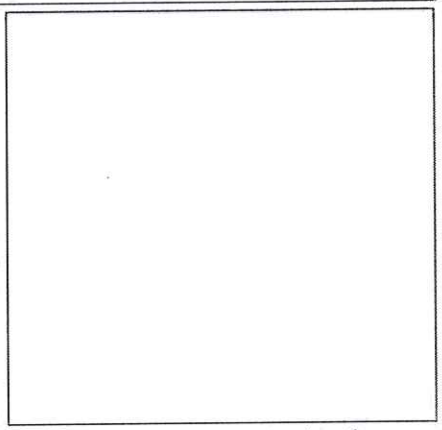
สภาพภูมิอากาศ	ลักษณะการตอก
☐ แจ่มใส ☐ ครึ้มฝน ☐ ฝนตกน้อย ☐ ฝนตกหนัก	☐ ระดับ ☐ จำนวนครั้ง

ชนิดเสาเข็ม ☐ ไม้ ☐ คอนกรีตเสริมเหล็ก ☐ คอนกรีตอัดแรง ☐ เหล็กรูปพรรณ	ปั้นจั่นหมายเลข.....
รูปหน้าตัด..... ขนาด..... ซม. พื้นที่หน้าตัด ..... ตร.ซม. ความยาว..... ม. จำนวนท่อนที่ต่อ	ลานสูง..... ม. ลูกตุ้มหนัก..... ตัน ระยะยกลุ้น..... ซ.ม. เสาส่งยาว..... ม.
ผลิตภัณฑ์ของ..... วันที่หล่อ..... จำนวนเสาเข็มทั้งสิ้น..... ต้น	
กำหนดตอกถึงระดับ..... ม. หมอนรองหัวเข็มหนา.....ซ.ม. เสาส่งยาว.....ซ.ม. เจาะนำ Ø.....ซ.ม. ลึก.....ม.	

ตำแหน่งเสาเข็มต้นที่		1	2	3	4	5
เวลาตอก	เริ่ม					
	เสร็จ					
ระยะเสาเข็มท้องน้ำ (ม.)	ด้วยน้ำหนักของเสาเข็ม					
	เมื่อการตี					

จำนวนครั้งที่ตอกต่อเนื่องสม่ำเสมอ 30 ซ.ม.	ความลึกเสาส่งจากพื้นดิน / ความยาวเสาเข็มแต่ละท่อนก่อนต่อ	ลำดับ / ระดับ					
		1					
		2					
		3					
		4					
		5					
		6					
		7					
		8					
		9					
		10					
		11					
		12					
		13					
		14					
		15					
		16					
		17					
		18					
		19					
		20					

ระยะครั้งสุดท้าย 10 ครั้งสุดท้าย (ซ.ม.)	ครั้งที่ 1					
	ครั้งที่ 2					
	ครั้งที่ 3					
รวมความยาว (ม.)	ตอกได้					
	ต้องตัด					
ระยะเยื้องศูนย์ (ซ.ม.)	X					
	Y					



รูปแสดงฐานราก และตำแหน่งเสาเข็ม

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก
(.....)

ลงชื่อ.....ผู้ควบคุมงาน
(.....)

บฟ. มยผ. 1106-2 รายงานการก่อสร้างเสาเข็มเจาะ

โครงการ				แผ่นที่...../.....
สถานที่ก่อสร้าง				ตำแหน่ง Grid Line
เจ้าของโครงการ		ผู้ออกแบบ		.....
ผู้รับจ้าง		ผู้ควบคุมงาน		วัน.....เดือน.....ปี.....

สภาพภูมิอากาศ	☐ แจ่มใส	☐ ครึ้มฝน	☐ ฝนตกน้อย	☐ ฝนตกหนัก

ข้อมูลเสาเข็ม	ข้อมูลการปฏิบัติงาน	รายละเอียดของชั้นดิน
ชนิดเสาเข็มเจาะ ☐ แบบแห้ง ☐ แบบเปียก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง..... มม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางส่วนขยาย/ปลายเสาเข็ม ..... น. ระดับหัวเสาเข็มที่ก่อสร้างไว้จริง..... ระดับหัวเสาเข็มที่ตัดใช้งาน..... ระดับปลายเสาเข็น..... ระดับผิวดิน ..... ระดับน้ำใต้ดิน.....	วันเวลาที่เริ่มเจาะดิน ..... วันเวลาที่เจาะเสร็จ ..... วันเวลาที่เริ่มเทคอนกรีต..... วันเวลาที่เทเสร็จ ..... ชนิดของเครื่องจักรที่ใช้เจาะ ..... ความยาวของปลอกเหล็กชั่วคราว ..... น. ความยาวของปลอกเหล็กถาวร ..... น	5 10 15 20 25 30 35 40

ข้อมูลวัสดุ

คอนกรีต	กำลังอัดประลัยของคอนกรีต ..... กก./ตร.ซม. อัตราส่วนผสม		
	ปริมาตรของคอนกรีตที่ใช้เทคอนกรีต ..... ลูกบาศก์เมตร		
	ปริมาตรของคอนกรีตที่ระบุไว้ในแบบ ..... ลูกบาศก์เมตร		
เหล็กเสริม	เหล็กเสริมตามยาว	☐ เหล็กกลม ☐ เหล็กข้ออ้อย	กำลังครากของเหล็ก ..... กก./ตร.ซม.
	หน้าตัดที่ 1	เส้นผ่านศูนย์กลาง ..... มม. จำนวน ..... เส้น	
	หน้าตัดที่ 2	เส้นผ่านศูนย์กลาง ..... มม. จำนวน ..... เส้น	
	เหล็กปลอก	กำลังครากของเหล็ก ..... กก./ตร.ซม.	
	☐ ปลอกเดี่ยว	เส้นผ่านศูนย์กลาง ..... มม. ระยะเรียง ..... ซม.	
	☐ ปลอกคู่เดียว	เส้นผ่านศูนย์กลาง ..... มม. ระยะเรียง ..... ซม.	
Drilling Slurry	☐ ไม่ใช้		
	☐ ใช้	ค่าความหนืด (Viscosity)	ปริมาณทราย (ร้อยละ)
		ค่า pH	อัตราส่วนผสม (ต่อลูกบาศก์เมตร)
		ค่าความหนาแน่น .....กรัม/มิลลิลิตร	Polymer ..... กก.
			Bentonite ..... กก.

ระยะยื่องศูนย์ (มม.)						
	X					
	Y					

รูปแสดงฐานรากและตำแหน่ง

หมายเหตุ _____

ลงชื่อ.....ผู้บันทึก
(.....)

ลงชื่อ.....ผู้ควบคุมงาน
(.....)