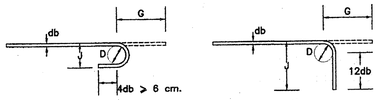
1. ของมาตรฐาน

ของมาตรฐาน หมายถึง ส่วนปลายของเหล็กเสริม ที่มีลักษณะครบตามข้อกำหนดข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้

1.1 ส่วนที่ดัดเป็นครึ่งวงกลมและมีส่วนปลายยื่นต่อออกไปอีกอย่างน้อย 4 เท่า ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น แต่ระยะนี้ต้องไม่น้อยกว่า 6 ซม.

1.2 ส่วนที่ดัดเป็นมุมฉากและมีส่วนปลายยื่นต่อออกไปอีกอย่างน้อย 12 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น



ของอ 180 องศา หรือ ครึ่งวงกลม

ของอ 90 องศา หรือ มุมฉาก

1.3 สำหรับเหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอกเดี่ยว

ก. ส่วนที่ดัดเป็นมุมฉากและมีส่วนปลายยื่นต่อออกไปอีกอย่างน้อย 6 เท่า ของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น สำหรับเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 6 มม. ถึง 16 มม. หรือ

ข. ส่วนที่ดัดเป็นมุมฉากและมีส่วนปลายยื่นต่อออกไปอีกอย่างน้อย 12 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น สำหรับเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 20 มม. ถึง 25 มม. หรือ

ค. ส่วนที่ดัดเป็นมุม 135 องศา และมีส่วนปลายยื่นต่อออกไปอีกอย่างน้อย 6 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น สำหรับเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง ตั้งแต่ 6 มม. ถึง 25 มม.

1.4 เส้นผ่านศูนย์กลางของวงโค้งที่ดัดของเหล็กเส้นวัดที่ด้านในของเหล็กเส้นที่ดัด ต้องไม่เล็กกว่าค่าที่ให้ไว้ในตาราง 1

ตาราง 1 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุดของวงโค้งที่ดัด

ขนาดของเหล็กเส้น	ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่เล็กที่สุด
6 มม. ถึง 25 มม.	6 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น
28 มม. ถึง 36 มม.	8 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น
44 มม. ถึง 57 มม.	10 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น

ทั้งนี้ยกเว้นเหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอกที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 6 มม. ถึง 16 มม. ให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางภายในของวงโค้งที่ดัดไม่น้อยกว่า 4 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กนั้น

2. การดัดเหล็กเสริม

2.1 การดัดเหล็กเสริมต้องใช้วิธีดัดเย็น นอกจากวิศวกรกำหนดให้เป็นอย่างอื่นได้

2.2 เหล็กเสริมซึ่งมีบางส่วนฝังอยู่ในคอนกรีต ห้ามดัดงอข้างที่ในส่วนจากคอนกรีตที่แข็งตัวแล้ว เว้นแต่จะมีวิศวกรควบคุมงานเป็นผู้สั่งให้ทำ

3. สภาพผิวของเหล็กเสริม

ในขณะเทคอนกรีตเหล็กเสริมต้องไม่มีสิ่งสกปรก โคลน น้ำมัน หรือสารอื่นเกาะผิว ซึ่งจะทำให้ยึดแรงยึดหน่วง

4. การจัดวางเหล็กเสริม

4.1 ก่อนเทคอนกรีต เหล็กเสริมต้องจัดวางให้ตำแหน่งที่ถูกต้องโดยมีที่รองรับที่แข็งแรง และยึดไว้แน่นหนา

4.2 นอกจากวิศวกรจะกำหนดให้เป็นอย่างอื่น ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของการจัดวางเหล็กเสริมให้เป็นดังนี้

ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้สำหรับความลึก d และระยะหุ้มคอนกรีตต่ำสุดในองค์อาคารที่รับแรงดัด แรงอัด และกำแพง ให้ใช้ดังต่อไปนี้

ระยะ d	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของ d	ความคลาดเคลื่อนที่ยอมให้ของระยะหุ้มคอนกรีตต่ำสุด
d ≤ 20 ซม.	± 0.5 ซม.	- 0.5 ซม.
d > 20 ซม.	± 1.0 ซม.	- 1.0 ซม.

5. ระยะห่างระหว่างเหล็กเสริม

5.1 ระยะช่องว่างต่ำสุดของเหล็กเส้นที่วางขนานกันในแต่ละชั้น ต้องไม่เล็กกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น ๆ และต้องไม่น้อยกว่า 2.5 ซม.

5.2 การเสริมเหล็กในการที่มีเหล็กเส้นวางเป็นชั้นตั้งแต่สองชั้นขึ้นไป ระยะช่องว่างระหว่างชั้นของเหล็กเส้นต้องไม่เล็กกว่า 2.5 ซม. และเหล็กเส้นที่อยู่ชั้นบนต้องจัดเรียงให้อยู่ในแนวเดียวกับเหล็กเส้นที่อยู่ชั้นล่าง

ระยะช่องว่างระหว่างเหล็กเสริม "x" ต้องไม่เล็กกว่า

1. 2.5 ซม.
2. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเสริมนั้น
3. 1 1/3 เท่าของขนาดใหญ่สุดของมวลรวมหยาบ

ระยะหุ้มคอนกรีตต่ำสุดสำหรับงาน

1. เมื่อมิได้สัมผัสกับดินหรือถูกแดดฝน
   - สำหรับเหล็กเสริมขนาดใหญ่กว่า 16 มม.....5 ซม.
   - สำหรับเหล็กเสริมขนาด 16 มม. และเล็กกว่า.....4 ซม.
2. เมื่อไม่ต้องสัมผัสกับดินหรือถูกแดดฝน.....3 ซม.

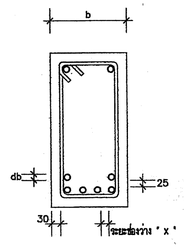
5.3 ระยะช่องว่างของเหล็กเสริมตามยาวในองค์อาคารรับแรงอัดที่ใช้เหล็กปลอกเกลียวหรือเหล็กปลอกเดี่ยว ต้องไม่น้อยกว่า 1 1/2 เท่าของเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นนั้น ๆ และต้องไม่น้อยกว่า 4 ซม.

ขนาดของเหล็กปลอกเดี่ยว

- ขนาดอย่างน้อย 6 มม. สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 หรือเล็กกว่า
- ขนาดอย่างน้อย 9 มม. สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 ถึงเส้นผ่านศูนย์กลาง 32
- ขนาดอย่างน้อย 12 มม. สำหรับเส้นผ่านศูนย์กลาง 32 ขึ้นไป

5.4 ระยะช่องว่างระหว่างเหล็กต่อทาบกับเหล็กต่อทาบด้วยกัน หรือระหว่างเหล็กต่อทาบกับเหล็กเส้นอื่น ให้ใช้เช่นเดียวกับที่กำหนดไว้สำหรับระยะช่องว่างระหว่างเหล็กเส้น

5.5 ในกำแพงและในแผ่นพื้น ยกเว้นแผ่นพื้นระบบคอนกรีต เหล็กเสริมแกนรับแรงดัด ต้องมีระยะเรียงไม่มากกว่า 3 เท่าของความหนาของกำแพงหรือแผ่นพื้นนั้น และต้องไม่เกิน 40 ซม.



ระยะห่างของเหล็กปลอกเดี่ยวต้องไม่มากกว่า

- 16 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กเส้นตามยาว
- 48 เท่าของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของเหล็กปลอกเดี่ยว
- มิติที่เล็กที่สุดขององค์อาคารรับแรงอัด

ข้อสังเกต

d = ระยะจากผิวด้านรับแรงอัดไปยังจุดศูนย์ถ่วงของเหล็กเสริมรับแรงดึง (ซม.)

db = เส้นผ่านศูนย์กลางระบุของเหล็กเส้นหรือลวดเหล็ก (มม.)

f_y = กำลังครากที่กำหนดของเหล็กเสริม (กก./ซม.^{2})

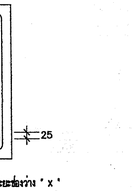
L_d = ระยะฝังเพื่อ (ซม.)

เหล็กเส้น ขนาด	D (มม.)	ของอ 180 องศา G (มม.)	ของอ 180 องศา J (มม.)	ของอ 90 องศา G (มม.)	ของอ 90 องศา J (มม.)
RB 9	55	110	73	120	150
DB 12	75	130	99	160	200
DB 16	100	160	132	210	260
DB 20	120	190	160	260	320
DB 25	150	240	200	320	400
DB 28	225	330	281	380	480
DB 32	255	370	319	430	550

ของอสำหรับเหล็กลูกตั้งและเหล็กปลอกเดี่ยว

ของอ 90 องศา

ของอ 135 องศา



H = 6 db	สำหรับ RB6 ถึง DB16
H = 12 db	สำหรับ DB20 ถึง DB25
D = 4 db	สำหรับ RB6 ถึง DB16
D = 6 db	สำหรับ DB20 ถึง DB25

เหล็กเส้น ขนาด	D (มม.)	ของอ 135 องศา G (มม.)	ของอ 135 องศา J (มม.)	ของอ 90 องศา G (มม.)	ของอ 90 องศา J (มม.)
RB 6	25	40	60	50	45
RB 9	35	60	80	70	65
DB 12	50	80	110	100	90
DB 16	65	100	150	130	120
DB 20	120	260	320	180	170
DB 25	150	320	400	230	210

ความยาวระยะฝังเพื่อและระยะต่อทาบของเหล็กเสริม

สำหรับ f_c' = 210 กก./ตร.ซม. และ f_y = 4,000 กก/ตร.ซม.

เหล็กเส้น ขนาด	ความยาวระยะฝัง (มม.) เหล็กเส้นข้ออ้อยที่รับแรงดึง	ความยาวระยะฝัง (มม.) เหล็กเส้นกลมที่รับแรงดึง	ความยาวระยะฝัง (มม.) เหล็กเส้นข้ออ้อยที่รับแรงอัด	ความยาวระยะฝัง (มม.) เหล็กเส้นกลมที่รับแรงอัด	ระยะต่อทาบ (มม.) เหล็กเส้นข้ออ้อยที่รับแรงดึง	ระยะต่อทาบ (มม.) เหล็กเส้นกลมที่รับแรงดึง	ระยะต่อทาบ (มม.) เหล็กเส้นข้ออ้อยที่รับแรงอัด	ระยะต่อทาบ (มม.) เหล็กเส้นกลมที่รับแรงอัด
DB 10	450	550	200	200	550	700	300	300
DB 12	500	650	250	250	650	850	350	300
DB 16	650	850	350	350	850	1,100	450	400
DB 20	850	1,100	400	400	1,100	1,450	550	450
DB 25	1,300	1,700	500	500	1,700	2,200	700	600
DB 28	1,450	1,900	600	600	1,900	2,450	900	750
DB 32	1,700	2,150	650	650	2,150	2,800	1,000	850

หมายเหตุ

1.สำหรับเหล็กเส้นที่มี f_y ต่างจาก 4,000 กก/ตร.ซม. ให้คูณตัวเลขในตารางด้วย $f_y/4,000$

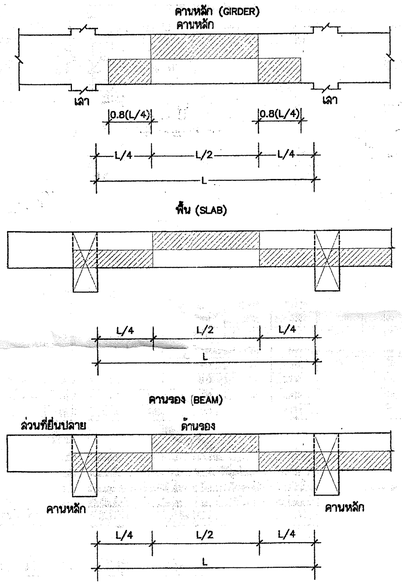
2.สำหรับคอนกรีตที่ f_c' ต่างจาก 210 กก/ตร.ซม. ให้คูณตัวเลขในตารางด้วย $\sqrt{210}$ / $\sqrt{f_c'}$

3.เหล็กเสริมขนาดยึงเหล็กเสริมในแนวนอนเมื่อมีคอนกรีตหล่อใต้เหล็กเสริมที่มากกว่า 300 มม.ในองค์อาคาร

4.เหล็กเสริมที่ต่อทาบกันต้องมีระยะเหลื่อมกันไม่น้อยกว่า 32 มม. ต้องใช้ลวดผูกหรือข้อต่อเท่านั้น

6. ตำแหน่งการต่อเหล็ก

ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการต่อเหล็กเสริม แสดงได้ดังนี้ในรูปต่อไปนี้



หมายเหตุ

1. จะต้องพยายามให้มีการต่อเหล็กน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้
2. ห้ามต่อเหล็กบนของ CANTILEVER ในส่วนที่เป็น TENSION ZONE
3. การต่อทาบเหล็กในช่วงที่เป็น พื้นที่แรงเฉลามารถใช้การต่อแบบเหล็กรับแรงอัด (S2) ตามที่กำหนดในข้อ 4. ได้
4. ห้ามต่อเหล็กเสริมของฐานราก

7. คอนกรีตที่หุ้มเหล็กเสริม

ระยะหุ้มคอนกรีต หมายถึงระยะที่วัดจากผิวคอนกรีตถึงผิวนอกสุดของเหล็กปลอกเดี่ยว เหล็กปลอกเกลียวหรือเหล็กลูกตั้ง ในกรณีที่ไม่มีเหล็กดังกล่าว ให้วัดถึงผิวนอกของเหล็กเส้นที่อยู่นอกสุด

คอนกรีตต่อกับที่

ระยะหุ้มคอนกรีตต่ำสุดสำหรับเหล็กเสริมที่เป็นไปตามข้อกำหนด ดังนี้

	ระยะหุ้มต่ำสุด (ซม.)
ก. คอนกรีตที่ต่อติดพื้นดิน และผิวคอนกรีตนั้นมักสัมผัสดินตลอดเวลา	7.5
ข. คอนกรีตที่มิได้มีผิวสัมผัสกับดินหรือถูกแดดฝน	
- สำหรับเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 16 มม.	5.0
- สำหรับเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. และเล็กกว่า	4.0
ค. คอนกรีตที่มิได้มีผิวสัมผัสกับดินหรือไม่ถูกแดดฝน	
ในแผ่นพื้น กำแพงและคาน	
- สำหรับเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 44 มม.ขึ้นไป	4.0
- สำหรับเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 36 มม. และเล็กกว่า	2.0
ในคานและเสา	
- เหล็กเสริมหลัก เหล็กลูกตั้งในคาน	3.0
- เหล็กปลอกเดี่ยวหรือเหล็กปลอกเกลียวในเสา	3.5
ในหลังคาเปลือกบาง แผ่นพื้นพับ	
- สำหรับเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่า 16 มม.	2.0
- สำหรับเหล็กเส้นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 16 มม. และเล็กกว่า	1.5

8. รายละเอียดพิเศษสำหรับเหล็กเสริมในเสา

การดัดเหล็กเส้นตามยาวต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

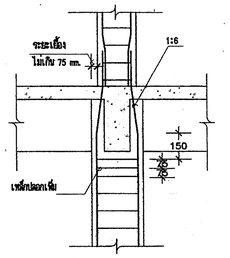
ก. ความคลาดเคลื่อนของเหล็กเส้นส่วนที่ดัดเยื้อง เมื่อเทียบกับแกนของเสาต้องไม่เกิน 1 ต่อ 6

ข. เหล็กเส้นส่วนบนและล่างของส่วนที่หุ้งต้องขนานกับแกนของเสา

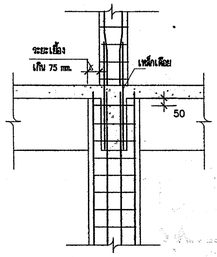
ค. ตำแหน่งที่หุ้งเหล็กนั้น ต้องมีการยึดตามแนวนอนอย่างเพียงพอ ด้วยเหล็กปลอกเดี่ยว เหล็กปลอกเกลียว หรือส่วนของแผ่นพื้นที่ใด ที่มีความแข็งแรงต้องออกแบบให้สามารถรับแรงได้เท่ากับ 1.5 เท่าของแรงในแนวราบของแรงในเหล็กเส้นส่วนที่เยื้องนั้น เหล็กปลอกเดี่ยว หรือเหล็กปลอกเกลียวที่ใช้ต้องอยู่ห่างจากจุดที่หุ้งเหล็กนั้นไม่เกิน 15 ซม.

ง. เหล็กที่หุ้งต้องจัดให้ได้รูปร่างที่ละจัดวางในแบบอย่าง

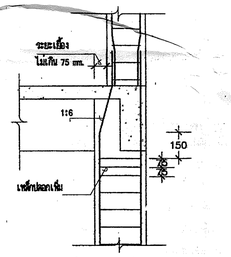
จ. หากหน้าตัดใดด้านหนึ่งของเสาเยื้องกันตั้งแต่ 7.5 ซม. ขึ้นไป การต่อเหล็กเส้นที่หน้าเสานั้น ห้ามใช้วิธีการดัด แต่ให้ใช้ลักษณะวิธีการเสริมเหล็กเดียว วิธีต่อทาบให้เป็นไปตามข้อกำหนดการต่อทาบ



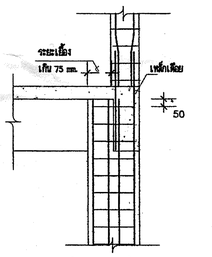
เหล็กเสริมแบบอย่างสำหรับเสาเยื้องไม่เกิน 75 มม.



เหล็กเสริมแบบอย่างสำหรับเสาเยื้องเกิน 75 มม.



เหล็กเสริมแบบอย่างสำหรับเสาเยื้องไม่เกิน 75 มม.



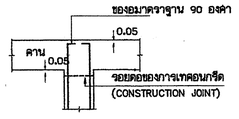
เหล็กเสริมแบบอย่างสำหรับเสาเยื้องเกิน 75 มม.

9. แบบมาตราฐานการยึดปลายเหล็กเสริม

9.1 เสา

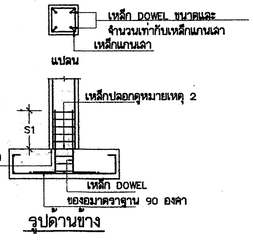
-หัวเสา


แปลน

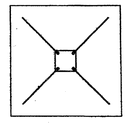


รูปด้านข้าง

-ฐานเสา



รูปด้านข้าง


แปลน

หมายเหตุ

1. ในกรณีที่พื้นที่หน้าตัดรวมของเหล็กแกนเสามากกว่า 4% ของพื้นที่หน้าตัดเสา จะใช้ตามแบบขยายนี้ไม่ได้ ในกรณีนี้ต้องมีเหล็กแกนเสาไว้ในฐานรากโดยตรง
2. เหล็กปลอกในช่วงต่อทาบ DOWEL กับเหล็กแกนเสา ให้ใช้เหล็กปลอกตามแบบแต่ลดระยะห่างเหลือครึ่งหนึ่งตลอดความยาวต่อทาบ