

บทที่ 4 ท่อสาย



1

4.1 บทนำ

- ท่อสาย (Raceways) เป็นอุปกรณ์ลักษณะเป็นท่อกลม หรือ ช่องสี่เหลี่ยมผืนผ้าในเรียบ
- ใช้ในการเดินสายไฟฟ้าโดยเฉพาะ
- ทำจากโลหะ หรือ อโลหะ ก็ได้

2

ประโยชน์ของการใช้ท่อสาย

- 1) ป้องกันสายไฟฟ้าจากความเสียหายทางกายภาพ
- 2) ป้องกันอันตรายกับคนที่จะไปแตะถูกสายไฟฟ้า
- 3) สะดวกต่อการร้อยสาย และ เปลี่ยนสายไฟฟ้าสายใหม่
- 4) ท่อสายที่เป็นโลหะ จะต้องมีการต่อลงดิน
- 5) สามารถป้องกันไฟไหม้ได้ เนื่องจากการเกิดการลัดวงจร ภายในท่อ ประกายไฟ หรือความร้อน จะถูกจำกัดอยู่ ภายในท่อ

3

4.2 ชนิดของท่อร้อยสาย

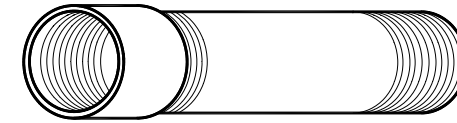
- ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit)
- ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit)
- ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing)
- ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit)
- ท่ออโลหะแข็ง (Rigid Nonmetallic Conduit)
- รางเดินสาย (Wireways)
- รางเดินสายประกอบ (Auxiliary Gutters)

4

4.3 ท่อโลหะหนา (Rigid Metal Conduit, RMC)

- เป็นท่อที่มีความแข็งแรงที่สุด
- สามารถทนต่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้ดี
- ถ้าทำจากเหล็กกล้าเรียกว่า ท่อ RSC (Rigid Steel Conduit)
- ผ่านการชุบด้วยสังกะสี (Galvanized) ป้องกันสนิม

5



รูปที่ 4.1 ท่อ RSC

สถานที่ใช้งาน

- ใช้งานได้ทุกสถานที่ และ สภาพอากาศ สามารถใช้ได้ทั้ง ภายใน และภายนอกอาคาร และสามารถฝังใต้ดินได้

ขนาดมาตรฐาน

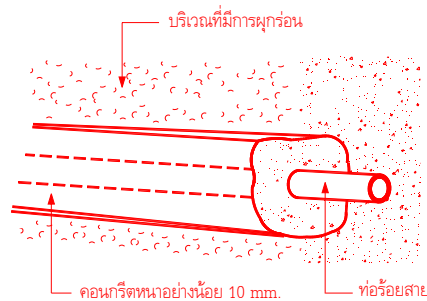
- มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm (1/2") - 150 mm (6")
- ความยาวท่อนละ 3 m

การติดตั้ง

- ในสถานที่เปียก (Wet Location) ส่วนประกอบที่ใช้ยึดท่อ เช่น Bolt, Starp และ Screw เป็นต้น ต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อน

6

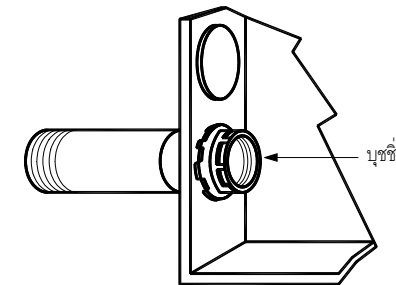
- ในที่ที่มีการผุกร่อน (Cinder Fill) ท่อต้องเป็นชนิดที่ทนต่อการผุกร่อนได้ หรือหุ้มด้วยคอนกรีตหนาน้อย 2 นิ้ว



รูปที่ 4.2 การติดตั้งท่อในที่ที่มีการกัดกร่อน

7

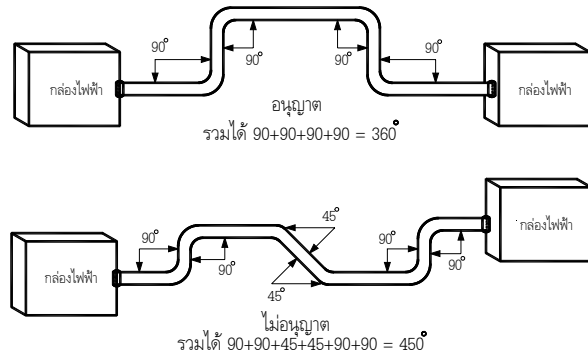
- การต่อท่อเข้ากับเครื่องประกอบ ต้องใช้บุชซิ่ง (Bushing) เพื่อป้องกันฉนวนของสายไฟฟ้าเสียหาย



รูปที่ 4.3 บุชซิ่ง

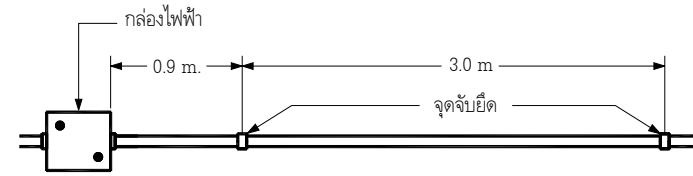
8

- มุมตัดโค้งของท่อระหว่างจุดดึงสาย รวมกันต้องไม่เกิน 360 องศา



รูปที่ 4.4 มุมตัดโค้งท่อระหว่างจุดดึงสาย

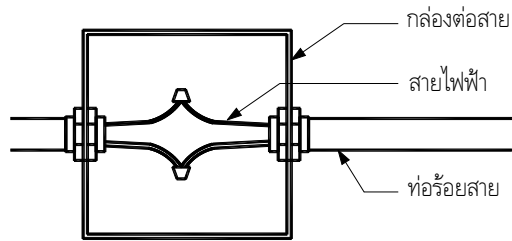
- การเดินท่อต้องมีการจับยึดให้แข็งแรง ระยะห่าง 3.0 m ห่างจากกล่องไฟฟ้าไม่เกิน 0.9 m



รูปที่ 4.5 การติดตั้งท่อ RMC

การต่อสาย และ การต่อแยก

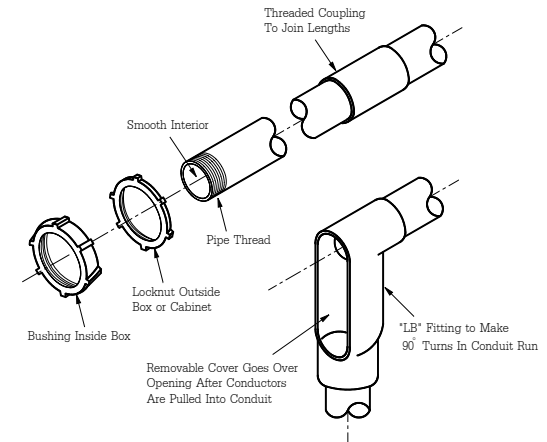
- ต้องทำภายในกล่องไฟฟ้า (Boxes)
- ปริมาณของ สาย, ฉนวน, หัวต่อสาย ต้องไม่เกิน 75% ของกล่องไฟฟ้า



รูปที่ 4.6 การต่อสาย

การต่อท่อ

- ทำเกลียวที่ปลายท่อ
- จับด้วยข้อต่อ (Coupling)



รูปที่ 4.7 การต่อท่อ RMC

4.4 ท่อโลหะปานกลาง (Intermediate Metal Conduit, IMC)

- มีความหนาแน่นน้อยกว่าท่อ RSC
- ใช้แทนท่อ RSC ได้

สถานที่ใช้งาน	ทุกสถานที่เช่นเดียวกับท่อ RSC
ขนาดมาตรฐาน	- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm (1/2") - 100 mm (4") - ความยาวท่อนละ 3 m
การติดตั้ง	เช่นเดียวกับท่อ RSC
การต่อสาย และ การต่อแยก	เช่นเดียวกับท่อ RSC
การต่อท่อ	เช่นเดียวกับท่อ RSC

13

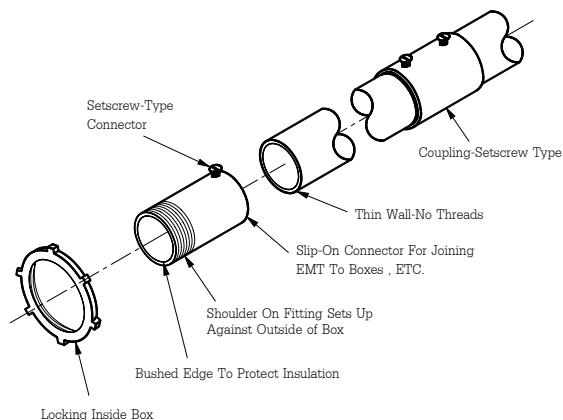
4.5 ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing, EMT)

- ท่อที่มีผนังบางกว่าท่อ RSC และ IMC
- มีความแข็งแรงน้อยกว่า
- ราคาถูกกว่า

สถานที่ใช้งาน	ใช้ได้เฉพาะภายในอาคารเท่านั้น ในที่เปิดเผย (Exposed) และ ที่ซ่อน (Conceal) ไม่ควรใช้ท่อ EMT ในที่ที่มีการกระทบทางกล ไม่ใช่ฝังใต้ดิน ไม่ใช่ในระบบแรงสูง
ขนาดมาตรฐาน	- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm (1/2") - 50 mm (2") - ความยาวท่อนละ 3 m
การติดตั้ง	เช่นเดียวกับท่อ RMC ไม่อนุญาตให้ใช้ท่อ EMT เป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน

14

การต่อสาย และการต่อแยก เช่นเดียวกับท่อ RSC
การต่อท่อ ท่อ EMT ห้ามทำเกลียว การต่อท่อจะใช้ข้อต่อนิดไม่มีเกลียว เช่น แบบใช้สกรูไข

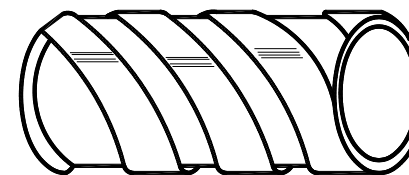


รูปที่ 4.8 การต่อท่อ EMT

15

4.6 ท่อโลหะอ่อน (Flexible Metal Conduit, FMC)

- ทำจากเหล็กชุบสังกะสี
- มีความอ่อนตัวสูง
- สามารถโค้งงอได้



รูปที่ 4.9 ท่อโลหะอ่อน

16

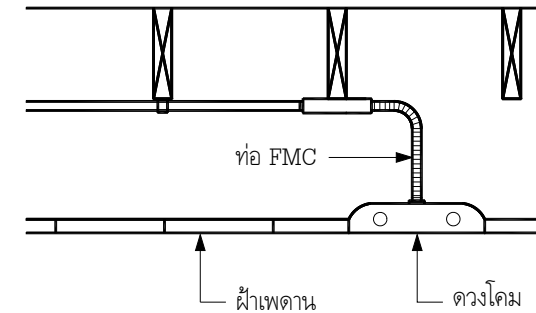
สถานที่ใช้งาน

ใช้งานกับอุปกรณ์ที่มีการสั่นสะเทือนขณะใช้งาน เช่น มอเตอร์ เครื่องจักรต่าง ๆ งานที่ต้องการการโค้งงอด้วยมุมหักสูง ๆ

ไม่อนุญาตให้ใช้ในบางกรณี เช่น

- ในปล่องลิฟต์ หรือปล่องขนของ
- ในห้องแบตเตอรี่
- ในสถานที่อันตราย
- ในสถานที่เปียก
- ฝังในดิน หรือ ฝังในคอนกรีต

17



รูปที่ 4.10 การใช้งานท่อ FMC

18

ขนาดมาตรฐาน

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 15 mm (1/2") - 80 mm (3")

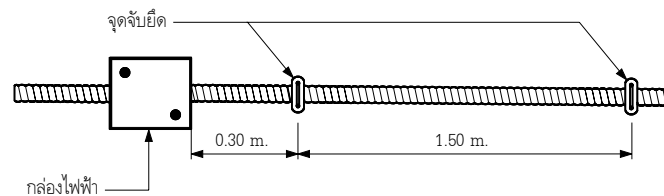
- ความยาวท่อนละ 3 m

การติดตั้ง

- มีการจับยึดที่มั่นคงแข็งแรง ไม่เกิน 1.50 m จากกล่องไฟฟ้า ไม่เกิน 0.30 m

- มุมตัดโค้งระหว่างจุดตั้งสาย รวมกันไม่เกิน 360°

- ท่อโลหะที่มีความยาวไม่เกิน 1.80 m สามารถเป็นตัวนำต่อลงดินได้



รูปที่ 4.11 การติดตั้งท่อ FMC

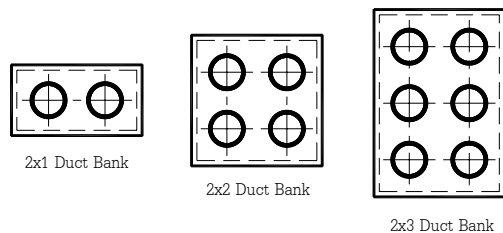
19

4.7 ท่อโลหะแข็ง (Rigid Nonmetallic Conduit, FMC)

- ท่อ และอุปกรณ์ทำมาจาก อโลหะ,ไฟเบอร์, ใยหิน, ซีเมนต์, PVC อย่างแข็ง อีพอกซีเรซินใยแก้ว โพลีเอทิลีนความหนาแน่นสูง
- มีความทนต่อการกัดกร่อน และกระทบกระแทกได้ดี
- ทนทานต่อความชื้น และการกัดกร่อนของสารเคมี

20

- สถานที่ใช้งาน**
- ในที่เปิดเผย (Exposed) ที่ป้องกันการเสียหายทางกายภาพ
 - ในที่ซ่อน (Conceal) เช่น เดินซ่อนในผนัง พื้น และเพดาน
 - สามารถฝังใต้ดิน เพราะมีความทนต่อความชื้นและการผุกร่อน เพื่อความแข็งแรงจะหุ้มด้วยคอนกรีต เรียกว่า **Duct Bank**



รูปที่ 4.12 Duct Bank

4.8 จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย

- การเดินสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายเป็นแบบการติดตั้งที่มีการใช้มากที่สุด
- จำนวนสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายจะต้องมีจำนวนไม่มากเกินไปด้วยเหตุผล 2 ประการ คือ

- 1) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านสายไฟฟ้าในท่อร้อยสายทำให้เกิดความร้อน จึงต้องมีที่ว่างเพื่อการระบายความร้อน
- 2) พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้าต้องเล็กกว่าพื้นที่หน้าตัดภายในของท่อร้อยสาย เพื่อให้การดึงสายไฟฟ้าทำได้สะดวก และไม่ทำลายฉนวนของสายไฟฟ้า

ตารางที่ 4.1 พื้นที่หน้าตัดรวมของสายไฟฟ้าทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อ

จำนวนสายในท่อสาย	1	2	3	4	มากกว่า 4
สายไฟทุกชนิดยกเว้นสายชนิดปลอกตะกั่วหุ้ม	53	31	40	40	40
สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม	55	30	40	38	35

ตารางที่ 4.2 ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย

ขนาด mm (นิ้ว)	พ.ท. หน้าตัด	1 ตัวนำ	2 ตัวนำ	3 ตัวนำขึ้นไป
	100% (mm ²)	53% (mm ²)	31% (mm ²)	40% (mm ²)
15 (1/2)	177	94	55	71
20 (3/4)	314	167	97	126
25 (1)	491	260	152	196
32 (1 1/4)	804	426	249	322
40 (1 1/2)	1257	666	390	503
50 (2)	1964	1041	609	785
65 (2 1/2)	3318	1759	1029	1327
80 (3)	5027	2664	1558	2011
90 (3 1/2)	6362	3372	1972	2545
100 (4)	7854	4163	2435	3142
125 (5)	12272	6504	3804	4909
150 (6)	17672	9366	5478	7069

หมายเหตุ

- พื้นที่หน้าตัดท่อร้อยสาย คิดจากสูตร

$$A = \frac{\pi}{4} d^2$$

โดย A = พื้นที่หน้าตัด (mm²)
d = เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)

ตารางที่ 4.3 ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง และพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้า

ขนาดสาย (mm ²)	สายตารางที่ 4 (THW)		สายตารางที่ 6 (NYY , 1/C)		สายตารางที่ 7 (NYY , 3/C)		สายตารางที่ 8 (NYY , 3P 4N)		สาย XLPE แร่ดำ (CV)	
	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่ หน้าตัด (mm ²)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่ หน้าตัด (mm ²)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่ หน้าตัด (mm ²)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่ หน้าตัด (mm ²)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (mm)	พื้นที่ หน้าตัด (mm ²)
	0.5	3.0	7.1	-	-	-	-	-	-	-
1	3.5	9.6	8.8	60.8	13.0	132.7	-	-	-	-
1.5	3.8	11.3	9.2	66.5	13.5	143.1	-	-	-	-
2.5	4.3	14.5	9.8	75.4	15.0	176.7	-	-	6.8	36.3
4	5.2	21.2	10.5	86.6	16.5	213.8	-	-	7.4	43.0
6	5.8	26.4	11.0	95.0	18.0	254.5	19.0	283.5	8.1	51.5
10	7.2	40.7	12.0	113.1	20.5	330.1	23.0	415.5	8.7	59.5
16	8.4	55.4	13.0	132.7	24.5	471.4	26.5	551.5	9.8	75.4
25	10.5	86.6	14.5	165.1	28.5	638.0	31.0	754.8	11.6	105.7
35	11.5	103.9	16.0	201.1	31.5	779.3	35.0	962.1	12.7	126.7
50	13.5	143.1	17.0	227.0	36.0	1017.9	39.5	1225	14.4	162.9
70	15.5	188.7	19.0	283.5	40.5	1288.2	44.5	1555.3	16.2	206.1
95	18.0	254.5	21.5	363.1	46.0	1662.0	51.5	2083.1	18.3	263.0
120	19.5	298.7	23.0	415.5	50.5	2003.0	56.0	2463.0	20.2	320.5
150	21.5	363.1	26.0	531.0	56.0	2463.0	62.0	3019.1	22.5	397.6
185	24.0	452.4	28.0	615.8	61.5	2970.6	68.0	3631.7	24.8	483.1
240	27.0	572.6	31.5	779.3	69.0	3739.3	76.5	4596.3	28.0	615.8
300	30.0	706.9	35.0	962.1	76.0	4536.5	84.5	5608.0	30.0	706.9
400	33.5	881.4	38.5	1164.2	-	-	-	-	34.5	934.8
500	38.0	1134.1	43.0	1452.2	-	-	-	-	-	-

25

ตัวอย่างที่ 4.1 ต้องการร้อยสายตารางที่ 4 (T-4) จำนวน 5 เส้น ซึ่งมี
รายละเอียดดังนี้ 3 x 240 mm², 1 x 120 mm², G-25 mm² จะต้องใช้
ท่อขนาดเท่าใด

วิธีทำ จากตารางที่ 4.3 ขนาดสาย T-4

สาย 240 mm² มีพื้นที่หน้าตัด = 3 x 572.6 = 1717.8 mm²

สาย 120 mm² มีพื้นที่หน้าตัด = 298.7 mm²

สาย 25 mm² มีพื้นที่หน้าตัด = 86.6 mm²

พื้นที่หน้าตัดรวม = 2103.1 mm²

จากตารางที่ 4.2 ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย

ท่อขนาด 80 mm (3") 40% ของพื้นที่หน้าตัด = 2011 mm²

ท่อขนาด 90 mm (3 1/2") 40% ของพื้นที่หน้าตัด = 2545 mm²

เลือกใช้ท่อขนาด 90 mm (3 1/2")

26

ตัวอย่างที่ 4.2 ต้องการร้อยสายไฟฟ้าตารางที่ 6 (6-4) 3 x 70 mm² ในท่อร้อย
สาย จะต้องใช้ท่อขนาดเท่าใด

วิธีทำ จากตารางที่ 4.3 ขนาดสาย T-6

สาย 70 mm² มีพื้นที่หน้าตัด = 283.5 mm²

พื้นที่หน้าตัดรวม = 3 x 283.5

= 850.5 mm²

จากตารางที่ 4.2 ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย

ท่อขนาด 50 mm (2") 40% ของพื้นที่หน้าตัด = 785 mm²

ท่อขนาด 65 mm (2 1/2") 40% ของพื้นที่หน้าตัด = 1327 mm²

เลือกใช้ท่อขนาด 65 mm (2 1/2")

27

ตัวอย่างที่ 4.3 สาย CV ขนาด 95 mm² ถ้าเดินในท่อขนาด 62 mm (2 1/2")
จะได้มากที่สุดกี่เส้น?

วิธีทำ จากตารางที่ 4.3 ขนาดสาย CV

สาย 95 mm² มีพื้นที่หน้าตัด = 263 mm²

จากตารางที่ 4.2 ขนาดพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย

ได้ว่า 40% ของพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย

ท่อขนาด 65 mm (2 1/2") 40% ของพื้นที่หน้าตัด = 1327 mm²

จะได้จำนวนสายไฟฟ้า = $\frac{1327}{263}$ = 5.05

จำนวนสายมากที่สุดคือ 5 เส้น ในท่อขนาด 65 mm (2 1/2")

28

ตารางที่ 4.4 จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้าตารางที่ 4 (THW) ในท่อร้อยสาย

ขนาดสายไฟ (mm ²)	จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้าตารางที่ 4 ในท่อร้อยสาย												
	7	13	20	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1	7	13	20	33	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.5	6	11	17	28	44	-	-	-	-	-	-	-	-
2.5	4	8	13	22	34	-	-	-	-	-	-	-	-
4	3	5	9	15	23	36	-	-	-	-	-	-	-
6	2	4	7	12	19	29	-	-	-	-	-	-	-
10	1	3	4	7	12	19	32	-	-	-	-	-	-
16	1	1	3	5	9	14	23	36	-	-	-	-	-
25	1	1	1	3	5	9	15	23	29	-	-	-	-
35	-	1	1	3	4	7	12	19	24	30	-	-	-
เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร้อยสาย mm (นิ้ว)	15 1/2	20 3/4	25 1	32 1 1/4	40 1 1/2	50 2	65 2 1/2	80 3	90 3 1/2	100 4	125 5	150 6	

ตารางที่ 4.5 จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้าตารางที่ 6 (NYY 1/C) ในท่อร้อยสาย

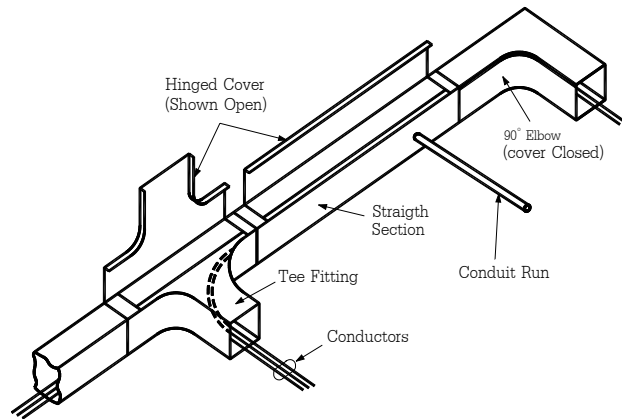
ขนาดสายไฟ (mm ²)	จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้าตารางที่ 6 ในท่อร้อยสาย													
	1	1	3	5	8	12	21	33	-	-	-	-	-	-
1	1	1	3	5	8	12	21	33	-	-	-	-	-	-
1.5	1	1	2	4	7	11	19	30	-	-	-	-	-	-
2.5	1	1	2	4	7	10	17	26	33	-	-	-	-	-
4	1	1	1	3	6	9	15	23	29	36	-	-	-	-
6	-	1	1	3	5	8	13	21	26	33	-	-	-	-
10	-	1	1	2	4	6	11	17	22	27	-	-	-	-
16	-	1	1	1	3	5	10	15	19	23	36	-	-	-
25	-	1	1	1	3	4	8	12	15	19	29	-	-	-
35	-	-	1	1	1	3	6	10	12	15	24	35	-	-
เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร้อยสาย mm (นิ้ว)	15 1/2	20 3/4	25 1	32 1 1/4	40 1 1/2	50 2	65 2 1/2	80 3	90 3 1/2	100 4	125 5	150 6		

ตารางที่ 4.6 จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้า CV แรงต่ำ (XLPE 90°C) ในท่อร้อยสาย

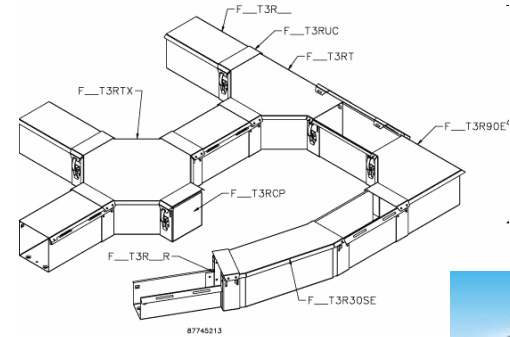
ขนาดสายไฟ (mm ²)	จำนวนสายสูงสุดของสายไฟฟ้า CV ในท่อร้อยสาย													
	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
2.5	1	3	5	8	13	21	36	-	-	-	-	-	-	
4	1	2	4	7	11	18	30	-	-	-	-	-	-	
6	1	1	3	6	9	15	25	39	-	-	-	-	-	
10	1	1	3	5	8	13	22	33	-	-	-	-	-	
16	1	1	2	4	6	10	17	26	33	-	-	-	-	
25	-	1	1	3	4	7	12	19	24	29	-	-	-	
35	-	1	1	1	3	6	10	15	20	24	38	-	-	
เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อร้อยสาย mm (นิ้ว)	15 1/2	20 3/4	25 1	32 1 1/4	40 1 1/2	50 2	65 2 1/2	80 3	90 3 1/2	100 4	125 5	150 6		

4.9 รางเดินสาย (Wireways)

- เป็นรางที่ใช้ เดินสายไฟฟ้า
- ทำจากเหล็กแผ่นพับเป็นสี่เหลี่ยม
- มีฝาเปิดปิด เป็นแบบบานพับ หรือแบบถอดออกได้
- ที่นิยมใช้มีด
 - 1) วิธีพันสีฝุ่น (Epoxy / polyester)
 - 2) เคลือบด้วยฟอสเฟตหรือสังกะสี (Galvanized Steed)
 - 3) วิธีเคลือบ อลูซิง (Aluzinc)



รูปที่ 4.13 รางเดินสาย



สถานที่ใช้งาน

- ใช้ในที่เปิดโล่ง ใช้ภายนอกอาคารต้องเป็นชนิดกันฝน (Reducers) ไม่ใช้ในสถานที่อันตรายทางกายภาพ

จำนวนตัวนำ

- ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้า ต้องไม่เกิน 20% ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย

พิกัดกระแสของตัวนำ

- ใช้ตามตารางที่ 3.3 หรือ 3.5 กรณีเดินสายในท่อโลหะในอากาศ ถ้าตัวนำเกิน 30 เส้น ต้องใช้ตัวคูณลดตามตารางที่ 3.9 โดยนับตัวนำที่มีกระแสเท่านั้น

ขนาดมาตรฐาน

- H (ความสูง) = 50, 75, 100, 150 และ 200 mm
- W (ความกว้าง) = 50, 75, 100, 150, 200, 250 และ 300 mm
- L (ความยาว) = 1200 และ 2400 mm
- T (ความหนา) = 1.0 และ 1.5 mm

การติดตั้ง

- มีการจับยึดที่มั่นคงแข็งแรง
- ไม่อนุญาตให้ต่อรางเดินสายตรงจุดที่ผ่าน ผนัง หรือ พื้น
- ไม่อนุญาตให้ใช้รางเดินสายเป็นตัวนำสำหรับต่อลงดิน

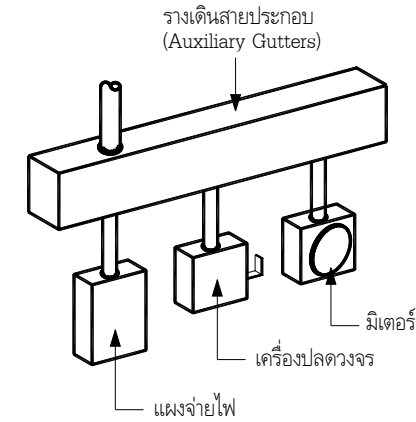
จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในรางเดินสาย

- 1) ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้าทั้งหมดรวมกัน ต้องไม่เกิน 20% ของพื้นที่หน้าตัดภายในรางเดินสาย
- 2) ขนาดพิกัดกระแสของสายใช้ตามตารางที่ 3.3 (วิธีการเดินสายแบบ ด.)หรือ 3.5 (วิธีการเดินสายแบบ ข.) กรณีเดินสายในท่อโลหะในอากาศ ถ้าตัวนำเกิน 30 เส้น ต้องใช้ตัวคูณลดตามตารางที่ 3.9 โดยนับตัวนำที่มีกระแสเท่านั้น

4.10 รางประกอบการเดินสาย (Auxiliary Gutters)

- ลักษณะเช่นเดียวกับ รางเดินสาย (Wireways)
- เป็นที่ต่อสายรวมก่อนที่จะเข้า
 - แผงมิเตอร์
 - แผงจ่ายไฟย่อย
 - แผงสวิตช์
- ช่วยให้การต่อสาย และการบำรุงรักษาทำได้สะดวก

37



รูปที่ 4.14 รางเดินสายประกอบ

38



39

ตัวอย่างที่ 4.4 รางเดินสายขนาด 100 x 100 mm สามารถบรรจุ

สายไฟฟ้าตารางที่ 4 ขนาด 25 mm² ได้กี่เส้น

วิธีทำ สายไฟฟ้าตารางที่ 4 ขนาด 25 mm²

จากตารางที่ 4.3 มีพื้นที่หน้าตัดขวาง 86.6 mm²

รางเดินสายขนาด 100 x 100 mm

มีพื้นที่หน้าตัดขวาง = 100 x 100 = 10,000 mm²

20% ของ พื้นที่หน้าตัดขวาง = 0.2 x 10,000 mm²

จำนวนสายไฟฟ้า = 0.2 x $\frac{10,000}{86.6}$

= 23.1

สามารถบรรจุได้ 23 เส้น

40

ตารางที่ 4.7 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าตารางที่ 4 ในรางเดินสาย (Wireways)

ขนาด (mm ²)	จำนวนสูงสุดของสายตารางที่ 4 ในรางเดินสาย							
	50×50	50×100	75×100	100×100	150×100	150×150	200×200	200×300
1.0	52	104	-	-	-	-	-	-
1.5	44	88	-	-	-	-	-	-
2.5	34	68	103	137	-	-	-	-
4	23	47	70	94	-	-	-	-
6	18	37	56	75	113	-	-	-
10	12	24	36	49	73	110	-	-
16	9	18	27	36	54	81	144	-
25	5	11	17	23	34	51	92	-
35	4	9	14	19	28	43	76	115
50	3	6	10	13	20	31	55	83
70	2	5	7	10	15	23	42	63
95	1	3	5	7	11	17	31	47
120	1	3	5	6	10	15	26	40
150	1	2	4	5	8	12	22	33
185	1	2	3	4	6	9	17	26
240	-	1	2	3	5	7	13	20
300	-	1	2	2	4	6	11	16
400	-	1	1	2	3	5	9	13
500	-	-	1	1	2	3	7	10

41

ตารางที่ 4.8 จำนวนสูงสุดของสายไฟฟ้าตารางที่ 6 ในรางเดินสาย (Wireways)

ขนาด (mm ²)	จำนวนสูงสุดของสายตารางที่ 6 ในรางเดินสาย							
	50×50	50×100	75×100	100×100	150×100	150×150	200×200	200×300
1.0	8	16	24	32	49	74	131	-
1.5	7	15	22	30	45	67	120	-
2.5	6	13	19	26	39	59	106	-
4	5	11	17	23	34	51	92	138
6	4	10	15	21	31	47	84	126
10	3	8	13	17	26	39	70	106
16	3	7	11	15	22	33	60	90
25	2	6	9	12	18	27	48	72
35	2	4	7	9	14	22	39	59
50	1	4	6	8	13	19	35	52
70	1	3	5	7	10	15	28	42
95	1	2	4	5	8	12	22	33
120	-	2	3	4	7	10	19	28
150	-	1	2	3	5	8	15	22
185	-	1	2	3	4	7	12	19
240	-	1	1	2	3	5	10	15
300	-	1	1	2	3	4	8	12
400	-	-	1	1	2	3	6	10
500	-	-	1	1	2	3	5	8

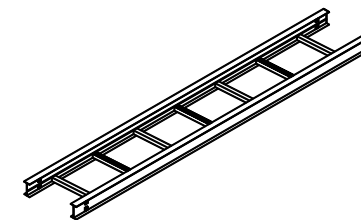
42

4.11 รางเคเบิล (Cable Trays)

- เป็นโครงสร้างสำหรับรองรับสายเคเบิล
- ไม่ถือว่าเป็นท่อสาย (Raceways)
- นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม
- สามารถติดตั้งง่าย ราคาถูก

43

1) รางเคเบิลแบบบันได (Ladder Type)



- เป็นโครงสร้างตามแนวยาว 2 ชุด
- ยึดติดกันด้วยชั้นบันได (Rung)

H (ความสูง) = 100, 120 mm

**W (ความกว้าง) = 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900
และ 1,000 mm**

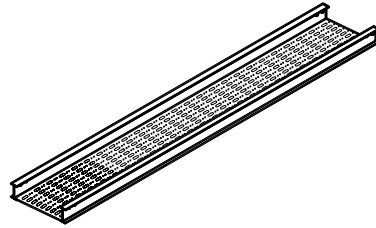
L (ความยาว) = 3,000 mm

T (ความหนา) = 2.0 mm

44

2) รางเคเบิลแบบมีช่องระบายอากาศ (Perforated Type)

- เป็นชิ้นส่วนตัวตลอด
- มีรูระบายอากาศด้านล่าง

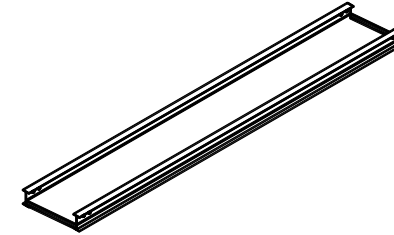


H (ความสูง) = 100 mm
 W (ความกว้าง) = 200, 300, 400, 500, 600, 700, และ 800 mm
 L (ความยาว) = 2,400 mm
 T (ความหนา) = 1.6 และ 2.0 mm

45

3) รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ (Solid-Bottom Type)

- เป็นชิ้นส่วนตัวตลอด
- ด้านล่างเป็นแผ่นโลหะทึบ



46

การเดินสายในรางเคเบิล (Cable Tray)

สายไฟฟ้าและอุปกรณ์ต่อไปนี้ อนุญาตให้ติดตั้งในรางเคเบิลได้

- สายเคเบิล MI, MC, และ AC
- สายเคเบิลแกนเดี่ยวชนิดมีเปลือกนอกขนาดไม่เล็กกว่า 50mm²
- สายเคเบิลหลายแกนในระบบแรงสูง และระบบแรงต่ำทุกขนาด
- ท่อสายชนิดต่าง ๆ
- สายเคเบิลแกนเดี่ยวชนิดไม่มีเปลือกนอก เช่นสาย T-6 อนุญาตให้ใช้ได้ เฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีเจ้าหน้าที่คอยดูแล และบำรุงรักษา โดยขนาดสายจะต้องไม่เล็กกว่า 50 mm²

47

การหาจำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในรางเคเบิล

พิจารณา เป็น 2 ข้อ

- จำนวนสายเคเบิลระบบแรงต่ำในรางเคเบิล
- จำนวนสายเคเบิลระบบแรงสูงในรางเคเบิล

จำนวนสายเคเบิลระบบแรงต่ำในรางเคเบิล

- สายเคเบิลหลายแกน
- จำนวนสายเคเบิลแกนเดี่ยว

48

1) สายเคเบิลหลายแกน

สำหรับรางเคเบิลแบบบันไดหรือรางที่มีช่องระบายอากาศ

- 1) สายเคเบิลตั้งแต่ 95 mm² ขึ้นไป ผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายทั้งหมดต้องไม่เกินขนาดความกว้างของรางเคเบิล และวางเรียงได้ชั้นเดียวเท่านั้น (95-500mm²)
- 2) สายเคเบิลที่มีขนาดเล็กกว่า 95 mm² ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของสายทั้งหมดต้องไม่มากกว่าพื้นที่สูงสุด ที่อนุญาตให้วางสายได้ ตามตารางที่ 4.9 ช่องที่ 1 (2.5 , 70 mm²)
- 3) สายเคเบิลที่มีขนาดตามข้อ 1) และ 2) รวมกัน ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของสายที่มีขนาดเล็กกว่า 95 mm² ทั้งหมด ต้องไม่เกินพื้นที่สูงสุดที่อนุญาตตามตารางที่ 4.9 ช่องที่ 2 และสายเคเบิลขนาดตั้งแต่ 95 mm² ต้องวางเรียงกันโดยไม่มีสายอื่นวางทับ

1) สายเคเบิลหลายแกน (ต่อ)

สำหรับรางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ

- 1) สายเคเบิลตั้งแต่ 95 mm² ขึ้นไป ผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายทั้งหมดต้องไม่เกิน 90 % ขนาดความกว้างของรางเคเบิล และวางเรียงได้ชั้นเดียวเท่านั้น
- 2) สายเคเบิลที่มีขนาดเล็กกว่า 95 mm² ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของสายทั้งหมดต้องไม่มากกว่าพื้นที่สูงสุดที่อนุญาตให้วางสายได้ ตามตารางที่ 4.9 ช่องที่ 3
- 3) สายเคเบิลที่มีขนาดตามข้อ 1) และ 2) รวมกัน ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของสายที่มีขนาดเล็กกว่า 95 mm² ทั้งหมด ต้องไม่เกินพื้นที่สูงสุดที่อนุญาตตามตารางที่ 4.9 ช่องที่ 4 และสายเคเบิลขนาดตั้งแต่ 95 mm² ต้องวางเรียงกันโดยไม่มีสายอื่นวางทับ

จำนวนสายเคเบิลระบบแรงต่ำในรางเคเบิล

- สายเคเบิลหลายแกน
- จำนวนสายเคเบิลแกนเดียว

ตารางที่ 4.9 พื้นที่หน้าตัดสูงสุดสำหรับวางสายเคเบิลหลายแกนระบบแรงต่ำในรางเคเบิลแบบบันได แบบรางมีช่องระบายอากาศ หรือแบบด้านล่างทึบ

ความกว้างภายในของรางเคเบิล (mm)	รางเคเบิลแบบบันได หรือแบบรางมีช่องระบายอากาศ		รางเคเบิลแบบด้านล่างทึบ	
	ช่องที่ 1 (mm ²)	ช่องที่ 2 * (mm ²)	ช่องที่ 3 (mm ²)	ช่องที่ 4 * (mm ²)
150	4500	4500 - (30.5 Sd) **	3500	3500 - (25.4 Sd) **
300	9000	9000 - (30.5 Sd)	7000	7000 - (25.4 Sd)
450	13500	13500 - (30.5 Sd)	10500	10500 - (25.4 Sd)
600	18000	18000 - (30.5 Sd)	14000	14000 - (25.4 Sd)
750	22500	22500 - (30.5 Sd)	17500	17500 - (25.4 Sd)
900	27000	27000 - (30.5 Sd)	21000	21000 - (25.4 Sd)

หมายเหตุ* พื้นที่หน้าตัดสูงสุดสำหรับวางเคเบิลในช่องที่ 2 และ 4 ให้ใช้วิธีคำนวณ ตัวอย่างเช่น รางเคเบิลมีความกว้าง 150 mm จะได้พื้นที่สูงสุดสำหรับวางเคเบิลตามช่องที่ 2 เท่ากับ 4500 - (30.5 Sd) mm²

** Sd หมายถึงผลรวมเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น mm รวมจนวนและเปลือกของสายเคเบิลหลายแกนทุกเส้นที่มีขนาด 95 mm² ขึ้นไปซึ่งติดตั้งรวมกับสายเคเบิลที่มีขนาดเล็กกว่าในรางเคเบิลเดียวกัน

ตัวอย่างที่ 4.5 ต้องการเดินสายไฟฟ้า T-7 10(3/C, 150 mm²) ในรางเคเบิลจะต้องใช้รางเคเบิลขนาดเท่าไร?

วิธีทำ สายไฟฟ้าตารางที่ T-7 ขนาด 150 mm² มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางกลาง = 56 mm
 เส้นผ่านศูนย์กลาง 10 x 56 = 560 mm
 เพื่ออีก 25% = 560 x 1.25 = 700 mm
 ต้องใช้รางเคเบิลขนาดกว้าง 700 mm

ตัวอย่างที่ 4.6 สายไฟฟ้า T-7 (3/C, 70 mm²) จำนวน 15 เส้น ต้องการเดินบน Cable Tray แบบมีช่องระบายอากาศ จะต้องใช้ขนาดความกว้างต่ำสุดของรางเดเบิลขนาดเท่าใด?

วิธีทำ สายไฟฟ้าตารางที่ T-7 (3/C, 70 mm²)

มีพื้นที่หน้าตัดรวม = 1288.2 mm²

จำนวน 15 เส้น

มีพื้นที่หน้าตัดรวม = 15 x 1288.2
= 19323 mm²

จากตารางที่ 4.9 ช่องที่ 1

ความกว้าง 600 mm ช่องที่ 1 18000 mm²

ความกว้าง 750 mm ช่องที่ 1 22500 mm²

เลือกใช้ขนาดความกว้างภายในของรางเดเบิล 750 mm

2) สายเดเบิลแกนเดี่ยว

สำหรับรางเดเบิลแบบบันไดหรือรางที่มีช่องระบายอากาศ

- 1) สายเดเบิลตั้งแต่ 400 mm² ขึ้นไป ผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายทั้งหมดต้องไม่เกินขนาดความ กว้างของรางเดเบิล
- 2) สายเดเบิลที่มีขนาดตั้งแต่ 120 - 300 mm² ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของสายทั้งหมดต้องไม่มากกว่าพื้นที่สูงสุดที่ อนุญาตให้วางสายได้ ตามตารางที่ 4.10 ช่องที่ 1
- 3) สายเดเบิลที่มีขนาดตั้งแต่ 400 mm² ขึ้นไป วางรวมกับสายเดเบิลขนาดเล็กกว่า 400 mm² ผลรวมของพื้นที่หน้าตัดของสายที่มีขนาดเล็กกว่า 400 mm² ทั้งหมดต้องไม่มากกว่าพื้นที่สูงสุดที่อนุญาตตามตารางที่ 4.10 ช่องที่ 2
- 4) สายเดเบิลขนาดตั้งแต่ 50-95 mm² ผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายทั้งหมด ต้องไม่เกินขนาดความกว้างของรางเดเบิล ต้องวางเรียงกันชั้นเดียว หรือวางเป็นรูปสามเหลี่ยมเท่านั้น

ตารางที่ 4.10 พื้นที่หน้าตัดสูงสุดสำหรับวางเดเบิลแกนเดี่ยวระบบแรงต่ำ ในรางเดเบิลแบบบันไดหรือแบบรางมีช่องระบายอากาศ

ความกว้างภายในของรางเดเบิล (mm)	ช่องที่ 1 (mm ²)	ช่องที่ 2* (mm ²)
150	4000	4000 - (27.9 Sd) **
300	8500	8500 - (27.9 Sd)
450	12500	12500 - (27.9 Sd)
600	16500	16500 - (27.9 Sd)
750	21000	21000 - (27.9 Sd)
900	25000	25000 - (27.9 Sd)

หมายเหตุ * พื้นที่หน้าตัดสูงสุดสำหรับวางเดเบิลในช่องที่ 2 ให้ใช้วิธีคำนวณ ตัวอย่างเช่น รางเดเบิลมีความกว้าง 150 mm จะได้พื้นที่สูงสุดสำหรับวางเดเบิลเท่ากับ 4000 - (27.9 Sd) mm²

** Sd หมายถึงผลรวมเส้นผ่านศูนย์กลางเป็น mm ของเดเบิลแกนเดี่ยวที่มีขนาด 400 mm² ขึ้นไป ซึ่งติดตั้งรวมกับสายเดเบิลที่มีขนาดเล็กกว่าในรางเดเบิลเดียวกัน

ตัวอย่างที่ 4.7 ต้องการเดินสายไฟฟ้า T-6 12(1/C, 95 mm²) ในรางเดเบิลจะต้องใช้รางเดเบิลขนาดเท่าไร?

วิธีทำ สายไฟฟ้าตารางที่ T-6 ขนาด 95 mm² มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

กลาง = 21.5 mm

เส้นผ่านศูนย์กลาง 12 x 21.5 = 258 mm

เผื่ออีก 25% = 258 x 1.25

= 322.5 mm

ต้องใช้รางเดเบิลขนาดกว้าง 400 mm

ตัวอย่างที่ 4.8 สายไฟฟ้า T-4 ขนาด 500 mm² จำนวน 8 เส้น บน Cable

Tray ขนาดความกว้างของ Cable Tray 600 mm จะสามารถวางสาย T-4 ขนาด 150 mm² ได้กี่เส้น

วิธีทำ จากตารางที่ 4.10 ช่องที่ 2

สายไฟฟ้า T-4 ขนาด 500 mm²

มีเส้นผ่านศูนย์กลาง = 38.0 mm

Cable Tray ขนาด 600 mm = 16500 - (27.9 x Sd)

= 16500 - (27.9 x 8 x 38)

= 8018.1 mm²

สายไฟฟ้า T-4 ขนาด 150 mm²

มีพื้นที่หน้าตัด = 362.1 mm²

สามารถวางบน Cable Tray ได้ = $\frac{8018.4}{363.1} = 22$ เส้น

57

จำนวนสายเคเบิลระบบแรงสูงในรางเคเบิล

- 1) ผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายเคเบิลแกนเดี่ยว และหลายแกนทั้งหมดรวมกันต้องไม่เกิน ความกว้างของรางเคเบิล
- 2) การวางเคเบิลอนุญาตให้วางเรียงชั้นเดียวเท่านั้น
- 3) ถ้าสายเคเบิลแกนเดี่ยวเป็นชนิดตีเกลียวเข้าด้วยกัน หรือมัดเข้าด้วยกันเป็นกลุ่มละวงจร ผลรวมของเส้นผ่านศูนย์กลางของสายเคเบิลทั้งหมด ต้องไม่เกินความกว้างของรางเคเบิล และกลุ่มของสายเคเบิล ห้ามวางซ้อนกัน

58

ตัวอย่างที่ 4.9 โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่งอยู่ในเขต กฟภ. ใช้หม้อแปลงขนาด 1000 kVA 22 kV/400-230 V ถ้าใช้สาย CV (90°C) เป็นสายประธานให้หาขนาดสายไฟฟ้าและรางเคเบิล

วิธีทำ $I_n = \frac{100 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 400} = 1443$ A
ขนาดสายประธานเพื่อ 25 % โดยถือว่าหม้อแปลงทำงานแบบต่อเนื่อง

$I_c = 1.25 \times 1443 = 1804$ A

ถ้าใช้สาย 5 เส้น ต่อเฟส = $\frac{1804}{5} = 361$ A

จากตารางที่ 3.6 ได้สายขนาด $5 \begin{bmatrix} 3 \times 185 \text{ mm}^2 \\ 1 \times 95 \text{ mm}^2 \end{bmatrix}$
สาย CV 185 mm² เส้นผ่านศูนย์กลาง 24.8 mm

สาย CV 95 mm² เส้นผ่านศูนย์กลาง 18.3 mm

ความกว้างรวม $5(3 \times 24.8 + 1 \times 18.3) = 464$ mm

เผื่อ 25% ความกว้างของรางเคเบิล = 1.25×464

= 580 mm

เลือกขนาด = 600 mm 59

4.12 เครื่องประกอบ (Fittings)

- หมายถึงอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบในการเดินสาย
- ใช้ร่วมกับท่อสายต่าง ๆ

วัตถุประสงค์

- เพื่อทำงานกลมากกว่าทางไฟฟ้า
- เพื่อช่วยในการจับยึดท่อสายให้มีความมั่นคงแข็งแรง
- เพื่อเปลี่ยนทิศทางในการเดินสาย
- เพื่อความสะดวกในการดึงสาย
- เพื่อการตัดต่อสาย

60

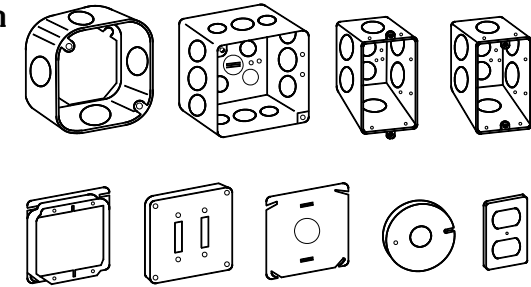
เครื่องประกอบ (Fittings)

- 1) กล่องไฟฟ้า (Boxes)
- 2) กล่องดึงสาย (Pull Boxes)
- 3) เครื่องประกอบท่อร้อยสาย

61

กล่องไฟฟ้า (Boxes)

- มีหน้าที่ต่าง ๆ กัน
- กล่องสำหรับจุดต่อไฟฟ้าของสวิตช์
- กล่องสำหรับต่อสาย
- กล่องต่อแยก



รูปที่ 4.15 กล่องไฟฟ้า และแผ่นปิดชนิดต่าง ๆ

62

• กล่องไฟฟ้าทำจาก

- โลหะพวกเหล็ก
- โลหะพวก Porcelain, Bakelite และ PVC

ข้อกำหนดสำหรับกล่องไฟฟ้า

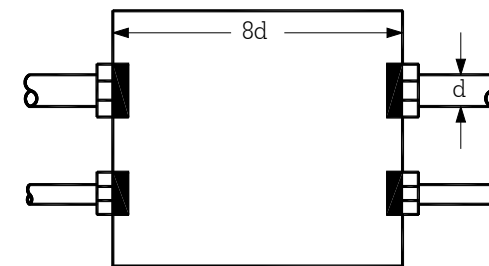
- กล่องไฟฟ้าจะต้องสามารถเข้าถึงได้ และมีพื้นที่ปฏิบัติงานเพียงพอ
- ตำแหน่งที่สายไฟฟ้าผ่านกล่อง จะต้องมียุชชิงหรือ เครื่องประกอบขอบบน เพื่อป้องกันฉนวนสายไฟเสียหาย
- กล่องไฟฟ้าในระบบแรงสูง ต้องมีป้ายเตือน “อันตรายไฟฟ้าแรงสูง” ติดไว้ถาวร
- กล่องไฟฟ้าจะต้องไม่มีรู หรือช่องที่โตพอให้วัตถุเส้นผ่านศูนย์กลาง 7.5 mm สอดเข้าได้

63

กล่องดึงสาย (Pull Boxes)

1) แบบดึงตรง (Straight Pull)

- ความยาวไม่น้อยกว่า **8 เท่า** ของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ใหญ่ที่สุด



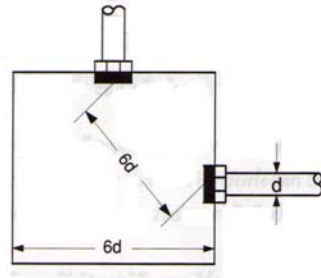
รูปที่ 4.16 กล่องดึงสายชนิดดึงตรง

64

กล่องดึงสาย (Pull Boxes) (ต่อ)

2) แบบดึงเป็นมุม (Angle Pull)

- ระยะระหว่างท่อไปยังผนังฝั่งตรงข้ามของกล่องดึงสาย **ไม่น้อยกว่า 6 เท่า** ของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อที่ใหญ่ที่สุด
- ระยะที่สั้นที่สุดระหว่างท่อทางด้านเข้า และท่อทางด้านออก **ต้องไม่น้อยกว่า 6 เท่า** ของเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อนั้น



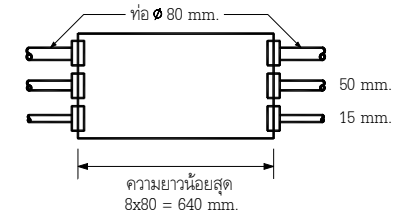
รูปที่ 4.17 กล่องดึงสายชนิดดึงเป็นมุม

65

ตัวอย่างที่ 4.10 จงหาขนาด Pull Boxes สำหรับแบบดึงตรง ซึ่งใช้กับท่อ 3 ขนาด คือ 80, 50 และ 15 mm

วิธีทำ

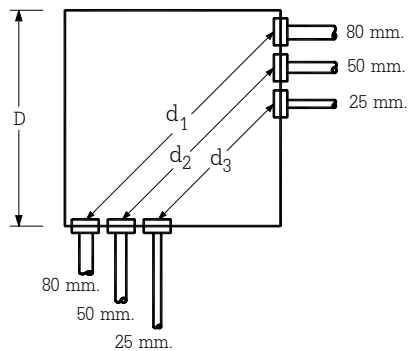
$$\begin{aligned} \text{ความยาวน้อยสุด} &= 8 \times d = 8 \times 80 \\ &= 640 \text{ mm} \end{aligned}$$



66

ตัวอย่างที่ 4.11 จงหาขนาด Pull Boxes สำหรับแบบดึงเป็นมุม ซึ่งใช้กับท่อ 3 ขนาด คือ 80, 50 และ 25 mm

วิธีทำ



$$\begin{aligned} D &= 6 \times 80 + 50 + 25 = 555 \text{ mm} \\ d_1 &= 6 \times 80 = 480 \text{ mm} \\ d_2 &= 6 \times 50 = 300 \text{ mm} \\ d_3 &= 6 \times 25 = 150 \text{ mm} \end{aligned}$$

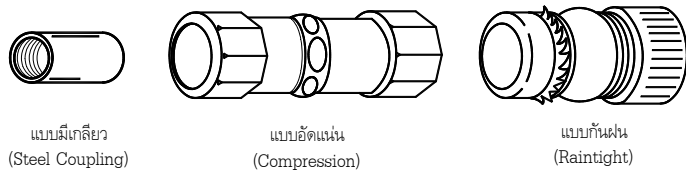
67

อุปกรณ์ประกอบท่อร้อยสาย (Conduit Fittings)

1) อุปกรณ์ที่ใช้ร่วมกับท่อสาย

- ข้อต่อ (Couplings)
- ข้อต่อยึด (Connectors)
- บุชชิ่ง (Bushing)
- ข้องอ (Elbows)
- ตัวจับยึด (Supports)

68

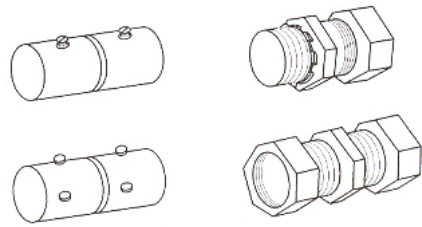


แบบมีเกลียว
(Steel Coupling)

แบบอัดแน่น
(Compression)

แบบกันฝน
(Raintight)

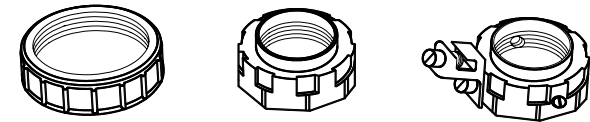
เครื่องประกอบท่อ RMC



แบบขันสกรู
(Setscrew)

แบบอัดแน่น
(Compression)

เครื่องประกอบท่อ EMT

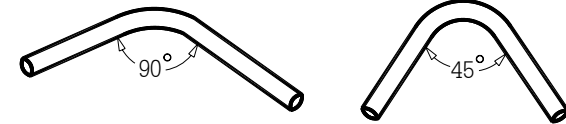


ชนิดทำจากโพลีโพรพิลีน
(Polypropylene)

ชนิดทำจากโลหะ
(Steel / Malleable Iron)

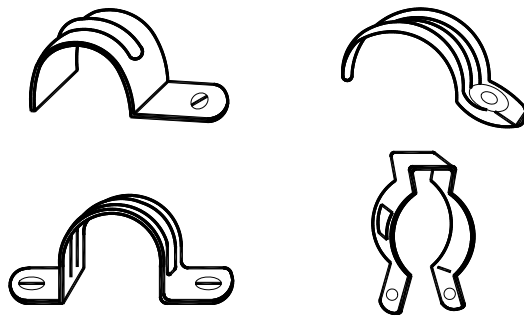
ชนิดมีการต่อลงดิน
(Grounding Lug)

บุชซิ่ง



ข้องอ

รูปที่ 4.16 กล่องดึงสายชนิดดึงตรง



ตัวจับยึด

รูปที่ 4.18 เครื่องประกอบท่อร้อยสาย





73

