

STEEL DESIGN

Unified Method (ASD / LRFD)

Lecture 1 Introduction



- What is Steel Structure?
- Steel Applications
- Steel Making Process
- Steel Properties
- Steel Sections

Asst.Dr.Mongkol JIRAVACHARADET

SURANAREE

UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

INSTITUTE OF ENGINEERING

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

What is a steel structure?

A steel structure is a metal structure which is made of structural steel components connected to each other to carry loads and provide rigidity.

Because of the high strength of steel, these structures are reliable and require less raw material than some other types of structure such as concrete.

In modern construction, steel structures are used for almost every type of structure including heavy industrial building, high-rise building, equipment support systems, infrastructure, bridges, towers, heavy industrial plant, etc.

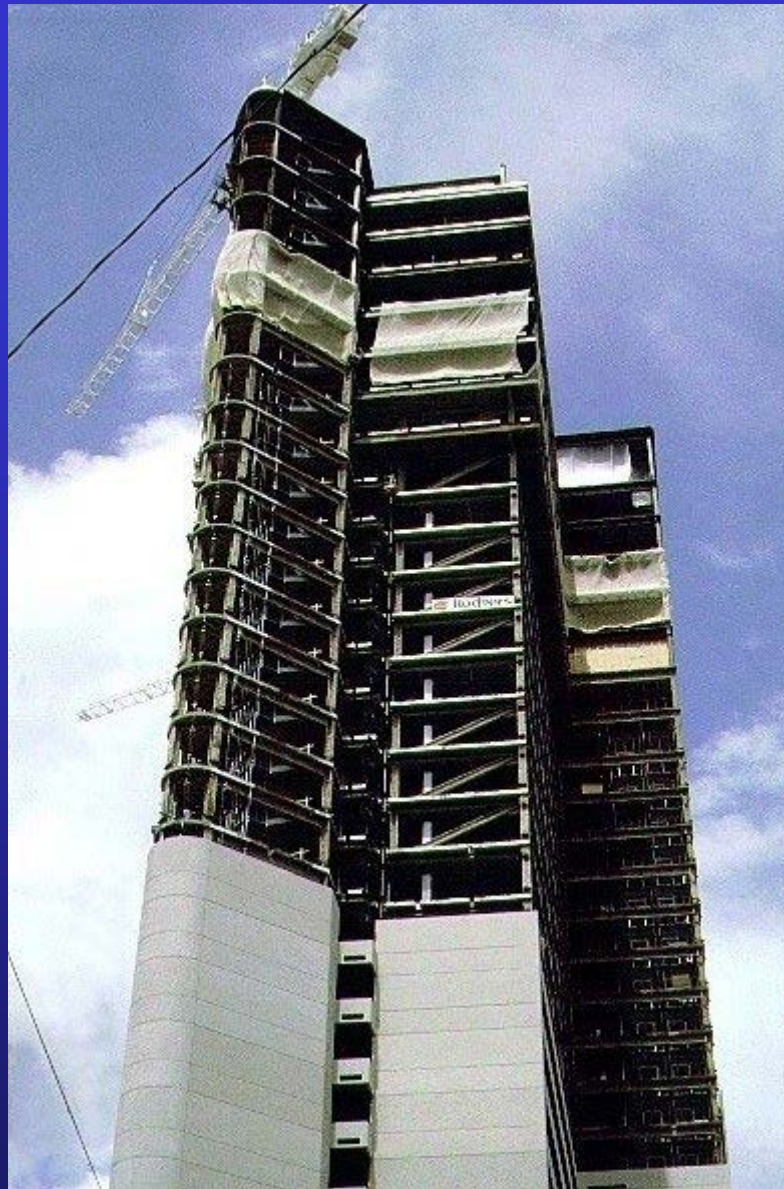
Common Steel Structures

- Framed Building





Lingan Island Powerplant, Skeleton Frame



Nashville Convention Centre, tower overview



Pan Pacific Hotel and Convention Centre, Vancouver, main tower

Common Steel Structures

- Roof Truss



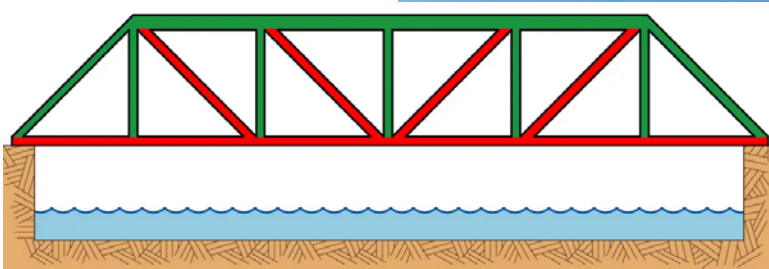
Common Steel Structures

- Industrial Building



Common Steel Structures

- Truss Bridge

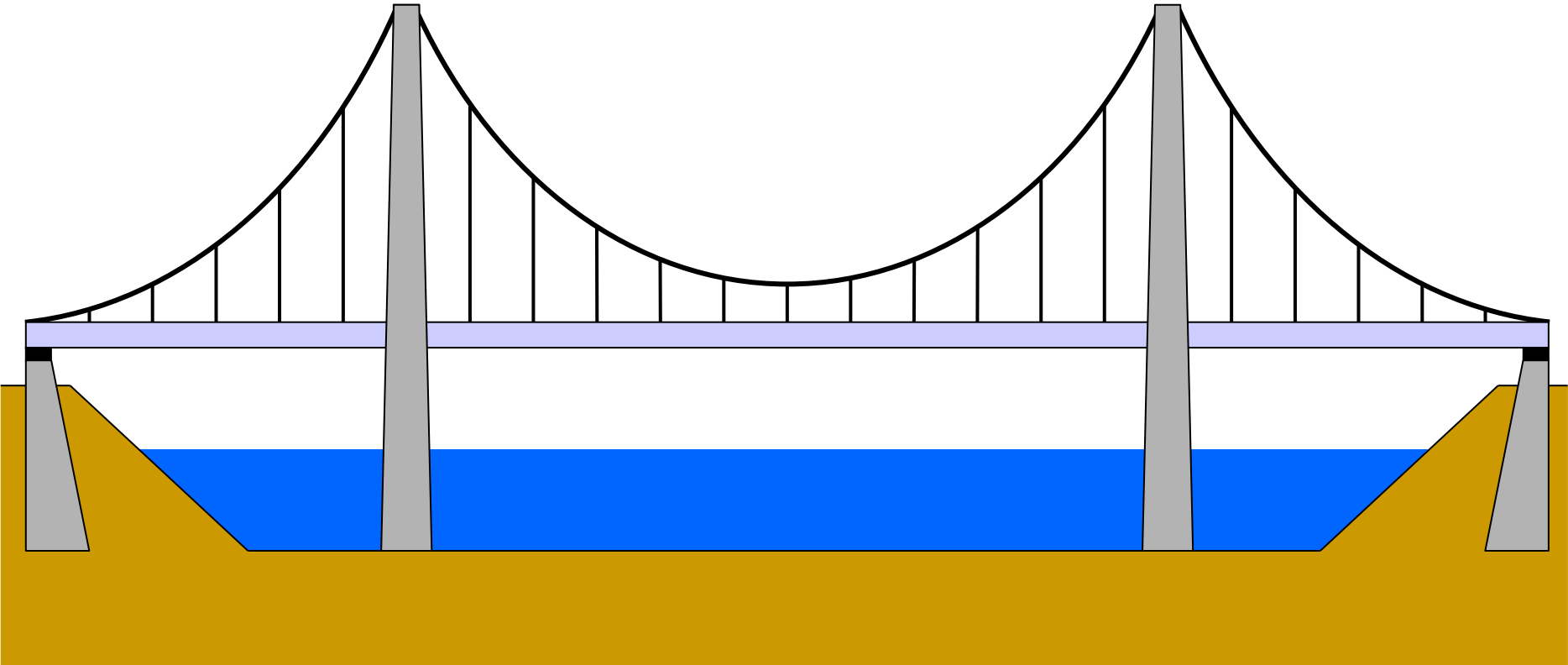
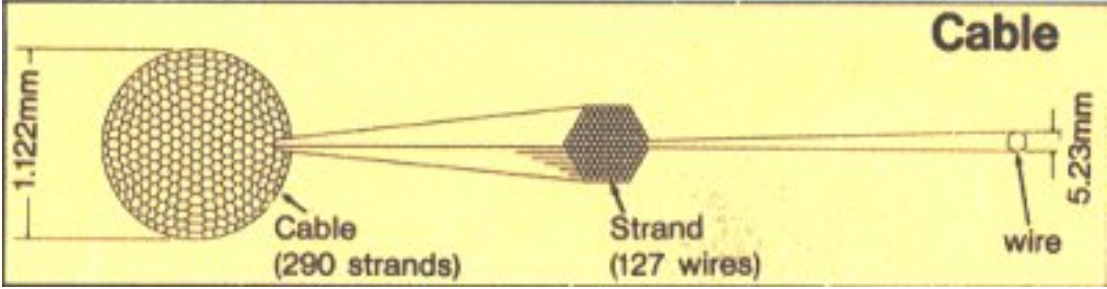


Common Steel Structures

- Suspension Bridge

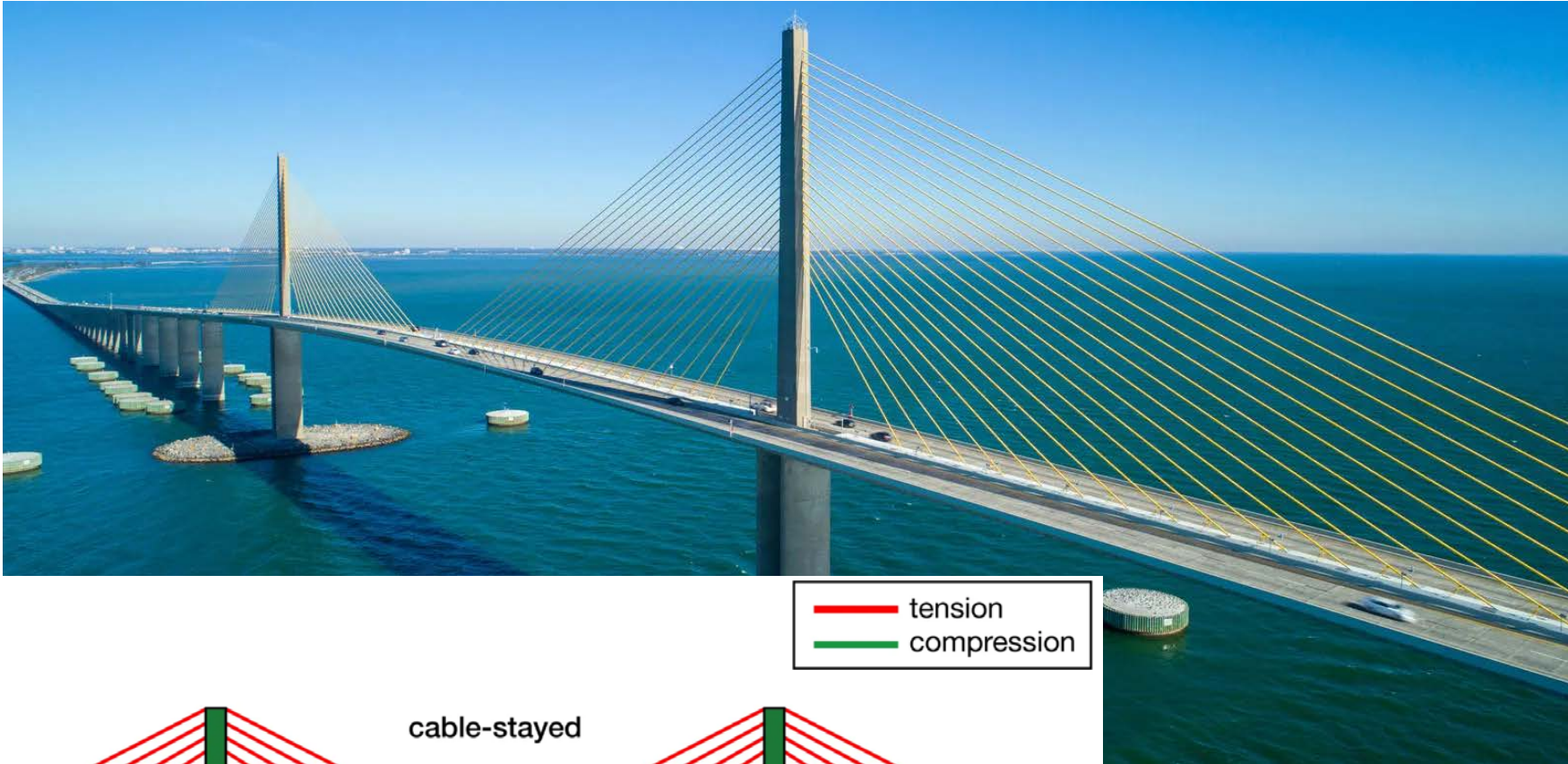


Suspension structural system



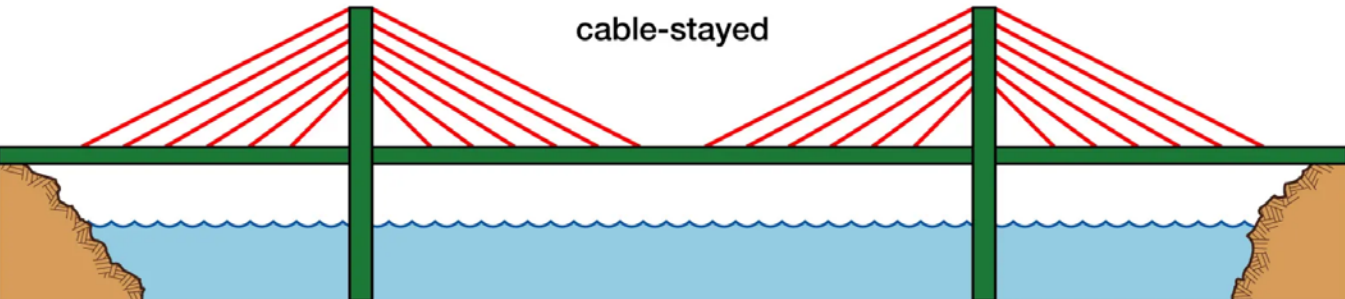
Common Steel Structures

- Cable Stayed Bridge



— tension
— compression

cable-stayed



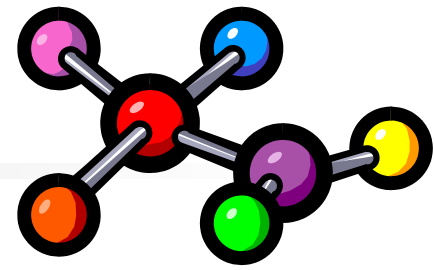


RAMA IX Bridge, Bangkok Thailand



RAMA VIII Bridge, Bangkok Thailand

What is STEEL ?



Steel is an **alloy of iron** (Fe) and carbon (C).

Depending on the desired steel properties, one or more of other **alloying elements** are also added to the steel.

The important ones are:

manganese (Mn),

aluminum (Al),

chromium (Cr),

copper (Cu),

niobium (Nb),

boron (B).

silicon (Si),

nickel (Ni),

molybdenum (Mo),

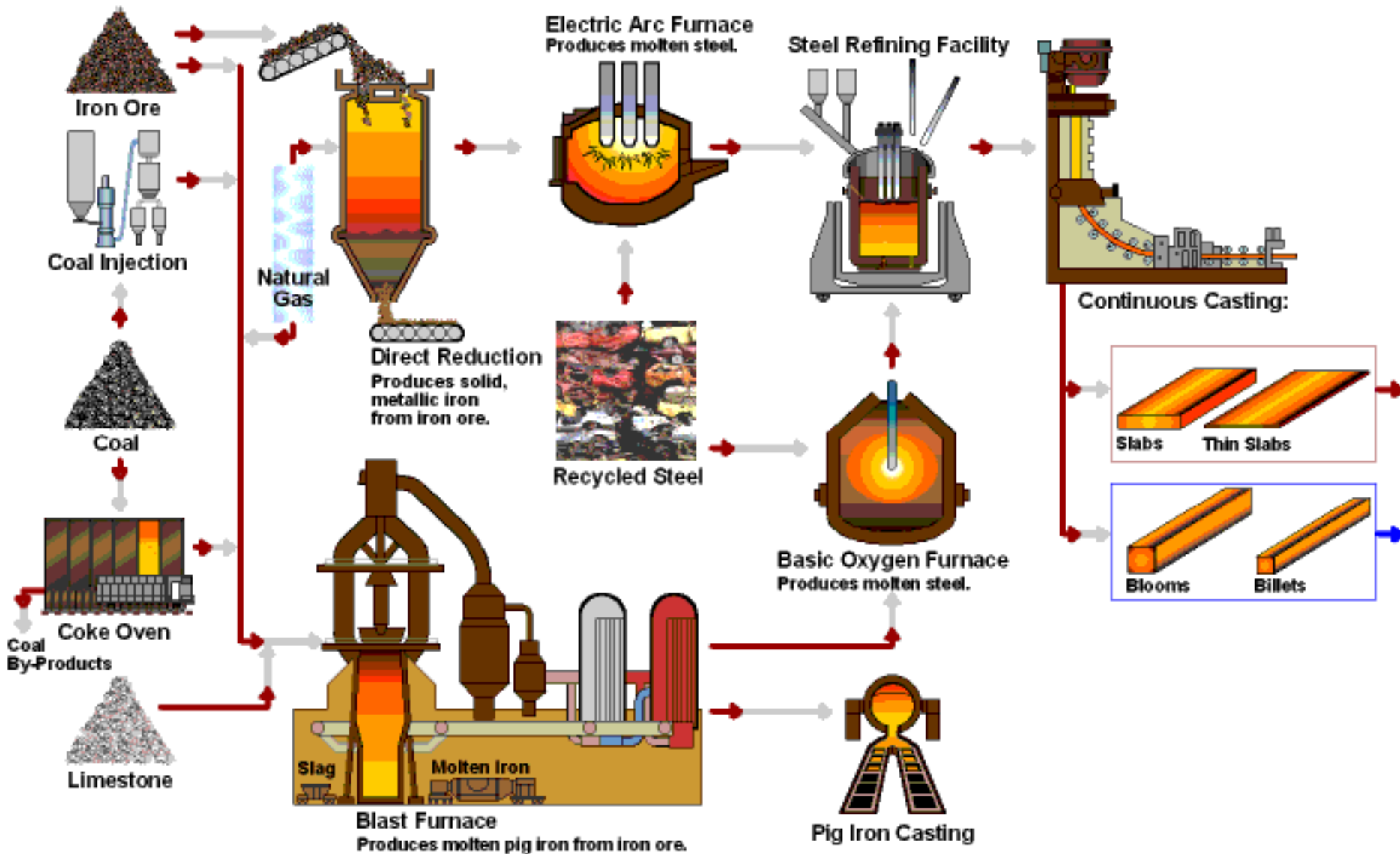
vanadium (V),

titanium (Ti) and



Iron Ore

STEEL Manufacturing



Advantages of Steel

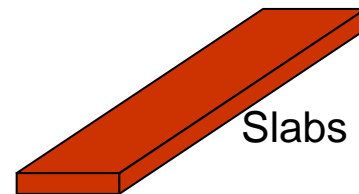
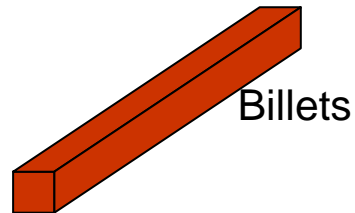
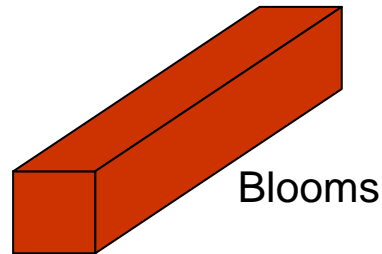
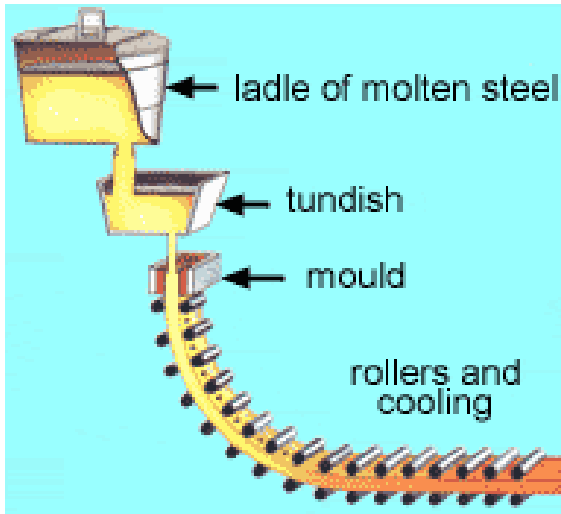
- ✓ High Strength to Weight
- ✓ Uniformity (properties not change with time)
- ✓ Highly Ductile
- ✓ Good Fracture Toughness
- ✓ Easily Constructed and Modified Structures
- ✓ Easily Recycled

Disadvantages of Steel

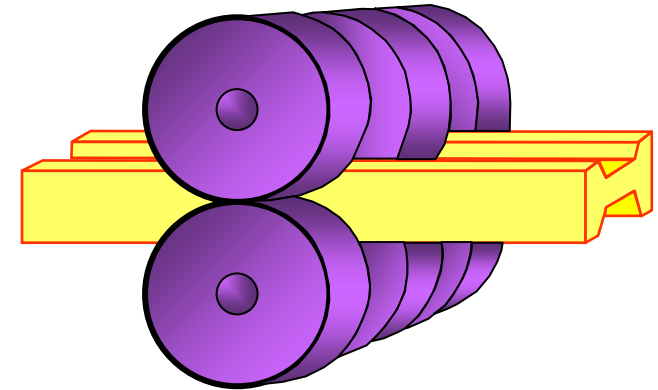
- ✗ Maintenance Cost
- ✗ Requires Fireproofing
- ✗ Slender Members Susceptible to Buckling
- ✗ Fatigue
- ✗ Brittle Fracture at very low temperature

Steel Casting & Hot Rolling

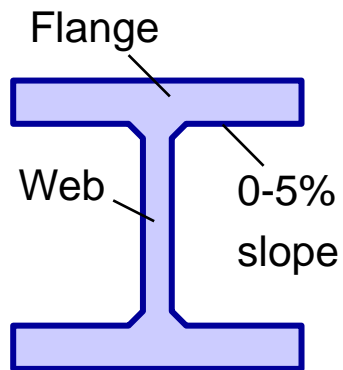
Continuous Caster



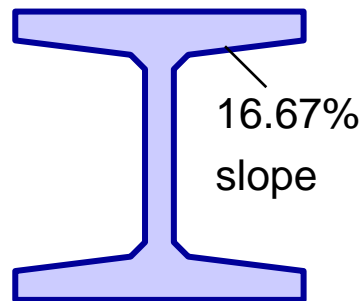
Rolling Mill



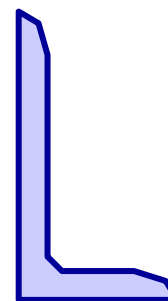
Hot-Rolled Steel Shape



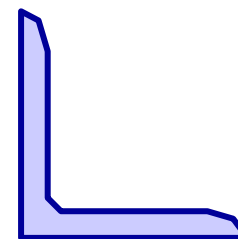
W section



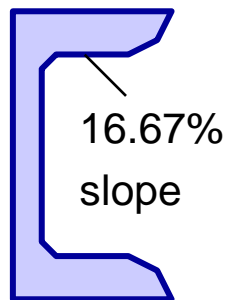
S section



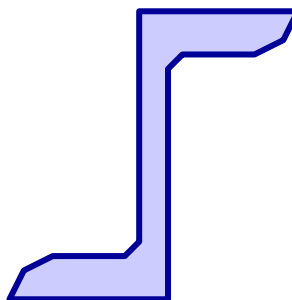
Unequal-leg
angle



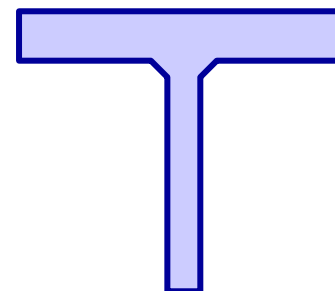
Equal-leg
angle



Channel



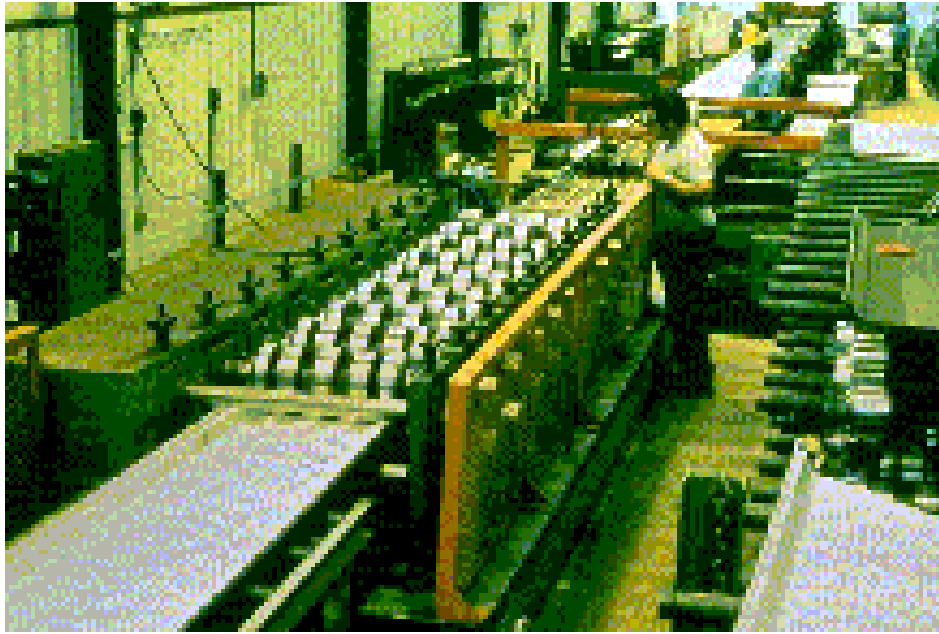
Zee



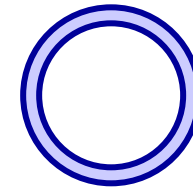
Tee

Cold-Formed Steel

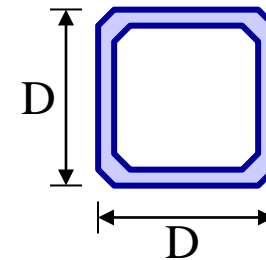
Cold-formed steel shapes are formed at room temperature.



ท่อเหล็กกล้าคาร์บอน



ท่อเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส



Angle



Channel



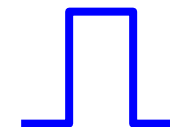
Stiffened
channel



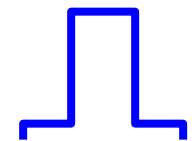
Zee



Stiffened
Zee

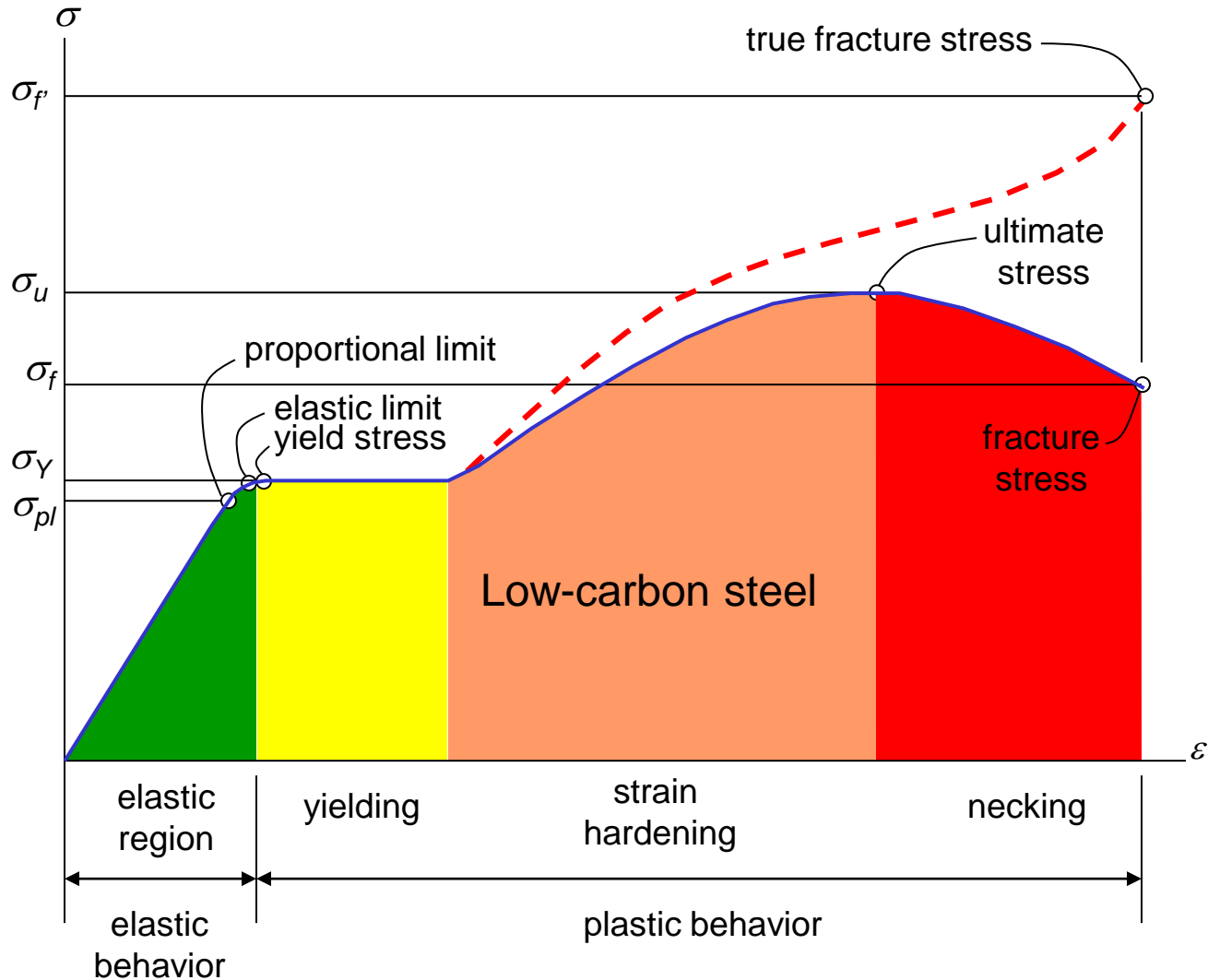


Hat



Stiffened
Hat

Stress - Strain Relationships



Properties of Structural Steels

DESIGNATION	YIELD STRESS (kg/cm ²)		TENSILE STRENGTH (kg/cm ²)
	Thickness (mm)		
	16 or under	over 16	
ASTM A36 JIS G3101 SS400 JIS G3106 SM400 TIS SM400	2500	2400	4000 - 5200
JIS G3101 SS490	2900	2800	5000 - 6200
JIS G3106 SM490 TIS SM490	3300	3200	5000 - 6200
ASTM A572 JIS G3106 SM520 TIS SM520	3700	3600	5300 - 6500
JIS G3106 SM570	4600	4500	5800 - 7300

ASTM = American

JIS = Japanese

TIS = Thailand

In this course:

Yield stress, $F_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$

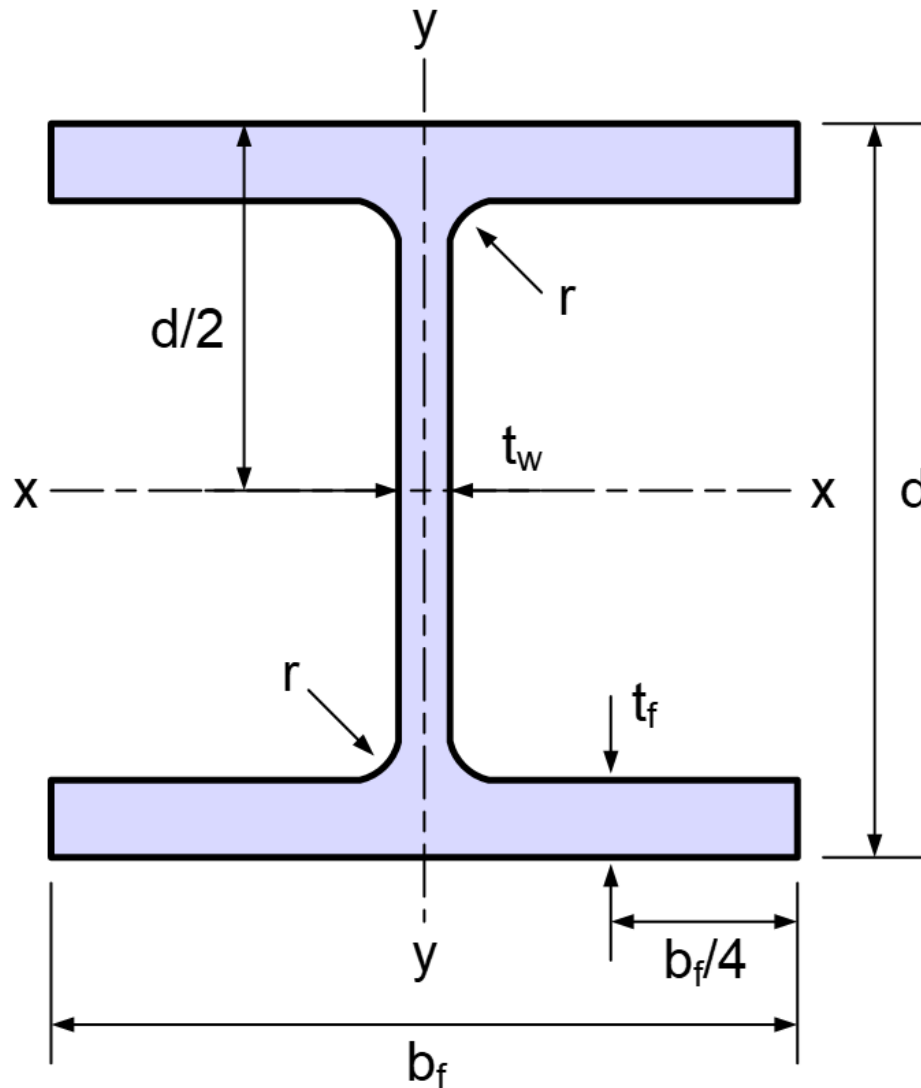
Tensile Strength $F_u = 4000 \text{ kg/cm}^2$

เหล็กโครงสร้างรูปพรรณรีดร้อน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 1227 - 2558

ชั้นคุณภาพ	ความต้านแรงดึง ที่จุดครากต่ำสุด เมกะพาสกัล		ความต้าน แรงดึง เมกะพาสกัล	ความยืดต่ำสุด ร้อยละ		
	ความหนา ไม่เกิน 16 มิลลิเมตร	ความหนา เกิน 16 มิลลิเมตร		ความหนา ไม่เกิน 5 มิลลิเมตร	ความหนา 5 ถึง 16 มิลลิเมตร	ความหนา เกิน 16 มิลลิเมตร
SM 400	245	235	400 - 510	23	18	22
SM 490	325	315	490 - 610	22	17	21
SM 520	365	355	520 - 640	19	15	19
SM 570	460	390	570 - 720	19	19	26
SS 400	245	235	400 - 510	21	17	21
SS 490	285	275	490 - 610	19	15	19
SS 540	400	390	540 ต่ำสุด	16	13	17

H-section or Wide-flange (WF) or W-section



หน้าตัด : W300x94.0 (mm x kg/m)

ขนาด :

ความลึก $d = 300$ mm

ความกว้าง $b_f = 300$ mm

รัศมีมุม $r = 18$ mm

ความหนา :

ความหนาปีก $t_f = 15$ mm

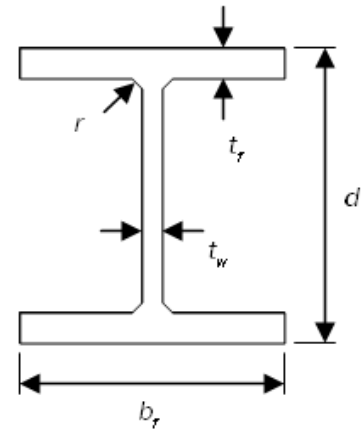
ความหนาเอว $t_w = 10$ mm

H-section or Wide-flange (WF) or W-section

ตารางที่ ก.1

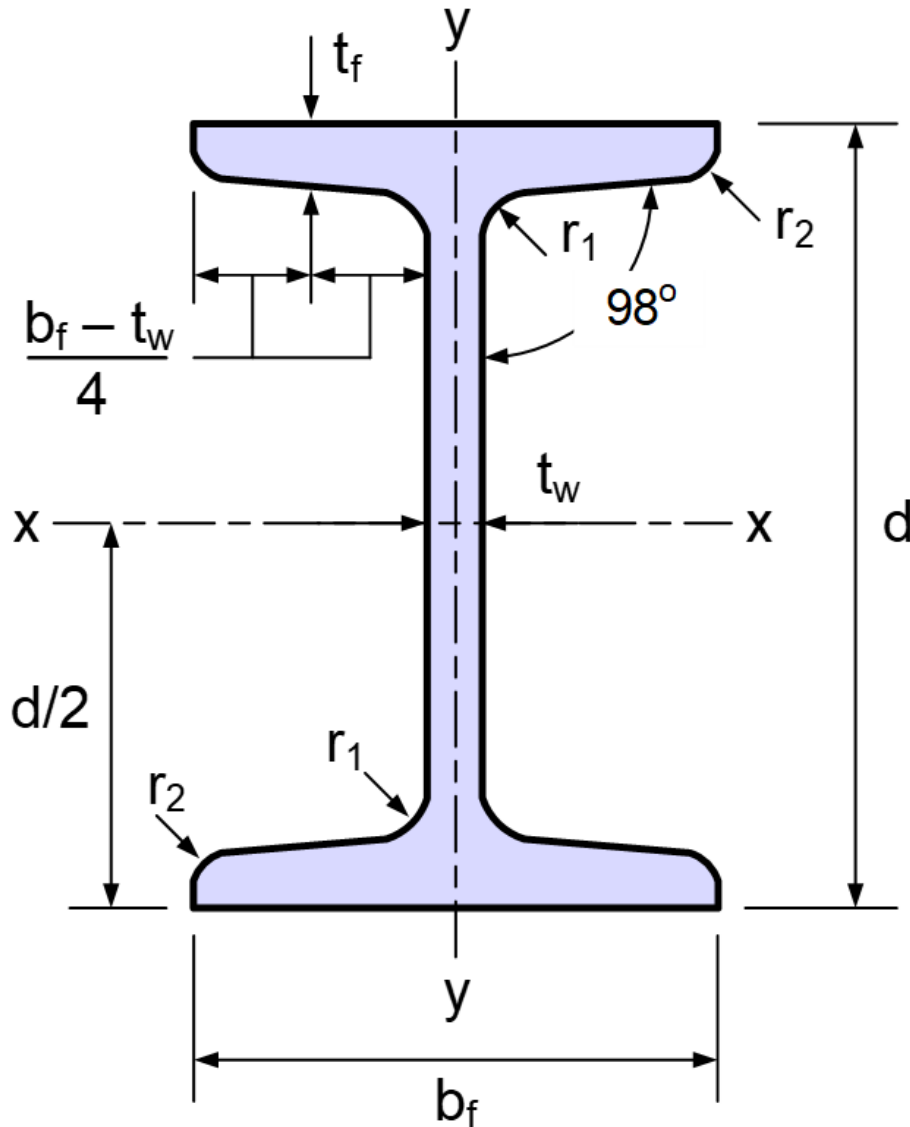


คุณสมบัติของเหล็กรูปตัด W และ H



หน้าตัด	ขนาด			ความหนา		พื้นที่หน้าตัด A	โมเมนต์อินเนอร์เซีย		รัศมีจายเรชั่น		โมดูลัสหน้าตัด	
	d	b_f	r	t_w	t_f		I_x	I_y	r_x	r_y	S_x	S_y
mm × kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³
900×286	912	302	28	18	34	364.0	498,000	15,700	37.0	6.56	10,900	1,040
900×243	900	300	28	16	28	309.8	411,000	12,600	36.4	6.39	9,140	843
900×213	890	299	28	15	23	270.9	345,000	10,300	35.7	6.16	7,760	688
800×241	808	302	28	16	30	307.6	339,000	13,800	33.2	6.70	8,400	915
800×210	800	300	28	14	26	267.4	292,000	11,700	33.0	6.62	7,290	782
800×191	792	300	28	14	22	243.4	254,000	9,930	32.3	6.39	6,410	662
700×215	708	302	28	15	28	273.6	237,000	12,900	29.4	6.86	6,700	853
700×185	700	300	28	13	24	235.5	201,000	10,800	29.3	6.78	5,760	722
700×166	692	300	28	13	20	211.5	172,000	9,020	28.6	6.53	4,980	602
600×175	594	302	28	14	23	222.4	137,000	10,600	24.9	6.90	4,620	701
600×151	588	300	28	12	20	192.5	118,000	9,020	24.8	6.85	4,020	601

I or S - Section



หน้าตัด : I200x100 (mm x mm)

ขนาด :

ความลึก $d = 200$ mm

ความกว้าง $b_f = 100$ mm

รัศมีมุม $r_1 = 10$ mm

รัศมีมุม $r_2 = 5$ mm

ความหนา :

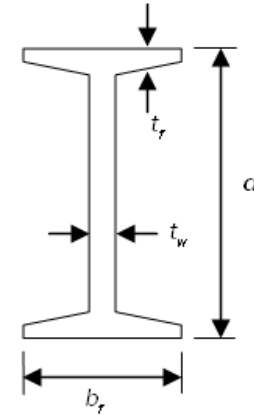
ความหนาปีก $t_f = 10$ mm

ความหนาเอว $t_w = 7$ mm

I or S - Section

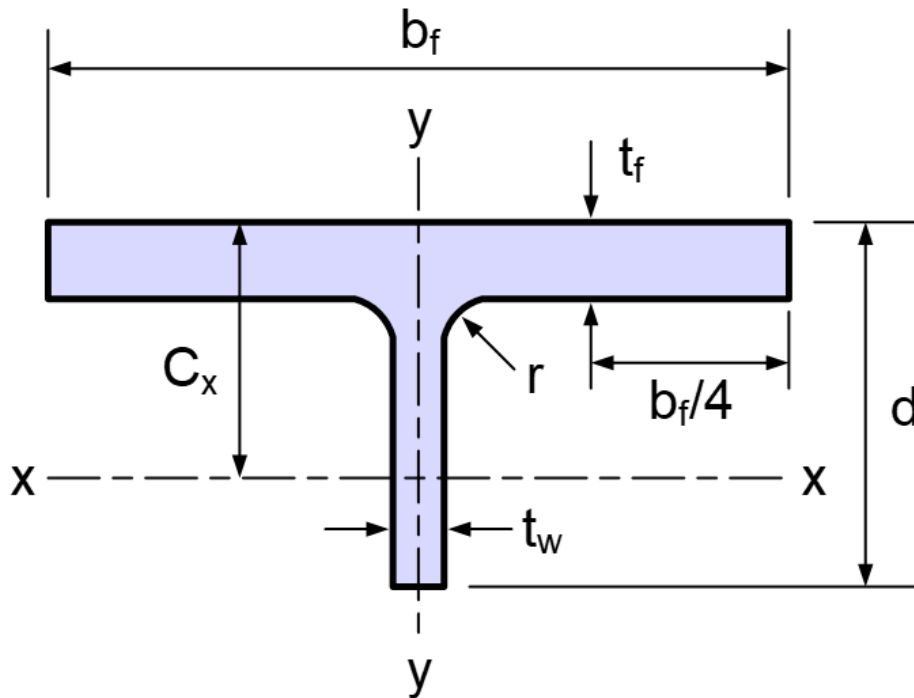
ตารางที่ ก.2

คุณสมบัติของเหล็กรูปตัด S หรือ I



ขนาด	น้ำหนัก	ความยาว		ความหนา		พื้นที่ หน้าตัด	โมเมนต์ อินเนอร์เซีย		รัศมี จายเรชั่น		โมดูลัส หน้าตัด	
		d	b_f	t_w	t_f		A	I_x	I_y	r_x	r_y	S_x
mm×mm	kg/m	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³
100×75	12.9	100	75	5	8	16.43	281	47.3	4.14	1.70	56.2	12.6
125×75	16.1	125	75	5.5	9.5	20.45	538	57.5	5.13	1.68	86	15.3
150×75	17.1	150	75	5.5	9.5	21.83	819	57.5	6.12	1.62	109	15.3
150×125	36.2	150	125	8.5	14	46.15	1,760	385	6.18	2.89	235	61.6
200×100	26.0	200	100	7	10	33.06	2,170	138	8.11	2.05	217	27.7
200×150	50.4	200	150	9	16	64.16	4,460	753	8.34	3.43	446	10.0

T – Section (W/2)



หน้าตัด : WT150x47.0 (mm x kg/m)

ขนาด :

ความลึก $d = 150$ mm

ความกว้าง $b_f = 300$ mm

รัศมีมุม $r = 18$ mm

ความหนา :

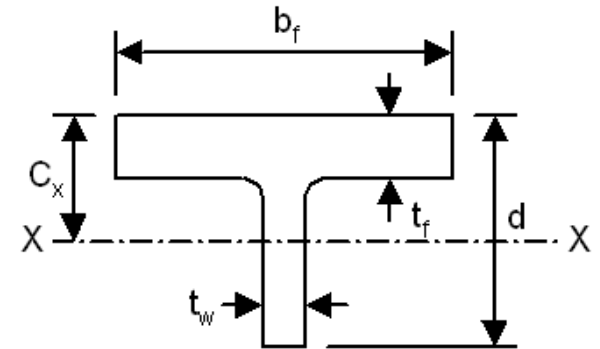
ความหนาปีก $t_f = 15$ mm

ความหนาเอว $t_w = 10$ mm

T – Section (W/2)

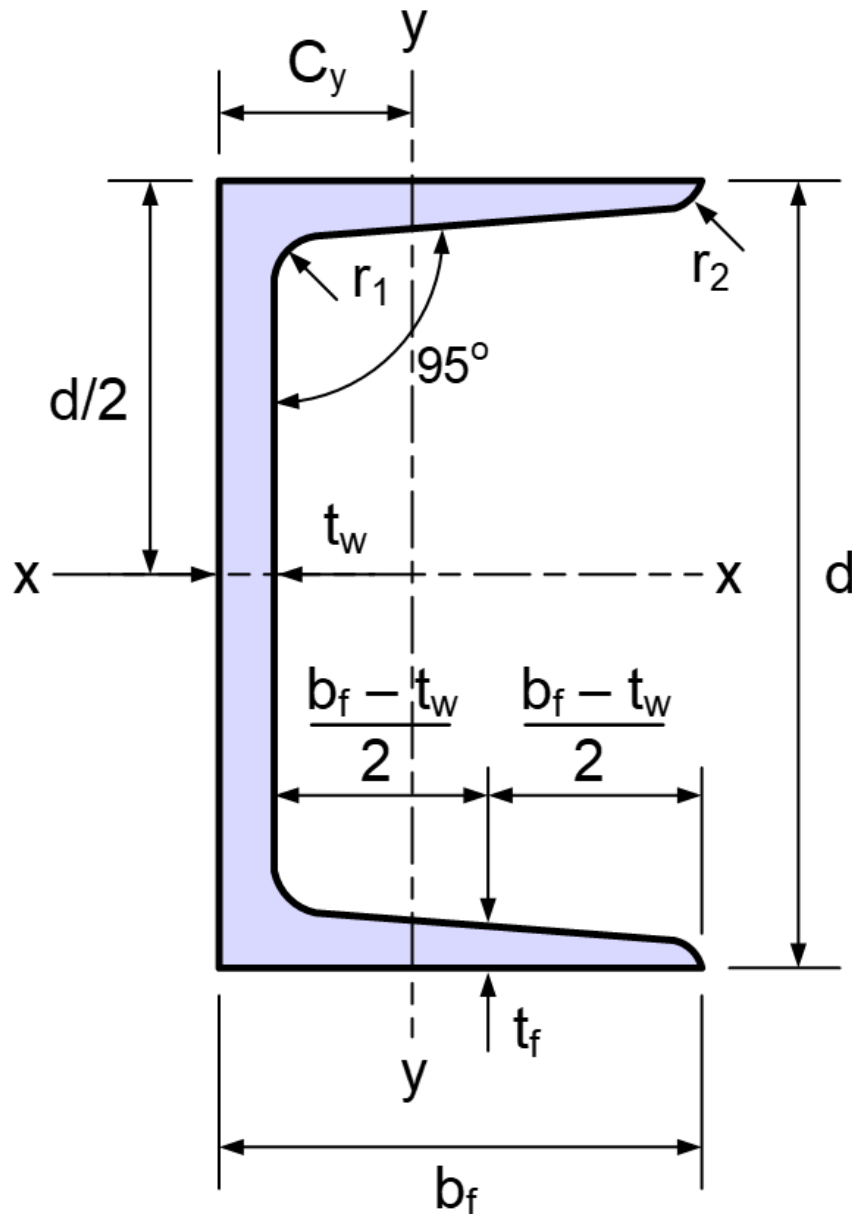
ตารางที่ ก.3

คุณสมบัติของเหล็กรูปตัด T
(ตัดจากหน้าตัด W)



หน้าตัด	ขนาด					พื้นที่	โมเมนต์อินเนอร์เซีย		รัศมีจายเรชั่น		โมดูลัสหน้าตัด		ศูนย์กลาง
	d	b_f	t_w	t_f	r		I_x	I_y	r_x	r_y	S_x	S_y	
mm × kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³	cm
50 × 8.6	50	100	6	8	10	10.95	16.1	66.9	1.21	2.47	4.03	13.4	1.00
62.5 × 11.9	62.5	125	6.5	9	10	15.16	35	147	1.52	3.11	6.91	23.5	1.19
75 × 10.5	74	100	6	9	11	13.42	51.7	75.3	1.96	2.37	8.84	15.1	1.55
75 × 15.8	75	150	7	10	11	20.07	66.4	282	1.82	3.75	10.8	37.6	1.37
87.5 × 20.1	87.5	175	7.5	11	12	25.61	115	492	2.12	4.38	15.9	56.2	1.55
100 × 9.1*	99	99	4.5	7	11	11.59	93.8	56.8	2.84	2.21	12.1	11.5	2.14
100 × 10.7	100	100	5.5	8	11	13.58	114	67	2.90	2.22	14.8	13.4	2.29
100 × 15.3	97	150	6	9	13	19.51	125	254	2.53	3.61	15.8	33.8	1.79
100 × 24.9	100	200	8	12	13	31.77	184	801	2.41	5.02	22.3	80.1	1.73
100 × 28.1*	100	204	12	12	13	35.77	256	851	2.67	4.88	32.4	83.4	2.09
100 × 32.8*	104	202	10	16	13	41.85	251	1100	2.45	5.13	29.5	109	1.91

Channel Section - CH



หน้าตัด : C200x90 (mm x mm)

ขนาด :

ความลึก $d = 200$ mm

ความกว้าง $b_f = 90$ mm

รัศมีมุม $r_1 = 14$ mm

รัศมีมุม $r_2 = 7$ mm

ความหนา :

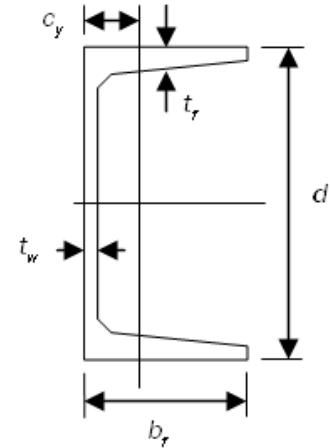
ความหนาปีก $t_f = 13.5$ mm

ความหนาเอว $t_w = 8$ mm

Channel Section - CH

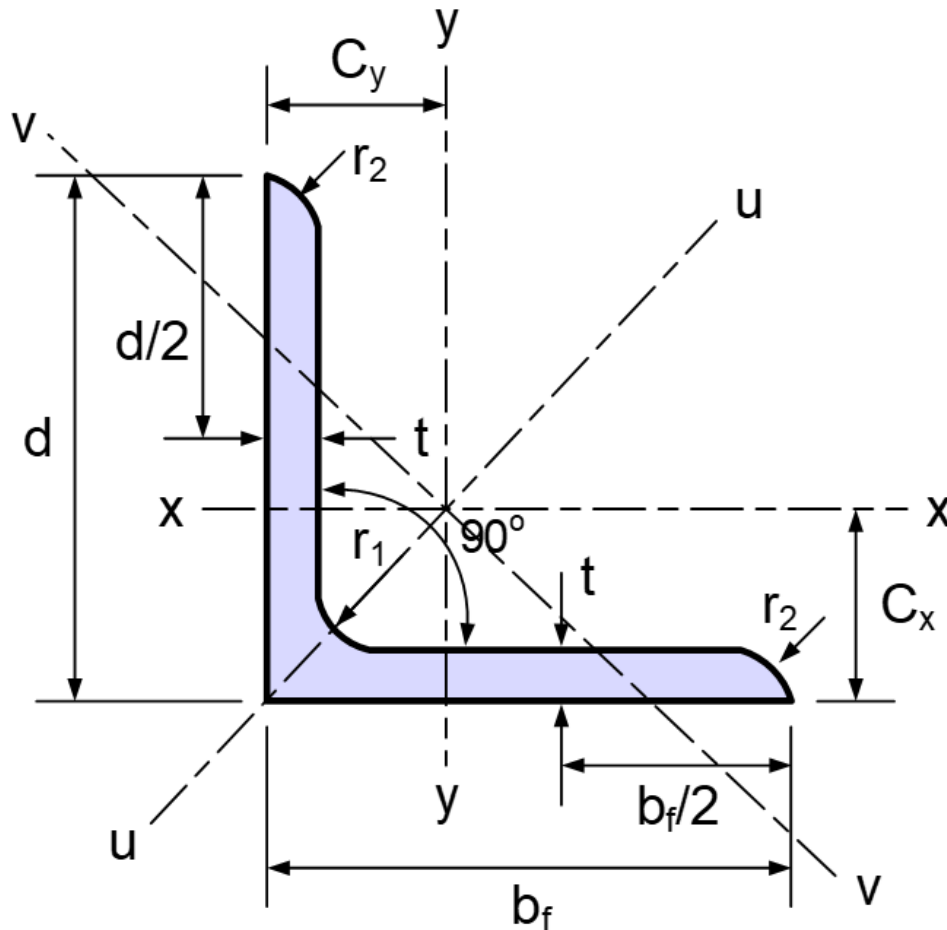
ตารางที่ ก.4

คุณสมบัติของเหล็กรูปรางน้ำ



ขนาด	น้ำหนัก	ความยาว		ความหนา		พื้นที่	ระยะ	โมเมนต์		รัศมี		โมดูลัส	
		d	b_f	t_w	t_f	หน้าตัด	ศูนย์กลาง	อินเนอร์เซีย	อินเนอร์เซีย	จอร์จชั่น	จอร์จชั่น	หน้าตัด	หน้าตัด
mm×mm	kg/m	mm	mm	mm	mm	A	c_y	I_x	I_y	r_x	r_y	S_x	S_y
75×40	6.92	75	40	5	7	8.82	1.27	75.9	12.4	2.93	1.19	20.2	4.54
100×50	9.36	100	50	5	7.5	11.92	1.55	189	26.9	3.98	1.50	37.8	7.82
125×65	13.4	125	65	6	8	17.11	1.94	425	65.5	4.99	1.96	68.0	14.4
150×75	18.6	150	75	6.5	10	23.71	2.31	864	122	6.04	2.27	115	23.6
150×75	24.0	150	75	9	12.5	30.59	2.31	1050	147	5.86	2.19	140	28.3

Equal Leg Angle Section - L



หน้าตัด : L100x100x12 mm

ขนาด :

ความลึก $d = 100$ mm

ความกว้าง $b_f = 100$ mm

รัศมีมุม $r_1 = 12$ mm

รัศมีมุม $r_2 = 4.8$ mm

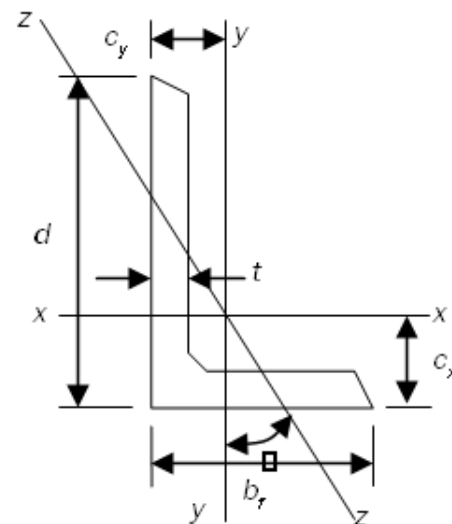
ความหนา :

ความหนา $t = 12$ mm

Equal Leg Angle Section - L

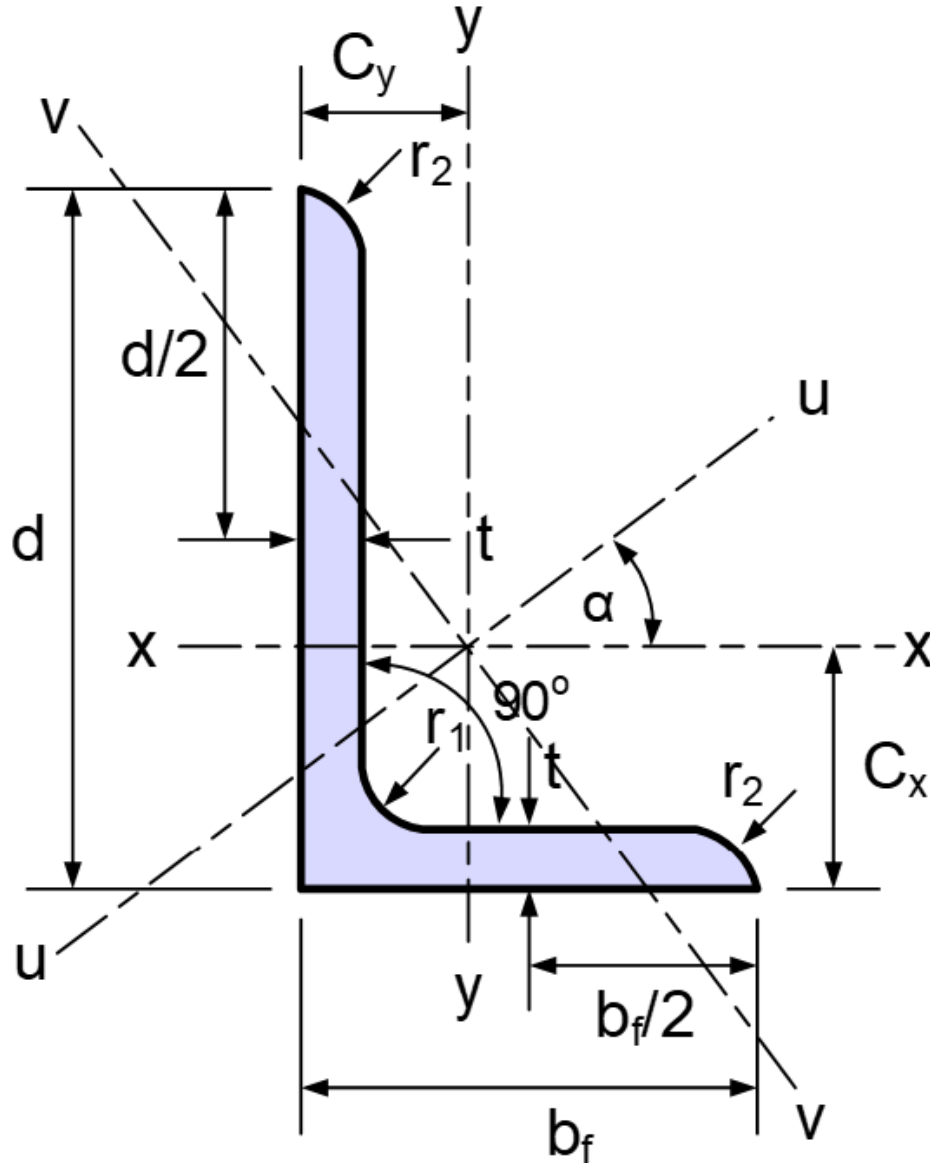
ตารางที่ ก.5

คุณสมบัติของเหล็กฉากขาเท่ากัน



ขนาด	น้ำหนัก	พื้นที่หน้าตัด	ระยะศูนย์กลางว่าง			โมเมนต์อินเนอร์เซีย			รัศมีไจเรชั่น			โมดูลัสหน้าตัด
			$c_x = c_y$	c_u	c_v	$I_x = I_y$	I_u	I_v	$r_x = r_y$	r_u	r_v	
$d \times b_f \times t$		A	cm	cm	cm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm	cm ³
mm	kg/m	cm ²	cm	cm	cm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm	cm ³
40×40×3	1.84	2.35	1.07	2.83	1.52	3.45	5.46	1.44	1.21	1.52	0.78	1.18
40×40×4	2.42	3.08	1.12	2.83	1.58	4.47	7.09	1.85	1.21	1.52	0.78	1.55
50×50×4	3.06	3.89	1.36	3.54	1.92	8.97	14.2	3.72	1.52	1.91	0.98	2.46
50×50×6	4.47	5.69	1.45	3.54	2.04	12.8	20.4	5.33	1.50	1.89	0.97	3.61
50×50×8	5.82	7.41	1.52	3.54	2.16	16.3	25.7	6.87	1.48	1.86	0.96	4.68

Unequal Leg Angle Section - L



หน้าตัด : L150x100x12 mm

ขนาด :

ความลึก $d = 150$ mm

ความกว้าง $b_f = 100$ mm

รัศมีมุม $r_1 = 12$ mm

รัศมีมุม $r_2 = 8.5$ mm

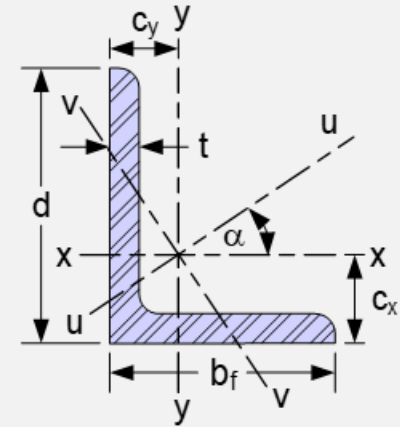
ความหนา :

ความหนา $t = 12$ mm

Unequal Leg Angle Section - L

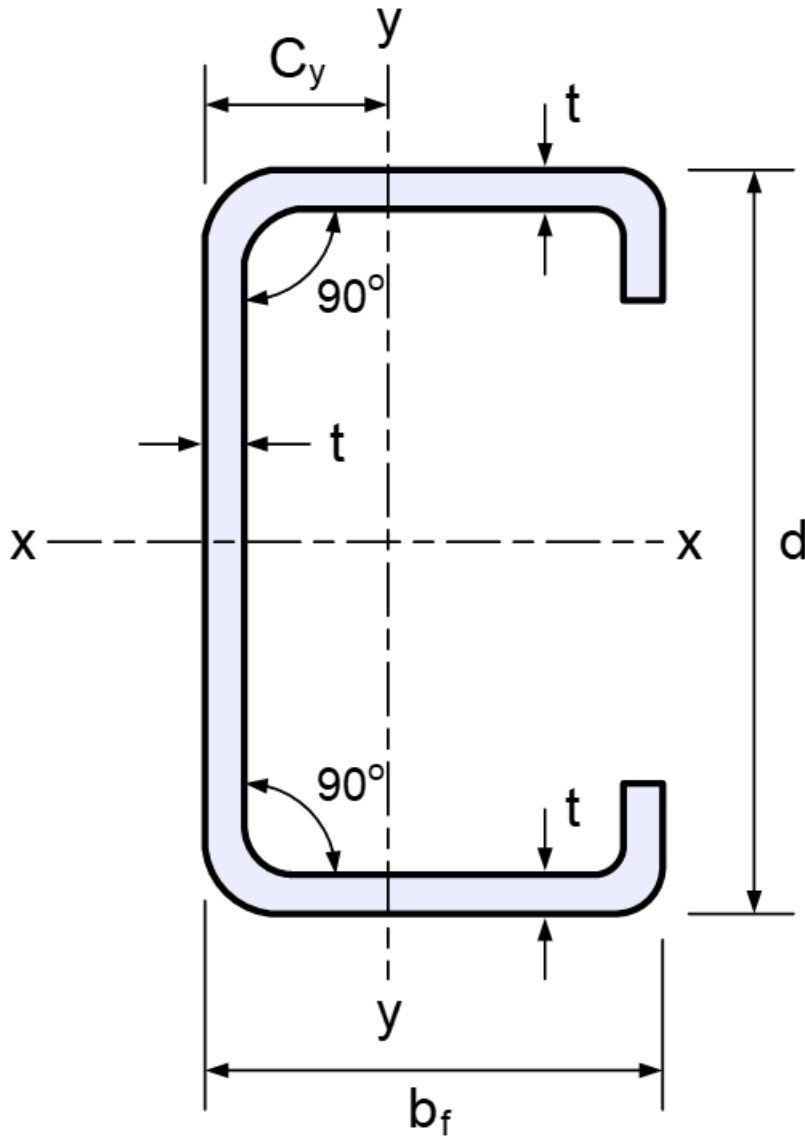
ตารางที่ ก.6 หน้าตัดฉากขาไม่เท่ากัน

คุณสมบัติของเหล็กฉากขาไม่เท่ากัน



ขนาด	น้ำหนัก	พื้นที่ หน้าตัด	ระยะ ศูนย์กลาง		โมเมนต์ อินเนอร์เซีย			
			c_x	c_y	I_x	I_y	$I_u(\max)$	$I_v(\min)$
$d \times b_f \times t$		A	cm	cm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴
mm	kg/m	cm ²	cm	cm	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴	cm ⁴
90×75×6	7.56	9.627	2.64	1.90	76.9	48.6	101	24.2
90×75×9	11.0	14.04	2.75	2.01	109	68.1	143	34.1
90×75×12	14.4	18.36	2.87	2.12	139	86.8	182	44.0
100×75×7	9.32	11.87	3.06	1.84	113	57.0	144	30.7
100×75×10	13.0	16.50	3.18	1.94	159	76.1	194	41.3
100×75×13	16.5	21.06	3.30	2.06	199	94.8	242	52.2

C Section (Cold Formed Steel)



หน้าตัด : C125x50 (mm x mm)

ขนาด :

ความลึก $d = 125$ mm

ความกว้าง $b_f = 50$ mm

ความหนา :

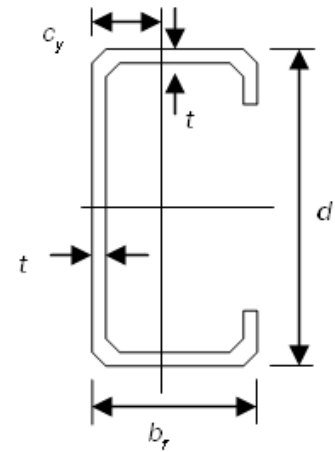
ความหนา $t = 3.2$ mm

C Section (Cold Formed Steel)

ตารางที่ ก.7



คุณสมบัติของเหล็กรูปตัว C ชนิดรีดเย็น

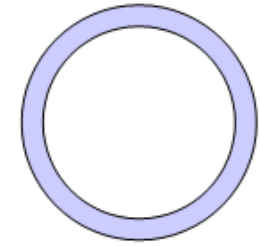


ขนาด	น้ำหนัก	ความหนา	พื้นที่หน้าตัด	ระยะศูนย์กลาง	โมเมนต์อินเนอร์เซีย		รัศมีจายเรชั่น		โมดูลัสหน้าตัด	
		t	A	c_y	I_x	I_y	r_x	r_y	S_x	S_y
$d \times b_f$		mm	cm ²	cm	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³
60 × 30	2.25	2.3	2.872	1.06	15.6	3.32	2.33	1.07	5.20	1.71
75 × 45	3.25	2.3	4.137	1.72	37.1	11.8	3.00	1.69	9.90	4.24
100 × 50	4.06	2.3	5.172	1.86	80.7	19.0	3.95	1.92	16.1	6.06
	5.50	3.2	7.007	1.86	107	24.5	3.90	1.87	21.3	7.81
125 × 50	4.51	2.3	5.747	1.69	137	20.6	4.88	1.89	21.9	6.22
	6.13	3.2	7.807	1.68	181	26.6	4.82	1.85	29.0	8.02
150 × 50	4.96	2.3	6.322	1.55	210	21.9	5.77	1.86	28.0	6.33

Round Tube : ○

ตารางที่ ก.9

คุณสมบัติของท่อเหล็กกล้าคาร์บอน (Carbon Steel Tube)
มาตรฐาน JIS G 3444

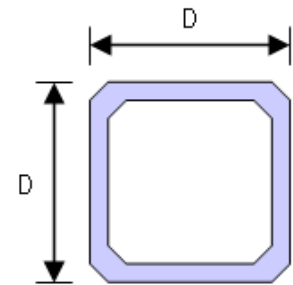


เส้นผ่าศูนย์กลาง ภายนอก	น้ำหนัก	ความหนา	พื้นที่ หน้าตัด	โมเมนต์ อินเนอร์เซีย	รัศมี ใจเรชั่น	โมดูลัส หน้าตัด
ϕ		t	A	I	r	S
inch (mm)	kg/m	mm	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³
3/4 (21.7)	0.972	2.0	1.238	0.607	0.700	0.56
1 (27.2)	1.24	2.0	1.583	1.28	0.890	0.93
	1.41	2.3	1.799	1.41	0.880	1.03
1 3/8 (34.0)	1.80	2.3	2.291	2.89	1.12	1.70
1 3/4 (42.7)	2.29	2.3	2.919	5.97	1.43	2.80
	2.76	2.8	3.510	7.02	1.41	3.29
	3.16	2.8	4.029	10.6	1.62	4.36
2 (48.6)	3.58	3.2	4.564	11.8	1.61	4.86

Square Tube : □

ตารางที่ ก.10

คุณสมบัติของท่อเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส

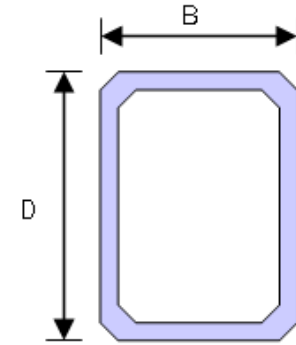


ขนาด	น้ำหนัก	ความหนา	พื้นที่ หน้าตัด	โมเมนต์ อินเนอร์เซีย	รัศมี ไจเรชั่น	โมดูลัส หน้าตัด
D		t	A	$I_x = I_y$	$r_x = r_y$	$S_x = S_y$
<u>mm</u>	<u>kg/m</u>	mm	cm ²	cm ⁴	cm	cm ³
25	1.12	1.6	1.432	1.28	0.34	1.02
38	1.78	1.6	2.264	4.92	1.47	2.59
50	2.38	1.6	3.032	11.71	1.96	4.68
	3.34	2.3	4.252	15.86	1.93	6.34
60	2.88	1.6	3.672	20.68	2.37	6.89
	4.06	2.3	5.172	28.31	2.34	9.44
75	5.14	2.3	6.552	57.10	2.95	15.23
	7.01	3.2	8.927	75.53	2.91	20.14

Rectangular Tube : □

ตารางที่ ก.11

คุณสมบัติของท่อเหล็กสี่เหลี่ยมผืนผ้า



ขนาด	น้ำหนัก	ความหนา	พื้นที่ หน้าตัด	โมเมนต์ อินเนอร์เซีย		รัศมี ไจเรชั่น		โมดูลัส หน้าตัด	
				I_x	I_y	r_x	r_y	S_x	S_y
$D \times B$		t	A	I_x	I_y	r_x	r_y	S_x	S_y
<u>mm</u> × <u>mm</u>	<u>kg/m</u>	mm	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³
50 × 25	1.75	1.6	2.232	7.02	2.37	1.77	1.03	2.81	0.95
	2.44	2.3	3.102	9.31	3.10	1.73	1.00	3.72	1.24
60 × 30	2.13	1.6	2.712	12.49	4.25	2.15	1.25	4.16	1.42
	2.98	2.3	3.792	16.82	5.65	2.11	1.22	5.61	1.88
75 × 45	4.06	2.3	5.172	38.86	17.61	2.74	1.84	10.36	4.69
	5.50	3.2	7.007	50.77	22.81	2.69	1.80	13.54	6.08
90 × 45	4.60	2.3	5.862	60.98	20.75	3.23	1.88	13.55	4.61

End of Lecture