

# STEEL DESIGN

## Allowable Stress Design (ASD) Method

### Lecture 1 Introduction

- Learning Outcomes
- Conduct of Course
- Grading Policy
- Rules & Regulations
- Steel Applications

Asst.Dr.Mongkol JIRAVACHARADET

SURANAREE

INSTITUTE OF ENGINEERING

UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING

## Learning Outcomes

Upon completion of the course, student will be able to :

1. Understand behavior of structure under various loading conditions.
2. Perform appropriate structural analysis based on the loads designed for the structure.
3. Apply design code to ensure safety and serviceability of structural steel elements.
4. Design structural members under tension, compression, bending and shear.
5. Design bolted and welded connections between structural members.

# Conduct of Course

**Assignments** 20 %

**Midterm Exam** 35 %

**Final Exam** 45 %

# Grading Policy

Final Score	Grade
100 - 80	A
79 - 75	B+
74 - 70	B
69 - 65	C+
64 - 60	C
59 - 55	D+
54 - 50	D
49 - 0	F



# Rules & Regulations

1. Attendance check in Google Classroom: Student who miss more than 20% = 5 times will be deleted from class.
2. Study in peace: No talking, Too much annoying will be asked to leave the class.
3. Submit assignment in time : late submission will be minus 1 point/day.



## การส่งงานใน Google Classroom

1. ส่งไฟล์ PDF เพียงไฟล์เดียวเท่านั้น ถ้าเขียนบนกระดาษให้ใช้แอป Microsoft Office Lens ในการถ่ายและแปลงเป็น PDF



2. ตั้งชื่อไฟล์ที่ส่งคือรหัสนักศึกษาตามด้วย \_ และหมายเลขงาน เช่น

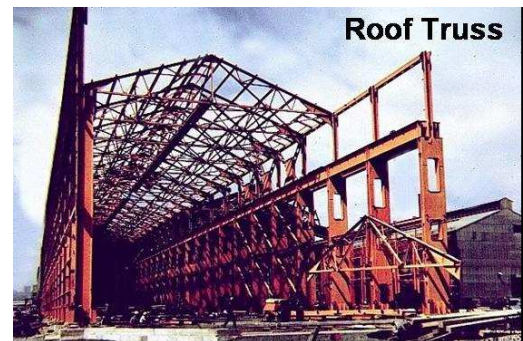
**BXX12345\_A03.PDF**

3. ในกอดส่งงานสองครั้งคือใน Google Form แล้วจะมีอีเมลตอบกลับ (Receipt) ให้เก็บไว้เป็นหลักฐานว่าได้ส่งแล้ว



# Steel Applications

STEEL is one of most widely used materials for structures



Lingan Island Powerplant, Skeleton Frame



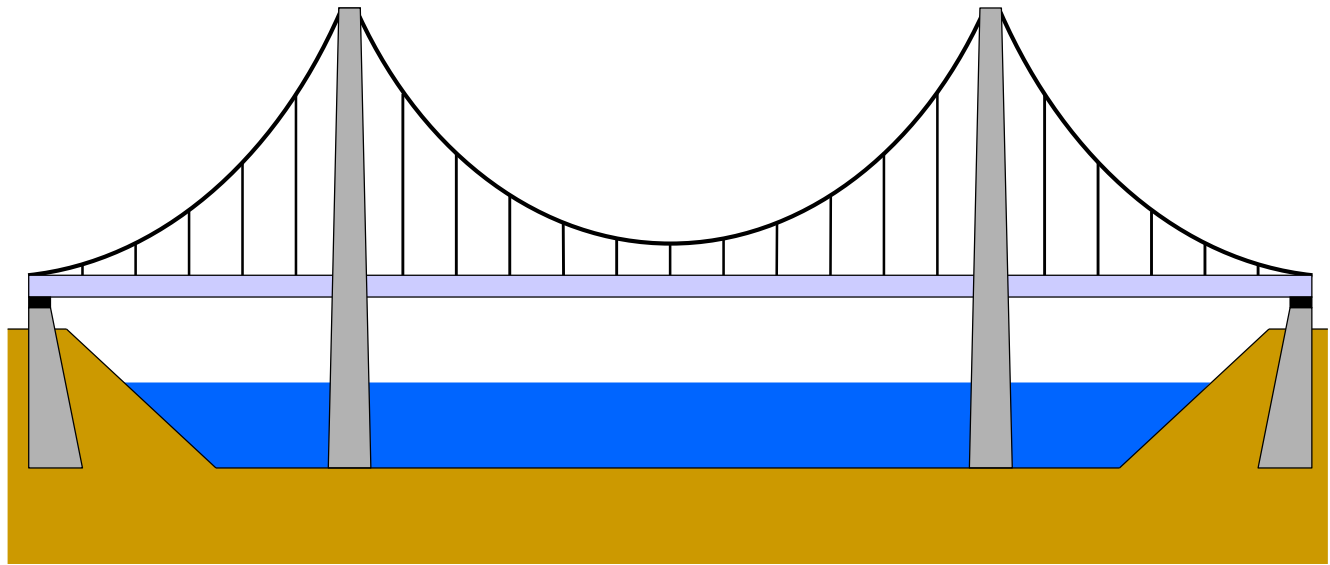
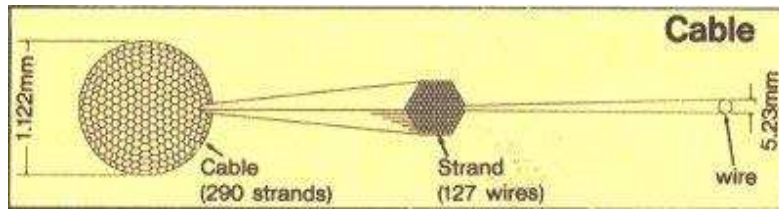
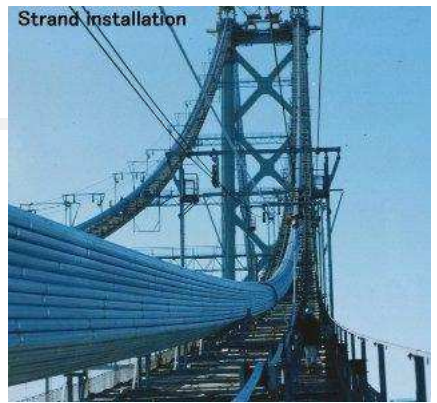


Nashville Convention Centre, tower overview



Pan Pacific Hotel and Convention Centre, Vancouver, main tower

# Suspension structural system



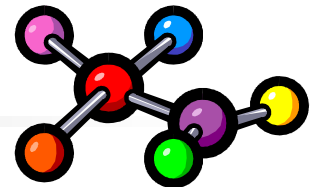
RAMA IX Bridge, Bangkok Thailand





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),

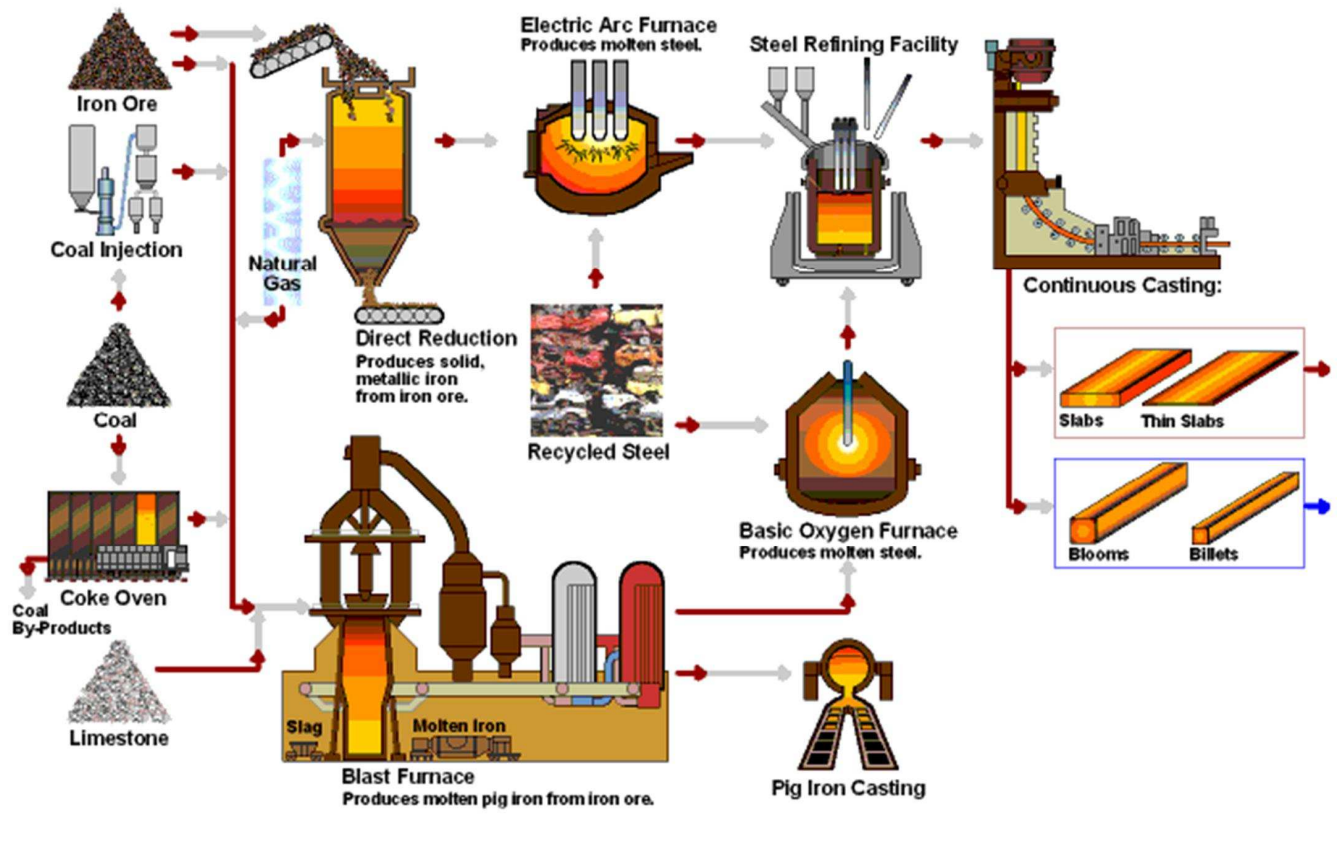
vanadium (V),

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



# Benefits of Structural Steel



Some benefits associated with use of structural steel for owners are:

- Steel allows for reduced frame construction time and the ability to construct in all seasons
  - Steel makes large spans and bay sizes possible, providing more flexibility for owners
  - Steel is easier to modify and reinforce if architectural changes are made to a facility over its life
  - Steel is lightweight and can reduce foundation costs
  - Steel is durable, long-lasting and recyclable
- (AISC 1999)

# Unique Aspects of Steel Construction



Procurement and management of structural steel is similar to other materials, but there are some unique aspects to steel construction:

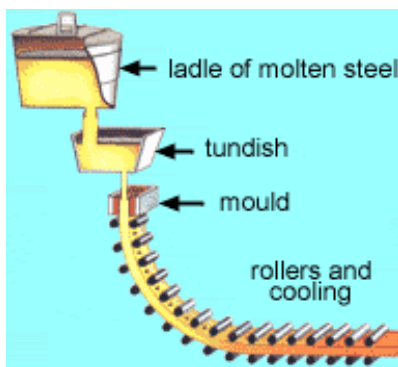
- Steel is fabricated off-site (above left)
- On-site erection is a rapid process (above right)
- This gives use of structural steel some scheduling advantages
- Coordination of all parties is essential for achieving potential advantages

# Disadvantages of Steel

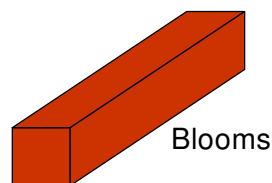
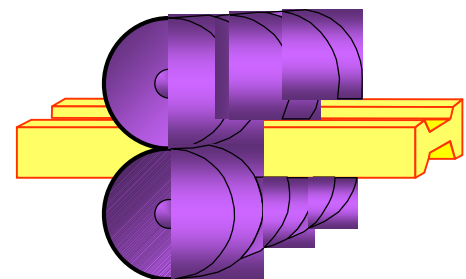
- ✗ Maintenance Cost
- ✗ Requires Fireproofing
- ✗ Slender Members Susceptible to Buckling
- ✗ Fatigue
- ✗ Brittle Fracture at very low temperature

## Steel Casting & Hot Rolling

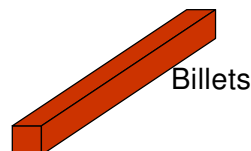
Continuous Caster



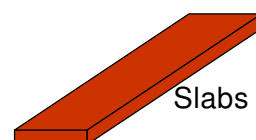
Rolling Mill



Blooms

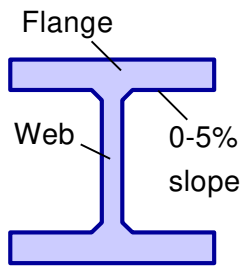


Billets

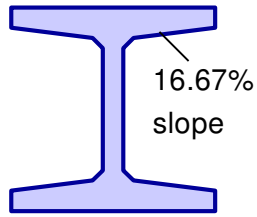


Slabs

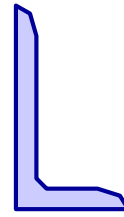
# Hot-Rolled Steel Shape



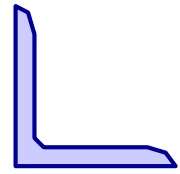
W section



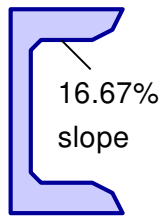
S section



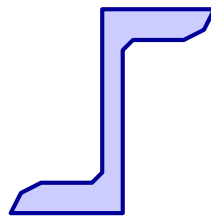
Unequal-leg  
angle



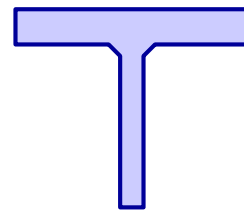
Equal-leg  
angle



Channel



Zee



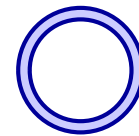
Tee

# Cold-Formed Steel

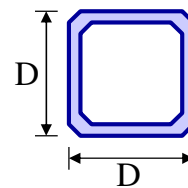
Cold-formed steel shapes are formed at room temperature.



ท่อเหล็กกล้าคาร์บอน



ท่อเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส



Angle



Channel



Stiffened  
channel



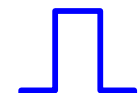
Zee



Stiffened  
Zee



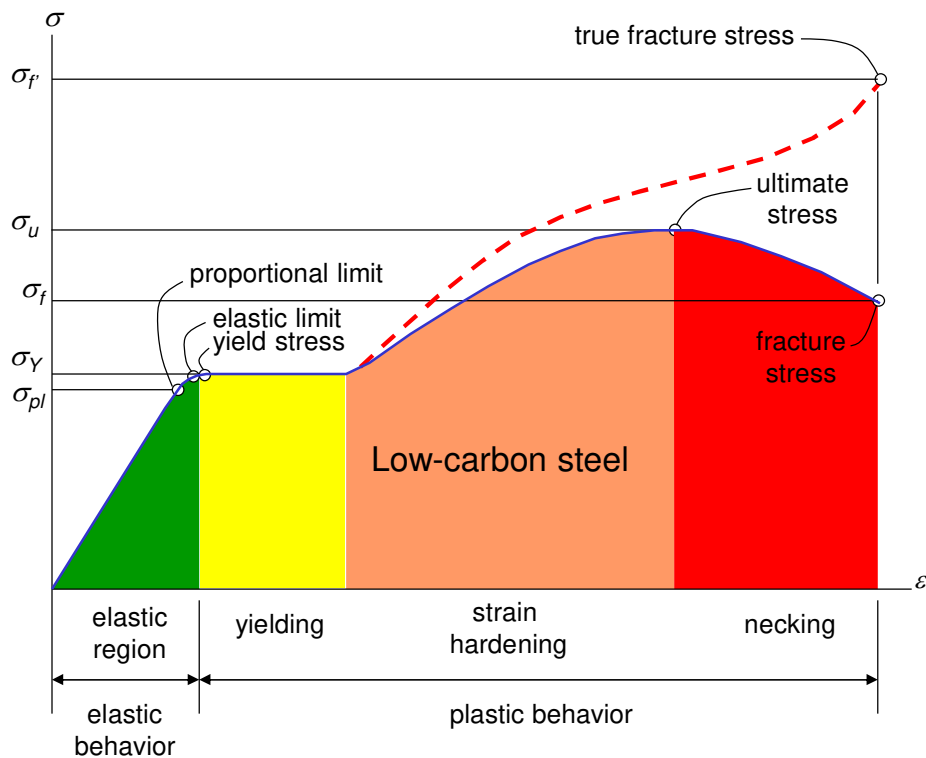
Hat



Stiffened  
Hat



# Stress - Strain Relationships



## Properties of Structural Steels

DESIGNATION	YIELD STRESS (kg/cm <sup>2</sup> )		TENSILE STRENGTH (kg/cm <sup>2</sup> )
	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,  $F_y = 2500 \text{ kg/cm}^2$

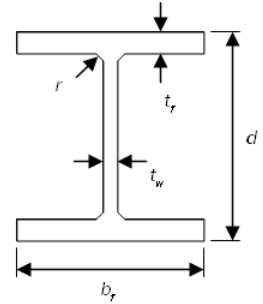
Tensile Strength  $F_u = 4000 \text{ kg/cm}^2$

# Steel Sections : Wide Flange : WF

ตารางที่ ก.1



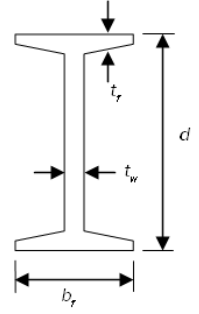
คุณสมบัติของเหล็กรูปตัด W และ H



หน้าตัด	ขนาด			ความหนา		พื้นที่หน้าตัด $A$	โมเมนต์อินเนอร์เซีย		รัศมีไจเรชั่น		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 <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
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

ตารางที่ ก.2

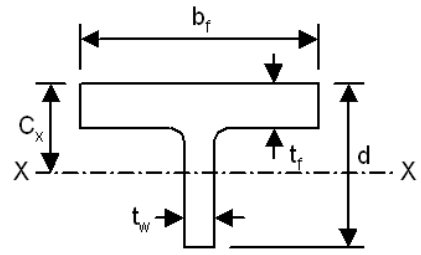
คุณสมบัติของเหล็กรูปตัด S หรือ I



ขนาด	น้ำหนัก	ความยาว		ความหนา		พื้นที่หน้าตัด $A$	โมเมนต์อินเนอร์เซีย		รัศมีไจเรชั่น		โมดูลัสหน้าตัด	
		$d$	$b_f$	$t_w$	$t_f$		$I_x$	$I_y$	$r_x$	$r_y$	$S_x$	$S_y$
mm×mm	kg/m	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
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

ตารางที่ ก.3

คุณสมบัติของเหล็กรูปตัด T  
(ตัดจากหน้าตัด W)

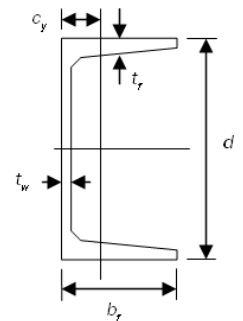


หน้าตัด	ขนาด					พื้นที่	โมเมนต์อินเนอร์เซีย		รัศมีไจเรชั่น		โมดูลัสหน้าตัด		ศูนย์ถ่วง
	$d$	$b_f$	$t_x$	$t_f$	$r$		$I_x$	$I_y$	$r_x$	$r_y$	$S_x$	$S_y$	
mm × kg/m	mm	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>	cm
50 × 8.6	50	100	6	8	10	10.95	16.1	66.9	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 Sections : C

ตารางที่ ก.4

คุณสมบัติของเหล็กรูปร่างน้ำ



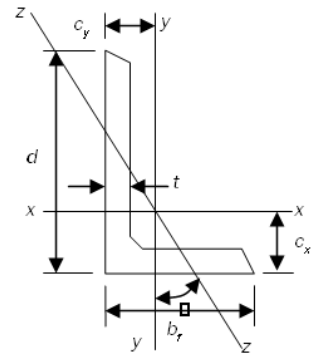
ขนาด	น้ำหนัก	ความยาว		ความหนา		พื้นที่หน้าตัด	ระยะศูนย์ถ่วง	โมเมนต์อินเนอร์เซีย		รัศมีไจเรชั่น		โมดูลัสหน้าตัด	
		$d$	$b_f$	$t_x$	$t_f$			$A$	$C_x$	$I_x$	$I_y$	$r_x$	$r_y$
mm × mm	kg/m	mm	mm	mm	mm	cm <sup>2</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
75 × 40	6.92	75	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



# Angle Sections : L

ตารางที่ ก.5

คุณสมบัติของเหล็กฉากขาเท่ากัน



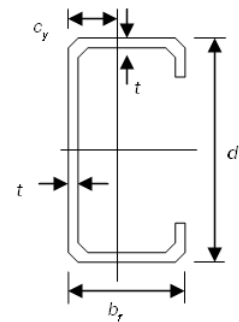
ขนาด $d \times b_f \times t$	น้ำหนัก kg/m	พื้นที่ หน้าตัด $A$	ระยะ ศูนย์กลาง			โมเมนต์ อินเนอร์เซีย			รัศมี ไจเรชั่น			โมดูลัส หน้าตัด $S_x = S_y$
			$c_x = c_y$	$c_x$	$c_y$	$I_x = I_y$	$I_x$	$I_y$	$r_x = r_y$	$r_x$	$r_y$	
mm	kg/m	cm <sup>2</sup>	cm	cm	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm	cm <sup>3</sup>
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

# C Sections : C

ตารางที่ ก.7



คุณสมบัติของเหล็กรูปตัว C ชนิดรีดเย็น



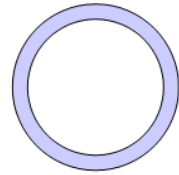
ขนาด $d \times b_f$	น้ำหนัก kg/m	ความหนา $t$	พื้นที่ หน้าตัด $A$	ระยะ ศูนย์กลาง $c_y$	โมเมนต์ อินเนอร์เซีย		รัศมี ไจเรชั่น		โมดูลัส หน้าตัด	
					$I_x$	$I_y$	$r_x$	$r_y$	$S_x$	$S_y$
mm×mm	kg/m	mm	cm <sup>2</sup>	cm	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
60 × 30	2.25	2.3	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

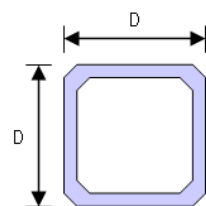


เส้นผ่าศูนย์กลาง ภายนอก	น้ำหนัก	ความหนา	พื้นที่ หน้าตัด	โมเมนต์ อินเนอร์เซีย	รัศมี ใจเรชั่น	โมดูลัส หน้าตัด
$\phi$		$t$	$A$	$I$	$r$	$S$
inch (mm)	kg/m	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>3</sup>
3/4 (21.7)	0.972	2.0	1.238	0.607	0.700	0.56
1 (27.2)	1.24	2.0	1.583	1.28	0.890	0.93
	1.41	2.3	1.799	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
2 (48.6)	3.16	2.8	4.029	10.6	1.62	4.36
	3.58	3.2	4.564	11.8	1.61	4.86

## Square Tube : □

ตารางที่ ก.10

### คุณสมบัติของท่อเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัส

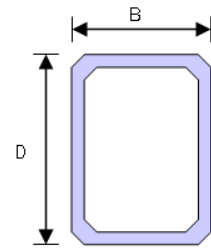


ขนาด	น้ำหนัก	ความหนา	พื้นที่ หน้าตัด	โมเมนต์ อินเนอร์เซีย	รัศมี ใจเรชั่น	โมดูลัส หน้าตัด
$D$		$t$	$A$	$I_x = I_y$	$r_x = r_y$	$S_x = S_y$
mm	kg/m	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm <sup>3</sup>
25	1.12	1.6	1.432	1.28	0.34	1.02
38	1.78	1.6	2.264	4.92	1.47	2.59
	2.38	1.6	3.032	11.71	1.96	4.68
50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

# Rectangular Tube : □

ตารางที่ ก.11

คุณสมบัติของท่อเหล็กสี่เหลี่ยมผืนผ้า



ขนาด $D \times B$	น้ำหนัก kg/m	ความหนา $t$	พื้นที่ หน้าตัด $A$	โมเมนต์ อินเนอร์เซีย		รัศมี จายเรชั่น		โมดูลัส หน้าตัด	
				$I_x$	$I_y$	$r_x$	$r_y$	$S_x$	$S_y$
mm×mm	kg/m	mm	cm <sup>2</sup>	cm <sup>4</sup>	cm <sup>4</sup>	cm	cm	cm <sup>3</sup>	cm <sup>3</sup>
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