

第三章 弾性及強度論

第一節 材料の強度

1. 總論 長 l 、直徑 d 、斷面積 F の棒鋼の兩端に P なる壓力又は張力を加ふるときは、棒鋼は Δl だけ延伸又は短縮し、直徑に於て δ だけ收縮又は膨脹する。此の時の

$$\sigma = \frac{P}{F} \text{ を抗壓又は抗張強度}$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \text{ を伸縮變形率}$$

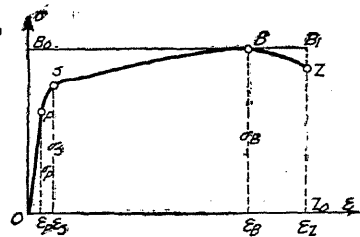
$$\varepsilon_q = \frac{\delta}{d} \text{ を横變形率}$$

と謂ふ。伸縮變形率が横變形率に對する比は多くは 3 と 4 の間に在つて之を m で表はす。其の逆數 $\frac{1}{m}$ を Poisson's ratio と稱する。

材 料	$\frac{1}{m}$
鋼	0.333
鍊 鐵	0.333
鑄 鐵	0.250
眞 鍍	0.333
コンクリート	0.100

應力變形率線圖 (Stress-strain diagram)。


材料は全くフックの法則に従はないか或は一定の限度即直限 (Limit of Proportionality) までフックの法則に従ふものである。



第 28 圖は應力變形率線圖にして、今 ε

軸の上には變形率を、 σ 軸の上には應力を

第 28 圖

取れば、 OP は直線をなし、其の終點 P は直限である。應力強度が σ_P 以下なるときは、若し其の應力を去れば ε_P は全く消失して物體は完全なる舊態に復歸する。 S 點を超ゆれば應力は略 ε 軸に平行となる。即ち應力の變化なくとも棒鋼は變形するから、此 S 點を降伏點 (Yield point) と稱する。之より應力が増加し B 點では其の最大應力 σ_B となり、此の σ_B を破壊強度 (Breaking strength) と呼ぶ。應力が σ_B に達した後は、例へ應力を取り去るも舊體に復することなく、棒鋼には  の如き狹窄部が生じ應力は減少する。最後に應力が σ_z 、變形が ε_z となれば、物體は俄に破壊するに至る。面積 $OPSBZZ_0$ を其の物體のエネルギーと呼び、矩形 $OB_0B_1Z_0$ の近似斷面積は $\varepsilon_z \sigma_B$ に依つて表はすことが出来る。

物體の變形は、弾性變形 (Elastic deformation) と恒久變形 (Permanent set) とに分けるが、前者の場合には荷重を取除けば物體は完全に舊態に復する。其の最大應力を弾性限 (Elastic limit) と稱す。應力が弾性限を超過すれば荷重を除くも物體は完全なる舊態に復しないで恒久變形を生ずることとなる。

σ が直限内にある應力ならば

$$\frac{\varepsilon}{\sigma} = \alpha \text{ を伸縮係數 (Young's modulus 或は Modulus of elongation)}$$

$$\frac{1}{\alpha} = E \text{ を弾性恒數 (Modulus of elasticity)}$$

と謂ひ、従つて

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \sigma \frac{l}{\Delta l} = \frac{Pl}{F \Delta l}$$

$$\text{或は } \Delta l = \sigma \frac{l}{E} = \frac{Pl}{FE}$$

$$\sigma = 1 \text{ なるときは } E = \frac{l}{\Delta l}$$

$$\sigma = 1 \text{ 及 } l = 1 \text{ なるときは } E = \frac{1}{\Delta l} \text{ 或は } \alpha = \frac{1}{E} = \Delta l$$

故に弾性恒數 E は應力が 1 kg/cm^2 なるときは伸縮變形率 ε の逆數で、應力が 1 kg/cm^2 、棒鋼の長 1 cm なるときは伸縮値 Δl の逆數となり、伸縮係數 α は

Δl に等しくなる。

一般に α と E は σ に比例するから直限内では殆んど一定である。

$\varepsilon = \alpha \sigma$ の式で α が常數であれば (鋼又は鍊鐵) ε は σ に比例する。此の關係をフックの法則と謂ふ。

2. 鐵の強度 橋梁に用ふる鐵を、其の炭素含有量、製造方法及硬度に依つて次の通りに分類する。

(1) 鑄鐵 (Cast iron) — 精煉した鼠色の銑鐵 (Pig iron) で 2.3% 以上の炭素を含有し、尙此の外に硅素、マンガン、硫黄及磷を含んでゐる。

(2) 鍛鐵 (Weld iron) — 炭素含有量 0.1~0.5% で可鍛性を有し多少堅硬なるもの。

(3) 錠鐵 (Ingot iron) 或は鋼 (Steel) — 炭素含有量 0.05~0.3% で柔軟にして可鍛性を有し、ベセマー・マルチン及トーマス銑鐵より流動状態で造りたるもの。佛國、英國及米國では之を鋼と稱して、其の強度に應じて次の三種類に分つてゐる。

軟 鋼 (Soft steel) 3 500~4 200 kg/cm^2

中 鋼 (Medium steel) 4 200~5 000 kg/cm^2

硬 鋼 (High steel) 5 000~5 600 kg/cm^2

鍛鐵と錠鐵とを總稱して可鍛鐵 (Malleable iron) と謂ふ。

(4) 錠鋼 (Ingot steel) — 炭素含有量 0.25~1.6% で可鍛性を有し、ベセマー・マルチン及トーマス鋼より流動状態で造りたるもの。

(5) ニッケル鋼 (Nickel steel) — 3.2~4.5% のニッケルを含有し高級の強度及強靱性を有するも、高價なる故橋梁の特殊の部分に限つて使用せらるゝ事が多い。橋梁の大部分に使用せらるゝものは中鋼で、軟鋼は鋳及調整釘 (Adjustable rod) に用ひられ、硬鋼はピン及ローラーに使用さるゝことあるも稀である。以前眼釘 (Eye bar) に之を使用せしことあるも、今日では寧ろニッケル鋼が之に代用さる

るに至つた。

3. 構造用鋼 橋梁、建築等に用ひらるゝ軟鋼は軋延鋼材にして、日本標準規格に依れば其の引張試験の成績は第4表の如し。

第 4 表

種 類	抗張力 kg/cm ²	標準抗張力 試験片	伸 %
鋼 鉄、形 鋼 及 平 鋼	39~47	第 一 號	厚9mm以上 21以上 厚9mm未満 17以上
棒 鋼	39~47	第 二 號 第 三 號	21 以上 25 以上
鉄筋コンクリート用棒鋼	39~52	第 二 號 第 三 號	21 以上 25 以上
鋸 材	34~41	第 二 號 第 三 號	27 以上 34 以上

幅径又は對邊距離 35 mm 以上の屈曲試験片を常温に於て厚の 1.5 倍の内側半徑を以て 180° 屈曲し龜裂を生ぜず、又同様な試験片を濃紅色 (約 650°) に熱し 28° の水中に急冷したる後、上述の如き屈曲試験を行ひ龜裂を生ぜず。鋸材は特に兩端が密着するまで屈曲して試験する。

米國では橋梁用材として第5表の如き酸性又は鹽基性マルチン鋼(軟鋼及中鋼)を使用してゐる。

第 5 表

種 類	建 築 鋼 (Structural steel)	鋸 鋼 (Rivet steel)	鋼 鑄 物 (Steel casting)
磷 {	鹽基性製鋼法(最大)	0.04 %	0.05 %
	酸性製鋼法(最大)	0.06 %	0.08 %
硫 黃 (最大)	0.05 %	0.05 %	0.05 %
破壊強度 (z/kg/cm ²) (平均)	4 200	3 500	4 600
203mmの供試材の伸張度(最小)%	$\frac{105\ 000}{z}$	$\frac{105\ 000}{z}$	—
51mmの供試材の伸張度(最小)%	22	—	18
裂疵を生ぜざる屈曲 (常温)	180°	180°	90° (d=3t)
降 伏 點	2 200~2 400 kg/cm ² 以上		

各種鐵材の性質は第6表の如し。

第 6 表

鐵の種類	弾性恒數 $E = \frac{1}{\alpha}$ kg/cm ²	直 限 σ_P kg/cm ²	降伏點 σ_S kg/cm ²	抗 張 強 kg/cm ²
鍛 鐵	2 000 000	1 600~1 800	1 800~2 800	3 300~3 600 供試體の長方向(1) 2 400~3 000 之に直角の方向(2)
鑄鐵(鋼)	2 150 000	2 000	2 400~2 800	3 700~4 500 (1) 3 600~4 500 (2)
鑄 鋼	2 200 000	2 500~4 200	3 000以上	4 500~6 000
鑄 鐵	750 000~1 000 000	—	—	1 200~2 400
ニツケル鋼	2 100 000	3 000~3 400	3 600~5 000	5 600~7 000

普通に鋼と稱するのは可鍛鐵の内て硬いものを云ふのであるが、其の硬度は炭素含有量と密接の關係を有する。米國カーネギー製鋼會社の仕様では第7表の如き炭素を含んでゐる。

第 7 表

	強度(kg/cm ²)	炭素含有量(%)
軟 鋼	3 500~4 200	0.25~0.35
中 鋼	4 200~5 000	0.36~0.40
硬 鋼	5 000~6 000	0.40~0.50

マンガン含有量は軟鋼に於て 0.5 %、硬鋼に於て 0.7 %とする。

鋼の内て炭素鋼 (Carbon steel) と稱して古くより用ひられてゐるものがあるが、米國に於けるシーメンスマルチン製鋼法に依れるものは次の性質を有する。

	強度(kg/cm ²)	伸張度(%)
軟 鋼	3 650~4 360	25
中 鋼	4 218~4 920	22

1915~1917 年に架設された New York の Hell Gate 橋 (鐵道橋、徑間 300 m 拱) に使用せし、マルチン製鋼法に依る鑄鋼の性質は第8表の如し。

獨逸 Rendsburg の Kaiser Wilhelm-Kanal 橋ではシーメンスマルチン鋼 (鑄

第 8 表

種 類	硬 鋼	中 鋼	軟 鋼	鑄 鋼	
炭 素 %	0.27~0.34	0.23~0.28			
マンガン %	0.52~0.64	0.36~0.61			
磷 { 鹽 基 性 (最大)% 酸 性	0.04	0.04	0.04	0.05	
	0.06	0.06	0.04	0.08	
硫 黄 (最大)%	0.05	0.05	0.04	0.05	
破壊強度 kg/cm^2	最大	5340	4920	4080	—
	平均	4900	4640	—	—
	最小	4640	4360	350	4570
降 伏 點 kg/cm^2	2670	2460	1970	2320	
破 壊 伸 張 度 (最小) %	20m 長		28	5m長	
	16	22		20	

鋼) を使用せしが、其の強度は $4400 \sim 5100 kg/cm^2$ 、最小降伏點 $3000 kg/cm^2$ 、最小破壊伸張度 20 %で、其の許容強度は普通の鋼より 20 % 高く採つた。

近來は高級鋼即ち合金鋼(Alloy steel)を用ふること少くないが、其の性質を比較すれば第 9 表の如し。

第 9 表

鐵 の 種 類	降 伏 點 kg/cm^2	強 度 kg/cm^2	破 壊 伸 張 度 %
鋼	2580	3940	29.0
炭 素 鋼 0.2% C	2830	4660	24.9
特 殊 鋼	3210	5670	22.2
ニ ッ ケ ル 鋼 3% Ni	3940	5300	26.5
ク ロ ム ニ ッ ケ ル 鋼 3% (Cr+Ni)	4020	6240	17.0
ニ ッ ケ ル 鋼 5% Ni	4290	5910	18.3
ク ロ ム ニ ッ ケ ル 鋼 4% (Cr+Ni)	5300	6930	15.5

此の外にヴァナヂウム鋼(Vanadium steel)あるも高價なるため特殊の箇所以外

には用ひられない。米國銻鐵會社で橋梁用材として製作せしヴァナヂウム鋼はニツケル鋼の約二倍の強度を示した、其含有量は炭素 0.25 %、ヴァナヂウム 0.17 %、ニツケル 1.45 %、クロム 1.7 %で、破壊抗張強度 $6880 kg/cm^2$ 、降伏點 $5700 kg/cm^2$ に達した。

自動車工業に夙に用ひられたモリブテン鋼 (Molybdenum steel) があるが、クロムニツケル鋼に比し、第 10 表に示すが如く其の性質優秀である。

第 10 表

	降伏點 (kg/cm^2)	強度 (kg/cm^2)	破壊伸張度 (%)
クロムニツケル鋼 炭素 0.33% ニツケル 3.27% マンガン 0.5% クロム 1.0%	8200	9500	19.6
ニツケルクロム モリブテン鋼 炭素 0.27% ニツケル 2.95% マンガン 0.6% クロム 0.86% モリブテン 0.43%	9140	9980	20.5

第二節 材料の種類

橋梁に用ひらるゝ鋼は形の上より区分すれば、鋼板 (Plate)、棒鋼 (Bar)、形鋼 (Shape) 及雜種の四つとなる。

1. 鋼板 之を Sheared plate, Universal mill plate 及 Sketch plate の三種に分つ。

(1) Sheared plate—壓延せる鋼板より所要幅のものを剪斷したもので縁が幾分滑かでない。腹板、隅板及礎板 (Floor plate) 等に用ふるものは之に屬する。

(2) Universal mill plate—軋延の際に兩縁をも同時に軋壓したるもので幅は 1200mm 位までが限度である。鋼板桁及構の蓋板、時としては腹板にも用ひらるゝ。軋延の結果鋼板に反りがついてゐるから厘穿の前に Plate roll にかけて整正する必要がある。

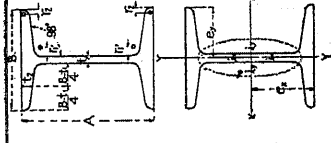
(3) Sketch plate—極く不規則な形状のものを謂ふ。

2. 棒鋼 之には圓棒鋼 (Round bar)、方棒鋼 (Square bar) 及平棒鋼 (Flat bar) の三種がある。

第 11 章

工 形 鋼 (日本標準規格)

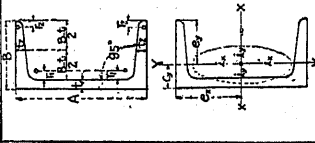
○ 製鉄所指定
● 当所使用



寸法	規定厚	半	徑	重	斷面積	重心距離	斷面二次率	環動半徑	斷面係數
A, B	t ₁	t ₂	W	a	C _x = C _y	I _x	I _y	S _x	S _y
(m.m.)	(m.m.)	(m.m.)	(kg)	(m ²)	(C.m.)	(C.m ²)	(C.m ²)	(C.m)	(C.m ³)
75 75	5	8	11.81	15.15	0	14.58	48.29	31.0	36.68
100 75	5	8	17.28	16.25	0	23.61	54.23	41.2	51.28
150 75	5.5	9.5	20.3	21.823	0	47.0	58.07	51.2	66.36
150 125	6	10	32.42	45.49	0	17.9	299.5	61.5	103.3
180 100	6	10	23.56	30.081	0	16.75	147.6	64.5	73.72
200 100	6	10	30.95	39.85	0	16.75	147.6	64.5	73.72
230 100	6	10	36.68	46.15	0	16.75	147.6	64.5	73.72
250 125	7.5	11.5	33.57	40.33	0	16.75	147.6	64.5	73.72
300 150	8	13	43.34	61.533	0	16.75	147.6	64.5	73.72
350 150	10	15	56.83	51.619	0	16.75	147.6	64.5	73.72
400 150	10	15	67.74	61.533	0	16.75	147.6	64.5	73.72
450 175	10	15	83.31	91.132	0	16.75	147.6	64.5	73.72
500 180	11.5	16	113.4	146.10	0	16.75	147.6	64.5	73.72
600 190	13	18	150.8	185.16	0	16.75	147.6	64.5	73.72
600 190	16	22	176.9	224.53	0	16.75	147.6	64.5	73.72

12

溝 形 鋼 (日本標準規格)

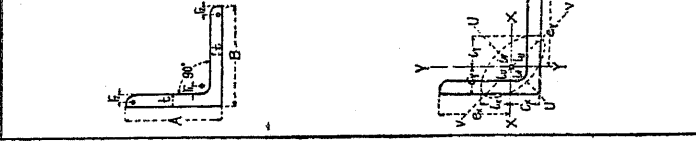


寸法	規定厚	半	徑	重	斷面積	重心距離	斷面二次率	環動半徑	斷面係數
A, B	t ₁	t ₂	W	a	C _x	I _x	I _y	S _x	S _y
(m.m.)	(m.m.)	(m.m.)	(kg)	(m ²)	(C.m.)	(C.m ²)	(C.m ²)	(C.m)	(C.m ³)
100 50	5	7.5	9.35	19.17	0	15.86	12.40	2.83	1.9
150 50	5	7.5	15.77	20.977	0	18.9	26.81	3.88	2.5
150 75	5	7.5	15.77	20.977	0	18.9	26.81	3.88	2.5
180 75	5	7.5	21.34	21.956	0	18.9	26.81	3.88	2.5
180 90	5	7.5	21.34	21.956	0	18.9	26.81	3.88	2.5
200 90	5	7.5	21.34	21.956	0	18.9	26.81	3.88	2.5
200 90	5	7.5	21.34	21.956	0	18.9	26.81	3.88	2.5
230 90	5	7.5	21.34	21.956	0	18.9	26.81	3.88	2.5
250 90	5	7.5	21.34	21.956	0	18.9	26.81	3.88	2.5
280 100	5	7.5	21.34	21.956	0	18.9	26.81	3.88	2.5
300 90	5	7.5	21.34	21.956	0	18.9	26.81	3.88	2.5
300 100	5	7.5	21.34	21.956	0	18.9	26.81	3.88	2.5
380 100	5	7.5	21.34	21.956	0	18.9	26.81	3.88	2.5

第 13 章

等 辺 山 形 鋼 (日本標準規格)

○ 製鉄所指定
● 当所使用



寸法	規定厚	半	徑	重	斷面積	重心距離	斷面二次率	環動半徑	斷面係數
A, B	t	W	a	C _x = C _y	I _x = I _y	I _x = I _y	I _x = I _y	S _x = S _y	
(m.m.)	(m.m.)	(kg)	(m ²)	(C.m.)	(C.m ²)	(C.m ²)	(C.m ²)	(C.m)	
25 25	3	4	0.87	1.11	0.58	0.58	0.62	0.49	
30 30	3	4	1.0	1.25	0.78	0.78	0.87	0.63	
35 35	3	4	1.24	1.71	1.36	1.36	1.52	0.93	
40 40	3	4	1.57	2.15	2.17	2.17	2.40	1.03	
45 45	3	4	1.81	2.61	2.17	2.17	2.40	1.03	
50 50	3	4	2.06	3.07	2.17	2.17	2.40	1.03	
60 60	3	4	2.55	3.75	2.17	2.17	2.40	1.03	
65 65	3	4	2.84	4.21	2.17	2.17	2.40	1.03	
70 70	3	4	3.09	4.67	2.17	2.17	2.40	1.03	
75 75	3	4	3.34	5.13	2.17	2.17	2.40	1.03	
80 80	3	4	3.59	5.59	2.17	2.17	2.40	1.03	
85 85	3	4	3.84	6.05	2.17	2.17	2.40	1.03	
90 90	3	4	4.09	6.51	2.17	2.17	2.40	1.03	
100 100	3	4	4.58	7.44	2.17	2.17	2.40	1.03	
130 130	3	4	6.31	10.04	2.17	2.17	2.40	1.03	
150 150	3	4	8.78	13.56	2.17	2.17	2.40	1.03	
200 200	3	4	16.66	27.67	2.17	2.17	2.40	1.03	

不等辺山形鋼 (日本標準規格)

○ 製鉄所指定
● 当所使用

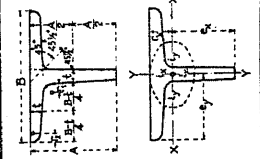
寸法 A × B (m. m.)	高さ h (m. m.)	腹板厚 t (m. m.)	半厚 h/2 (m. m.)	距離 u (K. G.)	断面積 C (C. m.)	断面二次モーメント		慣性半径		断面能率 S _x , S _y (C. m. ²)	断面能率 S _x , S _y (C. m. ²)	断面能率 S _x , S _y (C. m. ²)
						I _x (C. m. ⁴)	I _y (C. m. ⁴)	i _x (C. m.)	i _y (C. m.)			
40 × 20	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
50 × 25	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
60 × 30	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
65 × 35	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
70 × 40	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
75 × 45	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
80 × 50	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
85 × 55	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
90 × 60	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
95 × 65	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
100 × 70	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
105 × 75	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
110 × 80	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
115 × 85	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
120 × 90	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
125 × 95	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
130 × 100	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
135 × 105	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
140 × 110	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
145 × 115	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355
150 × 120	5.0	3.5	2.5	7.4	4.9	0.33	2.54	0.44	0.72	0.50	0.27	0.355



第 15 表

丁形鋼 (日本標準規格)

寸法 B × A (m. m.)	高さ h (m. m.)	腹板厚 t (m. m.)	半厚 h/2 (m. m.)	重量 W (K. G.)	断面積 C (C. m.)	重心距離		断面二次モーメント		慣性半径		断面係数	
						C _x (C. m.)	C _y (C. m.)	I _x (C. m. ⁴)	I _y (C. m. ⁴)	i _x (C. m.)	i _y (C. m.)	S _x (C. m. ²)	S _y (C. m. ²)
40 × 40	6	5	3.5	3.51	447.3	1.19	0	6.19	3.04	1.18	0.92	2.20	1.52
50 × 50	6	6.3	4.4	5.81	741.2	1.50	0	15.91	7.97	1.47	1.04	4.55	3.19
75 × 75	9.5	7.6	5.3	19.52	1341.1	2.18	0	66.74	32.08	2.23	1.55	12.54	8.95
100 × 75	9.5	8.2	5.7	12.40	1500.5	1.91	0	76.64	75.94	2.15	2.19	13.03	15.19
120 × 60	9.5	7.6	5.3	12.77	1627.4	1.32	0	39.82	132.6	1.56	2.85	6.50	23.10
125 × 100	12.5	9.5	6.6	20.92	2665.1	2.63	0	225.4	197.1	2.30	2.72	30.30	31.54
150 × 100	12.5	10.8	7.5	23.41	2933.0	2.40	0	235.2	336.6	2.81	3.57	30.95	45.14



第 16 表

棒鋼 (日本標準規格)

重量及断面積

直径 φ (m. m.)	重量 (kg/m)	断面積 (cm ²)	重量 (kg/m)	断面積 (cm ²)	重量 (kg/m)	断面積 (cm ²)	重量 (kg/m)	断面積 (cm ²)	重量 (kg/m)	断面積 (cm ²)	重量及断面積	
											重量 (kg/m)	断面積 (cm ²)
6	0.22	0.28	6.76	5.30	5.30	4.16	81.00	63.617	63.58	493.3	●	
8	0.36	0.38	7.94	6.87	6.15	4.83	96	70.892	78.59	55.64	●	
10	0.60	0.49	9.00	7.06	7.06	5.84	100.00	76.539	78.50	61.65	●	
12	0.78	0.63	10.92	8.02	8.02	6.31	110	85.903	94.98	74.60	●	
14	1.00	0.74	12.96	9.07	9.07	7.12	120.00	95.033	113.04	88.78	●	
16	1.24	0.88	15.04	10.17	10.17	7.98	130.00	103.683	127.18	104.19	●	
18	1.50	1.04	17.24	11.33	11.33	8.86	140.00	111.953	143.58	123.66	●	
20	1.78	1.20	19.56	12.55	12.55	9.86	150.00	119.953	153.96	143.72	●	
22	2.06	1.38	22.00	13.81	13.81	10.91	160.00	127.683	165.150	172.62	●	
24	2.34	1.56	24.48	15.11	15.11	12.01	170.00	135.153	176.774	181.73	●	
26	2.62	1.74	27.00	16.46	16.46	13.16	180.00	142.363	187.662	192.17	●	
28	2.90	1.92	29.64	17.86	17.86	14.36	190.00	149.313	198.390	202.94	●	
30	3.18	2.10	32.40	19.31	19.31	15.61	200.00	156.003	208.980	213.13	●	
32	3.46	2.28	35.28	20.81	20.81	16.91	210.00	162.533	219.438	222.96	●	
34	3.74	2.46	38.28	22.36	22.36	18.26	220.00	168.813	229.764	232.44	●	
36	4.02	2.64	41.36	23.96	23.96	19.66	230.00	174.943	239.964	241.68	●	
38	4.30	2.82	44.52	25.61	25.61	21.11	240.00	180.913	249.936	250.68	●	
40	4.58	3.00	47.76	27.31	27.31	22.61	250.00	186.733	259.774	259.44	●	
42	4.86	3.18	51.08	29.06	29.06	24.16	260.00	192.403	269.478	267.84	●	
44	5.14	3.36	54.48	30.86	30.86	25.76	270.00	197.923	279.048	275.98	●	
46	5.42	3.54	57.96	32.71	32.71	27.41	280.00	203.293	288.486	283.78	●	
48	5.70	3.72	61.52	34.61	34.61	29.11	290.00	208.513	297.792	291.24	●	
50	5.98	3.90	65.16	36.56	36.56	30.86	300.00	213.583	306.966	298.36	●	

● 八製鉄所指定丸鋼

第 17 表

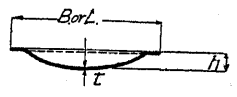
Kind and Size (m) L (ft)	Kind and Size (m) L (ft)
I Beams:-	
24 to 12 75	8 x 6 80
10 to 5 70	7 x 3 1/2 to 7 80
4 and 3 50	7 x 3 1/2 to 7 85
Channels:-	
15 to 12 75	6 x 4 1/2 and under 90
10 standard 70	6 x 3 1/2 to 6 80
10 special 80	6 x 3 1/2 to 6 85
9 to 5 70	6 x 3 1/2 and under 90
4 and 3 50	5 x 4 90
Tees:-	
5 to 1 50	5 x 3 1/2 to 5 80
Zees:-	
6 and 5 70	5 x 3 and under 90
4 x 3 and under 70	4 x 3 1/2 55
3 70	4 x 3 1/2 60
Angles (Even Legs):-	
8 x 8 120	4 x 3 1/2 70
6 x 6 x 1/2 to 3/4 80	4 x 3 1/2 and under 80
6 x 6 x 1/2 and under 90	4 x 3 1/2 90
5 x 5 85	4 x 3 1/2 85
4 x 4 90	4 x 3 1/2 and under 90
3 x 3 90	3 x 3 1/2 60
3 x 3 75	3 x 3 1/2 65
2 x 2 50	3 x 3 1/2 70
2 x 2 50	3 x 3 1/2 and under 80
1 1/2 to 1 1/4 50	3 x 2 1/2 55
	3 x 2 1/2 60
	3 x 2 1/2 65
	3 x 2 1/2 70
	3 x 2 1/2 80
	3 x 2 1/2 and under 90
	3 x 2 1/2 80
	3 x 2 1/2 80
	3 x 2 1/2 to 1 1/2 x 1 1/2 50

3. 形鋼 I 形鋼、溝形鋼、

等邊山形鋼、不等邊山形鋼、T 形鋼及 Z 形鋼がある。

次に日本標準規格を示さん (第 11 表乃至第 16 表)。

Carnegie Steel 會社の製品の最大長を示せば第 17 表の如し。



4. 雜種

(1) Zores iron—床に用

ひらるゝもので獨逸の標準は第 18 表の如し。

(2) Buckle plate—矩形、正方形及梯形とあつて其の厚は 5~15 mm である。今 Buckle plate の拱矢を h とせば、其の重量算定に用ふる各種の面積は次の如し。

矩形..... $F = LB + 2 \frac{l^2 + b^2}{lb} h^2$

正方形..... $F = L^2 + 4h^2$

梯 形..... $F = \frac{L+L_1}{2} B + \frac{(l+l_1)(l^2+l_1^2+2b^2)}{2ll_1b} h^2$

(3) Corrugated iron—獨逸の標準には拋物線形と圓弧形との二種がある。

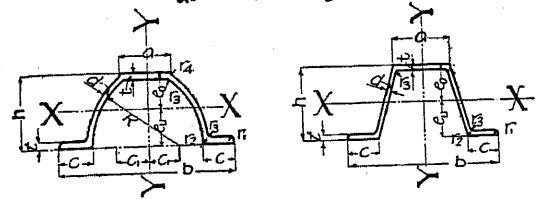
(a) Flat corrugated iron (拋物線形) (第30圖、第20表)

1 m の幅に對する面積は

$$F = 12.5 d \frac{b}{h} \left[\frac{4h}{b} \sqrt{1 + \left(\frac{4h}{b}\right)^2} + \log_e \left\{ \frac{4h}{b} + \sqrt{\left(1 + \frac{4h}{b}\right)^2} \right\} \right] \text{ cm}^2$$

1 m の幅に對する重量は

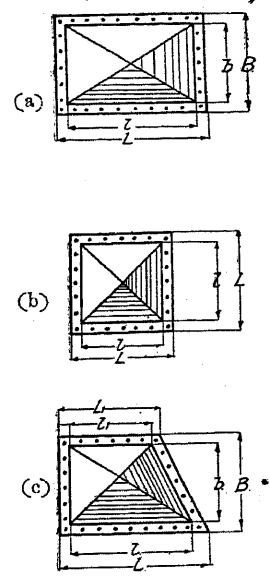
第 18 表



Size	43,110	60,140	75,170	90,200	110,240	130,260	150,300
h	43	60	75	90	110	130	150
b	110	140	170	200	240	260	300
a	30	38	45	52	63	95	10.5
c	15	24	28.5	33	39	50	60
d	3	3.5	4	4.5	5	6	7
t	3.5	6	7	8	9	10	11
g	3	24	28.5	33	39		
R	43	70	85	100	120		
r	1.5	3.5	4	4.5	5	6	7
f	1	3	3.5	4	4.5	5.5	6.5
Y	0.5	6	7	8	9	10	11
Y	2	34	37	4	43		
Area of Sections, cm^2	501	933	1322	179	247	341	44.5
Weight-per meter, kg/m	393	732	104	141	190	267	349
Neutral Axis \times cm	232	296	369	450	547	645	729
\times cm	198	304	381	450	553	659	771
Moment of Inertia \times cm^4	12.4	473	107	207	420	866	1490
and \times cm^4	5.21	15.6	28.1	46.1	75.9	132	194
Section Modulus \times cm^3	55.6	164	347	451	1270	1780	3040
\times cm^3	10.1	23.4	40.8	65.1	106	137	203
$\frac{W_x}{G}$	1.33	2.14	2.70	3.27	4.00	4.95	5.55
$\frac{W_x}{W_y}$	0.52	0.67	0.69	0.71	0.72	0.96	0.95

Size: 50 x 120	60 x 170	120 x 240	
A	6.74 cm^2	10.40 cm^2	25.10 cm^2
G	5.29 $\frac{\text{kg}}{\text{m}}$	8.20 $\frac{\text{kg}}{\text{m}}$	19.70 $\frac{\text{kg}}{\text{m}}$
J_x	23.30 cm^4	55.50 cm^4	541.00 cm^4
W_x	9.21 cm^3	19.00 cm^3	90.00 cm^3
J_y	86.40 cm^4	265.00 cm^4	1110.00 cm^4
W_y	14.40 cm^3	31.20 cm^3	92.20 cm^3

Buckle plate の標準圖

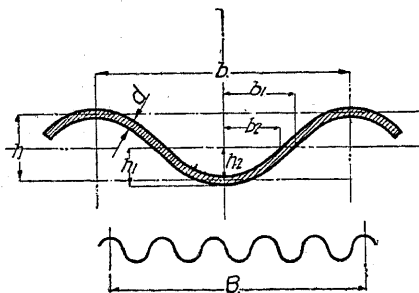


第 29 圖

第 19 表

Buckle plate (矩形及正方形) の寸法及重量 (記號は第 29 圖に依る)

L	B	h	Rand	G
mm	mm	mm	mm	kg
500	500	27	60	19.9
700	700	45	70	39.1
750	750	45	60	44.7
1000	1000	72	60	80.1
1310	1000	104	50	106.4
1100	770	80	55	68.7
1630	1270	130	80	167.9
1098	1098	78	78	96.5
1098	1098	75	40	96.4
1140	1140	85	40	104.3
1265	1265	100	80	128.8
1490	1490	130	78	179.6



第 30 圖
第 20 表

Size mm	b mm	h mm	d mm	B mm	F cm ²	g kg/m ²	W cm ³
60-20-3			3		10.15	8.12	4.267
60-20-4	60	20	4	720	11.84	9.47	4.948
60-20-5			5		13.53	10.82	5.627
60-20-6			6		16.92	13.52	6.957
76-20-3			3		8.72	6.78	4.063
76-20-4			4		10.17	8.13	4.714
76-20-5	76	20	5	760	11.63	9.30	5.357
76-20-6			6		14.54	11.63	6.626
76-20-7			7		17.44	13.95	7.870
100-30-3			3		9.02	7.22	4.325
100-30-4			4		10.51	8.42	4.731
100-30-5	100	30	5	800	12.03	9.62	5.369
100-30-6			6		15.04	12.03	6.884
100-30-7			7		18.05	14.44	8.370
100-40-3			3		10.00	8.00	4.968
100-40-4			4		11.67	9.35	5.543
100-40-5	100	40	5	700	13.34	10.67	6.202
100-40-6			6		16.68	13.34	7.939
100-40-7			7		20.00	16.00	9.727
135-30-3			3		8.62	6.89	4.187
135-30-4			4		10.05	8.04	4.857
135-30-5	135	30	5	810	11.49	9.19	5.521
135-30-6			6		14.36	11.49	7.026
135-30-7			7		17.24	13.78	8.531
150-40-3			3		8.72	6.88	4.290
150-40-4			4		10.18	8.17	4.942
150-40-5	150	40	5	750	11.63	9.30	5.527
150-40-6			6		14.55	11.63	6.855
150-40-7			7		17.45	13.96	8.293
150-60-1			1		13.34	10.67	6.171
150-60-2	150	60	2	600	16.68	13.34	7.925
150-60-3			3		20.00	16.00	9.744
2			2		26.88	21.34	13.786

$g = 0.8 F \text{ kg}$
 1 m の幅に対する慣性率は
 $J = \frac{1280}{21} \frac{1}{b} (b_1 h_1^3 - b_2 h_2^3) \text{ cm}^4$
 1 m の幅に対する抗曲率 (Moment of resistance) は

$W = \frac{2J}{h+d} \text{ cm}^3$

上式中 $h_1 = \frac{1}{2}(h+d)$

$h_2 = \frac{1}{2}(h-d)$

$b_1 = \frac{1}{4}(b+2.6d)$

$b_2 = \frac{1}{4}(b-2.6d)$

(b) Beam corrugated iron (圓弧形)

(第31圖、第21表)

1 m の幅に対する面積は

$F = 100 d \frac{1}{b} \left(\pi \frac{b}{2} + 2H \right) \text{ cm}^2$

式中 $H = h - \frac{1}{2} b$

1 m の幅に対する重量は

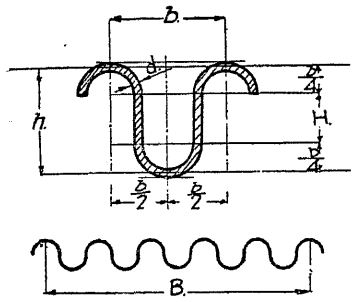
$g = 0.8 F \text{ kg}$

1 m の幅に対する慣性率は

$J = 25 d \frac{1}{b} \left(\frac{\pi}{16} b^3 + b^2 H + \frac{\pi}{2} b H^2 + \frac{2}{3} H^3 \right) \text{ cm}^4$

1 m の幅に対する抗曲率は

$W = \frac{2J}{h+d} \text{ cm}^3$



第 31 圖

第三節 彎折抵抗 (Buckling resistance)

1. Euler の公式

l は抗壓材の長 (cm)

J は抗壓材断面の最小慣性率 (cm⁴)

F は抗壓材の總斷面積 (cm²)

P_k は荷重 (kg)

E は抗壓材の彈性係數 (kg/cm²)

σ_k は抗壓材の壓應力 (kg/cm²)

i は抗壓材断面の最小環動半徑 (cm)

とせば抗壓材を彎折する荷重は次に示す Euler の公式に依つて定まる。

$P_k = \frac{\pi^2 EJ}{l^2} = \frac{\pi^2 EF}{\lambda^2} \dots\dots\dots(1)$

式中 $J = Fi^2$, $\lambda = \frac{l}{i}$ にして、之れを細長比 (Slenderness ratio) と謂ふ。

$\sigma_k = \frac{P}{F} = \pi^2 E \left(\frac{i}{l} \right)^2 \cong \sigma_P$ 或は $\frac{l}{i} \cong \lambda_0 = \pi \sqrt{\frac{E}{\sigma_P}} \dots\dots(2)$

鋼に對して $E = 2150000 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_P = 1900 \text{ kg/cm}^2$ とせば、 $\lambda_0 = 105$ は Euler の公式を使用し得る最大限を示す。若し細長比が 105 より小なるときは Euler の公式は P_k に過大なる値を與ふるから、かゝる場合は他の公式を代用することが必要である。

第 21 表

Size mm	b mm	h mm	d mm	B mm	F cm ²	g kg/m ²	W cm ³
90-70-1	90	70	1	450	21.25	17.00	34.774
90-70-2			2		26.58	21.25	43.315
90-70-3			3		31.88	25.50	51.797
90-70-4			4		42.50	34.00	68.583
100-50-1	100	50	1	600	15.70	12.56	19.266
100-50-2			2		19.62	15.70	23.957
100-50-3			3		23.56	18.84	28.609
100-50-4			4		31.40	25.12	37.778
100-60-1	100	60	1	500	17.70	14.16	25.633
100-60-2			2		22.12	17.70	31.911
100-60-3			3		26.57	21.22	38.137
100-60-4			4		35.40	28.32	50.439
100-80-1	100	80	1	400	27.12	21.68	50.440
100-80-2			2		32.54	26.05	60.342
100-80-3			3		43.40	34.74	79.966
100-100-1	100	100	1		32.11	25.68	72.369
100-100-2			2		38.58	30.84	86.629
100-100-3			3		51.50	41.12	114.939

ν を彎折に對する安全率とせば、許容荷重 P は次の如くなる。

$$P = \frac{P_k}{\nu} \dots\dots\dots(3)$$

第 22 表

材 料	ν	E kg/cm ²	抗 壓 強 kg/cm ²	許容抗壓強 kg/cm ²	最小惰性率 J _{min.} (cm ⁴)
鑄 鐵	6	1 000 000	7 500	600	6P ²
鋼	5	2 100 000	4 400	1 200	2.38P ²
	4				1.90P ²
	3				1.43P ²
木 材 (松)	7	100 000	280	60	70P ²
	10				100P ²

2. Tetmajer の公式

$\frac{l}{i}$ が 105 以上又は以下の場合にも適用出来る公式である。

(1) 鋼 $\sigma_a = 3800 \text{ kg/cm}^2$

$$\left. \begin{aligned} \frac{l}{i} = 10 \sim 105 \dots\dots \sigma_k &= 3100 - 11.4 \frac{l}{i} \text{ kg/cm}^2 \\ \frac{l}{i} > 105 \dots\dots \sigma_k &= 21220000 \left(\frac{i}{l}\right)^2 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots(4)$$

(2) 鋳鋼 $\sigma_a = 6000 \text{ kg/cm}^2$

$$\left. \begin{aligned} \frac{l}{i} = 10 \sim 90 \dots\dots \sigma_k &= 3350 - 6.2 \frac{l}{i} \text{ kg/cm}^2 \\ \frac{l}{i} > 90 \dots\dots \sigma_k &= 2210000 \left(\frac{i}{l}\right)^2 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots(5)$$

(3) 鼠色鑄鐵 $\sigma_a = 8000 \text{ kg/cm}^2$

$$\left. \begin{aligned} \frac{l}{i} = 10 \sim 80 \dots\dots \sigma_k &= 7760 - 120 \frac{l}{i} + 0.53 \left(\frac{l}{i}\right)^2 \text{ kg/cm}^2 \\ \frac{l}{i} > 80 \dots\dots \sigma_k &= 9870000 \left(\frac{i}{l}\right)^2 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots(6)$$

(4) 木材 $\sigma_a = 280 \text{ kg/cm}^2$

$$\left. \begin{aligned} \frac{l}{i} = 10 \sim 100 \dots\dots \sigma_k &= 293 - 1.94 \frac{l}{i} \text{ kg/cm}^2 \\ \frac{l}{i} > 100 \dots\dots \sigma_k &= 3530000 \left(\frac{i}{l}\right)^2 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots(7)$$

3. Karman の公式

シーメンスマルチン鋼 $\sigma_a = 6800 \text{ kg/cm}^2$

$$\left. \begin{aligned} \frac{l}{i} = 10 \sim 91 \dots\dots \sigma_k &= 3840 - 13.6 \frac{l}{i} \text{ kg/cm}^2 \\ \frac{l}{i} > 91 \dots\dots \sigma_k &= 21420000 \left(\frac{i}{l}\right)^2 \text{ kg/cm}^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots(8)$$

抗壓材の斷面積が F なるときは

$$P_k = F\sigma_k$$

となり、安全率を ν とせば、許容荷重 P は次の如し。

$$P = \frac{P_k}{\nu} = F \frac{\sigma_k}{\nu} \dots\dots\dots(9)$$

抗壓材の計算には許容應力として

$$\sigma_{ka} = \frac{\sigma_k}{\nu} \dots\dots\dots(10)$$

を用ふる。

4. 瑞西及獨逸國有鐵道の公式

鋼の許容張(壓)應力を σ_a 、張(壓)應力を σ とせば

$$\nu = \frac{\sigma}{\sigma_a}, \quad \sigma_{ka} = \frac{\sigma_k}{\sigma} \sigma_a = \eta \sigma_a$$

Tetmajer の公式に於て $\sigma = 3800 \text{ kg/cm}^2$ とせば

$$\left. \begin{aligned} \frac{l}{i} < 105 \dots\dots \eta &= 0.816 - 0.003 \frac{l}{i} \\ \frac{l}{i} > 105 \dots\dots \eta &= 5584 \left(\frac{i}{l}\right)^2 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(11)$$

となる。

Ostenfeld の公式は次の如し、

$$\eta = \frac{2800}{3800} \left\{ 1 - \frac{1}{30000} \left(\frac{l}{i}\right)^2 \right\} \dots\dots(12)$$

η の値は第 23 表の如し。

第 23 表

$\frac{l}{i}$	η		$\frac{l}{i}$	$\frac{1}{\eta}$		$\frac{l}{i}$	η		$\frac{l}{i}$	η
	Tetmajer	Ostenfeld		Tetmajer	Ostenfeld		Tetmajer	Ostenfeld		
0		0.737	55	0.651	0.663	105	0.501	0.406	155	0.232
10	0.736	0.734	60	0.636	0.649	110	0.462	0.440	160	0.218
15	0.771	0.731	65	0.621	0.633	115	0.423	0.412	165	0.205
20	0.756	0.727	70	0.606	0.616	120		0.388	170	0.193
25	0.741	0.722	75	0.591	0.599	125		0.357	175	0.182
30	0.726	0.715	80	0.576	0.530	130		0.331	180	0.171
35	0.711	0.707	85	0.561	0.559	135		0.307	185	0.163
40	0.696	0.698	90	0.546	0.538	140		0.285	190	0.155
45	0.681	0.687	95	0.531	0.515	145		0.266	195	0.147
50	0.666	0.676	100	0.516	0.491	150		0.248	200	0.140

瑞西にては次の式を用ふる。

$$\left. \begin{aligned} \frac{l}{i} = 10 \sim 100 \dots \dots \eta = 0.800 - 0.003 \frac{l}{i} \\ \frac{l}{i} > 100 \dots \dots \eta = 5500 \left(\frac{i}{l} \right)^2 \end{aligned} \right\} \dots \dots (18)$$

獨逸では従來 $\lambda \leq 60$ なる時は純壓力に對する許容壓應力を用ひ、 $\lambda \geq 105$ なる時は Euler の公式に於て安全率を 5 と取り、 λ が以上の中間にある時は、 $\lambda = 60$ の時の値と $\lambda = 105$ の時の値を直線で連結して、挿入法に依つて λ の値に相當する許容應力を定むる。

獨逸國有鐵道の規定では

	鋼	鎔鋼
$\frac{l}{i} \leq 60$	$\sigma_k = 2400$	$\sigma_k = 3800$
$\frac{l}{i} = 60 \sim 100$	$\sigma_k = 2817 - 6.95 \frac{l}{i}$	$\sigma_k = 6245 - 40.75 \frac{l}{i}$
$\frac{l}{i} \geq 100$	$\sigma_k = 21220000 \left(\frac{i}{l} \right)^2$	$\sigma_k = 21700000 \left(\frac{i}{l} \right)^2$

安全率は $\lambda \leq 60$	$\nu = 2$
$\lambda \geq 100$	$\nu = 4$

其の中間の λ の値に對しては、獨逸の従來の規定の通り直線式挿入法を用ふる。

第四節 許容應力 (Allowable stress)

許容應力とは、單位應力即ち或る部材の總斷面又は純斷面の一平方糎に付ての恥の數を意味するのである。張力、壓力、剪力、彎曲及支壓力に對し各其の値を定むる。尙ほ同時に作用する合成應力、例へば張力と彎曲、壓力と彎曲、扭力と彎曲に對する許容應力を考ふることもあるが、剪力のみは他の應力と合成しない。

張力と壓力とより生ずる交番應力及彎曲より生ずる逆應力 (Reversing stress) には、特別の許容應力を用ふることもあるも、一般には二つの應力を加へて其の和に對し、或は一つの應力に他の應力の或るパーセントを加へて、其の和に對し各許

容應力を定め、此の兩者より得たる斷面の内大なる方を採用するのが普通である。許容應力の採り方は人に依り異なり死荷重及活荷重に對し各違つた値を用ふるものもあれば、死荷重+活荷重+擊衝に對し同一の値を採用するものもある。更に死荷重+活荷重+擊衝+風荷重を考ふるときは其の許容應力を増加する。荷重の取り方に依つて許容應力を異にするが今日まで發達した理論では未だ曖昧の點が残されてゐるので、一部は理論に依り一部は技術的判斷に依つて一つの規定を作るより外ない。夫には荷重に對しても一定の標準を與へ之に適應する許容應力を與ふる様にして終始一貫せる主義を其の内に包含することを根本の原則とする。以上の如き規定を示方書 (Specification) と謂ひ、橋梁の設計に當つては先づ一つの示方書を選択して、全然之に従つて設計をなす方が最も安全である。

内務省及鐵道省の規定を示せば次の如し。

1. 各部材に生ずる應力は、次に規定する許容應力を超過してはならない。

軸應力

張應力	1200	kg/cm ² (純斷面)	(内) (鐵)
壓應力	1200	kg/cm ² (總斷面)	(内)
抗壓材の壓應力	1500	$\left(1 - 0.0055 \frac{l}{i} \right) \leq 1000$	kg/cm ² (總斷面) (内)
壓應力	$\frac{l}{i} < 40$	1000	kg/cm ²
	$40 \leq \frac{l}{i} < 100$	$1200 - 5 \frac{l}{i}$	kg/cm ²
	$\frac{l}{i} > 100$	$\frac{21000000}{3} \left(\frac{i}{l} \right)^2$	kg/cm ²

l は部材の長 (cm)、 i は使用斷面の最小環動半徑 (cm)

彎曲應力

桁の抗張緣維	1200	kg/cm ² (純斷面)	(内) (鐵)
桁の抗壓緣維	1200	$\left(1 - 0.012 \frac{l}{b} \right) \leq 1100$	kg/cm ² (總斷面) (内)
	$1150 - 15 \frac{l}{b}$	kg/cm ² (總斷面)	(鐵)

但し抗壓突縁にバツクルプレート等を銲結して、其の屈曲に抵抗する場合及突縁溝形なる場合に於ては

$$1150 - 10 \frac{l}{b} \text{ kg/cm}^2 \text{ (總斷面)}$$

l は突縁固定點間の距離 (cm)、 b は突縁の幅 (cm)

ピンの縁維 1800 kg/cm² (内) 1600 kg/cm² (鐵)

鑄鋼 1100 kg/cm² (鐵)

剪應力

ピン 900 kg/cm² (内) (鐵)

工場銲 850 kg/cm² (内) 900 kg/cm² (鐵)

現場銲及仕上ボルト 750 kg/cm² (内) (鐵)

銲 900 kg/cm² (内) 950 kg/cm² (鐵)

支壓力

ピン 1800 kg/cm² (内) (鐵)

工場銲 1700 kg/cm² (内) 1800 kg/cm² (鐵)

現場銲及仕上ボルト 1500 kg/cm² (内) (鐵)

ローラー 45d kg/cm (内) 40d kg/cm (鐵)

d はローラーの直徑 (cm)

鑄鐵又は鑄鋼沓 1800 kg/cm² (鐵)

石及コンクリート 35 kg/cm² (鐵)

鐵筋コンクリート 45 kg/cm² (内)

2. 主要抗壓材に於ては $\frac{l}{i} \cong 120$ (内) $\frac{l}{i} \cong 100$ (鐵)

對風絞構に於ては $\frac{l}{i} \cong 150$ (内) $\frac{l}{i} \cong 120$ (鐵)

主要銲結抗張材に於ては $\frac{l}{i} \cong 200$ (内) (鐵)

3 一部材に於て死活兩荷重より生ずる應力の性質が相反するときは、死荷重應

力の $\frac{2}{3}$ (鐵道省規定7割) を有效として合成應力を算出する。

張應力及壓應力が交番する部材に於ては、各應力に對し所要斷面積を算出し其の大なる方を使用し、此の場合に交番應力が一列車の通過に際して生ずるときは其の小なる應力の5割を各應力に加算する。

軸應力と彎曲應力とを受くる部材の合成縁維應力は、許容軸應力を超過してはいけない。

死活荷重、遠心荷重及溫度の變化より生ずる應力に縦荷重又は横荷重より生ずる應力の内孰れか一つを加算する場合には、其の部材に對する許容應力は本節に規定のものに2割5分を、兩者を同時に加算する場合には4割を増加することが出来る。然し使用の部材斷面は死活荷重、遠心荷重及溫度の變化のみに對し本節1の規定に依り算出したものより小なることは出来ない。