

鋼構造 計算規準에 關한 小考〈1〉

金 德 在

(中央大學校 建築科教授)

1. 序 言

최근 우리나라의 신건축양식은 국가의 近代化의 성장도에 승화되어 모든 건축물은 超高層化하며 산업시설은 대규모화 하고 있음을 實感할 수 있고 필연적으로 그 構造方式에 있어서도 在來의 철근콘크리트構造에서 鐵骨構造로 변천되어 가는 것을 볼 수 있다. 이는 效率的인 構造上의 機能, 工期의 短縮 및 經濟性의 追求 등으로 미루어 볼 때 오히려 타당하다고 보겠다. 원래, 鐵骨構造는 産業革命 이후 鋼材, 시멘트, 유리 등 3대 재료가 공장에서 생산되기 시작, 철근콘크리트 構造와 더불어 新構造法으로 급격히 進步 發達한 것으로 최초의 鐵骨構造物은 1884년 “윌리엄·제니”가 “시카고”에 세운 10層의 가정보침빌딩이다. 또한 1889년 파리 萬國博覽會때 “구스타브 에펠”이 설계한 높이 296m의 「에펠」탑이나 「스펜」 115m, 길이 450m의 三鉸式構造로 된 機械館이 建設된 이후 오늘날까지 80여년 동안에 構造解析의 發展, 高張力鋼의 出現, 電算計算機의 利用等 構造技術이 급격히 성장되어 온 것이다. 그러나 우리나라에서는 이제까지 이에 適應할 수 있는 設計規準이 마련되어 있지 않아 外國의 規準들을 각기 이용하여 오던 중 大韓建築學會의 協力하에 국립건설연구소 발행으로 작년도말에 강구조계산규준을 마련하게 된 것은 늦으나마 기쁘고 다행한 일이라 하겠다. 이에 본인은 이번에 새로 제정된 계산규준과 과거검정적으로 사용하던 舊規準(鋼構造計算規準) 과를 비교 몇가지 개정을 보완된 내용을 회원 여러분에게 알려드림으로써 건물설계시 다소의 도움이 된다면 다행으로 생각하는 바입니다.

2. 구조용 강재의 허용응력도

構造用鋼材의 種類는 高強度構造用壓延 鋼材의 점진적인 개발로 인해 매우 다양화 되고 있는 실정이며 특히 미국에서는 90Ksi 내지 100Ksi의 항복점 강도를 가진 鋼材 (ASTM No. A514)를 生産할뿐 아니라 同一 구조물에서도 強度가 다른 여러 鋼材를 混用하는 混合設計 (Hybrid Steel Design) 도 최근 시행되고 있는 것이다. 따라서 新規準에도 鑄鋼 및 鍛鋼이 包含되었던 普通鋼材를 제외시키고 降伏點이 높은 SB 55 SWS 53 등 새 鋼材를 追加시켰으며 構造用鋼材의 許容應力度는 鋼材의 降伏點과 引張強度의 70%중 적은 값을 基準值 F_y 로 놓고 이 값에 대해 各種 許容應力度를 定하는 것이다. 基準值 F_y 의 값은 表 1과 같다.

表 1 基準值 F_y (t/cm²)

鋼材종류	일 반 구 조 용			용 접 구 조 용			
	SB 41 SPS 41 SBC 41	SB 50	SB 55	SWS 41	SWS 50 SPS 50 SPSR 50	SWS 53	
F _y	두께 38mm이하	2.4	2.8	3.8	2.4	3.3	3.6
	두께 38mm초과	2.2	2.6	—	2.2	3.0	3.4

이제 各許容應力度를 살펴보자.

(1) 許容引張應力度 : f_t

$$f_t = \frac{F_y}{1.5} \text{ (t/cm}^2\text{)} \text{ 但, 1.5는 안전율이다.}$$

(2) 許容剪斷應力度 : f_s

$$f_s = \frac{F_s}{1.5} \text{ (t/cm}^2\text{)} \quad F_s = \frac{F_y}{\sqrt{3}}$$

(3) 許容壓縮應力度

a) 全斷面積에 對한 許容壓縮應力度 : f_c

許容壓縮應力度는 材料自身的 許容壓縮應力度라고는 할 수 없고 座屈(Buckling)의 影響을 考慮한 許容壓縮應力度로써 表示되어야 한다. 旧規準에서는 限界細長比 λ_p 를 대략 100전후로 보고 이를 간략하여 鋼材의 種類에 관계없이 $\lambda_p=100$ 인 一定值로 취급하였으나 新規準에서는 Euler의 $\sigma = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$ 에서 壓縮部材에 生기는 偏心, 처짐(Deflection) 및 殘留應力等 不可避한 결점때문에 $\sigma=0.6 F_y$ 로 보고 限界細長比 $\lambda_p = \sqrt{\frac{\pi^2 E}{0.6 F_y}}$ 로 취급하였다. 故로 限界細長比 λ_p 는 基準值 F_y 의 값에 따라 決定되는 것으로 이를 各鋼材別로 計算하면 다음 表2와 같다.

表2 限界細長比 λ_p 의 값

鋼材종류	일반 구조 용			용접 구조 용		
	SB 41 SPS 41 SBC 41	SB 50	SB 55	SWS 41	SWS 50 SPS 50 SPSR 50	SWS 53
두께 38mm이하	120	111	95	120	102	98
38mm초과	125	115	—	125	107	101

이제 細長比 λ 가 限界細長比 λ_p 보다 클 경우에는 Euler 曲線式, 적을 경우에는 포물선식을 적용하면 許容壓縮應力度 f_c 는

$$\lambda \leq \lambda_p \text{일때 } f_c = \frac{\{1 - 0.4(\frac{\lambda}{\lambda_p})^2\} F_y}{n} \quad (\text{t/cm}^2)$$

$$\lambda > \lambda_p \text{일때 } f_c = \frac{0.277 F_y}{(\frac{\lambda}{\lambda_p})^2} \quad (\text{t/cm}^2) \text{ 이 된다.}$$

이때 安全率은 $n = \frac{3}{2} + \frac{2}{3}(\frac{\lambda}{\lambda_p})^2$ 으로 細長比 λ 가 零일때는 引張 및 剪斷때와 같이 材料自身的 安全率과 同一하게 1.5로 취급하며 이점부터 細長比의 自乘에 比例하여 커지고 限界細長比에 다다를 때 약 2.17이 되며 이후의 彈性範圍에서는 一定值 2.17로 취급한다. 이때의 값 2.17은 旧規準 때와 同一한 값이다.

b) 局部壓縮에 對한 許容壓縮應力度 : f'_c

圧延形鋼 및 溶接 I형 斷面등에서 集中荷重에 依해 웨브플렛트의 끝부분에 生기는 應力에 관한

것으로 이는 全斷面에 對한 壓縮이 아니고 局部壓縮이므로 보통의 경우 큰 許容應力度를 취할 수 있으므로 a)의 규정에 관계없이 다음의 값을 취한다. $f'_c = \frac{F_y}{1.3} (\text{t/cm}^2)$ 但, 1.3은 安全率임.

(4) 許容휨應力度

휨材의 許容應力度는 壓縮材의 경우와 마찬가지로 座屈(橫座屈)의 影響을 고려하여 許容휨應力度를 決定하였다.

a) 橫座屈을 考慮한 許容휨應力度 : f_b

圧延形鋼 혹은 용접 I형강 및 플레이트 가더(plate Girder)와 같은 組立材에서 斷面의 主軸이 對稱軸이고 플렌지(Flange)웨브 幅厚比의 制限을 滿足, 局部座屈이 生기지 않을 경우 斷面의 휨 저항이 가장 큰 強軸에 對해 휨應力을 받았을 때는 다음식중 큰값으로 許容휨應力度를 定한다.

다만 압축측 應력도, 인장측 應력도 모두 f_t 의 값을 초과할 수는 없다.

$$f_b = \{1 - 0.4 \frac{(\frac{l_b}{i})^2}{cm \lambda_p^2}\} f_t \quad (\text{t/cm}^2)$$

$$f_b = \frac{900}{\frac{l_b h}{A_f}} \quad (\text{t/cm}^2)$$

但, l_b : 壓縮플렌지의 支點間距離 (cm)

(橫座屈길이)

i : 압축플렌지와 보춤의 1/6로 된 T형 단면의 웨브軸에 對한 단면 2차반경 (cm)

h : 보의 춤 (cm)

A_f : 압축플렌지의 단면적 (cm²)

λ_p : 한계세장비로 압축때와 동일함.

여기서 cm 은 l_b 인 座屈區間내에서 휨應力이 變化할 때 그 影響을 고려한 修正係數로써 다음식으로 표시된다.

$$cm = 1.75 - 1.05(\frac{M_1}{M_2}) + 0.3(\frac{M_1}{M_2})^2$$

但, $M_1 < M_2$ $C \leq 2.3$

M_1, M_2 : 座屈區間 端部에 作用하는 強軸에 對한 各各의 휨모멘트이며 M_1 / M_2 의 부호는 單曲率일때 正부호(+), 複曲率일때 負부호(-)로 하며 區間내의 휨모멘트가 M_2 보다 클때에는 $cm = 1$ 로 한다.

b) 橫座屈의 影響力이 없을 때의 許容휨應力度 : f_b

① 断面的 主軸이 对稱軸이고 프렌지 웨브 幅厚 比의 制限을 滿足, 局部座屈이 생기지 않을 경우 断面的 휨저항이 가장 적은 弱軸(座屈軸)에 대해 휨應力을 받았을 때나

② 鋼管, 상자형 断面材 및 面內에 휨應力을 받는 가셋트 플레이트(Gasket plate)의 압축축 및 인장축 허용휨응력도는 $f_b = f_t$ (t/cm^2)이다.

c) 其他의 경우의 許容휨應力度: f_b

① C형강 z형강등과 같이 하중면내에 对稱軸이 없는 단면을 휨재로 사용했을 때는 断面的 중심과 剪斷중심이 일치하지 않든가, 主軸과 하중선이 일치하지 않든가 일종의 편심적 요소가 存在하므로 變形에 의한 支點間의 橫座屈을 考慮하여 a)項의 第2式을 적용한다.

② 그러나 C형강을 띠장이나 중도리로 사용하여 벽이나 바닥면에 相對的으로 큰 拘束力이 作用할 때나

③ 弱軸에 처한 z형강이나 强軸 및 弱軸에 대한 앵글(L형강)은 橫座屈에 대해 고려하지 않아도 좋으므로 허용휨응력도 $f_b = f_t$ 로 취급한다.

d) 배아링플레이트등 面外에 휨應力을 받는 경우의 허용휨응력도: f_{b1}

직사각형 단면에 관한 휨應力은 보통의 형강단면의 경우보다 항복점강도에서 全塑性 강도까지의 余力이 크므로 허용응력도를 크게 취할 수 있다. 故로 이때의 허용휨응력도는 $f_{b1} = \frac{F_y}{1.3}$ (t/cm^2)으로

로 f_c' 값과 同一하다.

e) 휨應力을 받는 핀(pin)의 허용휨응력도: f_{b2}
직사각형 단면과 같이 원형단면의 경우에도 항복점 강도에서 全塑性 강도까지의 余力이 커서 허용응력도를 크게 취할 수 있으므로 이때의 허용휨응력도는

$$f_{b2} = \frac{F_y}{1.1} \text{ (} t/cm^2 \text{)} \text{로 한다.}$$

(5) 許容支圧應力度

a) 핀 및 하중점 스티프너(stiffener)의 접촉부, 기타 마무리면 一般에 대한 허용지압응력도: f_{p1}

$$f_{p1} = \frac{F_y}{1.1} \text{ (} t/cm^2 \text{)} \text{ 但, } F_y \text{의 값은 接觸하는 部材의 材質이 다를 때는 작은쪽의 값을 취한다.}$$

여기서 旧規準과 다른 것은 핀접합부에 관한 취급이다. 旧規準에서는 핀접합 板部에 생기는 최대

응력도를 허용압축응력도 이하로 규정하는데 反해 新規準에서는 핀접합을 本質的으로 리벳 및 볼트 接합과 同一하게 취급한 것이다. 이를 數式으로

$$\text{比較하면 旧規準 } f_c \geq \frac{2p}{td} \rightarrow \frac{F_y}{3} \geq \frac{p}{td}$$

$$\text{新規準 } \frac{F_y}{1.1} \geq \frac{p}{td} \text{로 許容値가}$$

대폭으로 增大되었다.

여기서 p: 압축력(t)

t: 핀의 板部두께(cm)

d: 핀의 지름(cm)

b) 미끄럼판 및 롤라(Roller)지지부의 허용지압응력도: f_{p2}

$$f_{p2} = 1.9F_y$$

但, F_y 의 값은 接觸하는 部材의 材質이 다를 때는 작은쪽의 값을 취한다.

c) 리벳 및 볼트이음판의 허용지압응력도: f_l

$$f_l = 1.25F_y \text{ (} t/cm^2 \text{)}$$

여기서 f_l 이란 리벳 및 볼트의 軸 壁面에 의해 이음판이 파손될 場合의 허용응력도를 말하는 것으로 旧規準에서는 許容側圧縮應力度라 하였으나 新規準에서는 許容接觸應力度와 더불어 그 명칭을 없애고 許容支圧應力度로 변경시킨 것이다.

以上에서 기술한 鋼材의 各許容應力度는 長期應力일때의 값으로 短期應力에 대해서는 이를 50% 增加한 1.5倍의 값으로 計算한다. 위에서 말한 基準値 F_y 에 의한 鋼材別 許容應力度를 종합하면 表 3, 表 4, 表 5 및 그림 1~9와 같다.

表 3. 鋼材別 許容應力度 (t/cm^2)

	鋼材種類	一般構造用			溶接構造用		
		두께 SB 41 SPS41 SBC41	SB 50	SB 55	SWS41	SWS 50 SPSR50	SWS53
F_y	38mm이하	2.4	2.8	3.8	2.4	3.3	3.6
	38mm초과	2.2	2.6	-	2.2	3.0	3.4
f_t	38mm이하	1.60	1.87	2.53	1.60	2.20	2.40
	38mm초과	1.47	1.73	-	1.47	2.00	2.27
f_c	38mm이하	0.924	1.08	1.46	0.924	1.27	1.39
	38mm초과	0.847	1.00	-	0.847	1.15	1.31
f_r	38mm이하	1.85	2.15	2.92	1.85	2.45	2.77
f_{b1}	38mm초과	1.69	2.00	-	1.69	2.31	2.62
f_{b2}	38mm이하	2.18	2.55	3.45	2.18	3.00	3.27
f_{p1}	38mm초과	2.00	3.26	-	2.00	2.73	3.09
f_c	38mm이하	3.00	3.50	4.75	3.00	4.13	4.50
	38mm초과	2.75	3.25	-	2.75	3.13	4.25

表 4. 一般構造用 鋼材の 許容壓縮應力度 f_c (t/cm²)

F _y	入	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.2	0	1.47	1.47	1.47	1.47	1.47	1.46	1.46	1.46	1.46	1.46
2.4		1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.59	1.59	1.59
2.6		1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.73	1.72
2.8		1.87	1.87	1.87	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86	1.86
3.8		2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.53	2.52	2.52	2.52	2.51
2.2	10	1.46	1.46	1.46	1.45	1.45	1.45	1.45	1.44	1.44	1.44
2.4		1.59	1.59	1.59	1.58	1.58	1.58	1.58	1.57	1.57	1.57
2.6		1.72	1.72	1.72	1.71	1.71	1.71	1.71	1.70	1.70	1.69
2.8		1.85	1.85	1.85	1.85	1.84	1.84	1.83	1.83	1.83	1.82
3.8		2.51	2.51	2.50	2.49	2.49	2.48	2.47	2.47	2.46	2.45
2.2	20	1.44	1.43	1.43	1.43	1.42	1.42	1.41	1.41	1.41	1.40
2.4		1.56	1.56	1.56	1.55	1.55	1.54	1.54	1.53	1.53	1.52
2.6		1.69	1.69	1.68	1.68	1.67	1.67	1.66	1.65	1.65	1.64
2.8		1.82	1.81	1.81	1.80	1.79	1.79	1.78	1.78	1.77	1.76
3.8		2.44	2.43	2.42	2.41	2.40	2.39	2.38	2.37	2.36	2.34
2.2	30	1.40	1.39	1.39	1.38	1.38	1.37	1.37	1.36	1.36	1.35
2.4		1.52	1.51	1.51	1.50	1.50	1.49	1.48	1.48	1.47	1.46
2.6		1.64	1.63	1.62	1.62	1.61	1.60	1.60	1.59	1.58	1.57
2.8		1.76	1.75	1.74	1.73	1.72	1.72	1.71	1.70	1.69	1.68
3.8		2.33	2.32	2.30	2.29	2.28	2.26	2.25	2.23	2.22	2.20
2.2	40	1.35	1.34	1.33	1.33	1.32	1.32	1.31	1.30	1.30	1.29
2.4		1.46	1.45	1.44	1.44	1.43	1.42	1.41	1.41	1.40	1.39
2.6		1.57	1.56	1.55	1.54	1.53	1.52	1.52	1.51	1.50	1.49
2.8		1.67	1.66	1.65	1.65	1.64	1.63	1.62	1.61	1.59	1.58
3.8		2.18	2.17	2.15	2.13	2.12	2.10	2.08	2.06	2.05	2.03
2.2	50	1.28	1.28	1.27	1.26	1.25	1.25	1.24	1.23	1.22	1.22
2.4		1.38	1.37	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.32	1.31	1.30
2.6		1.48	1.47	1.46	1.45	1.44	1.43	1.42	1.41	1.40	1.39
2.8		1.57	1.56	1.55	1.54	1.53	1.52	1.51	1.50	1.48	1.47
3.8		2.01	1.99	1.97	1.95	1.93	1.91	1.87	1.87	1.85	1.83
2.2	60	1.21	1.20	1.19	1.19	1.18	1.17	1.16	1.15	1.14	1.14
2.4		1.30	1.29	1.28	1.27	1.26	1.25	1.24	1.23	1.22	1.21
2.6		1.38	1.37	1.36	1.35	1.34	1.33	1.31	1.30	1.29	1.28
2.8		1.46	1.45	1.44	1.42	1.41	1.40	1.39	1.37	1.36	1.35
3.8		1.81	1.79	1.77	1.75	1.73	1.71	1.69	1.67	1.65	1.62
2.2	70	1.13	1.12	1.11	1.10	1.09	1.08	1.08	1.07	1.06	1.05
2.4		1.20	1.19	1.18	1.17	1.16	1.15	1.14	1.13	1.12	1.11
2.6		1.27	1.26	1.25	1.24	1.22	1.21	1.20	1.19	1.18	1.16
2.8		1.33	1.32	1.31	1.30	1.28	1.27	1.26	1.24	1.23	1.22
3.8		1.60	1.58	1.56	1.54	1.52	1.50	1.47	1.45	1.43	1.41
2.2	80	1.04	1.03	1.02	1.01	1.00	0.994	0.984	0.975	0.966	0.955
2.4		1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.05	1.03	1.02	1.01	1.00
2.6		1.15	1.14	1.13	1.12	1.10	1.09	1.08	1.07	1.06	1.04
2.8		1.20	1.19	1.18	1.16	1.15	1.13	1.12	1.11	1.09	1.08
3.8		1.39	1.36	1.34	1.32	1.30	1.28	1.26	1.23	1.21	1.19

Fy	人	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2.2		0.947	0.938	0.928	0.919	0.909	0.900	0.890	0.881	0.871	0.861
2.4		0.992	0.981	0.970	0.959	0.948	0.937	0.927	0.916	0.905	0.894
2.6	90	1.03	1.02	1.01	0.994	0.982	0.970	0.957	0.945	0.933	0.920
2.8		1.07	1.05	1.04	1.02	1.01	0.996	0.983	0.969	0.955	0.941
3.8		1.17	1.15	1.12	1.10	1.08	1.06	1.04	1.02	0.996	0.976
2.2		0.852	0.842	0.833	0.823	0.813	0.804	0.794	0.785	0.775	0.765
2.4		0.883	0.872	0.861	0.850	0.839	0.828	0.817	0.806	0.795	0.784
2.6	100	0.908	0.895	0.883	0.871	0.858	0.846	0.834	0.821	0.809	0.797
2.8		0.927	0.941	0.900	0.886	0.872	0.858	0.845	0.831	0.817	0.804
3.8		0.957	0.938	0.920	0.902	0.885	0.868	0.852	0.836	0.820	0.805
2.2		0.756	0.746	0.736	0.727	0.717	0.708	0.698	0.688	0.679	0.669
2.4		0.773	0.762	0.751	0.740	0.729	0.719	0.708	0.697	0.686	0.675
2.6	110	0.784	0.772	0.760	0.748	0.735	0.723	0.711	0.699	0.687	0.676
2.8		0.970	0.776	0.763	0.749	0.736	0.724	0.711	0.699	0.687	0.676
3.8		0.791	0.777	0.763	0.749	0.736	0.724	0.711	0.699	0.687	0.676
2.2		0.660	0.650	0.641	0.631	0.622	0.612	0.603	0.593	0.584	0.575
2.4		0.664	0.654	0.643	0.632	0.622	0.612	0.603	0.593	0.584	0.575
2.6	120	0.664	0.654	0.643	0.632	0.622	0.612	0.603	0.593	0.584	0.575
2.8		0.664	0.654	0.643	0.632	0.622	0.612	0.603	0.593	0.584	0.575
3.8		0.664	0.654	0.643	0.632	0.622	0.612	0.603	0.593	0.584	0.575
各種 鋼材 에 대 해 同 一 한 값	130	0.566	0.558	0.549	0.541	0.533	0.525	0.517	0.510	0.502	0.495
	140	0.488	0.481	0.475	0.468	0.461	0.455	0.449	0.443	0.437	0.431
	150	0.425	0.420	0.414	0.409	0.403	0.398	0.393	0.388	0.383	0.378
	160	0.374	0.369	0.365	0.360	0.356	0.351	0.347	0.343	0.339	0.335
	170	0.331	0.327	0.323	0.320	0.316	0.312	0.309	0.305	0.302	0.299
	180	0.295	0.292	0.289	0.286	0.283	0.280	0.277	0.274	0.271	0.268
	190	0.265	0.262	0.260	0.257	0.254	0.252	0.249	0.247	0.244	0.242
	200	0.239	0.237	0.235	0.232	0.230	0.228	0.225	0.223	0.221	0.219
	210	0.217	0.215	0.213	0.211	0.209	0.207	0.205	0.203	0.201	0.200
	220	0.198	0.196	0.194	0.192	0.191	0.189	0.187	0.186	0.184	0.182
	230	0.181	0.179	0.178	0.176	0.175	0.173	0.172	0.170	0.169	0.168
	240	0.167	0.165	0.163	0.162	0.161	0.159	0.158	0.157	0.156	0.154
250	0.153										

表 5. 溶接構造用 鋼材の 許容壓縮應力度 f_c (t/cm²)

F _y	人	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.0	0	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	1.99	1.99	1.99	1.99
3.3		2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.19	2.19	2.19	2.19
3.4		2.27	2.27	2.27	2.26	2.26	2.26	2.26	2.26	2.25	2.25
3.6		2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.39	2.39	2.39	2.39	2.38
3.0	10	1.99	1.98	1.98	1.98	1.97	1.97	1.96	1.96	1.95	1.95
3.3		2.18	2.18	2.17	2.17	2.17	2.16	2.16	2.15	2.14	2.14
3.4		2.25	2.24	2.24	2.24	2.23	2.22	2.22	2.21	2.21	2.20
3.6		2.38	2.37	2.37	2.36	2.36	2.35	2.35	2.34	2.33	2.33
3.0	20	1.94	1.94	1.93	1.92	1.92	1.91	1.90	1.90	1.89	1.88
3.3		2.13	2.12	2.12	2.11	2.10	2.09	2.08	2.07	2.07	2.06
3.4		2.19	2.19	2.18	2.17	2.16	2.16	2.14	2.13	2.12	2.11
3.6		2.32	2.31	2.30	2.29	2.28	2.27	2.26	2.25	2.24	2.23
3.0	30	1.87	1.86	1.86	1.85	1.84	1.83	1.82	1.81	1.80	1.79
3.3		2.05	2.04	2.03	2.02	2.00	1.99	1.98	1.97	1.96	1.95
3.4		2.10	2.09	2.08	2.07	2.06	2.05	2.04	2.02	2.01	2.00
3.6		2.22	2.21	2.19	2.18	2.17	2.16	2.14	2.13	2.11	2.10
3.0	40	1.78	1.77	1.76	1.75	1.74	1.72	1.71	1.70	1.69	1.68
3.3		1.93	1.92	1.91	1.90	1.88	1.87	1.86	1.84	1.83	1.81
3.4		1.98	1.97	1.96	1.94	1.93	1.92	1.90	1.89	1.87	1.86
3.6		2.09	2.07	2.06	2.04	2.02	2.01	1.99	1.98	1.96	1.94
3.0	50	1.67	1.65	1.64	1.63	1.62	1.60	1.59	1.58	1.56	1.55
3.3		1.80	1.78	1.77	1.75	1.74	1.72	1.71	1.69	1.68	1.66
3.4		1.84	1.83	1.81	1.80	1.78	1.76	1.75	1.73	1.71	1.70
3.6		1.93	1.91	1.89	1.88	1.86	1.84	1.82	1.80	1.79	1.77
3.0	60	1.54	1.52	1.51	1.50	1.48	1.47	1.45	1.44	1.42	1.41
3.3		1.65	1.63	1.61	1.60	1.58	1.56	1.55	1.53	1.51	1.50
3.4		1.68	1.66	1.65	1.63	1.61	1.59	1.58	1.56	1.54	1.52
3.6		1.75	1.73	1.71	1.69	1.67	1.65	1.63	1.62	1.60	1.58
3.0	70	1.40	1.38	1.37	1.35	1.34	1.32	1.31	1.29	1.28	1.26
3.3		1.48	1.46	1.45	1.43	1.41	1.39	1.38	1.36	1.34	1.32
3.4		1.51	1.49	1.47	1.45	1.43	1.42	1.40	1.38	1.36	1.34
3.6		1.56	1.54	1.52	1.50	1.48	1.46	1.44	1.42	1.40	1.38

Fy	人	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
3.0	80	1.25	1.23	1.22	1.20	1.19	1.17	1.16	1.14	1.13	1.11
3.3		1.31	1.29	1.27	1.25	1.24	1.22	1.20	1.18	1.17	1.15
3.4		1.32	1.31	1.29	1.27	1.25	1.23	1.21	1.20	1.18	1.16
3.6		1.36	1.34	1.32	1.30	1.28	1.26	1.24	1.22	1.20	1.18
3.0	90	1.09	1.08	1.06	1.05	1.03	1.02	1.00	0.988	0.972	0.957
3.3		1.13	1.11	1.09	1.08	1.06	1.04	1.02	1.01	0.989	0.972
3.4		1.14	1.12	1.10	1.08	1.07	1.05	1.03	1.01	0.993	0.974
3.6		1.16	1.14	1.12	1.10	1.08	1.06	1.04	1.02	0.996	0.976
3.0	100	0.942	0.926	0.911	0.896	0.881	0.866	0.850	0.835	0.820	0.805
3.3		0.954	0.937	0.919	0.902	0.885	0.868	0.852	0.836	0.820	0.805
3.4		0.956	0.938	0.920	0.902	0.885	0.868	0.852	0.836	0.820	0.805
3.6		0.957	0.938	0.920	0.902	0.885	0.868	0.852	0.836	0.820	0.805
各種鋼材에 대해 同一한 값	110	0.791	0.779	0.763	0.749	0.736	0.724	0.711	0.699	0.687	0.676
	120	0.664	0.654	0.643	0.632	0.622	0.612	0.603	0.593	0.584	0.575
	130	0.566	0.558	0.549	0.541	0.533	0.525	0.517	0.510	0.502	0.495
	140	0.488	0.481	0.475	0.468	0.461	0.455	0.449	0.443	0.437	0.431
	150	0.425	0.420	0.414	0.409	0.403	0.398	0.393	0.388	0.383	0.378
	160	0.374	0.369	0.365	0.360	0.356	0.351	0.347	0.343	0.339	0.335
	170	0.331	0.327	0.323	0.320	0.316	0.312	0.309	0.305	0.302	0.299
	180	0.295	0.292	0.289	0.286	0.283	0.280	0.277	0.274	0.271	0.268
	190	0.265	0.262	0.260	0.257	0.254	0.252	0.249	0.247	0.244	0.242
	200	0.239	0.237	0.235	0.232	0.230	0.228	0.225	0.223	0.221	0.219
	210	0.217	0.215	0.213	0.211	0.209	0.207	0.205	0.203	0.201	0.200
	220	0.198	0.196	0.194	0.192	0.191	0.189	0.187	0.186	0.184	0.182
	230	0.181	0.179	0.178	0.176	0.175	0.173	0.172	0.170	0.169	0.168
240	0.166	0.165	0.163	0.162	0.161	0.159	0.158	0.157	0.156	0.154	
250	0.153										

但, SWS 41은 SB 41과 同一하므로 表 4 를 참조할것.

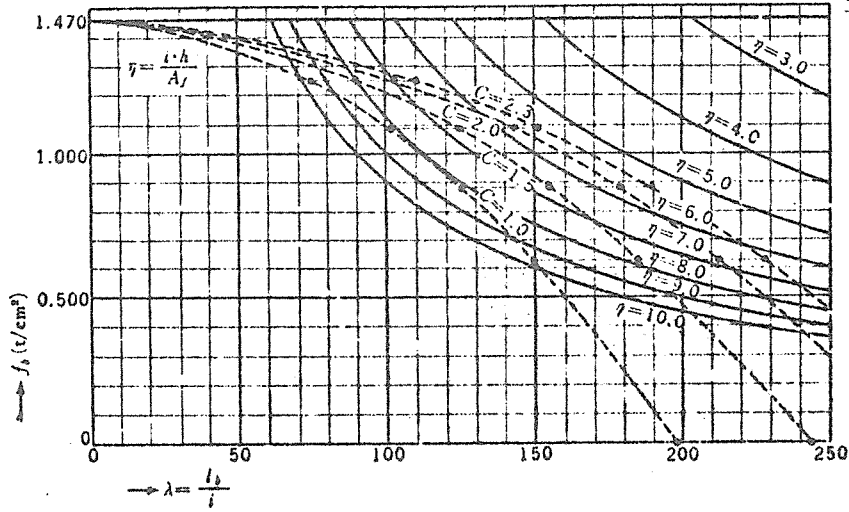


그림 1 $F_y = 2.2 t/cm^2$ 鋼材의
허용휨 응력도 f_b (t/cm^2)

그림 2. $F_y = 2.4 t/cm^2$ 鋼材의
허용휨 응력도 f_b (t/cm^2)

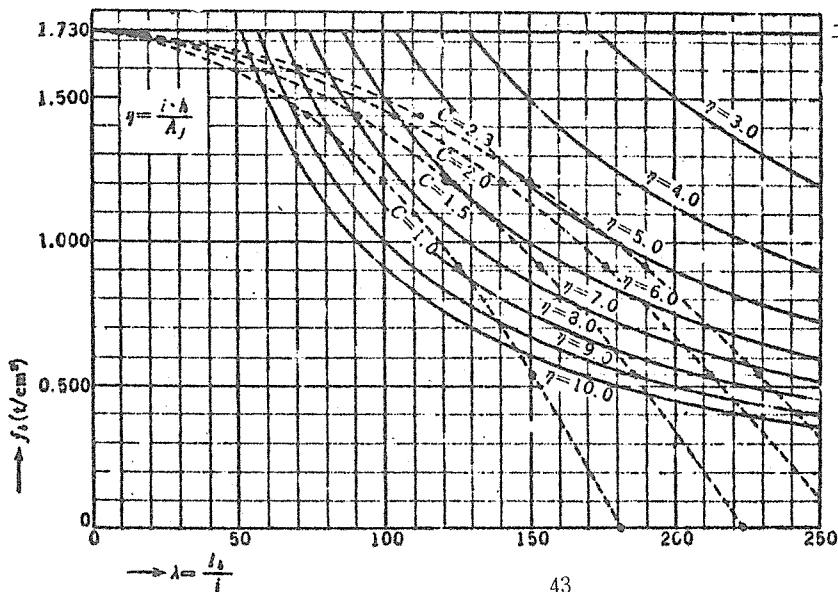
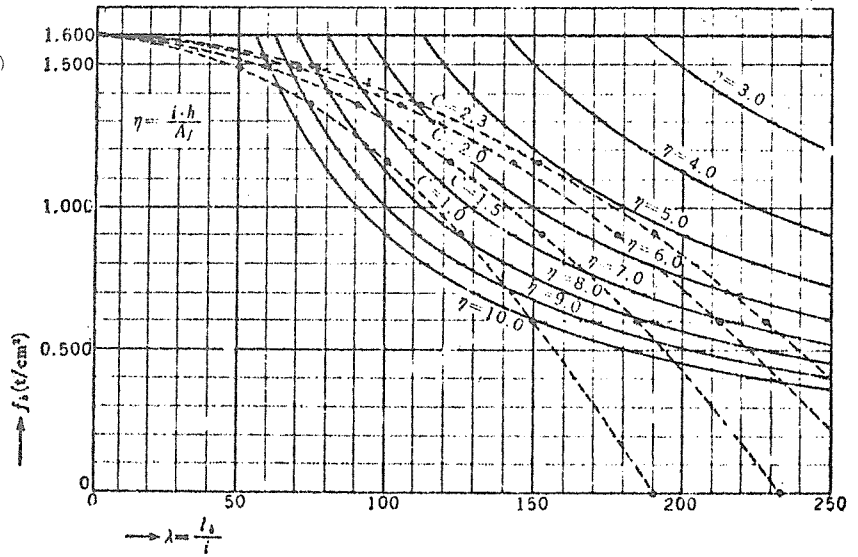


그림 3 $F_y = 2.6 t/cm^2$ 鋼材의
허용휨 응력도 f_b (t/cm^2)

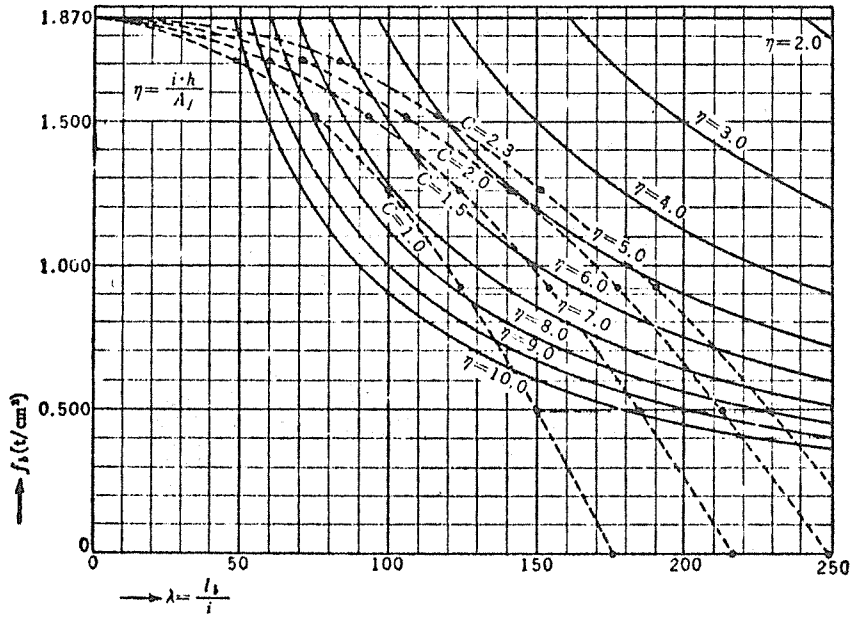


그림 4. $F_y = 2.8 t/cm^2$ 鋼材의 허용휨 응력도 f_b (t/cm^2)

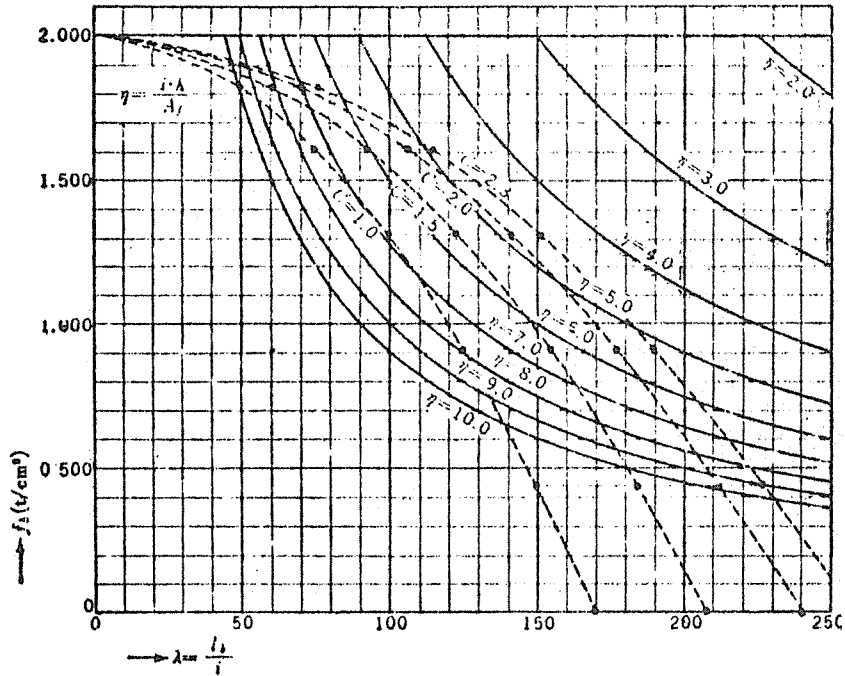


그림 5. $F_y = 3.0 t/cm^2$ 鋼材의 허용휨 응력도 f_b (t/cm^2)

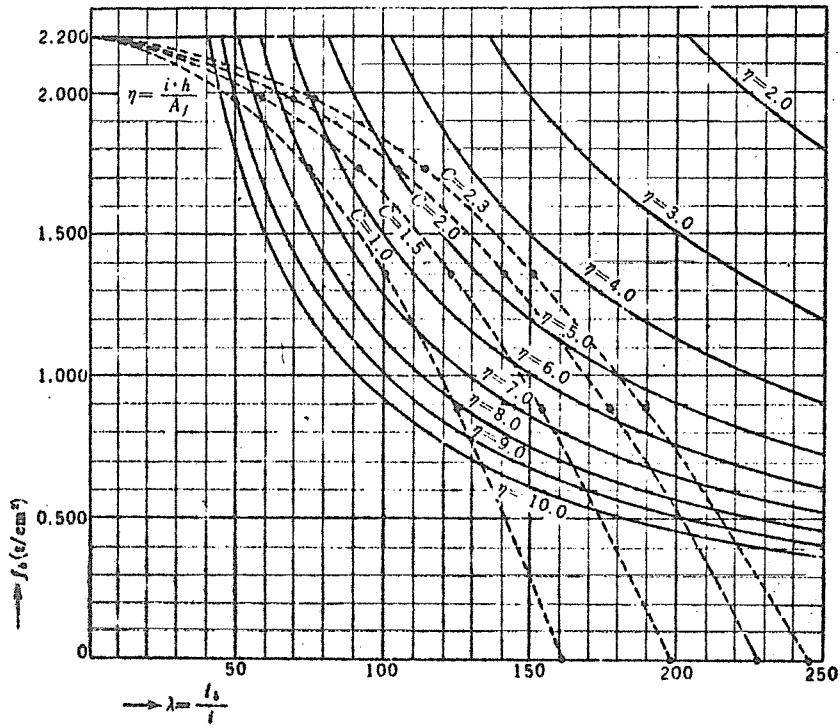


그림 6. $F_y = 3.3 t/cm^2$ 鋼材의 허용휨 응력도 f_b (t/cm^2)

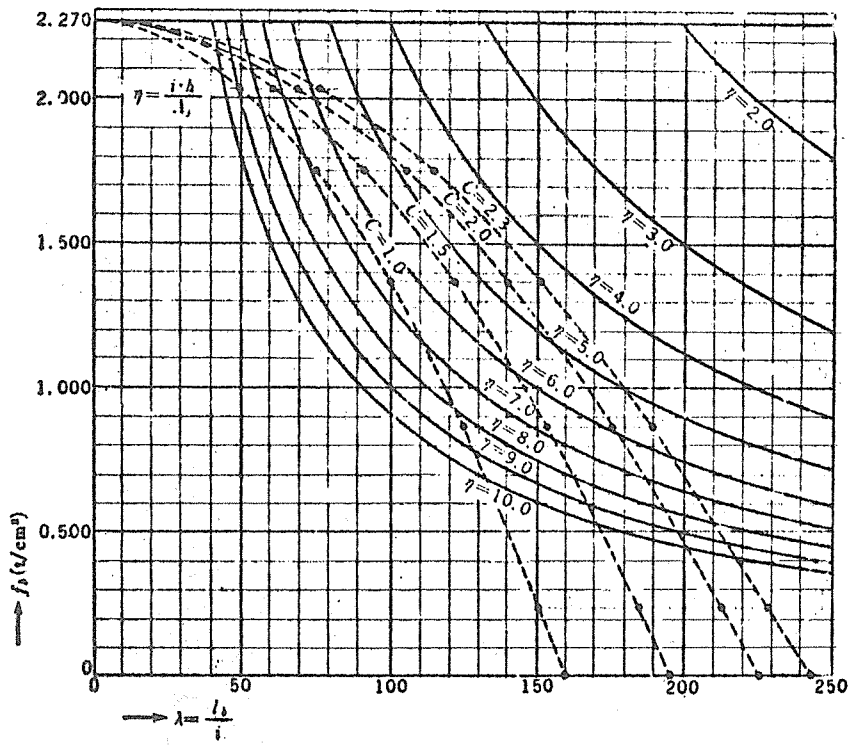


그림 7. $F_y = 3.4 t/cm^2$ 鋼材의 허용휨 응력도 f_b (t/cm^2)

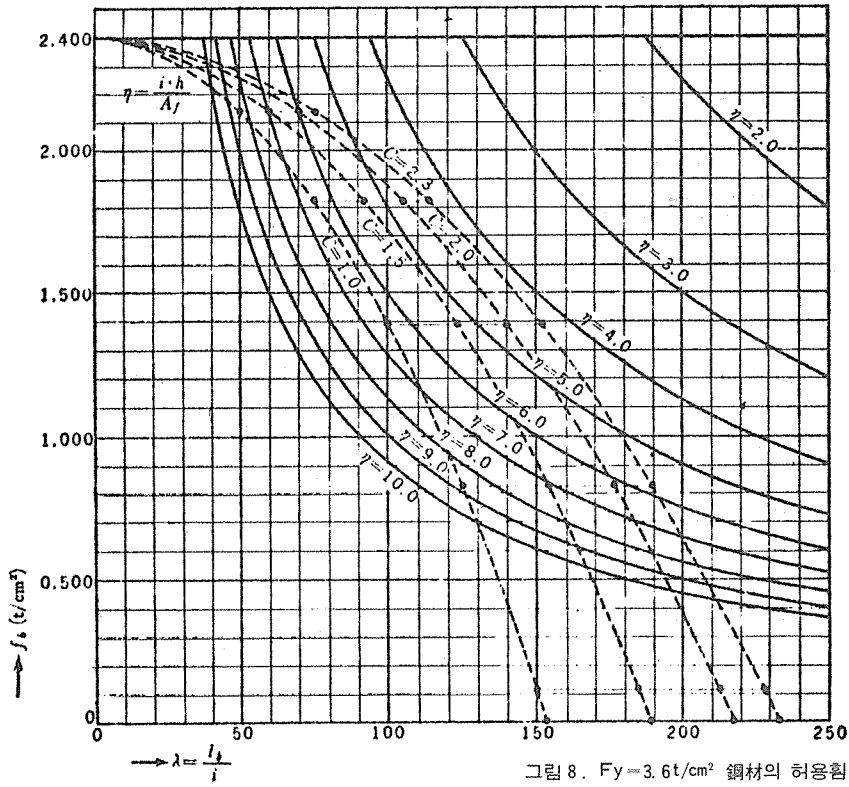


그림 8. $F_y = 3.6$ t/cm² 鋼材의 허용휨 응력도 f_b (t/cm²)

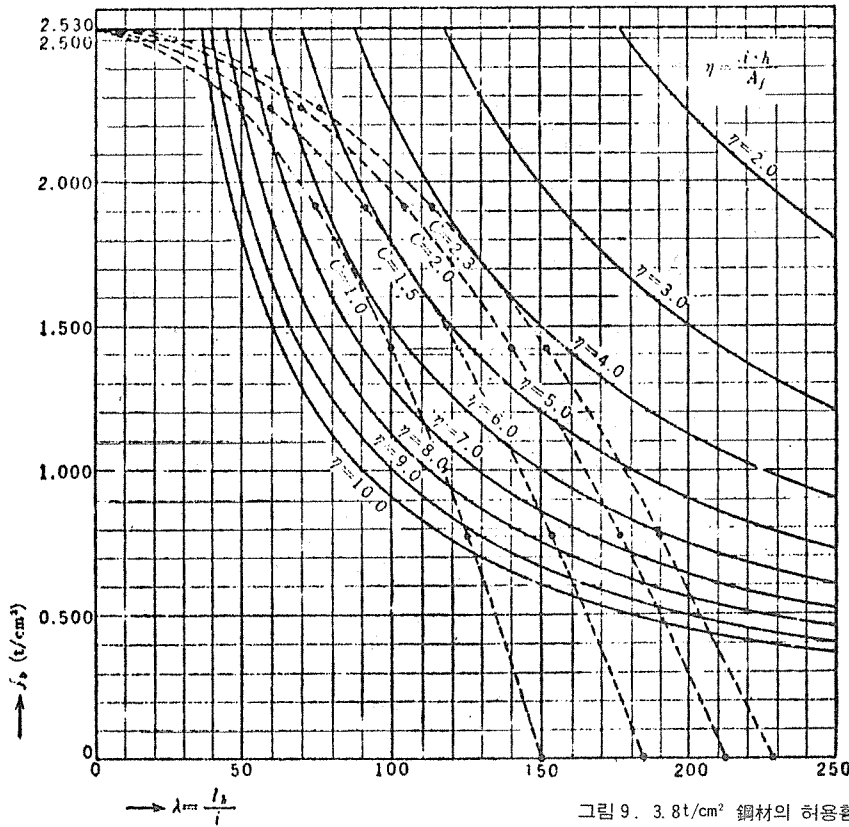


그림 9. 3.8 t/cm² 鋼材의 허용휨 응력도 f_b (t/cm²)