
냉간성형강 구조설계기준

제 1 장 총 칙

1.1 적용범위

(가) 이 기준은 냉간성형강으로서 제2.1절에 규정하는 일반구조용 경량형강 및 건축구조용 표면처리 경량형강을 부재로 한 건축물에 적용한다.

(나) 이 기준에 규정되어 있지 않은 사항과 냉간성형강 구조와 혼용되어 있는 기타 부재의 구조설계는 「건축물의 구조내력에 관한 기준」에서 정하는 바에 따른다.

(다) 이 기준 이외에 다른 이론적 근거가 있는 기준을 적용하거나 특별한 조사연구 또는 시험에 의하여 구조설계를 시행하는 경우에는 이 기준과 동등 이상의 구조 안전성을 확인하여야 한다.

1.2 용어 정의

강절판요소(Stiffened Compression Element): 냉간성형강 단면 판요소의 양쪽 단부가 강성이 충분한 웹, 플랜지 또는 립 등으로 연결된 판요소

경 \square 형강(Plain Channel): 냉간성형한 강재중에서 립이 없는 \square 형 단면의 형강

구조내력상 주요한 부재: 건축물의 기초, 벽, 기둥, 보, 바닥판, 지붕틀, 사재 등의 구조부재로서 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」에서 정하는 각종 하중에 대하여 그 건축물을 안전하게 지지하는 기능을 하는 부재

균일압축응력(Uniformly Distributed Compressive Stress): 강재 단면의 한 판요소에 일정한 값으로 균일하게 분포하는 압축응력

냉간성형강(Cold-Formed Structural Steel Member): 일상 온도에서 강판을 절단 및 성형하여 제작한 구조용 강재

다이아프램(Diaphragm): 면내 전단내력을 보유한 판형 구조체로서 바닥, 지붕, 벽체 등

18 냉간성형강 구조설계기준

등변응력(Linearly Varying Stress): 강재 단면의 한 판요소에 1차 함수 형태로 일정하게 변하며 분포하는 응력

립(lip): 플랜지의 국부좌굴을 보강할 목적으로 단부에 돌출되게 냉간성형한 판요소

립 σ 형강(Lipped Channel): 냉간성형한 강재중에서 립이 있는 σ 형 단면의 형강

반강절판요소(Partially Stiffened Compression Element): 냉간성형강 단면 판요소의 한쪽 단부는 강성이 충분한 웨브 등으로 연결되고 다른 쪽 단부는 강성이 충분하지 않은 립 등으로 연결된 판요소

벽스터드(Wall Stud): 벽체를 구성하는 수직재로서 소정의 간격으로 배열되어 휨과 압축에 저항하는 부재

비강절판요소(Unstiffened Compression Element): 냉간성형강 단면 판요소의 한쪽 단부만 강성이 충분한 웨브 등으로 연결되고 다른 쪽 단부는 자유단인 판요소

설계기준 항복강도(Specified Minimum Yield Point): 기준에서 제시한 설계용 기준 항복강도

아크 스폿 용접(Arc Spot Welding): 용접할 목적으로 만든 덧판의 원형 개구부를 꽉 채우는 아크용접

아크 시임 용접(Arc Seam Welding): 용접할 목적으로 만든 덧판의 길쭉한 개구부를 꽉 채우는 아크용접

유효폭(Effective Design Width): 강재의 단면설계에서 내력상 유효하게 저항한다고 평가하는 평판요소의 폭

조립구조재(Structural Assembly): 두 개 이상의 형강으로 조립된 단면을 가진 부재 및 두 개 이상의 형강으로 조립되어 구조재 역할을 하는 횡지지가새, 벽스터드, 다이아프램 등

파스너(Fastener): 강재의 접합에서 용접과 달리 기계적인 접합에 별도로 사용하는 볼트 및 고력볼트 등의 소재

판두께(Plate Thickness): 판요소의 두께로서 도막두께를 포함하지 않은 순수 강재의 두께

판요소(Element): 냉간성형강 단면의 형상을 구성하는 평판 소재를 말하며 플랜지, 웨브 및 립

판폭두께비(Flat-Width-to-Thickness Ratio): 강재 단면을 구성하는 평판요소 폭의 판두께에 대한 비율

1.3 설계 기본

(가) 구조설계는 부재의 공칭강도를 소정의 안전율로 나눈 허용강도설계법으로 한다.

(나) 설계하중은 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」에서 정하는 바에 따르며, 하중조합은 표 1.3.1과 같다.

(다) 구조부재의 허용강도는 하중조합중에서 가장 불리한 경우에 따라 결정하며, 단기하중에 대한 허용강도는 장기허용강도를 1.33배로 한다.

표 1.3.1 하중의 조합

하중의 종류	하중 및 외력의 조합상태	일반지역	다설지역
장기하중	평상시	$D + L$	$D + L + S$
단기하중	적설시	$D + L + S$	$D + L + S$
	폭풍시	$D + L + W$	$D + L + S + W$
			$D + L + W$
	지진시	$D + E$	$D + L + E$
$D + E$			

1.4 강판 두께

이 기준을 적용하는 구조 내력상 주요한 냉간성형강 부재의 판두께는 0.8mm 이상, 6mm 이하이어야 한다.

제 2장 재료 및 강도

2.1 재 료

2.1.1 냉간성형강

냉간성형강은 표 2.1.1에 명시한 한국산업규격에 적합한 것으로 한다. 다만, 한국산업규격 이외의 제품은 동등 이상의 품질이 확인된 경우에 사용할 수 있다.

표 2.1.1 냉간성형강의 재질 규격

번 호	명 칭	강 종	판 두 께
KS D 3530	일반구조용 경량형강	SSC 400	1.6mm 이상 6.0mm 이하
KS D 3854	건축구조용 표면처리 경량형강	ZSS 400	0.8mm 이상 3.2mm 이하

2.1.2 볼트와 고력볼트

볼트 및 고력볼트는 각각 「건축물의 구조내력에 관한 기준」과 「건축공사 표준시방서」에서 정하는 바에 따른다.

2.1.3 용 접

용접 재료는 「건축물의 구조내력에 관한 기준」과 「건축공사 표준시방서」에서 정하는 바에 따른다.

2.2 재료강도

2.2.1 냉간성형강

각종 냉간성형강의 설계기준 항복강도 F_y 및 인장강도 F_u 는 표 2.2.1에 따른다.

표 2.2.1 냉간성형 강재의 재료강도(tf/cm²)

강 도 \ 종 류	SSC 400	ZSS 400
F_y	2.4	3.0
F_u	4.1	4.1

2.2.2 볼트와 고력볼트

(1) 볼트의 재료강도

볼트의 재료강도는 표 2.2.2에 따르며, 표에서 규정한 것 이외의 중볼트에 대한 설계기준 항복강도 및 인장강도는 KS B 1002에 정해진 설계기준 항복강도 및 인장강도의 최소값으로 한다. 다만, 인장강도가 6tf/cm²을 초과하는 재료의 설계기준 항복강도에 대해서는 인장강도의 규격 최소값에 0.7배로 한다.

표 2.2.2 볼트의 재료강도(tf/cm²)

강 도 \ 종 류	SS 400, SM 400의 중볼트
F_y	2.4
F_u	4.1

(2) 고력볼트

고력볼트의 재료강도는 표 2.2.3에 따른다.

22 냉간성형강 구조설계기준

표 2.2.3 고력볼트의 재료강도(tf/cm²)

강도	종류	F8T	F10T
F_y		6.4	9.0
F_u		8.0	10.0

2.2.3 용접

용접이음매의 설계기준 항복강도 및 인장강도는 맞댐용접인 경우 모재의 설계기준 항복강도 F_y 및 인장강도 F_u 로, 모살용접인 경우 모재의 설계기준 항복강도 F_y 및 인장강도 F_u 의 $1/\sqrt{3}$ 배로 하되, 모재의 재료강도가 다른 경우에는 두 값 중에서 작은 값으로 한다.

2.3 재료의 정수

냉간성형강용 강재의 정수는 표 2.3.1에 따른다.

표 2.3.1 냉간성형 강재의 재료 정수

탄성계수 E_s (tf/cm ²)	전단탄성계수 G (tf/cm ²)	포아송비 ν	선팽창계수 α (1/°C)
2,100	810	0.3	0.000012

제 3장 부재 설계

3.1 판폭두께비 제한

(가) 양단이 다른 강절판요소에 연결되고 압축응력을 받는 강절판요소의 판폭두께비 w/t 는 500 이하이어야 한다. 여기서, w 는 평판요소의 폭을, t 는 판두께이다.

(나) 휨재에서 등변응력을 받는 웨브의 판폭두께비는 다음 값 이하이어야 한다. 다만, 웨브가 2장 이상의 판으로 구성된 경우에 각각의 웨브판에 적용한다.

- 1) 스틱프너가 없는 경우 : 200
- 2) 하중지지점이 스틱프너로 보장되는 경우 : 260

(다) (가)와 (나)의 규정 이외에 압축응력을 받는 판요소의 판폭두께비는 60 이하이어야 한다.

3.2 유효폭

3.2.1 유효폭의 기본식

압축응력을 받는 평판의 유효폭 b 를 산정하기 위한 기본식은 다음과 같다. 다만, 판요소의 좌굴계수 k 와 압축판요소의 응력도 f 는 평판의 응력분포에 따라 산정한다.

- (1) $\lambda \leq 0.673$ 인 경우

$$b = w \quad (3.2.1a)$$

- (2) $\lambda > 0.673$ 인 경우

$$b = \rho w \quad (3.2.1b)$$

여기서, w : 평판의 폭(cm)

24 냉간성형강 구조설계기준

$$\rho = (1 - 0.22/\lambda) / \lambda \leq 1 \quad (3.2.2)$$

$$\lambda : \text{세장계수} \left(= \frac{1.052}{\sqrt{k}} \left(\frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E_s}} \right) \quad (3.2.3)$$

E_s : 탄성계수(tf/cm²)

t : 평판의 두께(cm)

k : 판요소의 좌굴계수

f : 유효폭 산정을 위한 압축판요소의 응력도(tf/cm²)

3.2.2 균일압축응력을 받는 압축재의 강절판요소

중심압축력을 받는 압축재의 강절판요소의 유효폭은 제3.2.1항의 기본식에 다음의 k 와 f 를 적용하여 산정한다.

$$k = 4$$

f : 제3.5.1항 또는 제4.3.2항에 의해 산정되는 공칭좌굴응력도 F_n

3.2.3 균일압축응력을 받는 휨재의 강절판요소

약축 휨에 의해 균일 압축응력을 받는 휨재의 강절판요소의 유효폭은 제3.2.1항의 기본식에 다음의 k 와 f 를 적용하여 산정한다.

$$k = 4$$

f : 다음의 (1)항 또는 (2)항에 의해 산정되는 응력도(tf/cm²)

(1) 강도 산정용

부재의 강도를 산정시 적용할 유효폭을 계산하는 경우 압축응력도 f 는 다음 중에서 한 가지 방법에 의해 산정한다.

(가) 제3.4.1항 (1)의 공칭항복휨강도에 의하여 공칭휨강도가 결정되며, 최대 압축응력이 항복응력도에 도달하는 경우

$$f = F_y \text{ (tf/cm}^2\text{)} \quad (3.2.4a)$$

(나) 제3.4.1항 (1)의 공칭항복휨강도에 의하여 공칭휨강도가 결정되며, 최대 인장 응력이 항복응력도에 도달하는 경우

$$f = f_{c, \max} \text{ (tf/cm}^2\text{)} \quad (3.2.4b)$$

여기서, $f_{c, \max}$ 는 최대 압축응력도로서, 유효단면에 근거하여 산정되어야 한다.

(다) 제3.4.1항 (2)의 공칭횡좌굴휨강도에 의하여 공칭휨강도가 결정되는 경우

$$f = \frac{M_c}{S_f} \text{ (tf/cm}^2\text{)} \quad (3.2.4c)$$

여기서, M_c : 제3.4.1항 (2)에 의해 결정되는 횡좌굴휨강도(tf · cm)

S_f : 최외단 압축연에 대한 총단면의 단면계수(cm³)

(2) 처짐 산정용

부재의 처짐을 산정시 적용할 유효폭을 계산하는 경우 압축응력도 f 는 제3.4.1항에 의한 M_d 산정시 적용된 유효단면의 단면계수로 M_d 를 나눈 값이다.

3.2.4 균일압축응력을 받는 압축재 또는 휨재의 비강절판요소

중심압축력 또는 휨에 의해 균일압축응력을 받는 비강절판요소의 유효폭은 제3.2.2항 또는 제3.2.3항의 강도 산정용과 처짐 산정용을 각각 적용한다. 다만, $k = 0.43$ 이다.

3.2.5 균일압축응력을 받는 반강절판요소

립 \perp 형강의 플랜지와 같이 한쪽 면은 립에 연결되고 다른 면은 웨브에 연결된 반강절판요소인 플랜지에서 립 유효폭 d_s 와 플랜지 유효폭 b 는 다음의 판폭두께비 결정 계수 S 와 관련하여 산정한다.

$$S = 1.28 \sqrt{E/f} \quad (3.2.5)$$

(1) 강도 산정용

(가) $w/t \leq S/3$ 인 경우

$$d_s = d_s'(\text{cm}) \quad (3.2.6)$$

$$b = w(\text{cm}) \quad (3.2.7)$$

(나) $w/t > S/3$ 인 경우

$$d_s = d_s'(I_s/I_a) \leq d_s'(\text{cm}) \quad (3.2.8)$$

b : 제3.2.1항의 기본식을 적용하여 산정한다.

다만, $f = F_y$ 이고 k 는 다음과 같이 산정하여 적용한다.

1) $0.8 \geq D/w \geq 0.25$ 인 경우

$$k = [4.82 - 5(D/w)] (I_s/I_a)^n + 0.43 \leq 5.25 - 5(D/w) \quad (3.2.9a)$$

2) $D/w \leq 0.25$ 인 경우

$$k = 3.57(I_s/I_a)^n + 0.43 \leq 4.0 \quad (3.2.9b)$$

여기서, d_s : 유효단면 성능 산정식에 적용하는 립의 유효폭(cm)

d_s' : 제3.2.5항에 의해서 산정된 립의 유효폭(cm)

D : 립의 전체 춤(cm)

I_s : 립 평판 자체만의 단면2차모멘트(= $d^3t/12$)(cm⁴)

I_a : 반강절판요소의 유효폭 산정에 적용하는 립의 단면2차모멘트

가) $S/3 < w/t < S$ 인 경우

$$I_a = 399 \{ [(w/t)/S] - 0.33 \}^3 t^4 (\text{cm}^4) \quad (3.2.10a)$$

나) $w/t \geq S$ 인 경우

$$I_a = \{ [115 (w/t)/S] + 5 \} t^4 (\text{cm}^4) \quad (3.2.10b)$$

n : 좌굴계수 k 산정용 계수

가) $S/3 < w/t < S$ 인 경우

$$n = 1/2 \quad (3.2.11a)$$

나) $w/t \geq S$ 인 경우

$$n = 1/3 \quad (3.2.11b)$$

(2) 처짐 산정용

제3.2.5 (1)항의 강도 산정용 식을 적용하되, f 는 제3.4.1항에 의하여 M_a 산정시 적용된 유효단면의 단면계수로 M_a 를 나눈 값으로 한다.

3.2.6 등변응력을 받는 휨재의 강절판요소

휨에 의하여 등변응력을 받는 강절판요소에서 압축응력이 생기는 평판 부분의 유효폭은 아래와 같이 산정된 b_1 과 b_2 를 합한 값으로 하며, 그 폭은 압축응력 평판 부분의 길이 이하로 하여야 한다.

(1) 강도 산정용

(가) 최대 압축응력도 부분

$$b_1 = b / (3 - \Psi) \quad (3.2.12)$$

(나) 최소 압축응력도 부분

1) $\Psi \leq -0.236$ 인 경우

$$b_2 = b / 2 \quad (3.2.13a)$$

2) $\Psi > -0.236$ 인 경우

$$b_2 = b - b_1 \quad (3.2.13b)$$

여기서, b : 다음과 같이 산정한 k 와 f 를 제3.2.1항의 기본식에 적용하여 산정한다.

$$k = 4 + 2(1 - \Psi)^3 + 2(1 - \Psi) \quad (3.2.14)$$

$$\Psi = f_2 / f_1 \quad (3.2.15)$$

$$f = f_1 \quad (3.2.16)$$

f_1 : 평판에 발생하는 최대 압축응력도(+부호)(tf/cm²)

f_2 : 평판에 발생하는 최대 인장응력도(-부호) 또는
최소 압축응력도(+부호)(tf/cm²)

(2) 처짐 산정용

제3.2.6항 (1)의 강도 산정용 식을 적용하되, f_1 과 f_2 는 제3.4.1항에 의하여 M_a 산정시 적용된 유효단면에 의하여 산정한다.

3.2.7 등변응력을 받는 힘재의 비강절판요소

힘에 의해 등변응력을 받는 비강절판요소의 강도 및 처짐 산정용 유효폭은 제3.2.6항에 의하여 산정하되, $k = 0.43$ 을 적용한다.

3.2.8 집중하중을 받는 보의 플랜지

집중하중을 받는 보의 스패이 플랜지 내민 길이 w_f 의 30배 이하인 경우 플랜지 유효폭은 압축과 인장 모두 다음의 제한을 받는다.

$$b / w_f = 0.3 + 0.13 \sqrt{L / w_f} \leq 1 \quad (3.2.17)$$

여기서, b : 플랜지 평판요소의 유효폭(cm)

L : 등가 스패이로서, 단순보에서는 전체 길이, 연속보에서는 반곡점간의 거리, 캔틸레버보에서는 전체 길이의 2배(cm)

w_f : 플랜지의 내민 길이로서, 조립 I형 단면 등에서는 전체 플랜지 폭에서 웨브의 두께를 제외한 폭의 1/2이며, 립이 있는 경우에는 립의 춤을 더한 값(cm)

3.3 인장재

3.3.1 적용범위

이 절의 규정은 인장력을 받는 부재의 설계에 적용한다. 인장재의 접합부 설계는 제5.2.1항의 규정에 따른다.

3.3.2 인장재의 허용강도

인장을 받는 부재의 인장력은 다음 식에 의한 허용인장강도 T_a 이하로 하여야 한다.

$$T_a = T_n / \Omega_t \text{ (tf)} \quad (3.3.1)$$

$$\text{여기서, } T_n : \text{부재의 공칭인장강도} (= A_n F_y) \text{ (tf)} \quad (3.3.2)$$

$$\Omega_t : \text{인장에 대한 안전률} (= 1.67)$$

$$A_n : \text{단면적} (\text{cm}^2)$$

$$F_y : \text{냉간성형강의 설계기준 항복강도} (\text{tf}/\text{cm}^2)$$

3.3.3 총단면적

부재의 총단면적 A 는 부재축에 직각방향으로 측정된 각 판요소 단면의 합이다.

3.3.4 순단면적

부재의 순단면적 A_n 은 다음과 같이 계산된 각 판요소의 순폭과 두께를 곱한 값들의 합이다. 중심인장을 받는 파스너 접합부재의 순단면적은 파스너 구멍의 영향을 고려하여 산정하여야 한다. 순단면적 A_n 은 최소 순단면적을 갖는 파단선으로부터 산정한다.

(1) 정열배치인 경우

$$A_n = A - n d t \text{ (cm}^2\text{)} \quad (3.3.3)$$

30 냉간성형강 구조설계기준

여기서, n : 인장력에 의한 파단선상에 있는 구멍의 수

d : 파스너 구멍의 직경(cm)

t : 부재의 두께(cm)

(2) 엇모배치인 경우

$$A_n = A - n d t + \Sigma \frac{s^2}{4g} t \text{ (cm}^2\text{)} \quad (3.3.4)$$

여기서, s : 두 개의 연속된 구멍의 종방향 중심간격(피치)(cm)

g : 파스너 게이지선 사이의 횡방향 중심간격(게이지)(cm)

3.4 힘 재

3.4.1 허용휨강도

휨재의 외력에 의한 모멘트는 다음 식에 의한 허용휨강도 M_a 이하로 하여야 한다.

$$M_a = M_n / \Omega_f \quad (3.4.1)$$

여기서, M_n : 공칭휨강도로서 식(3.4.2a)에 의한 공칭항복휨강도와 식(3.4.2b)에 의한 공칭횡좌굴휨강도 중에서 작은 값(tf · cm)

Ω_f : 휨에 대한 안전율(= 1.67)

(1) 공칭항복휨강도

단면의 항복에 근거한 공칭휨강도 M_n 은 다음과 같이 산정한다.

$$M_n = S_e F_y \quad (3.4.2a)$$

여기서, S_e : 압축 연단(緣端)이나 인장연단이 F_y 일 때 산정된 유효단면의 단면계수(cm³)

F_y : 냉간성형강의 설계기준 항복강도(tf/cm²)

(2) 공칭횡좌굴휨강도

횡좌굴의 영향을 받는 단면의 공칭휨강도 M_n 은 다음과 같이 산정한다.

$$M_n = S_c \frac{M_c}{S_f} \quad (3.4.2b)$$

여기서, S_f : 전체단면의 단면계수(cm^3)

S_c : 압축연단 응력도가 M_c/S_f 일 때 산정된 유효단면의 단면계수(cm^3)

M_c : 횡좌굴휨강도로서 다음의 (가) 또는 (나)에 의해 계산된 값

(가) 1축, 2축 대칭 단면에 대하여

1) $M_e > 0.5 M_y$ 인 경우

$$M_c = M_y \left(1 - \frac{M_y}{4 M_e}\right) \quad (3.4.3a)$$

2) $M_e \leq 0.5 M_y$ 인 경우

$$M_c = M_e \quad (3.4.3b)$$

여기서, M_y : 항복모멘트(= $S_f F_y$)($\text{tf} \cdot \text{cm}$) (3.4.4)

M_e : 다음 식에 의해 계산되는 탄성횡좌굴강도($\text{tf} \cdot \text{cm}$)

다만, 2축 대칭 조립 I형 단면이나 점대칭 단면에서 웨브에 직각인 축에 대해 휨이 발생할 경우에는 (나)항에 따라 산정할 수 있다.

가) 1축 또는 2축 대칭인 경우로서 대칭축에 대해 휨이 발생할 경우

$$M_e = C_{b r_o} A \sqrt{\sigma_{ey} \sigma_t} \quad (3.4.5a)$$

나) 1축 대칭인 경우로서 대칭축에 수직하는 축에 대해 휨이 발생할 경우

$$M_e = C_s A \sigma_{ex} \{ j + C_s \sqrt{j^2 + r_o^2 (\sigma_t / \sigma_{ex})} \} / C_{TF} \quad (3.4.5b)$$

다) 축대칭이 아니며 점대칭인 경우에 휨이 발생할 경우

$$M_e = 0.5 C_b r_0 A \sqrt{\sigma_{ey} \sigma_t} \quad (3.4.5c)$$

여기서, $C_s = +1$ (전단중심 방향으로 압축응력이 발생하는 휨일 때)

$C_s = -1$ (전단중심 방향으로 인장응력이 발생하는 휨일 때)

$$\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 E_s}{(K_x L_x / r_x)^2} \text{ (tf/cm}^2\text{)} \quad (3.4.6)$$

$$\sigma_{ey} = \frac{\pi^2 E_s}{(K_y L_y / r_y)^2} \text{ (tf/cm}^2\text{)} \quad (3.4.7)$$

$$\sigma_t = \frac{1}{A r_o^2} [GJ + \frac{\pi^2 E_s C_w}{(K_t L_t)^2}] \text{ (tf/cm}^2\text{)} \quad (3.4.8)$$

A : 총단면적(cm²)

$$C_b = 1.75 - 1.05 (M_1/M_2) + 0.3 (M_1/M_2)^2 \leq 2.3 \quad (3.4.9)$$

또는 안전측으로 1.0으로 할 수 있음.

$$C_{TF} = 0.6 + 0.4 (M_1/M_2) \quad (3.4.10)$$

다만, 식(3.4.9)와 식(3.4.10)에서 $M_1 < M_2$ 이며, 단부모멘트비

M_1 / M_2 는 복곡률일 때에는 부(-)이고, 단곡률일 때에는 정(+)

이다. 비지지간 거리의 구간중에서 어느 부분의 모멘트가 양쪽의 단부모멘트보다 크거나 축하중과 휨모멘트가 같이 작용하는

부재에 대해서는 C_b 값과 C_{TF} 값을 1로 한다.

r_o : 전단중심에 대한 단면극2차반경

$$(\text{=} \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + x_o^2}) \text{ (cm)} \quad (3.4.11)$$

r_x, r_y : 도심축에 대한 단면2차반경(cm)

E_s : 탄성계수(tf/cm²)

G : 전단탄성계수(tf/cm²)

K_x, K_y, K_t : x축과 y축에 대한 휨과 비틀림에 대한 유효길이계수

L_x, L_y, L_t : x축과 y축에 대한 휨과 비틀림에 대한 압축부재 비지지간 거리(cm)

x_o : 전단중심으로부터 대칭축에 직각인 축을 따라서 도심까지 거리로서,

(-) 부호(cm)

J : 단면의 비틀림 상수(cm^4)

C_w : 단면의 뒤틀림 상수(cm^6)

$$j = \frac{1}{2I_y} \left[\int_A x^3 dA + \int_A xy^2 dA \right] - x_o \text{ (cm)} \quad (3.4.12)$$

(나) 조립 I형 또는 Z형 단면에 대하여

웹에 수직인 도심축(x축)에 대해 휨이 발생하는 조립 I형 단면이나 Z형 단면에 대해 M_c 를 구하는데 (가)항 대신에 다음 식에 의하여 산정할 수 있다.

1) $M_e > 2.78 M_y$ 인 경우

$$M_c = M_y \quad (3.4.13a)$$

2) $2.78 M_y \geq M_e > 0.56 M_y$ 인 경우

$$M_c = \frac{10}{9} M_y \left(1 - \frac{10 M_y}{36 M_e} \right) \quad (3.4.13b)$$

3) $M_e \leq 0.56 M_y$ 인 경우

$$M_c = M_e \quad (3.4.13c)$$

여기서, M_e : 다음 식에 의해 계산되는 탄성횡좌굴강도($\text{tf} \cdot \text{cm}$)

가) 2축 대칭의 I형 단면으로서, 웹에 수직인 도심축에 대해 휨이 발생하는 경우

$$M_e = \frac{\pi^2 E_s C_b d I_{yc}}{L^2} \quad (3.4.14a)$$

34 냉간성형강 구조설계기준

나) 접대칭의 Z형 단면으로서, 웨브에 수직인 도심축에 대해 휨이 발생하는 경우

$$M_e = \frac{\pi^2 E_s C_b d I_{yc}}{2L^2} \quad (3.4.14b)$$

여기서, d : 단면의 춤(cm)

L : 비가새지지 길이(cm)

I_{yc} : 웨브에 평행한 전체단면의 중립축에 대하여 압축부분의 단면2차모멘트(cm^4)

(3) 지붕구조에서 풍하중에 의한 역모멘트가 작용하는 경우

인장플랜지가 텍크나 판에 접촉되어 있고, 압축플랜지가 횡방향으로 구속되어 있지 않을 경우에는 (2)항에서 산정된 공칭횡좌굴휨강도 M_n 이 저감되는 것을 고려해야 한다. 다만, 지지점에 인접한 변곡점 사이구간의 연속보나 켄틸레버보에는 적용하지 않는다.

3.4.2 허용전단강도

단면의 전단력은 다음 식에 따라 산정한 허용전단강도 V_a 이하로 하여야 한다.

(1) $h/t \leq 1.38\sqrt{Ek_v/F_y}$ 인 경우

$$V_a = 0.38t^2\sqrt{k_v F_y E} \leq 0.4F_y h t \quad (3.4.15a)$$

(2) $h/t > 1.38\sqrt{Ek_v/F_y}$ 인 경우

$$V_a = 0.53Ek_v t^3/h \quad (3.4.15b)$$

여기서, t : 웨브 두께(cm)

h : 웨브면을 따라서 측정되는 웨브의 평판부분의 춤(cm)

k_v : 중간 스티프너가 없는 경우의 전단좌굴계수 (= 5.34)

3.4.3 힘과 전단에 의한 조합강도

휨모멘트 M 과 전단력 V 는 다음의 상관식을 만족하여야 한다.

$$(M/M_{axo})^2 + (V/V_a)^2 \leq 1.0 \quad (3.4.16)$$

여기서, M_{axo} : 제3.4.1 (1)항의 공칭항복휨강도를 적용하여 산정한 허용휨강도(tf·cm)

V_a : 전단력만 존재할 경우의 허용전단강도(tf)

3.4.4 스티프너

지지점의 반력을 포함한 집중하중을 받는 보는 중간 스티프너를 설치하거나 하중 분포길이를 확보하는 방법 등으로 하중점 부근 웨브의 국부파괴를 방지하여야 한다.

3.4.5 휨재의 처짐

적재하중에 의한 휨재의 처짐은 양단지지보의 경우 스패의 1/300 이하, 캔틸레버보의 경우 스패의 1/250 이하로 하여야 하며, 중도리 및 띠장의 경우 마감재에 지장이 없는 범위내에서 이 한도를 초과할 수 있다.

3.5 압축재

3.5.1 허용압축강도

중심축하중을 받는 압축재의 압축력은 다음 식에 의한 허용압축강도 P_a 이하로 하여야 한다.

$$P_a = P_n / \Omega_c \quad (3.5.1)$$

여기서, P_n : 공칭압축강도(tf)

Ω_c : 축방향 압축에 대한 안전율(= 1.92)

다만, 비틀림 또는 휨비틀림의 영향을 받지 않는 단면으로서, 강재 판두께가 2.3mm 이상이며 $F_e > F_y / 2$ 인 경우의 Ω_c 는 다음 값으로 한다.

$$\Omega_c = \frac{5}{3} + \frac{3}{8}R - \frac{1}{8}R^3 \quad (3.5.2)$$

$$\text{여기서, } R = \sqrt{\frac{F_y}{2F_e}} \quad (3.5.3)$$

F_e : 탄성좌굴응력도(tf/cm²)

(1) 공칭압축강도

일반적인 단면을 가진 부재의 공칭압축강도 P_n 은 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_n = A_e F_n \quad (3.5.4)$$

여기서, A_e : F_n 에서의 유효단면적(cm²)

F_n : 다음 식에 의해 산정되는 공칭좌굴응력도(tf/cm²)

(가) $F_e > F_y/2$ 인 경우

$$F_n = F_y(1 - F_y/4F_e) \quad (3.5.5a)$$

(나) $F_e \leq F_y/2$ 인 경우

$$F_n = F_e \quad (3.5.5b)$$

여기서, F_e 는 다음의 1), 2) 및 3)항에 따라 결정되는 탄성휨좌굴, 비틀림 및 휨비틀림좌굴에 의한 응력도중에서 가장 작은 값이다.

1) 비틀림 또는 휨비틀림좌굴의 영향을 받지 않는 단면

2축 대칭단면, 폐단면 및 비틀림이나 휨비틀림좌굴의 영향을 받지 않는 단면에 있어서 탄성휨좌굴응력도 F_e 는 다음 식으로 산정한다.

$$F_e = \frac{\pi^2 E_s}{(KL/r)^2} \quad (3.5.6)$$

여기서, E_s : 탄성계수(tf/cm²)

K : 유효길이계수

L : 부재의 비가새지지 길이(cm)

r : 감소되지 않은 총단면의 단면2차반경(cm)

2) 비틀림 또는 휨비틀림좌굴의 영향을 받는 1축 또는 2축 대칭 단면

비틀림이나 휨비틀림좌굴에 지배받는 단면에 대해 F_e 는 식(3.5.6)에 의해 계산된 값과 다음 식에 의한 값 중에서 작은 값으로 한다.

$$F_e = \frac{1}{2\beta} [(\sigma_{ex} + \sigma_t) - \sqrt{(\sigma_{ex} + \sigma_t)^2 - 4\beta \sigma_{ex} \sigma_t}] \quad (3.5.7)$$

여기서, σ_{ex} : 식 (3.4.6)에 의함

σ_t : 식 (3.4.8)에 의함

$$\beta = 1 - (x_o/r_o)^2 \quad (1\text{축 대칭에서는 대칭축이 } x\text{축}) \quad (3.5.8)$$

3) 비대칭 단면

단면이 어떤 축이나 점에 대해서 비대칭인 경우 F_e 는 이론적인 해석으로 산정한다.

(2) 경ㄷ형강과 경Z형강의 공칭압축강도

림이 없는 경ㄷ형강과 경Z형강 부재의 공칭압축강도 P_n 은 식(3.5.4)에 의한 값과 다음 식에 의하여 산정된 값 중 작은 값으로 한다.

$$P_n = \frac{A \pi^2 E_s}{25.7 (w/t)^2} \quad (3.5.9)$$

여기서, A : 단면 감소가 안된 총단면적(cm²)

w : 림이 없는 판요소의 평판 폭(cm)

t : 림이 없는 판요소의 판두께(cm)

3.5.2 압축재의 세장비

기둥재를 제외한 압축재의 세장비는 주요 부재의 경우 200 이하, 2차 부재의 경우

250 이하로 한다.

3.6 기둥재

3.6.1 휨과 압축의 조합강도

(가) 축하중과 휨모멘트를 받는 기둥재는 다음 두 상관식을 모두 만족하여야 한다.

$$\frac{P}{P_a} + \frac{C_{mx}M_x}{M_{ax}a_x} + \frac{C_{my}M_y}{M_{ay}a_y} \leq 1.0 \quad (3.6.1a)$$

$$\frac{P}{P_{ao}} + \frac{M_x}{M_{ax}} + \frac{M_y}{M_{ay}} \leq 1.0 \quad (3.6.1b)$$

(나) $P/P_a \leq 0.15$ 일 때는 (가)항 외에 다음 식에 따라 검토할 수 있다.

$$\frac{P}{P_a} + \frac{M_x}{M_{ax}} + \frac{M_y}{M_{ay}} \leq 1.0 \quad (3.6.2)$$

여기서, P : 축하중(tf)

M_x, M_y : 유효단면의 도심축에 대한 작용모멘트(tf · cm)

P_a : 제3.5.1항에 의한 허용압축강도(tf)

P_{ao} : F_n 을 F_y 값으로 하여 제3.5.1항에 따라 산정한 허용압축강도(tf)

M_{ax}, M_{ay} : 제3.4절에 규정한 도심축에 대한 허용휨강도(tf · cm)

$1/a_x, 1/a_y$: 확대계수(= $1/[1 - (\Omega_c P/P_{cr})]$) (3.6.3)

Ω_c : P_a 산정시의 안전율

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E I_b}{(K_b L_b)^2} \text{ (tf)} \quad (3.6.4)$$

I_b : 축단면의 단면2차모멘트(cm⁴)

L_b : 휨면에서의 비가새지지 길이(cm)

K_b : 휨면에서의 유효길이계수

C_{mx} , C_{my} : 휨모멘트 기울기에 따른 보정계수로서 다음 값으로 한다.

$C_m = 0.85$: 절점의 수평변위가 있는 골조의 기둥재

$C_m = 0.6 + 0.4(M_1/M_2)$: 절점의 수평변위가 없도록 한 가새골조에서, 휨면내에 횡하중이 작용하지 않는 기둥재. 여기서, M_1/M_2 는 단부의 큰 모멘트에 대한 작은 모멘트의 비율로서, 복곡률일 때는 부(-)이고 단곡률일 때는 정(+)이다.

$C_m = 0.85$: 절점의 수평변위가 없도록 한 가새골조에서, 휨면내에 횡하중이 작용하며 양단이 회전구속된 기둥재

$C_m = 1.0$: 절점의 수평변위가 없도록 한 가새골조에서, 휨면내에 횡하중이 작용하며 양단이 회전구속되지 않은 기둥재

3.6.2 기둥재의 세장비

주요 기둥재의 세장비는 120 이하, 기타 기둥재는 160 이하로 한다.

제 4 장 조립구조재

4.1 조립재의 파스너 간격

4.1.1 두 개의 립ㄷ형강 또는 경ㄷ형강으로 조립된 I형 부재

두 개의 립ㄷ형강 또는 경ㄷ형강으로 조립된 I형 부재에서, 용접 및 파스너 등과 같은 접합요소의 축방향 최대 허용간격 s_{\max} 는 다음과 같이 산정한다.

(1) 압축재의 경우

$$s_{\max} = \frac{L r_{cy}}{2 r_I} \quad (4.1.1)$$

여기서, L : 압축재의 비가새지지 길이(cm)

r_I : 좌굴축에 대한 I형 단면의 단면2차반경(cm)

r_{cy} : 냉간성형강 1개의 약축에 대한 단면2차반경(cm)

(2) 휨재의 경우

$$s_{\max} = \frac{L}{6} \leq \frac{2 g T_s}{m q} \quad (4.1.2)$$

여기서, L : 보의 스패ん(cm)

T_s : 접합요소의 인장강도(tf)

다만, 집중하중이나 반력의 지압길이가 용접간격 s 보다 작은 경우 하중점이나 반력점으로부터 가장 가까운 접합요소의 인

$$\text{장강도 } T_s = Pm/2g$$

g : 상·하부 플랜지에 가장 가까운 접합재 열 사이의 수직거리(cm)

q : 보에 작용하는 환산등분포하중으로서, 집중하중이나 반력은 지압길이로 나눈 값이며, 등분포하중은 3배를 한 값(tf/cm)

m : 립 \perp 형강 또는 경 \perp 형강 1개의 전단중심에서 웨브중심까지의 거리(cm)

1) 경 \perp 형강인 경우

$$m = \frac{w_f^2}{2w_f + d/3} \quad (4.1.3a)$$

2) 립 \perp 형강인 경우

$$m = \frac{w_f dt}{4I_x} \left[w_f d + 2D \left(d - \frac{4D^2}{3d} \right) \right] \quad (4.1.3b)$$

w_f : 조립 I형 단면의 전체 플랜지 폭에서 웨브 두께를 제외한 폭의

1/2이며, 립 등이 있는 경우에는 립의 높이를 더한 값(cm)

(플랜지 폭이 서로 다른 형강에서 w_f 는 큰 플랜지 폭을 적용)

d : 경 \perp 형강 또는 립 \perp 형강의 춤(cm)

D : 립의 전체 춤(cm)

I_x : 립 \perp 형강 1개의 강축에 대한 단면2차모멘트(cm⁴)

4.1.2 커버 플레이트로 보강한 압축판요소

커버 플레이트로 보강한 압축판요소에서 접합요소의 간격은 응력방향으로 다음의 가), 나) 및 다)에 따라 산정한 s_{\max} 값 이하로 하여야 한다.

가) 설계 전단강도를 만족하는 간격의 s_{\max}

$$\text{나) } s_{\max} = 1.16 t \sqrt{E_s / f_c} \quad (4.1.4)$$

42 냉간성형강 구조설계기준

여기서, t : 커버 플레이트의 두께(cm)

f_c : 커버 플레이트의 존재응력도(tf/cm²)

다) s_{\max} 은 접합요소로부터 커버 플레이트의 최소 연단거리 w 의 3배로서, 다음 식에 따라 증가시킬 수 있다.

1) $w/t < 0.50\sqrt{E_s/F_y}$ 인 경우

$$s_{\max} = 1.11 t \sqrt{E_s/F_y} \quad (4.1.5a)$$

2) $w/t \geq 0.50\sqrt{E_s/F_y}$ 인 경우

$$s_{\max} = 1.33 t \sqrt{E_s/F_y} \quad (4.1.5b)$$

4.2 횡지지 가새

4.2.1 비대칭형 보의 횡지지 가새

(1) 상부 플랜지가 마감재에 접합된 지붕구조의 가새

비대칭형 보 또는 중도리에서 상부 플랜지가 마감재와 접합하여 횡변위가 구속된 경우 횡좌굴을 방지하기 위한 가새의 설계시 다음 식의 축방향력 P_L 을 부가하여야 한다.

$$P_L = 0.05 W \quad (4.2.1)$$

여기서, W : 중도리의 지지하중을 가새의 지점 개수로 나눈 값(tf)

(2) 상·하 플랜지가 마감재에 접합이 안된 경우의 가새

비대칭형 보 또는 중도리에서 상·하 플랜지가 마감재와 접합되지 않은 경우 횡좌굴을 방지하기 위한 가새의 설계시 다음과 같이 산정한 축방향력 P_L 을 부가하여야 한다.

가) 등분포하중의 경우

$$P_L = 1.5 K' W \quad (4.2.2)$$

나) 집중하중의 경우

$$P_L = K \sum P_i + 1.4K \sum [1 - (x/a)] P_j \quad (4.2.3)$$

여기서, $\sum P_i$: 가새 양측면으로 $0.3a$ 거리 이내에 있는 집중하중 P_i 의 합(tf)

P_j : 가새 양측면으로 $0.3a$ 와 $1.0a$ 사이에 있는 집중하중(tf)

$$K' = m/d \text{ (립ㄷ형강 또는 경ㄷ형강)} \quad (4.2.4a)$$

$$K' = I_{xy}/I_x \text{ (냉간성형 Z형강)} \quad (4.2.4b)$$

x : 집중하중점에서 가새까지의 거리(cm)

a : 가새의 중심간 거리(cm)

m : 제4.1.1항에서 정의한 전단 중심에서 웨브의 중심까지의 거리(cm)

d : 형강의 춤(cm)

I_{xy} : 총단면의 단면상승모멘트(cm⁴)

I_x : 총단면의 강축에 대한 단면2차모멘트(cm⁴)

4.2.2 상자형 보의 횡지지 가새

강축방향의 휨을 받는 상자형 단면의 보에서 웨브간의 거리에 대한 횡방향 비가새 지지 길이의 비는 $0.086 E_s/F_y$ 이하로 하여야 한다.

4.3 벽스터드

4.3.1 일반사항

(가) 마감재의 구속효과를 무시한 벽스터드의 내력은 제3.5절에 따라 산정한다.

(나) 제4.3.2항에 따라 마감재의 구속효과를 고려한 벽스터드의 내력을 산정할 경우에는 다음의 조건을 만족해야 한다.

- | | |
|-----------------|--------------------------------|
| 1) 항복점(F_y) | $F_y \leq 3.5 \text{ tf/cm}^2$ |
| 2) 단면 춤(d) | $d \leq 15 \text{ cm}$ |
| 3) 두께(t) | $t \leq 2 \text{ mm}$ |
| 4) 전체 길이(L) | $L \leq 480 \text{ cm}$ |

44 냉간성형강 구조설계기준

5) 벽스터드의 간격(B) $30\text{ cm} \leq B \leq 60\text{ cm}$

(다) 웨브에 개구부가 있는 벽스터드의 내력은 단주시험이나 별도의 해석을 수행하여 산정하여야 한다.

4.3.2 압축을 받는 벽스터드

(1) 허용압축강도

양쪽 플랜지에 부착된 마감재의 구속효과를 무시할 경우 축하중은 다음의 허용압축강도 P_a 이하로 하여야 한다.

$$P_a = A_e F_n / \Omega_c \quad (4.3.1)$$

여기서, A_e : 공칭좌굴응력도 F_n 산정시 결정되는 유효단면적(cm^2)

Ω_c : 축방향 압축에 대한 안전율로서, 다음의 (2)항을 적용하는 경우에는 제3.5절에 따라 산정되며, (3)항을 적용할 경우에는 1.92를 사용한다.

F_n : 공칭좌굴응력도로서, 다음의 (2) 또는 (3)항에 따라 산정되는 값 중에서 작은 값(tf/cm^2)

(2) 공칭좌굴응력도

(가) 벽면의 면내좌굴로서 파스너 사이에서 발생하는 좌굴을 방지하기 위하여는 파스너 상호간 거리의 2배를 좌굴길이 KL 로 사용하여 제3.5절에 따라 벽스터드의 공칭좌굴응력도 F_n 을 산정한다.

(나) 벽스터드 전체 길이의 비틀림좌굴이나 횡비틀림좌굴을 방지하기 위하여는, 각 단면형태에 따라 다음과 같이 산정한 탄성좌굴응력도 F_e 를 사용하여 제3.5절에 따라 공칭좌굴응력도 F_n 을 산정한다.

1) 1축 대칭 립ㄷ형강 또는 경ㄷ형강 : 다음 두 식중에서 작은 값

$$F_e = \sigma_{ey} + \overline{Q}_a \quad (4.3.2a)$$

$$F_e = \frac{1}{2\beta} \left[(\sigma_{ex} + \sigma_{tQ}) - \sqrt{(\sigma_{ex} + \sigma_{tQ})^2 - (4\beta\sigma_{ex}\sigma_{tQ})} \right]$$

(4.3.2b)

2) 조립 I형 단면 (2축 대칭) : 다음 두 식중에서 작은 값

$$F_e = \sigma_{ey} + \bar{Q}_a \quad (4.3.3a)$$

$$F_e = \sigma_{ex} \quad (4.3.3b)$$

$$\text{여기서, } \sigma_{ex} = \frac{\pi^2 E_s}{(L/r_x)^2} \quad (4.3.4)$$

$$\sigma_{ey} = \frac{\pi^2 E_s}{(L/r_y)^2} \quad (4.3.5)$$

$$\sigma_t = \frac{1}{Ar_o^2} \left[GJ + \frac{\pi^2 E_s C_w}{L^2} \right] \quad (4.3.6)$$

$$\sigma_{tQ} = \sigma_t + \bar{Q}_t \quad (4.3.7)$$

$$\bar{Q}_a = \bar{Q}/A \text{ (tf/cm}^2\text{)} \quad (4.3.8)$$

$$\bar{Q}_t = (\bar{Q}d^2)/(4Ar_o^2) \text{ (tf/cm}^2\text{)} \quad (4.3.9)$$

\bar{Q} : 벽체 양면 마감재의 설계전단강도(= $\bar{q}B$)(tf)

$\bar{q} = \bar{q}_o(2 - s/30)$: 벽스터드의 단위(cm) 간격에 해당하는 벽체 마감재의 설계전단강도(tf/cm)

\bar{q}_o : 벽체 마감재의 설계전단강도를 산정하는데 적용하는 계수
(표 4.3.1 참조)(tf/cm)

s : 파스너의 간격(cm)

B : 벽스터드의 간격(cm)

A : 벽스터드의 감소 안된 총단면적(cm²)

L : 벽스터드의 길이(cm)

d : 단면 춤(cm)

(3) 마감재의 전단파괴 방지

(가) 마감재의 전단파괴를 방지하기 위해서는 F_n 값을 사용한 다음 식의 전단변형도 $\bar{\gamma}$ 가 표 4.3.1의 허용전단변형도 $\bar{\gamma}$ 이하로 하여야 한다.

$$\bar{\gamma} = (\pi/L)[C_1 + (E_1 d/2)] \quad (4.3.10)$$

여기서, C_1 과 E_1 값은 각 단면 형태에 따라 아래와 같이 정해지는 매개변수로써 절대값이다.

1) 1축 대칭 립 \sqcap 형강 또는 경 \sqcap 형강

$$C_1 = (F_n C_o) / (\sigma_{ey} - F_n + \bar{Q}_a) \quad (4.3.11)$$

$$E_1 = \frac{F_n [(\sigma_{ex} - F_n)(r_o^2 E_o - x_o D_o) - F_n x_o (D_o - x_o E_o)]}{(\sigma_{ex} - F_n) r_o^2 (\sigma_{tQ} - F_n) - (F_n x_o)^2}$$

(4.3.12)

2) 조립 I형 단면

$$C_1 = (F_n E_o) / (\sigma_{ey} - F_n + \bar{Q}_a) \quad (4.3.13)$$

$$E_1 = 0 \quad (4.3.14)$$

여기서,

x_o : 비대칭축에 대한 전단 중심에서 도심까지의 절대값 거리(cm)

C_o , E_o , D_o 는 벡스터드의 초기 변형량으로서, 최소한 다음과 같이 가정한다.

$$C_o : \text{벽면에 평행한 방향으로, } L/350(\text{cm}) \quad (4.3.15)$$

$$D_o : \text{벽면에 수직인 방향으로, } 1L/700(\text{cm}) \quad (4.3.16)$$

E_o : 초기의 이상적인 좌굴안된 형태에 대한 비틀림각으로서,

$$L / (d \times 10,000)(\text{rad}) \quad (4.3.17)$$

(나) $F_n > 0.5F_y$ 인 경우 σ_{ex} , σ_{ey} , σ_{tQ} 를 산정할 때 E_s 와 G 는 각각 다음 식으로 정의되는 E_s' , G' 으로 대치하여 산정한다.

$$E_s' = 4E_s F_n (F_y - F_n) / F_y^2 \quad (4.3.18)$$

$$G' = G(E_s'/E_s) \quad (4.3.19)$$

(다) 전단강도 계수 \bar{q}_o 와 허용전단변형도 $\bar{\gamma}$ 는 표 4.3.1의 값을 사용하여야 한다.

표 4.3.1 벽스터드 마감재의 전단 성능

마감재의 종류	\bar{q}_o (tf/cm)	$\bar{\gamma}$ (cm/cm)
9mm에서 16mm 두께의 석고보드	0.36	0.008
12mm두께의 리그노셀루식 보드판	0.18	0.009
12mm두께의 섬유판(일반 또는 주입)	0.11	0.007
12mm두께의 섬유판(중량 주입)	0.21	0.010

4.3.3 힘을 받는 벽스터드

양쪽 플랜지에 마감재가 부착되어 있지만 벽스터드의 회전구속을 무시하는 경우 휨모멘트 M 은 허용휨강도 M_{axo} , M_{ay0} 이하로 하여야 한다. 여기서, M_{axo} , M_{ay0} 는 제3.4.1항에 따라 산정하되 제3.4.1(2)항에 명시된 횡좌굴에 대한 고려는 불필요하다.

4.3.4 축하중과 힘의 조합하중을 받는 벽스터드

축하중과 휨모멘트는 허용압축강도 P_a 와 허용휨강도 M_{ax} , M_{ay} 를 사용한 제3.6절의 상관식을 만족시켜야 한다. 여기서, P_a 는 제4.3.2항에 의해 정해지는 허용압축강도이며, M_{ax} 와 M_{ay} 는 제4.3.3항의 허용휨강도 M_{axo} , M_{ay0} 로 각각 대치한다.

4.4 다이아프램 허용전단강도

바닥, 지붕 및 벽체 다이아프램의 단기하중에 의한 면내 전단력은 다음의 단기허용전단강도 V_{ad} 이하로 하여야 한다.

$$V_{ad} = V_{nd} / \Omega_d \quad (4.4.1)$$

여기서, V_{nd} : 다이아프램의 면내 공칭전단강도(tf)

48 냉간성형강 구조설계기준

Ω_d : 다이아프램 전단강도에 대한 안전율로서, 볼트나 고력볼트 집합인 경우 2.5이며, 용접집합 및 혼용집합인 경우 3.0

제 5장 접합부

5.1 볼트 및 고력볼트 접합

5.1.1 일반사항

(1) 적용범위

냉간성형강 구조에 사용하는 볼트 및 고력볼트는 M12, M16, M20이다.

(2) 볼트구멍

(가) 볼트구멍의 최대 치수는 표 5.1.1에 따른다. 다만, 기초 또는 콘크리트 벽체와의 연결부에 사용하는 앵커볼트의 구멍은 앵커볼트 허용오차를 고려할 수 있다.

(나) 설계자가 볼트구멍 크기를 특별히 명기한 경우 이외에는 표준구멍치수를 사용하여야 한다.

(다) 과대구멍은 마찰형 접합부에 허용되지만 볼트와 지압형 고력볼트 접합부에 사용할 수 없다.

(라) 강판의 접합에서 짧은 슬롯구멍은 한장 이상의 강판에, 긴 슬롯구멍은 한장의 강판에 들 수 있다.

(마) 지압형 접합부에서 짧은 슬롯구멍 및 긴 슬롯구멍의 슬롯방향은 하중방향에 직각되게 배치하여야 한다.

표 5.1.1 볼트구멍의 구멍치수

볼트의 구분	구멍치수(mm)			
	표준구멍	과대구멍	짧은 슬롯구멍	긴 슬롯구멍
SS400, SM400의 일반 중볼트	$d + 0.5$	—	$(d + 0.5) \times (d + 6)$	$(d + 0.5) \times 2.5d$
고력볼트 M12, M16, M20	$d + 1.5$	$d + 3.0$	$(d + 1.5) \times (d + 6)$	$(d + 1.5) \times 2.5d$

(주) d : 볼트의 공칭직경 (mm)

50 냉간성형강 구조설계기준

(바) 마찰형 접합부에서 짧은 슬롯구멍과 긴 슬롯구멍은 하중방향에 상관없이 배치할 수 있다.

(사) 과대구멍이나 짧은 슬롯구멍에는 와셔나 덧판을 사용하여야 한다.

(아) 고력볼트를 사용할 경우에는 와셔를 사용하여야 한다.

(3) 볼트구멍 간격 및 연단거리

(가) 표준볼트구멍의 중심간 간격은 볼트직경의 3배 이상이어야 하며, 볼트구멍 중심과 판의 연단거리는 볼트직경의 1.5배 이상이어야 한다.

(나) 과대구멍이나 슬롯구멍의 순간격은 볼트직경의 2배 이상이어야 하며, 볼트구멍과 판의 순연단거리는 볼트직경 이상이어야 한다.

(다) (가)항 뿐만 아니라, 볼트의 전단력 방향과 나란한 방향의 볼트구멍 중심간 간격 및 볼트구멍 중심과 판의 연단거리는 다음의 최소 거리 e_{\min} 이상이어야 한다.

$$e_{\min} = e_{\Omega_e} \quad (5.1.1)$$

$$\text{여기서, } e = \frac{P}{F_u t} \quad (5.1.2)$$

Ω_e : 접합부 모재의 파열에 대한 안전율(= 2.0)

P : 볼트의 존재전단력(tf)

t : 접합부 모재 판의 두께(cm)

F_u : 접합부 모재의 인장강도(tf/cm²)

(라) (나)항 뿐만 아니라, 과대구멍이나 슬롯구멍의 순간격 및 볼트구멍과 판의 순연단거리는 ($e_{\min} - d/2$) 이상이어야 한다.

5.1.2 허용강도

(1) 볼트의 허용지압강도

전단을 받는 볼트의 강판에 대한 허용지압강도 P_{ab} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_{ab} = \frac{F_p d t}{\Omega_b} \quad (5.1.3)$$

여기서, F_p : 공칭지압강도로서, 양면 전단인 경우 내부 모재는 $3.0 F_u$ 이며, 양면 전단인 경우 외부 모재 또는 일면 전단인 경우에는 $2.22 F_u$ 를 적용(tf/cm²)

Ω_b : 지압에 대한 안전율(= 2.22)

(2) 볼트의 허용인장강도

인장을 받는 볼트의 허용인장강도 P_{at} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_{at} = A_b F_t \quad (5.1.4)$$

여기서, A_b : 볼트 축부단면적(cm²)

F_t : 볼트의 허용인장응력도(tf/cm²)(표 5.1.2에 명기된 값)

(3) 볼트의 허용전단강도

전단을 받는 볼트의 허용전단강도 P_{av} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_{av} = m A_b F_v \quad (5.1.5)$$

여기서, m : 전단면수

F_v : 볼트의 허용전단응력도(tf/cm²)(표 5.1.2에 명기된 값)

(4) 전단과 인장을 받는 볼트의 허용인장강도

전단과 인장을 동시에 받는 볼트의 허용인장강도 P_{at} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_{at} = A_b(1.4 F_t - 1.6 v) \leq A_b F_t \quad (5.1.6)$$

여기서, F_t : 볼트의 허용인장응력도(tf/cm²)

v : 볼트의 존재전단응력도(tf/cm²)

표 5.1.2 볼트 및 고력볼트의 허용응력도(tf/cm²)

볼트 종류	허용전단응력도 F_v	허용인장응력도 F_t
SS400, SM400의 중볼트	0.9	1.2
F8T	1.2	2.5
F10T	1.5	3.1

(5) 고력볼트의 허용인장강도

인장을 받는 고력볼트의 허용인장강도 P_{at} 는 다음식에 따라 산정한다.

$$P_{at} = A_b F_t \quad (5.1.7)$$

여기서, A_b : 고력볼트의 공칭단면적(cm²)

F_t : 고력볼트의 허용인장응력도(tf/cm²)(표 5.1.2에 명기된 값)

(6) 고력볼트의 허용전단강도

전단을 받는 고력볼트의 허용전단강도 P_{av} 는 다음식에 따라 산정한다.

$$P_{av} = m A_b F_v \quad (5.1.8)$$

여기서, m : 마찰면수

F_v : 고력볼트의 허용전단응력도(tf/cm²)(표 5.1.2에 명기된 값)

(7) 전단과 인장을 받는 고력볼트의 허용전단강도

전단과 인장을 동시에 받는 고력볼트의 허용전단강도 P_{av} 는 다음식에 따라 산정한다.

$$P_{av} = A_b F_v \left(1 - \frac{T_b}{T_o}\right) \quad (5.1.9)$$

여기서, T_b : 고력볼트의 존재인장력(tf)

T_o : 고력볼트의 설계볼트장력(tf)(표 5.1.3에 명기된 값)

(8) 고력볼트의 장력

고력볼트의 장력은 표 5.1.3과 같다. 설계시에는 설계볼트장력으로 하고, 현장시공 시에는 표준볼트장력으로 체결한다.

표 5.1.3 고력볼트의 장력(tf)

볼트 등급	설계볼트장력			표준볼트장력		
	M12	M16	M20	M12	M16	M20
F8T	4.59	8.52	13.3	5.04	9.37	14.6
F10T	5.69	10.6	16.5	6.26	11.7	18.2

5.2 볼트 접합부

5.2.1 접합부의 허용인장강도

볼트 접합부의 순단면에 대한 허용인장강도 T_{ac} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$T_{ac} = \frac{T_{nc}}{\Omega_{tc}} \tag{5.2.1}$$

여기서, T_{nc} : 공칭인장강도(= $A_n F_t$) (5.2.2)

A_n : 순단면적(cm^2)

F_t : 순단면의 공칭인장응력도(tf/cm^2)

Ω_{tc} : 안전율

순단면의 공칭인장응력도 F_t 및 안전율 Ω_{tc} 는 와셔의 사용 방법에 따라 다음 식을 적용하여 산정한다.

1) 와셔를 볼트와 너트 양쪽에 사용하는 경우

$$F_t = (1.0 - 0.9r + 3rd/s)F_u \leq F_u \tag{5.2.3}$$

$$\Omega_{tc} = 2.0 : 2\text{면 전단인 경우} \quad (5.2.4a)$$

$$\Omega_{tc} = 2.22 : 1\text{면 전단인 경우} \quad (5.2.4b)$$

2) 와셔를 볼트와 너트 한쪽에만 사용하는 경우

$$F_t = (1.0 - r + 2.5rd/s) F_u \leq F_u \quad (5.2.5)$$

$$\Omega_{tc} = 2.22 \quad (5.2.6)$$

여기서, r : 총인장력에 대한 파단선상의 볼트가 부담하는 비율

s : 응력방향과 직각방향의 볼트의 간격이며, 볼트가 1개의 경우에는 판폭(cm)

F_u : 모재의 인장강도(tf/cm²)

5.2.2 접합부의 허용전단강도

볼트 접합부의 순단면 전단파괴를 막기 위한 허용전단강도 V_{ac} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$V_{ac} = \frac{V_{nc}}{\Omega_{vc}} \quad (5.2.7)$$

여기서, V_{nc} : 전단파괴 공칭전단강도(= $0.6 F_u A_{wn}$) (5.2.8)

$$A_{wn} = (d_{wc} - nd_h) t_w \quad (5.2.9)$$

d_{wc} : 웨브 깊이(cm)

n : 위험 단면의 볼트구멍 수

d_h : 볼트구멍 직경(cm)

t_w : 웨브의 두께(cm)

F_u : 재료의 인장강도(tf/cm²)

Ω_{vc} : 전단 파괴에 대한 안전율(= 2.0)

5.3 용접 접합

5.3.1 용접부 허용강도

용접부의 허용강도 P_{aw} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_{aw} = \frac{P_{nw}}{\Omega_w} \quad (5.3.1)$$

여기서, P_{nw} : 용접부의 공칭강도(tf)

Ω_w : 아크용접에 대한 안전율 (=2.50)

5.3.2 용접부 공칭강도

(1) 맞댐용접부의 공칭강도

맞댐이음의 공칭강도 P_{nw} 는 모재의 재료강도 중 작은 값으로 한다. 다만 용접단면이 적은 접합부의 모재 단면적 이상으로 하여야 한다.

(2) 모살용접부의 공칭강도

모살용접부의 공칭전단강도 P_{nw} 는 다음과 같이 산정한다.

1) 종방향 하중의 경우

(a) $L/t \leq 25$ 인 경우

$$P_{nw} = \left(1 - \frac{0.01L}{t}\right) t L F_u \quad (5.3.2a)$$

(b) $L/t > 25$ 인 경우

$$P_{nw} = 0.75 t L F_u \quad (5.3.2b)$$

2) 횡방향 하중의 경우

(a) $t \leq 3.8\text{mm}$ 인 경우

$$P_{nw} = t L F_u \quad (5.3.3a)$$

(b) $t > 3.8\text{mm}$ 인 경우

$$P_{nw} = 0.75 t_w L F_u \quad (5.3.3b)$$

여기서, L : 용접유효길이(cm)

t : 용접되는 모재의 얇은쪽 판두께(cm)

t_w : 유효목두께(cm)

F_u : 용접부 모재의 인장강도(tf/cm²)

(3) 아크 스폿 용접부의 공칭강도

(가) 아크 스폿(arc spot) 용접의 중심에서 인접한 용접선과의 거리 또는 연단거리는 다음과 같이 산정한 e_{\min} 이상으로 하여야 한다.

$$e_{\min} = e \Omega_e \quad (5.3.4)$$

$$\text{여기서, } e = \frac{P}{F_u t} \quad (5.3.5)$$

P : 용접에 의해 전달되는 하중(tf)

t : 가장 얇은 박판의 두께(cm)

Ω_e : 박판의 파열에 대한 안전율(=2.22)

(나) 아크 스폿 용접부의 공칭전단강도 P_{nw} 는 식(5.3.6)과 식(5.3.7)의 값 중에서 작은 값으로 한다.

$$P_{nw} = 0.62 d_e^2 F_u \quad (5.3.6)$$

$$1) \frac{d_a}{t} \leq 0.8 \sqrt{\frac{E}{F_u}} \text{ 인 경우}$$

$$P_{nw} = 2.20 t d_a F_u \quad (5.3.7a)$$

$$2) 0.8 \sqrt{\frac{E}{F_u}} < \frac{d_a}{t} < 1.4 \sqrt{\frac{E}{F_u}} \text{ 인 경우}$$

$$P_{nw} = 0.28 \left(1 + \frac{5.59 t \sqrt{E}}{d_a \sqrt{F_u}} \right) t d_a F_u \quad (5.3.7b)$$

3) $\frac{d_a}{t} \geq 1.4 \sqrt{\frac{E}{F_u}}$ 인 경우

$$P_{nw} = 1.4 t d_a F_u \quad (5.3.7c)$$

여기서, d_e : 용융된 면적의 유효 직경(= $0.7d - 1.5t \leq 0.55d$)(cm)

d : 아크 용접의 외부 표면 직경(cm)

d_a : 아크 용접부의 평균 직경(cm)

t : 덧판과 밑판의 총 두께(코팅 제외)(cm)

F_u : 용접부 모재의 인장강도(tf/cm²)

(다) 박판과 지지부재의 아크 스폿 용접부에 대한 공칭인장강도 P_{nw} 는 다음식에 따라 산정한다. 다만, 박판의 판두께는 0.7mm 이상으로 하여야 한다.

$$P_{nw} = 0.7 t d_a F_u \quad (5.3.8)$$

여기서, t : 판두께(cm)

d_a : 아크 스폿 용접의 외부 표면 직경(cm)

F_u : 용접부 모재의 인장강도(tf/cm²)

(4) 아크 시임 용접부의 공칭강도

아크 시임(arc seam) 용접부의 공칭전단강도 P_{nw} 는 식(5.3.9a)와 식(5.3.9b) 중에서 작은 값으로 한다.

$$P_{nw} = \left(\frac{d_e^2}{4} + L \frac{d_e}{3} \right) 2.5 F_u \quad (5.3.9a)$$

$$P_{nw} = 2.5 t F_u (0.25 L + 0.96 d_a) \quad (5.3.9b)$$

여기서, d_e : 아크 시임 용접의 유효폭(= $0.7d - 1.5t$)(cm)

d : 아크 시임 용접의 폭(cm)

L : 곡단부를 제외한 아크 시임 용접의 길이($L \leq 3d$)(cm)

d_a : 아크 시임 용접의 평균폭(cm)

가) 단 박판일 경우 $d_a = d - t$

나) 복 박판일 경우 $d_a = d - 2t$

F_u : 모재의 인장강도(tf/cm²)

(5) 플래어 용접부의 공칭강도

플래어(flare) 용접부의 공칭전단강도 P_{nw} 는 다음 식에 따라 산정한다.

1) 횡방향 하중의 경우

$$P_{nw} = 0.833 t L F_u \tag{5.3.10}$$

2) 종방향 하중의 경우

(a) $t < t_w < 2t$ 또는 립 길이가 용접길이 L 보다 작은 경우

$$P_{nw} = 0.75 t L F_u \tag{5.3.11a}$$

(b) $t_w \geq 2t$ 이며 립 길이가 용접길이 L 보다 큰 경우

$$P_{nw} = 1.5 t L F_u \tag{5.3.12b}$$

여기서, t : 판두께(cm)

L : 용접길이(cm)

F_u : 용접부 모재의 인장강도(tf/cm²)

t_w : 플래어 유효목두께(cm)

(6) 저항용접

저항용접부의 공칭전단강도 P_{nw} 는 표 5.3.1과 같다.

표 5.3.1 저항용접 1개소의 공칭전단강도(tf)

판의 얇은쪽 두께(mm)	0.8	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
공칭전단강도 P_{nw}	0.45	0.64	1.4	2.9	3.8	4.9	6.4

5.4 이질재료의 접합

압축을 받는 강재 단면과 이질재료와의 접합에서 접합부의 접촉면 허용지압강도 P_{ap} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_{ap} = F_p A \quad (5.41)$$

여기서, A : 접촉 면적(cm^2)

F_p : 허용지압응력도(안전율은 F_p 값에 포함되어 있다.)

가) 화강암, 안산암 : $0.1\text{tf}/\text{cm}^2$

나) 사암, 석회암 : $0.028\text{tf}/\text{cm}^2$

다) 벽돌, 시멘트 모르타르 : $0.018\text{tf}/\text{cm}^2$

라) 콘크리트 지지면이 지압면적과 같은 경우 : $0.35 f_c'$
 tf/cm^2

마) 콘크리트 지지면이 지압면적보다 큰 경우 :

$$0.35 f_c' \sqrt{A_2/A_1} \leq 0.7 f_c' \text{tf}/\text{cm}^2$$

f_c' : 콘크리트의 기준 압축강도(tf/cm^2)

A_1 : 콘크리트면에 지압력이 전달되는 부분의 면적(cm^2)

A_2 : 지압력이 전달되는 콘크리트 바닥면의 전체 면적중에서 A_1 과
 닮은꼴 부분의 면적(cm^2)

5.5 접합부 설계

5.5.1 기본사항

(가) 접합부는 발생하는 응력을 충분히 전달할 수 있어야 하며, 부재가 연속성을 갖도록 하여야 한다.

(나) 접합부의 형상은 단순하고 응력의 전달이 분명하도록 한다.

(다) 부재 이음은 원칙적으로 큰 응력이 발생하지 않는 위치에 설치한다.

(라) 접합부는 과대한 국부변형이 일어나지 않도록 하며 필요한 경우 보강한다.

(마) 축방향력을 받는 2개 이상의 부재를 접합하는 경우 각 부재의 중심축이 한 점에서 만나도록 설계한다. 또한 이 부재를 접합하는 고력볼트, 볼트 및 용접 접합군

60 냉간성형강 구조설계기준

등의 중심축이 부재의 중심축과 일치하도록 한다. 중심축이 일치하지 않는 경우 편심에 의한 2차응력을 고려하여야 한다.

(바) 부재의 축방향력 또는 전단력을 전달하는 접합부의 파스너 또는 용접이음매의 응력은 응력의 작용 방향으로 균등하게 분포한다고 가정할 수 있다.

(사) 휨모멘트를 전달하는 접합부의 파스너 또는 용접이음매의 응력은 회전중심으로 부터의 거리에 비례하는 것으로 간주하여 산정할 수 있다.

(아) 파스너를 사용한 접합부에서 접합되는 부재 및 덧댐판의 단면성능은 파스너 구멍에 의한 결손부분을 공제하여 산정하며, 단면계수는 인장축의 구멍에 의한 결손 부분만을 공제하여 산정한다.

5.5.2 구조제한

(가) 접합부에 사용하는 덧댐판, 보강판 및 가셋 플레이트의 두께는 접합되는 부재 중 가장 얇은 판두께 또는 3mm 이상으로 한다.

(나) 볼트접합에서 접합면에 틈이 있는 경우에는 틈이 1mm 이하가 되도록 끼움판을 삽입한다.

5.5.3 이음

(1) 기둥의 이음

(가) 파스너 또는 용접에 의한 기둥의 이음은 이음부의 존재응력을 충분히 전달하여야 하고, 이음부의 허용내력은 각 응력에 대한 허용강도의 1/2 이상이어야 한다.

(나) 기둥 이음은 바람 또는 지진시의 응력의 조합에서 생기는 인장응력에 대해 안전하도록 설계한다.

(2) 보의 이음

파스너 또는 용접에 의한 보의 이음은 이음부의 존재응력을 충분히 전달하여야 한다.

(3) 가새의 이음

가새재는 원칙적으로 이음을 하지 않는다. 이음을 하여야 하는 경우 이음부의 허

용인장내력은 가새의 총단면에 대한 허용인장강도의 75% 이상이어야 한다.

5.5.4 접합부

(1) 기둥-보 강접합부

골조의 기둥-보 접합부는 보 단부의 휨모멘트 및 전달력을 전달하도록 하고 국부 변형이 일어나지 않도록 한다.

(2) 기둥-보 핀접합부

(가) 골조의 기둥-보 핀접합부는 보 단부의 전달력을 전달하도록 하고 국부변형이 일어나지 않도록 한다.

(나) 기둥중심에 대해 편심이 발생하는 경우 편심에 의한 휨모멘트에 대해서 안전하도록 한다.

(3) 작은보 단부의 접합부

(가) 단순보로 설계된 작은 보는 단부의 전달력을 큰보에 전달할 수 있도록 하고, 이 경우 큰보의 중심선에 대한 편심의 영향을 고려해야 하며 국부변형이 일어나지 않도록 한다.

(나) 연속보로 설계된 작은보는 작은보 사이에 모멘트가 서로 전달될 수 있도록 하고, 연속성을 확인할 필요가 있는 경우 실험에 의할 수 있다.

(4) 엔드 플레이트 접합부

캔틸레버 보의 고정단에서는 얇은 판을 이용한 엔드 플레이트 형식의 인장접합은 원칙적으로 사용할 수 없다. 캔틸레버 보의 단부에서 엔드 플레이트 접합을 하여야 하는 경우 실험에 의해 고정도가 확인된 방법으로 보강하여야 한다.

5.5.5 트러스 부재의 접합부

(가) 트러스 부재의 접합은 접합부의 존재응력을 충분히 전달하여야 하고, 이음부의 허용내력은 부재 허용강도의 1/2 이상이어야 한다.

(나) 트러스의 절점에 모이는 각 부재의 중심선은 가능한 한 점에서 만나도록 하여야 한다. 다만, 한 점에서 만나지 않는 경우에는 편심에 의한 영향을 고려하여야

62 냉간성형강 구조설계기준

한다.

5.5.6 가새의 접합부

(가) 가새 단부 접합부의 부재 축방향에 대한 허용내력은 가새의 종단면에 대한 허용인장강도의 75% 이상이어야 한다.

(나) 가새는 기둥 또는 보의 축에 대한 면내 및 면외방향에 대해 편심이 발생하지 않도록 배치한다. 다만, 편심이 발생하는 경우 이에 따른 휨모멘트 및 전단력을 고려하여야 한다.

(다) 가새를 가сет 플레이트에 접합하는 접합부에서는 국부변형이 일어나지 않도록 한다.

5.6 주각부 설계

5.6.1 노출형 고정주각

노출형 고정주각(柱脚)에서는 베이스 플레이트와 기초면을 밀착시키며, 앵커볼트 및 베이스 플레이트는 기둥부재의 존재응력을 충분히 전달하여야 하고, 각각의 허용내력은 기둥부재 허용휨강도의 80%를 전달할 수 있는 내력 이상이어야 한다.

5.6.2 핀주각

주각을 핀으로 가정할 경우 지진시 예상되는 회전량에 상당하는 회전변형이 가능하도록 설계한다. 주각에 인장이 발생하는 경우 앵커볼트가 인장력과 전단력의 조합응력에 대해 안전하도록 한다.

5.6.3 주각에 작용하는 인장력

(가) 주각은 바람 및 지진에 의한 응력의 조합을 고려하는 경우 적재하중을 무시함으로써 발생하는 인장력에 대해서도 안전하도록 한다.

(나) 인장력을 받는 앵커볼트는 기초로부터 인발되지 않도록 앵커 프레임 등을 이용하여 충분한 정착이 되도록 한다.

제 6 장 제작 및 시공

6.1 제 작

6.1.1 절 단

(가) 각 부재의 절단면은 도면에서 지정한 것을 제외하고 직선으로 하며 특히 단면을 손상시키지 않아야 한다.

(나) 절단은 기계절단을 원칙으로하며 수동 가스절단하는 경우 못치가 생기지 않도록 해야한다.

(다) 용접부재의 절단치수는 용접에 의한 수축과 마감을 고려해야 한다.

6.1.2 휨가공

휨가공은 상온 또는 열간가공으로 하고 이때 발생한 변형은 교정한다.

6.1.3 볼트 고력볼트의 접합

(가) 구멍 가공에 의한 변형은 교정한다.

(나) 고력볼트의 마찰면은 들뜬늑, 먼지, 기름, 도료 등 마찰력을 저하시키는 요인은 제거한다. 다만 견고한 흑피는 그대로 둘 수 있다.

6.1.4 용 접

(가) 아크수동용접 및 반자동용접을 수행하는 용접기능공은 국가자격 유자격자로 한다.

(나) 용접기는 경강구조부재에 적절한 기능과 구조를 갖춘 것으로 한다.

(다) 용접봉은 한국산업규격품 중에 적절한 것으로 한다.

64 냉간성형강 구조설계기준

(라) 용접부위에는 용접에 지장을 주는 수분, 염료, 유지류 및 녹을 제거하여야 한다.

(마) 맞댐용접부는 판두께가 완전히 용융되도록 개선형상 및 용접조건을 적정하게 선정하여 신중히 시공한다.

(바) 모살용접, 플래어 용접에서는 설계도서에 지정된 유효목두께 및 사이즈를 확보할 수 있도록 용접조건을 선정하여 시공한다.

(사) 용접에 의한 변형은 최소화할 수 있도록 적절하게 시공한다.

(아) 용접시에는 용접단부의 언더컷 및 용착불량에 주의해야 한다.

(자) 반자동 용접기를 사용하는 경우 CO₂아크용접으로 하고 용접재는 솔리드 와이어, 플렉스 코드 와이어를 사용하고 와이어 직경은 1.6mm 이하로 한다. 탄산가스는 한국산업규격의 액화탄산가스로 하며 아르곤가스 혼용도 가능하다.

(차) 목두께 및 사이즈의 과부족 또는 언더컷이 있는 경우에는 적절한 방법으로 보수한다.

(카) 용접조립부재의 진공 및 마감절단은 용접완료 후 변형 교정후에 하는 것을 원칙으로 한다.

6.1.5 변형 교정

가공중에 발생한 변형은 적절한 기계적 방법 또는 열교정 등으로 주의하여 교정한다. 열교정시에는 약 900℃ 이하로 하고 국부변형에 주의한다.

6.1.6 검 사

공장제작이 완료된 부재는 사내검사를 실시하고 그후 담당원에 의한 제품검사를 받아야 한다.

6.2 조립

6.2.1 조립계획

조립계획도를 작성하고 조립순서를 검토하며 조립시의 집중하중에 의한 국부변형 및 위험방지에 충분히 검토해야 한다.

6.2.2 운반

운반시의 중첩 적재와 양중시에 국부변형의 우려가 있는 부분에 대해서도 적절한 방법을 취해야 한다.

6.2.3 조립

- (가) 부재에 발생한 휨과 비틀림은 조립에 선행하여 수정한다.
- (나) 고력볼트 체결 및 용접은 조립변형을 완전히 교정한 후에 실시한다.
- (다) 조립 도중에는 풍압력 및 작업하중에 대해 필요에 따라 임시 가새 또는 지지재로 보강하고, 부득이 집중하중이 작용하는 부위에도 충분히 보강해야 한다.
- (라) 환봉의 가새는 적절한 균일장력이 되도록 턴버클 등으로 긴장한다.

6.2.4 현장용접 부재의 조립

현장용접 부재의 조립은 긴장기구 등으로 부재가 적절한 위치를 유지하도록 한다.

6.2.5 마감재의 접합방법

- (가) 지진시의 층간 변위가 층고의 1/120 이하로 설계된 구조체의 2차 부재의 접합은 각 부분의 탈락 파손 등의 중대한 손상이 생기지 않고 변형에 추종할 수 있도록 계산 실험 등으로 확인해야 한다.
- (나) 벽 마감재가 금속판 석고보드 슬레이트 합판으로 이루어진 경우는 탈락되지 않도록 접합해야 한다.
- (다) 마감재의 용접 접합에는 부재손상이 생기지 않도록 주의해야 한다.

66 냉간성형강 구조설계기준

6.2.6 타 구조와의 병용

구조체가 철근콘크리트 구조, 프리스트레스 콘크리트 구조 등의 타 구조와 조합하는 경우에는 조립 기간중에 예측되는 각종의 하중에 대해서도 안전성을 검토하고 필요한 경우 임시 보강해야 한다.

6.3 방 청

6.3.1 방청의 기본방침

(가) 냉간성형강 구조물에 사용되는 강재는 판두께가 얇아 녹에 의한 구조내력저하가 현저하므로 반드시 방청조치를 해야 한다. 또한 방청상의 취약한 부분이 없도록 구조계획해야 한다.

(나) 강재는 주로 수분 습기에 의해서 부식하게 되므로 부재 배치에 유의하고 필요에 따라 물빼기 구멍설치 등 부재를 건조상태로 유지하도록 고려한다.

(다) 방청도장의 도막은 노화에 의하여 화학적 기계적으로 열화하므로 구조물이 건전한 상태로 유지되도록 재도장 등의 보전을 포함한 도장계획을 수립한다.

(라) 재도장이 곤란한 건축물과 부분 또는 녹발생이 쉬운 환경의 건축물의 강재 방청은 용융아연도금이 바람직하다.

6.3.2 방청도장

(가) 부재에는 건설지 및 구조체 부분 등에 대한 부식환경의 우열 점검 및 재도장의 여부에 따라 도장계획을 세워 도장한다.

(나) 도장계획은 다음 사항에 대하여 정한다.

1) 초기 도장에 포함할 사항은 바탕정리 방법, 도료 종류(하 중 상 도장), 도장 방법(도장회수 시공방법 시기)이다.

2) 재도장에 포함할 사항은 점검기간 방법, 재도장 방법, 도료와 도장회수이다.

(다) 다음 부분은 공장도장할 수 없으므로 현장조립 완료후 방청상 취약하지 않도록 인접부분과 동등하게 처리한다.

1) 콘크리트에 매립되는 부분

2) 조립에 의한 서로면이 접촉되는 부분

- 3) 현장용접되는 부분
- 4) 고력볼트 마찰접합부 마찰면 주변
- 5) 밀착 또는 회전을 위하여 절삭된 부분

6.3.3 방청도장의 주의사항

(가) 빗물이 닿는 부분으로 박스형부재의 내부 가셋 플레이트의 틈새 등 채도장이 불가능한 부위는 밀폐시켜야 한다.

(나) 콘크리트와 모르타르 등 알칼리의 영향이 우려되는 부위는 내알칼리성 도료를 사용한다.

(다) 바탕 정리 후 바로 도장될 수 있도록 공정을 고려한다.

6.3.4 도 금

(가) 아연도금은 도금에 의해 강재의 변형 또는 용접접합부의 균열 등이 발생할 수 있으므로 도금후 충분히 검사하고 적절히 조치한다.

(나) 도금면에 도장하는 경우 일반적으로 도료의 밀착성이 불량하므로 도금면의 전처리 및 도료의 선정에 유의해야 한다.

제 7장 시험 및 검사

7.1 재료특성시험

(가) 시험절차는 한국산업규격에 명시된 시험방법에 따른다.

(나) 냉간성형강의 단면내에서 평판요소의 항복응력도는 각각의 평탄한 부분의 면적을 가중치로 하여 이들 항복응력도에 곱하여 합산한 후에 이를 총단면으로 나눈 값으로 한다.

(다) 판요소 시험편의 채취는 기본적으로 재축방향으로 평판부분에서 채취한다. 다만, 1개의 시험편을 평판부분 중앙에서 채취한다.

(라) 냉간성형강 원재의 항복응력도가 공칭항복응력도보다 클 경우 판요소 시험의 항복응력도는 원재의 항복응력도와 공칭항복응력도와의 비를 판요소 시험의 항복응력도에 곱하여 보정된 값을 사용한다.

7.2 구조성능시험

냉간성형강 부재의 상세 및 접합부 등의 내력 또는 처짐에 대하여 본 기준을 적용하기 어려운 경우에는 아래의 절차에 따라 구조성능시험을 수행한다.

(가) 구조성능시험은 최소 3개 이상의 시험편에 대해서 실시하며, 개개 시험편의 시험결과치와 3개의 시험편의 실험평균치와의 차이는 10% 이내이어야 한다.

(나) 각 시험결과가 평균값의 10% 이상이 되면 최소 3개 이상의 시험편에 대해 추가시험을 실시하며 전체 시험결과 중 낮은 3개 시험결과치의 평균값을 구조성능시험 결과로 한다.

(다) 구조성능 시험하중 R 은 시험구분에 따라 다음과 같이 구분한다.

(1) 최소 하중에 대한 성능시험

가) 장기하중에 대한 시험하중

$$R \geq 1.5 D + 2 L \quad (7.2.1a)$$

나) 풍하중 지진하중 조합에 대한 시험하중

$$R \geq 0.75 (1.5 D + 2 L) \quad (7.2.1b)$$

(2) 비틀림에 대한 성능시험의 시험하중

$$R \geq D + 1.5 L \quad (7.2.2)$$

(3) 접합부의 안정성에 대한 시험하중

$$R \geq 2.5 D + 2.5 L \quad (7.2.3)$$

여기서, D : 고정하중

L : 적재하중

기 호

- A : 총단면적, cm^2
 A_{bp} : 베이스 플레이트의 면적, cm^2
 A_e : 공칭좌굴응력도 F_n 에 상응하는 유효단면적, cm^2
 A_n : 순단면적, cm^2
 A_1 : 콘크리트 면에 지압력이 전달되는 부분의 면적, cm^2
 A_2 : 지압력이 전달되는 바닥 콘크리트의 전체 면적중에서 A_1 과 닮은꼴 부분의 면적, cm^2
 a : 횡지지가새의 중심간 거리, cm
 B : 벽체속의 벽스터드 간격, cm
 b : 압축 평판요소의 유효폭, cm
 b : 립 \sqsubset 형강, 경 \sqsubset 형강 또는 Z형강의 압축플랜지 폭, cm
 C_b : 휨재의 모멘트 기울기에 따른 보정계수
 C_m : 보-기둥의 휨모멘트 기울기에 따른 보정계수
 C_{mx}, C_{my} : 기둥재의 x축 또는 y축 휨모멘트 기울기에 따른 보정계수
 C_s : 공칭횡좌굴휨강도 산정용 계수
 C_{TF} : 1축 대칭 단면 부재의 공칭횡좌굴휨강도 산정시 모멘트 기울기에 따른 보정계수
 C_w : 단면의 뒤틀림 상수, cm^6
 C_o : 벽스터드의 초기 변형량(벽체와 평행인 방향), cm

- C_1 : 벽판의 전단변형도 산정용 계수, cm
 D : 시험체의 무게를 포함한 고정하중, tf 또는 tf/m
 D : 립의 전체 춤, cm
 D_o : 벽스터드의 초기 변형량(벽체와 직각인 방향), cm
 d : 우각부를 포함한 단면의 전체 춤, cm
 d : 아크 시임 용접의 폭, cm
 d : 아크 스폿 용접의 외부표면 직경, cm
 d : 볼트의 공칭직경, cm
 d_a : 아크 스폿 용접부의 평균 직경, cm
 d_a : 시임용접의 평균 폭, cm
 d_e : 용융된 면적의 유효 직경, cm
 d_e : 아크 시임 용접 용융표면의 유효폭, cm
 d_h : 표준구멍의 직경, cm
 d_s : 유효단면 성능 산정식에 적용하는 립의 유효폭, cm
 d_s' : 비강절판요소로 간주하여 산정된 립의 유효폭, cm
 E_s : 강재의 탄성계수(2,100 tf/cm²)
 E_o : 벽스터드의 초기 변형량(비틀림 회전각), radian
 E_1 : 벽판의 전단변형도 산정용 계수
 E_s' : 비탄성 탄성계수, tf/cm²
 e_{\min} : 아크 스폿 용접의 중심부터 인접한 용접선과의 최소 거리 또는 최소 연단 거리, cm
 e_{\min} : 볼트구멍 중심간 최소 간격 또는 볼트구멍 중심과 판의 최소 연단거리, cm
 F_e : 탄성좌굴응력도, tf/cm²
 F_n : 공칭좌굴응력도, tf/cm²

72 냉간성형강 구조설계기준

- F_p : 허용지압강도, tf/cm^2
- F_t : 순단면적에 상응하는 공칭인장응력도, tf/cm^2
- F_u : 강재의 인장강도, tf/cm^2
- F_v : 볼트의 공칭 단면적에 상응하는 허용전단응력도, tf/cm^2
- F_y : 강재의 설계기준 항복강도, tf/cm^2
- f : 압축판요소 유효폭을 고려한 단면으로부터 산정된 압축응력도, tf/cm^2
- f_b : 유효 단면계수로 부터 산정된 최대 휨응력도, tf/cm^2
- f_c : 커머 플레이트의 설계하중에 대한 응력도, tf/cm^2
- f_c' : 콘크리트의 설계압축강도, tf/cm^2
- f_d : 압축판요소에 발생한 압축응력도(처짐산정시에 적용하는 단면유효폭 산정에 사용), tf/cm^2
- f_1 : 평판내에 발생하는 최대 압축응력도, tf/cm^2
- f_2 : 평판내에 발생하는 최소 압축응력도 또는 최대 인장응력도, tf/cm^2
- G : 강재의 전단탄성계수(810 tf/cm^2)
- G' : 강재의 비탄성 전단탄성계수, tf/cm^2
- g : 상하부 플랜지에 가장 가까운 집합재 열 사이의 수직거리, cm
- h : 우각부를 제외한 웨브 춤, cm
- I_a : 반강절판요소의 유효폭 산정에 적용하는 립의 단면2차모멘트, cm^4
- I_b : 단면감소가 안된 단면의 휨축에 대한 단면2차모멘트, cm^4
- I_s : 립 평판 자체만의 도심축에 대한 단면2차모멘트로서, 휨축의 각도에 대해 보정한 값, cm^4
- I_x, I_y : x 및 y 주축에 대한 단면2차모멘트, cm^4
- I_{xy} : 단면상승모멘트, cm^4
- J : 단면의 비틀림 상수, cm^4

- j : 휨비틀림좌굴에 대한 단면성능, cm
 K : 유효길이 계수
 K' : 횡지지가새의 설계단면력을 산정하는데 사용하는 상수
 K_b : 횡지지된 부재의 휨면에 대한 유효길이 계수
 K_t : 비틀림에 대한 유효길이 계수
 K_x : X축 방향 휨에 대한 유효길이 계수
 K_y : Y축 방향 휨에 대한 유효길이 계수
 k : 판좌굴 계수
 k_V : 웨브의 전단좌굴 계수
 L : 등가스팬으로서, 단순보에서는 전체 길이, 연속보에서는 반곡점간의 거리, 캔틸레버보에서는 전체길이의 2배, cm
 L : 아크 시임 용접의 길이로서 곡단부를 포함하지 않은 값, cm
 L : 모살용접 길이, cm
 L_b : 부재의 비가새지지 길이, cm
 L : 적재하중, tf 또는 tf/m^2
 L_t : 압축부재의 비틀림에 대한 비지지 길이, cm
 L_x : 압축부재의 x축 휨에 대한 비지지 길이, cm
 L_y : 압축부재의 y축 휨에 대한 비지지 길이, cm
 M : 작용 휨모멘트, $\text{tf} \cdot \text{cm}$
 M_a : 순수 휨재의 허용휨강도, $\text{tf} \cdot \text{cm}$
 M_{ax}, M_{ay} : 순수 휨재의 x축 또는 y축에 대한 허용휨강도, $\text{tf} \cdot \text{cm}$
 M_{axo}, M_{ayo} : 횡좌굴에 대한 고려는 제외하며 산정한 순수 휨재의 x축 또는 y축에 대한 허용휨강도, $\text{tf} \cdot \text{cm}$
 M_c : 횡좌굴휨강도, $\text{tf} \cdot \text{cm}$
 M_e : 탄성횡좌굴강도, $\text{tf} \cdot \text{cm}$

74 냉간성형강 구조설계기준

- M_n : 공칭휨강도, tf · cm
- M_x, M_y : x축 또는 y축에 대한 작용 휨모멘트, tf · cm
- M_y : 항복모멘트, tf · cm
- M_1 : 단부에서 작은 쪽 모멘트, tf · cm
- M_2 : 단부에서 큰 쪽 모멘트, tf · cm
- m : 전단중심으로부터 웨브두께 중심까지의 거리, cm
- m : 볼트의 전단면수
- m : 고력볼트의 마찰면수
- n : 위험단면의 볼트구멍 수
- P : 집중하중 또는 집중반력, tf
- P : 작용 축방향력, tf
- P : 볼트에 의해 전달되는 힘, tf
- P : 용접에 의해 전달되는 힘, tf
- P_a : 순수 압축재의 허용압축강도, tf
- P_{ab} : 볼트의 허용지압강도, tf
- P_{at} : 볼트 및 고력볼트의 허용인장강도, tf
전단과 인장을 받는 볼트의 허용인장강도, tf
- P_{av} : 볼트 및 고력볼트의 허용전단강도, tf
전단과 인장을 받는 고력볼트의 허용전단강도, tf
- P_{aw} : 용접부의 허용강도, tf
- P_{ao} : 좌굴에 대한 고려없이 항복만을 고려하여 산정한 순수 압축재의 허용압축
강도, tf
- P_L : 횡지지가새가 저항하여야 할 축방향력, tf
- P_n : 압축재의 공칭압축강도, tf
- P_n : 접합재의 공칭강도, tf

- P_{nw} : 용접부의 공칭강도, tf
 \bar{Q} : 벽체 양면 마감재의 설계전단강도, tf
 q : 조립 I형강의 환산등분포하중정도, tf/cm
 \bar{q} : 벽체 마감재의 설계전단강도로서 스티드의 단위 길이 간격에 해당하는 값, tf/cm
 \bar{q}_o : 벽체 마감재의 설계전단강성도를 산정하는데 적용하는 계수, tf/cm
 q_u : 웨브면 상에 작용하는 등분포하중, tf/cm 또는 tf/m
 R : 압축재의 안전율 산정에 적용하는 계수
 R : 소요하중, 계수하중, tf 또는 tf/m
 r : 감소 안된 전체 단면에 대한 단면극2차반경, cm
 r : 볼트접합 단면에서 공칭인장응력도 산정에 적용되는 계수로서, 총인장력에 대한 파단선상의 볼트가 부담하는 비율
 r_{cv} : 냉간성형 π 형강의 약축에 대한 단면2차반경, cm
 r_o : 전단 중심에 대한 단면극 2차반경, cm
 r_x, r_y : x방향 주축 또는 y방향 주축에 대한 단면2차반경, cm
 r_I : 조립 I형강의 약축에 대한 단면2차반경, cm
 S : 관폭두께비의 한계를 결정하는 계수로서 $1.28\sqrt{E/f}$ 값
 S_c : 압축연단의 응력도가 M_c/S_f 일 때 산정된 유효단면의 단면계수, cm^3
 S_e : 인장연단이나 압축연단이 F_y 일 때 산정된 유효단면계수, cm^3
 S_f : 감소 안된 총단면의 최외단 압축연에 대한 압축축 단면계수, cm^3
 s_{\max} : I형강의 조립에 사용된 용접부 및 파스너의 최대허용간격, cm
 s : 압축 커버 플레이트의 접합에 사용된 용접 또는 파스너의 종방향 간격, cm
 T_a : 허용인장강도, tf
 T_n : 공칭인장강도, tf

76 냉간성형강 구조설계기준

- T_{nc} : 볼트접합 단면의 공칭인장강도, tf
- T_s : 접합요소의 인장강도, tf
- t : 강재 단면 또는 판요소의 판두께로서 도막두께를 포함하지 않은 순수 강재의 두께, cm
- t : 이중 용접판의 총두께, cm
- t : 용접되는 모재의 가장 얇은쪽 판두께, cm
- t_w : 유효목두께, cm
- t_w : 웨브의 두께, cm
- V : 작용 전단력, tf
- V_a : 허용전단강도, tf
- V_{ac} : 볼트접합 단면의 전단파괴에 대한 허용전단강도, tf
- V_{ad} : 다이아프램의 면내 단기허용전단강도, tf
- V_{nc} : 볼트접합 단면의 전단파괴에 대한 공칭전단강도, tf
- V_{nd} : 다이아프램의 면내 공칭전단강도, tf
- W : 중도리의 지지하중을 가새의 지점 개수로 나눈 값, tf
- w : 우각부를 공제한 판요소 폭, cm
- w : 지압판에 접촉한 보 플랜지의 평판부분 폭, cm
- w_f : 플랜지의 내민 길이로서, 웨브두께를 공제한 플랜지 전체 폭이며 립이 있는 경우 립의 춤을 더한 값, cm
- x_o : 전단중심으로부터 도심까지의 거리, cm
- $1/\alpha_x, 1/\alpha_y$: x축과 y축에 대한 모멘트 확대계수
- β : 탄성좌굴응력도를 산정하는데 사용한 계수
- γ : 벡스터드 마감재의 실제 전단변형도
- $\bar{\gamma}$: 벡스터드 마감재의 허용전단변형도
- σ : 벡스터드 마감재의 전단변형도와 관련된 응력도, tf/cm²

- σ_{CR} : 마감재의 전단강성을 포함한 벽체의 이론적 탄성좌굴응력도, tf/cm^2
- σ_t : 비틀림 좌굴응력도, tf/cm^2
- ρ : 관요소의 유효폭 산정에 사용하는 저감계수
- Ψ : f_2/f_1 로서, 웨브에 발생한 최대 압축응력도(+)에 대한 최대 인장응력도
(-) 또는 최소 압축응력도(+)의 비율
- Ω_b : 볼트의 지압에 대한 안전율
- Ω_c : 축방향 압축에 대한 안전율
- Ω_d : 다이어프램의 전단강도에 대한 안전율
- Ω_e : 접합부 모재의 파열에 대한 안전율
- Ω_f : 휨에 대한 안전율
- Ω_t : 순단면적에 상응하는 인장에 대한 안전율
- Ω_{tc} : 볼트접합 단면의 인장에 대한 안전율
- Ω_{wc} : 볼트접합 단면의 전단파괴에 대한 안전율
- Ω_w : 용접접합의 안전율

부 록

부 1 건설교통부 고시 냉간성형강 구조설계기준

● 건설교통부고시 제1998-380호

건축법 제59조의3의 규정에 의하여 대한건축학회가 정한 「냉간성형강 구조설계기준」을 다음과 같이 승인·고시합니다.

1998년 11월 일

건설교통부장관

냉간성형강 구조설계기준

제 1 장 총 칙

제1조 【목적】 이 기준은 건축법 제59조의 3 제1항 및 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」 제6조 제1항의 규정에 의하여 냉간성형강구조 건축물의 구조설계방법과 이에 관련한 구조기준을 정함을 목적으로 한다.

제2조 【적용범위】 ① 이 기준은 냉간성형강으로서 제6조에 규정하는 일반구조용 경량형강 및 건축구조용 표면처리 경량형강을 부재로 한 건축물에 적용한다.

② 이 기준에 규정되어 있지 않은 사항과 냉간성형강 구조와 혼용되어 있는 기타 부재의 구조설계는 「건축물의 구조내력에 관한 기준」에서 정하는 바에 따른다.

제3조 【용어의 정의】 이 기준에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. “강절판요소”라 함은 냉간성형강 단면 판요소의 양쪽 단부가 강성이 충분한 웨브, 플랜지 또는 립 등으로 연결된 판요소를 말한다.
2. “경 σ 형강”이라 함은 냉간성형한 강재중에서 립이 없는 σ 형 단면의 형강을 말한다(별표 1 참조).
3. “구조내력상 주요한 부재”라 함은 건축물의 기초·벽·기둥·보·바닥판·지붕틀·사재 등의 구조부재로서 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」에서 정하는 각종 하중에 대하여 그 건축물을 안전하게 지지하는 기능을 하는 부재를 말한다.
4. “균일압축응력”이라 함은 강재 단면의 한 판요소에 일정한 값으로 균일하게 분

포하는 압축응력을 말한다.

5. “냉간성형강”이라 함은 일상 온도에서 강관을 절단 및 성형하여 제작한 구조용 강재를 말한다.
6. “다이아프램”이라 함은 면내 전단내력을 보유한 판형 구조체로서 바닥, 지붕, 벽체 등을 말한다.
7. “등변응력”이라 함은 강재 단면의 한 판요소에 1차 함수 형태로 일정하게 변하며 분포하는 응력을 말한다.
8. “립(lip)”이라 함은 플랜지의 국부좌굴을 보강할 목적으로 단부에 돌출되게 냉간성형한 판요소를 말한다.
9. “립 π 형강”이라 함은 냉간성형한 강재중에서 립이 있는 π 형 단면의 형강을 말한다(별표 1 참조).
10. “반강절판요소”라 함은 냉간성형강 단면 판요소의 한쪽 단부는 강성이 충분한 웨브 등으로 연결되고 다른 쪽 단부는 강성이 충분하지 않은 립 등으로 연결된 판요소를 말한다.
11. “벽스터드”라 함은 벽체를 구성하는 수직재로서 소정의 간격으로 배열되어 휨과 압축에 저항하는 부재를 말한다.
12. “비강절판요소”라 함은 냉간성형강 단면 판요소의 한쪽 단부만 강성이 충분한 웨브 등으로 연결되고 다른 쪽 단부는 자유단인 판요소를 말한다.
13. “설계기준 항복강도”라 함은 기준에서 제시한 설계용 기준 항복강도로서 사용부재의 하항복점을 제한하는 값을 말한다.
14. “아크 스폿(arc spot) 용접”이라 함은 용접할 목적으로 만든 덧판의 원형 개구부를 꽉 채우는 아크용접을 말한다.
15. “아크 시임(arc seam) 용접”이라 함은 용접할 목적으로 만든 덧판의 길쭉한 개구부를 꽉 채우는 아크용접을 말한다.
16. “유효폭”이라 함은 강재의 단면 설계에서 내력상 유효하게 저항한다고 평가하는 평판요소의 폭을 말한다.
17. “조립구조재”라 함은 두 개 이상의 형강으로 조립된 단면을 가진 부재 및 두 개 이상의 형강으로 조립되어 구조재 역할을 하는 횡지지가새, 벽스터드, 다이아프램 등을 말한다.
18. “파스너”라 함은 강재의 접합에서 용접과 달리 기계적인 접합에 별도로 사용하는 볼트 및 고력볼트 등의 소재를 말한다.
19. “판두께”라 함은 판요소의 두께로서 도막두께를 포함하지 않은 순수 강재의 두께를 말한다.
20. “판요소”라 함은 냉간성형강 단면의 형상을 구성하는 평판 소재를 말하며 플

랜지, 웨브 및 립이 있다.

21. “관폭두께비”라 함은 강재 단면을 구성하는 평판요소 폭의 관두께에 대한 비율을 말한다.

제4조 【설계 기본】 ① 구조설계는 부재의 공칭강도를 소정의 안전율로 나눈 허용강도설계법으로 한다.

② 설계하중은 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」에서 정하는 바에 따르며, 하중조합은 동규칙의 허용응력도설계법 하중조합을 적용한다.

③ 단기하중에 대한 허용강도는 장기허용강도의 1.33배로 한다.

제5조 【냉간성형강의 강관두께】 이 기준을 적용하는 구조내력상 주요한 냉간성형강 부재의 관두께는 0.8mm 이상, 6mm 이하이어야 한다.

제 2 장 재 료

제6조 【냉간성형강】 냉간성형강은 한국산업규격(이하 KS라 한다)의 KS D 3530 일반 구조용 경량형강, KS D 3854 건축구조용 표면처리 경량형강에 적합한 것으로 한다. 다만, KS규격 이외의 제품은 KS규격품과 동등 이상의 품질이 확인된 경우에 사용할 수 있다.

제7조 【볼트·고력볼트 및 용접】 볼트·고력볼트 및 용접재료는 각각 「건축물의 구조내력에 관한 기준」과 「건축공사표준시방서」에서 정하는 바에 따른다.

제8조 【재료 강도】 ① 냉간성형강의 설계기준 항복강도 F_y 및 인장강도 F_u 는 별표 2에 따른다.

② 볼트와 고력볼트의 설계기준 항복강도 F_y 및 인장강도 F_u 는 각각 별표 3과 별표 4에 따른다.

③ 용접이음매의 설계기준 항복강도 및 인장강도는 맞댐용접인 경우 모재의 설계기준 항복강도 F_y 및 인장강도 F_u 로, 모살용접인 경우 모재의 설계기준 항복강도 F_y 및 인장강도 F_u 의 $1/\sqrt{3}$ 배로 하되, 모재의 재료 강도가 다른 경우에는 두 값중에서 작은 값으로 한다.

제9조 【재료의 정수】 냉간성형강용 강재의 정수는 별표 5에 따른다.

제 3 장 부재 설계

제 1 절 판폭두께비와 유효폭

제10조 【판폭두께비 제한】 ① 양단이 다른 강절판요소에 연결되고 압축응력을 받는 강절판요소의 판폭두께비는 500 이하이어야 한다.

② 휨재에서 등변응력을 받는 웨브의 판폭두께비는 스티프너가 없는 경우 200 이하, 하중지지점이 스티프너로 보강되는 경우 260 이하이어야 한다.

③ 제1항 및 제2항의 규정 이외에 압축응력을 받는 판요소의 판폭두께비는 60 이하이어야 한다.

제11조 【유효폭 기본식】 압축응력을 받는 평판요소의 유효폭 b 를 산정하기 위한 기본식은 다음 각호와 같다.

1. $\lambda \leq 0.673$ 인 경우

$$b = w$$

2. $\lambda > 0.673$ 인 경우

$$b = \rho w$$

여기서, w : 평판의 폭(cm)

$$\rho = (1 - 0.22/\lambda) / \lambda \leq 1.0$$

$$\lambda : \text{세장계수} \left(= \frac{1.052}{\sqrt{k}} \left(\frac{w}{t} \right) \sqrt{\frac{f}{E_s}} \right)$$

E_s : 탄성계수(tf/cm²)

t : 평판의 두께(cm)

k : 판요소의 좌굴계수

f : 유효폭 산정을 위한 압축판요소의 응력도(tf/cm²)

제12조 【균일압축응력을 받는 강절판요소】 균일압축응력을 받는 강절판요소는 다음 각호에 따라 산정한 판요소의 좌굴계수 k 와 압축판요소의 응력도 f 를 제11조의 기본식에 적용하여 유효폭을 산정한다.

1. 압축재의 강절판요소

$$k = 4$$

f : 제28조 제1항 또는 제37조에 의해 산정되는 공칭좌굴응력도 F_n

2. 강도 산정용 휨재의 강절판요소

$$k = 4$$

f : 압축응력도로서 다음 각목에 따라 산정한다.

가. 제21조의 공칭항복휨강도에 의하여 공칭휨강도가 결정되며, 최대 압축응력이 항복응력도에 도달하는 경우

$$f = F_y$$

나. 제21조의 공칭항복휨강도에 의하여 공칭휨강도가 결정되며, 최대 인장응력이 항복응력도에 도달하는 경우

$$f = f_{c, \max}$$

다. 제22조의 공칭횡좌굴휨강도에 의하여 공칭휨강도가 결정되는 경우

$$f = \frac{M_c}{S_f}$$

여기서,

$f_{c, \max}$: 유효단면에 근거하여 산정한 최대압축응력도(tf/cm²)

M_c : 제22조에 의하여 결정되는 횡좌굴휨강도(tf · cm)

S_f : 최외단 압축연에 대한 총단면의 단면계수(cm³)

3. 처짐 산정용 휨재의 강절판요소

$$k = 4$$

f : 제20조에 의하여 M_a 산정시 적용된 유효단면의 단면계수로

M_a 를 나눈 값

제13조 【균일압축응력을 받는 비강절판요소】 균일압축응력을 받는 비강절판요소의 강도 및 처짐 산정용 유효폭은 제12조에 의하여 산정하되, $k = 0.43$ 을 적용한다.

제14조 【균일압축응력을 받는 반강절판요소】 균일압축응력을 받는 반강절판요소인 플랜지에서 립 유효폭 d_s 와 플랜지 유효폭 b 는 다음의 판폭두께비 결정계수 S 와 관련하여 다음 각호에 따라 산정한다.

$$S = 1.28 \sqrt{E/f}$$

1. 강도 산정용 반강절판요소

가. $w/t \leq S/3$ 인 경우

$$d_s = d_s'$$

$$b = w$$

나. $w/t > S/3$ 인 경우

$$d_s = d_s'(I_s/I_a) \leq d_s'$$

b : 다음과 같이 산정한 k 및 $f = F_y$ 를 제11조의 기본식에 적용하여 산정한다.

1) $0.8 \geq D/w \geq 0.25$ 인 경우

$$k = [4.82 - 5(D/w)] (I_s/I_a)^n + 0.43 \leq 5.25 - 5(D/w)$$

2) $D/w \leq 0.25$ 인 경우

$$k = 3.57(I_s/I_a)^n + 0.43 \leq 4.0$$

여기서, d_s : 유효단면 성능 산정식에 적용하는 립의 유효폭(cm)

d_s' : 제13조에 의하여 산정된 립의 유효폭(cm)

D : 립의 전체 춤(cm)

I_s : 립 평판 자체만의 단면2차모멘트(= $d^3 t / 12$)(cm⁴)

I_a : 반강절판요소의 유효폭 산정에 적용하는 립의 단면2차모멘트(cm⁴)

가) $S/3 < w/t < S$ 인 경우

$$I_a = 399 \{ [(w/t)/S] - 0.33 \}^3 t^4 \text{ (cm}^4\text{)}$$

나) $w/t \geq S$ 인 경우

$$I_a = \{ [115(w/t)/S] + 5 \} t^4 \text{ (cm}^4\text{)}$$

n : 좌굴계수 k 산정용 계수

가) $S/3 < w/t < S$ 인 경우

$$n = 1/2$$

나) $w/t \geq S$ 인 경우

$$n = 1/3$$

2. 처짐 산정용 반강절판요소

제1호의 강도 산정식을 적용하되, f 는 제20조에 의하여 M_a 산정시 적용된 유효단면의 단면계수로 M_a 를 나눈 값으로 한다.

제15조 【등변응력을 받는 강절판요소】 휨에 의하여 등변응력을 받는 강절판요소에서 압축응력이 생기는 평판 부분의 유효폭은 다음 각호에 따라 산정된 b_1 과 b_2

를 합한 값으로 하며, 그 폭은 압축응력 평판 부분의 길이 이하로 하여야 한다.

1. 강도 산정용 강절판요소

가. 최대 압축응력도 부분

$$b_1 = b / (3 - \Psi)$$

나. 최소 압축응력도 부분

1) $\Psi \leq -0.236$ 인 경우

$$b_2 = b / 2$$

2) $\Psi > -0.236$ 인 경우

$$b_2 = b - b_1$$

여기서, b : 다음과 같이 산정한 k 와 f 를 제11조의 기본식에 적용하여 산정한다.

$$k = 4 + 2(1 - \Psi)^3 + 2(1 - \Psi)$$

$$\Psi = f_2 / f_1$$

$$f = f_1$$

f_1 : 평판에 발생하는 최대 압축응력도(+부호)(tf/cm²)

f_2 : 평판에 발생하는 최대 인장응력도(-부호) 또는 최소 압축응력도(+부호)(tf/cm²)

2. 처짐 산정용 강절판요소

제1호의 강도 산정식을 적용하되, f_1 과 f_2 는 제20조에 의하여 M_a 산정시 적용된 유효단면에 의하여 산정한다.

제16조 【등변응력을 받는 비강절판요소】 휨에 의해 등변응력을 받는 비강절판요소의 강도 및 처짐 산정용 유효폭은 제15조에 의하여 산정하되, $k = 0.43$ 을 적용한다.

제17조 【집중하중을 받는 보의 플랜지】 집중하중을 받는 보의 스패인이 플랜지 내민 길이 w_f 의 30배 이하인 경우 플랜지 유효폭은 인장과 압축 모두 다음의 제한을 받는다.

$$b / w_f = 0.3 + 0.13 \sqrt{L / w_f} \leq 1$$

여기서, b : 플랜지 평판요소의 유효폭(cm)

L : 등가 스패인으로서, 단순보에서는 전체 길이, 연속보에서는 반곡점간의 거리, 캔틸레버에서는 전체길이의 2배(cm)

w_f : 플랜지의 내민 길이로서, 조립I형단면 등에서는 전체 플랜지 폭에서 웨브의 두께를 제외한 폭의 1/2이며, 립이 있는 경우에는 립의 춤을 더한 값(cm)

제 2 절 인장재

제18조 【허용인장강도】 인장을 받는 부재의 인장력은 다음 식에 의한 허용인장강도 T_a 이하로 하여야 한다.

$$T_a = T_n / \Omega_t$$

여기서, T_n : 부재의 공칭인장강도(= $A_n F_y$)(tf)

Ω_t : 인장에 대한 안전율(= 1.67)

A_n : 순단면적(cm²)

F_y : 냉간성형강의 설계기준 항복강도(tf/cm²)

제19조 【인장재 순단면적】 중심 인장을 받는 파스너 접합부재의 순단면적은 파스너 구멍의 영향을 고려하여 다음 각호에 따라 산정한다.

1. 정렬 배치인 경우

$$A_n = A - n d t$$

여기서, n : 인장력에 의한 파단선상에 있는 구멍의 수

d : 파스너구멍의 직경(cm)

t : 부재의 두께(cm)

2. 엇모 배치인 경우

$$A_n = A - n d t + \sum \frac{s^2}{4g} t$$

여기서, s : 2개의 연속된 구멍의 종방향 중심간격(피치)(cm)

g : 파스너 게이지선 사이의 횡방향 중심간격(게이지)(cm)

제 3 절 휨 재

제20조 【허용휨강도】 휨재의 외력에 의한 모멘트는 다음 식에 의한 허용휨강도 M_a 이하로 하여야 한다.

$$M_a = M_n / \Omega_f$$

여기서, M_n : 공칭휨강도로서, 제21조에 의한 공칭항복휨강도와

제22조에 의한 공칭횡좌굴휨강도 중에서 작은 값(tf·cm)

Ω_f : 휨에 대한 안전율(= 1.67)

제21조 【공칭항복휨강도】 단면의 항복에 근거한 공칭휨강도 M_n 은 다음과 같이 산정한다.

$$M_n = S_e F_y$$

여기서, S_e : 압축연단(緣端)이나 인장연단이 F_y 일 때 산정된 유효단면의 단면계수(cm³)

F_y : 냉간성형강의 설계기준 항복강도(tf/cm²)

제22조 【공칭횡좌굴휨강도】 횡좌굴의 영향을 받는 단면의 공칭휨강도 M_n 은 다음과 같이 산정한다.

$$M_n = S_c \frac{M_c}{S_f}$$

여기서, S_f : 전체단면의 단면계수(cm³)

S_c : 압축연단 응력도가 M_c / S_f 일 때 산정된 유효단면의 단면 계수(cm³)

M_c : 횡좌굴휨강도로서 다음의 각호에 따라 산정된 값(tf·cm)

1. 1축, 2축 대칭 단면에 대하여

가. $M_e > 0.5 M_y$ 일 때,

$$M_c = M_y \left(1 - \frac{M_y}{4 M_e} \right)$$

나. $M_e \leq 0.5 M_y$ 일 때,

$$M_c = M_e$$

여기서,

$$M_y : \text{항복모멘트}(= S_f F_y)(\text{tf} \cdot \text{cm})$$

$$M_e : \text{탄성회좌굴강도(별표 6 참조)}(\text{tf} \cdot \text{cm})$$

2. 조립 I형 또는 Z형 단면에 대하여

웹에 수직인 도심축(x축)에 대해 휨이 발생하는 조립 I형 단면이나 Z형 단면에 대해 M_c 를 구하는데 제1호 외에 다음 각목에 의하여 산정할 수 있다.

가. $M_e > 2.78 M_y$ 일 때,

$$M_c = M_y$$

나. $2.78 M_y \geq M_e > 0.56 M_y$ 일 때,

$$M_c = \frac{10}{9} M_y \left(1 - \frac{10 M_y}{36 M_e}\right)$$

다. $M_e \leq 0.56 M_y$ 일 때,

$$M_c = M_e$$

여기서,

$$M_e : \text{탄성회좌굴강도(별표 7 참조)}(\text{tf} \cdot \text{cm})$$

제23조 【허용전단강도】 단면의 전단력은 다음 각호에 따라 산정한 허용전단강도 V_a 이하로 하여야 한다.

1. $h/t \leq 1.38\sqrt{Ek_v/F_y}$ 일 경우

$$V_a = 0.38 t^2 \sqrt{k_v F_y E} \leq 0.4 F_y h t$$

2. $h/t > 1.38\sqrt{Ek_v/F_y}$ 일 경우

$$V_a = 0.53 E k_v t^3 / h$$

여기서, t : 웹 두께(cm)

h : 웹면을 따라서 측정되는 웹의 평판부분의 춤(cm)

k_v : 중간스티프너가 없는 경우의 전단좌굴계수(= 5.34)

제24조 【휨과 전단에 의한 조합강도】 휨모멘트 M 과 전단력 V 는 다음의 상관식을 만족하여야 한다.

$$(M/M_{axo})^2 + (V/V_a)^2 \leq 1.0$$

여기서, M_{axo} : 제21조의 공칭항복휨강도를 적용하여 산정한 제20조의 허용
휨강도(tf · cm)

V_a : 전단력만 존재할 경우의 허용전단강도(tf)

제25조 【휨재의 스티프너】 지지점의 반력을 포함한 집중하중을 받는 보는 중간스
티프너를 설치하거나 하중분포길이를 확보하는 방법 등으로 하중점 부근 웨브의
국부파괴를 방지하여야 한다.

제26조 【휨재의 처짐】 적재하중에 의한 휨재의 처짐은 양단지지보의 경우 스패의
1/300 이하, 캔틸레버보의 경우 스패의 1/250 이하로 하여야 하며, 중도리 및 띠장
의 경우 마감재에 지장이 없는 범위내에서 이 한도를 초과할 수 있다.

제 4 절 압축재

제27조 【허용압축강도】 ① 중심축하중을 받는 압축재의 압축력은 다음 식에 의한
허용압축강도 P_a 이하로 하여야 한다.

$$P_a = P_n / \Omega_c$$

여기서, P_n : 공칭압축강도(tf)

Ω_c : 축방향 압축에 대한 안전율(= 1.92)

② 비틀림 또는 휨비틀림의 영향을 받지 않는 단면으로서, 강재 판두께가 2.3mm
이상이며 $F_e > F_y / 2$ 인 경우의 안전율 Ω_c 는 다음 값으로 한다.

$$\Omega_c = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} R - \frac{1}{8} R^3$$

여기서, $R = \sqrt{\frac{F_y}{2F_e}}$

F_e : 탄성좌굴응력도(별표 8 참조)(tf/cm²)

제28조 【공칭압축강도】 ① 일반적인 단면을 가진 부재의 공칭압축강도 P_n 은 다음
식에 따라 산정한다.

$$P_n = A_e F_n$$

여기서, A_e : F_n 에서의 유효단면적(cm²)

F_n : 다음 각호에 따라 산정한 공칭좌굴응력도(tf/cm²)

1. $F_e > F_y/2$ 인 경우

$$F_n = F_y(1 - F_y/4F_e)$$

2. $F_e \leq F_y/2$ 인 경우

$$F_n = F_e$$

② 립이 없는 경ㄷ형강과 경ㄹ형강 부재의 공칭압축강도 P_n 은 제1항에 의하여 산정된 값과 다음 식에 의하여 산정된 값 중 작은 값으로 한다.

$$P_n = \frac{A \pi^2 E_s}{25.7 (w/t)^2}$$

여기서, A : 단면 감소가 안 된 총단면적(cm²)

w : 립이 없는 판요소의 평판 폭(cm)

t : 립이 없는 판요소의 판두께(cm)

제29조 【압축재의 세장비】 기둥재를 제외한 압축재의 세장비는 주요 부재에서는 200 이하, 2차 부재에서는 250 이하로 한다.

제 5 절 기둥재

제30조 【휨과 압축의 조합강도】 ① 축하중과 휨모멘트를 받는 기둥재는 다음 두 상관식을 모두 만족하여야 한다.

$$\frac{P}{P_a} + \frac{C_{mx}M_x}{M_{ax}a_x} + \frac{C_{my}M_y}{M_{ay}a_y} \leq 1.0$$

$$\frac{P}{P_{ao}} + \frac{M_x}{M_{ax}} + \frac{M_y}{M_{ay}} \leq 1.0$$

여기서, P : 축하중(tf)

M_x, M_y : 유효단면의 도심축에 대한 작용모멘트(tf · cm)

P_a : 제27조에 규정한 허용압축강도(tf)

P_{ao} : F_n 을 F_y 값으로 하여 제27조에 따라 산정한 허용압축강도(tf)

M_{ax}, M_{ay} : 제20조에 규정한 도심축에 대한 허용휨강도(tf · cm)

$1/\alpha_x, 1/\alpha_y$: 확대계수(= $1/[1 - (\Omega_c P/P_{cr})]$)

Ω_c : P_a 산정시의 안전율

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E I_b}{(K_b L_b)^2} \text{ (tf)}$$

I_b : 총단면의 단면2차모멘트(cm⁴)

L_b : 휨면에서의 비가새지지 길이(cm)

K_b : 휨면에서의 유효길이계수

C_{mx}, C_{my} : 휨모멘트 기울기에 따른 보정계수(별표 9 참조)

② $P/P_a \leq 0.15$ 일 때는 제1항 외에 다음 식에 따라 검토할 수 있다.

$$\frac{P}{P_a} + \frac{M_x}{M_{ax}} + \frac{M_y}{M_{ay}} \leq 1.0$$

제31조 【기둥재의 세장비】 주요 기둥재의 세장비는 120 이하, 기타 기둥재는 160 이하로 한다.

제 4 장 조립구조재

제 1 절 조립재의 파스너 간격

제32조 【조립 I형 부재】 두 개의 립ㄷ형강 또는 경ㄷ형강으로 조립된 I형 부재에서, 용접 및 파스너 등과 같은 집합요소의 축방향 최대허용간격 s_{max} 는 다음 각호에 따라 산정한다.

1. 압축재의 경우

$$s_{max} = \frac{L r_{cy}}{2 r_I}$$

여기서, L : 압축재의 비가새지지 길이(cm)

r_I : 좌굴축에 대한 I형 단면의 단면2차반경(cm)

r_{cy} : 냉간성형강 1개의 약축에 대한 단면2차반경(cm)

2. 휨재의 경우

$$s_{\max} = \frac{L}{6} \leq \frac{2gT_s}{mq}$$

여기서, L : 보의 스패(cm)

T_s : 접합요소의 인장강도(tf)

다만, 집중하중이나 반력의 지압길이가 용접간격 s 보다 작은 경우 하중점이나 반력점으로부터 가장 가까운 접합요소의 인장강도 $T_s = Pm/2g$

P : 집중하중 또는 집중반력(tf)

g : 상·하부 플랜지에 가장 가까운 접합재 열 사이의 수직 거리(cm)

q : 보에 작용하는 환산등분포하중으로서, 집중하중이나 반력은 지압길이를 나눈 값이며, 등분포하중은 3배를 한 값(tf/cm)

m : 립 \perp 형강 또는 경 \perp 형강 1개의 전단중심에서 웨브중심까지의 거리로서,

가. 경 \perp 형강인 경우: $m = \frac{w_f^2}{2w_f + d/3}$

나. 립 \perp 형강인 경우: $m = \frac{w_f dt}{4I_x} \left[w_f d + 2D \left(d - \frac{4D^2}{3d} \right) \right]$

w_f : 조립 I형 단면의 전체 플랜지 폭에서 웨브두께를 제외한 폭의 1/2이며, 립 등이 있는 경우에는 립의 높이를 더한 값(cm)(플랜지 폭이 서로 다른 형강에서 w_f 는 큰 플랜지 폭을 적용)

d : 경 \perp 형강 또는 립 \perp 형강의 춤(cm)

D : 립의 전체 춤(cm)

I_x : 립 \perp 형강 1개의 강축에 대한 단면2차모멘트(cm⁴)

제33조 【커버 플레이트로 보강한 압축관요소】 커버 플레이트로 보강한 압축관요소에서 접합요소의 간격은 응력방향으로 다음 각호에 따라 산정한 s_{\max} 값 이하로 하여야 한다.

1. 설계 전단강도를 만족하는 간격의 s_{\max}
2. $s_{\max} = 1.16 t \sqrt{E_s / f_c}$
 여기서, t : 커버플레이트의 두께(cm)
 f_c : 커버플레이트의 존재응력도(tf/cm²)
3. s_{\max} 은 접합요소로부터 커버 플레이트의 최소 연단거리 w 의 3배로서, 다음 각 목에 따라 증가시킬 수 있다.
 - 가. $w/t < 0.50 \sqrt{E_s / F_y}$ 인 경우

$$s_{\max} = 1.11 t \sqrt{E_s / F_y}$$
 - 나. $w/t \geq 0.50 \sqrt{E_s / F_y}$ 인 경우

$$s_{\max} = 1.33 t \sqrt{E_s / F_y}$$

제 2 절 횡지지 가새

제34조 【비대칭형 보의 횡지지 가새】 ① 비대칭형 보 또는 중도리에서 상부 플랜지가 마감재와 접합하여 횡변위가 구속된 경우 횡좌굴을 방지하기 위한 가새의 설계시 다음 식의 축방향력 P_L 을 부가하여야 한다.

$$P_L = 0.05 W$$

여기서, W : 중도리의 지지하중을 가새의 지점 개수로 나눈 값(tf)

② 비대칭형 보 또는 중도리에서 상하 플랜지가 마감재와 접합되지 않은 경우 횡좌굴을 방지하기 위한 가새의 설계시 다음 각호에 따라 산정한 축방향력 P_L 을 부가하여야 한다.

1. 등분포하중의 경우

$$P_L = 1.5 K' W$$

2. 집중하중의 경우

$$P_L = K \sum P_i + 1.4 K \sum [1 - (x/a)] P_j$$

여기서, $\sum P_i$: 가새 양측면으로 $0.3 a$ 거리 이내에 있는 집중하중 P_i 의 합(tf)

P_j : 가새 양측면으로 $0.3 a$ 와 $1.0 a$ 사이에 있는 집중하중(tf)

$$K' = m/d \text{ (립ㄷ형강 또는 경ㄷ형강)}$$

$$K' = I_{xy}/I_x \text{ (냉간성형 Z형강)}$$

x : 집중하중점에서 가새까지의 거리(cm)

a : 가새의 중심간 거리(cm)

m : 제32조 제2호에서 정의한 전단중심에서 웨브의 중심까지의 거리(cm)

d : 형강의 춤(cm)

I_{xy} : 총단면의 단면상승모멘트(cm⁴)

I_x : 총단면의 강축에 대한 단면2차모멘트(cm⁴)

제35조 【상자형 보의 횡지지 가새】 강축방향의 힘을 받는 상자형 단면의 보에 서 웨브간의 거리에 대한 횡방향 비가새지지 길이의 비는 $0.086 E_s/F_y$ 이하로 하여야 한다.

제 3 절 벽 스테드

제36조 【일반사항】 ① 마감재의 구속효과를 무시한 벽스테드의 내력은 제3장 제4절에 따라 산정한다.

② 제37조에 따라 마감재의 구속효과를 고려한 벽스테드의 내력을 산정할 경우에는 다음 각호의 조건을 만족해야 한다.

1. 항복점 (F_y) $F_y \leq 3.5 \text{ tf/cm}^2$
2. 단면 춤 (d) $d \leq 15 \text{ cm}$
3. 두께 (t) $t \leq 2 \text{ mm}$
4. 전체길이 (L) $L \leq 480 \text{ cm}$
5. 벽스테드의 간격 (B) $30 \text{ cm} \leq B \leq 60 \text{ cm}$

③ 웨브에 개구부가 있는 벽스테드의 내력은 단주시험이나 별도의 해석을 수행하여 산정하여야 한다.

제37조 【벽스테드의 허용압축강도】 양쪽 플랜지에 부착된 마감재의 구속효과를 무시할 경우 축하중은 다음의 허용압축강도 P_a 이하로 하여야 한다.

$$P_a = A_e F_n / \Omega_c$$

여기서, A_e : 공칭좌굴응력도 F_n 산정시 결정되는 유효단면적(cm^2)

Ω_c : 축방향 압축에 대한 안전율로서, 제38조를 적용하는 경우에는 제27조에 따라 산정되며, 제39조를 적용할 경우에는 1.92를 사용한다.

F_n : 공칭좌굴응력도로서 제38조 또는 제39조에 따라 산정되는 값 중에서 작은 값(tf/cm^2)

제38조 【벽스터드의 공칭좌굴응력도】 ① 벽면의 면내좌굴로서 파스너 사이에서 발생하는 좌굴을 방지하기 위하여는 파스너 상호간 거리의 2배를 좌굴길이 KL 로 사용하여 제28조에 따라 벽스터드의 공칭좌굴응력도 F_n 을 산정한다.

② 벽스터드 전체길이의 비틀림좌굴이나 휨비틀림좌굴을 방지하기 위하여는, 각 단면형태에 따라 별표 10에서 산정한 탄성좌굴응력도 F_e 를 사용하여 제28조에 따라 공칭좌굴응력도 F_n 을 산정한다.

제39조 【마감재의 전단파괴 방지】 ① 마감재의 전단파괴를 방지하기 위해서는 F_n 값을 사용한 다음 식의 전단변형도 γ 가 별표 12의 허용전단변형도 $\bar{\gamma}$ 이하로 하여야 한다.

$$\gamma = (\pi/L)[C_1 + (E_1 d/2)]$$

여기서, C_1 과 E_1 값은 각 단면형태에 따라 별표 11에 의해 정해지는 매개변수로서 절대값이다.

② $F_n > 0.5F_y$ 인 경우 별표 10의 $\sigma_{ex}, \sigma_{ey}, \sigma_{tQ}$ 를 산정할 때 E_s 와 G 는 각각 다음 식으로 정의되는 E_s' , G' 으로 대치하여 산정한다.

$$E_s' = 4E_s F_n (F_y - F_n) / F_y^2$$

$$G' = G(E_s' / E_s)$$

제40조 【벽스터드의 허용휨강도】 양쪽 플랜지에 마감재가 부착되어 있지만 벽스터드의 회전구속을 무시하는 경우 휨모멘트 M 는 허용휨강도 M_{axo}, M_{ayo} 이하로 하여야 한다. 여기서, M_{axo}, M_{ayo} 는 제21조에 따라 산정하되 제22조에 명시된 횡좌굴에 대한 고려는 불필요하다.

제41조 【축하중과 휨의 조합하중을 받는 벽스터드】 축하중과 휨모멘트는 허용압축강도 P_a 와 허용휨강도 M_{ax}, M_{ay} 를 사용한 제30조의 상관식을 만족시켜야 한다. 여기서, P_a 는 제37조에 의해 정해지는 허용압축강도이며, M_{ax} 와 M_{ay} 는 제

40조의 허용휨강도 M_{axo} , M_{ay0} 로 각각 대치한다.

제 4 절 다이아프램

제42조 【다이아프램 허용전단강도】 바닥, 지붕 및 벽체 다이아프램의 단기하중에 의한 면내 전단력은 다음의 단기허용전단강도 V_{ad} 이하로 하여야 한다.

$$V_{ad} = V_{nd} / \Omega_d$$

여기서, V_{nd} : 다이아프램의 면내 공칭전단강도(tf)

Ω_d : 다이아프램 전단에 대한 안전율로서, 볼트 및 고력볼트 접합인 경우 2.5이며 용접접합 및 혼용접합인 경우 3.0이다.

제 5 장 접합부

제 1 절 볼트 및 고력볼트 접합

제43조 【일반사항】 냉간성형강 구조에 사용하는 볼트 및 고력볼트는 M12, M16, M20이다.

제44조 【볼트구멍】 ① 볼트구멍의 최대치수는 별표 13에 따른다.

- ② 설계자가 볼트구멍 크기를 특별히 명기한 경우 이외에는 표준구멍치수를 사용하여야 한다.
- ③ 과대구멍은 마찰형 접합부에 허용되지만 볼트와 지압형 고력볼트 접합부에 사용할 수 없다.
- ④ 강판의 접합에서 짧은 슬롯구멍은 한 장 이상의 강판에 긴 슬롯구멍은 한장의 강판에 둘 수 있다.
- ⑤ 지압형 접합부에서 짧은 슬롯구멍 및 긴 슬롯구멍의 슬롯방향은 하중방향에 직각되게 배치하여야 한다.
- ⑥ 마찰형 접합부에서 짧은 슬롯구멍과 긴 슬롯구멍은 하중방향에 상관없이 배치할 수 있다.
- ⑦ 과대구멍이나 짧은 슬롯구멍에는 와셔나 덧판을 사용하여야 한다.
- ⑧ 고력볼트를 사용할 경우에는 와셔를 사용하여야 한다.

제45조 【볼트구멍 간격 및 연단거리】 ① 표준볼트구멍의 중심간 간격은 볼트 직경

의 3배 이상이어야 하며, 볼트구멍 중심과 판의 연단거리는 볼트직경의 1.5배 이상이어야 한다.

② 과대구멍이나 슬롯구멍의 순간격은 볼트직경의 2배 이상이어야 하며, 볼트구멍과 판의 순연단거리는 볼트직경 이상이어야 한다.

③ 제1항 뿐만 아니라, 볼트의 전단력 방향과 나란한 방향의 볼트구멍 중심간 간격 및 볼트구멍 중심과 판의 연단거리는 다음의 최소거리 e_{\min} 이상이어야 한다.

$$e_{\min} = e\Omega_e$$

$$\text{여기서, } e = \frac{P}{F_u t}$$

Ω_e : 접합부 모재의 파열에 대한 안전율(= 2.0)

P : 볼트의 존재전단력(tf)

t : 접합부 모재 판의 두께(cm)

F_u : 접합부 모재의 인장강도(tf/cm²)

④ 제2항 뿐만 아니라, 과대구멍이나 슬롯구멍의 순간격 및 볼트구멍과 판의 순연단거리는 ($e_{\min} - d/2$) 이상이어야 한다.

제46조 【볼트의 허용지압강도】 전단을 받는 볼트의 강판에 대한 허용지압강도 P_{ab} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_{ab} = \frac{F_p d t}{\Omega_b}$$

여기서, F_p : 공칭지압강도로서, 양면전단인 경우 내부 모재는 $3.0 F_u$,

양면전단인 경우 외부 모재나 일면전단인 경우에는 $2.22 F_u$

를 적용(tf/cm²)

Ω_b : 지압에 대한 안전율(=2.22)

제47조 【볼트의 허용인장강도】 인장을 받는 볼트의 허용인장강도 P_{at} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_{at} = A_b F_t$$

여기서, A_b : 볼트의 축부단면적(cm²)

F_t : 볼트의 허용인장응력도(별표 14 참조)(tf/cm²)

제48조 【볼트의 허용전단강도】 전단을 받는 볼트의 허용전단강도 P_{av} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_{av} = m A_b F_v$$

여기서, m : 전단면 수

F_v : 볼트의 허용전단응력도(별표 15 참조)(tf/cm²)

제49조 【전단과 인장을 받는 볼트의 허용인장강도】 전단과 인장을 동시에 받는 볼트의 허용인장강도 P_{at} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_{at} = A_b(1.4 F_t - 1.6 v) \leq A_b F_t$$

여기서, F_t : 볼트의 허용인장응력도(별표 14 참조)(tf/cm²)

v : 볼트의 존재전단응력도(tf/cm²)

제50조 【고력볼트의 허용인장강도】 인장을 받는 고력볼트의 허용인장강도 P_{at} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_{at} = A_b F_t$$

여기서, A_b : 고력볼트의 공칭단면적(cm²)

F_t : 고력볼트의 허용인장응력도(별표 14 참조)(tf/cm²)

제51조 【고력볼트의 허용전단강도】 전단을 받는 고력볼트의 허용전단강도 P_{av} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_{av} = m A_b F_v$$

여기서, m : 마찰면 수

F_v : 고력볼트의 허용전단응력도(별표 14 참조)(tf/cm²)

제52조 【전단과 인장을 동시에 받는 고력볼트의 허용전단강도】 전단과 인장을 동시에 받는 고력볼트의 허용전단강도 P_{av} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_{av} = A_b F_v \left(1 - \frac{T_b}{T_o}\right)$$

여기서, T_b : 고력볼트의 존재인장력(tf)

T_o : 고력볼트의 설계볼트장력(별표 15 참조)(tf)

제53조 【고력볼트의 장력】 고력볼트의 장력은 별표 15에 따르되, 설계시에는 설계볼트장력으로 하고, 현장시공시에는 표준볼트장력으로 체결한다.

제 2 절 볼트 접합부

제54조 【볼트 접합부의 허용인장강도】 ① 볼트 접합부의 순단면에 대한 허용인장강도 T_{ac} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$T_{ac} = \frac{T_{nc}}{\Omega_{tc}}$$

여기서, T_{nc} : 공칭인장강도(= $A_n F_t$)(tf)

A_n : 순단면적(cm^2)

F_t : 순단면의 공칭인장응력도(tf/cm^2)

Ω_{tc} : 안전율

② 순단면의 공칭인장응력도 F_t 및 안전율 Ω_{tc} 는 와셔의 사용방법에 따라 다음 각호에 따라 산정한다.

1. 와셔를 볼트와 너트 양쪽에 사용하는 경우

$$F_t = (1.0 - 0.9r + 3rd/s)F_u \leq F_u$$

가. 2면 전단인 경우

$$\Omega_{tc} = 2.0$$

나. 1면 전단인 경우

$$\Omega_{tc} = 2.22$$

2. 와셔를 볼트와 너트 한쪽에만 사용하는 경우

$$F_t = (1.0 - r + 2.5rd/s)F_u \leq F_u$$

$$\Omega_{tc} = 2.22$$

여기서, r : 충전장력에 대한 파단선상의 볼트가 부담하는 비율

s : 응력방향과 직각방향의 볼트의 간격이며 볼트가 1개의 경우에는 판폭(cm)

F_u : 모재의 인장강도(tf/cm^2)

제55조 【볼트 접합부의 허용전단강도】 볼트 접합부의 순단면 전단파괴를 막기 위한 허용전단강도 V_{ac} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$V_{ac} = \frac{V_{nc}}{\Omega_{vc}}$$

여기서, V_{nc} : 전단파괴 공칭전단강도(= $0.6 F_u A_{wm}$)

$$A_{wm} = (d_{wc} - n d_h) t_w$$

d_{wc} : 웨브 깊이(cm)

n : 위험단면의 볼트구멍 수

d_h : 볼트구멍 직경(cm)

t_w : 웨브의 두께(cm)

F_u : 재료의 인장강도(tf/cm²)

Ω_{vc} : 전단파괴에 대한 안전율(=2.0)

제 3 절 용접 접합

제56조 【용접부 허용강도】 용접부의 허용강도 P_{aw} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_{aw} = \frac{P_{nw}}{\Omega_w}$$

여기서, P_{nw} : 용접부의 공칭강도로서, 제57조 내지 제62조에 따라 산정(tf)

Ω_w : 아크용접에 대한 안전율(=2.50)

제57조 【맞댐용접부의 공칭강도】 맞댐이음의 공칭강도 P_{nw} 는 모재의 재료강도 중 작은 값으로 한다. 다만, 용접단면적은 접합부의 모재 단면적 이상으로 하여야 한다.

제58조 【모살용접부의 공칭강도】 모살용접부의 공칭전단강도 P_{nw} 는 다음 각호에 따라 산정한다.

1. 종방향 하중의 경우

가. $L/t \leq 25$ 인 경우

$$P_{nw} = \left(1 - \frac{0.01L}{t}\right) t L F_u$$

나. $L/t > 25$ 인 경우

$$P_{nw} = 0.75 t L F_u$$

2. 횡방향 하중의 경우

가. $t \leq 3.8$ mm 인 경우

$$P_{nw} = t L F_u$$

나. $t > 3.8$ mm 인 경우

$$P_{nw} = 0.75 t_w L F_u$$

여기서, L : 용접유효길이(cm)

t : 용접되는 모재의 얇은쪽 판두께(cm)

t_w : 유효목두께(cm)

F_u : 용접부 모재의 인장강도(tf/cm²)

제59조 【아크 스폿 용접부의 공칭강도】 ① 아크 스폿(arc spot) 용접의 중심에서 인접한 용접선과의 거리 또는 연단거리는 다음과 같이 산정한 e_{\min} 이상으로 하여야 한다.

$$e_{\min} = e \Omega_e$$

여기서, $e = \frac{P}{F_u t}$

P : 용접에 의해 전달되는 하중(tf)

t : 가장 얇은 박판의 두께(cm)

Ω_e : 박판의 파열에 대한 안전율(=2.22)

② 아크 스폿 용접부의 공칭전단강도 P_{nw} 는 다음 각호에 따라 산정한 값 중에서 작은 값으로 한다.

1. $P_{nw} = 0.62 d_e^2 F_u$

2.

가. $\frac{d_a}{t} \leq 0.8 \sqrt{\frac{E}{F_u}}$ 의 경우

$$P_{nw} = 2.20 t d_a F_u$$

나. $0.8 \sqrt{\frac{E}{F_u}} < \frac{d_a}{t} < 1.4 \sqrt{\frac{E}{F_u}}$ 의 경우

$$P_{nw} = 0.28 \left(1 + \frac{5.59 t \sqrt{E}}{d_a \sqrt{F_u}} \right) t d_a F_u$$

다. $\frac{d_a}{t} \geq 1.4 \sqrt{\frac{E}{F_u}}$ 의 경우

$$P_{nw} = 1.4 t d_a F_u$$

여기서,

d_e : 용융된 면적의 유효 직경(= $0.7d - 1.5t \leq 0.55d$)(cm)

d : 아크 용접의 외부 표면 직경(cm)

d_a : 아크 용접부의 평균 직경(cm)

t : 덧판과 밑판의 총 두께(코팅 제외)(cm)

F_u : 용접부 모재의 인장강도(tf/cm²)

③ 박판과 지지부재의 아크 스폿 용접부에 대한 공칭인장강도 P_{nw} 는 다음 식에 따라 산정한다. 다만, 박판의 판두께는 0.7mm 이상으로 하여야 한다.

$$P_{nw} = 0.7 t d_a F_u$$

여기서, t : 판두께(cm)

d_a : 아크 스폿용접의 외부 표면직경(cm)

F_u : 용접부 모재의 인장강도(tf/cm²)

제60조 【아크 시임 용접부의 공칭강도】 아크 시임(arc seam) 용접부의 공칭전단강도 P_{nw} 는 다음 각호에 따라 산정한 값 중에서 작은 값으로 한다.

$$1. P_{nw} = \left(\frac{d_e^2}{4} + L \frac{d_e}{3} \right) 2.5 F_u$$

$$2. P_{nw} = 2.5 t F_u (0.25 L + 0.96 d_a)$$

여기서, d_e : 아크 시임 용접의 유효폭(= $0.7d - 1.5t$)(cm)

d : 아크 시임 용접의 폭(cm)

L : 곡단부를 제외한 아크 시임 용접의 길이 ($L \leq 3d$)(cm)

d_a : 아크 시임 용접의 평균폭(cm)

가. 단 박판일 경우 : $d_a = d - t$

나. 복 박판일 경우 : $d_a = d - 2t$

F_u : 모재의 인장강도(tf/cm²)

제61조 【플레어 용접부의 공칭강도】 플레어(flare) 용접부의 공칭전단강도 P_{nw} 는 다음 식에 따라 산정한다.

1. 횡방향 하중의 경우

$$P_{nw} = 0.833 t L F_u$$

2. 종방향 하중의 경우

가. $t < t_w < 2t$ 또는 립 길이가 용접길이 L 보다 작은 경우

$$P_{nw} = 0.75 t L F_u$$

나. $t_w \geq 2t$ 이며 립 길이가 용접길이 L 보다 큰 경우

$$P_{nw} = 1.5 t L F_u$$

여기서,

t : 판두께(cm)

L : 용접길이(cm)

F_u : 용접부 모재의 인장강도(tf/cm²)

t_w : 플레어 유효목두께(cm)

제62조 【저항용접】 저항용접부의 공칭전단강도 P_{nw} 는 별표 16과 같다.

제 4 절 이 질 재 료 의 접 합

제63조 【허용지압강도】 압축을 받는 강재 단면과 이질 재료와의 접합에서 접합부의 접촉면 허용지압강도 P_{ap} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$P_{ap} = F_p A$$

여기서, A : 접촉 면적(cm²)

F_p : 허용지압응력도(안전율은 F_p 값에 포함되어 있음)

제64조 【허용지압응력도】 이질 재료의 허용지압응력도 F_p 는 다음 각호와 같다.

1. 화강암, 안산암 : 0.1 tf/cm²
2. 사암, 석회암 : 0.028 tf/cm²

- 3. 벽돌, 시멘트 모르타 : 0.018 tf/cm^2
- 4. 콘크리트 지지면이 지압면적과 같은 경우 : $0.35 f_c' \text{ tf/cm}^2$
- 5. 콘크리트 지지면이 지압면적보다 큰 경우 : $0.35 f_c' \sqrt{A_2/A_1} \leq 0.7 f_c'$

여기서, f_c' : 콘크리트의 설계압축강도(tf/cm²)

A_1 : 콘크리트면에 지압력이 전달되는 부분의 면적(cm²)

A_2 : 지압력이 전달되는 콘크리트 바닥면의 전체 면적중에서 A_1 과
 닮은꼴 부분의 면적(cm²)

제 5 절 접합부 설계

제65조 【기본사항】 ① 접합부는 발생하는 응력을 충분히 전달할 수 있어야 하며, 부재가 연속성을 갖도록 하여야 한다.

- ② 접합부의 형상은 단순하고 응력의 전달이 분명하도록 한다.
- ③ 부재 이음은 원칙적으로 큰 응력이 발생하지 않는 위치에 설치한다.
- ④ 접합부는 과대한 국부변형이 일어나지 않도록 하며 필요한 경우 보강한다.
- ⑤ 축방향력을 받는 2개 이상의 부재를 접합하는 경우 각 부재의 중심축이 한 점에서 만나도록 설계한다. 또한 이 부재를 접합하는 고력볼트, 볼트 및 용접 접합 균 등의 중심축이 부재의 중심축과 일치하도록 한다. 중심축이 일치하지 않는 경우에는 편심에 의한 2차 응력을 고려하여야 한다.
- ⑥ 부재의 축방향력 또는 전단력을 전달하는 접합부의 파스너 또는 용접이음매의 응력은 응력의 작용방향으로 균등하게 분포한다고 가정할 수 있다.
- ⑦ 휨모멘트를 전달하는 접합부의 파스너 또는 용접이음매의 응력은 회전중심으로 부터의 거리에 비례하는 것으로 간주하여 산정할 수 있다.
- ⑧ 파스너를 사용한 접합부에서 접합되는 부재 및 덧댐판의 단면성능은 파스너 구멍에 의한 결손부분을 공제하여 산정하며, 단면계수는 인장축의 구멍에 의한 결손 부분만을 공제하여 산정한다.

제66조 【구조제한】 ① 접합부에 사용하는 덧댐판, 보강판 및 가셋 플레이트의 두께는 접합되는 부재중 가장 얇은 판두께 또는 3mm 이상으로 한다.

- ② 볼트접합에서 접합면에 틈이 있는 경우에는 틈이 1mm 이하가 되도록 끼움판을 삽입한다.

제67조 【기둥의 이음】 ① 파스너 또는 용접에 의한 기둥의 이음은 이음부의 존재 응력을 충분히 전달하여야 하고, 이음부의 허용내력은 각 응력에 대한 허용강도의

1/2 이상이어야 한다.

② 기둥이음은 바람 또는 지진시의 응력의 조합에서 생기는 인장응력에 대해 안전하도록 설계한다.

제68조 【보의 이음】 파스너 또는 용접에 의한 보의 이음은 이음부의 존재응력을 충분히 전달하여야 한다.

제69조 【가새의 이음】 ① 가새는 원칙적으로 이음을 하지 않는다.

② 이음을 해야 하는 경우 이음부의 허용인장내력은 가새의 총단면에 대한 허용인장강도의 75% 이상이어야 한다.

제70조 【기둥-보 강접합부】 골조의 기둥-보 강접합부는 보 단부의 휨모멘트 및 전단력을 전달하도록 하고 국부변형이 일어나지 않도록 한다.

제71조 【기둥-보 편접합부】 ① 골조의 기둥-보 편접합부는 보 단부의 전단력을 전달하도록 하고 국부변형이 일어나지 않도록 한다.

② 기둥중심에 대해 편심이 발생하는 경우 편심에 의한 휨모멘트에 대해서 안전하도록 한다.

제72조 【작은보 단부의 접합부】 ① 단순보로 설계된 작은 보의 단부의 전단력을 큰보에 전달할 수 있도록 하고, 이 경우 큰보의 중심선에 대한 편심의 영향을 고려해야 하며 국부변형이 일어나지 않도록 한다.

② 연속보로 설계된 작은보는 작은보 사이에 휨모멘트가 서로 전달될 수 있도록 하고, 연속성을 확인할 필요가 있는 경우 실험에 의할 수 있다.

제73조 【엔드 플레이트 접합부】 ① 캔틸레버 보의 고정단에서는 얇은 판을 이용한 엔드 플레이트 형식의 인장접합은 원칙적으로 사용할 수 없다.

② 캔틸레버 보의 단부에서 엔드플레이트 접합을 하여야 하는 경우 실험에 의해 고정도가 확인된 방법으로 보강을 하여야 한다.

제74조 【트러스 부재의 접합부】 ① 트러스 부재의 접합은 접합부의 존재응력을 충분히 전달하여야 하고, 이음부의 허용내력은 부재 허용강도의 1/2 이상이어야 한다.

② 트러스의 절점에 모이는 각 부재의 중심선은 한 점에서 만나도록 하여야 한다. 다만, 한 점에서 만나지 않는 경우에는 편심에 의한 영향을 고려하여야 한다.

제75조 【가새의 접합부】 ① 가새 단부 접합부의 부재 축방향에 대한 허용내력은 가새의 총단면에 대한 허용인장강도의 75% 이상이어야 한다.

② 가새는 기둥 또는 보의 축에 대한 면내 및 면외방향에 대해 편심이 발생하지 않도록 배치한다. 다만, 편심이 발생하는 경우 이에 따른 휨모멘트 및 전단력을 고려하여야 한다.

③ 가새를 가새 플레이트에 접합하는 접합부에서는 국부변형이 일어나지 않도록

한다.

제 6 절 주각부 설계

제76조 【노출형 고정주각】 노출형 고정 주각(柱脚)에서는 베이스 플레이트와 기초면을 밀착시키며, 앵커볼트 및 베이스 플레이트는 기둥부재의 존재응력을 충분히 전달하여야 하고, 각각의 허용내력은 기둥부재 허용휨강도의 80%를 전달할 수 있는 내력 이상이어야 한다.

제77조 【핀주각】 ① 주각을 핀으로 가정할 경우 지진시 예상되는 회전량에 상당하는 회전변형이 가능하도록 설계한다.

② 주각에 인장이 발생하는 경우 앵커볼트가 인장력과 전단력의 조합응력에 대해 안전하도록 한다.

제78조 【주각에 작용하는 인장력】 ① 주각은 바람 및 지진에 의한 응력의 조합을 고려하는 경우 적재하중을 무시함으로써 발생하는 인장력에 대해서도 안전하도록 한다.

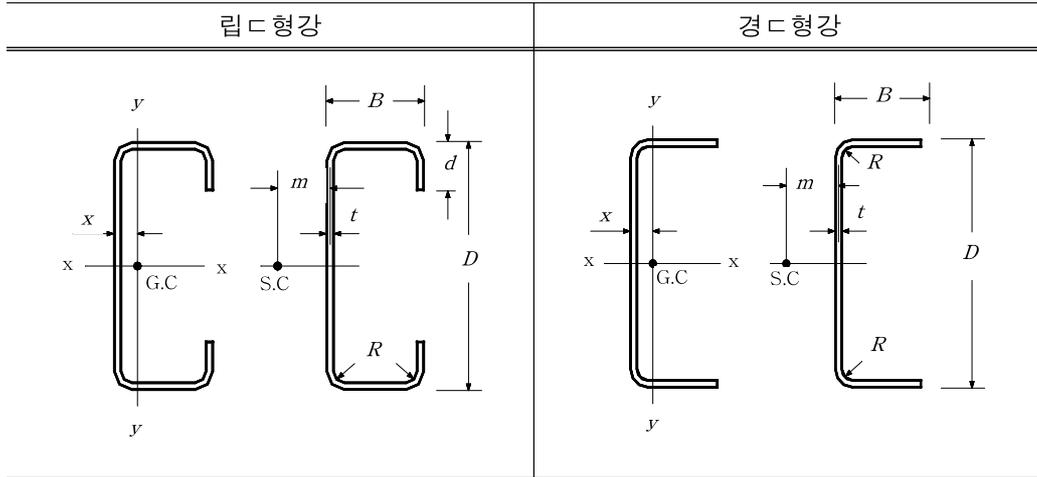
② 인장력을 받는 앵커볼트는 기초로부터 인발되지 않도록 앵커프레임 등을 이용하여 충분한 정착이 되도록 한다.

제 6 장 보 칙

제79조 【다른 기준의 적용】 허용강도설계법에 의한 냉간성형강 구조설계시 이 기준 이외에 다른 이론적 근거가 있는 기준을 적용하고자 하는 경우 건축법 제4조의 규정에 의한 지방건축위원회 또는 건설기술관리법 제5조의 규정에 의한 지방건설기술심의위원회가 이 기준에 의한 기술적기준과 동등 이상의 안전성이 있다고 인정하는 경우에는 그에 의할 수 있다.

[별표 1]

냉간성형 강재의 단면 형태와 부호



[별표 2]

냉간성형 강재의 재료 강도

(tf/cm²)

강도 \ 종류	SSC 400	ZSS 400
F_y	2.4	3.0
F_u	4.1	4.1

[별표 3]

볼트의 재료 강도

(tf/cm²)

강도 \ 종류	SS 400, SWS 400의 중볼트
F_y	2.4
F_u	4.1

[별표 4]

고력볼트의 재료 강도

(tf/cm²)

강도 \ 종류	F8T	F10T
F_y	6.4	9.0
F_u	8.0	10.0

[별표 5]

냉간성형 강재의 재료정수

탄성계수 (tf/cm ²)	전단탄성계수 (tf/cm ²)	프와송비	선팽창계수 (1 / °C)
2,100	810	0.3	1.2 × 10 ⁻⁵

[별표 6]

대칭단면 휨재의 탄성형좌굴강도

(tf · cm)

단면형태와 휨 발생 단면축	탄성형좌굴강도 (M_e)
1축 또는 2축 대칭인 경우로서, 대칭축에 대해 휨이 발생	$C_b r_o A \sqrt{\sigma_{ey} \sigma_t}$
1축 대칭인 경우로서, 대칭축에 수직하는 축에 대해 휨이 발생	$C_s A \sigma_{ex} \{ j + C_s \sqrt{j^2 + r_o^2 (\sigma_t / \sigma_{ex})} \} / C_{TF}$
축대칭이 아니며 점대칭인 경우에 휨이 발생	$0.5 C_b r_o A \sqrt{\sigma_{ey} \sigma_t}$

(주) $C_s = +1$ (전단중심 방향으로 압축응력이 발생하는 휨일 때)

$C_s = -1$ (전단중심 방향으로 인장응력이 발생하는 휨일 때)

$$\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 E_s}{(K_x L_x / r_x)^2} \text{ (tf/cm}^2\text{)}$$

$$\sigma_{ey} = \frac{\pi^2 E_s}{(K_y L_y / r_y)^2} \text{ (tf/cm}^2\text{)}$$

$$\sigma_t = \frac{1}{A r_o^2} \left[GJ + \frac{\pi^2 E_s C_w}{(K_t L_t)^2} \right] \text{ (tf/cm}^2\text{)}$$

A : 총단면적(cm²)

$$C_b = 1.75 - 1.05 (M_1/M_2) + 0.3 (M_1/M_2)^2 \leq 2.3$$

또는 안전측으로 1.0으로 할 수 있음.

$$C_{TF} = 0.6 + 0.4 (M_1/M_2)$$

단, C_b 및 C_{TF} 산정식에서 $M_1 < M_2$ 이며, 단부모멘트비 M_1/M_2 는 복곡률일 때는 부(-)이고, 단곡률일 때는 정(+)이다. 비지지간 거리의 구간중에서 어느 부분의 모멘트가 양쪽의 단부모멘트보다 크거나 축하중과 휨모멘트가 같이 작용하는 부재에 대해서는 C_b 값과 C_{TF} 값을 1로 한다.

- r_o : 전단중심에 대한 단면극2차반경(= $\sqrt{r_x^2 + r_y^2 + x_o^2}$)(cm)
- r_x, r_y : 도심축에 대한 단면2차반경(cm)
- E_s : 탄성계수(tf/cm²)
- G : 전단탄성계수(tf/cm²)
- K_x, K_y, K_t : x축과 y축에 대한 휨과 비틀림에 대한 유효길이계수
- L_x, L_y, L_t : x축과 y축에 대한 휨과 비틀림에 대한 압축부재 비지지간 거리(cm)
- x_o : 전단중심으로부터 대칭축에 직각인 축을 따라서 도심까지 거리(-부호)(cm)
- J : 단면의 비틀림 상수(cm⁴)
- C_w : 단면의 뒤틀림 상수(cm⁶)
- $$j = \frac{1}{2I_y} \left\{ \int_A x^3 dA + \int_A xy^2 dA \right\} - x_o$$
 (cm)

[별표 7]

조립 I형 또는 Z형 단면 휨재의 탄성횡좌굴강도

(tf · cm)

단면형태와 휨 발생 단면축	탄성횡좌굴강도(M_e)
2축 대칭의 I형 단면인 경우로서, 웨브에 수직인 도심축에 대해 휨이 발생	$\frac{\pi^2 E_s C_b d I_{yc}}{L^2}$
점대칭의 Z형 단면인 경우로서, 웨브에 수직인 도심축에 대해 휨이 발생	$\frac{\pi^2 E_s C_b d I_{yc}}{2L^2}$

(주) $C_b = 1.75 - 1.05 (M_1/M_2) + 0.3 (M_1/M_2)^2 \leq 2.3$

또는 안전측으로 1.0으로 할 수 있음.

d : 단면의 춤(cm)

L : 비가새 지지 길이(cm)

I_{yc} : 웨브에 평행한 전체단면의 중립축에 대하여 압축부분의 단면2차모멘트(cm⁴)

[별표 8]

압축재의 탄성좌굴응력도

(tf/cm²)

단면형태 ¹⁾	탄성좌굴응력도(F_e)
2축 대칭단면, 폐단면 및 비틀림이 나 휨비틀림좌굴의 영향을 받지않 는 단면	$\frac{\pi^2 E_s}{(KL/r)^2}$ ²⁾
비틀림 또는 휨비틀림좌굴의 영향을 받는 1축 또는 2축 대칭 단면	$\frac{1}{2\beta} [(\sigma_{ex} + \sigma_t) - \sqrt{(\sigma_{ex} + \sigma_t)^2 - 4\beta \sigma_{ex} \sigma_t}]$ 와 $\frac{\pi^2 E_s}{(KL/r)^2}$ 중에서 작은 값 ²⁾

(주) 1) 어떤 축이나 점에 대해서 비대칭인 단면의 탄성좌굴응력도는 이론적인 해석으
로 산정한다.

2) E_s : 탄성계수(tf/cm²)

K : 유효길이계수

L : 부재의 비가새지지 길이(cm)

r : 감소되지 않은 총단면의 단면2차반경(cm)

$\beta = 1 - (x_o/r_o)^2$ (1축 대칭에서는 대칭축이 x축)

x_o : 별표 6의 (주) 참조

r_o : 별표 6의 (주) 참조

σ_{ex} : 별표 6의 (주) 참조

σ_t : 별표 6의 (주) 참조

[별표 9]

휨모멘트 기울기에 따른 보정계수

기동재 위치		보정계수(C_m)	
절점의 수평변위가 있는 골조		0.85	
절점의 수평변위가 없도록 한 가새골조	휨면내에 횡하중이 작용 안함	$0.6 + 0.4(M_1/M_2)$ ¹⁾	
	휨면내에 횡하중이 작용함	양단이 회전구속됨	0.85
		양단이 회전구속 안됨	1.0

(주) 1) M_1/M_2 는 단부의 큰 모멘트에 대한 작은 모멘트의 비율로서, 복곡률일 때는 부(-)이고 단곡률일 때는 정(+)이다.

[별표 10]

벽스터드의 탄성좌굴응력도

(tf/cm²)

단면형태	탄성좌굴응력도(F_e)
1축 대칭 립ㄷ형강 또는 경ㄷ형강	$\frac{1}{2\beta} [(\sigma_{ex} + \sigma_{tQ}) - \sqrt{(\sigma_{ex} + \sigma_{tQ})^2 - (4\beta\sigma_{ex}\sigma_{tQ})}]$ 와 $\sigma_{ey} + \bar{Q}_a$ 중에서 작은 값
조립 I형 단면 (2축 대칭)	σ_{ex} 와 $\sigma_{ey} + \bar{Q}_a$ 중에서 작은 값

(주) $\sigma_{ex} = \frac{\pi^2 E_s}{(L/r_x)^2}$

$\sigma_{ey} = \frac{\pi^2 E_s}{(L/r_y)^2}$

$\sigma_t = \frac{1}{Ar_o^2} \left[GJ + \frac{\pi^2 E_s C_w}{L^2} \right]$

$\sigma_{tQ} = \sigma_t + \bar{Q}_t$

$\bar{Q}_a = \bar{Q} / A$ (tf/cm²)

$\bar{Q}_t = (\bar{Q} d^2) / (4 A r_o^2)$ (tf/cm²)

\bar{Q} : 벽체 양면 마감재의 설계전단강도(= $\bar{q}B$)(tf)

$\bar{q} = \bar{q}_o (2 - s/30)$: 벽스터드의 단위(cm) 간격에 해당하는 벽체 마감재의 설계 전단강도(tf/cm)

\bar{q}_o : 벽체 마감재의 설계전단강도를 산정하는데 적용하는 계수(별표 12 참조)(tf/cm)

s : 파스너의 간격(cm)

B : 벽스터드의 간격(cm)

A : 벽스터드의 감소 안 된 총단면적(cm²)

L : 벽스터드의 길이(cm)

d : 단면의 춤(cm)

[별표 11]

벽스터드 마감재의 전단변형도 산정 매개변수

C_1 (cm), E_1 (무단위)

단면형태	매개변수 C_1 과 E_1 값
1축 대칭 립ㄷ형강 또는 경ㄷ형강	$C_1 = (F_n C_o) / (\sigma_{ey} - F_n + \bar{Q}_a)$ $E_1 = \frac{F_n [(\sigma_{ex} - F_n)(r_o^2 E_o - x_o D_o) - F_n x_o (D_o - x_o E_o)]}{(\sigma_{ex} - F_n) r_o^2 (\sigma_{tQ} - F_n) - (F_n x_o)^2}$
조립 I형 단면	$C_1 = (F_n E_o) / (\sigma_{ey} - F_n + \bar{Q}_a) \quad E_1 = 0$

(주) x_o : 비대칭축에 대한 전단 중심에서 도심까지의 절대값 거리(cm)

C_o, E_o, D_o : 벽스터드의 초기 변형량으로서, 최소한 다음과 같이 가정한다.

C_o : 벽면에 평행한 방향으로서, $L/350$ (cm)

D_o : 벽면에 수직인 방향으로서, $L/700$ (cm)

E_o : 초기의 이상적인 좌굴안된 형태에 대한 비틀림각으로서,

$L/(d \times 10,000)$ (rad)]

[별표 12]

벽스터드 마감재의 전단 성능

마감재의 종류	전단강도 계수 \bar{q}_o (tf/cm)	허용전단변형도 $\bar{\gamma}$ (cm/cm)
9mm에서 16mm두께의 석고보드	0.36	0.008
12mm두께의 리그노셀루식 보드판	0.18	0.009
12mm두께의 섬유판(일반 또는 주입)	0.11	0.007
12mm두께의 섬유판(중량 주입)	0.21	0.010

[별표 13]

볼트구멍의 구멍치수

(mm)

볼트의 구분	구멍 치수			
	표준구멍	과대구멍	짧은 슬롯구멍	긴 슬롯구멍
SS400, SWS400의 일반 중볼트 고력볼트	$d + 0.5$	-	$(d + 0.5) \times (d + 6)$	$(d + 0.5) \times 2.5d$
M12, M16, M20	$d + 1.5$	$d + 3.0$	$(d + 1.5) \times (d + 6)$	$(d + 1.5) \times 2.5d$

(주) d : 볼트의 공칭직경(mm)

[별표 14]

볼트 및 고력볼트의 허용응력도

(tf/cm²)

볼트 종류	허용전단응력도 (F_v)	허용인장응력도 (F_t)
SS400, SWS400의 중볼트	0.9	1.2
F8T	1.2	2.5
F10T	1.5	3.1

[별표 15]

고력볼트의 장력

(tf)

볼트등급	설계볼트장력			표준볼트장력		
	M12	M16	M20	M12	M16	M20
F8T	4.59	8.52	13.3	5.04	9.37	14.6
F10T	5.69	10.6	16.5	6.26	11.7	18.2

[별표 16]

저항용접 1개소의 공칭전단강도

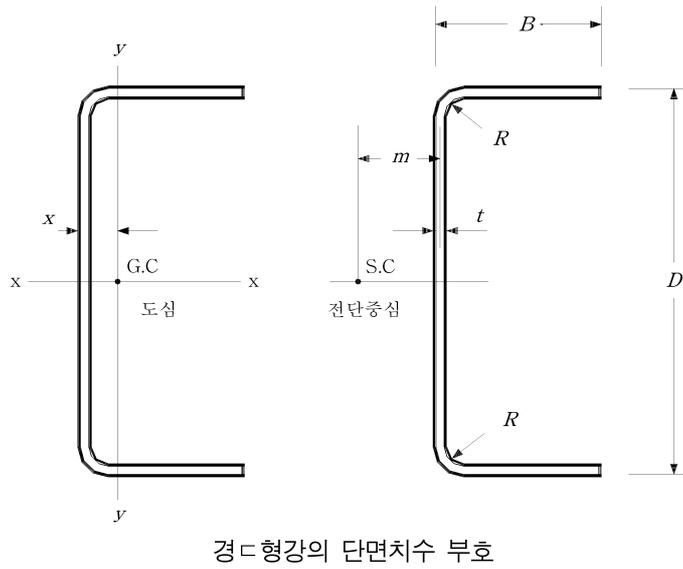
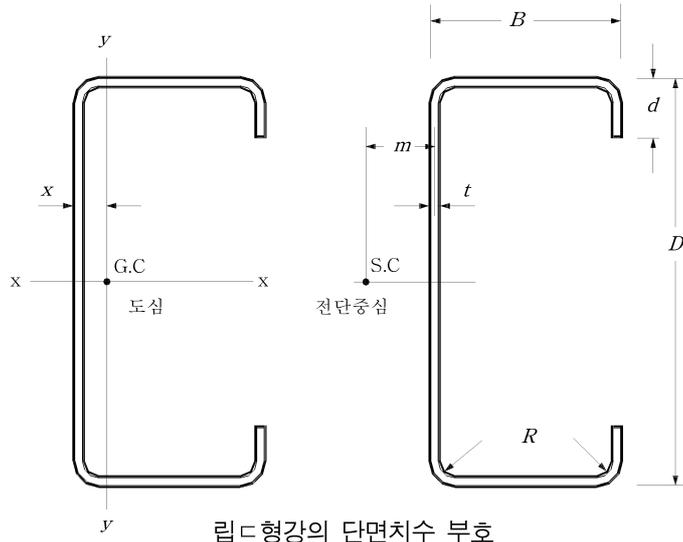
(tf)

판의 얇은쪽 두께(mm)	0.8	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0
공칭전단강도 (P_{nw})	0.45	0.64	1.4	2.9	3.8	4.9	6.4

부 칙

(시행일) 이 기준은 고시한 날부터 시행한다.

부 2 립ㄷ형강과 경ㄷ형강의 단면성능표



(a) 립ㄷ형강/건축구조용 표면처리 경량형강

공칭 치수	표준단면치수					단위 중량 <i>W</i>	단면 적 <i>A</i>	단면2차 모멘트		단면2차 반경		단면계수		도심 <i>x</i>
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>d</i>	<i>R</i>			<i>I_x</i>	<i>I_y</i>	<i>r_x</i>	<i>r_y</i>	<i>S_x</i>	<i>S_y</i>	
	cm	cm	cm	cm	cm			kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	
300×50×20	30	5	0.25	2.0	0.50	8.23	10.5	1,200	27.3	10.7	1.61	79.8	6.88	1.03
	30	5	0.22	2.0	0.44	7.28	9.28	1,070	24.8	10.7	1.63	71.1	6.23	1.03
	30	5	0.20	2.0	0.40	6.65	8.47	977	22.9	10.7	1.65	65.1	5.77	1.03
	30	5	0.18	2.0	0.36	6.01	7.65	887	21.0	10.8	1.66	59.1	5.30	1.03
	30	5	0.16	2.0	0.32	5.36	6.83	795	19.1	10.8	1.67	53.0	4.80	1.03
240×50×20	24	5	0.22	2.0	0.44	6.25	7.96	614	23.5	8.78	1.72	51.2	6.14	1.18
	24	5	0.20	2.0	0.40	5.71	7.27	563	21.7	8.80	1.73	47.0	5.69	1.18
	24	5	0.18	2.0	0.36	5.16	6.57	512	19.9	8.82	1.74	42.6	5.22	1.18
	24	5	0.16	2.0	0.32	4.61	5.87	459	18.1	8.84	1.75	38.3	4.73	1.18
	24	5	0.14	2.0	0.28	4.05	5.16	405	16.1	8.86	1.77	33.8	4.21	1.18
	24	5	0.12	2.0	0.24	3.49	4.44	351	14.1	8.88	1.78	29.2	3.68	1.18
180×50×20	18	5	0.25	2.0	0.50	5.87	7.48	341	23.9	6.75	1.79	37.9	6.62	1.39
	18	5	0.22	2.0	0.44	5.21	6.64	305	21.7	6.78	1.81	33.9	6.00	1.39
	18	5	0.20	2.0	0.40	4.76	6.07	281	20.1	6.80	1.82	31.2	5.56	1.39
	18	5	0.18	2.0	0.36	4.31	5.49	255	18.4	6.82	1.83	28.4	5.10	1.39
	18	5	0.16	2.0	0.32	3.85	4.91	229	16.7	6.83	1.84	25.5	4.63	1.40
	18	5	0.14	2.0	0.28	3.39	4.32	203	14.9	6.85	1.86	22.5	4.12	1.40
	18	5	0.12	2.0	0.24	2.92	3.72	176	13.0	6.87	1.87	19.5	3.60	1.40
	18	5	0.10	2.0	0.24	2.44	3.11	147	10.9	6.88	1.88	16.4	3.04	1.40
150×50×20	15	5	0.18	2.0	0.36	3.89	4.95	165	17.4	5.78	1.87	22.0	5.02	1.54
	15	5	0.16	2.0	0.32	3.48	4.43	149	15.8	5.79	1.89	19.8	4.55	1.54
	15	5	0.14	2.0	0.28	3.06	3.90	131	14.0	5.81	1.90	17.5	4.06	1.54
	15	5	0.12	2.0	0.24	2.64	3.36	114	12.3	5.82	1.91	15.2	3.54	1.54
	15	5	0.10	2.0	0.24	2.21	2.81	95.6	10.3	5.83	1.92	12.8	2.99	1.54
	15	5	0.08	2.0	0.24	1.77	2.26	77.1	8.39	5.84	1.93	10.3	2.42	1.54
140×50×20	14	5	0.18	2.0	0.36	3.75	4.77	140	17.0	5.42	1.89	20.0	4.99	1.59
	14	5	0.16	2.0	0.32	3.35	4.27	126	15.4	5.44	1.90	18.0	4.52	1.59
	14	5	0.14	2.0	0.28	2.95	3.76	112	13.7	5.45	1.91	16.0	4.03	1.59
	14	5	0.12	2.0	0.24	2.54	3.24	96.9	12.0	5.47	1.92	13.8	3.52	1.60
	14	5	0.10	2.0	0.24	2.13	2.71	81.3	10.1	5.48	1.93	11.6	2.97	1.60
	14	5	0.08	2.0	0.24	1.71	2.18	65.6	8.20	5.49	1.94	9.36	2.41	1.60

(a) 립ㄷ형강/건축구조용 표면처리 경량형강(연속)

공칭 치수	표준단면치수					전단 중심 <i>m</i>	비틀림 상수 <i>J</i>	워핑 상수 <i>C_w</i>	비틀림 휨좌굴 매개변 수 <i>j</i>	극회 전반 경 <i>r_o</i>	도심부 터전단 중심 <i>x_o</i>	유효 단면이 차모멘 트* <i>I_{xe}</i>	유효 단면 계수** <i>S_{xe}</i>
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>d</i>	<i>R</i>								
	cm	cm	cm	cm	cm								
300×50×20	30	5	0.25	2.0	0.50	1.86	0.218	5,200	22.1	11.2	-2.76	1,197	79.8
	30	5	0.22	2.0	0.44	1.87	0.150	4,690	21.7	11.2	-2.78	1,066	71.1
	30	5	0.20	2.0	0.40	1.87	0.113	4,330	21.4	11.2	-2.80	977	65.1
	30	5	0.18	2.0	0.36	1.87	0.0826	3,950	21.2	11.2	-2.81	887	57.7
	30	5	0.16	2.0	0.32	1.88	0.0583	3,570	21.0	11.3	-2.82	795	48.4
240×50×20	24	5	0.22	2.0	0.44	2.06	0.128	2,850	15.0	9.48	-3.13	614	51.2
	24	5	0.20	2.0	0.40	2.07	0.0969	2,630	14.8	9.51	-3.15	563	47.0
	24	5	0.18	2.0	0.36	2.07	0.0710	2,410	14.7	9.53	-3.16	512	42.6
	24	5	0.16	2.0	0.32	2.07	0.0501	2,170	14.6	9.56	-3.17	459	38.3
	24	5	0.14	2.0	0.28	2.08	0.0337	1,930	14.4	9.58	-3.19	405	32.3
	24	5	0.12	2.0	0.24	2.08	0.0213	1,680	14.3	9.61	-3.20	351	24.4
180×50×20	18	5	0.25	2.0	0.50	2.31	0.156	1,680	10.2	7.85	-3.58	341	37.9
	18	5	0.22	2.0	0.44	2.31	0.107	1,520	10.1	7.89	-3.60	305	33.9
	18	5	0.20	2.0	0.40	2.32	0.0809	1,410	9.99	7.91	-3.61	281	31.2
	18	5	0.18	2.0	0.36	2.32	0.0593	1,290	9.91	7.93	-3.62	255	28.4
	18	5	0.16	2.0	0.32	2.32	0.0418	1,170	9.84	7.96	-3.63	229	25.5
	18	5	0.14	2.0	0.28	2.32	0.0282	1,040	9.77	7.98	-3.65	203	22.3
	18	5	0.12	2.0	0.24	2.32	0.0179	906	9.70	8.00	-3.66	176	18.5
	18	5	0.10	2.0	0.24	2.33	0.0104	766	9.69	8.02	-3.68	144	13.4
150×50×20	15	5	0.18	2.0	0.36	2.47	0.0535	882	8.17	7.22	-3.91	165	22.0
	15	5	0.16	2.0	0.32	2.47	0.0378	799	8.13	7.25	-3.92	149	19.8
	15	5	0.14	2.0	0.28	2.47	0.0255	712	8.08	7.27	-3.94	131	17.4
	15	5	0.12	2.0	0.24	2.47	0.0161	621	8.04	7.29	-3.95	114	14.3
	15	5	0.10	2.0	0.24	2.48	0.00937	526	8.04	7.31	-3.97	93.4	11.2
	15	5	0.08	2.0	0.24	2.49	0.00481	428	8.04	7.33	-3.99	71.9	7.49
140×50×20	14	5	0.18	2.0	0.36	2.52	0.0515	767	7.69	7.01	-4.02	140	20.0
	14	5	0.16	2.0	0.32	2.52	0.0364	695	7.65	7.03	-4.03	126	18.0
	14	5	0.14	2.0	0.28	2.52	0.0245	619	7.62	7.05	-4.05	112	15.8
	14	5	0.12	2.0	0.24	2.52	0.0156	541	7.58	7.08	-4.06	96.9	13.0
	14	5	0.10	2.0	0.24	2.53	0.00903	458	7.58	7.10	-4.08	79.4	10.3
	14	5	0.08	2.0	0.24	2.54	0.00464	373	7.59	7.12	-4.10	61.1	6.98

* 처짐 산정용 유효단면2차모멘트임.

** 강도 산정용 유효단면계수임.

(a) 립ㄷ형강/건축구조용 표면처리 경량형강(연속)

공칭 치수	표준단면치수					단위 중량 <i>W</i>	단면 적 <i>A</i>	단면2차 모멘트		단면2차 반경		단면계수		도심 <i>x</i>
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>d</i>	<i>R</i>			<i>I_x</i>	<i>I_y</i>	<i>r_x</i>	<i>r_y</i>	<i>S_x</i>	<i>S_y</i>	
	cm	cm	cm	cm	cm			kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	
100×50×20	10	5	0.18	2.0	0.36	3.18	4.05	63.6	15.1	3.96	1.93	12.7	4.80	1.86
	10	5	0.16	2.0	0.32	2.85	3.63	57.3	13.7	3.97	1.94	11.5	4.35	1.86
	10	5	0.14	2.0	0.28	2.51	3.20	50.8	12.2	3.99	1.95	10.2	3.89	1.86
	10	5	0.12	2.0	0.24	2.17	2.76	44.2	10.7	4.00	1.96	8.84	3.40	1.86
	10	5	0.10	2.0	0.24	1.81	2.31	37.1	9.00	4.01	1.97	7.43	2.87	1.86
	10	5	0.08	2.0	0.24	1.46	1.86	30.0	7.29	4.02	1.98	6.00	2.33	1.86
180×40×12	18	4	0.18	1.2	0.36	3.80	4.84	211	8.35	6.60	1.31	23.4	2.69	0.893
	18	4	0.16	1.2	0.32	3.40	4.33	190	7.62	6.62	1.33	21.1	2.45	0.894
	18	4	0.14	1.2	0.28	2.99	3.81	168	6.84	6.64	1.34	18.7	2.20	0.895
	18	4	0.12	1.2	0.24	2.58	3.29	146	6.02	6.66	1.35	16.2	1.94	0.896
	18	4	0.10	1.2	0.24	2.16	2.75	122	5.11	6.67	1.36	13.6	1.64	0.897
150×40×12	15	4	0.18	1.2	0.36	3.38	4.30	135	7.95	5.61	1.36	18.1	2.65	0.993
	15	4	0.16	1.2	0.32	3.02	3.85	122	7.26	5.63	1.37	16.3	2.42	0.995
	15	4	0.14	1.2	0.28	2.66	3.39	108	6.52	5.65	1.39	14.4	2.17	0.997
	15	4	0.12	1.2	0.24	2.30	2.93	94.0	5.74	5.67	1.40	12.5	1.91	0.998
	15	4	0.10	1.2	0.24	1.92	2.45	79.0	4.87	5.68	1.41	10.5	1.62	0.997
	15	4	0.08	1.2	0.24	1.54	1.97	63.7	3.96	5.69	1.42	8.49	1.32	1.00
140×40×12	14	4	0.18	1.2	0.36	3.24	4.12	115	7.80	5.27	1.38	16.4	2.63	1.03
	14	4	0.16	1.2	0.32	2.90	3.69	103	7.12	5.29	1.39	14.8	2.40	1.03
	14	4	0.14	1.2	0.28	2.55	3.25	91.7	6.40	5.31	1.40	13.1	2.16	1.04
	14	4	0.12	1.2	0.24	2.20	2.81	79.7	5.63	5.33	1.42	11.4	1.90	1.04
	14	4	0.10	1.2	0.24	1.84	2.35	67.0	4.77	5.34	1.43	9.57	1.61	1.04
	14	4	0.08	1.2	0.24	1.48	1.89	54.1	3.89	5.35	1.43	7.72	1.31	1.04
100×40×12	10	4	0.18	1.2	0.36	2.67	3.40	51.5	7.03	3.89	1.44	10.3	2.54	1.23
	10	4	0.16	1.2	0.32	2.40	3.05	46.6	6.42	3.91	1.45	9.31	2.32	1.23
	10	4	0.14	1.2	0.28	2.11	2.69	41.4	5.76	3.92	1.46	8.29	2.09	1.24
	10	4	0.12	1.2	0.24	1.83	2.33	36.1	5.07	3.94	1.48	7.22	1.84	1.24
	10	4	0.10	1.2	0.24	1.53	1.95	30.4	4.30	3.95	1.49	6.08	1.56	1.24
	10	4	0.08	1.2	0.24	1.23	1.57	24.6	3.50	3.96	1.49	4.91	1.27	1.24
90×40×12	9	4	0.18	1.2	0.36	2.53	3.22	40.2	6.78	3.53	1.45	8.94	2.51	1.30
	9	4	0.16	1.2	0.32	2.27	2.89	36.4	6.19	3.55	1.46	8.09	2.29	1.30
	9	4	0.14	1.2	0.28	2.00	2.55	32.4	5.56	3.56	1.48	7.20	2.06	1.30
	9	4	0.12	1.2	0.24	1.73	2.21	28.2	4.89	3.58	1.49	6.28	1.82	1.30
	9	4	0.10	1.2	0.24	1.45	1.85	23.8	4.15	3.59	1.50	5.29	1.54	1.30
	9	4	0.08	1.2	0.24	1.17	1.49	19.2	3.38	3.60	1.51	4.28	1.25	1.30

(a) 립ㄷ형강/건축구조용 표면처리 경량형강(연속)

공칭 치수	표준단면치수					전단 중심	비틀림 상수	워핑 상수	비틀림 휨좌굴 매개변 수	극회 전반 경	도심부 터전단 중심	유효 단면이 차모멘 트*	유효 단면 계수**								
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>d</i>	<i>R</i>									<i>m</i>	<i>J</i>	<i>C_w</i>	<i>j</i>	<i>r_o</i>	<i>x_o</i>	<i>I_{xe}</i>	<i>S_{xe}</i>
	cm	cm	cm	cm	cm									cm	cm ⁴	cm ⁶	cm	cm	cm	cm ⁴	cm ³
100×50×20	10	5	0.18	2.0	0.36	2.78	0.0438	404	6.27	6.33	-4.55	63.6	12.7								
	10	5	0.16	2.0	0.32	2.78	0.0310	367	6.25	6.35	-4.56	57.3	11.5								
	10	5	0.14	2.0	0.28	2.77	0.0209	327	6.24	6.37	-4.56	50.8	10.1								
	10	5	0.12	2.0	0.24	2.77	0.0133	286	6.22	6.39	-4.57	44.2	8.27								
	10	5	0.10	2.0	0.24	2.78	0.00770	243	6.24	6.41	-4.59	36.2	6.50								
	10	5	0.08	2.0	0.24	2.79	0.00396	198	6.25	6.43	-4.61	27.8	4.81								
180×40×12	18	4	0.18	1.2	0.36	1.56	0.0523	554	11.6	7.13	-2.36	211	23.4								
	18	4	0.16	1.2	0.32	1.56	0.0370	503	11.4	7.16	-2.38	190	21.1								
	18	4	0.14	1.2	0.28	1.57	0.0249	450	11.2	7.18	-2.39	168	18.6								
	18	4	0.12	1.2	0.24	1.57	0.0158	394	11.1	7.21	-2.40	146	15.8								
	18	4	0.10	1.2	0.24	1.58	0.00917	335	11.0	7.23	-2.42	122	11.4								
150×40×12	15	4	0.18	1.2	0.36	1.68	0.0465	367	8.95	6.32	-2.58	135	18.1								
	15	4	0.16	1.2	0.32	1.68	0.0329	334	8.83	6.35	-2.60	122	16.3								
	15	4	0.14	1.2	0.28	1.68	0.0222	299	8.72	6.37	-2.61	108	14.4								
	15	4	0.12	1.2	0.24	1.68	0.0141	262	8.61	6.40	-2.62	94.0	12.2								
	15	4	0.10	1.2	0.24	1.69	0.00817	223	8.59	6.42	-2.64	79.0	9.66								
	15	4	0.08	1.2	0.24	1.70	0.00420	182	8.57	6.44	-2.66	63.5	7.03								
140×40×12	14	4	0.18	1.2	0.36	1.72	0.0445	315	8.20	6.07	-2.67	115	16.4								
	14	4	0.16	1.2	0.32	1.72	0.0315	287	8.10	6.09	-2.68	103	14.8								
	14	4	0.14	1.2	0.28	1.73	0.0213	257	8.00	6.12	-2.69	91.7	13.1								
	14	4	0.12	1.2	0.24	1.73	0.0135	225	7.91	6.14	-2.71	79.7	11.1								
	14	4	0.10	1.2	0.24	1.74	0.00783	191	7.90	6.16	-2.72	67.0	8.76								
	14	4	0.08	1.2	0.24	1.75	0.00403	156	7.88	6.18	-2.74	53.9	6.58								
100×40×12	10	4	0.18	1.2	0.36	1.93	0.0368	151	5.86	5.16	-3.07	51.5	10.3								
	10	4	0.16	1.2	0.32	1.93	0.0260	138	5.81	5.18	-3.08	46.6	9.31								
	10	4	0.14	1.2	0.28	1.93	0.0176	124	5.77	5.21	-3.10	41.4	8.26								
	10	4	0.12	1.2	0.24	1.93	0.0112	109	5.73	5.23	-3.11	36.1	7.03								
	10	4	0.10	1.2	0.24	1.94	0.00650	92.9	5.73	5.25	-3.13	30.4	5.51								
	10	4	0.08	1.2	0.24	1.95	0.00334	76.0	5.73	5.27	-3.15	24.5	4.42								
90×40×12	9	4	0.18	1.2	0.36	1.99	0.0348	121	5.44	4.98	-3.20	40.2	8.94								
	9	4	0.16	1.2	0.32	1.99	0.0247	111	5.41	5.00	-3.21	36.4	8.09								
	9	4	0.14	1.2	0.28	1.99	0.0167	99.6	5.37	5.02	-3.22	32.4	7.17								
	9	4	0.12	1.2	0.24	1.99	0.0106	87.6	5.34	5.04	-3.23	28.2	6.11								
	9	4	0.10	1.2	0.24	2.00	0.00617	74.7	5.35	5.07	-3.25	23.8	4.79								
	9	4	0.08	1.2	0.24	2.01	0.00317	61.2	5.35	5.09	-3.27	19.2	3.84								

* 치짐 산정용 유효단면2차모멘트임.

** 강도 산정용 유효단면계수임.

(b) 경ㄷ형강/건축구조용 표면처리 경량형강

공칭 치수	표준단면치수				단위 중량 <i>W</i>	단면 적 <i>A</i>	단면2차 모멘트		단면2차 반경		단면계수		도심 <i>x</i>
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>R</i>			<i>I_x</i>	<i>I_y</i>	<i>r_x</i>	<i>r_y</i>	<i>S_x</i>	<i>S_y</i>	
	cm	cm	cm	cm			kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	
305×40×40	30.5	4	0.25	0.50	7.35	9.37	989	8.18	10.3	0.935	64.9	2.36	0.527
305×40×40	30.5	4	0.22	0.44	6.49	8.27	878	7.29	10.3	0.939	57.5	2.09	0.514
304×40×40	30.4	4	0.20	0.40	5.90	7.51	795	6.67	10.3	0.942	52.3	1.91	0.506
304×40×40	30.4	4	0.18	0.36	5.32	6.78	720	6.05	10.3	0.945	47.3	1.73	0.497
304×40×40	30.4	4	0.16	0.32	4.74	6.04	643	5.42	10.3	0.948	42.3	1.54	0.488
303×40×40	30.3	4	0.14	0.28	4.15	5.28	561	4.78	10.3	0.951	37.0	1.36	0.480
303×40×40	30.3	4	0.12	0.24	3.56	4.54	483	4.13	10.3	0.954	31.9	1.17	0.471
302×40×40	30.2	4	0.10	0.24	2.96	3.78	401	3.46	10.3	0.958	26.5	0.979	0.464
302×40×40	30.2	4	0.08	0.24	2.37	3.02	322	2.79	10.3	0.961	21.3	0.787	0.455
245×40×40	24.5	4	0.22	0.44	5.46	6.95	499	7.03	8.48	1.01	40.8	2.06	0.590
244×40×40	24.4	4	0.20	0.40	4.96	6.31	452	6.44	8.46	1.01	37.1	1.88	0.583
244×40×40	24.4	4	0.18	0.36	4.47	5.70	409	5.84	8.48	1.01	33.6	1.70	0.574
244×40×40	24.4	4	0.16	0.32	3.99	5.08	366	5.23	8.49	1.02	30.0	1.52	0.565
243×40×40	24.3	4	0.14	0.28	3.49	4.44	319	4.61	8.48	1.02	26.3	1.34	0.557
243×40×40	24.3	4	0.12	0.24	3.00	3.82	275	3.98	8.49	1.02	22.6	1.15	0.549
242×40×40	24.2	4	0.10	0.24	2.49	3.18	228	3.34	8.47	1.03	18.8	0.966	0.542
242×40×40	24.2	4	0.08	0.24	2.00	2.54	183	2.69	8.48	1.03	15.1	0.777	0.533
184×40×40	18.4	4	0.20	0.40	4.01	5.11	222	6.09	6.60	1.09	24.2	1.84	0.696
184×40×40	18.4	4	0.18	0.36	3.62	4.62	202	5.53	6.61	1.09	21.9	1.67	0.687
184×40×40	18.4	4	0.16	0.32	3.23	4.12	181	4.95	6.62	1.10	19.6	1.49	0.678
183×40×40	18.3	4	0.14	0.28	2.83	3.60	157	4.36	6.61	1.10	17.2	1.31	0.671
183×40×40	18.3	4	0.12	0.24	2.43	3.10	136	3.77	6.62	1.10	14.8	1.13	0.662
182×40×40	18.2	4	0.10	0.24	2.02	2.58	112	3.16	6.60	1.11	12.3	0.946	0.656
182×40×40	18.2	4	0.08	0.24	1.62	2.06	90.1	2.55	6.61	1.11	9.90	0.760	0.648

(b) 경Ⅱ형강/건축구조용 표면처리 경량형강(연속)

공칭 치수	표준단면치수				전단 중심	비틀림 상수	위핑 상수	비틀림 휨좌굴 매개변 수	극회 전반 경	도심부 터전단 중심	유효 단면2차 모멘트*	유효단면 계수**
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>R</i>								
	cm	cm	cm	cm								
305×40×40	30.5	4	0.25	0.50	0.868	0.195	1,490	29.8	10.4	-1.27	989	63.3
305×40×40	30.5	4	0.22	0.44	0.870	0.133	1,330	29.8	10.4	-1.27	873	54.8
304×40×40	30.4	4	0.20	0.40	0.872	0.100	1,210	29.6	10.4	-1.28	781	48.8
304×40×40	30.4	4	0.18	0.36	0.873	0.0732	1,100	29.6	10.4	-1.28	696	39.0
304×40×40	30.4	4	0.16	0.32	0.874	0.0515	987	29.6	10.4	-1.28	612	30.5
303×40×40	30.3	4	0.14	0.28	0.877	0.0345	864	29.4	10.4	-1.29	490	23.2
303×40×40	30.3	4	0.12	0.24	0.878	0.0218	747	29.4	10.5	-1.29	378	17.1
302×40×40	30.2	4	0.10	0.24	0.882	0.0126	623	29.2	10.4	-1.30	280	12.1
302×40×40	30.2	4	0.08	0.24	0.885	0.00645	503	29.1	10.4	-1.30	196	8.05
245×40×40	24.5	4	0.22	0.44	0.983	0.112	805	19.8	8.66	-1.46	496	38.5
244×40×40	24.4	4	0.20	0.40	0.985	0.0842	731	19.7	8.65	-1.47	443	34.2
244×40×40	24.4	4	0.18	0.36	0.986	0.0615	664	19.7	8.66	-1.47	394	30.2
244×40×40	24.4	4	0.16	0.32	0.986	0.0433	595	19.7	8.68	-1.47	346	25.4
243×40×40	24.3	4	0.14	0.28	0.989	0.0290	520	19.5	8.66	-1.48	295	19.0
243×40×40	24.3	4	0.12	0.24	0.990	0.0183	450	19.5	8.68	-1.48	236	13.8
242×40×40	24.2	4	0.10	0.24	0.995	0.0106	375	19.4	8.66	-1.49	173	9.73
242×40×40	24.2	4	0.08	0.24	1.00	0.00543	302	19.4	8.67	-1.49	121	6.42
184×40×40	18.4	4	0.20	0.40	1.13	0.0682	379	12.1	6.91	-1.73	217	22.0
184×40×40	18.4	4	0.18	0.36	1.13	0.0499	344	12.1	6.92	-1.73	193	19.3
184×40×40	18.4	4	0.16	0.32	1.13	0.0351	309	12.1	6.93	-1.73	169	16.7
183×40×40	18.3	4	0.14	0.28	1.13	0.0235	269	12.0	6.92	-1.74	143	14.1
183×40×40	18.3	4	0.12	0.24	1.13	0.0149	233	12.0	6.93	-1.74	120	10.7
182×40×40	18.2	4	0.10	0.24	1.14	0.00858	193	11.9	6.91	-1.75	94.9	7.37
182×40×40	18.2	4	0.08	0.24	1.14	0.00440	156	11.9	6.93	-1.75	65.6	4.81

* 처짐 산정용 유효단면2차모멘트임.

** 강도 산정용 유효단면계수임.

(b) 경ㄷ형강/건축구조용 표면처리 경량형강(연속)

공칭 치수	표준단면치수				단위 중량	단면 적	단면2차 모멘트		단면2차 반경		단면계수		도심
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>R</i>	<i>W</i>	<i>A</i>	<i>I_x</i>	<i>I_y</i>	<i>r_x</i>	<i>r_y</i>	<i>S_x</i>	<i>S_y</i>	<i>x</i>
	cm	cm	cm	cm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³	cm
154×40×40	15.4	4	0.18	0.36	3.20	4.08	130	5.31	5.65	1.14	16.9	1.64	0.766
154×40×40	15.4	4	0.16	0.32	2.86	3.64	117	4.76	5.67	1.14	15.2	1.47	0.757
153×40×40	15.3	4	0.14	0.28	2.50	3.18	101	4.19	5.65	1.15	13.3	1.29	0.751
153×40×40	15.3	4	0.12	0.24	2.15	2.74	87.7	3.62	5.66	1.15	11.5	1.11	0.741
152×40×40	15.2	4	0.10	0.24	1.79	2.28	72.3	3.04	5.64	1.16	9.51	0.930	0.736
152×40×40	15.2	4	0.08	0.24	1.43	1.82	58.2	2.45	5.65	1.16	7.65	0.748	0.728
144×40×40	14.4	4	0.18	0.36	3.06	3.90	111	5.22	5.33	1.16	15.4	1.63	0.797
144×40×40	14.4	4	0.16	0.32	2.73	3.48	99.3	4.68	5.34	1.16	13.8	1.46	0.788
143×40×40	14.3	4	0.14	0.28	2.39	3.04	86.2	4.12	5.32	1.16	12.1	1.28	0.782
143×40×40	14.3	4	0.12	0.24	2.05	2.62	74.5	3.56	5.34	1.17	10.4	1.10	0.773
142×40×40	14.2	4	0.10	0.24	1.71	2.18	61.4	2.99	5.31	1.17	8.65	0.924	0.768
142×40×40	14.2	4	0.08	0.24	1.37	1.74	49.4	2.41	5.32	1.18	6.96	0.743	0.760
104×40×40	10.4	4	0.18	0.36	2.49	3.18	50.9	4.78	4.00	1.23	9.79	1.57	0.958
104×40×40	10.4	4	0.16	0.32	2.23	2.84	45.7	4.29	4.01	1.23	8.79	1.41	0.948
103×40×40	10.3	4	0.14	0.28	1.95	2.48	39.5	3.78	3.99	1.23	7.68	1.24	0.943
103×40×40	10.3	4	0.12	0.24	1.68	2.14	34.2	3.27	4.00	1.24	6.65	1.06	0.933
102×40×40	10.2	4	0.10	0.24	1.39	1.78	28.1	2.73	3.98	1.24	5.51	0.891	0.930
102×40×40	10.2	4	0.08	0.24	1.12	1.42	22.6	2.20	3.99	1.24	4.44	0.716	0.922
94×40×40	9.4	4	0.18	0.36	2.35	3.00	40.2	4.64	3.66	1.24	8.54	1.55	1.01
94×40×40	9.4	4	0.16	0.32	2.10	2.68	36.1	4.16	3.67	1.25	7.68	1.39	1.00
93×40×40	9.3	4	0.14	0.28	1.84	2.34	31.1	3.66	3.65	1.25	6.70	1.22	0.995
93×40×40	9.3	4	0.12	0.24	1.58	2.02	27.0	3.17	3.66	1.25	5.81	1.05	0.985
92×40×40	9.2	4	0.10	0.24	1.31	1.68	22.1	2.65	3.63	1.26	4.81	0.879	0.982
92×40×40	9.2	4	0.08	0.24	1.05	1.34	17.8	2.14	3.64	1.26	3.88	0.707	0.974

(b) 경Ⅱ형강/건축구조용 표면처리 경량형강(연속)

공칭 치수	표준단면치수				전단 중심	비틀림 상수	위핑 상수	비틀림 휨좌굴 매개변 수	극회 전반 경	도심 부터 전단 중심	유효단면 2차모멘트*	유효단면 계수**								
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>R</i>									<i>m</i>	<i>J</i>	<i>C_w</i>	<i>j</i>	<i>r_o</i>	<i>x_o</i>	<i>I_{xe}</i>	<i>S_{xe}</i>
	cm	cm	cm	cm									cm	cm ⁴	cm ⁶	cm	cm	cm	cm ⁴	cm ³
154×40×40	15.4	4	0.18	0.36	1.22	0.0440	226	9.20	6.07	-1.90	124	14.7								
154×40×40	15.4	4	0.16	0.32	1.22	0.0310	203	9.21	6.08	-1.90	109	12.7								
153×40×40	15.3	4	0.14	0.28	1.22	0.0208	177	9.14	6.07	-1.91	91.8	10.7								
153×40×40	15.3	4	0.12	0.24	1.22	0.0131	153	9.16	6.08	-1.91	76.7	8.80								
152×40×40	15.2	4	0.10	0.24	1.23	0.00758	127	9.08	6.07	-1.92	61.2	6.22								
152×40×40	15.2	4	0.08	0.24	1.23	0.00389	103	9.09	6.08	-1.92	44.7	4.02								
144×40×40	14.4	4	0.18	0.36	1.26	0.0421	193	8.36	5.80	-1.96	105	13.3								
144×40×40	14.4	4	0.16	0.32	1.26	0.0297	174	8.38	5.81	-1.96	92.2	11.5								
143×40×40	14.3	4	0.14	0.28	1.26	0.0199	151	8.31	5.79	-1.97	77.7	9.60								
143×40×40	14.3	4	0.12	0.24	1.26	0.0126	131	8.33	5.81	-1.97	64.9	7.92								
142×40×40	14.2	4	0.10	0.24	1.26	0.00725	108	8.26	5.79	-1.98	51.6	5.84								
142×40×40	14.2	4	0.08	0.24	1.27	0.00372	87.4	8.27	5.80	-1.99	38.8	3.76								
104×40×40	10.4	4	0.18	0.36	1.41	0.0343	89.5	5.68	4.77	-2.28	48.2	8.26								
104×40×40	10.4	4	0.16	0.32	1.41	0.0242	80.4	5.70	4.78	-2.28	42.0	7.09								
103×40×40	10.3	4	0.14	0.28	1.41	0.0162	69.6	5.66	4.76	-2.28	35.1	5.87								
103×40×40	10.3	4	0.12	0.24	1.41	0.0103	60.3	5.67	4.77	-2.28	29.2	4.80								
102×40×40	10.2	4	0.10	0.24	1.42	0.00592	49.7	5.63	4.76	-2.30	23.0	3.75								
102×40×40	10.2	4	0.08	0.24	1.42	0.00304	40.2	5.64	4.77	-2.30	17.6	2.72								
94×40×40	9.4	4	0.18	0.36	1.46	0.0324	70.4	5.18	4.54	-2.38	37.9	7.16								
94×40×40	9.4	4	0.16	0.32	1.45	0.0229	63.3	5.19	4.55	-2.37	33.1	6.13								
93×40×40	9.3	4	0.14	0.28	1.46	0.0153	54.6	5.16	4.53	-2.38	27.5	5.06								
93×40×40	9.3	4	0.12	0.24	1.45	0.00968	47.4	5.17	4.54	-2.38	22.9	4.12								
92×40×40	9.2	4	0.10	0.24	1.46	0.00558	39.0	5.14	4.53	-2.39	17.9	3.21								
92×40×40	9.2	4	0.08	0.24	1.46	0.00287	31.5	5.15	4.54	-2.40	13.7	2.42								

* 처짐 산정용 유효단면2차모멘트임.

** 강도 산정용 유효단면계수임.

(c) 립ㄷ형강/일반구조용 경량형강

공칭 치수	표준단면치수					단위 중량	단면 적	단면2차 모멘트		단면2차 반경		단면계수		도심
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>d</i>	<i>R</i>	<i>W</i>	<i>A</i>	<i>I_x</i>	<i>I_y</i>	<i>r_x</i>	<i>r_y</i>	<i>S_x</i>	<i>S_y</i>	<i>x</i>
	cm	cm	cm	cm	cm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³	cm
250×75×25	25	7.5	0.45	2.5	0.45	14.9	18.9	1,690	129	9.44	2.61	135	23.8	2.07
200×75×25	20	7.5	0.45	2.5	0.45	13.1	16.7	989	120	7.70	2.69	98.9	23.2	2.32
	20	7.5	0.40	2.5	0.40	11.7	14.9	895	110	7.74	2.71	89.5	21.3	2.32
	20	7.5	0.32	2.5	0.32	9.52	12.1	736	92.2	7.79	2.76	73.6	17.8	2.33
200×75×20	20	7.5	0.45	2.0	0.45	12.7	16.2	962	109	7.70	2.59	96.2	20.5	2.19
	20	7.5	0.40	2.0	0.40	11.4	14.5	871	100	7.74	2.62	87.1	18.8	2.19
	20	7.5	0.32	2.0	0.32	9.27	11.8	716	83.9	7.79	2.67	71.6	15.8	2.19
150×75×25	15	7.5	0.45	2.5	0.45	11.3	14.4	501	109	5.89	2.75	66.8	22.4	2.65
	15	7.5	0.40	2.5	0.40	10.2	12.9	454	99.6	5.92	2.77	60.6	20.5	2.65
	15	7.5	0.32	2.5	0.32	8.26	10.5	375	83.5	5.97	2.82	50.0	17.2	2.66
150×75×20	15	7.5	0.45	2.0	0.45	11.0	14.0	489	98.8	5.91	2.66	65.1	19.8	2.50
	15	7.5	0.40	2.0	0.40	9.85	12.5	443	90.7	5.94	2.69	59.1	18.2	2.51
	15	7.5	0.32	2.0	0.32	8.01	10.2	366	76.3	5.99	2.73	48.8	15.3	2.51
150×65×20	15	6.5	0.40	2.0	0.40	9.22	11.7	401	63.4	5.84	2.32	53.4	14.4	2.11
	15	6.5	0.32	2.0	0.32	7.51	9.57	332	53.7	5.89	2.37	44.2	12.2	2.11
	15	6.5	0.23	2.0	0.23	5.50	7.01	248	41.0	5.94	2.42	33.0	9.36	2.12
150×50×20	15	5	0.45	2.0	0.45	9.20	11.7	369	35.4	5.62	1.74	49.3	10.2	1.54
	15	5	0.32	2.0	0.32	6.76	8.61	280	28.2	5.71	1.81	37.3	8.16	1.54
	15	5	0.23	2.0	0.23	4.96	6.32	210	21.8	5.77	1.86	28.0	6.32	1.55
125×50×20	12.5	5	0.45	2.0	0.45	8.32	10.6	237	33.3	4.73	1.77	38.0	10.0	1.68
	12.5	5	0.40	2.0	0.40	7.49	9.55	217	30.9	4.77	1.80	34.7	9.32	1.68
	12.5	5	0.32	2.0	0.32	6.13	7.81	181	26.5	4.82	1.84	29.0	8.00	1.68
	12.5	5	0.23	2.0	0.23	4.51	5.75	136	20.5	4.87	1.89	21.8	6.21	1.69

(c) 립ㄷ형강/일반구조용 경량형강(연속)

공칭 치수	표준단면치수					전단 중심 <i>m</i>	비틀림 상수 <i>J</i> cm^4	워핑 상수 <i>C_w</i> cm^6	비틀림 휨좌굴 매개변 수 <i>j</i> cm	극회전 반경 <i>r_o</i> cm	도심부 터전단 중심 <i>x_o</i> cm	유효 단면이 차모멘 트* <i>I_{xe}</i> cm^4	유효 단면 계수** <i>S_{xe}</i> cm^3
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>d</i>	<i>R</i>								
	cm	cm	cm	cm	cm								
250×75×25	25	7.5	0.45	2.5	0.45	3.27	1.28	16,600	14.0	11.1	5.12	1,690	135
200×75×25	20	7.5	0.45	2.5	0.45	3.53	1.13	10,300	11.2	9.91	5.63	989	98.9
	20	7.5	0.40	2.5	0.40	3.54	0.797	9,410	11.1	10.0	5.67	895	89.5
	20	7.5	0.32	2.5	0.32	3.56	0.414	7,910	11.0	10.1	5.73	736	73.6
200×75×20	20	7.5	0.45	2.0	0.45	3.33	1.09	8,760	11.4	9.70	5.29	962	96.2
	20	7.5	0.40	2.0	0.40	3.34	0.776	8,050	11.3	9.75	5.33	871	87.1
	20	7.5	0.32	2.0	0.32	3.36	0.403	6,780	11.2	9.84	5.39	716	71.6
150×75×25	15	7.5	0.45	2.5	0.45	3.84	0.973	5,690	9.27	9.03	6.26	501	66.8
	15	7.5	0.40	2.5	0.40	3.85	0.691	5,240	9.26	9.08	6.30	454	60.6
	15	7.5	0.32	2.5	0.32	3.86	0.359	4,430	9.24	9.17	6.36	375	50.0
150×75×20	15	7.5	0.45	2.0	0.45	3.62	0.943	4,710	9.32	8.76	5.89	489	65.1
	15	7.5	0.40	2.0	0.40	3.63	0.669	4,340	9.30	8.82	5.93	443	59.1
	15	7.5	0.32	2.0	0.32	3.64	0.348	3,670	9.26	8.91	6.00	366	48.8
150×65×20	15	6.5	0.40	2.0	0.40	3.12	0.627	3,060	8.76	8.05	5.03	401	53.4
	15	6.5	0.32	2.0	0.32	3.14	0.327	2,610	8.70	8.14	5.09	332	44.2
	15	6.5	0.23	2.0	0.23	3.16	0.124	2,010	8.64	8.24	5.16	248	33.0
150×50×20	15	5	0.45	2.0	0.45	2.36	0.791	1,740	8.35	6.93	3.67	369	49.3
	15	5	0.32	2.0	0.32	2.39	0.294	1,400	8.15	7.07	3.77	280	37.3
	15	5	0.23	2.0	0.23	2.41	0.111	1,090	8.03	7.17	3.84	210	28.0
125×50×20	12.5	5	0.45	2.0	0.45	2.51	0.715	1,200	7.10	6.42	3.96	237	38.0
	12.5	5	0.40	2.0	0.40	2.51	0.509	1,120	7.05	6.47	4.00	217	34.7
	12.5	5	0.32	2.0	0.32	2.53	0.266	965	6.99	6.56	4.05	181	29.0
	12.5	5	0.23	2.0	0.23	2.55	0.101	755	6.93	6.66	4.12	136	21.8

* 치짐 산정용 유효단면2차모멘트임.

** 강도 산정용 유효단면계수임.

(c) 립ㄷ형강/일반구조용 경량형강(연속)

공칭 치수	표준단면치수					단위 중량	단면 적	단면2차 모멘트		단면2차반경		단면계수		도심
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>d</i>	<i>R</i>	<i>W</i>	<i>A</i>	<i>I_x</i>	<i>I_y</i>	<i>r_x</i>	<i>r_y</i>	<i>S_x</i>	<i>S_y</i>	<i>x</i>
	cm	cm	cm	cm	cm	kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	cm ³	cm ³	cm
120×60×25	12	6	0.45	2.5	0.45	9.20	11.7	251	57.8	4.63	2.22	41.9	15.4	2.25
120×60×20	12	6	0.32	2.0	0.32	6.50	8.29	186	40.8	4.74	2.22	31.0	10.5	2.12
	12	6	0.23	2.0	0.23	4.78	6.09	140	31.3	4.79	2.27	23.3	8.09	2.13
120×40×20	12	4	0.32	2.0	0.32	5.50	7.01	142	15.2	4.51	1.47	23.7	5.67	1.33
100×50×20	10	5	0.45	2.0	0.45	7.43	9.47	138	30.6	3.82	1.80	27.6	9.73	1.85
	10	5	0.40	2.0	0.40	6.71	8.55	127	28.5	3.85	1.83	25.3	9.06	1.85
	10	5	0.32	2.0	0.32	5.50	7.01	106	24.5	3.90	1.87	21.3	7.78	1.86
	10	5	0.28	2.0	0.28	4.87	6.20	95.3	22.1	3.92	1.89	19.1	7.05	1.86
	10	5	0.23	2.0	0.23	4.06	5.17	80.6	19.0	3.95	1.92	16.1	6.05	1.86
	10	5	0.20	2.0	0.20	3.56	4.54	71.4	16.9	3.97	1.93	14.3	5.39	1.87
	10	5	0.16	2.0	0.16	2.88	3.67	58.4	14.0	3.99	1.95	11.7	4.46	1.87
90×45×20	9	4.5	0.32	2.0	0.32	5.00	6.37	76.8	18.2	3.47	1.69	17.1	6.55	1.72
	9	4.5	0.23	2.0	0.23	3.70	4.71	58.5	14.2	3.52	1.74	13.0	5.12	1.73
	9	4.5	0.16	2.0	0.16	2.63	3.35	42.6	10.5	3.56	1.77	9.46	3.80	1.73
75×45×15	7.5	4.5	0.23	1.5	0.23	3.25	4.14	37.1	11.7	2.99	1.68	9.89	4.19	1.72
	7.5	4.5	0.20	1.5	0.20	2.85	3.64	33.0	10.5	3.01	1.70	8.79	3.76	1.72
	7.5	4.5	0.16	1.5	0.16	2.32	2.95	27.1	8.70	3.03	1.72	7.23	3.13	1.72
75×35×15	7.5	3.5	0.23	1.5	0.23	2.89	3.68	31.0	6.35	2.90	1.31	8.27	2.87	1.29
70×40×25	7	4	0.16	2.5	0.16	2.38	3.03	22.0	8.02	2.69	1.63	6.29	3.64	1.80
60×30×10	6	3	0.23	1.0	0.23	2.25	2.87	15.6	3.29	2.33	1.07	5.19	1.69	1.06
	6	3	0.20	1.0	0.20	1.99	2.54	14.0	3.00	2.35	1.09	4.65	1.55	1.06
	6	3	0.16	1.0	0.16	1.63	2.07	11.6	2.55	2.37	1.11	3.88	1.32	1.06

(c) 립ㄷ형강/일반구조용 경량형강(연속)

공칭 치수	표준단면치수					전단 중심 <i>m</i>	비틀림 상수 <i>J</i>	위핑 상수 <i>C_w</i>	비틀림 휨좌굴 매개변 수 <i>j</i>	극회전 반경 <i>r_o</i>	도심부 터전단 중심 <i>x_o</i>	유효 단면2 차모멘 트* <i>I_{xe}</i>	유효 단면 계수** <i>S_{xe}</i>
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>d</i>	<i>R</i>								
	cm	cm	cm	cm	cm								
120×60×25	12	6	0.45	2.5	0.45	3.27	0.791	2,180	7.39	7.38	5.30	251	41.9
120×60×20	12	6	0.32	2.0	0.32	3.08	0.283	1,370	7.41	7.27	5.04	186	31.0
	12	6	0.23	2.0	0.23	3.09	0.107	1,070	7.38	7.36	5.11	140	23.3
120×40×20	12	4	0.32	2.0	0.32	2.04	0.239	524	6.36	5.73	3.21	142	23.7
100×50×20	10	5	0.45	2.0	0.45	2.68	0.639	775	6.19	6.03	4.31	138	27.6
	10	5	0.40	2.0	0.40	2.69	0.456	726	6.18	6.08	4.34	127	25.3
	10	5	0.32	2.0	0.32	2.70	0.239	630	6.16	6.17	4.40	106	21.3
	10	5	0.28	2.0	0.28	2.70	0.162	574	6.15	6.21	4.42	95.3	19.1
	10	5	0.23	2.0	0.23	2.71	0.0912	496	6.15	6.26	4.46	80.6	16.1
	10	5	0.20	2.0	0.20	2.72	0.0605	444	6.14	6.29	4.48	71.4	14.3
	10	5	0.16	2.0	0.16	2.72	0.0313	369	6.14	6.33	4.51	58.4	11.7
90×45×20	9	4.5	0.32	2.0	0.32	2.51	0.217	406	5.53	5.61	4.07	76.8	17.1
	9	4.5	0.23	2.0	0.23	2.52	0.0831	323	5.52	5.70	4.13	58.5	13.0
	9	4.5	0.16	2.0	0.16	2.53	0.0286	242	5.53	5.77	4.18	42.6	9.46
75×45×15	7.5	4.5	0.23	1.5	0.23	2.42	0.0729	168	5.19	5.28	4.02	37.1	9.89
	7.5	4.5	0.20	1.5	0.20	2.42	0.0485	151	5.19	5.31	4.04	33.0	8.79
	7.5	4.5	0.16	1.5	0.16	2.43	0.0252	127	5.19	5.36	4.07	27.1	7.23
75×35×15	7.5	3.5	0.23	1.5	0.23	1.89	0.0648	93	4.44	4.42	3.07	31.0	8.27
70×40×25	7	4	0.16	2.5	0.16	2.57	0.0259	179	4.74	5.32	4.29	22.0	6.29
60×30×10	6	3	0.23	1.0	0.23	1.53	0.0506	27	3.73	3.56	2.47	15.6	5.19
	6	3	0.20	1.0	0.20	1.53	0.0338	25	3.72	3.59	2.49	14.0	4.65
	6	3	0.16	1.0	0.16	1.54	0.0177	21	3.70	3.63	2.52	11.6	3.88

* 처짐 산정용 유효단면2차모멘트임.

** 강도 산정용 유효단면계수임.

(d) 경ㄷ형강/일반구조용 경량형강

공칭 치수	표준단면치수				단위 중량 <i>W</i>	단면적 <i>A</i>	단면2차 모멘트		단면2차 반경		단면계수		도심 <i>x</i>
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>R</i>			<i>I_x</i>	<i>I_y</i>	<i>r_x</i>	<i>r_y</i>	<i>S_x</i>	<i>S_y</i>	
	cm	cm	cm	cm			kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	
450×75×75	45	7.5	0.60	0.60	27.3	34.8	8,410	121	15.5	1.87	374	19.3	1.20
	45	7.5	0.45	0.45	20.7	26.3	6,440	93.9	15.6	1.89	286	14.7	1.13
400×75×75	40	7.5	0.60	0.60	25.0	31.8	6,230	119	14.0	1.93	312	19.1	1.28
	40	7.5	0.45	0.45	18.9	24.1	4,780	91.9	14.1	1.95	239	14.6	1.22
350×50×50	35	5.0	0.45	0.45	15.4	19.6	2,750	27.3	11.9	1.18	157	6.41	0.750
	35	5.0	0.40	0.40	13.7	17.5	2,470	24.6	11.9	1.19	141	5.76	0.729
300×50×50	30	5.0	0.45	0.45	13.6	17.3	1,850	26.6	10.3	1.24	123	6.35	0.819
	30	5.0	0.40	0.40	12.1	15.5	1,660	24.0	10.4	1.24	111	5.71	0.797
250×75×75	25	7.5	0.60	0.60	17.9	22.8	1,940	107	9.23	2.16	155	18.3	1.67
250×50×50	25	5.0	0.45	0.45	11.8	15.1	1,160	25.6	8.78	1.30	93.0	6.27	0.907
	25	5.0	0.40	0.40	10.6	13.5	1,050	23.2	8.81	1.31	83.7	5.63	0.885
200×75×75	20	7.5	0.60	0.60	15.6	19.8	1,130	100	7.56	2.25	113	17.8	1.87
200×50×50	20	5.0	0.45	0.45	10.1	12.8	665	24.4	7.20	1.38	66.5	6.15	1.03
	20	5.0	0.40	0.40	9.01	11.5	600	22.1	7.23	1.39	60.0	5.52	1.00
	20	5.0	0.32	0.32	7.27	9.26	490	18.1	7.28	1.40	49.0	4.49	0.970
150×75×75	15	7.5	0.60	0.60	13.2	16.8	572	91.5	5.83	2.33	76.3	17.1	2.15
	15	7.5	0.45	0.45	10.1	12.8	448	71.2	5.91	2.36	59.7	13.1	2.08
	15	7.5	0.40	0.40	9.01	11.5	404	64.1	5.93	2.36	53.8	11.8	2.06

(d) 경ㄷ형강/일반구조용 경량형강(연속)

공칭 치수	표준단면치수				전단 중심	비틀림 상수	위평 상수	비틀림 휨좌굴 매개변 수	극회전 반경	도심 부터 전단 중심	유효 단면2 차모 멘트*	유효 단면계 수**								
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>R</i>									<i>m</i>	<i>J</i>	<i>C_w</i>	<i>j</i>	<i>r_o</i>	<i>x_o</i>	<i>I_{xe}</i>	<i>S_{xe}</i>
	cm	cm	cm	cm									cm	cm ⁴	cm ⁶	cm	cm	cm	cm ⁴	cm ³
450×75×75	45	7.5	0.60	0.60	1.82	4.18	46,400	35.9	15.9	2.72	8,410	374								
	45	7.5	0.45	0.45	1.84	1.78	36,000	35.9	16.0	2.74	6,440	286								
400×75×75	40	7.5	0.60	0.60	1.94	3.82	35,200	29.1	14.4	2.92	6,230	312								
	40	7.5	0.45	0.45	1.95	1.63	27,400	29.1	14.5	2.94	4,780	239								
350×50×50	35	5.0	0.45	0.45	1.11	1.32	6,430	31.8	12.0	1.64	2,750	157								
	35	5.0	0.40	0.40	1.12	0.93	5,820	31.8	12.1	1.65	2,470	141								
300×50×50	30	5.0	0.45	0.45	1.21	1.17	4,500	23.9	10.6	1.81	1,850	123								
	30	5.0	0.40	0.40	1.22	0.83	4,070	23.9	10.6	1.81	1,660	111								
250×75×75	25	7.5	0.60	0.60	2.38	2.74	11,600	14.0	10.2	3.75	1,940	155								
250×50×50	25	5.0	0.45	0.45	1.33	1.02	2,930	17.3	9.10	2.01	1,160	93.0								
	25	5.0	0.40	0.40	1.33	0.719	2,660	17.3	9.13	2.02	1,050	83.7								
200×75×75	20	7.5	0.60	0.60	2.58	2.38	6,780	10.8	8.92	4.16	1,130	113								
200×50×50	20	5.0	0.45	0.45	1.47	0.866	1,730	12.1	7.68	2.27	665	66.5								
	20	5.0	0.40	0.40	1.48	0.612	1,570	12.1	7.71	2.28	600	60.0								
	20	5.0	0.32	0.32	1.48	0.316	1,290	12.1	7.75	2.29	490	49.0								
150×75×75	15	7.5	0.60	0.60	2.82	2.02	3,390	8.45	7.83	4.67	572	76.3								
	15	7.5	0.45	0.45	2.81	0.866	2,670	8.54	7.89	4.67	448	59.7								
	15	7.5	0.40	0.40	2.81	0.612	2,420	8.57	7.91	4.67	400	53.1								

* 치짐 산정용 유효단면2차모멘트임.

** 강도 산정용 유효단면계수임.

(d) 경ㄷ형강/일반구조용 경량형강(연속)

공칭 치수	표준단면치수				단위 중량 <i>W</i>	단면적 <i>A</i>	단면2차 모멘트		단면2차 반경		단면계수		도심 <i>x</i>
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>R</i>			<i>I_x</i>	<i>I_y</i>	<i>r_x</i>	<i>r_y</i>	<i>S_x</i>	<i>S_y</i>	
	cm	cm	cm	cm			kg/m	cm ²	cm ⁴	cm ⁴	cm	cm	
150×50×50	15	5.0	0.45	0.45	8.31	10.6	329	22.7	5.57	1.46	43.8	5.96	1.20
	15	5.0	0.32	0.32	6.02	7.66	244	16.8	5.64	1.48	32.5	4.36	1.14
	15	5.0	0.23	0.23	4.38	5.58	181	12.5	5.69	1.50	24.1	3.20	1.10
120×40×40	12	4.0	0.32	0.32	4.76	6.06	122	8.39	4.48	1.18	20.3	2.74	0.940
100×50×50	10	5.0	0.32	0.32	4.76	6.06	93.6	14.9	3.93	1.57	18.7	4.14	1.40
	10	5.0	0.23	0.23	3.47	4.43	69.8	11.1	3.97	1.58	14.0	3.03	1.36
100×40×40	10	4.0	0.32	0.32	4.26	5.42	78.6	7.96	3.81	1.21	15.7	2.68	1.03
	10	4.0	0.23	0.23	3.11	3.97	58.9	5.95	3.85	1.22	11.8	1.98	0.991
80×40×40	8	4.0	0.23	0.23	2.75	3.51	34.9	5.55	3.16	1.26	8.73	1.92	1.11
60×30×30	6	3.0	0.23	0.23	2.03	2.59	14.1	2.26	2.34	0.935	4.71	1.05	0.857
	6	3.0	0.16	0.16	1.44	1.84	10.3	1.64	2.37	0.945	3.45	0.754	0.824
40×40×40	4	4.0	0.32	0.32	2.75	3.50	9.17	5.70	1.62	1.28	4.58	2.29	1.51
	4	4.0	0.23	0.23	2.03	2.59	7.12	4.32	1.66	1.29	3.56	1.70	1.46
38×15×15	3.8	1.5	0.16	0.16	0.788	1.00	2.03	0.201	1.42	0.447	1.07	0.183	0.403
19×12×12	1.9	1.2	0.16	0.16	0.474	0.604	0.314	0.0824	0.722	0.369	0.331	0.105	0.415

(d) 경ㄷ형강/일반구조용 경량형강(연속)

공칭 치수	표준단면치수				전단 중심 <i>m</i>	비틀림 상수 <i>J</i>	워핑 상수 <i>C_w</i>	비틀림 휨좌굴 매개변 수 <i>j</i>	극회전 반경 <i>r_o</i>	도심 부터 전단 중심 <i>x_o</i>	유효 단면2 차모 멘트* <i>I_{xe}</i>	유효 단면계 수** <i>S_{xe}</i>
	<i>D</i>	<i>B</i>	<i>t</i>	<i>R</i>								
	cm	cm	cm	cm								
150×50×50	15	5.0	0.45	0.45	1.65	0.714	869	8.15	6.33	2.62	329	43.8
	15	5.0	0.32	0.32	1.65	0.262	654	8.24	6.40	2.63	244	32.5
	15	5.0	0.23	0.23	1.66	0.0983	489	8.30	6.45	2.64	174	22.7
120×40×40	12	4.0	0.32	0.32	1.32	0.207	207	6.55	5.09	2.10	122	20.3
100×50×50	10	5.0	0.32	0.32	1.88	0.207	248	5.68	5.25	3.11	93.6	18.7
	10	5.0	0.23	0.23	1.88	0.0780	187	5.74	5.29	3.12	66.9	13.0
100×40×40	10	4.0	0.32	0.32	1.41	0.185	134	5.39	4.60	2.28	78.6	15.7
	10	4.0	0.23	0.23	1.41	0.0699	101	5.45	4.64	2.28	58.9	11.8
80×40×40	8	4.0	0.23	0.23	1.50	0.0618	59.4	4.56	4.21	2.49	34.9	8.73
60×30×30	6	3.0	0.23	0.23	1.13	0.0456	13.4	3.39	3.14	1.87	14.1	4.71
	6	3.0	0.16	0.16	1.13	0.0157	9.91	3.43	3.17	1.87	10.3	3.40
40×40×40	4	4.0	0.32	0.32	1.74	0.120	14.4	3.59	3.72	3.09	9.17	4.58
	4	4.0	0.23	0.23	1.73	0.0456	11.3	3.62	3.73	3.08	7.12	3.56
38×15×15	3.8	1.5	0.16	0.16	0.525	0.00857	0.480	2.02	1.72	0.848	2.03	1.07
19×12×12	1.9	1.2	0.16	0.16	0.483	0.00515	0.0459	1.16	1.15	0.818	0.314	0.331

* 처짐 산정용 유효단면2차모멘트임.

** 강도 산정용 유효단면계수임.

해 설

제 1 장 총 칙

1.1 적용범위

강구조물의 구조설계는 모두 「건축물의 구조내력에 관한 기준」(참고문헌 1.1)에 포함된 강구조 설계기준에 따르지만, 냉간성형강 부재를 구조부재로 사용하는 강구조물은 부재의 크기, 판두께 및 접합 등에 특이한 점이 있으며, 설계상 배려해야 할 사항도 많다. 따라서 설계 및 시공상 특히 주의할 필요가 있는 사항을 별도의 기준으로 정리한다.

이 기준은 관련된 모든 기준 또는 규칙과 함께 사용되지만, 설계상 편의를 고려하여 이 기준으로만 구조설계를 할 수 있도록 필요한 사항이 중복되더라도 상세하게 규정하고 있다.

일본의 「경강구조 설계시공지침 동해설」(참고문헌 1.2)에서는 박판형강의 적용범위로서 대상 건축물의 층수를 3층 이하로 제한하고 있으나, 미국의 「Cold-Formed Steel Design Manual」(참고문헌 1.3과 1.4)에서는 층수의 제한에 관한 규정이 없다. 이러한 상황에서 이 기준에서는 층수 제한에 대한 언급을 하지 않았으며, 설계자가 판단하여 설계하도록 한다.

1.3 설계 기본

이 기준에서 적용하는 설계방법은 형식적으로는 일종의 허용응력도설계법(참고문헌 1.5)과 유사하지만, 내력의 산정면에서는 한계상태설계법(참고문헌 1.6)과 유사하다.

우선 설계하중은 사용하중 즉, 하중계수가 1.0인 경우의 하중조합(참고문헌 1.7)을 적용하며, 단기하중에 대한 고려를 포함하고 있다. 허용강도설계법에 적용한 안전율을 요약하면 표 해1.3.1과 같다. 즉, 장기하중의 하중조합에서는 허용강도를 적용하며, 단

기하중의 하중조합에서는 33%를 증가시킨 값을 사용할 수 있다.

부재의 허용강도는 공칭강도를 소정의 안전율로 나누어 산정한다. 허용응력도설계법에서는 우선적으로 허용응력도를 산정한 후에 단면의 성능과 관련을 맺어 허용강도를 계산하지만, 허용강도설계법에서는 단면의 공칭강도를 산정한 후에 안전율을 적용하여 허용강도를 계산하게 되어있다. 이러한 설계법을 선택하게된 주 이유는 허용응력도를 우선적으로 직접 산정하려면 복잡하고 어려움이 있으며, 경우에 따라 부재의 단면력에 따라 허용응력도가 결정되는 경우도 있기 때문이다. 한편으로는 허용강도설계법에서 산정한 공칭강도 값을 이용하여 한계상태설계법으로 전환하기가 수월하다. 즉, 안전율 대신에 하중계수와 강도저감계수만 결정하면 바로 한계상태설계법으로 전환될 수 있다.

표 해 1.3.1 허용강도설계법에 적용한 안전율

부재 및 접합재 형식		공칭강도와 구분	안전율
인장재		항복	1.67
휨 재	휨모멘트	항복 또는 횡좌굴	1.67
		전 단	1.44
	전 단	비탄성 전단좌굴	1.67
		탄성 전단좌굴	1.71
압축재	중심압축재	$F_e \geq 0.5 F_y$ 인 경우	1.67~1.92
		$F_e < 0.5 F_y$ 인 경우	1.92
	벽스터드	기둥식 좌굴	1.92
		피복재의 허용전단변형도 산정	1.92
볼트 접합	볼트 간격	볼트 간격과 연단거리	2.00
	볼트 강도	인장강도(양쪽에 와셔가 있는 경우)	2.00
		인장강도(한쪽에만 와셔가 있는 경우)	2.22
		전단강도	1.50
		지압강도	2.22
용접 접합	용접부 강도	모재의 인장강도에 따른 용접부 강도	2.50
단기하중		장기허용강도에 33% 증가	

1.4 강판두께

(1) 최소 강판두께

일반적으로 부식, 용접, 운반 및 설치과정에서 변형과 관련된 부재의 두께가 직접 영향을 미치지 않는 경우에는 최소 판두께의 제한은 필요하지 않다. 또한, 충분한 아연도금, 용접대신 스크류의 사용, 제작 및 설치시의 세심한 주의 등에 의해 얇은 강판의 결점은 제외되기 때문이다. 그러나, 실제로 이와 같은 완전시공을 한다는 것은 항상 바람직한 것이 아니기 때문에 본 지침에서는 기둥, 보, 골조 등 구조내력상 중요한 부분에 사용되는 부재 두께의 최소치를 0.8mm로 규정하였다.

한편, 한국산업규격의 KS D 3530의 SSC 400인 일반구조용 경량형강의 형강두께는 1.6mm 이상 6mm 이하로 분포하고 있으며, ZSS 400인 건축구조용 표면처리 경량형강은 0.8mm 이상 2.5mm 이하로 분포하고 있다.

또한, 미국의 「Cold-Formed Steel Design Manual」에서는 최소 두께에 관한 규정은 없으며, 최대 두께를 25mm로 규정하고 있다. 이 기준에서는 이러한 상황을 참고하여, 또한 국내와 미국에서 사용하는 건축구조용 표면처리 경량형강의 강판두께를 참고하여 최소 두께를 0.8mm로 정하였으며, 최대 두께를 6mm로 정하였다.

(2) 강판두께의 오차

냉간성형 이전의 판두께는 얇은 판이기에 공칭 판두께를 유지하는데 어려움이 있으며, 일반적으로 강판을 주문할 때 평균 두께와 관련된 중량으로 판매한 두께를 확인하므로 판두께의 최소값에 관한 허용치를 규정할 필요가 있다. 강판두께의 오차에 관해서는 한국산업규격에 명시되어 있기에 기준에서는 별도로 언급하지 않았다.

한국산업규격에 명시된 두께의 허용오차는 판두께의 -5%이다. 표면처리 이전의 냉간성형 판두께는 어느 위치에서도 공칭규격에 명시된 판두께의 95% 이상이어야 한다. 즉, 굴곡부를 제외한 어느 부위에서도 공칭 판두께의 95% 미만이 발생하여서는 아니 되며, 일반적인 측정위치는 플랜지의 중앙에서 측정하여 확인하면 된다. 다만, 냉간성형 과정에서 발생하는 굴곡부의 판두께 감소는 예외로 할 수 있다.

참 고 문 헌

- 1.1 건설교통부, 「건축물의 구조내력에 관한 기준」, 1996
- 1.2 日本建築學會, 「輕鋼構造設計施工指針同解説」, 1985
- 1.3 AISI, 「Cold-Formed Steel Design Manual」, 1986
- 1.4 AISI, 「Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members, Addendum」, 1989
- 1.5 대한건축학회, 「강구조계산규준 및 해설」, 1983
- 1.6 건설교통부, 「강구조 한계상태설계기준」, 1997
- 1.7 건설교통부, 「건축물의 구조기준 등에 관한 규칙」, 1996

제 2장 재료 및 강도

2.1 재 료

2.1.1 냉간성형강

본 기준에 적용하는 냉간성형강의 종류는 기존에 사용하여 왔던 KS D3530 일반구조용 경량형강과 최근에 개발한 KS D3854 건축구조용 표면처리 경량형강(참고문헌 2.1과 2.2)이 있다. 일반구조용 경량형강은 한국산업규격에서 1.6mm 이상 6.0mm이하로 제한하고 있으며, 아연도금이 되어 방청효과가 좋은 건축구조용 표면처리 경량형강은 본 기준에서 0.8mm 이상 3.2mm 이하로 제한하고 있다.

표면처리 경량형강의 원자재로 사용되는 강재는 KS D 3506 용융 아연도금 강판 및 강대 중에서 SGH 400(열연 원판)과 SGC 400(냉연 원판)이다. 참고적으로, 한국산업규격에 명시된 강판두께의 제한은 SGH 400의 경우 1.6mm 이상 6.0mm 이하이며, SGC 400의 경우 0.25mm 이상 3.2mm 이하이다.

2.1.2 볼트와 고력볼트

볼트와 고력볼트의 재질에 관한 규정은 다른 기준(참고문헌 2.3과 2.4)에 자세히 명시되어 있기에 본 기준에서는 특별한 규정을 명시하지 않았다.

2.1.3 용 접

용접 재료의 재질에 관한 규정은 다른 기준(참고문헌 2.3과 2.4)에 자세히 명시되어 있기에 본 기준에서는 특별한 규정을 명시하지 않았다.

2.2 재료 강도

2.2.1 냉간성형강

한국산업규격의 SSC 400인 일반구조용 경량형강의 재질은 인장강도 F_u 값이 4.1 tf/cm²이며 설계기준 항복강도 F_y 값이 2.4tf/cm²로 되어 있다. 그러나 화학적 성분이 동일한 ZSS 400인 건축구조용 표면처리 경량형강의 재질은 인장강도 F_u 값이 4.1 tf/cm²이며 설계기준 항복강도 F_y 값이 3.0tf/cm²로 되어 있다. 참고적으로, 표면처리 경량형강의 원자재로 사용되는 강재인 SGH 400(열연 원판)과 SGC 400(냉연 원판) 모두가 설계기준 항복강도 F_y 값이 3.0tf/cm²로 되어 있다.

다만, 냉간성형강의 설계기준 항복강도 F_y 및 인장강도 F_u 는 냉간성형이 되기 전의 값이어야 하며, 냉간성형이 된 후의 굴곡부의 강도 증가는 포함하지 않는다. 즉, 냉간성형과정의 가공경화 등에 의해 항복점이 상당히 상승하지만, 연신능력은 저하하기 때문에 사용에 있어서 충분히 주의하여야 한다.

참 고 문 헌

- 2.1 대한건축학회, 「건축구조용 표면처리 경량형강 기준」, 1997
- 2.2 대한건축학회, 「건축구조용 표면처리 경량형강 규준(안)과 관련 해외규격 대비표」, 1997
- 2.3 건설교통부, 「건축물의 구조내력에 관한 기준」, 1996
- 2.4 대한건축학회, 「건축공사 표준시방서」, 1994

제 3장 부재 설계

3.1 판폭두께비 제한

냉간성형강 부재는 비교적 큰 판폭두께비의 판재로 구성되어 있기 때문에 최대 판폭두께비에 대한 제한을 하고 있다. 또한 일반 압연형강에서 볼 수 없는 현상, 즉 시어래그(shear lag) 또는 플랜지 컬링(curling) 등을 고려할 필요가 있다.

(1) 이 절의 규정은 시어래그(shear lag)에 의한 응력분포의 불균일을 고려해서 만들어진 것이다. 평판을 그림 해 3.1.1과 같이 인장하면 평판은 길이방향으로 일정하게 늘어나지 않고, 그림의 파선과 같이 된다. 이것은 평판의 전단변형에 의해서 인장변형에 차이가 생기기 때문이다. 그림 해 3.1.2(a)에 나타난 인장력을 받는 평판의 응력분포를 응력함수법에 의해서 해석하면, 그림 해 3.1.2(b)와 같이 된다. 또 그림 해 3.1.2(c)에서는 그림 해 3.1.2(d)와 같은 응력분포로 된다.

(2) 경 Γ 형강이나 립 Γ 형강의 단면에서는, 박판이 전체에 걸쳐서 직응력을 부담하므로 이에 대한 해석은 한층 복잡해지고, 간단한 실용공식을 유도하기 어렵다. (가)의 규정은 립 Γ 형강이나 립Z형강의 웨브가 압축응력을 받는 경우의 판폭두께비를 제한하고 있다. (나)의 규정은 휨을 받는 형강의 웨브에 대한 판폭두께비 제한을 나타낸다. 휨을 받아서 웨브에 압축응력과 인장응력을 나타낼 경우인데 하중지지점이 스티프너로 보강되는 경우 판폭두께비를 260까지 허용하고 있다. (가)의 경우와 (나)의 경우를 제외하는 경우에는 판폭두께비를 60으로 제한하고 있다.

(3) 냉간성형강재의 설계에서 플랜지의 판폭두께비가 30을 초과하거나 웨브의 판폭두께비가 250을 초과하는 경우 변형이 눈에 떨 정도로 크게 발생하게 된다. 그러나 강

도가 저하되지는 않는다.

(4) 매우 큰 판폭두께비의 플랜지는 부재가 하중을 받아서 휨을 받으면 중립축 방향으로 처짐을 나타낸다. 이러한 현상을 플랜지 킨링(curling)이라고 한다. AISI 규준(참고문헌 3.1과 3.2)에서는 플랜지 킨링의 값을 부재 춤의 5%로 제한하면, 일반적인 하중조건에서 허용될 수 있다고 제안하고 있다.

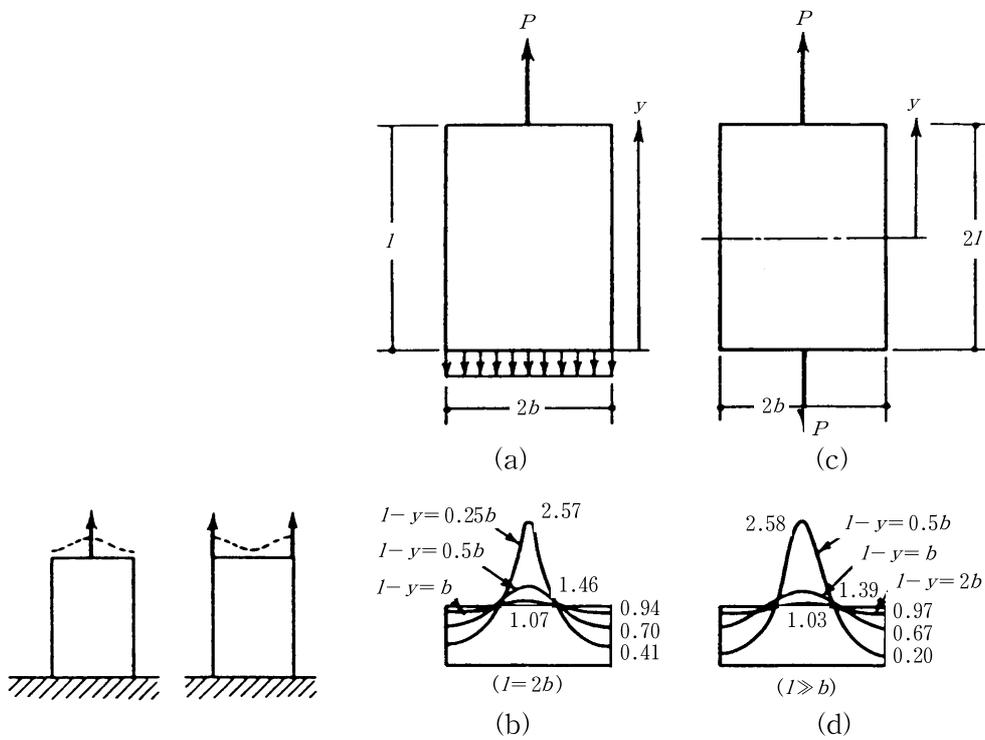


그림 해 3.1.1

그림 해 3.1.2

3.2 유효폭

3.2.1 유효폭의 기본식

냉간성형강 부재는 판폭두께비가 크기 때문에 부재의 판요소가 거의 항복점에 도달하기 전에 국부좌굴을 일으키기 쉽다. 따라서 국부좌굴을 고려한 설계를 하여야 한다.

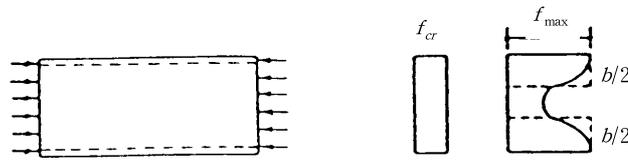


그림 해 3.2.1

그림 해 3.2.1과 같이 양변이 지지된 판이 지지면과 평행한 압축력을 받는 경우, 판의 좌굴응력도는 다음 식과 같이 된다.

$$f_{cr} = \frac{k\pi^2 E_s}{12(1-\nu^2)} \left(\frac{t}{w}\right)^2 \quad (\text{해 3.2.1})$$

판의 좌굴은 장주의 좌굴과는 달리, 좌굴이 일어나도 변형이 구속되어 있는 지지면 부근에서의 응력이 재분배되므로 좌굴 후의 응력상승이 나타난다. 즉, 좌굴 후의 응력 변화는 판의 형상 등에 따라 다르지만, 그림 해 3.2.1에 나타난 바와 같이 응력도분포가 불균일하게 된다. 판의 중앙부에서는 횡방향으로 처짐이 생기고, 응력도는 좌굴응력도보다 커지지는 않지만, 지지면 근방에서는 변형이 구속되어 응력이 증대해 간다. 이 좌굴 후의 종국내력을 평가하는 방법으로서 유효폭의 개념이 있다.

T. V. Kármán(참고문헌 3.3)은 양변의 지지조건이 힌지이고 등분포 압축응력을 받는 판재의 붕괴시 최대치 f_{\max} 가 F_y 가 될 때의 유효폭으로서

$$b = 1.9 t \sqrt{\frac{E_s}{F_y}} \quad (\text{해 3.2.2})$$

를 유도하였다. 또 그 후에 G. Winter는 실험결과(참고문헌 3.4와 3.5)에 근거하여
윗식을 일반화하여

$$b = 1.9 t \sqrt{\frac{E_s}{f_{\max}}} \left(1 - 0.475 \frac{t}{w} \sqrt{\frac{E_s}{f_{\max}}} \right) \quad (\text{해 3.2.3})$$

를 얻었다.

그 후 많은 실험결과에 근거하여 AISI 기준(참고문헌 3.1과 3.2)에서는 다음 식을
제안하였다.

$$b = 1.9 t \sqrt{\frac{E_s}{f_{\max}}} \left(1 - 0.415 \frac{t}{w} \sqrt{\frac{E_s}{f_{\max}}} \right) \quad (\text{해 3.2.4})$$

식(해 3.2.4)를 f_{cr}/f_{\max} 의 식으로 표현하면 식(해 3.2.5)가 된다.

$$\frac{b}{w} = \sqrt{\frac{f_{cr}}{f_{\max}}} \left(1 - 0.22 \sqrt{\frac{f_{cr}}{f_{\max}}} \right) \quad (\text{해 3.2.5})$$

따라서, 유효폭 b 는 다음 식과 같이 표현된다.

$$b = \rho w \quad (\text{해 3.2.6})$$

여기서, $\rho = (1 - 0.22/\sqrt{f_{\max}/f_{cr}})/\sqrt{f_{\max}/f_{cr}}$

$$= (1 - 0.22/\lambda)/\lambda \leq 1$$

$$\lambda = \sqrt{f_{\max}/f_{cr}} = \sqrt{f_{\max} [12(1 - \nu^2)(w/t)^2]/(k\pi^2 E_s)}$$

$$= (1.052/\sqrt{k})(w/t)\sqrt{f_{\max}/E_s}$$

제3.2.2~3.2.7항은 판요소의 종류와 응력의 분포에 따라 유효폭을 산정하는 식을
구분하여 정의하고 있다. 표 해 3.2.1은 이러한 적용규정을 나타내고 있다.

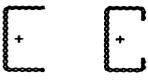
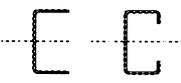
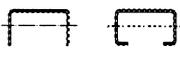
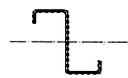
3.2.2 균일압축응력을 받는 압축재의 강절판요소

이 항의 규정은 형강이 중심압축력을 받아서 강절판요소(웨브)에 균일한 압축응력이 발생하는 경우의 유효폭을 산정하는 식을 규정하고 있다. 그림 해 3.2.2는 이 항이 적용되는 예를 나타내고 있다.

3.2.3 균일압축응력을 받는 휨재의 강절판요소

이 항의 규정은 제3.2.2항의 내용과 동일하다. 다만 이 항은 형강이 약축에 대하여 휨을 받아서 강절판요소(웨브)에 균일한 압축응력이 발생하는 경우에 해당된다. 따라서 유효폭 산정을 위한 압축응력도의 산정방법이 다르게 된다.

표 해 3.2.1 유효폭 산정을 위한 규정

구 분		압축재	강축휨재	약축휨재
경 Γ 형강	플랜지	3.2.4항	3.2.4항	3.2.7항
	웨 브	3.2.2항	3.2.6항	3.2.3항
립 Γ 형강	플랜지	3.2.5항	3.2.5항	3.2.6항
	웨 브	3.2.2항	3.2.6항	3.2.3항
	립	3.2.4항	3.2.4항*	—
립Z형강	플랜지	3.2.5항	3.2.5항	3.2.6항
	웨 브	3.2.2항	3.2.6항	—
	립	3.2.4항	3.2.4항*	3.2.4항
비 고				
				

* 립이 짧은 경우 압축응력의 분포가 균일하다고 가정하고 제3.2.4항을 적용함.

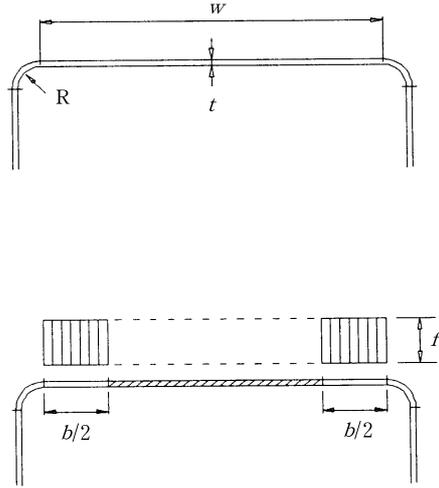


그림 해 3.2.2 균일압축응력을 받는 강절판요소의 유효폭

(가) 압축응력도가 설계기준 항복강도에 도달하는 경우, (나) 인장응력도가 설계기준 항복강도에 도달하는 경우의 압축응력도 그리고 (다) 횡좌굴강도에 의해 부재설계가 결정되는 경우로 나누어 유효폭을 산정하는데 적용되는 압축응력도를 결정하게 된다. 이 항에도 그림 해 3.2.2이 적용된다.

3.2.4 균일압축응력을 받는 압축재 또는 휨재의 비강절판요소

이 항은 경ㄷ형강의 플랜지에 균일압축응력이 발생하는 경우의 유효폭 산정을 규정하고 있다. 경ㄷ형강에 중심압축력이 작용하거나 강축휨이 작용하는 경우 압축측 플랜지는 균일압축응력을 받게된다. 그림 해 3.2.3은 이 항이 적용되는 예이다.

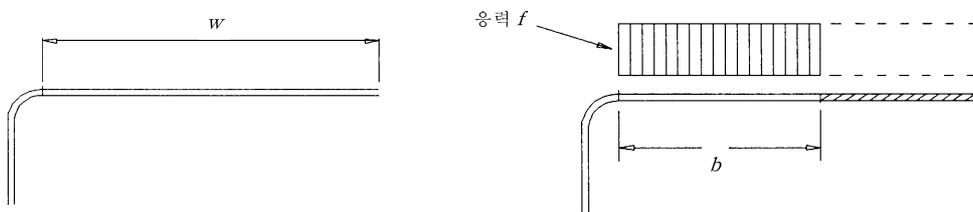


그림 해 3.2.3 균일압축응력을 받는 비강절판요소의 유효폭

3.2.5 균일압축응력을 받는 반강절판요소

이 항은 립C형강과 립Z형강이 중심압축력을 받거나 강축에 대하여 휨을 받는 경우 플랜지에는 균일압축응력이 발생하게 된다. 그런데 이러한 플랜지의 유효폭은 립의 강성에 따라 영향을 받게 되어 유효폭 산정식이 복잡하게 규정되어 있다. 그림 해 3.2.4는 이 규정이 적용되는 예이다.

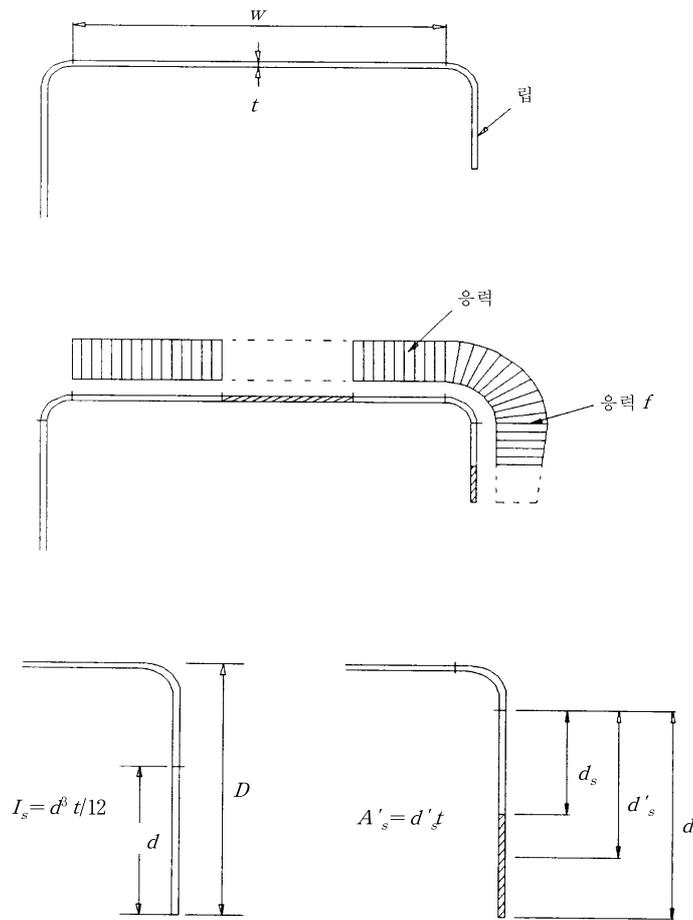


그림 해 3.2.4 균일압축응력을 받는 반강절판요소의 유효폭

3.2.6 등변응력을 받는 힘재의 강절판요소

이 항은 경 Γ 형강, 립 Γ 형강 그리고 립Z형강 등이 강축에 대하여 휨을 받는 경우 강절판요소(웨브)의 유효폭 산정과 립 Γ 형강과 립Z형강이 약축에 대하여 휨을 받는 경우 강절판요소(플랜지)의 유효폭 산정에 적용된다. 이러한 강절판요소에는 압축과 인장 또는 압축과 압축의 등변응력을 받게 된다. 따라서 평판에 발생하는 최대 압축 응력도와 인장응력도 또는 최소 압축응력도를 결정하고 유효폭을 산정한다. 그림 해 3.2.5는 이 항이 적용되는 예이다.

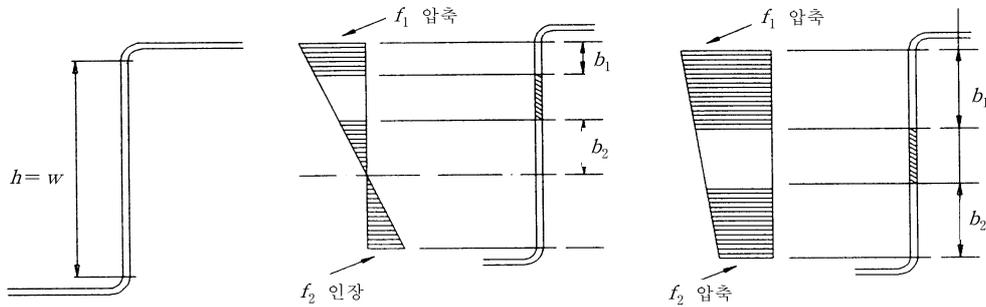


그림 해 3.2.5 등변응력을 받는 강절판요소의 유효폭

3.2.7 등변응력을 받는 힘재의 비강절판요소

이 항은 경 Γ 형강이 약축휨을 받아서 플랜지에 등변응력이 발생하는 경우의 유효 폭 산정에 적용된다. 유효폭의 산정은 제3.2.6항에 따르며 k 는 0.43을 대입한다. 립 Γ 형강이 강축에 대하여 휨을 받는 경우의 립도 이러한 등변응력을 받게 되나 립이 짧은 경우에는 균일한 압축응력으로 가정하고 제3.2.4항의 규정을 따르면 안전측으로 산정된다.

3.2.8 집중하중을 받는 보의 플랜지

집중하중을 받는 보의 플랜지에 대한 판폭두께비를 제한하는 규정은 스패인이 비교적 작은 경우에 적용한다. 식(3.2.17)은 실험식을 채용한 것으로 스패인이 짧을수록, 또 플랜지 폭이 커질수록, 유효폭이 작아지는 성질이 있다. 그림 해 3.2.6은 중앙집중하

중을 받는 보의 실험결과의 예이다. 그림 해 3.2.6(a)는 스패 중앙의 인장측 플랜지의 응력분포를 나타내고, 그림 해 3.2.6(b)는 이것에 의해서 구한 유효폭을 나타낸 것이다. 이 그림으로부터 식(3.2.17)은 실험치에 대해서 타당한 값을 주고 있다는 것을 알 수 있다.

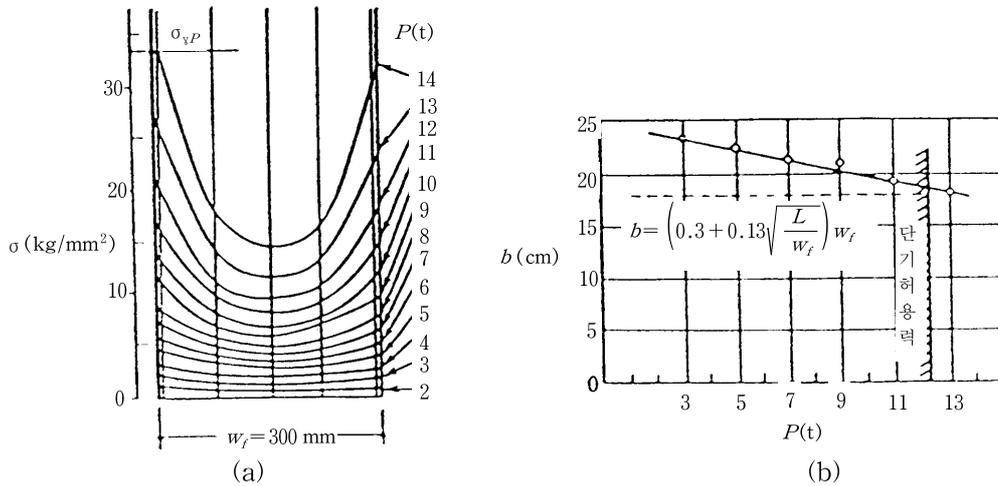


그림 해 3.2.6 집중하중을 받은 보의 플랜지 유효폭 실험결과

3.3 인장재

이 절은 인장재의 강도를 순단면적에 대하여 산정하는 경우에 적용된다. 부재의 중간에 설비재 등으로 개구부가 생기게 되며 개구부 단면적과 설계기준 항복강도를 곱한 강도를 인장강도로 한다. 안전율은 AISC의 허용응력도설계법(참고문헌 3.6)과 동일하게 1.67로 한다. 인장재의 접합부의 설계는 제5.2.1항의 규정을 따라야 한다. 제5.2.1항에 인장재의 접합부에 고력볼트 또는 볼트를 사용하는 경우, 각종의 파단선에 대해서 유효단면적을 산출하고, 그 중에서 최소치를 결정하여 인장강도를 산정하는 규정이 제시되어 있다.

부재의 순단면적은 부재축에 직각인 단면적으로부터 개구부의 면적을 감하여 산정한다. 이러한 개구부가 2개 이상인 경우에는 파단선에 따른 순단면적 산정방법을 적

용한다. 유효단면적의 산정은 대한건축학회의 한계상태설계법(참고문헌 3.7)에 의한 방법을 적용하였다.

3.4 힘 재

3.4.1 허용휨강도

휨강도는 부재의 형상과 횡방향 구속 등 지지된 정도에 따라 달라진다. 공칭휨강도 M_n 을 산정하여 휨에 대한 안전율 $\Omega_f (=1.67)$ 로 나눈 값을 허용휨강도 M_a 로 정의하여 휨재의 외력에 의한 모멘트가 M_a 값을 초과할 수 없도록 하고 있다. 그리고 공칭휨강도 M_n 은 공칭항복휨강도(식(3.4.2a))와 횡좌굴에 영향받는 공칭횡좌굴휨강도(식(3.4.2b))를 각각 산정하여 그 중에 작은 값으로 한다.

(1) 공칭항복휨강도

횡좌굴이나 비틀림좌굴 또는 휨-비틀림좌굴에 지배받지 않는 보의 최대 연단에서 얻어진 설계기준 항복강도에 근거하여 설계된다. 단면의 형상에 따라 초기항복은 최대 인장연단이나 최대 압축연단에서 일어날 수 있다. 이것으로 공칭항복휨강도가 결정된다.

식(3.4.2a)의 S_e 는 압축연단이나 인장연단이 F_y 일 때 산정된 유효단면의 단면계수로서 제3.2절에 의한 판요소 각각의 유효폭을 산정하여 얻어진 유효단면으로부터 얻어진다. 이 때 유효단면성능을 산정할 때 인장연단이 F_y 이면 압축연단의 응력도 값에 따라서 유효단면이 달라진다. 이것은 유효단면을 산정할 때 유효폭을 계산하는 과정에서 유효폭이 압축연단 응력도의 함수관계로 되어있기 때문이다. 따라서 반복 계산이 필요하다. 즉, 압축연단의 응력도를 가정하여 유효폭을 계산하고 그에 따른 유효단면의 새로운 도심축으로부터 압축연단의 응력도를 산정하여 처음 가정한 압축연단의 응력도와 일치될 때까지 반복계산과정이 필요하다. 통상적으로 3회 정도의 반복계산으로 충분한 수렴값을 얻을 수 있다.

(2) 공칭횡좌굴휨강도

식(3.4.2b)에 의한 공칭횡좌굴휨강도를 산정하기 위해서는 횡좌굴휨강도 M_c 와 압축연단 응력도가 M_c/S_f 일 때 산정된 유효단면의 단면계수 S_c 를 구하여야 한다.

1) 횡좌굴휨강도 M_c

횡좌굴휨강도 M_c 는 탄성횡좌굴강도 M_e 를 구하여 식(3.4.3)을 적용시켜 산정된다. 탄성횡좌굴강도 M_e 는 단면 형태별로 식(3.4.5)의 3종류의 식들을 이용하여 계산된다. 조립 I형 단면이나 Z형 단면의 경우에는 식(3.4.5) 대신에 식(3.4.13)을 이용하여 탄성횡좌굴강도 M_e 를 구하여도 좋다.

2) 유효단면의 단면계수 S_c

유효단면의 단면계수 S_c 를 구하기 위해서는 횡좌굴강도 M_c 를 전체 단면의 단면계수 S_f 로 나눈 값을 압축연단의 응력도로 보고 압축플랜지의 유효폭을 산정하는 것부터 시작해야 한다.

압축플랜지 유효폭에 의한 유효단면을 구하고 웨브 전체가 유효한 것으로 보고 전체 유효단면으로부터 새로운 도심축을 산정한다.

이 때 웨브 전체가 유효한지는 제3.2.4절의 유효폭 규정으로 산정하여 확인한다. 만약 웨브 전체가 유효하지 못한 경우는 웨브의 유효길이를 가정하여 전체 유효단면으로부터 구한 도심축을 이용하는 반복 계산으로 웨브의 유효폭을 확인하는 과정이 필요할 때도 있다.

다음으로 유효단면에 대하여 힘을 받는 축의 단면2차모멘트를 구하고, 그 단면2차모멘트를 압축연단으로부터 새로운 도심축까지의 거리로 나누면 그 값이 유효단면의 단면계수 S_c 이다.

3) 비틀림 상수(J)와 뒤틀림 상수(C_w)

개단면에 비틀림모멘트를 가하면 일반적으로 마구리면에 축방향 변위가 생기고 평면이었던 마구리면은 비틀림모멘트를 받은 후에는 평면이 아닌 면이 된다(그림 해 3.4.1). 이 현상을 뒤틀림(warping)이라고 한다. 부재의 양단이 구속되지 않은 자유상태로 비틀림모멘트가 부재축에 따라서 일정한

경우에는 뒤틀림이 자연스럽게 일어나고 부재축은 직선 그대로 있다. 이러한 상태의 비틀림이 자유비틀림(St. Venant torsion)이라고 부르고 자유비틀림 저항은 단면의 형상에 따라 달라지는데 이 때 관계하는 단면의 성질이 비틀림 상수(J)이다. 비틀림 상수의 단위는 cm^4 등 길이 4제곱으로 나타나고 그림 해 3.4.2와 같은 얇은 판두께로 이루어진 개단면의 경우 다음 식으로 산정한다.

$$J = \sum_{i=0}^n \frac{1}{3} b_i t_i^3 \quad (n : \text{판요소의 수}) \quad (\text{해 3.4.1})$$

비틀림모멘트가 부재축에 따라서 일정하게 작용하여도 부재단의 마구리면이 완전밀착으로 평면과 접합되어 있거나(용접에 의한 기동·보 접합부), 비틀림모멘트가 부재축에 따라 변화하는 경우에는 이러한 뒤틀림의 자연스러운 발생이 방해를 받아서 부재축 방향으로 수직응력도(σ)와 그것에 동반하는 전단응력도(τ)가 생긴다. 이러한 응력도는 부재의 또다른 비틀림저항을 생기게 한다. 이 경우에는 부재축이 직선으로부터 변하게 된다. 이와 같은 비틀림을 구속비틀림(warping torsion)이라고 한다. 이 구속비틀림은 Wagner에 의해서 제안되었기에 Wagner torsion이라고도 한다. 이와같이 뒤틀림(warping)의 발생이 억제되어서 비틀림저항을 증가시키는 단면의 성질을 뒤틀림 상수(C_w)라고 한다. 이것은 cm^6 과 같이 길이의 6제곱으로 나타나고 그림 해 3.4.3에는 개단면 경우의 뒤틀림 상수 산정식이 기술되어 있다.

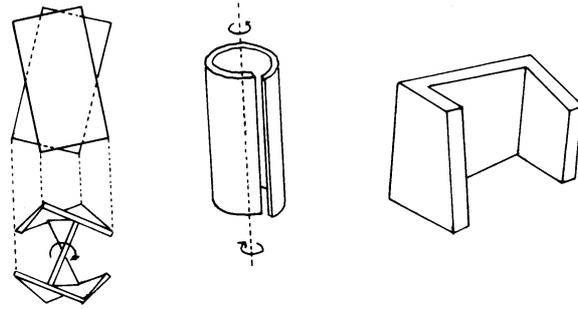


그림 해 3.4.1 뒤틀림(warping) 현상

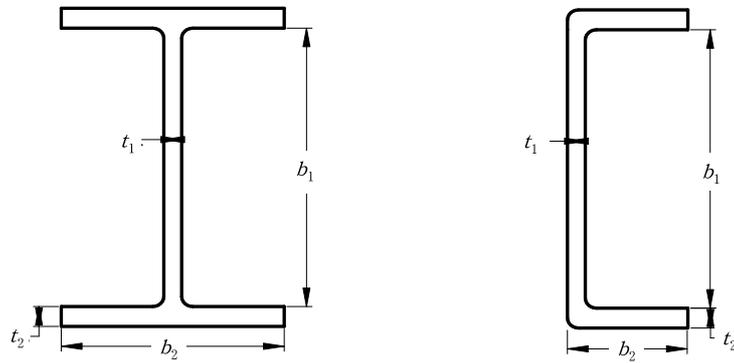


그림 해 3.4.2 비틀림 상수 (J)

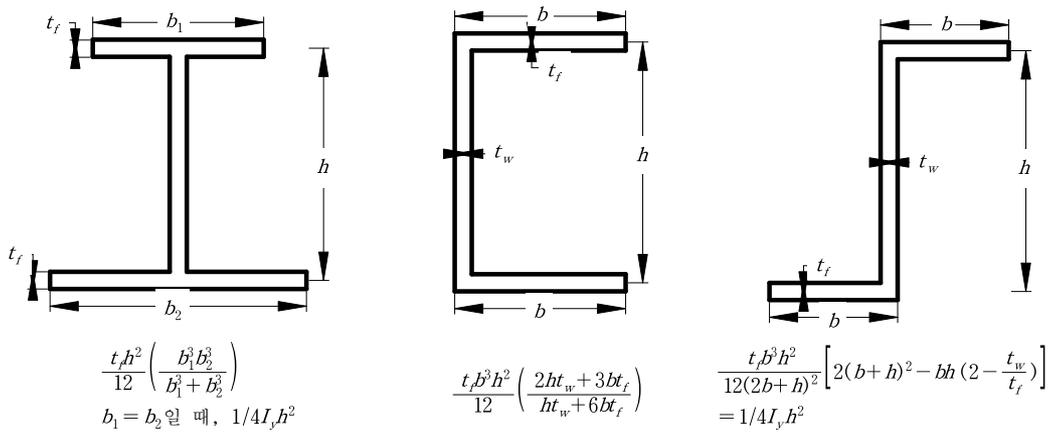


그림 해 3.4.3 뒤틀림 상수 (C_w) 산정에 적용하는 기호

(3) 허용휨강도의 산정

립 \perp 형강(그림 해 3.4.4)이 x 축에 대하여 주위의 휨모멘트 받고 있는 경우 허용휨강도 M_a 도 다음과 같은 방법으로 계산한다.

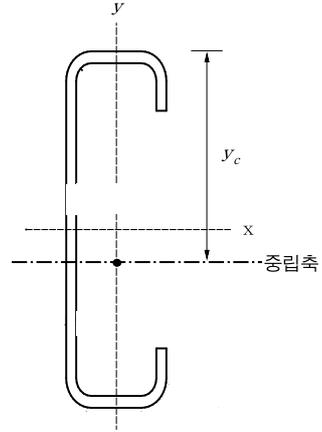


그림 해 3.4.4

1) 반복 과정

가) 첫번째 반복으로 압축플랜지 연단의 응력도 f 를 가정한다.

나) f 를 사용하여 플랜지의 유효폭을 제3.2절에 따라서 계산한다.

다) 계산된 플랜지의 유효폭과 다른 판요소들의 길이를 사용하여 중립축(y_c)을 계산한다.

라) 계산된 중립축(y_c)을 사용하여 압축연단의 응력도 f 를 계산한다.

마) 가정한 응력도 f 와 계산된 응력도 f 를 비교하여 충분히 유사한 값이 될 때까지 위 과정을 반복한다.

2) 웨브의 유효폭 검토

1)의 반복 과정으로 압축연단의 응력도 f 를 사용하여 기준 제3.2.6항을 적용하여 웨브의 전체길이가 완전히 유효한지를 검토한다. 만약, 전체길이가 유효하지 않을 경우 다시 위의 1)항을 반복하여 계산한다.

3) 위의 유효단면을 사용하여 단면계수 S_e 를 계산하여 공칭항복휨강도 M_n 을 계산한다.

$$M_n = S_e F_y \tag{식(3.4.2a)}$$

4) 항복모멘트 M_y 를 계산한다(식(3.4.4)).

5) 탄성횡좌굴강도 M_e 를 계산한다(식(3.4.5a), 식(3.4.5b), 식(3.4.5c) 이용).

6) M_e , M_y 를 이용하여 식(3.4.3a)와 식(3.4.3b)에서 횡좌굴휨강도 M_c 를 계산한다.

7) 압축연단 응력도가 M_c/S_f 일 때 산정된 유효단면의 단면계수 S_c 를 다음과

같이 구한다.

- 가) 응력도 $f = M_c/S_f$ 일 때 S_c 를 구하기 위하여 웨브 전체가 유효한 것으로 보고 압축플랜지의 유효폭 b 를 식(3.2.1)로 부터 구한다.
- 나) 계산된 압축플랜지의 유효폭과 다른 판요소들의 길이를 사용하여 중립축(y_c)을 계산한다.
- 다) 계산된 중립축(y_c)을 사용하여 웨브 전체가 유효한지를 검토한다. 만약, 웨브 전체길이가 유효하지 않을 경우 다시 위의 가)로 되돌아가서 반복 계산한다.
- 라) 유효단면의 압축축 단면계수 S_c 를 유효단면의 단면2차모멘트 I 와 중립축(y_c)으로부터 산정한다.

$$S_c = I/y_c$$

- 8) 식(3.4.2b)로부터 공칭횡좌굴강도 M_n 을 산정한다.

$$M_n = S_c \frac{M_c}{S_f} \quad \text{식(3.4.2b)}$$

- 9) 허용휨강도 M_a 는 식(3.4.2a) 또는 식(3.4.2b)의 작은 값에 의해 다음과 같이 결정된다.

$$M_a = M_n/\Omega_f \quad \text{식(3.4.1)}$$

(4) 지붕구조에서 풍하중에 의한 역모멘트가 작용하는 경우 이 항목은 지지점에 인접한 변곡점 사이 구간의 연속보나 캔틸레버보에는 적용되지 않는다.

인장플랜지가 테크플레이트나 판에 접착되어 있고 압축플랜지가 횡방향으로 구속되어 있지 않을 경우 웨브에 평행인 면으로 재하되는 경ㄷ형강이나 Z형 단면의 모멘트 강도는 다음 식에 의해 얻어진다.

$$M_n = RS_e F_y \quad \text{(해 3.4.1)}$$

여기서, $R = 0.40$ (경ㄷ형 단면의 단순스팬)
 $= 0.50$ (Z형 단면의 단순스팬)

$$= 0.60(\text{경ㄷ형 단면의 연속스팬})$$

$$= 0.70(\text{Z형 단면의 연속스팬})$$

S_e 와 F_y 는 제3.4.1(1)항에서 정의된다.

감소계수 R 은 다음의 조건을 만족하는 지붕과 벽 시스템에 대해 한정된다.

(가) 29cm보다 작은 부재춤

(나) 플랜지는 단부보강된 압축부재이다.

(다) $60 \leq \text{춤/두께} \leq 170$

(라) $2.8 \leq \text{춤/플랜지 폭} \leq 4.5$

(마) $16 \leq \text{평판 폭/플랜지의 두께} \leq 43$

(바) 연속스팬 시스템일 경우 각 방향에서 각각의 내부지점에서 겹침 길이(지지중심에서 겹침의 끝단까지의 거리)는 다음보다 작아서는 안된다.

$$1.5d(\text{Z형 단면})$$

$$3.0d(\text{경ㄷ형강})$$

(사) 10m보다 크지 않은 부재 스패

(아) 연속스팬 시스템일 경우 가장 긴 부재의 스패는 가장 짧은 스패의 1.2배를 넘지 않는다.

(자) 양쪽의 플랜지는 지지점에서 수평적으로 구속되어 있다.

(차) 지붕이나 벽 패널은 어떠한 의미로는 패널과 중도리의 플랜지 사이에서의 상호 관계적인 움직임을 효과적으로 제어하기 위해 붙여지는 최대 간격이 30cm이고, 2.5cm 이상의 춤을 갖는 리브를 가지고, 코팅된 두께가 최소 0.5mm의 강판으로 이루어진다.

(카) 보온재료는 긴결재와 함께 부재와 패널사이가 압축되어 0~15cm의 유리섬유가 사용될 수 있다.

(타) 긴결재 유형 : 12번 이상의 self-drilling 또는 self-tapping 철판 나사 또는 직경 4.8mm, 리벳 12.5mm 와셔

(파) 긴결재로 격리형 나사는 사용할 수 없다.

(하) 긴결재는 중심에서 30cm보다 더 떨어져서는 안되며 보 플랜지의 중심 근처에 놓여야 한다.

3.4.2 허용전단강도

이 조항은 세장한 보의 웨브나 스티프너가 있거나 없는 텍크플레이트에 적용된다. 이 조항들은 AISC 규준(참고문헌 3.6)에서 플레이트 거더와 압연형강보의 설계에 대한 내용과 동일하다. 냉간성형된 단면에 대한 AISC 방정식의 채용은 참고문헌 3.8과 3.9에 요약된 연구에 근거한 것이다.

3.4.3 휨과 전단에 의한 조합강도

캔틸레버 보와 연속보는 종종 그 지지점에서 높은 휨응력도와 높은 전단응력도가 조합된다. 이러한 부재의 설계에 있어 휨응력도와 전단응력도의 조합에 기인한 수평 웨브의 좌굴에 대해 저항하도록 하기 위해 식(3.4.16)을 사용하는 것이 실용적이다.

3.4.4 스티프너

(1) 중간스티프너가 요구될 때, 간격은 제3.4.2항에 의해 허용된 허용전단강도 V_a 를 넘지 않도록 하여야 하고, a/h 비는 $[260/(h/t)]^2$ 이나 3.0을 넘지 않아야 한다.

웨브의 판에 축과 관련된 한쌍의 중간스티프너가 부착되거나, 또는 하나의 중간스티프너의 실제 단면2차모멘트 I_s 는 다음 최소값을 가져야 한다.

$$I_{smin} = 5ht^3[h/a - 0.7(a/h)] \geq (h/50)^4 \quad (\text{해 3.4.2})$$

중간스티프너의 전체면적은 다음 값보다 작아서는 안된다.

$$A_s = \frac{1 - C_v}{2} \left[\frac{a}{h} - \frac{(a/h)^2}{(a/h) + \sqrt{1 + (a/h)^2}} \right] YDht \quad (\text{해 3.4.3})$$

여기서,

$$C_v \leq 0.8 \text{ 일 때, } C_v = \frac{45,000k_v}{F_y(h/t)^2} \quad (\text{해 3.4.4a})$$

$$C_v > 0.8 \text{ 일 때, } C_v = \frac{190}{h/t} \sqrt{\frac{k_v}{F_y}} \quad (\text{해 3.4.4b})$$

$$a/h \leq 1.0 \text{ 일 때, } k_v = 4.00 + \frac{5.34}{(a/h)^2} \quad (\text{해 3.4.5a})$$

$$a/h > 1.0 \text{ 일 때, } k_v = 5.34 + \frac{4.00}{(a/h)^2} \quad (\text{해 3.4.5b})$$

a : 중간스티프너간의 거리

$$Y = \frac{\text{웨브의 항복점}}{\text{스티프너의 항복점}}$$

$D = 1.0$ (한쌍으로 설치된 스티프너)

$D = 1.8$ (단일앵글 스티프너)

$D = 2.4$ (단일판 스티프너)

t 와 h 는 제3.1절에서 정한 것에 따른다.

(2) 중간스티프너는 압축부재의 설계에 있어서 집중하중이나 반력의 작용점인 보의 웨브에 부착한다. 집중하중이나 반력은 스티프너에 직접 적용되거나, 또는 각 스티프너는 단부스티프너의 끝이 직접 하중베어링에 주는 플랜지의 편평한 부분에 정확히 맞춘다. 집중하중이나 반력은 다음의 (가)와 (나)에 의해 구해진 허용하중 P_a 값 이하여야 한다.

$$(가) P_a = P_n / \Omega_s \quad (\text{해 3.4.6})$$

$$\text{여기서, } P_n = F_{wy} A_c \quad (\text{해 3.4.7})$$

$$\Omega_s = 2.00$$

$$A_c = 18t^2 + A_s \text{ (내부지점이나 집중하중 아래의 중간스티프너)} \quad (\text{해 3.4.8a})$$

$$A_c = 10t^2 + A_s \text{ (단부지점의 스티프너)} \quad (\text{해 3.4.8b})$$

F_{wy} : 보 웨브의 F_y 와 스티프너 F_{ys} 중 작은 값(tf/cm²)

$$(나) P_a = P_n / \Omega_c \quad (\text{해 3.4.9})$$

여기서, P_n : A_e 를 A_b 로 대치한 제3.5.1항에 의해 계산된 공칭압축강도

(tf)

Ω_c : 제3.5.1항에 의해 계산된 축방향 압축에 대한 안전율

$$A_b = b_1 t + A_s \text{ (내부지점이나 집중하중 아래의 중간스티프너)} \quad (\text{해 3.4.10a})$$

$$A_b = b_2 t + A_s \text{ (단부지점의 스티프너)} \quad (\text{해 3.4.10b})$$

A_s : 중간스티프너의 단면적(cm^2)

$$b_1 = 25t[0.0024(L_{st}/t) + 0.72] \leq 25t \quad (\text{해 3.4.11a})$$

$$b_2 = 12t[0.0044(L_{st}/t) + 0.83] \leq 12t \quad (\text{해 3.4.11b})$$

L_{st} : 중간스티프너의 길이(cm)

t : 웨브 두께(cm)

F_{ys} 가 설계기준 항복강도 F_y 이고 스티프너의 두께가 t_s 일 때, 냉간성형강 중간스티프너의 보강된 판요소와 비보강된 판요소에 대한 w/t_s 비는 각각 $1.28\sqrt{E/F_{ys}}$ 와 $0.37\sqrt{E/F_{ys}}$ 를 넘지 않아야 한다.

(3) 웨브의 국부파괴

일반적인 형강에서도 집중하중점에서 웨브가 국부파괴 및 위험성이 없는 것은 아니지만 모서리부의 필렛이 두꺼워져서 필렛선단에서 상당한 힘이 분산되므로 국부파괴의 위험성은 그다지 염려할 것은 못되었다. 특별히 주의해야 할 때는 플랜지에 밀착하는 스티프너를 두어서 해결하기도 하였다. 그러나 얇은 판으로 이루어진 냉간성형강은 보통 평판은 절곡한 것으로 필렛부분도 같은 두께이어서 집중하중점에서는 웨브의 국부파괴를 일으키기 쉽다. 그리고 플랜지도 얇고 우각부의 곡률도 매우 크므로 플랜지에 밀착하는 스티프너를 두는 것은 용이하지 않다.

이와 같은 이유 때문에 웨브의 국부파괴를 방지하기 위하여 AISI와 일본건축학회에서는 다음과 같은 규정을 두고 있다.

1) AISI의 규정(참고문헌 3.1과 3.2)

① 웨브 국부파괴강도

이 조항은 부재의 길이방향 축에 수직으로 작용하고, 웨브의 면에 작용하면서 웨브에 압축응력도를 유발시키는 집중하중, 반력 또는 그러한 성분에서 지배받는 휨부재의 웨브에 적용된다.

h/t 의 값이 200보다 작거나 같은 휨부재의 무보강 웨브의 국부파괴를 피하기 위해, 집중하중과 반력은 표 해 3.4.1에서 주어진 P_a 의 값을 초과할 수 없다. h/t 의 값이 200보다 큰 휨부재의 웨브는 웨브에 직접적으로 집중하중과 반력(집중하중 또는 반력)이 전달되도록 적절한 조치를 하여야 한

다. 표 해 3.4.1에서의 공식은 $R/t \leq 6$ 일 때는 보에 적용되고 $R/t \leq 7$, $N/h \leq 210$ 이고, $N/h \leq 3.5$ 일 때는 텍크에 적용된다.

P_a 는 플랜지가 상부에서 하부까지 하나의 매체로 채워진 경우에 있어서의 집중하중이나 반력을 나타낸 것이고 두 개 이상의 매체로 이루어진 경우 P_a 는 각각의 웨브에 대해 계산되어지고 결과도 허용하중이나 반력을 합한 값으로 얻어진다.

용접조립 I형 단면이나 유사한 단면의 경우 웨브 커넥터(connector)와 플랜지와의 거리는 작게 할수록 실용적이다.

표 해 3.4.1 P_a 산정식

		하나의 웨브를 갖는 형상		여러개의 웨브를 갖는 형상 ⁽¹⁾
		보강된 플랜지	무보강된 플랜지	보강되거나 무보강된 플랜지
반대 하중 거리 > 1.5h ⁽²⁾	단부반력 ⁽³⁾	식(해 3.4.16)	식(해 3.4.17)	식(해 3.4.18)
	내부반력 ⁽⁴⁾	식(해 3.4.19)	식(해 3.4.19)	식(해 3.4.20)
반대 하중 거리 > 1.5h ⁽⁵⁾	단부반력 ⁽³⁾	식(해 3.4.21)	식(해 3.4.21)	식(해 3.4.22)
	내부반력 ⁽⁴⁾	식(해 3.4.23)	식(해 3.4.23)	식(해 3.4.24)

[표 해 3.4.1의 각주 및 참조]

- (1) 등을 맞댄 두 개의 채널로 이루어지거나 웨브의 회전에 대한 구속이 매우 우수한 유사단면으로(채널에 두 개의 앵글을 용접하여 만든 I형 단면과 같은 것) 구성된 I형 단면.
- (2) 한 지지단과 이웃하는 반대의 집중하중점이나 반력점 사이의 순거리가 1.5h보다 클 때 상플랜지나 하플랜지에 작용하는 하나의 집중하중점이나 반력점의 위치에서.
- (3) 지지단에서 보의 끝단까지의 거리가 1.5h보다 작을 때 보의 단부 반력이나 캔틸레버의 끝단에서의 집중하중에 대하여.
- (4) 지지단에서 보의 끝단까지의 거리가 1.5h보다 크거나 같을 때 반력이나 집중하중에 대하여.
- (5) 이웃하는 지지단과의 순거리가 1.5h보다 작거나 같을 때 두 개의 반대되는 집중하중이나 상하플랜지에 동시에 작용하는 집중하중과 반대의 반력에 대하여.

[표 해 3.4.1에 대한 방정식]

$$t^2 k C_3 C_4 C_0 [179 - 0.33 (h/t)] [1 + 0.01 (N/t)] \quad (\text{해 3.4.12})$$

$$t^2 k C_3 C_4 C_0 [117 - 0.15 (h/t)] [1 + 0.01 (N/t)] \quad (\text{해 3.4.13})$$

단, $N/t > 60$ 일 때는 계수 $[1 + 0.01 (N/t)]$ 은 $[0.71 + 0.015 (N/t)]$ 까지 증가할 수 있다.

$$t^2 F_y C_6 (5.0 + 0.63 \sqrt{N/t}) \quad (\text{해 3.4.14})$$

$$t^2 k C_1 C_2 C_0 [291 - 0.40 (h/t)] [1 + 0.007 (N/t)] \quad (\text{해 3.4.15})$$

단, $N/t > 60$ 일 때는 계수 $[1 + 0.07 (N/t)]$ 은 $[0.75 + 0.011 (N/t)]$ 까지 증가할 수 있다.

$$t^2 F_y C_5 (0.88 + 0.12 mm) (7.50 + 1.63 \sqrt{N/t}) \quad (\text{해 3.4.16})$$

$$t^2 k C_3 C_4 C_0 [132 - 0.31 (h/t)] [1 + 0.01 (N/t)] \quad (\text{해 3.4.17})$$

$$t^2 F_y C_8 (0.64 + 0.31 mm) (5.0 + 0.63 \sqrt{N/t}) \quad (\text{해 3.4.18})$$

$$t^2 k C_1 C_2 C_0 [417 - 1.22 (h/t)] [1 + 0.0013 (N/t)] \quad (\text{해 3.4.19})$$

$$t^2 F_y C_7 (0.82 + 0.15 mm) (7.50 + 1.63 \sqrt{N/t}) \quad (\text{해 3.4.20})$$

여기서, P_a : 웨브당 허용집중하중이나 반력(tf)

$$C_1 = (1.22 - 0.22k) \quad (\text{해 3.4.21})$$

$$C_2 = (1.06 - 0.06R/t) \leq 1.0 \quad (\text{해 3.4.22})$$

$$C_3 = (1.33 - 0.33k) \quad (\text{해 3.4.23})$$

$$C_4 = 0.50 < (1.15 - 0.15R/t) \leq 1.0 \quad (\text{해 3.4.24})$$

$$C_5 = (1.49 - 0.53k) \geq 0.6 \quad (\text{해 3.4.25})$$

$$C_6 = 1 + \frac{h/t}{750} \quad (h/t \leq 150 \text{일 때}) \quad (\text{해 3.4.26a})$$

$$= 1.2 \quad (h/t > 150 \text{일 때}) \quad (\text{해 3.4.26b})$$

$$C_7 = 1/k \quad (h/t \leq 66.5 \text{일 때}) \quad (\text{해 3.4.27a})$$

$$= [1.10 - \frac{h/t}{665}] \frac{1}{k} \quad (h/t > 66.5 \text{일 때}) \quad (\text{해 3.4.27b})$$

$$C_8 = [0.98 - \frac{h/t}{865}] \frac{1}{k} \quad (\text{해 3.4.28})$$

$$C_9 = 0.7 + 0.3(\theta/90)^2 \quad (\text{해 3.4.29})$$

F_y : 웨브의 설계기준 항복강도(tf/cm²)

h : 웨브의 면을 따라 측정되는 웨브의 평판 부분의 춤(cm)

$$k = F_y/33 \quad (\text{해 3.4.30})$$

$$m = t/0.075 \quad (\text{해 3.4.31})$$

t : 웨브 두께(cm)

N : 실제 베어링의 길이, 다른 길이의 베어링에 대해 두 개의 같거나 반대되는 집중하중의 경우 N 값은 그 중 작은 것을 취한다.

R : 내부 휨 반경

θ : 웨브면과 베어링 표면과의 사이각으로 45° 보다 같거나 크며 90° 보다는 크지 않다.

② 휨과 웨브 국부파괴와의 조합강도

휨과 집중하중 또는 반력의 조합된 힘에 지배받는 형상의 무보강 평판 웨브는 다음의 식을 만족하도록 하여야 한다.

하나의 무보강 웨브를 갖는 형상일 때 ;

$$1.2(P/P_a) + (M/M_{ax}) < 1.5 \quad (\text{해 3.4.32})$$

단, 연속경간의 내부지지점에서 모두 또는 간헐적으로 연결된 플랜지요소, 강접합 피복, 수평브레이스 등에 의해 부모멘트를 받는 곳에서 수평지지되는 웨브의 압축단을 가지는 두 개 이상의 웨브를 갖는 보나 데크에 대해서는 위 식이 적용되지 않는다. 그리고 이때 인접한 웨브의 간격은 25cm를 초과하지 않는다.

두 개의 채널을 등과 등을 맞대어 연결하여 만든 I형 단면과 같은 다중의 무보강 웨브를 갖는 형상이나 웨브의 회전에 대해 우수한 구속효과를 가지는 유사단면(채널에 두 개의 앵글을 용접하여 만든 I형 단면과 같은 것)의 형상일 때 ;

$$1.1(P/P_a) + (M/M_{axo}) < 1.5 \quad (\text{해 3.4.33})$$

단, $h/t \leq 2.33/\sqrt{(F_y/e)}$ 이고 $\lambda \leq 0.673$ 일 때의 허용집중하중이나 반력은 ①항에 의해 결정된다.

P : 휨 모멘트가 있을 때의 집중하중이나 반력(tf)

P_a : ①항에 의해 결정된 휨 모멘트가 없을 때의 허용집중하중이나 반력(tf)

M : 집중하중이나 반력이 작용하는 점에서 작용되는 휨 모멘트(tf · cm)

M_{axo} : 제3.4.1(2)항의 조건을 제외한 제3.4.1항에 상응하도록 결정된 중립축에 대한 휨모멘트(tf · cm)

w : 베어링 플레이트와 연결된 보 플랜지 평판의 춤(cm)

t : 웨브나 플랜지의 두께(cm)

λ : 제3.2절에서 주어진 세장계수

2) 일본건축학회의 규정(참고문헌 3.10)

일본건축학회의 경강구조설계시공지침에서는 하중분포길이를 일정한 값 이상으로 할 것을 규정하고 있다.

① 보의 스패 중간에 있는 집중하중 및 연속보의 지지점 반력을 받는 경우

$$b_m = t \left(\frac{P}{3.84t^2} - 4.60 \right)^2 \quad (\text{단, } P > 17.6t^2) \quad (\text{해 3.4.34})$$

여기서, b_m : 하중분포길이(cm)

P : 집중하중 또는 지점반력(tf)

t : 웨브 두께(cm)

② 캔틸레버의 바깥 단부에 있는 집중하중 및 단순보의 단부반력을 받는 경우

$$b_m = t \left(\frac{P}{1.44t^2} - 8.0 \right)^2, \quad (\text{단, } P > 11.5t^2) \quad (\text{해 3.4.35})$$

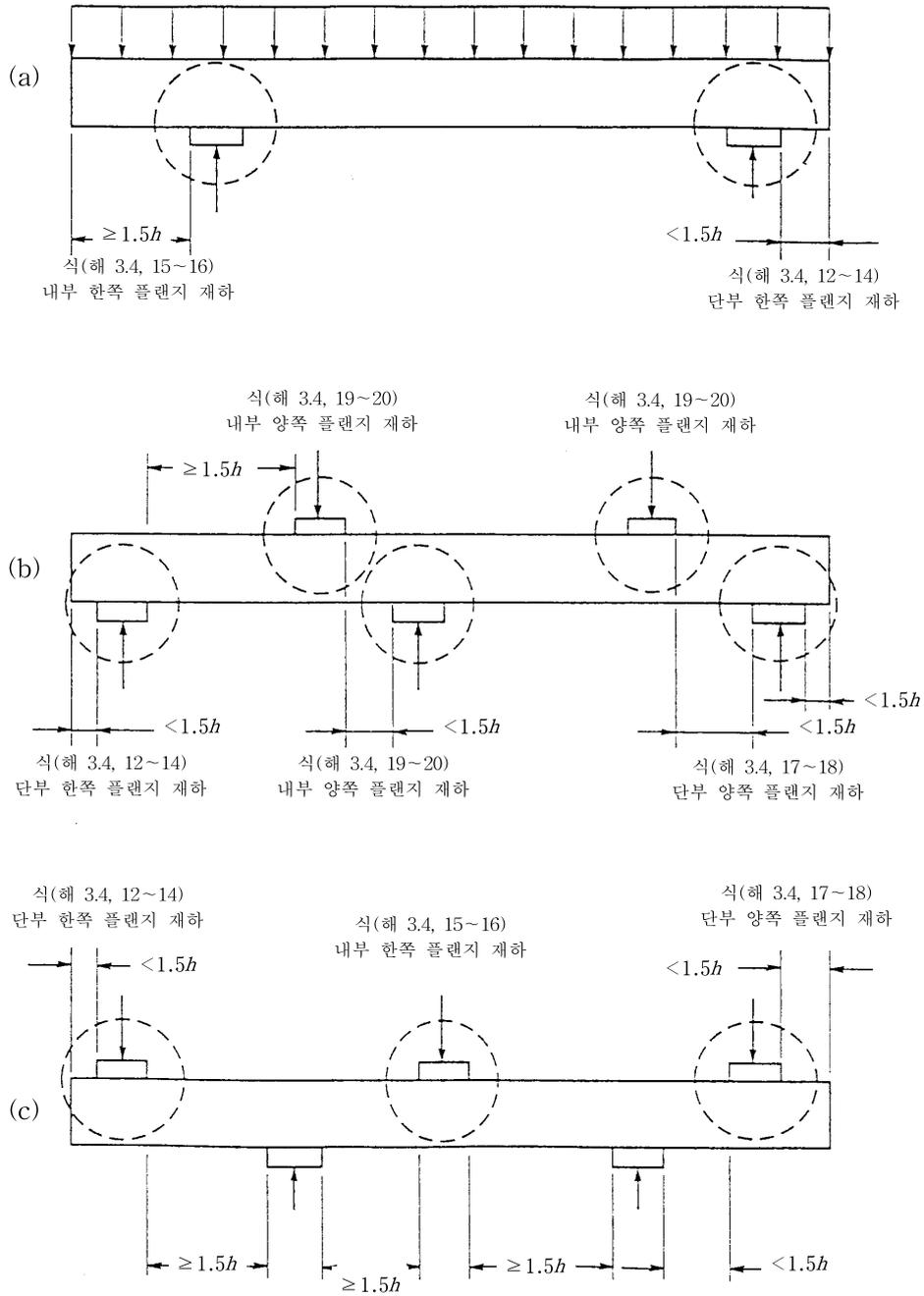


그림 해 3.4.5 표 해 3.4.1 중의 식 적용을 위한 참고도

3.4.5 휨재의 처짐

휨재의 처짐은 통상적인 경우 스패의 1/300 이하, 캔틸레버보에서는 1/250 이하로 한다. 단, 중도리, 띠장 등에 대해서는 그 마감재에 지장이 없는 범위에서 이 한도를 넘을 수 있다.

보가 과대하게 처지면, 마감재 또는 구조부재 상호연결에 있어서도 나쁜 영향이 생긴다. 이것은 원칙적으로 각각의 설계조건에 대해서 검토해야 할 성격이고 처짐의 기준을 단일기준으로 나타내는 것은 곤란하지만, 일반적으로 보에서는 스패의 1/300 이하로 처짐을 제한하면 무난한 것으로 일컬어지고 있다.

또한 본항에 나타난 처짐량의 제한에 대해서는 바닥, 지붕, 천장재료 등의 파손에 대한 고려 외에 인간의 주행이나 물품의 반송에 따른 충격에 의한 바닥의 진동장해의 유무에 대해서도 특히 주의해야만 한다.

그래서 진동장해의 유무는 진폭과 진동수 및 감쇠성의 대소 등이 관계하지만 심리적 요소도 상당히 작용하기 때문에 장해의 한계를 확정하는 것은 쉽지 않다. 그렇지만 설계상의 목표로서

목조 바닥마감의 경우, $n = 15$ 이상 (n : 고유진동수)

콘크리트 바닥마감의 경우, $n = 20$ 이상

이 되도록 보의 휨강성을 결정해두면 문제가 없을 것이다. 그리고 단순지지보의 고유진동수는 다음식으로 약산할 수 있다(참고문헌 3.10).

$$n = 1.6 \sqrt{\frac{E_s I g}{w l^4}} \quad (\text{해 3.4.36})$$

여기서, n : 진동수

E_s : 보의 탄성계수(=2,100 tf/cm²)

I : 보의 단면2차모멘트(cm⁴)

g : 중력가속도(=980cm/sec²)

w : 바닥 중량을 포함한 보의 단위 길이당 중량(tf/cm)

l : 스패(cm)

3.5 압축재

3.5.1 허용압축강도

허용압축강도 P_a 는 공칭압축강도 P_n 을 산정하여 축방향 압축에 대한 안전율 Ω_c 로 나눈 값으로 정하고 있다.

(1) 공칭압축강도 P_n

공칭압축강도 P_n 은 비틀림 또는 휨비틀림좌굴의 영향을 받지않는 단면과 그 영향을 받는 1축 또는 2축 대칭 단면, 그리고 비대칭 단면 등으로 나누어서 산정하도록 하고 있다. 비틀림 또는 휨비틀림좌굴의 영향을 받는 1축 또는 2축 대칭 단면의 공칭압축강도를 산정할 때 식(3.5.7)대신에 다른 방법으로 F_e 의 개략적인 값은 다음 식을 사용하여 구할 수 있다.

$$F_e = \frac{\sigma_t \sigma_{ex}}{\sigma_t + \sigma_{ex}} \quad (\text{해 3.5.1})$$

식(3.5.4)의 유효단면적 A_e 는 제3.2절의 유효폭에 관한 규정에 의하여 계산한다.

(2) 허용압축강도의 산정

립 π 형강(그림 해 3.5.6)에 대하여 중심축하중을 받고 있는 경우 허용압축강도 P_a 는 다음과 같은 방법으로 계산한다.

1) 단면에 대하여 준비계산을 한다.

$$\begin{aligned} r &= R + t/2 \\ a &= A' - (2r + t) \\ \bar{a} &= A' - t \\ b &= B' - [r + t/2 + a(r + t/2)] \\ \bar{b} &= B' - (t/2 + at/2) \end{aligned}$$

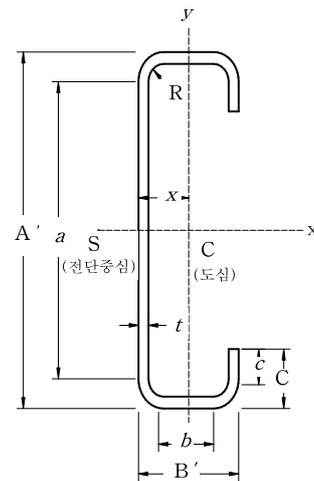


그림 해 3.5.6

$$c = a[C' - (r + t/2)]$$

$$\bar{c} = a(C' - t/2)$$

$$u = 1.57r$$

여기서, $a = 1.0$ (림이 있는 경우)

$a = 0$ (림이 없는 경우)

2) 총단면적을 계산한다.

$$A = t[a + 2b + 2u + a(2c + 2u)]$$

3) x축에 대한 단면2차모멘트를 계산한다.

$$I_x = 2t \left\{ \begin{aligned} & \left(\frac{a}{2} \right)^3 \\ & - \frac{a}{3} + b \left(\frac{a}{2} + r \right)^2 \\ & + u \left(\frac{a}{2} + 0.637r \right)^2 + 0.149r^3 \\ & + a \left[0.0833c^3 + \frac{c}{4} (a - c)^2 + u \left(\frac{a}{2} + 0.637r \right)^2 + 0.149r^3 \right] \end{aligned} \right\}$$

4) 단면중심에서 웨브 중심선까지의 거리를 계산한다.

$$\bar{x} = \frac{2t}{A} \{ b(b/2 + r) + u(0.363r) + a[u(b + 1.637r) + c(b + 2r)] \}$$

$$\text{또는 } = x - \frac{t}{2}$$

5) y축에 대한 단면2차모멘트를 계산한다.

$$I_y = 2t \{ b(b/2 + r)^2 + 0.0833b^3 + 0.356r^3 \\ + a[c(b + 2r)^2 + u(b + 1.637r)^2 + 0.149r^3] \} - A(\bar{x})^2$$

6) 전단중심에서 웨브 중심선까지의 거리를 계산한다.

$$m = \frac{\bar{b}t}{12I_x} [6\bar{c}(\bar{a})^2 + 3\bar{b}(\bar{a})^2 - 8(\bar{c})^3]$$

7) 단면중심에서 전단중심까지의 거리를 계산한다(항상 음의 부호를 갖는다).

$$x_o = -(\bar{x} + m)$$

8) 단면의 비틀림 상수(St. Venant Torsion Constant)를 계산한다.

$$J = \frac{t^3}{3} [a + 2b + 2u + a(2c + 2u)]$$

9) 단면의 뒤틀림 상수(Warping Constant)를 계산한다.

$$C_w = \frac{t^2}{A} \left\{ \frac{\bar{x}A(\bar{a})^2}{t} \left[\frac{(\bar{b})^2}{3} + m^2 - m\bar{b} \right] : \text{림이 있는 경우} \right. \\ + \frac{A}{3t} [(m)^2(\bar{a})^3 + (\bar{b})^2(\bar{c})^2(2\bar{c} + 3\bar{a})] - \frac{I_x m^2}{t} (2\bar{a} + 4\bar{c}) \\ + \frac{m(\bar{c})^2}{3} [8(\bar{b})^2(\bar{c}) + 2m(2\bar{c}(\bar{c} - \bar{a}) + \bar{b}(2\bar{c} - 3\bar{a}))] \\ \left. + \frac{(\bar{b})^2(\bar{a})^2}{6} [(3\bar{c} + \bar{b})(4\bar{c} + \bar{a}) - 6(\bar{c})^2] - \frac{m^2(\bar{a})^4}{4} \right\}$$

$$C_w = \frac{t \bar{a}^2 \bar{b}^3}{12} \frac{(3\bar{b} + 2\bar{a})}{6\bar{b} + \bar{a}} : \text{림이 없는 경우}$$

10) 압축재의 세장비 제한을 만족하는지 확인한다.

$$11) \beta = 1 - (x_o/r_o)^2 \quad \text{식(3.5.8)}$$

$$\text{여기서, } r_o = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + x_o^2}$$

12) F_e 를 계산한다.

F_e 는 식(3.5.6) 또는 식(3.5.7)의 작은 값에 의해 결정된다.

$$(F_e)_1 = \frac{\pi^2 E_s}{(K_y L_y / r_y)^2} \quad \text{식(3.5.6)}$$

$$(F_e)_2 = \frac{1}{2\beta} [(\sigma_{ex} + \sigma_t) - \sqrt{(\sigma_{ex} + \sigma_t)^2 - 4\beta\sigma_{ex}\sigma_t}] \quad \text{식(3.5.7)}$$

13) 공칭좌굴응력도 F_n 을 계산한다.

$$F_e > F_y/2 \text{ 일 때, } F_n = F_y(1 - F_y/4F_e) \quad \text{식(3.5.5a)}$$

$$F_e \leq F_y/2 \text{ 일 때, } F_n = F_e \quad \text{식(3.5.5b)}$$

14) 단면의 유효단면적 A_e 를 제3.2절의 유효폭에 관한 규정에 의하여 계산한

다. 식(3.2.1)을 이용할 때 $f=F_n$ 을 적용한다.

15) 허용압축강도 P_a 를 계산한다.

$$P_n = A_e F_n \quad \text{식(3.5.4)}$$

$$P_a = P_n / \Omega_c \quad \text{식(3.5.1)}$$

3.6 기둥재

3.6.1 휨과 압축의 조합강도

축하중과 휨모멘트를 받는 기둥재는 식(3.6.1)로 검토하고 축하중이 제3.5.1항에 의한 허용압축강도 P_a 의 0.15 이하일 때는 식(3.6.2)로도 검토할 수 있도록 하였다.

(1) 허용압축강도 P_a , P_{ao}

식(3.6.1a)의 P_a 는 제3.5.1항에 따라 산정한다. 식(3.6.2)의 P_{ao} 는 제3.5.1항의 식(3.5.4)에서 F_n 대신에 F_y 값을 적용시킨 P_n 으로부터 P_a 를 산정한 것을 말한다.

(2) 허용휨강도 M_{ax} , M_{ay}

식(3.6.1)과 식(3.6.2)의 M_{ax} , M_{ay} 는 각각 x축, y축에 대한 허용휨강도로서 제3.4.1항 허용휨강도에 의해서 산정한다.

(3) 확대계수 $1/\alpha_x$, $1/\alpha_y$ 는 각각 x축, y축에 대한 축하중의 $P-\delta$ 효과를 고려한 것이다.

(4) 휨과 압축의 조합강도에 대한 검토

립ㄷ형강(그림 해 3.6.7)이 도심에서 전단 중심쪽으로만 x축과 평행으로 임의 거리(e_y)만큼 떨어진 위치에서 편심축하중을 받고 있을 때 조합강도에 대해서 다음과 같은 방법으로 검토한다.

1) 단면에 대하여 준비계산을 한다.

$$\begin{aligned}
 r &= R + t/2 \\
 a &= A' - (2r + t) \\
 \bar{a} &= A' - t \\
 b &= B' - [r + t/2 + a(r + t/2)] \\
 \bar{b} &= B' - (t/2 + at/2) \\
 c &= a[C' - (r + t/2)] \\
 \bar{c} &= a(C' - t/2) \\
 u &= 1.57r
 \end{aligned}$$

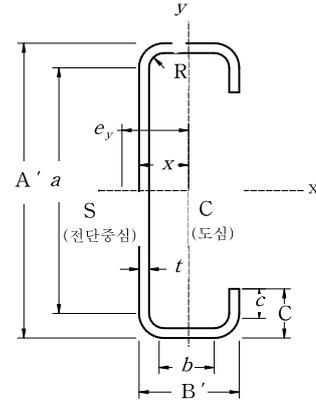


그림 해 3.6.7

여기서, $a = 1.0$ (립이 있는 경우)
 $a = 0$ (립이 없는 경우)

2) 총단면적을 계산한다.

$$A = t[a + 2b + 2u + a(2c + 2u)]$$

3) x축에 대한 단면2차모멘트를 계산한다.

$$\begin{aligned}
 I_x = 2t \left\{ \left(\frac{a}{2} \right)^3 \right. \\
 \left. + b \left(\frac{a}{2} + r \right)^2 + u \left(\frac{a}{2} + 0.637r \right)^2 + 0.149r^3 \right. \\
 \left. + a \left[0.0833c^3 + \frac{c}{4} (a - c)^2 + u \left(\frac{a}{2} + 0.637r \right)^2 + 0.149r^3 \right] \right\}
 \end{aligned}$$

4) 단면 중심에서 웨브 중심선까지의 거리를 계산한다.

$$\bar{x} = \frac{2t}{A} \{ b(b/2 + r) + u(0.363r) + a[u(b + 1.637r) + c(b + 2r)] \}$$

$$\text{또는 } = x - \frac{t}{2}$$

5) y축에 대한 단면2차모멘트를 계산한다.

$$\begin{aligned}
 I_y = 2t \{ b(b/2 + r)^2 + 0.0833b^3 + 0.356r^3 \\
 + a[c(b + 2r)^2 + u(b + 1.637r)^2 + 0.149r^3] \} - A(\bar{x})^2
 \end{aligned}$$

6) 전단 중심에서 웨브 중심선까지의 거리를 계산한다.

$$m = \frac{\bar{b}t}{12I_x} [6\bar{c}(\bar{a})^2 + 3\bar{b}(\bar{a})^2 - 8(\bar{c})^3]$$

7) 단면 중심에서 전단 중심까지의 거리를 계산한다(항상 음의 부호를 갖는다).

$$x_o = -(\bar{x} + m)$$

8) 단면의 비틀림 상수(St. Venant Torsion Constant)를 계산한다.

$$J = \frac{t^3}{3} [a + 2b + 2u + a(2c + 2u)]$$

9) 단면의 뒤틀림 상수(Warping Constant)를 계산한다.

$$C_w = \frac{t^2}{A} \left\{ \frac{\bar{x}A(\bar{a})^2}{t} \left[\frac{(\bar{b})^2}{3} + m^2 - m\bar{b} \right] : \text{림이 있는 경우} \right. \\ \left. + \frac{A}{3t} [(m)^2 (\bar{a})^3 + (\bar{b})^2 (\bar{c})^2 (2\bar{c} + 3\bar{a})] - \frac{I_x m^2}{t} (2\bar{a} + 4\bar{c}) \right. \\ \left. + \frac{m(\bar{c})^2}{3} [8(\bar{b})^2 (\bar{c}) + 2m(2\bar{c}(\bar{c} - \bar{a}) + \bar{b}(2\bar{c} - 3\bar{a}))] \right. \\ \left. + \frac{(\bar{b})^2 (\bar{a})^2}{6} [(3\bar{c} + \bar{b})(4\bar{c} + \bar{a}) - 6(\bar{c})^2] - \frac{m^2 (\bar{a})^4}{4} \right\}$$

$$C_w = \frac{t \bar{a}^2 \bar{b}^3}{12} \frac{(3\bar{b} + 2\bar{a})}{6\bar{b} + \bar{a}} : \text{림이 없는 경우}$$

10) 기둥재의 세장비 제한을 만족하는지 확인한다.

$$11) \beta = 1 - (x_o/r_o)^2 \quad \text{식(3.5.8)}$$

$$\text{여기서, } r_o = \sqrt{r_x^2 + r_y^2 + x_o^2}$$

12) F_e 를 계산한다.

F_e 는 식(3.5.6) 또는 식(3.5.7)의 작은 값에 의해 결정된다.

$$(F_e)_1 = \frac{\pi^2 E_s}{(K_y L_y / r_y)^2} \quad \text{식(3.5.6)}$$

$$(F_e)_2 = \frac{1}{2\beta} [(\sigma_{ex} + \sigma_t) - \sqrt{(\sigma_{ex} + \sigma_t)^2 - 4\beta \sigma_{ex} \sigma_t}] \quad \text{식(3.5.7)}$$

13) 공칭좌굴응력도 F_n 을 계산한다.

$$F_e > F_y / 2 \text{ 일 때, } F_n = F_y (1 - F_y / 4F_e) \quad \text{식(3.5.5a)}$$

$$F_e \leq F_y/2 \text{ 일 때, } F_n = F_e \quad \text{식(3.5.5b)}$$

14) 단면의 유효단면적 A_e 를 기준 제3.2절의 유효폭에 관한 규정에 의하여 계산한다. 식(3.2.1)을 이용할 때 $f = F_n$ 을 적용한다.

15) 허용압축강도 P_a 를 계산한다.

$$P_n = A_e F_n \quad \text{식(3.5.4)}$$

$$P_a = P_n / \Omega_c \quad \text{식(3.5.1)}$$

16) $P/P_a \leq 0.15$ 일 경우 식(3.6.1a)과 식(3.6.1b)을 대신하여 식(3.6.2)를 적용할 수 있다.

$$\frac{P}{P_a} + \frac{C_{mx}M_x}{M_{ax}\alpha_x} + \frac{C_{my}M_y}{M_{ay}\alpha_y} \leq 1.0 \quad \text{식(3.6.1a)}$$

$$\frac{P}{P_{ao}} + \frac{M_x}{M_{ax}} + \frac{M_y}{M_{ay}} \leq 1.0 \quad \text{식(3.6.1b)}$$

$$\frac{P}{P_a} + \frac{M_x}{M_{ax}} + \frac{M_y}{M_{ay}} \leq 1.0 \quad \text{식(3.6.2)}$$

17) P_{ao} 를 계산한다(제3.5절 적용).

$$L = 0, \quad K_y L_y / r_y = K_x L_x / r_x = 0, \quad K_t L_t = 0$$

$$F_e = \infty$$

$$F_e > F_y/2 = 1.5 \text{ t/cm}^2$$

$$F_n = F_y [1 - F_y / (4F_e)] = 3.0(1 - 3.0/4 \times \infty) = 3.0 \text{ tf/cm}^2$$

18) M_y 를 계산한다.

y축 주위의 작용모멘트 M_y 는 축하중 P 와 x축 방향의 편심 e_y 와의 곱으로 정해진다.

19) M_{ay} 를 계산한다(제3.4절 적용).

(가) 반복 과정

① 첫 번째 반복으로 압축플랜지 연단의 응력도 f 를 가정한다.

② f 를 사용하여 플랜지의 유효폭을 제3.2절에 따라서 계산을 계산한

다.

- ③ 계산된 플랜지의 유효폭과 다른 판요소들의 길이를 사용하여 중립축(y_c)을 계산한다.
- ④ 계산된 중립축(y_c)을 사용하여 압축연단의 응력도 f 를 계산한다.
- ⑤ 가정한 응력도 f 와 계산된 응력도 f 를 비교하여 충분히 유사한 값이 될 때까지 상기 과정을 반복한다.

(나) 웨브의 유효폭 검토

(가)의 반복과정으로 압축연단의 응력도 f 를 사용하여 기준 제3.2.4항을 적용하여 웨브의 전체길이가 완전히 유효한지를 검토한다. 만약, 전체길이가 유효하지 않을 경우 다시 위의 (가)항을 반복하여 계산한다.

(다) 위의 유효단면을 사용하여 단면계수 S_e 를 계산하여 공칭항복휨강도 M_n 을 계산한다.

$$M_n = S_e F_y \quad \text{식(3.4.2a)}$$

(라) 항복모멘트 M_y 를 계산한다(식(3.4.4)).

(마) 탄성횡좌굴강도 M_e 를 계산한다(식(3.4.5a), 식(3.4.5b), 식(3.4.5c) 이용).

(바) M_e , M_y 를 이용하여 식(3.4.3a)와 식(3.4.3b)에서 횡좌굴휨강도 M_c 를 계산한다.

(사) 압축연단 응력도가 M_c/S_f 일 때, 산정된 유효단면의 단면계수 S_c 를 다음과 같이 구한다.

- ① 응력도 $f = M_c/S_f$ 일 때, S_c 를 구하기 위하여 웨브 전체가 유효한 것으로 보고 압축플랜지의 유효폭 b 를 식(3.2.1)로부터 구한다.
- ② 계산된 압축플랜지의 유효폭과 다른 판요소들의 길이를 사용하여 중립축(y_c)을 계산한다.
- ③ 계산된 중립축(y_c)을 사용하여 웨브 전체가 유효한지를 검토한다. 만약, 웨브 전체길이가 유효하지 않을 경우 다시 위의 ①로 되돌아가서 반복계산한다.

- ④ 유효단면의 압축축 단면계수 S_c 를 유효단면의 단면2차모멘트 I 와 중립축(x_{cg})으로부터 산정한다.

$$S_c = I/y_c$$

- (아) 식(3.4.2b)로부터 공칭횡좌굴강도 M_n 를 산정한다.

$$M_n = S_c \frac{M_c}{S_f} \quad \text{식(3.4.2b)}$$

- (자) 허용휨강도 M_a 는 식(3.4.2a) 또는 식(3.4.2b)의 작은 값에 의해 다음과 같이 결정된다.

$$M_a = M_n/\Omega_f \quad \text{식(3.4.1)}$$

- 20) C_{mx} 와 $1/\alpha_x$ 를 계산한다.

- 21) 상호작용 관계식을 검토한다(식(3.6.1a)과 식(3.6.1b) 또는 식(3.6.2)).

참 고 문 헌

- 3.1 AISI, 「Cold-Formed Steel Design Manual」, 1986
- 3.2 AISI, 「Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members, Addendum」, 1989
- 3.3 T. V. Kármán, 「The Strength of Thin Plate in Compression」 ASME, Vol. 54, 1932
- 3.4 G. Winter, 「Performance of Thin Steel Compression Flange」, 3rd Congress, IABSE, 1948
- 3.5 G. Winter, 「Strength of Thin Steel Compression Flange」, ASCE, Vol. 112, 1947
- 3.6 AISC, 「Specification for Structural Steel Building-Allowable Stress Design and Plastic Design」, Chicago, IL. 1989
- 3.7 건설교통부, 「강구조 한계상태설계기준」, 1997
- 3.8 LaBoube, R.A. and Yu, W.W., 「Structural Behavior of Beam Webs Subjected Primarily to Shear Stress」, Final Report, Civil Engineering Study 78-2, University of Missouri-Rolla, Rolla, MO, June, 1978
- 3.9 LaBoube, R.A. and Yu, W.W., 「Cold-Formed Steel Web Elements Under Combined Bending and Shear」, Proceedings of the Fourth International Specialty Conference on Cold-Formed Steel Structures, University of Missouri-Rolla, Rolla, MO, pp. 219-251, June 1-2, 1978
- 3.10 日本建築學會, 「輕鋼構造設計施工指針同解説」, 1985

제 4장 조립구조재

4.1 조립재의 파스너 간격

4.1.1 두 개의 립ㄷ형강 또는 경ㄷ형강으로 조립된 I형 부재

압축재나 휨재로서 두 개의 립ㄷ형강 또는 경ㄷ형강으로 조립된 I형 부재를 사용한다. 압축재로 사용하는 I형 단면의 경우, 접합재간의 길이방향 간격은 식(4.1.1)의 s_{\max} 값을 초과할 수 없다. 이것은 I형 단면의 좌굴하중보다 더 작은 하중하에서, 압축에 대한 형강 날개의 휨좌굴을 방지하기 위함이다. 이 규정은 접합재 사이에서의 각 형강의 세장비, s_{\max}/r_{cy} 는 I형 단면 전체의 세장비 L/r_I 의 1/2보다 크지 않다는 구조제한에 근거하고 있다(참고문헌 4.1, 4.2, 4.3 참조).

식(4.1.1)은 두 개의 형강 끝면끼리 접합한 상자 형단면 압축부재로 사용할 경우에, 최대 용접간격을 정하는 데에도 사용할 수 있다. 여기서 r_I 은 상자형 단면의 2개의 회전반경 중 작은 것이다.

그리고, 휨부재로 사용하는 I형 단면의 경우에, 접합재간의 길이방향 간격은 식(4.1.2)을 사용할 수 있다. 식(4.1.2)의 왼쪽 항은 접합재간의 상부플랜지의 과도한 변형을 막기 위한 것이고, 식(4.1.2)의 오른쪽 항은 보에 작용하는 하중의 크기, 접합재의 강도와 배치에 근거한 제한사항이다.(보다 상세한 것은 참고문헌 4.3 참조)

4.1.2 커버 플레이트로 보강한 압축판요소

압축재가 단속적인 접합에 의해 조립부재의 다른 부분에 연결되어 있는 경우, 이 접합부의 간격은 연결된 부재의 소요강도를 얻기 위해서는 좁은 간격으로 배열해야 한다. 그림 해 4.1.1은 뒤집혀진 모자형 단면에 평철판이 접합된 상자형 단면이다. 만

일 접합재가 적절하게 배치되어, 평철틀판의 폭 w 가 접합재의 간격과 같다면 전체단면은 보강압축재로서의 거동을 하며, 단면의 성질은 적절히 계산할 수가 있다. 이것이 제4.1.2항 규정의 의도이다.

제4.1.2(가)항은, 볼트나 용접된 플레이트 거더 혹은 유사구조물에서 플랜지 접합부의 계산시 표준적인 구조설계절차에 의하여만 소요 전단내력을 확인할 수 있음을 설명하고 있다.

제4.1.2(나)항은 두 개의 인접한 접합재 사이의 평철틀판은 $1.67f$ (여기서, f 는 연결된 압축부재의 존재응력)보다 작은 응력에서 기둥(그림 해 4.1.1 참조)처럼 좌굴하지 않음을 보장하고 있다.

제4.1.2(다)항은 접합부간 만족스런 간격은 모든 조건하에서 평철틀판의 강성이 연속적으로 거동함을 보장하고 있다.

그리고, 응력방향과 평행하게 용접된 단속모살용접의 경우에, 접합부의 간격은 용접면사이의 순거리에 13mm를 더한다. 여기서 간격은 접합요소의 중심간 거리이다. 다만 예외적으로, 이 장에서의 구조제한은 마감재로서만 작용하는 커버시트나 하중을 전달하는 접합요소에는 적용하지 않는다.

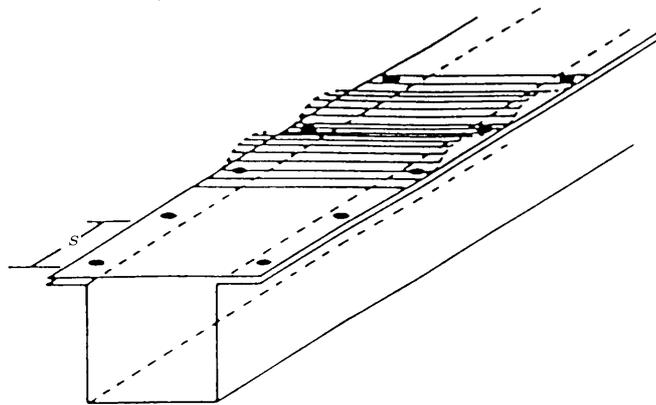


그림 해 4.1.1

4.2 횡지지 가새

가새부재는 보나 기둥의 횡방향 휨이나 비틀림을 구속하고 접합점에서의 국부적인

압괴가 방지되도록 설계하여야 한다.

4.2.1 비대칭형 보의 횡지지 가새

웹면에 하중을 받는 Γ 형강 또는 Σ 형강을 보로 사용하는 경우에는, 횡좌굴이 생기지 않도록 횡방향 구속이 적절히 되어 하며, 다음의 경우에 적용한다. 즉, ① 보의 상부 플랜지가 텍크나 마감재에 접합되어, 플랜지의 횡방향 변위가 효과적으로 억제된 경우 또는 ② 상·하 플랜지가 그렇게 접합이 안된 경우에만, 이 규정을 적용한다. 그러나, 양쪽 플랜지가 모두 횡방향 변위가 억제되도록 접합된 경우에는 횡지지 가새를 두지 않을 수 있다.

냉간성형강 단면은, 횡방향 지지가 적절하지 않으면, 비틀림과 횡처짐이 생길수 있다. 웹면내에 횡하중이 작용하는 냉간성형강 보의 비틀림을 억제하기 위해서 사용하는 가새에 대한, 제4.2.1항의 규정은 다음과 같은 두 개의 하부규정을 두고 있다. 즉, (1)항은 보의 한 플랜지가 텍크 혹은 마감재에 접합되었을 때, 가새의 구조제한 사항들을 다루고, (2)항은 보의 양쪽 플랜지가 텍크 혹은 마감재에 연결되었을 때, 가새의 설계와 간격에 대한 구조제한 사항에 관한 것이다.

(1) 상부 플랜지가 마감재에 접합된 지붕구조에서 가새의 정착

철골건물의 지붕구조 시스템에 있어서, 지붕 패널은 약 30cm 간격의 파스너, 슈이트, 셀프 드릴링, 셀프 태핑나사 등이 각 중도리의 상부 플랜지에 부착되어 있다. 이 패널은 외력이 작용하지 않으면, 대체로 횡방향으로 이동하려는 경향이 있는 중도리 상호간의 상대적인 이동을 방지할 수 있는 충분한 강성을 갖고 있다. 이러한 구속 혹은 정착은 스펠에 따라 불연속적으로 위치하는 중도리에 접합된 부재들에 의해 정해지고, 횡하중에 대하여 가새시스템을 구속하는데 필요한 힘을 전달한다.

제4.2.1(1)항은, 지붕 텍크나 파스너를 통해, 다른 중도리 라인들로부터 전해오는 힘을 전달하기 위한 가새의 정착에 관한 규정이다. 정착된 가새는 각 지붕경사의 각 중도리 간격내에서 하나의 중도리 라인에만 연결해야 하고, 또한, 텍크나 마감재에 연결된 플랜지에 가능한 가까워야 하며, 각 중도리 간격별로 설치해야 한다.

그리고, 기준 제3.1.1항에 의해 설계된 텍크나 마감재가 상부 플랜지에 고정된 Γ 형 단면에 대해서는, 중도리의 반력점에 대한 상부 플랜지의 최대 수평변위가

스팬길이의 1/360을 초과하지 않도록 해야 한다. 만약 모든 중도리의 상부 플랜지가 동일 방향이면, 가새의 정착은 반드시 제4.2.1(1)항의 요구조건을 만족해야 한다. 하지만 상부 플랜지가 반대방향이면, 이 규정을 적용하지 않아도 좋다.

단, 제4.2.1(1)항에서 취급한 것과 다른 가새부재에 대해서는, 단면의 강도가 휨설계 강도의 5/3배 이상이거나 7장에서 규정한 시험법에 의한 강도와 같도록 되어야 한다.

한편, 횡지지구간의 동일 방향의 압축플랜지가 있는 중도리를 립 Γ 형강으로 사용하는 지붕구조는, $0.05W$ 에 부가하중을 더한 하중에 저항해야 한다(여기서, W 는 가새의 중심간 간격과 보의 중심간 간격으로 구획되는 영역의 지지하중). 단, 1개의 중도리 라인에서 가새가 1개 이상 사용될 때는, $0.05W$ 의 구속은 모든 가새에 동등하게 적용되어야 한다.

(2) 상·하 플랜지가 마감재에 접합 안된 경우의 가새

상·하 플랜지가 텍크 혹은 마감재에 의해 횡지지되어 있을 때에는, 이형 단면의 가새가 있어야 한다. 제4.2.1(2)항에서는 경 Γ 형 단면 보에 적용할 수 있는, 가새의 간격과 설계력에 대하여 규정하고 있다. 예외적으로, 보에 작용하는 모든 하중과 반력들이, 부재의 회전과 횡방향 변위를 효과적으로 억제할 수 있는 방법으로 된 경우에는, 가새를 생략할 수도 있다고 정하고 있다. 이러한 것은 강구조 건물의 단부 벽체에서 자주 볼 수 있다.

그리고, 가새는 부재와의 접합점에서 국부적인 압괴가 생기지 않도록 설계해야 한다. 가새는 한쪽으로 기우는 티핑현상과 중간가새의 플랜지가 횡방향 변형을 일으키지 않도록, 단면의 상·하 플랜지에 접합이 되어 하며, 설치간격은 스패길이의 1/4을 넘어서는 안된다. 만일 보에 작용하는 총하중의 1/3이상이 보 스패의 1/12이하의 길이에 집중적으로 작용한다면, 이 하중이 작용하는 부재길이의 중심이나 중심가까이에 가새를 추가로 설치해야 한다.

다만, 보에 작용하는 모든 하중과 반력들이, 회전이나 횡방향 변위를 효과적으로 억제할 수 있는 단면의 부재를 통해서 전달된다면, 가새는 필요하지 않다.

4.2.2 상자형 보의 횡지지 가새

상자형 보는 동일한 폭두께비의 단일 웨브형의 보보다 횡방향으로는 더 안정적이다. 제4.2.2항에서는 두 개의 웨브간의 거리에 대한 횡방향 비지지길이의 비(L/b)가 $0.086 E/ F_y$ 를 초과하지 않을 때, 상자형 단면은 횡좌굴에 대한 강도의 저감없이도 사용할 수 있다고 정하고 있다. 이러한 설계제한사항은 상자형 보의 파괴응력이 항복점 $F_y = 2.3t/cm^2$ 의 강재에 대해서 L/a 가 100까지 되는 횡좌굴에 의해 부분적으로 영향을 받지 않는다는 AISI 설계규준(참고문헌 4.1)에 근거하고 있다. 이러한 근거하에서, 상자형 보가 강축 휨을 받을 때, 횡방향 비지지 길이는 $F_y = 2.3t/cm^2$ 의 강재에 대한 웨브간 거리의 75배를 초과하지 않아야 한다.

4.3 벽스터드

4.3.1 일반사항

벽스터드의 내력은 제3.5절에 의해서 계산하거나, 마감재가 벽스터드의 횡방향 변형 및 회전을 적절히 구속한다는 점에 근거하여 계산한다. 단, 벽스터드, 마감재 등은 다음 조건에 따라야 한다. 벽스터드의 양단부는, 벽스터드의 길이방향 회전과 수평변위를 구속하기 위해서 벽스터드 축에 대해 수직으로 가새를 설계해야 한다. 또, 벽체의 상·하부의 부재에, 벽스터드에 대한 구속을 강화하고 전체 조립을 안정토록 하기 위해서, 마감재를 연결하여야 한다. 마감재가 벽체의 안정을 위해서 사용될 때, 마감재는 사용기간 동안 적절한 강도와 강성을 유지해야 하며, 2차 가새는 시공중이거나 완성된 후에도 구조적으로 적절해야 한다.

제4.3절의 규정은 벽스터드의 양쪽면에 동일한 마감재가 있는 경우, 마감재에 가새 접합되어 있는 경ㄷ형강 벽스터드의 강도를 계산하는 과정만 다루고 있다. 즉, 마감재의 전단강성에 의한 구속만 고려하고 있는 셈이다. 다른 경우들, 예를들면, 한쪽 플랜지에만 마감재가 있는 벽스터드, 각 플랜지에 있는 마감재가 서로 다른 벽스터드, 혹은, 회전 구속효과에 대한 평가 등에 대해서는, 제4.3.2항과 제4.3.3항을 참고하면 된다.

4.3.2 압축을 받는 벽스터드

여기에서는 가능한 3종류의 파괴모드를 방지하기 위한 사항들을 다루고 있다. 제 4.3.2(2)(가)항은 파스너간의 기둥좌굴에 관한 것인데, 한 개의 파스너가 없거나 혹은 비효과적일 경우를 통괄한다. 제4.3.2(2)(나)는 전체기둥의 좌굴에 대한 허용축응력에 관한 사항이다. 이러한 규정에 필수적인 것은 마감재의 전단강성 크기이다. 전단강성을 구하기 위한 식과 표는 규정에 나타나 있다. 제4.3.2(3)항은 마감재가 충분한 변형능력이 있음을 보증하는 것이다. 이 절차에서는 극한응력 값을 가정하고 극한응력에 상응하는 하중에서의 전단변형율이 마감재의 허용설계 전단변형률을 초과할지 여부를 체크하고 있다. 원칙적으로, 이 절차는 일련의 연속적인 가정의 한 단계이다. 그러나, 만일 F_e (제4.3.2(2)(나)항) 중 더 작은 것이 채택되어 좋은 결과를 내면 반복의 필요성은 없어지는 것이다.

이 설계법은 전체의 비감소단면을 기초로 한 전체 좌굴응력을 찾아내는 것이다. 극한하중은 좌굴하중에서 결정되는 유효단면적과 좌굴응력을 곱하여 구할 수 있다.

4.3.3 휨응력을 받는 벽스터드

4.3.4 축하중과 휨의 조합하중을 받는 벽스터드

제3.5절의 일반적인 상호작용 방정식들은 횡좌굴을 제외하고 허용모멘트를 평가할 수 있다는 예외 규정을 갖는 벽스터드에도 적용할 수가 있다.

4.4 다이아프램 허용전단강도

다이아프램 구조의 거동은 계산이나 실험으로 평가할 수 있다. 실험에 의한 거동은 골조화 된 바닥과 지붕, 건물벽체의 다이아프램(ASTM E455) 등은 정적실험의 표준적인 방법에 의해서 검증될 수가 있고, 다이아프램의 구조적 거동에 관한 사항은 기존 자료들을 참고한다. 기계적 접합재들의 강도상의 변화는 용접접합에 대한 것보다 더 작고, 그 거동도 예측하기가 용이하다. 그러므로, 기계적 접합에 대한 더 작은 안전율이 정당화되는 셈이다. 지진하중에 대한 안전율은 내진하중에 요구되는

연성 요구량때문에 바람에 대한 것들보다 다소 커진다. 바람이나 내진하중을 포함하지 않는 하중조합에 대한 안전율들은 바람이나 내진하중을 포함하는 것들보다는 더 커야만 하며, 따라서 이 규정은 적당한 안전율을 택하고 있는 셈이다.

참 고 문 헌

- 4.1 AISI, 「Cold-Formed Steel Design Manual」, 1986
- 4.2 AISI, 「Specification for the Design of Cold-Formed Steel Structural Members, Addendum」, 1989
- 4.3 Wei-Wen Yu, 「Cold-Formed Steel Design」, 2nd Edition, John Wiley & Sons.Inc., 1991

제 5장 접합부

5.1 볼트 및 고력볼트 접합

5.1.1 일반사항

(1) 적용범위

두꺼운 냉간성형강 부재의 볼트접합은 열간성형강 부재의 접합에 준하며 본 규준에서는 부재의 두께가 6.0mm 이하인 접합부에 한하여 적용한다. 부재의 두께가 6.0mm 보다 큰 경우에는 강구조규준을 참조한다. 본 장의 적용은 판을 겹쳐 틈새가 없을 때를 전제로 하며 판을 겹쳤을 때 틈의 발생이 불가피한 경우에는 특별한 시험을 필요로 한다. 냉간성형강구조에 주로 사용되는 고력볼트는 M12, M16, M20을 사용한다.

(2) 볼트구멍

과대구멍과 슬롯구멍은 실제 현장에서 발생하는 시공 오차를 고려하기 위한 것이며 과대구멍을 사용할 때에는 미끄럼에 의한 변형이 일어나지 않도록 설계시 배려해야 한다. 짧은 슬롯구멍은 과대구멍과 마찬가지로 취급하며 시험에 의하여 검정되지 않는 한 외측판에는 와셔나 덧판을 사용하여야 한다. 긴 슬롯구멍을 사용할 시에는 와셔와 덧판을 사용하여야 하며 전단내력은 시험에 의하여 결정한다.

(3) 볼트구멍 간격 및 연단거리

각 개개의 연결부재의 최소 연단거리 e_{\min} 은 연결 부분의 부재의 강도 F_u 와 F_u / F_y 비에 따라 결정한다.

5.3 용접 접합

용접이음에서는 가능한 모든 파괴모드에 대하여 고려되었다. 항복의 개시에 대한 명확한 정의가 불분명하므로 항복보다는 과단을 파괴의 기준으로 간주하였다. 단일 또는 이중판의 용접에 관한 사항으로 커머 플레이트의 두께는 3.8mm를 초과하지 않도록 하고 아크 스폿 용접에서의 최대 접합두께는 3.8mm이다.

(1) 맞댐용접부의 공칭강도

맞댐이음의 한면 또는 양면을 홈용접하였을 경우 최대 하중은 양 접합부 판의 강도 중 작은값에 의해 결정되며 이때 용접단면적은 접합부 판 단면적 이상으로 한다.

(2) 모살용접부의 공칭강도

모살용접은 임의의 접합 또는 다음의 접합에 적용된다.

가) 박판과 박판

나) 박판과 두꺼운 부재

모살용접에서 판의 두께와 동일한 용접사이즈 w_1 을 가진 경우와 w_1 의 2~3배인 w_2 인 겹침이음에 대한 실험이 코넬대학에서 수행된 바 있으며 이런 종류의 접합에서 모살용접사이즈는 판두께보다 큰 것이 일반적이다. 주로 모살용접부의 종국파괴는 용접부위에 근접한 부분의 판이 찢어짐에 따라 결정되므로 용접부 자체 전단파괴보다는 용접부 인근의 판의 찢어짐에 대하여 주로 기술하였다. 이 결과는 코넬대학에서 판두께 3.8mm 이하의 시편에 대한 결과이다. 만약 판두께가 3.8mm 이상이 되고 이에 비하여 용접두께가 적은 경우에는 접합부의 파괴는 용접부의 전단파괴에 의하여 결정될 수 있다.

(3) 아크 스폿 용접부의 공칭강도

(가) 아크 스폿 용접은 두꺼운 지지부재의 평면한 면에 박판을 용접하는 경우에 사용한다. 아크 스폿 용접은 접합부분의 가장 얇은 판의 두께가 3.8mm를 초과하는 경우에는 사용하지 않으며 두 개 이상의 박판이 조합되었을 경우에도 이를 초과해서는 안

된다.

(나) 용접와서는 박판의 두께가 0.7mm 이하인 경우에 사용한다. 용접와서의 두께는 0.1~0.2mm 정도로 하며 용접구멍의 직경이 최소 10mm로 한다.

(다) 아크 스폿 용접의 허용내력은 용융면적의 최소 유효직경 d_e 를 기준으로 한다. 최소 유효직경은 10mm로 한다. 직경의 계산은 그림 해 5.3.1에 따른다. 그림 해 5.3.2와 같이 스폿 용접의 중심에서 용접선과의 거리 또는 판과의 연단거리는 e_{min} 보다 작아서는 안된다. 0.7mm 이하의 판을 사용할 경우에는 열에 의한 변형방지 및 용접의 품질을 확보하기 위하여 와서를 필요로 하며 그림 해 5.3.3과 같이 비탄성 면외변형과 같은 여러 종류의 파괴가 발생할 수 있다. 이러한 거동은 핀으로 연결된 플레이트의 거동과 유사하며 용접의 간격을 줄임으로써 방지할 수 있다.

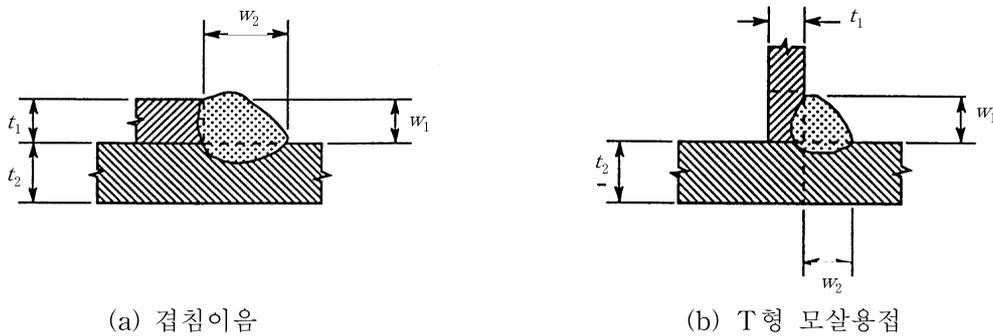


그림 해 5.3.1 모살용접

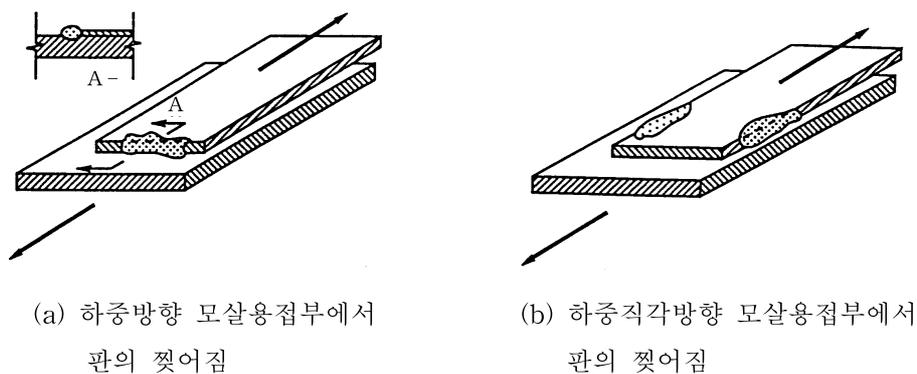
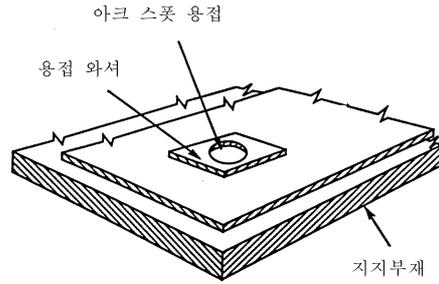
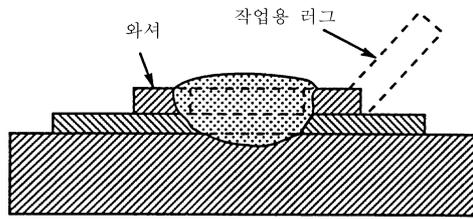


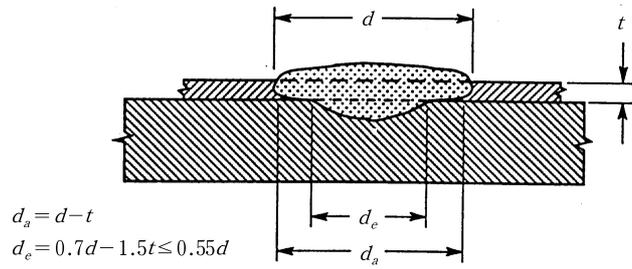
그림 해 5.3.2 모살용접의 파괴모드



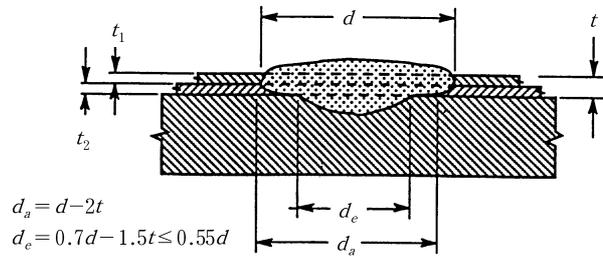
(a) 아크 스폿 용접 개요



(b) 와셔를 사용한 아크 스폿 용접

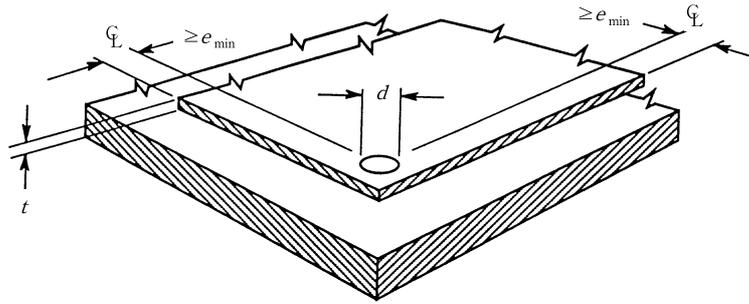


(c) 단 박판의 아크 스폿 용접

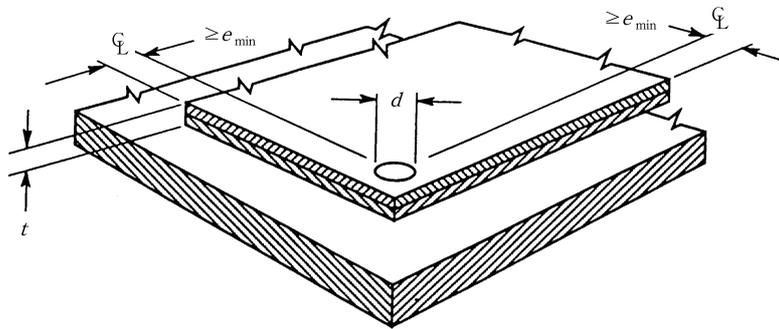


(d) 복 박판의 아크 스폿 용접

그림 해 5.3.3 아크 스폿 용접



(a) 단 박판



(b) 복 박판

그림 해 5.3.4 아크 스폿 용접의 모서리 거리

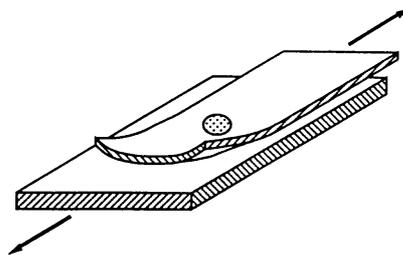


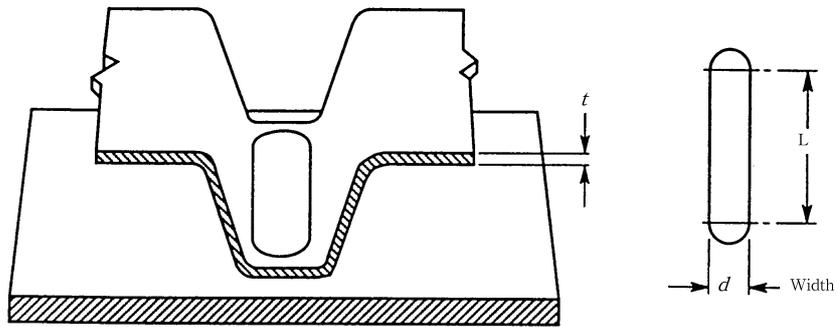
그림 해 5.3.5 면외 변형

(4) 아크 시임 용접부의 공칭강도

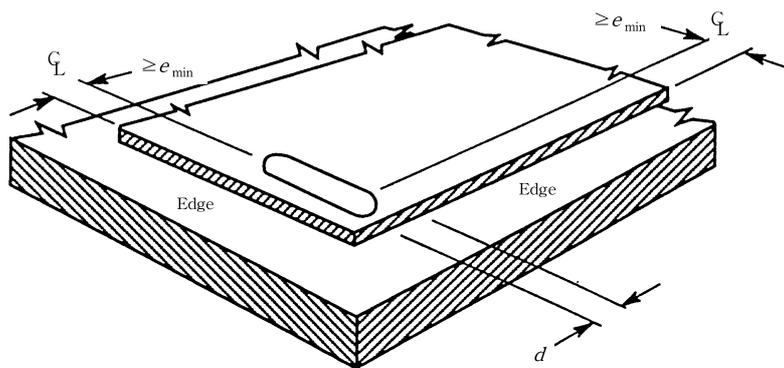
아크 시임 용접은 그림 해 5.3.6과 같은 다음의 경우에 적용한다.

- 1) 박판과 두꺼운 지지부재의 평평한 면
- 2) 박판과 박판

아크 시임 용접의 거동은 아크 스폿 용접과 거의 유사하다.



(a) 박판과 지지부재의 평평한 면



(b) 아크 시임 용접의 연단거리

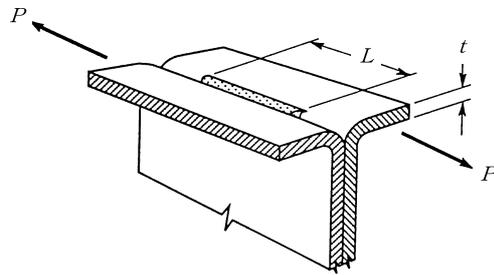
그림 해 5.3.6 아크 시임 용접

(5) 플레어 용접부의 공칭강도

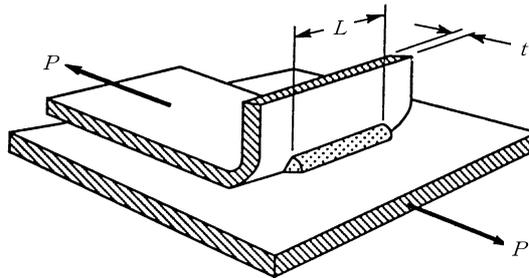
플레어 용접은 다음의 접합에 적용된다.

- 1) 박판과 박판 - V용접
- 2) 박판과 박판 - 베벨용접
- 3) 박판과 두꺼운 부재 - 베벨용접

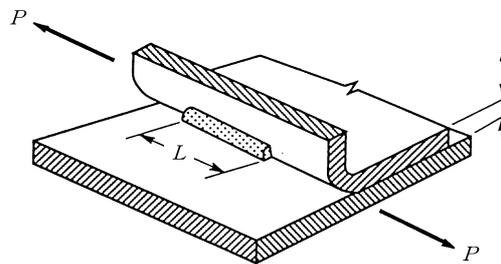
하중방향 또는 하중직각방향으로 하중을 받는 플레어 용접의 주된 파괴는 모살용접과 마찬가지로 용접 인근 부위의 판의 찢어짐에 의해 발생한다.



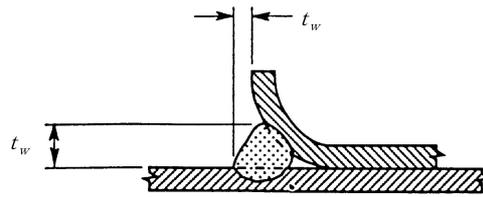
(a) 플레어 용접(V용접)



(b) 플레어 용접(베벨용접-하중방향)



(c) 플레어 용접(베벨용접-하중직각방향)



(d) 플래어 모살용접(유효목두께)

그림 해 5.3.7 플래어 용접부의 종류

5.5 접합부 설계

5.5.1 기본사항

접합부는 건물의 구조적 성능을 결정하는 중요한 요소이다. 따라서 접합부의 설계는 역학적으로 필요한 응력전달을 확실하게 하고 무리가 없는 형상이 되도록 하며, 접합방법, 시공조건, 가공, 운반, 조립, 마감 등을 고려하여야 한다.

건물의 안전성을 고려하여 강한 지진시 건물전체가 충분히 소성변형할 때 까지 기둥-보 접합부와 가새의 단부접합부가 부재보다 먼저 파괴되지 않도록 설계하는 것이 바람직하다.

(가) 접합부 설계의 기본은 접합부에 발생하는 응력을 확실히 전달하는 것이다. 접합부 위치에 따라서 접합부의 존재응력은 부재의 허용내력보다 극히 적을 수도 있으므로, 접합부 설계의 기본이 되는 설계응력은 여유를 감안할 필요가 있다. 그리고 각 접합부의 위치에 따른 응력을 계산하여 설계응력으로 하는 방법대신에 접합되는 부재의 허용내력을 접합부의 설계응력으로 하는 설계방법을 채택할 수도 있다.

부재나 전체구조물의 변형형상을 고려하여 접합부는 단순히 응력의 전달만이 아니고 부재의 연속성을 고려하는 것도 중요하다.

(나) 접합부의 형상이 복잡하게 되면 국부적으로 2차 응력이 발생하고 그 거동을 완전히 예상하는 것은 어렵다. 또, 얇은 판재에 2차 응력의 영향을 무시할 수 없으므로 접합부의 형상을 명쾌하게 해야 한다.

(다) 이음은 중요한 접합부이므로 가능한 응력이 적은 위치에 두고 시공성도 고려

해야한다.

(라) 경량구조 부재는 판이 얇으므로 접합부에 국부변형이 발생하기 쉽고 이를 완전히 방지하는 것은 어렵다. 그러나, 국부변형은 건물전체의 강도 또는 강성저하의 원인이 될 뿐만 아니라, 마감에도 여러 가지 장애를 유발시키므로 방지하려는 노력이 필요하다.

수평력을 바닥면 및 벽면의 가새로 지지하는 구조에서는 특히 가새와 기둥-보 접합부는 수평력에 대한 신중한 배려가 필요하다. 일반적으로 구조골조의 가새 단부접합에 주의를 하지만 지붕면 및 바닥면의 가새에 대해서 소홀히 하기가 쉽다. 예를들어 그림 해 5.5.1(a), (b)와 같은 바닥가새 설치의 경우 국부변형의 발생우려가 있으나 (c), (d)와 같은 방법으로 방지할 수 있다.

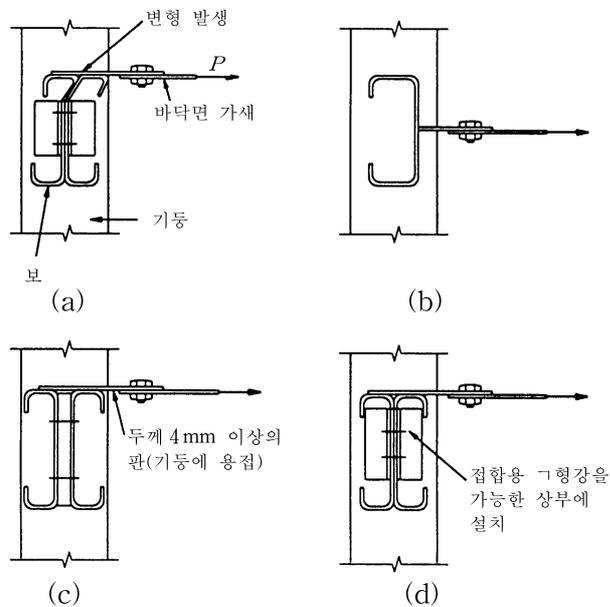


그림 해 5.5.1 바닥면 가새의 설치

(마) 부재의 중심선과 접합요소의 중심선을 일치시키는 것은 국부적 편심에 의한 2차 응력 발생을 방지하기 위함이다.

(바) 접합부에서 접합부 길이가 통상의 범위이고, 파스너의 수 또는 용접선의 길이가 특별히 크지 않는 경우, 응력은 균등하게 분포한다고 가정한다.

(사) 구면내의 휨모멘트는 접합요소군의 도심을 중심으로 회전한다고 보고 중심에

서의 거리에 따라 접합요소가 부담하는 것으로 한다.

(아) 볼트구멍이 있는 부재의 단면계수 산정에서 인장측 볼트구멍만 공제하면 중립축의 이동이 발생하므로 압축측 볼트구멍도 동시에 공제하여 안전측으로 산정할 수도 있다.

5.5.2 구조제한

(가) 가셋 플레이트는 충분한 검토없이 얇은 판을 사용하는 경우 문제가 발생할 수 있으므로 접합부재중 최소판두께 또는 3mm 이상으로 규정하고 있지만 건물의 규모 또는 접합부위에 따라서는 6mm 정도를 사용하는 것이 바람직하다. 가셋 플레이트의 검토는 강구조계산규준에 따르나 일반적으로 다음과 같은 방법을 따른다.

부재응력은 볼트접합 및 용접접합인 경우 그림 해 5.5.2(a), (b)와 같이 부재방향 양측 30°의 삼각형으로 응력전달 되는 것으로 고려하여 검토한다.

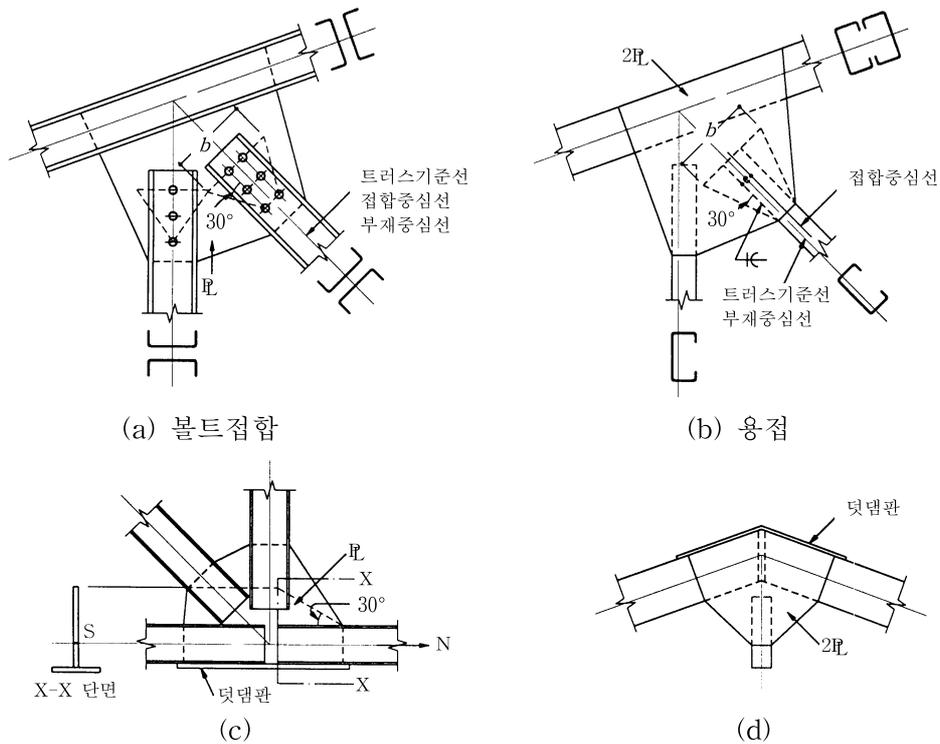


그림 해 5.5.2 가셋 플레이트와 덧댐판

그림 해 5.5.2(c), (d)에서와 같이 응력분산 삼각형이 가셋 플레이트 외측으로 돌출하는 경우 가셋 플레이트는 이음에 관계없고 현재가 완전히 덧댐판에 의해 이음이 되는 것을 원칙으로 한다. 다만, 그림에서와 같이 현재의 수평선까지를 응력작용폭에 대하여 검정할 수도 있다. 예를들어 그림 해 5.5.2(c) 경우에는 T형 단면의 S점에 하중 N이 작용하는 것으로하여 검정한다.

(나) 고력볼트 또는 볼트접합을 이용한 접합부에 큰 틈새가 생기면 먼저 조인 볼트는 나중에 조인 볼트에 의해 조임력이 감소한다. 틈이 1mm 미만인 경우에는 접합면의 밀착에 염려가 없으나, 1mm 이상인 경우에는 끼움판을 넣어 틈새를 조정할 필요가 있다.

5.5.3 이 음

(1) 기둥이음

(가) 골조를 구성하는 기둥은 응력산정시 연속재로서 취급한다. 따라서 이음설계에 서는 이음부위의 응력에 대해 안전하고 연속성을 갖도록 해야한다. 이음부에서의 존재 응력이 적은 경우에도 이음설계응력은 적어도 부재의 허용내력의 1/2 이상이 되도록 해야한다.

(나) 존재응력은 하중조건에 따라 산정되므로 적재하중이 없이 바람 또는 지진시의 하중조합에 의해 기둥에 인장응력이 발생하는 경우에 대해서도 유의해야 한다. 저층의 경량구조에서는 고정하중이 매우 적어, 기둥에 큰 인장력이 발생하는 경우도 있으므로 특히 주의해야 한다.

냉간성형 강재의 기둥에서는 원칙적으로 이음을 두지 않는 것이 좋으나 부득이 이음을 할 경우에는 내력, 변형에 충분한 배려가 필요하다.

(2) 보의 이음

보의 이음은 원칙적으로 응력이 적은 위치에 둔다. 응력산정 경우에 보를 1개의 연속재로 취급한 경우에는 부재의 연속성을 고려해야 하고, 이음부의 존재응력이 적어도 이음부의 설계응력을 크게 고려함이 필요하다.

(3) 가새재의 이음

가새재는 강한 지진시 충분한 소성변형이 필요하므로 소성변형 발생을 방해하는 이음을 두지 않는 것이 원칙이다.

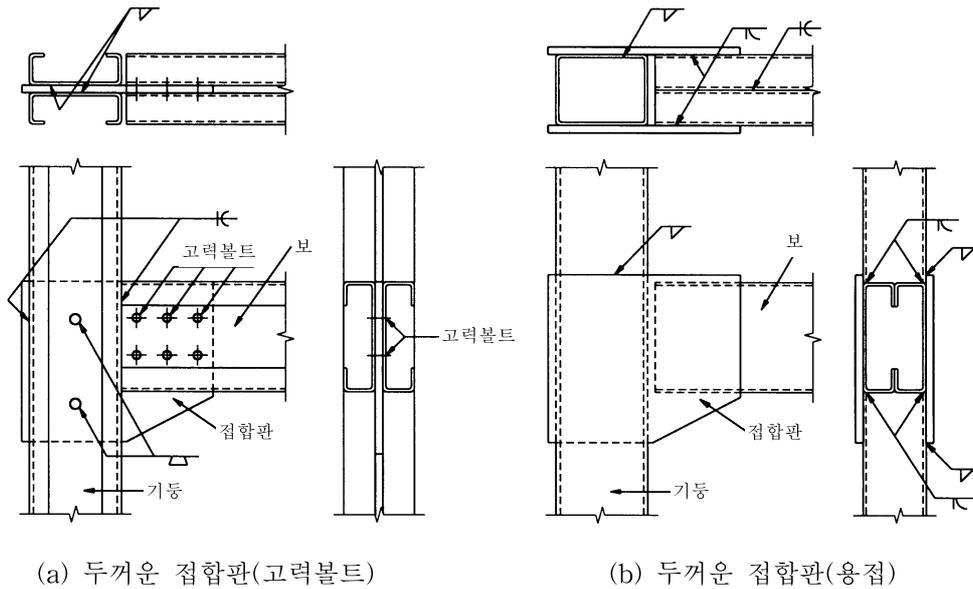
그러나 부득이 이음을 하는 경우에는 골조 가새와 동등의 성능을 보유하도록 이음부가 변단면 또는 단면 결손에 의해 소성변형의 장애가 되지 않도록 해야 한다. 따라서 이음부의 단기 허용인장내력은 부재 전단면의 단기허용내력의 75% 이상이 되도록 설계한다.

5.5.4 접합부

(1) 기둥-보 강접합부

기둥-보 강접합부는 휨모멘트, 전단력, 축력이 동시에 작용하여 응력상태가 매우 복잡하다. 따라서 접합부는 이러한 응력에 대해 안전하도록 하고 부재 상호간의 연속성이 확보되어야 한다. 판두께가 얇은 경량구조물에서 강접합설계는 신중해야 한다.

그림 해 5.5.3(a)와 (b)는 소재보다 두꺼운 판재를 이용한 접합부 및 덧판을 이용한 접합부의 예를 나타낸 것이다.



(a) 두꺼운 접합판(고력볼트)

(b) 두꺼운 접합판(용접)

그림 해 5.5.3 기둥-보 접합부

(2) 엔드 플레이트 접합부

엔드 플레이트 방식 등의 인장접합은 엔드 플레이트와 이를 접합하는 부분의 변형이 크므로 고정단으로 거동이 어렵다. 이러한 접합부는 강판의 면외강성을 기대하게 되는데, 판이 얇은 경우에는 변형이 크게 된다. 따라서 접합부는 이런 점을 고려하여 충분한 보강을 하여야 한다.

5.5.5 트러스 부재의 접합부

경량구조물에서는 상하 현재에 립 π 형강을 이용하고 라티스재로서 굽힌 환봉을 이용한 라티스보를 사용하는 경우가 있다. 이 경우 환봉 라티스와 현재는 플레어 글루브 용접이 일반적이다. 용접부는 그림 해 5.5.4와 같다.

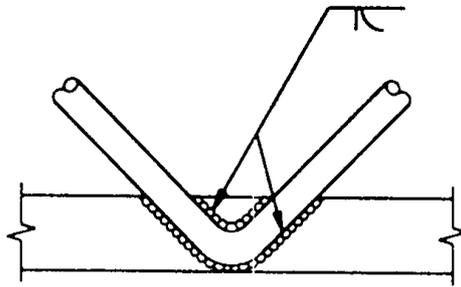


그림 해 5.5.4 환봉 라티스의 용접

5.5.6 가새의 접합부

(가) 지진시 가새의 전단면이 항복에 의해 충분한 소성변형을 일으키기 전에 단부의 접합부가 파괴되면 건축물은 지진에너지를 흡수할 수 없게 되어 큰 피해가 발생하게 된다. 따라서 가새가 지진력을 부담하는 건축물이 내진성능을 갖기 위해서는 가새의 전단면이 완전히 항복하기 전에 단부의 접합부가 파괴되지 않도록 설계해야 한다. 이런 이유로 일반적으로 가새의 파스너 구멍에 의한 결손을 고려한 유효단면적을 모재의 75% 이상으로 하고 가새의 전단면에 대한 단기허용인장력의 75% 이상을 설계하중으로 하여 접합부의 파스너, 가셋 플레이트 등을 설계한다.

5.6 주각부 설계

5.6.1 노출형 고정주각

(가) 노출형 고정주각에서는 베이스 플레이트의 형상을 단면으로 하고 인장측 앵커 볼트를 철근으로 하는 철근콘크리트기둥으로 간주하여 앵커 볼트의 단면적 및 베이스 플레이트의 면적을 산정한다. 이 때 설계의 기준이 되는 응력은 기둥 전단면적의 단기 허용휨모멘트의 80%에 상당하는 응력과 주각에 작용하는 응력 중에서 큰 값으로 한다.

(나) 베이스 플레이트는 앵커 볼트에 작용하는 인장력에 의해 지나친 휨변형이 일어나지 않도록 설계하며 필요에 따라서는 리브로 보강한다. 앵커 볼트의 재질은 SS400 등과 같이 변형능력이 있는 것으로 하고 그 길이는 볼트직경의 25배 이상으로 하며, 언본드(unbond)의 경우 필히 앵커프레임에 정착시킨다.

(다) 베이스 플레이트 밑의 콘크리트 주각부에는 베이스 플레이트 바깥 쪽의 네 모서리에 적어도 D16(기둥 축이 15cm 이하인 경우에는 D13 이상)의 보강근을 배근하고, D10 이상의 띠철근을 10cm 이하의 간격으로 배근하여 콘크리트 주각부의 압괴를 방지토록 한다. 노출형 고정주각의 형상은 그림 해 5.6.1(a)와 같다.

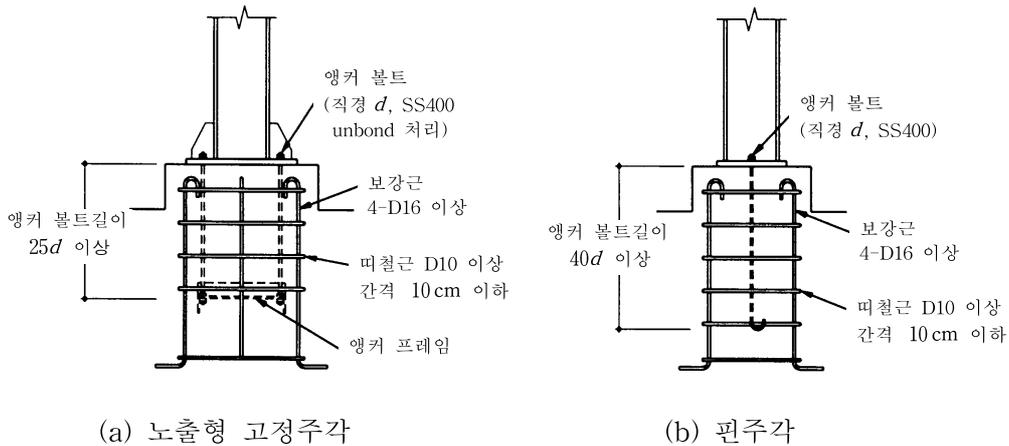


그림 해 5.6.1 주각의 종류

5.6.2 핀 주각

(가) 주각을 핀으로 가정하여 설계한 경우, 주각의 베이스 플레이트 및 앵커 볼트는 기초밀면의 회전에 의해 베이스 플레이트 위치에서 생기는 휨모멘트에 대해 충분히 안전하도록 설계해야 하며 지진시 예상되는 회전변형이 일어나도 파단되지 않을 정도의 충분한 변형능력을 갖도록 설계하는 것이 매우 중요하다. 특히 앵커 볼트는 SS400 등과 같이 변형능력이 있는 것을 사용하고 $40d$ (d 는 앵커 볼트 직경) 이상의 정착길이를 두며 단부에 후크를 설치하거나 또는 정착물에 고정시킨다. 베이스 플레이트 밑의 콘크리트 주각부는 노출형 고정주각의 경우와 같다. 다만 주택 등과 같이 건물규모가 작고 기둥간격이 좁으며 기둥단면도 작은 경우에는 건물 주위의 콘크리트 지중보 내에 앵커 볼트를 매립하여 직접 베이스 플레이트를 설치하는 방법도 있다. 이 경우 지중보의 폭은 주각의 베이스 플레이트보다 5cm 이상 크게 하는 것이 바람직하다. 핀주각의 상세는 그림 해 5.6.1(b)와 같다.

(나) 가새재가 수평력을 부담하는 구조에서는 가새재가 접합되는 주각부에서 인발력이 발생할 수 있다. 이런 경우에는 주각부의 베이스 플레이트와 앵커 볼트의 설계에 특히 주의해야 한다.

(다) 베이스 플레이트는 앵커 볼트에 의해 큰 힘을 받게 되기 때문에 비교적 두꺼운 판을 사용하고 필요에 따라 리브를 설치하는 등 국부변형을 방지해야 한다. 가새재가 기둥에 대해 편심을 갖는 경우에는 그 영향을 고려해야 한다. 베이스 플레이트와 기초 윗면의 비틀림에 대해서는 수평반력의 처리와 동일하게 원칙적으로 앵커 볼트의 전단력으로 저항시키지 않고 베이스 플레이트 밑면의 마찰저항 등에 의해 저항시켜야 한다. 이것은 베이스 플레이트의 앵커 볼트용 구멍이 일반적으로 볼트직경보다 상당히 크기 때문이다.

제 6장 제작 및 시공

6.1 제 작

6.1.1 절 단

경량 냉간성형강 구조에 사용되는 부재는 얇고 복잡한 형상이므로 이들 부재를 절단할 때는 일반 강재에 비해 특별한 주의를 필요로 한다. 표 해 6.1.1은 냉간성형강 구조 부재의 절단에 사용되는 기계의 일람표로서 그 특징에 대해 참고로 설명을 해 놓았다.

표 해 6.1 냉간성형강 구조부재의 절단기계

	구 분	절단기계 종류	특 징
1	컷 터	경량형강 컷터	절단속도는 순간적으로는 빠르지만 앵글컷터 같이 기구가 간단하지 않은 기계는 고가이다. 사이즈 형상의 변화로 컷터를 교체할 필요가 있다. 경량냉간성형강 구조에 사용되고 있다.
2	톱절단기	원형톱절단기 밴드톱절단기	절단면은 보기가 좋고 절단에 비교적 시간이 소요된다. 정밀도는 좋다.
3	가스 절단기	자동가스절단기 수동가스절단기	자동가스절단은 대부분 사용되지 않는다. 수동가스절단은 간단하게 현장가동되는 경우에 사용되고 단면은 정확하게 절단되지 않는다. 따라서 그라인더로 절단부위를 보수할 적절한 조치필요가 있다.

(가) 부재의 절단면은 특히 도면에 지정된 것 이외에는 축선에 수직이 되어야 한다. 이는 후공정의 가공조립 용접의 공정에 있어서 기준단면이 되기 때문이다.

또 절단할 때, 단면형상을 손상시키지 않게 주의할 필요가 있다. 기계절단에 의해 생겨나는 칼날같은 단부는 그라인더 등을 이용하여 제거한다.

(나) 부재의 절단은 원칙적으로 기계절단으로 한다. (가)에 기술한 것과 같이 가공 기준이 되므로 정확성을 필요로 하고 있다. 기계에 의한 작업은 절단 속도도 빠르다. 수동가스절단은 단면이 부정확하게 절단이 되어서 될 수 있는 한 삼가는 것이 좋다. 부정확하게 절단된 단면을 그라인더로 정확하게 마감하는 일은 치수가 줄어들기 때문에 실제로 불가능하다. 따라서 용접이음 주로 이음부에 정밀도를 요하는 개소에는 수동가스절단을 사용하지 않는다.

(다) 용접되는 부재는 반드시 수축되므로 절단치수는 용접에 의해 일어나는 수축길이를 예상한 길이로 절단해야 한다.

6.1.2 휨가공

경량 냉간성형강 구조에 사용되는 부재의 휨가공은 일반 강재에 비해 곤란하다. 우선 얇기 때문에 휨가공부에 의해 국부적으로 변형되어 판에 요철이 생기고 구형단면에서는 플랜지부나 리브부변형을 교정하기 어렵다.

강한 휨가공을 하는 경우에는 플랜지 및 리브를 절단하고나서 휘는 이른바 절단휨가공을 할 필요가 있다. 이 경우 절단한 부분은 반드시 완전한 맞댐용접을 하고 필요하면 적당한 판을 이용하여 보강한다. 또한, 열간가공은 냉각시 휨각도의 변화를 수반하기 때문에 주의를 요한다.

박스형 단일부재는 내측을 정확히 휨가공해야 한다. 조립후에 휨는 국부변형을 일으키므로 불가능하다. 따라서 경량 냉간성형강 구조에서는 가능한 휨가공을 삼가하여 설계초기에 계획하는 것이 현명하다.

6.1.3 볼트 고력볼트 접합

(가) 경량 냉간성형강 구조물에 사용되는 부재의 구멍가공은 통상 드릴 또는 펀치를 사용하고 있지만 그 경우 만들어진 구멍주위의 변형은 교정하여 부재간의 밀착을

좋게 해야한다. 경량 냉간성형강구조는 펀치에 의한 구멍가공이 많으며 판두께가 얇으므로 일반 강재에 비해 변형이 발생하기 쉽기 때문에 주의가 필요하다.

(나) 볼트구멍은 조합한 재료를 바르게 접합할 수 있는 정밀도의 확보는 물론 각 재료간의 구멍중심을 일치되게 동작하는 것이 중요하다. 드릴에 의한 변형과 펀치에 의한 변형은 조합한 재료간의 빈틈을 생기게 하여 볼트의 체결시 마찰력에 지장을 주어서 반드시 교정해야만 한다.

6.1.4 용 접

(가) 아크수동용접 및 반자동용접에 종사하는 용접공은, 여러 가지 용접방법에 숙달되고 동시에 경량구조의 제작에 대한 많은 경험이 중요하며, 유자격자가 바람직하다.

(나) 사용하는 용접기는 경량 냉간성형강 구조부재의 용접에 적당한 용량 기능 구조등을 구비하고 있지 않으면 안된다. 경강구조에는 판두께가 통상 0.8~4.0mm의 것이 주로 사용되고 있지만 지지부재는 두께가 9~19mm 것도 병용되는 경우가 있다. 따라서 용접기도 박판에서 중판까지의 용접이 가능한 것이어야만 한다.

용접기는 교류아크용접기와 직류아크용접기로 크게 구분되고 그중 어느 하나를 사용해도 좋다. 교류아크 용접기는 KS C 9602 정류기식 직류아크 용접기는 KS C 9605에 규정되어 있다. 전류용량이 높은 용접기는 출력전류의 최소치도 높게 되어 있어서 실제로 시공하는 경강구조부재의 판두께 이음형식 용접자세 등에 의해 용접봉 크기를 결정한다. 이에 의해 전류치도 결정되는데 용접기의 선택은 시공조건을 고려하여 결정한다.

6.1.5 변형 교정

용접열에 의해 잔류변형이 생기거나 용접하지 않더라도 가공중에 비틀리거나 변형이 발생할 수도 있다. 일반형강과 달리 경량부재이므로 일단 발생한 변형을 교정하는 것은 어려운점이 많다.

조립된 부재는 강성이 커져서 판소재 보다 더욱 취급이 어렵다. 프레스 밴더 등을 사용하여도 국부변형이 선행하여 전체변형을 교정하는 것은 어려움이 따른다. 이러한 경우에는 가열하여 냉각과정의 수축을 이용하는 가열법으로 교정하는 것이 기계

적 가압보다 유효한 경우도 있다.

교정은 일단 어려움이 있다. 가공중에 변형이 생기더라도 허용범위 이내가 되도록 관리하는 가공계획, 용접계획을 충실히 하여 가공 공수를 줄여야 한다.

6.1.6 검 사

제품의 정밀도에 대해서는 대한 건축학회 건축공사표준시방서 제8장 철골공사의 정밀도 기준에 따른다. 일반적으로 경량구조는 소규모이므로 그 적용에 대해서는 필요한 조항 및 수치를 한정적으로 적용한다. 또한 고력볼트 접합부 주변의 도장 등은 경량구조의 특수한 문제가 되므로 주의를 요한다.

6.2 조 립

6.2.1 조립계획

조립계획은 조립순서와 함께 조립시에 발생하는 문제점을 사전에 발견하기 위하여 반드시 필요하다. 다음 사전확인이 필요한 사항들이다.

- 가) 세우기등 현장에서의 작업중에 생길 일
- 나) 부재제작 치수 등 공장가공시의 불량
- 다) 타공정과의 관련하여 생길 일

(가)의 세우기 등 현장에서 문제점의 원인은 다음과 같은 것이 있다.

- (a) 세우기 및 양중시에 사용하는 세우기용 기계류의 위치 및 성능 부적절
- (b) 부재의 지지점에 편심에 의한 비틀림변형
- (c) 부재에 설계 이외의 응력으로 인한 비틀림 휨변형

이러한 변형은 가구구조 내력을 현저하게 약화시키므로 위험한 일이다.

설계시의 구조계획은 완성된 가구전체가 함께 거동하는 예상내력으로 이루어지므로 세우기 및 조립시에 무계획적으로 작업을 추진하면 부재에 설계 이상의 내력이 필요한 경우가 발생하거나 좌굴보강이 부족하여 면외방향으로 넘어지는 경우도 있으므로 유의해야 한다.

조립계획은 구조설계자와 협의하면서 입안하는 것이 바람직하다. 구조계획을 무시

하고 작업하면 큰사고를 유발하므로 일반적으로 재해방지처리와 함께 충분히 검토해야 한다.

(나) 공장 가공중에 발생한 부적합은 현장작업에 큰영향을 미친다. 부재치수가 잘못되거나 볼트구멍 등의 위치 부적합은 현장작업 공정에 지배적인 영향을 미칠 뿐 아니라 가구 전체내력에 지장을 초래한다. 현장반입전에 도면과 조회하여 반입하고, 또한 부재길이의 검사는 해당 부재길이는 물론 접합되는 위치를 정확히 측정해야 볼트접합 등의 구멍간격도 측정할 수 있다.

(다) 기타 구조체와의 접속부분으로 콘크리트 기초와 만나는 부위에서 문제가 많다.

기초 및 앵커 볼트의 위치는 세우기 및 조립에 큰 영향을 미치므로 세우기 작업전에 충분히 확인 검토한다. 특히 볼트간격에 이상이 없도록 공사방법의 계획이 필요하며 기초상부 베이스 플레이트 바닥면의 높이가 정확히 유지되고 밀착되도록 마감해 두거나 적절한 공사방법을 검토해야 한다. 이상의 치수측정에 사용하는 기준자 및 계측기기는 각 공사 상호간에 동일한 것을 사용하는 것이 바람직하나 부득이한 경우 상호대조하여 교정할 필요가 있다.

6.2.2 운 반

냉간성형강 구조부재는 박강판을 성형한 것으로 약간의 힘에도 변형하기 쉽다. 특히 \cap 형강의 플랜지 선단과 굴곡부분은 취약하므로 운반 및 적재 하적시에 각별히 주의해야 한다. 박강판재로 편심하중에는 비틀리거나 국부좌굴이 발생하기 쉬우므로 주의해야 한다. 일단 변형된 부재는 현장에서의 교정이 거의 불가능하므로 포장 및 보강보호재등으로 집중하중을 피하고 균일가력이 되도록 주의해야 한다.

6.2.3 조 립

(가) 적재운반 하적시 부재의 비틀림 휨이 발생하기 쉬우므로 반입즉시 세우는 것은 구조내력상으로 위험한 경우도 있으므로 세우기 전에 반드시 검사하여 교정해야 한다. 현장에서 교정이 불가능한 변형이 발생한 경우에는 공장에 되돌려 완전히 교정하고, 특히 좌굴이 발생한 부재는 교체한다.

(나) 고력볼트 또는 용접 접합부재 조립은 사전에 가체결을 하여 가구체를 세우기전

에 변형등을 수정한 후 작업한다. 세우기 작업 후 변형교정은 접합부등에 설계외의 응력이 유발하거나 기둥 보 부재의 비틀림 휨이 발생하는 원인이 되므로 가체결상태에서 교정해야 한다.

(다) 구조설계는 완성상태의 예상내력으로 설계되어 지므로 공사중에 구조자체가 불완전한 상태의 변형이 일어나 파괴될수도 있다. 그러므로 구조체의 불완전 상태에서 설계하중 이외의 집중하중과 태풍 지진 등에 대비하여 조립시의 임시적 브레이스 임시 지주 등으로 보강해야 한다.

(라) 기둥보의 접합부가 핀 접합인 경량구조에서는 환봉강으로 수평력을 분산하는 브레이스가 필요하다. 이때 환봉강은 장력이 크게 상이하면 수평력 저항능력이 약화되므로 턴버클을 사용하여 동일한 장력이 되도록 한다.

6.2.4 현장용접 부재의 조립

현장에서 용접조립하는 경우에는 부적합시공 또는 변경수정이 없도록 해야하며 접합부재는 상호 충분히 밀착하도록 해야 한다. 냉간성형강 구조부재는 열변형이 쉽게 나타나므로 특히 부분적인 가열상태로 용접되므로 국부좌굴이 발생하지 않도록 주의해야 한다. 현장용접은 공장작업보다 악조건의 작업이므로 안전에 유의해야 한다.

6.2.5 마감재의 접합방법

마감재의 접합은 구조체의 지진 바람에 의한 변형에 추종할 수 있는 방법을 고려해야 한다. 철골구조체에 접합되는 마감은 내화피복 바닥재 지붕 외벽 간막이벽 천장 등의 각 부재료이므로 특히 지진 등에 의한 탈락에 주의해야 한다.

외장재의 경우 변형추종을 위해 그림 해 6.1과 같이 슬라이드 또는 록킹방식 등 충분한 고려가 필요하다.

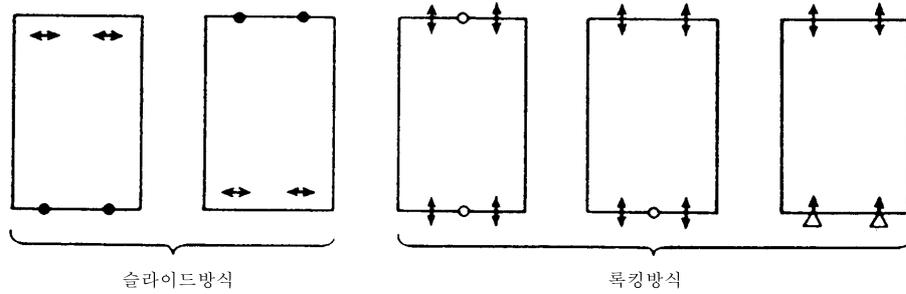


그림 해 6.1 외장재 접합방식

마감재의 접합에 용접을 사용하는 경우 열변형으로 인한 비틀림 휨 국부좌굴로 구조내력에 큰 영향을 미치므로 볼트 나사의 사용이 바람직하다. 이러한 경우 공장에서의 구멍뚫기는 오차 등으로 현장에서의 공정에 어려움이 있으므로 구조체 작업완료 후 현장 구멍뚫기가 유리하다.

6.2.6 타 구조와의 병용

이질재와의 혼용시에는 상호치수의 변경이 불가능하므로 치수 조정 및 제작 오차의 범위 등을 충분히 검토해야 한다. 특히 콘크리트의 경우 바닥면의 높이 등 수정이 불가능하므로 사전에 문제점을 충분히 검토해야 한다.

6.3 방청

6.3.1 방청의 기본방침

강재는 대기환경에서 녹슬고 단면 손실이 생기므로 여러 가지 방법으로 방청조치를 해야한다. 대기중 강재부식 원인은 대기중의 산소 수분에 의한 전기 화학작용에 의한 것으로 진행 정도는 대기중 불순물인 아황산가스 염분입자 및 기온 습도 등 기상조건에 크게 좌우되므로 해안지역 및 중화학 공업지역 등은 특히 주의해야 한다.

(가) 환경조성과 함께 방청도장은 녹방지에 중요하므로 다음 사항에 대한 주의가 필요하다.

- 1) 우수에 대해서도 체류수가 없도록 하고 건조 통풍이 되도록 고려한다. 우수에 의한 체류수가 있는 경우에는 박스 단면 기둥의 베이스 플레이트 리브채널의 횡부재등에 물빠기 구멍을 두도록 한다.
- 2) 우수에 노출되는 부위는 재도장 되도록 한다.
- 3) 녹발생을 점검할 수 있도록 하고 재도장이 용이하도록 고려한다.
- 4) 녹방지에 취약한 부위에는 충분한 단면 할증도 고려한다.

(나) 우수한 방청처리를 하더라도 장기간 사용으로 자외선 우수 대기중의 불순물 등으로 열화하여 효력을 상실할수 있다. 처리 정도에 따라 정기점검 재도장등 유지관리가 가능하도록 배려한다.

(다) 재도장이 무리한 부분 녹발생이 쉬운 환경의 구조물은 도금방식이 바람직하다.

6.3.2 방청도장

(가) 도장계획은 설계단계에서 품질시방 도장방법 등을 검토하여 결정한다.

공사중에는 도장방법에 대한 변경이 없도록 바탕칠, 중간칠, 마감칠에 적합한 특성을 고려하여 사전에 설계자, 시공자, 관계자와 협의 검토하여 결정한다.

- 1) 도장대상 사용목적 내수연한
- 2) 바탕종류 바탕처리
- 3) 입지조건 환경
- 4) 도료조성 사용량 가격 도장회수 도장방법
- 5) 도장시의 조건 기존처리와의 적합성 공기 도장시기 공장도장과 현장도장의 시간 간격, 기온, 습도, 오염도
- 6) 색채계획, 도장관리, 검사
- 7) 경험

강재의 부식으로 건축물의 건설지역 부식 분위기에 큰 영향을 받는다.

기온, 습도, 풍속 등 기후조건, 해염입자, 아황산가스의 농도 등 다양한 인자가 있으므로 일률적으로 정하기 어려우나 일반적 경향으로 보면 다음 표 해 6.3.1과 같다.

표 해 6.3.1 강재의 두께 감소

지 역	무처리 강재의 연평균 두께 감소
청정한 전원 산악지	0.01~0.03
일반 시가지 경공업지역	0.03~0.06
해안 근접지 공업지역	0.06~0.12
화학공업지역	0.12~0.3

또한 건축물에서는 부위별로 부식 정도가 상이함으로 물의 접촉빈도에 따라 방청 정도를 달리하는 배려가 필요하다.

(나) 도장계획은 초기도장과 재도장에 대해 처음부터 결정해 두는 것을 원칙으로 한다. 초기도장은 철골공사시에 하는 도장으로 일반방청도장에 해당되는 것으로 환경에 부합되도록 한다.

6.3.3 방청도장의 주의사항

(가) 박스단면 내부 및 가셋 플레이트의 틈새등 재도장이 불가능한 부분도 원칙적으로 밀폐시킨다. 밀폐방법으로 용접의 작은 틈새는 내후성이 양호한 코킹재, 플레이트 틈새는 필러를 삽입 접합하여 코킹 콘크리트를 충전할 수 있다.

(나) 도막은 콘크리트 모르타르 등의 알칼리성재료와 접촉하지 않도록 하는 부재의 배치가 중요하다. 콘크리트 모르타르내에 완전히 매설된 강재는 알칼리성에 의해 방청효과를 기대할 수 있으나 콘크리트 모르타르 등으로부터 돌출된 강부재 벽 등에 접촉되는 경우 우수에 의해 용출된 알칼리는 도막을 손상시켜 조기에 녹이 발생한다. 이런 경우에는 내알칼리성 도료를 사용한다. 내알칼리성은 비닐수지, 에폭시수지, 메탈아크리산 수지 등이 있다.

(다) 바탕처리를 충분히 한 후 바로 도장해야 한다. 바탕처리시 공정중 산세척 및 물세척시에는 액체온도를 높여 빠른 건조를 시키고 건조즉시 도장한다.

6.3.4 도 금

강재의 방청방법으로 가장 내구성이 좋은 방법은 용융아연도금이다. 제도장이 곤란한 건축물 등의 방청환경의 건축물은 용융아연도금에 의한 방청계획이 필요하다.

(가) 아연도금에는 용융아연도금과 전기도금이 있다. 그 차이는 합금층의 유무와 아연의 부착량에 있다. 용융아연도금은 임의 부착량의 조정이 가능하나 일반적으로 $500\text{g}/\text{m}^2$ 전후이며 전기도금은 $50\text{g}/\text{m}^2$ 전후이다. 다만 방청상의 내수연수는 아연부착량에 거의 비례하므로 전기도금제품은 아연도금면 위에 마감도장 또는 코팅하는 것이 보통이다.

(나) 용융아연도금시에는 용융도금의 온도가 460°C 전후로 부재가 변형하는 경우가 많이있다. 냉간성형부재는 도금열에 의해 냉간성형전의 형태로 돌아가려는 변형을 일으킨다. 용접 가공이 있는 경우 용접에 의한 내부응력 해제방향으로 변환한다. 미리 배려하여 가공할 필요가 있으며 도금 후 약간의 교정이 필요하다.

(다) 도금면 위에 도장하는 경우가 있으나 이는 방청효과상 더욱 유리하며 미관적으로도 유리하다. 다만, 도금면은 도료의 앵커효과가 적기 때문에 산염피막 처리 후 밀착성이 좋은 도료로 하는 것이 좋다. 바탕처리에는 다음과 같은 도료를 사용한다.

- 1) 폴리비닐브치랄 수지와 인산, 징크로 메이트의 윗슈프라이머
- 2) 윗슈프라이머 위에 징크로 메이트 프라이머
- 3) 염산 칼슘을 주안료로한 바탕도료