

- ④ 전단중심으로부터 떨어진 횡지지를 갖는 부재의 경우, 탄성비틀림좌굴하중 F_e 은 해석을 통해 결정한다.

4.2.5 단일 ㄱ형강 압축부재

- (1) 단일 ㄱ형강 부재의 공칭압축강도 P_n 은 4.2.3 또는 4.2.7에 의한 휨좌굴 한계상태 또는 4.2.4에 의한 휨비틀림좌굴에 대한 가장 낮은 값으로 산정한다. 휨비틀림 좌굴은 $b/t \leq 0.71\sqrt{E/F_y}$ 일 때는 고려하지 않아도 된다.
- (2) 단일 ㄱ형강 압축부재의 편심에 대한 효과는 다음의 조건 ①~⑤를 만족할 경우 무시할 수 있으며, 4.2.5.1 또는 4.2.5.2에 규정한 유효세장비 중 하나를 사용하여 압축부재를 평가할 수 있다.

- ① 동일한 하나의 다리를 통하여 양단에서 압축력을 받는 부재
 - ② 용접이나 최소한 2개의 볼트로 접합되어 있는 부재
 - ③ 중간 횡하중이 없는 경우
 - ④ 단면에서 계산된 L_c/r 이 200을 초과하지 않는 경우
 - ⑤ 부등변 ㄱ형강의 경우, 짧은 다리의 폭에 대한 긴 다리의 폭의 비가 1.7보다 작은 경우
- (3) 조건 ①~⑤를 만족하지 않는 단일 ㄱ형강 압축부재는 축력과 힘의 조합된 힘을 받는 부재에 대한 4.4의 규정에 따른다.

4.2.5.1 개별 부재 또는 거셋 플레이트나 현의 동일한 면에 부착된 인접한 웨브 부재가 있는 평면 트러스의 웨브 부재인 ㄱ형강의 경우

- (1) 등변 ㄱ형강 또는 긴 다리로 접합된 부등변 ㄱ형강의 경우

$$\textcircled{1} \quad \frac{L}{r_a} \leq 80 \text{ 일 때}$$

$$\frac{L_c}{r} = 72 + 0.75 \frac{L}{r_a} \quad (4.2-11)$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{L}{r_a} > 80 \text{ 일 때}$$

$$\frac{L_c}{r} = 32 + 1.25 \frac{L}{r_a} \leq 200 \quad (4.2-12)$$

- (2) 짧은 다리를 통하여 접합된 부등변 ㄱ형강에서, 식 (4.2-11)과 식 (4.2-12)로부터 계산된 L_c/r 는 $4[(b_l/b_s)^2 - 1]$ 을 더하여 증가시킨다. 다만, L_c/r 는 $0.95L/r_z$ 이상이어야 한다.

4.2.5.2 거센 플레이트 또는 현의 동일한 면에 부착된 인접한 웨브 부재가 있는 박스 또는 입체트러스의 웨브 부재인 ㄱ형강의 경우

(1) 등변 ㄱ형강 또는 긴 다리로 접합된 부등변 ㄱ형강의 경우

$$\textcircled{1} \quad \frac{L}{r_a} \leq 75 \text{일 때}$$

$$\frac{L_c}{r} = 60 + 0.8 \frac{L}{r_a} \quad (4.2-13)$$

$$\textcircled{2} \quad \frac{L}{r_a} > 75 \text{일 때}$$

$$\frac{L_c}{r} = 45 + \frac{L}{r_a} \leq 200 \quad (4.2-14)$$

(2) 다리길이의 비가 1.7 이하이고 짧은 다리가 접합된 부등변 ㄱ형강에서, 식 (4.2-13)과 식 (4.2-14)로부터 계산된 L_c/r 는 $6[(b_l/b_s)^2 - 1]$ 을 더하여 증가시킨다. 다만, L_c/r 는 $0.82L/r_z$ 이상이어야 한다.

여기서, L : 트러스 현 중심선에서 작업점 사이의 부재 길이 (mm)

L_c : 단축에 대해 좌굴에 대한 부재의 유효길이 (mm)

b_l : ㄱ형강의 긴 쪽 다리의 길이 (mm)

b_s : ㄱ형강의 짧은 쪽 다리의 길이 (mm)

r_a : 접합된 다리에 평행한 기하학적 축에 대한 단면2차반경 (mm)

r_z : 약축에 대한 단면2차반경 (mm)

4.2.6 조립 압축재

4.2.6.1 압축강도

- (1) 볼트나 용접으로 접합되거나 또는 유공커버플레이트나 타이플레이트를 갖는 레이싱으로 접합된 개단면을 1개 이상 갖고 있는 2개의 부재로 구성된 조립부재에 적용한다. 단부 연결은 용접하거나 인장조임볼트로 연결하여야 한다.
- (2) 볼트나 용접으로 접합된 2개의 부재로 구성된 조립압축재의 공칭압축강도는 다음과 같이 수정하여 4.2.3, 4.2.4 또는 4.2.7에 따라 산정한다. 보다 정확한 해석을 하는 대신 좌굴모드가 각 개별부재간의 접합재에 전단력을 발생시키는 상대변형을 포함하고 있다면 L_c/r 대신에 다음과 같이 산정된 $(L_c/r)_m$ 을 사용한다.

① 밀착조임된 중간 연결재의 경우

$$\left(\frac{L_c}{r}\right)_m = \sqrt{\left(\frac{L_c}{r}\right)_0^2 + \left(\frac{a}{r_i}\right)^2} \quad (4.2-15)$$

② 용접이나 전인장조임 볼트로 접합된 중간 연결재의 경우

가. $\frac{a}{r_i} \leq 40$ 일 때

$$\left(\frac{L_c}{r}\right)_m = \left(\frac{L_c}{r}\right)_o \quad (4.2-16)$$

나. $\frac{a}{r_i} > 40$ 일 때

$$\left(\frac{L_c}{r}\right)_m = \sqrt{\left(\frac{L_c}{r}\right)_0^2 + \left(\frac{K_i a}{r_i}\right)^2} \quad (4.2-17)$$

여기서, $\left(\frac{L_c}{r}\right)_m$: 조립부재의 수정된 세장비

$\left(\frac{L_c}{r}\right)_0$: 고려하는 좌굴방향으로 단일부재로 거동하는 조립부재의 세장비

L_c : 조립부재의 유효길이

$K_i = 0.5$ (서로 맞닿은 ㄱ형강일 경우)

= 0.75 (서로 맞닿은 ㄷ형강일 경우)

= 0.86 (다른 모든 경우)

a : 연결재 사이의 길이 (mm)

r_i : 개별부재의 최소 단면2차반경 (mm)

4.2.6.2 구조제한 사항

(1) 2개 이상의 형강들로 구성된 조립압축재의 개별 구성요소들은 파스너 사이의 각 개재의 세장비 a/r_i 가 조립부재의 주요 세장비의 3/4배를 초과하지 않도록 간격 a 로 서로 접합한다. 여기서 r_i 는 각 구성요소의 세장비를 계산하는데 사용되는 최소 단면2차반경이다.

(2) 지압 지지되는 조립압축재의 단부에서 개재 상호간의 접합은 ① 용접길이가 조립재의 최대폭 이상이 되도록 연속용접하거나, ② 조립재 최대폭의 1.5배 구간에 대하여 길이방향으로 볼트직경의 4배 이하 간격으로 볼트접합한다.

조립 압축재의 길이를 따라, 단부 접합부 사이의 단속용접 또는 볼트의 길이방향 간격은 소요강도를 전달하기에 적절해야 한다. 연속적으로 접촉하는 판재와 형강 또는 2개의 판재들을 접합하는 파스너의 길이방향 간격에 대한 제한조건은 KDS 14 31 25(4.1.1.10)에 규정하고 있다. 덧판을 사용한 조립 압축재의 경우, 구성재의 모서리를 따라 단속용접하

거나, 또는 각 단면의 모든 게이지선에서 파스너 접합할 때 그 최대간격은 가장 얇은 덧판 두께의 $0.75\sqrt{E/F_y}$ 배 및 300 mm 이하로 하여야 한다. 파스너가 엉모배치될 경우 각 게이지선에서 파스너의 최대간격은 가장 얇은 덧판 두께의 $1.12\sqrt{E/F_y}$ 배 그리고 460 mm 이하로 하여야 한다.

(3) 유공커버플레이트형식 조립압축재

형강과 유공판으로 구성된 유공커버플레이트형식 조립압축재는 다음 조건에 맞도록 구성하여야 한다.

- ① 폭두께비는 4.2.1.1의 제한조건을 만족해야 한다.
- ② 응력방향의 개구부의 길이는 개구부 폭의 2배 이하로 한다.
- ③ 응력방향의 개구부 순간격은 조립압축재 개재를 연결시키는 용접 또는 파스너 열사이의 최소거리 이상이 되어야 한다.
- ④ 개구부의 모서리는 곡률반경이 38 mm 이상이어야 한다.

(4) 유공커버플레이트형식 대안 조립압축재

- ① 래티스 설치에 지장이 있는 경우 그 부분의 양단부와 중간부에 띠판을 설치할 수 있으며, 이때의 띠판은 단부에 가깝게 설치하여야 한다.
- ② 부재단부에 사용되는 띠판의 폭은 구성요소와 띠판을 연결하는 용접선 또는 파스너열 간격 이상이어야 한다.
- ③ 부재중간에 사용되는 띠판의 폭은 부재단부 띠판길이의 1/2 이상이어야 한다.
- ④ 띠판의 두께는 부재의 구성요소와 띠판을 연결시키는 용접선 또는 파스너열 사이 거리의 1/50 이상이어야 한다.
- ⑤ 띠판의 조립부재에 접합은 용접의 경우 용접길이는 띠판 길이의 1/3 이상이어야 하고 볼트접합의 경우 띠판에 최소한 3개 이상의 파스너로, 응력방향 간격은 파스너 직경의 6배 이하 간격으로 접합하여야 한다.

(5) 래티스형식 조립 압축재

- ① 평강, ㄱ형강, ㄷ형강, 기타 형강을 래티스로 사용한다.
- ② 래티스의 재축방향 간격은 조립부재의 플랜지요소 세장비가 부재전체의 최대세장비의 3/4을 초과하지 않도록 한다.
- ③ 래티스는 조립압축재 설계압축강도의 2%에 상당하는 부재축에 수직인 전단강도를 지지할 수 있어야 한다.
- ④ 단일 래티스재의 세장비 L/r 은 140 이하로 하며, 복 래티스재의 경우 세장비는 200 이하로 하고, 그 교차점을 접합한다.
- ⑤ 압축력을 받는 래티스의 길이 L 는 단일래티스 경우 주부재와 래티스를 접합하는 용접 또는 파스너 사이의 비지지된 래티스의 길이이며, 복 래티스의 경우 이 길이의 70%로 한다.
- ⑥ 부재축에 대한 래티스재의 경사각은 다음과 같이 한다.

단일 래티스 경우 : 60° 이상

복 래티스 경우 : 45° 이상

- ⑦ 조립부재의 플랜지요소의 재축방향 용접선 또는 파스너열 사이 거리가 380 mm를 초과하면, 래티스는 복 래티스로 하거나 ㄱ형강으로 하는 것이 바람직하다.

4.2.7 세장판요소를 갖는 압축부재

- (1) 균일압축을 받는 단면에 대하여 4.2.1.1에서 정의된 것처럼 세장판단면의 압축부재에 적용한다. 공칭압축강도 P_n 은 흠좌굴, 비틀림좌굴 및 흠비틀림좌굴에 근거하여 해당하는 한계상태 중 가장 작은 값으로 다음과 같이 산정한다.

$$P_n = F_{cr} A_e \quad (4.2-18)$$

여기서, A_e : 감소된 유효폭 b_e , d_e 또는 h_e 에 기초하여 계산된 단면의 유효면적 또는 식 (4.2-23) 또는 식 (4.2-24)로 계산된 단면적의 합

F_{cr} : 4.2.3 또는 4.2.4에 따라 계산된 임계응력. ㄱ형강의 경우 F_{cr} 은 단지 4.2.3에 의해 계산한다.

- (2) 유효단면적 A_e 는 전체단면적 A_g 로부터 $(b - b_e)t$ 로 계산된 감소된 단면적을 감하여 산정할 수 있다.

① 원형강관을 제외한 세장판 부재

세장판 부재의 유효폭 b_e (T형강의 경우 유효폭은 d_e , 웨브에 대해서는 h_e)는 다음과 같이 계산한다.

가. $\lambda \leq \lambda_r \sqrt{\frac{F_y}{F_{cr}}}$ 인 경우

$$b_e = b \quad (4.2-19)$$

나. $\lambda > \lambda_r \sqrt{\frac{F_y}{F_{cr}}}$ 인 경우

$$b_e = b \left(1 - c_1 \sqrt{\frac{F_{el}}{F_{cr}}} \right) \sqrt{\frac{F_{el}}{F_{cr}}} \quad (4.2-20)$$

여기서, b : 부재의 폭 (T형강의 경우 폭은 d , 웨브에 대해서는 h)

c_1 : 표 4.2-4로부터 계산된 유효폭 불완전 조정계수

$$c_2 = \frac{1 - \sqrt{1 - 4c_1}}{2c_1} \quad (4.2-21)$$

λ : 4.2.1에서 정의된 부재의 폭두께비

λ_r : 표 4.2-2에서 정의된 부재의 한계 폭두께비

$$F_{el} = \left(c_2 \frac{\lambda_r}{\lambda} \right)^2 F_y \quad (4.2-22)$$

= 식 (4.2-22) 또는 탄성국부좌굴해석에 의한 탄성국부좌굴응력

표 4.2-4 유효폭 불완전 조정계수

사례	세장부재	c_1	c_2
1	정사각형 또는 사각형 강관을 제외한 보강 부재	0.18	1.31
2	정사각형 또는 사각형 강관 부재	0.20	1.38
3	다른 모든 부재	0.22	1.49

② 원형강관

유효단면적 A_e 는 다음과 같이 계산한다.

가. $\frac{D}{t} \leq 0.11 \frac{E}{F_y}$ 인 경우

$$A_e = A_g \quad (4.2-23)$$

나. $0.11 \frac{E}{F_y} < \frac{D}{t} < 0.45 \frac{E}{F_y}$ 인 경우

$$A_e = \left[\frac{0.038E}{F_y(D/t)} + \frac{2}{3} \right] A_g \quad (4.2-24)$$

여기서, D : 원형강관의 외경(mm)

t : 두께(mm)

4.3. 휨부재

4.3.1 일반규정

- (1) 하중이 단면의 주축과 전단중심을 통과하여 비틀림이 발생하지 않는 형강 및 조립부재에 적용한다.

4.3.2 형강 및 강관

4.3.2.1 단일부재

4.3.2.1.1 휨강도

4.3.2.1.1.1 일반규정

설계휨강도를 산정할 때 다음의 내용은 이 절에 포함된 모든 부재에 공통적으로 적용한다. 이 절에서 포함하는 단면의 종류는 표 4.3-1과 같고 단면의 폭두께비 제한은 표 4.3-2와 같다.

(1) 설계휨강도의 산정

공칭휨강도 M_n 은 4.3.2.1.1.2~4.3.2.1.1.12에 따라 적용한다. M_n 은 4.4의 M_r 과 같다. 저항계수는 $\phi_b = 0.90$ 을 적용한다.

(2) 횡비틀림좌굴 보정계수 C_b

모멘트분포가 일정하지 않은 휨부재의 횡비틀림좌굴강도 산정 시 보정계수 C_b 는 다음과 같다.

$$C_b = \frac{12.5 M_{\max}}{2.5 M_{\max} + 3M_A + 4M_B + 3M_C} \quad (4.3-1)$$

단,

- ① 자유단이 횡지지되지 않은 캔틸레버와 내민보의 경우 $C_b = 1.0$
- ② 횡지지점 사이에 횡하중이 없는 2축 대칭부재에서 C_b 는 다음 값을 초과할 수 없다.
 - 가. 횡지지된 양단부의 모멘트 크기가 같고 부호가 같은 경우에는 1.0
 - 나. 횡지지된 양단부의 모멘트 크기가 같고 부호가 반대인 경우에는 2.27
 - 다. 한쪽 단부모멘트가 0인 경우에는 1.67

여기서, M_{\max} : 비지지구간에서 최대모멘트 절댓값 ($N \cdot mm$)

M_A : 비지지구간에서 1/4지점의 모멘트 절댓값 ($N \cdot mm$)

M_B : 비지지구간에서 중앙부의 모멘트 절댓값 ($N \cdot mm$)

M_C : 비지지구간에서 3/4지점의 모멘트 절댓값 ($N \cdot mm$)

복곡률이 발생하는 1축 대칭부재의 경우에는 상하플랜지 모두에 대하여 횡비틀림좌굴강도를 검토한다. C_b 의 값은 모든 경우에 있어서 안전측으로 1.0을 사용할 수 있다.

표 4.3-1 휨부재 단면의 분류

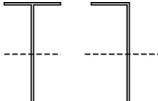
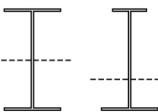
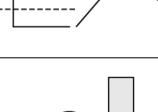
해당 절	단면의 형태	플랜지	웨브	한계상태
4.3.2.1.1.2		조밀단면	조밀단면	항복 횡비틀림좌굴
4.3.2.1.1.3		비조밀단면 세장판 단면	조밀단면	횡비틀림좌굴 플랜지 국부좌굴
4.3.2.1.1.4		조밀단면 비조밀단면 세장판 단면	조밀단면 비조밀단면	항복 횡비틀림좌굴 플랜지 국부좌굴 인장플랜지 항복
4.3.2.1.1.5		조밀단면 비조밀단면 세장판 단면	세장판 단면	항복 횡비틀림좌굴 플랜지 국부좌굴 인장플랜지 항복
4.3.2.1.1.6		조밀단면 비조밀단면 세장판 단면	-	항복 플랜지 국부좌굴
4.3.2.1.1.7		조밀단면 비조밀단면 세장판 단면	조밀단면 비조밀단면	항복 플랜지 국부좌굴 웨브 국부좌굴
4.3.2.1.1.8		-	-	항복 국부좌굴
4.3.2.1.1.9		조밀단면 비조밀단면 세장판 단면	-	항복 횡비틀림좌굴 플랜지 국부좌굴
4.3.2.1.1.10		-	-	항복 횡비틀림좌굴 플랜지 국부좌굴
4.3.2.1.1.11		-	-	항복 횡비틀림좌굴
4.3.2.1.1.12	ㄱ형강을 제외한 비대칭 단면	-	-	모든 한계상태 포함

표 4.3-2 흙부재 단면의 폭두께비 제한

판요소에 대한 설명	폭 두께비	폭두께비 제한 값		예
		λ_p (조밀/비조밀)	λ_r (비조밀/세장)	
자장판 플랜지판	① 압연 H형강, \square 형강 및 T형강의 플랜지	b/t	$0.38\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.0\sqrt{\frac{E}{F_y}}$
	② 2축 또는 1축 대칭인 용접 H형강의 플랜지	b/t	$0.38\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0.95\sqrt{\frac{kE}{F_L}}$ 1,2)
	③ 단일 \square 형강의 다리	b/t	$0.54\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$0.91\sqrt{\frac{E}{F_y}}$
	④ 약축 흙을 받는 압연 H형강, \square 형강의 플랜지	b/t	$0.38\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.0\sqrt{\frac{E}{F_y}}$
	⑤ T형강의 플랜지	d/t	$0.84\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.52\sqrt{\frac{E}{F_y}}$
양면 연장 지지 판	① -2축 대칭 H형강의 웨브 - \square 형강의 웨브	h/t_w	$3.76\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70\sqrt{\frac{E}{F_y}}$
	② 1축 대칭 H형강의 웨브	h_e/t_w	$\frac{h_c}{h_p}\sqrt{\frac{E}{F_y}} \leq \lambda_r$ $\left(\frac{0.54M_p}{M_y} - 0.09\right)^2 \leq \lambda_r$	$5.70\sqrt{\frac{E}{F_y}}$
	③ 균일한 두께를 갖는 각형강관과 박스의 플랜지	b/t	$1.12\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.40\sqrt{\frac{E}{F_y}}$
	④ -플랜지 커버플레이트 -연결재 또는 용접선 사이의 다이아프램 플레이트	b/t	$1.12\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$1.40\sqrt{\frac{E}{F_y}}$
	⑤ 각형강관과 박스의 웨브	h/t	$2.42\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70\sqrt{\frac{E}{F_y}}$
	⑥ 원형강관	D/t	$0.07\frac{E}{F_y}$	$0.31\frac{E}{F_y}$

주 1) $k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}$, 여기서 $0.35 \leq k_c \leq 0.76$

2) $F_L = 0.7F_y$: 약축 흙을 받는 경우, 웨브가 세장판 단면인 용접 H형강이 강축 흙을 받는 경우,

그리고 조밀단면 웨브 또는 비조밀단면 웨브이고 $S_{xt}/S_{xc} \geq 0.7$ 인 용접 H형강이 강축 흙을 받는 경우

$F_L = F_y S_{xt}/S_{xc} \geq 0.5F_y$ 조밀단면 웨브 또는 비조밀단면 웨브이고 $S_{xt}/S_{xc} < 0.7$ 인 용접 H형강이 강축 흙을 받는 경우

표 4.3-3 힘을 받는 충전형 합성부재의 압축 강재요소에 대한 폭두께비 제한

구분	폭두께비	λ_p (조밀/비조밀)	λ_r (비조밀/세장)	λ_{\max} (최대허용)
각형강관 ¹⁾ 의 플랜지	b/t	$2.26\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$3.00\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.00\sqrt{\frac{E}{F_y}}$
각형강관 ¹⁾ 의 웨브	h/t	$3.00\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70\sqrt{\frac{E}{F_y}}$	$5.70\sqrt{\frac{E}{F_y}}$
원형강관	D/t	$\frac{0.09E}{F_y}$	$\frac{0.31E}{F_y}$	$\frac{0.31E}{F_y}$

주 1) 사각형 강관 및 두께가 일정한 용접 사각형 강관을 나타냄.

4.3.2.1.1.2 강축 힘을 받는 2축대칭 H형강 또는 ㄷ형강 조밀단면 부재

이 조항은 강축에 대한 힘을 받는 2축대칭 H형강 또는 ㄷ형강 부재의 웨브와 플랜지가 모두 조밀단면인 경우에 적용한다.

(1) 소성모멘트

$$M_n = M_p = F_y Z_x \quad (4.3-2)$$

여기서, F_y : 강재의 항복강도 (MPa)

Z_x : x 축에 대한 소성단면계수 (mm³)

(2) 횡비틀림좌굴강도

① $L_b \leq L_p$ 의 경우에는 횡비틀림좌굴강도를 고려하지 않아도 된다.

② $L_p < L_b \leq L_r$ 의 경우

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0.7 F_y S_x) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq M_p \quad (4.3-3)$$

③ $L_b > L_r$ 의 경우

$$M_n = F_{cr} S_x \leq M_p \quad (4.3-4)$$

여기서, L_b : 보의 비지지길이 (mm)

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{J_c}{S_x h_o} \left(\frac{L_b}{r_{ts}} \right)^2} \quad (4.3-5)$$

E : 강재의 탄성계수 (MPa)

J : 단면비틀림상수 (mm⁴)

S_x : 강축에 대한 탄성단면계수 (mm³)

식 (4.3-5)에서 $\sqrt{1+0.078\frac{Jc}{S_x h_o} \left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2}$ 값은 안전측으로 설계할 경우, 1.0 값을 사용할 수 있다.

소성한계 비지지길이 L_p 및 비탄성한계 비지지길이 L_r 은 다음과 같이 산정한다.

$$L_p = 1.76 r_y \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (4.3-6)$$

$$L_r = 1.95 r_{ts} \frac{E}{0.7 F_y} \sqrt{\frac{Jc}{S_x h_o}} \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \left(\frac{0.7 F_y}{E} \frac{S_x h_o}{Jc}\right)^2}} \quad (4.3-7)$$

$$\text{여기서, } r_{ts}^2 = \frac{\sqrt{I_y C_w}}{S_x} \quad (4.3-8)$$

$$c = 1 : 2\text{축대칭 H형강의 경우} \quad (4.3-8a)$$

$$c = \frac{h_o}{2} \sqrt{\frac{I_y}{C_w}} : \square\text{형강의 경우} \quad (4.3-8b)$$

h_o : 상하부 플랜지 간 중심거리 (mm)

4.3.2.1.1.3 강축 힘을 받는 2축대칭 H형강(웨브 조밀단면, 플랜지 비조밀 또는 세장판 단면) 부재

이 조항은 강축에 대한 힘을 받는 2축대칭 H형강(웨브 조밀단면, 플랜지 비조밀 또는 세장판 단면) 부재에 적용한다.

(1) 횡비틀림좌굴강도

횡비틀림좌굴강도의 산정은 4.3.2.1.1.2(2)에 따른다.

(2) 압축플랜지 국부좌굴강도

① 비조밀단면 플랜지를 갖는 단면

$$M_n = \left[M_p - (M_p - 0.7 F_y S_x) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \right] \quad (4.3-9)$$

② 세장판 단면 플랜지를 갖는 단면

$$M_n = \frac{0.9 E k_c S_x}{\lambda^2} \quad (4.3-10)$$

$$\text{여기서, } \lambda = \frac{b_f}{2t_f}$$

$\lambda_{pf} = \lambda_p$: 표 4.3-2에 제시된 조밀단면 플랜지의 한계 폭두께비

$\lambda_{rf} = \lambda_r$: 표 4.3-2에 제시된 비조밀단면 플랜지의 한계 폭두께비

$$k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}, 0.35 \leq k_c \leq 0.76$$

h : 표 4.3-2에 명시된 값

4.3.2.1.1.4 강축 힘을 받는 기타 H형강(웨브 조밀 또는 비조밀단면)부재

이 조항은 비조밀단면 웨브를 갖는 강축에 힘을 받는 2축대칭 H형강 단면과 조밀단면 웨브 또는 비조밀단면 웨브를 갖는 강축에 힘을 받는 1축대칭 H형강 단면에 적용한다. 공칭휨강도 M_n 은 압축플랜지 항복강도, 횡비틀림좌굴강도, 압축플랜지 국부좌굴강도 및 인장플랜지 항복 강도 중 최솟값으로 한다.

(1) 압축플랜지 항복강도

$$M_n = R_{pc}M_{yc} = R_{pc}F_y S_{xc} \quad (4.3-11)$$

여기서, M_{yc} 는 압축플랜지의 항복모멘트($N \cdot mm$)이다.

(2) 횡비틀림좌굴강도

- ① $L_b \leq L_p$ 의 경우에는 횡비틀림좌굴강도를 산정하지 않는다.
- ② $L_p < L_b \leq L_r$ 의 경우

$$M_n = C_b \left[R_{pc}M_{yc} - (R_{pc}M_{yc} - F_L S_{xc}) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq R_{pc}M_{yc} \quad (4.3-12)$$

- ③ $L_b > L_r$ 의 경우

$$M_n = F_{cr}S_{xc} \leq R_{pc}M_{yc} \quad (4.3-13)$$

여기서, $M_{yc} = F_y S_{xc}$ (4.3-14)

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_t} \right)^2} \sqrt{1 + 0.078 \frac{J}{S_{xc} h_o} \left(\frac{L_b}{r_t} \right)^2} \quad (4.3-15)$$

가. $\frac{I_{yc}}{I_y} \leq 0.23$ 의 경우, J 의 값은 0으로 한다. I_{yc} 는 y 축에 대한 압축플랜지의 단면2차모멘트이다.

다. 응력 F_L 은 다음과 같이 산정한다.

(가) $\frac{S_{xt}}{S_{xc}} \geq 0.7$ 의 경우

$$F_L = 0.7F_y \quad (4.3-16a)$$

(나) $\frac{S_{xt}}{S_{xc}} < 0.7$ 의 경우

$$F_L = F_y \frac{S_{xt}}{S_{xc}} \geq 0.5F_y \quad (4.3-16b)$$

항복한계상태에서의 한계 비지지길이 L_p 는

$$L_p = 1.1r_t \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad (4.3-17)$$

비탄성 비틀림작굴 한계상태에서의 한계 비지지길이 L_r 은

$$L_r = 1.95r_t \frac{E}{F_L} \sqrt{\frac{J}{S_{xc}h_o}} \sqrt{1 + \sqrt{1 + 6.76 \left(\frac{F_L}{E} \frac{S_{xc}h_o}{J} \right)^2}} \quad (4.3-18)$$

나. 웨브 소성화계수 R_{pc} 는 다음과 같이 산정한다.

(가) $I_{yc}/I_y > 0.23$ 의 경우

① $\frac{h_c}{t_w} \leq \lambda_{pw}$ 일 때;

$$R_{pc} = \frac{M_p}{M_{yc}} \quad (4.3-19a)$$

② $\frac{h_c}{t_w} > \lambda_{pw}$ 일 때;

$$R_{pc} = \left[\frac{M_p}{M_{yc}} - \left(\frac{M_p}{M_{yc}} - 1 \right) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pw}}{\lambda_{rw} - \lambda_{pw}} \right) \right] \leq \frac{M_p}{M_{yc}} \quad (4.3-19b)$$

(나) $I_{yc}/I_y \leq 0.23$ 의 경우

$$R_{pc} = 1.0 \quad (4.3-19c)$$

여기서, $M_p = Z_x F_y \leq 1.6 S_{xc} F_y$

S_{xc}, S_{xt} : 압축, 인장플랜지 각각의 탄성단면계수 (mm^3)

$$\lambda = \frac{h_c}{t_w}$$

h_c : 압연형강의 경우 중립축으로부터 압축플랜지의 내측면 거리에서 모살 또는 코너반경을 제외한 거리의 2배 값; 조립단면의 경우 중립축으로부터 파스너선 사이의 거리 또는 용

접한 경우에는 플랜지의 내측면 거리의 2배 값 (mm)

t_w : 웨브두께 (mm)

$\lambda_{pw} = \lambda_p$: 표 4.3-2의 조밀단면 웨브의 한계 폭두께비

$\lambda_{rw} = \lambda_r$: 표 4.3-2의 비조밀단면 웨브의 한계 폭두께비

다. 횡비틀림좌굴에 대한 유효단면2차반경 r_t 는 다음과 같이 산정한다.

(가) 사각형 압축플랜지를 갖는 H형강 부재의 경우

$$r_t = \frac{b_{fc}}{\sqrt{12\left(\frac{h_o}{d} + \frac{1}{6}a_w \frac{h^2}{h_o d}\right)}} \quad (4.3-20)$$

여기서, $a_w = \frac{h_e t_w}{b_{fc} t_{fc}}$ (4.3-21)

b_{fc} : 압축플랜지의 폭 (mm)

t_{fc} : 압축플랜지의 두께 (mm)

(나) 압축플랜지에 \square 형강으로 캡을 씌우거나 커버플레이트가 부착된 H형강 부재의 경우
사각형 압축플랜지를 갖는 H형강 부재의 경우, 다음의 근사식을 대신 사용할 수 있다.

$$r_t = \frac{b_{fc}}{\sqrt{12\left(1 + \frac{1}{6}a_w\right)}} \quad (4.3-22)$$

여기서, r_t : 압축플랜지와 압축 측 웨브의 1/3에 해당하는 면적을 합한 단면의 y 축에 대한 단면2차반경 (mm)

(3) 압축플랜지 국부좌굴강도

① 조밀단면 플랜지인 경우에는 압축플랜지 국부좌굴강도를 산정하지 않는다.

② 비조밀단면 플랜지의 경우

$$M_n = \left[R_{pc} M_{yc} - (R_{pc} M_{yc} - F_L S_{xc}) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \right] \quad (4.3-23)$$

③ 세장판 단면플랜지의 경우

$$M_n = \frac{0.9E k_e S_{xc}}{\lambda^2} \quad (4.3-24)$$

여기서, F_L : 식 (4.3-16a) 또는 식 (4.3-16b)에 따라 산정한다.

R_{pc} : 웨브 소성화계수. 4.3.2.1.4(2)나에 따라 산정한다.

$$k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}, 0.35 \leq k_c \leq 0.76$$

$$\lambda = \frac{b_{fc}}{2t_{fc}}$$

$\lambda_{pf} = \lambda_p$: 표 4.3-2의 조밀단면 플랜지 한계 폭두께비

$\lambda_{rf} = \lambda_r$: 표 4.3-2의 비조밀단면 플랜지 한계 폭두께비

(4) 인장플랜지 항복강도

① $S_{xt} \geq S_{xc}$ 의 경우 인장플랜지 항복강도를 산정하지 않는다.

② $S_{xt} < S_{xc}$ 의 경우

$$M_n = R_{pt} M_{yt} \quad (4.3-25)$$

여기서, $M_{yt} = F_y S_{xt}$

인장플랜지 항복 시 적용하는 웨브단면 소성화계수 R_{pt} 는 다음과 같이 산정한다.

가. $I_{yc}/I_y > 0.23$ 의 경우

$$(가) \frac{h_c}{t_w} \leq \lambda_{pw} \text{ 일 때}$$

$$R_{pt} = \frac{M_p}{M_{yt}} \quad (4.3-26a)$$

$$(나) \frac{h_c}{t_w} > \lambda_{pw} \text{ 일 때}$$

$$R_{pt} = \left[\frac{M_p}{M_{yt}} - \left(\frac{M_p}{M_{yt}} - 1 \right) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pw}}{\lambda_{rw} - \lambda_{pw}} \right) \right] \leq \frac{M_p}{M_{yt}} \quad (4.3-26b)$$

나. $I_{yc}/I_y \leq 0.23$ 의 경우

$$R_{pt} = 1.0 \quad (4.3-26c)$$

여기서, $M_p = F_y Z_x \leq 1.6 F_y S_x$

$$\lambda = \frac{h_c}{t_w}$$

$\lambda_{pw} = \lambda_p$: 표 4.3-2의 조밀단면 웨브 한계 폭두께비

$\lambda_{rw} = \lambda_r$: 표 4.3-2의 비조밀단면 웨브 한계 폭두께비

4.3.2.1.1.5 강축 힘을 받는 세장판 단면웨브를 갖는 1축 또는 2축대칭 H형강 부재

이 조항은 강축에 힘을 받는 세장판 단면웨브를 갖는 1축 또는 2축대칭 H형강 부재에 적용한다. 공칭힘강도 M_n 은 압축플랜지 항복강도, 횡비틀림좌굴강도, 압축플랜지 국부좌굴강도 및 인장플랜지 항복강도 중 최솟값으로 한다.

(1) 압축플랜지 항복강도

$$M_n = R_{pg} F_y S_{xc} \quad (4.3-27)$$

(2) 횡비틀림좌굴강도

$$M_n = R_{pg} F_{cr} S_{xc} \quad (4.3-28)$$

① $L_b \leq L_p$ 의 경우에는 횡비틀림좌굴강도를 산정하지 않는다.

② $L_p < L_b \leq L_r$ 의 경우

$$F_{cr} = C_b \left[F_y - (0.3F_y) \left(\frac{L_b - L_p}{L_r - L_p} \right) \right] \leq F_y \quad (4.3-29)$$

③ $L_b > L_r$ 의 경우

$$F_{cr} = \frac{C_b \pi^2 E}{\left(\frac{L_b}{r_t} \right)^2} \leq F_y \quad (4.3-30)$$

여기서, L_p : 식 (4.3-17)에 따라 산정한다.

$$L_p = \pi r_t \sqrt{\frac{E}{0.7F_y}} \quad (4.3-31)$$

R_{pg} : 힘강도 감소계수

$$R_{pg} = 1 - \frac{a_w}{1200 + 300a_w} \left(\frac{h_c}{t_w} - 5.7 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \right) \leq 1.0 \quad (4.3-32)$$

여기서, a_w 는 식 (4.3-21)에 따라 산정하며 10을 초과할 수 없다. r_t 는 4.3.2.1.1.4에 제시된 횡좌굴에 대한 유효단면2차반경이다.

(3) 압축플랜지 국부좌굴강도

$$M_n = R_{pg} F_{cr} S_{xc} \quad (4.3-33)$$

- ① 조밀단면 플랜지를 갖는 단면의 경우에는 압축플랜지 국부좌굴강도를 산정하지 않는다.
- ② 비조밀단면 플랜지를 갖는 단면의 경우

$$F_{cr} = \left[F_y - (0.3F_y) \left(\frac{\lambda - \lambda_{pf}}{\lambda_{rf} - \lambda_{pf}} \right) \right] \quad (4.3-34)$$

- ③ 세장판 단면플랜지를 갖는 단면의 경우

$$F_{cr} = \frac{0.9Ek_c}{\left(\frac{b_f}{2t_f} \right)^2} \quad (4.3-35)$$

여기서, $k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}}$, $0.35 \leq k_c \leq 0.76$

$$\lambda = \frac{b_{fc}}{2t_{fc}}$$

$\lambda_{pf} = \lambda_p$: 표 4.3-2의 조밀단면 플랜지 한계 폭두께비

$\lambda_{rf} = \lambda_r$: 표 4.3-2의 비조밀단면 플랜지 한계 폭두께비

h : 압연강재의 경우 모살 또는 코너반경을 제외한 플랜지 간 순거리, 조립단면의 경우
파스너선 사이의 거리 또는 용접한 경우에는 플랜지 간 순거리 (mm)

t_w : 웨브두께 (mm)

(4) 인장플랜지 항복강도

- ① $S_{xt} \geq S_{xc}$ 의 경우 인장플랜지 항복강도를 산정하지 않는다.
- ② $S_{xt} < S_{xc}$ 의 경우

$$M_n = F_y S_{xt} \quad (4.3-36)$$

4.3.2.1.1.6 약축 힘을 받는 H형강 또는 ㄷ형강 부재

이 조항은 약축에 힘을 받는 H형강 또는 ㄷ형강 부재에 적용한다. 공칭휨강도 M_n 은 항복강도(소성모멘트) 및 플랜지 국부좌굴강도 중 최솟값으로 한다.

(1) 항복강도

$$M_n = M_p = F_y Z_y \leq 1.6F_y S_y \quad (4.3-37)$$

여기서, Z_y : 약축에 대한 소성단면계수 (mm^3)

S_y : 약축에 대한 탄성단면계수 (mm^3)