

## 제 7 장 강구조

### 7.1 일반사항

이 장은 강재를 이용한 지진력 저항시스템을 갖고 있는 기존 건축물의 내진성능평가에 적용한다. 이 장의 요구사항은 구조시스템에 설치된 강재, 보강된 강재, 기존 건축물의 구조시스템에 추가된 신설 강재에 적용한다.

[해설]

이 장에서 다루는 강재를 이용한 지진력저항시스템에는 합성구조시스템을 포함하지 않는다. 이는 합성부재의 선형절차 및 비선형절차를 위한 해석모델 및 허용기준이 명확하게 규정되어 있지 않기 때문이다. 합성부재의 내진성능평가를 위해서는 4.5의 절차에 따른 실험을 통해 모델링변수 및 허용기준을 산정할 필요가 있다.

### 7.2 재료강도 및 상태평가

#### 7.2.1 재료강도

- (1) 모재와 접합재의 재료 항복강도와 인장강도의 정보를 확보해야 한다.
- (2) 강재의 재료강도는 대상 건축물의 시공상태를 고려하고 설계도서에 따라야 한다.
- (3) 설계도서에 강종만 명기되어 있는 경우, 표 7.2.1을 설계기준강도로 본다. 기대강도는 설계기준강도에 표 7.2.2의 계수를 곱하여 결정한다. 즉, 기대항복강도는 설계기준 항복강도에  $R_y$ 를 곱한 값을 사용하고, 기대인장강도는 설계기준 인장강도에  $R_t$ 를 곱한 값을 사용한다.
- (4) 설계도서가 없거나 설계도서에 재료강도 및 강종이 명기되어 있지 않은 경우, 현장조건의 표본을 채취하여 재료강도시험을 통해 결정하여야 한다. 표본의 채취 및 시험 방법은 다음 요구사항에 따른다.
  - ① 지진력 저항시스템의 부재와 연결재 종별로 1개 이상의 표본을 채취한다. 연결재는 리벳이나 볼트를 의미한다.
  - ② 표본 채취에 의해 저감된 단면 강도가 소요강도(설계하중) 이상을 유지할 수 있는 위치에서 표본을 채취한다. 저감된 단면 강도가 소요강도(설계하중) 미만인 위치에서 표본을 채취할 경우, 표본에 의한 단면 손실 부분을 보수해야 한다.
  - ③ 리벳이나 볼트와 같은 연결재를 표본으로 제거한 경우, 동등한 연결재를 바로 재설치해야 한다.
  - ④ 재료 강도시험 방법은 한국산업규격(KS)에 따른다.재료시험을 실시한 경우, 설계기준강도는 1.2.2에 따라 결정한다.
- (5) 설계도서가 없거나 설계도서에 재료강도 및 강종이 명기되어 있지 않은 경우, 보와 기둥의 강종을 표 7.2.1의 SS400으로 간주하여 설계기준강도를 산정할 수 있다. 다만, 기대재료강도는 설계기준강도에 1.1을 곱한 값으로 한다.

표 7.2.1 주요 구조용 강재의 설계기준강도, MPa

강재종별	$F_y$			$F_u$	$F_y$	$F_u$
	40mm 이하	40mm 초과 75mm 이하	75mm 초과 100mm 이하	100mm 이하	80mm 이하	80mm 이하
SS400 SM400 SN400 SMA400	235	215	215	400	-	-
SHN400	235	235	-	400	-	-
SS490	275	255	-	490	-	-
SM490 SMA490	315	295	295	490	-	-
SN490	325	295	295	490	-	-
SHN490	325	325	-	490	-	-
SM520 (SM490Y)	355	335	325	520 (490)	-	-
SS540	390	-	-	540	-	-
SM570 SMA570	450	430	420	570	-	-
SM490TMC	-	-	-	-	315	490
SM520TMC	-	-	-	-	355	520
SM570TMC	-	-	-	-	450	570
HSA800	-	-	-	-	650	800

표 7.2.2 설계기준강도에서 기대강도로 변환하는 계수

적용		$R_y$	$R_t$
구조용 압연형강 및 냉간가공재	KS D 3503 SS400 KS D 3530 SSC400 KS D 3558 SWH400 KS D 3566 STK400, STK490 KS D 3568 SPSR400, SPSR490 KS D 3632 STKN400, STKN490	1.3	1.2
	KS D 3515 SM400, SM490, SM520 KS D 3864 SPAR295, SPAP235, SPAP325 KS D 4108 SCW 490-CF	1.2	1.2
	KS D 3861 SN400, SN490 KS D 3866 SHN400, SHN490	1.1	1.1
플레이트	KS D 3503 SS400	1.3	1.2
	KS D 3515 SM490, SM490TMC, SM520 SM520TMC, SM570, SM570TMC, SMA400, SMA490, SMA570	1.2	1.2
	KS D 3861 SN400, SN490 KS D 5994 HSA800	1.1	1.1

[해설]

(3) 설계기준강도와 명칭이 다른 새로운 KS강재를 2018년 1월 1일부터 시설물에 적용해야 한다. 표 7.2.1과 표 7.2.2의 강재는 2018년 이전에 건축구조기준에서 허용된 KS 주요 구조용 강재이다. 이 요령에서는 과거 강재를 적용한 강구조물을 위하여 표를 제시하였으며, 새로운 KS 강재를 적용한 강구조물을 위해서는 KDS 41 31 00 건축물 강구조 설계기준을 참고하도록 한다.

(5) 설계도서가 없거나 설계도서에 재료강도 및 강종이 명기되어 있지 않은 경우, 현장조건의

## 기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

재료시험을 통해서 결정하는 것이 원칙이다. 강종을 모를 경우, 이 요령에서는 과거에 주요 구조 부재인 보와 기둥에 사용된 강종으로 보수적으로 SS400을 간주하고, 모든 구조부재의 재료 강도를 SS400에 해당하는 설계기준강도를 사용할 수 있도록 제시하였다. 또한, 변형지배거동을 위한 기대강도 산정을 위한 계수를 보수적으로 1.1로 제시하였다. 다만 책임기술자 또는 구조기술사가 판단하여 해당연도에 많이 쓰이는 보수적인 강종을 선택할 수도 있다.

### 7.2.2 상태평가

- (1) 녹, 부식, 화재에 의한 손상 등의 환경적 효과 또는 과적, 피로 등의 하중 효과로 인해 부재 및 접합부의 결함 또는 변질 여부를 평가해야 한다. 여기서 용접 접합부의 용접 결함을 포함한다.
- (2) 구조 부재 및 접합부의 상태 및 부재와 접합부 사이의 하중 경로 연속성을 검증해야 한다.
- (3) 상태평가 결과 손상 또는 결함이 없는 경우, 설계도면에 있는 부재 단면을 사용한다.
- (4) 손상 또는 결함이 있는 경우, 단면 손실을 정량적으로 측정해야 하며, 구조역학 원리에 따라 단면 성질을 저감해야 한다.

## 7.3 평가 요구사항

### 7.3.1 부재

- (1) 시스템별 부재의 강성 및 강도는 원칙적으로 건축구조기준에 따라 산정한다.
- (2) 선형절차 및 비선형절차의 경우, 부재 강도는 다음을 고려하여 산정한다.
  - ① 변형지배거동 부재의 강도를 산정할 경우, 재료의 기대강도를 적용한다.
  - ② 힘지배거동 부재의 강도를 산정할 경우, 재료의 설계기준강도를 적용한다.
  - ③ 강도감소계수의 적용은 4.1.8의 일반 원칙에 따른다.
- (3) 선형절차 및 비선형절차의 경우, 변형지배거동을 하는 부재의 변형 능력을 위한 허용기준은 7.4에서 7.5에 따라 산정한다.

### 7.3.2 기초 연결

- (1) 강재와 콘크리트의 접합부는 5장과 7장의 규정에 따라, 변형지배거동 또는 힘지배거동의 분류와 강도를 결정한다.
- (2) 강재와 콘크리트의 접합부 강도는 강재 부재 강도, 접합플레이트 강도, 앵커볼트 강도 한계상태에 대하여 산정된 최솟값이어야 한다.
- (3) 기둥 베이스 플레이트 강도는 다음 한계상태에 기반하여 산정된 최소 강도로 한다.
  - ① 용접 또는 볼트의 기대강도
  - ② 콘크리트 기대지지력
  - ③ 베이스 플레이트 기대항복강도
- (4) 기둥 베이스 플레이트와 콘크리트의 앵커볼트 접합부 강도는 다음 한계상태에 대하여 산정된 강도 중 최솟값으로 한다.
  - ① 앵커볼트의 전단항복강도 또는 인장항복강도

② 앵커볼트와 콘크리트 사이의 부착 손실

③ 콘크리트 파괴

각 한계상태에 대한 앵커볼트 강도는 콘크리트구조기준에 따라 산정하며, 강도감소계수의 적용은 4.1.8의 일반 원칙에 따른다.

(5) 기둥 베이스 접합부의 한계상태가 콘크리트에 의한 앵커볼트 파괴모드에 좌우될 때, 힘지배거동으로 간주하여야 한다.

### 7.3.3 철골 지붕 또는 철골 증축부

(1) 콘크리트가 아닌 경량마감재로 마감되는 철골 지붕의 경우, 강체 다이아프램(diaphragm)으로 모델링하여서는 안 된다. 다이아프램 역할을 하는 경량패널, 데크플레이트 또는 가새를 직접 모델링하거나 다이아프램의 적절한 강성을 포함하여 평가해야 한다.

(2) 철골 지붕의 보와 철골 증축부의 기둥을 모델링하여 평가해야 한다.

(3) 강제 보와 경량패널 또는 데크 플레이트 사이의 접합부 내진성능을 평가해야 한다.

(4) 철골 증축부의 경우, 강제 기둥과 기존 구조물 사이의 접합부 내진성능을 평가해야 한다.

## 7.4 철골모멘트골조

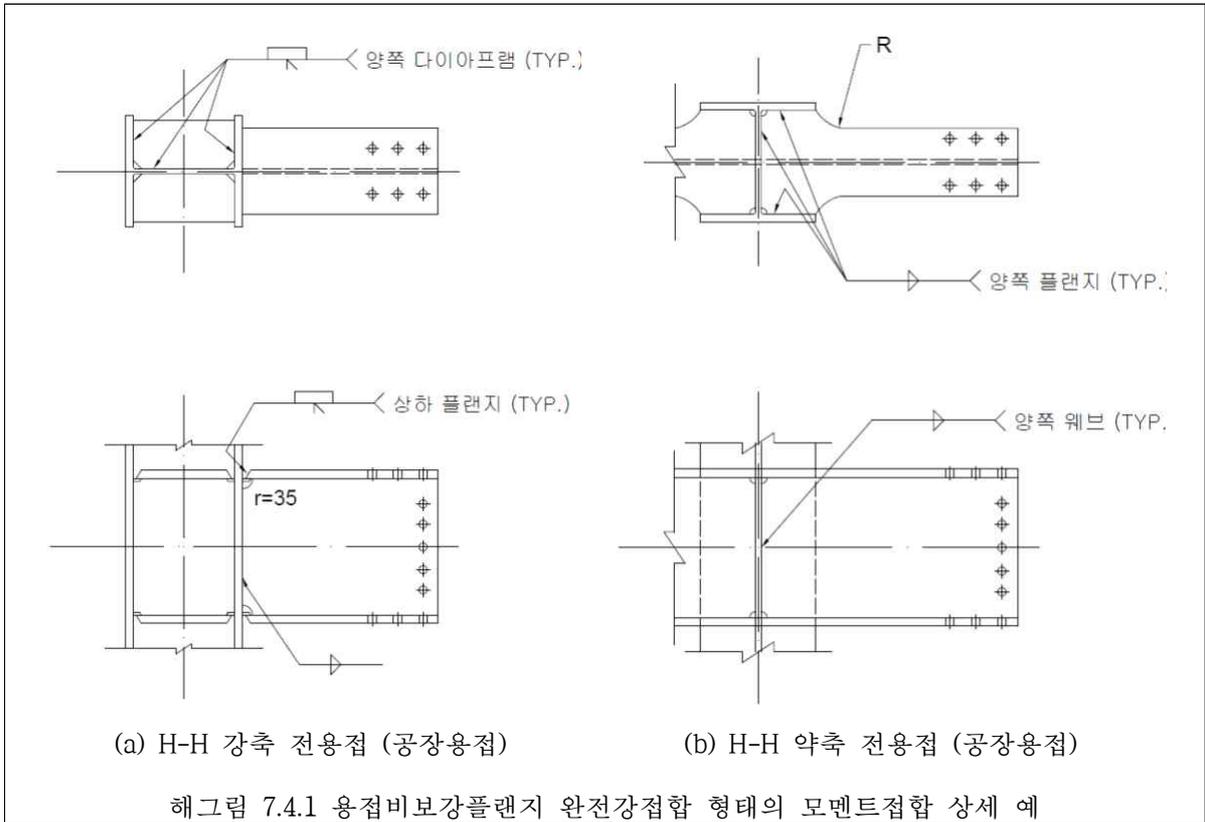
### 7.4.1 일반사항

(1) 이 장은 완전강접합 형태의 접합부를 가진 철골모멘트골조에 적용하며, 이 장에 규정되지 않은 사항은 건축구조기준의 철골모멘트골조 설계 조항에 따른다.

(2) 완전강접합 형태의 모멘트접합은 대표적으로 다음의 접합부 형식을 갖는다: 용접비보강플랜지(welded unreinforced flange, WUF); 보플랜지절취형(reduced beam section, RBS); 용접하부헌지(welded bottom haunch).

#### [해설]

국내 현장에서 적용하는 대표적인 완전강접합 형태의 모멘트접합은 표준접합상세를 참조한다. 국내에서 가장 많이 사용하는 컬럼트리(브라킷)형식 용접비보강플랜지 접합부 상세는 해그림 7.4.1과 같다.



(3)(2)항에 포함되지 않는 접합부를 가진 모멘트골조의 경우, 패널존 변형을 제외한 접합부 변형이 골조의 전체 횡변형에 10 %이상 기여하지 않고, 접합부가 연결된 부재 중 약한 부재 이상으로 강하면 완전강접합으로 분류할 수 있다.

## 7.4.2 해석모델

### 7.4.2.1 선형절차

- (1) 부재(보, 기둥), 패널존 및 접합부의 강성은 구조역학 원칙에 기반하고 건축구조기준의 규정에 따른다.
- (2) 축 및 전단에 대한 합성단면
  - ① 강재단면이 콘크리트에 완전 매입된 부재의 경우, 지진시에도 콘크리트가 박락되지 않게 횡보 강철근으로 충분히 구속되어 있는 경우 합성단면으로 볼 수 있다.
  - ② 콘크리트부분이 최소한 3면 이상, 혹은 외곽둘레의 75 %이상 강재 부재요소로 구속된 경우에도 합성효과를 인정할 수 있다.
- (3) 합성단면의 휨강성
  - ① 강재 단면이 콘크리트에 완전 매입된 부재의 경우, 휨강성 산정시 합성단면으로 볼 수 있다.
  - ② 그러나 콘크리트와 강재 사이에 성능수준별 허용기준에 적합한 전단전달기구가 확보되지 않은 경우, 고려하는 합성단면의 폭은 강재 단면 플랜지의 폭보다 크지 않아야 하며 슬래브 부분을 포함할 수 없다.
- (4) 패널존
  - ① 패널존의 강성을 고려해야 할 경우, 해석모델에 패널존 요소를 추가하여 해석하거나 또는 패널

존의 강성을 고려하여 보 부재의 휨강성을 조정하여 해석할 수 있다.

- ② 패널존의 기대전단강도가 기둥-보 접합면에서 보의 휨강도 이상이며, 패널존의 강성이 보 휨강성의 10배 이상일 경우 패널존 모델링을 하지 않아도 된다. 이 경우 보 유효길이의 감소를 고려하기 위해 기둥 중심선에서 기둥-보 접합면까지 강제오프셋(rigid offset)을 사용하여 강체로 모델링할 수 있다.

(5) 접합부

- ① 접합부의 소성힌지가 기둥면에서 이격하여 보 부재에서 발생하도록 접합부를 의도적으로 보강한 경우가 아닌 한, 접합부의 강성을 해석모델에 포함할 필요는 없다.
- ② 접합부를 보강한 경우, 기둥면에서부터 소성힌지 발생 위치까지 구간의 보는 강체로 모델링하여야 한다.

### 7.4.2.2 비선형절차

(1) 비선형절차를 적용할 경우, 다음의 기준을 적용한다.

- ① 보-기둥 부재가  $P > 0.5P_y$  인 경우, 탄성부재의 휨강성  $EI_c$ 에 건축구조기준에 따른  $\tau_b$ 를 적용하여 수정해야 한다.
- ② 보와 보-기둥의 비선형 모멘트-곡률 관계 및 상호작용 관계로 소성화를 나타내야 한다.
- ③ 해석 결과 패널존이 탄성인 경우를 제외하고, 패널존의 비선형 거동을 수치모델에 포함해야 한다.

(2) 완전강접합모멘트골조의 부재들에 그림 7.4.1과 같은 힘-변형 곡선을 사용한다. 그림 7.4.1에서  $Q$ 는 부재 하중이고  $Q_y$ 는 부재 기대강도이다. 보와 기둥의 경우,  $\theta$ 는 보/기둥의 총 (탄성+소성) 회전각,  $\theta_y$ 는 항복 회전각,  $\Delta$ 는 총 변위,  $\Delta_y$ 는 항복변위이다. 패널존의 경우,  $\theta$ ,  $\theta_y$ 는 전단변형각 (radian)이다.

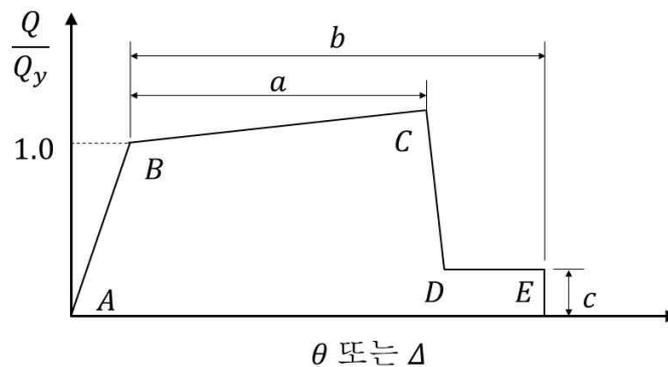


그림 7.4.1 강제 부재의 힘과 변형 관계

- ① 여기서 변수 a, b, c는 표 7.4.2에 정의되어 있다.
- ② 또한, 다음과 같이 부재의 변형률경화를 고려할 수 있다.
  - 1) 보 및 기둥의 변형률경화 구간 기울기는 탄성구간 기울기의 3%로 적용하며, 실험에 의해 증명된 경우 이보다 더 큰 값을 사용할 수 있다.
  - 2) 패널존 항복이 발생하는 경우, 패널존의 변형률경화 구간 기울기는 탄성구간 기울기의 6%로 적용하며, 실험에 의해 증명된 경우 이보다 더 큰 값을 사용할 수 있다.

## 기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

(3) 보의 총 회전각  $\theta$ 은 그림 7.4.2와 같이 현회전각(chord rotation)으로 정의된다. 현회전각은 항복회전각  $\theta_y$ 에 소성회전각을 더하여 산정하거나, 층간변위각과 동일하게 간주할 수 있다.

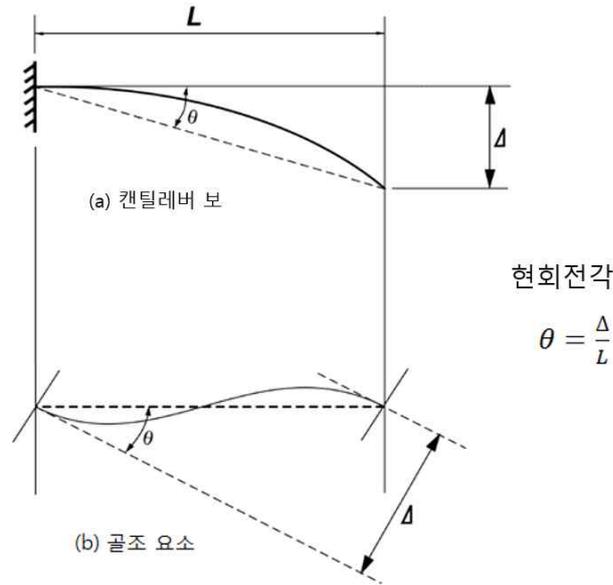


그림 7.4.2 현회전각의 정의

(4) 변곡점이 보/기둥 중간에 발생하는 경우, 항복회전각( $\theta_y$ )은 다음과 같이 산정할 수 있다.

$$\text{보} : \theta_y = \frac{ZF_{ye} l_b}{6EI_b} \quad (7.4.1)$$

$$\text{기둥} : \theta_y = \frac{Zf_{ye} l_c}{6EI_c} \left(1 - \frac{P}{P_{ye}}\right) \quad (7.4.2)$$

(5) 부재별 기대강도( $Q_{CE}$ )는 재료의 기대강도를 사용하여 구한 값으로 다음과 같이 산정할 수 있다.

$$\text{보} : Q_{CE} = M_{CE} = ZF_{ye} \quad (7.4.3)$$

$$\text{기둥} : Q_{CE} = M_{CE} = 1.18ZF_{ye} \left(1 - \frac{P}{P_{ye}}\right) \leq ZF_{ye} \quad (7.4.4)$$

$$\text{패널존} : Q_{CE} = V_{CE} = 0.55F_{ye} d_c t_p \quad (7.4.5)$$

여기서,

$d_c$ : 기둥 깊이

$E$ : 탄성계수

$F_{ye}$  : 재료의 기대항복강도

$I_b$  : 보의 단면 2차 모멘트

$I_c$  : 기둥의 단면 2차 모멘트

$l_b$  : 보 길이

$l_c$  : 기둥 길이

$M_{CE}$  : 기대휨강도

$P$  : 비선형 정적해석의 경우, 성능점(혹은 목표변위)에서 부재에 작용하는 축력, 선형해석의 경우, 힘지배거동 하중조합( $Q_{UF}$ )에 의한 축력

$P_{ye}$  : 부재의 기대축항복강도 :  $A_g F_{ye}$

$t_p$  : 보강판을 포함한 패널존 총 두께

$V_{CE}$  : 기대전단강도

$Z$  : 소성단면계수

### 7.4.3 강도

선형절차 및 비선형절차의 경우, 부재 강도는 각각 7.4.3.1과 7.4.3.2의 요구조건에 따른다.

#### 7.4.3.1 선형절차

(1) 보

축하중이 축강도의 10% 이하인 경우, 휨을 받는 부재의 강도는 다음에 따라 산정한다.

- ① 휨부재의 기대휨강도  $Q_{CE}$ 는 건축구조기준의 설계강도 식을 이용하여 결정한다. 다만, 저항계수를 1.0으로 하고, 재료항복강도에  $F_y$  대신  $F_{ye}$ 를 적용한다.
- ② 보 및 기타 휨지배 부재의 기대강도  $Q_{CE}$ 는 항복, 횡비틀림좌굴, 플랜지 국부좌굴, 웹 전단항복의 한계상태에 대하여 산정한 강도 중 최솟값이어야 한다.
- ③ 조밀단면의 2축대칭 강재보의 경우,  $L_b < L_p$ 이면 강축에 대한 기대휨강도  $Q_{CE}$ 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$Q_{CE} = M_{CE} = ZF_{ye} \quad (7.4.6)$$

- ④ 지진시에도 콘크리트가 박락되지 않을 정도로 구속철근이 충분한 콘크리트 완전매입형 합성보인 경우, 압축플랜지 폭  $b_f = 0$ 과 비지지길이  $L_b = 0$ 을 사용한다. 약축에 대해 휨을 받거나 콘크리트 완전매입형 부재의 경우, 지진시에도 콘크리트가 박락되지 않을 정도로 구속철근이 충분하면, 국부좌굴과 횡비틀림좌굴 한계상태를 고려할 필요가 없다.
- ⑤ 비보강 웹의 전단강도가 보의 강도를 지배하고  $h/t_w \leq 2.46\sqrt{E/F_y}$ 인 경우,  $V_{CE}$ 는 다음과

## 기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

같이 산정한다.

$$Q_{CE} = V_{CE} = 0.6 F_{ye} A_w \quad (7.4.7)$$

$h/t_w > 418/\sqrt{F_y}$ 인 경우, 건축구조기준에 따라  $V_{CE}$ 를 산정한다.

### (2) 기둥

축하중이 축강도의 10 %를 초과하는 경우, 휨과 축력을 받는 부재의 강도는 다음에 따라 산정한다.

- ① 압축력을 받는 기둥의 공칭강도  $Q_{CL}$ 는 기둥좌굴, 플랜지 국부좌굴, 웨브 국부좌굴 한계상태에 대하여 산정한 강도 중 최솟값으로 한다. 공칭압축강도  $P_{CL}$ 은 건축구조기준에 따라 산정한다. 이 때, 저항계수를 1.0으로 하고, 재료강도로 공칭항복강도(설계기준 항복강도)를 사용한다.
- ② 기둥에 인장력이 작용할 경우, 기둥의 기대인장강도  $T_{CE}$ 는 다음과 따라 산정한다.

$$Q_{CE} = T_{CE} = A_c F_{ye} \quad (7.4.8)$$

여기서,

$A_c$  : 기둥 단면적

### (3) 패널존

패널존의 강도는 식 (7.4.5)를 사용하여 산정한다.

## 7.4.3.2 비선형절차

- (1) 비선형정적절차의 경우, 그림 7.4.1과 같은 완전한 부재별 하중-변위 관계를 결정해야 한다. 부재별 기대강도  $Q_{CE}$ 는 선형절차와 동일한 값을 사용한다.
- (2) 비선형동적절차의 경우, 실험 또는 건축구조기준에서 인정하는 기타 방법을 통해 완전한 부재별 이력거동을 결정해야 한다.

## 7.4.4 허용기준

선형절차 및 비선형절차의 경우, 허용기준은 각각 7.4.4.1 및 7.4.4.2의 요구조건에 따른다.

### 7.4.4.1 선형절차

선형절차의 부재별 허용기준은 표 7.4.1과 같다.

#### (1) 보

- ① 작용하는 축력이 축강도의 10 % 이하인 경우, 보의 휨과 전단거동은 변형지배거동으로 본다.
- ② 용접조립(built-up)형강인 경우, 인장가새에 대한 규정을 사용하여 레이싱(lacing) 플레이트의 적

질성을 평가하여야 한다.

- ③ 강재가 콘크리트에 완전히 매립되어 있으며 지진시에도 박리되지 않을 정도로 적절한 횡보강근에 의해 콘크리트가 구속되어 있을 경우,  $b_f=0$  및  $L_p=0$  으로 보고  $m$  계수를 산정한다.
- ④ 횡비틀림좌굴로 인해 기대강도가  $ZF_{ye}$  보다 작은 경우, 부재별 허용기준은 표 7.4.1에 의한  $m$  대신에 다음의  $m_e$ 를 사용하여 판정한다.

$$m_e = m - (m-1) \frac{M_p - M_n}{M_p - M_r} \geq 1.0 \quad (7.4.9)$$

- ⑤ 전단을 전달하는 레이싱 플레이트의 강도가 지배하는 용접조립형강의 경우, 표 7.4.1에 있는  $m$  값에 0.5를 곱하여 적용한다. 그러나  $0.5 \times m$ 이 1.0 미만이면 1.0을 적용한다.

(2) 기둥

압축과 휨 조합력을 받는 기둥은 비틀림좌굴이 발생하지 않도록 건축구조기준에 따라 횡지지가 존재해야 한다.

- ① 압축력과 휨을 동시에 받는 기둥에 작용하는 압축력이 공칭압축강도  $P_{CL}$ 의 50 % 이하인 경우, 휨은 변형지배거동으로, 압축은 힘지배거동으로 보고, 다음 식에 따라 조합강도를 평가한다.

$$0.2 \leq \frac{P_{UF}}{P_{CL}} \leq 0.5 \text{ 일 때 } \frac{P_{UF}}{P_{CL}} + \frac{8}{9} \left[ \frac{M_x}{m_x M_{CEx}} + \frac{M_y}{m_y M_{CEy}} \right] \leq 1.0 \quad (7.4.10)$$

$$\frac{P_{UF}}{P_{CL}} < 0.2 \text{ 일 때 } \frac{P_{UF}}{2P_{CL}} + \frac{M_x}{m_x M_{CEx}} + \frac{M_y}{m_y M_{CEy}} \leq 1.0 \quad (7.4.11)$$

- ② 기둥에 작용하는 압축력이 공칭압축강도  $P_{CL}$ 의 50 %를 초과한 경우, 휨과 압축 모두를 힘지배거동으로 보고, 다음 식에 따라 조합강도를 평가한다.

$$\frac{P_{UF}}{P_{CL}} + \frac{M_{UFx}}{M_{CLx}} + \frac{M_{UFy}}{M_{CLy}} \leq 1.0 \quad (7.4.12)$$

- ③ 기둥에 작용하는 인장은 변형지배거동으로 본다. 인장과 휨이 동시에 작용하는 경우, 인장과 휨 모두 변형지배거동으로 본다. 다음 식에 의해 기둥을 평가한다.

$$\frac{T}{m_t T_{CE}} + \frac{M_x}{m_x M_{CEx}} + \frac{M_y}{m_y M_{CEy}} \leq 1.0 \quad (7.4.13)$$

여기서,

## 기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

$P_{UF}$	: 힘지배 거동시의 하중조합에 의한 압축하중
$P_{CL}$	: 공칭압축강도
$M_x$	: 변형지배 거동시의 하중조합에 의한 x방향 휨모멘트
$M_y$	: 변형지배 거동시의 하중조합에 의한 y방향 휨모멘트
$M_{CEx}$	: 기둥의 x축방향 기대휨강도
$M_{CEy}$	: 기둥의 y축방향 기대휨강도
$m_x$	: 표 7.4.1에 의한 m 계수(x방향)
$m_y$	: 표 7.4.1에 의한 m 계수(y방향)
$m_t$	: 표 7.4.1에 의한 m 계수(순수인장력)
$M_{UFx}$	: 힘지배 거동시의 하중조합에 의한 x방향 휨모멘트
$M_{UFy}$	: 힘지배 거동시의 하중조합에 의한 y방향 휨모멘트
$M_{CLx}$	: 기둥의 x축방향 공칭 휨강도
$M_{CLy}$	: 기둥의 y축방향 공칭 휨강도
$T$	: 인장하중
$T_{CE}$	: 기둥의 기대인장강도

### (3) 패널존

패널존 전단은 변형지배거동으로 간주하여, 패널존 기대전단강도를 산정하고 표 7.4.1에서 구한 m 계수를 사용하여 평가한다.

### (4) 완전강접 보-기둥 접합부

- 1) 완전강접 보-기둥 접합부, 즉 강접합된 보와 기둥이 만나는 면의 거동은 변형지배거동으로 본다.
- 2) 보-기둥 접합부의 허용조건은 연속판의 상세, 패널존의 강도, 보 순경간 길이-깊이 비, 보의 웨브와 플랜지의 폭-두께비 등 4가지의 조건을 고려하여 표 7.4.1에 의한 m 계수를 다음과 같이 수정한다. 각 조건에 의한 수정은 모두 누가하여 산정하나 m 계수가 1.0 이하일 필요는 없다.

#### ① 연속판 상세

다음 중 하나 이상의 조건을 만족하지 못할 경우 표 7.4.1에 의한 m계수의 값에 0.8을 곱한다.

$$a) t_{cf} \geq \frac{b_{bf}}{5.2}$$

$$b) \frac{b_{bf}}{7} < t_{cf} < \frac{b_{bf}}{5.2} \text{ 및 } t \geq \frac{t_{bf}}{2} \text{ 인 연속판}$$

$$c) t_{cf} < \frac{b_{bf}}{7} \text{ 그리고 } t \geq \frac{t_{bf}}{2} \text{ 인 연속판}$$

② 패널존 강도

다음 조건을 만족하지 못할 경우 표 7.4.1에 의한 m계수의 값에 0.8을 곱한다.

$$0.6 \leq \frac{V_{PZ}}{V_y} \leq 0.9 \quad (7.4.14)$$

여기서,  $V_y = 0.55F_{yec} d_c t_{cw}$  이고  $V_{PZ}$  = 접합부에서 위험 단면에 힌지가 발생했을 때 패널존에 작용하는 전단력의 크기이다. 패널존 기둥면에서의 보의 기대항복강도  $M_{ye}$ 에 대해  $V_{PZ}$ 는 다음과 같다.

$$V_{PZ} = \sum \frac{M_{ye}^{beam}}{d_b} \left( \frac{L}{L-d_c} \right) \left( \frac{h-d_b}{h} \right) \quad (7.4.15)$$

③ 보 순경간 길이-깊이 비

보의 순경간길이-깊이 비,  $L_c/d$ 가 10보다 클 경우, 표 7.4.1에 의한 m계수의 값에  $1.4 - 0.04(L_c/d)$ 을 곱한다.

④ 보 플랜지 및 웨브의 폭-두께비

보 플랜지 및 웨브의 폭-두께비가 다음 조건을 모두 만족할 경우, 표 7.4.1에 의한 m 계수의 값은 수정하지 않고 사용할 수 있다.

$$\frac{b}{t_f} \leq 0.3 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}, \quad \frac{h}{t_w} \leq 2.46 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} \quad (7.4.16)$$

그러나 보 플랜지 혹은 웨브의 폭-두께비가 다음 식에 해당할 경우 표 7.4.1에 의한 m계수의 값에 0.5를 곱하여 사용한다.

$$\frac{b}{t_f} > 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}}, \quad \frac{h}{t_w} > 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} \quad (7.4.17)$$

두 수식 사이의 값일 경우 수정계수는 직선보간을 통해 구하고 플랜지 혹은 웨브의 폭-두께비에 의한 수정계수값 중 작은 값을 사용한다. 보의 항복 위치가 기둥과 면하는 부분으로부터 이격되도록 설계한 강접합 보-기둥 접합부는 힘지배거동으로 보고 다음 식에 따라 검토한다.

$$Q_{CLc} \geq Q_{CEb} \quad (7.4.18)$$

여기서,

$Q_{CLc}$  : 접합부의 최소 강도

$Q_{CEb}$  : 보의 기대휨강도

## 기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

표 7.4.1 철골완전강접모멘트골조의 m 계수

부재 및 조건	거주가능	1차부재		2차부재	
		인명안전	붕괴방지	인명안전	붕괴방지
보-휨					
$b_f/2t_f \leq 0.3\sqrt{E/F_{ye}}$ 및 $h/t_w \leq 2.45\sqrt{E/F_{ye}}$	2	6	8	10	12
$b_f/2t_f > 0.38\sqrt{E/F_{ye}}$ 또는 $h/t_w > 3.76\sqrt{E/F_{ye}}$	1.25	2	3	3	4
기타	플랜지와 웨브 폭두께비에 대하여 사이값은 각각 직선보간 후, 작은 값을 사용한다.				
기둥-휨 <sup>1),2)</sup>					
$P < 0.2P_{CL}$ 인 경우 <sup>5)</sup>					
$b_f/2t_f \leq 0.3\sqrt{E/F_{ye}}$ 및 $h/t_w \leq 1.76\sqrt{E/F_{ye}}$	2	6	8	10	12
$b_f/2t_f > 0.38\sqrt{E/F_{ye}}$ 또는 $h/t_w > 2.7\sqrt{E/F_{ye}}$	1.25	1.25	2	2	3
기타	플랜지와 웨브 폭두께비에 대하여 사이값은 각각 직선보간 후, 작은 값을 사용한다.				
$0.2P_{CL} \leq P \leq 0.5P_{CL}$ 인 경우					
$b_f/2t_f \leq 0.3\sqrt{E/F_{ye}}$ 및 $h/t_w \leq 1.53\sqrt{E/F_{ye}}$	1.25	$9 k_p$ <sup>3)</sup>	$12 k_p$	$15 k_p$	$18 k_p$
$b_f/2t_f > 0.38\sqrt{E/F_{ye}}$ 또는 $h/t_w > 2.35\sqrt{E/F_{ye}}$	1.25	1.25	1.5	2	2
기타	플랜지와 웨브 폭두께비에 대하여 사이값은 각각 직선보간 후, 작은 값을 사용한다.				
기둥 패널존					
전단	1.5	8	11	12	12
철골완전강접모멘트접합부					
전용접 접합부 또는 웨브볼트 플랜지현장용접 접합부 <sup>4)</sup>	1	4.3-0.033 <i>d</i>	3.9-0.0017 <i>d</i>	4.3-0.0019 <i>d</i>	5.5-0.0025 <i>d</i>
보플랜지절취형(RBS) 접합부 <sup>4)</sup>	2.2-0.000 3 <i>d</i>	4.9-0.001 <i>d</i>	6.2-0.0012 <i>d</i>	6.5-0.001 <i>d</i>	8.4-0.0012 <i>d</i>
용접하부현치 접합부	2.3	3.1	3.8	4.6	5.9
용접상하부현치 접합부	2.4	3.1	3.9	4.7	6.0

1) 각형강관 기둥의 경우,  $b_f/2t_f \leq 0.3\sqrt{E/F_{ye}}$  대신  $b/t \leq 0.64\sqrt{E/F_{ye}}$  를 사용하고,

$b_f/2t_f > 0.38\sqrt{E/F_{ye}}$  대신  $b/t \leq 1.12\sqrt{E/F_{ye}}$  를 사용한다.

2)  $P > 0.5P_{CL}$ 인 기둥은 힘지배거동으로 간주한다.

3) 휨면내에서  $k_p = 1 - (5/3)(P/P_{CL})$

4) *d* : 보 깊이, mm

5) 기둥에 인장력 발생 시 " $P < 0.2P_{CL}$ "로 m계수 적용

### 7.4.4.2 비선형절차

부재별 소성회전변형의 허용기준은 표 7.4.2와 같다.

(1) 보

- ① 보의 휨 거동은 변형지배거동으로 간주한다. 표 7.4.2의  $\theta_y$ 는 7.4.2.2에 제시된 방법을 따라 산정한다.
- ② 보 단부의 소성힌지는 표 7.4.2에서 제시하는 보를 위한 모델링 변수와 접합부를 위한 모델링 변수 중 보다 작은 변형 능력을 나타내는 값에 따른다. 보 단부의 소성힌지 허용기준도 상응하는 값을 따른다.

(2) 기둥

- ① 기둥의 압축 거동은 힘지배거동으로 보며, 공칭압축강도  $P_{CL}$ 은 7.4.3.1절에 따라 산정한다.
- ② 성능점(혹은 목표변위)에서 기둥에 작용하는 압축력이 공칭압축강도  $P_{CL}$ 의 50 % 미만인 경우, 기둥의 휨은 변형지배거동으로 간주하고, 최대 허용소성회전각은 표 7.4.2에 따른다.
- ③ 성능점(혹은 목표변위)에서 기둥에 작용하는 압축력이 공칭압축강도  $P_{CL}$ 의 50 % 이상인 경우, 기둥의 휨은 힘지배거동으로 간주하고, 식 (7.4.12)에 따라 평가한다.

(3) 패널존

패널존의 소성회전각은 표 7.4.2의 허용기준을 적용하여 평가한다.

(4) 접합부

완전강접 보-기둥 접합부, 즉 강접합된 보와 기둥이 만나는 면의 허용조건은 연속판의 상세, 패널존의 강도, 보 순경간 길이-깊이 비, 보의 웨브와 플랜지의 폭-두께비 등 4가지의 조건을 고려하여 표 7.4.2에 의한 허용기준을 다음과 같이 수정한다. 각 조건에 의한 수정은 모두 누가하여 산정한다.

① 연속판 상세

다음 중 하나 이상의 조건을 만족하지 못할 경우 표 7.4.2에 의한 허용소성회전각의 값에 0.8을 곱한다.

- a)  $t_{cf} \geq \frac{b_{bf}}{5.2}$
- b)  $\frac{b_{bf}}{7} < t_{cf} < \frac{b_{bf}}{5.2}$  및  $t \geq \frac{t_{bf}}{2}$ 인 연속판
- c)  $t_{cf} < \frac{b_{bf}}{7}$  그리고  $t \geq t_{bf}$ 인 연속판

② 패널존 강도

다음 조건을 만족하지 못할 경우 표 7.4.2에 의한 허용소성회전각의 값에 0.8을 곱한다.

$$0.6 \leq \frac{V_{PZ}}{V_y} \leq 0.9 \tag{7.4.19}$$

## 기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

여기서  $V_y = 0.55F_{yec} d_c t_{cw}$  이고  $V_{PZ}$ 는 접합부에서 위험 단면에 힌지가 발생했을 때 패널존에 작용하는 전단력의 크기이다. 패널존 기둥면에서의 보의 기대항복강도  $M_{ye}$ 에 대해  $V_{PZ}$ 는 다음과 같다.

$$V_{PZ} = \sum \frac{M_{ye}^{beam}}{d_b} \left( \frac{L}{L-d_c} \right) \left( \frac{h-d_b}{h} \right) \quad (7.4.20)$$

### ③ 보 순경간 길이-깊이 비

보의 순경간 길이-깊이 비,  $L_c/d_c$ ,가 8 미만일 경우 표 7.4.2에 의한 허용소성회전각의 값에  $0.5^{[(8-L_c/d_c)/3]}$ 을 곱한다.

### ④ 보 플랜지 및 웨브의 폭-두께비

보 플랜지 및 웨브의 폭-두께비가 다음 조건을 모두 만족할 경우 표 7.4.2에 의한 허용소성회전각의 값은 수정하지 않고 사용할 수 있다.

$$\frac{b}{t_f} \leq 0.3 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} , \frac{h}{t_w} \leq 2.46 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} \quad (7.4.21)$$

그러나 보 플랜지 혹은 웨브의 폭-두께비가 다음 수식 중 하나라도 아래 식에 해당하면, 표 7.4.2에 의한 허용소성회전각의 값에 0.5를 곱하여 사용한다.

$$\frac{b}{t_f} > 0.38 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} , \frac{h}{t_w} > 3.76 \sqrt{\frac{E}{F_{ye}}} \quad (7.4.22)$$

두 수식 사이의 값일 경우 수정계수는 직선보간을 통해 구하고 플랜지 혹은 웨브의 폭-두께비에 의한 수정계수 값 중 작은 값을 사용한다.

보의 항복 위치가 기둥과 면하는 부분으로부터 이격되도록 설계한 강접합 보-기둥 접합부는 힘 지배거동으로 간주하고, 보-기둥 접합부 최소 강도가 보의 기대휨강도보다 크음을 평가해야 한다.

표 7.4.2 철골 완전강접모멘트 접합부의 비선형 모델링 주요 변수 및 허용기준

	모델링 변수			허용기준 (소성회전각, rad)		
	소성회전각 (rad.)		잔류 강도비 c	거주가능	인명안전	붕괴방지
	a	b				
<b>보 - 휨</b>						
$b_f/2t_f \leq 0.3 \sqrt{E/F_{ye}}$ 및 $h/t_w \leq 2.45 \sqrt{E/F_{ye}}$	$9\theta_y$	$11\theta_y$	0.6	$\theta_y$	$9\theta_y$	$11\theta_y$
$b_f/2t_f > 0.38 \sqrt{E/F_{ye}}$ 또는 $h/t_w > 3.76 \sqrt{E/F_{ye}}$	$4\theta_y$	$6\theta_y$	0.2	$0.25\theta_y$	$3\theta_y$	$4\theta_y$
기타	플랜지와 웨브 폭두께비에 대하여 사이값은 각각 직선보간 후, 작은 값을 사용한다.					
기둥-휨 <sup>1,2)</sup>						
$P < 0.2P_{CL}$ 인 경우						
$b_f/2t_f \leq 0.3 \sqrt{E/F_{ye}}$ 및 $h/t_w \leq 1.76 \sqrt{E/F_{ye}}$	$9\theta_y$	$11\theta_y$	0.6	$\theta_y$	$9\theta_y$	$11\theta_y$
$b_f/2t_f > 0.38 \sqrt{E/F_{ye}}$ 또는 $h/t_w > 2.7 \sqrt{E/F_{ye}}$	$4\theta_y$	$6\theta_y$	0.2	$0.25\theta_y$	$3\theta_y$	$4\theta_y$
기타	플랜지와 웨브 폭두께비에 대하여 사이값은 각각 직선보간 후, 작은 값을 사용한다.					
$0.2P_{CL} \leq P \leq 0.5P_{CL}$ 인 경우						
$b_f/2t_f \leq 0.3 \sqrt{E/F_{ye}}$ 및 $h/t_w \leq 1.53 \sqrt{E/F_{ye}}$	$11 k_p^3 \theta_y$	$17 k_p \theta_y$	0.2	$0.25\theta_y$	$8 k_p \theta_y$	$11 k_p \theta_y$
$b_f/2t_f > 0.38 \sqrt{E/F_{ye}}$ 또는 $h/t_w > 2.35 \sqrt{E/F_{ye}}$	$1\theta_y$	$1.5\theta_y$	0.2	$0.25\theta_y$	$1.2\theta_y$	$1.2\theta_y$
기타	플랜지와 웨브 폭두께비에 대하여 사이값은 각각 직선보간 후, 작은 값을 사용한다.					
기둥 패널존						
	$12\theta_y$	$12\theta_y$	1.0	$\theta_y$	$12\theta_y$	$12\theta_y$
<b>철골완전강접모멘트접합부</b>						
전용접 접합부 또는 웹볼트 플랜지 현장용접 접합부 <sup>4)</sup>	0.051 $-5.1 \times 10^{-5}$ d	0.043 $-2.4 \times 10^{-5}$ d	0.2	0.026 $-2.6 \times 10^{-5}$ d	0.0323 $-1.8 \times 10^{-5}$ d	0.043 $-2.4 \times 10^{-5}$ d
보플랜지절취형(RBS) 접합부 <sup>4)</sup>	0.050 $-1.2 \times 10^{-5}$ d	0.070 $-1.2 \times 10^{-5}$ d	0.2	0.025 $-0.6 \times 10^{-5}$ d	0.0525 $-0.9 \times 10^{-5}$ d	0.07 $-1.2 \times 10^{-5}$ d
용접하부현치 접합부	0.027	0.047	0.2	0.014	0.0353	0.047
용접상하부현치 접합부	0.028	0.048	0.2	0.014	0.0360	0.048

- 1) 각형강관 기둥의 경우,  $b_f/2t_f \leq 0.3 \sqrt{E/F_{ye}}$  대신  $b/t \leq 0.64 \sqrt{E/F_{ye}}$  를 사용하고,  
 $b_f/2t_f > 0.38 \sqrt{E/F_{ye}}$  대신  $b/t \leq 1.12 \sqrt{E/F_{ye}}$  를 사용한다.
- 2)  $P > 0.5P_{CL}$ 인 기둥은 힘지배거동으로 간주한다.
- 3) 휨면내에서  $k_p = 1 - (5/3)(P/P_{CL})$ , P : 성능점에서의 축력
- 4) d : 보 깊이, mm

### 7.5 철골 중심가새골조

#### 7.5.1 일반사항

- (1) 이 절에서는 중심가새골조의 모델링 절차와 허용기준을 다룬다.
- (2) 철골 중심가새골조는 보, 기둥, 가새 및 접합부를 포함한다.

#### 7.5.2 해석모델

##### 7.5.2.1 선형절차

- (1) 축면적, 전단면적 및 단면2차모멘트는 완전강접모멘트골조에 대해 규정된 7.4.2.1에 따라 산정한다.
- (2) 완전강접모멘트접합부는 7.4.2.1에 따라 모델링한다.
- (3) 가새는 7.4.2.1에 규정된 기둥으로 모델링한다.
- (4) 상세 모델이 가능하지 않으면, 거셋플레이트는 강체로 모델링한다.
- (5) 기초가 고정단입을 역학적으로 증명할 수 없으면, 기초는 휨강성이 없는 힌지로 모델링한다.

##### 7.5.2.2 비선형절차

- (1) 비선형정적절차
  - ① 탄성부재의 물성치는 7.5.2.1에 따라 모델링한다.
  - ② 완전강접모멘트접합부를 가진 보와 기둥의 비선형 모멘트-회전 변형 거동은 7.4.2.2에 따라 모델링한다.
  - ③ 가새는 주된 축방향 효과와 부차적인 휨효과를 고려하여, 가새 중앙에 소성힌지를 가진 기둥으로 모델링한다. 실험 또는 고급해석으로부터 유도된 관계 대신, 그림 7.4.1과 같이 가새의 비선형 축하중-축변형 거동을 소성힌지에 모델링한다. 이 때, 모델링 변수는 표 7.5.2에 정의되어 있다.
- (2) 비선형동적절차
  - ① 각 부재의 전체 이력 거동은 실험 또는 기타 승인된 방법에 기반하여야 한다. 실험자료가 없으면, 7.5.2.2 (1)에서 묘사된 힘-변위 포락곡선을 모델링하고 이력 법칙을 적용할 수 있다. 이력하중 및 변위 경로는 힘-변위 포락곡선을 벗어나서는 안 된다. 부재별로 제하 및 재하시 강성 및 강도 저감이 발생하는 특성을 이력곡선 모델링에 실질적으로 반영하여야 한다.

#### 7.5.3 강도

선형절차 및 비선형절차의 경우, 각각 7.5.3.1 및 7.5.3.2의 요구조건에 따른다.

##### 7.5.3.1 선형절차

- (1) 압축력을 받는 가새의 기대강도  $Q_{CE}$ 는 부재좌굴 또는 국부좌굴 한계상태에 대하여 산정된 강도 중 최솟값으로 한다. 유효설계강도  $P_{CE}$ 는 건축구조기준에 따라 산정한다. 이 때, 저항계수  $\phi=1.0$ 를 사용하고, 재료항복강도로 기대항복강도  $F_{ye}$ 를 사용한다.

- (2) X-형 가새골조인 경우, 일반적으로 두 가새 중앙에서 거셋플레이트로 연결되므로, 가새 유효길이는 거셋플레이트를 제외한 가새 전체 길이의 0.5배로 한다. 기타 가새골조(쉐브론, V형, 단일가새 등)인 경우, 가새 길이는 가새 단부에서 단부까지의 길이로 한다.
- (3) 인장력을 받는 가새의 기대강도  $Q_{CE}$ 는 7.4.3.1의 기둥과 같이 산정한다.
- (4) 보와 기둥의 기대강도  $Q_{CE}$  및 공칭강도  $Q_{CL}$ 는 7.4.3.1에 따라 완전강접모멘트골조의 보와 기둥과 같이 산정한다. 축강도의 10 %를 초과하는 축하중을 받는 보의 강도는 완전강접모멘트골조 기둥과 같이 산정한다.
- (5) 접합부의 공칭강도는 건축구조기준에 따라 산정한다. 이 때, 저항계수  $\phi=1.0$ 를 사용하고, 재료항복강도로 공칭항복강도  $F_y$ 를 사용한다.

### 7.5.3.2 비선형절차

- (1) 비선형정적절차의 경우, 부재별 힘-변위 관계는 7.5.2.2에 따라 결정한다. 접합부 기대강도  $Q_{CE}$ 는 선형절차와 동일한 값을 사용한다.
- (2) 비선형동적절차의 경우, 실험 또는 건축구조기준에서 인정하는 기타 방법을 통해 완전한 부재별 이력거동을 결정해야 한다.

## 7.5.4 허용기준

선형절차 및 비선형절차의 경우, 허용기준은 다음 사항과 각각 7.5.4.1 및 7.5.4.2의 요구조건에 따른다.

- (1) 가새의 축방향 압축과 인장은 변형지배거동으로 간주한다.
- (2) 축강도의 10 %를 초과하는 축하중을 받는 보와 기둥의 거동은 7.4.4의 완전강접모멘트골조의 기둥과 동일한 기준으로 힘지배거동 또는 변형지배거동으로 판단한다.
- (3) 명시적으로 접합부 모델링이 없거나 접합부가 안정적인 연성을 확보하고 있다는 실험적 증명이 없는 경우, 거셋플레이트, 볼트, 용접, 기타 연결부를 포함한 가새 접합부에 작용하는 압축, 인장, 전단, 휨은 힘지배거동으로 간주한다.

### 7.5.4.1 선형절차

- (1) 선형절차를 위한 부재별 허용기준은 표 7.5.1과 같다.
- (2) V형 또는 역V형 가새골조의 보, 접합부, 지지부재는 중력하중조합의 비균형적 하중효과를 저항하기 위해 힘지배거동으로 평가한다. 비균형 하중효과는 인장 가새의 기대항복강도와 압축 가새 기대압축강도의 30 %를 사용하여 산정한다.

### 7.5.4.2 비선형절차

비선형절차를 위한 접합부별 모델링변수와 허용기준은 표 7.5.2와 같다.

# 기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

표 7.5.1 철골 중심가새골조의 m 계수

부재 및 조건			거주 가능	1차부재		2차부재		
				인명 안전	붕괴 방지	인명 안전	붕괴 방지	
압 축  가 새	$\frac{KL}{r} \geq 4.2 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	H형강, 쌍꺾형강 면내좌굴 <sup>2)</sup> , 쌍꺾형강 면내좌굴 <sup>2)</sup>	1.25	6	8	7	9	
		쌍꺾형강 면외좌굴 <sup>2)</sup> , 쌍꺾형강 면외좌굴 <sup>2)</sup>	1.25	5	7	6	8	
		강관(HSS 구조용강재) 파이프(그 밖의 강관) 꺾형강	1.25	5	7	6	8	
	$\frac{KL}{r} \leq 2.1 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	H형강, 쌍꺾형강 면내좌굴 <sup>2)</sup> , 쌍꺾형강 면내좌굴 <sup>2)</sup>	1.25	5	7	6	8	
		쌍꺾형강 면외좌굴 <sup>2)</sup> , 쌍꺾형강 면외좌굴 <sup>2)</sup>	1.25	4	6	5	7	
		강관(HSS 구조용강재) 파이프(그 밖의 강관)	1.25	4	6	5	7	
	중간			세장과 콤팩트 보정후 값들을 직선보간한다.				
	인장 가새 <sup>4)</sup>			1.25	5 <sup>1),5)</sup>	7 <sup>1),5)</sup>	8 <sup>1),6)</sup>	10 <sup>1),6)</sup>
	인장을 받는 보, 기둥			1.25	3	5	6	7

- 1) 건축구조기준의 철골특수중심가새골조를 위한 접합부 요구조건을 만족하지 않는 경우, 허용기준에 0.8을 곱한다.
- 2) 건축구조기준의 철골특수중심가새골조를 위한 조립가새부재의 단속긴결재 요구조건을 만족하지 않는 경우, 허용기준에 0.5를 곱한다.
- 3) 가새 단면이 건축구조기준의 강구조 내진설계에 있는 내진조밀단면이나 콘크리트충전 단면인 경우에 이 허용기준을 적용한다. 가새단면이 비조밀단면인 경우 허용기준에 0.5를 곱한다. 내진조밀단면과 비조밀단면 사이의 단면을 가진 가새의 경우, 직선보간을 통해 결정한 값을 허용기준에 곱한다.
- 4) 인장만 받는 가새의 경우, m 계수를 2.0으로 나눈다. 그러나 1.25보다 작을 필요는 없다.
- 5) 쌍꺾형강, 강관, 파이프, 단일꺾형강의 경우, m 계수에 0.8을 곱한다.
- 6) 쌍꺾형강, 강관, 파이프, 단일꺾형강의 경우, m 계수에 0.7을 곱한다.

표 7.5.2 철골 중심가새골조의 비선형 모델링 변수 및 허용기준

부재 및 조건		모델링 주요변수			허용기준 (소성회전각, rad.)			
		소성변형		잔류 강도비 c	거주 가능	인명 안전	붕괴 방지	
		a	b					
압축	세장한 가새 $\frac{KL}{r} \geq 4.2 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	H형강, 쌍꺾형강 면내좌굴 <sup>3)</sup> , 쌍꺾형강 면내좌굴 <sup>3)</sup>	0.5 $\Delta_c$	10 $\Delta_c$	0.3	0.5 $\Delta_c$	8 $\Delta_c$	10 $\Delta_c$
		쌍꺾형강 면외좌굴 <sup>3)</sup> , 쌍꺾형강 면외좌굴 <sup>3)</sup>	0.5 $\Delta_c$	9 $\Delta_c$	0.3	0.5 $\Delta_c$	7 $\Delta_c$	9 $\Delta_c$
		강관(HSS 구조용강재) 파이프(그 밖의 강관)	0.5 $\Delta_c$	9 $\Delta_c$	0.3	0.5 $\Delta_c$	7 $\Delta_c$	9 $\Delta_c$
		단일꺾형강	0.5 $\Delta_c$	12 $\Delta_c$	0.3	0.5 $\Delta_c$	9 $\Delta_c$	12 $\Delta_c$
		가새	H형강, 쌍꺾형강 면내좌굴 <sup>3)</sup> , 쌍꺾형강 면내좌굴 <sup>3)</sup>	1 $\Delta_c$	8 $\Delta_c$	0.5	0.5 $\Delta_c$	7 $\Delta_c$
1),2)	짧은 가새 <sup>4)</sup> $\frac{KL}{r} \leq 2.1 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$	쌍꺾형강 면외좌굴 <sup>3)</sup> , 쌍꺾형강 면외좌굴 <sup>3)</sup>	1 $\Delta_c$	7 $\Delta_c$	0.5	0.5 $\Delta_c$	6 $\Delta_c$	7 $\Delta_c$
		강관, 파이프	1 $\Delta_c$	7 $\Delta_c$	0.5	0.5 $\Delta_c$	6 $\Delta_c$	7 $\Delta_c$
		중간	직선보간					
인장 가새 <sup>5),6),7)</sup>	H형강	10 $\Delta_T$	13 $\Delta_T$	0.6	0.5 $\Delta_T$	10 $\Delta_T$	13 $\Delta_T$	
	쌍꺾형강	9 $\Delta_T$	12 $\Delta_T$	0.6	0.5 $\Delta_T$	9 $\Delta_T$	12 $\Delta_T$	
	강관(HSS 구조용강재)	9 $\Delta_T$	11 $\Delta_T$	0.6	0.5 $\Delta_T$	8 $\Delta_T$	11 $\Delta_T$	
	파이프(그 밖의 강관)	8 $\Delta_T$	9 $\Delta_T$	0.6	0.5 $\Delta_T$	7 $\Delta_T$	9 $\Delta_T$	
	단일꺾형강	10 $\Delta_T$	11 $\Delta_T$	0.6	0.5 $\Delta_T$	8 $\Delta_T$	10 $\Delta_T$	
인장을 받는 보, 기둥 <sup>5)</sup>		5 $\Delta_T$	7 $\Delta_T$	1.0	0.5 $\Delta_T$	6 $\Delta_T$	7 $\Delta_T$	

- 1)  $\Delta_c$ 는 기대좌굴하중에서의 축방향 변형이다.
- 2) 건축구조기준의 철골특수중심가새골조를 위한 접합부 요구조건을 만족하지 않는 경우, 허용기준에 0.8을 곱한다. 다만, 접합부와 그 거동이 모델에 명시적으로 포함되어 있으면 허용기준을 그대로 사용할 수 있다.
- 3) 건축구조기준의 철골특수중심가새골조를 위한 조립가새부재의 단속긴결재 요구조건을 만족하지 않는 경우, 모델링 변수 a, b와 허용기준에 0.5를 곱한다.
- 4) 가새 단면이 건축구조기준의 강구조 내진설계에 있는 내진조밀단면이나 콘크리트충전 단면인 경우에 이 모델링 변수와 허용기준을 적용한다. 가새단면이 비조밀단면인 경우 허용기준에 0.5를 곱한다. 내진조밀단면과 비조밀단면 사이의 단면을 가진 가새의 경우, 직선보간을 통해 결정한 값을 허용기준에 곱한다..
- 5)  $\Delta_T$ 는 기대인장항복하중에서의 축방향 변형이다.
- 6) 인장만 받는 가새의 경우, 허용기준을 2.0으로 나눈다. 로드가새인 경우, 인장을 받는 파이프에 해당하는 모델링 변수와 허용기준을 사용하나, 허용기준을 2.0으로 나눈다.
- 7) 건축구조기준의 철골특수중심가새골조를 위한 접합부 요구조건을 만족하지 않는 경우, “거주가능”을 제외한 허용기준에 0.8을 곱한다. 다만, 접합부와 그 거동이 모델에 명시적으로 포함되어 있으면 허용기준을 그대로 사용할 수 있다.

### 7.6 경량지붕다이아프램

- (1) 콘크리트가 아닌 경량마감재로 마감되는 지붕의 경우 다이아프램 역할을 하는 경량패널, 테크플레이트, 또는 가새와 지진력저항시스템간의 접합부는 내진성능을 확보해야 한다.
- (2) 수직의 지진력 저항시스템이 비탄성 연성거동을 발현할 때 다이아프램과 접합부는 탄성상태를 유지해야 한다.
- (3) 지진력 저항시스템과의 접합부는 용접이나 파스너로 접합되어야 하며, 다이아프램의 전단력을 수직의 지진력 저항시스템으로 전달할 수 있는 성능을 확보하여야 한다.
- (4) 경량패널 또는 테크의 유닛이 다이아프램역할을 하는 것으로 설계할 경우, 길이방향 조인트(연결부)는 다이아프램 전단력 전달성능을 확보하여야 한다.
- (5) 지붕 아래 수평가새골조 또는 인장 로드(rod) 가새가 설치된 경우, 테크플레이트와 수평가새가 다이아프램의 전단력을 적절히 분배하는지 확인하고, 이를 고려하여 평가하여야 한다. 단, 수평가새가 다이아프램역할을 100 % 수행하는 것으로 설계할 경우는 다이아프램의 전단력을 적절히 분배하는지 확인하지 않아도 된다.
  - ① 수평가새의 경사는 지붕 경사와 동일해야 한다.
  - ② 수평가새는 기존 골조에 용접 또는 볼트 접합되어야 한다. 거셋플레이트의 유무는 선택적이다.
  - ③ 지붕에 설치된 인장 로드(rod) 가새는 턴버클들이 클레비스(clevis) 핀으로 연결된 로드들로 구성된다. 클레비스 핀은 양쪽 단부에 설치되어야 하고 거셋플레이트에 볼트접합되어야 한다. 거셋플레이트는 강재보나 기둥, 벽체에 접합되어야 하며, 접합부의 강도는 로드 강도를 발현할 수 있어야 한다.