

KDS 41 33 04 : 2016

목구조 부재설계

2016년 6월 30일 제정
<http://www.k30csc.re.kr>



국토교통부

건설기준 제·개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 제·개정 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 건축 구조물 및 공작물 등의 구조설계에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
건축구조설계기준	• 건축구조 설계기준 제정	제정 (2005.4.5.)
건축구조설계기준	• 재검토기한 신설 등 개정	개정 (2009.8.27.)
건축구조기준	• 부분 개정	개정 (2009.12)
건축구조기준	• 재검토기한의 연도 수정 등 개정	개정 (2013.12)
건축구조기준	• 특정한 지형조건의 기본지상적설하중 등 개정	개정 (2015.10)
건축구조기준	• 성능설계법 도입 및 돌발상황에 의한 하중 추가 등 기준 전반에 대한 최근 연구결과 및 개선된 공법 반영	개정 (2016.5)
KDS 41 33 04 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)

제 정 : 2016년 6월 30일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

소관부서 : 국토교통부 건축정책과

관련단체 (작성기관) : 대한건축학회

개 정 : 년 월 일

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 부재설계	1
1.1 일반사항	1
1.2 인장부재	2
1.3 압축부재	2
1.4 휨부재	5
1.5 휨과 축하중의 조합	11
1.6 지압설계	12
1.7 수평하중저항구조의 설계	13

목구조 부재설계

1. 부재설계

1.1 일반사항

1.1.1 적용범위

이 기준은 KDS 41 33 01에서 다루는 모든 구조용목재와 접합부에 적용한다. 구조용목재와 접합부는 본 기준의 설계허용응력을 초과하지 않고, 작용하는 하중을 전달하기에 충분한 크기와 내력을 갖도록 한다.

1.1.2 순단면적

- (1) 순단면적은 구멍파기와 홈파기, 면파기, 따냄 등의 방법에 따라 제거되는 부재의 투영면적을 산정된 총단면적에서 뺀 값이다. 순단면적은 압축부재에 대한 1.3.1의 기준을 제외하고는 모두 부재의 하중전달능력을 산정하는데 이용한다. 위험순단면에서 부재에 적용되는 편심하중의 영향을 고려한다.
- (2) 엇갈리게 배열된 볼트와 드립트볼트, 드립트핀, 래그나사못을 갖는 접합부에 섬유방향 하중이 작용할 경우, 인접한 열에 있는 파스너의 섬유방향간격이 파스너지름의 4배보다 작을 때, 인접한 파스너는 동일한 위험단면에 있는 것으로 간주한다.
- (3) 스프리트링이나 전단플레이트 접합부에서의 순단면적은 부재의 총단면적으로부터 볼트구멍 및 스프리트링이나 전단플레이트의 홈 등에 대한 투영면적을 뺀 면적이다. 스프리트링이나 전단플레이트가 엇갈리게 배열된 경우, 인접한 열에 있는 철물간의 섬유방향 간격이 철물지름과 같거나 이보다 작을 때, 인접철물은 동일한 위험단면에 있는 것으로 판단한다.

1.1.3 접합

접합부에서 구조부재와 파스너는 대칭이 되도록 배열한다. 대칭배열이 아닌 경우, 비대칭배열에 따라 유발되는 휨모멘트를 고려하여 설계한다. 접합부는 각 부재가 비례하는 응력을 받도록 설계한다.

1.1.4 장기처짐

2개 이상의 층이나 단면으로 구성된 골조부재에서는 설계 시 장기처짐의 영향을 고려한다 (1.4.4.2 참조).

목구조 부재설계

1.1.5 합성구조

목재-콘크리트 또는 목재-강재, 구조용목재-합판, 집성재-합판 등을 사용한 합성구조에서, 이 기준에 제시한 구조부재와 접합부에 대한 설계값을 사용하여 설계한다.

1.2 인장부재

1.2.1 섬유방향 인장응력

섬유방향의 실제인장응력은 순단면적에 근거하고(1.1.2 참조), 섬유방향 설계허용인장응력을 초과하지 않도록 설계한다.

$$f_t = \frac{P}{A} \leq F'_t \quad (1.2-1)$$

1.2.2 섬유직각방향 인장응력

인장부재는 섬유직각방향으로 인장응력이 발생하지 않도록 설계한다. 섬유직각방향 인장응력이 발생하는 인장부재는 모든 응력에 저항하도록 충분히 보강한다.

1.3 압축부재

1.3.1 일반사항

1.3.1.1 용어

이 장에서 기둥이라는 용어는 트러스의 일부를 구성하는 부재나 다른 구조성분을 포함하는 모든 형태의 압축부재를 지칭한다.

1.3.1.2 기둥의 분류

- (1) 단일기둥: 단일기둥은 단일부재로 사용되거나 여러 개의 부재를 접착제 등으로 접합하여 하나의 부재처럼 작용하도록 구성한 기둥이다.
- (2) 조립기둥: 조립기둥은 여러 개의 부재를 못 또는 볼트 등의 파스너로 접합하여 구성한 기둥이다.

1.3.1.3 섬유방향 압축응력

섬유방향 실제압축응력이 섬유방향 설계허용압축응력을 초과하지 않도록 설계한다. 즉,

$$f_c = \frac{P}{A} \leq F'_c \quad (1.3-1)$$

기둥 내에서 좌굴이 발생할 가능성이 많은 위험부분에서 단면이 감소할 때, f_c 의 산정은 순단면적에 근거하고, 그렇지 않을 경우 f_c 의 산정은 총단면적에 근거한다. 순단면적에 근거한 f_c 는 섬유방향 기준허용압축응력에 기둥안정계수를 제외한 모든 가능한 보정계수를 곱한 값을 초과하지 않도록 한다. 즉,

$$f_e \leq (F_c)(C_D)(C_M)(C_t)(C_F)(C_i) \quad (1.3-2)$$

1.3.1.4 편심하중 또는 조합응력

편심하중이나 휨과 축 하중의 조합응력을 받는 압축부재의 설계는 1.5에 의한다.

1.3.1.5 기둥가새

기둥가새는 풍하중 또는 기타 수평하중을 지지하기 위하여 필요한 곳에 설치한다.

1.3.2 기둥

1.3.2.1 기둥안정계수 C_p

- (1) 압축을 받는 부재가 모든 방향에서 횡방향변위를 막기 위하여 전체길이에 걸쳐 지지되면 $C_p = 1.0$ 이다.
- (2) 목재기둥에 대한 유효기둥길이는 구조역학의 원리에 따라 결정한다. 단부의 지지조건을 알 때 유효기둥길이를 결정하는 한 가지 방법은, 실제기둥길이에 표 1.3-1에 제시된 적절한 좌굴길이계수를 곱하는 것이다. 즉,

$$l_e = (K_e)(l) \quad (1.3-3)$$

- (3) 직사각형기둥에 대한 세장비 l_e/d 는 l_{e1}/d_1 와 l_{e2}/d_2 중에서 큰 값으로 결정한다. 여기서 각각의 비는 표 1.3-1에 있는 적절한 좌굴길이계수 K_e 에 따라 보정한다.
- (4) 기둥에 대한 세장비 l_e/d 는 50을 초과하지 않도록 한다. 단, 시공중에는 75를 초과하지 않도록 한다.
- (5) 기둥안정계수 C_p 는 다음과 같이 구한다.

$$C_p = \frac{1 + (F_{cE}/F_c^*)}{2c} - \sqrt{\left[\frac{1 + (F_{cE}/F_c^*)}{2c} \right]^2 - \frac{F_{cE}/F_c^*}{c}} \quad (1.3-4)$$

여기서, F_c^* = 기준허용압축응력에 C_p 를 제외한 모든 적용 가능한 보정계수를 곱한 값

$$F_{cE} = \frac{K_{cE} E'}{(l_e/d)^2} \quad (1.3-5)$$

$$K_{cE} = 0.510 - 0.839(COV_E) \quad (\text{표 1.3-2})$$

$$= 0.3 \text{ [육안등급구조재]}$$

$$= 0.418 \text{ [} COV_E \leq 0.11 \text{인 제품]}$$

$$c = 0.8 \text{ [구조용목재]}$$

$$= 0.9 \text{ [집성재]}$$

목구조 부재설계

표 1.3-1 좌굴길이계수, K_e

좌굴 형태						
K_e	0.65	0.80	1.2	1.0	2.1	2.4
단부의 지지 조건		회전, 이동 모두 고정				
		회전 자유, 이동 고정				
		회전 고정, 이동 자유				
		회전, 이동 모두 자유				

표 1.3-2 구조용목재와 집성재에 대한 탄성계수의 변이계수 (COV_E)

구 분	COV_E
육안등급구조재	0.25
기계등급구조재(MSR)	0.11
집성재	0.10

1.3.2.2 변단면기둥

한쪽 또는 양쪽 끝의 단면적이 줄어드는 직사각형기둥의 설계에서 기둥의 각 단면에 대한 적용 치수는 식 (1.3-6)으로 구한다.

$$d = d_{\min} + (d_{\max} - d_{\min}) \left[a - 0.15 \left(1 - \frac{d_{\min}}{d_{\max}} \right) \right] \quad (1.3-6)$$

여기서, $d_{\min}$ = 기둥단면의 최소치수

$d_{\max}$ = 기둥단면의 최대치수

지지조건

$a = 0.70$ [큰 단면쪽이 고정, 작은 단면쪽이 지지되지 않았거나 단순지지]

$a = 0.30$ [작은 단면쪽이 고정, 큰 단면쪽이 지지되지 않았거나 단순지지]

$a = 0.50$ [양쪽 다 단순지지이며, 한쪽으로 가늘어지는 경우]

$a = 0.70$ [양쪽 다 단순지지이며, 양쪽으로 가늘어지는 경우]

기타 모든 지지조건에 대하여

$$d = d_{\min} + (d_{\max} - d_{\min})(1/3) \quad (1.3-7)$$

f_c 나 C_p 의 산정은 적용치수 d 를 기초로 한다. 더욱이 변단면기둥의 임의 단면에서의 f_c 는 섬유 방향 기준허용압축응력에 기둥안정계수를 제외한 모든 적용 가능한 보정계수를 곱한 값을 초과하지 않도록 한다. 즉

$$f_c \leq (F_c)(C_D)(C_M)(C_t)(C_i) \quad (1.3-8)$$

1.3.2.3 원형기둥

원형기둥의 설계는 동일한 단면적과 경사를 갖는 정사각형기둥 설계에 따른다.

1.4 휨부재

1.4.1 일반사항

1.4.1.1 휨부재의 경간

단순보와 연속보, 캔틸레버보에서 경간은 양지점의 안쪽측면거리에 각 지점에서 필요한 지압길이의 1/2을 더한 값으로 한다.

1.4.1.2 집중하중의 횡방향분배

큰 집중하중을 받는 휨부재는 마루바닥에 따라 그와 평행한 방향으로, 인접한 휨부재에 그 하중이 전달되므로 설계모멘트와 수직전단력을 구할 때 이를 고려한다.

1.4.1.3 따냄

- (1) 휨부재의 따냄은 가능한 한 피하며, 특히 부재의 인장측에서의 따냄을 피한다. 각진 따냄 대신에 완만한 경사로 따내어 응력집중을 피하도록 한다.
- (2) 휨부재를 다음과 같은 치수로 따낼 경우 휨부재의 강성에는 영향이 없는 것으로 한다.
 따냄깊이 $\leq (1/6)(\text{보의 두께})$
 따냄길이 $\leq (1/3)(\text{보의 두께})$
- (3) 제재목에서 따냄깊이는 제재목휨부재의 단부에서의 따냄을 제외하고는 부재 두께의 1/6을 초과하여서는 안 되며, 중간 1/3 부분에 위치하지 않도록 한다. 지점에서의 부재단부를 제외하고, 두께가 89 mm 이상인 제재목휨부재의 인장측은 따냄을 하지 않는다. 휨부재의 단부에서의 따냄은 휨강도에 직접적으로 영향을 주지 않는다.
- (4) 전단강도에 대한 따냄의 영향은 1.4.3.4를 참조한다.
- (5) 집성재에 있어서 부재가 지지되는 단부에서의 따냄을 제외하고는 집성재휨부재의 인장측에는 따냄을 하지 않으며, 단부에서도 따냄깊이가 부재 두께의 1/10을 초과하지 않도록 한다.

목구조 부재설계

부재의 단부를 제외하고는 집성재휨부재의 압축측에도 따냄이 허용되지 않으며, 단부에서도 따냄깊이가 부재 두께의 2/5를 넘지 않도록 한다. 압축측의 단부따냄은 경간의 1/3 위치까지 연장되지 않도록 한다.

예외규정 : 집성재휨부재의 단부에서 압축측 경사따냄은 부재두께의 2/3를 초과하지 않도록 하며, 그 길이는 부재두께의 3배를 초과하지 않도록 한다. 경사면이 경간의 1/3 위치까지 연장되는 경사보에 대하여는 특별한 설계기준이 요구된다.

1.4.2 휨

1.4.2.1 휨강도

휨응력은 설계허용휨응력을 초과하지 않도록 한다. 즉,

$$f_b \leq F'_b \quad (1.4-1)$$

1.4.2.2 휨설계식

(1) 휨모멘트 M 에 의한 휨응력은 식 (1.4-2)에 따라 산정한다.

$$f_b = \frac{M_c}{I} = \frac{M}{S} \quad (1.4-2)$$

직사각형단면의 휨부재에서는 나비 b 와 두께 d 에 따라 다음의 식이 성립한다.

$$f_b = \frac{M}{S} = \frac{6M}{bd^2} \quad (1.4-3)$$

(2) 중심에 중립축을 가진 직사각형단면의 휨부재에서

$$I = \frac{bd^3}{12} ; \text{단면2차모멘트} \quad (1.4-4)$$

$$S = \frac{I}{c} = \frac{bd^2}{6} ; \text{단면계수} \quad (1.4-5)$$

여기서, c = 단면의 중립축에서 연단까지의 거리

1.4.2.3 보안정계수 C_L

(1) 휨부재의 두께가 나비를 넘지 않을 때, 즉 $d \leq b$ 일 때 횡방향지지는 필요하지 않으며, $C_L=1.0$ 이다.

(2) 횡변위를 막기 위하여 휨부재의 압축측이 전체길이에 걸쳐 횡방향지지되어 있고 지점의 끝이 회전을 막기 위하여 횡방향지지되어 있을 때, $C_L=1.0$ 이다.

(3) 휨부재의 두께가 나비를 초과할 때, 즉 $d > b$ 일 때에는 지점에서의 회전과 횡변위를 막기 위하여 횡방향지지가 지점에 설치되어야 한다. 지점에 횡방향지지가 설치되어 있을 때, 휨부재

의 길이 전체에 대한 횡방향지지는 요구되지 않으며, 비지지길이 l_u 는 양지점 사이의 거리 혹은 캔틸레버의 길이이다. 휨부재가 회전이나 횡변위에 저항하기 위하여 단부뿐만 아니라 중간에도 횡방향지지가 설치되어 있다면 비지지길이 l_u 는 횡방향지지점 사이의 거리이다.

(4) 단일지간 휨부재 또는 캔틸레버 휨부재에서의 유효경간 l_e 는 표 1.4-1에 따른다.

(5) 휨부재의 세장비는 다음 식에 따라 산정하며, 그 값이 50을 초과하지 않도록 한다.

$$R_B = \sqrt{\frac{l_e d}{b^2}} \quad (1.4-6)$$

(6) 보안전계수 C_L 은 다음의 식으로 산정한다.

$$C_L = \frac{1 + (F_{bE}/F_b^*)}{1.9} - \sqrt{\left[\frac{1 + (F_{bE}/F_b^*)}{1.9} \right]^2 - \frac{F_{bE}/F_b^*}{0.95}} \quad (1.4-7)$$

여기서, F_b^* =기준허용휨응력에 C_{fu} , C_V , C_L 을 제외한 모든 적용 가능한 보정계수를 곱한 값

$$F_{bE} = \frac{K_{bE} E'}{R_B^2} \quad (1.4-8)$$

$$K_{bE} = 0.745 - 1.225(COV_E)$$

$$= 0.439 \text{ [육안등급구조재]}$$

$$= 0.610 \text{ [} COV_E \leq 0.11 \text{을 가지는 제품(표 1.3-2 참조)}]$$

(7) 양방향 휨을 받는 부재는 1.5.2에 따라 설계한다.

목구조 부재설계

표 1.4-1 휨부재의 유효길이, l_e

캔틸레버1)	$l_u/d < 7$ 일 때	$l_u/d \geq 7$ 일 때
등분포하중	$l_e = 1.33l_u$	$l_e = 0.90l_u + 3d$
비지지 단에서의 집중하중	$l_e = 1.87l_u$	$l_e = 1.44l_u + 3d$
단순보1), 2)	$l_u/d < 7$ 일 때	$l_u/d \geq 7$ 일 때
등분포하중	$l_e = 2.06l_u$	$l_e = 1.63l_u + 3d$
중간에 버팀지지점이 없고 중앙에 집중하중	$l_e = 1.80l_u$	$l_e = 1.37l_u + 3d$
중앙에 버팀지지점이 있고 중앙에 집중하중	$l_e = 1.11l_u$	
1/3점에 버팀지지점이 있고 1/3 점에 2개의 집중하중	$l_e = 1.68l_u$	
1/4점에 버팀지지점이 있고 1/4 점에 3개의 집중하중	$l_e = 1.54l_u$	
1/5점에 버팀지지점이 있고 1/5 점에 4개의 집중하중	$l_e = 1.68l_u$	
1/6점에 버팀지지점이 있고 1/6 점에 5개의 집중하중	$l_e = 1.73l_u$	
1/7점에 버팀지지점이 있고 1/7 점에 6개의 집중하중	$l_e = 1.78l_u$	
7개 이상의 집중하중과 각 하중점에 버팀지지	$l_e = 1.84l_u$	
단부모멘트	$l_e = 1.84l_u$	

주 1) 표 1.4-1에 규정되지 않은 하중상태를 가진 단순보 혹은 캔틸레버 휨부재에 대하여

$$l_e = 2.06l_u \quad (l_u/d < 7)$$

$$l_e = 1.63l_u + 3d \quad (7 \leq l_u/d \leq 14.3)$$

$$l_e = 1.84l_u \quad (l_u/d > 14.3)$$

2) 연속보의 경우 표의 값이나 구조해석에 기초하여 적용한다.

1.4.3 전단

1.4.3.1 섬유방향 전단강도

- (1) 휨부재의 임의 단면에서 실제 섬유방향 전단응력은 설계허용전단응력을 초과하지 않도록 한다. 즉,

$$f_v \leq F_v' \quad (1.4-9)$$

휨부재에서 섬유직각방향 전단응력에 대한 검토는 필요하지 않다.

- (2) 여기에 명시한 수직방향 지지점에서의 f_v 산정을 위한 전단설계절차는 제재목, 집성재 혹은 조립보와 같은 단일휨부재로 한정한다. 트러스의 웹, 현재와 같이 지지점에서 접합부를 가진 조립부재에 대한 전단설계는 실험이나 다른 기법에 의한다.

1.4.3.2 전단설계식

제재목 및 집성재가 휨응력을 받을 때, 섬유방향 전단응력은 다음 식에 따라 산정한다.

$$f_v = \frac{VQ}{Ib} \quad (1.4-10)$$

직사각형 단면의 휨부재에서 최대전단응력은 다음의 식으로 산정한다.

$$f_v = \frac{3 V}{2 b d} \quad (1.4-11)$$

1.4.3.3 휨부재에서 전단력(V)의 산정

- (1) 윗면에 작용하는 하중을 아랫면에서 완전히 지지하는 보에 대하여는 지지점으로부터 휨부재의 두께와 같은 거리 이내에 있는 모든 하중은 무시할 수 있다.
- (2) 가장 큰 단일이동하중은 휨부재의 지지점에서 두께와 같은 거리에 위치하도록 한다. 이때, 다른 하중과의 관계는 그대로 유지되며, 지지점으로부터 휨부재의 두께와 같은 거리 이내의 하중은 무시한다. 이러한 조건은 각 지지점에서 검토한다.
- (3) 크기가 같고 인접하는 2개 이상의 이동하중을 가지고 있을 때, 하중은 최대전단력 V 가 발생하는 지점에 위치시키고, 휨부재의 지지점에서 두께와 같은 거리 이내에 있는 하중은 무시한다.

1.4.3.4 따냄이 있는 휨부재의 전단설계

- (1) 직사각형 단면을 가지며 단부 인장측에서 따냄을 한 휨부재에서 섬유방향 전단응력은 다음 식에 따라 산정한다.

$$f_V = \left[\frac{3 V}{2 b d_n} \right] \left[\frac{d}{d_n} \right] \quad (1.4-12)$$

여기서, d = 휨부재의 두께

d_n = 따냄 부위의 부재 두께

V = 전단력(1.4.3.3에 주어진 경우는 제외)

- (2) 원형 단면을 갖고 단부의 인장측에서 따냄을 한 휨부재에서 섬유방향 전단응력은 다음 식에 의한다.

$$f_V = \left[\frac{3 V}{2 A_n} \right] \left[\frac{d}{d_n} \right] \quad (1.4-13)$$

여기서, A_n = 따냄을 한 부재의 단면적

- (3) 직사각형이나 원형 단면 이외의 단면을 가지고 단부의 인장측에 따냄을 한 휨부재에 대한 섬유방향 전단응력은 따냄에서 응력집중의 기존해석에 따른다.
- (4) 사각형 따냄과 비교하여 완만한 경사의 따냄은 따냄이 없는 휨부재에서 산정한 값과 근사하게 전단응력을 감소시킨다.
- (5) 휨부재가 단부의 압축측에 따냄이 있을 때 종방향 전단응력은 다음 식에 의한다.

목구조 부재설계

$$f_V = \frac{3 V}{2 b \left[d - \left(\frac{d - d_n}{d_n} \right) e \right]} \quad (1.4-14)$$

여기서, e = 지지점의 안쪽면에서 연장된 따냄까지의 거리. 따냄의 깊이보다 작거나 같아야 한다.

즉, $e \leq d_n$ 만약 $e > d_n$ 일 경우 d_n 은 식(1.4-10)에서의 f_V 의 산정에 사용한다.

d_n = 따냄을 하고 남은 부재의 두께

보의 단부가 경사져 있다면 지지점의 내부면으로부터 측정한다.

1.4.3.5 접합부에서 휨부재의 전단설계

(1) 휨부재의 접합부를 스프리트링 또는 전단플레이트, 래그나사못 등으로 고정할 때, 전단응력 f_v 는 다음과 같다(1.4.3.3에 주어진 경우는 제외).

① 접합부가 두께의 5배보다 작을 때, 섬유방향 전단응력은 다음 식에 의한다.

$$f_V = \left[\frac{3 V}{2 b d_e} \right] \left[\frac{d}{d_e} \right] \quad (1.4-15)$$

여기서, 스프리트링과 전단플레이트의 경우: d_e = 부재의 두께에서 하중을 받지 않는 부재측면과 스프리트링이나 전단플레이트의 가장 가까운 측면 사이의 거리를 뺀 값

볼트 및 래그나사못의 경우: d_e = 부재의 두께에서 하중을 받지 않는 부재측면과 볼트나 래그나사못 중심 사이의 거리를 뺀 값

실제 섬유방향 전단응력이 섬유방향 설계허용전단응력을 초과하지 않도록 한다. 즉,

$$f_V \leq F_V'$$

② 접합부가 적어도 두께의 5배일 때, 즉 $5d$ 일 때 전단응력은 다음 식에 의한다.

$$f_V = \left[\frac{3 V}{2 b d_e} \right] \quad (1.4-16)$$

부재의 감소된 두께 d_e 에 의하여 산정된 실제전단응력은 섬유방향 설계허용전단응력의 150%를 초과하지 않아야 한다. 더불어 부재의 종단면적에 기초한 전단응력은 설계허용전단응력을 초과하지 않도록 한다.

(2) 내부 파스너를 사용할 때 f_V 는 따냄이 있는 휨부재의 전단설계를 위한 1.4.3.4에 따라 산정한다.

1.4.4 처짐

1.4.4.1 처짐의 산정

설계에서 휨에 의한 처짐을 산정할 필요가 있을 때에는 이 기준의 허용탄성계수 E' 를 사용하여 산정한다. 보의 최대처짐은 활하중만 고려할 때에는 부재길이의 1/360, 활하중과 고정하중을 함께 고려할 때에는 1/240보다 작아야 한다.

1.4.4.2 장기하중

장기하중하에서 전체 처짐을 감소시킬 필요가 있을 때, 부재의 크기를 증가시켜 처짐에 대한 여분의 강성을 부여한다. 전체 처짐 Δ_T 는 다음과 같이 산정한다.

$$\Delta_T = K_{cr} \Delta_{LT} + \Delta_{ST} \quad (1.4-17)$$

여기서, K_{cr} (장기처짐계수) = 1.5 [집성재나 건조된 제재목]

= 2.0 [미건조제재목]

Δ_{LT} = 장기설계하중에 의한 처짐

Δ_{ST} = 단기설계하중에 의한 처짐

1.5 휨과 축하중의 조합

1.5.1 휨과 축인장

휨과 축인장이 조합된 하중을 받는 부재는 다음의 식 (1.5-1)과 식 (1.5-2)를 만족하도록 한다.

$$\frac{f_t}{F_t'} + \frac{f_b}{F_b^*} \quad (1.5-1)$$

$$\frac{f_b - f_t}{F_t^{**}} \quad (1.5-2)$$

여기서, $F_b^* \leq 1.0$: 기준허용휨응력에 C_L 을 제외한 모든 적용 가능한 보정계수를 곱한 값

$F_t^{**} \leq 1.0$: 기준허용휨응력에 C_V 을 제외한 모든 적용 가능한 보정계수를 곱한 값

1.5.2 휨과 축압축

1축 또는 2축 휨과 축방향압축이 조합된 하중을 받는 부재는 다음과 같은 식을 만족하도록 한다.

$$\left[\frac{f_c}{F_c'} \right]^2 + \frac{f_{b1}}{F_{b1}' [1 - (f_c/F_{cE1})]} + \frac{f_{b2}}{F_{b2}' [1 - (f_c/F_{cE2}) - (f_{b1}/F_{bE})^2]} \leq 1.0 \quad (1.5-3)$$

여기서, 1축휨에 대하여 $f_c < F_{cE1} = \frac{K_{cE} E'}{(l_{e1}/d_1)^2}$

2축휨에 대하여

$$f_c < F_{cE1} = \frac{K_{cE} E'}{(l_{e1}/d_1)^2} \quad f_c < F_{cE2} = \frac{K_{cE} E'}{(l_{e2}/d_2)^2}$$

$$f_{b1} < F_{bE} = \frac{K_{bE} E'}{(R_B)^2}$$

f_{b1} = 부재의 좁은면에 작용하는 휨응력

f_{b2} = 부재의 넓은면에 작용하는 휨응력

목구조 부재설계

d_1 = 넓은면의 치수

d_2 = 좁은면의 치수

유효기둥길이 l_{e1} 과 l_{e2} 는 1.3.2.1에 따라 결정하고, F'_c , F_{cE1} , 그리고 F_{cE2} 는 1.3.2에 따라 결정한다. F'_{b1} , F'_{b2} , 그리고 F_{bE} 는 1.4.2.3에 따라 결정한다.

1.6 지압설계

1.6.1 섬유방향지압

(1) 섬유방향 실제지압응력은 순지압면적에 근거하고, 섬유방향 설계허용지압응력을 초과하지 않도록 한다. 즉,

$$f_g \leq F'_g \quad (1.6-1)$$

(2) 충분한 횡방향지지가 있고 단부절단면이 정확하게 사각형이고 수평이라면 섬유방향 설계허용지압응력 F'_g 은 압축부재의 전면지압에 적용한다.

(3) $f_g > (0.75)(F'_g)$ 일 때, 지압은 금속판이나 금속띠쇠 또는 작용하중을 분산시키기에 충분한 강성과 내구력을 갖는 균일한 재료 위에서 작용하도록 한다. 압축부재의 전면지압에 대하여 강성이 큰 삽입물이 필요한 경우 인접한 단부 사이에 꼭 들어맞게 삽입된 금속판이나 이와 동등 이상의 재료를 사용한다.

1.6.2 섬유직각방향지압

섬유직각방향 압축응력은 순지압면적에 근거하고, 섬유직각방향 설계허용압축응력을 초과하지 않도록 한다. 즉,

$$f_{c\perp} \leq F'_{c\perp} \quad (1.6-2)$$

휨부재의 단부에서 지압면적을 산정할 때, 부재가 휨에 따라 지압의 안쪽가장자리에 작용하는 압력이 부재단부에서의 압력보다 커지는 현상은 고려할 필요가 없다.

1.6.3 섬유방향과 경사진 지압

섬유방향과 임의의 경사각을 이루는 지압의 설계허용지압응력은 다음과 같이 산정한다.

$$F'_\theta = \frac{F'_g F'_{c\perp}}{F'_g \sin^2\theta + F'_{c\perp} \cos^2\theta} \quad (1.6-3)$$

여기서, θ = 하중이 가해지는 방향과 섬유방향(부재의 길이방향축)이 이루는 각

1.7 수평하중저항구조의 설계

1.7.1 적용범위

이 조항은 목조건축물에서 바람, 지진 및 기타 수평하중에 저항하는 전단벽(수직격막)과 바닥(수평격막)에 관한 설계에 적용한다. 층수가 2층 이하이고 연면적 1,000m² 이하의 건축물은 구조계산이 요구되지 않는다.

1.7.1.1 역학적 원리에 의한 전단성능 산정

바닥과 전단벽의 전단성능은 파스너의 허용내력과 덮개용 목질판재의 허용응력을 사용한 역학적 원리에 의하여 산정한다.

1.7.1.2 골조

- (1) 구조내력상 주요한 기둥과 보 등의 구조부재는 KDS 41 10 15(6)에 의하여 결정되는 지진하중을 지지하도록 설계하여야 한다.
- (2) 구조내력상 주요한 구조부재 사이의 접합부는 KDS 41 10 15(6)에 의하여 결정되는 지진하중을 지지하도록 KDS 41 33 05의 설계에 따라 설계하여야 한다.
- (3) 벽, 기둥, 보 등의 주요구조부가 지진하중을 지지하도록 설계된 건축물에서, 벽이나 가새 등의 수평하중저항요소를 각 층에서 길이 및 나비 방향으로 균형 있게 배치하여야 한다.
- (4) 모든 격막구조는 인장 및 압축 하중을 전달하도록 가장자리에 경계부재를 설치하여야 한다. 개구부 주변의 경계부재는 전단응력을 분산하도록 설계하여야 한다.
- (5) 격막의 덮개용 목질판재를 경계부재의 이음에 사용하지 않아야 한다.
- (6) 전단벽의 이중갈도리(버팀재)나 바닥의 보막이장선(현재) 등 골조부재의 끝부분에 직각방향으로 설치되는 부재는 해당 격막구조가 작용하중을 충분히 지지한다는 사실이 증명되지 않는 한 반드시 설치하여야 한다.

1.7.1.3 골조부재

골조부재는 두께 38 mm(공칭치수 50 mm) 이상의 1종구조재 2등급 이상으로 한다. 일반적으로 격막에서 서로 인접한 덮개용 목질판재는 골조부재의 중앙선을 따라 서로 맞대어 접합하여야 한다. 못은 판재의 측면으로부터 10 mm 이상 떨어진 지점에서 골조부재에 단단히 박혀야 하며, 못박기 간격은 목질판재의 가장자리에서 150 mm 이하, 목질판재의 중앙부에서 300 mm 이하로 한다.

1.7.1.4 개구부

전단벽의 내력에 영향을 주는 개구부는 설계도상에 자세히 표시하여야 하며, 개구부 주위는 전단응력을 전달하도록 적절하게 보강하여야 한다.

목구조 부재설계

1.7.1.5 전단벽의 접합부

전단벽과 연결구조 사이에는 설계하중을 지지하도록 접합 또는 고정하여야 한다. 수평격막으로부터 전단벽, 이중갈도리 또는 기타구조로 전달되거나 또는 전단벽으로부터 다른 구조로 전달되는 수평지진하중이 2 kN/m 를 초과하는 경우 이 하중을 지지하는 접합부에 경사못박기를 할 수 없다.

1.7.1.6 파스너

파스너의 허용내력은 KDS 41 33 05의 설계의 관련 규정에 따른다.

1.7.1.7 덮개용 목질판재

전단벽과 바닥격막의 덮개용 목질판재는 작용하중을 충분히 지지하도록 허용응력설계법에 의하여 설계하고, 허용응력은 KDS 41 33 02의 관련 규정에 따른다.

1.7.1.8 콘크리트구조 및 조적조로부터의 하중

전단벽, 바닥격막, 수평트러스 및 기타 목구조가 콘크리트구조 및 조적조에 의하여 유발되는 지진하중을 지지하도록 설계하여서는 안 된다.

1.7.2 목구조의 내진설계

1.7.2.1 목구조의 내진설계방법

일반적으로 목구조는 가볍고, 진동의 흡수를 통한 내진성능이 우수하기 때문에, KDS 41 10 15(6.5)의 등가정적해석법을 적용하여 내진설계하며, KDS 41 10 15(6.7)동적해석법을 적용하여 설계할 수도 있다.

1.7.2.2 목구조의 내진설계에 적용되는 계수

(1) 목구조지진력저항시스템

목구조에 적용되는 지진력저항시스템에 대한 설계계수는 표 1.7-1 과 같다.

표 1.7-1 목구조의 지진력저항시스템에 대한 설계계수

기본 지진력 저항시스템	설계계수			내진설계 범주에 따른 시스템의 제한과 높이(m) 제한		
	반응보정계수 R	시스템초과 강도계수 Ω_0	변위증폭계수 C_d	A 또는 B	C	D
1. 내력벽 시스템						
1-e 경골목조 전단벽	6.0	3.0	4.0	허용	허용	허용
2. 건물 골조 시스템						
2-r 경골목조 전단벽	6.5	2.5	4.5	허용	허용	허용

(2) 기본진동주기

KDS 41 10 15(6.5.5)의 식 (6.5-8)에서 목구조의 근사기본진동주기(T_a)를 산정하기 위하여 좌굴강성계수 C_T 의 값으로 0.049를 적용한다.

(3) 지진력의 연직분포

KDS 41 10 15(6.5.5)의 식 (6.5-8)과 식 (6.5-9)에서 지진력의 연직분포 산정에 적용되는 건물주기에 따른 분포계수 k 의 값으로 목구조 건축물에 대하여는 1을 적용한다.

(4) 수평전단력 분포

목구조의 수직 및 수평 격막은 유연한 격막으로 분류하며, 설계층전단력은 각 저항선상에 위치한 격막의 작용면적에 근거하여 각 수직부재에 분배한다.

(5) 층간변위

목구조의 층간변위를 결정하기 위하여 적용하는 변위증폭계수 C_d 는 1.7.2.2에 규정된 값을 적용한다.

1.7.3 목재수평격막구조의 설계

1.7.3.1 일반사항

목재수평격막구조는 구조계산, 시험 또는 모형에 의하여 구한 격막면 내에서의 처짐이 격막과 접합된 하중전달 또는 지지구조의 허용처짐을 초과하지 않는 한 수평하중저항구조로 사용할 수 있다. 수평격막과 연결된 하중전달 또는 지지구조와의 접합부는 작용하중을 격막구조로 전달할 수 있을 정도로 충분한 거리만큼 격막구조 내부까지 연장하여야 한다.

1.7.3.2 처짐

허용처짐은 수평격막과 이와 접합된 하중분산 또는 저항구조가 설계하중조건하에서 구조적인 성능을 유지하고 건축물 내의 사람이나 재산에 피해를 주지 않으면서 작용하중을 지지할 수 있는 정도

목구조 부재설계

의 처짐으로 하여야 한다. 수평격막구조의 처짐에 대한 산정에는 일반적인 휨 및 전단 요소들뿐만 아니라 수평격막의 처짐에 영향을 주는 파스너의 변형 같은 다른 요소들까지 고려하여야 한다.

표 1.7-2 못의 미끄러짐에 따른 수평격막의 처짐산정에 사용하는 e_n 값^{1,4)}

못 1개당 작용하중(N) ³⁾	못의 종류별 e_n 값(mm) ²⁾		
	못		
	6d	8d	10d
300	0.23	0.15	0.12
400	0.38	0.23	0.18
500	0.60	0.32	0.25
600	0.95	0.44	0.33
700	1.49	0.61	0.43
800	—	0.85	0.57
900	—	1.17	0.74
1,000	—	—	0.98

주 1) 구조용1급(Structural I) 이외의 다른 등급의 합판에 대하여는 e_n 값을 20% 증가시킨다.

2) 표의 값들은 보통못 표에 적용한다.

3) 못 1개당 작용하중(N)=수평격막의 가장자리 또는 전단벽의 상부에서 단위길이당 최대전단력에 패널 측면에서의 못길간격을 곱한 값

4) 미건조목재(함수율 19% 이상)에 대하여 표의 값을 2배로 한다.

표 1.7-3 수평격막의 처짐을 산정하기 위하여 적용하는 덮개용 목질판재의 전단강성계수(G_p)

목질판재의 종류	경간 등급	전단강성계수(G_p) (N/mm 목질판재의 나비 또는 두께)							
		1등급				2등급			
		합판			OSB	합판			OSB
		3매 합판	4매 합판	5매 합판1)		3매 합판	4매 합판	5매 합판1)	
일반덮개용 (바닥 밀판에 적용하는 경우)	R-24	5,600	7,400	7,200	10,000	4,300	5,600	6,500	10,000
	R-24/F-16	6,100	7,900	7,700	11,000	4,700	6,100	7,000	11,000
	R-32/F-16	6,100	7,900	7,700	11,000	4,700	6,100	7,000	11,000
	R-40/F-20	6,400	8,400	8,300	12,000	4,900	6,400	7,500	12,000
	R-48/F-24	7,000	9,100	8,900	13,000	5,400	7,000	8,100	13,000
일체형 덮개용 (바닥 밀판에 적용하지 않는 경우)	SF-16	6,100	7,900	7,700	11,000	4,700	6,100	7,000	11,000
	SF-20	6,300	8,300	8,000	11,000	4,900	6,300	7,300	11,000
	SF-24	6,800	8,800	8,600	12,000	5,200	6,800	7,800	12,000
	SF-32	8,200	10,600	10,400	15,000	6,300	8,200	9,400	15,000
	SF-48	11,400	15,000	14,600	20,000	8,800	11,400	13,300	20,000

주 1) 5층 이상을 갖는 합판에 대해서는 5매 합판의 값을 적용한다. 5매/3층 합판에 대해서는 4매 합판에 대한 값을 적용한다.

전체적으로 균일하게 못박기하고 보막이를 한 목재수평격막구조의 처짐(Δ)은 식 (1.7-1)에 의하여 산정한다. 불균일하게 못박기한 수평격막구조에 대하여는 식 (1.7-1)에서 세 번째 항의 계수인 0.000614를 시험이나 이론적 분석에 근거하여 보정하여야 한다.

$$\Delta = \frac{0.052vL^3}{EAb} + \frac{vL}{4G_t} + 0.000614Le_n + \frac{\Sigma(\Delta_c X_c)}{2b} \quad (1.7-1)$$

여기서, A = 현재의 단면적 (mm^2)

b = 수평격막의 폭나비 (mm)

E = 현재의 탄성계수 (MPa)

e_n = 못의 변형 (mm) (표 1.7-2 참조)

G_t = 덮개용 판재의 두께방향 전단강성계수 (N/mm) (표 1.7-3 참조)

L = 수평격막의 길이 (mm)

v = 해당 방향에서 설계하중에 의한 최대단위전단력 (N/mm)

Δ = 수평격막의 산정된 처짐 (mm)

$\Sigma(\Delta_c X_c)$ = 수평격막의 양측면에 존재하는 현재 이음부의 미끄러짐 변형에 각 이음부에서 가장 가까운 지점까지의 거리를 곱한 값들의 합

1.7.3.3 수평격막의 형상비

수평격막의 종류에 따른 치수 및 모양은 표 1.7-4와 같다.

표 1.7-4 수평 및 경사 격막에 있어서 최대형상비

수평격막의 종류	길이-나비의 최대비율
구조용 목질판재로 덮고 모든 측면에 못을 박은 격막	4 : 1
구조용 목질판재로 덮고 중간이음부에 보막이가 없는 격막	3 : 1
대각선덮개를 단층으로 설치한 격막	3 : 1
대각선덮개를 이중으로 설치한 격막	4 : 1
수평덮개를 단층으로 설치한 격막	2 : 1

1.7.3.4 수평격막의 제작

목재수평격막은 KDS 41 33 02(1.3)에 적합한 구조용 목질판재를 덮개로 사용하여야 한다. 바닥의 가장자리나 골조부재가 바뀌는 지점에서는 작은 목질판재를 사용할 수 있으나 600 mm 이상의 나비를 가져야 하며, 이보다 작은 경우 4면이 모두 골조부재 또는 보막이에 못으로 접합되어야 한다. 수평격막의 덮개로 사용되는 구조용목질판재의 두께는 바닥장선의 간격과 하중의 크기에 따라 표 1.7-5에서 정한 값 이상으로 하여야 한다. 목재수평격막에서 수평격막의 형상에 따른 파스너의 크기와 간격, 허용단위전단내력은 표 1.7-6, 표 1.7-7에 따른다.

목구조 부재설계

표 1.7-5 구조용목질판재의 경간, 두께 및 허용하중^{1,2,3)}

구조용목질판재의 경간등급		지붕 ⁴⁾				바닥 ⁵⁾
경간등급 (지붕/바닥)	두께 (mm)	최대경간(mm)		허용하중 ⁶⁾ (kPa)		최대경간 (mm)
		측면지지 ⁷⁾	측면비지지	총하중	활하중	
600/0	9, 12	600	500 ⁸⁾	1.9	1.4	0
600/400	9, 12	600	600	2.3	1.9	400
800/400	12, 15	800	700	1.9	1.4	400 ⁹⁾
1000/500	15, 18, 21	1,000	800	1.9	1.4	500 ^{9,10)}
1200/600	18, 21	1,200	900	2.1	1.6	600

주 1) 목질판재의 나비가 600 mm 이상인 경우에 적용한다.

2) 구조용 목질판재에 관한 규정은 KDS 41 33 02(1.3)에 따른다.

3) 강축방향이 지지점과 수직이고 2개 이상의 경간에 걸쳐 사용될 때 적용한다.

4) 등분포하중조건에서 고정하중과 활하중을 합한 경우 처짐의 제한요건은 경간의 1/180, 활하중만 있는 경우 처짐의 제한요건은 경간의 1/240로 한다.

5) 최소두께 6 mm의 바닥덮개나 38 mm의 경량콘크리트바닥이 바탕바닥 위에 있지 않으면, 구조용 목질판재의 측면은 제척측매로 하여 있거나 아니면 보막이로 지지하여야 한다. 등분포허용하중에 따른 허용처짐이 경간의 1/360인 경우 600mm 경간은 3.2 kPa을 기준으로 한 것이며, 이외의 경간은 4.6 kPa을 기준으로 한 것이다.

6) 최대경간에서 허용하중

7) 소재보막이만으로 보막이된 격막의 요건에 적합하다.

8) 12 mm 목질판재의 경우 최대경간은 600 mm로 하여야 한다.

9) 장선에 직각으로 19 mm의 목재쪽마루를 시공할 경우 경간은 600 mm까지 허용한다.

10) 38 mm의 경량콘크리트를 목질판재 위에 시공할 경우 경간은 600 mm까지 허용한다.

표 1.7-6 낙엽송류¹⁾로 골조를 구성한 수평격막의 허용단위전단내력²⁾ (kN/m) - 합판

구조용 목질판 재의 등급 ⁵⁾	못의 크기	목질 판재의 최소 두께 (mm)	골조 부재의 최소 나비 ⁴⁾ (mm)	보막이 된 수평격막				보막이 없는 수평격막	
				격막의 경계부(모든 경우), 하중에 평행한 연속된 목질판재의 가장자리(III, IV형 격막)에서 못박기 간격 (mm) ³⁾				지지되는 가장자리에서 못박기 최대간격 150 mm ³⁾	
				150	100	60	50	I형 격막	I형 격막 이외의 경우
				위와는 다른 모든 판재의 가장자리에서 못박기 간격(I, II, III, IV형 격막의 경우) (mm) ³⁾					
				150	150	100	75		
1등급	6d ⁶⁾	9	38	2.1	1.3	1.7	2.6	1.2	0.8
	8d			1.9	1.3	1.7	2.6	1.2	0.8
2등급	6d ⁶⁾	9	38	1.7	1.0	1.4	2.1	1.0	0.7
	8d			1.9	1.3	1.7	2.3	1.1	0.8
	8d	12	38	1.7	1.1	1.5	2.3	1.0	0.7
	10d	18	38	2.6	1.9	2.4	3.1	1.6	1.0

주 1) 다른 수종의 경우 해당 수종의 비중을 찾아서 비중계수=1-(0.5- s_g)를 구하여 해당 허용단위전단내력에 이 조정계수를 곱하여 허용단위전단내력을 산출한다.

여기서 s_g 는 골조부재의 비중이며 이 비중계수는 1을 초과할 수 없다.

2) 활하중 또는 고정하중 조건에 대한 전단력은 이 표의 값에다 각각 0.63, 0.56을 곱하여 구한다.

이 값은 함수율 19% 이하의 3매 3층 합판에 대한 것으로 4매, 5매 합판의 경우 1.2를 곱하여 구한다.

3) 중간의 골재부재를 따라 못박기 간격 300 mm 이하(지지대의 간격이 1,200 mm이면 150mm)

4) 가장자리나 목질판재의 인접부에 위치하지 않는 골조부재의 최소나비는 38 mm 이상이어야 한다.

5) 구조용 목질판재에 관한 규정은 KS F 3113(구조용 합판)에 따르며 구조용 OSB에 대해서는 구조용 합판에 대한 기준을 적용할 수 있다.

6) 지붕에는 고풍속으로 인한 음압에 저항하도록 8d 못을 박는다.

7) I형 격막 : 가장자리에 보막이를 설치하거나 하중에 직각인 연속이음매

II형 격막 : 일부 가장자리에 보막이를 설치하거나 하중에 직각인 연속이음매

III형 격막 : 가장자리에 보막이를 설치하거나 하중에 직각인 연속이음매

IV형 격막 : 일부 가장자리에 보막이를 설치하거나 하중에 평행한 연속이음매

목구조 부재설계

표 1.7-7 낙엽송류¹⁾로 골조를 구성한 수평격막의 허용단위전단내력²⁾ (kN/m) - OSB

못의 크기	목질 판재의 최소 두께 (mm)	골조 부재의 최소 나비 ⁴⁾ (mm)	보막이 된 수평격막				보막이 없는 격막	
			격막의 경계부(모든 경우), 하중에 평행한 연속된 목질판재의 가장자리(Ⅲ, Ⅳ형 격막)에서 못박기 간격(mm) ³⁾				지지되는 가장자리에서 못박기 최대간격 150mm ³⁾	
			150	100	60	50	Ⅰ형 격막	Ⅰ형 격막 이외의 경우
			위와는 다른 모든 판재의 가장자리에서 못박기 간격(Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ, Ⅳ형 격막의 경우)(mm) ³⁾					
			150	150	100	75		
6d5)	9	38	5.0	6.8	10.2	11.4	4.5	3.4
		64	5.7	7.6	11.4	12.9	5.0	3.8
8d	9	38	6.5	8.7	13.1	14.8	5.9	4.4
		64	7.3	9.8	14.7	16.6	6.5	4.9
	12	38	7.3	9.8	14.4	16.3	6.5	4.9
		64	8.2	10.9	16.3	18.4	7.2	5.4
10d	12	38	7.9	10.5	15.6	17.8	6.9	5.2
		64	8.8	11.7	17.7	20.0	7.9	5.9
	15	38	8.7	11.6	17.4	19.8	7.8	5.9
		64	9.8	13.0	19.6	22.3	8.7	6.5
	18	64	—	17.56)	25.46)	—	—	—
		89	—	20.46)	29.26)	—	—	—

주 1) 다른 수종의 경우 해당 수종의 비중을 찾아서 비중계수=1-(0.5-s_g)를 구하여 해당 허용단위전단내력에 이 조정계수를 곱하여 허용단위전단내력을 산출한다.

여기서 s_g는 골조부재의 비중이며 이 비중계수는 1을 초과할 수 없다.

2) 이 표의 값은 건조조건에서 정상하중기간에 근거한 값이다.

3) 중간의 골재부재를 따라 못박기 간격 300 mm 이하(지지대의 간격이 1,200 mm이면 150 mm)

4) 가장자리나 목질판재의 인접부에 위치하지 않는 골조부재의 최소나비는 38 mm 이상이어야 한다.

5) 표에서 규정한 못의 크기가 아닌 다른 종류의 못을 사용할 경우 표의 값에 다음 식에서 구한 보정계수를 적용한다.

$$\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2, \quad d_1 < d_2 \quad \text{여기서 } d_1 : \text{표준이 아닌 못의 직경} \quad d_2 : \text{표준 못의 직경}$$

6) 못을 2열로 박는다.

1.7.4 목재전단벽의 설계

1.7.4.1 일반사항

실제 모든 건축물은 수직하중과 수평하중을 동시에 지지해야 하며 내력벽시스템인 경우에는 전단벽(수직격막)이 수평력의 100%를 지지하도록 설계하여야 하고, 건물골조 시스템인 경우에는 전단벽이 수평력의 100%를 지지하도록 설계하거나 또는 건물골조가 수평력의 25% 이하를 지지하도록 할 수 있다.

목재전단벽은 구조계산, 시험 또는 모형에 의하여 구한 전단벽면 내에서의 수평변위가 전단벽과 접합된 구조의 허용변위를 초과하지 않는 한 연직방향의 하중분산 또는 저항구조 내에서 수평하중저항요소로 사용할 수 있다.

1.7.4.2 변위

- (1) 허용처짐은 전단벽과 이와 접합된 하중분산 또는 저항구조가 설계하중조건하에서 구조적인 성능을 유지하고, 건축물 내의 사람이나 재산에 피해를 주지 않으면서 작용하중을 지지할 수 있는 정도의 변위로 하여야 한다.
- (2) 전체적으로 균일하게 못박기하고 보막이를 설치한 목재전단벽의 변위(Δ)는 식 (1.7-2)에 의하여 산정할 수 있다.

$$\Delta = \frac{2vh^3}{3EAb} + \frac{vh}{G_t} + \frac{he_n}{407.6} + \frac{d_a h}{b} \quad (1.7-2)$$

여기서, A = 경계부재(전단벽 경계의 수직부재)의 단면적 (mm^2)

b = 전단벽의 나비 (mm)

d_a = 설계전단하중(v)하에서 전도모멘트 고정접합부의 수직변위(파스너의 미끄러짐, 접합철물의 인장변형, 고정볼트의 인장변형 등을 포함) (mm)

E = 경계부재(전단벽 경계의 수직부재)의 탄성계수 (MPa)

e_n = 못의 변형(mm) (표 1.7-2 참조)

G_t = 덮개용판재의 두께방향 전단강성계수(N/mm) (표 1.7-3 참조)

h = 전단벽의 높이 (mm)

v = 전단벽의 윗면에 작용하는 설계하중에 의한 최대단위전단력 (N/mm)

Δ = 전단벽의 산정된 처짐 (mm)

1.7.4.3 전단벽의 제작

목재전단벽은 KDS 41 33 02(1.3)에 적합한 구조용 목질판재를 덮개로 사용하여야 한다. 바닥의 가장자리나 골조부재가 바뀌는 지점에서는 이보다 작은 목질판재를 사용할 수 있다. 모든 덮개용 목질판재의 모든 가장자리는 골조부재 또는 보막이에 못으로 접합하여야 한다. 전단벽의 덮개로 사용되는 구조용 목질판재의 두께는 골조부재의 간격과 하중의 크기에 따라 표 1.7-5에서 정한 값 이상으로 하여야 한다.

목구조 부재설계

1.7.4.4 전단벽의 형상비

전단벽, 개구부가 있는 전단벽 내에서 개구부가 없는 전단벽 부위 또는 전단벽 내에서 개구부 주변의 하중전달을 위하여 설계하는 벽피어의 치수 및 모양은 표 1.7-8과 같다. 전단벽의 높이(h) 및 나비(w)는 각각 1.7.4.5 및 1.7.4.6의 규정에 따라 결정하여야 한다.

표 1.7-8 전단벽의 형상비

전단벽의 종류	높이-나비의 최대비율
구조용목질판재로 덮고 모든 측면에 못을 박은 전단벽	3.5 : 1 ¹⁾
파티클보드로 덮고 모든 측면에 못을 박은 전단벽	2 : 1
대각선덮개를 단층으로 설치한 전단벽	2 : 1
섬유판으로 덮은 전단벽	1.5 : 1

주 1) 지진 하중에 대하여 설계하는 경우에 전단벽의 형상비는 2 : 1까지 허용할 수 있다.

1.7.4.5 전단벽의 높이

전단벽의 높이 h 는 다음과 같이 정의한다.

기초의 윗면으로부터 윗층 바닥격막 밑면까지의 최대높이 또는 바닥격막의 윗면으로부터 윗층 바닥격막 밑면까지의 최대높이

- (1) 개구부가 있는 전단벽에서 개구부가 없는 전단벽 부위의 높이: 개구부가 있는 전단벽에서 개구부가 없는 전단벽 부위의 높이는 1.7.4.5의 전단벽높이와 동일하게 정의한다.
- (2) 하중전달전단벽피어의 높이: 개구부가 있는 전단벽에서 개구부주변의 하중전달을 위하여 설계하는 벽피어의 높이는 개구부 측면의 피어높이로 정의한다.

1.7.4.6 전단벽의 나비

전단벽의 나비 w 는 전단벽에서 하중의 작용방향으로 덮개용판재가 설치한 치수로 정의한다.

- (1) 개구부가 있는 전단벽에서 개구부가 없는 전단벽 부위의 나비: 개구부가 있는 전단벽에서 개구부가 없는 전단벽 부위의 나비는 개구부 주변에서 전체높이에 걸쳐서 덮개용 판재를 설치하는 부분의 나비로 정의한다.
- (2) 하중전달전단벽 피어의 나비: 개구부가 있는 전단벽에서 개구부 주변의 하중전달을 위하여 설계하는 벽피어의 나비는 개구부 측면에서 덮개용 판재를 설치하는 피어의 나비로 정의한다.

1.7.4.7 전도모멘트에 대한 고정

건축물의 고정하중에 의한 모멘트가 벽에 작용하는 전도모멘트에 의한 상향력을 방지하기에 불충분할 경우 이에 대한 고정이 필요하며 전도모멘트에 대한 고정방법은 하중을 기초구조까지 연속적으로 전달할 수 있도록 홀드다운을 설치하거나 앵커로 고정하여야 한다.

1.7.4.8 수평격막과 전단벽의 모멘트 저항

(1) 수평격막과 전단벽의 모멘트저항은 식 (1.7-3)에 의하여 산정할 수 있다.

$$M_r = P_r h \quad (1.7-3)$$

여기서, P_r = 현재의 응력에 저항하는 부재의 인장 및 압축 저항, N

h = 모멘트저항요소간의 중심간 거리, mm

= 격막에서 격막의 현재의 중심간 거리, mm

= 양쪽에 홀드다운이 설치된 전단벽에서 스티드의 중심간 거리, mm

= 양쪽에 홀드다운이 설치되지 않은 전단벽에서 전단벽의 거리에서 300mm를 뺀 거리, mm

(2) 전단벽에 작용하는 휨모멘트에 대해서는 벽체 단부의 기둥 또는 벽체 단부에 설치한 인장타이 및 홀드다운앵커가 지지하도록 할 수 있으며 벽체 단부에 작용하는 압축력에 대해서도 별도 검토하여야 한다.

1.7.4.9 개구부가 있는 전단벽

이 조항의 규정은 개구부가 있는 전단벽의 설계에 적용한다. 개구부 주변의 골조배치 및 접합부가 개구부 주변의 하중전달을 위하여 설계되는 경우 아래 (1)을 적용하여야 하며, 하중전달을 위하여 설계되지 않는 경우 아래 (2)를 적용하여야 한다.

(1) 개구부 주변의 하중전달: 개구부가 있는 전단벽을 개구부 주변의 하중전달을 위하여 설계하는 경우 표 1.7-8을 개구부를 포함하여 전단벽 전체와 개구부 측면에 존재하는 각각의 벽피어에 적용하여야 한다. 하중전달을 위한 구조설계는 역학적인 원리에 근거하여야 한다. 개구부 주변의 경계요소에 대한 상세한 자료를 이 항의 규정에 따라 제공하여야 한다.

(2) 개구부가 있는 전단벽

이 항의 규정은 개구부가 있는 전단벽의 설계에 적용한다. 개구부가 있는 전단벽에서 개구부가 없는 전단벽 부위의 높이 및 나비는 각각 1.7.4.5(1) 및 1.7.4.6(1)의 조항에 따라 결정하여야 한다.

① 이 항의 규정을 적용하는데 있어서 다음과 같은 제한규정을 적용한다.

가. 개구부가 있는 전단벽의 양끝 부분에는 반드시 개구부가 없는 전단벽 부위를 설치하여야 한다. 개구부가 있는 전단벽의 양끝 바깥쪽에도 개구부를 설치할 수 있으나 이 경우 해당 개구부의 나비가 개구부가 있는 전단벽의 폭나비에 포함되지 않아야 한다.

나. 개구부가 있는 전단벽의 허용단위전단력은 7 kN/m를 초과할 수 없다.

다. 벽의 요철부위가 있는 경우 요철부위의 양 측면에 존재하는 벽은 각각 별도의 분리된 개구부가 있는 전단벽으로 설계하여야 한다.

라. 전단력의 전달을 위한 버팀재는 개구부가 있는 전단벽의 전체길이에 걸쳐서 설치하여야 한다.

목구조 부재설계

마. 개구부가 있는 전단벽은 전체길이에 걸쳐서 벽의 윗면 및 밑면의 높이가 균일하여야 한다. 높이가 균일하지 않은 개구부가 있는 전단벽은 다른 방법에 의하여 설계하여야 한다.

바. 개구부가 있는 전단벽의 높이 h 는 6,000 mm를 초과할 수 없다.

② 개구부가 있는 전단벽의 전단내력: 개구부가 있는 전단벽의 전단내력은 다음과 같이 산정하여야 한다.

가. 전체높이에 덮개를 설치한 비율은 개구부가 없는 전단벽 부위의 나비의 합을 개구부를 포함하는 개구부가 있는 전단벽 전체의 나비로 나눈 값으로 산정한다.

나. 최대개구부 높이는 개구부의 뚫려 있는 최대높이를 나타낸다. 개구부의 상하부에 덮개를 설치하지 않은 경우에 최대개구부 높이는 벽의 높이가 되어야 한다.

다. 기준단위전단내력은 지진하중에 대하여는 2 : 1을 초과하지 않고 그 외의 하중에 대하여 3.5 : 1을 초과하지 않는 개구부가 없는 전단벽 부위의 높이 대 나비비에 따라 표 1.7-9에 주어진 허용단위전단내력을 나타낸다.

지진하중에 대한 산정에서 개구부가 없는 전단벽 부위의 나비의 합 $\sum L_i$ 를 산정하기 위하여 고려되는 개구부가 없는 전단벽부위중의 어느 하나라도 그 높이 대 나비비가 2 : 1을 초과하고 3.5 : 1을 초과하지 않는 경우 기준단위전단내력에 $\frac{2w}{h}$ 를 곱하여야 한다.

표 1.7-9 낙엽송류¹⁾로 골조를 구성한 전단벽의 허용전단내력²⁾ (kN/m)

못의 크기	목질판재의 최소 두께 (mm)	목질판재는 골조에 직접 설치			
		못박기 간격 (mm) ³⁾			
		150	150	100	75
6d ⁵⁾	9	5.4	8.2	10.6	13.9
8d	9	6.0	8.7	11.1	14.4
	12	7.1	10.3	13.3	17.4
10d	12	8.4	12.5	16.3	20.9
	15	9.2	13.9	18.1	23.7

주 1) 다른 수종의 경우 해당 수종의 비중을 찾아서 비중조정인자 $= 1 - (0.5 - s_g)$ 를 구하여 해당 허용전단내력에 이 조정인자를 곱하여 허용전단내력을 산출한다.

여기서 s_g 는 골조부재의 비중이며 이 비중 인자는 1을 초과할 수 없다.

2) 이 표의 값은 건조조건에서 정상하중기간에 근거한 값이다.

3) 중간의 골재부재를 따라 못박기 간격 300 mm 이하(지지대의 간격이 1,200 mm이면 150 mm)

4) 가장자리나 목질판재의 인접부에 위치하지 않는 골조부재의 최소나비는 38 mm 이상이어야 한다.

5) 표에서 규정한 못의 크기가 아닌 다른 종류의 못을 사용할 경우 표의 값에다 다음 식에서 구한 보정계수를 적용한다.

$$\left(\frac{d_1}{d_2}\right)^2, \quad d_1 < d_2 \quad \text{여기서 } d_1 : \text{표준이 아닌 못의 직경} \quad d_2 : \text{표준 못의 직경}$$

라. 설계허용단위전단내력은 기준허용단위전단내력에 표 1.7-10의 허용전단저항보정계수를 곱한 값이어야 한다. 표 1.7-10에서 전체높이에 덮개가 설치된 비율과 최대개구부 높이의 중간값에 대한 허용전단저항보정계수는 직선보간법에 의하여 결정할 수 있다.

마. 개구부가 있는 전단벽의 설계허용단위전단내력은 허용설계단위전단내력에 개구부가 없는 전단벽 부위의 나비의 합을 곱한 값이어야 한다.

표 1.7-10 허용전단저항보정계수, C_{sr}

전체높이에 덮개가 설치된 비율 ³⁾ (%)	아래의 최대개구부 높이 ¹⁾ 에 대한 전단저항보정계수, C_{sr}				
	H/3 ²⁾	H/2 ²⁾	2H/3 ²⁾	5H/6 ²⁾	H ²⁾
10	1.00	0.69	0.53	0.43	0.36
20	1.00	0.71	0.56	0.45	0.38
30	1.00	0.74	0.59	0.49	0.42
40	1.00	0.77	0.63	0.53	0.45
50	1.00	0.80	0.67	0.57	0.50
60	1.00	0.83	0.71	0.63	0.56
70	1.00	0.87	0.77	0.69	0.63
80	1.00	0.91	0.83	0.77	0.71
90	1.00	0.95	0.91	0.87	0.83
100	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

주) 1) 1.7.4.9(2)②나 참조.

2) H=벽의 높이

3) 1.7.4.9(2)②가 참조.

- ③ 고정 및 하중전달경로: 개구부가 있는 전단벽의 고정 및 하중 전달경로에 대한 설계는 다음에 따르거나 또는 역학적인 원리에 근거하여야 한다. 이 항에서 보정된 것을 제외하고 벽의 골조, 덮개, 덮개의 부착 및 파스너박기 계획 등은 1.7.4 및 표 1.7-5에 적합하여야 한다.
- ④ 개구부가 있는 전단벽 양끝에서의 상향력에 대한 고정: 전도모멘트에 의한 상향력에 대한 고정이 개구부가 있는 전단벽의 양끝에 설치되어야 한다. 상향력에 대한 고정은 1.7.4.7에 적합하여야 하며 각 층에서 인장현재의 최소상향력 T 는 다음 공식에 의하여 산정하여야 한다.

$$T = \frac{Vh}{C_{sr} \Sigma L_i} \quad (1.7-4)$$

여기서, T = 인장현재의 상향력(N)

V = 개구부가 있는 전단벽에 작용하는 전단하중 (N)

h = 개구부가 있는 전단벽의 높이 (mm)

C_{sr} = 표 4.7-10의 전단저항보정계수

ΣL_i = 개구부가 있는 전단벽에서 개구부가 없는 전단 벽 부위의 나비의 합 (mm)

- ⑤ 면전단에 대한 고정: 전체 층높이에 걸쳐서 덮개가 설치된 개구부가 있는 전단벽의 밑면으로부터 개구부가 없는 전단벽 부위들을 연결하는 버팀재를 통하여 개구부가 있는 전단벽의 윗면에 전달되는 단위전단력, v 는 다음 공식에 의하여 산정하여야 한다.

$$v = \frac{V}{C_{sr} \Sigma L_i} \quad (1.7-5)$$

여기서, v = 단위전단력(N/m)

목구조 부재설계

V = 개구부가 있는 전단벽에 전달되는 전단하중(N)

C_{sr} = 표 1.7-10의 전단저항보정계수

ΣL_i = 개구부가 있는 전단벽에서 개구부가 없는 전단벽 부위의 나비의 합(mm)

- ⑥ 개구부가 있는 전단벽 중간 부분에서의 상향력에 대한 고정: 위의 ④의 요건에 추가로 개구부가 있는 전단벽에서 전체 벽높이에 걸쳐서 덮개가 설치된 부위의 밑갈도리는 위의 ⑤에서 결정되는 단위전단력 v 와 같은 크기의 균일분포상향력 t 에 대하여 고정하여야 한다.
- ⑦ 압축현재: 각각의 개구부가 있는 전단벽의 양끝 부분은 위의 ④에서 결정하는 인장현재 상향력 T 와 같은 크기의 압축현재하중 C 에 대하여 설계하여야 한다.
- ⑧ 하중전달경로: 각각의 상향력 T 및 t , 각각의 전단력 V 및 v , 그리고 각각의 압축현재하중 C 에 대하여 기초구조까지의 하중전달경로를 제공하여야 한다. 여러 층으로부터의 전단벽 하중을 지지하는 요소들은 유발되는 하중들의 합에 대하여 설계하여야 한다.
- ⑨ 개구부가 있는 전단벽의 처짐: 전체적으로 균일하게 고정하고 보막이를 설치한 개구부가 있는 전단벽의 처짐은 1.7.3.2에 따라 산정되는 구멍 없는 전단벽 부위의 최대처짐을 표 1.7-10의 전단저항보정계수로 나눈 값이어야 한다.

1.7.4.10 전단성능의 합

벽의 동일한 면에 서로 다른 성능을 가진 재료로 부착한 전단벽의 전단성능은 표 1.7-3에서 허용한 것을 제외하고는 누적하지 않는다. 동일한 종류 및 성능의 재료가 벽의 양면에 부착된 경우에만 그 전단성능은 누적할 수 있다. 벽의 양면에 부착된 재료들의 전단성능이 서로 다른 경우에 허용전단성능은 약한 재료가 부착된 면의 전단성능의 2배와 강한 재료가 부착된 면의 전단성능 중에서 더 큰 값으로 한다. 서로 다른 종류의 재료가 벽의 양면이나 또는 동일한 면에 부착된 경우에 그 전단성능을 합하는 것은 허용하지 않는다.

1.7.4.11 접착제

전단벽의 덮개재료를 기계적인 파스너 대신에 접착제로 부착하는 것은 허용하지 않으며, 파스너와 함께 사용한 경우에도 전단성능 산정에 접착제의 성능은 고려하지 않는다.

1.7.4.12 토대의 치수 및 고정

토대는 공칭두께 50 mm(실제두께 38 mm) 이상으로 하며, 지진하중의 크기가 5 kN/m 이상인 경우 공칭두께 75 mm(실제두께 63 mm) 이상의 토대를 사용하여야 한다. 토대는 고정볼트로 고정하여야 하며, 두께 3mm에 면적 250 mm² 이상의 와서를 토대와 고정볼트의 너트 사이에 사용하여야 한다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
		박문재	국립산림과학원	
		장상식	충남대학교	
		오세창	대구대학교	
		김성호	(주)티섹구조이앤씨	
		김광철	전북대학교	
		이상준	국립산림과학원	

자문위원	분야	성명	소속
		강현구	서울대학교
		김석구	(주)쓰리디엔지니어링
		김중호	(주)창민우구조건설탄트
		김홍진	경북대학교
		민경원	단국대학교
		박문재	국립산림과학원
		박지훈	인천대학교
		박홍근	서울대학교
		신성우	한양대학교
		이경구	대한건축학회
		이기학	세종대학교
		이리형	한양대학교(명예교수)
		이상현	단국대학교
		이철호	서울대학교
		전봉수	(주)전우구조건축
		정광량	(주)동양구조안전기술
		정란	단국대학교
		정재철	국민대학교(명예교수)
		조봉호	아주대학교
		천성철	인천대학교
		최경규	숭실대학교
		최창식	한양대학교
		하영철	금오공과대학
		홍건호	호서대학교
		홍성걸	서울대학교
		홍성목	서울대학교(명예교수)

목구조 부재설계

건설기준위원회	분야	성명	소속
	건축	임남기	동명대학교
		손보식	남서울대
		김의중	서보건축
		백민석	(주)건축사사무소더블유
		윤병익	(주)아이맥스트럭처
		최동욱	한경대학교

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	김정선	(주)크로스구조연구소
	김현아	승구조기술사사무소
	정재상	삼환기업(주)
	박혜성	인천도시공사
	박순천	(주)피씨엠글로벌건축사사무소
	김분란	푸른미래도시광진연구소
	김희옥	(주)에이텍종합건축사사무소

국토교통부	성명	소속	직책
	엄정희	국토교통부 건축정책과	과장
	박형재	국토교통부 건축정책과	사무관
	권희만	국토교통부 건축정책과	주무관

설계기준

KDS 41 33 04 : 2016

목구조 부재설계

2016년 6월 30일 발행

국토교통부

관련단체 대한건축학회

06687 서울특별시 서초구 효령로 87(방배동 917-9)

☎ 02-525-1841 E-mail : webmaster@aik.or.kr

<http://www.aik.or.kr/>

국가건설기준센터

10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)

☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr

<http://www.kcsc.re.kr>