KDS 14 20 80 : 2016

콘크리트 내진설계기준

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.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 콘크리트 설계기준에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제 · 개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제 · 개정 (년.월)
콘크리트구조설계기준	• 콘크리트(토목, 건축)에서 다르게 적용하는 설계규정, 기술용어 및 기호 등을 통일	제정 (1999.5)
콘크리트구조설계기준	• 콘크리트 허용균열폭, 피복두께, 인장철근 정착길이 관련 내용수정 • 벽체의 부재 적용범위 구체화	개정 (2003.4)
콘크리트구조설계기준	• 국제표준규격에 따라 단위 수정 • 경제성과 안정성을 고려하여 하중계수, 하중조합 및 강도감소계수 등을 개정	개정 (2007.10)
콘크리트구조기준	• 콘크리트의 사용성 및 내구성 관련 연구결과 반영 •성능기반설계의 기본적인 고려사항을 수록하여 성능기반설계의 도입	개정 (2012.10)
KDS 14 20 80 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)

제 정 : 2016년 6월 30일 개 정 : 년 월 일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회 자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회
소관부서 : 국토교통부 기술기준과
관련단체 (작성기관) : 한국콘크리트학회

목 차

1. 일반사항 ····· 1
1.1 적용범위 ····· 1
1.2 기호정의 ····· 1
1.3 용어정의 ····· 3
2. 조사 및 계획 ····· 3
3. 재료 ····· 3
4. 설계 ····· 3
4.1 특기 사항 ····· 3
4.2 특수모멘트골조의 휨부재 ····· 6
4.3 휨모멘트와 축력을 받는 특수모멘트 골조 부재 ····· 7
4.4 특수모멘트골조의 접합부 ····· 10
4.5 특수철근콘크리트 구조벽체와 연결보 ····· 12
4.6 구조격막과 트러스 ····· 16
4.7 기초 ····· 18
4.8 지진력에 저항하지 않는 골조 부재 ····· 20
4.9 중간모멘트골조 요구 사항 ····· 21

콘크리트 내진설계기준

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 이 기준의 규정은 철근콘크리트 부재의 내진설계 및 상세 규정에 대한 특별 사항을 규정하고 있으며, 지진운동에 의해 발생된 하중에 저항하는 일체식 철근콘크리트 골조에만 적용하여야 한다.

(2) 일체식 구조물과 다른 조립식 구조물의 경우 이 기준의 규정을 적용하여야 할 때는 적절한 물리적 증거와 해석에 따라 수정되어야 하며, 구조물에 따른 특별 내진설계는 해당 기준을 만족하여야 한다.

(3) 프리캐스트 및 프리스트레스트콘크리트 구조물은 일체식 구조물에서 요구되는 안전성 및 사용성에 관한 조건을 갖추고 있는 경우에 한하여 내진구조로 다룰 수 있다.

(4) 이 기준에서 요구하는 사항을 만족하지 못하는 철근콘크리트 구조 형식의 경우, 실험이나 해석에 의해 이 기준에서 요구하는 사항을 만족하거나 그 이상의 구조성능을 갖는 것이 증명된다면 이를 사용할 수 있다.

1.2 기호정의

A_{ch} : 횡방향 철근의 외곽으로 측정한 구조 부재의 단면적, mm^2

A_{cp} : 전단에 저항하는 독립 지주나 수평벽 부분의 콘크리트 단면적, mm^2

A_{cv} : 전단력을 고려하는 방향의 단면 길이와 복부 두께로 이루어지는 콘크리트의 순단면적, mm^2

A_g : 전체 단면적, mm^2

A_j : 접합부에서 전단을 유발하는 철근의 면과 평행한 평면으로서 접합부의 유효단면적, mm^2(4.4.3 참조). 접합부의 깊이는 기둥 전체 깊이와 같아야 한다. 보가 그보다 큰 폭을 갖는 받침부재에 접합되는 경우 접합부의 유효폭은 다음 값 이하이어야 한다.

1) 보의 폭과 접합부 깊이의 합

2) 보의 축부터 기둥의 측면까지 수직으로 측정한 값들 중 작은 값의 2배

A_{sh} : 간격이 s이고 치수 h_c에 수직한 횡방향 철근(연결 철근 포함)의 전체 단면적, mm^2

A_{vd} : 대각선으로 보강된 연결보에서 대각선 철근의 각 무리별 전체 단면적, mm^2

b : 구조 부재의 유효압축플랜지 폭, mm

b_w : 복부 폭 또는 원형단면의 지름, mm

c : 압축연단부터 중립축까지 거리(KDS 14 20 20(4.1.1) 참조) : 설계변위 δ_u에 해당되는 공칭휨강도와 계수축력에 대하여 계상된 가장 큰 중립축 깊이(4.5.6(2) 참조)

c_1 : 경간 l_2에 평행하게 측정된 직사각형 또는 등가직사각형 기둥, 기둥머리 또는 브래킷 변의 길이

c_2 : 경간 l_2에 평행하게 측정된 직사각형 또는 등가직사각형 기둥, 기둥머리 또는 브래킷 변의 길이

c_t : 기둥의 내측 면에서 c_1과 평행한 방향으로 측정된 슬래브단부까지 거리 : c_1을 초과할 수 없음.

d : 단면의 유효깊이, mm

d_b : 철근의 지름, mm

E : 지진 하중의 영향 또는 이와 관련되는 내부 단면력

f_{ck} : 콘크리트의 설계기준압축강도, MPa

f_y : 종방향 주철근의 설계기준항복강도, MPa

f_{yh} : 횡방향 철근의 설계기준항복강도, MPa

h : 부재의 전체 두께, mm

h_c : 구속보강철근 중심간의 거리로 측정한 기둥 내부의 단면치수, mm

h_w : 전체 벽 또는 고려되는 부분 벽의 높이, mm

h_x : 후프철근이나 기둥 띠철근의 최대 수평간격, mm

l_d : 철근의 정착길이, mm

l_{dh} : 식 (4.4-3)에 규정된 표준갈고리가 있는 철근의 정착길이, mm

l_n : 받침부 사이의 순경간, mm

l_o : 횡방향 철근을 배치하여야 하는 최소 구간으로 접합부의 표면에서 부재축 방향으로 측정한 길이, mm

l_w : 전단력 방향의 전체 벽 또는 부분적인 벽의 길이, mm

M_c : 접합부에 연결된 기둥의 공칭휨강도에 상응하는 접합부면의 휨모멘트 : 고려되는 횡력 방향의 계수축력에 따른 가장 낮은 휨강도가 되어야 함.

M_g : 접합부에 연결된 보의 공칭휨강도에 상응하는 접합부 면의 휨모멘트 : 보는 슬래브의 인장철근을 포함함.

M_{pr} : 길이방향(최소) 철근의 인장강도를 $1.25f_y$, 강도감소계수 ϕ를 1.0으로 가정하고, 접합부 재료 성질을 사용하여 계산한 부재의 예상 휨강도 : 축력을 고려함.

M_s : 받침부 휨모멘트에 의해 평형이 되는 슬래브의 휨모멘트

M_{slab} : 주열대의 슬래브모멘트

M_u : 단면의 계수휨모멘트

s : 구조 부재의 축방향에 따라 측정한 횡방향 철근의 간격, mm

s_o : 횡방향 철근의 최대 간격, mm

s_x : 길이 l_o 이내에서 횡방향 철근의 간격, mm

V_c : 콘크리트에 의한 단면의 공칭전단강도

V_e : 4.2.4(1) 또는 4.3.5(1)에서 정하는 설계전단력

V_n : 단면의 공칭전단강도

V_u : 단면의 계수전단력

a : 대각선 철근과 대각선으로 보강된 연결보의 길이방향 축 사이의 각

a_c : 벽의 강도에 기여하는 콘크리트 강도의 상대적 기여도 계수, 식 (4.4-1) 참조

δ_u : 설계 변위, mm

ρ : 프리스트레스를 가하지 않은 철근의 인장철근비, A_s/bd

ρ_g : 기둥단면적에 대한 전체 철근 면적의 비

ρ_n : A_{cv} 면에 평행하게 분포된 철근 면적이 그 철근에 수직인 단면에 대한 철근비

ρ_s : 나선철근의 바깥 선으로 계산한 나선철근 압축부재 심부의 전체 체적에 대한 나선철근 체적의 비

ρ_v : A_{cv} 면에 수직하게 분포된 철근면적의 전체 콘크리트 면적 A_{cv} 에 대한 면적비

ϕ : 강도감소계수

1.3 용어정의

KDS 14 20 01(1.3)에 따른다.

2. 조사 및 계획

내용 없음.

3. 재료

KDS 14 20 01(3)에 따른다.

4. 설계

4.1 특기 사항

4.1.1 적용 범위

(1) 이 기준은 지진하중과 관련하여 비선형 거동 범위 내에서 에너지 소산에 근거하여 결정된 설계하중을 받는 철근콘크리트 부재의 설계 및 시공에 대한 특별 사항을 규정하고 있으며, 콘크리트의 강도는 KDS 14 20 01(3.1.2), (4.1.4(1))을 따라야 한다.

(2) 약진 지역에 속하거나 또는 낮은 지진위험도가 요구되는 구조물은 KDS 14 20 01에서부터 KDS 14 20 72까지(KDS 14 20 72(4.4) 제외) 요구 사항을 적용하되 4.1의 규정을 따라야 한다. 중간 또는 특수 콘크리트 시스템을 사용하는 경우 중간 또는 특수 골조 시스템에 대한 이 기준의 요구 사항을 만족하여야 한다.

(3) 중진 지역에 속하거나 또는 중간 지진위험도가 요구되는 구조물은 중간 또는 특수모멘트골조 및 보통, 중간, 특수철근콘크리트 구조벽이 지진력에 저항하도록 설계하여야 한다. 특수 콘크리트 구조 시스템을 사용하는 경우 특수 시스템에 대한 이 기준의 요구 사항을 만족하여야 한다.

(4) 강진 지역에 속하거나 또는 높은 지진위험도가 요구되는 구조물은 4.1에서 4.7의 요구 사항을 만족하는 특수모멘트골조, 특수구조벽 그리고 격막구조 및 트러스 구조 등이 지진력에 저항하도록 설계하여야 한다. 지진력에 저항하지 않는 구조 부재에 대하여는 4.8의 요구 사항을 만족하도록 하여야 한다.

(5) 이 기준의 요구 사항을 만족하지 않는 철근콘크리트 구조 시스템의 경우도 실험 혹은 해석에 따라 이 기준에서 요구하는 충분한 강도와 인성을 보유하는 것으로 입증된다면 내진 시스템으로 사용할 수 있다.

(6) 구조물의 진동을 감소시키기 위하여 관련 구조전문가에 의해 설계되고 그 성능이 실험에 의해 검증된 진동감쇠장치를 사용할 수 있다.

4.1.2 구조 부재의 해석과 설계

(1) 지반운동에 대하여 구조 부재를 해석할 때, 구조물의 재료적인 측면에서 선형 및 비선형 응답에 영향을 주는 모든 구조 및 비구조 부재의 상호작용을 고려하여야 한다.

(2) 횡력 저항구조의 일부분이 아니라고 가정한 강체 부재도 구조 시스템의 응답에 대한 그의 영향이 고려되었을 때에는 사용할 수 있다. 또 횡력 저항 시스템의 일부가 아닌 구조 및 비구조 부재의 파괴의 영향에 대해서도 고려하여야 한다.

(3) 구조물의 밑면 아래에 있는 구조 부재 중에서 지진으로 인하여 발생한 힘을 기초에 전달하는데 필요한 부재도 이 기준의 요구 사항을 만족하여야 한다.

(4) 횡력 저항 시스템의 일부가 아니라고 생각되는 모든 구조 부재들도 4.8의 요구 사항을 만족하여야 한다.

4.1.3 강도감소계수

강도감소계수는 KDS 14 20 10(3.3)의 규정에 따라야 한다.

4.1.4 특수모멘트골조와 특수철근콘크리트 구조벽체의 콘크리트

(1) 콘크리트의 설계기준압축강도 f_{ck}는 21 MPa 이상이어야 한다.

(2) 경량콘크리트의 설계기준압축강도는 35 MPa을 초과할 수 없다. 만약 실험에 의하여 경량콘크리트를 사용한 구조 부재가 같은 강도의 보통중량콘크리트를 사용한 부재의 강도 및 인성 이상을 갖는 것이 확인된다면, 이보다 큰 압축강도를 사용할 수 있다.

4.1.5 특수모멘트골조와 특수철근콘크리트 구조벽체의 철근

(1) 지진력에 의한 휨모멘트 및 축력을 받는 골조나 구조벽의 경계요소에 사용하는 보강철근(KS D 3504, 3552, 3688, 7017)은 설계기준항복강도 f_y가 주철근과 전단철근에 각각 600 MPa, 500 MPa까지 허용되며, 다음 (2)와 (3)을 만족하여야 한다.

(2) 강재를 제작한 공장에서 계측한 실제 항복강도가 공칭항복강도를 120 MPa 이상 초과하지 않아야 한다. 재시험에서는 이 값을 20 MPa 이상 초과하지 않아야 한다.

(3) 실제 항복강도에 대한 실제 극한 인장강도의 비가 1.25 이상이어야 한다.

4.1.6 특수모멘트골조와 특수철근콘크리트 구조벽체의 기계적이음

(1) 기계적이음은 유형 1 또는 유형 2 기계적이음으로 분류할 수 있다.
① 유형 1 기계적이음은 KDS 14 20 52(4.5.1)의 규정에 따라야 한다.
② 유형 2 기계적이음은 KDS 14 20 52(4.5.1)의 규정에 따르고, 이음철근은 규정한 인장강도를 달성할 수 있어야 한다.

(2) 유형 1의 기계적이음은 기둥이나 보의 단부로부터 또는 비선형 횡변위의 결과로 철근의 항복이 일어날 수 있는 단면부터 부재 깊이의 두 배만큼 떨어진 거리 안에서 사용할 수 없으며, 유형 2의 기계적이음은 어떤 위치에서든 사용할 수 있다.

4.1.7 특수모멘트골조와 특수철근콘크리트 구조벽체의 용접이음

(1) 지진력에 저항하는 철근의 용접이음은 KDS 14 20 52(4.5.1)의 규정을 만족하여야 한다. 또한 기둥이나 보의 단부부터 또는 비선형 횡변위에 의해 발생할 수 있는 단면부터 부재 깊이의 2배만큼 떨어진 거리 안에서 사용할 수 없다.

(2) 요구되는 종방향 철근에 대한 스터럽, 띠철근, 삽입물 또는 이와 유사한 요소의 용접은 허용되지 않는다.

4.2 특수모멘트골조의 휨부재

4.2.1 적용 범위

(1) 4.2의 규정은 지진력을 받고, 주로 휨을 받도록 설계된 특수모멘트골조 부재에 적용하여야 한다.

(2) 이러한 골조 부재는 다음의 규정도 만족시켜야 한다.

① 부재의 계수축력은 $(A_g f_{ck}/10)$을 초과하지 않아야 한다.

② 부재의 순경간이 유효깊이의 4배 이상이어야 한다.

③ 깊이에 대한 폭의 비가 0.3 이상이어야 한다.

④ 부재의 폭은 250 mm 이상이어야 한다.

⑤ 부재의 폭은 휨부재 축방향과 직각으로 잰 지지부재의 폭에 받침부 양측면으로 휨부재 깊이의 3/4을 더한 값보다 작아야 한다.

4.2.2 축방향 철근

(1) KDS 14 20 20(4.2.2(3)) 규정의 경우를 제외한 휨부재의 어떤 단면에서나 상부철근 및 하부철근의 철근량은 KDS 14 20 20(식 (4.2-1))의 값 이상이어야 하고, 또한 $1.4b_w d/f_y$ 이상이어야 한다. 그리고 철근비 ρ는 0.025 이하이어야 한다. 상부와 하부에 최소한 연속된 두 개의 철근으로 보강하여야 한다.

(2) 접합면에서 정모멘트에 대한 강도는 부모멘트에 대한 강도의 1/2 이상이어야 한다. 또 부재의 어느 위치에서나 정 또는 부모멘트에 대한 강도는 부재 양단 접합면의 최대 휨강도의 1/4 이상이어야 한다.

(3) 휨철근의 겹침이음은 이음길이 부분에 후프철근이나 나선철근이 배치되어 있는 경우에만 사용할 수 있다. 겹침이음 철근을 둘러싸는 횡방향 철근의 간격은 $d/4$ 이하, 또한 100 mm 이하이어야 한다. 겹침이음은 접합부의 내부, 접합면부터 부재 깊이의 배 이내의 거리 구간, 구조해석에서 골조의 비탄성 횡변위에 의한 휨 항복이 일어나는 곳에서 사용할 수 없다.

(4) 기계적이음은 4.1.6의 규정을 따라야 하며, 용접이음은 4.1.7의 규정을 따라야 한다.

4.2.3 횡방향 철근

(1) 골조부재의 다음 부분에는 후프철근을 배치하여야 한다.

① 휨부재 양단의 받침부 면에서 경간의 중앙방향으로 잰 휨부재 깊이의 2배 구간

② 골조의 비탄성 횡변위로 인한 휨 항복이 일어날 수 있는 단면 좌우로 부재 깊이의 2배 이상의 거리 구간

(2) 첫 번째 후프철근은 지지부재의 면부터 50 mm 이내에 위치하여야 한다. 후프철근의 최대 간격은 $d/4$, 축방향 철근의 최소 지름의 8배, 후프철근지름의 24배, 300 mm 중 가장 작은 값을 초과하지 않아야 한다.

(3) 후프철근이 필요한 곳에서 후프철근으로 감싸인 축방향 철근은 KDS 14 20 50(4.4.2(3)③)에 따라 횡방향으로 지지되어야 한다.

(4) 후프철근이 필요하지 않은 곳에서는 부재의 전 길이에 걸쳐서 $d/2$ 이내의 간격으로 양단 내진갈고리를 갖춘 스터럽을 배치하여야 한다.

(5) 전단저항에 요구되는 스터럽이나 띠철근은 4.2.3, 4.3.4 및 4.4.2에 규정된 부재의 길이에 걸쳐 후프철근을 사용하여야 한다.

(6) 휨부재의 후프철근은 2개의 철근으로 구성할 수 있다. 즉, 양단에 내진갈고리를 갖는 스터럽과 연결철근으로 구성되는 폐쇄형 후프철근을 사용할 수 있다. 동일한 축방향 철근과 접속되는 연속 연결철근은 휨부재의 반대측면에 번갈아가며 90°갈고리를 두어야 한다. 연결철근으로 고정되는 축방향 철근이 휨부재의 한쪽 면에서만 슬래브로 구속되어 있으면 연결철근의 90°갈고리는 그 슬래브가 있는 곳에 위치시켜야 한다.

4.2.4 전단강도 요구 조건

(1) 설계전단력 V_e는 접합면 사이의 부재 부분에 대한 힘의 평형으로 결정되며, 접합면, 즉 단부에 작용하는 예상 휨강도 M_{pr}의 정 또는 부의 값과, 경간을 따라 계수중력하중이 재하되는 부재를 가정하여 구하여야 한다.

(2) 4.2.3(1)에서 정의한 길이에 걸친 횡방향 철근은 다음과 같은 조건이 모두 발생하면 $V_c = 0$이라고 가정하여 전단력을 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

① (1)에 의해 계산된 지진하중에 의한 전단력이 이들 길이에 걸쳐 최대 소요전단강도의 1/2 이상일 때

② 지진하중의 영향을 고려한 계수축력이 $A_g f_{ck}/20$ 이하일 때

4.3 휨모멘트와 축력을 받는 특수모멘트골조 부재

4.3.1 적용 범위

(1) 이 절의 요구 조건은 지진하중을 받고, 계수축력이 $(A_g f_{ck}/10)$을 초과하는 특수모멘트골조 부재에 적용하여야 한다.

(2) 이러한 골조 부재는 다음을 만족시켜야 한다.

① 도심을 지나는 직선상에서 잰 최소 단면치수는 300 mm 이상이어야 한다.

② 최소 단면치수의 직각방향 치수에 대한 길이 비는 0.4 이상이어야 한다.

4.3.2 기둥의 최소 휨강도

(1) $(A_g f_{ck}/10)$을 초과하는 계수축력을 받는 기둥의 휨강도는 4.3.2((2) 또는 (3))의 규정을 만족시켜야 한다. (2)를 만족시키지 못하는 기둥의 횡방향 강도와 강성은 구조물의 강도와 강성 계산에서 무시하여야 한다. 그러나 4.8의 규정은 만족시켜야 한다.

(2) 기둥의 휨강도는 식 (4.3-1)을 만족하여야 한다.

$$\Sigma M_c \geq (6/5)\Sigma M_g \qquad (4.3\text{-}1)$$

여기서, ΣM_c는 접합부의 접합면에서 그 접합부에 연결된 기둥들의 설계휨강도의 합이다. 기둥의 휨강도는 고려되는 횡력방향에 일치되게 계수축력을 감안하여 계산하여야 하며, 결과적으로 최소 휨강도이어야 한다. ΣM_g는 접합부의 접합면에서 그 접합부에 연결된 보의 설계휨강도의 합이다. 슬래브와 일체화되어 휨에 저항하는 T형보의 휨강도는 KDS 14 20 10(4.8)에 규정된 슬래브 유효폭 내에 있는 슬래브 철근을 고려하여 산정하여야 한다.

(3) 휨강도는 기둥의 휨모멘트가 보의 휨모멘트와 반대방향으로 작용하는 것으로 하여 합산한다. 식 (4.3-1)은 고려되는 골조의 수직평면 내에서 양방향으로 작용하는 보의 휨모멘트에 대해서 만족되어야 한다.

(4) 접합부에서 (2)가 만족되지 않았을 때에는 그 접합부의 반력을 받는 기둥은 전체 높이에 대해서 4.3.4(1), (2), (3)에 규정된 바에 따라 횡방향 철근으로 보강하여야 한다.

4.3.3 축방향 철근

(1) 철근비 ρ_g는 0.01 이상, 0.06 이하이어야 한다.

(2) 기계적이음은 4.1.6에 따라야 하며, 용접이음은 4.1.7에 따라야 한다. 겹침이음은 부재의 중앙부에서 부재 길이의 1/2 구역 내에서만 할 수 있고 인장이음으로 설계하여야 하며, 또한 4.3.4((2)와 (3))의 규정을 따르는 횡방향 철근으로 둘러싸야 한다.

4.3.4 횡방향 철근

(1) 4.3.3(2) 또는 4.3.5에 의해 더 많은 철근이 필요한 경우가 아니면 횡보강철근은 다음의 ①에서 ⑤까지 규정을 따라야 한다.

① 나선 또는 원형후프철근의 용적철근비 ρ_s는 식 (4.3-2)로 결정된 값 이상으로 하여야 하며, KDS 14 20 20(식 (4.3-1))로 계산된 값 이상으로 하여야 한다.

$$\rho_s = 0.12 f_{ck}/f_{yh} \qquad (4.3\text{-}2)$$

② 사각형 후프철근의 전체 단면적은 식 (4.3-3)과 식 (4.3-4)로 계산되는 값 이상으로 하여야 한다.

$$A_{sh} = 0.3(s h_c f_{ck}/f_{yh})[(A_g/A_{ch}) - 1] \qquad (4.3\text{-}3)$$

$$A_{sh} = 0.09sh_c f_{ck}/f_{yh} \qquad (4.3\text{-}4)$$

③ 횡방향 철근은 단일 후프철근 또는 겹침후프철근으로 이루어져야 한다. 이때 후프철근과 같은 굵기와 간격으로 된 연결철근을 사용할 수 있다. 연결철근의 끝은 외곽의 축방향 철근에 고정되어야 하고, 연속 연결철근은 축방향 철근을 따라 끝이 교대로 배치되어야 한다.

④ 부재 심부의 설계강도가 지진력을 포함하는 설계하중의 조합으로 계산되는 강도 이상이면 식 (4.3-3)과 KDS 14 20 20(식 (4.3-1))에 따르지 않을 수 있다.

⑤ 횡방향 철근의 외부에 위치하여 구속되지 않은 콘크리트의 두께가 100 mm를 초과하면, 횡방향 철근을 추가적으로 배치하여야 한다. 이 추가적인 횡방향 철근에 대하여 피복 두께는 100 mm 이내가 되도록 하여야 하며, 간격은 300 mm 이하가 되도록 배치하여야 한다.

(2) 횡방향 철근 간격은 부재의 최소 단면치수의 1/4, 축방향 철근 지름의 6배, 또한 식 (4.3-5)에 규정한 s_x 중 가장 작은 값 이하로 하여야 한다.

$$s_x = 100 + [(350 - h_x)/3] \qquad (4.3\text{-}5)$$

여기서, s_x값은 150 mm보다 크지 않아야 하며, 100 mm보다 작을 필요는 없다.

(3) 연결철근이나 겹침후프철근은 부재의 단면 내에서 중심 간격이 350 mm 이내가 되도록 배치하여야 한다.

(4) 골조의 각 접합면부터 l_o 길이의 구간에 (1)에서 (3)까지 규정에 따르는 양의 횡방향 철근을 배치하여야 한다. 또 골조의 비탄성 횡변위에 의한 휨 항복이 일어날 가능성이 있는 단면 좌우 양쪽에도 이와 같이 한다. l_o는 부재 접합면 또는 휨 항복이 일어날 가능성이 있는 단면의 깊이, 부재 순경간의 1/6, 450 mm 중 가장 큰 값 이상이어야 한다.

(5) 기둥이 벽체와 같이 불연속적으로 강성이 큰 부재의 반력을 지지하게 되는 경우 다음의 규정을 만족시켜야 한다.

① 지진력에 의한 부재의 계수축력이 $(A_g f_{ck}/10)$를 초과하는 경우, 불연속이 되는 곳까지 전 높이에 걸쳐서 위 (1), (2), (3)의 규정에 따라 횡보강하여야 한다.

② 횡보강철근은 최소한 가장 굵은 축방향 철근의 정착길이만큼 불연속 부재의 내부로 배치되어야 한다. 이때 축방향 철근의 정착길이는 KDS 14 20 20(4.3)의 규정에 의해 정해진다. 기둥의 하단이 벽체 위에서 끝나게 되는 경우 (1), (2), (3)에 의한 횡방향 철근은 기둥이 끝나는 점에서 최대 축방향 철근의 정착구간까지 벽체 속으로 배치되어야 하고, 기둥이 일반 기초나 전면기초 위에 끝날 경우는 (1), (2), (3)의 규정에 의해 결정되는 횡방향 철근은 일반 기초나 전면기초 내 최소한 300 mm의 구간까지 배치되어야 한다.

(6) (1), (2), (3)에 따라 결정되는 횡방향 철근이 기둥의 전 길이에 걸쳐 배치되어 있지 않은 경우, 횡방향 철근이 배치되어 있지 않은 구간은 중심 간격이 축방향 철근 지름의 6배 이하, 또한 150 mm 이하인 나선철근이나 후프철근으로 보강되어야 한다.

4.3.5 전단강도 요구 사항

(1) 설계전단력 V_e는 부재 각 단부의 접합부 면에서 발생 가능한 최대 전단력으로 결정되며, 이러한 접합면의 힘은 부재의 계수축력을 고려한 예상 최대 휨강도 M_{pr}를 사용하여 결정한다. 접합부에 연결된 횡부재의 예상 휨강도 M_{pr}에 근거한 접합부 강도에 의해 계산된 전단력보다 클 필요가 없으나, 어떤 경우에도 V_e는 구조물 해석에 의하여 구한 계수전단력 이상이어야 한다.

(2) 4.3.4(4)에서 정의된 l_o에 대한 횡방향 철근은 다음 ①과 ②를 모두 만족하는 경우 $V_c = 0$으로 보고 전단력에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

① (1)에 의해 계산된 지진하중에 의한 전단력이 그 길이에서 최대 소요전단강도의 1/2 이상인 경우

② 지진하중에 의한 계수축력이 $A_g f_{ck}/20$보다 작은 경우

4.4 특수모멘트골조의 접합부

4.4.1 일반 사항

(1) 접합면에서 보의 종방향 철근의 작용력은 휨인장철근의 응력을 $1.25 f_y$라고 가정하여 결정하여야 한다.

(2) 접합부의 강도는 KDS 14 20 10(3.3)에 규정된 해당 강도감소계수 값에 의하여 결정하여야 한다.

(3) 기둥 속에서 끝나는 보의 종방향 철근은 횡보강된 기둥 심부의 반대 면까지 연장시켜야 하며, 인장력을 받는 경우 4.4.4에 따르고, 압축력을 받는 경우 KDS 14 20 52에 따라야 한다.

(4) 보의 종방향 철근이 보-기둥 접합부를 통과하여 연장되는 경우에 보의 종방향 철근에 평행한 기둥 변의 길이 h는 보통중량콘크리트인 경우 식 (4.4-1)을 만족하여야 한다.

$$f_y \le 400\text{MPa}\text{에 대하여, } \frac{h}{d_b} \ge 20 \qquad (4.4\text{-}1a)$$

$$f_y > 400\text{MPa}\text{에 대하여, } \frac{h}{d_b} \ge 25 \qquad (4.4\text{-}1b)$$

경량콘크리트인 경우는 식 (4.4-2)를 만족하여야 한다.

$$\frac{h}{d_b} \ge 26\frac{f_y}{400} \ge 26 \qquad (4.4\text{-}2)$$

4.4.2 횡방향 철근

(1) (2)에서 규정된 바와 같이 접합부가 구조 부재로 구속되어 있지 않으면, 4.4.4에 따르는 횡방향 후프철근을 접합부 내에 두어야 한다.

(2) 기둥의 접합부 4면에 보부재가 연결되어 각 부재 폭이 기둥폭의 3/4 이상일 때, 가장 깊이가 작은 부재의 깊이만큼 구간 내에서는 4.3.4(1)에 규정된 철근량의 1/2 이상의 횡방향 철근만을 배치할 수 있다. 이들 위치에서는 4.3.4(2)에 규정된 횡방향 철근의 간격을 150 mm까지 증가시킬 수 있다.

(3) 기둥 심부 외측에 있는 보의 종방향 철근이 그 접합부에 인입되는 다른 보에 의해 구속되어 있지 않을 때는 4.3.4에 따라 필요한 횡방향 철근을 접합부 내에 배치하여야 한다.

4.4.3 전단강도

(1) 접합부의 공칭전단강도는 보통중량골재를 사용한 콘크리트의 경우 다음 값을 초과할 수 없다.

①4면이 구속된 접합부의 경우 $1.7\sqrt{f_{ck}}A_j$

②3면 또는 서로 반대방향의 2면이 구속된 경우 $1.25\sqrt{f_{ck}}A_j$

③기타의 경우 $1.0\sqrt{f_{ck}}A_j$

각 접합면의 3/4이 인입되는 부재와 접합되어 있으면 그 면은 구속되어 있다고 보며, 이러한 부재가 접합부의 모든 면으로 인입될 때 그 접합부는 구속되어 있다고 본다.

(2) 경량콘크리트에서 접합부의 공칭전단강도는 (1)에 규정된 값의 3/4을 초과할 수 없다.

4.4.4 인장철근의 정착길이

(1) 보통중량콘크리트에서 90°표준갈고리가 있는 철근의 정착길이 l_{dh}는 D6에서 D35까지 철근의 경우 $8d$ 이상, 150 mm 이상, 또한 식 (4.4-3)에서 규정된 길이 이상이어야 한다.

$$l_{dh} = f_y d_b / \left(5.4\sqrt{f_{ck}}\right) \qquad (4.4\text{-}3)$$

경량콘크리트에서 90°표준갈고리를 갖는 철근의 정착길이는 $10d_b$ 이상, 190 mm 이상, 또한 식 (4.4-3)으로 규정된 값의 1.25배 이상이어야 한다. 90°갈고리는 기둥이나 경계부재의 횡구속된 콘크리트 내까지 연장하여야 한다.

(2) D6에서 D35까지 철근에서 직선철근의 정착길이 l_d는 철근 하부에 한 번에 친 콘크리트의 깊이가 300 mm를 초과하지 않을 경우에는 (1)에 규정된 길이의 2.5배 이상, 철근 하부에 한 번에 친 콘크리트의 깊이가 300 mm를 초과할 경우에는 (1)에 규정된 길이의 3.5배 이상으로 하여야 한다.

(3) 접합부에서 끝나는 직선철근은 기둥이나 경계부재의 횡구속된 심부를 완전히 가로질러야 한다. 횡구속된 심부에 걸쳐 있지 않은 부분의 매입정착길이는 1.6배 만큼 증가시켜야 한다.

(4) 에폭시 도막 철근이 사용된 경우, (1)에서 (3)까지 기술된 정착길이는 KDS 14 20 52(4.1.2)에 규정된 계수 값을 곱하여야 한다.

4.5 특수철근콘크리트 구조벽체와 연결보

4.5.1 적용 범위

이 절에 규정된 요구 사항은 지진력 저항 시스템의 한 부분으로 역할을 하는 특수철근콘크리트 구조벽체와 연결보에 적용하여야 한다.

4.5.2 철근

(1) 구조벽체의 철근비 ρ_v와 ρ_h는 0.0025 이상이어야 한다. 다만 설계전단력이 $(\sqrt{f_{ck}}/12)A_{cv}$ 이하이면, 구조벽체의 최소 철근은 KDS 14 20 72(4.2)에 따라 감소되는 것을 허용할 수 있다. 구조벽체 각 방향의 철근 간격은 450 mm 이하이어야 하며, 전단보강을 위한 철근은 전단벽에 연속적으로 분산 배치하여야 한다.

(2) 벽체에 작용하는 면내 계수전단력이 $(\sqrt{f_{ck}}/6)A_{cv}$를 초과하면 철근은 적어도 복배근으로 배치하여야 한다.

(3) 구조벽체의 모든 연속철근의 이음과 정착은 다음 사항을 제외하고, KDS 14 20 52(4.4.1)의 인장을 받는 철근에 대한 규정을 따라야 한다.

① KDS 14 20 52(4.4.1,(2))에서 유효깊이 d는 $0.8l_w$를 사용할 수 있다.

② KDS 14 20 52(4.4.2), (4.4.3), (4.4.4)의 규정은 적용될 필요가 없다.

③ 횡하중에 의해 발생한 변위에 대하여 철근의 항복이 예상되는 곳에서는 철근의 설계기준 항복강도를 1.25배 하여 정착길이를 산정하여야 한다.

④ 기계적이음과 용접이음은 4.1.6과 4.1.7의 규정을 따라야 한다.

4.5.3 설계작용력

계수전단력 V_u는 계수하중과 하중조합에 따라 횡하중 해석으로 구하여야 한다.

4.5.4 전단강도

(1) 구조벽체의 공칭전단강도는 식 (4.5-1)의 값 이하이어야 한다.

$$V_n = A_{cv}(\alpha_c\sqrt{f_{ck}} + \rho_n f_y) \qquad (4.5\text{-}1)$$

여기서, 계수 α_c의 값은 $h_w/l_w \le 1.5$일 때 1/4, $h_w/l_w \ge 2.0$일 때 1/6이고, $1.5 \le h_w/l_w \le 2.0$일 때는 1/4와 1/6을 선형보간하여 결정하여야 한다.

(2) (1)에서 부분벽 또는 부분격막의 V_n을 결정하기 위해 사용되는 h_w/l_w의 값으로 전체 벽체의 값과 고려하는 부분벽의 값 중 더 큰 값을 사용하여야 한다.

(3) 벽체는 면내 전단저항력을 갖기 위하여 전단철근을 2방향으로 배치하여야 한다. h_w/l_w비가 2.0을 초과하지 않으면, 철근비 ρ_v는 ρ_n 이상이어야 한다.

(4) 한 횡방향력을 같이 부담하는 모든 벽기둥의 전단강도는 $(2\sqrt{f_{ck}}/3)A_{cv}$를 초과할 수 없다. 이때, A_{cv}는 전체 단면적이다. 개개의 벽체기둥의 공칭전단강도는 $(5\sqrt{f_{ck}}/6)A_{cp}$ 이하이어야 한다. 여기서, A_{cp}는 고려하는 벽기둥의 단면적을 나타낸다.

(5) 수평부분벽과 연결보의 공칭전단강도는 $(5\sqrt{f_{ck}}/6)A_{cp}$를 초과할 수 없다. 여기서, A_{cp}는 수평부분벽 또는 연결보의 단면적을 나타낸다.

4.5.5 휨모멘트와 축력에 대한 설계

(1) 축력과 휨모멘트의 지배를 받는 구조벽체와 그의 부분벽은 KDS 14 20 20((4.1.1)와 (4.1.2))에 따라 설계하여야 한다. 다만, KDS 14 20 20(4.1.1(2))의 비선형 변형률 요구 사항과 KDS 14 20 20(4.1.2(5))는 적용하지 않는다. 유효플랜지폭 내의 종방향 철근과 콘크리트, 경계요소 그리고 벽체 복부는 유효한 것으로 간주하고 개구부의 효과도 고려하여야 한다.

(2) 더 정밀한 해석을 수행하지 않는 한, 플랜지를 갖는 단면의 유효플랜지는 복부 면부터 인접 벽체 복부까지 거리의 1/2과 벽 전체 높이의 1/4 중 작은 값으로 하여야 한다.

4.5.6 특수철근콘크리트 구조벽체의 경계요소

(1) 구조벽체 단부에 특수경계요소가 필요한지 여부는 다음 (2) 또는 (3)에 따라 평가하여야 한다. 이때 (4)와 (5)의 요구 사항 또한 만족하여야 한다.

(2) 이 절은 벽체 단면이 기초에서 지붕 최상단까지 효과적으로 연속되고 휨모멘트와 축력에 대해 1개소의 위험단면을 갖도록 설계된 벽체 및 벽기둥에 적용하고, 아래의 규정을 만족시키지 못하는 벽체는 (3)에 따라 설계하여야 한다.

① 아래의 조건이 성립하는 경우에 압축영역은 특수경계요소로 설계하여야 한다.

$$c \geq \frac{l_w}{600(\delta_u/h_w)} \qquad (4.5\text{-}2)$$

여기서, δ_u/h_w는 0.007 이상이어야 한다.

② ①에 의해 특수경계요소가 요구되는 곳에서 특수경계요소 보강은 위험단면부터 적어도 l_w 또는 $M_u/4V_u$보다 큰 거리까지 도달하여야 한다.

(3) 벽체를 (2)의 요구 사항에 따라 설계하지 않을 경우, 벽체의 경계 부위 혹은 개구부 연단에 $0.2f_{ck}$ 이상의 응력이 발생하면 그 부위에 특수경계요소를 두어야 하고, 압축응력이 $0.15f_{ck}$ 보다 작아지는 위치에서 이 특수경계요소를 끝낼 수 있다. 이 경우 응력은 선형탄성 모델 및 비균열 단면에 대해 계수하중을 적용하여 계산할 수 있다. 이때 플랜지가 있는 벽체의 경우 유효플랜지폭은 복부 면부터 인접 벽체의 복부까지 거리의 1/2 또는 벽체 높이의 1/4 중 작은 값을 취하여야 한다.

(4) (2) 또는 (3)에 의해 요구되는 특수 경계요소는 ①부터 ⑥까지 요구 사항을 만족시켜야 한다.

① 경계요소의 범위는 압축단부에서 $c-0.1l_w$와 $c/2$ 중 큰 값 이상이어야 한다.

② 플랜지를 가진 벽체의 경우 경계요소는 압축을 받는 유효플랜지 부분뿐만 아니라 복부 쪽으로 적어도 300 mm 이상 포함하여야 한다.

③ 특수경계요소의 횡방향 철근은 4.3.4(1)부터 4.3.4(3)까지의 요구 사항을 만족시켜야 한다. 다만, 식 (4.3-3)은 만족시킬 필요가 없고, 4.3.4(2)에 따른 횡방향 철근 간격은 부재의 최소 단면치수의 1/3을 사용하여야 한다.

④ 경계요소에 있는 가장 큰 주철근의 인장 정착길이 만큼 횡방향 철근이 받침부 내부로 배치되어야 한다. 다만 특수경계요소가 기초판 또는 전면기초와 만날 때는 그 안쪽으로 적어도 300 mm 정착시켜야 한다.

⑤ 벽체 복부의 수평철근은 경계요소의 심부 안에서 설계기준항복강도 f_y까지 도달할 수 있도록 정착시켜야 한다.

⑥ 경계요소의 종방향 철근의 기계적이음은 4.1.6에 따라야 하며, 경계요소의 종방향 철근의 용접이음은 4.1.7에 따라야 한다.

(5) (2)와 (3)에 의한 특수경계요소가 요구되지 않을 때는 아래 ①과 ②를 만족시켜야 한다.

① 벽체 경계부분에서 종방향 철근비가 $2.8/f_y$보다 크다면, 경계부분의 횡방향 철근은 4.3.4(1)③, 4.3.4(3)과 4.5.6(4)①을 만족하여야 한다. 경계부분에서 횡방향 철근의 길이방향 간격은 200 mm 이내이어야 한다.

② 벽체의 면내 계수전단력 V_u가 $(\sqrt{f_{ck}}/12)A_{cu}$보다 작을 때를 제외하고, 경계요소가 없는 구조벽체의 연단에서는 수직연단철근을 수평철근의 표준갈고리를 사용하여 감싸주거나, 수평철근과 같은 지름과 간격으로 된 U형 스터럽으로 이어 감싸주어야 한다.

(6) 경계요소의 종방향 철근의 용접과 기계적이음은 4.1.6과 4.1.7을 만족하여야 한다.

4.5.7 연결보

(1) 세장비 $l_n/h \geq 4$인 연결보는 4.2의 요구 사항을 만족시켜야 한다. 만약 연결보가 해석에 의해 횡좌굴에 대한 적절한 안정성을 가지는 것으로 판명되면, 4.2.1(2)③과 4.2.1(2)④의 적용을 받지 않을 수 있다.

(2) 세장비 $l_n/h < 4$인 연결보는 경간 중앙에 대하여 대칭인 대각선 다발철근으로 보강되도록 설계할 수 있다.

(3) 연결보의 강성 또는 강도의 감소로 인해 구조물의 수직하중 전달 능력, 구조물에서 거주자의 탈출, 구조물에 대한 비구조요소와 그 접합부의 일체성 등이 저해되지 않는다는 사실을 입증할 수 없으면, 세장비가 $l_n/h < 2$이고 계수전단력이 $V_u > (\sqrt{f_{ck}}/3)A_{cp}$인 연결보는 경간 중앙에 대하여 대칭인 대각선 다발철근으로 보강하여 설계하여야 한다. 이 대각선 다발철근은 연결보의 공칭휨강도에 기여하는 것으로 볼 수 있다.

(4) 경간 중앙에 대해 대칭 형태인 대각 형태로 배치된 연결보는 다음을 만족시켜야 한다.

① 대각선 다발철근은 최소한 4개의 철근으로 이루어져야 하며, 각 대각선 철근은 벽체 안으로 인장에 대해 정착시켜야 한다. 다만, 철근 항복강도에 대한 정착길이의 1.25배 이상이 되도록 한다.

② 공칭전단강도 V_n은 식 (4.5-3)과 같이 결정하여야 한다.

$$V_n = 2A_{vd}f_y \sin\alpha \le (5\sqrt{f_{ck}}/6)A_{cp} \qquad (4.5\text{-}3)$$

③ 대각선 철근은 4.3.4((1)과 (3))의 규정과 식 (4.3-5)를 만족하는 횡철근으로 감싸주어야 한다. 또한 횡철근 간격은 철근 지름의 6배를 초과할 수 없다.(식 (4.3-3))과 KDS 14 20 20(식 (4.3-1))에서 사용되는 A_g를 계산하기 위해서 대각으로 배치된 각 다발철근의 4개 면은 KDS 14 20 50(4.3)에서 요구되는 최소 콘크리트 피복으로 가정하여야 한다.

④ 대각선 철근은 벽체 안으로 인장에 대해 정착시켜야 한다. 다만, 철근의 항복강도를 1.25배 하여 정착길이를 산정하여야 한다.

⑤ 대각선 철근은 연결보의 공칭휨강도에 기여하는 것으로 볼 수 있다.

⑥ 연결보의 종방향에 대한 횡방향 또는 평행 철근은 각 방향으로 철근의 면적이 $0.002b_ws$ 이상이어야 하고, 간격은 300 mm 이하이어야 한다.

4.5.8 시공줄눈

벽체의 모든 시공줄눈은 콘크리트표준시방서의 규정을 만족하고, 접합면은 KDS 14 20 22(4.6.3(1))에 따라 거칠게 하여야 한다.

4.5.9 불연속 벽체

기둥이 지지하는 불연속 벽체의 철근은 4.3.4(5)에 따라 배치하여야 한다.

4.6 구조격막과 트러스

4.6.1 적용 범위

지진력을 전달하는 구조격막으로 작용하는 바닥과 지붕 슬래브는 이 규정에 따라 설계하여야 한다. 4.6의 규정은 횡력저항 시스템의 일부로 작용하는 트러스와 지진으로 발생하는 하중을 전달하는 버팀부재, 연결부재, 현부재 및 수집부재에 적용하여야 한다.

4.6.2 현장치기 복합-덧치기 슬래브 격막

덧치기 슬래브를 철근으로 보강하고, 연결부가 현부재, 수집부재 그리고 횡력 저항 시스템에 하중을 완전하게 전달할 수 있도록 설계한다면, 프리캐스트콘크리트 바닥 또는 지붕의 현장치기 복합 덧치기 슬래브는 격막으로 사용할 수 있다. 덧치기를 할 때 기존 콘크리트 면은 깨끗하고 레이턴스가 없어야 하며, 의도적으로 거칠게 하여야 한다.

4.6.3 현장치기 덧치기 슬래브 격막

현장치기 덧치기 슬래브를 독자적으로 설계지진력에 저항하도록 설계하면, 덧치기 슬래브와 프리캐스트콘크리트 바닥 요소와의 복합작용은 요구되지 않는다.

4.6.4 격막의 최소 두께

(1) 지진력을 전달하기 위해 사용되는 구조격막으로 작용하는 콘크리트 슬래브와 복합 덧치기 슬래브의 두께는 50 mm 이상이어야 한다.

(2) 프리캐스트콘크리트 바닥 또는 지붕의 덧치기 슬래브로서 구조격막으로는 작용하지만 지진하중에 저항하기 위한 프리캐스트콘크리트 부재와의 복합성능에 의존하지 않는 경우의 슬래브 두께는 65 mm 이상이어야 한다.

4.6.5 철근

(1) 구조격막에 대한 최소 철근비는 KDS 14 20 50(4.6)을 따라야 한다. 포스트텐션이 되지 않은 바닥이나 지붕 시스템의 철근 간격은 각 방향으로 450 mm 이하이어야 한다. 프리캐스트 바닥과 지붕의 덧치기 슬래브에서 전단력을 저항하도록 용접철망을 사용하는 경우에, 철선의 간격은 프리캐스트 부재의 경간과 평행한 방향으로 250 mm 이상이어야 한다. 전단강도를 위하여 배치된 철근은 연속이어야 하고 전체 단면에 대하여 균등하게 분포시켜야 한다.

(2) 격막의 현부재 또는 수집부재에서 주 보강근으로 사용된 부착 긴장재는 설계지진력에 의한 응력이 420 MPa을 초과하지 않도록 크기 및 배치를 적절하게 결정하여야 한다. 지진하중 경로가 확보된다면, 비부착 긴장재에 의해 발생하는 사전 압축은 격막 설계력을 저항하는데 허용될 수 있다.

(3) 구조 트러스 부재, 버팀부재, 연결부재, 격막의 현부재 및 수집부재는 임의의 단면에서 $0.2f_{ck}$를 초과하는 압축응력을 받을 때 부재의 전 길이에 걸쳐서 4.3.4((1), (2) 및 (3))의 규정에 의한 특수 횡방향 철근을 배치하여야 한다. 특수 횡방향 철근은 압축응력이 $0.15f_{ck}$ 미만으로 계산되는 위치에서 중단할 수 있다. 압축응력은 구조 부재의 전 단면을 고려한 선형 탄성 모델에 의해 계수하중에 대해 계산하여야 한다.

(4) 격막, 트러스, 버팀부재, 연결부재, 현부재 및 수집부재 등의 모든 연속철근은 4.5.4의 인장철근의 정착길이 규정에 따라 이음 또는 정착시켜야 한다.

(5) 격막과 횡력저항 시스템의 수직 요소사이에 하중을 전달하기 위하여 기계적이음을 사용할 때는 4.1.6,(1)의 유형 2의 이음으로 하여야 한다.

4.6.6 설계하중

구조격막에 대한 설계지진력은 설계하중 조합에 따른 횡력 해석에 의하여 구할 수 있다

4.6.7 전단강도

(1) 구조격막의 공칭전단강도 V_n은 식 (4.6-1)의 값 이하이어야 한다.

$$V_n = A_{cv}\left(\frac{\sqrt{f_{ck}}}{6} + \rho_n f_y\right) \qquad (4.6\text{-}1)$$

(2) 프리캐스트콘크리트 바닥 또는 지붕 현장치기 복합-덧치기 슬래브 격막과 현장치기 복합-덧치기 슬래브 격막의 공칭전단강도 V_n은 식 (4.6-2)의 값 이하이어야 한다.

$$V_n = A_{cv}\rho_n f_y \qquad (4.6\text{-}2)$$

여기서, A_{cv}는 덧치기 슬래브의 두께에 근거한 값이다. 필요한 복부 보강근은 격막의 전단면에 양 방향으로 균등하게 분포되어야 한다.

(3) 공칭전단강도는 $(2\sqrt{f_c}/3)A_{cu}$를 초과할 수 없다. 여기서, A_{cv}는 격막의 전체 단면적이다.

4.6.8 구조격막의 경계요소

(1) 구조격막의 경계요소는 격막 면내에 작용하는 계수축력과, 그 단면의 계수휨모멘트를 단면에서 격막의 경계 요소 사이의 거리로 나눈 값의 합력을 저항할 수 있도록 크기가 결정되어야 한다.

(2) 모든 격막의 경계요소 및 수집부재의 인장철근이음은 철근의 설계기준항복강도를 발휘하도록 하여야 한다. 기계적이음과 용접이음은 각각 4.1.6과 4.1.7을 따라야 한다.

(3) 이음과 정착 부위에서 현부재와 수집부재의 주철근은 다음 중 하나를 확보하여야 한다.

①축방향 주철근 지름의 3배 이상, 또한 40 mm 이상인 최소 중심간 거리와 축방향 주철근 지름의 2.5배 이상, 또한 50 mm 이상인 최소 콘크리트 피복 두께

②4.6.5(3)에 규정된 것을 제외한 KDS 14 20 22(4.3.3(3)) 규정에 의해 요구되는 철근

4.6.9 시공줄눈

벽체의 모든 시공줄눈은 콘크리트표준시방서에 따라야 하며, 접합면은 KDS 14 20 22(4.6.3(1))에 규정된 바와 같이 거칠게 하여야 한다.

4.7 기초

4.7.1 적용 범위

지진하중을 저항하거나 구조체와 지반 사이에 지진하중을 전달하는 기초는 4.7의 규정과 관련된 적용 가능한 다른 기준도 따라야 한다.

4.7.2 기초판, 전면기초 및 말뚝캡

(1) 지진하중에 저항하는 기둥과 구조벽체의 종방향 철근은 기초판, 전면기초 또는 말뚝캡까지 연장되어야 하며, 접합면에서 인장에 대하여 충분하게 정착되어야 한다.

(2) 기초에서 고정단으로 가정되어 설계된 기둥은 (1)을 따라야 한다. 표준갈고리가 필요한 경우에는 휨모멘트에 저항하는 종방향 철근의 끝단이 기둥의 중심을 향하도록 하여 기초의 밑면에서 90°표준갈고리로 설치하여야 한다.

(3) 기초의 연단부터 기초 깊이의 1/2 이내에 연단이 있는 특수철근콘크리트 구조벽체의 기둥 또는 경계요소는 4.3.4에 따라 기초의 상단 아래로 횡방향 철근을 설치하여야 한다. 이 철근은 기초판, 전면기초 또는 말뚝캡으로 연장되어야 하며, 인장력에 대해 f_y를 발휘할 수 있도록 정착하여야 한다.

(4) 특수철근콘크리트 구조벽체의 경계요소 또는 기둥에서 지진의 영향으로 양압력이 발생하는 곳에서는 설계하중에 저항할 수 있도록 휨철근이 기초, 전면기초, 말뚝캡의 상부에 배치되어야 하며, 이 휨철근은 KDS 14 20 20(4.2.2)의 규정을 만족하여야 한다.

(5) 기초와 지하실 벽체의 무근콘크리트 사용은 KDS 14 20 64을 참조하여야 한다.

4.7.3 지중보와 지면 슬래브

(1) 말뚝캡 또는 기초 사이를 수평 연결재로서 거동하도록 설계되는 지중보는 연속적인 종방향 철근을 배치하여야 한다. 이 철근은 지지기둥 내에 또는 통과하여 정착길이가 확보되어야 하며, 모든 불연속에서 말뚝캡 또는 기초 내에 정착되어야 한다.

(2) 말뚝캡 또는 기초 사이를 수평 연결재로서 거동하도록 설계되는 지중보의 최소 단면 치수는 연결된 기둥의 순경간을 20으로 나눈 값 이상이어야 하나, 450 mm보다 클 필요는 없다. 폐쇄 띠철근의 간격은 직교된 단면의 최소 치수의 1/2 이하, 또한 300 mm 이하이어야 한다.

(3) 횡저항 시스템의 일부인 기둥에서 휨모멘트를 전달받는 전면기초의 일부인 보와 지중보는 4.1을 따라야 한다.

(4) 횡저항 시스템의 일부인 벽체나 기둥에서 전달되는 지진력을 저항하는 지면 슬래브는 4.6의 구조격막으로 설계하여야 한다. 구조 도면은 지면 슬래브가 구조격막이며 횡저항 시스템임을 명확하게 언급하여야 한다.

4.7.4 말뚝, 교각 및 케이슨

(1) 이 절은 내진설계된 구조물을 지지하는 콘크리트 말뚝, 교각 및 케이슨에 적용하여야 한다.

(2) 인장력에 저항하는 말뚝, 교각 및 케이슨은 설계인장력을 저항하는 전 구간에 걸쳐 연속적인 종방향 철근을 확보하여야 한다. 종방향 철근은 말뚝캡 내부의 인장력을 지지 구조 부재에 전달할 수 있는 상세를 가져야 한다.

(3) 지진에 의하여 발생된 인장력이 말뚝캡 또는 전면기초와 프리캐스트콘크리트 말뚝 사이에서 말뚝의 상단에 설치된 보강근에 의해 전달되는 경우에, 그라우트 시스템은 최소한 철근의 설계기준항복강도의 125%까지 도달할 수 있다는 것을 시험에 의하여 확인하여야 한다.

(4) 말뚝, 교각 및 케이슨은 아래의 ①과 ②의 위치에서 4.3.4를 따라 횡방향 철근을 배치하여야 한다.

① 부재 상단에서 단면 치수의 최소 5배, 그러나 말뚝캡의 밑면에서 2 m 이상

② 횡지지를 제공할 수 없는 토질 또는 공기 중과 수중에 노출된 말뚝의 경우, 전체 비지지길이에 ①에서 요구하는 길이를 더한 길이

(5) 프리캐스트콘크리트 항타 말뚝의 경우, 말뚝 단부의 높이 변화 가능성을 고려하여 횡방향 철근의 배근 구간을 충분히 확보하여야 한다.

(6) 1개 층 또는 2개 층의 낮고 폭이 넓은 내력벽체를 지지하는 기초의 콘크리트 말뚝, 교각 및 케이슨은 (4)와 (5)의 횡철근 요구 사항을 만족시키지 않아도 된다.

(7) 경사말뚝을 포함한 말뚝캡은 항타 경사말뚝을 단주로 가정할 때의 압축강도에 저항하도록 설계되어야 한다. 횡력을 제공할 수 없는 토질 또는 공기와 수중에 노출된 말뚝의 구간에 대해서 경사말뚝의 세장비 효과를 고려하여야 한다.

4.8 지진력에 저항하지 않는 골조 부재

4.8.1 적용 범위

(1) 수평력을 받지 않는 것으로 가정한 골조 부재는 설계변위가 발생할 때 부재에서 계산한 휨모멘트를 4.8.2 또는 4.8.3에 따라 설계하여야 한다. 만약 설계변위에 대하여 명확한 검토를 수행하지 않을 경우에는 4.8.3의 요구 사항을 따라야 한다.

4.8.2 설계변위 때의 단면력이 설계 부재력 이내인 경우

(1) 중력휨모멘트 및 전단력과 4.8.1의 설계변위에 따라 계산된 휨모멘트와 전단력의 조합력이 골조부재의 설계휨강도와 설계전단강도를 초과하지 않을 경우에는 다음 (2), (3) 및 (4)의 조건을 만족하여야 한다. 이때 $1.2D+1.0L+0.2S$ 또는 $0.9D$의 연직조합하중 중 위험한 경우를 사용하여야 하며, 창고를 제외하고는 L이 5.0 kN/m^{2}을 초과하면 활하중 L에 대한 하중계수는 0.5로 낮출 수 있다.

(2) 계수축력이 $A_g f_{ck}/10$을 초과하지 않는 부재들은 4.2.2(1)을 만족하여야 한다. 이때 스터럽의 간격은 부재의 전 길이에 걸쳐서 $d/2$ 이하이어야 한다.

(3) 계수축력이 $A_g f_{ck}/10$을 초과하는 부재들은 4.3.3, 4.3.4(1)③, 4.3.4(3) 및 4.3.5를 만족하여야 한다. 이때 띠철근의 최대 간격은 기둥의 전 높이에 걸쳐서 s_o가 되도록 하고, 간격 s_o는 띠철근으로 둘러싸인 종방향 철근 중 가장 작은 지름의 6배 이하, 또한 150 mm 이하이어야 한다.

(4) 계수축력이 $0.35P_o$를 초과하는 부재는 (3)의 규정을 만족하여야 하며, 횡방향 철근량은 4.3.4(1)에 규정된 값의 1/2 이어야 하고, 기둥의 전체 높이에 걸쳐 간격은 s_o를 초과하지 않아야 한다.

4.8.3 설계변위 때의 단면력이 설계 부재력을 초과하는 경우

(1) 4.8.1의 수평변위에 따라 계산된 휨모멘트 및 전단력이 골조 부재의 설계휨강도 및 설계전단강도를 초과하거나 발생되는 휨모멘트를 계산하지 않는다면 다음 (2), (3), (4)의 조건을 만족하여야 한다.

(2) 재료는 4.1.4 및 4.1.5를 만족하여야 하고, 철근의 기계적이음은 4.1.6을 만족하여야 하며, 용접이음은 4.1.7(1)을 만족하여야 한다.

(3) 계수축력이 $A_g f_{ck}/10$을 초과하지 않는 부재는 4.2.2(1)과 4.2.4를 만족하여야 한다. 이때 스터럽의 간격은 부재의 전 길이에 걸쳐서 $d/2$ 이하이어야 한다.

(4) 계수축력이 $A_g f_{ck}/10$을 초과하는 부재들은 4.3.3(1), 4.3.4, 4.3.5 및 4.4.2(1)을 만족하여야 한다.

4.8.4 프리캐스트콘크리트 골조

(1) 수평력을 받지 않는다고 가정된 접합부를 포함한 프리캐스트콘크리트 골조 부재는 4.8.1, 4.8.2, 4.8.3 외에도 다음 (2), (3) 및 (4)를 만족하여야 한다.

(2) 4.8.2(2)에서 규정된 띠철근은 보의 깊이를 포함한 전체 기둥 높이에 걸쳐서 배치하여야 한다.

(3) KDS 14 20 62(4.2)의 규정과 같이 구조 일체성 철근이 확보되어야 한다.

(4) 보의 받침부에서 지압 길이는 KDS 14 20 20(4.7)의 지압강도를 이용한 계산에 의하여 결정된 값보다 최소 50 mm 더 길게 하여야 한다.

4.9 중간모멘트골조 요구 사항

4.9.1 적용 범위

4.9의 요구 사항은 중간모멘트골조에 적용하여야 한다.

4.9.2 설계규정 적용을 위한 부재 분류

(1) 골조부재의 철근 배치 상세는 부재의 계수축력 P_u가 $A_g f_{ck}/10$ 이하이면 4.9.4에 따른다.

(2) 계수축력이 $A_g f_{ck}/10$보다 큰 경우, KDS 14 20 20(식 (4.3-1))에 따른 나선철근이 부재에 배근되어 있지 않으면 철근 배치상세는 4.9.5에 따라야 한다.

(3) 보가 없는 2방향 슬래브가 지진하중(E)에 저항하는 골조의 일부로 취급될 경우에는, 지진하중에 의하여 유발된 휨모멘트에 저항하는 철근 배치상세는 어느 경간 위치에서나 4.9.6을 따라야 한다.

4.9.3 설계전단강도

(1) 지진에 저항하는 보, 기둥 및 2방향 슬래브의 설계전단강도는 다음 (2) 또는 (3)에 따라 계산할 수 있다.

(2) 순경간의 각 고정단에서 부재 공칭휨강도 값에 따라 계산된 전단력과 계수 연직 하중에 의한 전단력의 합 이상이어야 한다.

(3) 내진설계기준의 설계용 하중조합에서 지진하중을 2배로 하여 계산한 최대 전단력 이상이어야 한다.

4.9.4 보

(1) 접합면에서 정 휨강도는 부 휨강도의 1/3 이상이 되어야 한다. 또한 부재의 어느 위치에서나 정 또는 부 휨강도는 양측 접합부의 접합면의 최대 휨강도의 1/5 이상이 되어야 한다.

(2) 보부재의 양단에서 지지부재의 내측 면부터 경간 중앙으로 향하여 보 깊이의 2배 길이 구간에는 후프철근을 배치하여야 한다. 첫 번째 후프철근은 지지 부재 면부터 50 mm 이내의 구간에 배치하여야 한다. 후프철근의 최대 간격은 $d/4$, 감싸고 있는 종방향 철근의 최소 지름의 8배, 후프철근 지름의 24배, 300 mm 중 가장 작은 값 이하이어야 한다.

(3) 스터럽의 간격은 부재 전 길이에 걸쳐서 $d/2$ 이하이어야 한다.

4.9.5 기둥

(1) 기둥은 KDS 14 20 50(4.4.2)에 따라 나선철근을 배치하거나, 다음 (2), (3) 및 (4)의 규정도 따라야 한다. (5)는 모든 기둥에 적용하여야 한다.

(2) 부재의 양단부에는 후프철근을 접합면부터 길이 l_o 구간에 걸쳐서 s_o 이내의 간격으로 배치하여야 한다. 간격 s_o는 후프철근이 감싸게 될 종방향 철근의 최소 지름의 8배, 띠철근 지름의 24배, 골조 부재 단면의 최소 치수의 1/2, 300 mm 중에서 가장 작은 값 이하이어야 한다. 그리고 길이 l_o는 부재의 순경간의 1/6, 부재 단면의 최대 치수, 450 mm 중 가장 큰 값 이상이어야 한다.

(3) 첫 번째 후프철근은 접합면부터 거리 $s_o/2$ 이내에 있어야 한다.

(4) 길이 l_o 이외의 구간에서 횡보강철근의 간격은 KDS 14 20 50(4.4.2)와 KDS 14 20 22(4.3.2(1))을 따라야 한다.

(5) 접합부 횡보강철근은 KDS 14 20 22(4.10(2))에 따라야 한다.

4.9.6 보가 없는 2방향 슬래브

(1) 슬래브 받침부에서 지진에 의한 계수휨모멘트는 다른 기준에서 제시하는 조합하중에 따라 결정하여야 한다. 슬래브의 휨모멘트 M_{slab}에 저항할 모든 철근은 KDS 14 20 70(4.1.2.1(2))에서 규정하고 있는 주열대 내에 배치하여야 한다.

(2) 외단부의 접합부와 모서리 접합부에서 슬래브 유효폭은 기둥 표면에서 슬래브 경간에 수직한 방향으로 c_t보다 더 연장될 수 없다.

(3) 받침부에서 주열대 내의 철근 중 1/2 이상은 기둥을 중심으로 슬래브의 유효폭(c_2+3h) 내에 배치하여야 한다.

(4) 주열대 내 받침부의 상부철근 중 1/4 이상은 전체 경간에 걸쳐서 연속되어야 한다.

(5) 주열대 내 하부 연속철근은 주열대 내 받침부의 상부철근의 1/3 이상이어야 한다.

(6) 경간 중앙부의 모든 중간대 하부철근과 주열대 하부철근 중 1/2 이상이 연속되어야 하고, KDS 14 20 70(4.1.3.2(5))에서 규정된 받침면에서 설계기준항복강도에 도달할 수 있도록 하여야 한다.

(7) 슬래브의 불연속단의 받침부에서 상부 및 하부철근은 KDS 14 20 70(4.1.3.2(5))에서 정한 바와 같이 받침면에서 충분히 정착되어야 한다.

(8) KDS 14 20 22(4.11.1(3))에서 규정된 기둥의 위험단면에서 계수중력하중에 의한 2방향 전단력은 $0.4\phi V_c$ 이하가 되어야 한다. V_c는 프리스트레스를 받지 않는 부재의 경우 KDS 14 20 22(4.11.2(2))에 따라 산정하여야 하며, 프리스트레스를 받는 부재의 경우는 KDS 14 20 22(4.11.2(3))을 적용하여야 한다. 그러나 지진하중으로 인한 불균형휨모멘트가 KDS 14 20 22(4.11.7)에서 산정한 불균형휨강도 ϕM_n의 1/2 이하라면 위의 요구 사항은 적용하지 않을 수 있다.

집필위원	분 야	성명	소속	직급
	건축구조	이기학	세종대학교	교수
	건축구조	이강석	전남대학교	교수
	토목구조	이도형	배재대학교	교수
	토목구조	김익현	울산대학교	교수

자문위원	분 야	성명	소속
	토목구조	김 우	전남대학교
	건축구조	김종호	창민우컨설턴트
	건축구조	김진근	한국과학기술원
	토목구조	박홍기	태조엔지니어링
	토목구조	변윤주	수성엔지니어링
	토목구조	신현목	성균관대학교
	건축구조	오명석	서영엔지니어링
	건축구조	전봉수	전우구조
	건축구조	정 란	단국대학교
	토목구조	정영수	중앙대학교
	건축구조	정하선	전)콘크리트학회공학연구소장
	건축구조	최완철	숭실대학교
	토목구조	한록희	효명엔지니어링

건설기준위원회	분야	성명	소속
	구조	구찬모	한국토지주택공사
		박동욱	서울시
		최정환	한국철도시설공단
		서석구	㈜서영엔지니어링
		이태현	한국도로공사
		백인열	가천대학교
		최용규	경성대학교
		이재훈	영남대학교
		김태진	㈜창민우구조컨설턴트
		장종진	한국토지주택공사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	구자흡	삼영엠텍(주)
	차철준	한국시설안전공단
	최상식	(주)다음기술단
	김현길	(주)정림이앤씨
	이근하	(주)포스코엔지니어링
	박구병	한국시설안전공단

국토교통부	성명	소속	직책
	정선우	국토교통부 기술기준과	과장
	김병채	국토교통부 기술기준과	사무관
	김광진	국토교통부 기술기준과	사무관
	이선영	국토교통부 기획총괄과	사무관
	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청	사무관
	김남철	국토교통부 기술기준과	주무관

설계기준
KDS 14 20 80 : 2016

콘크리트 내진설계기준

2016년 6월 30일 발행

국토교통부

관련단체 한국콘크리트학회
06130 서울특별시 강남구 테헤란로 7길 22 한국과학기술회관 신관 1009호
☎ 02-568-5985 E-mail : kci@kci.or.kr
http://www.kci.or.kr

국가건설기준센터
10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)
☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr
http://www.kcsc.re.kr