KDS 14 20 60 : 2016

프리스트레스트 콘크리트구조 설계기준

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 60 : 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 적용 범위 ····· 1
1.2 기호정의 ····· 1
1.3 용어정의 ····· 2
2. 조사 및 계획 ····· 2
3. 재료 ····· 2
4. 설계 ····· 2
4.1 설계 일반 ····· 2
4.2 휨부재의 사용성 ····· 4
4.3 프리스트레스의 손실 ····· 5
4.4 휨부재 설계 ····· 6
4.5 부정정구조물 ····· 8
4.6 압축부재 설계 ····· 8
4.7 슬래브 설계 ····· 9
4.8 프리스트레스 정착구역 ····· 10

프리스트레스트 콘크리트구조 설계기준

1. 일반사항

1.1 적용 범위

(1) 이 기준은 KDS 14 20 01(3.2.1(6))에 규정된 강선, 강봉, 강연선 등과 같은 긴장재를 사용하여 프리스트레스를 도입한 부재에 적용하여야 한다.

(2) 이 기준에서 특별히 예외 규정을 두었거나 이 기준의 규정과 일치하지 않은 경우를 제외하고는 이 설계기준의 규정을 프리스트레스트콘크리트의 설계에 적용하여야 한다.

(3) KDS 14 20 10(4.10(1), (2)), 4.11), KDS 14 20 20(4.1.2(2),(3)), 4.2.2, 4.2.3 및 4.3.2((1), (2)), KDS 14 20 50(4.2.2(5)), KDS 14 20 70(1방향 슬래브 제외), KDS 14 20 72(4.2, 4.3.2 및 4.4(1))은 특별히 규정된 경우를 제외하고는 프리스트레스트콘크리트의 설계에 적용할 수 없다.

1.2 기호정의

A_{cf} : 2방향 슬래브의 기둥 위치에서 2개의 직교하는 등가골조 슬래브-보 설계대의 단면적 중 큰 값, mm^2

A_{ct} : 콘크리트 전체 단면의 도심축과 인장연단 사이의 단면적, mm^2

A_{ps} : 긴장재의 단면적, mm^2

b : 부재의 압축면의 폭, mm

d : 부재의 유효깊이, mm

d' : 압축연단에서 압축철근 도심까지 거리, mm

d_p : 압축연단에서 긴장재 도심까지 거리, mm

f_{ci} : 프리스트레스를 도입할 때 콘크리트 압축강도, MPa

f_{ck} : 콘크리트의 설계기준압축강도, MPa

f_{dc} : 긴장재 도심의 위치에서 콘크리트의 응력이 영이 될 때의 긴장재 응력, MPa

f_{pe} : 긴장재의 유효프리스트레스, MPa

f_{ps} : 공칭강도를 발휘할 때 긴장재의 인장응력, MPa

f_{pu} : 긴장재의 설계기준인장강도, MPa

f_{py} : 긴장재의 설계기준항복강도, MPa

f_r : 콘크리트의 파괴계수, MPa

f_t : 사용하중이 작용할 때, 미리 압축을 가한 단면의 인장연단응력으로 전체 단면적을 기준으로 계산되는 인장응력, MPa

f_y : 철근의 설계기준항복강도, MPa

h : 부재의 깊이, mm

K : 긴장재의 단위길이 1 m당 파상마찰계수

l_{px} : 정착단부터 임의의 지점 x까지 긴장재의 길이, m, 식 (4.3-1)과 식 (4.3-2) 참조

N_c : 고정하중과 활하중($D+L$)에 의한 콘크리트의 인장력, N

P_{pj} : 긴장단에서 긴장재의 긴장력, N

P_{px} : 임의점 x에서 긴장재의 긴장력, N

α_{px} : 긴장단부터 임의점 x까지 긴장재의 전체 회전각 변화량, 라디안

γ_p : 긴장재의 종류에 따른 계수

μ_p : 곡선부의 곡률마찰계수

ρ_p : 긴장재 비

ω : 인장철근의 강재지수

ω' : 압축철근의 강재지수

ω_p : 긴장재의 강재지수

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 설계 일반

4.1.1 설계 원칙

(1) 프리스트레스트콘크리트 부재는 이 설계기준의 강도요구 조건을 만족하여야 한다.

(2) 프리스트레스트콘크리트 부재의 설계는 프리스트레스를 도입할 때부터 구조물의 수명기간 동안에 모든 재하단계의 강도 및 사용조건에 따른 거동에 근거하여야 한다.

(3) 설계에서는 프리스트레스에 의하여 발생되는 응력집중을 고려하여야 한다.

(4) 프리스트레스에 의해 발생되는 부재의 탄·소성변형, 처짐, 길이변화 및 회전 등에 의해 인접한 구조물에 미치는 영향을 고려하여야 한다. 이때 온도와 건조수축의 영향도 고려하여야 한다.

(5) 덕트의 치수가 과대하여 긴장재와 덕트가 부분적으로 접촉하는 경우, 접촉하는 위치 사이에 있어서 부재 좌굴과 얇은 복부 및 플랜지의 좌굴이 발생할 가능성을 검토하여야 한다.

(6) 긴장재가 부착되기 전의 단면 특성을 계산할 경우 덕트로 인한 단면적의 손실을 고려하여야 한다.

4.1.2 설계 가정

(1) 휨모멘트와 축력을 받는 프리스트레스트콘크리트 부재의 강도설계는 KDS 14 20 20(4.1.1)의 가정에 따라야 한다. 다만, KDS 14 20 20(4.1.1,(4))의 규정은 긴장되지 않은 보강철근에만 적용하여야 한다.

(2) 프리스트레스를 도입할 때, 사용하중이 작용할 때, 그리고 균열하중이 작용할 때의 응력계산은 다음과 같은 가정에 근거한 선형탄성이론에 따라야 한다.
① 변형률은 중립축에서 떨어진 거리에 비례한다.
② 균열단면에서 콘크리트는 인장력에 저항할 수 없다.

(3) 프리스트레스트콘크리트 휨부재는 미리 압축을 가한 인장구역에서 사용하중에 의한 인장연단응력 f_t 에 따라 다음과 같이 비균열등급, 부분균열등급, 완전균열등급으로 구분된다.
① 비균열등급 : $f_t \le 0.63\sqrt{f_{ck}}$
② 부분균열등급 : $0.63\sqrt{f_{ck}} < f_t \le 1.0\sqrt{f_{ck}}$
③ 완전균열등급 : $f_t > 1.0\sqrt{f_{ck}}$
그리고 2방향 프리스트레스트콘크리트 슬래브는 $f_t \le 0.5\sqrt{f_{ck}}$ 를 만족하는 비균열등급 부재로 설계되어야 한다.

(4) 비균열등급과 부분균열등급 휨부재의 사용하중에 의한 응력은 비균열단면을 사용하여 계산하여야 한다. 완전균열단면 휨부재의 사용하중에 의한 응력은 KDS 14 20 30(4.2.3(2))에 따라 균열 환산단면을 사용하여 계산하여야 한다.

(5) 프리스트레스트콘크리트 휨부재의 처짐은 KDS 14 20 30(4.2.3)에 따라 계산하여야 한다.

4.2 휨부재의 사용성

4.2.1 콘크리트의 허용응력

(1) 프리스트레스 도입 직후 시간에 따른 프리스트레스 손실이 일어나기 전의 응력은 다음 값 이하로 하여야 한다.

① 휨압축응력(다음 ②의 경우 제외) $0.60f_{ci}$

② 단순지지 부재 단부의 휨압축응력 $0.70f_{ci}$

③ 휨인장응력(다음 ④의 경우 제외) $0.25\sqrt{f_{ci}}$

④ 단순지지 부재 단부의 휨인장응력 $0.50\sqrt{f_{ci}}$

계산된 인장응력이 위의 ③ 또는 ④의 값을 초과하는 구역에는 비균열단면으로 가정하여 계산된 전체 인장력에 저항할 수 있는 추가 부착강재(긴장되지 않은 강재 또는 프리스트레싱 강재)를 인장구역에 배치하여야 한다.

(2) 비균열등급 또는 부분균열등급 프리스트레스트콘크리트 휨부재에서 모든 프리스트레스 손실이 일어난 후 사용하중에 의한 콘크리트의 휨응력은 다음 값 이하로 하여야 한다. 이때 단면 특성은 비균열단면으로 가정하여 구한다.

① 압축연단응력(유효프리스트레스+지속하중) $0.45\,f_{ck}$

② 압축연단응력(유효프리스트레스+전체하중) $0.60\,f_{ck}$

(3) 시험 또는 정밀한 해석에 의하여 안전성이 확인된 경우에는 위 (1)과 (2)에 규정된 허용응력을 초과할 수 있다.

(4) 피로 또는 부식성 환경에 노출되어 있지 않은 완전균열등급의 프리스트레스트콘크리트 휨부재에서 인장연단에 배치된 부착철근의 간격은 KDS 14 20 20(4.2.3(4))에서 규정한 간격을 초과하지 않아야 한다. 그러나 피로 상태나 또는 부식성 환경에 노출되어 있는 부재에 대해서는 특별한 조사와 다음 ①, ②, ③, ④의 조치를 강구하여야 한다.

① 간격은 비긴장 보강재와 부착긴장재의 간격 요구 조건을 만족하여야 한다. 부착긴장재의 간격은 비긴장 보강재에 대해 허용되는 최대 간격의 2/3를 초과하지 않아야 한다. 간격 요구 조건을 만족시키기 위해 철근과 긴장재 사이의 간격은 KDS 14 20 20(4.2.3(4))에서 허용한 간격의 5/6를 초과하지 않아야 한다.

② 긴장재에 KDS 14 20 20(식 (4.2-3)), KDS 14 20 20(식 (4.2-4))을 적용할 때에는 f_s를 Δf_{ps}로 대체하여야 한다. 여기서 Δf_{ps}는 사용하중을 받을 때 균열단면해석으로 계산한 긴장재의 응력에서 감압응력 f_{dc}를 뺀 값이다. 이때 f_{dc}를 긴장재의 유효프리스트레스 f_{pe}와 같게 취할 수 있다.

③ KDS 14 20 20(식 (4.2-3), 식 (4.2-4))를 적용할 때, Δf_{ps}는 250 MPa을 초과할 수 없다. Δf_{ps}가 140 MPa 이하일 때는 위 ①과 ②에서 정한 간격 요구 조건을 적용하지 않는다.

④ 깊이가 900 mm를 초과하는 보에는 KDS 14 20 20(4.2.3(6))에서 정한 표피철근을 배치하여야 한다.

4.2.2 긴장재의 허용응력

(1) 긴장을 할 때 긴장재의 인장응력은 $0.80f_{pu}$ 또는 $0.94f_{py}$ 중 작은 값 이하로 하여야 한다. 또한 긴장재나 정착장치 제조자가 제시하는 최댓값도 초과하지 않아야 한다.

(2) 프리스트레스 도입 직후에 긴장재의 인장응력은 $0.74\,f_{pu}$와 $0.82\,f_{py}$ 중 작은 값 이하로 하여야 한다.

(3) 정착구와 커플러의 위치에서 프리스트레스 도입 직후 포스트텐션 긴장재의 응력은 $0.70\,f_{pu}$ 이하로 하여야 한다.

4.3 프리스트레스의 손실

4.3.1 손실 원인

유효프리스트레스 f_{pe}를 결정하기 위하여 다음과 같은 프리스트레스 손실 원인을 고려하여야 한다.

(1) 정착장치의 활동

(2) 콘크리트의 탄성수축

(3) 포스트텐션 긴장재와 덕트 사이의 마찰

(4) 콘크리트의 크리프

(5) 콘크리트의 건조수축

(6) 긴장재 응력의 릴랙세이션

4.3.2 포스트텐션 긴장재의 마찰손실

(1) 포스트텐션 긴장재의 마찰손실은 식 (4.3-1)로 계산하여야 한다.

$$P_{px} = P_{pj} e^{-(Kl_{px} + \mu_p \alpha_{px})} \qquad (4.3\text{-}1)$$

이때 $(Kl_{px} + \mu_p \alpha_{px})$ 값이 0.3 이하인 경우 식 (4.3-1) 대신에 다음과 같은 근사식을 사용할 수 있다.

$$P_{px} = P_{pj} / (1 + Kl_{px} + \mu_p \alpha_{px}) \qquad (4.3\text{-}2)$$

(2) 마찰손실을 계산할 때 파상마찰계수 K와 곡률마찰계수 μ_p는 시험에 근거하여 결정하여야 하며, 긴장 작업을 할 때 이를 검증하여야 한다.

(3) 설계할 때 사용한 파상마찰계수와 곡률마찰계수의 값은 설계도면에 제시하여야 한다.

(4) 인접 구조와의 연결로 인하여 부재에서 프리스트레스 손실이 발생될 때에는 그 손실량을 설계에 고려하여야 한다.

4.4 휨부재 설계

4.4.1 휨강도

(1) 휨부재의 설계휨강도 계산은 이 구조기준의 강도설계법에 따라야 한다. 이때 긴장재의 응력은 f_y 대신 f_{ps}를 사용하여야 한다.

(2) f_{ps}는 변형률 적합조건을 기초로 하여 계산하여야 한다. 다만, 더 정확하게 f_{ps}를 계산하지 않는 경우에 f_{pe}의 값이 $0.5f_{pu}$ 이상이면 아래 (3) 또는 (4)에 따라 근사식으로 f_{ps}를 구할 수 있다.

(3) 부착긴장재를 가진 부재에 대한 f_{ps}는 식 (4.4-1)에 의해 구할 수 있다.

$$f_{ps} = f_{pu}\left[1 - \frac{\gamma_p}{\beta_1}\left\{\rho_p \frac{f_{pu}}{f_{ck}} + \frac{d}{d_p}(\omega - \omega')\right\}\right] \qquad (4.4\text{-}1)$$

여기서, $\rho_p = A_{ps}/bd_p$, $\omega = \rho f_y/f_{ck}$, $\omega' = \rho' f_y/f_{ck}$이고, γ_p는 $f_{py}/f_{pu} \geq 0.80$일 때 0.55, $f_{py}/f_{pu} \geq 0.85$일 때 0.40, $f_{py}/f_{pu} \geq 0.90$일 때 0.28이다. 그리고 식 (4.4-1)의 f_{ps} 계산에 압축철근을 고려한다면 $\left[\rho_p \frac{f_{pu}}{f_{ck}} + \frac{d}{d_p}(\omega - \omega')\right]$의 값을 0.17 이상으로 하여야 하고, d'은 0.15 d_p 이하로 하여야 한다.

(4) 비부착긴장재를 가진 부재에 대한 f_{ps}는 다음 식 (4.4-2), 식 (4.4-3)에 따라 구할 수 있다.

① 깊이에 대한 경간의 비가 35 이하인 경우

$$f_{ps} = f_{pe} + 70 + \frac{f_{ck}}{100\rho_p} \qquad (4.4\text{-}2)$$

여기서, f_{ps}는 f_{py}와 $(f_{pe} + 420)$ MPa 이하로 하여야 한다.

② 깊이에 대한 경간의 비가 35보다 큰 경우

$$f_{ps} = f_{pe} + 70 + \frac{f_{ck}}{300\rho_p} \qquad (4.4\text{-}3)$$

여기서, f_{ps}는 f_{py}와 $(f_{pe} + 210)$ MPa 이하로 하여야 한다.

(5) 긴장재와 함께 사용되는 철근도 휨강도를 계산할 때 인장력을 발휘하는 것으로 볼 수 있다. 이때 인장력은 변형률 적합조건을 적용한 해석에 의해 구한 철근의 응력에 근거하여야 한다.

4.4.2 휨부재의 보강에 대한 제한 사항

(1) 프리스트레스트콘크리트 단면은 KDS 14 20 20(4.1.2(3)과 (4))에 정의된 바와 같이 인장지배단면, 변화구간단면, 압축지배단면으로 분류하여야 한다. 강도감소계수 ϕ는 KDS 14 20 10(3.3)에 따라야 한다.

(2) 부착긴장재를 가진 부재의 철근과 긴장재 전체량은 KDS 14 20 30(식 (4.2-3))에 규정된 콘크리트의 파괴계수 f_r을 기초로 하여 계산된 균열하중의 1.2배 이상의 계수하중을 받는 데 충분하여야 한다. 다만, 전단강도와 휨강도가 KDS 14 20 10(3.2)에 제시된 계수하중으로 계산된 값의 2배 이상이 되는 휨부재는 이 조건을 따르지 않을 수 있다.

(3) 프리스트레스트콘크리트 휨부재에서는 철근이나 긴장재를 포함한 부착보강재의 일부 혹은 전부를 가능하면 인장연단에 가깝게 배치하여야 한다. 비부착긴장재를 갖는 경우에는 4.4.3에 규정되어 있는 최소 부착보강량(철근이나 긴장재)을 만족시켜야 한다.

4.4.3 최소 부착철근량

(1) 비부착긴장재가 배치된 모든 휨부재에는 다음 (2)와 (3)의 규정에 따라 최소 부착철근이 배치되어야 한다.

(2) 4.4.3,(3)에 해당하는 경우를 제외하고 최소 부착철근량은 식 (4.4-4)에 따라 구하여야 한다.

$$A_s = 0.004A_{ct} \qquad (4.4\text{-}4)$$

① 식 (4.4-4)에서 계산된 최소 부착철근량은 가능한 한 인장연단에 가깝게 프리스트레스 압축 인장력에 균등하게 배치하여야 한다.

② 사용하중에 의한 응력 상태에 관계없이 최소 부착철근을 배치하여야 한다.

(3) 두께가 일정한 2방향 플랫 슬래브에 대한 최소 부착철근량과 그 배치에 관해서는 다음 규정을 따라야 한다.

① 모든 프리스트레스 손실을 고려한 후 사용하중에 의한 콘크리트의 인장응력이 $0.17\sqrt{f_{ck}}$를 초과하는 경우 정모멘트 구역에 배치할 최소 부착철근량은 다음 식 (4.4-5)와 같다.

$$A_s = \frac{N_c}{0.5f_y} \qquad (4.4\text{-}5)$$

여기서, f_y는 400 MPa을 초과하지 않아야 하며, 식 (4.4-5)에서 계산된 최소 부착철근량은 가능한 한 인장연단에 가깝게 미리 압축을 가한 인장구역에 균등하게 배치하여야 한다.

② 기둥받침부의 부모멘트 구역에는 식 (4.4-6)으로 계산된 최소 부착철근량을 각 방향으로 배치하여야 한다.

$$A_s = 0.00075A_{cf} \qquad (4.4\text{-}6)$$

식 (4.4-6)에서 계산된 최소 부착철근은 기둥받침부 전면에서 각각 1.5 h 떨어진 슬래브폭 내에 4개 이상의 철근 또는 철선을 각 방향으로 300 mm 이하의 간격으로 배치하여야 한다.

(4) 위의 (2)와 (3)에서 산정된 부착철근의 최소 길이는 다음 규정에 따라야 한다.

① 정모멘트 구역에서는 그 구역 중간점의 양쪽으로 부착철근을 순경간의 1/6 이상 연장 배치하여야 한다.

② 부모멘트 구역에서는 받침부의 양쪽으로 부착철근을 순경간의 1/6 이상 연장 배치하여야 한다.

③4.4.1(5)에 따른 설계휨강도에 대해 또는 4.4.3(3)①의 인장응력 상태에 대해 배치하는 부착철근의 최소 길이는 KDS 14 20 52 등 관련 규정을 따라야 한다.

4.5 부정정구조물

4.5.1 설계 원칙

(1) 프리스트레스트콘크리트 골조와 연속구조는 사용하중이 작용할 때 만족스러운 성능을 나타내고 동시에 충분한 강도를 발휘하도록 설계하여야 한다.

(2) 사용하중이 작용할 때 구조물의 성능은 프리스트레스, 콘크리트의 크리프와 건조수축, 온도변화, 축방향 변형, 연결된 부재 요소에 의한 구속과 지반 침하의 영향으로 발생되는 반력, 휨모멘트, 전단력 및 축력을 고려한 탄성해석으로 규명하여야 한다.

(3) 소요강도를 구하기 위해 사용되는 휨모멘트는 하중계수 1.0인 프리스트레스에 의해 발생되는 반력으로 인한 휨모멘트와 계수하중에 의한 휨모멘트의 합으로 계산하여야 한다. 계수하중으로 계산된 휨모멘트는 4.5.2의 부모멘트 재분배를 고려하여 수정할 수 있다.

4.5.2 연속 프리스트레스트콘크리트 휨부재의 부모멘트 재분배

(1) 4.4.3의 최소 부착철근량 이상이 받침부에 배치된 경우, 가정된 하중배치에 따라 탄성이론으로 계산된 부 및 정모멘트는 KDS 14 20 10(4.2)에 따라 감소시킬 수 있다.

(2) 경간 내 다른 단면의 재분배 휨모멘트를 계산할 때는 감소시킨 휨모멘트를 사용하여야 한다. 각 하중 배치별로 휨모멘트 재분배를 한 상태에서 정적 평형이 만족되어야 한다.

4.6 압축부재 설계

4.6.1 설계 원칙

(1) 철근의 배치 유무에 관계없이 축력 또는 휨모멘트와 축력을 동시에 받는 프리스트레스트콘크리트 부재는 철근콘크리트 부재에 적용하는 이 설계기준의 강도설계법에 따라 설계하여야 한다.

(2) 압축부재를 설계할 때 프리스트레스, 크리프, 건조수축과 온도변화에 대한 영향을 고려하여야 한다.

4.6.2 철근 배치

(1) 유효프리스트레스에 의한 콘크리트의 평균 압축응력이 1.6 MPa 미만인 부재에 대해서, 기둥의 경우 KDS 14 20 20(4.3.2(1)과 (2)), KDS 14 20 50(4.2), 에 따라 그리고 벽체의 경우 KDS 14 20 72(4.2)에 따라 최소 철근을 배치하여야 한다.

(2) 벽체를 제외하고 유효프리스트레스에 의한 콘크리트의 평균 압축응력이 1.6 MPa 이상인 부재에 대해서는 다음 규정에 따라 나선철근 또는 띠철근으로 모든 긴장재를 둘러싸야 한다.

① 나선철근은 KDS 14 20 50(4.4.2(2))에 따라야 한다.

② 띠철근은 D10 이상이거나 등가면적의 용접철망이어야 하며, 띠철근의 수직간격은 띠철근 또는 철선직경의 48배 이하, 압축부재 단면의 최소 치수 이하로 하여야 한다.

③ 확대기초판 윗면 또는 임의의 각 층 바닥슬래브 윗면의 기둥 하단에 배치하는 띠철근의 간격은 위의 ②에서 규정한 간격의 1/2 이하로 하여야 하고, 또한 기둥 상부에 배치되는 최하단 수평철근 아래에 위치하는 띠철근도 위의 ②에서 규정한 간격의 1/2 이하로 하여야 한다.

④ 보 또는 브래킷이 기둥의 4변에 강결되어 골조를 이루는 경우, 이러한 보 또는 브래킷의 최하단 수평철근 아래 75 mm 이하에서 띠철근 배치를 끝낼 수 있다.

(3) 유효프리스트레스에 의한 콘크리트의 평균 압축응력이 1.6 MPa 이상인 벽체에서 구조해석 결과 충분한 강도와 안정성을 보여주는 경우 KDS 14 20 72(4.2)에서 요구하는 최소 철근 규정을 따르지 않을 수 있다.

4.7 슬래브 설계

4.7.1 소요강도와 사용성

(1) 2방향 이상 휨모멘트에 대해 보강된 프리스트레스트콘크리트 슬래브에서 계수휨모멘트와 계수전단력은 KDS 14 20 70(4.1.4.7(4)와 (5))를 제외한 KDS 14 20 70(4.1.4)의 규정에 따라 계산하거나 또는 상세한 해석 방법에 의해 계산하여야 한다.

(2) 프리스트레스트콘크리트 슬래브의 각 단면에서 휨강도는 4.5.1(3), 4.5.2와 KDS 14 20 10((3.2)과 (3.3))에 따라 계산된 설계단면력 이상이어야 한다.

(3) 기둥에서 프리스트레스트콘크리트 슬래브의 전단강도는 KDS 14 20 10(3.2), KDS 14 20 22(4.1.1, 4.11.2, 4.11.7)에 따라 계산된 설계단면력 이상이어야 한다.

(4) 사용하중이 작용할 때 처짐을 포함한 모든 사용성 조건은 4.5.1(2)에 기술된 요인을 만족하여야 한다.

4.7.2 긴장재와 철근의 배치

(1) 등분포하중에 대하여 배치하는 긴장재의 간격은 최소한 1방향으로는 슬래브 두께의 8배 또는 1.5 m 이하로 하여야 한다.

(2) 유효프리스트레스에 의한 콘크리트의 평균 압축응력이 0.9 MPa 이상 되도록 긴장재의 간격을 정하여야 한다.

(3) 경간 내에서 단면 두께가 변하는 경우에는 단면 변화 방향이 긴장재 방향과 평행이거나 직각이거나에 관계없이 유효프리스트레스에 의한 콘크리트의 평균 압축응력이 모든 단면에서 0.9 MPa 이상 되도록 설계하여야 한다.

(4) 긴장재 간격을 결정할 때 슬래브에 작용하는 집중하중이나 개구부를 고려하여야 한다.

(5) 비부착긴장재가 배치된 슬래브에서는 4.4.3((3)과 (4))의 관련 규정에 따라 최소 부착철근을 배치하여야 한다.

(6) 다음 (7)의 경우를 제외하고 비부착긴장재가 배치되는 슬래브에는 기둥 위치에서 직경 12.7 mm 이상의 7연선을 최소 2개 이상 각 방향으로 배치하여야 한다. 이들 긴장재는 기둥의 축방향 주철근으로 둘러싸인 구역을 지나든가 그 구역에 정착되어야 한다. 기둥이나 기둥전단머리 면을 벗어나서 이들 긴장재는 인접 경간의 직교하는 긴장재 하부에 배치되어야 한다. 이들 긴장재는 기둥의 도심을 지나는 위치까지 연장되어 정착되어야 한다.

(7) 상기 (6)을 만족하지 않는 프리스트레스트콘크리트 슬래브의 경우 기둥의 축방향 주철근으로 둘러싸인 구역을 양 방향으로 지나는 하부철근을 배근하고 KDS 14 20 70(4.1.5.4(5))의 규정에 따라 외부 받침부에 정착하여야 한다. 이러한 철근의 양은 KDS 14 20 20(4.2.2(1))에 따른 최소 철근량의 1.5배, 또한 $2.1 b_w d / f_y$ 이상이어야 한다. 여기서 b_w는 철근이 지나는 기둥면의 폭이다. 이러한 철근은 기둥이나 기둥전단머리 면을 지나 KDS 14 20 52(4.1.2(1))에서 규정한 정착길이 이상을 확보하여야 한다.

(8) 리프트 슬래브의 경우에는 하부 부착철근을 KDS 14 20 70(4.1.5.4(6))에 따라 배치하여야 한다.

4.8 프리스트레스 정착구역

4.8.1 포스트텐션 긴장재 정착구역

(1) 정착구역은 다음의 두 구역으로 나누어 고려하여야 한다.

① 국소구역은 정착장치 및 이와 일체가 되는 구속철근과 이들을 둘러싸고 있는 콘크리트 사각기둥으로 정의한다. 이때 원형 또는 타원형의 정착구의 경우에는 등가의 사각기둥으로 한다.

② 일반구역은 국소구역을 포함하는 정착구역으로 정의한다.

(2) 국소구역은 다음의 규정에 따라 설계하여야 한다.

① 국소구역은 하중계수에 의한 계수긴장력 P_{pu}와 KDS 14 20 10(3.3(2)⑤)의 강도감수계수에 의한 설계강도로 설계하여야 한다.

② 정착장치의 적절한 기능수행을 위하여 필요한 위치에 국소구역 보강을 하여야 한다.

③ 상기 ②의 국소구역의 요구 조건은 4.8.2(1) 또는 4.8.3((1) 및 (2))의 규정을 만족하여야 한다.

(3) 일반구역은 다음의 규정에 따라 설계하여야 한다.

① 일반구역에 대한 설계는 하중계수에 의한 계수긴장력 P_{pu}와 KDS 14 20 10(3.3(2)⑤)의 강도감소계수에 의한 설계강도로 설계하여야 한다.

② 일반구역은 정착장치에 의해 유발되는 파열력, 할렬력 및 종방향 단부인장력에 저항할 수 있도록 보강하여야 한다. 또한 단면의 급격한 변화의 영향을 고려하여야 한다.

③ 일반구역의 설계는 다음 (4), (5) 및 (6)의 규정을 만족하여야 하며, 4.8.2((2), (3) 또는 (3)) 중의 어느 하나를 만족하여야 한다.

(4) 재료의 공칭강도는 다음의 규정에 따른다.

① 부착철근의 공칭인장강도는 f_y 이하이어야 하며, 부착긴장재의 공칭인장강도는 f_{py} 이하이어야 한다. 비부착긴장재의 공칭인장강도는 $f_{ps} = f_{pe} + 70$ (MPa) 이하이어야 한다.

② KDS 14 20 20(식 (4.3-1))에 부합하는 나선철근 또는 띠철근으로 구속되는 콘크리트를 제외한 일반구역의 콘크리트 공칭압축강도는 $0.7\lambda f_{ci}$ 이하이어야 한다.

③ 포스트텐션을 도입할 때의 콘크리트 압축강도는 설계도서에 명시하여야 한다. 낮은 압축강도를 보상하기 위해 특별히 큰 정착장치를 사용하거나, 최종 프리스트레스 힘의 50%를 초과하지 않는 힘으로 긴장재를 긴장하는 경우를 제외하고는 콘크리트의 압축강도가 적어도 다발강연선에 대하여 28 MPa, 단일강연선이나 강봉에 대하여 17 MPa이 되기 전에는 콘크리트에 프리스트레스를 도입할 수 없다.

(5) 정착구역은 다음의 설계 방법을 따른다.

① 일반구역의 설계에는 다음의 방법을 적용할 수 있다.

가. 평형조건에 근거한 소성 모델(스트럿-타이 모델)

나. 선형응력 해석(유한요소 해석 또는 유사 해석)

다. 적용 가능한 간이 계산법

② 다음과 같은 경우에는 간이 계산법을 사용할 수 없다.

가. 부재의 단면이 직사각형이 아닌 경우

나. 일반구역 내부 또는 인접한 부위의 불연속으로 인하여 힘의 흐름 경로에 변화를 유발하는 경우

다. 최소 단부거리가 단부방향의 정착장치 치수의 1.5배 미만인 경우

라. 여러 개의 정착장치가 서로 근접되지 않아 한 개의 정착그룹으로 볼 수 없는 경우

③ 긴장력 도입순서를 고려하여 설계하여야 하며 긴장력 도입순서를 설계도면에 명시하여야 한다.

④ 3차원 해석절차를 이용하거나 두 직교평면의 효과의 합을 근사적으로 고려함으로써 3차원의 효과를 설계에서 고려하여야 한다.

⑤ 정착장치가 부재의 끝단에서 많이 떨어진 경우에는 정착 후면으로 적어도 $0.35P_{pu}$의 힘을 전달하도록 부착철근을 배치하여야 한다. 이러한 철근은 정착장치 주변에 대칭으로 위치시켜야 하며 정착장치 전, 후면에 완전히 정착되어야 한다.

⑥ 슬래브의 단일강연선의 경우나 해석에 의해 보강이 필요하지 않은 것으로 나타난 경우를 제외하고, 일반구역에서 긴장재가 곡률을 갖는 경우에는 경사방향의 힘과 쪼갬 힘에 의한 분력과 절리력에 대해 적절하게 저항할 수 있도록 보강철근을 배치하여야 한다.

⑦ 슬래브의 단일강연선의 경우나 해석에 의해 보강이 필요하지 않은 것으로 나타난 경우를 제외하고, 할렬력을 제한하기 위하여 모든 정착구역의 배면에 평행하고 인장력에 직교하는 방향으로 각 계수긴장력의 2%와 동일한 공칭인장강도에 상당하는 최소 철근을 배치하여야 한다.

⑧ 철근량을 계산할 때 콘크리트의 인장강도는 무시하여야 한다.

(6) 정착구역에서 철근의 굽힘 및 조립, 배치에 대한 오차, 골재 크기, 콘크리트의 타설 및 다짐 등을 고려하여 철근의 크기, 간격, 피복 및 기타 상세를 결정하여야 한다.

4.8.2 단일강연선 또는 16 mm 직경의 강봉 정착구역의 설계

(1) 단일강연선, 직경 16 mm 이하의 단일강봉 정착장치와 국소구역 철근은 4.8.3(2)의 정착장치 조건을 만족하여야 한다.

(2) 슬래브 긴장재의 일반구역은 다음에 따라 설계하여야 한다.

① 보통중량콘크리트 슬래브의 직경 12.7 mm 이하의 강연선의 정착장치에 대하여 4.8.1(5)에 의한 상세 해석에 의해 강재가 불필요하다는 것을 보이지 않는 한, 다음의 ②와 ③에 따르는 최소 철근을 배치하여야 한다.

② 최소한 두 개의 D13 철근을 슬래브 끝단에 평행하게 배치하여야 한다. 이 철근은 정착장치 전면에 배치될 수 있으며, 각 정착장치 앞쪽 $h/2$의 거리 내에 위치하여야 한다. 이러한 철근은 각 장치의 외측 면의 어느 한쪽 편으로 150 mm 이상 연장하여야 한다.

③ 정착장치의 중심 간격이 300 mm 이하이면 정착장치는 그룹으로 간주된다. 6개 이상의 정착장치 각 그룹에 대해서 $n+1$개의 헤어핀 철근 또는 폐쇄스터럽이 D10 이상으로 배치되어야 한다. 여기서, n은 정착장치의 개수이다. 하나의 헤어핀 철근 또는 스터럽은 각 정착장치의 사이 그리고 각 정착그룹 측면에 위치한다. 헤어핀 철근 또는 스터럽은 단부에 수직으로 슬래브에 연장된 다리를 가지고 배치하여야 한다. 헤어핀 철근 또는 스터럽의 중앙부분은 정착장치 앞부분의 $3h/8$에서 $h/2$까지 슬래브 면에 직교하여 배치하여야 한다.

④ ①에 부합하지 않는 정착장치에 대해서는 4.8.1(5)를 만족시키는 상세 해석에 근거하여 최소 철근을 배치하여야 한다.

(3) 보 또는 거더의 단일강연선 그룹에 대한 일반구역의 설계는 4.8.1의 (3)에서 (5)까지 규정을 만족시켜야 한다.

4.8.3 다발강연선 긴장재 정착구역 설계

(1) 다발강연선 긴장재의 정착장치와 국소구역 철근의 설계는 4.8.1(2)에 따라야 한다.

(2) 특별한 정착장치가 사용된 경우에는 정착장치에 명시되어 있는 구속철근과는 별도로 표피철근을 정착구역에 배치하여야 한다. 이 추가 철근은 정착장치의 품질인증시험에서 사용된 표피철근량에 상응하는 철근비 이상이어야 하며, 배치형태도 유사하게 하여야 한다.

(3) 다발강연선 긴장재에 대한 일반구역의 설계는 4.8.1의 (3)에서 (5)까지 규정을 만족시켜야 한다.

집필위원	분 야	성명	소속	직급
	토목구조	전세진	아주대학교	교수
	건축구조	이차돈	중앙대학교	교수
	건축구조	정광량	동양구조	대표이사
	토목구조	이형준	한밭대학교	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 60 : 2016

프리스트레스트 콘크리트구조 설계기준

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