KDS 14 20 30 : 2016

콘크리트구조 사용성 설계기준

2016년 6월 30일 제정
http://www.kcsc.re.kr

KC CODE

국토교통부

건설기준 제정 또는 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 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 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제정 또는 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 30 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KDS 14 20 30 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

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

목 차

1. 일반사항 ····· 1

1.1 적용범위 ····· 1

1.2 기호정의 ····· 1

1.3 용어정의 ····· 1

2. 조사 및 계획 ····· 2

3. 재료 ····· 2

4. 설계 ····· 2

4.1 균열 ····· 2

4.2 처짐 ····· 2

4.2.1 1방향 구조 ····· 2

4.2.2 2방향 구조 ····· 4

4.2.3 프리스트레스트콘크리트 구조 ····· 6

4.2.4 합성 구조 ····· 6

부록. 균열의 검증 ····· 7

1. 일반사항 ····· 7

1.1 적용 범위 ····· 7

1.2 기호정의 ····· 7

1.3 용어의 정의 ····· 8

2. 노출환경 ····· 8

3. 균열의 검증 ····· 9

3.1 균열폭의 검증 ····· 9

3.2 허용균열폭 ····· 9

3.3 균열폭의 계산 ····· 10

1. 일반사항

1.1 적용범위

(1) 구조물 또는 부재가 사용기간 중 충분한 기능과 성능을 유지하기 위하여 사용하중을 받을 때 사용성을 검토하여야 한다.

(2) 사용성 검토는 균열, 처짐, 피로의 영향 등을 고려하여 이루어져야 한다.

1.2 기호정의

E_c : 콘크리트의 탄성계수, MPa

h : 부재의 최소 두께, ㎜

I_{cr} : 균열 단면의 단면2차모멘트

I_e : 유효단면2차모멘트

I_g : 철근을 무시한 콘크리트 전체 단면의 중심축에 대한 단면2차모멘트

f_{ck} : 콘크리트의 설계기준압축강도, MPa

f_r : 콘크리트의 파괴계수, MPa

f_y : 인장철근의 설계기준항복강도, MPa

f_{sp} : 콘크리트의 쪼갬인장강도, MPa

L : 활하중

l : 부재의 길이, ㎜

l_n : 보 부재의 순경간, 2방향 슬래브의 긴 변의 순경간

M_a : 처짐을 계산할 때 부재의 최대 휨모멘트

M_{cr} : 외력에 의해 단면에서 휨균열을 일으키는 휨모멘트

m_c : 콘크리트의 단위체적질량, ㎏/㎥

y_t : 철근을 무시한 전체 단면의 중심축에서 인장연단까지 거리

α : 보 양쪽의 슬래브 판의 중앙선에 의하여 구획되는 슬래브의 휨강성에 대한 보 휨강성의 비

α_m : 한 슬래브 주변의 모든 보의 α값의 평균값

β : 2방향 슬래브에서 단변 방향에 대한 장변 방향의 순경간비

λ : 경량콘크리트계수(KDS 14 20 10(4.4) 참고)

λ_Δ : 장기 추가처짐에 대한 계수

ξ : 지속하중에 대한 시간경과계수

ρ' : 압축철근비

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 균열

(1) 다음 (2) 및 (3)의 경우를 제외하고는 KDS 14 20 20(4.2.3)을 포함하여 이 구조기준의 다른 모든 규정을 만족하는 경우 균열에 대한 검토가 이루어진 것으로 간주할 수 있다.
(2) 특별히 수밀성이 요구되는 구조는 적절한 방법으로 균열에 대한 검토를 하여야 한다. 이 경우 소요수밀성을 갖도록 하기 위한 허용균열폭을 설정하여 검토할 수 있다.
(3) 미관이 중요한 구조는 미관상의 허용균열폭을 설정하여 균열을 검토할 수 있다.
(4) 부재는 하중에 의한 균열을 제어하기 위해 필요한 철근 외에도 필요에 따라 온도변화, 건조수축 등에 의한 균열을 제어하기 위한 추가적인 보강철근을 KDS 14 20 50(4.6)에 따라 배치하여야 한다. 그리고 균열 제어를 위한 철근은 필요로 하는 부재 단면의 주변에 분산시켜 배치하여야 하고, 이 경우 철근의 지름과 간격을 가능한 한 작게 하여야 한다.

4.2 처짐

4.2.1 1방향 구조

(1) 큰 처짐에 의하여 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 기타 구조물을 지지하지 않는 1방향 구조물의 경우 표 4.2-1에 정한 최소 두께를 적용하여야 한다. 다만 처짐 계산에 의하여 표 4.2-2를 만족하는 경우 표 4.2-1의 최소 두께를 적용할 필요가 없다.

표 4.2-1 처짐을 계산하지 않는 경우의 보 또는 1방향 슬래브의 최소 두께

부재	최소 두께			
	단순 지지	1단 연속	양단 연속	캔틸레버
	큰 처짐에 의해 손상되기 쉬운 칸막이벽이나 기타 구조물을 지지 또는 부착하지 않은 부재			
• 1방향 슬래브	l/20	l/24	l/28	l/10
• 보 • 리브가 있는 1방향 슬래브	l/16	l/18.5	l/21	l/8

이 표의 값은 보통중량콘크리트(m_c=2,300 kg/m^3)와 설계기준항복강도 400 MPa 철근을 사용한 부재에 대한 값이며, 다른 조건에 대해서는 이 값을 다음과 같이 보정하여야 한다.

1) 1,500 ~ 2,000 kg/m^3 범위의 단위질량을 갖는 구조용 경량콘크리트에 대해서는 계산된 h 값에 $(1.65-0.00031m_c)$를 곱하여야 하나, 1.09 이상이어야 한다.

2) f_y가 400 MPa 이외인 경우는 계산된 h 값에 $(0.43+f_y/700)$를 곱하여야 한다.

(2) 처짐을 계산할 때 하중의 작용에 의한 순간처짐은 부재 강성에 대한 균열과 철근의 영향을 고려하여 탄성 처짐 공식을 사용하여 계산하여야 한다.

(3) 부재의 강성도를 엄밀한 해석방법으로 구하지 않는 한, 부재의 순간처짐은 콘크리트 탄성계수 E_c(보통중량콘크리트 및 경량콘크리트)와 식 (4.2-1)의 유효단면2차모멘트를 이용하여 구하여야 하며, 어느 경우라도 I_e는 I_g 이하이어야 한다.

$$I_e=\left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 I_g + \left[1-\left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3\right] I_{cr} \qquad (4.2\text{-}1)$$

여기서,

$$M_{cr} = \frac{f_r I_g}{y_t} \qquad (4.2\text{-}2)$$

$$f_r = 0.63\lambda\sqrt{f_{ck}} \qquad (4.2\text{-}3)$$

(4) 연속부재인 경우에 정 및 부모멘트에 대한 위험단면의 유효단면2차모멘트를 식 (4.2-1)로 구하고 그 평균값을 사용할 수 있다.

(5) 엄밀한 해석에 의하지 않는 한, 일반 또는 경량콘크리트 휨부재의 크리프와 건조수축에 의한 추가 장기처짐은 해당 지속하중에 의해 생긴 순간처짐에 다음 계수를 곱하여 구할 수 있다.

$$\lambda_\Delta = \frac{\xi}{1+50\rho'} \qquad (4.2\text{-}4)$$

여기서, ρ'는 단순 및 연속경간인 경우 보 중앙에서, 캔틸레버인 경우 받침부에서 구한 값으로 한다. 지속하중에 대한 시간경과계수 ξ는 다음과 같다.

5년 이상 2.0

12개월 1.4

6개월 1.2

3개월 1.0

(6) 식 (4.2-1)의 I_e값과 식 (4.2-4)의 장기처짐 효과를 고려하여 계산한 처짐량이 표 4.2-2에 제시된 최대 허용처짐값 이하이어야 한다.

(7) 보행자 및 차량하중 등 동하중을 주로 받는 구조물의 최대 허용처짐은 다음 규정을 만족하여야 한다.

① 단순 또는 연속경간의 부재는 활하중과 충격으로 인한 처짐이 경간의 1/800을 초과하지 않아야 한다. 다만, 부분적으로 보행자에 의해 사용되는 도시 지역의 교량의 경우 처짐은 경간의 1/1,000 이하이어야 한다.

② 활하중과 충격으로 인한 캔틸레버의 처짐은 캔틸레버 길이의 1/300 이하이어야 한다. 다만, 보행자의 이용이 고려된 경우 처짐은 캔틸레버 길이의 1/375까지 허용된다.

표 4.2-2 최대 허용처짐

부재의 형태	고려하여야 할 처짐	처짐 한계
과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조 요소를 지지 또는 부착하지 않은 평지붕구조	활하중 L에 의한 순간처짐	$\frac{l}{180}$ 1)
과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조 요소를 지지 또는 부착하지 않은 바닥구조	활하중 L에 의한 순간처짐	$\frac{l}{360}$
과도한 처짐에 의해 손상되기 쉬운 비구조 요소를 지지 또는 부착한 지붕 또는 바닥구조	전체 처짐 중에서 비구조 요소가 부착된 후에 발생하는 처짐부분(모든 지속하중에 의한 장기처짐과 추가적인 활하중에 의한 순간처짐의 합)3)	$\frac{l}{480}$ 2)
과도한 처짐에 의해 손상될 염려가 없는 비구조 요소를 지지 또는 부착한 지붕 또는 바닥구조		$\frac{l}{240}$ 4)

주 1) 이 제한은 물 고임에 대한 안전성을 고려하지 않았다. 물 고임에 대한 적절한 처짐 계산을 검토하되, 고인 물에 대한 추가 처짐을 포함하여 모든 지속하중의 장기적 영향, 솟음, 시공오차 및 배수설비의 신뢰성을 고려하여야 한다.

2) 지지 또는 부착된 비구조 요소의 피해를 방지할 수 있는 적절한 조치가 취해지는 경우에 이 제한을 초과할 수 있다.

3) 장기처짐은 4.2.1(5) 또는 4.2.3(2)에 따라 정해지나 비구조 요소의 부착 전에 생긴 처짐량을 감소시킬 수 있다. 이 감소량은 해당 부재와 유사한 부재의 시간－처짐 특성에 관한 적절한 기술자료를 기초로 결정하여야 한다.

4) 비구조 요소에 의한 허용오차 이하이어야 한다. 그러나 전체 처짐에서 솟음을 뺀 값이 이 제한값을 초과하지 않도록 하면 된다. 즉 솟음을 했을 경우에 이 제한을 초과할 수 있다.

4.2.2 2방향 구조

(1) 단변경간에 대한 장변경간의 비가 2를 초과하지 않는 슬래브 또는 기타 2방향 구조의 최소 두께는 4.2.2를 따라야 한다.

(2) 테두리보를 제외하고 슬래브 주변에 보가 없거나 보의 강성비 α_m이 0.2 이하일 경우, 슬래브의 최소 두께는 표 4.2-3의 값을 만족하여야 하고, 또한 다음 값 이상으로 하여야 한다.

① KDS 14 20 70(4.1.2.4)에 따른 지판이 없는 슬래브의 경우: 120 ㎜

② KDS 14 20 70(4.1.2.4)에 따른 지판을 가진 슬래브의 경우: 100 ㎜

표 4.2-3 내부에 보가 없는 슬래브의 최소 두께

설계기준 항복강도 f_y(MPa)	지판이 없는 경우			지판이 있는 경우		
	외부 슬래브		내부 슬래브	외부 슬래브		내부 슬래브
	테두리보가 없는 경우	테두리보가 있는 경우		테두리보가 없는 경우	테두리보가 있는 경우	
300	$l_n/32$	$l_n/35$	$l_n/35$	$l_n/35$	$l_n/39$	$l_n/39$
350	$l_n/31$	$l_n/34$	$l_n/34$	$l_n/34$	$l_n/37.5$	$l_n/37.5$
400	$l_n/30$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/33$	$l_n/36$	$l_n/36$
500	$l_n/28$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/31$	$l_n/33$	$l_n/33$
600	$l_n/26$	$l_n/29$	$l_n/29$	$l_n/29$	$l_n/31$	$l_n/31$

(3) 보의 강성비 α_m이 0.2를 초과하는 보가 슬래브 주변에 있는 경우 슬래브의 최소 두께는 다음 규정을 따라야 한다.

① 강성비 α_m이 0.2 초과 2.0 미만인 경우 다음 식 (4.2-5)의 값 이상으로 하여야 하며, 또한 120 ㎜ 이상으로 하여야 한다.

$$h = \frac{l_n\left(800 + \frac{f_y}{1.4}\right)}{36{,}000 + 5{,}000\beta(\alpha_m - 0.2)} \qquad (4.2\text{-}5)$$

② 강성비 α_m이 2.0 이상인 경우 다음 식 (4.2-6) 이상으로 하여야 하며, 또한 90 ㎜ 이상으로 하여야 한다.

$$h = \frac{l_n\left(800 + \frac{f_y}{1.4}\right)}{36{,}000 + 9{,}000\beta} \qquad (4.2\text{-}6)$$

③ 불연속단을 갖는 슬래브에 대해서는 강성비 α의 값이 0.8 이상을 갖는 테두리보를 설치하거나, 식 (4.2-5)와 식 (4.2-6)에서 구한 최소 소요두께를 적어도 10% 이상 증대시켜야 한다.

(4) 처짐이 4.2.1(6)의 규정에 의해 표 4.2-2에서 규정한 값 또는 4.2.1(7)의 제한값 이하라는 것이 계산에 의해 확인된 경우, 상기 (1)에서 (3)까지에 규정한 최소 두께보다 작은 두께의 슬래브를 사용할 수 있다. 이때 처짐은 패널의 크기, 모양, 지지조건, 패널 단부의 구속 상태 등을 고려하여 계산하여야 한다.

4.2.3 프리스트레스트콘크리트 구조

(1) KDS 14 20 60의 규정에 의해 설계된 휨부재에 대하여, 순간처짐은 일반적인 처짐 해석 방법이나 탄성처짐 공식으로 계산하여야 한다. 이때 KDS 14 20 60(4.1.2(3))에 규정된 비균열등급 부재는 콘크리트 전체 단면의 단면2차모멘트 I_g를 사용할 수 있다.

(2) KDS 14 20 60(4.1.2(3))에 규정된 완전균열등급과 부분균열등급 부재의 처짐은 균열환산단면 해석에 기초하여 2개의 직선으로 구성되는 모멘트-처짐 관계나 식 (4.2-1)에 따른 유효단면2차모멘트 I_e를 적용하여 계산하여야 한다.

(3) 프리스트레스트콘크리트 부재의 추가 장기처짐은 지속하중이 작용할 때 콘크리트와 철근의 응력을 고려하고, 콘크리트의 크리프 및 건조수축과 긴장재의 릴랙세이션의 영향을 고려하여 계산하여야 한다.

(4) 상기 (1)과 (2)에 의해 계산된 처짐은 표 4.2-2와 4.2.1(7)에 규정된 제한값을 초과하지 않도록 하여야 한다.

4.2.4 합성 구조

(1) 합성 휨부재가 시공 중 가설 지주로 지지되어 고정하중이 작용하기 전에 일체가 된 경우에 대한 처짐을 계산할 때, 합성부재는 일체로 제작된 부재와 동등하다고 볼 수 있다. 프리스트레스되지 않은 부재의 경우 부재의 압축을 받는 부분의 콘크리트에 의해 표 4.2-1의 보통중량콘크리트 또는 경량콘크리트 중 어느 것에 대해 적용할 것인지를 결정하여야 한다. 처짐을 계산할 경우에 프리캐스트 부분과 현장치기 부분의 건조수축 차이에 의한 곡률과 프리스트레스트콘크리트 부재의 경우 축방향 크리프 영향을 고려하여야 한다.

(2) 가설 지주가 설치되지 않은 구조물의 경우, 프리스트레스되지 않은 프리캐스트 휨부재의 두께가 표 4.2-1에 규정된 값 이상인 경우는 처짐을 계산할 필요가 없다. 프리스트레스되지 않은 합성부재의 두께가 표 4.2-1의 규정을 만족하는 경우, 부재가 합성된 후에 생기는 처짐은 계산할 필요가 없으나, 합성작용의 효과를 나타내기 이전 하중의 크기와 지속 시간에 대하여 프리캐스트 부재의 장기처짐은 검토하여야 한다.

(3) 상기 (1)과 (2)에 따라 계산한 처짐은 표 4.2-2와 4.2.1(7)에서 규정한 제한값 이하이어야 한다.

부록. 균열의 검증

1. 일반사항

1.1 적용 범위

(1) 이 기준의 부록은 철근콘크리트 구조물의 내구성, 사용성 및 미관 등에 대한 균열폭 검증이 필요한 경우에 적용한다.

(2) 수밀성이 요구되는 구조물은 이 부록의 규정에 따라 검토하여야 한다.

(3) 미관이 중요한 구조물은 발주자 또는 건축주의 특별한 요구가 없는 경우 내구성에 대한 허용균열폭으로 검토할 수 있다.

1.2 기호정의

A_{cte} : 콘크리트의 유효인장면적, 일반적으로 철근이나 긴장재 주위의 콘크리트 유효인장깊이 d_{cte}와 단면의 폭으로 결정되는 콘크리트 면적, ㎟

A_s : 휨부재의 인장철근량, ㎟

d : 유효깊이, ㎜

d_b : 철근의 지름이나 다발 철근의 등가지름, ㎜

d_{beq} : 크기가 각기 다른 철근을 사용하는 경우의 평균 철근지름, ㎜

d_{cte} : 콘크리트 유효인장깊이, ㎜

c_c : 최외단 주철근의 표면과 콘크리트 표면 사이의 콘크리트 최소 피복 두께, ㎜

E_c : 콘크리트의 탄성계수, MPa

E_{ci} : 재령 28일에서 콘크리트의 초기접선탄성계수($E_c = 0.85E_{ci}$), MPa

E_s : 철근의 탄성계수, MPa

f_{so} : 균열단면의 철근응력, MPa

f_{sr} : 균열이 발생한 직후 균열면에서 계산한 철근응력, MPa

h : 단면의 전체 깊이, ㎜

k_1 : 부착강도에 따른 계수

k_2 : 부재의 하중작용에 따른 계수

l_s : 평균 균열간격, ㎜

m_1 : 철근의 지름이 d_{b1}인 철근의 개수

m_2 : 철근의 지름이 d_{b2}인 철근의 개수

N : 철근에 작용하는 인장력

n_i : 콘크리트의 초기접선 탄성계수에 대한 철근의 탄성계수비, E_s/E_{ci}

t : 시간

w_a : 내구성, 사용성(누수)에 관련하여 허용되는 균열폭, ㎜

w_d : 설계 균열폭, ㎜

w_m : 평균 균열폭, ㎜
x : 균열단면에서 콘크리트 압축연단부터 중립축까지 거리, ㎜
β_1 : 평균 변형률을 계산할 때 하중조건에 따라 적용하는 계수
β_2 : 평균 변형률을 계산할 때 부착특성에 따라 적용하는 계수
ε_c : 콘크리트의 변형률
ε_{cm} : 균열간격 내의 평균 콘크리트변형률
ε_s : 철근의 변형률
ε_{sm} : 균열간격 내의 평균 철근변형률
ε_1 : 편심을 가진 직접인장력을 받는 부재의 단면 표면 인장변형률 중 큰 값
ε_2 : 편심을 가진 직접인장력을 받는 부재의 단면 표면 인장변형률 중 작은 값
κ_{st} : 균열폭 변동성을 고려한 균열폭 평가계수
θ : x축 방향의 철근과 주인장 응력 방향 사이의 각도, °
ρ_e : 유효철근비

1.3 용어의 정의

- 휨인장균열(flexural cracking) : 휨모멘트에 의해 발생되는 균열로서 단면의 한쪽 부분에만 발생되는 균열
- 전 단면 인장균열(hoop/direct tension cracking) : 주로 축 인장력에 의해 단면 전체에 인장응력이 발생되어 단면 전체에 걸쳐 발생되는 균열
- 강제변형(imposed deformation) : 구조물이 외부 구속이 되어 있을 때 크리프, 건조수축, 온도변화 등에 의해 발생한 변형

2. 노출환경

(1) 구성에 관한 균열폭을 검토할 경우 구조물이 놓이는 환경조건을 고려하여야 한다.
(2) 강재의 부식에 대한 환경조건으로서 표 2-1과 같이 건조 환경, 습윤 환경, 부식성 환경, 고부식성 환경 등 4종류로 구분한다.

표 2-1 강재의 부식에 대한 환경조건의 구분

건조 환경	일반 옥내 부재, 부식의 우려가 없을 정도로 보호한 경우의 보통 주거 및 사무실 건물 내부
습윤 환경	일반 옥외의 경우, 흙 속의 경우, 옥내의 경우에 있어서 습기가 찬 곳
부식성 환경	1. 습윤환경과 비교하여 건습의 반복작용이 많은 경우, 특히 유해한 물질을 함유한 지하수위 이하의 흙 속에 있어서 강재의 부식에 해로운 영향을 주는 경우, 동결작용이 있는 경우, 동상방지제를 사용하는 경우 2. 해양콘크리트 구조물 중 해수 중에 있거나 극심하지 않은 해양환경에 있는 경우(가스, 액체, 고체)
고부식성 환경	1. 강재의 부식에 현저하게 해로운 영향을 주는 경우 2. 해양콘크리트 구조물 중 간만조위의 영향을 받거나 비말대에 있는 경우, 극심한 해풍의 영향을 받는 경우

3. 균열의 검증

3.1 균열폭의 검증

(1) 해석에 의해 균열을 검증할 때에는 식 (3.1-1)에 따라 균열폭을 검증하여야 한다.

$$w_d \le w_a \qquad (3.1\text{-}1)$$

여기서, w_d는 설계 균열폭으로서 지속하중이 작용할 때 계산된 균열폭이다. w_a는 내구성, 사용성(누수) 및 미관에 관련하여 허용되는 균열폭이다.

(2) 균열 검증에 적용하는 지속하중은 설계수명 동안 항상 작용하는 고정하중과 설계수명의 절반 이상의 기간 동안 지속해서 작용하는 하중들의 합으로서, 구조물의 특성을 고려하여 발주자 또는 건축주가 결정할 수 있다.

3.2 허용균열폭

(1) 철근콘크리트 구조물의 내구성 확보를 위한 허용균열폭은 표 3.2-1에 따라야 한다.

표 3.2-1 철근콘크리트 구조물의 허용균열폭 w_a(mm)

강재의 종류	강재의 부식에 대한 환경조건			
	건조 환경	습윤 환경	부식성 환경	고부식성 환경
철근	0.4 mm와 $0.006c_c$ 중 큰 값	0.3 mm와 $0.005\ c_c$ 중 큰 값	0.3 mm와 $0.004\ c_c$ 중 큰 값	0.3 mm와 $0.0035\ c_c$ 중 큰 값
긴장재	0.2 mm와 $0.005c_c$ 중 큰 값	0.2 mm와 $0.004\ c_c$ 중 큰 값	–	–

여기서, c_c는 최외단 주철근의 표면과 콘크리트 표면 사이의 콘크리트 최소 피복 두께 (mm)

(2) 수처리 구조물의 내구성과 누수방지를 위한 허용균열폭은 표 3.2-2에 따라야 한다.

3.2-2 수처리 구조물의 허용균열폭 w_a(mm)

	휨인장균열	전 단면 인장균열
오염되지 않은 물 [1]	0.25	0.20
오염된 액체 [2]	0.20	0.15

주 1) 음용수(상수도) 시설물
2) 오염이 매우 심한 경우 발주자와 협의하여 결정

3.3 균열폭의 계산

(1) 설계 균열폭은 식 (3.3-1)에 따라 계산한다.

$$w_d = \kappa_{st}\, w_m = \kappa_{st}\, l_s\,(\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \qquad (3.3\text{-}1)$$

여기서, w_d는 설계 균열폭이고, w_m은 평균 균열폭이며, l_s는 평균 균열간격으로 식 (3.3-2) 또는 식 (3.3-3)에 따라 계산한다. κ_{st}는 균열폭 평가계수로서 다음 (4)에 따른다. ε_{sm}는 균열간격 내의 평균 철근변형률이며, ε_{cm}는 균열간격 내의 평균 콘크리트변형률이다.

(2) 평균 균열간격 l_s는 부착된 철근의 중심 간격이 $5\,(c_c + d_b/2)$ 이하인 경우는 식 (3.3-2)으로 계산하고, 부착된 철근의 중심 간격이 $5\,(c_c + d_b/2)$를 초과하는 경우는 식 (3.3-3)로 계산한다.

$$l_s = 2\,c_c + \frac{0.25\,k_1\,k_2\,d_b}{\rho_e} \qquad (3.3\text{-}2)$$

$$l_s = 0.75\,(h - x) \qquad (3.3\text{-}3)$$

여기서, c_c는 최외단 인장철근이나 긴장재의 표면과 콘크리트 표면 사이의 최소 피복두께이고, k_1은 부착강도에 따른 계수로 이형철근은 0.8, 원형철근이나 긴장재는 1.6을 사용한다. k_2는 부재의 하중작용에 따른 계수로 휨모멘트를 받는 부재는 0.5, 직접인장력을 받는 부재는 1.0을 사용한다. 편심을 가진 직접인장력을 받는 부재나 부재의 국부적인 부분의 균열을 검증할 때에는 $k_2 = (\varepsilon_1 + \varepsilon_2)/(2\,\varepsilon_1)$로 한다. 여기서 ε_1과 ε_2는 단면 표면의 인장변형률로서 둘 중의 큰 값을 ε_1으로 한다. d_b는 철근의 지름이나 다발철근의 등가지름으로, 크기가 각기 다른 철근이 조합된 경우에는 $d_{beq} = \left(m_1 d_{b1}^2 + m_2 d_{b2}^2\right)/\left(m_1 d_{b1} + m_2 d_{b2}\right)$로 계산되는 평균 철근지름 d_{beq}를 사용한다. 여기서 m_1은 철근의 지름이 d_{b1}인 철근의 개수이고, m_2는 철근의 지름이 d_{b2}인 철근의 개수이다. ρ_e는 콘크리트의 유효인장면적을 기준으로 한 철근비로 식 (3.3-4)에 의해 계산한다. 콘크리트의 유효인장면적 A_{cte}는 식 (3.3-5)에 의해 계산한다. 여기서, d_{cte}는 콘크리트 유효인장깊이로서 휨모멘트를 받는 부재는 $2.5\,(h-d)$와 $(h-x)/3$ 중 작은 값으로 하고, 직접인장력을 받는 부재는 $2.5\,(h-d)$와 $h/2$ 중 작은 값으로 한다.

$$\rho_e = \frac{A_s}{A_{cte}} \qquad (3.3\text{-}4)$$

$$A_{cte} = b\, d_{cte} \tag{3.3-5}$$

(3) 평균 변형률은 식 (3.3-6)에 의해 계산한다.

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{f_{so}}{E_s}\left[1 - \beta_1\beta_2(1 + n_i\rho_e)\left(\frac{f_{sr}}{f_{so}}\right)^2\right] \geq 0.6\,\frac{f_{so}}{E_s} \tag{3.3-6}$$

여기서, f_{so}는 균열단면의 철근응력이다. f_{sr}은 균열이 발생한 직후 균열 면에서 계산한 철근응력으로, 휨모멘트가 작용하는 경우에는 식 (4.2-2)로 계산한 균열휨모멘트 M_{cr}과 균열단면의 단면2차모멘트를 적용하여 계산한다. β_1은 부착특성에 따른 계수로서 이형철근은 1.0을 적용하고, 원형철근이나 강연선은 0.5를 적용한다. β_2는 하중조건에 따른 계수로서 반복하중에 대해서는 0.5를 적용하고 그 외의 경우에는 1.0을 적용한다. n_i는 콘크리트의 초기접선탄성계수에 대한 철근의 탄성계수비이다.

(4) 균열폭 평가계수 κ_{st}의 값은 구조물의 특성을 고려하여 발주자 또는 건축주가 결정할 수 있다. κ_{st}의 값은 평균 균열폭을 계산할 때에는 1.0을 적용하며, 최대 균열폭을 계산할 때에는 1.7을 적용한다.

(5) 부과된 변형에 의해서도 균열이 발생되는 곳에서는 균열 위치의 철근변형률인 식 (3.3-6)의 $(1+n_i\rho_e)(f_{sr}/f_{so})^2$을 부과된 변형에 의한 변형률 값만큼 증가시켜야 한다.

(6) 철근이 직교 2방향으로 보강된 부재에서 주응력 축과 철근방향 사이의 각이 15°보다 클 때는 식 (3.3-7)에 의해 최대 균열간격 l_s를 산정할 수 있다.

$$l_s = \left(\frac{\cos\theta}{l_{sx}} + \frac{\sin\theta}{l_{sy}}\right)^{-1} \tag{3.3-7}$$

여기서, θ는 x방향 철근과 인장 주응력 방향 사이각이고, l_{sx}와 l_{sy}는 x와 y방향으로 각각 계산한 균열 간격이다.

집필위원

성 명	소 속	성 명	소 속
서수연	한국교통대학교	이재훈	영남대학교
이영학	경희대학교	조재열	서울대학교

자문위원

성 명	소 속	성 명	소 속
김종호	창민우컨설턴트	김 우	전남대학교
김진근	한국과학기술원	박홍기	태조엔지니어링
오명석	서영엔지니어링	변윤주	수성엔지니어링
전봉수	전우구조	신현목	성균관대학교
정 란	단국대학교	정영수	중앙대학교
정하선	전)콘크리트학회공학연구소장	한록희	효명엔지니어링
최완철	숭실대학교		

건설기준위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구찬모	한국토지주택공사	이재훈	영남대학교
김태진	㈜창민우구조컨설턴트	이태현	한국도로공사
박동욱	서울시	장종진	한국토지주택공사
백인열	가천대학교	최용규	경성대학교
서석구	㈜서영엔지니어링	최정환	한국철도시설공단

중앙건설기술심의위원회

성 명	소 속	성 명	소 속
구자흡	삼영엠텍㈜	이근하	㈜포스코엔지니어링
김현길	㈜정림이앤씨	차철준	한국시설안전공단
박구병	한국시설안전공단	최상식	㈜다음기술단

국토교통부

성 명	소 속	성 명	소 속
정선우	**국토교통부 기술기준과**	김병채	국토교통부 기술기준과
김광진	국토교통부 기술기준과	박찬현	국토교통부 원주지방국토관리청
김남철	국토교통부 기술기준과	이선영	국토교통부 기획총괄과

(분야별 가나다순)

설계기준
KDS 14 20 30 : 2016

콘크리트구조 사용성 설계기준

2016년 6월 30일 제정

소관부서 국토교통부 기술기준과

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

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

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