

KDS 24 14 31 : 2016

강교설계기준 (한계상태설계법)

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

KC CODE



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 도로교설계기준의 강교(한계상태설계법)에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
도로교 설계기준 (한계상태설계법)	• 도로교 설계기준(한계상태설계법) 제정. 신뢰도 기반의 설계기준	제정 (2011.12)
도로교 설계기준 (한계상태설계법)	• 장경간 케이블 교량의 특수성을 고려한 한계상태설계법 기반 기준 추가	개정 (2015.1)
KDS 24 14 31 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KDS 24 14 31 : 2016	• 한국산업표준과 건설기준 부합화에 따라 수정함	수정 (2018.7)

제 정 : 2016년 6월 30일

심 의 : 중앙건설기술심의위원회

소관부서 : 국토교통부 간선도로과

관련단체 : 한국도로협회(한국교량및구조공학회)

개 정 : 년 월 일

자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

작성기관 : 한국도로협회(한국교량및구조공학회)

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
2. 조사 및 계획	1
3. 재료	1
4. 설계	1
4.1 한계상태	1
4.2 피로 및 파단	4
4.3 부재에 관한 일반 사항	4
4.4 인장부재	5
4.5 압축부재	5
4.6 플레이트거더	5
4.7 박스거더	5
4.8 기타 휨부재	5
4.9 연결	5
4.10바닥판과 바닥틀	6
4.11 구조형식	14
4.12 말뚝	20

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 기준에서는 보, 강철뼈대구조, 트러스, 아치, 케이블구조 및 강바닥판구조 등과 연결부의 설계 규정을 다룬다.

2. 조사 및 계획

내용 없음.

3. 재료

KDS 14 31 10의 해당 규정을 따른다.

4. 설계

4.1 한계상태

4.1.1 일반사항

- (1) 강재 또는 강재와 다른 재료를 결합시켜 만들어진 부재의 구조적 거동은, 건설 중, 이동 운반 중, 또는 가설시 뿐만 아니라 그 구조물의 공용 기간 동안 가장 큰 응력이 발생될 수 있는 모든 단계에 대해 검토해야 한다.
- (2) 구조 부재는 극한한계상태, 극단상황한계상태, 사용한계상태 및 피로한계상태에서 요구되는 조건을 적절히 만족시켜야 한다.

4.1.2 사용한계상태

- (1) KDS 24 10 11(2.5.2.6) 및 KDS 14 31 10(4.3.3.1.4)의 규정을 적용한다.
- (2) 강구조물은 KDS 24 12 11 표, 4.1.1에 있는 사용한계상태조합 II의 조건을 만족시켜야 한다.

4.1.3 피로 및 파괴한계상태

- (1) 각 구조부재 및 상세는 KDS 14 31 20(4)에 규정된 피로에 대한 검토가 있어야 한다.

- (2) KDS 24 12 11(표 4.1-1)의 피로한계상태조합 및 KDS 24 12 21(4.3.2)에 규정된 피로 활하중을 적용한다.
- (3) 플레이트 거더는 KDS 14 31 10(4.3.3.2.5)의 규정을 만족시켜야 한다.
- (4) KDS 14 31 10(4.3.3.2.10)에 있는 전단연결재의 피로에 대한 적절한 규정을 적용한다.
- (5) 인장피로를 받는 볼트는 KDS 14 31 25(4.1.3)의 규정을 만족시켜야 한다.
 - ① 고장력볼트가 축방향의 피로하중을 받는 경우 볼트의 응력범위 Δf 는 KDS 24 12 21(4.3.1.4)에 규정된 충격을 포함하는 피로설계 활하중에 프라인력을 합한 것이며 KDS 14 31 20(식 (4.1-1))을 만족해야 한다. 볼트의 응력범위 산정에는 볼트의 공칭직경이 사용된다. 계산된 프라인 작용력은 외부 하중으로 인한 작용력의 60%를 초과해서는 안 된다. ASTM A307에 따른 저탄소강 볼트는 피로하중을 받는 연결부에 사용할 수 없다.
 - ② 프라인 작용에 의한 인장력은 다음과 같다.

$$Q_u = \left(\frac{3b}{8a} - \frac{t^3}{328000} \right) P_u \quad (4.1-1)$$

여기서, Q_u = 설계하중으로 인한 볼트 1개당 프라인 인장력(N)으로서 압축인 경우는 0으로 한다.

P_u = 설계하중에 의한 볼트 1개당 인장력(N)

a = 볼트의 중심에서 연단까지 거리(mm)

b = 볼트의 중심에서 연결부의 필릿 용접단까지 거리(mm)

t = 가장 얇은 연결부의 두께(mm)

- (6) 요구되는 파괴인성치는 KDS 14 31 20(4.2)에 따른다.

4.1.4 극한한계상태

4.1.4.1 일반사항

강도 및 안정성 검토 시 KDS 24 12 11(표 4.1-1)에 규정된 적합한 극한한계상태 조합을 이용한다.

4.1.4.2 저항계수

극한한계상태에 대한 저항계수 ϕ 는 다음 값을 취한다.

휨에 대해	$\phi_f = 1.00$
전단에 대해	$\phi_v = 1.00$
축방향 압축력에 대해(강재)	$\phi_c = 0.90$
축방향 압축력에 대해(합성부재)	$\phi_c = 0.90$
인장력에 대해(순단면 적용 시 파단)	$\phi_u = 0.80$
인장력에 대해(총단면 적용 시 항복)	$\phi_y = 0.95$
핀의 지압력에 대해	$\phi_b = 1.00$

볼트의 지압력에 대해	$\phi_{bb} = 0.80$
전단연결재에 대해	$\phi_{sc} = 0.85$
인장력을 받는 고장력 볼트 F8T, F10T, F13T에 대해	$\phi_t = 0.80$
인장력을 받는 일반볼트에 대해	$\phi_t = 0.80$
전단력을 받는 고장력 볼트 F8T, F10T, F13T에 대해	$\phi_t = 0.80$
전단력을 받는 일반볼트에 대해	$\phi_s = 0.65$
블록전단에 대해	$\phi_{bs} = 0.80$
완전용입 그루브용접시의 용접 금속에 대해	
- 유효단면적에 대한 전단력	$\phi_{e1} = 0.85$
- 유효단면적에 수직한 인장 또는 압축력	$\phi = \text{모재 } \phi$
- 용접선에 평행한 인장 또는 압축력	$\phi = \text{모재 } \phi$
부분용입 그루브용접시 용접금속에 대해	
- 용접선에 평행한 전단력	$\phi_{e2} = 0.80$
- 용접선에 평행한 인장 또는 압축력	$\phi = \text{모재 } \phi$
- 유효단면적에 수직한 압축력	$\phi = \text{모재 } \phi$
- 유효단면적에 수직한 인장력	$\phi_{e1} = 0.80$
필릿용접시에 용접금속에 대해	
- 용접선에 평행한 방향의 인장 또는 압축력	$\phi = \text{모재 } \phi$
- 용접금속의 목에 작용하는 전단력	$\phi_{e2} = 0.80$
관입상태가 불량한 지반으로 인한 영향을 받고 압축력을 받는 말뚝의 축방향력에 대해	
- H형 말뚝	$\phi_c = 0.50$
- 강관 말뚝	$\phi_c = 0.60$
관입상태가 양호한 지반에서 압축력을 받는 말뚝의 축방향력에 대해	
- H형 말뚝	$\phi_c = 0.60$
- 강관 말뚝	$\phi_c = 0.70$
비항타말뚝의 축방향력과 휨의 조합에 대해	
- H형 말뚝의 축방향력에 대해	$\phi_c = 0.70$
- 강관 파일의 축방향력에 대해	$\phi_c = 0.80$
- 휨에 대해	$\phi_f = 1.00$
항타시의 저항계수에 대해	$\phi = 1.00$

4.1.5 극단상황한계상태

(1) KDS 24 12 11(표 4.1-1)의 모든 적용 가능한 극단상황한계상태조합에 대해 검토한다.

- (2) 극단상황한계상태에 대한 저항계수는 볼트의 경우를 제외하고는 모두 1.0을 취한다.
- (3) 내하력 설계에 의해 보호되지 않은 볼트 조인트는 극단상황한계상태에 대해 지압이음 형식으로 거동하는 것으로 가정하며, 저항계수는 4.1.4.2에 주어진 볼트 지압력에 대한 값을 적용한다.

4.2 피로 및 파단

피로 및 파단의 설계는 KDS 14 31 20(4)의 해당규정을 따른다.

4.3 부재에 관한 일반 사항

4.3.1 유효지간

지간은 받침부나 기타 지지부의 중심 간격으로 한다.

4.3.2 솟음

- (1) 고정하중에 의한 처짐의 보정 및 현장에서의 원활한 부재조립을 위하여 부재의 제작시 솟음을 설치해야 한다.
- (2) 트러스교, 아치교 및 사장교에서 다음과 같은 경우에는 선택적으로 부재의 길이를 적절히 조절할 수 있다.
 - ① 고정하중에 의한 처짐으로 인하여 다른 부재들과의 연결이 곤란한 경우
 - ② 아치 리브가 고정하중에 의하여 줄어드는 것을 상쇄시킬 필요가 있는 경우
 - ③ 부정정구조물에서 고정하중에 의한 휨모멘트도의 조절이 필요한 경우

4.3.3 강재의 최소두께

- (1) 수직브레이싱, 수평브레이싱 및 연결판을 포함한 모든 강재의 최소두께는 8.0 mm 이상으로 한다. 단, 압연형강의 복부판, 강바닥판의 폐단면리브, 채움재 및 난간용 재료는 이 규정을 따르지 않아도 좋다.
- (2) 압연형강이나 π 형강의 복부판 및 강바닥판의 폐단면리브의 두께는 7.0 mm 이상으로 한다.
- (3) 부식이 우려되는 곳에서는 부식방지 조치를 취하거나, 부식두께를 예측하여 그만큼 두께를 증가시켜야 한다.

4.3.4 다이아프램 및 수직브레이싱

교량의 단부 및 내부지점과 지간 중간부에는 설치되는 다이아프램이나 수직브레이싱의 설계는 KDS 14 31 10(4.3.3.4)를 따른다.

4.3.5 수평브레이싱

(1) 모든 시공단계나 사용단계에서 수평브레이싱의 필요성을 반드시 검토하고, 필요 시 플랜지면 근처에 수평브레이싱을 설치한다.

(2) 수평브레이싱의 설계는 KDS 14 31 10(4.3.3.5)를 따른다.

4.3.6 핀

핀의 설계는 KDS 14 31 10(4.5.2)의 해당 규정을 따른다.

4.4 인장부재

(1) 인장부재의 설계는 KDS 14 31 10(4.1)의 해당규정을 따른다.

(2) 휨과 축력이 작용하는 부재의 설계는 KDS 14 31 10(4.4)의 해당규정을 따른다.

4.5 압축부재

(1) 압축부재의 설계는 KDS 14 31 10(4.2)의 해당규정을 따른다.

(2) 휨과 축력이 작용하는 부재의 설계는 KDS 14 31 10(4.4)의 해당규정을 따른다.,

4.6 플레이트거더

(1) 플레이트 거더 교량의 설계는 KDS 14 31 10(4.3.3.1)의 해당규정을 따른다.

4.7 박스거더

(1) 박스거더 교량의 설계는 KDS 14 31 10(4.3.3.2)의 해당규정을 따른다.

4.8 기타 휨부재

(1) 기타 휨부재의 설계는 KDS 14 31 10(4.3.3.3)의 해당규정을 따른다.

4.9 연결

(1) 부재 연결부의 설계는 KDS 14 31 25의 해당규정을 따른다.

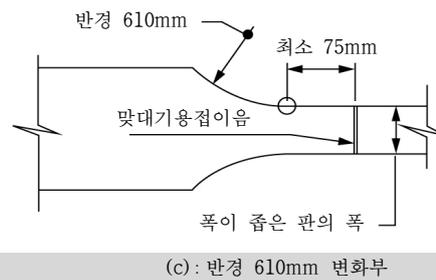
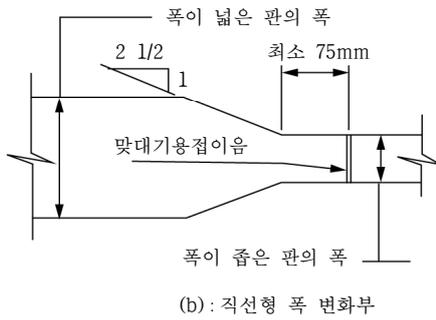
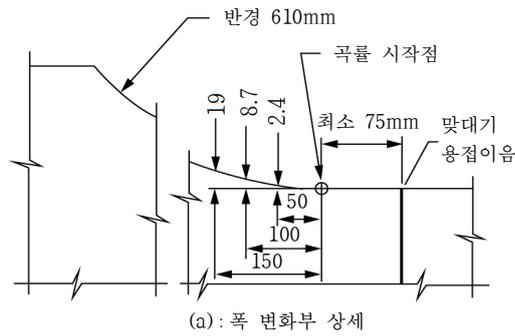


그림 4.9-1 이음부 상세

4.10 바닥판과 바닥틀

4.10.1 적용범위

- (1) 4.10은 연직하중을 받는 강재, 콘크리트 또는 그의 조합의 교량 바닥판과 바닥틀의 해석 및 설계의 조항을 포함한다.
- (2) 규정된 조건을 만족하는 일체로 된 콘크리트 교량 바닥판은 어떤 해석도 요구하지 않는 경험적 설계를 허용한다.
- (3) 바닥판과 지지구조물은 연속구조로 하는 것이 바람직하다.
- (4) 기술적으로 가능한 경우에는 바닥판과 그 지지구조물을 합성시키는 것이 좋다.

4.10.2 일반적인 설계규정

4.10.2.1 상호작용

(1) 바닥판은 특별한 사유가 없는 한 바닥판을 지지하는 부재들과 합성시킨다. 합성되지 않은 바닥판이 지지부재와 수직으로 분리되는 것을 막기 위해 지지 부재와 연결시켜야한다. 바닥판과 지지 부재 사이의 전단연결재와 다른 연결재들은, 완전 합성작용을 가정하여 설계해야 한다. 전단연결부의 상세 설계는 KDS 14 31 10(4.3.3.1.10)의 적용조항을 만족해야 한다.

(2) 바닥판과 부대시설 또는 바닥판과 다른 구조 요소 사이에 작용하는 힘의 영향도 설계 시 고려해야 한다.

4.10.2.2 바닥판 배수

(1) 바닥판 상면의 횡구배와 종구배는 KDS 24 10 11(2.6.6)의 적용규정을 따른다.

(2) 바닥판 설계 시 배수 공간의 구조적 영향을 고려해야 한다.

4.10.2.3 콘크리트 부대시설

발주자에 의해 다르게 명시되지 않았으면, 콘크리트 연석, 난간, 방호울타리, 분리대는 구조적으로 연속이 되는 것이 좋다. 바닥판 설계 시 부대시설의 구조적 역할은 4.10.3.1에 따라 고려한다.

4.10.2.4 단부 지지

(1) 단부의 끝부분이 윤하중을 지지하도록 설계되지 않은 경우에는 단부보를 두어 보강해야 한다.

(2) 특별한 제한사항이 명시되지 않는 한, 교량 바닥판의 단부는 보강되거나, 보로 지지되거나 또는, 다른 구조부재로 보강해야 한다. 단부보나 다른 구조부재는 바닥판과 합성구조 또는 일체 구조여야 한다. 단부보는 KDS 24 10 11(4.6.2)에 나타난 조항과 같이 바닥판의 유효폭이 고려된 보로서 설계해야 한다.

4.10.2.5 캔틸레버부를 위한 존치거푸집

현장치기 콘크리트와 합성으로 거동하지 못하는 존치거푸집은 캔틸레버부에는 사용하지 않는다.

4.10.3 한계상태

4.10.3.1 일반사항

(1) 바닥판에 대한 콘크리트 부대시설의 구조적인 역할은 사용하중상태와 피로한계상태에 대한 설계 시 고려할 수 있으며, 저항강도나 극한하중 한계상태에 대해서는 고려하지 않는다.

(2) KDS 24 14 21(4.6.5.2)의 경험적 설계규정을 만족시키는 바닥판은 사용성, 피로, 파괴와 극한한계상태의 요구를 모두 만족하는 것으로 가정할 수 있으며, 4.10.3의 다른 조항은 만족할

필요가 없다.

4.10.3.2 사용한계상태

(1) 사용한계상태에서는 바닥구조와 바닥틀을 전체 탄성 구조로 해석하고 KDS 24 14 21, KDS 24 14 31의 조항을 만족하도록 설계해야 한다.

(2) 바닥판의 과도한 변형과 처짐을 설계 시 고려해야 한다. 충격계수를 고려한 설계트럭하중 작용 시 바닥판의 허용처짐량은 다음과 같다.

- ① $L/800$: 보도부가 없는 바닥판
- ② $L/1000$: 보도부가 있는 바닥판
- ③ $L/1200$: 보도부가 매우 중요한 바닥판

여기서, L = 바닥판 지지부재의 중심간 거리

4.10.3.3 피로와 파괴한계상태

(1) 콘크리트 바닥판은 피로에 대한 검토가 필요 없다.

(2) 강재 격자와 강바닥판은 4.10.5에 따른다.

(3) 여러 개의 거더 위에 설치되지 않는 콘크리트 바닥판은 KDS24 14 21(4.3)에 기술된 피로한계상태에 대하여 검토해야 한다.

4.10.3.4 극한한계상태

극한한계상태에서는 바닥판과 바닥틀을 탄성구조 또는 비탄성 구조로 해석할 수 있고 KDS 24 14 21, KDS 24 14 31의 조항을 만족하도록 설계해야 한다.

4.10.3.5 극한하중한계상태

바닥판은 차량하중과 난간에 작용하는 하중으로부터 전달되는 힘에 대하여 설계해야 한다.

4.10.4 해석

4.10.4.1 해석방법

KDS 24 10 11(4.6.2)에 기술된 해석의 근사적 탄성방법이나, KDS 24 10 11(4.6.11.2)에 기술된 개선된 방법 또는 4.10.6에 기술된 콘크리트 슬래브의 경험적 설계는 4.10.3에 허용된 다양한 한계상태에 대하여 적용될 수 있다.

4.10.4.2 하중

하중, 하중 위치, 타이어 접지 면적 그리고 하중 조합은 KDS 24 12 21, KDS 24 12 11의 조항에 따른다.

4.10.5 강재 바닥판

4.10.5.1 일반사항

강재 바닥판은 이 기준의 규정을 만족하도록 설계해야 하며, 차륜 접지면적은 KDS 24 12 21(4.3.1.4(2))의 규정에 따라 결정된다.

4.10.5.2 강재 격자형 바닥판

(1) 일반사항

- ① 격자형 바닥판은 보, 세로보 또는 가로보 사이에 걸쳐있는 주부재와 이 주부재 사이를 서로 연결시켜주는 2차부재로 구성되어있다. 주부재와 2차부재는 직사각형 또는 대각선의 형태로 견고하게 서로 연결된다.
- ② 하중의 영향은 아래의 방법 중의 하나를 이용하여 결정할 수 있다.
 - 가. KDS 24 10 11(4.6.2)에 제시된 근사해법
 - 나. 직교이방성 판이론
 - 다. 등가 격자구조
 - 라. 바닥판의 성능이 기술적 증거들에 의해 충분히 입증되는 경우, 제작자가 제시한 설계 보조자료의 사용
- ③ 완전히 채워지거나 부분적으로 채워진 격자형 바닥판을 직교이방성판 또는 등가 격자형으로 해석하기 위해 모델링하는 경우, 휨강성 및 비틀강성은 입증된 다른 근사해법이나 물리적 실험에 의해 얻을 수 있다.
- ④ 이러한 근사해법 중의 하나는 환산 단면에 기초를 두고 있다. 격자요소와 콘크리트 사이의 합성작용을 증가시키기 위하여, 톱니 또는 요철 모양의 돌기, 표면 모래코팅, 기타 다른 적당한 장치를 포함한 전단 전달장치를 사용할 수 있다.
- ⑤ 만일 완전히 채워지거나 부분적으로 채워진 바닥판이 설계상 이들을 지지하고 있는 부재와 일체로 작용하는 경우, 합성단면에서 슬래브의 유효폭은 KDS 24 10 11(4.6.7.2)의 규정을 따른다.

(2) 개단면 격자형 바닥틀

- ① 개단면 격자형 바닥틀은 용접이나 볼트 등으로 주부재에 연결시킴으로써 지지하고 있는 부재와 연결된다. 용접을 하는 경우, 주부재의 일방향으로 75 mm 길이 용접을 하거나 혹은 양방향 40 mm 용접을 한다.
- ② 저축되는 조항이 없으면, 개단면 격자형 바닥틀은 상세 범주 “E”용접으로 간주되며, 4.2의 규정이 적용된다.
- ③ 차량하중에 직접 노출된 개단면 격자형 바닥틀의 끝 또는 단부는 마감봉 혹은 다른 효과적인 방법으로 지지한다.

(3) 완전히 채워지거나 부분적으로 채워진 격자형 바닥판

① 일반사항

가. 이러한 바닥판들은 콘크리트가 완전히 또는 부분적으로 채워진 강재 격자형으로 구성된다.

나. 4.10.5.2(1)은 완전히 채워진 또는 부분적으로 채워진 격자형 바닥판에 적용된다.

다. 가능하다면, 40 mm 두께의 구조적 덧댐이 요구된다.

라. 두 면 사이에서 전단을 전달하기 위해 완전히 채워지거나 또는 부분적으로 채워진 격자형은 용접이나 전달 연결재에 의하여 지지하고 있는 부재에 부착된다.

② 설계요구사항

콘크리트 채움재의 무게는 바닥판의 강재 부분이 지지한다고 가정한다. 변동 하중과 상시 하중은 합성 작용을 하는 격자봉과 콘크리트가 지지한다고 가정한다. 구조적 덧댐 부분은 합성형 바닥판의 구조적 일부분으로 작용한다고 본다.

③ 피로와 파괴한계상태

가. 완전히 채워진 격자형 바닥판의 경우, 강재격자 요소들 간의 내부연결은 피로에 대하여 고려하지 않아도 된다.

나. 부분적으로 채워진 격자형 바닥판의 경우, 콘크리트로 채워진 강재격자 부분의 내부연결은 피로에 대하여 고려하지 않아도 되지만, 콘크리트로 채워지지 않은 강재격자 요소들 간의 내부 연결 용접은, 반대 근거가 제시되지 않는 한, 상세범주 “E” 용접에 속하는 것으로 간주한다.

(4) 철근콘크리트 슬래브와 합성된 채워지지 않은 격자형 바닥판

① 일반사항

가. 채워지지 않은 격자형 합성 바닥판들은 4.10.5.2(1)의 요구조항을 따르는 채워지지 않은 강재 격자형 구조체로 구성되며, 이는 채워지지 않은 강재 바닥판 위에 철근콘크리트 슬래브가 놓이는 형태를 갖는다. 전단연결재 또는 다른 유효한 방법을 사용하여 접촉면 사이에서 전단의 수평 및 수직 성분에 저항할 수 있어야 콘크리트 슬래브와 격자형 바닥판의 합성작용이 보장된다.

나. 격자형 바닥판과 지지부재와의 합성작용은 역학적으로 전단연결재에 의해 보장된다.

다. 다른 규정이 없다면 4.10.5.2(2)의 규정이 적용된다.

라. 이러한 바닥판에서 불연속부분 및 시공 이음부는 최소화해야 한다.

② 설계

가. 콘크리트 슬래브의 설계는 KDS 24 14 21의 규정을 따르며, 여기서 각 주응력 방향으로 한 층의 철근을 배열하는 조항은 예외로 한다.

나. 콘크리트 슬래브와 강재 격자 구조 간의 접촉면은 KDS 14 31 10(4.3.3.1.10)를 만족해야 한다.

③ 피로한계상태

4.10.5.2(2)의 피로 조항이 적용된다. 응력범위의 계산 시 합성 철근콘크리트 슬래브도 포함된다.

4.10.5.3 직교이방성 강바닥판

(1) 일반사항

① 직교이방성 강바닥판은 세로리브와 가로보에 의해 지지되고 보강되는 바닥강판으로 구성된다.

이때 바닥강판은 세로리브와 가로보의 플랜지로 작용하는 동시에 주형의 플랜지로도 작용한다.

② 보수·보강시, 직교이방성 강바닥판이 이미 존재하는 가로보에 의해 지지되고 있는 경우에는 비록 가로보의 설계 시에 합성작용이 무시되었다고 할지라도, 가로보와 바닥강판 사이의 연결은 완전히 일체가 되도록 설계해야 한다. 실제적으로 가로보와 주형사이의 합성작용을 증가시키는 적절한 연결이 요구된다.

(2) 차륜의 분포하중

바닥강판에 작용하는 차륜하중은 접지 면적으로부터 바닥판의 중립면까지 모든 방향으로 45°의 분포를 갖는다고 가정한다. 타이어의 접촉면은 KDS 24 12 21(4.3.1.4(2))에 제시한 바와 같다.

(3) 포장

① 포장은 전체 직교이방성 강바닥판 구조의 한 부분으로 취급되며, 바닥판의 상부에 접촉해야 한다. 포장의 구조적 성질 및 접착성이 섭씨 -30°에서 50° 범위에서 만족스럽게 작용한다면, 포장이 직교이방성 강바닥판 부재들의 강성에 미치는 영향을 고려할 수도 있다. 만일 포장의 강성에 대한 영향을 설계에서 고려하는 경우, 요구되는 포장의 성질을 공사 계약서에 명시해야 한다.

② 예상되는 극한 사용온도 하에서 포장의 성질에 대한 고려와 함께 바닥강판과 포장의 접촉면에서 또는 포장 내에서 하중의 영향이 검토해야 한다.

③ 포장과 바닥강판 사이의 장기적 합성거동은 정적 및 주기반복 하중시험을 통하여 입증해야 한다.

④ 포장 자체와 포장의 바닥강판 접촉에 대한 설계를 하는 경우, 바닥강판이 합성으로 설계되었는지 아니든지에 상관없이 포장이 바닥강판과 합성으로 거동한다고 가정한다.

(4) 세부해석

직교이방성 강바닥판에 있어서 하중의 영향은 KDS 24 10 11(4)에서 규정된 등가 격자법, 유한대판법 또는 유한요소법과 같은 탄성해석에 의해 결정할 수 있다.

(5) 근사해석

① 유효폭

세로 리브와 같이 거동하는 바닥강판의 유효폭은 KDS 24 10 11(4.6.7.4)에 따라 결정된다.

② 개단면 리브를 갖는 바닥판

가. 세로 리브는 가로보에 의해 지지되는 연속보로 해석될 수 있다.

나. 지간이 4,500 mm를 넘지 않는 리브의 경우, 하나의 리브에 작용하는 차륜하중은 리브들에 의해 고정지지 되는 연속 바닥강판의 반력으로 구할 수 있다. 지간이 4,500 mm 이상인 경우, 차륜하중의 횡분배에 대한 리브 유연성의 영향은 탄성해석에 의해 구할 수 있다.

다. 리브의 지간이 3,000 mm를 넘지 않는 경우, 하중의 영향을 계산하는 과정에서 가로보의 유연성이 고려해야 한다.

라. 피로검토가 필요한 리브와 가로보 연결부의 국부응력은 상세해석으로부터 구한다.

③ 폐단면 리브를 갖는 바닥판

가. 폐단면 리브가 있는 바닥판을 해석하기 위하여, 어느 정도 경험에 바탕을 둔 Pelikan-Esslinger 방법을 사용할 수 있다. 피로검토가 필요한 리브와 가로보 연결부의 국부응력은 상세해석으로 구한다. 지간이 6,000 mm 보다 작은 폐단면 리브에 대한 하중의 효과는, 인접한 횡방향의 차륜하중의 효과를 무시하고, 오직 한 리브 위에 차륜하중을 재하시켜 계산할 수 있다.

나. 지간이 6,000 mm 이상의 폐단면 리브에 대한 하중의 효과는 인접한 횡방향의 차륜하중의 효과를 고려하여 적절히 보정해 주어야 한다.

(6) 설계

① 국부적인 효과와 전체적인 효과의 중첩

바닥판의 최대 하중효과를 계산하기 위해서, 국부적인 효과와 전체적인 효과의 조합을 4.10.3에 따라 결정해야 한다.

② 한계상태

가. 직교이방성 강바닥판은 다른 규정이 없으면, 모든 적용 가능한 한계상태에 대한 제6장의 규정들에 따라 설계한다.

나. 사용한계상태에서, 바닥판은 KDS 24 10 11(2.5.2.6)의 규정을 만족해야 한다.

다. 국부 하중효과와 전체 하중효과의 조합에 대한 극한한계상태는 4.10.3의 규정이 적용된다.

라. 직교이방성 판의 좌굴 효과는 극한한계상태에 대하여 검토해야 하며, 좌굴을 제어할 수 없는 경우, 직교이방성 강바닥판의 저항은 단면의 어느 위치에서 항복강도에 도달하는 것에 근거한다.

마. 피로한계상태에서, 하중으로 유발된 피로에 대해 4.2의 해당규정이 적용되며, 4.10.5.3(7)의 세부 요구조건들과 함께 4.2의 조항들이 뒤틀림으로 유발된 피로를 받는

요소에 적용된다.

(7) 세부 요구조건

① 판의 최소두께

바닥강판의 두께는 14 mm 또는 리브 복부판의 간격 중 큰 것의 4% 보다 작아서는 안 된다.

② 폐단면 리브

가. 폐단면 리브의 두께는 7 mm 보다 작아서는 안 된다.

나. 직교이방성 강바닥판의 단면 치수는 아래의 식을 만족해야 한다.

$$\frac{t_r a^3}{t_{d,eff}^3 h'} \leq 400 \quad (4.10-1)$$

여기서, t_r = 리브 복부판의 두께(mm)

$t_{d,eff}$ = 4.10.5.3(3) 규정과 같이 표면의 강도효과를 고려한 바닥강판의 유효두께(mm)

a = 리브 복부판 간격 중 큰 것(mm)

h' = 리브 복부판의 경사진 길이(mm)

다. 폐단면 리브의 내부는 다음과 같이 밀봉해야 한다.

(가) 리브와 바닥판 접촉부의 연속용접

(나) 용접된 리브 덧판 부위의 용접

(다) 다이어프램 부위에서 리브 끝단의 용접

라. 폐단면 리브의 복부판과 바닥판 사이에서 80% 부분관통용접이 허용된다.

③ 직교이방성 강바닥판에서 금지된 용접

부착물, 설비 지지대, 계단 손잡이 혹은 전단연결재 등을 바닥강판이나 리브에 용접하는 것은 허용되지 않는다.

④ 바닥강판과 리브의 상세규정

KDS 14 31 20(표 4.1-1)과 그림 4.10-1에 나타난 상세규정을 적용하여, 바닥강판과 리브의 덧판을 고강도 볼트로 단단히 연결하거나 용접으로 연결해야 한다. 그림 4.10-1에 보인 바와 같이 리브를 가로보 복부판의 홈을 지나도록 연속적으로 설치한다. 그림 4.10-1에 표시한 상세부에 대해서는 다음 제작규정을 따라야 한다.

가. 가로보 복부판의 절단 금지

나. 용접 시에는 돌림용접 사용

다. 그라인딩에 의한 표면 다듬기

라. 리브 하단까지 내부 다이어프램을 연결하지 않은 경우에는 최소 25 mm 확보

마. 필릿용접만으로 4.2에 규정된 강도조건을 만족시키기 어려운 경우에는 필릿용접과 그루브용접을 조합하여 용접한다.

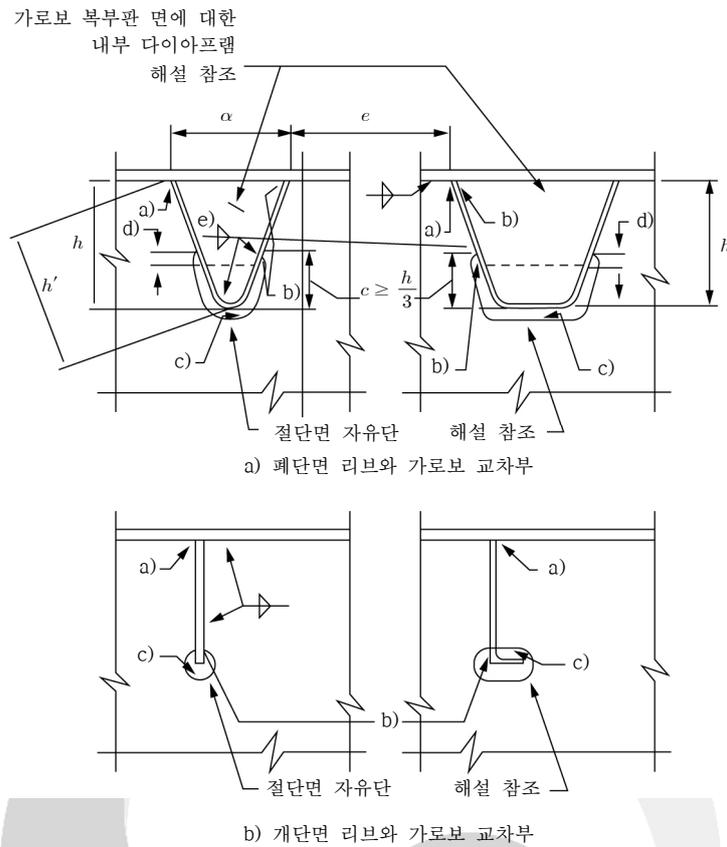


그림 4.10-1 직교이방성 강바닥판에 대한 상세 요구조건

4.10.6 콘크리트 바닥판

(1) 콘크리트 바닥판의 설계는 KDS 24 14 21(4.6.5)의 해당규정을 따른다.

4.11 구조형식

4.11.1 중로교와 하로교

중로교나 하로교의 주부재인 보나 주형은 횡변형을 방지하기 위하여 연결판이나 니브레이스(knee brace) 등으로 반드시 보강해야 한다. 연결판이나 니브레이스는 주부재 또는 가로보의 보강재에 연결된 복부판을 가지고 있어야 한다. 연결판의 설계는 4.11.2.8의 규정을 만족시켜야 한다.

4.11.2 트러스교

4.11.2.1 일반사항

(1) 트러스에는 경사진 교문구를 설치하고 각 격점은 횡방향으로 지지한다. 각각의 주트러스들은 전도를 방지하기 위하여 충분한 중심간 거리를 둔다.

(2) 트러스의 유효높이는 다음과 같이 정한다.

- ① 볼트연결인 경우 현재의 무게중심간 거리
- ② 편연결인 경우 편 의 중심간 거리

4.11.2.2 트러스 부재

- (1) 트러스 부재는 트러스의 중심면에 대하여 대칭되게 배치해야 한다.
- (2) 압축현재는 가능한 한 접합부 없는 부재를 사용한다.
- (3) 교번 응력을 받는 복부판재들의 단연결에서는 편연결을 피한다.
- (4) 대재(counters)는 사용하지 않는 것이 좋다.

4.11.2.3 2차 응력

2차응력이 작게 발생하게 해야 한다. 부재의 고정하중 모멘트에 의한 응력들과 또는 부재축선의 편심에 의한 응력을 고려해야 한다. 트러스의 뒤틀림 또는 가로보의 처짐에 의한 2차 응력은 뒤틀림 평면에 평행한 부재폭이 부재길이의 1/10보다 작을 경우에는 고려할 필요가 없다.

4.11.2.4 다이아프램

트러스의 다이아프램은 KDS 14 31 10(4.3.3.4)에 따른다.

4.11.2.5 솟음

- (1) 트러스의 솟음은 고정하중에 의한 처짐 이상이 되도록 한다.
- (2) 트러스의 처짐을 계산할 때에는 부재의 전단면적을 사용하되, 유공판의 경우 구멍 중심 간의 순체적을 구멍 중심간의 길이로 나눈 값을 유효단면적으로 하여 계산한다. 유공판의 설계는 4.4.5.2와 4.5.4.3(2)를 따른다.

4.11.2.6 부재축선(working line)과 도심축

- (1) 트러스의 주부재는 가능하면 부재의 도심축이 단면의 중앙부에 위치하도록 설계한다.
- (2) 비대칭 단면 압축부재는 고정하중휨에 대한 보정으로 편심을 주는 경우를 제외하고는 부재 축선과 도심을 가능한 한 일치되게 한다. 두 개의 L형강으로 구성되는 하현재 또는 사재의 부재축선은 용접으로 맞대었을 경우에는 단면의 도심축으로, 그리고 볼트 연결인 경우에는 모서리에서 가장 가까운 종방향 볼트중심선으로 한다.

4.11.27 교문브레이싱과 수직브레이싱

(1) 일반사항

트러스에서는 수직브레이싱의 필요성을 검토해야 한다. 모든 한계상태에서 평형, 적합 그리고 안정조건이 만족된다면 중간 수직브레이싱을 고려하지 않는 해석도 타당하다고 보아도 된다.

(2) 하로교

- ① 하로교는 교문브레이싱을 설치하거나, 그렇지 않으면 브레이싱된 교문 없이도 트러스의 강도와 강성이 충분하다는 것이 입증해야 한다. 교문브레이싱이 사용된 경우에 단주와 상현재 플랜지에 강결된 이중평면형 또는 박스형이어야 하며, 여유공간이 허용하는 한 깊게 연결해야 한다. 만약 단일 2평면 교문이 사용되었다면 교문응력을 분포시키기 위하여 단주의 복부판사이에 다이아프램을 두어야하며 단주의 중앙 휨평면에 위치시켜야 한다.
- ② 브레이싱의 유무와 관계없이 교문은 상현재의 휨방향으로의 모든 반력을 받도록 하고, 단주는 이 반력을 트러스 받침부에 전달할 수 있도록 설계한다.

(3) 상로교

상로교는 단주가 이루는 면내에 수직브레이싱을 설치하거나, 그렇지 않으면 수직브레이싱이 없어도 트러스의 강도와 강성이 충분하다는 것이 입증해야 한다. 수직브레이싱은 트러스바닥틀로부터 전높이에 걸쳐서 설치한다. 단부 수직브레이싱은 상부에서 발생하는 모든 횡방향하중을 단주를 통하여 받침부에 전달시키는 데 적합하게 설계한다.

4.11.28 연결판

(1) 4.9의 규정을 적용한다.

- (2) 편연결 부재를 제외한 주부재의 연결에는 연결판을 사용한다. 각 부재들을 연결하는 볼트는 부재축에 가능한 한 대칭이 되도록 배열하고 부재와 연결판의 접촉면 전체에 걸쳐 배치해야 한다.
- (3) 설계휨하중 및 설계축방향하중의 조합으로 인한 최대응력은 전면적을 기준으로 할 경우 $\phi_v F_y$ 를 초과하지 못한다. 설계하중에 의한 단면의 최대전단응력은 순수전단인 경우 $\phi_v F_u / \sqrt{3}$ 으로 하고, 설계전단력을 전단을 받는 면적으로 나눠 구한 휨전단응력은 $\phi_v 0.74 F_u / \sqrt{3}$ 으로 한다.
- (4) 연결판의 지지되지 않은 가장자리의 길이가 판두께의 $2.06(E/F_y)^{0.5}$ 배를 초과할 경우에는 가장자리를 보강해야 한다. 보강되거나 또는 보강되지 않은 연결판의 가장자리는 이상화된 기둥단면으로 보고 설계해야 한다.

4.11.2.9 종로교

- (1) 종로교의 수직재와 가로보 그리고 그 부재들의 연결부는 각 트러스 상현재의 부재접합점에 작용하는 4.38 N/mm 이상의 횡방향력에 대하여 저항하도록 설계해야 한다.
- (2) 이 횡방향력은 강도하중조합 I의 영구 하중으로 간주하여 구한 하중계수를 사용한다.
- (3) 상현재는 부재접합점에 횡방향으로 탄성지지된 기둥으로 보아야 한다.

4.11.2.10 설계강도

- (1) 인장부재의 설계강도는 4.4의 규정을 따른다.
- (2) 압축부재의 설계강도는 4.5의 규정을 따른다.
- (3) 부재의 공칭휨강도는 4.8의 규정에 따라 산정되며, 그 부재들의 설계강도는 4.4 또는 4.5의 규정에 제시된 식을 만족시켜야 한다.

4.11.3 강바닥판**4.11.3.1 일반사항**

- (1) 4.11.3은 보강된 강판을 바닥판으로 하는 강교의 설계에 적용한다.
- (2) 강바닥판은 교량 상부구조의 일부분으로 간주하며 교량에 작용하는 전반적 하중을 분담한다. 교량의 주부재와 바닥판의 연결은 4.10에 따라 설계해야 한다. 강바닥판 박스거더교를 해석할 때는 단면 형상의 뒤틀림 변형을 고려해야 한다.

4.11.3.2 바닥강판의 유효폭

KDS 24 10 11(4.6.7)의 규정을 적용한다.

4.11.3.3 전체 및 국부적 영향의 중첩**(1) 일반사항**

바닥판에서 하중에 의한 최대효과를 산정할 때는 전체 및 국부적 영향이 중첩해야 한다. 이러한 하중효과의 조합은 동일한 형태 및 위치의 활하중에 대하여 계산한다.

(2) 전체인장을 받는 바닥판

전체인장, 국부휨 및 전체 전단력을 동시에 받는 바닥판은 다음을 만족해야 한다.

$$\frac{P_u}{P_r} + \frac{M_{ur}}{M_{rr}} \leq 1.33 \quad (4.11-1)$$

여기서,

$$P_u = A_{d,eff}(f_g^2 + 3f_{vg}^2)^{0.5} \quad (4.11-2)$$

- 여기서, f_g = 바닥판의 전체 축방향 응력(MPa)
- f_{vg} = 바닥판의 전체전단응력(MPa)
- $A_{d,eff}$ = 종방향리브를 포함한 바닥판의 유효단면적(mm²)
- P_r = 바닥판의 유효폭을 고려한 바닥강판의 설계인장강도(N)
- M_{ur} = 설계하중에 의한 종방향리브의 국부 휨모멘트(N·mm)
- M_{rr} = 연단의 항복 도달을 기준으로 한 종방향 리브의 휨강도(N·mm)

(3) 전체압축을 받는 바닥판

종방향리브의 국부 휨압축력과 전체 압축력에 의한 전체적인 좌굴해석을 수행하지 않을 경우에는, 바닥강판의 유효폭을 포함하는 종방향리브를 가로보에 의해 단순지지된 기둥으로 설계해야 한다.

4.11.3.4 횡방향휨

가로보와 바닥판의 설계휨강도는 다음 조건을 만족해야 한다.

$$\frac{M_{fb}}{M_{rb}} + \frac{M_{ft}}{M_{rt}} \leq 1.0 \quad (4.11-3)$$

- 여기서, M_{fb} = 설계하중에 의해 가로보에 작용되는 모멘트(N·mm)
- M_{rb} = 가로보의 설계휨강도(N·mm)
- M_{ft} = 인접리브로부터 전달되는 축중하중에 의한 바닥판의 횡방향 설계모멘트(N·mm)
- M_{rt} = 인접리브로부터 전달되는 축중하중에 의한 바닥판의 횡방향 설계휨강도(N·mm)

가로보의 간격이 종방향리브의 복부판 간격의 3배 이상이 되는 형상을 가진 바닥판에서는 식 (4.11.3)의 2번째 항을 생략할 수 있다.

4.11.3.5 다이아프램

다이아프램 혹은 수직 브레이싱은 지점마다 설치해야 하며 횡방향력을 지점에 전달하고 횡방향 회전과 변위 그리고 뒤틀림에 견딜 수 있는 충분한 강도와 강성을 가지게 해야 한다. 중간다이아프램과 수직브레이싱은 거더의 해석결과에 따라 배치해야 하며 횡방향 뒤틀림에 견딜 수 있도록 충분한 강성과 강도를 가지게 해야 한다.

4.11.4 중복아치

4.11.4.1 처짐에 관한 모멘트 확대

모멘트 확대는 4.5의 규정에 따라야 한다.

4.11.4.2 복부판의 세장비

(1) 아치리브 복부판의 세장비는 다음 식을 만족해야 한다.

$$\frac{D}{t_w} = k \sqrt{\frac{E}{f_a}} \tag{4.11-4}$$

여기서, f_a = 설계하중에 의한 축방향응력(MPa)

k = 표 4.11.1에 규정된 보강재의 좌굴계수

표 4.11-1 아치의 보강재 세장비

조건	k	I_s
수평보강재가 없는 경우	1.25	-
수평보강재가 1단인 경우	1.88	$l_s = 0.75D_{tw}^3$
수평보강재가 2단인 경우	2.51	$l_s = 2.2D_{tw}^3$

(2) 보강재가 부착된 복부판 표면을 기준으로 한 보강재의 단면2차 모멘트는 표 4.11-1에 규정된 값 이상이어야 한다.

(3) 보강재의 폭-두께비는 다음 식을 만족해야 한다.

$$\frac{b}{t_s} \leq 0.408 \sqrt{\frac{E}{f_a + \frac{f_b}{3}}} \leq 12 \tag{4.11-5}$$

여기서, f_b = 모멘트 확대계수를 고려한 설계하중에 의한 최대응력(MPa)

4.11.4.3 플랜지 좌굴

플랜지의 폭-두께비는 다음을 만족해야 한다.

(1) 복부판 사이에 있는 플랜지의 경우 :

$$\frac{b}{t} \leq 1.06 \sqrt{\frac{E}{f_a + f_b}} \tag{4.11-6}$$

(2) 복부판 외측 플랜지의 경우 :

$$\frac{b}{t} \leq 0.408 \sqrt{\frac{E}{f_a + f_b}} \leq 12 \tag{4.11-7}$$

4.12 말뚝

- (1) 말뚝의 설계는 KDS 14 31 10(4.5.3)의 해당규정을 따른다. 다만, 극한한계상태에 대한 저항계수는 4.1.4.2에 규정된 값으로 한다.



집필위원	분야	성명	소속	직급
	총괄	길홍배	한국도로공사	수석연구원
	기타시설	김영진	한국건설기술연구원	선임연구원
	내진설계	김태훈	삼성물산	부장
	총괄	김호경	서울대학교	교수
	하중	박원석	목포대학교	교수
	하부구조	박재현	한국건설기술연구원	연구원
	총괄	백인열	가천대학교	교수
	총괄	손윤기	엔비코건설터트	전무
	강교	신동구	명지대학교	교수
	총괄	이지훈	서영엔지니어링	전무
	총괄	조경식	디엠엔지니어링	부사장
	콘크리트교	조재열	서울대학교	교수
	총괄	하동호	건국대학교	교수
	하중	황의승	경희대학교	교수

자문위원	분야	성명	소속
	총괄	고현무	서울대학교
	하중	권순덕	전남대학교
	콘크리트교	김병석	한국건설기술연구원
	하중	김우종	디엠엔지니어링
	총괄	박찬민	코비코리아
	총괄	서석구	서영엔지니어링
	총괄	이상호	연세대학교
	내진설계	이재훈	영남대학교
	하중	이해성	서울대학교
	강교	최동호	한양대학교

건설기준위원회	분야	성명	소속
	교량	김성일	한국철도기술연구원
	교량	김지상	서경대학교
	교량	홍현석	평화엔지니어링
	교량	최석환	국민대학교
	교량	배두병	국민대학교
	교량	정상삼	연세대학교

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	이상민	비엔티엔지니어링(주)
	이희엽	한국철도기술연구원
	이상희	(주)이디시엠
	박성운	대림산업
	노성열	동부엔지니어링
	박구병	한국시설안전공단
	김태진	창민우구조컨설팅트

국토교통부	성명	소속	직책
	김인	국토교통부 간선도로과	과장
	고용석	국토교통부 철도건설과	과장
	최규용	국토교통부 간선도로과	사무관
	임승규	국토교통부 철도건설과	사무관

설계기준

KDS 24 14 31 : 2016

강교설계기준(한계상태설계법)

2016년 6월 30일 발행

국토교통부

관련단체 한국도로협회
13647 경기도 성남시 수정구 위례서일로 26, 8층 한국도로협회
☎ 02-3490-1000 E-mail : off@kroad.or.kr
<http://www.kroad.or.kr>

(작성기관) 한국교량및구조공학회
08826 서울시 관악구 관악로1 서울대학교 316동 410호 한국교량및구조공학회
☎ 02-871-8395 E-mail : kibse@kibse.or.kr
<http://www.kibse.or.kr>

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