

KDS 24 12 10 : 2016

교량 설계하중조합 (일반설계법)

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 도로교설계기준의 교량 설계하중조합에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
도로교 설계기준	• 도로교 표준시방서(1996)에서 설계기준을 분리하여 제정	제정 (2000.7)
도로교 설계기준	• SI단위계 적용 및 시공중 풍하중 검토, 지진격리교량설계법 추가	개정 (2005.2)
도로교 설계기준	• 인성요구조선 샤프피 흡수 에너지 관련 규정 신설 및 HSB, 볼트재원 추가 등	개정 (2008.9)
도로교 설계기준	• 철근콘크리트 기중의 연성도 내진설계법 추가	개정 (2010.9)
철도 설계기준(노반편)	• 철도노반공사의 시행기준, 조사 및 측량, 토공, 구교 및 배수시설, 지하구조물, 터널, 정거장 등 6편으로 구성	제정 (2001.12)
철도 설계기준(노반편)	• 변경된 철도관련 상위법령, 설계기준 및 시방서 등의 개정된 내용을 반영	개정 (2004.12)
철도 설계기준(노반편)	• 열차속도를 시속 200km 이상으로 속도향상 시키는데 필요한 기준들을 중점적으로 검토	개정 (2011.5)
철도 설계기준(노반편)	• 철도건설 경쟁력 확보를 위한 제반 연구 결과 및 변경된 철도관련 상위법령, 설계기준 및 시방서 등의 개정된 내용을 반영	개정 (2013.12)
철도 설계기준(노반편)	• 변경된 철도관련 상위법령, 설계기준 및 시방서 등의 개정된 내용을 반영	개정 (2015.12)
KDS 24 12 10 : 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 간선도로과

관련단체 (작성기관) : 한국도로협회(한국교량및구조공학회)

목 차

1. 일반 사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 용어정의	1
2. 조사 및 계획	1
3. 재료	1
4. 설계	1
4.1 하중의 종류	1
4.2 설계방법 및 하중조합	2

교량 설계하중조합(일반설계법)

1. 일반 사항

1.1 적용범위

이 코드는 철도교량의 설계하중조합을 결정하기 위하여 적용된다.

1.2 용어정의

KDS 24 10 10(1.2)의 관련 용어를 따른다.

2. 조사 및 계획

내용 없음.

3. 재료

내용 없음.

4. 설계

4.1 하중의 종류

철도교량의 설계에 있어서는 다음 하중을 고려한다.

(1) 영구하중

- ① 고정하중(자중)
- ② 2차 고정하중(부가되는 고정하중)
- ③ 환경적인 작용하중
- ④ 간접적인 작용하중

(2) 운행하중

- ① 표준열차하중
- ② 충격
- ③ 수평하중: 차량횡하중, 캔트효과, 원심하중, 시동하중과 제동하중

교량 설계하중조합(일반설계법)

(3) 기타하중

- ① 풍하중
- ② 온도변화의 영향: 교량 설계시 온도변화, 단면에서의 온도변화율, 궤도-구조물간의 상호작용
- ③ 장대레일 종하중
- ④ 2차 구조부분, 장비, 설비 등에 작용하는 하중 : 유지보수 통로하중, 군중하중, 승강장에 재하되는 하중, 난간하중, 방음벽, 지주 하단에 작용하는 하중, 마찰저항하중, 화물하중
- ⑤ 기타하중

(4) 특수하중

- ① 충돌하중
- ② 탈선하중
- ③ 가설시의 하중
- ④ 지진의 영향

교량을 설계할 때 고려해야 할 하중의 종류를 모두 열거한 것인데, 가교지점의 여러 조건과 구조에 따라 하중 및 하중의 조합을 선정해야 하며 모든 하중을 모두 고려할 필요는 없다.

4.2 설계방법 및 하중조합

4.2.1 일반사항

- (1) 강교와 강재교각은 허용응력설계법을 따른다. 그러나 콘크리트교와 콘크리트 교대, 교각 등은 우선적으로 강도설계법을 따르되 허용응력설계법도 사용할 수 있다.

- (2) 철도 교량의 설계하중조합에 적용되는 하중의 기호는 다음과 같다.

CF : 원심하중 또는 이에 따른 단면력

CO : 충돌하중 또는 이에 따른 단면력

D : 고정하중 또는 이에 따른 단면력

E : 지진의 영향 또는 이에 따른 단면력

F : 이동이 허용되는 부분의 받침에서 전단저항과 마찰로 인한 종방향 하중

G : 부등침하, 크리프, 건조수축, 제작 또는 시공시 치수의 착오, 습도 변화 또는 온도변화 등으로 인한 팽창 또는 수축변형으로 유발된 변형력 또는 이에 따른 단면력

H : 토압 또는 이에 따른 단면력

I : 충격 또는 이에 따른 단면력

L : 활하중 또는 이에 따른 단면력

LF : 활하중에 의한 차량횡하중

LR : 장대레일 종하중 또는 이에 따른 단면력

Q : 부력 또는 양압력, 수압, 파압 등의 하중 또는 이에 따른 단면력

SB : 시동 또는 제동하중 또는 이에 따른 단면력

W : 풍하중 또는 이에 따른 단면력

WL : 차량하중에 작용하는 풍하중 또는 이에 따른 단면력

4.2.2 변형 검토를 위한 하중조합

- (1) 고속철도 교량 구조물의 변형은 안전한 운행 조건의 확보를 위하여 아래에서 주어진 하중조합으로 검토해야 한다. 허용되는 최대 처짐은 KDS 24 10 10(4.1.4)를 만족해야 한다.

$$\text{하중조합 I} : D + L + [I] + CF + \blacksquare \quad (4.2-1)$$

여기서, $\blacksquare$ 는 $Q + WL$ 또는 E 와 같음.

$[]$: 필요한 경우 고려해야 하는 하중

- (2) 활하중(L) 재하선로수는 표준활하중이 가장 불리하게 재하되는 상태(복선포함)로 적용해야 한다.

$$\text{하중조합 II} : \text{하중조합 I} + SB + F + G \quad (4.2-2)$$

4.2.3 허용응력설계법에 따른 하중조합

- (1) 총칙

- ① 주하중 및 주하중에 해당하는 특수하중에 대한 허용응력은 각 장에 규정한 값으로 한다.
- ② 부하중 및 부하중에 해당하는 특수하중을 고려하는 경우의 허용응력은 각 장에 규정한 허용응력에 4.2.3(3)에 주어진 허용응력 증가계수를 곱한 값으로 한다.

- (2) 하중의 종류

설계조합하중을 위하여 하중의 종류는 주하중(P), 부하중(S), 주하중에 상당하는 특수하중(PP), 부하중에 상당하는 특수하중(PA)으로 구분한다.

- ① 주하중(P)

- 가. 고정하중(D)
- 나. 활하중(L)
- 다. 충격(I)
- 라. 원심하중(CF)
- 마. 장대레일 종하중(LR)
- 바. 콘크리트 크리프의 영향(CR)
- 사. 콘크리트 건조수축의 영향(SH)
- 아. 토압(H)
- 자. 수압, 부력 또는 양압력(Q)

교량 설계하중조합(일반설계법)

② 부하중(S)

- 가. 차량횡하중(LF)
- 나. 시동하중 또는 제동하중(SB)
- 다. 풍하중(W)

③ 주하중에 상당하는 특수하중(PP)

- 가. 설하중(SW)
- 나. 지반변동의 영향(GD)
- 다. 지점이동의 영향(SD)
- 라. 파압(WP)

④ 부하중에 상당하는 특수하중(PA)

- 가. 온도변화의 영향(T)
- 나. 지진의 영향(E)
- 다. 가설 시 하중(ER)
- 라. 충돌하중(CO)
- 마. 탈선하중(DR)
- 바. 기타하중

(3) 하중조합 및 허용응력 증가계수

여기서는 강교, 콘크리트교, 하부구조의 허용응력설계법을 위한 하중조합 및 허용응력 증가계수를 나타내었다. 세부사항에 대해서는 KDS 24 14 20, KDS 24 14 30, KDS 24 14 50에 그 내용이 상술되어 있다.

① 강교

표 4.2-1 강교에서의 하중조합 및 허용응력 증가계수

하중 조합			허용응력 증가계수
1	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+온도변화의 영향	P+PP+T	1.15
2	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+차량횡하중	P+PP+LF	1.25
3	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+시동하중 또는 제동하중	P+PP+SB	1.25
4	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+풍하중	P+PP+W	1.25
5	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+차량횡하중+풍하중	P+PP+LF+W	1.35
6	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+시동하중 또는 제동하중+풍하중	P+PP+SB+W	1.35
7	차량횡하중+주하중에 해당하는 특수하중+풍하중	LF+PP+W	1.25
8	풍하중+시동하중 또는 제동하중	W+SB	1.25
9	주하중*+지진의 영향	P+E	1.55
10	주하중+충돌하중	P+CO	1.60
11	가설하중	ER	1.25

주) 주하중* - 이 경우에는 주하중에 충격하중과 원심하중을 포함시키지 않고, 단선 활하중을 포함시킨다.
가설하중의 경우, 특히 가설기간이 길거나 신공법으로 가설되는 교량에 대해서는 허용응력을 증가시키지 않는다.

② 콘크리트교

가. 가설하중에 대한 허용응력 증가계수의 값은 가설시 하중으로서 가설시의 풍하중 및 지진의 영향을 고려하지 않은 경우에 대한 규정이다. 따라서 이를 고려하는 경우에는 허용응력 증가계수를 표 4.2-1 및 표 4.2-2에 주어진 값과 관계없이 가교지점의 조건, 시공 중의 구조계 등을 고려하여 별도로 정한 값으로 해야 한다.

표 4.2-2 콘크리트교에서의 하중조합 및 허용응력 증가계수

하중 조합			허용응력 증가계수
1	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+온도변화의 영향	P+PP+T	1.15
2	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+차량횡하중	P+PP+LF	1.25
3	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+시동하중 또는 제동하중	P+PP+SB	1.25
4	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+풍하중	P+PP+W	1.25
5	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+차량횡하중+풍하중	P+PP+LF+W	1.35
6	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+시동하중 또는 제동하중+풍하중	P+PP+SB+W	1.35
7	차량횡하중+주하중에 해당하는 특수하중+풍하중	LF+PP+W	1.25
8	풍하중+시동하중 또는 제동하중	W+SB	1.25
9	주하중*+지진의 영향	P+E	1.40
10	주하중+충돌하중	P+CO	1.50
11	가설하중	ER	1.25

주) 주하중* - 이 경우에는 주하중에 충격하중과 원심하중을 포함시키지 않고, 단선 활하중을 포함시킨다.

나. 콘크리트교에서 부하중 및 부하중에 해당하는 특수하중을 고려하는 경우에 PS강재의 허용인장응력은 PS강재 항복점의 90% 이하의 값으로 하며, 프리스트레싱 직후의 콘크리트 및 PS강재의 허용응력은 증가시키지 않는다.

교량 설계하중조합(일반설계법)

③ 하부구조

가. 철근 및 무근 콘크리트, 강구조

표 4.2-3 하부구조에서의 하중조합 및 허용응력 증가계수

하중 조합			허용응력 증가계수
1	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+온도변화의 영향	P+PP+T	1.15
2	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+차량횡하중	P+PP+LF	1.25
3	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+시동하중 또는 제동하중	P+PP+SB	1.25
4	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+풍하중	P+PP+W	1.25
5	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+차량횡하중+풍하중	P+PP+LF+W	1.35
6	주하중+주하중에 해당하는 특수하중+시동하중 또는 제동하중+풍하중	P+PP+SB+W	1.35
7	차량횡하중+주하중에 해당하는 특수하중+풍하중	LF+PP+W	1.25
8	주하중+충돌하중	P+CO	
	강구조에 대하여		1.60
	무근 및 철근콘크리트 구조에 대하여		1.50
9	주하중*+지진의 영향	P+E	
	강구조에 대하여		1.55
	무근 및 철근콘크리트 구조에 대하여		1.40
10	가설하중의 조합	ER	
	완성 후의 응력이 현저히 저하되는 경우		1.50
	완성 후의 응력이 허용응력과 같은 정도로 되는 경우		1.25

주) 주하중* - 이 경우에는 주하중에 충격하중과 원심하중을 포함시키지 않고, 단선 활하중을 포함시킨다.

나. 프리스트레스트 콘크리트 말뚝

지진의 영향을 고려할 때, 프리스트레스트 콘크리트 말뚝의 허용휨인장응력은 표 4.2-4에 주어진 값을 따른다.

표 4.2-4 지진의 영향을 고려할 때 프리스트레스트 콘크리트 말뚝의 콘크리트 허용휨인장응력

유효프리스트레스 f_{ce} (MPa)	$4 \leq f_{ce} < 7$	$7 \leq f_{ce}$
허용휨인장응력 (MPa)	3	5

4.2.4 강도설계법에 따른 하중조합

강도설계법을 적용하는 교량의 하중조합은 다음을 따른다.

(1) 주요 하중조합의 하중계수

$$U = 1.35 D + 1.85 (L + I) + 1.35 CF(LF) + 1.6 H + 1.4 Q \quad (4.2-1)$$

$$U = 1.6 (D + L + I + CF(LF) + H + Q) \quad (4.2-2)$$

$$U = 1.35 D + 1.4 (L + I) + 1.35 CF(LF) + 1.6 H + 1.35 Q + 1.35 G \quad (4.2-3)$$

$$U = 1.35 D + 1.6 H + 1.35 Q + 1.35 W + 1.35 G \quad (4.2-4)$$

$$U = 1.35 D + 1.4 (L + I) + 1.35 CF(LF) + 1.6 H + 1.35 Q + 1.35 (0.5 W + WL) + 1.4 (SB + LR) + 1.35 G \quad (4.2-5)$$

$$U = 1.0 D + 1.0 (L/2) + 1.0 H + 1.0 Q + 1.0 E \quad (4.2-6)$$

여기서, 식 (4.2-6)의 L/2는 단선 활하중을 의미한다.

$$U = 1.35 D + 1.4 (L + I) + 1.6 H + 1.35 Q + 1.35 CO \quad (4.2-7)$$

$$U = 1.2 D + 1.5 H + 1.2 Q + 1.2 W + 1.2 CO \quad (4.2-8)$$

여기서, 원심하중(CF)과 횡하중(LF)이 동시에 작용하는 경우 큰 쪽의 하중이 작용하는 것으로 가정한다.

- (2) (1)의 모든 하중조합에서 표 4.2-5의 각 경우에 대한 고정하중계수와 토압하중계수는 각 표에 제시한 값을 사용해야 한다.

표 4.2-5 주요하중조합에서 고정하중계수와 토압하중계수를 바꾸어 설계하는 경우

식	고정하중계수	토압하중계수	
	① 기둥설계시 최소축하중 및 최대 모멘트 또는 최대 편심에 대하여 설계할 경우	② 라멘구조에서 횡토압에 의해 상판의 정모멘트를 검토하는 경우	③ 연직토압에 대하여 설계할 경우
(4.2-1)~(4.2-7), (4.2-9)	0.8	0.6	1.4
(4.2-10)	0.9	0.8	1.2

- (3) 기초를 설계할 경우 토압이나 파일하중 등에는 하중계수에 의한 하중증가를 시키지 않는다. 또한 전도, 활동 등에 대한 안전율을 사용하여 구조물 기초의 안정성을 검토하는 경우에도 하중계수를 사용하지 않는다.

교량 설계하중조합(일반설계법)

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
	박성윤	대림산업
	노성열	동부엔지니어링
	박구병	한국시설안전공단
	김태진	창민우구조건설턴트

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

설계기준

KDS 24 12 10 : 2016

교량 설계하중조합(일반설계법)

2016년 6월 30일 발행

국토교통부

관련단체 한국도로협회
05718 서울특별시 송파구 중대로 113, 3층 한국도로협회
☎ 02-3490-1000 E-mail : off@krta.co.kr
<http://www.kroad.or.kr>

(작성기관) 한국교량및구조공학회
06732 서울특별시 관악구 관악로1 서울대학교 37동 115호 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>