

KDS 24 12 11 : 2016

교량 설계하중조합 (한계상태설계법)

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 설계하중조합(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 12 11 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)
KDS 24 12 11 : 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 간선도로과

관련단체 (작성기관) : 한국도로협회(한국교량및구조공학회)

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 용어정의	1
1.3 기호정의	1
2. 조사 및 계획	1
3. 재료	1
4. 설계	1
4.1 하중의 종류와 하중조합	1

교량 설계하중조합(한계상태설계법)

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 기준은 교량의 설계에서 사용되는 하중들에 대한 최소한의 요구 조건, 적용한계, 하중계수 및 하중조합에 대해 규정한다. 또한 이 코드는 기존 교량의 구조적 안전성 평가에도 적용될 수 있다. 이 규정들은 하중에 대한 최소 요구조건이므로, 필요한 경우 발주자의 판단에 따라 이 기준 이상의 하중을 사용할 수 있다.

2. 조사 및 계획

내용 없음.

3. 재료

내용 없음.

4. 설계

4.1 하중의 종류와 하중조합

4.1.1 하중계수와 하중조합

(1) 하중계수를 고려한 총 설계하중은 다음과 같이 결정된다.

$$Q = \sum \eta_i \gamma_i Q_i \quad (4.1-1)$$

여기서, η_i = 하중수정계수 (KDS 24 10 11(1.3.2) 참조)

Q_i = 하중 또는 하중효과

γ_i = 하중계수 (표 4.1-1과 표 4.1-2 참조)

(2) 교량의 부재들과 연결부들은 다음의 각 한계상태에서 규정된 극한하중효과의 조합들에 대하여 식 (4.1-1)에 의해 검토하여야 한다.

- ① 극한한계상태 하중조합 I: 일반적인 차량통행을 고려한 기본하중조합. 이때 풍하중은 고려하지 않는다.
- ② 극한한계상태 하중조합 II: 발주자가 규정하는 특수차량이나 통행허가차량을 고려한 하중조합. 풍하중은 고려하지 않는다.

교량 설계하중조합(한계상태설계법)

- ③ 극한한계상태 하중조합Ⅲ: 거더 높이에서의 풍속 25 m/s를 초과하는 설계, 풍하중을 고려하는 하중조합
 - ④ 극한한계상태 하중조합Ⅳ: 활하중에 비하여 고정하중이 매우 큰 경우에 적용하는 하중조합
 - ⑤ 극한한계상태 하중조합Ⅴ: 차량 통행이 가능한 최대 풍속과 일상적인 차량통행에 의한 하중효과를 고려한 하중조합
 - ⑥ 극단상황한계상태 하중조합 I: 지진하중을 고려하는 하중조합
 - ⑦ 극단상황한계상태 하중조합Ⅱ: 빙하중, 선박 또는 차량의 충돌하중 및 감소된 활하중을 포함한 수리학적 사건에 관계된 하중조합. 이때 차량충돌하중 CT의 일부분인 활하중은 제외된다.
 - ⑧ 사용한계상태 하중조합 I: 교량의 정상 운용 상태에서 발생 가능한 모든 하중의 표준값과 25 m/s 의 풍하중을 조합한 하중상태이며, 교량의 설계 수명 동안 발생 확률이 매우 낮은 하중조합이다. 이 하중조합은 철근콘크리트의 사용성 검증에 사용할 수 있다. 또한 웅벽과 사면의 안정성 검증, 매설된 금속 구조물, 터널라이닝판과 열가소성 파이프에서의 변형제어에도 적용한다.
 - ⑨ 사용한계상태 하중조합Ⅱ: 차량하중에 의한 강구조물의 항복과 마찰이음부의 미끄러짐에 대한 하중조합
 - ⑩ 사용한계상태 하중조합Ⅲ: 교량의 정상 운용 상태에서 설계 수명 동안 종종 발생 가능한 하중조합이다. 이 조합은 부착된 프리스트레스 강재가 배치된 상부구조의 균열폭과 인장응력 크기를 검증하는데 사용한다.
 - ⑪ 사용한계상태 하중조합Ⅳ: 설계수명 동안 종종 발생 가능한 하중조합으로 교량 특성상 하부구조는 연직하중보다 수평하중에 노출될 때 더 위험하기 때문에 연직 활하중 대신에 수평 풍하중을 고려한 하중조합이다. 따라서 이 조합은 부착된 프리스트레스 강재가 배치된 하부구조의 사용성 검증에 사용해야 한다. 물론 하부구조는 사용하중조합Ⅲ에서의 사용성 요구조건도 동시에 만족하도록 설계하여야 한다.
 - ⑫ 사용한계상태 하중조합Ⅴ: 설계수명 동안 작용하는 고정하중과 수명의 약 50 %기간 동안 지속하여 작용하는 하중을 고려한 하중조합이다.
 - ⑬ 피로한계상태 하중조합: KDS 24 12 21(4.3.2)에 규정되어 있는 피로설계트럭하중을 이용하여 반복적인 차량하중과 동적응답에 의한 피로과피를 검토하기 위한 하중조합
- (3) 이 기준의 하중조합들에 적용되는 하중계수는 표 4.1-1에 정리되어 있다. 설계 시 적절한 모든 하중조합들에 대한 검토가 이루어져야 할 것이다. 각 하중조합에서 모든 하중들은 적절한 하중계수에 의해 곱하여져야 하며, 필요시에는 KDS 24 12 21(4.3.1.2)에 제시된 다차로재하계수에 의해 곱하여져야 한다. 곱하여진 하중들은 KDS 24 10 11(식 (1.3-1))에 의해 조합되고, 최종적으로 KDS 24 10 11(1.3.2)의 하중수정계수에 의해 곱하여져야 한다.
- (4) 하중계수들은 최대하중조합효과가 계산되도록 선정되어야 하며, 각 하중조합에서 정과 부의 극한상태가 모두 검토되어야 한다. 한 하중이 다른 하중의 효과를 감소시키는 하중조합에

서는 그러한 하중에 최소하중계수를 적용하여야 한다. 상시하중효과에 대해서는 표 4.1-2에 제시된 두 가지 하중계수중에서 큰 하중조합효과를 주는 하중계수가 적용되어야 한다. 반면에 상시하중효과가 구조물의 안정성이나 내하성능의 증가를 가져오는 경우에는 최소 하중계수가 적용되어야 한다.

- (5) TU, CR 및 SH하중에 제시된 두 가지 하중계수중에서 큰 값은 변형량 계산에 적용되며, 나머지 모든 경우에는 작은 값이 적용된다.
- (6) 뒤택음이나 얇은 기초 또는 깊은 기초의 설치와 관계없이 사면의 전체 안정성은, KDS 24 12 11(4.1.1)에서 규정된 적절한 저항계수와 사용하중조합- I에 근거하여 평가되어야 한다.
- (7) 온도 경사에 대한 하중계수(γ_{TG})와 침하에 대한 하중계수(γ_{SD})는 공사별 특별시방에 의해 결정하여야 한다. 공사별 하중계수값이 없는 경우에 γ_{TG} 는 다음과 같이 결정한다.
- ① 극한한계상태와 극단상황한계상태 조합 - 0.0 (고려하지 않음.)
 - ② 활하중이 고려되지 않는 사용한계상태조합 - 1.0
 - ③ 활하중이 고려되는 사용한계상태조합 - 0.5
- (8) 세그먼트방식으로 가설되는 교량에서는 사용한계상태에 대하여 식 (4.1-2)의 하중조합이 고려되어야 한다.

$$DC + DW + EH + EV + ES + WA + CR + SH + TG + PS \quad (4.1-2)$$

- (9) 극단상황한계상태조합 I에서의 활하중계수(γ_{EQ})는 공사별 특별시방에 의해 결정하여야 한다.

표 4.1-1 하중조합과 하중계수

하중 한계상태 하중조합	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM BR PL LS CF	WA BP WP	WS	WL	FR	TU	TG	GD SD	이 하중들은 한 번에 한 가지만 고려			
										EQ	IC	CT	CV
극한 I	γ_p	1.80	1.00	-	-	1.00	0.50/ 1.20	γ_{TG}	γ_{SD}	-	-	-	-
극한 II	γ_p	1.40	1.00	-	-	1.00	0.50/ 1.20	γ_{TG}	γ_{SD}	-	-	-	-
극한 III	γ_p	-	1.00	1.40	-	1.00	0.50/ 1.20	γ_{TG}	γ_{SD}	-	-	-	-
극한 IV -	γ_p	-	1.00	-	-	1.00	0.50/ 1.20	-	-	-	-	-	-

교량 설계하중조합(한계상태설계법)

한계상태 하중조합	하중	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM BR PL LS CF	WA BP WP	WS	WL	FR	TU	TG	GD SD	이 하중들은 한 번에 한 가지만 고려			
											EQ	IC	CT	CV
EH, EV, ES, DW DC만 고려								1.20						
극한 V	γ_p		1.40	1.00	0.40	1.0	1.00	0.50/ 1.20	γ_{TG}	γ_{SD}	-	-	-	-
극단상황 I	γ_p		γ_{EQ}	1.00	-	-	1.00	-	-	-	1.00	-	-	-
극단상황 II	γ_p		0.50	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00
사용 I	1.00		1.00	1.00	0.30	1.0	1.00	1.00/ 1.20	γ_{TG}	γ_{SD}	-	-	-	-
사용 II	1.00		1.30	1.00	-	-	1.00	1.00/ 1.20	-	-	-	-	-	-
사용 III	1.00		0.80	1.00	-	-	1.00	1.00/ 1.20	γ_{TG}	γ_{SD}	-	-	-	-
사용 IV	1.00		-	1.00	0.70	-	1.00	1.00/ 1.20	-	1.0	-	-	-	-
사용 V	1.00		-	-	-	-	-	0.50	-	-	-	-	-	-
피로 - LL, IM & CF만 고려		-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

표 4.1-2 γ_p 에 관한 하중계수

하중의 종류	하중계수	
	최대	최소
DC : 구조부재와 비구조적 부착물	1.25 1.50(극한한계상태 조합IV에서만)	0.90
DD : 말뚝부마찰력	1.80	0.45
DW : 포장과 시설물	1.50	0.65
EH : 수평토압		
주동	1.50	0.90
정지	1.35	0.90
EV : 연직토압		
전체 안정성	1.00	—
옹벽 및 교대	1.35	1.00
강성 압거 (예, 콘크리트 박스)	1.30	0.90
뼈대형 강성구조물 (예, 라멘형)	1.35	0.90
연성 압거 (예, 파형강관)	1.95	0.90
박스형 연성 강재압거	1.50	0.90
ES : 상재토하중	1.50	0.75
EL : 시공중 발생하는 구속응력	1.0	1.0
PS : 프리스트레스힘		
세그멘탈콘크리트교량의 상부, 하부구조		1.0
비세그멘탈콘크리트교량 상부구조		1.0
비세그멘탈콘크리트교량 하부구조		
— I_g 를 사용하는 경우		0.5
— $I_{effective}$ 를 사용하는 경우		1.0
강재 하부구조		1.0
CR, SH : 크리프, 건조수축		
세그멘탈콘크리트교량의 상부, 하부구조	DC에 대한 γ_p 사용	
비세그멘탈콘크리트교량 상부구조	1.0	
비세그멘탈콘크리트교량 하부구조		
— I_g 를 사용하는 경우		0.5
— $I_{effective}$ 를 사용하는 경우		1.0
강재 하부구조		1.0

4.1.2 가설 시 하중에 대한 하중계수

- (1) 구조물과 부속물의 중량에 대한 하중계수는 1.25 이상의 값을 택해야 한다.
- (2) 발주자에 의해 특별히 제시되지 않은 경우에는 시공하중, 설비하중 그리고 동적효과에 대한 하중계수는 1.5 이상의 값을 택해야 한다. 풍하중에 대한 하중계수는 1.25 이상의 값이어야 한다. 모든 다른 하중계수들은 1.0을 택한다.

교량 설계하중조합(한계상태설계법)

4.1.3 받침인상과 포스트텐션힘을 위한 하중계수

- (1) 발주자에 의해 정하지 않았다면, 사용하는 설계인상력을 받침인상위치에 가장 가까운 지점에 발생하는 고정하중에 의한 반력의 1.3배보다 작아서는 안 된다. 받침인상작업 시 교통통제가 이루어지지 않은 경우에는 활하중계수를 곱한 활하중에 의한 반력을 포함하여야한다.
- (2) 포스트텐션의 정착부에 대한 설계력은 최대긴장력의 1.2배를 택한다.

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	엔비코컨설팅트	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	김우중	디엠엔지니어링
	총괄	박찬민	코비코리아
	총괄	서석구	서영엔지니어링
	총괄	이상호	연세대학교
	내진설계	이재훈	영남대학교
	하중	이해성	서울대학교
	강교	최동호	한양대학교

교량 설계하중조합(한계상태설계법)

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

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

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

설계기준

KDS 24 12 11 : 2016

교량 설계하중조합(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>