

설계기준 Korean Design Standard

KDS 51 00 00

하천 설계기준

KDS 51 17 00 : 2018

하천 내진 설계

2018년 12월 31일 개정
<http://www.kcsc.re.kr>

KC CODE



환경부

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 하천 설계 시 내진설계에 해당되는 부분을 통합 정비하여 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년. 월)
하천 설계기준	• 하천 설계기준 제정	제정 (1980.07)
하천 설계기준	• 전면적인 미비점 보완	개정 (1993.12)
하천 설계기준	• 교량설치에 따른 수리학적 검토 및 현실적인 유출량 산정방법의 개선	개정 (2000.05)
하천 설계기준	• 치수, 이수 및 하천환경을 고려한 자연친화적인 하천설계 개념 도입	개정 (2005.05)
하천 설계기준	• 하천제방과 관련된 조사, 계획, 설계의 적용에 한정하여 기준에 대한 기술적 재검토 및 개편	개정 (2009.09)
KDS 51 17 00 : 2016	• 국토교통부 고시 제2013-640호의 “건설공사기준 코드체계” 전환에 따른 건설기준을 코드로 정비	제정 (2016.06)
KDS 51 17 00 : 2018	• 코드 개정안과 내진설계기준 공통적용사항(2017. 행정안전부)의 개정으로 전면개정	개정 (2018.12)

제 정: 2016년 6월 30일

개 정: 2018년 12월 31일

심 의: 중앙건설기술심의위원회

자문검토: 국가건설기준센터 건설기준위원회

소관부서: 국토교통부 하천계획과

관련단체(작성기관): 한국수자원학회, ~~한국하천협회~~(~~한국수자원학회~~, 한국하천협회)

목 차

1. 일반사항	1
1.1 목적	1
1.2 적용 범위	1
1.3 참고 기준	1
1.4 용어 정의	2
1.5 기호의 정의	2
1.6 시설물의 구성	2
2. 조사 및 계획	3
2.1 지반조사	3
3. 재료	3
4. 설계	3
4.1 일반사항	3
4.2 지진해석 및 내진설계방법	6
4.3 기타 하천시설의 내진설계	8

1. 일반사항

1.1 목적

이 기준은 하천시설의 내진설계에 대한 기본적인 요건과 고려할 사항을 제시하여 지진에 의한 인명.재산.시설물의 손실과 피해를 최소화하는데 있다.

1.2 적용 범위

- (1) 이 기준은 4.1.3에서 규정하는 내진설계 대상 하천시설의 내진설계에 적용한다.
- (2) 이 기준은 지진.화산재해대책법에서 규정한 하천시설이 아니더라도 내진설계가 필요하다고 인정되는 하천시설에 적용할 수 있다.
- (3) 이 기준에 규정되어 있지 않는 사항은 KDS 17 00 00(내진설계기준) 및 관련 설계기준에 따른다.

1.3 참고 기준

이 기준을 적용할 때 관련 기준과 법규를 고려하여야 한다. 이 기준과 관련된 기준 및 법규는 아래와 같다.

1.3.1 관련 기준

- KDS 11 00 00 지반설계기준
- KDS 17 00 00 내진계기준
- KDS 14 00 00 구조설계기준
- KDS 27 17 00 터널내진설계기준
- KDS 54 17 00 댐내진설계기준
- KDS 64 00 00 항만 및 어항 설계기준

1.3.2 관련 법규

- 지진.화산재해대책법(행정안전부)
- 하천법(국토교통부)
- 하천의 구조.시설 기준에 관한 규칙(국토교통부)

1.4 용어 정의

- 내진등급(seismic classification): 시설물의 중요도에 따라 내진설계수준을 분류한 범주. 내진II등급, 내진I등급, 내진특등급으로 구분

- 내진설계(seismic design): 설계지진에 의해 입력된 에너지를 충분히 견디거나, 소산시키거나, 저감시키도록 하여 시설물에 요구되는 내진성능수준을 유지하도록 구조요소의 제원 및 상세를 결정하는 작업
- 내진성능목표(seismic performance objectives): 설계지반운동에 대해 내진성능수준을 만족하도록 요구하는 내진설계의 목표
- 내진성능수준(seismic performance level): 설계지진에 대해 시설물에 요구되는 최소 성능수준. 기능수행수준, 즉시복구수준, 장기복구/인명보호수준과 붕괴방지수준으로 구분
- 동수압(hydrodynamic pressure): 유체의 동적작용에 의해 구조물에 작용하는 동적압력
- 설계지반운동(design ground motion): 내진설계를 위해 정의된 지반운동
- 액상화(liquefaction): 포화된 사질토 등에서 지진동, 발파하중 등과 같은 충격하중에 의하여, 지반 내에 과잉간극수압이 발생하여, 지반의 전단강도가 상실되어 액체처럼 거동하는 현상
- 위험도계수(risk factor): 평균재현주기가 500년인 지진을 기준으로 하여, 평균재현주기가 다른 지진의 유효지반가속도를 상대적 비율로 나타낸 계수
- 응답스펙트럼(response spectrum): 지반운동에 대한 단자유도 시스템의 최대응답을 고유주기 또는 고유진동수의 함수로 표현한 스펙트럼
- 지반종류(soil profile type): 지반의 지진증폭특성을 나타내기 위해 분류하는 지반의 종류
- 지반증폭계수(site coefficient): 기반암의 스펙트럼 가속도에 대한 지표면의 스펙트럼 가속도의 증폭비율
- 지진구역계수(seismic zone factor): 지진구역 I과 II의 암반지반(S_1) 상에서 평균재현주기 500년 지진의 유효지반가속도를 중력가속도 단위로 표현한 값
- 표준설계응답스펙트럼(standard design spectrum): 설계지진에 대한 5 % 감쇠비 단자유도 시스템의 설계응답스펙트럼
- 하천시설: 하천법 제2조 3호에서 규정한 시설 중 이 기준에서 정한 내진설계대상 하천시설

1.5 기호의 정의

내용 없음.

1.6 시설물의 구성

내용 없음.

2. 조사 및 계획

2.1 지반조사

- (1) 하천시설의 내진설계를 위한 지반조사는 통상적인 지반조사 뿐만 아니라 지반의 동역학적인 특성을 파악하기 위한 지반조사가 필요하다.

- (2) 하천시설의 내진설계를 위한 지반조사방법은 KDS 17 00 00(내진설계기준) 및 관련 설계기준에 따른다.

3. 재료

내용 없음.

4. 설계

4.1 설계일반

4.1.1 기본방침

- (1) 이 기준은 하천시설물의 소요 내진성능을 확보하기 위한 최소요건을 규정하는 것으로, 시설물의 특수성 등으로 인하여 필요한 경우에는 시설물의 관할기관과 협의하여 별도의 기준을 정할 수 있다.
- (2) 하천시설물의 중요도, 지진에 대한 시설의 손상으로 초래 될 수 있는 영향범위를 고려하여 내진등급을 분류한다.
- (3) 설계지진의 수준은 시설물의 중요도와 성능목표를 고려하여 정하고, 설계지반운동은 지진운동의 불확실성과 부지의 고유특성이 잘 반영될 수 있어야 한다.
- (4) 하천시설의 특성에 따라 지진시의 토압과 동수압의 영향을 고려하여야 한다.
- (5) 하천시설의 내진설계는 측방유동에 의한 지반변위, 지반의 액상화를 고려하여야 한다.

4.1.2 기본적인 내진설계 방법과 절차

- (1) 지반운동에 대한 고려사항은 다음과 같다.
 - ① 일반적으로 수평2축 방향과 수직 방향에 관한 지반운동의 영향이 고려되어야 한다.
 - ② 지반운동의 공간적 변화특성이 고려되어야 한다.
 - ③ 국지적인 토질조건, 지형조건이 지반운동에 미치는 영향이 고려되어야 한다.
- (2) 지진을 고려한 하천시설의 입지조건 설정은 다음과 같다.
 - ① 활성단층에 극히 인접한 지역이나 활성단층이 지나가는 지역에는 보호대책을 마련하여야 한다.
 - ② 액상화 가능성이 현저한 곳은 지반을 개량하여 액상화로 인한 피해를 방지하여야 한다.
- (3) 내진설계 시 하중에 대한 고려사항은 다음과 같다.

- ① 지진 시 하천시설에 발생하는 응력과 변형을 평가할 때에는 시공절차와 방법에 따른 응력, 자중, 온도하중, 크리프 등의 영향이 적절히 고려되어야 한다.
 - ② 지진 시에는 유체의 동압력 뿐 아니라 수면파의 영향도 고려하여야 한다.
- (4) 하천시설의 내진설계 절차는 대상시설의 분류 및 내진등급설정, 내진성능수준 및 목표설정, 설계거동한계검토, 지반조사, 외수위와 동수압 결정, 내진설계방법을 정하고, 액상화평가, 지진해석 및 지진보호대책을 마련한다.

4.1.3 하천시설의 분류와 내진등급 설정

(1) 내진설계 대상 하천시설은 하천법 제2조 3호에서 분류한 하천시설 중 다음 시설로 한다.

- ① 하구둑
- ② 높이가 5 m 이상인 국가하천의 다기능보 및 수문
- ③ 통수단면적이 50 m² 이상인 수로터널
- ④ 위 ①, ②, ③의 하천시설이 있는 국가하천의 제방

(2) (1)에서 ① 하구둑은 잠정적으로 댐 및 방조제 관리 규정에 따른다.

(3) (1)에서 규정하지 않는 하천시설의 내진설계에서도 그 기능, 구조형식에 따라 이 기준을 적용할 수 있다.

(4) 하천시설의 내진등급은 중요도에 따라서 다음과 같이 내진특등급, 내진 I 등급, 내진 II 등급으로 분류한다.

- ① ‘내진 특등급’은 지진시 매우 큰 재난이 발생하거나, 기능이 마비된다면 사회적으로 매우 큰 영향을 줄 수 있는 하천시설의 등급
- ② ‘내진 I 등급’은 지진시 큰 재난이 발생하거나, 기능이 마비된다면 사회적으로 큰 영향을 줄 수 있는 하천시설의 등급
- ③ ‘내진 II 등급’은 지진시 재난이 크지 않거나, 기능이 마비된다면 사회적으로 영향이 크지 않는 하천시설의 등급

4.1.4 내진성능 수준과 목표

(1) 지진하중 작용 시 만족하여야 하는 내진설계 성능수준은 ‘기능수행수준’, ‘즉시복구수준’, ‘장기복구/인명보호수준’, ‘붕괴방지수준’ 등 4 가지로 분류하며 각 성능수준의 내용은 KDS 17 10 00(내진설계 일반)에 따른다.

(2) 하천시설의 내진설계는 4 가지 성능수준을 평가하는 절차나 방법이 명확하게 정립되기 전까지는 ‘기능수행수준’ 및 ‘붕괴방지수준’에서 내진 I 등급 및 내진 II 등급의 내진성능을 갖

도록 한다. 단, 다목적댐에 상응하는 시설규모가 크고 파괴 시 대규모 피해가 예상되는 시설물은 내진특등급을 적용할 수 있다.

- (3) 하천시설은 표 4.1-1에 규정한 재현주기를 갖는 내진설계 성능수준에 맞는 지반운동에 만족하도록 설계하여야 한다.

표 4.1-1 하천시설 내진성능 목표

설 계 지 진	성능수준 재현주기	기능수행수준	붕괴방지수준
	50년	내진Ⅱ등급	
100년	내진Ⅰ등급		
200년	내진특등급		
500년			내진Ⅱ등급
1,000년			내진Ⅰ등급
2,400년			내진특등급

4.1.5 하천시설의 설계거동한계

- (1) 하천시설의 기능수행수준은 설계지진 시 체체의 설계허용잔류침하량을 유지하는 것으로 하고, 보, 수문, 수로터널 등은 설계지진 시 탄성거동 또는 탄성에 준하는 거동을 하여 하천시설의 기능이 상실되지 않아야 한다.
- (2) 하천시설의 붕괴방지수준은 설계지진 시 외수에 대해 제방의 기능(월류방지)을 유지하는 것으로 하고, 보, 수문, 수로터널 등은 구조물을 구성하고 있는 주요부재의 과도한 소성변형, 지반의 액상화, 기초의 지지력 손실로 인한 지반파괴, 기초의 파괴, 기초의 심각한 부등침하 등으로 하천시설 전체 또는 일부가 붕괴되지 않아야 하고 보수도 가능해야 한다.
- (3) 하천시설의 부재별 설계거동한계는 표 4.1-2와 같다.

표 4.1-2 하천시설의 설계지동한계

구분		기능수행수준	붕괴방지수준
허용되는 피해	제방	. 지진에 의한 사면붕괴 및 액상화로 발생한 독마루의 침하량이 제체의 설계허용잔류침하량 이내	. 지진에 의한 사면붕괴 및 액상화로 발생한 독마루의 침하량이 내진설계 시 고려한 외수를 방어할 수 있는 범위 이내
	콘크리트 시설	. 시설물의 미세한 균열 . 미세한 지반침하 . 구조물의 미세한 변형	. 시설물의 미세한 균열 . 미세한 지반침하 . 구조물의 미세한 변형 . 전체 구조물의 안전에 관계없는 2차 부재 파괴
	개폐 시설	. 지진시 작용하는 수평력이 문기둥의 관성력 이내이고, 잔류변위가 허용잔류변위 이내	. 지진시 작용하는 수평력이 문기둥의 관성력 이내이고, 허용잔류변위가 문짝 개폐를 방해하지 않는 허용변위값 이내
허용되지 않는 피해		. 허용범위를 초과하는 변위 . 과잉간극수압에 의한 액상화 . 편토압에 의한 시설물의 절대 위치변화	. 구조물 내부의 수용시설에 대한 피해 . 제방 외 구조물에서 과잉간극수압에 의한 액상화 . 지반침하에 의한 주변시설물의 붕괴나 과도한 침하

4.1.6 설계지반운동 수준 및 표현방법

- (1) 설계지반운동은 지상구조물의 경우 구조물이 건설되기 전에 부지정지 작업이 완료된 지면의 자유장 운동으로 정의되고, 지중구조물의 경우는 기반암의 자유장으로부터 산정된 대상 구조물의 위치에서 지반운동으로 정의된다.
- (2) 설계지반운동 수준은 지진구역계수, 위험도계수, 지반분류에 의한 지반증폭계수로부터 결정하며, 각 세부적인 규정은 KDS 17 10 00(내진설계 일반)에 따른다.
- (3) 설계지반운동의 세기 및 진동수 성분은 응답스펙트럼으로 표현하며, 표준응답스펙트럼에 관한 규정은 KDS 17 10 00(내진설계 일반)에 따른다.

4.2 지진해석 및 내진설계방법

4.2.1 하천시설의 내진등급

- (1) 하천시설의 내진등급은 표 4.2-1의 내용과 같이 적용하며, 부재별 설계에서는 본 기준의 기본 개념에 따라 시설물 관할기관과 협의하여 조정할 수 있다.
- (2) 표 4.2-1에서 규정하지 않는 하천시설의 내진설계에서도 그 기능, 구조형식에 따라 이 기준을 적용할 수 있다.

표 4.2-1 하천시설별 내진등급 적용기준

하천시설	구 분	적 용 기 준
제방 (특수제 포함)	1) 하천의 주요구간	제내지반고가 외수위보다 낮은 감조구간은 내진 I 등급, 그 외는 내진 II 등급
	2) 일반구간 (주요구간 외 구간)	내진 II 등급
보, 수문	1) 특수시설 ($H \geq 10m$ 인 국가하천의 다기능보 및 수문)	내진 I 등급(단, 다목적댐에 상응하는 규모가 매우 크고 파괴 시 대규모 피해가 예상되는 매우 중요한 보와 수문은 필요 시 내진특등급을 적용할 수 있다.)
	2) 일반시설 (특수시설을 제외한 시설)	내진 II 등급
수로터널		내진 II 등급

주 1) 하천의 “주요구간” 이란 「하천의 구조·시설기준에 관한 규칙」〔별표1〕에 따른다.
 2) H는 물받이 상단에서 보마루 또는 문짝을 단았을 때 문짝 상단까지를 말한다.

4.2.2 내진설계 대상 외수위 및 동수압

- (1) 내진설계 대상 외수위는 평상시 최고수위로 한다.
- (2) 감조구간의 평상시 최고수위는 삭망평균조위 및 파랑의 영향을 고려하여야 한다. 또한 지진 시 해일(海溢)의 소상이 예상되는 경우에는 시설물 계획해일고를 고려하여야 한다.
- (3) 지진 시 동수압은 수위, 시설물의 형상, 문짝의 조작, 지진시의 응답 등을 고려하여 설정하여야 한다.

4.2.3 하중

- (1) 내진설계에서는 상시상태에서 고려하는 하중 외에 지진으로 인한 추가 하중을 고려하여야 한다.

4.2.4 지진해석 및 내진설계

- (1) 하천시설의 지진해석 및 내진설계는 KDS 17 00 00(내진설계기준)과 관련 설계기준에 따라야 하며, 다음의 각 호에 해당하는 하천시설별로 합리적인 지진해석과 설계방법을 적용하여야 한다.

① 기초

- ② 하구둑
- ③ 토사제방
- ④ 특수제
- ⑤ 보, 수문
- ⑥ 수로터널

4.3 기타 하천시설의 내진설계

- (1) 이 기준에서 규정하지 않고 다른 기준에서 규정하고 있는 시설은 그 기준에 따른다.
- (2) 이 기준과 다른 기준에서 규정하지 않은 기타 하천시설에 대해 내진설계를 할 경우 내진등급이나 설계지진력 등의 결정은 시설물의 중요도, 예상되는 피해의 파급정도, 지역별 지진의 발생빈도, 경제성 등을 고려하여 시설물 관할기관과 협의하여 결정할 수 있다.

집필위원	분야	성명	소속	직급
	하천댐	전세진	(주)도화엔지니어링	부사장

자문위원	분야	성명	소속
	하천	김국일	(주)이산

건설기준위원회	분야	성명	소속
	하천	김 원	한국건설기술연구원
	하천	김철규	한국토지주택공사
	하천	김대응	한양대학교
	하천	김현준	한국건설기술연구원
	하천	김형수	인하대학교
	하천	박세훈	(주)한국시설안전연구원
	하천	배덕효	세종대학교
	하천	송석근	(주)삼안
	하천	송용진	(주)도화엔지니어링
	하천	안재현	서경대학교
	하천	안홍규	한국건설기술연구원
	하천	안희복	(주)이산
	하천	오규창	(주)이산
	하천	유철상	고려대학교
	하천	윤광석	한국건설기술연구원
	하천	이규원	동부엔지니어링
	하천	이상열	(주)이산
	하천	이승오	홍익대학교
	하천	이재응	아주대학교
	하천	임인석	(주)동성엔지니어링
	하천	장대창	(주)하이텍코리아
	하천	장창래	한국교통대학교
	하천	전경수	성균관대학교
	하천	전세진	(주)도화엔지니어링
	하천	정관수	충남대학교
	하천	최병규	(주) 이산
	하천	최성욱	연세대학교
	하천	한성용	한국수자원공사
	하천	황만하	한국수자원공사

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	서근순	(주)신성엔지니어링
	신영호	한국수자원공사
	윤여승	평화엔지니어링
	임건목	한국수자원공사
	정건희	호서대학교
	지 운	한국건설기술연구원
	최홍식	상지대학교

국토교통부	성명	소속	직책
	강성습	하천계획과	과장
	이상욱	하천계획과	서기관

설계기준
KDS 51 17 00 : 2018

하천내진 설계

2018년 12월 31일 발행

국토교통부

관련단체 한국수자원학회
06671 서울시 서초구 효령로 237, 302호(서초동, 서초한신리빙타워)
☎ 02-561-2732 E-mail: sujw@chol.com
<http://www.kwra.or.kr>

한국하천협회
06130 서울시 강남구 테헤란로 7길 22(역삼동 635-4) 한국과학기술회관 신관 711호
☎ 02-565-7962 E-mail: master@riverlove.or.kr
<http://www.riverlove.or.kr>

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