

송배전설비의 내진설계 실무지침 공통규정 개정방향

강원대학교 건축·토목·환경공학부
조교수 문지호

1. 연구 개요 및 목적

● 송배전설비 내진설계 기준 제개정 이력

과제명	송변전설비 내진설계기준 설정 연구	송배전설비 내진설계기준 제개정 및 내진성능 개선 연구	내진설계기준 개정을 위한 전력설비의 지진응답특성 연구
수행기간	2000.7 ~ 2001.9	2012.1 ~ 2014.3	2018.11 ~ 2020.12
연구목표	<ul style="list-style-type: none"> 한전 송변전 설비의 내진설계기준 최초 개정 	<ul style="list-style-type: none"> 송변전설비 내진기준 일원화 배전설비 내진기준 제정 원전 S/Y 내진기준 제정 	<ul style="list-style-type: none"> 정부의 기준 상향 요구 반영 내진설계변수 최적화
기준	<ul style="list-style-type: none"> '97년 건교부 국가공통기준 	<ul style="list-style-type: none"> '97년 건교부 국가공통기준 	<ul style="list-style-type: none"> KDS 17 10 00 "내진설계 일반" (2018)
내진기준	<ul style="list-style-type: none"> 345kV 이상 : 0.154g 345kV 미만 : 0.11g 	<ul style="list-style-type: none"> 전 송배전 설비 : 0.154g 원전 S/Y 설비 : 0.3g 	<ul style="list-style-type: none"> 핵심설비 (765kV급 송변전) : 0.3g 중요설비 (765kV급 ↓ 송변전) : 0.22g 일반설비 (배전설비) : 0.154g 원전 S/Y 설비 : 0.3g



정부의 기준 상향 요구

가족행복, 안전에서 시작됩니다.



국민안전처



수신 수신자 참조
(경유)

제목 내진설계기준 공통적용사항 통보

1. 「지진·화산재해대책법」 제14조(내진설계기준의 설정) 및 같은 법 시행령 제10조의2(내진설계기준 공통적용사항)에 따라 제정된 내진설계기준 공통적용사항이 '17.7.1부터 시행됨을 알려드리오니,

- 관계 중앙행정기관에서는 시행일로부터 1년 6월 이내에 31종 시설에 대한 내진설계기준을 개정·시행하여 주시기 바라며, 개정시 같은 법 제12조제2항에 따라 국민안전처에 사전 협의하여 주시기 바랍니다.

2. 특히, 건축구조기준(KBC)은 타 내진설계기준 개정 시 선행 등*이 되어야 하는 바 조속히 추진될 수 있도록 협조하여 주시기 바랍니다.

* (선행) 공항시설내진설계기준, (준용) 병원, 발전용수력·화력시설, 석도 및 궤도, 철도시설, 전기통신설비 등

3. 아울러, 향후 내진설계기준 공통적용사항을 반영한 내진설계기준의 제정 및 변경사항은 단계별로 중앙행정기관 재난관리평가 지표에 반영하여 평가할 계획임을 알려드리오니, 시설별 내진설계기준 관리부서에 통보하여 조속히 추진될 수 있도록 조치하여 주시기 바랍니다.

붙임 : 내진설계기준 공통적용사항 1부. 끝.

국민안전처장관

수신자 국토교통부장관(기술정책과장), 교육부장관(학교안전총괄과장), 미래창조과학부장관(비상안전기획관), 산업통상자원부장관(비상안전기획관), 보건복지부장관(비상안전기획관), 환경부장관(수도정책과장), 고용노동부장관(화학사고예방과장), 해양수산부장관(항만정책과장), 문화체육관광부장관(비상안전기획관), 농림축산식품부장관(농업기반과장), 원자력안전위원회위원장(안전정책과장), 국민안전처장관(소방제도과장), 국립재난안전연구원장

사실사무관 윤의석 과장 직무대리 박하용 재난예방정책관 2017. 4. 12. 안영규



산업통상자원부

수신자 한국전력공사 사장
(경유) 송변전건설처장

제목 전력설비 내진설계기준 확정(안)에 따른 설비별 상세기준 정비 요청

일자리	신림	처장	중장	지시	
산업공	실장	박영준	김재	접수	번호 7834
	팀원			처리	일시 2018. 4.26
람				담당	부서 건설환경실

1. 「지진·화산재해대책법」 제14조에 의거 전력설비에 대해 아래와 같이 내진설계기준을 확정(안)한 바, 설비별 상세설계기준 정비 이행에 필요한 조치를 취하여 주시기 바랍니다.

- 내진설계 적용대상 : 「전기사업법」에 따른 송전설비, 변전설비, 배전설비
- 시설별 내진설계기준(안)

구분	대상 설비	개정 전	개정 후
핵심	765kV급 신설 송전·변전설비	0.154 g	0.3 g
중요	765kV급 기설, 765kV급 미만 송전·변전설비		0.22 g
일반	배전설비		0.154 g

? 시설물의 관리등급에 따른 분류는 시설물별 상세 내진기준을 통해 각 시설물들의 중요도와 특성에 맞게 정의할 수 있음(에너지시설 내진기준 공통적용사항 1.5.4절)

2. 아울러, 「전력설비 내진설계기준」을 붙임과 같이 총괄 기준으로만 고시하며, 세부사항은 귀 사에서 개정관리토록 할 예정임을 알려드립니다.

붙임 : 송배전설비 내진설계기준 고시(안) 1부. 끝.

산업통상자원부장관



기안 2017. 4. 12. 전결 04/25
 행정사무관 윤영준 과장 최우석
 협조자
 시행 전력산업과-1688(2018-04-25) 접수
 우 30118 세종특별자치시 한누리대로 402. (어진동, /http://www.motie.go.kr
 산업통상자원부)
 전화 044-203-5253 전승 044-203-4764 /mkj0930@motie.go.kr / 비공개

● 지진·화산재해대책법(행정안전부 '09~)

적용 대상 시설

- 건축물, 배수갑문, 공항시설, 수문, 농업생산 기반시설, 다목적 댐
- 기타 댐, 도로시설물, 가스시설, 도시철도, 산업안전시설, 석유시설
- 송유관, 폐수처리시설, 수도시설, 어항시설, 원자로 및 관계시설
- **전기사업법에 따른 발전·송전·배전·변전설비**
- 철도시설, 매립시설, 하수처리 시설, 고속철도, 항만시설
- 공동구, 학교시설, 궤도, 유기시설, 병원, 전기통신 설비
- 그 밖에 『대통령령』으로 정하는 시설

내진설계기준 설정 (14조)

- 위 시설에 대하여 관계법령 등에 **내진설계기준을 정하고** 그 이행에 필요한 조치를 취하여야 한다.

내진보강 기본계획 수립 (제15조)

- 관련 법령이 제정되기 전에 설치된 공공시설물이나, 관계 법령의 제정 이후 내진설계기준이 강화된 기존시설물의 **내진성능 향상**을 위하여 **5년마다 내진보강 기본계획**을 수립하여 보고하여야 한다.

내진보강 추진(제16조)

- 기본계획에 따라 소관 시설물에 대한 **내진보강대책**을 수립하여 **추진**하고 그 추진상황 등을 보고하여야 한다.

2. KDS 17 10 00 주요 변경 내용

● 지진구역 및 성능수준

- 지진구역 I 등급에 세종시 추가, 전라남도 지진구역 1개로 통합
- 내진성능 : 즉시복구, 장기복구 추가
- 지진 재현주기 추가 : 4800년 (500년 초과확률 10%)

지진 구역	행정구역		지진구역 계수(Z)
I	시	서울, 인천, 대전, 부산, 대구, 울산, 광주	0.11 g
	도	경기도, 강원 남부, 충북, 충남, 경북, 경남, 전라북도, 전남 북동부	
II	도	강원 북부, 전남 남서부 , 제주도	0.07 g



지진 구역	행정구역		지진구역 계수(Z)
I	시	서울, 인천, 대전, 부산, 대구, 울산, 광주, 세종	0.11 g
	도	경기, 충북, 충남, 경북, 경남, 전북, 전남 , 강원 남부	
II	도	강원 북부, 제주	0.07 g

설계지진	재연주기	기능 수행	붕괴방지
	50년	II 등급	
	100년	I 등급	
	200년	특 등급	
	500년		II 등급
	1000년		I 등급
	2400년		특 등급



설계지진	재연주기	기능수행	즉시복구	장기복구/인명보호	붕괴방지
	50년	II 등급			
	100년	I 등급	II 등급		
	200년	특 등급	I 등급	II 등급	
	500년		특 등급	I 등급	II 등급
	1000년			특 등급	I 등급
	2400년				특 등급
	4800년				특 등급

● 지반 분류

- 국내 지반특성을 반영 : **얕은 기반암 깊이 특성**

지반종류	지반상태	상부 30.0 m에 대한 평균 지반 특성		
		평균전단파속도, \bar{v}_s (m/s)	평균관입시험, \bar{N} (타격수)	평균비배수전단강도, \bar{s}_u (kPa)
S_A	경암 지반	1500초과	-	-
S_B	보통암 지반	760초과 1500이하		
S_C	매우조밀한 토사지반 또는 연암지반	360초과 780이하	> 50	> 100
S_D	단단한 토사 지반	180이상 360이하	15 ~ 50	50 ~ 100
S_E	연약한 토사 지반	180미만	< 15	< 50
S_F	부지고유의 특성 평가가 요구되는 지반			



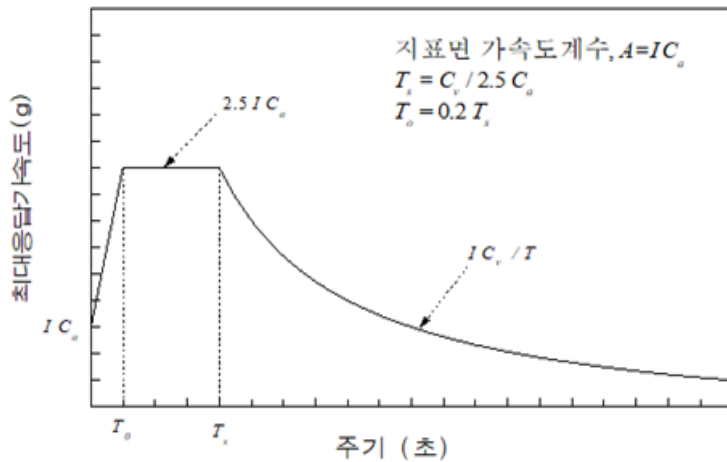
지반종류	지반상태	분류기준	
		기반암 깊이, H (m)	토층 평균 전단파속도, $V_{s,soil}$ (m/s)
S_1	암반 지반	1 미만	-
S_2	얕고 단단한 지반	1 ~ 20 이하	260 이상
S_3	얕고 연약한 지반		
S_4	깊고 단단한 지반	20 초과	180 이상
S_5	깊고 연약한 지반		
S_6	부지고유의 특성 평가 및 지반응답해석이 필요한 지반		

- 기반암은 전단파속도 760 m/s 이상을 나타내는 지층을 의미한다.
- 기반암 깊이와 무관하게 토층 평균 전단파속도가 120 m/s 이하인 지반은 S_6 로 분류
- $V_s = 65.64N^{0.407}$ Sun et al. (2013) 사용가능 (SPT-N치 변환)

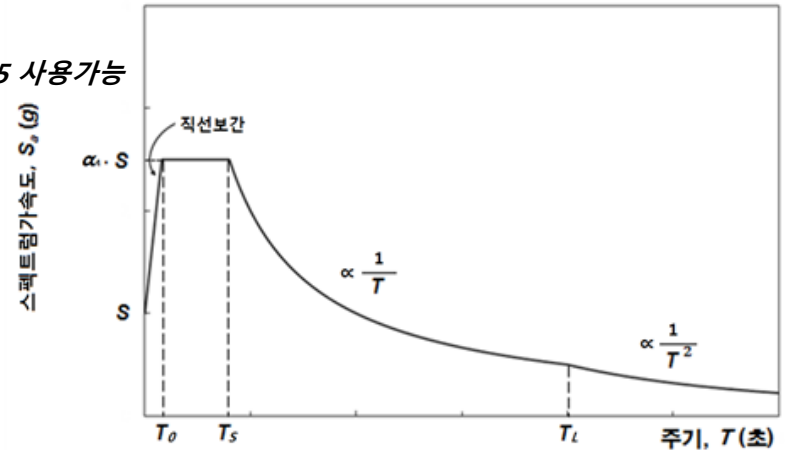
설계 스펙트럼

- 표준설계 응답스펙트럼의 경우 국내 지진특성을 반영하여 **암반지반(S_1)**, **토사지반($S_2 \sim S_5$)**으로 구분 : 단주기 영역이 **상향됨**
- 최대수평가속도에 대한 최대수직가속도의 비 : **0.77로 상향**

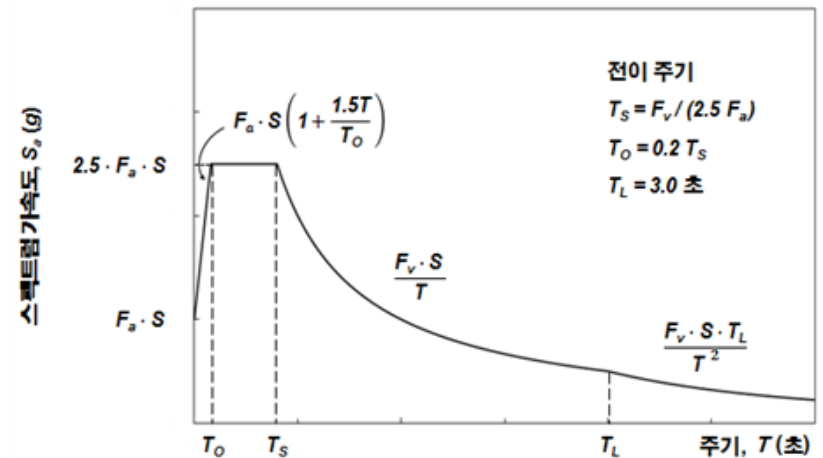
* 경우에 따라 0.5 사용가능



지표면 표준설계응답스펙트럼 (5% 감쇠)



(a) 암반지반



(b) 토사지반

3. 송배전 설비 주요 제·개정 내용 (공통사항)

● 송배전 설비의 구분

- 핵심설비 : 765kV 송변전 설비
- 중요설비 : 765kV 급 미만 송변전설비
- 일반설비 : 배전설비
- 22.9kV 미만 시설은 비내진 등급으로 정의
- 구조요소 : 구조적으로 성능평가(처짐,부재력)가 가능한 요소
- 기능요소 : 보호계전기 등과 같이 전기적인 부품이나 전기신호 관련 요소

● 설계 지진의 수준

내진성능수준	기능수행		즉시복구		붕괴방지수준		
	I등급	특등급	I등급	특등급	I등급	특등급	특등급
내진등급	I등급	특등급	I등급	특등급	I등급	특등급	특등급
대상설비	일반	중요, 핵심	일반	중요, 핵심	일반	중요	핵심
재현주기	100년	200년	200년	500년	1,000년	2,400년	4,800년

내진성능 수준	대상 구조물	성능정의	비고
기능수행	구조요소	탄성범위 내 설계	기능요소의 즉시복구 수준 (순간 정전 허용)
붕괴방지		소성 변형 허용	

● 내진 성능 요구수준

구 분	대상 설비	내진성능 요구수준 (기반암 기준)		비 고
		신설		
핵 심	765kV 급 송변전설비	신설	0.3g	인허가('17.10.1~)
		기설	0.22g	인허가(~'17.9.30)
중 요	765kV 급 미만 송변전설비	0.22g		-
일 반	배전설비	0.154g		-

● 지반 종류별 붕괴방지수준의 최대 지반 가속도(지표면, 지반증폭계수 적용)

지반 분류	지진구역 I & II		
	내진 I 등급 = 0.154	내진특등급 = 0.22	내진특등급 = 0.3
S ₁	0.154	0.220	0.300
S ₂	0.216	0.304	0.390
S ₃	0.245	0.321	0.390
S ₄	0.230	0.299	0.360
S ₅	0.236	0.286	0.390

● 요구역량 산정 방법 (단순해석법)

- 응답수정계수(R_p)를 도입함으로 증가된 내진성능 요구수준에 대응

설비에 따른 설계 지진력 결정



표준 설계 스펙트럼 결정



설계지진가속도 결정

$$F_D = \frac{0.4\alpha_P S_D W_P}{\left(\frac{R_P}{I_P}\right)} \left(1 + 2\frac{z}{h}\right)$$

- F_D : 설계 지진력, S_D : 유효수평지반 가속도
- α_P : 설비 증폭계수, R_P : 설비 응답수정계수
- I_P : 설비 중요도계수 = 1
- W_P : 설비 유효 가동 중량, $(1+2z/h)$: 건물 증폭계수

[KDS 41 17 00, 기계 및 전기비구조요소의 설계계수]

기계 및 전기비구조요소	증폭계수	반응수정계수	초과강도계수
기계 및 전기 비구조요소			
건기축 HVACR, 팬, 공조기, 냉난방장치, 캐비닛히터, 공기분배기 및 판금(sheet metal)으로 구성된 기타 기계 구성 요소	2.5	6	2
습기축 HVACR, 보일러, 용광로, 공기탱크 및 통, 칠러, 온열기, 열교환기, 증발기, 공기분리기, 제조장비, 고변형성 재료로 구성된 기계부품	1	2.5	2
에어 쿨러 (핀 팬), 공냉식 열교환기, 응축기, 건식쿨러, 원격 라디에이터 및 일체형 구조강 또는 판금 지지대로 지지되는 기계부품	2.5	3	1.5
스커트지지로 지지되지 않고 19장에 포함되지 않은 엔진, 터빈, 펌프, 압축기 및 압력 용기	1	2.5	2
19장에 포함되지 않으면서 스커트지지로 지지되는 압력용기	2.5	2.5	2
엘리베이터 및 에스컬레이터 구성품	1	2.5	2
발전기, 배터리, 인버터, 모터, 변압기 및 고변형재료로 구성된 전기부품	1	2.5	2
모터 컨트롤 센터, 패널 보드, 스위치 기어, 계기 캐비닛 및 금속 박판 골조로 만들어진 유사한 비구조요소	2.5	6	2
통신 장비, 컴퓨터, 계측기 및 제어 장치	1	2.5	2
질량중심 아래에서 횡지진된 냉각 및 전기타워, 지붕에 설치된 굴뚝	2.5	3	2
질량중심 위에서 횡지진된 냉각 및 전기타워, 지붕에 설치된 굴뚝	1	2.5	2
조명기구	1	1.5	2
기타 기계 또는 전기 구성 요소	1	1.5	2

감사합니다!