

통신설비 내진시설 기술기준(안) 수립

An Establishment of Technical Regulation for Seismic Design on the
Telecommunication Installations

이상무 (S.M. Lee)

기술기준연구팀 책임연구원

조평동 (P.D. Cho)

기술기준연구팀 팀장

목 차

-
- I. 서론
 - II. 적용 대상 통신설비의 분류
 - III. 설비그룹별 주요 파라미터 및
내진설계 루트의 설정
 - IV. 선형 층응답스펙트럼 사용에
관한 부문
 - V. 검증 처리에 관한 부문
 - VI. 기타 요구 조건
 - VII. 결론

최근 빈번한 국제적 지진 발생과 더불어 우리나라에 있어서도 경각심이 조성되어 지진 재해에 대한 법적 대응이 강화되고 있다. 지진 발생시 통신서비스의 긴박성을 인식하여 자연재해대책법상 전기통신기본법에 의한 통신설비가 내진대책 시설의 부류로 지난 2007년 1월 개정 당시 추가되었다. 이에 따라 세부 설치 기준에 대하여는 관계 부처 소관의 해당 법령에서 수립하도록 하고 있다. 이러한 배경 하에 본 논문에서는 통신설비 시설상에 적용하여야 할 내진설계 및 검증을 위한 법적 규격인 기술기준안 수립에 토대가 되는 세부 연구 내용을 소개한다. 먼저 통신설비의 적용 대상 범위를 제시하고 각 설비 그룹 및 분류별로 적용될 내진설계 및 검증 방식을 설명한다. 여기에서 활용할 외국 규격기술에 대하여 언급한다. 아울러 지진 현상과 관련하여 실제 시설상의 여러 가지 고려 대상이 되는 요소들에 대한 기준 요구내용을 제시하였다.

I. 서론

21세기에 들어서는 기후를 비롯한 여러 가지 자연 현상의 이상 징후들이 심화되는 양상을 보이고 있다. 이중 지진 발생 현상도 주요 지역별로 규모 6 또는 7 이상의 강진과 부대 재해 현상들이 나타나고 있는 추세이다.

이에 따라 우리나라에 있어서도 지진 열도인 일본에 이웃하고 있는 입장에서 경각심이 고취되어 국가적 차원의 법률상에 다소간의 대응 방안을 강화해 나가고 있는 상황이다. 이러한 활동의 중요한 일환으로 통신서비스 보호 측면의 입법 요구가 이루어져 자연재해대책법에 기존에는 누락되어 있던 내진설계 시설 대상으로서 전기통신기본법에 의한 통신설비가 추가 개정되어 2007년 1월에 공포되었다. 이것은 특히 재해 발생 시의 인명 구조와 사회적 공황 상태의 해결을 위한 통신서비스 기능의 유지는 오늘날의 정보통신시대에 있어서 결정적 중요성을 지니는 의미를 갖는 일이라 하겠다.

자연재해대책법은 모법으로서의 의미를 갖는 것이고 구체적 시설 기준에 대하여는 법률 적용의 체계상 관계 중앙행정기관, 즉 통신시설 분야에 있어서는 정보통신부 소관의 내진시설 규정을 수립하여

제공하여야 한다. 그리하여 본 논문에서는 통신설비에 적용할 내진시설 기준 및 검증 내용을 어떻게 정하여야 할 것인지에 대하여 설명할 것이다. 이를 위하여 기초적으로 내진설계가 적용될 통신설비 범위를 제시하고 각 설비그룹 및 시설 유형 특성에 따른 설계와 검증 방식을 설정하였다. 이 때 외국 기술규정의 활용 방안에 대하여 별도로 설명한다. 이외에 여러 가지 고려해야 할 설비 요소별 내진성 구축에 필요한 요구 조건들에 대하여 제시하였다.

II. 적용 대상 통신설비의 분류

실제로 내진설계기준을 적용하여야 할 통신설비의 대상 유형 및 범위를 구체화하여야 하는데 이는 자연재해대책법으로부터 자연재해대책법시행령에 이르기까지 법으로 정해져 있는 수순에 의한 것이다. 설비 시설 종류의 정의에 관하여는 전기통신기본법과 전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙 및 정보통신부 관계 고시(전파연구소고시 제2006-69호 및 70호) 등으로부터 종합적으로 분석하고 이를 다시 사업자 시설 영역으로부터의 실제적 장비 부류들과 연관시켜 해석하면 <표 1>과 같이 정리된다[1]-[6].

<표 1> 내진설계 적용 대상 통신설비 분류

대분류	중분류	세부 항목
통신국사	-	(건물 자체)
통신기계실	직접 통신 중계 및 전송장치류	교환기, 단국장치, 전송장치, 정합장치, 변환장치, 분배장치 등
	정보화기기류	중앙처리장치, 서버, 데이터 저장장치, 수요자 인터페이스 망접속장치 등
	케이블 시설류	배선반(MDF), 배선/배관 시설, 케이블 트랙 및 이들의 고정장치류
	전원 및 전력시설물	자체 발전기, 정류기, 전원공급 장치류, 전원분배시설, 변압기, 배터리, 예비전원 관련 시설, UPS, 설치 부대 트레이류, 전원 케이블 인터페이스 고정장치류
옥외설비	기타 부대 시설	액세스플로어, 냉방기(에어컨 등), 향온습기, 온도조절제어장치 및 시설류
	공중선주	철탑시설류(나대지 또는 산정상 기지국 시설 및 옥상철탑, 철주), 전주류(강관주, 콘크리트주, 광중계기를 포함한 전주), 간이폴, 원폴 등
	컨테이너 시설	컨테이너 박스 자체와 그 내부 장비시설류
	합체시설류	국사내 시설 장비류를 대지 기반에 직접 시설하는 유형의 독립적 장비 시설류
선로 구조물류	선로 구조물류	통신구, 관로, 맨홀/핸드홀 등
	기타	안테나 독립 시설(위성 안테나, 방송 안테나), 특정 전주 시설 등

Ⅲ. 설비그룹별 주요 파라미터 및 내진설계 루트의 설정

통신국사는 건축법상의 건축물이므로 건설교통부 훈령고시 제2005-81호인 「건축구조설계기준」에 제시된 <표 2>의 항목 중 전신전화국에 상당한 것이므로 내진등급 ‘특’을 적용하여 건축되도록 명시한다.

다만 통신국사의 유형을 포괄하지 못하는 전신전화국으로 되어 있는 부분에 대해서는 예정상 2008년 중반까지 있을 건축구조설계기준 법안 개정예 반영될 수 있도록 추진중이다.

통신국사 외의 시설류에 대하여는 (그림 1)과 같은 설계루트로 분류된다.

기본적으로 전반 설계 파라미터의 사용은 건축구조설계기준을 준용하는데, 우선 장비의 설치 지역

주지성에 따른 설계 루트를 부여한다. 이렇게 하는 것은 내진 설계 시설 경비의 절감을 위한 선택성을 두는 의미를 갖는 것이다.

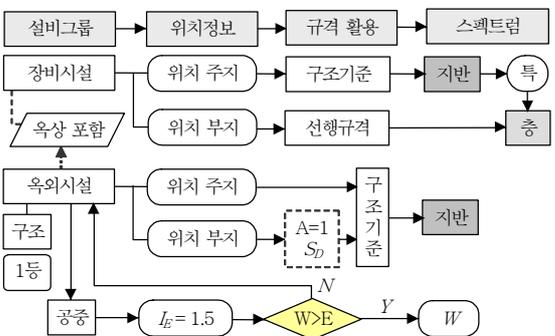
설치 공급 개소 기정보 특정 설계에 있어서는 그러한 특성에 맞는 내진설계기준(건축구조설계기준)의 파라미터를 선정 적용하여 설계할 수 있다.

설치 지역 독립적 일반 공급 시설 설계에 있어서는 포괄시험설계(generic test/design) 관점에서 주어진 기준형—즉 최대 조건변수 적용 또는 선행기술규격—활용에 의하여 제시규격 기반 설계 및 검증을 수행한다.

건물에 수용되는 옥내외 장비류는 지반응답스펙트럼으로부터 건물에 의한 층응답스펙트럼으로 해석되어야 한다. 이는 원래 옥외설비로서의 옥상철탑과 함체시설류라도 건물의 옥상에 설치되는 것들은 건물의 부재가 되므로 당해 건물의 층응답스펙트럼으로 적용하여야 하기 때문이다. 다만 시설 위치 정

<표 2> 내진등급과 중요도계수

내진등급	용도 및 규모	중요도계수(I _f)	
		도시계획구역	그외 지역
(특)	<ul style="list-style-type: none"> 연면적이 1천 제곱미터 이상인 위험물 저장 및 처리시설, 병원, 방송국, 전신전화국, 소방서, 발전소, 국가 또는 지방자치단체의 청사, 외국공관, 아동관련시설, 노인복지시설, 사회복지시설 및 근로복지시설 15층 이상 아파트 및 오피스텔 	1.5	1.2
I	<ul style="list-style-type: none"> 연면적이 5천 제곱미터 이상인 공연장, 집회장, 관람장, 전시장, 운동시설, 판매 및 영업시설 5층 이상인 숙박시설, 오피스텔, 기숙사 및 아파트 3층 이상의 학교 	1.2	1.0
II	내진등급 (특)이나 I 어디에도 해당되지 않는 구조물	1.0	0.8



(그림 1) 통신설비별 내진설계 구성 루트

<표 3> 지역계수(A)

지진지역	행정구역	지역계수(A)
1	지진지역 2를 제외한 전지역	0.11
2	강원도 북부, 전라남도 남서부, 제주도	0.07

* 강원도 북부(군, 시): 홍천, 철원, 화천, 횡성, 평창, 양구, 인제, 고성, 양양, 춘천시, 속초시
 전라남도 남서부(군, 시): 무안, 신안, 완도, 영광, 진도, 해남, 영암, 강진, 고흥, 함평, 목포시

<자료>: 건설교통부, 건축구조설계기준 <표 0306.3.1>, 2005.

〈표 4〉 지반의 분류

지반 종류	지반종류의 호칭	상부 30m에 대한 평균 지반특성		
		전단파속도(m/s)	표준관입시험 N (타격횟수/300mm)	비배수전단강도 S_u ($\times 10^{-3}$ N/mm ²)
S_A	경암 지반	1500 초과	-	-
S_B	보통암 지반	760에서 1500	-	-
S_C	매우 조밀한 토사 지반 또는 연암 지반	360에서 760	>50	>100
S_D	단단한 토사 지반	180에서 360	15에서 50	50에서 100
S_E	연약한 토사 지반	180 미만	<15	<50

〈자료〉: 건설교통부, 건축구조설계기준 <표 0306.3.2>, 2005.

보 부재의 경우는 별도의 층응답스펙트럼을 만들 수가 없으므로 외국의 선행 규격기준을 도입하여 이것을 바로 포괄용(generic)의 층응답스펙트럼으로 활용토록 할 것이다.

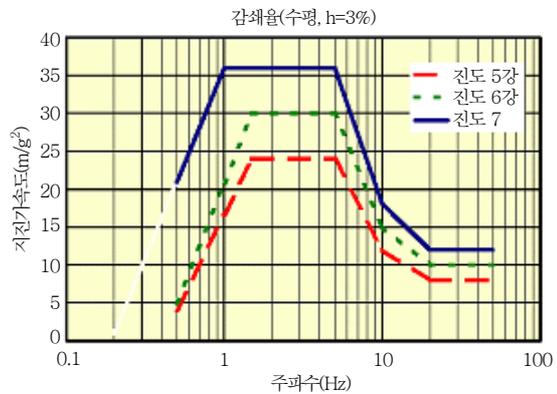
건물에 시설되는 것을 제외하면 옥외설비는 직접 대지에 시설되는 것이므로 모두 지반응답스펙트럼으로 해석된다. 이 때 시설 위치를 모르는 경우 지역 계수(A)는 <표 3>에 따른 1구역을, 지반계수는 <표 4>에 따른 S_D (단단한 토사 지반)로 지정 사용한다.

옥외설비 중 철탑시설류를 포함한 공중선주 및 안테나시설류등은 지진하중(E)과 풍하중(W)을 비교하여 풍하중이 크다면 풍하중 설계로 대체할 수 있다. 이 때 공중선주등은 건축구조설계기준상 공작물 분류이므로 하중산정을 위한 중요도계수(I_p)를 1.5로 적용 사용하고 관로, 맨홀 등의 선로구조물은 내진등급을 1등급으로 총괄 적용한다[7].

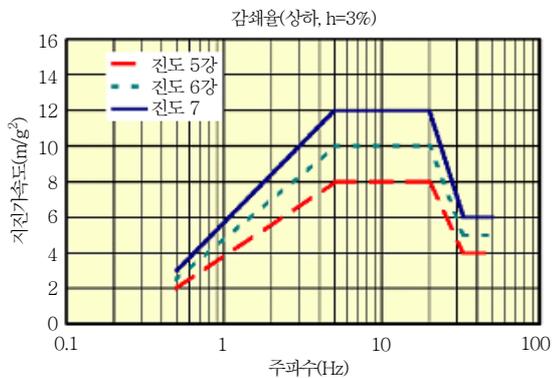
IV. 선행 층응답스펙트럼 사용에 관한 부문

선행 규격기준으로서는 미국 Telcordia GR-63-CORE 규격에 의한 것과 일본 NTT 규격기준에 의한 것, 두 가지를 고려할 수 있으나 일단 수평 방향 하중과 수직 방향 하중을 모두 적용할 수 있는 NTT의 규격으로 일관되게 도입/활용하는 것을 검토해보는 것으로 사료된다.

(그림 2a, b)에서와 같은 복합적 진도레벨 중 5강을 선택 적용하도록 조정 작성하여 기술기준 고시



(a) 수평방향 응답스펙트럼



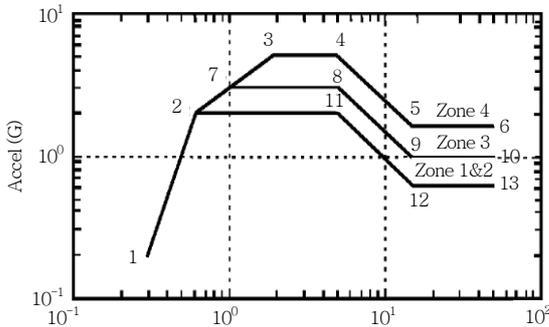
(b) 수직방향 응답스펙트럼

(그림 2) NTT의 통신설비 층응답스펙트럼

상에 [별표]로서 추가하는 것을 기본적인 골격으로 한다.

진도 5강 레벨은 수평 방향에 있어서의 영주기 가속도는 약 0.8g, 최대 진폭레벨은 약 2.4g가 된다[8].

비교 차원에서 Telcordia 규격은 (그림 3)과 같다[9].



(그림 3) Telcordia에서 쓰는 응답스펙트럼

V. 검증 처리에 관한 부문

각 적용 설비별로 부여된 응답스펙트럼에 의하여 검증하는 바, 진동대 검증을 원칙으로 하나 옥외설비에 있어서 실물 유형상 그러한 실험이 곤란한 성격이 있으므로 이에 대하여는 해석검증을 적용할 수 있도록 한다. 옥외설비에 있어서 함체시설류와 컨테이너내 시설되는 장비류에 대하여는 진동대 검증을 시행한다.

검증 모형에 관하여는 실제 시설 실물 모형을 구사하는 것을 원칙으로 하고 곤란한 경우이라도 역학적 유사성을 갖도록 구성할 것을 제시한다.

통신설비의 진동대 검증상 결과 조건은 위해서 대국민 서비스 차원의 실수요자 입장에서 보아 통신 서비스의 기능이 유지되어야 함에 중점을 두도록 한다.

VI. 기타 요구 조건

특히 옥외설비에 있어서 아무리 시설물 자체의 내진성을 갖춘다고 하더라도 설치 지반 자체가 지진동에 의하여 붕괴되거나 침하하는 액상화 조건이 갖추어져 있다면 내진시설의 기초에 문제가 있게 되므로 이를 감안하여 시설하도록 하는 규정을 부가하여야 한다.

옥상철탑에 있어서 내진설계가 적용되더라도 인명 피해의 위험성이 내재되어 있기 때문에 전도·낙

하를 방지할 수 있는 별도 지선 등의 보조 지지 수단을 추가 시설하도록 하여야 한다. 이는 풍하중 시설 기준(고시 제2006-70호)상에 동일 규정이 있더라도 내진시설의 경우에 있어서도 독립적 설치 의미로서의 명시가 필요하다. 아울러 사용 지선은 전도·낙하시 철탑의 총자중 작용에 대하여 충분한 내력을 지녀야 할 것이다.

아무리 국사내 장비 및 옥내의 여러 설비들의 내진성이 갖추어져 있다고 하더라도 통신케이블이 절단되면 통신이 두절되는 것은 마찬가지로 결정적 문제이므로 지진동 변위에 의한 파손으로 통신서비스에 장애가 발생하지 않도록 감안하여야 할 것이다.

통신장비의 서비스 지원성에 있어서 그 에너지의 공급원인 국사내의 연관된 전원 관련 장비의 지진에 의한 기능 장애도 마찬가지로 통신서비스의 두절 사태를 초래할 수 있으므로 내진설계를 다루어야 할 통신장비의 범주에 이를 포함토록 명시한다.

각 통신사업자 유형별 의무 및 권고 적용에 관한 구분 사항에 있어서는 옥외설비의 경우 신설 규정들에 대하여 실질적으로 거의 직접 설비를 시설하지 않는 부가통신사업자와 대국민 서비스 차원이 아닌 자가통신사업자에 대하여는 권고사항으로 처리한다. 단, 옥상철탑의 전도·낙하는 서비스의 중요성과 상관없이 인명 및 재산 보호 차원의 문제이므로 전송망설비와 자가통신설비에 있어서도 지선의 보조 수단 설치를 의무화 한다. 국사시설에 있어서는 인터넷망 설비등의 운용측면에서 부가통신사업자도 의무적으로 고려하도록 한다.

새로운 설비 규격 도입의 내용상 기술 이해를 돕고 기준 이용상의 혼선이 없도록 의미를 명확히 할 필요가 있는 몇몇 용어들에 대하여는 적용 규격 범위를 구체화하는 등의 목적으로 내진설계, 지반응답스펙트럼, 공중선주, 함체시설류, 액상화 등 그 정의를 추가한다.

VII. 결론

통신설비에 적용할 내진기준 설계 연구는 2005년

국회에서 언급된 후 추진되었다. 국내에서 통신시설에 대한 내진규격 설계는 처음 시도되는 일로서 많은 자료 및 현장 조사를 바탕으로 추진되어 나아가고 있다. 또한, 기술기준 수립안은 다양한 루트를 통한 각계의 의견수렴 및 논의 과정을 거쳐 완속되고 2008년 중반을 즈음으로 법제화되어 전파연구소고시 제2006-69호(전기통신설비의 안전성 및 신뢰성에 대한 기술기준) 개정으로 공포될 계획이다.

내진설계 및 검증에 있어서 핵심기술 요소인 층응답스펙트럼의 도입 부문은 현재로서는 그 자체를 검증하기가 용이치 않고 차후 국내 현실에 맞는 적정성에 대한 지적의 문제도 내재되어 있으므로 고시 개정 추진상 선도입하더라도 독자성 있는 내용 개발

● 용 어 해 설 ●

검증: 지진에 있어서 검증이라는 것은 설계 방식에 대한 실험적 입증으로서 직접 설계된 지진 가속도레벨(응답스펙트럼)에 의하여 동일한 시뮬레이션을 할 수 있는 진동대 위에 실물 시설모형을 구축하여 지진동에 의한 손괴 또는 기능성 유지에 문제가 없는지를 시험하는 것임. 장비 납품에 대한 시험규격서에 의하여 인증됨.

응답스펙트럼: 지진하중을 받는 물체의 고유진동수에 의하여 진동 주파수에 따라 나타나는 지진력 흡수에 의한 가속도 특성. 지진의 흔들림은 동시 다원적인 것으로서 중력가속도에 대한 비율로 나타냄. 진앙지 자체의 가속도 특성은 지반 응답스펙트럼이라 하며 이것이 건물의 층으로 전이되어 나타나는 것을 층응답스펙트럼이라 함.

영주기가속도: 응답스펙트럼에 있어서 주파수가 가장 높을 때—실제에 있어 이것의 임계값은 통상 약 33Hz에 해당하는 것으로서—는 그 역수인 주기는 '0'에 근접하고 이 때 이후의 가속도 레벨은 더 이상 낮아지지 않으므로 이를 영주기 가속도라함. 이것의 의미는 최초 지진동 도달에 의한 중력가속도의 힘으로써 이것에 대하여 물질의 특성에 따른 가속도 증폭이 이루어지는 것이므로 이 영주기가속도가 지진력의 최초 규모를 판가름하는 것임.

규모와 진도: 지진의 규모는 진원지에서의 발생 에너지를 나타내는 척도로서 소수점으로 표기되며 진도는 진앙지에서의 피해 현상별로 강도를 구분한 레벨 수치임(소수점으로 표기되지 않음). 통상 규모를 나타내는 기술로서 리히터라는 것을 많이 사용하며 진도는 일본 방식(JMA Scale)에 의한 것은 7등급으로, 미국 방식(MM Scale)에 의한 것은 12등급으로 구분됨. 예를 들어 진도가 6.2따위로 얘기하는 것은 잘못된 것임.

을 위한 연구활동을 속개하여 분명한 기술 의미를 부여할 수 있는 합리적 요구조건을 정립하는 계획 추진이 필요할 것으로 사료된다.

아울러 선공포된 기술기준 내용에 대하여 실제적 사용을 통한 현실성 측면에 있어서는 지속적인 보완 과정을 거쳐 다듬어 나가고 여러 가지 실행 절차상의 요구규격들을 추가로 수립할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] 법제처, 자연재해대책법, 법률 제8541호, 2007. 7. 23.
- [2] 법제처, 자연재해대책법시행령, 대통령령 제20289호, 2007. 9. 27.
- [3] 법제처, 전기통신설비의 기술기준에 관한 규칙, 정보통신부령 제223호, 2007. 6. 27.
- [4] 전파연구소, 접지설비 구내통신설비 선로설비 및 통신공동구등에 대한 기술기준, 전파연구소고시 제2006-70호, 2006. 8. 2.
- [5] 전파연구소, 전기통신설비의 안전성 및 신뢰성에 대한 기술기준, 전파연구소고시 제2006-69호, 2006. 8. 2.
- [6] 이상무, 이영환, 김용환, 조평동, 박기식, "정보통신설비 접지기술기준 개선연구," 주간기술동향, 통권 1124호, IITA, 2003. 12. 3., p.18.
- [7] 건설교통부, 건축구조설계기준, 건설교통부 훈령고시제 2005-81호, 2005. 4. 6.
- [8] NTT, 통신장치등의 내진시험방법, 1998. 12., p.7.
- [9] Telcordia, NEBS Requirements: Physical Protection (GR63CORE), Issue 2, 2002. 4., pp.5-33.

부 록

지반응답스펙트럼 규모의 설정

실제의 통신장비 시설 위치를 알 수 없는 경우에 있어서의 지반응답스펙트럼은 아래와 같이 작성된다. 이는 건축구조설계기준에서 6절(0306) 지진하중 설계에 의한 것이다.

응답스펙트럼을 작성하기 위해서는 지진위험도를 결정하고 이를 기반으로 설계스펙트럼 가속도를 계산하여야 한다. 지진위험도에 관한 변수는 앞서

III장에 언급된 지역계수와 지반의 분류로부터 결정된다. 시설 위치 정보 부재에 있어서의 지역계수는 지진지역 1에 대한 것으로 0.11을 적용하고 지반의 분류는 단단한 토사 지반으로서의 S_D 를 사용하여 계산한다.

설계스펙트럼가속도로서는 단주기 설계스펙트럼가속도(S_{DS})와 주기 1초에 대한 설계스펙트럼가속도(S_D)로 이루어지고 그 각각은 다음의 방법에 의하여 계산된다.

- 단주기 설계스펙트럼 가속도(S_{DS}): 건축구조설계기준 <표 0306.3.3>에 의한 값

<표 0306.3.3> 단주기 설계스펙트럼 가속도

지반종류	지진지역	
	1	2
S_A	2.0 ¹⁾ MA	1.8 MA
S_B	2.5 MA	2.5 MA
S_C	3.0 MA	3.0 MA
S_D	3.6 MA	4.0 MA
S_E	5.0 MA	6.0 MA

1) 1.33(이 경우 스펙트럼 가속도의 크기는 재현주기 2400년에 대한 2/3 수준의 극한하중임)

- 지정값:

$$S_{DS} = 3.6MA = 3.6 \times 1.33 \times 0.11 = 0.53$$

- 주기 1초의 설계스펙트럼 가속도(S_D): 건축구조설계기준 <표 0306.3.4>에 의한 값

<표 0306.3.4> 주기 1초의 설계스펙트럼 가속도

지반종류	지진지역	
	1	2
S_A	0.8 ¹⁾ MA	0.7 MA
S_B	1.0 MA	1.0 MA
S_C	1.6 MA	1.6 MA
S_D	2.3 MA	2.3 MA
S_E	3.4 MA	3.4 MA

- 지정값:

$$S_{D1} = 2.3MA = 2.3 \times 1.33 \times 0.11 = 0.34$$

- 설계스펙트럼가속도 그래프의 작성

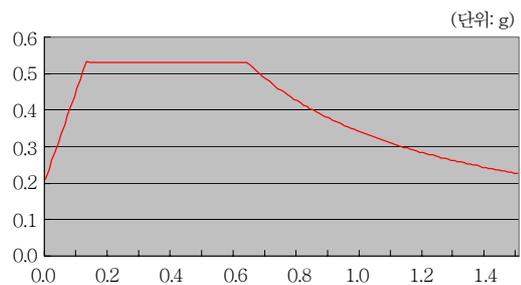
응답 곡선 그래프의 지진파 시간이력 특성상에서 나타날 수 있는 상승 구간과 지속 구간, 그리고 진파의 하강 구간을 구분하는 절분점에 해당하는 두 개의 threshold 진동 주기는 다음과 같이 계산된다.

$$T = \frac{S_D}{S_{DS}} = \quad \times \quad =$$

$$T_s = \frac{S_D}{S_{DS}} = \quad =$$

이에 따라 각 주기별 반응 특성에 따른 지진가속도 구간 그래프를 작성하면 (그림 a)와 같이 된다.

이 그래프에서 알 수 있는 것은 지반 진동의 영주기 가속도, 즉 지반의 진동 진폭이 확대되기 전 최초 지진력에 해당하는 가속도는 약 0.23g 정도에 해당한다. 이는 일본의 진도 구분 기준 JMA를 준용하는 기상청의 진도 레벨의 구성상 진도 5에서 진도 6의 경계선상에 해당하는 강도 레벨의 의미를 가지고 있다. 또한, 지반 진동의 최대 진폭이 이루어지는 가속도 레벨은 계산상의 S_{DS} 값인 0.53g가 된다.



(그림 a) 지반 특성에 의한 응답스펙트럼 가속도