

목차

i _머리말
iii _목차

제1장 지진

1.1 지진 발생.....	1
1.1.1 지구는 생명체!.....	1
1.1.2 탄성반발설.....	2
1.1.3 대륙이동설과 판구조론.....	5
1.1.4 신화 속의 지진.....	7
1.2 지진 현상.....	10
1.2.1 흔들리는 지반.....	10
(1) 지반운동.....	10
(2) 산사태 및 눈사태.....	10
(3) 지반 액상화.....	11
(4) 지반 솟음과 지반 유동.....	13
(5) 지반의 부등침하.....	13
(6) 단층운동.....	13
(7) 쓰나미.....	15
(8) 세이시.....	15
1.2.2 흔들리는 구조물.....	16
1.2.3 규모 = 지진에너지 크기.....	16
(1) 리히터 규모.....	16
(2) 국내의 규모 산정식.....	19
(3) 기타 규모.....	20
1.2.4 진도 = 지반진동 크기.....	21
(1) 진도의 정의.....	21
(2) 진도의 종류.....	21
(3) 진도의 특징.....	22
(4) MMI 진도.....	23

제2장 내진설계란?

2.1 구조설계.....	25
2.1.1 구조설계의 원리.....	25
2.1.2 좋은 구조물의 형상.....	26
2.2 D(요구) vs C(능력).....	30
2.2.1 D: 외부하중의 공격.....	30
2.2.2 C: 구조물의 저항.....	32
2.3 내진설계와 내진성능평가.....	34
2.3.1 구조설계 vs 내진설계.....	34
2.3.2 내진설계 vs 내진성능평가.....	34
2.3.3 내진설계 역사와 의무대상.....	35
(1) 내진설계 역사.....	35
(2) 내진설계 의무대상.....	36
(3) 내진능력 공개.....	37

제3장 구조물의 지진 피해

3.1 구조물 파괴.....	39
3.1.1 강성/강도와 연성.....	39
3.1.2 연층/약층.....	40
3.1.3 편심.....	42
3.1.4 격막(다이아프램).....	44
3.1.5 2차 부재.....	45
3.1.6 비구조요소.....	47
3.1.7 기둥.....	50
3.1.8 구조물 충돌.....	51
3.1.9 팬케익 파괴.....	52
3.1.10 기초.....	54
3.2 부재 파괴.....	55
3.2.1 기둥 휨파괴.....	55
3.2.2 기둥 전단파괴.....	58
3.2.3 부착할렬파괴.....	62
3.2.4 주철근 겹이음 파괴.....	63
3.2.5 정착 파괴.....	65
3.2.6 보-기둥 접합부 파괴.....	66
3.2.7 PC와 PSC 부재 파괴.....	69
3.2.8 말뚝 파괴.....	71

제4장 내진설계 지진하중

4.1 구조해석법과 지진하중.....	75
4.1.1 지진하중.....	75
4.1.2 등가정적해석법.....	76
4.1.3 응답스펙트럼해석법.....	79
4.1.4 시간이력해석법.....	83
4.2 지진하중 변수.....	86
4.2.1 밀면전단력.....	86
4.2.2 지반가속도.....	87
[KDS 41] 4.2.1 설계응답스펙트럼의 정의.....	91
[KDS 41] 4.2.2 단주기와 1초주기 설계스펙트럼가속도(1).....	92
{Q} S_4 는 S_c 에 해당하는가? 아니면 S_D 에 해당하는가?.....	92
[KDS 41] 4.2.2 단주기와 1초주기 설계스펙트럼가속도(2).....	92
4.2.3 지반 종류.....	93
{Q} 기반암 깊이가 20m이상인 S_4 또는 S_5 지반의 경우, 평균전단파속도 $V_{s,soil}$ 는?.....	96
{Q} 수정된 건축물 지반분류 기준?.....	96
[KDS 41] 4.1.1 지반 종류.....	97
{Q} 지반분류의 '기준면(基準面; base level)'은?.....	97
[KDS 41] 4.1.3 지반분류의 기준면.....	97
{Q} 지하층구조로 연결된 아파트단지의 지반분류는?.....	98
[KDS 41] 4.2.3 지반증폭계수(1).....	98
{Q} 급격한 경사지의 지반분류는?.....	99
[KDS 41] 4.2.3 지반증폭계수(2).....	99
{Q} 부지응답으로 F_a 와 F_v 를 구할 수 있는가?.....	99
[KDS 41] 4.2.3 지반증폭계수(3).....	99
{Q} 지하층의 강성에 의하여 지반운동(즉, 지반증폭계수)이 저감될 수 있는가?.....	101
[KDS 41] 4.2.4 지하구조의 영향을 고려한 지반증폭계수의 보정.....	101
4.2.4 중요도계수.....	103
[KDS 41] 2. 내진등급 및 성능목표.....	103
4.2.5 반응수정계수.....	104
4.2.6 고유주기.....	106
4.3 [기준] 내진설계.....	108
4.3.1 용어.....	108
[KDS 41] 1.2 용어의 정의.....	108
4.3.2 하중조합.....	111
[KDS 41] 8.1 지진하중의 조합.....	111
[KDS 41 12 00 건축물 설계하중] 1.7 하중조합.....	113
4.3.3 내진설계범주.....	114
[KDS 41] 5.1 일반사항.....	114
{Q} 내진설계범주는 비구조요소와 건물외구조물에도 적용가능한가?.....	115
[KDS 41] 5.2 내진설계범주의 결정.....	115
[KDS 41] 5.3 건물의 비정형성.....	115
4.3.4 등가정적해석법.....	119
[KDS 41] 7.2.1 밀면전단력.....	119

[KDS 41] 7.2.2 지진응답계수.....	119
[KDS 41] 7.2.3 고유주기 산정법.....	120
[KDS 41] 7.2.4 고유주기의 약산법.....	120
[KDS 41] 기타(7.2.5 지진력의 연직분포; 7.2.6 수평전단력분포; 7.2.7 전도모멘트; 7.2.8 층간변위 결정 과 P- Δ 효과; 7.2.9 지반-구조물 상호작용).....	123
4.3.5 배근 상세.....	124
[KDS 14] 5. 배근.....	124

제5장 내진설계 구조계획

5.1 내진설계 철학.....	131
5.1.1 내진성능목표.....	131
5.1.2 성능기반설계.....	133
5.1.3 내진성능수준.....	134
[KDS 17] 4.1.1 내진등급.....	134
[KDS 17] 4.1.2 내진성능수준.....	135
[KDS 17] 4.1.4 내진성능목표.....	136
5.1.4 [KDS 41] 1. 일반사항.....	136
[KDS 41] 1.4 내진설계절차.....	136
[KDS 41] 1.5 내진구조계획.....	137
[KDS 41] 1.6 구조해석.....	138
[KDS 41] 1.7 내진구조설계.....	138
5.2 구조물 형태.....	140
5.2.1 구조 재료.....	140
[KDS 41] 9. 콘크리트구조의 고려사항.....	140
[KDS 41] 10. 강구조의 고려사항.....	141
5.2.2 구조물 형태.....	142
(1) 단순성.....	144
(2) 대칭성.....	144
(3) 정형성.....	144
5.2.3 구조물 입면.....	147
(1) 세장비.....	147
(2) 질량 중심의 위치.....	147
(3) 셋백.....	148
(4) 하중 간섭.....	148
(5) 인접 건물.....	148
(6) 바닥판.....	149
(7) 강성 → 연층.....	150
(8) 강도 → 약층.....	150
(9) 패널 벽체.....	151
(10) 전이층.....	152
(11) 채움벽.....	152
(12) 보-기둥 접합부.....	153
(13) 강기둥-약보.....	153

(14) 평면내 강성 불연속.....	154
5.3 지진력저항시스템.....	155
[KDS 41] 6.1 지진력저항시스템의 설계계수.....	156
[KDS 41] 6.5 시스템 제한과 높이제한.....	159
[KDS 41] 6.6 내진설계범주 'D'에 대한 시스템 제한.....	159
5.3.1 내력벽시스템.....	160
[KDS 41] 6.2.1 내력벽시스템.....	161
[KDS 41] 13.5 채움벽체.....	161
5.3.2 건물골조시스템: 가새골조.....	162
[KDS 41] 6.2.3 건물골조시스템.....	163
[KDS 41] 12. 목구조의 고려사항.....	164
[KDS 41 50 20] 목구조 부재설계.....	164
[KDS 41] 10.2.2 가새골조.....	164
5.3.3 모멘트저항골조시스템.....	167
[KDS 41] 6.2.2 모멘트저항골조시스템.....	170
[KDS 41] 9.8.3 조적채움벽과 허리벽의 고려사항.....	170
5.3.4-5.3.5 특수모멘트골조 혹은 중간모멘트골조를 가진 이중골조시스템.....	170
[KDS 41] 6.2.4 특수모멘트골조 혹은 중간모멘트골조를 가진 이중골조시스템.....	171
5.3.6 역추형시스템.....	171
[KDS 41] 6.2.5 역추형시스템.....	172
5.3.7 철근콘크리트 보통 전단벽-골조 상호작용 시스템.....	172
[KDS 41] 6.2.6 철근콘크리트 보통 전단벽-골조 상호작용 시스템.....	173
[KDS 41] 9.2 시스템의 분류.....	174
5.3.8 일반규정만을 만족하는 철골구조시스템.....	174
[KDS 41] 6.2.7 강구조기준의 일반규정만을 만족하는 철골구조시스템.....	174
5.3.9 일반규정만을 만족하는 철근콘크리트구조시스템.....	175
[KDS 41] 6.2.8 콘크리트구조기준의 일반규정만을 만족하는 철근콘크리트구조 시스템.....	175
5.3.10 지하외벽으로 둘러싸인 지하구조시스템.....	175
[KDS 41] 14.3.2 지하구조물의 지진력저항시스템.....	175

제6장 [내진설계] 연성

6.1 내진설계와 연성.....	177
6.1.1 연성이란?.....	177
[KDS 41] 9. 콘크리트구조의 고려사항.....	178
6.1.2 철근콘크리트의 연성파괴.....	180
6.1.3 역량설계.....	181
[KDS 41] 1.7 내진구조설계.....	182
6.2 연성 상세.....	184
6.2.1 설계 요소.....	184
6.2.2 구조물의 형식: 반응수정계수.....	185
6.2.3 재료의 연성: 내진용 철근.....	188
[KDS 41] 9. 콘크리트구조의 고려사항.....	188

[KDS 14] 1.7 내진구조설계.....	188
6.2.4(1) 부재의 연성: 정착 및 이음.....	190
[KDS 41] 9. 콘크리트구조의 고려사항.....	194
[KDS 14 20 52] 콘크리트구조 정착 및 이음 설계기준.....	194
[KDS 14] 4.3 중간모멘트골조 요구 사항.....	199
6.2.4(2) 부재의 연성: 횡보강 철근.....	200
[KDS 14] 4.3 중간모멘트골조 요구 사항.....	202
6.2.4(3) 부재의 연성: 압축.....	203
[KDS 14] 4.3 중간모멘트골조 요구 사항.....	205
6.3 관련 내진 규정.....	206
6.3.1 연성 규정.....	206
[KDS 41] 1. 일반사항.....	206
[KDS 41] 8. 하중조합 및 설계 요구사항.....	206
[KDS 41] 6. 지진력저항시스템.....	206
[KDS 41] 9. 콘크리트구조의 고려사항.....	207
[KDS 41] 10. 강구조의 고려사항.....	209
[KDS 41] 11. 합성구조의 고려사항.....	210
[KDS 41] 14. 지하구조물의 내진설계.....	210
[KDS 41] 15. 성능기반설계.....	211
[KDS 41] 16. 면진구조.....	211
6.3.2 층간변위 규정.....	211
[KDS 41] 1.2 용어의 정의.....	211
[KDS 41] 7.2.8.1 층간변위의 결정.....	212
[KDS 41] 8.2.3 변형과 횡변위 제한.....	214
[KDS 41] 15.4 구조물과 부재의 허용변위.....	214
6.3.3 변형의 적합성.....	215
[KDS 41] 6.6.2 변형의 적합성.....	215
[ASCE 7] 12.12.4 변형의 적합성.....	216
{Q} 노스리지 지진 vs 프리캐스트 콘크리트 주차 구조물.....	217
{Q} 변형의 적합성 검토를 생략할 수 있는 예외 조항은?.....	219
[KDS 14] 4.2 지진력에 저항하지 않는 골조 부재.....	220
[ACI 318] 18.14 지진력저항시스템의 일부로 지정되지 않은 부재.....	221
6.3.4 특별지진하중.....	221
[KDS 41] 8.1.2.3 특별지진하중.....	221
{Q} 특별지진하중을 적용하는 부재는?.....	224
{Q} 구조안전 및 내진설계 확인서 vs 특별지진하중.....	226

제7장 [내진설계] 면진과 제진

7.1 면진.....	229
7.1.1 지진을 어떻게 피해갈까?.....	229
7.1.2 관련 내진 규정.....	236
[KDS 41] 1.2 용어의 정의.....	236
[KDS 41] 16.1 일반사항.....	238

[KDS 41] 16.2 설계 요구사항.....	239
[KDS 41] 16.3 해석절차.....	241
[KDS 41] 16.4 설계검토.....	247
[KDS 41] 16.5 면진장치 시험.....	247
7.1.3 적용 사례.....	251
(1) 유니슨 HKR 연구동.....	251
(2) 삼성동 라테라스.....	254
7.2 제진.....	261
7.2.1 제어 분류.....	261
(1) 수동제어.....	261
(2) 능동제어.....	266
7.2.2 관련 내진 규정.....	267
[KDS 41] 1.2 용어의 정의.....	267
[KDS 41] 17.1 일반사항.....	268
[KDS 41] 17.2 설계 요구사항.....	269
[KDS 41] 17.3 해석절차.....	272
[KDS 41] 17.4 감쇠시스템 적용 구조물의 허용기준.....	275
[KDS 41] 17.5 설계 검토.....	276
[KDS 41] 17.6 감쇠장치의 시험.....	276
7.2.3 적용 사례.....	279
(1) Fubon Xinyi A25 (富邦信義 A25).....	279
(2) 댐퍼를 사용한 학교 건물의 내진보강.....	282

제8장 [내진설계] 비구조요소와 건물외구조물

8.1 비구조요소.....	287
8.1.1 개요.....	287
8.1.2 관련 내진 규정.....	293
[KDS 41] 1.2 용어의 정의.....	293
[KDS 41] 2.4 성능목표.....	294
[KDS 41] 9.8.3 조적채움벽과 허리벽의 고려사항.....	296
[KDS 41] 18.1 일반.....	297
[KDS 41] 18.2 설계지진력 및 변위.....	302
[KDS 41] 18.3 건축비구조요소.....	307
[KDS 41] 18.4 기계 및 전기 비구조요소.....	319
[KDS 41] 18.5 비구조요소의 정착부.....	325
[KDS 41] 20. 가능수행 고려사항.....	326
[ASCE 7-22] 13.4 Nonstructural Component Anchorage and Attachment.....	328
8.1.3 설계 예제.....	328
(1) 건축비구조요소: 내부 비구조벽체 및 칸막이벽 - 조적벽.....	328
(2) 기계 및 전기 비구조요소: 배관시스템.....	339
8.2 건물외구조물.....	356
8.2.1 개요.....	356
(1) 이 규정이 필요한가?.....	356

(2) '건물과 유사하지 않은 건물외구조물'의 해석법은?	357
8.2.2 관련 내진 규정	360
[KDS 41] 19.1 일반사항	360
[KDS 41] 19.2 다른 구조물에 의해 지지되는 건물외구조물	361
[KDS 41] 19.3 내진설계 규정	363
[KDS 41] 19.4 '건물과 유사한 건물외구조물'에 대한 요구사항	367
[KDS 41] 19.5 '건물과 유사하지 않은 건물외구조물'에 대한 요구 사항	368
[KDS 41] 19.6 탱크 및 저장용기	370
8.2.3 설계 예제	373
(1) 가스터빈건물	373
(2) 파이프 선반	375

부록 A 용어

제4장 [내진설계] 지진하중	383
4.2.6 고유진동수(f_n) vs 고유주기(T_n)	383
4.3.1(1) 설계지진(DBE) vs 최대고려지진(MCE)	385
[KDS 41] 1.2 용어의 정의	385
[ASCE 7-22] C11.8.2 Geotechnical Investigation Report Requirements for Seismic Design Categories C through F	386
4.3.1(2) 최대지반가속도(PGA) vs 유효지반가속도(EPA)	389
[KDS 41] 1.2 용어의 정의	389

부록 B 목록(기준, 지진)

1. 기준	391
2. 지진	392

연습문제 / 395

참고문헌 / 399

찾아보기 / 401