

발간등록번호

11-B552016-000035-14

# 기존 시설물(건축물) 내진성능

## 평가요령

2021. 5.



국토교통부

Ministry of Land, Infrastructure and Transport



국토안전관리원



국토교통부와 국토안전관리원은 지진으로부터 국민의 안전을 확보하기 위하여 기존 건축물의 내진성능평가 및 내진보강을 체계적으로 수행할 수 있도록 “기존 시설물(건축물) 내진성능 평가 및 향상요령”을 2004년에 제정하고 2011년에 개정하여 운영 중에 있습니다.

이후, 행정안전부에서는 「국가지진위험지도(2013)」와 「내진설계기준 공통적용사항(2017)」을 제정·공표하였으며, 국토교통부에서는 이를 반영하여 ‘KDS 17 10 00 내진설계 일반’을 제정(2018)하고 ‘KDS 41 17 00 건축물 내진설계기준’을 개정(2019)하여 고시하였습니다.

이에 따라 건축물의 내진성능평가가 최신의 기준 및 연구결과, 기존 평가요령의 미비점에 대한 개선사항 등이 반영될 수 있도록 「기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령」을 개정하여 발간하였으니 실무에 많은 활용 바랍니다.

다만, 「기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령」은 내진성능평가를 수행하는 실무자의 이해를 돕기 위한 참고도서로써 관계법상 구속력이 없으므로, 관련 기준이나 지침의 내용과 상이한 경우는 발주처와 협의하여 결정된 사항을 따르시길 바랍니다.



# <목 차>

<b>제 1 장. 총 칙</b> .....	<b>1</b>
1.1 일반사항 .....	1
1.1.1 내진성능 평가절차 .....	2
1.1.2 평가자의 자격 .....	4
1.1.3 평가 보고서의 검증 및 전문가검토 .....	4
1.1.4 구조해석 및 설계 소프트웨어 .....	5
1.2 자료수집 및 재료강도의 결정 .....	5
1.2.1 현장조사 .....	5
1.2.2 재료강도의 결정 .....	7
1.3 내진성능 평가결과 보고서 .....	9
1.4 용어 정의 .....	10
1.5 참고 기준 .....	12
<b>제 2 장. 목표성능과 지진위험도</b> .....	<b>13</b>
2.1 최소성능목표 .....	13
2.2 지진위험도 .....	17
2.2.1 지진구역, 지진구역계수 및 위험도계수 .....	17
2.2.2 지반의 분류 및 지반증폭계수 .....	17
2.2.2.1 지반종류 .....	17
2.2.2.2 지반분류의 기준면 및 지반조사 .....	18
2.2.2.3 지반증폭계수 .....	18
2.2.3 평가지진의 가속도응답스펙트럼 .....	19
<b>제 3 장. 내진성능 예비평가</b> .....	<b>21</b>
3.1 일반사항 .....	21
3.1.1 적용대상건물의 범위 .....	21
3.1.2 자료조사 및 정리 .....	22
3.2 지진하중 .....	22
3.3 시스템별 평가절차 .....	23
3.3.1 철근콘크리트조 .....	23

3.3.1.1	재료강도 및 부재강도 평가	23
3.3.1.2	평가방법 및 성능수준의 판정	26
3.3.2	조적조	34
3.3.2.1	재료강도 및 부재강도 평가	34
3.3.2.2	평가방법 및 등급산정	35
3.3.3	강구조 및 철골철근콘크리트조	41
<b>제 4 장</b>	<b>내진성능 상세평가</b>	<b>42</b>
4.1	일반사항	42
4.1.1	모델링	42
4.1.1.1	중력하중	43
4.1.1.2	질량	43
4.1.2	비틀림의 고려방법	43
4.1.3	지하층의 모델링	43
4.1.4	감쇠비	44
4.1.5	건물 사이의 간격	44
4.1.6	변형지배거동과 힘지배거동	44
4.1.7	1차부재 및 2차부재	45
4.1.8	재료강도와 부재강도	46
4.2	선형절차	46
4.2.1	일반사항	46
4.2.2	선형절차의 적용제한	47
4.2.3	선형정적절차의 적용 제한	47
4.2.4	선형정적절차	48
4.2.5	선형동적절차	50
4.2.6	주기	50
4.2.7	하중조합 및 다축가진효과	51
4.2.8	부재별 허용기준	53
4.3	비선형정적절차	54
4.3.1	일반사항	54
4.3.2	구조요소의 모델링	54
4.3.3	횡하중의 수직분포	55

4.3.4	하중조합 및 다축가진효과 .....	56
4.3.5	성능점의 산정 .....	56
4.3.6	부재별 허용기준 .....	59
4.4	비선형동적절차 .....	59
4.4.1	일반사항 .....	59
4.4.2	하중조합 및 다축가진효과 .....	60
4.4.3	평가용 지진파 .....	60
4.4.4	해석모델 .....	61
4.4.5	감쇠비 .....	62
4.4.6	부재력과 변형의 산정 .....	62
4.4.7	부재별 허용기준 .....	62
4.5	구조실험을 통한 모델링변수 및 허용기준의 산정절차 .....	63
4.5.1	구조실험계획 .....	63
4.5.2	데이터 정리 및 보고 .....	63
4.5.3	모델링 주요 변수와 허용기준의 산정 .....	63
4.6	성능수준의 판정 .....	66
<b>제 5 장</b>	<b>철근콘크리트구조 .....</b>	<b>69</b>
5.1	일반사항 .....	69
5.2	재료강도 .....	69
5.3	해석 모델의 고려사항 .....	69
5.3.1	해석 모델의 적용 .....	69
5.3.2	유효강성 .....	70
5.3.3	부재강도 .....	71
5.3.4	섬유요소모델 .....	71
5.4	철근콘크리트 모멘트 골조 .....	72
5.4.1	일반사항 .....	72
5.4.2	해석모델 및 강성 .....	73
5.4.3	강도 .....	75
5.4.3.1	보의 강도 .....	75
5.4.3.2	기둥의 강도 .....	76
5.4.3.3	보-기둥 접합부의 강도 .....	77

5.4.4	모델링 변수 및 허용기준	78
5.4.4.1	선형절차	78
5.4.4.2	비선형절차	83
5.5	철근콘크리트 전단벽 구조	87
5.5.1	일반사항	87
5.5.2	강성	87
5.5.3	강도	88
5.5.4	모델링 변수 및 허용기준	89
5.5.4.1	선형절차	89
5.5.4.2	비선형절차	91
5.6	철근의 정착 및 이음	94
<b>제 6 장. 조적채움벽구조와 조적조</b>		<b>96</b>
6.1	조적채움벽 골조	96
6.1.1	일반사항	96
6.1.1.1	모델링 개념	96
6.1.1.2	재료 시험	96
6.1.1.3	재료 특성 기본값	99
6.1.2	강성	100
6.1.3	강도	104
6.1.4	모델링 주요 변수 및 허용기준	106
6.1.4.1	선형절차	106
6.1.4.2	비선형정적절차	107
6.1.4.3	비선형동적절차	110
6.1.4.4	인접골조의 검토	110
6.1.5	면외방향의 검토	111
6.2	비보강조적조	113
6.2.1	일반사항	113
6.2.2	강성	113
6.2.3	강도	113
6.2.4	모델링 주요 변수 및 허용기준	115
6.2.4.1	선형절차	115

6.2.5 면외방향의 검토 .....	116
<b>제 7 장. 강구조 .....</b>	<b>118</b>
7.1 일반사항 .....	118
7.2 재료강도 및 상태평가 .....	118
7.2.1 재료강도 .....	118
7.2.2 상태평가 .....	120
7.3 평가 요구사항 .....	120
7.3.1 부재 .....	120
7.3.2 기초 연결 .....	120
7.3.3 철골 지붕 또는 철골 증축부 .....	121
7.4 철골모멘트골조 .....	121
7.4.1 일반사항 .....	121
7.4.2 해석모델 .....	122
7.4.2.1 선형절차 .....	122
7.4.2.2 비선형절차 .....	123
7.4.3 강도 .....	125
7.4.3.1 선형절차 .....	125
7.4.3.2 비선형절차 .....	126
7.4.4 허용기준 .....	126
7.4.4.1 선형절차 .....	126
7.4.4.2 비선형절차 .....	131
7.5 철골 중심가새골조 .....	134
7.5.1 일반사항 .....	134
7.5.2 해석모델 .....	134
7.5.2.1 선형절차 .....	134
7.5.2.2 비선형절차 .....	134
7.5.3 강도 .....	134
7.5.3.1 선형절차 .....	134
7.5.3.2 비선형절차 .....	135
7.5.4 허용기준 .....	135
7.5.4.1 선형절차 .....	135

7.5.4.2 비선형절차 .....	135
7.6 경량지붕다이아프램 .....	138
<b>제 8 장. 기초 및 지반 .....</b>	<b>139</b>
8.1 일반사항 .....	139
8.2 지반조사 .....	139
8.2.1 지반조사의 목적 .....	139
8.2.2 지반조사의 방법 .....	139
8.3 기초의 지지력 .....	141
8.4 구조물의 해석을 위한 기초지반의 모델링 .....	142
8.4.1 일반사항 .....	142
8.4.2 얇은기초 .....	142
8.4.3 말뚝기초 .....	145
8.5 기초의 안전성평가 .....	146
8.5.1 얇은기초 .....	146
8.5.1.1 일반사항 .....	146
8.5.1.2 선형절차 .....	146
8.5.1.3 비선형절차 .....	147
8.5.2 말뚝기초 .....	147
8.5.2.1 일반사항 .....	147
8.5.2.2 선형절차 .....	147
8.5.2.3 비선형절차 .....	148
8.6 지하구조의 안전성평가 .....	148
<b>제 9 장. 비구조요소의 내진성능평가 .....</b>	<b>150</b>
9.1 일반사항 .....	150
9.1.1 목적 .....	150
9.1.2 평가범위 .....	150
9.1.3 평가방법 .....	150
9.1.4 평가절차 .....	150
9.2 비구조요소의 성능목표 .....	151
9.3 정보수집 및 성능취약부 육안평가 .....	151

9.4 해석적 평가절차 .....	152
9.4.1 평가절차 .....	152
9.4.2 평가지진력 산정 .....	152
9.4.3 변위 산정 .....	154
9.4.4 가속도 산정 .....	155
9.5 실험적 평가절차 .....	155
9.6 기능수행의 확인 .....	156
9.7 비구조요소별 성능수준의 정의 및 허용기준 .....	156
9.7.1 건축 비구조요소 .....	156
9.7.1.1 외부에 접착 또는 앵커로 고정되는 중량 외장재 .....	156
9.7.1.2 칸막이벽 .....	157
9.7.1.3 커튼월, 칸막이벽에 끼워진 유리 .....	157
9.7.1.4 매달린 천장 .....	159
9.7.1.5 이중바닥 .....	160
9.7.1.6 중량 파라펫 .....	160
9.7.2 기계 및 전기 설비 비구조요소 .....	161
9.7.2.1 기계장비 .....	161
9.7.2.2 전기 및 통신설비 .....	162
9.7.3 배관 .....	162
9.7.3.1 압력배관 .....	162
9.7.3.2 소화배관 .....	163
<b>부록 A. 보고서의 구성 .....</b>	<b>164</b>
<b>부록 B. 내진성능평가 요약보고서 예시 .....</b>	<b>169</b>
<b>부록 C. 수직부재 사전평가 .....</b>	<b>186</b>

## <표 차례>

표 1.2.1 현장조사 필수항목 및 세부기준 .....	6
표 1.2.2 경과년수 및 재료상태에 따른 재료강도의 감소계수 .....	8
표 1.2.3 건설연도별 재료의 기본값 .....	8
표 2.1.1 건축물의 성능수준과 구조요소 및 비구조요소의 성능수준의 관계 .....	13
표 2.1.2 구조요소의 성능수준별 손상 정도 .....	13
표 2.1.3 비구조요소 성능수준의 정의 및 일반적 피해 수준 .....	14
표 2.1.4 건축물의 내진등급별 최소성능목표(KDS 41 17 00 표 15.3-1) .....	14
표 2.2.1 지진구역 및 지진구역계수 .....	17
표 2.2.2 재현주기에 따른 위험도계수 .....	17
표 2.2.3 지반의 분류 .....	18
표 2.2.4 단주기지반증폭계수, $F_a$ .....	18
표 2.2.5 1초주기 지반증폭계수, $F_v$ .....	19
표 3.3.1 기둥의 평균전단응력 .....	24
표 3.3.2 전단벽의 종류에 따른 단면적 및 전단응력 산정 .....	25
표 3.3.3 철근콘크리트조의 성능수준 판정을 위한 DCR 기준 .....	28
표 3.3.4 철근콘크리트조 예비평가 시트 .....	29
표 3.3.5 조적조 평균전단응력 .....	34
표 3.3.6 경과년수 및 재료상태에 따른 강도 보정계수 .....	34
표 3.3.7 조적조 성능수준 판정을 위한 DCR 기준 .....	36
표 3.3.8 조적조 예비평가 시트 .....	37
표 4.1.1 변형지배거동과 힘지배거동의 구분 .....	45
표 4.2.1 최대 비탄성변위와 선형탄성변위의 보정을 위한 수정계수, C .....	48
표 4.2.2 주기상한계수, $C_u$ .....	51
표 4.6.1 내진설계된 구조물의 성능수준별 허용 층간변형각(%) .....	66
표 4.6.2 성능수준별 중력하중저항능력 .....	67

표 5.2.1	설계기준강도로부터 기대강도를 구하기 위한 재료별 보정계수	69
표 5.3.1	철근콘크리트 구조부재별 유효강성	70
표 5.4.1	횡보강근 상세에 따른 RC기둥의 파괴모드 분류	74
표 5.4.2	접합부 강도산정 계수, $\gamma$	77
표 5.4.3	철근콘크리트 보의 m 계수	80
표 5.4.4	철근콘크리트 기둥의 m 계수	81
표 5.4.5	철근콘크리트 보-기둥 접합부의 m 계수	82
표 5.4.6	철근콘크리트 보의 모델링 주요 변수 및 성능수준별 허용기준	84
표 5.4.7	철근콘크리트 기둥의 모델링 주요 변수 및 성능수준별 허용기준	85
표 5.4.8	철근콘크리트 보-기둥 접합부의 모델링 주요 변수 및 성능수준별 허용기준	86
표 5.5.1	철근비 $\rho_{se}$ 의 A와 B	88
표 5.5.2	휨 지배 철근콘크리트 전단벽 및 관련 요소의 m 계수	90
표 5.5.3	전단 지배 철근콘크리트 전단벽 및 관련 요소의 m 계수	91
표 5.5.4	휨 지배 철근콘크리트 전단벽 및 관련 요소의 비선형 모델링 변수 및 허용기준	93
표 5.5.5	전단 지배 철근콘크리트 전단벽 및 관련 요소의 비선형 모델링 변수 및 허용기준	94
표 6.1.1	조적채움벽의 설계기준강도 기본값 (MPa)	100
표 6.1.2	조적채움벽의 탄성계수	100
표 6.1.3	조적채움벽의 m 계수	107
표 6.1.4	조적채움벽에 인접한 철근콘크리트기둥의 m 계수	107
표 6.1.5	조적채움벽의 등가압축가새의 모델링 주요변수 및 허용기준	109
표 6.1.6	조적채움벽에 인접한 철근콘크리트기둥의 모델링 주요변수 및 허용기준	109
표 6.1.7	아치작용의 요건을 만족하는 조적채움벽의 면외방향 검토를 생략하기 위한 높이-두께비( $h_m/t_m$ ) 상한치	113
표 6.1.8	벽체의 높이-두께 비( $\lambda_2$ )에 대한 계수	113
표 6.2.1	비보강 조적조의 m계수	116
표 7.2.1	주요 구조용 강재의 설계기준강도, MPa	119
표 7.2.2	설계기준강도에서 기대강도로 변환하는 계수	119
표 7.4.1	철골완전강점모멘트골조의 m 계수	130
표 7.4.2	철골 완전강점모멘트 접합부의 비선형 모델링 주요 변수 및 허용기준	133

표 7.5.1 철골 중심가새골조의 m 계수 .....	136
표 7.5.2 철골 중심가새골조의 비선형 모델링 변수 및 허용기준 .....	137
표 A.1 평가대상 구조물에 대한 정보요구사항 .....	164
표 A.2 상세평가 보고서에 제시되어야 할 구조해석모델 및 평가결과 항목 .....	166
표 C.1 기둥 및 벽체 치수와 간략 파괴모드 평가표 예시 .....	188
표 C.2 기둥 및 벽체 파괴모드 분류 및 주요 거동특성 평가를 위한 하중조합 .....	189
표 C.3 하중조합별 해석결과 비교 및 상세 파괴모드 평가표 예시 .....	189

## <그림 차례>

그림 1.1.1 내진성능평가절차 흐름도 .....	3
그림 2.2.1 설계응답가속도스펙트럼 .....	20
그림 3.3.1 기둥의 순높이 .....	24
그림 4.3.1 소성힌지특성모델 .....	55
그림 4.5.1 반복하중에 의한 하중-변위곡선으로부터 포락곡선 작성 .....	64
그림 4.5.2 다중선형그래프의 유형 .....	64
그림 4.5.3 성능수준별 허용기준과 m 계수의 결정 .....	65
그림 5.4.1 보-기둥 접합부 강역의 모델링 .....	73
그림 5.4.2 보-기둥 접합부 분류 .....	77
그림 5.5.1 휨 지배 벽체의 소성힌지 회전각 .....	92
그림 5.5.2 전단벽 연결보의 현회전각 .....	92
그림 5.5.3 전단 지배 벽체의 층간변위 .....	92
그림 6.1.1 등가스트럿 모델 .....	103
그림 6.1.2 조적채움벽의 하중-변형 관계 포락선 .....	104
그림 7.4.1 강제 부재의 힘과 변형 관계 .....	123
그림 7.4.2 현회전각의 정의 .....	124
그림 8.4.1 유한한 강성을 갖는 기초의 모델링 .....	142
그림 B.1 평면도 제시 예시 .....	171
그림 B.2 해석모델 적용하중 제시 예시 .....	173
그림 B.3 고유치 해석 결과 제시 예시 .....	175
그림 B.4 고유치 해석 결과 제시 예시 .....	180
그림 C.1 기둥의 축력과 모멘트 변화 .....	190

