

제3장 내진성능 예비평가

3.1 일반사항

내진성능 예비평가는 지진하중에 저항하는 수직부재의 재료강도와 단면치수로부터 개략적인 횡하중저항능력을 산정하고 이를 지진하중에 의해 건물에 작용하는 밀면전단력과 비교하여 강도측면에서 내진성능을 안전측으로 평가한다. 수직부재가 전단파괴될 경우는 비선형 거동이 일어나지 않으므로 전단파괴하중을 그 부재의 횡하중저항능력으로 볼 수 있으며, 휨파괴되는 부재의 경우에는 비선형 거동에 의한 에너지 흡수능력을 고려하여 휨파괴강도에 적절한 계수를 곱한 값을 그 부재의 횡하중저항능력으로 본다. 전단파괴 부재와 휨파괴 부재가 공존하는 경우는 두 종류의 부재가 최대하중에 도달하는 시점이 다르므로 구조물의 횡하중저항능력을 두 값의 단순합으로 볼 수는 없으며 휨과 전단 거동의 상호작용을 고려한 간략식을 사용한다.

약산식을 사용하여 강도 측면에서 내진성능을 보수적으로 평가하지만 매우 간략화된 수식을 사용하므로 비틀림이나 응력집중이 예상되는 비정형 구조물의 경우는 그 영향을 고려하여 구조물의 내진성능을 산정할 수 있도록 하였다.

예비평가에서 평가결과가 성능목표를 만족하지 못할 경우 상세평가를 통한 정밀한 평가를 권장한다.

3.1.1 적용대상건물의 범위

이 요령의 예비평가절차는 철근콘크리트조와 조적조 건물을 대상으로 한다.

[해설]

예비평가절차는 다수의 저층 건물을 대상으로 간략하게 내진성능을 평가하여 상세평가가 요구되는 건물을 선정하기 위한 목적으로 개발되었다. 이 요령에서 예비평가는 예비평가시트를 사용하여 수행하도록 구성되어 있는데 철근콘크리트조(표 3.3.4)와 조적조 건물(표 3.3.8)에 대해서만 평가시트가 마련되어 있다. 이는 철근콘크리트조와 조적조가 저층 건축물에 가장 흔한 형식이기 때문이다. 강구조의 경우 기둥, 보, 기둥-보 접합부의 항복 모두를 고려하여야 하며 횡지지조건에 따라 강도가 달라져 수계산에 의한 평가가 효율적이지 않으므로 예비평가에서 제외하였다.

2013년 요령과 달리 비정형성이 있는 건물도 비정형에 따른 내진성능저하효과를 고려함으로써 예비평가를 수행할 수 있도록 수정하였으며 층수의 제한도 삭제하였다. 하지만 예비평가에서는 저층구조물임을 고려하여 단주기가속도 스펙트럼을 사용하므로 고층건물의 경우 지진하중이 크게 산정되어 보수적으로 평가됨을 감안할 필요가 있다.

3.1.2 자료조사 및 정리

해당건물의 내진성능 예비평가를 위해 평가대상 건축물에 대해 다음과 같은 자료를 확보해야 한다.

1. 해당지역의 지반정보
2. 건물의 중요부분의 치수
3. 구조계산서
4. 구조평면도 및 입면도

단, 구조 평면도 및 구조계산서가 없는 경우에는 충분한 현장조사를 통해 건물의 중요부분의 치수에 관한 자료를 확보하여야 한다. 대상지역의 지반을 분류할 수 있는 자료가 충분하지 않으나, 지반의 종류가 S_5 일 가능성이 없는 경우에는 지반종류 S_4 를 적용할 수 있다.

설계도서가 없을 경우 예비평가를 위해서는 현장조사를 통해 수직부재의 단면치수에 대한 조사가 필요하다. 재료특성의 경우 건설연도에 따른 기본값에 재료상태에 따른 감소계수를 곱한 값을 사용할 수 있다. 설계도서가 있을 경우 설계도서에 근거한 단면치수 및 재료특성을 사용할 수 있다. 이 때 재료특성은 표 1.2.2의 경과년수 및 재료상태에 따른 감소계수를 곱하여 사용한다.

현장시험을 실시하여 재료강도를 결정하는 경우, 그 절차는 1.2.2에 따른다.

[해설]

예비평가단계에서는 기본적으로 주요부재의 치수 정보만을 이용하여 내진성능평가를 수행한다. 재료강도에 대한 정보는 현장시험을 통해 얻을 수도 있으나, 설계도서가 있는 경우는 도서상의 강도와 표 1.2.2 경과년수 및 재료상태에 따른 재료강도의 감소계수에 따른 저감계수를 곱한 값을 사용할 수 있고, 설계도서가 없는 경우는 표 1.2.3의 건설연도별 재료의 기본값을 사용할 수 있다. 예비평가에서는 단주기스펙트럼가속도만이 사용된다. 지반조사를 수행하지 않은 경우 가장 불리한 조건의 지반으로 가정하여 평가 할 수 있다.

3.2 지진하중

중저층 건축물의 경우 대부분 주기가 1.0초 이하일 것으로 예상되며, 안전측의 평가를 위해 예비평가단계에서는 단주기스펙트럼가속도(S_{XS})를 사용하여 산정한 지진하중을 평가지진하중으로 한다.

[해설]

예비평가단계에서는 평가절차를 간략화하고 좀 더 보수적인 평가결과를 산정하기 위해, 스펙트럼가속도를 결정하는 과정에서 주기를 산정하고 그에 해당하는 스펙트럼가속도를 이용하지 않고, 주기와 관계없이 스펙트럼가속도 중 가장 큰 값인 단주기스펙트럼가속도를 사용하도록 규정하였다. 이는 또한 예비평가단계에 적용하는 건물이 대부분 저층구조물임을 고려하여 결정하였다.

3.3 시스템별 평가절차

예비평가에서는 각 층 각 방향별로 수직부재의 전단저항능력의 합과 가정된 연성능력을 토대로 횡하중 저항능력을 산정하고 요구량인 지진하중의 크기와 비율을 통해 성능수준을 산정한다. 이러한 절차로 각층 각 방향별로 성능수준을 산정한 후 구조물전체의 성능수준은 이중 가장 불리한 결과로 판정한다.

3.3.1 철근콘크리트조

3.3.1.1 재료강도 및 부재강도 평가

철근콘크리트조의 예비평가는 기본적으로 층별로 수직부재의 수평력저항능력의 합과 지진에 의해 발생하는 수평력의 비교를 통해 수행한다.

(1) 설계도서가 있을 경우

설계도서가 있을 경우 단면치수와 배근, 재료강도로부터 수직부재의 휨, 전단능력을 구하여 사용할 수 있다. 부재의 능력(강도)은 연직하중과 지진하중 작용시 구조역학의 원리 및 설계기준에 근거하여 산정한다. 이때 변형지배거동인 부재의 강도는 기대강도를 사용하고 하중지배거동의 경우는 하한치인 공칭강도를 사용한다. 부재의 기대강도는 재료의 공칭강도에 표 5.2.1의 계수를 적용한 재료의 기대강도를 사용하여 계산한다. 수직부재의 평균전단응력 산정시에는 부재의 파괴모드를 고려하여 기둥의 휨파괴시 전단력(V_p)과 전단강도(V_n) 중 작은 값을 사용하여야 한다. 부재별 휨파괴강도 및 전단강도는 5장의 부재강도 산정절차에 따라 구할 수 있다. 이때 재료의 공칭강도는 설계도서의 재료강도에 표 1.2.2의 경과년수 및 재료상태에 따른 감소계수를 곱한 값을 사용한다.

철근콘크리트조 구조물에서 기둥은 휨지배형 기둥과 전단지배형 기둥으로 분류한다. 휨지배형 기둥은 휨파괴시 전단력이 전단강도보다 작은 경우이고, 그렇지 않은 경우에는 전단지배형 기둥으로 분류한다. 전단벽은 전단지배형 부재로 본다.

기둥의 휨파괴시 전단력 V_p 는 식 (3.3.1)에 의해 산정한다.

$$V_p = \frac{M_{e1} + M_{e2}}{h_o} \quad (3.3.1)$$

여기서,

M_{e1} =기둥 상부단면의 휨기대강도

M_{e2} =기둥 하부단면의 휨기대강도

h_o =기둥 순 높이 (그림 3.3.1 참조)

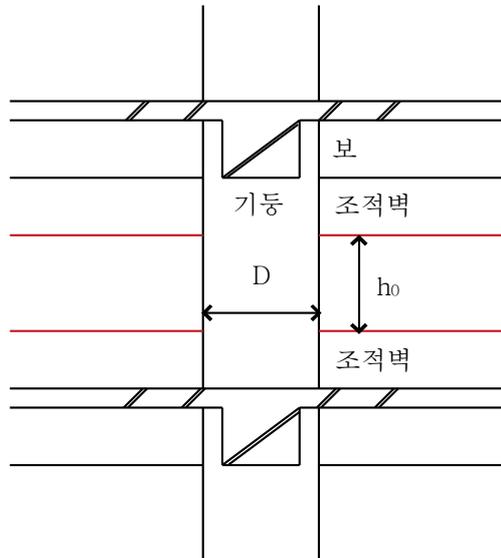


그림 3.3.1 기둥의 순높이

기둥단면의 휨기대강도는 5장의 부재강도 산정절차에 제시된 방법에 따라 구한다.

(2) 설계도서가 없을 경우

예비평가시 재료의 설계강도를 알 수 없을 경우 건설연도에 따라 표 1.2.3의 기본값에 재료상태에 따른 감소계수를 곱하여 사용한다. 혹은 다음과 같이 부재의 길이/폭비를 근거로 파괴모드를 예상한 후 연도별 재료강도의 기본값에 근거한 표 3.3.1의 평균전단응력을 사용할 수 있다.

표 3.3.1 기둥의 평균전단응력

기둥분류		건설연도			
		1970년 이전	1971년 -1987년	1988년 -2000년	2001년 이후
전단파괴 v_{sc}	단주 $h_o/D < 2.0$	1.17	1.23	1.30	1.41
	일반기둥 $2.0 \leq h_o/D < 6.0$	0.71	0.74	0.79	0.86
휨파괴 v_{fc}	장주 $h_o/D \geq 6.0$	0.46	0.47	0.48	0.53

여기서, h_o : 기둥의 순높이, D : 하중방향 부재단면의 폭

대상건물의 전단벽은 건설연도에 무관하게 전단파괴형 부재로 가정하여 내력을 산정하며, 이때 전단벽의 단면적 A_{sw} 및 전단응력 v_{sw} 의 산정은 표 3.3.2를 따른다.

표 3.3.2 전단벽의 종류에 따른 단면적 및 전단응력 산정

종류	단면	단면 상세	단면적 및 전단응력
양쪽에 기둥이 있는 전단벽		$A_{sw} = t \cdot l_{w1}$ $v_{sw} = 3.0 MPa$	
한쪽에 기둥이 있는 전단벽		$A_{sw} = t \cdot l_{w2}$ $v_{sw} = 2.0 MPa$	
기둥이 없는 전단벽		$A_{sw} = t \cdot l_{w3}$ $v_{sw} = 1.0 MPa$	

면외방향으로 배치된 전단벽의 전단능력은 무시한다. 또한 기둥에 길이가 짧은 벽이 같이 붙어 있을 경우 벽을 무시하고 표 3.3.1에 의해 산정된 기둥의 전단응력과 표 3.3.2에 의한 벽의 전단응력 중 큰 값을 사용한다.

(3) 조적채움벽이 있을 경우

조적채움벽(Infilled wall)의 효과는 일반적으로 강도와 강성을 증가시키나 연성도는 크게 감소시키는 효과를 가지는 것으로 알려져 있다. 따라서 예비평가에서는 조적채움벽의 역할을 보수적으로 평가하여 0.035 MPa의 전단지배형 횡하중 저항능력을 가지는 것으로 가정한다. 단, 바닥에서부터 천정까지 채움벽의 양측면이 모르타르로 마감되어 있으며 보하단부가 밀실하게 채워져 있을 경우는 0.09 MPa를 사용할 수 있으며, 이 경우 경과년수에 따른 감소계수를 곱하여 사용한다. 단, 창호가 존재할 경우 창호의 면적은 공제하며 조적채움벽에 의해 기둥의 일부가 구속을 받을 경우 기둥의 파괴모드가 달라질 수 있으므로 구속을 받는 부분을 제외하고 기둥의 순높이를 산정한다.

[해설]

전단벽의 기본 전단응력은 일본의 규정을 원용한 것이나 기둥의 경우와 같이 국내의 기본재료강도 및 일반적인 배근에 근거하여 다음과 같이 산정된 값을 기본 전단응력으로 사용할 수도 있다.

벽체분류	건설연도			
	1970년 이전	1971년-1987년	1988년-2000년	2001년 이후
기둥이 없는 경우	0.71	0.74	0.79	0.86

기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

한쪽에 기둥이 있는 경우	1.42	1.48	1.58	1.72
양쪽에 기둥이 있는 경우	2.13	2.22	2.37	2.58
단위: MPa				

조적채움벽의 저항능력 0.09 MPa와 0.035 MPa는 표 6.1.1 조적채움벽의 설계기준강도 기본값에서 상태가 불량일 경우 수평 및 수직 줄눈이 밀실하게 채워진 경우와 수직 줄눈이 밀실하게 채워지지 않은 경우에 각각 해당한다.

3.3.1.2 평가방법 및 성능수준의 판정

철근콘크리트조의 예비평가시 저항능력은 전단지배형 부재의 저항능력의 합 C_s 과 휨지배형 부재의 저항능력의 합 C_f 으로부터 식 (3.3.2)와 같이 산정한다.

$$C = \max[(C_s + 0.7C_f), D_\mu C_f] \quad (3.3.2)$$

여기서,

$$C_f = \sum v_{fc} \cdot A_{cf}$$

$$C_s = \sum v_{sc} \cdot A_{cs} + \sum v_{sw} \cdot A_{sw}$$

단, 전단지배형부재의 저항능력산정시 재료강도는 하한값(공칭강도)을 사용하고, 휨지배형부재의 저항능력산정시 재료강도는 평균값(기대강도)을 사용하여 계산한다. 휨지배형부재의 연성능력 D_μ 는 2.0으로 본다.

성능수준의 판정은 기본적으로 요구량(Demand)/저항능력(Capacity)의 비(DCR)에 의한다. 예비평가에서는 전단력의 저항여부를 중심으로 평가하므로 요구량은 평가기준 지진하중에 의한 층전단력, 저항능력은 연직부재의 전단저항능력의 합이다.

$$DCR_i = \frac{S_{XS} \cdot W \cdot \gamma_i}{C_i \cdot \lambda_s} \quad (3.3.3)$$

여기서,

DCR_i : i 층의 DCR

S_{XS} : 재현주기 및 지반조건에 따른 단주기스펙트럼가속도

$W = \sum_{i=1}^n w_i \cdot A_i$: 구조물의 총 중량

w_i : i 층 유효중량, 정밀하게 산정하지 않을 경우 10kN/m^2 을 사용

A_i : i 층 바닥면적의 합

$$\gamma_i = \frac{\sum_{\ell=i}^n w_{\ell} h_{\ell}^k}{\sum_{\ell=1}^n w_{\ell} h_{\ell}^k} : \text{층 전단력 분포계수}$$

h_{ℓ} : 밑면으로부터 ℓ 층까지 높이

k : 건물주기에 따른 횡력분포계수, 예비평가에서는 1.0을 사용하여 횡력분포를 역삼각형으로 가정한다.

C_i : i 층의 저항능력

λ_s : 비정형성에 의한 구조물의 저항능력의 감소를 고려하기 위한 비정형계수

비정형계수 λ_s 는 식 (3.3.4)로 산정한다.

$$\lambda_s = 0.9^n \tag{3.3.4}$$

여기서, n 은 아래의 6가지 사항 중 해당하는 항목의 수를 나타낸다. 단, 5번 항목에 해당할 경우 다른 항목의 수의 합에 2를 더한다.

1. L, T, U, H형 평면에서 돌출부의 면적이 전체평면면적의 20%를 초과할 경우, 단 돌출부는 튀어나온 길이가 폭의 0.5배 이상인 경우만 고려한다.
2. 평면치수의 장변 대 단변의 비가 8을 초과하는 경우
3. 층고가 가장 낮은 층의 층고가 가장 높은 층의 층고의 70%이하일 경우. 단, 최상층은 가장 층고가 낮은 층에 해당하지 않음.
4. 가장 면적이 작은 층의 면적이 가장 큰 층의 면적의 70%이하일 경우. 단, 최상층은 가장 면적이 작은 층에 해당하지 않음.
5. 상층부 수직부재의 단면적 합이 하층부 수직부재의 단면적 합에 비해 30%를 초과하는 경우 (필로티 등). 단, 기둥사이의 조적벽체가 밀실하게 채워진 경우, 조적벽체도 수직부재로 본다.
6. 벽체의 강성 중심이 평면의 중심에서 벽체의 수직방향으로 전체 평면길이의 1/6을 초과하는 경우. 단, 기둥만 존재하는 경우에는 해당되지 않는다. 벽체의 강성중심 e 는 식 (3.3.5)로 산정한다.

$$e = \frac{\sum_{i=1}^n l_{wi}^3 x_i}{\sum_{i=1}^n l_{wi}^3} \tag{3.3.5}$$

여기서, l_{wi} 는 i 번째 벽체의 길이, x_i 는 평면중심에서 i 번째 벽체중심까지의 거리를 나타낸다.

기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

표 3.3.3 철근콘크리트조의 성능수준 판정을 위한 DCR 기준

DCR의 범위	성능수준
$DCR \leq 0.5$	거주가능
$0.5 < DCR \leq 0.75$	인명안전
$0.75 < DCR \leq 1.0$	붕괴방지
$1.0 < DCR$	붕괴위험

[해설]

일반적으로 전단파괴 지배가 최대 내력을 발휘하는 변형의 크기는 휨파괴 지배 부재가 최대내력을 발휘하는 변형의 크기보다 매우 작다. 이는 전단파괴 지배가 최대 내력을 보이는 변형에서 휨파괴 지배 부재는 최대내력을 보이지 않는 것을 의미한다. 또한, 휨파괴 부재의 경우 연성거동을 보이기 때문에 단순히 부재의 최대내력만으로 지진저항 능력을 평가하면 구조물의 내진성능을 과소평가 할 수 있다. 본 요령에서는 이러한 점을 고려하여 전단파괴 부재와 휨파괴 부재가 혼재되어 있는 경우, 식 (3.3.2)와 같이 전단파괴 부재의 내력과 휨파괴부재 내력의 70%를 합한 값과 휨파괴 부재의 연성능력을 고려하여 휨파괴 부재 내력에 D_{μ} 만큼 곱한 값 중 큰 값을 전체 내력으로 산정하였다. 또한, 기존 내진설계되지 않은 건축물의 경우 내진설계된 건축물보다 연성능력이 크지 않음을 고려하여, 본 요령의 예비평가단계에서 휨지배형부재의 연성능력 D_{μ} 는 2.0으로 비교적 작은 값으로 산정하였다. 이는 내진설계되지 않은 일반적인 철근콘크리트 구조물도 대부분의 부재가 휨파괴 거동을 보이는 경우 항복변형이후 최대변형이 항복변형의 2배 정도는 될 수 있음을 고려하여 결정한 값이다.

표 3.3.4 철근콘크리트조 예비평가 시트

1. 기본사항

건물의 명칭 : _____
 건물의 위치 : _____
 건물의 규모 : 지상 ____층, 지하 ____층
 건설년도 : _____년 경과년수 : _____년

지반종류 : _____ 지진구역 : _____

성능목표
 지진위험도(재현주기) : _____ 성능수준 : _____

지진구역계수(Z) : _____ (표 2.2.1)
 재현주기에 따른 위험도계수(I) : _____ (표 2.2.2)
 유효지반가속도($S = Z \times I$) : _____ (식 2.2.1)
 단주기 지반증폭계수(F_a) : _____ (표 2.2.4)
 단주기스펙트럼가속도($S_{XS} = S \times 2.5 \times F_a$) : _____

2. 층별 요구량의 산정

층 중량 : $W = \text{바닥면적} \times 10 \text{ kN/m}^2$

$$\text{층 전단력 분포계수} : \gamma_i = \frac{\sum_{\ell=i}^n w_{\ell} h_{\ell}}{\sum_{\ell=1}^n w_{\ell} h_{\ell}}$$

평가 층의 Demand = $S_{XS} \cdot W \cdot \gamma$

층별 요구량

	층높이 (h_i), m	층바닥 면적, m^2	층중량 (w_i) kN	$w_i \times h_i$	$\sum_{\ell=i}^n w_{\ell} h_{\ell}$	층전단력 분포계수	요구량 (kN)
			합계				

기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

3. 비형정지수 λ_s 의 산정

$$\lambda_s = 0.9^n$$

여기서, n 은 아래의 6가지 사항 중 해당하는 항목의 수를 나타낸다.

- 1) 평면에서 돌출부의 면적이 전체평면면적의 20%를 초과하는 것
- 2) 평면치수의 장변 대 단변의 비가 8을 초과하는 것
- 3) 층고가 가장 낮은 층의 층고가 가장 높은 층의 층고의 70%이하일 경우
- 4) 가장 면적이 작은 층의 면적이 가장 큰 층의 면적의 70%이하일 경우
- 5) 필로티와 같이 상층부의 수직부재의 단면적의 합이 하층부의 단면적의 합보다 30%를 초과하는 경우
- 6) 벽체의 강성 중심이 평면의 중심에서 벽체의 수직방향으로 전체 평면길이의 1/6을 초과하는 경우.
(기둥만 존재하는 경우에는 해당되지 않음)

$$\text{벽체의 강성중심 } e = \frac{\sum_{i=1}^n l_{w_i}^3 x_i}{\sum_{i=1}^n l_{w_i}^3}$$

4. 층별 저항능력의 산정

기둥의 평균전단응력

기둥분류		건설연도			
		1970년 이전	1971년 -1987년	1988년 -2000년	2001년 이후
전단파괴 v_{sc}	단주 $h_o/D < 2.0$	1.17	1.23	1.30	1.41
	일반기둥 $2.0 \leq h_o/D < 6.0$	0.71	0.74	0.79	0.86
휨파괴 v_{fc}	장주 $h_o/D \geq 6.0$	0.46	0.47	0.48	0.53

여기서, h_o : 기둥의 순높이,

D : 하중방향 부재단면의 폭

기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

- 벽

위치		부재 ID	층고(h) mm	두께 mm	길이 mm	단면적 mm ²	방향	양단에 연결된 기둥의 수
x grid	y grid							

- 수직부재 단면적 합계

단면적의 합 (mm ²)	x 방향	y 방향
단주 면적의 합		
일반기둥면적의 합		
장주 면적의 합		
양쪽에 기둥이 있는 전단벽, W1		
한쪽에 기둥이 있는 전단벽, W2		
기둥이 없는 전단벽, W3		

2) 전단내력의 합

		평균전단응 력, MPa	x 방향		y 방향	
			단면적의 합, mm ²	내력의 합 kN	단면적의 합, mm ²	내력의 합 kN
힘파괴 부재	장주					
	Cf					
전단파괴 부재	단주					
	일반기둥					
	W1					
	W2					
	W3					
	Cs					

3) 보유내력의 산정

	X 방향	Y 방향
Cs+0.7Cf		
(D=2)*Cf		
저항능력 (최댓값)		

4.2 2층

4.1과 동일한 형식으로 작성

4.3 3층

4.1과 동일한 형식으로 작성

5. 성능수준의 판정

철근콘크리트조의 성능수준 판정을 위한 DCR 기준

DCR의 범위	성능수준
DCR ≤ 0.5	거주가능
0.5 < DCR ≤ 0.75	인명안전
0.75 < DCR ≤ 1.0	붕괴방지
1.0 < DCR	붕괴위험

층별 DCR

$$DCR_i = \frac{S_{XS} \cdot W \cdot \gamma_i}{C_i \cdot \lambda_s}$$

		요구량	저항능력	DCR	성능수준
1층	x 방향				
	y 방향				
2층	x 방향				
	y 방향				
3층	x 방향				
	y 방향				

각 층 및 방향별로 성능수준을 결정한 후 가장 불리한 성능수준으로 결정

최종 성능수준 : _____

작성일자 : _____ 평가자 : _____

3.3.2 조적조

3.3.2.1 재료강도 및 부재강도 평가

조적벽체의 평균전단응력은 다음 표 3.3.5에 의한 기본 전단응력에 표 3.3.6의 경과년수 및 재료상태에 따른 강도보정계수를 곱한 값을 사용하거나 재료시험을 통해 얻어진 평균전단응력을 사용할 수 있다.

표 3.3.5 조적조 평균전단응력

조적벽체의 종류	단면도	전단응력 및 단면적
개구부가 없는 경우		$v_n = 0.2 \text{ MPa}$ $A_n = t \cdot L_w$
개구부가 있는 경우		$v_o = 0.1 \text{ MPa}$ $A_o = t \cdot L_w$

표 3.3.6 경과년수 및 재료상태에 따른 강도 보정계수

구분		조적조 압축강도	조적조 전단강도
경과 년수	30년 이상	0.5	0.7
	20년 이상	0.6	0.8
	20년 미만-10년 이상	0.8	0.9
	10년 미만	1.0	1.0
재료 상태	양호	1.0	1.0
	보통	0.8	0.85
	불량	0.5	0.7

3.3.2.2 평가방법 및 등급산정

예비평가는 요구량(Demand)/저항능력(Capacity)의 비(DCR)를 사용한다. 예비평가에서는 전단력의 저항여부를 중심으로 평가하며 요구량은 평가기준 지진하중에 의한 층전단력, 저항능력은 연직부재의 전단저항능력의 합이다. 조적조는 연성능력이 타 구조시스템에 비해 떨어지며 크기가 다른 조적벽체의 혼재에 따라 응력집중이 발생할 수 있으므로 저항능력을 보수적으로 평가하기 위해 0.8을 곱한다.

$$DCR_i = \frac{S_{XS} \cdot W \cdot \gamma_i}{\lambda_s (0.8) \sum V_i} \quad (3.3.6)$$

여기서

$\sum V_i = v_{oi} \cdot A_{woi} + v_{ni} \cdot A_{wni}$: 전단저항력의 합

A_{woi} : i 층, 개구부가 있는 조적벽체의 전체 면적

A_{wni} : i 층, 개구부가 없는 조적벽체의 전체 면적

$v_{oi} = v_o \cdot \frac{1}{W} \sum_{x=i}^n w_x A_x$: i 층, 개구부가 있는 조적벽체의 평균전단응력

$v_{ni} = v_n \cdot \frac{1}{W} \sum_{x=i}^n w_x A_x$: i 층, 개구부가 없는 조적벽체의 평균전단응력

$W = \sum_{i=1}^n w_i \cdot A_i$: 구조물의 총 중량

w_i : i 층 유효중량, 정밀하게 산정하지 않을 경우 13 kN/m^2 을 사용

A_i : i 층 바닥면적의 합

S_{XS} : 재현주기 및 지반조건에 따른 단주기스펙트럼가속도

$$\gamma_i = \frac{\sum_{\ell=i}^n w_\ell h_\ell^k}{\sum_{\ell=1}^n w_\ell h_\ell^k} \quad : \text{층 전단력 분포계수}$$

h_ℓ : 밑면으로부터 ℓ 층까지 높이

k : 건물주기에 따른 횡력분포계수, 예비평가에서는 1.0을 사용하여 횡력분포를 역삼각형으로 가정한다.

λ_s : 식 (3.3.4)에 의해 산정되는 비정형계수

조적조의 등급산정은 표 3.3.7에 의한다.

기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

표 3.3.7 조적조 성능수준 판정을 위한 DCR 기준

DCR 범위	성능수준
$DCR \leq 0.25$	거주가능
$0.25 < DCR \leq 0.75$	인명안전
$0.75 < DCR \leq 1.0$	붕괴방지
$1.0 < DCR$	붕괴위험

표 3.3.8 조적조 예비평가 시트

1. 기본사항

건물의 명칭 : _____

건물의 위치 : _____

건물의 규모 : 지상 ___층, 지하 ___층

건설년도 : _____ 년 경과년수 : _____ 년

지반종류 : _____ 지진구역 : _____

성능목표

지진위험도(재현주기) : _____ 성능수준 : _____

지진구역계수(Z) : _____ (표 2.2.1)

재현주기에 따른 위험도계수(I) : _____ (표 2.2.2)

유효지반가속도($S = Z \times I$) : _____ (식 2.2.1)

단주기 지반증폭계수(F_a) : _____ (표 2.2.4)

단주기스펙트럼가속도($S_{XS} = S \times 2.5 \times F_a$) : _____

2. 층별 요구량의 산정

층 중량 : $W = \text{바닥면적} \times 13 \text{ kN/m}^2$

$$\text{층 전단력 분포계수} : \gamma_i = \frac{\sum_{\ell=i}^n w_{\ell} h_{\ell}}{\sum_{\ell=1}^n w_{\ell} h_{\ell}}$$

평가 층의 Demand = $S_{XS} \cdot W \cdot \gamma_i$

	층높이 (h_i), m	층바닥 면적, m^2	층중량 (w_i) kN	$w_i \times h_i$	$\sum_{\ell=i}^n w_{\ell} h_{\ell}$	층전단력 분포계수	요구량 (kN)
2층							
1층							
합계							

기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

3. 층별 저항능력의 산정

조적조 평균전단응력

조적벽체의 종류	단면도	전단응력 및 단면적
개구부가 없는 경우		$v_n = 0.2 \text{ MPa}$ $A_n = t \cdot L_w$
개구부가 있는 경우		$v_o = 0.1 \text{ MPa}$ $A_o = t \cdot L_w$

조적조의 경과연수 및 재료상태에 따른 보정계수

구분		조적조 압축강도	조적조 전단강도
경과 연수	30년 이상	0.5	0.7
	20년 이상	0.6	0.8
	20년 미만-10년 이상	0.8	0.9
	10년 미만	1.0	1.0
재료 상태	양호	1.0	1.0
	보통	0.8	0.85
	불량	0.5	0.7

경과연수 및 재료상태에 따른 보정계수(t) : 압축강도 : _____ 전단강도 : _____

$$\text{개구부율 } I = \frac{\text{개구부길이}}{\text{벽체길이}}$$

1층 전단강도

Wall ID	L	H	개구부유무	개구부율	전단강도	전단강도 합
X방향						
Y방향						

2층 전단강도

Wall ID	L	H	개구부유무	개구부율	전단강도	전단강도 합
X방향						
Y방향						

기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

3. 성능등급의 결정

조적조 성능수준 판정을 위한 DCR 기준

$$DCR_i = \frac{Demand_i}{Capacity_i} = \frac{S_{XS} \cdot W \cdot \gamma_i}{(0.8) \sum V_i}$$

DCR 범위	성능수준
$DCR \leq 0.25$	거주가능
$0.25 < DCR \leq 0.75$	인명안전
$0.75 < DCR \leq 1.0$	붕괴방지
$1.0 < DCR$	붕괴위험

	방향	요구량	저항능력	DCR	성능수준
1층	x 방향				
	y 방향				
2층	x 방향				
	y 방향				

최종 성능수준은 각 층 및 방향별로 성능수준을 결정한 후 가장 불리한 성능수준으로 정함

최종 성능수준 : _____

작성일자 : _____ 평가자 : _____

3.3.3 강구조 및 철골철근콘크리트조

강구조와 철골철근콘크리트조의 예비평가절차는 제시하지 않는다. 따라서 강구조와 철골철근콘크리트조의 내진성능평가를 위해서는 상세평가절차를 적용하여야 한다.

[해설]

강구조의 경우 지진하중에 대한 안전성판단을 위해서는 기둥 뿐 아니라 보부재와 접합부의 내력 평가가 필요하다. 또한 부재단면의 내력산정도 지지조건과 단면의 종류에 따라 달라져 복잡하므로 이를 고려한다면 예비평가의 실효성에 의문이 있다. 따라서 이번 개정에서는 강구조와 철골철근콘크리트조의 예비평가절차는 삭제하였다.