

KDS 41 10 15 : 2016

건축구조기준 설계하중

2016년 6월 30일 제정
<http://www.kcsc.re.kr>



국토교통부

건설기준 제·개정에 따른 경과 조치

이 기준은 발간 시점부터 사용하며, 이미 시행 중에 있는 설계용역이나 건설공사는 발주기관의 장이 필요하다고 인정하는 경우 종전에 적용하고 있는 기준을 그대로 사용할 수 있습니다.

건설기준 제·개정 연혁

- 이 기준은 건설기준 코드체계 전환에 따라 기존 건설기준(설계기준, 표준시방서) 간 중복·상충을 비교 검토하여 코드로 통합 정비하였다.
- 이 기준은 기존의 건축 구조물 및 공작물 등의 구조설계에 해당되는 부분을 통합 정비하여 기준으로 제정한 것으로 제·개정 연혁은 다음과 같다.

건설기준	주요내용	제·개정 (년.월)
건축구조설계기준	• 건축구조 설계기준 제정	제정 (2005.4.5.)
건축구조설계기준	• 재검토기한 신설 등 개정	개정 (2009.8.27.)
건축구조기준	• 부분 개정	개정 (2009.12)
건축구조기준	• 재검토기한의 연도 수정 등 개정	개정 (2013.12)
건축구조기준	• 특정한 지형조건의 기본지상적설하중 등 개정	개정 (2015.10)
건축구조기준	• 성능설계법 도입 및 돌발상황에 의한 하중 추가 등 기준 전반에 대한 최근 연구결과 및 개선된 공법 반영	개정 (2016.5)
KDS 41 10 15 : 2016	• 건설기준 코드체계 전환에 따라 코드화로 통합 정비함	제정 (2016.6)

제 정 : 2016년 6월 30일
심 의 : 중앙건설기술심의위원회
소관부서 : 국토교통부 건축정책과
관련단체 (작성기관) : 대한건축학회

개 정 : 년 월 일
자문검토 : 국가건설기준센터 건설기준위원회

목 차

1. 일반사항	1
1.1 적용범위	1
1.2 용어의 정의	1
1.3 주요기호	9
1.4 설계하중의 종류	16
1.5 하중조합	17
2. 고정하중	19
2.1 일반사항	19
2.2 기본방침	19
3. 활하중	19
3.1 일반사항	19
3.2 등분포활하중	19
3.3 집중활하중	22
3.4 중량차량 활하중	22
3.5 활하중의 저감	23
3.6 지붕활하중의 저감	24
3.7 유사활하중	25
3.8 차량방호하중	25
3.9 크레인하중	25
4. 적설하중	26
4.1 일반사항	26
4.2 지상적설하중	27
4.3 평지붕적설하중	28
4.4 경사지붕적설하중	30
4.5 지붕의 불균형적설하중	31
4.6 지붕의 국부적설하중	34
4.7 눈과 비의 혼합하중	36
4.8 기타 적설하중	37

5. 풍하중	37
5.1 일반사항	37
5.2 주골조설계용 수평풍하중	39
5.3 주골조설계용 지붕풍하중	40
5.4 외장재설계용 풍하중	41
5.5 설계속도압	42
5.6 풍방향가스트영향계수	48
5.7 주골조설계용 풍압계수, 풍력계수	52
5.8 외장재설계용 풍압계수	63
5.9 풍직각방향풍하중	76
5.10 비틀림풍하중	77
5.11 건축물 부속물 및 기타 구조물의 풍하중 ·	79
5.12 풍하중의 조합	81
5.13 수평변위 및 응답가속도의 검토	82
5.14 간편법에 따른 풍하중	86
5.15 풍동실험	88
5.16 재현기간 1년풍속	89
6. 지진하중	89
6.1 일반사항	89
6.2 하중조합	90
6.3 지진위험도 결정	91
6.4 지진하중의 산정	95
6.5 등가정적해석법	99
6.6 지진력저항시스템	104
6.7 동적해석법	108
6.8 구조요소의 설계	113
6.9 성능설계법	114
6.10 건축, 기계 및 전기 비구조요소	115
6.11 건물외구조물의 내진설계	123

6.12	면진구조물의 내진설계	126
6.13	감쇠시스템 적용 구조물의 내진설계	134
7.	토압 및 지하수압	140
7.1	일반사항	140
7.2	벽체에 작용하는 토압 및 지하수압	140
7.3	바닥에 작용하는 지하수압	141
8.	온도하중	141
8.1	일반사항	141
8.2	온도하중	141
9.	유체압 및 용기내용물 하중	141
9.1	일반사항	141
9.2	유체압	141
9.3	용기내용물 하중	141
10.	운반설비 및 부속장치하중	142
10.1	일반사항	142
10.2	동력연동장치 지지구조물	142

건축구조기준 설계하중

1. 일반사항

1.1 적용범위

이 기준은 건축구조물에 작용하는 각종 하중을 산정할 때 적용한다. 다만, 특별한 조사 연구에 의한 설계하중 및 외력의 산정 시에는 이 기준을 적용하지 않을 수 있다. 이 경우에는 그 근거를 명시하여야 한다.

1.2 용어의 정의

- 가새골조: 횡력에 저항하기 위하여 건물골조방식 또는 이중골조방식에서 중심형 또는 편심형의 수직트러스 또는 이와 동등한 구성체
- 가스트영향계수: 바람의 난류로 인해 발생하는 구조물의 동적 거동 성분을 나타내는 것으로 평균변위에 대한 최대변위의 비를 통계적인 값으로 나타낸 계수
- 감쇠시스템: 개별 감쇠장치로부터 구조물의 기초와 지진력저항시스템에 하중을 전달하는 구조요소 또는 가새 등을 모두 포함하는 구조체
- 감쇠장치: 감쇠시스템의 일부로서 장치 양 단부의 상대적 움직임에 따라 에너지를 소산시키는 유연한 구조요소. 감쇠장치를 다른 구조요소에 연결하기 위해 필요한 핀, 볼트, 거싯플레이트, 가새연장재 등의 구성요소들을 모두 포함. 감쇠장치는 변위의존형이나 속도의존형 또는 이들의 조합형으로 분류할 수 있으며, 선형 또는 비선형으로 거동
- 강체구조물: 바람과 구조물의 동적 상호작용에 의해 발생하는 부가적인 하중효과를 무시할 수 있는 안정된 구조물(공진효과를 고려하지 않은 가스트영향계수를 사용하며 건축물의 형상비에 따라 구분)
- 강한 격막: 유연한 격막으로 분류되지 않는 격막
- 개방형 건축물: 정압을 받는 벽에 위치한 개구부 면적의 합이 그 벽면적의 80% 이상되는 건축물 또는 각 벽체가 80% 이상 개방되어 있는 건축물
- 거주성: 강풍으로 발생하는 진동에 의하여 거주자가 느끼는 불안, 불쾌감 등 삶의 질과 관련된 사항을 말함
- 건물골조방식: 수직하중은 입체골조가 저항하고, 지진하중은 전단벽이나 가새골조가 저항하는 구조방식

건축구조기준 설계하중

- 경계요소: 격막이나 전단벽의 가장자리, 내부 개구부, 불연속면과 요각부에서의 인장 혹은 압축요소와 수집재
- 경량칸막이벽: 자중이 1 kN/m^2 이하인 가동식 벽체
- 고정하중: 구조체와 이에 부착된 비내력 부분 및 각종 설비 등의 중량에 의하여 구조물의 존치기간 중 지속적으로 작용하는 연직하중
- 골바람효과: 산과 산 사이의 골짜기를 따라 평행하게 바람이 불어가면서 유선이 수평방향으로 수렴하여 풍속이 급격하게 증가하는 현상
- 공기력불안정진동: 건축물 자신의 진동에 의해 발생하는 부가적인 공기력이 건축물의 감쇠력을 감소시키도록 작용함으로써 진동이 증대되거나 발산하는 현상
- 공진계수: 건축물 변동 변위의 고유진동수 부근의 진동수 성분의 분산을 나타내는 계수
- 구조감쇠: 구조체에 진동이 가해지면 일정한 시간이 지나면 진동이 감소되다가 마침내는 진동이 멈춘다. 이처럼 진동이 감소되다가 멈추는 것은 구조체를 구성하는 재료가 진동을 감소시킬 수 있는 능력을 가지고 있기 때문인데 이 성질을 말함.
- 규모계수: 건물의 크기에 따라 발생하는 난류영향의 저하를 나타내는 계수
- 기본풍속: 지표면조도 구분 C인 지역의 지표면으로부터 10 m 높이에서 측정한 10분간 평균 풍속에 대한 재현기간 100년 기대풍속
- 기준경도풍 높이: 지표면의 거칠기에 의해 발생하는 마찰력의 영향을 받지 않아 풍속이 거의 일정하게 되는 지상으로부터의 높이
- 난류강도: 바람의 흐트러짐을 정량적으로 나타내기 위한 무차원량으로 변동풍속의 표준편차를 평균풍속으로 나눈 비율
- 내력벽방식: 수직하중과 횡력을 전단벽이 부담하는 구조방식
- 내압가스트영향계수: 건축물 개구부의 크기에 따라 내부에서 발생하는 내압의 변동 정도를 나타내는 척도로서 평균실내압에 대한 최대실내압의 비
- 내압계수: 건축물 외벽의 틈새나 개구부를 통하여 공기가 건축물 내부로 유입되어 발생하는 내부압력의 정도를 나타내는 계수
- 내진중요도 그룹: 표 6.4-1에 따른 건물용도 및 내진중요도의 분류
- 대기경계층: 지표면의 영향을 받아 마찰력이 작용함으로써 지상의 높이에 따라 풍속이 변하는 영역

- 대기경계층 시작 높이: 지표면의 영향을 받아 연직방향의 풍속이 변화하는 대기층의 시작이 되는 높이(대기경계층 시작 높이가 이하에서는 지표면조도 구분에 따라 일정풍속으로 한다.)
- 독립편지붕: 벽면이 없이 기둥 부재에 편지붕만 있는 지붕구조물
- 면진시스템: 모든 개별 면진장치 사이에 힘을 전달하는 구조요소 및 모든 연결부의 집합체
- 레벨크로싱수: 구조물이 진동하는 경우 단위시간에 주어진 임의 레벨을 정의구배로 교차할 횟수로 단위는 Hz임.
- 면진장치: 설계지진시 큰 횡변위가 발생되도록 수평적으로 유연하고 수직적으로 강한 면진시스템의 구조요소
- 면진층: 면진시스템과 상부·하부구조의 경계에 위치한 연결요소를 포함하는 부분
- 모멘트골조방식: 수직하중과 횡력을 보와 기둥으로 구성된 라멘골조가 저항하는 구조방식
- 밀폐형 건축물: 탁월한 개구부가 없고 바람의 유통이 없도록 창호가 밀폐되어 있으며, 출입문도 강풍이 불 때에는 폐쇄장치가 있는 건축물로서 개구부 및 틈새의 면적이 전벽면적의 0.1% 이하인 경우
- 밀면: 지반운동에 의한 수평지진력이 작용하는 기준면
- 밀면전단력: 구조물의 밀면에 작용하는 설계용 총 전단력
- 버펫팅: 시시각각 변하는 바람의 난류성분이 물체에 닿아 물체를 풍방향으로 불규칙하게 진동시키는 현상
- 변장비: 건축물의 깊이 D 를 폭 B 로 나눈 비율, 즉 D/B
- 변위의존형 감쇠장치: 하중응답이 주로 장치 양 단부 사이의 상대변위에 의해 결정되는 감쇠장치로서, 근본적으로 장치 양단부의 상대속도와 진동수에는 독립적
- 보통모멘트골조: 연성거동을 확보하기 위한 특별한 상세를 사용하지 않은 모멘트골조
- 부골조: 창호와 외벽패널 등에 가해지는 풍하중을 주골조에 전달하기 위하여 설치된 2차구조부재(파스너, 퍼린, 거트, 스티드 등)
- 부분개방형 건축물: 탁월한 개구부가 없는 경우와 있는 경우로 구분되고, 전자는 개폐가 가능한 크고 작은 개구부가 있지만 강풍 시에는 닫도록 되어 있는 경우이고, 후자는 한쪽 벽의 개구부 면적이 나머지 모든 벽의 개구부 및 틈새 면적의 2배가 넘는 경우
- 부착물: 구성요소나 그 지지물을 구조물의 내진시스템에 연결하거나 견고하게 하는 장치(앵커볼트나 용접연결부, 기계적 고정장치를 포함)

건축구조기준 설계하중

- 부하면적: 연직하중전달 구조부재가 분담하는 하중의 크기를 바닥면적으로 나타낸 것
- 건물외구조물: 연직하중을 받는 구조물 중에서 건물, 차량 또는 철도용 교량, 원자력발전소, 해양선착장 또는 댐으로 분류되지 않는 자립 구조물
- 비공진계수: 건축물 변동변위의 고유진동수 부근 이외의 진동수 성분의 분산을 나타내는 계수
- 비구조부재: 차양·장식탑·비내력벽, 기타 이와 유사한 것으로서 구조해석에서 제외되는 건축물의 구성부재
- 비구조요소: 1보다 더 큰 중요도계수 I_p 를 갖도록 설계되는 건축, 전기, 기계시스템과 그들의 구성요소
- 비틀림진동: 난류의 비정상적 운동 및 박리로 인해 건축물에 불안정하게 비틀림이 유발되는 진동형태
- 설계변위: 면진시스템의 강성 중심에서 구한 설계지진시 횡변위
- 설계속도압: 건축물설계용 풍하중을 결정하기 위한 평균풍속의 등가정적 속도압
- 설계스펙트럼가속도: 설계지진에 대한 단주기와 주기 1초에서의 응답스펙트럼가속도(S_{DS} , S_{D1})
- 설계지진: 이 기준에 따라 건축구조물이 저항해야 하는 지진효과
- 설계풍속: 기본풍속에 대하여 건설지점의 지표면상태에 따른 풍속의 고도분포와 지형조건에 따른 풍속의 할증 및 건축물의 중요도에 따른 설계재현기간을 고려한 풍속으로 설계속도압 산정의 기본이 되는 풍속
- 설계하중: 이 기준에 따라 건축구조물이 저항해야 하는 하중
- 속도의존형 감쇠장치: 하중응답이 주로 장치 양 단부 사이의 상대속도에 의해 결정되는 감쇠장치로서, 추가로 상대변위의 함수에 종속될 수도 있음.
- 수집재: 구조물의 일부분으로부터 횡력저항시스템의 수직요소로 횡력을 전달하기 위해 설치된 부재 혹은 요소
- 순압력계수: 지붕이나 막 등의 경우 상부와 하부에 동시에 작용하는 풍압력의 차를 기준높이에서의 속도압으로 무차원화한 것
- 연성모멘트골조방식: 횡력에 대한 저항능력을 증가시키기 위하여 부재와 접합부의 연성을 증가시킨 모멘트골조방식
- 영향면적: 연직하중전달 구조부재에 미치는 하중영향을 바닥면적으로 나타낸 것(기둥 또는

기초의 경우에는 부하면적의 4배, 큰보 또는 작은보의 경우에는 부하면적의 2배를 각각 적용한다.)

- 와류진동: 건축물 배후면에서 좌우 상호 규칙적으로 발생하는 와류의 영향에 의해 발생하는 건축물의 진동
- 외압가스트영향계수: 외압의 변동 정도를 나타내는 척도로서 평균외압에 대한 최대외압의 비
- 외압계수: 건축물 외피의 임의 수압면에 가해지는 평균풍압과 기준높이에서 속도압의 비
- 외장재설계용 풍하중: 창호, 외벽패널 등 풍하중을 직접 받는 건축물의 외장재와 이를 지지하는 파스너, 퍼린, 거트, 스티드 등 풍하중을 직접 또는 외장재를 통하여 받아 하중을 주골조로 전달하는 2차구조부재 및 그 접합부를 설계하기 위한 풍하중
- 유연구조물: 바람과 구조물의 동적 상호작용에 의하여 부가적인 하중이 발생하는 바람에 민감한 구조물(동적 효과가 고려된 가스트영향계수를 사용해야 하며, 건축물의 형상비에 따라 구분된다.)
- 유연한 격막: 격막의 횡변위가 그 층에서 평균 층간변위의 두 배를 초과하는 격막, 층전단력과 비틀림의 분포를 위하여 유연한 격막으로 분류
- 유효감쇠: 면진시스템의 이력거동에 의해 소산되는 에너지로부터 산정되는 등가점성감쇠.
- 유효강성: 면진시스템의 수평력을 그에 상응하는 수평변위로 나눈 값
- 유효수압면적: 풍하중을 산정하는데 기본이 되는 유효면적으로 풍방향 직각에 대한 투영면적. 다만, 외장재의 경우에는 외장재 하중분담 표면적
- 위험물: 화학물질관리법 또는 산업안전보건법에 따라 건강장해물질, 환경유해성 물질 또는 물리적 위험물로 분류되어 일반 대중의 안전에 위협을 미칠 수 있는 물질
- 이중골조방식: 횡력의 25% 이상을 부담하는 연성모멘트골조가 전단벽이나 가새골조와 조합되어 있는 구조방식
- 인접효과: 건축물의 일정거리 풍상측에 장애물이 있는 경우 건축물은 장애물의 영향을 받아 진동이 증가하고 이로 인하여 건축물 전체에 가해지는 풍응답이 증가하며, 외장재에 작용하는 국부풍압도 크게 증가하는 현상
- 와류방출: 물체의 양측에서 박리한 흐름이 후류에 말려들어가 물체의 후면에서 교대로 서로 반대방향으로 회전하는 정형적인 2열의 와가되어 후류로 방출되는 현상. 원주의 경우에는 레이놀즈수가 30~5,000 범위, 각주의 경우에는 1,000 전후의 범위에서 발생하며, 이 와류방출로 인하여 물체는 풍직각방향으로 진동함.

건축구조기준 설계하중

- 장비요소: 건물 내·외부의 기계적 요소, 전기적 요소 또는 기계시스템의 한 부분이나 전기시스템의 한 부분
- 재현기간: 일정 규모의 바람이 다시 내습할 때까지의 통계적 기간년수
- 적설하중: 쌓인 눈의 중량에 의하여 건축물구조물에 작용하는 하중
- 전단벽: 벽면에 평행한 횡력을 지지하도록 설계된 벽
- 전단벽-골조상호작용시스템: 전단벽과 골조의 상호작용을 고려하여 강성에 비례하여 횡력을 저항하도록 설계되는 전단벽과 골조의 조합구조시스템
- 주골조: 풍하중에 저항하여 전체구조물을 지지하거나 안정시키기 위하여 배치된 구조골조 또는 구조부재들의 집합으로서 구조물 전체에 작용하는 풍하중을 지반에 전달하는 역할을 함. 기둥, 보, 지붕보, 도리 등을 말함. 또한, 구조부재인 브레이스, 전단벽, 지붕트러스, 지붕막 등이 전체하중을 전달하기 위하여 사용되었다면 주골조로 봄
- 주골조설계용 풍하중: 구조물 전체에 가해지는 풍하중에 저항하는 구조부재들을 설계하기 위하여 사용하는 풍하중
- 중심가새골조: 부재들에 주로 축력이 작용하는 가새골조
- 중요도계수 I_s : 건축물의 중요도에 따라 적설하중의 크기를 증감하는 계수(표 4.3-3)
- 중요도계수 I_w : 건축물의 중요도에 따라 설계풍속을 증감하는 계수(표 5.5-6)
- 중요도계수 I_E : 건축물의 중요도에 따라 지진응답계수를 증감하는 계수(표 6.4-1)
- 지반종류: 공학적 특성에 근거하여 지반을 분류하는 등급(표 6.3-2)
- 지붕골조설계용 풍하중: 건축물의 지붕골조설계에 사용되는 풍하중
- 지붕활하중: 유지·보수 작업 시 작업자, 장비 및 자재에 의한 작업하중 또는 점유·사용과는 무관한 화분 또는 이와 유사한 소형 장식물 등 이동 가능한 물체에 의하여 지붕에 작용하는 하중
- 지역계수: 표 6.3-3과 표 6.3-4에 따라 결정된 계수, F_a , F_v
- 지진구역: 동일한 지진위험도에 따라 분류한 지역
- 지진력: 지진운동에 의한 구조물의 응답에 대하여 구조물과 그 구성요소를 설계하기 위하여 결정된 힘
- 지진력저항시스템: 정해진 지진력에 저항하도록 구성된 구조시스템

- 지진응답계수: 식 (6.5-2)~식 (6.5-4)에 따라 결정된 계수, C_s
- 지진하중: 지진에 의한 지반운동으로 구조물에 작용하는 하중
- 지표면조도 구분: 지표면의 거칠기 상태로 일정지역의 지표면 거칠기에 해당하는 장애물이 바람에 노출된 정도의 구분
- 지하수압: 지하수위에 의하여 구조물에 작용하는 하중
- 지형계수: 언덕 및 산 경사지의 정점 부근에서 풍속이 증가하므로 이에 따른 정점 부근의 풍속을 증가시키는 계수
- 책임구조기술자: 6.12에서는 면진시스템을 적용한 구조물, 6.13에서는 감쇠시스템을 적용한 구조물의 설계에 책임이 있는 등록된 설계전문가
- 총설계변위: 비틀림에 의한 추가변위를 포함한 면진시스템의 설계지진시 횡변위
- 총최대변위: 비틀림에 의한 추가변위를 포함한 면진시스템의 최대예상지진시 횡변위
- 최대변위: 면진시스템의 강성중심에서 구한 최대예상지진시 횡변위
- 층간변위: 인접층 사이의 상대수평변위
- 층간변위각: 층간변위를 층 높이로 나눈 값
- 층지진하중: 밀면 전단력을 건축물의 각 층별로 분포시킨 하중
- 탁월개구부: 환기구 및 개방형 문이 있는 공장건축물, 한쪽이 트인 임시건축물 등과 같이 한쪽 벽의 개구부 면적이 나머지 모든 벽의 개구부 및 틈새 면적의 2배가 넘는 경우
- 특별풍하중: 바람의 직접적인 작용 또는 간접적인 작용을 받는 대상건축물 및 공작물에서 발생하는 현상이 매우 불규칙하고 복잡하여 풍하중을 평가하는 방법이 확립되어 있지 않기 때문에 풍동실험을 통하여 풍하중을 평가해야만 하는 경우
- 편심가새골조: 경사가새가 설치되어 가새부재 양단부의 한쪽 이상이 보-기둥 접합부로부터 약간의 거리만큼 떨어져 보에 연결되어 있는 가새골조
- 풍력계수: 구조체와 지붕골조 또는 기타 구조물 등의 설계풍압을 산정하기 위한 계수로서 기타구조물이나 독립편지붕 등의 경우에는 풍력계수 C_D 를 직접 사용하고, 주골조용의 풍력계수는 풍상측 외압계수 C_{pe1} 와 풍하측 외압계수 C_{pe2} 를 함께 고려한 $C_D = C_{pe1} - C_{pe2}$ 로 산정하며, 지붕골조용 풍력계수는 외압계수 C_{pe} 와 내압계수 C_{pi} 를 함께 고려한 $C_D = C_{pe} - C_{pi}$ 로 산정함.
- 풍력스펙트럼계수: 건축물 풍방향의 1차고유진동수에 있어서 풍속변동의 파워를 나타내는

건축구조기준 설계하중

계수

- 풍방향진동가속도: 바람의 난동작용으로 건축물이 바람이 부는 방향으로 진동하여 발생하는 가속도
- 풍상측: 바람이 불어와서 맞닿는 쪽
- 풍속고도분포계수: 지표면의 고도에 따라 기준경도풍 높이까지의 풍속의 증가분포를 지수법칙에 의해 표현했을 때의 수직방향 분포계수
- 풍속변동계수: 가스트영향계수를 평가할 때 지표면의 상태에 따라 변하는 난류강도의 영향을 반영하기 위한 계수
- 풍압계수: 주골조의 설계풍압을 산정할 때는 외압계수 C_{pe} 와 내압계수 C_{pi} 로 구성되며, 외장재의 설계풍압을 산정할 때에는 피크외압계수 GC_{pe} 와 피크내압계수 GC_{pi} 로 구성
- 풍직각방향진동: 난류의 비정상적인 운동 및 건축물 배후면의 양측에서 규칙적으로 발생하는 와류에 의해 바람부는 직각방향으로 유발되는 건축물의 진동형태
- 풍직각방향진동가속도: 건축물 양쪽 모서리부에서 배후면의 좌우쪽으로 상호 규칙적으로 발생하는 와류에 의하여 건축물이 바람부는 직각방향으로 진동하여 발생하는 가속도
- 풍하측: 바람이 불어와 맞닿는 측의 반대쪽으로 바람이 빠져나가는 측
- 피크내압계수: 외장재 설계용 풍하중 산정에 필요한 가스트영향계수와 내압계수를 함께 고려한 순간 최대에 상응하는 값
- 피크외압계수: 외장재 설계용 풍하중 산정에 필요한 가스트영향계수와 외압계수를 함께 고려한 순간 최대에 상응하는 값
- 하중조합: 동시에 작용하는 각각의 설계하중에 하중계수를 곱하여 합한 것
- 형상비: 건축물 높이 H 를 바닥면의 평균길이 $\sqrt{BD}$ 로 나눈 비율($H/\sqrt{BD}$ 을 말하는 것으로 B 는 건물폭, D 는 건물 깊이)
- 활성단층: 지난 11,000년(충적세) 동안 지진활동의 지질학적 증거나 역사적으로 연평균 1 mm 이상의 미끄러짐이 있는 단층
- 활하중: 건축물 및 공작물을 점유·사용함으로써 발생하는 하중
- 활화중저감계수: 영향면적에 따른 저감효과를 고려하기 위해 활하중에 곱하는 계수
- 후류버펄팅: 풍상측에 놓인 물체에 의해 생성된 변동기류가 풍하측 물체에 작용하여 발생하는 불규칙한 진동

1.3 주요기호

- A : 영향면적(단, $A \geq 36 \text{ m}^2$)
 A : 유효수압면적, 독립벽체 또는 독립간판의 총면적, 옥상 구조물과 설치물의 풍향에 대한 수직 수압면적, m^2
 A : 지역계수
 a : 건축물의 벽면 및 지붕면 모서리 국부풍압력을 받는 곳으로 건축물 최소폭의 0.1배 또는 $0.4H$ 중 작은 값, m
 A_e : 1층에서 지진하중 방향에 평행한 전단벽의 전단단면적, m^2
 A_C : 외장재 등의 유효수압면적, m^2
 A_F : 지표면으로부터 높이 Z 에서 래티스형탑상구조물의 1구면 투영면적, m^2
 A_f : 건축물의 기준층바닥면적, m^2
 A_H : 옥상구조물과 설치물의 풍향에 대한 수평수압면적, m^2
 A_P : 풍향에 수직인 파라펫의 수압면적, m^2
 A_R : 지붕보가 부담하는 부분의 유효수압면적, m^2
 A_t : 부하면적
 B : 건축물의 대표 폭, 벽체·간판의 수평길이, 건축물의 풍직각방향 치수 또는 독립편지붕에서 풍직각방향 지붕치수, m
 b : 5.풍하중에서는 래티스형탑상구조물의 폭, 각종 단일부재의 폭, 6.12에서는 구조물의 가장 짧은 평면치수로서 d 에 대하여 직각으로 측정된 값, m
 b_c : 기둥 플랜지 폭
 B_0 : 래티스형탑상구조물 밑면에서의 타워폭, m
 B_1 : 아치지붕 건축물의 경간방향길이, m
 B_2 : 아치지붕 건축물의 경간직각방향길이, m
 B_D : 5.풍하중에서는 비공진계수, 6.12에서는 유효감쇠(β_D)에 대한 표 1.3-1의 수치계수

표 1.3-1 유효감쇠에 따른 감쇠계수, B_D 또는 B_M

유효 감쇠, β_D 또는 β_M (임계퍼센트) a, b	B_D 또는 B_M
≤ 2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.7
40	1.9
≥ 50	2.0

주 1) 감쇠계수는 6.12.5.3(2)에 따라 결정된 면진시스템의 유효감쇠에 근거해야 한다.

2) 주어진 유효감쇠 이외의 유효감쇠에 해당하는 감쇠계수는 선형보간으로 구한다.

건축구조기준 설계하중

- B_f : 주골조설계용 비공진계수(건축물 변동변위의 고유진동수 이외의 진동수 성분을 나타내는 계수)
 B_H : 래티스형탑상구조물의 기준높이에서의 타워폭, m
 B_M : 유효감쇠(β_M)에 대한 표 1.3-1의 수치계수
 B_{pe} : 지붕설계용 비공진계수
 C : 활하중저감계수
 C : 동적계수
 C_b : 기본지붕적설 하중계수
 C_D : 주골조설계용 풍력계수
 C_e : 노출계수
 C_e : 건설지 주변의 지표면상황에 따라 정하는 환경계수
 $\hat{C}_f$: 피크풍력계수
 C_f : 간편법의 주골조설계용 풍력계수
 C_{ML}' : 풍직각방향변동전도모멘트계수
 C_N : 독립지붕의 순압력계수
 $\hat{C}_N$: 독립지붕의 피크순압력계수
 $C_{N,W}$: 독립편지붕의 풍상측 반쪽의 순압력계수
 $C_{N,L}$: 독립편지붕의 풍하측 반쪽의 순압력계수
 C_p : 수평하중계수
 C_{pe} : 외압계수
 C_{pe1} : 풍상측의 외압계수
 C_{pe2} : 풍하측의 외압계수
 C_{pi} : 밀폐형 건축물의 내압계수
 C_s : 경사도계수
 C_T' : 변동비틀림모멘트계수
 C_t : 온도계수
 D : 건축물의 깊이, m
 d : 5.풍하중에서는 원형단면의 지름 또는 사각, 육각 혹은 팔각형 단면의 최소치수, 돔지붕 건축물의 지름, 독립편지붕 풍방향 수평길이, 6.12에서는 구조물의 가장 긴 평면치수, m
 d' : 리브 및 스포일러와 같은 내민 요소의 깊이, m
 D_e : 1층에서 지진하중 방향에 평행한 전단벽의 길이, m
 D_D : 면진시스템의 강성중심에서 식 (6.12-4)으로 구한 설계변위, m
 D_M : 면진시스템의 강성중심에서 식 (6.12-5)으로 구한 최대변위, m
 D_{TD} : 비틀림에 의한 추가변위를 포함한 면진시스템의 총설계변위, m

- D_{TM} : 비틀림에 의한 추가변위를 포함한 면진시스템의 총최대변위, m
 e : 면진 상부구조의 질량중심과 면진시스템의 강성중심 사이의 실제 편심거리와 힘의 방향에 직각인 건물 치수 중 최댓값의 5 %로 정의되는 우발편심거리를 합한 값, m
 E_D : 설계변위에서의 사이클당 소산에너지, kN · m
 E_{loop} : 한 사이클의 하중재하 시 면진장치에서 소산된 에너지로서 힘-변위 곡선에 따라 둘러싸인 면적, kN · m
 E_M : 최대변위에서의 사이클당 소산에너지, kN · m
 F : 풍력스펙트럼계수(건축물 풍방향의 1차 고유진동수에 있어서 풍속변동의 파워를 나타내는 계수)
 F^- : 부방향 변위진폭에서 면진장치의 부방향 수평력, kN
 F^+ : 정방향 변위진폭에서 면진장치의 정방향 수평력, kN
 F_D : 풍방향풍력스펙트럼계수
 F_L : 풍직각방향진동의 풍력스펙트럼계수
 f : 아치지붕 및 돔지붕의 아치높이, m
 F_i : i 층의 층지진하중
 F_p : 횡지진하중
 F_T : 비틀림진동의 스펙트럼계수
 F_x : x 층의 층지진하중
 g : 중력가속도
 G_D : 풍방향가스트영향계수
 g_D : 풍방향피크팩터
 g_L : 풍직각방향피크팩터
 G_f : 주골조설계용 풍방향 가스트영향계수
 g_f : 피크팩터
 G_i : 내압 가스트영향계수
 G_{pe} : 지붕의 외압 가스트영향계수
 g_{pe} : 지붕골조 피크팩터
 G_{pi} : 내압 가스트영향계수
 g_T : 비틀림모멘트 피크팩터
 GC_{pe} : 외장재 설계용 피크외압계수
 GC_{pi} : 외장재 설계용 피크내압계수
 GC_{pm} : 파라펫의 순압력계수
 GC_r : 옥상구조물과 설치물의 피크외압계수
 H : 건축물의 기준높이, 언덕 · 산 · 경사지의 높이, 펜스의 정상부 높이, m
 h : 지표면에서 아치지붕 및 돔지붕 처마까지의 높이, 벽체·간판의 높이, 굴뚝, 탱크 등 유사구

건축구조기준 설계하중

- 조물의 높이, 기타구조물 수압면적 중심까지의 높이, m
- h_o : 지붕면에서 장애물까지 높이, m
- h_b : 균형적설하중 높이, m
- h_c : 낮은쪽 지붕 위의 균형적설하중 상부에서 인접된 높은쪽 지붕이나 파라펫 상부까지의 순높이, m
- h_d : 적설퇴적량 깊이, m
- h_i, h_x : 건축물의 밑면으로부터 i, x 층까지의 높이, m
- h_n : 밑면으로부터 최상층까지의 건축물의 높이, m
- I^* : 일반화관성모멘트, $\text{kg}\cdot\text{m}^2$
- I_E : 지진하중에서의 중요도계수
- I_H : 기준높이 H 에서의 난류강도
- I_s : 적설하중에서의 중요도계수
- I_w : 풍하중에서의 중요도계수
- I_z : 높이 z 에서의 난류강도
- k_{Dmax} : 식 (6.12-12)로 구한 설계변위에서의 면진시스템 최대유효강성, kN/m
- k_{Dmin} : 식 (6.12-13)로 구한 설계변위에서의 면진시스템 최소유효강성, kN/m
- k_{eff} : 개개 면진장치의 유효강성, kN/m
- k_{Mmax} : 식 (6.12-14)로 구한 최대변위에서의 면진시스템 최대유효강성, kN/m
- k_{Mmin} : 식 (6.12-15)로 구한 최대변위에서의 면진시스템 최소유효강성, kN/m
- k_t : H/d 의 영향계수
- k_z : 높이방향압력분포계수
- K_{zr} : 풍속고도분포계수
- K_{zt} : 지형계수
- k_1 : H/d 의 영향계수
- k_2 : 표면거칠기영향계수
- k_3 : 단부효과계수
- L : B, D 중 큰 값, m
- l : 지붕의 경간, 아치지붕 건축물에서 $4H, B_1, B_2$ 중 작은 값, 각종 단일 부재의 길이, m
- L_H : 기준높이 H 에서의 난류스케일, m
- L_u : 언덕, 산, 경사지의 정점중앙으로부터 아래로 $H/2$ 인 지점에서 풍상측 경사지지점까지의 수평거리, m
- L_z : 높이 H 에서의 난류스케일, m
- M : 극한하중계수
- M^* : 풍방향1차진동일반화질량, kg
- M_L^* : 풍직각방향1차진동일반화질량, kg

- n_0 : 건축물의 풍방향, 풍직각방향 혹은 비틀림방향의 1차고유진동수 또는 지붕의 1차고유진동수, Hz
 n_D : 건축물의 풍방향 1차고유진동수, Hz
 n_L : 건축물의 풍직각방향 1차고유진동수, Hz
 n_{R0} : 지붕의 1차고유진동수, Hz
 n_T : 건축물의 비틀림진동 1차고유진동수, Hz
 n_1 : n_L 과 n_T 가운데 작은 값, Hz
 p_C : 외장재설계용 설계풍압, N/m^2
 p_F : 주골조설계용 설계풍압, N/m^2
 p_R : 지붕의 설계풍압, N/m^2
 q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압, N/m^2
 q_P : 파라펫 상부에서의 설계속도압, N/m^2
 q_h : 기타구조물 수압면적 중심까지의 높이 h 에서의 설계속도압, N/m^2
 q_z : 임의높이 z 에서의 설계속도압, N/m^2
 R : 반응수정계수
 R_D : 주골조설계용 공진계수
 R_f : 주골조설계용 공진계수(건축물 변동변위의 고유진동수 성분을 나타내는 계수)
 R_L : 풍직각방향변동전도모멘트의 공진계수
 R_{pe} : 지붕설계용 공진계수
 R_T : 비틀림진동의 공진계수
 R_1 : 풍상측 지붕 끝단에서 풍하측으로 $0.5B$ 거리까지의 지붕
 R_2 : $0.5B$ 에서 $1.5B$ 거리까지의 지붕
 R_3 : $1.5B$ 거리부터 풍하측 끝단까지의 지붕
 S : 재현주기 2400년의 예상되는 최대지진의 유효지반가속도
 s : 구조물 사이의 인접거리, m
 s : 지형에서의 위치계수, 벽체·간판의 수직길이, m
 S_D : 규모계수
 S_d : 퇴적량으로 인한 추가적설하중, kN/m^2
 S_{D1} : 주기 1초의 설계스펙트럼가속도
 S_{DS} : 단주기의 설계스펙트럼가속도
 S_f : 평지붕적설하중, kN/m^2
 S_g : 지상적설하중, kN/m^2
 S_s : 경사지붕적설하중, kN/m^2
 T : 건축물의 기본진동주기(초)
 T_{1D} : 설계지진에 대한 구조물의 비선형거동에 따라 최대변위에서 결정되는 1차모드의 유효주

건축구조기준 설계하중

기, 초(s)

T_{1M} : 최대예상지진에 대한 구조물의 비선형 거동에 따라 최대변위에서 결정되는 1차모드의 유효주기, 초(s)

T_D : 설계변위에서 면진구조물의 유효주기 $T_D = 2\pi \sqrt{\frac{W}{k_{Dmin}g}}$, 초(s)

T_M : 최대변위에서 면진구조물의 유효주기 $T_M = 2\pi \sqrt{\frac{W}{k_{Mmin}g}}$, 초(s)

V : 밀면전단력

V_b : 식 (6.12-8)로 구한 면진시스템 또는 면진 하부구조물의 최소지진력, kN

V_d : 시간이력해석을 통하여 얻은 밀면 전단력, kN

V_H : 기준높이 H 에 대한 설계풍속, m/s

V_{1H} : 재현기간 1년풍속, m/s

V_h : 설계지진에 대하여 시간이력해석을 통해 결정된 감쇠시스템 적용 구조물의 밀면 전단력, kN

V_{he} : V_h 와 동일한 절차를 따르되, 감쇠장치의 하중-변위 관계에서 속도의존적 성분은 제거하고, 변위의존적 성분은 유효강성으로 치환하여 얻어진 밀면 전단력, kN

V_{min} : 감쇠시스템적용 구조물의 해당 방향별 지진력저항시스템 설계를 위한 밀면전단력의 하한치, kN

V_o : 기본풍속, m/s

V_s : 식 (6.12-9)로 구한 면진 상부구조의 최소지진력, kN

V_x : x 층의 층전단력

V_z : 지표면으로부터 임의 높이 Z 에 따른 설계풍속, m/s

W : 건축물의 전 중량

w : 퇴적량으로 인한 추가적설하중의 폭, m

W_C : 외장재설계용 풍하중, N

W_D : 주골조설계용 풍하중, N

$W_{D+0.5L}$: 건축구조물의 내진중량, 활하중에 의한 효과의 1/2과 평균 고정하중의 합, kN

W_H : 옥상구조물 및 설치물의 수평풍하중, N

W_L : 풍직각방향풍하중, N

W_i, W_x : i, x 층의 건축물 중량

W_{LC} : 풍직각방향조합하중, N

W_R : 주골조설계용 지붕풍하중, N

W_{SC} : 간편법에 의한 외장재설계용 풍하중, N

W_{SF} : 간편법에 의한 주골조설계용 풍하중, N

W_{SFR} : 간편법에 의한 주골조설계용 지붕풍하중, N

- W_T : 비틀림풍하중, N
 W_V : 옥상구조물 및 설치물의 수직풍하중, N
 W_p : 비구조부재의 전 중량
 W_r : 지붕골조설계용 풍하중, N/m²
 X_c : 독립편지붕에 있어서 풍상측 처마 끝점으로부터 풍압력의 중심점까지 거리, m
 $X_{D,max}$: 풍방향최대수평변위, m
 $Y_{L,max}$: 풍직각방향최대수평변위, m
 y : 지진방향과 직각인 대상요소와 면진시스템의 강성중심과의 거리, m
 z : 지표면에서의 임의 높이, m
 z_b : 대기경계층시작높이, m
 Z_g : 기준경도풍 높이, m
 α : 풍속고도분포지수
 $a_{D,max}$: 풍방향최대응답가속도, m/s²
 $a_{L,max}$: 풍직각방향최대응답가속도, m/s²
 $a_{T,max}$: 비틀림최대응답각가속도, rad/s²
 β : 진동모드형에 관한 지수
 β_D : 식 (6.12-16)로 구한 설계변위시 면진시스템 유효감쇠
 β_{eff} : 식 (6.12-11)로 구한 개개 면진장치의 유효감쇠
 β_M : 식 (6.12-17)로 구한 최대변위시 면진시스템 유효감쇠
 δ_x : x 층의 수평변위량
 δ_{xe} : 탄성해석에 따라 구한 x 층의 수평변위량
 γ_D : 풍속변동계수
 ζ_D : 건축물의 풍방향1차감쇠비
 ζ_f : 건축물의 풍방향, 풍직각방향 혹은 비틀림방향의 1차감쇠정수
 ζ_L : 건축물의 풍직각방향1차감쇠비
 ζ_T : 비틀림진동의 1차감쇠비
 ζ_R : 지붕의 1차 감쇠비
 η : 감쇠장치의 감쇠성능에 따라 구조물에 작용하는 밀면 전단력이 저감되는 정도를 고려한 예상감쇠보정계수
 η_h : 감쇠장치 설치 전/후의 시간이력해석을 통해 얻어진 밀면 전단력 비율에 따라 결정된 감쇠보정계수
 θ : 지붕경사각, °
 θ_{max} : 비틀림최대각변위, rad
 κ : 카르만정수(≒ 0.4)
 ν_D : 풍방향레벨크로싱수, Hz

건축구조기준 설계하중

- v_f : 레벨크로싱수, Hz
 ε : 전면적과 밀폐형 간판 면적의 비율
 ρ : 공기밀도, kg/m³
 ϕ : 개방형 판구조물의 충실률(유효수압면적/판외곽선 총면적)
 ϕ : 풍상측 가장 불리한 조건의 경사($\phi = H/2L_u$)
 ϕ_d : 언덕, 산, 경사지의 정점으로부터 풍하측 빗변으로 5H되는 거리까지의 평균경사
 $|F_D^+|_{\max}$: 정방향 설계변위에서 면진장치의 최대하중 절댓값, kN
 $|F_D^+|_{\min}$: 정방향 설계변위에서 면진장치의 최소하중 절댓값, kN
 $|F_D^-|_{\max}$: 부방향 설계변위에서 면진장치의 최대하중 절댓값, kN
 $|F_D^-|_{\min}$: 부방향 설계변위에서 면진장치의 최소하중 절댓값, kN
 $|F_M^+|_{\max}$: 정방향 최대변위에서 면진장치의 최대하중 절댓값, kN
 $|F_M^+|_{\min}$: 정방향 최대변위에서 면진장치의 최소하중 절댓값, kN
 $|F_M^-|_{\max}$: 부방향 최대변위에서 면진장치의 최대하중 절댓값, kN
 $|F_M^-|_{\min}$: 부방향 최대변위에서 면진장치의 최소하중 절댓값, kN

1.4 설계하중의 종류

건축구조물의 구조설계에 적용되는 설계하중은 다음과 같으며, 각 설계하중에 대한 사항은 2.고정하중부터 10.운반설비 및 부속장치하중까지의 규정에 따른다.

- (1) 고정하중(D)
- (2) 활하중(L)
- (3) 지붕활하중(L_r)
- (4) 적설하중(S)
- (5) 풍하중(W)
- (6) 지진하중(E)
- (7) 지하수압·토압, 분말 및 입자형 재료의 횡압력(H)
- (8) 온도하중(T)
- (9) 유체압(F) 및 용기내용물하중(F 또는 H)
- (10) 운반설비 및 부속장치 하중(M)
- (11) 강우하중(R)

(12) 기타 하중

1.5 하중조합

- (1) 건축구조물은 이 기준에서 규정한 하중을 기본으로 다음의 하중조합에 의한 하중효과에 저항하도록 설계하여야 한다.
- (2) 다음의 하중조합에서 고정하중 외의 하중에 대해서는 하나 또는 그 이상의 하중이 작용하지 않을 경우도 검토하여야 한다.
- (3) 구조재료에 따라 별도로 규정한 하중조합이 있는 경우에는 그 규정에 따라야 한다.

1.5.1 강도설계법 또는 한계상태설계법의 하중조합

- (1) 강도설계법 또는 한계상태설계법으로 구조물을 설계하는 경우에는 다음의 하중조합으로 소요강도를 구하여야 한다.

$$1.4(D+F) \quad (1.5-1)$$

$$1.2(D+F+T)+1.6L+0.5(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R) \quad (1.5-2)$$

$$1.2D+1.6(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R)+(1.0L \text{ 또는 } 0.65W) \quad (1.5-3)$$

$$1.2D+1.3W+1.0L+0.5(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R) \quad (1.5-4)$$

$$1.2D+1.0E+1.0L+0.2S \quad (1.5-5)$$

$$0.9D+1.3W \quad (1.5-6)$$

$$0.9D+1.0E \quad (1.5-7)$$

- (2) 주차장과 공공집회 장소를 제외하고 기본등분포활하중이 5.0 kN/m² 이하인 용도에 대해서는 식 (1.5-3), 식 (1.5-4) 및 식 (1.5-5)에서 활하중 L 에 대한 하중계수를 0.5로 감소할 수 있다.
- (3) 지하수압·토압 또는 분말 및 입자형 재료의 횡압력에 의한 하중 H 가 존재할 때는 다음의 하중계수를 적용하여 조합하여야 한다.
 - ① H 가 단독으로 작용하거나 H 의 하중효과가 다른 하중효과를 증대하는 경우에는 하중계수를 1.6으로 하여야 한다.
 - ② H 의 하중효과가 영구적이면서 다른 하중효과를 상쇄하는 경우에는 하중계수를 0.9로 하여야 한다.
 - ③ H 의 하중효과가 영구적이지 않으면서 다른 하중효과를 상쇄하는 경우에는 하중계수를 0으로 하여야 한다.

1.5.2 허용응력설계법의 하중조합

- (1) 허용응력설계법으로 구조물을 설계하는 경우에는 다음의 하중조합으로 작용응력을 구하여

건축구조기준 설계하중

야 한다.

$$D + F \quad (1.5-8)$$

$$D + F + L + T \quad (1.5-9)$$

$$D + F + (L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R) \quad (1.5-10)$$

$$D + F + 0.75(L + T) + 0.75(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R) \quad (1.5-11)$$

$$D + F + (0.85W \text{ 또는 } 0.7E) \quad (1.5-12)$$

$$D + F + 0.75(0.85W \text{ 또는 } 0.7E) + 0.75L + 0.75(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R) \quad (1.5-13)$$

$$0.6D + 0.85W \quad (1.5-14)$$

$$0.6D + 0.7E \quad (1.5-15)$$

(2) 지하수압 · 토압 또는 분말 및 입자형 재료의 횡압력에 의한 하중 H 가 존재할 때는 다음의 하중계수를 적용하여 조합하여야 한다.

- ① H 가 단독으로 작용하거나 H 의 하중효과가 다른 하중효과를 증대하는 경우에는 하중계수를 1.0으로 하여야 한다.
- ② H 의 하중효과가 영구적이면서 다른 하중효과를 상쇄하는 경우에는 하중계수를 0.6으로 하여야 한다.
- ③ H 의 하중효과가 영구적이지 않으면서 다른 하중효과를 상쇄하는 경우에는 하중계수를 0으로 하여야 한다.

(3) 이 하중조합을 사용할 경우에는 허용응력을 증대하여 설계할 수 없다.

1.5.3 돌발하중에 대한 하중조합

(1) 건축구조물이 화재, 폭발, 차량충돌 등에 의한 돌발하중에 저항하여 비비례붕괴를 방지하도록 강도와 안정성을 확보하기 위해서는 다음의 하중조합을 사용하여 검토한다.

$$(0.9 \text{ 또는 } 1.2)D + A_k + 0.5L + 0.2S \quad (1.5-16)$$

여기서, A_k = 돌발사고 A 에 의한 하중

(2) 돌발하중에 의하여 손상을 입은 구조물의 잔존저항능력은, 책임구조기술자가 식별하여 선택한 구조요소를 가상적으로 제거하고, 다음의 하중조합으로 평가한다.

$$(0.9 \text{ 또는 } 1.2)D + 0.5L + 0.2(L_r \text{ 또는 } S \text{ 또는 } R) \quad (1.5-17)$$

2. 고정하중

2.1 일반사항

고정하중은 건축구조물 자체의 무게와 구조물의 생애주기 중 지속적으로 작용하는 수직하중을 말한다.

2.2 기본방침

건축구조물 각 부분의 고정하중은 각 부분의 실상에 따라 산정한다. 각 부분의 중량은 사용하는 재료의 밀도, 단위체적중량, 조합중량을 사용하여 산정한다.

3. 활하중

3.1 일반사항

- (1) 이 장은 건축구조물의 설계에 적용하여야 하는 활하중의 최솟값을 규정하고 있다.
- (2) 활하중은 점유·사용에 의하여 발생할 것으로 예상되는 최대의 하중이어야 한다.
- (3) 건축구조물은 이 조항에서 규정한 등분포활하중과 집중활하중 중에서 구조부재별로 더 큰 하중효과를 발생시키는 하중에 대하여 설계하여야 한다.
- (4) 이 조항의 규정을 적용하지 않는 경우 또는 이 조항에 규정되지 않은 용도에 대해서는 합리적인 방법으로 활하중을 산정하여야 하며, 산정 근거를 명시하여야 한다.

3.2 등분포활하중

3.2.1 기본등분포활하중

건축구조물에 적용하는 기본등분포활하중의 용도별 최솟값은 표 3.2-1과 같다.

건축구조기준 설계하중

표 3.2-1 기본등분포활하중 (단위 : kN/m²)

용도			등분포 활하중
1	주택	주거용 건축물의 거실	2.0
		공동주택의 공용실	5.0
2	병원	병실	2.0
		수술실, 공용실, 실험실	3.0
		1층 외의 모든 층 복도	4.0
3	숙박시설	객실	2.0
		공용실	5.0
4	사무실	일반 사무실	2.5
		특수용도사무실	5.0
		문서보관실	5.0
		1층 외의 모든 층 복도	4.0
5	학교	교실	3.0
		일반 실험실	3.0
		중량물 실험실	5.0
		1층 외의 모든 층 복도	4.0
6	판매장	상점, 백화점 (1층)	5.0
		상점, 백화점 (2층 이상)	4.0
		창고형 매장	6.0
7	집회 및 유흥장	모든 층 복도	5.0
		무대	7.0
		식당	5.0
		주방	7.0
		극장 및 집회장 (고정 좌석)	4.0
		집회장 (이동 좌석)	5.0
		연회장, 무도장	5.0
8	체육시설	체육관 바닥, 옥외경기장	5.0
		스탠드 (고정 좌석)	4.0
		스탠드 (이동 좌석)	5.0

용도			등분포 활하중
9	도서관	열람실	3.0
		서고	7.5
		1층 외의 모든 층 복도	4.0
10	주차장 및 옥외 차도 ¹⁾	총중량 30kN이하의 차량(옥내)	3.0
		총중량 30kN이하의 차량(옥외)	5.0
		총중량 30kN초과 90kN이하의 차량	6.0
		총중량 90kN초과 180kN이하의 차량	12.0
		옥외 차도와 차도 양측의 보도	12.0
11	창고	경량품 저장창고	6.0
		중량품 저장창고	12.0
12	공장	경공업 공장	6.0
		중공업 공장	12.0
13	지붕	점유 · 사용하지 않는 지붕(지붕활하중)	1.0
		산책로 용도	3.0
		정원 또는 집회 용도	5.0
		출입이 제한된 조정 구역	1.0
		헬리콥터 이착륙장	5.0
14	기계실	공조실, 전기실, 기계실 등	5.0
15	광장	옥외광장	12.0
16	발코니	출입 바닥 활하중의 1.5배 (최대 5.0kN/m ²)	
17	로비 및 복도	로비, 1층 복도	5.0
		1층 외의 모든 층 복도 (병원, 사무실, 학교, 집회 및 유흥장, 도서관은 별도 규정)	출입 바닥 활하중
18	계단	단독주택 또는 2세대 거주 주택	2.0
		기타의 계단	5.0

주 1) 총중량 90 kN 초과 180 kN 이하인 차량은 3.4의 규정에 따를 수 있다.

2) 총중량 180 kN을 초과하는 중량차량의 활하중은 3.4의 규정에 따라야 한다.

3.2.2 진동, 충격에 의한 증가

진동, 충격 등이 있어 표 3.2-1을 적용하기에 적합하지 않은 경우의 활하중은 구조물의 실제상황에 따라 활하중의 크기를 증가하여 산정한다.

3.2.3 칸막이벽 하중

사무실 또는 유사한 용도의 건물에서 가동성 경량칸막이벽이 설치될 가능성이 있는 경우에는 칸막이벽 하중으로 최소한 1 kN/m²를 기본등분포활하중에 추가하여야 한다. 다만, 기본활하중 값이 4 kN/m² 이상인 경우에는 이를 제외할 수 있다.

건축구조기준 설계하중

3.3 집중활하중

3.3.1 기본집중활하중

구조물의 용도별로 적용하는 활하중으로서 최솟값의 집중활하중은 표 3.3-1과 같다.

표 3.3-1 기본집중활하중 (단위 : kN)

용도			집중 하중	하중접촉면 (m×m)	
1	병원	병실, 수술실, 공용실, 실험실, 로비와 모든 복도	10.0	0.75×0.75	
2	사무실	일반 사무실, 특수용도사무실, 문서보관실, 로비와 모든 복도	10.0	0.75×0.75	
3	학교	교실, 일반 실험실, 중량물 실험실, 로비와 모든 복도	5.0	0.75×0.75	
4	판매장	상점, 백화점 (1층), 상점, 백화점 (2층 이상), 창고형 매장	5.0	0.75×0.75	
5	도서관	열람실, 서고, 로비와 모든 복도	5.0	0.75×0.75	
6	주차장 및 옥외 차도1)	총중량 30 kN 이하의 차량	15.0	0.12×0.12	
		총중량 30 kN 초과 90 kN 이하의 차량	36.0	0.12×0.12	
		총중량 90 kN 초과 180 kN 이하의 차량	54.0	0.25×0.60	
		옥외 차도와 차도 양측의 보도	54.0	0.25×0.60	
7	공장	경공업 공장	10.0	0.75×0.75	
		중공업 공장	15.0	0.75×0.75	
8	지붕	유지·보수 작업자의 하중을 받는 모든 지붕		1.5	0.75×0.75
		헬리콥터 이착륙장	최대허용이륙하중 20 kN 이하	28.0	0.20×0.20
			최대허용이륙하중 60 kN 이하	84.0	0.30×0.30
		작업장 상부에 노출된 지붕의 주 구조재 및 트러스 하현재 절점	공장, 창고, 자동차 정비소 등의 용도의 상부 지붕	10.0	—
			기타 용도의 상부 지붕	1.5	—
9	계단	계단 디딤판	1.5	0.05×0.05	

주 1) 총중량 90 kN 초과 180 kN 이하인 차량은 3.4의 규정에 따를 수 있다.

2) 총중량 18 kN을 초과하는 중량차량의 활하중은 3.4의 규정에 따라야 한다.

3.3.2 작용점

집중활하중은 각 구조부재에 가장 큰 하중효과를 일으키는 위치에 작용하도록 하여야 한다.

3.3.3 하중접촉면

집중활하중은 표 3.3-1에 명시된 하중접촉면에 등분포하는 것으로 가정하여야 한다.

3.4 중량차량 활하중

총중량 180 kN을 초과하는 중량차량과 소방차량 및 응급차량, 지게차 및 이동장비 등의 활하중은 이 조항에 따라야 한다.

3.4.1 일반사항

총중량 180 kN을 초과하는 중량차량이 통행하는 바닥의 활하중은 KDS 24 10 00의 활하중 규정에 따라 산정하며 충격 및 피로를 고려하여 적용하여야 한다.

3.4.2 소방차량 및 응급차량의 활하중

소방차량 및 이와 유사한 응급차량의 통행이 예상되는 바닥의 활하중은 다음 중 더 큰 하중을 적용하여야 한다.

- (1) 차량의 외부안정장치 접촉면 반력을 포함한 차량의 실제 작동하중
- (2) 3.4.1의 규정에 따른 활하중

3.4.3 중량차량의 주차장 활하중

총중량이 180 kN을 초과하는 중량차량의 주차장 활하중은 3.4.1의 규정에 따라야 하며, 충격 및 피로를 고려할 필요는 없다. 차량의 실제하중 크기와 배치를 합리적으로 고려하여 활하중을 산정한다면 이를 적용할 수 있으나 그 값은 5.0 kN/m² 이상이어야 하며 3.5(활하중의 저감)을 적용할 수 없다.

3.4.4 지게차 및 이동장비의 활하중

지게차 및 이와 유사한 이동장비를 지지하는 바닥은 차량 및 이동장비의 전체 하중과 바퀴하중에 대하여 설계하여야 하며, 충격 및 피로를 고려하여야 한다. 설계목적상, 충격하중은 차량의 전체 하중 또는 바퀴하중의 30%로 한다.

3.5 활하중의 저감

3.5.1 저감계수

지붕활하중을 제외한 등분포활하중은 부재의 영향면적이 36m² 이상인 경우 표 3.2-1의 기본등분포활하중에 다음의 활하중저감계수 C 를 곱하여 저감할 수 있다.

$$C = 0.3 + \frac{4.2}{\sqrt{A}} \quad (3.5-1)$$

여기서, C : 활하중저감계수

A : 영향면적(단, $A \geq 36\text{m}^2$)

3.5.2 영향면적

영향면적은 기둥 및 기초에서는 부하면적의 4배, 보 또는 벽체에서는 부하면적의 2배, 슬래브에서는 부하면적을 적용한다. 단, 부하면적 중 캔틸레버 부분은 4배 또는 2배를 적용하지 않고 영향면적에 단순 합산한다.

3.5.3 제한사항

- (1) 1개 층을 지지하는 부재의 저감계수 C 는 0.5 이상, 2개 층 이상을 지지하는 부재의 저감계수 C 는 0.4 이상으로 한다.
- (2) 5 kN/m^2 를 초과하는 활하중은 저감할 수 없으나 2개 층 이상을 지지하는 부재의 저감계수 C 는 0.8까지 적용할 수 있다.
- (3) 활하중 5 kN/m^2 이하의 공중집회 용도에 대해서는 활하중을 저감할 수 없다.
- (4) 승용차 전용 주차장의 활하중은 저감할 수 없으나 2개 층 이상을 지지하는 부재의 저감계수 C 는 0.8까지 적용할 수 있다.
- (5) 1방향 슬래브의 영향면적은 슬래브 경간에 슬래브 폭을 곱하여 산정한다. 이때 슬래브 폭은 슬래브 경간의 1.5배 이하로 한다.

3.6 지붕활하중의 저감

지붕활하중은 이 조항의 규정에 따라 저감할 수 있다.

3.6.1 부하면적과 지붕의 물매에 따른 저감

표 3.2-1의 지붕활하중 L_0 은 부재의 부하면적과 지붕의 물매에 따라 식 (3.6-1)에 의하여 저감할 수 있다.

$$L_r = L_0 R_1 R_2 \quad (0.6 \leq L_r \leq 1.0) \quad (3.6-1)$$

여기서, L_r : 수평투영면적에 대한 지붕활하중(kN/m^2)

저감계수 R_1 과 R_2 는 다음 식으로 계산한다.

$$1.0 \quad (A_t \leq 20.0\text{m}^2)$$

$$R_1 = 1.2 - 0.01 A_t \quad (20.0\text{m}^2 < A_t < 60.0\text{m}^2)$$

$$0.6 \quad (A_t \geq 60.0\text{m}^2)$$

여기서, A_t : 부재의 부하면적(m^2)

$$1.0 \quad (F \leq 1/3)$$

$$R_2 = 1.2 - 0.6 F \quad (1/3 < F < 1)$$

0.6

 $(F \geq 1)$

여기서, F : 경사지붕의 물매
아치 및 돔의 (높이/경간 $\times 8/3$)

3.6.2 용도에 따른 저감

지붕을 정원 및 집회 등의 용도로 점유·사용하는 경우에는 3.5를 적용하여 활하중을 저감한다.

3.7 유사활하중

3.7.1 손스침 하중

지붕, 발코니, 계단 등의 난간 손스침 부분에 대해서는 0.9 kN의 집중하중 또는 2세대 이하의 주거용 구조물일 때 0.4 kN/m, 기타의 구조물일 때 0.8 kN/m의 등분포하중을 임의의 방향으로 고려하여야 한다.

3.7.2 내벽 횡하중

건축물 내부에 설치되는 높이 1.8 m 이상의 각종 내벽은 벽면에 직각방향으로 작용하는 0.25 kN/m² 이상의 등분포하중에 대하여 안전하도록 설계한다. 다만, 이동성 경량칸막이벽 및 이와 유사한 것은 제외한다.

3.7.3 고정사다리 하중

가로대를 가진 고정사다리의 활하중은 최소한 1.5 kN의 집중하중을 각 부재에 가장 큰 하중효과를 일으키는 위치에 적용하여야 하며 3m 높이마다 하나 이상이 작용하도록 하여야 한다.

3.8 차량방호하중

3.8.1 승용차 방호하중

승용차용 방호시스템은 임의의 수평방향으로 30 kN의 집중하중에 저항하도록 설계하여야 한다. 이 집중하중은 바닥면으로부터 0.45 m와 0.70 m 사이에서 가장 큰 하중효과를 일으키는 높이에 적용하며 하중접촉면은 0.3 m $\times$ 0.3 m 이하로 하여야 한다.

3.8.2 화물차 및 버스 방호하중

화물차 및 버스의 방호하중은 국내·외의 공인된 설계지침에 따라 산정하여야 한다.

3.9 크레인하중

주행보, 브래킷, 가새 및 접합부를 포함한 크레인의 모든 지지요소들은 크레인의 최대차륜하중, 수직충격하중, 횡방향 및 종방향 수평하중을 지지하도록 설계하여야 한다.

건축구조기준 설계하중

3.9.1 최대차륜하중

최대차륜하중은 브리지의 무게에 의한 차륜하중에, 트롤리가 최대의 차륜하중을 일으키는 위치에 있을 때의 정격용량과 트롤리의 무게에 의한 차륜하중을 더한 하중이다.

3.9.2 수직충격하중

크레인의 수직충격하중은 최대차륜하중에 대하여 다음의 비율로 산정한다.

- (1) 모노레일크레인(전동식) 25%
- (2) 운전실조작 또는 원격조작 브리지크레인(전동식) 25%
- (3) 펜던트조작 브리지크레인(전동식) 10%
- (4) 수동식 브리지, 트롤리, 호이스트를 가진 브리지크레인 또는 모노레일크레인 0%

3.9.3 횡방향수평하중

전동식 트롤리를 가진 크레인의 주행보에 작용하는 횡방향수평하중은 크레인의 정격용량과 호이스트 및 트롤리의 무게를 합한 값의 20%로 한다. 횡방향수평하중은 주행보에 직각방향으로 주행레일 상부에 수평으로 작용하는 것으로 가정하며, 주행보와 그 지지구조체의 횡방향 강성에 따라 분배한다.

3.9.4 종방향수평하중

수동식 브리지를 가진 브리지크레인을 제외한 크레인의 주행보에 작용하는 종방향수평하중은 최대차륜하중의 10%로 한다. 종방향수평하중은 주행보와 평행하게 주행레일 상부에 수평으로 작용하는 것으로 가정한다.

4. 적설하중

4.1 일반사항

- (1) 지붕에 작용하는 적설하중의 영향이 3.2 및 3.7에 규정된 지붕의 최소 활하중보다 클 때에는 이 조항에서 규정한 적설하중을 적용한다.
- (2) 적설하중의 작용이 예상되는 벽면이나 기타 구조물의 표면에 대해서는 적설하중의 영향을 고려한다.
- (3) 설계용 지붕적설하중은 기본지상적설하중을 기준으로 하여 기본지붕적설하중계수, 노출계수, 온도계수, 중요도계수 및 지붕의 형상계수와 기타 재하분포상태 등을 고려하여 산정한다.

- (4) 기본지상적설하중은 재현기간 100년에 대한 수직 최심적설깊이를 기준으로 하며, 그림 4.2-1의 값을 사용한다. 다만, 구조물의 용도 등에 따라 재현기간 100년을 적용하지 않을 때는 소요 재현기간에 맞추어 환산한 지상적설하중 값을 사용할 수 있다.

4.2 지상적설하중

4.2.1 지상적설하중의 적용조건

- (1) 지붕적설하중을 산정하기 위한 지상적설하중은 그림 4.2-1의 기본지상적설하중에 따른다. 이때 그림 4.2-1을 사용할 경우, 지역적 기후와 지형에 따라 국부적인 변화를 초래할 수 있다는 점을 고려해야 한다. 그림 4.2-1상의 지상적설하중이 3.0kN/m^2 이하인 지역의 고지대나 산간지방 같은 특정한 지형조건에서는 그림 4.2-1의 값을 1.5배하여 기본지상적설하중으로 한다.
- (2) 특정지역에 대한 지상적설하중은 실제의 조사·연구에 의한 수직최심적설깊이 및 눈의 평균 중량 등을 고려하여 산정할 수 있다.
- (3) 최소 지상적설하중은 $0.5\text{ kN}/0.5\text{ kN/m}^2$ 로 한다.

4.2.2 기본지상적설하중

구조물에 대한 지역별 100년 재현주기 기본지상적설하중 S_g 은 그림 4.2-1에 따른다.

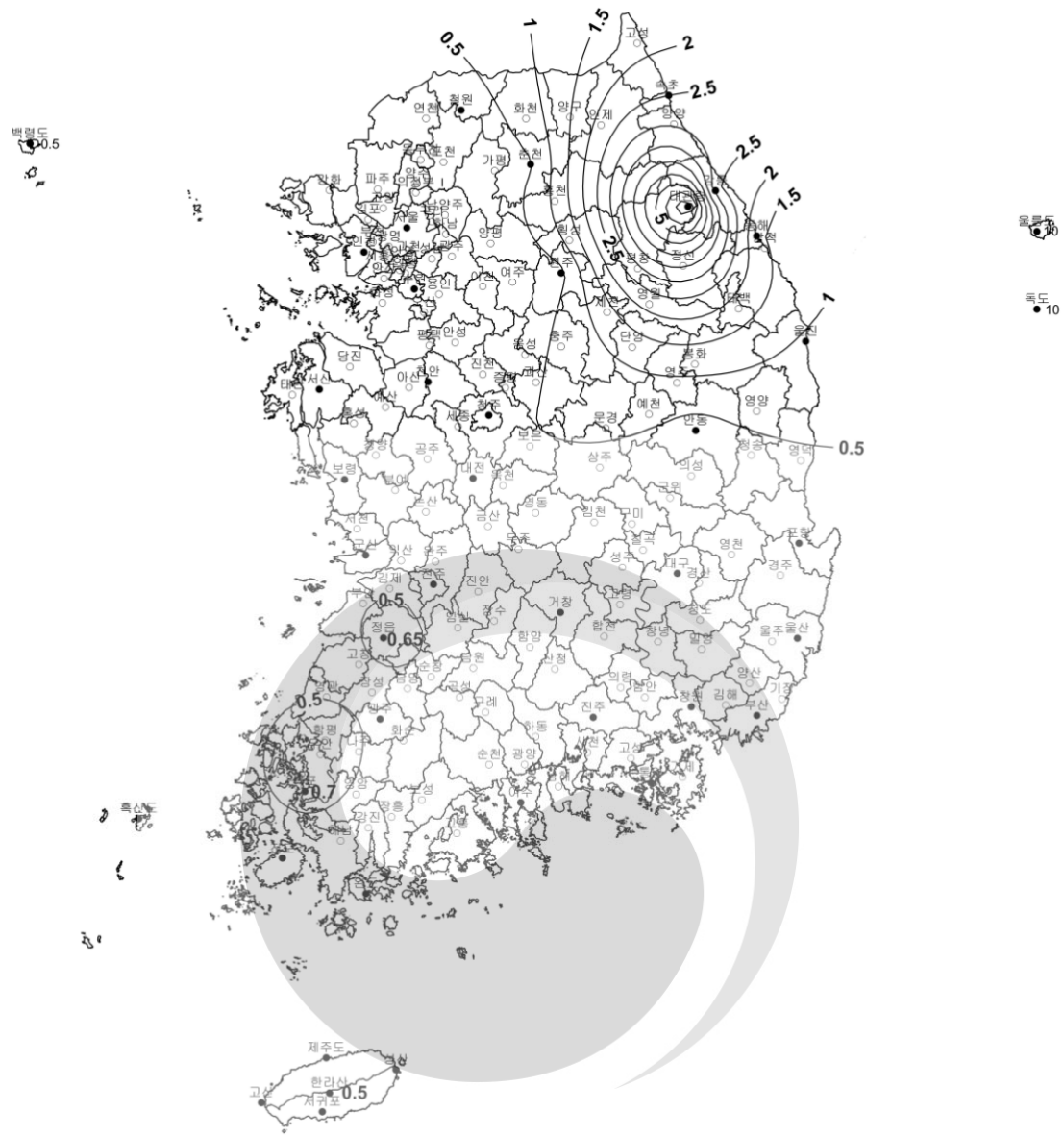


그림 4.2-1 기본지상적설하중 S_g (kN/m²)

- 주 1) 지역명칭은 통계청의 2012년 1월 25일 기준 “한국행정구역분류”에 따라 시, 군을 단위로 작성하였다.
- 2) ●은 최심적설깊이 자료가 있는 지역, ○는 최심적설깊이 자료가 없는 지역이다.

4.3 평지붕적설하중

평지붕적설하중 S_f 은 식(4.3-1)에 따라 산정한다.

$$S_f = C_b \cdot C_e \cdot C_t \cdot I_s \cdot S_g \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad (4.3-1)$$

4.3.1 기본지붕적설하중계수 C_b

기본지붕적설하중계수 C_b 는 일반적으로 0.7로 한다.

4.3.2 노출계수 C_e

노출계수 C_e 는 일반적으로 표 4.3-1에 따른다.

표 4.3-1 노출계수 C_e

주변 환경	C_e
A. 지형, 높은 구조물, 나무 등 주변환경에 의해 모든 면이 바람막이가 없이 노출된 지붕이 있는 거센바람 부는 지역	0.8
B. 약간의 바람막이가 있는 거센바람 부는 지역	0.9
C. 바람에 의한 눈의 제거가 지형, 높은 구조물 또는 근처의 몇몇 나무들 때문에 지붕 하중의 감소를 기대할 수 없는 위치	1.0
D. 바람의 영향이 많지 않은 지역 및 지형과 높은 구조물 또는 몇몇 나무들에 의하여 지붕에 바람막이가 있는 지역	1.1
E. 바람의 영향이 거의 없는 조밀한 숲 지역으로서, 촘촘한 침엽수 사이에 위치한 지붕	1.2

주 1) 주변환경은 구조물의 수명기간에 지속되는 환경을 말한다.

2) $10h_e$ (지붕면에서 장애물까지의 높이) 거리 내에 있는 장애물들은 바람막이가 된다.

3) 겨울에 잎이 떨어지는 낙엽수에 의한 장애물인 경우 C_e 는 0.1만큼 저감할 수 있다.

4.3.3 온도계수 C_t

온도계수 C_t 는 일반적으로 표 4.3-2에 따른다.

표 4.3-2 온도계수 C_t

난 방 상 태	C_t
난방구조물(적설하중 제어구조)	1.0
비난방구조물(적설하중 비제어구조)	1.2

4.3.4 중요도계수 I_s

중요도계수 I_s 는 일반적으로 표 4.3-3에 따른다.

표 4.3-3 중요도계수 I_s

중요도	특	1	2	3
중요도계수 I_s	1.2	1.1	1.0	0.8

4.3.5 원경사지붕의 적설하중

- (1) 창고, 추녀마루, 15° 이내의 낮은 경사도를 가진 박공지붕과 처마에서부터 꼭대기까지의 각 접선각도가 수평면으로부터 10° 보다 낮은 곡면지붕에는 평지붕적설하중의 최소허용값을 적용한다.
- (2) 지상적설하중이 1.0 kN/m² 이하인 곳에서 평지붕적설하중은 지상적설하중에 중요도계수를 곱한 값 이상으로 한다.
- (3) 지상적설하중이 1.0 kN/m²을 초과하는 곳에서의 평지붕적설하중은 1.0 kN/m²에 중요도계수를 곱한 값 이상으로 한다.
- (4) 적설하중에 대해서는 활하중의 감소를 고려하지 않는다.

4.4 경사지붕적설하중

경사지붕적설하중 S_s 은 식 (4.3-1)에서 규정된 평지붕적설하중에 지붕경사도계수 C_s 를 곱한 다음 식 (4.4-1)에 따라 산정한다.

$$S_s = C_s \cdot S_f \text{ (kN/m}^2\text{)} \quad (4.4-1)$$

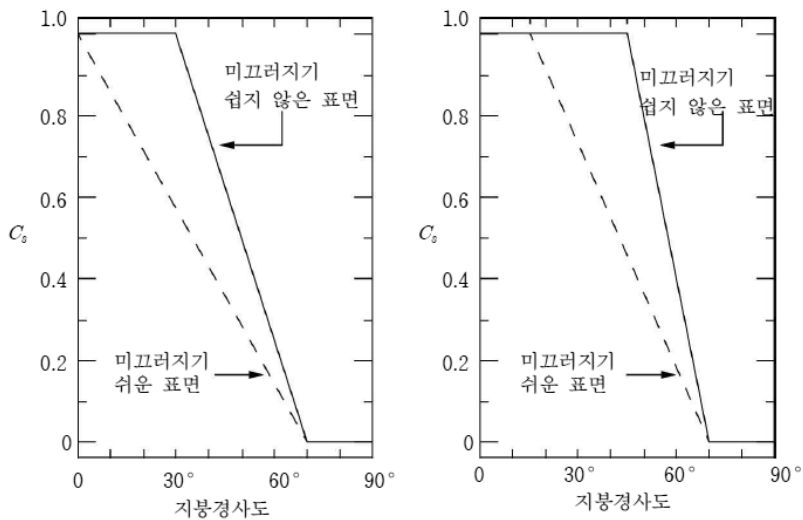
따뜻한 지붕과 차가운 지붕의 경사도계수는 4.4.1부터 4.4.4까지의 규정에 따른다.

4.4.1 따뜻한 지붕의 경사도계수

- (1) 지붕 표면이 미끄러지기 쉽고 열이 전달되는 따뜻한 경우, 지붕의 경사도계수는 그림 4.4-1(a)의 점선에 따른다.
- (2) 지붕 표면이 미끄러지기 쉽지 않고 열이 전달되는 따뜻한 경우, 지붕의 경사도계수는 그림 4.4-1(a)의 실선에 따른다.

4.4.2 차가운 지붕의 경사도계수

- (1) 지붕 표면이 미끄러지기 쉽고 열이 전달되지 않는 차가운 경우, 지붕경사도계수는 그림 4.4-1(b)의 점선에 따른다.
- (2) 지붕 표면이 미끄러지기 쉽지 않고 열이 전달되지 않는 차가운 경우, 지붕경사도계수는 그림 4.4-1(b)의 실선에 따른다.

(a) 난방이 된 지붕, $C_i=1.0$ (b) 난방이 되지 않은 지붕, $C_i > 1.0$ 그림 4.4-1 지붕경사도계수 C_s

4.4.3 곡면지붕의 경사도계수

- (1) 곡면지붕의 경사도계수는 처마에서 꼭대기까지의 각 접선경사와 수평면이 이루는 각도를 지붕경사도로 생각하여 그림 4.4-1을 적용한다. 이 경우 곡면지붕 내의 접선경사도가 수평면과 70° 각도를 이루는 점을 처마로 하며, 70° 를 초과하는 각도를 이루는 부분에 대해서는 적설하중이 작용되지 않는 것으로 한다.
- (2) 곡면지붕의 경사도계수는 그림 4.4-1에 준하여 설정하되, 경사도는 처마에서 꼭대기까지의 접선경사와 수평면이 이루는 각도를 의미한다.

4.4.4 연속적인 절판형, 원통형 및 톱날형 지붕의 경사도계수

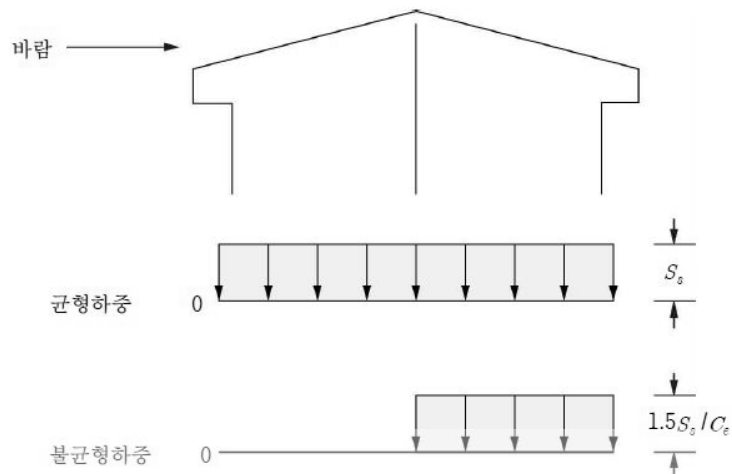
연속적인 절판형, 원통형 및 톱날형 지붕의 경사도계수는 경사도에 관계없이 1.0으로 한다.

4.5 지붕의 불균형적설하중

지붕의 적설하중은 균형하중과 불균형하중으로 분리하여 고려하며, 불균형하중 산정 시 모든 방향에 대한 바람의 영향을 고려한다.

4.5.1 경사지붕에서의 불균형적설하중

- (1) 지붕의 경사도가 15° 이하 혹은 70° 를 초과하는 경우에는 불균형적설하중의 고려를 하지 않는다.



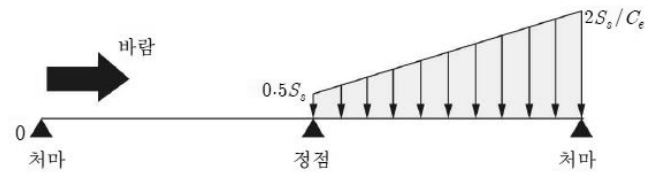
* 지붕의 경사도가 15도 이하 혹은 70도를 초과하는 경우에는 불균형하중을 고려할 필요가 없음.

그림 4.5-1 경사지붕의 균형적설하중 및 불균형적설하중

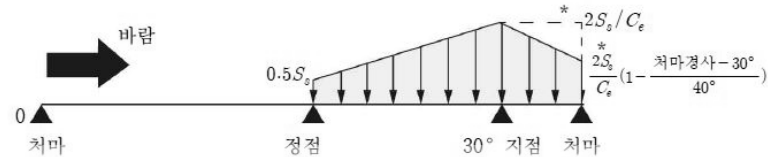
- (2) 그 외의 경우에는 그림 4.5-1과 같이 바람이 불어오는 쪽의 지붕면에는 적설하중을 고려하지 않으며, 그 반대쪽의 경사 지붕면에는 $1.5S_s/C_e$ 의 적설하중을 고려한다.

4.5.2 곡면지붕에서의 불균형적설하중

- (1) 곡면지붕 내에서 접선경사도가 수평면과 70° 이상의 각도를 이루는 부분에 대해서는 적설하중을 고려하지 않는다.
- (2) 처마 혹은 기울기가 70° 를 초과하는 지점에서 지붕꼭대기를 연결하는 직선의 경사도를 곡면지붕의 등가경사도로 간주하여 그림 4.5-1을 사용할 수 있다.
- (3) 곡면지붕의 접선경사도가 수평면과 70° 를 초과하거나 등가경사도가 10° 이하 또는 60° 이상인 경우에는 불균형하중을 고려하지 않는다.
- (4) 그 외의 경우 불균형적설하중은 그림 4.5-2의 하중분포도에 따라 산정하며, 바람이 불어오는 방향은 적설하중을 고려하지 않는다.

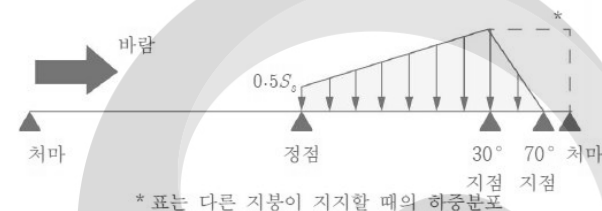


(a) 처마경사 < 30°



* 표는 다른 지붕이 지지할 때의 하중분포

(b) 30° < 처마경사 < 70°



* 표는 다른 지붕이 지지할 때의 하중분포

(c) 처마경사 > 70°

그림 4.5-2 곡면지붕의 불균형적설하중 분포

- (5) 그림 4.5-2 (b)나 (c)의 곡면지붕의 처마로부터 0.9 m 이내에 지면이나 다른 지붕이 인접할 경우에는 경사의 증가로 인한 적설하중의 감소를 고려하지 않고, 경사도 30° 지점과 처마 사이의 하중을 점선으로 나타낸 것과 같이 일정한 값 $2S_s/C_e$ 를 갖는 것으로 간주한다.

4.5.3 연속적인 절판형, 원통형 및 톱날형 지붕에서의 불균형적설하중

- (1) 연속적인 절판형, 원통형 및 톱날형 지붕의 경우, 불균형적설하중은 그림 4.5-3과 같이 지붕 마루의 $0.5S_f$ 에서 지붕골의 $3S_f/C_e$ 까지 증가한다.

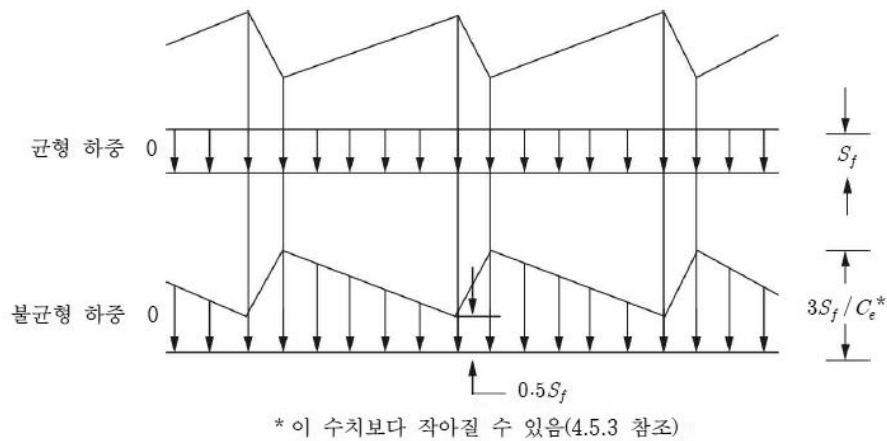


그림 4.5-3 톱날형 지붕의 균형적설하중 및 불균형적설하중

- (2) 지붕에서의 적설높이는 적설하중을 식 (4.5-1)로 나눈 값으로 산정한다. 지붕골의 적설면은 지붕마루의 적설면보다 높지 않아도 된다. 그러므로 지붕골에서의 불균형적설하중은 $3S_f/C_e$ 보다 작은 값으로 대치할 수 있다.

$$0.43S_g + 2.2 \leq 4.7 \text{ (kN/m}^3\text{)} \quad (4.5-1)$$

4.5.4 부분재하

적설하중을 지지하는 지붕구조의 어느 부분에서나 균형하중의 반을 제거했을 때 발생할 수 있는 불리한 효과에 대해 고려한다.

4.6 지붕의 국부적설하중

인접한 높은 구조물이나 돌출부 주위의 적설퇴적량 혹은 미끄러짐 등으로 인한 국부적인 적설하중을 고려하여야 한다.

4.6.1 주위보다 낮은쪽 지붕

같은 구조물의 높은 부분 혹은 인접건물, 환경보다 낮게 위치하는 지붕에는 바람의 영향으로 인한 추가 적설퇴적량에 의한 하중을 고려한다.

4.6.1.1 적설하중이 작은 지역

지상적설하중이 0.5 kN/m^2 보다 작은 지역에서는 퇴적량에 의한 추가하중을 고려하지 않아도 무방하다.

4.6.1.2 구조물에서의 낮은쪽 지붕

낮은쪽 지붕에서 눈의 퇴적량에 의한 추가하중은 그림 4.6-1과 같이 산정되어 균형적설하중에 중첩되며, h_c/h_b 가 0.2보다 작은 경우에는 퇴적량에 의한 하중은 고려할 필요가 없다. 퇴적량 깊

이 h_d 는 그림 4.6-2로부터 구하며, h_c 보다 클 필요는 없다. 퇴적량 폭 w 는 $4h_d$ 와 같으나, 낮은 쪽 지붕의 길이보다 클 경우에는 지붕의 끝을 넘는 부분은 무시한다. 최대 퇴적량 하중은 h_d 와 식 (4.5-1)의 곱과 같다.

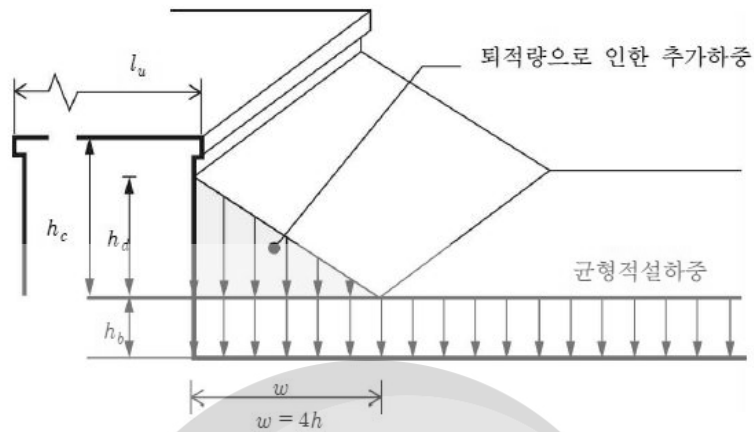


그림 4.6-1 낮은쪽 지붕의 퇴적량 하중분포

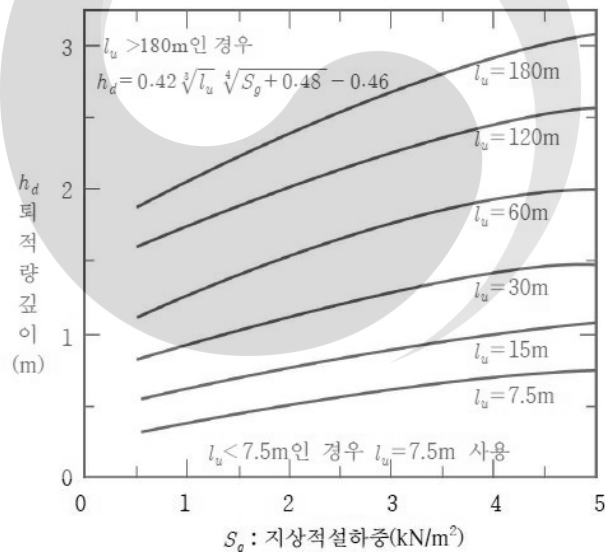


그림 4.6-2 퇴적량 깊이 h_d

4.6.1.3 인접한 구조물이나 주위환경

4.6.1.1과 4.6.1.2에 적용된 방법으로 6 m 이내의 높은 구조물이나 주위환경으로부터 퇴적량에 의한 추가하중을 구하며, 인접거리 s 에 따른 보정은 최대 추가하중치에 $(6-s)/6$ 을 곱하여 사용한다. 그러나 6 m를 넘는 경우에는 추가하중을 고려하지 않아도 무방하다.

4.6.2 지붕의 돌출부

- (1) 지붕의 돌출부 길이가 4.5 m를 넘는 경우 퇴적량에 의한 추가적설하중 산정은 돌출부의 모든 방향으로 4.6.1을 적용한다.
- (2) 파라펫에 의해 발생하는 지붕 주위의 퇴적량은 그림 4.6-2의 퇴적량 깊이의 1/2인 $0.5h_d$ 를 사용하여 산정한다. 여기서, 파라펫의 길이 l_u 는 돌출부로부터 지붕모서리까지의 최대 거리로 15 m를 넘지 않는다.
- (3) 돌출부가 서로 만나는 부분의 퇴적량은 2개의 퇴적량 중에서 큰 값을 사용한다.

4.6.3 눈의 미끄러짐

- (1) 낮은 쪽 지붕으로 미끄러져 내려 추가하중으로 작용하는 적설하중은 높은 쪽 지붕의 균형적설하중이 낮은 쪽 지붕으로 모두 미끄러져 내린다는 가정하에 산정하며, 총 추가하중 산출시 높은 쪽 지붕의 표면상태에 관계없이 지붕경사도계수는 그림 4.4-1의 실선으로 표시된 값을 사용한다.
- (2) 이미 쌓인 눈으로 인하여 높은 쪽 지붕의 일부 눈이 더 이상 미끄러져 내릴 수 없는 경우나 높은 쪽 지붕의 눈이 미끄러져 내려와서 낮은 쪽 지붕에 쌓인 눈을 밀어낼 수 있다고 예상되는 경우에는 미끄러짐 적설하중을 감소할 수 있다.
- (3) 미끄러짐 적설하중은 균형적설하중과 중첩하여 작용한다고 간주되며, 낮은 쪽 지붕이 높은 쪽 지붕과 h_c 혹은 6 m 이상 분리되어 있다면 미끄러짐에 의한 추가하중은 고려하지 않아도 무방하다.

4.6.4 내민처마

처마가 지붕구조의 지지점에서 내민 경우에는 눈이 얼거나 적체된 경우를 고려하여 최소 $2.0S_f$ 의 일정한 적설하중이 내민 부분에 작용한다고 간주한다.

4.7 눈과 비의 혼합하중

4.7.1 비로 인한 추가하중

지상적설하중이 1.0 kN/m^2 이하인 지역에서는 지붕의 경사각이 $(W/15)^\circ$ (W 는 처마에서 용마루까지의 수평거리, m) 이하인 모든 지붕에 눈 위의 비로 인한 하중 0.25 kN/m^2 을 추가하여야 한다. 이 추가하중은 평지붕적설하중 또는 경사지붕적설하중에 적용하여야 하며 최소적설하중, 부분재하, 국부적설하중에는 적용할 필요가 없다.

4.7.2 물고임하중

눈 녹은 물이나 눈 위의 비로부터 물고임하중이 생길 때, 배수를 위한 적절한 경사가 주어져 있지

않으면 지붕에 처짐이 생기므로 이에 대한 하중을 고려해야 한다.

4.8 기타 적설하중

다음과 같은 기타 적설하중이 구조물의 안전에 영향을 미친다고 인정되는 경우에는 그 영향을 고려한다.

- (1) 구조물의 외벽은 직접 접하는 적설량으로 인한 측압을 고려한다.
- (2) 구조물이 쌓인 눈 가운데에 묻힐 가능성이 있는 경우, 적설의 침강에 따른 하중을 고려한다.
- (3) 발코니 등에 눈이 붙어 닳치게 되는 경우, 붙어온 눈의 하중을 고려한다.

5. 풍하중

5.1 일반사항

5.1.1 적용범위

- (1) 이 장은 강풍에 의한 건축구조물의 탄성적 거동을 전제로 한 최소풍하중을 산정하는 경우에 적용한다.
- (2) 주골조설계용 풍하중은 건축물의 주골조를 설계하는 경우에 적용하고, 외장재설계용 풍하중은 외장재와 이를 지지하는 부골조(이하 외장재 등이라 한다)의 설계에 적용한다.

5.1.2 기본방침

- (1) 풍하중은 주골조설계용 수평풍하중·지붕풍하중과 외장재설계용 풍하중으로 구분한다. 풍하중은 각각의 설계풍압에 유효수압면적을 곱하여 산정한다.
- (2) 주골조설계용 수평풍하중은 풍방향풍하중, 풍직각방향풍하중, 비틀림풍하중으로 구분하여 산정한다.
- (3) 풍하중은 5.5.1에 근거하여 산정한다.
- (4) 통상적인 건축물에서는 지붕의 평균높이를 기준높이로 하며, 그 기준높이에서의 속도압을 기준으로 풍하중을 산정한다.
- (5) 풍하중을 산정할 때에는 각 건물표면의 양면에 작용하는 풍압의 대수합을 고려해야 한다.
- (6) 주골조설계용 설계풍압은 5.5(설계속도압), 5.6(풍방향가스트영향계수), 5.7(주골조설계용 풍압계수, 풍력계수)를 곱하여 산정한다. 다만, 부분개방형건축물 및 지붕풍하중을 산정할 때에는 5.7.2(내압)의 영향도 고려한다.

건축구조기준 설계하중

- (7) 외장재설계용 설계풍압은 5.5(설계속도압)에 5.8(외장재설계용 풍압계수)을 곱하여 산정한다.
- (8) 5.1.3(특별풍하중)에 해당하는 경우에는 5.15(풍동실험)에 따라 풍하중을 산정하여야 한다. 단, 평면형상이 사각형이고 높이방향으로 일정한 건축물로서 5.9.1 및 5.10.1의 적용범위를 만족하는 경우에는 5.15(풍동실험)에 따르지 않고 5.9.2 및 5.10.2의 산정식에 따라 각각 풍직각방향풍하중과 비틀림풍하중을 산정할 수 있다.
- (9) 거주성을 검토하기 위하여 필요한 응답가속도는 5.13.3에 따라 산정할 수 있다. 이때 필요한 풍속은 5.16(재현기간1년풍속)에 따른다.
- (10) 작은 규모의 건축물인 경우에는 5.14에 따라 풍하중을 산정할 수 있다.

5.1.3 특별풍하중

다음의 각 조건에 해당하는 경우에는 바람으로 인하여 건축구조물에 발생하는 특수한 영향들을 고려하기 위해 5.15(풍동실험)에 따라 특별풍하중을 산정하여야 한다.

(1) 풍진동의 영향을 고려해야 할 건축물

형상비가 크고 유연한 건축물 가운데 다음의 ①, ② 조건에 해당하는 경우에는 5.15(풍동실험)에 따라 풍방향진동 외에 풍직각방향진동 및 비틀림진동에 따른 동적 영향을 고려한 풍하중을 산정하여야 한다. 단, 평면형상이 사각형이고 높이방향으로 일정한 건축물로서 5.9.1, 5.10.1의 적용범위를 만족하는 경우에는 5.15(풍동실험)에 따르지 않고 각각 5.9.2, 5.10.2의 산정식에 따라 풍직각방향풍하중과 비틀림풍하중을 산정할 수 있다.

① 원형평면인 건축물

$$\frac{H}{d} \geq 7 \quad (5.1-1)$$

여기서, d : 높이 $2H/3$ 에서의 건축물의 외경(m)

② 원형평면이 아닌 건축물

$$\frac{H}{\sqrt{BD}} \geq 3 \text{ 또는 } \frac{H}{\sqrt{A_f}} \geq 3 \quad (5.1-2)$$

여기서, H : 건축물의 기준높이(m), (5.1.2(4))에 따른다)

B : 건축물의 대표폭(m)

D : 건축물의 깊이(m)

A_f : 건축물의 기준층 바닥면적(m²)

(2) 특수한 지붕골조

장경간의 현수, 사장, 공기막 지붕 등 경량이며 강성이 낮아 공기력불안정진동 거동을 하는 지붕골조의 경우에는 5.15(풍동실험)에 따라 풍하중을 산정하여야 한다.

(3) 골바람효과가 발생하는 건설지점

국지적인 지형 및 지물의 영향 또는 풍상측의 장애물로 인하여 골바람효과가 발생하는 곳에 건축물이 위치하는 경우에는 그 효과를 확인하여야 한다.

(4) 인접효과가 우려되는 건축물

신축건축물이 집단으로 건설될 경우 풍상측 장애물의 와류방출영역에 건축물이 위치할 때에는 진동으로 인해 증가하는 풍하중의 효과를 검토하여야 하고, 또한 풍상측 장애물의 후류버펫팅이 발생하는 곳에 건축물이 위치할 때에는 국부적으로 증가하는 풍하중의 효과를 검토하여야 한다.

(5) 비정형적 형상의 건축물

이 장의 적용이 적합하지 않은 비정형적 형상을 가진 건축물의 경우에는 5.15(풍동실험)에 따라 풍하중을 평가하여야 한다.

5.2 주골조설계용 수평풍하중

(1) 이 절은 건축물의 주골조를 설계하는 경우의 수평풍하중으로 풍방향의 풍하중을 산정할 때 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족해야 한다.

- ① 건축물의 형상은 정형적이어야 한다.
- ② 건축물은 와류방출, 공기력불안정진동 등을 유발하는 응답특성을 나타내지 않아야 한다.
- ③ 건축물은 풍상측의 장애물에 의해 발생하는 골바람효과나 후류버펫팅을 받는 곳에 위치하지 않아야 한다.

(2) 주골조설계용 풍방향풍하중 W_D 는 다음 식으로 산정한다.

$$W_D = p_F A \text{ (N)} \quad (5.2-1)$$

여기서, p_F : 주골조설계용 설계풍압(N/m²). 단, 500N/m² 보다 작아서는 안 된다.

A : 지상높이 z 에서 풍향에 수직한 면에 투영된 건축물의 유효수압면적(m²)

위 식에서 설계풍압 p_F 는 건축물의 밀폐와 개방 정도에 따라 다음과 같이 산정한다.

5.2.1 밀폐형건축물

밀폐형건축물의 주골조설계용 설계풍압 p_F 는 다음 식으로 산정한다.

$$p_F = G_D q_H (C_{pe1} - C_{pe2}) \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (5.2-2)$$

단, 원형평면을 가진 건축물의 경우에는 $C_{pe1} - C_{pe2}$ 대신에 C_D 를 적용한다.

여기서, q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압(N/m²) (5.5에 따른다)

G_D : 풍방향가스트영향계수(5.6에 따른다)

C_{pe1} : 풍상벽의 외압계수(5.7.1에 따른다)

건축구조기준 설계하중

C_{pe2} : 풍하벽의 외압계수(5.7.1에 따른다)

C_D : 풍력계수(5.7.3 (1)에 따른다)

5.2.2 부분개방형건축물

부분개방형건축물의 주골조설계용 설계풍압 p_F 는 아래 2종류로 구분하여 산정한다.

(1) 풍상벽의 경우

$$p_F = q_H (G_D C_{pe1} - G_{pi} C_{pi}) \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (5.2-3)$$

(2) 측벽 및 풍하벽의 경우

$$p_F = q_H (G_D C_{pe} - G_{pi} C_{pi}) \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (5.2-4)$$

여기서 q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압(N/m²) (5.5에 따른다)

G_D : 풍방향가스트영향계수(5.6에 따른다)

G_{pi} : 내압가스트영향계수(5.7.2에 따른다)

C_{pe1} : 풍상벽의 외압계수(5.7.1에 따른다)

C_{pe} : 측벽, 풍하벽의 외압계수(5.7.1에 따른다)

C_{pi} : 내압계수(5.7.2에 따른다)

5.2.3 개방형건축물

개방형건축물의 주골조설계용 설계풍압 p_F 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$p_F = k_z q_H G_D C_D \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (5.2-5)$$

여기서, k_z : 높이방향압력분포계수(표 5.7-1의 ①에 따른다)

q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압(N/m²) (5.5에 따른다)

G_D : 풍방향가스트영향계수(5.6에 따른다)

C_D : 풍력계수(5.7.3에 따른다)

5.3 주골조설계용 지붕풍하중

(1) 이 절은 건축물의 주골조를 설계하는 경우의 지붕풍하중을 산정할 때 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족하여야 한다.

① 건축물의 형상은 정형적이어야 한다.

② 건축물은 와류방출, 공기력불안정진동 등을 유발하는 응답특성을 나타내지 않아야 한다.

③ 건축물은 풍상측의 장애물에 의해 발생하는 골바람효과나 후류버펄팅을 받는 곳에 위치하지 않아야 한다.

(2) 주골조설계용 지붕풍하중 W_R 은 다음 식으로 산정한다.

$$W_R = p_R A_R \text{ (N)} \quad (5.3-1)$$

여기서, p_R : 지붕의 설계풍압(N/m²). 단, 500N/m² 보다 작아서는 안 된다.

A_R : 지붕보가 부담하는 부분의 유효수압면적(m²)

위 식에서 지붕의 설계풍압 p_R 은 건축물 형상별로 다음과 같이 산정한다.

5.3.1 밀폐형건축물 및 부분개방형건축물

밀폐형건축물 및 부분개방형건축물의 주골조설계용 지붕의 설계풍압 p_R 은 다음 식으로 산정한다.

$$p_R = q_H (G_{pe} C_{pe} - G_{pi} C_{pi}) \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (5.3-2)$$

여기서, q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압(N/m²)(5.5에 따른다)

G_{pe} : 지붕의 외압가스트영향계수(5.6.4에 따른다)

G_{pi} : 내압가스트영향계수(5.7.2에 따른다)

C_{pe} : 외압계수(5.7.1에 따른다)

C_{pi} : 내압계수(5.7.2에 따른다)

5.3.2 독립지붕

독립지붕의 주골조설계용 지붕의 설계풍압 p_R 은 다음 식으로 산정한다.

$$p_R = q_H G_{pe} C_N \text{ (N/m}^2\text{)} \quad (5.3-3)$$

여기서, q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압(N/m²)(5.5에 따른다)

G_{pe} : 지붕의 외압가스트영향계수(5.6.4에 따른다)

C_N : 독립지붕의 순압력계수(5.7.3에 따른다)

5.4 외장재설계용 풍하중

(1) 5.4는 건축물의 외장재 등을 설계하는 경우의 풍하중을 산정할 때 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족하여야 한다.

- ① 건축물의 형상은 정형적이어야 한다.
- ② 건축물은 와류방출, 공기력불안정진동 등을 유발하는 응답특성을 나타내지 않아야 한다.
- ③ 건축물은 풍상측의 장애물에 의해 발생하는 골바람효과나 후류버펄팅을 받는 곳에 위치하지 않아야 한다.

(2) 외장재설계용 풍하중 W_C 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$W_C = p_C A_C \text{ (N)} \quad (5.4-1)$$

여기서, p_C : 외장재설계용 설계풍압(N/m²).

단, 500N/m² 보다 작아서는 안 된다.

A_C : 외장재 등의 유효수압면적(m²)

위 식에서 외장재설계용 설계풍압 p_C 는 기준높이 H 에 따라 다음과 같이 산정한다.

건축구조기준 설계하중

5.4.1 기준높이 20m 이상 건축물

기준높이가 20 m 이상인 건축물의 외장재설계용 설계풍압 p_C 는 아래 2종류로 구분하여 산정한다.

(1) 정압인 외벽

$$p_C = k_z q_H (GC_{pe} - GC_{pi}) (\text{N/m}^2) \quad (5.4-2)$$

(2) 부압인 외벽 및 지붕면

$$p_C = q_H (GC_{pe} - GC_{pi}) (\text{N/m}^2) \quad (5.4-3)$$

여기서, k_z : 높이방향압력분포계수(표 5.7-1의 ①에 따른다)

q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압(N/m^2)(5.5에 따른다)

GC_{pe} : 외장재설계용 피크외압계수(5.8.1에 따른다)

GC_{pi} : 외장재설계용 피크내압계수(5.8.2에 따른다)

5.4.2 기준높이 20 m 미만 건축물

기준높이가 20 m 미만인 건축물의 외장재설계용 설계풍압은 벽, 지붕을 구분하지 않고 다음 식으로 산정한다. 단, 여기서 건설지점의 지표면조도구분이 A, B, C 에 해당하는 경우에는 지표면조도구분 C 에서의 설계속도압 q_H 를 적용하고, 건설지점이 지표면조도구분 D 인 경우에는 해당 지표면조도구분의 설계속도압 q_H 를 적용한다.

$$p_C = q_H (GC_{pe} - GC_{pi}) (\text{N/m}^2) \quad (5.4-4)$$

여기서, q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압(N/m^2)(5.5에 따른다)

GC_{pe} : 외장재설계용 피크외압계수(5.8.1에 따른다)

GC_{pi} : 외장재설계용 피크내압계수(5.8.2에 따른다)

5.4.3 독립지붕

독립지붕의 외장재설계용 설계풍압 p_C 는 다음 식으로 산정한다.

$$p_C = q_H \hat{C}_N (\text{N/m}^2) \quad (5.4-5)$$

여기서, q_H : 기준높이 H 에 대한 설계속도압(N/m^2)(5.5에 따른다)

$\hat{C}_N$: 독립지붕의 피크순압력계수(5.8.3에 따른다)

5.5 설계속도압

기준높이 H 에서의 설계속도압 q_H 는 다음 식으로 산정한다.

$$q_H = \frac{1}{2} \rho V_H^2 (\text{N/m}^2) \quad (5.5-1)$$

여기서, ρ : 공기밀도로써 균일하게 1.22kg/m^3 로 한다.

V_H : 설계풍속(m/s) (5.5.1에 따른다)

5.5.1 설계풍속

설계풍속 V_H 는 다음 식으로 산정한다.

$$V_H = V_0 K_{zr} K_{zt} I_w \text{ (m/s)} \quad (5.5-2)$$

여기서, V_0 : 기본풍속(m/s) (5.5.2에 따른다)

K_{zr} : 풍속고도분포계수로 기준높이 H 에서의 값(5.5에 따른다)

K_{zt} : 지형계수(5.5.4에 따른다)

I_w : 건축물의 중요도계수(5.5.5에 따른다)

5.5.2 기본풍속

기본풍속 V_0 는 지표면상태가 5.5.3에서 정한 지표면조도구분 C 인 경우, 지상 10 m 높이에서 10 분간 평균풍속의 재현기간 100년에 대한 값이고, 건설지점이 위치한 지역에 따라 그림 5.5-1 또는 표 5.5-1에 의해 정한다. 다만, 건설지점 부근의 유효한 풍관측자료가 있는 경우에는 그 값에 따라 설정할 수 있다. 이 경우 풍속자료를 처리할 때에는 공인된 극치통계해석법을 사용하고, 자료의 길이, 측정오차, 평가시간, 풍속계높이, 풍속계 주변의 지표면상태 등을 고려해야하며, 풍속자료는 지표면조도구분 C 인 지상 10 m에서 10분간 평균풍속의 재현기간 100년 값으로 균질화해야 한다. 바람은 항상 수평방향에서 불어오는 것으로 가정한다.

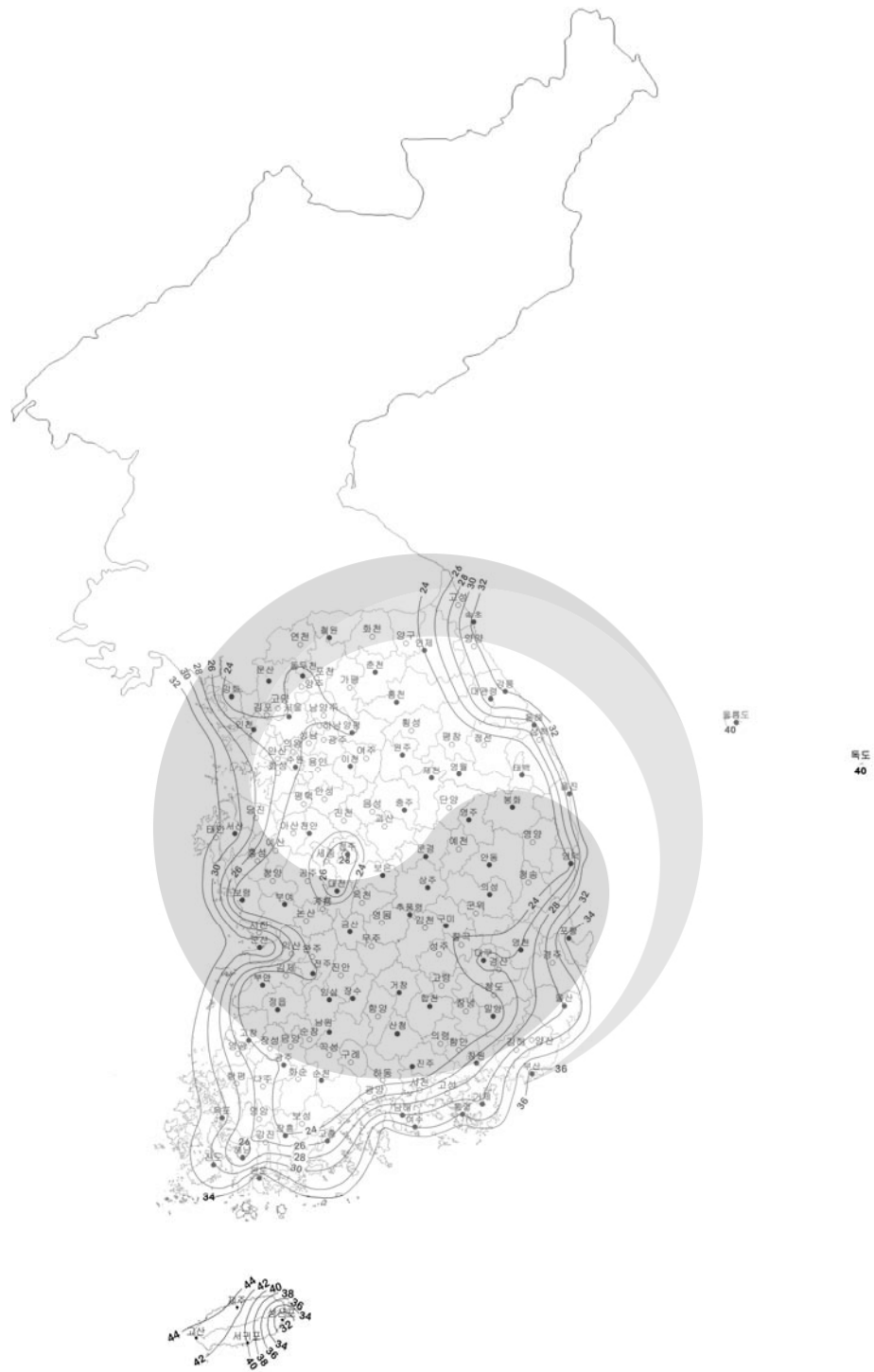


그림 5.5-1 기본풍속 v_0 (m/s)

표 5.5-1 지역별 기본풍속 v_0 (m/s)

	지역	v_0 (m/s)
서울특별시 인천광역시 경기도	용진	30
	인천, 강화, 안산, 시흥, 평택	28
	서울, 김포, 구리, 수원, 군포, 오산, 화성, 의왕, 부천, 고양, 안양, 과천, 광명, 의정부, 동두천, 양주, 파주, 포천, 남양주, 가평, 하남, 성남, 광주, 양평, 용인	26
	안성, 연천, 여주, 이천	24
강원도	속초, 양양, 강릉, 고성	34
	동해, 삼척, 홍천, 정선, 인제	30
	양구	26
	철원, 화천, 춘천, 횡성, 원주, 평창, 영월, 태백	24
대전광역시 충청남북도	서산, 태안	34
	당진	32
	서천, 보령, 홍성, 청주, 청원	30
	예산, 세종, 대전, 공주, 부여	28
	아산, 계룡, 진천	26
	천안, 증평, 청양, 논산, 금산, 음성, 충주, 제천, 단양, 괴산, 보은, 영동, 옥천	24
부산광역시 대구광역시 울산광역시 경상남북도	울릉(독도)	40
	부산	38
	포항, 경주, 기장, 통영, 거제	36
	양산, 김해, 남해, 울산, 울주	34
	영덕, 고성	32
	울진, 창원, 사천, 영천	30
	청송, 대구, 경산, 청도, 밀양, 하동	28
	영양, 군위, 칠곡, 성주, 달성, 함안, 고령, 창녕, 진주	26
	봉화, 영주, 예천, 문경, 상주, 추풍령, 안동, 의성, 구미, 김천, 의령, 거창, 산청, 함천, 함양	24
광주광역시 전라남북도	완도, 해남	36
	진도, 여수, 고흥, 신안, 무안, 장흥	34
	목포, 부안, 영암, 강진	32
	영광, 함평, 나주	30
	익산, 김제, 순천, 고창, 광양	28
	광주, 보성, 완주, 전주, 장성	26
	무주, 진안, 장수, 임실, 정읍, 순창, 남원, 담양, 곡성, 구례	24
제주도	서귀포, 제주	44

주 1) 표에 나타난 지역명칭은 통계청의 2012년 1월 25일 기준 “한국행정구역분류”에 따라 시 및 군을 최소단위로 작성하였다.

2) 표 및 그림 5.5-1에 나타난 지역명칭 중 굵은 글씨와 ●는 기상관청이 있는 지역으로 기상관청이 위치한 곳, 일반 글씨와 ○는 기상관청이 없는 지역으로 시청 및 군청 소재지가 위치한 곳이다.

3) 표에 나타난 기본풍속 v_0 는 해당 시나 군의 행정구역 중 가장 큰 값을 그림 5.5-1로부터 구한 것이다.

5.5.3 풍속고도분포계수

(1) 건설지점의 지표면조도구분은 주변지역의 지표면 상태에 따라 표 5.5-2에 따라 정한다.

표 5.5-2 지표면조도구분

지표면 조도구분	주변지역의 지표면 상태
A	대도시 중심부에서 고층건축물(10층 이상)이 밀집해 있는 지역
B	수목·높이 3.5 m 정도의 주택과 같은 건축물이 밀집해 있는 지역 중층건물(4~9층)이 산재해 있는 지역
C	높이 1.5~10 m 정도의 장애물이 산재해 있는 지역 수목·저층건축물이 산재해 있는 지역
D	장애물이 거의 없고, 주변 장애물의 평균높이가 1.5 m 이하인 지역 해안, 초원, 비행장

(2) 평탄한 지역에 대한 풍속고도분포계수 K_{zr} 는 위 (1)에서 규정한 건설지점의 지표면조도구분에 따라 표 5.5-3 및 표 5.5-4에 따라 정한다.

표 5.5-3 평탄한 지역에 대한 풍속고도분포계수 K_{zr}

지표면으로부터의 높이 z (m)	지표면조도구분			
	A	B	C	D
$z \leq z_b$	0.58	0.81	1.0	1.13
$z_b < z \leq Z_g$	$0.22 z^\alpha$	$0.45 z^\alpha$	$0.71 z^\alpha$	$0.98 z^\alpha$

- 주 1) z : 지표면에서의 높이(m)
 2) z_b : 대기경계층시작높이(m)
 3) Z_g : 기준경도풍높이(m)
 4) α : 풍속고도분포지수

표 5.5-4 z_b , Z_g , α

지표면조도구분	A	B	C	D
z_b (m)	20 m	15 m	10 m	5.0 m
Z_g (m)	550 m	450 m	350 m	250 m
α	0.33	0.22	0.15	0.10

- 주 1) z_b : 대기경계층시작높이(m)
 2) Z_g : 기준경도풍높이(m)
 3) α : 풍속고도분포지수

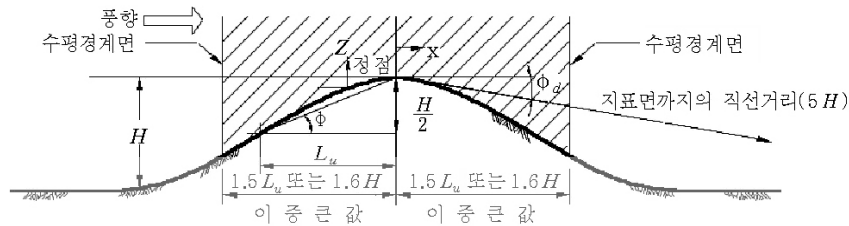
5.5.4 지형계수

(1) 산, 언덕 및 경사지의 영향을 받지 않는 평탄한 지역에 대한 지형계수 K_{zt} 는 1.0이다.

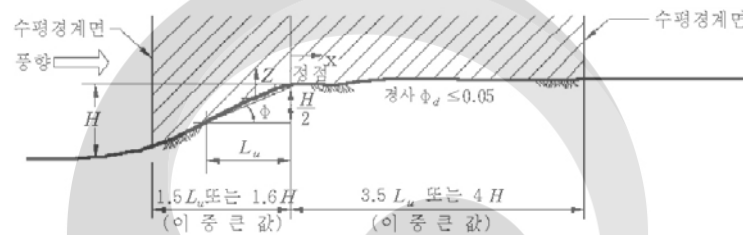
(2) 산, 언덕 및 경사지 정상 부근 등 풍속할증이 필요한 부분에 대한 적용범위는 표 5.5-5와 같고, 지형계수 K_{zt} 는 식 (5.5-3)으로 산정한다.

표 5.5-5 지형계수 K_{zt} 의 적용범위, m

지형구분	풍속할증 적용 범위	적용 범위	
		풍상측	풍하측
언덕, 산	수평거리 (정점에서)	1.5 L_u 와 1.6 H 중 큰 값	
경사지	수평거리 (정점에서)	1.5 L_u 와 1.6 H 중 큰 값	3.5 L_u 와 4 H 중 큰 값



(a) 언덕, 산



(b) 경사지

$$K_{zt} = 1 + \frac{k_t s \phi'}{1 + 3.7 I_z} \quad (5.5-3)$$

여기서, k_t : 형상계수

= 1.4 ; 경사지

= 1.4 + 3.6 ($\phi_d - 0.05$) ≤ 3.2 ; 언덕 · 산

ϕ_d : 언덕 · 산 · 경사지의 정점으로부터 풍하측 빗변으로 5 H 되는 거리까지의 평균경사

s : 위치계수

$$= \left(1 - \frac{|x|}{1.5 L^*}\right) \left(1 - \frac{z}{L_u}\right); \phi \leq 0.3 \text{ 일 때}$$

$$= \left(1 - \frac{|x|}{1.5 L^*}\right) \left(1 - \frac{0.6z}{H}\right); \phi > 0.3 \text{ 일 때}$$

풍상측인 경우

$$L^* = L_u$$

$$L^* = 1.7 H; \phi > 0.3 \text{ 일 때}$$

풍하측인 경우

$$L^* = L_u \text{ 와 } 1.7 H \text{ 중 큰 값; 언덕 · 산}$$

$$L^* = 2 L_u \text{ 와 } 3.33 H \text{ 중 큰 값; 경사지}$$

건축구조기준 설계하중

- x : 정점으로부터의 수평거리(m)
 z : 국지 지표면으로부터의 임의높이(m)
 H : 언덕, 산, 경사지의 정점높이(m)
 L_u : 언덕, 산, 경사지의 정점 중앙으로부터 아래로 $H/2$ 인 지점에서 풍상측 경사지 지점까지의 수평거리(m)
 ϕ' : ϕ 또는 0.3 중 작은 값
 ϕ : 풍상측경사 $\left(= \frac{H}{2L_u} \right)$
 I_z : 높이 z 에서의 난류강도

$$I_z = 0.1 \left(\frac{z}{Z_g} \right)^{-\alpha - 0.05} \quad (5.5-4)$$

Z_g : 기준경도풍높이(m)

5.5.5 중요도계수

중요도계수 I_w 는 KDS 41 10 05에서 정의한 건축물의 중요도 분류에 근거하여 표 5.5-6에 따라 정한다.

표 5.5-6 중요도계수 I_w

중요도 분류	초고층건축물	특	1	2	3
중요도계수(I_w)	1.05	1.00		0.95	0.90

주) 초고층건축물은 50층 이상인 건축물 또는 200m 이상인 건축물

5.6 풍방향가스트영향계수

5.6.1 강체구조물 등의 주굴조설계용

건축물의 풍방향고유진동수 n_D 가 1 Hz를 초과하는 경우 또는 바람에 의한 동적 효과를 무시할 수 있는 강체구조물 또는 기타 구조물인 경우의 주굴조설계용 풍방향가스트영향계수 G_D 는 다음 식으로 산정한다.

$$G_D = 1 + 4 \gamma_D \sqrt{B_D} \quad (5.6-1)$$

$$\text{단, } \gamma_D = \left(\frac{3 + 3\alpha}{2 + \alpha} \right) I_H$$

$$B_D = 1 - \left[\frac{1}{\left\{ 1 + 5.1 (L_H / \sqrt{HB})^{1.3} (B/H)^k \right\}^{1/3}} \right]$$

$$k = 0.33 : H \geq B$$

$$k = -0.33 : H < B$$

$$I_H = 0.1 \left(\frac{H}{Z_g} \right)^{-\alpha - 0.05}$$

$$L_H = 100 \left(\frac{H}{30} \right)^{0.5}$$

여기서, γ_D : 풍속변동계수

B_D : 비공진계수

α : 풍속고도분포지수(5.5.3에 따른다)

I_H : 기준높이에서의 난류강도

L_H : 기준높이에서의 난류스케일(m)

H : 건축물의 기준높이(m)

B : 건축물의 폭(m)

Z_g : 기준경도풍높이(m) (5.5.3.에 따른다)

5.6.2 유연구조물 등의 주골조설계용

건축물의 풍방향고유진동수 n_D 가 1 Hz 이하인 경우 또는 바람에 의한 동적효과를 무시할 수 없는 세장한 구조물 또는 기타 구조물인 경우의 주골조설계용 풍방향가스트영향계수 G_D 는 다음 식으로 산정한다. 단, 굴뚝과 같이 수직으로 세장한 구조물은 H/B 의 값이 7 이하인 경우에는 강체구조물로 한다.

$$G_D = 1 + g_D \gamma_D \sqrt{B_D + R_D} \quad (5.6-2)$$

$$\text{단, } g_D = \sqrt{2 \ln(600 \nu_D) + 1.2}$$

$$\gamma_D = \left(\frac{3 + 3\alpha}{2 + \alpha} \right) I_H$$

$$B_D = 1 - \left[\frac{1}{\{1 + 5.1(L_H/\sqrt{HB})^{1.3} (B/H)^k\}^{1/3}} \right]$$

$$k = 0.33 : H \geq B$$

$$k = -0.33 : H < B$$

$$R_D = \frac{\pi}{4\zeta_D} S_D F_D$$

$$I_H = 0.1 \left(\frac{H}{Z_g} \right)^{-\alpha - 0.05}$$

$$L_H = 100 \left(\frac{H}{30} \right)^{0.5}$$

$$S_D = \frac{0.84}{\{1 + 2.1(n_D H / V_H)\} \{1 + 2.1(n_D B / V_H)\}}$$

건축구조기준 설계하중

$$F_D = \frac{4(n_D L_H / V_H)}{\{1 + 71(n_D L_H / V_H)^2\}^{5/6}}$$

여기서, g_D : 풍방향피크팩터

γ_D : 풍속변동계수

B_D : 비공진계수

R_D : 공진계수

ν_D : 풍방향레벨크로싱수로서 건축물의 풍방향1차고유진동수 n_D 로 근사할 수 있다.(Hz)

α : 풍속고도분포지수(5.5.3에 따른다)

I_H : 기준높이에서의 난류강도

L_H : 기준높이에서의 난류스케일(m)

B : 건축물의 폭(m)

H : 건축물의 기준높이(m)

ζ_D : 건축물의 풍방향1차감쇠비

F_D : 풍방향풍력스펙트럼계수

S_D : 규모계수

n_D : 건축물의 풍방향1차고유진동수(Hz)

Z_g : 기준경도풍높이(m) (5.5.3에 따른다)

V_H : 설계풍속(m/s) (5.5.1에 따른다)

5.6.3 래티스형탑상구조물

래티스형탑상구조물의 풍방향가스트영향계수 G_D 는 다음 식으로 산정한다.

$$G_D = 1 + g_D \frac{C'_g}{C_g} \sqrt{1 + R_D} \quad (5.6-3)$$

$$\text{단, } g_D = \sqrt{2 \ln(600 \nu_D)} + \frac{0.577}{\sqrt{2 \ln(600 \nu_D)}}$$

$$C'_g = \frac{2I_H}{\alpha + 3} \sqrt{B_D}$$

$$C_g = \frac{1}{2\alpha + 3} - \frac{\lambda_B}{2\alpha + 4}$$

$$R_D = \frac{\pi}{4\zeta_D} S_D F_D$$

$$I_H = 0.1 \left(\frac{H}{Z_g} \right)^{-\alpha - 0.05}$$

$$B_D = \left(1 - \frac{3}{4} \lambda_B \right)^2 \frac{1}{1 + \frac{2\sqrt{HB}}{L_H}}$$

$$\lambda_B = 1 - \frac{B_H}{B_0}$$

$$L_H = 100 \left(\frac{H}{30} \right)^{0.5}$$

$$S_D = \left(1 - \frac{3}{4} \lambda_B \right)^2 \frac{1}{\left(1 + 3.5 \frac{n_D B}{V_H} \right) \left(1 + 2 \frac{n_D H}{V_H} \right)}$$

$$F_D = \frac{4(n_D L_H / V_H)}{\{1 + 71(n_D L_H / V_H)^2\}^{5/6}}$$

$$B = \frac{B_H + B_0}{2}$$

여기서, ν_D : 풍방향레벨크로싱수로서 구조물의 풍방향진동의 1차고유진동수 n_D 로 근사할 수 있다.(Hz)

α : 풍속고도분포지수(5.5.3에 따른다)

n_D : 래티스형탑상구조물의 풍방향1차고유진동수(Hz)

ζ_D : 래티스형탑상구조물의 풍방향1차감쇠비

H : 기준높이로 래티스형탑상구조물의 최고높이(m)

B_0 : 래티스형탑상구조물 밑면에서의 타워폭(m)

B_H : 래티스형탑상구조물의 기준높이에서의 타워폭(m)

V_H : 설계풍속(m/s) (5.5.1에 따른다)

5.6.4 지붕의 외압가스트영향계수

유연하고 장경간인 건축물로서 바람에 의한 지붕의 공진효과를 무시할 수 없는 경우, 즉 식 (5.6-4)를 만족하는 경우의 외압가스트영향계수 G_{pe} 는 식 (5.6-6)으로 산정하고, 그 이외 바람에 의한 지붕의 공진효과를 무시할 수 있는 경우의 외압가스트영향계수는 식 (5.6-5)으로 산정한다. 단, 장방형 이외의 평면이면서 지붕구배가 10° 이상 30° 이하인 지붕 및 돔지붕의 외압가스트영향계수는 식 (5.6-5)으로 산정한다.

$$\frac{n_{R0} H}{V_H} < 1.5 \quad (5.6-4)$$

단, n_{R0} : 지붕의 1차고유진동수(Hz)

H : 기준높이(m)

V_H : 설계풍속(m/s) (5.5.1에 따른다)

$$G_{pe} = 1 + 4r_{pe} \sqrt{B_{pe}} \quad (5.6-5)$$

$$G_{pe} = 1 + g_{pe} r_{pe} \sqrt{B_{pe} + R_{pe}} \quad (5.6-6)$$

$$\text{여기서, } g_{pe} = \sqrt{2 \ln(600 n_{R0})} + 1.2$$

$$r_{pe} = 2.2 I_H^2 + 0.19$$

$$I_H = 0.1 \left(\frac{H}{Z_g} \right)^{-\alpha - 0.05}$$

$$B_{pe} = \frac{0.36}{(l/H)^{0.84} (b/H)^{0.09}} : \text{지붕보가 풍향과 나란한 경우}$$

$$B_{pe} = \frac{0.50 (b/H)^{0.03}}{(l/H)^{0.49}} : \text{지붕보가 풍향과 직각인 경우}$$

$$R_{pe} = \frac{0.004}{(n_{R0}^*)^{2.8} (l/H)^{1.5} (b/H)^{0.55} \zeta_R} : \text{지붕보가 풍향과 나란한 경우}$$

$$R_{pe} = \frac{0.01 (b/H)^{0.04}}{(n_{R0}^*)^{3.4} (l/H)^{0.80} \zeta_R} : \text{지붕보가 풍향과 직각인 경우}$$

여기서, g_{pe} : 피크팩터

r_{pe} : 외압변동계수

I_H : 기준높이에서의 난류강도

l : 지붕의 경간(m)

b : 하중분담폭(m)

n_{R0}^* : 무차원고유진동수($= n_{R0} H / V_H$)

ζ_R : 지붕의 1차감쇠비

B_{pe} : 비공진계수

R_{pe} : 공진계수

5.7 주골조설계용 풍압계수, 풍력계수

5.7.1 외압계수

(1) 밀폐형건축물

사각형평면을 가진 밀폐형건축물에 대한 주골조설계용 외압계수 C_{pe} 는 표 5.7-1에 따라 정한다. 외벽면의 외압계수는 표 5.7-1의 ①에 따르고, 지붕면 외압계수는 표 5.7-1의 ②에 따른다. 단, 형상비 $H/\sqrt{BD}$ 가 8 이하인 건축물에만 적용한다.

표 5.7-1 밀폐형건축물의 외압계수 C_{pe}

① 벽면		
외압계수 C_{pe}		
	D/B	C_{pe}
풍상벽 C_{pe1}	모든 값	$0.8k_z + 0.03(D/B)$
풍하벽 C_{pe2}	≤ 1	-0.5
	> 1	$-0.5 + 0.25\ln(D/B)^{0.8}$
측벽	모든 값	-0.7

주) B : 건축물의 대표폭 (m), D : 건축물의 깊이(m), C_{pe} : 외압계수

높이방향 압력분포계수 k_z		
$z \leq z_b$	$z_b < z < 0.8H$	$z \geq 0.8H$
$(z_b/H)^{2\alpha}$	$(z/H)^{2\alpha}$	$0.8^{2\alpha}$

주) H : 건축물의 기준높이(m), z : 지표면에서의 높이(m)

z_b : 대기경계층시작높이(m)로 표 5.5-4에 의해 정함

α : 풍속고도분포지수로 표 5.5-4에 의해 정함

② 지붕면

평지붕 외압계수 C_{pe} , $\theta < 10^\circ$

지붕 풍상 끝단으로부터의 수평거리	$H/D \leq 0.5$	$H/D \geq 1.0$
$< 0.5H$	-0.9, -0.4	-1.3, -0.6
$0.5H \sim 1H$	-0.9, -0.4	-0.7, -0.3
$1H \sim 2H$	-0.5, 0	(-0.7, -0.3)*
$2H \sim 3H$	-0.3, 0.1	
$> 3H$	-0.2, 0.2	

* 오직 보간을 목적으로 사용한다.

주 1) 표에서 주어진 H 의 중간 값은 직선보간하여 사용할 수 있다.

2) 설계 시에는 표에서 주어진 2종류의 외압계수와 표 5.7-3의 내압계수를 함께 고려하여 가장 불리한 것을 선택한다.

3) D : 건물의 깊이, 풍방향 길이(m), H : 지붕면 평균높이(m), θ : 지붕경사각($^\circ$)

풍상지붕면 외압계수 C_{pe} , $\theta \geq 10^\circ$

H/D	지붕경사각 θ°						
	10	15	20	25	30	35	≥ 45
≤ 0.25	-0.7, -0.3	-0.5, 0.0	-0.3, 0.2	-0.2, 0.3	-0.2, 0.4	0.0, 0.5	$0.08 \sin \theta$
0.5	-0.9, -0.4	-0.7, -0.3	-0.4, 0.0	-0.3, 0.2	-0.2, 0.3	-0.2, 0.4	
≥ 1.0	-1.3, -0.6	-1.0, -0.5	-0.7, -0.3	-0.5, 0.0	-0.3, 0.2	-0.2, 0.3	

주 1) 표에서 주어진 θ 및 H/D 의 중간 값은 직선보간하여 사용할 수 있다. 직선보간은 동일한 부호 값에 대해서만 할 수 있다.

2) 설계 시에는 표에서 주어진 2종류의 외압계수와 표 5.7-3의 내압계수를 함께 고려하여 가장 불리한 것을 선택한다.

3) D : 건물의 깊이, 풍방향 길이(m), H : 지붕면 평균높이(m), θ : 지붕경사각($^\circ$)

건축구조기준 설계하중

풍하지붕면 외압계수 C_{pe} , $\theta \geq 10^\circ$

H/D	지붕경사각 θ°				
	10	15	20	≥ 25	
≤ 0.25	-0.3	-0.5	-0.6	$B/D < 3$	-0.6
0.5	-0.5	-0.5	-0.6	$3 \leq B/D \leq 8$	$-0.06(7+B/D)$
≥ 1.0	-0.7	-0.6	-0.6	$B/D > 8$	-0.9

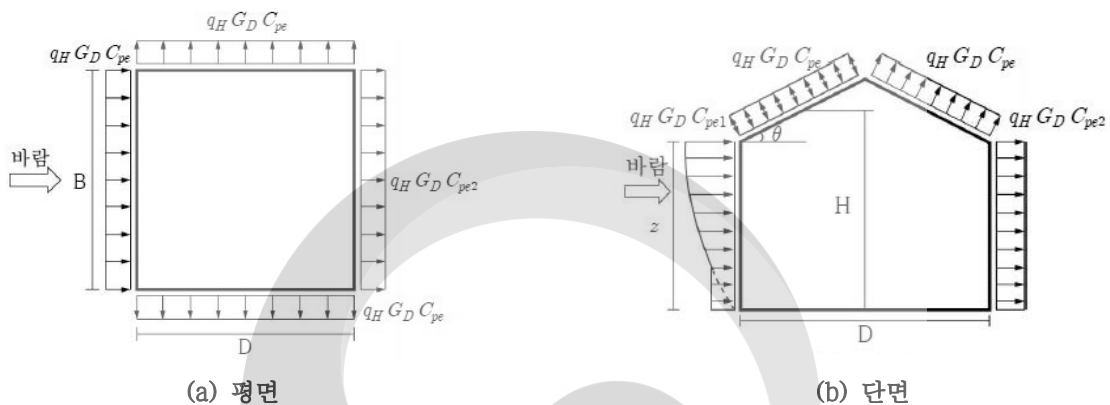
주 1) 표에서 주어진 θ 및 H/D 의 중간값은 직선보간하여 사용할 수 있다.

2) B : 건물의 폭, 풍직각방향 길이(m),

D : 건물의 깊이, 풍방향 길이(m),

H : 지붕면 평균높이(m)

θ : 지붕경사각($^\circ$)



(2) 아치지붕

아치지붕의 주골조설계용 외압계수 C_{pe} 는 표 5.7-2에 따른다.

표 5.7-2 아치지붕의 외압계수 C_{pe}

① 풍향 $\beta=0^\circ$

f/D	R_a 부			R_b 부			R_c 부		
	$h/D=0$	$h/D=0.3$	$h/D=0.7$	$h/D=0$	$h/D=0.3$	$h/D=0.7$	$h/D=0$	$h/D=0.3$	$h/D=0.7$
0	-0.4	-1.0	-0.9	-0.4	-1.0	-0.9	-0.4	-0.6	-0.9
0.1	-0.5	-1.2	-1.5	-0.9	-1.0	-1.0	-0.5	-0.5	-0.5
0.3	-0.1	-0.4	-0.9	-1.2	-1.4	-1.5	-0.5	-0.5	-0.5
0.4	0.2	0	-0.5	-1.2	-1.3	-1.4	-0.5	-0.5	-0.5

주 1) 표에 주어진 f/D , h/D 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

2) + 부호는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아랫방향으로 작용하는 경우이고, - 부호는 윗방향으로 작용하는 경우이다.

② 풍향 $\beta=90^\circ$

f/B	R_a 부			R_b 부			R_c 부		
	$h/B=0$	$h/B=0.3$	$h/B=0.7$	$h/B=0$	$h/B=0.3$	$h/B=0.7$	$h/B=0$	$h/B=0.3$	$h/B=0.7$
0	-0.4	-0.9	-0.8	-0.4	-0.5	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2
0.1	-1.2	-1.1	-1.1	-0.7	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4
0.3	-1.1	-1.1	-1.1	-0.6	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4
0.4	-1.1	-1.1	-1.1	-0.5	-0.5	-0.5	-0.4	-0.4	-0.4

주) 1) 표에 주어진 f/B , h/B 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

2) +부호는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아래방향으로 작용하는 경우이고, -부호는 윗방향으로 작용하는 경우이다.

3) B : 건축물의 폭(m)

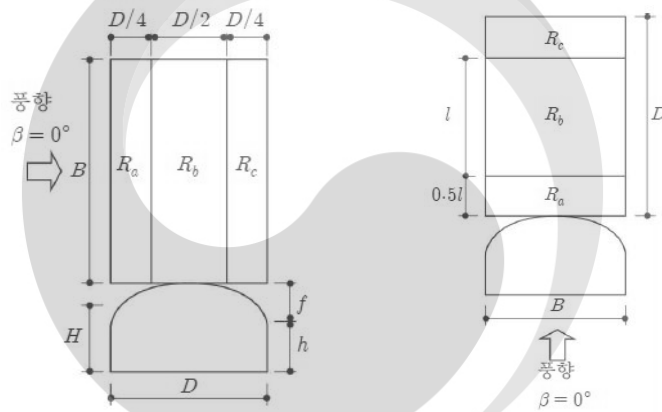
D : 건축물의 깊이(m)

H : 지붕면 평균높이(m)

f : 아치높이(m)

h : 지표면에서 아치지붕 처마까지의 높이(m)

l : $4H$ 와 B 중 작은 값(m)



(3) 돔지붕

돔지붕의 주골조설계용 외압계수 C_{pe} 는 표 5.7-3에 따른다.

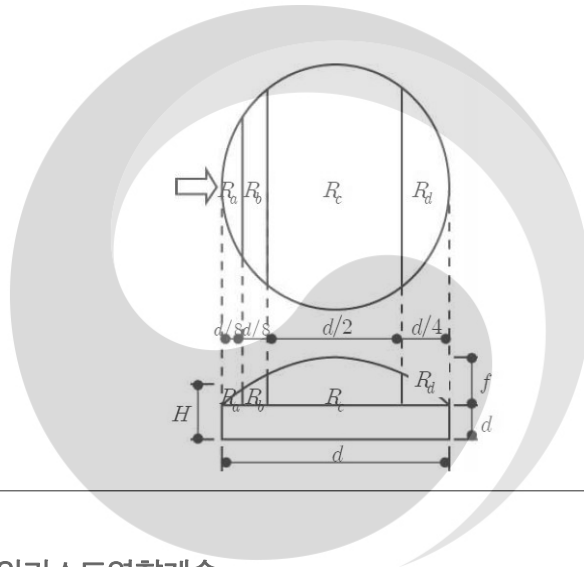
표 5.7-3 돔지붕의 외압계수 C_{pe}

f/d	R_a 부(정의 계수)			R_b 부(부의 계수)		
	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$	$h/d=0$	$h/d=0.25$	$h/d=1$
0	검토 불필요함			-0.6	-1.4	-1.2
0.05	0.3	0	0	0	-1.0	-1.6
0.1	0.4	0	0	0	-0.6	-1.2
0.2	0.5	0	0	0	0	-0.4
0.5	0.7	0.6	0.6	검토 불필요함		

건축구조기준 설계하중

f/d	R_b 부			R_c 부			R_d 부		
	$h/d = 0$	$h/d = 0.25$	$h/d = 1$	$h/d = 0$	$h/d = 0.25$	$h/d = 1$	$h/d = 0$	$h/d = 0.25$	$h/d = 1$
0	0	-0.8	-1.2	0	-1.0	-0.4	0	-0.1	-0.3
0.05	0	-0.4	-0.8	-0.2	-0.4	-0.4	-0.1	-0.3	-0.3
0.1	0	-0.4	-0.6	-0.4	-0.6	-0.6	-0.2	-0.4	-0.4
0.2	0	-0.4	-0.6	-0.6	-0.8	-1.0	-0.2	-0.4	-0.4
0.5	0	-0.3	-0.4	-1.1	-1.2	-1.3	-0.2	-0.4	-0.4

- 주 1) 표에 주어진 f/D , h/D 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.
 2) + 부호는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아랫방향으로 작용하는 경우이고,
 - 부호는 윗방향으로 작용하는 경우이다.
 3) d : 건축물의 외경 (m)
 H : 기준높이 (m)
 f : 돔높이 (m)
 h : 지표면에서 돔지붕 처마까지의 높이(m)



5.7.2 내압계수 및 내압가스트영향계수

주골조설계용 내압계수 C_{pi} 및 내압가스트영향계수 G_{pi} 는 개구부의 크기에 따라 표 5.7-4에 따라 정한다.

표 5.7-4 주골조설계용 내압계수 C_{pi} , 내압가스트영향계수 G_{pi}

밀폐의 분류		C_{pi}	G_{pi}
밀폐형건축물		0 또는 -0.4	1.3
부분개방형 건축물	탁월한 개구부가 없는 경우	+0.55 또는 -0.55	1.5
	탁월한 개구부가 있는 경우	+0.7 또는 -0.7	2.0
개방형건축물		0	0

5.7.3 풍력계수

(1) 원형평면을 가진 건축물

원형평면을 가진 건축물의 풍력계수 C_D 는 표 5.7-5에 따른다. 단, $dV_H \geq 6 \text{ (m}^2/\text{s)}$ 이고, $H/d \leq 8$ 인 건축물에만 적용한다.

표 5.7-5 원형평면을 가진 건축물의 풍력계수 C_D

H/d 의 영향을 나타내는 계수 k_1	
$H/d < 1$	$1 \leq H/d \leq 8$
0.6	$0.6 (H/d)^{0.14}$

표면거칠기의 영향을 나타내는 계수 k_2

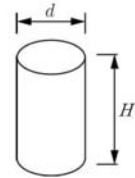
평탄한 표면(금속, 콘크리트, 평탄한 칸막이벽 등)	0.75
거친 표면(외경의 1 % 정도의 요철이 있는 칸막이벽 등)	0.9
극히 거친 표면(바깥지름의 5 % 정도의 요철)	1

$$C_D = 1.2k_1k_2k_z \quad (5.7-1)$$

여기서, k_1 : H/d 의 영향을 나타내는 계수

k_2 : 표면거칠기의 영향을 나타내는 계수

k_z : 높이방향압력분포계수로 표 5.7-1에 따라 구한다.



(2) 독립지붕

① 편지붕

독립된 편지붕의 주골조설계용 순압력계수 C_N 는 표 5.7-6에 따른다.

② 경사지붕

독립된 경사지붕의 주골조설계용 순압력계수 C_N 은 표 5.7-7에 따른다.

건축구조기준 설계하중

표 5.7-6 독립편지붕의 순압력계수 C_N ($\theta \leq 45^\circ$, $\beta=0^\circ$, 180°)

지붕경사각 $\theta(^{\circ})$	하중상태	$\beta=0^\circ$				$\beta=180^\circ$			
		개방흐름		장애흐름		개방흐름		장애흐름	
		$C_{N,W}$	$C_{N,L}$	$C_{N,W}$	$C_{N,L}$	$C_{N,W}$	$C_{N,L}$	$C_{N,W}$	$C_{N,L}$
0	가	1.2	0.3	-0.5	-1.2	1.2	0.3	-0.5	-1.2
	나	-1.1	-0.1	-1.1	-0.6	-1.1	-0.1	-1.1	-0.6
7.5	가	-0.6	-1	-1	-1.5	0.9	1.5	-0.2	-1.2
	나	-1.4	0	-1.7	-0.8	1.6	0.3	0.8	-0.3
15	가	-0.9	-1.3	-1.1	-1.5	1.3	1.6	0.4	-1.1
	나	-1.9	0	-2.1	-0.6	1.8	0.6	1.2	-0.3
30	가	-1.8	-1.8	-1.5	-1.8	2.1	2.1	0.6	-1
	나	-2.5	-0.5	-2.3	-1.1	2.6	1	1.6	0.1
45	가	-1.6	-1.8	-1.3	-1.8	2.2	2.5	0.8	-0.9
	나	-2.3	-0.7	-1.9	-1.2	2.6	1.4	2.1	0.4

- 주 1) $C_{N,W}$ 와 $C_{N,L}$ 은 각각 지붕의 풍상측 반쪽 및 풍하측 반쪽에 대한 순압력을 나타낸다.
 2) 개방흐름은 지붕 밑의 공간이 50% 이상 장애물 없이 트인 경우이고, 장애흐름은 지붕 밑의 공간이 50% 이상 장애물로 막힌 경우이다.
 3) +부호는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아래방향으로 작용하는 경우이고, -부호는 윗방향으로 작용하는 경우이다.
 4) 표에서 주어진 θ 의 중간값은 직선보간하여 사용할 수 있다.
 5) 설계 시에는 각 지붕경사각에 대해 주어진 모든 하중상태를 고려하여 가장 불리한 것으로 한다.
 6) H : 기준높이, m
 d : 지붕면의 풍방향 수평길이, m

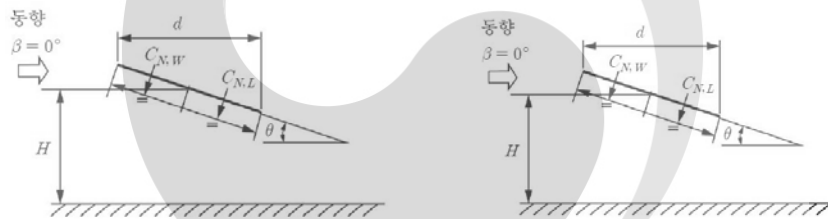
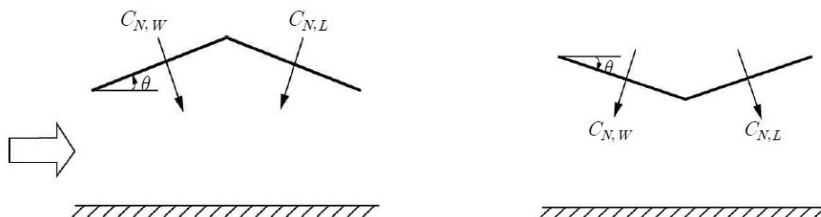


표 5.7-7 독립경사지붕의 순압력계수 C_N

지붕경사각 $\theta(^{\circ})$	풍상지붕 $C_{N,W}$		풍하지붕 $C_{N,L}$	
	하향	상향	하향	상향
$-30^\circ \leq \theta \leq -10^\circ$	$0.7 + 0.01\theta$	$-0.6 + 0.03\theta$	$0.05 - 0.025\theta$	$-1.2 - 0.03\theta$
$-10^\circ < \theta < 10^\circ$	0.6	-0.9	0.3	-0.9
$10^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$	$0.3 + 0.03\theta$	$-1.15 + 0.025\theta$	0.3	$-0.6 - 0.03\theta$

- 주 1) 하향은 지붕에 대해 풍압력이 아래로 작용하는 경우이고, 상향은 위로 작용하는 경우이다.
 2) θ 는 지붕경사각으로 부호는 아래 그림에 나타난 방향에 따른다.



(3) 밀폐형독립벽체와 독립간판

밀폐형독립벽체와 독립간판의 주골조설계용 풍력계수 C_D 는 표 5.7-8에 따른다.

표 5.7-8 밀폐형독립벽체 및 독립간판의 풍력계수 C_D

C_D , 경우 A와 경우 B일 때												
틈새비, s/h	변장비, B/s											
	≤0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	4	5	10	20	30	≥45
1	1.80	1.70	1.65	1.55	1.45	1.40	1.35	1.35	1.30	1.30	1.30	1.30
0.9	1.85	1.75	1.70	1.60	1.55	1.50	1.45	1.45	1.50	1.40	1.40	1.40
0.7	1.90	1.85	1.75	1.70	1.65	1.60	1.60	1.55	1.55	1.55	1.55	1.55
0.5	1.95	1.85	1.80	1.75	1.75	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.70	1.75
0.3	1.95	1.90	1.85	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.85	1.85	1.85
0.2	1.95	1.90	1.85	1.80	1.80	1.80	1.80	1.80	1.85	1.90	1.90	1.95
≤0.16	1.95	1.90	1.85	1.80	1.80	1.80	1.80	1.85	1.85	1.90	1.90	1.95

C_D , 경우 C일 때												
영역 (풍상단에 서의 거리)	변장비, B/s									영역 (풍상단에 서의 거리)	변장비, B/s	
	2	3	4	5	6	7	8	9	10		13	≥45
0~s	2.25	2.60	2.90	3.10	3.30	3.40	3.55	3.65	3.75	0~s	4.00	4.30
s~2s	1.50	1.70	1.90	2.00	2.15	2.25	2.30	2.35	2.45	s~2s	2.60	2.55
2s~3s	—	1.15	1.30	1.45	1.55	1.65	1.70	1.75	1.85	2s~3s	2.00	1.95
3s~10s	—	—	1.10	1.05	1.05	1.05	1.05	1.00	0.95	3s~4s	1.50	1.85
										4s~5s	1.35	1.85
										5s~10s	0.90	1.10
										≥10s	0.55	0.55

주) 1) 총면적의 30 % 이하의 개구부가 있는 벽체, 간판을 밀폐형벽체 · 간판으로 분류한다. 개구부가 있는 밀폐형벽체 · 간판의 풍력계수에는 저감률 $[1 - (1 - \varepsilon)^{1.5}]$ 을 적용할 수 있다.

2) 수직과 경사풍향의 양쪽을 허용하기 위해 다음 경우를 고려해야 한다.

s/h < 1일 때

경우 A : 합력은 기하중심을 통과하는 간판의 면에 수직으로 작용한다.

경우 B : 합력은 기하중심으로부터 풍상측으로 간판 평균폭의 0.2배 거리에서 간판의 면에 수직으로 작용한다.

경우 C : 합력은 각 영역에서 기하중심을 통과하는 간판의 면에 수직으로 작용한다.

s/h = 1일 때

위와 동일하다. 단, 합력의 수직 위치는 기하중심보다 위쪽으로 간판 평균높이의 0.05배 거리에 작용한다.

3) 경우 C에서 s/h > 0.8일 때는 풍력계수에 저감률 $(1.8 - s/h)$ 을 곱해야 한다.

4) s/h, B/s의 중간값은 직선보간하여 사용할 수 있다.

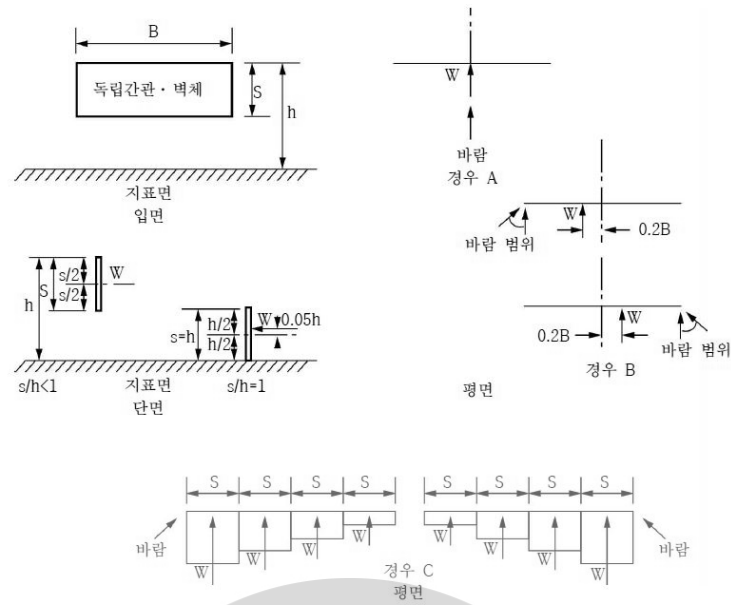
5) B : 벽체 · 간판의 수평길이 (m)

h : 벽체 · 간판의 높이 (m)

s : 벽체 · 간판의 수직길이 (m)

ε : 전면적과 밀폐형벽체 · 간판 면적의 비율

건축구조기준 설계하중



(4) 래티스형탑상구조물

래티스형탑상구조물의 주골조설계용 풍력계수 C_D 는 표 5.7-9에 따른다.

표 5.7-9 래티스형탑상구조물 풍력계수 C_D

① 사각형 평면의 풍력계수 C_D				
충실률 ϕ	풍향이 구면에 직각인 경우		풍향이 구면에 45° 인 경우	
	앵글	원형 강관	앵글	원형 강관
0	3.8	2.3	4.4	2.5
0.5	1.9	1.4	2.3	1.7
0.6	1.9	1.4	2.3	1.7

② 삼각형 평면의 풍력계수 C_D				
충실률 ϕ	앵글		원형 강관	
	앵글	원형 강관	앵글	원형 강관
0	3.8	2.3	4.4	2.5
0.5	1.9	1.4	2.3	1.7
0.6	1.9	1.4	2.3	1.7

주 1) 유효수압면적은 타워부재의 투영면적으로 한다.

2) ϕ : 래티스형탑상구조물의 충실률(유효수압면적/외곽 전면적($=bh_0$))

3) 표에 나타난 충실률 ϕ 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용할 수 있다.

(5) 개방형간판과 래티스구조물

개방형간판과 래티스구조물의 주골조설계용 풍력계수 C_D 는 표 5.7-10에 따른다.

표 5.7-10 개방형간판 및 래티스구조물의 풍력계수 C_D

ϕ	C_D		
	면으로 구성된 부재	원형부재	
		$d\sqrt{q_z} \leq 5.3$	$d\sqrt{q_z} > 5.3$
0.1 미만	2.0	1.2	0.8
0.1~0.29	1.8	1.3	0.9
0.3~0.7	1.6	1.5	1.1

주 1) 개방형간판구조물의 개방률이 30 % 이상인 경우에 적용한다.

2) ϕ : 구조물의 충실률, ϕ 의 정의는 표 5.7-9와 같다.

d : 원형부재의 지름(m)

q_z : 지표면에서 임의높이 z 에 대한 설계속도압(N/m²)

(6) 굴뚝, 탱크, 옥상설비 및 이와 유사한 구조물

굴뚝, 탱크, 옥상설비 및 이와 유사한 구조물의 주골조설계용 풍력계수 C_D 는 표 5.7-11에 따른다. 단면의 형태, 표면조건 및 단면 최소치수에 대한 높이의 비에 따라 적용한다.

표 5.7-11 굴뚝, 탱크 및 유사 구조물의 풍력계수 C_D

단면형태	표면조건	C_D		
		$h/d=1$	$h/d=7$	$h/d=25$
사각형(면에 직각풍)	모든 경우	1.3	1.4	2.0
사각형(단면 대각선풍)	모든 경우	1.0	1.1	1.5
육각형 혹은 팔각형	모든 경우	1.0	1.2	1.4
원형($d\sqrt{q_z} > 5.3$)	미끄러운 면	0.5	0.6	0.7
	거친 면 ($d'/d \approx 0.02$)	0.7	0.8	0.9
	매우 거친 면 ($d'/d \approx 0.08$)	0.8	1.0	1.2
원형($d\sqrt{q_z} \leq 5.3$)	모든 경우	0.7	0.8	1.2

주 1) 위의 표에 없는 C_D 값은 h/d 의 값에 따라 직선보간하여 사용할 수 있다.

2) d : 원형 단면의 지름 또는 사각, 육각 혹은 팔각형 단면의 수평 최소치수(m)

d' : 리브 및 스포일러와 같은 내민 요소의 깊이(m)

h : 구조물의 높이(m)

q_z : 지표면으로부터 임의높이 z 에 대한 설계속도압(N/m²)

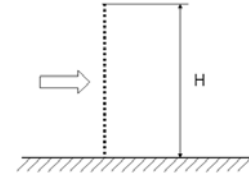
건축구조기준 설계하중

(7) 지상에 설치한 펜스

지상에 설치한 펜스의 풍력계수 C_D 는 표 5.7-12에 따른다.

표 5.7-12 지상에 설치한 펜스의 풍력계수 C_D

충실율 ϕ	C_D
0	1.2
0.2	1.5
0.6	1.7
≥ 0.9 (평판펜스도 포함)	1.2



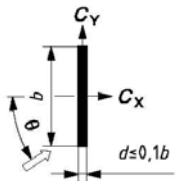
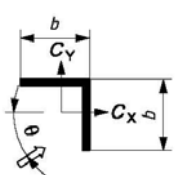
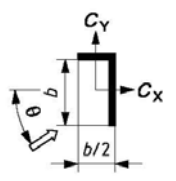
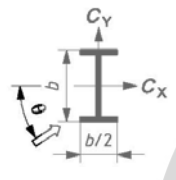
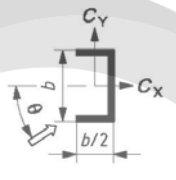
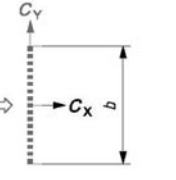
- 주 1) 풍하중을 산정 할 때의 면적은 외곽면적에 충실율 ϕ 를 곱한 것으로 한다.
- 주 2) 충실율 ϕ 의 정의는 표 5.7-9와 같다.
- 주 3) 표에 나타난 충실율 ϕ 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용할 수 있다.
- 주 4) H : 펜스의 정상부 높이(m)

(8) 부재

각종 부재의 풍력계수 C_D 는 표 5.7-13에 따른다.

표 5.7-13 부재의 풍력계수 C_D

$C_X = C_Y$			θ	C_X	C_Y	θ	C_X	C_Y
1.2			0°	2.1	0	0°	2.4	0
			45°	1.6	1.6	45°	1.6	0.7
						90°	0	0.8
θ	C_X	C_Y	θ	C_X	C_Y	θ	C_X	C_Y
0°	2.1	0	0°	1.2	0	0°	1.1	0
30°	2.1	-0.2	45°	0.8	0.8	45°	0.8	0.7
60°	0.7	1.1	90°	0.6	0.5	90°	0.9	0.5
			135°	-1.7	0.6	135°	-2.3	0.6
			180°	-2.3	0	180°	-2.5	0

								
θ	C_X	C_Y	θ	C_X	C_Y	θ	C_X	C_Y
0°	2.0	0	0°	1.9	2.2	0°	2.0	1.1
45°	1.8	0.1	45°	2.3	2.3	45°	2.3	1.1
90°	0	0.1	90°	2.2	1.9	90°	1.8	0.8
			135°	-1.9	-0.6	135°	-1.7	0
			180°	-2.0	0.3	180°	-2.0	0.1
			225°	-1.4	-1.4	270°	0.6	-0.8
						315°	1.2	-0.2
								
θ	C_X	C_Y	θ	C_X	C_Y	충실률 ϕ	C_X	
0°	2.1	0	0°	2.6	0	0	2	
45°	2.1	0.6	45°	2.0	0.8	0.2	2	
90°	±0.6	0.7	90°	±0.6	0.8	0.6	2.7	
			135°	-1.6	0.6	≥ 0.9 (평판도 포함)	2	
			180°	-2.0	0			

주 1) 풍하중을 산정할 때 사용하는 면적은 bl 이다. (b : 부재 폭, l : 부재 길이)

2) 네트의 풍하중을 산정할 때 사용하는 면적은 $bl\phi$ 로 한다. 충실률의 정의는 표 5.7-9와 같다

3) 표에 나타난 각도 θ 및 충실률 ϕ 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용할 수 있다.

5.8 외장재설계용 풍압계수

외장재설계용 풍압계수에는 피크외압계수, 피크내압계수, 피크순압력계수가 있다.

5.8.1 피크외압계수

피크외압계수는 지붕높이 및 지붕형상에 따라 다음과 같이 산정한다.

(1) 기준높이 20 m 이상인 건축물

기준높이가 20 m 이상인 건축물의 외장재설계용 피크외압계수 GC_{pe} 는 그림 5.8-1에 따른다.

피크외압계수 GC_{pe} 는 정압 및 부압 모든 경우에 안전하도록 설계한다.

건축구조기준 설계하중

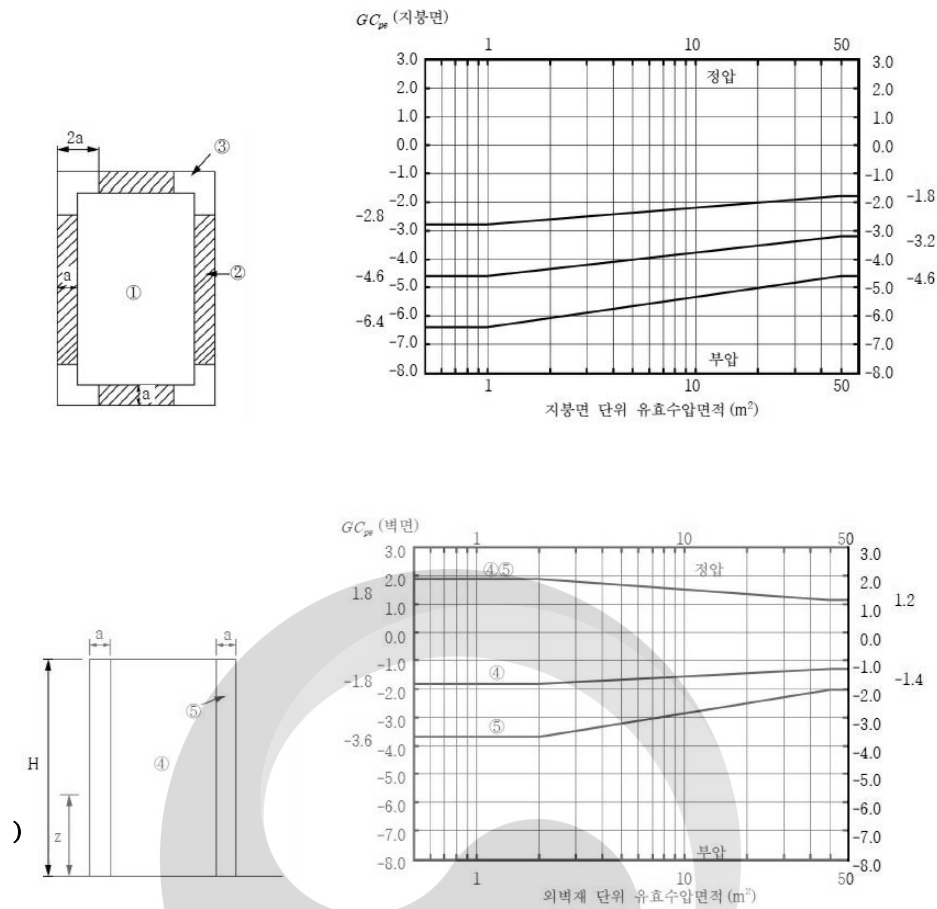
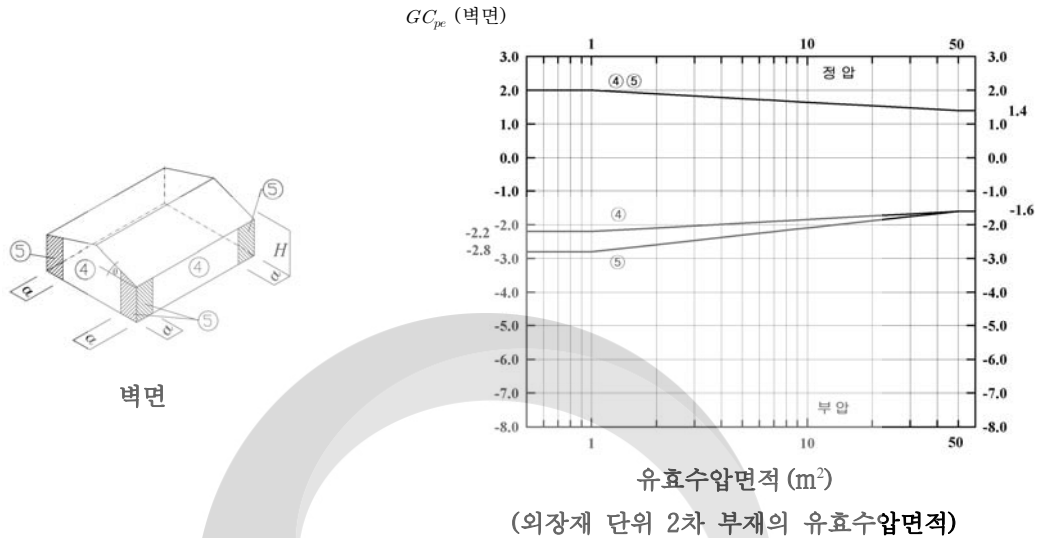


그림 5.8-1 기준높이 20m 이상인 건축물의 지붕면 및 벽면 피크외압계수 GC_{pe}

(2) 기준높이 20 m 미만 박공지붕형 건축물

기준높이가 20 m 미만인 평지붕 및 박공지붕형 건축물의 벽면에 대한 외장재설계용 피크외압계수 GC_{pe} 는 그림 5.8.2에 따르고, 지붕면의 피크외압계수 GC_{pe} 는 그림 5.8-3에 따른다. 피크외압계수는 정압 및 부압 모든 경우에 안전하도록 설계한다.



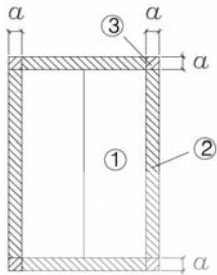
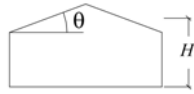
(외장재 단위 2차 부재의 유효수압면적)

- 주 1) 종축은 q_H 를 사용한 경우의 GC_{pe} 값이다.
 2) 각 외장재는 최대정압 및 최대부압을 고려하여 정한다.
 3) $\theta \leq 10^\circ$ 인 경우는 벽면의 GC_{pe} 값을 10% 줄일 수 있다.
 4) a : 건축물 최소폭의 0.1배 혹은 $0.4H$ 중 작은 값으로 한다. 단, 최소폭의 0.04배 또는 1.0 m 보다 작아서는 안 된다.
 H : 기준높이(m)

그림 5.8-2 기준높이 20 m 미만인 평지붕 및 박공지붕형 건축물의 벽면의 피크외압계수 GC_{pe}

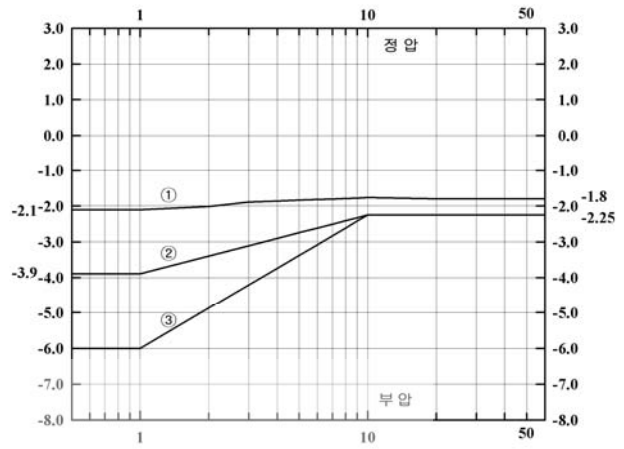
건축구조기준 설계하중

①



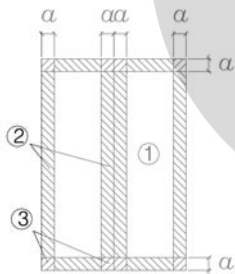
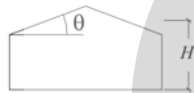
$\theta \leq 10^\circ$
지붕면

GC_{pe} (지붕면)



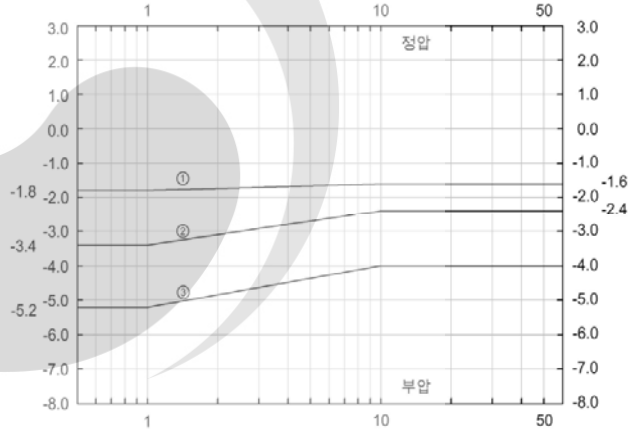
유효수압면적 (m^2)
(단위 마감재의 유효수압면적)

②



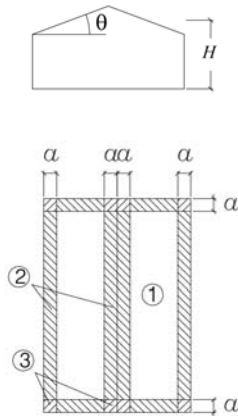
$10^\circ < \theta \leq 30^\circ$
지붕면

GC_{pe} (지붕면)



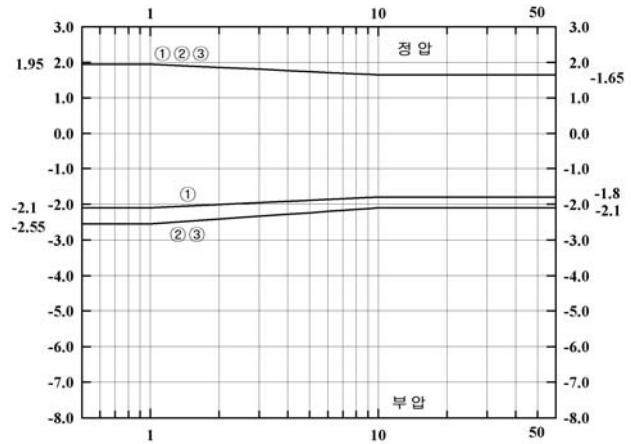
유효수압면적 (m^2)
(단위 마감재의 유효수압면적)

③



$$30^\circ < \theta \leq 45^\circ$$

지붕면

 GC_{pe} (지붕면)유효수압면적 (m^2)

(단위 마감재의 유효수압면적)

주 1) 종축은 q_H 를 사용한 경우의 GC_{pe} 값이다.

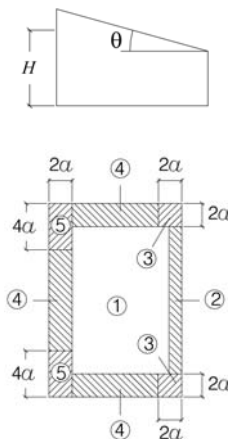
2) 각 외장재는 최대정압 및 최대부압을 고려하여 정한다.

3) a : 건축물 최소폭의 0.1배 혹은 $0.4H$ 중 작은 값으로 한다. 단, 최소폭의 0.04배 또는 1.0 m보다 작아서는 안 된다.
 H : 기준높이(m)그림 5.8-3 기준높이 20m 미만인 평지붕 및 박공지붕형 건축물 지붕면의 피크외압계수 GC_{pe}

(3) 기준높이 20 m 미만 편지붕형 건축물

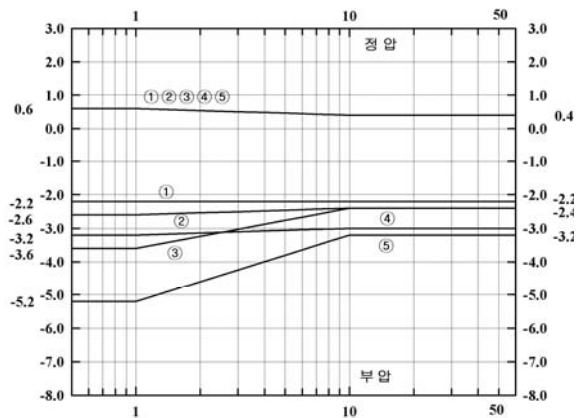
기준높이가 20 m 미만인 편지붕형 건축물의 외장재설계용 피크외압계수 GC_{pe} 는 그림 5.8-4에 따른다. 피크외압계수는 정압 및 부압 모든 경우에 안전하도록 설계한다.

①



$$\theta \leq 10^\circ$$

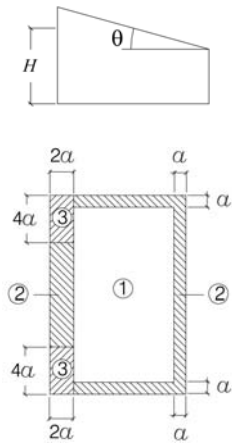
지붕면

 GC_{pe} (지붕면)유효수압면적 (m^2)

(단위 마감재의 유효수압면적)

건축구조기준 설계하중

②



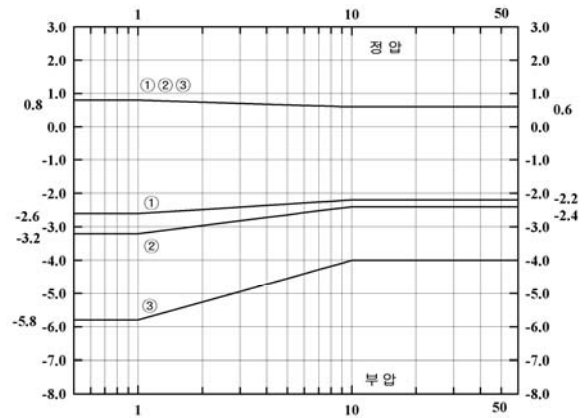
$$10^\circ < \theta \leq 30^\circ$$

지붕면

- 주 1) 종축은 q_H 를 사용한 경우의 GC_{pe} 값이다.
 2) 각 외장재는 최대정압 및 최대부압을 고려하여 정한다.
 3) a : 건축물 최소폭의 0.1배 혹은 $0.4H$ 중 작은 값으로 한다. 단, 최소폭의 0.04배 또는 1.0m보다 작아서는 안 된다.
 H : 기준높이(m)

그림 5.8-4 기준높이 20m 미만의 편지붕형 건축물 지붕면의 피크외압계수 GC_{pe}

GC_{pe} (지붕면)



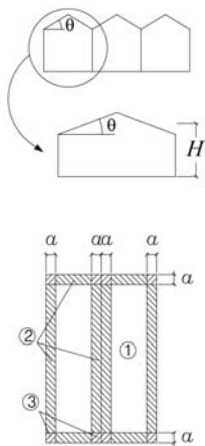
유효수압면적 (m^2)

(단위 마감재의 유효수압면적)

(4) 기준높이 20 m 미만 다중박공지붕형 건축물

기준높이가 20 m 미만인 다중박공지붕형 건축물의 외장재설계용 피크외압계수 GC_{pe} 는 그림 5.8-5에 따른다. 피크외압계수는 정압 및 부압 모든 경우에 안전하도록 설계한다.

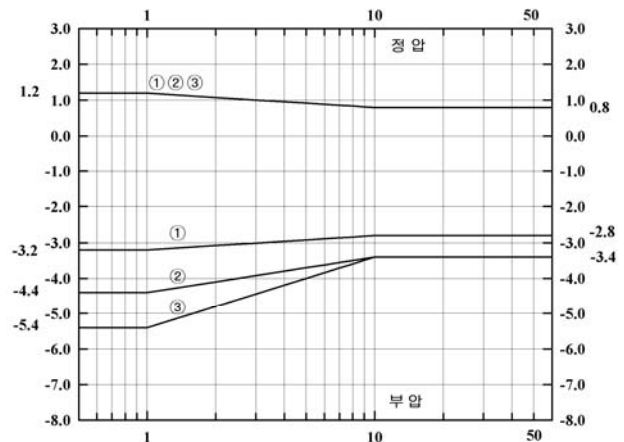
①



$$10^\circ < \theta \leq 30^\circ$$

지붕면

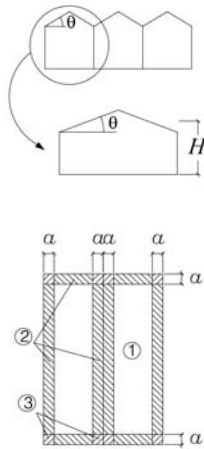
GC_{pe} (지붕면)



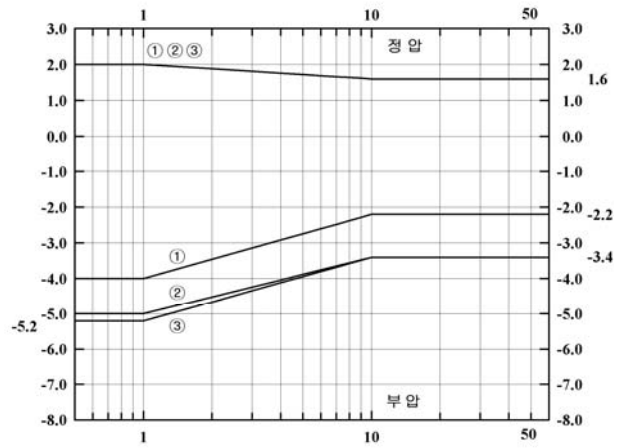
유효수압면적 (m^2)

(단위 마감재의 유효수압면적)

②

 $30^\circ < \theta \leq 45^\circ$

지붕면

 GC_{pe} (지붕면)유효수압면적 (m^2)

(단위 마감재의 유효수압면적)

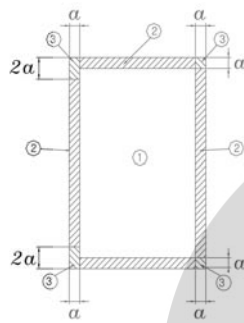
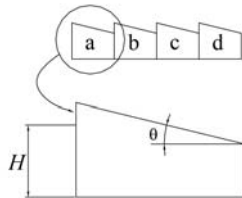
- 주 1) 종축은 q_H 를 사용한 경우의 GC_{pe} 값이다.
 2) $\theta \leq 10^\circ$ 인 경우 GC_{pe} 는 표 5.8-2의 ①값을 사용할 수 있다.
 3) 각 외장재는 최대정압 및 최대부압으로 정한다.
 4) a : 건축물 1개 스펠에 대한 최소폭의 0.1배 또는 $0.4H$ 중 작은 값으로 한다. 단 1개 스펠에 대한 최소 폭의 0.04배 또는 1.0m 보다 작아서는 안 된다.
 H : 기준높이(m)

그림 5.8-5 기준높이 20 m 미만의 다중 박공지붕형 건축물지붕면의 피크외압계수 GC_{pe}

건축구조기준 설계하중

(5) 기준높이 20 m 미만 톱니지붕형 건축물

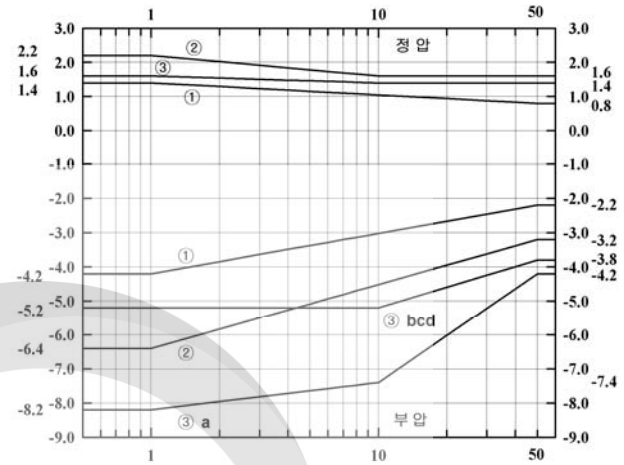
기준높이가 20 m 미만인 톱니지붕형 건축물의 외장재설계용 피크외압계수 GC_{pe} 는 그림 5.8-5에 따른다. 피크외압계수는 정압 및 부압 모든 경우에 안전하도록 설계한다.



$10^\circ < \theta \leq 30^\circ$

지붕면

GC_{pe} (지붕면)



유효수압면적 (m^2)

(외장재 단위 2차 부재의 유효 수압 면적)

- 주 1) 종축은 q_H 를 사용한 경우의 GC_{pe} 값이다.
 2) $\theta \leq 10^\circ$ 인 경우에는 표 5.8-2의 ①값을 사용할 수 있다.
 3) 각 외장재는 최대정압 및 최대부압으로 정한다.
 4) a : 건축물 1개 스펠에 대한 최소폭의 0.1배 또는 $0.4H$ 중 작은 값으로 한다. 단, 1개 스펠에 대한 최소 폭의 0.04배 또는 1.0m보다 작아서는 안 된다.
 H : 기준높이, m

그림 5.8-6 기준높이 20 m 미만인 톱니지붕형 건축물 지붕면의 피크외압계수 GC_{pe}

(6) 아치지붕을 가진 건축물

장방형평면을 가진 기준높이 45 m 이하인 아치지붕 건축물의 외장재설계용 피크외압계수 GC_{pe} 는 표 5.8-1에 따른다.

표 5.8-1 아치지붕면의 피크외압계수 GC_{pe}

① 벽면

정 및 부의 피크외압계수는 지붕면 평균높이에 따라 그림 5.8-1 또는 5.8-2에 따라 정한다

② 지붕면

정의 피크외압계수

f/B_1	R_a 부			R_b 부			R_c 부		
	$h/B_1 = 0$	$h/B_1 = 0.3$	$h/B_1 = 0.7$	$h/B_1 = 0$	$h/B_1 = 0.3$	$h/B_1 = 0.7$	$h/B_1 = 0$	$h/B_1 = 0.3$	$h/B_1 = 0.7$
0.1	0.8	0.8	0.5	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0
0.3	2.0	2.3	1.8	1.6	1.4	1.2	0.6	0.4	0.4
0.4	2.2	2.4	2.4	1.9	1.8	1.8	0.8	0.6	0.5

주 1) 표에 주어진 f/B_1 , h/B 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

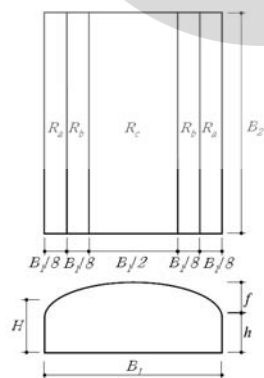
2) 정의 피크외압계수는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아래방향으로 작용하는 경우이다.

부의 피크외압계수

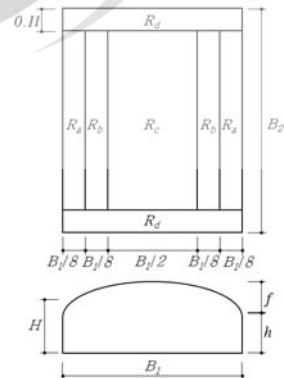
f/B_1	R_a 부			R_b 부			R_c 부			R_d 부		
	$h/B_1 = 0$	$h/B_1 = 0.3$	$h/B_1 = 0.7$	$h/B_1 = 0$	$h/B_1 = 0.3$	$h/B_1 = 0.7$	$h/B_1 = 0$	$h/B_1 = 0.3$	$h/B_1 = 0.7$	$h/B_1 = 0$	$h/B_1 = 0.3$	$h/B_1 = 0.7$
0	-2.5	-3.2	-3.2	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-2.5	-5.4	-5.4
0.1	-1.4	-4.2	-4.8	-1.8	-2.2	-3.2	-2.5	-2.5	-2.5	-3.4	-4.8	-4.4
0.3	-1.4	-2.4	-2.6	-2.0	-3.2	-3.2	-3.8	-4.4	-4.5	-4.0	-4.4	-4.5
0.4	-1.8	-2.4	-2.6	-2.4	-3.2	-3.2	-4.3	-4.4	-4.6	-4.0	-4.4	-4.8

주 1) 표에 주어진 f/B_1 , h/B 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

2) 부의 피크외압계수는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 윗방향으로 작용하는 경우이다.

3) B_1 : 건축물의 경간방향 길이(m) B_2 : 건축물의 경간직각방향 길이(m) H : 기준높이(m) f : 아치높이(m) h : 지표면에서 아치지붕 처마까지의 높이(m) l : $4H$, B_1 , B_2 중 작은 값(m)

정의 피크외압계수 영역



부의 피크외압계수 영역

(7) 돔지붕을 가진 건축물

원형평면의 돔지붕을 가진 건축물의 외장재설계용 피크외압계수 GC_{pe} 는 표 5.8-3에 따른다.단, 벽면부의 h/d 가 1 이하인 건축물에만 적용한다.

건축구조기준 설계하중

표 5.8-2 둠지붕을 가진 건축물의 피크외압계수 GC_{pe}

① 벽면

정 및 부의 피크외압계수는 표 5.8-3에 따라 정한다.

② 지붕면

정의 피크외압계수

f/d	R_a 부			R_b 부			R_c 부		
	$h/d = 0$	$h/d = 0.25$	$h/d = 1$	$h/d = 0$	$h/d = 0.25$	$h/d = 1$	$h/d = 0$	$h/d = 0.25$	$h/d = 1$
0	0.6	0.4	0.4	1.1	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6
0.05	1.3	0.5	0.5	1.0	0.4	0.4	0.5	0.1	0.1
0.1	1.7	-0.7	0.7	0.9	0.3	0.3	0.4	0	0
0.2	0.9 ($1+7I_H$)	0.6 ($1+7I_H$)	0.4 ($1+7I_H$)	1.2	0.6	0.6	0.2	0	0
0.5	$1+7I_H$	$1+7I_H$	$1+7I_H$	1.9	1.3	0.7	0.3	0	0

주 1) I_H 는 기준높이 H 에서의 난류강도로 식(5.5-4)에 따라 구한다.

2) 표에 주어진 f/d , h/d 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

3) 정의 피크 외압계수는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아랫방향으로 작용하는 경우이다.

부의 피크외압계수

f/d	R_a 부			R_b 부			R_c 부		
	$h/d = 0$	$h/d = 0.25$	$h/d = 1$	$h/d = 0$	$h/d = 0.25$	$h/d = 1$	$h/d = 0$	$h/d = 0.25$	$h/d = 1$
0	-4.4	-5.1	-3.3	-1.5	-3.7	-3.0	-0.4	-2.3	-2.3
0.05	-3.0	-4.8	-3.3	-1.5	-2.7	-2.7	-1.3	-1.3	-1.3
0.1	-2.0	-4.2	-3.0	-1.5	-2.2	-2.2	-1.4	-1.4	-1.4
0.2	-2.0	-2.0	-2.0	-1.9	-1.9	-1.9	-2.1	-2.1	-2.1
0.5	-2.6	-2.6	-2.6	-2.8	-2.8	-2.8	-3.0	-3.0	-3.0

주 1) I_H 는 기준높이 H 에서의 난류강도로 식(5.5-4)에 따라 구한다.

2) 표에 주어진 f/d , h/d 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

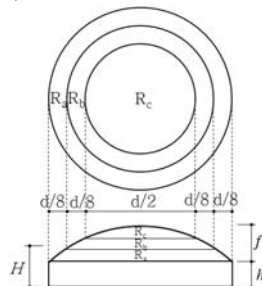
3) 부의 피크 외압계수는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 윗방향으로 작용하는 경우이다.

4) d : 건축물의 외경(m)

H : 기준높이(m)

f : 아치높이(m)

h : 지표면에서 둠지붕 처마까지의 높이(m)



(8) 원형평면을 가진 건축물

원형평면을 가진 건축물의 외장재설계용 피크외압계수 GC_{pe} 는 표 5.8-3에 따른다. 단, $H/d \leq 8$ 인 건축물에만 적용한다.

표 5.8-3 원형평면을 가진 건축물의 피크외압계수 GC_{pe}

① 벽면			
하층부	상층부		
0.2	$H/d \leq 2$	$2 < H/d \leq 7$	$7 < H/d \leq 8$
	0.2	$0.1(H/d)$	0.7

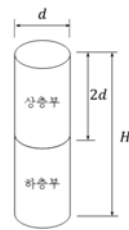
- 정의 피크외압계수

$$GC_{pe} = k_z(1 + 7I_z)$$

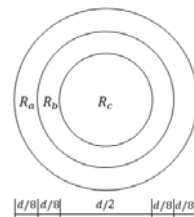
여기서, k_z : 높이방향압력분포계수로 표 5.7-1에 따라 구한다.

I_z : 지표면으로부터 높이 z 에서의 난류강도로 식(5.5-4)에 따라 구한다.

단, $H < z_b$ 인 경우 위의 k_z , I_z 을 구할 때는 H 에서의 값으로 한다.



벽면



지붕면

- 부의 피크외압계수

$$GC_{pe} = -[(k_1 - 1)k_2 + k_3 + 1.4](1 + 7I_H)$$

여기서, k_1 : H/d 의 영향을 나타내는 계수로 표 5.7-5에 따라 구한다.

k_2 : 표면거칠기의 영향을 나타내는 계수로 표 5.7-5에 따라 구한다.

k_3 : 단부효과를 나타내는 계수로 아래 표에 따라 구한다.

I_H : 기준높이 H 에서의 난류강도로 식(5.5-4)에 따라 구한다.

d : 건축물의 외경(m)

H : 기준높이(m)

② 지붕면

- 정의 피크외압계수: 검토할 필요 없다.

- 부의 피크외압계수 GC_{pe}

R_a 부			R_b 부			R_c 부		
H/d =0	H/d =0.25	H/d =1	H/d =0	H/d =0.25	H/d =1	H/d =0	H/d =0.25	H/d =1
-4.4	-5.1	-3.3	-1.5	-3.7	-3.0	-0.4	-2.3	-2.3

주 1) 표에 주어진 H/d 의 중간값에 대해서는 직선보간하여 사용한다.

2) $H/d > 1$ 인 경우에는 $H/d = 1$ 의 값을 사용한다.

5.8.2 피크내압계수

외장재설계용 피크내압계수 GC_{pi} 는 개구부 크기에 따라 표 5.8-4에 따라 정한다.

표 5.8-4 외장재설계용 피크내압계수 GC_{pi}

밀폐의 분류		GC_{pi}
밀폐형건축물		0.00 또는 -0.52
부분개방형건축물	탁월한 개구부가 없는 경우	+0.83 또는 -0.83
	탁월한 개구부가 있는 경우	+1.40 또는 -1.40
개방형 건축물		0

5.8.3 독립지붕의 피크순압력계수

(1) 편지붕

장방형 평면을 가진 독립편지붕의 외장재설계용 피크순압력계수 $\hat{C}_N$ 는 표 5.8-5에 따라 정한다.

표 5.8-5 독립편지붕의 피크순압력계수 $\hat{C}_N$

지붕 경사각 $\theta(^{\circ})$	유효수압 면적	$\hat{C}_N$											
		개방흐름						장애흐름					
		영역③		영역②		영역①		영역③		영역②		영역①	
0	$\leq a^2$	5.1	-7.0	3.8	-3.6	2.6	-2.3	2.1	-7.7	1.7	-3.8	1.1	-2.6
	$> a^2, \leq 4a^2$	3.8	-3.6	3.8	-3.6	2.6	-2.3	1.7	-3.8	1.7	-3.8	1.1	-2.6
	$> 4a^2$	2.6	-2.3	2.6	-2.3	2.6	-2.3	1.1	-2.6	1.1	-2.6	1.1	-2.6
7.5	$\leq a^2$	6.8	-9.0	5.1	-4.5	3.4	-3.0	3.4	-10.9	2.6	-5.5	1.7	-3.6
	$> a^2, \leq 4a^2$	5.1	-4.5	5.1	-4.5	3.4	-3.0	2.6	-5.5	2.6	-5.5	1.7	-3.6
	$> 4a^2$	3.4	-3.0	3.4	-3.0	3.4	-3.0	1.7	-3.6	1.7	-3.6	1.7	-3.6
15	$\leq a^2$	7.7	-8.1	5.8	-6.2	3.8	-4.1	5.1	-9.0	3.8	-6.8	2.6	-4.5
	$> a^2, \leq 4a^2$	5.8	-6.2	5.8	-6.2	3.8	-4.1	3.8	-6.8	3.8	-6.8	2.6	-4.5
	$> 4a^2$	3.8	-4.1	3.8	-4.1	3.8	-4.1	2.6	-4.5	2.6	-4.5	2.6	-4.5
30	$\leq a^2$	11.1	-10.7	8.3	-8.1	5.5	-5.3	6.8	-9.8	5.1	-7.5	3.4	-4.9
	$> a^2, \leq 4a^2$	8.3	-8.1	8.3	-8.1	5.5	-5.3	5.1	-7.5	5.1	-7.5	3.4	-4.9
	$> 4a^2$	5.5	-5.3	5.5	-5.3	5.5	-5.3	3.4	-4.9	3.4	-4.9	3.4	-4.9
45	$\leq a^2$	11.1	-9.8	8.3	-7.5	5.5	-4.9	9.0	-8.1	6.8	-6.2	4.5	-4.1
	$> a^2, \leq 4a^2$	8.3	-7.5	8.3	-7.5	5.5	-4.9	6.8	-6.2	6.8	-6.2	4.5	-4.1
	$> 4a^2$	5.5	-4.9	5.5	-4.9	5.5	-4.9	4.5	-4.1	4.5	-4.1	4.5	-4.1

주 1) 개방흐름은 지붕 밑의 공간이 50 % 이상 장애물 없이 트인 경우이고, 장애흐름은 지붕 밑의 공간이 50 % 이상 장애물로 막힌 경우이다.

2) +부호는 지붕의 윗 표면에 대해 압력이 아래방향으로 작용하는 경우이고, -부호는 위 방향으로 작용하는 경우이다.

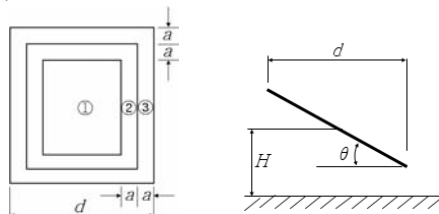
3) 표에서 주어진 θ 의 중간 값은 직선보간하여 사용한다.

4) 외장재설계는 표에 주어진 정압과 부압계수에 대해 수행해야 한다.

5) a : 건축물 최소폭의 0.1배 또는 $0.4H$ 중 작은 값, 단 1.0 m보다 작아서는 안 된다.

H : 기준높이(m)

d : 건축물의 풍방향 수평길이(m)



(2) 경사지붕

장방형평면을 가진 독립경사지붕의 외장재설계용 피크순압력계수 $\hat{C}_N$ 는 표 5.8-7에 따라 정한다.

표 5.8-6 독립경사지붕의 피크순압력계수 $\hat{C}_N$

① 정의 피크순압력계수		
	지붕경사각 θ°	$\hat{C}_N$
R_a 부	$-30^\circ \leq \theta \leq -10^\circ$	$(0.65 - 0.015\theta)(1 + 7I_H)$
	$-10^\circ < \theta < 10^\circ$	$0.8(1 + 7I_H)$
	$10^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$	$(0.55 + 0.025\theta)(1 + 7I_H)$
R_b 부	$-30^\circ \leq \theta \leq -10^\circ$	$(0.9 - 0.02\theta)(1 + 7I_H)$
	$-10^\circ < \theta < 10^\circ$	$1.1(1 + 7I_H)$
	$10^\circ \leq \theta \leq 30^\circ$	$(0.85 + 0.025\theta)(1 + 7I_H)$

주) I_H : 기준높이 H 에서의 난류강도로 식(5.5-4)에 따라 구한다.

θ : 표 5.7-7에서 정해지는 지붕경사각

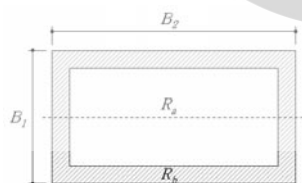
l : $4H, B_1, B_2$ 중 작은 값

정의 피크순압력계수는 지붕에 대해 풍압력이 아래방향으로 작용하는 경우이다.

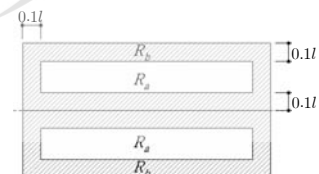
② 부의 피크순압력계수

	지붕경사각 θ°	$\hat{C}_N$
R_a 부	$ \theta < 10$	-3.5
	$10 \leq \theta \leq 30$	$-2.9 - 0.06 \theta $
R_b 부	$ \theta < 10$	-4.5
	$10 \leq \theta \leq 30$	$-3.8 - 0.075 \theta $

주) 부의 피크순압력계수는 지붕에 대해 풍압력이 윗방향으로 작용하는 경우이다.



$|\theta| < 10^\circ$



$10^\circ \leq |\theta| < 30^\circ$

5.9 풍직각방향풍하중

5.9.1 적용범위

이 절은 구조골조용 수평풍하중 가운데 풍직각방향풍하중을 산정하는 경우에 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족하는 건축물이 벽면에 수직인 방향에서 바람을 받는 경우를 대상으로 한다.

(1) 평면형상이 사각형이고 높이방향으로 일정하다.

$$(2) \frac{H}{\sqrt{BD}} \leq 6$$

$$(3) 0.2 \leq \frac{D}{B} \leq 5$$

$$(4) \frac{V_H}{n_L \sqrt{BD}} \leq 10$$

여기서, H : 건축물의 기준높이(m) (5.1.2(4)에 따른다)

B : 건축물의 대표폭(m)

D : 건축물의 깊이(m)

V_H : 설계풍속(m/s) (5.5.1에 따른다.)

n_L : 풍직각방향1차고유진동수(Hz)

5.9.2 산정식

지표면으로부터 높이 z 에서의 구조골조용 풍직각방향풍하중 W_L 은 다음 식으로 산정한다.

$$W_L = 3 g_L C_{M,L}' q_H A \left(\frac{z}{H} \right) \sqrt{1 + R_L} \text{ (N)} \quad (5.9-1)$$

$$\text{단, } g_L = \sqrt{2 \ln(600 n_L) + 1.2}$$

$$C_{M,L}' = 0.0073 (D/B)^3 - 0.0629 (D/B)^2 + 0.1959 (D/B) \quad (5.9-2)$$

$$R_L = \frac{\pi F_L}{4 \zeta_L} \quad (5.9-3)$$

$$F_L = \sum_{j=1}^m \frac{4 k_j (1 + 0.5 \beta_j) \beta_j}{\pi} \frac{(n_L / n_{pj})^2}{[1 - (n_L / n_{pj})^2]^2 + 4 \beta_j^2 (n_L / n_{pj})^2} \quad (5.9-4)$$

$$k_1 = 1.0$$

$$k_2 = 0.01$$

$$m = \begin{cases} 1 & (D/B < 3) \\ 2 & (D/B \geq 3) \end{cases}$$

$$n_{p1} = \frac{0.11}{[1 + 0.39(D/B)^2]^{0.8}} \frac{V_H}{B} \quad (0.2 \leq D/B \leq 5)$$

$$n_{p2} = \frac{0.61}{(D/B)^{0.89}} \frac{V_H}{B} \quad (3 \leq D/B \leq 5)$$

$$\beta_1 = \frac{3.41(D/B)^4 - 12.69(D/B)^3 + 14.13(D/B)^2 - 7.01(D/B) + 1.41}{3.83(D/B)^4 - 11.45(D/B)^3 + 7.56(D/B)^2 - 2.98(D/B) + 1}$$

$$\beta_2 = \frac{0.31}{(D/B)^{0.41}}$$

여기서, g_L : 풍직각방향피크팩터

C_{ML}' : 풍직각방향변동전도모멘트계수

q_H : 설계속도압(N/m²)

A : 지상높이 z 에서 풍향에 수직한 면에 투영된 건축물의 면적(= Bz)(m²)

z : 지표면으로부터의 높이(m)

H : 건축물의 기준높이(m) (5.1.2(4)에 따른다)

R_L : 풍직각방향변동전도모멘트의 공진계수

n_L : 풍직각방향1차고유진동수(Hz)

B : 건축물의 대표폭(m)

D : 건축물의 깊이(m)

F_L : 풍직각방향진동의 풍력스펙트럼계수

ζ_L : 풍직각방향1차감쇠비

V_H : 설계풍속(m/s) (5.5.1에 따른다.)

5.10 비틀림풍하중

5.10.1 적용범위

이 절은 구조골조용 수평풍하중 가운데 비틀림풍하중을 산정하는 경우에 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족하는 건축물이 벽면에 수직인 방향에서 바람을 받는 경우를 대상으로 한다.

(1) 평면형상이 사각형이고 높이방향으로 일정하다.

$$(2) \frac{H}{\sqrt{BD}} \leq 6$$

$$(3) 0.2 \leq \frac{D}{B} \leq 5$$

$$(4) \frac{V_H}{n_T \sqrt{BD}} \leq 10$$

여기서, H : 건축물의 기준높이(m) (5.1.2(4)에 따른다)

건축구조기준 설계하중

B : 건축물의 대표폭 (m)
 D : 건축물의 깊이 (m)
 V_H : 설계풍속 (m/s) (5.5.1에 따른다.)
 n_T : 비틀림1차고유진동수 (Hz)

5.10.2 산정식

지표면으로부터 높이 z 에서의 구조골조용 비틀림풍하중 W_T 는 다음 식으로 산정한다.

$$W_T = 1.8 g_T C_T' q_H B A \left(\frac{z}{H} \right) \sqrt{1 + R_T} \quad (\text{N}\cdot\text{m}) \quad (5.10-1)$$

$$\text{단, } g_T = \sqrt{2 \ln(600 n_T) + 1.2}$$

$$C_T' = [0.0066 + 0.015(D/B)^2]^{0.78} \quad (5.10-2)$$

$$R_T = \frac{\pi F_T}{4 \zeta_T} \quad (5.10-3)$$

$$V_T^* = \frac{V_H}{n_T \sqrt{BD}}$$

$$F_T = \begin{cases} \frac{0.14 K_T^2 (V_T^*)^{2\beta_T}}{\pi} \frac{D(B^2 + D^2)^2}{L^2 B^3} & V_T^* \leq 4.5 \text{ 및 } 6 \leq V_T^* \leq 10 \\ F_{4.5} \exp \left[3.5 \ln \left(\frac{F_6}{F_{4.5}} \right) \ln \left(\frac{V_T^*}{4.5} \right) \right] & 4.5 < V_T^* < 6 \end{cases}$$

$F_{4.5}, F_6$: 각각, $V_T^* = 4.5$ 및 6일 때의 F_T 의 값

$$K_T = \begin{cases} \frac{-1.1(D/B) + 0.97}{(D/B)^2 + 0.85(D/B) + 3.3} + 0.17 & V_T^* \leq 4.5 \\ \frac{0.077(D/B) - 0.16}{(D/B)^2 - 0.96(D/B) + 0.42} + \frac{0.35}{(D/B)} + 0.095 & 6 \leq V_T^* \leq 10 \leq 3 \end{cases}$$

$$\beta_T = \begin{cases} \frac{(D/B) + 3.6}{(D/B)^2 - 5.1(D/B) + 9.1} + \frac{0.14}{D/B} + 0.14 & V_T^* \leq 4.5 \\ \frac{0.44(D/B)^2 - 0.0064}{(D/B)^4 - 0.26(D/B)^2 + 0.1} + 0.2 & 6 \leq V_T^* \leq 10 \leq 3 \end{cases}$$

여기서, g_T : 비틀림모멘트피크팩터

C_T' : 변동비틀림모멘트계수

q_H : 설계속도압(N/m²)

A : 지상높이 z 에서 풍향에 수직한 면에 투영된 건축물의 면적(= Bz) (m²)

z : 지표면으로부터의 높이(m)

H : 건축물의 기준높이(m) (5.1.2(4)에 따른다)

R_T : 비틀림진동의 공진계수

n_T : 비틀림1차고유진동수(Hz)

B : 건축물의 대표폭(m)

D : 건축물의 깊이(m)
 L : B 와 D 중 큰 값(m)
 F_T : 비틀림진동의 스펙트럼계수
 ζ_T : 비틀림1차감쇠비
 V_H : 설계풍속(m/s) (5.5.1에 따른다.)

5.11 건축물 부속물 및 기타 구조물의 풍하중

이 절은 밀폐형 독립벽체, 독립간판, 옥상구조물, 옥상설치물과 부착간판, 파라넷, 래티스 탑상형 구조물, 기타 구조물(개방형 간판, 래티스구조물, 굴뚝, 탱크)에 대한 풍하중을 산정할 때 적용하며, 다음의 모든 조건을 만족하여야 한다.

- (1) 건축물의 형상은 정형적이어야 한다.
- (2) 건축물은 풍직각방향풍하중, 와류방출, 공기력불안정진동 등을 유발하는 응답 특성을 나타내지 않아야 한다.
- (3) 건축물은 풍상측의 장애물에 의해 발생하는 골바람효과나 버피팅을 받는 곳에 위치하지 않아야 한다.

5.11.1 밀폐형독립벽체 및 밀폐형독립간판

밀폐형독립벽체, 밀폐형독립간판 및 밀폐형교통표지판에 대한 풍방향풍하중 W_D 는 다음 식으로 산정한다.

$$W_D = q_z G_D C_D A \text{ (N)} \quad (5.11-1)$$

여기서, q_z : 지표면으로부터 높이 z 에서의 속도압으로, 식(5.5-1)에서 H 를 z 로 교체한 값(N/m^2)으로 합력점의 높이, 중요도계수 I_w 는 1.0을 사용한다.

G_D : 풍방향가스트영향계수 (5.6.1에 따른다)

C_D : 풍력계수(표 5.7-8에 따른다)

A : 독립벽체 또는 독립간판의 총면적(m^2)

5.11.2 옥상구조물 및 옥상설치물

- (1) 지붕면 평균높이 20 m 이하인 건물의 옥상구조물 및 옥상설치물의 수평풍하중 W_H 는 다음 식으로 산정한다.

$$W_H = q_H (GC_r) A \text{ (N)} \quad (5.11-2)$$

여기서, q_H : 옥상구조물 또는 설치물의 평균높이 H 에 대한 설계속도압(N/m^2) (5.5에 따른다)

GC_r : A 가 $0.1BH$ 이하인 옥상구조물과 설비에 대해서는 1.9이다. GC_r 은 A 값이 $0.1BH$ 에서 BH 까지 증가하면 1.9에서 1.0까지 선형적으로 줄일 수 있다.

A : 옥상구조물과 설치물의 풍향에 대한 수직 수압면적(m^2)

건축구조기준 설계하중

- (2) 지붕면 평균높이 20 m 이하인 건물의 옥상구조물 및 옥상설치물의 수직풍하중 W_V 는 다음 식으로 산정한다.

$$W_V = q_H(GC_r)A_H \text{ (N)} \quad (5.11-3)$$

여기서, q_H : 옥상구조물 또는 설치물의 평균높이 H 에 대한 설계속도압(N/m^2) (5.5에 따른다)

GC_r : A_H 가 0.1 BD 이하인 옥상구조물과 설치물에 대해서는 1.5이다. GC_r 은 A_H 값이 0.1 BD 에서 BD 까지 증가하면 1.5에서 1.0까지 선형적으로 줄일 수 있다.

A_H : 옥상구조물과 설치물의 풍향에 대한 수평수압면적(m^2)

- (3) 지붕면 평균높이가 20 m를 초과하는 건물의 옥상구조물 및 옥상설치물의 주골조는 5.2(주골조 설계용 수평 풍하중)에 따라 산정하고, 외장재는 5.4(외장재설계용 풍하중)에 따라 산정한다.

5.11.3 부착간판

간판의 평면이 벽면의 평면에 평행하게 접촉되어 있고, 간판이 벽체의 측단부와 상단부 밖으로 돌출하지 않는 건축물의 벽체에 부착된 간판의 풍방향풍하중은 5.4(외장재설계용 풍하중)의 산정 절차를 따른다. 이때 피크내압계수 GC_{pi} 는 0, $k_z=1.0$, H 는 부착간판의 평균높이로 한다.

5.11.4 파라펫

평탄한 지붕 또는 경사지붕을 가진 강체구조물 및 유연구조물 주골조의 파라펫에 작용하는 풍방향풍하중 W_D 는 다음 식으로 산정한다.

$$W_D = q_P(GC_{pm})A_P \text{ (N)} \quad (5.11-4)$$

여기서, q_P : 파라펫 최상단 높이에서의 설계속도압(N/m^2)(5.5에 따른다)

GC_{pm} : 순압력계수로 풍상측 파라펫은 1.5, 풍하측 파라펫은 -1.0

A_P : 풍향에 수직인 파라펫의 수압면적(m^2)

5.11.5 래티스형탑상구조물

래티스형탑상구조물의 풍방향풍하중 W_D 는 다음 식으로 산정한다.

$$W_D = q_z G_D C_D A_F \text{ (N)} \quad (5.11-5)$$

여기서, q_z : 지표면으로부터 높이 z 에서의 속도압으로, 식(5.5-1)에서 H 를 z 로 교체한 값(N/m^2)

G_D : 풍방향가스트영향계수(5.6.3에 따른다.)

C_D : 풍력계수(표 5.7-9에 따른다.)

A_F : 지표면으로부터 높이 z 에서 래티스형탑상구조물의 1구면 투영면적(m^2)

5.11.6 기타구조물

기타구조물(개방형간판과 래티스구조물, 굴뚝, 탱크, 펜스)에 대한 풍방향풍하중 W_D 는 다음 식으로 구한다.

$$W_D = q_h G_D C_D A \quad (\text{N}) \quad (5.11-6)$$

여기서, q_h : 면적 A 의 중심높이 h 에서의 설계속도압(N/m^2) (5.5에 따른다)

G_D : 풍방향가스트영향계수(5.6.1에 따른다)

C_D : 풍력계수(표 5.7-10~표 5.7-13에 따른다)

A : 풍향에 수직인 수압면적(m^2)

5.11.7 설계용 최소풍하중

기타구조물(개방형간판, 래티스구조물, 굴뚝, 탱크)에 대한 설계용 최소풍하중은 $800 \text{ N/m}^2 \times A$ 이상이어야 한다. 여기서, A 는 유효수압면적이다.

5.12 풍하중의 조합

이 절은 주골조설계용 수평풍하중 및 지붕풍하중의 조합에 관하여 정한 것이다.

- (1) 장방형 평면을 가진 건축물로서 식 (5.1-2)의 조건을 만족하지 않는 경우는 5.12.1에 따라 풍방향과 풍직각방향의 조합을 고려하고, 식 (5.1-2)의 조건을 만족하는 경우는 5.12.2에 따라 수평풍하중의 조합을 고려한다.
- (2) 수평풍하중과 지붕풍하중에 관해서는 5.12.3에 따라 조합을 고려한다.

5.12.1 저층 및 중층건축물의 수평풍하중 조합

식 (5.1-2)의 조건을 만족하지 않는 저층 및 중층건축물의 경우에는 5.2에서 산정한 풍방향하중에 다음 식으로 구한 하중을 풍직각방향하중으로 동시에 작용시킨다.

$$W_{LC} = \gamma W_D \quad (\text{N}) \quad (5.12-1)$$

$$\text{단, } \gamma = 0.35 \frac{D}{B} \text{ 또한 } 0.2 \text{ 이상}$$

여기서, W_{LC} : 풍직각방향조합하중(N)

W_D : 풍방향하중(N) (5.2에 따른다)

B : 건축물의 대표폭(m)

D : 건축물의 깊이(m)

건축구조기준 설계하중

5.12.2 고층 및 유연건축물의 수평풍하중 조합

식 (5.1-2)의 조건을 만족하는 고층 및 유연건축물의 경우에는 표 5.12-1에 나타낸 3종류의 조합하중을 고려한다.

표 5.12-1 수평풍하중의 조합하중

조합조건	풍방향 조합하중	풍직각방향 조합하중	비틀림 조합하중
1	W_D	$0.4 W_L$	$0.4 W_T$
2	$W_D \left(0.4 + \frac{0.6}{G_D} \right)$	W_L	κW_T
3	$W_D \left(0.4 + \frac{0.6}{G_D} \right)$	κW_L	W_T

주) W_D, W_L, W_T : 각각 풍방향풍하중, 풍직각방향풍하중, 비틀림풍하중
 G_D : 풍방향가스트영향계수

표 5.12-2 표 5.12-1의 κ 값

D/B	$n_1 B / V_H$	κ
≤ 0.5	0.1	0.55
	0.2	0.65
	0.6	0.80
1	0.1	0.55
	0.3	0.55
	0.6	0.65
≥ 2	—	0.55

주) n_1 : 풍직각방향과 비틀림1차고유진동수 n_L 과 n_T 가운데 작은 값 (Hz)
 D/B 및 $n_1 B / V_H$ 의 중간값은 직선보간하여 사용한다.

5.12.3 수평풍하중과 지붕풍하중의 조합

5.12.1 또는 5.12.2로 조합을 고려한 수평 풍하중에 5.3에서 산정한 지붕풍하중을 동시에 작용시킨다.

5.13 수평변위 및 응답가속도의 검토

5.13.1 적용범위

이 절은 다음 사항을 평가할 때 적용한다.

- (1) 장방형평면 및 입면형상을 가진 일반적인 건축물의 풍방향최대수평변위와 최대응답가속도
- (2) 5.9.1(적용범위)를 만족하는 건축물의 풍직각방향최대수평변위와 최대응답가속도
- (3) 5.10.1(적용범위)를 만족하는 건축물의 비틀림최대각변위와 최대응답각가속도

5.13.2 수평변위 및 응답가속도의 평가기준

- (1) 바람으로 발생하는 건축물의 풍방향 · 풍직각방향최대수평변위로 인하여 건축물골조 및 외장재가 손상을 입지 않도록 하여야 한다.
- (2) 건축물의 풍방향 · 풍직각방향진동으로 인한 최대응답가속도에 대하여 거주자가 불안과 불쾌감을 느끼지 않으며 건축물이 피해를 입지 않도록 적절하게 설계하여야 한다.

5.13.3 풍방향변위 · 응답가속도의 산정

(1) 풍방향최대수평변위

밀폐형 · 일부개방형 건축물의 풍방향최대수평변위 $X_{D,max}$ 는 다음 식으로 산정한다.

$$X_{D,max} = \frac{C_D q_H B H}{(2\pi n_D)^2 M^*} \left(\frac{1}{2\alpha + 2} + \frac{1.5 g_D I_z \sqrt{B_D + R_D}}{\alpha + 2} \right) \quad (\text{m}) \quad (5.13-1)$$

$$\text{단, } C_D = 1.2 \left(\frac{z}{H} \right)^{2\alpha}$$

$$g_D = \sqrt{2 \ln(600 n_D)} + 1.2$$

여기서, C_D : 평균풍력계수

q_H : 설계속도압(N/m^2) (5.5에 따른다)

B : 건축물의 풍방향대표폭(m)

H : 건축물의 기준높이(m)

n_D : 건축물의 풍방향진동의 1차고유진동수(Hz)

M^* : 풍방향1차진동일반화질량(kg)

α : 고도분포지수(5.5.3에 따른다)

g_D : 풍방향피크팩터

I_z : 풍속의 난류강도(5.6.2에 따른다)

B_D : 풍방향비공진계수(5.6.2에 따른다)

R_D : 풍방향공진계수(5.6.2에 따른다)

z : 지표면으로부터의 높이(m)

(2) 풍방향최대응답가속도

건축물 최상층에서의 풍방향최대응답가속도 $a_{D,max}$ 는 다음 식으로 산정한다.

$$a_{D,max} = \frac{1.5 g_D C_D q_H B H I_z \sqrt{R_D}}{M^* (\alpha + 2)} \quad (\text{m/s}^2) \quad (5.13-2)$$

$$\text{단, } g_D = \sqrt{2 \ln(600 n_D)} + 1.2$$

$$C_D = 1.2 \left(\frac{z}{H} \right)^{2\alpha}$$

여기서, g_D : 풍방향피크팩터

건축구조기준 설계하중

- C_D : 평균풍력계수
 q_H : 설계속도압(N/m²) (5.5에 따른다.)
 B : 건축물의 풍방향대표폭(m)
 H : 건축물의 기준높이(m)
 I_z : 풍속의 난류강도(5.6.2에 따른다.)
 R_D : 풍방향공진계수(5.6.2에 따른다.)
 M^* : 풍방향1차진동일반화질량(kg)
 α : 고도분포지수(5.5.3에 따른다.)
 β : 진동모드형에 관한 지수(일반건축물=1)
 n_D : 건축물의 풍방향1차고유진동수(Hz)
 z : 지표면으로부터의 높이(m)

5.13.4 풍직각방향변위 · 응답가속도의 산정

(1) 풍직각방향최대수평변위

5.9.1을 만족하는 장방형평면인 건축물의 풍직각방향최대수평변위 $Y_{L,max}$ 는 다음 식으로 산정한다.

$$Y_{L,max} = \frac{g_L C_{M,L}' q_H B H}{(2\pi n_L)^2 M_L^*} \sqrt{1 + R_L} \quad (\text{m}) \quad (5.13-3)$$

$$\text{단, } g_L = \sqrt{2 \ln(600 n_L) + 1.2}$$

여기서, g_L : 풍직각방향피크팩터

$C_{M,L}'$: 풍직각방향변동전도모멘트계수(식(5.9-2)에 따른다.)

q_H : 설계속도압(N/m²) (5.5에 따른다.)

H : 건축물의 기준높이(m) (5.1.2(4)에 따른다.)

B : 건축물의 대표폭(m)

n_L : 풍직각방향1차고유진동수(Hz)

M_L^* : 풍직각방향1차진동일반화질량(kg)

R_L : 풍직각방향 공진계수(식(5.9-3)에 따른다.)

(2) 풍직각방향최대응답가속도

5.9.1을 만족하는 장방형평면인 건축물의 최상층에서 풍직각방향최대응답가속도 $a_{L,max}$ 는 다음 식으로 산정한다.

$$a_{L,max} = \frac{g_L C_{M,L}' q_H B H}{M_L^*} \sqrt{R_L} \quad (\text{m/s}^2) \quad (5.13-4)$$

$$\text{단, } g_L = \sqrt{2 \ln(600 n_L) + 1.2}$$

여기서, g_L : 풍직각방향피크팩터

q_H : 설계속도압(N/m²)

$C_{M,L}'$: 풍직각방향변동전도모멘트계수(식(5.9-2)에 따른다.)

H : 건축물의 기준높이(m) (5.1.2(4)에 따른다.)

B : 건축물의 대표폭(m)

M_L^* : 풍직각방향1차진동일반화질량(kg)

R_L : 풍직각방향공진계수(식(5.9-3)에 따른다)

n_L : 풍직각방향진동의 1차고유진동수(Hz)

5.13.5 비틀림각변위 · 응답각가속도 산정

(1) 비틀림최대각변위

5.10.1을 만족하는 장방형평면인 건축물의 비틀림에 의한 최대각변위 $\theta_{\max}$ 는 다음 식으로 산정한다.

$$\theta_{\max} = \frac{0.6g_T C_T' q_H B^2 H}{(2\pi n_T)^2 I^*} \sqrt{1 + R_T} \quad (\text{rad}) \quad (5.13-5)$$

$$\text{단, } g_T = \sqrt{2 \ln(600n_T) + 1.2}$$

여기서, g_T : 비틀림모멘트피크팩터

C_T' : 변동비틀림모멘트계수(식(5.10-2)에 따른다)

q_H : 설계속도압(N/m²)

B : 건축물의 대표폭(m)

H : 건축물의 기준높이(m)

n_T : 비틀림1차고유진동수(Hz)

I^* : 일반화관성모멘트(kg·m²)

R_T : 비틀림모멘트공진계수(식(5.10-3)에 따른다.)

(2) 비틀림최대응답각가속도

5.10.1을 만족하는 장방형평면인 건축물의 최상층에서 비틀림에 의한 최대응답각가속도 $a_{T,\max}$ 는 다음 식으로 산정한다.

$$a_{T,\max} = \frac{0.6g_T C_T' q_H B^2 H}{I^*} \sqrt{R_T} \quad (\text{rad/s}^2) \quad (5.13-6)$$

$$\text{단, } g_T = \sqrt{2 \ln(600n_T) + 1.2}$$

여기서, g_T : 비틀림모멘트피크팩터

C_T' : 변동비틀림모멘트계수(식(5.10-2)에 따른다)

q_H : 설계속도압(N/m²)

B : 건축물의 대표폭(m)

I^* : 일반화관성모멘트(kg·m²)

H : 건축물의 기준높이(m)

R_T : 비틀림모멘트공진계수(식(5.10-3)에 따른다.)

5.14 간편법에 따른 풍하중

5.14.1 적용범위

이 절은 다음의 모든 조건을 만족하는 작은 규모의 건축물을 대상으로 간편한 풍하중을 산정할 때 적용한다.

- (1) $H \leq 20 \text{ m}$
- (2) $H / \sqrt{BD} \leq 1.0$ 또는 $H / \sqrt{A_f} \leq 1.0$
- (3) 형상이 정형적이고, 단면은 대칭에 가까워야 한다.

여기서, H : 건축물의 기준높이(m)
 B : 건축물의 대표폭(m)
 D : 건축물의 깊이(m)
 A_f : 건축물의 기준층 바닥면적(m^2)

5.14.2 주골조설계용 풍하중

주골조설계용 수평풍하중 W_{SF} 는 다음 식에 따라 산정한다.

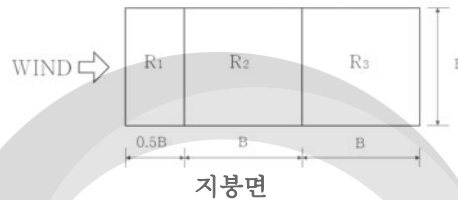
$$W_{SF} = 0.25 V_0^2 H^{0.44} C_e C_f A \text{ (N)} \quad (5.14-1)$$

여기서, V_0 : 기본풍속(m/s) (5.5.2에 따른다)
 H : 건축물의 기준높이(m) (5.1.2(4)에 따른다)
 C_e : 건설지 주변의 지표면 상황에 따라 정하는 환경계수로 통상 1.0을 사용하고, 장애물이 없는 평탄지인 경우에는 1.5, 해안가인 경우에는 2.0으로 한다.
 $C_f = C_{pe1} - C_{pe2}$: 풍력계수(표 5.14-1에 따른다.)
 A : 유효수압면적(m^2)

표 5.14-1 저층건축물설계용 외압계수 C_{pe}

대 상	구 분	C_{pe}
풍상면 C_{pe1}	$B/H > 1$	0.6
풍하면 C_{pe2}	$D/B = 0 \sim 1$	-0.5
	$D/B \geq 2$	-0.3
지붕면 C_{per}	R_1	-1.0
	R_2	-0.7
	R_3	-0.3

주) R_1 : 풍상측 지붕 끝단에서 풍하측으로 $0.5B$ 거리까지의 지붕
 R_2 : 거리 $0.5B$ 에서 $1.5B$ 거리까지의 지붕
 R_3 : 거리 $1.5B$ 부터 풍하측 끝단까지의 지붕
 D/B 및 $R_1 \sim R_3$ 의 중간값은 직선보간하여 사용한다.



5.14.3 주골조설계용 지붕풍하중

주골조설계용 지붕풍하중 W_{SFR} 은 다음 식에 따라 산정한다.

$$W_{SFR} = 0.25 V_0^2 H^{0.44} C_e C_R A_R \quad (\text{N}) \quad (5.14-2)$$

여기서, V_0 : 기본풍속(m/s) (5.5.2에 따른다.)

H : 건축물의 기준높이(m) (5.1.2(4)에 따른다.)

C_e : 건설지 주변의 지표면 상황에 따라 정하는 환경계수로 통상 1.0을 사용하고, 장애물이 없는 평탄지인 경우에는 1.5, 해안가인 경우에는 2.0으로 한다.

$C_R = C_{per} - C_{pi}$: 풍력계수

C_{per} : 지붕면 외압계수(표 5.14-1에 따른다.)

C_{pi} : 내압계수(5.7.2에 따른다.)

A_R : 지붕보가 부담하는 부분의 유효수압면적(m^2)

5.14.4 외장재설계용 풍하중

외장재설계용 풍하중 W_{SC} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$W_{SC} = 0.12 V_0^2 H^{0.44} C_e \hat{C}_f A_C \quad (\text{N}) \quad (5.14-3)$$

여기서, V_0 : 기본풍속(m/s) (5.5.2에 따른다.)

H : 건축물의 기준높이(m) (5.1.2(4)에 따른다.)

C_e : 건설지 주변의 지표면 상황에 따라 정하는 환경계수로 통상 1.0을 사용하고, 장애물이

건축구조기준 설계하중

없는 평탄지인 경우에는 1.7, 해안가인 경우에는 2.2로 한다.

$\hat{C}_f = GC_{pe} - GC_{pi}$: 피크풍력계수

GC_{pe} : 외장재설계용 피크외압계수(5.8.1에 따른다.)

GC_{pi} : 외장재설계용 피크내압계수(5.8.2에 따른다.)

A_C : 외장재의 유효수압면적(m^2)

5.15 풍동실험

5.15.1 적용범위

- (1) 이 절은 건축구조물이 5.1.3(특별풍하중)의 조건을 가질 때 적용한다.
- (2) 이 풍동실험법은 5.2(주골조설계용 수평풍하중), 5.3(주골조설계용 지붕풍하중), 5.4(외장재설계용 풍하중), 5.11(건축물 부속물 및 기타 구조물의 풍하중) 및 5.14(간편법에 따른 풍하중)을 대신하여 건축구조물에 대한 풍압, 풍하중 및 풍응답을 평가할 때 사용한다.

5.15.2 실험조건

풍동실험은 다음 조건을 만족하여야 한다.

- (1) 풍동 내의 평균풍속의 고도분포, 난류강도분포 및 변동풍속의 특성은 건축 현지의 자연대기 경계층 조건에 적합하도록 재현하여야 한다.
- (2) 대상건축물을 포함하여 주변의 건축물 및 지형조건을 건축 현지조건에 적합하도록 재현하여야 한다.
- (3) 풍동 내 대상건축물 및 주변 모형에 의한 단면 폐쇄율은 풍동의 실험단면에 대하여 8% 미만 이 되도록 하여야 한다.
- (4) 풍동 내의 압력 분포는 일정하도록 하여야 한다.
- (5) 레이놀즈수에 의한 영향은 최소화하여 실험하여야 한다.
- (6) 풍동 측정기기의 응답특성은 요구하는 조건을 충족하여야 한다.

5.15.3 동적응답

건축구조물의 동적응답을 결정하기 위한 실험을 실시할 경우에는 5.15.2(실험조건)을 만족해야 하고, 구조모델과 관련 해석을 수행할 경우에는 질량분포, 강성, 감쇠를 고려해야 한다.

5.15.4 풍동실험에 따른 풍하중의 제한

- (1) 풍동실험결과로부터 평가한 주골조설계용 수평풍하중은 x 축과 y 축 방향의 전체 주하중이 5.2의 절차에 따라 산정한 값의 80% 이하가 되지 않도록 하여야 한다. 여기서 전체 주하중이

란 유연건축물인 경우에는 전도모멘트, 기타 건축물은 밀면전단력이다.

- (2) 풍동실험결과로부터 평가한 외장재설계용 풍압은 5.4의 절차에 따라 벽의 경우에는 ④영역, 지붕의 경우에는 ①영역에서 산정한 풍압의 80% 이하가 되지 않도록 하여야한다.
- (3) 풍동실험을 위해 재현한 상세 주변 모형의 범위 안에 대상건축물에 특별한 영향을 미칠 건축물이나 장애물이 없는 경우에는 위 (1), (2)에서 규정한 80%의 제한값을 적용하지 않고 풍동 실험에서 얻어진 풍하중과 풍압을 사용할 수 있다.

5.16 재현기간 1년풍속

재현기간 1년풍속 V_{1H} 는 다음 식에 따라 산정한다.

$$V_{1H} = 0.6 V_0 K_{zr} K_{zt} \text{ (m/s)} \quad (5.16-1)$$

여기서, V_0 : 기본풍속(m/s) (5.5.2에 따른다.)

K_{zr} : 풍속고도분포계수로 지붕면 평균높이 H 에서의 값(5.5.3에 따른다)

K_{zt} : 지형계수(5.5.4에 따른다.)

단, 건설지점 부근의 유효한 관측자료가 있는 경우에는 그 값에 따라 설정할 수 있다.

6. 지진하중

6.1 일반사항

이 장은 건축물과 건물외구조물의 구조체와 부구조체 및 건축·기계·전기 비구조요소의 지진 하중을 산정하는 데 적용한다.

6.1.1 증축 구조물의 설계

6.1.1.1 독립증축

기존 구조물과 구조적으로 독립된 증축구조물은 신축구조물로 취급하여 이 장에 따라 설계 및 시공하여야 한다.

6.1.1.2 일체증축

기존 구조물과 구조적으로 독립되지 않은 증축구조물의 경우에는 전체 구조물을 신축구조물로 취급하여 이 장에 따라 설계 및 시공하여야 한다. 단, 기존 부분에 대해서는 전체 구조물로서 증가된 하중을 포함한 소요강도가 기존 부재의 구조내력을 5% 미만까지 초과하는 것은 허용된다.

건축구조기준 설계하중

6.1.2 용도변경

용도변경으로 인해 구조물이 KDS 41 10 05(3)에서 더 높은 내진중요도 그룹에 속하는 경우에 이 구조물은 변경된 그룹에 속하는 구조물에 대한 하중기준을 따라야 한다.

6.1.3 구조변경

기존 구조물의 구조변경으로 인하여 KDS 41 00 00에 의하여 산정한 소요강도가 기존 부재의 구조내력을 5% 이상 초과하는 경우에는 해당 부재에 대하여 이 기준에서 정의되는 기준을 만족하도록 구조보강 등의 조치를 하여야 한다.

6.1.4 기준의 적용

- (1) 지진하중의 산정, 해석 및 설계방법, 시스템의 설계범주 등은 6.2 ~ 6.4를 따른다.
- (2) 등가정적해석은 6.5를 따른다.
- (3) 구조시스템의 정의 및 설계계수의 정의는 6.6을 따른다.
- (4) 동적해석방법은 6.7을 따른다.
- (5) 구조요소의 설계는 6.8을 따른다.
- (6) 성능설계법은 6.9를 따른다.
- (7) 비구조요소의 설계는 6.10을 따른다.
- (8) 건물외구조물의 설계는 6.11을 따른다.
- (9) 면진장치를 이용한 구조물의 설계는 6.12를 따른다.
- (10) 감쇠장치를 이용한 구조물의 설계는 6.13을 따른다.

6.2 하중조합

6.2.1 강도설계

강도설계 또는 한계상태설계를 수행할 경우에는 각 설계법에 적용하는 하중조합의 지진하중계수는 1.0으로 한다.

6.2.2 허용응력설계

허용응력설계를 수행할 경우에는 지진하중을 포함하는 하중조합에서 지진하중계수는 0.7로 한다. 이 경우에는 각 재료기준에 따라 허용응력을 증가시킬 수 있다.

6.2.3 특별지진하중

필로티 등과 같이 전체구조물의 불안정성으로 붕괴를 일으키거나 지진하중의 흐름을 급격히 변화시키는 주요부재와 이를 지지하는 해당 위치의 수직부재 설계 시에는 지진하중을 포함한 하중 조합에 지진하중(E) 대신 특별지진하중(E_m)을 사용하여야 한다.

$$E_m = \Omega_0 E \pm 0.2 S_{DS} D \quad (6.2-1)$$

여기서, Ω_0 는 표 6.6-1에서 정한 시스템초과강도계수, S_{DS} 는 6.3.3에서 정의한 단주기설계스펙트럼가속도, D 는 고정하중이다.

단, $\Omega_0 E$ 는 지진력저항 시스템에서 다른 부재의 내력에 의해 전달될 수 있는 최대하중을 초과할 필요는 없다.

특별지진하중과의 하중조합이 허용응력설계법과 같이 사용되는 경우에는 허용응력을 1.7배 증가시키고, 저항계수 ϕ 를 1.0으로 적용하여 설계강도를 결정할 수 있다. 그러나 이러한 방법은 다른 어떤 허용응력 증가나 하중조합의 감소와 동시에 적용할 수 없다.

6.3 지진위험도 결정

6.3.1 지진구역 및 지진구역계수

우리나라 지진구역 및 이에 따른 지진구역계수 값은 표 6.3-1과 같이 구분한다.

표 6.3-1 지진구역 구분 및 지역계수

지진구역	행정 구역		지진구역계수
I	시	서울, 인천, 대전, 부산, 대구, 울산, 광주, 세종	0.22g
	도	경기, 충북, 충남, 경북, 경남, 전북, 전남, 강원 남부*	
II	도	강원 북부**, 제주	0.14g

* 강원 남부: 영월, 정선, 삼척, 강릉, 동해, 원주, 태백

** 강원 북부: 홍천, 철원, 화천, 횡성, 평창, 양구, 인제, 고성, 양양, 춘천, 속초

6.3.2 지반의 분류

6.3.2.1 지반종류

국지적인 지질조건과 지표 및 지하 지형이 지반운동에 미치는 영향을 고려하기 위하여 지반을 표 6.3-2와 같이 지반 분류의 기준면으로부터 보통암(지층의 전단파속도, $V_s = 760\text{m/s}$ 이상)까지의 지반에 대한 평균지반특성으로 분류하며, 보통암의 위치가 기준면으로부터 5 m 이하 혹은 30m 이상인 경우에는 상부 30m에 대한 평균지반특성으로 분류한다. 대상지역의 지반을 분류할 수 있는 자료가 충분하지 않고, 지반의 종류가 S_E 일 가능성이 없는 경우에는 지반종류 S_D 를 적용할 수 있다.

표 6.3-2 지반의 분류

지반 종류	지반 종류의 호칭	평균지반특성		
		전단파속도 (m/s)	표준관입시험 $\bar{N}$ (타격횟수/300mm)	비배수전단강도 $\bar{s}_u$ ($\times 10^{-3}$ MPa)
S_A	경암 지반	1500 초과	—	—
S_B	보통암 지반	760에서 1500 미만		
S_C	매우 조밀한 토사 지반 또는 연암 지반	360에서 760 미만	> 50	> 100
S_D	단단한 토사 지반	180에서 360 미만	15에서 50	50에서 100
S_E	연약한 토사 지반	180 미만	< 15	< 50

6.3.2.2 지반분류의 기준면

일반적으로 지반분류는 지표면을 기준면으로 정한다. 다만, 지하층을 가진 구조물로서 직접기초를 사용하고 기초저면의 지반종류가 S_C 이상의 단단한 지반인 경우에는 기초면을 지반분류의 기준면으로 사용할 수 있다. 이때 지진에 의하여 지하층 구조벽에 작용하는 횡토압에 대하여 상부구조의 안전성을 확보하여야 한다. 말뚝기초를 사용하는 경우에는 지하구조의 저면의 지반종류가 S_C 이상이고, 건물 진동의 입력이 지하구조의 저면을 통하여 전달되도록 설계·시공되는 경우에 한하여 지하구조의 저면을 기준면으로 사용할 수 있으며, 그렇지 않은 경우에는 지표면을 기준면으로 사용하여야 한다.

6.3.3 설계스펙트럼가속도

단주기와 주기 1초의 설계스펙트럼가속도 S_{DS} , S_{D1} 은 다음 식에 의하여 산정한다.

$$S_{DS} = S \times 2.5 \times F_a \times 2/3 \quad (6.3-1)$$

$$S_{D1} = S \times F_v \times 2/3 \quad (6.3-2)$$

여기서, F_a 표 6.3-3과 F_v 표 6.3-4는 지반증폭계수이다. 위 식에서 2400년 재현주기지진의 유효지반가속도 S 값은 표 6.3-2을 이용하여 결정하거나, 그림 6.3-1 국가지진위험지도를 이용하여 구할 수 있다. 단, 국가지진위험지도를 이용하여 결정한 S 는 표 6.3-2을 이용하여 결정한 S 값의 80%보다 작아서는 안 된다.

표 6.3-3 단주기 지반증폭계수, F_a

지반 종류		지진지역		
		$s_s \leq 0.25$	$s_s = 0.50$	$s_s = 0.75$
S_A		0.8	0.8	0.8
S_B		1.0	1.0	1.0
S_C	보통암까지의 깊이 20m 이상	1.2	1.2	1.1
	보통암까지의 깊이 20m 미만	1.4	1.4	1.3
S_D	보통암까지의 깊이 20m 이상	1.6	1.4	1.2
	보통암까지의 깊이 20m 미만	1.7	1.5	1.3
S_E		2.5	1.9	1.3

* s_s 는 설계스펙트럼 가속도 산정식 (6.3-1)에 적용된 s 를 2.5배한 값이다. 위 표에서 s_s 의 중간값에 대하여는 직선보간한다.

표 6.3-4 1초주기 지반증폭계수, F_v

지반 종류		지진지역		
		$s \leq 0.1$	$s = 0.2$	$s = 0.3$
S_A		0.8	0.8	0.8
S_B		1.0	1.0	1.0
S_C	보통암까지의 깊이 20m 이상	1.7	1.6	1.5
	보통암까지의 깊이 20m 미만	1.5	1.4	1.3
S_D	보통암까지의 깊이 20m 이상	2.4	2.0	1.8
	보통암까지의 깊이 20m 미만	1.7	1.6	1.5
S_E		3.5	3.2	2.8

* s 는 설계스펙트럼 가속도 산정식(6.3.2)에 적용된 값이다. 위 표에서 s 의 중간값에 대하여는 직선보간한다.

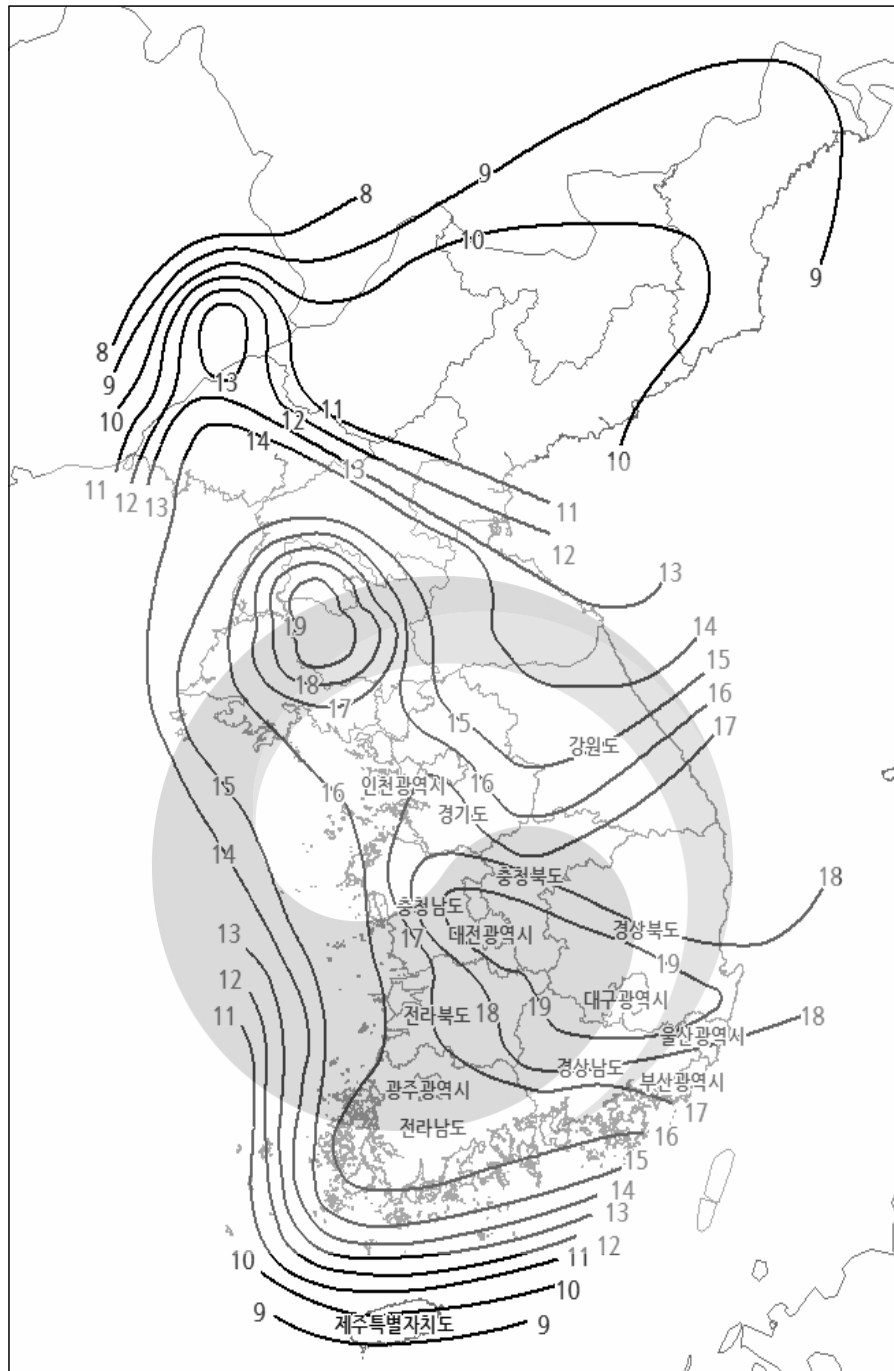


그림 6.3-1 국가지진위험지도, 재현주기 2400년 최대예상지진의
유효지반가속도(S) %(소방방재청, 2013)

또한 F_a , F_v 값을 부지고유(Site Specific)의 지진응답해석을 수행하여 결정할 수 있다. 이 경우, 산정한 설계스펙트럼가속도 S_{DS} , S_{D1} 는 표 6.3-2, 표 6.3-3, 표 6.3-4를 이용하여 구한 값의 80% 이상이어야 한다.

6.3.4 설계스펙트럼가속도 작성

지진의 설계응답가속도스펙트럼은 다음 식에 따라 구한 후 그림 6.3-2와 같이 작성한다.

(1) $T \leq T_0$ 일 때, 스펙트럼가속도 S_a 는 식 (6.3-3)에 의한다.

(2) $T_0 \leq T \leq T_s$ 일 때, 스펙트럼가속도 S_a 는 S_{DS} 와 같다.

(3) $T > T_s$ 일 때, 스펙트럼가속도 S_a 는 식 (6.3-4)에 의한다.

$$S_a = 0.6 \frac{S_{DS}}{T_o} T + 0.4 S_{DS} \quad (6.3-3)$$

$$S_a = \frac{S_{D1}}{T} \quad (6.3-4)$$

여기서, T : 구조물의 고유주기(초)

$$T_o = 0.2 S_{D1} / S_{DS}$$

$$T_s = S_{D1} / S_{DS}$$

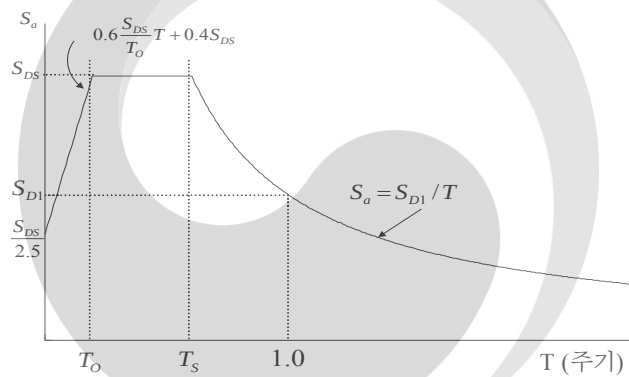


그림 6.3-2 설계스펙트럼가속도

6.4 지진하중의 산정

6.4.1 일반사항

각 구조물은 그 용도와 시공할 지반상태를 감안하여 분류한 내진설계범주 중 하나에 속하며, 그 속한 내진설계범주에 따라 허용 가능한 구조시스템, 높이와 비정형성에 대한 제한, 내진설계 대상부재, 횡력해석방법 등을 결정한다.

6.4.2 건물의 내진등급과 중요도계수

각 구조물은 표 6.4-1에서 건축물의 중요도에 따라 내진등급과 중요도계수를 결정한다. 2개 이상의 건물에 공유된 부분이나 하나의 구조물이 동일한 중요도에 속하지 않는 2개 혹은 그 이상의 용도로 사용할 때는 가장 높은 중요도를 사용하여야 한다. 건축물이 6.8에 따라 구조적으로 분리된 2개 혹은

건축구조기준 설계하중

그 이상의 부분으로 구성된 경우에는 각 부분을 독자적으로 분류할 수 있다. 다만, 한 구조물에서 구조적으로 분리된 부분이 더 높은 중요도를 가진 다른 부분에 대해 접근로나 탈출로를 제공하거나 인명안전요소를 공유할 경우에는 양쪽부분 모두 높은 중요도를 사용하여야 한다.

표 6.4-1 내진등급과 중요도계수

건축물의 중요도	내진등급	중요도계수(I_E)
중요도(특)	특	1.5
중요도(1)	I	1.2
중요도(2), (3)	II	1.0

6.4.3 내진설계범주의 결정

모든 구조물은 6.4.2에 따라 결정된 내진등급과 6.3.3에 따라 결정한 설계스펙트럼가속도 S_{DS} , S_{D1} 에 따라 표 6.4-2와 표 6.4-3에 의하여 내진설계범주를 결정한다. 표 6.4-2와 표 6.4-3에 따라 결정한 내진설계범주가 다를 경우에는 높은 내진설계범주로 분류한다.

표 6.4-2 단주기 설계스펙트럼가속도에 따른 내진설계범주

s_{DS} 의 값	내진등급		
	특	I	II
$0.50 \leq s_{DS}$	D	D	D
$0.33 \leq s_{DS} < 0.50$	D	C	C
$0.17 \leq s_{DS} < 0.33$	C	B	B
$s_{DS} < 0.17$	A	A	A

표 6.4-3 주기 1초에서 설계스펙트럼가속도에 따른 내진설계범주

s_{D1} 의 값	내진등급		
	특	I	II
$0.20 \leq s_{D1}$	D	D	D
$0.14 \leq s_{D1} < 0.20$	D	C	C
$0.07 \leq s_{D1} < 0.14$	C	B	B
$s_{D1} < 0.07$	A	A	A

6.4.4 건물 형상

모든 구조물은 이 조항에 따라 평면 또는 수직의 정형 혹은 비정형으로 구분한다.

6.4.4.1 평면비정형성

표 6.4-4에 나열된 특징 중 하나 이상에 해당되는 건물은 평면비정형성을 가진 것으로 정의한다.

6.4.4.2 수직비정형성

표 6.4-5에 나열된 특징 중 하나 이상에 해당되는 건물은 수직비정형성을 갖는 것으로 정의한다. 다만, 다음의 경우에는 예외로 한다.

- (1) 설계지진하중의 작용상태에서 임의의 층의 층간변위각에 대한 인접한 상부층의 층간변위각의 비가 130 % 이하이면 표 6. 4-5의 유형 V-1 혹은 V-2의 수직비정형성을 적용하지 않는다. 여기서 층간변위각의 산정에 비틀림효과를 고려할 필요가 없다. 또한 건축물의 최상 2개 층에 대한 층변위각 관계는 평가하지 않아도 된다.
- (2) 표 6.4-5의 수직비정형성 유형 V-1과 V-2는 2층 이하의 건축물에 대하여는 적용하지 않아도 된다.

6.4.5 해석법

구조해석은 내진설계범주에 따라 다음과 같은 방법으로 수행한다.

6.4.5.1 내진설계범주 'A', 'B'에 대한 해석법

내진설계범주 'A' 또는 'B'에 해당하는 구조물의 해석은 6.5에 규정한 등가정적해석법에 의하여 설계할 수 있다.

6.4.5.2 내진설계범주 'C'에 대한 해석법

내진설계범주 'C'에 해당하는 구조물의 해석은 6.5에서 정한 등가정적해석법에 의하여 설계할 수 있다. 단, 다음 중의 하나에 해당하는 경우에는 동적해석법을 사용하여야 한다.

- (1) 높이 70 m 이상 또는 21층 이상의 정형구조물
- (2) 높이 20 m 이상 또는 6층 이상의 비정형구조물

6.4.5.3 내진설계범주 'D'에 대한 해석법

내진설계범주 'D'에 해당하는 구조물의 해석에는 표 6.4-6에 지정한 해석방법 또는 그 보다 정밀한 해석방법을 사용하여야 한다. 이 경우에 구조물이 표 6.4-4의 H-1 혹은 H-4에 해당하는 평면비정형성이 없거나 표 6.4-5의 V-1, V-4 혹은 V-5에 해당하는 수직비정형성이 없는 경우에 정형으로 볼 수 있다.

건축구조기준 설계하중

표 6.4-4 평면비정형성의 유형과 정의

유형번호	유형	정의	관련항목	적용내진설계범주
H-1	비틀림비정형	격막이 유연하지 않을 때 고려함. 어떤 축에 직교하는 구조물의 한 단부에서 우발편심을 고려한 최대 층변위가 그 구조물 양단부 층변위 평균값의 1.2배보다 클 때 비틀림비정형인 것으로 간주한다.	6.5.6.4	C, D
			표 6.4-6	D
			6.5.7.1	C, D
H-2	요철형 평면	돌출한 부분의 치수가 해당하는 방향의 평면치수의 15 %를 초과하면 요철형 평면을 갖는 것으로 간주한다.	—	—
H-3	격막의 불연속	격막에서 잘려나간 부분이나 뚫린 부분이 전체 격막면적의 50 %를 초과하거나 인접한 층간 격막 강성의 변화가 50 %를 초과하는 급격한 불연속이나 강성의 변화가 있는 격막	—	—
H-4	면외 어긋남	수직부재의 면외 어긋남 등과 같이 횡력 전달경로에 있어서의 불연속성	6.8.3	B, C, D
H-5	비평행 시스템	횡력저항 수직요소가 전체 횡력저항 시스템에 직교하는 주축에 평행하지 않거나 대칭이 아닌 경우	6.8.4.2	C
			6.8.4.3	D

표 6.4-5 수직비정형성의 유형과 정의

유형번호	유형	정의	관련 절	내진설계범주
V-1	강성비정형-연층	어떤 층의 횡강성이 인접한 상부층 횡강성의 70 % 미만이거나 상부 3개 층 평균강성의 80 % 미만인 연층이 존재하는 경우에는 강성분포의 비정형이 있는 것으로 간주한다.	표 6.4-6	D
V-2	중량비정형	어떤 층의 유효중량이 인접층 유효중량의 150 %를 초과할 때 중량분포의 비정형인 것으로 간주한다. 단, 지붕층이 하부층보다 가벼운 경우는 이를 적용하지 않는다.	표 6.4-6	D
V-3	기하학적 비정형	횡력저항 시스템의 수평치수가 인접층치수의 130 %를 초과할 경우에는 기하학적 비정형이 존재하는 것으로 간주한다.	표 6.4-6	D
V-4	횡력저항 수직저항 요소의 비정형	횡력저항요소의 면내 어긋남이 그 요소의 길이보다 크거나 인접한 하부층 저항요소에 강성감소가 일어나는 경우에는 수직저항요소의 면내불연속에 의한 비정형이 있는 것으로 간주한다.	6.8.3	B, C, D
V-5	강도의 불연속-약층	임의 층의 횡강도가 직상층 횡강도의 80 % 미만인 약층이 존재하는 경우에는 강도의 불연속에 의한 비정형이 존재하는 것으로 간주한다. 각층의 횡강도는 층전단력을 부담하는 내진요소들의 저항방향 강도의 합을 말한다.	6.8.1	B, C, D

표 6.4-6 내진설계범주 'D'에 대한 해석법

구조물 형태	내진설계를 위한 해석방법
1. 3층 이하인 경량골조구조와 각 층에서 유연한 격막을 갖는 2층 이하인 기타 구조로서 내진등급 II의 구조물	등가정적해석법 또는 동적해석법
2. 상기 1항 이외의 높이 70 m 미만의 정형구조물	등가정적해석법 또는 동적해석법
3. 표 6.4-5에서 유형 1, 2 혹은 3의 수직비정형성을 가지거나 표 6.4-4의 유형 1의 비정형성을 가지면서 높이가 5층 또는 20m 초과하는 구조물 또는 높이가 70 m를 초과하는 정형구조물	동적해석법
4. 평면 및 수직 비정형성을 가지는 기타 구조물	동적해석법

6.4.6 변형과 횡변위 제한

6.5.7에서 결정한 설계층간변위 Δ 는 어느 층에서도 표 6.4-7에 규정한 허용층간변위 Δ_a 를 초과할 수 없다.

표 6.4-7 허용층간변위 Δ_a

	내진등급		
	특	I	II
허용층간변위 Δ_a	$0.010h_{sx}$	$0.015h_{sx}$	$0.020h_{sx}$

h_{sx} : x 층 층고

6.5 등가정적해석법

6.5.1 밀면전단력

밀면전단력 V 는 다음 식에 따라 구한다.

$$V = C_s W \quad (6.5-1)$$

여기서, C_s : 6.5.2에 따라 산정한 지진응답계수

W : 고정하중과 아래에 기술한 하중을 포함한 유효 건물 중량

- (1) 창고로 쓰이는 공간에서는 활하중의 최소 25%(공용차고와 개방된 주차장 건물의 경우에 활하중은 포함시킬 필요가 없음.)
- (2) 바닥하중에 칸막이벽 하중이 포함될 경우에 칸막이의 실제중량과 0.5 kN/m^2 중 큰 값
- (3) 영구설비의 총하중
- (4) 적설하중이 1.5 kN/m^2 을 넘는 평지붕의 경우에는 평지붕 적설하중의 20%
- (5) 옥상정원이나 이와 유사한 곳에서 조경과 이에 관련된 재료의 무게

6.5.2 지진응답계수

지진응답계수 C_s 는 다음 식에 따라 구한다.

$$C_s = \frac{S_{D1}}{\left[\frac{R}{I_E} \right] T} \quad (6.5-2)$$

식 (6.5-2)에 따라 산정한 지진응답계수 C_s 는 다음 값을 초과하지 않아도 된다.

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left[\frac{R}{I_E} \right]} \quad (6.5-3)$$

그러나 지진응답계수 C_s 는 다음 값 이상이어야 한다.

$$C_s = 0.01 \quad (6.5-4)$$

여기서, I_E : 표 6.4-1에 따라 결정된 건축물의 중요도계수

R : 표 6.6-1에 따라 결정한 반응수정계수

S_{DS} : 6.3.3에 따른 단주기 설계스펙트럼가속도

S_{D1} : 6.3.3에 따라 결정한 주기 1초에서의 설계스펙트럼가속도

T : 6.5.3에 따라 산정한 건축물의 고유주기(초)

6.5.3 고유주기 산정법

구조물의 고유주기는 6.5.4의 약산식에 따라 산정하거나 저항요소의 변형특성과 구조적 특성을 고려한 기타 적절한 방법으로 구할 수 있다. 다만, 기타 적절한 방법에 의하여 산정한 고유주기는 약산식에 따라 구한 고유주기 T_a 에 표 6.5-1의 주기상한계수 C_u 를 곱한 값을 초과할 수 없다.

표 6.5-1 주기상한계수, C_u

S_{D1}	C_u
0.4 이상	1.4
0.3	1.4
0.2	1.5
0.15	1.6
0.1 이하	1.7

※ S_{D1} 의 중간값에 해당할 경우 주기상한계수 C_u 는 직선보간한다.

6.5.4 고유주기의 약산법

근사고유주기 T_a (초)는 다음 식에 의해서 구한다.

$$T_a = C_T h_n^{3/4} \quad (6.5-5)$$

여기서, $C_T = 0.085$: 철골모멘트골조

= 0.073: 철근콘크리트모멘트골조, 철골편심가새골조

$= 0.049$: 그외 다른 모든 건축물
 h_n = 건축물의 밑면으로부터 최상층까지의 전체높이(m)

다만, 철근콘크리트와 철골모멘트저항골조에서 12층을 넘지 않고 층의 최소높이가 3 m 이상일 때에는 근사고유주기 T_a 는 아래 식에 의하여 구할 수 있다.

$$T_a = 0.1N \quad (6.5-6)$$

여기서, N : 층수

철근콘크리트 전단벽구조인 경우에는 식 (6.5-5)나 식 (6.5-7)을 사용할 수 있다.

$$T_a = 0.0743 (h_n)^{3/4} / \sqrt{A_c} \quad (6.5-7)$$

$$A_c = \sum A_e [0.2 + (D_e/h_n)^2]$$

$$D_e/h_n \leq 0.9 \text{이다.}$$

여기서, A_e : 1층에서 지진하중방향에 평행한 전단벽의 전단 단면적(m²)

D_e : 1층에서 지진하중방향에 평행한 전단벽의 길이(m)

6.5.5 지진력의 연직분포

밑면전단력을 수직분포시킨 층별 횡하중 F_x 는 다음 식에 따라 결정한다.

$$F_x = C_{vx} V \quad (6.5-8)$$

$$C_{vx} = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} \quad (6.5-9)$$

여기서, C_{vx} : 수직분포계수

k : 건축물 주기에 따른 분포계수

$k = 1$: 0.5초 이하의 주기를 가진 건축물

$k = 2$: 2.5초 이상의 주기를 가진 건축물

단, 0.5초와 2.5초 사이의 주기를 가진 건축물에서는 k 는 1과 2 사이의 값을 직선보간하여 구한다.

h_i, h_x : 밑면으로부터 i 또는 x 층까지의 높이

V : 밑면전단력

w_i, w_x : i 또는 x 층 바닥에서의 중량

n : 층수

6.5.6 수평전단력분포

x 층에서의 층전단력 V_x 는 다음 식에 의해 결정한다.

건축구조기준 설계하중

$$V_x = \sum_{i=x}^n F_i \quad (6.5-10)$$

여기서, F_i : i 층 바닥에 작용하는 지진력

6.5.6.1 강한 격막

격막이 강한 격막으로 분류될 경우에 설계층전단력은 그 층의 지진력저항 시스템을 구성하는 수직부재들의 횡강성비에 따라 분배한다.

6.5.6.2 유연한 격막

유연한 격막으로 분류될 경우에 설계층전단력은 각 저항선상에 위치한 격막의 작용면적을 기초로 각 수직부재에 분배한다.

6.5.6.3 수평비틀림모멘트

격막이 유연하지 않을 경우에는 설계시 수평비틀림모멘트를 고려하여야 한다. 수평비틀림모멘트는 구조물의 중심과 강심간의 편심에 의한 비틀림모멘트 M_t 와 우발비틀림모멘트 M_{ta} 의 합으로 한다. 이때 비틀림모멘트 M_t 는 편심거리에 층전단력을 곱하여 산정하고, 우발비틀림모멘트 M_{ta} 는 지진력 작용방향에 직각인 평면치수의 5%에 해당하는 우발편심과 층전단력을 곱하여 산정한 모멘트로 한다. 우발편심은 질량 중심에 대하여 양방향 모두 고려하여야 한다.

6.5.6.4 비틀림의 동적증폭

표 6.4-4에 의한 비틀림비정형(유형 H-1) 건물이 6.4.3에 따라 내진설계범주 'C', 'D'로 분류되는 경우에는 다음 식에 의한 비틀림증폭계수 A_x 를 각 층에서 우발비틀림모멘트 M_{ta} 에 곱하여야 한다.

$$A_x = \left[\frac{\delta_{\max}}{1.2\delta_{avg}} \right]^2 \quad (6.5-11)$$

여기서, $\delta_{\max}$: x 층 바닥에서의 최대변위

δ_{avg} : x 층 바닥에서 건물 각 모서리 변위의 평균

단, 비틀림증폭계수 A_x 가 3.0을 초과할 필요는 없다. 각 부재의 설계 시 가장 불리한 하중조건을 고려하여야 한다.

6.5.6.5 전도모멘트

건축물은 6.5에 따라 결정된 지진하중으로 인한 전도모멘트에 대하여 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

x 층에서의 전도모멘트 M_x 는 다음 식에 따라 결정한다.

$$M_x = \tau \sum_{i=x}^n F_i (h_i - h_x) \quad (6.5-12)$$

여기서, $F_i = i$ 층 바닥에 작용하는 지진력

h_i 및 h_x = 밑면으로부터 층바닥 i 또는 x 까지의 높이 (m)

τ = 다음에 의해 결정되는 전도모멘트감소계수

- ① 최상층으로부터 10번째 층까지는 1.0
- ② 최상층으로부터 20번째 층과 그 이하는 0.8
- ③ 최상층으로부터 10번째 층과 20번째 층 사이는 1.0과 0.8 사이를 직선보간한 값

6.5.7 층간변위 결정과 $P-\Delta$ 효과

6.5.7.1 층간변위의 결정

층간변위 Δ 는 주어진 층의 상·하단 질량 중심의 횡변위 차이로서 산정한다. 허용응력설계의 경우에도 Δ 는 지진하중에 하중계수 0.7을 곱하지 않고 산정하여야 한다. 건물이 표 6.4-4에 의한 평면비정형성의 유형 H-1과 내진설계범주 'C'와 'D'로 분류된 경우에 Δ 는 주어진 층의 상·하단 모서리 변위간 차이 중 최대 값으로 한다.

x 층의 층변위 δ_x 는 다음 식에 의해서 결정한다.

$$\delta_x = \frac{C_d \delta_{xe}}{I_E} \quad (6.5-13)$$

여기서, C_d : 표 6.6-1에 의한 변위증폭계수

δ_{xe} : 지진력저항 시스템의 탄성해석에 의한 층변위

I_E : 표 6.4-1에 따른 건축물의 중요도계수

표 6.4-7에 있는 허용층간변위에 대한 판정에 있어서 x 층에서의 변위 δ_x 는 이 조항의 규정에 따라 산정하여야 한다.

변위해석만을 목적으로 할 경우에는 건축물의 고유주기 T 의 산정에 6.5.3에 제시된 주기의 상한값을 적용할 필요는 없다.

또한, 설계층간변위 Δ 는 $P-\Delta$ 효과에 의한 증폭계수 $a_d=1.0/(1-\theta)$ 를 곱하여 산정한다. 여기서, θ 는 6.5.7.2에 정의된 안정계수이다.

6.5.7.2 $P-\Delta$ 효과

(1) 다음 식에 따라 산정한 안정계수 θ 가 0.1 이하인 경우에는 층전단력과 모멘트로 인한 부재력 및 층간변위의 산정에 $P-\Delta$ 효과를 고려하지 않아도 좋다.

$$\theta = \frac{P_x \Delta}{V_x h_{sx} C_d} \quad (6.5-14)$$

여기서, P_x : x 층 및 그 상부층의 수직하중 합. 단, P_x 산정 시 각 하중의 하중계수는 1.0을 넘을 필요가 없다.

건축구조기준 설계하중

Δ : V_x 에 의한 설계층간변위

V_x : x 층과 $x-1$ 층 사이의 지진하중 전단력

h_{sx} : x 층 아래의 층높이

C_d : 표 6.6-1에 의한 변위증폭계수

- (2) 식 (6.5-14)에 따라 산정한 안정계수 θ 는 다음 식에 의한 $\theta_{\max}$ 를 초과할 수 없다. θ 가 $\theta_{\max}$ 를 초과할 경우에는 구조물이 불안정할 가능성이 크기 때문에 다시 설계하여야 한다.

$$\theta_{\max} = \frac{0.5}{\beta C_d} \leq 0.25 \quad (6.5-15)$$

여기서, β : x 층과 $x-1$ 층 사이의 설계전단강도에 대한 소요전단강도의 비이며, 별도의 산정 없이 안전측으로 $\beta = 1$ 을 사용할 수 있다.

- (3) 안정계수 θ 가 0.1보다 크고, $\theta_{\max}$ 이하일 경우에는 합리적인 방법으로 $P-\Delta$ 해석을 수행하여 층간변위와 부재력을 구하여야 한다. $P-\Delta$ 해석 대신에 증폭계수 $a_d = 1.0/(1-\theta)$ 를 곱하여 층간변위와 부재력을 증대하여 사용하여도 좋다.
- (4) $P-\Delta$ 효과가 자동적으로 고려되는 해석을 하더라도 식 (6.5-15)의 제한값을 만족하여야 한다. 이 경우에는 $P-\Delta$ 해석에 의한 결과값으로 식 (6.5-14)의 θ 를 산정하고, 이 값을 $(1+\theta)$ 로 나눈 값을 안정계수 θ 로 하여 식 (6.5-15)의 제한값을 검토하여도 좋다.

6.5.8 지반-구조물 상호작용

- (1) 기초 하부는 고정단으로 가정하거나 또는 기초 하부지반의 강성을 고려하여 구조해석을 수행할 수 있다.
- (2) 지하층이 있는 구조에 대하여 6.3.2.2에서 지반분류의 기준면을 지하구조의 저면으로 사용할 경우에는 지하층 벽체에 인접한 지반의 횡강성을 무시하여야 한다.

6.6 지진력저항시스템

- (1) 밀면전단력, 부재력 및 층간변위를 산정할 때는 표 6.6-1에 정해진 적절한 반응수정계수 R , 시스템초과강도계수 Ω_0 , 그리고 변위증폭계수 C_d 를 사용해야 한다.
- (2) 표 6.6-1에 열거되지 않은 지진력저항시스템을 사용할 경우에는 해석과 실험을 통하여 횡력 저항능력과 에너지소산능력이 표 6.6-1에 열거된 구조시스템 중 하나와 유사한 것이 입증된다면 해당 시스템의 반응수정계수 R , 시스템초과강도계수 Ω_0 , 그리고 변위증폭계수 C_d 를 사용할 수 있다.

표 6.6-1 지진력저항시스템에 대한 설계계수

기본 지진력저항시스템 ¹⁾	설계계수			시스템의 제한과 높이(m) 제한		
	반응수정 계수 R	시스템 초과강도 계수 Ω_0	변위증폭 계수 C_d	내진설계 범주 A 또는 B	내진설계 범주 C	내진설계 범주 D
1. 내력벽시스템						
1-a. 철근콘크리트 특수전단벽	5	2.5	5	—	—	—
1-b. 철근콘크리트 보통전단벽	4	2.5	4	—	—	60
1-c. 철근보강 조적 전단벽	2.5	2.5	1.5	—	60	불가
1-d. 무보강 조적 전단벽	1.5	2.5	1.5	—	불가	불가
2. 건물골조시스템						
2-a. 철골 편심가새골조 (링크 타단 모멘트 저항 집합)	8	2	4	—	—	—
2-b. 철골 편심가새골조 (링크 타단 비모멘트 저항집합)	7	2	4	—	—	—
2-c. 철골 특수중심가새골조	6	2	5	—	—	—
2-d. 철골 보통중심가새골조	3.25	2	3.25	—	—	—
2-e. 합성 편심가새골조	8	2	4	—	—	—
2-f. 합성 특수중심가새골조	5	2	4.5	—	—	—
2-g. 합성 보통중심가새골조	3	2	3	—	—	—
2-h. 합성 강판전단벽	6.5	2.5	5.5	—	—	—
2-i. 합성 특수전단벽	6	2.5	5	—	—	—
2-j. 합성 보통전단벽	5	2.5	4.5	—	—	60
2-k. 철골 특수강판전단벽	7	2	6	—	—	—
2-l. 철골 좌굴방지가새골조 (모멘트 저항 집합)	8	2.5	5	—	—	—
2-m. 철골 좌굴방지가새골조 (비모멘트 저항 집합)	7	2	5.5	—	—	—
2-n. 철근콘크리트 특수전단벽	6	2.5	5	—	—	—
2-o. 철근콘크리트 보통전단벽	5	2.5	4.5	—	—	60
2-p. 철근보강 조적 전단벽	3	2.5	2	—	60	불가
2-q. 무보강 조적 전단벽	1.5	2.5	1.5	—	불가	불가
3. 모멘트-저항골조 시스템						
3-a. 철골 특수모멘트골조	8	3	5.5	—	—	—
3-b. 철골 중간모멘트골조	4.5	3	4	—	—	—
3-c. 철골 보통모멘트골조	3.5	3	3	—	—	—
3-d. 합성 특수모멘트골조	8	3	5.5	—	—	—
3-e. 합성 중간모멘트골조	5	3	4.5	—	—	—
3-f. 합성 보통모멘트골조	3	3	2.5	—	—	—
3-g. 합성 반강접모멘트골조	6	3	5.5	—	—	—
3-h. 철근콘크리트 특수모멘트골조	8	3	5.5	—	—	—

건축구조기준 설계하중

기본 지진력저항시스템 ¹⁾	설계계수			시스템의 제한과 높이(m) 제한		
	반응수정 계수 R	시스템 초과강도 계수 Ω_0	변위증폭 계수 C_d	내진설계 범주 A 또는 B	내진설계 범주 C	내진설계 범주 D
3-i. 철근콘크리트 중간모멘트골조	5	3	4.5	—	—	—
3-j. 철근콘크리트 보통모멘트골조	3	3	2.5	—	—	불가
4. 특수모멘트골조를 가진 이중골조시스템						
4-a. 철골 편심가새골조	8	2.5	4	—	—	—
4-b. 철골 특수중심가새골조	7	2.5	5.5	—	—	—
4-c. 합성 편심가새골조	8	2.5	4	—	—	—
4-d. 합성 특수중심가새골조	6	2.5	5	—	—	—
4-e. 합성 강판전단벽	7.5	2.5	6	—	—	—
4-f. 합성 특수전단벽	7	2.5	6	—	—	—
4-g. 합성 보통전단벽	6	2.5	5	—	—	—
4-h. 철골 좌굴방지가새골조	8	2.5	5	—	—	—
4-i. 철골 특수강판전단벽	8	2.5	6.5	—	—	—
4-j. 철근콘크리트 특수전단벽	7	2.5	5.5	—	—	—
4-k. 철근콘크리트 보통전단벽	6	2.5	5	—	—	—
5. 중간 모멘트골조를 가진 이중골조시스템						
5-a. 철골 특수중심가새골조	6	2.5	5	—	—	—
5-b. 철근콘크리트 특수전단벽	6.5	2.5	5	—	—	—
5-c. 철근콘크리트 보통전단벽	5.5	2.5	4.5	—	—	60
5-d. 합성 특수중심가새골조	5.5	2.5	4.5	—	—	—
5-e. 합성 보통중심가새골조	3.5	2.5	3	—	—	—
5-f. 합성 보통전단벽	5	3	4.5	—	—	60
5-g. 철근보강 조적 전단벽	3	3	2.5	—	60	불가
6. 역추형 시스템						
6-a. 캔틸레버 기둥 시스템	2.5	2.0	2.5	—	—	10
6-b. 철골 특수모멘트골조	2.5	2.0	2.5	—	—	—
6-c. 철골 보통모멘트골조	1.25	2.0	2.5	—	—	불가
6-d. 철근콘크리트 특수모멘트골조	2.5	2.0	1.25	—	—	—
7. 철근콘크리트 보통 전단벽-골조 상호 작용 시스템	4.5	2.25	4	—	—	60
8. 강구조기준의 일반규정만을 만족하는 철골구조시스템	3	3	3	—	—	60
9. 콘크리트기준의 일반규정만을 만족하는 철근콘크리트구조 시스템²⁾	3	3	3	—	—	30

주 1) 시스템별 상세는 각 재료별 설계기준 및 또는 신뢰성 있는 연구기관에서 실시한 실험, 해석 등의 입증자료를 따른다.

주 2) 철근콘크리트설계기준의 일반규정이란 KDS 14 20 00에서 KDS 14 20 80을 제외한 나머지 규정을 의미한다.

6.6.1 이중골조시스템

이중골조시스템에서 모멘트골조는 적어도 설계지진력(밀면전단력)의 25%를 저항할 수 있어야 한다. 전체 지진력 저항능력은 모멘트골조와 전단벽 또는 가새골조의 조합으로 그들의 횡강성에 비례하여 제공된다.

6.6.2 철근콘크리트 보통 전단벽-골조 상호작용 시스템

철근콘크리트 보통 전단벽-골조 상호작용 시스템에서 전단벽의 전단강도는 각 층에서 최소한 설계충전단력의 75% 이상이어야 하고, 골조는 각 층에서 최소한 설계충전단력의 25%에 대하여 저항할 수 있어야 한다.

6.6.3 서로 다른 축에서 시스템의 조합

구조물의 직교하는 2축을 따라 서로 다른 지진력저항 시스템을 사용할 경우에는 표 6.6-1에서 각 시스템에 해당하는 반응수정계수 R , 시스템초과강도계수 Ω_0 , 그리고 변위증폭계수 C_d 를 사용하여 한다.

6.6.4 동일축에서 시스템의 조합

서로 다른 구조시스템의 조합이 같은 방향으로 작용하는 횡력에 저항하도록 사용한 경우에는 반응수정계수 R 값은 각 시스템의 반응수정계수 중 최솟값을 사용하여야 한다.

6.6.4.1 조합골조의 계수

임의 층에서 해석방향의 반응수정계수 R 은 옥상층을 제외하고, 상부층들의 동일방향 지진력저항시스템에 대한 R 값 중 최솟값을 사용하여야 한다. 임의 층에서 해석방향에서의 시스템초과강도계수 Ω_0 는 상부층의 동일방향 지진력저항시스템에 대한 Ω_0 값 중 가장 큰 값 이상이어야 한다. 단, 다음의 경우는 예외로 한다.

- (1) 1가구 및 2가구 단위의 경량골조 독립주택
- (2) 전체 구조물 중량의 10 % 이하인 상부구조시스템의 반응수정계수 R 과 시스템초과강도계수 Ω_0 는 전체구조물에 대한 R 과 Ω_0 값들과는 독립적으로 결정할 수 있다.
- (3) 구조물이 ①과 ②를 만족시킬 경우에는 ③과 ④의 2단계 정적 해석을 사용할 수 있다.
 - ① 하부부분의 강성은 상부의 10배 이상이어야 한다.
 - ② 전체 구조물의 주기는 상부 부분을 밀면이 고정된 별도의 구조물이라고 가정하였을 때 얻어진 기본 주기의 1.1배를 초과하지 않는다.
 - ③ 유연한 상부 부분은 적절한 R 값을 사용하여 별도의 구조물로서 설계한다.
 - ④ 강한 하부 부분은 적절한 R 값을 사용하여 별도의 구조물로 설계한다. 상부 부분으로부터

건축구조기준 설계하중

의 반력은 상부 부분의 해석으로부터 얻은 반력값을 하부 부분의 R 에 대한 상부 부분의 R 값의 비를 곱하여 구한다. 이 비는 1.0 이상이어야 한다.

6.6.4.2 조합골조의 설계

반응수정계수가 서로 다른 시스템들에 의하여 공유되는 구조부재의 경우에는 그중 큰 반응수정 계수 R 에 상응하는 상세를 갖도록 설계하여야 한다.

6.6.5 내진설계범주 'D'에 대한 시스템 제한

내진설계범주 'D'에 해당하는 구조물은 표 6.6-1의 시스템의 제한과 다음을 만족하여야 한다.

6.6.5.1 상호작용 효과

강성이 큰 비구조요소에 연결되어 있는 모멘트골조는 이러한 요소의 영향으로 인해 수직하중 및 지진력저항능력이 저해되지 않도록 설계하여야 한다. 설계 시 6.5.7.1에서 산정된 설계층간변위 Δ 에 해당하는 변형에서 구조시스템에 대한 이 요소의 영향을 고려하고 대비하여야 한다. 또한 어떤 구조물이 6.4.4에서 정의한 하나 혹은 그 이상의 비정형성을 갖는지 여부를 결정할 때에도 이 요소들의 영향을 반드시 고려하여야 한다.

6.6.5.2 변형의 적합성

고려하는 방향의 지진력저항시스템에 포함되지 않은 모든 구조요소는 6.5.7.1에 따라 결정된 설계층간변위 Δ 에 의하여 발생하는 모멘트와 전단력뿐만 아니라 수직하중에 저항할 수 있는 연성 능력을 발휘하도록 설계한다. 허용응력설계법을 사용할 경우, Δ 는 하중계수 0.7을 곱하지 않은 지진력에 대해 산정한다. 고려하는 방향의 지진력저항시스템에 포함되지 않은 부재에 발생하는 모멘트와 전단력은 인접한 강한 구조 및 비구조요소의 강성 증가효과를 포함하여 산정한다.

6.6.5.3 건축물 높이의 제한

내진설계범주 'D'의 경우에 표 6.6-1의 높이제한 사항을 적용한다.

6.7 동적해석법

6.7.1 해석방법의 선택

동적해석을 수행하는 경우에는 다음 중 1가지 방법을 선택할 수 있으며, 세부절차는 6.7.3과 6.7.4에 의한다.

- (1) 응답스펙트럼해석법
- (2) 탄성시간이력해석법
- (3) 비탄성시간이력해석법

6.7.2 모델링

- (1) 건축물의 수학적 모델은 질량과 강성의 공간적 분포를 표현할 수 있어야 한다. 서로 독립적이고 직각으로 배치된 횡력저항시스템을 갖는 정형구조물에 있어서는 독립적인 2차원 모델을 사용할 수 있다. 반면에 서로 독립적이 아닌 저항시스템을 갖는 비정형 구조물의 경우에는 각 층별로 평면상의 2직각 방향에 대한 변위와 수직축에 대한 회전을 포함하는 최소한 3개의 자유도를 갖는 3차원 모델을 사용하여야 한다. 격막이 횡력저항시스템의 수직부재에 비하여 유연한 경우에는, 해석모델은 격막의 유연성과 그것이 동적응답에 미치는 영향을 고려할 수 있는 추가적인 자유도를 포함시켜야 한다. 또한 철근콘크리트조와 조적조인 경우에는 균열 단면의 영향을 고려하여야 하고, 철골모멘트골조의 변위 산정시 패널존의 영향을 고려하여야 한다.
- (2) $P-\Delta$ 효과가 큰 경우에는 반드시 이를 고려할 수 있는 모델을 사용하거나 해석결과에 $P-\Delta$ 효과를 반영하여야 한다.
- (3) 지하층구조의 바닥면적이 지상구조의 바닥면적에 비하여 매우 큰 경우에는 지상구조를 분리하여 해석할 수 있다. 그렇지 않은 경우에는 지하구조를 지상구조와 함께 모델링하여야 한다. 지하층이 있는 구조에 대하여 6.3.2.2에서 지반분류의 기준면을 지하구조의 저면으로 사용할 경우에는 지하층 벽체에 인접한 지반의 횡강성을 무시하여야 한다.

6.7.3 응답스펙트럼해석법

6.7.3.1 모드특성

고유주기, 모드형상벡터, 질량참여계수, 모드질량 등과 같은 건축물의 진동모드특성은 횡력저항시스템의 질량 및 탄성강성에 의하여 밀면이 고정된 것으로 가정하여 공인된 해석방법으로 구하여야 한다. 해석에 사용할 모드수는 직교하는 각 방향에 대하여 질량참여율이 90% 이상이 되도록 결정한다.

6.7.3.2 모드밀면전단력

m 차 모드에 의한 밀면전단력 V_m 은 다음 식으로 구한다.

$$V_m = C_{sm} \overline{W}_m \quad (6.7-1)$$

$$\overline{W}_m = \frac{\left(\sum_{i=1}^n w_i \phi_{im} \right)^2}{\sum_{i=1}^n w_i \phi_{im}^2} \quad (6.7-2)$$

여기서, C_{sm} : 식(6.7-3)에 의하여 결정되는 모드지진응답계수

$\overline{W}_m$: 유효모드 중력하중

건축구조기준 설계하중

w_i : 유효건물중량 W 중 i 층의 유효중량으로 W 는 모든 고정하중 및 다음의 하중을 포함한다.

- ① 창고로 쓰이는 공간에서는 활하중의 최소 25 % (공용 차고와 개방된 주차장 건물의 경우에는 활하중은 포함 시킬 필요가 없음)
- ② 바닥하중에 칸막이벽하중이 포함될 경우에는 칸막이의 실제중량과 0.5 kN/m^2 중 큰 값
- ③ 영구설비의 총 하중
- ④ 적설하중이 1.5 kN/m^2 이 넘는 평지붕의 경우에는, 평지붕적설하중의 20 %

ϕ_{im} : m 차 모드벡터의 i 층 성분

모드지진응답계수 C_{sm} 은 다음 식에 따라 결정한다.

$$C_{sm} = \frac{S_{am}}{\left(\frac{R}{I_E}\right)} \quad (6.7-3)$$

여기서, I_E : 표 6.4-1에 따라 결정되는 중요도계수

S_{am} : 설계스펙트럼 또는 대지특성에 맞는 응답스펙트럼에 따라 결정되는 모드별 주

T_m 에 대응하는 모드 설계스펙트럼가속도

R : 표 6.6-1에 의한 반응수정계수

단, 지반조건 S_D, S_E 의 경우에는 1차 모드를 제외한 주기가 0.3초 미만인 고차모드의 지진응답계수 C_{sm} 은 다음 식으로도 구할 수 있다.

$$C_{sm} = \frac{S_{DS}}{2.5 \left(\frac{R}{I_E}\right)} (1.0 + 5.0 T_m) \quad (6.7-4)$$

여기서, I_E : 표 6.4-1에 따라 결정되는 중요도계수

R : 표 6.6-1에 의한 반응수정계수

S_{DS} : 표 6.3-3에 의한 단주기 설계스펙트럼가속도

T_m : m 차 모드의 진동주기

6.7.3.3 모드 총지진력, 변위, 층간변위

각 층의 모드하중 F_{xm} 은 다음 식으로 구한다.

$$F_{xm} = C_{vxm} V_m \quad (6.7-5)$$

$$C_{vxm} = \frac{w_x \phi_{xm}}{\sum_{i=1}^n w_i \phi_{im}} \quad (6.7-6)$$

여기서, C_{vxm} : m 차 모드의 수직분포계수

V_m : 식 (6.7-1)에 의하여 산정된 m 차 모드의 밑면전단력

w_i, w_x : i 층과 x 층의 유효중량

ϕ_{im} : m 차 모드벡터의 i 층 성분

ϕ_{xm} : m 차 모드벡터의 x 층 성분

각 층에서의 모드변위 δ_{xm} 은 다음 식으로 구한다.

$$\delta_{xm} = \frac{C_d \delta_{xem}}{I_E} \quad (6.7-7)$$

여기서, C_d : 표 6.6-1에 의한 변위증폭계수

I_E : 표 6.4-1에 따라 결정되는 중요도계수

δ_{xem} : 탄성해석으로 구한 m 차 모드의 x 층 질량중심의 변위

탄성변위 δ_{xem} 은 다음과 같은 식을 이용하여 구할 수도 있다.

$$\delta_{xem} = \left(\frac{g}{4\pi^2} \right) \left(\frac{T_m^2 F_{xm}}{w_x} \right) \quad (6.7-8)$$

여기서, F_{xm} : m 차 모드의 x 층 지진력

g : 중력가속도

T_m : m 차 모드의 진동주기

w_x : x 층의 유효중량

모드층간변위 Δ_m 은 상하층의 층변위 δ_{xm} 의 차로 구한다.

6.7.3.4 모드 충전단력, 모멘트, 부재력

6.7.3.3에 따라 산정된 지진하중에 의하여 발생하는 충전단력, 충전도모멘트, 부재력 등은 모드 별로 선형정적해석법을 이용하여 구한다.

6.7.3.5 설계값의 산정

- (1) 밀면전단력 V_t , 층 전단력, 층간변위, 층변위, 부재력 등의 설계 값은 각 모드의 영향을 제곱합제곱근법(Square Root of Sum of Square : SRSS) 또는 완전2차조합법(Complete Quadratic Combination : CQC)으로 조합하여 구한다.
- (2) 응답스펙트럼해석에 의한 밀면전단력 V_t 가 6.5.3에 따라 구한 고유주기를 사용하여 등가정적 해석법으로 산정한 밀면전단력 V 의 85 %보다 작은 경우에는 6.7.3.5(1)에서 구한 설계값에 다음의 보정계수 C_m 을 곱하여 사용한다. 단, 층간변위에는 보정계수 C_m 을 곱하지 않는다.

$$C_m = 0.85 \frac{V}{V_t} \geq 1.0 \quad (6.7-9)$$

6.7.3.6 횡변위 결정과 $P-\Delta$ 효과

비탄성횡변위의 결정과 $P-\Delta$ 효과에 대한 고려는 6.5.7에 따른다. 다만, 해석에서 $P-\Delta$ 효과를 고려하는 경우에는 추가로 $P-\Delta$ 효과를 고려하지 않는다.

6.7.4 시간이력해석

6.7.4.1 설계지진파 선정

- (1) 시간이력해석은 지반조건에 상응하는 지반운동기록을 최소한 3개 이상 이용하여 수행한다. 3차원해석을 수행하는 경우에 각각의 지반운동은 평면상에서 서로 직교하는 2성분의 쌍으로 구성된다. 계측된 지반운동을 구할 수 없는 경우에는 필요한 수만큼 적절한 모의 지반운동의 쌍을 생성하여 사용할 수 있다. 개별 지반운동의 성분별로 5% 감쇠비의 응답스펙트럼을 작성하고, 주기별로 제곱합제곱근(SRSS)을 취하여 제곱합제곱근 스펙트럼을 산정하며, 이 제곱합제곱근 스펙트럼들의 평균값이 설계대상 구조물 기본진동주기의 0.2배부터 1.5배 사이에 해당되는 주기에 대해서 설계스펙트럼의 1.3배보다 10% 이상 작지 않도록 해야 한다. 지반운동의 크기를 조정하는 경우에는 직교하는 2성분에 대해서 동일한 배율을 적용하여야 한다. 3개의 지반운동을 이용하여 해석할 경우에는 최대응답을 사용하여 설계해야 하며, 7개 이상의 지반운동을 이용하여 해석할 경우에는 평균응답을 사용하여 설계할 수 있다.
- (2) 2차원 해석을 수행하는 경우에는 개별 지반운동에 대해 작성된 5% 감쇠비 응답스펙트럼의 평균값이 해석을 수행하는 방향의 구조물 고유주기의 0.2배부터 1.5배 사이에 해당되는 주기에 대해서 설계스펙트럼보다 작지 않도록 해야 한다.

6.7.4.2 탄성시간이력해석

충전단력, 충전도모멘트, 부재력 등 설계값은 시간이력해석에 의한 결과에 중요도계수를 곱하고 반응수정계수로 나누어 구한다. 이렇게 구한 설계값들은 6.7.3.5의 규정에 따라 조정하여야 한다.

6.7.4.3 비탄성시간이력해석

부재의 비탄성 능력 및 특성은 중요도계수를 고려하여 실험이나 충분한 해석결과에 부합하도록 모델링해야 한다. 응답은 R/I_E 에 의하여 감소시키지 않는다. 최대 비탄성변위응답은 6.4.6을 만족하여야 한다. 더불어 개별 부재의 강도 및 변형 능력 만족 여부도 함께 검토해야 한다.

6.7.4.4 지반효과의 고려

지반운동의 영향을 직접적으로 고려하기 위하여 구조물 인접지반을 포함하여 해석을 수행할 수 있다. 기반암 상부에 위치한 지반을 모델링하여야 하며, 되도록 넓은 면적의 지반을 모델링하여 구조물로부터 멀리 떨어진 지반의 운동이 구조물과 인접지반의 상호작용에 의하여 영향을 받지 않도록 한다. 기반암의 특성을 가진 지진파를 이용하여 기반암의 지진입력에 대하여 해석을 수행한다.

6.8 구조요소의 설계

지진력저항시스템에 대한 각 요소의 설계는 이 절을 만족하여야 한다. 단, 내진설계범주 'A'에 해당하는 구조물은 예외로 한다.

6.8.1 수직시스템의 불연속

표 6.4-5에 정의된 수직비정형의 유형 5와 같이 횡력저항능력이 불연속이며, 약층의 강도가 바로 위층 강도의 65% 미만인 구조물의 높이는 2층 또는 9 m 이하이어야 한다. 단, 약층이 설계하중에 시스템초과강도계수 Ω_0 를 곱한 지진력을 지지할 수 있다면 높이 제한을 적용하지 않는다.

6.8.2 역추형 구조물

역추형 구조물을 지지하는 기둥은 6.5에 따라 결정된 밑면에서의 휨모멘트 및 밑면휨모멘트의 1/2에 해당하는 최상부 모멘트 사이에 선형으로 변하는 모멘트에 대하여 설계하여야 한다.

6.8.3 불연속벽 또는 골조를 지지하는 부재

표 6.4-4의 평면비정형 유형 H-4 또는 표 6.4-5의 수직비정형 유형 V-4에 해당하는 구조물의 불연속 벽, 기둥 및 기타 부재는 6.2의 특별지진하중과의 조합하중에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

6.8.4 지진하중의 방향

6.8.4.1 내진설계범주 'B'

설계지진력은 각 부재에 가장 큰 하중효과가 발생하는 방향으로 적용한다. 이러한 규정은 지진력을 임의의 2직각 방향으로 각각 작용시켰을 때 만족하는 것으로 간주한다.

6.8.4.2 내진설계범주 'C'

6.8.4.1의 규정을 만족하여야 하며, 특히 표 6.4-4에 규정된 평면비정형 유형 H-5에 해당하는 구조물의 설계부재력은 다음의 2가지 방법 중 1가지 방법을 이용하여 결정한다.

- (1) 한 방향 지진하중 100%와 직각방향 지진하중의 30%에 대한 하중효과의 절댓값을 합하여 구하되, 2조합 중 큰 값을 택한다.
- (2) 직교하는 2방향 하중효과의 100%를 제곱합제곱근(SRSS) 방법으로 조합한다.

6.8.4.3 내진설계범주 'D'

구조물의 설계부재력은 다음의 2가지 방법 중 1가지 방법을 이용하여 결정한다.

- (1) 한 방향 지진하중 100%와 직각방향 지진하중의 30%에 대한 하중효과의 절댓값을 더하여, 2조합 중 큰 값을 택한다.

건축구조기준 설계하중

(2) 직교하는 2방향 하중효과의 100%를 제곱합제곱근(SRSS) 방법으로 조합한다.

6.8.5 수직지진력

내진설계범주 'D'로 분류된 구조물의 수평내민보와 프리스트레스를 받는 수평요소는 해당 하중 조합에 추가하여 고정하중의 20% 이상에 해당하는 상향하중에 저항할 수 있도록 설계한다.

6.8.6 건물간의 거리

내진설계범주 'D'로 분류된 구조물은 이웃한 구조물과 일정한 거리를 유지하여야 한다. 동일한 부지에서 인접한 2 건축물은 최소한 다음의 δ_{MT} 이상 격리시켜야 한다.

$$\delta_{MT} = \sqrt{(\delta_{M1})^2 + (\delta_{M2})^2} \quad (6.8-1)$$

여기서, δ_{M1} 과 δ_{M2} 는 6.5.7 또는 6.7.4에 따라 산정한 각 건축물의 횡변위이다.

구조물이 대지경계선에 인접한 경우에는, 구조물은 대지경계선으로부터 최소한 건물의 횡변위 δ_M 만큼 떨어져야 한다.

6.9 성능설계법

6.9.1 적용범위

비탄성해석을 사용하여 구조물의 비탄성변형응답을 보다 정확히 설계에 반영하거나, 다양한 성능수준을 만족하도록 설계하고자 하는 경우, 표 6.6-1에 규정된 각 시스템 계수를 적용하기 어려운 구조물의 설계에 적용할 수 있다.

면진 및 감쇠장치를 사용하는 경우에는 6.12와 6.13을 따른다. 다만, 면진 및 감쇠장치를 사용하는 경우에도 6.9.7의 요구사항은 준수하여야 한다.

6.9.2 설계응답스펙트럼

설계에 사용되는 탄성설계응답스펙트럼은 6.3 지진위험도에서 규정된 조항에 따라서 정의되어야 한다. 동적해석을 위한 설계지진과의 결정은 6.7.4.1을 따른다. 비탄성정적해석을 사용하는 경우에는 구조물의 비탄성변형능력 (또는 연성도) 또는 에너지소산능력에 따라서 탄성응답스펙트럼가속도를 저감시켜서 비탄성응답스펙트럼을 정의할 수 있다.

6.9.3 성능목표

지진력저항시스템을 성능설계법으로 설계하고자 할 때 표 6.9-1의 최소성능목표를 만족해야 한다.

표 6.9-1 내진등급과 성능목표

내진등급	성능목표	
	성능수준	지진위험도
특	기능수행(또는 즉시거주)1)	설계스펙트럼가속도2)의 1.0배
	인명안전 및 붕괴방지	설계스펙트럼가속도의 1.5배
I	인명안전	설계스펙트럼가속도의 1.2배
	붕괴방지	설계스펙트럼가속도의 1.5배
II	인명안전	설계스펙트럼가속도의 1.0배
	붕괴방지	설계스펙트럼가속도의 1.5배

주 1) 사용자 또는 설계자의 성능목표수준에 따라서 정한다.

2) 6.3 지진위험도에서 규정된 조항에 따른다.

6.9.4 구조물과 부재의 허용변위

표 6.9-1의 성능목표를 만족할 수 있도록, 구조시스템의 변형특성과 연성상세를 고려하여 구조물의 층간변위와 각 부재의 변형은 허용값 이내로 제어되어야 한다.

6.9.5 해석 및 검증방법

성능설계법에서는 비탄성정적해석과 비탄성동적해석법의 두 가지 방법 모두를 사용하여 구조물에 대한 해석과 검증을 수행해야 한다. 시간이력해석과 설계지진파의 선정은 6.7.4를 따른다.

6.9.6 최소강도규정

구조체의 설계에 사용되는 밀면전단력의 크기는 등가정적해석법에 의한 밀면전단력의 75% 이상이어야 한다.

6.9.7 성능설계 결과 검증

성능설계법을 사용하여 설계할 때는 그 절차와 근거를 명확히 제시해야 하며, 전반적인 설계과정 및 결과는 설계자를 제외한 1-2인 이상의 내진공학 전문가로부터 타당성을 검증받아야 한다.

6.10 건축, 기계 및 전기 비구조요소

6.10.1 일반사항

구조물에 영구히 설치되는 건축, 기계 및 전기설비 등의 비구조요소는 이 조항에 따라 결정된 등가정적하중과 변위에 견디도록 설계하여야 한다. 단, 다른 구조물에 의하여 지지되는 비구조요소의 중량이 전체 중량의 25%를 초과하는 경우는 6.11의 규정에 따른다.

건축구조기준 설계하중

6.10.1.1 적용범위

비구조요소는 비구조요소가 설치되는 구조물과 동일한 내진설계범주(6.4.3)에 속하는 것으로 간주한다. 단, 다음의 요건에 해당하는 비구조요소는 이 조항의 규정을 적용하지 않아도 된다.

- (1) 내진설계범주 'A'의 구조물에 설치된 비구조요소
- (2) 내진설계범주 'B'의 구조물에 설치되고, 중요도계수 I_p 가 1.0인 건축비구조요소로서 내력벽이나 전단벽에 의하여 지지되는 난간 이외의 것
- (3) 내진설계범주 'B'의 구조물에 설치된 기계 및 전기 비구조요소
- (4) 내진설계범주 'C'의 구조물에 설치되고, 중요도계수 I_p 가 1.0인 기계 및 전기 비구조요소
- (5) 모든 내진설계범주의 구조물에 설치되고, 중요도계수 I_p 가 1.0인 기계 및 전기 비구조요소로서 덕트나 파이프와의 연결부가 유연한 재료로 구성되어 있고, 바닥으로부터 설치높이 1.2 m 이하, 중량 1,800 N 이하이면서 구조물의 기능에 큰 영향을 주지 않는 것
- (6) 내진설계범주 'D'의 구조물에 설치되고, 중요도계수 I_p 가 1.0인 중량 100 N 이하의 기계 및 전기설비 비구조요소로서 덕트나 파이프와의 연결부가 유연한 재료로 만들어진 것

6.10.1.2 등가정적하중

지진에 의한 등가정적하중 F_p 는 식 (6.10-1)에 의하여 산정한다. F_p 는 비구조요소에 작용하는 가동중량과 함께 고려하되 축방향 및 축 직교방향에 대하여 각각 독립적으로 적용하도록 한다. 비구조 외벽에 작용하는 풍하중이 F_p 를 초과하는 경우에는 풍하중에 대하여 설계하여야 한다.

$$F_p = \frac{0.4 a_p S_{DS} W_p}{\left(\frac{R_p}{I_p} \right)} \left(1 + 2 \frac{z}{h} \right) \quad (6.10-1)$$

F_p 는 다음의 값을 초과할 필요는 없다.

$$F_p = 1.6 S_{DS} I_p W_p \quad (6.10-2)$$

그러나 F_p 는 다음의 값 이상이 되어야 한다.

$$F_p = 0.3 S_{DS} I_p W_p \quad (6.10-3)$$

여기서, a_p : 1.0 ~ 2.5 사이의 값을 갖는 증폭계수(표 6.10-1 또는 표 6.10-2)

F_p : 비구조요소 질량 중심에 작용하는 설계지진력

I_p : 비구조요소의 중요도계수로서 1.0 또는 1.5

h : 구조물의 밑면으로부터 지붕층까지의 평균높이

R_p : 비구조요소의 반응수정계수로서 1.0~3.5 사이의 값(표 6.10-1 또는 표 6.10-2)

S_{DS} : 6.3.3에 따라 결정한 단주기에서의 설계스펙트럼가속도

W_p : 비구조요소의 가동중량

- z : 구조물의 밑면으로부터 비구조요소가 부착된 높이
 $z = 0$: 구조물의 밑면 이하에 비구조요소가 부착된 경우
 $z = h$: 구조물의 지붕층 이상에 비구조요소가 부착된 경우

6.10.1.3 상대변위

비구조요소가 수용해야 할 지진에 의한 상대변위 D_p 는 다음과 같이 계산한다.

- (1) 동일한 구조물 또는 구조시스템상의 수직 위치가 x 와 y 인 2연결점에 대하여 D_p 는 다음과 같이 계산한다.

$$D_p = \delta_{xA} - \delta_{yA} \quad (6.10-4)$$

그러나 D_p 는 다음 값을 초과할 필요는 없다.

$$D_p = (X - Y) \frac{\Delta_{aA}}{h_{sx}} \quad (6.10-5)$$

- (2) 독립된 2개의 구조물 또는 구조시스템상의 수직 위치가 각각 x 와 y 인 2연결점에 대하여 D_p 는 다음과 같이 계산한다.

$$D_p = |\delta_{xA}| + |\delta_{yB}| \quad (6.10-6)$$

그러나 D_p 는 다음 값을 초과할 필요는 없다.

$$D_p = \frac{X \Delta_{aA}}{h_{sx}} + \frac{Y \Delta_{aB}}{h_{sy}} \quad (6.10-7)$$

여기서, D_p : 비구조요소가 수용해야 할 지진에 의한 상대변위

h_{sx} : 표 6.4-7에서 허용층간변위를 정의하기 위하여 사용된 층고

$\delta_{xA}, \delta_{yA}, \delta_{yB}$: 6.5.3~6.5.7의 탄성해석에 의하여 제안된 값에 표 6.6-1의 C_d 값을 곱하여 구한 구조물 A 또는 B상의 수직위치 x 또는 y 에서의 변위

X : 구조물 밑면으로부터 상부부착지점 x 까지의 높이

Y : 구조물 밑면으로부터 하부부착지점 y 까지의 높이

Δ_{aA}, Δ_{aB} : 표 6.4-7에 명기된 구조물 A 또는 B의 허용층간변위

6.10.1.4 중요도계수

비구조요소의 중요도계수 I_p 는 1.0으로 한다. 단, 다음에 해당할 경우에는 I_p 를 1.5로 한다.

- (1) 인명안전과 관련된 비구조요소로 지진 후에도 작동하여야 하는 경우
- (2) 위험물이나 발화물질이 비구조요소에 지지되거나 담겨 있는 경우
- (3) 대형 창고형 매장 등에 설치되어 일반대중에게 개방된 적재장치
- (4) 표 6.4-1의 내진등급(특)에 해당하는 구조물에서 시설물의 지속적인 가동을 위해 필요하거나 손상 시 시설물의 지속적인 가동에 지장을 줄 수 있는 비구조요소

건축구조기준 설계하중

6.10.1.5 정착

비구조요소의 정착은 다음에 따라야 한다.

- (1) 비구조요소 연결부에 작용하는 하중은 6.10.1.2에 따라 결정한다. 다만, 비구조요소가 팽창성 정착물이나 화학성 정착물, 또는 (낮은 변형도의) 현장타설 정착물에 의하여 얹게 정착될 경우에는 R_p 는 1.5를 사용하여 연결부의 힘을 산정한다.
- (2) 콘크리트나 조적조에 묻히는 정착물은 다음 중 가장 작은 값의 힘을 전달하도록 설계한다.
 - ① 연결부의 설계강도
 - ② 연결부의 $F_p \times R_p$ 에 해당하는 힘의 1.3배
 - ③ 비구조요소가 연결된 부위에 전달되는 힘의 최대값
- (3) 정착부의 내력은 편심과 프라잉(prying)효과의 영향을 고려하여 정한다.

6.10.2 건축비구조요소

표 6.10-1에 열거된 건축비구조요소 및 그 부착물은 6.10.1의 규정에 따라 설계하여야 한다.

표 6.10-1 건축비구조요소 설계계수

건축비구조요소 또는 부재	증폭계수 a_p ¹⁾	반응수정계수 R_p
1. 내부 비구조벽체 및 칸막이벽		
a. 비보강 조적벽	1.0	1.25
b. 기타 벽체 및 칸막이벽	1.0	2.5
2. 캔틸레버 부재(횡지지되어 있지 않거나 질량중심 아래에서 골조에 지지된 경우)		
a. 파라펫 및 내부 캔틸레버 비구조벽체	2.5	2.5
b. 굴뚝 및 골조구조에 지지된 수직 배기구	2.5	2.5
3. 캔틸레버 부재(횡지지되거나 질량중심 위에서 골조구조에 지지된 경우)		
a. 파라펫	1.0	2.5
b. 굴뚝 및 배기구	1.0	2.5
c. 외측 비구조벽체	1.0	2.5
4. 외측 비구조벽체 부재 및 접합부		
a. 벽체 부재	1.0	2.5
b. 벽판 접합부의 몸체	1.0	2.5
c. 접합시스템의 조임구	1.25	1.0
5. 표면 마감재		
a. 변형이 제한된 부재 및 부착물	1.0	2.5
b. 변형성능이 낮은 부재 및 부착물	1.0	1.25
6. 옥탑(건물골조가 연장된 골조의 경우 제외)	2.5	3.5
7. 천장	1.0	2.5
8. 캐비닛		
a. 저장용 캐비닛 및 실험장비	1.0	2.5

건축비구조요소 또는 부재	중폭계수 $a_p^{1)}$	반응수정계수 R_p
9. 액세스 플로어(이중바닥)		
a. 특수 액세스 플로어	1.0	2.5
b. 그 외	1.0	1.25
10. 부가물 및 장식물	2.5	2.5
11. 표지판 및 광고판	2.5	2.5
12. 1~11 이외의 기타 강성의 비구조요소		
a. 대변형이 가능한 부재 및 부착물	1.0	3.5
b. 변형이 제한된 부재 및 부착물	1.0	2.5
c. 변형성능이 낮은 재료 및 부착물	1.0	1.25
13. 1~11 이외의 기타 연성의 비구조요소		
a. 대변형이 가능한 부재 및 부착물	1.0	3.5
b. 변형이 제한된 부재 및 부착물	2.5	2.5
c. 변형성능이 낮은 재료 및 부착물	2.5	1.25

주 1) 상세한 동적해석에 의하여 입증된 경우에는 더 낮은 a_p 를 사용할 수 있으나, 1 이상의 값이어야 한다. 감소된 a_p 는 1과 2.5 사이의 값을 갖는데, 1은 강하게 접합된 장비의 경우에, 2.5는 유연하게 접합된 장비의 경우에 사용한다.

6.10.2.1 칸막이벽

(1) 일반사항

- ① 상부구조체에 매달린 칸막이벽과 높이가 1.8 m 이상인 칸막이벽은 건물 구조체에 수평방향 가새로 지지되어야 한다. 이 가새는 수평력에 대한 천장 가새와는 별도로 설치되어야 한다.
- ② 예외 : 아래의 모든 조건을 충족시키는 칸막이벽
 - 가. 칸막이벽 높이가 2,700 mm를 초과하지 않는다.
 - 나. 칸막이벽의 단위길이당 무게는 칸막이벽 높이 (m)에 0.044 kN을 곱한 값을 초과하지 않는다.
 - 다. 칸막이벽의 수평지진 하중은 0.24 kN/m^2 을 초과하지 않는다.

(2) 유리

칸막이벽에 끼워진 유리는 6.10.2.2에 따라서 설계되고 설치되어야 한다.

6.10.2.2 커튼월, 상점 앞면, 칸막이벽에 끼워진 유리

(1) 일반사항

커튼월, 상점 앞면, 칸막이벽에 끼워진 유리는 식 (6.10-8)의 상대변위 요구조건을 충족하거나 또는 13 mm 중에서 큰 값을 택한다.

$$\Delta_{fallout} \geq 1.25 I_E D_p \quad (6.10-8)$$

여기서, $\Delta_{fallout}$: 커튼월, 상점 앞면, 칸막이벽에서 유리가 빠져나오는 상대적 지진변위

건축구조기준 설계하중

D_p : 유리요소가 수용할 수 있도록 설계되어야 하는 상대적 지진변위(6.10.1.3). D_p 는 설계대상 유리요소의 높이 위쪽에 적용한다.

I_E : 6.4.2에 따라 결정되는 중요도계수

예외 :

- ① 식 (6.10-9)에서 규정된 바와 같이 설계변위에서 골조로부터 충분한 틈새를 보유하고 있어서 유리와 골조간의 접촉이 발생되지 않는 경우

$$D_{clear} \geq 1.25D_p \quad (6.10-9)$$

여기서, D_{clear} : 유리-골조 접촉을 최초로 야기하는 유리 패널의 높이 위쪽에서 측정된 상대 수평 변위. 직사각형 벽면골조 내부에 있는 직사각형 유리패널의 경우

$$D_{clear} = 2c_1 \left(1 + \frac{h_p c_2}{b_p c_1} \right) \quad (6.10-10)$$

여기서, h_p : 직사각형 유리패널의 높이

b_p : 직사각형 유리패널의 폭

c_1 : 유리의 양쪽 수직 테두리와 골조 사이의 틈새 간격의 평균값

c_2 : 유리의 상부와 하부 수평 테두리와 골조 사이의 틈새 간격의 평균값

- ② 내진등급 I, II에 해당하는 건축물의 보도면으로부터 높이 3 m 이하의 견고히 제작된 통유리는 이 요구조건을 따를 필요가 없다.

(2) 유리 비구조요소를 위한 지진변위 제한

커튼월, 상점 앞면, 또는 칸막이벽으로부터 빠져나오는 상대적 변위 $\Delta_{fallout}$ 는 공학적 해석에 따라 결정해야 한다.

6.10.2.3 매달린 천장

(1) 일반사항

매달린 천장은 이 조항을 따라야 한다. 단, 다음은 예외로 한다.

- ① 상부 구조체에 수평지지 되어 있는 벽체로 둘러싸인 매달린 천장의 면적이 13 m² 이하인 경우에는 이 조항의 요구조건 적용에서 제외된다.
- ② 상부 구조체에 수평지지 되어 있는 벽체로 둘러싸여 있고 접합된 천장으로서 일정한 높이에 나사 또는 못으로 부착된 석고보드로 시공된 천장은 이 조항의 요구조건 적용에서 제외된다.

(2) 지진력

천장의 무게 W_p 는 천장 격자판, 천장 타일 또는 패널, 조명기구, 기타 천장에 수평지지된 모든 것을 포함한다. W_p 는 200 N/m² 이상이어야 한다.

지진력 F_p 는 천장 부착물을 통하여 건물구조부재 또는 천장과 건물체 경계면으로 전달되어야 한다.

6.10.2.4 이중바닥

- (1) 이중바닥의 무게 W_p 는 바닥시스템의 무게, 바닥에 고정된 모든 장비무게의 100%, 그리고 바닥에 지지만 되었고 고정된 되지 않은 모든 장비무게의 25%를 포함한다. 지진력 F_p 는 이중바닥의 상부면으로부터 지지구조체로 전달되어야 한다.
- (2) 이중바닥 패널에 고정된 장비의 전도효과도 고려하여야 한다. 이중바닥 지주 헤드의 능력은 장비의 전도효과 전달 적합성도 포함하여 평가되어야 한다.
- (3) 전도효과에 대한 이중바닥 각 지주 전도를 체크하는 경우, 전도로 인한 지주의 최대 축하중은 이 하중과 동시에 지주에 작용되는 W_p 의 분담하중을 초과할 수 없다.

6.10.3 기계 및 전기 비구조요소

표 6.10-2에 열거된 기계 및 전기 시스템 비구조요소와 이를 지지하는 부착물 및 장비는 6.10.1의 규정에 따라 설계하여야 한다.

표 6.10-2 기계 및 전기 비구조요소 설계계수

기계 및 전기 비구조요소 또는 부재	중폭계수 a_p	반응수정계수 R_p
1. 일반 기계		
a. 보일러 및 난방기계실	1.0	2.5
b. 덮개 있는 자립형 압력용기	2.5	2.5
c. 수직 배기구	2.5	2.5
d. 캔틸레버 굴뚝	2.5	2.5
e. 기타	1.0	2.5
2. 제조 및 처리 기계류		
a. 일반	1.0	2.5
b. 운반기(승용 제외)	2.5	2.5
3. 배관시스템		
a. 대변형이 가능한 부재 및 부착물	1.0	3.5
b. 변형이 제한된 부재 및 부착물	1.0	2.5
c. 변형성능이 낮은 재료 및 부착물	1.0	1.25

건축구조기준 설계하중

기계 및 전기 비구조요소 또는 부재	중폭계수 a_p	반응수정계수 R_p
4. HVAC시스템 장비		
a. 진동격리된 경우	2.5	2.5
b. 진동격리되지 않은 경우	1.0	2.5
c. 덕트와 함께 붙어서 설치된 경우	1.0	2.5
d. 기타	1.0	2.5
5. 승강기 비구조요소	1.0	2.5
6. 이동계단 비구조요소	1.0	2.5
7. 트러스로 지지된 탑(자립형 또는 케이블로 지지된 경우)	2.5	2.5
8. 일반 전기		
a. 분산된 시스템(모선덕트, 배선, 케이블선반)	1.0	3.5
b. 장비	1.0	2.5
9. 전기조명기구	1.0	1.25

6.10.3.1 기계 및 전기 구성 요소의 주기

- (1) 기계 또는 전기 장치에 사용되는 비구조요소의 기본주기(비구조요소의 지지점과 건물구조체와의 연결장치 포함) T_p 는 요소와 지지점, 그리고 연결장치가 간단한 스프링과 질량으로 이루어진 단자유도시스템으로써 해석적으로 나타낼 수 있는 경우 다음 식으로 계산할 수 있다.

$$T_p = 2\pi \sqrt{\frac{W_p}{K_p g}} \quad (6.10-11)$$

여기서, T_p : 비구조요소의 기본주기

W_p : 비구조요소의 운전하중

g : 중력가속도

K_p : 요소의 무게중심에서 단위변위당 하중으로 결정되는 요소, 지지점, 그리고 연결장치의 조합강성

- (2) 또 다른 방법으로, 기본주기 T_p 는 실험데이터 또는 적절히 입증된 해석에 의하여 결정할 수 있다.

6.10.3.2 승강기와 에스컬레이터

- (1) 에스컬레이터, 승강기, 그리고 승강기 수직통로의 구조시스템은 6.10.1.2와 6.10.1.3의 하중, 그리고 변위 요구조건을 충족하도록 설계되어야 한다.
- (2) 승강기장치와 제어기의 지지물, 그리고 연결장치는 6.10.1.2와 6.10.1.3의 하중, 그리고 변위 요구 조건을 충족하도록 설계되어야 한다.

6.11 건물외구조물의 내진설계

6.11.1 일반사항

6.11.1.1 적용범위

6.11은 연직하중을 받는 구조물 중에서 건축물, 차량 또는 철도용 교량, 원자력발전소, 해양선착장 또는 댐으로, 분류되지 않는 모든 구조물(이하 건물외구조물이라 함)의 설계에 적용한다.

6.11.1.2 다른 구조물에 의해 지지되는 건물외구조물

- (1) 건물외구조물이 다른 구조물에 지지되어 있으면서 건물외구조물의 중량이 건물외구조물과 지지구조물의 중량 합계의 25%보다 작은 경우에는, 건물외구조물에 작용하는 설계지진력은 6.10에 따라 산정하여야 한다.
- (2) 건물외구조물의 중량이 건물외구조물과 지지구조물의 중량 합계의 25% 이상인 경우에는 건물외구조물의 설계지진력은 건물외구조물과 지지구조물로 구성된 전체 시스템에 대하여 6.11에 따라 산정하여야 한다.
- (3) 반응수정계수는 다음을 만족하여야 한다.
 - ① 전체 시스템 중에서 건물외구조물이 상대적으로 유연한 경우에 전체 시스템의 반응수정계수는 3을 초과할 수 없다.
 - ② 전체 시스템 중에서 건물외구조물의 강성이 상대적으로 큰 경우에 전체 시스템의 반응수정계수는 지지구조물에 대한 값을 적용한다.

6.11.1.3 건물외구조물의 건축, 기계 및 전기장치

건물외구조물에 의해 지지되는 건축, 기계 및 전기장치의 설계는 6.10에 따른다.

6.11.2 내진설계 규정

지진력에 저항하는 건물외구조물의 설계는 다음의 사항을 따라야 한다.

6.11.2.1 유효중량

설계지진력 산정을 위한 유효중량은 고정하중과 탱크, 저장용기 및 파이프 내부의 내용물 등을 포함한 가동중량의 합으로 한다. 눈이나 얼음으로 인한 하중이 유효중량의 25% 이상을 차지하는 경우에는 이 하중을 포함하여야 한다.

6.11.2.2 고유주기

고유주기는 6.7.3.1에 의한 방법과 같이 저항요소의 변형특성과 구조적 특성을 고려한 기타 적절한 방법으로 구하거나 구조해석방법으로 계산하여야 한다.

건축구조기준 설계하중

6.11.2.3 변위제한

변위제한은 6.4.6의 규정에 따른다. 단, 구조적 안정성에 지장을 주지 않는 것으로 검증된 경우에는 6.4.6의 규정을 적용하지 않아도 된다.

6.11.2.4 설계지진력

건물외구조물의 설계지진력은 6.5.1 및 다음의 사항을 고려하여 산정한다. 설계지진력의 수직분포는 6.5.5에 따른다.

(1) 반응수정계수는 표 6.11-1 또는 표 6.6-1에 있는 값 중에서 작은 값으로 한다.

(2) 표 6.11-1에 있는 반응수정계수를 사용한 경우에는, 식 (6.5-4)는 다음과 같이 변경한다.

$$C_S = 0.14 S_{DS} I_E \quad (6.11-1)$$

(3) 중요도계수는 표 6.11-2에 주어진 값으로 한다.

표 6.11-1 건물외구조물의 설계계수

건물외구조물의 지진력저항시스템	반응수정계수 R	시스템초과강도계수 Ω_0	변위증폭계수 C_d
1. 골조시스템 a. 철골 중심가새골조	5	2	4.5
2. 모멘트저항골조시스템 a. 철골 모멘트골조	4	3	3.5
b. 철근콘크리트 중간모멘트골조	5	3	3.5
c. 철근콘크리트 보통모멘트골조	3	3	2.5
3. 철제 적재장치	4	2	3.5
4. 고가탱크, 저장용기, 저장 상자 또는 깔때기 상자 1) a. 가새지주에 지지	3	2	2.5
b. 비가새지주에 지지	3	2	2.5
c. 단일 받침대 또는 스커트에 지지된 불규칙한 가새지주	2	2	2
d. 용접된 철골	2	2	2
e. 콘크리트	2	2	2
5. 받침대에 지지된 수평의 용접접합된 철골조 저장용기	3	2	2.5
6. 건물과 유사한 구조용 탑에 지지된 탱크 또는 저장용기	3	2	2
7. 지면에 지지된 평평한 하부의 탱크 또는 저장용기 a. 고정(용접 또는 볼트체결된 철골)	3	2	2.5
b. 비고정(용접 또는 볼트체결된 철골)	2.5	2	2
8. 철근콘크리트 또는 프리스트레스트 콘크리트 a. 미끄럼을 방지하는 보강 밀면을 갖는 탱크	2	2	2
b. 고정된 유연한 밀면을 갖는 탱크	3	2	2
9. 고정 또는 구속되지 않은 탱크 a. 유연한 밀면	1.5	1.5	1.5
b. 다른 재료	1.5	1.5	1.5
10. 기초까지 연속된 벽체를 사용한 현장타설 콘크리트 사일로, 연도, 굴뚝	3	1.75	3

건물외구조물의 지진력저항시스템	반응수정 계수	시스템초과 강도계수 Ω_0	변위증폭 계수 C_d
11. 그 외 보강조적조 구조물 3)	3	2	2.5
12. 그 외 비보강조적조 구조물 3)	1.25	2	1.5
13. 연도, 굴뚝, 사일로, 스커트 지지 수직 저장용기 등 에 포함되지 않는 기타 철골조, 철근콘크리트조의 분포된 질량을 갖는 캔틸레버 구조물	3	2	2.5
14. 트러스형 탑(자립형 또는 버팀줄형), 버팀줄지지 연 도와 굴뚝	3	2	2.5
15. 냉각탑 a. 콘크리트 또는 철골 b. 목구조 골조	3.5 3.5	1.75 3	3 3
16. 통신용 탑 a. 트러스 : 철골 b. 장대 : 철골 나무 콘크리트 c. 골조 : 철골 목구조 콘크리트	3 1.5 1.5 1.5 3 2.5 2	1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5	3 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5 1.5
17. 위락시설물과 기념물	2	2	2
18. 역추형 구조물 (고가탱크는 제외) 2)	2	2	2
19. 간판과 광고판	3.5	1.75	3
20. 위에 포함되지 않은 자립형 구조물, 탱크 또는 저장 용기	1.25	2	2.5

- 주 1) 6.4.4에서 정의한 비정형성을 갖는 타워
 2) 조명용 지주, 집중조명기 등
 3) 내진설계범주 'C', 'D'에서는 조적조구조는 적용되지 않음.

표 6.11-2 건물외구조물의 중요도계수(I_E)와 내진등급의 분류

중요도계수	$I_E = 1.0$	$I_E = 1.5$
표 6.4.1에서 정의한 내진등급	II	(특)
위험성	H-1	H-2
기능성	F-1	F-2

H-1 = 저장된 물품이 생물학적 또는 환경적으로 양호한 경우; 화재 또는 물리적 위험이 적은 경우

H-2 = 저장된 물품이 소방법, 유해화학물질관리법 또는 산업안전보건법에 의해 건강장해물질, 환경유해성 물질
또는 물리적 위험물로 분류되는 경우

F-1 = F-2로 분류되지 않은 건물외구조물

F-2 = 내진등급 (특)에 해당하는 건물외구조물 또는 내진등급 (특)으로 분류되는 지정된 부속물로서 내진등급이
(특)에 해당하는 구조물의 운용에 필요한 건물외구조물(통신 탑, 연료저장탱크, 냉각탑 또는 전력변전 구조
물과 같은 구조물 등)

건축구조기준 설계하중

6.11.2.5 강성이 큰 건물외구조물

고유주기가 0.06초 미만인 건물외구조물과 그 고정장치는 다음과 같은 밀면 전단력에 대하여 설계하여야 한다. 지진력의 수직분포는 6.5.5에 따른다.

$$V = 0.3 S_{DS} W I_E \quad (6.11-2)$$

여기서, I_E : 표 6.11-2에서 정의한 중요도계수

S_{DS} : 6.3.3에서 정의한 단주기의 설계스펙트럼가속도

V : 건물외구조물의 전체 밀면 전단력

W : 6.11.2.1에서 정의한 건물외구조물의 유효중량

6.11.3 기타 건물외구조물

다음의 시설물들은 입증된 해석으로부터 구한 수평지진력에 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.

6.11.3.1 건물과 유사한 건물외구조물

- (1) 탱크나 저장용기 지지용 탑
- (2) 부두와 선창

6.11.3.2 건물과 유사하지 않은 건물외구조물

- (1) 흙막이 구조물
- (2) 놀이시설 구조물
- (3) 통신 탑
- (4) 탱크 및 저장용기

6.12 면진구조물의 내진설계

6.12.1 일반사항

모든 면진구조물과 그 구성요소는 이 절에 따라 설계하고 시공하여야 한다. 면진구조물의 해석은 그 구조물의 생애주기에 걸쳐 발생될 면진장치의 재료특성 변화를 고려해야 한다.

6.12.2 설계 요구사항

6.12.2.1 기본 요구사항

- (1) 면진 상부구조를 포함한 구조물의 모든 부분은 표 6.4-2와 표 6.4-3에 따른 내진설계범주로 구분한다. 면진구조물은 내진설계범주와 관계없이 중요도계수를 1.0으로 한다.
- (2) 면진구조물의 설계지진과 최대예상지진 가속도스펙트럼은 각각의 단주기와 1초주기의 스

펙트럼가속도를 사용하여 6.3.4에 따라 작성한다. 최대예상지진의 단주기와 1초주기 스펙트럼가속도 S_{MS} 와 S_{M1} 는 다음 식에 따라 결정한다.

$$S_{MS} = (3/2) S_{DS} \quad (6.12-1)$$

$$S_{M1} = (3/2) S_{D1} \quad (6.12-2)$$

여기서, S_{DS} , S_{D1} : 단주기와 주기1초의 설계스펙트럼가속도 (6.3.3에 따른다)

6.12.2.2 면진시스템 요구사항

- (1) 면진시스템은 생애주기 동안의 성능저하, 크리프, 피로, 온도, 습기 등의 환경조건에 대한 요구조건을 만족하여야 한다.
- (2) 면진층에서 풍하중에 의한 횡변위는 면진 상부구조의 최대 층간변위 이하로 구속하여야 한다.
- (3) 면진시스템은 건축법의 용도구분에 따른 내화구조 요구사항을 만족하여야 한다.
- (4) 면진시스템은 총설계변위에서의 수평력이 총설계변위의 50 %에서의 수평력보다 최소 $0.025 W_{D+0.5L}$ 이상의 복원력 특성을 가져야 한다.
- (5) 아래의 조건에 따라 설계된 경우를 제외하고, 면진층에서 지진하중에 의한 횡변위는 최대지진시의 변위 이하로 구속되어서는 안 된다.
 - ① 최대지진응답이 면진시스템과 면진 상부구조의 비선형특성을 명확히 고려한 동적해석에 따라 산정한 경우
 - ② 면진시스템과 면진 하부구조의 극한성능이 최대예상지진시의 강도와 변위 요구조건을 초과하는 경우
 - ③ 면진 상부구조가 최대지진시의 안정성과 연성 요구사항에 대해 충분히 검토된 경우
 - ④ 면진층의 횡변위가 총설계변위의 0.75배 이하로 구속되지 않으며, 해석에 의해 이보다 작은 값에서 작동하더라도 성능에 영향을 미치지 않을 경우
- (6) 면진시스템의 각 요소는 총최대변위와 설계수직하중 하에서 안정하도록 설계하여야 한다. 이를 위하여 설계 수직하중과 관련된 하중조합에서 지진하중효과를 1.5배로 하여 검토한다.
- (7) 면진층에서 전체 구조물의 전도에 대한 안전계수는 요구하중조합에 대해 1.0 이상이어야 한다. 전도계산에 사용되는 지진력은 최대예상지진에 근거해야 하고, 수직방향 복원력의 산정에는 $W_{D+0.5L}$ 를 사용하여야 한다. 개별 요소의 국부적인 들림(uplift)은 발생하지 않아야 한다. 단, 그로 인한 처짐이 면진장치나 다른 구조요소에 과응력이나 불안정을 일으키지 않을 경우에는 예외로 한다.

6.12.2.3 구조시스템 요구사항

- (1) 수평격막이나 다른 구조요소들은 면진층 상부에 연속성을 제공해야 하고, 지반운동에 의한 힘을 구조물의 한 부분으로부터 다른 부분으로 전달할 수 있는 적절한 강도와 연성을 지녀야

건축구조기준 설계하중

한다.

- (2) 주변 옹벽 또는 다른 고정장애물과 면진구조물 사이의 최소 이격거리는 총최대변위 이상이
어야 한다.
- (3) 공작물은 6.12.3에 따라 산정된 설계변위와 힘을 사용하여 6.11의 요구조건을 만족하여야 한다.

6.12.2.4 구조·비구조요소 요구사항

면진구조물의 구조요소와 가스, 전기, 엘리베이터와 같은 안전관련 비구조요소는 6.10과 다음
사항을 만족하도록 설계하여야 한다.

- (1) 면진층과 면진 상부구조의 구조·비구조요소는 최대동적응답에 상응하는 전체 수평지진력
을 저항할 수 있도록 설계하여야 한다.
- (2) 면진층을 관통하는 면진구조물의 구조·비구조요소는 총최대변위에 견딜 수 있도록 설계하
여야 한다.
- (3) 면진층 하부에 있는 면진구조물의 구조·비구조요소는 6.4, 6.8 및 6.10의 요건에 따라 설계
하고 시공하여야 한다.

6.12.3 해석절차

6.12.3.1 일반사항

면진구조물은 이 조항의 요구사항에 따라 직접적분법에 의한 3차원 시간이력해석을 수행하여
야 한다.

6.12.3.2 모델링

면진시스템은 하중-변위 관계의 비선형성을 고려하여 시험에 의해 검증된 변형특성에 따라 모
델링하여야 한다.

6.12.3.3 지반운동

시간이력해석은 지반조건에 상응하는 지반운동기록을 최소한 3쌍 이상 이용하여 수행한다. 각
각의 지반운동은 평면상에서 서로 직교하는 2성분의 쌍으로 구성된다. 예측된 지반운동을 구할
수 없는 경우에는 필요한 수만큼 적절한 모의 지반운동의 쌍을 생성하여 사용할 수 있다. 개별 지
반운동의 성분별로 5% 감쇠비의 응답스펙트럼을 작성하고, 주기별로 제곱합제곱근(SRSS)을
취하여 제곱합제곱근 스펙트럼을 산정하며, 이 제곱합제곱근 스펙트럼들의 평균값이 $0.5 T_D$ 부
터 $1.25 T_M$ 사이의 주기에서 설계스펙트럼의 1.3배보다 10% 이상 작지 않도록 해야 한다. 최대
예상지진의 경우에도 동일한 방법으로 지반운동기록의 스펙트럼을 보정한다. 지반운동의 크기
를 조정하는 경우에는 직교하는 2성분에 대해서 동일한 배율을 적용하여야 한다.

6.12.3.4 설계값의 산정

3개의 지반운동을 이용할 경우에는 최대응답을 사용해야 하며, 7개 이상의 지반운동을 이용할 경우에는 평균응답을 사용하여 설계한다. 시간이력해석을 통하여 얻은 밀면전단력 V_d 가 6.12.3.7(1)에서 제시하고 있는 최소지진력보다 작은 경우에는 해석을 통하여 얻은 부재력에 다음의 보정계수를 곱하여 사용한다.

$$C_m = \frac{V_b}{V_d} \geq 1.0 \quad (6.12-3)$$

여기서, V_b : 식(6.12.8)로 구한 면진시스템 또는 면진 하부구조물의 최소지진력, kN

V_d : 시간이력해석을 통하여 얻은 밀면 전단력, kN

6.12.3.5 횡변위 제한

면진구조물의 횡변위는 표 6.4-7의 횡변위 제한을 만족하여야 한다.

6.12.3.6 최소 횡변위

(1) 면진시스템의 설계변위 D_D 와 최대변위 D_M 는 각각 다음 식에 의한 값보다 작아서는 안 된다.

$$D_D = 0.9 \frac{g S_{D1} T_D}{4\pi^2 B_D} \text{ (m)} \quad (6.12-4)$$

$$D_M = 0.8 \frac{g S_{M1} T_M}{4\pi^2 B_M} \text{ (m)} \quad (6.12-5)$$

여기서, S_{D1} : 1초주기 설계스펙트럼가속도(6.3.3에 따른다.)

S_{M1} : 최대예상지진의 1초주기 스펙트럼가속도

B_D, B_M : 유효감쇠(β_D, β_M)에 대한 수치계수

(표 1.3-1에 따른다.)

T_D : 설계변위에서 면진구조물의 유효주기

$$T_D = 2\pi \sqrt{\frac{W}{k_{Dmin} g}}, \text{ 초(s)}$$

T_M : 최대변위에서 면진구조물의 유효주기

$$T_M = 2\pi \sqrt{\frac{W}{k_{Mmin} g}}, \text{ 초(s)}$$

(2) 면진시스템 요소들의 총설계변위 D_{TD} 와 총최대변위 D_{TM} 는 다음 식보다 작아서는 안 된다.

$$D_{TD} = D_D \left[1 + y \frac{12 e}{b^2 + d^2} \right] \text{ (m)} \quad (6.12-6)$$

건축구조기준 설계하중

$$D_{TM} = D_M \left[1 + y \frac{12e}{b^2 + d^2} \right] \text{ (m)} \quad (6.12-7)$$

여기서, D_D : 설계변위, m

D_M : 최대변위, m

b : 구조물의 가장 짧은 평면치수. d 에 대하여 직 각으로 측정된 값, m

d : 구조물의 가장 긴 평면치수, m

y : 지진방향과 직각인 대상요소와 면진시스템의 강성중심과의 거리, m

e : 면진 상부구조의 질량 중심과 면진시스템의 강성중심 사이의 실제 편심거리와 힘의 방향에 직각인 건물 치수 중 최댓값의 5%로 정의되는 우발편심거리를 합한 값, m

6.12.3.7 최소 지진력

(1) 면진시스템과 면진 하부구조의 밑면 전단력 V_b 는 다음 식으로 구한 값보다 작아서는 안 된다.

$$V_b = 0.9k_{Dmax} D_D \text{ (kN)} \quad (6.12-8)$$

여기서, k_{Dmax} : 식(6.12-12)로 구한 설계변위에서의 면진시스템 최대유효강성, kN/m

(2) 면진 상부구조의 최소전단력 V_s 은 다음 식으로 구한 값보다 작아서는 안 된다.

$$V_s = 0.6 \frac{k_{Dmax} D_D}{R_I} \text{ (kN)} \quad (6.12-9)$$

여기서, R_I 는 표 6.6-1의 반응수정계수에 3/8를 곱한 값으로 2 이하이다. 다만, 면진 상부구조가 6.4.4에 정의된 비정형구조물인 경우에는 식(6.12-9)를 1.33배하여야 한다.

(3) V_s 의 값은 계수풍하중에 상응하는 밑면 전단력보다 커야 하며, 다음 값 중 최댓값의 60%보다 작아서는 안 된다. 단, 면진 상부구조가 6.4.4에 정의된 비정형구조물인 경우에는 다음 값의 80%보다 작아서는 안 된다.

① 동일 내진 중량 $W_{D+0.5L}$ 와 면진주기 T_D 를 갖는 밑면이 고정된 구조물에 대하여 6.5에 의해 요구되는 밑면전단력

② 면진시스템의 탄성한계에 상응하는 수평지진력의 1.5배

6.12.4 설계검토

면진구조물의 해석, 설계와 장치시험결과에 대한 설계검토는 지진해석법과 면진시스템의 이론과 실무에 경험이 있는 등록된 전문가로 구성된 독립된 집단에 의해 수행하여야 한다. 설계검토는 다음 사항을 포함하여야 한다.

(1) 총설계변위, 총최대변위와 최소전단력의 결정을 포함한 기본설계의 검토

- (2) 장치원형시험의 참관, 검토
- (3) 전체 구조시스템의 최종설계와 해석결과의 검토
- (4) 면진장치 제품시험의 참관, 검토

6.12.5 면진장치 시험

6.12.5.1 일반 사항

면진구조물의 설계와 해석에 사용된 장치는 이 조항에서 규정된 바에 따라 시공 전에 시험을 통하여 성능을 확인하여야 한다.

6.12.5.2 장치원형 시험

장치원형 시험은 면진시스템 내에서 면진장치의 종류별로 형상과 크기를 대표하는 2개 이상의 실물 시험체에 대하여 수행한다.

(1) 시험순서와 방법

면진장치의 압축-전단특성 결정을 위한 시험의 하중가력 순서와 방법은 다음의 사항에 따르며, 수직하중은 활하중의 50%와 고정하중의 조합($0.5L + D$)으로 한다.

- ① 설계 풍하중 값으로 20회 반복가력
- ② 다음의 변위증분에 대하여 각각 3회 반복가력 : $0.25D_D$, $0.5D_D$, $1.0D_D$, $1.0D_M$,
- ③ 총최대변위에 대하여 3회 반복가력 $1.0D_{TM}$

(2) 시험의 생략

다음의 두 조건을 모두 만족하는 경우에는 면진장치의 장치원형 시험을 수행할 필요가 없다.

- ① 책임구조기술자가 유사한 장치와 관련 시험에 관한 모든 데이터를 열람할 수 있는 상태에서 시험의 생략을 허가
- ② 책임구조기술자가 해당 면진장치와 사전에 시험이 수행된 장치 사이의 유사성을 인정

(3) 하중-변위특성의 결정

개개 면진장치의 유효강성 k_{eff} 와 유효감쇠 β_{eff} 는 장치원형 시험 결과에 기초하여 다음의 각 가력 사이클에 대하여 산정한다.

$$k_{eff} = \frac{|F^+| + |F^-|}{|\Delta^+| + |\Delta^-|} \text{ (kN/m)} \quad (6.12-10)$$

$$\beta_{eff} = \frac{2}{\pi} \frac{E_{loop}}{k_{eff} (|\Delta^+| + |\Delta^-|)^2} \quad (6.12-11)$$

여기서, F^+ : Δ^+ 에서 정방향 하중, kN

F^- : Δ^- 에서 부방향 하중, kN

E_{loop} : 사이클당 소산되는 에너지, kN · m

건축구조기준 설계하중

(4) 면진장치 종속성 시험

- ① 속도의존성 : 면진장치의 하중-변형특성이 하중속도에 의존성이 있는 경우에는 6.12.5.2(1)에서 규정된 각각의 시험은 유효진동주기($1/T_D$)에서 동적으로 수행하여야 한다.
- ② 압축하중 종속성 : 수직하중을 지지하는 면진장치는 총최대변위에서 최소·최대 수직하중에 대하여 정적으로 시험하여야 한다. 지진하중 E 산정은 S_{DS} 를 S_{MS} 로 대체하여 산정하며, 지진에 의해 발생하는 수직하중 Q_E 는 최대예상지진에 의한 최대응답으로 한다.

(5) 면진장치의 적합성 판정

다음의 조건을 만족하는 경우에 장치원형 시험의 성능은 적절한 것으로 판정한다.

- ① 모든 시험시의 하중-변형 곡선이 정방향으로 증가하는 하중저항성능을 보인다.
- ② 6.12.5.2(1)②에서 규정한 모든 변위 증분과 수직하중에 대응하는 시험에 대하여 다음을 만족한다.
 - 가. 각 시험체에 있어서 3회 반복 시험시의 각 유효강성 값과 3회 평균 유효강성 값의 차이가 15 % 이하
 - 나. 각 시험 사이클에서 면진장치 시험체 2개의 유효강성과 평균 유효강성의 평균값 차이가 15 % 이하
- ③ 각 시험체에 있어서 6.12.5.2(1)③에서 규정한 사이클별 강성변화가 초기 값의 20% 이내
- ④ 각 시험체에 있어서 6.12.5.2(1)③에서 규정한 사이클별 유효감쇠 저하가 초기 값의 20% 이내
- ⑤ 면진시스템의 수직하중저항요소에 대한 모든 시험체는 6.12.5.2(4)②의 시험에서 안정적인 거동을 보여야 한다.

6.12.5.3 면진시스템의 설계특성치

(1) 최대·최소유효강성

설계변위에서 면진시스템의 최대유효강성 k_{Dmax} 와 최소유효강성 k_{Dmin} 은 6.12.5.2(1)②의 $1.0D_D$ 변위에 대한 반복시험결과에 기초하여 다음 식에 따라 산정한다.

$$k_{Dmax} = \frac{\sum |F_D^+|_{\max} + \sum |F_D^-|_{\max}}{2 D_D} \text{ (kN/m)} \quad (6.12-12)$$

$$k_{Dmin} = \frac{\sum |F_D^+|_{\min} + \sum |F_D^-|_{\min}}{2 D_D} \text{ (kN/m)} \quad (6.12-13)$$

여기서, $|F_D^+|_{\max}$: 정방향 설계변위에서 면진장치의 최대하중 절댓값, kN
 $|F_D^+|_{\min}$: 정방향 설계변위에서 면진장치 최소하중 절댓값, kN
 $|F_D^-|_{\max}$: 부방향 설계변위에서 면진장치의 최대하중 절댓값, kN

$|F_D^-|_{\min}$: 부방향 설계변위에서 면진장치의 최소하중 절댓값, kN

최대변위에서 면진시스템의 최대유효강성 k_{Mmax} 와 최소유효강성 k_{Mmin} 은 6.12.5.2(1)②의 $1.0D_M$ 변위에 대한 반복시험결과에 기초하여 다음 식에 따라 산정한다.

$$k_{Mmax} = \frac{\sum |F_M^+|_{\max} + \sum |F_M^-|_{\max}}{2 D_M} \text{ (kN/m)} \quad (6.12-14)$$

$$k_{Mmin} = \frac{\sum |F_M^+|_{\min} + \sum |F_M^-|_{\min}}{2 D_M} \text{ (kN/m)} \quad (6.12-15)$$

여기서, $|F_M^+|_{\max}$: 정방향 최대변위에서 면진장치의 최대하중 절댓값, kN

$|F_M^+|_{\min}$: 정방향 최대변위에서 면진장치의 최소하중 절댓값, kN

$|F_M^-|_{\max}$: 부방향 최대변위에서 면진장치의 최대하중 절댓값, kN

$|F_M^-|_{\min}$: 부방향 최대변위에서 면진장치의 최소하중 절댓값, kN

(2) 유효감쇠

설계변위와 최대변위에서 면진시스템의 유효감쇠 β_D , β_M 는 6.12.5.2(1)②의 $1.0D_D$ 와 $1.0D_M$ 변위에 대한 반복시험결과에 기초하여 다음 식에 따라 각각 산정한다.

$$\beta_D = \frac{\sum E_D}{2\pi k_{Dmax} D_D^2} \quad (6.12-16)$$

$$\beta_M = \frac{\sum E_M}{2\pi k_{Mmax} D_M^2} \quad (6.12-17)$$

여기서, $\sum E_D$: 설계변위에서 사이클당 전체 소산에너지

$\sum E_M$: 최대변위에서 사이클당 전체 소산에너지

6.12.5.4 제품시험

건축구조물 설치에 앞서 설치될 모든 면진장치의 하중-속도-변위특성이 책임구조기술자가 정한 설계조건을 만족하는지 검증하기 위한 시험을 수행한다. 각각의 제품시험 결과는 6.12. 5.2의 시험내용을 포함하여 시험성적서로 제출하여야 한다.

(1) 시험순서와 방법

제품시험은 설계변위에 대하여 각각 3회 반복가력하며, 수직하중은 활하중에 의한 효과의 1/2과 고정하중의 합으로 한다.

건축구조기준 설계하중

(2) 면진장치의 적합성 판정

다음의 조건을 만족하는 경우에 제품시험에 따른 성능은 적절한 것으로 판정하며, 제품시험을 만족하지 못하는 면진장치는 현장에 설치되어서는 안 된다.

- ① 개개 면진장치에 있어서 설계변위에 대한 3회 반복시험시의 각 유효강성값과 3회 평균 유효강성값의 차이가 15% 이하
- ② 설계변위에 대한 면진시스템의 평균 유효강성값과 설계값의 차이가 10% 이하

(3) 제품시험결과의 설계반영

제품시험에 대한 적합성이 확인된 제품에 대하여 각 유효강성의 편차를 고려한 강성중심이 질량중심과 일치하도록 재배치한다.

6.13 감쇠시스템 적용 구조물의 내진설계

6.13.1 일반사항

지진하중 저감을 목적으로 감쇠시스템이 적용된 모든 구조물(이하 '감쇠시스템 적용 구조물')과 감쇠시스템의 모든 구성요소는 이 조항의 요구사항에 따라 설계 및 시공하여야 한다. 감쇠장치가 면진구조물의 면진경계면에 설치되는 경우에 변위, 속도, 가속도는 6.12에 따라 산정하여야 한다.

6.13.2 설계 요구사항

6.13.2.1 내진설계범주 'A'에 대한 설계

감쇠시스템 적용 구조물은 내진설계범주 'A'에 속하더라도 내진설계범주 'B'에 해당되는 해석방법과 설계요구사항을 반영하여 설계하여야 한다.

6.13.2.2 시스템 요구사항

감쇠시스템 적용 구조물은 지진력저항시스템 단독으로 다음 (1)에 정의된 하중을 지지할 수 있는 내력을 보유해야 한다.

(1) 지진력저항시스템

감쇠시스템 적용 구조물은 각각의 횡방향으로 표 6.6-1에 제시된 지진력저항시스템 중 하나를 보유해야 한다. 각 방향의 지진력저항시스템의 설계는 6.13.4의 요구사항과 다음을 만족하여야 한다.

- ① 지진력저항시스템의 설계에 사용된 지진하중에 의한 밑면전단력은 V_{min} 보다 작아서는 안 되며, V_{min} 은 식(6.13-1)과 식(6.13-2)에 따라 산정한다.

$$V_{min} = \eta V \text{ (kN)} \quad (6.13-1)$$

$$\eta \geq 0.75 \quad (6.13-2)$$

여기서, V : 6.5에 따라 결정되는 해당 방향의 설계지진하중에 의한 밀면 전단력, kN

η : 감쇠장치의 감쇠성능에 따라 구조물에 작용하는 하중이 저감되는 정도를 고려한 예상 감쇠보정계수로서, 6.13.4.4의 절차에 따라 확인하여야 한다.

- ② 지진력저항시스템의 구조요소 중에서 감쇠시스템에 속하거나 감쇠장치에 따라 발생하는 힘에 저항하도록 요구되는 구조요소의 최소강도는 6.13.4의 추가적인 요구조건을 만족하여야 한다.

(2) 감쇠시스템

감쇠시스템을 구성하는 구조요소들은 설계지진에 따라 감쇠장치에 유발되는 힘을 포함한 설계하중에 대해 탄성상태를 유지하도록 설계하여야 한다. 여기서 감쇠장치에 유발되는 힘은 강도저감계수를 곱하거나 반응수정계수로 나누지 않아야 하며, 감쇠장치 특성의 변동폭을 고려하여 1.15배한 값을 적용한다.

6.13.2.3 감쇠시스템 요구사항

(1) 장치 설계

감쇠장치는 최대예상지진에 대한 응답과 다음의 조건들을 고려하여 설계, 시공, 설치하여야 한다.

- ① 지진하중에 의한 저진동·대변위 거동 시의 성능저하
- ② 풍하중·온도하중에 의한 고진동·소변위 거동 시의 성능저하
- ③ 중력하중에 의한 하중 또는 변위
- ④ 부식, 마모, 생물분해, 화학물 등에 의한 장치 일부분의 고착
- ⑤ 온·습도, 수분, 자외선 등과 그 밖의 환경조건에의 노출

(2) 다축 이동

감쇠장치의 접합부는 감쇠시스템에 동시에 발생하는 종방향, 횡방향, 수직방향 변위를 흡수할 수 있는 충분한 마디구조를 갖추어야 한다.

(3) 검사와 주기적 시험

모든 감쇠장치는 검사와 교체를 위한 접근방법을 확보해야 한다. 설계수명 동안 감쇠장치의 신뢰성을 보증하기 위하여 책임구조기술자는 모든 유형의 감쇠장치에 대한 적절한 검사와 시험계획을 수립하여야 한다. 검사와 시험방법의 수준은 감쇠장치의 사용기간과 설계수명 동안의 특성변화 가능성을 반영하여야 한다.

(4) 품질관리

제2장의 품질보증계획의 일환으로 책임구조기술자는 감쇠장치의 제작에 대한 품질관리계

건축구조기준 설계하중

획을 수립하여야 한다. 품질관리계획은 최소한 6.13.6.2와 6.13.6.3의 시험요구조건을 포함하여야 한다.

6.13.3 해석절차

6.13.3.1 일반사항

감쇠시스템 적용 구조물은 6.13.3.2에 따라 수학적 모델을 작성하여 6.7.4.3에 따라 3차원 시간 이력해석을 수행하여야 한다. 감쇠장치로 인해 구조물이 비고전적 감쇠의 특성을 갖게 되는 경우 시간이력해석법은 이를 반영할 수 있어야 한다.

6.13.3.2 모델링

구조물의 수학적 모델은 6.7.2의 규정을 따르는 3차원 모델로서 구조물과 감쇠장치의 비선형이력 거동을 직접적으로 고려하되 구조요소의 강도는 강도저감계수를 곱하지 않은 값을 적용해야 한다.

(1) 지진력저항시스템

시험을 통해 지진력저항시스템이 유효항복변위나 이보다 약간 작은 크기 정도의 변위에서 임계감쇠의 5%보다 큰 감쇠비를 가진다는 것을 입증하지 못하는 경우에 구조물의 원감쇠비는 임계감쇠의 5%보다 큰 값을 취할 수 없다. 여기서 임계감쇠는 구조물의 비탄성거동에 의한 강성변화를 반영해야 한다. 지진력저항시스템의 구조요소는 부재력이 공칭강도의 1.5배를 초과하지 않는다면 선형탄성으로 모델링할 수 있다.

(2) 감쇠시스템

감쇠장치의 강성과 감쇠특성은 6.13.6에 규정된 시험에 따라 검증하거나 이를 근거로 결정하여야 하며, 비선형하중-변위특성은 지진하중의 진동수, 진폭, 지속시간 등에 대한 의존성을 명확하게 반영할 수 있도록 모델링하여야 한다. 변위의존형 감쇠장치의 수학적 모델은 강도, 강성, 이력곡선형상의 중요한 변화가 시험자료에 부합하는 이력거동을 모사할 수 있어야 한다. 속도의존형 감쇠장치의 수학적 모델은 시험자료에 부합하는 속도계수를 포함하여야 하며, 속도계수가 시간과 온도에 종속성이 있는 경우에는 그 영향을 명확히 반영하여야 한다. 감쇠장치를 구조물에 연결하는 구조요소는 반드시 구조해석 모델에 포함하여야 하며, 감쇠장치를 제외한 모든 구조요소는 탄성으로 모델링한다.

예외사항 : 시간이력해석 동안 감쇠장치의 특성변화가 예상되는 경우에 장치특성의 상한치와 하한치에 따라 동적응답의 변동범위를 결정할 수 있다. 변화하는 장치특성의 상한치와 하한치는 장치의 시간의존적 거동이 명확히 모델링된 것과 동일한 조건을 만족시켜야 한다.

6.13.3.3 지반운동

감쇠시스템 적용 구조물의 구조설계와 해석에는 6.12.3.3에 따라 작성된 설계지진과 최대예상 지진에 대한 응답스펙트럼 및 그에 상응하는 지진파를 적용하여야 한다. 다만, 지진파 선정에 있

어서 필요한 T_D 와 T_M 은 각각 설계지진과 최대예상지진에 대하여 방향별 최대변위 발생 시 감쇠 장치와 구조요소의 유효강성에 기초한 해당 방향의 1차모드 주기 T_{1D} 와 T_{1M} 으로 간주한다. 이때 유효강성은 6.13.3에서 규정한 절차에 따라 결정된 응답과 식 (6.13-4)를 통하여 결정한다.

6.13.3.4 설계값 산정

시간이력해석에 사용된 각각의 지반운동에 대한 응답변수로서 최대충간변위, 감쇠시스템 구조요소의 최대하중, 개별 감쇠장치의 최대하중, 최대변위와 최대속도(속도의존형 감쇠장치의 경우)를 결정하여야 한다. 3개의 지반운동을 이용하여 해석할 경우에는 최대응답을 사용하여 설계해야 하며, 7개 이상의 지반운동을 이용하여 해석할 경우에는 평균응답을 사용하여 설계할 수 있다.

6.13.4 감쇠시스템 적용 구조물의 허용기준

6.13.3의 시간이력해석법을 적용함에 있어서 지진력저항시스템과 감쇠시스템에 대한 하중조건과 설계값의 허용기준은 이 조항에 따라야 한다. 충간변위에 대한 조건은 감쇠시스템 적용 구조물(지진력저항시스템과 감쇠시스템의 조합)에 따라 만족시키는 것이 허용된다.

6.13.4.1 지진력저항시스템

지진력저항시스템은 6.13.2.2(1)에 주어진 밑면 전단력 V_{min} 산정에 있어서 6.6의 요구조건을 만족하여야 한다. 지진력저항시스템 부재가 지닌 강도는 6.13.4.3의 하중조건에 대하여 평가하며, 시간이력해석으로 평가할 필요는 없다. 반면에 충간변위는 설계지진을 사용하여 6.13.3에서 규정한 절차에 따라 결정하여야 하며, 표 6.4-7에서 규정한 허용치를 만족하여야 한다.

6.13.4.2 감쇠시스템

감쇠장치와 그 접합부는 최대예상지진에 따라 발생하는 힘, 변위, 속도에 대하여 파단 또는 심각한 강도저하 없이 저항할 수 있어야 한다. 감쇠장치의 접합부를 포함한 감쇠시스템의 모든 구조요소는 설계지진에 대하여 탄성상태를 유지하는지 확인하여야 한다. 이때 해당 구조요소는 6.13.4.3의 하중조건에 대하여 이 기준의 강도설계기준을 적용하여 평가한다.

6.13.4.3 하중효과의 조합

지진력저항시스템 및 감쇠시스템의 설계에 사용되는 하중효과는 지진하중효과 E 를 1.5와 6.2에 따른 연직하중과 조합하여야 한다. 6.2.3의 시스템 초과강도계수에 의한 지진하중효과는 감쇠시스템 설계에 한해 반영할 필요가 없다.

6.13.4.4 감쇠성능 확인

(1) 감쇠보정계수

6.13.2.2(1)의 지진력저항시스템 설계를 위한 최소 밀면 전단력 V_{min} 결정에 적용된 감쇠보정계수 η 는 다음 식에 따라 결정된 η_h 보다 작지 않아야 한다.

$$\eta_h = \frac{V_h}{V_{he}} \quad (6.13-3)$$

여기서, V_h : 설계지진에 대하여 6.13.3에서 규정한 해석절차에 따라 결정된 감쇠시스템 적용 구조물의 밀면 전단력, kN

V_{he} : V_h 와 동일한 절차를 따르되, 감쇠장치의 하중-변위 관계에서 속도의존적 성분은 제거하고, 변위의존적 성분은 유효강성으로 치환하여 얻어진 밀면 전단력, kN

(2) 감쇠장치의 변위의존적 성분의 유효강성

개별 감쇠장치의 하중-변위 관계에서 변위의존적 성분의 유효강성은 V_h 의 산정과정에서 얻어진 감쇠장치의 변위와 하중에 기초하여 다음 식에 따라 산정한다.

$$k_{eff} = \frac{|F^+| + |F^-|}{|\Delta^+| + |\Delta^-|} \quad (6.13-4)$$

여기서, Δ^+, Δ^- : 각각 감쇠장치의 정, 부방향으로 발생하는 최대변위, m

F^+, F^- : 각각 Δ^+, Δ^- 에서 발생하는 감쇠장치의 하중, kN

6.13.5 설계 검토

감쇠시스템의 해석, 설계와 장치시험결과에 대한 설계검토는 지진해석법과 에너지소산시스템의 이론과 실무에 경험이 있는 등록된 전문가로 구성된 독립된 집단에 따라 수행하여야 한다. 설계 검토는 최소한 다음 사항을 포함하여야 한다.

- (1) 감쇠장치의 설계변수를 포함한 지진력저항시스템과 감쇠시스템 예비설계의 검토
- (2) 지진력저항시스템과 감쇠시스템의 최종설계와 모든 관련 해석의 검토
- (3) 감쇠장치 시험 요구조건, 장치의 품질관리와 성능보증, 유지관리 일정과 점검사항의 검토

6.13.6 감쇠장치의 시험

6.13.6.1 일반사항

감쇠시스템 설계에 적용된 감쇠장치의 힘-속도 또는 힘-변위관계와 감쇠특성은 이 조항에 규정한 장치원형 시험에 따라야 한다. 품질관리시험에 적용되는 감쇠장치의 제작과 품질관리 절차는 장치원형 시험과 똑같아야 한다.

6.13.6.2 장치원형 시험

설계에 사용된 감쇠장치의 종류와 크기별로 각각 2개의 실험규모 감쇠장치에 대하여 이 조항에서 규정한 시험들을 실시하여야 한다. 구조물에 사용되는 장치의 종류와 크기별로 제조와 품질관리 절차가 동일하고, 동시에 책임구조기술자가 대표 크기에 대한 장치원형 시험을 허용한 경우에 한하여 각 종류별로 대표 크기의 감쇠장치만 장치원형 시험을 할 수 있다. 책임구조기술자가 허용하는 동시에 장치원형 시험과 제품시험에 관한 요구조건에 부합되지 않는다면 시험에 사용된 시험체는 구조물의 시공에 사용할 수 없다.

(1) 시험순서와 방법

시험은 다음과 같은 일련의 순서에 따라 수행하며, 각 감쇠장치를 실제 설치하였을 때의 고정 하중과 활하중의 효과를 고려하고, 온도환경을 반영하여야 한다. 지진하중시험에서는 최대 예상지진에 대한 장치의 변위를 사용하여야 한다.

- ① 풍하중시험: 2,000회의 반복회수로 기본진동주기의 역수에 해당하는 진동수($f_1 = 1/T_1$)로 반복재하
- ② 지진하중시험: 최대예상지진 시 장치변위를 정현파 형태로 $1/T_{1M}$ 과 같은 진동수로 5회 반복시험. 여기서, 감쇠장치 특성이 작동온도에 따라 변하는 경우에는 온도범위를 포괄하는 최소한 3가지의 조건(최소온도, 상시온도, 그리고 최대온도)에서 지진하중시험을 수행
- ③ 진동수의존성 시험: 감쇠장치가 진동수의존성이 있는 경우 풍하중시험과 지진하중시험을 진동수 $1/T_1$ 과 $2.5/T_1$ 에서 수행

(2) 시험의 생략

다음의 두 조건을 모두 만족하는 경우에는 감쇠장치의 장치원형 시험을 수행할 필요가 없다.

- ① 책임구조기술자가 유사한 장치와 시험에 관한 모든 데이터를 열람할 수 있는 상태에서 시험의 생략을 허가
- ② 책임구조기술자가 해당 감쇠장치와 사전에 시험이 수행된 장치 사이의 유사성을 인정

(3) 하중-속도-변위특성 결정

감쇠장치의 하중-속도-변위특성은 앞서 규정된 장치원형 시험용 반복가력시험에 근거해야 한다. 감쇠장치의 유효강성은 식 (6.13-4)를 사용하여 각 진폭레벨에 대해 산정하여야 한다.

(4) 변위의존형 감쇠장치의 적합성

변위의존형 감쇠장치의 성능은 6.13.6.2(1)에 규정된 시험에 근거하여 다음 조건이 모두 만족된다면 적절하다고 간주한다.

- ① 풍하중시험: 누출, 항복, 파손을 포함하는 손상 징후가 없음
- ② 지진하중시험과 진동수의존성 시험

가. 임의 회차의 반복재하시 변위 원점에서의 최대·최소하중이 특정 진동수와 온도에서 수행된 모든 반복재하로부터 산정된 각각 평균치의 15% 이내

건축구조기준 설계하중

나. 임의 회차의 반복재하 시 최대예상지진 장치변위에서의 최대·최소하중이 특정 진동수와 온도에서 수행된 모든 반복재하로부터 산정된 각각 평균치의 15% 이내

다. 임의 회차의 반복재하시 감쇠장치의 이력곡선 면적이 특정 진동수와 온도에서 수행된 모든 반복재하로부터 산정된 평균치의 15% 이내

라. 변위 원점과 최대예상지진 장치변위 각각에서의 최대·최소하중의 평균치와 이력곡선 면적의 평균치가 책임구조기술자에 따라 제시된 목표 값의 15% 이내

(5) 속도의존형 감쇠장치의 적합성

속도의존형 감쇠장치의 성능은 6.13.6.2(1)에 규정된 시험에 근거하여 다음 조건이 모두 만족된다면 적절하다고 간주한다.

① 풍하중시험: 누출, 항복, 파손을 포함하는 손상징후가 없음

② 지진하중시험과 진동수의존성 시험

(가) 강성을 가진 속도의존형 감쇠장치의 경우, 임의 회차의 반복재하시 감쇠장치의 유효강성이 특정 진동수와 온도에서 수행된 모든 반복재하로부터 산정된 평균치의 15% 이내

(나) 임의 회차의 반복재하 시 변위 원점에서의 최대·최소하중이 특정 진동수와 온도에서 수행된 모든 반복재하로부터 산정된 각각 평균치의 15% 이내

(다) 임의 회차의 반복재하 시 감쇠장치의 이력곡선 면적이 특정 진동수와 온도에서 수행된 모든 반복재하로부터 산정된 평균치의 15% 이내

(라) 변위 원점에서의 최대·최소하중의 평균치와 유효강성(강성을 가진 감쇠장치에 한함)의 평균치와 이력곡선 면적의 평균치가 책임구조기술자에 따라 제시된 목표 값의 15% 이내

6.13.6.3 품질관리시험

건축구조물 설치에 앞서 설치될 모든 감쇠장치의 하중-속도-변위특성이 책임구조기술자가 정한 한계 내에 있는지를 보장하기 위한 시험을 수행한다. 제품시험의 범위와 빈도는 책임구조기술자에 따라 결정한다.

7. 토압 및 지하수압

7.1 일반사항

이 장은 건축물 및 공작물의 구조체에 작용하는 토압 및 지하수압의 산정에 적용한다.

7.2 벽체에 작용하는 토압 및 지하수압

(1) 지하외벽의 설계 시 토압, 지하수압, 지표면에 재하되는 정적하중 및 동적하중의 영향을 고려하여야 한다.

- (2) 지하수위 이하에서의 토압 산정 시 부력에 의한 흙중량의 저하와 지하수압을 동시에 고려하여야 한다.

7.3 바닥에 작용하는 지하수압

흙에 접하는 바닥 구조체는 최하부 바닥의 전면적에 작용하는 수압에 대해 안전해야 한다.

8. 온도하중

8.1 일반사항

이 장은 건축물 및 공작물의 구조체에 작용하는 온도하중의 산정에 적용한다.

8.2 온도하중

구조물의 설계 시 온도에 의한 하중효과를 고려하여야 한다.

9. 유체압 및 용기내용물 하중

9.1 일반사항

이 장은 건축물 및 공작물의 구조체에 작용하는 유체압 및 용기내용물 하중의 산정에 적용한다.

9.2 유체압

- (1) 지상에 있는 용기로서 수조, 기름탱크 등 이와 유사한 유체압이 작용하는 구조에 관한 사항을 고려하여야 한다.
- (2) 용기의 설계 시 벽체에 작용하는 수평압과 바닥에 작용하는 수직압을 고려하여야 한다. 또한 액체 표면에 공기압 등의 압력이 작용할 경우 이 압력에 의한 수평력과 수직력을 추가로 고려하여야 한다.

9.3 용기내용물 하중

9.3.1 액체압

용기내용물의 액체압은 9.2(유체압)에 따른다.

건축구조기준 설계하중

9.3.2 분말 및 입자형 재료의 압력

9.3.2.1 저장재료의 설계압 산정조건

저장재료의 설계용 압력은 정지압뿐만 아니라 재료의 적재 시, 배출 시, 아치형태로 적재된 저장재료의 갑작스런 붕괴 시, 공기압 및 편심배출시 예상되는 모든 압력의 증감을 고려하여야 한다. 군집용기에 대해서는 각 용기가 만재되어 있는 경우와 비어 있는 경우를 조합하여 고려하여야 한다.

9.3.2.2 저장재료의 정지압

정지된 상태의 저장된 재료에 의하여 용기에 작용하는 정지압은 수직방향 단위정지압, 수평방향 정지압, 수직방향 마찰력 등으로 나타낼 수 있다.

9.3.2.3 저장재료에 의한 설계압

저장재료에 의한 설계압은 정지압에 적절한 과하중계수 또는 충격계수를 곱하여 산출한다.

9.3.2.4 공기압용기의 설계압

공기압용기의 설계압은 아래의 (1)과 (2) 중 큰 값을 선택한다.

- (1) 공기압을 무시하고 산출한 설계압
- (2) 공기압을 고려할 경우 공기중에 뜬 입자가 서로 접촉하지 않아서 정지상태의 밀도보다 작은 상태의 설계압(벽체의 단위길이당 수직방향 마찰력은 공기압이 없는 경우와 같다.).

9.3.2.5 재료의 비대칭흐름으로 인한 압력의 증감 또는 감소

용기설계 시 배출구로부터 비대칭흐름 영향을 고려하며 용기주변의 압력변화에 따른 원주방향 휨모멘트를 벽체설계에 반영한다.

10. 운반설비 및 부속장치하중

10.1 일반사항

이 장은 건축물 및 공작물의 구조체에 작용하는 운반설비 및 부속장치하중의 산정에 적용한다.

10.2 동력연동장치 지지구조물

동력연동장치를 지지하는 구조물의 경우 그 중량과 샤프트의 회전 등에 따른 진동이나 충격에 의한 하중

집필위원	분야	성명	소속	직급
		최준식	단이엔씨	
		김점한	크로스구조연구소기술사무소	
		최일섭	연우건축구조기술사무소	
		하영철	금오공과대학교	
		함희정	강원대학교	
		이광열	대림대학교	
		황종국	한국전통문화대학교	
		정광량	동양구조안전기술	
		윤광섭	미래ISE	
		김진영	제이텍구조엔지니어링	
		박홍근	서울대학교	
		김태완	강원대학교	
		이기학	세종대학교	
		서규석	선구조엔지니어링	
		김영민	보성이엔지그룹	
		현창국	동양구조 E&R	
		김대곤	서울과학기술대학교	
		이은진	동양구조 E&R	

자문위원	분야	성명	소속
		강현구	서울대학교
		김석구	(주)쓰리디엔지니어링
		김종호	(주)창민우구조건설탄트
		김홍진	경북대학교
		민경원	단국대학교
		박문재	국립산림과학원
		박지훈	인천대학교
		박홍근	서울대학교
		신성우	한양대학교
		이경구	대한건축학회
		이기학	세종대학교
		이리형	한양대학교(명예교수)
		이상현	단국대학교
		이철호	서울대학교
		전봉수	(주)전우구조건축
		정광량	(주)동양구조안전기술
		정란	단국대학교
		정재철	국민대학교(명예교수)
		조봉호	아주대학교
		천성철	인천대학교
		최경규	승실대학교
		최창식	한양대학교
		하영철	금오공과대학
		홍건호	호서대학교
		홍성걸	서울대학교
		홍성목	서울대학교(명예교수)

건설기준위원회	분야	성명	소속
	건축	임남기	동명대학교
		손보식	남서울대
		김의중	서보건축
		백민석	(주)건축사사무소더블유
		윤병익	(주)아이맥스트럭처
		최동욱	한경대학교

중앙건설기술심의위원회	성명	소속
	김정선	(주)크로스구조연구소
	김현아	승구조기술사사무소
	정재상	삼환기업(주)
	박혜성	인천도시공사
	박순천	(주)피씨엠글로벌건축사사무소
	김분란	푸른미래도시광진연구소
	김희옥	(주)에이텍종합건축사사무소

국토교통부	성명	소속	직책
	엄정희	국토교통부 건축정책과	과장
	박형재	국토교통부 건축정책과	사무관
	권희만	국토교통부 건축정책과	주무관

설계기준

KDS 41 10 15 : 2016

건축구조기준 설계하중

2016년 6월 30일 발행

국토교통부

관련단체 대한건축학회

06687 서울특별시 서초구 효령로 87(방배동 917-9)

☎ 02-525-1841 E-mail : webmaster@aik.or.kr

<http://www.aik.or.kr/>

국가건설기준센터

10223 경기도 고양시 일산서구 고양대로 283(대화동)

☎ 031-910-0444 E-mail : kcsc@kict.re.kr

<http://www.kcsc.re.kr>