

제1장 총 칙

1.1 일반사항

이 요령은 기존 건축물의 내진성능평가 시 그 절차 및 방법을 제시하는 것을 목적으로 한다. 이 요령에서는 내진성능평가를 ①「시설물의 안전 및 유지관리에 관한 특별법」(이하 시설물안전법)에 따라 정밀안전진단에 포함하여 내진성능평가를 실시하는 경우와 ②시설물안전법의 적용을 받지 않는 내진성능평가의 경우로 구분하고 있다. 예비평가와 함께 선형정적절차, 선형동적절차, 비선형정적절차, 비선형동적절차의 4종류의 상세평가의 방법 및 적용조건을 제시하고 있다. 적용대상은 철근콘크리트, 강재, 조적으로 이루어진 일반구조물이다. 장스팬구조물, 전통건축물, 초고층건축물 등 이 요령에서 평가방법을 제시하고 있지 않은 특수구조물의 경우 구조공학의 기본원리를 따르는 구조해석과 안전성이 검증된 합리적인 절차와 방법을 사용하여 내진성능평가를 수행할 수 있다.

[해설]

기존 건축물의 성능 평가는 일반적인 신축 건축물의 구조설계와는 개념적으로 다르다. 신축 구조설계는 아직 실재하지 않는 구조물을 대상으로 하기 때문에 주요 구조 부재만을 대상으로 구조해석 및 설계를 하게 된다. 이 때 기본적으로 내재되어 있는 불확실성을 극복하고 구조적 안정성을 확보하기 위해 하중은 하중계수를 통해 증가시키고 부재의 능력은 강도감소계수를 통해 감소시키는 보수적인 접근 방법을 사용하게 된다. 반면, 기존 건축물의 내진성능평가는 실재하고 있는 구조물을 대상으로 하기 때문에 주요 구조 부재뿐만 아니라 원칙적으로 하중 저항에 관여하는 모든 부재를 해석 모델에 포함시켜 해석 및 평가를 수행한다. 또한 현장조사를 통해 구조부재의 강도 등을 확인하므로 강도감소계수를 사용하지 않는다.

성능기반 내진성능평가와 일반내진설계기준에 따른 신축내진설계의 기본적인 차이점은 비선형 거동과 이에 따른 에너지소산능력을 어떻게 고려하는가에 있다. 즉, 일반내진설계기준에서는 구조형식별로 에너지소산능력을 미리 가정하여 지진하중을 감소시킨 다음 탄성해석을 통해 설계하는데 반해 성능기반 내진성능평가에서는 감소되지 않은 실제 지진력을 사용하되 구조해석시 에너지소산능력을 직접적으로 반영하게 된다. 따라서 비선형해석이 사용되는 것이 일반적이다. 선형해석도 적용될 수 있으나 하중재분배효과를 고려할 수 없는 단점이 있다.

신축 내진설계에서는 설계자가 선택한 주 지진력저항시스템의 변형능력을 바탕으로 설계지진하중을 산정한다. 즉, 어떤 구조시스템을 선택하느냐에 따라 설계에 사용하는 지진하중의 크기는 달라진다. 하지만 성능기반 내진성능평가에서는 적용하는 지진하중은 동일하다. 즉, 신축 설계에서 선택한 지진력저항시스템의 종류에 관계없이 해당 구조물이 저항해야 할 지진하중은 동일하다. 하지만 해석을 통해 구해진 부재력 및 변형량을 부담할 수 있는지 판정하기 위해 부재의 상태에 따라 허용기준이 다르며 혹은 파괴모드에 따라 변형지배와 힘지배로 구분한 다음 부재강도도 기대강도 혹은 공칭강도로 다르게 적용한다. 따라서, 기존 건축물 내진성능평가를 일반적인 신축 내진설계와 동일한 절차 및 방법으로 수행하는 것은 개념적으로 전혀 맞지 않다.

기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

본 요령은 시설물안전법에 따라 정밀안전진단에 포함되는 내진성능평가를 위한 기술지침서이다. 따라서 시설물안전법에 의한 내진성능평가는 상위규정인 시설물의 안전 및 유지관리 실시 등에 관한 지침, 세부지침을 적용받는다. 그러나 경주, 포항지진 이후, 내진성능평가에 대한 관심이 높아짐에 따라 시설물안전법의 대상이 아닌 건축물의 내진성능평가도 본 요령을 활용하는 경우가 많은 점을 고려하여 시설물안전법의 적용을 받지 않는 내진성능평가에 대한 관련규정을 언급한다.

1.1.1 내진성능 평가절차

이 요령은 일반적인 내진성능평가절차에 따라 순서가 구성되어 있다. 즉, 1장의 규정에 따라 대상 건축물의 도면 및 현장조사를 통해 평가에 필요한 재료강도 및 구조물의 상태를 판정하며 2장에서는 대상건축물의 중요도에 따라 최소성능목표를 설정하고 이에 따른 평가지진을 산정한다. 3장에서는 철근콘크리트조골조 혹은 골조전단벽구조와 조적조에 적용할 수 있는 예비평가법을 수록하였으며 4장에서는 본격적인 내진성능평가를 위한 성능기반평가법의 기본사항을 제시하였다. 철근콘크리트조, 조적채움벽 및 조적조, 강구조의 구조형식별 모델링 방법 및 성능수준의 판정기준은 각각 5, 6, 7장에 기술되어 있다. 또한 기초구조의 내진성능평가는 8장, 비구조요소의 내진성능평가는 9장에 제시되어 있다. 평가 후 평가내용 및 결과를 수록한 보고서는 부록에 제시된 항목을 포함하여 작성한다.

3장의 예비평가는 많은 수의 건축물을 빠른 시간내에 개략적으로 평가하기 위해 적용한다. 대상구조물에 대한 간단한 자료를 토대로 내진성능 상세평가의 필요성을 판단하기 위한 목적으로 실시한다. 예비평가에서는 간단한 자료 및 약산식을 사용하여 산정된 강도를 통해 내진성능을 보수적으로 평가한다. 매우 간략화된 약산식을 사용하므로 정확도가 상대적으로 낮으나 복잡한 해석과 평가절차가 필요한 상세평가지 심각한 오류가 있을 경우 이를 확인할 수 있는 자료가 되므로 상세평가를 수행할 경우에도 예비평가를 수행하고 상호비교해볼 것을 권장한다.

그림 1.1.1은 상세평가의 개략적인 흐름도를 보여준다. 예비평가는 배근상태에 관한 정보가 없을 경우에도 수행할 수 있으나 현장조사를 통해 하중을 저항하는 수직부재의 치수를 조사하여야 한다. 상세평가를 위해서는 단면치수와 배근상태 등의 단면특성에 대한 정보가 반드시 필요하다. 재료강도는 1.2에 규정된 절차를 통해 결정한다. 모든 평가단계에서 조적끼움벽체의 효과를 고려하여야 한다. 조적 끼움벽체는 지진시 골조와의 상호작용을 고려한 면내방향의 거동 뿐 아니라 면외방향의 전도 및 동적안정성을 검토하여야 하며, 이 결과를 반영하여 성능목표의 만족여부를 판정하여야 한다.

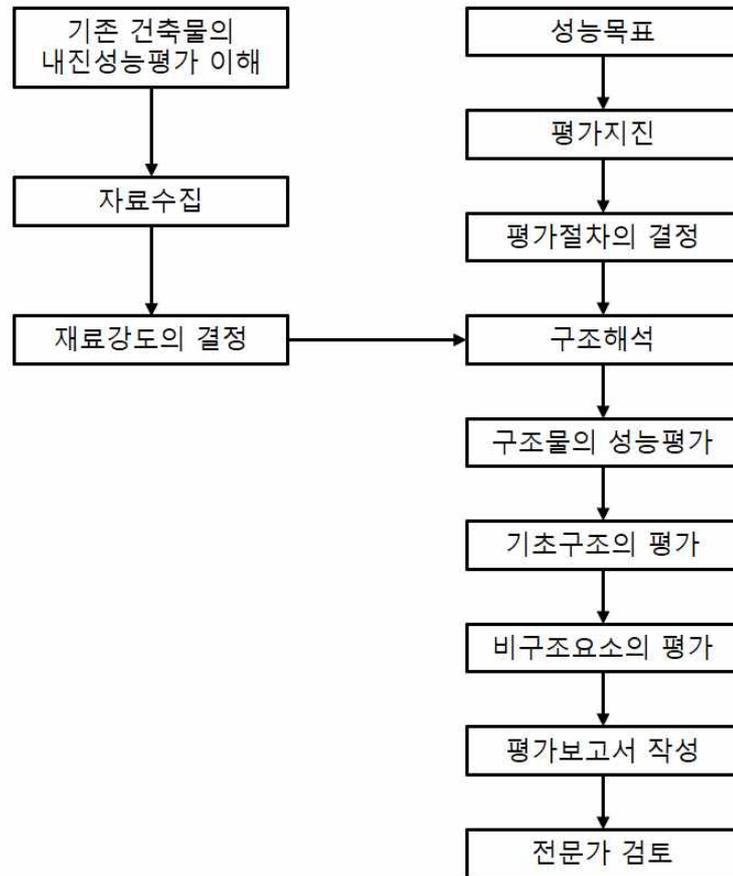


그림 1.1.1 내진성능평가절차 흐름도

[해설]

평가자는 내진성능평가절차에 대한 일련의 과정과 각 단계에서 필요한 정보 및 수행해야 할 주요 사항들을 충분히 이해하여야 한다.

이 요령에 따른 기존 건축물의 내진성능 평가절차는 예비평가와 상세평가로 구성되어 있어 평가의 목적에 따라 적절한 방법을 선택한다. 상세평가에서는 예비평가보다 대상 건축물에 대한 더 많은 정보를 요구하며 결과가 정확하다. 상세평가에서도 선형절차보다 비선형절차가, 정적절차보다 동적절차가 좀 더 정확한 평가결과를 도출한다.

조적채움벽, 허리벽, 날개벽을 포함하는 조적끼움벽은 구조물의 힘의 분배와 거동에 큰 영향을 주는 요소이다. 일반적으로 기존 골조구조물의 강도와 강성은 증가시키나 연성은 감소시키는 것으로 알려져 있다. 이 요령에서는 이를 고려하여 모든 평가단계에서 조적끼움벽의 효과를 고려하도록 하였다. 예비평가단계에서는 기둥의 순높이를 산정하는데 조적끼움벽의 효과를 고려하여 단주, 일반기둥, 극단주 등으로 구분하며, 상세평가단계에서는 압축스트럿 대각가새로 모델링하여 그 효과를 고려하였다.

1.1.2 평가자의 자격

①시설물안전법에 따라 정밀안전진단에 포함하여 내진성능평가를 실시하는 경우의 자격자는 해당 법 및 하위 규정을 따르고, ②시설물안전법의 적용을 받지 않는 내진성능평가의 경우에는 건축구조기준을 따른다.

[해설]

기존 구조물의 내진성능 평가는 기술자의 공학적인 판단이 필요한 정밀한 구조해석에 기반하고 있어 잘못된 구조해석모델을 사용할 경우 그 평가결과에 큰 차이가 발생할 수 있다. 또한 내진성능평가의 절차는 재료강도의 산정절차를 제외하고는 성능기반 내진설계의 절차와 동일하므로 평가자의 자격은 제한될 필요가 있다. ①시설물안전법에 따라 정밀안전진단에 포함하여 내진성능평가를 수행하는 경우 평가자의 자격은 시설물안전법 및 하위 규정을 따른다. 이는 시설물안전법 및 하위규정의 「정밀안전점검 및 정밀안전진단 실시결과에 대한 평가」 절차에 따라 내진성능평가의 부실을 방지할 수 있는 점을 고려한 것이다. ②시설물안전법의 적용을 받지 않는 내진성능평가의 경우에는 건축구조기준에서 규정하는 성능설계법의 기술자 자격요건으로 한다. 다만, ③정형적인 형태를 가지는 구조물에 대한 예비평가의 경우, 본 요령에서 주어진 절차에 따라 평가를 수행한다면 그 결과에 큰 차이가 발생하지 않기 때문에 일반 건축구조전공자도 이 요령에서 제시하는 예비평가 시트를 사용하여 수행할 수 있도록 규정하였다.

1.1.3 평가 보고서의 검증 및 전문가 검토

내진성능 평가보고서에는 1.3에 따라 내진성능평가의 절차와 근거를 명확히 제시하여야 하며, 적절한 검증 및 전문가 검토를 받아야 한다. ①시설물안전법에 따른 정밀안전진단에 포함하여 내진성능평가를 실시하는 경우 시설물안전법 및 하위규정에 따른 전문가 자문으로 실시할 수 있다. ②시설물안전법의 적용을 받지 않는 내진성능평가의 경우의 내진성능 평가과정과 내진성능 평가결과는 2인 이상의 내진공학 전문가로부터 검증받아야 한다.

[해설]

상세평가는 일반 구조설계와 다른 해석절차가 사용된다. 성능기반 평가법이라고 불리는 이 절차를 정확히 수행하기 위해서는 지진력의 전달경로와 그 경로상에 있는 구조부재의 변형, 비탄성 거동이 발생하는 위치, 힘과 비탄성변형의 관계 등 지진시 구조물에서 발생하는 비선형 거동에 대해 충분한 이해가 필요하다. 이러한 지식이 있어야 선형절차의 경우 선형해석결과로부터 비선형 거동을 추정하여 정확한 내진성능평가를 수행할 수 있다. 또한 비선형절차의 경우 잘못된 모델링이나 해석상의 오류들을 파악하기 위해 구조해석 프로그램 별 비선형 해석기능의 원리, 장단점, 한계 등에 대해 충분한 지식을 갖추고 있어야 한다. 따라서 상세평가는 상기 평가를 수행하는 평가자의 내진설계에 대한 지식 정도 및 공학적 판단에 의해 평가결과에 상당한 차이를 가질 수 있다. 이에 내진공학에 대하여 전문적 지식을 갖추고 있는 제 3자에 의한 검증과 확인을 통하여 상세평가 결과의 신뢰성 확보가 필수적이라고 할 수 있다. ①시설물안전법에 따라 정밀안전진단

에 포함하여 내진성능평가를 실시하는 경우, 보고서의 검증 및 전문가검토는 시설물안전법에서 규정하는 전문가 자문으로 대체할 수 있다. 이는 시설물안전법 및 하위규정의 「정밀안전점검 및 정밀안전진단 실시결과에 대한 평가」 절차에 따라 내진성능평가 결과가 검증받기 때문이다. ② 시설물안전법의 적용을 받지 않는 내진성능평가의 경우 건축구조기준의 성능설계법에 따라 2인 이상의 내진공학 전문가로부터 타당성을 검증받아야 한다.

1.1.4 구조해석 및 설계 소프트웨어

모든 구조해석과 내진성능평가를 위한 해석 소프트웨어는 충분한 검증을 거친 것을 사용한다.

1.2 자료수집 및 재료강도의 결정

재료강도는 1.2에 규정된 절차를 통해 결정한다. 단, 시설물안전법에 따라 정밀안전진단에 포함하여 내진성능평가를 실시하는 경우 재료강도의 조사방법은 시설물안전법 및 하위규정을 따라 수행할 수 있다.

1.2.1 현장조사

이 요령의 상세평가규정에 따라 기존건축물을 평가하기 위해서는 대상구조물에 대한 상세한 정보가 요구된다. 우선 건축물 대장, 설계도서, 구조계산서, 지반조사보고서 등 관련 서류 및 보고서를 통해 위치 및 지반조건, 시공년도, 내진설계의 여부, 적용 설계기준 등을 확인한다. 수집된 서류 및 보고서를 바탕으로 현장조사를 통해 부재치수 및 배근상태 확인, 강구조 접합부 상세, 평면의 용도변경 및 조적벽체의 설치 등 표 1.2.1에 제시된 각 항목에 대한 조사를 수행하여 설계도서를 검증하고 평가에 필요한 정보를 취득한다. 설계도서가 없을 경우 체계적인 현장조사를 통해 구조도면을 작성하고 표 1.2.1에 제시된 항목에 대한 정보를 취득하여야 한다. 설계도서가 있을 경우에도 현장조사를 통해 용도변경 및 사용현황, 증축부, 익스펜션조인트, 슬래브 무게증설, 무거운 비구조재의 위치 및 접합상태, 조적 끼움벽체(채움벽, 허리벽, 날개벽)의 위치, 치수, 마감재의 종류 및 두께, 수직 및 수평줄눈의 상태, 경계부의 접합상태 정보를 취득하여야 하며 이를 평가에 반영하여야 한다.

현장조사 필수항목 및 세부기준은 표 1.2.1과 같다. 재료강도는 현장조사 및 시험결과를 통해, 콘크리트와 철근은 5.2장, 강재는 7.2장을 참고하여 결정한다. 설계도서가 없거나 설계도서에 설계기준강도가 명기되어 있지 않은 철근 및 강구조는 표본을 채취하여 인장시험을 통해 강재의 강도를 결정할 수 있다. 현장조사를 통해 재료강도를 결정할 경우 계측된 재료강도의 편차를 고려할 수 있도록 충분한 수의 표본을 사용한다.

코어시험에 따라 콘크리트 강도를 결정하는 경우, 직경 50mm 이상의 코어를 채취한다. 코어시험 최소수량은 조사단위 수량(층당 1개, 단, 익스펜션조인트로 분리되어 있는 부분과 증축된 부분은 별개의 조사단위로 본다)과 6개소 중 큰 값을 원칙으로 한다. 코어시험 최소수량이 6개소를 초과하거나 이를 모두 시험하기 어려운 경우에 비파괴시험을 병용할 수 있다. 이 경우에도 최소 6개소는 코어시험을 하여야 한다. 비파괴시험은 각 조사단위별로 두 종류 이상의 부재에서 실시하며 각 부재별로는

기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

2개소 이상 수행한다. 다만, 코어시험을 수행한 위치에서 비파괴 시험을 실시하고 코어시험결과와 비파괴시험결과를 비교하여 보정계수를 산출하며, 이 보정계수를 비파괴시험 결과에 반영한다. 코어시험에서 얻어진 콘크리트 강도가 품질확보를 위한 **최저 기준강도** 미만인 경우 재검사를 실시해야 하며, 재검사에서도 동일한 결과가 나올 경우에는 연직하중에 대한 안전이 확보되지 못한 것으로 판단하여 구조안전성에 대한 정밀안전진단을 실시한다.

조적체움벽의 모르타르마감의 두께와 시공상태를 확인하여 상태 판정에 반영한다. 조적체움벽의 수직줄눈 사춤상태는 마감이 없는 곳에서 확인하거나 마감을 제거하고 확인한다. 조적체움벽 상단의 사춤 상태는 조적체움벽이 천장 마감 내부로 연장된 경우에 해당 부분을 직접 육안으로 확인하여야 한다.

[해설]

설계도서가 있을지라도 최종도면이 아닌 허가도면인 경우가 많으며 완공후 용도변경에 따라 작용하중의 분포가 달라진 경우가 많으므로 현장조사를 통해 검증하여야 한다. 또한 내진성능에 큰 영향을 미치는 구조부재와 조적체움벽은 반드시 현장조사를 통해 노후도와 상태를 확인하고 내진성능평가에 반영하여야 한다. 현장조사를 통해 파악하기 힘든 정보, 예를 들어 주근의 이음 및 횡보강근의 정착 상세 등은 건설연도 당시의 시공관행을 참조하여 엔지니어가 판단하여야 한다.

표 1.2.1 현장조사 필수항목 및 세부기준

	조사항목	요구사항	비고
공통	부재 규격	<ul style="list-style-type: none"> 도면이 있는 경우: 모든 조사단위에서¹⁾ 부재 종별로 각각 3개소 이상 조사 도면이 없는 경우: 모든 조사단위에서¹⁾ 부재 종별로 각각 9개소 이상 조사하여 구조도면 작성 	
	구조성능 저하 및 손상	<ul style="list-style-type: none"> 모든 부재 종별로 육안조사 	<ul style="list-style-type: none"> 철근 노출, 콘크리트 및 조적조 균열, 침하 등 조사 및 내진성능평가 반영 방안²⁾
	중량물	<ul style="list-style-type: none"> 지진하중에 영향을 줄 수 있는 비구조요소 또는 건물외 구조의 중량 	
	마감재	<ul style="list-style-type: none"> 조적체움벽 마감재의 종류, 평균두께, 상태 슬래브 마감재 종류 및 평균두께 치장벽돌의 재료 및 접합상태 	<ul style="list-style-type: none"> 슬래브 마감재: 지진하중 산정 시 건물중량에 반영
지반	시추조사	<ul style="list-style-type: none"> 내진특등급 건물 : 2개소 (이중 1개소는 주변 지반DB자료로 대치가능) 기타 내진등급 건물 : 1개소 (주변 지반DB자료로 대치가능) <p>단, 지반DB자료는 대상건물과 시추공사이의 최소거리가 300m 이내의 자료이어야 함</p>	<ul style="list-style-type: none"> 에너지 보정된 표준관입시험 전단파 탐사 시험 단, 전단파속도에 의해 지반이 분류되므로 전단파 속도 시험을 우선 고려한다.
기초	기초의 규격	<ul style="list-style-type: none"> 도면이 없고, 특등급 건물에서 기초의 침하로 인해 기능수행에 지장을 초래할 것으로 예상되는 경우에 한하여 조사 	

	조사항목	요구사항	비고
철근 콘크리트	콘크리트 압축강도	<ul style="list-style-type: none"> 코어시험 필수 코어시험 최소수량 = $\max(\text{조사단위}^D \text{ 수}, 6)$ 비파괴시험: 코어시험 수량이 6개소 초과 시 병용 가능. 코어시험에 의한 보정계수 적용 필수 비파괴시험 수량: 조사단위별로 2종 부재 × 각 부재별 2개소(단부, 중앙부) 이상 	<ul style="list-style-type: none"> 코어채취 위치: 보, 기둥, 벽체, 슬래브에서 내력에 영향을 최소화 할 수 있는 위치³⁾ 시험 후 복구 실시 마감의 영향을 받는 비파괴시험은 마감을 제거하고 구조체에 대하여 실시
	철근배근 상태조사	<ul style="list-style-type: none"> 도면이 있는 경우: 모든 조사단위에서^D 부재 종별로 각각 3개소 이상 조사 도면이 없는 경우: 모든 조사단위에서^D 구조도면 작성에 충분한 수량으로서 부재 종별로 각각 3개소 이상 	<ul style="list-style-type: none"> 부재 종별: 보, 기둥, 보-기둥 접합부, 벽체 피복두께를 포함
조적조	기본정보	<ul style="list-style-type: none"> 모든 채움벽과 허리벽 위치, 높이, 두께 	
	채움벽과 허리벽의 상태	<ul style="list-style-type: none"> 조사단위^D별 2개소 이상 	<ul style="list-style-type: none"> 상단부 및 수직줄눈 사춤 상태
강구조	부식	<ul style="list-style-type: none"> 모든 조사단위에서^D 부재 종별로 각각 3개소 이상 조사 	
	접합부	<ul style="list-style-type: none"> 층별 3개소 이상 	<ul style="list-style-type: none"> 용접 및 볼트 베이스플레이트 포함

실측이 어려운 조사대상은 결정의 근거를 반드시 보고서에 명기한다.

- 1) 조사 단위: 각 층을 하나의 조사 단위로 하되, 익스팬션조인트로 분리되어 있는 부분과 증축된 부분은 별개의 조사단위로 본다.
- 2) 현장시험에 의하지 않고 통계적 기본값 또는 설계도서의 기준강도 적용 시 현장조사 결과를 근거로 노후도 계수를 반영한다.
- 3) 슬래브에서 채취할 수 있으나 전체에서 차지하는 비중을 최소화한다. 지반에 인접한 부재를 피한다.

1.2.2 재료강도의 결정

내진성능평가를 위한 재료강도는 현장시험을 실시한 경우 그 결과값을 적용한다. 현장시험을 실시하지 못한 재료는 설계도서상의 설계기준강도에 사용연수 및 재료상태에 따른 감소계수를 곱한 값을 적용한다. 설계도서에 명시된 설계기준강도의 정보가 없는 경우 연도별 기본재료강도에 재료상태에 따른 감소계수를 곱한 값을 적용한다. 이때, 재료강도 및 특성에 대한 시험방법은 KS표준, 콘크리트 설계기준 및 강구조설계기준에 따르며 조적조의 경우 6장에 제시한 방법을 따른다.

현장시험을 실시하여 재료강도를 결정하는 경우, 코어테스트 결과 또는 1.2.1에 따라 보정계수를 적용한 비파괴검사 결과값을 사용하여 결정한다. 다만, 시설물안전법 및 하위규정에 따라 정밀안전진단에 포함하여 내진성능평가를 실시하는 경우 재료강도는 시설물안전법 및 하위규정에 따른 재료시험 방법으로 그 값을 결정할 수 있다. (단, 내진보강설계를 위한 내진성능평가에는 이 예외사항을 적용할 수 없다.) 현장시험 결과에 근거하여 재료강도를 결정할 때에는 피복두께, 중성화깊이, 철근 및 철골의 부식정도, 콘크리트의 이어치기의 상태, 결함 등을 종합적으로 고려하여 결정해야하며, 이 조사사항은 시설물안전법 및 하위규정을 기준으로 한다.

이 경우, 기대강도는 시험결과의 평균으로 하며 설계기준강도(공칭강도 혹은 하한강도)는 기대강도에서 표준편차를 뺀 값으로 한다. 시험결과의 변동계수가 0.2를 초과하는 경우, 기대강도는 표본 평균의 75%로 하며 설계기준강도는 평균에서 표준편차를 뺀 값의 75%로 한다. 이 경우 변동계수를 축소하기 위해 추가적인 시험을 실시할 수 있다.

기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

설계도서상의 설계기준강도를 사용하여 재료강도를 결정하는 경우 다음과 같은 내용을 고려해야 한다. 설계도서에 명기된 설계기준강도는 재료의 공칭강도로서 재료강도의 변동을 고려한 안전측의 값이다. 따라서 기대강도(재료가 실제로 발현할 수 있을 것으로 기대되는 강도의 평균값)는 5 ~ 7장에서 각 재료별로 제시된 보정계수를 설계기준강도에 곱하여 구할 수 있다. 이때 설계기준강도는 표 1.2.2에서 제시된 경과년수에 따른 감소계수와 재료상태에 따른 감소계수를 곱하여 사용한다. 단, 설계도서에 명기된 설계기준강도에 경과년수에 따른 감소계수를 곱한 값이 표 1.2.3에 제시된 연도별 기본재료강도의 공칭강도보다 낮을 경우 연도별 기본재료강도를 사용할 수 있다. 이 때, 현장조사를 실시하지 않을 경우 재료상태는 불량으로 간주한다. 재료의 상태는 구조요소에 발생한 균열발생, 변형, 화재이력, 마무리정도에 따라 엔지니어의 판단에 의해 결정하며 재료상태를 보통 혹은 양호로 판정할 경우 그 판단근거를 제시하여야 한다.

예비평가지 현장시험을 실시하지 않는 경우 또는 상세평가지 설계도서가 없고 현장시험이 어려운 재료(철근 등)의 경우 재료강도는 표 1.2.3의 연도별 기본값을 사용할 수 있다. 기본값에는 경과년수에 따른 재료강도의 감소가 이미 고려되어 있으므로 이에 대해 추가적으로 고려하지 않아도 되나, 재료상태에 따른 재료강도 감소계수는 현장조사에 근거하여 적용해야 한다. 강재의 연도별 기본값은 7.2.1(5)를 따른다.

표 1.2.2 경과년수 및 재료상태에 따른 재료강도의 감소계수

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

표 1.2.3 건설연도별 재료의 기본값

구분	1970년 이전		1971-1987년		1988-2000년		2001년 이후	
	공칭 강도	기대 강도	공칭 강도	기대 강도	공칭 강도	기대 강도	공칭 강도	기대 강도
콘크리트 강도 (f_{ck} , MPa)	13	15	15	18	18	21	21	25
철근의 항복강도 (f_y , MPa)	240	300	240	300	240 ¹⁾	300 ¹⁾	300	360

¹⁾ 책임구조기술자의 판단 하에 2001년 이후와 동일한 기본값을 사용할 수 있다.

[해설]

구조설계시 사용되는 설계기준강도는 재료강도의 변동을 고려한 안전측의 값이다. 콘크리트의 경우 배합되는 각 재료의 상태와 양생방법 등에 따라 발현강도가 달라질 수 있다. 기존 건물의 경우에는 이미 굳은 콘크리트를 대상으로 시험을 수행한 결과를 사용하므로 제조 및 양생 과정의 불확실성이 포함되지 않고 표본의 수량이 제한되므로 ASCE 41을 참조하여 변동계수에 관한 규정을 추가하여 보완하였다. 표 5.2.1와 표 7.2.2에 제시된 계수는 설계기준강도와 기대강도의 비율을 나타내는 값이다.

ASCE 41에서도 이와 유사한 형태로 공칭강도로부터 기대강도를 얻기 위한 보정계수를 제시하고 있다. 단, ASCE 41에서는 콘크리트 설계기준압축강도로부터 기대강도를 추정하기 위한 계수로 1.50을 제시하고 있으나, 품질관리가 철저하지 못하였던 예전의 국내 기존 콘크리트 건축물 시공 실태를 반영하여 보수적인 평가를 위해 1.20을 사용하도록 하였다.

국내 현장조사결과 조적조 건축물의 노후도는 심각한 수준으로 보고되고 있다. 조적조의 강도를 최대 25%까지 저감시킨 것은 이러한 상황을 고려하여 FEMA 356(Table 7-1)에서 상태가 나쁜 조적벽의 압축강도는 상태가 양호한 경우에 비해 1/3수준으로 낮게 보고 있으며 전단강도는 1/2수준으로 저감시킴을 참고하여 보수적으로 결정하였다.

건설연도별 재료의 기본값 중 1971년~2000년까지의 자료는 “국내실정에 맞는 취성파괴형 및 삼중수평저항 시스템 건축물의 내진성능평가기법개발(한국시설안전공단, 2008)“에 수록되어 있는 국내 중·저층 철근콘크리트조 건물을 대상으로 한 조사자료를 근거로 하고 있으며, 2001년 이후의 값은 현재 사용되는 가장 낮은 콘크리트 및 철근의 강도를, 1971년 이전의 값은 1970년~1988년 자료로부터 노후도를 감안하여 저감시켜 결정하였다. 참고로 일본의 경우 재료강도의 최소치 조사결과를 보면 1957년에는 13.5MPa, 1962년 15MPa, 1972년 18MPa로 보고되고 있다.

1.3 내진성능 평가결과 보고서

내진성능을 평가한 후 평가결과를 보고서의 형태로 제출한다. 보고서의 문장은 간결하고 앞 뒤 연결 관계가 명확하여야 하며, 객관적인 자료수집과 분석 그리고 결론으로 이루어져야 한다. 보고서에 포함되어야 하는 항목은 다음과 같으며 예비평가의 경우 보고서 작성시 구조시스템별로 제시된 예비평가시트를 사용할 수 있다.

- ① 구조물에 대한 정보
- ② 구조해석 모델 및 가정 사항
- ③ 부재별 평가결과
- ④ 최종 판정결과 및 결론

상세평가수행 후 보고서 작성시 각 항목별로 제시되어야 할 정보의 종류는 부록 A에 제시되어 있다. 부록 B는 필수정보가 포함된 간략한 보고서의 예시로서 실제 내진성능 평가보고서에는 평가결과의 결론을 도출하는데 사용된 근거자료(현장조사결과 및 해석결과)가 추가로 제시되어야 한다. 부록 C는 건축물의 성능에 가장 큰 영향을 미치는 1층 수직부재의 파괴모드를 분류하고 이를 통해 해석결과의 적정성 (혹은 중대한 오류)를 판단하기 위한 수직부재 사전평가표이다.

1.4 용어 정의

이 평가요령에 사용되는 주요 용어의 정의는 원칙적으로 '건축구조기준' 및 '건축구조용어사전(대한건축학회, 2008)'에 따른다. 그 밖의 용어에 대해서는 아래의 정의를 따른다.

1차부재 (primary component) : 지진력(연직하중포함)을 저항하도록 요구되는 부재로서 주로 지진력저항시스템 내의 부재.

2차부재 (secondary component) : 연직하중만을 저항하도록 요구되는 부재. 횡하중을 저항능력이 요구되지 않는 지진에 의한 횡변위가 발생하여도 연직하중 지지능력을 유지하여야 한다.

m 계수 : 변형지배거동 참조

가새골조 : 가새 부재의 축방향력을 통해 횡력을 지지하는 구조 방식을 말한다.

감쇠 : 운동하는 물체에 저항하는 힘으로, 일반적으로 운동속도에 비례하는 저항력을 뜻함

공진 : 어떤 진동계가 고유진동수에 가까이 혹은 일치하는 주기적인 외력을 받게 될 때, 반응량이 급격히 증가하는 현상

관성력 : 운동하는 물체에 작용하는 힘으로, 질량×가속도의 크기를 갖고 방향은 가속도와 반대되는 힘

내진성능 평가기준 지진 : 기존 건축물의 내진성능을 평가할 때 기준으로 정한 지진하중의 크기. 성능목표 상의 지진위험도(또는 재현주기), 지진구역, 및 지반조건에 따라 평가기준 지진의 크기는 변화한다.

등가선형화법 (Equivalent linearization method) : 역량스펙트럼법

모멘트골조방식 : 수직하중과 횡력을 보와 기둥으로 구성된 라멘골조가 부담하는 구조방식을 말한다.

목표변위 (Target displacement) : 주어진 규모의 지진에 대하여 변위계수법을 통해 산정되는 구조물 최대요구변위의 예측치. 목표변위는 역량스펙트럼법에 의해 구해지는 성능점과 같은 의미이다.

밀면 : 지진 등이 건축 구조체에 전달되는 위치로서 구조체가 지면과 직접 접하는 지반표면의 부위를 말한다.

밀면전단력 : 구조물의 밀면에 작용하는 설계용 총 전단력을 말한다.

변위계수법 (Displacement coefficient Method) : 주어진 규모의 지진력 작용시 구조물의 최대요구변위를 예측하는 방법. 탄성단자유도시스템의 최대예상요구변위에 구조물의 항복 및 다자유도 효과 등을 고려하는 여러 계수를 곱하여 구한다.

변형지배거동 (Deformation-controlled action) : 지진력 저항시 항복이 수반되고 항복후 저항력을 기대할 수 있는 부재의 거동. 휨거동이 대표적이며 부재의 종류에 따라 휨 이외에 전단거동이 포함될 수 있다. 선형해석을 통한 평가에서 변위지배거동의 적합성, 즉 적절한 비선형 거동의 한계는 m 계수를 통해 판단하며, 비선형해석시에는 예측된 소성변형의 크기를 허용기준과 비교하여 평가한다.

비구조요소 : 차양·장식탑·비내력벽 기타 이와 유사한 것으로서 횡력저항에 영향을 미치지 않는 건축물의 구성부재를 말한다. 조적채움벽의 경우 비구조부재로 설계되나 구조물의 횡력저항능력에 미치는 영향이 크므로 구조물의 내진성능평가지 해석모델에 포함하여 고려하여야 한다.

성능수준 (Performance Level) : 지진력에 의해 발생한 구조물의 변형 혹은 손상에 따른 구조물의 상태를 규정하기 위해 설정된 단계. 구조체의 성능수준은 거주가능, 인명안전, 붕괴방지의 세 단계로 나뉜다.

성능점 : 역량스펙트럼법에 의해 산정된 최대요구가속도 및 변위를 나타내는 지점. 지진에 의한 요구곡선 및 구조물의 역량곡선의 교차점. 요구곡선에 의해 규정되는 규모와 특성을 가진 지진 작용시 역량곡선에 의해 규정되는 강도와 비선형능력을 가진 구조물에서 발생하는 지진가속도 및 변위를 나타낸다.

스펙트럼 : 구조물의 동적거동을 주기 혹은 주파수에 대한 성분으로 분해하여 배열한 것.

능력스펙트럼 (Capacity spectrum) : 능력곡선을 스펙트럼가속도와 스펙트럼변위의 관계로 표현한 곡선. 역량스펙트럼이라고도 한다.

능력곡선 (Capacity curve) : 횡하중을 증가시킬 때 구조물의 선형 혹은 비선형거동을 밀면전단력과 최상층변위로 표현한 곡선. 역량곡선 혹은 푸시오버 곡선이라고도 한다.

역량스펙트럼법 (Capacity spectrum method) : 지진에 의해 예상되는 구조물의 거동을 구하기 위해 구조물의 저항능력과 요구량을 능력스펙트럼과 요구스펙트럼의 형태로 한 곡선에 표현하여 최대요구변위를 구하는 방법.

응답 : 어떤 계가 외부로부터 자극을 받아 반응하는 현상. 일반적으로 지진이나 바람 등의 외부 자극에 의해 건축물이 진동하는 현상 등에 쓰임.

의사지진력 : 지진시 비선형거동을 통해 나타나는 구조물의 횡변위와 동일한 크기의 탄성변위를 나타내게 하는 지진하중.

기존 시설물(건축물) 내진성능 평가요령

재현주기 : 강우, 홍수, 지진 등과 같이 구조물에 영향을 미치는 환경조건의 강도와 발생의 변동을 통계적으로 표시하는 지표의 하나로서, 이미 관측된 값에 대해서는 각 년의 최대치가 정상적으로 독립하여 발생하는 것으로 어떤 크기 이상의 연 최대치가 몇 년에 한번 발생할 확률이 있는지를 정하여 그 연수를 재현주기라 함.

전단벽 : 벽의 면내로 횡력을 저항할 수 있도록 설계된 구조체를 말한다.

전단벽방식 : 수직하중과 횡력을 전단벽이 저항하는 구조방식을 말한다.

전단파속도 : 지반의 동적특성을 나타내는 지표의 하나로, 지반의 주기를 결정하거나 지반의 변형률을 결정하기 위해 필요한 요소

지진력저항시스템 : 지진하중을 저항하는 구조요소. 골조, 전단벽, 가새 혹은 이들이 복합적으로 사용된다.

층간변위 : 인접 층 사이의 상대 변위를 말한다.

층지진하중 : 건축물의 각 층에 작용하는 지진하중을 말한다.

기대강도 : 구조재료, 혹은 구조요소의 실제로 기대되는 예상강도의 평균값. 공칭강도보다 높다.

프리즘압축강도: 그라우트 또는 모르타르가 포함된 단위조적의 개체로 조적조의 성질을 규정하기 위해 사용하는 시험체로부터구한 조적의 압축강도.

힘지배거동 (Force-controlled action) : 취성적 특성을 가지는 부재의 거동으로 지진력 저항시 항복이 수반되지 않거나 항복 후 저항력을 기대할 수 없는 부재의 거동.

1.5 참고 기준

이 요령에서 언급하거나 인용하는 건축구조기준은 KDS 41 10 부터 KDS 41 70을 가리킨다. 또한 콘크리트용 앵커 설계는 2017년 개정 콘크리트구조 학회기준을 따른다.