



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년02월09일

(11) 등록번호 10-2359481

(24) 등록일자 2022년02월03일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 30/20 (2020.01) G06F 30/13 (2020.01)
- (52) CPC특허분류
G06F 30/20 (2020.01)
E04H 9/02 (2020.05)
- (21) 출원번호 10-2020-0181992
- (22) 출원일자 2020년12월23일
심사청구일자 2020년12월23일
- (56) 선행기술조사문헌
손정훈, 최인섭, 김준희. 선형 기반 내진설계 해석
법에 따른 수직비정형성 건축물의 변위집중 분석.
대한건축학회논문집, 36(6), 2020.6, 193-200p
엄태성, 박홍근, 김창수. 다단계 선형해석을 이용한
철근콘크리트 모멘트 골조의 내진설계. 대한건축
학회 논문집 - 구조계, 2008.12, 24(12), 11-18p
KR1020050033743 A
KR101811171 B1

- (73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대
학교)
- (72) 발명자
김준희
서울특별시 서초구 고무래로 35, 102동 702호
최인섭
서울특별시 성북구 종암로32길 13-3, 킨즈빌2차
202호
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
김인철

전체 청구항 수 : 총 20 항

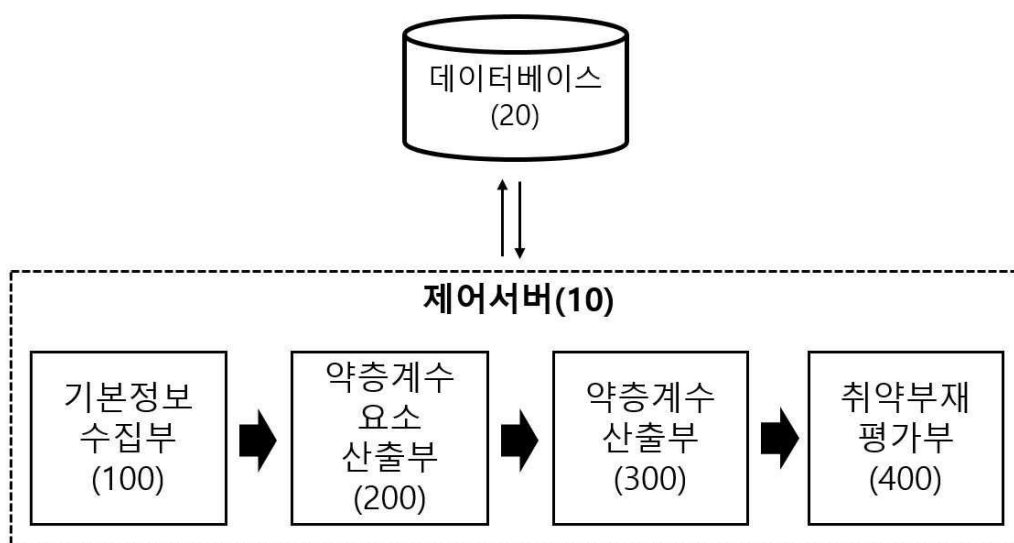
심사관 : 임혜정

(54) 발명의 명칭 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템 및 평가방법

(57) 요약

본 발명은 연산기능을 가진 제어서버(10)와 데이터베이스(20)가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 취약부재 평가시스템으로서, 제어서버(10)는 데이터베이스(20)에서 대상 구조물의 도면정보와 물성정보를 수집하는 기본정보 수집부(100); 상기 기본정보 수집부(100)에서 수집된 정보를 이용하여, 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 산출하는 약층계수요소 산출부(200); 상기 약층계수요소 산출부(200)에서 산출된 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 이용하여, 약층계수를 산출하는 약층계수 산출부(300); 및 상기 약층계수 산출부(300)에서 산출된 각 약층계수를 대비하여 구조물의 취약부재를 평가하는 취약부재 평가부(400)를 포함하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G06F 30/13 (2020.01)

(72) 발명자

장학중

서울시 강남구 삼성로 150, 미도아파트 209-1209

이주희

경기도 화성시 동탄공원로 21-11, 푸른마을모아미
래도 946동 1602호

김현수

서울특별시 서대문구 신촌로 127 르메이에르타운3
1409호

최재혁

서울특별시 강남구 삼성로 151, 2동 506호

김동원

서울특별시 서대문구 연희로10길 19 (연희동)

김강산

서울특별시 광진구 아차산로 522, 801동 2205호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711114753

과제번호 2018R1A2B6006958

부처명 과학기술정보통신부

과제관리(전문)기관명 한국연구재단

연구사업명 중견연구자지원사업

연구과제명 (통합Ezbaro)연속지진에 의한 누적손상을 고려한 재난대응필수시설의 하이브리드 내
진성능평가 기법개발(3/3)

기 여 율 1/1

과제수행기관명 연세대학교

연구기간 2020.03.01 ~ 2021.02.28

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

연산기능을 가진 제어서버와 데이터베이스가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 취약부재 평가시스템으로서, 제어서버는

데이터베이스에서 대상 구조물의 도면정보와 물성정보를 수집하는 기본정보 수집부;

상기 기본정보 수집부에서 수집된 정보를 이용하여, 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 산출하는 약층계수요소 산출부;

상기 약층계수요소 산출부에서 산출된 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 이용하여, 약층계수를 산출하는 약층계수 산출부; 및

상기 약층계수 산출부에서 산출된 각 약층계수를 대비하여 구조물의 취약부재를 평가하는 취약부재 평가부를 포함하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 기본정보 수집부는

각 부재의 탄성계수정보, 이차단면모멘트정보 및 길이정보를 수집하며,

구조물의 유효중량정보를 수집하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 약층계수요소 산출부는

부재별 휨 강성을 산출하는 휨강성 산출부; 및

산출된 휨 강성을 이용하여 접합부별 선형-휨 강성비를 산출하는 선형-휨 강성비 산출부를 구비한 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 휨강성 산출부에서 부재별 휨 강성은 다음의 수학식 1로 산출하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템.

[수학식 1]

$$LinearFlexuralStiffness = \frac{EI}{L}$$

(여기서, E는 각 부재의 탄성계수, I는 각 부재의 이차단면모멘트, L은 각 부재의 길이를 의미한다.)

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 선형-휨 강성비 산출부에서 접합부별 선형 휨 강성비는 다음의 수학식 2로 산출하는 것을 특징으로 하는

약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템.

[수학식 2]

$$StiffnessRatio = \frac{ColumnLinearFlexuralStiffness}{BeamLinearFlexuralStiffness}$$

(여기서, Column Linear Flexural Stiffness는 기둥의 선형 휨 강성이고, Beam Linear Flexural Stiffness은 보의 선형 휨강성을 의미한다.)

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 약층계수요소 산출부는

층 유효중량 및 고유값 해석을 통해 모드벡터를 산출하는 모드벡터 산출부; 및

산출된 모드벡터를 이용하여 수직분포계수를 산출하는 수직분포계수 산출부를 구비하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 층 유효중량은 고정하중과 활하중의 25%를 합하여 산출하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 수직분포계수 산출부는 다음의 수학식 3으로 수직분포계수를 산출하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템.

[수학식 3]

$$C_{vx} = \frac{\sum_{i=x}^n w_i \phi_i}{\sum_{i=1}^n w_i \phi_i}$$

(여기서, x는 해당 층, C_{vx}는 해당 층의 수직분포계수, n은 전체 층 개수, w_i는 층의 유효중량 그리고 ϕ_i 는 최상층의 모드벡터를 1로 정규화했을 때 i층에서 모드벡터를 의미한다.)

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 약층계수 산출부는 다음의 수학식 4로 약층계수(WSR)을 산출하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템.

[수학식 4]

$$WSR_x = \frac{\sum C_{vx}}{StiffnessRatio}$$

(여기서, WSR_x 는 해당 접합부의 WSR, C_{vx} 는 해당 층의 수직분포계수 그리고 $Stiffness\ Ratio_x$ 는 해당 접합부의 선형 휨 강성비를 의미한다.)

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 취약부재 평가부는 상기 약층계수 산출부에서 산출된 접합부별 약층계수(WSR) 중 기 설정된 범위에 속한 약층계수를 가진 접합부를 취약부재로 평가하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 기 설정된 범위에 속한 약층계수는 기 설정된 수치범위에 속하는 약층계수, 기 설정된 갯수범위에 속하는 약층계수 또는 가장 큰 약층계수 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템.

청구항 12

연산기능을 가진 제어서버와 데이터베이스가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 취약부재 평가방법으로서, 제어서버는

기본정보 수집부가 데이터베이스에서 대상 구조물의 도면정보와 물성정보를 수집하는 S100 단계;

약층계수요소 산출부가 상기 기본정보 수집부에서 수집된 정보를 이용하여, 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 산출하는 S200 단계;

약층계수 산출부가 상기 약층계수요소 산출부에서 산출된 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 이용하여, 약층계수를 산출하는 S300 단계; 및

취약부재 평가부가 상기 약층계수 산출부에서 산출된 각 약층계수를 대비하여 구조물의 취약부재를 평가하는 S400 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

S200 단계의 상기 약층계수요소 산출부는

휨강성 산출부가 부재별 휨 강성을 산출하는 S210a 단계 ; 및

선형-휨 강성비 산출부가 산출된 휨 강성을 이용하여 접합부별 선형-휨 강성비를 산출하는 S210b 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 휨강성 산출부에서 부재별 휨 강성은 다음의 수학식 1로 산출하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가방법.

[수학식 1]

$$LinearFlexuralStiffness = \frac{EI}{L}$$

(여기서, E는 각 부재의 탄성계수, I는 각 부재의 이차단면모멘트, L은 각 부재의 길이를 의미한다.)

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 선형-휨 강성비 산출부에서 접합부별 선형 휨 강성비는 다음의 수학적 식 2로 산출하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가방법.

[수학적 식 2]

$$StiffnessRatio = \frac{ColumnLinearFlexuralStiffness}{BeamLinearFlexuralStiffness}$$

(여기서, Column Linear Flexural Stiffness는 기둥의 선형 휨 강성이고, Beam Linear Flexural Stiffness은 보의 선형 휨강성을 의미한다.)

청구항 16

청구항 15에 있어서,

S200 단계의 상기 약층계수요소 산출부는

모드벡터 산출부가 총 유효중량 및 고유값 해석을 통해 모드벡터를 산출하는 S220a 단계 ; 및

수직분포계수 산출부가 산출된 모드벡터를 이용하여 수직분포계수를 산출하는 S220b 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가방법.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 총 유효중량은 고정하중과 활하중의 25%를 합하여 산출하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가방법.

청구항 18

청구항 16에 있어서,

상기 수직분포계수 산출부는 다음의 수학적 식 3으로 수직분포계수를 산출하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가방법.

[수학적 식 3]

$$C_{vx} = \frac{\sum_{i=x}^n w_i \phi_i}{\sum_{i=1}^n w_i \phi_i}$$

(여기서, x는 해당 층, C_{vx}는 해당 층의 수직분포계수, n은 전체 층 개수, w_i는 층의 유효중량 그리고 ϕ_i 는 최상층의 모드벡터를 1로 정규화했을 때 i층에서 모드벡터를 의미한다.)

청구항 19

청구항 18에 있어서,

S300 단계의 상기 약층계수 산출부는 다음의 수학적 식 4로 약층계수(WSR)을 산출하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가방법.

[수학식 4]

$$WSR_x = \frac{\sum C_{vx}}{StiffnessRatio}$$

(여기서, WSR_x 는 해당 접합부의 WSR, C_{vx} 는 해당 층의 수직분포계수 그리고 $Stiffness Ratio_x$ 는 해당 접합부의 선형 휨 강성비를 의미한다.)

청구항 20

하드웨어와 결합되어, 청구항 12에 따른 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가방법을 컴퓨터에 의해 실행시키기 위하여 컴퓨터가 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 취약부재 평가시스템 및 평가방법에 관한 것이다. 구체적으로는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템 및 평가방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 모멘트저항 골조(Moment-Resisting Frame Systems)는 전 세계에서 다양하게 산업용 및 토목용 건축물에 가장 널리 쓰이는 구조시스템이다.

[0003] 이상적인 모멘트저항 골조는 지진 발생 시 전 층에 걸쳐 손상이 일어난다.

[0004] 그러나 최근 수십 년 동안, 특히 연층(soft story)을 가지는 많은 중저층 건축물이 연층의 부재의 항복으로 인해 강한 지진에서 약한 횡하중 저항능력을 나타내고 붕괴로 이어지는 사례가 관찰되었다.

[0005] 또한 2017년 11월 15일에 발생한 포항지진은 연층을 가지는 건축물인 필로티(piloti) 건축물에서 피해가 많이 발생하였다. 연층을 가지는 중저층 모멘트저항 골조는 연층의 부재에 손상이 집중되고 다른 부재에서 항복점까지 다르지 않기 때문이다.

[0006] 건축물의 최대강도와 변형능력이 연층이 없는 건축물에 비해 작다. 연층 때문에 수직비정형성을 가지는 건축물의 경우, 지진하중과 같은 횡하중에 의해 발생하는 변위가 집중되는 특징을 가진다. 연층을 가지는 건축물은 지진 발생 시 다른 층에는 피해가 발생하지 않고 연층에 지진 에너지가 집중되어 손상이 집중적으로 발생한다.

[0007] 본 발명에서 대상인 연층을 가지는 건축물은 그렇지 않은 건축물에 비해 지진에 취약하다. 따라서 연층을 가지는 건축물의 지진 시 취약부재를 파악할 필요가 있다.

[0008] 건축물의 정확한 거동과악을 위해서는 비선형해석이 필요하다. 하지만 비선형해석은 공학자의 판단에 따라 비선형해석법, 비선형 모델, 어떤 힘에 대한 비선형 모델인지 등 고려해야 할 사항들이 많고 복잡하다. 따라서 연층을 가지는 모든 건축물에 대해 비선형해석을 수행하는 것은 시간적, 비용적 무리가 따른다.

[0009] 이에 따라 한국시설안전공단에서 발간한 '기준 시설물(건축물) 내진성능 평가요령'에서는 다수의 건축물을 대상으로 간략하게 내진성능을 평가하여 비선형해석이 요구되는 건축물을 선정하기 위한 목적으로 예비평가를 시행한다.

[0010] 예비평가는 기본적으로 요구량(Demand)/저항능력(Capacity)의 비율(Ratio)인 DCR에 의한다. DCR(요구량-저항능력비)은 지진하중에 저항하는 수직 부재의 재료강도와 단면수치로 부터 개략적인 횡하중 저항능력을 나타내는 지표로써 이는 강도측면에서 내진성능을 보수적으로 평가하는 파라미터이다.

[0011] 하지만, 종래의 DCR은 크게 두 가지의 한계점이 있다.

[0012] 첫째, 건축물의 비정형성을 너무 개략적으로 고려한다는 것이다. DCR을 산정하는 식을 살펴보면 비정형성에 의한 구조물의 저항능력 감소를 고려하기 위한 비정형계수가 있다. 하지만 이 비정형계수는 0.9의 거듭제곱 꼴로, '기준 시설물(건축물) 내진성능 평가요령'에 기재되어 있는 항목 중에 해당하는 수만큼 0.9를 곱하여 구조물의 저항능력을 낮게 평가한다. 한 가지 항목에만 해당하는 건축물이라면 비정형성의 정도와 항목의 다양성을 고려

하지 않고 똑같이 90%의 저항성능을 가지는 것으로 평가한다.

[0013] 둘째, 건축물의 휨 강성, 층고, 경간을 고려하지 못한다고 볼 수 있다. DCR을 산정하는 식을 살펴보면 부재의 길이가 포함되어 있지 않은 강도측면에서만 고려한 횡하중 저항능력이다. 실제로 부재의 길이만 다르고 단면이 같은 건축물의 경우, 산정되는 DCR의 값이 같다.

[0014] 따라서 DCR은 건축물의 비정형성과 부재의 길이를 반영하지 못한다는 한계를 가지고 있다. 이러한 한계 때문에 DCR은 본 발명에서 대상으로 하는 중저층 모멘트저항 골조 중에서 연층을 가지는 건축물의 취약부재를 파악하는데 문제점이 있다고 평가된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0015] (특허문헌 0001) (문헌 1) 한국등록특허공보 제10-1377327호 (2014.03.17)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명에 따른 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템 및 평가방법은 다음과 같은 해결과제를 가진다.

[0017] 첫째, DCR의 건축물의 비정형성과 부재의 길이를 반영하지 못한다는 한계를 극복하고자 한다.

[0018] 둘째, 연층을 가지는 다수의 모멘트저항 골조 건축물의 취약부재를 평가하고자 한다.

[0019] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급한 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0020] 본 발명은 연산기능을 가진 제어서버와 데이터베이스가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 취약부재 평가시스템으로서, 제어서버는 데이터베이스에서 대상 구조물의 도면정보와 물성정보를 수집하는 기본정보 수집부; 상기 기본정보 수집부에서 수집된 정보를 이용하여, 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 산출하는 약층계수요소 산출부; 상기 약층계수요소 산출부에서 산출된 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 이용하여, 약층계수를 산출하는 약층계수 산출부; 및 상기 약층계수 산출부에서 산출된 각 약층계수를 대비하여 구조물의 취약부재를 평가하는 취약부재 평가부를 포함할 수 있다.

[0021] 본 발명에 있어서, 상기 기본정보 수집부는 각 부재의 탄성계수정보, 이차단면모멘트정보 및 길이정보를 수집하며, 구조물의 유효중량정보를 수집할 수 있다.

[0022] 본 발명에 있어서, 상기 약층계수요소 산출부는 부재별 휨 강성을 산출하는 휨강성 산출부; 및 산출된 휨 강성을 이용하여 접합부별 선형-휨 강성비를 산출하는 선형-휨 강성비 산출부를 구비할 수 있다.

[0023] 본 발명에 있어서, 상기 휨강성 산출부에서 부재별 휨 강성은 수학식 1로 산출할 수 있다.

[0024] 본 발명에 있어서, 상기 선형-휨 강성비 산출부에서 접합부별 선형 휨 강성비는 수학식 2로 산출할 수 있다.

[0025] 본 발명에 있어서, 상기 약층계수요소 산출부는 총 유효중량 및 고유값 해석을 통해 모드벡터를 산출하는 모드벡터 산출부; 및 산출된 모드벡터를 이용하여 수직분포계수를 산출하는 수직분포계수 산출부를 구비할 수 있다.

[0026] 본 발명에 있어서, 상기 총 유효중량은 고정하중과 활하중의 25%를 합하여 산출할 수 있다.

[0027] 본 발명에 있어서, 상기 수직분포계수 산출부는 수학식 3으로 수직분포계수를 산출할 수 있다.

[0028] 본 발명에 있어서, 상기 약층계수 산출부는 수학식 4로 약층계수(WSR)을 산출할 수 있다.

[0029] 본 발명에 있어서, 상기 취약부재 평가부는 상기 약층계수 산출부에서 산출된 접합부별 약층계수(WSR) 중 기 설정된 범위에 속한 약층계수를 가진 접합부를 취약부재로 평가할 수 있다.

- [0030] 본 발명에 있어서, 상기 기 설정된 범위에 속한 약층계수는 기 설정된 수치범위에 속하는 약층계수, 기 설정된 갯수범위에 속하는 약층계수 또는 가장 큰 약층계수 중 어느 하나인 것이 가능하다.
- [0031] 본 발명은 연산기능을 가진 제어서버와 데이터베이스가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 취약부재 평가방법으로서, 제어서버는 기본정보 수집부가 데이터베이스에서 대상 구조물의 도면정보와 물성정보를 수집하는 S100 단계;
- [0032] 약층계수요소 산출부가 상기 기본정보 수집부에서 수집된 정보를 이용하여, 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 산출하는 S200 단계; 약층계수 산출부가 상기 약층계수요소 산출부에서 산출된 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 이용하여, 약층계수를 산출하는 S300 단계; 및 취약부재 평가부가 상기 약층계수 산출부에서 산출된 각 약층계수를 대비하여 구조물의 취약부재를 평가하는 S400 단계를 수행할 수 있다.
- [0033] 본 발명에 있어서, S200 단계의 상기 약층계수요소 산출부는 휨강성 산출부가 부재별 휨 강성을 산출하는 S210a 단계; 및 선형-휨 강성비 산출부가 산출된 휨 강성을 이용하여 접합부별 선형-휨 강성비를 산출하는 S210b 단계를 수행할 수 있다.
- [0034] 본 발명에 있어서, 상기 휨강성 산출부에서 부재별 휨 강성은 수학식 1로 산출할 수 있다.
- [0035] 본 발명에 있어서, 상기 선형-휨 강성비 산출부에서 접합부별 선형 휨 강성비는 다음의 수학식 2로 산출할 수 있다.
- [0036] 본 발명에 있어서, S200 단계의 상기 약층계수요소 산출부는 모드벡터 산출부가 총 유효중량 및 고유값 해석을 통해 모드벡터를 산출하는 S220a 단계; 및 수직분포계수 산출부가 산출된 모드벡터를 이용하여 수직분포계수를 산출하는 S220b 단계를 수행할 수 있다.
- [0037] 본 발명에 있어서, 상기 총 유효중량은 고정하중과 활하중의 25%를 합하여 산출할 수 있다.
- [0038] 본 발명에 있어서, 상기 수직분포계수 산출부는 수학식 3으로 수직분포계수를 산출할 수 있다.
- [0039] 본 발명에 있어서, S300 단계의 상기 약층계수 산출부는 수학식 4로 약층계수(WSR)을 산출할 수 있다.
- [0040] 본 발명은 하드웨어와 결합되어, 본 발명에 따른 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가방법을 컴퓨터에 의해 실행시키기 위하여 컴퓨터가 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.

발명의 효과

- [0041] 본 발명에 따른 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템 및 평가방법은 다음과 같은 효과를 가진다.
- [0042] 첫째, DCR의 건축물의 비정형성과 부재의 길이를 반영하지 못한다는 한계를 극복하고, 연층을 가지는 다수의 모멘트저항 골조 건축물의 취약부재를 용이하게 평가하는 효과가 있다.
- [0043] 둘째, 본 발명에 따른 약층계수(WSR)를 통해 연층을 가지는 중저층 모멘트저항 골조의 지진 시 취약부재를 개략적으로 파악한 후, 보다 정확하게 비선형해석이 요구되는 건축물을 기존의 DCR보다 정확하게 선정하는 효과가 있다.
- [0044] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0045] 도 1은 본 발명에 따른 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템의 구성도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가방법의 단계별 설명도이다.
- 도 3은 본 발명에 따른 약층계수(WSR)를 산출하고 취약부재를 평가하는 상세 순서도이다.
- 도 4는 본 발명을 검증하기 위한 KDS 기준으로 설계한 세 가지 모델을 나타낸다.

도 5는 도 4의 세가지 모델에 대한 검증결과를 나타낸다.

도 6은 종래의 DCR을 이용하여 취약부재를 평가한 결과를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0046] 이하, 첨부한 도면을 참조하여, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 설명한다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 이해할 수 있는 바와 같이, 후술하는 실시예는 본 발명의 개념과 범위를 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 형태로 변형될 수 있다. 가능한 한 동일하거나 유사한 부분은 도면에서 동일한 도면부호를 사용하여 나타낸다.
- [0047] 본 명세서에서 사용되는 전문용어는 단지 특정 실시예를 언급하기 위한 것이며, 본 발명을 한정하는 것을 의도하지는 않는다. 여기서 사용되는 단수 형태들은 문구들이 이와 명백히 반대의 의미를 나타내지 않는 한 복수 형태들도 포함한다.
- [0048] 본 명세서에서 사용되는 "포함하는"의 의미는 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소 및/또는 성분을 구체화하며, 다른 특정 특성, 영역, 정수, 단계, 동작, 요소, 성분 및/또는 군의 존재나 부가를 제외시키는 것은 아니다.
- [0049] 본 명세서에서 사용되는 기술용어 및 과학용어를 포함하는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 일반적으로 이해하는 의미와 동일한 의미를 가진다. 사전에 정의된 용어들은 관련기술문헌과 현재 개시된 내용에 부합하는 의미를 가지는 것으로 추가 해석되고, 정의되지 않는 한 이상적이거나 매우 공식적인 의미로 해석되지 않는다.
- [0051] 본 발명은 중저층 모멘트저항 골조의 지진 시 취약부재를 파악하는 기술에 관한 것이다. 본 발명은 설계단계에서 취약부재를 파악할 수 있는 방법을 제공한다.
- [0052] 본 발명은 건축물의 상세도면으로부터 각 부재의 단면수치를 통해 도출한 기둥-보 선형 휨 강성비와, 현행 코드인 KDS 41 17에서 정의하는 응답스펙트럼법에서 밀면전단력을 층 별 횡하중으로 수직분포하기 위해 필요한 수직분포계수를 수정한 것으로 구성될 수 있다.
- [0054] 본 발명은 연층을 가지는 중저층 모멘트저항 골조의 지진 시 취약부재를 파악하는 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 한국시설안전공단에서 제시하고 있는 비선형해석이 요구되는 건축물을 선정하기 위한 DCR의 한계를 제시하고, 이를 극복하는 새로운 파라미터를 제시하고자 한다.
- [0056] 본 발명은 모멘트저항 골조 구조물에 관한 것이며, 본 명세서에서는 설명과 증명의 편의를 위하여, 일반적으로 4~7층으로 지칭되는 중저층 구조물을 중심으로 설명하고자 한다.
- [0057] 또한, 본 발명은 연층(soft story)를 가진 구조물을 대상으로 한다.
- [0059] 이하에서는 도면을 참고하여 본 발명을 설명하고자 한다. 참고로, 도면은 본 발명의 특징을 설명하기 위하여, 일부 과장되게 표현될 수도 있다. 이 경우, 본 명세서의 전 취지에 비추어 해석되는 것이 바람직하다.
- [0061] 도 1은 본 발명에 따른 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템의 구성도이다.
- [0063] 본 발명은 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템으로서, 연산기능을 가진 제어서버(10)와 데이터베이스(20)가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 취약부재 평가시스템으로 구비될 수 있다.
- [0064] 본 발명에 따른 제어서버(10)는 데이터베이스(20)에서 대상 구조물의 도면정보와 물성정보를 수집하는 기본정보수집부(100); 상기 기본정보 수집부(100)에서 수집된 정보를 이용하여, 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 산출하는 약층계수요소 산출부(200); 상기 약층계수요소 산출부(200)에서 산출된 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 이용하여, 약층계수를 산출하는 약층계수 산출부(300); 및 상기 약층계수 산출부(300)에서 산출된 각 약층계수를 대비하여 구조물의 취약부재를 평가하는 취약부재 평가부(400)를 포함할 수 있다.
- [0066] 이하에서는, 기본정보 수집부(100)를 설명하고자 한다.
- [0067] 본 발명에 따른 기본정보 수집부(100)는 데이터베이스(20)에서 대상 구조물의 도면정보와 물성정보를 수집할 수 있다.

[0068] 기본정보 수집부(100)는 각 부재의 탄성계수정보, 이차단면모멘트정보 및 길이정보를 수집하며, 구조물의 유효 중량정보를 수집할 수 있다.

[0069] 본 발명에서는 대상 구조물의 상세도면과 하중정보를 필요로 한다. 상세도면은 부재별 강성을 산정하기 위한 것이고, 하중정보는 유효중량을 산정하기 위한 것이다. 또한, 고유값(eigenvalue) 해석을 위한 모델링을 하기 위한 것이다.

[0071] 이하에서는, 약충계수요소 산출부(200)를 설명하고자 한다.

[0072] 본 발명에 따른 약충계수요소 산출부(200)는 기본정보 수집부(100)에서 수집된 정보를 이용하여, 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 산출할 수 있다.

[0073] 약충계수요소 산출부(200)는 부재별 휨 강성을 산출하는 휨강성 산출부(210a); 및 산출된 휨 강성을 이용하여 접합부별 선형-휨 강성비를 산출하는 선형-휨 강성비 산출부(210b)를 구비할 수 있다.

[0075] 본 발명에 따른 휨강성 산출부(210a)에서 부재별 선형 휨 강성(linear Flexural Stiffness)은 다음의 수학적 식 1로 산출할 수 있다.

수학적 식 1

$$LinearFlexuralStiffness = \frac{EI}{L}$$

[0076]

[0077] 여기서, E는 각 부재의 탄성계수, I는 각 부재의 이차단면모멘트, L은 각 부재의 길이를 의미한다.

[0079] 본 발명에 따른 선형-휨 강성비 산출부(210b)에서 접합부별 선형 휨 강성비(Stiffness Ratio)는 다음의 수학적 식 2로 산출할 수 있다.

수학적 식 2

$$StiffnessRatio = \frac{ColumnLinearFlexuralStiffness}{BeamLinearFlexuralStiffness}$$

[0080]

[0081] 여기서, Column Linear Flexural Stiffness는 기둥의 선형 휨 강성이고, Beam Linear Flexural Stiffness는 보의 선형 휨강성을 의미한다.

[0083] 또한, 본 발명에 따른 약충계수요소 산출부(200)는 총 유효중량 및 고유값 해석을 통해 모드벡터를 산출하는 모드벡터 산출부(220a); 및 산출된 모드벡터를 이용하여 수직분포계수를 산출하는 수직분포계수 산출부(220b)를 구비할 수 있다.

[0084] 상기 총 유효중량은 고정하중과 활하중의 25%를 합하여 산출할 수 있다.

[0086] 본 발명에 따른 유효중량은 KDS 41 17에서 정의하고 있는 유효중량을 사용한다. 모드벡터는 고유값(eigenvalue) 해석의 결과로 도출할 수 있다. 유효중량은 고정하중과 활하중의 25%를 합하여 산정한다. 고유값(Eigenvalue) 해석은 대상 건축물의 상세도면과 하중정보를 통해 구조해석 프로그램으로 모델링하여 해석을 진행할 수 있다.

[0088] 본 발명에 따른 수직분포계수 산출부(220b)는 다음의 수학적 식 3으로 수직분포계수를 산출할 수 있다.

수학식 3

$$C_{vx} = \frac{\sum_{i=x}^n w_i \phi_i}{\sum_{i=1}^n w_i \phi_i}$$

[0089]

[0090] 여기서, x 는 해당 층, C_{vx} 는 해당 층의 수직분포계수, n 은 전체 층 개수, w_i 는 층의 유효중량 그리고 ϕ_i 는 최상층의 모드벡터를 1로 정규화했을 때 i 층에서 모드벡터를 의미한다.

[0092] 이하에서는, 약층계수 산출부(300)를 설명하고자 한다.

[0093] 본 발명에 따른 약층계수 산출부(300)는 약층계수요소 산출부(200)에서 산출된 집합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 이용하여, 약층계수를 산출할 수 있다.

[0094] 약층계수 산출부(300)는 다음의 수학식 4로 약층계수(WSR; Weak Story Ratio)을 산출할 수 있다.

수학식 4

$$WSR_x = \frac{\sum C_{vx}}{StiffnessRatio}$$

[0095]

[0096] 여기서, WSR_x 는 해당 집합부의 WSR, C_{vx} 는 해당 층의 수직분포계수 그리고 $StiffnessRatio_x$ 는 해당 집합부의 선형 휨 강성비를 의미한다.

[0098] WSR 산정에 사용할 모드 개수는 질량 참여율이 90% 이상이 되도록 결정한다.

[0099] 본 발명에서는 수직분포계수를 건축물의 층별 변형능력에 대한 요구량(Demand)로 보았고, 선형 휨 강성비를 층고와 경간을 고려한 강성의 저항능력(Capacity)으로 보았다.

[0101] 이하에서는, 취약부재 평가부(400)를 설명하고자 한다.

[0102] 본 발명에 따른 취약부재 평가부(400)는 약층계수 산출부(300)에서 산출된 각 약층계수를 대비하여 구조물의 취약부재를 평가할 수 있다.

[0104] 취약부재 평가부(400)는 상기 약층계수 산출부(300)에서 산출된 집합부별 약층계수(WSR) 중 기 설정된 범위에 속한 약층계수를 가진 집합부를 취약부재로 평가할 수 있다.

[0105] 상기 기 설정된 범위에 속한 약층계수는 기 설정된 수치범위에 속하는 약층계수, 기 설정된 갯수범위에 속하는 약층계수 또는 가장 큰 약층계수 중 어느 하나인 것이 가능하다.

[0107] 도 5는 도 4의 세가지 모델에 대한 검증결과를 나타내며, 도 6은 종래의 DCR을 이용하여 취약부재를 평가한 결과를 나타낸다. 도 5 및 도 6의 실시예는 가장 큰 약층계수를 산출한 일 실시예를 제시하였다.

[0110] 한편, 본 발명은 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가방법으로 구현될 수 있다.

[0111] 본 평가방법은 전술한 평가시스템과 기술구성은 실질적으로 공통되므로, 중복되는 설명은 생략하고, 요지를 설명하고자 한다.

[0113] 본 발명은 연산기능을 가진 제어서버(10)와 데이터베이스(20)가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 취약부재 평가방법으로서, 제어서버(10)는 기본정보 수집부(100)가 데이터베이스(20)에서 대상 구조물의 도면정보와 물성정보를 수집하는 S100 단계; 약층계수요소 산출부(200)가 상기 기본정보 수집부(100)에서 수집된 정보

를 이용하여, 집합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 산출하는 S200 단계; 약층계수 산출부(300)가 상기 약층계수요소 산출부(200)에서 산출된 집합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 이용하여, 약층계수를 산출하는 S300 단계; 및 취약부재 평가부(400)가 상기 약층계수 산출부(300)에서 산출된 각 약층계수를 대비하여 구조물의 취약부재를 평가하는 S400 단계를 수행할 수 있다.

- [0115] S200 단계의 상기 약층계수요소 산출부(200)는 휨강성 산출부(210a)가 부재별 휨 강성을 산출하는 S210a 단계 ; 및 선형-휨 강성비 산출부(210b)가 산출된 휨 강성을 이용하여 집합부별 선형-휨 강성비를 산출하는 S210b 단계를 수행할 수 있다.
- [0116] 휨강성 산출부(210a)에서 부재별 휨 강성은 상기 수학식 1로 산출할 수 있다.
- [0117] 선형-휨 강성비 산출부(210b)에서 집합부별 선형 휨 강성비는 상기 수학식 2로 산출할 수 있다.
- [0118] S200 단계의 상기 약층계수요소 산출부(200)는 모드벡터 산출부(220a)가 총 유효중량 및 고유값 해석을 통해 모드벡터를 산출하는 S220a 단계 ; 및 수직분포계수 산출부(220b)가 산출된 모드벡터를 이용하여 수직분포계수를 산출하는 S220b 단계를 수행할 수 있다.
- [0119] 본 발명에 따른 총 유효중량은 고정하중과 활하중의 25%를 합하여 산출할 수 있다.
- [0120] 수직분포계수 산출부(220b)는 상기 수학식 3으로 수직분포계수를 산출할 수 있다.
- [0121] S300 단계의 상기 약층계수 산출부(300)는 상기 수학식 4로 약층계수(WSR)을 산출할 수 있다.
- [0123] 한편, 본 발명은 컴퓨터프로그램으로 구현될 수도 있다. 구체적으로, 본 발명은 하드웨어와 결합되어, 본 발명에 따른 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가방법을 컴퓨터에 의해 실행시키기 위하여 컴퓨터가 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.
- [0124] 본 발명의 실시예에 따른 방법들은 다양한 컴퓨터수단을 통하여 판독 가능한 프로그램 형태로 구현되어 컴퓨터로 판독 가능한 기록매체에 기록될 수 있다. 여기서, 기록매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 기록매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 예컨대 기록매체는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CDROM, DVD와 같은 광 기록매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치를 포함한다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어를 포함할 수 있다. 이러한 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.
- [0126] 이하에서는, 본 발명에 따른 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재를 평가하는 일 실시예를 살펴보고, WSR과 DCR을 대비하여 설명하고자 한다.
- [0128] 도 4는 본 발명을 검증하기 위한 KDS 기준으로 설계한 세 가지 모델을 나타낸다. 도 5는 도 4의 세가지 모델에 대한 검증결과를 나타낸다. 도 6은 종래의 DCR을 이용하여 취약부재를 평가한 결과를 나타낸다.
- [0130] 표 1은 부재별 휨 강성(mm^4)을 나타낸다.

표 1

	1 층		2 층		3 층		4 층	
	기둥 강성	보 강성	기둥강성	보 강성	기둥 강성	보 강성	기둥 강성	보 강성
Model 1	119,299,200	47,360,678	63,158,400	47,360,678	63,158,400	47,360,678	63,158,400	47,360,678
Model 2	71,579,520	47,360,678	71,579,520	47,360,678	71,579,520	47,360,678	71,579,520	47,360,678
Model 3	51,128,229	47,360,678	82,591,754	47,360,678	82,591,754	47,360,678	82,591,754	47,360,678

[0131]

[0133] 표 2는 집합부별 선형 휨 강성비를 나타낸다.

표 2

	1층	2층	3층	4층
Model 1	2.52	1.33	1.33	1.33
Model 2	1.51	1.51	1.51	1.51
Model 3	1.08	1.74	1.74	1.74

[0134]

[0136] 표 3은 층 유효중량(kN)을 나타낸다.

표 3

	1층	2층	3층	4층
Model 1	224	236	236	211
Model 2	230	230	230	208
Model 3	236	224	224	205

[0137]

[0139] 표 4는 모드벡터를 나타낸다.

표 4

	1층	2층	3층	4층
Model 1	1.840161	1.807549	1.575575	1
Model 2	2.048316	1.950642	1.632826	1
Model 3	2.271214	2.100725	1.69213	1

[0140]

[0142] 표 5는 수직분포계수를 나타낸다.

표 5

	1층	2층	3층	4층
Model 1	1	0.982278	0.856216	0.543431
Model 2	1	0.952315	0.797155	0.488206
Model 3	1	0.924935	0.745033	0.440293

[0143]

[0145] 표 6은 약층계수(WSR)을 나타낸다.

표 6

	1층	2층	3층	4층
Model 1	0.396991	0.736582	0.642052	0.407503
Model 2	0.661651	0.6301	0.527439	0.323022
Model 3	0.926312	0.530386	0.427225	0.252478

[0146]

[0148] DCR과 관련하여, 도 4~6의 Model 1,2,3을 예를 들어 설명하면 아래와 같다.

[0149] Model 1과 2는 1층에서 가장 큰 값을 가지고 층이 높아질수록 작은 값을 가진다.

[0150] Model 3는 2층에서 가장 큰 값을 가지고 1층에서 두 번째로 큰 값을 가지고 이어서 3층, 4층 순서대로 큰 값을 가진다.

[0151] 각 모델에서 가장 큰 DCR을 가지는 층은 가장 낮은 횡하중 저항성능을 가지고 있다. 또한 가장 큰 DCR을 가지는 층은 취약부재가 위치한 취약층이라고 가정할 수 있다.

[0152] 위와 같은 가정으로 각 모델의 DCR을 보면, Model 1, 2는 1층이 취약층, Model 3은 2층이 취약층이다.

[0153] Model 1, 3의 경우, DCR로 평가한 예제 모델의 취약층은 푸쉬오버(pushover) 해석으로 평가한 취약층과는 다르다.

[0154] 따라서 DCR로 연층이 없는 건축물(Model 2)의 취약부재를 파악하는 것은 가능하지만 연층이 있는 건축물(Model 1, 3)의 경우, 취약부재를 파악하는 것이 불가능하다.

[0156] WSR과 관련하여, 도 4~6의 Model 1,2,3을 예를 들어 설명하면 아래와 같다.

[0157] Model 1은 2층에서 가장 큰 WSR을 가지고 Model 2와 Model 3은 1층에서 가장 큰 WSR을 가진다. WSR의 물리적 의미에 의하면 Model 1은 2층, Model 2, 3은 1층이 취약층이다. 이것은 푸쉬오버(pushover) 해석과 동일한 결과이기 때문에 WSR로 예제 모델의 취약층을 찾아냈다고 볼 수 있다.

[0158] Model 2와 Model 3에서 1층의 WSR을 보면 Model 3의 1층 WSR이 월등히 큰 것을 확인할 수 있다.

[0159] Model 3의 높은 1층 층고로 인해 작은 강성을 가지는 1층 기둥이 반영되어 큰 WSR을 나타낸 것으로 볼 수 있다.

[0160] Model 1에서는 2, 3, 4층의 층고가 높기 때문에 Model 2의 2, 3, 4층 보다 큰 WSR을 가진다.

[0161] 반면 Model 1의 짧은 1층 층고로 인해 큰 강성을 가지는 1층 기둥이 반영되어 작은 WSR을 나타낸 것으로 볼 수 있다.

[0162] 따라서, WSR은 DCR과는 다르게 연층의 유무에 관계없이 중저층 모멘트저항 골조의 취약부재를 파악할 수 있다.

[0164] 이하에서는 본 발명에 따른 취약부재 평가방법을 KDS 기준으로 설계한 세 가지 모델을 통해 검증한다.

[0165] 각 모델의 DCR과 WSR을 산정하여 지진 시 취약부재를 파악하고, 이를 pushover 해석을 통해 검증한다.

[0166] 본 발명에서 발명한 방법으로 예제 모델의 WSR을 산정하면 도 5와 같다.

[0167] Model 1은 2층에서 가장 큰 WSR을 가지고, Model 2와 Model 3은 1층에서 가장 큰 WSR을 가진다. Model 1은 2층, Model 2, 3은 1층이 취약층이다.

[0168] 이것은 푸쉬오버(pushover) 해석과 동일한 결과이기 때문에 WSR로 예제 모델의 취약부재를 찾아냈다고 볼 수 있다.

[0169] Model 2와 Model 3에서 1층의 WSR을 보면 Model 3의 1층 WSR이 월등히 큰 것을 확인할 수 있다. Model 3의 높은 1층 층고로 인해 작은 강성을 가지는 1층 기둥이 반영되어 큰 WSR을 나타낸 것으로 볼 수 있다.

[0170] Model 1에서는 2, 3, 4층의 층고가 높기 때문에 Model 2의 2, 3, 4층 보다 큰 WSR을 가진다. 반면 Model 1의 짧은 1층 층고로 인해 큰 강성을 가지는 1층 기둥이 반영되어 작은 WSR을 나타낸 것으로 볼 수 있다.

[0171] 본 발명은 대상 건축물의 도면 및 하중정보를 바탕으로 몇 가지 수식을 통해 취약부재를 평가할 수 있는 방법을 제시한다.

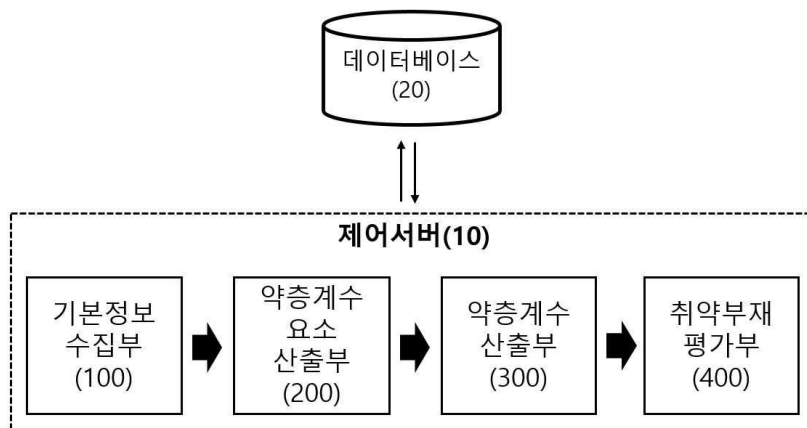
[0173] 본 명세서에서 설명되는 실시예와 첨부된 도면은 본 발명에 포함되는 기술적 사상의 일부를 예시적으로 설명하는 것에 불과하다. 따라서, 본 명세서에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술적 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이므로, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아님은 자명하다. 본 발명의 명세서 및 도면에 포함된 기술적 사상의 범위 내에서 당업자가 용이하게 유추할 수 있는 변형예와 구체적인 실시 예는 모두 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

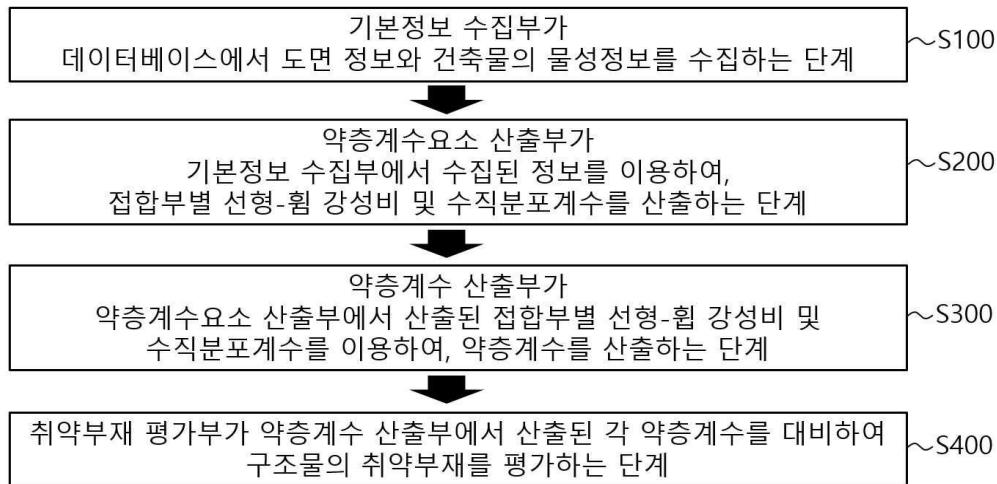
- [0174]
- 10 : 제어서버
 - 20 : 데이터베이스
 - 100 : 기본정보 수집부
 - 200 : 약층계수요소 산출부
 - 210a : 휨강성 산출부
 - 210b : 선형-휨 강성비 산출부
 - 220a : 모드벡터 산출부
 - 220b : 수직분포계수 산출부
 - 300 : 약층계수 산출부
 - 400 : 취약부재 평가부

도면

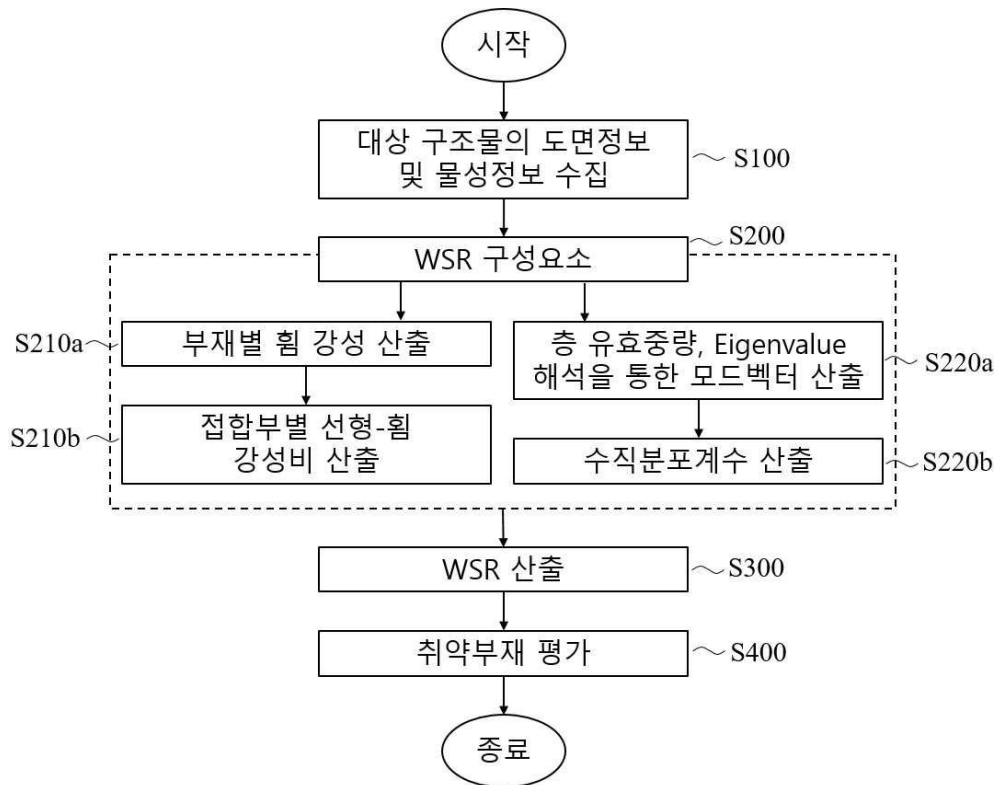
도면1



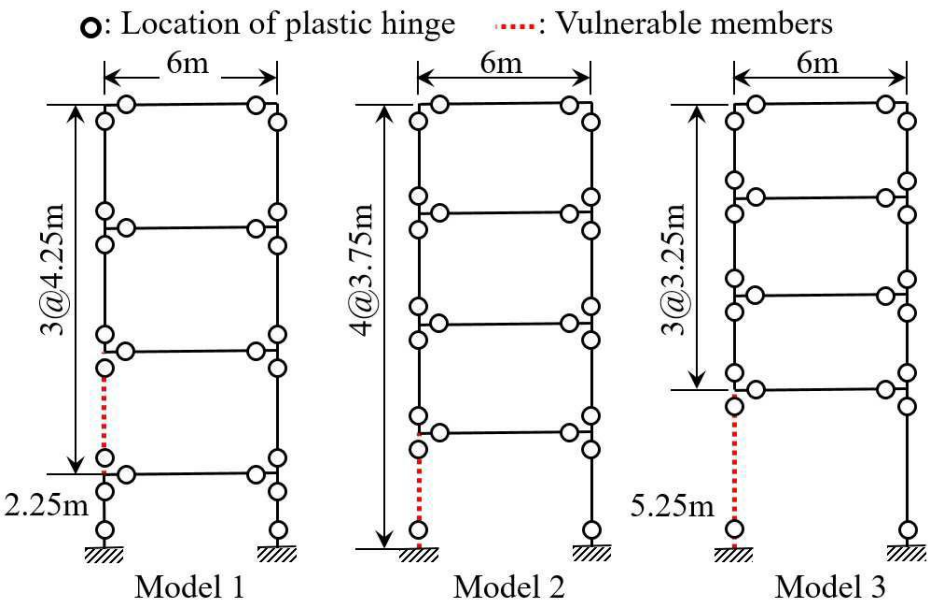
도면2



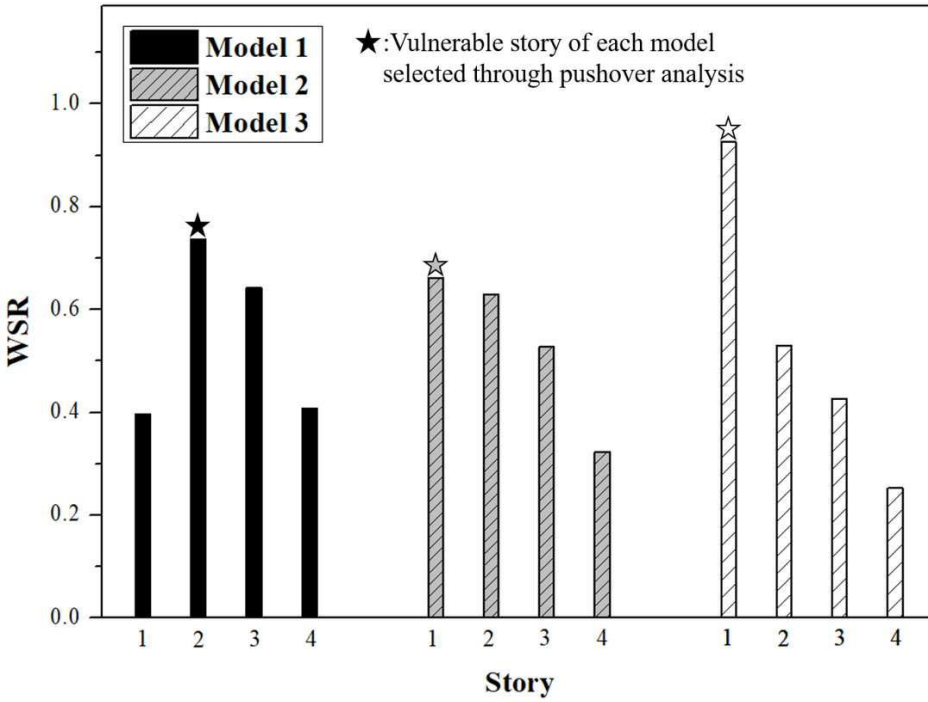
도면3



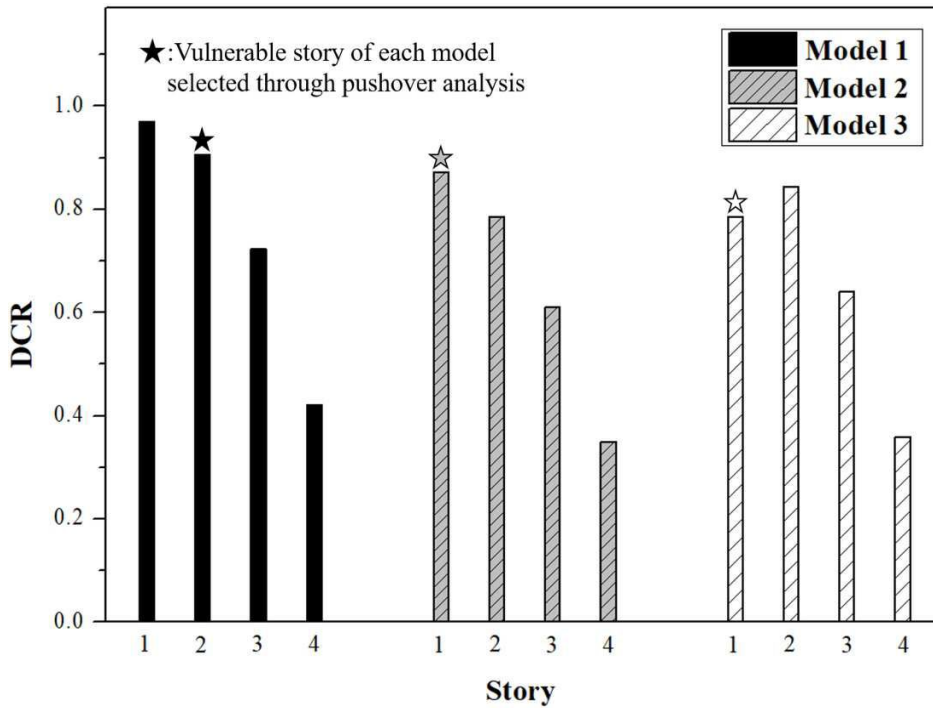
도면4



도면5



도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 1

【변경전】

연산기능을 가진 제어서버와 데이터베이스가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 취약부재 평가시스템으로서, 제어서버는

데이터베이스에서 대상 구조물의 도면정보와 물성정보를 수집하는 기본정보 수집부;

상기 기본정보 수집부에서 수집된 정보를 이용하여, 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 산출하는 약층계수요소 산출부;

상기 약층계수요소 산출부에서 산출된 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 이용하여, 약층계수를 산출하는 약층계수 산출부; 및

상기 약층계수 산출부에서 산출된 각 약층계수를 대비하여 구조물의 취약부재를 평가하는 취약부재 평가부를 포함하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템.

【변경후】

연산기능을 가진 제어서버와 데이터베이스가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 취약부재 평가시스템으로서, 제어서버는

데이터베이스에서 대상 구조물의 도면정보와 물성정보를 수집하는 기본정보 수집부;

상기 기본정보 수집부에서 수집된 정보를 이용하여, 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 산출하는 약층계수요소 산출부;

상기 약층계수요소 산출부에서 산출된 접합부별 선형-휨 강성비 및 수직분포계수를 이용하여, 약층계수를 산출하는 약층계수 산출부; 및

상기 약층계수 산출부에서 산출된 각 약층계수를 대비하여 구조물의 취약부재를 평가하는 취약부재 평가부를 포함하는 것을 특징으로 하는 약층계수(WSR)를 이용한 모멘트저항 골조 구조물의 지진 시 취약부재 평가시스템.