



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월24일

(11) 등록번호 10-2412385

(24) 등록일자 2022년06월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 30/13 (2020.01) G06F 111/20 (2020.01)

G06F 30/20 (2020.01)

(52) CPC특허분류

G06F 30/13 (2020.01)

E04B 1/24 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0181991

(22) 출원일자 2020년12월23일

심사청구일자 2020년12월23일

(56) 선행기술조사문헌

JP09245073 A

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(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 15 항

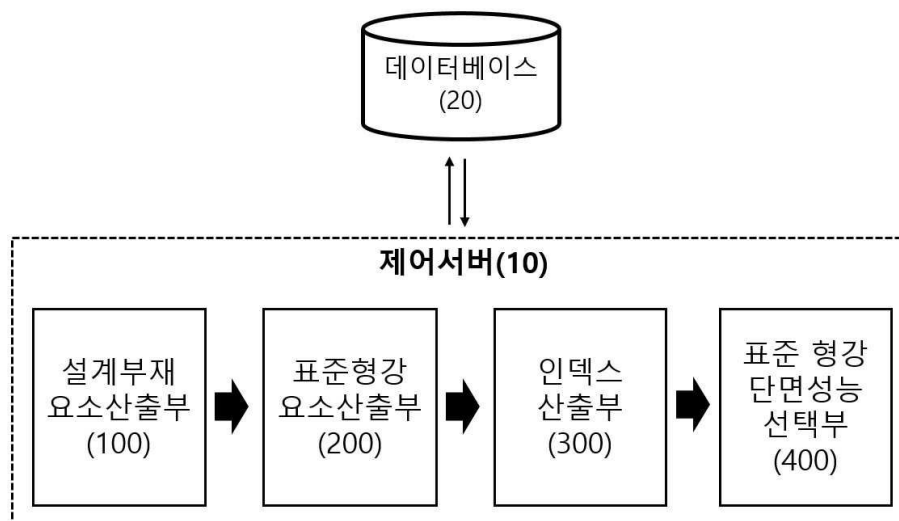
심사관 : 임혜정

(54) 발명의 명칭 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템 및 설계방법

(57) 요약

본 발명은 연산기능을 가진 제어서버(10) 및 철골 구조물의 모델링 정보와 표준 형강 정보가 저장된 데이터베이스(20)가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템으로서, 제어서버(10)는 철골 구조물에 모델링되는 각 부재의 비지지길이와 최대모멘트를 산출하는 설계부재 요소산출부(100); 데이터베이스에서 표준 형강의 비탄성한계 비지지길이와 탄성한계 횡좌굴모멘트를 산출하는 표준 형강 요소산출부(200); 상기 설계부재와 상기 표준 형강의 인덱스값을 산출하는 인덱스 산출부(300); 및 상기 설계부재의 인덱스값과 상기 표준 형강의 인덱스값을 비교하여, 기 설정된 조건식을 만족하는 단면성능을 가진 표준 형강을 선택하는 표준 형강 단면성능 선택부(400)를 포함하는 것을 특징으로 하는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

E04B 1/58 (2013.01)

G06F 30/20 (2020.01)

G06F 2111/20 (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

(56) 선행기술조사문헌

KR101229140 B1

KR1020050008182 A

KR1020100046973 A

KR1020140065830 A

KR1020190099082 A

JP08063500 A

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

명세서

청구범위

청구항 1

연산기능을 가진 제어서버 및 철골 구조물의 모델링 정보와 표준 형강 정보가 저장된 데이터베이스가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템으로서, 제어서버는

철골 구조물에 모델링되는 각 부재의 비지지길이와 최대모멘트를 산출하는 설계부재 요소산출부;

데이터베이스에서 표준 형강의 비탄성한계 비지지길이와 탄성한계 횡좌굴모멘트를 산출하는 표준 형강 요소산출부;

상기 설계부재와 상기 표준 형강의 인덱스값을 산출하는 인덱스 산출부; 및

상기 설계부재의 인덱스값과 상기 표준 형강의 인덱스값을 비교하여, 기 설정된 조건식을 만족하는 단면성능을 가진 표준 형강을 선택하는 표준 형강 단면성능 선택부를 포함하는 것을 특징으로 하는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 설계부재 요소산출부는 각 부재의 비지지길이는 기 설정된 값이 입력되며, 부재에 발생하는 최대모멘트는 수행한 설계로부터 나타나는 부재의 경계조건과 하중조건에 의해 산출되는 것을 특징으로 하는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 표준 형강 요소산출부는

상기 비탄성한계 비지지길이를 다음 수학식 1로 산출하는 것을 특징으로 하는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템.

[수학식 1]

$$L_r = \pi \sqrt{\frac{I_y h_o}{2S_x}} \sqrt{\frac{E}{0.7F_y}}$$

(여기서, L_r 은 표준 H형강 단면성능의 비탄성한계 비지지길이이다. I_y 는 부재단면의 약축에 대한 단면2차모멘트(mm^4)이다. h_o 는 H 형강 상하부 플랜지간 중심거리(mm)이다. S_x 는 부재단면의 강축에 대한 단면계수(mm^3)이다. E 는 강재의 탄성계수(N/mm^2)이다. F_y 는 강재의 항복강도(N/mm^2)이다.)

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 표준 형강 요소산출부는

상기 탄성한계 횡좌굴모멘트를 다음 수학식 2로 산출하는 것을 특징으로 하는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템.

[수학식 2]

$$M_r = 0.7F_y S_x$$

(여기서, M_r 은 표준 H형강 단면성능의 탄성한계 휨좌굴모멘트이다. F_y 는 강재의 항복강도(N/mm^2)이다. S_x 는 부재단면의 강축에 대한 단면계수(mm^3)이다.)

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 인덱스 산출부는

설계부재의 인덱스값을 다음 수학식 5로 산출하고,

표준형강의 인덱스값을 다음 수학식 6으로 산출하는 것을 특징으로 하는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템.

[수학식 5]

$$\text{설계부재의 Index} = L_b \times M_n$$

[수학식 6]

$$\text{표준 형강의 Index} = L_r \times M_r$$

(여기서, L_b 는 설계부재의 부재의 비지지길이이다. M_n 은 설계부재의 공칭휨강도이다. L_r 는 표준 형강의 비탄성한계 비지지길이이다. M_r 은 표준 형강의 탄성한계 휨좌굴모멘트이다.)

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 표준 형강 단면성능 선택부에서 상기 기 설정된 조건식은 다음의 수학식 7인 것을 특징으로 하는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템.

[수학식 7]

$$L_b M_u \leq L_b \phi M_n \leq L_r \phi M_r$$

(여기서, L_b 는 설계부재의 부재의 비지지길이이다. M_u 는 설계부재의 소요휨강도이다. M_n 은 설계부재의 공칭휨강도이다. ϕ 는 건축구조기준에서 규정하고 있는 불확실성을 고려한 저항계수이다. L_r 는 표준 형강의 비탄성한계 비지지길이이다. M_r 은 표준 형강의 탄성한계 휨좌굴모멘트이다.)

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 조건식에 따라 선정된 표준형강 중 단위중량이 가장 작은 단면성능을 가진 표준 형강을 선택하는 것을 특징으로 하는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템.

청구항 8

연산기능을 가진 제어서버 및 철골 구조물의 모델링 정보 및 표준 형강 정보를 포함하는 데이터베이스가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계방법으로서, 제어서버는

설계부재 요소산출부가 철골 구조물에 모델링되는 각 부재의 비지지길이와 최대모멘트를 산출하는 S100 단계;

표준 형강 요소산출부가 데이터베이스에서 표준 형강의 비탄성한계 비지지길이와 탄성한계 휨좌굴모멘트를 산출

하는 S200 단계;

인덱스 산출부가 상기 설계부재와 상기 표준 형강의 인덱스값을 산출하는 S300 단계; 및

표준 형강 단면성능 선택부가 상기 설계부재의 인덱스값과 상기 표준 형강의 인덱스값을 비교하여, 기 설정된 조건식을 만족하는 단면성능을 가진 표준 형강을 선택하는 S400 단계를 수행하는 것을 특징으로 하는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

S100 단계의 설계부재 요소산출부에서 각 부재의 비지지길이는 기 설정된 값이 입력되며, 부재에 발생하는 최대 모멘트는 수행한 설계로부터 나타나는 부재의 경계조건과 하중조건에 의해 산출되는 것을 특징으로 하는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계방법.

청구항 10

청구항 8에 있어서,

S200 단계의 표준 형강 요소산출부는

상기 비탄성한계 비지지길이를 다음 수학식 1로 산출하는 것을 특징으로 하는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계방법.

[수학식 1]

$$L_r = \pi \sqrt{\frac{I_y h_o}{2S_x}} \sqrt{\frac{E}{0.7F_y}}$$

(여기서, L_r 은 표준 H형강 단면성능의 비탄성한계 비지지길이이다. I_y 는 부재단면의 약축에 대한 단면2차모멘트(mm^4)이다. h_o 는 H 형강 상하부 플랜지간 중심거리(mm)이다. S_x 는 부재단면의 강축에 대한 단면계수(mm^3)이다. E 는 강재의 탄성계수(N/mm^2)이다. F_y 는 강재의 항복강도(N/mm^2)이다.)

청구항 11

청구항 8에 있어서,

S200 단계의 표준 형강 요소산출부는

상기 탄성한계 횡좌굴모멘트를 다음 수학식 2로 산출하는 것을 특징으로 하는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계방법.

[수학식 2]

$$M_r = 0.7F_y S_x$$

(여기서,

M_r 은 표준 H형강 단면성능의 탄성한계 횡좌굴모멘트이다.

F_y 는 강재의 항복강도(N/mm^2)이다.

S_x 는 부재단면의 강축에 대한 단면계수(mm^3)이다.)

청구항 12

청구항 8에 있어서,

S300 단계의 인덱스 산출부는

설계부재의 인덱스값을 다음 수학적 식 5로 산출하고,

표준형강의 인덱스값을 다음 수학적 식 6으로 산출하는 것을 특징으로 하는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계방법.

[수학적 식 5]

$$\text{설계부재의 Index} = L_b \times M_n$$

[수학적 식 6]

$$\text{표준 형강의 Index} = L_r \times M_r$$

(여기서, L_b 는 설계부재의 부재의 비지지길이이다. M_n 은 설계부재의 공칭휨강도이다. L_r 는 표준 형강의 비탄성한계 비지지길이이다. M_r 은 표준 형강의 탄성한계 횡좌굴모멘트이다.)

청구항 13

청구항 8에 있어서,

S400 단계의 표준 형강 단면성능 선택부에서 상기 기 설정된 조건식은 다음의 수학적 식 7인 것을 특징으로 하는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계방법.

[수학적 식 7]

$$L_b M_u \leq L_b \phi M_n \leq L_r \phi M_r$$

(여기서, L_b 는 설계부재의 부재의 비지지길이이다. M_u 는 설계부재의 소요휨강도이다. M_n 은 설계부재의 공칭휨강도이다. ϕ 는 건축구조기준에서 규정하고 있는 불확실성을 고려한 저항계수이다. L_r 는 표준 형강의 비탄성한계 비지지길이이다. M_r 은 표준 형강의 탄성한계 횡좌굴모멘트이다.)

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 조건식에 따라 선정된 표준형강 중 단위중량이 가장 작은 단면성능을 가진 표준 형강을 선택하는 것을 특징으로 하는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계방법.

청구항 15

하드웨어와 결합되어,

청구항 8 내지 청구항 14 중 어느 한 항에 기재된 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계방법을 컴퓨터에 의해 실행시키기 위하여 컴퓨터가 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 철골 구조물의 설계시스템 및 설계방법에 관한 것이다. 구체적으로는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템 및 설계방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 도심지의 인구밀집에서 비롯한 건축물 고밀도화로 주차 공간의 부족 문제가 최근 대두되면서 주차 용도의 구조물 신설이 증가하고 있으며, 이 경우 철골 구조 시스템이 주로 이용된다.

[0003] 철골 구조는 철근콘크리트 구조와 비교하여 재료가 균질하고 세장한 부재가 가능하며 기존 건축물의 증축, 보수

가 용이하다는 장점이 있다.

- [0004] 일반적인 철골구조의 설계 과정은 계수하중에 의한 소요 강도를 계산한 후, 부재의 단면을 가정하고, 단면성능에 따른 설계강도를 계산하여 안전성을 검토한다.
- [0005] 여기서 가정한 단면성능이 안전성을 만족하지 못하는 경우, 다시 단면을 가정하여 상기의 과정을 다시 수행하는 단면 선택의 시행착오가 발생하는 문제점이 있다.
- [0006] 철골구조 설계 과정에서 시행착오를 통한 단면성능 선택은 설계자의 경험에 의한 직관과 주관적이고 정교한 능력에 의해 설계가 좌우된다.
- [0007] 이 경우, 구조물에 소요되는 부재수가 증가할수록 많은 반복과정에 의해 설계 소요시간이 길어지므로 효율성이 저하되는 문제점이 있다.
- [0008] 또한, 설계강도가 소요강도를 과도하게 초과하는 설계는 철골 부재의 물량을 증가시키므로 비경제적인 설계가 될 수 있는 문제점이 있다.
- [0009] 따라서 시행착오의 문제를 개선하여 효율적이고, 설계조건을 만족시키는 범위 내에서 경제적인 부재 단면을 선택할 수 있는 방법이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0010] (특허문헌 0001) (문헌 1) 일본공개특허공보 특개평8-63500 (1996.03.08)

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명에 따른 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템 및 설계방법은 다음과 같은 해결과제를 가진다.
- [0012] 첫째, 본 발명은 부재의 단면을 가정하지 않음으로써, 단면 선택의 시행가 반복되는 문제점을 방지하고자 한다.
- [0013] 둘째, 부재 단면을 가정하지 않고, 철골 구조물에 모델링되는 설계부재의 인덱스값과 표준 형강의 인덱스값을 비교하여, 부재단면 성능을 선택하고자 한다.
- [0014] 본 발명의 해결과제는 이상에서 언급한 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 해결과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0015] 본 발명은 연산기능을 가진 제어서버 및 철골 구조물의 모델링 정보와 표준 형강 정보가 저장된 데이터베이스가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템으로서, 제어서버는 철골 구조물에 모델링되는 각 부재의 비지지길이와 최대모멘트를 산출하는 설계부재 요소산출부; 데이터베이스에서 표준 형강의 비탄성한계 비지지길이와 탄성한계 횡좌굴모멘트를 산출하는 표준 형강 요소산출부; 상기 설계부재와 상기 표준 형강의 인덱스값을 산출하는 인덱스 산출부; 및 상기 설계부재의 인덱스값과 상기 표준 형강의 인덱스값을 비교하여, 기 설정된 조건식을 만족하는 단면성능을 가진 표준 형강을 선택하는 표준 형강 단면성능 선택부를 포함할 수 있다.
- [0016] 본 발명에 있어서, 상기 설계부재 요소산출부는 각 부재의 비지지길이는 기 설정된 값이 입력되며, 부재에 발생하는 최대모멘트는 수행한 설계로부터 나타나는 부재의 경계조건과 하중조건에 의해 산출될 수 있다.
- [0017] 본 발명에 있어서, 상기 표준 형강 요소산출부는 상기 비탄성한계 비지지길이를 수학적 1로 산출할 수 있다.
- [0018] 본 발명에 있어서, 상기 표준 형강 요소산출부는 상기 탄성한계 횡좌굴모멘트를 수학적 2로 산출할 수 있다.
- [0019] 본 발명에 있어서, 상기 인덱스 산출부는 설계부재의 인덱스값을 수학적 5로 산출하고, 표준형강의 인덱스값을

수학적 식 6으로 산출할 수 있다.

- [0020] 본 발명에 있어서, 상기 표준 형강 단면성능 선택부에서 상기 기 설정된 조건식은 다음의 수학적 식 7인 것이 바람직하다.
- [0021] 청구항 6에 있어서, 상기 조건식에 따라 선정된 표준형강 중 단위중량이 가장 작은 단면성능을 가진 표준 형강을 선택할 수 있다.
- [0022] 본 발명은 연산기능을 가진 제어서버 및 철골 구조물의 모델링 정보 및 표준 형강 정보를 포함하는 데이터베이스가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계방법으로서, 제어서버는 설계부재 요소산출부가 철골 구조물에 모델링되는 각 부재의 비지지길이와 최대모멘트를 산출하는 S100 단계; 표준 형강 요소산출부가 데이터베이스에서 표준 형강의 비탄성한계 비지지길이와 탄성한계 횡좌굴모멘트를 산출하는 S200 단계; 인덱스 산출부가 상기 설계부재와 상기 표준 형강의 인덱스값을 산출하는 S300 단계; 및 표준 형강 단면성능 선택부가 상기 설계부재의 인덱스값과 상기 표준 형강의 인덱스값을 비교하여, 기 설정된 조건식을 만족하는 단면성능을 가진 표준 형강을 선택하는 S400 단계를 수행할 수 있다.
- [0023] 본 발명에 있어서, S100 단계의 설계부재 요소산출부에서 각 부재의 비지지길이는 기 설정된 값이 입력되며, 부재에 발생하는 최대모멘트는 수행한 설계로부터 나타나는 부재의 경계조건과 하중조건에 의해 산출될 수 있다.
- [0024] 본 발명에 있어서, S200 단계의 표준 형강 요소산출부는 상기 비탄성한계 비지지길이를 수학적 식 1로 산출할 수 있다.
- [0025] 본 발명에 있어서, S200 단계의 표준 형강 요소산출부는 상기 탄성한계 횡좌굴모멘트를 수학적 식 2로 산출할 수 있다.
- [0026] 본 발명에 있어서, S300 단계의 인덱스 산출부는 설계부재의 인덱스값을 수학적 식 5로 산출하고, 표준형강의 인덱스값을 수학적 식 6으로 산출할 수 있다.
- [0027] 본 발명에 있어서, S400 단계의 표준 형강 단면성능 선택부에서 상기 기 설정된 조건식은 다음의 수학적 식 7인 것이 바람직하다.
- [0028] 본 발명은 상기 조건식에 따라 선정된 표준형강 중 단위중량이 가장 작은 단면성능을 가진 표준 형강을 선택할 수 있다.
- [0029] 본 발명은 하드웨어와 결합되어, 청구항 8 내지 청구항 14 중 어느 한 항에 기재된 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계방법을 컴퓨터에 의해 실행시키기 위하여 컴퓨터가 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.

발명의 효과

- [0030] 본 발명에 따른 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템 및 설계방법은 다음과 같은 효과를 가진다.
- [0031] 첫째, 부재의 단면을 가정하지 않음으로써, 단면 선택의 시행착오 반복을 방지하는 효과가 있다.
- [0032] 둘째, 철골 구조물에 모델링되는 설계부재의 인덱스값과 표준 형강의 인덱스값을 비교하여, 최적의 단면성능을 가진 표준형강을 선택하는 효과가 있다.
- [0033] 본 발명의 효과는 이상에서 언급된 것들에 한정되지 않으며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0034] 도 1은 본 발명에 따른 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템의 구성도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계방법의 순서도이다.
- 도 3은 표준 H형강 단면성능의 비지지길이와 공칭휨강도의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 4는 단면성능에서 도출한 비지지길이와 인덱스의 관계를 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 설계모델의 비지지길이와 최대모멘트값을 설명하는 도면이다.

도 6은 표준 H형강의 인덱스값의 요소를 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0035] 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.
- [0036] 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.
- [0037] 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.
- [0038] 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.
- [0040] 본 발명은 철골구조 시스템에서 부재의 비지지길이와 발생하는 최대모멘트를 이용하여 철골구조 시스템의 수평 부재를 설계하는 방법에 관한 것이다.
- [0041] 기존의 철골구조 설계 과정은 설계부재의 단면성능을 가정하고 가정한 단면성능이 설계조건을 만족하는지 검토하면서 시행착오 문제가 발생된다. 본 발명은 종래기술의 시행착오 문제를 개선하여, 철골구조 시스템의 설계조건을 만족하는 단면성능을 제공하고자 한다.
- [0043] 본 발명은 철골 구조물을 구성하는 표준 형강(Standard Section Shape Steel)의 단면성능을 선택하는 것이다. 다만, 본 명세서에서는 표준 형강 중 표준 H형강을 예를 들어 설명하고자 한다.
- [0046] 본 발명은 철골구조 시스템을 구성하는 수평 부재의 구조설계 수행 시 표준 H형강의 비탄성한계 비지지길이와 탄성한계 횡좌굴모멘트를 곱한 인덱스를 이용하여 단면성능을 선택하는 방법으로, 기존의 철골 구조설계에서 발생하는 단면성능 선택의 시행착오 과정 없이 인덱스를 통하여 철골 구조물의 설계 조건에 적합하고 경제적인 표준 H형강 단면성능을 선택하는 방법에 관한 것이다.
- [0048] 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.
- [0050] 도 1은 본 발명에 따른 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템의 구성도이다.
- [0051] 본 발명은 연산기능을 가진 제어서버(10) 및 철골 구조물의 모델링 정보와 표준 형강 정보가 저장된 데이터베이스(20)가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계시스템에 관한 것이다.
- [0052] 본 발명에 따른 제어서버(10)는 철골 구조물에 모델링되는 각 부재의 비지지길이와 최대모멘트를 산출하는 설계부재 요소산출부(100); 데이터베이스에서 표준 형강의 비탄성한계 비지지길이와 탄성한계 횡좌굴모멘트를 산출하는 표준 형강 요소산출부(200); 상기 설계부재와 상기 표준 형강의 인덱스값을 산출하는 인덱스 산출부(300); 및 상기 설계부재의 인덱스값과 상기 표준 형강의 인덱스값을 비교하여, 기 설정된 조건식을 만족하는 단면성능을 가진 표준 형강을 선택하는 표준 형강 단면성능 선택부(400)를 포함한다.
- [0054] 이하에서는 본 발명에 따른 설계부재 요소산출부(100)를 설명하고자 한다.
- [0055] 본 발명에 따른 설계부재 요소산출부(100)는 철골 구조물에 모델링되는 각 부재의 비지지길이와 최대모멘트를 산출할 수 있다.
- [0057] 구체적으로 설계부재 요소산출부(100)는 각 부재의 비지지길이와 최대모멘트를 산출할 수 있다.
- [0058] 설계부재의 비지지길이는 기 설정된 값이 입력될 수 있다. 설계부재에 발생하는 최대모멘트는 수행한 설계로부

터 나타나는 부재의 경계조건(단순지지, 양단고정 등)과 하중조건(집중하중, 등분포하중 등)에 의해 산출될 수 있다. 최대모멘트는 상기 경계조건과 하중조건에 따라 다양한 수학적식이 적용될 수 있다.

[0060] 이하에서는, 본 발명에 따른 표준 형강 요소산출부(200)를 설명하고자 한다.

[0061] 표준 형강 요소산출부(200)는 데이터베이스에서 표준 형강의 비탄성한계 비지지길이와 탄성한계 횡좌굴모멘트를 산출할 수 있다.

[0062] 본 발명에 따른 표준 형강 요소산출부(200)는 비탄성한계 비지지길이를 다음 수학적식 1로 산출할 수 있다.

수학적식 1

$$L_r = \pi \sqrt{\frac{I_y h_o}{2S_x}} \sqrt{\frac{E}{0.7F_y}}$$

[0063]

[0064] 여기서, L_r 은 표준 H형강 단면성능의 비탄성한계 비지지길이이다. I_y 는 부재단면의 약축에 대한 단면2차모멘트(mm^4)이다. h_o 는 H 형강 상하부 플랜지간 중심거리(mm)이다. S_x 는 부재단면의 강축에 대한 단면계수(mm^3)이다. E 는 강재의 탄성계수(N/mm^2)이다. F_y 는 강재의 항복강도(N/mm^2)이다.

[0066] 본 발명에 따른 표준 형강 요소산출부(200)는 상기 탄성한계 횡좌굴모멘트를 다음 수학적식 2로 산출할 수 있다.

수학적식 2

$$M_r = 0.7F_y S_x$$

[0067]

[0068] 여기서, M_r 은 표준 H형강 단면성능의 탄성한계 횡좌굴모멘트이다. F_y 는 강재의 항복강도(N/mm^2)이다. S_x 는 부재단면의 강축에 대한 단면계수(mm^3)이다.

[0070] 부재의 저항능력이 소요강도보다 크면 구조물은 안전하지만, 작은 경우에는 구조물은 파괴에 도달한다. 휨강도에 대한 강도한계상태설계는 다음의 수학적식 3으로 규정하고 있으며, 부재의 설계는 이를 만족하여야 한다.

수학적식 3

$$M_u \leq \phi M_n$$

[0072]

[0073] 여기서, M_u 는 외부하중에 의한 부재의 소요휨강도이다. M_n 은 외부하중에 대한 부재의 휨저항능력인 공칭휨강도이다. ϕ 는 저항계수이다. 이는 건축구조기준에 정해진 값을 사용할 수 있다.

[0075] 철골 구조물의 구조설계의 경우, 건축구조기준에서는 한계상태설계법 만을 규정하고 있으며, 수학적식 3과 같이 휨재의 설계휨강도가 하중조합에 의해 발생하는 소요휨강도 보다 항상 크도록 설계하여 강도한계상태에 대한 안전성이 검토될 수 있다.

[0076] 도 3은 표준 H형강 단면성능의 비지지길이와 공칭휨강도의 관계를 나타내는 그래프이다. 구체적으로, 국내에 시판되고 있는 표준 H형강의 단면성능의 비지지길이에 대한 공칭휨강도를 단면의 치수를 나타낸 도면이다.

[0078] 수평부재의 비지지길이가 증가하면 부재가 갖고 있는 항복강도에도 불구하고 횡비틀림 좌굴이 발생하여 그 휨내력이 감소한다.

[0079] 여기서 비지지길이는 한 부재의 횡지지가새 사이의 간격으로써 가새부재의 도심 간의 거리로 측정한다. 그러므로, 수평부재와 같은 공칭휨강도는 단면의 정보를 나타내는 단면계수와 비지지길이를 고려해야한다.

[0080] 철골구조 시스템에서의 구조물량은 철골 부재의 길이와 단면의 크기에 의해 결정된다. 그러므로 경제적인 부재 단면의 선택은 최대모멘트의 크기에 따라 성능을 만족하면서 작은 단위중량을 가진 단면이 되어야 한다.

[0081] 따라서, 부재 단면성능 선택의 경제성을 고려하여, 다음 수학적 식 4와 같이, 인덱스(Index)를 비지지길이(L)와 모멘트(M)의 곱으로 정의할 수 있다.

수학적 식 4

$$[0082] \text{Index} = L \times M$$

[0084] 이하에서는 본 발명에 따른 인덱스 산출부(300)를 설명하고자 한다.

[0085] 본 발명에 따른 인덱스 산출부(300)는 설계부재와 표준 형강의 인덱스값을 산출할 수 있다.

[0086] 구체적으로, 인덱스 산출부(300)는 설계부재의 인덱스값을 다음 수학적 식 5로 산출하고, 표준형강의 인덱스값을 다음 수학적 식 6으로 산출할 수 있다.

수학적 식 5

$$[0087] \text{설계부재의 Index} = L_b \times M_n$$

수학적 식 6

$$[0088] \text{표준 형강의 Index} = L_r \times M_r$$

[0089] 여기서, L_b 는 설계부재의 부재의 비지지길이이다. M_n 은 설계부재의 공칭휨강도이다. L_r 는 표준 형강의 비탄성한계 비지지길이이다. M_r 은 표준 형강의 탄성한계 횡좌굴모멘트이다.

[0091] 이하에서는, 본 발명에 따른 표준 형강 단면성능 선택부(400)를 설명하고자 한다.

[0092] 본 발명에 따른 표준 형강 단면성능 선택부(400)는 설계부재의 인덱스값과 상기 표준 형강의 인덱스값을 비교하여, 기 설정된 조건식을 만족하는 단면성능을 가진 표준 형강을 선택할 수 있다.

[0093] 구체적으로, 표준 형강 단면성능 선택부(400)는 다음의 수학적 식 7에 따른 조건식으로 표준형강을 선택할 수 있다.

수학적 식 7

$$[0094] L_b M_u \leq L_b \phi M_n \leq L_r \phi M_r$$

[0095] 여기서, L_b 는 설계부재의 부재의 비지지길이이다. M_u 는 설계부재의 소요휨강도이다. M_n 은 설계부재의 공칭휨강도이다. ϕ 는 건축구조기준에서 규정하고 있는 불확실성을 고려한 저항계수이다. L_r 는 표준 형강의 비탄성한계 비지지길이이다. M_r 은 표준 형강의 탄성한계 횡좌굴모멘트이다.

[0097] 도 4는 단면성능에서 도출한 비지지길이와 인덱스의 관계를 나타내는 그래프이다.

[0098] 설계하는 수평부재의 비지지길이와 발생하는 최대모멘트는 표준 H형강 단면성능에서 도출할 수 있는 비탄성한계 비지지길이와 탄성한계 횡좌굴모멘트보다 작아야 한다.

[0099] 또한, 표준 H형강의 단면성능에서 도출한 인덱스는 비탄성한계 비지지길이에서 최대값을 가지므로 인덱스를 이용한 설계 조건식은 수학적 식 7로 정의할 수 있다.

- [0101] 도 5는 설계모델의 비지지길이와 최대모멘트값을 설명하는 도면이다. 도 6은 표준 H형강의 인덱스값의 요소를 설명하는 도면이다.
- [0102] 설계한 철골 구조시스템에서 단면성능을 선택하고자 하는 부재의 비지지길이와 하중조건과 경계조건에 따라 발생하는 최대모멘트를 계산하여 인덱스를 도출한다.
- [0103] 표준 H형강의 비탄성한계 비지지길이와 탄성한계 횡좌굴모멘트를 상기의 수학적식 1과 수학적식2를 통해 산출할 수 있으며, 산출한 비탄성한계 비지지길이와 탄성한계 횡좌굴모멘트를 곱하여 인덱스를 도출한다.
- [0106] 표준 형강 단면성능 선택부(400)는 상기 조건식에 따라 선정된 표준형강 중 단위중량이 가장 작은 단면성능을 가진 표준 형강을 선택할 수 있다.
- [0107] 설계한 철골 구조시스템에서 도출한 인덱스와 표준 H형강의 인덱스를 비교하여 수학적식 7을 만족하는 표준 H형강 단면성능의 후보군을 도출할 수 있다.
- [0108] 나아가, 도출된 후보군 중 단위중량이 가장 작은 단면성능을 선택하여 설계조건을 만족시키면서 구조물량을 감소시킬 수 있는 단면성능을 선택할 수 있다.
- [0110] 예를 들어, 구조물의 한 설계부재의 비지지길이가 4.2 m 이고 하중조건과 경계조건에 의하여 부재에 발생하는 최대모멘트가 600 kN·m 라고 한다면, 부재의 인덱스는 비지지길이와 최대모멘트의 곱인 2,520 이 된다(수학적식 5 참조).
- [0111] 위와 같이 도출한 설계부재의 인덱스를 다음의 표 1에 나타난 표준 H형강 인덱스와 비교한다. 참고로, 도 6은 표준 H형강의 인덱스값의 요소를 설명하는 도면이다.

표 1

No	H (mm)	B (mm)	t_1 (mm)	t_2 (mm)	r (mm)	Index	단위중량 (kg/m)
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
후보 1	298	299	9	14	18	2070.02	87
후보 2	300	300	10	15	18	2237.37	94
후보 3	506	201	11	19	20	2316.68	103
후보 4	300	305	15	15	18	2357.05	106
후보 5	600	200	11	17	22	2563.83	106
후보 6	606	201	12	20	22	3015.9	120
후보 7	310	305	15	20	18	3113.1	130
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

- [0112]
- [0114] 인덱스 조건식(수학적식 7)을 만족하는 단면성능의 후보군은, 표 1에서 후보 5,6,7 즉 인덱스 2563.83 부터 3113.1 까지 3개의 단면성능으로 도출될 수 있다.
- [0115] 이 중에서 단위중량이 가장 작은 단면성능인 후보 5의 '600x200x11x17' 을 구조설계에 적용하여 설계조건을 만족시키고, 구조물량을 감소시키는 설계안을 제시할 수 있다.
- [0118] 한편, 본 발명은 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계방법으로 구현될 수 있다.
- [0119] 본 설계방법은 전술한 설계시스템과 기술구성은 실질적으로 공통되므로, 중복되는 설명은 생략하고, 요지를 설명하고자 한다.
- [0121] 본 발명은 연산기능을 가진 제어서버(10) 및 철골 구조물의 모델링 정보 및 표준 형강 정보를 포함하는 데이터 베이스(20)가 네트워크로 연결되고, 컴퓨터에 의해 실행되는 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계방법으로서,

제어서버(10)는 설계부재 요소산출부(100)가 철골 구조물에 모델링되는 각 부재의 비지지길이와 최대모멘트를 산출하는 S100 단계; 표준 형강 요소산출부(200)가 데이터베이스에서 표준 형강의 비탄성한계 비지지길이와 탄성한계 횡좌굴모멘트를 산출하는 S200 단계; 인덱스 산출부(300)가 상기 설계부재와 상기 표준 형강의 인덱스값을 산출하는 S300 단계; 및 표준 형강 단면성능 선택부(400)가 상기 설계부재의 인덱스값과 상기 표준 형강의 인덱스값을 비교하여, 기 설정된 조건식을 만족하는 단면성능을 가진 표준 형강을 선택하는 S400 단계를 수행할 수 있다.

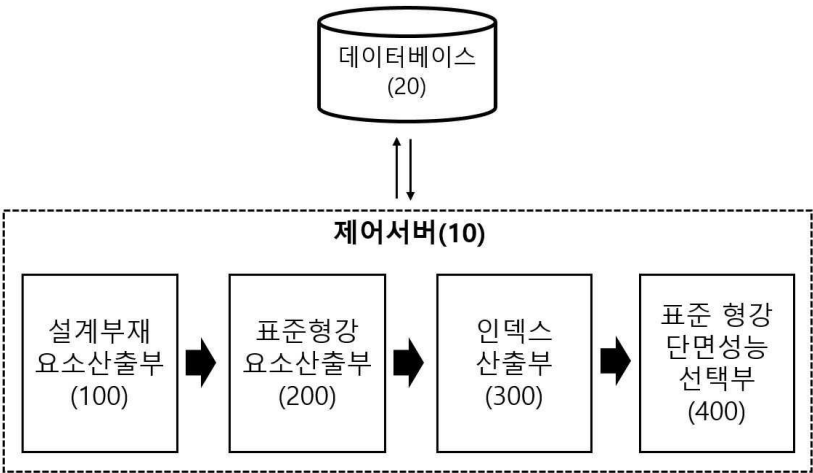
- [0123] S200 단계의 표준 형강 요소산출부(200)는 비탄성한계 비지지길이를 상기 수학식 1로 산출할 수 있다.
- [0124] S200 단계의 표준 형강 요소산출부(200)는 상기 탄성한계 횡좌굴모멘트를 상기 수학식 2로 산출할 수 있다.
- [0125] S300 단계의 인덱스 산출부(300)는 설계부재의 인덱스값을 상기 수학식 5로 산출하고, 표준형강의 인덱스값을 상기 수학식 6으로 산출할 수 있다.
- [0126] S400 단계의 표준 형강 단면성능 선택부(400)에서 기 설정된 조건식은 상기의 수학식 7인 것이 바람직하다.
- [0127] 본 발명에 있어서, 조건식에 따라 선정된 표준형강 중 단위중량이 가장 작은 단면성능을 가진 표준 형강을 선택할 수 있다.
- [0129] 한편, 본 발명은 컴퓨터프로그램으로 구현될 수도 있다. 구체적으로, 본 발명은 하드웨어와 결합되어, 본 발명에 따른 표준 형강의 인덱스를 이용한 철골 구조물의 설계방법을 컴퓨터에 의해 실행시키기 위하여 컴퓨터가 판독 가능한 기록매체에 저장된 컴퓨터 프로그램으로 구현될 수 있다.
- [0131] 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.
- [0133] 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

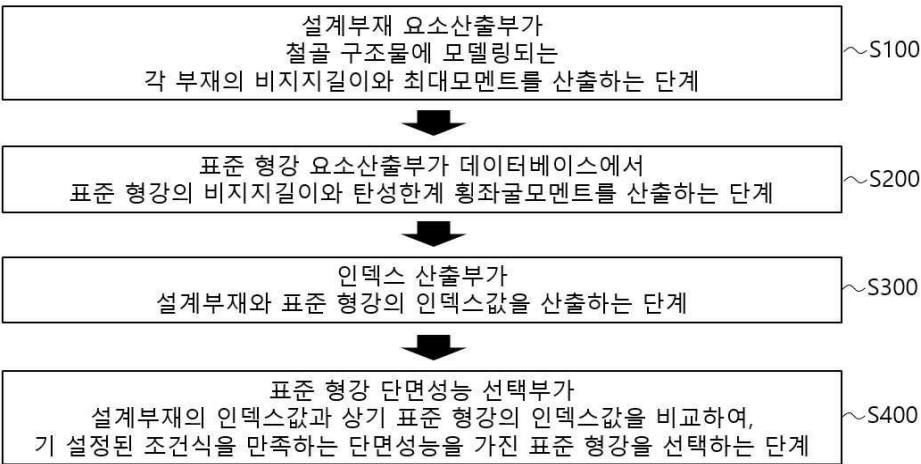
- [0134] 10 : 제어서버
- 20 : 데이터베이스
- 100 : 설계부재 요소산출부
- 200 : 표준 형강 요소산출부
- 300 : 인덱스 산출부
- 400 : 표준 형강 단면성능 선택부

도면

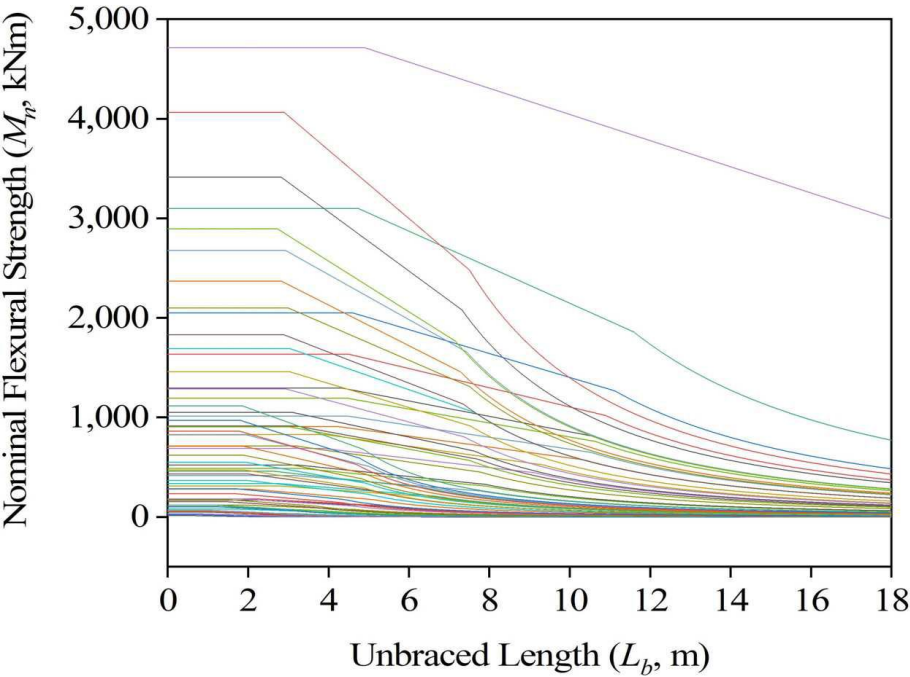
도면1



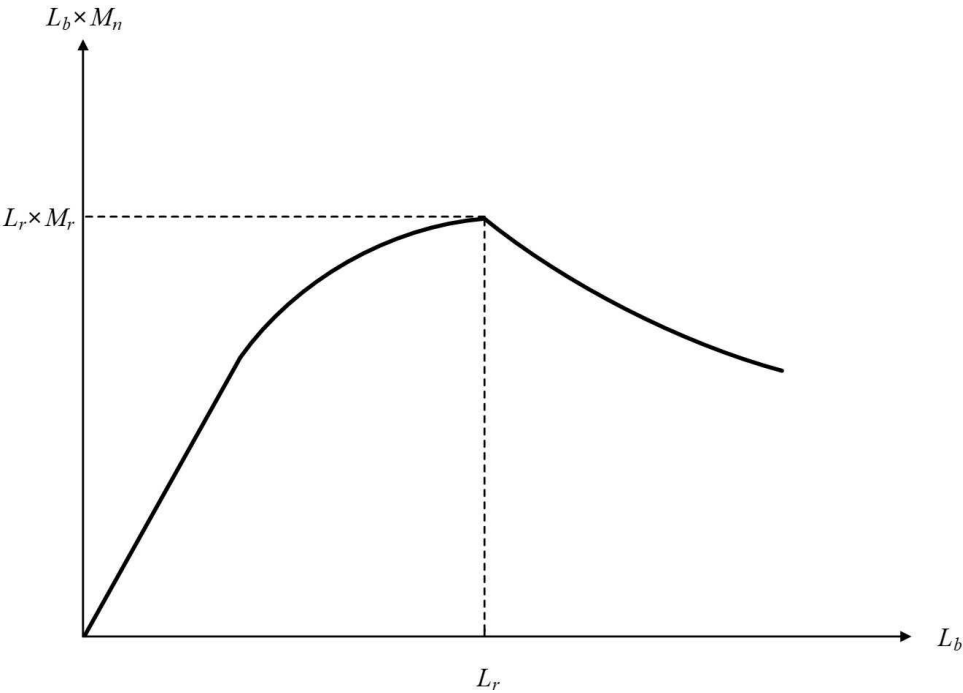
도면2



도면3

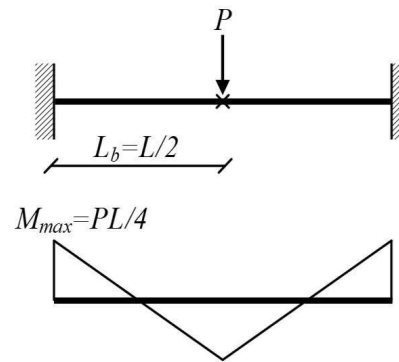
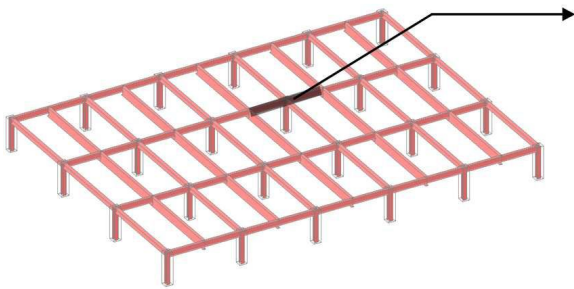


도면4



도면5

$$\text{index} : L \times M = L_b \times M_{\max}$$



도면6

