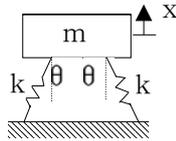


1999. 4. 28.

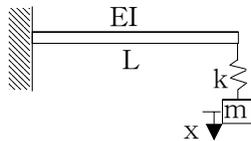
- 1.[6점] 다음 물음에 각각 두 문장 이내로 답하라.
 (수식 또는 그림 불필요)
 (a) 진동이란 무엇이며, 진동해석이란 무엇인가?
 (b) 계의 진동응답이란 무엇인가?
 (c) 조화가진이란 무엇인가?

2.[6점] 어떤 1자유도 감쇠계에 대하여 질량 $m = 1$ kg, 감쇠계수 $c = 2$ kg/s, 강성 $k = 10$ N/m로 알려져 있다. 초기변위 $x_0 = 1$ mm, 초기속도 $v_0 = 0$ 일 때, 진동 변위 $x(t)$ 를 sine함수 형태로 구하라.

- 3.[8점] 다음과 같은 1자유도 계의 등가스프링상수를 구하라.
 (a) 강성이 k 인 스프링 두 개가 물체의 운동방향과 θ 의 각도를 이루며 병렬 연결되어 있는 구조.



- (b) 외팔보(길이 L , 굽힘강성 EI)의 자유단에 강성 k 인 스프링이 달려 있고, 그 스프링의 끝에 물체가 달려 있는 구조.



- 4.[4점] 일반 추시계의 추는 1초에 한번 왕복하는 것으로서, 추의 길이 L_1 은 일정하다. 추의 길이를 L_2 로 하여 추가 2초에 한번 왕복하는 추시계를 만들고자 한다. (a) 길이 L_2 는 L_1 과 어떤 관계에 있는가?
 (b) 길이 L_2 를 계산하라.

5.[4점] 1자유도 비감쇠계의 변위응답이 1초 주기의 맥놀이(beat)현상을 보이도록 정지상태로부터 조화구동시킨다. 진동의 주기는 0.1초로 측정되었다. 이 계의 고유진동수 ω 와 구동진동수 ω_{dr} 를 계산하라.

6.[8점] 질량 m , 감쇠비 ζ , 비감쇠 고유진동수 ω 인 1자유도 감쇠계에 조화가진력 $m f_0 \sin\omega_{dr}t$ 가 작용하고 있을 때, 운동방정식으로부터 정상상태(steady-state) 응답을 sine 함수형태로 유도하라 (주어진 파라미터들로 표현).

7.[8점] 공장 바닥을 타고 공작기계에 전달되는 진동이 작업에 미치는 영향을 최소화 하고자 한다. 공작기계를 1자유도 감쇠계로 모델링하고, 공장바닥의 진동수 ω_b 와 계의 비감쇠 고유진동수 ω 의 비를 r 이라 하고 계의 감쇠비를 ζ 라 할 때, 진동변위 전달률의 관점에서 감쇠의 역할을 설명하라.

8.[6점] 불균형 질량 0.5 kg을 갖고 있는 10 kg의 전기모터를 감쇠없는 탄성체(등가스프링상수 6400 N/m) 위에 설치하였다. 모터는 1750 rpm의 속도로 회전하며, 불균형 질량은 센터로부터 100 mm의 거리에 있다. 탄성체를 통해 바닥으로 전달되는 힘의 크기를 구하라.

정 답

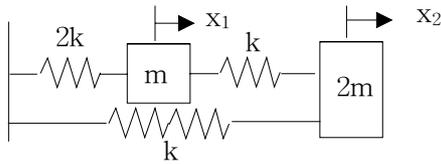
2. $x(t) = 1.05 e^{-1.0t} \sin(3.0 t + 1.25)$ mm
 3. (a) $k_{eq} = 2 k \cos^2\theta$
 (b) $k_{eq} = \frac{3EI k}{kL^3 + 3EI}$
 4. (a) $L_2 = 4 L_1$
 (b) $L_2 = 0.994$ m
 5. $\omega = 69.1$ rad/s, $\omega_{dr} = 56.5$ rad/s
 8. $F_T = 32.6$ N

1999. 6. 16.

1.[3점] 중첩의 원리란 무엇인지를 ‘가진’에 따른 ‘응답’을 나타내는 ‘동적 시스템’에 대해 설명하라.

2.[6점] 자동차 또는 모터사이클에 사용되는 충격흡수기(shock absorber)는 스프링과 댐퍼로 이루어진 기계요소이다. 이 요소의 강성 k와 감쇠계수 c를 실험적으로 구할 방안을 제시하라.

3.[5점] 다음 그림과 같은 2자유도 비감쇠계의 자유진동을 나타내는 운동방정식을 구하여 행렬 형태로 표현하라.



* 시간 t=0 인 순간에 가해진 단위 임펄스 δ(t) 가진에 대한 진동계의 응답은 다음과 같다.

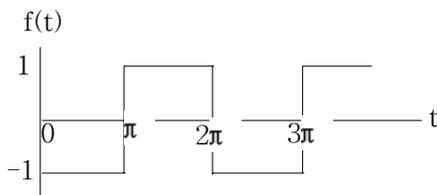
$$x(t) = \begin{cases} 0 & t < 0 \\ h(t) = \frac{1}{m\omega_d} e^{-\zeta\omega t} \sin\omega_d t & t > 0 \end{cases}$$

4.[8점] 질량 2 kg, 감쇠계수 1 kg/s, 강성 8 N/m인 1자유도 감쇠계에 δ(t) + 0.5δ(t-0.4초) 인 이중 임펄스를 가하였다.

- (a) 0 < t < 0.4초 일때의 계의 응답
- (b) t > 0.4초 일때의 계의 응답을 각각 구하라.

5.[4점] 질량이 2kg이고 고유진동수가 10 Hz인 1자유도 비감쇠계에 t=3초 일 때부터 2 N의 힘이 일정하게 가해질 때, 이에 따른 응답을 구하라(t>3초에서).

6.[6점] 다음그림과 같은 주기적 사각파를 Fourier급수로 표현하라.



7.[6점] 다음과 같이 Fourier급수로 표현된 가진력이 1 자유도 감쇠계(질량 m, 감쇠비 ζ, 비감쇠고유진동수 ω)에 가해질 때, 정상상태응답을 구하라.

$$F(t) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{8}{\pi^2(2n-1)^2} \cos 2(2n-1)\pi t$$

8.[6점] 질량행렬과 강성행렬이 다음과 같이 표현되는 2자유도 비감쇠계의 고유진동수와 모드형상을 구하라.

$$M = \begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & 2m \end{bmatrix}, \quad K = \begin{bmatrix} 3k & -2k \\ -2k & 4k \end{bmatrix}$$

9. [6점] 어느 2자유도 비감쇠계의 진동해석 결과, 고유진동수와 모드형상이 각각 다음과 같이 구해졌다.

$$\omega_1 = \sqrt{2} \text{ rad/s} \quad \omega_2 = 2 \text{ rad/s}$$

$$u_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix} \quad u_2 = \begin{bmatrix} -1 \\ 3 \\ 1 \end{bmatrix}$$

초기조건이 x₁(0) = -1/3 mm, x₂(0) = 1 mm, ẋ₁(0) = 0, ẋ₂(0) = 0 일 때, 자유진동 응답 x₁(t) 와 x₂(t)를 구하라.

정답

3. $\begin{bmatrix} m & 0 \\ 0 & 2m \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} \ddot{x}_1 \\ \ddot{x}_2 \end{Bmatrix} + \begin{bmatrix} 3k & -k \\ -k & 2k \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} 0 \\ 0 \end{Bmatrix}$

4. (a) $x(t) = 0.252 e^{-0.25t} \sin 1.984t \text{ m}$
 (b) $x(t) = 0.252 e^{-0.25t} \sin 1.984t + 0.126 e^{-0.25(t-0.4)} \sin 1.984(t-0.4) \text{ m}$

5. $x(t) = 0.253 [1 - \cos 62.8(t-3)] \text{ mm}$

6. $f(t) = \sum_{m=1}^{\infty} \frac{-4}{(2m-1)\pi} \sin(2m-1)t$

7. $x(t) = \sum_{n=1}^{\infty} A_n \cos(\omega_n t - \phi_n)$

$$A_n = \frac{8}{\sqrt{[\omega^2 - 4(2n-1)^2 \pi^2]^2 + [4\zeta\omega(2n-1)\pi]^2}}$$

$$\phi_n = \tan^{-1} \frac{4\zeta\omega(2n-1)\pi}{\omega^2 - 4(2n-1)^2 \pi^2}$$

8. $\omega_1 = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad \omega_2 = 2\sqrt{\frac{k}{m}}$

$$u_1 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad u_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ -0.5 \end{bmatrix}$$

9. $x_1(t) = -\frac{1}{3} \cos 2t \text{ mm}, \quad x_2(t) = \cos 2t \text{ mm}$