기계진동학 연 습 문 제 정 답 (제1장) (2014. 4. 10.)

교 재 : D. J. Inman, Engineering Vibration, 3rd edition, Pearson Education, 2008.
황재혁 등 5인 공역, 최신기계진동학 **제3판**, 피어슨 에듀케이션 코리아, 2009.

1.1절 <1.1> k = 14.72 kN/m <1.2> $x(t)$ = 1.5 sin(2t+ 0.730) mm

<1.3> $x(t)$ = cos2t mm <1.4> $m\ddot{x} + kx = 0$

<1.5> $m\ddot{x} + kx = 0$ <1.6> A_v = 62.8 mm/s, A_a = 3950 mm/s^2

<1.7> $B = v_0/\omega_n$, $C = x_0$ <1.8> 생략

<1.9> (a) 1.592 Hz (b) 1.592 Hz

<1.10> 생략 <1.11> (a) $\omega_n = \sqrt{(k_1+k_2)/m}$ (b) $\omega_n = \sqrt{(k_1+k_2+k_3)/m}$

<1.12> $\omega_n = \sqrt{(mg+kl)/ml}$ <1.13> 0.997 Hz <1.14> 0.248 m

<1.15> 생략

1.2절 <1.16> $x(t)$ = 1.001 sin(62.8 t + 1.523) mm

<1.17> f_n = 1.423 Hz, $x(t)$ = 2 cos(8.94 t) mm

<1.18> 21% 증가 <1.19> 7.91 mm <1.20> 생략

<1.21> 진동수 변화 = -0.400 Hz, 속도진폭 변화 = -0.250 m/s, 가속도진폭 변화 = -9.20 m/s^2

<1.22> 생략 <1.23> A = 3.97 mm <1.24> ω_n = 10.00 rad/s (f_n = 1.592 Hz)

<1.25> ω_n = 20.0 rad/s (f_n = 3.18 Hz)

1.3절 <1.26> $x(t) = 1.077\ e^{-0.268t} - 0.077\ e^{-3.72t}$ mm

<1.27> $x(t) = e^{-t}\sin t$ mm

<1.28> 본문참조 <1.29> 본문참조

<1.30> $a_1 = \frac{1}{2}\left(x_0 - j\frac{v_0+\zeta\omega_n x_0}{\omega_d}\right)$, $a_2 = \frac{1}{2}\left(x_0 + j\frac{v_0+\zeta\omega_n x_0}{\omega_d}\right)$

<1.31> 본문참조 <1.32> 본문참조 <1.33> 본문참조

<1.34> ω_n = 3.16 rad/s, ζ = 0.316, 부족감쇠계

<1.35> $x(t) = \sqrt{\frac{\zeta^2}{1-\zeta^2}+1}\ e^{-2\zeta t}\ \sin[2\sqrt{1-\zeta^2}\,t + \tan^{-1}\frac{\sqrt{1-\zeta^2}}{\zeta}]$ mm

<1.36> $x(t) = 1.005\ x_0\ e^{-0.2t}\ \sin(1.99\,t + 1.47)$

<1.37> $x(t) = e^{\frac{t}{2}}\ (\cos\frac{\sqrt{3}}{2}t - \frac{1}{\sqrt{3}}\sin\frac{\sqrt{3}}{2}t)$

<1.38> ω_n = 5.48 rad/s, ζ = 0.274, ω_d = 5.27 rad/s, 부족감쇠계, 진동함

<1.39> 생략

<1.40> ω_n = 3.16 rad/s, ζ = 0.211, ω_d = 3.09 rad/s, 부족감쇠계, 진동함

<1.41> $x(t) = 0.104\ e^{-1.50t}\ \sin(5.27\ t + 1.29)$ m

<1.42> $x(t) = 5.02\ e^{-1.50t}\ \sin(5.27\ t - 1.48)$ mm

<1.43> matlab 실습 → c = 800 kg/s

<1.44> $\ddot{x} + 2\zeta\omega_n\dot{x} + {\omega_n}^2 x = 0$ 중력 영향 없음

1.4절 <1.45> 생략 <1.46> 생략 <1.47> $\left(\frac{J}{r^2}+m\right)\ddot{x} + \left(k_2+\frac{k_1}{r^2}\right)x = 0$

<1.48> $\omega_n = \sqrt{\frac{kl_1^2+mgl_2}{ml_2^2}}$ <1.49> $\omega_n = \sqrt{\frac{g}{2(R-R_1)}}$

<1.50> $c_t = 0.002\ m\sqrt{gl^3}$ <1.51> $c = 0.02\sqrt{Jk}$

<1.52> ω_d = 0.632 rad/s

<1.53> $\omega_d = \sqrt{\frac{k}{m+\frac{J}{r^2}} - \frac{c^2}{4\left(m+\frac{J}{r^2}\right)^2}}$ <1.54> ζ = 0.114, ω_d = 11.26 rad/s, -30.4%

<1.55> 생략 <1.56> 생략 <1.57> 생략

<1.58> $\omega_n = 2\frac{a+r}{r}\sqrt{\frac{k}{3\,m}}$

1.5절 <1.59> A = 0.00197 m^2 <1.60> EI = 11840 N·m^2 <1.61> 301 N/m

<1.62> 생략 <1.63> 생략 <1.64> 생략

<1.65> (교재오류 k_2 = 2000 N/m) ω_n = 21.6 rad/s, ζ = 0.231

<1.66> ω_d = 40.2 rad/s, ζ = 0.00124, 부족감쇠계(underdamped system)

<1.67> ω_n(al)/ω_n(st) = 0.596, 약 40% 감소

1.6절 (제4장과 함께 기재)

1.7절 <1.75> c = 87.2 N/(m/s) <1.76> 생략

<1.77> steel(G = 80×10^9 N/m^2)인 경우, d = 59.7 mm <1.78> n = 4 turns

<1.79> steel(E = 200×10^9 N/m^2)이고 A = 1 cm^2 인 경우, L = 20000 m → 비현실적

<1.80> A = 1 cm^2 인 경우, 플라스틱 L = 140 m, 고무 L = 0.7 m.
고무의 길이는 실제 가능.

<1.81> 생략