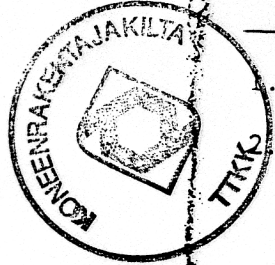




71 LUJUUSOIKEELLISET MITTAUKSET

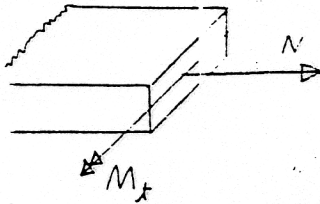
8.1.1993

lusuuden tai muistiinpanojen käyttö ei ole sallittua. Jokaiseen vastauspaperiin joitettava selvästi nimellä lisäksi erikseen, osasto ja vuosikurssi.



Selosta, miksi mittaukset kannattaa suunnitella huolellisesti etukäteen.

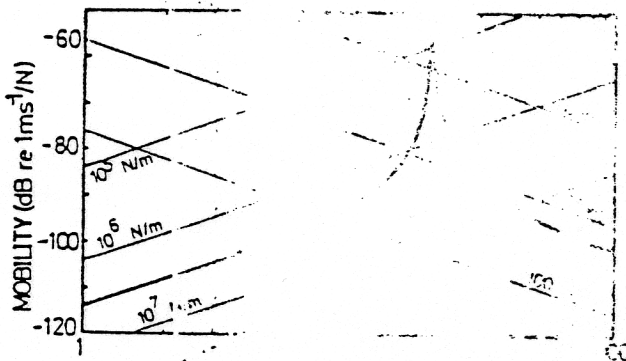
Mitkä ovat venymäliuskojen hyvät ominaisuudet?



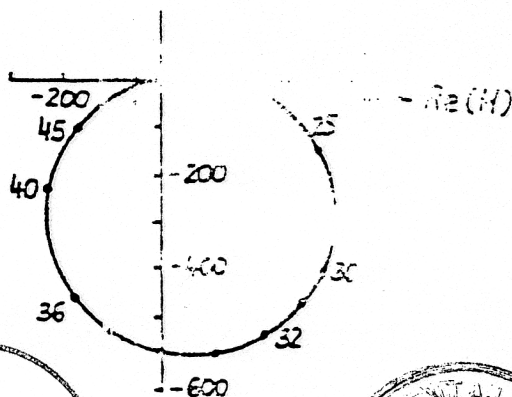
Oheisen sauvan poikkileikkausta (20 x 50 mm) kuormittamalla taivutusmomentti M_t ja normaalivoima N . Käytettävänä on kaksi venymäliuskaa ($k = 2$, $R = 120 \Omega$) sekä kaksi 120Ω vastusta. Esitä liuskojen sijoitus ja kytkentä, kun halutaan mitata

- a) taivutusmomentin ja normaalivoiman yhdessä aiheuttama venymä sauvan yläpinnalla ja vaaditaan lämpötilan kompensointia.
- b) taivutusmomentin M_t suhteus. Laske lisäksi Wheatstonen sillan ulostulon ja taivutusmomentin suhde $\Delta U/M_t$, kun syöttöjännite $U = 4V$.

kimmomoduli $E = 200 \text{ GPa}$, Poissonin luku $\nu = 0,3$, taivutusvastus $W_t = bh^2/6$



Oheisessa kuvassa on erään yhden vapausasteen systeemin siirtofunktio piirrettynä log-log-asteikolle. Mitä systeemin ominaisuuksia voidaan kuvasta saada selville?



5. Käy läpi lyhyesti läpi "amplitudi-huipputi" menetelmän etenemisprosessi. Oheisessa kuvassa on tehty mittauspisteisiin ympyräsovitukset. Arvioi sen perusteella tarkastellun värähtelysteemin resonanssitaajuus ω_r sekä vaimennustekijä ζ_r . Esitä perustelut arviollesi.



KÄÄNNÄ!

22 $\alpha_x = \frac{M_{yz}}{I_z} y + \frac{M_{xy}}{I_y} x$ $\tan \beta = \frac{\tan \alpha}{I_z \cdot I_y}$

23 $\alpha_x = \frac{M}{A} + \frac{M_{yz}}{I_z} y + \frac{M_{xy}}{I_y} x$

24 $v'' = -M_0/EI$ $U = \int_0^L \int EI (v'')^2 dx$ $U = \frac{1}{2} \int_0^L \frac{M^2}{EI} dx$

25 $v'' + k^2 v = 0$ $v(x) = A \cos kx + B \sin kx$ $k^2 = P/EI$

26 $P_n = \pi^2 \frac{EI}{L^2}$ $\sigma_n = P_n/A = \pi^2 E/\lambda_n^2$ $\lambda_n = L/n$ $\lambda_n^2 = \pi^2 E/\sigma_n$ $\lambda_n = \sqrt{\sigma_n} \cdot L/\pi$

27 $n = \sigma_{KR} / \sigma_{vert}$ MPJH, MLJH, VVEH, SKH

28 $\sigma_{vert} = \sigma_1 - \sigma_{III}$

29 $\sigma_{vert} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y + 3\tau_{xy}^2} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 - \sigma_1 \sigma_2}$ $\sigma_3 = \sigma_2 = 0$

30 $I_y = I_z = \pi r^4/4$ $I_D = \pi r^4/2$ (symmetrisoitu kiertokausi)

31 $I_z = bh^3/12$ (suorakulmiopolkki kiertokausi)

32 $K_f = 1 + q(K_f - 1)$

1		$v = \frac{M}{EI} [x^2 - \frac{1}{2} Lx^2]$	$v_B = \frac{ML^2}{2EI}$	$v_B' = \frac{ML}{EI}$
2		$v = \frac{F}{6EI} [3Lx^2 - x^3 + \frac{1}{2} Lx - Lx^2]$	$v_B = \frac{FL^3}{6EI}$	$v_B' = \frac{FL^2}{2EI}$
3		$v = \frac{q}{72EI} [6L^2 x^2 - 4Lx^3 + x^4 - \frac{1}{2} Lx^2]$	$v_B = \frac{qL^4}{8EI}$	$v_B' = \frac{qL^3}{6EI}$
4		$v = \frac{M}{6EI} [(L^2 - 3x^2)x - x^3 + 3Lx - \frac{1}{2} Lx^2]$	$v_M = \frac{M(L^2 - 3b^2)}{6EI}$ $v_F = \frac{M(L^2 - 3b^2)}{6EI} - \frac{FL(L^2 - b^2)}{6EI}$	$v_A' = \frac{M(L^2 - 3b^2)}{6EI}$ $v_B' = \frac{M(L^2 - 3b^2)}{6EI}$
5		$v = \frac{M}{6EI} (L^2 x - x^3)$	$v_{max} = \frac{ML^2}{9\sqrt{3}EI}$	$v_A' = \frac{ML}{6EI}$ $v_B' = \frac{ML}{3EI}$
6		$v = \frac{F}{6EI} [6L(L+b)x - bx^2 + Lx - \frac{1}{2} Lx^2]$	$v_F = \frac{FL^3 b^2}{3EI}$	$v_A' = \frac{Fb(L+b)}{6EI}$ $v_B' = \frac{-Fb(L+b)}{6EI}$
7		$v = \frac{F}{24EI} (L^2 x - 2Lx^2 + x^3)$	$v_{max} = \frac{5FL^3}{384EI}$	$v_A' = -v_B' = \frac{qL^2}{24EI}$

lupauspöytä dec. I tehtä 28.5.90

Kaava 1 ja 2 alle kaavastossa, on kelystetty.

1.) Elementin piirretty jännitykset ovat pääjännitykset.

Kaava (7) : $\tau_{max} = (3\epsilon - 2\epsilon_{xx})/2 = (50 - (-30))/2 = 40 \text{ MPa}$

Kaava (8) : $G\gamma_{xy} = \tau_{xy} \Rightarrow G\gamma_{max} = \tau_{max}$

Kaava (11) : $E = 2(1+\nu)G \Rightarrow G = \frac{E}{2(1+\nu)}$

$\gamma_{max} = \frac{\tau_{max}}{G} = \frac{40 \cdot 2(1+0,25)}{200 \cdot 10^3} = 0,5 \%$ \Rightarrow vast. (5)

2.) Kaava (11) : $\frac{\Delta V}{V} = \epsilon_x + \epsilon_y + \epsilon_z$

kaavat (8)-(10) :

$\epsilon_x = \frac{1}{E} [3\epsilon_x - \nu(\epsilon_y + \epsilon_z)] = \frac{1}{200 \cdot 10^3} [50 - 0,25(-30 - 20)] = 3,125 \cdot 10^{-4}$

$\epsilon_y = \frac{1}{200 \cdot 10^3} [-30 - 0,25(50 + 50)] = -1,875 \cdot 10^{-4}$

$\epsilon_z = \frac{1}{200 \cdot 10^3} [-20 - 0,25(50 - 30)]$

$\frac{\Delta V}{V} = \dots = 0$



$z_x = +50$
 $z_y = -30$
 $z_z = -20$