第 5 回課題解答（5/21 提出）

問 1

各軸方向のひずみは以下のように示される．

$$\begin{pmatrix} \varepsilon_x \\ \varepsilon_y \\ \varepsilon_z \end{pmatrix} = \frac{1}{E}\begin{pmatrix} 1 & -\nu & -\nu \\ -\nu & 1 & -\nu \\ -\nu & -\nu & 1 \end{pmatrix}\begin{pmatrix} \sigma_x \\ \sigma_y \\ \sigma_z \end{pmatrix} \qquad (1)$$

平面ひずみ状態では ε_z はゼロであるから，

$$\underline{\sigma_z = \nu(\sigma_x + \sigma_y)}$$

上式を(1)に代入すると，

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E}\left(\sigma_x - \nu\sigma_y - \nu^2(\sigma_x + \sigma_y)\right)$$

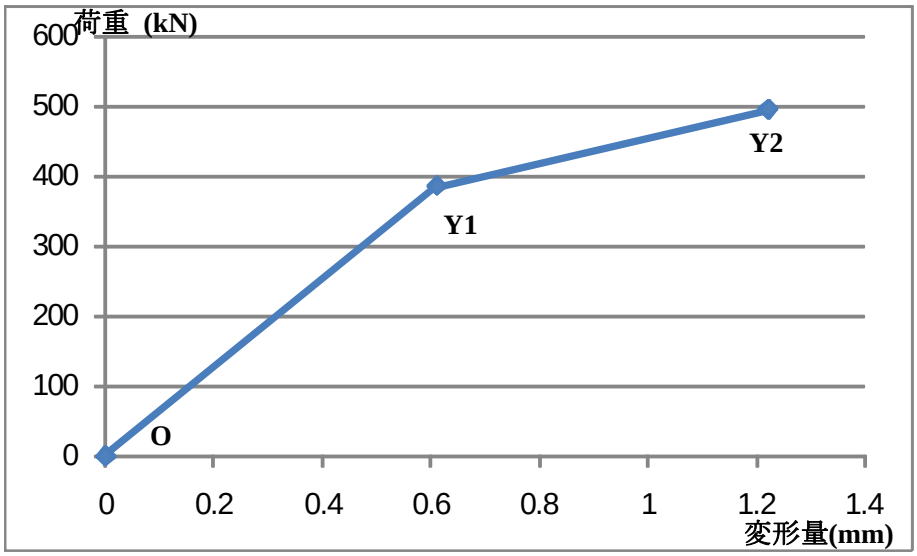
$$\varepsilon_y = \frac{1}{E}\left(-\nu\sigma_x + \sigma_y - \nu^2(\sigma_x + \sigma_y)\right)$$

よって

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E}\left[(1-\nu^2)\sigma_x - \nu(1+\nu)\sigma_y\right]$$

$$\underline{\varepsilon_y = \frac{1}{E}\left[(1-\nu^2)\sigma_y - \nu(1+\nu)\sigma_x\right]}$$

問 2



軟鋼が降伏する点を Y1，最大変位の点を Y2 とする．鍛鋼に作用する荷重を Pt，軟鋼に作用する荷重を Pm とする．

Y1 点において軟鋼が降伏するので，この点を境に鋼棒の挙動が変化する．Y1 点での変形量を δ y1 として，その値を求める．

$$\delta y1 = l * \frac{345}{E}$$
$$= 0.612(mm)$$

また，最大変形量 1.016mm を δ y2 とする．

鍛鋼に関して，

$$Pt(O \sim Y1) = \frac{\delta y1}{l} E * At$$
$$= 166.8(kN)$$
$$Pt(Y1 \sim Y2) = \frac{\delta y2 - \delta y1}{l} E * At$$
$$= 110.0(kN)$$

また，軟鋼に関しては

$$Pm(O \sim Y1) = \frac{\delta y1}{l} E * Am$$
$$= 219.1(kN)$$
$$Pm(Y1 \sim Y2) = 219.1(kN)$$ （塑性時も降伏時の荷重値）

よって Y2 点において，作用している荷重 Psum は,

Psum=Pt(o~y1)+ Pt(y1~y2)+Pm

(a) <u>Psum=496(kN)</u>

また最大荷重時の鍛鋼の応力は,

σ t(y2)= (Pt(o~y1)+ Pt(y1~y2))/At

(b) <u>σ t(y2)= 572(MPa)</u>

最大荷重時から除荷することによって，復元する変位量 δ unl は

$$\delta unl = \frac{Psum * l}{(Am + At)E}$$
$$= 0.787(mm)$$

よって求める残留変位 δ r は,

δ r=1.016-0.787

(c) <u>δ r=0.229(mm)</u>

問３

問２より，Y1 における荷重量 Py1 は

Py1=166.8+219.1=386(kN)

よって Y1~436kN 作用時の荷重増分ΔP は

⊿P=436-386=50(kN)

このときの変形増分量⊿l は

$$\Delta l = \frac{\Delta P * l}{AE}$$
$$= 0.184$$

よって，問２の Y1 点での変形量と Y1～436kN までの変形増分量を足し合わせて，求める増分量δ436 は以下の通りとなる.

δ436=0.612+0.184

(a) <u>δ436=0.796(mm)</u>

436kN 作用時の鍛鋼の応力σ436 は,

σ436=ΔP/At+345

(b) <u>σ436=449(MPa)</u>

436kN 作用時から除荷した場合の変形量δunl(436)は

$$\delta unl(436) = \frac{436 * l}{(Am + At)E}$$
$$= 0.692(mm)$$

よって残留変形量δr436 は

δr436= δ436 - δunl(436)

(c) <u>δr436=0.104(mm)</u>