

演習問題（解答例）

以下の条件が与えられている時の、有効プレストレスおよびプレストレスの有効率を求めよ。
また、プレストレス導入直後および全設計荷重作用時の上縁、下縁におけるコンクリート応力をそれぞれ求めよ。さらに、この応力状態は全断面有効と言えるか否かについて判定せよ。

条件

$$b=200\text{mm}, h=400\text{mm}, A_p=804\text{mm}^2, P_t=600\text{kN}, e_p=150\text{mm}$$

$$\Delta\sigma_{pr}=22.0\text{N/mm}^2, \Delta\sigma_{pcs}=134\text{N/mm}^2$$

$$M_1=50\text{kN}\cdot\text{m}, M_2=55\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$\sigma_{pt}=P_t/A_p=600\times 10^3/804=746\text{N/mm}^2$$

$$\text{有効プレストレス}:\sigma_{pe}=\sigma_{pt}-\Delta\sigma_{pr}-\Delta\sigma_{pcs}=746-22.0-134=\underline{590\text{N/mm}^2}$$

$$\text{プレストレスの有効率}\eta=\sigma_{pe}/\sigma_{pt}=590/746=\underline{0.791}$$

$$P_e=\eta\cdot P_t=0.791\times 600=475\text{kN}$$

$$A_c=b\cdot h=200\times 400=8.00\times 10^4\text{mm}^2$$

$$I_c=b\cdot h^3/12=200\times 400^3/12=1.07\times 10^9\text{mm}^4$$

$$y'_c=y_c=h/2=400/2=200\text{mm}$$

プレストレス導入直後

$$\text{上縁}:\sigma'_{ct}=-P_t/A_c+P_t\cdot e_p\cdot y'_c/I_c-M_1\cdot y'_c/I_c$$

$$=-600\times 10^3/(8.00\times 10^4)+600\times 10^3\times 150\times 200/(1.07\times 10^9)-50\times 10^6\times 200/(1.07\times 10^9)$$

$$=\underline{-0.0234\text{ N/mm}^2}\text{ (圧縮)}$$

$$\text{下縁}:\sigma_{ct}=-P_t/A_c-P_t\cdot e_p\cdot y_c/I_c+M_1/I_c\cdot y_c$$

$$=-600\times 10^3/(8.00\times 10^4)-600\times 10^3\times 150\times 200/(1.07\times 10^9)+50\times 10^6\times 200/(1.07\times 10^9)$$

$$=\underline{-15.0\text{ N/mm}^2}\text{ (圧縮)}$$

全設計荷重作用時

$$\text{上縁}:\sigma'_{ce}=-P_e/A_c+P_e\cdot e_p\cdot y'_c/I_c-(M_1+M_2)\cdot y'_c/I_c$$

$$=-475\times 10^3/(8.00\times 10^4)+475\times 10^3\times 150\times 200/(1.07\times 10^9)-(50+55)\times 10^6\times 200/(1.07\times 10^9)$$

$$=\underline{-12.2\text{ N/mm}^2}\text{ (圧縮)}$$

$$\text{下縁}:\sigma_{ce}=-P_e/A_c-P_e\cdot e_p\cdot y_c/I_c+(M_1+M_2)\cdot y_c/I_c$$

$$=-475\times 10^3/(8.00\times 10^4)-475\times 10^3\times 150\times 200/(1.07\times 10^9)+(50+55)\times 10^6\times 200/(1.07\times 10^9)$$

$$=\underline{0.371\text{N/mm}^2}\text{ (引張)}$$

以上より、全設計荷重作用時の下縁で引張が生じるため、全断面有効とは言えない。

なお、上記の解答は、全ての項を一括して計算した結果であるが、個々の項について計算し、これらを足し合わせても良い。

以上